

**Society5.0 時代における
地理空間情報の整備と利活用に係る
情報収集・確認調査
報告書**

2021 年 12 月

**独立行政法人
国際協力機構（JICA）**

**一般社団法人 国際建設技術協会
朝日航洋株式会社
国際航業株式会社
株式会社パスコ**

社基
JR
21-079

Society5.0 時代における地理空間情報の整備と利活用に係る情報収集・確認調査

目次

第1章	調査の背景、目的及び調査内容	1
1-1	背景と目的	1
1-2	調査内容	1
第2章	Society 5.0 及び G 空間社会における地理空間情報の役割・位置づけ	3
2-1	Society 5.0 時代における地理空間情報の役割	3
2-1-1	Society 5.0 について	3
2-1-2	地理空間情報の役割	3
2-2	課題解決のための地理空間情報の位置づけ	9
2-2-1	SDGs の 17 目標とその指標	9
2-2-2	地理空間情報と SDGs の係わり	10
2-2-3	開発課題解決のための地理空間情報の位置づけ	15
2-3	電子基準点や基盤地図情報の整備により変わる社会	17
2-3-1	移動	17
2-3-2	物資輸送	17
第3章	地理空間情報分野における最新技術の動向と効果的な活用事例	18
3-1	基盤データの作成・更新に係る動向	18
3-1-1	ドローンを活用した基盤データの作成・更新	18
3-1-2	衛星画像と人工知能（AI）を活用した基盤データ作成・更新の自動化	25
3-1-3	地球観測衛星（光学・レーダー）の活用	34
3-1-4	3次元都市モデル	41
3-1-5	土地行政のDX化	51
3-1-6	その他の最新技術	57
3-2	基盤データの利活用に係る動向	60
3-2-1	公共団体における行政業務支援 GIS	60
3-2-2	広域公共団体による地理空間情報整備・運用	66
3-2-3	PPP/PFI 型地理空間情報の整備・運用	71
3-2-4	地理空間情報のエコシステム構築（G 空間情報センター）	74
3-2-5	特定の分野向けの地理空間情報の流通（HD マップ）	76
3-2-6	まちづくり DX Project PLATEAU（プラトー）（3D の多目的利用プラットフォーム）	79
3-2-7	ウェブ API（サービス環境提供）	80
3-2-8	事業スキーム体系化の試み	82
3-3	位置情報・高精度測位サービスに係る動向	84
3-3-1	基本的な方法	85
3-3-2	電子基準点を用いた方法	87

3-3-3	精密単独測位 (PPP) サービスの普及	90
3-3-4	ローコスト GNSS 受信チップの出現.....	93
3-3-5	CORS の整備主体の拡大	94
3-3-6	現状のまとめと今後の技術動向	95
第 4 章	地理空間情報・位置情報の分類と官民の役割.....	99
4-1	地理空間情報.....	99
4-1-1	種類と利用用途.....	99
4-1-2	官民の役割分担.....	111
4-2	位置情報・高精度測位サービス	114
4-2-1	種類と利用用途.....	114
4-2-2	官民の役割分担.....	116
第 5 章	地理空間情報分野における JICA の協力と現状と問題点.....	121
5-1	地形図等の整備・更新・利活用	121
5-1-1	エチオピア国「デジタル地図データ作成能力強化プロジェクト」	121
5-1-2	コートジボワール共和国「都市インフラ整備のためのデジタル地形図作成」	124
5-1-3	ブルキナファソ国「デジタル地形図作成プロジェクト」	128
5-1-4	ミャンマー国「ヤンゴンマッピングプロジェクト」	131
5-1-5	インドネシア国「国土空間データ基盤整備事業」	133
5-1-6	セネガル国「ダカール首都圏開発マスタープラン策定プロジェクト」	135
5-1-7	マラウイ国「リロングウェ市都市マスタープラン」	138
5-1-8	ネパール国「ネパール地震復旧・復興プロジェクト」	140
5-1-9	共通する課題、教訓、提言.....	142
5-2	国土空間データ基盤(NSDI)整備・利活用	143
5-2-1	ブータン国「国家地理空間情報作成プロジェクト (第 1 期)」	143
5-2-2	バングラデシュ国「デジタルバングラデシュ構築のための地図作成能力高度 化プロジェクト」	146
5-2-3	ウクライナ国「空間情報統合プロジェクト」	149
5-2-4	アルバニア国「ティラナ・ドゥレス地域デジタル地図作成能力向上プロジェ クト」	151
5-2-5	The National Geo-Spatial Data Infrastructure (NSDI)Development Acquisition and Production of Geo-Spatial Data of Sumatera Island (インドネシア NSDI)	153
5-3	電子基準点整備及び利活用	156
5-3-1	ミャンマー国「ヤンゴンマッピングプロジェクト」	156
5-3-2	バングラデシュにおける全球測位衛星システム連続観測点高密度化及び験潮所 近代化計画.....	159
5-3-3	タイ国「電子基準点に係る国家データセンター能力強化及び利活用促進プロ ジェクト」	161
第 6 章	アジア・アフリカ地域における地理空間情報の状況 -事例調査-.....	164

6-1	インドネシア	165
6-1-1	SDGs と地理空間情報のかかわり	166
6-1-2	基盤データの作成・更新	166
6-1-3	基盤データの利活用	168
6-1-4	位置情報・高精度測位サービス	171
6-1-5	今後期待される協力	172
6-2	バングラデシュ	178
6-2-1	SDGs と地理空間情報のかかわり	179
6-2-2	基盤データの作成・更新	179
6-2-3	基盤データの利活用	180
6-2-4	位置情報・高精度測位サービス	180
6-2-5	今後期待される協力	181
6-3	スリランカ	184
6-3-1	SDGs と地理空間情報のかかわり	184
6-3-2	基盤データの作成・更新	186
6-3-3	基盤データの利活用	189
6-3-4	位置情報・高精度測位サービス	191
6-3-5	今後期待される協力	192
6-4	セネガル	200
6-4-1	SDGs と地理空間情報のかかわり	201
6-4-2	基盤データの作成・更新	201
6-4-3	基盤データの利活用	205
6-4-4	位置情報・高精度測位サービス	207
6-4-5	今後期待される協力	212
第7章	地理空間情報分野における今後の JICA の協力の方向性	218
7-1	背景	218
7-2	実施する意義と目標	218
7-3	方向性検討にあたっての基本方針	219
7-4	GI ² 分野における協力とその効果に関する全体像	220
7-4-1	ロケーション・プラットフォーム構築支援としての GI ² に関する協力	221
7-4-2	GI ² 分野における協力とその効果に関する全体像のイメージ	223
7-5	具体的な取り組み	224
7-5-1	プロジェクト	224
7-5-2	プロジェクトと連携・補強し取り組むべき事項	257
第8章	海外測量（基本図用）作業規程（2006年度）総則の更新と製品仕様書の整備・活用	263
8-1	背景	263
8-2	業務の実施体制	263
8-3	海外測量（基本図用）作業規程（2006年度）総則の更新等	263
8-4	デジタル地形図整備における製品仕様書	266

付属資料

1. 最新技術の動向とその活用事例
 - 1-1 基盤データ作成更新
 - 1-2 基盤データ利活用
 - 1-3 位置情報・高精度測位サービス
2. 海外測量（基本図用）作業規程（案）
 - 2-1 和文
 - 3-1 英文
3. 令和3年度 海外測量（基本図用）作業規程の改訂 新旧対照表
4. デジタル地形図データ製品仕様書標準フォーマット（案）
 - 4-1 和文
 - 4-1-1 縮尺1:2,500 デジタル地形図データ製品仕様書（案）
 - 4-1-2 付属書1 縮尺1:2,500 デジタル地形図 応用スキーマ（案）
 - 4-1-3 付属書2 縮尺1:2,500 デジタル地形図 地物カタログ（案）
 - 4-1-4 付属書3 縮尺1:2,500 デジタル地形図 データ品質（案）
 - 4-1-5 付属書4 縮尺 1:2,500 デジタル地形図 描画法カタログ（案）
 - 4-2 英文
 - 4-2-1 Data Product Specifications of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
 - 4-2-2 Appendix 1 Application Schema of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
 - 4-2-3 Appendix 2 Feature Catalogue of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
 - 4-2-4 Appendix 3 Data Quality of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
 - 4-2-5 Appendix 4 Portrayal Catalogue of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
5. デジタル地形図データ製品仕様書作成マニュアル（案）
 - 5-1 和文
 - 5-2 英文
6. 有識者・関係機関ヒアリング
7. 海外事例調査
 - 7-1 インドネシア
 - 7-2 バングラデシュ
 - 7-3 スリランカ
 - 7-4 セネガル
8. 測量部会での検討
9. 電子基準点を利用したリアルタイム測位推進協議会へのアンケート調査結果
10. モデルプロジェクト

略語表

略語	正式名称	日本語
ADE	Application Domain Extension	アプリケーション拡張機能
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
AI	Artificial Intelligence	人工知能
AIS	Automatic Identification System	船舶自動識別装置
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
ALB	Airborne Laser Bathymetry	航空レーザ深淺測量
ALOS	Advanced Land Observing Satellite	陸域観測技術衛星
ANAT	Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire,	セネガル国国土整備庁
API	Application Programming Interface	アプリケーションプログラミング インタフェース
AR	Augmented Reality	拡張現実
ASIG	State Authority for Geospatial Information	アルバニア国地理空間情報管理事務局
ATR/BPN	Kementerian Agraria dan Tata Ruang / Badan Pertanahan Nasional	インドネシア土地・空間計画省/ 国家土地庁
BARC	Bangladesh Agricultural Research Council	バングラデシュ農業研究協議会
BIG	Badan Informasi Geospasial	インドネシア国地理空間情報庁
BIM	Building Information Modeling	ビム
BPDB	Bangladesh Power Development Board	バングラデシュ電源開発公社
BPS	Badan Pusat Statistik	インドネシア国統計庁
BREB	Bangladesh Rural Electrification Board	バングラデシュ農村電化庁
BWDB	Bangladesh Water Development Board	バングラデシュ水開発委員会
CAD	Computer Aided Design	コンピュータ支援設計
CASE	Connected, Autonomous/Automated, Shared, Electric	コネクテッド、自動運転、シェアリング、電動化
CCD	Charged Coupled Device	撮像素子
CCT	Centre de Cartographie et de Télédétection	コートジボワール国地形図リモートセンシングセンター
CEA	Central Environment Authority	スリランカ国中央環境庁
CIGN	Centre d'Informations Géographique et Numérique	コートジボワール国地理・デジタル情報センター
CIM	Construction Information Model	シム
CLAS	Centimeter Level Augmentation Service	センチメートル級測位補強サービス
CMC	Colombo Municipal Council	コロンボ市議会
CORS	Continuously Operating Reference Station	電子基準点
C/P	Counterpart	相手国機関
DAE	Department of Agriculture Extension	バングラデシュ国農業拡張局
DCAD	Direction du Cadastre	セネガル国地籍局
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル

DGER	Direction de la Gestion et de l'Entretien du Reseau Routier,	セネガル国道路網維持管理局
DGUA	Direction Generale de l'Urbanisme et de l'Architecture	セネガル国都市建築総局 (旧 DUA : Direction of Urbanization and Architecture)
Dhaka WASA	Dhaka Water Supply and Sewage Authority	ダッカ上下水道公社
DKI Jakarta	Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta	ジャカルタ首都特別州
DMC	Disaster Management Centre	スリランカ災害管理センター
DOL	Department of Land	タイ国土地局
DPC	Direction de la Protection Civile	セネガル国防災局
DPT	Department of Public Works and Town & Country Planning	タイ国公共事業・都市農村計画局
DSM	Digital Surface Model	数値表層モデル
DTGC	Direction des Travaux Géographiques et de la Cartographie	セネガル地図・測量部
DX	Digital Transformation	デジタルトランスフォーメーション
EGII	Ethiopian Geospatial Information Institute	エチオピア地理空間情報研究所
EU	European Union	欧州連合
FIG	International Federation of Surveyors Fédération Internationale des Géomètres	国際測量者連盟
GCP	Ground Control Point	地上基準点
GEOGLAM	Group on Earth Observations GLobal Agricultural Monitoring	地球観測に関する政府間会合による 全球農業モニタリング
GGRF	Global Geodetic Reference Frame	地球規模の測地基準座標系
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GI ²	GI Square (Geodetic Infrastructure and Geospatial Information)	(本報告書で提案している) 測地 基盤・地理空間情報分野又は技術 協力プロジェクトの総称
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GISTDA	Geo-Informatics and Space Technology Development Agency	タイ国地理情報・宇宙技術開発機 関
GIZ	Deutsche Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
GML	Geography Markup Language	ジーエムエル
GNSS	Global Navigation Satellite System	全球衛星測位システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GSA	European GNSS Agency	欧州 GNSS 庁
GSB	Geological Survey of Bangladesh	バングラデシュ地質調査所
GSI	Geospatial Information Authority	(日本の) 国土地理院
HII	Hydro Informatics Institute	タイ国水文情報研究所

ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
ICTA	Information and Communication Technology Agency	スリランカ情報通信技術庁
ID	Irrigation Department	スリランカ灌漑局
IFC	Industry Foundation Classes	アイエフシー
IGB	Institut Géographique du Burkina	ブルキナファソ国土地理院
IGD	Informasi Geospasial Dasar	(インドネシアの) 国家基本地理空間情報
IGIF	Integrated Geospatial Information Framework	統合地理空間情報フレームワーク
IGN	L'Institut national de l'information géographique et forestière	フランス国土地理院
IGS	International GNSS Service	国際 GNSS 事業
IMU	Inertial Measurement Unit	慣性計測装置
IoT	Internet of Things	モノのインターネット
ISO/TC211	International Organization for Standardization / Technical Committee 211	国際標準化機構地理情報専門委員会
ISPRS	International Society for Photogrammetry and Remote Sensing	国際写真測量リモートセンシング学会
ITRF	International Terrestrial Reference Frame	国際地球基準座標系
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	宇宙航空研究開発機構
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JPGIS	Japan Profile for Geographic Information Standards	地理情報標準プロファイル
KEMEMHU B	Kementerian Perhubungan	インドネシア運輸省
KSP	Kebijakan Satu Peta	One Map Policy
LGED	Local Government Engineering Department	バングラデシュ国地方行政技術局
Lidar	Light Detection and Ranging	ライダー
LIMS	Land Information Management System	土地情報管理システム
LOD	Level of Detail	詳細レベル
MaaS	Mobility as a Service	マース
MMS	Mobile Mapping System	移動計測車両による測量システム
MVS	Multi-View Stereo	多視点ステレオ
NBRO	National Building Research Organization	スリランカ国立建築研究所
NCDC	National Continuous Coordinate Reference Data Center	タイ国の国家データセンター

NGA	National Geospatial-Intelligence Agency	米国地理空間情報局
NLCS	National Land Commission Secretariat	ブータン国国家土地委員会事務局
NLIMS	National Lands Information Management System:	ケニア土地情報管理システム
NPO	Non-Profit Organization	非営利団体
NRA	National Reconstruction Authority	ネパール国復興庁
NRMC	Natural Resource Management Centre	スリランカ天然資源管理センター
NRTK	Network Real-Time Kinematic	ネットワーク型 RTK 測位
NSDI	National Spatial Data Infrastructure	国土空間データ基盤
ODP	One Data Policy	ワンデータポリシー
OMP	One Map Policy	ワンマップポリシー
ONGES	Ordre National des Géomètres Experts du Senegal	セネガル国測量士協会
PFI	Private Finance Initiative	プライベート・ファイナンス・イニシアティブ
PPP	Precise Point Positioning	精密単独測位
PPP	Public Private Partnership	官民連携
PROCASEF	Le Projet Cadastre et Sécurisation Foncière	セネガル国地籍・土地登記とセキュリティプロジェクト
PSE	Plan Sénégal Emergent	セネガル新興計画
PUPR	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	インドネシア公共事業・国民住宅省
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System	準天頂衛星システム
RAJUK	The Capital Development Authority of the Government of Bangladesh	バングラデシュ首都圏開発管理局
REDD+	Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries	途上国における森林減少・劣化からの排出削減、および森林保全、持続可能な森林経営、森林炭素蓄積強化の役割
RTK	Real-Time Kinematic	リアルタイム・キネマティック測位
RTSD	Royal Thai Survey Department	タイ国王立測量局
SAR	Synthetic Aperture Radar	合成開口レーダー
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SfM	Structure from Motion	ストラクチャ・フロム・モーション（多視点画像からの3次元形状復元）
SIP	Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program	戦略的イノベーション創造プログラム

SLSD	Sri Lanka Survey Department	スリランカ測量局
SNS	Social Networking Service	ソーシャル・ネットワーキング・サービス
SOB	Survey of Bangladesh	バングラデシュ測量局
SPARRSO	Space Research and Remote Sensing Organization	バングラデシュ国宇宙研究リモートセンシング機構
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
SPPR	Direktorat Jenderal Survei dan Pemetaan Pertanahan dan Ruang	ATR/BPN の土地・測量地図総局
SRDI	Soil Resource Development Institute	バングラデシュ国土壌資源開発研究所
STI・DX	Science Technology and Innovation / Digital Transformation	科学技術イノベーション / デジタルトランスフォーメーション
TIN	Triangulated Irregular Network	不整三角網
TOT	Training of Trainer	講師育成
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	無人航空機
UDA	Urban Development Authority	スリランカ都市開発庁
UEMOA	Union Economique et Monétaire Ouest Africaine	西アフリカ経済通貨同盟
UNGGIM	United nations Committee of Experts on Global Geospatial Information	地球規模の地理空間情報管理に関する国連専門家委員会
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UN-SPIDER	United Nations Platform for Space-based Information for Disaster Management and Emergency Response	国連防災緊急対応衛星情報プラットフォーム
UNVT	United Nations Vector Tile Toolkit	国連ベクトルタイルツールキット
VR	Virtual Reality	仮想現実
WARPO	Water Resources Planning Organization	バングラデシュ国水資源計画機構
WB	World Bank	世界銀行
WB	Water Supply and Drainage Board	スリランカ上下水道公社
XML	Extensible Markup Language	エックスエムエル
YCDC	Yangon City Development Committee	ヤンゴン市開発委員会
YRG	Yangon Region Government	ヤンゴン地域政府

第1章 調査の背景、目的及び調査内容

1-1 背景と目的

「地理空間情報」とは、我が国の「地理空間情報活用推進基本法」の中で「空間上の特定の地点又は区域の位置を示す情報（以下「位置情報」）に関連付けられた情報」と定義されている。JICA では、地理空間情報に関して、デジタル地形図の作成・更新に係る技術支援や、デジタル地形図を他の統計・地理系データと合わせて管理・共有し付加価値を高めるための国土空間データ基盤（National Spatial Data Infrastructure、以下「NSDI」）支援、並びに電子基準点整備と高精度測位サービスの利活用促進に係る支援などを実施している。

我が国を含む先進諸国では、デジタル地形図は、防災・インフラ整備計画策定や都市・地域分析等に活用されているが、途上国においては、地形図の更新が定期的に行われなかったこと、また、民間企業や財団法人が公開している地図（以下「民間地図」）で代用する場合もあり、政府として管理する地形図が十分に活用されていないことなどが課題となっている。

また、我が国では地理空間情報の付加価値を高め、利便性を向上させるため、NSDI 構築が推進されているが、途上国においては、各機関の持つ地理系データの地理情報の標準が整理されていないこと、データ蓄積型のシステム構成や機能過多による維持管理費用の負担が課題となっている。さらに、NSDI に係る政策や法律がなく、データの共有化が進まないという課題もある。

電子基準点に関しては、国家座標管理と高精度測位サービスのための基盤インフラという主に2つの目的があり、特に後者に関しては、高精度測位サービスの市場規模拡大や、関連技術の進展に伴い、最近、日本国内では民間企業が電子基準点網整備も含めた高精度測位データ配信サービスを展開している。途上国においても、2つの目的に応じて電子基準点整備に係る政府の役割を整理する必要がある。

近年の科学技術の発展に伴い、革新的な技術を活用した地理空間情報の整備・利活用の可能性が検討されており、また、日本政府は、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムによって経済発展と社会的課題の解決を両立する社会を Society 5.0 と位置付け、これまでの基盤データ整備だけでなく、都市・地域から創出されるあらゆるデータを効果的に連携させたアーキテクチャを構築しようとしている。

このような背景から、本調査は、Society 5.0 時代に求められる地理空間情報の位置付けを整理し、地理空間情報に関する政府機関及び民間セクターの役割、最新技術の動向、効果的な活用事例に関する情報収集を行うとともに、地理空間情報分野における JICA の協力の現状と課題を分析したうえで、今後の JICA の協力の方向性を提案することを目的に実施した。

1-2 調査内容

本調査の調査内容は以下のとおりである。

【1】 調査計画の検討

既存資料及び情報の収集・整理・分析に加え、有識者（佐田日本大学教授、柴崎東京大学教授、村上青山学院大学教授）及び国土地理院などの国内機関へのヒアリングを行い、【2】から【5】に関する調査計画を作成した。

【2】 Society 5.0 及びG 空間社会における地理空間情報の役割・位置づけ

日本におけるSociety5.0 及び G 空間社会の概念や取組に関する情報収集を行い、それらを実現するために、今後、地理空間情報が果たすべき役割を分析した。

【3】 地理空間情報分野における最新技術の動向と効果的な活用事例

地理空間情報分野に関する基盤データ作成・更新、及び利活用、並びに位置情報・高精度測位サービスの最新の動向や活用事例を収集・分析した。また、収集した活用事例について、その概要を1事例につきパワーポイント 1 枚にまとめた。

【4】 地理空間情報の分類と官民の役割

国土管理や測量行政の観点から地理空間情報における行政の役割が重要である一方、近年、情報通信技術や革新的な科学技術の発展によるデジタルエコノミーの拡大に伴い、民間セクターにおいて、基盤インフラとしての地理空間情報の整備や関連ビジネス展開が進展しているため、その動向を整理するとともに官民の役割について考察した。

また、【3】で整理した最新技術の動向を踏まえ、地理空間情報に係る基盤インフラ（代表的な基盤データ及び位置情報・高精度測位サービス）、行政の役割や民間セクターの動向等の情報を整理・分析した。

【5】 地理空間情報分野におけるJICA の協力の現状と課題

地理空間情報分野に係る近年の JICA の支援概要を整理するとともに、事後の相手国実施機関の利活用状況等の情報を収集し、地理空間情報分野の協力を実施する際の課題、留意事項を整理した。

また、これらの詳細や地理空間情報分野の協力ニーズを把握するため、海外での事例調査として、インドネシア、バングラデシュ、スリランカ、セネガルについて、遠隔調査（一部現地調査）を行った。

【6】 地理空間情報分野における今後のJICA の協力の方向性

【2】～【5】の調査結果に基づき、地理空間情報分野における今後の JICAの協力の方向性を検討した。

【7】 海外測量作業規程（2006年度）の更新と製品仕様書の整備・活用

地理空間情報分野における JICA 技術支援の現状と課題を踏まえ、一般社団法人国際建設技術協会測量部会と連携して「海外測量（基本図用）作業規程」総則の更新とデジタル地形図に係る製品仕様書の標準フォーマット作成と活用のためのガイドライン・マニュアル整備を行った。

第2章 Society 5.0 及び G 空間社会における地理空間情報の役割・位置づけ

2-1 Society 5.0 時代における地理空間情報の役割

2-1-1 Society 5.0 について

Society 5.0とは、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）である。狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続く、新たな社会を指すもので、第5期科学技術基本計画（2016-2020年度）において我が国が目指すべき未来社会の姿として初めて提唱された。

（内閣府Webサイトhttps://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/）

世界において経済発展が進む中、人々の生活は便利で豊かになり、寿命の延伸が達成されたが、エネルギーや食料の需要増加、高齢化の進行等に伴い、温室効果ガス（GHG）排出の削減、食料の増産やロスの削減、高齢化などに伴う社会コストの抑制、持続可能な産業化の推進、富の再配分や地域間の格差是正など解決すべき社会的課題も困難さを増している。

このような中でモノのインターネット（Internet of Things, IoT）、ロボット、人工知能、ビッグデータ解析などの技術が進展し、それらの先端技術を産業や社会生活に取り入れ、経済発展と社会的課題の解決を両立していく新たな社会としてSociety5.0の実現が期待されている。

2021年3月に閣議決定された第6期科学技術・イノベーション基本計画（2020年の科学技術基本法の改正に伴い、名称が変更）においては、我が国が目指す Society 5.0 として、「国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会」及び「一人ひとりの多様な幸せ（well-being）が実現できる社会」を掲げ、Society 5.0 の実現に向けた科学技術・イノベーション政策として以下の3本の柱に掲げている。

- 国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会への変革
- 知のフロンティアを開拓し価値創造の源泉となる研究力の強化
- 一人ひとりの多様な幸せと課題への挑戦を実現する教育・人材育成

（<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>

<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6gaiyo.pdf> ）

2-1-2 地理空間情報の役割

Society 5.0で実現される社会の具体的なイメージをもとに、地理空間情報との関連について考える。

表2-1-1は内閣府科学技術政策のwebサイトにある事例である。収集されたさまざまな情報から人工知能（Artificial Intelligence, AI）を活用して各分野におけるサービスが実現されることを想定している。収集情報の中には、交通、配送、農地、店舗、発電所等の位置情報やそれらを取得するための人工衛星、ドローン、車両などが含まれ、地理空間情報との関連性が大きいことが読み取れる。

表2-1-1 内閣府によるSociety5.0の分野別の具体的イメージ

分野	内容・事例
交通	各自動車からのセンサ情報、天気、交通、宿泊、飲食といったリアルタイムの情報、過去の履歴などのデータベースといった様々な情報を含むビッグデータをAIで解析することにより、 観光の最適計画、渋滞緩和・事故減少、カーシェア・公共交通を組み合わせたスムーズな移動、高齢者・障がい者移動支援 が実現
医療・介護	各個人のリアルタイムの生理計測データ、医療現場の情報、医療・感知情報、環境情報といった様々な情報を含むビッグデータをAIで解析することにより、 生活支援・話し相手、リアルタイム自動健康診断で健康促進、最適治療、ロボットによる介護現場支援 が実現
ものづくり	顧客や消費者の需要、各サプライヤーの在庫情報、配送情報といった様々な情報を含むビッグデータをAIで解析することにより、 フレキシブルな生産計画・在庫管理、AI・ロボット活用による生産効率化・省人化・熟練技術継承、物流効率化、納期遅れなし、 が実現
農業	気象情報、農作物の生育情報、市場情報、食のトレンド・ニーズといった様々な情報を含むビッグデータをAIで解析することにより、 ロボットトラクタ・ドローン・水管理自動化・最適化などによる超省力・高生産なスマート農業、最適な営農計画、ほしい農作物を欲しい時に自動配送で入手、 が実現
食品	個人のアレルギー情報、食品情報、各家庭の冷蔵庫内の食品情報、店舗の在庫情報、市場情報といった様々な情報を含むビッグデータをAIで解析することにより、 快適な食生活、食品ロス削減、食の安全性向上、在庫の最適管理、 が実現
防災	人工衛星、地上の気象レーダー、ドローンによる被災地観測、建物センサからの被害情報、車からの道路の被害情報といった様々な情報を含むビッグデータをAIで解析することにより、 安全な避難、アシストスーツや救助ロボットによる迅速な救助、物資の最適配送 が実現
エネルギー	気象情報、発電所の稼働状況、EVの充放電、各家庭での使用状況といった様々な情報を含むビッグデータをAIで解析することにより、 安定的なエネルギー供給、エネルギーの地産地消・地域間流通、家庭での省エネ、 が実現

出典： https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/をもとに調査団作成

表2-1-2は、経団連報告書「Society 5.0 - とともに創造する未来 2018年11月13日」の示すSociety 5.0で実現される社会のイメージである。ここでも、多様なデータを収集し、AI等の技術を用いて解析し各分野でのサービスを提供するという構造は同様である。また、「金融」を除く「都市・地方」、「エネルギー」、「防災・減災」、「ヘルスケア（健康・医療・介護）」、「農業・食品」、「物流」、「ものづくり・サービス」、「行政」の各分野で位置情報が重要な要素であることから地理空間情報とのかかわりは大きい。

表2-1-2 経団連報告書によるSociety5.0のイメージ

分野	内容・事例
都市・地方 3,4,5,6,8,11,12,13	<ul style="list-style-type: none"> 都市（高密度地域）や地方（低密度地域）の形の多様化 都市ではエネルギーや交通、人流・物流、廃棄物などに関するさまざまなデータを共有してスマート化 都市周辺部や農村部においても持続可能な分散型コミュニティを創生し、それぞれの地方の特色を活かし、人と自然が共生する、自立した豊かな地方の姿を実現 世界のあらゆる場所で高度な医療と教育にアクセス エネルギーのオフグリッド化などの自律型・分散型の社会基盤技術によって、財政面での負担を軽減しながら安定した持続可能な社会基盤を整備 車の運転が困難になった高齢者などが自動走行車を利用でき、買い物や通院など日常生活における移動問題を解消
エネルギー 7,9,13	<ul style="list-style-type: none"> データの活用によって効率良く提供できるエネルギー網を構築 分散型再生可能エネルギーや蓄電システム、需要側制御等も統合した分散型マイクログリッドの開発を進め、地域の実情に応じて導入を進展
防災・減災 3,6,11,13	<ul style="list-style-type: none"> 災害情報連携システムを構築し、災害発生後には、被害状況や救援物資、避難所、IoT 機器、ソーシャルメディアなどのデータを収集し、地域・官民・組織の枠を越えた共有により、迅速な対応を可能に。 日頃からデジタル技術を活用してインフラの維持管理を行い、老朽化対策の効率化を進めるなど、減災対策。災害・事故時にも上下水道インフラの維持・早期復旧ができ、水を届ける。 エネルギーの分散化によって、災害後も持続可能なシステムを構築する。 災害時においても持続的な医療サービスを提供する。
ヘルスケア （健康・医療・介護） 3	<ul style="list-style-type: none"> 個人の身体や行動のデータ化とバイオテクノロジーによる生命のしくみの解明の進歩という技術トレンドを活用して、必要な人が適切なタイミングで必要なケアを受けられるようにする。 個々人の健康状態に合わせて、病気になる前の未病、予防の段階から適切なケアを提供し、発病、重症化を防いで健康寿命を延ばす。 次世代高速通信網や AI 医療・ウェルネス支援サービス、遠隔診療の普及、個人が自らのライフコースデータの活用・管理の主体となる制度の確立 これらの技術や運用ノウハウ・実現体制は、途上国の僻地などにも展開することで、全世界規模でのヘルスケアに貢献
農業・食品 2,12,14,15	<ul style="list-style-type: none"> 農業・食品産業を、だれもが挑戦し、創造性を発揮し得る魅力ある自立的なものへと変革 AI 等による遠隔監視・管理や農業用ロボット、自動走行ドローンなど、最先端技術をフル活用する。併せて、企業、若手、アグリテック・ベンチャーなど多様な経営体が担い手として参入することで、作業時間の大幅な削減、作業効率の劇的な改善を図り、生産性を飛躍的に向上 生物学的多様性の増大、環境負荷の極小化につながる手法の普及により、陸水域の生物多様性の豊かさを保つ 生産から加工・物流・販売・輸出に至るフードバリューチェーン（FVC）を、データや技術の活用によって最適化する。 生産から物流・輸出等に関する情報を一元化することで、リアルタイムに在庫・販売状況を共有し、在庫、出荷時期・量、輸送ルートを調整することで、フードロス最小化する。 健康・医療・介護領域といった異業種との連動・融合、生産基盤の強化を梃子にして、農産品の輸出にとどまらず、その技術プラットフォームやサービスも含めた海外展開を推進し、アグリフード・ビジネス全体で稼ぐ体制を整える。
物流 11,12	<ul style="list-style-type: none"> RFID 等の IoT 技術の実装により、貨物や輸送機関をネットワークにつなげ、物流をリアルタイムで追跡・管理することを可能とする。 関係する主体がプラットフォーム上で、調達・生産・輸送・販売の情報をリアルタイムに共有し、併せて、AI 等を活用し需給等の予測を行うことによって、サプライチェーン全体の最適化・調整を図る。 自動走行やドローン、ロボットの活用によって代替可能な作業の多くを機械化し、人手を解放する。
ものづくり・サービス 5,8,9	<ul style="list-style-type: none"> デジタル革新によりこれらの多様な能力がAI モジュールやサービスとして流通し、容易に利用可能となり、これらを組み合わせて、より高度な製品やサービスを迅速に作り上げることができる。 消費者の好みやこだわりが強く現れる製品については、従来の製造工程に依存せずに3Dプリンタなどを活用して、自分の好みに合ったデザイン、素材、色柄、サイズの洋服など、一点モノを手軽に安価に作れるようにする。 オープンソース化し、モジュール化したデジタル回路やセンサを組み込むことが普及し、多様なサービスとハードウェアの一体化が加速度的に進展する。
金融 1,5,8,9	<ul style="list-style-type: none"> デジタル革新によって、一人ひとりに合った多様な決済、融資、保険、資産形成等の金融サービスを活用できる。 現金に頼ることなく、多様なサービスに対して、低コストで便利かつ迅速、安全に、多様な手段での決済が可能 資産運用の高度化によって各人のライフスタイルに合った安定的な資産形成や、保険の最適化・個別化を通じた病気・ケガ・事故等のリスクの更なる軽減 成長産業をはじめ資金が必要な主体に行き届き、金融システムの一層の安定化が図られ、社会全体として効率的・効果的に資金を配分 金融サービスの広がりが十分でない新興国においても、デジタルデバイスの普及やデジタル技術の活用により金融サービスへのアクセスを高め、人々に融資、資産形成、保険、決済、送金等の機会を拡大 ブロックチェーン等の技術を活用した暗号通貨やトークンエコノミーの普及を進めることにより新たな形で価値のやり取りを生み、従来あり得なかったような生活スタイルを可能に。
行政 1,3,4,10,16	<ul style="list-style-type: none"> 前提としては、国も地方も行政サービスはデジタルを前提として構築する。多くの業務を自動化し、多様な主体間で迅速なデータ共有を図ることで、たとえば人口動態その他のデータを分析して保育所や学校、病院、老人ホームなどの需要を的確に予測し、適時適切なサービス提供体制を整えるなど、より創造性の高い行政サービスへと移行

分野の下の数字は関連するSDGsの番号を示す。 出典：「Society 5.0 - ともに創造する未来 経団連」より調査団作成

Society 5.0 における地理空間情報の果たす役割をより詳細にみるために、表2-1に示した事例等をもとに、地理空間情報そのものに加え、地理空間情報を生み出すための基盤、地理空間情報を生み出すための解析手法との関係を整理し、現状の評価を行ったものを表2-1-3に示す。

表2-1-3 Society5.0に関連する地理空間情報の要素

分野	Society5.0での想定事例に必要な地理空間情報・解析	項目別で見た必要な要素			
		基盤	データ	観測・解析手法	評価・その他(制度・人材等)
交通	観光の最適計画 ・観光地の位置 ・観光ルート・所要時間	・測地参照系	・観光地位置 ・道路網	・GISでネットワーク解析	・解析手法の高度化が必要 ・Google Maps である程度実現
	渋滞緩和 ・自動車のリアルタイム位置・過去のデータ	・測地参照系 ・GNSS衛星・基地局	・自動車リアルタイム位置 ・過去の自動車位置分布 ・道路網	・自動車の現在位置と過去の履歴のビッグデータより、最適ルートを選定	・膨大な数の自動車のリアルタイム位置の収集が必要 ・Google Maps である程度実現
医療・介護	感染症の広がり ・感染者所在情報 ・個人の移動履歴 ・人の密集状況	・測地参照系 ・GNSS衛星・基地局	・感染者位置 ・人の密集状況 ・個人の移動履歴	・人の移動履歴や密集具合等から感染者の広がり、の時系列の把握手法	・個人情報の関係で情報収集は困難か ・人の密集状況は携帯電話の位置情報より相当程度実現
ものづくり	物流効率化 ・工場・物流基地・需要地の位置情報 ・道路網	・測地参照系 ・GNSS衛星・基地局	・工場・物流基地・需要地の位置 ・道路網	・GISでネットワーク解析	・解析手法の高度化が必要
農業	生育管理	・測地参照系 ・GNSS衛星・基地局	・衛星画像(多波長・多時期) ・ドローン画像	・写真測量技術(画像標定等) ・多波長画像解析技術	・導入が進んでいる。 ・ノウハウの蓄積が重要
	農機の自動運転	・測地参照系 ・GNSS衛星 ・電子基準点	・農地の3次元データ	・cm級リアルタイム測位 ・3次元マッピング	・商品化が始まっている。
防災	被災状況把握(ドローン等)	・測地参照系 ・GNSS衛星 ・基地局・電子基準点	・被災地画像	・画像標定技術 ・画像認識技術	・被災状況マッピングの迅速化・高精度化が必要
	救助活動(指定場所へのナビゲーション)	・測地参照系 ・GNSS衛星 ・基地局・電子基準点	・リアルタイム位置 ・被災地状況地図	・地図上へのリアルタイム位置表示	・現状の技術で可能。表示デバイスの小型化・高機能化
	物資の輸送	・測地参照系 ・GNSS衛星 ・基地局・電子基準点	・リアルタイム位置 ・家屋詳細地図	・地図上へのリアルタイム位置表示	・現状の技術で可能。表示デバイスの小型化・高機能化 ・ドローンによる無人輸送の大規模化
エネルギー	地産地消(太陽光発電のポテンシャル把握)	・測地参照系	・3次元地図 ・土地利用	・太陽光発電ポテンシャル計算 ・エネルギー需要の把握	
都市	(エネルギーや交通、人流・物流、廃棄物等データ共有による)スマート化 ・交通 ・人流 ・3次元データ	・測地参照系 ・GNSS衛星 ・基地局・電子基準点	・リアルタイム位置(人・車両(属性付き)) ・3次元地図	・位置情報ビッグデータ処理 ・3次元マッピング	・国土交通省都市局で3D都市モデルの構築が進んでいる。
インフラ整備	i-constructionによる生産性向上 ・測量・設計・施工・維持管理を3次元データでつなぐ	・測地参照系 ・GNSS衛星 ・基地局・電子基準点	・3次元データ(全プロセス) ・リアルタイム位置(施工・維持管理)	・3次元リアルタイム測量(ドローン、GNSS衛星) ・画像認識技術	・部分的に事例が蓄積されつつある。

出典：調査団作成

表2-1-3に示した多くの分野において既に初歩的なサービスが始まっている。精度とリア

リアルタイム性で各分野での地理空間情報利用の特徴を図2-1-1に示す。

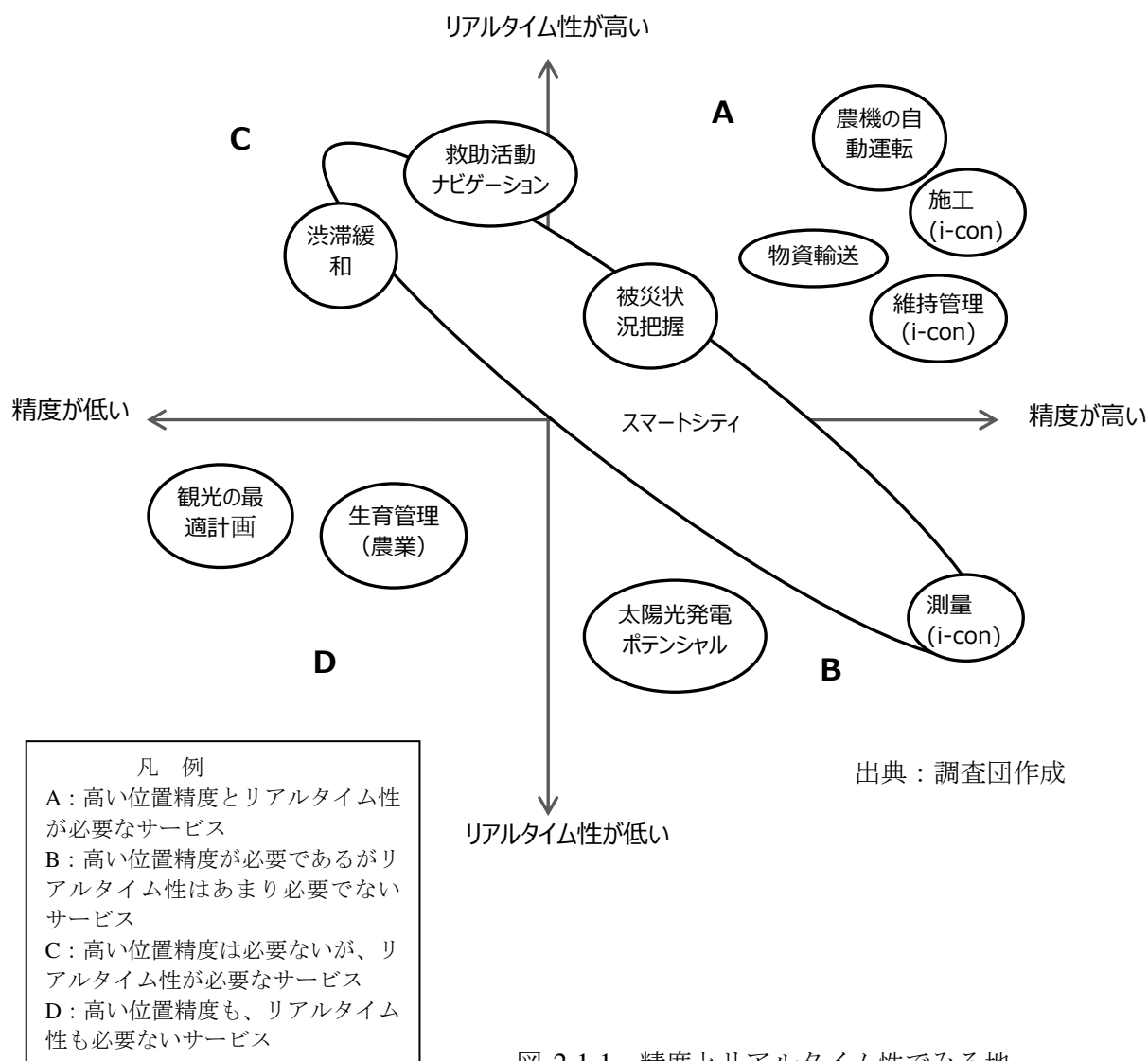


図 2-1-1 精度とリアルタイム性でみる地理空間情報の利用分野

図2-1-1の4分類のサービスでの基盤を含めた今後の地理空間情報の役割を表2-1-4に整理する。

表2-1-4 Society5.0 で想定されるサービスタイプにおける地理空間情報の役割

サービスの種類	地理空間情報役割
A	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSS衛星の高精度リアルタイム測位のための基盤が必須。また、高層ビルが林立する都市中心部のような上空視界が得られない場所や地下街等においてはGNSSに代わる高精度リアルタイム測位基盤が必須。 ・現在地の高精度情報だけでなく、周囲の地物の状況を同時に把握することが重要であるため、高精度な3次元地図データが必須となるケースが多い。
B	<ul style="list-style-type: none"> ・測位基盤は現状においても対応可能であるが、効率化のためにはリアルタイム性の向上があればさらに良い。 ・地表（場合によっては地下も）の状況を現実に類似した形で表現する3次元地図データが必要である場合が多いと考えられる。
C	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSS衛星の高精度リアルタイム測位のための基盤が必須。また、高層ビルが林立する都市中心部のような上空視界が得られない場所や地下街等においてはGNSSに代わる高精度リアルタイム測位基盤が必須。 ・周囲の地物の状況把握は、既存の地図データレベルで十分な場合が多いと考えられる。
D	<ul style="list-style-type: none"> ・測位基盤および地図データは現在のレベルでも十分な場合が多いと考えられる。 ・サービス内容に応じたデータ分析手法高精度化（例えば、農地の衛星画像から食物の生育状況を把握し、適切な対応策を出力する）が必要。

出典：調査団作成

Society 5.0が最初に提唱されたのは、第5期科学技術基本計画（2016年 - 2020年）ということもあり、技術的側面が強調されているが開発協力に適用する場合には以下の点に留意する必要がある。

- Society 5.0でとりあげられている技術は研究的要素が強く、実現までに時間を要するという側面もあるため、実用性や今後の展開という面での当該技術の見極めが必要である。
- 一方で、開発途上国、特にアジア諸国では技術力の向上がみられるため、開発協力の場での積極的展開を図るという観点も重要である。
- 技術だけで社会的課題が解決・改善するわけではなく、技術をうまく社会に適用し、うまく機能させるための法律・制度等についてもあわせて考慮する必要がある。
- 対象国の現状に即し、裨益効果の高い協力とする必要がある。

2-2 課題解決のための地理空間情報の位置づけ

2-2-1 SDGs の 17 目標とその指標

持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals, SDGs）は 2015 年 9 月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」にて記載された 2030 年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際目標である。17 のゴール・169 のターゲットから構成され、地球上の「誰一人取り残さない（leave no one behind）」ことを誓っている。

(<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/about/index.html>)

表 2-2-1 と図 2-2-1 に 17 のゴールを示す。

表 2-2-1 SDGs の 17 目標

ゴール番号と目標	ゴール番号と目標
1：貧困をなくそう あらゆる場所のあらゆる形態の貧困を終わらせる	10：人や国の不平等をなくそう 各国内及び各国間の不平等を是正する
2：飢餓をゼロに 飢餓を終わらせ、食料安全保障及び栄養改善を実現し、持続可能な農業を促進する	11：住み続けられるまちづくりを 包摂的で安全かつ強靱(レジリエント)で持続可能な都市及び人間居住を実現する
3：すべての人に健康と福祉を あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を促進する	12：つくる責任つかう責任 持続可能な生産消費形態を確保する
4：質の高い教育をみんなに すべての人々への包摂的かつ公正な質の高い教育を提供し、生涯学習の機会を促進する	13：気候変動に具体的な対策を 気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる
5：ジェンダー平等を実現しよう ジェンダー平等を達成し、すべての女性及び女児の能力強化を行う	14：海の豊かさを守ろう 持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する
6：安全な水とトイレを世界中に すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する	15：陸の豊かさを守ろう 陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の推進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処、ならびに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する
7：エネルギーをみんなに そしてクリーンに すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する	16：平和と公正をすべての人に 持続可能な開発のための平和で包摂的な社会を促進し、すべての人々に司法へのアクセスを提供し、あらゆるレベルにおいて効果的で説明責任のある包摂的な制度を構築する
8：働きがいも経済成長も 包摂的かつ持続可能な経済成長及びすべての人々の完全かつ生産的な雇用と働きがいのある人間らしい雇用(ディーセント・ワーク)を促進する	17：パートナーシップで目標を達成しよう 持続可能な開発のための実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する
9：産業と技術革新の基盤をつくろう 強靱(レジリエント)なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る	

出典：<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/statistics/index.html>



出典：<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/statistics/index.html>

図 2-2-1 SDGs17 目標のロゴ

2-2-2 地理空間情報と SDGs の係わり

我が国及び国際機関・国際学協会における SDGs に関する取り組みにおいて地理空間情報との関係が認められるものや SDGs における地理空間情報の役割に言及している文献について以下に示す。

(1) 日本政府の SDGs アクションプラン

2020 年 12 月に開催された第 9 回持続可能な開発目標(SDGs)推進本部会議において、SDGs アクションプラン 2021 が決定された。アクションプランの構成は、「基本的な考え方」、「2021 年の重点事項」、「8 つの優先課題」、「課題別の具体的取り組み」となっている。

「2021 年の重点事項」の一つの「よりよい復興に向けたビジネスとイノベーションを通じた成長戦略」の中の、「Society 5.0 の実現を目指してきた従来の取組を更に進めると共に、デジタルトランスフォーメーション (Digital Transformation, DX) を推進し、誰もがデジタル化の恩恵を受けられる体制を整備し、「新たな日常」の定着・加速に取り組む。」としている。

「8 つの優先課題」としては、以下があげられ、そのうち「成長市場の創出、地域活性化、科学技術イノベーション」において Society 5.0 が言及されている。

- ① あらゆる人々が活躍する社会・ジェンダー平等の実現
- ② 健康・長寿の達成
- ③ 成長市場の創出、地域活性化、科学技術イノベーション
- ④ 持続可能で強靱な国土と質の高いインフラの整備
- ⑤ 省・再生可能エネルギー、防災・気候変動対策、循環型社会
- ⑥ 生物多様性、森林、海洋等の環境の保全

- ⑦ 平和と安全・安心社会の実現
- ⑧ SDGs 実施推進の体制と手段

「課題別の具体的取り組み」の各取り組みでは、SDGs のゴールとの関連が明示されている。具体的取り組みのうち測量・地図作成と関係のある取り組みは表2-2-2のとおりである。

表2-2-2 地理空間情報と関連のある日本政府のSDGsの具体的取り組み

優先課題の番号	取り組み	関連するSDGs	備考
③	農林水産省共通申請サービス(eMAFF)によるDXの推進	9:産業と技術革新の基盤をつくろう	申請サービスにデジタル地図を活用
③	農林水産行政における衛星データの利活用検討	2:飢餓をゼロに 9:産業と技術革新の基盤をつくろう 13:気候変動に具体的な対策を 15:陸の豊かさを守ろう	JAXAの衛星データ等を活用
④	地球規模の測地基準座標系(GGRF)の普及	9:産業と技術革新の基盤をつくろう	
④	戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」	9:産業と技術革新の基盤をつくろう 11:住み続けられるまちづくりを	衛星・AI・ビッグデータ等を利用する研究開発
④	衛星を活用した地球規模課題の解決に資する研究開発の推進	3:すべての人に健康と福祉を 6:安全な水とトイレをみんなに 11:住み続けられるまちづくりを 13:気候変動に具体的な対策を 15:陸の豊かさを守ろう	・エアロゾルデータ公開 ・衛星データを活用した洪水予測 ・衛星データによる災害監視・森林監視・温室効果ガス観測
⑥	森林ガバナンスイニシアティブ	1:貧困をなくそう 2:飢餓をゼロに 3:すべての人に健康と福祉を 6:安全な水とトイレをみんなに 9:産業と技術革新の基盤をつくろう 13:気候変動に具体的な対策を 15:陸の豊かさを守ろう	・JAXAの衛星データを活用したJICA・JAXA推進の取り組み ・熱帯林保全・気候変動対策。生物多様性保全に貢献
⑧	地理空間情報によるパートナーシップの推進	9:産業と技術革新の基盤をつくろう 17:パートナーシップで目標を達成しよう	国連・地方自治体・産学官連携により防災など多分野で地理空間情報の利活用を推進

出典：「SDGs アクションプラン 2021 令和2年12月 SDGs 推進本部」より調査団作成

(2) 地球規模の地理空間情報管理に関する国連専門家委員会(UNGGIM)の取り組み

SDGs が採択された 2015 年 9 月の国連サミットに先立つ同年 3 月の第 46 回国連統計委員会において SDGs 指標に関する機関間・専門家グループ (IAEG-SDGs) が設立された。その目的は SDGs に対するグローバル指標の枠組みの開発と実施である。2016 年の第 3 回 IAEG-SDGs 会合で、統計情報と地理空間情報の統合の重要性が認識され、地理空間情報作業部会 (WGCI) が設立された。

(<http://ggim.un.org/UNGGIM-wg6/>)

こうして地球規模の地理空間情報管理に関する国連専門家委員会（United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information, UNGGIM）との関係が強化されたが、地理空間情報との関係は指標の測定という面が強い。

（Terms of Reference updated by the IAEG-SDGs (July 2019)より、調査団分析）

2018年メキシコで開催された UNGGIM Americas で発表された WGGI の論文では、15のSDGsについて地理空間情報がその指標作成に必要としている。また、その分析について4カ国の評価を示している（表2-2-3）。

表2-2-3 地理空間情報が必要なSDGsの指標

凡例	○	報告済み・報告可能
	△	開発可能 (他データの統合・調査法の変更が必要)
	×	報告困難(調査法がない)

地理空間情報を必要とするSDGsの指標	4カ国の評価		
	○	△	×
2：飢餓をゼロに			
2.4.1 生産的で持続可能な農業の下に行われる農業地域の割合	1	2	1
6：安全な水とトイレをみんなに			
6.3.2 良好な水質を持つ水域の割合	2	2	
6.5.2 水資源協力のための運営協定がある越境流域の割合	1	2	
6.6.1 水関連生態系範囲の経時変化	1	3	
9：産業と技術革新の基盤をつくろう			
9.1.1 全季節利用可能な道路の2km圏内に住んでいる地方の人口の割合	1	2	
9.c.1 モバイルネットワークにアクセス可能な人口の割合（技術別）	1		2
11：住み続けられるまちづくりを			
11.2.1 公共交通機関へ容易にアクセスできる人口の割合（性別、年齢、障害者別）	1	2	1
11.3.1 人口増加率と土地利用率の比率	1	2	
11.7.1 各都市部の建物密集区域における公共スペースの割合の平均（性別、年齢、障害者別）	1	2	
14：海の豊かさを守ろう	1		
14.2.1 生態系を基盤として活用するアプローチにより管理された各国の排他的経済水域の割合		3	
14.5.1 海域に関する保護領域の範囲		3	
15：陸の豊かさを守ろう			
15.1.1 土地全体に対する森林の割合	3		
15.1.2 陸生及び淡水性の生物多様性に重要な場所のうち保護区で網羅されている割合（保護地域、生態系のタイプ別）	1	1	
15.3.1 土地全体のうち劣化した土地の割合	2		1
15.4.1 山地生物多様性のための重要な場所に占める保全された地域の範囲		3	

出典：

<https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/fifth-session-unggim-americas-geospatial-information-capacities-eclac-alvaro-monett.pdf>

表2-2-3は指標作成に地理空間情報が必要ということであるが、地理空間情報により一国内の各指標に係る地理的分布が把握でき、指標が芳しくない地域を特定し対策立案に活用することができるので、関係するSDGsに係る開発課題の解決に資するものと考えられる。

特に地理的解像度の高い情報として提示できれば、具体的な対策やその効果の測定に具体的に活用できるものと考えられる。

(3) 国際学協会の取り組み及び文献での分析

1) 国際測量者連盟(FIG)の取り組み

国際測量者連盟（Fédération Internationale des Géomètres, FIG）は従前から SDGs に関する活動を実施してきたが、2019 年に土地に関する SDGs の指標が測量者の今後 10 年に大きな影響を与えるとして、2019~2022 年に対するタスクフォースを立ち上げ、以下の活動を行うとしている。

- FIG 関連の会議・集会におけるワークショップの開催
- FIG の 10 の委員会において SDGs 関係の技術的ワークショップの開催
- FIG 関係者の効果的・持続的な貢献を確実にするための 2022-2030 年の作業計画の作成

（出典：

https://www.fig.net/organisation/general_assembly/agendas_and_minutes/2019/minutes/12.SDG_Task_force_fig2019.pdf）

2020 年 5 月に開催された FIG の大会では、SDGs に関する 2 つのセッション（「貧困を終わらせ土地権利を確保する：土地権利の役割と貢献」及び「SDGs による強化」）において論文がそれぞれ 5 本及び 7 本寄せられている。土地管理をテーマとする論文が主であるが、後者のセッションにおける論文の 1 つは、バーレーンでは、グリーン成長と低炭素開発への取り組みを具体化する土地利用と開発方針が必要であり、そうした中での 3 次元マッピングプログラムを扱っている。

2) 国際写真測量・リモートセンシング学会(ISPRS)

国際写真測量/リモートセンシング学会（International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, ISPRS）では同学会誌の特別号「地理空間情報と統計情報の統合による SDGs に向けた計測とモニタリング」を発行し、ゴール 15（陸の豊かさを守ろう）、ゴール 11（住み続けられるまちづくりを）、地域での取り組みをテーマとした 6 本の論文を掲載してしる。

（出典：https://www.mdpi.com/journal/ijgi/special_issues/SDGs_IJGI）

3) 論文「SDGs 実施のためとそのモニタリングのための地理空間情報の利用」のレビュー

論文「SDGs 実施のためとそのモニタリングのための地理空間情報の利用」（原題: Utilizing geospatial information to implement SDGs and monitor their Progress）は、Environmental Monitoring and Assessment 誌の 2020 年 1 月号に掲載され、それまでに取り組みされた SDGs の実施と進捗のモニタリングのために活用された地理空間情報に関するレビューを行っている。その中に SDGs と地理空間情報の関係が図示されている（図 2-2-2）。



*GEOGLAM : Group on Earth Observations GLocal Agricultural Monitoring の略
地球観測に関する政府間会合(GEO)による全球農業モニタリング

出典 : <https://www.iges.or.jp/en/pub/sdg-monitoring-using-gis-and-rs/en>

図 2-2-2 SDGs の実施・モニタリングに役立つ地理空間情報

以上、1)~3)において、地理空間情報が役立つとしているSDGsは表2-2-4のとおりである。

表2-2-4 SDGsの実施に役立つとされる地理空間情報 (○印：実施に役立つ)

SDGの番号	1	2	3	6	9	11	13	14	15	17
日本のSDGアクションプログラム2021	○	○	○	○	○	○	○		○	○
UNGGIM関連の取り組み		○	○	○		○		○	○	
国際学協会や関連文献	○	○	○	○		○	○	○	○	

出典：調査団作成

2-2-3 開発課題解決のための地理空間情報の位置づけ

2-2-2 で見たように内外における既往の取り組みで地理空間情報が役立つとする主要な SDGs のゴールは以下のとおりである。

- 2: 飢餓をゼロに
- 3: すべての人に健康と福祉を
- 6: 安全な水とトイレをみんなに
- 11: 住み続けられるまちづくりを
- 15: 陸の豊かさを守ろう

どのように役立つかについては、UNGGIM や国際学協会の取り組みでは、SDGs の指標の達成度について地理空間情報を活用してモニタリングすることに焦点をあてている。

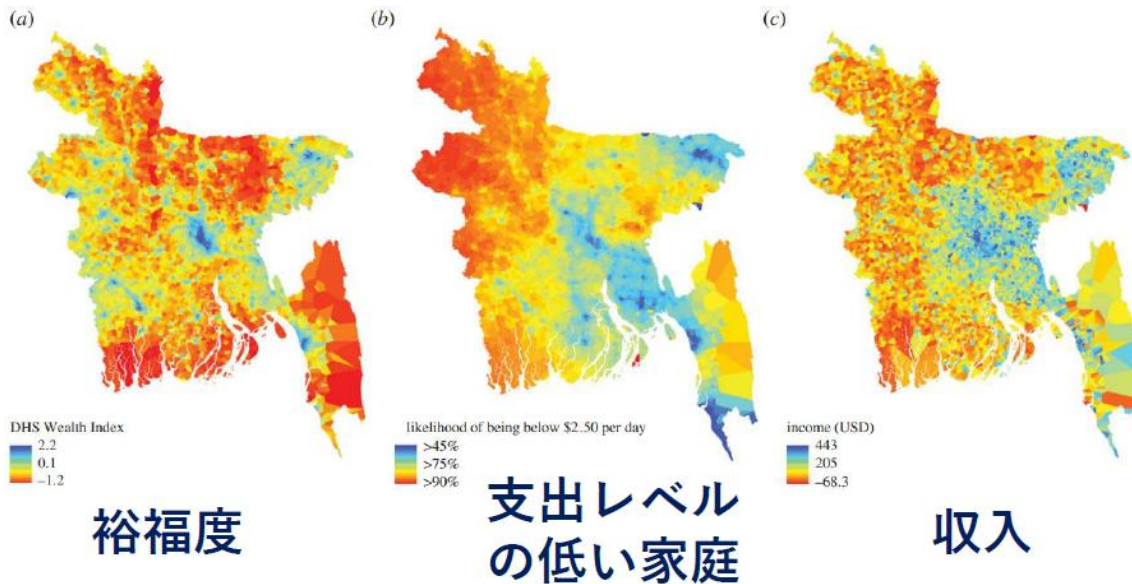
一方、日本のアクションプランでは、指標にはあまり焦点をあてずに、地理空間情報や衛星データによる現状把握を行い、さらに他のデータを加えて分析を行い防災や森林保全、気候変動対策に活用する取り組みが多い。また、地球規模の測地座標系の普及をはじめとしてゴール9(産業と技術革新の基盤をつくろう)をターゲットとする取り組みが特徴的である。これはアクションプランの中で Society 5.0 の実現を重点事項の一つとしていることが影響していると考えられる。さらに、ゴール17に関係する地理空間情報によるパートナーシップの推進をプランの一つに掲げていることがユニークである。

地理空間情報は現状を把握し、計画立案のための資料として活用することが一般的であった。SDGs の掲げる課題解決の観点からは、位置を正確に測るための測地基盤や道路や河川、地形などを表す基盤的地理空間情報に加えて、課題に即した現状を表す地理空間情報が求められる。

図 2-2-3 は携帯電話と衛星データを用いたバングラデシュの貧困地図である。このような地理空間情報を提示することにより、対策を優先的に講ずるべき地域が特定され具体的な政策決定に役立つものと考えられる。

また、近年高精度リアルタイム測位技術が急速に進展していることから、スマート農業や i-construction に見られるように計画立案だけでなく事業実施における地理空間情報の重要性が増大している。これらより地理空間情報は開発課題の解決に向けた施策の計画、実施、効果のモニタリングの3つの場面すべてに役立つものといえる(図 2-2-4)。

貧困地図 (バングラデシュ)



出典：「Steele JE et al. 2017 Mapping poverty using mobile phone and satellite data. J. R. Soc. Interface 14: 20160690. <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2016.0690>」に一部加筆

図 2-2-3 携帯電話の記録と衛星データから作成された貧困地図

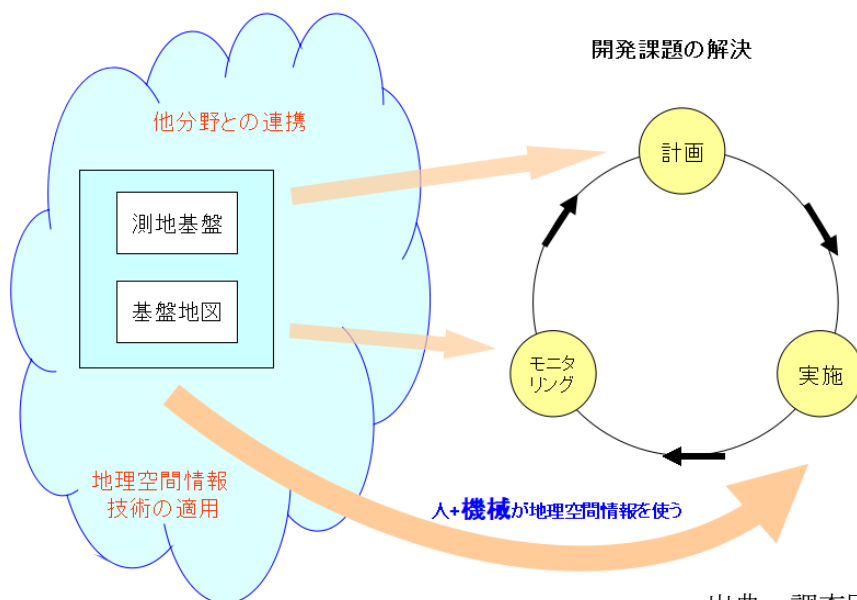


図 2-2-4 開発課題の実施サイクルにおける地理空間情報の活用の広がり

2-3 電子基準点や基盤地図情報の整備により変わる社会

前節までで、地理空間情報は、Society5.0の目指す社会を実現する上で重要であるとともに、いくつものSDGsの目標達成に貢献できることをみた。本節では、代表的な地理空間情報インフラである電子基準点と大縮尺デジタル地形図を取り上げ、それらが整備されると実現可能と考えられる事例を「移動」と「物資輸送」をテーマに考える。

2-3-1 移動

開発途上国は、首都への人口集中が著しいことが多く、道路や鉄道のインフラ整備が追いつかないため、交通渋滞が大問題となっていることが多い。また、歩行者にやさしい街づくりとなっていないなど、特に高齢者・障がい者などの弱者にとっては移動することに困難が伴うことが多い。

交通渋滞を根本的に解決するのは鉄道や道路の整備が必要であるが、それには長期間を要するためバスなどの公共機関の利用促進を図ることが交通渋滞の緩和のために重要と考えられる。電子基準点と測位衛星を組み合わせることにより、車線単位での自動車位置が把握できるようになり、例えばバス専用レーンへの通常車両の侵入をモニタリングすることにより、バスの円滑な運行を確保し公共交通への利用促進に誘導することが考えられる。

また、歩道位置や段差などの車道との接続情報を有する大縮尺デジタル地形図（例えば、3次元都市モデル）があれば最適な移動ルートを検索するとともに、電子基準点と測位衛星を組み合わせることで現在位置を正確に把握し、歩行や自律型車いすでの移動の支援が可能となる。

2-3-2 物資輸送

開発途上国では道路整備が十分ではなく地方や辺境の山岳地に住む人々への教育、医療、災害時の支援などに困難を極めることが多い。

一戸一戸を把握できる大縮尺デジタル地形図があれば、電子基準点と測位衛星を組み合わせた高精度測位により無人航空機（Unmanned Aerial Vehicle, UAV）を自律飛行させ、ある程度の重量の物資であれば遠隔地に直接届けることが可能となる。例えば、教科書や医薬品、災害時の食糧・飲料水の輸送などである。現在、人が乗れる空飛ぶクルマの研究開発が進められているが、これが実用化されれば、さらに人や重量のある物資輸送が可能となるとともに、病人などの緊急搬送にも対応が可能となる。いわば空飛ぶ道路の整備が行えることになる。

こうした物資輸送の恩恵は、遠隔地のみに限らず従来からの物資輸送の仕組みとの住み分けや安全確保のためのルールなどの整理を行ったうえであれば、都市部においてもさまざまな形で与えられるものと考えられる。

第3章 地理空間情報分野における最新技術の動向と効果的な活用事例

3-1 基盤データの作成・更新に係る動向

3-1-1 ドローンを活用した基盤データの作成・更新

(1) 文献調査

ドローンに搭載されたカメラで撮影された写真を用いた基盤データの作成手法については、作業規程の準則に「第3編第5章 UAV写真測量」として規定され、地図情報レベル250及び500を作成する標準的な手法として定められている。また、更新手法についても「第3編第8章第4節第7款 UAV写真測量による修正数値図化」として規定され、標準的な手法として定められている。さらに、UAV写真から三次元点群データを作成する手法については、「第4編第3章 UAV写真点群測量」として規定、標準化されている。

ドローンに搭載されたレーザスキャナを用いた測量については、2018年3月に「UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案)(2020年3月改正)」が公表され、i-Constructionに係る測量作業等で活用されている。

ドローンを活用した測量は、機材費や運用経費が安価で、取り扱いも簡便であることから、途上国においても持続可能性の高い技術として期待が大きい一方、広域の測量には不向きであるなど、適性に合った手法の選択が重要である。国土地理院の「UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案)(平成30年3月)の手引き」には、図3-1-1のような手法選択の考え方が示されている。

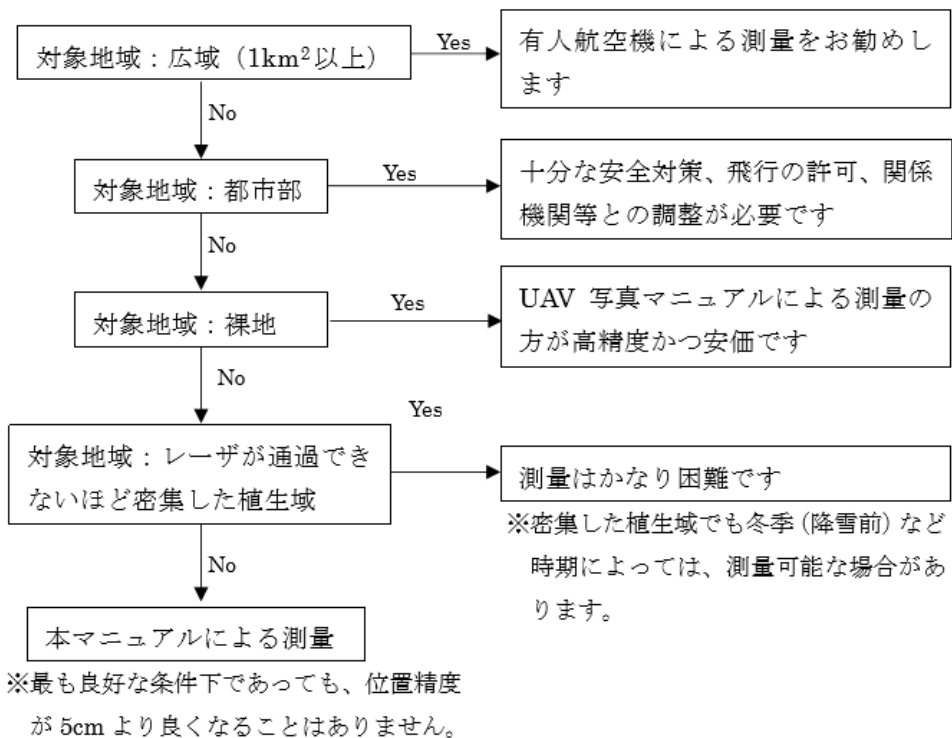


図3-1-1 UAV測量手法の選択基準 出典：国土地理院

このようにドローンを活用した基盤データの作成・更新については既に確立した技術と

して実施されているため、文献に現れる研究テーマとしては、i-Construction、農林業等への利活用技術、緊急性やリスク回避が求められる災害調査や火山調査等が主体となっている。

国土地理院では、2014年度から SfM 技術による写真測量の精度検証を実施し、その結果を「UAV による空撮写真を用いた三次元モデリングソフトウェアの精度検証」（国土地理院時報 No.127, 2015）、及び「UAV を活用した写真測量の精度検証」（国土地理院時報 No.129, 2017）として公表している。また、「UAV 写真測量における最適撮影手法の検討」（片山他, 令和2年秋季学術講演会発表論文集, 日本写真測量学会, 2020）では、作業規程の準則に規定された標準的な鉛直写真に加えて、斜め写真を標定に用いることで、より少ない標定点で精度が確保できることが報告されている。

日本写真測量学会誌「写真測量とリモートセンシング」では、第57巻2・3号（2018年）の2号にわたって小特集「i-Construction の関連事例」を取り上げ、7件の論文を掲載しており、その多くが UAV の活用事例である。また、56巻4号（2017年）のカメラアイ小特集「平成29年7月九州北部豪雨災害」でも UAV による調査事例が多く取り上げられている。さらに55巻5号（2016年）には小特集「UAV テストサイトの概要と活用例」が組み込まれている。また、「日本リモートセンシング学会誌」でも農林業や災害調査等で多くの活用事例が紹介されている。

海外の論文誌でも UAV による調査事例や SfM 等の改良など多くの研究が報告されている。

(2) 国内ヒアリング

UAV 写真測量や点群測量は既に確立された技術との認識から、有識者ヒアリングでは特段のコメントはなかった。一方国土地理院では、総合科学技術・イノベーション会議の官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）革新的建設・インフラ維持管理技術/革新的防災・減災技術領域の下で「レーザ測量の高度化、施工維持管理まで使用可能な3D設計システム開発」が実施され、リアルタイム・キネマティック測位（Real-Time Kinematic, RTK）技術を用いた RTK-UAV 写真測量の標定点削減効果の検証、作業マニュアル整備、点群等測量成果の活用促進に向けた取得基準、データ仕様、作業工程案の検討等が行われた。この成果の一つとして、前述の「UAV 搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）（2020年3月改正）」が策定された。

(3) 第一回遠隔調査及び第二回現地／遠隔調査からの知見

基盤地図データ整備分野においては、既に UAV は確立された技術となっているため、測量局を対象とした第一回遠隔調査では UAV について特段の言及はなかった。利活用機関を対象とした第二回調査では、インドネシアの公共事業・国民住宅省で、インフラ整備のための大縮尺地図作成に UAV を活用しているとの回答があった（データ情報センターの質問票回答より）。また、セネガルでは、地籍局が UAV を4台所有し、土地情報の更新に活用しているほか、道路維持管理局では外部委託による道路現況調査に UAV の活用を開始した。

(4) 効果的活用事例

ドローンの利点は、機材が比較的安価で、航空法等の規制の範囲で比較的簡便にデータが取得できる点にある。一方、一般的な電池駆動のドローンの場合には航続距離やペイロードに

限界があるため、広域の測量には適さない。

これらのことから、機動性が求められる災害調査や、繰り返し調査が求められる農林業、環境調査等が有効な活用分野である。国土地理院では、職員にドローンの操作訓練と資格認定を行い、「国土地理院ランドバード (GSI-LB)」として災害時の緊急動画撮影を行っている (<https://www.gsi.go.jp/common/000220358.pdf>)。平成 28 年熊本地震、平成 29 年九州北部豪雨、令和元年台風 19 号等で撮影された動画は、航空写真では捉えきれない局所的な被害状況の把握に有効で、現地の災害対策本部等に提供された。

(https://www.youtube.com/channel/UCJY_QJ1IuHO8j_WvPqNEK6g/videos?disable_polymer=1)

また、2014～2018 年度にかけて、戦略的イノベーション創造プログラム (Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program, SIP) 「次世代農林水産業創造技術」の「日本型の超省力・高生産なスマート農業モデルの実現」の下で、研究課題「作物・環境診断情報の先進リモートセンシングおよび高度利用技術の創出 (ARiSA)」が農業・食品産業技術総合研究機構等 12 機関のコンソーシアムで実施され、ドローンリモートセンシングシステムの開発とスマート農業への活用が研究された。

(https://www.jstage.jst.go.jp/article/rssj/39/5/39_414/_pdf/-char/ja)

開発されたシステムは、マルチスペクトル、ハイパースペクトル、熱赤外、微気象等の各種センサを搭載したもので、これらから群落クロロフィル量指数 (CC-index)、個葉クロロフィル濃度指数 (LC-index)、群落窒素量指数 (CN-index)、光合成容量指数 (PC-index)、穂水分含有率指数 (HW-index)、土壌炭素含有率 (SC-index) 等の診断指標を算出し、スマート農業で役立つ圃場の診断情報をマップ化するもので、その有効性も確認された。

地形測量、基盤データの作成・更新分野では、i-Construction の取組で現地測量、出来形測量などへの活用が進んでいる。国土交通省の「ICT 土工事例集」には、UAV レーザ測量、UAV 写真測量の活用事例として「鳥海ダム百宅線他道路予備設計業務」他 5 件の事例が紹介されている (<https://www.mlit.go.jp/common/001186310.pdf>)。

JICA プロジェクトでの活用につながる国内の活用事例を以下に示す。

1) UAV による地図作成・修正 (西之島・南鳥島)

JICA プロジェクトの国土基本図に相当する基盤地図データは、本邦では航空写真を用いた写真測量で作成されるものがほとんどであるため、ドローンによる地図作成・修正の事例は少ない。ここで紹介する事例は、国土地理院が実施した西之島と南鳥島のケースである。

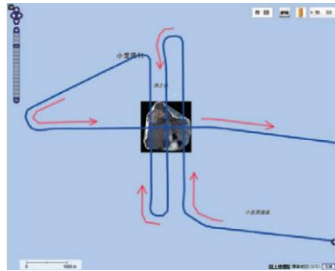
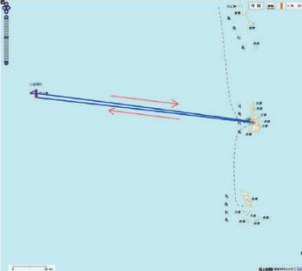
A. 西之島 (国土地理院時報 No.125, 115-124 より)

東京都小笠原村西之島では、2013 年 11 月 20 日新島の出現が確認されて以来、噴火と溶岩の流出が継続している。火山活動の評価と推移予測を行う上で、溶岩の流出率は重要な指標であり、写真測量で DEM を作成し、これから、新たに噴出した溶岩等の海面上の体積が計算できる。しかし、有人航空機の火山上空の飛行は危険なため、2014 年 3 月 22 日に UAV による空中写真撮影を行い、SfM や MVS ソフトを用いて数値標高モデル (Digital Elevation Model, DEM) 及びオルソモザイク画像を作成し、西之島の海面上体積を算出した。

なお、UAV 写真撮影にあたり、基地の父島ヘリポートと西之島は 130km の距離があり、片道 1 時間以上の飛行となるため、ガソリンエンジンの固定翼機 (図 3-1-2) で、自動自律

飛行（プログラム飛行）と自動撮影により撮影した。また、通常の特小電力無線通信も数 km しか届かないため、GNSS による完全自動自律飛行とした。

父島から西之島への飛行経路を図 3-1-3 に示した。往路に飛行時間は 80 分、西之島上空での撮影時間は 12 分、復路は約 69 分で、総飛行時間は 2 時間 51 分であった。撮影コースは図 3-1-4 に示すとおり、高度 800m から南北 3 コースと 1,400m から東西 1 コースで、1 秒のシャッター間隔で計 463 枚の写真を撮影した。



出典：いずれも国土地理院

図 3-1-2 使用した固定翼 UAV

図 3-1-3 飛行経路

図 3-1-4 撮影コース

写真の標定には、旧島の変化がないと考えられる場所で、過去の空中写真から基準点を選定したが、島の北西部に偏ったため、波の静かな入り江の海面高を潮位補正して使用した。図 3-1-5 にオルソ画像、図 3-1-6 に DEM から作成した陰影図を示す。



出典：いずれも国土地理院

図 3-1-5 オルソ画像

図 3-1-6 陰影図

B. 南鳥島（国土地理院時報 No.132, 137-141 より）

南鳥島は東京から約 1,900 km 南東に位置する日本最東端の島で、1/25,000 地形図は 1977 年に初期整備されて以来 40 年以上部分更新のみで全面更新が必要であった。しかし、国土地理院が保有する測量用航空機「くにかぜⅢ」の航続距離では南鳥島まで飛行できないため、一定範囲の空中写真を面的に撮影することに有効な固定翼 UAV を用いて 2018 年に空中写真撮影を行い、写真測量によって電子国土基本図の全面更新を行った。図 3-1-7 に使用した UAV を示す。



出典：国土地理院
図 3-1-7 使用した UAV

南鳥島は面積約 1.46km² で、一辺が約 2km の三角形の平坦な島で、一般住民はいないが、海上自衛隊、気象庁、関東地方整備局の職員が常駐している。島の西側海岸に沿って南鳥島航空基地の 1,370m 滑走路がある。更新前の 1/25,000 地形図には南鳥島気象観測所は記載されていたが、南鳥島航空派遣隊、南鳥島港湾保全部、日本最東端碑などが未記載であった。また、道路、植生、電波塔、給油タンク、建物などの経年変化も顕著であった。

UAV 写真撮影は滑走路に隣接するエリアに離発着基地を設け、島内を 6 ブロックに分けて実施し、210m の高度で計 2,085 枚の写真撮影した。また、植生に覆われた 2 ブロックについては、写真測量では地形データの取得が困難なため、高度 40m で UAV レーザ測量を行った。

取得した写真とレーザデータから数値表層モデル（Digital Surface Model, DSM）、オルソ画像、DEM を作成し、図化を行って 2019 年 6 月に電子国土基本図として刊行した。図 3-1-8 に UAV 写真から作成したオルソ画像、図 3-1-9 に更新前と更新後の電子国土基本図を示す。



図 3-1-8 オルソ画像



図 3-1-9 電子国土基本図（左：更新前、右：更新後）



出典：いずれも国土地理院

2) 広島県西部山系 306 溪流上流砂防堰堤工事

国土交通省では情報通信技術（Information and Communication Technology, ICT）で建設現場の生産性向上を図る「i-Construction」を推進している。本件は、ベストプラクティスの横展開に向けて 2017 年度に創設された「i-Construction 大賞」の令和 2 年度優秀賞を受賞し

た取り組みで、起工測量に UAV レーザ測量を活用して、樹木を伐採せずに地表のデータを取得した事例である。また、レーザ点群から作成した DEM や不整三角網 (Triangulated Irregular Network, TIN) 等の三次元地形モデルを活用して土砂の仮置き、専用プラントを設置し、搬出入等の作業効率を大幅に向上させた。さらにマシンコントロールによる自動施工、3D プリンタによるイメージの共有など、設計施工の ICT 化を達成した。

3) 狭小空間専用小型ドローンを活用したインフラ設備点検

これも「i-Construction 大賞」の令和 2 年度優秀賞を受賞した取り組みで、千葉市大規模雨水貯留施設の壁面調査に、小型ドローンを活用したものである。19.1×17.9×5.4cm で 185g という小型ドローンでありながら、LED 照明、防塵モータ、超高感度カメラ等を実装し、足場の架設なしに屋内巨大施設の壁面調査を行い、クラックや剥離等を点検した。また、人が進入できない天井裏の様子も確認し、形状や損傷具合、資機材の有無などを調査した。カメラ画像からは点群を生成して凶面起こしに利用したり、壁面のオルソ画像も作成した。

4) 地すべり災害対応への CIM 活用

地すべり災害対応では、斜面地形や変状発生状況、保全対象の位置等の三次元的な関係を踏まえ、災害の全体像を把握することが重要である。この観点から、土木研究所の地すべりチームでは、「地すべり災害対応の BIM/CIM モデルに関する技術資料」(土木研究所資料第 4412 号) を公表し、警戒避難対策や応急対策工事の検討のための 3D CIM モデルを発災後 1 日程度で構築する技術を標準化している。

このデータは低高度のドローンレーザや地上レーザスキャナから得られる点群データを基本とし、3D モデルとすることで自由な視点から、現場を鳥の目、虫の目で見られるバーチャル現場として活用している。またこのデータを公開することで、他機関のデータとの融合も可能となり、より有効な対策が迅速に行える。既に令和 2 年 7 月豪雨を始めとする複数の現場で実施され、技術指導も行われている。

(5) 今後の JICA プロジェクトへの提案

以上述べたように、ドローンによる測量・調査技術は、経済的で技術的にも高度な熟練を要さないことから、途上国でも導入が進みつつある。一方、飛行航続距離が短いこと、低高度撮影のため写真枚数が増加すること、航空法や電波法などの制約があることなどから、広範囲の測量には適さない。

これらの条件から、基盤データの作成・更新分野では、局所的な変化部分の修正を測量局職員が自ら機動的に実施する技術として適していると考えられる。また、基盤データの利活用機関にとっても、主題情報の簡便な調査技術、災害等の緊急調査技術、繰り返し調査によるモニタリング技術等としての適用可能性が高い。

従って、今後の JICA プロジェクトにおいては、以下の方向での協力が考えられる。

1) 基盤データ整備プロジェクト (開発調査型) における技術移転項目

基盤データの維持管理技術として、ドローン操縦技術、ドローンによる写真測量、ドローンレーザ測量、ドローン測量成果を用いた基盤データ修正技術等の技術移転を行う。

2) 基盤データ整備プロジェクト（無償資金協力／開発調査型）における補完技術

広域の基盤データ整備プロジェクトでは、衛星画像や航空写真を用いて地図データを整備するが、雲や暗影部などで欠落部が生じる場合がある。この場合、通常は再撮影や他の画像データで欠落部の図化を行うが、天候や衛星の回帰周期の関係で期間内に所定の画像データが得られないケースもある。

ドローンは機動性が高く、低高度飛行のため、より簡便に欠落部分の画像が取得でき、補完技術としての適用が有効である。

3) NSDI プロジェクト（技術協力プロジェクト型）における利活用普及項目

NSDI をベースに主題図等を作成する場合の主題情報調査にドローンを利用する技術（圃場の土壌調査、水環境調査、熱環境調査等）、災害等の緊急状況把握にドローン撮影動画等を活用する技術、地すべり等の地形改変をドローンレーザ測量で調査する技術等を利活用セミナー等で普及啓発する。

4) 他分野プロジェクト内のモニタリング調査技術

森林伐採や水質汚染、農作物の生育、都市の違法住居、産業廃棄物等々の、環境問題、都市課題に係る監視や、道路、鉄道、橋梁、トンネル、ダム、堤防等の社会基盤施設の点検等、繰り返し調査が必要なプロジェクトにおいて、ドローンによる調査手法のカスタマイズを行い、適切な撮影方法とソフト開発を含む処理解析手法をプロジェクト内で確立し、C/P 機関自ら継続的な監視が行える環境を整備し、必要な技術を移転する。

3-1-2 衛星画像と人工知能（AI）を活用した基盤データ作成・更新の自動化

(1) 文献調査

ニューラルネットワークによるパターン認識技術は1980年代から研究されてきたが、実用化に至らないまま1990年代後半には沈静化した。しかし、2006年にジェフリー・ヒントンが多層ネットワークによる深層学習を提唱し、認識精度の劇的な向上が遂げられたことを契機として、2010年代から一大ブームとして多様な分野で精力的に研究が進められ、熟練技術者の知的判断能力を代替するレベルまで到達している。また、自己学習により自律的に精度を向上できることもその特徴の一つである。

AIで使われるネットワークモデルは日々新しいものが提案されており、言語、画像、音声、ゲームなど認識対象により有効性もさまざまであるが、主なものに以下のものがある。

- ① 畳みこみニューラルネットワーク（CNN）
- ② オートエンコーダ（AE）、スタックオートエンコーダ（SAE）
- ③ 回帰的ニューラルネットワーク（RNN）
- ④ 制限ボルツマンマシン（RBM）と深層信念ネットワーク（DBN）
- ⑤ 完全畳みこみネットワーク（FCN）
- ⑥ 敵対的生成ネットワーク（GAN）
- ⑦ Residual Network
- ⑧ ボルツマンマシン

一方、地理空間情報作成技術は、基本的に3次元位置計測技術と地物の分類・同定技術から構成される。位置計測技術に関してはGNSS、Lidar、SfMなどの技術により自動化・省力化が進んできたが、地物の分類・同定については1970年代からリモートセンシングによる自動分類が研究されてきたものの、技術者による判読には遠く及ばない状況が続いていた。しかし、リモートセンシングによる分類は基本的には画像認識技術であることから、近年AIを用いた研究が始まり、画期的な精度向上が報告され、今後の進展に期待が寄せられている。

リモートセンシングにおける深層学習応用研究については、(Lei Ma et.al. 2019)にまとめられている。この論文では、世界最大級の論文データベースから表3-1-1に示す17の論文誌で2008年から2018年に発表された176の査読論文と、表3-1-2に示す8つの学会誌で発表された181の論文について分析を行っている。以下、当該論文の概要を紹介する。

表 3-1-1 分析した査読論文（出典：Lei Ma et.al. 2019）

Journals identified as relevant, and number of relevant papers.

Name of journal	#
IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters	33
ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing	29
Remote Sensing	25
IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing	20
IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing	18
Journal of Applied Remote Sensing	14
International Journal of Remote Sensing	8
ISPRS International Journal of Geo-Information	4
Journal of Hydrometeorology	3
Journal of Sensors	3
Geophysical Research Letters	2
Neurocomputing	2
Pattern Recognition	2
Photogrammetric Engineering and Remote Sensing	2
Proceedings of the IEEE	2
Remote Sensing of Environment	2
Soft Computing	2

表 3-1-2 分析した学会会議論文（出典：Lei Ma et.al. 2019）

Conferences/workshops identified as relevant, and number of relevant papers.

Title of conference/workshop	#
International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)	33
International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives	28
Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering	20
RSIP 2017 – International Workshop on Remote Sensing with Intelligent Processing, Proceedings	7
2017 Joint Urban Remote Sensing Event, JURSE 2017	6
Workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing, Evolution in Remote Sensing	6
Proceedings – International Conference on Image Processing, ICIP	4
38th Asian Conference on Remote Sensing – Space Applications: Touching Human Lives, ACRS 2017	3

図 3-1-10 に抄録・引用文献データベース Scopus において “deep learning” AND “remote sensing” で検索した論文数を発表年別にグラフ化したものを示す。論文は 2008 年から現れるが、2015 年から増え始め、年々の増加傾向が著しいことから、深層学習のリモートセンシング応用研究はまだ初期段階で、今後の発展が期待される段階である。

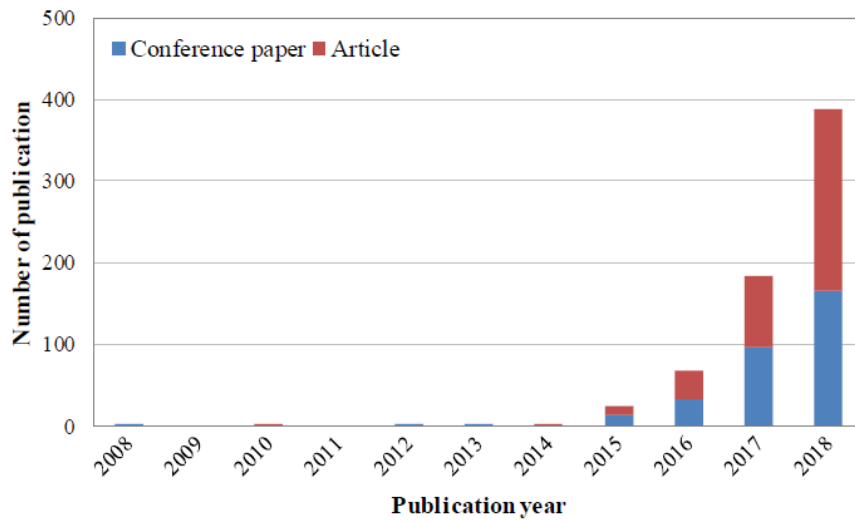


図 3-1-10 “deep learning” AND “remote sensing” で検索した論文数
(出典 : Lei Ma et.al. 2019)

図 3-1-11 に対象分野別の論文数のグラフを示す。最も多い研究は土地利用/土地被覆分類で、地物検出、シーン認識が続いている。

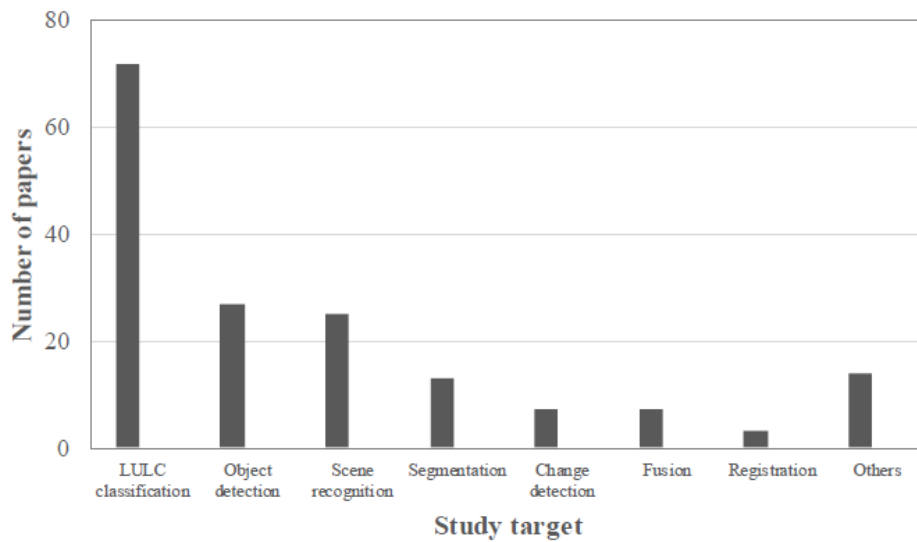


図 3-1-11 対象分野別論文数 (出典 : Lei Ma et.al. 2019)

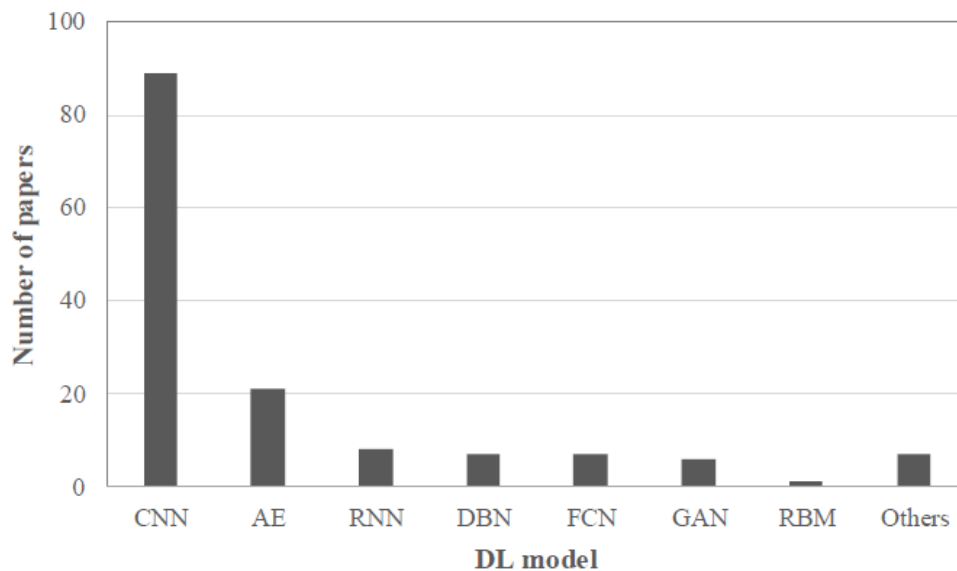


図 3-1-12 ネットワークモデル別論文数（出典：Lei Ma et.al. 2019）

図 3-1-12 に用いられたネットワークモデル別の論文数を示す。リモートセンシング画像解析では CNN が圧倒的に使われ、他のモデルの使用は少ない。これは、CNN がマルチバンドの画像処理に適しているからと思われる。

図 3-1-13 に画像の地上解像度別の論文数を示す。ほとんどの研究は 10m より高解像度の画像が使われており、100 以上の論文では 2m より高解像度の画像が使われている。従って、深層学習は高解像度画像解析に向いていると思われる。

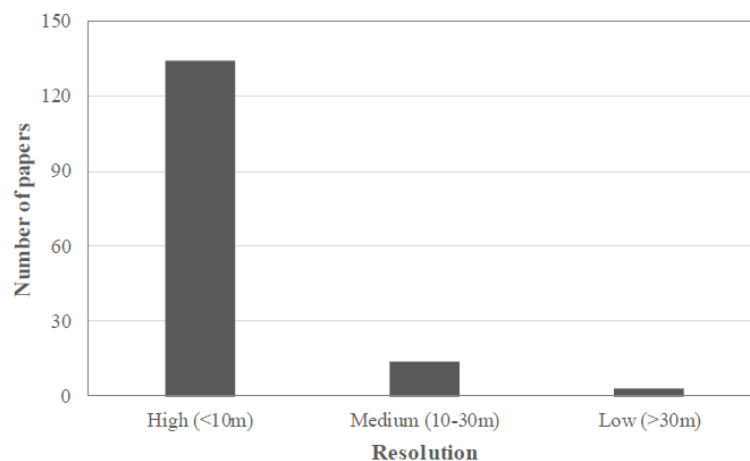


図 3-1-13 画像の地上解像度別論文数（出典：Lei Ma et.al. 2019）

図 3-1-14 に研究対象地域別の論文数を示す。多くの研究は都市を対象としている。その他に含まれるのは、道路、土壌、湿地などである。

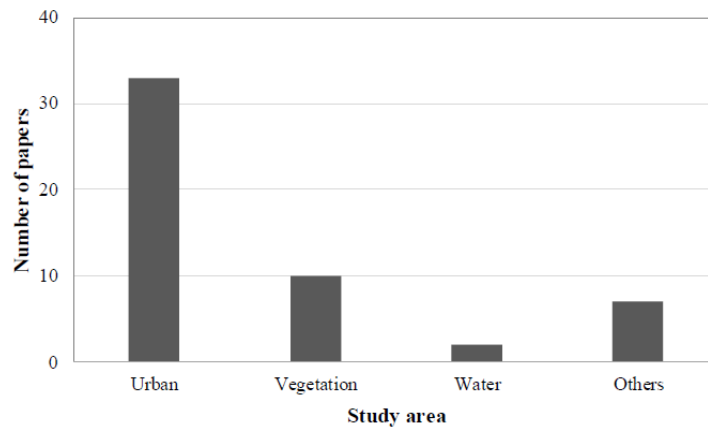


図 3-1-14 対象地域別論文数 (出典 : Lei Ma et.al. 2019)

図 3-1-15 は研究の目的が多かった「土地利用/被覆分類」、「オブジェクト検出」、「シーン分類」について、達成された分類精度の統計値を箱ひげ図で比較したものである。中央値で比較すると、シーン分類が 95% で最も高く、オブジェクト検出が 92% に対し、土地利用/被覆分類が 91% で最も低い。従来からの教師付分類で 90% 以上の分類精度が達成されていないことから、深層学習による土地利用/被覆分類は実用化レベルに近いと期待される。

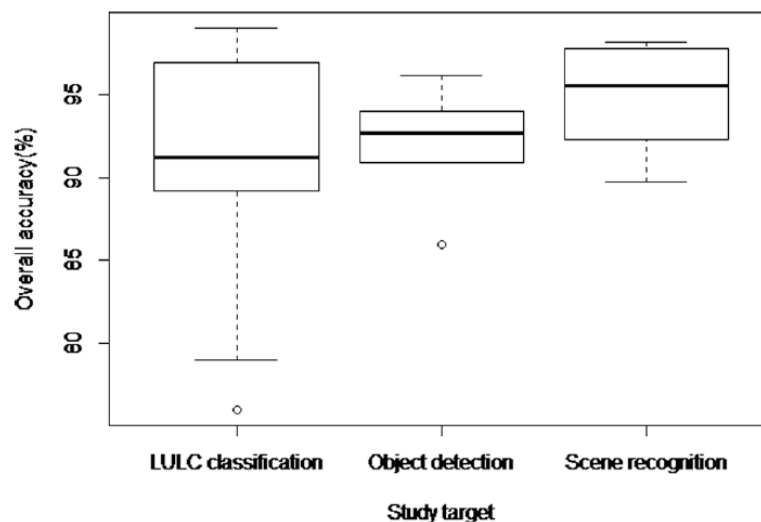


図 3-1-15 3つの研究目的別の精度比較 (出典 : Lei Ma et.al. 2019)

次に論文のタイトルやアブストラクトに頻出する用語の分析から得られた、リモートセンシング深層学習の階層図を図 3-1-16 に示す。

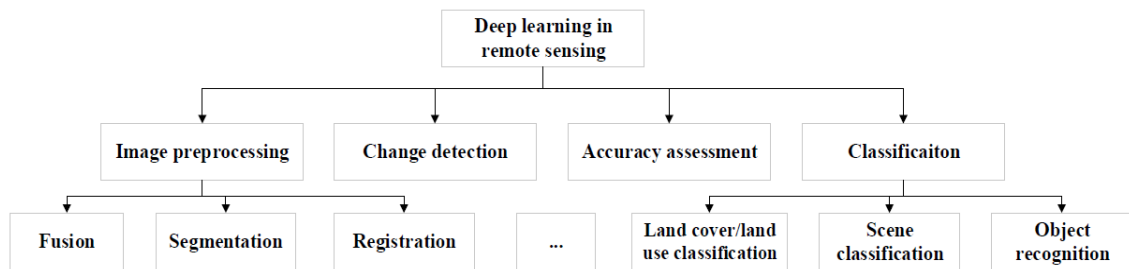


図 3-1-16 リモートセンシング深層学習の階層図（出典：Lei Ma et.al. 2019）

以下、主な研究テーマにおける深層学習の貢献と今後について述べる。

1) 画像統合 (Image fusion)

衛星リモートセンシングにおける画像統合は、高解像度パナクロ画像と低解像度マルチカラー画像からパンシャープ画像を生成する技術に利用されている。主にスタック・オートエンコーダモデル (SAE) による高解像度化 (超解像技術) が用いられているが、近年は CNN モデルによる研究も増加している。また、ハイパースペクトル画像のマルチスペクトル画像との統合による高解像度化も研究されている。

2) 画像位置合わせ (Image registration)

画像位置合わせ技術は、a. 特徴抽出、b. 特徴マッチング、c. 変換モデル推定、d. 画像リサンプリングの 4 工程からなるが、特に a. 特徴抽出が重要である。深層学習では特徴の学習を自動化できるため、画像位置合わせへの適用が進んでいる。主にシヤム・ネットワークが a. と b. で用いられ、GAN が b. に使われている。

3) シーン分類とオブジェクト検出 (Scene classification and object detection)

農地、森林、砂浜等のシーン分類や、航空機、自動車、建物等のオブジェクト検出には、CNN モデルが活用されている。この分野では、多様な実用的研究が行われており、地震で倒壊した建物の検出、アブラヤシの木の検出なども報告されている。

4) 土地利用/被覆分類 (LULC classification)

土地利用/被覆分類は最も多くの研究が行われている分野で、多様なアルゴリズムが提案されている。主に CNN モデルが使われているが、当初は DBN や AE を使用した研究も多かった。通常マルチスペクトル画像の分類の他、ハイパースペクトル画像の分類や、多時期画像の分類なども研究されている。植生域、森林域、湿地などの調査の他、特に高解像度衛星画像を用いた都市域の土地利用分類が注目を集めている。

5) 領域分割 (Semantic segmentation)

セマンティック・セグメンテーションによる分類は、主に Deep Convolutional Neural Network (DCNN) モデルが用いられ、従来の画素分類に比べてはるかに高い分類精度を示す。領域の境界や対象物の詳細が曖昧になる欠点があるが、これを解決するための手法も提

案されている。

6) オブジェクトベース画像解析 (Object-based image analysis)

オブジェクト分類では使用されるモデルにより処理手法が異なり、様々なアイデアで研究が行われている。スペクトル、空間、およびテクスチャの特徴を SAE モデルに直接インポートする手法、パッチベースの CNN 手法で深層特徴とオブジェクトベース分類を組み合わせる手法、事前にセグメント化されたオブジェクトを融合して境界ボックスを抽出する手法等である。

7) その他

リモートセンシング分野の深層学習の応用は、上記の分類の他、分類精度の検証データの取得、分類トレーニングサンプルデータの取得やデータ予測にも適用されている。

写真に自動的にジオタグを付与し、VGG-16 ネットワークを用いることで、土地被覆分類精度の検証に大幅な効率化が達成された。トレーニングサンプルの取得でもソーシャル・ネットワーキング・サービス (Social Networking Service, SNS) 上の写真から大量のタグ付きデータを自動的に生成する手法が提案されている。

データ予測では、単一の光学画像から DSM をシミュレートする手法や、PM2.5 の推定、ネットワークメディアデータ分析、時系列分析などの研究が報告されている。

(2) 国内ヒアリング

国内での地理空間情報分野での AI 活用研究は、研究機関や企業等で進んでいると思われるが、学術雑誌等で公表されている成果は、建物や自動車等のオブジェクト検出など限られている。国土地理院では、2018 年から 5 年間の予定で「AI を活用した地物自動抽出に関する研究」を実施中である。この研究の成果はまだ公表されていないが、計画については国土地理院の研究評価委員会ですべて事前評価資料として公表されている。

(https://www.gsi.go.jp/REPORT/HYOKA/H29_1_kenkyuhyouka.html)

次ページに研究計画のポンチ絵を図 3-1-17 に示す。

AIを活用した地物自動抽出に関する研究

資料1-4



(3) 第一回遠隔調査及び第二回現地／遠隔調査からの知見

地理空間情報分野への AI の活用は、日本を始め世界的にも研究途上であり、急速な進展を見せているものの、まだ確立された技術とはなっていない。このため、第一回遠隔調査及び第二回調査においても、AI を始めとする最新技術の導入は重要であるとの回答は得られたものの、具体的な要望は示されなかった。

今後、具体的な活用技術が開発され、効果的な事例が示されれば、途上国の関心や要望も具体的になってくると思われる。

(4) 効果的活用事例

測量業界では、画像解析や点群フィルタリング等の分野で AI の研究が進められ、一部で実用化も始まっている。(株) パスコでは、航空写真や衛星画像から家屋の異動判読、ソーラーパネルの設置状況検出、航空レーザ測量データからの樹種判読、高解像度路面画像からの道路ひび割れ検出などの効率化に活用している (<https://www.pasco.co.jp/ai/>)。朝日航洋(株)でも、航空写真からの建物変化検出、道路写真からの領域分割等の技術を開発している(朝日航洋技術報 2020)。

(5) 今後の JICA プロジェクトへの提案

以上述べてきたように、まだ研究途上の技術であることから、AI 技術をメインとしたプロジェクトは考えにくい。一方、既存のプロジェクトの各工程の中で、AI 技術による効率化が期待できるものがいくつかあることから、日本側コンサルタントがプロジェクト実施上の手法の一つとして先行的に採用していくことは、推奨されるべきと思われる。

この観点から、近い将来に実用化と効率化が期待できる技術としては、以下のものがある。

1) 航空レーザ測量の点群フィルタリング技術

航空レーザ測量は効率的に高精度の地形データが取得できる技術であり、レーザ反射波のうち、最初に戻ってきたパルス(ファースト・パルス)から DSM が作成でき、最後に戻ってきたパルス(ラスト・パルス)から DEM が作成できるとされている。しかし、実際の初期データには、空中の障害物からの反射や複数の反射(マルチ・パス)による見かけの距離の増大、信号の減衰など、種々のノイズを含んでおり、現状では主に目視によるノイズ除去でデータ品質を向上させているため、高品質な DEM 整備には多くの作業時間を要している。

AI による自動フィルタリングでは、これまでに蓄積された手動フィルタリングの結果をビッグデータとして CNN のトレーニングに用いて、地表点(DSM 点)、地上点(DEM 点)、その他(ノイズ点)のラベリングを自動で行う手法が研究され、一部では実作業の効率化に利用されている。現状では自動処理で 100%のフィルタリングを達成できる成果は得られていないが、自動処理で 80~90%程度のフィルタリングが行えれば、残りを目視で行うことで大幅な効率化と精度保持が期待できる。

2) 衛星画像・航空写真のセグメンテーションと地物判読

基盤地図データの整備では、図化工程と現地調査工程が自動化の遅れている工程である。図化工程では、等高線等の地形データは航空レーザ測量などの点群データから自動発生させる効率化が進んでいるが、道路や建物等の地物、耕地や湖沼等の面の境界線などの認識や、森林、草地、砂漠、荒地等の区分については、主に人間の画像判読に頼っているのが現状である。

一方、AIの画像認識技術では、セグメンテーションと呼ばれる面の境界の認識、ラベリングと呼ばれる地物の分類などで、人間に匹敵する精度を達成しつつある。ただし、これにはトレーニング用のビッグデータが不可欠であり、特に地図作成における写真判読で必要とされる土地利用分類については、それぞれの地域、国に特有の形態があるため、日本でトレーニングされたAIをそのまま適用することはできない。

そこで、技術移転用にC/P機関と協働整備するパイロット地区などでトレーニング用のデータを収集してAIのカスタマイズを行い、広域整備に適用することで、全体の効率化が期待できる

3) 地図更新における変化部抽出

既存の地図データが古く、新しい画像/写真を用いて部分更新するプロジェクトでは、更新すべき部分と更新を要さない部分が予め分かれば効率的である。

オルソ化した2時期の画像からAIを用いて変化部を抽出する技術は、固定資産税評価のための建物異動調査や、地震時の倒壊家屋の抽出などで研究が進んでおり、この技術を応用して、既存の地図もしくはそれを作成した時の画像/写真と、最新の画像/写真を重ね合わせて変化の有無を判別できれば、地図更新の効率化が期待できる。

4) 縮小編集の自動化

基盤地図はGIS等での利活用のためデジタルデータとして整備されるが、紙地図としての利用のため、地図表現を紙地図用の図式に合わせた出力用データも整備することが多い。この場合、設定された地図情報レベルに対応した出力の他、小縮尺の地図を合わせて整備する場合もある。

このような場合、小縮尺図では転移や総描と呼ばれる地図表現技術が求められ、これまでは自動化が難しかった。しかし、適切なトレーニングデータが得られれば、まずAIによる自動編集を実施し、その結果を人間が点検して必要な箇所のみマニュアルで編集すれば大きな効率化が期待できる。

3-1-3 地球観測衛星（光学・レーダー）の活用

(1) 光学衛星

光学センサは、撮像素子（Charged Coupled Device, CCD）を飛行方向に直交する方向に線状に並べて、地表の太陽反射光を捉え、衛星の飛行に沿って面的に画像化するデジタルカメラで、主に可視光から近赤外光を数バンドに分けて記録する。軌道は極付近までを南北に走る太陽同期軌道が多く、地球全域をほぼカバーし、同一地点の画像は現地時刻がほぼ同一となっている。

地図作成のためには立体計測が可能でなければならないが、それを実現するための方式として、観測方向を飛行方向の左右に振る機能（ポインティング機能）により、同一地点を左右2方向の軌道から観測する方式と、CCDの列を直下視の他、前方視又は後方視（もしくは両方）用にも配置し、同一軌道で前後2方向（もしくは3方向）からの観測を可能とする方式がある。

海外測量（基本図用）作業規程によれば、中縮尺図（地図情報レベル25000クラス）の整備には地上解像度2.5m以上、大縮尺図（地図情報レベル5000クラス）の整備には地上解像度0.8m以上の衛星画像が必要である。現在運用中（一部計画中也含む）で画像データ入手可能な地上解像度2.5m以上の高解像度光学衛星を表3-1-3に示す。

表 3-1-3 現在運用中でデータ入手可能な主な高解像度光学衛星 出典：調査団作成

衛星名	国籍	運用機関	打上年	センサ名	バンド ^{*1}	解像度	販売者 ^{*2}	群 ^{*3}
SkySat	米	Planet Labs	2013~	Optical Imager	P,B,G,R,N	0.5m	SNET	21機
WorldView-1	米	Maxer Tec.	2007 2009 2014 2016	SpaceView 110	P	0.5m 0.46m 0.31m 0.31m	JSI	4機
WorldView-2					P,C,B,G,Y,R,RE,N			
WorldView-3					1,N2			
WorldView-4					P,C,B,G,Y,R,RE,N			
EROS-B	*4	*5	2006	Imaging Camera	P	0.7m	PASCO	
ASNARO-1	日	PASCO	2014	OPS	P,B,G,R,RE,N	0.5m	PASCO	
SPOT-6,7	仏	Spot Image	2012/14	NAOMI	P,B,G,R,N	1.5m	SIM	2機
Pleiades-HR	仏	CNES	2011/12	HiRI	P,B,G,R,N	0.7m	SIM	2機
GeoEye-1	米	Maxer Tec.	2008	GIS	P,B,G,R,N	0.41m	JSI	
Planet Scope	米	Planet Labs	2016	Dove Super Dove	P,B,G,R,N P,B,G,R,RE,N	3.7m	SNET	120機以上
Vision-1	英	Airbus	2018		P,B,G,R,N	0.9m	SIM	
GRUS	日	AxelSpace	2018~	GRUS	P,B,G,R,RE,N	2.5m	Axel Globe	50機計画
ALOS-3	日	JAXA	2021 予定	広域高分解能	P,C,B,G,R,RE,N	0.8m	PASCO	

*1) P: Panchromatic, C: Coastal, B: Blue, G: Green, R: Red, RE: Red edge, N: Near infrared, N1: Near Infrared 1, N2: Near Infrared 2

*2) SNET: 衛星ネットワーク, JSI: 日本スペースイメージング, SIM: サテライトイメージマーケティング

*3) 群: 衛星コンステレーション *4) イスラエル、 *5) ImageSat International

光学衛星画像については、地上分解能0.3mクラスまで販売されており、マルチスペクトルセンサはメートルクラスであるが、パンシャープン画像の生成技術が向上し、実用上はサブメートルクラスのカラー画像を利用できるため、航空写真をほぼ代替できている。また、衛星画像を地図座標に投影して写真地図として利用するオルソ画像は、基盤データの一つと

して Web-GIS や主題図の背景図等に活用されている。

衛星画像の欠点は、撮影機会が軌道に依存するため、雲量の少ない画像を見つけることが困難な点にあった。しかし、近年は複数の衛星を連携させる衛星コンステレーションが採用され、ポインティング機能と合わせて撮影機会が向上している。

スペクトルバンドについても、従来は青、緑、赤、近赤外の4バンドが主流であったが、さらに Coastal blue (400~450nm), Red edge (680~750nm)などのバンドが追加されたり、近赤外バンドを細分化したり、中間赤外を追加するなど、多様化しており、リモートセンシング分類精度の向上に寄与している。

日本では、陸域観測技術衛星（Advanced Land Observing Satellite, ALOS）が2011年に運用を停止してから独自の光学衛星を持たなかったが、2014年に小型地球観測衛星として開発された ASNARO-1 が打ち上げられ、2018年には Axel Space 社が超小型衛星コンステレーションの初号機として GRUS-1A を打ち上げ、2020年には4機を同時に打ち上げて現在5機体制で運用しており、最終的には50機のコンステレーションが計画されている。また2021年度には ALOS-3 の打ち上げが計画されている。

衛星コンステレーションは、災害時等の緊急状況把握等で、地球上のどこでも一日以内など高頻度に撮影できることを目指している。そのため、基盤データ整備に関しても、雲量の少ない画像の撮影機会が増すこととなり、航空写真の代替として十分機能している。

(2) レーダー衛星

合成開口レーダー（Synthetic Aperture Radar, SAR）は、衛星からマイクロ波を照射してその反射波を捉える能動型センサなので、夜間や雲、天候に左右されずに観測できる利点がある。このため、災害時の状況把握や定期的な監視などに活用されている。

また、2時期のデータからその間の高さ変化を捉える干渉 SAR 技術により、地震前後の地形変化を面的に捉えることができ、震源や断層の位置、影響範囲などの推定に利用されている。

現在運用中でデータ入手可能なレーダー衛星を表 3-1-4 に示す。

表 3-1-4 現在運用中でデータ入手可能な主なレーダー衛星（出典：調査団作成）

衛星名	国籍	運用機関	打上年	センサ名	バンド*1	解像度	販売者*2	群*3
TerraSAR-X TanDEM-X	独	DLR	2007 2010	TXR-SAR TDX-SAR	X	0.24m	PASCO	
ALOS-2	日	JAXA	2014	PALSAR-2	L	3m	PASCO	
RADARSAT-2	加	MDA	2007	SAR	C	1m	PASCO	
PAZ	西	Hisdesat/INTA	2016	Paz-SAR	X	1m	SIM	
Strix-α	日	Sinspective	2020	SAR	X	1m	Sinspective	今後 30 機を計画

*1) L: 1~2GHz, C: 4~8GHz, X: 8~12GHz, *2) SIM: サテライトイメージマーケティング

*3) 群: 衛星コンステレーション

レーダー衛星は、マイクロ波を斜めに照射し、反射波の到達時間で画像化されるため、山に隠れた部分の情報は得られないことや、衛星までの距離が近い高山は実際より近い位置

に倒れこむなど、レーダー画像には比高による歪が含まれ、地図作成のための航空写真の代替としては適さない。しかし、マイクロ波の特徴から水部や森林など把握しやすいものもあり、特定目的の調査には活用されている。

(3) 国内ヒアリング

国内ヒアリングでは、ALOS は安価なことがアピールポイントであるが、リクエストを出してもなかなか取れない、国内の衛星ベンチャー（アクセルスペースなど）でも十分な画像を提供できる、これらを利活用できる人材を育成することが重要ではないかとの意見があった。

また、国土地理院では、これまでも宇宙航空研究開発機構（Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA）と協力関係にあり、今後打ち上げ予定の ALOS-3 については、都市計画区域以外の 25000 レベル区域の地図修正への活用を期待している。衛星画像による図化は作業規程の準則には入っていないが、準則第 17 条の申請によって採用できるとのコメントがあった。

(4) 第一回遠隔調査及び第二回現地／遠隔調査からの知見

第一回遠隔調査では、インドネシアから干渉 SAR 技術への関心が示されたが、具体的な要望はなかった。その他の国でも、SAR、リモートセンシングへの関心は示されたが、それ以上の要望はなかった。

(5) 効果的活用事例

地球観測衛星データは災害時の状況把握や救援オペレーションに有効であるため、各国の宇宙機関の協力による、「国際災害チャーター」や「センチネルアジア」等の国際プロジェクトが実施されており、災害観測データの無償提供、共有、解析等が行われている。これまでに、地震、津波、洪水、火山噴火、地すべり、オイル流出、台風、ハリケーン、サイクロン、海洋性暴風雨、森林火災、流氷、雪害、土石流、航空機事故など、700 以上の災害で発動されてきた。

また、REDD+ 実現のための熱帯林炭素吸排出量モニタリングや、アマゾンの森林伐採の監視、サヘルの砂漠化など、地球観測衛星データは地球規模の気候変動の監視に有効な手段として活用されている。

繰り返し観測による監視利用としては、産業廃棄物不法投棄、地盤沈下、海氷、農業作物の生育、石油タンクの貯留量などで実利用されている。

JICA プロジェクトでの活用につながる国内の活用事例を以下に示す。

1) ALOS を活用した離島の電子国土基本図整備

国土地理院では、1964 年から全国をカバーする基本図として 1/25,000 地形図の本格整備を進め、尖閣諸島の地形図が 1989 年に刊行されたことで、竹島と北方四島を除いて整備完了した。しかし、国の基本図としては領土主張をしている全ての地域について整備する必要があった。その後人工衛星画像の高解像度化により、現地作業なしに一定の精度の地図作成

が可能になったことから、2006年に打ち上げられたALOSのPRISM画像を用いて2007年に竹島の地形図を刊行し、北方四島については2009年から整備を始め、2013年までに全76面を刊行し、完全に全国整備を完了した。

竹島と北方四島については、現地作業ができないため、通常の特定点測量と現地調査無しに地図作成を行った。ALOS画像の特定点については、衛星画像に対して作成された精密幾何モデルの係数ファイル(RPCモデル)を用いて補正した後、同一パスの本土域にある複数の画像基準点の座標を用いてさらに補正を加えた。また、高さについては海面との境界付近の明瞭な地点の標高を0mと設定した。2007年に実施したALOSのRPCモデルの精度検証結果を表3-1-5に示す

表 3-1-5 RPCモデルを用いたデジタルステレオ図化機による精度検証結果

項目	画像の特定点精度		最終的な地図成果に求められる精度		
	平面位置	高さ	平面位置	等高線	標高点
だいち画像の精度検証結果 (特定点で補正後)	2.6~4.3m	2.2~3.6m	4.1~9.7m	2.4~4.8m	4.5~4.9m
			(図化機による取得位置の精度)		
1/25,000 地形図作成	7.5m 以内	2.5m 以内	17.5m 以内	5m 以内	3.3m 以内
1/25,000 地形図修正	12.5m 以内				

出典：国土地理院

植生等の判読については、根室半島など近隣の本土域の植生等を参考に判読事例集を作成して行った。また細い道路や水涯線などについては、適宜高分解能衛星画像を併用した。

これらの手法により、現地作業なしに電子国土基本図を作成できたことから、海外測量においても危険地域など現地作業が困難な地域でも一定の精度で地図作成が可能な手法が確立できたと考えられる。

2) ALOS-2 を活用した地震に伴う地殻変動の把握

SARは衛星から電波を放射し、その地上反射波を衛星で受信することで地上の情報を得るものであるが、その際反射波の強度情報に加えて衛星のアンテナと地表との距離を電波の波長で割った時の端数に相当する位相情報も含まれる。地表の同じ場所を2回観測して干渉させると、2回の観測の距離の差が位相差として現れる。ALOS-2のSARの波長は25cm程度であるため、距離の差がcmオーダーで計測できる。この原理を利用して、地震の前と後のSARデータを干渉させ、地震に伴う地殻変動を把握することができる。

地震予知連絡会では、ALOS-2打ち上げ前の2014年2月に、地震SAR解析WGを立ち上げ、ALOS-2のSARデータを用いた防災利用の調査・検討を進めてきた。国土地理院は、だいち2号に関するJAXAとの協定に基づき、地震SAR解析WGの事務局を担当しており、参加機関からの観測提案や解析結果の取りまとめ、地震予知連絡会への報告などを行っている。

この枠組みで、2014年の「長野県北部地震」、2015年の「ネパール地震」、2016年の「平成28年熊本地震」などの解析が実施された。図3-1-18にネパール地震のSAR干渉画像、

図 3-1-19 に熊本地震の SAR 干渉画像を示す。

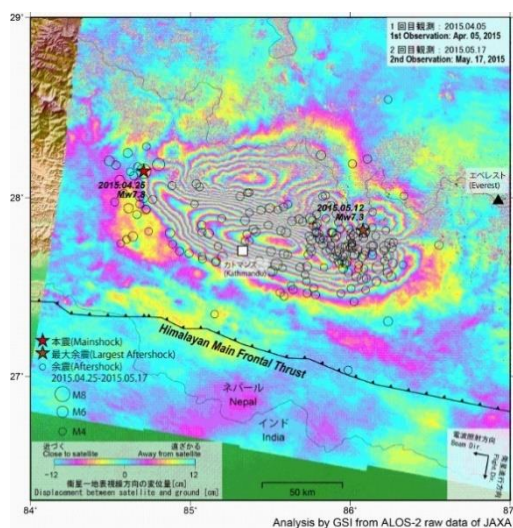


図 3-1-18 ネパール地震の SAR 干渉画像

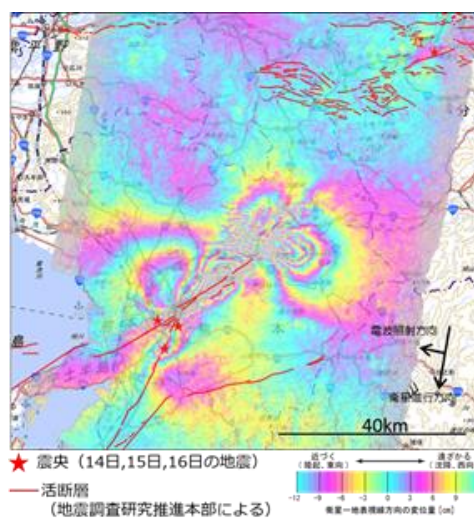


図 3-1-19 熊本地震の SAR 干渉画像

出典：平成 27 年度地震 SAR 解析 WG 成果報告書（平成 26 年 5 月～平成 29 年 5 月）：

<https://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/activity/215/SAR.pdf>

(6) 今後の JICA プロジェクトへの提案

高分解能光学衛星画像を用いた地図作成は海外測量の標準的手法として定着している。ここでは、その展開と新たな活用について提案する。

1) ALOS-3 の活用

衛星画像による地図作成プロジェクトでは、購入した衛星画像のライセンスにより、地図データ、DEM、オルソ画像などの派生成果の再販や公開が制限される場合もあり、販売代理店とのライセンス交渉も重要である。2021 年度に打ち上げが予定されている ALOS-3 は 80cm の解像度で地図情報レベル 5000 クラスの大縮尺図まで作成可能と期待されている。JICA は JAXA との間に連携協力の推進に関する協力協定を締結し、広範な協力実績を重ねていることから、ALOS-3 の画像データが利用可能になった場合は、JICA プロジェクト等に積極的に活用し、ライセンスについても優遇措置が許可されるよう協議することが望まれる。

2) 環境・防災等のモニタリング

JICA と JAXA は 2016 年から ALOS-2 を用いて熱帯林の伐採・変化の状況をモニタリングする「JICA-JAXA 熱帯林早期警戒システム」(JJ-FAST) を実施しており、ペルー、ブラジル、モザンビーク、カメルーンなど各地で森林環境変化の警戒・監視に取り組んでいる。これは衛星データによる広域の繰り返し観測と自動処理の特性を生かした取り組みで、特に能動センサであるレーダーの天候に左右されず夜間でもデータ取得可能な特性が、定期的な監視に生かされたものである。

この特性は、森林環境に限らず、以下のような多様な監視業務に活用可能である。また、

データ解析に AI 技術を用いることで、自動処理を主体とする監視が可能となる。

A. レーダー画像の活用

- 違法船監視：SAR で確認される船舶位置と、船舶自動識別装置（AIS）に登録されている船舶位置との比較から、違法船舶の候補を識別する
- 浸水被害範囲の把握：SAR 画像では水部の反射が低く黒い画像となることを利用して、ハリケーンや洪水による大規模浸水域の可能性が高い地域を特定する
- 森林火災監視：多偏波機能を有する SAR では地物の分類が可能である。ALOS-2 のフル・パラメトリ・モードを利用すると、枝葉のある森林と幹だけの森林が識別でき、森林火災で枝葉が燃え幹だけとなった範囲を推定できる

B. 干渉 SAR の活用

- 地盤沈下：干渉 SAR による地表位置変化検出を利用して、地盤の経年沈下量を監視する
- 火山監視：地下のマグマの移動に伴い、山体の隆起や膨張、沈下等の変動が生じることから、継続的な監視で火山噴火の兆候を事前に把握することができる

C. 光学衛星の活用

- 作物収量推定：衛星リモートセンシングで作付面積を把握し、収量を推定する
- ソーラーパネルの把握：CO₂削減の観点から、ソーラーパネルの位置把握、発電量推定等を行う

3-1-4 3次元都市モデル

(1) 文献調査

スマートシティは、多様な都市問題を ICT で解決するための取り組みで、2010 年代後半から世界的な潮流となっている。本邦においては、2017 年に人工知能技術戦略が公表され、官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）でも革新的サイバー空間基盤技術が特定され、「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第 2 期／ビッグデータ・AI を活用したサイバー空間基盤技術のアーキテクチャ構築ならびに実証研究事業」が 2020 年から開始されるなど、Society5.0 の実現に必須の社会インフラとして、産学官による取り組みが進行している。

スマートシティのアーキテクチャとしては、図 3-1-20 に示すように、多様な利活用に共通するデータを連携させ、効率化とサービスの拡張を図るデータ連携型が推奨され、その基盤となる「都市 OS（データ連携基盤）」の導入が必須とされている。特に都市 OS 中の地図データは、フィジカル空間と対をなすサイバー空間上のデジタルツインとして、3D 都市モデルが標準となっている。

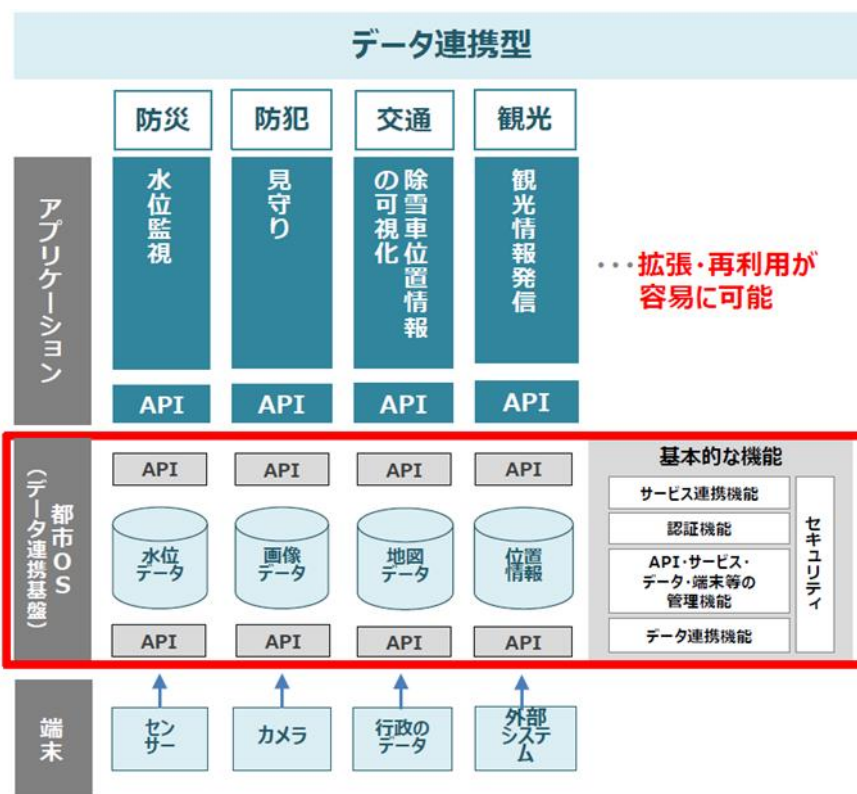


図 3-1-20 データ連携型アーキテクチャ 出典：内閣府スマートシティガイドブック

3D 都市モデルについては、国土交通省都市局で推進している project Plateau の「3D 都市モデルの導入ガイダンス」の、特に「第 2 章 3D 都市モデルの整備」に詳しい。

(https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0000_ver01.pdf)

1) CityGML

Plateau では、OGC（Open Geospatial Consortium）が制定した標準形式”CityGML 2.0”を採用している。これは、個々の地物（オブジェクト）に幾何形状（ジオメトリ）と意味情報（セマンティックス）を付与した統合モデルで、拡張性にも優れている

CityGML では、地物の幾何表現の詳細度を LOD（Level of Detail）として定義し、LOD1~4 のレベルを定義している。従来の 2 次元地図データは LOD0 とされる。



図 3-1-21 CityGML の LOD 出典：3D 都市モデルの導入ガイダンス

LOD1 は、LOD0 の既存地図に、都市計画基礎調査等から得られる建物の高さ情報を用いて、一律の箱型モデルとするもので、自動生成が可能のため安価に構築できる。LOD2 は、屋根形状などの外形を表現するモデルで、航空レーザ測量による点群データを用いれば、ほぼ自動生成が可能である。LOD3 は、窓、開口部、建物付属物等の多様な地物を追加して建物形状を精緻に再現するモデル、LOD4 はさらに屋内の地物まで追加するモデルで、構築には BIM（Building Information Modeling）や CAD の情報が必要である。

2) 他の 3D 都市モデルとの関係

Plateau では CityGML を採用しているが、都市モデルの利活用や、更新、LOD の向上、情報の付加などのため、BIM/CIM の IFC（Industry Foundation Classes）、3D-CAD、GIS の 3D-Shape、Web GIS の CityJSON や KML、VR/AR や CG のデータなど、多様な形式の都市モデルとの間で相互変換を行うことを想定している。



図 3-1-22 利活用に応じた 3D 都市モデルのデータ形式
出典：3D 都市モデルの導入ガイド

3) i-UR

CityGML では、仕様拡張のためのビルトイン・メカニズムとして ADE (Application Domain Extension) が用意されており、前述の Plateau では、内閣府地方創成推進事務局において 2019 年に策定された ADE である i-UR (i-都市再生) を採用している。

i-UR データは以下の組み合わせで構成される。

- ① 3D 都市オブジェクトと都市モデル (CityGML)
- ② 解析のための都市オブジェクトの詳細情報
- ③ 都市再生に関する制約／条件 (法令等)
- ④ 解析と可視化のためのメッシュ統計データ
- ⑤ 地域計画における都市機能の集積を考慮した公共交通情報

また、都市オブジェクトの詳細情報記述のため、建築物、土地利用、交通機関・道路に係るコードリストも定義されている。

このような属性情報を持った 3D 都市モデルにより、Plateau はスマートシティの多様な解析・計画・実施の基盤データとして活用されている。

4) BIM/CIM, i-Construction

国土交通省では、土木・建築の計画、調査・設計、施工、維持管理、更新に至るライフサイクルを通して、3D モデル情報を駆使し、業務効率の向上、安全・品質確保や環境性能の向上、トータルコストの削減を達成する i-Construction を推進している。国際的には BIM/CIM (Building and Construction Information Modeling/Management) として知られ、

構造物については BuildingSMART（建設分野のデータ標準化を推進する国際非営利団体：<https://www.buildingsmart.org/>）が推進している IFC が標準データ形式として使われ、地形、土工形状、線形等は、LandXML が標準データ形式として使われている。

公共事業ではこれまで測量、設計、施工等が個別に発注され、それぞれの工程での納品成果は 2D データとされることが多かったため、3D モデルの活用効果が得られにくかった。これに対し BIM/CIM では、3D 可視化による設計ミスチェック、施工時の問題点の事前確認、施工機械や資材の搬入・搬出手順、仮設工の最適化などを設計段階でシミュレートする「フロントローディング」、施工者や維持管理者の知見を設計に生かす「コンカレントエンジニアリング」、地元住民等にも分かりやすい 3D ビューによる関係者の合意形成の迅速化など多くの利点があり、さらに施工後の 3D データで都市モデルの更新も可能である。

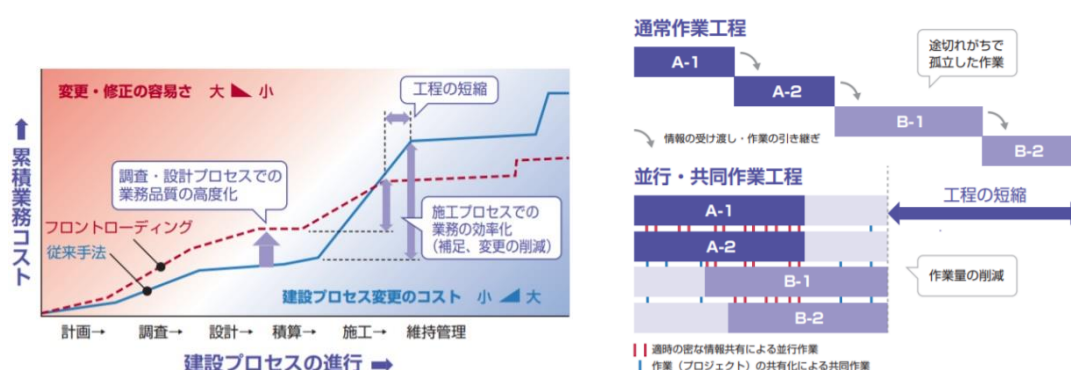


図 3-1-23 フロントローディングの効果 図 3-1-24 コンカレントエンジニアリングの効果
出典：「初めての BIM/CIM」国土交通省

5) 3D-CAD データ

BIM/CIM の標準形式である IFC データは、Autodesk Revit や ARCHICAD のような 3D-CAD ソフトで作成される。建物・都市構造物等の設計・管理、環境解析、シミュレーション等では、3D-CAD ソフトの標準形式で交換されるケースも多い。Autodesk Revit のファイル形式 (RVT)、AutoCAD のファイル形式 (DWG、DXF) はデファクト標準として広く流通している。

6) VR・AR (Virtual Reality・Augmented Reality)

3D 都市モデルの利点の一つにリアルな可視化による現状把握の容易さがある。この特徴を利用して、仮想現実 (Virtual Reality, VR) による設計比較や合意形成、拡張現実 (Augmented Reality, AR) による施工チェック、3D プリンタによる都市模型製作などが行われる。オープンフォーマットの COLLADA、VRML、glTF、Autodesk 社の FBX など多様なファイル形式が混在している。3D プリンタでは STL 形式が標準となっている。

7) 3D-GIS

都市計画や都市機能分析など高度な 3D 空間情報解析には、3D-GIS ソフトが用いられる。点群データ、TIN 地形データ、ESRI 社の 3D shapefile などが用いられる。

8) Web-GIS

Webによるスマートシティ施策の広報・普及にはWeb-GISが用いられる。空間情報はデータ容量が大きいことが課題となっており、Web-GISではデータを256×256画素の範囲に分割し、2倍ズーム毎に対応した多階層ズームレベルのラスターデータを予め用意し、呼び出し範囲に係るタイルだけを表示する方法でレスポンスを早くしている。また、ラスタータイルではデータ項目毎の解析が行えないため、ベクトルタイルによるWeb-GISも使われている。

3Dデータについては、主にCityGMLを簡略化したCityJSONが用いられ、KMLやCesium 3D Tiles形式のデータにより、Google Earthなどのアプリ上で可視化される。

9) CG

LOD2~4の詳細な3D都市形状モデルに航空写真や地上写真の画像データを貼り付けて作成されたリアルな3D都市・建物モデルから、レンダリングで得られる都市・建物CGは、街並み移動シミュレーションや環境シミュレーションなどに用いられる。

(2) 国内ヒアリング

国内ヒアリングでは、3D Digital TwinはSDGsと直接結びつかない。3Dだけで課題解決できるわけではなく、モバイルデータや交通・人流のようなダイナミックデータとの連携、災害時のリアルタイム情報ハンドリングなどの方が魅力的ではないか。都市局の3Dモデル構築では、アプリ・ショーケースなど具体的な利活用を可視化することが今後重要となる。地下のデータの3D化も有用であるなどの意見があった。

一方で、3D基盤データがなければSociety5.0もデジタルツインも成り立たないことを理解してもらうことが重要であるとの意見があった。また、3D基盤データではデータの新鮮さの重要性や人間を介さずマシン間で直接データのやり取りをすることを想定する必要があるとの指摘があった。

(3) 第一回遠隔調査及び第二回現地／遠隔調査からの知見

第一回調査では3D都市モデルに関する具体的なコメントはなかった。第二回調査では、インドネシアでASCN（ASEANスマートシティ・ネットワーク）の一環として、バングワランギ市でマスタープラン調査、ジャカルタ市でプレFS調査が行われるなど、スマートシティの取り組みが始まっており、3D都市モデルも試作されている。また、土地・空間計画省／国家土地庁が、ビルの高層化や新交通システム等、都市の立体化に対応する3D地籍の必要性から、3D都市モデルの技術に高い関心を示している。公共事業・国民住宅省では、設計・施工、維持管理等でBIM/CIMや3Dモデルの利用が始まっている。

(4) 効果的活用事例

1) Plateau プロジェクト

スマートシティ構想の実現に向けて、国土交通省都市局の主導で全国 56 都市の 3D 都市モデルを構築し、公開、共有する取り組みである。整備された 3D 都市モデルは、G 空間情報センターのサイトから入手できる。(https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/plateau)

2021 年 6 月 4 日現在で公開されているデータは、東京都 23 区、さいたま市、白河市など 26 都市で、順次追加されている。また、3D 都市モデルの他、災害リスクモデルや人流データ、ユースケースなども追加されている。図 3-1-25 に Plateau の 3D 都市モデルの例を示す。

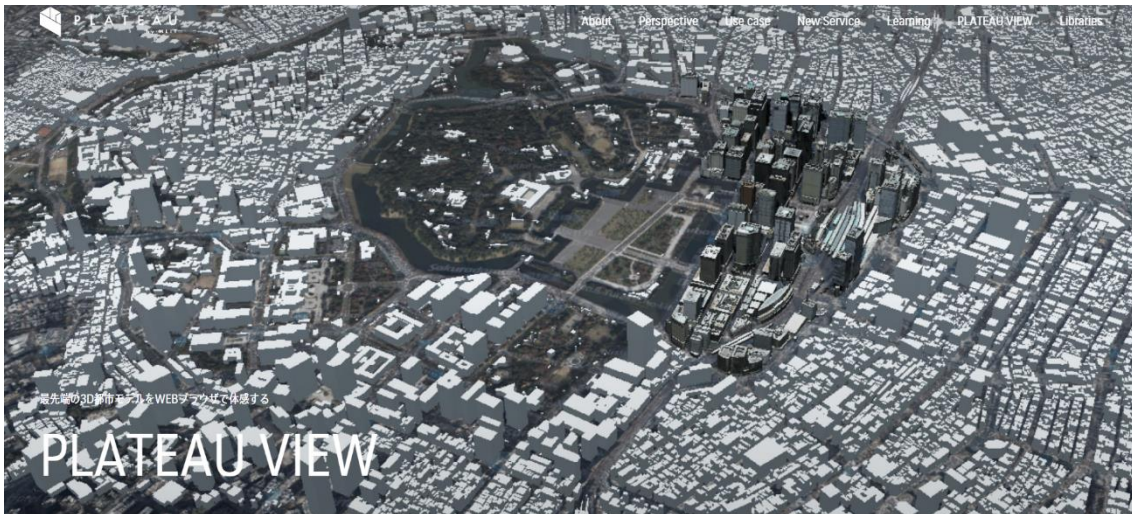


図 3-1-25 都心部の 3D 都市モデル 出典：Plateau ホームページ

2) VIRTUAL SHIZUOKA

静岡県では、独自に空間情報の整備を進め、整備した点群を公開し注目を集めている。この取り組みでは、自然災害、人口減少、少子高齢化過疎地の公共交通確保、社会インフラの老朽化等の課題解決を目的として、3D 点群によるサイバー空間上の県土（Shizuoka Point Cloud DB, PCDB）上でインフラ管理や自動運転の研究開発を行っている。図 3-1-26, 27 に VIRTUAL SHIZUOKA のコンセプトを示す。



出典：https://www.g-mark.org/award/describe/51263?token=6lAs6Z82Td&fbclid

=IwAR1RzFu7LFaNrDp8CE6ApoGeBDM0IRGqB3H-J7yk3r8KLihlS91VAC5_ZX8

図 3-1-26 VIRTUAL SHIZUOKA の利活用 図 3-1-27 PCDB のデータセット

さらに公共工事の完成図書として 3D 点群データを納品させ、PCDB の更新、充実を図っている。整備された点群データは、G 空間情報センターのサイトから入手できる。

(<https://www.geospatial.jp/ckan/organization/shizuokapref>)

図 3-1-28 に PCDB の例を示す。

なお、VIRTUAL SHIZUOKA は 2020 年度グッドデザイン賞を受賞している。



出典：https://www.zenken.com/kensyu/kousyuukai/H31/659/659_sugimoto.pdf

図 3-1-28 PCDB (白糸の滝、浜松城)

2021 年 7 月 3 日に発生した熱海市の大規模土石流災害では、公開されていた VIRTUAL SHIZUOKA の点群データを活用して、災害の専門家や i-Construction 事業者等が SNS 上で「#静岡点群サポートチーム」を結成し、自主的に現場地形を 3D で分析し、被害規模の把握、災害発生原因として「盛り土」の存在も指摘するなどの活動が行われた。同チームが作成した土砂災害被災地のオルソ画像も G 空間情報センターのサイトで公開されている。

(https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/atami20210703izusan0000shizuokapref01?fbclid=IwAR3BKBNb_R-BokJVqMciQTMEgsQdhKEwZOr-MIe1x65smlzWGcVWTPnYjQ)

(5) 今後の JICA プロジェクトへの提案

スマートシティの取り組みは始まったばかりではあるが、全世界の都市で急速に進められている。特に ICT 環境の整備が進んでいるアジアの大都市を中心に、具体的な計画が策定されつつある。これらに対応する形で、今後の JICA プロジェクトとしては以下の分野が考えられる。

1) 都市基本図としての 3D 都市モデル整備プロジェクト

従来 JICA 協力による都市基本図整備では、国家地図作成機関（測量局）を C/P として、1/2,500～1/10,000 クラスの 2D 大縮尺デジタル地形図を整備し、共通基盤地図として多様な利活用に供していた。スマートシティ構想を掲げている都市では、都市 OS の基盤地図である 3D 都市モデル整備を標準とすることを提案する。

Plateau プロジェクトでも見られるように、3D 都市モデルを先行して構築し、オープン化することにより、産学官によるスマートシティの取り組みが活性化し、都市課題の解決につながると期待される。

従来の 2D デジタル地形図に加えて、航空レーザ測量や移動計測車両による測量システム (Mobile Mapping System, MMS) 等による点群を整備し、これから LOD1～LOD2 の都市モデルを構築する。また、必要に応じて都市モデルに画像から建物テクスチャを張り付け

て、よりリアルにする。C/P 機関としては、測量局の他、当該の都市政府を想定する。

2) スマートシティ・プロジェクトのための 3D 都市モデル整備プロジェクト

交通渋滞や都市再開発、防災などの課題解決に具体的なスマートシティ・プロジェクトが計画されている場合に、当該プロジェクトの技術支援に合わせて、3D 都市モデルと都市 OS を整備し、他のスマートシティ・プロジェクトへの展開も期待する。

内閣府のスマートシティガイドブックでは、新技術や官民各種のデータを活用した市民一人一人に寄り添ったサービスの提供や、各種分野におけるマネジメントの高度化等により、都市や地域が抱える諸課題の解決を行い、また新たな価値を創出し続ける取組とされ、スマートシティ・プロジェクトとして紹介されている事例も多種多様である。ここでは、3D 都市モデルが有効に機能すると期待される街づくり・交通、観光、防災、インフラ維持管理分野の事例を紹介する。

① 大丸有スマートシティ

大手町・丸の内・有楽町地区では、「大丸有まちづくり協議会」、東京都、千代田区の 3 主体により、「スマートシティ推進コンソーシアム」が形成され、官民連携を通じた取組が推進されている。物理的な都市空間で発生する様々なデータを「大丸有版都市 OS」によって結合し、デジタルマップ・ツイン（都市の 2D/3D モデル）上のダッシュボードで可視化・分析することで、データ利活用型エリアマネジメントや都市のリ・デザインを推進する。下図は本取組の全体像である。（<https://www.tokyo-omy-council.jp/smartcity/>）

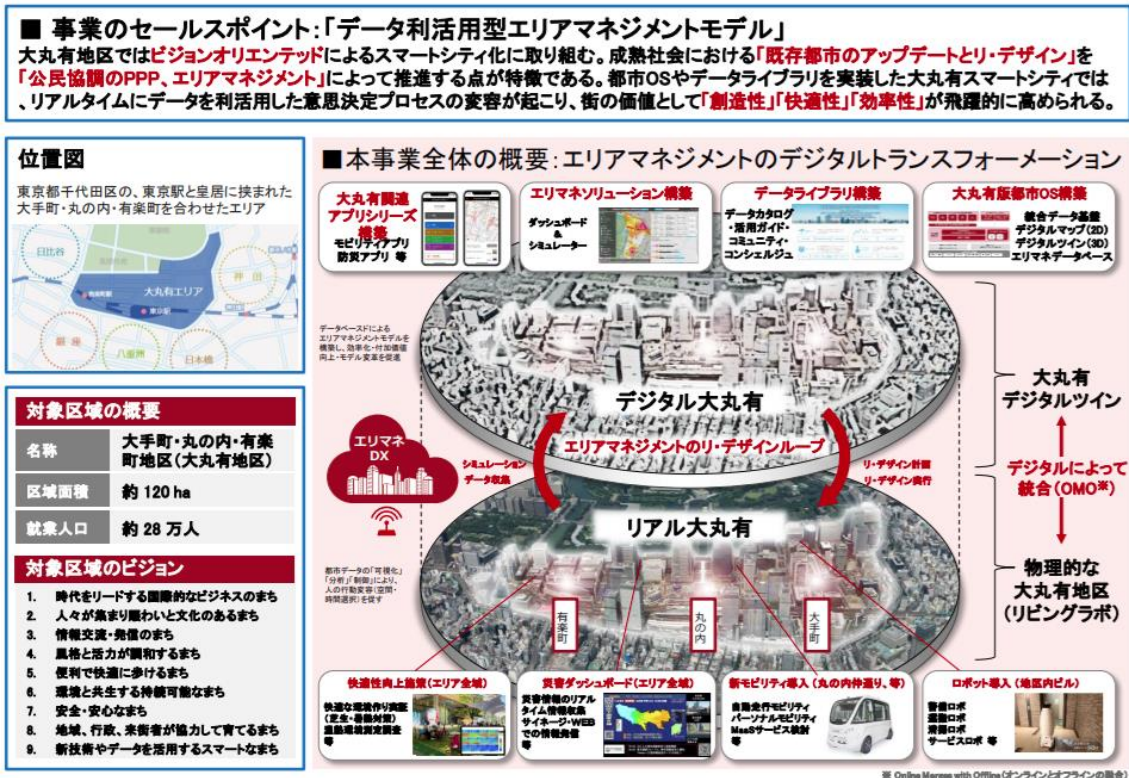


図 3-1-29 大丸有スマートシティの概要

出典：スマートシティ官民連携プラットフォーム資料

多くの機能が集積している高層都心地区をより快適な生活空間とするため、リ・デザインのコンセプトを「Smart & Walkable」と設定し、モビリティサービスと非モビリティサービスの連携、エリア全体のワン・ワークプレイス化、エリアサービスのワンストップ化などを推進する。この構想の下で、様々なプロジェクトが計画・実施されている。

この取り組みは、途上国でも首都中心部等の限定された地区のリ・デザインに有効と期待される。

② スマートシティたかまつ（高松市）

高松市は近年豪雨による災害が多発し、南海トラフ地震の影響域にも入っていることから、第6次高松市総合計画にスマートシティの推進を掲げ、IoT 共通プラットフォームをベースとする防災分野での取組を進めている。

(https://www.isad.or.jp/pdf/information_provision/information_provision/h30/H30_dai3bu5.pdf)



図 3-1-30 スマートシティたかまつの防災分野の取り組み

出典：高松市資料 <http://www.city.takamatsu.kagawa.jp/kurashi/shinotorikumimachidukuri/smartycity/index.files/jigyougaiyou20190410.pdf>

③ スマートインフラマネジメントシステム（首都高速道路）

内閣府のガイドブックでは、スマートシティが実現するインフラ維持管理分野の未来は、センサ技術等を活用してデータを集め、AI による分析・予測で、インフラ維持管理の効率

化・高度化を図ることとされ、事例として首都高速道路のスマートインフラマネジメントシステム (i-DREAMs) が挙げられている。

i-DREAMs は、GIS 基盤に各プロセスで得られる情報を統合し、維持管理の様々なシーンで3次元点群データを用いた「InfraDoctor (MMS)」を活用し、効率的な維持管理を行うとともに、画像解析やAI等の活用により、構造物の劣化・損傷に対する総合的な分析・判断を可能とするシステムである。下図は i-DREAMs の構成図である。

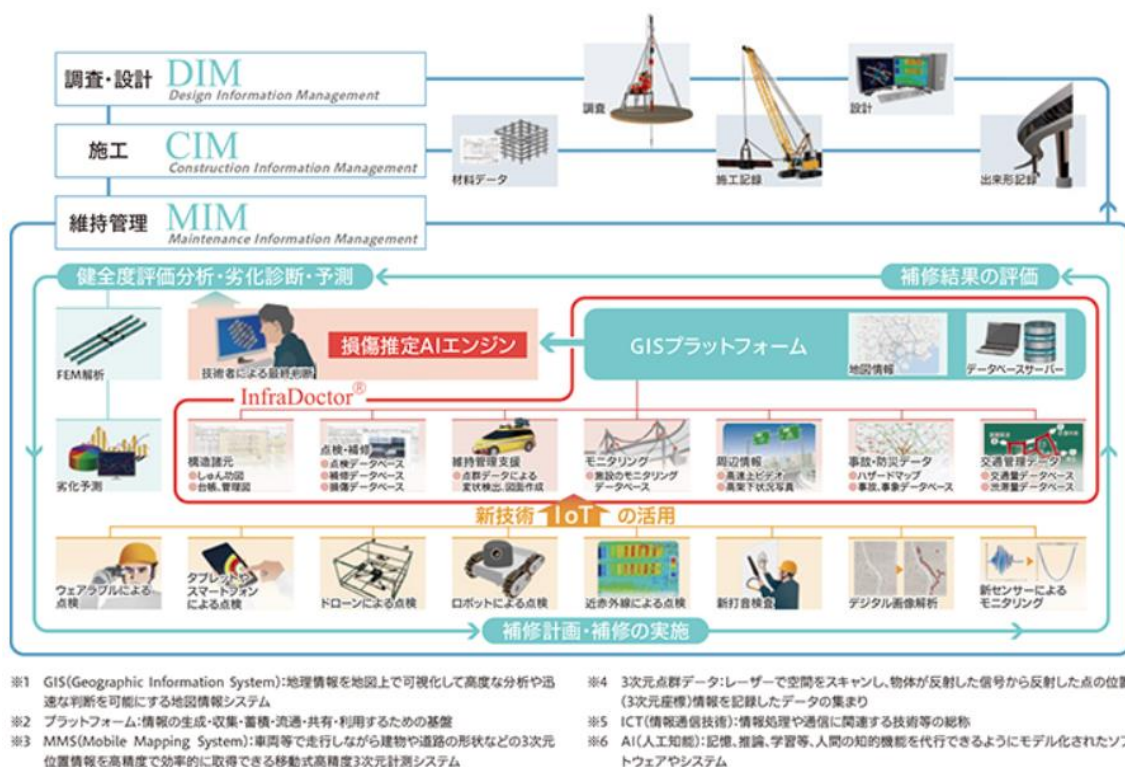


図 3-1-31 i-DEAMS の概要

出典：首都高速道路株式会社 HP： <https://www.shutoko.co.jp/efforts/safety/idreams/>

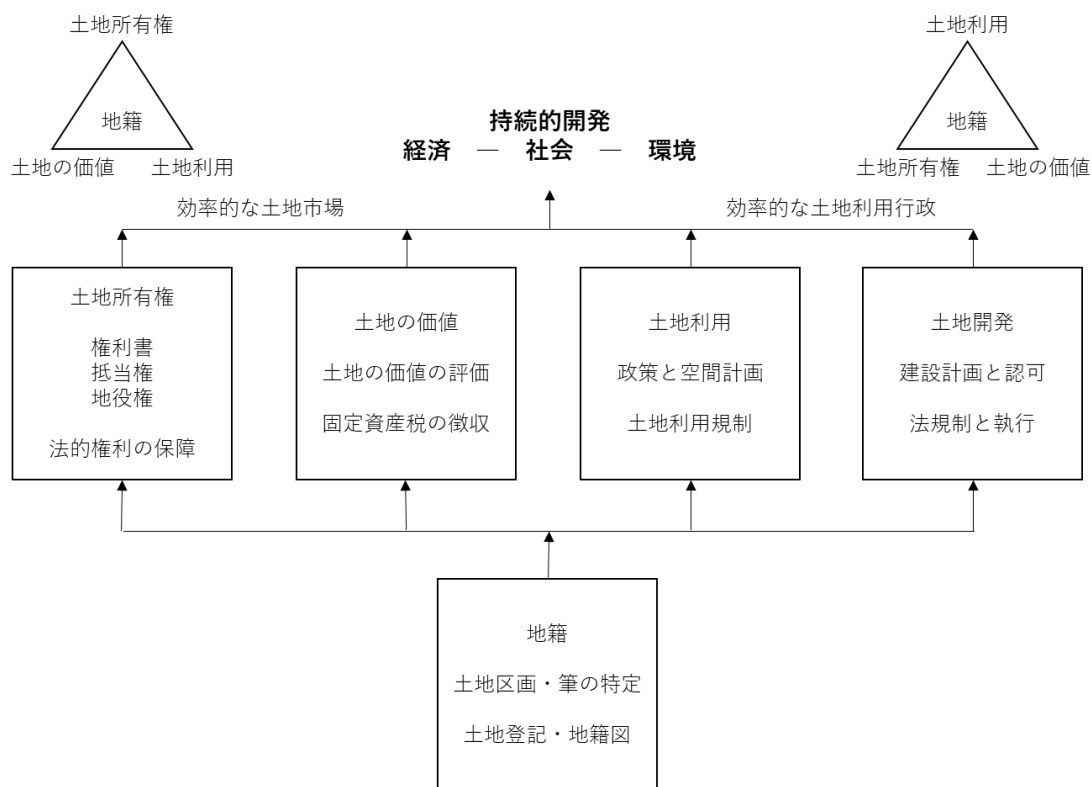
3-1-5 土地行政のDX化

(1) 文献調査

土地行政は国によって大きく異なっており、地籍図の役割や定義も同じではない。FIGから公開されている“FIG Statement on the Cadastre”（FIG publication No. 11, 1995）では、地籍を次のように定義している。

地籍は、筆単位の土地情報システムで、土地に関する記録（権利、規制、責任など）を含む。通常は、その筆の幾何形状・測地座標にリンクした、その土地に関する利害関係、所有権、管理権、区画の価値等の情報が含まれる。また、財政目的（土地評価や公平な課税）、法的目的（相続）、土地管理・土地利用管理の支援（土地利用計画や他の行政目的）のために構築され、持続的開発と環境保護を可能とする。

Enemark（1999）は、土地行政における地籍システムと他のシステムとの関係として図3-1-32を示している。



出典：Enemark（1999）

図 3-1-32 効率的な土地市場と土地利用行政を促進するための地籍の役割

すなわち、土地行政には以下の役割があり、それぞれの目的に応じた制度・システムが構築されている。

表 3-1-6 土地行政の色々な役割

出典：調査団作成

役割	行政	目的	システム
筆界の確定	地籍測量	一筆毎の測地座標、形状、面積の確定	地籍 DB
権利の保護	土地登記	土地所有権等の登記、権利書発行	登記・閲覧
土地利用・土地 開発適正化	ゾーニング 開発計画	土地利用計画、都市計画、用途規制、 建築規制、開発許認可	地域指定図閲覧
公平な課税	不動産課税 相続税課税	土地の課税評価、市場価格調査、公共 用地買収	標準地価・路線 価閲覧、固定資 産税 DB、

1) 地籍測量

本邦においては、地籍測量は国土交通省が所管し、自治体を実施しているが、現在までに地籍測量が完了しているのは全国土の 50%程度に過ぎず、未整備の地域では公図と呼ばれるおおまかな形状を現した地図に準ずる図面で登記されており、地籍整備に関しては後進国である。

2) 土地登記

土地登記は法務省が所管しており、登記図書は法務局の登記所で閲覧・交付できる他、登記情報提供サービス (<https://www1.touki.or.jp/gateway.html>) から閲覧・取得できる。不動産登記情報の公開は、不動産に係る個人の権利関係を明確化し、土地強奪等の不公正や、農地の権利明確化による小規模農民の保護、農業生産の持続性確保などの効果が期待できる。また、公共事業等の用地買収を効率化し、インフラ整備等の推進に寄与する。

3) ゾーニング

都市計画ゾーニングは国土交通省が所管し、自治体を実施している。また、都市計画に基づく建築確認や開発計画の許可も自治体を実施している。市街化区域における用途地域や建築規制等の情報は、都市計画図として各市町村のホームページから公開されている他、東京都の情報を一覧できる都市計画情報等インターネット提供サービス

(https://www2.wagmap.jp/tokyo_tokeizu/Portal) など、都道府県単位のサイトもある。

都市計画ゾーニングは、スプロール化やスラム化の抑制、都市交通やライフライン整備等の都市開発計画の推進、新都市開発や移住・定住、公平な居住の保証、都市の健全な成長を促進する施策であり、包摂的かつ持続的な都市化の促進に寄与する。

4) 課税

課税は国税庁が所管しており、国税である相続税は国税庁、地方税である固定資産税は自治体が所管している。公正な固定資産税課税には適正な土地評価が不可欠であり、本邦では国土交通省が発表する公示地価、都道府県が発表する基準地価、国税庁が発表する路線価がある。公示地価は都市と周辺を対象としており、基準地価はそれ以外の地域も対象としているので、補完的な関係にある。また路線価は公示地価・基準地価と連動してお

り、相続税路線価は公示地価の 8 割程度、固定資産税路線価（都道府県公表）は公示地価の 7 割程度に設定されている。これらの標準地価は、土地取引の実態に基づき不動産鑑定士が基準地点の価格を鑑定したもので、土地価格の目安となる。標準地価の情報は、全国地価マップ（<https://www.chikamap.jp/chikamap/Portal?mid=216>）で公開されている。

標準地価が公開されることで、課税の公平性・透明性が担保されるとともに、不動産売買や用地買収における土地価格が適正な範囲に保たれ、不動産取引の活性化、産業の多様化、イノベーション、公共事業の効率化など経済成長に寄与すると期待される。

(2) 第一回遠隔調査及び第二回現地／遠隔調査からの知見

第一回調査では、本件に関するコメントはなかった。第二回調査では、セネガルで世銀による土地管理プロジェクトが 2021 年から開始されている。またスリランカでも韓国の協力による土地データ基盤・土地情報提供システム構築プロジェクトが開始されつつある。さらにインドネシアでも地籍測量と土地管理システムの構築に対するニーズは高いが、財政的制約のため進んでいない。

(3) 効果的活用事例

以上述べたように、本邦においては各自治体で土地に関する情報をデジタルで管理し、行政に活用するとともに、広く公開することで、社会的公正の確保と経済活性化を達成している。また、不動産課税の適正化では、土地については標準地価情報の公開とこれに基づく課税が行われているが、建物の固定資産税課税については、航空写真の定期撮影による家屋異動調査が実施されている。

また、海外においては地籍図をベースとして登記、都市計画、課税等の業務を包括する土地情報管理システム（Land Information Management System, LIMS）を構築しているケースも多い。以下、本邦の家屋異動調査の事例と、ケニアの（National Lands Information Management System: NLIMS）の事例を紹介する。

1) 家屋異動調査

1993 年に自治省（当時）から出された通達「航空写真を活用した固定資産の現況調査の推進について」により、各自治体では定期的に航空写真を撮影し、その判読によって建物の新築、取り壊し、増改築などの異動を把握し、公正な固定資産税課税に活用している。国土地理院が 2017 年度に実施した「固定資産税調査用空中写真撮影の実態に関する調査業務」報告書（<https://www.gsi.go.jp/common/000201394.pdf>）によれば、固定資産の現況調査のために航空写真を撮影したことがある自治体は図 3-1-33 に示すように 7 割以上に及び、撮影周期は 3 年毎が半分近く、毎年撮影も 1 割以上あった。撮影された航空写真は、ほぼ全ての自治体でオルソ画像化され、家屋異動調査に使用されている。撮影された写真やオルソ画像は 75%以上の自治体で税務以外の業務に利用されているが、一般公開している自治体は半分に満たない。



出典：国土地理院

図 3-1-33 固定資産の現況調査のために航空写真を撮影したことのある自治体（緑色）

家屋異動の有無はこれまで技術者による写真判読で行われてきたが、近年 AI 技術で自動化、効率化を図る研究が進められている。

2) NLIMS (ケニア)

ケニアの土地管理は、長らく 1903 年以來の大量の紙の土地登記簿と図面を扱う非効率なものであったが、電子政府政策の目玉として、全土の統一土地権利書 DB、地籍、土地記録、土地価格等に関する総合システムの構築により、土地情報へのアクセス、処理、利活用の向上を図ることが計画され、ビジョン 2030 と国家土地政策に基づき、大量の資料の数値化とシステム開発をケニア国予算で実施し、2021 年 3 月から運用を開始した。このシステムは ARDHISASA と呼ばれ、オンラインで土地情報に関する総合的サービスを提供する。(https://ardhisasa.lands.go.ke/)

ARDHISASA のメニュー構成を図 3-1-34 に示す。

ARDHISASA

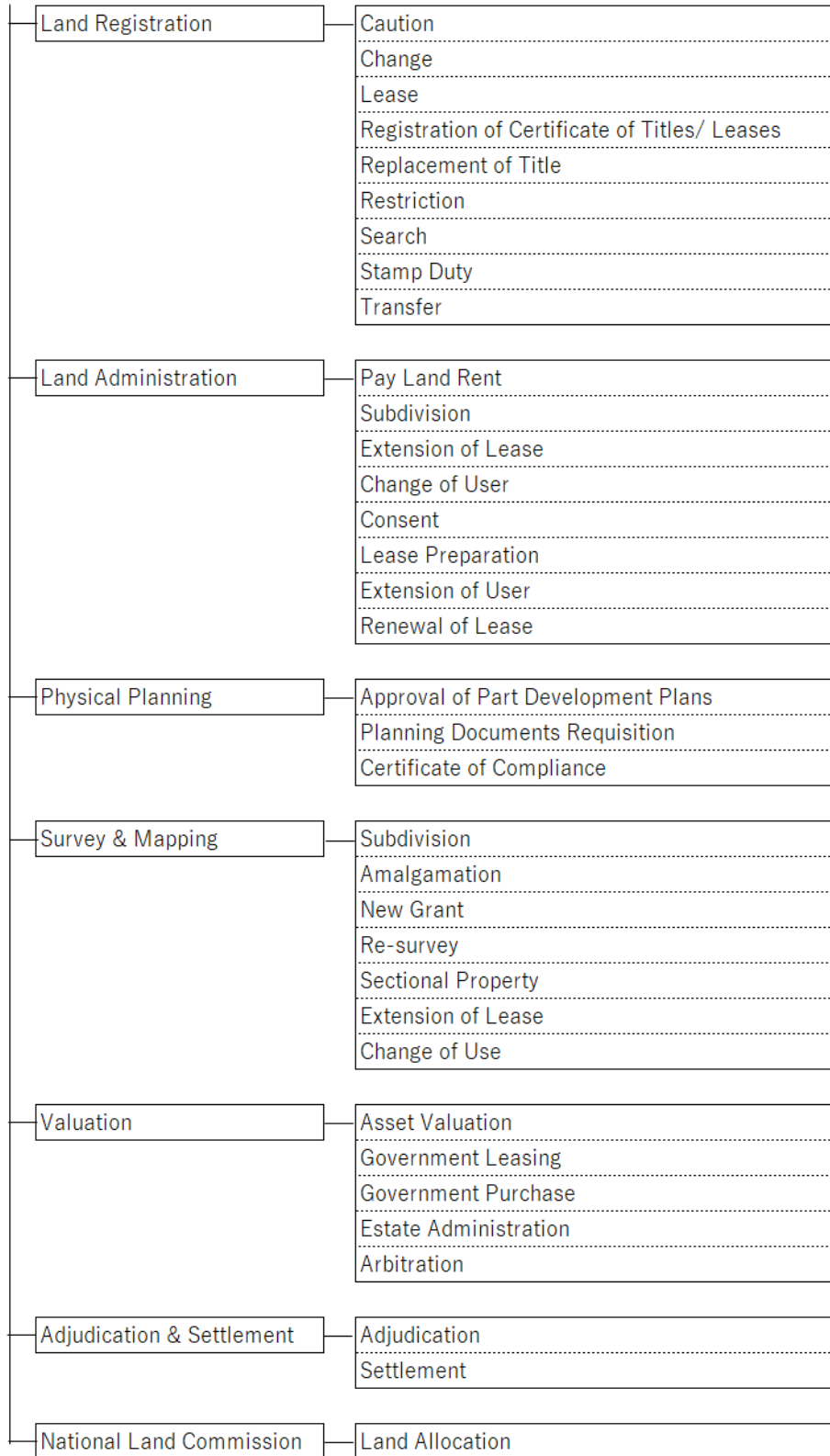


図 3-1-34 ARDHISASA のメニュー構成

(4) 今後の JICA プロジェクトへの提案

過去の土地行政分野の JICA プロジェクトとしては、2012 年から 2015 年にかけて実施された「パレスチナ地方財政改善プロジェクト」がある。このプロジェクトは、財政基盤の脆弱なパレスチナ自治政府の地方自治体の税収を改善することを目的とし、固定資産税の適切で公正な課税のための資産評価、賦課、徴収業務について、固定資産税局の企画分析能力の向上、3ヶ年計画の改定、各支局の徴収業務のモニタリング、分析、評価など、制度・組織・業務実施上の基準策定などの改善を中心としたもので、地籍測量や登記データの整備など固定資産税に係る直接的なデータ整備を行ったものではない。

一方、世銀や他のドナーにおいては、既存の地籍図・登記簿の数値化、DB 化や、閲覧・交付システムの開発・導入、持続的で公正な固定資産評価手法の確立など、より広範で直接的なプロジェクトを多く実施している。土地行政分野の DX 化は、税収の改善効果が期待できることから、技術協力や無償資金協力のみならず、有償資金協力も含めて今後のプロジェクトとして期待できる。

しかし、土地行政は国によって状況がまちまちであり、統一された協力パッケージとして示すことは困難である。以下に基本的なサブ・プロジェクトを列記する。今後の実際の JICA プロジェクトとしては、それぞれの国の状況に応じて、これらのサブ・プロジェクトを組み合わせることにより、DX 化による土地情報管理と都市計画の推進、公平で適切な土地権利の認証、固定資産価値の適切な評価と課税、地価の公表による土地取引の活性化と経済成長、公共用地取得の迅速化など、多くの効果が期待できる。

1) 効率的な地籍測量のための測地基盤整備

地籍測量が完了していない国や、精度が低い国では、地籍測量の推進が必要であるが、地籍測量は境界の座標値を測量する技術的作業だけでなく、利害関係者間による境界の合意・画定が必要なため、時限的なプロジェクトで広範囲を整備することは不可能である。しかし、高精度な測量結果を可視性の良い方法で示すことは、境界画定の推進にも役立つことから、効率的で高精度な測量を可能とする測地基盤の整備は有効である。

GNSS 測量の普及により、地上測量の効率と精度は著しく向上したが、電子基準点 (Continuously Operating Reference Station, CORS) 網の整備によりさらに効率と精度が向上する。地籍測量の迅速化の第一歩として、CORS 網整備を中心とした測地基盤整備を実施する。

2) 既存地籍図・登記簿の数値化による地籍 DB の整備と運用

地籍測量が完了していても、紙の地籍図として管理され、その原本の上で修正情報を書き込むなど非効率な維持・更新を行っている国では、利用者からの閲覧申請や相続・売買、分筆、合筆などの異動申請に対し、大量の地籍図の中から当該図面を検索するだけでも多くの時間を要する等、サービス水準が著しく低い場合が多い。

そこで、それらの地籍図や、対応する登記簿情報などを数値化して DB 化することで、行政事務の効率化が期待できる

3) 電子登記サイトの構築による不動産権利情報の DX 化

2)で整備されたようなデジタル地籍が存在する国では、その DB を基に、Web サイトから閲覧や登記申請手続き、データ入手ができるシステムを開発すれば、利用者サービスの向上はもとより、不動産の権利関係の透明化、適正化に寄与すると期待される。

4) 市場価格に基づく不動産価値評価と公正な固定資産税課税制度の確立

不動産に係る課税としては、固定資産税、不動産譲渡所得税、相続税などがあるが、それらの適切な課税が担保されるためには、不動産の価値の評価基準の適切な設定と、基礎情報の調査・分析が必要である。

地籍 DB に加えて課税情報も DB 化し、両者を連携させるとともに、土地評価に関する情報整備として、地価に関する定期的な市場価格調査を実施し、それらを公開する制度とシステムを構築する。地価情報の公表は、地価の恣意的な高騰や暴落を防止するとともに、不動産売買の活性化を促し、産業構造の自発的な改善に寄与することから、国の経済成長にも寄与すると期待される。

5) 地籍図、都市計画図、土地リスク評価図等の Web 公開による土地利用の適正化促進

国土の計画的な活用と都市の健全な発展・成長のため、都市計画等のゾーニングは重要である。しかし、それらが計画だけにとどまり、実際の居住形態や建物の新築、増改築、商売替えなどによる用途変更などの実際の行動とリンクしないと、土地利用の改善にはつながらない。建築規制や用途規制等の行政処分についても、規制に係る情報が事前に簡単に入手できれば、企画段階から行政の意図に沿った行動を促す効果が出ると期待できる。

また、行政による土地利用計画の他、自然災害のリスクや公共施設へのアクセスなどの土地に係る多様な情報は、民間における不動産開発や売買においても、その土地の評価に係る情報であり、それらの情報へのアクセスが容易になることで、自発的なリスク回避や、都市施設の高度活用など、都市課題の解決にも寄与すると期待される。

3-1-6 その他の最新技術

(1) MMS

MMS は、位置情報を正確に取得する GNSS/IMU、ハイビジョンカメラ、レーザスキャナ等を搭載した計測車両で、車道を走行しながら周辺の情報を取得する。自動運転用の高精度 3 次元地図（ダイナミック・マップ）整備に使用した 3 次元地図共通基盤データ（レーザ点群情報、画像情報、走行軌跡など）の取得、航空レーザ測量では得られないビル側面の点群や画像データの取得、道路面やトンネル壁面等のひび割れや剥離などの点検調査などに広く利用されている。

今後の JICA プロジェクトでも、高速道路等の施設管理を高度化するプロジェクトの場合、初期データ整備には MMS の活用が効率的である。

(2) ALB

ALB（航空レーザ測深：Airborne Laser Bathymetry）は、水中透過性の高いグリーンレーザを使って、河川や沿岸部等の水深測量を行う技術である。通常の航空レーザ測量では水

部の情報は得られず、測量船から音響測深機（ソナー）を用いて行う深浅測量は時間とコストがかかることと、浅い水域では計測ができなかった。ALB はそれらを補完する技術である。測深性能は計測場所の水質環境に影響を受けやすく、濁った水域では限られた水深までしか計測できない特徴がある。

河川では土砂堆積の把握、河床地形の面的把握、災害後の汀線管理、砂州のモニタリングなど、海岸線では浅瀬域の海図作成、海岸線・港湾施設のモニタリングなどに活用される。固定翼機、回転翼機の他、ドローンに搭載可能な ALB もある。

今後の JICA プロジェクトでは、治水や水資源開発における河川等の河床地形の把握や港湾、沿岸整備における浅瀬域の深浅測量に有効な技術である。

(3) ベクトルタイル

デジタル地図データは、図郭の制約なしにシームレスに広域のデータを保存し、必要な部分だけ切り出すことができることも利点の一つであるが、GIS ソフトで扱う場合でもデータ量が大きいと表示だけで時間がかかり、特に Web-GIS では数秒でも遅いと感じてしまうため、表示速度の向上が課題であった。これを解決するために考案されたのがタイル形式による地図データである。

米国のスタートアップ企業キーホールによって開発され、後にグーグルに買収されてグーグルマップで世界標準となったこの機能は、地図の画像データを 256×256 画素のタイルに分割し、表示に必要なタイルだけを呼び出すことで圧倒的に表示レスポンスを高速化した。また、表示縮尺の拡大縮小に対応して、2 倍の表示レベルに対応する画像データを予め用意しておくことで、全ての縮尺で高速表示が可能となっている。地球全域を 256×256 画素で表示するレベルをズームレベル 0 (ZL0) とし、その 2 倍 (4 タイルで地球全域をカバー) を ZL1 という様に構成し、日本全域の 1/5,000,000 地図のレベルは ZL5~8、1/1,000,000 程度の小縮尺図は ZL9~11、1/25,000 程度の中縮尺図は ZL15~17、1/2,500 程度の大縮尺図は ZL18 といった具合である。このラスタータイル形式は、ほぼ Web-GIS の標準になって広く使われているが、画像データであるため、基図の表現は変えられないし、道路や建物といった個々の地物を扱うこともできない。

そこで、個々の地物を扱えるベクトル形式の地図データを、一定の区画単位で切り分けたタイル状に区分し、GIS としての多様な解析・表示への対応と、表示の高速性を両立させた技術として開発されたのがベクトルタイル技術である。国土地理院ではラスタータイルの「地理院地図」とベクトルタイルの「地理院地図 Vector (試験公開)」を運用している。また、国連では通常のベクトル形式の地理空間データをベクトルタイルに変換できる「国連ベクトルタイルツールキット (UNVT)」を開発し、無償で提供・普及を図り、ベクトルタイルによる Web-GIS の普及・活用に貢献している。地理空間データは多様な分野で利活用される基盤データであるが、解析には専用の GIS による処理が必要であるなど、ハードルも高く、一般にはグーグルマップのような表示と検索を中心とした利用に限られているのが実態である。従って、ハードルの低い Web-GIS で高度な処理が可能となれば、地理空間データの利活用の幅が大きく拡大すると期待される。今後の JICA の地理空間データ整備プロジェクトにおいても、ベクトルタイルの Web-GIS の構築を組み込むことが望まれる。

引用文献

Enemark (1999) : ”Cadastres, Land Information Systems and Planning”, Presented at the UN-FIG Conference on Land Tenure and Cadastral Infrastructures for Sustainable Development, Meibourne, Australia, 1999

FIG (1995) : “FIG Statement on the Cadastre”, FIG publication No. 11

Lei Ma et.al. (2019) : “Deep learning in remote sensing applications: A meta-analysis and review”, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 152 (2019) pp. 166-177 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271619301108?via%3Dihub>)

国土交通省(2021) : 3D都市モデルの導入ガイドダンス,
https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0000_ver01.pdf

国土交通省(2019) : 初めての BIM/CIM,
http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/bimcim1stGuide_R0109___hidaritojiryomen_0909.pdf

内閣府・総務省・経済産業省・国土交通省スマートシティ官民連携プラットフォーム
(2021) :

スマートシティガイドブック, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/smartcity/index.html

参考文献

国土交通省 (2020) : 作業規程の準則

国土地理院 (2020) : UAV 搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル (案) (2020年3月改正)

3-2 基盤データの利活用に係る動向

3-2-1 公共団体における行政業務支援 GIS

(1) 概要

公共団体の行政業務において地理空間情報は、所謂 5 大 GIS などと呼称される分野での活用が図られてきた。5 大とされる業務分野は、**固定資産管理**（固定資産税関連の業務のうち土地や家屋の図形情報の管理）、**道路台帳管理**、**上水道管理**、**下水道管理**、**都市計画**である。またそれら個別の行政事務支援 GIS の普及に伴って、**統合型 GIS** と呼ばれる業務分野横断型のシステムの普及が進んでいる。以下に各業務の背景を整理する。

表 3-2-1： 公共団体の 5 大 GIS と統合型 GIS の背景

業務	業務の背景・根拠
固定資産管理	<p>地方税法第 343 条に基づく課税業務である。固定資産税は土地、家屋、償却資産の所有者にその価格に応じて課税される市町村税である。その価格は総務大臣が定めた固定資産評価基準により評価される。土地評価方法は、主に路線価方式が採用され、市町村は 3 年ごとの基準年度に評価替えを行い、価格決定している。</p> <p>https://www.gisa-japan.org/conferences/proceedings/2010/papers/3B-3.pdf 地番図作成・更新、路線価評価、画地評価に関する機能を有し、課税のための基幹系税務システムと連携して、固定資産財務に用いられる。</p>
道路台帳管理	<p>道路台帳の整備は、道路法（昭和二十七年法律第百八十号）第 28 条（道路台帳）で定められ、道路法施行規則（昭和二十七年建設省令第二十五号）第四条の二（道路台帳）でその記載事項が規定されている。</p> <p>GIS 利用は法定で求められていないが、道路台帳 GIS として普及している。</p>
上水道管理	<p>水道法の一部を改正する法律（平成 30 年法律第 92 号）により、水道施設台帳の作成・保管義務が令和 4 年 9 月 30 日以降は生じる。</p> <p>水道台帳整備がされている水道事業者は全体の約 61%とされているが、今後法定義務となり、整備が進展することが見込まれる。GIS の利用は定められていないが、断水区域抽出や管網解析などの業務上の必要性から GIS としての構築の利点の多い応用システムである。</p> <p>https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000540453.pdf</p>
下水道管理	<p>下水道法（昭和三十三年法律第七十九号）第二十三条（公共下水道台帳）、及び下水道法施行規則（昭和四十二年建設省令第三十七号）第二十条（都市下水路台帳）で、調書及び図面の整備が義務付けられている。</p> <p>GIS の利用は定められたものではないが、下水道事業に付随する下水道台帳の基本的な管理・更新、流量計算、受益者負担金管理、また近年では洪水対策の側面からも、活用が進展している。</p>
都市計画	<p>都市計画法（昭和四十三年法律第百号）で定められる事務である。都市計画決定情報（都市計画の決定に関する区域や内容に関する土地利用、都市施設、市街地開発事業、地区計画等の情報）は、都市計画法第 18 条及び第 19 条で定められている。</p> <p>都市計画法第 6 条に基づき都道府県は、概ね 5 年毎に都市計画基礎調査を行</p>

	い、都市計画区域の都市計画に関する基礎的状況を把握、整理すること、更に住民による縦覧に対応することが定められている。 情報の更新や縦覧などの業務への対応のため、都市計画業務は図面から GIS への移行が進んだ分野である。
統合型 GIS	都道府県、及び市区町村でそれぞれ異なる形で導入が進んでいる。統合型 GIS 及びその機能は、法定事務として定められたものではないが、個別の行政事務 GIS の活用が一定程度進んだ結果、それらの効率的な運用、費用削減、また派生的な応用などのニーズから、利用が進んでいる。 都道府県においては、消防防災、農林政、環境、教育などの分野で、市区町村では、道路、固定資産税、などで活用が進んでいる。 https://www.soumu.go.jp/main_content/000405300.pdf また、総務省では「地域情報プラットフォーム」として標準的な仕様を公開している。 https://www.soumu.go.jp/main_content/000579848.pdf

出典：調査団作成

(2) 行政事務における GIS 活用の利点

5大 GIS は、何れも行政事務として法令で定められたものである。GIS の利用は定められたものはないが、直接的な効果及び定性的に明らかに利点として認められる効果の両面がある。直接的な効果の一部及び定性的に認められる効果の一部を下表に示す。

表 3-2-2： 地理空間情報整備の直接的効果

効果の種類	効果の概要
①固定資産税、都市計画税の増加	・課税客体の捕捉率向上による増収。
②地方交付税の増加	・国勢調査の捕捉率向上、道路台帳整備による地方交付税の増加。
③直接的な増収効果	・データ販売など地理空間情報整備による直接的な増収。

出典：https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/gis/gis/webguide/giswg_solsht/1242/

表 3-2-3： 公共団体における GIS の利点

解決策	期待される成果・効果
1. (内部) 日常定形業務での活用	窓口相談、受付業務、許認可、集計、現地確認、点検などの定形的な業務への活用。
2. (内部) 計画支援など非定型業務での活用	総合計画、各種基本計画策定に際して、現況の把握、将来への対応などの業務への活用。
3. 住民など外部との連携分野での活用	地域の課題の可視化、対応策の検討など、地域のニーズに基づいた非定形的な内容への活用。

出典：https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/gis/gis/webguide/giswg_solsht/1196/

(3) 例示

- 固定資産管理 GIS の事例（固定資産業務支援システムのパッケージ例）

課税客体把握及び土地評価業務における固定資産に関する各種地図データを GIS で体系的に管理・運用することで、固定資産業務における適正な課税と評価事務の効率化を支援するパッケージが民間企業で多数開発・提供されている。

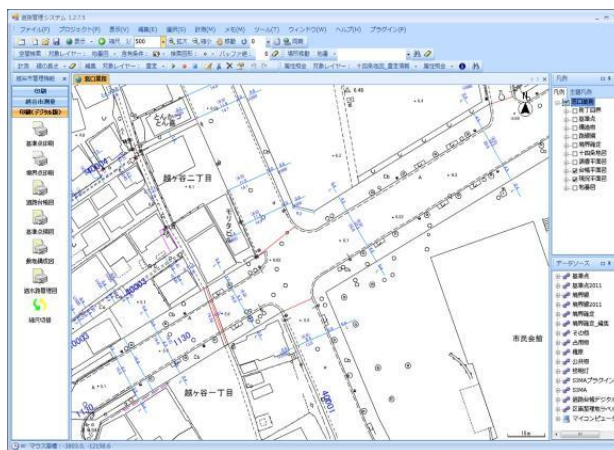


出典： https://www.kkc.co.jp/service/admin_support/intro_integrated_gis/sonicweb-fp.html

図 3-2-1 固定資産業務支援システムのパッケージ例

- 道路台帳管理 GIS の事例（越谷市道路管理システム）

道路管理行政事務の効率化のために、道路台帳管理システム、基準点・境界線管理システム、占用物管理システム、路線測量成果管理システム、道路工事管理システムを運用し、住民への情報提供を行っている。

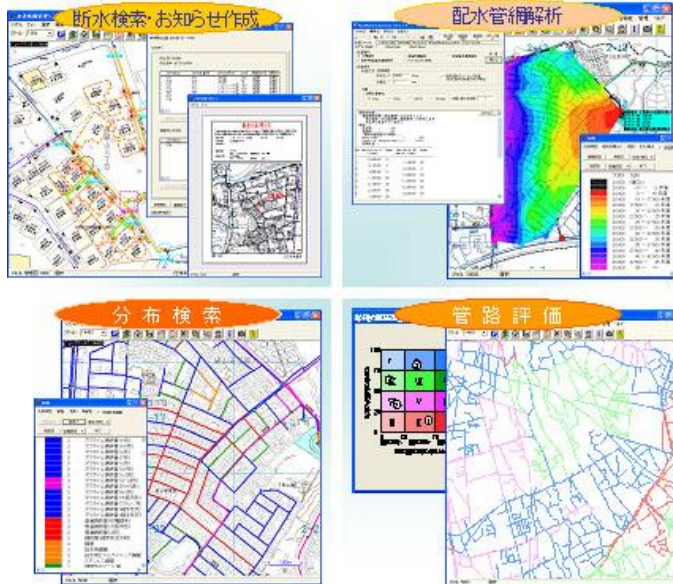


出典： https://www.city.koshigaya.saitama.jp/kurashi_shisei/kurashi/douro/douro/kensetusoumu0205.html

図 3-2-2 越谷市道路管理システム

- 上水道管理 GIS の事例（上水道 GIS のパッケージ例）

水道事業者向けのパッケージシステムが民間企業で多数開発・提供されている。上水道 GIS は下水道 GIS と連携あるいは統合されている事例も多い。

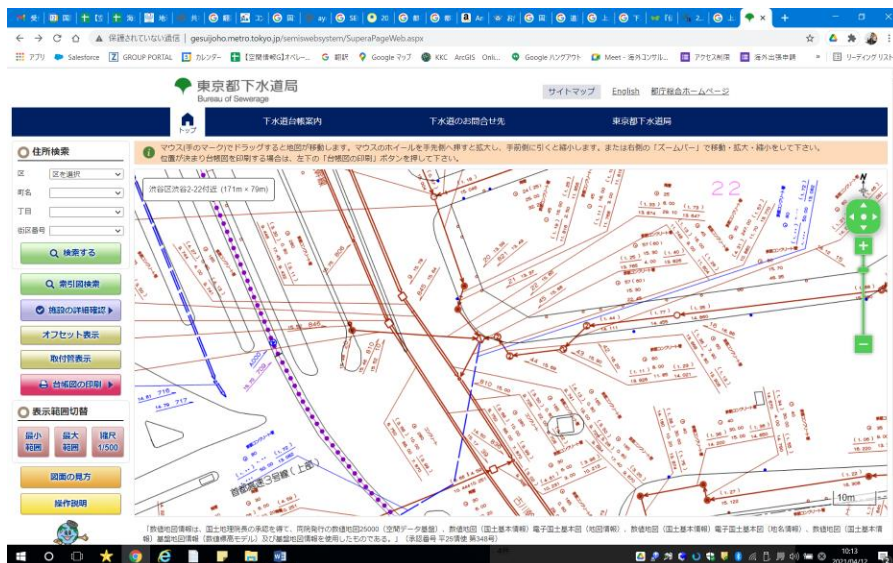


出典： <http://www.nissuicon.co.jp/jigyousys/gis-suidou/>

図 3-2-3 上水道 GIS のパッケージ例

- 下水道管理の事例（東京都下水道局）

下水道管の位置・深さ・管径・管種、公共ますの位置等、また下水の排除方式（合流式・分流式）を記載している。市内では、下水道行政業務全般の支援のため、また外部には掘削工事等における参照情報としてインターネットで提供している。

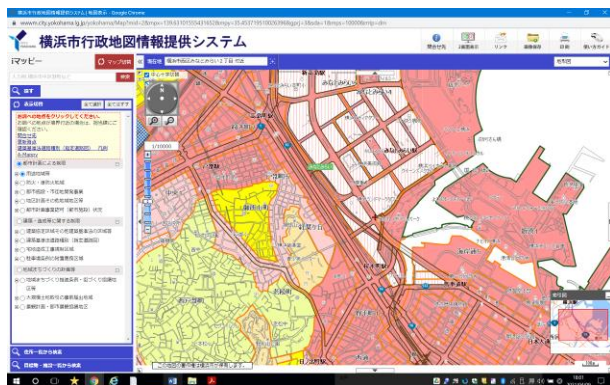


出典： <http://www.gesuijoho.metro.tokyo.jp/semiswebsystem/SuperaPageWeb.aspx#>

図 3-2-4 下水道管理の事例

- 都市計画 GIS の事例（横浜市）

庁内の都市計画情報システム（平成 6 年から）、及び横浜市都市計画地図情報 i-マップ（情報公開型 GIS、平成 14 年から）の 2 種類のシステムを運用。



出典：

<https://www.city.yokohama.lg.jp/yokohama/PositionSelect?mid=2&nm=i%E3%83%9E%E3%83%8E%E3%83%94%E3%83%BC&ctnm=i%E3%83%9E%E3%83%83%E3%83%94%E3%83%BC>

図 3-2-5 都市計画 GIS の事例

- 都道府県統合型 GIS の事例（岡山県全県統合型 GIS）

岡山情報ハイウェイを活用して県下全域のデジタルオルソ画像を配信する地理情報システムとして、岡山県が整備し、平成 14 年 4 月から運用している。

(<https://www.pref.okayama.jp/page/detail-27410.html>)



出典：<http://www.gis.pref.okayama.jp/pref-okayama/Portal>

図 3-2-6 都道府県統合型 GIS の事例

- 市区町村統合型 GIS の事例（浦安市地理情報システム）

道路台帳図、都市計画情報、及び土地家屋所有情報の個別行政事務のデジタル化を経て、共有空間情報データベースを整備し、その活用による統合型 GIS を平成 12 年より運用。

(<https://www.mlit.go.jp/common/001069716.pdf>)



出典：http://www.sonicweb-asp.jp/urayasu/

図 3-2-7 市区町村統合型 GIS の事例

(4) 開発協力への適用

法定図書として定められた事項は、我が国の法体系にもとづいたもので、他国に適用することは多くの場合には不相当である。しかし、行政業務として普遍的に道路維持管理、不動産管理、上水道・下水道管理、都市計画は不可欠であり、我が国の 5 大 GIS における知見で途上国支援に有用なものは少なくない。相手国の法定行政事務について把握し、GIS による事務の効率化を図ることは、直接的な裨益者を行政担当官として定量的に効果を図ることが可能であり、間接的な裨益者として住民に対する情報公開などのサービスの向上の定性的な効果を示すことができる。

表 3-2-4：スキームの利点（公共団体における行政業務支援 GIS）

調査観点	内容
モチベーション	法定の行政事務について、GIS を活用することで、直接的増収効果、間接的増収効果（交付税の増加、固定資産税の増加、都市計画税の増加）が考えられる。
制度面での優位性	電子情報としての行政情報の整備・公開の進捗により、情報公開請求への対応をよりの確に図ることが可能である。
技術上の優位性	紙図面の台帳による事務と比較して、日常定形業務、計画支援など非定型業務、及び住民など外部との連携分野のいずれについても事務の効率化が図れる。

出典：調査団作成

(5) 参考情報

公共団体における GIS の活用については、国土交通省国土政策局国土情報課の提供する下記のウェブサイトによく整理がされている。

「地方公共団体向け地理空間情報に関する Web ガイドブック」

(<https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/gis/gis/webguide/>)

3-2-2 広域公共団体による地理空間情報整備・運用

行政事務支援のための地理空間情報の整備コストを削減する手段としては、①無償・安価な地理空間情報の活用、②庁内における異なる事務分野における地理空間情報の共同利用による重複投資の回避、及び③広域連携組織を設置し、航空写真などの広域整備によるコスト縮減、が考えられる。

この③の実現手法として、地方自治法に規定する特別地方公共団体の組合等による地理空間情報の整備・運用を行うスキームがある。特別地方公共団体の組合等では、複数の普通公共団体を相手として、消防、上下水道、ゴミ処理、福祉、学校、などの行政事務を提供しているケースが多いが、同様の行政事務として地理空間情報の整備・運用や GIS 関連のサービスを提供する。

(1) 広域公共団体による地理空間情報整備・運用の利点

表 3-2-5：広域公共団体による地理空間情報整備・運用の効果

効果の種類	効果の概要
①人的資源の確保	普通公共団体では、技術職員を雇用する分野もあるが、予算や経験上の制約から地理空間情報や GIS に関する職員を雇用できるケースは稀である。 複数の公共団体が共同で、行政事務における地理空間情報や GIS の職員を雇用するあるいは外部委託することで、それらの制約に関して技術職員の確保がし易くなる。
②整備コストの低減	隣接行政区画と共同整備することで、接合部のデータ整備における重複投資の回避、特に空中写真撮影や衛星画像の調達のコスト縮減を期待できる。また、広域での調達の仕様の標準化により、業務再委託における競争の促進も期待できる。
③データ流通における利点	広域公共団体で共通するウェブポータルを通じた流通を行うことで、個別の団体によるよりも、ポータルへのアクセスや情報の集積度の点で利点となる。

出典：調査団作成

(2) 例示（三重県市町総合事務組合）

三重県市町総合事務組合は、三重県内の全ての市町（29 市町）を構成団体とする地方自治法第 284 条の 2 に定める一部事務組合（特別地方公共団体）である。市町の行政事務の合理化・効率化、行政サービスの向上を実現するため、県内 29 市町の共同事業として、三重県自治会館の設置、管理及び処分に関する事務をはじめ 6 事業を実施している。

共同事業の一つとして、「共有デジタル地図事業」を、平成 18 年より開始し、法定地図や GIS など多様な業務で利用されている地図整備について「整備費用の縮減」「市町と県との情報共有」「住民サービスの向上」「定期的な地図更新」等を推進するため、市町と県によるデジタル地図（共有デジタル地図）の共同整備、運用にかかる事業として実施している。これまで、初期整備を含めて 3 回の事業を実施完了し、令和 5 年より第 4 期の事業を予定し

ている。

共有デジタル地図は、県市町において土砂災害防止法、森林法、都市計画法等の法定地図用に利用されるほか、各種 GIS のベースマップや、紙地図としてハザードマップ、事業検討、現地確認など、県及び市町における多様な用途で利用されており、県と市町が共通の地図を利用するなどこれまでにない特長を活かして、県と市町間の情報共有、連携の向上に貢献している。

なお、本業務において、2021年3月12日に同組合の担当者にオンラインでのインタビューを行っている。

(<http://shichosogo-mie.jp/>、<http://shichosogo-mie.jp/map.html>)

事業実施における県との合意事項は下図のとおりである。

■ 基本合意事項(初期整備から第3期における)

(費用負担割合) 市町と三重県の負担割合は 2:1 とする。
(地図精度) 1/1,000の道路線、1/2,500の地形図の縮尺混合地図 として整備する。
(更新計画) 整備した地図の更新は、 概ね6年サイクルで更新 する。
(実施主体) 責任の明確化や事業継続性の観点から、 実施主体は市町総合事務組合 とする。

図 3-2-8：県との基本合意事項
出典：三重県市町総合事務組合

事業の主要な目的を下図に示す。

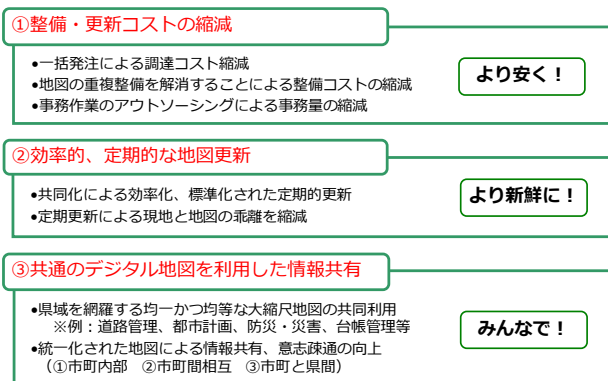
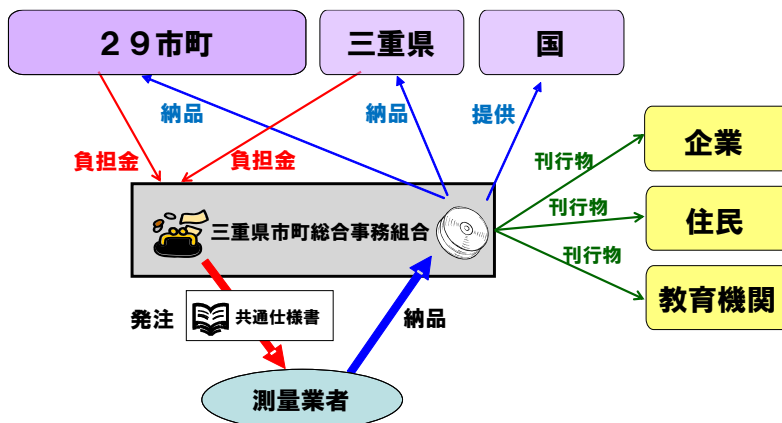


図 3-2-9：事業の目的
出典：三重県市町総合事務組合

事業の運営体制を下図に示す。



* 29市町の負担金については、(公財)三重県市町村振興協会基金を活用

図 3-2-10：事業の運営体制

出典：三重県市町総合事務組合

成果の利活用の主要な方法を下図に示す。

■ 地理空間情報集約システムの構築・運用

- 平成26年10月より、共有DMの利活用支援ツールとして、災害情報等を県域レベルで管理・共有することができる、LGWAN型GISを提供。
 + URL: <http://www.cloudjp.asp.lgwan.jp/sonicweb2/gis/mie/>

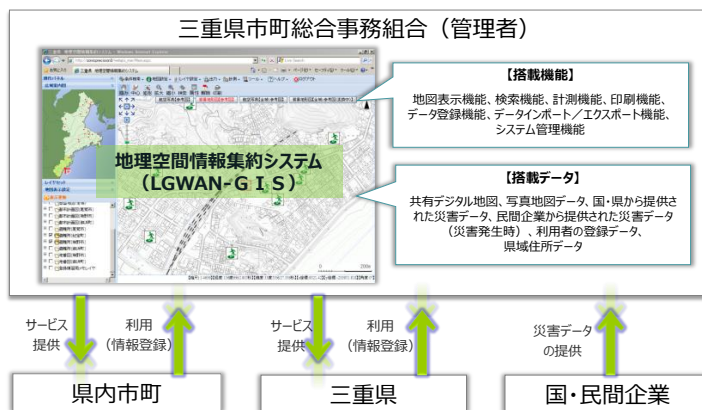


図 3-2-11：事業におけるシステムの運用

出典：三重県市町総合事務組合

主な公開データを下図に示す。

■ 主なシステム搭載データ



図 3-2-12：事業における主な公開データ

出典：三重県市町総合事務組合

(3) 開発協力への適用

本手法は、我が国における地方公共団体において、複数の団体の行政事務を特別地方公共団体である市町総合事務組合で受託代行しており、その事務のうちの一つとして、地理空間情報の整備・提供を行うものである。

開発協力への本手法の適用においては、相手国の行政区画、特に市町村レベルの行政単位を想定して、それらの複数の行政区画の地理空間情報の共同整備事業の実施可能性（裨益者となる自治体の意向や希望が顕在であること）、また我が国における市町総合事務組合のような組織の有無、ない場合の事業の実施主体について実現可能性があることが求められる。また、我が国の総務省に相当する地方自治を所掌する中央政府との合意形成も必要である。それらの条件が整ったケースにおいては、開発協力においても、実務的に検証済で、行政事務費用の縮減効果が得られる手法と言える。

表 3-2-6：スキームの利点（広域公共団体による地理空間情報整備・運用）

調査観点	内容
モチベーション	都市計画関連業務や、固定資産税務関連業務において必須の空中写真撮影や地形図作成について、コスト縮減効果が明確である。
制度面での優位性	複数の自治体が組合に業務を委託することで、自治体が技術職員を雇用しなくても良いこと、組合は継続的な事業のための職員を配置することで専門技術や業務の熟度が向上する。
技術上の優位性	行政区画の形状に囚われずに技術上で作業の効率化を追求できる。また作業自体のマスマリットにより原価低減を期待できる。 また、仕様の標準化が進むことで調達における競争性の向上と調達費用の低減が期待できる。

出典：調査団作成

(4) 参考情報

特別地方公共団体としての総合事務組合は、各都道府県で設置されており、三重県の共有デジタル地図事業は、他県に広がる可能性がある。

3-2-3 PPP/PFI 型地理空間情報の整備・運用

(1) 概要

PPP : Public Private Partnership とは、官民が協同して、効率的に質の高い公共サービスを実現する概念である。PPP では指定管理者制度や PFI : Private Finance Initiative などの民間企業の有する技術やノウハウを活用する手法を含んでいる。

PFI は、一般的には公共施設の建設・維持管理・運営等を民間資金や経営能力、技術力を活用して実施する事業に適用されている。一般的な公共事業における単年度・個別事業毎の調達への制約を取り除き、設計から運営までを包括的な事業を民間企業に委託することで、公共団体が直接に事業を実施することに比較して効率的また効果的に実施できる可能性を有している。我が国においては、「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の推進に関する法律 (PFI 法)」で定められている。

行政で必要とする地形図等の地理空間情報の整備・更新は他の公共調達と同じく、一般的には自治体の当該事務を所掌する部署において、入札等により調達を行い、民間企業等への委託契約より実施することが多いが、同様に予算制度による年度単位の断片的な事業となる可能性があること、自治体における技術職員の不足による調達におけるノウハウの蓄積不足などの問題を恒常的に抱えている。

PPP/PFI 型地理空間情報の整備・運用は、地理空間情報の整備・運用のための特別目的会社 (SPC) を自治体と民間企業の共同出資により設立し、SPC へ整備・運用の業務を委託したり、SPC で整備したりする地理空間情報を購入する事業の形態をとることで、自治体による直接の事業実施における問題点の一定の解消に役立っている。

(2) PPP/PFI 型地理空間情報の整備・運用の利点

表 3-2-7 : PPP/PFI 型地理空間情報の整備・運用の効果

効果の種類	効果の概要
①調達コストの縮減	民間企業による包括的な事業実施となるために、年度単位あるいは事業単位による細切れの調達と比較してコストの縮減が可能である。また、包括的な契約においては、予め事業費 (契約費) を明確化することが可能であり、予算措置が容易となる。
②高度なサービス・情報の調達	民間企業の有する経営ノウハウ・技術・製品の導入が容易となる。
③企業誘致などのビジネス促進	参入する企業にとっては、自治体を相手先とする安定的な魅力的な事業であり、有力な民間企業の誘致参入を促すきっかけとなる。 また、契約内容に依存する事項であるが、調達する製品を独占的な使用权を要求せずに企業にその他のビジネス利用を認めることで、民間企業のデータを利用した他の企業のビジネスの誘致を促進する。
④人的資源の確保	普通公共団体では、技術職員を雇用する分野もあるが、予算や経験上の制約から地理空間情報や GIS に関する職員を雇用できるケースは稀である。事業の包括的な民間への委託契約により、自治体の技術業務の負担を削減することが可能であり、人的資源確保の要求を低減させることが可能である。

出典：調査団作成

(3) 例示

● ミッドマップ東京

株式会社ミッドマップ東京は、東京都の公共測量成果・地図の有効活用と発展を目指して設立された SPC で、株式会社パスコと国際航業株式会社が出資者である。

東京都との共同事業である「第 2 次東京都縮尺 1/2,500 地形図更新事業（平成 19 年度～23 年度）」を平成 19 年 10 月に協定締結し、都市計画法に基づく都市計画基本図（東京都縮尺 1/2,500 地形図（平成 23 年度版））を作成し、その共同著作物等の管理運営及びこれらに付随・関連する事業を行っている。さらに、平成 24 年 8 月に「第 3 次東京都縮尺 1/2,500 地形図更新事業（平成 24 年度～平成 28 年度）」を協定締結し、東京都縮尺 1/2,500 地形図（平成 27 年度版）の測量業務とその共同著作物等の管理運営及びこれらに付随・関連する事業を行っている。

(<https://www.midmap-t.co.jp/>)

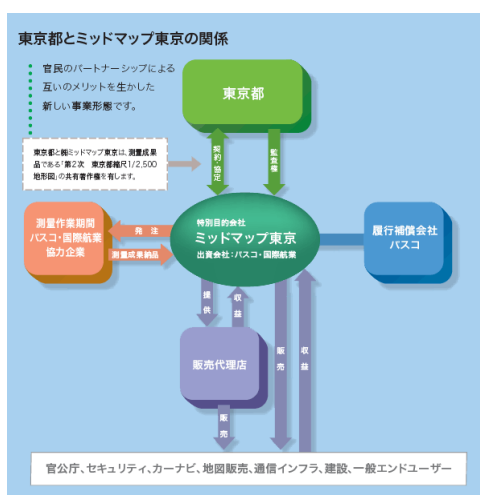


図 3-2-13：ミッドマップ東京と東京都と事業者の関係

出典：<https://www.midmap-t.co.jp/company/index.html>

● 世田谷区白地図データベース使用契約

PPP 方式により、民間事業者が作成する白地図データベース（縮尺 1/500、1/2,500、及び 1/10,000）を、区が使用料を支払って利用している。定期更新については、PPP 方式により、民間事業者が実施し、日常的な申請情報をもとに、区職員自らが地図データの編集を行い、これを仮データとして運用している。

区は本事業のパートナーとなる事業者と平成 12 年度に平成 13 年度から概ね 10 年間にわたるデータ提供についての基本協定を締結し、2 年次目以降に更新データを提供する場合には、前年度と同じ仕様であれば、前年度の価格を上回らないことを条件としている。本事業で作成されたデータの権利は事業者には帰属しているが、区は使用契約を締結した時点で、使用許諾の期間に年限は設けず、ただし作成から 3 年を経過した時点でデータの全ての権利を区が無償で取得するとしている。

(https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/download/a1_254/report_on_Lscale.pdf)



出典： https://www.city.setagaya.lg.jp/mokuji/kusei/010/001/d00125457_d/img/002.jpg

図 3-2-14 世田谷区白地図データベース

(4) 開発協力への適用

恒常的に地理空間情報を必要とする行政事務（施設の維持管理・建設や土木工事などにおける許認可・台帳整備）を特定して、その業務を SPC 等の外部機関への委託等により肩代わりをさせると共に、従前の予算の縮減を図るものである。

開発協力への本手法の適用においては、相手国における恒常的に地理空間情報を必要とする行政事務・所掌する行政機関を特定した上で、業務分析及び関連法制度把握を行い、少なくとも行政事務のアウトソーシングの実現可能性及び実用上の効果が認められる必要がある。また、我が国の総務省に相当する地方自治を所掌する中央政府との合意形成も必要である。

それらの条件が整ったケースにおいては、開発協力においても、実務的に検証済で、行政事務費用の縮減効果が得られる手法と言える。

表 3-2-8： スキームの利点（PPP/PFI 型地理空間情報の整備・運用）

調査観点	内容
モチベーション	我が国においては、「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の推進に関する法律（PFI 法）」で定められている。 都市計画関連業務や、固定資産税務関連業務において必須の空中写真撮影や地形図作成について、コスト縮減効果が明確である。
制度面での優位性	民間資金や経営能力や技術力を活用して、低廉で良好なサービスを構築できる可能性が高まる。また、事業運営上の予算増減のリスクは、契約する事業者が負い、公共団体の負担が削減できる。 波及効果として、産業育成・促進に貢献する。
技術上の優位性	複数の自治体が組合に業務を委託することで、自治体が技術職員を雇用しなくても良いこと、組合は継続的な事業のための職員を配置することで専門技術や業務の熟度が向上する。

出典：調査団作成

3-2-4 地理空間情報のエコシステム構築（G 空間情報センター）

(1) 概要

G 空間情報センターは、産官学の様々な機関が保有する地理空間情報を円滑に流通し、社会的な価値を生み出すことを支援する機関として設置された。平成 24 年 3 月に政府で閣議決定された地理空間情報活用推進基本計画（第 2 期）に基づき設立され、一般社団法人社会基盤情報流通推進協議会が運用を行っている。

地理空間情報活用推進基本計画（第 3 期）においては、地理空間情報の循環システムの形成を目標として掲げており、G 空間情報センターが担っている。



出典： https://www.geospatial.jp/gp_front/

図 3-2-15 G 空間情報センターポータルサイト

(2) 地理空間情報のエコシステム構築の利点

地理空間情報の作成者・提供者を、大きく 3 つに分類する。

① 国家測量機関である国土交通省国土地理院

すべての測定の基礎となる基本測量を実施する機関として、測量行政の中核的な役割を担っていることから、社会の最も基盤的な情報である、国家基準点や行政界、主要な地形・地物・地名などの空間情報の整備・維持管理は、国家行政の基礎的事業として、引き続き国土地理院の責任において実施する必要がある。

② 国土地理院以外の地方自治体を含む行政機関

地理空間情報活用推進基本法（平成 19 年施行）に基づき、地方公共団体は、基本理念にのっとり、国との適切な役割分担を踏まえて、当該地域の状況に応じた地理空間情報の活用の推進に関する施策を策定し、及び実施する責務を有する。（第 5 条）

③ 民間企業や NPO など

位置情報ビジネスや商用の地理空間情報商品の形態で、個別の整備を行っている。いずれの作成者・提供者も、地理空間情報の初期整備及び更新整備を主に行っている。しかし、これまで、ひとたび整備された情報の再利用を所掌したり目的としたりした機関はなかった。G 空間情報センターは、この循環システム（エコシステム）を担うために設置された。

G 空間情報センターは、一般社団法人 社会基盤情報流通推進協議会が運営している。ス

キームの利点として、地理空間情報の利活用促進に係る法的な裏付け（地理空間情報活用推進基本計画）に基づいて設置されており、産官学からの理解・協力を得やすいこと、また、一般社団法人として産官学に中立な立場で利活用推進を支援できることが挙げられる。またセンターの機能としての利点は以下のとおりである。

(https://aigid.jp/?page_id=1558)

① G 空間情報の流通支援： 国、地方公共団体、大学、民間等が保有する、オープンデータ、有償・無償データ、独自データなどの多様なデータを提供し、また、データを活用するための各種アプリケーション（利用環境）も提供する。

② 「情報信託銀行」サービス：公共データのオープン化： G 空間情報の基盤として位置づけられる政府、自治体保有の公共データを「信託」を通じオープン化することを目指している。国や自治体等には、高い有用性があるにもかかわらず、様々な制約等によりそのままでは公開はおろか利用もできないデータが存在しているが、これらのデータを適切な変換・集計や解析、匿名化等を施すことで、国や自治体・住民等に裨益する価値の高いデータに変換する。

③ 災害情報ハブ：防災・減災への貢献： データ保有者との連携協定（災害対応または減災に資する活動における情報提供に関する協定）、及びデータ利用者との連携協定（災害対応または減災に資する活動における情報利用に関する協定）を締結しており、災害時に、災害ボランティアや研究機関等の活動を支援するため、国、地方公共団体、大学、民間等が保有する災害対応に役立つデータを、いち早く現場関係者に届けることで、防災・減災に貢献する。

④ G 空間情報オープンリソースハブ：普及展開活用に関する取組： データだけでなく、その他のリソースのリユース・リサイクルのハブとして機能する。

⑤ G 空間情報の研究開発：新たな価値の創造

(3) 開発協力への適用

従前、地理空間情報の利活用促進に係る技術協力においては、地理空間情報のクリアリングハウス（地理空間情報の検索サービス）を測量機関や地籍機関などの C/P の機関内に設置・運用する活動が行われてきており、利活用促進の一定程度の効果があることが示されてきた。

G 空間情報センターをひな形とする開発協力における技術支援では、以下の要素を勘案の上で、デザインできる。

① 法的・政策面裏付け： 機関の運営を根拠づける法制度や政策策定の支援

② NPO や SPC などの形態での運用機関の設置： 機関を産官学で中立に活動させうる形態で設置するための支援。

3-2-5 特定の分野向けの地理空間情報の流通（HD マップ）

(1) 概要

HD-map(High Definition Map)は、交通規制や事故・渋滞・信号情報等のダイナミックな情報と、高精度 3 次元位置情報（路面情報、車線情報、3 次元構造物）等の静的情報を組み合わせた自動車の走行支援や自動走行のために設計された地理空間情報の仕様である。

HD-Map は内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」が提案し、ISO 14296:2016

Intelligent transport systems — Extension of map database specifications for applications of cooperative ITS として、国際規格化されている。国策として、我が国の自動車産業を中心とする産業における国際的な戦略の一部を成している。

我が国では、自動車産業・測量・計測機器・地図・ファンド等の多数の出資による民間企業が 2016 年に設立されて、HD-Map に関する技術開発、マップの整備、関連サービスを展開中である。国外においても、北米・欧州・中国などにおいて、仕様の国際標準化以後、活発にデータ構築やサービス開発に係る技術開発やビジネス開発が進展している。



図 3-2-16 : HD-Map の例

出典 : <https://global.nissannews.com/ja-JP/photos/photo-88c03969de1fb342eeb0a42722004f01-171026-01-33>

(2) HD マップの利点

自動車産業は、我が国では就業者数は 542 万人と全就業人口の 8.1%を占める（https://www.jama.or.jp/industry/industry/industry_1g1.html）基幹産業である。

昨今、自動車産業は、CASE : Connected, Autonomous/Automated, Shared, Electric と呼ばれる新しい領域で技術革新が急速に進展している。企業は、製造業から MaaS : Mobility as a Service への変容を求められている。MaaS の要の要素技術である走行支援技術・自動走行技術のキーとなる HD マップに関する国際的なポジション獲得は、我が国の自動車産業の生命線ともいえる。

途上国における HD-Map のビジネス展開は、先進国での普及期以降に訪れるものと考えられるが、HD-Map の整備は裾野の広い経済や雇用への波及効果が大きい。

（<https://www.dynamic-maps.co.jp/company/overview/index.html>）

(3) 例示 (ダイナミックマップ基盤株式会社)

高精度 3 次元地図データ(HD マップ)を提供する企画会社として 2016 年に設立、2017 年に(株)INCJ((株)産業革新機構(当時))、国内自動車メーカーからの出資を受け、事業会社に移行している。

2021 年 3 月時点で、高速道路と自動車専用道路上下線計 31,777km のデータ整備を完了、2024 年度までに 130,000km のデータ整備を完了する計画である。

(<https://www.dynamic-maps.co.jp/index.html>)

(4) 開発協力への適用

自動車産業における MaaS のための HD-Map 整備・運用の開発協力への支援は、標準化の攻防における自陣営に途上国を加えることによる優位性の観点、また途上国における自動車産業の振興策として検討の可能性を有する。開発協力への適用においては、スタートアップなどの民間企業の途上国での HD-Map の整備・運用などに係る参入支援が考えうる。

HD-Map 以外に特定の産業における地理空間情報の標準化や整備が進展しているものとしては、土木建設分野における BIM : Building Information Modeling とその国際標準である ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles

が挙げられる。土木・建設における設計・施工・維持管理のライフサイクルにおけるデータの流通・活用を目的とするもので、自動化施工や維持管理コストの低減などに大きな効果が見込まれており、今後公共調達における採用の進展ともに関連技術や関連サービスの発展が予想されている。

表 3-2-9 : スキームの利点 (特定の分野向けの地理空間情報の流通 (HD マップ))

調査観点	内容
モチベーション	CASE への対応の要素技術であり、自動車産業の生存競争において不可欠な技術・サービス開発の位置づけである。基幹産業の自動車産業の成長手段としての国策の一つである。波及的に、鉄鋼・精密機器・電子部品・繊維・小売業・モビリティ・流通の成長にも影響を及ぼす。
制度面での優位性	経済産業省において「Connected Industries」政策を打ち出しており、産業振興策や技術開発支援などを受けることができる。 https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/connected_industries/index.html
技術上の優位性	ISO 14296:2016 は、我が国の提案による国際標準である、自動運転やモビリティなどにおける標準化の主導権を握ることで国際競争力を高めることを狙っている。標準化においては、国間の連携や協調が重要であり、途上国を巻き込んだ取り組みは我が国にとっても利点が多い。

出典：調査団作成

(5) 参考情報

● TomTom

オランダに本社を置く多国籍企業で、ポータブルカーナビゲーションの開発・販売から、派生的にカーナビゲーション用の地図データの供給を行うようになった。世界有数の企業であり、特に欧州においてカーナビゲーション用地図データで市場を寡占している。

TomTom の HD マップは、世界の自動車メーカー上位 10 社のうち 9 社の R&D プロジェクトにうまく統合されており、道路上の 300 万台以上の車両に搭載されている。

(<https://www.tomtom.com/products/hd-map/>)

3-2-6 まちづくり DX Project PLATEAU(プラトー)(3Dの多目的利用プラットフォーム)

(1) 概要

国土交通省の実施するプロジェクトで、① 3D 都市モデルの整備、② 3D 都市モデルのユースケース開発、及び③ 3D 都市モデルの整備・活用ムーブメントの惹起、を通して、以下の実現を目指すものである。

全体最適・持続可能なまちづくり： 3D 都市モデルをプラットフォームデータとして防災、環境、交通等の多様な都市課題をサイバー空間上で一体的に分析し、フィジカル空間にフィードバック。総合的な構想・計画に基づいた、全体最適・持続可能なまちづくりを推進。

人間中心・市民参加型のまちづくり： 3D 都市モデルが可視化する具体的で精緻なまちの現状・将来パターンを、一部の専門家でなく市民レベルに共有。課題を市民目線に落とし込み、多様な主体の知恵・思いを詰め込んだ参加型、実験型のまちづくり。

機動的で機敏なまちづくり： 中長周期のまちの静的なデータに、人の流れなどの短周期の動的なデータを補完することにより、都市活動の状況をより精緻に再現・予測(シミュレーション)。最新技術も活用し、機動的で機敏なまちづくりを実現。

(https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/content/001388017.pdf)

Project PLATEAU は、2020 年度の事業として全国 56 都市の 3D 都市モデルの整備を完了し、開発したユースケース 44 件と実証成果を取りまとめた各種マニュアル・技術資料等 10 件を公開している。また、一般社団法人社会基盤情報流通推進協議会と技術協力の協定を締結し、「G 空間情報センター」において 3D 都市モデルのオープンデータ化を開始した。

(<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/210326ProjectPLATEAUver1.0.pdf>)

(2) 3D の多目的利用プラットフォームの利点

整備に先立って、② 3D 都市モデルのユースケース開発、及び③ 3D 都市モデルの整備・活用ムーブメントの惹起を踏まえた、データ仕様の策定が注意深くなされている、

Project PLATEAU では、CityGML を独自に拡張するとともに、我が国の都市計画情報等に着目した ADE である「i-UR」(2019 年内閣府地方創生推進事務局において策定)を採用しており、我が国の都市計画・都市活動の可視化機能を強化している。

(https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0000_ver01.pdf)

まちづくりでは具体的な目的のために予算を確保した上で整備が実施されるため、3D 多目的利用プラットフォームを活用すれば、3D データを最初から作成する必要がないので予算を圧迫することが少なくなる。

(3) 開発協力への適用

我が国においても、3D 都市モデルの大規模な整備を行い、まちづくりに生かす取り組みは始まったばかりであるが、仕様策定、ユースケースの検討、など技術面及び運用面の知見で得るべき部分は多い。

3-2-7 ウェブ API (サービス環境提供)

(1) 概要

サービス構築の観点から、マップ API を対象として、地理空間情報の整備・運用について考察する。

API : Application Programming Interface は、開発者が複雑な機能をより簡単に作成できるよう、プログラミング言語から提供される構造で、複雑なコードを抽象化し、それにかわる簡潔な構文を提供する。大別するとブラウザ API と、サードパーティ API に区分できる。

一般的なウェブブラウザは、ウェブブラウザ上で、文書の操作、サーバーからデータを取得、グラフィックス描画、動画や音声処理、デバイス制御などがある。

サードパーティ API では、Google Maps, Twitter, Amazon Product Advertising API などが有名である。

(https://developer.mozilla.org/ja/docs/Learn/JavaScript/Client-side_web_APIs/Introduction)

ここでは、特にマップ API として、Google Maps、Map Box、地理院地図、Open Street Map を取り上げる。

(2) ウェブ API の利点

表 3-2-10 : ウェブ API の効果

効果の種類	効果の概要
①ウェブエコノミー	ウェブ API を公開することで外部サービスとの連携を容易にして新たな価値が生まれ、サービスやビジネスが発展していくことは「API エコノミー」と呼ばれ、近年非常に注目されている。
②地図データの整備	自らが地図データを整備・更新することなく、提供するコンテンツを用いたウェブサービスを構築できる。
③サービスの質	自らが独自のウェブサービスを構築するケースと比較して、API を提供する企業が絶え間なく API の開発・改良を行うので、利便性、セキュリティなど、質の高いサービスの基盤が提供される。

出典：調査団作成

(3) 例示

- Google Maps

有償の API

Google の提供する地図データ、ルート情報、施設情報 (Place) を、ウェブ API を介して、自身の位置情報等のコンテンツやウェブサービスと統合できる。

(<https://cloud.google.com/maps-platform/?hl=ja>)

- Map Box

有償の API (<https://docs.mapbox.com/api/overview/>)

- 地理院地図 (電子国土 web)

地理院地図を使用する環境。

(<http://maps.gsi.go.jp/#5/35.362222/138.731389/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>)

- Open Street Map

Open Database License(ODbL)で提供される。

(<https://openstreetmap.jp/#zoom=5&lat=38.06539&lon=139.04297&layers=000B>)

(4) 開発協力への適用

表 3-2-11： スキームの利点（ウェブ API）

調査観点	内容
モチベーション	地図整備及びサービス開発のコストを低減しつつ行政情報などのコンテンツを公開できる。
制度面での優位性	—
技術上の優位性	米国の IT ジャイアントなどの開発力の高い企業の API を採用する時には、その時点での最高度の ICT 技術の恩恵を享受できる。また、独自の開発のコストを低減できる。

出典：調査団作成

外部かつ（国外に所在する）民間企業のサービスに依存する手法である。公的なサービスの構築に当たっては、法制度の面で障害がないことを確認することが不可欠である。また、費用面においては、各企業の定めた価格に従うことになるため、予算規模とサービス規模はトレードオフとなる。

3-2-8 事業スキーム体系化の試み

3-2-1 から 3-2-7 にあげた利活用動向について、事業スキームの特性という観点から、官需・民需及び法定業務・任意業務を軸として相対的なマッピングを図 3-2-17 に示す。また、そのマッピングと元となる各事業スキームの特性を表 3-2-12 に示す。

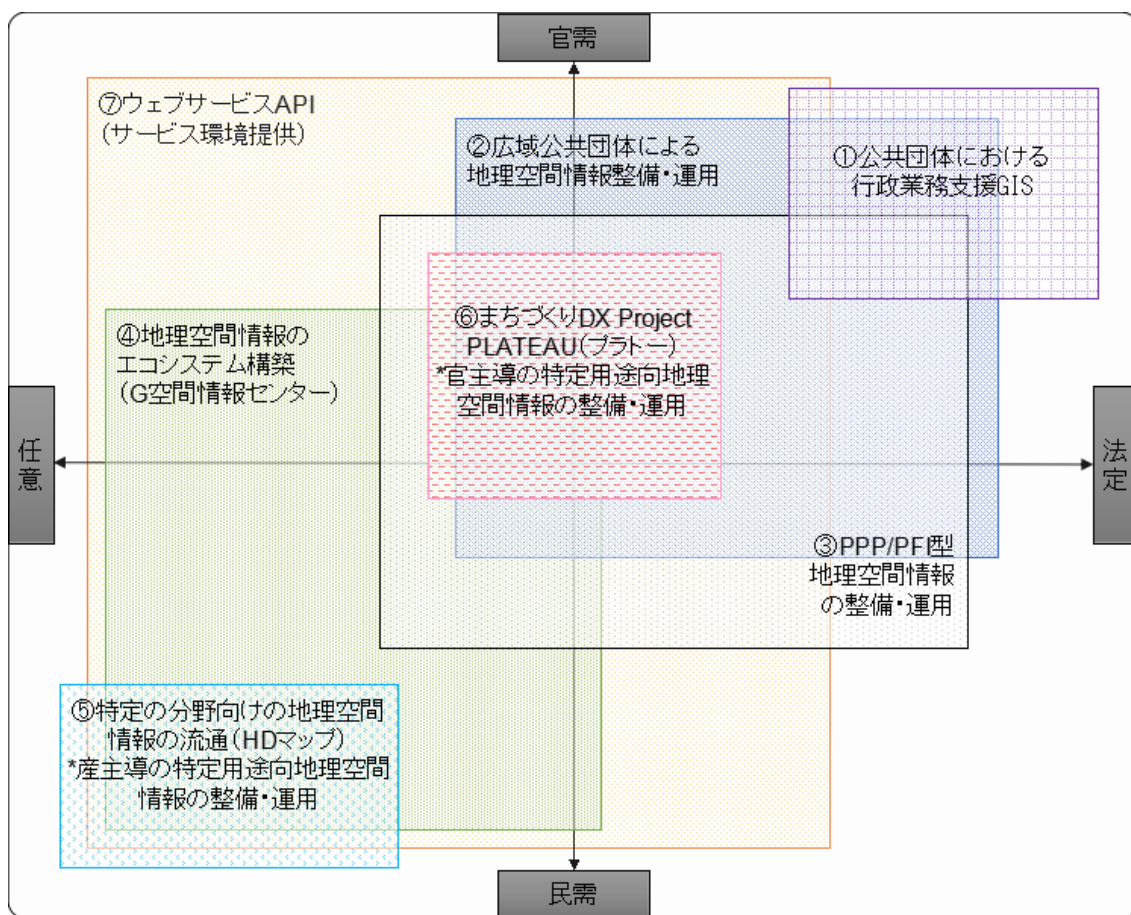


図 3-2-17 事業スキームのマッピング

出典：調査団作成

表 3-2-12 : とりあげた事業スキームの特性 (出典：調査団作成)

#	事業スキーム	特性
①	公共団体における行政業務支援 GIS	法定行政事務に位置付けられることをモチベーションとする。従前よりある予算・人的資源の活用と効率化を期待できる。自治を所掌する中央政府と地方自治体を相手として、対象国の法定事務を特定して GIS で代替する業務改善に適する。
②	広域公共団体による地理空間情報整備・運用	行政事務のコスト圧縮効果をモチベーションとする。 前者①と類似する事業スキームと言えるが、法定行政事務のみでなく、住民情報公開などの一般的な事務や民間企業への有償提供なども含めることができる。 対象国の行政区画や公共団体に係る制度で適用可能な場合に、自治を所掌する中央政府と複数の地方自治体を相手として、基盤的地理空間情報の整備・運用・更新する業務に適する。
③	PPP/PFI 型地理空間情報の整備・運用	行政事務のコスト圧縮効果をモチベーションとする。 前者②と類似するが、民間企業の技術や経営のノウハウを導入すること及び民間企業による製品の企業活動への再利用による民間分野への利用拡大が期待出来る。 対象国における行政への民間企業参入の可能性がある場合に、自治を所掌する中央政府と地方自治体及び民間企業を相手として、SPC 等の設置により基盤的地理空間情報の整備・運用・更新する業務に適する。
④	地理空間情報のエコシステム構築 (G 空間情報センター)	地理空間情報のうち、行政業務で整備された基盤的情報のみならず各種主題情報、任意の団体や民間企業等が整備する有償の製品、SNS 等で個人が生成する位置情報を含んでビッグデータ・ダイナミックデータ等の活動の副産物であるものを個別の組織の範囲を超えて集積・再利用を促進することで、産業振興を図ることをモチベーションとする。SDI の実装の一例と言える。 データ整備主体とはならず流通主体に徹することで、事業費を抑えて持続性のある SDI 事業を実施可能とする。NSDI の取り組みを行う国で特に事業費の確保が困難な場合に持続性のあるスキームとして適する。
⑤	特定の分野向けの地理空間情報の流通 (HD マップ)*産主導の特定用途向地理空間情報の整備・運用	きわめて限定的な分野 (HD マップでは運転支援や自動走行に関係する自動車産業、物流・運輸産業など) の目的に特化した地理空間情報の整備・運用による新たな事業の創出・拡大をモチベーションとする、産業界の先行投資である。 膨大な先行投資とそれに見合う事業における回収を計画する戦略的な整備である。道路交通分野は産業上で裾野が広い分野として先行している。その他の産業 (例えば通信) でも同様の取り組みの生じる可能性がある。途上国においては時期尚早であるが産業界の成功投資である限り、その国の市場に期待すれば、整備範囲として取り組みがされる可能性がある。
⑥	まちづくり DX Project PLATEAU (プラトー) (3D の多目的利用プラットフォーム) *官主導特定用途向地理空間情報整備・運用	上記⑤に類似できわめて限定的な分野 (Plateau では、まちづくりとして、都市計画、都市活動のモニタリング、防災・災害対策) の目的に特化した地理空間情報の整備・運用による新たな事業の創出・拡大をモチベーションとする、官の先行投資である。 都市問題に焦点を当てている途上国において、地理空間情報の整備・運用だけでなく、視覚に訴えわかりやすいことから広報活動等、様々な活動の起爆剤とすることができる。
⑦	ウェブ API (サービス環境提供)	地理空間情報をデータとして配布するのではなく、SaaS: Software as a Service の形態で提供する、又は第三者が提供するサービスのうち、地理空間情報にかかる部分を部分的に提供する。ウェブ API を公開することで外部サービスとの連携を容易にして新たな価値の創出をモチベーションとする。 ひとたび整備した地理空間情報を、データの保全を図りつつ、自組織だけでなくまた官民の区別なく幅広く活用を図る可能性がある。NSDI の公開において、幅広く民間活力を導入したいケースに適用できる。

3-3 位置情報・高精度測位サービスに係る動向

全地球測位システム（Global Positioning System , GPS）などのGNSSや、地上でGNSSを連続観測するCORSの発達により、地球上の3次元位置（経度・緯度・高さ）をmm～10cm程度の精度で測る高精度測位が可能となり、測量・地図作成、地殻変動観測、建機・農機の自動運転、天気予報といった幅広い分野で利用されている。

もともとGPSは米国が30年以上前に開発した衛星航法システムで、受信機の3次元位置を30m程度の精度でリアルタイムに決定できたが、当初より測量用受信機を複数台用いた数時間の観測から受信機間の位置関係（基線）を数cmの精度で求めることも可能であった。その後の衛星測位技術とサービスの発達は目覚ましく、現在では誰でも簡単にリアルタイムでcm精度の3次元座標を得ることができる。こうした高精度測位の恩恵をSociety5.0の社会全体で最大限に活用するには、位置基準の統一など、地理空間情報分野が果たすべき役割は今後も大きい。

ここでは、位置情報・高精度測位サービスに係る技術の進展と利活用の拡大を概観し、今後の動向を見る。衛星による高精度測位では、①測位信号を出す衛星、②衛星からの信号を受信する受信機、③高精度を実現するためのインフラや情報が必要となるが、それぞれの要素が進化して、測位性能が向上し、利活用も拡大してきたことがわかる（表3-3-1）。

表3-3-1 GNSS高精度測位の進展（イメージ）

時代区分は厳密なものではない。

構成要素	過去（～20世紀）	現在（21世紀）	近い将来
衛星、 測位信号	GPS、GLONASS	新しい衛星系（QZSS、Galileo、BeiDou等）	QZSS 7機（2023）
	周波数：L1、L2	新周波数：L5（E5） 信号：L1C、L2C等 補強：CLAS（日本）	測位性能の向上
受信機、 解析方法	測量用GPS受信機	測量用GNSS受信機	ローコスト化
	スタティック、キネマティック、リアルタイム・キネマティック（RTK）	ネットワーク型RTK、精密単独測位（PPP）、PPP-AR、PPP-RTK	左記のベストミックスによるサービス
高精度測位のための 情報・インフラ	国際GPS事業（暦） CORS（国、研究）	国際GNSS事業（暦、時計、バイアス等） CORS（国、民、研究） 民間サービス事業者	地域に応じて稠密化
測位精度	誰でも瞬時に10m プロが1日で数cm	誰でも瞬時に1m プロが瞬時に数cm	誰でも瞬時に数cm

出典：調査団作成

3-3-1 基本的な方法

(1) ナビゲーションと測量

GNSS本来の測位方法は、1台の受信機で4つ以上の衛星からの測位信号（コード）を受信して衛星までの距離を観測し、衛星位置を頼りに受信機位置を数m精度で瞬時に定めるナビゲーション（単独測位）である。衛星位置はGPSではWGS84と呼ばれるグローバルな3次元直交座標 (x, y, z) で表現されるので、GPSで得られる受信機の座標もWGS84となる。衛星の位置や搭載された原子時計の時刻情報は、衛星自体から放送されており、リアルタイムでの測位計算に利用できる。地球の形状を近似する適切な回転楕円体を導入すれば、 (x, y, z) を（経度・緯度・高さ）に変換できる。



出典：調査団作成

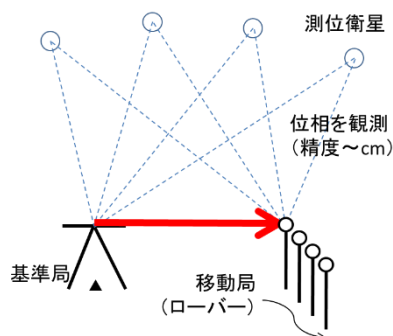
図3-3-1 衛星測位によるナビゲーション（単独測位、左）と測量（相対測位、右）

一方、**測量**では信号を載せた電波（搬送波）の位相を観測して距離の精度を高め、また2台の受信機の相対的な位置関係のみに注目することで共通誤差を相殺し、**cm**精度を実現する。このため、受信機の片方は座標がわかっている基準点に設置する。得られる座標は基準点の持っていた座標系に基づくものとなるが、基準点の座標系と衛星測位の座標系に大きなずれがないことが前提である。

測量では、現場で数時間程度観測したデータをオフィスに持ち寄り、PCの基線解析ソフトウェアで処理して、基線ベクトルを求めていた（**スタティック法**）。観測に時間を要するのは、位相観測につきものの観測開始時の位相整数値バイアス（**integer ambiguity**）を正しく求めるためである。2台の受信機で受信した2つの衛星の位相観測値の差（二重位相差）は、理論的に整数値となるので、基線解析でいったん実数値として推定されたバイアスを整数化して精度を向上させることができる。このことを**Ambiguity Resolution (AR)** またはバイアス整数化（**integer fixing of bias**）と呼ぶ。測量現場で良くGNSSがFixした、Floatのまま、などと言うのは、この整数値バイアスの状態に由来する。また後述の精密単独測位（**Precise Point Positioning, PPP**）においても、バイアスが整数化された状態をARという。

その後、利用できる衛星数の増加や2周波型受信機の普及により、短い時間でバイアスを整数化する手法が生まれ、1秒毎の観測からFix解を得る**キネマティック法**が実用化された。この方法では、基準点上の受信機（基準局）で観測を行いつつ、利用者は受信機（ローバー）を移動させながら、測定したい点で止まって観測を行う。その後、基準局及びローバーの観測データをオフィスに集めて解析し、効率的にローバーの座標を求める。観測頻度を高めれば、車など移動体の軌跡を得ることもできる。やがて携帯電話や無線機によって基準局データをローバー側にオンラインで伝送できるようになると、**リアルタイム・キネマティック測**

位 (RTK) が可能となった。現在でも良く利用される安定した技術である。



出典：調査団作成

図3-3-2 キネマティック測位 移動局の座標を効率的に決定できる。基準局データを無線でローバーに伝送すればリアルタイム・キネマティック測位 (RTK) もできる。

(2) 利用

黎明期のGPS単独測位の精度は30m程度で、一時期、米国が意図的な精度劣化をかけたこともあった。しかし、米国のGPS以外に、ロシアのGLONASS、日本の準天頂衛星システム (Quasi-Zenith Satellite System, QZSS)、欧州連合のGalileo、中国のBeiDouといった各国のGNSSが利用できる現在では、上空視界が開けた場所であれば、数mよりも良い精度でグローバルな3次元位置が得られる。カーナビや、スマートフォンのGNSSチップと地図アプリ等を用いて、極めて多数の者がナビゲーションを行っている。ウーバーやGrabといった配車アプリはGPSによるデジタルトランスフォーメーションの代表と目されるが (伊藤、2020)、本調査ではmmから10cm程度の精度の測位技術を対象とするため踏み込まない。

スタティック測位は、時間をかけて正確な座標を求めることに適しており、既設の基準点に基づいて新設の基準点を設置する**基準点測量**では標準的な方法である。また**地籍調査**の基準となる基準点設置にも利用される。日本で初めて測量用GPS受信機が導入されたのは、レーザー光線を用いて行っていた三角点間の距離測定による地殻変動観測の精度を上げるため、この時もスタティック法が用いられた。電子基準点の正確な座標を計算したり、地殻変動の監視を行うためには、24時間データのスタティック測位が通常である。

キネマティック測位やRTK測位は、1回の観測時間が数秒から数分と短く、効率的に座標を決定できるが、気象や電離層の擾乱の影響を受けやすいため、スタティック測位より精度は悪い。基準点 (局) からの距離が10km以内であれば、2cm程度の精度が実現できる。現場に自前の基準局を設けることで、建機や農機に取り付けたGNSSアンテナの位置をリアルタイムで知ることができるので、火山周辺での**無人化施工**にまず活用され、最近では、**ICT施工、農機の制御**等に幅広く利用されている。工事測量では、**逆打ち (staking out)** といって、事前に設定された座標値を持つ地点に基準点や杭等を設置することがあるが、RTK測位はそのために適している。

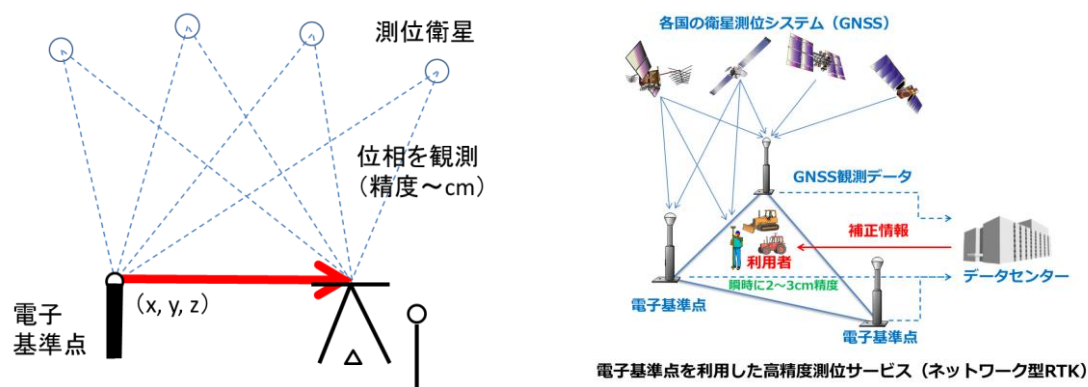
これらのキネマティック測位やRTK測位に基準局は必須であるが、必ずしも後述する電子基準点である必要はなく、例えば工事用基準点の上に三脚でGNSSアンテナを固定し、周辺に無線で観測データを飛ばせばよい。しかし全国に稠密な電子基準点が整備された日本では、電子基準点を利用したネットワーク型RTKのサービスが利用されることが多い。これは電子基準点がインフラとなっていることを意味している。

3-3-2 電子基準点を用いた方法

(1) 技術

電子基準点は、受信機とアンテナを常設してGNSS連続観測を行うための施設で、世界に先駆け、我が国の国土地理院が1995年頃から整備を進め、2004年には全国を約20～25kmの間隔でカバーしていた。国土地理院の電子基準点は、高さ5mのステンレス製の強固なピラー上にアンテナが設置されているが、CORSの形状は国によって異なる。測量法に基づき、国際標準である座標系（ITRF）と整合した国家座標（測量成果）が定義された基準点であり、利用者はインターネット上で公開された観測データ（受信機メーカーに依存しないRINEXフォーマット）をダウンロードし、利用者の観測データと組み合わせて基線解析を行い、効率的にGNSS測量ができる。

2002年には電子基準点のリアルタイムデータが利用できるようになり、高精度測位のための補正情報を民間事業者が利用者に配信するネットワーク型RTK測位が開始された。稠密な電子基準点網のデータを用いて、気象や電離層の擾乱等に伴う各種測位誤差を補正することで、広い範囲で即時に2～3cmの精度で電子基準点に基づく座標を求めることができる。補正方法にはいくつかの流儀があるが、よく普及しているVRS法（仮想基準点方式）では、利用者が概略位置をデータセンターに送信すると、データセンターから利用者近くの仮想基準点で観測されるはずのデータと座標が返され、利用者がRTK測位を行う方式である。ネットワーク型RTK測位には、VRS法以外にも、基準局を中心とする面的なパラメータで補正情報を送るFKP法、主従の基準局を用いるMAC（Master Auxiliary Correction）法があり、こちらでは利用者の概略位置を送信する必要はない。



出典：調査団作成

図3-3-3 基準点上で常時GNSS観測を行う電子基準点の概念（左）と、電子基準点網を利用したネットワーク型RTK測位のイメージ（右）。

(2) 利用

電子基準点の整備が進んだ日本や先進諸国では、測量（基準点、地籍、工事測量）や地図作成（航空機・ドローンの空撮、移動計測（MMS）車両の位置測定等）、地殻変動観測や津波の予測支援、ICT施工や精密農業、除雪、自動運転といった様々な分野において、あって当たり前のインフラとして電子基準点は利用されている。図3-3-4は、日本における電子基準点の利用分野をまとめたものである。

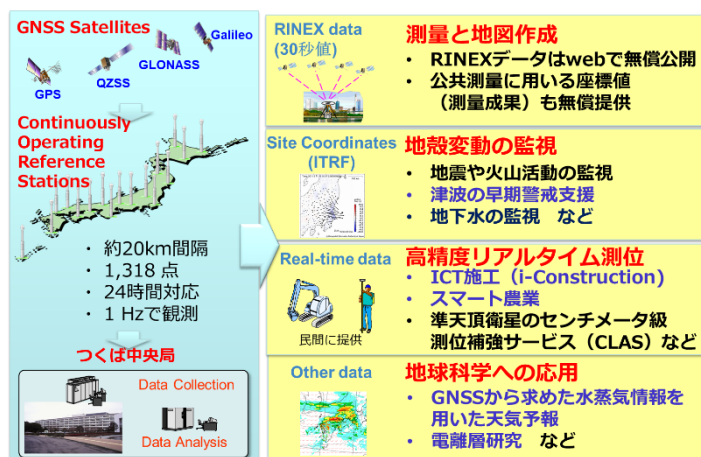


図3-3-4 日本の電子基準点網（GEONET）の現状と利活用 出典：国土地理院資料、2017年

1) 測量と地図作成

日本では電子基準点の観測データや測量成果は、測量法に基づく位置の基準として、自治体等によるGNSSを用いる公共測量に利用され、測量の正確性と効率性を確保している。例えば、基準点測量、空中写真・航空レーザ測量（航空機に搭載したGNSSアンテナの位置を電子基準点の1秒データからcm精度で決定し、地図や点群データを作成）、MMS測量（レーザ計測機・デジタルカメラ・GNSSアンテナを搭載した移動計測車両の位置を電子基準点データで決定し、地図や点群データを作成）等に利用され、市場規模は2013年時点で概ね単年度あたり100億円程度とされている（下山、2016）。トータルステーション（測距、測角を行う測量機器）による基準点測量に比べ、GNSSによる基準点測量では作業量を2～3割削減できる（辻ほか、2017）。

2) 地殻変動の監視

地震国・火山国の日本では、電子基準点はもともと地殻変動監視のために整備された。24時間分のデータをスタティック測位すれば、1cm以下の精度で座標が得られ、日々の座標を毎日比較すれば、徐々に進むプレート運動や大地震に伴う地殻変動を把握できる。政府の地震調査委員会の評価資料作成や地震・火山の防災研究に活用されている。

2011年の東日本大震災では、地震計が振り切れ、正確なマグニチュードがすぐに計算できなかった。電子基準点で巨大地震時の地殻変動がわかれば、地震計とは独立に地震規模を推定できる。東北大学や気象研究所との共同研究により、巨大地震発生時に概略の地殻変動を即時に把握して地震規模を推定し、津波予測支援に役立てるリアルタイムGNSS解析システムが開発され、運用されている（川元ほか、2016）。

3) 高精度リアルタイム測位

電子基準点で観測された1秒毎のリアルタイムデータは、通信回線を通し、国土地理院のデータセンター及び民間への窓口となるデータ配信機関（日本測量協会）に転送され、ジェノバ、日本GPSデータサービス、日本テラサット等の位置情報サービス事業者がこのデータを加工して測位誤差を軽減するための補正情報を作成し、契約者にリアルタイムで提供し

ている。利用者は自ら現場に基準局を設置することなく、瞬時にリアルタイムでcm精度の位置情報が得られるメリットがある。

位置情報サービス事業者のHPでは表3-3-2のような活用事例が紹介されている。

表3-3-2 高精度リアルタイム測位の活用事例

タイトル	概要	利用・提供者
国内初！ネットワーク型RTKを活用したブルドーザ3DMCによる排土板の高さコントロール	ブルドーザ排土板の高さコントロールはゾーンレーザを利用したMGを利用していましたが、新規に3DMCを導入するとともにネットワーク型RTKにてシステムを構成し、撒きだし管理を行うようにしました。 注) MG：マシンガイダンス、3DMC：3次元マシンコントロール	株式会社佐藤工務店、ジェノバ
マルチGNSS（試験運用）を利用したネットワーク型RTKによる転圧管理システム	ネットワーク型RTKによる転圧管理システムを震災復興道路である三陸沿岸道路の現場に採用しました。また現場は、取得衛星数が少なくFIX状態を維持するのが困難な状況であったため、試験運用中のマルチGNSSでの配信を使用しました。	宮城建設株式会社、ジェノバ
ネットワーク型RTK方式を造成工事現場に初適用：GNSS締め固め管理システム利用事例	固定基地局を必要としない「ネットワーク型-RTK方式」を、造成工事の締め固め管理システムに採用し、建設工事としては初めて実施工に適用しました。	鹿島建設株式会社、ジェノバ
道路台帳附図修正業務に伴う活用事例	国土交通省近畿地方整備局大阪国道事務所管内の道路台帳附図修正業務について、一貫したデジタル手法による修正作業をベースに、その現場については、作業範囲、工期より手法と工程を検討の結果、該当する基準点設置（4級基準点・補助基準点）にネットワーク型RTK-GPS（1台準同時観測による間接法・直接法）を採用した。	株式会社パスコ 関西事業部、ジェノバ
ネットワーク型RTK単点観測による基準点（星測点）測量作業マニュアルの構築	富田林市は、朝日航洋株式会社と共同で測地測量分野におけるネットワーク型RTK-GPS測量単点観測法を開発し、公共測量作業規程第16条（機器等及び作業方法に関する特例）による申請に基づいて国土地理院の助言を受け、市の公共測量に適用する事としました。	富田林市、朝日航洋株式会社、ジェノバ
高圧送電線の中心線・縦断測量ネットワーク型RTK活用事例	当社の測量部門では、公共測量・用地測量、土地境界測量、及びマイクロルート設置支障物調査、送電線技術測量など様々な業務を請け賜っており、また、それぞれの業務に対して最新の測量技術を駆使し、迅速かつ正確な位置情報の提供を行っています。今回は、その一環として導入したネットワーク型RTK測量（ネットワーク型RTK-GPS）につきまして、導入1年間で従事した業務内容を紹介いたします。	株式会社ハイデックス、ジェノバ
三菱モービルマッピングシステム（MMS）高精度移動体計測装置による計測事例	三菱電機が提供する三菱モービルマッピングシステム高精度GPS移動計測装置（MMS）とジェノバのネットワーク型GPSによるFKP後補正データを用いて、3次元地図製作に伴う道路周辺地物の計測を行う。 注) FKP：ネットワーク型RTKの補正方法の一つ	豊中市、ジェノバ
下水道台帳整備に伴う人孔調査測量	近年台帳のデジタル化が進み GIS 活用が増えたことにより、従来の写真測量によるマンホールの位置精度（25cm）レベルから GPS 精度（数cm）レベルへの向上が必要となり、VRS方式RTK 測量によりマンホール座標の取得を行った。	中日本航空株式会社、日本GPSデータサービス
用地測量のために4級基準点を設置	用地の境界確定のため4級基準点を4点設置。作業地域は上空視界も良好で、携帯電話での補正情報の取得もスムーズに行うことが出来た。	株式会社フジヤマ、日本GPSデータサービス

出典：ジェノバ (<https://www.jenoba.jp/case/>)、日本GPSデータサービス (https://www.gpsdata.co.jp/case_study/)

4) 地球科学への応用

大気中の水蒸気はGNSSの電波を遅らせて誤差をもたらすが、逆に電子基準点データから上空の水蒸気量が推定できる。2009年から電子基準点データから推定した水蒸気量が気象庁の数値気象予報に取り込まれ、その精度を改善している（気象庁・国土地理院、2009）。

以上、我が国における電子基準点を利用した高精度測位の活用事例の概要を述べた。一部重複するが、付属資料1-3にも、①GNSS/IMU（慣性航法装置）による空中写真測量、②MMS（車載写真レーザ測量システム）を利用した道路マネジメント、③精密農業（ドローン）、④ICT施工、⑤斜面の変位観測、⑥地籍調査、⑦UAVを用いた3次元レーザ計測、⑧降水予報の具体例を紹介している。

3-3-3 精密単独測位（PPP）サービスの普及

衛星測位技術のさらなる進化により、近年、近傍のCORSを利用しない**精密単独測位（PPP）**と呼ばれる方法（図3-3-4）を利用したサービスが登場している。PPPでは、ネットワーク型RTKと同様に、配信される補正情報を自らのGNSS測位に適用してcm精度の座標を得ることができる。プロバイダーから配信される補正情報は、グローバルなCORSのネットワークに基づくもので、利用者が現場に自前の基準局を設置することや、インフラとして周辺に稠密なCORSが整備されていることを前提としない。以下見ていくように、現在のところ、PPPの測位性能はRTKやネットワーク型RTKよりやや悪いが、CORSが整備されていない地域や海域でも利用できるというメリットがある。PPPの性能を改善する研究開発により、地域的なCORSを利用する**PPP-RTK**と呼ばれる手法も開発されている。

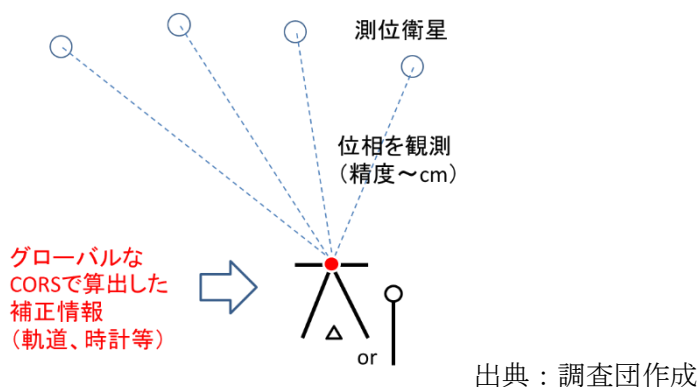


図3-3-4 精密単独測位（PPP）のイメージ。

(1) 精密単独測位（PPP）と様々な商用サービス

- 精密単独測位（PPP）は、もともと、国際GPS事業（International GNSS Service, IGS）のグローバルな観測網で得られたGPSデータを用いて軌道解析を行っていた米国NASA/JPLが1997年頃に開発した技術で、グローバル解析で決定された正確な軌道情報（衛星位置）、衛星搭載原子時計の時刻や各種バイアスの情報を利用して、単独の観測点の座標を効率的に計算する手法である（Zumberge et al., 1997）。24時間

分のデータを用いると、PPPでもグローバル解析と遜色のない測位精度が得られた。

- 農機具メーカーJohn Deereの子会社NavComは、精密農業やトラクターの自動運転を目指し、JPLと協力してStarFireというシステムを開発し、2000年にはリアルタイムで15cmの精度を得た (https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2017/ee_1.html)。その後、独自のCORS約60局によるPPP補正情報のサービスを開始し、30分程度の収束時間後は10cm精度でのリアルタイム測位が可能である。
- 受信機メーカーのTrimble、海洋開発会社Fugroも、独自のグローバルなCORSを設置し、PPP方式の高精度測位補正データをインマルサット等の衛星経由で配信するサービスを行っている。
- その後の研究開発で、位相の整数値バイアスをフィックスするPPP-ARの手法が開発され、PPPの精度が向上した (Ge et al., 2008)。

代表的なネットワーク型RTKであるVRS方式では、まず利用者の概略位置をデータセンターに送って補正情報を生成し、それを利用者へ届ける必要があるが、PPPではそのような双方向通信を必要としない。しかし、ネットワーク型RTKではほぼ瞬時にリアルタイム測位が可能になるのに対し、現在のところ、PPPでは受信機のスイッチを入れてから正確な測位ができるまでに30分程度の収束時間がかかる。

PPPの収束時間を短くするための研究は長年行われているが、実務的には、やや離れた場所にあるCORSのデータを用いて収束時間を早める方法 (PPP-RTK) が有効である。

PPP-RTKは、PPPの改良版で、1台の受信機の利用者に高速でcm単位の測位を可能にする。PPP-RTKでは、RTKほど稠密なCORSは不要で、既存のCORS網のデータ (コードおよび位相バイアス、電離層および対流圏の遅延、時計および軌道補正) を利用する。現在、PPP-RTKサービスは、いくつかの国で利用可能となっており、将来RTKおよびPPPの代替になると予想されている。インターネットやCORSが不足する地域でも高精度測位ができるだけでなく、補正サービスの低価格化にも貢献するであろう (GSA, 2019)。

- 前出の受信機メーカーTrimbleは、グローバルに設置した約100局の自社CORSによるサービス (Trimble RTX) に加え、北米や欧州の一部でさらにCORSを追加し、特定地域では1分の収束時間で2cm精度を得るサービス (Trimble RTX Fast) を提供している。これは、PPP-RTKの一種である。
- 2020年8月、我が国のグローバル測位サービス株式会社 (GPAS) は、JAXAが開発した軌道・時刻決定ソフトウェア (MADOCA) を活用し、独自のグローバルなCORSデータで作ったPPP方式の補正情報をインターネットで配信するサービスを始めている (https://www.gpas.co.jp/service_madoca.php)。
- 受信機メーカーLEICAを擁するHEXAGON社は2021年に「RTK from Sky」と謳い、どこでも瞬時にPPPでcm精度を得ることが可能とのプレスリリースを発表した。新しいGalileo E6信号の利用が鍵のようだが、まだ研究開発段階とされる。
- マスマーケット向けの受信機を開発しているu-blox社は、2021年にPointPerfectという名称で、精度10cm以下・初期化時間30秒以下の高精度測位補強サービスを米国、欧州で開始した (<https://www.u-blox.com/en/product/pointperfect>)。方式はPPP-RTK

で、得られる座標値はITRF2014の現在値、サポート受信機はu-bloxの製品である。今後も、様々な民間企業による類似サービスが登場することが予想される。

以上に出てきた、RTK、ネットワーク型RTK (NRTK)、PPP、PPP-RTKの関係をわかりやすく整理した資料があるので、表3-3-3及び図3-3-5に引用した。

表3-3-3高精度測位方法とCORSの必要密度

測位方法	RTK		PPP-RTK	PPP	
	RTK	NRTK		PPP-AR	PPP
補正情報	RTK	ネットワーク型RTK (VRS、FKP、MAC)	軌道、時計、コード・位相バイアス、電離層・対流圏遅延等	軌道、時計、コード・位相バイアス	軌道、時計、コードバイアス
CORS密度	ローカル	地域的		グローバル	
水平精度	1cm+1ppm × 基線長	~2cm	2~6cm	2~5cm	5~20cm
所要時間	< 60秒	< 60秒	< 60秒	15分	30分

出典：高須, 2021, p.3の表を調査団が簡略化

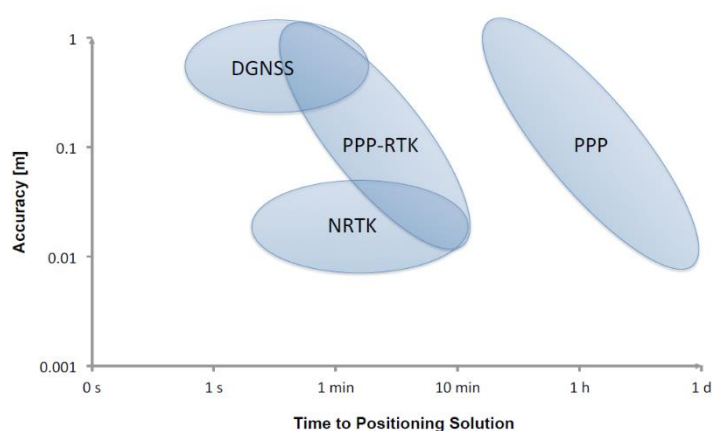


図3-3-5 高精度測位手法の精度と所要時間（出典：Choy, 2018）

(2) センチメートル級測位補強サービス (CLAS)

2018年に我が国のQZSSは4機体制となり、国内でセンチメートル級測位補強サービス (Centimeter Level Augmentation Service, CLAS) の運用が開始された。QZSSからの補正信号 (L6帯) を解読できるGNSS受信機があれば、無料で水平精度6cm、上下精度12cmのリアルタイム測位が即時に利用できる。自動走行・安全運転支援や高精度位置情報サービス、地形図の修正作業等での利用が期待されている。CLASでは、衛星の軌道情報・時計情報等の補正情報だけでなく、電離層遅延や対流圏遅延といった場所によって異なる誤差要因も補正するために、電子基準点のリアルタイムデータが利用されており、PPP-RTKの一種であ

る。

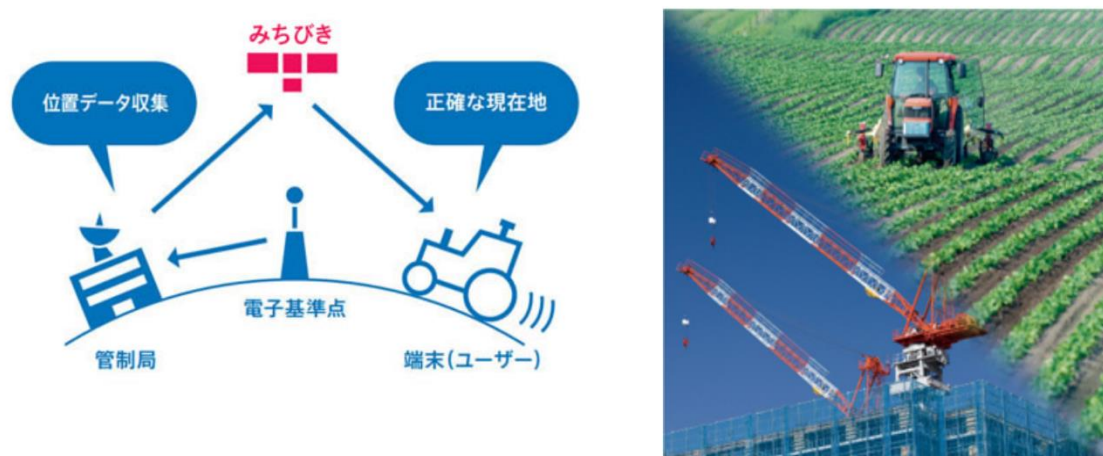


図3-3-6 CLASの模式図 出典：内閣府宇宙開発戦略推進事務局みちびき（準天頂衛星システム）HP、https://qzss.go.jp/overview/services/sv06_clas.html

衛星自体から高精度測位の補正情報を送信するのは、我が国のQZSSが初めてだが、GalileoやBeiDouでも衛星から高精度測位補正情報を送るための開発が行われている。補正情報を配信する信号の帯域がQZSSのものより狭く、得られる精度は20cm程度とされているが、より帯域幅の広いインターネット経由での補正情報提供も計画されている。

なお、準天頂衛星システムは、追加3機の開発を進め2023年度に7機体制を目指しており、海外の技術動向に合わせ、精度・信頼性の向上等が進められる（宇宙基本計画、2020年6月30日閣議決定）。

3-3-4 ローコストGNSS受信チップの出現

cm級の測位精度を得るには、衛星と受信機間の距離をcmの分解能で測定する必要があり、このため測量分野では、衛星の測位信号（コード）の元となる搬送波の位相が記録できる測量用GNSS受信機が利用される。搬送波として最近のGNSSではL1帯（1575.42MHz）やL2帯（1227.60MHz）だけでなく、L5帯（1176.45MHz）やE6帯（1278.75MHz）が利用されており、各国のGNSSに対応できるハイエンドのGNSS受信機の定価は300万円を超える。また安定した位相特性を有する測量用アンテナも100万円を超えるものがある。CORSではこうしたハイエンドの測量用受信機やアンテナが利用されている。

近年、自動車等の高精度測位を行うマスマーケット向けに、新興の受信機メーカーから、搬送波位相の記録が可能なマルチGNSS・多周波数対応のGNSSチップが販売されている。例えばu-blox社のZED F9Pボードを組み込んだ受信機の価格は10万円程度であるが、国内での検証では、得られる精度は測量用受信機に匹敵すると言われている。ただし、安価なGNSSアンテナを使った場合は精度が下がるので、測量用アンテナを用いるか、アンテナ位相特性モデルをきちんと測定することが必要である（小門、2020）。

こうしたローコスト受信チップが既に実用されている事例として、F9Pボードを組み込んだGNSS受信機を森林測量向けにパッケージした「スマート測量ポール」がある（高岸、2020）。

上記については、7章の7-5-1(3)モデルプロジェクトの1)で紹介しているので、参照されたい。

3-3-5 CORS の整備主体の拡大

日本では、全国に稠密に整備された電子基準点が、国家座標を用いる公的な測量や地図作成の基準点として利用されている。また民間事業者による電子基準点データを用いたネットワーク型RTK等のサービスを利用すれば、利用者は自前の基準局を用意しなくてもよいので、電子基準点はリアルタイム測位の基準としても利用されている。さらに、QZSSのCLASは電子基準点のデータを利用している。

一方、低価格で性能の高いGNSS受信機が利用できるようになると、一般の方が自分で簡易なCORSを設置し、そのデータをインターネットで無償提供する「善意の基準局」という興味深い動きがみられる（トランジスタ技術、2018）。これらの基準局の近くではRTK測位が可能となる。ボランティアなので基準局の永続性は保証されないが、2021年現在、約70局のリアルタイムデータが公開されている（<https://rtk.silentsystem.jp/>）。

さらに2019年には携帯電話基地局を有する複数の通信事業者が、自らの通信インフラを生かして独自のGNSS基準局を整備し、GNSSによる高精度測位サービスの提供を開始した。

- ソフトバンクは、全国に独自の3,300の基準局を設置し、利用者に最寄りの基準局のデータを配信してRTK測位ができるようにするIchimillと呼ばれるサービスを、従来のネットワーク型RTKのコストの1/10程度で実現したと発表した。

（<https://www.softbank.jp/biz/iot/service/ichimill/>）。

ソフトバンクでは、今後あらゆる産業が自動化する中、重要なのは「高精度な位置情報」と考え、ソフトバンク独自基準点によるRTK測位のサービスを行っている。利用事例としては、ヤンマーによる農機の自動運転及び運転アシスト、鹿島建設によるドローンの自動制御を用いた建設現場管理、BOLDYによるバス等の自動運転及び運転アシストが紹介されている。ソフトバンクでは、ichimillとは別に、HAPS MOBLIEと呼ばれる成層圏プラットフォームの開発、低軌道衛星OneWebへの出資、静止衛星を利用した低速度通信サービスSkyloを3種の神器として進めている。地上通信網では届かない山間地にも成層圏プラットフォームを経由して補正情報を届けることを検討している（北原秀文グローバル事業戦略本部長による招待講演、2021年7月15日、第19回衛星測位と地理空間情報（G空間）フォーラム）。

- NTT docomoでは、国土地理院の電子基準点に加えてドコモ独自固定局（点数は非公開）を活用して、GNSSからの測位情報を補正し、誤差数センチメートルの位置補正情報を提供する「docomo IoT高精度GNSS位置情報サービス」を行っている。

（https://www.nttdocomo.co.jp/biz/service/highprecision_gnss_positioning/）

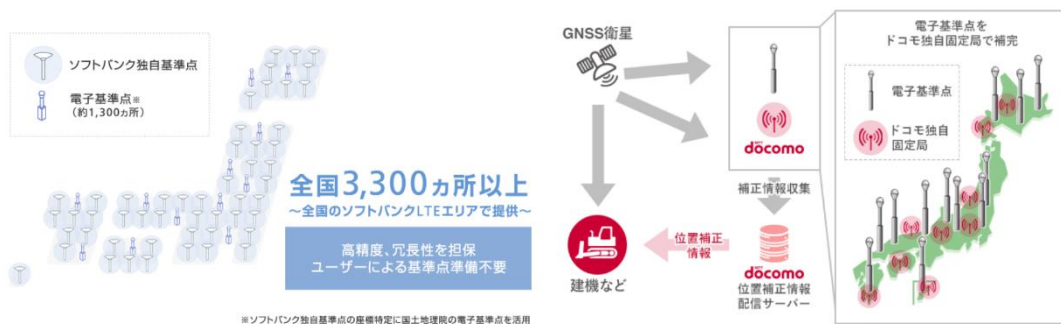


図3-3-7 ソフトバンクのichimil（左）、NTT docomoのIoT高精度GNSS位置情報サービス（右）

出典：各社HP

国土地理院では、民間が独自に設置したCORSによって高精度測位サービスが提供されるようになったことを踏まえ、2020年に、測量と測位の座標系が統一されるよう、一定の基準を満たす民間等の基準局を民間等電子基準点として登録し、ICT施工等の公共測量に活用できる仕組みを作っている

(<https://www.gsi.go.jp/eiseisokuchi/eiseisokuchi41030.html>)。

2021年6月にはソフトバンクの独自基準点1点が国土地理院の民間等電子基準点として登録された。残りの独自点も登録を予定し、全国のi-Constructionの現場で利用できるようにしている (https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2021/20210630_02/)。

3-3-6 現状のまとめと今後の技術動向

(1) 高精度測位技術は百花繚乱

以上見てきたように、2021年現在、GNSSによる高精度測位の手法としては、近傍のCORSを用いる伝統的なRTKやネットワーク型RTKだけでなく、グローバルなCORSから得られた補正情報を用いる精密単独測位 (PPP) や、PPPの精度を高めたPPP-AR、また地域的なCORSのデータも併用してPPPの効率性を高めたPPP-RTKの技術が実用化されている。そして、衛星運用国、国際学術機関 (IGS)、民間企業等は、これらの技術を用いて、無償・有償で様々な高精度測位のサービスを展開している。いくつかの企業は、CORSの整備状況に応じて地域によって複数の技術を使い分けたサービスも提供している。このようにGNSS高精度測位のサービスは百花繚乱状態にあり、SDGsをはじめとする開発課題を抱える開発途上国に、様々な選択肢が用意されている (表3-3-4)。

表3-3-4 国内外で利用可能なGNSS高精度測位サービスの事例

国内向け	方式／基準局	精度の目安	料金
ジェノバ https://www.jenoba.jp/	ネットワーク型RTK等 国土地理院電子基準点	2～3 cm	月2万円 ～ (オプション で異なる)
日本GPSデータサービス https://www.gpsdata.co.jp/			
日本テラサット https://www.terasat.co.jp/			
準天頂衛星センチメートル級測位補強サービス (CLAS) (内閣府・三菱電機が運用) https://qzss.go.jp/technical/system/l6.html	PPP-RTK、衛星配信 国土地理院電子基準点	水平6cm、 高さ12cm (95%)	無料 L6受信機必要
ソフトバンク Ichimill (ALESが運用) https://www.softbank.jp/biz/iot/service/ichimill/	RTK 独自局3300点 (国内)	数 cm	年3.6万円
docomo IoT高精度GNSS位置情報サービス https://www.nttdocomo.co.jp/biz/service/highprecision_gnss_positioning/	RTK 国土地理院電子基準点 +独自局 点数不明	数 cm	要問合せ
海外向け	方式／基準点	精度の目安	料金
NAVCOM Starfire (農機具メーカーの子会社) https://www.navcomtech.com/en/	PPP 衛星配信 独自局 60局	10 cm 収束30分	2020年 サービス停止
Trimble centerpoint RTX (機器メーカー) https://positioningservices.trimble.com/services/rtx/centerpoint-rtx/	PPP、衛星/ネット配信 独自局 ～100点	水平2 cm 高さ5 cm 収束15分	Trimble 受信機 購入者 は無料
Trimble centerpoint RTX Fast	上記に加え、ローカル な独自局を利用	北米・欧州 で収束1分	
Fugro Seastar (海洋開発会社) www.fugro.com/our-services	PPP 独自局 点数不明	10cm未満 収束30分	
VERIPOS APEX (機器メーカーHEXAGONの一部) https://veripos.com/services/apex-services	PPP 独自局 点数不明	水平4 cm 高さ9 cm 収束30分	
グローバル測位サービス株式会社 (GPAS) 高精度測位補強サービス https://www.gpas.co.jp/ (JAXAのMADCOCAソフトを活用)	PPP、ネット配信 独自局 点数不明	数 cm 収束30分	要問合せ

出典：各サービスのHP、東京海洋大学高須知二氏のサイト (<http://gpspp.sakura.ne.jp/>) 等を参考に調査団作成

(2) 今後の技術動向

1) 専門家へのアンケート

衛星測位技術の今後の動向について、国内の専門家・関係者（メーカ、配信事業者、測量会社等）から構成される「電子基準点を利用したリアルタイム測位推進協議会」の基盤技術WG及び利用促進WGのメンバーに、メールでアンケート調査を実施した。

表3-3-5のとおり、PPP等の高精度測位技術は今後も進展するが、信頼性の高いネットワーク型RTKの手法や、それを支えるCORSの必要性は変わらない、という回答が多く得られた。

詳細は付属資料9を参照されたい。

表3-3-5 今後の技術動向やCORSの必要性についての専門家へのアンケート結果

項目	主な意見
今後の受信機の動向	安価なGNSSチップは普及するが、測量用アンテナは残る
精密単独測位 (PPP) の収束時間短縮	既に収束時間1分の商品はある (Trimble RTX)
PPPが普及したら、従来のNRTKはどうなるか	精度や信頼性の観点からNRTKは残る
民間のCORS	利用の選択肢が増えるのは良いことだが、座標系の統一が必要
開発途上国でのCORSの在り方	基盤となるCORSは国。必要に応じ民が稠密化する
最も注目している高精度測位技術やサービス	準天頂衛星システムのCLAS、Trimble社のCenterPointRTX Fast、低軌道衛星による測位サービス
最も成功した高精度測位サービスの活用事例	測量・地図、地殻変動、防災、精密農業、ICT施工、ドローン
低価格GNSSの活用案	護岸工事のケーソンの変位計測、途上国のCORS整備支援
その他	地籍測量への活用 測地基準系は高精度測位の基礎 ISO TC20 (航空機および宇宙機) との連携

出典：「電子基準点を利用したリアルタイム測位推進協議会」WGメンバー6名の意見をまとめたものである。

2) 有識者・国土地理院へのインタビュー

本調査に先立ち、地理空間情報分野の有識者 (3名) と国土地理院関係者にインタビューを実施し、高精度測位について表3-3-6のような意見を得た。

表3-3-6 高精度測位に関する有識者・国土地理院ヒアリング結果

ヒアリング意見	備考
途上国では水の流れる方向を決める高さの精度が重要。水が逆流しない精度 (2~3cm) で高さを測るには、近くにCORSが必要。精密単独測位 (PPP) は精度が足りない (有識者)	PPPの技術開発が進みリアルタイム性が向上しても、精度的にCORSが必要な分野があることを認識する。
ジオイド、航空機重力測量の協力がお勧め (有識者2名)。これらについて将来の協力はありうる (地理院)	将来、重力分野の技術協力を行うためにはどのような準備が必要か整理する。デンマークと米国NGAの協力事例があることに注意。
CORSの官民分担は対象国の状況や政策による。位置情報サービスを国が管理すべきという考えの国もある (地理院)	主要国の事例を調査し (既往文献+Web調査)、開発途上国に適用可能な官民連携モデルを考える。
国連のマルチの協力にJICAのバイの協力をどう絡めるかはなかなか難しい (地理院)	地球規模の測地基準座標系 (GGRF) に関する国連決議に関する取組みを調査し、JICA協力に取り込む方法を考える。

出典：調査団作成

参考文献

- 伊藤亜聖 (2020) : デジタル化する新興国、中公新書.
- 川元智司、檜山洋平、古屋智秋、佐藤雄大、太田雄策、西村卓也、等々力賢 (2016) : 電子基準点リアルタイム解析システム (REGARD) プロトタイプの開発、国土地理院時報、128、55-66.
- 気象庁、国土地理院 (2009) : 国土地理院電子基準点観測データ (GPS データ) の活用による気象庁メソ数值予報の改善について～水蒸気データをとりこむことにより、予報精度が向上します～、報道発表資料、
http://www.jma.go.jp/jma/press/0910/27a/MSM_GPS.pdf. (2021年6月14日閲覧)
- 小門研亮 (2020) : 低価格アンテナ・受信機を用いたGNSS連続観測システムの開発、2020年日本測地学会講演.
- 下山泰志 (2016) : 地図・測量の社会・経済に与える効果の研究 (平成 27 年度)、国土地理院時報、128、83-93.
- 高岸且 (2020) : 森林内での2周波マルチGNSSによるRTK測位の位置精度検証、日本森林学会大会発表データベース 131(0), 664, 2020.
- 高須知二 (2021) : Technology Evolution of Multi-Constellation RTK、測位航法学会研究委員会資料、http://gpspp.sakura.ne.jp/paper2005/IPNTJ_NEXTWG_202102.pdf. (2021年6月14日閲覧)
- 辻宏道、畑中雄樹、檜山洋平、山口和典、古屋智秋、川元智司 (2017) : GEONET運用20年 : 課題と展望、国土地理院時報 (129)、85 - 111.
- トランジスタ技術 (2018) : 特集地球大実験ピタリcm、2018年1月、CQ出版社.
- Choy, Suelynn (2018) : GNSS Precise Point Positioning (PPP)、ICG 発表資料、
https://www.unoosa.org/documents/pdf/icg/2018/ait-gnss/16_PPP.pdf.
- Ge, M., Gendt, G., Rothacher, M. et al. (2008): Resolution of GPS carrier-phase ambiguities in Precise Point Positioning (PPP) with daily observations, J Geod 82, 401.
- GSA (2019): GNSS market report 2019 ISSUE 6,
https://www.euspa.europa.eu/system/files/reports/market_report_issue_6_v2.pdf.
- Zumberge, J. F., M. B. Heflin, D. C. Jefferson, M. M. Watkins, F. H. Webb (1997): Precise point positioning for the efficient and robust analysis of GPS data from large networks, Journal of Geophysical Research: Solid Earth Volume 102, Issue B3.

第4章 地理空間情報・位置情報の分類と官民の役割

4-1 地理空間情報

4-1-1 種類と利用用途

各基盤データの代表的な利用用途に関する情報を収集し、その利用用途毎に必要とされるデータの代表的な仕様（縮尺、精度等）の観点から整理する。

(1) 日本の公的な地理空間情報

測量行政を所掌する国土交通省国土地理院が国土全域を対象として整備する地理空間情報、国土地理院以外の政府省庁・都道府県市区町村等の地方公共団体において、行政業務上で必要とする地理空間情報に区分して整理する。

1) 国土地理院により整備される地理空間情報

「地理空間情報活用推進基本法」（平成19年法律第63号）で示す基本理念及び施策に基づいて、整備する地理空間情報は原則として無償又は配布に係る実費程度の価格で公開されている。下表は、公開・配布している主な地理空間情報製品の一覧である。公開・配布は、4つの方法（1. 印刷物としての頒布、2. デジタルデータのオンラインでのダウンロードサービス、3. デジタルデータのDVD等のメディアでの頒布、及び4. インターネットでの閲覧サービス）で行われている。

表 4-1-1 国土地理院の地図・空中写真等の刊行物・提供物

提供方法/種類	紙	オンライン提供	DVD・CD	Web
地図画像	・地形図等	・電子地形図 20 万 ・電子地形図 25000	・電子地形図 25000	・地図・空中写真閲覧サービス ・地理院地図
ベクトルデータ	—	・基盤地図情報 ・数値地図（国土基本情報 20 万） ・数値地図(国土基本情報)	・数値地図(国土基本情報)	—
標高	—	・基盤地図情報	・数値地図(国土基本情報)	・標高タイル
空中写真	・出力印画	—	・数値空中写真	・地図・空中写真閲覧サービス ・地理院地図

出典：<https://www.gsi.go.jp/MAP/index.html>

公開頒布されている製品の元となる地理空間情報は、電子国土基本図（地図情報）として体系化されている。道路、建物などの電子地図上の位置の基準となる項目（基盤地図情報の取得項目）と、植生、崖、岩、構造物などの土地の状況を表す項目とを一つにまとめた、我が国全域をカバーするベクトル形式の地図情報。都市域では縮尺 2500 分 1 相当以上、その

他の地域では縮尺 25000 分 1 相当以上の位置精度で整備。また、それらの情報をもとに小縮尺地図の整備も行っている。電子国土基本図(地図情報)は、共通に使える白地図として、ハザードマップや各種地図のもととなる情報として広く使われている。

表 4-1-2 国土地理院の主な地理空間情報製品

製品	概要	備考
数値地図(国土基本情報)	基盤地図情報、数値地図シリーズ(空間データ基盤、行政界・海岸線、地名・公共施設)及び数値標高データ(5m、10m、50m メッシュ)をすべて統合し、さらに地図表現に必要な各種のデータ項目を加え、多様な属性情報も持たせた、総合的な地理空間情報。	1/2,500 水平位置の標準偏差 1.75m 以内 標高点の標準偏差 0.66m 以内 1/10,000 水平位置の標準偏差 7.00m 以内 標高点の標準偏差 3.33m 以内 1/25,000 水平位置の標準偏差 17.5m 以内 標高点の標準偏差 5m 以内
数値地図(国土基本情報 20 万)(地勢図)	電子国土基本図(地図情報)のデータを編集して作成したものであり、縮尺 20 万分 1 相当の地図描画に対応したベクトルデータ。行政区画界線、道路中心線、鉄道中心線、建物、海岸線、水涯線、土地利用記号、等高線、注記などの項目を含む。電子国土基本図(地図情報)の更新に応じて適宜更新される。	上記の数値地図(国土基本情報)の縮小編集であり、転移や総描がない地物の精度は元データと同等である。つまり、元データの縮尺に応じて、1/2,500 から 1/25,000 相当である。
基盤地図情報	平成 19 年に成立した地理空間情報活用推進基本法で規定され、位置の基準として用いられる 13 項目が整備される。作成に用いられる測量成果は、都市計画基図・道路台帳図・河川基盤図等の基本測量・公共測量・水路業務法による水路測量である。	都市計画区域内 平面位置の誤差 2.5m 以内 高さの誤差 1.0m 以内 都市計画区域外 平面位置の誤差 25m 以内 高さの誤差 5.0m 以内
主題図	国土の基本的な情報のうち、政府他省庁で整備されない主要な主題情報が含まれる。	火山土地条件図： 1/10,000~1/50,000 相当 火山基本図： 1/2,500~1/10,000 相当 活断層図： 1/25,000 相当 土地条件図： 1/25,000 相当 沿岸海域土地条件図： 1/25,000 相当 治水地形分類図： 1/25,000 相当

出典：数値地図(国土基本情報) <https://www.gsi.go.jp/kibanjoho/kibanjoho40025.html>
 数値地図(国土基本情報 20 万) <https://www.gsi.go.jp/kibanjoho/kibanjoho40082.html>
 基盤地図情報 <https://www.gsi.go.jp/kiban/towa.html>
 主題図 <https://www.gsi.go.jp/kikaku/index.html>

国土地理院は、1/2,500(水平位置の標準偏差 1.75m 以内、標高点の標準偏差 0.66m 以内)、及び 1/25,000(水平位置の標準偏差 17.5m 以内、標高点の標準偏差 5m 以内)を主として、基盤的情報の位置づけで地物を網羅的に定義した製品を提供していると言える。

2) 公共測量として省庁・都道府県・市区町村・独立行政法人により整備される地理空間情報

我が国の測量成果は、測量法で、基本測量、公共測量、及び基本測量及び公共測量以外の測量に区分され、大部分は公共測量が占めている。本項では、平成30年度 公共測量実態調査報告書から、利用用途と典型的な仕様について抜粋する。

測量目的別の割合を示す。件数では、道路計画、砂防計画、土地改良、その他、道路台帳の順に多く、面積は、森林計画、固定資産、その他、砂防計画、総合計画の順に多く、延長は、地盤変動調査、道路台帳、河川管理、総合計画、河川計画の順に多い。

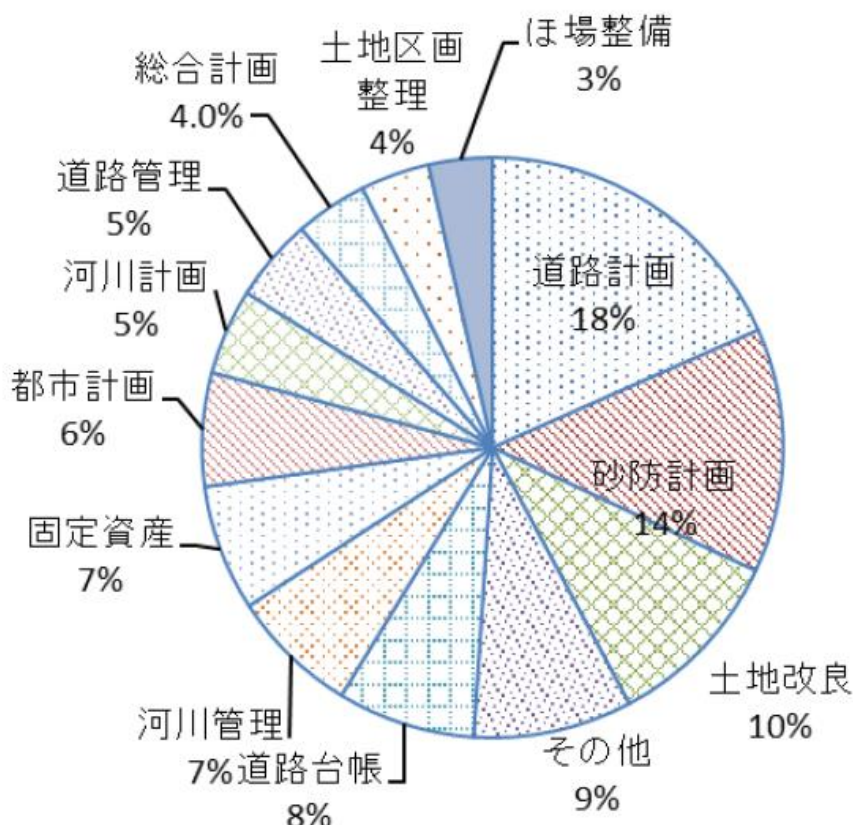


図 4-1-1 測量目的別による事業量の状況（汎用性の高いもの）

出典：平成30年度 公共測量実態調査報告書、P133

<https://psgsv.gsi.go.jp/koukyou/record/jittai30/pdf/000-005.pdf>

縮尺の分布について示す。公共測量全体では、1/500、1/1,000、及び1/2,500が大半を占める。1/500では道路台帳が最も多く約30%を占め、次に道路計画が約21%を占めている。1/1,000では、道路台帳が最も多く約21%を占め、次に固定資産が約18%を占めている。1/2,500では、砂防計画が最も多く約56%を占め、次に都市計画が約25%で、この2つで約81%を占めている。

縮尺と目的の組み合わせでは、1/2,500の砂防計画（砂防基盤図）、1/500の道路台帳、1/2,500の都市計画（都市計画基図）、1/500の道路計画の順に多くなっている。

また、近年では、世田谷区白地図データベース整備を例とする複数の部門で共用する基盤情報を公共測量として整備するケースも増加している。

表 4-1-3 測量目的別 地図作成等における地図情報レベル別件数

(単位：件)

測量目的	地図情報レベル	～200	～250	～500	～1000	～2500	～5000	～10000	～20000	～25000	25000超	その他	計
都市計画		0	1	13	18	110	3	18	1	1	0	0	165
土地区画整理		0	0	12	3	0	0	0	0	0	0	3	18
下水道計画		0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	6
下水道管理		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固定資産		0	0	9	64	7	0	0	0	0	0	3	83
河川計画		0	0	30	6	5	0	0	0	0	0	1	42
河川管理		0	4	24	13	18	0	0	0	0	0	0	59
ダム計画		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
ダム管理		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
砂防計画		0	2	33	36	245	0	0	0	0	0	2	318
海岸保全		0	1	3	9	0	0	0	0	0	0	1	14
道路計画		0	15	92	40	4	0	0	0	0	0	8	159
道路台帳		0	2	130	77	3	0	0	1	0	0	4	217
道路管理		0	5	25	9	1	0	0	0	0	0	5	45
土地改良		0	0	2	8	1	0	0	0	0	0	2	13
ほ場整備		0	0	2	15	0	0	0	0	0	0	0	17
農地開発		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
森林計画		0	0	10	10	1	13	1	0	0	0	2	37
農道計画		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
農道管理		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
鉄道計画		0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6
港湾計画		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
空港計画		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
地盤変動調査		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
環境調査		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
地すべり対策		0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	1	9
文化財調査		2	0	6	2	0	0	0	0	0	0	1	11
地籍調査		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
災害復旧		0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	7
総合計画		0	0	10	37	28	3	7	0	1	0	1	87
その他		0	2	17	8	3	1	0	0	0	0	24	55
計		2	32	438	364	434	20	26	2	2	0	58	1,378

出典：平成30年度 公共測量実態調査報告書、P141

<https://psgsv.gsi.go.jp/koukyou/record/jittai30/pdf/000-005.pdf>

公共測量成果は、各行政機関の所掌する土地（道路用地、河川用地、他）において、業務の必要に応じて、1/500～1/2,500の縮尺で、重複なくパッチワーク的に整備されていると言える。

また、それらの公共測量成果は、測量法の定めに基づいて、国土地理院に提出され、数値地図（国土基本情報）や基盤地図情報の形に加工されることで、重複整備を低減しつつ、国土の詳細な現況を更新し続ける仕組みとして機能している。この測量行政の仕組みは途上国開発においても、大いに参考とすべき事項である。

(2) 海外の公的な地理空間情報

各国の測量機関において整備される地形図等の地理空間情報、及び測量機関以外の行政機関が整備する地理空間情報に分けて整理する。

表 4-1-4 主な先進国各国の測量機関の整備する地理空間情報

国	機関	主な製品
米国	内務省米国地質調査所 (USGS: U.S.GeologicalSurvey) https://www.usgs.gov/	<ul style="list-style-type: none"> • The National Map USGS National Geospatial Program の一部で主に8つの主題 (オルソ画像 (航空写真)、標高、地理名、水路学、境界、輸送、構造、土地被覆) が含まれる。最大縮尺は、従前整備されてきた U.S.Topo と同等に 1/24,000 である。The National Map Viewer は、オンライン上で従前より整備されてきた各主題を統合的に、また Open StreetMap などと統合的に利用できる。なお、地形図としては引き続き 1/24,000 の U.S.Topo が更新されている。 https://apps.nationalmap.gov/viewer/ • Topo View The national map にサービスが移行した後においても、1884 年から 2006 年に紙地図として整備された U.S.Topo を含む過去の測量成果をスキャニング画像として参照・利用できる。 https://ngmdb.usgs.gov/topoview/ • 米国政府の刊行物は、原則としてパブリックドメインに属しており、これらの地理空間情報は商用非商用を問わずに無償で利用できるとされている。 https://www.fgdc.gov/policyandplanning/a-16/index_html
カナダ	Natural Resources Canada https://www.nrcan.gc.ca/home	<ul style="list-style-type: none"> • National Topographic System (NTS) 広大な国土を網羅するために地形図 (1/150,000 及び 1/250,000) の縮尺を 2 種類に絞り込んでいる。 • Toporama (ウェブマップサービス) NTS により整備された地形図ベクタデータはウェブマップとして参照できる。 https://atlas.gc.ca/toporama/en/index.html
英国	OS: Ordnance Survey https://www.ordnancesurvey.co.uk/	<ul style="list-style-type: none"> • OS MasterMap 英国全域を網羅するデジタルデータベース製品。地形は 1/1,250 相当である。建物、道路、鉄道、水部、地形と高さ、境界など、従来の地形図の項目が含まれる。その他に道路ネットワーク、住所データベース、解像度 25 cm の画像データベースなどが含まれる。ウェブマップサービスとしての提供が主要な手段であるが、公共機関等はデータ利用の契約によりダウンロードしての利用も可能である。 • OS の製品は、独自の OS Opendata Lisence 等が定義されており、各々の製品に適用されたライセンスに従って、著作権は留保されて、提供される。 https://www.ordnancesurvey.co.uk/business-government/tools-support/open-data-support https://www.ordnancesurvey.co.uk/business-government/tools-support
フランス	IGN; Institut national de l'information géographique et forestière https://www.ign.fr/ https://geoservices.ign.fr/	<ul style="list-style-type: none"> • BD Topo 1/2,000~1/50,000 で国土全域を網羅する 2 次元及び 3 次元の製品。行政区画、住所、建物、水部、地名、土地利用、及び交通に関する地物が含まれる。位置正確度は、1.5m (高さ)、2.5m (水平)。 https://geoservices.ign.fr/sites/default/files/2021-07/DC_BDTopo_3-0_0.pdf • パーセルエクスプレス (PCI) 全土を網羅する土地及び建物の地勢情報の製品。 • IGN は、主題情報の製品を多く提供 (緑被、構囲、都市計画、地籍、自然活動、道路ネットワーク等) しており、主題情報に適した記号化を行った主題図や、主題情報を利用するウェブ API など、利用面への積極的なビジネス面のアプローチが特色である。 • IGN の製品は、Etalab 2.0 ライセンス等に基づいて利用条件が定められている。

		多くは有償で提供されている。 https://geoservices.ign.fr/presentation
ドイツ	BKG: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (連邦地図測地庁) https://www.bkg.bund.de/EN/About-BKG/about-bkg.html	<ul style="list-style-type: none"> DTK25, 50, 100 デジタル地形図は、1/25,000, 1/50,000, 1/100,000 までは有償で、それ以下の縮尺は無償で提供される。1/25,000 以上の大縮尺地形図は、各州において提供される。 製品の殆どが、ウェブサービス (WFS, WMS 等) 及びダウンロードで利用できる。 政府の刊行物として DL-DE-> BY-2.0 ライセンスに基づいて利用条件が定められている。多くは有償で提供されている。 https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0
オーストリア	BEV: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (連邦計量測量庁) https://www.bev.gv.at/portal/page?_pageid=713,1605147&_dad=portal&_schema=PORTAL	<ul style="list-style-type: none"> Austrian Map Mobile 地形図は、デジタルデータとして、1/25,000 以下の縮尺の地形図が利用可能である。 ウェブマッピングサービス 殆どの製品は、WFS や WMS を用いた標準的なウェブサービスとしても利用できる。 主な製品はサブスクリプション契約により提供される。
オーストラリア	GA; Geoscience Australia https://www.ga.gov.au/	<ul style="list-style-type: none"> 地形図 地形図は、デジタルデータとして、1/50,000 (一部 1/25,000)、及び 1/250,000 が有償で、それ以下の縮尺は無償で提供される。 ウェブマッピングサービス 殆どの製品は、WFS や WMS を用いた標準的なウェブサービスとしても利用できる。 製品は、政府刊行物として Creative Commons Attribution 4.0 International License で配布される。
ノルウェー	Kartverket https://www.kartverket.no/en	<ul style="list-style-type: none"> デジタル地形図 N50(1/25,000 - 1/100,000), N100(1/100,000), N250(1/100,000 - 1/300,000), N500(1/300,000 - 1/700,000)などの製品体系である。 殆どの製品は、データの提供とともに、デジタルノルウェーのプログラムの下でウェブマッピングサービス及びウェブ API の形で提供される。 殆どのデータは、オープンデータとして無償で提供される。

出典：海外地図作成機関における写真測量技術に関する動向調査 (2004)

<https://www.gsi.go.jp/REPORT/JIHO/vol105-8.htm>

主要国における地理空間情報の提供方針等に関する調査

<https://www.gsi.go.jp/common/000046670.pdf>

(3) 民間企業・民間団体等の提供する地理空間情報

グローバル IT 企業 4 社 (Google, Microsoft, Apple, 及び Here) 及びオープンソースとして Open Street Map における、全世界を対象とするウェブマッピングサービスについて調査・分析する。なお、民間企業の商用サービスであり、技術情報の開示は Here を除いて殆ど収集することが困難である。

グローバル IT 企業 4 社の構築したデータやサービスは、主に一般消費者向け及び B2B ビジネス向けであったが、徐々に公共サービスの基盤としても活用が進展している。一般消費者向けには、利用者の表示するページに広告を表示して収益を上げるビジネスモデルが主流となっており、利用者にとってはその利用の殆どが無償である点、またグローバルな展開がされている点から、大きく発展している。B2B ビジネスや公共サービス向けには、ウェブ API の利用料から収益を上げるビジネスモデルが主流である。

さらに、オープンソースの地図データ構築・共有の取組として知られる **Open Street Map** の取組、また、コンテンツビジネスとして **AW3D** についても記載する。

1) Google Maps (Google LLC)

【概要】

米国 Google 社は、主に **Google Maps** 及び **Google Earth** の 2 つのサービスにおいて、地図データを世界規模で整備提供している。ここでは **Maps** について記す。

Maps は、ウェブ地図サービスである。シドニーのスタートアップ企業である **Where 2 Technologies** を買収し、2005 年にサービスが開始された。その後、サービス地域や地図データの精細化、スマートフォン端末への対応、沿道等の見回し画像を表示するストリートビュー、歩行者や車輛のナビゲーション機能、三次元モデルを自動的に生成するストラクチャ・フロム・モーション技術を用いた 3 次元表示等の機能を拡張しながら今日に至っている。

【データ及び適用されている技術】

地図データは、国・地域により異なる方法で整備・更新されている。データの初期整備においては、各国・地域の地図データプロバイダからライセンス供与により行っていたが、以後、場所により **Google** 自ら又は他社との共同で独自に整備したデータに置き換えを図っている。特に三次元地図データは、自動的な三次元生成の技術の実用化以降は独自に整備を進めている。我が国においては、当初はライセンス供与によるものであったが、現在は独自データへ置き換えがされている。また、ストリートビューや地下・屋内空間の情報など独自のコンテンツの整備も進めている。

Google Maps は、**Google** の提供するサービス群の基盤的なサービスとして機能している。**Google** の有するウェブコンテンツは、ジオレファレンスされて、ローカル検索、ローカル広告、ナビゲーション機能などと統合される。

Google Maps は、**B2B** ビジネスや公共サービス向けにはアプリケーションプログラミングインタフェース (**Application Programming Interface, API** として提供されて、他のサービスプロバイダは、自社・自機関のコンテンツやサービスと統合して提供を行うことができる。

【応用分野】

Google は、もともと検索サービスを提供する企業であり、**Maps** においても検索機能が基本的な応用であるが、以下の機能を取り込むようになっている。

- 渋滞情報
- ストリートビュー
- 地下空間・建物内空間の案内
- ナビ・乗り換え案内 (車・電車バス・徒歩・自転車・飛行機)
- マイマップ (コメント機能)
- フォトツアー (写真の共有)
- 住宅賃貸情報等の特定の分野の検索サービス

これら以外に、外部の企業がサービスとして提供しているものもある。

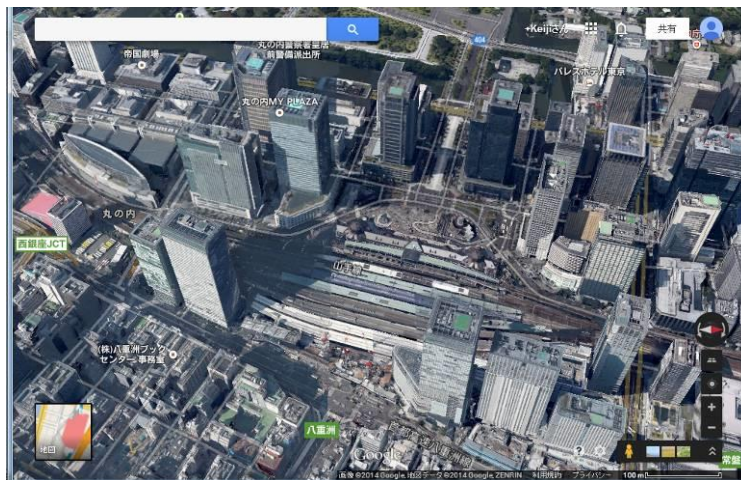


図 4-1-2 Google Maps の三次元 (Earth) の表示例 出典 : <https://www.google.co.jp/maps/>

2) Bing Maps (Microsoft Corporation)

【概要】

Bing Maps は、米国 Microsoft 社の検索サービスである Bing の地図サービスである。2005 年に前身である MSN Virtual Earth が公開された。2009 年に検索サービスを Bing としてリブランドする際に、Maps も Bing Maps として公開された。

地図の表示モードと衛星・航空写真の表示モードを持つウェブブラウザの Bing Maps、独立したブラウザネイティブアプリケーションとしての Bing Maps、及びモバイル端末向けアプリケーションが提供されており、特に三次元データは専らそれらのアプリケーションで提供されている。(<https://www.bing.com/maps/>)

【データ及び適用されている技術】

Microsoft は、航空測量用カメラ及び処理システムのメーカーである Vexcel Imaging GmbH (オーストリア) を保有しており、最新の撮影・処理機材を空中写真撮影や三次元データ構築に活用しているとされる (<http://www.microsoft.com/ultracam/en-us/default.aspx>)。地図データは、国・地域の地図データプロバイダからライセンス供与により調達している。

Bing Maps は、Google Maps と比較すると、Bing の有するウェブコンテンツとの連携機能は少ない。

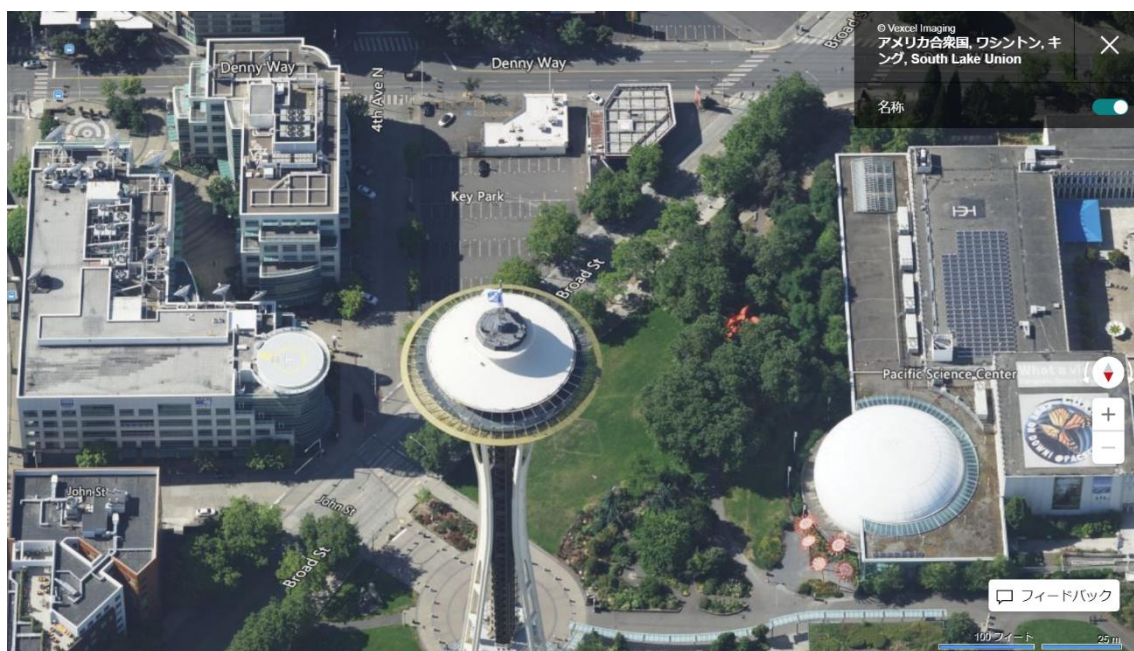


図 4-1-3 Bing Maps の表示例

出典 : <https://www.bing.com/maps/aerial>

【応用分野】

Bing Maps が提供する機能は、検索機能の地図上への表示と交通情報が主要なものである。Bing Maps のスマートフォンアプリではそれに加えて以下の機能が提供されている。

- タブレット (Windows8.1 以降) 機能への対応
- 街路の 360 度パノラマ景観表示 (Google Street View に相当する)
- 経路探索、ローカルビジネス支援
- Facebook などと連動したレストランやビジネスのコメント共有機能
- 渋滞情報、旅行予測時間、事故情報

3) Apple Maps (Apple Inc.)

【概要】

米国 Apple 社は、2012 年 9 月から、それまで依存していた Google 等の他社の地図サービスからの脱却を図り、独自の地図サービスの提供を開始した。Google や Microsoft と同様のウェブ地図サービスであり、地図の表示モードと衛星・空中写真の表示のモードがある。

【データ及び適用されている技術】

Apple Inc.は、ウェブ地図サービスを立ち上げるために、多くの技術企業を買収したとされている。特に立ち上げの初期に買収した 2 つの企業が同社の現在のサービスに大きな影響を与えている。

まず、三次元地図データの構築企業である C3 Technologies 社 (スウェーデン) である。同社の技術は、テクスチャ付の三次元 TIN データを全自動で生成する技術である。三次元

地図データは、世界の主要な都市を網羅しており、我が国も主要な都市部は網羅されている。次に、三次元のウェブ地図サービスの配信技術を提供していた Poly9 社(カナダ)で、ダウンロード不要でクロスプラットフォームの三次元地図表示機能を提供するものである。

なお、地図表示で使用される地図データは、各国の地図データやナビゲーションデータプロバイダのデータをライセンスを受けて利用している。

後発のサービスとして、他のウェブマッピングサービスを踏まえた機能の開発等がされている。Google のストリートビューと同等の機能として、Lookaround と呼ばれる沿道的全方位画像の提供サービスなどがその例である。

Apple は、Apple Maps をウェブアプリケーションとしては提供しておらず、Apple の提供するサービス群によるエコシステム内においての利用を想定している。iPhone, Apple の PC、Apple Watch、自動車用の端末サービスの Car Play などの Apple の製品・サービスの中で、最適化・統合的な利用が可能である。



図 4-1-4 Apple Maps の表示例 出典：<https://www.apple.com/maps/>

【応用分野】

基本的な機能は、ウェブ検索結果の地図上への表示、及び交通情報の提供である。Apple は傘下に、BroadMap、Embark、HopStop などの複数の地図関連の企業を保有しており、今後も機能強化を計画していることが伺える。

4) Here WeGo (Here)

【概要】

オランダ Here 社は、ドイツの自動車メーカー等が保有する地図データ・位置情報技術のプラットフォームを提供する会社である。カーナビゲーションの世界的大手だった Navteq 社にルーツを持ち、フィンランド Nokia 傘下時代を経て、Here としてとし存続している。もともと、欧米のカーナビゲーション用のデータプロバイダの最大手として、世界的なデータベースを更新・運用して、サービスを展開してきた。

サービスは、ウェブ地図サービスを基盤的サービスとして、その上に検索等の機能を構築している。また、PC、Windows Phone、Android、iOS、FirefoxOS で動作するクロスプラットフォームのサービスであることも特長である。

【データ及び適用されている技術】

Here は、前出のグローバル IT 企業とは異なり、地図データ提供企業の立ち位置で、自社で地図データを保有して、サービス提供する体制を整えている。

サービスの提供は、基本的にウェブブラウザによるウェブ地図サービスである。その他、主要なモバイル OS に対応したアプリケーションを提供しており、位置情報サービスとの親和性の高いモバイル端末を対象としたサービスを展開している。API を公開しており、第三者は、自社のコンテンツと組み合わせて、サービスを開発することも可能である。



図 4-1-5 Here WeGo の表示例 出典：<https://wego.here.com/>

【応用分野】

Google Maps や Bing Maps と概ね同様に機能を提供している。検索結果の地図上への表示、交通情報、地名検索、ナビゲーションなどの機能を備えている。その他、API を用いた以下のような機能が例示されている。

- 商圈分析
- ジオコーディング
- モバイルアセットマネジメント（車両盗難防止）

基本的には、モバイル端末における位置情報を活用した、一般消費者及びビジネス向けのサービスとすることができる。

5) Open Street Map

【概要】

英国の非営利団体（Non-Profit Organization, NPO）である Open Street Map Foundation により運営される Open Street Map は、Wikipedia の地図サービス版ともいえるものである。

世界の無報酬の作業者によって構築されたデータは、ODbL 1.0 : Open Database License 1.0 (2012年以前は CC-BY-SA) のライセンスが適用されており、商用非商用を問わずに自由な利用と再配布が許されている。

(https://openstreetmap.jp/terms_and_privacy)

【データ及び適用されている技術】

地図データは、2000年代後半から本格化し、各国・地域のコントリビュータにより、衛星画像からのデジタルズやハンドヘルド GPS によるデータ収集より整備されている。データ入力や編集に必要なソフトウェアは無償で提供されている。



図 4-1-6 Open Street Map の表示例 出典 : <https://openstreetmap.jp/>

【応用分野】

地域での災害後にデータ整備が進捗するなど、地域の利用者とデータ整備者が重なっており、データへのニーズの反映が早い点が特色である。また、商用サービスと異なり、ライセンスがより自由な条件であることから、公的機関のウェブマッピングサービスの背景地図としての活用がされるケースが多い。

6) AW3D

【概要】

AW3D は、リモート・センシング技術センター(RESTEC) と、NTT データが共同で開発・販売する 3D 地図データ製品で、5m 解像度の細かさで地球上の全ての陸地の起伏を表現し、都市部では、最高 0.5m 解像度の 3D データの提供も可能である。

(<https://www.aw3d.jp/>)

【データ及び適用されている技術】

元となるデータは、JAXA の陸域観測技術衛星「だいち (ALOS)」と、30 cm 級解像度を有する米国 Maxar 社の高精細な衛星画像である。オルソの作成も可能である。公称の精度

(標準偏差) は、約 3m である。

AW3D では、標準版として全世界整備された 5m 解像度の他に、最高 0.5m まで解像度を高めた AW3D 高精細版 (0.5m~2m 解像度) と、建物 1 棟 1 棟の形状まで表現する AW3D ビルディングも提供している。

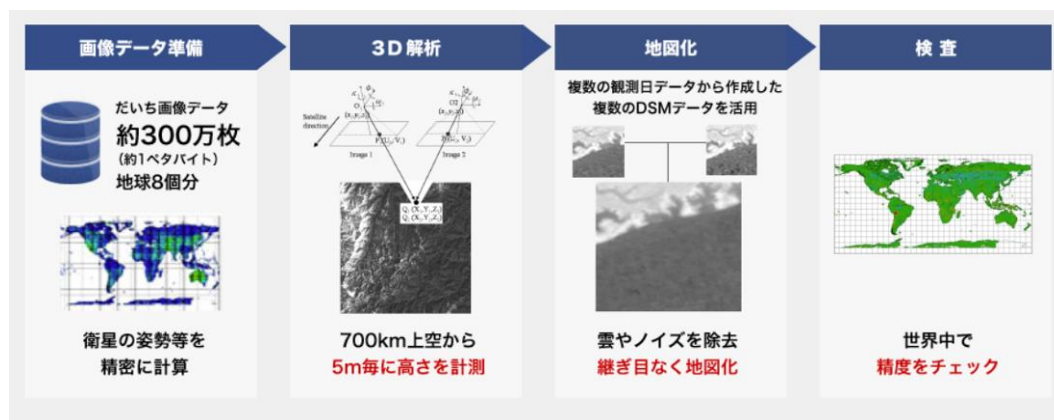


図 4-1-7 AW3D 整備手法 出典： <https://www.aw3d.jp/technology/>

【応用分野】

広範囲に精細な地形データと建物三次元データを提供する製品として以下のような応用が想定されている。

- 通信：基地局やアンテナなどの無線ネットワーク設計、見通し解析など
- 地形図作成；1/2,500~1/25,000 レベルの地形図作成
- 防災：被災シミュレーション（地すべり・洪水氾濫等）、防災計画策定、ハザードマップ作成等
- 建築・土木：土地現況把握、都市容積算出、経年変化把握、土木概略設計等
- 資源：鉱物資源探査、鉱山サイト管理等
- 電力：現況把握、設計・施設計画、施設保全・維持管理等
- 交通：自動運転用地図の生成等
- 安全保障：地形図作成、飛行管制、拡散シミュレーション等

(<https://www.aw3d.jp/applications/>)

4-1-2 官民の役割分担

(1) 公的な地理空間情報の現状のまとめ

調査・整理した公的な地理空間情報及びそれらを用いたサービスについて、概ね共通する事項を以下に整理する。

- 【主要な施策】 先進国の測量局等の国の地理空間情報当局においては、大量の保有する過去の地形図や多様な主題図等の活用施策（スキヤニングデータの公開・ベクタデータ化して更新等）と、最新のデータのウェブマップとしてのサー

ビス基盤の構築の2つを並行して実施して事例が多い。

- 【コンテンツ】 ウェブマップにおける地理空間情報の精度は、従来の地形図と同等。また、コンテンツも従来の地形図同等である。つまり、従来の地形図と同じく、公的に信頼できる位置の情報としての位置づけである。また、行政機関のみが提供しうるコンテンツを大量に生成・保有・提供している。
- 【データ整備更新の体制】 連邦制など分権の進む政治体制においては、中央政府で1/25,000程度以下の中・小縮尺の地形図データを、地方政府等でそれ以上の縮尺の地形図データの整備・配布を行う縮尺による分掌の例が多い。我が国においては、測量法で公共測量として定められた量的に最も多い地理空間情報を、各行政機関が各々の所掌する土地を重複整備無くパッチワーク的に分担整備して、国土地理院が統合・提供することで、1/2,500程度の詳細さで情報の更新・提供がされる制度が良く機能している。
- 【ライセンス】 製品の利用においては、クリエイティブコモンズライセンスを準用して、各国の知的財産や政府刊行物に関する制度に合わせた、オープンなライセンス体系を採用している事例が多い。

(2) 民間企業による地理空間情報の現状のまとめ

調査・整理した民間の地理空間情報及びそれらを用いたサービスについて、概ね共通する事項を以下に整理する。

- 【データ整備能力】 グローバル IT 企業等の提供する地理空間情報は、全世界網羅的である。それら企業の地理空間情報のデータ整備能力は極めて強力である。道路ネットワーク、三次元形状、ウェブコンテンツのジオレファレンスなどは公的機関の整備能力を凌駕する。
- 【コンテンツ】 グローバル IT 企業は、収集する膨大なウェブコンテンツを統合的に提供することをウェブマッピングサービスの主要な目的としている。整備される地理空間情報は、それぞれ独自の技術や手法を適用して整備しており、その位置正確度や信頼性についての客観的な情報は乏しい。他方で Open Street Map は、データ源、収集方法等について明確に示している。
- 【サービスの手段】 日常生活におけるコモディティとして認知される携帯端末等へ最適化された各種アプリケーションとしての広告収集型の無償提供、及び標準的なウェブ API として開発環境を整備してコンテンツプロバイダのサービス構築基盤の提供、の2つを主な提供手段としている。
- 【サービス展開の傾向】 ジオレファレンスされたウェブコンテンツ等と統合的に利用できる基盤を構築することで、ナビゲーション、物流、e コマース、防災等、幅広いサービスを提供しており、各企業のデザインするエコシステムへの利用者の囲い込みを行う傾向にある。
- 【ライセンス】 グローバル IT 企業のウェブマッピングサービスの地理空間情報は、ライセンスを受けて提供しているものも各社で独自整備したものも、個別のサービスの利用権許諾は限定的である。

(3) 官民の地理空間情報の役割とあるべき姿についての考察

公的な地理空間情報と、民間企業地理空間情報の現状を踏まえて、官民の地理空間情報提供者の役割及びあるべき姿について考察する。以下に考察のポイントを示す。

- 【基盤的な地理空間情報の提供の役割】 信頼できる基盤的な地理空間情報（地名・行政区画・基準点等の測地基盤等）をライセンスフリー又は適切な使用権許諾をすることは、民間企業には行えず公的機関に求められている役割である。
- 【公的情報の提供の役割】 各国政府・地方政府・行政機関等は、信頼できる公的情報のコンテンツジェネレータである。国土の基礎的な情報（地籍・都市計画・土地利用・地質土壌・防災計画等）を行政事務の一環として、持続的に整備・利用及び公開できる。
- 【ウェブコンテンツ、網羅的な地図情報、SNS や IoT などの動的コンテンツ提供の役割】 グローバル IT 企業等は全世界規模での（三次元マップを含む）地理空間情報、膨大なウェブコンテンツ、SNS 等の動的な情報等、様々なコンテンツを集約的に提供できる立場にある。
- 【技術動向】 データを購入・保有するより、SaaS: Software As A Service、PaaS: Platform As A Service、IaaS: Infrastructure As A Service などの形態でインターネットの利便性の向上が著しい。地理空間情報やジオレファレンスされたウェブコンテンツ等についても同様である。地理空間情報のコンテンツ保有者はウェブ API として公開することで、ウェブコンテンツ提供者や、サービス提供者と相互補完的にサービスを拡大できる。

公的機関と民間企業は、それぞれの保有する地理空間情報のコンテンツやその位置づけが異なる。公的機関は信頼できる基盤的な地理空間情報及び位置と紐づけられた行政情報等の公的情報（Open Data 等）を、民間企業は三次元表現等のリッチな地図表現や位置と紐づけられた膨大なウェブコンテンツを、それぞれ提供できる。両者は相互補完的な関係にあり、有償無償を問わず、併存する関係が望ましい。

ウェブ API は、標準化・オープン化・機能の高度化が継続して進捗している。地理空間情報に関するウェブ API も同様である。利用者の利便性やライセンスなどを考慮すると、一般的な利用者向けには、ダウンロード型のデータやソフトウェアよりも、ウェブアプリケーションやスマートフォン等に最適化されたアプリケーションとしての発展が望ましい。

公的機関と民間企業は、それぞれの地理空間情報のコンテンツについて有償無償を問わずに標準化されたウェブ API として整備・提供し、相補補完的に発展することが望ましい。

4-2 位置情報・高精度測位サービス

4-2-1 種類と利用用途

3-2節で述べた衛星測位技術を用いて、様々な位置情報・高精度測位サービスが利用者に提供されている。技術を軸にした利用状況は既に述べたので、ここではGalileoを運用するGSA（欧州GNSS庁）の「GNSS市場レポート2019年版」を元に、市場から利用状況を概観する（https://www.euspa.europa.eu/system/files/reports/market_report_issue_6_v2.pdf。機械翻訳が日欧産業協力センターから提供されている。）。

図4-2-1は、同レポートから、2019～2029年のGNSSに関するデバイスおよびサービスの分野毎の累積収入予測を引用したもので、総額は約2.5兆ユーロ（325兆円）と巨額である。分野としては、**道路**および**消費者向け**が大半を占め、道路では車載システムと運転支援・車両管理が、消費者向けはスマートフォンとタブレットの位置情報サービスの利用がメインとされている。残りの半分は**農業**と**地理情報**で、農業では可変作業（エリア毎に除草剤等を可変投入）と自動運転、地理情報では地籍・工事測量がメインとされている。

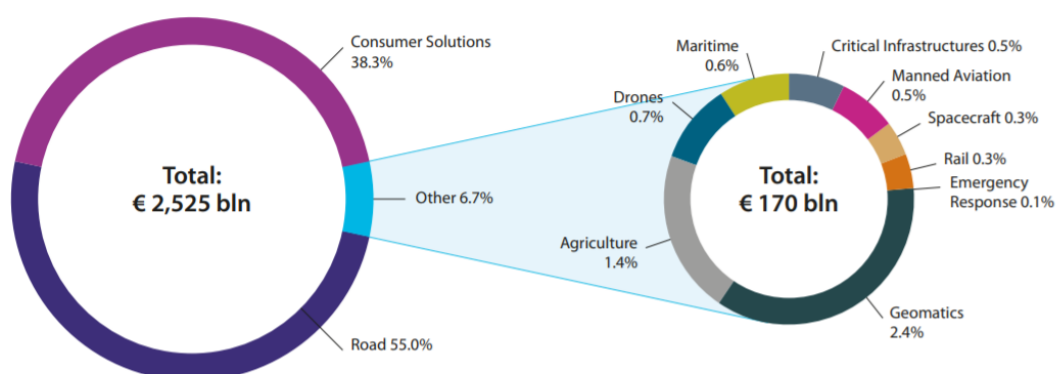


図4-2-1 2019～2029年のGNSSによる分野毎の累積収入予測

出典：GSA GNSS market report 2019, p.11より引用。総額は約2.5兆ユーロ（325兆円）

GSAのレポートでは、道路、消費者向け、農業、地理情報など8つの市場セグメントと、各セグメントにおける代表的な利用分野が記されている（表4-2-1）。この中には、本報告書でいう高精度測位ではないものがあるが、現時点におけるGNSSの利用を網羅的に整理したものと言える。そこで、この利用セグメント毎に、基準局及びCORSの必要性を整理してみた。時間的にはほとんどの利用がリアルタイムである。精度的に10cmが要求されるようになると、基準局・CORSが必要になると考えられる。

表4-2-1 GNSSの利用分野

セグメント	アプリケーション	時間	精度	基準局、CORS
消費者向けソリューション	<ul style="list-style-type: none"> ・スマホによるナビゲーション（歩行者、車） ・マッピングと GIS ・地理マーケティングと広告 ・緊急時の位置の特定 ・企業での利用（従業員の追跡） ・スポーツ ・ゲーム ・健康（患者のモニターや誘導） ・個人追跡（ジオフェンス（仮想柵）から出ると警報） ・ソーシャルネットワーキング 	リアルタイム	数 m	不要
道路運送および自動車	<u>スマートモビリティ</u> <ul style="list-style-type: none"> ・ナビゲーション ・保有車両管理 ・衛星道路交通監視（車載機器の位置利用） ・自転車のシェアリング <u>安全</u> <ul style="list-style-type: none"> ・コネクテッド自動運転（CAD） ・eCall（事故時の位置情報等自動通報） ・危険物の追跡 <u>法的責任を伴うもの</u> <ul style="list-style-type: none"> ・道路課金 ・保険（車載ブラックボックスの位置） ・スマートタコグラフ 	リアルタイム	1m 10cm?	有用
民間航空	<u>航空運送事業</u> <ul style="list-style-type: none"> ・性能準拠型航法（PBN） ・視界情報処理システム（EVS、SVS） ・自動位置情報伝送・監視装置（ADS-B）、先進型地上走行誘導管制システム <u>有視界飛行による自家用機</u> <ul style="list-style-type: none"> ・移動マップ ・空域侵害警報 ・ADS-B トランスポンダー 	リアルタイム	~1 m	不要
ドローン	<ul style="list-style-type: none"> ・農業 ・国境警備 ・コミュニケーション（Google Face） ・保険（資産監視、損害評価） ・余暇 ・海上監視 ・メディア ・軍用 ・測量（施設・環境監視、地籍測量、掘削、海洋測量、GIS、写真測量など） ・小包配達と e コマース ・公安と安全 ・科学 ・都市の空中移動性（UBER、LILIUM） 	リアルタイム 一部後処理	~1 m 1 cm~ 1 m	有用 必要
海事	<u>航法</u> <ul style="list-style-type: none"> ・SOLAS 条約（海上人名安全条約）準拠船 <u>測位</u> <ul style="list-style-type: none"> ・衝突回避と監視（AIS、LRIT（長距離船舶識別システム）） ・捜索救難 ・漁船管理 ・港湾運営 ・海洋工学（ケーブル、パイプライン敷設） 	リアルタイム	数 m 10cm	不要 必要

搜索救難	<u>国際 COSPAS-SARSAT プログラム</u> <ul style="list-style-type: none"> ・海上（ビーコン） ・航空 ・土地（登山） 	リアルタイム	数 m	不要
鉄道	<ul style="list-style-type: none"> ・列車制御システム ・資産管理（車両管理） ・乗客情報システム（列車位置） ・運転者支援 ・予測メンテナンス ・線路脇の人員保護 	リアルタイム	1 m	有用
農業	<u>精密農業</u> <ul style="list-style-type: none"> ・農機ガイダンス、自動運転 ・可変作業技術（農薬配布） ・収穫量モニタリング ・バイオマス監視 ・土壌状態監視（土壌水分、肥沃度等） ・家畜追跡と仮想柵 ・精密林業 <u>農業物流</u> <ul style="list-style-type: none"> ・農業機械の監視と資産管理 ・ジオトレーサビリティ（食品、動物、製品） ・農地定義（境界と面積の測定） ・位置情報タグ付写真による補助金管理 	リアルタイム	10cm～1 m	必要
測量 および 地理情報	<u>地理空間情報</u> <ul style="list-style-type: none"> ・地籍調査 ・工事測量（ICT 施工） ・鉱山調査（露天掘り） ・マッピングと GIS（地図、環境、都市計画） ・インフラ監視（防災、緊急対策） ・海洋調査（海底探査、潮流、沖合調査など） ・写真測量 ・レーザースキャン ・衛星リモセン補完（衛星画像のジオリファレンス、土壌水分推定、地盤変動監視） 	リアルタイム、非リアルタイム	～cm	必要
重要な 社会インフラ	<u>通信アプリケーション（時刻同期、周波数）</u> <ul style="list-style-type: none"> ・デジタル携帯電話網、公衆交換電話網 ・プロ用携帯無線 ・衛星通信 ・小規模携帯電話網 <u>エネルギー</u> <ul style="list-style-type: none"> ・ネットワークの時刻同期 <u>金融</u> <ul style="list-style-type: none"> ・銀行、証券取引所（タイムスタンプ） 	リアルタイム	マイクロ秒～ナノ秒	時刻比較用受信機が必要

出典：GSA、GNSS市場レポート2019年版に基づいて利用分野毎の要求性能及び基準局・CORSの必要性を調査団が整理

4-2-2 官民の役割分担

3-3節でみたように、国内では20年以上に渡って国土地理院が行政目的に整備した電子基準点が運用され、高精度測位の基盤としてSociety 5.0を支えている。一方、2019年には通信会社2社が相次いで独自の電子基準点に基づくRTKベースの高精度測位サービスを開始した。国土地理院は国家座標に整合した民間等の電子基準点を登録する制度を整備して官民の連携を図り、測量と測位における位置の基準を保持している。また近年、ローコストGNSSチップの性能が測量用受信機並みに向上しつつあり、個人でGNSS基準局を設置しデータ提供するボランティアも出現している。こうした状況の中で、電子基準点（CORS）の必要性

や、その整備における官民の役割分担のあり方について整理する。

(1) CORSの必要性

高精度測位のインフラとなるCORSについては、密度を高めて測位精度を高める動きと、近くのCORSに頼らないPPP技術を活用する動きがある。ここでは、まず、PPPのような近傍のCORSを用いない高精度測位が普及しても、測量や高い精度を必要とする測位においては今後も技術的にCORSが必要と考えられることを述べる。

① 地面の動きを測るには、地面に固定されたCORSが必要

GNSSで地殻変動がわかるということは、裏返すと、測るたびに、わずかではあるが地面の位置が変わっていくということである。これは地震や火山活動の著しい我が国特有の話ではなく、地球上どこでも、国際的な座標系で見た位置はゆっくりと変わっていく。図4-2-2は、IGSの観測点の水平座標が年間どの程度変化するかを示したもので、地表面のプレート運動により、ほとんどの場所において年間1cmから10cm程度の速度で、座標が変化していることがわかる。もちろん、ある点の座標が変わっても、その周りの点の座標もほぼ同様に変わるので、日常生活で動きを感じることはないが、経緯度の絶対値で見ると、ある点の座標は1年で数cm、10年で数10cmもの変化が生じているのである。

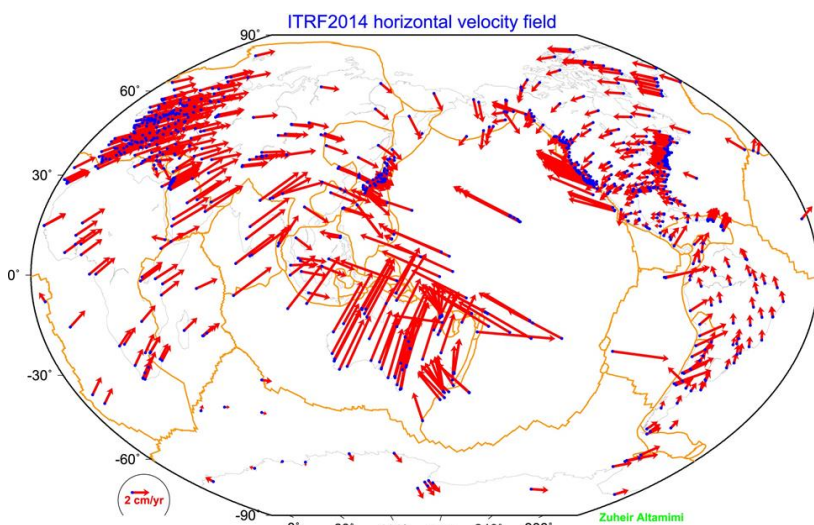


図4-2-2 地球は動く。GNSSで求めたIGS観測局の年間移動量（出典：Altamimi et al., 2016, Figure 11を引用）。左下に2cm/年を示すスケールバーがある。

つまり、厳密には、地面の位置は、時刻の関数として取り扱う必要がある。このため、過去の測量で作った位置情報を持つ地図を、現在の位置と合わせるためには、CORSで地面の動きを測っておき、そのデータを用いて補正することが必要になる。国土地理院では電子基準点から求めた地殻変動量を用いて、測量で利用される国家座標（測地成果。元期におけるITRF座標）と、PPP等の衛星測位で得られる現時点の位置とを結びつけるパラメータを提供している（<https://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/sokuchikijun41036.html>）。

近年の技術革新により近傍のCORSを用いないPPPによる高精度測位サービスが実用化さ

れているが、地上でGNSSを連続観測するCORSは、地面の動きを把握し、動きつつある地球上で正確な位置を求めるために必要なインフラであり、CORSの必要性は変わらないというのが、専門家や有識者の意見である（3-3-6(2)参照）。

なお、PPP技術自体は、CORSの座標を計算する際に固定点の設定を必要としない利点があるため、ごく普通に利用されている。

② 水の流れる方向を決める標高を正確に測るには、近傍のCORSが必要

有識者から指摘があったように、水が逆流しない精度（2～3cm）で高さを測るには、現行のPPPでは精度が不足しており、CORSに基づくRTKやネットワーク型RTKがツールとして実用上必要となる。また水の制御はSDGsの視点からも重要である。GNSS測位の大きな誤差要因である大気遅延量は、局所的に変動するので、そのスケールに応じた密度でCORSの実測データがあることが有利に働くものと思われる。

(2) 官民の役割分担

PPPが普及しても測量にはCORSが必要となることを述べたが、そのCORSは本来誰が整備すべきであろうか。答えは、それを必要とする者である。GNSSを用いたRTK等の高精度測位を行うために、自前の基準局もしくはCORSを設けることは、誰もが自由に行える経済活動であり、国であってもそれを妨げることは難しいと考えられる。

我が国の場合は、国土地理院が地震・火山の防災研究、測量法に基づく測地基準点整備（いわゆる国家座標の提供）という行政目的のために、1990年代の前半から相応の国費を投じて全国に稠密な電子基準点網を整備したが、そのリアルタイムデータが民間の位置情報サービスにも役立つことがわかり、民間の要望に基づいて公開され、ICT施工や精密農業などの経済活動に広く利用されるようになった。民間としても、維持管理の大変なCORSを自ら運用することなく、公共財として電子基準点が比較的低廉な価格で利用できることから（注：国土地理院からは無償でデータ配信機関に提供されるが、データ配信機関の運用経費は受益者である配信事業者ひいてはエンドユーザーが負担する仕組みになっている。）、電子基準点を用いた位置情報サービスの事業が継続的に実施できたと考えられる。約1,300点という世界的にも稠密なCORSがGPS技術の普及期にインフラとして整備され、そのデータが位置情報サービスに活用されることを通し、測量法の目的である測量精度の確保と測量の重複の排除も担保されてきたと言える。

その後、2020年に入って、民間の携帯電話事業者がその通信インフラを活用してGNSS受信機を全国に設置し独自のRTKサービスを開始した。高精度測位の利用者にとっては利用できるサービスの選択肢が増えるので、歓迎すべきことと考えられる。国土地理院は、地理空間情報活用基本法の理念に基づき、測量と測位における位置基準の統一を確保するため、民間等電子基準点の登録制度を設けた。自由な経済活動を原理とする民間企業には永続的に位置の基準を提供する義務はないが、この登録制度によって測量体系と整合させることにより民間企業にもメリットが生じるため、官民の連携によって地理空間情報の利活用がさらに進むことが期待される。

以上は我が国での官民分担の状況であるが、CORS整備の官民分担は、当該国の自然環境、歴史的な経緯、政策等によっても異なると考えられる。このため主要国の事例を調査して

た（表4-2-2）。国によってCORSの整備状況や主体は異なるが、基本的には官が整備し、中には官が位置情報サービスを行うドイツや韓国のような事例もある。一方、GNSS受信機や農業機のメーカーなどがごく初期の頃から独自のCORSを整備し、特定の利用者を対象とした位置情報サービスを提供することも行われている。

以上見てきたように、CORS整備は当初から必要とする者によって行われてきたが、複数の者が利用できるような公共財とすることにより、位置の基準を統一し、当該国の社会経済活動を効率的に行うことが可能であることから、先進国の測量機関は全国的なCORSの整備を進め、位置基準の確立を進めてきたと言える

表4-2-2 各国のCORSの状況。

国	CORS	整備主体	位置情報サービス
米国	2000点	官学産。国立測地局NGSが共有	Trimble, Leica, TOPCON等(民)
ドイツ	270点	各州測量局（データ共有）	SAPOS（官）
フランス	518点	官学産。国土地理院IGN管理	
英国	115点	陸地測量部OS	
欧州			Trimble, Leica, TOPCON等(民)
マレーシア	78点	地図測量局JUPEM	MyRTKnet（官）
中国	2400点	国、地方政府等	千尋位置（国有企業とAlibabaの合弁）
韓国	174点	地理情報院NGII(60) + 8機関	NGIIが無償でVRS等の補正情報配信
豪州	500点	地球科学機構GA(200)、州	SPAN(官) が衛星経由の補正情報配信
NZ	270点	土地情報局（LINZ） + 民(50)	PositioNZ(官)が1秒データ配信

出典：JICA（2020）、ICG-13発表資料（2018）、ICG-14発表資料(2019)、IUGG発表資料(2019)等をもとに調査団作成

日本のように民間企業が全国的に稠密なCORSを展開する国はまだないが、自由な活動を原理とする民間企業が永続的に位置の基準を提供する保証はないため、各国の測量機関が位置の基準となるCORSを整備し、これらの国際協力によって世界的な位置の基準が形成されることは今後も重要と考えられる。

(3) 開発途上国におけるCORSの在り方

Society5.0時代の日本や世界では、GNSSを利用した高精度測位技術とサービスが百花繚乱となって優劣を競い、開発途上国でも利用者の選択肢は広がっている。どれを使うかアドバイスするのも技術協力として意味がある。今後の技術動向（例：PPP収束時間の短縮）も予測しながら、日本や先進諸国の事例を頼りに途上国政府の選択肢を示す必要がある。さら

に日本企業の海外展開の視点も加え、今後のJICAの電子基準点や高精度測位サービスに関する支援の方向性を検討することが必要である。

この際、基本となるのは、次の点である。

① 国レベルのCORSは引き続き必要

- 地面の動きを測るには、地面にCORSが必要
- 座標管理や地殻変動観測には長期運用が必要
- 国際GNSS事業（IGS）にデータ提供すれば、地球規模の測地基準座標系（GGRF）に関する国連総会決議（2015）に貢献可能
- 民間のCORSが利用される場合、座標系を統一する制度が必要

② ローコスト化でCORSに新たな可能性

- CORSの維持管理コストが軽減される
- 例えば太陽電池と携帯電話で、同一の経費でも高密度展開可能
⇒ SDGsの課題解決に直接貢献できる可能性

9：産業と技術革新の基礎、11：まちづくり、13：気候変動 等

③ CORSは、SDG地図や地籍といった地理空間情報整備に役立つとともに、スマート農業、ICT施工、自動運転、地震防災などの要素技術にもなるため、これらの個別JICAプロジェクトの中に、短期間で実装できるローコストなCORS整備のメニューを設け、これらを国家CORSと結びつけることで、当該国の位置情報の基盤を整備する仕組みを検討する。JICAでは、SDGsの社会課題解決や社会のDX化のための協力の枠組みがあり、これらでCORSや地理空間情報技術の活用が進むよう、民間や大学と連携する。

参考文献

Altamimi, Zuheir, Paul Rebischung, Laurent Métivier, Xavier Collilieux (2018): ITRF2014: A new release of the International Terrestrial Reference Frame modeling nonlinear station motions, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, Volume: 121, Issue: 8, Pages: 6109-6131.

ICG-13における各国の発表資料(2018) : International Committee on Global Navigation Satellite Systems (ICG), Xi'an, China,
<https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/meetings/ICG-2018.html>.

ICG-14における各国の発表資料(2019) : International Committee on Global Navigation Satellite Systems (ICG), Bengaluru, India,
<https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/meetings/ICG-2019.html>.

IUGGにおける研究者の発表資料(2019) : International Union of Geodesy and Geophysics General Assembly, Montréal, Canada, <http://iugg2019montreal.com/iugg-program.html>.

JICA(2020) : タイ国全地球航法衛星システムの整備による社会実験フィールドの構築に関する情報収集・確認調査ファイナルレポート、
https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12340873_01.pdf.

第5章 地理空間情報分野における JICA の協力と現状と問題点

本章では、JICA による地理空間情報分野に関する比較的最近実施された既往プロジェクト等の現状と問題点について、地形図整備案件、国土空間データ基盤案件、電子基準点案件に分けて整理する。

5-1 地形図等の整備・更新・利活用

本節では、エチオピア国「デジタル地図データ作成能力強化プロジェクト」をはじめとする地形図整備プロジェクト 5 件及びセネガル国「ダカール首都圏開発マスタープラン策定プロジェクト」等の地形図整備を含む特定目的プロジェクト 3 件について、プロジェクトの概要、達成状況、課題（プロジェクト完了時及び事後評価時）等について整理する。

5-1-1 エチオピア国「デジタル地図データ作成能力強化プロジェクト」

(1) プロジェクトの概要

表 5-1-1 エチオピア国「デジタル地図データ作成能力強化プロジェクト」の概要

対象国名	エチオピア	協力スキーム	開発計画調査型技術協力
案件名	デジタル地図データ作成能力強化プロジェクト		
協力期間	2013 年 10 月 1 日～2019 年 1 月 28 日		
C/P 機関	財務・経済開発省地図局 (Ethiopian Mapping Agency: EMA) EMA は 2018 年 2 月に EGIA (Ethiopian Geospatial Information Agency) と改称し、財務・経済開発省から国家計画委員会の傘下に移り、さらに 2018 年 10 月の省庁再編によりイノベーション技術省の傘下に移り、EGII (Ethiopian Geospatial Information Institute) と改称した。以下では、時期に関わらず EGII と記述する。		
背景	エチオピアでは 2010 年から 5 年開発計画 (Growth and Transformation Plan(GTP)) が開始され、特に農業、地方開発、工業、インフラなどの発展を重点項目として掲げている。各セクターにおけるプロジェクトの効率的且つ効果的な実施においては、正確且つ信用できる地形図が不可欠であり、関係機関からの需要に応じた地形図の提供が求められている。 エチオピアの国家地図作成機関である EGII では、1970 年代から全国で中縮尺の地形図作成を実施し、国土の 85%にわたる範囲の地形図を作成してきている。しかしながら、作成してきた地形図の約 90%がアナログ技術を基に作成したものであり、また、地形図作成にあたって、作業規程や精度管理基準が整っておらず、地形図の品質が管理されていない状況であるため、関係機関に必要とされている最新データを反映した正確且つ信用できるデジタル地形図の作成及び提供はできていない。 上記の背景の下、デジタル地形図整備ニーズの一層の高まりにより、①デジタル地形図の作業規程整備、②作成にかかる技術移転、③デジタル地形図データの利活用促進にかかる技術支援が要請された。		
上位目標	経済及び社会インフラの持続的開発を促進する正確且つ信頼できる国土空間データベースが提供される。		
プロジェクト目標	1) オロミア州 Mojo 及び Adama 周辺地域 (約 1140km ²) のデジタル地形図データ (縮尺 1/10,000 及び 1/25,000) が作成される。 2) 技術移転を通じて EGII が自立した技術レベルに達し、自前のデジタル地形図作成事業が実施及び管理される。		
成果	1) デジタル地形図作成に関する作業規程の整備 2) デジタル地形図 (縮尺 1/10,000 及び 1/25,000、対象面積約 1140km ²) 整備 3) デジタル地形図作成の計画立案、実施、運営、トラブルシューティングに関する EGII の能力向上		

	4) 整備したデジタル地形図の一般への公開・提供体制の確立 5) EGII のデジタル地形図作成技術能力、業務計画策定、遂行能力及び実施組織と責任体制の確立
特記事項	プロジェクト期間約 5 年を下記の 3 フェーズに分けて実施された。
Phase 1 (約 2 年)	< 1/10,000・1/25,000 地形図作成能力強化 > 作業規程・図式規程・品質管理マニュアル整備 組織体制支援 (調査・セミナー・JCC 等) 地形図作成技術移転 (調達・基礎・応用技術) ウェブサイト構築 (調査・デザイン) 地形図作成 (日本国内)
Phase 2 (約 1 年)	< 1/10,000・1/25,000 地形図作成能力強化 > 組織体制支援 (セミナー・JCC・国際会議等) 地形図作成技術移転 (パイロットトレーニング期間) ウェブサイト構築 (構築) 地形図作成 (日本国内)
Phase 3 (約 2 年)	EGII 技術レベル (地図作成及び品質管理) の確認及び不足技術の強化 地形図整備計画 及び水準測量業務 に関する EGII へのアドバイス・モニタリング
出典	1) 案件概要表 (2019 年 1 月) 2) 第 2 年次ファイナルレポート (2016 年 9 月) 3) 第 3 フェーズファイナルレポート (要約) (2018 年 12 月)

(2) プロジェクト目標の達成度

表 5-1-2 エチオピア国「デジタル地図データ作成能力強化プロジェクト」の達成度

目標	活動・成果	達成状況
オロミア州 Mojo 及び Adama 周辺地域 (約 1140km ²) のデジタル地形図 (縮尺 1/10,000 及び 1/25,000) が作成される。	作業規程の整備	作成された
	デジタル地形図の整備	計画どおり整備された
	地図作成技術移転	参加した職員は基礎技術を習得した
	地形図の一般公開	既存 Geo-portal で公開
技術移転を通じて EGII が自立した技術レベルに達し、自前のデジタル地形図作成事業が実施及び管理される。	アダマ観光地図の作成を通じて企画から管理までの技術を移転	部署をまたいだ総合的技術が根付いた
	EGII 内の GIS 技術の普及	講師を育成できた 教材が整備された
地形図を利用しやすい環境が整備される。	ユーザー向け活用セミナー (GIS セミナー)	・ 第 1 回 : 2018 年 2 月 ・ 第 2 回 : 2018 年 8 月
	Web サイト運用技術移転	データ構造化、Geo-portal 運用技術が習得された
目標以外の活動・効果	他省庁への技術支援	受託業務が増加した 技術研修依頼が増加した

(3) プロジェクト完了時に得られた教訓と提言

1) 教訓

- ・ 講師を育成し、育成された講師が若手技術者を指導する講師育成 (Training of Trainer, TOT) 方式を採用したことにより、講師の責任感と意欲が向上した。また、結果として、生産力向上や品質の向上につながった。
- ・ 最新の技術が盛り込まれた汎用性の高いマニュアルが整備されたことで誰でもほぼ標準的な業務を遂行できるようになった。

- ・ 国レベルの地理情報整備促進に寄与するガイドライン（長期計画、GI ポリシー、作業規程等）を策定する事で 地理空間情報整備の事業拡大が望めるようになった。
- ・ 各種会議・セミナー等を通じて、データの公開や共有についての関係機関の認識が深まり、利活用が促進された。
- ・ 各セミナー・会議等を開催する事で国家地理空間情報統括機関としてのアピールと同時に関係機関との連携が強化された。

2) 提言

- ・ エチオピア地理空間情報研究所 (Ethiopian Geospatial Information Institute, EGII) 内部及び利活用機関への技術普及・展開を促進するため、教材の文書化、映像化とその蓄積を進めるとともに、それらを用いたセミナーや研修を実施する。
- ・ 地理空間情報の共有と利活用を促進するため、Geo-portal の運用・維持管理体制を確立するとともに、デジタル成果を無料もしくは安価に提供する
- ・ 地理空間情報関係機関の調整会議を設立して EGII がその事務局を務め、国レベルの地理空間情報整備に関する政策を主導する。
- ・ 未整備地域の 1/50,000 地形図を整備する。整備済の地域においては、更新を実施する。
- ・ CORS 及び基準点、水準点の全国整備を推進する。

(4) デジタル地形図の利活用状況等の情報整理

表 5-1-3 エチオピア国「デジタル地図データ作成能力強化プロジェクト」
で整備されたデジタル地形図の利活用状況

主な調査項目	調査結果の整理
利活用や更新の状況・頻度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 整備された地形図は 1/10,000 及び 1/25,000 で、海外測量（基本図用）作業規程に規定された精度を持つデジタル地形図。 ・ 本プロジェクト以前は、国土の 85% の地形図が整備されていたが、その 90% 以上がアナログ図で、更新もほとんど行われていなかった。 ・ 本プロジェクト以降は、デジタル地形図作成を EGII 自ら実施できる技術が移転されたことから、定期的な更新や未整備地区での作成が期待される。 ・ 本プロジェクト期間中にも、農林省及び都市開発省からの受託業務で利用した空中写真を利用して、独自の 1/10,000 地形図及び観光地図を作成した。
管理主体・方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作成・更新・管理は EGII の責務で、直営で実施。
共有状況・方法 (外部機関等含む)	<ul style="list-style-type: none"> ・ Geo-Portal を通じて、デジタル成果は無料でダウンロード可能となっている。 ・ 地形等の紙成果は EGII から販売されている。 ・ 統計局及び情報保安通信庁が保有する全土 SPOT 衛星画像が EGII に共有された。 ・ 農林省及び都市開発省からの受託業務で利用した空中写真が EGII に共有された。

(5) 事後評価において明らかになった課題、教訓、提言

2019 年 1 月終了プロジェクトのため、事後評価は未実施である。

5-1-2 コートジボワール共和国「都市インフラ整備のためのデジタル地形図作成」

(1) プロジェクトの概要

表 5-1-4 コートジボワール共和国「都市インフラ整備のためのデジタル地形図作成」の概要

対象国名	コートジボワール	協力スキーム	開発計画調査型技術協力
案件名	都市インフラ整備のためのデジタル地形図作成プロジェクト		
協力期間	2013年10月31日～2015年11月17日		
C/P 機関	国家技術研究開発局・地形図リモートセンシングセンター (Centre de Cartographie et de Télédétection: CCT)		
背景	<p>大アビジャン圏は、かつての首都であるアビジャン市及び周辺部で構成され、年率8%の経済成長を記録した1970年代に幹線・支線道路が整備されたものの、1990年代の政治的及び軍事的危機により、既存のインフラ施設に対する維持管理はなされず、新規のインフラ施設への投資も妨げられていた。その結果、更新時期を迎えた既存のインフラ施設の老朽化は著しいものであった。加えて、その急速な人口成長により、過去10年間で人口は200% (300万人) 増加し、増加した人口に耐えうるインフラが著しく不足した。そうした状況下、精度の高いデータに基づく都市計画・開発が喫緊の課題であった。</p> <p>しかしながら、これら都市インフラの整備に欠かすことのできない基礎情報の一つである中縮尺の地形図については、長引く混乱の影響や財政難等の理由により1985年にフランス国土地理院 (IGN) が作成して以来、更新されていないことから、都市インフラの整備の基礎情報となる1/2,500のデジタル地形図、1/5,000のオルソフォトマップ、及び地理情報システム・データベースの作成、並びに、国家技術研究開発局・地形図リモートセンシングセンターの職員の能力強化・機能改善にかかる技術協力を我が国に要請した。</p>		
上位目標	アビジャン圏におけるインフラ整備が促進される。		
プロジェクト目標	縮尺1/2,500のデジタル地形図及び縮尺1/5,000のオルソフォトマップが整備される。		
成果	<ol style="list-style-type: none"> 1) 航空写真 (約1,050km²) 2) デジタル地形図及びGISデータ (1/2,500、面積=約500km²) 3) オルソフォトマップ (1/5,000、面積=約550km²) 4) 地形図にかかる技術仕様 5) CCT職員の人材育成・能力強化 		
特記事項	CCTは、2016年にCIGNに改編された		
出典	<ol style="list-style-type: none"> 1) 案件概要表 (2018年12月) 2) ファイナルレポート (2015年10月) 3) 案件別事後評価 (内部評価) 評価結果票 (2020年3月) 		

(2) プロジェクト目標の達成度

表 5-1-5 コートジボワール共和国「都市インフラ整備のためのデジタル地形図作成」の達成度

目標	活動・成果	達成状況
アビジャン市中心部の約500km ² において、縮尺1:2,500のデジタル地形図およびGIS基盤データを整備	技術仕様の作成	1/2,500 地形図仕様と図式規程が作成された。
	デジタル地形図の整備	計画どおり整備された
	GISデータ構造化	アビジャン都市ジオデータベースモデルとして整備
アビジャン市のオルソフォトマップの作成	中心部500km ² の1/2,500図	計画どおり整備された
	周辺約550km ² の1/5,000図	計画どおり整備された
地形図作成国家機関の地理情報基盤データを作成する技術能力の強化	地図作成技術移転	参加した職員は基礎技術を習得した
	Web-GIS構築	運用技術とQGIS技術を移転した
成果の利活用普及促進	利活用普及セミナー・ワークショップ開催	第1回：2013年12月 第2回：2015年9月
	他機関へのデータ提供及びCCT事業への内部利用	後述の(4)参照

(3) プロジェクト完了時に得られた教訓と提言

1) 教訓

- OJT に当たって、開始前に技術レベルのベースライン調査を行い、技術移転後の中間成果から各項目の技術移転効果を評価した。これから不得意項目の反復トレーニングを行い、一定のレベルへの達成を確認できた。
- 技術ノウハウが文書化されていなかったり、個人に帰属したりして、組織としての技術力となっていなかったことから、マニュアル等の整備を積極的に進め、技術力の組織への定着を図った。
- アビジャンでは JICA、世界銀行（World Bank, WB）、アフリカ開発銀行（African Development Bank, AfDB）等のプロジェクトが多数実施中で、本プロジェクト成果への期待が高かったことから、本プロジェクト実施期間中から中間成果等の提供を行い、利活用の普及促進が図られた。
- Web-GIS の構築・公開と、地図・データの販売により、プロジェクト成果の一般利用が容易になった。

2) 提言

- 事前に技術レベルのベースライン調査項目を設定し、技術移転前後で評価する手法は、技術移転効果を数値評価する方法として有効と思われる。

(4) デジタル地形図の利活用状況等の情報整理

表 5-1-6 コートジボワール共和国「都市インフラ整備のためのデジタル地形図作成」で整備されたデジタル地形図の利活用状況

主な調査項目	調査結果の整理
利活用や更新の状況・頻度	<ul style="list-style-type: none"> • 本プロジェクト実施中に大規模開発等の経年変化が確認され、高い更新頻度が求められる。 • 地図・データ販売益や更新予算確保が重要
管理主体・方法	<ul style="list-style-type: none"> • 作成・更新・管理は CCT の責務で、直営で実施 • 本プロジェクトにより、CCT の技術的課題は少ない
共有状況・ (外部機関等含む)	<ul style="list-style-type: none"> • 利活用機関からの要望・質問等から、今後期待される利活用分野を整理した（表 5-1-7 参照） • プロジェクト実施中に中間成果を提供した機関 <ul style="list-style-type: none"> ➢ JICA ソリブラ交差点改善計画（航空写真） ➢ WB の下水整備プロジェクト（地盤高データ） ➢ AfDB 水資源改善プロジェクト（航空写真） ➢ JICA Abobo 及び Yopougon コミューン（等高線） ➢ BNETD/CCT 地籍データ更新（オルソフォト）

表 5-1-7 期待される利活用計画

地理情報成果品	利活用方法	将来の利活用分野	関係するセクター
デジタル航空写真	3D 計測、3D モデリング	都市開発、農村開発、港湾開発	DAUDL、PAA
1/2,500 デジタル地形図 CAD データ	都市基本図データ、販売	経年変化調査、行政界管理、公共交通インフラ管理、住所管理	各 コミューン、DIT、AGERROUTE、DGI、民間会社
1/2,500 デジタル地形図出力図データ	都市基本図印刷、販売	観光マップ背景図、官公庁マップ背景図	観光局、各省庁、民間会社
1/2,500 GIS 基盤データ	点、線、面、属性情報利用	道路管理計画、家屋調査、地籍管理、ゾーニング、ナビゲーション、送配電網管理、通信インフラ管理	DAUDL, AGERROUTE, DGI, Police Nationale, DAFR, DIT, DIEM, DTIC, 各国ドナー、民間会社
DEM, 1/5,000 オルソフォトマップ	2D デジタイズ	地籍管理、水資源管理、洪水対策、上下水道管理	DGI, DEAH, 上下水道管理局
1/5,000 オルソフォトマップ	GEO TIFF ファイル	道路管理、土地利用図背景、景観シミュレーション	DAUDL, 民間会社

(5) 事後評価において明らかになった課題、教訓、提言

1) 提案計画活用状況、提案計画活用による目標達成状況

表 5-1-8 利活用計画の達成状況

目標	指標	実績						
提案計画活用状況 (本事業で作成したデジタル地形図及びオルソフォトマップの関係機関・他ドナー等が) 大アビジャン圏における都市計画策定に活用される。	デジタル地形図及びオルソフォトマップの関係機関・他ドナー等への提供・販売実績(プロジェクト名、計画名)	(事後評価時) 達成 本事業で作成したデジタル地形図及びオルソフォトマップは、幅広い関係機関に販売されている。 CIGN は、デジタル地形図を活用して形成された計画・事業に関する情報は有していない。 [デジタル地形図及びオルソフォトマップの販売先]						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>成果品</th> <th>販売先</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>デジタル地形図</td> <td>国家技術研究開発局、SODECI, AfDB, PFO Africa, Cabinet TERRABO, GAUFF Consultant Africa</td> </tr> <tr> <td>オルソフォトマップ</td> <td>国家技術研究開発局交通インフラ部</td> </tr> </tbody> </table>	成果品	販売先	デジタル地形図	国家技術研究開発局、SODECI, AfDB, PFO Africa, Cabinet TERRABO, GAUFF Consultant Africa	オルソフォトマップ	国家技術研究開発局交通インフラ部
		成果品	販売先					
デジタル地形図	国家技術研究開発局、SODECI, AfDB, PFO Africa, Cabinet TERRABO, GAUFF Consultant Africa							
オルソフォトマップ	国家技術研究開発局交通インフラ部							
提案計画活用による達成目標 大アビジャン圏におけるインフラ整備が実施される。	デジタル地形図及び/またはオルソフォトマップを活用しての都市計画の策定と政府による承認	(事後評価時) 達成 以下の事業を通じて、デジタル地形図又はオルソフォトマップを活用しての都市計画が策定された。これらの計画は、コートジボワール政府から承認されている。 <デジタル地形図> ▶ JICA「大アビジャン圏都市整備計画策定プロジェクト」(2013年~2015年) ▶ 首相府「アボゴ県緊急計画」(2016年) <オルソフォトマップ> ▶ 世界銀行「都市開発計画」(2018年)						
	デジタル地形図及びオルソフォトマップを活用した道路・上下水道のインフラ整備など各セクターにおける開発プロジェクトの実績	(事後評価時) 達成 デジタル地形図又はオルソフォトマップを活用しての開発プロジェクトが策定され、次の状況下にある。 ▶ JICA 無償資金協力事業「日本・コートジボワール友好交差点改善計画」(2015年): 建設中 ▶ JICA 円借款事業「アビジャン三交差点建設事業」(2018年~2020年): 入札評価中 ▶ AfDB「第4橋建設事業」(2018年~2021年): 実施中						

2) 課題、教訓、提言

- CIGN には地図更新のための予算が割り当てられていないため、事業完了以降は一度も更新できていない。
- 本事業で作成したデジタル地形図及びオルソフォトマップは、国家技術研究開発局、交通インフラ部、コートジボワール配水公社 (SODECI) 等の政府機関及び AfDB といった開発パートナーなど、様々な機関に販売されている。
- Web-GIS に必要な通信インフラは強化され、誰でもインターネット上で Web-GIS を閲覧し、購入できるようになった。
- 観光マップやハザードマップ、道路マネジメントデータ、空港及び港の開発のためのデータが開発された

5-1-3 ブルキナファソ国「デジタル地形図作成プロジェクト」

(1) プロジェクトの概要

表 5-1-9 ブルキナファソ国「デジタル地形図作成プロジェクト」の概要

対象国名	ブルキナファソ	協力スキーム	開発計画調査型技術協力
案件名	デジタル地形図作成プロジェクト		
協力期間	2012年3月15日～2014年7月31日		
C/P 機関	ブルキナファソ国土地理院 (Institut Géographique du Burkina: IGB)		
背景	ブルキナファソは、農村貧困がより深刻であった。そうした状況に対応するため、ブルキナファソ政府は、「成長加速化及び持続的開発戦略」(2011年～2015年)において、経済成長を通じた貧困削減に向けた基本政策に基づき、農業開発、教育及び資源開発に取り組んでいた。他方、地図は国家開発の基本情報であることから、同国にとって国土基本図の作成は重要であった。そのため、JICA は IGB に対し、1998 年から 2000 年にかけて「南西部国家基本図作成調査」の支援を行った。しかしながら、IGB の技術的及び財務的問題のため、5 万分の 1 の地形図の作成は全体の 36%にとどまり、北部地域の地図の作成の遅れは、同地域の鉱物資源及び水資源の開発などの阻害要因となった。		
上位目標	1) 地形や土地利用など国土の最新情報を反映した最新のデジタル地形図作成により、国土計画ひいては国家開発戦略の政策優先順位策定に活用される。 2) 北部地域において、鉱物資源開発や畜産業開発、自然資源の保全など各種の計画策定に活用される。		
プロジェクト目標	1) 北部地域等における縮尺 1/50,000 デジタル地形図が作成される。 2) IGB の職員が衛星画像を用いたデジタル地形図作成技術を習得し、プロジェクト終了後に自身で地形図の作成および更新を行えるようになる。		
成果	1/50,000 デジタル地形図：北部地域 23,000km ² 、ワガドク市周辺 3,000km ² 衛星画像からの中縮尺デジタル地形図作成技術能力強化		
特記事項	-		
出典	1) 案件概要表 (2018 年 2 月) 2) ファイナルレポート (要約) (2014 年 8 月) 3) 案件別事後評価 (内部評価) 評価結果票 (2019 年 8 月)		

(2) プロジェクト目標の達成度

表 5-1-10 ブルキナファソ国「デジタル地形図作成プロジェクト」の達成度

目標	活動・成果	達成状況
北部地域等における縮尺 1/50,000 デジタル地形図が作成される。	北部地域等デジタル地形図	計画どおり整備された
	GIS データ構造化	計画どおり整備された
	オルソフォト	計画どおり整備された
IGB の職員が衛星画像を用いたデジタル地形図作成技術を習得し、プロジェクト終了後に自身で地形図の作成および更新を行えるようになる。	OJT (ワガドク地域)	参加した職員は基礎技術を習得した
成果品が活用され、国家開発計画が効率的に進められる	利活用促進ワークショップ/セミナー	キックオフセミナー 地図ユーザー会議 UEMOA 広域連携技術セミナー (計 2 回開催)
	データ配信サイトの構築	計画どおり構築された

(3) プロジェクト完了時に得られた教訓と提言

1) 教訓

- ・ 西アフリカ経済通貨同盟（Union Economique et Monétaire Ouest Africaine, UEMOA）諸国では、各国測量機関の定期的な交流・連携が行われており、本プロジェクトでも広域連携技術セミナーを2回開催して、近隣国への展開・普及が図られた。
- ・ ブルキナファソ国土地理院（Institut Géographique du Burkina, IGB）は上記 UEMOA 測量機関の中核的存在であり、技術普及・展開の影響力がある。
- ・ 技術ノウハウが個人に帰属する傾向が強く、組織としての技術能力向上に結び付かない。

2) 提言

- ・ UEMOA 域内での技術展開効果をねらいとして、IGB を核とした第三国研修などを可能とする技術協力プロジェクトの実施を提案する。

(4) デジタル地形図の利活用状況等の情報整理

表 5-1-11 ブルキナファソ国「デジタル地形図作成プロジェクト」
で整備されたデジタル地形図の利活用状況

主な調査項目	調査結果の整理
利活用や更新の状況・頻度	・ 2014 年以降の政治的混乱により、地形図の作成は中断されたが、2016 年に再開され、ワガドゥグ市の 12 地区の地形図の作成が開始された。 ・ ブルキナ鉱山地質局では地質図等主題図作成に基図として活用
管理主体・方法	・ 作成・更新・管理は IGB の責務で、直営で実施
共有状況・方法 (外部機関等含む)	・ 本プロジェクト成果は IGB の Web サイトから公開されているが、他の地形図の活用促進活動は行われていない。

(5) 事後評価において明らかになった課題、教訓、提言

1) 提案計画活用状況、提案計画活用による目標達成状況

表 5-1-12 利活用計画の達成状況

目標	指標	実績
<p>提案計画活用状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地形や土地利用など国土の最新情報を反映した最新のデジタル地形図作成により、国土計画ひいては国家開発戦略の政策優先順位策定に活用される。 ・北部地域において、鉱物資源開発や畜産業開発、自然資源の保全など各種の計画策定に活用される。 	<p>デジタル地形図の関連省庁での活用実績</p>	<p>(事後評価時) 一部達成</p> <p>本事業で作成されたデジタル地形図は、鉱山省による「鉱業セクター開発支援プロジェクト」(2015年～2018年)において活用され、以下の地図が作成された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 20万分の1地質図13枚 ・ 5万分の1地質図3枚 ・ 100万分の1合成地質図 ・ 南西部地球科学図 <p>上から3つの地図作成作業は、カナダ企業により行われ、地球科学図作成はフランス企業により行われた。</p>
<p>提案計画活用による達成目標</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国家開発計画が、より効率的・効果的に実施される。 	<p>国家開発計画のうちデジタル地形図を活用し実現している計画</p>	<p>(事後評価時) 検証不能</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 省庁の情報は提供されなかった。
<ul style="list-style-type: none"> ・北部地域における開発及び投資が促進され、北部地域経済が活性化される。同地域の農業・畜産を含む各種事業が効率的に実施される。 	<p>地形図を活用した鉱物資源、農村・牧畜産業振興プロジェクトの実績</p>	<p>(事後評価時) 達成</p> <p>デジタル地形図は、PADSEMの枠組みで実施された地球物理調査に活用された。PADSEMの目的は、ブルキナファソの利益を拡大するための鉱業分野への民間投資の確保・拡大とともに、鉱業セクターの効果的かつ透明性を確保した管理を行うための国家と関係機関の組織能力の向上を目的としていた。</p>

2) 課題、教訓、提言

- ・ 西アフリカにおいて、IGBはデジタル地形図作成の最も優秀な機関の一つとなった。その結果、デジタル地形図作成の地域研修センターの設立が検討されている。

5-1-4 ミャンマー国「ヤンゴンマッピングプロジェクト」

(1) プロジェクトの概要

表 5-1-13 ミャンマー国「ヤンゴンマッピングプロジェクト」の概要

対象国名	ミャンマー	協力スキーム	有償勘定技術支援－附帯プロジェクト
案件名	ヤンゴンマッピングプロジェクト		
協力期間	2017年10月26日～2019年11月22日		
C/P 機関	ヤンゴン地域政府 (Yangon Region Government: YRG)		
背景	ヤンゴン市は、産業・商業活動の中心地として人口の増加が著しく、急速な都市化、それに伴う多様なニーズや課題に対応するための包括的な開発シナリオ作りのため、JICA は 2013 年に「ヤンゴン都市開発マスタープラン」、2014 年に「ヤンゴン総合都市交通マスタープラン」、2017 年には「ヤンゴン都市圏上水整備事業 (フェーズ 2)」を承諾、更には新規事業についても検討されている。「ヤンゴンマッピングプロジェクト」は、これら実施中及び今後の円借款事業の詳細設計等の迅速化を図るものである。		
上位目標	整備されたデジタル地形図及び電子基準点が活用され、ヤンゴン都市圏 で実施中・予定の円借款事業の迅速化に貢献する。		
プロジェクト目標	整備されたデジタル地形図及び電子基準点がヤンゴン都市圏で実施中・予定の円借款事業に活用されている。		
成果	成果 1：ヤンゴン都市圏においてデジタル地形図が整備される 成果 2：ヤンゴン都市圏において電子基準点が整備される 成果 3：成果 1 と成果 2 の活用能力が向上する		
特記事項	-		
出典	1) 案件概要表 (2019 年 2 月) 2) ファイナルレポート (2019 年 10 月)		

(2) プロジェクト目標の達成度

表 5-1-14 ミャンマー国「ヤンゴンマッピングプロジェクト」の達成度

目標	活動・成果	達成状況
地形図データ作成	1/5,000 地形図データ (市内：1,504km ²)	オルソフォト、地形図データ、3D 建物データ、GIS 基盤データ、地形図 PDF
	1/10,000 地形図データ (南部：1,100km ²)	オルソフォト、地形図データ、GIS 基盤データ、地形図 PDF
電子基準点の整備	電子基準点設置	5 点
	データセンター設置支援	機材供与

(3) プロジェクト完了時に得られた教訓と提言

1) 教訓

- ・ 地形図データ作成に使用した衛星画像 (World View) のライセンス契約により、成果品の利活用が制限されている。
- ・ 電子基準点は、ヤンゴン中心市域をカバーし、点間距離 50km 以内となるような 5 点を選点設置し、1 秒データの処理・配信を行うデータセンターの設置を支援したが、民間の建設業者・測量業者による電子基準点を利用した RTK 測量や、農業管理業務での活用は進んでいない。

2) 提言

- ・ プロジェクト成果の広範な利活用を可能とするため、使用する衛星画像のライセンス契約に当たっては、できるだけ制限の少ないライセンスを取得することが望まれる。
- ・ 電子基準点の維持管理経費とデータセンターの運用経費が、民間需要へのデータ配信収益で賄えるように、利活用技術の普及活動と、電子基準点網の拡大が重要である。

(4) デジタル地形図の利活用状況等の情報整理

表 5-1-15 ミャンマー国「ヤンゴンマッピングプロジェクト」
で整備された地形図の利活用状況

主な調査項目	調査結果の整理
利活用や更新の状況・頻度	・ 定期的更新の計画はない
管理主体・方法	・ ヤンゴン都市開発委員会 (YCDC) と都市計画土地行政省 (UPLAD) が管理
共有状況・方法 (外部機関等含む)	・ YRG/YCDC でデータ共有政策を検討 ・ ヤンゴン都市開発管理プロジェクト、土地登記管理支援、都市鉄道整備事業等で活用

(5) 事後評価において明らかになった課題、教訓、提言

2019年1月終了プロジェクトのため、事後評価は未実施である。

なお、本プロジェクトの電子基準点 (CORS) 部分については、5-3-1 においても記す。

5-1-5 インドネシア国「国土空間データ基盤整備事業」

(1) プロジェクトの概要

表 5-1-16 インドネシア国「国土空間データ基盤整備事業」の概要

対象国名	インドネシア	協力スキーム	有償資金協力
案件名	国土空間データ基盤整備計画		
協力期間	2007年3月～2015年4月		
C/P 機関	地理空間情報庁 (Badan Informasi Geospasial: BIG)		
背景	スマトラ島は開発が進んでいるにもかかわらず基本図データが整備されておらず、不適切な地域開発が行われていたため、各地で環境悪化や天然資源の不適切な利用などが進んでいた。また政府機関や研究機関は同じ地域に対し基本図データや主題図を独立して作成・保有していた。これら重複作業や投資を回避し、効率的に空間データが共有されるためのネットワーク・システムの整備が喫緊の課題であった。		
上位目標	スマトラ島の基本図データの整備、国土空間データを共有するためのネットワーク・システムの整備、及び同システムの活用による効率的な地域開発計画の策定支援を行うことにより、国土空間データの利活用を通じて行政業務の効率化・高度化、重複した投資や作業の回避及び州レベルの地域開発計画の策定を図り、もって国家・地域社会経済の発展・ガバナンスの改善、適切な天然資源の管理・開発、環境保全に寄与する。		
プロジェクト目標	スマトラ島の基本図データの整備 NSDI ネットワーク・システムの整備 地域開発計画策定支援		
成果	1/50,000 基本図データ (411,000km ²) 1/10,000 基本図データ (4 自治体) Geo-Portal、GIS データセンターの強化 災害時リカバリーセンター (DRC) の建設		
特記事項	2015年にBIGが国家開発企画庁の所管に組織変更された。		
出典	1) 案件概要表 (2017年4月) 2) 円借款中間レビュー報告書 (2012年10月) 3) 外部事後評価報告書 (2019年12月)		

(2) プロジェクト目標の達成度

表 5-1-17 インドネシア国「国土空間データ基盤整備事業」の達成度

目標	活動・成果	達成状況
スマトラ島の基本図データ の整備	1/50,000 基本図データ	計画：411,000km ² 実績：303,439km ²
	1/10,000 都市基本図データ	面積 2,250km ² は計画どおりであるが、市域の拡張により計画 7 都市から 3 都市除外
NSDI ネットワーク・システムの整備	Geo-Portal の強化	ArcGIS Online 対応の Ina-Geoportal を構築
	GIS センターの強化	Ina-Geoportal 対応に強化
	DRC の建設	バタム島への DRC の建設
地域開発計画策定支援	地域開発計画用モデリングの策定及び研修実施	計画：5 島 実績：2 島

(3) プロジェクト完了時に得られた教訓と提言

1) 教訓

- ・ 詳細設計調査時はメタデータ検索による Geo-Portal を計画していたが、事業開始時（2011 年）には空間データを直接表示・検索でき、ユーザーインターフェースにも優れた ArcGIS Online が販売されており、地理空間情報庁（Badan Informasi Geospasial, BIG）からの強い要望により設計変更を行い、新技術を取り入れた Ina-Geoportal を構築した。これにより、より多くのユーザーが長期にわたり利用できるシステムとなった。
- ・ 2011 年法律第 4 号により、行政機関は統一された基本図データを利用・共有することが定められ、本事業成果の基盤地図データが法的にも広く他省庁・自治体に活用される根拠が保証されている。さらに 2016 年大統領令第 9 号ワンマップポリシー（One Map Policy, OMP）、2019 年大統領令第 39 号ワンデータポリシー（One Data Policy, ODP）が交付され、この方針は強化されている。

2) 提言

- ・ 事業開始後の設計変更は基本的には避けるべきであるが、計画時と実施時で大きな技術的变化があり、当該技術を導入することが上位目標達成等将来の事業効果を大きく増進させられると思われる場合は、柔軟に検討することも重要である。
- ・ 地理空間情報の利活用による効果を増大させるためには、OMP や ODP のような法整備による普及促進策が非常に有効である。

(4) デジタル地形図の利活用状況等の情報整理

表 5-1-18 インドネシア国「国土空間データ基盤整備事業」
で整備された地形図の利活用状況

主な調査項目	調査結果の整理
利活用や更新の状況・頻度	・ OMP により行政機関はデジタル地形図の利用義務化 ・ OMP を推進するため、更新を適切に実施
管理主体・方法	・ BIG が基本図データを提供する唯一の機関に定められている
共有状況・方法 (外部機関等含む)	・ Ina-Geoportal によるデータ共有

(5) 事後評価において明らかになった課題、教訓、提言

1) 教訓

- ・ Ina-Geoportal を通じて各行政機関の地図データの共有・利用は促進されており、各省庁・自治体の空間データ作成プロセスも改善した。
- ・ 正しい情報を掲載した標準空間データ情報を持つことにより、公平・公正、的確・適切な意思決定ができるようになり、セクター計画・開発計画も改善した。
- ・ OMP 発令以降、Ina-Geoportal の利用度は上がり、ダウンロード数、一般ユーザー数も増加した。

5-1-6 セネガル国「ダカール首都圏開発マスタープラン策定プロジェクト」

(1) プロジェクトの概要

表 5-1-19 セネガル国「ダカール首都圏開発マスタープラン策定プロジェクト」の概要

対象国名	セネガル	協力スキーム	開発計画調査型技術協力
案件名	ダカール首都圏開発マスタープラン策定プロジェクト		
協力期間	2014年8月5日～2016年2月26日		
C/P 機関	都市計画・住環境省 都市計画・建築局 (Direction of Urbanization and Architecture, Ministry of Urbanization and Housing: DUA)		
背景	ダカールは地方部からの人口流入が急速に進み、都市部は社会経済インフラの整備が追いつかないまま無秩序に拡大していた。セネガル政府は、マスタープラン「2025年に向けたダカール首都圏開発マスタープラン」(Dakar Urbanization Master Plan by The Horizon 2025)をもとに、都市開発、雇用創出、居住環境整備等を進めてきたが、同マスタープランは、社会状況の急速な変化のなかで、実情に合わなくなっていた。こうした背景のもと、リスク予防及び都市防災への配慮とともに、社会経済開発と環境保全を両立させた都市環境構築のためのマスタープランの早急な改定が求められていた。		
上位目標	<ul style="list-style-type: none"> ダカール都市計画マスタープランが改定され承認される。 ダカール首都圏における計画的かつ効果的土地利用に基づく社会経済開発が発展する。 		
プロジェクト目標	ダカール都市圏（ダカール州及び新空港建設地周辺）を対象とする都市計画マスタープランの更新、モデル地区における詳細都市計画の策定、及び優先事業にかかる概略フィージビリティ調査の実施を支援することにより、ダカール都市圏における計画的かつ効果的土地利用に基づく社会経済発展に寄与する。		
成果	<ol style="list-style-type: none"> 2035年を目標年次とするダカール都市圏の都市計画マスタープラン 優先開発地域にかかる詳細都市計画 詳細都市計画策定のためのガイドライン案 優先プロジェクトにかかる Pre-F/S 都市計画マスタープランの実現にかかるアクションプラン 実施機関への都市計画策定にかかる技術移転 		
特記事項	-		
出典	<ol style="list-style-type: none"> 案件概要表（2019年3月） 最終報告書（2016年1月） 案件別事後評価（内部評価）評価結果票（2020年3月） 		

(2) プロジェクト目標の達成度

表 5-1-20 セネガル国「ダカール首都圏開発マスタープラン策定プロジェクト」の達成度

目標	活動・成果	達成状況
2035年を目標年次とするダカール都市圏の都市計画マスタープラン	2035年のビジョン	「ホスピタリティの都市」を提唱
	土地利用計画	既存の Plateau 地区に加えて Daga Kholpa と Diamniadio からなる三極都市構造を提案
	都市交通マスタープラン	PDUD 2025 を継承
優先開発地域 (Daga Kholpa 地区) の詳細都市計画	都市構造	中央型の都市構造を選定
優先プロジェクトにかかる Pre-F/S	VDN 道路及び Fronte de Terr 道路の交差点改良事業	技術面、交通需要、経済面の検討から優先順位を提案
	Baux Maraichers バスターミナル周辺の交通改善事業	
	ゴミ処理システム	ゴミ焼却発電を提案

(3) プロジェクト完了時に得られた教訓と提言

1) 教訓

- ・ 本プロジェクトでは、デジタル地図はマスタープラン策定への必要性から作成されたもので、本プロジェクト内では計画どおり活用されたが、他のプロジェクトや汎用地図データとしての利活用は行われなかった。

2) 提言

- ・ 本プロジェクトで整備されたデジタル地図は、ダカール市全域をカバーする都市基本図に相当する汎用的なデータである。このようなプロジェクトの必要性から整備された地理空間情報を、一般利用や、他のプロジェクトでの利活用を可能とするためには、地理空間情報成果の管理を測量局等の専門機関に移管し、公開・販売できるよう調整することが望まれる。

(4) デジタル地形図の利活用状況等の情報整理

本プロジェクトでは、各種計画策定において、現況や課題の表示、分析、計画の表示等の基図として、詳細で新鮮な既存の地形図がなかったため、1/20,000 地形図データを整備した。このデータは本プロジェクトにおいて全面的に活用された他、市の基盤地図データとしての活用が期待される。

(5) 事後評価において明らかになった課題、教訓、提言

1) 提案計画活用状況、提案計画活用による目標達成状況

表 5-1-21 セネガル国「ダカール首都圏開発マスタープラン策定プロジェクト」
で提案された計画の活用状況

目標	指標	実績
提案計画活用状況	改定された都市計画マスタープランの法定計画としての承認状況	(事後評価時) 達成 「ダカール首都圏開発マスタープラン」は本事業によって改訂・更新され、2019年3月27日に大統領令2019-641によって承認された。
	都市計画マスタープランで提案された優先プロジェクトの事業化状況	(事後評価時) 一部達成 ・DGUAのマネジメント能力強化のために、本事業によって、情報提供、関係職員の能力強化、現地住民の啓発等を含む実行計画が作成された。2018年中に完了することが期待された21の計画のうち、3件が完了している。 ・計画、データ、情報等の共有を通して、実施省庁、政府機関、大学、研修機関等との調整・連携枠組みを構築中である。 ・必要な法令類は、大統領令のもと、各開発計画に応じて整備されている。 ・事業予算に関しては、DGUAが、鉱業会社や水資源開発機関などの民間セクター、世界銀行やECOWAS等の開発パートナーとの協議を続けている。 ・これらを通じて、マスタープランで計画された33の優先事業のうち、8事業が本事後評価時まで開始され、8事業のうち2事業が完了している。
	ダカール都市圏の都市計画推進体制にかかる提言内容の実現状況	(事後評価時) 達成 ・都市成長核を専管する組織体制の構築というマスタープランの提言を受けて、DUAはDGUAに改組された。DGUAは、政策、計画、法務、地図作成をそれぞれ担当する4課を擁する持続的都市開発・都市計画・規制部を含む、4部からなる。
提案計画活用による達成目標	<ul style="list-style-type: none"> 本プロジェクトで提言された土地利用計画と土地利用状況の整合性 本プロジェクトで提言された社会基盤施設の整備状況 都市計画行政（計画策定及び更新）の能力向上度（詳細都市計画の策定状況等） 	(事後評価時) 一部達成 ・ダカール市の一極型都市構造を多極的都市構造に転換させるために策定された「ダガールバ都市開発詳細計画」は、マスタープランが提案する土地利用計画に基づいている。 ・住宅団地等の社会基盤整備のための土地利用計画は、マスタープランが提案する土地利用計画との整合性に基づいて審査されている。 ・DGUAの組織能力は、実行計画及び優先事業の実施を通して強化されている。

2) 課題、教訓、提言

- 本マスタープランで計画された事業の実施の遅れは、政府の財政的制約によるところが大きい。マスタープランに具体的な資金調達戦略を盛り込み、その足掛かりとなる活動をプロジェクトが実施機関とともに着手することにより、事業実施の可能性を高めることができるのではないかとと思われる。

5-1-7 マラウイ国「リロングウェ市都市マスタープラン」

(1) プロジェクトの概要

表 5-1-22 マラウイ国「リロングウェ市都市マスタープラン」の概要

対象国名	マラウイ	協カスキーム	開発調査
案件名	リロングウェ市都市計画マスタープラン調査		
協力期間	2009年02月25日～2010年09月24日		
C/P 機関	地方自治地域開発省 (Ministry of Local Government and Rural Development)		
背景	リロングウェ市は南部の旧市街を中心に市街化と急激な人口増加が進んでおり、計画的な住宅用地の指定、確保が課題となっている。 また、道路・公共交通施設の整備、廃棄物管理等の課題もあり、適切な土地利用計画と計画的なインフラ整備を実現させるための都市開発マスタープランの見直し・策定が急務となった。		
上位目標	策定された都市計画マスタープランに従い、都市機能及び市民のニーズに沿った適切な土地利用、市内の交通状況の改善、人口動態に沿った適切なインフラ整備が行われ、同市の経済が活性化する。		
プロジェクト目標	2030年を目標年次とした都市計画マスタープランを策定する。また、短・中期で都市交通及び都市環境施設分野の開発プログラムを作成する。これらの作成を通じてキャパシティディベロプメントを行う。		
成果	1) 都市計画マスタープラン 2) 都市交通分野開発プログラム 3) 都市環境施設分野開発プログラム 4) 計画策定及び実施にかかる技術移転		
特記事項	-		
出典	1) 案件概要表 (2017年1月) 2) 最終報告書 (2010年9月)		

(2) プロジェクト目標の達成度

表 5-1-23 マラウイ国「リロングウェ市都市マスタープラン」の達成度

目標	活動・成果	達成状況
2030年を目標とするリロングウェ市の都市計画を策定する	都市計画マスタープラン	クラスター型開発の都市計画案を提案
	都市交通分野開発プログラム	公共交通整備計画及び交通整備計画を策定
	都市環境施設分野開発プログラム	給水システム整備計画、汚水処理システム整備計画、廃棄物処理システム整備計画、環境整備計画を策定

(3) プロジェクト完了時に得られた教訓と提言

1) 教訓

- 本プロジェクトでは、デジタル地図はマスタープラン策定への必要性から作成されたもので、本プロジェクト内では計画どおり活用されたが、他のプロジェクトや汎用地図データとしての利活用は行われなかった。

2) 提言

- 本プロジェクトで整備されたデジタル地図は、リロングウェ市全域をカバーする

都市基本図に相当する汎用的なデータである。このようなプロジェクトの必要性から整備された地理空間情報を、一般利用や、他のプロジェクトでの利活用を可能とするためには、地理空間情報成果の管理を測量局等の専門機関に移管し、公開・販売できるよう調整することが望まれる。

(4) デジタル地形図の利活用状況等の情報整理

本プロジェクトでは、各種計画策定において、現況や課題の表示、分析、計画の表示等の基図として、詳細で新鮮な既存の地形図がなかったため、1/10,000 地形図データを整備した。このデータは本プロジェクトにおいて全面的に活用された他、市の基盤地図データとしての活用が期待される。

(5) 事後評価において明らかになった課題、教訓、提言

事後評価は行われていない。

5-1-8 ネパール国「ネパール地震復旧・復興プロジェクト」

(1) プロジェクトの概要

表 5-1-24 ネパール国「ネパール地震復旧・復興プロジェクト」の概要

対象国名	ネパール	協力スキーム	開発計画調査型技術協力
案件名	ネパール地震復旧・復興プロジェクト		
協力期間	2015年6月15日～2019年12月27日		
C/P 機関	国家計画委員会、都市開発省、連邦・地方開発省、財務省、内務省、インフラ・運輸省 (National Planning Commission, Ministry of Urban Development, Ministry of Federal Affairs and Local Development, Ministry of Finance, Ministry of Home Affairs, Ministry of Physical Infrastructure and Transport)		
背景	2015年4月25日に発生したネパール地震では、死者8,631人、負傷者16,808人、全壊家屋約50万戸、半壊家屋約27万戸という、甚大な被害が生じた。 JICAは「仙台防災枠組2015-2030」及び「仙台防災協力イニシアティブ」も踏まえ、地震発生直後の応急対応から復旧・復興に入る時期に、「Build Back Better」の考え方を反映させた、より災害に強靱な国の復興方針を作る必要性を強調している。		
上位目標	人道支援から復旧・復興の間のシームレスな支援を実現すべく、地震災害の緊急復旧・復興プロセスにおいて、日本の災害経験と復興にかかる教訓を参考にしつつ、被災地域の早期復旧・復興、そしてより災害に強い国及び社会の形成について、その一連のプロセスを包括的に支援する。		
プロジェクト目標	人道支援から復旧復興への移行に至る際に生じる需給ギャップを埋めるべく、優先的な復旧事業については住民参加に配慮してプロジェクト内で早期に実施するとともに、別案件となる無償資金協力や有償資金協力による支援につなげていくことを想定する。		
成果	1) 復旧・復興計画の策定 2) 耐震住宅・施設に係るガイドライン作成及び普及 3) 復興優先事業計画（プログラム無償）の形成 4) 優先緊急復旧事業（Quick Impact Project）の形成及び実施		
特記事項	-		
出典	1) 案件概要表（2020年3月） 2) ファイナルレポート 成果1～3（2017年10月） 3) ファイナルレポート 成果4（2019年4月）		

(2) プロジェクト目標の達成度

表 5-1-25 ネパール国「ネパール地震復旧・復興プロジェクト」の達成度

目標	活動・成果	達成状況
各種計画の策定	カトマンズ盆地デジタル地形図（復興支援地図）の作成	・1/10,000 : 721km ² ・1/5,000 : 121.38km ²
	地方郡におけるGIS主題図作成	社会調査資源マップのGIS化
	土砂災害ハザードマップ作成	ゴルカ郡、シンドパルチョーク郡 利活用ワークショップ開催
	カトマンズ盆地強靱化計画（KVRP）の作成	今後策定される戦略的開発計画の別冊資料として位置づけられる
	ゴルカ郡、シンドパルチョーク郡）の復旧・復興計画（RRP）の策定	覚書に基づき技術支援を実施
耐震建築・構造物の普及促進	耐震建築ガイドラインの作成	ガイドラインに沿った学校のプロトタイプを設計した。
優先復興事業（プログラム無償）の形成	優先復興事業計画の抽出、設計および概算レベル積算	「チョータラ市導水システム改善計画」及び「バラキローバルバック道路橋梁建設計画」を選定
優先緊急復旧事業（QIPs）の形成および実施	優先緊急復旧事業実施計画の策定と実施	30件選定し実施（2件はキャンセル）

(3) プロジェクト完了時に得られた教訓と提言

1) 教訓

- ・ 本プロジェクトはネパール地震の復旧・復興を目的とし、地理空間情報はその目的に利用するために整備されたため、確実に利活用された。
- ・ 本プロジェクトでハザードマップを作成した 2 郡の他、復興庁（National Reconstruction Authority, NRA）がハザードマップ作成を計画している地方 9 郡についても、衛星画像、地すべり判読結果、DEM が整備・提供されたため、今後の利活用も期待できる。

2) 提言

- ・ 本プロジェクトのように、利活用まで一貫した地理空間情報プロジェクトでは、実際の利活用効果に直結するので基盤地図整備の費用対効果を向上でき、また中間成果の基盤地図は広域を一括整備するため汎用的な利活用が期待できる。今後は緊急災害対応のようなケースだけでなく、このような協カスキームの実施が望まれる。

(4) デジタル地形図の利活用状況等の情報整理

表 5-1-26 ネパール国「ネパール地震復旧・復興プロジェクト」
で整備された地形図の利活用状況

主な調査項目	調査結果の整理
利活用や更新の状況・頻度	本プロジェクトにおける地理空間情報は、被災地の全体像・状況を広域的かつ迅速に把握し、また、その後の復旧・復興計画を支援する目的で整備されたため、本プロジェクトや関連事業に広く利活用された。
管理主体・方法 共有状況・方法 (外部機関等含む)	整備された地理空間情報は GIS 化され、ブラウザベースの Web Map ビューアを利用して管理・共有された。

(5) 事後評価において明らかになった課題、教訓、提言

2019 年 12 月終了プロジェクトのため、事後評価は未実施である。

5-1-9 共通する課題、教訓、提言

(1) 技術移転効果の増大に資する提言

- ・ プロジェクト中に作成された技術移転教材（文書・映像等）を蓄積し、遠隔研修により移転技術の継続性確保に努める。
- ・ 技術移転効果を C/P 機関内部やユーザー機関に継続的に普及・展開するため、TOT 方式による講師人材の育成を推進する。
- ・ 技術移転効果を数値評価するため、技術移転前後で参加者の技術レベルのベースライン調査を実施する。
- ・ C/P 機関が移転された技術を用いて独自に地理空間情報整備範囲を拡大していくことを支援するため、衛星画像や航空写真撮影など整備に必要な原データについては、プロジェクト範囲より広範囲に取得して供与することも有効である。

(2) プロジェクトスキームに係る提言

- ・ 地理空間情報の利活用効果を確実に示すため、利活用パイロットプロジェクトを実施する。
- ・ 地理空間情報成果の利活用促進のため、Web-GIS やダウンロードサイトの開設は有効である。
- ・ 技術移転の近隣国への展開を促進するため、地域間協力の枠組みを活用して、第三国研修や地域センターの設立などを支援することも有効である。
- ・ マスタープラン策定などの特定目的のために、地理空間情報整備から利活用までが一貫しているプロジェクトでは、地理空間情報の整備効果が明確である。
- ・ 利活用まで一貫したプロジェクトの場合は利活用機関が C/P 機関となるが、整備された地理空間情報の他プロジェクト等への利活用を可能とするためには、整備された地理空間情報成果の管理を測量局等専門機関に移管し、公開・販売されるよう調整することが望まれる。

(3) その他の提言

- ・ インドネシアの One Map Policy のように、地理空間情報の共有・利活用を法制度で義務付ける政策は、非常に有効である。
- ・ 事業計画時と実施時の間に画期的な技術変革があり、プロジェクト成果の発展性、持続可能性に大きく影響すると思われる場合は、柔軟に計画変更を検討することも必要と思われる。
- ・ デジタル地形図成果の広範な利活用を可能とするため、購入する衛星画像のライセンス契約に当たっては、できるだけ制限の少ないライセンスを取得することが望まれる。

5-2 国土空間データ基盤(NSDI)整備・利活用

ブータン NSDI、デジタルバングラデシュ、ウクライナ NSDI、アルバニアデジタル地図、インドネシア NSDI の 5 件について、F/R 等の公開されている資料を元にプロジェクトの実施項目と達成状況、実施後の課題等の観点で整理・分析を加える。

5-2-1 ブータン国「国家地理空間情報作成プロジェクト（第 1 期）」

(1) プロジェクトの概要

本業務は、下表の背景を受けて、ブータンより要請のあった以下の技術協力に基づいて実施した。なお、C/P 機関は国家土地委員会事務局（National Land Commission Secretariat, NLCS）である。

- 農地整備等の基礎情報となる 1/25,000 デジタル地形図の作成
- NSDI 整備・実施計画の策定
- デジタル地形図の作成等に係るブータン国家測量機関である National Land Commission Secretariat への技術移転

業務は、2015 年 2 月から 2017 年 11 月の期間で実施された。

プロジェクト目標は、ブータンの南部地域(9,870km²)において衛星画像を用いた 1/25,000 デジタル地形図が作成され、NSDI の整備及びデジタル地形図作成に係る技術移転を行うことにより、農業開発計画及びインフラ整備計画等の策定に寄与することである。

また、成果として以下の 3 点を掲げている。

- 1 : ブータンの南部地域 (9,870km²) の 1/25,000 デジタル地形図
- 2 : 1/25,000 デジタル地形図作成手法の NLCS への技術移転
- 3 : 1/25,000 デジタル地形図作成をモデルケースとした NSDI の整備

(2) プロジェクトのコンポーネント毎の網羅・進展

NSDI に係る活動の達成状況を下表に示す。

- NSDI に係る活動概要は以下のとおりである。

表 5-2-1 : NSDI 整備に関する活動

項目	目標	活動・成果	達成状況
1)地理空間情報整備	南部地域の 1/25,000 デジタル地形図の作成	デジタル地形図	整備できた。
2)地理空間情報の維持管理体制整備	南部地域の 1/25,000 デジタル地形図作成・更新に係る技術・体制整備、品質管理、工程管理、機材管理	NLCS との「中長期計画（案）」の検討 各種技術・品質管理・機材運用管理マニュアルの整備	「中長期計画（案）」の検討・協議を通して、共通理解をに基づく各種マニュアルが整備できた。
	南部地域の 1/25,000 デジタル地形図作成に係る作業規程、製品仕様書の作成	作業規程（案）と製品仕様書（案）の整備	整備できた。
3)地理空間情報のデータ共有体制整備	重複回避・共有ルール等の作業規程への記載 1/25,000 デジタル地形図を使用した情報共有のモデルケースの構築 NLCS との調整（NLCS 管理データの共有） データポリシーに関するデータ供給者（CGISC メンバー機関）との調整	「運営指導調査団」のコンサルテーションによる関係機関間の地理空間情報共有の重要性の共有 データ共有方針に関する調査団の提言（ラスタデータの民間ユーザーへの無料配信、全デジタルデータの政府機関への無料共有）	地理空間情報の重複排除や関係機関間のデータ共有ルールに関する資料が作成できた。 地理空間情報共有に関する基本的な方針が整備できた。
4)地理空間情報のデータ利用体制整備	1/25,000 デジタル地形図を使用した情報流通・利用のモデルケースの構築 セミナーの開催	「1/50,000 及び 1/25,000 地形図閲覧ビューワー」の Web 上での公開 スマートフォンアプリケーションアイデアコンテストの実施 セミナーの実施	一般ユーザーに向けたデータ閲覧データと仕組みの整備やプロモーションができた。
	1/25,000 デジタル地形図を使用した「農業開発計画」あるいは「インフラ整備計画」への活用モデルケースの提案	1/50,000 及び 1/25,000 地形図閲覧ビューワー」と、「農業開発計画」に関する GIS サンプルモデルを作成し、技術移転を実施した。	政府関係者間のデータ利用について、具体例を示すことができた。

出典：ブータン国国家地理空間情報作成プロジェクト F/R

(3) プロジェクト完了後の課題

NSDI に係る課題をして以下の 3 点があげられている。

- デジタルデータの有料配布のための仕組みの整備

NLCS は、政府機関に対しては地理空間情報を無料で共有する方針であるが、民間ユーザーに対しては、ラスタデータは無料で共有するものの、ベクタデータは販売する方針である。

これに関し、NLCS 及び CGISC (GIS 調整センター) では、G.I.ポリシー (案) を有しているが、デジタルデータ (ベクタデータ) の販売実施のためには、販売金額も含め、運用を前提とした検討や更新が必要である。

また、将来的にインターネットの環境が良くなるという前提で、データ配信のツールとして利便性の高い既存の「Geo-portal」へのアプリケーションやダウンロード機能の追加等の拡張が期待される。

- データ相互利用のための仕組みづくり

NSDIの主目的であるデータの有効かつ効率的な作成・利用にあたっては、①データ作成の目的、②データの仕様（内容、精度等）、③データ作成者、④データ作成年等の情報を作成機関、ユーザー間で幅広くかつ容易に共有する必要がある。

そのために、地理空間情報に携わる政府機関のみならず民間企業も巻き込んだ、データ相互利用（アプリケーション開発）や委託業務のための共通理解や共通ルール（標準化）といった仕組みづくりならびに環境の整備をより一層進めていく必要がある。

- 「測量法」の整備

地理空間情報の整備、利活用促進及びデータ共有の促進のためには、「測量法」の整備が必要である。「測量法」の記載事項として、NLCSの位置付けの強化、測量士制度、測量成果の重複排除等が考えられる。

また、NSDI整備のニーズとして、既存1/25,000地形図の品質や整備エリアについての要望を持つ機関や、本業務で作成される1/25,000デジタル地形図の「農業」、「電力」、「道路」、「防災」等の分野での利活用が期待できる機関が幾つか確認されたとしている。

さらに今後の方向性として下記の6点を挙げている。

- 「G. I. ポリシー」の国家的承認と運用
- 地理空間情報に関連する法令や計画、方針の運用レベルでの更新
- 本案件で整備した「作業規程」の運用・更新
- 本案件で整備した地理空間情報の「G. I. ポリシー」や関連法令や計画、方針に沿ったデータ共有や利活用の実施
- 本案件で提案した「Survey Act」の整備とそれに伴う「資格制度」や「測量計画と成果の共有」、「地理空間情報整備・更新手法」のルール化
- 地理空間情報の基盤情報の全国整備とニーズに応じた部分的整備の継続

5-2-2 バングラデシュ国「デジタルバングラデシュ構築のための地図作成能力高度化プロジェクト」

(1) プロジェクトの概要

バングラデシュでは、国土の開発・保全、災害管理等の事業に必要な高精度かつ最新の地形図が長年にわたり整備されなかったために、政府および民間によるインフラ開発や土地利用、都市開発、防災等の計画作成・管理が非効率なものとなっていた。

この問題を解決するために、バングラデシュ測量局 (Survey of Bangladesh, SOB) に対し、1990 年代から開発調査や技術協力を継続して実施するとともに、地図作成に関する計画、運営、技術の 3 つの能力強化のための Bangladesh Digital Mapping Assistance Project (BDMAP) を 2009 年から 2013 年にかけて実施した。

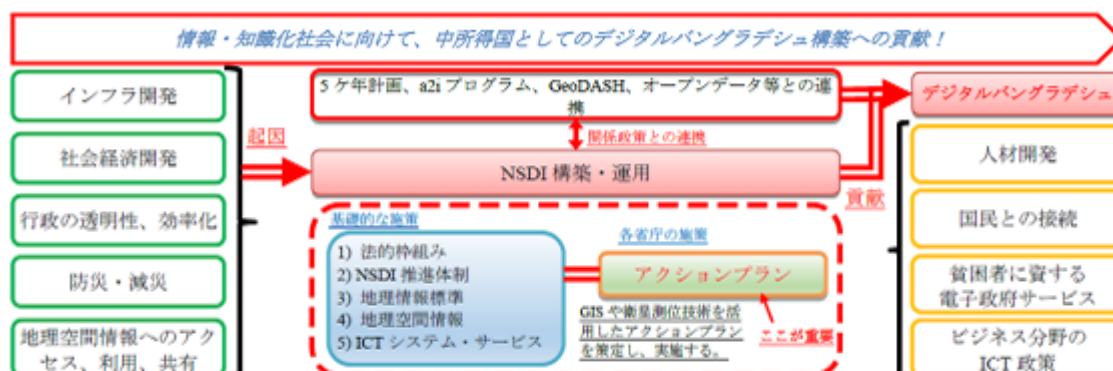
さらに、これまで導入されてきた技術の定着や、正確な地理空間情報の整備・更新、今後の地形図の利活用促進、電子基準点を含めた NSDI 構築のために、SOB の組織強化が求められており、我が国への技術協力を要請した。

これを受けて本プロジェクトは、2013 年 10 月～2018 年 3 月の期間実施された。プロジェクトは、正確な地理空間情報の整備・更新手法や、地形図の利活用に係る技術移転を行い、また、電子基準点の整備を含めた NSDI の構築に係るロードマップを作成することにより、デジタルバングラデシュ 2021 の達成に寄与するものである。

(2) プロジェクトのコンポーネント毎の網羅・進展

活動内容は、NSDI にかかる関連法制度、電子基準点の整備状況および今後の整備方針等、第三国における NSDI の概要および利活用状況の整理・分析、などの調査業務を踏まえて、SOB との協議・合意の上で、NSDI 構築に向けたロードマップ (案) の策定を行うことである。

ロードマップ案は、我が国における NSDI 構築・運用の変遷、デジタルバングラデシュ全体における NSDI の位置づけの整理を踏まえて NSDI 構築・運用の概念の共通理解を明確化した。



出典：デジタルバングラデシュ構築のための地図作成能力高度化プロジェクトファイナルレポート

図5-2-1 バングラデシュ国のNSDI構築・運用の概念

調査・協議・合意の結果、時間軸の始点をバングラデシュ国における2018年度の開始時（2018年7月）と設定し、2031年までの15年間のロードマップ（案）を作成した。

表 5-2-2 ロードマップ案の具体的な期間・取り組み

a) 準備期間	
期間	現在～2018年6月（バングラデシュ国の会計年度に合わせて設定）
目的	NSDI 構築のために必要な準備作業を実施する。
主たる活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ・Geo Portal サイト（プロトタイプ版）の構築 ・Survey Act の成立（必要な細則を含む） ・NSDI Act の促進（必要な細則を含む） ・SOB が所有している地理情報の公開範囲・方法の決定 ・電子基準点の拡張準備 ・デジタル地形図（縮尺1:25,000 および1:5,000）の完成 ・NSDI Committee の設立準備
b) 第1期（基盤形成期）	
期間	2018年7月～2021年6月（バングラデシュ国の会計年度に合わせて設定）
目的	NSDI の構築と各種課題の解決
主たる活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ・NSDI プラットフォームの構築 ・NSDI Act の成立（必要な細則を含む） ・NSDI Committee の設立とワーキンググループの活動（各種の課題解決のための活動） ・主題データ作成・更新の実証 ・電子基準点の拡張 ・ダッカ市のデジタル地形図の更新と公開 ・基盤地図更新手法の検討 ・SOB の組織変更と人材育成・管理体制の整備
c) 第2期（普及期（中期計画））	
期間	2021年7月～2026年6月（第8次5ヶ年計画の期間） （バングラデシュ国の5ヶ年計画の期間に合わせて設定）
目的	NSDI の利活用促進
主たる活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ・基盤地図の定期的な更新 ・重要な高い主題データの整備・更新 ・主要地方都市におけるデジタル地形図の作成と公開 ・地理情報標準等の整備、普及 ・NSDI プラットフォームの拡大・展開 ・電子基準点の運用、普及、利用促進 ・ワーキンググループの活動の継続 ・GIS や衛星測位を活用した新しいビジネス創出の検討
d) 第3期（運用期（長期計画））	
期間	2026年7月～2031年6月（第9次5ヶ年計画の期間） （バングラデシュ国の5ヶ年計画の期間に合わせて設定）
目的	NSDI の安定的な運用
主たる活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ・各省庁におけるNSDI 関連業務の推進と人材育成 ・基盤地図の定期的な更新 ・NSDI プラットフォームの更新 ・NSDI の利活用を地方政府機関への拡大 ・GIS や衛星測位を活用した新しいビジネスの創出

出典： 同プロジェクト F/R

(3) プロジェクト完了後の課題

課題として以下を挙げている。

表 5-2-3 NSDI 構築に向けたロードマップ（案）の実現に必要な重点項目

法律面	Survey Act の成立
	Survey Act に基づく細部規程の成立
	NSDI Act の成立
	NSDI Act に基づく細部規程の成立
政策・制度面	各省庁のトップの NSDI に対する理解と協力体制の確立と NSDI Committee の成立
	NSDI Contributors Meeting の認証と Working Group の成立
	5 年計画への組み入れ
予算面	NSDI の構築、運営、維持管理、更新に必要な予算の確保
	電子基準点の構築、運営、維持管理に必要な予算の確保
	地理空間情報の更新に必要な予算の確保
実施体制	NSDI および電子基準点を担当する人員の配置と能力強化
出典： 同プロジェクト F/R	

5-2-3 ウクライナ国「空間情報統合プロジェクト」

(1) プロジェクトの概要

ウクライナ国政府は、地理空間情報を全土で整備している。また一部の地域では、縮尺 1/2,000 の大縮尺図が整備されている。さらにこれらの地形図に基づき、各機関は各種の主題図を整備している。しかしこれらの地理空間情報の整備及び管理においては、関係機関間の調整不足のため重複して整備され、また共有・共用がなされていない状況になっていた。また共有・共有に不可欠な世界標準に基づいた地理空間情報の仕様やその共有システムが欠如していた。このような状況を踏まえ、ウクライナ国政府は、地理空間情報の統合、データベース化及び共有・共有手法の確立を目指した NSDI の構築を行うことを閣議で決定した。しかし NSDI 構築に不可欠である地理空間情報の統合及び管理手法に関する技術が不十分な状況であった。以上のような背景をもとに、ウクライナ国政府は NSDI の構築に係る支援を日本国に要請した。

プロジェクトは、2015 年 9 月～2018 年 3 月に実施された。

プロジェクトの目的は、『パイロット地域における NSDI の実証を通じて NSDI 構築・運用に係る仕組みの構築を目指す』ことであり、以下の成果を設定した。

- 成果 1：NSDI 構築・運用計画（案）を作成する。
- 成果 2：この計画を推進していくための組織体制を構築する。
- 成果 3：実用的な地理情報標準（案）を作成し、普及計画を策定する。
- 成果 4：NSDI の有用性を実証するためのプロトタイプを構築する。
- 成果 5：NSDI 構築・運用のため、C/P、関係機関の能力を強化する。

(2) プロジェクトのコンポーネント毎の網羅・進展

実施結果の概要を下表 5-2-4 に示す。

表 5-2-4 プロジェクトのコンポーネントと進展

#	コンポーネント	結果
1	NSDI 構築・運用計画 (案) 作成	NSDI の法制化の手順、NSDI 関連機関の組織構造、業務実態、地理空間情報の整備の状況、IT 技術の現状、および関係する法的枠組みも明らかになった。これらの成果の貢献もあり、プロジェクト終了 3 年後に NSDI 法が成立・施行された。さらに、NSDI データの整備・運用方法、資金計画などを網羅した「NSDI 構築・運用計画 (案)」が策定された。
2	関係機関連携の確立	NSDI 法が成立するまでの準備機関として、Steering Committee (S/C) とその傘下に Working Group (W/G) を設置した。
3	地理情報標準 (案) 作成	我が国の地理情報標準をひな形として、UkrGIS が国内標準化の手順に従って、2018 年 3 月に発行された。
4	NSDI プロトタイプ構築	ヴィニツァ市をパイロットサイトとする地理空間情報のビューワサービス、クリアリングハウス、メタデータエディタ、GIS アプリケーションを構築・開発した。
5	C/P、関係機関能力強化	本邦研修・世銀の会議での成果発表など、C/P の自立的な能力向上を支援した。
6	報告書作成、説明・協議、その他	—
出典：調査団作成		

(3) プロジェクト完了後の課題

- 完了時の最大の課題は、NSDI 法の成立、及びそれに基づく法定業務としての NSDI の構築・運用であった。2020 年 6 月に同法が成立し、予算措置、運用組織の整備等の活動が本格化する条件が整った。
- 政権交代に伴って、C/P 職員の離職・異動による持続性の欠如。

5-2-4 アルバニア国「ティラナ・ドゥレス地域デジタル地図作成能力向上プロジェクト」

(1) プロジェクトの概要

首都ティラナ及び同市郊外のドゥレス市を結ぶ地域では、近年人口の急増に伴う急速な市街地化及び無秩序な開発に対応するため、2016年に **National General Plan for Territory** が作成された。今後、同プランに基づくインフラ整備を進めるため、セクター別の計画や土地管理台帳の作成が必要となるが、基盤となる大縮尺（1/2,000）デジタル地形図が1980年代以降更新されていない。

一方、地理情報整備に対するニーズの高まり、将来的なEU加盟に向けた国家戦略の一環として、地理情報関係業務を統合して実施する地理空間情報管理事務局（**State Authority for Geospatial Information, ASIG**）が設置された。ASIGは、自力でデジタル地形図を作成する能力及びオルソフォト作成等の発注業務の品質管理ができない等の問題を抱えていた。デジタル地形図を適正な品質で効率的に整備していくためには、ASIGのデジタル地形図作成に関する技術及び管理面の能力を向上させることが求められていた。

本プロジェクトは、上記を背景として、首都ティラナのデジタル地形図整備及び整備能力向上に関しアルバニア政府から我が国へ支援要請があったものである。

本プロジェクトは、2017年7月～2021年12月までの期間で実施されている。

本プロジェクトは、ティラナ・ドゥレス地域において、1/2,000 デジタル地形図（約300km²）を作成することにより、ASIGの写真測量及び精度・品質管理に係る能力強化を図り、デジタル地形図の利活用が進展し、社会サービス及びインフラ整備が進むことに寄与する。期待される効果として以下を設定した。

- ① 1/2,000 デジタル地形図作成（約300km²、うち20km²はASIGが作成）
- ② デジタル地形図作成技術に関する作業規程の作成

(2) プロジェクトのコンポーネント毎の網羅・進展

実施結果の概要を下表に示す。

表 5-2-5 プロジェクトのコンポーネントと進展

#	コンポーネント	結果
1	地形図作成・技術移転	1/2,000 地形図を EU INSPIRE 仕様に準拠して初期整備する工程を網羅的に技術移転し概ね定着した。
2	地理空間情報の利活用促進	バルカン地域での成果発表、地元大学生へ講習の実施などアウトリーチを実施した。
3	提供用データの作成・管理	ASIG は、プロジェクトの実施と並行して、ISO19100 シリーズに準拠して地理空間情報の標準化に着手しており、提供用データの作成・管理についても、データ交換・仕様書の公開など、キーとなる標準の適用において、相乗効果を高めた。
出典：調査団作成		

(3) プロジェクト完了後の課題

- 法制度上で NSDI の設置・運用が定められているが法定の業務に紐づいた用途に用いられておらず、専ら一般的な地図情報の提供にとどまっており、日常的に行政で活用する方策を検討する必要がある。特に地籍は別機関が所掌しており、相乗効

果を上げる制度上の工夫の余地がある。

5-2-5 The National Geo-Spatial Data Infrastructure (NSDI) Development Acquisition and Production of Geo-Spatial Data of Sumatera Island (インドネシア NSDI)

(1) プロジェクトの概要

2007年3月にインドネシア政府と日本政府の間で、NSDI構築にかかる円借款契約(STEP)が調印された。承諾額は、6,373百万円である。

本事業は、スマトラ島の基本図データを整備し、国土空間データを共有するためのネットワーク・システム整備を行うと共に、同システムの活用による効率的な地域開発計画の策定に係る支援を行うことにより、国土空間データの活用による行政業務の効率化・高度化、同データの共有化による重複作業・投資の回避及び国土空間データを活用した州レベルの地域開発計画の策定を図り、もって国家・地域社会経済の発展、ガバナンスの改善、適切な天然資源の管理・開発、環境保全に寄与することを目的とした。整備する基本図の範囲を下図に示す。

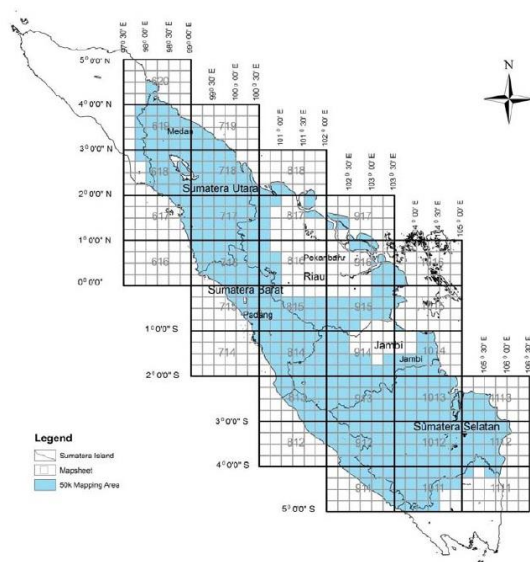


Figure 1: 1/50,000AOI

図 5-2-2 : インドネシア NSDI プロジェクトの範囲

出典 : The National Geo-Spatial Data Infrastructure (NSDI) Development Acquisition and Production of Geo-Spatial Data of Sumatera Island TOPOGRAPHIC MAP SCALE 1:50,000 COMPLETION REPORT

(2) プロジェクトのコンポーネント毎の網羅・進展

アウトプットとして、以下が計画された。

表 5-2-6 プロジェクトのアウトプット (計画)

① 空間データの取得および作成	スマトラ島：411,000km ² ：1/50,000 2,250 km ² ：1/10,000 (バンダル・ランポン、ベンクル、ジャンピ、メダン、パダン、パンカルピナン、ペカンパルの 7 市)
②-1) NSDI ネットワーク・システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地理空間情報庁と関係 10 参加機関との間のデータシェアリングシステムの構築 ・ 既存の地理空間情報庁 GIS データセンターについてバックアップシステムを含む強化 ・ 地理空間情報庁および関係 10 機関職員の研修および能力開発
②-2) 地域開発計画の支援	<ul style="list-style-type: none"> ・ BAPPENAS (国家開発企画庁) における空間データベースユニットの設立
③-1) コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 上記②-1) の詳細設計 ・ 上記①および②-1)、②-2) の入札補助 ・ 上記①および②-1)、②-2) および③-2) の監理
③-2) コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・ National Technique Guidance (国家技術指針) の開発 ・ 地域開発シナリオ、戦略シナリオ、主要な一島の投資計画の開発 ・ 地方政府職員および地域の大学の職員に対する研修およびワークショップの組成

出典： https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2012_IP-544_2_s.pdf



Figure 16: Cartography MXD format

図 5-2-3：作成された地形図データの例
出典：プロジェクト報告書

事業費は下表のとおりであり、概ね計画されたインプットが実行された。

表 5-2-7 事業費

全体	借款	実績
7,520 百万円	6,373 百万円	4,742 百万円
出典： https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2012_IP-544_2_s.pdf		

(3) プロジェクト完了後の課題

円借款による地理空間情報の整備は初めてのケースとなった。中間レビューにおいて、以下の提言がされた。https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2012_IP-544_2_s.pdf

1) JICA 調達規定の理解

調達においてインドネシア国内規定と L/A における規定とで齟齬が起きる場合、L/A 規定を優先するということについての理解が実施機関から得られていない。インドネシア国内規定では PQ 合格者数が 3 社以上に満たなかった場合は、再 PQ をすることになっているが、JICA 規定では PQ の結果として例え 1 社しか通過しない場合でも競争は働いたとみなせる。円借款業務の受け入れが多い実施機関の場合は比較的問題なく手続きは進められるが、今回のような円借款を初めて受け入れる実施機関に対しては、調達手続き開始前に調達内容、方法を双方で確認するとともに、JICA の規定についての理解を深めるような工夫が必要である。

2) 調達審査の実施

今回の地理情報については市場参加者数が極めて限定されている。そのような状況で PQ を実施することが必要であったか検証が必要である。また、STEP ローンでの日本品比率に係る要求事項と実施機関側のニーズ（日常使いなれている機器やソフトウェア、技術移転に関する要求）の整合性については、業界の事情、世界市場、実施機関側のニーズをふまえた調達の在り方を事前に検討しておかなければ、今後も PQ や入札の段階で調整手続きのために時間を浪費することになる。STEP に限らず調達問題について実施機関との間で具体的に検討することは、案件形成過程で十分に議論しつくされていない場合もあると思われることから、ケースバイケースで調達面に特化した審査を行うことが必要である。

3) STEP の在り方

STEP は日本企業の長所である技術力、品質の高さ等にもとづき限定的にタイド借款が供与されるが、今回のような将来の発展が見込まれるシステム設計の分野においては、一過性の供与で終わることなく、供与した後のフォローアップまで視野に入れた STEP をデザインすべきである。今回のプロジェクトは NSDI システムの基盤を整備するに止まるが、実際の運用段階になると中央政府機関だけでなく、地方自治体や大学までを含む大きなネットワークを形成することになる。このようにインパクトの大きなプロジェクトの場合は、基盤整備だけでなく技術的な側面からの支援を含めた継続的な協力関係を維持することで、日本の技術および機器に対する信頼性の向上が期待できる。

5-3 電子基準点整備及び利活用

日本における長年の電子基準点の運用実績を踏まえ、JICAではCORSに関する技術協力をアジアで実施している。コロナ禍やクーデターといった予期せぬ外部要因の影響はあるが、所期の目的達成に向け前進している。

電子基準点に関する技術協力が始まったのは、比較的最近のことである。2010年に我が国は米国のGPSと互換性の高いQZSSを打ち上げ、その利活用を推進するため、QZSSのサービスエリアであるASEANを中心に電子基準点の海外展開を推進している。この結果、バングラデシュ、ミャンマー、タイにおいて、JICAの協力が実現している。いずれの案件も現在実施中または延長中であり、事後評価報告書はない。このため、現時点での状況や課題を概観する。今後、CORSの維持管理や利用者の拡大が本質的な課題となる。

表5-3-1 電子基準点整備及び利活用に関するJICAプロジェクト

国・C/P	名称	内容
ミャンマー国 ヤンゴン市、測量局	ヤンゴンマッピングプロジェクト (2017年～) ※CORSは2019年～	【有償勘定技術支援】 CORS 5点、 データセンター整備
バングラデシュ国 測量局	バングラデシュにおける全球測位衛星システム連続観測点高密度化及び験潮所近代化計画 (2018年～) ※CORS無償は2019年～	【無償資金協力】 CORS 73点、 データセンター整備
タイ国 王立測量局 (RTSD)、地理情報・宇宙技術開発機関 (GISTDA)、土地局 (DOL)、公共事業・都市農村計画局 (DPT)、水文情報研究所 (HII)	タイ国電子基準点に係る国家データセンター能力強化 (NCDC) 及び利活用促進プロジェクト (2020年～)	【技プロ】 NCDCの能力強化、 利活用促進 (パイロットプロジェクト)

出典：調査団作成

5-3-1 ミャンマー国「ヤンゴンマッピングプロジェクト」

(1) プロジェクトの概要

ミャンマー連邦共和国の旧首都ヤンゴン市は、急速な都市化とそれに伴う多様なニーズや課題に対応するため、高精度・高効率の測量を必要とする業務や様々なインフラの開発が提案されている。本プロジェクトは、ヤンゴン地域のデジタル地形図データ及び電子基準点網の整備を通じ、都市開発・インフラ整備の促進に寄与することを目的として実施された。以下、本プロジェクトのうち、CORS関連を抽出して記載する。

(2) 目標

本プロジェクトでは、ヤンゴン地域においてGNSSを用いた高精度位置情報取得に活用できる5点のCORS、及び各点が受信したデータを収集・解析するデータセンターを設置することを目標とした。

(3) プロジェクトの活動・成果と目標の達成状況

表 5-3-2 ヤンゴンマッピングプロジェクトの達成状況

活動・成果	達成状況
CORS 機材の仕様・入札図書(案)作成	・入札図書を作成済み。
CORS 機材の調達・据付監理	・電子基準点 5 点とデータセンターからなる電子基準点網を設置し、2019 年 8 月にミャンマー側に引渡し済み。

出典：調査団作成

(4) 当該国の CORS に関する状況

1) 導入時の課題

本プロジェクトは同国における最初の電子基準点網設置プロジェクトであり、C/Pであるヤンゴン市開発委員会（Yangon City Development Committee, YCDC）にはCORSに関する技術的知見や実績がなかった。本プロジェクト完了後の電子基準点網の運営維持管理について、コンサルタントはYCDC だけではなくミャンマー国測量局の関与が必須であると思慮し、プロジェクト開始当初の協議で提案しミャンマー側から測量局の運営維持管理への参画について合意を得ることができた。具体的には、機材運営のためにデータセンター内に測量局の専門技術者を常駐させることになった。しかし、選任された測量局の技術者の業務実施能力が想定以上に低く、プロジェクト開始当初の業務内容でプロジェクトを終了させた場合、納入機材の運営維持管理の継続実施に課題が残る可能性があるかと判断した。そのため、YCDC が実施する「運用人員配置計画作成」、「能力向上計画作成」、「利活用計画作成」の支援業務をプロジェクトに追加する必要性が生じた。

CORS設置場所も、当初はYCDCが調査・決定することになっていたが、YCDCに技術がなかったため、当初の予定になかった選定の指導からコンサルタントが行う必要も生じた。

2) 運営維持管理体制

運営維持はYCDCが予算を確保し、ミャンマー測量局と協力して体制を組んでいる。技術面では、YCDCが現地の民間企業と保守契約を締結し、必要に応じ支援を得ている。

当初、YCDCには保守契約の概念がなく、故障等の問題が発生した後に対応を検討する体制になっていた。そのため、維持管理予算の確保について、通信費・電気代・機材交換費等だけでなく、現地民間企業との保守契約の事前締結に基づく定期的な保守点検が電子基準点網の連続観測・運用に不可欠であることをコンサルタントからYCDC幹部へ説明し、了承を得た。

3) 利活用状況・計画

YCDCは地籍測量や都市開発計画でのネットワーク型RTK測量による業務の高精度化・高効率化を計画している。業務実施には、ネットワーク型RTK測量に対応したGNSSローバーが必要であるが、本プロジェクトではYCDCへの1台の供与にとどまった。YCDC、測量局によるCORS運用・利活用促進に必要な、Berneseソフトウェアの使用法、測地系の設定、過去の測量成果との間の座標変換パラメータ算出手法等については、国土地理院による本

邦研修（2019年11～12月）にて担当者に教育を行った。

他部局や民間におけるCORS利用促進のためには、CORS配信データ共有のルール・枠組みも必要であり、今後整備予定である。

4) 他ドナーの協力の動向

測量局自ら首都ネピドー周辺5点のCORS網を整備し、本プロジェクトの完了後に稼働を開始した。

(5) プロジェクト実施中～完了時において明らかになった課題

運営維持管理に関する課題

- ・ CORS の継続的な運営・維持管理の必要性や、運営・維持管理には相応のコストや作業が伴うということが、C/P である YCDC 内で十分に認識されていなかった。そのため、必要な予算や人材の確保について YCDC 幹部へ説明し、YCDC 内及びミャンマー測量局との調整を促す必要があった。
- ・ 受信機の維持管理経費の負担が大変なので、もし低価格受信機が活用できると、大きなメリットとなるが、一方汎用の CORS として長期的に利用できるかの検討も必要。
- ・ 現時点の CORS は、測量局が別途運用している電子基準点網と合わせても全国で 10 点しかなく、国土管理のためには更なる CORS の設置拡大が必要である。

利活用促進に関する課題

- ・ ネットワーク型 RTK 測量に対応する GNSS 受信機（ローバー）は YCDC が 1 台保有しており、その積極的な利用による業務効率化の経験を積むことが第一歩であると考えられる。そのうえで、業務実施に必要なローバーの台数を見積り、計画的に増設することが必要である。
- ・ CORS データの配信エリアが限られているため、利活用がヤンゴン市周辺に限定される。
- ・ 過去の測量成果との整合を図るためには、座標変換パラメータの算出・公開が必要である。過去の測量成果との整合性が不要（新規測量のみ）であれば、ITRF2014 の枠組みでネットワーク型 RTK 測量を実施し、高精度の座標値を効率よく取得することは既に可能である。また、CORS を既知点とした高精度 GNSS 観測も可能である。
- ・ 利活用促進のため、導入機関や測量機関だけではなく、インフラ開発等の利用機関ともタグを組むことが重要である。そのためにも、CORS 配信データ共有のルール・枠組みを確立する必要がある。

(6) プロジェクト完了時に得られた教訓と提言

本プロジェクトは2019年11月に完了したが、CORSを持続的に活用するための運営・管理能力が不十分であるとの認識に基づき、ミャンマー国側から「ヤンゴンマッピングプロジェクトに係る追加業務」として能力強化に関する技術支援の追加要望が提出・採択された。

提言としては、CORS網のハード・ソフト導入プロジェクトには、C/Pの実情に応じたCORS運営・管理能力強化に関する技術支援も当初から計画・実施されるべきであると考え

る。

なお、「ヤンゴンマッピングプロジェクトに係る追加業務」はクーデターのため現在一時中断しているが、状況が改善され次第、再開する予定である。

5-3-2 バングラデシュにおける全球測位衛星システム連続観測点高密度化及び験潮所近代化計画

(1) 協力準備調査の概要

近年、急激な経済発展を遂げているバングラデシュにとって、土地管理が喫緊の課題となっており、都市部では、土地価格の急騰により都市開発・都市計画に向けた基盤情報となる地籍測量成果の効率的な作成が求められている。また、都市部及び農村部では、道路、橋梁、灌漑施設等のインフラ開発が多く計画されており、そのための測量作業の効率化が必要とされている。

SOBはCORSの試験的導入を2011年に決定し、現在、全国に6点を設置・運用している。これらのCORSは、インフラ開発事業のための基準点測量やRTK測量に利用し、測量の効率化を目指している。しかし、設置点数が少なく点間距離が150km以上もあるため、6点の近傍でのみ実用精度での測量が可能な状況であった。バングラデシュ全土においてCORSを活用して高精度かつ高効率な測量を実現するためには、CORSの増設によるネットワークの構築が必要とされていた。

この課題を解決するため、バングラデシュ政府の要請を受け、JICAはCORS整備計画等にかかる協力準備調査を2018年に実施した。調査の結果、屋上設置型CORS73点、可搬型CORS2点、データセンター1カ所等の機材設置及び、運営維持管理のためのソフトコンポーネントの実施計画を策定した。この計画をうけ、2019年には、SOBと本邦コンサルタントとの間で、無償資金協力事業として、標記の業務実施契約が締結された。

(2) 目標

本無償資金協力事業では、CORS等の機材が全国に増設され、SOBによる運用維持管理が可能となることで、インフラ開発を強化するための高精度かつ高効率な測量とマッピングが実現され、地理空間情報のデジタル化と高度な利活用のための基盤データが整備され、バングラデシュ国民が受益可能な経済成長の加速化に寄与することを目標としている。

(3) 事業の活動・成果と目標の達成状況

表 5-3-3 バングラデシュにおける全球測位衛星システム
連続観測点高密度化及び験潮所近代化計画の達成状況

活動	達成状況
協力準備調査	完了
調達契約	準備中
実施設計	未着手
調達・施工	未着手
ソフトコンポーネント	未着手

出典：調査団作成

(4) 当該国の CORS に関する状況

1) プロジェクト開始時の課題

SOBは2011年から全国の大都市6カ所にCORSを設置し、現在まで運用している。6点の点間距離は約150 kmであり、ネットワーク型RTKによる測量は実施できない。スタティック及びRTK測量で活用されているが、カバーエリアは限定的である。また、CORSの利用者は、一部の政府機関と民間測量会社に限られており、測量分野以外での利活用が進んでいない。

2) 運営維持管理体制

CORS及びデータセンターの運営維持管理及び外部へのデータ配信はSOBの測地課（Geodetic Detachment）が実施している。測地課には2018年2月時点で17名の職員が在籍しており、うち7名の技術者がCORSおよびデータセンターの運営維持管理に携わっている。ただし、7名の技術者はCORS運営維持管理の専属ではなく、測地課の他業務と並行して運営維持管理業務を実施している。また、技術的に高度なメンテナンスは民間業者に委託して実施している。

SOB全体の年間予算のうち、機材費、修理・メンテナンス費の合計は、2019-2020年度で13,500,000BDT（1755万円相当）であった。この予算の一部がCORSの運営維持管理費として使用されている。SOBは断続的に民間業者と機材の保守契約を締結し、必要なメンテナンスを実施している。ただし、保守契約には機材の部品代やエンジニアの出張費が含まれておらず、トラブルに対して即時的に対応できていない。

3) 利活用状況・計画

現状のCORS配信データの利活用については、利用者数、分野とも非常に限定的である。今後、CORSが増設され全国的にネットワーク型RTKが利用できるようになると、測量分野を中心に利用者数の大幅な増加と、建設、防災分野等への利活用分野の拡大が期待される。SOBはCORSの増設と並行して、新規利用者の獲得、利活用事例の周知に係る活動を展開することを計画している。また、将来的にはサービス水準合意（SLA）の策定と課金制度の検討についても計画している。

4) 他ドナーの協力の動向

CORS関連施設整備、利活用促進に係る分野について、他ドナーが準備中、もしくは実施されている協力は存在しない。

(5) 協力準備調査において明らかになった課題

運営維持管理に関する課題

- ・ SLA、品質目標が設定されておらず、運営維持管理の明確な方針がない。
- ・ 運営維持管理を専任で担当する技術者が存在せず、兼任技術者による運営維持管理体制も十分ではない。
- ・ マニュアルやガイドラインが整備されておらず、技術伝承は記憶と経験で実施されている。

利活用促進に関する課題

- ・ 利用者が一部の政府機関と民間測量業者に限られている。
- ・ 測量用途以外での利活用が進んでいない。
- ・ 測量分野以外での利活用事例に関する知識が少なく、広報活動が十分に行われていない。

(6) 協力準備調査で得られた教訓と提言

CORS整備の効果を発現し持続するためには、運営維持管理体制の維持継続が必須となる。特に、データセンターの継続運営には、民間企業との保守契約締結が必要となる。さらに、ソフトコンポーネントによる技術の習得、継続、拡大が可能となるよう、適切な人員配置とマニュアル等の整備が求められる。

また、CORS整備後には、測量分野における利活用促進だけでなく、建設、農業、防災、ナビゲーションシステム等へ利活用の分野を広げる必要がある。そのためには、潜在的なCORS利用者を開拓するための広報・利活用促進活動の実施がSOBに求められている。

5-3-3 タイ国「電子基準点に係る国家データセンター能力強化及び利活用促進プロジェクト」

(1) プロジェクトの概要

タイでは複数の政府機関が電子基準点を全国に整備している。しかしながら、各機関がそれぞれの使用目的に応じて独自に電子基準点を設置しているため仕様が統一されておらず、取得した情報を共有・活用できない状況となっている。そこでタイ政府は、一元的な一般公開を通してCORSデータの一層の利活用を目指すべく、各政府機関が全国に整備している240点の電子基準点をネットワーク化（電子基準点網の構築）し、電子基準点網からの情報を統合・解析し配信する国家データセンター（National Continuous Coordinate Reference Data Center, NCDC）を設立することを2017年3月に決定した。

本プロジェクトは、NCDC から高精度測位データが安定的に配信されるためのNCDC の運営維持管理能力強化及び配信される高精度測位データの利活用促進の技術支援を実施するものである。

なお、NCDC自体は王立測量局（Royal Thai Survey Department, RTSD）が5機関のとりまとめ役となってタイ政府の予算にて整備中である。また、本プロジェクトの特徴の1つとして、本邦及び現地企業への委託によりNCDCから配信される高精度測位データを用いたパイロットプロジェクトの実施が活動に含まれている。

(2) 目標

高精度測位データの安定的・効果的な配信のためのNCDCの運営維持管理能力が強化され、高精度測位データの利活用が促進される。

(3) プロジェクトの活動・成果と目標の達成状況

表 5-3-4 タイ国電子基準点に係る国家データセンター能力強化及び利活用促進プロジェクトの達成状況

活動・成果	達成状況
成果 1: 高精度測位データが NCDC により安定的・効果的に配信される。	<ul style="list-style-type: none"> ・2021 年 7 月末に NCDC（暫定版）の機材設置が完了予定。 ・日本の運営維持管理の経験及び事例をもとに、CP に安定的・効果的なデータ配信に向けた技術的な助言を提供中。
成果 2: 高精度測位データの様々な分野での利活用が促進される。	<ul style="list-style-type: none"> ・利活用促進を目的としたパイロット事業の実施に向け、計画書の作成及び企業への案内を実施中。

出典：調査団作成

(4) 当該国の CORS に関する状況

1) プロジェクト開始時点の課題

5 機関がそれぞれの利用用途に基づき CORS を整備・運用しており、仕様が不統一で情報を共有できない、国家として測地基準が統一されていない、NCDC の位置付け、体制、人員が未決定である、5 機関の所管業務以外の分野での利活用がまだ進んでいない、といった課題があった。

2) 運営維持管理体制

5 機関の CORS 及び DC の運営維持管理は、5 機関がそれぞれ予算を確保し、各機関の職員または各機関の委託先事業者が実施している。

NCDC の運営維持管理は、RTSD が今後 5 年間の予算を確保済みであり、RTSD の職員及び委託先事業者が実施する計画となっている。本プロジェクトの活動を通じて、NCDC の運営維持管理体制の構築、NCDC 運営計画の更新及び運営維持管理マニュアルの整備、CORS の基準座標系に係る維持管理、高精度測位データ配信に係る品質要件の策定、品質管理手法の構築・改善、高精度測位データ配信状況のモニタリング体制の構築・強化、高精度測位データ配信サービス向上のためのユーザーサポート体制の構築・強化を支援する。

3) 利活用状況・計画

5 機関の CORS データは、土地局（Department of Land, DOL）、公共事業・都市農村計画局（Department of Public Works and Town & Country Planning）及び RTSD については自身が所管する業務の遂行のため、水文情報研究所（Hydro Informatics Institute, HII）は水資源管理に関する調査及び研究開発のため、地理情報・宇宙技術開発機関（Geo-Informatics and Space Technology Development Agency, GISTDA）は主に研究開発のために利用されている。なお、DOL は、2018 年 2 月以降、自身の電子基準点ネットワークからのネットワーク RTK データの試験配信サービスを行っている（<https://dol-rtknetwork.com/>）。本サービスは、民間企業を含め誰でも無償で利用可能であり、2019 年 12 月時点で約 3,000 の利用者（このうち約 2,000 は DOL 職員）が使用している。

NCDC から配信されるデータは、5 機関が利活用することに加え、民間企業を含む幅広い利用者へ当面の間無償で提供される計画となっている。そのため、利活用促進計画の策定や、タイの注力分野における利活用の実績づくりを目指したパイロットプロジェクトの実施が

本プロジェクトの活動として含まれている。

4) 他ドナーの協力の動向

事業事前評価表によると、他の援助機関による案件は実施されていない。

(5) プロジェクト実施中～完了時において明らかになった課題

運営維持管理に関する課題

- ・ NCDC の意思決定は、5 機関から構成される運営委員会に諮る必要があるため、時間がかかる。
- ・ コロナ禍のためプロジェクトをほぼリモートで進めており、現場職員への指導がまだ進んでいない。

利活用促進に関する課題

- ・ RTSD は通常民間企業等との接点がなく、広報活動やきめ細かな利用者対応等の経験やノウハウが少ないため、電子基準点データの利活用方法やメリットの周知、NCDC の利用者の獲得に困難を感じている。GISTDA 等、利活用促進に積極的な機関との緊密な連携が必要かつ有効である。
- ・ 本邦企業を含む外資系企業による利用を想定し、英文のサービスガイドライン案の策定が必要である。

(6) プロジェクト完了時に得られた教訓と提言

プロジェクト未完了のため、非該当。

参考文献

JICA (2018) : バングラデシュ人民共和国GNSS 連続観測点及び験潮所整備計画協力準備調査報告書 (先行公開版)、https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12338737_01.pdf.

JICA (2019) : バングラデシュにおける全球測位衛星システム連続観測点高密度化及び験潮所近代化計画、<https://www.jica.go.jp/oda/project/1860530/index.html>.

JICA (2019) : バングラデシュ向け無償資金贈与契約の締結 : 高精度で効率的な測量・地図作成を可能にする電子基準点を整備、
https://www.jica.go.jp/press/2019/20190701_32.html.

JICA (2019) : バングラデシュにおける全球測位衛星システム連続観測点高密度化及び験潮所近代化計画事業事前評価表、
https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2019_1701865_1_s.pdf.

JICA (2020) : タイ国全地球航法衛星システムの整備による社会実験フィールドの構築に関する情報収集・確認調査ファイナルレポート、
https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12340873_01.pdf.

JICA (2021) : 衛星技術で途上国の生活を便利に : 電子基準点の利活用を進め、インフラ整備の効率化や自動運転技術の向上を図る、
https://www.jica.go.jp/topics/2020/20200911_01.html

第6章 アジア・アフリカ地域における地理空間情報の状況 -事例調査-

第5章に記した既往プロジェクトの調査結果についてより詳細に調査するとともに、地理空間情報分野における今後のJICAの協力方向性を検討する上で必要な情報収集のため、インドネシア、バングラデシュ、スリランカ、セネガルのアジア3か国及びアフリカ1か国について事例調査を行った。調査方法等は表6-1のとおりである。

表6-1 アジア・アフリカ地域における地理空間情報の状況（事例調査）の概要

国名	調査回	調査日/ 調査方法	調査対象機関	概要
インドネシア	第1回	2021/4/8 遠隔調査	BIG（地理空間情報庁）	調査の趣旨と準備した質問票に基づき質問事項を説明し、後日、回答を回収した。
	第2回	現地コンサル タントによる 調査	BIGおよび利用機関(3省 および州の8機関)の計9 機関	第1回調査の補足および利用機関 における地理空間情報活用状況、 モデルプロジェクトの適用性につ いてヒアリングした。
バングラ デシュ	第1回	2021/3/7 遠隔調査	SOB（バングラデシュ 測量局）	回線状況が不良のため、調査の趣 旨と準備した質問票に基づき質問 事項を説明し、後日、回答を回収 した。
	第2回	2021/9/21 及び10/26 遠隔調査	SOB ほか関連政府機関・ 自治体・大学等	SOBに対してモデルプロジェクト の概要について説明を行い、関連 機関への意見交換を依頼(9/21)。 その後、関連機関との意見交換及 びモデルプロジェクトへの関心度 の把握を実施(10/26)した。
スリラン カ	第1回	2021/4/7 遠隔調査	SLSD（スリランカ測 量局）	調査の趣旨と準備した質問票に基 づき質問事項を説明し、後日、回 答を回収した。
	第2回	2021/7/21～ 10/6 現地コンサル タントによる 調査	SLSD ほか利用機関 8 機 関	モデルプロジェクトの適用性を中 心とした質問票を配布し、後日、 回答を回収した。
セネガル	第1回	2021/2/24 遠隔調査	DTGC（セネガル地図・ 測量部）	調査の趣旨と準備した質問票に基 づき地理空間情報の整備・活用状 況を調査した。回線状況が不良の ため質問を主とし、後日回答を回 収した。
	第2回	2021/10/2～ 10/14 現地渡航調査	DTGCほか利用機関6機 関	第1回調査の補足および利活用機 関における地理空間情報の活用状 況、及びモデルプロジェクトの適 応可能性を現地にて調査した。

出典：調査団作成

以下、調査結果について国別に記す。

6-1 インドネシア

【第1回調査】

- ・ 目的： 地理空間情報を所管する政府機関であるインドネシア地理空間情報庁に対し、SDGsへの地理空間情報の貢献、現在の地理空間情報整備状況、過去のJICAプロジェクト成果の利活用状況等を明らかにする。
- ・ 対象機関： BIG (Badan Informasi Geospasial：地理空間情報庁)
- ・ 調査方法： 質問票を送付しWeb会議システムを用いて調査の趣旨と内容の説明、質疑応答を行った。質問票は後日記載してもらい、回収した。
- ・ 調査実施： 2021年4月8日に地理空間情報庁(BIG)の地理情報基盤部を対象に本件業務の趣旨と質問票に関する説明を行った。質問票の範囲は本部門に留まらず、組織全体に関するものであったことから、地理情報基盤部より、関連する部門である基本地理情報部および主題地理情報部に質問票を配布し、回答が集約されたものを、5月21日に調査団が受領した。

【第2回調査】

- ・ 目的： BIGに対する第1回調査の補足調査、地理空間情報の利活用機関に対する活用状況調査及び、第7章で提示するモデルプロジェクトへの意向確認。
- ・ 対象機関： BIG
PUPR (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat：公共事業・国民住宅省) の以下の2機関
Pusdatin：データ情報センター
Binamarga：道路総局
ATR/BPN (Kementerian Agraria dan Tata Ruang / Badan Pertanahan Nasional：土地空間計画省／国家土地庁) の以下の2機関
Pusdatin：データ情報センター
SPPR (Direktorat Jenderal Survei dan Pemetaan Pertanahan dan Ruang：土地・測量地図総局)
DKI Jakarta (Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta：ジャカルタ首都特別州) の以下の2機関
Bapenda：歳入庁：
Kominfo：情報通信局
KEMEMHUB (Kementerian Perhubungan：運輸省) の以下の2機関
Directorate General of Land Transportation：陸運総局
Directorate General of Railways：鉄道総局
- ・ 調査方法： 各対象機関に調査票を送付し、現地コンサルタントにより回答への協力を依頼し回答を回収するとともに、インタビューを実施した。
- ・ 調査実施： 2021年9月10日以降に順次調査票を送付し、逐次回答を回収した。最終回答は11月5日であった。

第1回及び第2回の調査票と回答は付属資料7に示す。

6-1-1 SDGs と地理空間情報のかかわり

インドネシアにおけるSDGsの国家計画は“INDONESIA SDGs ROAD MAP TOWARDS 2030” 及び National Action Plan (Permen No. 7 / 2018)が最新である。BIGに関する記述はなく、BIGにはSDGs指標の作成に必要な空間データを用意することが求められているとのことである。

BIGはSDG達成のための空間データの作成はBIGの優先プログラム、特に、空間情報と統計の統合はSDGs指標の達成を表現するのに役立つとしており、2019年からSDGsアトラスを発表し、2024年まで続ける計画である。

SDGsアトラスはインドネシア統計庁 (Badan Pusat Statistik, BPS) やその他の機関からの統計データを統合して州ごとのSDGs指標の達成度を表す統計地図集である。今後、より関連のある目標のために地理空間データを利用するだろうとのことである。(以上、第1回遠隔調査の質問票回答より)

6-1-2 基盤データの作成・更新

(1) 現状

1) One Map Policy

インドネシアでは、2016年大統領令第9号により、One Map Policy (KSP : Kebijakan Satu Peta) が公布され、国として単一の標準基本図を整備し、主題図データは基本図データを基に作成することが義務付けられた。BIGは国全体の1/50,000以上の国家基本地理空間情報 (Informasi Geospasial Dasar, IGD) を提供する責任があり、逆に主題図は各省庁・自治体が作成する義務を持ち、それらを単一の基盤地図上に統合、同期することにより、多様な政策ゾーニング間の矛盾・重複の調整、政策の調和、実施の加速化を図っている。

(<https://www.ksp.go.id/en/index.html>)

1/50,000地形図については、日本政府の有償資金協力によるNSDIの構築支援の中で、スマトラ島全島の64%にあたる約30万km²における1/50,000レベルの空間データなどが2015年までに構築されるなど、既に全国をカバーしている。現在BIGが作成している最大の地形図縮尺は1/5,000であり、インドネシアの総面積の約2.5%をカバーしている。今後は特定の都市部を対象とした1/1,000の基盤地図を整備する予定である。IGDは国や地方自治体の関係機関だけでなく、民間企業にも利用されている。

また、インドネシアにおいて、DEM/DSM、衛星/航空写真画像、点群は、基本的な地理空間データ (DGD / Data Geospasial Dasar) として分類されている。これらのデータ (IGDレイヤ) は、データセンターのジオデータベースシステムに格納され、ほとんどのデータはジオポータル (Ina-Geoportal: <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/#bencanaWebApp>) を通じて一般国民へ公開・配信されている。なお大縮尺の基盤図は政府機関等の限られたユーザーにのみしか提供されていない。

One Map Policyの取り組みについては、経済担当調整省の下に調整・実施組織が作られ、BIGが事務局を担っている。アクションプログラムのレビューにより、進捗管理が行われており、1/250,000及び1/50,000のデータとしての再利用及びジオポータルを通じた流通は開

始されている。各主題情報については、機関ごとに整備状況が異なるが、進捗については概ね計画どおりである。

表 6-1-1 : One Map Policy の進捗概要

No.	Action Programs	Achievement/Progress
1.	<i>Establish mechanisms and working procedures for the secretariat of the One Map Policy acceleration team</i>	<i>The mechanism and working procedures have been issued by regulation of The Coordinating Minister for the Economy</i>
2.	<i>Provide Topographic Map of Indonesia</i>	<i>The Topographic Map of Indonesia scale 1:50.000 is available</i>
3.	<i>Provide Coastal Map of Indonesia</i>	<i>The Coastal Map of Indonesia scale 1:50.000 is available particularly for the coastline layer</i>
4.	<i>Provide National Maritime Map of Indonesia</i>	<i>The National Maritime Map of Indonesia scale 1:250.000 is available for priority sea area</i>
5.	<i>Compilation of existing IGT</i>	<i>All 85 IGT have been compiled</i>
6.	<i>Realization of IGT Status</i>	<i>Realization of the integration of IGT is as follows: 81 IGT in Sumatera, 74 IGT in Java, 74 in Kalimantan, 80 in Sulawesi, 73 in Bali & Nusa Tenggara, 67 in Maluku, and 66 in Papua</i>
7.	<i>Realization of IGT Spatial Plan</i>	
8.	<i>Realization of IGT Potential</i>	
9.	<i>Synchronization between IGT</i>	<i>The indicative map of overlapping IGT has been developed by The Coordinating Minister for the Economy</i>
10.	<i>Data Verification of the synchronization results</i>	
11.	<i>Sustain One Map Policy</i>	<i>The Grand Design of One Map Policy is available</i>
12.	<i>Report of One Map Policy</i>	<i>The Report of One Map Policy is available in Indonesian</i>

出典 : BIGへの質問票回答

2) 1/5,000 地形図プロジェクト

インドネシアにおいては土地権利に関するコンフリクトの軽減や都市計画のゾーニングの推進のために全国的な大縮尺地形図の整備事業を BIG は計画している。整備縮尺は 1/5,000 となり対象範囲はインドネシア全土となっている。範囲が広範であることから、対象地域ごとに必要精度を設定し、利用する技術を選定している。インドネシアは地勢的に雲量が多く、光学画像の撮影に適していない。このことから、都市部以外の地域では航空 SAR の利用を前提していることが特徴的である (図 6-1-1)。

地形図整備は国営企業(BUMN)と BIG が共同で実施する旨の大統領令が発令されたことから、当初、受託者として外国企業も含めた公開入札が想定されていたが、現時点では外国企業が直接的な受託者となることはない。

Output	Urban ± 72.000 km ²	Rural ± 860.000 km ²	Forest ± 927.000 km ²
Orthophoto/Orthoimage	Resolution: ≤ 15 cm Accuracy: ≤ 50 cm (CE90) Cloud free Colored	Resolution: ≤ 25 cm Accuracy: ≤ 1 m (CE90) Cloud free Colored	Resolution: ≤ 25 cm Accuracy: ≤ 2 m (CE90) Cloud free Colored
DSM and DTM	Resolution ≤ 50 cm Vertical Accuracy ≤ 50 cm (LE90)	Resolution ≤ 1 m Vertical Accuracy ≤ 1 m cm (LE90)	Resolution ≤ 1 m Vertical Accuracy ≤ 2 m (LE90)
Technology			
Prime	Aerial Photo and LIDAR	Airborne SAR	Airborne SAR
Supporting	None	High-Res Satellite Imagery	High-Res Satellite Imagery

図6-1-1 地域区分ごとの必要精度と技術 出典：BIG主催大縮尺地図調達計画説明会資料

3) 最先端技術の応用

インドネシアでは、基盤データの作成・更新において、既に多くの先端技術を利用しており、技術レベルは高い。大縮尺図整備のニーズが高まっていることから、その効率化に資する先端技術の導入には高い関心を持っている。BIGへの質問票では下記の要望が回答された。

- ・ In-SAR解析、自動特徴抽出（AFE）、深層学習

(2) 課題

One Map Policy 第1フェーズの経験から、以下の課題が指摘されている。

- ・ 主題図作成の基準やガイドラインの欠如
- ・ 主題図作成を担う省庁や特に地方自治体でのGIS人材・能力の不足
- ・ 地理空間情報の地方行政への活用効果の理解不足
- ・ 地図情報レベル（1/50,000）が都市空間計画のニーズには不十分
- ・ 省庁や自治体にのみ提供される機密の地理空間情報の、コミュニティユーザー等への提供が必要
- ・ 主題図間のコード統一

6-1-3 基盤データの利活用

(1) 現状

1) 主題図等の整備

BIGは、他の省庁や国の機関が主題図を作成できるように基盤地図を整備しているが、特定の省庁に割り当てられていない主題図を除き、自らが主題図を作成することは認められていない。One Map Policyの第1フェーズ（2016-2019）では、計画された19機関の85の主題図の内、村落境界レイヤを除く84種類の主題図が統合されている。現在は、2021年大統領令第23号により更新された第2フェーズ（2021-2024）が進行中で、基盤地図の縮尺は1/5,000まで向上させ、統合する主題図も24機関の158種類に増加された。BIGが整

備するとされた主題図は下表のとおりである。

表6-1-2 BIGが整備する主題図

名称	説明
Sistem Lahan (Morfologi)	Soil System (Morphology) : 土壌
Morfometri Bentang Lahan	Landscape Morphometry : 景観
Penutup Lahan Fungsional	Functional Land Cover : 土地被覆
Rawan Banjir	Flood Prone : 洪水発生度
Multirawan Bencana	Disaster Multi-Professional : 複合災害
Atlas Taktual	Tactual Atlas : 触地図アトラス
Atlas Budaya	Culture Atlas : カルチャー・アトラス

*他省庁が整備する主題図についても以下の出典を参照
出典 : <https://jdih.big.go.id/hukumjdih/33706988>

公共事業・国民住宅省では、インフラ施設図等 23 種類の主題図整備を指定されており、BIG の中縮尺図を基図として利用している。大縮尺で構造物の分析やモニタリングを実施するため、UAV や現地測量を独自に行っている。データ情報センターは同省内の地理空間情報に関する交換や流通を促進する役割を担っている。DX の観点で BIM の導入においても積極的である。道路総局では、国道のネットワーク、整備・維持管理計画等の地理情報を ArcGIS で管理し、中央と地方で共有利用している。道路法において道路管理者が管理する道路の道路台帳を管理することを義務付けている。2006 年の政府規則に基づき道路台帳は少なくとも、道路、道路 ID、道路地図、道路領域で構成されるべきものとなっており、その対象は高速道路から市道まで適用される。道路台帳についてはバンドンの事務所にて 1984 年よりアーカイブを蓄積する仕組みが存在する。BIM 分野については、データ情報センターと道路総局は連携している。

運輸省では、交通網図等 15 種類の主題図整備を指定されており、BIG の 1/50,000 図を基図として利用している。鉄道総局では、環境影響分析、用地取得、再定住行動計画、鉄道ネットワーク台帳などに利用している。データ情報センターでは、地図に関連した以下のサービスを提供している。

- SIPAJA : 道路の施設を確認するためのアプリ
- SIMK : 道路安全管理のシステム。SOS ロケーションや自転車道路の有無、法定速度等の管理などのアプリ
- TOS : オンラインターミナルシステム

陸運総局は、すべての存在するアプリケーションがデジタルマップ上で管理されるべきとし、基盤情報として、道路ネットワークのデジタル化が求められている。また、交通に関するプローブデータの活用や、交通安全対策における地図利用が求められている。道路の環境により危険度が異なるため、地理空間情報を活用して、道路交通の安全リスクの評価を行

いたいのもの、情報がいまだ貧弱である。

鉄道総局では、1/50,000 地形図を環境影響分析、用地取得、再定住行動計画、鉄道ネットワーク台帳などに利用している。主題図の更新にあたっては Open Map Policy の一環として BIG のサポートを受けている。

ジャカルタ首都特別州歳入庁では、土地・建物、遊興施設、飲食店等、課税対象の地図を作成している。基図は ATR/BPN が BIG と協力して整備している。現在ジャカルタ首都特別州のワンマップサイト (Jakarta Satu : <https://jakartasatu.jakarta.go.id/>) が運用されている。

2) 主題図の利用例

IGD の活用における One Map Policy の大きなメリットとして、①ビジネスにおける許認可のしやすさ、②空間計画、③地籍管理などの様々な分野での法的確実性を提供することが挙げられる。具体的な好事例として、汚職撲滅委員会は BIG のマルチタイム DEM データを使用して違法な埋立てや違法な採掘のケースの証明を行った。また、津波・液状化災害からの復興、特に詳細な空間計画の見直しや被災者の移転のために、大規模な基盤図と高解像度 DEM が使用された。

3) ジオポータル

ジオポータルは、BIG により運用されており、基盤的な情報だけでなく、主題情報や統計情報についても、同サイトから検索やダウンロードが可能なコンテンツが一定程度整備されている。

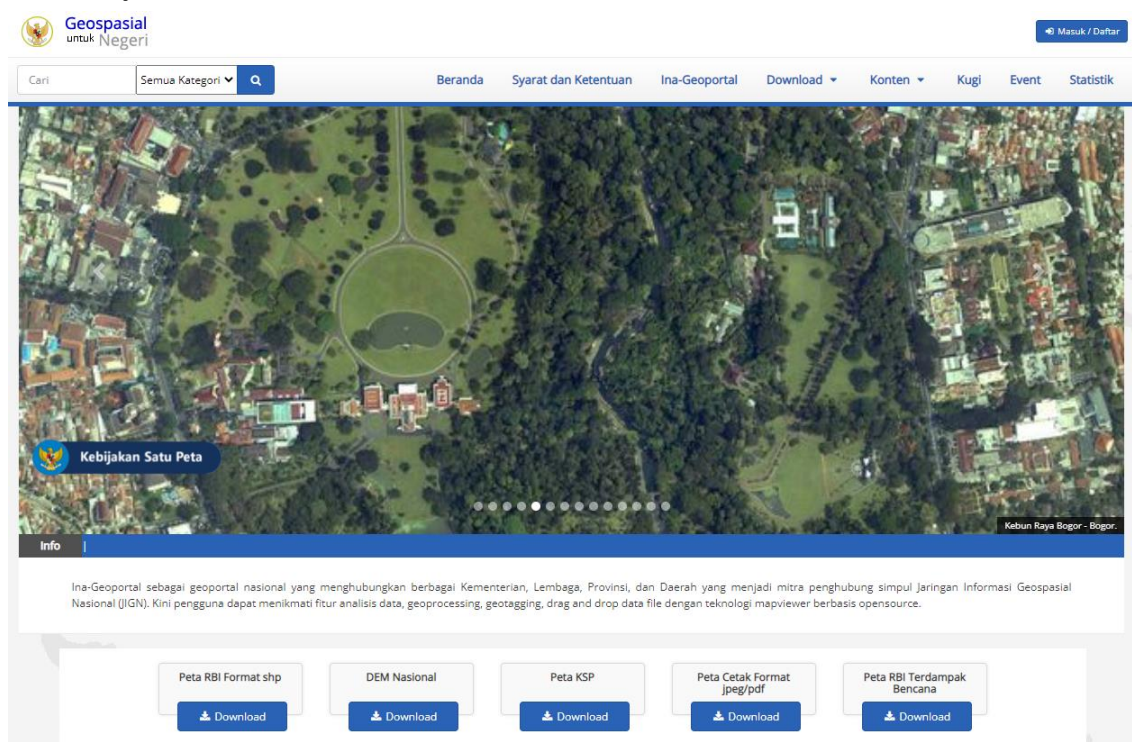


図6-1-2 BIGにより運営されるジオポータル (<https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>)

4) NSDIの現状

大統領令は、1/50,000 地形図の One Map Policy の実施を加速させるものであり、NSDI として機能する BIG により運営されるジオポータルでは、1/50,000 地形図を主要なコンテンツとしている。その他、衛星および航空機より取得された SAR データをもとに整備された 8m 解像度で全土を網羅する DEM や防災に係る主題情報が一部公開されている。同ジオポータルでは、公開しているコンテンツは原則としてダウンロードできる。

整備進行中の、1/25,000、1/5,000 地形図、及び他機関が所掌として整備する各種の主題情報については現状では提供されていない。

(2) 課題

データ整備・再利用については、1/5,000 の基盤情報整備が計画されているが、予算確保については、経済担当調整省の判断待ちである。190 万 km² 超の国土の規模もあり、初期整備はもとより、整備後の更新・再利用についても、長期的な計画・実施及び予算確保が必須である。

NSDI のシステムについては、ジオポータルの災害時の脆弱性への対策などのハードウェア面での強化、利活用のためのオンラインアプリケーション開発などのソフトウェア・利活用環境整備、またセキュリティ対策についても十分ではないと認識されている。さらに、法制度面においても IT インフラのクラウド化には制約があり、オンプレミスでの運用を求められている点も課題である。

公共事業・国民住宅省では、道路施設管理の可視化に課題を持っており、ライフサイクルマネジメントの観点からも BIM/CIM、3D 都市モデルが重要と考えている。

6-1-4 位置情報・高精度測位サービス

(1) 現状

GNSSによる高精度測位技術は、BIG、BPN、PUPRなどの各機関で利用されており、その利用範囲は、基準点測量、地籍測量、空中写真測量、GNSS水準測量、モバイルマッピングシステム、精密農業、ICT施工、地殻変動モニタリングに及ぶ（出典：第1回調査）。

GNSSを連続観測するCORSについては、1995年にIGSの観測点（BAKO）が設置されたのが最初である。ドイツやオランダの研究機関の支援も受けながら、2014年にはInaCORSと呼ばれる総数124点のCORSがBIGによって運用されていた（Aditiya, Arif et al., InaCORS: Infrastructure of GNSS CORS in Indonesia, XXI International Federation of Surveyors Congress, 2014）。BIGはBPNが地籍調査用に整備したCORSの移管も受けて、2019年に187点、2021年には245点のCORSを運用しており、今後も2024年までに250点程度の増設を計画している。CORSのデータはBIGや他の政府機関、民間セクターによって利用されている（出典：第1回調査）。

BIGは、航空重力測量を用いたローカルジオイドの作成にも取り組んでいる（Pahlevi, A, M, et al., Airborne gravity survey, towards a precise Indonesian geoid model (case study: Sumatera Island, Geomatics International Conference 2019)。ジオイドモデルの精度も検証されており、スマトラ島では17.5cm、カリマンタン島では6.5cm、ジャワ島では5cm、

スラウェジ島では22cm、バリ島では10cmとのことである（出典：第1回調査）。

(2) 課題

現在のところジャワ島以外の7島では、CORSの点間距離は50kmを超えており、まだ密度は十分ではないとPUPRは認識し、BIMや3Dモデル等の高精度な地理空間情報の整備には、CORSの高密度化が必要としている（出典：第2回調査）。このため、BIG及びBPNがそれぞれ整備したCORSの統合が急ピッチで進められている。またいくつかのCORSが損傷を受けているとの報告もあり、CORSの適切な維持管理が重要となっている。

6-1-5 今後期待される協力

(1) モデルプロジェクトへの反応

第2回調査では利活用機関等を対象にモデルプロジェクト（第7章7-5-1(3)の表7-5-2を参照）を提示し、今後のJICAプロジェクトとしての可能性を調査した。第2回調査の対象機関と提示したモデルプロジェクトを表6-1-3に示す。

表6-1-3 第2回調査の対象機関とモデルプロジェクトの関係

調査対象機関	モデルプロジェクト	関係する所掌業務
BIG（地理空間情報庁）		測地測量、地図作成
BPN Pusdatin（国家土地庁 データ情報センター）	⑤、⑥、⑦	土地情報管理、3D都市モデル
BPN SPPR（国家土地庁土地・測量地図総局）	⑤、⑥、⑦	土地情報管理、3D都市モデル
PUPR Pusdatin（公共事業・国民住宅省データ情報センター）	①、②、③、④、⑤、⑥、⑧	BIM/CIM、GIS
PUPR Binamarga（公共事業・国民住宅省道路総局）	①、②、③、④、⑤、⑥、⑧	BIM/CIM、3D都市モデル
KEMEMHUB Directorate General of Land Transportation（運輸省陸運総局）	⑤、⑥、⑧	高速道路運営・維持管理、GIS経路解析、交通安全
KEMEMHUB Directorate General of Railways （運輸省鉄道総局）	⑤、⑥、⑧	鉄道施設管理、GIS
Bapenda DKI Jakarta （ジャカルタ首都特別州歳入庁）	⑤、⑥、⑦	土地情報管理
DKI Jakarta Kominfo （ジャカルタ首都特別州情報通信局）	⑤、⑥、⑧、⑨、⑩	スマートシティ

出典：調査団作成

提示したモデルプロジェクトに対する各機関の回答の概要は以下のとおりである。ただし、特記すべき回答のなかったものは省略した。

① ローコストGNSS受信チップの活用

第1回調査では、BIGからローコストGNSS受信チップの耐久性について一定の関心が示されたが、第2回調査では特段のコメントはなく、具体的なニーズは確認できなかった。

② 国家測地基盤整備に向けた支援（レベル1）

既にインドネシアではCORSが測量や道路台帳整備事業等においてインフラとして利用されているが、多数の島嶼を抱えることから、利用省庁からは通信インフラの不十分な地域での対応や、ジャワ島以外の島嶼部でのCORSの高密度化が課題となっている。また、日本のCORSに関する成功体験がインドネシアでも実現できるかについて関心がある。

③ 国家測地基盤整備に向けた支援（レベル2）

BIGの担当者は、ジャカルタやスマラン等の地盤沈下地域において、CORSや干渉SAR解析を駆使した地盤沈下のモニタリングに興味を示している。同分野については、2019年に地盤沈下のナショナルワーキンググループが設置され、地盤沈下が都市部の社会問題として認識されており、中央政府と地方自治体による取り組みが期待されている。

④ 測地基盤や高精度測位サービスを活用した開発途上国の課題解決

BIGの担当者は、ジャカルタやスマラン等の地盤沈下地域において、CORSや干渉SAR解析を駆使した地盤沈下のモニタリングに興味を示している。

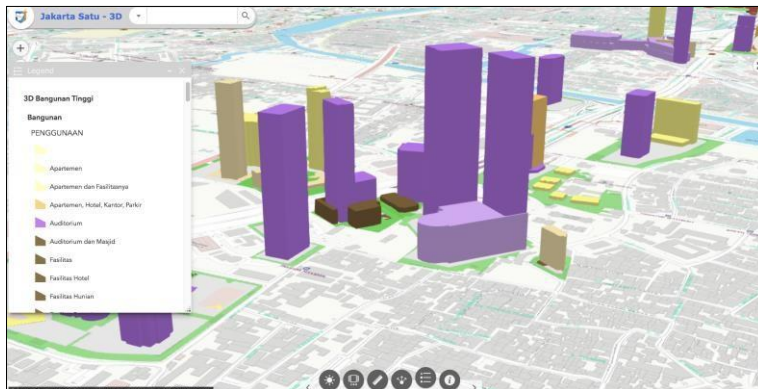
⑤ 都市基本図としての3D都市モデル整備

土地・空間計画省／国家土地庁データ情報センターでは、都市構造の3次元化に伴い、3D地籍の必要性を感じているが、現在は2D地籍の状況である。将来の目標として以下が挙げられた。

- ・ BIM形式、IFCの標準化
- ・ 3D-webマップへの入力・表示方式の確立
- ・ 空中使用権と階層登記の標準化
- ・ オープンソースベースの3D-webマップアプリの作成。
- ・ 多様な入力形式（BIM、IFC、CityGML、CityJSON）への対応
- ・ 3Dデータを使用した土地区画マッピングテーブルの作成
- ・ 3D地籍と3D都市計画のプロトタイプ作成

公共事業・国民住宅省でも、スマートシティ・プロジェクトと3D都市モデルへの関心が示された。道路総局では、新首都開発やインフラ施設情報の統合利用にBIM/CIMプラットフォームが重要で、他局の情報との連携が必要であると感じており、BIMや3Dモデルに関する技術移転を望んでいる。

ジャカルタ首都特別州のジオポータルサイトでは、試行的な3D地図が構築されている。



(<https://jakartagis.maps.arcgis.com/apps/webappviewer3d/index.html?id=f79caf3e00bc492ea29899becf7f151b>)

図6-1-3 ジャカルタ首都特別州のジオポータルサイトの3D表示

⑥ スマートシティ・プロジェクトのための3D都市モデル整備

日本とアセアン・スマートシティ・ネットワーク (ASCN : <https://asean.org/asean-smart-cities-network/>) の相互協力による海外スマートシティ支援策 (Smart JAMP) では、南スラウェシ州マカッサル市、ジャワ州バニュワンギ市 (マスタープラン調査) とジャカルタ首都特別州 (プレFS調査) で取り組みを行っている。

⑦ 土地行政のDX化のための土地情報管理システム構築支援

インドネシアでは2017年から体系的な土地登記 (Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap, PTSL) を加速し、2025年までに完了する予定としている。しかし現状では、推定目標である1億2600万の土地区画の内、76, 219, 965の土地区画の登録にとどまっており、期間内の目標達成は困難な状況にある。

地価評価については、ゾーン地価制度を採用しており、課題があると認識しているが、路線価のような制度をすぐに採用することは、財政的に困難であるとしている。ジャカルタ首都特別州では都市部においてゾーン地価制度から筆每地価制度への移行を計画しているが、現実には財政的・時間的制約からめどが立っていない状況である。

BPN SPPRでは、デジタル地籍への移行を進めており、3D地籍と3D都市モデルプロジェクトにも関心が示された。

⑧ 自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップの整備

気象気候地球物理庁 (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, BMKG) が気象データによる洪水予警報を所掌しているのに対し、公共事業・国民住宅省はそれらの気象がインフラ施設に与える影響を予測し、対策をとることを責務としている。従って、公共事業・国民住宅省はハザードマップの作成者ではなくユーザーの立場である。しかし、公共事業・国民住宅省における災害対策の情報は、サイトで公表されている。

(<https://sitaba.pu.go.id/>)

⑨ 法定行政事務改善支援

第2回調査において、PUPRからのコメントからもあるように、地方自治体においては、地

理空間情報やGISを業務に導入するための技術面・予算面における余裕がなく、BIGからの支援のニーズは多く存在することが確認できた。但し、本モデルプロジェクトで提案する広域連携やPPP等の適用と組み合わせた支援策については、法制度枠組みを踏まえた検討が必要である。

⑩ 地理空間情報エコシステム構築支援

Open Map Policyにおいては、初期整備された1/50,000地形図の公開及び利活用促進は、一定程度成果をあげている。しかし、1/5,000地形図などの整備中のコンテンツが公開されていないこと、主題情報の公開が限定的であることなど、利用可能なコンテンツが限定的であること。また、一旦ダウンロードされて、商用非商用を問わずに活用された作成された二次的派生物を再利用するエコシステムについては、法制度上も実装上も存在していない。国内GI²の民間市場は多数の企業からからなっていることもあり、BIGは商業化に関する取り組みで民間企業の関与を模索しており、インドネシアにふさわしい適切なGIエコシステムの構築が求められる。

(2) 今後期待されるモデルプロジェクト等

表6-1-4は、モデルプロジェクトに対する回答を、ニーズ、規模、資金スキーム、持続性・能力開発、民間活動への展開の視点からまとめたものである。表にみるように、②の測地基盤（レベル1）、⑤の3D都市モデルと⑥のスマートシティにニーズがあることが示された。

1) 国家測地基盤整備に向けた支援（レベル1）

既にインドネシアではBIGによって245点のCORSがインフラとして運用・利用されており、BPNが地籍測量のために整備したCORSとの統合も進められている。しかし、ジャワ島以外の島嶼部におけるCORS高密度化に対応するための有償資金協力や、CORSの統合や運用能力強化、利活用促進のための短期専門家によるアドバイスは、将来のプロジェクトとして期待される。また、将来、BIGと国有企業（BUMN）の共同体（KUBUMN）におけるCORS整備において通信キャリア等の民間企業が参画することも期待される。

BIGは日本がタイで進めているCORSの技術協力のプロジェクトについても興味を示している。また未確認であるが、中国政府からもCORS整備についてオファーがあるとの情報もある。インドネシアと同様の災害国であり、CORSの運用・利活用について長年の経験を持つ日本からの協力が急がれる。

2) スマートシティ支援のためのCity-OS・3D都市モデル構築マスタープラン調査（技術協力プロジェクト）

関連モデルプロジェクト：⑤都市基本図としての3D都市モデル整備、⑥スマートシティ・プロジェクトのための3D都市モデル整備

インドネシアでは、南スラウェシ州マカッサル市、ジャワ州バニユワンギ市とジャカルタ首都特別州がSmart JAMPのスマートシティに指定され、それぞれ都市OS導入のマスタープラン調査、デジタルソリューション導入のマスタープラン調査や交通プラットフォームのプレFS調査が行われている。また、公共事業・国民住宅省や運輸省ではBIM/CIM、3Dモデ

ルの活用や共用が検討されはじめており、地籍局でも3D地籍への期待が高い。

このようなことから、スマートシティに指定されているこれらの都市を対象に、共通基盤としての都市OSの一部である地理空間情報の効果について総合的に評価し、今後のスマートシティ・プロジェクトでの地理空間情報分野の協力量針を検討するマスタープラン調査から実施することが望ましいと思われる。公共事業・国民住宅省や運輸省を始め、官民に亘る潜在的なニーズ、3D都市モデルや都市OSの整備経費、利活用手法と効果、データ共有による効果等を調査・検討する。具体的には、都市課題に対する3次元データの利活用と共有のあり方と必要な精度を整理する。パイロットプロジェクトを通じて、分野・課題ごとに必要とされる3D都市モデルの詳細度LOD1～LOD4のデータレベルや道路3次元データの必要精度を調査・評価する。費用対効果分析を行うとともに、3D都市モデルデータのオープン化に係る法制度等必要な制度設計、今後の協力形態とスケジュール等を、現状の地理空間情報の整備・共用の状況に留意して提案する。また、3D都市モデル開発の段階的な実装と市当局の能力強化を図ること、既存の測地基盤を強化し、持続可能なサービス提供メカニズムをBIGと協力し導入する。

マスタープラン調査は技術協力プロジェクトのスキームで実施し、主たるC/PはBIGと当該の市当局とし、スマートシティの推進機関である情報通信省の参画を想定する。

表6-1-4 モデルプロジェクトに対する回答の概要

出典：調査団作成

モデルプロジェクト	ニーズ	規模	資金スキーム	持続性 能力開発	民間活動への 展開
①ローコストGNSS受信チップ	- 特段のコメントは得られず。	-	-	-	-
②測地基盤(レベル1)	○ CORSの高密度化、利活用にニーズがある(BIG, PUPR)。	高密度化：全土(特にジャワ島外) 利活用：パイロットエリア、全土での利活用	短期専門家または有償資金協力	基盤整備、運用能力強化、利活用促進による高精度測位の持続的発展が見込まれる。	BIGとBUMNの共同体(KUBUMN)への民間企業(通信キャリア等)の参画
③測地基盤(レベル2)	- ジオイドモデルの課題は認識しているが、特段のコメント得られず(BIG)。	-	-	-	-
④測地基盤による課題解決	△ 地盤沈下に興味がある(BIG)。	地盤沈下発生地域(ジャカルタ・スマラン等)	技術協力	地盤沈下モニタリングへの継続的ニーズが見込まれる。	-
⑤3D都市モデル整備	○ BIM/CIM(PUPR)3D地籍(ATR/BPN)鉄道空間3次元データ(KEMEMHUB)	BIM/CIM：インフラ開発地域(新首都など) 3D地籍：都市部パイロットエリア	技術協力	利活用用途の深掘り検討、データ標準化に関する技術移転を実施することで、今後のモデル整備等に発展する見込み。	インフラ整備、渋滞解消、モビリティ・物流効率化など
⑥スマートシティ	○ 今回調査対象とは別機関の所掌だが、3Dモデルを活用したスマートシティ化への興味は高い。	ジャカルタ・新首都などの都市部	技術協力	都市OS効果についての事前評価や、マスタープラン作成から取り組みを進めることで、スマートシティ・プロジェクトへの展開が見込まれる。	インフラ整備、渋滞解消、モビリティ・物流効率化など
⑦土地情報管理	△ ATR/BPN、DKI JKTが土地情報管理システムの構築に向けた活動を実施中。	全土(地籍調査実施エリアを優先的にデータ化)	技術協力	効率的な登記・地籍調査に関する能力強化が依然として望まれる。	-
⑧ハザードマップ	- 適切なニーズは得られず。	-	-	-	-
⑨法定行政事務改善	△ 地理空間情報に関する自治体との連携強化についてのニーズがある(BIG)。	中央政府と地方政府間	技術協力	本モデルプロジェクトのスキーム(広域連携、PPP等)とは異なるが、地方自治体におけるGI利用能力が欠如しており、BIGからの支援の必要性は大きい。	-
⑩GIエコシステム	△ 中央政府(BIG)と関連省庁の連携、及び民間企業間における情報共有・交換のスキーム構築に関するニーズがある。	中央政府、地理空間情報利用機関、民間セクター	技術協力	1:50,000縮尺図の共有・公開は行われているが、1:5,000等の大縮尺図については整備中または限定的	BIGにて地理空間情報の商業化に関する取り組みにて民間企業の関与を模索中。

【凡例】○：ニーズが高く、今後のプロジェクトとして期待が高い
 △：ニーズがあり、条件が整えば将来のプロジェクトとして期待できる
 -：今回の調査では、コメントがなかった、もしくは、ニーズが得られなかった。

6-2 バングラデシュ

【第1回調査】

- ・ 目的： 地理空間情報を所管する政府機関であるバングラデシュ測量局に対し、SDGsへの地理空間情報の貢献、現在の地理空間情報整備状況、過去のJICAプロジェクト成果の利活用状況等を明らかにする。
- ・ 対象機関： SOB (Survey of Bangladesh：バングラデシュ測量局)
- ・ 調査方法： 質問票を送付し、Web会議システムを用いて調査の趣旨と内容の説明、質疑応答を行った。調査票は後日記載してもらい、回収した。
- ・ 調査実施： 2021年3月7日にWeb会議を実施し、調査票は4月20日に回収した。

【第2回調査】

- ・ 目的： 地理空間情報の利活用機関に対し、第7章で提示するモデルプロジェクトのニーズ、技術移転の必要性を明らかにする。
- ・ 調査方法： web会議を開催し、モデルプロジェクトを説明するとともに参加機関との意見交換を行い、後日、質問票回答への協力を依頼し、回答を回収した。
- ・ 参加機関： web会議への参加機関は以下のとおりである。

表6-2-1 第2回調査web会議への参加機関

ジャハングルナガル大学地理環境学部：Geography & Environment, Jahangirnagar University
バングラデシュ地質調査所：Geological Survey of Bangladesh(GSB)
農業拡張局：Department of Agriculture Extension (DAE)
バングラデシュ水開発委員会：Bangladesh Water Development Board (BWDB)
首都圏開発管理局：The Capital Development Authority of the Government of Bangladesh (RAJUK, Dhaka)
Latitude Consultants (Private)
Power Grid Company of Bangladesh (PGCB)
バングラデシュ気候変動トラスト：Bangladesh Climate Change Trust
地方行政技術局：Local Government Engineering Department (LGED)
ダッカ上下水道公社：Dhaka Water Supply and Sewage Authority (Dhaka WASA)
宇宙研究リモートセンシング機構：Space Research and Remote Sensing Organization (SPARRSO)
バングラデシュ農村電化庁：Bangladesh Rural Electrification Board (BREB)
水資源計画機構：Water Resources Planning Organization (WARPO)
バングラデシュ電源開発公社：Bangladesh Power Development Board (BPDB)
森林局：Forest Department
バングラデシュ測量局：Survey of Bangladesh (SOB)

出典：調査団作成

- ・ 調査実施： 2021年10月26日に調査票を送付し、逐次回答を回収した。
第1回及び第2回の調査票と回答は付属資料7に示す。

6-2-1 SDGs と地理空間情報のかかわり

バングラデシュにおけるSDGsへの取り組みは、2018年のSDGアクションプランに基づいて実施されている。その中にSOBに係る明示的な取り組みはないが、多くの機関がSDGsの実施のためにSOBのデータを使用している。

SOB以外の機関ではそれぞれの目的に応じたデータを整備し、SOBのデータはその確認のために使われている。本来、地理空間情報はどこで何が起こるかについての国家の青写真、および経済成長、国家安全保障、持続可能な社会開発、環境に貢献する多種多様な政府サービスを統合する手段を提供する国家インフラストラクチャおよび知識経済の重要なコンポーネントである。この役割について、政策決定レベルでの認識、理解、および取り込みが不足している。地理空間情報を使用することで小売、運輸、ヘルスケア、および金融市場に付加価値がもたらされており、地理空間情報産業は、都市化、人口増加、デジタル化などの側面で主流になっている。このため、SDGsに係るデータ収集や分析作業に地理空間データを加えることは有益であるとしている。(以上、出典：第1回遠隔調査のSOBに対する質問票回答より)

6-2-2 基盤データの作成・更新

(1) 現状

1) 基盤データの整備

バングラデシュでは、日本の債務救済無償見返り資金を用いて全土の 1/25,000 地形図と主要 5 都市の 1/5,000 地形図を整備する IDMS (Improvement of Digital Mapping System in Bangladesh) プロジェクトが進められ、これを技術的に支援する協力として、JICA によって 2009 年～2013 年に「デジタル地図作成能力向上プロジェクト (BDMAP)」を実施した。また、2021 年までに全国の ICT 化を目指す「デジタル・バングラデシュ」構想の中核サービスの一つとなる NSDI 構築・運用を支援するため、2017 年に「デジタルバングラデシュ構築のための地図作成能力高度化プロジェクト」が実施され、現在は 2019 年～2022 年の「国家地理空間情報整備支援プロジェクト」が取り組まれている。これらにより、国全体の 1/25,000 地形図整備は 2018 年に完了し、SOB は定期的に作成した地形図の更新作業を行っている。

これらの地図は、LGED、バングラデシュ内陸水運庁 (Bangladesh Inland Water Transport Authority, BIWTA)、BWDB、土壌資源開発研究所 (Soil Resource Development Institute, SRDI)、バングラデシュ農業研究協議会 (Bangladesh Agricultural Research Council, BARC) などの多くの組織で利用され、SOB が JICA の支援を受けて作成した全国 GIS データベースは、SOB や他の組織の開発活動に利用されている。

2) 他ドナーからの支援

JICA による NSDI および GNSS CORS 支援プロジェクトが進行中であるが、2000 年以降、日本以外のドナーからの地理空間情報分野で完了した支援はない。また、顕著な多国間協力の枠組みはない。

3) 最先端技術の応用

調査票や Web 会議での回答によれば、最先端技術の利用はまだ進んでいないが、SOB は MMS、SAR、AI、リモートセンシング、Web Map Service、ラスタータイル、ベクトルタイルなどの最先端の技術導入や、3次元地理空間情報、点群データに大きな関心を持っている。

(2) 課題

日本政府や JICA の継続的な支援により、基盤地図や NSDI の整備が進捗し、技術移転により SOB 自ら維持管理を実施できる能力も保有している。今後は、先端技術の導入等、より高度で効率性の高い技術分野で、人材育成等の技術協力を継続することが望ましい。

6-2-3 基盤データの利活用

(1) 現状

1) 主題図整備

JICA が整備した地形図を使用し、いくつかのプロジェクトで小規模な主題図が作成されている。また、SOB では行政区単位のディストリクト地図やディビジョン地図、人口地図、農業地図、遺跡地図等の主題図も必要に応じて作成しているが、シリーズとしての主題図整備は行っていない。

2) NSDI

NSDI は、デジタルバングラデシュ施策の一つとして位置づけられており、中央政府は "a2i: Access to Information" program (2007-18, UNDP / USAID support) の計画に従って進めている。同計画の一部として、GeoDASH: The Bangladesh Geospatial Data Sharing Platform を 2014 年から開発を開始し、2017 年より公開している。(https://geodash.gov.bd/)

(2) 課題

NSDI の利用面においては、地理空間情報のデータポリシーや広報活動の充実など関係機関間のデータ共有や利用環境整備に課題を有している。また、関係機関における NSDI の必要性に関する理解は進んでいるが、例えば、SOB の提供する地理空間情報、CORS データの入手法が徹底されていないなど、NSDI が機能しているかという面での課題が多い。

政府内の地理情報のオープン化については、断片的でアクセスできない機関や情報があるなどの課題が存在する。例えば、地理空間情報の公的機関における利用主体のひとつである統計局では、デジタルバングラデシュの進展においてもデータ公開に関する制約は引き続き存在しあまり変化がないようである。

実務面では、SOB における NSDI の開発は、GeoDASH とは別個となっており、将来の統合などに課題を有する。

6-2-4 位置情報・高精度測位サービス

(1) 現状

バングラデシュでは、GNSS受信機は測量（基準点・地籍・航空写真・GNSS水準・MMS

測量・鉱山）や測位（スマート農業、ICT施工）に幅広く利用されている（出典：第1回調査）。

5-3-2節で述べたとおり、2011年以降、SOBは全国に6点のCORSを試験的に設置していたが、全土で高精度かつ高効率な測量を実現するため、日本政府に屋上設置型CORS73点、可搬型CORS2点、データセンター1カ所等の機材設置等を要請し、2019年に無償資金協力の協力準備調査が開始された。調達契約の準備も進められていたが、Covid-19の影響で現在プロジェクトは休止中である

(2) 課題

Covid-19の収束を待って無償資金協力を再開することが喫緊の課題である。CORSの整備後は、新たに可能となる全国対象のcm級リアルタイム測位技術を、測量分野だけでなく、建設、農業、防災等の各分野で活用するための広報・利活用促進活動が必要となる。詳細は5-3-2節を参照されたい。

バングラデシュには既にGNSS水準測量のデータを利用して作成された10cm精度のローカルジオイドモデルがあるが、航空重力測量によるジオイドモデル改良や、GNSSとジオイドモデルによる高さ基準系整備にも関心がある。CORSをIGSに登録してデータ提供したい要望もある（出典：第1回調査）。

6-2-5 今後期待される協力

バングラデシュにおいては、2021年10月時点において、地理空間情報に係る技術協力（「デジタルバングラデシュ構築のための地図作成能力高度化プロジェクト（NSDI構築支援）」の後続案件である「国家地理空間情報整備支援プロジェクト」）、及び無償資金協力（GNSS連続観測点及び験潮所整備計画）が進行中である。また、国土地理院よりSOBに対して、長期専門家が派遣されて、上記の協力における相手国側との密接で持続的な活用が展開されている。これらの協力により、政府機関をはじめとする地理空間情報を利用する機関における日本の技術協力への関心度は高まっている。

第2回調査においては、政府機関・自治体・大学等から、多くの出席があった。調査においては、出席者間での議論も多く、機関間の実務者間の日常的な情報交換が活発であること、また、NSDIの構築におけるデータ共有やCORSの応用分野への利活用等に関し、SOBへの期待が高まっていることが窺えた。

(1) モデルプロジェクトに対する反応

モデルプロジェクトについては、測地分野では、CORSのデータ公開・ローコストGNSS受信チップの活用などに関心が示された。

3D都市モデル関連のモデルプロジェクトについては、RAJUKからダッカ市開発のための都市計画における3Dモデルへの関心が示された。また土地情報管理については、森林局からGISを利用した土地管理の必要性についてコメントがあった。ハザードマップについては、BWDB、防災局（Department of Disaster Management, DDM）、DAE、大学等から洪水ハザードマップの重要性が指摘され、その改善にDEMデータが必要との要望が示された。

NSDIにおいては、既存データの標準化の推進・日常的な業務へのGISの浸透などへの関

心が示された。

表6-2-2に各モデルプロジェクトのニーズと技術移転の必要性をまとめた。表からわかるように、急速な都市化や洪水等災害に対する脆弱性を有するため、インフラ・ライフライン等の日々集積されるデータやそれらを利用するための高精度の基盤情報の公共機関におけるオープンな利用を可能にする実務的なNSDIの構築の支援、また洪水などへの防災減災分野のための高精度の地形情報などの基盤的データの整備共有及び高精度のジオイドモデル構築等のための測地分野の支援の何れも高いニーズを確認した。

表6-2-2 モデルプロジェクトに対する回答の概要

モデルプロジェクト	ニーズ	資金スキーム	持続性・能力開発
①ローコストGNSS受信チップ	△ 要求精度を満たせば使用したい。(BWDB)	-	-
②測地基盤(レベル1)	× 無償資金協力によるCORS設置が進行中	-	-
③測地基盤(レベル2)	△ 現在使用しているEGM2008が正確でない。(BWDB)	-	ジオイドモデル(BWDB)
④測地基盤による課題解決	○ ・現在の地籍図が正確でない(BWDB) ・地殻変動、地盤沈下、海水準モニタリング(GSB)	技術協力	・CORSを用いたGNSS測量 ・SAR, GNSSデータ処理の人材育成(GSB)
⑤3D都市モデル整備	△ ダッカ市開発のための3D都市モデル(RAJUK)	-	-
⑥スマートシティ	×	-	-
⑦土地情報管理	△ GISを用いた土地管理が必要	-	-
⑧ハザードマップ	○ 洪水ハザードマップが重要(BWDB, DDM, DAE, 大学等) ・DEMデータが必要	技術協力、無償資金協力	ハザードマップの普及啓蒙、被害軽減対策計画策定等を別途技術協力
⑨法定行政事務改善	○ 行政GISの改善に関心。全国カバーとコスト(WAPRO:水資源計画機関)	技術協力	
⑩GIエコシステム	△ データへのアクセス求める声が多い。	-	-

【凡例】○：ニーズが高く、今後のプロジェクトとして期待が高い 出典：調査団作成
 △：ニーズがあり、条件を整えば将来のプロジェクトとして期待できる
 ×：ニーズがない、時期尚早、対応済みなどの理由で、今後のプロジェクトとして期待できない

(2) 今後期待されるプロジェクト

以上より、現時点で実施中の技術協力及び無償資金協力から、発展的に下記の支援が想定できる。

1) 測地基盤や高精度測位サービスを活用した開発途上国の課題解決（技術協力）

無償資金協力で整備するCORSを用いた、潮位モニタリング・地盤沈下などの防災分野の能力強化の支援。学術分野やIT分野においては、バングラデシュ国内のリソースも確認出来

ており、ニーズ及び自立発展性の双方で実施可能性が高い。

2) 航空レーザ測量による高精度DEM整備と洪水ハザードマップの改善（無償資金協力、技術協力）

Bangladesh はガンジス河、ブラマプトラ河、メグナ河の三大河川の下流域に位置し、国土の1/2は標高7m以下の低湿地であることから毎年のように洪水に見舞われ、1998年には首都ダッカが2ヶ月間も灌水する等の大災害が発生している。

いくつかの機関は洪水関係の主題図を作成しているが、現在使用されている標高データは人工衛星から作成されたものであり、低平地の広がる Bangladesh では十分でない。このため、航空レーザ測量による高精度のDEMを整備し、洪水関連モデリングや主題図作成の精緻化が求められている。主題図の作成においては、背景として活用するための高精度衛星画像の処理技術や画像に写る対象を分類する高度な解析技術などの技術移転も重要である。

3) 法定行政事務改善支援（技術協力）

実施中のNSDIの技術協力では、政策的なフレームワークや標準化などの進捗が見込まれる。他方で、NSDIの利用側となる政府各機関や自治体の実務部門におけるGISや基盤的情報の整備・利用の環境整備には課題を残している。利用機関における人材やコスト面での障害を取り除き、GISやNSDIの活用を推進するためのニーズが十分に高い。

6-3 スリランカ

【第1回調査】

- ・ 目的： 地理空間情報を所管する政府機関であるスリランカ測量局に対し、SDGsへの地理空間情報の貢献、現在の地理空間情報整備状況、過去のJICAプロジェクト成果の利活用状況等を明らかにする。
- ・ 対象機関： SLSD (Sri Lanka Survey Department : スリランカ測量局)
- ・ 調査方法： 質問票を送付し、Web会議システムを用いて調査の趣旨と内容の説明、質疑応答を行った。調査票は後日記載してもらい、回収した。
- ・ 調査実施： 2021年4月7日にWeb会議を実施し、調査票は4月16日に回収した。

【第2回調査】

- ・ 目的： SLSDに対する第1回調査の補足調査、地理空間情報の利活用機関に対する活用状況調査、及び第7章で提示するモデルプロジェクトへの意向確認
- ・ 対象機関： SLSD
NBRO (National Building Research Organization : 国立建築研究所)
NRMC (Natural Resource Management Centre : 天然資源管理センター)
DMC (Disaster Management Centre : 災害管理センター)
CEA (Central Environment Authority : 中央環境庁)
UDA (Urban Development Authority : 都市開発庁)
ID (Irrigation Department : 灌漑局)
CMC (Colombo Municipal Council : コロンボ市議会)
WB (Water Supply and Drainage Board : 上下水道公社)
ICTA (Information and Communication Technology Agency : 情報通信技術庁)
- ・ 調査方法： 各対象機関に調査票を送付し、SLSD及び現地コンサルタントを通じて回答への協力を依頼し、回答を回収した。
- ・ 調査実施： 2021年7月21日に調査票を送付し、逐次回答を回収した。最終回答は10月6日であった。

第1回及び第2回の調査票と回答は付属資料7に示す。

6-3-1 SDGs と地理空間情報のかかわり

スリランカでは、2019年に策定された“Sustainable Sri Lanka 2030 Vision and Strategic Path”に従いSDGsの活動に取り組んでいる。その中で参照しているMAPS (Mainstreaming, Acceleration and Policy Support、UNDPが進めるSDGs実施支援のための共通アプローチ)では、主題図の基図としてSLSDの1/250,000 基盤データが使用されている。

SLSDは国家測量地図作成機関であり、標準仕様のデジタル基盤地図を提供しているが、それぞれの機関はそれぞれの方法でデータ収集を行っており、SLSDの定めた仕様には必ずしも準拠していないのが現状である。したがって、NSDIを構築し、国家プログラムに関連するデータ供給機関でのデータ収集のポリシーを定め、SDGs達成に利用されるべきとして

いる。

表6-3-1に調査対象の政府関係機関におけるSDGs達成のための活動における地理空間情報の利用状況を示す。1/5,000、1/10,000、1/50,000地形図、特に標高データは様々な目的に使われている。なお、対象機関の内、DMC、IDとICTAからはSDGsに関する回答が得られなかった。

表6-3-1 スリランカの政府関係機関におけるSDGsの活動における地理空間情報の利用

機関	関係するSDGs	SDGs達成のための活動	利用する地理空間情報
SLSD (測量局)	1: 貧困をなくそう 17: パートナシップで目標を達成しよう	・土地所有権の明確化のために、土地を測量し区画境界を定める。 ・土地情報とGIS技術の使用を促進するための地理空間情報の収集・提供。	・ DMCへの1/5,000都市図の提供(2018年のSDGs実施レビューでSLSDの貢献と明記)。 ・ 他機関の行うSDGs活動のためにデジタル基盤地図を提供。
NBRO (国立建築研究所)	13: 気候変動に具体的な対策を	・気象災害への強靱化のため、多様な地理空間データを利用して地すべり危険地域指定図を作成。	縮尺1/5,000, 1/10,000, 1/50,000地形図の標高データ、土地利用図、水文図、地質図を利用し地すべりハザードマップを作成。
NRMC (天然資源管理センター)	2: 飢餓をゼロに 12: つくる責任 13: 気候変動に具体的な対策を 15: 陸の豊かさを守ろう	・土壌保全法の下で持続的な農地管理と土地利用を通じた生産性が高く持続可能な農業の振興。 ・潜在作物生産性モデル(Agro-ecological zone)ベースの適地農業の促進。 ・気候予報に基づく農業勧告の発行。 ・穀物収穫計画と生産予測の支援。	1/50,000デジタル地形図、無料衛星画像、農業生態図(1/20万)、土壌図(1/20万)、土地利用図(1/1万)、全球土壌データを用い、各種アプリケーションソフトにより、土壌データ予測、種分布モデリングのデータ解析等を行う。
CEA (中央環境庁)	9: 産業と技術革新の基盤をつくろう 15: 陸の豊かさを守ろう	・環境保護ライセンス・スキームを導入して、水質、土壌、大気、土地の劣化削減と制御を実施。 ・産業確立のため、開発プロジェクトの環境影響評価後に認可証を発行。 ・影響を受けやすい地域でのプロジェクトは承認しない。	1/50,000と1/10,000のデジタルデータ(土地利用/被覆、交通、行政界、標高など)、衛星画像を用い、環境劣化に敏感な地域や産業/開発活動の位置特定、土地劣化の把握、湿地の分類、生態系サービスの開発等。
UDA (都市開発庁)	8: 働きがいも経済成長も 11: 住み続けられるまちづくりを 15: 陸の豊かさを守ろう	・情報、宿泊、インフラの観点から観光場所の特定や観光地の改善。優先地域の観光開発計画の作成。 ・住宅ニーズの把握とコロomboから始めたスラム関係住宅プロジェクトの実施と他主要都市への拡大。 ・施設へのアクセス向上のため交通プロジェクトやインフラ整備プロジェクトを実施。 ・生物多様性湿地の特定と湿地保全プロジェクト、都市森林公園プロジェクト、街路の景観・公共スペースの整備・改善プロジェクトの実施。	1/10,000地形図、1/5000等の主題図、5m及び10mの標高データ、GPSデータ、衛星画像を用い、圧力解析、トレンド解析、ネットワーク解析、問題特定、適地選定などの解析を実施。
CMC (コロombo市議会)	3: すべての人に健康と福祉を 4: 質の高い教育をみんなに 6: 安全な水とトイレを世界中	・都市と人間の居住地を、包摂的で、安全で、強靱で、持続可能なものにするを目的として、保健機関と公衆衛生に関する地理空間データベースを整備し、コロombo市と近郊の住民の生活状況を含む公衆衛生の改善、衛生	・ SLSD、WB等の1/50,000、1/2,000地図データ、ユーティリティ施設データ、交通網レイヤ、建物レイヤ、水系レイヤを利用し、2000年代初頭からGeo Databaseに格納して、ArcGISで整備、更新、

	に 7：エネルギーをみんなにそしてクリーンに 8：働きがいも経済成長も 11：住み続けられるまちづくりを 13：気候変動に具体的な対策を	状態の改善、下水処理、都市環境の改善等に取り組んでいる。 ・大コロombo都市圏廃水管理プロジェクトは、廃水管理サービスの改善を通じて、コロomboの都市および郊外の住民の都市環境と公衆衛生を改善するように設計されており、下水道インフラのアップグレード、制度的および運用能力の強化、プロジェクトの管理と実施が含まれる。	維持管理。 ・ハンディGPSを用いたデータ更新。
WB (上下水道公社)	6：安全な水とトイレを世界中に	・全国民に安全な飲料水を供給することは国家目標の一つで、WBの業務計画2020-2025にも明記されている。 ・今後4年間で40,000kmの水道管を増設し、470万世帯に水道水を供給する。	・衛星画像、基盤地図、グーグルマップ、グーグル画像等から道路網情報を取得し管路設計に利用。 ・行政界データで関係自治体を特定。 ・統計データ、衛星画像で需要予測。 ・地形図、航空レーザ測量データ、GNSS測量で標高値を決定。

出典：第2回調査回答より調査団作成

6-3-2 基盤データの作成・更新

(1) 現状

1) 基盤データの整備

SLSDは既に全国土を1/10,000地形図でカバーし、24の都市で1/5,000、コロomboとその近郊で1/2,000のデジタル地形図を整備している。1/50,000地形図は1/10,000地形図を縮小編集して作成されており、最近全図葉の更新が完了し、第2版として出版された。また、1/25,000地形図の作成にも着手している。今後1/10,000は5年ごと、1/50,000は2年ごとに更新する予定である。更新には高解像度衛星画像を使用することも検討している。

これらの地図データは、印刷図、プリンタ出力図、CD（地図画像、デジタル地図データ）で刊行されている。

航空レーザ測量とDEM整備については、2015～2016年に実施された「スリランカ国防災強化のための数値標高モデル作成能力向上プロジェクト」で中部地域に2m間隔DEM（一部1m間隔）が整備された。また、IDはCRIP(Climate Resilience Improvement Project：気象災害強靱化プロジェクト)において航空レーザ測量を行っている。図6-3-1にJICAプロジェクトの航空レーザ測量範囲、図6-3-2にCRIPの航空レーザ測量範囲を示す。また、SLSDは東部州、北中部州において航空レーザ測量によるDEMの整備エリアを拡張して行くことを検討している。

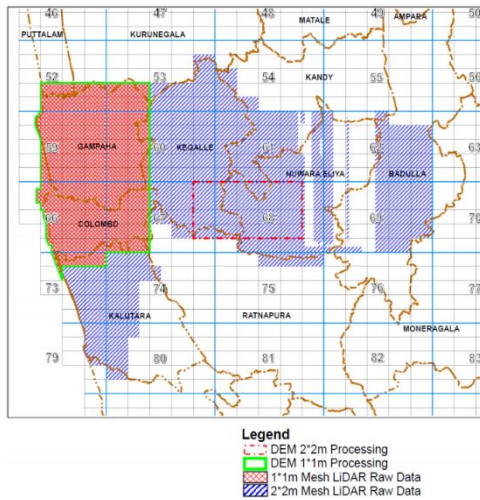


図 6-3-1 JICA の航空レーザ測量範囲
出典：JICA 報告書

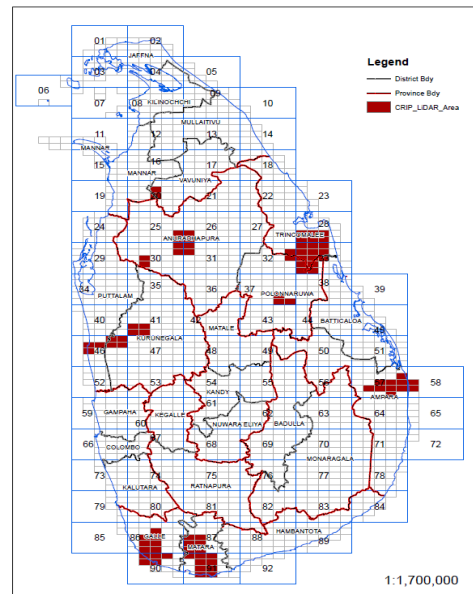


図 6-3-2 CRIP の航空レーザ測量範囲
出典：SLSD 提供

地籍図は登記法 (Title Registration Act) の下で整備され、権利書の交付も行っている。また同法に基づき、測量士による分筆、合筆のデータは SLSD に送られ、SLSD に設置されている LIS (Land Information system : 土地情報システム) データベースに入力・更新される。

土地登記プログラム (Bim Saviya) は、土地利用・開発の向上と無用な土地境界紛争の回避の観点と、土地所有権の明確化を目的として導入され、土地省 (Ministry of Lands) と 4 つの局 (測量局、土地定住局、土地総監局、登記総監) が所管している。登記法の制定により、土地の異動には土地の調査と登記が義務付けられ、土地所有の証明としては、古い「証書」制度から「所有権」制度へと移行した。新しい権利書は、Bim Saviya プログラムで導入された。

地籍測量では、SLSD に土地の測量が義務付けられ、すべての土地区画は、12 桁で構成される一意の ID 番号で識別される。

2) 先端技術の応用

現在、政府機関、非政府機関、大学等において航空レーザ測量による DEM/DSM の利用に関心が寄せられている。SLSD は新しい技術を導入し、正確な位置情報の提供と測量の迅速化を図るべく、今後リモートセンシング、Web Map Service、ラスタータイル、ベクトルタイルなど、幅広い分野での技術移転を希望している。また、衛星画像を使用した地図の更新作業にも積極的に取り組んでいる。

SLSD は今後 2D-GIS から 3D-GIS への展開が進むと考えており、点群データのみの整備よりも 3D 地理空間情報技術の移転を要望している。

ICTA は、すべてのスリランカ人の利便性を高めるために、市民を中心としたデジタル政府 (<https://www.icta.lk/digital-srilanka/>) を設立し、デジタル包摂社会を確立するという政府のビジョンに沿って図 6-3-3 に示すデジタル政府基盤を整備している。主要な施策は、政府クラウド (LGC: Lanka Government Cloud) と政府ネット (LGN: Lanka Government Network)

であり、データの共有化やオープン化に関する施策も進められ、地理空間情報の利活用を促進する環境が整備されつつある。

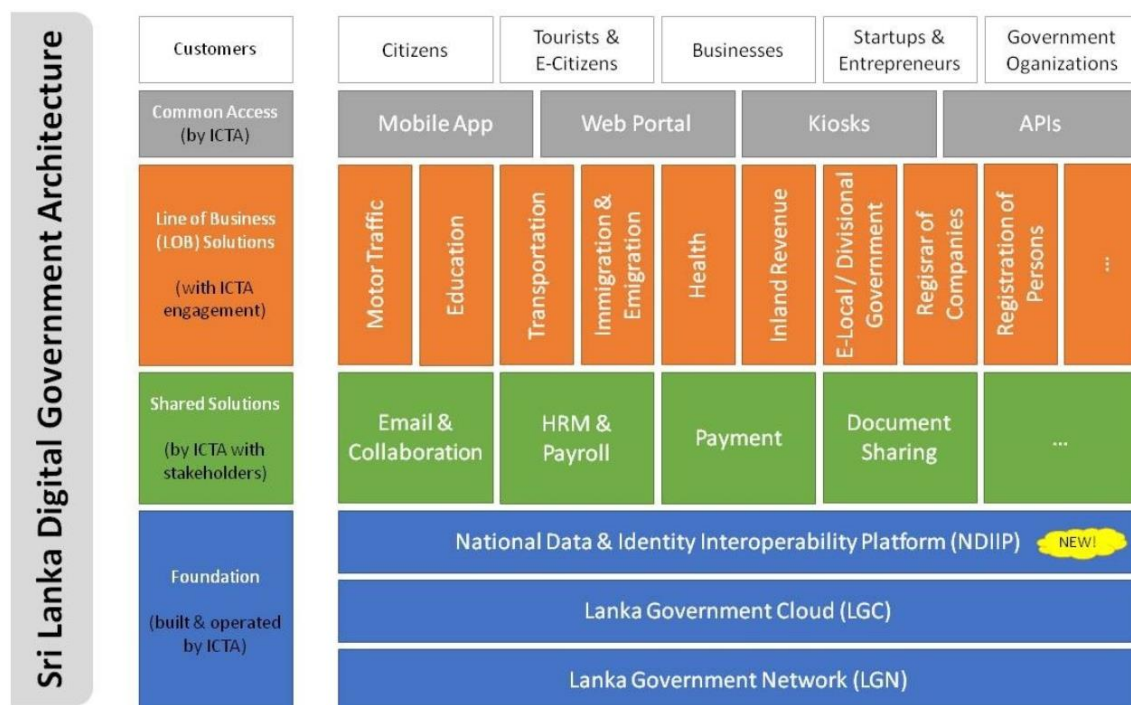


図 6-3-3 スリランカのデジタル政府基盤 (出典: ICTA サイト)

(2) 課題

1) 維持管理

基盤地図情報の更新における主要な課題は、新鮮で信頼できる更新情報の取得であり、高解像度衛星画像に期待している。現在 1/10,000 地形図データの更新に高解像度衛星を活用する取り組みを始めようとしているが、そのためには 1m より高解像度のマルチスペクトル画像が必要である。しかし、インドの衛星の高解像度画像はパンクロのみのため不適である。更新はパンシャープンのオルソ画像から交通施設、水系、建物、土地利用などを一つ一つ判読する方法をとっている。

他の課題としては現地調査の効率化がある。オンライン機器を利用した適切な更新技術を必要としている。

2) 人材育成

SLSD には、部内職員及び外部技術者のための研修教育機関 ISM (Institute of Surveying & Mapping : 測量地図学院) があり、測量学士の資格授与が可能であるが、今後大学院レベルの人材育成が必要となるため、修士課程レベルの人材育成プログラムへの協力を要望している。

6-3-3 基盤データの利活用

(1) 現状

1) 主題図等の整備

SLSD の地形図に基づいて作成された主題図としては、NBRO が地すべり指定地域図 (Landslide Hazard Zonation Maps)、岩盤地質と地質構造図 (Bedrock geology and geological structure)、土壌とその厚み (Type of natural soil and their thickness)、勾配範囲とカテゴリ (Slope range and category)、水文学と排水 (Hydrology and drainage)、土地利用と管理 (Land use and Management)、地形 (Landform) などの図を作成している。

LUPPD (Land Use Policy Planning Department : 土地利用政策計画局) は、1/10,000 土地利用図 (SLSD よりカテゴリが多い) の作成や、土地利用/被覆図シリーズの更新にも利用している。

CEA は、中央州の土地劣化図 (Land degradation maps)、環境アセスメントのためのエコシステム・サービス図、湿地図 (Wetland identified maps)、地下水存在域と水質 (Ground water existence and quality)、森林・野生動物・その他環境変化に敏感な地域の図化に地理空間情報を利用している。

ID では、灌漑スキーム図、新規灌漑プロジェクト図の作成に地理空間情報を利用している。また、UDA では開発プロジェクトの計画図面作成に地理空間情報を利用している。

CMC では、ほぼ全ての部署で SLSD の地形図を基図とし、その上にそれぞれ固有のレイヤを載せて利用している。利用しているデータ項目としては、道路網、水部境界、行政界、等高線、鉄道、水部、行政サービス外集落、ゴミ収集区画、ゴミ集積場などである。

WB では、水道管路、バルブ、顧客のメータ等の施設管理用の大縮尺図面整備のため、地形図や衛星画像、航空レーザ測量データ、行政界、道路、水系、土地利用等のレイヤを利用しており、管路等の増設に伴って更新される。管路設計に重要な標高データは、DEM、等高線、点群データを活用している。

その他に、GSMB (Geological Survey and Mines Bureau : 地質調査・鉱山庁)、CCD (Coast Conservation Department : 海岸保全局)、考古学局、水資源局、Mahaweli Authority (マハウェリ開発庁)、コンサルタント会社等で SLSD が整備した地形図やデジタルデータが利用されている。

SLSD は 2015~2016 年に実施された JICA の「スリランカ国防災強化のための数値標高モデル作成能力向上プロジェクト」で作成された簡易オルソと DEM を使用して 1/10,000 地形図を更新するとともに、これらを使用して主題図を作成した。

他機関による DEM データの利活用としては、CEA が環境影響を受けやすい地域の区分けに利用し、コロombo都市圏では民間開発セクターのフィージビリティ・スタディのための 3D 都市モデルの構築などに DEM が利用されている。また、WB でも部内の業務で利用されている。

地籍図の利活用としては、主要な高速道路プロジェクトなどで土地取得に用いられているが、スリランカでは地籍測量の完了地区はまだ分散している状況である。将来的には地方自治体にとって行政支援の強力な道具となると期待される。

2) 他機関の GIS での活用

DMC ではリスク共有 GIS (www.riskinfo.lk) を運用し、CEA では環境情報共有 GIS を運用しており、それぞれのデジタル地形図レイヤに SLSD の 1/250,000 及び 1/50,000 地形図データが使われている。

WB では、全ての水道施設を含む専用の地理空間 DB を開発し、管路やその他の設備の位置が調査され、GIS 上で更新される。

3) NSDI の現状

【NSDI の法的枠組みに関する進展】

NSDI 開発プログラムのフェーズ 1 については、インドの Avineon に委託しており、以下を実施した。

- ① NSDI Website
- ② Spatial Data model for the NSDI
- ③ Metadata & Catalogue for NSDI
- ④ Develop Geoportal & 5 use case applications using the data collected at NSDI
- ⑤ Outreach by defining the 5 use cases in the NSDI Website
- ⑥ Training the staff of ICTA & NSDI stakeholders in workshop

この事業により、NSDI プラットフォームとして Web サイト (www.nsd.gov.lk) が構築され、25 以上の機関の参加により約 125 のデータレイヤが利用可能となっている。このプラットフォームにより、組織を超えて地理空間情報が共有され、意思決定の強力なツールとなり、政府、民間、社会に大きな利益をもたらしている。

スリランカの空間データ基盤戦略では、以下のゴールを設定している。

- ・ 経済、社会、環境地理情報と簡単に統合できる、全国の正確な地理景観情報が、容易に利用可能となる。
- ・ 空間データの管理と共有が効率化され、生産性が向上する。
- ・ 空間情報の統合利用により、政府、民間企業、社会で証拠に基づく意思決定が行われる。
- ・ 拡大する需要に対応して、スリランカ全土で地理空間情報による課題解決が容易に利用可能となる。

フェーズ 2 については、2020 年から実施中で、システムの改良、NSDI ポリシーの策定、NSDI 事務局の設置などが予定されている。

NSDI ポリシーについては、現在ドラフトポリシーのレビューが進行中で、最終化されれば 2021 年末までに閣議承認を経て策定される見込みである。NSDI 事務局は、NSDI ポリシー策定後に設置される予定である。

【NSDI システム実装の進展】

データモデルは SLSD のデータセットに基づき整備され、ジオポータルにおいて、5 つのユースケースが公開されている。

【他国からの支援の状況】

UN-SPIDER は、2011 年に技術諮問ミッションを派遣し、災害およびリスク削減活動、政策、計画を評価した。その中で、空間データ情報と関連するポリシーを開発する必要性が示されている。現在、NSDI の実施管理と制御の権限は ICTA に移管されている。UN-SPIDER と DMC は、災害リスク評価と効果的な緊急対応を担っており、SLSD を含む関係機関職員の研修も行っている。

(2) 課題

NSDI構築は、自国予算でフェーズ1としてプロトタイプシステムの構築及び運用を実施したが、応用分野については方向性を定められていない様子が窺える。フェーズ2における支援の可能性と効果を見定めることで支援の可能性がある。

また、各機関でばらばらな基準を標準化することも課題である。

6-3-4 位置情報・高精度測位サービス

(1) 現状

SLSD、UDA、IDやWBでは測量用GNSS受信機を所有し、GNSS測量を実施しているが、その他の機関ではGNSS測量は行っていない模様である。

現在図6-3-4に示す6点のCORSが運用中で、今後36点を追加し、42点への拡充を計画している。この内、図6-3-5に示す32点については韓国の借款による「土地データ基盤・土地情報提供システム」プロジェクト(近日締結予定)の一環として設置される計画である。(韓国による事前調査の結果が公表されている。https://www.survey.gov.lk/sdweb/pdf/documents/Sri%20Lanka%20FS_Final%20Report_V.1.6_191128.pdf)。



図 6-3-4 現行の CORS 網
出典：SLSD 提供

SLSDには測地網維持の責務があり、測地基準系は国家CORS網により維持されるべきとしている。

標高系については、水準網が古く低密度であるため、高密度化と精度向上が必要であるが、現状でも大きな問題はないとしている。

(2) 課題

SDGsゴール1（貧困をなくそう）の達成のため、土地区画境界を5cm以内の精度で測量し、土地紛争を解決することが必要であり、そのためのGNSS高精度測位サービスは不可欠である。また、標高系の高度化については、航空重力測量による精密ジオイドモデルの決定による標高系の再構築が必要である。

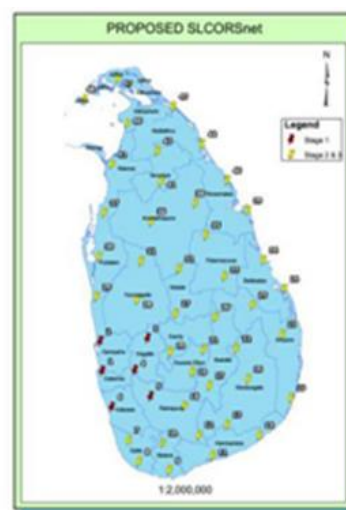


図 6-3-5 韓国支援の CORS 網計画
出典：SLSD 提供

6-3-5 今後期待される協力

(1) モデルプロジェクトへの反応

第2回調査では利活用機関等を対象にモデルプロジェクトを提示し、今後のJICAプロジェクトとしての可能性を調査した。第2回調査の対象機関と提示したモデルプロジェクトを表6-3-2に示す。モデルプロジェクトについては、第7章7-5-1(3)モデルプロジェクトを参照のこと。

表6-3-2 第2回調査の対象機関とモデルプロジェクトの関係

調査対象機関	モデルプロジェクト	関係する所掌業務
SLSD (測量局)	①、②、③、⑦、⑨、⑩	測地測量、地図作成、地籍測量
NRBO (国立建築研究所)	④、⑧、⑨、⑩	地すべり・土石流防災、危険地域ゾーニング
NRMC (天然資源管理センター)	④、⑨、⑩	土壌調査、生物分布調査
DMC (災害管理センター)	④、⑧、⑨、⑩	防災
CEA (中央環境庁)	④、⑧、⑨、⑩	環境保全、自然環境調査、湿地分類
UDA (都市開発庁)	④、⑤、⑥、⑨、⑩	都市開発、都市計画
ID (灌漑局)	④、⑧、⑨、⑩	灌漑、農地開発
CMC (コロンボ市議会)	④、⑤、⑥、⑨、⑩	コロンボ首都圏開発、都市計画
WB (上下水道公社)	④、⑤、⑥、⑨、⑩	上水道、下水道
ICTA (情報通信技術庁)	④、⑤、⑥、⑦、⑨、⑩	情報通信・デジタル化政策、NSDI

出典：調査団作成

提示したモデルプロジェクトに対する各機関の回答の概要は以下のとおりである。ただし、特記すべき回答のなかったものは省略した。

① ローコストGNSS受信チップの活用

SLSD は基準点の平面位置を 5mm 以内の精度で決定する必要があり、また地籍測量でも 5cm の精度が要求されるため、これよりも低い精度の GNSS 受信機を利用する予定はない。

(注：例示した森林測量の精度 12.5cm を見て判断されたものと思われるが、もちろん、この数字は一つの事例である。)

ローコスト GNSS 受信チップを用いた CORS に関する技術情報は提供してほしい。

② 国家測地基盤整備に向けた支援（レベル 1）

SLSD では西部州に 6 点の CORS を設置済みの他、韓国のプロジェクトで全国土に 32 点の設置を計画している。これらの CORS 網とジオイドモデルが整備されれば、少数の CORS と多数の RTK 級 GNSS 受信機による測量環境は不要となるが、現時点では 6 点の CORS しか整備されていない。

測量法（2002 年制定）により SLSD は国家測地基準網の構築管理を義務付けられているため、公共利用を目的とする民間 CORS の設置は認められない。

スリランカでは新たに SLD99 と呼ばれる測地基準系を構築しており、世界測地系との変換パラメータは決定済みで公開されている。すべての GIS ソフトウェアで、SLD99 は WKID-5235 として固有番号が定義されている。

③ 国家測地基盤整備に向けた支援（レベル 2）

SLSD は全国土をカバーする CORS 網とジオイドモデルが必要であるとしている。重力測量については、測量技術者はいるが重力計を保有していない。将来の協力形態としては精密ジオイドモデル成果の供与を要望している。現時点ではダイナミック測地系の導入は計画していない。

④ 測地基盤や高精度測位サービスを活用した開発途上国の課題解決

NBRO は CORS の利活用として地殻変動監視と地盤沈下監視に興味がある。

CMC からは、説明資料で示された CORS を活用したプロジェクトは、どれもスリランカにとって有効と思われるとの回答があった。

WB では、全国で約 50 台の GNSS 受信機を保有して測量に使用しているが、基準局の設置が課題となっており、CORS 網の早期整備が必要である。WB の地方事務所に独自の CORS を設置する計画もあるが、SLSD の所掌に抵触するため実現していない。

⑤ 都市基本図としての 3D 都市モデル整備

UDA は都市計画で 2D 地図を使用しており、高さ情報はセキュリティ、プライバシー、景観の妨害、都市の形態などの観点から問題を理解するために必要な場合にのみ使用している。3D 都市モデルを使用すれば、担当者が計画をよりリアルにシミュレートできると考えている。

デジタル化は政府の政策の 1 つであり、スマートシティの実現には、測地基盤は必須である。しかし、それには多大な投資と期間が必要であり、国としての優先順位を考慮する必要がある。さらに、システムとサービスの持続可能性を確保する方法、データ更新の頻度とコ

ストも重要である。ただし、このデータがすべての公的および私的組織にとってアクセス可能なオープンデータとなり、データ整備の重複が排除されて商業的利用が拡大すれば、費用対効果が向上する可能性がある。

土地管理および建設事業の監視分野は、3D都市モデルの活用可能性が高いと考えられる。

コロombo市はスリランカの主要な商業の中心地であるため、CMCからは都市をリアルな表現で簡単に把握できる3D都市モデルが必要との回答があった。

都市計画・戦略の効果的な決定には、現在の状況に関する包括的な知識が必要である。提案されたツールは、都市の構成、土地利用パターン、およびそれらが環境、資源、生活の質に与える影響の全体像を提供し、都市の傾向に関する重要な情報へのアクセスを容易にする。さらに、一般的な計画および建築規制を3D都市モデルと統合して、特定の領域での開発管理および制限に関する一般的なアイデアを一般に提供することができる。コロomboは現在、世界クラスの都市へと変貌を遂げつつあり、数多くのメガ開発プロジェクトが進行中であり、基盤情報サービスは、開発プロセスをサポートするための計画と意思決定に非常に役立つことから、メガプロジェクトへの投資決定に不可欠であると考えたとの回答があった。

WBでは、上下水道計画の水理モデル解析に有用とのコメントがあったが、これは3D都市モデルの原情報であるDEMとオルソ画像の利用を想定しており、3D建物データは必要としていないと思われる。この観点では、航空レーザ測量によるDEM整備プロジェクトの方が要望に近いと思われる。

⑥ スマートシティ・プロジェクトのための3D都市モデル整備

UDAのGIS部はこれまで実際のプロジェクトには関与していない。

スマートシティを機能的に運用するには、さまざまな機関から得られた膨大な空間データと非空間データが必要である。さらに、システムがスムーズに機能し、特定の分野や問題について正確な意思決定を行うためには、リアルタイムデータも必要である。スマートシティの取り組みは、市当局の施政と行政サービスに非常に役立ち、パイロットプロジェクトの実施により、各都市が対処すべき課題を明確化できる。

3D都市モデルは、バックエンド・インフラが利用可能であるか、計画している場合に適用できるが、ほとんどの市では、バックエンド・データセンターを構築・維持する能力がない。したがって、このプロジェクトの実施は、財政的および技術的に対処可能な都市に限定される。適切な外部の第三者機関がスマートシティ機能を運用するために必要なデータと情報を管理し、バックエンド支援を提供できれば、実現性は向上する。この場合、土地管理機能や災害軽減機能のための3D都市モデル開発が最も実現性が高いと思われる。

この分野でのJICA支援としては、地方自治体向けの包括的な調査を実施して、3D都市モデル開発の段階的な実装と市当局の能力強化を図ること、既存の測地基盤を強化し、持続可能なサービス提供メカニズムを導入すること、技術移転と研修等を要望している。

WBからは、多様なユーティリティ施設事業者がこのような情報共有を進めることで、効率的かつ効果的な管理運用とサービス提供が可能になるとの指摘があった。

⑦ 土地行政のDX化のための土地情報管理システム構築支援

現在韓国の協力によるLDI（土地データ基盤）とLISS（土地情報提供システム）の構築プロジェクトが進められつつあり、下記の内容が含まれている。

- i) 全国土をカバーするCORS網の構築
- ii) 既存の測量図の数値化
- iii) 全国土をカバーする50cm解像力の衛星オルソ画像
- iv) 土地測量データの取得・処理の生産性向上
- v) 土地情報システムの高度化と土地登記処理の促進
- vi) 人材育成

地籍測量に基づく土地情報システムは構築され、**Bim Saviya**プログラムの下で土地登記と権利書公布が行われているが、課税業務とは連携されていない。コロンボ首都圏ではワンストップの取り組みの中で筆界図と課税との連携システムの構築が進められている。

今後の協力としては、**SLSD**は以下の分野が望ましいとしている。

- ・ ジオイドモデルの提供
- ・ 地形図更新と現地調査の自動化
- ・ NSDIの標準開発

スマートシティ関連では、3Dデータ取得と処理・視覚化ソフト・ハードの支援を要望している。

今後は地籍測量を完了することと、土地情報システムに建物界を含めること、他機関との連携による効率化を図ることが課題である。

⑧ 自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップの整備

スリランカでは地すべり、海面上昇、津波、高潮、雷、サイクロン、洪水、旱魃、海岸浸食等のハザードマップが作成され、**NBRO**では**SDSL**の地形図を用いて地すべり危険地域図を作成しており、普及啓発プログラム、**NBRO**サイト、自治体を通じたハザードマップの配布などを通じて住民への周知を図っている。また、開発工事等のプロジェクトにおいてフィージビリティ・スタディやリスクの特定などに活用されている。

現在地すべり危険度解析のためには10m間隔のDEMを利用し、航空レーザ測量データがある場合はこれを利用している。今後地すべり危険地域全体をカバーする2m間隔より細かいDEMを得られる航空レーザ測量データの整備を期待している。

DMCでは洪水ハザードマップの整備を進めているが、被害軽減には影響範囲の資産や人口等の**exposure mapping**が必要である。洪水氾濫図は洪水の発生時に衛星画像から作成されており、www.riskinfo.lkのサイトから公開される。

⑨ 法定行政事務改善支援

SLSDは国家地図作成機関として測地測量や全ての測量・地図作成を所管している。**GIS**

は意思決定プロセスを容易にするための骨格データとして利用者に提供され、土地情報システムはBim Saviyaプログラムの下で権利書交付に使われている。

民間活動との協働に関しては、現状の法制度ではPPPは認められていない。将来NSDIに係る新たな政策により、前進する可能性がある。

⑩ 地理空間情報エコシステム構築支援

地図とデジタルデータのためのデータ普及政策のガイドライン（Guidelines for Data Dissemination Policy for Maps & Digital data）が最近SLSDから公布され、さまざまな組織によって生成されたデータについては、オープンデータのカテゴリとして、課金データ、低価格データ、無料データの区分が決められた。大半の機関は有償でデータを購入するが、自然災害の場合、関係機関は無償でデータを取得できる。地方自治体は、地理空間情報提供機関の同意と合意の下で、それらのデータを使用できる。

都市開発局法では、UDAは地域開発計画のために関連する地方自治体に対し、必要な空間情報と非空間情報を要求することができる。

(2) 今後期待されるモデルプロジェクト等

表6-3-3は、モデルプロジェクトに対する回答を、ニーズ、規模、資金スキーム、持続性・能力開発、民間活動への展開の視点からまとめたものである。

表に示されたように、③のジオイドモデル整備と⑧の地すべりハザードマップ整備の2つのプロジェクトに対して興味が示された。また、⑤の3D都市モデルと⑥のスマートシティについては、時期尚早ではあるが将来の重要な分野との意見があり、マスタープラン策定等のパイロットプロジェクトの可能性が期待される。

1) 全国航空重力測量とジオイドモデル構築（無償資金協力）

関連モデルプロジェクト：③国家測地基盤整備に向けた支援（レベル2）

SLSDでは、韓国の支援によりCORS網の全国整備が進みつつあるため、水平位置の決定には特に問題はないが、より効率的な標高決定のため、航空重力測量による精密ジオイドモデルの整備を強く要望している。ジオイドモデルは経年変化が小さいため、一度十分な精度で決定されれば更新はほぼ不要であることから、技術協力よりは無償資金協力によるデータ供与を要望していると思われる。

ジオイドモデルを用いるGNSS水準測量の実現は、インフラ整備や灌漑・排水施設整備等の工事測量の効率化、3D測量の効率化、地籍測量と土地情報システムの推進など波及効果が期待できる。

しかしながら、本邦での精密ジオイドモデル決定のための航空重力測量は、国土地理院が2019年度から2022年度の4年間で全国の計測を実施中であるのが唯一の例で、本邦企業が国内外で実施した例もほとんどないことから、現状では国土地理院の積極的な協力と関与が前提となる。従来のCORS整備を一步進めた高度な協力として、案件形成に向けた調整を進める必要がある。将来民間でも技術的に対応可能となった場合には、無償資金協力スキームでの案件形成も期待される。

表6-3-3 モデルプロジェクトに対する回答の概要

出典：調査団作成

モデルプロジェクト	ニーズ	規模	資金スキーム	持続性 能力開発	民間活動への展開
①ローコストGNSS受信チップ	× 要求精度を満たせなため	—	—	—	—
②測地基盤(レベル1)	× 韓国の支援で達成の見込み	—	—	—	—
③測地基盤(レベル2)	○ 3D測位・測量に向けGNSS標高測量の実現が必要	全国航空重力測量による高精度ジオイドモデル整備	無償資金協力 利活用技術は技術協力	ジオイドモデルの維持管理は不要 利活用技術は移転・維持可能	インフラ開発プロジェクト、i-Construction、スマート農業などが効率化
④測地基盤による課題解決	△ NBROが防災利活用に興味	地殻変動監視・地盤沈下監視の技術移転	技術協力	—	—
⑤3D都市モデル整備	△ 有用であるが高コスト	都市計画・建築承認・アセスメントでの利用技術移転	技術協力プロジェクト	UAV・MMSや工事図面等による維持更新技術移転	民間デベロッパ等の利活用
⑥スマートシティ	△ 現状では財政的・技術的に対応が困難であるが、行政サービスの高度化には有効	今後の協力量針を検討するためのマスタープラン調査から実施	技術協力プロジェクト	—	ニーズが特定された分野のプロジェクト 民間デベロッパ等の利活用
⑦土地情報管理	× 韓国の支援で達成の見込み	—	—	—	—
⑧ハザードマップ	○ 斜面災害の軽減(NBRO) 航空レーザ測量によるDEMの整備(SLSD)	地すべり危険地域のハザードマップ高度化(NBRO) DEM広域整備(SLSD)	無償資金協力	地すべり等によるDEM更新はUAVレーザ測量技術移転で可能	精密DEMは防災の他、灌漑・排水、インフラ開発にも活用可能
⑨法定行政事務改善	× SLSDの地籍測量等のデータは、他機関の意思決定や登記事務に活用されている。なお、法制上PPPは認められていない	—	—	—	—
⑩GIエコシステム	× 政府機関間では空間データの共有が推進されているが、民間を含めた共有と活用への理解は進んでいない	—	—	—	—

【凡例】○：ニーズが高く、今後のプロジェクトとして期待が高い

△：ニーズがあり、条件が整えば将来のプロジェクトとして期待できる

×：ニーズがない、時期尚早、対応済みなどの理由で、今後のプロジェクトとして期待できない

2) 地すべり災害軽減のための航空レーザ測量、DEM整備とハザードマップ整備（無償資金協力）

関連モデルプロジェクト：⑧自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップの整備

2015～2016年に実施された「スリランカ国防災強化のための数値標高モデル作成能力向上プロジェクト」で整備された2m間隔DEM（一部1m間隔）を用いて、NBROが地すべりハザードマップを整備しているが、DEM整備範囲が地すべり危険地域の一部しかないため、未整備地域について2mより細かいDEMの整備を要望している。図6-3-6に地すべり危険地域とJICAプロジェクトの航空レーザ測量範囲を示す。

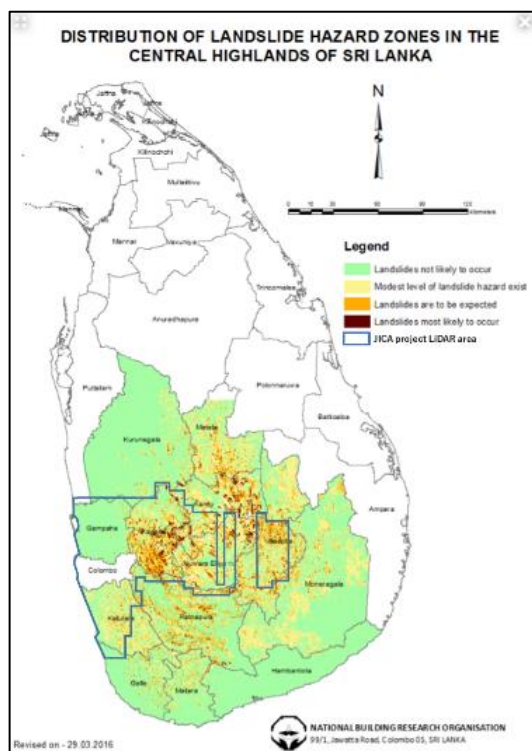


図 6-3-6 地すべり危険地域と航空レーザ測量データ範囲

出典：NBRO の図に航空レーザ測量範囲追加

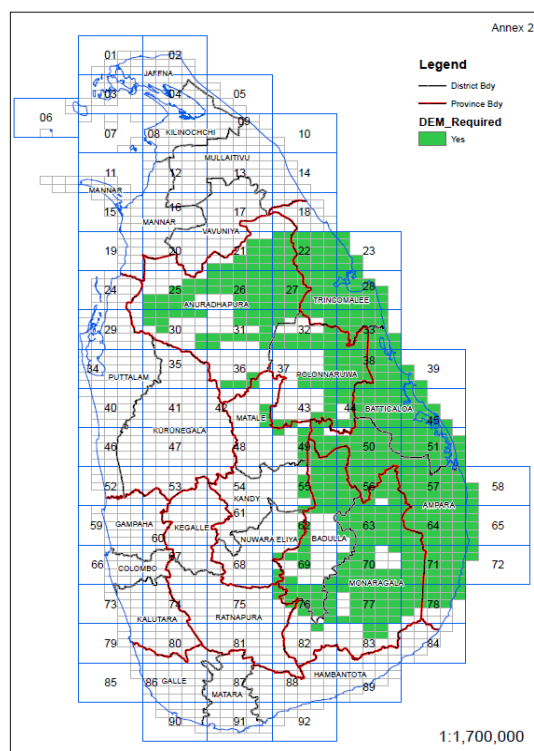


図 6-3-7 SLSD の航空レーザ測量要望範囲
出典：SLSD 提供

ハザードマップ作成技術については、別途「土砂災害リスク軽減のための非構造物対策能力強化プロジェクト」において技術移転が行われているため、本案件は無償資金協力を想定する。供与する成果としては、航空レーザ測量原データ、2mメッシュDEMデータ、航空写真、オルソ画像、地すべりハザードマップを想定する。C/PはNBROとするが、成果の内、航空レーザ測量原データ、DEM、航空写真、オルソ画像については、プロジェクト終了後SLSDに共有し、刊行することを想定する。なお、SLSDも独自に航空レーザ測量とDEM整備の範囲拡大を要望しており、図6-3-7にその要望範囲を示す。

3) 都市課題解決のための3D都市モデルとスマートシティ施策マスタープラン調査（技術協力プロジェクト）

関連モデルプロジェクト：⑤都市基本図としての3D都市モデル整備、⑥スマートシティ・プロジェクトのための3D都市モデル整備

スリランカでは、「A Digitally Inclusive Sri Lanka」を国家ビジョンとして、デジタル化を推進しており、スマートシティについても中国資本によるコロombo・ポートシティ開発プロジェクトなどの取り組みがあるが、3D都市モデルの整備・活用は行われていない。

CMCは3D都市モデルの活用により、総合的かつ俯瞰的な視点で都市構成、土地利用パターン、環境・資源影響評価、生活の質向上などを達成でき、特定地区の建築・開発計画・規制に関する方向性を提示できると期待しており、UDAもスマートシティの取り組みに測地基盤が不可欠であると認識している。一方、3D都市モデルの整備と更新は従来の都市基本図整備に比べて高コストであるため、プロジェクトの実施にはコストに見合う需要と効果が求められるが、現時点では明確なニーズは明らかになっていない。

このようなことから、スリランカにおいては、まず都市問題を解決するための都市OSの効果について総合的に評価し、今後のスマートシティ・プロジェクトの協力方針を検討するマスタープラン調査から実施することが望ましいと思われる。具体的には、コロombo市などを対象として、官民に亘る潜在的なニーズ、3D都市モデルや都市OSの整備経費、利活用手術と効果、データ共有による効果等を、LOD1～LOD4のデータレベル毎に調査・評価し、費用対効果分析を行うとともに、必要な制度設計、今後の協力形態とスケジュール等を提案する。また、3D都市モデル開発の段階的な実装と市当局の能力強化を図ること、既存の測地基盤を強化し、持続可能なサービス提供メカニズムを導入する。

マスタープラン調査は技術協力プロジェクトのスキームで実施し、C/PはUDAもしくはCMCを想定する。

6-4 セネガル

【第1回調査】

- ・ 目的： 地理空間情報を所管する政府機関であるセネガル国土整備庁（ANAT）地図・測量部（DTGC）に対し、地理空間情報整備状況、JICAプロジェクト成果の利活用状況等を明らかにする。
- ・ 対象機関： DTGC（Direction des Travaux Géographiques et de la Cartographie：地図・測量部）
- ・ 調査方法： 事前に質問票を送付し、Web会議システムを用いて調査の趣旨と内容の説明、及び質疑応答を行った。
- ・ 調査実施： 2021年2月24日にWeb会議を実施した。

【第2回調査】

- ・ 目的： DTGCに対する第1回調査の補足調査、利活用機関における地理空間情報の活用状況、及びモデルプロジェクトの適用可能性を明らかにする。
- ・ 調査方法： 2021年10月2日～10月14日の13日間、現地を訪問し、関係機関にヒアリング並びに関連施設の視察を実施した。
- ・ 調査機関： 下表のとおり。

表 6-4-1 セネガル現地調査における訪問機関

略称	正式名	日本語（備考）
DTGC	Direction des Travaux Géographiques et Cartographiques	地図・測量部 (ANATの一部局)
ANAT	Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire, Ministère de la gouvernance locale, du développement et de l'aménagement du territoire	国土整備庁
DCAD	Direction du Cadastre, Direction Générale des Impôts et des Domaines, Ministère de L'Economie Des Finances et du Plan	地籍局
DGUA	Direction Generale de l'Urbanisme et de l'Architecture, Ministère de l'URBANISME, du Logement et de l'Hygiene Publique	都市建設総局
DPC	Direction de la Protection Civile, Ministère de l'Intérieur	防災局
DGER	Direction de la Gestion et de l'Entretien du Reseau Routier, AGEROUTE SENEGAL Ministère des Infrastructures, des Transports Terrestres et du Desenclavement	道路網維持管理局
ONGES	Ordre National des Géomètres Experts du Senegal	測量士協会
—	BET-PLUS	(民間測量会社)
—	SWAN SENEGAL	(測量機材販売代理 店)

出典：調査団作成

6-4-1 SDGs と地理空間情報のかかわり

測量地図担当部局の属するANATは統計局と合意し、SDGs指標を地図化する予定である。ANATは基礎的データの管理者かつ供給者であり、これらのデータは無料でアクセスできるため、SDGs実施に活用できるだろうとしている。(以上、出典：第1回遠隔調査の測量地図担当部局に対する質問票回答より)

セネガルは、国連により2018年に実施されたSDG実施状況調査に参加しており、2022年の調査への協力も表明しており、SDGs指標の面での地理空間情報の活用が期待される。

6-4-2 基盤データの作成・更新

(1) 現状

1) 基盤データの整備

DTGCはANAT傘下の国家測量地図作成機関であり、測地基準網と基盤地図情報の整備・維持管理を行っている。

① 小縮尺図 (1/200,000)

欧州連合 (European Union, EU) の協力により、全土をカバーする 1/200,000 地形図の更新が実施された。図 6-4-1 に 1/200,000 地形図のインデックス図を示す。

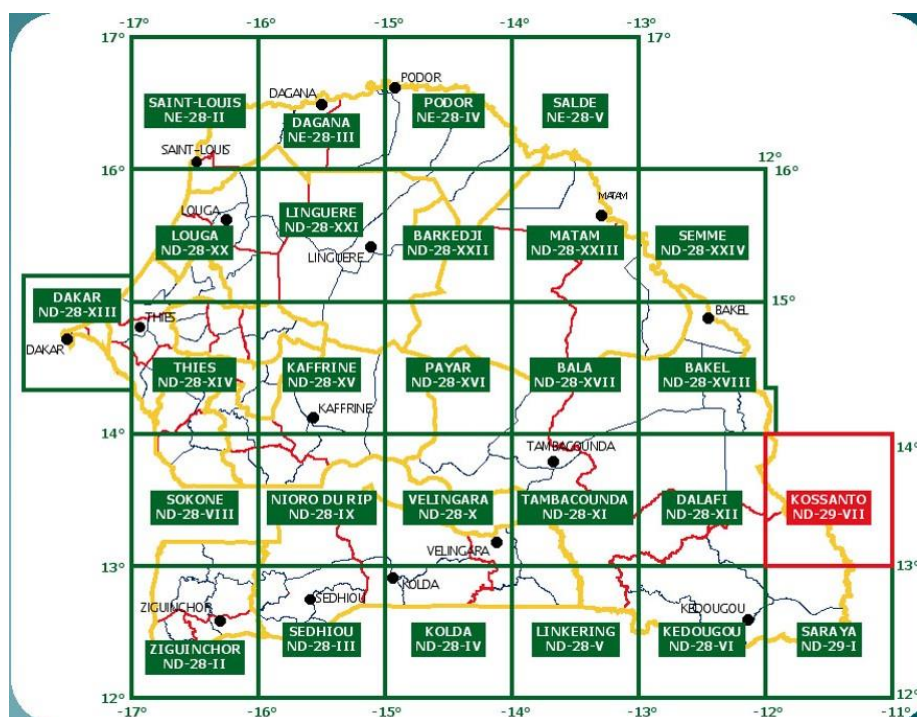


図6-4-1 1/200,000地形図インデックス図 出典：DTGC

② 中縮尺図 (1/50,000)

図 6-4-2 に 1/50,000 地形図の整備範囲を示す。図北部の 2013 とある範囲は、JICA の協力による「セネガル北部デジタル地形図作成プロジェクト」(2010-2012)、西部の 2017 とある範囲は、同プロジェクトで供与した ALOS 衛星画像と機材及び技術移転された技術を用

いて DTGC 自ら整備を行っている範囲で、2021 年以内に完了予定である。この地域の一部では、1988 年～1991 年に「西部地域の地形図作成」として JICA のアナログ地形図作成協力も実施されており、その更新も兼ねたものである。図 6-4-3 に 2012 年の JICA プロジェクト範囲と ALOS 画像供与範囲を示す。

このように、JICA プロジェクトによる技術移転は、効果的に定着し、整備範囲の拡大や維持更新に生かされている。

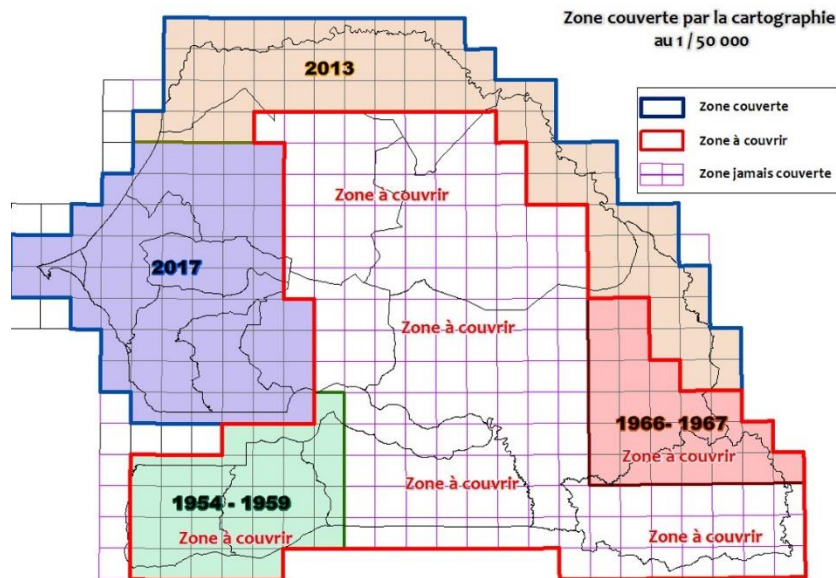


図6-4-2 1/50,000地形図の整備範囲 出典：DTGC

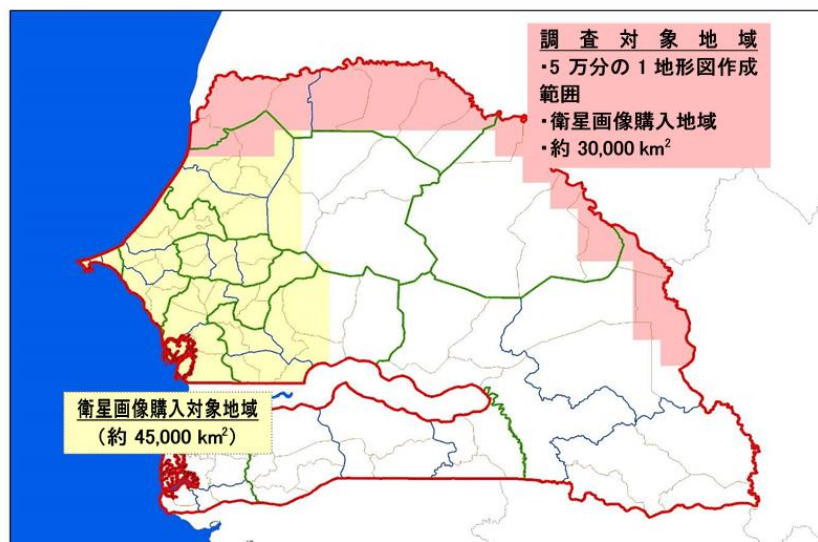


図6-4-3 「セネガル北部デジタル地形図作成プロジェクト」範囲

出典：「セネガル国北部地域地形図作成プロジェクトファイナルレポート和文要約」 JICA, 2013

この他、Senegal River Basin Development Organization (OMVS) (ギニア、マリ、モーリ

タニア、セネガル4ヶ国の国際河川管理組織)が流域で縮尺1/50,000の地形図を作成しているが、衛星画像から簡易的に作成したもので、精度は十分ではないとDTGCでは評価している。

③ 都市部大縮尺図(1/2,000)

AfDBの支援により、13都市の1/2000デジタル地形図整備が実施され、2022年初頭に完了の予定である。現在7地区を終了しており、新しい機材の調達も行われている。図6-4-4に対象の13都市を示す。

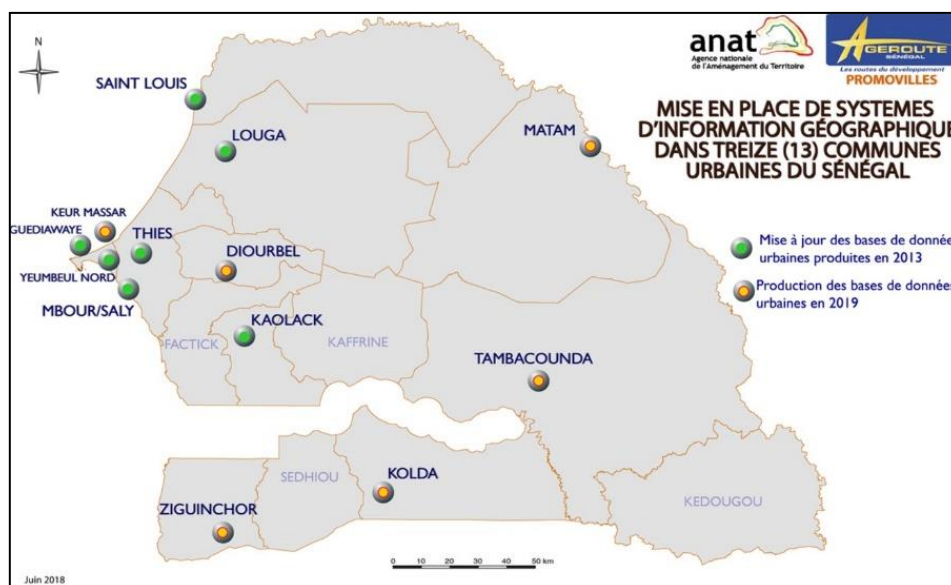


図6-4-4 1/2,000都市図整備地区 出典：ANAT

この他、2015年のJICA協力による「セネガル国ダカール首都圏開発マスタープラン策定プロジェクト」の中で、ダカール首都圏の1/5,000デジタル地形図を作成している。

2) 最先端技術の応用

DTGCは今後インフラ、農業、土地管理、都市開発などの主要な開発プロジェクトを実行するために、位置情報とデータ作成の重要度がますます高まると認識している。データ取得・作成・マッピングのプロセスを大幅に容易にするべく、航空レーザ測量、UAV、MMS、SAR、リモートセンシング等の技術移転を希望している。

測量士協会(ONGES: Ordre National des Géomètres Experts du Senegal)からの聞き取りでは、セネガルには70社の民間測量業者が測量士協会に加盟しており、ドローンやCORSの利用など新技術も積極的に導入しているとのことであった。民間企業BET-PLUS社では、GNSS受信機15台、トータルステーション、ドローンなども保有しており、公共事業や資源調査などの測量業務を受注している。

(2) 課題

1) DTGCの組織課題

DTGC の上位機関である ANAT は、DTGC の他、DAF（管理財務部門）、DPS（空間計画部門）、DDT（地域開発部門）からなり、職員数は約 60 名である。予算上の制約から機材整備、職員の能力強化、プロジェクトの遂行に課題がある。

DTGC は地上・航空宇宙測量課、地図・GIS 課、資料センター、国土観測課の 4 課からなる。特定プロジェクトの期間だけ図化要員を臨時雇用しているため、技術継承が困難で効率や精度管理に課題がある。図 6-4-5 に ANAT の組織図を示す。

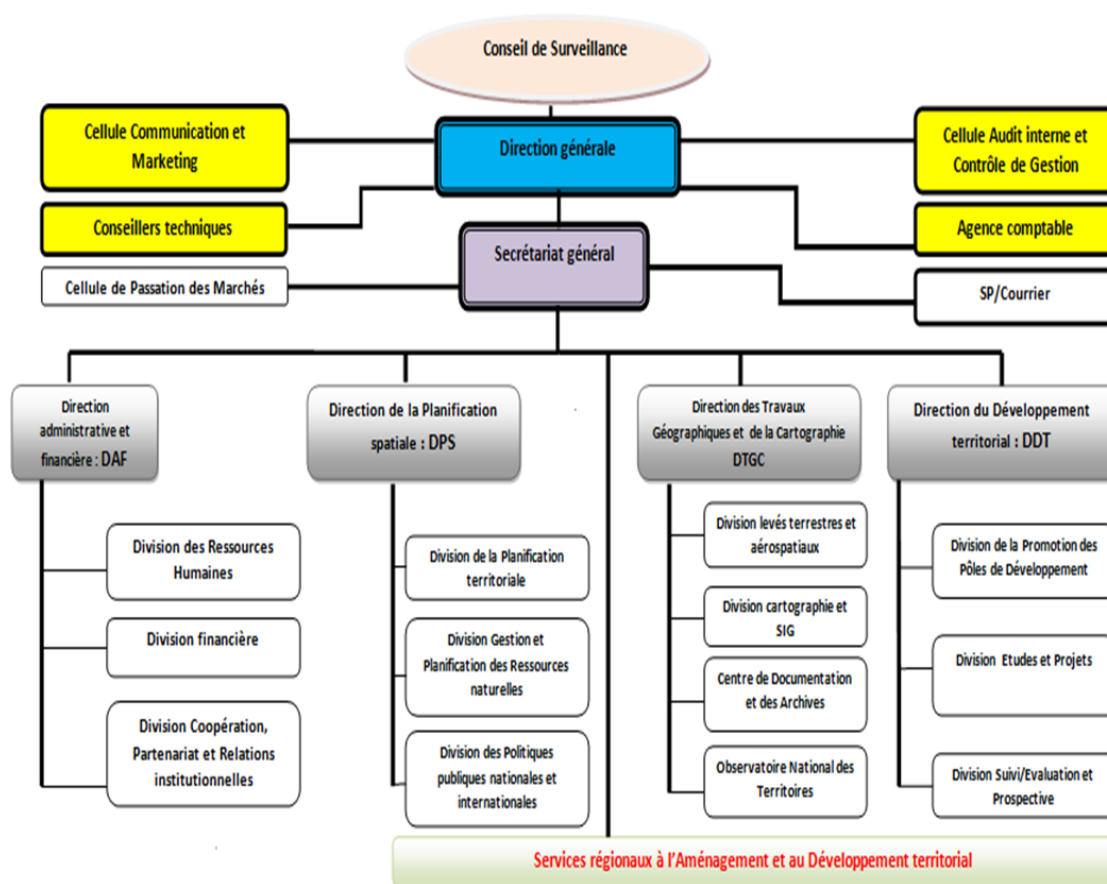


図6-4-5 ANAT組織図 出典：ANAT

2) 維持管理のためのコスト

2012 年のプロジェクトで供与した ALOS データを用いて 1/50,000 地形図の整備更新が行われていることから、最新の衛星画像が入手できれば維持管理は適切に実施可能である。技術移転効果をさらに広げるためにも、2021 年度打ち上げ予定の ALOS-3 画像の供与等、今後の協力可能性について検討の余地があると思われる。

3) 人材育成

これまでの JICA や EU からの支援により継承された技術力により、自ら地形図作成・更新を実施できており、確実に技術力は成長している。しかし職員の能力開発は常に課題であ

り、2017年にフランスの Geosystems France 社から技術者を有償で招請し、2～3週間の写真測量研修を実施するなどの取り組みをしているが、今後も継続的にドナーの技術協力が必要である。

地理空間情報分野の拡大により、測量業界は非常に活発であり、民間でも若い測量士が増えている。GISに関する講習も広く行われており、大学でも測量関係のプログラムを扱うことが増えているとのことである。

6-4-3 基盤データの利活用

(1) 現状

1) ポータルサイト

日本との2012年のプロジェクトで整備された地形図データとオルソフォト、衛星画像等は GeoSenegal ポータルから無料でダウンロード可能であったが、サーバーの故障により運用が停止されている。現在はこれとは別の Geoportal (<https://senegal.africageoportal.com/>) が構築・活用されており、これらのデータは様々な組織で主題図作成等に利用されている。

2) 地形図の利活用

ANATにおける国土計画策定のため、庁内の DTGC が水系図や土地利用図を作成している。都市建築総局や地方自治体では、1/2,000 地形図の都市計画、土地利用計画、防災計画などへの利活用が期待されている。

3) 土地管理プロジェクト

2021年6月に調印された総額80百万ドルの世銀プロジェクトで、国家レベルでの地籍業務の実行能力強化とプロジェクト地域(556 コミューンのうち、130 コミューンを対象)での土地権利の登記数の増加を目的とし、2026年の完了を予定している。詳細は未定であるが、大規模な地籍測量業務が含まれている。プロジェクトは財務省が管理しているが、主担当は DCAD である。DCAD は、地籍測量と不動産登記を所掌しており、全国に22ヶ所の事務所を持ち、職員数は256名、GNSS受信機も22台保有している。

セネガルでは、国勢調査により約1.5百万筆の宅地と約3百万筆の農地が存在するが、登記済みの土地は国有地を中心に約10%しかなく、課税可能な土地は8万筆、実際の徴税できている土地は3万筆にとどまっている。4.5百万筆の土地の内、1.2百万筆は図化されているが、情報は不正確である。

ANAT では、この世銀プロジェクトと連携して、ドイツ国際協力公社(Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, GIZ)の支援による土地利用計画・行政界画定プロジェクト(projet d'Appui à l'amélioration de la gestion foncière au Sénégal de la GIZ: Volet Aménagement du territoire et délimitation)を2011年9月から実施しており、図6-4-6に示すカオラック及びカフリン州の17の自治体を対象に、境界の決定と土地利用計画および開発計画の策定を支援することを目的としている。

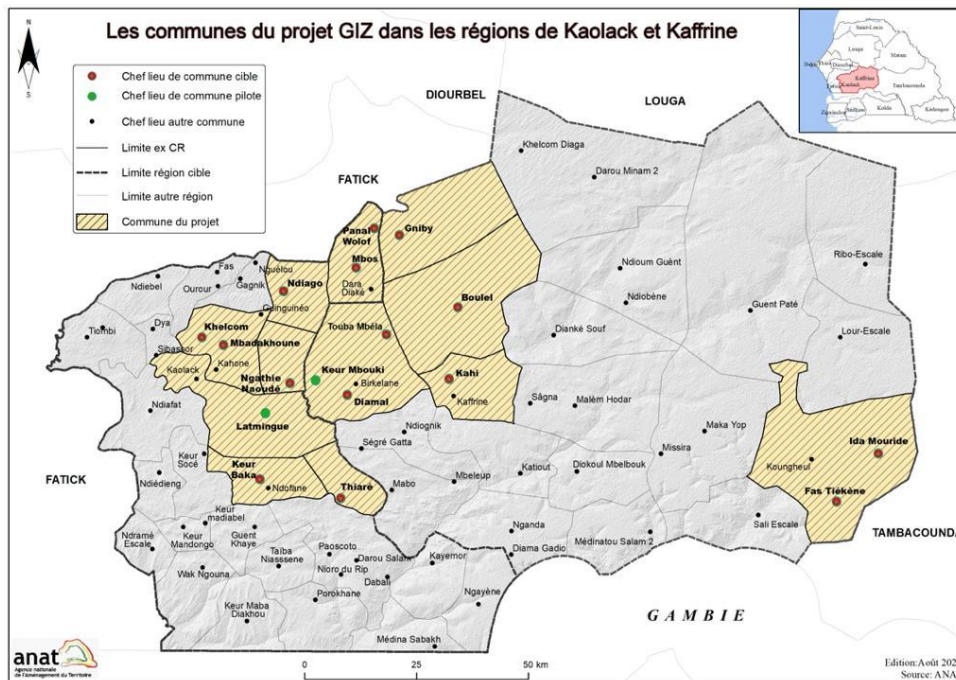


図6-4-6 GIZプロジェクトの対象地域 出典：ANAT

4) 洪水ハザードマップ

近年の気候変動の影響により、早魃、洪水等が増加し、毎年集中豪雨による洪水が頻発しており、2009年の雨季には、ダカールの人口の11%、ダカール郊外の人口の25%にあたる3万3千世帯、30万人の住居が浸水する被害が発生した。サンルイ、ティエス、ンブール、カオラック等でも同様の被害が発生している。

DGUAでは、DTGCやDCADの地図データを利用して都市計画図を自ら修正し、更新を行っている。また、ハザードマップに必要なデータを取得するなど、ハザードマップ作成にも貢献している。しかし、3Dデータがないため洪水シミュレーションや集水域、水流計算などが行えていない。このため、都市モデル等の3Dデータを反映したハザードマップ整備への協力を期待している。

DPCは、主に防災関係機関の調整を担っており、ハザードマップ整備等の実務は行っていないが、災害時対応システムとして機能する国家緊急事態センター(National Emergency Center)の設立に向けて活動中である。航空レーザ測量等による高精度DEM整備のニーズは強く認識している。

5) NSDI

カナダの協力によりNSDI(2009年~2015年)を導入した。NSDIをさらに発展させるために、韓国の信託基金は世界銀行と提携し、世界銀行がセネガルの財務省のために実施している土地管理プロジェクトを通じて、計画された活動の一部に資金を提供している。

【法的枠組み】

- NSDIに係る法制度、及びアクションプランを策定済である。

- ・ 政府内のNSDI検討グループGICC（Inter-institutional Consultation Coordination Group）において、地理空間情報に係る活動のロードマップを作成済である。Geo-Senegalポータルサイトで公開している。

【e-GovernmentとGeo-Senegalの関係性】

- ・ 現時点で、Geo-Senegalはe-Governmentとの連携はない。

【データ共有の現状】

- ・ データ共有に関する取極めがANATと地籍局、統計局の間で存在する。
- ・ Geo-Senegalで公開しているデータは制約なく利用が許可されている。民間ビジネスも含めて可能である。

(2) 課題

途上国全般における課題であるがセネガルにおいても、直接的な裨益効果が見えづらいNSDIの構築・運用について、予算確保が容易でないことが課題である。

6-4-4 位置情報・高精度測位サービス

(1) 現状

1903年にセネガルでは複数の基準点が設置されて以来、基準点は国土管理や地形図作成に寄与してきたが、その後大半の既設基準点の滅失により再整備が行われた。測地学分野における地球規模での連携の重要性を受けて、ANATは、地球基準座標系ITRF2000を採用し、ISO/TC 211の国際標準及び技術仕様書に基づき測地基準点の整備を進めてきた。

例えば、EUの支援による縮尺1/200,000の全国地形図は、再整備された20点の一级基準点を基に整備されたものである。その他、中縮尺図（1/50,000）及び都市部大縮尺図(1/2,000)作成でも同じ基準が採用されている。

セネガルの測地網は、2004年セネガル基準網（RSS04: Réseau de Référence du Sénégal）と呼ばれ、一级基準点以外にも、2007年に137点の二级基準点が設置され、2011年には7都市基準網（RRUS : Réseaux de Référence Urbaine (RRUS) de Sept (07) villes）が整備されている。2013年のセネガルとマリの国境画定においてはRSS04 が使用されている。

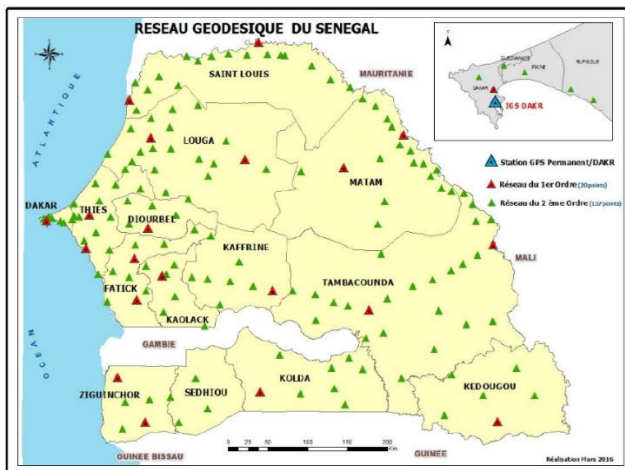


図6-4-7 一級基準点及び二級基準点配点図
出典：ANAT



図 6-4-8 ダカール及びその近郊の基準点 (RRUS) 出典：ANAT

セネガルの水準原点は、ダカール自治港内に設置されている（水準点「KM-1」の標高は1.320m）。下記の図面に示すとおり、全国の主要な道路沿いに水準点が設置されている。

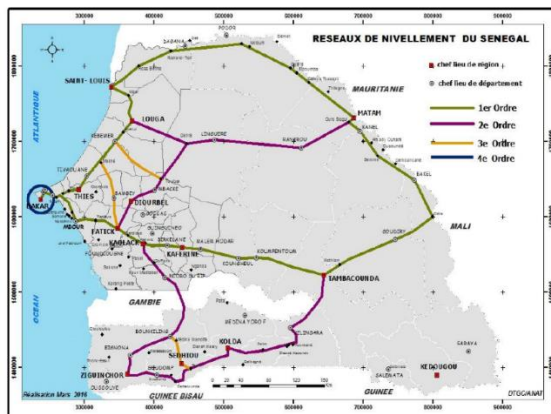


図 6-4-9 セネガル水準網
出典：ANAT

(2) 全国測地網強化計画



図 6-4-10 全国測地網強化計画
出典：ANAT

2019年12月ANATは「PLAN DE RENFORCEMENT DU RESEAU GEODESIQUE NATIONAL（全国測地網強化計画）」を作成した。大統領への上申資料として用意されたものであり、セネガル測地網の現状と課題、そして電子基準点整備の必要性が記載されている。土地管理、道路鉄道の建設、地域開発、農業、鉱山、国家規模での土地利用計画（Plan d'Occupation et d'Affectation des Sols, POAS）等に資する電子基準点の整備は、公共政策の実施や、国土とその資源管理に関する意思決定プロセスにおいて、必要不可欠な地理空間情報であることを強調している。

(3) 電子基準点

2014年、セネガル政府は、2035年までの新興国入りを目指す10年間の国家開発計画「セネガル新興計画 (Plan Sénégal Emergent, PSE)」を発表した。この大規模な計画を成功させるには、国土情報を適切にコントロールする必要があることから、測地網の整備、ならびに最新かつ正確な情報のアクセスを実現する電子基準点網の整備が期待されている。

1) ANAT管理の電子基準点

ANATは、2011年と2017年に外部機関のプロジェクトで使用していた2点の電子基準点を譲り受けた。1点目は、国家ジオマティクス計画プロジェクトの一環として、ハン (Hann) にあるANATの2階建て建物の屋根に設置された。もう1点は、フランス国土地理院 (L'Institut national de l'information géographique et forestière, IGN) とフランスの2大学の共同事業により、平均海面の変動を測定するためにダカール自治港の験潮所に設置された。なお、ANAT建物の屋根に設置された電子基準点は、すでに故障し稼働していないことが確認された。



コンクリートで覆われた小さな施設(赤○)が電子基準点 出典：調査団

図6-4-11 ダカール自治港に設置された電子基準点



図6-4-12 ANAT敷地内に設置されたCORS 出典：調査団

2) 民間企業によるセネガルでの電子基準点にかかる活動 (その1)

図6-4-13は、2014年にTrimble社はDTGCに対して電子基準点の構築にかかる提案を行っ

た際の配点計画図である。39点の設置とデータセンターの構築の提案で、見積金額は約\$5,900,000であった。本提案は実現には至っていない。

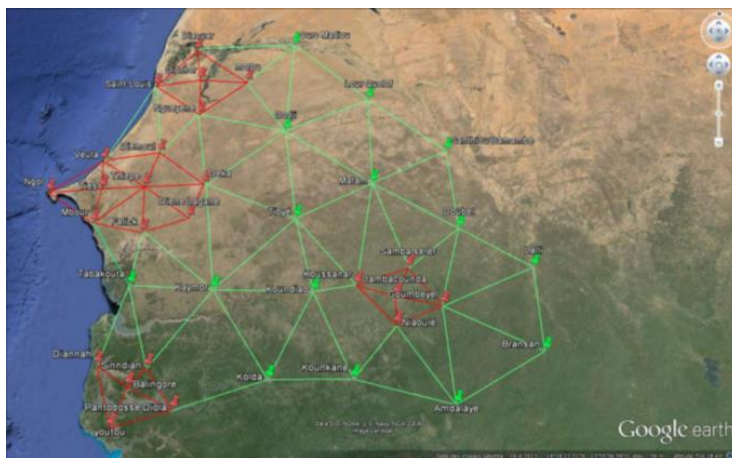


図6-4-13 Trimble社が提案した電子基準点配点計画図

出典: Plan de Renforcement du Reseau Geodesique National by ANAT

3) 民間企業によるセネガルでの電子基準点にかかる活動（その2）

2020年9月に、中国のCHCNAV社製の測量機材のセネガルにおける販売代理店（SWAN Senegal）は、ANATに対して、セネガル国内における恒久的なGNSS局の設置と使用の認可申請をおこない、同年12月に承認された。

SWAN Senegalは、Dakar、Bambilor、Sindia、そしてIut de Thies（ティエス大学内）の4か所に各1点の電子基準点を設置した。電子基準点データはダカール市内の同社事務所に集約し管理している。2021年12月末までデータを無料公開し、現在は36の事業者が利用している。今後は、政府主導の電子基準点設置プロジェクトに応札を予定し、電子基準点データの一層の普及を目指して北部を中心に増設を検討している。

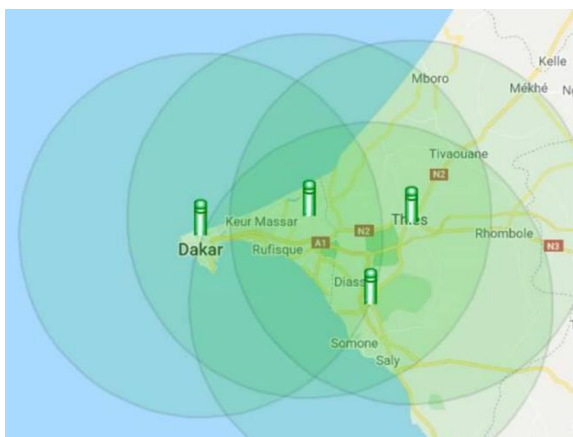


図6-4-14 SWAN Senegal設置の電子基準点

出典：https://www.facebook.com/swan-senegal/?ref=page_internal

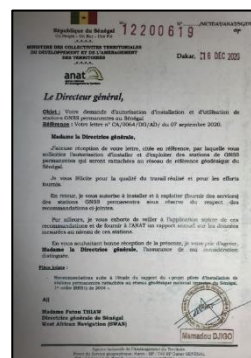


図 6-4-15 : 電子基準点の設置・運用サービス許諾証

出典：SWAN SENEGAL

(3) 電子基準点に関連するプロジェクト

1) セネガルの土地管理の改善支援プロジェクト

GIZは、2州（Kaolack州及びKaffrine州）を対象にした土地管理改善プロジェクト（Modernization of Land Management Program）を2021年から2023年にかけて実施する。2州内の17のコミューンの境界画定を精度高くかつ円滑におこなうために、2点の電子基準点を設置する予定であり、GIZとANATは同プロジェクト策定支援のパートナーシップを締結した。ANATは、本測量業務を通じ、各行政界の不整合を是正し、プロジェクトの実施に貢献する。

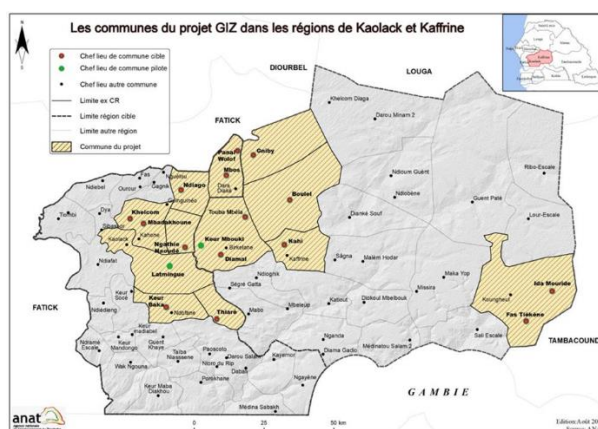


図6-4-16 Kaolack と Kaffrine における GIZ プロジェクトの対象コミューン
出典：Volet Aménagement du territoire et delimitation Concept Note by ANAT

2) セネガル国地籍・土地登記とセキュリティプロジェクト（PROCASEF）

PROCASEF（PROJET CADASTRE ET SECURISATION FONCIERE）は、世銀の融資(40百万ドル)とセネガル政府資金（40百万ドル）によるプロジェクトである。工期は2021年から2026年までの5年間、所轄省庁は経済財政計画省である。目的は、国家レベルでの地籍事業の実施のための能力向上強化と14州内の136自治体を対象に土地所有権の保証を改善することとしている。本プロジェクトは下記の4のコンポーネントから構成される。

- ① 土地制度の強化と地理空間情報基盤への投資
- ② プロジェクト対象自治体へ体系的土地登記の権限移譲
- ③ 長期的政策対話の持続、土地セクターへのトレーニング、イノベーションの規模拡大
- ④ 調整、モニター、管理

本プロジェクトの①において、衛星画像や空中写真の調達、地籍測量などが計画されているが、詳細については現在実施中の「測地インフラの近代化のためのフィージビリティ・スタディ」で明らかになる。

3) 測地インフラの近代化のためのフィージビリティ・スタディ

上記のPROCASEFの目的のひとつは、土地台帳を整備し、所有権が保証された効率的な土地管理システムを構築することである。限られた工期の中で大規模な地籍測量が実施さ

れることになるため、電子基準点データの活用が求められる。しかし、セネガルの基準点網は、維持管理の欠如に加え、将来の測地網計画や整備方針もない。このため、セネガル政府は、PROCASEFの実施に先立ち、地理空間データ基盤の強化、近代化、そして普及のための戦略作りをおこなうためのフェージビリティ・スタディをコンサルタントへ委託した。現在、受託業者FUGROが作業中であり、2022年初頭にも報告書が提出される予定である。

(4) 電子基準点整備に係る留意事項

ANATは、写真測量業務に係る機材やソフトウェアの購入、大縮尺から小縮尺までの地形図作成、若手人材の育成など着実に強化をおこなってきている。一方で、電子基準点の整備については、これまでほとんど手付かずの状況であった。このため、DTGCが電子基準点を導入するには下記について留意する必要がある。

表6-4-2 電子基準点を導入する際の留意点

出典：調査団作成

留意項目	理由
インフラ環境	リアルタイムデータ提供には、通信と電気の安定的な利用ができることが前提になる。
予算	電子基準点システムの運営・維持管理には継続的にコストがかかるため、その予算確保が必要。
データポリシー、法制度、座標系管理等	電子基準点データの配信、課金、利活用に関連するデータポリシーや関連法制度の確認が必要。
人材	電子基準点システムの運営・維持管理には、様々なスキルをもった人材が必要。

6-4-5 今後期待される協力

(1) 地理空間情報のニーズ

現地調査の結果、下記の地理空間情報のニーズが見いだされた。

表6-4-3 セネガルにおける地理空間情報のニーズ

(出典：調査団作成)

	ANAT/ DTGC	地籍	都市建設	防災	測量士 協会	民間会社	道路維持 管理局
電子基準点整備	◎	◎				○	
電子基準点データの利活用	◎	◎	○		◎	◎	
最新高解像度衛星画像/空中写真	○	△	○				△
ローバー/ドローン機材、GISソフト	○	○	○				○
ジオポータル整備	○						
標高データ			○				
洪水対策（ハザードマップ）			○	○			
3D都市モデル			△				
土地情報管理システム		◎			△	△	
道路維持管理用路面性状調査							◎
能力向上（GIS、図化）	◎	○	○	○			○

【凡例】◎：ニーズが非常に大きい ○：ニーズが大きい △：ややニーズがある

社会インフラ整備と土木建築の増加に伴い、測量業務が活況を呈しているセネガルでは、測量事業者を中心に電子基準点整備のニーズが高まっている。世銀による地籍事業やGIZによる行政界画定業務も今後実施されることから、ANATとしても電子基準点整備に非常に関心が高い。ANATは、PROCASEFの中で実施している「測地インフラの近代化のためのフィジビリティ・スタディ」の調査結果に注目している。その理由は、電子基準点の整備計画が策定され、具体的な活動方針が明確になるからである。

また、複数の機関が、地形図や主題図作成のために利用する衛星画像や空中写真を必要としていたことが判明した。最新で高解像度の画像の入手は、多額の予算が必要になるばかりでなく、海外からの調達になるため煩雑な手続きとなることから、入手は容易ではない。

さらに、主題図の整備や、地形図作成の生産性向上のための技術力向上を図りたいとの回答もあった。GISを有効に活用するためのトレーニングのニーズと、GISソフトウェアの年間保守料の支払いが、各機関が抱える共通の課題であった。

ほかに地理空間情報に関連する業務として、道路維持管理に係る路面性状調査のニーズがあることが判明した。訪問機関のひとつであるDGERでは、車両搭載したレーザー変位計やGPS等を用いて路面の凸凹を計測している。計測結果に基づき路面の平坦性を表す国際ラフネス指数（International Roughness Index, IRI）を計算し、全国の道路維持管理に活用している。しかし、約10年前にイスラム開発銀行やEUから供与された機材の大半が、利用できない状況にある。また、急速なモータリゼーションと新設道路の増加にともない、PDCAサイクルに基づく道路維持管理が喫緊の課題となっている。このようなことから、DGERより道路整備・維持管理技術の向上に係るプロジェクト実施要望を受けた。



路面性状調査機材（故障している）（左）

レーザー変位計（右）

出典：調査団

図6-4-17 DGERにおける路面性状調査用機材

(2) 今後期待されるモデルプロジェクト

アフリカの国家地理空間情報機関は、他地域の途上国と比較して、地理空間情報基盤、技術力、予算、通信状況等において多くの課題を有しており、全てのモデルプロジェクトが適応できるものではないことが想定された。セネガルの地理空間情報の整備・活用において考慮すべき要因として、以下の3点があげられる。

① UNGGIM アフリカ会合での課題の抽出

2020年12月1日～4日にオンラインで開催された UNGGIM アフリカ会合において、次の課題が整理された。

- ・ アフリカ諸国では、非常に多くのデータが利用されずに埋もれている。
- ・ アフリカ諸国では、基盤となる地理空間情報の整備、更新、維持管理が停滞している。
- ・ アフリカ各国は、地理空間情報を活用するために必要な空間データ基盤の構築のための財源が不足していることから、実行可能な資金調達フレームワークと資源動員戦略を策定し、国家地図局の強化に多くの財源等を投入すべきである。

② 常態化するダカールの洪水

毎年7月から9月までの雨季に、ダカールの一部地域では洪水が発生し、家屋の浸水や人的被害を引き起こしている。さらに洪水後には、水に起因するマラリアを始めとした複数の疾病も発生している。

③ 高い電子基準点整備のニーズ

第1回調査（2021年2月）の DTGC とのオンライン会議において、電子基準点の構築が最もプライオリティが高いとの回答があった。

以上を踏まえたうえで、現地では、測地基盤（レベル1）、3D都市モデル整備、土地情報

管理、ハザードマップを中心に聞き取りを実施した。

表 6-4-4 は、モデルプロジェクトに対する回答を、ニーズ、規模、資金スキーム、持続性・能力開発、民間活動への展開の視点からまとめたものである。

表6-4-4 モデルプロジェクトに対する回答の概要

出典：調査団作成

モデルプロジェクト	ニーズ	規模	資金スキーム	持続性 能力開発	民間活動への展開
②測地基盤 (レベル1)	◎ 旺盛な建設工事、世銀による空中写真撮影や地籍測量、GIZの行政界画定作業が控えておりニーズは高い	測地インフラの近代化のためのFS結果により、規模感が判明する	技術協力プロジェクト	民間測量会社のデータ利用により一定の収益が見込めるが、政府予算の投入が不可避。データ取得から配信までの技術移転が必須	地籍測量、公共事業、建設工事に係る測量業務は民間測量会社が請け負っている
⑤3D都市モデル整備	△ 都市計画やハザードマップ整備に3D都市モデルは有用であるが、活用効果と整備後の運用・維持管理技術に課題がある。	ダカール首都圏等の大都市圏	技術協力プロジェクト (利活用技術)	—	—
⑥スマートシティ	△ 都市計画やハザードマップ整備に3D都市モデルは有用であるが、活用効果と整備後の運用・維持管理技術に課題がある。	ダカール首都圏等の大都市圏	技術協力プロジェクト (マスタープラン調査)	—	—
⑦土地情報管理	× PROCASEF案件により達成の見込み	PROCASEFでは14州内の136自治体が対象地域	世銀 (40百万ドル) セネガル政府 (40百万ドル)	—	—
⑧ハザードマップ	○ 洪水被害の軽減は喫緊の課題であり、洪水ハザードマップのニーズは高い	ダカール首都圏等、過去の洪水被災地域 航空レーザ測量、DEM整備、洪水ハザードマップ整備	無償資金協力	整備後の市民への普及は技術協力プロジェクトで実施	—

- 【凡例】◎：ニーズが非常に高く、今後のプロジェクトとして早急な実施が望まれる
 ○：ニーズが高く、今後のプロジェクトとして期待が高い
 △：ニーズがあり、条件を整えば将来のプロジェクトとして期待できる
 ×：ニーズがない、時期尚早、対応済みなどの理由で、今後のプロジェクトとして期待できない

上記のように土地情報管理を除く4件のモデルプロジェクトに対して関心が寄せられた。土地情報管理は、今年世銀が実施を決めたため案件形成の可能性はない。

測地基盤（レベル1）のニーズは先に述べたとおり非常に高いものであったが、人口の極集中や、都市部の高層化とスプロール現象が拡大傾向にあれば、洪水対策やスマートシティ構想などにも有用な3D都市モデルやハザードマップ作りの整備が求められよう。

ここでは、早急に実施すべきプロジェクトとして、セネガル国土地管理とインフラ整備

の促進のための電子基準点整備プロジェクト（技術協力プロジェクト）及び洪水被害軽減マスタープラン策定調査（技術協力プロジェクト）について概要を述べる。

1) 電子基準点整備・活用プロジェクト（技術協力プロジェクト）

地理空間情報利用者への聞き取りを通じて、下記の状況を把握することができた。

- ① 経済成長にともない不動産取引が活発になっている。また、ダカールから新空港への高速道路沿いの開発が進み、大規模開発のための土地の確保が進んでいる。
- ② 信頼のおける土地管理（地籍調査、土地登記、権利証発行）が喫緊の課題となっている。
- ③ 脆弱な土地管理により、固定資産税の課税対象地は、全国に8万パーセル。うち3万パーセルの所有者が納税しているにすぎない。
- ④ 自治体間の行政界が未確定で、互いが有利になる線引きをしているため境界が重複し、土地管理に支障を及ぼしている。
- ⑤ 2021年に世銀が土地管理システムに関するプロジェクト（PROCASEF）を実施することが決まった。業務実施では百万筆を超す地籍測量が求められる。
- ⑥ 2021年にGIZが土地管理の改善支援プロジェクトに着手した。行政界画定測量のために調査地域に2点の電子基準点を設置する計画である。
- ⑦ 70の測量会社が測量士協会に所属し、その数は増加傾向にある。また、経済発展により測量業はブームになっており、若年層の測量士も増加している。
- ⑧ PSEでは、「土地へのアクセスの向上」が改革の柱のひとつとなっている。

以上から、今後も地理空間情報業務の増加が想定され、精度を担保した迅速で効率的な測量が要求される。解決策としてのDXの導入、すなわち電子基準点とデータセンターの構築とデータ配信の実施は、地理空間情報のサービスや生産プロセスに大きな変革をもたらす。表6-4-5は、想定されるプロジェクトの概要案である。

表6-4-5 電子基準点整備・活用プロジェクトの概要

メインカウンターパート	ANAT/地図・測量部 (DTGC)
調査対象地域	ダカール及びその近郊
上位目標	電子基準点の整備により、土地管理のための行政界画定や地籍測量が適切に実施され、土地登記が促進される。電子基準点の利用によりインフラ開発や建設事業の測量業務が迅速かつ効率的に実施される。
プロジェクト目標	電子基準点整備とそのデータによる測量技術が移転され、地籍、土木建設事業での測量に活用される。
業務期間	2年半
主な業務内容	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点とデータセンターの整備 ● 運営維持管理計画の策定 ● 運営維持体制の構築 ● 電子基準点データの配信 ● 電子基準点データポリシーの策定 ● ユーザー開拓及びユーザーサポートの強化 ● 電子基準点データを活用した地籍測量の利用計画策定 ● GNSS測量の精度検証 ● セミナー、OJT、ワークショップ、本邦研修の開催

団員	
1	業務主任/電子基準点整備
2	電子基準点・データセンター運営計画
3	電子基準点・データセンター計画・設計・設置・運営維持管理
4	ネットワークRTK技術移転
5	データ配信・品質管理
6	電子基準点データ利用推進
7	業務調整/研修セミナー

出典：調査団作成

2) 洪水被害軽減マスタープラン策定調査（技術協力プロジェクト）

ダカール首都圏等の人口・経済集中地域について、集中豪雨による洪水被害の軽減を図るための総合的なソフト対策マスタープラン策定を目的とした技術協力プロジェクトである。

DGUA（都市建築総局）では2D地図を利用し、ハザードマップ作成に必要なデータを取得しているが、3Dデータを利用した洪水シミュレーションや、浸水深、危険度評価、避難場所と避難計画等の解析技術力は不足しているため、航空レーザ測量からDEM作成、解析、ハザードマップ整備までの技術取得が必要である。また、ハザードマップを効果的に避難行動に結びつけ、被害軽減を図るためには、降雨レーダー設置や気象観測・予報システム、洪水予警報システムの整備、避難施設の整備と指定、ハザードマップの市民・コミュニティへの普及・啓蒙等も必要である。

これらのことから、セネガルの過去の洪水被害の実態調査と、今後の被害軽減対策について、予警報と避難を結びつけるソフト対策を中心として、各対策の規模と効果の評価、スケジュール等を検討し、プロジェクトの優先順位を提案するマスタープラン策定から開始することを提案する。

第7章 地理空間情報分野における今後の JICA の協力の方向性

7-1 背景

第5期科学技術基本計画で初めて提唱された Society 5.0 は、2021年3月に閣議決定された第6期科学技術・イノベーション基本計画（計画期間：2021年~2025年）において、その未来社会像の具体化に向けた方向性が示されたところである。その実現のカギとなる AI やロボット、ビッグデータ解析など情報技術は、科学技術の分野にとどまらず、人々の生活やビジネスなど社会のあらゆる面においてデジタル化を進め、より良い方向に変化させるデジタルトランスフォーメーション（DX）の大きな流れの中核をなしている。また、DXを進めることにより、Society 5.0 の目指す社会の具体化が進むとも考えることができる。

こうした DX 化やそれによる Society 5.0 の目指す社会の実現に向けた努力、つまり情報技術の活用は、開発課題についての世界共通の目標である SDGs の達成への大きな力になると期待される。DX 化において位置情報は主要な核の一つであり、位置を統一的に表す基準と位置の求め方を提供する測地基盤と現実世界を分かり易く表現するために共通基盤的に用いられる地理空間情報の整備・活用の重要性が増大している。

以下、測地基盤（Geodetic Infrastructure）と共通基盤的に用いられる地理空間情報（基盤地理空間情報、fundamental Geospatial Information）の両者をあわせて GI²（GI Square）と略称することとする。

7-2 実施する意義と目標

上に述べた背景を踏まえ、JICA が地理空間情報分野の協力を行う意義として以下があげられる。

① JICA の有する経験・ノウハウと我が国の協力全般への支援

第5章にその一部を記したように、JICA はこれまでに 60 以上の国において 80 件以上の GI²に関する協力を実施しており、膨大な経験、ノウハウを蓄積している。このため、今後の新しい社会を見据えて、これまでの経験、ノウハウを生かし対象国の要望に応じた協力を提供できるポテンシャルを有している。

また、GI²はその共通基盤的な性質により他の様々な協力のインフラとして不可欠な存在である。このため、JICA による協力全体を効果的に行う上でも GI²に関する協力を引き続き実施する必要がある。

なお、これまでも GI²以外の協力において必要に応じて地理空間情報が整備されてきている。これらの地理空間情報を他の JICA における活動に使用する場合、購入せざるを得ない状況も生じていた。今後は、GI²に関する協力の場合と同様に、JICA のプロジェクトで作成される地理空間情報については、JICA の行う活動について使用权を有する旨、徹底する必要がある。

② 民間事業者による海外展開支援

我が国では都市計画、道路管理、上下水道、固定資産などにおいて大縮尺デジタル地形図をベースとしたGISが自治体行政において広く活用されている。これらの地形図やGIS整備は民間事業者が担うなど、我が国におけるGI²関連の民間事業者の活動は活発である。

こうした民間事業者の有する技術、経験を生かして対象国に課題を解決していく取り組みも重要であり、そのための足がかりを提供する上でもJICAによるGI²に関する支援が重要である。

③ 国の安全やアイデンティティの確保

Google Mapsの登場によりインターネットから相当詳細な地図や衛星画像が簡単に閲覧できるようになり、プロジェクトのためにあらためて地図を作成する必要はないと考える向きも少なからず存在する。但し、民間事業者による地図サービスは、開発途上国の地方部においては地図の内容が貧弱であるなど経済的な視点により地図の内容が規定されることが考えられるとともに、経済状況など事業者の都合によってサービスが中止される可能性をはらんでいる。

一方で、国家の成立要件として重要な事項の一つが領土である。国土がどのような地形・地勢で形成されているかを明らかにすることは、一国のアイデンティティの確立に必要であるだけでなく、安全を確保する上で不可欠である。このため、測地基盤や基礎的地理空間情報の整備・提供を担当する公的機関への支援が必要な国に対して、我が国の有する経験や技術を踏まえた協力を行うことは重要である。

これらの意義を踏まえた上で、地理空間情報分野におけるJICAの協力の目標を、以下のように設定する。

GI²の整備・活用を通じて、対象国の抱える開発課題の改善、解決に取り組みその発展に寄与する。

7-3 方向性検討にあたっての基本方針

前章までの調査結果に基づき、7-2の目標の実現に向けた方向性検討にあたっての基本方針を以下のとおりとする。

① 個々のプロジェクトでGI²の整備・活用を考えるだけでなく、JICAの関係部門や活動並びに関係機関との協力などプロジェクトを取り巻く環境の中で、全体としてGI²に関連する協力効果が最大化されるようにする。

JICAにおけるDXについては、STI・DX室を中心に取り組みがなされているが、GI²はDXと同じく情報技術を軸に共通基盤的な利用されるという性格を有するため、DX室と連携・協調した取り組みを行うことで協力効果がより大きくなるものと考えられる。また、

国土地理院における国連ベクトルタイトルの推進の取り組みなど関係機関の国際的活動との連携が重要である。

JICAではGI²に関する課題別研修・国別研修を行っており、個別のプロジェクトのC/Pを研修に参加させるなどの取り組みを行っているが、プロジェクトの持続性確保等の観点から、研修事業との一層の連携も重要である。また、対象国においてGI²の整備・利用を根付かせ同時に我が国民間企業の海外展開を促進する上で、JICAの民間連携事業の活用も重要である。

② 開発協力の中でGI²に関する協力の位置づけを定め、協力全体像が具体的にイメージできるようにする。

GI²に関する協力はこれまで60か国以上で80件以上実施されているが、その実績はJICA事業に携わる我が国開発コンサルタントはいうに及ばずJICA内部においても十分には知られていない。

このため、GI²に関する協力とは何であるのか、どのような効果が期待されるのかが分かるように、開発協力におけるGI²に関する協力を具体的に位置づけたうえで協力全体像をわかりやすく提示する。これにより、対象国のC/PにとってGI²に関するどのような協力が享受できるのかがわかり、協力する側の我が国開発コンサルタントにとってもGI²に関する協力の連携やGI²に関するプロジェクトの成果の活用の促進が期待される。

③ 国際的な潮流との整合性の確保

地理空間情報分野では、地球規模の地理空間情報管理に関する国連専門家委員会（UN-GGIM）の活動やISO/TC211による地理情報標準化等の国際的活動が盛んに行われており、それらの活動と整合性のある協力を留意する必要がある。

特に、2015年、国連総会は「持続可能な開発のための地球規模の測地基準座標系（Global Geodetic Reference Frame : GGRF）」の決議を行い、地理空間情報の相互運用、災害軽減及び持続可能な開発に不可欠なGGRFを強化するため、加盟国に測地インフラ（Geodetic Infrastructure）の改良・維持を勧告した（https://ggim.un.org/documents/A_RES_69_266_E.pdf）。衛星測位技術の進展は目覚ましく、様々な高精度測位サービスが出現しているが、最も正確な測量・測位に必要なCORSの測地インフラとしての重要性は変わっていない。これまでの協力が生かせるアジアにおいて、CORSの技術協力を段階的に高めていくことが国際的な潮流との整合性を確保する意味でも重要である。

こうした方向性を基本とすることにより、「GI²はそれだけで開発課題の改善、解決につながることは少ないが、他の協りに共通的に利用されるという性格を有する。」というGI²に関する協力の特性を生かし、JICAによる協力全体の中でのGI²の協力効果を最大化することを目指すこととしたい。

7-4 GI²分野における協力とその効果に関する全体像

本節では、開発協力におけるGI²に関する協力を、対象国のロケーション・プラットフォーム

ームを構築する支援であると位置づけたうえで、協力の効果を加えた全体像のイメージを提示する。

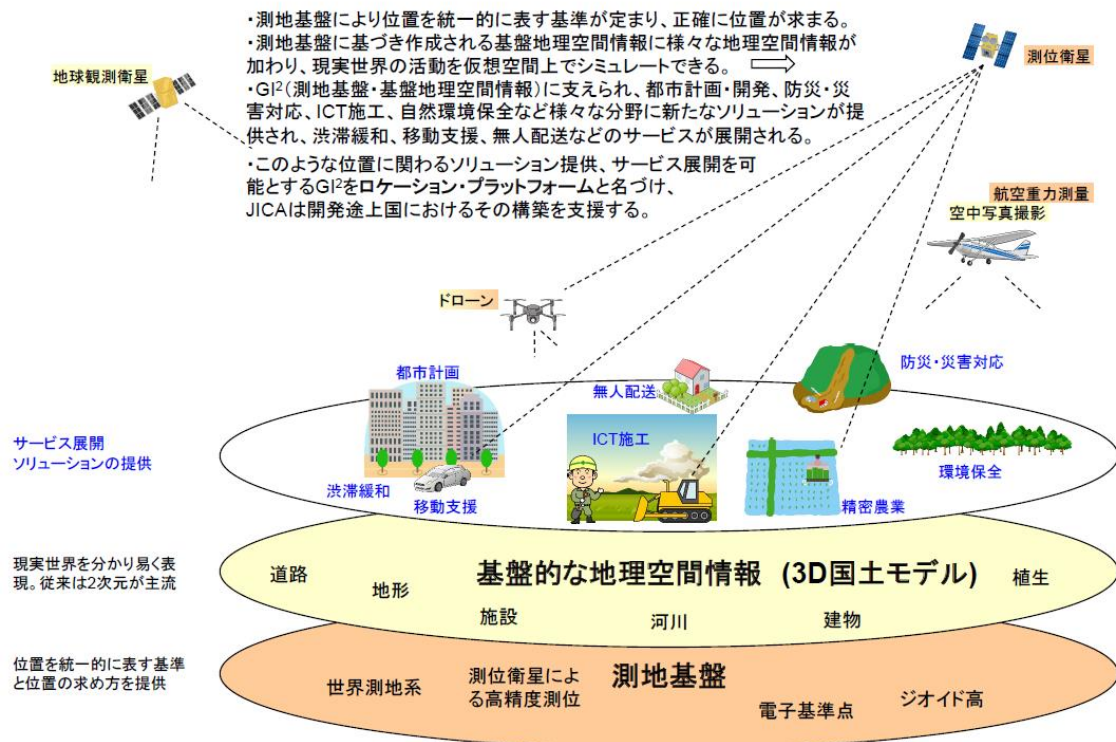
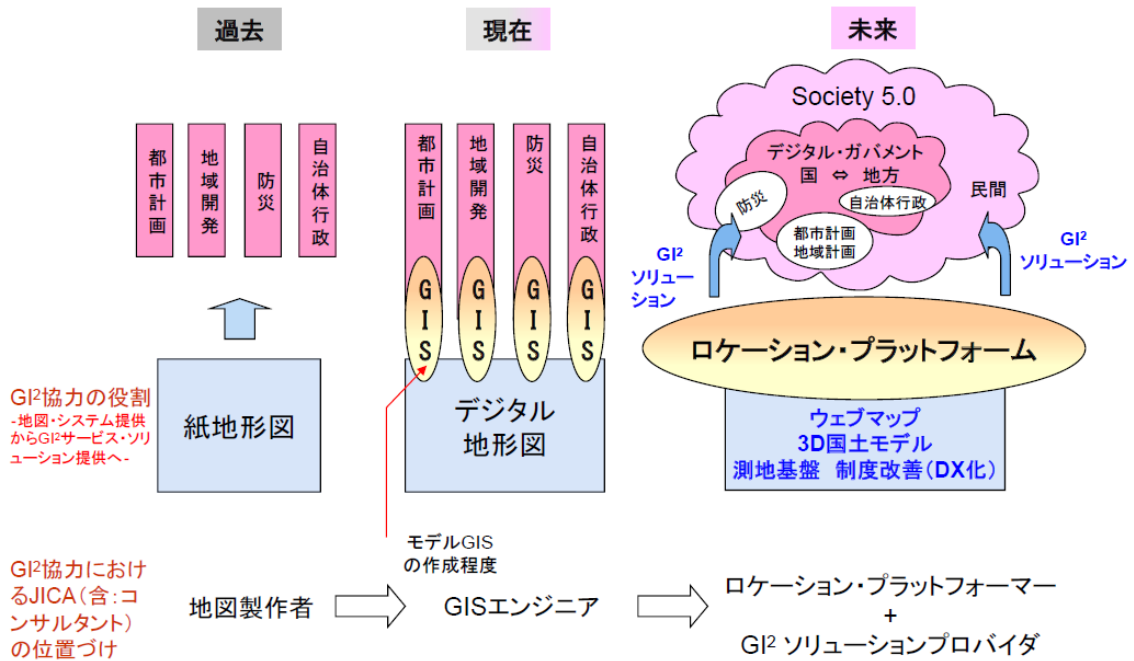
7-4-1 ロケーション・プラットフォーム構築支援としてのGI²に関する協力

JICAにおけるGI²に関する協力は、1970年代に国土開発の基礎資料として活用することを目的とした紙ベースの国土基本図（地形図）整備に始まった。その後、コンピュータの発達に伴い1990年代中ごろにはデジタル方式の地形図が始まり、その成果であるデジタル地形図をGISに取り込み都市計画、地域開発、防災や自治体行政などの各種業務での活用の可能性が広がることとなった。

現在では、高速大容量通信、インターネット、クラウドサービスなどコンピュータや情報通信技術の驚異的な発展により、従来は業務毎に構築されることの多かったGISについても地理院地図、Google MapsやOpen Street Mapなど、外部の基盤的な地理空間情報の上に目的に応じた情報を加えた形態も多くなっている。また、米国のGPS、ロシアのGLONASSや我が国のQZSSなどの測地衛星から電子基準点網で受信した信号を提供することにより、高精度な位置決定やリアルタイムの位置決定が行えるようになり、ICT施工や精密農業などに活用されるようになっている。

したがって、デジタル地形図の整備や今後期待される3次元都市モデル（デジタルツイン）整備などの基盤地理空間情報に関する協力や近年始まった電子基準点網に関する協力などGI²に関する協力は、対象国における都市計画、地域計画、防災、自治体行政など位置に関わるさまざまな業務にソリューションやサービスを提供する基盤を提供する、いわばロケーション・プラットフォーム構築に関する協力であると位置づけることができる。また、GI²に関する協りに携わるコンサルタントは、これまでの地図製作者やGISエンジニアからロケーション・プラットフォーマーとしての役割を果たしていくことが求められよう。

図7-4-1にGI²協力の役割の変化とロケーション・プラットフォームのイメージを示す。



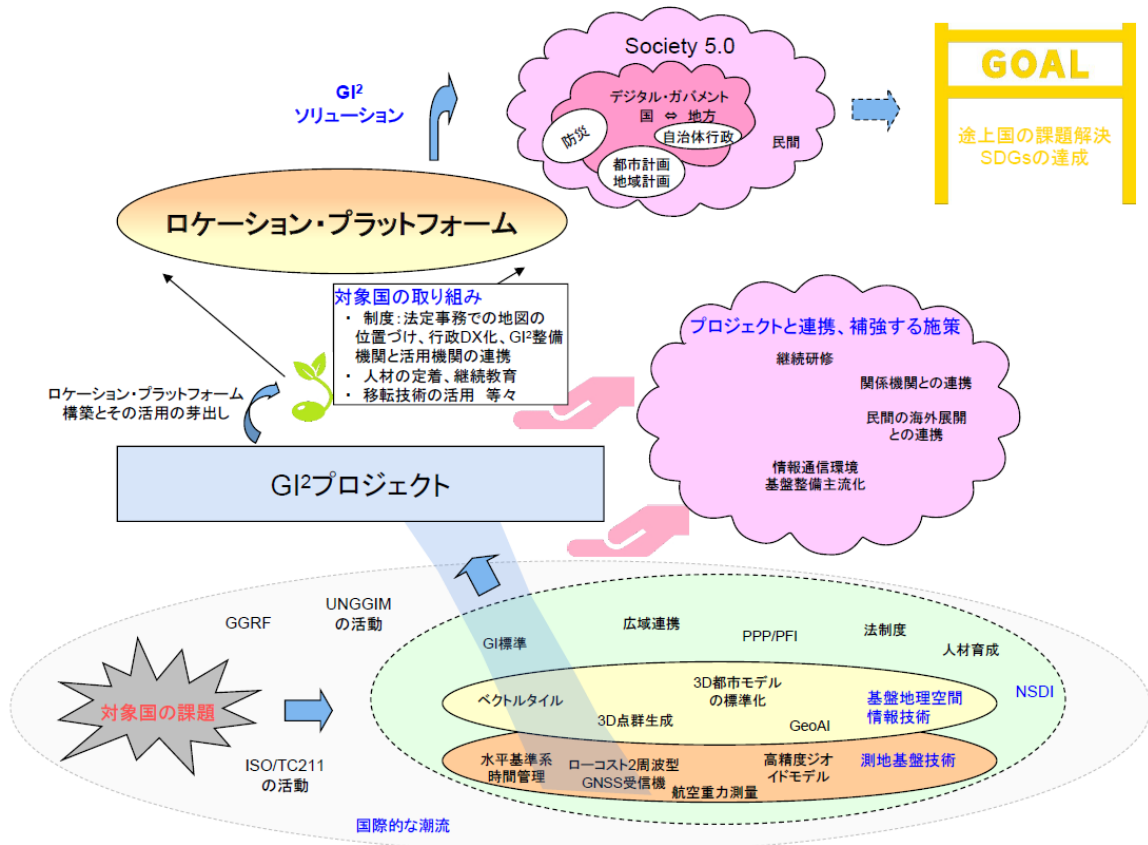
出典：調査団作成

図7-4-1 GI²に関する協力の役割の変化とロケーション・プラットフォーム

7-4-2 GI²分野における協力とその効果に関する全体像のイメージ

第2章でみたようにGI²はSociety5.0の実現やいくつかのSDGsの実施に貢献することができる。第3章では、GI²に関する技術的な面、第4章では制度的な面、第5章ではこれまでのGI²分野におけるJICAの協力の課題を見てきた。

上に記したようにGI²に関する協力をロケーション・プラットフォーム構築と位置づけると、GI²分野における協力とその効果に関する全体像を下図のように考えることができる。



出典：調査団作成

図7-4-2 GI²分野における協力とその効果の全体像

7-5 具体的な取り組み

本節では7-3に記した方向性に関する基本的な方針、及び7-4で見たGI²に関する協力全体像のイメージに基づき、具体的なプロジェクトやプロジェクトと連携して取り組むべき事項について記す。

7-5-1 プロジェクト

(1) プロジェクト形成にあたっての留意事項

JICAの行うGI²協力の中で技術協力、無償資金協力、有償資金協力などのスキームによるプロジェクトは予算規模も大きく、影響力が大きい重要なコンポーネントである。

既往のGI²に関する協力のレビューから得られた問題点や課題の代表的なものは以下のとおりである。

- 協力成果として得られた地形図等の活用が十分なされていない。
- 協力成果である地形図は自然環境や人間の活動による地表面の変化に応じて適切に更新する必要がある。プロジェクトが完了し、我が国の技術者が離れた後、技術移転された地形図作成・更新技術の継続性が欠けることが多く、地形図の更新や移転された技術による地形図作成範囲の拡大が行われない。

これらの問題点や課題を踏まえてプロジェクトを形成するにあたっては、以下の点について留意する必要がある。

- ① GI²協力成果の活用を確実にするため、GI²の整備を行うGI²基盤側と、その成果を活用するGI²活用側の連携をより密接なものとする。例えば、対象国のC/Pに測量局だけでなくGI²を活用する機関を加えたり、あるいはGI²活用機関のみとし、実際の活用ニーズが反映しやすくしたり、協力を担うコンサルタントをGI²基盤側とGI²活用側の混成チームとすることが考えられる。
- ② Society 5.0の実現を目指して開発や実用化が行われる最新のGI²技術や人材を活用する。
- ③ これまでの50年にわたるGI²基盤分野の協力は我が国の独自性が強い分野であり、技術移転の継続性などの課題を克服したうえで今後とも継続する。
- ④ 最新技術をやみくもに適用するのではなく、技術導入にあたってのインフラの整備状況など対象国の現状やSDGsとの関連を踏まえたプロジェクトとする。

(2) プロジェクトの類型化

以上の留意事項を踏まえ、プロジェクトの内容とプロジェクトのプレイヤーの観点から今後のプロジェクトを下表のように類型化する。

なお、従来においても都市計画マスタープラン作成のプロジェクト等において、地図作成部分が含まれ、GI²基盤側とGI²活用側の混成コンサルタントチームによる例が散見されるが、GI²基盤側の関与は小さく、GI²成果の活用が見えにくかった。GI²基盤側が主導もしくは主体的に関与し、GI²成果の活用がよく見えるプロジェクトをGI²基盤・活用連携型の新型プロジェクトとする。

表7-5-1 内容とプレイヤーから見たGI²関係プロジェクトの類型化

プレイヤー	内容	A 現行プロジェクトのパーツの工夫	B 現行プロジェクトの改良	C 新型プロジェクト
1	GI ² 基盤型	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現行のプロジェクトの一部に新技術や新しい方式を追加もしくはそれらで代替する ・ 基本的に各国測量担当機関をC/Pとする 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現行のプロジェクトの課題を改善するために新技術や新しい方式を導入 ・ 基本的に各国測量担当機関をC/Pとする 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 従来にない新技術や新方式を主体とするプロジェクト ・ 基本的に各国測量担当機関をC/Pとする
2	GI ² 基盤・活用連携型	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現行のプロジェクトの一部に新技術や新しい方式を追加もしくはそれらで代替する ・ C/PにGI²活用側機関を追加、もしくは活用側機関とする ・ コンサルタントはGI²基盤側とGI²活用側の混成チーム 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現行のプロジェクトの課題を改善するために新技術や新しい方式を導入 ・ C/PにGI²活用側機関を追加、もしくは活用側機関とする ・ コンサルタントはGI²基盤側とGI²活用側の混成チーム 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 従来にない新技術や新方式を主体とするプロジェクト ・ C/PにGI²活用側機関を追加、もしくは活用側機関とする ・ コンサルタントはGI²基盤側とGI²活用側の混成チーム

出典：調査団作成

A1 現行プロジェクトのパーツを工夫したGI²基盤型プロジェクト

現行のプロジェクトの一部に新技術や新しい方式を追加もしくはそれらで代替する。基本的に各国測量担当機関をC/Pとするプロジェクトである。以下のような例が考えられる。

① ローコストGNSS受信チップの活用

GI²に関するプロジェクトでは測量用のGNSS受信機の活用が必須であったが、これまで高価であるという課題があった。近年低価格の受信チップが登場し、GNSS受信機の低価格化が期待されている。

② 国連ベクトルタイルツールキットによるWebマッピング

地理空間情報に関するGI²協力では成果の活用促進を図るため、誰でも成果に簡単にアクセスできることが重要であり、その点からインターネットがあれば閲覧することができるWeb地図を協力内容に含めるようになっている。ベクトルタイル方式のWeb地図は通信効率・表示品質・機械判読可能性が優れており、我が国国土地理院の経験が生かされた国連のオープンGISの取り組みである国連ベクトルツールキットによりその実装が行える。

A2 現行プロジェクトのパーツを工夫したGI²基盤・活用連携型プロジェクト

内容的には現行のプロジェクトの一部に新技術や新しい方式を追加もしくはそれらで代替し、成果の活用を確実にするためプレイヤーとしてC/P機関にGI²活用側の機関を加えたり、コンサルタントをGI²基盤側とGI²活用側の混成チームとするプロジェクトである。以下のような例が考えられる。

① ローコストGNSS受信チップの活用

現地測量が含まれるプロジェクトにおいては、ローコストGNSS受信チップの活用により経費の削減が期待される。

② AIやドローンなどの新技術の適用

衛星画像を利用した植物成長のモニタリングでのAIによる画像認識やドローンを活用した建設現場などの小地域の精密な3次元測量・地図作成など、活用分野を想定したGI²新技術の適用が期待される。

B1 現行プロジェクトの抱える課題を改善するGI²基盤型プロジェクト

現行のプロジェクトの課題を改善するために新技術や新しい方式を導入する基本的に各国測量担当機関をC/Pとするプロジェクトである。以下のような例が考えられる。

① 国家測地基盤整備に向けた支援(レベル1 : CORS整備と高精度測位サービス、地理空間情報の世界測地系移行)

近年CORS整備のプロジェクトが始まっているが、位置を表す基準を定め、2015年の国連総会決議「持続可能な開発のための地球規模の測地基準座標系」に沿い、将来の高精度測位サービスの基盤となる測地基盤の整備として支援する。

② ドローンなどによる基盤地理空間情報の更新

これまでプロジェクトで整備した基盤地理空間情報の維持管理が行われないなどの課題があったが、その原因の一つは経年変化を把握するための空中写真の撮影と考えられる。このため、取り扱いが容易なドローンや様々な解像度、回帰日数のデータが利用できるようになった衛星画像を利用して情報更新を行う。

③ 測量法整備や作業規程作成支援

法律により測地基盤や基盤的地理空間情報の整備を行うことにより、GI²基盤の整備・維持管理が進むと考えられることから、測量法やGI²基盤の整備・維持管理に必要な作業規程等の文書作成の支援を行う。

④ フォローアップを強化したプロジェクト

我が国のカウンターパートが離れた後、移転した技術が途切れてしまうという課題を改善するため、プロジェクトを2つのフェーズにわけ、第1フェーズでは持続性を確保するためのプログラムを組み込んだ支援を行い、ある程度時間をおいた後、第2フェーズにお

いて技術の持続性の確認と強化を行う構成とする。

B2 現行プロジェクトの抱える課題を改善するGI²基盤・活用連携型プロジェクト

現行のプロジェクトの課題を改善するために新技術や新しい方式を導入し、活用を確実にするためプレイヤーとしてC/P機関にGI²活用側の機関を加えたり、コンサルタントをGI²基盤側とGI²活用側の混成チームとするプロジェクトである。以下のような例が考えられる。

① 自治体業務デジタル化支援

我が国では固定資産、都市計画、上下水道、道路など自治体でのGIS導入が行われ業務の効率化が進められているが、JICAによる協力での例はあまり見られない。DX化による開発課題解決の流れの中で、自治体行政のDX化の一環として分野を設定した上でGI²基盤側としてGISの導入支援を行う。

C1 新型のGI²基盤型プロジェクト

従来にないテーマや新方式あるいはSociety 5.0 に関連するような新技術を主体とするプロジェクト。基本的に各国測量担当機関をC/Pとする。以下のような例が考えられる。

① 国家測地基盤整備に向けた支援(レベル2：ジオイドモデル、座標値の時間管理)

変動する地球上で、測量・高精度測位を行うために、標高をGNSSで測るのに必要なジオイドモデルの高精度化、座標値の時間管理など、国家測地基盤の高度化について、開発途上国の状況に合わせて支援を行う。

② 都市基本図としての3D都市モデル整備

各種スマートシティ施策、BIM/CIM、3D-GIS等、多様な利活用の基盤データとして、3D都市モデルを整備し、標準的な都市域大縮尺デジタル基本図とする。

③ 島嶼国におけるローコストCORS構築とドローンによる3D基盤図作成

島嶼国のGI²案件は、開発課題とのマッチング、撮影用航空機の利用やマッピングサイズの大きさなどから適切な案件としての設定が困難であり、これまで実施されてこなかった。高解像度衛星画像やドローンの活用など地形図作成手法の多様化や3D基盤図などニーズの高度化を踏まえ、開発課題に即した活用を念頭とした支援を行う。

④ GI²基盤及びGI²活用プロジェクトの並行実施（並列型連携）

GI²案件の成果を有効に活用するため、無償資金協力によるGI²基盤作成とその活用を想定した技術協力プロジェクトを並行して実施し、C/Pへの技術移転が完了した段階でGI²基盤案件の成果をC/Pが活用して大規模に事業化を行う。例えば、精密標高データを広範囲に作成し、それを活用した洪水ハザードマップ作成などが考えられる。

C2 新型のGI²基盤・活用連携型プロジェクト

従来にない新技術や新方式を主体とするプロジェクトで、C/PとしてGI²活用側機関を追

加、もしくは活用側機関とする。また、コンサルタントはGI²基盤側とGI²活用側の混成チームとし、確実に成果が活用できるようにする。以下のような例が考えられる。

① 測地基盤や高精度測位サービスを活用した開発途上国の課題解決

国家測地基盤に基づく高精度測位サービスを活用し、開発途上国の諸課題を解決するプロジェクト。具体的には、地籍調査の効率化、地殻変動モニタリング、津波予測支援システム、海面変動モニタリング、地盤沈下モニタリング、ICT施工・精密農業の推進、水蒸気情報の提供などが考えられる。

② スマートシティ・プロジェクトのための3D都市モデル整備

スマートシティの都市OSの中核データとして、3D都市モデルを整備・維持管理する。特定のスマートシティ・プロジェクトに合わせて都市OSを構築し、他の利活用にも広げていく

③ 土地行政のDX化のための土地情報管理システム構築支援

地籍測量、登記、閲覧、課税、利用規制、取引等の情報を、一貫システムとしてDX化し、行政の効率化と透明化を図り、定住化や安全な移住の保証を促進するためのプロジェクト。

当該国の実態に即したシステム構築、CORS網構築、既存地籍図デジタル化等地籍図整備、土地登記と課税の制度改革、UAV等による簡易地籍測量技術移転などを実施する。

④ 自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップ整備

水害危険地域全域の集水域の航空レーザ測量並びにDEM整備を行い、水害危険地域全域のハザードマップを作成する。

⑤ 法定行政事務改善支援

我が国の地方公共団体では、法定行政事務5分野(固定資産管理、道路台帳管理、上水道管理、下水道管理、都市計画)で事務支援GIS導入が20年来導入され定着している(所謂5大GIS)。

我が国での経験・知見に基づく行政事務支援GIS導入により、法定行政事務改善(コスト低減・サービス向上・DX化・産業振興等)を支援する。

⑥ 地理空間情報エコシステム構築支援

地理空間情報活用推進基本計画(2017年3月)でワンストップサービスとして明記された「G空間情報センター」を海外展開する。

無償有償を問わないGI²データへのアクセス手段を提供し、エコシステムとして自立的に発展する本邦企業参入を含む位置情報産業を育成する支援を行う。

(3) モデルプロジェクト

(2)に例示したプロジェクトのうち表7-5-2に示す代表的な例について、モデルプロジェクトとして、以下にその詳細を示す。付属資料10にも和文・英文で事例ごとにまとめている。

表7-5-2 モデルプロジェクト

No.	タイトル	関連技術 (●印で示す)			プロジェクトのタイプ	SDGsとの関連 (数字はゴール番号)
		位置情報・高精度測位サービス	基盤地図作成・更新	基盤地図利用・NSDI		
1	ローコストGNSS受信チップの活用	●			A1/A2	9
2	国家測地基盤 (National Geodetic Infrastructure) 整備に向けた支援 (レベル1)	●			B1	9
3	国家測地基盤 (National Geodetic Infrastructure) 整備に向けた支援 (レベル2)	●			C1	9
4	測地基盤や高精度測位サービスを活用した開発途上国の課題解決	●			C2	11,13,15
5	都市基本図としての3D都市モデル整備		●		C1	8,9,11
6	スマートシティ・プロジェクトのための3D都市モデル整備		●	●	C2	8,9,11
7	土地行政のDX化のための土地情報管理システム構築支援		●	●	C2	1,9,10,11,16
8	自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップの整備		●	●	C2	2,11,13,15
9	法定行政事務改善支援			●	C2	9,11
10	地理空間情報エコシステム構築支援			●	C2	9,11

出典：調査団作成

1) ローコストGNSS受信チップの活用

最新のローコストGNSS受信チップを活用して、測量や高精度測位を効率化するベストプラクティスを留意点も含めてとりまとめ、開発途上国に提供する。

【概要】

自動車等のマスマーケット向けに開発が進むローコストな2周波型GNSS受信チップを活用し、測量作業を効率化する。

(プロジェクト例)

① スマート測量ポールによる森林測量

ローコストGNSS受信チップ (u-blox社のF9P) を組み込んだ「スマート測量ポール」を用いて、RTKにより、森林境界等の位置計測を10cm程度の精度で行う。

② 簡易的なCORSの構築

ローコストGNSS受信チップとアンテナ位相特性モデルの明らかなアンテナを利用して、簡易的なCORSを整備する。

【C/P機関】

測量作業を行う政府機関、自治体、民間企業

【SDGs及び開発課題との関連】

SDGs: 9. 産業と技術革新の基盤を作ろう

開発課題: 測量・地図作成、インフラ整備の効率化、経済発展

【実現可能性・前提条件】

- ① スマート測量ポールは実用化済み。一式10万円程度で販売されている。
- ② 簡易的なCORSの構築については、機器の耐久性、アンテナの位相特性検定、解析エンジンとの相性等の検証が必要。

JICAの役割: 主として技術協力プロジェクト

【関連する施策・プログラム・機関等】

国土地理院、GNSS機器メーカーの協力が有効である。

ジブチの技術協力でスマート測量ポールを地形図の精度検証に利用した実績がある。

2) 国家測地基盤 (National Geodetic Infrastructure) 整備に向けた支援 (レベル1)

CORSが未整備の開発途上国において、必要最小限の測地基盤の整備を支援する。測量の基盤が不備で非効率なインフラ整備を行っている開発途上国の状況を改善するため、電子基準点 (CORS)整備等を行う。

【概要】

変動する地球上で、測量・高精度測位を行うために必要となる国家測地基盤について、開発途上国の状況に合わせて継続的に支援する。これにより、測量の基盤が不備で非効率なインフラ整備を行っている開発途上国の状況の改善を支援する。

(プロジェクト例)

① 測地基盤の設計支援

古い基準点体系を近代化するため、CORSを主体とした測地基盤整備の計画を立てる。

① CORSの整備と高精度測位サービス

パイロット地域へのCORS整備及び高精度測位サービスの運用に関する技術移転を行う (従来の事業の継続)。

全国整備を促進するため、階層化したCORSや、場合によってはローコストGNSS受信チップを用いた受信機の採用も慎重に検討する。

② 地理空間情報の世界測地系移行

古い地図の座標系を衛星測位と整合性の高い世界測地系に変換する方法を提供する。

【C/P機関】

主としてアフリカ地域の地理空間情報当局を想定する。

【SDGs及び開発課題との関連】

SDGs： 9. 産業と技術革新の基盤を作ろう

開発課題： 測量・地図作成、インフラ整備の効率化、経済発展

【実現可能性・前提条件】

概ねコンサルで実施可能であるが、国土地理院の支援はいつも有用である。

JICAの役割： 主として無償資金協力

【関連する施策・プログラム・機関等】

国連総会決議（地球規模の測地基準座標系GGRF）の普及に直接関連。

国土地理院、日本測量協会にノウハウがある。

3) 国家測地基盤（National Geodetic Infrastructure）整備に向けた支援（レベル2）

CORS整備が進みつつある開発途上国において、測地基盤の高度化を支援し、Society5.0の実現やSDGs課題の解決に寄与する。

【概要】

変動する地球上で、測量・高精度測位を行うために必要となる国家測地基盤について、開発途上国の状況に合わせて継続的に支援する。これにより、インフラ整備の効率化を一層進めるとともに、地殻変動に対応し、市民生活を快適にする高精度測位サービスの実現を支援する。

（プロジェクト例）

① 標高をGNSSで測るのに必要な情報（ジオイドモデル）の高精度化

地上重力測量や航空重力測量を実施し、当該国のジオイドモデルの高精度化を図る。

② 高さ基準系の再構築

CORSと高精度ジオイドモデルを構築し、高さ基準系を再構築する。

③ 座標値の時間管理

CORSを用いて日々蓄積する地殻変動量を計測し、高精度測位と地図のずれを解消させる。

【C/P機関】

主としてアジア地域の地理空間情報当局を想定する。

【SDGs及び開発課題との関連】

SDGs： 9. 産業と技術革新の基盤を作ろう

開発課題： 測量・地図作成、インフラ整備の効率化、経済発展

水の流れる方向を決める高さ情報は特に重要である。

【実現可能性・前提条件】

いずれも国土地理院の参加が必要。測地基盤に関する協力には、6-3-5節で例示したとおり、高度の専門性があり、我が国の国土地理院の協力を得ながら、測位技術やサービスの変化に戸惑う開発途上国の事情やニーズを踏まえ、丁寧に案件形成を行うことが重要である。

③のジオイドモデル高精度化には、航空重力測量の実施のため相当の期間が必要。

JICAの役割： 主として技術協力プロジェクト

【関連する施策・プログラム・機関等】

国連総会決議（地球規模の測地基準座標系GGRF）の普及に直接関連。

国土地理院、大学との連携が不可欠。

4) 測地基盤や高精度測位サービスを活用した開発途上国の課題解決

日本の活用事例を踏まえ、開発途上国のSDGs課題の解決に寄与する。

【概要】

国家測地基盤に基づく高精度測位サービスを活用し、土地所有のあいまいさ、災害脆弱性、非効率なインフラ整備など開発途上国の諸課題を解決に貢献する。

(プロジェクト例)

① 地籍調査の効率化

CORSをベースとする高精度測位サービスによって、土地の境界確定作業を効率化する。

② 地殻変動モニタリング

CORSデータの日々の解析によって地殻変動を監視し、地震・火山防災に寄与する。

③ 津波予測支援システム

CORSデータのリアルタイム解析により巨大地震時に地震規模を推計し、津波の予測支援に寄与する。

④ 海面変動モニタリング

潮位観測施設にCORSを整備し、絶対的な海面変動のモニタリングを行う。

⑤ 地盤沈下モニタリング

CORSによる地殻変動モニタリングとALOS-2衛星等による合成開口レーダーによる干渉解析（干渉SAR）を組み合わせ、地盤沈下のモニタリングを行う。

⑥ ICT施工の推進

CORSをベースとする高精度測位により、ICT施工（重機の自動運転等）を推進する。

⑦ 精密農業の推進

CORSをベースとする高精度測位により、精密農業や農機の自動運転等を行う。

⑧ 水蒸気情報の提供

CORSから上空の水蒸気情報を推定し、降雨予報に活用する。

【C/P機関】

整備機関： 地理空間情報当局

利用機関： 地籍、防災、環境、建設、農業、気象当局

【SDGs及び開発課題との関連】

SDGs： 11. 住み続けられるまちづくりを

13. 気候変動に具体的な対策を

15. 陸の豊かさを守ろう

開発課題： 土地管理、防災、海面変動、インフラ整備、農業、天気予報

【実現可能性・前提条件】

ある程度のCORSの整備が前提となる。

①、②、④、⑤はコンサルで実施可能。

③、⑧は大学等と、⑥、⑦は機器メーカーと連携が必要。

JICAの役割： 主として技術協力プロジェクト

【関連する施策・プログラム・機関等】

国連総会決議（地球規模の測地基準座標系 GGRF）の普及に関連。

国土地理院、国土交通省、気象庁、農水省、大学、機器メーカー、各種コンサルとの連携が不可欠。

5) 都市基本図としての3D都市モデル整備

従来 JICA 協力による都市基本図整備では、国家地図作成機関（測量局）を C/P として、1/2,500～1/10,000 クラスの 2D 大縮尺デジタル地形図を整備し、共通基盤地図として多様な利活用に供してきた。スマートシティ構想を掲げている都市では、都市 OS の基盤地図である 3D 都市モデル整備を標準とすることを目指す。

Plateau プロジェクトでも見られるように、3D 都市モデルを先行して構築し、オープン化することにより、産学官によるスマートシティの取り組みが活性化し、都市課題の解決につながると期待される。

【概要】

立体化する都市を 3 次元で可視化し、複雑化する都市の諸問題について、市民、行政、企業間の意見交換、合意形成のプラットフォームとするため、3D 都市モデルを整備する。

（プロジェクトの構成）

- ・ 航空測量による原データ作成
- ・ 3D都市モデル（CityGMLのLOD1～LOD2レベルやオルソ画像等から建物テクスチャを張り付けたモデル）作成
- ・ データ共有による3D都市モデルの更新

【C/P機関】

大都市圏の自治体及び測量局

【SDGs及び開発課題との関連】

- SDGs： 8. 働きがいも経済成長も
9. 産業と技術革新の基盤をつくろう
11. 住み続けられるまちづくりを

【実現可能性・前提条件】

都市開発マスタープランにより都市の立体化が見込まれ、具体的な計画もあることや、測量当局にデジタル地形図や3次元点群データの維持管理能力があることが重要。

JICAの役割：主として無償資金協力

【関連する施策・プログラム・機関等】

3D都市計画・開発・管理、スマートシティ・プロジェクト、都市OSの整備・維持管理、施設のライフサイクルマネジメント

6) スマートシティ・プロジェクトのための3D都市モデル整備

交通渋滞や都市再開発、防災などの課題解決に具体的なスマートシティ・プロジェクトが計画されている場合に、当該プロジェクトの技術支援に合わせて、3D都市モデルと都市OSを整備し、他のスマートシティ・プロジェクトへの展開も期待する。

【概要】

移動や配送など市民生活を快適にするアプリケーションに活用するため、都市OSの中核データである3D都市モデルを整備し、他の基盤と合わせて都市OSを構築する。

(プロジェクトの構成)

- ・航空測量による原データ作成
- ・都市OSの中核データとして、3D都市モデル (CityGMLのLOD1～LOD2レベルやオルソ画像等から建物テクスチャを張り付けたモデル) 作成

【C/P機関】

大都市圏の自治体、スマートシティ所管省庁及び測量局

【SDGs及び開発課題との関連】

- SDGs： 8. 働きがいも経済成長も
9. 産業と技術革新の基盤をつくろう
11. 住み続けられるまちづくりを

【実現可能性・前提条件】

当該都市に地図や位置情報を利用したサービスがあり、3次元データを必要とするサービスや業務の具体的なニーズがあることが前提

JICAの役割：主として無償資金協力

【関連する施策・プログラム・機関等】

オープンデータ施策、ICT/DX推進計画、高速データ通信網、各種センシングデータ公開

7) 土地行政のDX化のための土地情報管理システム構築支援

DX化による土地情報管理と都市計画の推進、公平で適切な土地権利の認証、固定資産価値の適切な評価と課税、地価の公表による土地取引の活性化と経済成長、公共用地取得の迅速化など、多くの効果が期待される。

【概要】

土地情報管理のDX化により、土地に関する行政事務効率化を図り、土地の権利の明確化、定住化や安全な移住の保証を促進するため、測地基盤、地理空間情報技術を活用して、地籍図整備更新システム構築と課税評価支援を行う。

(プロジェクトの構成)

それぞれの国の状況に応じて、以下のサブ・プロジェクトを組み合わせる。

① 効率的な地籍測量のための測地基盤整備

地籍測量が完了していない国や、精度が低い国では、地籍測量の推進が必要であるが、地籍測量は境界の座標値を測量する技術的作業だけでなく、利害関係者間による境界の合意・画定が必要なため、時限的なプロジェクトで広範囲を整備することは不可能である。しかし、高精度な測量結果を可視性の良い方法で示すことは、境界画定の推進にも役立つことから、効率的で高精度な測量を可能とする測地基盤の整備は有効である。

GNSS測量の普及により、地上測量の効率と精度は著しく向上したが、CORS網の整備によりさらに効率と精度が向上する。地籍測量の迅速化の第一歩として、CORS網整備を中心とした測地基盤整備を実施する。

② 既存地籍図・登記簿の数値化による地籍DBの整備と運用

地籍測量が完了していても、紙の地籍図として管理され、その原本の上で修正情報を書き込むなど非効率な維持・更新を行っている国では、利用者からの閲覧申請や相続、売買、分筆、合筆などの異動申請に対し、大量の地籍図の中から当該図面を検索するだけでも多くの時間を要する等、サービス水準が著しく低い場合が多い。

そこで、それらの地籍図や、対応する登記簿情報などを数値化してDB化することで、行政事務の効率化が期待できる

③ 電子登記サイトの構築による不動産権利情報のDX化

②で整備されたようなデジタル地籍が存在する国では、そのDBを基に、Webサイト

から閲覧や登記申請手続き、データ入手ができるシステムを開発すれば、利用者サービスの向上はもとより、不動産の権利関係の透明化、適正化に寄与すると期待される。

④ 市場価格に基づく不動産価値評価と公正な固定資産税課税制度の確立

不動産に係る課税としては、固定資産税、不動産譲渡所得税、相続税などがあるが、それらの適切な課税が担保されるためには、不動産の価値の評価基準の適切な設定と、基礎情報の調査・分析が必要である。

地籍 DB に加えて課税情報も DB 化し、両者を連携させるとともに、土地評価に関する情報整備として、地価に関する定期的な市場価格調査を実施し、それらを公開する制度とシステムを構築する。地価情報の公表は、地価の恣意的な高騰や暴落を防止するとともに、不動産売買の活性化を促し、産業構造の自発的な改善に寄与することから、国の経済成長にも寄与すると期待される。

⑤ 地籍図、都市計画図、土地リスク評価図等の Web 公開による土地利用の適正化促進

国土の計画的な活用と都市の健全な発展・成長のため、都市計画等のゾーニングは重要である。しかし、それらが計画だけにとどまり、実際の居住形態や建物の新築、増改築、商売替えなどによる用途変更などの実際の行動とリンクしないと、土地利用の改善にはつながらない。建築規制や用途規制等の行政処分についても、規制に係る情報が事前に簡単に入手できれば、企画段階から行政の意図に沿った行動を促す効果が出ると期待できる。

また、行政による土地利用計画の他、自然災害のリスクや公共施設へのアクセスなどの土地に係る多様な情報は、民間における不動産開発や売買においても、その土地の評価に係る情報であり、それらの情報へのアクセスが容易になることで、自発的なリスク回避や、都市施設の高度活用など、都市課題の解決にも寄与すると期待される。

【C/P機関】

地籍測量機関又は不動産登記機関

【SDGs及び開発課題との関連】

- SDGs :
1. 貧困をなくそう
 9. 産業と技術革新の基盤をつくろう
 10. 人や国の不平等をなくそう
 11. 住み続けられるまちづくりを
 16. 平和と公正をすべての人に

【実現可能性・前提条件】

- ・我が国では地籍測量実施率が半分強に過ぎず地籍後進国であるが、地番情報システムや地価公示システム等、実態に合わせた多様な取り組みノウハウがある。
- ・法令改正を要する場合もある。
- ・不動産関係の税収による持続的発展が期待できるため、有償資金協力も可能。

【関連する施策・プログラム・機関等】

- ・後続プロジェクトとして、衛星画像とAIによる家屋異動情報把握 が考えられる。
- ・CORS網は他の測量事業やインフラ整備など広い波及効果が期待できる。

8) 自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップの整備

測量からハザードマップ整備まで一貫して実施することで、確実な効果の発現が期待される。

【概要】

水害被害軽減のため、危険地域全域とその集水域の航空レーザ測量によりDEMを作成し、ハザードマップを整備する。

【C/P機関】

防災担当機関を主C/P、測量局を副C/Pと想定する

(プロジェクトの構成)

- ・航空測量による基盤地図・主題地図整備
- ・浸水・土砂災害シミュレーション、災害リスク評価、避難所、安全施設等調査を行い、ハザードマップを作成

【SDGs及び開発課題との関連】

- SDGs : 2. 飢餓をゼロに
- 11. 住み続けられるまちづくりを
 - 13. 気候変動に具体的な対策を
 - 15. 陸の豊かさを守ろう

【実現可能性・前提条件】

個別プロジェクトとしては実施しており、技術的課題はなく、測量からハザードマップ整備まで一貫して実施することで、確実な効果が期待できる。

JICA の役割：主として無償資金協力

【関連する施策・プログラム・機関等】

利活用まで一貫した地理空間情報整備プロジェクトの例として以下がある。

- ・CORS網による地殻変動監視と地震・火山危険度マップ整備
- ・標高データ整備と灌漑・利水計画

9) 法定行政事務改善支援

行政業務支援システム構築支援（主に官需）

【概要】

地理空間情報の利活用について、主に官需で法定事務である場合の支援を行う場合の要素を検討する。各国の地方自治における法定行政事務を地理空間情報や GIS を用いることで、コスト低減・サービス向上などを狙う。新たな行政事務を作るのではなく、GIS で代替する。

3-2-8 に記した事業スキーム①公共団体における行政業務支援 GIS、②広域公共団体による地理空間情報整備・運用、③PPP/PFI 型地理空間情報の整備・運用の組み合わせを想定する。

メリットとして、法定事務であるので、もとより自治体において予算確保がされている。これを代替することを狙うので新たな予算確保は不要であり、また予算縮減効果が見込めることがあげられる。

また、以下の点に新規性がある。

- ・地方自治を所掌するC/P・地方自治体への支援
- ・SPC等も含めた多様な施策
- ・持続的な行政事務への支援

(プロジェクトの実施)

相手国の行政業務の効率化・DX化・サービスの質向上、電子政府推進の支援などの要請に基づいて、技術協力プロジェクトなどの既往の支援スキームを活用して実施する。

a. 法定行政事務の把握

要請に基づいて、GISで代替可能また効果が見込める事務を特定する。また、当該業務の概分析を行い、地理空間情報やGISでの代替の範囲やその効果も見積もる。

b. 支援スキームの検討

相手国の法定事務に係る法制度(事務組合等・外資参入の規制・SPCなどの可能性含む)・行政事務の現状を、調査の上で、JICAの支援スキーム(技プロ、民間連携等)の選択。

【C/P機関】

我が国の総務省にあたる地方自治を所掌し、法定行政事務(自治事務及び法定受託事務)を規定する中央政府機関と、直接の裨益者機関となる自治体とする。

【SDGs及び開発課題との関連】

- SDGs : 9. 産業と技術革新の基盤をつくろう
11. 住み続けられるまちづくりを

【実現可能性・前提条件】

コンサルタントが地方自治体のニーズや要請を直接すくいあげることは困難であり、支援においては、実務に精通した自治体職員等の参画が望ましい。

JICA の役割：主として技術協力プロジェクト

【関連する施策・プログラム・機関等】

土地行政、税務、電子政府、オープンデータ、汚職防止

10) 地理空間情報エコシステム構築支援

我が国の地理空間情報活用推進基本計画に明記されたG空間情報センターをモデルとして対象国に展開し、公的部門及び民間部門の双方における地理空間情報利活用を支援する。

【概要】

地理空間情報の利活用について、主に民需に対する支援を行う場合の要素を検討する。官需以外の地理空間情報の利活用は、多くの場合に巨額の投資となる地形図の初期整備を含まずに既存のデータの再利用や派生製品などの形で、サービス等に組み込まれる。それらの既存の地理空間情報の再利用においては、必要とする個別の製品や企業を探して、個別に調達することが求められており、新規のサービス等の参入の障壁となっている。

ワンストップサービスとして、無償有償を問わない地理空間情報へのアクセス手段を提供することで、エコシステムとして自立的に発展する位置情報産業の（本邦企業の参入も含む）産業振興を図る。3-2-8 に記した③PPP/PFI 型地理空間情報の整備・運用、④G 空間情報センター、⑦ウェブ API の事業スキームを想定する。

これまで、地理空間情報のリポジトリとしては、クリアリングハウスの構築支援を複数のプロジェクトで実施してきた。G 空間情報センターは、オープンデータ化戦略や関連する法的な根拠の下に積極的に地理空間情報の再利用を推進する存在として、地理空間情報による産業振興に能動的に関わる支援となる点が新しい。

（プロジェクトの実施）

相手国における地理空間情報のオープンデータ化戦略と、地理空間情報のエコシステム構築による産業振興の支援を実施する。

a. 相手国における地理空間情報のオープンデータ化戦略の支援

地理空間情報に係る基本政策や法制度の策定支援、電子政府に係る取り組みにおける地理空間情報のオープンデータ戦略、地理空間情報を活用した産業振興支援（APIエコノミー醸成のためのパイロット事業など）などの検討・検討。

b. 支援スキームの検討

エコシステム構築の核となるG空間情報センター構築の事業スキームに係る調査、制度設計等の支援（政府機関による直営、SPC等）。

c. G空間情報センターの構築・運営支援

センターの組織構成・センターの建設・組織運営等

d. G空間情報センターの機能を活用した産業振興支援

センターの機能を活用した企業による実証事業支援等。

【C/P機関】

我が国の経済産業省にあたる中央政府機関と、オープンデータや ICT を所掌する中央政府機関、及び必要に応じて地理空間情報を所掌する機関とする。

【SDGs及び開発課題との関連】

- SDGs： 9. 産業と技術革新の基盤をつくろう
11. 住み続けられるまちづくりを

【実現可能性・前提条件】

官側の地理空間情報のデータポリシーが閉鎖的でないことが重要である。
JICA の役割：技術協力プロジェクトまたは民間連携型支援

【関連する施策・プログラム・機関等】

DX 化推進や電子政府などの政策面と合致した時には、政策面と産業振興の両面への協力となる。また、(一社)社会基盤情報流通推進協議会のこれまでの取り組みや組織、制度設計等を先進事例として参考となる。

(4) 開発課題との関係

上記 (2)、(3) ではGI²に関するプロジェクトの観点から整理を行ったが、ここでは開発課題としてJICAの事業分野から見たGI²に関する協力について整理する。

最初に各事業分野の課題に貢献するGI²プロジェクトをSDGsとの関係も交えて整理したあと、アジア・アフリカ4か国調査の結果も踏まえ、地域の特性を踏まえたプロジェクトの展開について整理する。

事業分野については、GI²の貢献が考えられる「ガバナンス・平和構築」、「都市開発・地域開発」、「民間セクター開発」、「農業開発・農村開発」、「気候変動対策」、「防災」について、JICAの支援方針、関係するSDGs及び貢献が期待されるGI²プロジェクトについて表7-5-3～表7-5-8にまとめた。関連SDGsはJICA webサイトの表示による。

表7-5-3 《ガバナンス・平和構築》分野の開発課題と関係するGI²プロジェクト

事業分野	支援方針と関連 SDGs	GI ² に関する SDGs	GI ² プロジェクト《貢献》
ガバナンス・平和構築	<ul style="list-style-type: none"> ・民主化の促進と定着 ・法の支配の確立 ・行政の機能強化 ・公正・民主的な統治能力の強化 ・「国民から信頼される政府の樹立」と「強靱な社会の形成」 <p>G16: 平和と公正をすべての人に</p>	G16 T16. b 持続可能な開発のための非差別的な法規及び政策を推進し、実施する。	土地行政のDX化のための土地情報管理システム構築支援《土地にかかる権利を明確化し、土地強奪による貧困等から人々を守る。》

*表中のGはゴール、Tはターゲットを示す。以下の表7-5-4～7-5-8においても同様 出典：調査団作成

表7-5-4 《運輸交通》分野の開発課題と関係するGI²プロジェクト

事業分野	支援方針と関連 SDGs	GI ² に関する SDGs	GI ² プロジェクト《貢献》
運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> ・政策・戦略策定の推進 ・国際化・地域統合化への対応（国境通過交通） ・国土の調和ある発展（全国交通） ・都市の持続的発展と生活水準の向上（都市交通） ・地方の生活水準の向上と地域振興（地方交通） <p>G3：すべての人に健康と福祉を G9：作業と技術革新の基盤を作ろう G11：住み続けられるまちづくりを</p>	<p>G9 T9.1：すべての人々に安価で公平なアクセスに重点を置いた経済発展と人間の福祉を支援するために、地域・越境インフラを含む質の高い、信頼でき、持続可能かつ強靱（レジリエント）なインフラを開発する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・国家測地基盤（National Geodetic Infrastructure）整備に向けた支援（レベル1、レベル2） ・3D都市モデル整備 《インフラ開発促進のための位置の基盤構築や基盤地図の整備》
		<p>G9 T9.a アフリカ諸国、後発開発途上国、内陸開発途上国および小島嶼開発途上国への金融・テクノロジー・技術の支援強化を通じて、開発途上国における持続可能かつ強靱（レジリエント）なインフラ開発を促進する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・島嶼国におけるローコスト CORS 構築とドローンによる3D基盤図作成 《インフラ開発促進のための位置の基盤構築と基盤地図の整備》
		<p>G11 T11.2：2030年までに、脆弱な立場にある人々、女性、子ども、障害者および高齢者のニーズに特に配慮し、公共交通機関の拡大などを通じた交通の安全性改善により、すべての人々に、安全かつ安価で容易に利用できる、持続可能な輸送システムへのアクセスを提供する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・都市基本図としての3D都市モデル整備 ・スマートシティ・プロジェクトのための3D都市モデル整備 《弱者にもアクセスしやすい公共交通機関・輸送システムの整備計画》

出典：調査団作成

表7-5-5 《都市開発・地域開発》分野の開発課題と関係するGI²プロジェクト

事業分野	支援方針と関連 SDGs	GI ² に関する SDGs	GI ² プロジェクト《貢献》
都市開発・地域開発	<ul style="list-style-type: none"> ・持続可能な都市づくりのための都市政策と都市経営の実現 ・均衡ある国土・地域開発の実現 ・包摂性ある社会の実現 <p>G9：産業と技術革新の基盤をつくろう G11：住み続けられるまちづくりを G17：パートナーシップで目標を達成しよう</p>	<p>G11 T11.3：2030年までに、包摂的かつ持続可能な都市化を促進し、すべての国々の参加型、包摂的かつ持続可能な人間居住計画・管理の能力を強化する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・スマートシティ・プロジェクトのための3D都市モデル整備《スマートシティ施策により持続可能な都市化を推進する。》 ・土地行政のDX化のための土地情報管理システム構築支援《土地・家屋の情報公開と不動産取引の活性化を通じて、都市化と公平な居住を確保する。》
		<p>G11 T 11.7：2030年までに、女性、子供、高齢者及び障害者を含め、人々に安全で包摂的かつ利用が容易な緑地や公共スペースへの普遍的アクセスを提供する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・スマートシティ・プロジェクトのための3D都市モデル整備 ・法定行政事務改善支援 《緑地や公共スペースへの普遍的アクセスを可能とする都市計画作成とその実現》
		<p>G11 T11.a：各国・地域規模の開発計画の強化を通じて、経済、社会、環境面における都市部、都市周辺部及び農村部間の良好なつながりを支援する。</p>	<p>法定行政事務改善支援《都市、都市周辺部及び農村部間の良好なつながりを確保する都市計画、地域計画の作成》</p>

出典：調査団作成

表7-5-6 《民間セクター開発》分野の開発課題と関係するGI²プロジェクト

事業分野	支援方針と関連 SDGs	GI ² に関する SDGs	GI ² プロジェクト《貢献》
民間セクター開発	<p>以下について強化支援</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カイゼンに代表されるような生産・管理能力 ・マーケティング・財務・ビジネスプラン・人的資源管理等を含む経営力 ・ビジネスモデルの革新・起業といった急進的イノベーションを起こす力 <p>G8：働きがいも経済成長も G9：産業と技術革新の基盤をつくろう G17：パートナーシップで目標を達成しよう</p>	<p>G8 T8.3：生産活動や適切な雇用創出、起業、創造性及びイノベーションを支援する開発重視型の政策を促進するとともに、金融サービスへのアクセス改善などを通じて中小零細企業の設立や成長を奨励する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・都市基本図としての3D都市モデル整備 ・スマートシティ・プロジェクトのための3D都市モデル整備 <p>《スマートシティ施策による都市機能の高度化、都市の経済成長基盤の確立》</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地理空間データの共有・流通基盤を整備する。 <p>《地理空間データを活用したアプリケーションの開発を促進する。》</p>

出典：調査団作成

表7-5-7 《防災》分野の開発課題と関係するGI²プロジェクト

事業分野	支援方針と関連 SDGs	GI ² に関する SDGs	GI ² プロジェクト《貢献》
防災	<ul style="list-style-type: none"> ・災害リスクの理解 ・災害リスク・ガバナンスの強化 ・強靱性のための防災投資 ・災害への備えの強化と Build Back Better(より良い復興) <p>G1：貧困を無くそう G11：住み続けられるまちづくりを G13：気候変動に具体的な対策を</p>	<p>G11 T11.5：2030年までに、貧困層及び脆弱な立場にある人々の保護に焦点をあてながら、水関連災害などの災害による死者や被災者数を大幅に削減し、世界の国内総生産比で直接的経済損失を大幅に減らす。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・測地基盤や高精度測位サービスを活用した開発途上国の課題解決(防災・減災) ・自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップの整備 <p>《貧困層及び脆弱な立場にある人々の居住地域の災害リスクを把握し、対策立案に活用》</p>
		<p>G11 T11.b：2020年までに、包含、資源効率、気候変動の緩和と適応、災害に対する強靱さ(レジリエンス)を目指す総合的政策及び計画を導入・実施した都市及び人間居住地の件数を大幅に増加させ、仙台防災枠組2015-2030に沿って、あらゆるレベルでの総合的な災害リスク管理の策定と実施を行う。</p>	<p>測地基盤や高精度測位サービスを活用した開発途上国の課題解決(防災・減災)</p> <p>《貧困層及び脆弱な立場にある人々の居住地域の災害リスクを把握し、対策立案に活用》</p>

出典：調査団作成

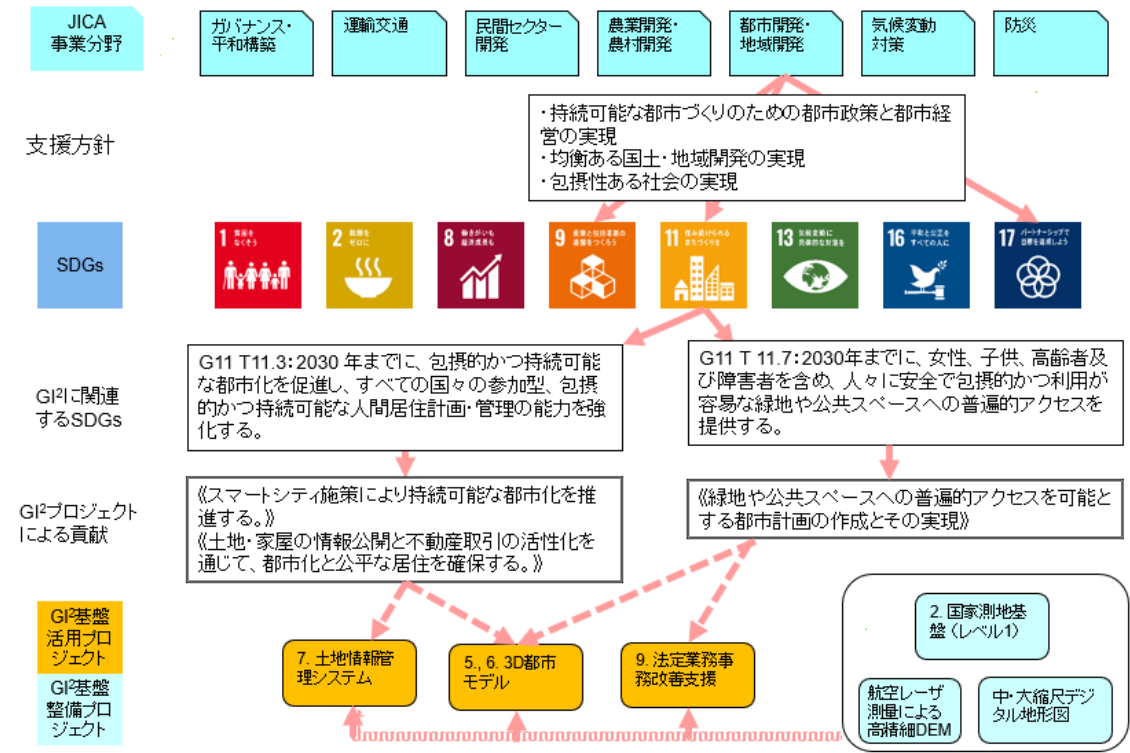
表7-5-8 《農業開発・農村開発》及び《気候変動対策》分野の開発課題
と関係するGI²プロジェクト

事業分野	支援方針と関連 SDGs	GI ² に関する SDGs	GI ² プロジェクト《貢献》
農業開発・農村開発	<ul style="list-style-type: none"> ・食料の安定供給と生産者の所得向上実現 ・生活改善運動など日本の経験も活用しながら、農業振興、保健、教育などの分野を含めた横断的アプローチにより、アフリカ地域における栄養改善 ・食料安全保障への対応 <p>G1：貧困を無くそう G2：飢餓をゼロに G13：気候変動に具体的な対策を</p>	<p>G1 T1.4：2030年までに、貧困層及び脆弱層をはじめ、全ての男性及び女性が、基礎的サービスへのアクセス、土地及びその他の形態の財産に対する所有権と管理権限、相続財産、天然資源、適切な新技術、マイクロファイナンスを含む金融サービスに加え、経済的資源についても平等な権利を持つことができるように確保する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・測地基盤や高精度測位サービスを活用した開発途上国の課題解決(土地管理) ・土地行政のDX化のための土地情報管理システム構築支援 <p>《土地にかかる権利を明確化し、土地強奪による貧困等から人々を守る。》</p>
		<p>G2 T2.3：2030年までに、土地、その他の生産資源や、投入財、知識、金融サービス、市場及び高付加価値化や非農業雇用の機会への確実かつ平等なアクセスの確保などを通じて、女性、先住民、家族農家、牧畜民及び漁業者をはじめとする小規模食料生産者の農業生産性及び所得を倍増させる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・測地基盤や高精度測位サービスを活用した開発途上国の課題解決(土地管理) ・土地行政のDX化のための土地情報管理システム構築支援 <p>《農地の権利明確化による、小規模食糧生産者の保護と農業生産の持続性の確保》</p>
		<p>G2 T2.4：2030年までに、生産性を向上させ、生産量を増やし、生態系を維持し、気候変動や極端な気象現象、干ばつ、洪水及びその他の災害に対する適応能力を向上させ、漸進的に土地と土壌の質を改善させるような、持続可能な食料生産システムを確保し、強靱（レジリエント）な農業を实践する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・測地基盤や高精度測位サービスを活用した開発途上国の課題解決(農業振興) <p>《時間帯や人手に左右されず農作業を行うことにより生産性を向上させる。》</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップの整備 <p>《気象災害への対応力を向上させ、安全性に基づく土地利用で農業生産性を向上させる。》</p>
気候変動対策*	<ul style="list-style-type: none"> ・低炭素かつ気候変動影響に対応する強靱な都市開発・インフラ投資推進 ・気候リスクの評価と対策の強化 ・途上国の気候変動政策・制度改善 ・森林・自然生態系の保全管理強化 	<p>G13 T13.1：全ての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靱性（レジリエンス）及び適応の能力を強化する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・測地基盤や高精度測位サービスを活用した開発途上国の課題解決(気候変動) ・自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップの整備 <p>《地形・地勢や土地利用、人間活動に起因する災害脆弱性を把握し、対策立案に資する。》</p>

* 気候変動対策はG13のみに関係している。

出典：調査団作成

以上に整理したJICA事業分野の支援方針に関連するSDGsと課題解決に貢献できるGI²プロジェクトを都市開発・地域開発分野について図7-5-1に示す。



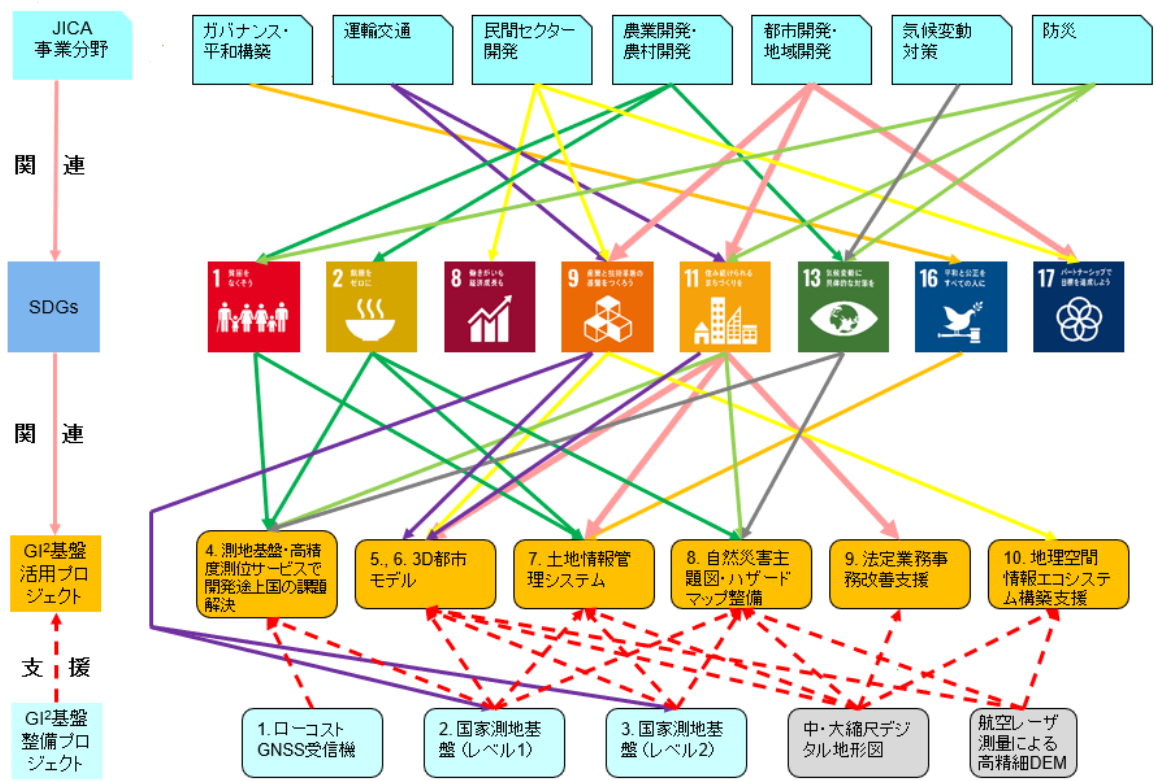
出典：調査団作成

図7-5-1 JICA事業分野とSDGs及びGI²に関する協力（都市開発・地域開発の場合）

事業分野：都市開発・地域開発であれば、上から矢印をたどり、ゴール9（産業と技術革新の基礎をつくろう）、ゴール11（住み続けられるまちづくりを）及びゴール17（パートナーシップで目標を達成しよう）に関係し、モデルプロジェクトでは3D都市モデルプロジェクト、土地情報管理プロジェクト、法定業務改善支援プロジェクトにより、「スマートシティ施策により持続可能な都市化を推進する。」「土地・家屋の情報公開と不動産取引の活性化を通じて、都市化と公平な居住を確保する。」「緑地や公共スペースへの普遍的アクセスを可能とする都市計画の作成とその実現」に貢献することができる。また、これらのモデルプロジェクトには、GI²基盤整備型のモデルプロジェクトである国家測地基盤整備に向けた支援（レベル1）やモデルプロジェクトにあげてはいないが、中・大縮尺デジタル地形図整備や航空レーザ測量による高精細DEM整備プロジェクトが下支えしている。

同様に、都市開発・地域開発分野を含め関係すると考えられる事業分野に貢献するGI²プロジェクトとJICAの支援方針、SDGsとの関係について図7-5-2に示す。

下から2段目にあるモデルプロジェクトにはいくつものSDGsゴールからの線がつながっている場合があり、複数の事業分野に貢献できることを示している。また、これらのモデルプロジェクトを最下段にある複数のGI²基盤整備型プロジェクトが支えており、GI²がさまざまな目的に活用できる共通基盤的な性格を有することを示している。



出典：調査団作成

図7-5-2 JICA事業分野とSDGs及びGI²に関する協力

次に、各事業分野の重点地域について、GI²が貢献可能な取り組みとその展開について表7-5-9～表7-5-15に整理する。

表 7-5-9 【ガバナンス・平和構築】分野の重点地域におけるGI²プロジェクトの展開

地域	アフリカ地域
支援方針	人間の安全保障の視点に立って、平和構築と脆弱な国家への支援に積極的に取り組み、平和と安定の確立・定着及び深刻な開発課題の解決に向けて、必要な支援。
GI ² が貢献可能な取り組み	<ul style="list-style-type: none"> ・各国・地域ガバナンス向上のための行政能力強化支援から始める。 ・土地にかかる権利を明確化し、土地強奪による貧困等から人々を守る。 ・土地に係る課税（固定資産税、不動産取得税、相続税等）の基準を透明化し、不公平な課税から人々を守る。
関連するSDGs	<p>G16：持続可能な開発のための平和で包摂的な社会を促進し、すべての人々に司法へのアクセスを提供し、あらゆるレベルにおいて効果的で説明責任のある包摂的な制度を構築する。</p> <p>T16. b 持続可能な開発のための非差別的な法規及び政策を推進し、実施する。</p>
プロジェクトの展開	<ul style="list-style-type: none"> ・首都など裨益者の多い地域に CORS 網をパイロット整備し高精度測位サービスを提供する。運用は測量機関に委ね、全国展開できる技術力を養成する。 ・パイロット整備した高精度測位サービスにより地籍測量を効率的に行うとともに、既存のアナログ地籍図や権利書をデジタル化し、課税業務とも連携させ、総合的な土地情報管理システムを構築する。

出典：調査団作成

表7-5-10【運輸交通】分野の重点地域におけるGI²プロジェクトの展開

出典：調査団作成

地域	アジア地域	アフリカ地域
支援方針	<ul style="list-style-type: none"> ・ ASEAN 経済共同体発足を踏まえた国境を越える国際回廊整備支援に取り組む。回廊沿いには経済力の異なる複数国が存することから単にゲートウェイであったり通過国とならずに交流拡大の恩恵がいきわたるような地域開発の視点が併せて求められる。 ・ 発展段階に応じたインフラ整備として、低所得国では基礎インフラや経済回廊インフラといった国際競争力の強化に資する支援を展開し、中所得国では港湾、空港等のゲートウェイ整備や経済回廊インフラに加えて都市化対応インフラの支援に注力する。 ・ 中所得国では、運輸交通インフラ、国境管理は円滑に機能しているが、依然として輸送サービスの改善が必要な状況である。高所得国（新興国）では、環境にやさしい輸送サービスに対する認識、需要が高まっており、SDGs 達成の面からも、環境負荷の低い輸送サービスの開発、提供が期待される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ TICAD 政策に即した地域回廊構想支援（西アフリカ成長リング、北部回廊、ナカラ回廊）に取り組む。回廊沿いには経済力の異なる複数国が存することから単にゲートウェイであったり通過国とならずに交流拡大の恩恵がいきわたるような地域開発の視点が併せて求められる。 ・ 発展段階に応じたインフラ整備として、低所得国では基礎インフラや経済回廊インフラといった国際競争力の強化に資する支援を展開し、中所得国では港湾、空港等のゲートウェイ整備や経済回廊インフラに加えて都市化対応インフラの支援に注力する。 ・ 中所得国では、運輸交通インフラ、国境管理は円滑に機能しているが、依然として輸送サービスの改善が必要な状況である。高所得国（新興国）では、環境にやさしい輸送サービスに対する認識、需要が高まっており、SDGs 達成の面からも、環境負荷の低い輸送サービスの開発、提供が期待される。
GI ² が貢献可能な取り組み	<ul style="list-style-type: none"> ・ インフラ開発促進のため地域で整合の取れた位置の基盤である世界測地系の導入支援を行う。 ・ 3D 基盤図により環境にやさしく、弱者にもアクセスしやすい公共交通機関・輸送システムの計画・整備を可能とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ インフラ開発促進のため地域で整合のとれた位置の基盤である世界測地系の導入支援を行う。 ・ 基盤地図を活用し、輸送サービス改善のための交通計画作成を支援する。
関連するSDGs G11	<p>G9 T9.1 すべての人々に安価で公平なアクセスに重点を置いた経済発展と人間の福祉を支援するために、地域・越境インフラを含む質の高い、信頼でき、持続可能かつ強靱（レジリエント）なインフラを開発する。</p> <p>G9 T9.a アフリカ諸国、後発開発途上国、内陸開発途上国および小島嶼開発途上国への金融・テクノロジー・技術の支援強化を通じて、開発途上国における持続可能かつ強靱（レジリエント）なインフラ開発を促進する。</p> <p>G11 T11.2 2030 年までに、脆弱な立場にある人々、女性、子ども、障害者および高齢者のニーズに特に配慮し、公共交通機関の拡大などを通じた交通の安全性改善により、すべての人々に、安全かつ安価で容易に利用できる、持続可能な輸送システムへのアクセスを提供する。</p>	同左
プロジェクトの展開	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域で整合の取れた位置の基盤である世界測地系の導入支援を行う。 ・ 基盤地図（都市部：縮尺 1/2,500、地方部：縮尺 1/25,000）を整備・維持管理する。 ・ 首都など裨益者の多い地域に CORS 網をパイロット整備し高精度測位サービスを提供する（運用は測量機関に任せ、技術移転を行って全国展開を目指す。）。 ・ CORS 網を活用して ICT 施工により効率的なインフラ整備を図る。 ・ GIS を活用して、整合の取れた都市計画と交通計画を作成し、輸送サービスの改善を図る。高所得国では、CORS 網や 3D 都市モデルを活用して環境負荷の少ない経路探索などを行い、環境にも優しい輸送サービスの改善を図る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域で整合の取れた位置の基盤である世界測地系の導入支援を行う。 ・ 基盤地図（都市部：縮尺 1/2,500、地方部：縮尺 1/25,000）を整備・維持管理する。 ・ 首都など裨益者の多い地域に CORS 網をパイロット整備し高精度測位サービスを提供する（運用は測量機関に任せ、技術移転を行って全国展開を目指す。）。 ・ CORS 網を活用して ICT 施工により効率的なインフラ整備を図る。 ・ GIS を活用して、整合の取れた都市計画と交通計画を作成し、輸送サービスの改善を図る。

表 7-5-11 【都市開発・地域開発】分野の重点地域における GI²プロジェクトの展開

地域	アジア地域	アフリカ地域
支援方針	<ul style="list-style-type: none"> ・成長都市：都市インフラの整備支援を重視 ・成熟期を迎える中進国の都市では、アセットマネジメントも提案しつつ、高齢化などの将来的な都市課題の検討。 	<p>回廊開発アプローチを推奨し、限られた開発資源を経済回廊に集約化し、持続性の高い成長軌道へと導く計画づくり。</p>
GI ² が貢献可能な取り組み	<ul style="list-style-type: none"> ・スマートシティ施策により持続可能な都市化を推進する。 ・土地・家屋の情報公開と不動産取引の活性化を通じて、都市化と公平な居住を確保する。 ・緑地や公共スペースへの普遍的アクセスを可能とする都市計画の作成とその実現。 	<p>都市、都市周辺部及び農村部間の良好なつながりを確保する都市計画、地域計画の作成。</p>
関連するSDGs G11	<p>G11 T11.3：2030年までに、包摂的かつ持続可能な都市化を促進し、すべての国々の参加型、包摂的かつ持続可能な人間居住計画・管理の能力を強化する。</p> <p>G11 T11.7：2030年までに、女性、子供、高齢者及び障害者を含め、人々に安全で包摂的かつ利用が容易な緑地や公共スペースへの普遍的アクセスを提供する。</p>	<p>G11 T11.a：各国・地域規模の開発計画の強化を通じて、経済、社会、環境面における都市部、都市周辺部及び農村部間の良好なつながりを支援する。</p>
プロジェクトの展開	<ul style="list-style-type: none"> ・首都など裨益者の多い地域に CORS 網をパイロット整備し高精度測位サービスを提供する。運用は測量機関に委ね、全国展開できる技術力を養成する。 ・高精度測位サービスを利用して効率的なインフラ整備を図る。 ・大縮尺デジタル地形図を整備し、GIS の活用によりよい都市計画を作成し実現する。 ・大縮尺地形図と点群データ等から 3D 都市モデルを整備し、高齢者にも優しいスマートシティ構築に貢献する。 ・土地情報管理システムを整備し、居住の公平化、高度化を図る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・経済回廊とその周辺農村部間のつながりを確保するため GIS を活用した都市計画、地域計画を作成する。 ・その前提としての基盤地図（回廊：1/2,500、周辺部：1/25,000）を整備・維持管理する。

出典：調査団作成

【都市開発・地域開発（続き）】

地域	中南米・カリブ地域	中東地域
支援方針	<p>都市人口比率が高く災害多発地域でもあり、防災や環境などの課題を優先し、ソフト面の協力を行う。</p>	<p>都市化が比較的緩やかであるが、不安定な治安情勢を踏まえ、平和構築および紛争予防の視点での都市・地域づくりを指向する。</p>
GI ² が貢献可能な取り組み	<p>貧困層及び脆弱な立場にある人々の居住地域の災害リスクを把握し、対策立案に活用。</p>	<p>不安定な治安情勢を踏まえ、地域住民の状況把握や紛争時の対応等のベースとなる情報の整備。</p>
関連するSDGs G11	<p>G11 T11.5：2030年までに、貧困層及び脆弱な立場にある人々の保護に焦点をあてながら、水関連災害などの災害による死者や被災者数を大幅に削減し、世界の国内総生産比で直接的経済損失を大幅に減らす。</p>	<p>G11 T11.5：2030年までに、貧困層及び脆弱な立場にある人々の保護に焦点をあてながら、水関連災害などの災害による死者や被災者数を大幅に削減し、世界の国内総生産比で直接的経済損失を大幅に減らす。</p>
プロジェクトの展開	<ul style="list-style-type: none"> ・首都など裨益者の多い地域に CORS 網をパイロット整備し高精度測位サービスを提供する。運用は測量機関に委ね、全国展開できる技術力を養成する。 ・地震国では全国に CORS 網を整備し、地殻変動モニタリングや津波予測支援を行う。火山国では火山周辺に CORS 網を整備し地殻変動モニタリングを行う。 ・水害多発国については、航空レーザ測量や航空写真測量により地形に関する主題図や水害ハザードマップを作成する。 	<p>基盤地図（縮尺 1/2,500 以上）を整備・維持管理し、民族分布や貧困層、脆弱な立場の人々の分布などの関連情報を付与した GIS を構築する。</p>

表 7-5-12 【民間セクター開発】 分野の重点地域における GI² プロジェクトの展開

地域	ASEAN (先行国)	中東地域
支援方針	<ul style="list-style-type: none"> ・ 持続的経済成長および貧困層の自立 ・ ASEAN 統合による域内貿易・投資の増加の中で、日本と同地域の経済関係の深化のため、EPA の促進・発展のための通商と連携した協力、知財や相互認証の強化などの事項を重視する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 持続的経済成長・自立化、経済システム近代化 および貧困削減、生活の質向上、格差是正。 ・ 若年層の失業問題という課題があり、雇用創出のためには、投資環境整備による外国投資の呼び込みのほか、雇用吸収力の高い産業の育成が必要。 ・ 中東地域の投資・ビジネス環境の整備においては、日本以外の他地域からの貿易・投資が多く存在していることを踏まえ、焦点を絞った協力を行うとともに雇用吸収力が高く、将来的に輸出市場を念頭においた産業育成の支援。"都市化が比較的緩やかであるが、不安定な治安情勢を踏まえ、平和構築および紛争予防の視点での都市・地域づくりを指向。
GI ² が貢献可能な取り組み	<ul style="list-style-type: none"> ・ 官民の地理空間情報をオープンデータ化し、民間ビジネスへの GI² サービス基盤を提供する。 ・ スマートシティ施策により都市機能を高度化し、都市の経済成長基盤を確立する。 	<p>スマートシティ施策により都市機能を高度化し、都市の経済成長基盤を確立する。</p>
関連する SDGs G8	<p>G8： 包摂的かつ持続可能な経済成長及びすべての人々の完全かつ生産的な雇用と働きがいのある人間らしい雇用（ディーセント・ワーク）を促進する。</p> <p>T8.3： 生産活動や適切な雇用創出、起業、創造性及びイノベーションを支援する開発重視型の政策を促進するとともに、金融サービスへのアクセス改善などを通じて中小零細企業の設立や成長を奨励する。</p>	<p>G8： 包摂的かつ持続可能な経済成長及びすべての人々の完全かつ生産的な雇用と働きがいのある人間らしい雇用（ディーセント・ワーク）を促進する。</p> <p>T8.3： 生産活動や適切な雇用創出、起業、創造性及びイノベーションを支援する開発重視型の政策を促進するとともに、金融サービスへのアクセス改善などを通じて中小零細企業の設立や成長を奨励する。</p>
プロジェクトの展開	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地理空間データの共有・流通基盤を整備する。 ・ CORS を整備し、高精度測位サービスが提供できる環境を整える。 ・ できれば測地基盤を高度化した上で 3D 都市モデルを整備し、さまざまな高精度位置情報サービスの開発、提供を促進し、スマートシティ構築に貢献する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 民間需要が高い地域に CORS 網をパイロット整備し高精度測位サービスを提供する。運用は測量機関に委ね、全国展開できる技術力を養成する。 ・ パイロット整備した CORS 網を活用して 3D 都市モデルを整備し、さまざまな高精度位置情報サービスの開発、提供を促進し、スマートシティ構築に貢献する。

出典：調査団作成

表 7-5-13 【農村開発・農業開発】分野の重点地域における GI²プロジェクトの展開

地域	東南・東アジア	サブサハラアフリカ
支援方針	<ul style="list-style-type: none"> ・所得の高い国：農産物の品質、安全性の確保を含む流通の改善や社会的公正の観点から遅れた地域の改善等が重要である。 ・所得の低い国：食用作物の生産性向上及び国内格差是正のための農村開発が課題である。また、官民連携による支援も念頭に置く。 ・アセアン地域：将来の域内の関税の自由化の方針を念頭に食料の需給政策等について域内の政策調整を踏まえたものを考えていく必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自給率極めて低く、食料経費が家計に占める比重が大きい（最も脆弱）。 ・栄養の問題も最も深刻な地域である。 ・生産性は低いが開発ポテンシャルは比較的高く、小農を中心とした農業生産性の向上を軸としつつバリューチェーン全体の整備、市場指向の農業生産のアプローチ、民間セクターとの連携の促進等が主要な課題である。 ・気候変動の影響により早ばつや洪水などの自然災害が頻発する傾向にあり農村地域の強靱性強化も重要な課題である。
GI ² が貢献可能な取り組み	<ul style="list-style-type: none"> ・土地の特性を生かした農業の実施のための情報の整備と灌漑などのインフラの計画・整備。 	<ul style="list-style-type: none"> ・農地の権利明確化による、小規模食糧生産者の保護と農業生産の持続性の確保。 ・洪水などのリスクを把握し農村地域の強靱性強化に資する。
関連するSDGs G1, G2, G13	<p>G2 T2.a 開発途上国、特に後発開発途上国における農業生産能力向上のために、国際協力の強化などを通じて、農村インフラ、農業研究・普及サービス、技術開発及び植物・家畜のジーン・バンクへの投資の拡大を図る。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・G1 T1.4：2030年までに、貧困層及び脆弱層をはじめ、すべての男性及び女性が、基礎的サービスへのアクセス、土地及びその他の形態の財産に対する所有権と管理権限、相続財産、天然資源、適切な新技術、マイクロファイナンスを含む金融サービスに加え、経済的資源についても平等な権利を持つことができるように確保する。 ・G13 T13.1：全ての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靱性（レジリエンス）及び適応の能力を強化する。
プロジェクトの展開	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細な標高・地形データ、土地利用データ等を含むデジタル地形図を整備し、灌漑・排水設備を整備し、農地を開発する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・農業振興地域に CORS 網をパイロット整備し高精度測位サービスを提供する。運用は測量機関に委ね、全国展開できる技術力を養成する。 ・高精度測位サービスにより地籍測量を効率的に行い、土地情報管理システムを構築する。 ・農村部の基盤地図（縮尺 1/25,000 以上）を整備・維持管理する。 ・航空レーザ測量により精密標高データを整備し、地形に起因する各種災害リスクが把握できる主題図及び水害ハザードマップを作成する。

出典：調査団作成

表 7-5-14 【気候変動対策】分野の重点地域における GI²プロジェクトの展開

地域	経済成長著しく、インフラ建設需要の膨大な開発途上国	脆弱性が高い小島嶼開発途上国、後発開発途上国
支援方針	<p>【低炭素、気候変動影響に対応する強靱な都市開発・インフラ投資推進】</p> <p>開発協力大綱に掲げる「質の高い成長」の理念に沿い、日本政府が推進するインフラ海外展開、質の高いインフラパートナーシップ等のイニシアティブとも連動しつつ、以下の課題における支援拡大に取り組む。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー利用の効率化、再生可能エネルギーの適正な開発・利用 ・公共交通・輸送機関の拡充 ・都市計画、インフラ建設・整備時の気候リスク評価と、その結果に応じたリスクを回避、予防、軽減する対策の実施強化 	<p>開発途上国の【総合的な気候リスク管理強化】を支援するために、気候リスクが防災、農業・食料安全保障、水、感染症対策等の分野で影響を及ぼし得ることを念頭に置き以下に取り組む。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気候リスクの評価・予測、早期予警報、被害発生時の迅速な対応準備のための能力強化、施設整備 ・気候リスクの予防・削減に向けた事前投資、及び、より良い復興 (Build Back Better) に資する施設・インフラ整備と強靱化 ・気候リスクの発現に備えたリスク・ファイナンス整備
GI ² が貢献可能な取り組み	気候変動のシナリオに、地形・地勢や土地利用、人間活動等の情報を加えて、都市やインフラ整備・維持管理時への影響を評価し、リスク回避、予防、軽減する対策の立案に資する。	地形・地勢や土地利用、人間活動に起因する災害脆弱性を把握し、対策立案に資する。また、海面の変動をモニタリングし、その影響の評価・予測、早期予警報に活用する。
関連するSDGs G13	G13 T13.1：全ての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靱性（レジリエンス）及び適応の能力を強化する。	G13 T13.1：全ての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靱性（レジリエンス）及び適応の能力を強化する。
プロジェクトの展開	<ul style="list-style-type: none"> ・航空レーザ測量により精密標高データを整備し、気候変動のもとでの地形に起因する各種災害リスクが把握できる主題図を作成する。 ・GISの活用で気候変動の影響を考慮した都市計画の作成やインフラ整備・維持管理の実現に貢献する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・基盤地図（縮尺 1/25,000 以上）を整備・維持管理する。脆弱性が高い小島嶼開発途上国についてはドローンを活用して大縮尺の基盤地図を整備する。 ・航空レーザ測量、ドローン測量により精密標高データを整備し、地形に起因する各種災害リスクが把握できる主題図を作成する。 ・全国に CORS 網を整備して、①地殻変動モニタリング、②大気中の水蒸気量推定（天気予報に活用）を行う。さらに巨大地震発生時にマグニチュードを即時に求め津波予測を支援する。 ・潮位観測施設に CORS を併設し海面変動のモニタリングを行い、精密標高データ及び基盤地図を用いてその影響を評価し、対策立案に資する。

出典：調査団作成

また、森林・自然生態系の保全管理強化に関連する開発途上国については、GI²による貢献として、REDD+や JJ-FAST の取り組みと連携して、衛星画像の処理とリモートセンシング解析による森林モニタリングを行うことがあげられる。

表 7-5-15 【防災】 分野の重点地域における GI² プロジェクトの展開

地域	アジア	大洋州・カリブ・インド洋諸島等小島嶼国／中南米
支援方針	<ul style="list-style-type: none"> ・中央政府の防災機関の能力向上パッケージ化（災害データ収集、指標とりまとめ支援等）。 ・気象観測・予警報、水害対策、地震リスク分析と耐震強化、津波対策。 ・応急対応能力向上支援、Build Back Better 支援。 	<ul style="list-style-type: none"> ・小島嶼国：小島嶼国特有の脆弱性克服を含む持続的発展に向けた開発段階に応じた協力、地域の防災枠組みの活用検討。 ・中南米：地震・津波・ハリケーンといった地域共通課題への対応、中米地域の防災枠組みを活用した協力の推進、防災人材の育成を通じた域内諸国への支援。
GI ² が貢献可能な取り組み	<ul style="list-style-type: none"> ・貧困層及び脆弱な立場にある人々の居住地域の災害リスクを把握し、対策立案に活用。 ・地形・地勢や土地利用、人間活動に起因する災害脆弱性を把握し、対策立案に資する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・貧困層及び脆弱な立場にある人々の居住地域の災害リスクを把握し、対策立案に活用。 ・地形・地勢や土地利用、人間活動に起因する災害脆弱性を把握し、対策立案に資する。 ・地震・津波・ハリケーンに対する災害リスクを把握し、対策立案に活用。
関連する SDGs G11, G13	<ul style="list-style-type: none"> ・G11 T11.5：2030年までに、貧困層及び脆弱な立場にある人々の保護に焦点をあてながら、水関連災害などの災害による死者や被災者数を大幅に削減し、世界の国内総生産比で直接的経済損失を大幅に減らす。 ・G11 11.b：2020年までに、包含、資源効率、気候変動の緩和と適応、災害に対する強靭さ（レジリエンス）を目指す総合的政策及び計画を導入・実施した都市及び人間居住地の件数を大幅に増加させ、仙台防災枠組 2015-2030 に沿って、あらゆるレベルでの総合的な災害リスク管理の策定と実施を行う。 ・G13 T13.1 全ての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靭性（レジリエンス）及び適応の能力を強化する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・G11 T11.5：2030年までに、貧困層及び脆弱な立場にある人々の保護に焦点をあてながら、水関連災害などの災害による死者や被災者数を大幅に削減し、世界の国内総生産比で直接的経済損失を大幅に減らす。 ・G11 11.b：2020年までに、包含、資源効率、気候変動の緩和と適応、災害に対する強靭さ（レジリエンス）を目指す総合的政策及び計画を導入・実施した都市及び人間居住地の件数を大幅に増加させ、仙台防災枠組 2015-2030 に沿って、あらゆるレベルでの総合的な災害リスク管理の策定と実施を行う。 ・G13 T13.1 全ての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靭性（レジリエンス）及び適応の能力を強化する。
プロジェクトの展開	<ul style="list-style-type: none"> ・基盤地図（縮尺 1/25,000 以上）を整備・維持管理する。 ・航空レーザ測量により精密標高データを整備し、地形に起因する各種災害リスクが把握できる主題図を作成する。 ・首都など裨益者の多い地域に CORS 網をパイロット整備し高精度測位サービスを提供する（運用は測量機関に委ね、技術移転を行って全国展開を目指す）。 ・地震国では全国に CORS 網を整備し、地殻変動モニタリングや津波予測支援を行う。火山国では火山周辺に CORS 網を整備し地殻変動モニタリングを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・基盤地図（縮尺 1/25,000 以上）を整備・維持管理する。 ・航空レーザ測量、ドローン測量により精密標高データを整備し、地形に起因する各種災害リスクが把握できる主題図やハザードマップを作成する。 ・首都など裨益者の多い地域に CORS 網をパイロット整備し高精度測位サービスを提供する（運用は測量機関に委ね、技術移転を行って全国展開を目指す）。 ・地震国では全国に CORS 網を整備し、地殻変動モニタリングや津波予測支援を行う。火山国では火山周辺に CORS 網を整備し地殻変動モニタリングを行う。

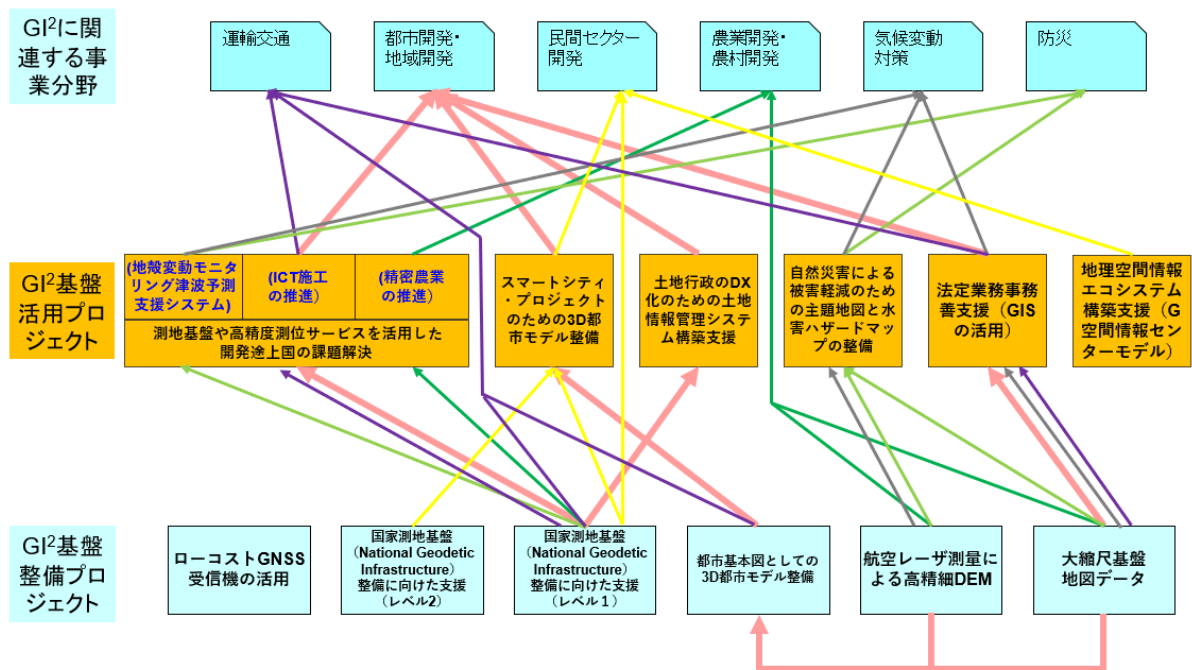
出典：調査団作成

【防災（続き）】

地域	アフリカ	中東・欧州
支援方針	洪水対策・気象等、日本の経験を活用した協力が可能な国への人材育成を中心とした支援、農業・インフラ整備等における防災の主流化推進。	地震・洪水対策といった自然災害への対応に加えて、紛争後の復興に係る支援についても災害後の経験をもとに配慮する。
GI ² が貢献可能な取り組み	・水害に対する災害リスクを把握し、対策立案に活用。	・地震・洪水に対する災害リスクを把握し、対策立案に活用。 ・GISを災害復興計画支援に活用。
関連するSDGs G11	<ul style="list-style-type: none"> ・G11 T11.5：2030年までに、貧困層及び脆弱な立場にある人々の保護に焦点をあてながら、水関連災害などの災害による死者や被災者数を大幅に削減し、世界の国内総生産比で直接的経済損失を大幅に減らす。 ・G11 11.b：2020年までに、包含、資源効率、気候変動の緩和と適応、災害に対する強靭さ（レジリエンス）を目指す総合的政策及び計画を導入・実施した都市及び人間居住地の件数を大幅に増加させ、仙台防災枠組2015-2030に沿って、あらゆるレベルでの総合的な災害リスク管理の策定と実施を行う。 ・G13 T13.1 全ての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靭性（レジリエンス）及び適応の能力を強化する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・G11 T11.5：2030年までに、貧困層及び脆弱な立場にある人々の保護に焦点をあてながら、水関連災害などの災害による死者や被災者数を大幅に削減し、世界の国内総生産比で直接的経済損失を大幅に減らす。 ・G11 11.b：2020年までに、包含、資源効率、気候変動の緩和と適応、災害に対する強靭さ（レジリエンス）を目指す総合的政策及び計画を導入・実施した都市及び人間居住地の件数を大幅に増加させ、仙台防災枠組2015-2030に沿って、あらゆるレベルでの総合的な災害リスク管理の策定と実施を行う。 ・G13 T13.1 全ての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靭性（レジリエンス）及び適応の能力を強化する。
プロジェクトの展開	<ul style="list-style-type: none"> ・基盤地図（縮尺1/25,000以上）を整備・維持管理する。 ・航空レーザ測量、ドローン測量により精密標高データを整備し、地形に起因する水害リスクが把握できる主題図や水害ハザードマップを作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・基盤地図（縮尺1/25,000以上）を整備・維持管理する。 ・航空レーザ測量により精密標高データを整備し、地形に起因する水害リスクが把握できる主題図や水害ハザードマップを作成する。 ・紛争後の地域については、基盤地図（縮尺1/2,500）を整備し、GISを活用して復興支援計画に役立てる。

出典：調査団作成

以上の表に示したGI²プロジェクトのアジア地域及びアフリカ地域の展開と関連する事業分野との関係について、図7-5-3及び7-5-4に示す。



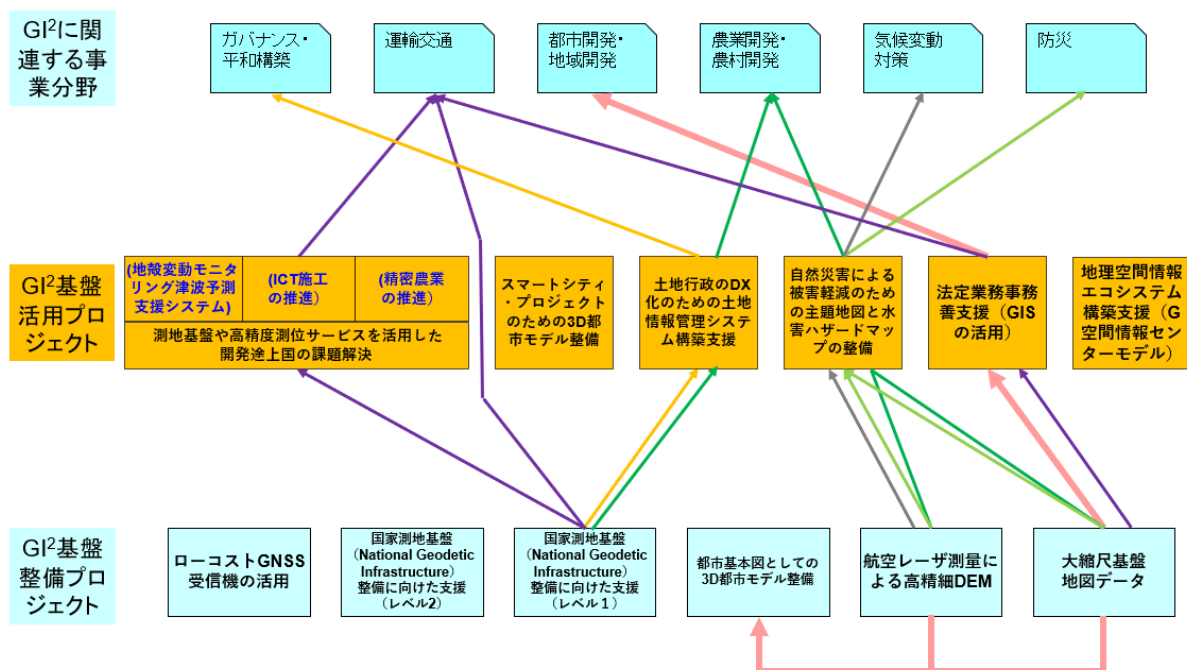
出典：調査団作成

図7-5-3 分野別開発課題の解決に資するGI²プロジェクトの展開（アジア地域）

図7-5-3の下段は測量局をC/PとするGI²基盤整備のプロジェクトであり、中段はGI²基盤を活用するプロジェクトである。

アジア地域の都市開発・地域開発であれば、図の太矢印の示す以下のようなプロジェクト展開が見込まれる。

- ・ 「国家測地基盤（National Geodetic Infrastructure）整備に向けた支援（レベル1）」により必要な地域にCORS網を整備し、高精度測位サービスを提供し、「ICT施工の推進」により効率的なインフラ整備を図る。
- ・ CORS網の維持管理と高精度測位サービスの運用に関して必要に応じてC/Pと想定される測量局に対し技術移転を実施する。
- ・ 同じく高精度測位サービスを活用して地籍測量の効率化を図り、「土地情報管理システムの構築支援」を行い、土地・家屋の情報公開と不動産取引の活性化を通じて、都市化と公平な居住を確保する。
- ・ 大縮尺地形図や点群データによる高精細DEM等から「3D都市モデル」を整備し、高齢者にも優しいスマートシティ構築による持続可能な都市化の推進に貢献する。大縮尺地形図は、GISで活用することにより緑地や公共スペースへの普遍的アクセスを可能とする都市計画の作成とその実現に貢献する。



出典：調査団作成

図 7-5-4 分野別開発課題の解決に資する GI²プロジェクトの展開（アフリカ地域）

アフリカ地域では以下のようなプロジェクトの展開が見込まれる。

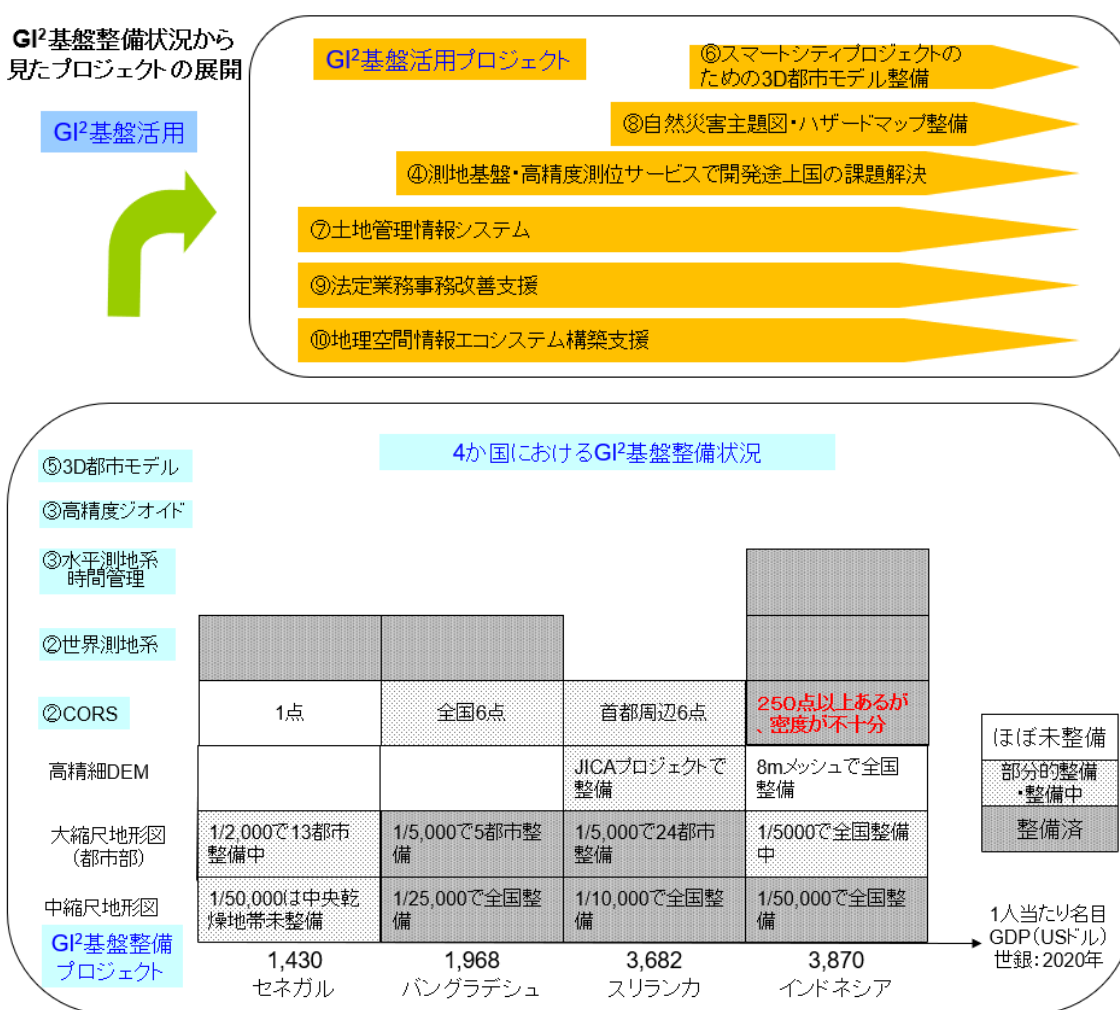
- ・ 「国家測地基盤（National Geodetic Infrastructure）整備に向けた支援（レベル1）」により必要な地域に CORS 網を整備し、高精度測位サービスにより地籍測量を効率的に行うとともに、既存のアナログ地籍図や権利書をデジタル化し、課税業務とも連携させ、総合的な「土地情報管理システム」を構築する。これにより、土地にかかる権利を明確化し、土地強奪による貧困等から人々を守るとともに、土地に係る課税（固定資産税、不動産取得税、相続税等）の基準を透明化し、不公平な課税から人々を守る。
- ・ CORS 網の維持管理と高精度測位サービスの運用に関して必要に応じて C/P と想定される測量局に対し技術移転を実施する。
- ・ 基盤地図（回廊:1/2,500、周辺部：1/25,000）を整備・維持管理し、これを用いて経済回廊とその周辺農村部間のつながりを確保するため GIS を活用した都市計画、地域計画を作成する。これにより、都市、都市周辺部及び農村部間の良好なつながりの確保が期待される。
- ・ 「土地情報管理システム」の構築は、農地の権利明確化による小規模食糧生産者の保護と農業生産の持続性の確保に貢献する。
- ・ また、航空レーザ測量により精密標高データを整備し、地形に起因する各種災害リスクが把握できる主題図及び水害ハザードマップを作成することにより、洪水などのリスクを把握し農村地域の強靱性強化に資する。
- ・ 各種災害リスクが把握できる主題図及びハザードマップは、農村地域だけでなく

全国の防災対策や気候変動対策にも有効に活用できる。

(5) 4か国調査結果を踏まえたプロジェクト展開と留意点

対象国における大縮尺地形図や CORS の整備状況など GI² 基盤整備の状況は国によってさまざまである。したがって、(4) にあげたプロジェクトの展開を進めるにあたって各国の状況を見極めたうえで取り組む必要がある。

図 7-5-5 は、4か国の事例調査をもとに、経済的発展状況（1人あたりの GDP）と GI² 基盤整備状況を整理し、それを踏まえた GI² 基盤活用プロジェクトの展開を図示したものである。



出典：調査団作成

図 7-5-5 GI² 基盤整備状況に応じた GI² 基盤活用プロジェクトの展開

一人あたり GDP の少ないほど地形図整備、高精細 DEM、CORS などの GI² 基盤整備が進んでいない傾向にあることが分かる。インドネシアについては、地形図整備、245 点 (2021

年現在) の CORS ネットワークの構築、ダイナミック測地系への移行が実現されており、GI² 基盤が極めて充実している。

表 7-5-16 4 か国事例調査から得られた今後期待されるモデルプロジェクト

国名	今後期待されるプロジェクトに関連するモデルプロジェクト
セネガル	② 国家測地基盤整備に向けた支援 (レベル1) ⑧ 自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップの整備
バングラデシュ	④ 測地基盤や高精度測位サービスを活用した開発途上国の課題解決 ⑧ 自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップの整備 ⑨ 法定行政事務改善支援
スリランカ	③ 国家測地基盤整備に向けた支援 (レベル2) ⑧ 自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップの整備 ⑤ 都市基本図としての 3D 都市モデル整備 ⑥ スマートシティ・プロジェクトのための 3D 都市モデル整備
インドネシア	② 国家測地基盤整備に向けた支援 (レベル1) * ⑤ 都市基本図としての 3D 都市モデル整備 ⑥ スマートシティ・プロジェクトのための 3D 都市モデル整備

* インドネシアはすでに 200 点以上の CORS が設置されているが、国土が広大なため CORS 設置の高密度化が求められている。

こうした GI² 基盤の整備状況と 4 か国事例調査の結果 (表 7-5-16) 踏まえると、以下のような展開が考えられる。

セネガルであれば、世銀による国家レベルの地籍事業が開始されることを踏まえ、その効率的な実施にも資する②国家測地基盤整備に向けた支援 (レベル1) を実施し、整備された CORS を活用して④測地基盤・高精度測位サービスにより ICT 施工や精密農業を推進していく。また、整備された大縮尺地形図を用いて、⑨法定業務事務改善支援などの GIS のプロジェクトを行うとともにダカール首都圏等の人口・経済集中地域について、集中豪雨による洪水被害の軽減を図るため⑧自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップの整備を推進していく展開が考えられる。

バングラデシュでは、既存の 6 点に加え全国 73 点の CORS 増設が進行中であり、こうした GI² 基盤を用いて④測地基盤・高精度測位サービスにより地殻変動のモニタリング、ICT 施工や精密農業を推進していくとともに、毎年のように洪水に見舞われていることから⑧自然災害による被害軽減のための主題地図と水害ハザードマップの整備を推進、及び実施中の NSDI に関する技術協力の成果を生かして⑨法定行政事務改善支援を展開していくことが考えられる。

スリランカでは、韓国の援助により全国の CORS ネットワークシステムの構築と土地情報管理システムの構築プロジェクトが開始されようとしており、それ以外の③国家測地基盤整備に向けた支援 (レベル2) に含まれる高精度ジオイドの整備や、高精度 DEM の整備を充実しつつ⑧自然災害主題図・ハザードマップ整備を行う。また、3D 都市モデルの効果や、整備維持管理の課題等を理解していることから、⑤都市基本図としての 3D 都市モデル整備や⑥スマートシティ・プロジェクトのための 3D 都市モデル整備プロジェクトを小さなスケールから展開することが考えられる。

インドネシアについては、GI² 基盤が十分整備されており、スマートシティ計画が進められていることから、⑤都市基本図としての 3D 都市モデル整備や⑥スマートシティ・プロジ

エクトのための 3D 都市モデル整備プロジェクトを展開することが求められる。また、すでに全国 200 点以上の CORS が設置されているがジャワ島以外は CORS 間距離が 50km 以上であり、効率的に GNSS 測量や高精度リアルタイム測位を行う上で障害となっているため、スマートシティの計画を円滑に進めるうえでも、協力学スキームに注意しつつ②国家測地基盤整備に向けた支援（レベル1）を進める必要がある。その後充実した CORS ネットワークを活用して、④測地基盤・高精度測位サービスにより地殻変動のモニタリング、津波予測システム、海面変動モニタリング、地盤沈下モニタリング、ICT 施工や精密農業を展開することが考えられる。

このように、対象国におけるプロジェクトの展開にあたっては、GI² 基盤の充実度を勘案するべきではあるが、対象国のニーズを最優先とし、以下の点にも留意して展開する必要がある。

- GI² 基盤を整備してからでないで GI² 基盤活用型のプロジェクトができないというわけではなく、重要度・緊急度の高いプロジェクトであれば、対象地域に必要な GI² 基盤の整備を行ったうえで実施することが重要である。例えば、ある地域において土地の権利の明確化が急がれる場合は、その地域をカバーする数点から十数点の CORS を設置し、地籍測量を効率的に行い、土地情報管理システムを構築すること重要である。
- GI² 基盤は、その名のとおり GI² 活用型プロジェクトを実施するための基盤であるため、その維持管理、持続性が重要である。そのため、C/P と想定される測量局に対しては、必要な技術協力を実施する必要がある。
- 2-1-2 で見たように今後の Society5.0 の社会では GI² 基盤を利用して交通、医療・介護、ものづくり、農業、防災、都市、インフラ整備などさまざまなサービスやソリューションの提供が期待される。サービスやソリューションの内容によって官が行うべきものと民が行うべきものに分化するものと考えられる。GI² 基盤が活用されればされるほど基盤が拡大強化され持続性が高まると考えられるので、こうした官民の役割分担を意識し、双方が GI² 基盤を有効に活用できるようなプロジェクト展開が必要である。

7-5-2 プロジェクトと連携・補強し取り組むべき事項

7-3 方向性検討にあたっての基本方針の①にあげた JICA の関係部門や活動、その他関係機関との協力については、GI² に関連する協力効果が最大化するよう以下に取り組む。

(1) 基盤整備主流化のための関係部門との連携

JICA の行う GI² に関する協力は明確な目的や相手機関を対象とするものであるが、GI² の有する基盤的な性格から協力成果である電子基準点網などの測地基盤やデジタル地形図は、他の目的のための基盤として有効に利用できる。現在、JICA が進めている DX についても情報通信環境・基盤をベースにデジタルデータを駆使して各分野の社会的課題を解決・改善を目指すという共通基盤的な取り組みであり、GI² は情報通信環境・基盤の重要な構成要素と考えることもできる。

一方で、各対象国で開発協力を行う上での具体的な計画である事業展開計画は開発課題分野の観点から計画され、共通基盤的な協力はみえにくい構成となっている。

このため、各分野におけるプロジェクトのサイロ化を防止し、共通基盤的な取り組みの効果を最大化するために関係部門との連携を強化する必要がある。

(2) 研修プログラムとの連携

7-5-1 (1) にあげたようにこれまでのプロジェクトの課題の一つは、プロジェクトが完了し我が国技術者が離れた後、移転した技術の持続性に欠けることが多いという点である。このため、技術の継続性を確保するための継続学習の仕組みがほしいところである。

現在、JICAが実施しているGI²に関する課題別研修は、「国家測量事業計画・管理」及び「国家基準点管理の効率化と利活用」の2コースであり、技術協力プロジェクト実施中のC/P機関から研修員が参加するなどの連携が行われているが、本来別々に計画された内容であるため、また時期的にも重複しているため、継続性確保のための連携とはなっていない。

このため、継続性確保を主眼とするような新たな研修の仕組みが望まれる。現在、新型コロナウイルスの影響により課題別研修においても遠隔研修が広く行われるようになっていくことから、例えば、経費を押さえて機動的に行える遠隔による継続性確保のための研修が考えられる。

(3) 関係機関との連携

GI²に関して国際的な活動を行う我が国の国内機関との連携やGI²に関する国際的な潮流に整合した取り組みにより対象国に対する協力を効果的にしていくことが重要である。

我が国のGI²に関する国の機関である国土地理院は、我が国のSDGsアクションプラン2021において「地球規模の測地基準座標系（GGRF）の普及」や「地理空間情報によるパートナーシップの推進」を通じて国際的な潮流を牽引する活動を行っている。

JAXAは、光学センサ（だいち）及び合成開口レーダー（だいち、だいち2号）により地球観測を行い、地形図作成や森林変化把握等においてJICAとも関係が深い。今後も2021年度に光学先進衛星（だいち3号）、2022年度に先進レーダー衛星（だいち4号）を打ち上げる予定であり、GI²に関する重要なソースデータの提供が期待される。

また、AIGID（一般社団法人社会基盤情報流通推進協議会）では、地理空間情報活用推進基本計画（平成29年）に位置づけられ、我が国の地理空間情報の流通や利活用の中核となることが期待されるG空間情報センターを運用している。対象国において地理空間情報の流通・利活用を推進する際の日本モデルとしてその経験は有用と考えられる。

(4) 国連との協力の模索

国際連合による地球規模の地理空間情報管理に関する専門委員会（the United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management, UNGGIM）により、土地管理や統合地理空間情報フレームワーク（Integrated Geospatial Information Framework, IGIF）等の推進のための活動を行っている。IGIFは、各国における地理空間情報管理を整備、統合、強化し、最大化する基礎を与え、方向性を定める取り組みでありNSDIの発展形ととらえることができる。

また、UN-GGIMでは、2015年のGGRFに関する国連総会決議のフォローアップを行っており、我が国の国土地理院も深く関与している。国連の行う多国間協力をJICAの2国間協力

をどう絡めるかはなかなか難しいと考えられるが、JICAがGGRF構築に資する技術協力をしていることをGGIM等の場で積極的に広報するなど、協力の可能性を模索することが望ましい。

(5) 民間事業の海外展開の支援

民間事業の海外展開支援という観点からのGI²分野での協力も重要である。ここでは、企業活動としての地理空間情報分野における海外展開と市民社会をターゲットとする事業展開の2つに分けて、JICAの協力スキームによる支援について記す。

1) 企業活動としての地理空間情報分野における海外展開

本邦企業の海外展開の目的としては、一般的に市場・販路拡大、生産コストの削減、裁量や部品の調達、新規事業の立ち上げなどがあげられる。地理空間情報に関する事業展開としては、市場・販路拡大、あるいは新規事業の立ち上げが想定できる。前者は既存事業の水平展開のケースである。後者は、新規の事業を日本国内ではなく、特定の地域・国で実施するケースで事業の発展性、事業展開コスト、地域特有にニーズなどに依存する。いずれにケースも、本邦企業の有する技術・サービスの優位性が存在することが重要であることは言うまでもない。

他方、本邦企業の海外展開に当たっての要件としては、保有する技術やサービスの展開地域・国に適したローライズの戦略（事業の水平展開）、展開地域・国のニーズ把握のための情報量（新規事業の立ち上げ）、またそれらを十分に獲得するための現地パートナー選び、さらに展開に必要な資金の確保（助成金や補助金などの活用）などを挙げる事が出来る。そうした本邦企業の海外展開の支援については、従来から日本貿易振興機構（Japan External Trade Organization, JETRO）による情報提供やビジネスマッチングなどの取り組みがなされている。さらに、地理空間情報に関連する事業の海外展開については、鉄道・道路・空港・港湾・上下水道・電力などのインフラ・システムの一部または密接に関連する技術分野として、外務省の施策であるインフラ・システムの海外展開の推進の一環として、JICAの支援スキームの活用などの支援が得やすい環境にある。

(<https://www.jetro.go.jp/jetro/activities/support/>,<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000148843.pdf>)

地理空間情報に関連する事業の海外展開の施策のうち、資金面の支援としてはJICAの民間連携事業の各スキームなどがある。表7-5-17にその支援スキームを整理する。また、実際に支援を受けて実施された民間企業等による地理空間情報に関する事業の海外展開の事例を表7-5-18に示す。

基礎調査や案件化調査で支援を受けた案件が普及・実証・ビジネス化事業まで進展している割合は高くないが、換言すれば確度の不明な新規事業のフィージビリティ・スタディ実施に踏み込めない企業の参入のハードルを引き下げて多く機会を提供しているとも言える。支援スキームには適用可能な予算規模や期間などの制約があり、全ての海外展開に適用可能ではないが、少なくとも情報やネットワーキングの支援や資金面の支援はJETROやJICAの既往の制度活用を十分に図るべきである。

表7-5-17：JICAの民間支援事業の主な支援スキームの概要

スキーム名		概要	予算規模
基礎調査	中小企業支援型	基礎情報の収集・分析(数カ月～1年程度)	850万円 または980万円
案件化調査	中小企業支援型	技術・製品・ノウハウ等の活用可能性を検討し、ビジネスモデルの素案を策定(数カ月～1年程度)	3千万円 または5千万円
	SDGsビジネス支援型		850万円
普及・実証・ビジネス化事業	中小企業支援型	技術・製品やビジネスモデルの検証。普及活動を通じ、事業計画案を策定(1～3年程度)	1億円、1.5億円 または2億円
	SDGsビジネス支援型		5千万円
海外投融资	予備調査	海外投融资の活用を想定した民間資金活用事業の計画策定を支援	～3千万円
	本格調査		～1.2億円
	海外投融资	開発効果の高い事業を行う民間企業などへ出資・融資を提供	融資は、総事業費の70%が上限 償還期間は原則として20年以内 出資は、比率は50%以下、且つ最大株主の出資割合を超えないこと

出典：https://www.jica.go.jp/priv_partner/activities/index.html

表7-5-18：JICAの民間連携事業における地理空間情報分野の採択例

スキーム	件名	年度	提案法人	対象国
案件化調査(SDGs型)	タイ国交通安全対策のための道路空間データプラットフォーム事業にかかる案件化調査	2020	株式会社パスコ	タイ
案件化調査(中小企業支援型)	地下埋設物管理プラットフォーム導入に向けた案件化調査	2018	株式会社協振技建	ブラジル
普及・実証・ビジネス化事業(SDGs型)	災害リスク低減支援のための基盤地図普及・実証・ビジネス化事業	2018	一般財団法人リモート・センシング技術センター	ブラジル
案件化調査(中小企業支援型)	日本式早期地震検知システムによる防災対策のための案件化調査	2018	レキオソフト株式会社	ペルー
基礎調査	防災情報提供サービス事業にかかる基礎調査	2018	アールシーソリューション株式会社	インドネシア
案件化調査(中小企業支援型)	河川水位警報ユニットによる防災システム構築に係る案件化調査	2017	株式会社ユニメーションシステム	フィリピン
案件化調査(中小企業支援型)	モバイルマッピングシステムを活用した適切な道路維持管理手法の導入に関する案件化調査	2016	株式会社岩根研究所	モザンビーク
案件化調査(中小企業支援型)	センサーネットワークを活用した即時地震警報による地域防災案件化調査	2015	株式会社チャレンジ	インドネシア
普及・実証・ビジネス化事業(中小企業支援型)	地域防災能力向上のための統合型地理情報システムの普及・実証事業	2014	株式会社インフォマティクス	フィリピン
民間技術普及促進事業	ICT活用による持続可能な防災・減災システム普及促進事業	2013	株式会社日立製作所	ベトナム

出典：JICA資料より調査団作成

当然、支援スキームを受ける事業やサービスの競争力・優位性があること、事業スキームが展開地域・国の実情やニーズにマッチしていることが求められる。本調査業務においては、10のモデルプロジェクトとして、防災減災やインフラ整備分野などの競争力・優位性の高い事業・サービスの分野、及びPPP/PFI手法やクラウド型サービス（越境EC）の適用などの企業が展開地域・国の市場参入を果たすための事業スキームを例示している。

2) 市民社会をターゲットとする事業展開についての考察

地理空間情報はスマートフォンの普及などによるインターネットの活用が進むにつれて、ナビゲーション、配車サービス、ショッピングやレストランなどの情報、位置情報連動型の広告など多様なサービスの基盤的な情報として幅広く活用されて、市民生活と密接なコンテンツとなってきた。このため、裨益を感じられる技術協力として市民社会において用いられる技術やサービスの構築等の対象とした技術協力は検討すべき事項である。

その一方で、ODAの性質として、国間の支援として原則として資金の支援や技術協力の相手先は公的機関であるために、直接にあるいは独占的に民間企業や一般市民のグループなどを対象とすることが困難でもある。

市民生活をターゲットとする事業展開に当たっては、①事業展開を支援するスキーム、②市民生活に直結する事業分野、及び③市民生活に直結する事業やサービスを展開するための技術要素、の3つを考慮する必要がある。

事業展開を支援するスキームとしては、JICAの草の根技術協力事業（草の根パートナー型・草の根協力支援型・地域活性型）のさらなる活用をすべきである。これまでのODAでは、このような支援においては、同スキームが活用されてきた。地理空間情報に関連する案件として採択されているものとして防災分野などで実績がある。

市民生活に直結する事業分野では、公共サービスとして、前述の草の根技術協力でも採択されている防災・減災のニーズが高い。民間向けサービスとしては、地図を併用するサービスとして活用されるものが多数検討可能である。交通・観光・飲食などのサービスはその進展や企業の参入の速度も速く、国や地域へのローカライズにおいて参入の機会が多くあると想定する。

市民生活に直結する事業やサービスを展開するための技術要素としては、一般市民が事業やサービスへのアクセス手段が普及している前提が必要である。今日においては、インターネットにおける事業やサービスが前提となるが、モバイル端末からのインターネット利用者数がパソコンからの接続者数を超えており、年々その差は拡大傾向にある。所謂スマートフォンのアプリとして、サービスを構築することが技術要素として重要な手段である期間が当面続くと考えられる。地理空間情報を活用するアプリを構築するシステム開発のリソースはオープンソースなどの形で開発の進展が著しく、適切な選択と活用により、事業やサービスの質の向上や競争力向上の源泉のひとつとなる。

(<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/pdf/02honpen.pdf>)

表7-5-19：JICAの草の根技術協力事業における地理空間情報分野の採択例

スキーム	件名	年度	提案法人	対象国
草の根協力支援型	カンボジア王国シェムリアップ市オールドマーケット周辺地区の防災まちづくり事業	2018	早稲田大学	カンボジア
草の根協力支援型	ハイフォン市への組織連携訓練マネジメント手法導入による防災体制改善プロジェクト	2018	北九州市立大学 環境技術研究所 災害対策技術研究センター	ベトナム
草の根協力支援型	台風ヨランダからの集落復興と持続のための防災コミュニティ育成支援事業	2015	北陸学院大学	フィリピン
草の根パートナー型	カトマンズ盆地の学校における防災クラブの定着・普及と、クラブを核とした防災コミュニティのモデル形成	2019	特定非営利活動法人プラス・アーツ	ネパール
草の根パートナー型	住民参加で行う低コスト型蛇籠護岸の普及と河川防災活動支援事業	2018	高知大学	ネパール
草の根パートナー型	地域コミュニティの安心と安全向上のための災害リスク理解に基づく防災力強化プロジェクト	2017	東北大学	マレーシア
草の根パートナー型	モンゴル・ホブド県における地球環境変動に伴う大規模自然災害への防災啓発プロジェクト	2016	名古屋大学	モンゴル

出典： https://www.jica.go.jp/partner/ngo_support/index.html

第8章 海外測量（基本図用）作業規程（2006年度）総則の更新と製品仕様書の整備・活用

8-1 背景

JICA のデジタル地形図整備に係るプロジェクトにおいては、「海外測量（基本図用）作業規程（2006年12月、国際協力機構）」（以下「H18海外測量作業規程」）に準拠することを仕様書にて規定するが、航空レーザ測量並びにUAVや車両、地上に設置した測量機器を用いた地形図作成など近年の測量技術の進展により、最新技術を反映した海外測量作業規程とする必要がある。そのため、国土交通省が告示する「作業規程の準則」（以下「準則」）及び準則第17条に基づくマニュアルを併用することで、最新技術を反映した海外測量作業規程となるように、H18海外測量作業規程の総則を改定し、また、双方で矛盾が生じた際の対応につき、その対比表と対応方針およびその根拠を別添として纏めることとした。

また、デジタル地形図整備に係るプロジェクトでは、デジタル地形図の「製品仕様書」を整備しているが、その記載内容や様式は統一されていないため、相手国実施機関との仕様協議や他機関との情報共有において非効率な状況にある。そのためISO19131:200「データ製品仕様」（JIS X 7131:2014）準拠した「データ製品仕様書の標準フォーマット」および作成のための「ガイドライン・マニュアル」を整備することとした。

8-2 業務の実施体制

海外測量作業規程および製品仕様書については、JICAによるデジタル地形図整備プロジェクトに従事する民間コンサルタントを構成員とする一般社団法人国際建設技術協会の測量部会技術委員会において既に予備的な検討が進められていた。このため、準則の実質的な作成機関であり、ISOに準拠する製品仕様書を含めた地理情報標準の作成を行う国土地理院および準則に沿った測量作業実態に詳しい日本測量協会等の関係諸機関との意見交換を行うとともに、「測量部会技術委員会」と連携して、表8-2-1に示すスケジュールで海外測量（基本図用）作業規程（2006年度）の更新およびデジタル地形図整備におけるデータ製品仕様書の標準フォーマットおよびマニュアルに関する業務を実施した。

8-3 海外測量（基本図用）作業規程（2006年度）総則の更新等

本業務については、準則とH18海外測量作業規程の比較検討、およびH18海外測量作業規程に記載のない技術であるが海外での実績のある航空レーザ測量作業の状況の調査を行った上で、以下の改訂方針を定めた。

【総則について】

改訂する海外測量作業規程の総則については、H18 海外測量作業規程の全条文を見直し改定する方針とした。

主な検討項目としては以下のとおりである。

- ・適用範囲
- ・作業規程の準則及び準則第17条に基づくマニュアルとの併用
- ・製品仕様書関連

・点検測量率

表8-2-1 業務実施スケジュール

時期	委員会・意見交換等	検討内容
2020年12月	第1回測量部会、技術委員会	・全体計画、方針確認
2021年 1月	有識者、国土地理院と意見交換	・作業規程の準則の今後の方向性 ・海外測量作業規程の更新の方向性、製品仕様書の課題 ・作業規程の準則とH18海外測量作業規程の相違点の整理
2月	日本測量協会、日本測量調査技術協会と意見交換 第2回測量部会技術委員会	・国内の測量成果検定、製品仕様書の実態 ・作業規程の準則と海外測量作業規程矛盾点の整理、製品仕様書標準フォーマット作成方針（案）
3月	第3回測量部会技術委員会	・海外測量作業規程の総則素案の更新 ・製品仕様書標準フォーマット作成方針（案）の作成
4月	第4回測量部会技術委員会	・海外測量作業規程の総則素案の更新 ・製品仕様書標準フォーマット作成方針（案）の更新
5月	第5回測量部会技術委員会	・海外測量作業規程の総則素案の更新 ・製品仕様書標準テンプレート、マニュアル（案）の作成
6月	第2回測量部会	・海外測量作業規程の更新案について意見交換
8月	第6回測量部会技術委員会	・海外測量作業規程における構造化編集等について意見交換
～12月	調査団においてとりまとめ	・海外測量（基本図用）作業規程（案） ・デジタル地形図データ製品仕様書標準フォーマット（案） ・デジタル地形図データ製品仕様書作成マニュアル（案）

出典：調査団作成

【総則以外について】

改訂する海外測量作業規程の総則以外については、H18 海外測量作業規程、準則及び準則第 17 条に規定するマニュアルと併用する方針とした。

双方で矛盾が生じた際の方針としては、①海外特有の規定については H18 海外測量作業規程を標準とし優先、②それ以外については準則及び準則第 17 条に基づくマニュアルを標準とし優先とした。どちらか一方にしかない規定については、そのまま使用することを標準とした。

なお、「準則第 17 条に規定するマニュアル」とは、国土地理院が定めた「新しい測量技術による測量方法に関するマニュアル」である下記の 4 マニュアルを対象とした。

- ・車載写真レーザ測量システムを用いた三次元点群測量マニュアル（案）（令和元年

12月)

- ・三次元点群データを使用した断面図作成マニュアル(案)(平成31年3月)
- ・UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案)(平成30年3月)
- ・マルチGNSS測量マニュアル(案)ー近代化GPS、Galileo等の活用ー(令和2年6月)

以上の改訂方針に基づき作業を行い、海外測量(基本図用)作業規程(案)を作成した。主な改訂内容は以下のとおりである。

【構成】

改訂した海外測量(基本図用)作業規程(案)の構成を以下のとおりとした。

第1編	総則
第1編の2	測量の計画・実施
付表1	矛盾点総括表
付表2	矛盾点と対応方針
第2編～第6編	

【改訂の概要】

● 第1編 総則 および第1編の2 測量の計画・実施

第1編の総則については、H18海外測量作業規程の全ての条文を見直した。

- ・(用語の定義)第1条の2を追記した。
- ・(適用範囲)第2条 基準点測量、地形測量、写真測量及び三次元点群測量に適用するとした。
- ・(作業計画)第5条 測量成果の種類、内容、構造、品質等を示す製品仕様書を定め、製品仕様書は、「ISO 19131:2007, Amd.1:2011 「地理情報ーデータ製品仕様(JIS X 7131 2014)」に準拠するものとした。
- ・(精度管理)第7条 点検測量率に三次元点群測量5%を追記した。
- ・(運用基準)第13条 運用基準の条文を削除した。

第1編の2 測量の計画・実施については、準則との併用の方法及び海外測量作業規程の更新に関する(要旨)第12条、(付表1, 2の更新)第13条を追記した。

● 付表1 矛盾点総括表 および 付表2 矛盾点と対応方針

H18 海外測量作業規程と準則等を比較し相違点を抽出し、その抽出した相違点より矛盾点を整理し、改訂の方針に従って検討を行い取りまとめた。

その結果は、準則の第2編 基準点測量、第3編 地形測量及び写真測量、第4編 三次元点群測量、及び17条に規定するマニュアルに対する比較の形式として、付表1 矛盾点総括表 にまとめた。

特に地形図作成にかかわる最重要項目となる準則第3編 地形測量及び写真測量の第6章については、第1節から第13節までの項目に沿って、準則が適用されない場合に適用す

べき H18 海外測量作業規程の項目を示したフロー図としてもまとめた。

準則と H18 海外測量作業規程の間で矛盾が生じた際の対応については、矛盾内容、対応方針及びその対応根拠を 付表 2 矛盾点と対応方針 として対比表形式で記載し参照できるようにした。

● 第2編～第6編

準則と H18 海外測量作業規程の両文書を参照しなければならない手間を省くため、H18 海外測量作業規程の第2編～第6編を改訂した海外測量作業規程の第2編～第6編とした。なお、準則を適用すべきか第2編～第6編を適用すべきかが明確になるよう必要な個所に運用基準を新たに付け加えた。

8-4 デジタル地形図整備における製品仕様書

製品仕様書の標準フォーマット作成にあたっては、ISO19131:2007, Amd. 1:2011 (JIS X 7131:2014) に準拠することを基本としたが有識者・関係機関ヒアリングの結果、実運用上で過剰あるいは不足する項目が出てくることが想定されたため、過去の海外案件で作成・利用されたデータ製品仕様書やISO 19100シリーズ及びJIS X 7100シリーズの最小限の部分を取り出して体系化した国内における実用的な標準データ製品仕様書を参考に内容を検討した。具体的には、国土地理院作成の「地図情報レベル2500数値地形図データ作成のための標準製品仕様書(案)」を参考として作成することとした。

製品仕様書に関するマニュアルについては、作成者にとってわかりやすいマニュアルとなるよう具体的な記載例を盛り込むこととした。一方で、デジタル地形図製品仕様書の活用場面として、無償資金協力および技術協力プロジェクトが考えられ、技術協力プロジェクトではプロジェクト実施時にデジタル地形図の仕様を徐々に固めていくアプローチがとられるが、無償資金協力では事業実施前には詳細な仕様を定めておくことが必要である。このため、準備段階からデータ整備、最終的に利用段階に至るまでの製品仕様書の記述内容について、無償資金協力と技術協力プロジェクトを区別して検討することとした。

検討の結果、デジタル地形図データ製品仕様書標準フォーマット(案)およびデジタル地形図データ製品仕様書作成マニュアル(案)を作成した。

【デジタル地形図データ製品仕様書(案)】

デジタル地形図の製品仕様書は、作成する地形図の縮尺が変わっても基本的な構成は変わらないことから縮尺1/2,500デジタル地形図についてのフォーマットを作成した。その構成は以下のとおりである。

- ・縮尺1:2,500 デジタル地形図データ製品仕様書(案)
- ・付属書1 縮尺1:2,500 デジタル地形図応用スキーマ(案)
- ・付属書2 縮尺1:2,500 デジタル地形図地物カタログ(案)
- ・付属書3 縮尺1:2,500 デジタル地形図データ品質(案)
- ・付属書4 縮尺1 :2,500 デジタル地形図描画法カタログ(案)

縮尺1:2,500 デジタル地形図データ製品仕様書が製品仕様書本体であるが、製品仕様書に記載すべき項目のうち、応用スキーマ、地物カタログ、データ品質、描画法カタログについては分量が多くなることが想定されるため付属書とした。

【デジタル地形図データ製品仕様書作成マニュアル（案）】

無償資金協力と技術協力プロジェクトでは、事業やプロジェクト実施前の製品仕様書の完成度が大きく異なるため、実施前に記載すべき事項が明確になるよう無償資金協力および技術協力プロジェクトに分けて、実施前時点での製品仕様記載項目の標準案（図8-4-1参照）を作成した。これにより、案件スキームの差異にかかわらず製品仕様書フォーマットを利用して個別の案件での製品仕様書作成が行われることが期待される。

◎ 推奨 ○ オプション	無償資金協力		技術協力	
	策定レベル	説明	策定レベル	説明
1.OVERVIEW（概観）				
1.1. データ製品仕様の作成についての情報	◎		◎	
1.2. 用語及び定義	◎	事業実施時に随時修正/追加	◎	事業実施時に随時修正/追加
1.3. 略語	◎	事業実施時に随時修正/追加	◎	事業実施時に随時修正/追加
1.4. データ製品の名称及び頭字語	◎	事業実施時に必要に応じて変更	◎	事業実施時に必要に応じて変更
1.5. データ製品の自由記述	◎	事業実施時に随時修正/追加	◎	事業実施時に随時修正/追加
2. 仕様の適用範囲	◎	事業実施時に必要に応じて変更	◎	事業実施時に必要に応じて変更
3. データ製品識別	◎	事業実施時に必要に応じて変更	◎	事業実施時に必要に応じて変更
4. データ内容及び構造				
4.1. 応用スキーマ	◎			
4.2. 地物カタログ	◎		◎	データ取得項目を網羅的に記述
付属書1（4.1. 応用スキーマで参照される応用スキーマ）	◎	・ 4.1にまとめて記述してもよい。 ・ スキーマ定義にUMLクラス図以外の表現を用いてもよい。 ・ 事業実施時に随時修正/追加		
付属書2（4.2 地物カタログで参照される地物カタログ）	◎	・ 4.2にまとめて記述してもよい。 ・ 事業実施時に随時修正/追加		
5. 参照系				
5.1. 空間参照系（水平方向）	◎	・ WGS84への変換パラメータはオプション	◎	・ WGS84への変換パラメータはオプション
5.2. 空間参照系（垂直方向）	◎		◎	
5.3. 時間参照系	○	オプション		
6. データ品質	◎			
付属書3（6. データ品質で参照されるデータ品質定義）	◎	・ 6. にまとめて記述してもよい。 ・ 事業実施時に随時修正/追加		
7. データ取得	◎			
8. データ保守	○	オプション		
9. 描画法	◎			
付属書4（9. 描画法で参照される描画法カタログ）	◎	・ 9. にまとめて記述してもよい。 ・ 事業実施時に随時修正/追加		
10. データ製品配布	◎	事業実施時に必要に応じて変更		
11. 追加情報	○	オプション		
12. メタデータ	○	オプション		

図 8-4-1 事業実施前（無償）又はプロジェクト実施前（技協）時点に定めるべき製品仕様書の標準案

SOCIETY5.0 時代における地理空間情報の整備と利活用
に係る情報収集・確認調査

付属資料目次

- 付属資料 1. 最新技術の動向とその活用事例
 - 1-1 基盤データ作成更新
 - 1-2 基盤データ利活用
 - 1-3 位置情報・高精度測位サービス
- 付属資料 2. 海外測量（基本図用）作業規程（案）
 - 2-1 和文
 - 2-2 英文
- 付属資料 3. 令和 3 年度 海外測量（基本図用）作業規程の改訂 新旧対照表
- 付属資料 4. デジタル地形図データ製品仕様書標準フォーマット（案）
 - 4-1 和文
 - 4-1-1 縮尺 1:2,500 デジタル地形図データ製品仕様書（案）
 - 4-1-2 付属書 1 縮尺 1:2,500 デジタル地形図 応用スキーマ（案）
 - 4-1-3 付属書 2 縮尺 1:2,500 デジタル地形図 地物カタログ（案）
 - 4-1-4 付属書 3 縮尺 1:2,500 デジタル地形図 データ品質（案）
 - 4-1-5 付属書 4 縮尺 1:2,500 デジタル地形図 描画法カタログ（案）
 - 4-2 英文
 - 4-2-1 Data Product Specifications of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
 - 4-2-2 Appendix 1 Application Schema of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
 - 4-2-3 Appendix 2 Feature Catalogue of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
 - 4-2-4 Appendix 3 Data Quality of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
 - 4-2-5 Appendix 4 Portrayal Catalogue of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
- 付属資料 5. デジタル地形図データ製品仕様書作成マニュアル（案）
 - 5-1 和文
 - 5-2 英文
- 付属資料 6. 有識者・関係機関ヒアリング
- 付属資料 7. 海外事例調査
 - 7-1 インドネシア
 - 7-2 バングラデシュ
 - 7-3 スリランカ
 - 7-4 セネガル
- 付属資料 8. 測量部会での検討
- 付属資料 9. 電子基準点を利用したリアルタイム測位推進協議会へのアンケート調査結果
- 付属資料 10. モデルプロジェクト

最新技術の動向とその活用事例

1-1 基盤データ作成更新

No. 1	UAV による地図作成・修正（西之島・南鳥島） Map Creation Updates using UAV (Nishinoshima・Minamitorishima)
No. 2	広島県西部山系 306 溪流上流砂防堰堤工事 （i-Construction における UAV 測定の活用） Sabo dam construction at the western Hiroshima mountains 306 upper stream (i-Construction in the field of utilizing UAV surveying)
No. 3	狭小空間専用小型ドローンを活用した設備点検 （i-Construction における UAV 測定の活用） Utilizing small-sized drone designed for narrow spaces for infrastructure inspection (i-Construction in the field of utilizing UAV surveying)
No. 4	土木研究所地すべりチームによる災害対応への CIM 活用 （UAV 測定による 3D 地形調査） Utilization of CIM for disaster response by Public Works Research Institute (topographical survey using UAV surveying)
No. 5	ALOS を活用した離島の電子国土基本図整備 Creation of digital national base map for isolated islands using ALOS
No. 6	ALOS-2 を活用した地震に伴う地殻変動の把握 Utilization of ALOS-2 for understanding crustal activity during an Earthquake
No. 7	プロジェクト Plateau Project Plateau
No. 8	VIRTUAL SHIZUOKA
No. 9	家屋異動調査 House construction/demolition survey
No. 10	土地関連情報公開・申請サイト Land related information publication・On-line application
No. 11	MMS (Mobile Mapping System)
No. 12	ALB (Airborne Laser Bathymetry)
No. 13	ベクトルタイル Vector Tile

1-2 基盤データ利活用

No. 14	公共団体における行政業務支援 GIS GIS to support administrative operations in public organizations
No. 15	広域公共団体による地理空間情報整備・運用 Development and operation of geospatial information by wide-area public organizations
No. 16	PPP/PFI 型地理空間情報の整備・運用 Development and operation of PPP/PFI-type geospatial information
No. 17	地理空間情報のエコシステム構築 (G 空間情報センター) Construction of an ecosystem of geospatial information (G-Spatial Information Center)
No. 18	特定の分野向けの地理空間情報の流通 (HD マップ) Distribution of geospatial information for specific fields (HD maps)
No. 19	まちづくり DX Project PLATEAU (プラトー) (3D の多目的利用プラットフォーム) Urban Planning DX Project PLATEAU (3D multi-purpose use platform)
No. 20	ウェブサービス API (サービス環境提供) Web service API (service environment provision)

1-3 位置情報・高精度測位サービス

No. 21	GNSS/IMU による空中写真測量 Aerial Photogrammetry Using GNSS/IMU
No. 22	MMS を利用した道路マネージメント Road Condition Management Using MMS
No. 23	精密農業-ドローンの活用- Precision Agriculture Using UAV
No. 24	ICT 施工 ICT Construction
No. 25	斜面の変位観測 Crustal Deformation Monitoring by GNSS
No. 26	地籍調査 Cadastral Survey
No. 27	UAV を用いた 3 次元レーザー計測 UAV Laser Measurement
No. 28	水蒸気量のモニタリングによる降水予報の精度向上 Water Vapor Monitoring System

概要

- UAV写真測量は、狭小地域の大縮尺地図作成・修正技術として既に確立した技術であるが、離島や危険地域等で有人航空機の飛行が困難な地域の地図作成・修正技術としても有効
- 本件は、国土地理院が西之島及び南鳥島で実施したもの【西之島】
- 2013年11月以来活発な火山活動を繰り返し、島の面積が拡大する等大きな地形変化があり、地図の修正が必要となった
- 火山活動により現地調査はもとより航空機の撮影飛行も困難であった2014年3月と7月に、固定翼のUAVをGNSSによるプログラム自動自律飛行で撮影
- 父島から130km離れた西之島で、東西5コース、南北6コースの撮影を行い、オルソモザイク、3D地形モデル、地図修正、体積変化計測などを実施した
- 【南鳥島】
- 南鳥島の電子国土基本図(1/25,000地形図)は、1977年に作成されて以来部分的な更新のみで、全面更新が必要であった
- 東京から1,900kmの離島であり、航続距離の関係で撮影用航空機の移動は困難
- 2018年に固定翼UAVによる空中写真撮影とUAVレーザ測量を実施し、電子国土基本図を全面更新した

特徴・効果

- 国土地理院では、本業務及び各種調査研究作業等を通じて、UAVによる地図作成・修正作業の標準化を進めている。
- 2021年5月現在で標準化されている規程類は以下のとおり【作業規程の準則】
- 第3編 第5章 UAV写真測量
- 第3編 第8章 第7款 UAV写真測量による修正数値図化
- 第4編 第3章 UAV写真点群測量
- 【マニュアル】
- UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案)
- 公共測量や国土基本図整備でも適用
- 斜め写真や直行コース撮影で精度向上
- 機材が安価で運用も簡便なので1km²未満の地図作成に有効

開発者・利用者

- 開発者: 国土地理院
- 利用者: 自治体、省庁、航空測量業者、i-Construction

開発途上国への適用可能性

- C/P機関が行う地図データの更新技術として最適
- 衛星画像・航空写真の雲や陰による欠損部の補測として適用

引用・参考資料

飛田幹夫他(2014): 無人航空機による西之島空中写真の撮影とその分析, 国土地理院時報 No. 125, 115-124
浅野剛他(2019): 固定翼機UAVによる空中写真を用いた南鳥島の電子国土基本図更新作業について, 国土地理院時報 No. 132, 137-141

概要

- 2020年度i-Construction大賞(国土交通省)受賞取り組み
- UAV搭載レーザによる3次元起工測量で3Dデータを整備
- 3Dデータによる仮設計画の検討、CIMデータの作成、3Dプリンタの活用による掘削形状・砂防堰堤の模型作成、マシンコントロールバックホウ(MCBH)による掘削、小型MCBHによる敷均し(ブレードコントロール)、ネットワークカメラと重機コントロール情報のIOT化を実施し、現場の生産性向上を図った。

特徴・効果

- 砂防工事では、工事用道路施工後に本体掘削に着手するケースが多いが、工事用道路施工中に樹木伐採前測量を行ったことにより、データ処理、設計データ作成、仮設計画検討が可能となり工程が20日程度短縮された。
- i-Constructionでは、起工測量、出来形管理、監督検査等でUAV測量の推進と標準化を進めている。
- 2021年5月現在で標準化されている規程類は以下のとおり【作業規程の準則】
- 第3編 第5章 UAV写真測量
- 第3編 第8章 第7款 UAV写真測量による修正数値図化
- 第4編 第3章 UAV写真点群測量
- 【監督検査要領】
- 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
- 無人航空機搭載型レーザスキャナを用いた出来形管理の監督検査要領(土工編)(案)
- 3次元計測技術を用いた出来形計測の監督・検査要領(案)
- 【出来形管理要領】
- 3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)
- 3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)の手引き

開発者・利用者

- 開発者: 宮川鋼業(株)
- 利用者: 中国地方整備局 広島西部山系砂防事務所

開発途上国への適用可能性

- 社会基盤整備等に係る設計・施工等において、UAV測量の活用による効率化が可能
- UAV測量は機材も安価で運用も簡便なため適用が容易

引用・参考資料

令和2年度i-Construction大賞受賞取り組み概要(直轄工事/業務部門) (<https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/pdf/2020award/bessshi2-1.pdf>)

概要

- 2020年度i-Construction大賞(国土交通省)受賞取り組み
- 屋内設備点検用の産業用小型ドローン(IBIS)を開発し、安全なエリアから遠隔で設備を点検する
- 暗部でも鮮明な動画を撮影し、これから3Dモデル、点群、オルソ画像等を作成し、設備点検を効率化
- 点検頻度を高めて、適切な補修時期を決定でき、費用対効果の高い維持管理を実現

特徴・効果

- 姿勢制御技術や超高感度カメラにより、狭小空間を安定して飛行し、暗闇の中でも鮮明な映像を撮影できる
- 人が進入できない施設や危険な施設、人が赴くのに時間や費用を要するなどの点検に有効
- 重量が185gと軽量であるため、安全性や、取り回しがよい

開発者・利用者

- 開発者:(株)Liberaware
- 利用者:千葉市

開発途上国への適用可能性

- 各種プラント等の整備プロジェクトで、C/P機関による維持管理に適用可能
- UAVによる点検は機材も安価で運用も簡便なため適用が容易

引用・参考資料

令和2年度i-Construction大賞受賞取り組み概要(i-Construction推進コンソーシアム会員の取り組み部門)
(<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001388520.pdf>)

概要

- 地すべり災害対応では、斜面地形や変状発生状況、保全対の位置等の3次元的な関係をふまえ、災害の全体像の把握を行うことが重要
- 3次元地形モデル(BIM/CIMモデル)を「バーチャル現場」として活用することで、現地状況を的確に把握できるため、効率的かつ迅速な技術支援につながる
- 以下は、令和2年7月豪雨時の地すべり災害対応におけるCIMモデル活用例



特徴・効果

- 低高度UAV撮影、地上レーザスキャナにより、色付き点群データによる3D「バーチャル現場」を構築
- 迅速性:構築は、外業+内業で1日程度を目標
- 既往技術で構成:UAV撮影、SfM解析、GIS処理
- 精緻な精度を求めない:全体像の把握が目的
- データ公開によりベースデータとして共有
- 概略地形モデルの上に、①変状発生域の詳細地形モデル、②緊急調査の結果、③警戒避難対策・応急対策工事の検討結果などを順次追加
- 関連のマニュアル類は以下のとおり
 - 地すべり地における航空レーザ測量データ解析マニュアル(案),土木研究所資料 No. 4150
 - 航空レーザ測量データを用いた地すべり地における形判読用地図の作成と判読に関する手引き(案),土木研究所資料 No. 4150

開発者・利用者

- 開発者:土木研究所
- 利用者:自治体、省庁、航空測量業者、防災コンサルタント

開発途上国への適用可能性

引用・参考資料

土木研究所地すべりチーム(2021):地すべり災害対応のBIM/CIMモデルに関する技術資料,土木研究所資料 No. 4412
杉本宏之(2020):土砂災害発生時の応急対応にかかるCIMモデルの活用について,令和2年度土木研究所講演会資料

概要

- 航空写真撮影や現地調査が困難・非効率な離島の電子国土基本図整備にALOS画像データを活用
- 標定上の工夫
 - 同一観測日同一パスの画像なら、衛星の姿勢変動は微小
 - 同一パス内の連続シーンなら、地上基準点1点で位置補正
 - 連続シーン内の本土の基準点で当該パスの画像を標定
 - 隣接パスの画像をタイポイントで連結
- 主な活用離島
 - 硫黄島(2007)
 - 竹島(2007)
 - 北方四島(2009-2013)
- 2014年7月の色丹島・択捉島の刊行により、国土全域の1/25,000地形図の整備・刊行が完了
- ALOSは2011年5月に運用終了

特徴・効果

- 2006年打ち上げられたALOSに搭載のPRISM (Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping)は、軌道内で前方・直下・後方の3方向を観測でき、立体測量用のセンサである
- 地上分解能2.5mで、1/25,000地形図の整備・修正に適用
- 2021年度打ち上げ予定のALOS-3では、地上解像度が0.8mになり、広域を詳細に把握可能 → 1/2,500地形図更新可能

開発者・利用者

- 開発者: JAXA、国土地理院
- 利用者: 一般

開発途上国への適用可能性

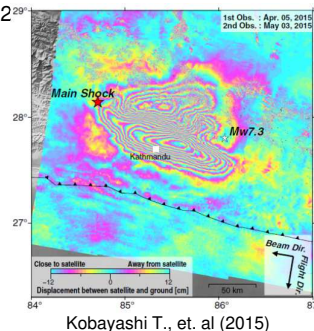
- 現地調査が不可能な危険地域、紛争地域等での地図作成に活用可能

引用・参考資料

中村孝之(2016): 高分解能衛星画像を活用した電子国土基本図の整備・更新, 第2回先進光学衛星利用ワークショップ講演資料
 稲葉和雄(2015): 2万5千分1地形図整備, 刊行の経緯, 地図 Vol.53, No. 2, 51-57
 根本正美他(2014): 国土全域における2万5千分1地形図の整備・刊行とその経緯, 国土地理院時報 No. 126, 97-113

概要

- 国土地理院とJAXAとの協定に基づき、地震予知連絡会SAR解析WG事務局の国土地理院からの要請で緊急観測や衛星データの提供が行われ、WGメンバーが干渉SAR解析を行う
- 地震前後のSARデータを干渉させることで、cm単位の変動を面的に把握できる
- 主な解析地震
 - 長野県北部を震源とする地震(2014)
 - ネパールの地震(2015)
 - 熊本地震(2016)



特徴・効果

- Lバンドを使用しているため、森林を透過して地上の変動把握に適している
- ALOSより回帰周期が短く、迅速な対応が可能
- 高分解能モードと広域観測モードがあり、それぞれ詳細把握と全容把握が可能
- 能動センサのため、天候に左右されず観測可能
- 面的に把握できるため、地上調査で見落としの変動も把握
- 2022年度打ち上げ予定のALOS-4では、高分解能モードの観測幅も4倍になり、広域を詳細に把握可能

開発者・利用者

- 開発者: JAXA、国土地理院
- 利用者: 防災関係機関

開発途上国への適用可能性

- 地震の緊急災害援助において、被災地域や被災規模の推定に活用可能

引用・参考資料

三浦優司他(2016): だいち2号を活用した地震に伴う地殻変動の把握, 写真測量とリモートセンシング Vol. 55, No. 3, 178-182
 Kobayashi T., et. al (2015), Detailed crustal deformation and fault rupture of the 2015 Gorkha earthquake, Nepal, revealed from ScanSAR-based interferograms of ALOS-2, Earth Planets Space, 67: 201, DOI: 10.1186/s40623-015-0359-z

概要

- スマートシティ構想の実現に向けて、2020年度に国土交通省都市局の主導で全国56都市の3D都市モデルを構築し、公開、共有した取り組み
- 整備された3D都市モデルは、オープンデータ化することで、新たな価値を創造するため、G空間情報センターのサイトから公開している (<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/plateau>)
- 3D都市モデルの他、災害リスクモデルや人流データ、ユースケースなども追加されている



Plateauホームページより (<https://www.mlit.go.jp/plateau/>)

特徴・効果

- 2Dの1/2,500都市計画図(LOD0)の建物ポリゴンに、高さ情報を用いて箱型モデルとする(LOD1)
- 航空レーザ測量、MMS、地上レーザ、航空写真SfM等で取得された点群データを用いて、建物外形を表現(LOD2)
- 航空写真、MMS等で取得された画像データを貼り付け、色付き建物外形を表現(LOD2+)



- 各種マニュアルやユースケースムービーなども整備
- i-ConstructionのBIM/CIMデータを使ってデータ更新
- 主要なユースケースとして、「都市活動モニタリング」、「防災」、「まちづくり」分野での活用事例を多数紹介

開発者・利用者

- 開発者: 国土交通省都市局
- 利用者: 自治体、都市計画部局、民間

開発途上国への適用可能性

- 途上国においてもスマートシティの取り組みが進んでおり、その共通基盤データ(都市OS)の地図データとして適用可能
- 従来の大縮尺デジタル地形図の発展形として整備

引用・参考資料

プロジェクトPlateauホームページ (<https://www.mlit.go.jp/plateau/>)
 3D都市モデルの導入ガイド (https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0000_ver01.pdf)
 3D都市モデルのユースケース開発マニュアル(公共活用編) (https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0004_ver01.pdf)

概要

- 静岡県では、航空機、UAV、MSS、地上レーザ等から得られる点群データセットを、PCDB(Shizuoka Point Cloud DB)として管理し、サイバー空間上の県土としてインフラ管理や自動運転の研究開発を行っている。
- 公共工事の完成図書として3D点群データを納品させ、PCDBの更新、充実を図っている。
- 海岸線、河川はALB計測で、シームレスにDB化
- PCDBのデータセットは、オープンデータ化され、G空間情報センターのサイトから公開している (<https://www.geospatial.jp/ckan/organization/shizuokapref>)



特徴・効果

- 点群は、オリジナルデータと(DSM)とグラウンドデータ(DEM)を公開。
- 津波浸水体験や公共事業の合意形成など、リアルな疑似体験でイメージの共有、住民意識の向上が図れる。
- 防災: リアルな浸水シミュレーションで防災意識を向上。明日起こるかもしれない災害に備えて、3D点群データを蓄積。
- 被災調査: 発災前後のデータを比較し、被害を把握。
- 自動運転: 伊豆半島を中心に、ダイナミックマップと共にオープンデータ化し、自動走行の有用性・社会受任性確認の社会実験を実施(しずおか自動運転Show CASEプロジェクト)。
- 景観検討: 公共事業の合意形成・意思決定の支援
- インフラ管理: 測量設計、ICT工事、維持管理等の効率化
- 観光: サイバー空間で仮想観光。Minecraft(ビデオゲーム)に搭載。
- 文化財保護: 3Dデジタルアーカイブ。
- 森林管理: DSMとDEMの差分による樹高、材積管理

開発者・利用者

- 開発者: 静岡県
- 利用者: 自治体、民間

開発途上国への適用可能性

- CityGMLの3D都市モデルに比べて整備が容易であり、途上国への適用性は高い。
- スマートシティ施策の内、簡易的な利活用には有効。

引用・参考資料

「VIRTUAL SHIZUOKA」が率先するデータ循環型SMARTCITY コンソーシアム (<https://www.mlit.go.jp/common/001341978.pdf>)
 静岡県が目指す近未来の3次元データ活用 (https://www.zenken.com/kensyuu/kousyuukai/H31/659/659_sugimoto.pdf)

概要

- 家屋への公正な固定資産税課税には、家屋の新築、増築、減失等、家屋異動の正確な把握が必要である。
- 1993年に自治省税務局資産評価室から「航空写真を活用した固定資産の現況調査の推進について」の通達が出され、多くの自治体では固定資産の評価に航空写真を活用している。
- 固定資産税評価では、航空写真撮影の他、写真図(オルソ画像)、地番現況図、家屋現況図等が整備され、さらに都市計画、福祉・医療、消防等の地方行政への利活用も行われている。
- 近年は、AIを活用して前年度の画像との比較により異動候補を自動抽出する手法の研究が進んでいる。

特徴・効果

- 固定資産税課税評価の透明性、公平性を確保することにより、SDGsターゲット10.4「税制、賃金、社会保障政策をはじめとする政策を導入し、平等の拡大を漸進的に達成する」に貢献する。
- 本邦では約7割の自治体で航空写真が活用されている。
- AIによる自動スクリーニングにより、課税基準日(1月1日)の撮影から約2ヶ月で移動家屋候補が特定でき、当該年度(4月より)の課税に反映できるようになった。

開発者・利用者

- 開発者: 自治体、航測会社
- 利用者: 自治体固定資産税部局、都市開発部局

開発途上国への適用可能性

- 高解像度衛星画像が安価に入手できれば、固定資産税収による持続的運用が見込まれる

引用・参考資料

国土地理院「固定資産税調査用空中写真撮影の実態に関する調査業務」報告書, 国土地理院, 2018(<https://www.gsi.go.jp/common/000201394.pdf>)

概要

- ワンストップではないが、土地情報管理に関係するオンラインサイトとしては下記のようなものがある。
- 登記・供託オンライン申請システム: 法務局: 登記電子申請サイト(<https://www.touki-kyoutaku-online.moj.go.jp/index.html>)
- 登記情報提供サービス: (一財)民事法務協会: 登記所が保有する不動産登記情報、地図情報等を有料で閲覧・ダウンロードできるサイト(<https://www1.touki.or.jp/>)
- 全国地価マップ: (一財)資産評価システム研究センター: 路線価、公示地価等の閲覧サイト(<https://www.chikamap.jp/chikamap/Portal?mid=216>)
- 東京都・都市計画情報等インターネット提供サービス(自治体毎に開設): 都市計画図、用途地域、建築規制等の情報閲覧サイト(https://www2.wagmap.jp/tokyo_tokeizu/Portal)

特徴・効果

- 電子政府の一環として、不動産登記等の電子申請が可能となり、行政の効率化が図られる。
- Webサイトで情報を公開することで、固定資産税課税評価等の透明性、公平性が確保される。
- 地価情報、土地規制情報等の情報が公開されることで、不動産取引に係るリスクが軽減され、取引が活性化され、経済成長に貢献する。
- 公共事業の用地取得価格等の透明性・公平性が向上し、公共事業の推進に資する。

開発者・利用者

- 開発者: 法務省、関係法人
- 利用者: 国民、民間企業

開発途上国への適用可能性

- 法整備等が必要な場合もある
- 技術的課題はほとんどない
- 電子政府の推進、行政の透明性・公平性確保の観点から推進

引用・参考資料

- 概要に記載の通り

概要

- ・車両等の移動体にGNSSアンテナ、レーザスキャナ、カメラなどの機器を搭載し走行しながら3次元空間データを高精度で効率的に取得できるシステム
- ・地図情報レベル500の精度(水平位置15cm以下)を満たす
- ・自動運転用の地図データ(ダイナミックマップ)整備に活用

国土地理院が使用しているMMSの構成



特徴・効果

- ・国土地理院では、公共測量やi-Constructionへの適用を念頭に、MMSによる点群測量の標準化を進め、マニュアルを公表: 車載写真レーザ測量システムを用いた三次元点群測量マニュアル(案) (https://psqsv2.gsi.go.jp/koukyou/download/mms3d_manual.pdf)
- ・地図データ整備の他、道路周辺地物や路面状況、橋・トンネル等の構造物劣化情報などの把握にも効果的
- ・3D都市モデルの構築、街並み、景観解析にも活用
- ・カメラやレーザスキャナの台数を増やして、全方位の情報を取得する装置も使われている

開発者・利用者

- ・開発者: 測量企業等
- ・利用者: 測量企業等

開発途上国への適用可能性

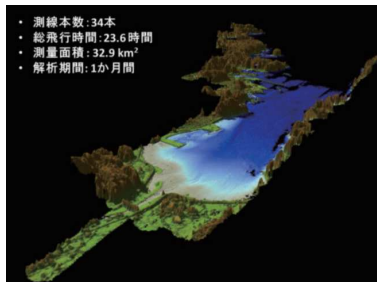
- ・整備済み地図データの維持管理や、小地域の大縮尺データ整備に有効
- ・走行するだけでデータが取得できるため、技術移転が容易

引用・参考資料

- ・特徴・効果に記載の通り

概要

- ・航空機から近赤外パルスレーザ(波長1,064nm)とグリーンパルスレーザ(波長532nm)を水域に照射し、水面で反射する近赤外パルスと、水部を透過して水底で反射するグリーンパルスの反射時間差から水深を求める計測システム
- ・沿岸部の浅海、干潟、河川、ダム、湖沼などの計測に広く使われている
- ・陸域LiDAR、ナローマルチソナー等と組み合わせ、陸域から海洋までシームレスな地形データの整備が可能



東北地方太平洋沖地震後の宮古湾の地形(海洋情報部)

特徴・効果

- ・透明度の1.5倍程度の水深まで計測可能。ただし測深性能は計測場所の水質に影響を受けやすい。
- ・精度は水深10mで0.3m以内
- ・河川の縦横断測量は一定間隔の線状データであるが、ALBでは面的なデータが得られ、治水・防災・水資源管理に有効
- ・国土地理院では、航空レーザ測深機を用いて測量を行う場合の精度確保のための工程や全体の作業手順等を定めたマニュアルを公表: 航空レーザ測深機を用いた公共測量マニュアル(案) (https://psqsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/alb/alb_manual.pdf)

開発者・利用者

- ・開発者: 測量企業等
- ・利用者:

開発途上国への適用可能性

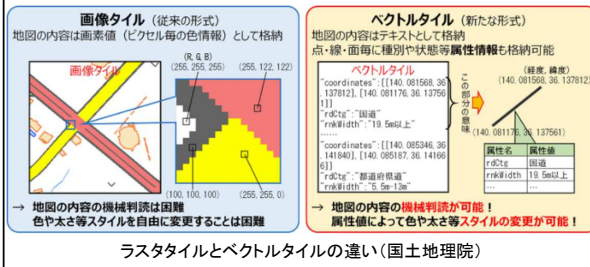
- ・音響測深による海図作成の補完技術として、沿岸部の浅海測量に効果的
- ・治水・河川管理のための河床地形計測に有効

引用・参考資料

- ・特徴・効果に記載の通り

概要

- Web GISで、表示速度と高度な解析への対応を両立させる技術として開発された
- 国土地理院は、「地理院地図Vector(仮称)」(<https://maps.gsi.go.jp/vector/#7/36.104611/140.084556/&isvstd&disp=1&d=1>)を試験公開
- 汎用GIS用のベクトルデータをベクトルタイルに変換するオープンソース・ソフト「国連ベクトルタイル・ツールキット(UNVT)」を公開



特徴・効果

- 地図データをベクトル形式で保存しているため、地図の内容を計算機が理解し、処理解析が行える。また、レイヤ毎に表示・非表示、色や太さの変更、3D化などの表現をクライアント側で実行できる。
- 特別なGISソフトがなくても、Web GISでだれでもある程度の処理、解析が可能
- 独自の主題地理空間データを保有する機関が、その公開にWeb GISサイトを開設する場合、背景図は測量局が配信するベクトルタイルデータを用いて、主題データにカスタマイズしたサイトの構築が可能

開発者・利用者

- 開発者:
- 利用者:

開発途上国への適用可能性

- 地図データの公開・活用プラットフォームとして、Web GISが有効であり、今後はベクトルタイルが主流となる。
- UNVTは東アフリカの配水管理事業など、既に実績あり。

引用・参考資料

国連ベクトルタイルツールキット(https://maps.gsi.go.jp/pn/meeting_partners/data/20201201/gsi2.pdf)、
https://maps.gsi.go.jp/pn/meeting_partners/data/20191128/6.pdf)

概要

- 公共団体の行政業務において地理空間情報は、所謂5大GISなどと呼ばれる分野での活用が図られてきた。
- 5大とされる業務分野は、固定資産管理(固定資産税関連の業務のうちの土地や家屋の図形情報の管理)、道路台帳管理、上下水道管理、下水道管理、都市計画である。またそれら個別の行政事務支援GISの普及に伴って、統合型GISと呼ばれる業務分野横断型のシステムの普及が進んでいる。
- 法定の行政事務である。このため、アナログ・デジタルを問わず、予算措置が確実にされる。
- 従前の台帳作成からデジタルへの発展は、予算削減やサービスの質の向上を目的としたものである。
- 途上国への技術協力においては、当該国の法定行政事務にGISを導入することで、予算削減、サービスの質の向上、DX化の推進などの支援を目的とする。

特徴・効果

- 固定資産管理: 地方税法第343条に基づく課税業務である。地番図作成・更新、路線価評価、画地評価に関する機能を有し、課税のための基幹系税務システムと連携して、固定資産財務に用いられる。
- 道路台帳管理: 道路台帳の整備は、道路法第28条で定められ、施行規則でその記載事項が規定されている。法定では無いが道路台帳GISとして普及している。
- 上下水道管理: 水道法により、施設台帳の作成・保管義務がある。GISの利用は定められていないが、断水区域抽出や管網解析などの必要性からGISとしての構築の利点の多い応用システムである。
- 下水道管理: 下水道法、及び施行規則で、調書及び図面の整備が義務付けられている。GISに利用は定められたものではないが、下水道事業に付随する下水道台帳の基本的な管理・更新、流量計算、受益者負担金管理、また近年では洪水対策の側面からも、活用が進展している。
- 都市計画: 都市計画法で、都道府県は5年毎に基礎調査を行い、都市計画に関する基礎的状況を把握・整理し、住民による縦覧に対応することが定められている。情報の更新や縦覧のため、GISへの移行が進んでいる。
- 統合型GIS: 都道府県、及び市区町村でそれぞれ異なる形で導入が進んでいる。統合型GIS及びその機能は、法定事務として定められたものではないが、個別の行政事務GISの活用が一定程度進んだ結果、それらの効率的な運用、費用削減、派生的な応用のニーズから、利用が進んでいる。消防防災、農林政、環境、教育などの分野で、市区町村では、道路、固定資産税、などで活用が進んでいる。

運用者

- 運用者: 一般地方公共団体(県市町村等)
- 特別地方公共団体(一部事務組等)

開発途上国への適用可能性

- 当該国の法制度、行政の事務能力、地理空間情報産業の発達度合い等により、地方公共団体直営、広域行政事務組合、SPCなどのスキームの選択が可能である。

引用・参考資料

地理空間情報整備の直接的効果

https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/gis/gis/webguide/giswg_solsht/1242/
https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/gis/gis/webguide/giswg_solsht/1196/

概要

- 行政事務支援のための地理空間情報の整備コストを削減する手段としては、①無償・安価な地理空間情報の活用、②庁内における異なる事務分野における地理空間情報の共同利用による重複投資の回避、及び③広域連携組織を設置し、航空写真などの広域整備によるコスト縮減、が考えられる。
- この③の実現手法として、地方自治法に規定する特別地方公共団体の組合等による地理空間情報の整備・運用を行うスキームを対象とする。それらの事務等では、複数の普通公共団体を相手として、消防、上下水道、ゴミ処理、福祉、学校、などの行政事務を提供しているケースが多いが、同様の行政事務のとして地理空間情報の整備・運用やGIS関連のサービスを提供する。

特徴・効果

- ①人的資源の確保：普通公共団体では、技術職員を雇用する分野もあるが、予算や経験上の制約から地理空間情報やGISに関する職員を雇用できるケースは稀である。複数の公共団体が共同で、行政事務における地理空間情報やGISの職員を雇用するあるいは外部委託することで、それらの制約に関して技術職員の確保がし易くなる。
- ②整備コストの低減：隣接行政区画と共同整備することで、接合部のデータ整備における重複投資の回避、特に空中写真撮影や衛星画像の調達のコスト縮減を期待できる。また、広域での調達の仕様の標準化により、業務再委託における競争の促進も期待できる。
- ③データ流通における利点：広域公共団体で共通するウェブポータルを通じた流通を行うことで、個別の団体によるそれよりも、ポータルへのアクセスや情報の集積度の点で利点となる。

運用者

- 特別地方公共団体（一部事務組等）

開発途上国への適用可能性

- 当該国の行政区画（特に市町村）を想定して、複数の行政区画の地理空間情報の共同整備事業のニーズと法制度上の実現可能性があること、我が国の一部事務組合のような組織があるか又は法制度上で代替する実施主体を特定できることが必要である。さらに地方自治を所掌する中央政府との合意形成も必要である。
- それらの条件が整った場合、行政事務費用の縮減効果が得られる手法と言える。

引用・参考資料

三重県市町総合事務組合 共有デジタル地図事業（一部事務組合による複数の自治体の地理空間情報整備・運用の受託・代行事業）
<http://shichosogo-mie.jp/map.html>

概要

- PPP: Public Private Partnershipとは、官民が協同して、効率的に質の高い公共サービスを実現する概念である。指定管理者制度やPFI: Private Finance Initiativeなどの民間企業の有する技術やノウハウを活用する手法を含む。
- PFIは、公共施設の建設・維持管理・運営等を民間資金や経営能力や技術力を活用して実施する事業に適用される。
- 公共事業の単年度・個別事業毎の調達の制約を取り除き、包括的な事業を民間企業に委託することで、公共団体による実施と比較して効率的・効果的に実施できる。我が国においては、「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の推進に関する法律（PFI法）」で定められた。
- 行政で必要とする地形図等の地理空間情報の整備・更新は、自治体が入札等により調達を行い、民間企業等への委託契約であることが多いが、年度単位の断片的な事業、技術職員の不足によるノウハウ不足などの問題を恒常的に抱えている。
- PPP/PFI型地理空間情報の整備・運用は、地理空間情報の整備・運用の特別目的会社（SPC）を自治体と民間企業の共同出資により設立し、整備・運用業務を委託したり、SPCで整備する地理空間情報を購入する形態をとることで、自治体の地理空間情報の整備・運用における問題点の解消に役立てる。

特徴・効果

- ①調達コストの縮減：民間企業による包括的な事業実施となるために、年度単位あるいは事業単位による細切れの調達と比較してコストの縮減が可能である。また、包括的な契約においては、予め事業費（契約費）を明確化することが可能であり、予算措置が容易となる。
- ②高度なサービス・情報の調達：民間企業の有する経営ノウハウ・技術・製品の導入が容易となる。
- ③企業誘致などの産業振興：参入する企業にとっては、自治体を相手先とする安定的な魅力的な事業であり、有力な民間企業の誘致参入を促すきっかけとなる。また、調達する製品を独占的な使用権を要求せずに企業にその他のビジネス利用を認めることで、民間企業のデータを利用した他の企業のビジネスの誘致を促進する。
- ④人的資源の確保：普通公共団体では、技術職員を雇用する分野もあるが、予算や経験上の制約から地理空間情報やGISに関する職員を雇用できるケースは稀である。事業の包括的な民間への委託契約により、自治体の技術業務の負担を削減することが可能であり、人的資源確保の要求を低減させることが可能である。

運用者

- 運用者：一般地方公共団体（縣市町村等）
- 特別目的会社（行政と民間による共同出資等）

開発途上国への適用可能性

- 当該国で地理空間情報を必要とする行政事務を所掌する機関を特定して、業務分析・関連法制度把握を行い、当該事務のアウトソーシングの実現可能性を確認する必要がある。また、地方自治を所掌する中央政府との合意形成も必要である。
- それらの条件が整ったケースにおいては、行政コスト縮減効果が得られる。

引用・参考資料

ミッドマップ東京（PFI方式によるSPCからの東京都の地理空間情報の調達） <https://www.midmap-t.co.jp/>
 世田谷区白地図データベース使用契約（PPP方式による世田谷区の地理空間情報の調達） https://psqsv2.gsi.go.jp/koukyou/download/a1_254/report_on_Lscale.pdf

概要

- G空間情報センターは、産官学の様々な機関が保有する地理空間情報を円滑に流通し、社会的な価値を生み出すことを支援する機関として設置された。
- 平成24年3月に政府で閣議決定された地理空間情報活用推進基本計画に基づき、設立され、一般社団法人社会基盤情報流通推進協議会が運用を行っている。
- 地理空間情報活用推進基本計画(第3期)においては、地理空間情報の循環システムの形成を目標として掲げており、G空間情報センターが担っている。
- スキームの利点として、地理空間情報の利活用促進に係る法的裏付け(地理空間情報活用推進基本計画)に基づいて設置されており、産官学からの理解・協力を得やすいこと、また、一般社団法人として産官学に中立な立場で利活用推進を支援できることが挙げられる。

特徴・効果

- ① G空間情報の流通支援： 国、地方公共団体、大学、民間等が保有する、オープンデータ、有償・無償データ、独自データなどの多様なデータを提供し、また、データを活用するための各種アプリケーション(利用環境)も提供する。
- ② 「情報信託銀行」サービス： 政府、自治体保有の公共データを「信託」を通じオープン化することを目指す。国や自治体等には、高い有用性があるにもかかわらず、様々な制約等によりそのままでは公開も利用もできないデータが存在するが、これらに適切な変換・集計や解析、匿名化等を施すことで、国や自治体・住民等に裨益する価値の高いデータに変換する。
- ③ 災害情報ハブ： データ保有者との連携協定(災害対応・減災に資する活動における情報提供に関する協定)、及びデータ利用者との連携協定(災害対応・減災に資する活動における情報利用に関する協定)を締結しており、災害時に、災害ボランティアや研究機関等の活動を支援するため、国、地方公共団体、大学、民間等が保有するデータを、いち早く関係者に届けることで、防災・減災に貢献する。
- ④ G空間情報オープンリソースハブ： 普及展開活用に関する取組： データだけでなく、その他のリソースのリユース・リサイクルのハブとして機能する。
- ⑤ G空間情報の研究開発： 新たな価値の創造に資する。

運用者

- 一般社団法人 社会基盤情報流通推進協議会(地理空間情報活用推進基本計画に基づく)

開発途上国への適用可能性

- G空間情報センターをひな形とする技術協力では、①法的・政策面裏付け、②NGOやSPCなどの形態での運用機関の設置を支援することで、適用可能性がある。

引用・参考資料

G空間情報センター https://www.geospatial.jp/gp_front/

概要

- HD-map(High Definition Map)は、交通規制や事故・渋滞・信号情報等のダイナミックな情報と、高精度3次元位置情報(路面情報、車線情報、3次元構造物)等の静的情報を組み合わせた自動車の走行支援や自動走行のために設計された地理空間情報の仕様である。
- HD-Mapは内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」が提案し、ISO 14296:2016
- Intelligent transport systems — Extension of map database specifications for applications of cooperative ITSとして、国際規格化されている。国策として、我が国の自動車産業を中心とする産業における国際的な戦略の一部を成している。
- 我が国では、自動車産業・測量・計測機器・地図・ファンド等の多数の出資による民間企業が2016年に設立されて、HD-Mapに関する技術開発、マップの整備、関連サービスを展開中である。国外においても、北米・欧州・中国などにおいて、仕様のIS化以後、活発にデータ構築やサービス開発に係る技術開発やビジネス開発が進展している。

特徴・効果

- 自動車産業は、我が国では就業者数は542万人と全就業人口の8.1%を占める基幹産業である。
https://www.jama.or.jp/industry/industry/industry_1q1.html
- 昨今、自動車産業は、CASE:Connected, Autonomous/Automated, Shared, Electricと呼ばれる新しい領域で技術革新が急速に進展している。企業は、製造業からMaaS:Mobility as a Serviceへの変容を求められている。MaaSの要の要素技術である走行支援技術・自動走行技術のキーとなるHDマップに関する国際的なポジション獲得は、我が国の自動車産業の生命線ともいえる。
- 途上国におけるHD-Mapのビジネス展開は、先進国での普及期以降に訪れるものと考えられるが、HD-Mapの整備は、裾野の広い経済や雇用への波及効果が大きい。

開発者・運用者

- 民間企業

開発途上国への適用可能性

- 標準化の攻防における我国陣営に途上国を加えることの優位性の確保、及び途上国の自動車産業の振興策として検討の可能性を有する。
- 開発協力への適用は、スタートアップなどの民間企業の途上国でのHD-Mapの整備・運用などに係る参入の支援が考えうる。

引用・参考資料

自動車関連産業と就業人口 https://www.jama.or.jp/industry/industry/industry_1q1.html
ダイナミックマップ基盤株式会社 <https://www.dynamic-maps.co.jp/company/overview/index.html>

概要

- 国土交通省のプロジェクトで、①3D都市モデルの整備、②3D都市モデルのユースケース開発、及び③3D都市モデルの整備・活用ムーブメント、から以下の実現を目論むものである。
- 全体最適・持続可能なまちづくり：3D都市モデルをプラットフォームデータとして防災、環境、交通等の多様な都市課題をサイバー空間上で一体的に分析し、フィジカル空間にフィードバック。総合的な構想・計画に基づいた、全体最適・持続可能なまちづくりを推進。
- 人間中心・市民参加型のまちづくり：3D都市モデルが可視化する具体的で精緻なまちの現状・将来パターンを、一部の専門家だけでなく市民レベルに共有。課題を市民目線に落とし込み、多様な主体の知恵を詰め込んだ参加型、実験型のまちづくり。
- 機動的で機敏なまちづくり：中長周期のまちの静的なデータに、人の流れなどの短周期の動的なデータを補完することにより、都市活動の状況をより精緻に再現・予測(シミュレーション)。
- 2020年度の事業として56都市の3D都市モデルの整備を完了し、開発したユースケース44件と実証成果を取りまとめた各種マニュアル・技術資料等10件を公開している。また、「G空間情報センター」において3D都市モデルのオープンデータ化を開始した。

特徴・効果

- 整備に先立って、②3D都市モデルのユースケース開発、及び③3D都市モデルの整備・活用ムーブメントの惹起を踏まえた、データ仕様の策定が注意深くされている。
- Project PLATEAUでは、CityGMLを独自に拡張するとともに、我が国の都市計画情報等に着目したADEである「i-UR」(2019年内閣府地方創生推進事務局において策定)を採用しており、我が国の都市計画・都市活動の可視化機能を強化している。
- まちづくりの特定の利用目的を有して整備を実施するために、予算が予め確保されている。応用分野における活用は副次的効果として安価に活用が可能である。

開発者・利用者

- 開発者：JAXA、国土地理院
- 利用者：防災関係機関

開発途上国への適用可能性

- 三次元都市モデルの大規模な整備、まちづくりに生かす取り組みは始まったばかりであるが、仕様策定、ユースケースの検討、など技術面及び運用面の知見で得るべき部分は多い。

引用・参考資料

まちづくりのDX(Urban Digital Transformation)事業Project PLATEAUについて https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/content/001388017.pdf
3D都市モデル導入のためのガイドブック https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0000_ver01.pdf

概要

- サービス構築の観点から地理空間情報の整備・運用について、考察する。マップAPIを対象とする。
- API: Application Programming Interfaceは、開発者が複雑な機能をより簡単に作成できるよう、プログラミング言語から提供される構造で、複雑なコードを抽象化し、それにかわる簡潔な構文を提供する。大別するとブラウザAPIと、サードパーティAPIに区分できる。
- 一般的なウェブブラウザは、ウェブブラウザ上で、文書の操作、サーバからデータを取得、グラフィックス描画、動画や音声処理、デバイス制御などがある。
- サードパーティAPIには、Google Maps、Twitter、Amazon Product Advertising APIなどが有名である。
- ここでは、特にマップAPIとして、Google Maps、Map Box、地理院地図、を取り上げる。

特徴・効果

- 以下の特徴・効果を有する。
- ①ウェブエコノミー：Web APIを公開することで外部サービスとの連携を容易にして新たな価値が生まれ、サービスやビジネスが発展していくことは「APIエコノミー」と呼ばれ、近年非常に注目されている。
- ②地図データの整備：自らが地図データを整備・更新することなく、提供するコンテンツを用いたウェブサービスを構築できる。
- ③サービスの質：自らが独自のウェブサービスを構築するケースと比較して、APIを提供する企業が絶え間なくAPIの開発・改良を行い、利便性、セキュリティなど、質の高いサービスの基盤がされる。

サービス提供者

- 行政機関(国土地理院などの地理空間情報の整備主体)
- 民間企業(ウェブマップやその他のコンテンツプロバイダ)

開発途上国への適用可能性

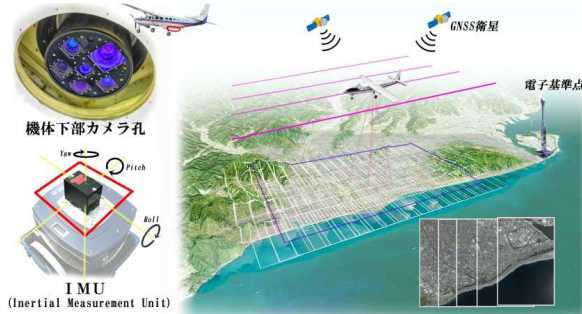
- 地図整備及びサービス開発のコストを低減しつつ行政情報などのコンテンツを公開できる。開発力の高い企業のAPIを採用することで、時点での最高度のICT技術の恩恵を享受できる。民間企業のサービスに依存する手法があるため、公的なサービスの構築に当たっては、法制度の面で障害が無いことを確認することが不可欠である。また、費用面においては、各企業の定めた価格に従うことになるため、予算規模とサービス規模はトレードオフとなる。

引用・参考資料

WebAPIの紹介 https://developer.mozilla.org/ja/docs/Learn/JavaScript/Client-side_web_APIs/Introduction
Google Maps <https://cloud.google.com/maps-platform/?hl=ja>
Map Box <https://docs.mapbox.com/api/overview/>
地理院地図 <http://maps.gsi.go.jp/#5/35.36222/138.731389/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0i0u0t0z0r0s0m0f1>

概要

- 航空カメラにGNSS/IMU(慣性計測装置)を装着し、撮影した空中写真の外部標定要素(撮影時の位置とカメラの傾き)を記録する。
- 電子基準点などの地上に設置された基準点上で観測されたデータと航空機上のデータの組み合わせで処理するキネマティック解析を行うことにより、高精度な空中写真の外部標定要素を求める。



開発者・利用者

開発者: GNSS受信機メーカー、測量会社
利用者: 測量会社等

引用・参考資料

株式会社バスコwebサイト(<https://www.pasco.co.jp/>)
国土地理院webサイト(<https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa41006.html>)

特徴・効果

- 従来の方法と比較して、標定点(GCP)の設置・測量にかかる時間及びコストを削減できる。
- 撮影計画からフライトまでの時間が短縮されるため、撮影のチャンスを逃すことが少なくなる。測量のための撮影だけでなく、災害復旧のための撮影などにも非常に有効である。

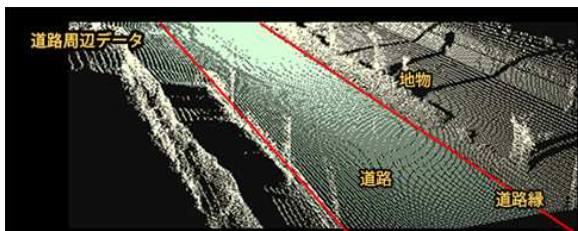
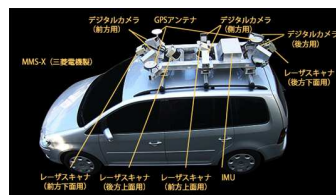


開発途上国への適用可能性

GNSS基準局を設置または電子基準点を整備し、航空機にGNSS/IMUを導入することで実現可能。

概要

- 3次元レーザ計測機、デジタルカメラ、GPSアンテナを車両に搭載することによって(Mobile Mapping System)、道路および周辺の3次元座標データと連続映像を取得する。



開発者・利用者

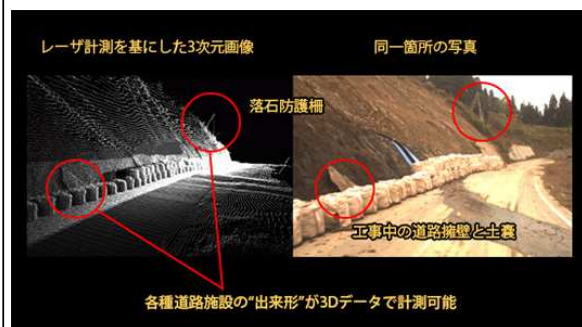
開発者: GNSS受信機メーカー、測量会社
利用者: 測量会社等

引用・参考資料

株式会社バスコwebサイト(<https://www.pasco.co.jp/>)

特徴・効果

- MMSで取得した3次元点群データを活用し、任意地点における縦断面・横断面の作成が可能。
- 橋梁など構造物の下側からレーザ照射して取得した3次元点群データを重畳し、3次元設計や情報化施工に活用できる。

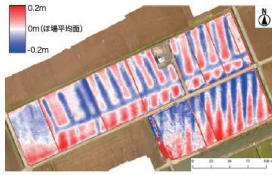


開発途上国への適用可能性

電子基準点を整備し、専用車両を導入することで実現可能。

概要

- GNSSアンテナを搭載したドローンを、高精度な圃場マップの作成や、農薬や肥料の散布に活用する。



開発者・利用者

開発者: GNSS受信機メーカー、測量会社、農機メーカー 等
 利用者: 農業法人、農家

引用・参考資料

農研機構技報NO.5 (https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/naro_technical_report_no5.pdf)
 須崎農業振興センター 高南農業改良普及所 (<https://www.nogyo.tosa.pref.kochi.lg.jp/info/dtl.php?ID=8635>)

特徴・効果

- 従来の動力噴霧機による農薬散布では3名以上の作業員が必要なところ、2名の作業員で作業できる。
- 従来の動力噴霧機による農薬散布と比較して、60%以上の農薬散布時間の削減が期待できる。また、リモートセンシングによって生育状況を把握することで、ピンポイントな散布を実施し、農薬の使用量を削減できる。
- 不正形で狭小な圃場でも、高精度なドローンの制御により無駄がなく正確な作業ができる。

Total working time can be reduced 60%.

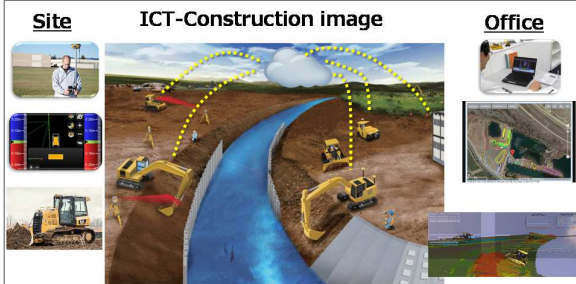


開発途上国への適用可能性

GNSS基準局を設置または電子基準点を整備し、GNSS機器を導入することで実現可能。

概要

- 高精度測位データを用いて3次元計測を行い、それをもとにして作成された3次元設計データに基づき建機の油圧制御を実施する。
- 施工データをリアルタイムに事務所へ送信して施工管理を行うなど、建設に必要な情報を全てデジタル化して運用・施工する。



開発者・利用者

開発者: GNSS受信機メーカー、測量会社、建機レンタル会社
 利用者: 建設会社、地方自治体等

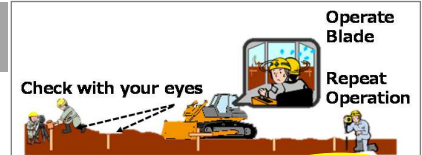
引用・参考資料

株式会社トプコンHP他 (<https://www.topcon.co.jp/>)
 西尾レントオール株式会社HP他 (<https://www.nishio-rent.co.jp/>)

特徴・効果

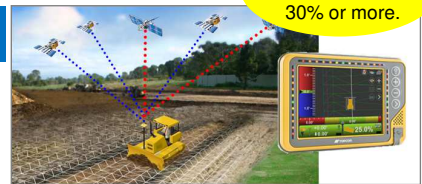
- 現地測量や丁張の設置にかかる時間と人手を削減することができる。
- 従来施工と比較して、工事スピードが格段に向上する。
- 熟練作業家でなくても、高品質な仕上がりがとなる。

Blade movement depends on his skills.



Total working time can be reduced 30% or more.

Automation of construction work

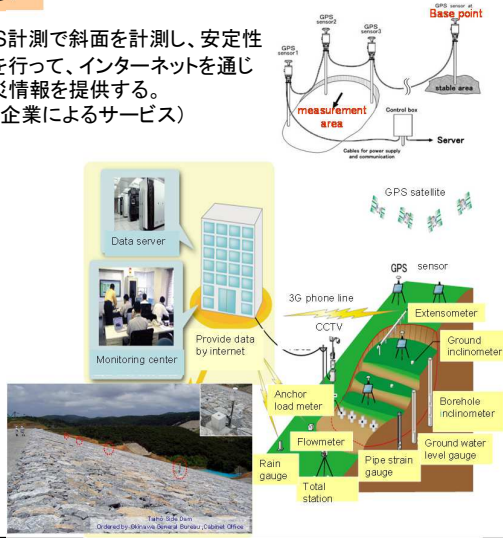


開発途上国への適用可能性

GNSS基準局を設置または電子基準点を整備し、ICT施工対応の機器 (ICT建機またはアタッチメント機材) を導入することで実現可能。

概要

- GNSS計測で斜面を計測し、安定性評価を行って、インターネットを通じて防災情報を提供する。
(民間企業によるサービス)



開発者・利用者

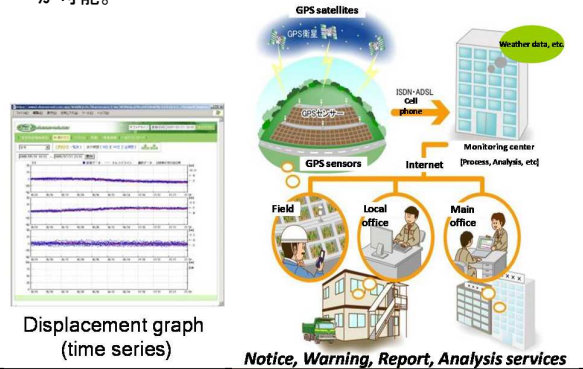
開発者: 国際航業株式会社
利用者: 地方自治体等

引用・参考資料

国際航業株式会社 shamen-net概要ページ他 (<http://www.shamen-net.com/shamen/shamen01.html>)

特徴・効果

- 斜面の専任技術者が、現場の状況を24時間監視し、異常があればすぐにユーザーへ通知する。
- ユーザーは、いつでもどこでも最新の斜面情報をリアルタイムで入手することができる。
- 高精度測位データを用いており、約2mm程度の精度の計測が可能。

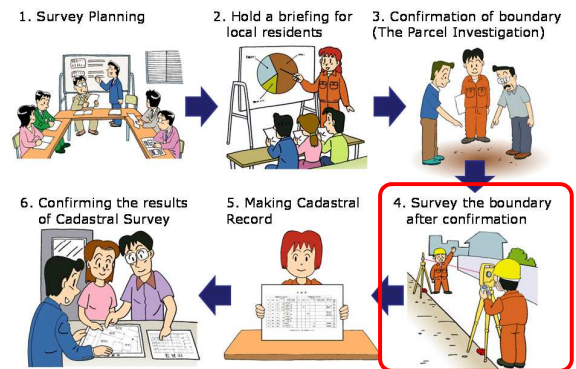


開発途上国への適用可能性

当該サービスの提供会社との相談が必要。

概要

- 地籍調査のうち境界測量(日本の都市部で要求される位置精度は1~7cm)において、電子基準点データを用いたネットワーク型RTK測位を活用する。



開発者・利用者

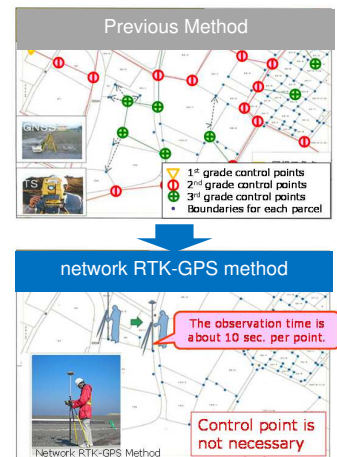
開発者: 国土地理院、GNSS受信機メーカー
利用者: 地籍調査実施者

引用・参考資料

国土交通省 地籍調査webサイト他 (<http://www.chiseki.go.jp/index.html>)

特徴・効果

- 従来方法では必要だった基準点の設置及び測量が不要となるため、その作業時間及び人手を削減することができる。
- ネットワーク型RTK測位では、1か所あたり約10秒で観測できるため、作業効率が向上する。



開発途上国への適用可能性

GNSS基準局を設置または電子基準点を整備し、GNSS機器(ローバー)を導入することで実現可能。
上空視界が確保できないビル街では使えない可能性。

概要

- UAVにレーザーสキャナとGNSSアンテナを搭載し、3次元計測を行う。



ドローンでレーザー計測している図

開発者・利用者

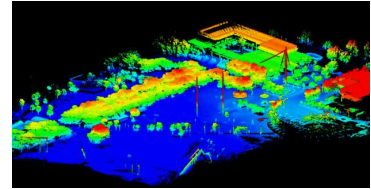
開発者: GNSS受信機メーカー、測量会社 等
利用者: 地方自治体等

引用・参考資料

株式会社快適空間FC 社会実証実施報告書

特徴・効果

- 災害発生現場といった作業員が立入ることが難しい場所でも、空中から安全に高精度な計測を行うことができる。
- レーザーสキャナを使用することにより、樹木の下的狀況も把握できる。



開発途上国への適用可能性

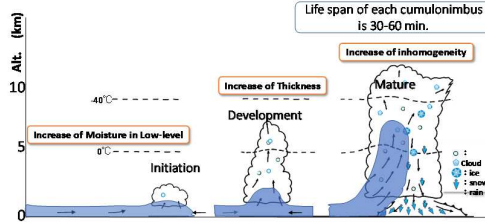
GNSS基準局を設置または電子基準点を整備し、機器を導入することで実現可能。

概要

- GNSSの電波は、途中にある水蒸気によって遅延するので、電子基準点のデータから、上空にある水蒸気量を推定できる。
- 電子基準点の観測データから得られる水蒸気データを利用して、降水の予報の精度を向上させる。



水蒸気量の状況の監視は降水量の予測及び豪雨や豪雪による災害の軽減に重要である。



Life span of each cumulonimbus is 30-60 min.

開発者・利用者

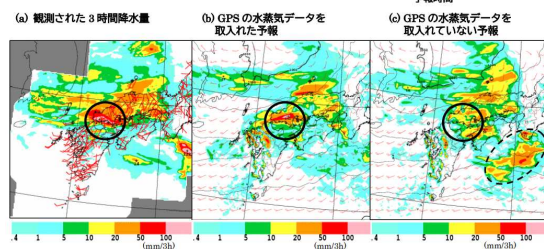
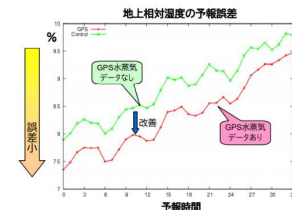
開発者: 国土地理院、気象庁
利用者: 気象庁

引用・参考資料

気象庁HP他 (https://www.jma.go.jp/jma/press/0910/27a/MSM_GPS.htm)

特徴・効果

- どのような気象状況下においても、高精度かつ連続した予測ができる。



開発途上国への適用可能性

電子基準点の整備及び気象当局との協力によって実現可能。

No.1

Map Creation・Updates using UAV (Nishinoshima・Minamitorishima)

Base data
creation・updates

Overview

- UAV Aerial Survey is an established technology for creating and updating maps for narrow areas but also effective for situations where manned aircraft are not suitable such as places like hazardous regions and remote islands.
 - The project was conducted by Geospatial Information Authority of Japan and took place in Nishinoshima Island and Minamitorishima.
- 【Nishinoshima】
- Since November of 2013, active volcanic activities have been repeatedly observed resulting in topographic changes, such as the expansion of the island's area. Therefore, the map needed to be updated.
 - Due to active volcanic activities, manned aircraft was not possible at the time of March and July of 2014, and therefore aerial shot was taken using UAV with GNSS that was programmed to automatically fly by itself.
 - East and West 5 courses, South and North 6 courses of Nishinoshima island, located 130km away from Chichishima, were shot and Ortho Mosaic, 3D terrain mode, map update, volume change measurement were conducted.
- 【Minamitorishima】
- A digital base map (1/25,000) of Minamitorishima has only been partially updated after the creation in 1977, therefore the whole area needed to be updated.
 - It is a remote island located 1900km from Tokyo, and due to the cruising distance, it is not suitable for aerial photograph aircraft to fly that distance.
 - In 2018, all of the areas were updated using UAV aerial photography and UAV laser surveying.

Features・Effectiveness

- Geospatial Information Authority of Japan is working toward standardizing map creation・updates operation using UAV.
- Standardized regulations as of May of 2021 are as follows
【Work regulations】
Volume 3 Chapter 5 UAV photogrammetry
Volume 3 Chapter 8 Subsection 7 Revision plotting using UAV photogrammetry
Volume 4 Chapter 3 UAV photo point cloud survey
【Manual】
Public survey manual for UAV equipped with laser scanner(draft)
- Applying to public survey and maintenance of national base map
- Improving the quality of diagonal photos and direct course photograph
- Equipment is inexpensive and easy to operate making it effective for map creation for area less than 1km²

Developer・User

- Developer: Geospatial Information Authority of Japan
- User: Municipalities, Ministries, Aerial surveying companies, i-construction

Applicability in developing countries

- An optimal solution for counterparts to be able to create and update maps
- Compensate for clouds and shadows in satellite images and aerial photographs

Citation・Reference

Mikio Tobita (2014) : UAV Aerial Photogrammetry in Nishinoshima Island and its Analysis, GSI journal No. 125, 115-124
Tsuyoshi Asano (2019) : Updating Digital Japan Basic Map of Minami-Torishima Island using Aerial Photographs taken by Fixed-wing UAV, GSI journal No. 132, 137-141

No.2

Sabo dam construction at the western Hiroshima mountains 306 upper stream (i-Construction in the field of utilizing UAV surveying)

Base data
creation・updates

Overview

- Was awarded the i-Construction grand prize in 2020.
- Creating 3D data from 3-dimensional surveying at the start of construction using UAV equipped with laser
- Improving productivity by creating plan using 3D data, creating CIM data, using 3D printer for creating model of check dam and excavation shape, excavation using machine control backhoe (MCBH), leveling using small-sized MCBH, implementing IOT of network camera and heavy equipment

Features・Effectiveness

- UAV surveying was conducted during site access road construction instead of after road construction, which enabled data processing, design data creation and temporary works planning in advance. Therefore, construction period has been shortened by 20 days.
- i-Construction is working toward promoting and standardizing UAV surveying for surveying at the start of construction, work progress control, check inspection etc.
- Standardized regulations as of May of 2021 are as follows
【Work regulations】
 - Volume 3 Chapter 5 UAV photogrammetry
 - Volume 3 Chapter 8 Subsection 7 Revision plotting using UAV photogrammetry
 - Volume 4 Chapter 3 UAV photo point cloud survey
- 【Check Inspection guide】
 - Guide for work progress control and check inspection (earthworks) using aerial photogrammetry (unmanned aircraft) (draft)
 - Guide for work progress control and check inspection (earthworks) using unmanned aircraft equipped with laser scanner (draft)
 - Guide for work progress control and check inspection using 3-dimensional surveying technology (draft)
- 【Work progress control points guide】
 - Guide for work progress control using 3-dimensional surveying technology (draft)

Developer・User

- Developer: Miyagawa Kogyo
- User: Chugoku Regional Development Bureau Hiroshima West-Region Erosion Control Office

Applicability in developing countries

- Optimization of maintenance for social Infrastructure through UAV surveying
- UAV surveying equipment is inexpensive and easy to operate making it easy to apply

Citation・Reference

Reiwa 2nd year i-Construction Grand Award overview (direct control/business department)
(<https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/pdf/2020award/bessshi2-1.pdf>)

No.3

Utilizing small-sized drone designed for narrow spaces for infrastructure inspection (i-Construction in the field of utilizing UAV surveying)

Base data
creation·updates

Overview

- Was awarded the i-Construction grand prize in 2020.
- A small-sized industrial drone (IBIS) for indoor inspection was developed allowing remote inspection of facility from a safe distance
- Can shoot clear videos in the dark and create 3d model, point cloud, orthophoto resulting in efficient inspection of facility
- Possible to implement a cost-effective maintenance by increasing the frequency of inspection, and determining the appropriate repair period

Features·Effectiveness

- Altitude control technology and ultra-high-sensitivity camera enable stable flight in confined spaces and capture clear images in darkness.
- Effective in inspecting facilities that are inaccessible, dangerous, or require time and money for personnel to visit
- Since it only weighs 185grams, it is safe and easy to handle.

Developer·User

- Developer : Liberaware
- User : Chiba-shi

Applicability in developing countries

- Applicable to maintenance management by C/P organization in various plant maintenance projects
- UAV inspection is easy to apply because the equipment is inexpensive and the operation is simple.

Citation·Reference

Reiwa 2nd year i-Construction Grand Award overview (i-construction promotion consortium member activities department)
(<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001388520.pdf>)

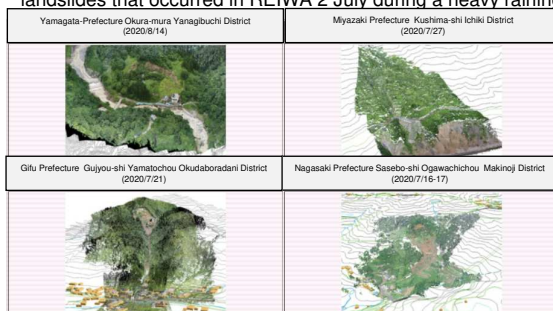
No.4

Utilization of CIM for disaster response by Public Works Research Institute (topographical survey using UVA surveying)

Base data
creation·updates

Overview

- In landslide disaster response, it is important to understand the overall situation of the disaster based on the three-dimensional relationship between the slope topography, the occurrence of deformation, and the location of the conservation.
- By utilizing 3d terrain model(BIM/CIM Model) as a "virtual site", it is possible to understand the on-site situation accurately, resulting in effective and rapid technological assistance.
- Listed below are examples of the usage of CIM model for **landslides that occurred in REIWA 2 July during a heavy raining.**



Features·Effectiveness

- Construct 3D "Virtual Site" from colored point cloud data using low altitude UAV photography and ground laser scanner.
- Rapidity: Goal is to construct in one day (outdoor work + indoor work)
- Construct using established technologies: UAV photography, SfM, GIS processing
- Does not aim for high precision accuracy: Aim is to grasp the overall situation
- Sharing database by making data open to public
- On top of general terrain model, ①Detailed terrain model of deformation area, ②Result of emergency survey ③Results of studies on warning and evacuation measures and emergency countermeasure works are added
- Related manuals are as follows
 - Aerial laser surveying data processing for landslides manual (draft), Public Works Research Institute document No.4150
 - Using Aerial laser surveying data for creating a map for reading topographic data and how to read topographic map manual (draft), Public Works Research Institute document No.4150

Developer·User

- Developer : Public Works Research Institute
- User : Municipalities, Ministries, Aerial Surveying company, Disaster prevention consultant

Applicability in developing countries

Citation·Reference

Public Works Research Institute landslides team (2021) : technical document regarding BIM/CIM model for landslides response, Technical note of PWRI No. 4412 Utilization of CIM model for emergency respond in the event of a landslide disaster
Hiroyuki Sugimoto (2020) : Utilization of CIM model for emergency respond in the event of a landslide disaster, Reiwa 2nd PWRI presentation materials

No.5

Creation of digital national base map for isolated islands using ALOS

Base data
creation·updates

Overview

- ALOS imagery data are used to create digital base map for remote islands where aerial photography and on-site investigation are difficult and ineffective.
- Image orientation method
 - If the image is taken on the same observation day and the same path, the satellite's attitude change is minimal.
 - Continuous scenes in the same path can be corrected by one ground control point (GCP).
 - Standardizing appropriate path imagery from reference point in the same continues scenes
 - Join images of adjacent paths with tie points
- Islands where ALOS were used
 - Iwo Jima (2007)
 - Takeshima (2007)
 - Northern Territories (2009-2013)
- Map of Shikotan Etorofu Island was published in July of 2014 completing the creation and publication of 1/25000 topographic map for the entire national land.
- Operation of ALOS ended in May of 2011

Features·Effectiveness

- PRISM that is equipped to ALSO which was launched in 2006 (Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping), is a sensor for stereoscopic surveying that can observe three directions in orbit: forward, directly below, and backward.
- Applicable for maintenance and correction of 1:25,000 topographic maps with ground resolution of 2.5m.
- The launch of ALOS-3 is planned in 2021, and will have a ground resolution of 0.8m, which makes it possible to capture wide areas in details → Updating 1/2500 topographic map is possible

Developer·User

- Developer: JAXA, Geospatial Information Authority of Japan
- User: General

Applicability in developing countries

- Map creation for where on-site investigation is impossible such as hazardous areas and conflict-torn regions

Citation·Reference

Takayuki Nakamura (2016) : Creation·updates of digital national base map using high resolution satellite images, 2nd Utilization of advanced optics satellite workshop Presentation materials
Kazuo Inaba (2015) : 1/25000 Topographic map publication and its history, Map Vol.53, No. 2, 51-57
Masami Nemoto (2014) : 1:25,000 topographic map publication in the whole area of national land and its history, UAV,GSI journal No. 126, 97-113

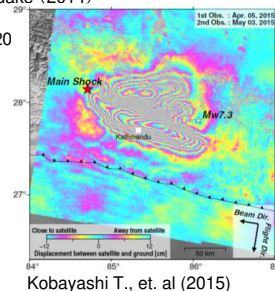
No.6

Utilization of ALOS-2 for understanding crustal activity during an earthquake

Base data
creation·updates

Overview

- According to the agreement between GSI and JAXA, SAR data is provided from JAXA on request from GSI as a secretariat of SAR analysis WG of the Coordinating Committee for Earthquake Prediction, and WG members conduct in-SAR analysis.
- Can detect changes within cm by using SANS data of before and after the earthquake
- Analyzed Earthquakes
 - Northern Nagano Earthquake (2014)
 - Nepal Earthquake (2015)
 - Kumamoto Earthquake (20



Features·Effectiveness

- Since it uses L band, it can penetrate through forest and detect changes in the ground
- Returning cycle is shorter than ALOS, allowing faster action to be possible
- Has high resolution mode and wide area observation that allows detailed detection and overall detection
- Since it is an active sensor, it can observe without being affected by the weather
- Since it detect in areas, it can detect changes that were overlooked during ground survey
- ALOS-4, scheduled to be launched in 2022, and will have 4 times the observation width in high resolution mode that enables detailed understanding of a wide area.

Developer·User

- Developer: JAXA, Geospatial Information Authority of Japan
- User: Institutes relevant to disaster prevention

Applicability in developing countries

- Can be used for estimating disaster areas and the scale of devastation for emergency support during an earthquake

Citation·Reference

Yuji Miura, others (2016) : Utilization of DAICHI-2 for understanding crustal activity during an earthquake, Photogrammetry and Remote Sensing Vol. 55, No. 3, 178-182
Kobayashi T., et. al (2015), Detailed crustal deformation and fault rupture of the 2015 Gorkha earthquake, Nepal, revealed from ScanSAR-based interferograms of ALOS-2, Earth Planets Space, 67: 201, DOI : 10.1186/s40623-015-0359-z

Overview

- In the year of 2020, MLIT(Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism)Japan led the construction, publishing, and sharing of the 3d city models of 56 cities to move toward the realization of smart city
- The developed 3D city model is made available on the G-Space Information Center website to create new value by making it open data.
(<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/plateau>)
- Besides 3d city models, disaster risk models, data for movement of people, and use cases are added



From Plateau website (<https://www.mlit.go.jp/plateau/>)

Developer·User

- Developer: MLIT City Bureau
- User: Municipalities, City planning department, Private

Citation·Reference

Project Plateau homepage (<https://www.mlit.go.jp/plateau/>)

Guidance for implementing 3D City Model (https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0000_ver01.pdf)

3D city model use case development manual (usage in public works) (https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0004_ver01.pdf)

Features·Effectiveness

- Create box model (LOD 1) by adding height information onto the building polygon of 2D 1/2,500 city model map(LOD1)
- Create the outside texture of a building by using point cloud data from aerial laser surveying, ground laser, aerial photography SfM
- Create colored texture of a building by adding on image acquired by aerial photography, MMS, etc.



- Create manual and use case video
- Update data using BIM/CIM data from i-construction
- Introduce “City utilization monitoring”, “Disaster prevention” “Urban development” as the main use case

Applicability in developing countries

- Since developing countries are also working toward implementing Smart City, it can applied as common base data (city OS) for map data
- Can be used as an successor model for large scale digital map

Overview

- Shizuoka prefecture gathers point cloud data from aircraft, UAV, MSS, terrestrial laser scanner, and manages the data set as virtual land named PCDB (Shizuoka Point Cloud DB) and uses for studies on infrastructure management and self-driving.
- For public works, 3d point cloud data are supplied as a finished document for effective utilization and updates of PCDB.
- Data for coastline and river are compiled seamlessly by surveying using ALB.
- Dataset for PCDB is made into open data and published on Geospatial Information Center
(<https://www.geospatial.jp/ckan/organization/shizuokapref>)



Developer·User

- Developer: Shizuoka prefecture
- User: Municipalities, Private

Citation·Reference

「VIRTUAL SHIZUOKA」 Data circulation SMARTCITY Consortium (<https://www.mlit.go.jp/common/001341978.pdf>)

Shizuoka's target for utilization of 3-dimensional data in the near future (https://www.zenken.com/kensyuu/kousyuukai/H31/659/659_sugimoto.pdf)

Features·Effectiveness

- Point clouds are published with original data (DSM) and ground data (DEM).
- Raising awareness through realistic simulated experience such as simulating tsunami flood and consensus building for public works
- Disaster prevention: Raising awareness for disaster prevention through realistic flood simulation and preparing for a disaster that can happen tomorrow through the accumulation of 3d point cloud data.
- Damage investigation: Understanding the amount of damage by comparing data of before and after
- Conducted a social experiment to confirm the usefulness and social acceptability of automated driving (Shizuoka Automated Driving Show CASE Project), mainly in the Izu Peninsula, using dynamic maps and open data. (Shizuoka Automated Driving Show CASE Project).
- Scenery examination: Assisting consensus building for public work, and decision making
- Infrastructure management: Optimizing surveying design, ICT construction, maintenance
- Tourism: Virtual tourism through cyberspace. Added to Minecraft(video game)
- Protection of cultural properties: 3D digital archives
- Forest management: Maintenance of tree height and lumber based on the difference between of DSM and DEM

Applicability in developing countries

- Compared to City GML 3D city model, maintenance is easier making it suitable for developing countries.
- Effective for simple utilization within the policy of Smart City.

No.9**House construction/demolition survey****Base data
creation·updates****Overview**

- For a fair property taxation on buildings, accurate information about the building such as new construction, building expansion, destruction must be obtained.
- In 1993, "To promote the surveying of fixed asset using aerial photograph" was notified from Municipal Tax Bureau Asset Evaluation, resulting in many municipalities using aerial photograph for fixed asset valuation nowadays.
- In addition to aerial photography, photographic maps (orthoimages), current maps of lot numbers, current maps of houses, etc., have been developed for property tax assessment, and are also used for local administration such as urban planning, welfare and medical services, and firefighting.
- In recent years, research on AI-based methods for automatically identifying change candidates by comparing with images from the previous year have been studied.

Features·Effectiveness

- By maintaining fairness and transparency of fixed assets valuation, it will contribute to SDGs target 10.4 "Adopt policies, especially fiscal, wage and social protection policies, and progressively achieve greater equality"
- Around 70% of municipalities in Japan use aerial photograph
- By means of AI aided automatic screening, changed house candidates can be identified in two months after aerial photographing at the tax base date (Jan. 1st) and can reflect to the taxing of the fiscal year (starting from Apr. 1st).

Developer·User

- Developer: Municipality, Aerial surveying companies
- User: Municipal Property Tax Department, City Planning Bureau

Applicability in developing countries

- If obtaining high resolution satellite image at an inexpensive price is possible, sustainable operation through property tax revenue can be expected

Citation·Reference

GSI "Survey for usage of aerial photograph for fixed assets valuation" report, GSI, 2018 (<https://www.gsi.go.jp/common/000201394.pdf>)

No.10**Land related information publication · On-line application****Base data
creation·updates****Overview**

- Although not one-stop service, listed below are online websites for land information management
- Registration·deposit online application system: Legal Affairs Bureau: Registration electronic application system (<https://www.touki-kyoutaku-online.moj.go.jp/index.html>)
- Service for providing registration information: Private Legal Affairs Association: Website for browsing and downloading real estate registration information, cartographic information owned by Registry Office (paid service) (<https://www1.touki.or.jp/>)
- Nationwide land price map: Asset Valuation System Research Center: Website for browsing roadside land prices, official land price, etc. (<https://www.chikamap.jp/chikamap/Portal?mid=216>)
- Online service for providing Tokyo-to City planning information (for each municipality): Web site for browsing information regarding city planning map, specific-use district, building regulation, etc. (https://www2.wagmap.jp/tokyo_tokeizu/Portal/)

Features·Effectiveness

- As part of e-government program to optimize administration services, electronic applications such as for registration of real estate are becoming possible
- By making information available on a website, it will ensure transparency and fairness in the assessment of property taxation.
- By publishing information on land prices, land regulations, and other information, it will reduce the risks associated with real estate transactions, stimulate transactions, and contribute to economic growth.
- The transparency and fairness of land acquisition prices for public works projects will be improved, contributing to the promotion of public works projects.

Developer·User

- Developer: Ministry of Justice, Relevant corporation
- User: Public, Private companies

Applicability in developing countries

- Laws and regulations may need to be established
- Not many technical challenges
- Promotion of e-government, from the perspective of ensuring transparency and fairness in government

Citation·Reference

- As described in the Overview

Overview

- A system where a vehicle is equipped with GNSS antenna, laser scanner, camera, etc. that can acquire high quality 3-dimensional geospatial data effectively while moving
- Meet the quality of Cartographic information level 500 (horizontal position below 15cm)
- Used to develop map data (dynamic map) for automatic driving

MMS that GSI uses

Features

- Detachable (around 30 min)
- On-site work is possible with 2 people onboard
- High density laser points group data can be acquired
- **Surveys at a speed of 50~60km/h**
- Waterproof (submerge, water jet ×)

■ Data that can be acquired

- **Laser points group data**
- Omni directional camera image

Features · Effectiveness

- The Geospatial Information Authority of Japan has been working on the standardization of point cloud surveying using MMS with a view to applying it to public surveying and i-Construction, and has published a manual, "Manual for 3D Point Cloud Surveying Using Vehicle-Based Photogrammetric Laser Surveying Systems (draft)" (https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/download/mms3d_manual.pdf)
- Besides creating map data, it is also effective for understanding deterioration information of building structures such as road surface, bridge, tunnel, etc.
- Also used for construction of 3d city model, city scape, and scenery analysis
- Devices to acquire information in all directions by increasing the number of cameras and laser scanners are also used.

Developer · User

- Developer : Surveying companies
- User : Surveying companies

Applicability in developing countries

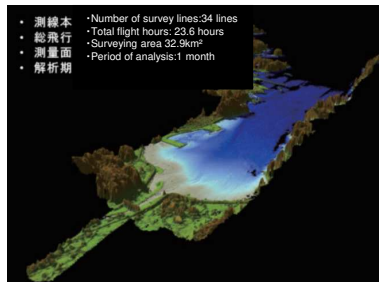
- Effective for updating maps, and creating large scale maps of small areas
- Since data are acquired by just driving, technical transfer is simple

Citation · Reference

- As described in the Features · Effectiveness

Overview

- By shooting near infrared pulse laser (wavelength 1,064nm) and green pulse laser (wavelength 532nm) into body of water from an aircraft, it can measure the depth of the water by the difference in reflection time between near infrared pulse that reflect of the surface of the water and green pulse that penetrate through the surface of the water and then reflect of the bottom of the water.
- It is widely used for surveying shallow seas, tidal flats, rivers, dams, etc.
- By combining land LiDAR and narrow multi sonar, 3d terrain data of both land and sea can be seamlessly created



Terrain model of Miyako Bay after 2011 Earthquake off the Pacific coast of Tohoku (Hydrographic and Oceanographic Department)

Features · Effectiveness

- Can survey the depth of water up to 1.5 times the transparency. Depth surveying performance is affected by the water quality of the survey area.
- Accuracy is within 0.3m for water 10m deep
- For cross-sectional surveying of river, linear data spaced at certain intervals are acquired, but ALB can acquire data in area making it effective for flood control, disaster prevention, and water resource management .
- Geospatial Information Authority of Japan has published a manual that specifies the process and overall procedures for ensuring accuracy when surveying with Airborne Laser Bathymetry, "Public survey manual using Airborne Laser Bathymetry (draft)" (https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/alb/alb_manual.pdf)

Developer · User

- Developer : Surveying companies
- User :

Applicability in developing countries

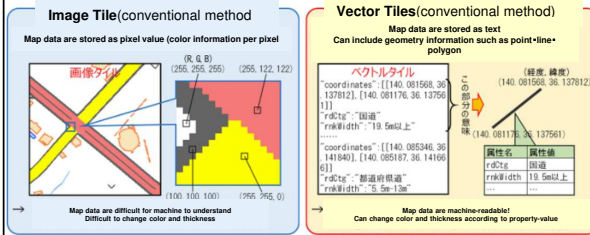
- Effective for surveying shallow water along the coast when creating nautical chart from echo sounder
- Effective for surveying terrain of riverbed for flood control and river management

Citation · Reference

- As described in the Features · Effectiveness

Overview

- Developed as a technology to be able to perform both high advanced analysis and faster display speed for Web GIS
- Geospatial Information Authority of Japan released the trial of “Geospatial Information Authority Map Vector (tentative name)” (<https://maps.gsi.go.jp/vector/#7/36.104611/140.084556/&ls=vs&d&disp=1&d=1>)
- Released an open source software “United Nation Vector Tile · Tool kit (UNVT)” for converting vector data for versatile GIS into vector tile



Difference between Raster Tile and Vector Tile (GSI)

Features·Effectiveness

- Since it stores map data as a vector format, it is machine-readable, and can analyze and process the data. Also, the client side can hide and display layers, change color and thickness, and convert it into 3d.
- Without any special GIS software, anyone can analyze data to some extent by using Web GIS.
- If an institution owns an original thematic geospatial data and is going to open a Web GIS website to publish those data, they can use vector tile data that the Survey Department is distributing as a background to build a customized website for their thematic data.

Developer·User

- Developer:
- User:

Applicability in developing countries

- Web GIS is effective as a platform for publishing and utilizing map data. Vector tile will become mainstream in the future.
- UNVT already has an experience in eastern Africa through water distribution management business.

Citation·Reference

United Nations Vector Tile Toolkit (https://maps.gsi.go.jp/pn/meeting_partners/data/20201201/gsi2.pdf), (https://maps.gsi.go.jp/pn/meeting_partners/data/20191128/6.pdf)

Overview

- Geospatial information has been utilized in the administrative operations of public organizations in what is called the five major GIS fields.
- The five major fields of operations are fixed asset management (management of graphic information of land and houses among the operations related to fixed asset tax), road ledger management, water supply management, sewerage management, and urban planning. In addition, the spread of cross-disciplinary systems, called integrated GIS, is progressing along with the spread of these individual administrative support GIS.
- Since it is a legal administrative work, budget measures, whether analog or digital, are ensured.
- The development of the digital system from the previous ledger system was aimed at reducing the budget and improving the quality of services.
- In the case of technical cooperation to developing countries, the objective is to support budget reduction, improvement of service quality, and promotion of DX by introducing GIS to the legal administrative operations of the country concerned.

Features & Effects

- Fixed asset management: This is a tax operation based on Article 343 of the Local Tax Law. It has functions related to the creation and updating of lot number maps, route value evaluation, and lot evaluation, and is used for fixed asset finance in conjunction with the core tax system for taxation.
- Road ledger management: The maintenance of road ledgers is stipulated in Article 28 of the Road Law, and their entries are specified in the enforcement regulations. It is not a legal requirement, but it is widely used as a road ledger GIS.
- Water supply management: The Water Supply Law requires the documentation and storage of facility ledgers. The use of GIS has not been defined. However, it is an application system with many advantages of GIS construction due to its demand for water cut-off area extraction and pipe network analysis.
- Sewerage management: The Sewerage Law and its enforcement regulations require the maintenance of records and drawings. The use of GIS has not been prescribed. However, GIS is being used for basic management and updating of sewerage ledgers associated with sewerage projects, flow calculation, beneficiary payment management, and more recently, flood protection.
- Urban Planning: Under the City Planning Act, prefectures are required to conduct a basic survey every five years to ascertain and organize the basic situation regarding urban planning and to make it available for public review by residents. The shift to GIS is progressing for information updating and circulation.
- Integrated GIS: The introduction of integrated GIS is progressing in different forms in prefectures and municipalities. There is no legal administrative framework for integrated GIS and its functions. However, as a result of a certain growth in the use of GIS for individual administrative operations, their use is progressing due to the need for efficient operation, cost reduction, and derivative applications. It is being used in the fields of fire and disaster prevention, agriculture and forestry, environment, and education. In addition, municipalities are using the data for roads and fixed asset taxes.

Operators

- Operators: General local public organizations (prefectures, municipalities, etc.)
- Special local public organizations (some administrative groups, etc.)

Applicability to developing countries

- Depending on the country's legal system, administrative capacity, and the level of development of the geospatial information industry, it is possible to choose from a variety of schemes, including direct management by public organizations, regional administrative offices, and SPs.

Quotes & References

Direct effects of geospatial information development https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/gis/gis/webguide/giswg_solsht/1242/
https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/gis/gis/webguide/giswg_solsht/1196/

Overview

- There are three possible ways to reduce the cost of geospatial information for administrative support: (1) use free and inexpensive geospatial information, (2) avoid overlapping investment through joint use of geospatial information in different administrative fields within an agency, and (3) reduce costs by establishing a wide-area cooperative organization and maintaining aerial photographs and other data over a wide area.
- As a method of realizing this (3), the scheme for the development and operation of geospatial information by an association of special local public organizations, etc., as stipulated in the Local Autonomy Act, is targeted. In many cases, they provide administrative services such as firefighting, water supply and sewerage, waste disposal, welfare, and schools to multiple public organizations. Therefore, geospatial information development and operation and GIS-related services will be provided for similar administrative operations.

Operators

- Special local public organizations (partial affairs association, etc.)

Quotes & References

Shared digital map project of the Mie Prefecture General Affairs Association of Cities and Towns (consignment and agency business for the development and operation of geospatial information for multiple municipalities by a partial administration association) <http://shichosogo-mie.jp/map.html>

Features & Effects

- (1) Human resources: Although there are some fields in which general public organizations employ technical staff, it is rare that they can employ staff related to geospatial information and GIS due to budget and experience restrictions. Several public organizations can jointly employ geospatial information and GIS staff for administrative operations. Or outsource it. As a result, it will be easier to secure technical staff for those restrictions.
- (2) Maintenance cost reduction: Joint maintenance with neighboring administrative divisions is expected to avoid overlapping investment in data maintenance at the junction, and in particular to reduce the cost of aerial photography and procurement of satellite images. In addition, standardization of specifications for wide-area procurement can be expected to promote competition in the re-commissioning of work.
- (3) Data distribution advantages: By distributing data through a web portal common to all public organizations in a wide area, there are advantages in terms of access to the portal and the degree of information accumulation over that of individual organizations.

Applicability to developing countries

- Assuming the administrative divisions of the country (especially municipalities), it is necessary that there is a need and legal feasibility for a joint development project of geospatial information for multiple administrative divisions, and that there is an organization such as a partial affairs association in Japan or that an alternative implementation entity can be identified in the legal system. It is also necessary to reach a consensus with the central government, which is in charge of local autonomy.
- If these conditions are satisfied, this method can be effective in reducing administrative costs.

Overview

- PPP: Public Private Partnership is a concept in which the public and private sectors cooperate to achieve efficient and high quality public services. This includes the designated manager scheme, PFI (Private Finance Initiative), and other schemes that utilize the technology and know-how of private companies.
- PFI is applied to projects in which the construction, maintenance, management, and operation of public facilities are carried out by utilizing private funds, management capabilities, and technological skills.
- Removing the restrictions on procurement of public projects for a single year or for each individual project, and outsourcing comprehensive projects to private companies can be more efficient and effective than implementation by public organizations. In Japan, this was stipulated in the "Law Concerning the Promotion of Private Finance Initiative (PFI)".
- The maintenance and updating of topographic maps and other geospatial information required by the government is often procured by local governments through bidding and other means, and contracted out to private companies and other organizations. However, this approach is constantly faced with problems such as annual fragmented projects and a lack of know-how due to a shortage of technical staff.
- In the PPP/PFI type of geospatial information development and operation, a special purpose company (SPC) for geospatial information development and operation can be established through joint investment by a local government and a private company. The local government can then outsource the maintenance and operation of geospatial information to the SPC, or the local government can purchase the geospatial information to be maintained by the SPC, thereby helping to solve the problems in the maintenance and operation of geospatial information by the local government.

Operators

- Operators: General local public organizations (prefectures, municipalities, etc.)
- Special purpose company (joint investment by administration and private companies, etc.)

Quotes & References

Midmap Tokyo (Procurement of geospatial information of Tokyo Metropolitan Government from SPC using PFI method) <https://www.midmap-t.co.jp/>
Contract for use of the Setagaya Ward White Map Database (procurement of geospatial information for Setagaya Ward through the PPP method) https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/download/a1_254/report_on_1scale.pdf

Features & Effects

- (1) Reduction of procurement cost: It will be possible to implement the project comprehensively by private companies, and the cost can be reduced compared to the procurement in small pieces by fiscal year or by project. In addition, a comprehensive contract allows the project cost (contract cost) to be clarified in advance, and makes budgeting easier.
- (2) Advanced services and information procurement: It will be easier to introduce management know-how, technologies, and products owned by private companies.
- (3) Industrial promotion, such as attracting companies to the projects: For companies entering the projects, it is a stable and attractive business with the municipality as the partner, and it will be an opportunity to attract influential private companies to enter the projects. Allowing companies to make other business use of the products they procure without requiring exclusive license to use them can also help attract other companies to do business with the company's data in the private sector.
- (4) Human resources: In some fields, general public organizations employ technical staff, but due to budget and experience restrictions, it is rare that they can employ staff related to geospatial information and GIS. The comprehensive contracting out of projects to the private sector can reduce the burden of technical operations on the local government and reduce the requirement for securing human resources.

Applicability to developing countries

- It is necessary to identify the organizations in charge of administrative operations that require geospatial information in the country, analyze their operations, understand the relevant legal framework, and confirm the feasibility of outsourcing the relevant operations. It is also necessary to achieve consensus with the central government, which is in charge of local autonomy.
- In cases where these conditions are satisfied, the effect of administrative cost reduction can be achieved.

Overview

- The G-Spatial Information Center was established as an organization to support the smooth distribution of geospatial information and the creation of social value held by various organizations in industry, government, and academia.
- It was established in accordance with the Basic Plan for the Advancement of Utilizing Geospatial Information approved by the government in March 2012, and is operated by the Association for Promotion of Infrastructure Geospatial Information Distribution.
- The Basic Plan for the Advancement of Utilizing Geospatial Information (3rd phase) targets the formation of a circulation system for geospatial information, and the G-Spatial Information Center is responsible for this.
- One of the advantages of the scheme is that it was established based on the legal framework for the promotion of the utilization of geospatial information (the Basic Plan for the Advancement of Utilization of Geospatial Information), which makes it easy to obtain the understanding and cooperation of industry, government, and academia, and that as a general incorporated association, it can support the promotion of utilization from a neutral standpoint to industry, government, and academia.

Operators

- Association for Promotion of Social Infrastructure Information Distribution (based on the Basic Plan for the Advancement of Utilizing Geospatial Information)

Quotes & References

G Spatial Information Center https://www.geospatial.jp/gp_front/

Features & Effects

- (1) G-spatial information distribution support: Provide a variety of data owned by the national government, local governments, universities, and the private sector, including open data, paid and free data, and proprietary data, as well as various applications (usage environments) for utilizing the data.
- (2) "Information Trust Bank" service: Aims to open up public data owned by governments and municipalities through "trust". The national and local governments have data that are highly useful, but cannot be disclosed or used as is due to various restrictions. However, by appropriately converting, aggregating, analyzing, and anonymizing these data, it is possible to convert them into valuable data that will benefit the government, local governments, and residents.
- (3) Disaster Information Hub: A cooperative agreement with data holders (agreement on the provision of information in activities that contribute to disaster response and reduction) and a cooperative agreement with data users (agreement on the use of information in activities that contribute to disaster response and reduction) have been concluded. Therefore, in order to support the activities of disaster volunteers, research institutions, and other organizations in the event of a disaster, we will contribute to disaster prevention and reduction by quickly delivering data owned by the national government, local governments, universities, and the private sector to the relevant parties.
- (4) G-Spatial Information Open Resource Hub: Functions as a hub for reuse and recycling of other resources in addition to efforts for promotion and utilization.
- (5) G-spatial information research and development: Contribute to the creation of new value.

Applicability to developing countries

- The implementation of technical cooperation using the G-Spatial Information Center as a template may be applicable by (1) providing legal and policy backing and (2) supporting the establishment of operational organizations in the form of NGOs and SPCs.

Overview

- HD-map (High Definition Map) is a specification of geospatial information designed for driving support and automatic driving of automobiles that combines dynamic information such as traffic regulations, accident, congestion, and signal information with static information such as high-precision 3D position information (road surface, lane, and 3D structures).
- HD-Map was proposed by the Strategic Innovation Program (SIP) of the Cabinet Office and has been internationally standardized as ITS (ISO 14296:2016). As a national policy, it forms part of the international strategy in our industry, especially in the automotive industry.
- In Japan, a private company was established in 2016 with numerous investments from the automotive industry, surveying, measuring instruments, mapping, and funds. The company is now developing technology related to HD-Map, map maintenance, and related services. In other countries such as North America, Europe, and China, technological and business development related to data construction and service development has been actively progressing since the international standardization of specifications.

Developers, Operators

- Private companies

Quotes & References

Automobile-related industries and working population https://www.jama.or.jp/industry/industry/industry_1q1.html
Dynamic Map Platform Co., Ltd. <https://www.dynamic-maps.co.jp/company/overview/index.html>

Features & Effects

- The automobile industry is a key industry in Japan with 5.42 million workers, accounting for 8.1% of the total working population. https://www.jama.or.jp/industry/industry/industry_1q1.html
- Recently, the automotive industry has been experiencing rapid technological innovation in a new area called CASE: Connected, Autonomous/Automated, Shared, Electric. Companies are being asked to transform themselves from manufacturing to Mobility as a Service (MaaS). The HD map is the key for driving support technology and automatic driving technology, which are the key elemental technologies for MaaS. In the future, it will be the lifeline of Japan's automobile industry to acquire an international position in HD maps.
- The business development of HD-Map in developing countries is expected to come after the diffusion period in developed countries. However, since the development of HD-Map will affect the employment in various fields, the ripple effect will be very large.

Applicability to developing countries

- It has the potential to be considered as a measure to secure the advantage of adding developing countries to our team in the competition for standardization and to promote the automobile industry in developing countries.
- It is possible to consider the application of development cooperation to support the entry of private companies, such as start-ups, in the maintenance and operation of HD-Map in developing countries.

Overview

- This is a project of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) that aims to achieve the following: (1) development of 3D city models, (2) development of use cases for 3D city models, and (3) development and utilization movement of 3D city models.
- Overall optimization and sustainable urban planning: Using 3D city models as platform data, various urban issues such as disaster prevention, environment, and transportation are analyzed in an integrated manner in cyber space and fed back to physical space.
- Human-centered and citizen-participatory urban planning: Visualizing the current and future patterns of the city in a concrete and precise manner using 3D city models can be shared not only by some experts but also by citizens.
- Dynamic and agile urban planning: By supplementing static data of medium- and long-period cities with dynamic data of short-period cities, such as the flow of people, it will be possible to reproduce and predict (simulate) urban activities more precisely.
- As part of the FY2020 project, the development of 3D city models for 56 cities has been completed, and 44 use cases developed and 10 manuals and technical materials summarizing the results of the experiments have been made accessible to the public. In addition, the "G-Spatial Information Center" has started to make 3D city models available as open data.

Features & Effects

- Prior to the development, (2) the development of use cases for 3D city models and (3) the formulation of data specifications based on the attraction of a movement to develop and utilize 3D city models are being carefully considered.
- Project PLATEAU is a unique extension of CityGML and adopts the ADE (Application Domain Extension) "i-UR" (formulated by the Secretariat of Regional Development Promotion, Cabinet Office in 2019), which focuses on urban planning information in Japan, to enhance the visualization of urban planning and urban activities in Japan.
- The budget is secured in advance for maintenance with a specific purpose of urban development. Applications in the field of application can be used inexpensively as a secondary effect.

Developers, Users

- Developers : JAXA, Geospatial Information Authority of Japan
- Users : Disaster management agencies

Applicability to developing countries

- Large-scale development of 3D city models and efforts to utilize them for urban planning have just begun. However, there is still much to be learned from the technical and operational aspects of developing specifications and examining use cases.

Quotes & References

About Project PLATEAU, an Urban Digital Transformation (DX) project for urban planning. https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/content/001388017.pdf
A Guidebook for Introducing 3D City Models https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0000_ver01.pdf

Overview

- The maintenance and operation of geospatial information will be considered from the perspective of service construction.
- API: Application Programming Interface is a structure provided by a programming language that allows developers to create complex functions more easily, abstracting complex code and providing a concise syntax to replace it. It can be roughly divided into browser APIs and third party APIs.
- A typical browser API includes manipulating documents, acquiring data from servers, drawing graphics, processing video and audio, and controlling devices on a web browser.
- The most famous third-party APIs are Google Maps, Twitter, and Amazon Product Advertising API.
- Google Maps, Map Box, and Geospatial Information Authority (GSI) map APIs will be mentioned.

Features & Effects

- It has the following features and effects.
- (1) API Economy: By releasing Web APIs, new value is created by facilitating collaboration with external services. The development of services and businesses is then called the "API economy," and it has attracted a great deal of attention in recent years.
- (2) Map data maintenance: It is possible to build web services using the provided contents without maintaining and updating map data by oneself.
- (3) Service quality: Compared to the case where a user builds their own web service, API providers are constantly developing and improving their APIs, creating the foundation for high-quality services in terms of convenience and security.

Service providers

- Administrative agencies (geospatial information maintenance entities such as the Geospatial Information Authority of Japan)
- Private companies (webmaps and other content providers)

Applicability to developing countries

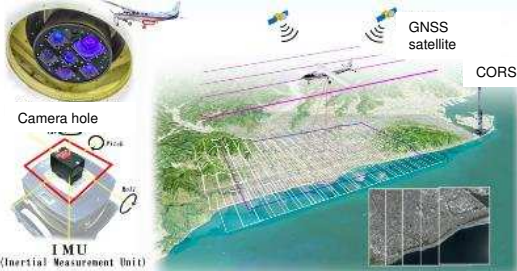
- It is possible to release administrative information and other content while reducing the cost of map maintenance and service development. By selecting APIs from highly developed companies, users can take advantage of the highest level of ICT technology available at the time. It is a method that relies on the services of private companies. Therefore, it is essential to make sure that there are no obstacles in terms of legal framework in creating public services. Costs will be subject to the prices set by each private company. Therefore, there is a trade-off between budget scale and service scale.

Quotes & References

Introducing WebAPI https://developer.mozilla.org/ja/docs/Learn/JavaScript/Client-side_web_APIs/Introduction Google Maps <https://cloud.google.com/maps-platform/?hl=ja>
Map Box <https://docs.mapbox.com/api/overview/> GSI Maps <http://maps.gsi.go.jp/#5/35.362222/138.731389/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>

Overview

- Record the external orientation elements (position at the time of shooting and the tilt of the camera) of the taken aerial photographs by the GNSS / IMU (inertial measurement unit) attached to the aerial camera.
- Obtain highly accurate external orientation elements of aerial photographs by performing kinematic analysis that processes data acquired on an aircraft and data on reference points installed on the ground such as CORSs in combination.



Features & Effects

- Compared with the conventional method, the time and cost required for setting and surveying the ground control points (GCPs) can be reduced.
- Since the time from the flight planning to the flight is shortened, flight opportunities are not missed, which is highly effective not only for surveying but also for disaster recovery.



Developers and Users

Developer: GNSS receiver manufacturers, survey companies
User: Survey companies, etc.

Applicability to developing countries

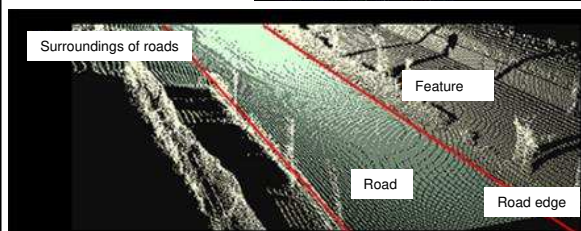
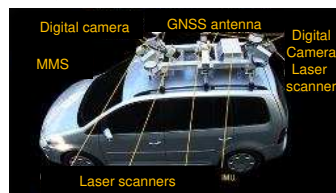
Can be applied by installing CORSs or GNSS stations and utilizing an airplane equipped with GNSS/IMU.

References

PASCO CORPORATION website (<https://www.pasco.co.jp/eng/geospatial/>)
GSI website (<https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa41006.html>)

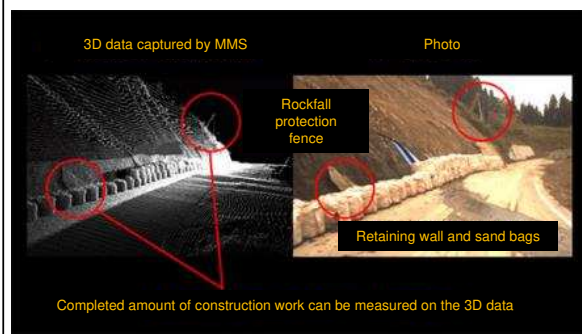
Overview

- Measure 3D coordinate data and acquire a sequence of images of the road by the mobile mapping system (MMS) consisting of digital cameras, 3D laser scanners and a GNSS antenna.



Features & Effects

- Longitudinal profiles and cross-section profiles can be created from the 3D point cloud data acquired by MMS.
- Efficiency and sophistication of road maintenance and management work can be enhanced.



Developers and Users

Developer: GNSS receiver manufacturers, survey companies
User: Survey companies, etc.

Applicability to developing countries

Can be applied by installing CORSs and utilizing a vehicle equipped with MMS.

References

PASCO CORPORATION website (<https://www.pasco.co.jp/eng/geospatial/>)

Overview

- Utilize the UAV equipped with the GNSS antenna for creating highly accurate field maps and spraying pesticides and fertilizers.



Features & Effects

- Two workers can complete spraying of pesticides where three or more workers are required with a conventional power sprayer.
- The pesticide spraying time can be reduced by 60% or more compared a conventional power sprayer. In addition, by ascertaining the growth situation by remote sensing, pinpoint spraying can be carried out, and the amount of pesticides used can be reduced.
- Even in an irregularly shaped and narrow field, accurate work can be performed without waste by controlling the UAV with high precision.



Total working time can be reduced by 60%.



Developers and Users

Developer: GNSS receiver manufacturers, agriculture companies
User: Agriculture companies, farmers

Applicability to developing countries

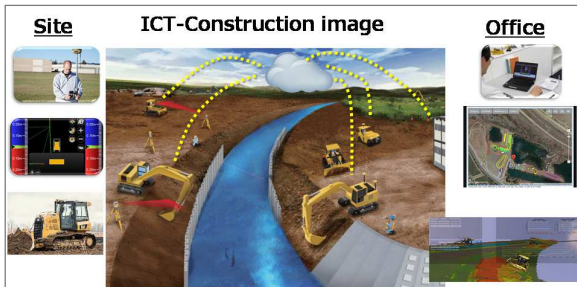
Can be applied by installing CORSs or GNSS stations and utilizing a UAV equipped with a GNSS antenna and receiver.

References

The National Agriculture and Food Research Organization's report NO. 5 (https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/naro_technical_report_no5.pdf)
Susaki Agricultural Developing Center of Kochi Pref. (<https://www.nogyo.tosa.pref.kochi.lg.jp/info/dtl.php?ID=8635>)

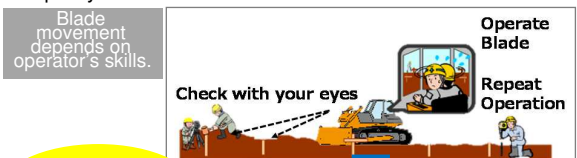
Overview

- Operate a blade automatically according to 3D design data created based on 3D measurement data using CORS.
- Monitor and manage the progress of construction work from the office.



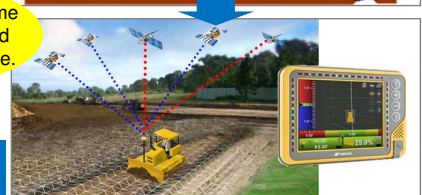
Features & Effects

- Time and manpower for surveying and setup of stakes can be reduced.
- Work efficiency can be much improved compared to a conventional style.
- Even unskilled workers can achieve high construction quality.



Total working time can be reduced by 30% or more.

Automation of construction work



Developers and Users

Developer: GNSS receiver manufacturers, survey companies, Construction machinery rental services companies
User: Construction companies, local governments, etc.

Applicability to developing countries

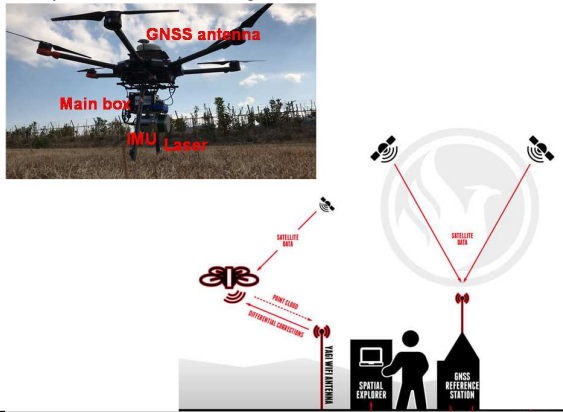
Can be applied by installing CORSs or GNSS stations and utilizing ICT construction machines.

References

TOPCON CORPORATION HP, etc. (<https://www.topcon.co.jp/>)
NISHIO RENT ALL CO., LTD. HP, etc. (<https://www.nishio-rent.co.jp/>)

Overview

- Performs 3D topographic measurement from the air by a UAV on-board small laser system.
- Generate 3D data in real time and display terrain data on a computer monitor on the ground.

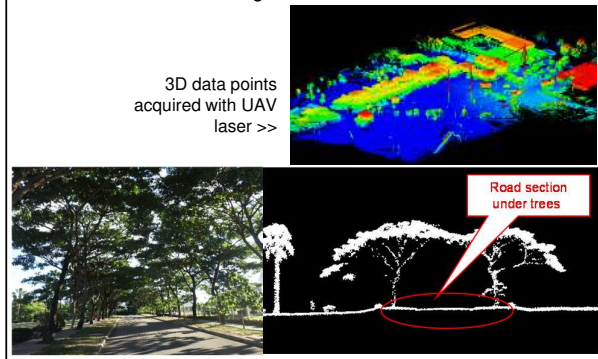


Developers and Users

Developer: Kaitekikukan FC Co., Ltd., etc.
User: Local governments, etc.

Features & Effects

- A wide-area survey can be completed in a short time at the survey stage, and it is possible to survey safely even in places where it is difficult for workers to enter (e.g., disaster sites, etc.).
- The ground data under vegetation can be captured clearly, which is the best strength of the laser method.



Applicability to developing countries

Can be applied by installing CORSs or GNSS stations and utilizing a UAV equipped with a GNSS antenna and receiver.

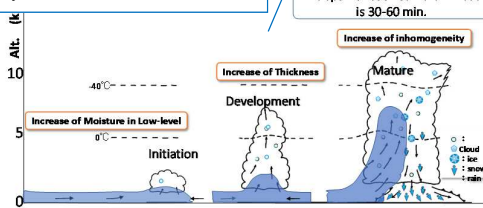
References

Kaitekikukan FC Co., Ltd.,'s report

Overview

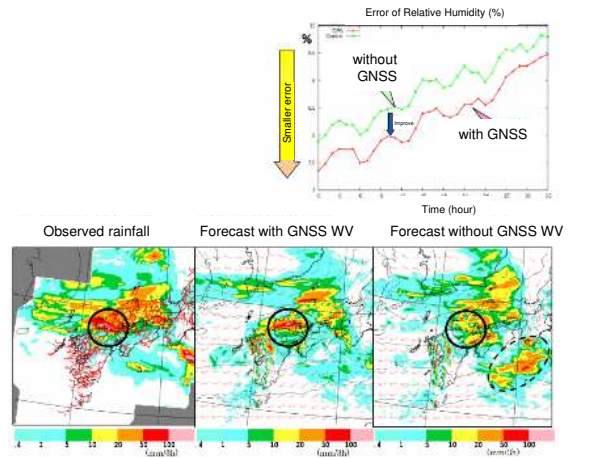
- Estimate the volume of water vapor by using CORS data, utilizing the phenomenon of water vapor causing delay of GNSS signals.
- Increase the accuracy of rainfall prediction by the estimated volume of water vapor.

Monitoring the variation in water vapor is important for weather forecasting and for the mitigation of disasters caused by hazardous heavy rainfall and/or snowfall.



Features & Effects

- This system helps ensure accurate and continuous weather forecasts under all weather conditions.



Developers and Users

Developer: GSI, Japan Meteorological Agency
User: Japan Meteorological Agency

Applicability to developing countries

Can be applied by installing CORSs and with cooperation of meteorological agencies

References

Japan Meteorological Agency HP, etc. (https://www.jma.go.jp/jma/press/0910/27a/MSM_GPS.htm)

海外測量（基本図用）作業規程（案）

2021年12月

独立行政法人 国際協力機構

海外測量（基本図用）作業規程 改訂履歴

規程概要	作成日	作成機関
制定	平成 18 年 12 月	独立行政法人 国際協力機構
改訂	令和 3 年 12 月 28 日	独立行政法人 国際協力機構

目 次

第1編 総則.....	1
(目的)	1
(用語の定義)	1
(適用範囲)	1
(測定の基準)	1
(測定に使用する計量単位)	1
(関係法令等の遵守等)	1
(作業計画)	2
(工程管理)	2
(精度管理)	2
(機器の検定)	2
(測定成果の検定)	3
(成果等の様式)	3
(機器等及び作業方法に関する特例)	3
(成果等の提出)	3
第1編の2 測定の計画・実施.....	4
(要旨)	4
(付表1, 2の更新)	4
付表1 矛盾点総括表.....	5
付表2 矛盾点と対応方針.....	9
第2編 基準点測量	17
第1章 概説.....	17
(要旨)	17
(基準点測定の区分)	17
第2章 基準点測量.....	17
第1節 要旨.....	17
(要旨)	17
(基準点測定の方式)	18
(工程別作業区分及び順序)	18
第2節 計画.....	18
(要旨)	18

(基準点網の形成)	18
第3節 選点.....	19
(要旨)	19
(選点の実施)	19
(平均図等の作成)	20
第4節 測量標の設置.....	20
(要旨)	20
(永久標識及び一時標識)	20
(点の記)	20
第5節 GPS 測量方式による観測及び計算.....	21
(要旨)	21
(測量機器の性能等)	21
(機器の点検、調整)	21
(GPS 観測)	21
(偏心要素の測定)	22
(基線解析計算)	22
(点検計算及び再測)	23
(平均計算等)	23
第6節 多角測量方式による観測及び計算.....	25
(要旨)	25
(測量機器の性能等)	25
(機器の点検、調整)	25
(距離及び気象要素の測定)	26
(水平角の観測)	27
(鉛直角の観測)	28
(標高の取り付け観測)	28
(偏心要素の測定)	29
(再測)	32
(計算の方法及び位)	32
(点検計算及び再測)	32
(平均計算等)	33
第7節 成果等の整理.....	34
(成果等)	34
第3章 水準測量.....	35
第1節 要旨.....	35
(要旨)	35
(水準測量の区分)	35
(工程別作業区分及び順序)	35

第2節 計画	35
(要旨)	35
(水準路線)	35
(水準点密度)	36
第3節 選点	36
(要旨)	36
(選点の実施)	36
(平均図等の作成)	36
第4節 測量標の設置	37
(要旨)	37
(永久標識の埋設)	37
(点の記)	37
第5節 観測	37
(要旨)	37
(測量機器の性能等)	37
(機器の点検、調整)	38
(観測の実施)	39
(再測)	41
第6節 計算	41
(要旨)	41
(点検計算及び再測)	41
(平均計算等)	42
第7節 成果等の整理	42
(成果等)	42
第3編 デジタル方式による地形図作成作業	42
第1章 概説	42
第1節 要旨	42
(要旨)	42
(地形図作成作業の区分)	43
(地形図の精度)	43
(用語の定義)	43
第2節 数値地形図作成作業	44
(要旨)	44
(数値地形図作成作業の区分)	44
(図式等)	44
(数値地形図の構築)	44
(地形及び高さの表現)	44

(データファイルの単位)	44
(数値地形図のデータ)	45
(機器)	45
(デジタルマッピングの作業方式)	45
(工程別作業区分及び順序)	45
第2章 標定点測量	46
(要旨)	46
(標定点の精度)	46
(標定点測量の方法)	47
(標定点測量の計画)	47
(実施時期)	48
(実施)	48
(成果等)	50
第3章 対空標識設置及び刺針	50
(要旨)	50
(計画)	50
(対空標識の設置)	50
(対空標識の確認)	50
(刺針)	51
(成果等)	51
第4章 空中写真撮影及び衛星画像の取得	51
第1節 空中写真撮影	51
(要旨)	51
(航空機、航空カメラ等)	51
(撮影計画)	52
(撮影の実施)	52
(航空カメラの使用)	53
(フィルムの使用)	53
(撮影の記録)	53
(フィルムの写真処理)	54
(点検及び再撮影)	54
(フィルムの編集)	55
(フィルム及び密着印画の収納)	55
(成果等)	55
第2節 画像データの準備	55
(要旨)	55
(衛星センサーの選定)	56

第5章 現地調査	56
(要旨)	56
(計画)	56
(予察)	56
(現地調査対象及び表示の基準)	57
(調査結果の整理)	58
(接合)	58
(成果等)	58
第6章 空中写真のA/D変換及び空中三角測量	58
第1節 空中写真のA/D変換	58
(要旨)	58
(機器)	59
(スキャニング)	59
(成果等)	59
第2節 空中三角測量 (アナログ画像方式)	59
(要旨)	59
(使用する機器)	59
(調整計算の方法)	60
(基準点等の配置)	60
(パスポイント及びタイポイント)	61
(機械座標の測定)	61
(内部標定)	62
(相互標定)	62
(独立モデル法によるブロック調整)	62
(バンドル法によるブロック調整)	63
(隣接ブロック間の接合)	63
(成果等)	63
第3節 空中三角測量 (デジタル画像方式)	64
(要旨)	64
(使用する機器)	64
(調整計算の方法)	64
(基準点等の配置)	64
(タイポイント)	65
(機械座標の測定)	65
(相互標定)	65
(独立モデル法によるブロック調整)	65
(バンドル法によるブロック調整)	65
(隣接ブロック間の接合)	65

(成果等)	66
第7章 数値図化	66
第1節 数値図化 (アナログ画像方式)	66
(要旨)	66
(解析図化機)	66
(取得する座標の単位)	66
(モニタリング)	67
(基準点座標等の入力及び展開)	67
(標定)	67
(数値図化の範囲)	67
(細部数値図化)	67
(分類コード)	68
(地形データの取得)	68
(標高点の選点)	68
(標高点の測定)	69
(他の測量方法によるデータの追加)	69
(出力図の作成)	69
(数値図化データの点検)	69
(成果等)	70
第2節 数値図化 (デジタル画像方式)	70
(要旨)	70
(デジタルステレオ図化機)	70
(取得する座標値の単位)	70
(数値図化の方法)	70
(分類コード)	70
(地形データの取得)	70
(標高点の選定)	71
(標高点の測定)	71
(細部数値図化データの取得)	71
(出力図の作成)	71
(数値図化データの点検)	71
(成果等)	71
第8章 数値編集	71
(要旨)	71
(数値図化データ及び現地調査データ等の入力)	72
(数値編集)	72
(接合)	72

(出力図の作成)	72
(点検)	72
第9章 現地補測及び補測数値編集	73
(要旨)	73
(実施)	73
(補測数値編集)	73
(出力図の作成)	73
(点検)	74
(成果等)	74
第10章 構造化編集	74
(要旨)	74
(構造化編集)	74
(点検)	74
(成果等)	74
第11章 データファイル作成	74
(要旨)	74
(実施)	75
(点検)	75
(説明書作成)	75
(成果等)	75
第12章 既成図数値化及び既成図修正	75
第1節 要旨	75
(要旨)	75
(用語の定義)	76
(使用する既成図の縮尺)	76
(成果の形式)	76
(座標値の単位等)	76
(工程別作業区分及び順序)	76
第2節 計測用基図作成	76
(要旨)	76
(計測用基図作成)	77
第3節 計測	77
(要旨)	77
(計測機器)	77
(デジタル計測)	77
(スキャナ計測)	78

第4節 編集.....	78
(要旨)	78
(編集)	78
(点検)	79
第5節 既成図修正.....	79
(要旨)	79
(修正の方法)	79
(実施)	79
第6節 データファイルの作成.....	80
(要旨)	80
(実施)	80
(説明書作成)	80
(出力図の作成)	80
(成果等)	80
第4編 アナログ方式による地形図作成作業.....	80
第1章 概説.....	80
(要旨)	80
(図式等)	81
(地形図の作成方式)	81
(工程別作業区分及び順序)	81
第2章 図化.....	81
(要旨)	81
(図化機)	81
(図郭線、パスポイント等の展開)	82
(標定)	82
(図化範囲)	82
(細部図化)	82
(接合)	83
(標高点の選定)	83
(標高点の測定)	83
(基準点資料図の作成)	83
(成果等)	84
第3章 編集.....	84
(要旨)	84
(編集素図の作成)	84

(注記資料図の作成)	84
(接合)	85
(基準点資料図の整理)	85
(整飾資料の整理)	85
(成果等)	86
第4章 現地補測	86
(要旨)	86
(実施)	86
(整理)	87
(地形図原図)	87
(成果等)	88
第5編 スクライブ法による原図作成作業.....	88
第1章 概説.....	88
(要旨)	88
(スクライブ製図の精度)	88
第2章 地形図製図原図.....	88
(要旨)	88
(工程別作業区分及び順序)	89
(準備)	89
(スクライブ製図)	89
(接合)	90
(整理)	90
(点検)	90
(成果等)	91
6編 地形図製版用フィルム作成及び印刷作業.....	91
第1章 概説.....	91
(要旨)	91
(工程別作業区分及び順序)	91
(精度)	91
第2章 製版.....	92
(要旨)	92
(校正図の作成)	92
(校正及び校正直し)	92

(製版用フィルムの作成)	92
(印刷版の作成)	93
(成果等)	93
第3章 地形図印刷.....	93
(要旨)	93
(点検)	93
(整理)	94
(成果等)	94

海外測量（基本図用）作業規程

第1編 総則

（目的）

第1条 この規程は、独立行政法人 国際協力機構（以下「機構」という。）が海外において実施する基本図用測量について、標準的な作業方法等を定めることにより、当該国の国情にあった適切な規格の実現に資するとともに必要な精度を確保することを目的とする。

（用語の定義）

第1条の2 この規程における用語の定義は、次の各号に定めるところによる。

- 一 「準則等」とは、「測量法第34条に定める作業規程の準則」及び作業規程の準則第17条の規定する国土地理院が定めた新しい測量技術による測量方法に関するマニュアルをいう。
- 二 「H18海外測量作業規程」とは、海外測量（基本図用）作業規程（平成18年12月、独立行政法人国際協力機構）をいう。
- 三 「成果等」とは、「測量成果」、「測量記録」及び「作業資料」をいい、その内容は次のとおりとする。
 - イ 測量成果 各工程別作業において最終目的として得た成果をいう。
 - ロ 測量記録 測量成果を得る過程において得た作業記録をいう。
 - ハ 作業資料 測量記録を得る過程において得た各種資料をいう。

（適用範囲）

第2条 この規程は、基準点測量、地形測量、写真測量及び三次元点群測量に適用する。

（測量の基準）

第3条 前条（適用範囲）に定める測量は、当該国が定める測地系（測地系名称並びに準拠楕円体、経緯度原点及び水準原点の地点及び数値）又は機構の指示に従って行うものとする。

（測量に使用する計量単位）

第3条の2 測量に使用する計量単位は、当該国が定める場合を除き日本国の計量法によるものとする。

（関係法令等の遵守等）

第4条 機構及び測量作業機関（以下「作業機関」という。）並びに作業に従事する者（以

下「作業者」という。)は、作業の実施に当たり、当該国の測量、財産権、知的財産権、労働、安全、交通、土地利用規制、環境保全、個人情報保護等に関する法令を遵守し、かつ、これらに関する社会的慣行を尊重しなければならない。

(作業計画)

第5条 機構は、得ようとする測量成果の種類、内容、構造、品質等を示す仕様書(以下「製品仕様書」という。)を定めなければならない。

製品仕様書は、「ISO 19131:2007, Amd.1:2011 「地理情報—データ製品仕様」(JIS X 7131 2014)」に準拠するものとする。

- 2 作業機関は、機構が指示した事項及び収集した資料に基づき調査業務に関する計画を立案し、文書を作成するものとする。
- 3 前2項の規定の文書は、機構に提出してその承認を得なければならない。また、これを変更しようとする場合も同様とする。

(工程管理)

第6条 作業機関は、前条(作業計画)に基づき、適切な工程管理を行わなければならない。

- 2 作業機関は、作業の進捗状況を随時機構に報告しなければならない。

(精度管理)

第7条 作業機関は、測定の正確さを確保するため、適切な精度管理を行い、この結果に基づいて精度管理表を作成し、機構に提出しなければならない。

- 2 作業機関は、各工程別作業の終了時、その他適切な時期にこの規程に定める点検を行わなければならない。
- 3 作業機関は、機構が指定した事項について、各工程別作業の終了後及び適宜作業の途中に速やかに点検測量を行わなければならない。
- 4 精度管理表の様式は、準則等に定めるものを標準とする。
- 5 点検測量率は、次を標準とする。

基準点測量	:	3%
水準測量	:	3%
地形測量及び写真測量	:	2%
三次元点群測量	:	5%

(機器の検定)

第8条 作業機関は、機構が指定する機器について、機構が指定する機関で検定を受けたものを使用することを標準とする。

- 2 作業者は、観測に使用する主要な機器について、作業前及び作業中に適宜点検を行い、

必要な調整をしなければならない。

(測量成果の検定)

第9条 作業機関は、機構が定めた成果等について、その提出前に機構が指定する機関による検定を受けることを標準とする。

(成果等の様式)

第9条の2 成果等の様式は、当該国の定める様式によることを原則とする。当該国の定める様式がない場合、準則等に定める様式を標準とする。

(機器等及び作業方法に関する特例)

第10条 作業機関は、この規程に定めるものと異なる機器等又は作業方法については、必要な精度の確保及び作業能率の維持に支障がないと、機構が承認した場合に限り、作業の一部に用いることができる。

2 この規程に定める作業の方法、基準、項目及び工程等は、機構が承認した場合に限り変更することができる。

(成果等の提出)

第11条 作業機関は、作業終了後、速やかに測量成果を第7条（精度管理）に規定する精度管理表にまとめた結果とともに機構に提出するものとする。

2 作業機関は、機構の指示がある場合には、測量記録及び作業資料を提出しなければならない。

3 機構は、前2項の規定により成果等の提出を受けたときは、速やかに当該成果等の精度、内容等进行检查しなければならない

第1編の2 測量の計画・実施

(要旨)

第12条 測量の計画・実施にあたっては、本規程第2編以降及び準則等の定めによる。

2 準則等の条文内の「計画機関」は、「機構」に読み替えるものとする。

3 本規程第2編以降は、「準則等」と「H18 海外測量作業規程」の矛盾点と対応方針をまとめた、「付表1 矛盾点総括表」及び「付表2 矛盾点と対応方針」に基づき、H18 海外測量作業規程の第2編以降の運用基準に必要な事項を加えたものである。

(付表1, 2の更新)

第13条 「準則等」の改正にあわせて、付表1及び付表2の見直しを行うものとする。

付表1 矛盾点総括表

項目 (作業規程の準則から本規程の第2条適用範囲に関する項目を抜粋)	準則等	H18 海外 測量作業 規程	本規程第2編以降 を適用すべき作業工程	付表2 参照 No.
第1編 総則	×	×	本規程の第1編を優先	01
第2編 基準点測量				
第1章 通則	○	—	—	
第2章 基準点測量	○	△	一部優先	02
第3章 レベル等による水準測量	○	△	一部優先	03
第4章 G N S S 測量機による水準測量	○	—		
第5章 復旧測量	○	—		
第3編 地形測量及び写真測量				
第1章 通則	○	△	一部優先	04
第2章 現地測量	○	—		
第3章 地上レーザ測量	○	—		
第4章 車載写真レーザ測量	○	—		
第5章 U A V 写真測量	○	—		
第6章 空中写真測量	○			
第1節 要旨	○			04
第2節 作業計画	○			
第3節 標定点の設置	○			
第4節 対空標識の設置	○			
第5節 撮影	○	△	第4章第1節、2節を併用	05
第6節 同時調整	○	△	第6章第2節、3節を併用	06
第7節 現地調査	○			
第8節 数値図化	○	△	第7章第1節を併用	07
第9節 数値編集	○			
第10節 補測編集	○			

上記付表1について、詳細は付表2を参照する。

○：各項目で○が付いている規程を優先して使用

△：作業規程の準則に規定の無い作業工程は、本規程第2編以降を優先して使用

×：使用しない項目

—：作業規程の準則及び本規程第2編以降に規定の無い項目

項 目 (作業規程の準則から本規程の第 2 条適用範囲に 関係する項目を抜粋)	準則等	H18 海外 測量作業 規程	本規程第 2 編以降 を適用すべき作業工程	付表 2 参照 No.
第 6 章 空中写真測量				
第 11 節 数値地形図データファイルの作成	○			09
第 12 節 品質評価	○			
第 13 節 成果等の整理	○			
準則には規定無し	—	○	第 10 章 構造化編集	08
第 7 章 既成図数値化	○	—		10
第 8 章 修正測量	○	△	一部優先	10
第 9 章 写真地図作成	○	—		
第 10 章 航空レーザ測量	○	—		
第 11 章 地図編集	○	—		
第 12 章 基盤地図情報の作成	○	—		
準則には規定無し	—	○	第 4 編 アナログ方式 による地形図作成作業	11
準則には規定無し	—	○	第 5 編 スクライブ法 による原図作成作業	11
準則には規定無し	—	○	第 6 編 地形図製版用 フィルム作成及び印刷 作業	11
第 4 編 三次元点群測量	○	—		

項 目 (国土地理院が定めた新しい測量技術による 測量方法に関するマニュアル)	準則等	H18 海外 測量作業 規程		
車載写真レーザ測量システムを用いた三次元 点群測量マニュアル (案)	○	—		
三次元点群データを使用した断面図作成マニ ュアル (案)	○	—		
UAV 搭載型レーザスキャナを用いた公共測量 マニュアル (案)	○	—		
マルチ GNSS 測量マニュアル (案)	○	—		

上記付表 1 について、詳細は付表 2 を参照する。

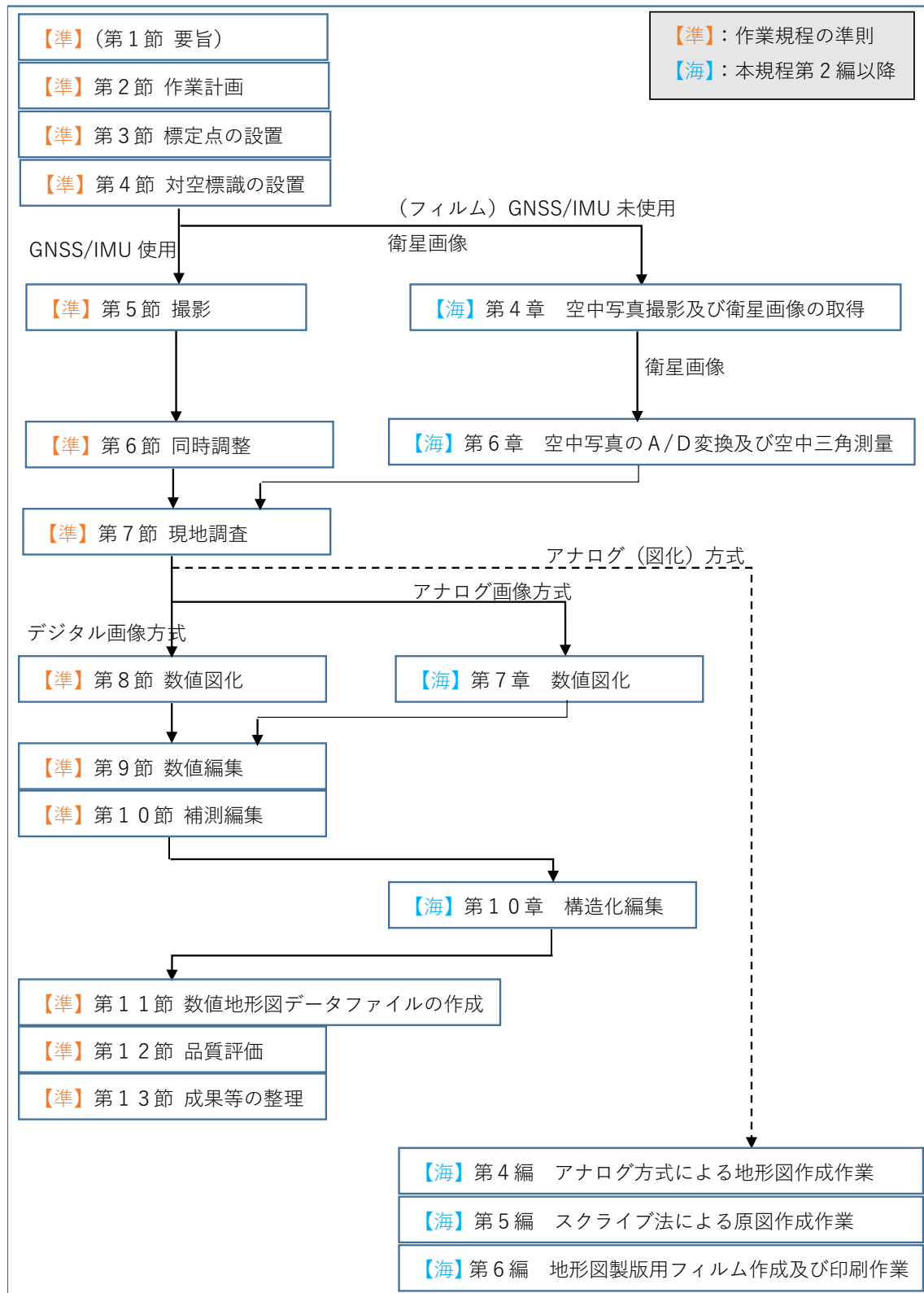
○：各項目で○が付いている規程を優先して使用

△：作業規程の準則に規定の無い作業工程は、本規程第 2 編以降を優先して使用

×：使用しない項目

－：作業規程の準則及び本規程第 2 編以降に規定の無い項目

次図は、空中写真測量について準則等と本規程第 2 編以降のどちらを適用すべきかを示すフロー図である。



空中写真測量 第6章 フロー図

付表2 矛盾点と対応方針

表では【準】は 作業規程の準則、【海】は 本規程第2編以降 を意味する。

No.	(編、章、節)	矛盾点						対応方針	対応根拠																					
		H18 海外測量作業規程			準則																									
01	全編共通 <u>(【海】第1編 総則)</u> <u>(【準】第1編 総則)</u>							本規定の第1篇を適用する。																						
02	<u>【海】第2編 基準点測量</u> 第2章 基準点測量 <u>【準】第2編 基準点測量</u> 第2章 基準点測量	基準点区分が異なる。 <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>海外</td> <td>1級</td> <td>2級</td> <td>3級</td> <td colspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>準則</td> <td colspan="2">-</td> <td>1級</td> <td>2級</td> <td>3級</td> <td>4級</td> </tr> <tr> <td>測点間距離 (既知点間距離)</td> <td>30,000 (m)</td> <td>10,000 (m)</td> <td>4,000 (m)</td> <td>2,000 (m)</td> <td>1,500 (m)</td> <td>500 (m)</td> </tr> </table>						海外	1級	2級	3級	-			準則	-		1級	2級	3級	4級	測点間距離 (既知点間距離)	30,000 (m)	10,000 (m)	4,000 (m)	2,000 (m)	1,500 (m)	500 (m)	点間距離 4,000m 以下の場合は【準】を適用する。4,000m を超える場合は【海】1級及び2級の区分を標準とする。	最新技術を最大限利用できるように矛盾する項目は準則を標準とする。 準則に規定されていない項目は、本規程第2編以降を標準とする。
海外	1級	2級	3級	-																										
準則	-		1級	2級	3級	4級																								
測点間距離 (既知点間距離)	30,000 (m)	10,000 (m)	4,000 (m)	2,000 (m)	1,500 (m)	500 (m)																								

No.	(編、章、節)	矛盾点					対応方針	対応根拠																						
		H18 海外測量作業規程		準則																										
03	<p>【海】第2編 基準点測量 第3章 水準測量</p> <p>【準】第2編 基準点測量 第3章 水準測量</p>	<p>水準区分が異なる。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>海外</th> <th>1級</th> <th colspan="2">2級</th> <th colspan="3">3級</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>準則</td> <td colspan="2">-</td> <td>1級</td> <td>2級</td> <td>3級</td> <td>4級</td> <td>簡易</td> </tr> <tr> <td>路線長</td> <td>400 k m以下</td> <td>200 k m以下</td> <td>150 k m以下</td> <td colspan="3">50 k m以下</td> </tr> </tbody> </table>					海外	1級	2級		3級			準則	-		1級	2級	3級	4級	簡易	路線長	400 k m以下	200 k m以下	150 k m以下	50 k m以下			<p>路線長が 150km 以下の場合は【準】を適用する。150km を超える場合は【海】1 級及び 2 級の区分を標準とする。</p>	<p>最新技術を最大限利用できるように矛盾する項目は準則を標準とする。</p> <p>準則に規定されていない項目は、本規程第2編以降を標準とする</p>
海外	1級	2級		3級																										
準則	-		1級	2級	3級	4級	簡易																							
路線長	400 k m以下	200 k m以下	150 k m以下	50 k m以下																										
04	<p>【海】第3編 デジタル方式による地形図作成作業 第1章 概説</p> <p>【準】第3編 地形測量及び写真測量 第1章 通則 及び 第6章 空中写真測量</p>					<p>【準】を標準とする。ただし、「地形図の精度」「図式等」「数値地形図のデータ」については下記のとおりとする。</p>	<p>最新技術を最大限利用できるように矛盾する項目は準則を標準とするが、準則が海外の事情に適さない項目は本規程第2編以降を標準とする</p>																							

第1節 要旨	<ul style="list-style-type: none"> ・地図情報レベルを 2500 (1/2,500) ~100000 (1/100,000) まで規定 ・地形図の精度は、次表を標準とする。ただし、数値地形図の水平位置の精度は地図情報レベル相当縮尺における精度とする。 <table border="1" data-bbox="544 427 1055 655"> <thead> <tr> <th colspan="2">区 分</th> <th>精度 (標準偏差)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">各種地物の水平位置</td> <td>図上 0.7 mm以内</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">標 高</td> <td>標高点</td> <td>等高線間隔の 1/3 以内</td> </tr> <tr> <td>等高線</td> <td>等高線間隔の 1/2 以内</td> </tr> </tbody> </table>	区 分		精度 (標準偏差)	各種地物の水平位置		図上 0.7 mm以内	標 高	標高点	等高線間隔の 1/3 以内	等高線	等高線間隔の 1/2 以内	<ul style="list-style-type: none"> ・地図情報レベルを 250 (1/250) ~10000 (1/10,000) まで規定 ・数値地形図データの位置精度及び地図情報レベルは、次表を標準とする。 <table border="1" data-bbox="1108 352 1637 770"> <thead> <tr> <th>地図情報レベル</th> <th>水平位置の標準偏差</th> <th>標高点の標準偏差</th> <th>等高線の標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>250</td> <td>0.12m以内</td> <td>0.25m以内</td> <td>0.5m以内</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>0.25m以内</td> <td>0.25m以内</td> <td>0.5m以内</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>0.70m以内</td> <td>0.33m以内</td> <td>0.5m以内</td> </tr> <tr> <td>2500</td> <td>1.75m以内</td> <td>0.66m以内</td> <td>1.0m以内</td> </tr> <tr> <td>5000</td> <td>3.50m以内</td> <td>1.66m以内</td> <td>2.5m以内</td> </tr> <tr> <td>10000</td> <td>7.00m以内</td> <td>3.33m以内</td> <td>5.0m以内</td> </tr> </tbody> </table>	地図情報レベル	水平位置の標準偏差	標高点の標準偏差	等高線の標準偏差	250	0.12m以内	0.25m以内	0.5m以内	500	0.25m以内	0.25m以内	0.5m以内	1000	0.70m以内	0.33m以内	0.5m以内	2500	1.75m以内	0.66m以内	1.0m以内	5000	3.50m以内	1.66m以内	2.5m以内	10000	7.00m以内	3.33m以内	5.0m以内	<p>「地形図の精度」は、【準】を標準とし、レベル 10000 を超える場合は、【海】を用いる。ただし、地形図の目的や当該国の定め等で、「地図情報レベル」と「位置精度」が一致するとは限らないため、目安として使用する。</p>	とする。 準則に規定されていない項目は、本規程第 2 編以降を標準とする。
	区 分		精度 (標準偏差)																																								
	各種地物の水平位置		図上 0.7 mm以内																																								
標 高	標高点	等高線間隔の 1/3 以内																																									
	等高線	等高線間隔の 1/2 以内																																									
地図情報レベル	水平位置の標準偏差	標高点の標準偏差	等高線の標準偏差																																								
250	0.12m以内	0.25m以内	0.5m以内																																								
500	0.25m以内	0.25m以内	0.5m以内																																								
1000	0.70m以内	0.33m以内	0.5m以内																																								
2500	1.75m以内	0.66m以内	1.0m以内																																								
5000	3.50m以内	1.66m以内	2.5m以内																																								
10000	7.00m以内	3.33m以内	5.0m以内																																								
<ul style="list-style-type: none"> ・数値地形図の図式、投影図法、図郭の大きさ、等高線間隔、データファイル仕様等は、当該国の定めによることを原則とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・数値地形図データの図式は、目的及び地図情報レベルに応じて適切に定める。 ・地図情報レベルに応じて【準】付録や基本測量の図式を使用することを標準とする。 	<p>「図式等」について、当該国の定めがない場合は、【準】を参考とする。</p>																																									
<ul style="list-style-type: none"> ・数値地形図のデータは、構造化データ及び地形図データに分類する。 	該当なし	<p>「数値地形図のデータ」は、【海】を標準とする。</p>																																									

No.	(編、章、節)	矛盾点		対応方針	対応根拠
		H18 海外測量作業規程	準則		
05	<p>【海】第3編 デジタル方式による地形図 作成作業 第4章 空中写真撮影及び衛星画像の 取得</p> <p>【準】第3編 地形測量及び写真測量 第6章 空中写真測量 第5節 撮影</p>	<p>・GNSS/IMU未使用のフィルムカメラによる撮影及び、衛星画像データの準備について規定。</p>	<p>・GNSS/IMU使用のフィルムカメラ及びGNSS/IMU使用のデジタルカメラによる撮影について規定。</p>	<p>【準】を標準とする。</p> <p>GNSS/IMU未使用のフィルムカメラによる撮影は、【海】を標準とする。</p> <p>衛星画像データの準備は、【海】を標準とする。</p>	<p>最新技術を最大限利用できるように矛盾する項目は準則を標準とする。</p> <p>準則に規定されていない項目は、本規程第2編以降を標準とする。</p>

No.	(編、章、節)	矛盾点		対応方針	対応根拠
		H18 海外測量作業規程	準則		
06	<p>【海】第3編 デジタル方式による地形図 作成作業 第6章 <u>空中写真のA/D変換及び空 中三角測量</u></p> <p>【準】第3編 地形測量及び写真測量 第6章 空中写真測量 第6節 <u>同時調整</u></p>	<p>・GNSS/IMU未使用のフィルムカメラ及び 衛星画像データの空中三角測量(同時調整) について規定</p>	<p>・GNSS/IMU使用のフィルムカメラ及び GNSS/IMU使用のデジタルカメラによる 同時調整(空中三角測量)について規定。</p>	<p>【準】を標準とする。 GNSS/IMU未使用のフ ィルム航空カメラによる 撮影データおよび衛星画 像データの空中三角測量 は【海】を標準とする。</p>	<p>最新技術を最 大限利用でき るように矛盾 する項目は準 則を標準とす る。 準則に規定さ れていない項 目は、本規程 第2編以降を 標準とする。</p>
07	<p>【海】第3編 デジタル方式による地形図 作成作業 第7章 <u>数値図化</u></p> <p>【準】第3編 地形測量及び写真測量 第6章 空中写真測量 第8節 <u>数値図化</u></p>	<p>・アナログ画像方式及びデジタル画像方 式の数値図化について規定。</p>	<p>・デジタル画像方式の数値図化につい て規定。</p>	<p>【準】を標準とする。 アナログ画像方式の数値 図化については【海】を標 準とする。 ただし、「取得する座標の 単位」「分類コード」「標高 点の測定」については下 記のとおりとする。</p>	<p>最新技術を最 大限利用でき るように矛盾 する項目は準 則を標準とす るが、準則が 海外の事情に 適さない項目 は本規程第2 編以降を標準</p>

		<p>・取得する座標の単位が異なる。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">地図情報レベル</th> <th>250</th> <th>500</th> <th>1000</th> <th>2500</th> <th>5000</th> <th>10000</th> <th>25000 以上</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">取得する座標の 単位 (m)</td> <td>【海 】</td> <td colspan="3">-</td> <td colspan="2">0.01</td> <td>0.1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>【準 】</td> <td colspan="3">0.01</td> <td colspan="2">0.01</td> <td>0.01</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	地図情報レベル		250	500	1000	2500	5000	10000	25000 以上	取得する座標の 単位 (m)	【海 】	-			0.01		0.1	1	【準 】	0.01			0.01		0.01	-	<p>「取得する座標の単位」は、【準】を標準とし、レベル 10000 を超える場合は、【海】を用いる。</p>	<p>とする。</p> <p>準則に規定されていない項目は、本規程第 2 編以降を標準とする。</p>
地図情報レベル		250	500	1000	2500	5000	10000	25000 以上																						
取得する座標の 単位 (m)	【海 】	-			0.01		0.1	1																						
	【準 】	0.01			0.01		0.01	-																						
		<p>分類コードは、図式等（当該国の定めによることを原則）で定められたその種類を表すための分類コードを付す。</p>		<p>分類コードは、付録の数値地形図データ取得分類基準を標準とする。</p>			<p>「分類コード」について、当該国の定めがない場合は、【準】を参考とする。</p>																							
		<p>・標高点の測定の点検値較差の許容範囲についてレベル 2500~100000 まで規定。</p> <p>・較差が許容範囲を超える場合は、再度、標高点の選定及び測定を行う。</p>		<p>・標高点の測定の点検値較差の許容範囲についてレベル 500~10000 まで規定。</p> <p>・較差が許容範囲を超える場合は、更に 1 回の測定を行い、3 回の測定値の平均値を採用する。</p>			<p>「標高点の測定」は、【準】を標準とし、レベル 10000 を超える場合は、【海】を用いる。</p> <p>ただし、較差が許容範囲を超える場合の処置は、【準】を標準とする。</p>																							
08	<p>【海】第 3 編 デジタル方式による地形図 作成作業 第 10 章 構造化編集</p>	<p>・構造化編集について規定。</p>		<p>・該当なし</p>			<p>【海】を標準とする。</p>	<p>準則に規定されていないため、本規程第 2 編以降を標準とする。</p>																						

No.	(編、章、節)	矛盾点		対応方針	対応根拠
		H18 海外測量作業規程	準則		
09	<p>【海】 第 3 編 デジタル方式による地形図 作成作業 <u>第 11 章</u> <u>データファイル作成</u></p> <p>【準】 第 3 編 地形測量及び写真測量 第 6 章 空中写真測量 <u>第 11 節</u> <u>数値地形図データファイルの 作成</u></p> <p><u>第 12 節 品質評価</u> 及び <u>第 13 節</u> <u>成果等の整理</u></p>	<p>・地形図データファイル及び構造化データ ファイルについて規定。</p>	<p>・記載なし</p>	<p>「構造化データファイ ル」を作成する場合は、 【海】 を標準とする。</p>	<p>準則に規定さ れていない項 目は、本規程 第 2 編以降を 標準とする。</p>

No.	(編、章、節)	矛盾点		対応方針	対応根拠
		H18 海外測量作業規程	準則		
10	<p>【海】第3編 デジタル方式による地形図 作成作業</p> <p>第12章 既成図数値化及び既成図修正</p> <p>【準】第3編 地形測量及び写真測量</p> <p>第7章 既成図数値化 及び 第8章 修正測量</p>	<p>・アナログ写真測量による既成図修正（修正測量）の規定を記載。</p>	<p>・アナログ写真測量による修正測量について記載なし。</p>	<p>【準】を標準とする。 ただし、「アナログ写真測量による既成図修正」の場合は、【海】を用いる。</p>	<p>最新技術を最大限利用できるように矛盾する項目は準則を標準とする。 準則に規定されていない項目は、本規程第2編以降を標準とする。</p>
11	<p>【海】第4編 アナログ方式による地形図作成作業</p> <p>第5編 スクライプ法による原図作成作業 及び 第6編 地形図製版用フィルム作成及び印刷作業</p>	<p>「アナログ方式による地形図作成作業」「スクライプ法による原図作成作業」及び「地形図製版用フィルム作成及び印刷作業」について規定。</p>	<p>・記載なし</p>	<p>【海】を標準とする。</p>	<p>準則に規定されていないため、本規程第2編以降を標準とする。</p>

第2編 基準点測量

第1章 概説

(要旨)

第14条 基準点測量とは、既知点に基づき、新点の位置を定める作業をいう。

- 2 基準点とは、測量の基準とするために設置された標識であって、位置に関する数値的な成果を有するものをいう。
- 3 既知点とは、既設の基準点であって、基準点測量の実施に際してその成果が与件として用いられるものをいう。
- 4 新点とは、基準点測量により新設される基準点をいう。

(基準点測量の区分)

第15条 基準点測量は、狭義の基準点測量（以下「基準点測量」という。）と水準測量に区分する。

- 2 基準点測量によって設置されるものを狭義の基準点（以下「基準点」という。）という。
- 3 水準測量によって設置されるものを水準点という。

第2章 基準点測量

第1節 要旨

(要旨)

第16条 基準点測量とは、既知点に基づき、新点の水平位置及び標高を定め、成果表を作成する作業をいう。

- 2 基準点測量は、既知点の種類及び測点間の距離並びに観測の相対精度に応じて1級基準点測量、2級基準点測量及び3級基準点測量に区分する。

<第16条 運用基準>

既知点の種類、測点間の距離、観測の相対精度は、次表を標準とする。

なお、測点間の距離が4km以下の場合は「作業規程の準則」を適用する。

区 分	既知点の種類	測点間の距離	観測の相対精度
1級基準点測量	1級基準点以上	30 km	3×10^{-6}
2級基準点測量	1・2級基準点	10 km	1×10^{-5}
3級基準点測量	1～3級基準点	4 km	2.5×10^{-5}

(基準点測量の方式)

第17条 基準点測量は、GPS 測量方式又は多角測量方式により行うものとする。

- 2 GPS 測量方式とは、GPS を使用する測量方式をいう。
- 3 多角測量方式とは、光波測距儀、セオドライト等を用い、多角網を形成して行う測量方式をいう。

(工程別作業区分及び順序)

第18条 工程別作業区分及び順序は、次のとおりとする。

- (1) 計画
- (2) 選点
- (3) 測量標の設置
- (4) 観測
- (5) 計算
- (6) 成果等の整理

第2節 計画

(要旨)

第19条 計画は第5条(調査業務計画)の規定によるほか、各測量方式の特徴を考慮し、立案するものとする。

- 2 新点は、地図等で概略位置を検討し、平均計画図を作成するものとする。
- 3 1級基準点測量及び2級基準点測量は、原則としてGPS 測量方式によるものとする。
- 4 3級基準点測量は、多角測量方式又はGPS 測量方式によるものとする。

<第19条 運用基準>

1. 計画立案においては、測量方法、使用器材、要員、作業工程、地形、交通路、既知点の配置等を考慮する。
2. GPS 測量方式は、既知点と新点又は新点と新点を結合して基線ベクトルにより測量網を構成する。
3. GPS 測量方式では、GPS 衛星の作動状態(Health Status)及び衛星の飛来情報(Visibility)を考慮する。
4. 多角測量方式は、結合多角網を構成する。ただし、当該国の既知点を用いる場合は、既知点間の検測を行い、既知点の精度を検証する。この場合、多角測量方式で行う基準点測量にあっても、GPS 測量方式により検測を行うことができる。

(基準点網の形成)

第20条 測量網及び結合多角網(以下「基準点網」という。)は、図形の強さを考慮して形成するものとする。

- 2 基準点網の形成に当たっては、必要に応じて、水準点から基準点への標高決定を行うもの

とする。

<第20条 運用基準>

1. 標高決定は、次の測量方法により実施する。
 - 1) 直接水準測量
 - 2) 距離と鉛直角による間接水準測量
 - 3) 間接水準測量と直接水準測量との併用
 - 4) GPS 測量
2. 前項各号による測量は、最寄りの水準点に基づいて行う。

第3節 選点

(要旨)

第21条 選点とは、平均計画図に基づいて、現地において既知点の現況を調査するとともに、新点の設置に必要な条件及び配点密度を考慮して位置を選定し、併せて地形、植生その他現地の状況に適合した測量の手段を定める作業をいう。

(選点の実施)

第22条 新点は、後続作業、標識の保全等を考慮し、適切な位置に選定するものとする。

<第22条 運用基準>

1. GPS 測量方式は、次のとおりとする。
 - 1) 新点は、原則として人為的な電波障害及び地物、植生等の影響を受けない場所に選点する。
 - 2) 上空の視界は、全方向について高度角 15 度以上を確保することを標準とする。
 - 3) 既知点及び新点において、GPS 衛星からの電波の受信障害等がある場合には、偏心点の設置又は障害物の伐除を行う。
2. 多角測量方式は、次のとおりとする。
 - 1) 基準点網は、2 点以上の既知点を用いた任意の図形とし、既知点においては方向角の取り付け観測を行う。ただし、現地の状況等によっては、方向角の取り付けを省略することができる。
 - 2) 1 路線（既知点～他の既知点、既知点～交点、又は交点～他の交点）の辺数は、6 以下とする。
3. 偏心点は、 $e < 0.10 \times S$ となる場所に設ける。ただし、 S は偏心計算に用いる距離、 e は偏心距離とする。
4. 基準点網の外周において、隣接する既知点を結ぶ線の外側に新点を選点する場合は、同線から 40 度以内を標準とする。

(平均図等の作成)

第23条 選点図は、選点した新点及び既知点の位置を地図等に記入して作成するものとする。

- 2 平均図は、選点図に基づき、図形の強さを考慮して作成するものとする。
- 3 観測図は、平均図に基づき、観測の実施計画を明示して作成するものとする。

<第23条 運用基準>

1. 選点図は、選点した新点、既知点及び観測点に偏心がある場合の偏心点の位置を記入して作成する。
2. 多角測量方式の選点図には、すべての視通線及び観測点を記入する。
3. GPS 測量方式の観測図は、同時に複数の GPS 測量機を用いて、定められたデータ取得間隔で連続して行われる観測（以下「セッション」という。）の組み合わせ状況、偏心点等を表示する。
4. GPS 観測は、既知点及び新点を結合する多角路線が閉じた多角形を形成させ、次のいずれかにより行う。
 - 1) 異なるセッションの組み合わせによる点検のための多角形を形成する。
 - 2) 異なるセッションによる点検のため、1 辺以上の重複観測を行う。

第4節 測量標の設置

(要旨)

第24条 測量標の設置とは、新点等の位置に永久標識又は一時標識を設ける作業をいう。

(永久標識及び一時標識)

第25条 新点には、原則として永久標識を埋設し、必要に応じて保護施設を設けるものとする。

- 2 既知点、新点等には、必要に応じて一時標識を設置するものとする。

<第25条 運用基準>

1. 永久標識は、当該国の定める規格及び形状に従って埋設する。
2. 当該国の定めがない場合は、当該国と協議して定める。

(点の記)

第26条 点の記は、設置した永久標識及び使用した基準点、水準点について作成するものとする。

<第26条 運用基準>

1. 点の記は、当該国の定める様式により作成する。
2. 当該国の定めがない場合は、当該国と協議して定める。

第5節 GPS 測量方式による観測及び計算

(要旨)

第27条 GPS 測量方式による観測とは、GPS 衛星からの電波を受信し、位相データ等を記録する作業（以下「GPS 観測」という。）をいう。

2 計算とは、新点の水平位置、標高及びこれらに関連する諸要素の計算を行い、成果表等を作成する作業をいう。

(測量機器の性能等)

第28条 観測に使用する主要な機器は、次表に掲げるもの、又はこれに相当するものとする。

GPS 測量機(2周波)	$\pm(5\text{mm}+1\text{ppm}\cdot D)$	1・2級基準点測量
GPS 測量機(1周波)	$\pm(10\text{mm}+2\text{ppm}\cdot D)$	3級基準点測量

D：測定距離（km）

(機器の点検、調整)

第29条 使用する機器は、作業前に所定の方法により機能点検を行い、必要に応じて調整を行うものとする。

2 作業期間中においても、必要に応じて適宜機能点検等を行うものとする。

<第29条 運用基準>

GPS 測量機の機能点検は、次の方法により行う。

- ア. 光学求心装置が正常であること。
- イ. デジタル表示が正常であること。
- ウ. アンテナケーブルが正常であること。
- エ. コネクターが正常であること。
- オ. 電源の電圧が規定値内であること。

(GPS 観測)

第30条 GPS 観測は、静的干渉測位方式（以下「スタティック方式」という。）等で行うものとする。

2 GPS 観測は、観測図に基づきセッション単位で行うものとする。

<第30条 運用基準>

- 1. 標高決定の取り付け観測において、距離が500m以下の場合、楕円体高の差を高低差として使用できる。
- 2. 観測は、1つのセッションを1回行う。

3. アンテナ高は、cm位まで測定する。
4. 観測時間等は、次表のとおり実施する。

区 分	観 測 時 間	データ取得間隔
1 級基準点測量	60 分以上	30 秒以内
2 級基準点測量	20 分以上	15 秒以内
3 級基準点測量	10 分以上	15 秒以内

5. GPS 衛星の作動状態、飛来情報等を考慮し、片寄った配置での使用は避ける。
6. GPS 衛星の受信高度角は、15 度以上を標準とする。ただし、上空視界の困難な場合は、受信高度角を 30 度まで緩和することができる。
7. GPS 衛星の数は、共通の衛星を同時に 4 個以上使用する。

(偏心要素の測定)

第 3 1 条 観測点において偏心がある場合には、所定の方法により偏心要素の測定を行うものとする。

<第 3 1 条 運用基準>

1. 偏心要素の測定は、前条 (GPS 観測) 又は第 4 2 条 (偏心要素の測定) 運用基準の規定を準用する。
2. 偏心点で偏心要素のための零方向の視通がとれない場合には、方位標を設置する。
 - 1) 方位標までの距離は、偏心距離の 4 倍以上で、かつ、100m を最小限度とする。
 - 2) 方位標は、GPS 観測におけるスタティック方式等により設置することができるものとし、観測時間等は、次のとおりとする。

区 分	観測時間	データ取得間隔	使用する GPS 衛星
スタティック	30 分以上	30 秒以内	同時に 4 個以上
短縮 スタティック	10 分以上	15 秒以内	同時に 5 個以上
キネマティック	1 分以上	1 秒	同時に 5 個以上

(基線解析計算)

第 3 2 条 基線解析計算は、GPS 衛星から取得した位相データ等を用いて、観測点間の三次元的相対位置関係及びこれらに関連する諸要素を計算し、その結果は次表に掲げる位まで表示するものとする。

項 目	単 位	位
基線ベクトル成分	m	0.001

<第32条 運用基準>

1. 基線解析計算は、次の方法により実施する。
 - 1) GPS 衛星の軌道要素は、原則として放送暦を用いる。
 - 2) 基線解析の固定点に用いる観測点の緯度、経度及び楕円体高は、ほぼ正確なWGS 84 楕円体上の値を初期値とする。以後の基線解析は、計算によって得られるWGS 84 楕円体上の値を順次入力して使用することを標準とする。
 - 3) 解析の方法は、セッションごとの単一基線解析により、観測点間の基線ベクトルを算出する。
 - 4) 基線解析に使用する高度角は、観測時に GPS 測量機に設定した受信高度角とする。
 - 5) 気象要素の補正は、基線解析ソフトウェアの標準大気による。
 - 6) サイクルスリップの編集は、原則として基線解析ソフトウェアによる自動編集とする。

(点検計算及び再測)

第33条 点検計算は、基線解析計算終了後に行い、許容範囲を超えた場合、再測を行うか、又は機構の指示により適切な措置を講ずるものとする。

<第33条 運用基準>

1. 観測値の点検は、次のいずれかの方法により行う。
 - 1) 点検路線は、異なるセッションの組み合わせによる最小辺数の多角形を選定し、基線ベクトルの各成分 (ΔX 、 ΔY 、 ΔZ) の環閉合差を計算する。
 - 2) 重複する基線ベクトルの各成分を比較点検する。
2. 点検計算の許容範囲は、次表のとおりとする。

基線ベクトルの各成分の環閉合差	$45 \text{ mm} \sqrt{N}$ (N: 辺数)
重複する基線ベクトルの各成分の較差	45mm

(平均計算等)

第34条 平均計算は、点検計算の終了後、三次元網平均計算を行って新点の水平位置及び標高を求めるものとする。

- 2 平均計算に使用するプログラムは、あらかじめ、機構の承認を受けなければならない。

<第34条 運用基準>

1. 計算は、次表に掲げる桁まで算出する。

項目	単位	位
経緯度	度分秒	0.0001
楕円体高	m	0.001
角度の値	度分秒	1
辺の長さ	m	0.001

2. 既知点1点を固定する三次元網平均計算（以下「仮定三次元網平均計算」という。）を次のとおり行う。

1) 仮定三次元網平均計算の重量（P）は、基線解析により求められた分散・共分散行列の逆行列を用いる。

2) 仮定三次元網平均計算による許容範囲は、次のいずれかによる。

ア. 基線ベクトルの各成分による許容範囲は、次表のとおりとする。

項目	1級基準点測量	2級基準点測量	3級基準点測量
基線ベクトルの各成分の偏差	45 mm		
水平位置の閉合差	$\Delta S = 10\text{cm} + 4\text{cm}\sqrt{N}$ ΔS : 既知点の成果値と仮定三次元網平均計算結果から求めた距離 N : 既知点までの最短辺数		
ジオイド傾斜量	20 cm + 10 cm · S を標準とする。 S:球面距離 (km)		

イ. 方位角、斜距離、楕円体比高による場合の許容範囲

項目	1級基準点測量	2級基準点測量	3級基準点測量
方位角の偏差	1 秒	3 秒	7 秒
斜距離の偏差	20mm + 4ppm · D D:測定距離 (km)		
楕円体比高の偏差	30mm + 4ppm · D D:測定距離 (km)		
水平位置の閉合差	$\Delta s = 10\text{cm} + 4\text{cm}\sqrt{N}$ Δs : 既知点の成果値と仮定三次元網平均計算結果から求めた距離 N : 既知点までの最短辺数		
ジオイド傾斜量	20cm + 10cm · S を標準とする		

3. 既知点3点以上を固定する三次元網平均計算は、次のとおり行う。ただし、異常な既知点がある場合は、固定点から除くものとする。

1) 新点の標高決定は、次のいずれかの方法による。

- ア. 鉛直線偏差を未知量とし、三次元網平均計算により求める。
 - イ. GPS 観測と水準測量等により、局所ジオイドモデルを求めジオイド高を補正する。
- 2) 三次元網平均計算の重量 (P) は、基線解析で求められた分散・共分散行列の逆行列を用いる。
- 3) 三次元網平均計算による許容範囲は、次表のとおりとする。ただし、許容範囲を超えたものについては、観測値及び計算過程を検討し、機構の指示を受ける。

区 分	1 級基準点測量	2 級基準点測量	3 級基準点測量
項 目			
新点水平位置の標準偏差	10 cm		
新点標高の標準偏差	20 cm		

第 6 節 多角測量方式による観測及び計算

(要旨)

第 3 5 条 多角測量方式による観測及び計算とは、セオドライト、光波測距儀等を用いて、観測点間の水平角及び鉛直角並びに距離を測定し、既知点に基づき新点の水平位置及び標高を定め、成果表を作成する作業をいう。

(測量機器の性能等)

第 3 6 条 観測に使用する主要な機器は、次表に掲げるもの、又はこれらに相当するものとする。

測量機器	性 能
光波測距儀	±(5mm + 2ppm・D) 測定可能距離 6km
セオドライト	最小読定値 1"
温 度 計	最小目盛り 1°Cの通風乾湿計
気 圧 計	最小目盛り 2hPa
レベル及び 標尺	レベル 主気泡管感度 40"/ 2mm 標 尺 木製目盛り (箱尺を除く)

(機器の点検、調整)

第 3 7 条 使用する機器は、作業前に所定の方法により機能点検を行い、必要に応じて調整を行うものとする。

2 作業期間中においても、必要に応じて適宜機能点検を行うものとする。

<第37条 運用基準>

1. 測距儀は、次に示す機能点検を行う。
 - ア. 光学求心装置が正常であること。
 - イ. デジタル表示が正常であること。
 - ウ. 受光感度、電源電圧等を示す値が当該測距儀の取扱説明書に示されている正常値の範囲内であること。
2. セオドライトは、次の各号に示す点検を行う。
 - 1) 機能点検
 - ア. 光学求心装置が正常であること。
 - イ. 各軸の回転が円滑であること。
 - ウ. 気泡管調整機構が正常で、気泡の移動が滑らかであること。
 - エ. 望遠鏡視度調整機能が正常で、観測中に視度が変わらないこと。
 - オ. 水平角及び鉛直角の読取り装置が正常で、角度を正しく読取ることができること。
 - カ. 自動補正装置の機能が正常に作動すること。
 - 2) 水平角観測による点検
 - ア. セオドライトと目標がほぼ同じ高さで、一定の夾角をもつ3方向について観測する。
 - イ. 観測は、1視準、1読定を2回とする。
 - ウ. 観測のセット数は、3対回を1セットとした2セットとする。
 - エ. 観測の許容範囲は、次表のとおりとする。ただし、セット間較差は各セットの平均値の差とする。

倍角差	観測差	セット間較差	指標に合致させる目盛
11"	7"	4"	(0°、60°、120°)(30°、90°、150°)

- 3) 鉛直角観測による点検
 - ア. 観測は、1視準、1読定を2回とする。
- イ. 観測する方向は、3個の異なった目標とする。
 - ウ. それぞれの目標については、1対回の観測を行う。
 - エ. 高度定数の較差は、10秒以内とする。

(距離及び気象要素の測定)

第38条 距離の測定は、所定のセット数を行うものとする。

2 気象要素は、気温及び気圧とし、要素の測定は、器械点において行うものとする。

<第38条 運用基準>

1. 距離の測定は、次により行う。
 - 1) 測定要領は、次表のとおりとする。ただし、視準はセットごとに再視準を行う。

測定法	直読方式
1セット内の測定回数	3測定
1セットの測定時間	5分以内
セット数	2セット
各セットの測定間隔	5分以上

- 2) 測定値の許容範囲は、次による。
 - ア. 直読方式の光波測距儀におけるセット内の較差は、30 mm以内を標準とする。
 - イ. 気象補正後の測定値のセット間較差は、50 mm以内とする。
2. 気象要素の測定は、次により行う。
 - 1) 気象要素は、各セットの開始時及び終了時に測定する。
 - 2) 気温の測定は、次により行う。
 - ア. 温度計は地物、植生及び地面から離し、輻射熱の影響がなく、距離測定に適した位置に設置する。
 - イ. 温度計は、水銀切れがないことを確認する。
 - 3) 気圧の測定は、次により行う。
 - ア. 気圧計に強い衝撃を与えたときは、器差の点検を行う。
 - イ. 長時間にわたり直射日光をあてたとき、又は外気と大きな温度差のある場所から取り出したときは、気温になじむ時間を経過させてから測定する。
 - ウ. 測定した気圧は、器械点の標高から求めた気圧と比較し、大きな差のないことを確認する。
 - 4) 反射点の気温及び気圧は、必要に応じて所定の計算式を用いて求める。

(水平角の観測)

第39条 水平角の観測は、方向観測法により所定の対回数を行うものとする。

<第39条 運用基準>

1. 水平角の観測は、次により行う。
 - 1) 1方向に対して、1視準1読定を2回とする。
 - 2) 一組の観測方向数は、5以内とする。
 - 3) 零方向は、その点の一組の観測方向のうち、視準が容易でかつ平均距離及び観測点

の標高に近い方向とする。

- 4) 観測対回数は2とし、指標に合致させる目盛は0度、90度とする。
 - 5) 視準目標は、回光又は回照を原則とする。
2. 観測値の許容範囲は、次表のとおりとする。

倍角差	観測差
15"	8"

(鉛直角の観測)

第40条 鉛直角の観測は、所定の対回数を行うものとする。

2 正反両方向を同時に観測することを原則とする。

<第40条 運用基準>

1. 鉛直角の観測は、次により行う。
 - 1) 1方向に対し、1視準1読定を4回とする。
 - 2) 1対回の観測を1セットとし、2セット行う。
 - 3) 視準目標は、回光又は回照を原則とする。
2. 観測値の許容範囲は、次のとおりとする。
 - 1) 高度定数の差は、10秒以内とする。
 - 2) 1セットの正方向及び反方向の平均値と、他の1セットの正方向及び反方向の平均値とのセット間較差は5秒以内とする。

(標高の取り付け観測)

第41条 標高の取り付けは、直接水準測量又は間接水準測量により行うものとする。

<第41条 運用基準>

1. 直接水準測量は、次により行う。
 - 1) 観測は往復観測とする。
 - 2) 既知点とする水準点は、隣接水準点との間を直接水準測量により片道観測で検測する。
 - 3) 視準距離は、最大70mを標準とする。
2. 間接水準測量は、次により行う。
 - 1) 距離の測定及び鉛直角観測は、第38条(距離及び気象要素の測定)運用基準及び前条(鉛直角の観測)運用基準を準用する。
 - 2) 水準点と基準点間の鉛直角観測は、2セットの観測を2回行うものとし、2回目は、器械高又は目標高を20cm以上変えて観測する。
3. 直接水準測量又は間接水準測量により求めた標高又は高低差の許容範囲は、次のとおりとする。

1) 直接水準測量の場合は、次表のとおりとする。

許 容 範 囲	
往復観測値の較差	$20\text{mm}\sqrt{S}$
検測値と成果値との較差	$20\text{mm}\sqrt{S}$

2) 間接水準測量の高低差は、正方向と反方向を分けて計算し、その較差は次式による値以内とする。

$$5 \text{ cm} \times D$$

ただし、Dは測点間の斜距離（km単位）とする。

（偏心要素の測定）

第42条 距離の測定及び水平角の観測において偏心がある場合は、所定の方法により、偏心要素の測定を行うものとする。

<第42条 運用基準>

1. 偏心要素の測定要領及び測定値の許容範囲は、次表を標準とする。

偏心距離	偏心距離の測定			偏心角の測定			
	機器及び測定方法	測定単位	許容範囲	機器及び測定方法	測定単位	許容範囲	
						倍角差	観測差
30 cm未満	直尺	mm	—	測定紙にア タキト等で方 向線を引き分 度器又は計算 により求める (2回測定)	1°		
30 cm以上 2m 未満					10'		
2m 以上 10m 未満	鋼巻尺	mm	往復の較 差 5 mm	セオドライト により測定 (2対回測定)	10"	120"	90"
10m 以上 50m 未満					1"	60"	40"
50m 以上						30"	20"

2. 偏心距離の測定に測距儀を使用する場合は、次により行う。

- 1) 測定要領は、第38条（距離及び気象要素の測定）運用基準を準用する。ただし、各セットの測定間隔は任意とすることができる。
- 2) 測定値の許容範囲は、第38条（距離及び気象要素の測定）運用基準を準用する。ただし、気象補正後の測定値のセット間較差は、15 mm以内とする。

3. 偏心距離の測定に鋼巻尺を使用する場合は、次のとおり行う。

- 1) 2回測定を1セットとし、2セットの測定を行う。2セット目の測定では、前端と後端の測定者を交代する。また、気温はセットごとに測定する。

- 2) セット間較差の許容範囲は、測定距離の1万分の1以内とする。ただし、測定距離が25m以下の場合の較差の許容範囲は、2mm以内とする。
4. 本点と偏心点間の高低差の測定要領及び測定値の許容範囲は、次表のとおりとする。ただし、間接水準測量の鉛直角観測は、第40条（鉛直角の観測）運用基準を準用する。

偏心距離	測定機器及び測定方法	観測値の許容範囲
30 cm未満	独立水準器を用いて、偏心点を本点と同標高に設置する。	—————
30 cm以上 100m 未満	レベルによる往復観測。 後視、前視に同一標尺を用いて、片道観測の測点数を1点とすることができる。 (直接水準測量による場合)	往復の較差 $20 \text{ mm} \sqrt{S}$ S：観測距離 (km単位)
	セオドライトによる正、反方向の鉛直角観測。 正反方向の鉛直角観測に代えて、器械高の異なる片方向による2対回鉛直角観測とすることができる。 (間接水準測量による場合)	高度定数の較差 偏心距離 10m 未満 60" 偏心距離 10m 以上 30" 高低差の正反又は2回の較差 10 cm
100m 以上	レベルによる往復観測 (直接水準測量による場合)	往復の較差 $20 \text{ mm} \sqrt{S}$ S：観測距離 (km単位)
	セオドライトによる正反両方向の鉛直角観測。 (間接水準測量による場合)	高度定数の較差 30" 高低差の正反較差 15 cm

5. 基準点から関係する全方向を1つの偏心点で測定するときの偏心要素の測定は、次により行う。
- 1) 偏心角の観測は、零方向を変えて2回行う。このうちの一方を採用し、他は検測と

する。

- 2) 偏心距離を光波測距儀又は鋼巻尺により測定する場合は、器械高を変える等の方法により検測を行う。

(再測)

第43条 水平角及び鉛直角の観測並びに距離の測定において、観測値が所定の許容範囲を超えた場合は、再測しなければならない。

<第43条 運用基準>

水平角の再測はその目盛りの全方向について行い、特定の方向だけ取り出して観測してはならない。

(計算の方法及び位)

第44条 新点の平面直角座標（以下「座標」という。）、経緯度及び標高の計算並びに関連する補正計算は、所定の計算式により、次表に掲げる位まで算出するものとする。

平面直角座標	経緯度	角	距離	標高
0.001m	0.0001"	水平角 0.1" 鉛直角 1"	0.001m	0.01m 直接水準 0.001m

- 2 計算には、成果表の作成を含むものとする。

(点検計算及び再測)

第45条 観測が終了したときは、観測値の良否を点検するため、速やかに所定の点検計算を行うものとする。

- 2 点検計算は、方向角とその閉合差、座標とその閉合差及び標高とその閉合差の計算について行うものとする。
- 3 点検計算の結果が所定の許容範囲を超えた場合は、必要な再測を行うか、又は適切な措置を講じるものとする。

<第45条 運用基準>

1. 点検計算に使用するプログラムは、試算を行い、正確であることを確認する。
2. 閉合差の計算は次のとおり行う。
 - 1) 方向角及び座標の閉合差の計算は、次に掲げる条件により選定された点検路線のすべてについて行う。
 - ア. 点検路線は、既知点と他の既知点を結合する路線で、なるべく短い路線とする。
 - イ. すべての既知点は、少なくとも一つの点検路線で結合する。

2) 閉合差の許容範囲は、次表による。

閉 合 差	許 容 範 囲	備 考
方向角の閉合差	$5'' + 8''\sqrt{n}$	n : 測角数 N : 辺数 ΣS : 路線長 (km単位) 座標の閉合差は、 $\sqrt{(\Delta x^2 + \Delta y^2)}$ とし、 Δx 、 Δy はそれぞれ X,Y 座標の閉合差とする。
座標の閉合差	$10 \text{ cm} + 2 \text{ cm} \Sigma S \sqrt{N}$	
標高の閉合差	$20 \text{ cm} + 5 \text{ cm} \Sigma S / \sqrt{N}$	

(平均計算等)

第46条 点検計算の終了後、平均計算等により、新点の座標、経緯度及び標高を決定するものとする。

2 平均計算は、原則として、機構の承認を受けた網平均計算プログラムを用いて行うものとする。

3 座標の平均計算は、次により行うものとする。

(1) 入力データは、次表のとおりとする。

与件	1. 重量の要素 2. 既知点の座標
近似値	新点等の点検計算による座標
観測値	1. 水平角 2. 球面上の距離

(2) 水平網平均計算に用いる重量は、所定の計算式により求める。式中の m_t 、 γ 、 m_s は次表による。

m_t	1.8''
γ	3×10^{-6}
m_s	1.0cm

ただし、 m_t は角の1方向の標準偏差、 m_s は長さに関係しない標準偏差、 γ は長さに比例する誤差の比例定数とする。

(3) 誤差の許容範囲

単位重量あたりの観測値の標準偏差は、10秒以下を標準とする。

4 標高の平均計算は、次により行うものとする。

(1) 入力データは、次表のとおりとする。

与件	1. 既知点の標高 2. 標高取付による決定標高
近似値	新点等の点検計算による標高
観測値	1. 高低角、器械高及び目標高 2. 球面上の距離

(2) 高低網平均計算に用いる重量は、正反一組を1とする。

(3) 誤差の許容範囲

単位重量あたりの観測値の標準偏差は、15秒以内とする。

第7節 成果等の整理

(成果等)

第47条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) 成果表
- (2) 基準点網図
- (3) 観測手簿
- (4) 観測記簿
- (5) 計算簿
- (6) 点の記
- (7) 精度管理表
- (8) 点検測量観測手簿
- (9) 平均図
- (10) 測量標の地上写真

<第47条 運用基準>

成果等のうち、全部もしくは一部をデータ処理システムのプリンタ、自動製図機等により出力することができる。

第3章 水準測量

第1節 要旨

(要旨)

第48条 水準測量とは、既知点に基づき、新点の標高を定め、成果表を作成する作業をいう。

(水準測量の区分)

第49条 水準測量は、既知点の種類、水準路線、観測の精度及び観測方法により、1級水準測量、2級水準測量及び3級水準測量に区分する。

(工程別作業区分及び順序)

第50条 工程別作業区分及び順序は、次のとおりとする。

- (1) 計画
- (2) 選点
- (3) 永久標識の埋設
- (4) 観測
- (5) 計算
- (6) 成果等の整理

第2節 計画

(要旨)

第51条 計画の立案に当たっては、第5条（調査業務計画）の規定によるほか、地図等で水準路線及び新点の概略位置を決定し、平均計画図を作成するものとする。

(水準路線)

第52条 水準路線は、水準点を順次連結したもので、次の各号に掲げるものとする。ただし、当該国にあって既設の水準点がある場合には、その精度に応じて連結するものとする。

(1) 1級水準路線

1級水準路線は、国家水準原点又は既設1級水準点を出発点及び終点とし、原則として、路線を連結した環を形成する。

(2) 2級水準路線

2級水準路線は、1級水準点又は既設2級水準点に結合して形成する。ただし、地域の状況等によりやむを得ない場合は、出発点に閉合（以下「閉合型」という。）することができる。

(3) 3級水準路線

3級水準路線は、1級水準点、2級水準点又は既設3級水準点に結合して形成する。

ただし、地域の状況等によりやむを得ない場合は、閉合型又は結合或いは閉合しない開放型にすることができる。

<第52条 運用基準>

路線長は、次表を標準とする。

なお、路線長が150km以下の場合は「作業規程の準則」を適用する。

区 分	1級水準測量	2級水準測量	3級水準測量
路線長	400km以下	200km以下	50km以下

(水準点密度)

第53条 水準点の配点密度は、当該国の定めによることを原則とする。

<第53条 運用基準>

配点密度について、特に定めのない場合は、次の各号による。

- 1) 1級水準点及び2級水準点は、原則として2kmごとに設置する。
- 2) 3級水準点は、原則として4kmごとに設置する。

第3節 選点

(要旨)

第54条 選点とは、現地において路線の調査を行うとともに、地図等で計画した新点の位置が測量標の埋設、保全、利用等の観点から適当であるか否かを調査し、選定する作業をいう。

(選点の実施)

第55条 新点の位置は、地盤が安定し、測量標の保存に適した場所に選ばなければならない。

<第55条 運用基準>

1. 地図等で計画した新点の位置は、道路の変更、改良又は新設を考慮し、測量終了後に損失又は改埋が生じない場所を選定する。
2. 新設及び改測作業に当たっては、既設水準点の状況を調査し、復旧の要否を決定する。

(平均図等の作成)

第56条 選点図は、選定した新点及び既知点の位置を地図等に記入して作成するものとする。

- 2 平均図は、選点図に基づき作成するものとする。

第4節 測量標の設置

(要旨)

第57条 測量標の設置とは、新点の位置に永久標識を設ける作業をいう。

(永久標識の埋設)

第58条 新点には、原則として永久標識を埋設し、必要に応じて保護施設を設けるものとする。

<第58条 運用基準>

1. 永久標識は、当該国の定める規格及び形状に従って埋設する。
2. 当該国の定めがない場合は、当該国と協議して定める。

(点の記)

第59条 永久標識を設置した場合は、点の記を作成するものとする。

<第59条 運用基準>

1. 点の記は、使用したすべての水準点について作成する。
2. 点の記は、当該国の定める様式により作成する。
3. 当該国の定めがない場合は、当該国と協議して定める。

第5節 観測

(要旨)

第60条 観測とは、平均図に基づき、レベル及び標尺を用いて標尺間の高低差を求め、これを順次繰り返して水準点間の高低差を求める作業をいう。

(測量機器の性能等)

第61条 観測に使用する主要な機器は、次表に掲げるもの又はこれらに相当するものとする。

区 分	性 能	測量区分
1 級レベル	気泡感度 10" /2 mm (平面鏡等による精密読取機構付き又は像処理等による精密読取機構付き)	1 級水準測量
2 級レベル	気泡感度 20" /2 mm (画像処理等による精密読取機構付きを含む)	2 級水準測量
3 級レベル	気泡感度 40" /2mm (画像処理等による精密読取機構付きを含む)	3 級水準測量
1 級標尺	目盛盤はインバルテープを使用し、10mm 又は 5 mm 間隔の両側目盛を有するもの、又はバーコード目盛を有するもので、目盛精度 100 μ m/mm/m	1 級水準測量 2 級水準測量
2 級標尺	目盛盤はインバルテープ使用、又精密木製とし、10 mm あるいは 5 mm 間隔の目盛を有するもの、又はバーコード目盛を有するものとする。 折たたみ標尺の場合は接合部が正確で、安定した構造であること。	3 級水準測量
水準測量 作業用電卓	事業団が指定する性能を有するもの	事業団が指示する ときは検定を受け る

ただし、自動レベル及び電子レベルについては、コンペンセータの性能が上記と同程度の性能を有するものは使用できるものとする。

(機器の点検、調整)

第 6 2 条 使用する機器は、作業前に所定の方法により機能点検を行い、必要に応じて調整を行うものとする。

2 作業期間中においても、必要に応じて適宜機能点検を行うものとする。

<第62条 運用基準>

1. レベルは、次の各号に示す点検を行う。

1) 機能点検

- ア. 鉛直軸の回転が円滑であること。
- イ. 気泡管調整機構が正常で、気泡の移動が滑らかであること。
- ウ. 望遠鏡視度調整機構が正常であること。
- エ. 視準線調整機構が正常であること。
- オ. 調整ねじの回転が円滑であること。
- カ. マイクロメータの回転が円滑であること。
- キ. 電子レベルにおいては、デジタル表示部分が正常であること。

2) 点検調整

- ア. レベルの円形気泡管の調整は、はじめにレベルを整置して気泡を中央に導く。次に本体を 180° 回転して気泡が中央にあることを確認する。気泡が中央からずれている場合は、整準ネジ、気泡管調整ネジ等を用いて気泡が中央にくるよう気泡管を調整する。調整後、本体をさらに 90° 回転して気泡が中央にあることを確認する。
- イ. 2本の標尺を 30m隔てて正しく立て、その中央にレベルを整置し、両標尺間の高低差の測定を行う。その後、レベルの位置をなるべく両標尺を結ぶ直線上に 18m 移し、再び両標尺間の高低差の測定を行い、両測定値の較差が許容範囲内であることを点検する。
- ウ. 自動レベル及び電子レベルについては、前イ. の調整に加え、30m隔てた2本の標尺の中央でレベルを水平にした状態と、円形気泡管の気泡を同心円マークに内接させた傾斜の状態での測定を行い、両測定値の較差が許容範囲内であることを点検する。
- エ. 読定単位及び許容範囲は、次表のとおりとする。

区分	1級レベル	2級レベル	3級レベル
読定単位	0.01 mm	0.1 mm	1 mm
許容範囲	0.3 mm	0.3 mm	3 mm

2. 水準標尺は、次の各号に示す点検を行う。

- 1) 目盛の異常、剥離及び打痕等がなく、正常であること。
 - 2) 付属気泡管調整ねじが正常であること。
 - 3) 標尺の折れ目部分が正常であること。
3. 機構が指定する機関の検定を受けた1級水準標尺の有効期間は3年とする。

(観測の実施)

第63条 観測は、次により実施するものとする。

- (1) 観測は、往復観測とする。

- (2) 標尺は、2本を1組とし番号（Ⅰ号、Ⅱ号）を付し、往と復の観測では標尺のⅠ号及びⅡ号を交換しなければならない。
- (3) 水準点間の往及び復の観測の測点数は、偶数とする。
- (4) レベルと後視標尺及び前視標尺との距離は等しくし、かつレベルと両標尺は、つとめて同一直線上になるように整置する。
- (5) 視準距離、標尺目盛の読定単位は、水準測量の区分に応じ、次表のとおりとする。

区 分	1 級水準測量	2 級水準測量	3 級水準測量
視準距離	最大 40 m	最大 60 m	最大 70 m
読定単位	0.1 mm	1 mm	1 mm

ただし、電子レベル以外のレベルについては、1級水準測量における視準距離を最大50mとすることができる。

- (6) レベルの脚は、特定の2脚と視準線とを常に平行にし、かつ各測点ごとに進行方向に対して左右交互に整置するものとし、レベルの整準は望遠鏡を特定の標尺に向けて行う。

<第63条 運用基準>

- 1. 前視又は後視の標尺までの距離は、測定して記録する。距離が不等な場合は、前視標尺又はレベルを前後に移動して等しくする。
- 2. 観測は、1視準1読定とし、標尺の読定順序は、次表のとおりとする。

順 序	1	2	3	4
区 分				
1 級水準測量	後視	前視	前視	後視
2 級水準測量	後視	後視	前視	前視
3 級水準測量	後視	前視	—	—

- 4. 1級水準測量においては、標尺の下方20cm以下は、つとめて読定しない。
- 5. 往復観測の較差の許容範囲は、次表のとおりとする。

区 分	1 級水準測量	2 級水準測量	3 級水準測量
往復観測の較差	$2.5\text{mm}\sqrt{S}$	$5\text{mm}\sqrt{S}$	$10\text{mm}\sqrt{S}$
S：観測距離（片道、km 単位）			

ただし、当該国の定めがある場合はこれに準ずる。

- 6. 電子レベルを用いる観測において、振動の多い地点における観測では、望遠鏡の視野内にある標尺が振動しないことを確認して測定を行う。

(再測)

第64条 各級水準測量の往復観測値の較差が所定の許容範囲を超えた場合は、再測しなければならない。

<第64条 運用基準>

再測する場合は、1級水準測量及び2級水準測量においては、同方向の観測値を採用してはならない。

第6節 計算

(要旨)

第65条 計算は、所定の計算式により、新点の標高及びこれらに関連する補正計算を行い、成果表を作成する作業をいう。

2 水準点の標高は、必要に応じて標尺補正及び楕円補正を行い、水準網平均計算を行って求めるものとする。

<第65条 運用基準>

1. 標尺補正及び楕円補正計算は、1級水準測量及び2級水準測量について行う。
2. 計算は、読定単位と同じ位まで計算する。

(点検計算及び再測)

第66条 観測が終了したときは、観測値の良否を点検するため速やかに所定の点検計算を行い、許容範囲を超えた場合は、必要な再測を行わなければならない。

<第66条 運用基準>

1. すべての単位水準環及び次の条件により選定されたすべての点検路線について、環閉合差及び既知点から他の既知点までの閉合差を計算し、観測値の良否を判定する。
 - 1) 点検路線は、既知点と他の既知点とを結合する。
 - 2) 点検路線は、なるべく短くする。
 - 3) すべての既知点は、少なくとも1つの点検路線で結合する。
 - 4) すべての単位水準環は、少なくともその一部が点検路線と重複する。
2. 点検計算の許容範囲は、次表のとおりとする。

区 分	1 級水準測量	2 級水準測量	3 級水準測量
環閉合差	2mm \sqrt{S}	5mm \sqrt{S}	10mm \sqrt{S}
既知点から 既知点まで の閉合差	15mm \sqrt{S}	15mm \sqrt{S}	15mm \sqrt{S}

ただし、Sは観測距離（片道、km単位）

（平均計算等）

第67条 点検計算の終了後は、平均計算等により、新点の標高を決定するものとする。

2 平均計算は、原則として機構の承認を受けた水準網平均計算プログラムを用いて行うものとする。

<第67条 運用基準>

1. 平均計算に用いる重量は、観測距離の逆数とする。
2. 平均計算による許容範囲は、次のとおりとする。

区 分	1 級水準測量	2 級水準測量	3 級水準測量
単位重量当たりの観測の標準偏差	2 mm	5 mm	10 mm

第7節 成果等の整理

（成果等）

第68条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) 観測成果表及び平均成果表
- (2) 水準路線図
- (3) 観測手簿
- (4) 平均計算簿
- (5) 点の記
- (6) 精度管理表

第3編 デジタル方式による地形図作成作業

第1章 概説

第1節 要旨

（要旨）

第69条 数値地形図作成作業とは、新たに測量して地形図を作成する作業をいい、既成図数値化を含むものとする。

2 この規程で地形図とは、縮尺 1:2,500 から 1:100,000 の中縮尺一般図を指すものとする。

(地形図作成作業の区分)

第70条 地形図作成作業は、作成される地形図の形態により、デジタル方式による地形図作成作業及びアナログ方式による地形図作成作業に区分する。

2 アナログ方式による地形図作成作業については、第4編に規定する。

(地形図の精度)

第71条 地形図の精度は、次表を標準とする。ただし、数値地形図の水平位置の精度は、地図情報レベル相当縮尺における精度とする。

区 分		精度 (標準偏差)
各種地物の水平位置		図上 0.7 mm以内
標 高	標高点	等高線間隔の 1/3 以内
	等高線	等高線間隔の 1/2 以内

<第71条 運用基準>

地形図の精度は、「作業規程の準則」を標準とし、レベル 10000 を超える場合は、本規程を用いる。

ただし、地形図の目的や当該国の定め等で、「地図情報レベル」と「位置精度」が一致するとは限らないため、目安として使用する。

(用語の定義)

第72条 この編における用語の定義は、次に定めるところによる。

- (1) 数値地形図： 地形、地物等にかかわる地図情報を、位置、形状を表す座標データ及びその内容を表す属性データ等として、計算機処理が可能な形態で表現したものをいう。
- (2) デジタルマッピング： 空中写真測量等により地形、地物等にかかわる地図情報をデジタル形式で測定し、電子計算機技術を用い体系的に整理して、数値地形図を構築する作業をいう。
- (3) 地図情報レベル： 数値地形図作成作業によって作成された地形、地物等の数値地形図の表現精度を表し、数値地形図の図郭内のデータの平均的な総合精度を示す指標とする。
- (4) 取得分類： 地図情報を体系的に分類整理するもので、コードにより表す。
- (5) デジタル写真測量： デジタル画像又はA/D変換されたデジタル画像を、デジタルステレオ図化機を用いて三次元計測を行うことをいう。
- (6) デジタルステレオ図化機： ステレオ画像の自動標定、ステレオマッチング及び画像処理機能を有し、これらの機能に基づいた数値地形モデル及び正射画像データ作成が可能な計算機システムをいう。

<第72条 運用基準>

地図情報レベルと地図縮尺との関係は、次表のとおりとする。

地図情報レベル	相当縮尺
2500	1/ 2,500
5000	1/ 5,000
10000	1/ 10,000
25000	1/ 25,000
50000	1/ 50,000
100000	1/ 100,000

第2節 数値地形図作成作業

(要旨)

第73条 数値地形図作成作業とは、地形図を数値地図の形態で作成する作業をいう。

(数値地形図作成作業の区分)

第74条 数値地形図作成作業は、デジタルマッピングと既成図数値化に区分する。

(図式等)

第75条 数値地形図の図式、投影図法、図郭の大きさ、等高線間隔、データファイル仕様等（以下「図式等」という。）は、当該国の定めによることを原則とする。

<第75条 運用基準>

当該国の定めがない場合は、「作業規程の準則」を参考として使用する。

(数値地形図の構築)

第76条 数値地形図のデータファイル（以下「データファイル」という。）は、座標系、分類コード、精度等の仕様に従って構築するものとする。

(地形及び高さの表現)

第77条 数値地形図における地形の表現は、等高線又は数値標高モデル（DEM）によるものとする。

(データファイルの単位)

第78条 データファイルの単位とは、数値地形図のデータ管理のための基本単位をいい、原則として、当該国の定めによるものとする。

<第78条 運用基準>

当該国の定めがない場合は、地形図の図郭をもって基本単位とする。

(数値地形図のデータ)

第79条 数値地形図のデータは、構造化データ及び地形図データに分類するものとする。

- (1) 構造化データとは、水平位置の転位、間断等の処理を行っていない編集済データに、幾何構造を持たせたデータをいう。
- (2) 地形図データとは、地形図原図の表現と同じ水平位置の転位、間断及び総合描示等の処理が行われているデータをいう。

(機器)

第80条 数値地形図の編集及び出力に使用する機器は、次に掲げる機能、性能を有するものとする。

- (1) 編集装置は、電子計算機、グラフィックディスプレイ及びタブレット又はディジタイザ等か、同等の機能で構成され、地図データの追加、削除、修正等ができること。
- (2) 出力機器は、0.2 mm以内で位置精度が保持され、かつ、目的に応じた画線の選択及び伸縮の少ない材質の図紙との組み合わせが可能であるインクジェット方式のプロッタ又はこれに相当するものとする。

(デジタルマッピングの作業方式)

第81条 デジタルマッピングの作業方式は、次の各号に掲げるものとする。

- (1) アナログ画像を用いる方式
写真測量により、地形、地物等にかかわる地図情報をアナログ空中写真から取得するデジタルマッピングの方式をいう。
 - (2) デジタル画像を用いる方式
写真測量により、地形、地物等にかかわる地図情報をデジタル化した空中写真又は衛星画像データから取得するデジタルマッピングの方式をいう。
- 2** デジタルマッピングは、測量地域等の状況に応じて、前各号の作業方式及び第12章(既成図数値化)に規定する作業を部分的に併用することができるものとする。

(工程別作業区分及び順序)

第82条 デジタルマッピングの工程別作業区分及び順序は、次の各号を標準とする。

- (1) アナログ画像を用いる方式
 - ア. 標定点測量
 - イ. 対空標識設置
 - ウ. 撮影
 - エ. 刺針
 - オ. 現地調査
 - カ. 空中三角測量
 - キ. 数値図化
 - ク. 数値編集

- ケ. 現地補測及び補測数値編集
- コ. 構造化編集
- サ. データファイルの作成
- (2) デジタル画像を用いる方式
 - ア. デジタル化した空中写真による
 - 1) 標定点測量
 - 2) 対空標識設置
 - 3) 撮影
 - 4) 刺針
 - 5) 現地調査
 - 6) 空中写真のA/D変換
 - 7) 空中三角測量
 - 8) 数値図化
 - 9) 数値編集
 - 10) 現地補測及び補測数値編集
 - 11) 構造化編集
 - 12) データファイルの作成
 - イ. 衛星画像データによる
 - 1) 画像データの準備
 - 2) 標定点測量
 - 3) 対空標識設置及び刺針（マニュアルとの整合性）
 - 4) 現地調査
 - 5) 空中三角測量
 - 6) 数値図化
 - 7) 数値編集
 - 8) 現地補測及び補測数値編集
 - 9) 構造化編集
 - 10) データファイルの作成

第2章 標定点測量

(要旨)

第83条 標定点測量とは、空中三角測量及び数値図化作業に必要な基準点及び水準点（以下「標定点」という。）を既設の基準点に基づいて新たに設置する作業をいう。

(標定点の精度)

第84条 標定点の精度は、次の区分によるものとする。

地図情報レベル	水平位置（標準偏差）	標高（標準偏差）
2500	0.2 m 以内	0.2 m 以内
5000	0.2 m 以内	0.2 m 以内
10000	0.5 m 以内	0.5 m 以内
25000	1.0 m 以内	0.5 m 以内
50000	1.0 m 以内	1.0 m 以内
100000	1.5 m 以内	2.0 m 以内

（標定点測量の方法）

第85条 標定点の設置は、基準点においては、GPS 測量方式又は多角測量方式により行い、水準点にあては、3級水準測量に準じて行う水準測量（以下「簡易水準測量」という。）か、GPS 水準測量によるものとする。

（標定点測量の計画）

第86条 標定点測量の計画は、第5条（調査業務計画）によるほか、既知点の現況、作成する地形図の縮尺等に基づいて立案するものとする。

2 標定点の位置は、撮影計画図、基準点の配置状況及び空中三角測量等を考慮して選定するものとする。

<第86条 運用基準>

1. 閉合多角網又は結合多角網を形成する標定点測量は、3級基準点測量に準ずる。
2. GPS 測量方式による場合は、次の各号による。
 - 1) 既知点と標定点間の距離が 10 kmを超える場合は、2級基準点測量の規定を準用する。
 - 2) 既知点と標定点間の距離が 10 km未満の場合は、3級基準点測量の規定を準用する。
 - 3) 標高については、間接水準測量によることができる。
3. 多角測量方式による場合は、次の各号による。
 - 1) 路線は基準点から出発し、他の基準点に結合するのを原則とする。ただし、それが著しく困難な場合は、出発した基準点に閉合することができるものとし、なるべく遠く離れた2点以上において方位角観測を行う。
 - 2) 辺数が4辺以下で、光波測距儀により測距を行う場合は、開放トラバースとすることができる。この場合は、両端において方位角観測を行わなければならない。ただし、辺数が2辺以下の場合は、1端における方位角観測を省略することができる。
 - 3) 方位角は、所定の精度を保持できる他の方法により決定することができる。
4. 簡易水準測量は、次の各号による。
 - 1) 水準路線は、水準点又は基準点を出発点とし、他の水準点又は基準点に結合するこ

とを原則とする。

- 2) 地形等によりやむを得ない場合は出発点に閉合する閉合型に、路線が短い場合は開放型にすることができる。
- 3) 1 路線の長さは、50 km以下を標準とする。
5. 間接水準測量は、3 級基準点測量に準ずる。
6. GPS 水準測量は、GPS 測量方式による 3 級基準点測量に準ずる。

(実施時期)

第 8 7 条 標定点測量は、対空標識設置又は刺針と並行して行うことができるものとする。

(実施)

第 8 8 条 標定点測量の順序は、次によるものとする。

- (1) 選点
- (2) 測量標の設置
- (3) 観測
- (4) 計算

2 標定点測量の実施は、この章に定めるものを除いて、第 2 編基準点測量の規定を準用するものとする。

<第 8 8 条 運用基準>

1. 選点は、第 8 6 条（標定点測量の計画）の計画に従って現地において行う。
2. 観測に必要な一時標識は、第 2 5 条（永久標識及び一時標識）を準用する。
3. 観測及び計算は、次のとおりとする。
 - 1) GPS 測量方式による場合
 - ア. 短縮スタティック方式による場合の観測セッション数等は、次のとおりとする。
 - ・ 観 測 セ ッ シ ョ ン 数： 1 セッション
 - ・ 観 測 時 間： 20 分以上
 - ・ デ ー タ 取 得 間 隔： 15 秒以内
 - ・ 使用する共通の GPS 衛星： 5 個以上
 - ・ 測量の方法： 既知点 3 点を使用した結合方法

ただし、標定点が既知点を結ぶ直線から $0.1 \times S$ （ S は既知点間の距離；km 単位）以内にある場合は、使用する既知点を 2 点にすることができる。

- イ. 既知点間において、楕円体高の差と標高差の較差が第 8 4 条（標定点の精度）に規定する精度区分を超える場合は、ジオイド傾斜量を補正して標定点の標高を決定し、超えない場合は、ジオイド傾斜量の補正を省略する。
- 2) 多角測量方式による場合
 - ア. 水平角及び鉛直角の観測は、次により行う。
 - ① 観測機器

10 秒読み以上のセオドライト

② 観測の対回数等

水 平 角			鉛 直 角	
対回数	観測差	倍角差	対回数	定数差
2	24"	36"	1	36"

イ. 距離測定は、第 38 条（距離及び気象要素の測定）の規定による。

ウ. 方向角の閉合差の許容範囲は、30 秒 \sqrt{N} （N は夾角数）とする。

エ. 座標の閉合差の許容範囲は、第 84 条（標定点の精度）に規定する精度区分による。

オ. 第 86 条（標定点測量の計画）運用基準第 3 項第 3 号に規定する方位角の決定は、次表による。

区 分	太陽観測	ジャイロ
観 測 機 器	10 秒読み以上のセオドライト	ジャイロ・セオドライト
対 回 数	有効 4 対回以上	7 対回
各対回の較差	40"	40"
観 測 時 刻	南中前後 2 時間をさける	
時刻の読定単位	1"	
時 刻 補 正	観測前後で報時により時計時刻の遅れ進みを記録	

3) 簡易水準測量

ア. 観測は、3 級水準測量に準じた片道観測とし、開放型路線については往復観測とする。

イ. 観測における閉合差等の許容範囲は次表による。

区 分	既知点から他の既知点までの閉合差	環閉合差	往復観測値の較差
較 差	$50\text{mm}\sqrt{S}$	$40\text{mm}\sqrt{S}$	$40\text{mm}\sqrt{S}$

ただし、S は、観測距離（片道、km 単位）

ウ. 観測と並行して行う刺針の位置は、2～4 km 間隔で、かつ空中写真及び衛星画像で明瞭な地点に整置した標尺の位置とする。

4) GPS 水準測量

ア. 観測は、標高の既知点から既知点までの多角路線とする。

- イ. 観測と並行して行う刺針の位置は、2～4 km間隔を原則として、空中写真及び衛星画像で明瞭な地点とする。

(成果等)

第89条 成果等は、次の各号のとおりとする。

- (1) 標定点成果表
- (2) 標定点配置図及び水準路線図
- (3) 標定点測量簿及び標定点明細簿
- (4) 標定点表示空中写真
- (5) 精度管理表

第3章 対空標識設置及び刺針

(要旨)

第90条 対空標識設置及び刺針とは、空中三角測量及び数値図化に必要な基準点、水準点及び標定点（以下「基準点等」という。）に標識を設置し、又は刺針を行って、その位置を測量用空中写真及び衛星画像（以下「空中写真及び衛星画像」という。）に表示する作業をいう。

(計画)

第91条 対空標識設置及び刺針の計画は、空中三角測量及び数値図化を考慮して立案するものとする。

(対空標識の設置)

第92条 設置する対空標識の場所は、予め当該国の承諾を得るものとする。

- 2 対空標識は、撮影作業が完了するまで保存できる材料を使用し、堅固に設置するものとする。
- 3 対空標識は、後続作業に使用する空中写真及び衛星画像で設置した位置が確認でき、かつその中心の位置が正確に測定できる色、規格及び形状とする。

<第92条 運用基準>

1. 上空視界を充分確保する。
2. バックグラウンドの状態が良好な地点を選ぶ。
3. 直接設置することが困難な場合は、偏心して設置することができる。偏心要素の測定は偏心する基準点等の精度が保持できる方法とする。
4. 設置終了後は、対空標識明細簿（様式第3）に見取図を記載し、地上写真を貼付する。

(対空標識の確認)

第93条 撮影終了後直ちに、空中写真及び衛星画像上で対空標識を確認するものとする。

2 対空標識が明瞭に確認できない場合は、刺針に代えるものとする。

(刺針)

第94条 刺針とは、基準点等の位置を空中写真及び衛星画像に直接刺針する作業をいう。

<第94条 運用基準>

空中写真に直接刺針することができない場合、又は空中写真で明瞭な地点に偏心することが有利と判断される場合は、偏心する位置に刺針する。

(成果等)

第95条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) 対空標識点又は刺針点明細簿及び偏心要素測定簿
- (2) 偏心計算簿
- (3) 対空標識点又は刺針点表示空中写真及び衛星画像
- (4) 対空標識点又は刺針点一覧図
- (5) 精度管理表

第4章 空中写真撮影及び衛星画像の取得

第1節 空中写真撮影

(要旨)

第96条 空中写真撮影とは、航空機等から空中写真を撮影する作業をいい、後続作業に必要な写真処理作業を含むものとする。

2 キネマティック GPS 撮影とは、航空機にキネマティック測位方式の GPS 移動局を搭載して、撮影点の位置データを収録する作業をいう。

<第96条 運用基準>

GNSS/IMU 未使用のフィルムカメラによる撮影の場合を除き、空中写真の撮影は、「作業規程の準則」を適用する。

(航空機、航空カメラ等)

第97条 航空機、航空カメラ、GPS 測量機等は、所要の性能を有するものを使用しなければならない。

<第97条 運用基準>

1. 航空機の性能は、次のとおりとする。
 - 1) 必要な撮影装備をした場合に、所定の高度において撮影に適した安定飛行が出来ること。
 - 2) 撮影時の飛行姿勢、航空カメラの水平規正及び偏流修正角度のいずれにも関係なく、

- 常に写角が完全に確保されていること。
- 3) レンズやフィルターが排気ガス等による異常屈折及び油の飛まつの影響を受けないように航空カメラを設置できること。
 - 4) キネマティック GPS 撮影を行う場合は、GPS アンテナがマルチパスを生じない位置に設置され、かつ、アンテナ中心と搭載したカメラの投影中心のオフセット値が明らかであること。
2. 航空カメラの性能は、次のとおりとする。
- 1) 航空カメラは、撮影に使用するフィルターと組み合わせた画面距離及び歪曲収差が 0.01 mm まで明確な広角航空カメラであること。ただし、撮影区域の地形その他の状況により、普通角又は超広角航空カメラを用いることができる。
 - 2) 次の内容を含む、性能証明書を有するもの。
 - ア. カメラ番号及びレンズの製作番号
 - イ. 指標を基準とした主点位置 (0.01 mm 単位)
 - ウ. 調整された主点距離 (0.01 mm 単位)
 - エ. 上記主点距離に対応する直径方向ディストーション
 - オ. 証明者及び証明場所
 - 3) キネマティック GPS 撮影を行う場合は、GPS データ収録システムが装置されていること。
3. 固定局及び移動局に使用する GPS 測量機には、データ収録用の大容量メモリーが付属していること。
4. フィルムの性能は、次のとおりとする。
- 1) 写真処理による伸縮率の異方性が 0.01% 以下であること。
 - 2) 伸縮率の異方性及び不規則収縮率は、相対湿度 1% について 0.001% 以下であること。
 - 3) フィルムの感色性は、特に指定された場合を除き全整色性であること。

(撮影計画)

第 9 8 条 撮影計画は、撮影区域ごとに次の各号に示す条件を考慮して立案するものとする。

- (1) 撮影縮尺又は撮影高度は、予め指定された縮尺又は高度とする。
- (2) 撮影コースは特に指定された場合を除き、撮影基準面から等高度で、かつ直線とし、後続の空中三角測量及び図化を考慮して選定する。
- (3) 同一コース内の隣接空中写真間の重複度は 60%、コース間の重複度は 30% を標準とする。
- (4) キネマティック GPS 撮影を行う場合は、GPS 固定局として適する既設基準点を撮影地域内に選定する。

(撮影の実施)

第 9 9 条 撮影は、原則として気象状態が良好で、かつ撮影に適した時期に行うものとする。

- 2 撮影は、撮影計画に基づく撮影高度、撮影コース及び空中写真間の重複度を保持するもの

とする。

- 3 露出時間は、画像が十分鮮明さを保つ露出条件を定めるものとする。
- 4 キネマティック GPS 撮影は、固定局と移動局で同時に 5 個以上の共通の衛星を使用する。

<第 99 条 運用基準>

1. 撮影の時期は、次の各号を標準とする。
 - 1) 大気の状態が安定して煙霧、霞等の影響が少ないとき。
 - 2) 雲及び雲の陰が被写部分に入らないとき。
 - 3) 地表が積雪時、洪水時等の異常な状態でないとき。
 - 4) 陰及びハレーション等が少ないとき。
2. 航空カメラの傾きは、 ϕ 及び ω は 3 度以内、 κ は 10 度以内を標準とする。
3. 計画した撮影高度に対する高低差は、計画対地高度の 5 % 以内を標準とする。
4. 計画した撮影コースからのずれは、計画対地高度の 15 % 以内を標準とする。
5. 標準を超えた空中写真間の重複度は、次の各号を限度とする。
 - 1) 同一コース内の隣接空中写真間の重複度は、最大 80 %、最小 53 % とする。
 - 2) 主点基線長が 68%~77% となるモデルは、コース写真枚数の 1/4 以内とする。
 - 3) コース間の重複度は、最小 10% 以上とする。
 - 4) 同一コースをやむを得ず 2~3 分割する場合、分割部分は 2 モデル以上重複させる。
6. キネマティック GPS 撮影を行う場合は、作業前に次の点検を行う。
 - 1) 第 29 条の規定を準用した GPS 測量機の機能点検
 - 2) 航空カメラと GPS 測量機の連動点検

(航空カメラの使用)

第 100 条 同一区域内の撮影は、同一の航空カメラで行うことを原則とする。

<第 100 条 運用基準>

やむを得ず他の航空カメラを使用する場合でも、同一コースは同一航空カメラを使用する。

(フィルムの使用)

第 101 条 ロールフィルムの両端 1 m の部分は撮影に使用してはならない。

(撮影の記録)

第 102 条 撮影を実施したときは、撮影記録として、次の各号に示すものを標準として記録するものとする。

- (1) 契約名
- (2) 実施者
- (3) フィルム番号
- (4) 撮影開始、終了時間

- (5) 撮影年月日
- (6) カメラ番号、レンズ番号、マガジン番号
- (7) 画面距離
- (8) 開口、フィルター、露出時間
- (9) フィルム
- (10) 航空機
- (11) 撮影高度
- (12) GPS データ取得の有無

(フィルムの写真処理)

第103条 撮影終了後、速やかにフィルムを適切な方法により写真処理するものとする。

<第103条 運用基準>

1. 現像液は、当該フィルムの指定現像液又はこれと同等以上の性能を有するものを使用する。
2. 現像は、ムラがなく、ロールフィルム全体の調子が均一で十分な階調を持ち、かつ、画像の細部及び計器記録が明瞭に現われるようにする。
3. 定着液は、酸性処方ものを使用し、未感光銀が残留しないよう十分に定着を行う。
4. 水洗は、定着剤が残留することのないよう十分行う。
5. 写真処理は、各種のムラを生じないように努め、折れ、キズ、ペコ、膜面はがれ等で画質を損なわないように行う。
6. 密着印画に用いる印画紙は、画面周辺の枠線、指標、計器等が印画される大きさのものとする。
7. 密着印画の作成は、フィルムの写真処理に準じて行う。

(点検及び再撮影)

第104条 撮影したフィルムは、フィルムの写真処理終了後、密着写真を作成し、点検するものとする。

2 点検の結果、再撮影の必要が認められた場合は、速やかに再撮影を実施しなければならない。

<第104条 運用基準>

1. 点検は、次の各号について行う。
 - 1) 撮影高度の適否
 - 2) 撮影コースの適否
 - 3) 実体空白部の有無
 - 4) 指標及び計器の明瞭度
 - 5) 写真の傾き及び回転量の適否
 - 6) 写真処理の適否

- 7) 画像色調の適否
- 8) GPS データの取得漏れ
2. 点検資料として、次のものを作成する。
 - 1) 撮影コース別精度管理表
 - 2) 撮影ロール別空中写真検査表
 - 3) 地図に主点をプロットした標定図
3. 標定図は、適当な縮尺の既成の地図を使用して作成するものとする。

(フィルムの編集)

第105条 写真処理の終了したフィルムは、適切な方法により編集を行うものとする。

<第105条 運用基準>

フィルムの編集は、特に指示する場合を除き、次の各号による。

- 1) フィルムの編集は、両端に1mの余白を残し、画像を汚損することのないように行う。
- 2) フィルムに記入する事項は、地域名・撮影年月日・撮影高度・コース番号・写真番号・機構名とし、各コースの両端の写真にはすべての事項を、その他の写真には、コース番号及び写真番号のみを表示する。

(フィルム及び密着印画の収納)

第106条 編集を終了したフィルムは、フィルム記録を貼り付けた缶にロールごとに収納するものとする。

2 密着印画は、コースごとに収納するものとする。

(成果等)

第107条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) フィルム
- (2) 密着印画
- (3) GPS 観測データ及び地上固定点の成果
- (4) 標定図
- (5) 撮影記録
- (6) 特に指定された引伸し空中写真
- (7) 精度管理表

第2節 画像データの準備

(要旨)

第108条 画像データの準備とは、数値地形図の作成に必要な衛星画像データを準備する作業をいい、機構を経て取得する場合も含むものとする。

<第108条 運用基準>

使用するステレオ衛星画像データの場合のB/H比は、0.4以上であること。

(衛星センサーの選定)

第109条 利用する衛星センサーは、作成する数値地図(数値化)の地図情報の取得に適した空間分解能及び観測方法でなければならない。

<第109条 運用基準>

1. 衛星センサーは、地図情報の取得に適する空間分解能でなければならない。
2. 地図情報レベルと空間分解能の関係は、次表を標準とする。ただし、標定点測量等の工程を補強することにより数値地形図の精度が保持され、かつ、機構が承認した場合は、この限りではない。

地図情報レベル	空間分解能
5000	0.8 m 以内
10000	1.0 m 以内
25000	2.5 m 以内
50000	5 m 以内
100000	10 m 以内

第5章 現地調査

(要旨)

第110条 現地調査とは、作成する地形図に表現する各種事項、名称等を現地で調査確認し、その結果を空中写真又は参考資料に記入して、図化及び編集に必要な資料を作成する作業をいう。

- 2 現地調査は、適切な引き伸ばし空中写真、デジタルオルソフォト又は衛星画像(以下「空中写真等」という。)を使用して行うものとする。

(計画)

第111条 現地調査の計画は、空中写真等、当該国より入手した各種資料の状況、図化との関係等を考慮して立案するものとする。

(予察)

第112条 予察は、現地調査の着手前に空中写真等及び参考資料を用いて行うものとする。

<第112条 運用基準>

1. 当該国が定める図式等による場合は、その適用について検討する。
2. 前項の結果、生じた疑問事項を整理する。
3. 整理する空中写真等は、原則とし、各コース1枚おきの空中写真又は図郭単位に切り出した衛星画像を用い、図化範囲と一致させる。
4. 予察は次の事項について行う。
 - 1) 収集した各種資料の利用方法とその良否の判定
 - 2) 空中写真等の判読困難な事項及びその範囲の確認
 - 3) 判読不能部分の抽出
 - 4) 各種資料間における名称、行政界等の矛盾の確認
5. 地形図に表示する各種事項のうち、記入可能なものは、図式等に従って空中写真等又は参考図に記入する。
6. 前4号に規定する調査事項等について、その区域及びその状況に関する参考事項を空中写真等又は参考図に記入する。

(現地調査対象及び表示の基準)

第113条 現地調査の対象及び表示の基準は、使用する図式に定められている表現事項とする。

<第113条 運用基準>

1. 特に定めがない場合は、次の各号を準用する。
 - 1) 道路は、道路等級、車線数又は道路巾、舗装状態等の道路状況とこれらの区間を図式に従って分類し表示する。
 - 2) 鉄道は、単線、複線、側線の区別、軌道巾等により分類表示する。
 - 3) 道路及び鉄道に係わる切取、盛土部、トンネル、橋、高架部、駅、渡船及びその他の交通に関する人工物は、図式に従い、取捨選択をして表示する。
 - 4) 建物は、図式の基準に従って独立又は総描に分類し、かつ特定の用途又は機能を明らかにする必要のある建物については、注記、略注記又は記号でこれを表示する。
 - 5) 標定点測量に使用しない基準点等の刺針は、必要に応じ、その位置を確認して刺針することを原則とする。
 - 6) 特定地区として区別を必要とする公園、自然保護区域、墓地、港等でその境界が明らかでない場合は、特定地区界及び注記又は記号で表示する。
 - 7) 河川は、常時流水のある自然及び人工の河川のほか、季節的に水の流れない涸川又は断続する河川を定められた記号により、その流路の状況、流水方向等が明らかとなるように表示する。河川に付随する滝、ダム、護岸等の表現事項も必要に応じ調査して表示する。
 - 8) 干満の差が大きい海岸線は、現地調査の結果に基づいて空中写真等に表示する。
 - 9) 植生及び植生界は、空中写真等で明瞭に判読できないものを調査する。

- 1 0) 地形は、判読困難な凹地、崖、岩等の表現上誤り易いものについて図化作業の参考となるように詳細に調査して表示する。
 - 1 1) 地形図に表示する必要がある名称は、各種資料を参考として現地で確認する。
2. 図化及び編集の参考資料として必要な場合は、地上写真の撮影を行う。

(調査結果の整理)

第 1 1 4 条 調査結果は、調査用の空中写真等を使用して整理するものとする。

<第 1 1 4 条 運用基準>

1. 調査事項は、調査用空中写真等又は図化素図の複写図にインク等を使用し、図式記号又は別に定めた現地調査記号を準用して脱落及び誤記のないように整理する。
2. 調査事項は、真形、真位置を明確に描示する。
3. 道路及び鉄道の種類、並びに巾員が変わる地点又は分岐点は、明確に表示する。
4. 地名及びその他の名称とその範囲の整理には、空中写真等又は図化素図の複写図と異なるものを使用することができる。
5. 前号による整理が著しく困難な場合は、オーバーレイを併用して、次の要領によることができる。
 - 1) 当該空中写真等の調査範囲を示す界線、コース番号、写真番号、及び指標位置等を表示する。
 - 2) オーバーレイ上の描示は、空中写真等の整理に準じて行う。
 - 3) 道路分類が錯雑する場合は、色別にして分類表示する。

(接合)

第 1 1 5 条 調査事項の接合は、現地調査実施時及びその整理時に行うものとする。

(成果等)

第 1 1 6 条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) 現地調査に使用した空中写真等又は図化素図の複写図等
- (2) 上記の空中写真等又は図化素図の複写図等に付随するオーバーレイ
- (3) 図化用参考地上写真
- (4) 精度管理表

第 6 章 空中写真の A/D 変換及び空中三角測量

第 1 節 空中写真の A/D 変換

(要旨)

第 1 1 7 条 空中写真の A/D 変換とは、空中写真画像を画素と階調度によるデジタル表現に変換し、デジタル空中写真を取得する作業をいう。

(機器)

第118条 空中写真のA/D変換に使用するスキャナ装置は、所定の性能を有するものでなければならない。

<第118条 運用基準>

スキャナ装置の性能は、次のものを標準とする。

- 1) 230 mm×230 mmの大きさの空中写真の読み取りが可能であること。
- 2) 分解能 0.01 mm以内
- 3) 読取精度 0.02%以内 (任意の2点間)

(スキャニング)

第119条 空中写真画像のスキャニングは、所定のキャリブレーションによりパラメーターを設定して行うものとする。

<第119条 運用基準>

1. キャリブレーションにおいては、写真架台の座標系とセンサーのピクセル座標系との相関、画素サイズ、入力色調について行う。
2. 画素サイズは、0.025 mmを標準とする。

(成果等)

第120条 成果等は次のとおりとする。

- (1) デジタル空中写真データ
- (2) 精度管理表

第2節 空中三角測量 (アナログ画像方式)

(要旨)

第121条 空中三角測量 (アナログ画像方式) (以下「空中三角測量」という。)とは、写真測量の方法により、数値図化に必要なパスポイント及びタイポイントの水平位置及び標高を決定する作業をいう。

2 空中三角測量は、空中写真を用い、解析法によりブロックごとに調整計算を行うものとする。

(使用する機器)

第122条 空中三角測量に使用する主要な機器は、解析図化機又はステレオコンパレーターとする。

(調整計算の方法)

第123条 空中三角測量の調整計算は、バンドル法又は独立モデル法によるものとする。

2 撮影点の位置データを初期値として用いる空中三角測量（以下「GPS 空中三角測量」という。）の調整計算は、バンドル法によるものとする。

3 調整計算に使用するプログラムは、機構の承認を受けるものとする。

(基準点等の配置)

第124条 空中三角測量における基準点等の配置及び数は、調整計算法及びブロックの形状に応じて、適正に配置するものとする。

2 基準点等は、機構の承認した場合に限り、既成地形図上の明確な地点（以下「図上GCP」という。）を使用することができる。

<第124条 運用基準>

1. 基準点等は、次により配置する。

1) 撮影点の位置データを初期値として用いない場合

ア. 水平位置を定める点は、ブロックの4隅に必ず配置し、両端のコースにおいては、6モデルごとに1点、各コースの両端のモデルにおいては、3コースごとに1点を配置することを標準とする。その他は、ブロック内に精度を考慮して30モデルごとに1点を均等に配置することを標準とする。

イ. 標高を定める点は、2コースごとに両端のモデルに1点ずつ配置するほか、12モデルごとに1点の割合で各コースに均等に配置することを標準とする。

ウ. 水平位置を定める点(Nh)及び標高を定める点(Nv)の数は、次式を標準とする。

$$N_h = 4 + 2[(n-6)/6] + 2[(c-3)/3] + [(n-6)(c-3)/30]$$

$$N_v = [n/12]c + [c/2]$$

ただし、n は1コース当たりの平均モデル数

c はコース数

[]内の計算終了時の小数部は切り上げるものとし、モデル数又はコース数が少なく、()内
が負となった場合は、()内を0として扱い、Nv が Nh より小さい場合は、Nh と同
数とする。

2) GPS 空中三角測量を行う場合

ア. 水平位置及び標高を定める点は、ブロックの4隅に配置する。

イ. 水平位置及び標高を検証する点は、100 から 200 モデルに1点の割合でブロッ
ク内に適宜配置する

2. 水平位置を定める点と標高を定める点は、兼ねることができる。

3. 図上GCPは、作成する地形図より大縮尺で、かつ、精度が明らかな既成図に限り使
用できる。

(パスポイント及びタイポイント)

第125条 パスポイント及びタイポイントは、空中写真の標定に適切な位置で、写真上の座標を正確に測定できる地点を選定するものとする。

2 パスポイント、タイポイント及びその他の点は、必要に応じて、密着ポジフィルム上に点刻する。ただし、この場合、実体視の下で点刻器等を用い行うものとする。

<第125条 運用基準>

1. パスポイントの選定は次のとおりとする。
 - 1) パスポイントは、各空中写真の主点付近及び主点付近をとおり主点基線におおむね直角な線上の両側に配置する。また、必要に応じ、これらの点に補助点を設けることができる。
 - 2) パスポイントの選定は、付近がなるべく平坦で、連続する3枚の空中写真上で実体視ができる明瞭な位置とする。
 - 3) 両側の点は、主点付近の点からおおむね等しい距離に選ぶ。23 cm×23 cmの画角の空中写真の場合は、両側の点の主点からの距離は、おおよそ7 cm以上10 cm未満とする。
2. パスポイントの名称は、原則として、以下のとおりとする。
 - 1) パスポイントの名称は、a、b、cに区分し、主点付近のものを当該空中写真のb点とし、その上側をa点、下側をc点とする。
 - 2) b点付近の補助点の名称は、b点に近いものから順次にb'、b"…とする。また、a点、c点に関しても同様とする。
3. タイポイントの選定は次のとおりとする。
 - 1) タイポイントは、1モデルに1点を標準とし、直線状にならないように、隣接コースの重複部分の上側及び下側交互にほぼ等間隔に配置する。
 - 2) タイポイントの選定は、両コースの関係空中写真で明瞭に確認できる位置とする。
 - 3) タイポイントは、パスポイントを兼ねることができる。
4. タイポイントの名称は、原則として、以下のとおりとする。
 - 1) タイポイントの名称は、一方のコースの当該タイポイントが最もb点に近く写っている空中写真番号の後に「T」の文字を付ける。
 - 2) パスポイントでタイポイントを兼ねるものについては、パスポイントの名称の後に「T」の文字を付ける。
5. パスポイント及びタイポイントの刺針は、次のとおりとする。
 - 1) パスポイント及びタイポイントの位置を密着空中写真に正確に刺針して点の名称を記入する。
 - 2) 前項の刺針は、1コース内で主点に最も近く写っている写真にのみ行う。
6. 選定したパスポイント等については、原則として、密着ポジフィルムに表示する。

(機械座標の測定)

第126条 機械座標の測定は、空中写真に含まれる指標、基準点等、パスポイント及びタイ

ポイントについて、独立に2回行うものとする。

<第126条 運用基準>

1. 2回測定の較差は、0.02 mm以内とし、その平均値を採用する。
2. 較差が許容範囲を超えた場合は、なお、1回の測定を行って3回の測定値の平均値を採用する。

(内部標定)

第127条 空中写真座標は、4つ以上の指標を使用して決定するものとし、平均計算の結果における指標の残存誤差は、所定の許容範囲を超えてはならない。

- 2 航空カメラの歪曲収差、主点位置のずれ及び大気による屈折は、原則として、補正するものとする。

<第127条 運用基準>

1. 指標の残存誤差の許容範囲は、標準偏差が0.02 mm以内、最大値が0.03 mm以内とする。
2. 指標の座標値は、使用した航空カメラの検定値を用いる。

(相互標定)

第128条 独立モデル法による調整を行う場合は、次により相互標定を行うものとする。

- (1) 相互標定は、当該モデルに含まれるすべてのパスポイント、タイポイント及び基準点等を使用する。
- (2) 相互標定後の残存縦視差は、所定の許容範囲を超えてはならない。

(独立モデル法によるブロック調整)

第129条 独立モデル法によるブロック調整は、内部標定及び相互標定を行った後、ブロックの調整計算を行うものとする。

- 2 調整計算には、当該ブロックに含まれるすべての基準点等、パスポイント、投影中心及びタイポイントを使用するものとする。
- 3 各モデルの変換式の係数は、ブロックごとに同時平均によって決定するものとする。ただし、水平位置と標高の調整計算は、独立に行うことができるものとする。
- 4 地球曲率の影響は、補正するものとする。
- 5 ブロック内における基準点残差及びタイポイント較差は、所定の許容範囲を超えてはならない。

<第129条 運用基準>

1. 調整計算式は、水平位置と標高を同時に調整する場合は縮尺を考慮した3次元直交変換式、独立に調整する場合は水平位置についてはヘルマート変換式、標高については1次多項式による。
2. 基準点等で計算に使用しない点がある場合は、その点名及び理由を計算簿に明記する。

3. 同一ブロック内における基準点残差、パスポイント及びタイポイントの調整値からの残差の許容範囲は、水平位置及び標高とも標準偏差が対地高度の0.02%以内、最大値が0.04%以内とする。ただし、超広角カメラの場合は、前者が0.04%以内、後者が0.07%以内とする。

(バンドル法によるブロック調整)

第130条 バンドル法によるブロック調整は、内部標定を行った後、ブロックの調整計算を行うものとする。

- 2 調整計算には、当該ブロックに含まれるすべての基準点等、パスポイント及びタイポイントを使用するものとする。
- 3 各空中写真の変換式の係数は、ブロックごとに同時平均によって決定するものとする。
- 4 地球曲率の影響は、補正するものとする。
- 5 ブロック内における基準点等の基準点残差及びパスポイント、タイポイントの交会残差は、所定の許容範囲を超えてはならない。

<第130条 運用基準>

1. 調整計算式は、各写真の傾きと投影中心の位置を未知数とした射影変換式とし、これに種々の系統的誤差に対応したセルフキャリブレーション項を付加することができる。
2. 計算に使用しない基準点等がある場合は、その点名及び理由を計算簿に明記する。
3. 同一ブロック内における基準点等の基準点残差の許容範囲は、水平位置及び標高とも標準偏差が対地高度の0.02%以内、最大値が0.04%以内とする。ただし、超広角カメラの場合は、前者が0.04%以内、後者が0.07%以内とする。
4. 同一ブロック内におけるパスポイント及びタイポイントの交会残差の許容範囲は、標準偏差が0.015 mm以内、最大値が0.03 mm以内とする。
5. 航空カメラの歪曲収差、大気屈折及び地球曲率の影響の補正は、セルフキャリブレーションで代えることができる。

(隣接ブロック間の接合)

第131条 隣接ブロック間のタイポイント較差は、所定の許容範囲を超えてはならない。

<第131条 運用基準>

隣接ブロック間のタイポイント較差の許容範囲は、水平位置及び標高とも対地高度の0.09%以内とする。

(成果等)

第132条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) 空中三角測量成果表及び実施一覧図
- (2) パスポイント及びタイポイントの表示密着ポジフィルム

- (3) パスポイント及びタイポイントの表示密着空中写真
- (4) 基準点残差表及びタイポイント較差表
- (5) 測定簿及び計算簿
- (6) 精度管理表

<第132条 運用基準>

無点刻法で座標測定を行った場合は、(2)及び(3)を必要としない。

第3節 空中三角測量（デジタル画像方式）

（要旨）

第133条 空中三角測量（デジタル画像方式）とは、デジタル写真測量の方法により、数値図化に必要なタイポイントの水平位置及び標高を決定する作業をいう。

2 空中三角測量（デジタル画像方式）は、デジタル空中写真又は衛星画像データを用い、解析法によりブロックごとに調整計算を行うものとする。

<第133条 運用基準>

GNSS/IMU 未使用のフィルムカメラによる撮影の場合を除き、空中三角測量は、「作業規程の準則」の「同時調整」の規定を適用する。

（使用する機器）

第134条 空中三角測量（デジタル画像方式）に使用する主要な機器は、デジタルステレオ図化機とする。

（調整計算の方法）

第135条 デジタル空中写真を用いる場合の調整計算は、第123条の規定を準用する。

2 衛星画像データを用いる場合の調整計算は、バンドル法によるものとする。

3 調整計算に使用するプログラムは、あらかじめ機構の承認を受けるものとする。

（基準点等の配置）

第136条 空中三角測量（デジタル画像方式）における基準点等の配置は、第124条の規定を準用する。

<第136条 運用基準>

衛星画像データを用いる場合は、水平位置及び標高を定める点を調整計算に使用するプログラムが指定する方法で適正に配置する。

(タイポイント)

第137条 タイポイントは、デジタル空中写真又は衛星画像の標定に必要な数をステレオマッチングにより自動選定するものとする。

(機械座標の測定)

第138条 機械座標の測定は、デジタル空中写真又は衛星画像データに含まれる指標、基準点等、タイポイントについて、次により行うものとする。

2 指標及び基準点等は、多重測定を行うものとする。

3 タイポイントは、デジタル空中写真又は衛星画像の標定に適切な位置に、必要数をステレオマッチングにより選定及び測定を同時に行うものとする。

<第138条 運用基準>

1. 多重測定の較差は、0.02 mm以内とし、その平均値を採用する。

2. 較差が許容範囲を超えた場合は、その点を削除する。

(相互標定)

第139条 独立モデル法による調整を行う場合の相互標定は、第128条の規定を準用するものとする。

(独立モデル法によるブロック調整)

第140条 独立モデル法によるブロック調整は、第129条の規定を準用するものとする。

(バンドル法によるブロック調整)

第141条 バンドル法によるブロック調整は、第130条の規定を準用するものとする。

2 衛星画像データの変換式の係数は、ストリップごとに決定するものとする。

<第141条 運用基準>

衛星画像データを用いる場合は、次による。

1) 調整計算式は、内部標定要素を既知とした射影変換式とし、これに種々の系統的誤差に対応したセルフキャリブレーション項を付加することができる。

2) 同一ブロック内における基準点等の残差の許容範囲は、水平位置の標準偏差が地図情報レベルの1/5,000(m)以内、最大値が1/2500(m)以内、標高の標準偏差が等高線間隔の1/4以内、最大値が1/2以内とする。

3) 同一ブロック内における画像上のタイポイントの交会残差の許容範囲は、標準偏差が1画素以内、最大が2画素以内とする。

(隣接ブロック間の接合)

第142条 隣接ブロック間のタイポイント較差は、第131条の規定を準用するものとする。

(成果等)

第143条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) 空中三角測量成果数値データ及び実施一覧図
- (2) 基準点及びタイポイント残差表
- (3) 測定簿及び計算簿
- (4) 精度管理表

第7章 数値図化

第1節 数値図化（アナログ画像方式）

(要旨)

第144条 数値図化（アナログ画像方式）（以下「数値図化」という。）とは、解析図化機又は座標読取装置付アナログ図化機（以下「解析図化機」という。）を用いて、地図情報をデジタル形式で取得し、数値図化データを作成する作業をいう。

(解析図化機)

第145条 数値図化に使用する解析図化機は、所定の精度を保持できる性能を有するものとする。

- 2 数値図化機は、性能を確認するため、作業着手前及び作業期間中の必要とする時期に点検調整を行うものとする。

<第145条 運用基準>

1. 使用する解析図化機は、X、Y、Zの座標値と所定のコードが入力・記録できる機能を有するものとする。
2. 解析図化機の測定精度は、密着ポジフィルム上に換算した値で0.02 mm以内（標準偏差）とし、座標読取装置の分解能は、密着写真上に換算した値で0.01 mm以上のものとする。

(取得する座標の単位)

第146条 数値図化で取得する座標（地上座標）データの単位及び位は、次による。

- (1) 地図情報レベル2500及び5000は、0.01メートルとする。
- (2) 地図情報レベル10000は、0.1メートルとする。
- (3) 地図情報レベル25000以上は、1メートルとする。

<第146条 運用基準>

レベル10000以下の数値地形図の数値図化において、取得する座標の単位は、「作業規程の準則」を標準とする。

(モニタリング)

第147条 モニタリングとは、数値図化時においてデータの位置、形状等をグラフィックディスプレイ又は描画テーブル等に出力し、確認することをいう。

(基準点座標等の入力及び展開)

第148条 基準点座標等の入力及び展開は、所定の座標系及び単位で行うものとする。

2 描画テーブルでモニタリングを行う場合の展開等は、第223条(図郭線、パスポイント等の展開)の規定を準用する。

<第148条 運用基準>

基準点座標等とは、図郭線、方眼線、基準点及び標定点、パスポイント及びタイポイントの座標をいう。

(標定)

第149条 相互標定は6点のパスポイントの付近で行うものとする。

- 2 対地標定は、空中三角測量によって得られた6点のパスポイントを用いるものとする。
- 3 モデル内に基準点等がある場合は、その点によって点検して補正を行うものとする。
- 4 標定における残差等については、所定の許容範囲を超えてはならない。

<第149条 運用基準>

1. 相互標定後、6点のパスポイントにおける残存縦視差は、密着ポジフィルム上で0.02mm以内とする。
2. 対地標定終了後、モデル上の点の誤差は、地図情報レベルの3/10,000(m)以内とする。
3. 前項における標高の誤差は、等高線間隔の1/4以内とする。
4. 標定の結果は、標定記録簿に記録する。
5. 標定記録簿は、別に定める様式(様式第4)を準用できる。

(数値図化の範囲)

第150条 数値図化の範囲は、原則として当該モデルのパスポイントで囲まれた内部とする。

(細部数値図化)

第151条 細部数値図化は、原則として線状対象物、建物、植生及び等高線の順序で描画するものとする。

<第151条 運用基準>

現地調査結果を記入した空中写真、オーバレイ及びその他の資料により、必要なデータを漏れなく取得する。

(分類コード)

第152条 取得する数値図化データには、原則として、図式等で定められたその種類を表すための分類コードを付すものとする。

<第152条 運用基準>

当該国の定めがない場合は、「作業規程の準則」を参考とする。

(地形データの取得)

第153条 地形表現のためのデータの取得は、等高線法、数値標高モデル法、マップデジタルサイズ法又はこれらの併用法で行うものとする。

<第153条 運用基準>

1. 等高線法によりデータを取得する場合は、距離間隔（図上換算距離）1 mm又は時間間隔0.3秒を標準とし、地形の状況に応じて変更できる。
2. 数値標高モデル法によりデータを取得する場合は、所定の格子点の標高値を数値図化機により直接測定する。
 - 1) 所定の格子点間隔は、仕様に従い選択する。
 - 2) 任意の点を測定する場合は、第154条（標高点の選点）の規定を準用して行う。
3. 等高線（既成図の等高線を含む）の読み取りデータから数値標高モデルを発生させる方法又は不整三角網地形モデル（T I N）により等高線を発生させる方法を用いることができる。
4. マップデジタルサイズ法は、第12章（既成図数値化）の規定を準用する。
5. 数値標高モデルのデータは、点検プログラム及び出力図等により点検を行う。
6. 点検の結果、地形に適合していない標高値は、その周辺区域を含め、再測定を行う。

(標高点の選点)

第154条 標高点は、地形の判読を考慮し、努めて等密度に分布するよう選定することを原則とする。

<第154条 運用基準>

1. 標高点を選定する位置は、次のとおりとする。
 - 1) 主要な山頂
 - 2) 道路の主要な分岐点及び道路が通ずるあん部
 - 3) 谷口、河川の合流点、広い谷底又は河川敷
 - 4) 主な傾斜の変換点
 - 5) その付近の一般面を代表する地点
 - 6) おう地の読定可能な最深部

(標高点の測定)

第155条 標高点の測定は、1回測定を行ったあと、点検のための測定を行うものとする。

<第155条 運用基準>

較差が許容範囲を超える場合は、更に1回の測定を行い、3回の測定値の平均値を採用する。

地図情報レベル	標高点の測定較差許容範囲
2,500	0.4m以内
5,000	0.6m以内
10000	0.8m以内
25000	1.0m以内
50000	1.8m以内
100000	2.4m以内

(他の測量方法によるデータの追加)

第156条 数値図化データに、他の測量方法によるデータを追加する場合は、機構の承認を受けるものとする。

(出力図の作成)

第157条 数値図化データの出力図は、地図情報レベル相当縮尺で作成することを原則とする。

(数値図化データの点検)

第158条 数値図化データの点検は、編集装置又は前条において作成された出力図を用いて、空中写真及び現地調査資料等により行うものとする。

<第158条 運用基準>

数値図化データの点検は、次について行う。

- 1) 取得漏れ、平面位置及び標高の誤りの有無
- 2) 分類コードの誤りの有無
- 3) 接合の良否
- 4) 標高点の位置、密度、測定値の良否
- 5) 地形表現データの整合

(成果等)

第159条 成果等は次のとおりとする。

- (1) 数値図化データ
- (2) 標定記録簿
- (3) 精度管理表

第2節 数値図化（デジタル画像方式）

(要旨)

第160条 数値図化（デジタル画像方式）とは、デジタルステレオ図化機を用いて、地図情報を数値形式で取得し、数値図化データを作成する作業をいう。

(デジタルステレオ図化機)

第161条 デジタルステレオ図化機は、所定の精度を保持できる性能を有するものとする。

<第161条 運用基準>

デジタルステレオ図化機の測定精度及び座標読取装置の分解能は、第145条（解析図化機）運用基準に規定する解析図化機の性能と同等以上とする。

(取得する座標値の単位)

第162条 数値図化（デジタル画像方式）で取得する座標（地上座標）値の単位及び位は、第146条（取得する座標の単位）の規定を準用する。

(数値図化の方法)

第163条 数値図化（デジタル画像方式）は、次の方法により行うものとする。

- (1) ステレオ画像をもとに行う方法
- (2) 正射画像又はそれを出力した正射画像図をもとに行う方法（以下「単画像図化」という。）

(分類コード)

第164条 取得する数値図化データの分類コードは、第152条（分類コード）の規定を準用するものとする。

(地形データの取得)

第165条 地形表現のためのデータの取得は、第153条（地形データの取得）の規定を準用するものとする。

<第165条 運用基準>

数値標高モデル法によりデータを取得する場合は、ステレオマッチングによる自動取得

を行う。

(標高点の選定)

第166条 標高点は、第154条(標高点の選点)の規定を準用して選定するものとする。

(標高点の測定)

第167条 標高点の測定は、第155条の規定を準用してステレオマッチングにより行うものとする。

(細部数値図化データの取得)

第168条 細部数値図化データの取得は、第151条(細部数値図化)の規定を準用して行うものとする。

<第168条 運用基準>

正射画像図を用いる単画像図化は、次により行う。

- 1) 単画像図化に用いる正射画像図は、生成する図面縮尺に応じた精度を有するものを使用するものとする。
- 2) 正射画像図は、デジタルモザイクした正射画像データを図郭ごとに切り出し、必要に応じインクジェットプリンタ等を用いて伸縮の少ないフィルムに出力する。
- 3) 細部数値図化データの取得は、デジタルイズ又はスキャニングにより行う。

(出力図の作成)

第169条 数値図化データの出力図は、第157条(出力図の作成)の規定を準用して作成するものとする。

(数値図化データの点検)

第170条 数値図化データの点検は、第158条(数値図化データの点検)の規定を準用して行うものとする。

(成果等)

第171条 成果等は次のとおりとする。

- (1) 数値図化データ
- (2) 標定記録簿
- (3) 精度管理表

第8章 数値編集

(要旨)

第172条 数値編集とは、現地調査の結果に基づき、編集装置を用いて数値図化データを編

集し、編集済データ及び地形図データを作成する作業をいう。

(数値図化データ及び現地調査データ等の入力)

第173条 数値図化データ及び現地調査データは、編集装置に入力するものとする。

2 現地調査等において収集した図面等の資料は、ディジタイザ又はスキャナを用いて数値化し、編集装置に入力するものとする。

(数値編集)

第174条 前条において入力されたデータは、編集装置を用いて追加、削除、修正等の処理を行い、編集済データを作成するものとする。

2 地形図データは、編集済データを図式に従って編集処理して作成するものとする。

<第174条 運用基準>

等高線データは、グラフィックディスプレイ又は出力図を用いて点検を行い、矛盾箇所の修正を行う。

(接合)

第175条 接合は、モデル間、隣接する図郭間で行い、座標を一致させるものとする。

<第175条 運用基準>

1. 地形及び地物のずれが図上換算 0.7 mm以内の場合は、関係図形を修正して接合を完全に処理する。

2. 地形及び地物のずれが図上換算 0.7 mmを超える場合は、数値図化作業を再度実施する。

(出力図の作成)

第176条 出力図は、点検及び現地補測等のため、編集済データ及び地形図データからインクジェットプロッタ等を用いて作成するものとする。

(点検)

第177条 点検は、前条において作成した出力図、グラフィックディスプレイ及び点検プログラムを用いて行うものとする。

2 点検プログラムは、編集済データの論理的矛盾等について行う。

(成果等)

第178条 成果等は次のとおりとする。

- (1) 編集済データ
- (2) 地形図データ
- (3) 精度管理表

第9章 現地補測及び補測数値編集

(要旨)

- 第179条** 現地補測とは、当該国が作成又は承認して提供した資料によって境界、地名及びその他名称を現地で確認を行うほか、編集済データ又は地形図データ出力図に表現されている重要事項の確認及び必要部分の補備測量を現地において行う作業をいう。
- 2 補測数値編集とは、現地補測の結果を編集済データに追加、修正等の補測処理を行うことにより補測編集済データ及び補測編集済地形図データを作成する作業をいう。

(実施)

- 第180条** 現地補測は、次の事項について実施するものとする。
- (1) 当該国より提示された資料による境界、地名及びその他の名称と現地との照合確認
 - (2) 数値編集で生じた疑問事項の確認
 - (3) 必要に応じ、重要な表現事項の確認
 - (4) 数値図化不可能部分及び必要範囲の補備測量
- 2 補備測量は、編集済データ出力図上の確実かつ明瞭な点に基づき、必要に応じてトータルステーションを用いて行うか又は GPS 測量等により直接データを取得して行うものとする。
- 3 現地補測の結果は、後続作業に支障のないように留意し、電子記憶媒体、編集済データ又は地形図データ出力図等に整理するものとする。

<第180条 運用基準>

1. 現地調査の結果と当該国の資料による名称に相違のある場合には、必要に応じ現地地点検を行う。
2. 編集済データ又は地形図データ出力図を基に、全ての境界、地名及びその他の名称について、当該国の同意を得た場合は、出力図上に当該国政府の担当責任者の署名を受けらる。
3. 現地補測の結果は、測定結果を電子記憶媒体に記録するほか、注記、記号、属性等を編集済データ又は地形図データ出力図に整理する。

(補測数値編集)

- 第181条** 前条により整理された現地補測の結果は、編集装置を用いて編集済データに追加、修正等の編集処理を行い補測編集済データ及び補測済地形図データを作成するものとする。
- 2 補測数値編集は、第8章の規定を準用する。

(出力図の作成)

- 第182条** 出力図は、第176条（出力図の作成）の規定を準用して補測編集済データ及び補測済地形図データより作成するものとする。

(点検)

第183条 補測編集済データ及び補測済地形図データの点検は、第177条(点検)の規定を準用して行うものとする。

(成果等)

第184条 成果等は次のとおりとする。

- (1) 補測編集済データ
- (2) 補測済地形図データ
- (3) 補測済地形図データ出力図
- (4) 精度管理表

第10章 構造化編集

(要旨)

第185条 構造化編集とは、地理情報システム等における利用を目的に、補測編集済データに点、線、面の相互関係を持たせた構造化編集済データを作成する作業をいう。

(構造化編集)

第186条 構造化編集は、編集装置に補測編集済データを入力し、対話処理、自動処理及びこれらの処理を併用して、構造化編集済データを作成するものとする。

(点検)

第187条 点検は、構造化編集済データ出力図及び点検プログラムを用い、ファイルの内容が所定の仕様に従っているかについて行うものとする。

2 点検プログラムは、データの論理的矛盾等の点検を行う。

<第187条 運用基準>

構造化編集済データ出力図は、所定の形式により作成する。

(成果等)

第188条 成果等は次のとおりとする。

- (1) 構造化編集済データ
- (2) 精度管理表

第11章 データファイル作成

(要旨)

第189条 データファイルの作成とは、補測済地形図データ及び構造化編集済データを各々

の仕様に従って電子記憶媒体に記録する作業をいう。

- 2 データファイルは、地形図データファイル及び構造化データファイルに区分するものとする。

(実施)

第190条 地形図データファイルは、補測済地形図データを所定の仕様に従って電子記憶媒体に記録するものとする。

- 2 構造化データファイルは、構造化編集済データを所定の仕様に従って電子記憶媒体に記録するものとする。

(点検)

第191条 データファイルは、点検プログラム又はグラフィックディスプレイへの表示等により、その内容を点検するものとする。

- 2 点検プログラムは、論理的矛盾等について行う。

(説明書作成)

第192条 データファイルの説明書は、ファイルの管理及び利用において必要になる事項について作成するものとする。

(成果等)

第193条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) 地形図データファイル
- (2) 構造化データファイル
- (3) データファイル説明書
- (4) 精度管理表

第12章 既成図数値化及び既成図修正

第1節 要旨

(要旨)

第194条 既成図数値化とは、既に作成された地形図等（以下「既成図」という。）の数値化を行い、数値地形図を作成する作業をいう。なお、必要に応じて既成図修正を実施するものとする。

<第194条 運用基準>

- 1 地図情報レベル10000以下の既成図数値化及び既成図修正は、「作業規程の準則」を標準とする。
- 2 アナログ写真測量による既成図修正の場合は、本規程を用いる。

(用語の定義)

第195条 この章における用語の定義は、次に定めるところによる。

- (1) ベクタデータ : 座標値を持った点列によって表現される図形データをいう。
- (2) ラスタデータ : 行と列に並べられた画素の配列によって構成される画像データをいう。

(使用する既成図の縮尺)

第196条 既成図数値化に使用する既成図の縮尺は、1/10,000～100,000を標準とする。

(成果の形式)

第197条 既成図数値化における成果の形式は、ベクタデータを標準とする。ただし、機構が指示する場合は、ラスタデータとする。

(座標値の単位等)

第198条 ベクタデータにおける座標値(地上座標)の単位及び位は、第146条(取得する座標の単位)の規定を準用する。

2 ラスタデータにおける画像座標の1画素は、図上最大0.1mmを標準とする。

(工程別作業区分及び順序)

第199条 既成図数値化の工程別作業区分及び順序は、次の各号を標準とする。

- (1) 計測用基図作成
 - (2) 計測
 - (3) 編集
 - (4) 既成図修正
 - (5) 構造化編集
 - (6) データファイルの作成
- 2 (4) 既成図修正については、機構が指示した場合に行うものとする。
- 3 (5) 構造化編集については、本編第10章の規定を準用する。

第2節 計測用基図作成

(要旨)

第200条 計測用基図作成とは、既成図の原図又は複製用ポジ原図を用い、計測に使用する基図を作成する作業をいう。

<第200条 運用基準>

既成図の原図又は複製用ポジ原図の図郭線及び対角線は、所定の長さに対して、次の許容範囲内とし、許容範囲を超える場合は、機構と協議する。

- 1) 図郭線 0.5 mm
- 2) 対角線 0.7 mm

(計測用基図作成)

第201条 計測用基図は、既成図の原図又は複製用ポジ原図を写真処理等により複製し、作成するものとする。

- 2 計測用基図に用いる既成図は、必要に応じて資料の収集を行い、内容を補完するものとする。

<第201条 運用基準>

1. 計測用基図は、原則として、既成図の原図の色版ごとに作成する。
2. 計測用基図の材質は、伸縮の少ないポリエステルフィルム等を使用する。

第3節 計測

(要旨)

第202条 計測とは、計測機器を用いて、計測用基図の数値化を行い、数値データを取得する作業をいう。

(計測機器)

第203条 計測機器の性能は、次表に掲げるものとし、作成する数値地形図の精度等を考慮して選定するものとする。

区 分	性 能	読 取 範 囲
デジタルイザ	分解能 0.1 mm 以内 読取精度 0.3 mm 以内	計測基図の図郭内の読取が可能のこと
スキャナ	分解能 0.1 mm 以内 読取精度 0.25 %以内 (任意の2点間)	計測基図の図郭内の読取が可能のこと

(デジタルイザ計測)

第204条 デジタルイザによる計測は、計測用基図ごとに行い、図葉単位に計測データを取得するものとする。

- 2 計測は、所定の精度により行い、分類コード等を付すものとする。

<第204条 運用基準>

1. 計測は、次のとおりとする。
 - 1) 計測項目ごとの開始及び終了時には、図郭四隅をそれぞれ独立に2回計測し、各隅

における座標値の較差が図上 0.3 mmを超えた場合は、再計測する。

2) 地物等の計測精度は、図上 0.3 mm (標準偏差) 以内とする。

2. 座標変換は、次のとおりとする。

1) 機械座標から当該国の仕様に基づく座標への変換は、アフィン変換を標準とする。

2) 変換係数は、図郭四隅の計測値及び基図座標値から最小二乗法により決定する。

3) 図郭四隅の座標の残存誤差は、最大図上 0.2 mmとする。

(スキャナ計測)

第205条 スキャナによる計測は、図郭を包む領域について、計測項目ごとに一律な規格と精度で行い、図葉単位に計測データを取得するものとする。

2 数値地形図のデータを第197条(成果の形式)に規定する標準とする場合は、計測データのラスタ・ベクタ変換を行うものとする。

<第205条 運用基準>

1. 計測は、次のとおりとする。

1) 計測においては、図葉ごとに縦、横方向とも所定の画素数になるように補正を行う。

2) 読取精度は、図形の最小画線幅の1/2(標準偏差)以内とする。

2. 座標変換は、次のとおりとする。

1) 図郭四隅又はその付近で座標が確認できる点の画像座標は、グラフィックディスプレイに表示して計測する。

2) 機械座標から当該国の仕様に基づく座標への変換は、前条運用基準第2項に準ずる。

3) 図郭四隅の座標の残存誤差は、最大2画素とする。

3. 画素の再配列は、最近隣内挿法、共1次内挿法又は3次たたみ込み内挿法等による。

第4節 編集

(要旨)

第206条 編集とは、編集装置を用いて、計測データの訂正等を行い、編集済データを作成する作業をいう。

(編集)

第207条 編集は、計測データをもとに、編集装置のグラフィックディスプレイ上で行うものとする。

2 点検の結果、計測漏れ、誤り等がある場合は、編集済データの訂正を行うものとする。

<第207条 運用基準>

隣接する図郭間の地図データは、接合処理により座標を一致させる。

(点検)

第208条 点検は、点検用出力図、グラフィックディスプレイ及び点検プログラムを用いて行うものとする。

2 点検プログラムは、編集済データの論理的矛盾等について行う。

<第208条 運用基準>

1. 点検用出力図は、編集済データよりプロッタ等を用いて作成する。
2. 点検は、数値化項目の脱落等の有無、位置の精度、画線のつながり及び隣接図葉との接合について行う。

第5節 既成図修正

(要旨)

第209条 既成図修正とは、既成図の表示内容が経年により変化している場合に、数値化の対象となる表示内容を修正し、現況と一致させる作業をいう。

(修正の方法)

第210条 既成図修正は、次に掲げる方法により行うものとする。

- (1) アナログ写真測量による方法
 - (2) デジタル写真測量による方法
- 2 修正方法の決定は、予め空中写真等により変化部分を抽出して、修正の内容及び修正量を把握の上決定するものとする。
- 3 第1項の(1)及び(2)による方法は、計測作業又は編集作業の後に行うことができるものとする。

(実施)

第211条 既成図修正は、次により行うものとする。

- (1) デジタル写真測量により行う場合は、本編第7章(数値図化)及び第9章(現地補測及び補測数値編集)の規定を準用するものとする。
- (2) アナログ写真測量により行う場合は、第4編第2章(図化)及び第4章(現地補測)の規定を準用するものとする。

<第211条 運用基準>

1. 図化は、計測用基図に変化部分を測定描画する。
2. 図化における対地標定は、次のとおりとする。
 - 1) 対地標定は、計測用基図上の地物等を用いて行ない、対地標定に使用する地物等の数は、6点以上とする。
 - 2) 水平位置の較差は、図上0.7 mm以内を標準とする。
 - 3) 標高の較差は、等高線間隔の1/3以内を標準とする。

3. 数値図化は、修正データを取得し、計測データを修正する。
4. 数値図化における対地標定は、第2項に準じて行う。

第6節 データファイルの作成

(要旨)

第212条 データファイルの作成とは、編集済データを電子記憶媒体に記録する作業をいう。

(実施)

第213条 データファイルは、編集済データを所定の仕様に従って電子記憶媒体に記録するものとする。

(説明書作成)

第214条 データファイルの説明書は、ファイルの管理及び利用において必要になる事項について作成するものとする。

(出力図の作成)

第215条 出力図は、プロッタ等を用い、数値化した項目を出力して作成する。

<第215条 運用基準>

出力図は、原則として、数値化した項目を1面にまとめて作成する。ただし、錯綜する場合には、複数面に分けて作成することができる。

(成果等)

第216条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) データファイル
- (2) データファイル説明書
- (3) 精度管理表

第4編 アナログ方式による地形図作成作業

第1章 概説

(要旨)

第217条 アナログ方式による地形図作成作業とは、デジタル方式によらない地形図作成作業をいう。

(図式等)

第218条 図式、投影図法、図郭の大きさ、等高線間隔等（以下「図式等」という。）は、当該国の定めによることを原則とする。

<第218条 運用基準>

当該国の規定がない場合は、機構の指示によるほか、別に定める図式等（図式については「基本図標準図式例」、投影図法等については規格第2）を準用する。

(地形図の作成方式)

第219条 地形図の作成は、空中写真測量方式により行うものとする。

(工程別作業区分及び順序)

第220条 地形図作成の工程別作業区分及び順序は、次の各号を標準とする。

- (1) 標定点測量
- (2) 対空標識設置
- (3) 撮影
- (4) 刺針
- (5) 現地調査
- (6) 空中三角測量
- (7) 図化
- (8) 編集
- (9) 現地補測

2 (1) 標定点測量、(2) 対空標識設置、(3) 撮影、(4) 刺針、(5) 現地調査及び(6) 空中三角測量は、第3編第2章から第6章の規定を準用する。

第2章 図化

(要旨)

第221条 図化とは、空中三角測量、現地調査等の成果に基づき、図化機を使用して地形図に必要な各種の表現事項を測定描画し、図化素図等を作成する作業をいう。

<第221条 運用基準>

1. 図化素図の縮尺は、原則として原図の縮尺と同一とする。
2. 図化素図の材質は、常温常湿における伸縮比が0.05%以下で、厚さが0.12 mm以上のポリエステルシート又はこれと同等以上のものを使用する。
3. 図化は、地物及び等高線に分けて行うことができる。

(図化機)

第222条 使用する図化機は、所定の精度を保持できる性能を有するものとする。

- 2 作業前に所定の方法により図化機の性能等の点検を行い、必要に応じて調整を行うものとする。
- 3 作業期間中においても必要に応じて適宜機能点検を行うものとする。

(図郭線、パスポイント等の展開)

第223条 図郭線、パスポイント等の展開は、自動製図機等を使用して行い、その最大誤差は図上0.2mm以内とするものとする。

- 2 展開した図郭線による2個の対角線の所定の長さに対する誤差は、図上0.3mm以内とするものとする。

(標定)

第224条 標定は、第149条(標定)の規定を準用するものとする。

(図化範囲)

第225条 図化範囲は、原則として当該モデルのパスポイントで囲まれた内部とする。

(細部図化)

第226条 細部図化は、原則として線状対象物、建物、植生及び等高線の順序で描画するものとする。

- 2 当該モデルの図化作業終了後、使用した資料等に基づき、直ちに図化素図の所定の項目について点検・整理を行うものとする。

<第226条 運用基準>

1. 現地調査結果を記入した空中写真、オーバレイ及びその他の資料により、必要な事項をもれなく描画する。
2. 変形地は可能な限り等高線で描画し、その状況によっては、変形地記号を覆描する。
3. 等高線は図式に定められた等高線ごとに一本ずつ測定描画するものとし、必要個所の補助曲線は省略してはならない。
4. 山頂、おう地、峠等は、等高線の描画漏れを防ぐためその標高を測定し、必要に応じて標高値を図化素図に記入する。
5. 当該モデルの図化作業終了後に行う点検・整理の項目は、次のとおりとする。
 - 1) 標定点等の展開の良否の点検
 - 2) パスポイント等の平面位置及び標高の良否の点検
 - 3) 図化もれ、描画した地物等の平面位置及び標高の誤りの有無
 - 4) 画線等のカスレは、図化素図の地形地物の状況をそこなわないように補描する。
 - 5) 等高線数値は、図化素図から容易に各等高線の標高を読みとれるように表示する。
 - 6) 標高点と等高線の関係の良否の点検

(接合)

第227条 隣接する図化素図の接合は、所定の方法により厳密に行うものとする。

2 接合部の図化が第225条（図化範囲）の規定により難しい場合は、その範囲を変更することができる。

<第227条 運用基準>

接合は、次により行う。

- 1) 隣接図がない場合は、図郭外1cmまで描画したポリエステルシートの接合写図を作成する。
- 2) 既成の隣接図がある場合は、接合写図を参照し、接合部の図化を行う。
- 3) 図形のずれが1.0mm以内のときは、関係図形を修正し、接合を完全に処理する。

(標高点の選定)

第228条 標高点の選定は、第155条（標高点の選点）を準用するものとする。

(標高点の測定)

第229条 標高点の測定は、独立に2回行い、その平均値を採用するものとする。

<第229条 運用基準>

1. 2回の測定値の較差の許容範囲は、次のとおりとする。

地図情報レベル	標高点の測定較差許容範囲
2,500	0.4m以内
5,000	0.6m以内
10000	0.8m以内
25000	1.0m以内
50000	1.8m以内
100000	2.4m以内

2. 較差が許容範囲を超えた場合は、更に1回の測定を行い、3回の測定値の平均値を採用する。

(基準点資料図の作成)

第230条 基準点資料図は、図化素図と同じ大きさの図紙を用い、標定点等の位置、数値等を表示して作成するものとする。

<第230条 運用基準>

1. 標定点等は、図式記号で表示し、名称、番号及び標高を記入する。

2. 標高点は、単点オーバーレイに2回の測定値及びその中数値を記入する。

(成果等)

第231条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) 図化素図
- (2) 基準点資料図
- (3) 標定記録簿
- (4) 接合写真
- (5) 精度管理表

第3章 編集

(要旨)

第232条 編集とは、図化素図、現地調査等の資料を用い、図式等に従って編集した素図（以下「編集素図」という。）及び後続作業に必要な資料を作成する作業をいう。

- 2 図化不能部分の編集は、現地補測終了後、その結果を用いて整理するものとする。

(編集素図の作成)

第233条 編集素図は、各種資料に基づき、図式に従って図化素図に表示された事項を編集素図に透写して作成するものとする。

<第233条 運用基準>

1. 編集素図の図紙の規格は、図化素図と同一規格とする。
2. 編集素図には、図郭線、標定点等の展開を行い、表示する。
3. 編集素図の図郭線の所定の長さに対する誤差は、0.2 mm以内とする。
4. 編集素図の2個の対角線の所定の長さに対する誤差は、0.3 mm以内とする。
5. 編集素図は、図化素図及び各種資料に基づき図式に従って編集するものとし、完成図に表示されない未耕地、湿地の植生界等も編集素図に描示する。
6. 編集する各種表現対象物の平面位置は、記号化して表示するため転位を必要とする場合、図式等に定められた範囲内で行う。

(注記資料図の作成)

第234条 注記資料図は、現地調査の結果に基づき、地形図に表示する文字（以下「注記文字」という。）の位置、字大、字隔、書体及び字形を決定し、所定の様式に従って作成するものとする。

<第234条 運用基準>

1. 注記資料図には、0.075 mm～0.1 mmのポリエステルベース又はこれと同等以上のものを使用する。

2. 注記資料図は、次の方法により表示する。
 - 1) 注記文字は、図式等に従って表示する。
 - 2) 注記文字を表示する位置は、鍵形が文字の最初の字を示す。線の長さは、ほぼ字列の長さとする。
 - 3) 線状対象物、又は地域を示す注記文字で字隔が大きい、又は位置が容易に決定できないときは、文字位置を「□」の記号で表示する。
 - 4) 注記文字は、それぞれ鍵型及び「□」の外側に表示することを原則とする。
 - 5) 注記文字が錯雑する場合は、適宜の位置に矢印で引出し、字大等必要な事項を略号で表示する。
 - 6) 各種名称の調査を現地補測で実施する場合は、本条運用基準を準用する。

(接合)

第235条 隣接する編集素図との接合部におけるすべての表現事項は、その図郭線上において不合理のないように合致しなければならない。

<第235条 運用基準>

1. 図郭線上において合致しなければならない表現事項のうち、作成年次の違いによる経年変化又は図式の変更等、明らかな理由がある場合は、合致させないで表現することができる。
2. 理由があって、接合が合致しない場合は、当該国の測量機関と協議しておくものとする。

(基準点資料図の整理)

第236条 基準点資料図に表示された標定点等及び標高点のうち、編集において不採用とした点は、削除表示をして整理するものとする。

(整飾資料の整理)

第237条 整飾事項は、直接編集素図に記載するものと、整飾資料表に記載するものに分けて整理するものとする。

<第237条 運用基準>

1. 編集素図に表示する整飾事項は、原則として次のとおりとする。
 - 1) 図名
 - 2) 地形図番号
 - 3) 経緯度及び座標数値
 - 4) 図郭外標高数値
 - 5) 到達注記
2. 整飾資料表に記載する事項は、地形図番号、図法、図歴及びその他必要事項とする。

(成果等)

第238条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) 編集素図
- (2) 注記資料図
- (3) 基準点資料図
- (4) 整飾資料表
- (5) 精度管理表

第4章 現地補測

(要旨)

第239条 現地補測とは、当該国が作成又は承認して提供した資料によって境界、地名及びその他名称を現地で確認して編集素図に表示するほか、編集素図に表現されている重要な事項の確認及び補測の必要な部分について、その補備測量を現地において行う作業をいう。

<第239条 運用基準>

1. 現地補測は編集終了後、次の資料等を用いて行う。
 - 1) ポリエステルベース複図、その藍焼図等
 - 2) 編集素図と注記資料図を重ね焼きした藍焼図
 - 3) 現地調査の結果を表示した空中写真及び当該国より提供を受けた参考資料
2. ポリエステルベース複図は、編集素図をポリエステルベースに複写して作成する。

(実施)

第240条 現地補測は、次の事項について実施するものとする。

- (1) 当該国より提示された資料による境界、地名及びその他の名称と現地との照合確認。
 - (2) 編集で生じた疑問事項の確認
 - (3) 必要に応じ、重要な表現事項の確認
 - (4) 図化不可能部分及び必要範囲の補備測量
- 2** 補備測量を行う場合は、原則として、平板測量法により行うものとする。

<第240条 運用基準>

1. 現地調査の結果と当該国の資料による名称に相違のある場合には、必要に応じ現地点検を行う。
2. 平板測量法によって補備測量を行う場合は、ポリエステルベース複図を使用する。
3. 疑問事項の調査確認を終了し、すべての境界、地名及びその他の名称を表示した編集素図の藍焼図によって当該国の同意を得た場合は、当該国政府の担当責任者の書名をこの図上に受ける。

(整理)

第241条 現地補測の結果は、所定の方法に従ってポリエステルベース複図等に整理するものとする。

2 編集素図の訂正・整理は、現地補測の結果を用いて行うものとする。

<第241条 運用基準>

1. 現地と照合した境界、地名及びその他の名称についての確認結果は、編集素図と注記資料図を重ね焼きした藍焼図に整理する。
2. 疑問事項及び重要な表現事項の確認結果は、ポリエステルベース複図の藍焼図に整理する。
3. 補測又は確認した事項のうち、植生に関するものを緑色、その他は赤色の鉛筆等で補入又は訂正する。
4. 図化不可能部分及び補備測量の必要な範囲について行った平板測量の結果は、ポリエステルベース複図に整理する。
5. 注記資料図は、同意を得た編集素図の藍焼図を用いて訂正する。
6. 現地補測終了後、次の事項について点検する。
 - 1) 補測又は確認した事項相互間或いは他の資料との矛盾の有無及び抹消整理の良否
 - 2) 補測結果の各図葉間の接合の良否
 - 3) 補測測量の方法とその結果の良否
 - 4) 編集素図上への表示の脱落、又は注記資料図の訂正の脱落等の有無
 - 5) 編集素図の描画濃度の良否と画線のカスレ及び汚れの有無

(地形図原図)

第242条 地形図原図は、現地補測の結果を整理した編集素図とする。

2 地形図原図とする編集素図は、第7条(精度管理)第2項に規定した点検を終了したものでなければならない。

<第242条 運用基準>

編集終了後に行う地形図原図の点検は、次のとおりとする。

- 1) 編集素図寸法の良否
- 2) 図式等の適用の良否
- 3) 各種表現事項の表現方法の良否
- 4) 画線の良否
- 5) 各種資料整理の良否
- 6) 編集素図と資料との矛盾の有無
- 7) 図式適用方法の統一の良否
- 8) 取捨選択等の内容の良否
- 9) 点検作業の良否
- 10) 修正結果の良否

(成果等)

第243条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) 地形図原図
- (2) 境界又は地名等の名称について、当該国の同意を得た編集素図の藍焼図
- (3) 現地作業に使用した編集素図のポリエステルベース複図等
- (4) 現地補測の結果によって訂正した各種資料図
- (5) 編集素図の精度の点検測量簿及び点検結果の一覧表
- (6) 精度管理表

第5編 スクライブ法による原図作成作業

第1章 概説

(要旨)

第244条 地形図製図原図作成作業とは、地形図原図を用いて定められた図式等に基づき、色数に応ずる地形図製図原図を作成する作業をいう。

2 作業の方法は、スクライブ製図方式（以下「スクライブ製図」という。）とする。

(スクライブ製図の精度)

第245条 スクライブ製図の精度は、地形図移写画線の中心線に対して0.1 mm以内でなければならない。

第2章 地形図製図原図

(要旨)

第246条 地形図製図原図とは、地形図原図を基図として、スクライブ製図により作成した分版スクライブ版をいう。

<第246条 運用基準>

1. スクライブ製図用シートは、常温、常湿における伸縮比が0.05%以下で、厚さが0.12 mm以上のポリエステルシート又はこれと同等以上のものを使用する。
2. スクライブシートは写真的に十分な遮光性を持ち、被膜がベースフィルムによく接着しているものを使用する。
3. 分版スクライブには、マスク版及び注記版等を含むものとする。

(工程別作業区分及び順序)

第247条 工程別作業区分及び順序は、次のとおりとする。

- (1) 準備
- (2) スクライブ製図
- (3) 接合
- (4) 整理
- (5) 点検
- (6) 成果等

(準備)

第248条 準備とは、適正、かつ、効率的に製図作業を行うための次の作業をいう。

- (1) 計画
- (2) 材料の準備
- (3) 器具の準備

<第248条 運用基準>

準備は次のとおりとする。

- 1) 計画は、作成する当該国の地形図の内容及び完成時期を考慮して製図作業工程表を作成する。
- 2) 材料の準備は、数量、規格、材質等を点検する。
- 3) 器具の準備は、製図に必要な器具を整備し、点検を行う。

(スクライブ製図)

第249条 スクライブ製図は、次の作業区分で実施するものとする。

- (1) スクライブ版作成
- (2) マスク版作成
- (3) 注記版作成
- (4) 総合サープリント作成

<第249条 運用基準>

1. スクライブ版作成は、次の各号とする。
 - 1) スクライブ作業には、レジスターパンチシステムを使用する。
 - 2) スクライブシートの型付けは、地形図原図の画線の濃度を考慮し、適切な露光及び現像により地形図原図画像の明瞭な移写を行う。
 - 3) 墨版の図郭及び左右の図郭中央の十字レジスターマークは、予め地形図原図上に表示し、正しくスクライブする。
2. ストリップコート剥離法によるマスク版作成は、スクライブの完了したベースに各色別にストリップベースを重ね合わせ、所要画線に沿ってカッティングして作成する。
3. 注記版作成は、前第1項で作成したスクライブ版を用いて多色焼きしたサープリント

上に片面マットのポリエステルフィルムを重ね合わせ、注記資料図及び地形図原図で指示された位置にあらかじめ写真植字によって作成した注記又は建物記号等を貼付して作成する。

4. 注記版における整飾事項の記号欄は、あらかじめ各図に共通する整飾事項についてポジフィルムを作成し、当該地形図について必要な整飾注記の写真植字を貼付する。
5. 注記ネガ版は、前第3項及び第4項により作成した注記版を用いて作成する。
6. 総合サープリント作成は、片面マットのポリエステルフィルムのマット面に、スクライプ版、マスク版及び注記ネガ版を色ごとに重ね焼きして作成する。

(接合)

第250条 隣接図との接合は、地形図製図原図を用いて直接接合作業を行うことを原則とする。

<第250条 運用基準>

1. 直接接合が困難な場合は、接合写図を作成する。
2. 接合写図の作成は、ポリエステルベース上に、対応する隣接図の総合サープリントより1cmの範囲について、図郭内図形を複写する。

(整理)

第251条 整理は、第249条（スクライプ製図）において作成したスクライプ版等（以下「製図原図等」という。）について行うものとする。

<第251条 運用基準>

1. 製図原図等には、裏面の右下に縮尺、図名及び分版名（色名）を黒の油性インク等で明記する。
2. 製図原図等の間には、薄い合紙を挟み、各版の膜面を保護して収納袋等に納める。
3. 収納袋等には、地区名、縮尺、図名、図番号、シート枚数等を必ず表記する。

(点検)

第252条 点検は、成果の統一と精度を保持するため、図式等に従いすべての成果等について実施するものとする。

2 点検において指摘した事項の訂正結果は、すべて確認しなければならない。

<第252条 運用基準>

点検は、次の各号により行う。

- 1) 点検は、最終成果及び総合サープリントについて行う。
- 2) 最終成果の点検は、色版シートごとに地形図原図等と対照し、誤描・脱落の有無、画線の状態、図式等との関係等を厳密に点検する。
- 3) 総合サープリントの点検は、地形図原図等と対照し、誤描・脱落の有無、各色版相

互の画線の関係位置等が適切にスクライブされているかについて点検する。

(成果等)

第253条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) スクライブ版ネガ
- (2) マスク版ネガ
- (3) 注記版ポジ及びネガ
- (4) 総合サープリント
- (5) 接合写真
- (6) 精度管理表

6編 地形図製版用フィルム作成及び印刷作業

第1章 概説

(要旨)

第254条 地形図複製作業とは、地形図製図原図又は地形図データを用いて製版用フィルム及び印刷版の作成を行い、オフセット印刷法により地形図等を印刷する作業をいう。

(工程別作業区分及び順序)

第255条 工程別作業区分及び順序は、次のとおりとする。

- (1) 製版
 - ア. 校正図の作成
 - イ. 校正及び校正直し
 - ウ. 製版用フィルムの作成
 - エ. 印刷版の作成
- (2) 地形図印刷
 - ア. 地形図印刷
 - イ. 点検
 - ウ. 整理

(精度)

第256条 製版用フィルム及び印刷版の精度は、それぞれの原板の図郭寸法に対し、0.3 mm以内とするものとする。

第2章 製版

(要旨)

第257条 製版とは、地形図印刷に必要な製版用フィルム及び印刷版を作成する作業をい、校正図の作成、校正及び校正直しを含むものとする。

(校正図の作成)

第258条 校正図の作成は、次のいずれかの方法で行うものとする。

- (1) 製図原図等を色ごとに焼き付けを行って作成した校正用P S版により、オフセット校正機を使用して作成する。
- (2) 地形図データをカラープロッタ等により出力して作成する。

<第258条 運用基準>

1. 製図原図等から作成する場合

- 1) 校正図は、使用した製図原図等を忠実に再現し、色版ごとの位置合わせが正確で、かつ指定された色見本に適合した色調でなければならない。
- 2) 使用するオフセット校正機は、オフセット印刷機と同等又は同等以上の印刷精度を保持するものでなければならない。
- 3) 校正図の用紙は地形図印刷に用いる用紙を使用し、校正図の印刷位置は指定された位置でなければならない。

2. 地形図データから作成する場合

- 1) 使用するカラープロッタ等の性能は、原データの位置精度及び色調が保たれること。
- 2) 校正図の出力位置は指定された位置でなければならない。

(校正及び校正直し)

第259条 校正は、地形図の内容について誤描、脱落、汚れ等を抽出して校正図に記録するものとする。

- 2 校正直しは、校正図に記録された校正事項に基づき、製図原図等又は地形図データを直接修正するものとする。

(製版用フィルムの作成)

第260条 製版用フィルムは、印刷版焼き付けに使うネガフィルム(原板)を色ごとに作成するものとする。

- 2 製版用フィルムは、所定の基準に適合したものを使用するものとする。

<第260条 運用基準>

1. 製版用フィルムの作成は、次の方法により行う。

- 1) 製図原図の各スクライプ版、マスク版、注記版等を色ごとに合成してポジフィルムを作成し、その合成ポジフィルムを用いて密着焼き付けにより作成する。

- 2) 地形図データを用いてイメージセッタにより出力する。
2. 製版用フィルムは、別に定める規格（規格第3）のポリエステルフィルムを使用する。
3. 画像は鮮明で製版焼付けに適する濃度であること。

（印刷版の作成）

第261条 印刷版は、製版用フィルムを用いてP S版に焼付けを行って作成するものとする。

<第261条 運用基準>

印刷版は、別に定める規格（規格第5）を有し、かつ十分な耐刷力を有すること。

（成果等）

第262条 成果等は、次の各号のとおりとする。

- （1）製版用フィルム（ネガフィルム及びポジフィルム）
- （2）校正図
- （3）精度管理表

第3章 地形図印刷

（要旨）

第263条 地形図印刷とは、調湿された印刷用紙にオフセット印刷機を用いて、地形図等を印刷する作業をいう。

2 地形図印刷は、試し刷りで色及び位置合わせの調整を行った上で、本印刷を実施するものとする。

<第263条 運用基準>

1. 印刷用紙は、別に定める規格（規格第4）を有し、かつ印刷適性（精細画質の再現性）が良好なものとする。
2. 印刷インキは、色調がよく、定着性及び耐光性に優れているものとする。

（点検）

第264条 点検は次の各号によるものとする。

- （1）色版ごとの位置合わせで、ずれの範囲が四隅のレジスターマークで0.1 mm以内であること。
- （2）地形図の内容に不合理がなく、読図上誤認のおそれのある汚れ、画線の欠落及び用紙の汚損並びに破損がないこと。
- （3）印刷図は、全般について点検し、校正図の精度を保持し、校正色見本等と照合する。
- （4）印刷図は、合格品と不合格品に分別し、合格品の数量は指定の数量以上でなければならない。

(整理)

第265条 整理は、本印刷終了後の製図原図等を、原図収納用の収納袋等に収納し、内訳表を添付して納品時まで保管するものとする。

<第265条 運用基準>

1. 本印刷に使用した印刷版は、当該国から特に要請がない場合、地形図作成作業完了後、機構の立ち合いのもとで磨消処理を行う。
2. 印刷図のうちで不合格品は数量確認後、裁断廃棄処分する。

(成果等)

第266条 成果等は次のとおりとする。

- (1) 印刷図
- (2) 精度管理表

海外測量（基本図用）作業規程（案）

令和 3 年度改訂版

発行日 2021 年 12 月 28 日

著 者 独立行政法人国際協力機構社会基盤部都市・地域開
発グループ

本書を無断で変更、転載、販売等をするのは御遠慮下さい。

Work Specifications
for
National Base Mapping (draft)

December 2021
Japan International Cooperation Agency

Work Specifications for National Base Mapping

Revision history

Outline	Release date	Creation organization
Enactment	December, 2006	Japan International Cooperation Agency
Revision	December 28, 2021	Japan International Cooperation Agency

Table of contents

PART 1 GENERAL	1
Article 1 (Purpose)	1
Article 1-2 (Definition of terms)	1
Article 2 (Scope of Survey)	1
Article 3 (Survey Reference)	1
Article 3-2 (Units of Measurement)	1
Article 4 (Compliance with related laws and regulations)	1
Article 5 (Operational Plan).....	1
Article 6 (Process Control).....	2
Article 7 (Accuracy Control).....	2
Article 8 (Certification of Equipment).....	2
Article 9 (Certification of Survey Results)	2
Article 9-2 (Format of Results).....	2
Article 10 (Special Exceptions).....	2
Article 11 (Submission of Results)	2
PART 1-2 SURVEY PLANNING AND IMPLEMENTATION	2
Article 12 (Outline).....	2
Article 13 (Review of Appendix Tables 1 and 2)	3
APPENDIX 1 - CONTRADICTION SUMMARY TABLE	4
APPENDIX 2 - CONTRADICTION AND RESPONSE POLICY	8
PART 2 CONTROL POINT SURVEY	19
Chapter 1 General	19
Article 14 (Outline).....	19
Article 15 (Classification of control point survey)	19
Chapter 2 Control Point Survey	19
Section 1 Outline.....	19
Article 16 (Outline).....	19
Article 17 (Control point survey methods).....	19
Article 18 (Work processes and their order)	19
Section 2 Plan	20
Article 19 (Outline).....	20
Article 20 (Forming a control point network)	20
Section 3 Site Selection	20
Article 21 (Outline).....	20
Article 22 (Implementation of site selection)	20
Article 23 (Production of a net adjustment diagram, etc.)	21
Section 4 Establishment of survey markers	21
Article 24 (Outline).....	21
Article 25 (Permanent monuments and temporary markers)	21
Article 26 (Control point description).....	22
Section 5 Observation and Computation based on the GPS survey method	22
Article 27 (Outline).....	22
Article 28 (Performances of survey instrument, etc.)	22

Article 29 (Inspection and adjustment of instrument)	22
Article 30 (GPS observation)	22
Article 31 (Measurement of element of eccentricity)	23
Article 32 (Base line analysis computation)	23
Article 33 (Check computation and resurvey)	24
Article 34 (Adjustment computation, etc.)	24
Section 6 Observation and computation based on the traversing method	26
Article 35 (Outline).....	26
Article 36 (Performances of survey instruments)	26
Article 37 (Inspection and adjustment of instruments)	26
Article 38 (Measurement of distances and weather elements).....	27
Article 39 (Observation of a horizontal angle)	27
Article 40 (Vertical angle observation)	28
Article 41 (Observation of elevation determination)	28
Article 42 (Measurement of element of eccentricity)	28
Article 43 (Resurvey).....	30
Article 44 (Calculation methods and decimal places)	31
Article 45 (Check computation and resurvey)	31
Article 46 (Adjustment computation, etc.)	31
Section 7 Summary of results, etc.	32
Article 47 (Results, etc.)	32
Chapter 3 Leveling	33
Section 1 Outline	33
Article 48 (Outline).....	33
Article 49 (Classification of leveling)	33
Article 50 (Work process and their order)	33
Section 2 Plan	33
Article 51 (Outline).....	33
Article 52 (Leveling route)	33
Article 53 (Bench mark density).....	34
Section 3 Site Selection	34
Article 54 (Outline).....	34
Article 55 (Implementation of site selection)	34
Article 56 (Production of a net adjustment diagram, etc.)	34
Section 4 Installation of survey markers	34
Article 57 (Outline).....	34
Article 58 (Establishment of permanent monuments)	34
Article 59 (Control Point description)	34
Section 5 Observation	35
Article 60 (Outline).....	35
Article 61 (Performances, etc. of survey instruments).....	35
Article 62 (Inspection and adjustment of instruments)	35
Article 63 (Implementation of observation)	36
Article 64 (Resurvey).....	37
Section 6 Calculation.....	37
Article 65 (Outline).....	37
Article 66 (Check computation and resurvey)	37
Article 67 (Adjustment computation, etc.)	38
Section 7 Summary of results, etc.	38
Article 68 (Results, etc.)	38
PART 3 DIGITAL TOPOGRAPHIC MAP PRODUCTION PROCESS	38

Chapter 1 General	38
Section 1 Outline.....	38
Article 69 (Outline).....	38
Article 70 (Classification of topographic map production process).....	39
Article 71 (Accuracy of topographic maps)	39
Article 72 (Definitions of terms).....	39
Section 2 Digital topographic map production process	40
Article 73 (Outline).....	40
Article 74 (Classification of digital topographic map production process)	40
Article 75 (Map specifications, etc.).....	40
Article 76 (Development of a digital topographic map)	40
Article 77 (Representation of topographic features and heights)	40
Article 78 (Unit of data files).....	40
Article 79 (Data of a digital topographic map).....	40
Article 80 (Instruments)	40
Article 81 (Digital mapping method)	40
Article 82 (Work processes and their order)	41
Chapter 2 Control Point Survey	41
Article 83 (Outline).....	41
Article 84 (Accuracy of control points).....	42
Article 85 (Control point survey methods).....	42
Article 86 (Control point survey planning).....	42
Article 87 (Implementation timing).....	43
Article 88 (Implementation).....	43
Article 89 (Results, etc.).....	44
Chapter 3 Air photo Signalization and Pricking	44
Article 90 (Outline).....	44
Article 91 (Planning)	44
Article 92 (Setting of air photo signals).....	45
Article 93 (Identification of air photo signals).....	45
Article 94 (Pricking)	45
Article 95 (Results, etc.).....	45
Chapter 4 Aerial Photography and Satellite Image Acquisition	45
Section 1 Aerial photography.....	45
Article 96 (Outline).....	45
Article 97 (Aircraft, aerial camera, etc.)	46
Article 98 (Aerial photography plan)	46
Article 99 (Implementation of photographing)	46
Article 100 (Use of an aerial camera)	47
Article 101 (Use of film).....	47
Article 102 (Photography record).....	47
Article 103 (Photo processing of film).....	47
Article 104 (Inspection and rephotography)	48
Article 105 (Compiling of film)	48
Article 106 (Storage of films and contact prints).....	48
Article 107 (Results, etc.)	48
Section 2 Preparation of image data	49
Article 108 (Outline).....	49
Article 109 (Selection of a sensor on artificial satellite)	49
Chapter 5 Field identification.....	49

Article 110 (Outline)	49
Article 111 (Planning)	49
Article 112 (Preliminary photo-interpretation)	49
Article 113 (Field identification targets and display criteria).....	50
Article 114 (Summary of field identification results)	50
Article 115 (Edge matching).....	51
Article 116 (Results)	51
Chapter 6 A/D Conversion of Aerial Photos and Aerial Triangulation.....	51
Section 1 A/D Conversion of aerial photos	51
Article 117 (Outline)	51
Article 118 (Instrument)	51
Article 119 (Scanning)	51
Article 120 (Results)	51
Section 2 Aerial triangulation (analog image method)	51
Article 121 (Outline).....	51
Article 122 (Instruments to be used).....	52
Article 123 (Adjustment computation method)	52
Article 124 (Arrangement of control points, etc.)	52
Article 125 (Pass points and tie points).....	52
Article 126 (Measurement of machine coordinates)	53
Article 127 (Inner orientation)	53
Article 128 (Relative orientation)	53
Article 129 (Block adjustment using the independent model method)	53
Article 130 (Block adjustment using the bundle method)	54
Article 131 (Matching of neighboring blocks).....	54
Article 132 (Results)	55
Section 3 Aerial triangulation (digital image method).....	55
Article 133 (Outline).....	55
Article 134 (Instruments to be used).....	55
Article 135 (Adjustment computation method).....	55
Article 136 (Arrangement of control points, etc.)	55
Article 137 (Tie points)	55
Article 138 (Measurement of machine coordinates)	55
Article 139 (Relative orientation)	56
Article 140 (Block adjustment using the independent model method)	56
Article 141 (Block adjustment using the bundle method)	56
Article 142 (Matching of neighboring blocks)	56
Article 143 (Results)	56
Chapter 7 Digital plotting.....	56
Section 1 Digital plotting (analog image method)	56
Article 144 (Outline).....	56
Article 145 (Analytical stereo plotter).....	56
Article 146 (Unit of coordinates to be obtained).....	57
Article 147 (Monitoring)	57
Article 148 (Input and development of control point coordinates, etc.).....	57
Article 149 (Orientation)	57
Article 150 (Scope of digital plotting)	57
Article 151 (Detail digital plotting).....	57
Article 152 (Classification code)	58
Article 153 (Acquisition of topographic data)	58
Article 154 (Selection of elevation point)	58
Article 155 (Measurement of elevation point)	58

Article 156 (Addition of data using other surveying method)	59
Article 157 (Production of outputs)	59
Article 158 (Checking of digital plotting data)	59
Article 159 (Results)	59
Section 2 Digital plotting (digital image method)	59
Article 160 (Outline)	59
Article 161 (Digital stereo plotter)	59
Article 162 (Unit of coordinates to be obtained)	59
Article 163 (Digital plotting methods)	60
Article 164 (Classification code)	60
Article 165 (Acquisition of topographic data)	60
Article 166 (Selection of elevation point)	60
Article 167 (Measurement of elevation point)	60
Article 168 (Acquisition of detail digital plotting data)	60
Article 169 (Production of output)	60
Article 170 (Checking of digital plotting data)	60
Article 171 (Results)	60
Chapter 8 Digital compilation	60
Article 172 (Outline)	61
Article 173 (Input of digital plotting data, field identification data, etc.)	61
Article 174 (Digital compilation)	61
Article 175 (Data matching)	61
Article 176 (Production of output)	61
Article 177 (Checking)	61
Article 178 (Results)	61
Chapter 9 Field Completion and Digital compilation after Field Completion	61
Article 179 (Outline)	61
Article 180 (Implementation)	62
Article 181 (Digital compilation after field completion)	62
Article 182 (Production of output)	62
Article 183 (Checking)	62
Article 184 (Results)	62
Chapter 10 Data structurization	62
Article 185 (Outline)	62
Article 186 (Data structurization)	62
Article 187 (Checking)	63
Article 188 (Results)	63
Chapter 11 Data File Production	63
Article 189 (Outline)	63
Article 190 (Implementation)	63
Article 191 (Checking)	63
Article 192 (Production of instruction manuals)	63
Article 193 (Results)	63
Chapter 12 Digitization and Revision of Existing Map	63
Section 1 Outline	63
Article 194 (Outline)	63
Article 195 (Definitions of terms)	64
Article 196 (Scale of existing maps used)	64
Article 197 (Formats of results)	64

Article 198 (Unit of coordinate values)	64
Article 199 (Work processes and their order)	64
Section 2 Map Manuscript production	64
Article 200 (Outline)	64
Article 201 (Map manuscript production)	64
Section 3 Measurement	65
Article 202 (Outline)	65
Article 203 (Measuring instrument)	65
Article 204 (Digitizer measurement)	65
Article 205 (Scanner measurement)	65
Section 4 Compilation	66
Article 206 (Outline)	66
Article 207 (Compilation)	66
Article 208 (Checking)	66
Section 5 Existing map revision	66
Article 209 (Outline)	66
Article 210 (Revision methods)	66
Article 211 (Implementation)	66
Section 6 Data file production	67
Article 212 (Outline)	67
Article 213 (Implementation)	67
Article 214 (Production of instruction manuals)	67
Article 215 (Production of output)	67
Article 216 (Results)	67
PART 4 ANALOG TOPOGRAPHIC MAPPING PROCESS	67
Chapter 1 General	67
Article 217 (Outline)	67
Article 218 (Map specifications, etc.)	67
Article 219 (Production of topographic maps)	67
Article 220 (Work processes and their order)	68
Chapter 2 Plotting	68
Article 221 (Outline)	68
Article 222 (Stereo plotter)	68
Article 223 (Development of neat lines, pass points, etc.)	68
Article 224 (Orientation)	68
Article 225 (Scope of plotting)	68
Article 226 (Detail plotting)	68
Article 227 (Matching)	69
Article 228 (Selection of elevation points)	69
Article 229 (Measurement of elevation points)	69
Article 230 (Production of chart of control points)	69
Article 231 (Results)	70
Chapter 3 Compilation	70
Article 232 (Outline)	70
Article 233 (Production of compilation manuscripts)	70
Article 234 (Production of lettering guide)	70
Article 235 (Matching)	71
Article 236 (Handling of chart of control points)	71
Article 237 (Handling of marginal information materials)	71
Article 238 (Results)	71

Chapter 4 Field Completion	71
Article 239 (Outline)	71
Article 240 (Implementation)	72
Article 241 (Summary)	72
Article 242 (Original topographic map manuscript)	72
Article 243 (Results)	73

PART 5 ORIGINAL MAP PRODUCTION PROCESS THROUGH THE SCRIBE METHOD.. 73

Chapter 1 General	73
Article 244 (Outline)	73
Article 245 (Accuracy of scribing)	73
Chapter 2 Separated Original Topographic Map	73
Article 246 (Outline)	73
Article 247 (Work processes and their order)	73
Article 248 (Preparation)	74
Article 249 (Scribing)	74
Article 250 (Matching)	74
Article 251 (Summary)	75
Article 252 (Checking)	75
Article 253 (Results)	75

PART 6 PRODUCTION OF TOPOGRAPHIC MAP REPRODUCTION FILM AND PRINTING PROCESSES..... 75

Chapter 1 General	75
Article 254 (Outline)	75
Article 255 (Work processes and their order)	75
Article 256 (Accuracy)	76
Chapter 2 Plate-Making	76
Article 257 (Outline)	76
Article 258 (Production of proof maps)	76
Article 259 (Proofreading and proof correction)	76
Article 260 (Production of reproduction films)	76
Article 261 (Production of printing plates)	77
Article 262 (Results)	77
Chapter 3 Topographic Map Printing	77
Article 263 (Outline)	77
Article 264 (Checking)	77
Article 265 (Organizing)	77
Article 266 (Results)	77

Work Specifications for National Base Mapping (draft)

Part 1 General

Article 1 (Purpose)

These specifications (hereinafter referred to as “the Specifications”) define the standard methods for the "Base Mapping Survey" to be implemented by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as JICA) outside of Japan, whose scope is to contribute in the preparation of adequate specification in accordance with the conditions of the target country and ensure the required accuracy.

Article 1-2 (Definition of terms)

The definitions of terms in this specification are as set forth in the following items.

1. "Rules" means the "Rules for operating specification stipulated in Article 34 of the Surveying Law" and the manual on the surveying method using the new surveying technology developed by the Geospatial Information Authority of Japan stipulated in Article 17 of the Rules for operating specification.
2. "2006 Specifications" means Work Specifications for National Base Mapping (December 2006, JICA).
3. The Survey Results, etc. (hereinafter referred to as "Results") include "Survey Results," "Survey Records," and "Operational Materials", can be described as follows:
 - (1) Survey Results: Results obtained as a final target of each process of operation.
 - (2) Survey Records: Operation records completed in the process of obtaining survey results.
 - (3) Operation Materials : Various materials used in the process of obtaining survey records.

Article 2 (Scope of Survey)

The Specifications apply to Control Point Survey, Topographic Mapping, Photogrammetry and 3D Point Cloud Survey.

Article 3 (Survey Reference)

The survey defined in the article 2 (Scope of Survey) shall be conducted in compliance with accordance with the geodetic reference system (name, ellipsoid, and the locations and values of horizontal origin and height origin) established by the target country, or as instructed by JICA.

Article 3-2 (Units of Measurement)

The unit of measurement to be used for the survey is in accordance with the Measurement Act of Japan unless otherwise stated by the target country.

Article 4 (Compliance with related laws and regulations)

In carrying out the work, JICA, executing organization for the survey (hereinafter referred to as "executing organization ") and persons engaged in the work (hereinafter referred to as "workers") must comply with the laws and regulations related to surveying, property rights, intellectual property rights, labor, safety, transportation, land use, environmental protection, protection of personal information, etc. of the country concerned, and must respect the social practices regarding these.

Article 5 (Operational Plan)

1. JICA must specify specifications showing the type, content, structure, quality, etc. of the Survey Results that are intended to be obtained (hereinafter referred to as “Product Specifications”). The Product Specifications shall be in accordance with ISO 19131:2007/Amd.1:2011 “Geographic Information - Data product specifications” (JIS X 7131 2014).
2. The executing organization shall prepare a study operation plan in accordance with the instructions given and materials collected by JICA.
3. The documents prescribed in the preceding 2 paragraphs must be submitted to JICA for approval. The same procedure will be followed for any amendments.

Article 6 (Process Control)

1. The executing organization must follow adequate process control mentioned in article 5 (Operational Plan).
2. The executing organization must report the progress status of operation to the JICA as required.

Article 7 (Accuracy Control)

1. The executing organization must perform adequate accuracy control to ensure the accuracy of survey. Based on the result of accuracy control, create and submit a quality control record to JICA.
2. The executing organization must conduct the inspections at the end of each process of operation appropriately.
3. The executing organization must promptly check survey the items specified by JICA at the end of each work and during the work.
4. Forms used for quality control reports must generally be those specified in the Rules.
5. The check survey ratio must be as follows:
Control Point Survey: 3%
Leveling: 3%
Topographic Mapping and Photogrammetry: 2%
3D Point Cloud Survey: 5%

Article 8 (Certification of Equipment)

1. The executing organization shall normally use instruments specified by JICA and certified by an organization specified by JICA.
2. The main equipment used for observations must be properly inspected and necessary adjustments must be made by workers before and during work.

Article 9 (Certification of Survey Results)

A request shall be made generally by the executing organization to an organization specified by JICA in order to inspect the survey results which are specified by JICA before their submission.

Article 9-2 (Format of Results)

In principle, the format of Results shall be presented in the format defined by the target country. When there is no format proffered by the target country, the format specified in the Rules will be the standard.

Article 10 (Special Exceptions)

1. The instruments and the survey methods other than those specified in the Specifications may only be used in parts of the works subject to the approval of JICA and provided that their use will not cause any problems to ensure the required accuracy and maintain the work efficiency.
2. The survey methods, references, items, processes, etc. specified in the Specifications may only change with the approval of JICA.

Article 11 (Submission of Results)

1. The executing organization shall submit the Survey Results immediately on completion of work with the accuracy control results specified in article 7 (Accuracy control).
2. The executing organization is required to submit the Survey Records and Operation Materials at the request of JICA.
3. When JICA receives the submission of the results, etc. pursuant to the provisions of the preceding 2 paragraphs, it must promptly inspect the accuracy, contents, etc. of the results, etc.

Part 1-2 Survey Planning and Implementation

Article 12 (Outline)

1. The planning and implementation of the survey must be in accordance with part 2 and later of the Specifications and Rules.

2. The “planning organization” in the article of Rules shall be replaced as “JICA”.
3. Part 2 and later of the Specifications is based on "Appendix 1 contradiction summary table" and "Appendix 2 contradiction and response policy" that summarize the inconsistencies and response policies between Rules and 2006 Specifications, and necessary items are added to the "Operation criteria" of Part 2 and later of the 2006 Specifications.

Article 13 (Review of Appendix Tables 1 and 2)

Appendix 1(Contradiction Summary Table) and Appendix 2(Contradiction and Response Policy) shall be reviewed in accordance with the update of Rules.

Appendix 1 - Contradiction Summary Table

Item (Extracted items related to Article 2 (Scope of Survey) of the Specifications from "Rules for operating specification".)	Rules	2006 Specifications	Work processes to which Part 2 and later of the Specifications should be applied	Appendix 2 Reference No.
Part 1 General	×	×	Priority is given to Part 1 of this specification	01
Part 2 Control Point Survey				
Chapter 1 General	○	—	—	
Chapter 2 Control Point Survey	○	△	Partial Priority	02
Chapter 3 Leveling with Leveling Instrument	○	△	Partial Priority	03
Chapter 4 Leveling with GNSS Survey	○	—		
Chapter 5 Restoration Survey	○	—		
Part 3 Topographic Mapping and Photogrammetry				
Chapter 1 General	○	△	Partial Priority	04
Chapter 2 Field Survey	○	—		
Chapter 3 Terrestrial LiDAR Survey	○	—		
Chapter 4 Mobile Mapping System (MMS) Survey	○	—		
Chapter 5 UAV Aerial Photogrammetry	○	—		
Chapter 6 Aerial Photogrammetry	○			
Section 1 Summary	○			04
Section 2 Work Plan	○			
Section 3 Installation of Ground Control Points	○			
Section 4 Air Photo Signalization	○			
Section 5 Aerial Photography	○	△	Use Sections 1 and 2 of Chapter 4 together	05

See Appendix 2 for details of Appendix 1 above.

○ : Priority is given to specifications with ○ in each item.

△ : For work processes not specified in the Rules for operating specification, priority is given to Part2 and later of the Specifications.

× : Items not used.

— : Items not specified in the Rules for operating specifications and 2006 Specifications.

Item (Extracted items related to Article 2 (Scope of Survey) of the Specifications from "Rules for operating specification".)	Rules	2006 Specifications	Work processes to which Part 2 and later of the Specifications should be applied	Appendix 2 Reference No.
Section 6 Simultaneous Adjustment	○	△	Use Sections 2 and 3 of Chapter 6 together	06
Section 7 Field Identification	○			
Section 8 Digital Plotting	○	△	Use Section 1 of Chapter 7 together	07
Section 9 Digital Editing	○			
Section 10 Complementary Field Survey and Digital Editing	○			
Section 11 Data files creation for Digital Topographic Maps	○			09
Section 12 Quality evaluation	○			
Section 13 Compilation of Results	○			
No provision in the Rules for operating specification	—	○	Chapter 10 Data structurization	08
Chapter 7 Digitizing of Existing Maps	○	—		10
Chapter 8 Digital Map Revision	○	△	Partial Priority	10
Chapter 9 Photo Map Creation	○	—		
Chapter 10 Airborne LiDAR Survey	○	—		
Chapter 11 Map Editing	○	—		
Chapter 12 Fundamental Geospatial Data Creation	○	—		
No provision in the Rules for operating specification	—	○	Part 4 Analog Topographic Mapping Process	11

See Appendix 2 for details of Appendix 1 above.

○ : Priority is given to specifications with ○ in each item.

△ : For work processes not specified in the Rules for operating specification, priority is given to Part2 and later of the Specifications.

× : Items not used.

— : Items not specified in the Rules for operating specifications and 2006 Specifications.

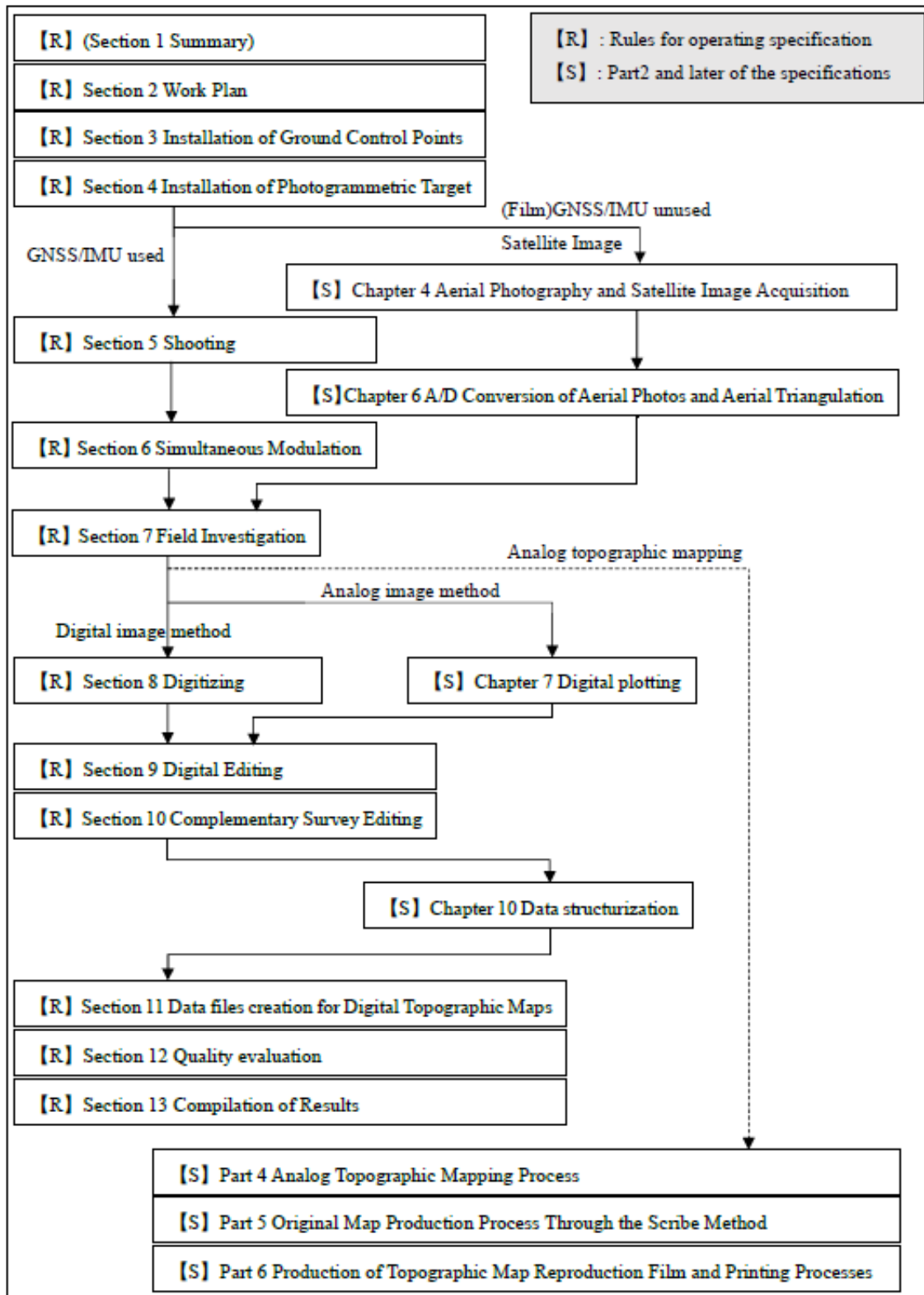
Item (Extracted items related to Article 2 (Scope of Survey) of the Specifications from "Rules for operating specification".)	Rules	2006 Specifications	Work processes to which Part 2 and later of the Specifications should be applied	Appendix 2 Reference No.
No provision in the Rules for operating specification	—	○	Part 5 Original Map Production Process Through the Scribe Method	11
No provision in the Rules for operating specification	—	○	Part 6 Production of Topographic Map Reproduction Film and Printing Processes	11
Part 4 3D Point Cloud Survey	○	—		

Item (The manual on the surveying method using the new surveying technology developed by Geospatial Information Authority of Japan)	Rules	2006 Specifications		
3D Point Cloud Survey Manual using Mobile Mapping System [MMS] (Draft)	○	—		
Cross-Section Drawing Creation Manual using 3D point cloud data (Draft)	○	—		
Public Survey Manual using UAV LiDAR (Draft)	○	—		
Multi-GNSS Survey Manual (Draft)	○	—		

See Appendix 2 for details of Appendix 1 above.

- : Priority is given to specifications with ○ in each item.
- △ : For work processes not specified in the Rules for operating specification, priority is given to Part2 and later of the Specifications.
- × : Items not used.
- : Items not specified in the Rules for operating specifications and 2006 Specifications.

The following figure is a flowchart showing whether rules or Part2 and later of the specifications should be applied for Aerial Photogrammetry work.



Chapter 6 Aerial Photogrammetry Flow chart

Appendix 2 - Contradiction and Response Policy

In the table, **【R】** refers to the Rules for operating specification and **【S】** refers to Part2 and later of the Specifications.

No.	(Part, Chapter, Section)	Contradiction					Response policy	Grounds for response																					
		2016 Specifications		Rules for operating specification																									
01	Common to all <u>(【S】 Part 1 General)</u> <u>(【R】 Part 1 General)</u>						Part 1 of the Specification shall be applied.																						
02	【S】 Part 2 Control Point Survey <u>Chapter 2 Control Point Survey</u> 【R】 Part 2 Control Point Survey <u>Chapter 2 Control Point Survey</u>	The order of the Control Point Survey is different.					<table border="1"> <thead> <tr> <th>【S】</th> <th>1st</th> <th>2nd</th> <th>3rd</th> <th colspan="2">—</th> </tr> <tr> <th>【R】</th> <th colspan="2">—</th> <th>1st</th> <th>2nd</th> <th>3rd</th> <th>4th</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Distance between survey points (Distance between known points)</td> <td>30,000 (m)</td> <td>10,000 (m)</td> <td>4,000 (m)</td> <td>2,000 (m)</td> <td>1,500 (m)</td> <td>500 (m)</td> </tr> </tbody> </table>	【S】	1st	2nd	3rd	—		【R】	—		1st	2nd	3rd	4th	Distance between survey points (Distance between known points)	30,000 (m)	10,000 (m)	4,000 (m)	2,000 (m)	1,500 (m)	500 (m)	<p>If the distance between survey points is 4,000 m or less, 【R】 is applied.</p> <p>If it exceeds 4,000m, the standard is 【S】 1st order and 2nd order.</p>	<p>In order to make the best use of the latest technology, 【R】 is standardized for inconsistent items. For items not specified in 【R】, the standard is 【S】.</p>
【S】	1st	2nd	3rd	—																									
【R】	—		1st	2nd	3rd	4th																							
Distance between survey points (Distance between known points)	30,000 (m)	10,000 (m)	4,000 (m)	2,000 (m)	1,500 (m)	500 (m)																							

No.	(Part, Chapter, Section)	Contradiction						Response policy	Grounds for response
		2016 Specifications			Rules for operating specification				
03	<p>【S】 Part 2 Control Point Survey <u>Chapter 3 Leveling</u></p> <p>【R】 Part 2 Control Point Survey <u>Chapter 3 Leveling with</u> <u>Leveling equipment</u></p>	The order of the leveling survey is different.						<p>If the route length is 150km or less, 【R】 is applied.</p> <p>If it exceeds 150km, the standard is 【S】 1st order and 2nd order.</p>	<p>In order to make the best use of the latest technology, 【R】 is standardized for inconsistent items. For items not specified in 【R】, the standard is 【S】.</p>
【S】	1st	2nd		3rd					
【R】	—		1st	2nd	3rd	4th	Simplified		
Route length	400 km or less	200 km or less	150 km or less		50 km or less				

No.	(Part, Chapter, Section)	Contradiction		Response policy	Grounds for response
		2016 Specifications	Rules for operating specification		
04	<p>【S】 Part 3 Digital Topographic Map Production Process <u>Chapter 1 General</u></p> <p>【 R 】 Part 3 Topographic mapping and Photogrammetry <u>Chapter 1 General</u> and Chapter 6 Aerial Photogrammetry <u>Section 1 Summary</u></p>			<p>【R】 is the standard. However, the "accuracy of topographic maps" "map symbols" and "data of a digital topographic map" are as follows.</p>	<p>In order to make the best use of the latest technology, 【 R 】 is standardized for inconsistent items. However, for items not appropriate to apply in the target country, the standard is 【S】 .</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • Map information level specified from 2500 (1 / 2,500) to 100000 (1 / 100,000) • The accuracy of Topographic Maps should generally be shown in the following table. The accuracy of the horizontal location of a Digital Topographic Map is represented by that of the map whose scale corresponds to the level of map information. <table border="1" data-bbox="577 491 1090 885"> <tr> <td colspan="2">Classification</td> <td>Accuracy (standard deviation)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Horizontal location of a planimetric feature</td> <td>0.7 mm or less on the map</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Elevation</td> <td>Elevation point</td> <td>One-third or less of contour line intervals</td> </tr> <tr> <td>Contour line</td> <td>One-half or less of contour line intervals</td> </tr> </table>	Classification		Accuracy (standard deviation)	Horizontal location of a planimetric feature		0.7 mm or less on the map	Elevation	Elevation point	One-third or less of contour line intervals	Contour line	One-half or less of contour line intervals	<ul style="list-style-type: none"> • Map information level specified from 250 (1 / 250) to 10000 (1 / 10,000) • The Positional Accuracy and Map Information Level of the Digital Topographic Map Data in the following table should be standard. <table border="1" data-bbox="1137 399 1664 785"> <thead> <tr> <th>Map Information Level</th> <th>Standard deviation of horizontal positions</th> <th>Standard deviation of elevation points</th> <th>Standard deviation of contours</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>250</td> <td>Within 0.12 m</td> <td>Within 0.25 m</td> <td>Within 0.5 m</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>Within 0.25 m</td> <td>Within 0.25 m</td> <td>Within 0.5 m</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>Within 0.70 m</td> <td>Within 0.33 m</td> <td>Within 0.5 m</td> </tr> <tr> <td>2500</td> <td>Within 1.75 m</td> <td>Within 0.66 m</td> <td>Within 1.0 m</td> </tr> <tr> <td>5000</td> <td>Within 3.50 m</td> <td>Within 1.66 m</td> <td>Within 2.5 m</td> </tr> <tr> <td>10000</td> <td>Within 7.00 m</td> <td>Within 3.33 m</td> <td>Within 5.0 m</td> </tr> </tbody> </table>	Map Information Level	Standard deviation of horizontal positions	Standard deviation of elevation points	Standard deviation of contours	250	Within 0.12 m	Within 0.25 m	Within 0.5 m	500	Within 0.25 m	Within 0.25 m	Within 0.5 m	1000	Within 0.70 m	Within 0.33 m	Within 0.5 m	2500	Within 1.75 m	Within 0.66 m	Within 1.0 m	5000	Within 3.50 m	Within 1.66 m	Within 2.5 m	10000	Within 7.00 m	Within 3.33 m	Within 5.0 m	<p>【R】 is the standard for "accuracy of topographic maps".</p> <p>Use 【S】 for the map whose map information level is more than 10000.</p> <p>However, "Map Information Level" and "Position Accuracy" are not always match due to the purpose of the topographic map and the regulations of the target country, so they are used as a guide.</p> <p>If there are no regulations in the target country, refer 【R】.</p> <p>For "data of a digital topographic map", 【S】 is the standard.</p>	<p>For items not specified in 【R】, the standard is 【S】.</p>
Classification		Accuracy (standard deviation)																																										
Horizontal location of a planimetric feature		0.7 mm or less on the map																																										
Elevation	Elevation point	One-third or less of contour line intervals																																										
	Contour line	One-half or less of contour line intervals																																										
Map Information Level	Standard deviation of horizontal positions	Standard deviation of elevation points	Standard deviation of contours																																									
250	Within 0.12 m	Within 0.25 m	Within 0.5 m																																									
500	Within 0.25 m	Within 0.25 m	Within 0.5 m																																									
1000	Within 0.70 m	Within 0.33 m	Within 0.5 m																																									
2500	Within 1.75 m	Within 0.66 m	Within 1.0 m																																									
5000	Within 3.50 m	Within 1.66 m	Within 2.5 m																																									
10000	Within 7.00 m	Within 3.33 m	Within 5.0 m																																									
		<ul style="list-style-type: none"> • The map symbols, map projection, size of a map extent, contour interval, data file specifications, etc. of digital topographic maps should, in principle, comply with the specifications of the target country. 	<ul style="list-style-type: none"> • The Map symbols should properly be defined according to the purpose and Map Information Level. • It is standard to use the map symbols of the 【R】 appendix and the basic survey according to the map information level. 																																									
		<ul style="list-style-type: none"> • The data of a digital topographic map should be classified as structured data and topographic map data. 	No description																																									

No.	(Part, Chapter, Section)	Contradiction		Response policy	Grounds for response
		2016 Specifications	Rules for operating specification		
05	<p>【S】 Part 3 Digital Topographic Map Production Process <u>Chapter 4 Aerial Photography and Satellite Image Acquisition</u></p> <p>【R】 Part 3 Topographic mapping and Photogrammetry Chapter 6 Aerial Photogrammetry <u>Section 5 Shooting</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> Regulations for Aerial Photography with film camera that does not use GNSS / IMU and preparation of satellite image data. 	<ul style="list-style-type: none"> Regulations for Aerial Photography with a film camera using GNSS / IMU and a digital camera using GNSS / IMU. 	<p>【R】 is the standard.</p> <p>【S】 is standard for Aerial Photography with a film camera that does not use GNSS / IMU.</p> <p>【S】 is the standard for the preparation of satellite image data.</p>	<p>In order to make the best use of the latest technology, 【R】 is standardized for inconsistent items.</p> <p>For items not specified in 【R】, the standard is 【S】.</p>

No.	(Part, Chapter, Section)	Contradiction		Response policy	Grounds for response
		2016 Specifications	Rules for operating specification		
06	<p>【S】 Part 3 Digital Topographic Map Production Process Chapter 6 A/D Conversion of Aerial Photos and Aerial Triangulation</p> <p>【R】 Part 3 Topographic mapping and Photogrammetry Chapter 6 Aerial Photogrammetry Section 6 Simultaneous adjustment</p>	<ul style="list-style-type: none"> Regulations for Aerial Triangulation (simultaneous adjustment) of data taken by GNSS / IMU unused film cameras and satellite image data 	<ul style="list-style-type: none"> Simultaneous adjustment (Aerial Triangulation) by a film camera using GNSS / IMU and a digital camera using GNSS / IMU is specified. 	<p>【R】 is the standard.</p> <p>【S】 is the standard for Aerial Triangulation of data taken by "GNSS / IMU unused film camera" and "satellite image data".</p>	<p>In order to make the best use of the latest technology, 【R】 is standardized for inconsistent items.</p> <p>For items not specified in 【R】, the standard is 【S】.</p>

No.	(Part, Chapter, Section)	Contradiction						Response policy	Grounds for response																							
		2016 Specifications			Rules for operating specification																											
07	<p>【S】 Part 3 Digital Topographic Map Production Process</p> <p><u>Chapter 7 Digital plotting</u></p> <p>【R】 Part 3 Topographic mapping and Photogrammetry</p> <p>Chapter 6 Aerial Photogrammetry</p> <p><u>Section 8 Digital Plotting</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> Regulations for Digital Plotting of the Analog Image method and the Digital Image method. 			<ul style="list-style-type: none"> Regulations for Digital Plotting of the Digital Image method. 			<p>【R】 is the standard.</p> <p>【S】 is the standard for the Digital Plotting of the Analog Image method.</p> <p>However, the "unit of coordinates to be acquired", "classification code", and "measurement of elevation points" are as follows.</p>	<p>In order to make the best use of the latest technology, 【R】 is standardized for inconsistent items. However, for items for which 【R】 is not suitable for overseas circumstances, 【S】 is standardized</p> <p>For items not specified in</p>																							
		<ul style="list-style-type: none"> The unit of coordinates to be acquired is different <table border="1"> <tr> <td>Map Information Level</td> <td>250</td> <td>500</td> <td>1000</td> <td>2500</td> <td>5000</td> <td>10000</td> <td>25000 or higher</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">The unit of coordinate data (m)</td> <td>【S】</td> <td colspan="2">—</td> <td colspan="2">0.01</td> <td>0.1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>【R】</td> <td colspan="2">0.01</td> <td colspan="2">0.01</td> <td>0.01</td> <td>—</td> </tr> </table>						Map Information Level		250	500	1000	2500	5000	10000	25000 or higher	The unit of coordinate data (m)	【S】	—		0.01		0.1	1	【R】	0.01		0.01		0.01	—	<p>For "unit of coordinates to be acquired", 【R】 is the standard.</p> <p>For level 25000 and above, 【S】 is the standard.</p>
		Map Information Level	250	500	1000	2500	5000	10000		25000 or higher																						
The unit of coordinate data (m)	【S】	—		0.01		0.1	1																									
	【R】	0.01		0.01		0.01	—																									
<p>The digital plotting data to be obtained must be assigned a classification code that represents its type established in the map symboling system, etc. (comply with the specifications of the target country.).</p>			<p>The classification code is based on the Digital Topographic Map acquisition classification criteria in the appendix.</p>			<p>If there are no regulations in the target country regarding the "classification code", refer 【R】.</p>																										

		<ul style="list-style-type: none"> Specified the allowable range of two measurements of elevation points from level 2500 to 100000. If the difference between the two measurements exceeds the tolerance, should be reselect the elevation point and re-measured. 	<ul style="list-style-type: none"> Specified the allowable range of two measurements of elevation points from level 500 to 10000. If the difference exceeds the allowable range, one more measurement is performed and the average value of the three measured values must be adopted. 	<p>【R】 is the standard for "unit of coordinates to be acquired".</p> <p>【S】 is the standard for exceed level 10000.</p> <p>However, if the difference exceeds the allowable range, the work method of 【R】 will be the standard.</p>	<p>【R】 , the standard is 【S】 .</p>
08	<p>【S】 Part 3 Digital Topographic Map Production Process Chapter 10 Data structurization</p>	<ul style="list-style-type: none"> Describes the rules of data structurization. 	<ul style="list-style-type: none"> No description 	<p>【S】 is the standard.</p>	<p>For items not specified in 【R】 , the standard is 【S】 .</p>

No.	(Part, Chapter, Section)	Contradiction		Response policy	Grounds for response
		2016 Specifications	Rules for operating specification		
09	<p>【S】 Part 3 Digital Topographic Map Production Process Chapter 11 Data File Production</p> <p>【 R 】 Part 3 Topographic mapping and Photogrammetry Chapter 6 Aerial Photogrammetry Section 11 Data file creation for digital topographic maps</p> <p>Section 12 Quality evaluation and Section 13 Compilation of results</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Describes the data files for Digital Topographic Maps and for data structurization. 	<ul style="list-style-type: none"> • There is no description of the data structurization file. 	When creating "structured data files", 【S】 is the standard.	For items not specified in 【R】 , the standard is 【S】 .

No.	(Part, Chapter, Section)	Contradiction		Response policy	Grounds for response
		2016 Specifications	Rules for operating specification		
10	<p>【S】 Part 3 Digital Topographic Map Production Process Chapter 12 Digitization and Revision of Existing Map</p> <p>【 R 】 Part 3 Topographic mapping and Photogrammetry Chapter 7 Digitization of Existing Maps and Chapter 8 Digital Map Revision</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Describes the digitization and revision of existing map for analog photogrammetry. 	<ul style="list-style-type: none"> • No description about the revision of an existing map for Analog Photogrammetry. 	<p>【R】 is the standard.</p> <p>However, for revision of existing map for analog photogrammetry, use 【S】 .</p>	<p>In order to make the best use of the latest technology, 【 R 】 is standardized for inconsistent items.</p> <p>For items not specified in 【R】 , the standard is 【S】 .</p>

No.	(Part, Chapter, Section)	Contradiction		Response policy	Grounds for response
		2016 Specifications	Rules for operating specification		
11	<p>【S】 Part 4 Analog Topographic Mapping Process</p> <p>Part 5 Original Map Production Process Through the Scribe Method</p> <p>and</p> <p>Part 6 Production of Topographic Map Reproduction Film and Printing Processes</p>	Described "Analog Topographic Mapping Process", "Original Map Production Process Through the Scribe Method" and "Production of Topographic Map Reproduction Film and Printing Processes"	No description	【S】 is the standard.	For items not specified in 【R】 , the standard is 【S】 .

Part 2 Control Point Survey

Chapter 1 General

Article 14 (Outline)

The control point survey refers to the determination of the location of a new point based on known points.

2. A control point refers to a marker established for use as a reference point in survey and having numerical results about its location.
3. A known point refers to an existing control point whose result is used as an existing point in the implementation of control point survey.
4. A new point refers to a control point to be established in control point survey.

Article 15 (Classification of control point survey)

The control point survey shall be classified into two categories, namely control point survey in a narrow sense (hereinafter referred to as "control point survey") and leveling.

2. A marker to be established in control point survey shall be called a control point in a narrow sense (hereinafter referred to as a "control point").
3. A marker to be established in leveling shall be called a bench mark.

Chapter 2 Control Point Survey

Section 1 Outline

Article 16 (Outline)

The control point survey refers to the determination of the horizontal location and elevation of new points based on the existing points and production of a result table.

2. The control point survey is classified into 1st, 2nd, and 3rd order control point survey depending on the types of known points, distances between survey points, and relative accuracy of observation.

<Article 16 Operation criteria>

Normally, the types of known points, distances between survey points, and relative accuracy of observation shall be as listed in the following table:

If the distance between the survey points is 4 km or less, the "Rules for operating specification" shall be applied.

Classification	Types of known points	Distance between survey points	Relative accuracy of observation
1st order control point survey	1st order control points or higher	30 km	$3 * 10^{-6}$
2nd order control point survey	1st and 2nd order control points	10 km	$1 * 10^{-5}$
3rd order control point survey	1st to 3rd order control points	4 km	$2.5 * 10^{-5}$

Article 17 (Control point survey methods)

Control point survey shall be performed using the GPS survey method or the traversing method.

2. The GPS survey method refers to a survey method using GPS.
3. The traversing method refers to a survey method based on traverse nets using an electro-optical distance meter, theodolite, etc.

Article 18 (Work processes and their order)

Work processes and their order shall be as follows:

- (1) Plan
- (2) Site Selection
- (3) Establishment of survey markers
- (4) Observation

- (5) Computation
- (6) Summary of results, etc.

Section 2 Plan

Article 19 (Outline)

A plan shall be made in accordance with the specification in Article 5 (Operation plan) and in view of the characteristics of different survey methods.

2. The approximate locations of new points shall be examined on a map, etc. to make a net adjustment plan.
3. In principle, the 1st and 2nd order control point survey shall be performed using the GPS survey method.
4. The 3rd order control point survey shall be performed using the traversing method or the GPS survey method.

<Article 19 Operation criteria>

1. A plan shall be made in view of survey methods, equipment to be used, personnel, work processes, topographic features, traffic routes, distribution of known points, etc.
2. In the GPS survey method a survey network is formed by the base lines which are the connections of a known point with a new point or two new points with each other.
3. The GPS survey method shall be used in view of the Health Status and Visibility of GPS satellites.
4. In the traversing method, a joined traverse net is formed. If the known points of the target country are used, the known points shall be subject to the inspection measurement to verify the accuracy of the known points. In this case, the GPS survey method may be used for the inspection measurement even though the traversing method would be used for the control point survey itself.

Article 20 (Forming a control point network)

A survey network and a joined traverse net (hereinafter referred to as a "control point network") shall be formed in view of strengths of figures.

2. When a control point network is to be formed, the elevation from a bench mark to a control point shall be determined as required.

<Article 20 Operation criteria>

1. An elevation shall be determined using the following survey methods:
 - 1) Direct leveling
 - 2) Indirect leveling using a distance and a vertical angle
 - 3) Combination of indirect and direct leveling
 - 4) GPS survey
2. Either of the survey methods listed in the previous item shall be implemented using the nearest bench mark.

Section 3 Site Selection

Article 21 (Outline)

The site selection refers to the survey of the current status of known points in the field based on a net adjustment plan, the selection of locations in view of conditions required for establishing of new points and point allocation densities, and the determination of the means of survey that conforms to the topographic features, vegetations, and other field status.

Article 22 (Implementation of site selection)

New points shall be selected at adequate locations in view of subsequent works, maintenance of markers, etc.

<Article 22 Operation criteria>

1. GPS survey shall be implemented as follows:
 - 1) In principle, new points shall be selected at locations free of artificial influences from radio

interferences, planimetric features, vegetations, etc.

2) Normally, skyward angular range of view must have an elevation angle of 15 degrees or more in all the directions.

3) If a known or new point shows a poor reception of radio waves from GPS satellites, an eccentric point shall be established or obstructing objects shall be removed.

2. Traversing method shall be implemented as follows:

1) A control point network shall be any figure consisting of two or more known points and, at each known point, the direction angles for establishing shall be observed. Depending on the field status, etc. however, the direction angles for establishment may be omitted.

2) One route (between two known points, a known point and an intersection, or two intersections) shall have six sides at the maximum.

3) An eccentric point shall be set at a location that meets the condition, $e < 0.10 \times S$, where S is the distance between the original point and neighboring point and e is the eccentric distance.

4) If a new point would be selected on the outside from a line that connects between adjacent known points in the circumference of a control point network, new points shall be selected normally within 40 degrees from this line.

Article 23 (Production of a net adjustment diagram, etc.)

A site selection map shall be created by marking the locations of new points and known points on a map, etc.

2. A net adjustment diagram shall be created based on a site selection map in view of the strengths of figures.

3. An observation diagram shall be created based on a net adjustment diagram by specifying an observation implementation plan.

<Article 23 Operation criteria>

1. A site selection map shall be created by marking the locations of new points and known points as well as eccentric points if there is any eccentricity in observation points.

2. All the visibility lines and observation points shall be marked on a site selection map if the traversing method is applied.

3. If the GPS survey method is applied, an observation diagram shall show a combination status for an observation repetitiously performed at fixed data acquisition intervals (hereinafter called a "session") using more than one GPS survey instrument, eccentric points, etc.

4. The GPS observations shall be performed by forming polygons with closed traverse routes that connect known and new points and shall be checked by either of the followings.

1) Polygons shall be formed through a combination of different sessions and used for inspection.

2) Overlapping observation on more than one side shall be implemented for inspection using different sessions.

Section 4 Establishment of survey markers

Article 24 (Outline)

The establishment of survey markers refers to the establishment of permanent monuments or temporary markers at the locations of new points, etc.

Article 25 (Permanent monuments and temporary markers)

In principle, new point shall be marked by establishing a permanent monument and establishing a protective facility, if required.

2. A known or new point shall be marked by establishing a temporary marker if required.

<Article 25 Operation criteria>

1. A permanent monument to be established shall comply with the specifications and forms established by the target country.

2. Specifications or forms shall be established through a consultation between the target country and JICA, if none of them is established by the target country.

Article 26 (Control point description)

Control point description shall be created for established permanent monuments and used control points and bench marks.

<Article 26 Operation criteria>

1. Control point description shall be created in formats established by the target country.
2. The formats shall be established through a consultation between the target country and JICA, if none of them is established by the target country.

Section 5 Observation and Computation based on the GPS survey method

Article 27 (Outline)

Observation based on the GPS survey method refers to the reception of radio waves from GPS satellites and recording of phase data, etc. (hereinafter called the "GPS observation").

2. Computation refers to the computation of horizontal locations, elevations, and other related elements of new points and creating a table of results, etc.

Article 28 (Performances of survey instrument, etc.)

Major instrument used for observation shall be those listed in the following table or equivalent.

GPS receiver (dual-frequency)	$\pm(5\text{mm}+1\text{mm} \cdot D)$	1st and 2nd order control point survey
GPS receiver (single-frequency)	$\pm(10\text{mm}+2\text{mm} \cdot D)$	3rd order control point survey

D: Measuring distance (km)

Article 29 (Inspection and adjustment of instrument)

The instrument to be used shall be subject to a functional inspection according to the prescribed method before work and they shall be adjusted, if required.

2. During the work period, the instrument shall be subject to the functional inspections and other ones, if required.

<Article 29 Operation criteria>

A GPS survey instrument shall be subject to a functional inspection to comply with the following conditions:

- a. The optical centering device is normal.
- b. The digital display is normal.
- c. The antenna cable is normal.
- d. The connectors are normal.
- e. The power voltage is within the specified values.

Article 30 (GPS observation)

The GPS observation shall be performed through the static relative positioning method (hereinafter referred to as the "static method"), etc.

2. The GPS observation shall be performed based on the observation diagram for each session.

<Article 30 Operation criteria>

1. If the distance is 500 m or less in the connecting observation for determining the elevation, a difference between the ellipsoidal heights may be used as a difference of elevation.
2. One session of observation shall be performed once.
3. The antenna height shall be measured in units of cm.
4. The observation time shall be indicated in the following table:

Classification	Observation time		Data acquisition interval
1st order control point survey	60 minutes or more		30 seconds or less
2nd order control point survey	20 minutes or more		15 seconds or less
3rd order control point survey	10 minutes or more		15 seconds or less

5. GPS observation shall be performed in view of the health status, visibility, etc. of GPS satellites and shall not be performed when the GPS satellites are in an unbalanced arrangement.

6. Normally, the reception elevation angle of a GPS satellite shall be 15 degrees or more. However, the reception elevation angle may be 30 degrees or more, if it is difficult to acquire the field of vision overhead.

7. The minimum number of common GPS satellites to be used at one time shall be four.

Article 31 (Measurement of element of eccentricity)

If an observation point is eccentric, the element of eccentricity shall be measured according to a prescribed method.

<Article 31 Operation criteria>

1. For the measurement of eccentricity element, the operation criteria specified in the previous article (GPS observation) or Article 42 (Measurement of eccentricity element) shall be applied.

2. If the visibility cannot be obtained in the zero direction, at an eccentric point for determine element of eccentricity an azimuth mark shall be established.

1) The distance to the azimuth mark shall be four times longer than the eccentric distance and 100 m at the minimum.

2) The azimuth mark may be established using the static method of GPS observation and the observation time, etc. shall be as follows:

Classification	Observation time	Data acquisition interval	Number of GPS satellites to be used
Static	30 minutes or more	30 seconds or less	4 satellites or more simultaneously
Shortened static	10 minutes or more	15 seconds or less	5 satellites or more simultaneously
Kinematic	1 minute or more	1 second	5 satellites or more simultaneously

Article 32 (Base line analysis computation)

Base line analysis computations refers to the computation of the relative three-dimensional location relationships between observation points and other related elements using phase data, etc. acquired from GPS satellites and displaying the result to a decimal place specified in the following table:

Item	Unit	Decimal place
Base line vector component	m	0.001

<Article 32 Operation criteria>

1. The base line analysis computation shall be performed as follows:

1) In principle, the orbital element of a GPS satellite shall be broadcast ephemeris.

2) An observation point to be used as a fixed point in the base line analysis shall have a longitude, latitude, and ellipsoidal height that are initially set to values on an approximately precise WGS84 ellipsoid. In the subsequent base line analysis, the values on the WGS84 ellipsoid obtained through

calculation shall be used for input in turn.

- 3) The analysis method shall be the single base line analysis for each session to compute base line vectors between observation points.
- 4) The elevation angle to be used for base line analysis shall be the reception elevation angle specified for the GPS survey instrument at the time of observation.
- 5) Weather elements shall be corrected using the standard atmosphere of the base line analysis software.
- 6) In principle, the cycle slip shall be automatically compiled through the base line analysis software.

Article 33 (Check computation and resurvey)

The check calculation shall be performed at the end of the base line analysis computation. If the tolerance is exceeded, either resurvey shall be performed or an appropriate measure shall be taken according to an instruction from JICA.

<Article 33 Operation criteria>

1. The observed values shall be checked through one of the following methods:
 - 1) For a check route, select a polygon with a minimum number of sides in a combination of different sessions and compute the circuit closure errors for the elements (ΔX , ΔY , and ΔZ) of a base line vector.
 - 2) Compare the components of overlapping base line vectors.

2. The tolerances of check computation shall be indicated in the following table:

Circuit closure error of each component of a base line vector	45mm \sqrt{N} (N: Number of sides)
Difference of each component of overlapping base line vectors	45mm

Article 34 (Adjustment computation, etc.)

The adjustment computation refers to the execution of the three-dimensional network adjustment computation at the end of the check calculation to find the horizontal position and elevation of new points.

2. A program used for the adjustment computation must be approved by JICA before use.

<Article 34 Operation criteria>

1. The values shall be calculated down to the decimal places listed in the following table:

Item	Unit	Decimal place
Longitude and latitude	Degrees, minutes, and seconds	0.0001
Ellipsoid height	m	0.001
Value of angle	Degrees, minutes, and seconds	1
Length of side	m	0.001

2. The three-dimensional network adjustment computation that sets one known point (hereinafter referred to as "three-dimensional virtual network adjustment computation ") shall be performed as follows:

- 1) In the three-dimensional virtual network adjustment computation, the weight (P) shall be the inverse matrix of a variance-covariance matrix obtained through the base line analysis.
- 2) The tolerances of three-dimensional virtual network adjustment computation shall be indicated in the following table:

a. The tolerances of each component of a base line vector shall be indicated in the following table:

Classification Item	1st order control point survey	2nd order control point survey	3rd order control point survey
Deviation of each component of a base line vector	45mm		
Closure error of horizontal position	$\Delta S = 10\text{cm} + 4\text{cm} \sqrt{N}$ ΔS : Distance obtained from the result value of a known point and the result of three-dimensional virtual network adjustment computation N : The minimum number of sides to a known point		
Declination of Geoid	The standard value shall be $20 \text{ cm} + 10 \text{ cm} \cdot S$ where S is a spherical distance (km).		

b. Tolerances in terms of the azimuth, slope distance, and ellipsoidal relative height

Classification Item	1st order control point survey	2nd order control point survey	3rd order control point survey
Deviation of azimuth	1 second	3 seconds	7 seconds
Deviation of slope distance	$20 \text{ mm} + 4 \text{ ppm} \cdot D$ D: Measuring distance (km)		
Deviation of ellipsoid relative height	$30 \text{ mm} + 4 \text{ ppm} \cdot D$ D: Measuring distance (km)		
Closure error of horizontal location	$\Delta S = 10\text{cm} + 4\text{cm} \sqrt{N}$ ΔS : Distance obtained from the result value of a known point and the result of three-dimensional virtual network adjustment computation N : The minimum number of sides to a known point		
Declination of Geoid	The standard value shall be $20 \text{ cm} + 10 \text{ cm} \cdot S$.		

3. The three-dimensional network adjustment computation that sets three or more known points shall be performed as follows. However, any abnormal known point shall be excluded from the set points.

- 1) The elevation of a new point shall be determined using either of the following methods:
 - a. Assume the vertical deflection as an unknown quantity and obtain the elevation through three-dimensional network adjustment computation.
 - b. Using GPS survey and leveling, obtain a local geoid model and correct the geoid height.
- 2) In the three-dimensional network adjustment computation, the weight (P) shall be the inverse matrix of a variance-covariance matrix obtained through the base line analysis.
- 3) The tolerances of three-dimensional network adjustment computation shall be indicated in the following table. If a tolerance is exceeded, examine the observed value and the computation process and inquire with JICA for instructions.

Classification Item	1st order control point survey	2nd order control point survey	3rd order control point survey
Standard deviation of the horizontal position of a new point	10cm		
Standard deviation of the elevation of a new point	20cm		

Section 6 Observation and computation based on the traversing method

Article 35 (Outline)

The observation and computation based on the traversing method refers to the measurement of the horizontal and vertical angles and distances of observation points using a theodolite, the electro-optical distance meter, etc. and, based on known points, the determination of the horizontal position and elevations of new points, and the production of a table of results.

Article 36 (Performances of survey instruments)

The major instrument to be used for observation shall be those listed in the following table or equivalent.

Survey instrument & device	Performance
electro-optical distance meter	$\pm(5\text{mm} + 2\text{ppm} \cdot D)$ D: distance Measurable distance: 6 km
Theodolite	Minimum readable value 1"
Thermometer	Air psychrometer with a minimum scale value of 1"
Barometer	Minimum scale value of 2hPa
Level and staff	Level: Main bubble tube sensitivity of 40"/2mm Staff: Wooden graduated scale (except telescopic staff)

Article 37 (Inspection and adjustment of instruments)

The instruments to be used shall be subject to a functional inspection according to a prescribed method before work and shall be adjusted, if required.

2. During the work period, the instruments shall be subject to the functional inspection, if required.

<Article 37 Operation criteria>

1. A distance meter shall be subject to the functional inspection regarding the following requirements:
 - a. The optical centering device shall be normal.
 - b. The digital display shall be normal.
 - c. The values indicating the light reception sensitivity, power voltage, etc. shall be within the range of normal values specified in the instruction manual for the concerned distance meter.
2. A theodolite shall be subject to inspection regarding the following requirements:
 - 1) Functional inspection
 - a. The optical centering device shall be normal.
 - b. Each shaft shall rotate smoothly.
 - c. The bubble tube adjustment feature shall be normal and the bubble shall move smoothly.
 - d. The telescope diopter adjustment function shall be normal and the diopter shall not change during observation.
 - e. The horizontal and vertical angle reading device shall be normal and the angle can be correctly read.
 - f. The functions of the automatic adjustment device shall operate normally.
 - 2) Inspection through horizontal angle observation
 - a. Three directions with almost same height as the theodolite and a fixed included angle shall be observed.
 - b. Observation consisting of one sight setting and one reading shall be performed twice.
 - c. The number of sets for observation shall be two, performing three observation pairs per set.
 - d. The tolerances of observation shall be indicated in the following table. However, the difference between sets shall be the difference of average values of these sets.

Double angle difference	Observed difference	Difference between sets	Scale graduation that should match indexes
11"	7"	4"	(0°, 60°, 120°) (30°, 90°, 150°)

3) Inspection through vertical angle observation

- a. Observation consisting of one sight setting and one reading shall be performed twice.

- b. The observation shall be performed in the directed to three different targets.
- c. For each target, one pair of observation shall be performed.
- d. The difference of the height constant shall be 10 seconds or less.

Article 38 (Measurement of distances and weather elements)

A distance shall be measured for the prescribed number of sets.

2. The weather elements shall be the temperature and atmospheric pressure, and the measurement of elements shall be made at a point of instrument.

<Article 38 Operation criteria>

1. A distance shall be measured as follows:

1) The guideline for measurement shall be as listed in the following table. However, the sight shall be repetitiously collimated for every set.

Measurement method	Direct reading method
Number of measurements per set	3 measurements
Time of measurement per set	5 minutes or less
Number of sets	2 sets
Measurement intervals of sets	5 minutes or more

2) The tolerances of measured values shall be as follows:

a. Normally, the difference in a set using a direct-reading electro-optical distance meter shall be 30 mm or less.

b. The difference between sets for measured values after weather correction shall be 50 mm or less.

2. A weather element shall be measured as follows:

1) Measure a weather element at the start and end of each set.

2) A temperature shall be measured as follows:

a. Set a thermometer where it is distant from planimetric features, vegetations or the ground, is not influenced by a radiation heat, and is at a suitable position for measuring a distance.

b. Check a thermometer to ensure that the mercury thread is not broken.

3) The air pressure shall be measured as follows:

a. If the barometer is subject to a strong shock, check whether there is an instrumental error.

b. If the barometer is exposed to a direct sunlight for a long time or removed from a location with a significant temperature difference from the outside air, wait for it to rise or drop to the air temperature before measuring the air pressure.

c. Compare the measured air pressure with an air pressure obtained from the elevation of the point of instrument to ensure that there is no significant difference between them.

4) The air temperature and pressure of a point of reflection shall be obtained using a prescribed calculation formula, if required.

Article 39 (Observation of a horizontal angle)

A horizontal angle shall be observed for the prescribed number of observation pairs using the direction method.

<Article 39 Operation criteria>

1. A horizontal angle shall be observed as follows:

1) The observation consisting of one collimation one reading in and one direction shall be performed twice.

2) For one group of observation, the maximum number of observation directions shall be five.

3) The zero direction shall be one of a group of observation directions for a point that facilitates collimation and is closer to the average distance and the elevation of the observation point.

4) The number of observation pairs shall be two and the graduated scale shall match indexes at 0 and 90 degrees.

5) In principle, the sight line target shall be signal or heliotrope.

2. The tolerances of observed values shall be indicated in the following table:

Double angle difference	Observed difference
15"	8"

Article 40 (Vertical angle observation)

The vertical angle observation shall be performed for the prescribed number of observation pairs.

2. In principle, the vertical angle observation shall be performed both in the forward and backward directions consecutively.

<Article 40 Operation criteria>

1. The vertical angle observation shall be performed as follows:

- 1) For one direction, the observation consisting of one collimation and one reading shall be performed four times.
- 2) One observation pair shall constitute one set and two sets shall be performed.
- 3) In principle, the sight line target shall be signal or heliotrope.

2. The tolerances of observed values shall be as follows:

- 1) The difference of elevation constants shall be 10 seconds or less.
- 2) A set-to-set difference between one set of average values in the forward and backward directions and another set of average values in the forward and backward directions shall be five seconds or less.

Article 41 (Observation of elevation determination)

The elevation determination shall be performed by direct or indirect leveling.

<Article 41 Operation criteria>

1. The direct leveling shall be performed as follows:

- 1) The go and back observation shall be performed.
- 2) A bench mark to be used as a known point shall be measured direct leveling up to an adjacent bench mark in one-way-observation.
- 3) Normally, the maximum distance of sight shall be 70 m.

2. Indirect leveling shall be performed as follows:

- 1) For the distance measurement and vertical angle observation, the operation criteria specified in Article 38 (Measurement of distances and weather elements) and the previous article 40 (Vertical angle observation) shall apply.
- 2) Two sets of vertical angle observation between a bench mark and a control point shall be performed twice. For the second time, the observation shall be performed with the instrument height or target height changed by 20 mm or more.

3. The tolerances of the elevation or difference of elevation obtained through direct or indirect leveling shall be as follows:

- 1) The tolerances regarding direct leveling are shown in the following table:

Tolerance	
Difference between the go and back observation values	20mm√S
Difference between a measured value and a result value	20mm√S

2) The difference of elevation obtained from indirect leveling shall be calculated separately for the forward and backward directions and the difference between them shall be less than a value calculated using the following equation:

$$5 \text{ cm} \times D$$

Where D is the slope distance between survey points (in km).

Article 42 (Measurement of element of eccentricity)

If there is an eccentricity when a distance is measured or a horizontal angle is observed, element of

eccentricity shall be measured according to a prescribed method.

<Article 42 Operation criteria>

1. The guideline for measurement of element of eccentricity and the tolerances of measured values shall normally be indicated in the following table:

Eccentric distance	Measurement of eccentric distance			Measurement of angle of eccentricity			
	Instruments and measurement method	Measurement unit	Tolerance	Instruments and measurement method	Measurement unit	Tolerance	
						Double angle difference	Observed difference
Less than 30cm	Straight measure	mm	-	Draw a direction line on a measurement sheet using an alidade, etc. and obtain the angle using a protractor or through calculation (measurement to be made twice).	1°		
More than 30cm, less than 2m					10'		
More than 2m, less than 10m	Steel tape	mm	Difference between the forward and backward directions 5 mm.	Perform the measurement using a theodolite (measurement to be made for two pairs).	10"	120"	90"
More than 10m, less than 50m					Electro-optical distance meter	mm	1"
More than 50m							30"

2. An eccentric distance shall be measured as follows if a distance meter is used:

1) For the guideline for measurement, the operation criteria specified in Article 38 (Measurement of distances and weather elements) shall be applied. However, the measurement intervals between the sets may be arbitrary.

2) For the tolerances of measured values, the operation criteria specified in Article 38 (Measurement of distances and weather elements) shall be applied. However, the set-to-set difference of measured values after the weather correction shall be 15 mm or less.

3. An eccentric distance shall be measured as follows if a steel tape is used:

1) Two rounds of measurement shall constitute one set and two sets shall be performed. In the second set of measurement, the measurers on the front and rear ends shall change places with each other. The

temperature shall be measured for each set.

2) The set-to-set difference shall have a tolerance of one-10,000th of the measuring distance. However, the difference for a measuring distance of 25 m or less shall have a tolerance of 2 mm or less.

4. The guideline for measurement of a difference of elevation between an original point and an eccentric point and the tolerances of measured values shall be indicated in the following table. For the vertical angle measurement using indirect leveling, the operation criteria specified in Article 40 (Vertical angle observation) shall apply.

Eccentric distance	Measuring instrument and measuring method	Tolerance of observed value
Less than 30cm	Set an eccentric point at the same elevation as an original point using an independent level.	-----
More than 30cm less than 100m	Perform observation the go and back observation using a level. The number of survey points in one-way observation may be one using the same staff for the backsight and foresight. (Case of direct leveling)	Difference between the go and back measurements: $20 \text{ mm}\sqrt{S}$ S: Observed distance (in km)
	Perform the vertical angle observation in the forward and backward directions using a theodolite. The vertical angle observation in the forward and backward directions may be substituted with two pairs of vertical angle observation in one direction with two different instrument heights. (Case of indirect leveling)	Difference of height constants Eccentric distance of less than 10 m: 60" Eccentric distance of 10 m or more: 30" Difference between a difference of elevations obtained in the forward and backward direction or in two rounds of observation: 10 cm
More than 100m	Perform the go and back observation using a level. (Case of direct leveling)	Difference between go and back measurements: $20 \text{ mm}\sqrt{S}$ S: Observed distance (in km)
	Perform the vertical angle observation in the forward and backward directions using a theodolite. (Case of indirect leveling)	Difference between height constants: 30" Difference a difference of elevations obtained in the forward and backward direction or in two rounds of observation: 15 cm

5. If all the directions related to a control point are measured with one eccentric point, element of eccentricity shall be measured as follows:

1) An eccentric angle shall be observed twice with different zero directions. One of the results shall be adopted and the other shall be subject to the inspection measurement.

2) If an eccentric distance is measured using an electro-optical distance meter or steel tape, the result shall be subject to inspection measurement by changing the instrument height, etc.

Article 43 (Resurvey)

If, during horizontal or vertical angle observation or distance measurement, an observed value exceeds the prescribed tolerance, resurvey must be performed.

<Article 43 Operation criteria>

Horizontal angle resurvey must be performed for all the directions of a scale and must not be performed only for one specific direction.

Article 44 (Calculation methods and decimal places)

The plane rectangular coordinate (hereinafter referred to as the "coordinate"), longitude/latitude, and elevation of a new point shall be computed and related correction computation shall be performed using prescribed formulas down to decimal places shown in the following table:

Plane rectangular coordinate	Longitude/latitude	Angle	Distance	Elevation
0.001m	0.0001"	Horizontal angle 0.1" Vertical angle 1"	0.001m	0.01m Direct leveling 0.001m

2. The calculation process shall include the production of a table of results.

Article 45 (Check computation and resurvey)

At the end of observation, the prescribed check computation shall be promptly performed to check the conformity of an observed value.

2. Check computation shall be performed on a direction angle and its closure error, a coordinate and its closure error, and an elevation and its closure error.

3. If the result of check computation exceeds the prescribed tolerance, a necessary resurvey shall be performed or an appropriate measure shall be taken.

<Article 45 Operation criteria>

1. A program used for the check computation shall be tested with the trial computation to ensure its accuracy.

2. A closure error shall be computed as follows:

1) A direction angle or a closure error of a coordinate shall be computed for all the check routes selected according to the following conditions:

a. A check route shall be the shortest possible route that connects two known points.

b. All the known points shall be connected with each other by at least one check route.

2) The tolerances of closure errors shall be indicated in the following table:

Closure error	Tolerance	Remarks
Closure error of a direction angle	$5'' + 8'' \sqrt{n}$	n: Number of measured angles N: Number of sides ΣS : Route length (in km) A closure error of a coordinate shall be $\sqrt{(\Delta x^2 + \Delta y^2)}$, where Δx and Δy are the closure errors of X and Y coordinates, respectively.
Closure error of a coordinate	$10\text{cm} + 2\text{cm} \Sigma S \sqrt{N}$	
Closure error of an elevation	$20\text{cm} + 5\text{cm} \Sigma S / \sqrt{N}$	

Article 46 (Adjustment computation, etc.)

At the end of check computation, the adjustment computation, etc. shall be performed to determine the coordinates, longitude/latitude, and elevation of new points.

2. The adjustment computation shall be performed, in principle, using a network adjustment computation program approved by JICA.

3. The adjustment computation of a coordinate shall be performed as follows:

(1) Input data shall be indicated in the following table:

Given parameters	1. Weight element 2. Coordinates of a known point
Approximate value	Coordinate of a new point, etc. obtained through check calculation
Observed value	1. Horizontal angle 2. Spherical distance

(2) A weight to be used for horizontal network adjustment computation shall be obtained using the prescribed formula. The parameters m_t , γ , and m_s in the formula shall be indicated in the following table:

m_t	1.8"
γ	3×10^{-6}
m_s	1.0cm

In this table, m_t is a standard deviation of an angle in one direction, m_s is a standard deviation that does not relate to the length, and γ is a proportional constant of an error that is proportional to the length.

(3) Tolerance of an error

The standard deviation of an observed value per unit of weight shall normally be 10 seconds or less.

4. The adjustment computation of an elevation shall be performed as follows:

(1) Input data shall be indicated in the following table:

Given parameters	1. Elevation of a known point 2. Determined elevation through connecting to an existing bench mark
Approximate value	Elevation of a new point, etc. obtained through check calculation
Observed value	1. Angle of elevation, instrument height, and target height 2. Spherical distance

(2) In the elevation network adjustment computation, the weight shall be 1 for a set of forward and backward directions.

(3) Tolerance of an error

The standard deviation of an observed value per unit of weight shall be 15 seconds or less.

Section 7 Summary of results, etc.

Article 47 (Results, etc.)

The results, etc. shall be as follows:

- (1) Table of results
- (2) Index map of control points
- (3) Observation field book
- (4) Observation record
- (5) Computation book
- (6) Control Point description
- (7) Quality control record
- (8) Observation field book for check survey
- (9) Net adjustment diagram
- (10) Terrestrial photos of survey markers

<Article 47 Operation criteria>

All or part of the results, etc. may be output from a printer, automatic drafter, etc. of the data processing system.

Chapter 3 Leveling

Section 1 Outline

Article 48 (Outline)

Leveling refers to determining the elevation of new points based on known points and creating a table of results.

Article 49 (Classification of leveling)

Leveling is classified into 1st, 2nd, and 3rd order leveling depending on the type of known points, leveling routes, and accuracy and method of observation.

Article 50 (Work process and their order)

Work process and their order shall be as follows:

- (1) Plan
- (2) Site selection
- (3) Establishment of permanent monuments
- (4) Observation
- (5) Computation
- (6) Summary of results, etc.

Section 2 Plan

Article 51 (Outline)

A plan shall be made in accordance with the specifications in Article 5 (Operation plan) and a net adjustment plan shall be made by determining the approximate locations of leveling routes and new points on a map, etc.

Article 52 (Leveling route)

A leveling route is a connection of bench marks in succession and comes in types listed below. If the target country has existing bench marks, some shall be connected and others shall not be connected depending on their accuracy.

(1) 1st order leveling route

A 1st order leveling route shall start and end at national datum of leveling or existing 1st order bench marks and, in principle, form a circuit that connects routes.

(2) 2nd order leveling route

A 2nd order leveling route shall be formed by being connected to 1st order bench marks or existing 2nd order bench marks. However, it may be closed at the starting point (hereinafter referred to as a "closed type") if it is unavoidable due to the circumstances of the concerned region or other reason.

(3) 3rd order leveling route

A 3rd order leveling route shall be formed by being connected to 1st order bench marks, 2nd order bench marks, or existing 3rd order bench marks. However, it may be a closed type or a non-connected or non-closed open type if it is unavoidable due to the circumstances of the concerned region or other reason.

<Article 52 Operation criteria>

The route length shall normally be indicated in the following table:

If the route length is 150km or less, the "Rules for operating specification" shall be applied.

Classification	1st order leveling	2nd order leveling	3rd order leveling
Route length	400 km or less	200 km or less	50 km or less

Article 53 (Bench mark density)

In principle, the point allocation density for bench marks shall comply with the specifications of the target country.

<Article 53 Operation criteria>

Unless otherwise specified, the point allocation density shall meet the following requirements:

- 1) In principle, the 1st and 2nd order bench marks shall be established, every 2 km.
- 2) In principle, the 3rd order bench marks shall be established, every 4 km.

Section 3 Site Selection

Article 54 (Outline)

The site selection refers to the verification of routes in the field as well as the check and the selection of new points out of those planned on a map, whether their locations are adequate in view of establishment, maintenance, use, etc. of survey markers.

Article 55 (Implementation of site selection)

The new points shall be selected at locations where the ground is stable and suited to preservation of a survey marker.

<Article 55 Operation criteria>

1. The new points shall be selected out of those planned on a map, etc. by selecting the locations in view of future alteration, improvement, or construction of roads so that they are not lost or need to be relocated at the end of survey.
2. During the establishment and resurvey processes, the existing bench marks shall be verified as for their status quo to determine whether they need to be restored.

Article 56 (Production of a net adjustment diagram, etc.)

A site selection map shall be created by marking the locations of selected new and known points on a map, etc.

2. A net adjustment diagram shall be created based on a site selection map.

Section 4 Installation of survey markers

Article 57 (Outline)

Installation of survey markers refers to establishing permanent monuments at the locations of new points.

Article 58 (Establishment of permanent monuments)

In principle, the new points shall be marked by establishing permanent monuments and installing protective facilities, if required.

<Article 58 Operation criteria>

1. Permanent monument shall be established in accordance with the specifications and forms stipulated by the target country.
2. Specifications or forms, if none are stipulated by the target country, shall be established through consultation between the target country and JICA.

Article 59 (Control Point description)

Control Point description shall be created if permanent monuments are established.

<Article 59 Operation criteria>

1. Control Point description shall be created regarding all the bench marks used.
2. Control Point description shall be created in a format established by the target country.
3. The format, if not established by the target country, shall be established by consultation between the target country and JICA.

Section 5 Observation

Article 60 (Outline)

The observation refers to the use of levels and staffs to obtain a difference of elevation between the staffs based on a net adjustment diagram and repeating this process to obtain a difference of elevation between bench marks.

Article 61 (Performances, etc. of survey instruments)

Major instruments to be used for observation shall be those listed in the following table or equivalent.

Classification	Performance	Leveling classification
1st order level	Bubble sensitivity 10" / 2 mm (Equipped with a precision reading feature using a plane mirror, etc. or a precision reading feature through image processing, etc.)	1st order leveling
2nd order level	Bubble sensitivity 20" / 2 mm (Including those equipped with a precision reading feature through image processing, etc.)	2nd order leveling
3rd order level	Bubble sensitivity 40" / 2 mm (Including those equipped with a precision reading feature through image processing, etc.)	3rd order leveling
1st order staff	Graduated scale made of invar tape having a both-side graduated scale with 10 mm or 5 mm intervals or a bar-code scale with a scale accuracy of 100 $\mu\text{m}/\text{m}$	1st order leveling 2nd order leveling
2nd order staff	Graduated scale made of invar tape or precision wood having a graduated scale with 10 mm or 5 mm intervals or a bar-code scale. A folding staff, if used, shall have a precise joint and a stable structure.	3rd order leveling
Calculate for leveling work	It shall have performance specified by JICA.	A calculate specified by JICA shall be subject to certification.

However, automatic and electronic levels may be used if the compensator has an approximately equivalent performance to those specified in the above.

Article 62 (Inspection and adjustment of instruments)

Instruments to be used shall be subject to the functional inspection according to a prescribed method before work and shall be adjusted if required.

2. During the work period, the instruments shall be subject to functional and other inspections if required.

<Article 62 Operation criteria>

1. A level shall be subject to the following inspections:

1) Functional inspection

a. The vertical axis shall rotate smoothly.

b. The bubble tube adjustment feature shall be normal and the bubble shall move smoothly.

- c. The telescope diopter adjustment function shall be normal.
- d. The line of sight adjustment feature shall be normal.
- e. The setting screw shall rotate smoothly.
- f. The micrometer shall rotate smoothly.
- g. The digital display of an electronic level shall be normal.

2) Inspection adjustment

- a. For the adjustment of the round bubble tube of the level, first set up the level properly so that the bubble comes to the center. Next, rotate the main unit 180 degrees and make sure that the bubble is in the center. If the bubble is off the center, adjust the bubble tube using the leveling-up screw, bubble tube adjustment screw, etc. so that the bubble comes to the center. After adjustment, rotate the main unit further 90 degrees and make sure that the bubble is in the center.
- b. Correctly stand two staffs 30 m apart from each other, set up the level properly in the center, and measure the difference of elevation between the staffs. Move the level for 18 m onto a straight line that connects the staffs as much as possible, then measure the difference of elevation between the staffs to check that the difference between the two measured values remains within the tolerances.
- c. In the case of an automatic or electronic level, perform the adjustment described in Step-b and make a measurement while keeping the level horizontal in the midpoint between the two staffs 30 m apart from each other and keeping it inclined with the bubble in the round bubble tube inscribed in the concentric circles and check that the difference between the two measured values remains within the tolerances.
- d. The units of reading and the tolerances are indicated in the following table:

Classification	1st order level	2nd order level	3rd order level
Unit of reading	0.01mm	0.1mm	1mm
Tolerance	0.3mm	0.3mm	3mm

2. A leveling staff shall be subject to the following inspections:

- 1) The leveling staff shall be normal, free of abnormalities, peeling, and dents, etc. of the graduated scale.
 - 2) The attached bubble tube adjustment screw shall be normal.
 - 3) The fold of the staff shall be normal.
3. The effective period of the 1st order leveling staff approved by an organization specified by JICA shall be 3 years.

Article 63 (Implementation of observation)

The observation shall be performed as follows:

- (1) The go and back observation shall be performed.
- (2) Two staffs shall be paired and numbered as I and II and Staffs I and II must be exchanged between the go and back observation.
- (3) An even number of survey points shall be measured in the go and back observation between the bench marks.
- (4) The distances shall be equal between the level and the backsight and foresight staffs and the level and the two staffs shall be set up properly on the same straight line as much as possible.
- (5) The sight length and the units of the staff scale shall be indicated in the following table:

Classification	1st order leveling	2nd order leveling	3rd order leveling
Sight length	40m max	60m max	70m max
Unit of reading	0.1mm	1mm	1mm

For levels other than the electronic levels, the maximum sight length in the 1st order leveling may be set to 50 m.

(6) A level shall be set up while keeping its two specific legs and the line of sight parallel at all times and shall be set up properly on the left and right in turn toward the direction of movement at each survey point. A level shall be leveled with the telescope pointed to a specific staff.

<Article 63 Operation criteria>

1. The distance to the foresight or backsight staff shall be measured and recorded. If the distances are not equal, the foresight staff or level shall be moved back and forth to make the distances equal.
2. The observation shall be performed by one reading after collimation and the order of staffs to be read shall be indicated in the following table:

Order Classification	1	2	3	4
1st order leveling	Backsight	Foresight	Foresight	Backsight
2nd order leveling	Backsight	Backsight	Foresight	Foresight
3rd order leveling	Backsight	Foresight	-	-

3. In the 1st order leveling, the reading shall not be performed on the part 20 mm or lower than the bottom of a staff whenever possible.

4. The tolerance of difference in the go and back observation shall be indicated in the following table:

Classification	1st order leveling	2nd order leveling	3rd order leveling
Difference between go and back observation	$2.5\text{mm}\sqrt{S}$	$5\text{mm}\sqrt{\sqrt{S}}$	$10\text{mm}\sqrt{S}$
S: Observed distance (one way, in km)			

However, the tolerances shall conform to the specifications established by the target country, if any.

5. If the observation using an electronic level is performed at a location where vibrations are frequently encountered, the measurement shall be performed after checking that the staff in the field of vision of the telescope is not vibrating.

Article 64 (Resurvey)

If the discrepancy of the go and back observation values in each of various order leveling works exceeds the prescribed tolerances, a resurvey must be performed.

<Article 64 Operation criteria>

During the resurvey, observed values in the same direction must not be adopted in 1st and 2nd order leveling.

Section 6 Calculation

Article 65 (Outline)

The calculation refers to the calculation of the elevation of a new point, the execution of related correction calculations using prescribed formulas, and the production of a result table.

2. The elevation of a bench mark shall be obtained through adjustment computation of leveling net after performing rod correction and orthometric correction, if required.

<Article 65 Operation criteria>

1. The rod and orthometric corrections shall be performed in 1st order and 2nd order leveling.
2. The calculation shall be performed down to the same decimal place at the unit of reading.

Article 66 (Check computation and resurvey)

At the end of observation, the prescribed check calculation shall be promptly performed to check the

conformity of an observed value. If the result of check calculation exceeds the tolerance, the required resurvey shall be performed.

<Article 66 Operation criteria>

1. Regarding all the unit leveling circuits and check routes selected according to the following conditions, a circuit closure error and a closure error from one known point to another known point shall be calculated to check the conformity of observed values.

- 1) A check route shall connect a known point with another known point.
- 2) A check route shall be the shortest possible route.
- 3) All the known points shall be connected with each other by at least one check route.
- 4) All the unit leveling circuits, at least partly, shall overlap with check routes.

2. The tolerances of closure errors shall be indicated in the following table:

Classification	1st order leveling	2nd order leveling	3rd order leveling
Circuit closure error	2mm \sqrt{S}	5mm \sqrt{S}	10mm \sqrt{S}
Closure error from a known point to another known point	15mm \sqrt{S}	15mm \sqrt{S}	15mm \sqrt{S}

S is an observed distance (one way, in km) as mentioned in this table.

Article 67 (Adjustment computation, etc.)

At the end of check calculation, adjustment computation, etc. shall be performed to determine the elevations of new points.

2. Adjustment computation shall be performed, in principle, using a net adjustment computation program for leveling network approved by JICA.

<Article 67 Operation criteria>

1. A weight to be used for adjustment computation shall be the inverse of an observed distance.

2. The tolerances to be used in adjustment computation shall be as follows:

Classification	1st order leveling	2nd order leveling	3rd order leveling
Standard deviation of observation per unit of weight	2mm	5mm	10mm

Section 7 Summary of results, etc.

Article 68 (Results, etc.)

The results shall be as follows:

- (1) Observation result table and adjustment result table
- (2) Leveling route map
- (3) Observation field book
- (4) Adjustment computation book
- (5) Control point description
- (6) Accuracy control sheet

Part 3 Digital Topographic Map Production Process

Chapter 1 General

Section 1 Outline

Article 69 (Outline)

The digital topographic map production process refers to the execution of a new survey and the production of topographic maps as well as digitizing the existing maps.

2. The topographic maps as shown in this manual refer to the medium scale general maps with scales

from 1:2,500 to 1:100,000.

Article 70 (Classification of topographic map production process)

The topographic map production process is classified into the digital topographic map production process and the analog topographic map production process depending on the form of a topographic map to be created.

2. The analog topographic map production process is described in Part 4.

Article 71 (Accuracy of topographic maps)

The accuracy of topographic maps shall normally be indicated in the following table. However, in a digital topographic map, a horizontal location shall have an accuracy equivalent to a scale corresponding to the map information level.

Classification		Accuracy (standard deviation)
Horizontal location of a planimetric feature		0.7 mm or less on the map
Elevation	Elevation point	One-third or less of contour line intervals
	Contour line	One-half or less of contour line intervals

<Article 71 Operation criteria>

Rules for operating specification shall be the standard for "accuracy of topographic maps". The Specifications shall be applied for maps whose map level is more than 10000.

However, "Map Information Level" and "Position Accuracy" are not always match due to the purpose of the topographic map and the regulations of the target country, so they shall be used as a guide.

Article 72 (Definitions of terms)

The terms used in this part shall conform to the following definitions:

- (1) Digital topographic map: Refers to a map in which map information about topographic and planimetric features, etc. are shown as coordinate data that represents locations and forms and attribute data that represents their content in a format enabling computer processing.
- (2) Digital mapping: Refers to conducting a photogrammetry, etc. to collect map information about topographic and planimetric features, etc. in a digital format and systematically summarizing the information using computer technology to structure a digital topographic map.
- (3) Map information level: Indicates a representation accuracy of a digital topographic map about topographic and planimetric features, etc. created in the digital topographic map production process and would be used as the index for an averaged general accuracy of data enclosed by neat lines on a digital topographic map.
- (4) Acquisition classification: The map information classifies systematically and is indicated as a code.
- (5) Digital Photogrammetry: Refers to performing 3D measurement on a digital image or an A/D converted digital image using a digital stereo plotter.
- (6) Digital stereo plotter: A computer system provided with automatic orientation, stereo matching, and image processing functions for stereo images and, based on these functions, allows a user to create digital terrain models and ortho image data.

<Article 72 Operation criteria>

The relationship between map information levels and map scales shall be indicated in the following table:

Map information level	Corresponding map scale
2500	1 / 2,500
5000	1 / 5,000
10000	1 / 10,000
25000	1 / 25,000
50000	1 / 50,000
100000	1 / 100,000

Section 2 Digital topographic map production process

Article 73 (Outline)

The digital topographic map production process refers to the production of a topographic map in the format of a digital map.

Article 74 (Classification of digital topographic map production process)

The digital topographic map production process shall be classified into digital mapping and digitizing of existing maps.

Article 75 (Map specifications, etc.)

The map symbols, projection drawing method, size of surrounding frame, contour line interval, data file specifications, etc. (hereinafter referred to as "map specifications, etc.") of digital topographic maps shall, in principle, comply with the specifications of the target country.

<Article 75 Operation criteria>

If there are no regulations in the target country, shall be used "Rules for operating specification" as a reference.

Article 76 (Development of a digital topographic map)

A data file of digital topographic map (hereinafter referred to as "Data file") shall be developed according to the specifications on coordinate systems, classification codes, accuracy, etc.

Article 77 (Representation of topographic features and heights)

The topographic features shall be represented by contour lines or digital elevation models (DEM) in a digital topographic map.

Article 78 (Unit of data files)

The unit of data files refers to a basic unit of digital topographic maps for data management and, in principle, shall comply with the specifications of the target country.

<Article 78 Operation criteria>

The basic unit, if not stipulated by the target country, shall be the area surrounded by sheet line of a topographic map.

Article 79 (Data of a digital topographic map)

The data of a digital topographic map shall be classified into structured data and topographic map data.

- (1) Structured data refers to the compiled data in a geometric structure that have not been subject to such processing as horizontal location displacement, interruption, etc.
- (2) Topographic map data refers to data that has been subject to such processing as horizontal location displacement, interruption, generalization, etc. in the same way as the representations of paper topographic maps.

Article 80 (Instruments)

The instruments to be used to edit and output a digital topographic map shall have the following functions and performances:

- (1) A data compilation (including editing) system shall consist of a computer, graphic display, and tablet or digitizer, etc. or equivalent functions and allows the user to add, delete, and modify map data.
- (2) An output device shall be an ink-jet plotter or a similar device that assures a positional accuracy of 0.2 mm or less and allows the user to select a drawing line according to a purpose, and supports the combined use of paper made of a material with tolerated expansion and shrinkage.

Article 81 (Digital mapping method)

The digital mapping method shall be those listed in the following:

- (1) Method using analog images

Refers to a digital mapping method based on photogrammetry for obtaining map information on

topographic and planimetric features, etc. from analog aerial photos.

(2) Method using digital images

Refers to a digital mapping method based on photogrammetry for obtaining map information on topographic and planimetric features, etc. from digital aerial photos or satellite image data.

2. Digital mapping may be performed, depending on the circumstances of the survey region, etc., using the work methods described in the previous items and, partly, the work described in Chapter 12 (Digitization and revision of existing maps).

Article 82 (Work processes and their order)

Digital mapping shall be performed, normally, pursuant to the work processes and their order as follows:

(1) Method using analog images

- a. Control point survey
- b. Signalization for aerial photos
- c. Aerial Photography
- d. Pricking
- e. Field identification
- f. Aerial triangulation
- g. Digital plotting
- h. Digital compilation
- i. Field completion and digital compilation for field completion
- j. Topographic map data structurization
- k. Data file production

(2) Method using digital images

- a. Method using digitalized aerial photos
 - 1) Control point survey
 - 2) Signalization for aerial photos
 - 3) Aerial Photography
 - 4) Pricking
 - 5) Field identification
 - 6) A/D conversion of aerial photos
 - 7) Aerial triangulation
 - 8) Digital plotting
 - 9) Digital compilation
 - 10) Field completion and digital compilation for field completion
 - 11) Topographic map data structurization
 - 12) Data file production
- b. Method using satellite image data
 - 1) Preparation of image data
 - 2) Control point survey
 - 3) Signalization for aerial photos and pricking (consistency with the manual)
 - 4) Field identification
 - 5) Aerial triangulation
 - 6) Digital plotting
 - 7) Digital compilation
 - 8) Field completion and digital compilation for field completion
 - 9) Topographic map data structurization
 - 10) Data file production

Chapter 2 Control Point Survey

Article 83 (Outline)

Control point survey refers to the establishment of control points and bench marks (hereinafter referred to "control points") required for aerial triangulation and digital plotting processes based on the existing control points.

Article 84 (Accuracy of control points)

The accuracy of control points shall be classified as follows:

Map information level	Horizontal location (standard deviation)	Elevation (standard deviation)
2500	Less than 0.2m	0.2m or less
5000	Less than 0.2m	0.2m or less
10000	Less than 0.5m	0.5m or less
25000	Less than 1.0m	0.5m or less
50000	Less than 1.0m	1.0m or less
100000	Less than 1.5m	2.0m or less

Article 85 (Control point survey methods)

The establishment of control points shall be performed as follows: The control points shall be established using the GPS survey method or the traversing method; Bench marks shall be established according to 3rd order leveling (hereinafter referred to "Simple leveling") or the GPS leveling method.

Article 86 (Control point survey planning)

The control point survey shall be planned as described in Article 5 (Work plan) as well as the current statuses of known points, the scale of a topographic map to be created, etc.

2. The locations of control point shall be selected in view of aerial photography plan, arrangements of existing control points, aerial triangulation, etc.

<Article 86 Operation criteria>

1. The control point survey using a closed traverse network or a connecting traverse network shall be performed according to 3rd order control point survey.

2. The control point survey using the GPS survey method shall meet the following requirements:

1) If the distance between a known point and a control point is 10 km or more, the specifications for 2nd order control point survey shall be applied.

2) If the distance between a known point and a control point is less than 10 km, the specifications for 3rd order control point survey shall be applied.

3) The elevation may be obtained using indirect leveling.

3. The control point survey using the traversing method shall meet the following requirements:

1) In principle, the route shall start from a control point and connect another control point. If it is extremely difficult to comply with this requirement, a route may be closed at the control point from which it starts and the azimuth observation shall be performed at two or more points as far apart from each other as possible.

2) The open traverse survey may be performed if there are four sides or less and the distance measurements are made using electro-optical distance meter. In this case, the azimuth observation must be performed on both ends. If there are two sides or less, the azimuth observation on one end may be omitted.

3) An azimuth may be determined using other method with which a prescribed accuracy may be maintained.

4. The simple leveling shall meet the following requirements:

1) In principle, the leveling route shall start from a control point or bench mark and connect to another control point or bench mark.

2) A closed-type leveling route that is closed at a starting point may be used if it is unavoidable due to topographic conditions, etc. An open-type leveling route may be used if the route is short.

3) Normally, the length of one route shall be 50 km or less.

5. The indirect leveling shall be performed according to the specifications for the 3rd order control point survey.

6. The GPS leveling shall be performed according to the specifications for the 3rd order control point survey using the GPS survey method.

Article 87 (Implementation timing)

The control point survey may be performed simultaneously with signalization for aerial photos or pricking.

Article 88 (Implementation)

The order of control point survey shall be as follows:

- (1) Site selection
- (2) Establishment of survey markers
- (3) Observation
- (4) Computation

2. The control point survey shall be performed according to the specifications for control point survey described in Part 2, unless otherwise specified in this chapter.

<Article 88 Operation criteria>

1. The site selection shall be performed in the field according to a plan described in Article 86 (Control point survey planning).

2. The temporary markers required for observation shall conform to the specifications described in Article 25 (Permanent monuments and temporary markers).

3. The observation and computation shall be performed as follows:

1) Using the GPS survey method

a. The number of observation sessions, etc. used in the rapid static method shall be as follows:

- Number of observation sessions: 1 session
- Observation time: 20 minutes or more
- Data acquisition interval: 15 seconds or less
- Common GPS satellites to be used: 5 or more
- Survey method: Matching method using 3 known points

If a control point is nearer than $0.1 \times S$ (S is a distance between known points; in km) from a straight line that connects known points, the number of known points may be 2 (two).

b. If, between known points, the difference between ellipsoidal heights difference and an elevations difference are worse than the accuracy classification specified in Article 84 (Accuracy of control points), the correction using the declination of Geoid shall be applied to determine the elevation of the control point. Otherwise, the correction using the declination of Geoid may be omitted.

2) Using the traversing method

a. The observation of horizontal and vertical angles shall be as follows:

(1) Observation instrument

Theodolite, ten second reading or better

(2) Number of observation pairs, etc.

Horizontal angle				Vertical angle	
Number of observation pairs	Observation difference	Double angle difference	Horizontal scale	Number of observation pairs	Constant difference
2	24"	36"	0° 90°	1	36"

b. The distance measurement shall be performed according to the specifications in Article 38 (Measurement of distances and weather elements).

c. The tolerance of a closure error of a direction angle shall be 30 seconds \sqrt{N} (where N is a number of included angle).

d. The tolerance of a closure error of a coordinate shall conform to the accuracy classification specified in Article 84 (Accuracy of control points).

e. Azimuth specified in Article 86 (Control points survey planning) operation criteria, paragraph 3, Item 3, shall be determined as shown in the following table:

Classification	Solar observation	Gyro
Observation instrument	10-second reading theodolite or better	Gyro theodolite
Number of observation pairs	4 effective observation pairs or more	7 observation pairs
Discrepancy among pairs	40"	40"
Observation time	Avoid 2 hours before and after culmination.	
Unit of reading for time	1"	
Time correction	Before and after observation, record how much the clock is ahead of or behind the time using the time signal.	

3) Simple leveling

- a. The observation shall be one-way observation according to 3rd order leveling except for an open-type route, which shall be subject to go and back observation.
- b. The tolerances of closure errors, etc. in observation shall be indicated in the following table:

Classification	Closure error from one known point to another known point	Circuit closure error	Discrepancy of go and back observation values
Discrepancy	50mm√S	40mm√S	40mm√S

In this table, S is an observed distance (one-way, in km).

- c. The locations of pricking performed in tandem with observation shall be executed at intervals of 2 to 4 km and at the location of a staff set up properly at distinct locations on aerial photos and satellite images.

4) GPS leveling

- a. The observation shall be made using traverse routes from one known point to another known point of elevations.
- b. In principle, the locations of pricking performed in tandem with observation shall be executed at intervals of 2 to 4 km and at precise locations on aerial photos and satellite images.

Article 89 (Results, etc.)

The results, etc. shall be as follows:

- (1) Control point result table
- (2) Control point layout map and leveling route map
- (3) Control point survey register and control point details register
- (4) Aerial photo with control points
- (5) Quality control record

Chapter 3 Air photo Signalization and Pricking

Article 90 (Outline)

The air photo signalization and pricking refers to establishing markers or performing pricking at control points, and bench marks (hereinafter referred to as "control points, etc.") required for aerial triangulation and digital plotting and marking the locations on photogrammetric aerial photos and satellite images (hereinafter referred to as "aerial photos and satellite images").

Article 91 (Planning)

The air photo signalization and pricking shall be planned in view of aerial triangulation and digital plotting.

Article 92 (Setting of air photo signals)

The location of air photo signals to be set shall be approved by the target country before establishment.

2. The materials of air photo signals shall be preserved until the completion of photographing and they shall be firmly set.
3. The air photo signals shall have colors, specifications, and forms that allow users to check where they are set, the center of signals can be measured on aerial photos and satellite images used in subsequent works.

<Article 92 Operation criteria>

1. The field of vision overhead shall be sufficiently secured.
2. A location with good background conditions shall be selected.
3. An air photo signal may be set off the center of a location if it is difficult to set it directly on the location. An element of eccentricity shall be measured while ensuring the accuracy of the eccentric control point, etc.
4. After the setting, a rough sketch shall be prepared and a terrestrial photo shall be attached on the air photo signal details register (Form No.3).

Article 93 (Identification of air photo signals)

At the completion of photographing, the air photo signals shall be identified on aerial photos and satellite images.

2. The air photo signals shall be substituted with pricking if they cannot be distinctly identified.

Article 94 (Pricking)

Pricking refers to pricking the locations of control points, etc. directly on aerial photos and satellite images.

<Article 94 Operation criteria>

If pricking cannot be performed directly on an aerial photo or if it is advantageous to set an eccentric point at a distinct location on an aerial photo, pricking shall be performed at the location of the eccentric point.

Article 95 (Results, etc.)

The results shall be as follows:

- (1) Air photo signal or pricking point details register and element of eccentricity survey register
- (2) Eccentricity computation book
- (3) Aerial photos and satellite images displaying air photo signals or pricking points
- (4) Air photo signal or pricking point plan
- (5) Quality control record

Chapter 4 Aerial Photography and Satellite Image Acquisition

Section 1 Aerial photography

Article 96 (Outline)

Aerial photography refers to taking aerial photos from an aircraft, etc. and includes photo processing required for subsequent works.

2. Kinematic GPS photography refers to taking aerial photos from an aircraft equipped with a GPS mobile station for kinematic positioning and recording the location data of photographed points.

<Article 96 Operation criteria>

Except when shooting with a film camera that does not use GNSS / IMU, the "Rules for operating specification" shall be applied to the shooting of aerial photography.

Article 97 (Aircraft, aerial camera, etc.)

An aircraft, aerial camera, GPS receiver, etc. with a prescribed performance shall be used.

<Article 97 Operation criteria>

1. The aircraft shall have the following performance:

- 1) When it is loaded with necessary photography equipment, the aircraft shall be able to maintain a stable flight suitable for photography at prescribed altitudes.
- 2) Regardless of the flight attitude at the time of photography and the leveling correction and drift angle of the aerial camera, the angle of view shall be secured at all times.
- 3) The aerial camera shall be installed where the lens or filter is not affected by extraordinary refraction due to exhaust gas, etc. and droplets of oil.
- 4) When kinematic GPS photography is performed, the GPS antenna shall be installed where no multipath interference is generated and the offset value between the antenna center and the center of projection of the installed camera shall be distinct.

2. The aerial camera shall have the following performance:

- 1) The aerial camera shall be a wide-angle aerial camera whose principal distance and aberration in combination with a filter used for photographing are distinct up to the level of 0.01 mm. However, a normal-angle or super-wide-angle camera may be used depending on the topography in the photographing area and other conditions.
- 2) The aerial camera shall have a performance certificate including the following information:
 - a. Camera number and lens serial number
 - b. Principal point location relative to fiducial marks (in units of 0.01 mm)
 - c. Adjusted principal point location (in units of 0.01 mm)
 - d. Radial distortion corresponding to the above principal point location
 - e. Certifier and location of certification
- 3) When kinematic GPS photography is performed, the GPS data record system shall be equipped,
3. A GPS receiver to be used for the base and mobile stations shall be equipped with large-capacity memory for data storage.
4. The film shall have the following performance:
 - 1) The anisotropy of the expansion and contraction rate due to photographic processing shall be 0.01% or less.
 - 2) The anisotropy of the expansion and contraction rate and the irregular shrinkage rate shall be 0.001% or less per relative humidity of 1%.
 - 3) The color sensitivity of the film shall be panchromatic, unless otherwise specified.

Article 98 (Aerial photography plan)

An aerial photography plan shall be made for each photography area in view of the following conditions:

- (1) The photography scale or altitude shall be the prespecified scale or altitude.
- (2) The photography course, unless otherwise specified, shall be a straight line maintaining an equal altitude from the datum plane for flight and shall be selected in view of subsequent aerial triangulation and plotting.
- (3) Normally, the overlap between adjacent aerial photos in one course shall be 60% and the overlap between different courses, 30%.
- (4) When kinematic GPS photography is performed, the existing control points suitable for GPS base stations shall be selected in the photography area.

Article 99 (Implementation of photographing)

In principle, photography shall be performed under favorable weather conditions in a period suitable for photography.

2. Photography shall be performed while maintaining the photography altitude, photography course, and overlap between aerial photos based on an aerial photography plan.
3. The exposure time shall be determined to meet exposure conditions under which the sharpness of images can be sufficiently maintained.
4. The kinematic GPS photography shall use simultaneously five or more common satellites for the base and mobile stations.

<Article 99 Operation criteria>

1. Normally, the timing of photography shall meet the following conditions:
 - 1) The atmosphere remains in stable conditions and is less influenced by fog, mist, etc.
 - 2) No presence of cloud or cloud shadow in the photographed area.
 - 3) The ground is not in abnormal conditions such as being covered with snow or flooded.
 - 4) There are less shadows or halation, etc.
2. Normally, the aerial camera shall be inclined 3 degrees or less for φ and ω and 10 degrees or less for κ .
3. The difference of actual altitude for a planned photography altitude shall be 5% or less of a planned flight height above the ground.
4. The deviation from a planned photography course shall be 15% or less of a planned flight height above the ground.
5. The overlap between aerial photos above the standard shall meet the following limits:
 - 1) The overlap between adjacent aerial photos in one course shall be 80% at maximum and 53% at minimum.
 - 2) A model with the photo base length of 68% to 77% shall be one-fourth or less of the number of photos in a course.
 - 3) The overlap between courses shall be 10% at minimum.
 - 4) If it is unavoidable to divide one course into two or three parts, the divided parts shall have an overlap of two models or more.
6. The following inspections shall be performed before performing the kinematic GPS photography.
 - 1) Functional inspection of the GPS receiver according to the specifications in Article 29
 - 2) Inspection of interlock between the aerial camera and the GPS receiver.

Article 100 (Use of an aerial camera)

Photography of one area shall be performed using one aerial camera.

<Article 100 Operation criteria>

If it is unavoidable to use more than one aerial camera, one course should be photographed using only one aerial camera.

Article 101 (Use of film)

The two ends of a roll film, each one meter long, must not be used for photography.

Article 102 (Photography record)

When photography is performed, the following items shall be recorded.

- (1) Contract name
- (2) Photographer
- (3) Film number
- (4) Photography start and end time
- (5) Date of photography
- (6) Camera number, lens number, and magazine number
- (7) Principal distance
- (8) Aperture, filter, exposure time
- (9) Film
- (10) Aircraft
- (11) Photography altitude
- (12) Existence or non-existence of GPS data

Article 103 (Photo processing of film)

At the end of photographing, film shall be promptly subject to photo processing in an appropriate way.

<Article 103 Operation criteria>

1. The developer specified for the concerned film or other developer with equivalent quality or better shall be used.
2. The film shall be developed evenly to attain a uniform tone with sufficient gradation for the entire roll

film and the image details and instrument gauge records shall be visible.

3. A fixer of an acid formula shall be used and fixing shall be sufficiently performed so that no unexposed silver halide remains.

4. Rinsing shall be sufficiently performed so that no fixer remains.

5. Photo processing shall be performed carefully so as to avoid various inconsistencies and not to impair the photo quality with bends, scratches, dents, surface peeling, etc.

6. The photographic paper to be used for contact prints shall be sufficiently large to include frame borders, indexes, instrument gauge record, etc. around the image.

7. Contact prints shall be created according to the specifications for photo processing of films.

Article 104 (Inspection and rephotography)

The exposed film shall be promptly developed to create contact prints for inspection and the contact prints shall be inspected.

2. Rephotography, if found to be necessary as a result of inspection, shall be performed promptly.

<Article 104 Operation criteria>

1. The inspection shall be performed on the following items:

- 1) Adequacy of photography altitude
- 2) Adequacy of photography course
- 3) Existence of area when stereoscopy cannot be attained
- 4) Distinctness of fiducial mark and instrument gauge
- 5) Adequacy of inclination and rotation of photos
- 6) Adequacy of photo processing
- 7) Adequacy of image color tones
- 8) Lack of GPS data that should have been obtained

2. The following inspection materials shall be produced:

- 1) Quality control record for each photography course
- 2) Aerial photo inspection sheet for each photography roll
- 3) Index map with principal points of photos
3. An index map shall be made from an existing map of an appropriate scale.

Article 105 (Compiling of film)

The film for which photo processing is completed shall be compiled in an appropriate way.

<Article 105 Operation criteria>

Compiling of film, unless otherwise specified, shall meet the following requirements:

- 1) The film shall be compiled while leaving one-meter blank on both ends of the reel so that images are not contaminated.
- 2) The information items to be written to film shall be the region name, date of photography, photography altitude, course number, photo number, and name of JICA. All of these items shall be indicated on the photos of both ends of a course and only the course number and photo number for all the other photos.

Article 106 (Storage of films and contact prints)

Each roll of film that has been compiled shall be stored separately in a can on which the film record is affixed.

2. Contact prints for each course shall be stored separately.

Article 107 (Results, etc.)

The results and other data shall be as follows:

- (1) Film
- (2) Contact print
- (3) GPS observation data and ground base point results
- (4) Index map for aerial photography
- (5) Photography record
- (6) Enlarged aerial photos that are particularly specified

(7) Quality control record

Section 2 Preparation of image data

Article 108 (Outline)

Preparation of image data refers to preparing satellite image data required to create a digital topographic map, including acquisition of data via JICA.

<Article 108 Operation criteria>

The stereo satellite image data to be used shall have a B/H ratio of 0.4 or higher.

Article 109 (Selection of a sensor on artificial satellite)

A sensor on artificial satellite to be used shall have a spatial resolution and be used in an observation method suitable for obtaining map information of digital map to be created (digital plotting).

<Article 109 Operation criteria>

1. A sensor on artificial satellite shall have a spatial resolution suitable for obtaining map information.
2. Map information levels and spatial resolution shall have a relationship shown in the following table. However, this requirement may be omitted if the processes such as control point survey are reinforced to maintain the accuracy of a digital topographic map and these processes are approved by JICA.

Map information level	Spatial resolution power
5000	Less than 0.8m
10000	Less than 1.0m
25000	Less than 2.5m
50000	Less than 5m
100000	Less than 10m

Chapter 5 Field identification

Article 110 (Outline)

Field identification refers to the identification of items, names, etc. shown on a topographic map to be created, writing the results on aerial photos or reference materials, and the production of materials required for plotting and data compilation on site.

2. The field identification shall be performed using appropriate enlarged aerial photos, digital orthophotos, or satellite images (hereinafter referred to as "aerial photos, etc.").

Article 111 (Planning)

The field identification shall be planned according to the conditions of various materials such as aerial photos obtained from the target country, the relationship with plotting, etc.

Article 112 (Preliminary photo-interpretation)

The Preliminary photo-interpretation shall be performed using aerial photos and reference materials before starting the field identification.

<Article 112 Operation criteria>

1. When map specifications, etc. established by the target country, are used, their application shall be examined.
2. Questions raised in the examination specified in the previous item shall be organized.
3. In principle, the aerial photos, etc. to be organized shall be every other aerial photos in one course or satellite photos cut out for each neat line area so that they are consistent with mapping ranges.
4. The preliminary photo-interpretation shall be performed for the following items:
 - 1) Determining the usage methods and conformity of various materials to be collected
 - 2) Checking aerial photos, etc. for items not easily discernible and their ranges
 - 3) Selecting indiscernible areas

- 4) Checking various materials for inconsistencies of names, administrative boundaries, etc.
5. The various items, among those which can be written and shown on a topographic map, shall be written on aerial photos, etc. or reference maps according to map specifications, etc.
6. Regarding the verification items, etc. specified in Item 4, the reference items about the region and its circumstances shall be written on aerial photos, etc. or reference maps.

Article 113 (Field identification targets and display criteria)

The field identification targets and display criteria shall be the representation items defined in the map symbols to be used.

<Article 113 Operation criteria>

1. The following criteria shall apply, unless otherwise specified.
 - 1) The roads shall be shown after their classification according to the map specifications system related to the road grades, numbers of lanes or road widths, road conditions such as the pavement condition, etc. and their sections.
 - 2) The railroads shall be shown after their classification according to the map specifications system related to the distinction of single-track, double-track, and side-track lines and the track width.
 - 3) The artificial structures that accompany roads and railroads such as cutting, embankments, tunnels, bridges, elevated lines, stations, and ferries or other means of transportation shall be shown selectively according to the map specifications.
 - 4) The buildings shall be classified and shown as individual or generalized ones according to the map specifications. Those buildings for which specific purposes or functions must be indicated shall be shown using regular or short annotations, or symbols.
 - 5) In principle, pricking for control points not used for control point survey shall be performed after verifying their locations, if required.
 - 6) Specific areas such as parks, nature preserves, graveyards, and ports that need to be distinguished and have definite boundaries shall be shown with specific area boundaries, annotations, or symbols.
 - 7) Rivers including natural and artificial rivers that have constant flow, rivers that run dry or intermittently in some seasons shall be shown with specified symbols so that the flow pass conditions, flow directions, etc. shall be distinct. The representation items that accompany rivers such as waterfalls, dams, and revetments shall be surveyed and shown if required.
 - 8) Coastlines with large tidal variations shall be shown on aerial photos, etc. based on the results of field identification.
 - 9) Vegetations and vegetation boundaries that are not distinctly discernible in aerial photos, etc. shall be verified and shown.
 - 10) Topographic features whose representations can be easily mistaken such as depressions, cliffs, and rocks not easily discernible shall be verified in detail and shown so that they can be used as reference for the plotting process.
 - 11) Names that need to be shown on topographic maps shall be verified in the field using various materials as references.
2. Terrestrial photos shall be taken if required as reference materials for plotting and data compilation.

Article 114 (Summary of field identification results)

The field identification results shall be summarized using aerial photos, etc. for field identification.

<Article 114 Operation criteria>

1. The verification items shall be written in ink, etc. without omissions or errors on survey-use aerial photos, etc. or duplicates of mapping manuscripts using map symbols or field identification symbols specified separately.
2. The verification items shall be expressed distinctly regarding the real form and location data.
3. The locations and diverging points at which road and railroad types and widths change shall be shown distinctly.
4. Places and other names and their ranges may be summarized using different maps than aerial photos, etc. or blueprints of plotting manuscripts.
5. If the summary of results specified in the previous paragraph is extremely difficult, overlay may be

used in combination as described in the following guidelines:

- 1) Boundary lines, course numbers, photo numbers, locations of fiducial mark, etc. that indicate the scope of verification of the target aerial photos, etc. shall be shown.
- 2) Representation on the overlay shall be performed according to the specifications for the summary of results on aerial photos, etc.
- 3) Roads, if crowded with different classifications, shall be shown in different colors for distinction.

Article 115 (Edge matching)

The verification items shall be harmonized with adjoin aerial photos when the field identification is performed or its results are summarized.

Article 116 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Aerial photos, etc. or duplicates, etc. of plotting manuscripts used in field classification
- (2) Overlay that is accompanied by the above-mentioned aerial photos, etc. or duplicates, etc. of plotting manuscripts
- (3) Reference terrestrial photos for plotting
- (4) Quality control record

Chapter 6 A/D Conversion of Aerial Photos and Aerial Triangulation

Section 1 A/D Conversion of aerial photos

Article 117 (Outline)

A/D Conversion of aerial photos refers to the conversion of aerial photo images to digital representations in pixel and gradation, acquiring thus the digital aerial photos.

Article 118 (Instrument)

The performance of scanners to be used for A/D conversion of aerial photos shall be as prescribed.

<Article 118 Operation criteria>

A scanner shall have the following performance:

- 1) Capability for reading an aerial photo 230 mm x 230 mm in size
- 2) Resolution of 0.01 mm or more
- 3) Reading accuracy of 0.02% or more (between two arbitrary points)

Article 119 (Scanning)

The aerial photo images shall be scanned with parameters set through prescribed calibration.

<Article 119 Operation criteria>

1. The calibration shall be performed on the correlation between the coordinate system of photo mounts and the pixel coordinate system of sensors, pixel size, and input color tone.
2. The pixel size shall normally be 0.025 mm.

Article 120 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Digital aerial photo data
- (2) Quality control record

Section 2 Aerial triangulation (analog image method)

Article 121 (Outline)

Aerial triangulation (analog image method) (hereinafter referred to as "aerial triangulation") refers to the determination of the horizontal locations and elevations of pass points and tie points required for digital plotting using the photogrammetry.

2. The aerial triangulation shall be performed using aerial photos through adjustment computation for

each block using the analysis method.

Article 122 (Instruments to be used)

The major instruments to be used for aerial triangulation shall be an analytical stereo plotter or stereo comparator.

Article 123 (Adjustment computation method)

The adjustment computation in aerial triangulation shall be performed using the bundle method or the independent model method.

2. The aerial triangulation using location data of projection centers of aerial photos as the initial value (hereinafter referred to as "GPS aerial triangulation") shall be made adjustment computation using the bundle method.

3. A program used for adjustment computation shall be approved previously by JICA.

Article 124 (Arrangement of control points, etc.)

The arrangement and number of control points, etc. in aerial triangulation shall be determined properly according to the adjustment computation method and block forms.

2. Distinct points on existing topographic maps (hereinafter referred to as "map GCPs") may be used as control points, etc. only if they are approved by JICA.

<Article 124 Operation criteria>

1. The control points shall be arranged as follows:

1) Not using the location data of projection centers of aerial photos as the initial value

a. The points used for determination of horizontal locations shall be placed on the four corners of a block. Normally, in a course on both ends, one point shall be placed every six models and, in a model on both ends of a course, one point shall be placed every three courses. For other parts, one point shall be placed uniformly every 30 models for the accuracy in a block.

b. Normally, the points used to determine the elevations shall be placed as follows: One point on models on both ends of every two courses and one point on every 12 models so that they are placed uniformly among the courses.

c. The number of points used to determine horizontal locations (Nh) and elevations (Nv) shall be obtained using the following formulas:

$$N_h = 4 + 2[(n-6)/6] + 2[(c-3)/3] + [(n-6)(c-3)/30]$$

$$N_v = [n/12]c + [c/2]$$

Where n is the average number of models per course

and c is the number of courses.

The decimal part of the result of calculation in square brackets [] shall be rounded up. If the number of models or courses is too small with the outcome that the part of computation in square bracket [] produces a negative result, this result shall be assumed as 0, or if Nv is smaller than Nh, being equal to Nh.

Article 125 (Pass points and tie points)

The pass and tie points shall be selected for the orientation of aerial photos where the coordinates on photos can be measured correctly.

2. The pass and tie points, as well as other points shall be stippled on a contact positive film as required. In this case, stipplers, etc. shall be used in stereoscopic viewing.

<Article 125 Operation criteria>

1. The pass points shall be selected as follows:

1) The pass points shall be placed near the principal point of an aerial photo and both sides of the principal point on a straight line that passes near the principal points and runs approximately orthogonal to the principal point base line. If required, the supplementary points may be set for these points.

2) The pass points shall be selected at locations where the vicinity is as flat as possible and stereoscopy can be performed on three consecutive aerial photos.

3) The points at both sides of principal point shall be selected at a distance approximately equal to the points near the principal points. For an aerial photo with a image size of 23 x 23 cm, the distances of

point from principal point to the points at both sides shall be approximately 7 cm or more and less than 10 cm.

2. In principle, the pass points shall be named as follows:

1) The names of pass points shall be classified into a, b, and c. In the target aerial photo, a point near the principal point shall be named b-point, a point above it a-point, and a point below it c-point.

2) The supplementary points near b-point shall be named b', b'', ... in this order starting from the one near b-point. The same naming convention shall apply to a-point and c-point.

3. Tie points shall be selected as follows:

1) Normally, there shall be one tie point in one model. Tie points shall be placed at intervals that are approximately equal on the upper and lower sides of the overlapping portion of neighboring courses, in order to avoid forming a straight line.

2) Tie points shall be selected at locations where they can be identified distinctly using related aerial photos of both the courses.

3) The tie points can be act as the pass points.

4. In principle, the tie points shall be named as follows:

1) A tie point shall be named by adding letter "T" to the end of the photo number of an aerial photo that shows the concerned tie point of one course the closest to the b-point.

2) A pass point that also acts as a tie point shall be named by adding letter "T" to the end of the name of the pass point.

5. Pricking of pass points and tie points shall be performed as follows:

1) The location of a pass point or tie point shall be accurately shown by pricking on an aerial photo contact print and the name of the point shall be written on it.

2) Pricking specified in the previous item shall be performed only on a photo that shows a pass point or tie point the closest to a principal point in one course.

6. In principle, the selected pass points shall be shown on contact positive films.

Article 126 (Measurement of machine coordinates)

The machine coordinates shall be measured twice separately, regarding each of fiducial marks, control points, etc., pass points, and tie points included on aerial photos.

<Article 126 Operation criteria>

1. The variance of two measurements shall be 0.02 mm or less, and their average value shall be adopted.

2. If the variance exceeds tolerances, measurement shall be performed once again and the average value of three measurements shall be adopted.

Article 127 (Inner orientation)

The aerial photo coordinates shall be determined using four fiducial marks or more. The residual errors of fiducial marks in the result of adjustment computation shall not exceed the prescribed tolerances.

2. In principle, the aberration of an aerial camera, deviation of a principal point location, and atmosphere refraction shall be corrected.

<Article 127 Operation criteria>

1. The residual errors of fiducial marks shall be within the tolerances of 0.02 mm for the standard deviation and 0.03 mm for the maximum value.

2. The coordinate values of fiducial marks shall be the calibrated values of an aerial camera that has been used.

Article 128 (Relative orientation)

If the adjustment through the independent model method is performed, the relative orientation shall be executed as follows:

(1) The relative orientation shall be performed using all the pass points, tie points, and control points, etc. included in a target model.

(2) Residual vertical parallax after relative orientation shall not exceed the prescribed tolerances.

Article 129 (Block adjustment using the independent model method)

Block adjustment using the independent model method refers to performing the adjustment calculation

in a block after performing the inner orientation and relative orientation.

2. The adjustment calculation shall be performed using all the control points, etc., pass points, centers of projection, and tie points included in a target block.
3. The coefficients of transformation formulas for each model shall be determined as concurrent average for each block. However, the adjustment calculations for a horizontal location and an elevation may be performed separately.
4. The influence from the earth curvature shall be corrected.
5. The residual error of control points and the discrepancy of tie points in a block shall not exceed the prescribed tolerances.

<Article 129 Operation criteria>

1. The adjustment calculation formulas to be used shall be as follows:

To adjust the horizontal location and elevation at once, use the 3D orthogonal transformation formula in view of scales. To adjust the horizontal location and elevation separately, use the Helmer's transformation formula for a horizontal location and a linear polynomial expression for an elevation.

2. In case of some control points, etc. not used for calculation, their names and the reasons for not using them shall be written in the calculation book.
3. As for the tolerances of the residual errors of control points in one block and the residual errors of adjusted values of pass points and tie points, both the horizontal location and elevation shall comply with the standard deviation of 0.02% or less of the flight height above ground and the maximum value of 0.04% or less. For a super-wide-angle camera, however, the former shall be 0.04% or less and the latter shall be 0.07% or less.

Article 130 (Block adjustment using the bundle method)

Block adjustment using the bundle method refers to performing adjustment computation for a block after performing inner orientation.

2. The adjustment computation shall be performed using all the control points, etc., pass points, and tie points included in a target block.
3. The coefficients of transformation formulas shall be determined as concurrent average for each block.
4. The influence from the earth curvature shall be corrected.
5. The residual errors of control points, etc. in a block and the residual of intersection of pass points and tie points shall not exceed the prescribed tolerances.

<Article 130 Operation criteria>

1. The adjustment computation formulas to be used shall be the projective transformation formula with unknowns being the inclination of each photo and location of its projection center, to which self-calibration terms corresponding to various systematic errors may be added.
2. In case of some control points, etc. not used for computation, their names and reasons for not being used shall be written in the calculation book.
3. As for the tolerances of the residual errors of control points in one block, both the horizontal location and elevation shall comply with the standard deviation of 0.02% or less of the flight height above ground and the maximum value of 0.04% or less. For a super-wide-angle camera, however, the former shall be 0.04% or less and the latter shall be 0.07% or less.
4. The residuals of intersection of pass points and tie points in one block shall comply with the standard deviation of 0.015 mm or less, and the maximum value of 0.03 mm or less.
5. The correction of the influences from aberration of the aerial camera, atmospheric refraction, and earth curvature may be substituted with self-calibration.

Article 131 (Matching of neighboring blocks)

The discrepancy of tie points between neighboring blocks shall not exceed the prescribed tolerances.

<Article 131 Operation criteria>

As for the tolerance of tie point discrepancies between neighboring blocks, both the horizontal location and elevation shall be 0.09% or less of the flight height above ground.

Article 132 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Aerial triangulation result table and index map
- (2) Diapositives with pass points and tie points
- (3) Contact prints with pass points and tie points
- (4) Control point residual error table and tie point discrepancy table
- (5) Measurement register and computation book
- (6) Quality control record

<Article 132 Operation criteria>

If the coordinate measurement using the non-stipple method is performed, Items (2) and (3) are not required.

Section 3 Aerial triangulation (digital image method)

Article 133 (Outline)

Aerial triangulation (digital image method) refers to the determination of the horizontal locations and elevations of tie points required for digital plotting using the digital photogrammetry.

2. The aerial triangulation (digital image method) shall be performed using digital aerial photos or satellite image data and performing the adjustment computation for each block through the analytical method.

<Article 133 Operation criteria>

Except when shooting with a film camera not using GNSS / IMU, aerial triangulation shall be carried out following the provisions of "simultaneous adjustment" in the "Rules for operating specification".

Article 134 (Instruments to be used)

The major instrument used for aerial triangulation (digital image method) shall be digital stereo plotter.

Article 135 (Adjustment computation method)

The adjustment computation using digital aerial photos shall be performed according to the specifications in Article 123.

2. The bundle method shall be used for the adjustment computation using the satellite image data.
3. A program used for adjustment computation shall be approved previously by JICA.

Article 136 (Arrangement of control points, etc.)

The arrangement of control points, etc. in aerial triangulation (digital image method) shall be performed according to the specifications in Article 124.

<Article 136 Operation criteria>

If satellite image data are used, the points provided for determining the horizontal locations and elevations shall be set properly using a method specified by a program for adjustment computation.

Article 137 (Tie points)

As many tie points as required for orientation of digital aerial photos and satellite images shall be selected automatically through stereo matching.

Article 138 (Measurement of machine coordinates)

The machine coordinates shall be measured, regarding fiducial marks, control points, etc., and tie points included on aerial photos or satellite image data.

2. The fiducial marks and control points, etc. shall be subject to multiple measurements.
3. As many tie points as required shall be selected and measured once through stereo matching at an appropriate location for orientation of digital aerial photos or satellite images.

<Article 138 Operation criteria>

1. The discrepancy of multiple measurements shall be 0.02 mm or less, and the average value of them

shall be adopted.

2. The concerned point shall be deleted if the discrepancy exceeds the tolerances.

Article 139 (Relative orientation)

If the adjustment using the independent model method is performed, the relative orientation shall be performed according to the specifications in Article 128.

Article 140 (Block adjustment using the independent model method)

The block adjustment using the independent model method shall be performed according to the specifications in Article 129.

Article 141 (Block adjustment using the bundle method)

The block adjustment using the bundle method shall be performed according to the specifications in Article 130 (Block adjustment using the bundle method).

2. The coefficients of transformation formulas for satellite image data shall be determined for each strip.

<Article 141 Operation criteria>

When the satellite image data are used, adjustment shall be performed as follows:

- 1) The adjustment computation formulas to be used shall be the projective transformation formula with known inner orientation elements, to which self-calibration terms corresponding to various systematic errors may be added.
- 2) As for the tolerances of the residual errors of control points, etc. in one block, the horizontal location shall comply with the standard deviation of 1/5,000 (m) or less of the map information level, and the maximum value of 1/2500 (m) or less, and the elevation shall comply with the standard deviation of 1/4 of the contour line intervals and the maximum value of 1/2 or less.
- 3) The residuals of intersection tie points in one block shall comply with the standard deviation of one pixel or less, and the maximum value of two pixels or less.

Article 142 (Matching of neighboring blocks)

The discrepancy of tie points between neighboring blocks shall conform to the specifications in Article 131 (Matching of neighboring blocks).

Article 143 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Aerial triangulation result digital data and index map
- (2) Residual error table for control points and tie points
- (3) Measurement register and computation book
- (4) Quality control record

Chapter 7 Digital plotting

Section 1 Digital plotting (analog image method)

Article 144 (Outline)

Digital plotting (analog image method) (hereinafter referred to as "digital plotting") refers to the acquisition of map information in digital format and the production of digital plotting data using an analytical stereo plotter or analog plotter with encoder (hereinafter referred to as "analytical stereo plotter").

Article 145 (Analytical stereo plotter)

An analytical stereo plotter used for digital plotting shall have a performance that ensures a prescribed accuracy.

2. For the verification of its performance, a digital stereo plotter shall be subject to the inspection adjustment before the work is started and whenever inspection adjustment is required during the work period.

<Article 145 Operation criteria>

1. An analytical stereo plotter to be used shall have a function for entering and recording X, Y, and Z coordinate values and the prescribed codes.
2. An analytical stereo plotter shall have a measuring accuracy of 0.02 mm or less (standard deviation) when converted to a value on a contact positive film, and its encoder shall have a resolution power of 0.01 mm or more, when converted to a value on a contact print.

Article 146 (Unit of coordinates to be obtained)

The coordinate (ground coordinate) data to be obtained in digital mapping shall be in the following units with the following decimal places:

- (1) The map information levels 2500 and 5000 shall be in 0.01 meter.
- (2) The map information level 10000 shall be in 0.1 meter.
- (3) The map information levels 25000 or higher shall be in 1 (one) meter.

<Article 146 Operation criteria>

For the unit of coordinates obtained by digital mapping of level 10000 or lower, "Rules for operating specification" shall be the standard.

Article 147 (Monitoring)

Monitoring refers to the output and verification of the location, format, etc. of data to a graphic display or drafting table, etc. during digital plotting.

Article 148 (Input and development of control point coordinates, etc.)

The control point coordinates, etc. shall be entered and developed in the prescribed coordinate system and unit.

2. When monitoring is performed on a drafting table, the development shall be executed according to the specifications in Article 223 (Development of neat lines, pass points, etc.).

<Article 148 Operation criteria>

Control point coordinates, etc. refers to the coordinates of neat lines, grid lines, control points, pass points, and tie points.

Article 149 (Orientation)

The relative orientation shall be performed near six pass points.

2. The absolute orientation shall be performed using six pass points obtained through aerial triangulation.
3. If there are control points, etc. in a model, these points shall be used for checking and correction.
4. The residual errors, etc. in orientation shall not exceed the prescribed tolerances.

<Article 149 Operation criteria>

1. After the relative orientation is performed, residual vertical parallax on six pass points shall be 0.02 mm or less on a contact positive film.
2. At the end of the absolute orientation, the error of a point on a model shall be 3/10,000 (m) or less of the map information level.
3. The error of elevation in the previous item shall be 1/4 or less of contour line intervals.
4. The result of orientation shall be recorded in the orientation register.
5. The orientation register shall be in a form (Form No.4) defined separately.

Article 150 (Scope of digital plotting)

In principle, the scope of digital plotting shall be the area surrounded by pass points of a target model.

Article 151 (Detail digital plotting)

Detail digital plotting refers to drawing linear objects, buildings, vegetations, and contour lines in this order.

<Article 151 Operation criteria>

The aerial photos, overlays, and other materials on which field identification results have been recorded

shall be used to obtain all the necessary data.

Article 152 (Classification code)

The digital plotting data to be obtained shall be assigned a classification code that represents its type established in the map symbol system, etc.

<Article 152 Operation criteria>

If there are no regulations in the target country, “Rules for operating specification” shall be referred.

Article 153 (Acquisition of topographic data)

The data used for topographic representation shall be obtained through the contour method, digital terrain model method, map digitization method, or a combination of these methods.

<Article 153 Operation criteria>

1. Using the contour method, the data shall be obtained at distance intervals (distances converted to those on the map) of 1 millimeter or time intervals of 0.3 seconds, both of which may be changed according to the conditions of the topographic features.
2. Using the digital terrain model method, the data shall be obtained by directly measuring the elevation values of prescribed grid points with a digital stereo plotter.
 - 1) The prescribed intervals of grid points shall be selected according to the specifications.
 - 2) When the arbitrary points are measured, the specifications in Article 154 (Selection of elevation points) are applied.
3. Either the method of generating a digital terrain model from read data of contour lines (including those in existing maps) or the method for generating contour lines using the triangulated irregular network model (TIN) may be used.
4. The map digitization method shall conform to the specifications in Chapter 12 (Digitizing of existing maps).
5. The data for digital terrain models shall be checked using a check program and output maps, etc.
6. As a result of checking, elevation values that do not conform to topographic features, including surrounding areas, shall be measured again.

Article 154 (Selection of elevation point)

The elevation points shall be selected through the geographic feature interpretation so that they are distributed at as uniform a density as possible.

<Article 154 Operation criteria>

1. The elevation points shall be selected at the following locations:
 - 1) Major summits of mountains
 - 2) Major diverging points of roads and cols to which roads lead
 - 3) Mouth of valley, confluences of rivers, and wide valley floors or river beds
 - 4) Major changes of slopes
 - 5) Locations that represent general planes in the vicinity
 - 6) Readable deepest parts of depressions

Article 155 (Measurement of elevation point)

If the discrepancy exceeds the allowable range, Measurement shall be conducted once more, and the mean value of measured values three times shall be adopted.

<Article 155 Operation criteria>

If the difference of two measurements exceeds the following tolerances, the elevation points shall be reselected and measured again, and the average of three measurements shall be the elevation value.

Map information level	Tolerance for variance of measurements of elevation point
2500	0.4m or less
5000	0.6m or less
10000	0.8m or less
25000	1.0m or less
50000	1.8m or less
100000	2.4m or less

Article 156 (Addition of data using other surveying method)

Addition of data obtained using other measurement method to digital plotting data requires approval from JICA.

Article 157 (Production of outputs)

In principle, the output of digital mapping data shall be created by a scale corresponding to the map information level.

Article 158 (Checking of digital plotting data)

The digital plotting data shall be checked using a data compilation system or output created as specified in the previous article related to aerial photos, field identification materials, etc.

<Article 158 Operation criteria>

The digital plotting data shall be checked for the following items:

- 1) Lack of data that should have been obtained and presence of errors in horizontal locations and elevations
- 2) Presence of errors in classification codes
- 3) Conformity of data matching
- 4) Conformity of locations, densities, and measurements of spot height
- 5) Consistency of topographic representation data

Article 159 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Digital plotting data
- (2) Orientation register
- (3) Quality control record

Section 2 Digital plotting (digital image method)

Article 160 (Outline)

Digital plotting (digital image method) refers to the acquisition of map information in digital format and the production of digital plotting data using a digital stereo plotter.

Article 161 (Digital stereo plotter)

A digital stereo plotter to be used shall have a performance that ensures a prescribed accuracy.

<Article 161 Operation criteria>

1. A digital stereo plotter shall have a measuring accuracy and its digitizer shall have a resolution equal to or higher than those of an analytical stereo plotter specified in the operation criteria for Article 145 (Analytical stereo plotter).

Article 162 (Unit of coordinates to be obtained)

The coordinate (ground coordinate) data to be obtained in digital plotting (digital image method) shall be in units with decimal places according to the specifications in Article 146 (Unit of coordinates to be

obtained).

Article 163 (Digital plotting methods)

The digital plotting (digital image method) shall be performed using one of the following methods:

- (1) Method based on stereo images
- (2) Method based on orthographic images or their outputs, i.e., orthographic image maps (hereinafter referred to as "single-image plotting").

Article 164 (Classification code)

Digital plotting data to be obtained shall be assigned a classification code according to Article 152 (Classification code).

Article 165 (Acquisition of topographic data)

The data to be used for terrain representation shall be obtained according to the specification in Article 153 (Acquisition of topographic data).

<Article 165 Operation criteria>

1. The data shall be obtained automatically through stereo matching, using the digital terrain model.

Article 166 (Selection of elevation point)

The elevation points shall be selected according to the specifications in Article 154 (Selection of elevation points).

Article 167 (Measurement of elevation point)

The elevation points shall be measured through stereomatching according to the specifications in Article 155.

Article 168 (Acquisition of detail digital plotting data)

The detail digital plotting data shall be obtained according to the specifications in Article 151 (Detail digital plotting).

<Article 168 Operation criteria>

The single-image plotting using orthographic image maps shall be performed as follows:

- 1) The orthographic image maps to be used for single-image plotting shall have an accuracy corresponding to the scale of a map to be generated.
- 2) The orthographic image maps shall be created by cutting out each of the surrounding frame of digital-mosaicked orthographic image maps and, if required, outputting them to film with less expansion and shrinkage on an ink jet printer, etc.
- 3) The detail digital plotting data shall be obtained through digitizing or scanning.

Article 169 (Production of output)

The output of digital plotting data shall be created according to the specifications in Article 157 (Production of outputs).

Article 170 (Checking of digital plotting data)

The digital plotting data shall be checked according to the specifications in Article 158 (Checking of digital plotting data).

Article 171 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Digital plotting data
- (2) Orientation register
- (3) Quality control record

Chapter 8 Digital compilation

Article 172 (Outline)

Based on the result of field identification, the digital compilation refers to the compilation of digital plotting data and production of compiled data and topographic map data.

Article 173 (Input of digital plotting data, field identification data, etc.)

The digital plotting and field identification data shall be entered in the data compilation system.

2. Materials such as maps collected in field identification, etc. shall be digitized through a digitizer or scanner and entered in a data compilation system.

Article 174 (Digital compilation)

The data entered as described in the previous article shall be added, deleted, corrected, etc. in the data compilation system to create compiled data.

2. The topographic map data shall be created by further compiling compiled data according to the map specifications.

<Article 174 Operation criteria>

The contour line data shall be checked using graphic display or output, then corrected in case of inconsistencies.

Article 175 (Data matching)

Data matching shall be executed between models or adjacent neat lines, and the coordinates shall be matched.

<Article 175 Operation criteria>

1. If the gaps of topographic and planimetric features are 0.7 mm or less on the map, the related figures shall be corrected to complete the matching process.

2. If the gaps of topographic and planimetric features exceeds 0.7 mm on the map, the digital plotting shall be executed again.

Article 176 (Production of output)

The output shall be created from compiled and topographic map data for the purposes of checking and field completion etc. using an ink jet printer, etc.

Article 177 (Checking)

Checking shall be executed using output created as described in the previous article, graphic display, and check program.

2. The check program shall check compiled data for logical inconsistencies.

Article 178 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Digital mapping data
- (2) Topographic map data
- (3) Quality control record

Chapter 9 Field Completion and Digital compilation after Field Completion**Article 179 (Outline)**

Field completion refers to the verification of the boundary, place, and other names in the field using materials created or provided with the approval by the target country as well as the verification of important items represented in output for compiled data or topographic map data and performing supplementary field survey where it is required in the field.

2. Digital compilation after field completion refers to the execution of the completion processing such as adding the results of field completion to compiled data and correcting them in order to create compiled and topographic map data that include the results of field completion.

Article 180 (Implementation)

The field completion shall be executed for the following items:

- (1) Checking the boundary, place, and other names against those in the field using materials provided by the target country
 - (2) Checking the questions arising in digital compilation
 - (3) Checking the important representation items, if required
 - (4) Performing supplementary field survey on areas where digital mapping is impossible or where it is necessary
2. The supplementary field survey shall be executed based on reliable and distinct points on compiled data output by using Total Station or directly obtaining data through GPS survey, etc.
3. The results of field completion shall be summarized in the electronic storage media, compiled data, or topographic map data output, etc. so as to avoid any problem in subsequent works.

<Article 180 Operation criteria>

1. If the results of field identification show names different from those in the materials provided by the target country, the field inspection shall be executed.
2. In case of approval of all the boundaries, places, and other names on compiled data or topographic map data output, by the target country, these outputs shall be signed by a person in charge of the government of the target country.
3. As for the results of field completion, the measurement results shall be recorded on electronic storage media and the annotations, symbols, attributes, etc. shall be summarized in compiled data or topographic map data output.

Article 181 (Digital compilation after field completion)

The summarized results of field completion as described in the previous article shall be added to and be used to correct the compiled data, using a data compilation system in order to create compiled and topographic map data that include the results of field completion.

2. Digital compilation after field completion shall conform to the specifications in Chapter 8. Digital compilation

Article 182 (Production of output)

The output shall be created from compiled data and topographic map data that include the results of field completion according to the specifications in Article 176 (Production of output).

Article 183 (Checking)

The compiled and topographic map data that include the results of field completion shall be checked according to the specifications in Article 177 (Checking).

Article 184 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Compiled data that include the results of field completion
- (2) Topographic map data that include the results of field completion
- (3) Output of topographic map data that include the results of field completion
- (4) Quality control record

Chapter 10 Data structurization

Article 185 (Outline)

Data structuring refers to the production of the structured data in which compiled data that include the results of field completion are provided with topological relations in points, lines, and polygons so that the data can be used on a geographic information system, etc.

Article 186 (Data structurization)

Data structuring refers to the production of the structured data by entering compiled data that include the results of field completion in a data compilation system and using interactive processing, automatic processing, and a combination of these processing.

Article 187 (Checking)

The data shall be checked using the structured data output and check programs to ensure that the content of a file conforms to the specifications.

2. The check program checks the data for logical inconsistencies, etc.

<Article 187 Operation criteria>

The structured data output shall be created in prescribed formats.

Article 188 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Structured data
- (2) Quality control record

Chapter 11 Data File Production**Article 189 (Outline)**

Data file production refers to recording topographic map data subject to field completion and structured compiled data, each according to their respective specifications, in electronic storage media.

2. The data files shall be classified into topographic map and structured data files.

Article 190 (Implementation)

The topographic map data files shall be provided with topographic map data that include the results of field completion, recorded in the electronic storage media, according to their specifications.

2. The structured data files shall include structured compiled data recorded in electronic storage media, according to their specifications.

Article 191 (Checking)

The data files shall be checked for contents by using a check program or displaying them on graphic display, etc.

2. The check program shall check the data files for logical discrepancies, etc.

Article 192 (Production of instruction manuals)

An instruction manual for data files shall be created for items whose instructions are required to manage and use data files.

Article 193 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Topographic map data files
- (2) Structured data files
- (3) Instruction manual for data files
- (4) Quality control record

Chapter 12 Digitization and Revision of Existing Map**Section 1 Outline****Article 194 (Outline)**

Existing map digitization refers to digitizing existing topographic maps, etc. (hereinafter referred to as "existing maps") and the production of digital topographic maps. The existing maps shall be revision, if required.

< Article 194 Operation criteria>

For existing map digitization and revision of Existing Map with a map information level of 10000 or less, the standard shall be "Rules for operating specification".

2. The Specification shall be used when revising an existing map by analog photogrammetry.

Article 195 (Definitions of terms)

The terms used in this chapter shall conform to the following definitions:

- (1) Vector data: Refers to graphic data represented by a sequence of points with coordinate values.
- (2) Raster data: Refers to image data consisting of an array of pixels arranged in rows and columns.

Article 196 (Scale of existing maps used)

Normally, the existing maps to be digitized shall have scales from 1/10,000 to 1/100,000.

Article 197 (Formats of results)

The results of existing map digitization shall be in vector data format. However, they may be in raster data format if specified by JICA.

Article 198 (Unit of coordinate values)

The vector data shall have coordinate values (ground coordinates) in units with decimal places according to the specifications in Article 146 (Unit of coordinates to be obtained).

2. The raster data shall have one pixel of an image coordinate that is max. 0.1 mm on a map.

Article 199 (Work processes and their order)

The existing map digitization shall be executed according to the following work processes and order:

- (1) Map manuscript production
- (2) Measurement
- (3) Data compilation
- (4) Existing map revision
- (5) Data structurization
- (6) Data file production

2. (4) The existing map revision shall be executed if specified by JICA.

3. (5) The data structurization shall be executed according to the specifications in Chapter 10 in this section.

Section 2 Map Manuscript production**Article 200 (Outline)**

Map manuscript production refers to the use of original existing maps or original reproduction positives, and production of map manuscript used for measurement.

< Article 200 Operation criteria >

In original existing maps or original reproduction positives, neat and diagonal lines shall comply with the corresponding tolerance as follows, and a consultation shall be held with JICA if the tolerance is exceeded.

- 1) Neat line: 0.5 mm
- 2) Diagonal line: 0.7 mm

Article 201 (Map manuscript production)

Map manuscript shall be created by duplicating the original existing maps or original reproduction positives through photo processing, etc.

2. The existing maps used for the map manuscript production shall be complemented by collecting materials, if required.

<Article 201 Operation criteria >

1. In principle, one map manuscript shall be created for each color-separation plate of original existing maps.
2. Map manuscript shall be made of such materials as polyester film with limited elasticity.

Section 3 Measurement

Article 202 (Outline)

Measurement refers to digitizing the map manuscript with measuring instrument and the acquisition of digital data.

Article 203 (Measuring instrument)

The measuring instrument shall have performances indicated in the following table and be selected for accuracies, etc. of digital topographic maps to be created.

Classification	Performance	Reading range
Digitizer	Resolution power of 0.1 mm or less Reading accuracy of 0.3 mm or less	Should allow reading the area within neat lines of a map manuscript.
Scanner	Resolution power of 0.1 mm or less Reading accuracy of 0.25% or less (between two arbitrary points)	Should allow reading the area within neat lines of a map manuscript.

Article 204 (Digitizer measurement)

The measurement using a digitizer shall be executed for each map manuscript and the measurement data shall be obtained for each map sheet.

2. The measurement shall be executed at the specified accuracy and measurement data shall be assigned a classification code, etc.

<Article 204 Operation criteria>

1. The measurement shall be executed as follows:

1) At the start and end of measurement for each item, each of the four corners of neat lines shall be measured twice separately and, if the variance of coordinate values at each corner exceeds 0.3 mm on the map, the measurement shall be executed again.

2) The planimetric features, etc. shall comply with the measurement accuracy of 0.3 mm on the map (standard deviation).

2. The coordinate transformation shall be executed as follows:

1) Normally, affine transformation shall be used to transform machine coordinates to coordinates that comply with the specifications of the target country.

2) The transformation coefficient shall be determined using the least-squares method based on measurements of the four corners of neat lines and their ground coordinates.

3) The residual error of coordinates of the four corners of neat lines shall not exceed 0.2 mm on the map.

Article 205 (Scanner measurement)

The measurement using a scanner shall be executed on an area that includes the sheet frame, at uniform specifications and accuracy for each measurement item. The measurement data shall be obtained for each map sheet.

2. If digital topographic map data must conform to the specifications in Article 197 (Formats of results), the raster-vector transformation shall be executed on measurement data.

<Article 205 Operation criteria>

1. The measurement shall be executed as follows:

1) During the measurement, data of each map sheet shall be corrected both in longitudinal and horizontal directions so that they comply with the specified pixel number.

2) The reading accuracy shall be one-half (standard deviation) or less of the minimum drawing line width of a figure.

2. The coordinate transformation shall be executed as follows:

- 1) The image coordinates of the four corners of neat lines or a nearby point, whose coordinates can be verified, shall be shown and measured on graphic display.
- 2) The machine coordinates shall be transformed to coordinates that comply with the specifications of the target country according to Item 2 of the operation criteria of the previous article.
- 3) The residual error of coordinates of the four corners of neat lines shall be a maximum of two pixels.
3. The rearrangement of pixels shall be executed using the nearest neighbor interpolation, bi-linear interpolation, or cubic convolution method.

Section 4 Compilation

Article 206 (Outline)

Compilation refers to the correction or processing measurement data on a data compilation system for creating compiled data.

Article 207 (Compilation)

Compilation refers to the compilation of measurement data on graphic display of a data compilation system.

2. If an omission in measurement, error, etc. is found at the check process, the compiled data shall be corrected.

<Article 207 Operation criteria>

The map data shall have consistent coordinates on the neat lines through edge matching process.

Article 208 (Checking)

Checking shall be executed using output for checking, graphic display, and check program.

2. The check program shall be executed to verify the logical inconsistencies, etc. of compiled data.

<Article 208 Operation criteria>

1. The output for checking shall be created from compiled data using a plotter, etc.
2. Checking shall be executed on omission, etc. of digital mapping items, accuracies of locations, connections of drawing lines, and matching of adjacent map sheets.

Section 5 Existing map revision

Article 209 (Outline)

Existing map revision refers to the revision of the contents for digitization shown on existing maps being changed through secular variations to make them consistent with the current conditions.

Article 210 (Revision methods)

The existing map revision shall be executed using one of the following methods:

- (1) Through analog photogrammetry
- (2) Through digital photogrammetry
2. A revision method shall be determined by identifying the type and volume of revision based on changes extracted in advance on aerial photos, etc.
3. Methods (1) and (2) listed in Item 1 shall be those that can be used after measurement or data compilation processes.

Article 211 (Implementation)

The existing map revision shall be executed as follows:

- (1) The existing map revision through digital photogrammetry shall be executed according to the specifications in Chapters 7 (Digital plotting) and 9 (Field Completion and Digital compilation after Field Completion) of this part.
- (2) The existing map revision through analog photogrammetry shall be executed according to the specifications in Chapters 2 (Mapping) and 4 (Field Completion), Part 4.

<Article 211 Operation criteria>

1. Plotting shall be executed by measuring and drawing changes on manuscript maps.
2. The absolute orientation in plotting shall be as follows:
 - 1) The absolute orientation shall be executed using planimetric features, etc. on manuscript maps. Six planimetric features or more shall be used for absolute orientation.
 - 2) The discrepancy of horizontal locations shall be 0.7 mm or less on the map.
 - 3) The discrepancy of elevations shall be one-third or less of contour line intervals.
3. The digital plotting shall be executed by obtaining revision data and revising measurement data.
4. The absolute orientation in digital plotting shall be executed according to the specifications in Item 2.

Section 6 Data file production

Article 212 (Outline)

Data file production refers to recording compiled data on electronic storage media.

Article 213 (Implementation)

A data file shall be created by recording compiled data on electronic storage media according to the specifications.

Article 214 (Production of instruction manuals)

An instruction manual for data files shall be prepared for items whose instructions are required to manage and use the data files.

Article 215 (Production of output)

The output shall be created by outputting digitized items using a plotter, etc.

<Article 215 Operation criteria>

An output shall be created by including digitized items on one sheet. If the items are complicated, they can be included on more than one sheet to create an output map.

Article 216 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Data file
- (2) Instruction manual for data files
- (3) Quality control record

Part 4 Analog Topographic Mapping Process

Chapter 1 General

Article 217 (Outline)

This section describes the analog process for creating topographic maps.

Article 218 (Map specifications, etc.)

In principle, the map specifications, map projection, size of sheet frame, contour line interval, data file specifications, etc. (hereinafter referred to as "map specifications, etc.") shall comply with the specifications of the target country.

<Article 218 Operation criteria>

The map specifications, etc., if not established by the target country, shall comply with the instructions given by JICA and a map specifications, etc. established separately. (The map specifications shall comply with the "Standard Map specifications Samples for Base Map" and the projection drawing method shall follow Specifications No.2).

Article 219 (Production of topographic maps)

The topographic maps shall be created through the aerial photogrammetry.

Article 220 (Work processes and their order)

The topographic map production shall be executed according to the following work processes and order:

- (1) Control points survey
 - (2) Signalization for aerial photos
 - (3) Aerial Photography
 - (4) Pricking
 - (5) Field identification
 - (6) Aerial triangulation
 - (7) Plotting
 - (8) Compilation
 - (9) Field completion
2. Processes (1) Control points survey, (2) Signalization for aerial photos, (3) Aerial photography, (4) Pricking, (5) Field identification, and (6) Aerial triangulation shall be executed according to the specifications in Chapters 2 through 6, Part 3.

Chapter 2 Plotting

Article 221 (Outline)

Based on the results of aerial triangulation, field identification, etc., plotting refers to the measurement, and drawing on a stereo plotter of various items required for topographic maps and creating plotting manuscripts, etc.

<Article 221 Operation criteria>

1. The plotting manuscripts shall have scales equal to those of original maps.
2. The plotting manuscripts shall be made of polyester sheets or equivalent with a contraction ratio of 0.05% or less, at room temperature and atmospheric pressure, with a thickness of 0.12 mm or more.
3. The mapping may be executed separately for planimetric features and contour lines.

Article 222 (Stereo plotter)

The stereo plotters used shall ensure the prescribed accuracy.

2. The stereo plotters used shall be checked for performance, etc. according to a prescribed method before work, and they shall be adjusted, if required.
3. During the work period, the stereo plotters shall be subject to functional inspections, if required.

Article 223 (Development of neat lines, pass points, etc.)

The neat lines, pass points, etc. shall be developed using automatic drafting machines, etc. and the maximum error shall be 0.2 mm or less on the map.

2. The error of two diagonal lines of quadrangle consisting of developed neat lines for a specified length shall be 0.3 mm or less on the map.

Article 224 (Orientation)

The orientation shall be executed according to the specifications in Article 149 (Orientation).

Article 225 (Scope of plotting)

The target of plotting shall be the area surrounded by pass points of a target model.

Article 226 (Detail plotting)

In principle, detail plotting refers to drawing linear objects, buildings, vegetations, and contour lines in this order.

2. At the end of drawing of a target model, the prescribed items on plotting manuscripts shall be checked and summarized based on materials, etc. that have been used.

<Article 226 Operation criteria>

1. All the necessary items shall be drawn without omissions using aerial photos, overlays, and other materials on which field identification results have been recorded.
2. The deformed areas shall be drawn with contour lines wherever possible and, depending on

circumstances, the deformed area symbols shall be drawn over the areas.

3. The contour lines shall be measured and drawn one by one for each contour line established in the map specifications and no auxiliary contour lines shall be omitted at locations where they are required.

4. The elevations shall be measured for peaks of mountains, depressions, passes, etc. in order to avoid omitting contour lines from maps, and the elevation values shall be written on plotting manuscripts, if required.

5. At the end of plotting of a target model, the following items shall be checked and summarized:

- 1) Conformity of development of control points, etc.
- 2) Conformity of horizontal locations and elevations of pass points, etc.
- 3) Presence of mistakenly omitted items, errors in horizontal locations of planimetric features, etc. that have been drawn, and those in elevations.
- 4) Redraw the faded lines, etc. in order to avoid impairing the conditions of topographic and planimetric features of plotting manuscripts.
- 5) Write the values for contour lines to improve reading the contour elevations on plotting manuscripts.
- 6) Conformity of relationships between elevation points and contour lines.

Article 227 (Matching)

The adjacent mapping manuscripts shall be strictly matched using a prescribed method.

2. If the plotting of matching parts cannot be executed smoothly according to the specifications in Article 225 (Scope of mapping), the target may be changed.

<Article 227 Operation criteria>

Matching shall be executed as follows:

- 1) If there is no adjacent map, a polyester-sheet tie strip covering up to one cm outside the neat lines shall be created.
- 2) If an adjacent map is provided, the tie-strip shall be referenced for plotting of matching parts.
- 3) If figures are misaligned by 1.0 mm or less, the concerned figures shall be corrected in order to fully process the matching.

Article 228 (Selection of elevation points)

The elevation points shall be selected according to the specifications in Article 155 (Selection of elevation points).

Article 229 (Measurement of elevation points)

The elevation points shall be measured twice separately and the average value of the measurements shall be adopted.

<Article 229 Operation criteria>

1. The tolerance of discrepancy of two measurements shall be as follows:

Map information level	Tolerance for discrepancy of measurements of elevation points
2500	0.4m or less
5000	0.6m or less
10000	0.8m or less
25000	1.0m or less
50000	1.8m or less
100000	2.4m or less

2. If the discrepancy exceeds the tolerance, the elevation shall be measured again, and the average value of three measurements shall be adopted.

Article 230 (Production of chart of control points)

A chart of control points shall be created by entering the locations, height, etc. of control points, etc. on a drawing paper as large as a plotting manuscript.

<Article 230 Operation criteria>

1. The control points, etc. shall be shown using a map symbol, and the name, number, and elevation shall be written on it.
2. An elevation point shall consist of a single-point overlay and two measurements, and a mean value shall be written on it.

Article 231 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Plotting manuscript
- (2) Chart of control points
- (3) Orientation register
- (4) Tie-strip diagram
- (5) Quality control record

Chapter 3 Compilation

Article 232 (Outline)

Compilation refers to the production of the manuscripts compiled according to a mapping symbol system, etc. (hereinafter referred to "compilation manuscripts") and materials required for subsequent works using plotting manuscripts and materials from field identification, etc.

2. The areas which cannot allow plotting shall be compiled using the results of field completion.

Article 233 (Production of compilation manuscripts)

The compilation manuscripts shall be created by tracing items shown on plotting manuscripts, based on various materials complying with the map specifications.

<Article 233 Operation criteria>

1. The drawing paper used for compilation manuscripts shall comply with the same specifications as plotting manuscripts.
2. The compilation manuscripts shall show the developed neat lines, control points, etc.
3. The error of a neat line on compilation manuscripts compared with a prescribed length shall be 0.2 mm or less.
4. The error of two diagonal lines on compilation manuscripts compared with a prescribed length shall be 0.3 mm or less.
5. The compilation manuscripts shall be compiled based on plotting manuscripts and various materials according to the map specifications, and the vegetation boundaries in unplowed land, wetland, etc. not shown on completed maps, shall also be drawn on compilation manuscripts.
6. If they must be dislocated for representation as symbols, the targets represented in compilation shall be dislocated within the range mentioned by the map specifications, etc.

Article 234 (Production of lettering guide)

The lettering guide shall be produced by determining the placement, sizes, spacing, fonts, and typefaces of characters to be shown on topographic maps (hereinafter referred to as "annotation characters") based on the results of field identification, according to the prescribed formats.

<Article 234 Operation criteria>

1. The lettering guide shall be made using polyester base or equivalent, or using a better material of 0.075 mm to 0.1 mm in thickness.
2. The lettering guide shall show items as follows:
 - 1) The annotation characters shall be shown according to the map specifications, etc.
 - 2) The location of the annotation characters shall be shown by the symbol “┌”. The location of the first character comes in the corner of the symbol. The line of the symbol shall be approximately as long as the character string.
 - 3) A linear target or annotation characters representing a region with wide spacing, or whose location

cannot be easily determined, shall be substituted with a number of the symbol "□".

- 4) In principle, each set of annotation characters shall be put outside symbols "□" and "┌".
- 5) If the annotation characters are too crowded, the annotation may be put at another appropriate location indicated by an arrow and required items such as character size may be shown using abbreviations.
- 6) If executed in field completion, the survey of names shall comply with the operation criteria in this article.

Article 235 (Matching)

All the representation items in joining parts with adjacent compiling manuscripts shall match with each other in order to avoid inconsistency on neat lines.

<Article 235 Operation criteria>

1. Among the representation items that must match each other on neat lines, those being different for distinct reasons, such as secular changes caused by a difference in years of production or changes in map specifications, may remain different from each other.
2. When matching is not performed for some reason, it shall be discussed with the surveying and mapping organization of the target country.

Article 236 (Handling of chart of control points)

Among the control and elevation points shown on chart of control points, those which are not adopted in compilation shall be indicated with a deletion mark.

Article 237 (Handling of marginal information materials)

The marginal information items shall be classified into those directly written on compilation manuscripts and those written on marginal information material sheets.

<Article 237 Operation criteria>

1. The marginal information items shown on compilation manuscripts shall be as follows:
 - 1) Map sheet name
 - 2) Map sheet number
 - 3) Longitude and latitude and coordinate values
 - 4) Elevation values outside neat lines
 - 5) Direction label
2. The items to be put on marginal information material sheets shall be topographic map numbers, projection, revision history, and other items required.

Article 238 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Compilation manuscript
- (2) Annotation material map
- (3) Chart of control points
- (4) Marginal information material sheet
- (5) Accuracy control record

Chapter 4 Field Completion

Article 239 (Outline)

Field completion refers to the verification of the boundaries, places, and other names in the field using materials created or provided with the approval by the target country as well as the verification of important items represented in compilation manuscripts and the execution of supplementary field survey if required in the field.

<Article 239 Operation criteria>

1. The field completion shall be executed at the end of compilation using mainly the following materials:
 - 1) Polyester-base duplicate or blueprint thereof, etc.

- 2) Blueprint on which a compilation manuscript and an annotation material map are superimposed
- 3) Aerial photo that shows the results of field identification and reference materials provided by the target country
2. A polyester-based duplicate shall be produced by copying a compilation manuscript on a polyester base.

Article 240 (Implementation)

The field completion shall be executed for the following items:

- (1) Checking the boundary, place, and other names against those in the field using materials provided by the target country
- (2) Checking the questions arising in compilation
- (3) Checking the important representation items, if required
- (4) Performing supplementary field survey on areas where plotting is impossible or where it is necessary

2. The field completion shall be executed using the plane table survey method.

<Article 240 Operation criteria>

1. If the results of field identification show names different from those in the materials provided by the target country, the field inspection shall be executed.
2. If the field completion is executed through the plane table survey method, a polyester-base duplicate shall be used.
3. When the questions have been investigated and checked, and all the boundary, place, and other names on blueprints of compilation manuscripts are approved by the target country, these maps shall be signed by a person in charge of the government of the target country.

Article 241 (Summary)

The results of field completion shall be summarized on polyester-base duplicates, etc. according to the prescribed method.

2. The correction and summary of information on compilation manuscripts shall be executed using the results of field completion.

<Article 241 Operation criteria>

1. The results of verification on boundary, place, and other names checked against the field shall be summarized on blueprints on which compiling manuscripts and lettering guide are superimposed.
2. The results of verification of questions and important representation items shall be summarized on blueprints of polyester-base duplicates.
3. Among the items subject to field completion or verification, those concerning vegetations shall be added or corrected with a green pencil while others shall be added or corrected with a red pencil, etc.
4. The results of the plane table survey on areas where mapping is impossible or where supplementary field survey is necessary shall be summarized on polyester-base duplicates.
5. The lettering guide shall be corrected using blueprints of approved compilation manuscripts.
6. At the field completion, the following items shall be checked.
 - 1) Presence of inconsistencies between items being subject to field completion and verification with each other or with other materials, and conformity of deletion processing
 - 2) Conformity of matching of map sheets of field completion results
 - 3) Conformity of methods and results of field completion
 - 4) Presence of omission of items on compilation manuscripts or omission, etc. of correction of lettering guide
 - 5) Conformity of drawing density of compilation manuscripts, and presence of fading or smear of drawing lines

Article 242 (Original topographic map manuscript)

The original topographic map manuscript shall be created by summarizing the results of field completion on compilation manuscripts.

2. The compilation manuscripts used as original topographic map manuscript must undergo checking as specified in Section 2, Article 7 (Accuracy control).

<Article 242 Operation criteria>

At the end of compilation, the original topographic maps shall be checked for the following items:

- 1) Conformity of dimensions of compilation manuscripts
- 2) Conformity of application of map specifications, etc.
- 3) Conformity of representation methods of various representation items
- 4) Conformity of drawing lines
- 5) Conformity of summary of various materials
- 6) Presence of inconsistencies between compilation manuscripts and materials
- 7) Conformity of unification of methods for application of the map specifications
- 8) Conformity of process of selection, etc.
- 9) Conformity of checking process
- 10) Conformity of correction results

Article 243 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Original topographic map manuscript
- (2) Blueprints of compilation manuscripts approved by the target country for the boundary or place names, etc.
- (3) Polyester-base duplicates, etc. of compilation manuscripts used for field work
- (4) Various reference data corrected according to the results of field completion
- (5) Check survey register for accuracies of compilation manuscripts and a list of check results
- (6) Quality control record

Part 5 Original Map Production Process Through the Scribe Method

Chapter 1 General

Article 244 (Outline)

The separated original topographic map production process refers to the use of original topographic maps, and the production of separated original topographic map corresponding to the number of colors according to the prescribed map specifications, etc.

2. The work method shall be the scribe drawing method (hereinafter referred to as "scribe drawing").

Article 245 (Accuracy of scribing)

The accuracy of scribing shall be 0.1 mm or less, starting from the center line of topographic map transcription drawing lines.

Chapter 2 Separated Original Topographic Map

Article 246 (Outline)

A separated original topographic map refers to a color-separation scribe plate created through scribe drawing from the original topographic maps as the base map.

<Article 246 Operation criteria>

1. Scribe drawing sheets shall be made of polyester sheets or equivalent with expansion and shrinkage ratio of 0.05% or less, at room temperature and atmospheric pressure, with a thickness of 0.12 mm or more.
2. The scribe sheets shall be lightproof for photos and have a coating well bonded to the base film.
3. The color-separation scribe plates shall include masking plates, annotation plates, etc.

Article 247 (Work processes and their order)

The work processes and their order shall be as follows:

- (1) Preparation

- (2) Scribing
- (3) Matching
- (4) Summary
- (5) Checking
- (6) Result, etc.

Article 248 (Preparation)

Preparation refers to the following processes required to perform the drawing process properly and efficiently.

- (1) Planning
- (2) Preparation of materials
- (3) Preparation of devices

<Article 248 Operation criteria>

The preparation shall be executed as follows:

- 1) Planning refers to the production of a scribing process schedule in view of contents and completion timing of topographic maps to be created for the target country.
- 2) Preparation of materials refers to the control of quantities, specifications, materials, etc.
- 3) Preparation of devices refers to the maintenance and control of devices required for drawing.

Article 249 (Scribing)

The scribing to be executed shall consist of the following process classifications:

- (1) Scribe plate production
- (2) Masking plate production
- (3) Annotation plate production
- (4) Integrated surprint production

<Article 249 Operation criteria>

1. The scribing plate production shall comply with the following requirements:

- 1) The scribing process shall be executed using a register punch system.
- 2) The copying on scribing sheets shall be executed for the density of drawing lines of original topographic maps to accomplish a distinct transcription of original topographic map images with adequate exposure and development.
- 3) The neat lines of black plate and two cross-hair register marks in the middle of and outside the vertical neat lines, which shall be shown on the original topographic maps in advance, shall be scribed correctly.

2. Masking plate production using the strip coat method refers to the production of the masking plates by superimposing strip bases of different colors over scribed bases and cutting them according to the required drawing lines.

3. Annotation plate production refers to superimposing single-sided matt polyester films over multicolor-printed surprints, which is made from a scribing plate created as described previously in Item 1, and affixing annotations, or building symbols, etc. that have been created as filmset composing at the locations specified in lettering guide and original topographic maps.

4. The symbol section of marginal information items in annotation plates shall be created by preparing positive films about marginal information items common to maps and affixing filmset composing for marginal information annotation required for target topographic maps.

5. The annotation negative plates shall be created using annotation plates prepared as described in Items 3 and 4.

6. The integrated surprints shall be created by superimposing scribing plates, masking plates, and annotation negative plates for each color on the matt side of single-sided matt polyester films.

Article 250 (Matching)

Matching with the adjacent maps shall be performed by the direct matching process using separated original topographic maps.

<Article 250 Operation criteria>

1. If direct matching is difficult, a tie-strip shall be created.
2. A tie-strip shall be created by duplicating on a polyester base the figures within neat lines in a range one cm from the integrated surprint of a corresponding adjacent map.

Article 251 (Summary)

The summary shall be executed on scribe plates, etc. created as described in Article 249 (Scribing) (hereinafter referred to as "separated originals, etc.").

<Article 251 Operation criteria>

1. The scale, map sheet name, and color-separation plate name (color name) shall be written in black oil-based ink, on separated originals.
2. The separated originals shall be placed in storage envelopes, etc. with thin slip sheets inserted between them for a protection of the film surface of plates.
3. The area name, scale, map sheet name, map number, number of sheets, etc. shall be written on storage envelopes, etc.

Article 252 (Checking)

All the results shall be checked according to the map specifications, etc. in order to maintain the uniformity and accuracy of the results.

2. All the results of correction for items selected for correction in checking shall be verified.

<Article 252 Operation criteria>

Checking shall comply with the following requirements:

- 1) The final results and integrated surprints shall be checked.
- 2) Checking of final results refers to comparing each of color-separation sheets against original topographic maps, etc. to strictly check for presence of errors and omissions, conditions of drawing lines, relationships with the map specifications, etc.
- 3) Checking of integrated surprints refers to comparing each of them against original topographic maps, etc. to check for presence of errors and omissions, appropriateness of relationships, locations, etc. of drawing lines between different color-separation plates in scribing.

Article 253 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Scribe plate, negative
- (2) Masking plate, negative
- (3) Annotation plate, positive and negative
- (4) Integrated surprint
- (5) Tie-strip
- (6) Quality control record

Part 6 Production of Topographic Map Reproduction Film and Printing Processes

Chapter 1 General

Article 254 (Outline)

The topographic map reproduction process refers to the use of separated original topographic map or topographic map data, creating reproduction films and printing plates and printing topographic maps, etc. through the offset printing method.

Article 255 (Work processes and their order)

The work processes and their order shall be as follows:

- (1) Plate-making
 - a. Production of proof print
 - b. Proofreading and proof correction
 - c. Production of reproduction films
 - d. Production of printing plates

- (2) Printing of topographic maps
 - a. Printing of topographic maps
 - b. Checking
 - c. Summary

Article 256 (Accuracy)

The accuracy of reproduction films and printing plates shall be 0.3 mm or less compared with the neat line dimensions of each original plate.

Chapter 2 Plate-Making

Article 257 (Outline)

Plate-making refers to the production of the reproduction films and printing plates required to print topographic maps as well as the production of proof maps and the execution of proofreading and correction

Article 258 (Production of proof maps)

The proof maps shall be created through one of the following methods:

- (1) The separated originals shall be printed for each color separation to create proof PS plates. Using the proof PS plate, the proof maps shall be printed on an offset proof printer.
- (2) The proof prints shall be produced by outputting topographic map data on a color plotter, etc.

<Article 258 Operation criteria>

1. Producing proof prints from separated originals, etc.
 - 1) The proof prints shall reproduce faithfully the separated originals, etc. to be used, have accurate alignment between color-separation plates, and have color tones that conform to the specified color samples.
 - 2) The offset proof printer used shall maintain a printing accuracy equal to or higher than that of an offset printer.
 - 3) The paper used for proof prints shall be the one used for topographic maps, and the proof maps shall be printed at a specified location.
2. Creating proof maps from topographic map data
 - 1) A color plotter, etc. to be used shall maintain the positional accuracy and color tones of original data.
 - 2) The proof prints shall be output at a specified position.

Article 259 (Proofreading and proof correction)

Proofreading shall be executed by selecting errors, omissions, smears, etc. from the content of topographic maps and record them in proof prints.

2. The proof correction shall be executed by correcting directly the separated originals, etc. or topographic map data for the proofreading items recorded in proof prints.

Article 260 (Production of reproduction films)

The reproduction films shall consist of negative films (original plates) for different colors used for printing of printing plates.

2. The reproduction films to be used shall conform to the prescribed criteria.

<Article 260 Operation criteria>

1. The reproduction films shall be created through the following methods:
 - 1) The scribe plate, masking plate, annotation plate, etc. of separated originals shall be synthesized for each color to create positive films. These synthesized positive films shall be subject to contact printing to create reproduction films.
 - 2) The topographic map data shall be output on an image setter.
2. The reproduction films shall be made of polyester films with specifications to be established separately (Specifications No.3).
3. The images shall be clear and have a sufficient density adequate for plate-making printing.

Article 261 (Production of printing plates)

The printing plates shall be produced by printing reproduction films on PS plates.

<Article 261 Operation criteria>

The printing plates shall comply with the specifications established separately (Specifications No.5) and have a sufficient plate life.

Article 262 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Reproduction films (negative and positive films)
- (2) Proof prints
- (3) Quality control record

Chapter 3 Topographic Map Printing**Article 263 (Outline)**

Topographic map printing refers to printing topographic maps, etc. on humidity-adjusted printing paper using an offset printer.

2. The topographic map printing shall be executed following the adjustment of colors and alignment through trial printing.

<Article 263 Operation criteria>

1. The printing paper shall comply with the specifications established separately (Specifications No.4) and have a good printability (reproducibility of fine image quality).
2. The printing ink shall provide good color tones and superior fixability, as well as light resistance.

Article 264 (Checking)

Checking shall comply with the following requirements:

- (1) In the alignment of color-separation plates, deviations on the register marks on the four corners shall be 0.1 mm or less.
- (2) The content of topographic maps shall not include any inconsistency and there shall be no smear, no omission of drawing lines that may cause reading errors, and shall be no smear and breakage of paper.
- (3) Generally, the printed maps shall be checked, have equal accuracy to proof maps, and be checked against color samples for proofreading.
- (4) Printed maps shall be classified into accepted and rejected maps, and the number of acceptable maps shall be the specified quantity or more.

Article 265 (Organizing)

The separated originals etc. after this printing procedure shall be put in storage envelopes for an exclusive use of original drawings, attached with a content list, and stored until delivery.

<Article 265 Operation criteria>

1. Unless otherwise specified by the target country, the printing plates used in this printing procedure shall be erased by polishing in the presence of JICA at the end of topographic map production process.
2. The rejected printed maps shall be destroyed by cutting and disposed of after their quantity is verified.

Article 266 (Results)

The results shall be as follows:

- (1) Printed map
- (2) Quality control record

Work Specifications for National Base Mapping (draft)

Reiwa 3rd revised edition

Publication date: December 28, 2021

Authors: Urban / Regional Development Group,
Social Infrastructure Department,
Japan International Cooperation Agency

Please refrain from changing, reprinting, selling, etc. this document without permission.

令和 3 年度

海外測量（基本図用）作業規程の改訂

新旧対照表

2021年12月

独立行政法人 国際協力機構

第1編 総則

改訂	現行（平成18年12月）	コメント
海外測量（基本図用）作業規程 目次 第1編 総則（第1条－第1 <u>1</u> 条） <u>第1編の2 測量計画・実施（第12条－第13条）</u>	海外測量（基本図用）作業規程 目次 第1編 総則（第1条－第1 <u>3</u> 条）	
（目的） 第1条 この規程は、独立行政法人 国際協力機構（以下「機構」という。）が海外において実施する基本図用測量について、標準的な作業方法等を定めることにより、当該国の国情にあった適切な規格の実現に資するとともに必要な精度を確保することを目的とする。	（目的） 第1条 この規程は、独立行政法人 国際協力機構（以下「機構」という。）が海外において実施する基本図用測量について、標準的な作業方法等を定めることにより、当該国の国情にあった適切な規格の実現に資するとともに必要な精度を確保することを目的とする。	
<u>（用語の定義）</u> <u>第1条の2 この規程における用語の定義は、次の各号に定めるところによる。</u> <u>一 「準則等」とは、「測量法第34条に定める作業規程の準則」及び作業規程の準則第17条の規定する国土地理院が定めた新しい測量技術による測量方法に関するマニュアルをいう。</u> <u>二 「H18海外測量作業規程」とは、海外測量（基本図用）作業規程（平成18年12月、独立行政法人国際協力機構）をいう。</u> <u>三 「成果等」とは、「測量成果」、「測量記録」及び「作業資料」をいい、その内容は次のとおりとする。</u>		第1条の2 追加

赤字：変更及び追加箇所

改 訂	現 行 （平成 18 年 12 月）	コメント
<p><u>イ 測量成果 各工程別作業において最終目的として得た成果をいう。</u></p> <p><u>ロ 測量記録 測量成果を得る過程において得た作業記録をいう。</u></p> <p><u>ハ 作業資料 測量記録を得る過程において得た各種資料をいう。</u></p>		
<p>(適用範囲)</p> <p>第 2 条 この規程は、<u>基準点測量、地形測量、写真測量及び三次元点群測量に適用</u>する。</p>	<p>(測量の範囲)</p> <p>第 2 条 この規程における「<u>基本図用測量</u>」とは、<u>基準点測量及び地形図作成とする。</u></p> <p><u>2 地形図作成とは、デジタル方式による地形図作成作業、アナログ方式による地形図作成作業、スクライプ法による原図作成作業、地形図製版用フィルム作成及び印刷作業とする。</u></p>	適用範囲の変更
<p>(測量の基準)</p> <p>第 3 条 前条 (<u>適用範囲</u>) に定める測量は、当該国が定める<u>測地系 (測地系名称並びに準拠楕円体、経緯度原点及び水準原点の地点及び数値)</u>又は機構の指示に従って行うものとする。</p>	<p>(測量の基準)</p> <p>第 3 条 前条 (<u>測量の範囲</u>) に定める測量は、当該国が定める準拠楕円体、経緯度原点及び水準原点の地点、<u>数値</u>又は機構の指示に従って行うものとする。</p>	
<p>(測量に使用する計量単位)</p> <p>第 <u>3 条の 2</u> 測量に使用する計量単位は、当該国が定める場合を除き日本国の計量法によるものとする。</p>	<p>(測量に使用する計量単位)</p> <p>第 <u>4 条</u> 測量に使用する計量単位は、当該国が定める場合を除き日本国の計量法によるものとする。</p>	第 3 条の 2 に変更

赤字：変更及び追加箇所

改 訂	現 行 （平成 18 年 12 月）	コメント
<p><u>（関係法令等の遵守等）</u></p> <p><u>第 4 条 機構及び測量作業機関（以下「作業機関」という。）並びに作業に従事する者（以下「作業員」という。）は、作業の実施に当たり、当該国の測量、財産権、知的財産権、労働、安全、交通、土地利用規制、環境保全、個人情報の保護等に関する法令を遵守し、かつ、これらに関する社会的 慣行を尊重しなければならない。</u></p>		追加
<p>（作業計画）</p> <p><u>第 5 条 機構は、得ようとする測量成果の種類、内容、構造、品質等を示す仕様書（以下「製品仕様書」という。）を定めなければならない。</u></p> <p><u>製品仕様書は、「ISO 19131：2007，Amd.1：2011 「地理情報—データ製品仕様」（ JIS X 7131 2014 ）」に準拠するものとする。</u></p> <p><u>2 作業機関</u>は、機構が指示した事項及び収集した資料に基づき調査業務に関する計画を立案し、文書を作成するものとする。</p> <p><u>3 前 2 項の規定の文書</u>は、機構に提出してその承認を得なければならない。また、これを変更しようとする場合も同様とする。</p>	<p>（作業計画）</p> <p>第 5 条 <u>測量作業機関（以下「作業機関」という。）</u>は、機構が指示した事項及び収集した資料に基づき調査業務計画を立案し、調査業務計画書を作成するものとする。</p> <p><u>2 調査業務計画書</u>は、機構に提出してその承認を得なければならない。また、これを変更しようとする場合も同様とする。</p>	1 項の追加
<p>（工程管理）</p> <p>第 6 条 作業機関は、前条（<u>作業</u>計画）に基づき、適切な工程管理を行わなければならない。</p> <p>2 作業機関は、作業の進捗状況を随時機構に報告しなければならない。</p>	<p>（工程管理）</p> <p>第 6 条 作業機関は、前条（<u>調査業務</u>計画）に基づき、適切な工程管理を行わなければならない。</p> <p>2 作業機関は、作業の進捗状況を随時機構に報告しなければならない。</p>	

赤字：変更及び追加箇所

改 訂	現 行 (平成 18 年 12 月)	コメ ン ト																					
<p>(精度管理)</p> <p>第 7 条 作業機関は、測定の正確さを確保するため、適切な精度管理を行い、この結果に基づいて精度管理表を作成し、機構に提出しなければならない。</p> <p>2 作業機関は、各工程別作業の終了時、その他適切な時期にこの規程に定める点検を行わなければならない。</p> <p>3 <u>作業機関は、機構が指定した事項について、各工程別作業の終了後及び適宜作業の途中で速やかに点検測量を行わなければならない。</u></p> <p>4 <u>精度管理表の様式は、準則等に定めるものを標準とする。</u></p> <p>5 点検測量率は、次を標準とする。</p> <table border="0"> <tr> <td><u>基準点測量</u></td> <td>：</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td><u>水準測量</u></td> <td>：</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td><u>地形測量及び写真測量</u></td> <td>：</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td><u>三次元点群測量</u></td> <td>：</td> <td>5%</td> </tr> </table>	<u>基準点測量</u>	：	3%	<u>水準測量</u>	：	3%	<u>地形測量及び写真測量</u>	：	2%	<u>三次元点群測量</u>	：	5%	<p>(精度管理)</p> <p>第 7 条 作業機関は、測定の正確さを確保するため、適切な精度管理を行い、この結果に基づいて精度管理表を作成し、機構に提出しなければならない。</p> <p>2 作業機関は、各工程別作業の終了時、その他適切な時期に所要の点検を行わなければならない。</p> <p>3 機構が指定した事項について<u>は</u>、各工程別作業の終了後速やかに点検測量を行わなければならない。</p> <p><u><第 7 条 運用基準></u></p> <p><u>1. 精度管理表の様式は、「付属様式等」のうち、精度管理表第 1～第 13 とする。</u></p> <p><u>2. 点検測量率は、次を標準とする。</u></p> <table border="0"> <tr> <td><u>1～3 級基準点測量</u></td> <td>：</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td><u>1～3 級水準測量</u></td> <td>：</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td><u>地形図作成</u></td> <td>：</td> <td>2%</td> </tr> </table>	<u>1～3 級基準点測量</u>	：	3%	<u>1～3 級水準測量</u>	：	3%	<u>地形図作成</u>	：	2%	<ul style="list-style-type: none"> ・ 三次元点群測量の点検率の追加 ・ 運用基準は 4 項、5 項に記載することにより削除
<u>基準点測量</u>	：	3%																					
<u>水準測量</u>	：	3%																					
<u>地形測量及び写真測量</u>	：	2%																					
<u>三次元点群測量</u>	：	5%																					
<u>1～3 級基準点測量</u>	：	3%																					
<u>1～3 級水準測量</u>	：	3%																					
<u>地形図作成</u>	：	2%																					
<p><u>(機器の検定)</u></p> <p>第 8 条 作業機関は、機構が指定する機器について、機構が指定する機関で検定を受けたものを使用することを標準とする。</p> <p><u>2 作業者は、観測に使用する主要な機器について、作業前及び作業中に適宜点検を行い、必要な調整をしなければならない。</u></p>	<p><u>(使用する機器)</u></p> <p>第 8 条 作業機関は、機構が指定する機器について、機構が指定する機関で検定を受けたものを使用することを標準とする。</p>	<p>2 項の追加</p>																					

赤字：変更及び追加箇所

改 訂	現 行 （平成 18 年 12 月）	コメ ント
<p>（測量成果の検定）</p> <p>第 9 条 作業機関は、機構が<u>定めた</u>成果等について、その提出前に機構が指定する機関による検定を受けることを標準とする。</p>	<p>（測量成果の検定）</p> <p>第 9 条 作業機関は、機構が<u>指定する測量</u>成果等について、その提出前に機構が指定する機関による検定を受けることを標準とする。</p>	
<p>（成果等<u>の様式</u>）</p> <p>第 9 条の 2 成果等の様式は、当該国の定める様式によることを原則とする。<u>当該国の定める様式がない場合、準則等に定める様式を標準とする。</u></p>	<p>（成果等）</p> <p>第 1 0 条 <u>測量成果等（以下「成果等」という。）とは、「測量成果」、「測量記録」及び「作業資料」をいい、その内容は次のとおりとする。</u></p> <p><u>（1）測量成果 各工程別作業において最終目的として得た成果をいう。</u></p> <p><u>（2）測量記録 測量成果を得る過程において得た作業記録をいう。</u></p> <p><u>（3）作業資料 測量記録を得る過程において得た各種資料をいう。</u></p> <p><u><第 1 0 条 運用基準></u></p> <p>成果等の様式は、当該国の定める様式等によることを原則とする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・第 9 条の 2 に変更 ・用語は第 2 条で規定に移項 ・運用基準は条文に記載することにより削除
<p>（機器等及び作業方法に関する特例）</p> <p>第 1 0 条 <u>作業機関は、</u>この規程に定めるものと異なる機器等又は作業方法については、必要な精度の確保及び作業能率の維持に支障がないと、機構が承認した場合に限り、作業の一部に用いることができる。</p> <p>2 この規程に定める作業の方法、基準、項目及び工程等は、機構が承認した場合に限り変更することができる。</p>	<p>（機器等及び作業方法に関する特例）</p> <p>第 1 1 条 この規程に定めるものと異なる機器等又は作業方法については、必要な精度の確保及び作業能率の維持に支障がないと、機構が承認した場合に限り、作業の一部に用いることができる。</p> <p>2 この規程に定める作業の方法、基準、項目及び工程等は、機構が承認した場合に限り変更することができる。</p>	<p>第 10 条に変更</p>

赤字：変更及び追加箇所

改訂	現行（平成18年12月）	コメント
<p>（成果等の提出）</p> <p>第1 <u>1</u>条 作業機関は、作業終了後、速やかに測量成果を第7条（精度管理）に規定する精度管理<u>表にまとめた</u>結果とともに機構に提出するものとする。</p> <p>2 作業機関は、機構の指示がある場合には、測量記録及び作業資料を提出しなければならない。</p> <p><u>3 機構は、前2項の規定により成果等の提出を受けたときは、速やかに当該成果等の精度、内容等进行检查しなければならない</u></p>	<p>（成果等の提出）</p> <p>第1 <u>2</u>条 作業機関は、作業終了後、速やかに測量成果を第7条（精度管理）に規定する精度管理<u>の</u>結果とともに機構に提出するものとする。</p> <p>2 作業機関は、機構の指示がある場合には、測量記録及び作業資料を提出しなければならない。</p>	<p>・第11条に変更</p> <p>・3項の追加</p>
<p><u>（削除）</u></p>	<p><u>（運用基準）</u></p> <p><u>第13条 この規程の運用に関して必要な事項については、海外測量（基本図用）作業規程運用基準で定める。</u></p>	<p>削除</p>

赤字：変更及び追加箇所

第1編の2 測量の計画・実施

改訂	現行 (平成18年12月)	コメント
<p><u>(要旨)</u> <u>第12条 測量の計画・実施にあたっては、本規程第2編以降及び準則等の定めによる。</u> <u>2 準則等の条文内の「計画機関」は、「機構」に読み替えるものとする。</u> <u>3 本規程第2編以降は、「準則等」と「H18 海外測量作業規程」の矛盾点と対応方針をまとめた、「付表1 矛盾点総括表」及び「付表2 矛盾点と対応方針」に基づき、H18 海外測量作業規程の第2編以降の運用基準に必要な事項を加えたものである。</u></p>		第12条として追加
<p><u>(付表1, 2の更新)</u> <u>第13条 「準則等」の改正にあわせて、付表1及び付表2の見直しを行うものとする。</u></p>		第13条として追加

改訂	現行 (平成18年12月)	コメント
<p><u>付表の記載</u> <u>付表1 矛盾点総括表</u> <u>付表2 矛盾点と対応方針</u></p>		付表の追加

赤字：変更及び追加箇所

第2編 基準点測量

改訂	現行 (平成18年12月)	コメント
<p><第16条 運用基準> 既知点の種類、測点間の距離、観測の相対精度は、次表を標準とする。 <u>なお、測点間の距離が4km以下の場合は「作業規程の準則」を適用する。</u></p>	<p><第16条 運用基準> 既知点の種類、測点間の距離、観測の相対精度は、次表を標準とする。</p>	追加
<p><第52条 運用基準> 路線長は、次表を標準とする。 <u>なお、路線長が150km以下の場合は「作業規程の準則」を適用する。</u></p>	<p><第52条 運用基準> 路線長は、次表を標準とする。</p>	追加

第3編 デジタル方式による地形図作成業務

改訂	現行 (平成18年12月)	コメント
<p><u><第71条 運用基準></u> <u>地形図の精度は、「作業規程の準則」を標準とし、レベル10000を超える場合は、本規程を用いる。</u> <u>ただし、地形図の目的や当該国の定め等で、「地図情報レベル」と「位置精度」が一致するとは限らないため、目安として使用する。</u></p>		運用基準を追加

赤字：変更及び追加箇所

改 訂	現 行 (平成 18 年 12 月)	コメ ント
<p><第 7 5 条 運用基準> 当該国の定めがない場合は、<u>「作業規程の準則」を参考として使用する。</u></p>	<p><第 7 5 条 運用基準> 当該国の定めがない場合は、<u>当該国と協議して定めるものとする。</u></p>	
<p><u><第 9 6 条 運用基準></u> <u>GNSS/IMU 未使用のフィルムカメラによる撮影の場合を除き、空中写真の撮影は、「作業規程の準則」を適用する。</u></p>		運用基準を追加
<p><u><第 1 3 3 条 運用基準></u> <u>GNSS/IMU 未使用のフィルムカメラによる撮影の場合を除き、空中三角測量は、「作業規程の準則」の「同時調整」の規定を適用する。</u></p>		運用基準を追加
<p><u><第 1 4 6 条 運用基準></u> <u>レベル 10000 以下の数値地形図の数値図化において、取得する座標の単位は、「作業規程の準則」を標準とする。</u></p>		運用基準を追加
<p><u><第 1 5 2 条 運用基準></u> <u>当該国の定めがない場合は、「作業規程の準則」を参考とする。</u></p>		運用基準を追加

赤字：変更及び追加箇所

改 訂	現 行 (平成 18 年 12 月)	コメ ント
<p data-bbox="181 288 517 320"><第 1 5 5 条 運用基準></p> <p data-bbox="181 336 1041 416"><u>較差が許容範囲を超える場合は、更に 1 回の測定を行い、3 回の測定値の平均値を採用する。</u></p>	<p data-bbox="1068 288 1404 320"><第 1 5 5 条 運用基準></p> <p data-bbox="1068 336 1928 416"><u>2 回の測定値の較差が次に示す許容範囲を超えた場合は、再度、標高点の選定及び測定を行う。</u></p>	
<p data-bbox="181 437 517 469"><第 1 9 4 条 運用基準></p> <p data-bbox="181 485 1041 564"><u>1 地図情報レベル 10000 以下の既成図数値化及び既成図修正は、「作業規程の準則」を標準とする。</u></p> <p data-bbox="181 580 1041 612"><u>2 アナログ写真測量による既成図修正の場合は、本規程を用いる。</u></p>		<p data-bbox="1955 437 2096 517">運用基準を 追加</p>

赤字：変更及び追加箇所

デジタル地形図

データ製品仕様書標準フォーマット(案)

2021年12月

独立行政法人 国際協力機構

- ・本デジタル地形図データ製品仕様書標準フォーマットは、縮尺1：2,500 デジタル地形図を例として構成しているが、基本的な考え方は他の縮尺についても同様である。
- ・データ製品仕様書作成の際は、次頁から示す標準フォーマットを活用すること。
- ・データ製品仕様書の表紙（次頁）タイトルには、「**1. 概覧**」の「**本データ製品仕様の表題**」を記載すること。
- ・データ製品仕様書の表紙（次頁）下段には、「**1. 概覧**」の「**本データ製品仕様の責任者**」の「**組織名**」を記載すること。
- ・「**引用規格**」（データ製品仕様書の表紙の次頁）は ISO 19131:2007 Geographic information – Data product specifications に準拠することを記載する。

縮尺 1:2,500 デジタル地形図

データ製品仕様書（案）

2021 年 12 月

測量局の名称、国名

独立行政法人国際協力機構プロジェクトチーム名

引用規格

次に掲げる規格は、本データ製品仕様の準拠する規格である。

- ・ JIS X 7131:2014 地理情報 – データ製品仕様
- ・ ISO 19131:2007 Geographic information – Data product specifications

目次

	ページ
1. 概覧	1
1.1. データ製品仕様の作成についての情報	1
1.2. 用語及び定義.....	1
1.3. 略語.....	2
1.4. データ製品の名前及び頭字語.....	2
1.5. データ製品の自由記述.....	3
2. 仕様の適用範囲	4
3. データ製品識別	4
4. データ内容及び構造.....	5
4.1. 応用スキーマ.....	5
4.2. 地物カタログ.....	5
5. 参照系.....	6
5.1. 空間参照系(水平方向)	6
5.2. 空間参照系(垂直方向)	8
5.3. 時間参照系	8
6. データ品質	9
7. データ取得	9
8. データ保守	9
9. 描画法.....	9
10. データ製品配布.....	10
11. 追加情報	10
12. メタデータ	10

付属書

1. 縮尺 1:2,500 デジタル地形図応用スキーマ (案)
2. 縮尺 1:2,500 デジタル地形図地物カタログ (案)
3. 縮尺 1:2,500 デジタル地形図データ品質 (案)
4. 縮尺 1:2,500 デジタル地形図描画法カタログ (案)

1. 概覧

1.1. データ製品仕様の作成についての情報

本データ製品仕様の表題	縮尺 1:2,500 デジタル地形図データ製品仕様書 (案)	
本データ製品仕様の責任者	組織名	測量局の名称、国名
	代表者名	●●●●●
	電話番号	XX-XXXX-XXXX
	電子メールアドレス	XXXX@XXXX.XX
	発行日	XXXX 年 XX 月 XX 日

1.2. 用語及び定義

用語	定義
応用	利用者要求に応えるために行われるデータの操作及び処理。
応用スキーマ	一つ以上の応用システムによって要求されるデータのための概念スキーマ。
概念モデル	論議領域の概念を定義するモデル。
概念スキーマ	概念モデルの形式記述。
被覆	空間定義域、時間定義域又は時空間定義域内の各々の直接位置に対して、決められた値域からの値を返す関数として機能する地物。
データ製品	データ製品仕様に従うデータ集合又はデータ集合系列。
データ製品仕様	任意の団体による、作成、供給及び使用が可能となるような追加情報を伴ったデータ集合又はデータ集合系列の詳細な記述。
データ集合	他と識別可能なデータの集まり。
データ集合系列	同じ製品仕様書を使って作成したデータ集合の集まり。
領域	明確に定義された集合。
地物	実世界の現象の抽象概念。
地物関連	ある地物のインスタンスを同じ又は異なる地物型のインスタンスに関連付ける関係。
地物属性	地物の特性。
地理データ	地球に関係した場所への暗示的又は明示的な参照をもったデータ。
メタデータ	データに関するデータ。
モデル	現実の幾つかの側面の抽象概念。
描画法	人間への情報の表示。
品質	明示的又は暗示的に述べられた要求を満たす能力に関する製品特性の総体
論議領域	関心あるもの全てを含んだ、実世界又は仮想世界の範囲。

※上記の用語及び定義は、JIS X 7131:2014 より引用した。

1.3. 略語

略語	元の名称
GC	Gregorian Calendar (グレゴリオ暦)
GNSS	Global Navigation Satellite System (全球測位衛星システム)
GSD	Ground Sampling Distance (地上画素寸法)
GSI	Geospatial Information Authority of Japan (国土地理院)
JST	Japan Standard Time (日本標準時)
UML	Unified Modeling Language (統一モデリング言語)
UTC	Coordinated Universal Time (協定世界時)

1.4. データ製品の名前及び頭字語

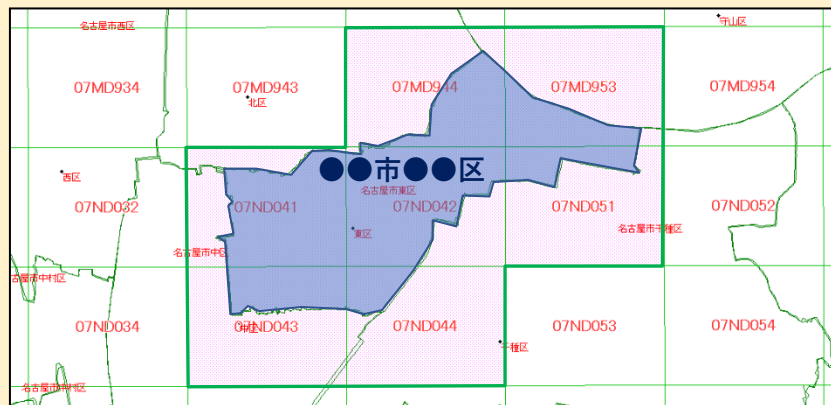
データ製品の名前	縮尺 1:2,500 デジタル地形図
データ製品の頭字語	DM2500

1.5. データ製品の自由記述

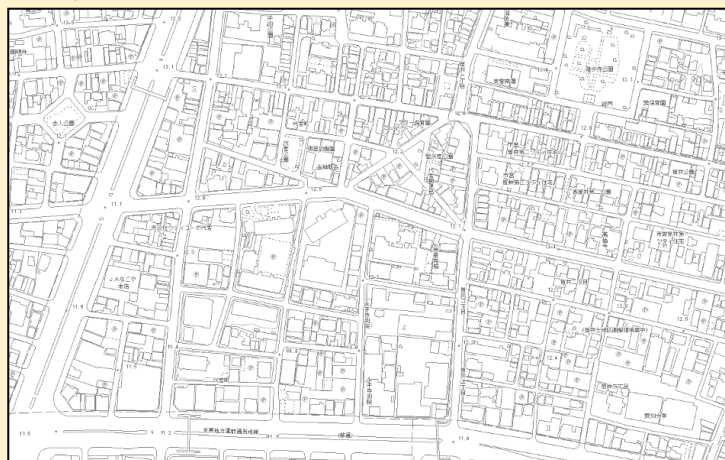
データ製品の自由記述	
データ集合の内容	縮尺 1:2,500 デジタル地形図
データの範囲 (空間及び時間の両方)	2015 年現在の ●●市●●区全域の縮尺 1:2,500 地形図
データを収集する具体的な目的	都市計画及び都市建設等、様々な都市行政を行う際の基盤地図として利用するため
データの出所及び作成工程	2015 年撮影の航空写真を用いた空中写真測量による
データの保守	概ね 5 年に 1 回測量し、更新される

データ製品の自由記述(その他)

本データ製品の空間範囲は、以下の図の紫色で塗り潰された範囲であり、本データ製品を記録するデータファイルはその空間範囲を包含する7つの縮尺1:2,500国土基本図図郭(図郭名 07MD944, 07MD953, 07ND041, 07ND042, 07ND043, 07ND044, 07ND051)の単位に分割して構成されている。



本データ製品は、一般的な地物（道路、河川、建物等）をデータ化しており、描画例は以下のとおりである。



2. 仕様の適用範囲

仕様の適用範囲（適用範囲の説明）	
●●市の都市計画のための縮尺 1:2,500 デジタル地形図 (仕様の適用範囲はデータセット全体とする)	

3. データ製品識別

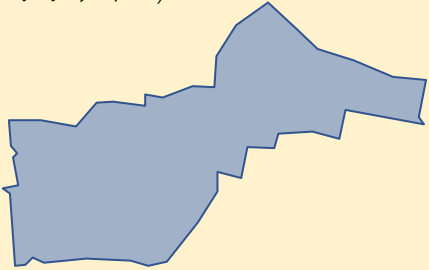
表題		縮尺 1:2,500 デジタル地形図	
要約		公共測量作業規程(作業規程の準則)に則った●●市●●区の縮尺 1:2,500 地形図	
作成日		2021 年 12 月 28 日	
主題分類		地形図	
地理記述	地理的境界ボックス	参照系	JGD2011/(B,L)
		西側境界経度	E:136.907171
		東側境界経度	E:136.965843
		南側境界緯度	N:35.169322
		北側境界緯度	N:35.199475

※参照系は、5.1.空間参照系(水平方向)の定義と整合させる

他の選択肢: (上記地理記述の行は、代わりに以下のいずれかによって定義してもよい。)

地理記述	地理的境界ボックス (座標値)	参照系	JGD2011/7(X,Y)
		西側境界座標値	-23628.915 m
		東側境界座標値	-18293.105 m
		南側境界座標値	-92124.783 m
		北側境界座標値	-88792.132 m

※参照系は、5.1.空間参照系(水平方向)の定義と整合させる

地理記述	地理的境界ポリゴン (座標値)	参照系	JGD2011/7(X,Y)
		xxx_City_xxx_Ward_Polygon.shp (ESRI シェープファイル)	
			

※参照系は、5.1.空間参照系(水平方向)の定義と整合させる

地理記述	地理識別子	●●県●●市●●区
------	-------	-----------

4. データ内容及び構造

説明文	縮尺 1:2,500 デジタル地形図の応用スキーマ及び地物カタログについて記載する。
-----	--------------------------------------------

4.1. 応用スキーマ

応用スキーマ引用 (右記文書を参照)	表題	付属書 1 縮尺 1:2,500 デジタル地形図応用スキーマ (案)	
	日付	年月日	2021 年 12 月 28 日
		改訂版	2021 年 12 月版

4.2. 地物カタログ

地物カタログ引用 (右記文書を参照)	表題	付属書 2 縮尺 1:2,500 デジタル地形図地物カタログ (案)	
	日付	年月日	2021 年 12 月 28 日
		改訂版	2021 年 12 月版

5. 参照系

5.1. 空間参照系(水平方向)

空間参照系(水平方向)			
水平方向 参照系	参照系識別	JGD2011 / 7 (X, Y) (EPSG: 6675)	
	投影法	正角図法 (ガウス・クリューゲル図法)	
	楕円体名	GRS80	
	測地系名称	Japanese Geodetic Datum 2011	
	楕円体パラメータ	長半径	6378137
		長半径単位	メートル
		扁平率の逆数	298.257222101
	投影法パラメータ	原点経度	東経 137.166667
		原点緯度	北緯 36.0000000
		東方向原点座標値	0.0
		北方向原点座標値	0.0
		東方向北方向座標単位	メートル
		縮尺係数	0.9999

以下の座標変換パラメータの記載はオプションとする

水平方向 参照系	座標変換 (WGS84 へ)	変換手法	7パラメータ (Position Vector Rotation)
		X軸移動量	-0.293
		Y軸移動量	766.95
		Z軸移動量	87.713
		X軸回転量	-0.195704
		Y軸回転量	-1.695068
		Z軸回転量	-3.473016
		縮率	-0.039338
		移動単位	メートル
		回転単位	arc 秒
	縮尺単位	1/1,000,000	

※上記の座標変換(WGS84 へ)の各項目の事例は架空のものである。

他の空間参照系(水平方向)の例:

		空間参照系(水平方向)		
水平方向 参照系	参照系識別	UTM Zone 53N (EPSG: 6690)		
	投影法	正角図法 (ユニバーサル横メルカトル図法)		
	楕円体名	WGS84		
	測地系名称	WGS84		
	楕円体パラメータ	長半径	6378137	
		長半径単位	メートル	
		扁平率の逆数	298.257223563	
	投影法パラメータ	原点経度	東経 135.0	
		原点緯度	北緯 0.0	
		東方向原点座標値	500,000.0	
		北方向原点座標値	0.0	
東方向北方向座標単位		メートル		
縮尺係数		0.9996		

5.2. 空間参照系(垂直方向)

空間参照系(垂直方向)		
垂直方向参照系		東京湾平均海面 (T.P.: Tokyo Peil) ※Peil はオランダ語で水準基準または量水標
ジオイドモデル	名称	日本のジオイド 2011(Ver.2.1)
	説明	日本国内 971 地点の GNSS/レベリング法からの最小二乗法による

他のジオイドモデルの例:

ジオイドモデル	名称	EGM2008(地球重力モデル 2008 の略)
	説明	EGM96 と EGM84 の後継機であり、米国国家地理空間情報局(NGA)EGM 開発チームによって供給され、EGM2008 モデルのセルサイズは 1.0x1.0 分で、WGS84 の楕円高さと平均海面レベル(MSL)の差を定義する 4 バイトの IEEE 浮動小数値を含む 10801 行 x21600 列のグリッド

5.3. 時間参照系

時間参照系	
暦	GC (グレゴリオ暦)
時刻	JST (日本標準時)

6. データ品質

データ品質引用 (右記文書を参照)	表題	付属書 3 縮尺 1:2,500 デジタル地形図データ品質 (案)	
	日付	年月日	2021 年 12 月 28 日
		改訂版	2021 年 12 月版

7. データ取得

データ取得情報	表題	公共測量作業規程(作業規程の準則)	
	日付	年月日	2020 年(令和 2 年)3 月 31 日
		改訂版	一部改正
データ取得文書			
2015 年撮影の地上画素寸法 20cm の航空写真を使用した空中写真測量である。 本製品仕様書に基づく空間情報に関する地物の取得は、公共測量作業規程(作業規程の準則)に従い取得する。			

他のデータ取得情報の例

データ取得情報	表題	海外測量 (基本図用) 作業規程 (案)	
	日付	年月日	2021 年(令和 3 年)12 月 28 日
		改訂版	改訂
データ取得文書			
2015 年撮影の地上画素寸法 20cm の航空写真を使用した空中写真測量である。 本製品仕様書に基づく空間情報に関する地物の取得は、海外測量(基本図用)作業規程に従い取得する。			

8. データ保守

保守および更新頻度	
概ね 5 年に 1 回の頻度で再度測量を実施し、データ製品が更新される。	

9. 描画法

描画法引用 (右記文書を参照)	表題	付属書 4 縮尺 1:2,500 デジタル地形図描画法カタログ (案)	
	日付	年月日	2021 年 12 月 28 日
		改訂版	2021 年 12 月版

10. データ製品配布

配布媒体	配布単位	タイル
	媒体名	ウェブサイトを通したオンライン
	その他配布情報	ウェブサイトアドレス: http://www.xxxxx.xx/
配布フォーマット	フォーマット名	DWG
	バージョン	AutoCAD 2010 2011 2012
	言語	英語
	符号化	UTF-8

11. 追加情報

追加情報
本データ製品は、以下の公共測量成果として国土地理院に審査済み登録されている。 助言番号：平 xx 部公第 xx 号 (HxxExxxx) 測量期間：2015 年 7 月 24 日～2016 年 3 月 15 日

12. メタデータ

メタデータ情報
本製品仕様書に基づく地理空間データ製品のメタデータは、ISO19115 メタデータに基づいて作成される。

付属書 1

縮尺 1:2,500 デジタル地形図

応用スキーマ（案）

2021 年 12 月

測量局名称、相手国名
独立行政法人国際協力機構プロジェクトチーム

引用規格

次に掲げる規格は、本応用スキーマの準拠する規格である。

- ・ JIS X 7107 地理情報－空間スキーマ
- ・ JIS X 7108 地理情報－時間スキーマ
- ・ JIS X 7109 地理情報－応用スキーマのための規則
- ・ ISO/TS 19103 Geographic information – Conceptual schema language
- ・ ISO 19107 Geographic information – Spatial schema
- ・ ISO 19108 Geographic information – Temporal schema
- ・ ISO 19109:2005 Geographic information – Rules for application schema

目次

	ページ
1. 応用スキーマ.....	1
1.1. 地物の定義について.....	1
1.1.1. 地物インスタンスに関する基本的考え方.....	1
1.1.2. 地物インスタンスの形状と関係の分類.....	1
1.1.3. 地物インスタンスに関する共通定義.....	2
1.1.4. 閾値をもった地物インスタンス間の関係.....	3
1.2. 応用スキーマ (UML クラス図).....	5
1.2.1. パッケージ構成.....	5
1.2.2. DM_基本サブパッケージ.....	6
1.2.3. DM_境界等サブパッケージ.....	7
1.2.4. DM_交通施設サブパッケージ.....	8
1.2.5. DM_建物等サブパッケージ.....	8
1.2.6. DM_小物体サブパッケージ.....	8
1.2.7. DM_水部等サブパッケージ.....	8
1.2.8. DM_土地利用等サブパッケージ.....	8
1.2.9. DM_地形等サブパッケージ.....	8
1.2.10. DM_注記サブパッケージ.....	8
1.2.11. DM_規定外地物サブパッケージ.....	8

1. 応用スキーマ

この応用スキーマは、データ製品のデータ構造及び内容について、UML クラス図を用いて規定する。

(本データ製品仕様書の事例では、「地図情報レベル 2500 数値地形図データ作成のための標準製品仕様書 (案) 第 1.1 版 平成 26 年 4 月 国土地理院」から引用した、一つの地物パッケージのみを例示する)

1.1. 地物の定義について

本応用スキーマの地物は、ISO19107「応用スキーマの規則」で定義される GFM(General Feature Model)をメタモデルとした設計を実施しており、UML クラス図を利用して定義される。

1.1.1. 地物インスタンスに関する基本的考え方

本応用スキーマの全ての地物は、幾何オブジェクトを 1 つだけ保持する。

幾何オブジェクトとして GM_Point を持つ地物を点形状地物という。

幾何オブジェクトとして GM_Curve を持つ地物を線形状地物という。

幾何オブジェクトとして GM_Surface または GM_PolyhedralSurface を持つ地物を面形状地物という。

上記に基づく地物インスタンス単位の共通定義を次のとおりとする。

地物分類	インスタンス単位の共通定義	備考
点形状地物	点形状地物は、点ごとに異なるインスタンスとする。 各地物クラスでは、地物 ID を除いて属性の全てが同じであるインスタンスは 1 つでなければならない。	
線形状地物	線形状地物は、市区町村内で連続した線分を 1 つのインスタンスとする。 連続した実体であっても、主題属性値が異なる部分は別のインスタンスとなる。 各地物クラスでは、地物 ID を除いて属性の全てが同じであるインスタンスは 1 つでなければならない。	
面形状地物	面形状地物は、連続した領域を 1 つのインスタンスとする。 連続した実体であっても、主題属性値が異なる部分は別のインスタンスとなる。 各地物クラスでは、地物 ID を除いて属性の全てが同じであるインスタンスは 1 つでなければならない。	市区町村界で分割するか否かは個々の地物で定義する。

1.1.2. 地物インスタンスの形状と関係の分類

地物インスタンスの空間属性が表現する空間的形状とインスタンス間の相互関係は、付属書 2「縮尺 1:2,500 デジタル地形図地物カタログ (案)」に示された形状パターン・交差パターンをもとにしている。各地物のインスタンスは、これらパターンを用いて定義された条件に従わなければならない。また、パターンを用いた品質評価を実施しなければならない。

1.1.3. 地物インスタンスに関する共通定義

ここでは、デジタル地形図データの全ての地物に共通して遵守すべき規則を記述している。これらの規則は、各地物インスタンスの形状と地物インスタンス間の相互関係が許容される条件を判断する上で前提としている事項であり、全ての地物で守られなければならない規則である。

1) 地物は、次の規則を遵守したものでなければならない。

規則 1: (対象: 全地物)
地物クラス内に、空間属性と時間属性が全く同一の地物インスタンスが存在してはならない。

2) 地物の空間属性は、次の規則を遵守したものでなければならない。

規則 2: (対象: 線形状地物)
線形状地物インスタンスは、2 点以上の点を結ぶ連続した折れ線で構成しなければならない。

規則 3: (対象: 面形状地物)
面形状地物インスタンスは、直線上にない 3 点以上（終点を加えると 4 点以上）の点を順に結ぶ線分または折れ線によって構成されなければならない。

規則 4: (対象: 線形状地物・面形状地物)
線形状地物インスタンスおよび面形状地物インスタンスの構成点は、同一座標値が連続してはならない。なお、本仕様書では、構成点間の距離が 0.01m 未満の場合は、同一座標値とみなす。

規則 5: (対象: 線形状地物)
線形状地物インスタンスでは、地物として妥当でない微小線分が存在してはならない。

規則 6: (対象: 面形状地物)
面形状地物インスタンスでは、地物として妥当でない微小ポリゴンが存在してはならない。

1.1.4. 閾値をもった地物インスタンス間の関係

この項で定義した形状パターンおよび交差パターンは、各地物の閾値を考慮した演算によって判定される。閾値には、近接閾値とオーバーラップ閾値がある。以下に、これらの閾値を使った演算を解説する。

なお、地図情報レベルにかかわらず、近接閾値 0.01m、オーバーラップ閾値 0.5m、とする。

1) 線形状地物の交差と接続

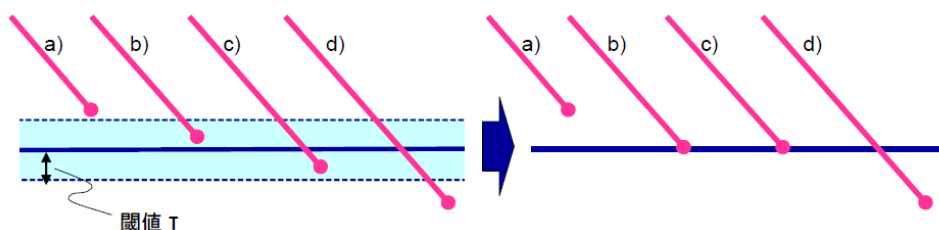
2つの線分の交差・接続関係において近接閾値 T が設定されている場合、一方の線分に対して閾値によるバッファ領域を作成した時、他方の線分の端点はそのバッファ領域内に入っているならば、後者は前者に接続していると言う。

また、そのバッファ領域を超えている場合に両者は交差していると言う。

下図の左側は近接閾値が設定されている状態、右側は近接閾値が設定されていない状態を示している。

左の b), c) は近接閾値バッファ内に端点が存在することから、右の b), c) と解釈され接続した状態となる。

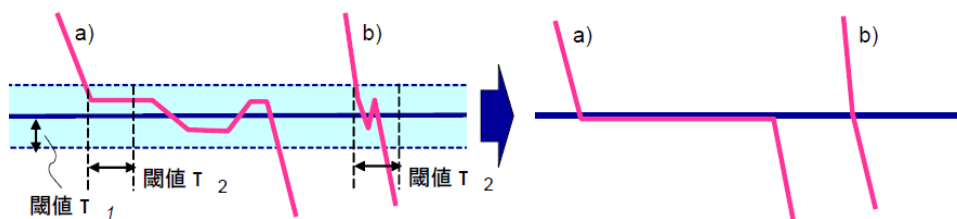
a) は近接閾値の範囲に入らないので、交差・接続していない。d) は近接閾値の範囲を超えているので、交差している。



2) 線形状地物のオーバーラップ

2つの線分のオーバーラップ関係において近接閾値 T_1 とオーバーラップ閾値 T_2 が設定されている場合、一方の線分に対して近接閾値によるバッファ領域を作成した時、他方の線分の連続する部分がそのバッファ領域内に入り、かつその連続している長さがオーバーラップ閾値よりも長いのであれば、後者は前者にオーバーラップしていると言う。

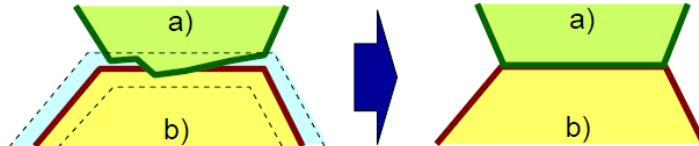
下図の a) はオーバーラップしているが、b) はオーバーラップではなく交差している。



3) 面形状地物の接続

2つの面の接続関係において近接閾値 T が設定されている場合、2つの面の境界線が近接閾値をもってオーバーラップし交差しない、かつ、2つの面の内部がこの境界線部分を除いて重なることがないならば、この2つの面は接続していると言う。

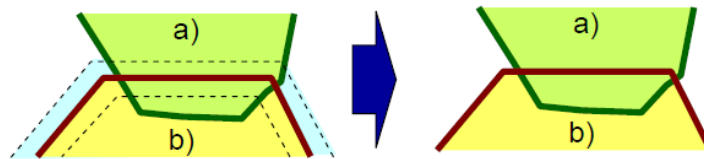
下の図の左側の面 a) と面 b) は、境界線が近接閾値の範囲内にあるので、右図のような関係となり、面同士が接続している。



4) 面形状地物のオーバーラッピング

2つの面の接続関係において近接閾値 T が設定されている場合、2つの面の境界線が近接閾値を含んで交差するならば、この2つの面はオーバーラップしていると言う。

下の図の左側の面 a) と面 b) は、境界線が近接閾値の範囲を超えて交差しているので、右図のような関係となり、面同士がオーバーラップしている。

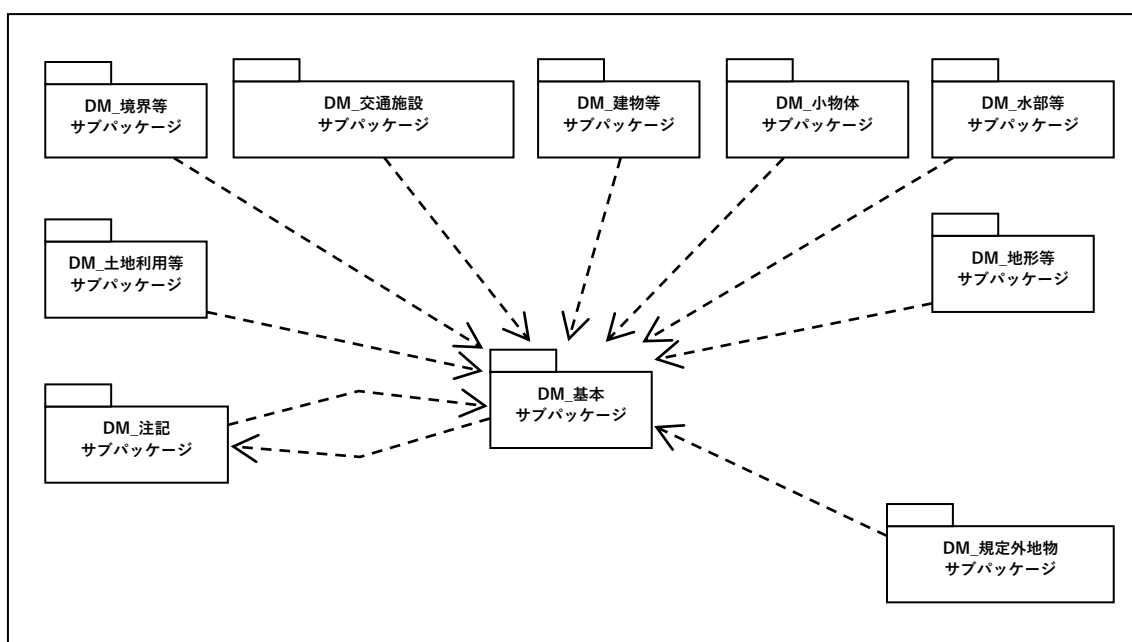


1.2. 応用スキーマ (UML クラス図)

ここでは縮尺 1:2,500 デジタル地形図の応用スキーマを ISO19107 に準拠して設計し、UML クラス図を用いて記述している。
(ただし、UML クラス図の代わりに表形式など他の記述手法を用いてもよい)

1.2.1. パッケージ構成

縮尺 1:2,500 デジタル地形図の応用スキーマのパッケージ構成(全体)を以下の図に示す。

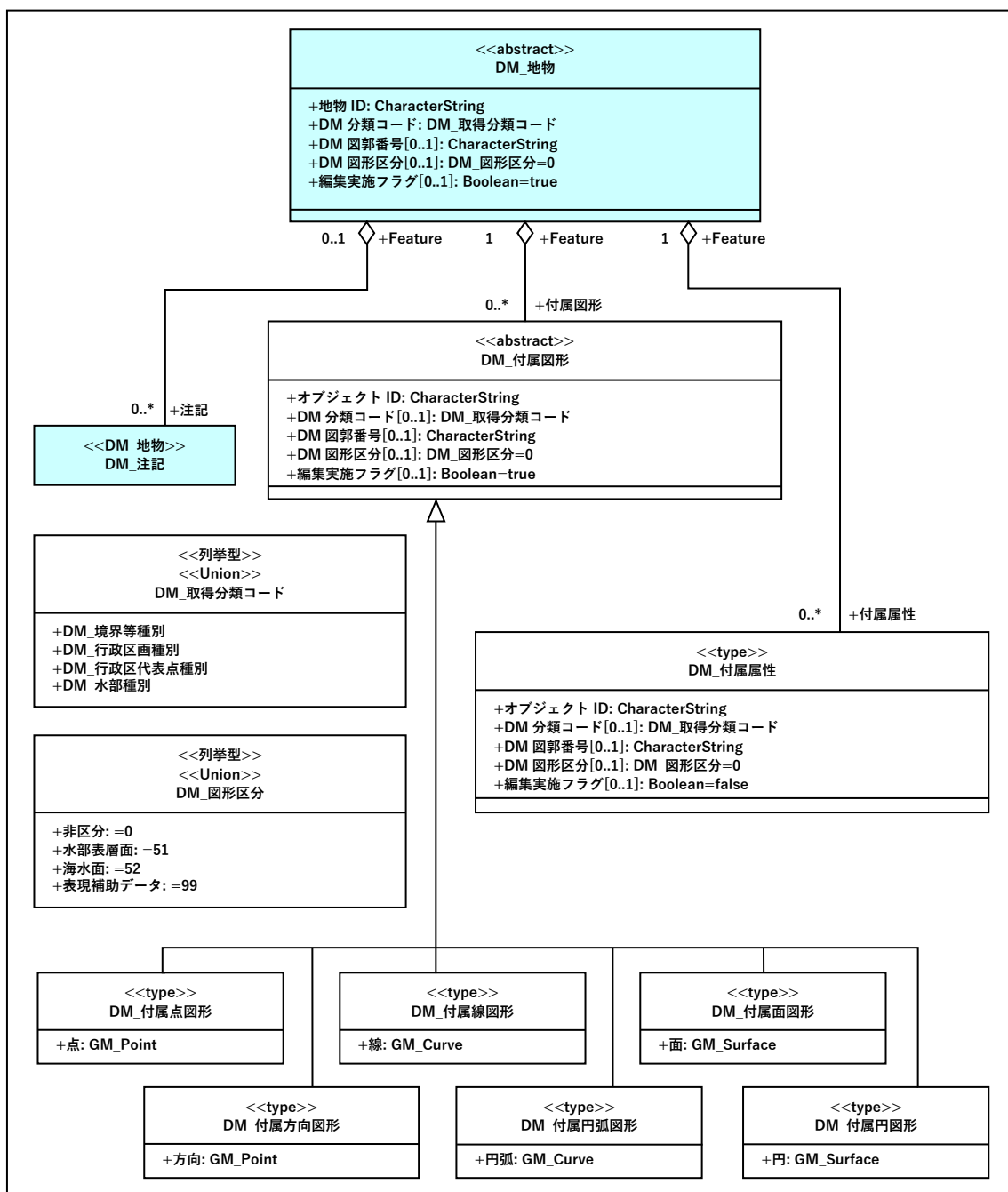


DM データパッケージ (UML クラス図)

1.2.2. DM_基本サブパッケージ

このサブパッケージは、すべてのデジタル地形図データ地物の上位クラスである DM_地物クラスとその関連クラスを定義している。

- ・ 地物クラス: DM_地物、DM_注記、DM_付属図形、DM_付属属性
- ・ 列挙型: DM_取得分類コード、DM_図形区分



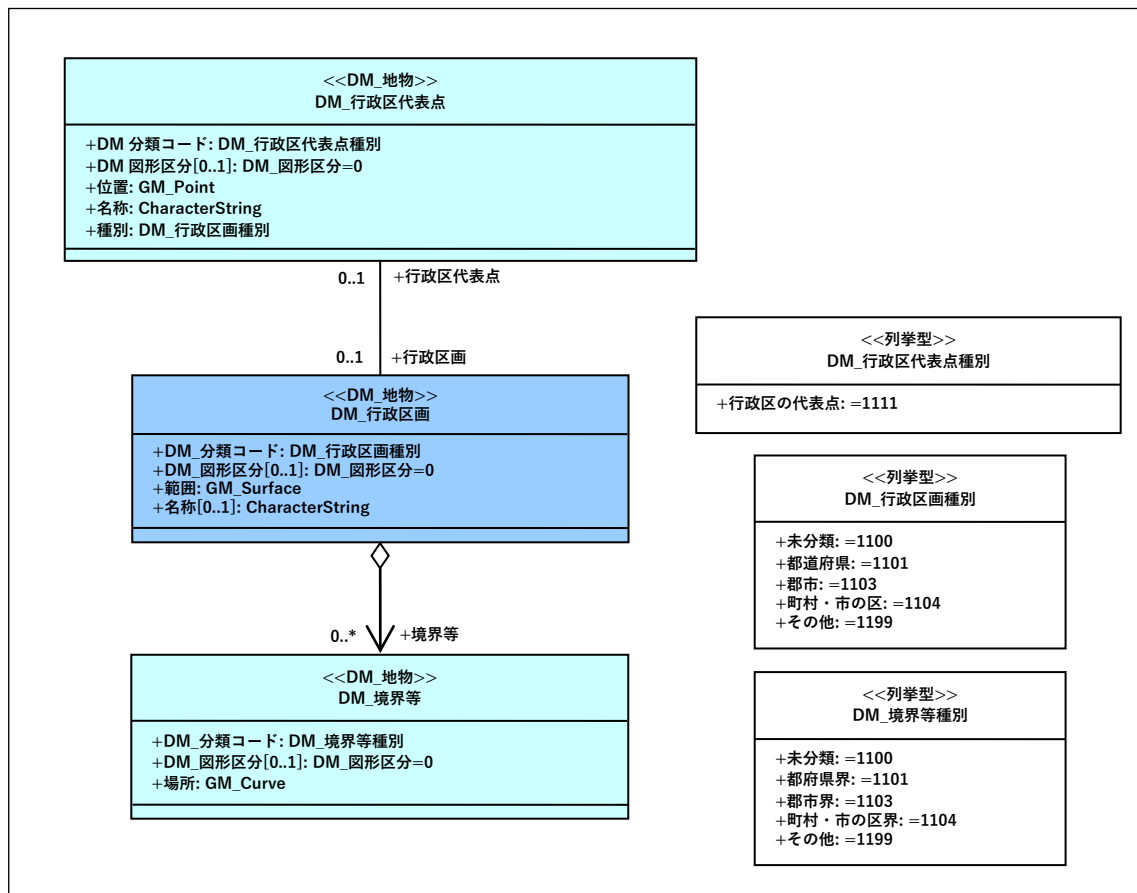
DM_基本サブパッケージ (UML クラス図)

1.2.3. DM_境界等サブパッケージ

この DM_境界等サブパッケージは、行政境界に関する詳細な地物クラスを定義するグループである。

・地物クラス:
DM_行政区代表点, DM_行政区画, DM_境界等

・列挙型:
DM_行政区代表点種別, DM_行政区画種別, DM_境界等種別



DM_境界等サブパッケージ (UML クラス図)

1.2.4. DM_交通施設サブパッケージ

DM_交通施設サブパッケージの記載は省略。

1.2.5. DM_建物等サブパッケージ

DM_建物等サブパッケージの記載は省略。

1.2.6. DM_小物体サブパッケージ

DM_小物体サブパッケージの記載は省略。

1.2.7. DM_水部等サブパッケージ

DM_水部等サブパッケージの記載は省略。

1.2.8. DM_土地利用等サブパッケージ

DM_土地利用等サブパッケージの記載は省略。

1.2.9. DM_地形等サブパッケージ

DM_地形等サブパッケージの記載は省略。

1.2.10. DM_注記サブパッケージ

DM_注記サブパッケージの記載は省略。

1.2.11. DM_規定外地物サブパッケージ

DM_規定外地物サブパッケージの記載は省略。

付属書 2

縮尺 1:2,500 デジタル地形図

地物カタログ（案）

2021 年 12 月

測量局名称、相手国名
独立行政法人国際協力機構プロジェクトチーム

引用規格

次に掲げる規格は、本地物カタログの準拠する規格である。

- ・ JIS X 7107 地理情報－空間スキーマ
- ・ JIS X 7108 地理情報－時間スキーマ
- ・ JIS X 7109 地理情報－応用スキーマのための規則
- ・ JIS X 7110 地理情報－地物カタログ化法
- ・ ISO/TS 19103, Geographic information – Conceptual schema language
- ・ ISO 19107 Geographic information – Spatial schema
- ・ ISO 19108 Geographic information – Temporal schema
- ・ ISO 19109:2005 Geographic information – Rules for application schema
- ・ ISO 19110 Geographic information – Methodology for feature cataloguing

目次

	ページ
1. 地物カタログ.....	1
1.1. 地物カタログ.....	1
1.1.1. 地物カタログ情報.....	1
1.1.2. 地物情報（地物カタログの構成）.....	1
1.1.3. パッケージ構成.....	2
1.1.4. DM_基本サブパッケージ.....	2
1.1.5. DM_境界等サブパッケージ.....	8
1.1.6. DM_交通施設サブパッケージ.....	18
1.1.7. DM_建物等サブパッケージ.....	18
1.1.8. DM_小物体サブパッケージ.....	18
1.1.9. DM_水部等サブパッケージ.....	18
1.1.10. DM_土地利用サブパッケージ.....	18
1.1.11. DM_地形等サブパッケージ.....	18
1.1.12. DM_注記サブパッケージ.....	18
1.1.13. DM_規定外地物サブパッケージ.....	18
2. 地物カタログの付録.....	19
2.1. 空間属性の適用パターン.....	19
2.1.1. 点要素 P1 パターン.....	19
2.1.2. 線要素 L1 パターン.....	19
2.1.3. 面要素 A1 パターン.....	20
2.1.4. 面要素 A2 パターン.....	21
2.2. 地物インスタンスの空間的形状と関係の分類.....	22
2.2.1. 地物インスタンスの形状パターン.....	22
2.2.2. 地物インスタンス間の交差パターン.....	23

1. 地物カタログ

1.1. 地物カタログ

この節では、縮尺 1:2,500 デジタル地形図の応用スキーマとして定義されているすべての地物型の詳細な情報について、地物カタログとして提供する。

1.1.1. 地物カタログ情報

地物カタログ情報には、以下の地物カタログの基本情報を記載する。

地物カタログ名	縮尺 1:2,500 デジタル地形図地物カタログ (案)
対象範囲	応用スキーマが定義する全ての地物
版	付属書 2 の版と同一
発行年月日	付属書 2 の日付と同一
作成機関	本データ製品仕様書の責任者の組織と同一

1.1.2. 地物情報 (地物カタログの構成)

次頁から、縮尺 1:2,500 デジタル地形図応用スキーマに定義する全ての地物クラスについて、以下の項目に沿った情報を記述している。なお記述は応用スキーマと同じサブパッケージ単位にまとめている。

※本文書では、DM_基本サブパッケージおよび DM_境界等サブパッケージの一部のみ記述している。

- ・ 地物クラス:
- ・ 上位クラス:
- ・ 抽象/具象区分:
- ・ 上位クラスから継承し、再定義された属性:
- ・ 属性:
- ・ 集約:
- ・ 関連:
- ・ コンポジション(強い集約):
- ・ 関係:
- ・ インスタンスの単位:
- ・ 他のインスタンスとの関連:
- ・ インスタンス例:
- ・ 列挙型:
- ・ 列挙値:
- ・ 備考:

1.1.3. パッケージ構成

パッケージ構成は、「付属書 1 縮尺 1:2,500 デジタル地形図応用スキーマ (案)」の 1.2.1 項で説明されている。

1.1.4. DM_基本サブパッケージ

このサブパッケージは、全てのデジタル地形図データの地物の上位クラスである DM_地物クラスとその関連クラスを定義している。

DM_地物

全ての地物の抽象クラス。

応用スキーマ UML クラス図で、ステレオタイプ<<DM_地物>>を付加したクラスは、全てこの DM_地物クラスを継承している。

上位クラス: なし

抽象/具象区分: 抽象

属性:

地物 ID: **CharacterString**

地物 ID は全てのデジタル地形図データのなかで、一意にこの地物を識別する ID であり、全ての地物が保持しなければならない。

DM 分類コード: **DM_取得分類コード**

データの取得分類コードの値。(半角英数字を用いる)

DM 図郭番号[0..1]: **CharacterString**

デジタル地形図データの図郭識別番号。(半角英数字を用いる)

この地物に対応した図郭識別番号を特に保持する必要がない場合には、この属性値を省略する。

DM 図形区分[0..1]: **DM_図形区分=0**

この地物インスタンスの図形区分の値。

この属性値には“0”が設定される。

編集実施フラグ[0..1]: **Boolean=false**

個別の編集処理がおこなわれたことを示すフラグ。(この地物が新たに追加された、この地物に対する形状変更、など)

true 編集処理がおこなわれた。

false 編集処理がおこなわれていない。(省略時値)

集約:

付属図形[0..1]: **DM_付属図形**

この DM_地物に付属する図形情報。

付属属性[0..*]: **DM_Attached_Attribute**

この DM_地物に付属する属性情報。

注記[0..*]: **DM_注記**

この DM_地物に付属する注記情報。

DM_地物に対して、付属する注記を明確にできる場合には、集約関係を定義する。

DM_付属図形

DM_地物に付属する図形情報を表現するための型。

上位クラス: なし

抽象/具象区分: 抽象

属性:

オブジェクト ID: **CharacterString**

全てのデジタル地形図データのなかで、一意にこのオブジェクトを識別する ID である。オブジェクト ID の値は、OID データ型にもとづいて構成された文字列である。

DM 分類コード: **DM_取得分類コード**

この付属図形の取得分類コードの値。
集約元の DM_地物と分類コードが同じ場合は、ここでの指定を省略することができる。

DM 図郭番号[0..1]: **CharacterString**

デジタル地形図データの図郭識別番号。(半角英数字を用いる)

編集実施フラグ[0..1]: **Boolean=false**

個別の編集処理がおこなわれたことを示すフラグ。(この付属図形が新たに追加された、この付属図形に対する形状変更、など)

true	編集処理がおこなわれた。
false	編集処理がおこなわれていない。(省略時値)

DM_付属点図形

DM_地物に付属する点形状の図形情報を表現するための型。

上位クラス: DM_付属図形

属性:

点: **GM_Point**

点図形の位置。
この空間属性は、点要素 P1 パターンによる構成とする。

インスタンスの単位:

表すべき点ごとに別インスタンスとなる。

他のインスタンスとの関係:

DM_地物の説明を参照。

インスタンス例:

DM_地物の説明を参照。

DM_付属方向図形

DM_地物に付属する方向を示す図形情報を表現するための型。

上位クラス: DM_付属図形

属性:

方向: GM_Point

方向図形の2点目を示す点の位置。

この空間属性は、点要素 P1 パターンによる構成とする。

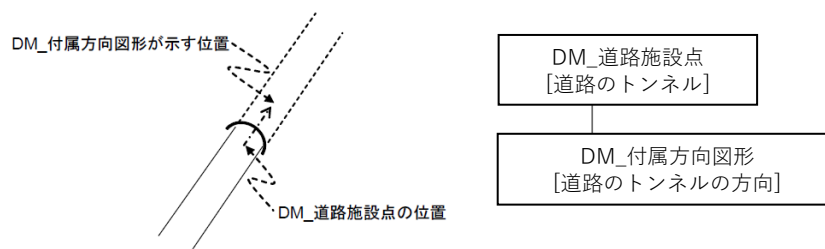
インスタンスの単位:

示すべき方向ごとに別インスタンスとなる。

他のインスタンスとの関係:

DM_地物の説明を参照。

インスタンス例:



DM_付属線図形

DM_地物に付属する線形状の図形情報を表現するための型。

上位クラス: DM_付属図形

属性:

線: GM_Curve

線図形の場所。

この空間属性は、線要素 L1 パターンによる構成とする。

インスタンスの単位:

属性値が変化しない範囲は同一インスタンスとなる。

他のインスタンスとの関係:

DM_地物の説明を参照。

Instance example:

DM_地物の説明を参照。

DM_付属円弧図形

DM_地物に付属する円弧形状の図形情報を表現するための型。

上位クラス: DM_付属図形

属性:

円弧: GM_Curve

円弧図形の形状。

インスタンスの単位:

同一円上に乗った 3 点により表される 1 つの円弧が 1 つのインスタンスである。

他のインスタンスとの関係:

DM_地物の説明を参照。

インスタンス例:

DM_地物の説明を参照。

DM_付属面図形

DM_地物に付属する面形状の図形情報を表現するための型。

上位クラス: DM_付属図形

属性:

面: GM_Surface

面図形の範囲。

この空間属性は、面要素 A1 パターンによる構成とする。

インスタンスの単位:

属性値が変化しない部分は同一インスタンスとなる。

他のインスタンスとの関係:

DM_地物の説明を参照。

インスタンス例:

DM_地物の説明を参照。

DM_付属円図形

DM_地物に付属する円形の面形状の図形情報を表現するための型。

上位クラス: DM_付属図形

属性:

円: GM_Surface

円形の面図形の範囲。

この GM_Surface は、GM_SurfacePatch が 1 つの GM_Circle によって構成される。

この空間属性は、面要素 A2 パターンによる構成とする。

インスタンスの単位:

1 つの円形状ごとに別のインスタンスである。

他のインスタンスとの関係:

DM_地物の説明を参照。

インスタンス例:

DM_地物の説明を参照。

DM_付属属性

DM_地物に付属する属性情報を表現するための型。

上位クラス: なし

属性:

オブジェクト ID: CharacterString

全てのデジタル地形図データのなかで、一意にこのオブジェクトを識別する ID である。

オブジェクト ID の値は、OID データ型にもとづいて構成された文字列である。

DM 分類コード[0..1]: DM_取得分類コード

この付属属性の取得分類コードの値。

集約元の DM_地物と分類コードが同じ場合は、ここでの指定を省略することができる。

DM 図郭番号[0..1]: CharacterString

デジタル地形図データの図郭識別番号。(半角英数字を用いる)

編集実施フラグ[0..1]: Boolean=false

個別の編集処理がおこなわれたことを示すフラグ。(この付属属性が新たに追加された、この付属属性に対する値の変更、など)

true	編集処理がおこなわれた。
false	編集処理がおこなわれていない。(省略時値)

インスタンスの単位:

属性名などで区分できる属性単位ごとに別のインスタンスとなる。

他のインスタンスとの関係:

DM_地物の説明を参照。

インスタンス例:

DM_地物の説明を参照。

DM_取得分類コード (列挙型)

DM_地物、DM_付属図形、DM_付属属性が保持する DM データ取得分類コードを表現するための列挙型。

列挙値の集合要素:

DM_境界等種別

DM_行政区画種別

DM_行政区代表点種別

DM_水涯線種別

1.1.5. DM_境界等サブパッケージ

本項では、境界地物についての情報を定義する。

※本文書では、行政単位の構成を次の4つと想定している。

- 1 次レベル: 国
- 2 次レベル: 都道府県
- 3 次レベル: 郡および市(以降、市とする)
- 4 次レベル: 町村および市の区

DM_境界等

行政区の境界は、都道府県界(DM 分類コード=1101)、市界(DM 分類コード=1103)、町村・市の区界(DM 分類コード=1104)、およびその他(DM 分類コード=1199)、を含む。

上位クラス: DM_地物

上位クラスから継承し、再定義された属性:

DM 分類コード: DM_境界等種別

この地物インスタンスの取得分類コードの値。

この属性値には DM_境界等種別で定義された列挙型データが設定される。

(※XXXX 市の東区は DM 分類コード=1104 となる)

DM 図形区分[0..1]: DM_図形区分=0

この地物インスタンスの図形区分の値。

この属性値には“0”が設定される。

属性:

場所: GM_Curve

境界等の場所。

この空間属性は、線要素 L1 パターンによる構成とする。

備考:

DM_行政区画ポリゴンを作成し、それが境界参照する場合、DM_境界等インスタンスは DM_行政区画ポリゴンの境界として切れ目なく存在する必要がある。DM_行政区画ポリゴンは海岸線を境界とするため、海岸線部分では、それを構成する DM_水部インスタンスと DM_境界等インスタンスはオーバーラップする部分が多くなる。

既存の DM_境界等インスタンスが行政区画ポリゴンを完全に閉じていない場合は、DM_境界等インスタンスを追加作成して DM_行政区画ポリゴンを閉じる必要がある。その場合、追加した地物の編集実施フラグを True にする。

インスタンスの単位:

都道府県、市、町村・市の区、が所轄する区画のそれぞれについて、境界を示す連続した線分を1つのDM_境界等インスタンスとし、かつ、以下の条件に合致した箇所ではインスタンスが分割されている。

(1) 行政区画境界線(DM_境界等)が枝分かれする箇所

注) 例えば市の境界線を作成する時、隣接する他市間の境界線が枝分かれしている場合は、その箇所でも分割する。これは、境界参照のために必要なインスタンス分割である。

(2) DM_境界等インスタンスの種別が変化する箇所

- ・DM_境界等インスタンスは、自己交差してはならない。
- ・DM_境界等インスタンスが輪を構成し、かつ上の条件に合致する点が存在しない場合は、1つのインスタンスでその輪の形状を構成する。その際、始点と終点の座標値は一致しなければならない。
- ・DM_行政区画ポリゴンを閉じた区域として構成するために追加作成したDM_境界等インスタンスは、既存の箇所とは別インスタンスとなり、「編集実施フラグ=true」が設定される。

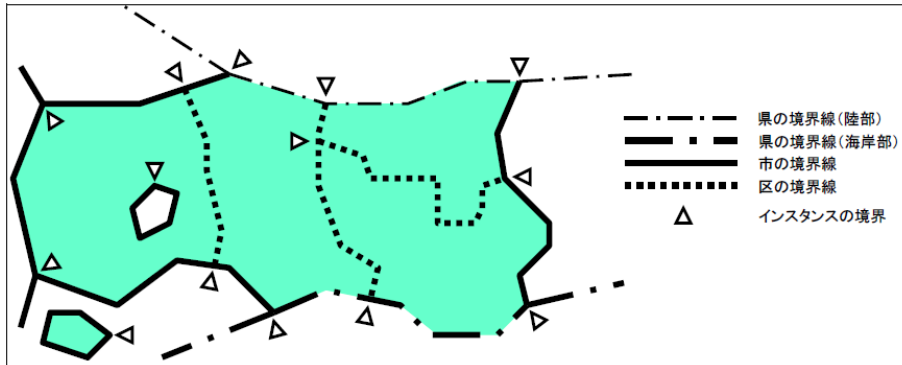
他のインスタンスとの関係:

他の地物インスタンスとの相対位置関係と接続関係

相手地物	相対位置関係の整合条件	選択可能な交差パターン
DM_境界等 (同一クラス)	<ul style="list-style-type: none"> ■DM_境界等インスタンス同士は交差、オーバーラップしない。(隣接市町村の境界線と一致しない場合を除く) ■未定境界箇所以外は全て接続する。 ■上位種別及び同一種別との分岐箇所でのみインスタンスを分割する。 ■内陸から海岸に伸びるDM_境界等は、海岸線とオーバーラップして存在するDM_境界等に接続する。 	LL1, LL2, LL11
DM_水部等 (海岸線部分)	<ul style="list-style-type: none"> ■DM_境界等のうち海岸線部分に存在するインスタンスは、DM_水部種別が海岸線であるDM_水部インスタンスとオーバーラップする。但し、インスタンス単位は異なる。 ■海部に引かれたDM_境界等は、海岸線との交点で切断し、インスタンスは残す。(このインスタンスは境界参照に使われない) 	LL6 以外の LLx
DM_水部等 (水涯線部分)	<ul style="list-style-type: none"> ■湖池上でも、境界が確定している場合はDM_境界等を接続する。 ■湖池上の島の水涯線はDM_境界等にしない。 	全てのLLx
DM_行政区画	<ul style="list-style-type: none"> ■DM_境界等インスタンスは、対応するDM_行政区画の境界線となり、境界参照される。 	-

インスタンス例:

次の図は、ある市域に関する行政区画界線を DM_境界等インスタンスで表した例を示している。



この市域は、県の境界線、市の境界線、海岸線で囲まれており、市域内には区の境界線が存在している。

図では、市域外の境界線も記載しているが、その部分のインスタンスは、基本的にはこの市のデータとしては存在しない。

この図の場合、県の境界線の部分には「DM 分類コード=都道府県界<1101>」を設定した DM_境界等インスタンスを、市の境界線の部分には「DM 分類コード=市界<1103>」を設定した DM_境界等インスタンスを作成することが必要である。区の境界線の部分には、「DM 分類コード=町村・市の区界<1104>」を指定した DM_境界等インスタンスを作成する。

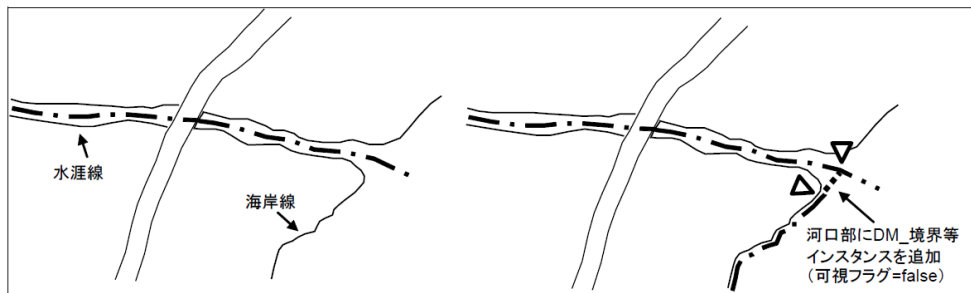
また、海岸線部分には「DM 分類コード=都道府県界<1101>」を設定した DM_境界等インスタンスを、海岸線(DM_水部等)と重複して作成してもよい。このインスタンスは、DM_行政区画インスタンスの境界線を全て DM_境界等インスタンスで取り囲む際には必要となるが、必須ではない。

図中の三角形は、その頂点が各 DM_境界等インスタンスの分割点を示している。市域外にも、DM_境界等インスタンスを延ばしている箇所があるが、それらはこの市域に関する DM_境界等インスタンスとしては、作成対象ではない。ただし、それらが枝分かれする箇所にインスタンスの分割点は存在する。

この市の飛地および市域内における他市の飛地で、その境界線上にインスタンスの分割点が存在しない場合は、ひとつの DM_境界等インスタンスでエリアを閉じることができ、インスタンスの境界は任意の折れ点の箇所に1つだけ存在している。

海岸線における DM_水部地物とオーバーラップして作成された DM_境界等インスタンス (「DM 分類コード=都道府県界<1101>」)の例を次図に示す。図の太い一点鎖線が DM_境界等インスタンスを示している。

河川の河口において、河川の中心線付近に都府県界が設定されている場合、そこには DM_境界等インスタンスが存在する。このとき、海岸線上の DM_境界等インスタンスを河口部で延伸するようにインスタンス(可視フラグ=false の別インスタンス)を追加して中心線付近の DM_境界等インスタンスと結ぶ。
図の三角形は、その頂点がインスタンスの分割点を指している。



DM_境界等種別 (列挙型)

取得分類コードとして定義された境界等の種別。

列挙値:

未分類:	=1100
都道府県界:	=1101
市界:	=1103
町村・市の区界:	=1104
その他:	=1199

DM_行政区画

行政区画には、都道府県、市、町村・市の区、およびその他が含まれる。

DM_行政区画インスタンスは座標リストを保有した独立した面形状地物として存在するが、一般にはその境界部分には DM_境界等インスタンスまたは DM_水部インスタンスが存在する。可能であれば、その境界部分の全てが DM_境界等インスタンスによって囲まれた状態であることが望ましいが、それは必須ではない。

なお、DM_行政区画クラスは、行政区画を面形状で表現している。

上位クラス: DM_地物

上位クラスから継承し、再定義された属性:

DM_分類コード: DM_行政区画種別

この地物の取得分類コードの値。

この属性値には DM_行政区画種別で定義された列挙型データが設定される。

DM_図形区分[0..1]: DM_図形区分=0

この地物インスタンスの図形区分の値。

この属性値には“0”が設定される。

属性:

範囲: GM_Surface

行政区画の範囲。

この空間属性は、面要素 A1 パターンによる構成とする。

名称[0..1]: CharacterString

行政区画の名称

集約:

境界等[0..1]: DM_境界等

行政区画の境界を構成する DM_境界等インスタンスを集約する。

関連付けが可能であった場合に設定される。関連付けされた DM_境界等インスタンスが、DM_行政区画の境界の一部であってもよい。

関連:

行政区代表点[0..1]: DM_行政区代表点

行政区画の代表点を示す DM_行政区代表点インスタンスと関連をもつ。

関連付けが可能であった場合に設定されている。

1つの行政区画が複数の DM_行政区画インスタンスで構成されている場合、この関連をもつのは、その中で代表となる1つのインスタンスに限られる。

インスタンスの単位:

都道府県、市、町村・市の区、の範囲として画された区域の内、種類ごとにそれぞれ連続した地域を1つの実体とみなし、その各々に DM_行政区画インスタンスが存在する。飛地や島は、1つの行政単位の中であっても連続した地域ではないため、別インスタンスとなる。

1つの地点は、都道府県としての地域に属しかつ市町村の地域にも属するが、都道府県としての地域と市町村としての地域は実体が異なるので、それぞれの実体に対するインスタンスが存在する。

注)

DM_行政区画インスタンス(DM 分類コード=都道府県)に着目したとき、例えば、伊豆大島には東京都(都道府県)の DM_行政区画インスタンスが存在するが、千代田区を含む東京都(都道府県)の DM_行政区画インスタンスとは別のインスタンスである。

・行政区画の範囲の中に他の行政区の飛地が存在する場合は、内周(interior)による中抜きポリゴンを含んだ1つの DM_行政区画インスタンスとして存在する。

・「DM 分類コード=郡市<1103>」または「DM 分類コード=町村・市の区<1104>」の場合、市町村の境界線が確定していない箇所があっても、そこに便宜的な仮設線を用いて DM_行政区画インスタンスを構成する。

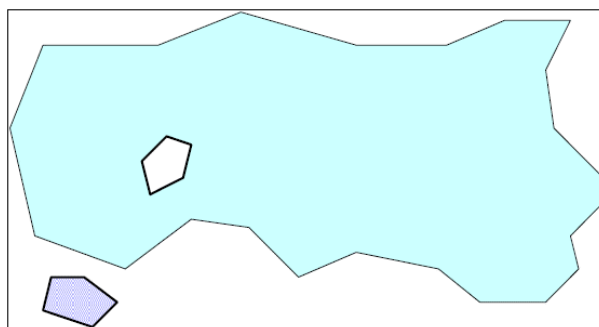
他のインスタンスとの関係:

他の地物インスタンスとの相対位置関係と接続関係

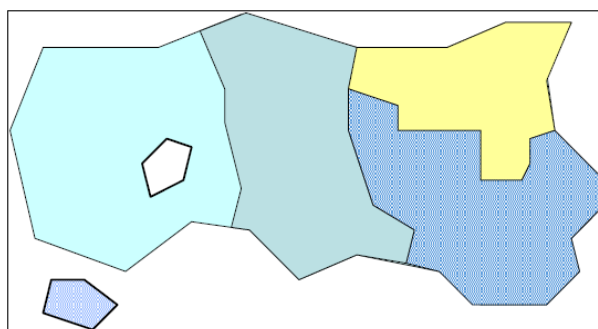
相手地物	相対位置関係の整合条件	選択可能な交差パターン
DM_行政区画 (同一クラス)	■ 2つの DM_行政区画インスタンスは、隣接するか離れているかのいずれかである。	AA1, AA6
DM_境界等	■ 同じ DM 分類コードが設定された DM_行政区画インスタンスと DM_境界等インスタンスは、面の境界に線が存在するか離れているかのいずれかである。	LA7, LA8, LA9
DM_行政区代表点	■ 同じ DM 分類コードが設定された DM_行政区画インスタンスと DM_行政区代表点インスタンスは、面の内部に点が存在するか離れているかのいずれかである。	PA1, PA3

インスタンスの例:

次の図は、市のエリアに関する DM_行政区画インスタンスの例を示している。市の飛地は別インスタンスとなる。また、市域内にある他市の飛地は、中抜きポリゴンとして作成されている。



次の図は、区のエリアに関する DM_行政区画インスタンスの取得例を示している。色やハッチ・パターンの異なるところはインスタンスが分かれている。



DM_行政区画種別 (列挙型)

行政区画の種別。

この分類は取得分類コードにないため、列挙値としては DM_境界等種別と同じ値を使用している。

列挙値:

未分類:	=1100
都道府県:	=1101
市:	=1103
町村・市の区:	=1104
その他:	=1199

DM_行政区代表点

一般的には、都道府県庁・市役所などといった行政機関の中心となる庁舎の付近に設定される。行政区画に対して代表点は1つ存在し、飛地には存在しない。

上位クラス: DM_地物

上位クラスから継承し、再定義された属性:

DM_分類コード: DM_行政区画代表点種別

この地物インスタンスの取得分類コードの値。

この属性値には DM_行政区代表点種別で定義された列挙型データが設定される。

DM_図形区分[0..1]: DM_図形区分=0

この地物インスタンスの図形区分の値。

この属性値には“0”が設定される。

属性:

位置: GM_Point

行政区代表点の位置。

この空間属性は、点要素 P1 パターンによる構成とする。

名称[0..1]: CharacterString

行政区の名称。

種別: DM_行政区画種別

行政区の種別。

関連:

行政区画[0..1]: DM_行政区画

この行政区代表点が代表する行政区画と関連をもつ。

関連付けが可能であった場合に設定されている。

インスタンスの単位:

都道府県、市、町村・市の区、について、それぞれに1つインスタンスが存在する。
DM_行政区代表点インスタンスは、行政区画(地方公共団体が所轄する区域のことであり、行政区画インスタンスとは一致しない)に1つだけ存在する。

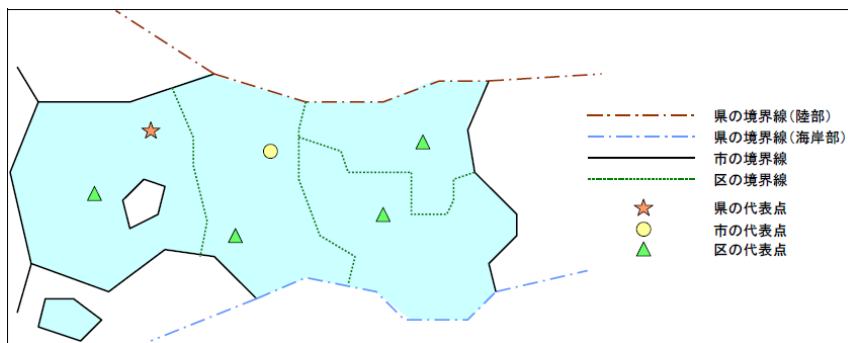
他のインスタンスとの関係:

他の地物インスタンスとの相対位置関係と接続関係

相手地物	相対位置関係の整合条件	選択可能な交差パターン
DM_行政区代表点 (同一クラス)	■同じ DM_行政区画インスタンス内に複数の DM_行政区代表点インスタンスが存在してはならない。	-
DM_行政区画	■DM_行政区代表点インスタンスは、種別・行政コード・名称が等しい DM_行政区画インスタンスの内側になければならない。	PA1

インスタンス例:

次の図は、ある市域に関する行政区画代表点インスタンスの例を示している。薄青色で塗られたエリアが市域であり、市内には県庁も存在する。



DM_行政区代表点種別 (列挙型)

行政区代表点の種別。

列挙値:

行政区の代表点:

=1111

1.1.6. DM_交通施設サブパッケージ

DM_交通施設サブパッケージの記載は省略。

1.1.7. DM_建物等サブパッケージ

DM_建物等サブパッケージの記載は省略。

1.1.8. DM_小物体サブパッケージ

DM_小物体サブパッケージの記載は省略。

1.1.9. DM_水部等サブパッケージ

DM_水部等サブパッケージの記載は省略。

1.1.10. DM_土地利用サブパッケージ

DM_土地利用サブパッケージの記載は省略。

1.1.11. DM_地形等サブパッケージ

DM_地形等サブパッケージの記載は省略。

1.1.12. DM_注記サブパッケージ

DM_注記サブパッケージの記載は省略。

1.1.13. DM_規定外地物サブパッケージ

DM_規定外地物サブパッケージの記載は省略。

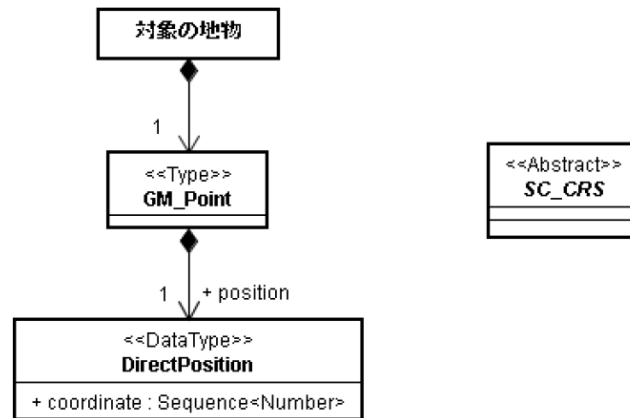
2. 地物カタログの付録

2.1. 空間属性の適用パターン

この節では、前節で記述した各地物の空間属性について、それぞれを構成する要素の詳細を空間属性パターンとして分類し厳密に定義している。

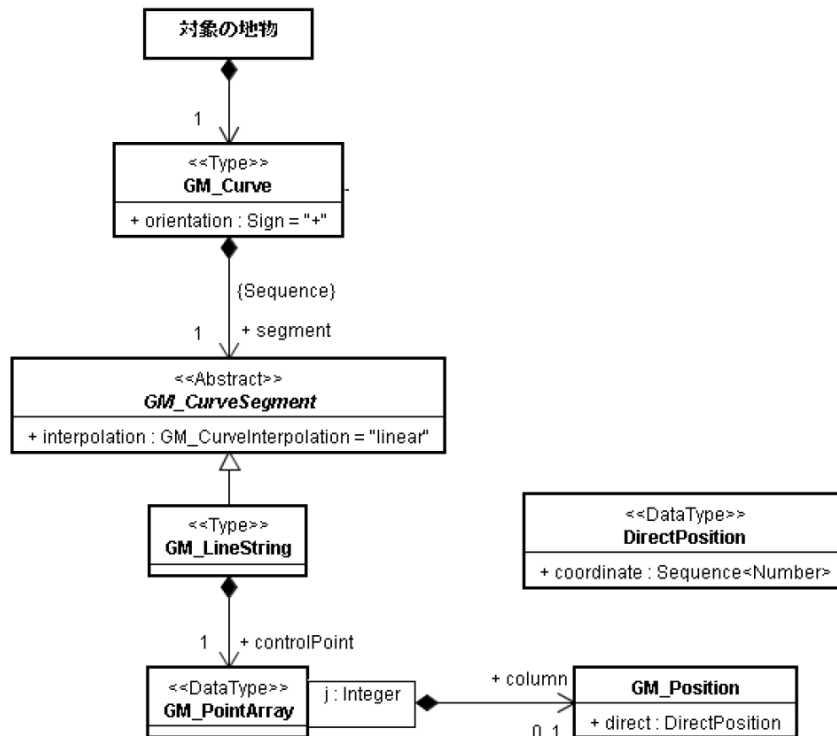
2.1.1. 点要素 P1 パターン

GM_Point による点要素が指定された場合の空間属性の構成を以下に示す。



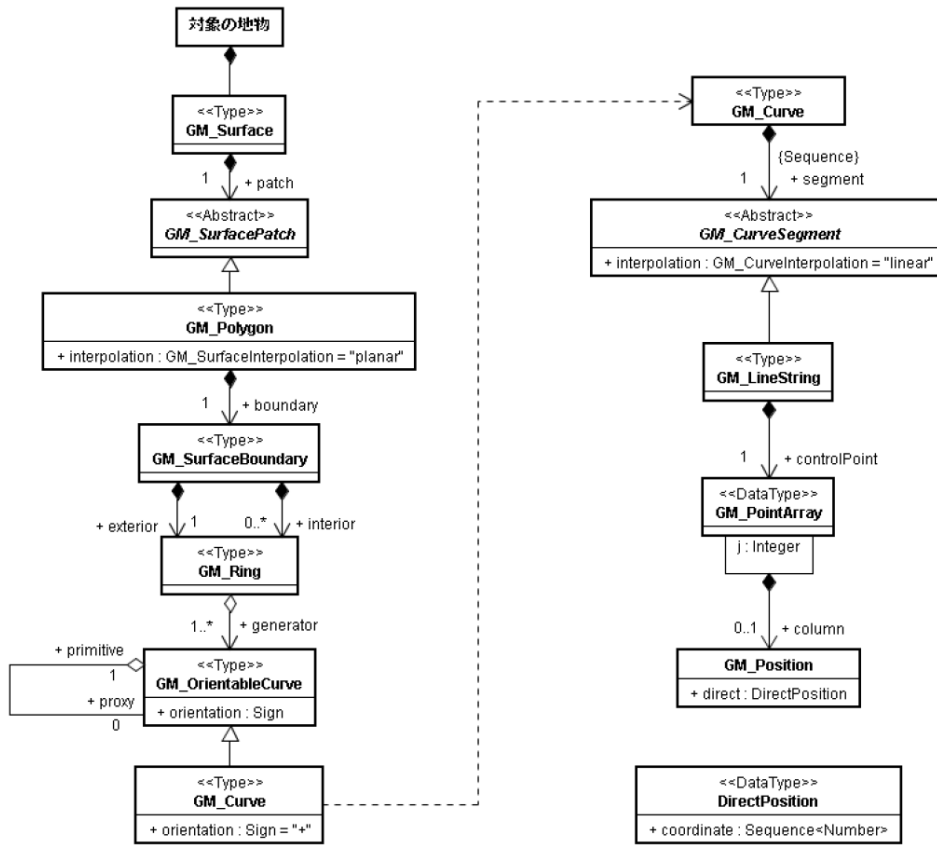
2.1.2. 線要素 L1 パターン

GM_Curve による線要素を指定して、折れ線を表現する場合の空間属性の構成を以下に示す。



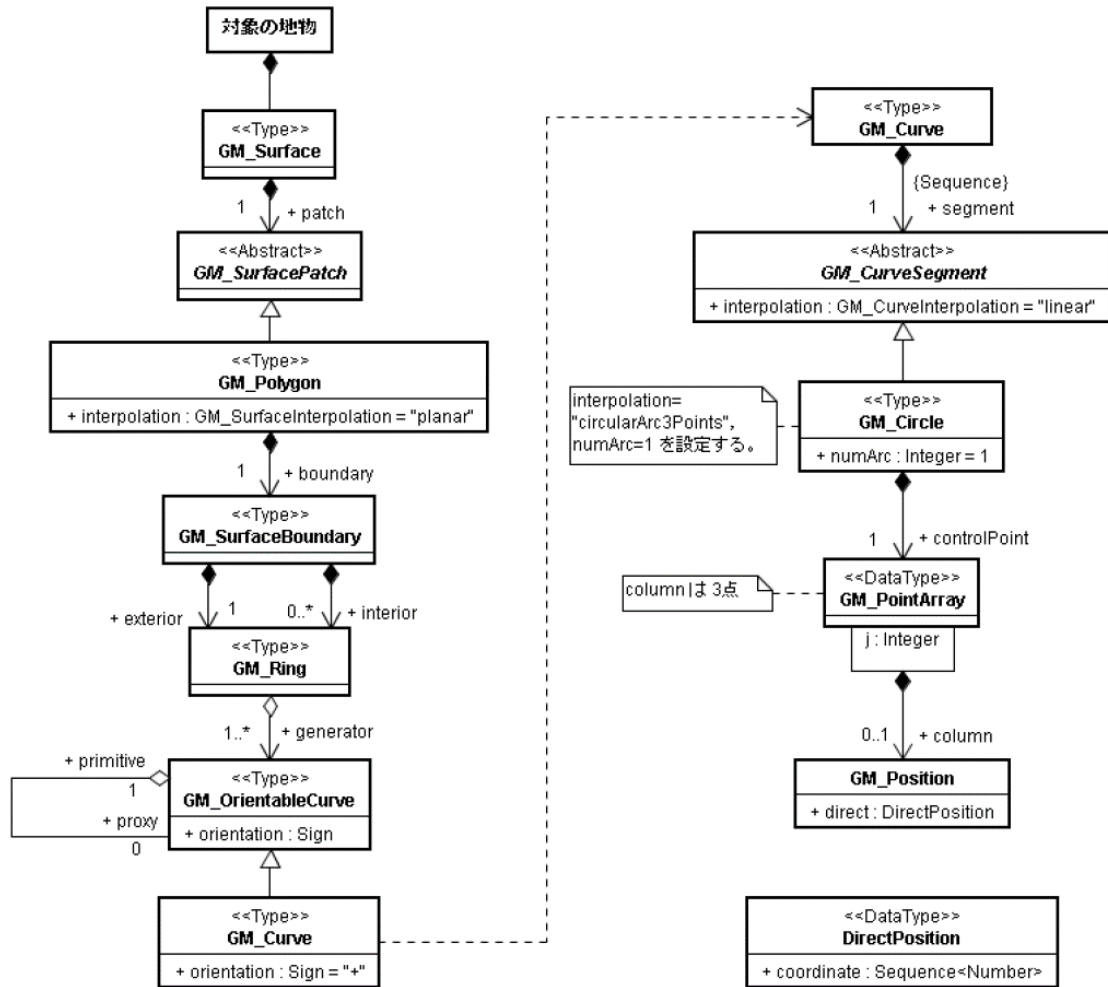
2.1.3. 面要素 A1 パターン

GM_Surface による面要素を指定して多角形を表現する場合の空間属性の構成を以下に示す。



2.1.4. 面要素 A2 パターン

GM_Surface による面要素を指定して円面を表現する場合の空間属性の構成を以下に示す。



2.2. 地物インスタンスの空間的形状と関係の分類

この節では、各地物インスタンスの空間的形状を分類するための形状パターンと、地物インスタンス間(あるいは空間属性間)の相互関係を分類するための交差パターンを定義している。

2.2.1. 地物インスタンスの形状パターン

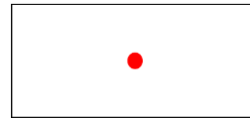
各幾何オブジェクトは次のように呼ぶ。

- GM_Point をもつ地物=点形状地物
 - GM_Curve をもつ地物=線形状地物
 - GM_Surface または GM_PolyhedralSurface をもつ地物=面形状地物
- 各地物インスタンスの形状パターンは以下のように分類できる。

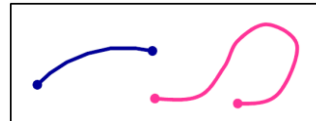
形状パターン識別子

Uan	U	固定値
	a	P: 点形状地物 L: 線形状地物 A: 面形状地物
	n	連番

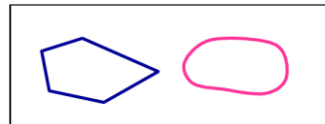
- 1) 形状パターン UP1
UP1: 単純点形状地物



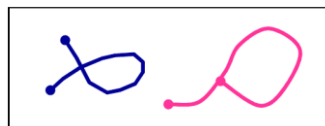
- 2) 形状パターン UL1
UL1: 単純線形状地物



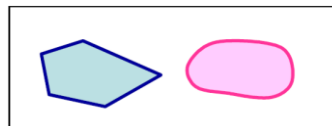
- 3) 形状パターン UL2
UL2: 単純輪形状地物



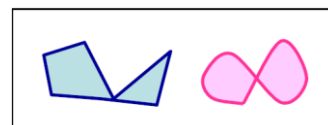
- 4) 形状パターン UL3
UL3: 自己交差線形状地物



- 5) 形状パターン UA1
UA1: 単純面形状地物



- 6) 形状パターン UA2
UA2: 自己交差面形状地物



2.2.2. 地物インスタンス間の交差パターン

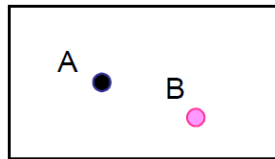
地物インスタンスは、別クラスの地物インスタンスとの関係において制約条件をもっている。制約条件となる交差パターンは以下のように定義される。

交差パターン識別子

abn	a	P: 点形状地物 L: 線形状地物 A: 面形状地物
	b	P: 点形状地物 L: 線形状地物 A: 面形状地物
	n	連番

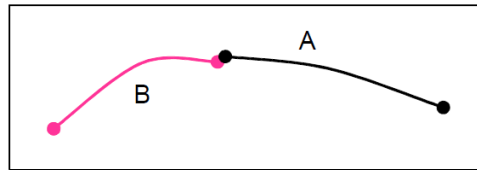
1) 交差パターン PP1

PP1: 点形状地物 A と点形状地物 B が同一座標でない。



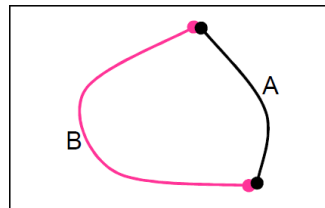
2) 交差パターン LL1

LL1: 線形状地物 A と線形状地物 B が端点で接続し、交差しない。



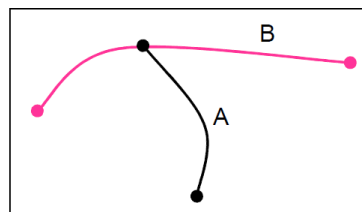
3) 交差パターン LL2

LL2: 線形状地物 A と線形状地物 B が両方の端点で接続し、交差しない。(輪を構成する)

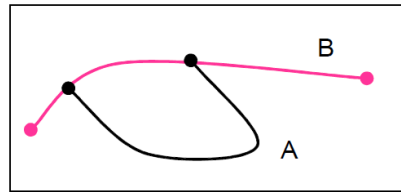


4) 交差パターン LL3

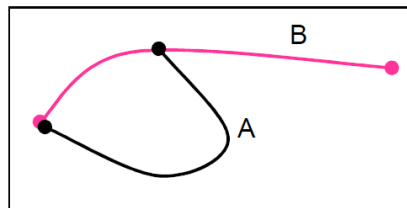
LL3: 線形状地物 A の一端が線形状地物 B の途中に接続し、交差しない。



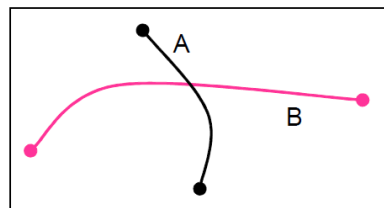
- 5) 交差パターン LL4
 LL4: 線形状地物 A の両端が線形状地物 B の途中に接続し、交差しない。(A の両端点が B の途中に接続)



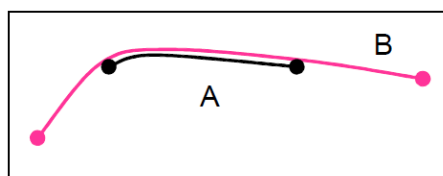
- 6) 交差パターン LL5
 LL5: 線形状地物 A が線形状地物 B の途中に接続し、交差しない。(A の片方の端点が B の端点に接続)



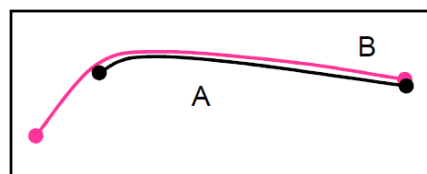
- 7) 交差パターン LL6
 LL6: 線形状地物 A と線形状地物 B が交差する。



- 8) 交差パターン LL7
 LL7: 線形状地物 A が線形状地物 B に含まれる。(端点の共有なし)

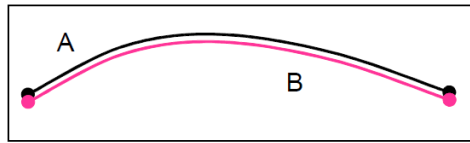


- 9) 交差パターン LL8
 LL8: 線形状地物 A が線形状地物 B に含まれる。(片方の端点を共有)



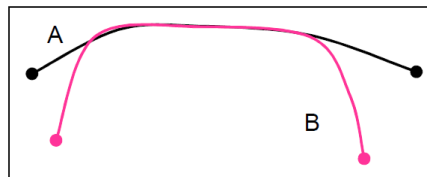
10) 交差パターン LL9

LL9: 線形状地物 A と線形状地物 B が一致する。



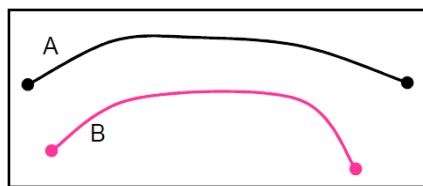
11) 交差パターン LL10

LL10: 線形状地物 A と線形状地物 B がオーバーラップする。



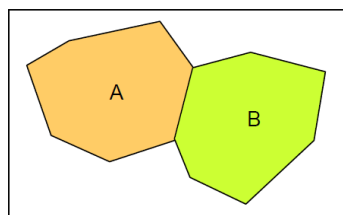
12) 交差パターン LL11

LL11: 線形状地物 A と線形状地物 B が離れている。



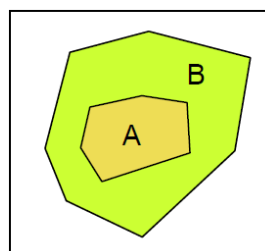
13) 交差パターン AA1

AA1: 面形状地物 A と面形状地物 B が接する。



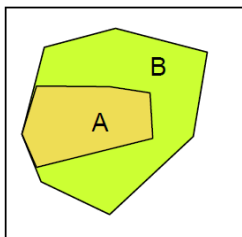
14) 交差パターン AA2

AA2: 面形状地物 A が面形状地物 B に包含される。



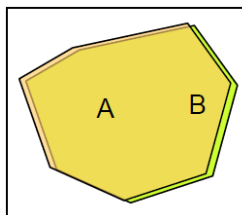
15) 交差パターン AA3

AA3: 面形状地物 A が面形状地物 B に包含される。(境界の一部がオーバーラップ)



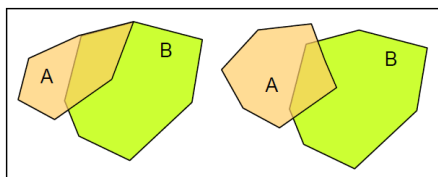
16) 交差パターン AA4

AA4: 面形状地物 A と面形状地物 B が完全に一致する。



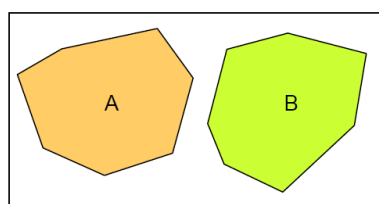
17) 交差パターン AA5

AA5: 面形状地物 A と面形状地物 B が部分的にオーバーラップする。



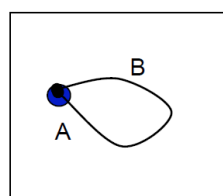
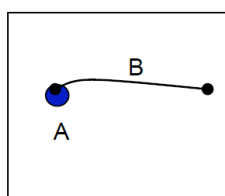
18) 交差パターン AA6

AA6: 面形状地物 A と面形状地物 B が離れている。



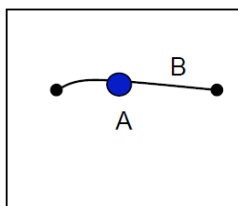
19) 交差パターン PL1

PL1: 点形状地物 A が線形状地物 B の端点に存在する。



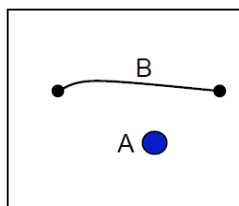
20) 交差パターン PL2

PL2: 点形状地物 A が線形状地物 B の途中に存在する。



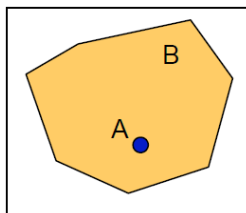
21) 交差パターン PL3

PL3: 点形状地物 A が線形状地物 B と離れて存在する。



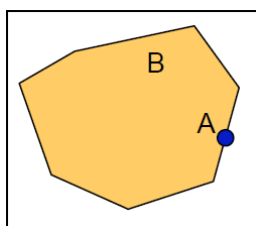
22) 交差パターン PA1

PA1: 点形状地物 A が面形状地物 B に含まれる。



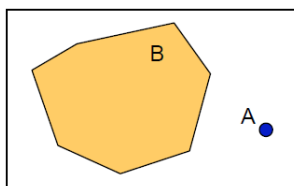
23) 交差パターン PA2

PA2: 点形状地物 A が面形状地物 B の境界に存在する。



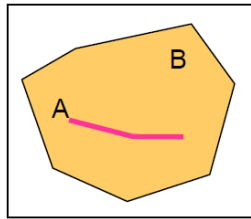
24) 交差パターン PA3

PA3: 点形状地物 A と面形状地物 B とは離れている。



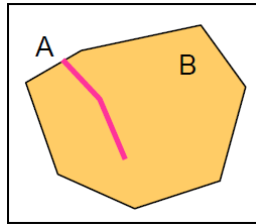
25) 交差パターン LA1

LA1: 線形状地物 A が面形状地物 B の外部に存在しない。(完全に内部に含まれる)



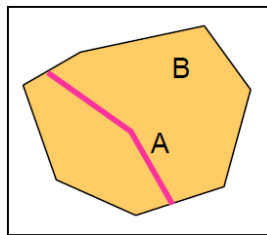
26) 交差パターン LA2

LA2: 線形状地物 A が面形状地物 B の外部に存在しない。(片方の端点が面の境界に一致)



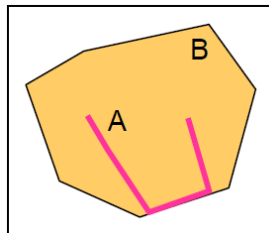
27) 交差パターン LA3

LA3: 線形状地物 A が面形状地物 B の外部に存在しない。(両方の端点が面の境界に一致)



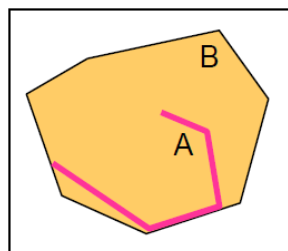
28) 交差パターン LA4

LA4: 線形状地物 A が面形状地物 B の外部に存在しない。(線の一部が面の境界とオーバーラップし、両方の端点が面の内部にある)



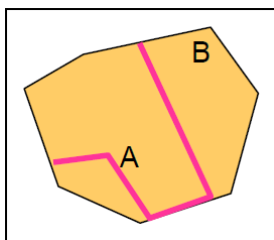
29) 交差パターン LA5

LA5: 線形状地物 A が面形状地物 B の外部に存在しない。(線の一部が面の境界とオーバーラップ、片方の端点が面の内部、片方の端点が面の境界)



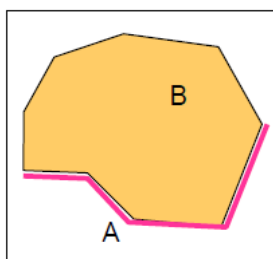
30) 交差パターン LA6

LA6: 線形状地物 A が面形状地物 B の外部に存在しない。(線の一部が面の境界とオーバーラップ、両方の端点が面の境界)



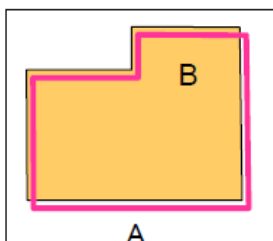
31) 交差パターン LA7

LA7: 線形状地物 A と面形状地物 B の境界の一部が一致する。



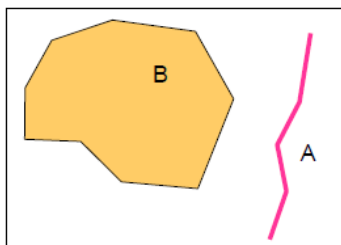
32) 交差パターン LA8

LA8: 線形状地物 A と面形状地物 B の境界が完全に一致する。



33) 交差パターン LA9

LA9: 線形状地物 A が面形状地物 B の外部にある。



付属書 3

縮尺 1:2,500 デジタル地形図

データ品質 (案)

2021 年 12 月

測量局名称、相手国名
独立行政法人国際協力機構プロジェクトチーム

引用規格

次に掲げる規格は、本データ品質の準拠する規格である。

- ・ JIS X 7113 地理情報－品質原理（ただし原規格の ISO 19113 は下記 ISO 19157 へ更新）
- ・ ISO 19157:2013 Geographic information – Data quality
- ・ ISO/TS 19138 Geographic information – Data quality measures

目次

	ページ
1. データ品質	1
1.1. データ品質評価	1
1.2. 品質評価方法に関する共通事項	2
1.3. 完全性	3
1.4. 論理一貫性	4
1.5. 位置正確度	5
1.6. 時間品質	7
1.7. 主題正確度	8

1. データ品質

※本文書では、主として境界等サブパッケージのいくつかの地物のデータ品質について例示する。

1.1. データ品質評価

本文書は、主文書中の「データ内容及び構造」で定義された各地物について、各データ品質要素のデータ品質の要件、評価方法及び報告内容を示す。

以下の表1にデータ品質に関するカテゴリーとそれに含まれるデータ品質要素を示す。

表 1: データ品質要素

カテゴリー	データ品質要素	備考
完全性	過剰	
	漏れ	
論理一貫性	概念一貫性	
	定義域一貫性	
	書式一貫性	
	位相一貫性	
位置正確度	絶対正確度又は外部正確度	
	相対正確度又は内部正確度	
	グリッドデータ位置正確度	
時間品質	時間測定正確度	
	時間一貫性	
	時間妥当性	
主題正確度	分類の正しさ	
	非定量的属性の正しさ	
	定量的属性の正確度	

1.2. 品質評価方法に関する共通事項

※以下はひとつの例であり、このような記述を行う。

品質評価方法は以下の5種類に大別される。

- 全数・自動検査
- 全数・目視検査
- 抜取・目視検査
- 抜取検査（目視検査か自動検査かを規定しない）
- 特定のアルゴリズムで算出された値による検査

このうち、抜取・目視検査及び抜取検査を実施する場合、抜取方法と合否判定は以下に従う。

1. **検査ロット:** 整備地域全域を検査ロットとする。

2. **検査量:** 総面積の2%とする。

3. **検査単位の抽出方法:**

- ✓ 地理情報レベル 2500 の場合、整備地区を図郭単位(2km×1.5km)で分割し、さらにこれを東西 500m×南北 500m の距離方眼 (0.25km²) で区切り、検査単位とする。検査量 2%のうち、半分の 1%は監督員の任意抽出、1%は無作為抽出で複数の検査単位を抽出することにより、全体の検査量を確保する。
- ✓ 検査単位の抽出方法は、地区の左上隅より順次一連番号を付し、監督員が危険度の高い地域から任意に 1%になるまで検査単位を抽出し、別に乱数表により無作為に 1%を抽出する。
- ✓ 最小検査単位数は 4 とする。すなわち、総面積が 50km² 未満の場合にも 4 検査単位で実施する。
- ✓ なお同一の測量成果では、異なる品質評価項目に対しても原則として同一の検査単位を使用する。

4. **アイテム(対象地物クラスのインスタンス)の定義:** 個別に規定する。

5. **抜き取り率:**

- ✓ 検査単位内の全数を対象とする。
- ✓ 各検査単位を原則として 10×10 サブメッシュに分割し、サブメッシュ毎に全数を点検する。
- ✓ なお、品質評価手順によっては 2×2 サブメッシュに分割する場合がある。

6. **検査方法:** 個別に規定する。

7. **合否判定:**

- ✓ 次式により検査単位毎に誤率を求める。

$$\text{誤率(\%)} = a/b \times 100$$

a: エラーが1つでも含まれるサブメッシュ数

b: 検査単位毎の全サブメッシュ数

- ✓ 1つ以上の検査単位で誤率が適合品質水準を超えたら、不合格とする。
- ✓ 不合格となった場合、全般について再点検を行う。
- ✓ 再点検が終了したら、3%の面積に相当する検査単位の抽出を行うものとし、その結果不適合と認められた場合は、更に 4%の追加実施をするか、再作業を行う。

1.3. 完全性

完全性の品質評価は、以下に対して行う。

※以下はひとつの例であり、完全性の品質要求ごとにこのような基準を定める。

完全性

品質要求	参照データ(行政区画の元資料、座標成果)とインスタンス数が等しい		
カテゴリー	完全性	データ品質要素	過剰・漏れ
データ品質適用範囲	以下のクラスのインスタンス DM_行政区代表点 DM_行政区画 DM_基準点		
データ品質評価尺度	データセットのインスタンス数と参照データのインスタンス数の差		
データ品質評価手順	全数・自動検査を実施する。 1. 参照データ(行政区画の元資料、座標成果)に含まれるデータ数をクラス毎に数える。 2. データセットのインスタンス数をクラス毎に数える。 3. 上記1.と2.の結果より、クラス毎に差を計算し、その絶対値の和をエラー数とする。		
適合品質水準	エラー数が0なら合格、1以上なら不合格		
データ品質評価結果	エラー数		

1.4. 論理一貫性

論理一貫性の品質評価は、以下に対して行う。

※以下はひとつの例であり、論理一貫性の品質要求ごとにこのような基準を定める。

論理一貫性

品質要求	妥当な XML 文書である		
カテゴリー	論理一貫性	データ品質要素	概念一貫性
データ品質適用範囲	データセット全体		
データ品質評価尺度	データセットで、妥当な XML 文書(Valid XML document)になっていない箇所数		
データ品質評価手順	全数・自動検査を実施する。 1. 検査プログラム(XML パーサ、など)によってデータを構成する地物インスタンスの型(地物型)が、応用スキーマが規定する地物型と合致しない箇所数を数える。		
適合品質水準	応用スキーマが規定する地物型と合致しない箇所数が 0 なら合格、1 以上なら不合格。		
データ品質評価結果	これは必須の品質要求であり、品質評価報告要素インスタンスを作成しない。		

1.5. 位置正確度

位置正確度の品質評価は、以下に対して行う。
 ※以下は例であり、位置正確度の品質要求ごとにこのような基準を定める。

位置正確度

品質要求	座標成果と等しい座標を持つ		
カテゴリー	位置正確度	データ品質要素	絶対正確度又は外部正確度
データ品質適用範囲	DM_基準点		
データ品質評価尺度	座標成果と平面座標が異なるインスタンスをエラーとする。		
データ品質評価手順	全数・自動検査を実施する。 1. データセット内の基準点データの平面座標と、座標成果の平面座標を比較して、値が異なるインスタンスをエラーとする。		
適合品質水準	エラー数が0なら合格、1以上なら不合格。		
データ品質評価結果	エラー数		

位置正確度

品質要求	点検のための測量成果より求めた水平位置の誤差の標準偏差が適合品質水準以内である。		
カテゴリー	位置正確度	データ品質要素	絶対正確度又は外部正確度
データ品質適用範囲	DM_道路		
データ品質評価尺度	<p>データ集合内の位置の座標と、より正確度の高い参照データである点検のための測量成果の座標との誤差の標準偏差を計算する(誤差の母平均は0とする)。ただし、遮蔽部分(不可視のデータ)は検査対象としない。</p> <p>■水平位置の誤差の標準偏差</p> $\text{標準偏差} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((x_i - X_i)^2 + (y_i - Y_i)^2)}{n-1}}$ <p> x_i : データ集合内の検査対象のデータの位置の X 座標[メートル] y_i : データ集合内の検査対象のデータの位置の Y 座標[メートル] X_i : より正確度の高いデータの位置の X 座標[メートル] Y_i : より正確度の高いデータの位置の Y 座標[メートル] n : サンプル数 </p>		
データ品質評価手順	<p>抜取検査を実施する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 抜取検査手法に従い検査単位を抽出する。 2. 検査単位の各メッシュを2×2の250mサブメッシュに分割する。 3. 検査単位に含まれるデータ(地物インスタンス)を表示又は出力する。 4. 250mサブメッシュごとに明瞭な地物から21辺以上(2点以上/辺)を抽出する。 5. 抽出した地物の点について、データセット上の位置座標を測定する。 6. 抽出した地物の点に対応する現地(または現地とみなす資料)の点検のための測量成果を取得する。 7. 上記5.および6.より、誤差の標準偏差を計算する。 		
適合品質水準	全ての250mサブメッシュについて、水平位置の標準偏差が1.75m以内であれば合格、1.75mを超えれば不合格		
データ品質評価結果	250mサブメッシュ別に算出した標準偏差の最大値(単位: メートル)		

位置正確度

品質要求	既成図の座標より求めた水平位置の誤差の標準偏差が適合品質水準以内である。		
カテゴリー	位置正確度	データ品質要素	絶対正確度又は外部正確度
データ品質適用範囲	DM_行政区画		
データ品質評価尺度	<p>データ集合内の位置の座標と、より正確度の高い参照データとして既成図上の座標との誤差の標準偏差を計算する(誤差の母平均は 0 とする)。</p> <p>■ 水平位置の誤差の標準偏差</p> $\text{標準偏差} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((x_i - X_i)^2 + (y_i - Y_i)^2)}{n-1}}$ <p> x_i : データ集合内の検査対象のデータの位置の X 座標[メートル] y_i : データ集合内の検査対象のデータの位置の Y 座標[メートル] X_i : より正確度の高いデータの位置の X 座標[メートル] Y_i : より正確度の高いデータの位置の Y 座標[メートル] n : サンプル数 </p>		
データ品質評価手順	<p>既成図の図郭四隅の残存誤差を計測し、図郭四隅の残存誤差が 0.2mm 以内であれば、以降の手順に従い、地物の空間属性の誤差の標準偏差を計算する。</p> <p>抜取検査を実施する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 抜取検査手法に従い検査単位を抽出する。 2. 検査単位の各メッシュを 2×2 の 250m サブメッシュに分割する。 3. 検査単位に含まれるデータ(地物インスタンス)を表示又は出力する。 4. 250m サブメッシュごとに明瞭な地物から 21 辺以上(2 点以上/辺)を抽出する。 5. 抽出した地物の点について、データセット上の位置座標を測定する。 6. 抽出した地物の点に対応する現地(または現地とみなす資料)の点検のための測量成果を取得する。 7. 上記 5.および 6.より、誤差の標準偏差を計算する。 		
適合品質水準	全ての 250m サブメッシュ別に、図上の水平位置の標準偏差が 0.3mm 以内であれば合格、0.3mm を超えれば不合格。		
データ品質評価結果	250m サブメッシュ別に算出した標準偏差の最大値(単位: ミリメートル)		

1.6. 時間品質

時間品質の品質評価は、以下に対して行う。
 ※以下はひとつの例であり、時間品質の品質要求ごとにこのような基準を定める。

時間品質

品質要求	存在時間_自、存在時間_至が参考データから得られる時間範囲属性値と一致する		
カテゴリー	時間品質	データ品質要素	時間測定正確度・時間一貫性
データ品質適用範囲	データセット全体		
データ品質評価尺度	<p>(新規作成の場合) インスタンスに設定された存在期間_自が、現地調査または空中写真撮影の実施された年月でなければならない。 インスタンスに存在期間_至が設定されている場合、値は"now"でなければならない。 インスタンスに設定された存在期間_自の値が現地調査または空中写真撮影の実施された年月と異なる場合、または設定されていない場合、存在期間_至の値が"now"でない場合、エラーとする。</p> <p>(修正の場合) 修正時に追加されたインスタンスの存在期間_自が、現地調査または空中写真撮影の実施された年月でなければならない。 インスタンスに存在期間_至が設定されている場合、値は"now"でなければならない。 インスタンスに設定された存在期間_自の値が現地調査または空中写真撮影の実施された年月より新しい場合、または設定されていない場合、存在期間_至の値が"now"でない場合、エラーとする。</p>		
データ品質評価手順	全数・自動検査を実施する。 全インスタンスを対象に、エラーインスタンスの数を数える。		
適合品質水準	エラー数が0なら合格、1以上なら不合格。		
データ品質評価結果	エラー数		

1.7. 主題正確度

主題正確度の品質評価は、以下に対して行う。
 ※以下はひとつの例であり、主題正確度の品質要求ごとにこのような基準を定める。

主題正確度

品質要求	DM 分類コードが正しく設定されている。		
カテゴリー	主題正確度	データ品質要素	分類の正しさ
データ品質適用範囲	以下のクラスのインスタンス DM_行政区代表点 DM_行政区画 DM_基準点		
データ品質評価尺度	インスタンスに設定された主題属性のうち、DM 分類コードが正しく設定されていないインスタンスをエラーとする。		
データ品質評価手順	全数・目視検査を実施する。 1. 対象クラスのインスタンスの DM 分類コードが識別できるように検査単位の範囲に含まれるインスタンスを出力する。 2. 上記 1.を参照データ(行政区画の元資料、座標成果等)に含まれるデータと比較して、正しいことを確認する。 3. 確認の結果、正しくないインスタンスをエラーとする。		
適合品質水準	エラー数が 0 なら合格、1 以上なら不合格。		
データ品質評価結果	エラー数		

付属書 4

縮尺 1:2,500 デジタル地形図

描画法カタログ（案）

2021 年 12 月

測量局名称、相手国名
独立行政法人国際協力機構プロジェクトチーム

引用規格

次に掲げる規格は、本描画法カタログの準拠する規格である。

- ・ ISO 19117 Geographic information – Portrayal

目次

	ページ
1. 描画法.....	1
1.1. 描画法	1
1.2. 描画法カタログ	2
1.2.1. DM_境界等サブパッケージ	4
1.2.2. DM_交通施設サブパッケージ	5
1.2.3. DM_建物等サブパッケージ	5
1.2.4. DM_小物体サブパッケージ	5
1.2.5. DM_水部等サブパッケージ	6
1.2.6. DM_土地利用等サブパッケージ	7
1.2.7. DM_地形等サブパッケージ	7
1.2.8. DM_注記サブパッケージ	7
1.2.9. DM_規定外地物サブパッケージ	7

1. 描画法

この描画法の章では、データセットについてグラフィック出力、プロッター出力、または画像としてどのように表示するかを記述説明する。

1.1. 描画法

描画法では、人間に理解可能な形式で空間情報を描画表現する枠組みを定義する。描画表現は、空間情報の各地物インスタンスが持つ実際の属性値に基づいて行われるものであり、保持する属性情報の種類や値(応用スキーマ)を超えて描画表現することは、通常出来ない。

1.2. 描画法カタログ

描画法カタログは、定義された全ての描画規則の一覧である。

応用スキーマおよび地物カタログにおいて定義されている地物クラスのうち、描いたり表現したりする必要のある全ての地物に対して、描画規則を定義する必要がある。

ただし、各地物の具体的な描画規則や手順は通常、使用するシステムによって異なるため、ここで説明および定義する描画仕様は、地物名、図式表現、データタイプ(データ取得方法、空間属性、等)、線号、およびその他の説明とする。

分類コード		地物名	地図情報レベル (縮尺)	図式表現	データタイプ						線号	適用	端点一致	備考
レイヤ	データ項目				データ取得方法	図形区分	データ型 (空間属性)	レコード	方向	属性数値				

描画法カタログの定義

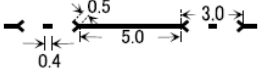
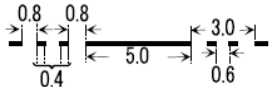
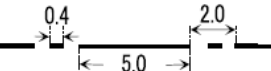
定義項目	説明	備考
分類コード(レイヤ/データ項目)、地物名	分類コードは DM_境界等種別(列挙型)の値と同じである。レイヤは DM_境界等種別の最初の2桁に、データ項目は最後の2桁に、それぞれ対応している。	
地図情報レベル(縮尺)	地形図の縮尺に対応する。	本事例では 1:2,500 のみ
図式表現	データ出力時に使用される図式表現。	
データタイプ/データ取得方法	各データの取得方法。	
データタイプ/図形区分	図式表現で使用されるオブジェクトの形状。数値コードで示される。	
データタイプ/データ型(空間属性)	点、線、面、円弧、など。 表1 を参照。	
データタイプ/レコード	表1 を参照。	
データタイプ/方向	人工斜面や柵などの方向を持つオブジェクトのフラグ。	
データタイプ/属性数値	高さや階数など属性としての数値を持つオブジェクトのフラグ。	
線号	表示される線の太さを示す。	線号 1=線幅 0.05mm
説明	定義を明確にするための追加情報。	
端点一致	連続線分の端部の点が一一致する(Yes)ことを示す。	

表 1: データ型/レコード

レコード	データ型 (空間属性)	備考
E1	面	開始および終了座標値が一致しなければならない。
E2	線	
E3	円	
E4	円弧	
E5	点	
E6	方向	
E7	注記	
E8	属性	
G	グリッド	
T	TIN	Triangulated Irregular Network (不整三角網)

1.2.1. DM_境界等サブパッケージ

DM_境界等サブパッケージの描画仕様を以下に示す。

分類コード		地物名 (DM_境界等クラスのDM_分類コード属性に相当)	地図情報レベル (縮尺)	図式表現	データタイプ						線号	適用	端点一致	備考
レイヤ	データ項目				データ取得方法	図形区分	データ型 (空間属性)	コード	方向	属性数値				
11	01	都道府県界	2500		境界の位置と一致する。 _____		線	E2		6	*	Yes		
	03	郡市界	2500		境界の位置と一致する。 _____		線	E2		6	*	Yes		
	04	町村・市の区界	2500		境界の位置と一致する。 _____		線	E2		6	*	Yes		

※異なる境界記号が重複する部分の描画優先順位は、図式分類コードの小さい順とする。
 ※関係市区町村で確定されていない境界は表示しない。

DM_境界等サブパッケージの描画法定義は DM_境界等クラスのみとする。

DM_行政区画および DM_行政区代表点の地物クラスは図化出力しないので、これらの描画法定義は存在しない。

1.2.2. DM_交通施設サブパッケージ

DM_交通施設サブパッケージの記載は省略。

1.2.3. DM_建物等サブパッケージ


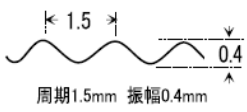
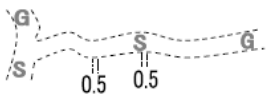


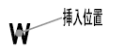
DM_建物等サブパッケージの記載は省略。

1.2.4. DM_小物体サブパッケージ

DM_小物体サブパッケージの記載は省略。

1.2.5. DM_水部等サブパッケージ

DM_水部等サブパッケージの描画仕様を以下に示す。(ただし、別途付属書の応用スキーマおよび地物カタログの記載は省略している)

分類コード		地物名 (DM_水部クラスのDM分類コード属性に相当)	地図情報レベル (縮尺)	図式表現	データタイプ						線号	適用	端点一致	備考
レイヤ	データ項目				データ取得方法	図形区分	データ型 (空間属性)	コード	方向	属性数値				
51	01	水涯線 (河川)(湖池等) (海岸線)	2500		境界を取得		線	E2			3		Yes	
	02	一条河川	2500		境界を取得		線	E2			3			
	03	かれ川	2500		境界を取得		線	E2			3			
	05	湖池	2500		境界を取得		線	E2			3			
					図郭に対し 水平入力		点	E5			3			

1.2.6. DM_土地利用等サブパッケージ

DM_土地利用等サブパッケージの記載は省略。

1.2.7. DM_地形等サブパッケージ

DM_地形等サブパッケージの記載は省略。

1.2.8. DM_注記サブパッケージ

DM_注記サブパッケージの記載は省略。

1.2.9. DM_規定外地物サブパッケージ

DM_規定外地物サブパッケージの記載は省略。

デジタル地形図データ製品仕様書標準フォーマット（案）
2021年12月版

発行日 2021年12月28日

著者 独立行政法人 国際協力機構 社会基盤部
都市・地域開発グループ

本書を無断で変更、転載、販売等をするのはご遠慮下さい。

Digital Topographic Map

Data Product Specifications Standard Document Style (draft)

December 2021

Japan International Cooperation Agency

- This standard document style is constructed using 1:2,500 Scale Digital Topographic Map as an example, but the basic idea is the same for other scales map.
- When creating data product specifications, use the standard document style shown on the following next pages.
- In the title of the cover page (next page) of the data product specifications, enter "**Title**" in "**1. Overview**".
- At the bottom of the cover page (next page) of the data product specifications, enter the "**name**" of "**Responsible party**" in "**1. Overview**".
- "**Normative Reference**" (next page of the cover page) states that it complies with ISO 19131:2007 Geographic information – Data product specifications.

**Data Product Specifications
of
1:2,500 Scale Digital Topographic Map
(draft)**

December 2021

**Name of Survey Department, Country
JICA Project Team**

Normative Reference

The following referenced documents are the standards to which this data product specification complies.

— ISO 19131:2007, Geographic information – Data product specifications

Contents

	Page
1. Overview	1
1.1. Information about the creation of the data product specification.....	1
1.2. Terms and definitions	1
1.3. Abbreviations	2
1.4. The name and any acronyms of the data product	2
1.5. An informal description of the data product	3
2. Specification scopes.....	4
3. Data product identification	4
4. Data content and structure.....	5
4.1. Application schema	5
4.2. Feature catalogue	5
5. Reference systems	6
5.1. Spatial reference system (Horizontal)	6
5.2. Spatial reference system (Vertical)	8
5.3. Temporal reference system	8
6. Data quality	9
7. Data capture	9
8. Data maintenance	9
9. Portrayal.....	9
10. Data product delivery	10
11. Additional information	10
12. Metadata	10

Appendix

1. Application Schema of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
2. Feature Catalogue of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
3. Data Quality of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
4. Portrayal Catalogue of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)

1. Overview

1.1. Information about the creation of the data product specification

Title	Data Product Specification of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (Draft)	
Responsible party	Name	Name of Survey Department, Country
	Representative	****
	Phone	xxx-xxx-xxxx
	E-mail	xxxx@xxxx.xx
	Reference date	yyyy-mm-dd

1.2. Terms and definitions

Terms	Description
application	manipulation and processing of data in support of user requirements
application schema	conceptual schema for data required by one or more applications
conceptual model	model that defines concepts of a universe of discourse
conceptual schema	formal description of a conceptual model
coverage	feature that acts as a function to return values from its range for any direct position within its spatial, temporal, or spatiotemporal domain
data product	dataset or dataset series that conforms to a data product specification
data product specification	detailed description of a dataset or dataset series together with additional information that will enable it to be created, supplied to, and used by another party
dataset	identifiable collection of data
dataset series	collection of datasets sharing the same product specification
domain	well-defined set
feature	abstraction of real-world phenomena
feature association	relationship that links instances of one feature type with instances of the same or a different feature type
feature attribute	characteristic of a feature
geographic data	data with implicit or explicit reference to a location relative to the Earth
metadata	data about data
model	abstraction of some aspects of reality
portrayal	presentation of information to humans
quality	totality of characteristics of a product that bear on its ability to satisfy stated and implied needs
universe of discourse	view of the real or hypothetical world that includes everything of interest

*The above is quoted from ISO 19131:2007.

1.3. Abbreviations

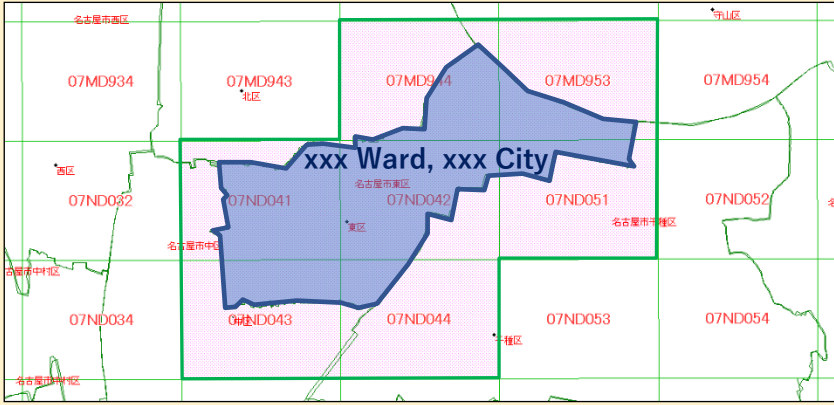
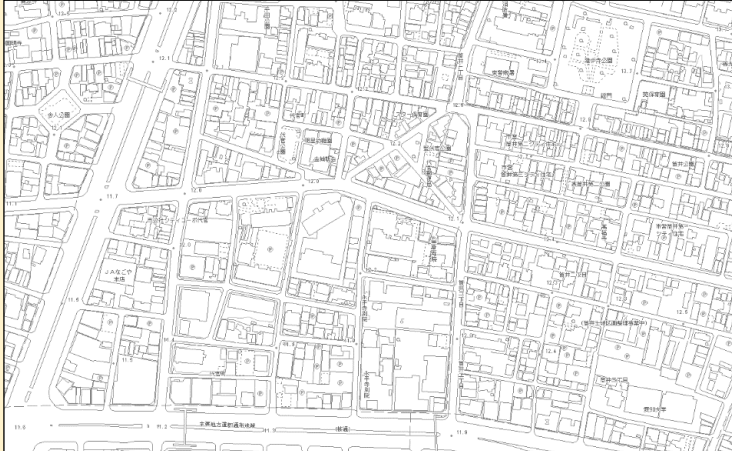
Abbreviation	Full name
GC	Gregorian Calendar
GNSS	Global Navigation Satellite System
GSD	Ground Sampling Distance
GSI	Geospatial Information Authority of Japan
JST	Japan Standard Time
UML	Unified Modeling Language
UTC	Coordinated Universal Time

1.4. The name and any acronyms of the data product

The name of the data product	1:2,500 Scale Digital Topographic Map
Acronyms of the data product	DM2500

1.5. An informal description of the data product

Informal description of the data product	
The content of the dataset	1:2,500 Scale Digital Topographic Map
The extent (both spatial and temporal) of the data	Topographic Map of xxx Ward, xxx City, as of 2015.
The specific purpose for which the data shall be or has been collected	Base map for City Planning and Construction.
The data sources and data production processes	Aerial Photogrammetry using aerial photographs taken in 2015.
The maintenance of the data	Approximately once every five years.

Informal description of the data product (other information)
<p>The spatial range of this data product is the range filled in purple color in the figure below, and the data file that records this data product is divided into seven map sheet units of 1:2,500 scale (07MD944, 07MD953, 07ND041, 07ND042, 07ND043, 07ND044, 07ND051) that cover the spatial range.</p> 
<p>This data product converts general features (road, river, building, etc.) into data, and the portrayal example is as follows.</p> 

2. Specification scopes

Specification Scopes (a description of its scope)	
Dataset of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map for xxx city planning (The scope of this specification is the entire dataset)	

3. Data product identification

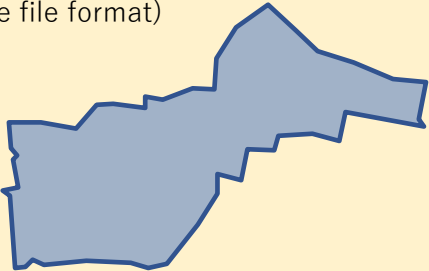
Title		1:2,500 Scale Digital Topographic Map	
Abstract		1:2,500 Digital Topographic Map of xxx Ward of xxx City according to the Operating Specifications of Public Survey.	
Date		20211228	
Topic category		Topographic map	
Geographic description	Geographic bounding box	Reference system	JGD2011/ (B, L)
		West bound longitude	E:136.907171
		East bound longitude	E:136.965843
		South bound latitude	N:35.169322
		North bound latitude	N:35.199475

*The reference system should be consistent with the definition of section 5.1. Spatial reference system (Horizontal).

Other options: (Instead of line "Geographic description" above, it may be defined by one of the following)

Geographic description	Geographic bounding box (Coordinate*)	Reference system	JGD2011/7(X, Y)
		West bound coordinate	-23628.915 m
		East bound coordinate	-18293.105 m
		South bound coordinate	-92124.783 m
		North bound coordinate	-88792.132 m

*The reference system should be consistent with the definition of section 5.1. Spatial reference system (Horizontal).

Geographic description	Geographic bounding polygon (Coordinate*)	Reference system	JGD2011/7(X, Y)
		Xxx_City_xxx_Ward_Polygon.shp (ESRI shape file format)	
			

*The reference system should be consistent with the definition of section 5.1. Spatial reference system (Horizontal).

Geographic description	Geographic identifier	xxx Ward, xxx City, xxx Prefecture
------------------------	-----------------------	------------------------------------

4. Data content and structure

Narrative description	Is described by the application schema and feature catalogue of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map.
-----------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.1. Application schema

Application schema citation (See the document on the right)	Title	Appendix 1 Application Schema of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)	
	Date	Date	20211228
		Revision	December 2021

4.2. Feature catalogue

Feature catalogue citation (See the document on the right)	Title	Appendix 2 Feature Catalogue of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)	
	Date	Date	20211228
		Revision	December 2021

5. Reference systems

5.1. Spatial reference system (Horizontal)

Spatial reference system (Horizontal)				
Horizontal reference system	Reference system identifier	JGD2011 / 7 (X, Y) (EPSG: 6675)		
	Projection	Conformal Projection (Gauss-Krüger Projection)		
	Ellipsoid	GRS80		
	Datum	Japanese Geodetic Datum 2011		
	Ellipsoid parameters	Semi major axis	6378137	
		Axis units	meter	
		Denominator of flattening ratio	298.257222101	
	Projection parameters	Longitude of central meridian	137.166667	
		Latitude of projection origin	36.0000000	
		False easting	0	
		False northing	0	
		False easting northing units	meter	
		Scale factor at projection origin	0.9999	

The description of the following transformation parameters is optional.

Horizontal reference system	Transformation (To WGS84)	Method	7 parameters (Position Vector Rotation)
		X-axis translation	-0.293
		Y-axis translation	766.95
		Z-axis translation	87.713
		X-axis rotation	-0.195704
		Y-axis rotation	-1.695068
		Z-axis rotation	-3.473016
		Scale difference	-0.039338
		Translation units	meter
		Rotation units	arc second
		Scale units	parts per million

*The description sample of Transformation (To WGS84) item is fictitious.

Example of other spatial reference system (Horizontal):

Spatial reference system (Horizontal)				
Horizontal reference system	Reference system identifier	UTM Zone 53N (EPSG: 6690)		
	Projection	Conformal Projection (Universal Transverse Mercator Projection)		
	Ellipsoid	WGS84		
	Datum	WGS84		
	Ellipsoid parameters	Semi major axis	6378137	
		Axis units	meter	
		Denominator of flattening ratio	298.257223563	
	Projection parameters	Longitude of central meridian	E 135.0	
		Latitude of projection origin	N 0.0	
		False easting	500,000.0	
		False northing	0.0	
		False easting northing units	meter	
		Scale factor at projection origin	0.9996	

5.2. Spatial reference system (Vertical)

Spatial reference system (Vertical)		
Vertical reference system		Mean Sea Level of Tokyo Bay (T.P.: Tokyo Peil) *Peil stands for datum level or gauge in Dutch.
Geoid model	Name	GSIGEO2011(Ver.2.1)
	Explanation	GNSS/leveling geoid undulations at 971 sites by the Least-Squares Collection method.

Example of another geoid model:

Geoid model	Name	EGM2008 (Earth Gravitational Models 2008)
	Explanation	It is the successor to EGM96 and EGM84, and supplied by National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) EGM development team. EGM2008 has a cell size of one minute and defines the difference between the ellipsoidal height of WGS84 and the Mean Sea Level (MSL). It is a 10801-by-21600 matrix grid containing 4-byte IEEE floats.

5.3. Temporal reference system

Temporal reference system	
Calendar	GC (Gregorian Calendar)
Clock	JST (Japan Standard Time)

6. Data quality

Data quality citation (See the document on the right)	Title	Appendix 3 Data Quality of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (Draft)	
	Date	Date	20211228
		Revision	December 2021

7. Data capture

Data capture information	Title	Operating Specifications of Public Survey (Rules for Operating Specifications)	
	Date	Date	20200331
		Revision	Partial revision
Data capture statement			
Aerial Photogrammetry using aerial photographs with 20cm GSD taken in 2015. Acquisition of features related to geospatial data products based on these data product specifications shall be acquired in accordance with the Operating Specifications of Public Survey (Rules for Operating Specifications).			

Example of another data capture information:

Data capture information	Title	Work Specifications for National Base Mapping (draft)	
	Date	Date	20211228
		Revision	Major revision
Data capture statement			
Aerial Photogrammetry using aerial photographs with 20cm GSD taken in 2015. Acquisition of features related to geospatial data products based on these data product specifications shall be acquired in accordance with the Work Specifications for National Base Mapping.			

8. Data maintenance

Maintenance and update frequency
The data product will be updated by conducting the survey again approximately once every five years.

9. Portrayal

Portrayal catalogue citation (See the document on the right)	Title	Appendix 4 Portrayal Catalogue of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)	
	Date	Date	20211228
		Revision	December 2021

10. Data product delivery

Delivery medium	Units of delivery	Tiles
	Medium name	Online via web site
	Other delivery information	web site address: http://www.xxxxx.xx/
Delivery format	Format name	DWG
	Version	AutoCAD 2010 2011 2012
	Language	English
	Encoding	UTF-8

11. Additional information

Additional information
This data product has been reviewed and registered with the GSI as the following public survey results. Registration number: HxxExxxx Survey period: From 2015-07-24 To 2016-03-15

12. Metadata

Metadata information
Metadata for geospatial data products based on this data product specifications is created based on ISO 19115 metadata.

Appendix 1

Application Schema
of
1:2,500 Scale Digital Topographic Map
(draft)

December 2021

Name of Survey Department, Country
JICA Project Team

Normative Reference

The following referenced documents are the standards to which this application schema complies.

- ISO/TS 19103, Geographic information – Conceptual schema language
- ISO 19107, Geographic information – Spatial schema
- ISO 19108, Geographic information – Temporal schema
- ISO 19109:2005, Geographic information – Rules for application schema

Contents

	Page
1. Application Schema.....	1
1.1. Definition of features.....	1
1.1.1. Basic idea of feature instances.....	1
1.1.2. Classification of shape and relationship of feature instances	1
1.1.3. Common definition of feature instances	2
1.1.4. Relationships between feature instances with thresholds	3
1.2. Application Schema (UML class diagram)	5
1.2.1. Package configuration	5
1.2.2. DM_Basic sub package.....	6
1.2.3. DM_Boundary sub package.....	7
1.2.4. DM_Transportation_Facilities sub package.....	8
1.2.5. DM_Building sub package	8
1.2.6. DM_Small_Object sub package.....	8
1.2.7. DM_Water sub package	8
1.2.8. DM_Land_Use sub package.....	8
1.2.9. DM_Terrain sub package	8
1.2.10. DM_Annotation sub package	8
1.2.11. DM_Irregular_Feature sub package	8

1. Application Schema

This application schema provides the formal description of the data structure and content of the data product using a UML class diagram.

(For these data product specifications, only one feature package quoted from "Data Product Specification of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (2014), Geospatial Information Authority in Japan (in Japanese)" is illustrated.)

1.1. Definition of features

The features of this application schema are designed using the GFM defined in ISO 19107 as a metamodel, and are defined using a UML class diagram.

1.1.1. Basic idea of feature instances

All features in this application schema hold only one geometric object.

A feature that has GM_Point as a geometric object is called a Point-shaped feature.

A feature that has GM_Curve as a geometric object is called a Line-shaped feature.

A feature that has GM_Surface or GM_PolyhedralSurface as a geometric object is called a Surface-shaped feature.

The common definition for each feature instance based on the above is as follows.

Feature	Common definition for each instance	Remarks
Point-shaped feature	Point-shaped features are instances that are different for each point. In the feature class, there must be only one instance where all of attributes are the same, except for the feature ID.	
Line-shaped feature	Line-shaped features are instances of continuous line segments within a city, ward, town, or village. Even if it is a continuous entity, the part with different thematic attribute values becomes another instance. In the feature class, there must be only one instance where all of attributes are the same, except for the feature ID.	
Surface-shaped feature	A Surface-shaped feature is a continuous area as one instance. Even if it is a continuous entity, the parts with different thematic attribute values become another instance. In the feature class, there must be only one instance where all of attributes are the same, except for the feature ID.	Whether or not the feature is divided by the municipal boundary is defined by each feature.

1.1.2. Classification of shape and relationship of feature instances

The spatial shape expressed by the spatial attributes of the feature instance and the interrelationship between the instances are based on the shape pattern/intersection pattern shown in Appendix 2 (Feature Catalogue of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)).

The feature instances must comply with the conditions defined using these patterns and quality assessments must be performed using the patterns.

1.1.3. Common definition of feature instances

This section describes the rules that should be observed for all features of digital topographic map data. These rules are premised on determining the conditions under which the shape of each feature instance and the interrelationship between feature instances are allowed, and are rules that must be observed in all features.

1) The feature must comply with the following rules.

Rule1: (Target: All features)

There must be no feature instance that has the same spatial and temporal attributes in the same feature class.

2) The spatial attributes of the feature must comply with the following rules.

Rule2: (Target: Line-shaped features)

A line-shaped feature instance must consist of a continuous polygonal line connecting two or more points.

Rule3: (Target: Surface-shaped features)

A surface-shaped feature instance must consist of a line segment or polygonal line connecting three or more points (four points or more when the end point is added) that are not on a straight line.

Rule4: (Target: Line-shaped features/Surface-shaped features)

The neighboring points of the point constituting the line-shaped feature instance and the surface-shaped feature instance must not have the same coordinate values. In this specification, if the distance between the constituent points is less than 0.01 m, it is regarded as the same coordinate value.

Rule5: (Target: Linear-shaped features)

In a line-shaped feature instance, there must be no micro lines that are not valid as features.

Rule6: (Target: Surface-shaped features)

In a surface-shaped feature instance, there must be no micro polygons that are not valid as features.

1.1.4. Relationships between feature instances with thresholds

The shape pattern and the intersection pattern defined in this section are determined by an operation that considers the threshold value of each feature. There is a proximity threshold value and an overlap threshold value. The operations using these thresholds will be described below.

The proximity threshold value is 0.01 m and the overlap threshold value is 0.5 m.

1) Crossing and connecting of linear-shaped features

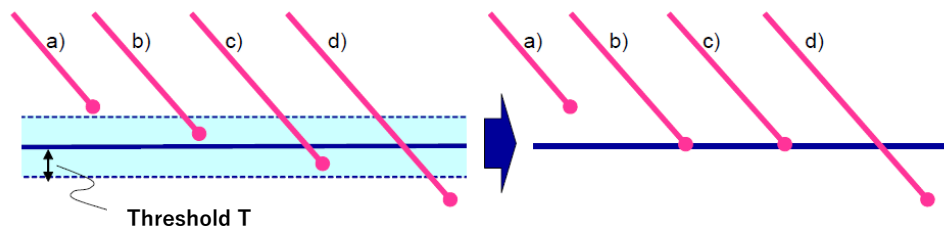
This is the case in which the proximity threshold value "T" is set for the intersection/connection relationship of two lines segment.

When a buffer area with a threshold value is created for one line segment, if the end point of the other line segment is within the buffer area, the latter is said to be connected to the former. When the other line segment crosses the buffer area and its end point is outside the buffer area, the two segments are said to intersect.

The left half of the figure below shows the state in which the proximity threshold is set, and the right half shows the state in which the proximity threshold is not set.

Since the end points exist in the proximity threshold buffer in b) and c) on the left, they are interpreted as b) and c) on the right and are connected.

Since a) does not fall within the proximity threshold range on the left, it is not crossed nor connected. Since d) exceeds the proximity threshold range, it intersects.

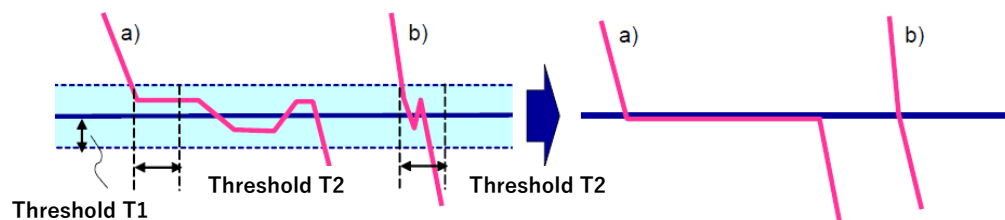


2) Overlapping of linear-shaped features

The case in which the proximity threshold value "T1" and the overlap threshold value "T2" are set in the overlap relationship between two lines segment.

When a buffer area with a proximity threshold is created for one line segment, the continuous part of the other line segment is in the buffer area, and the continuous length is longer than the overlap threshold. If so, the latter is said to overlap the former.

In the figure below, a) shows overlapping, and b) shows not overlapping but intersecting.

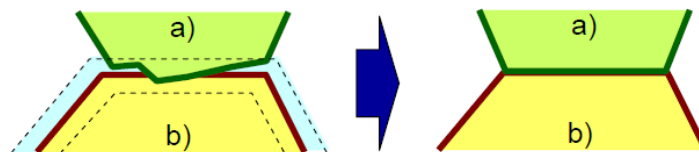


3) Connection of surface-shaped features

The case in which the proximity threshold "T" is set in the connection relationship between the two surfaces.

When the boundaries of the two surfaces overlap but not intersect with this proximity threshold, and the interiors of the two surfaces do not overlap except for their boundaries, then the two surfaces are said to be connected.

Since the boundary line of surface a) in the left half of the figure below is within the range of the proximity threshold value set for boundary line of surface b), the relationship is regarded as shown in the right half of the figure, and the surfaces are connected to each other.

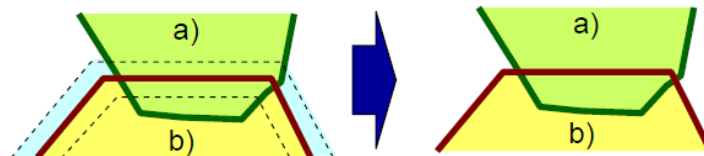


4) Overlapping of surface-shaped features

The case in which the proximity threshold "T" is set in the connection relationship between the two surfaces.

When the boundaries of two surfaces intersect with this proximity threshold, the two surfaces are said to be overlapping.

Since the boundary lines of the surfaces a) and b) on the left half of the figure below intersect beyond the range of the proximity threshold value, the relationship is regarded as shown in the figure on the right half, and the surfaces overlap each other.

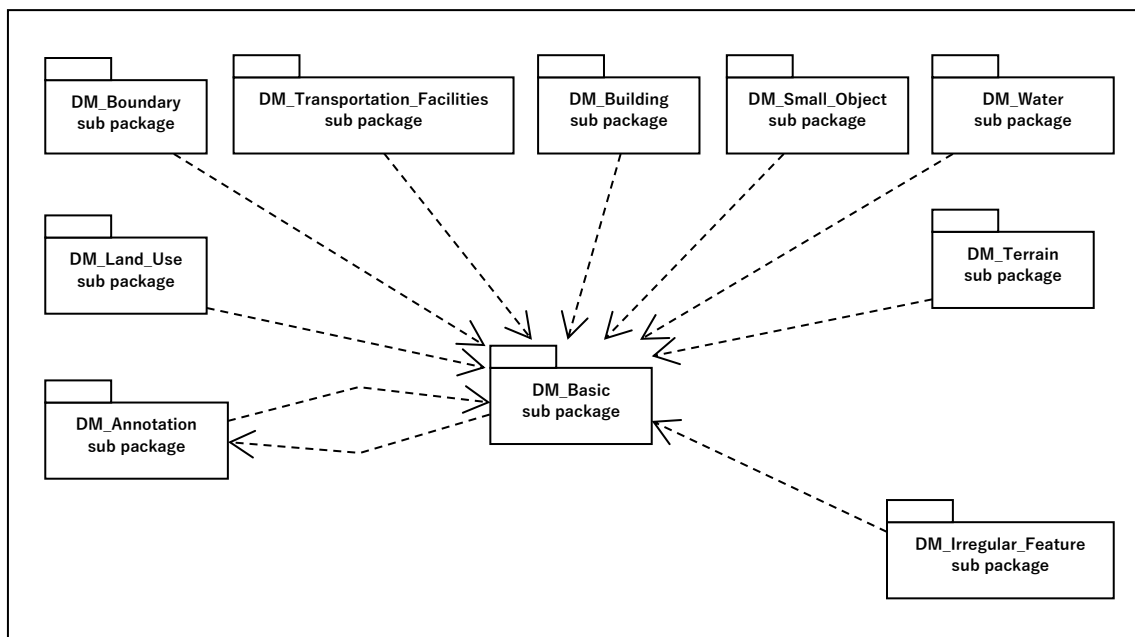


1.2. Application Schema (UML class diagram)

In this section, the application schema of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map is designed in accordance with ISO 19107 and described using a UML class diagram. (However, another method such as tabular format may be used instead of the UML class diagram.)

1.2.1. Package configuration

The package configuration (overall) of the Application Schema of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map is shown in the figure below.

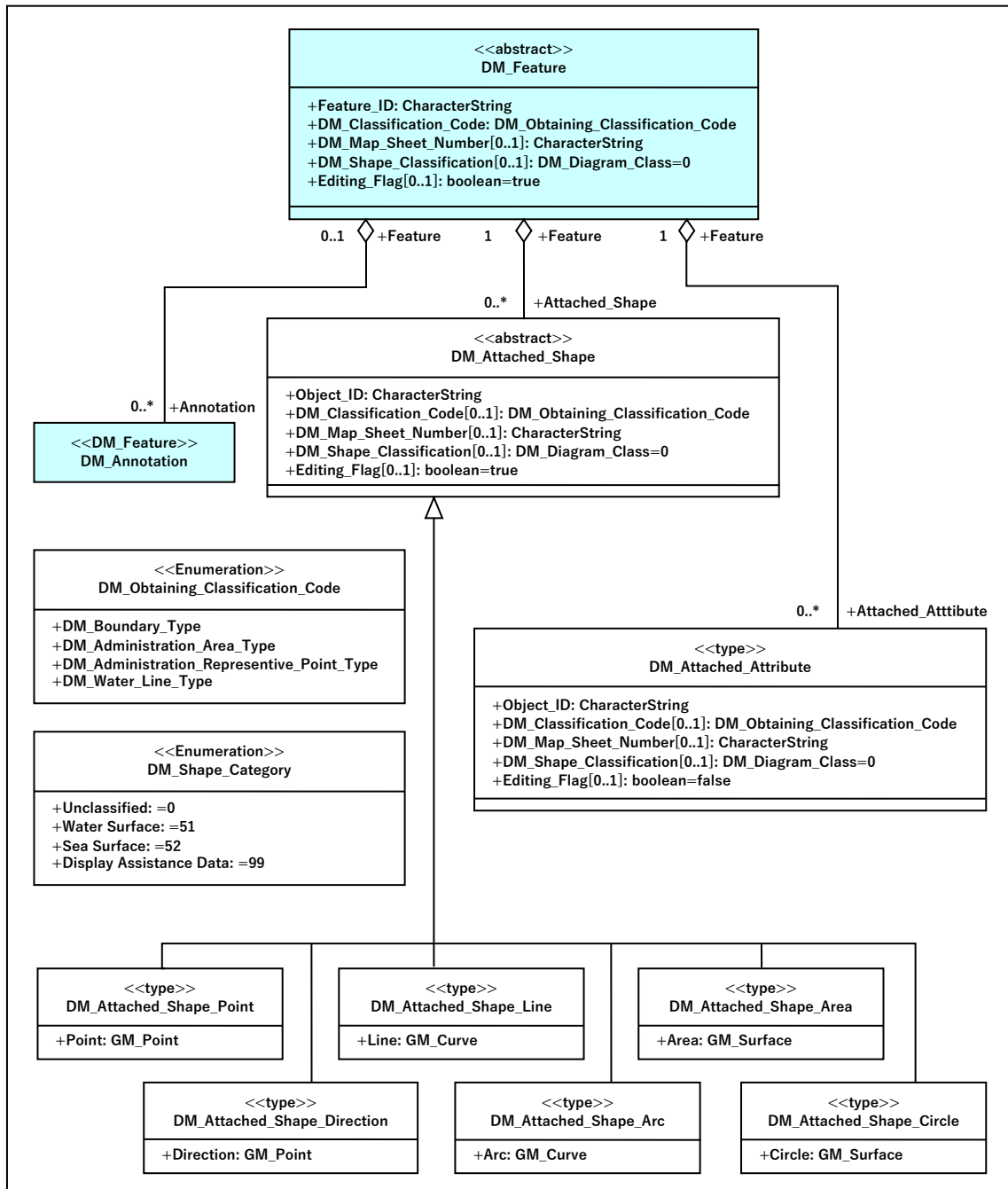


DM Data package (UML class diagram)

1.2.2. DM_Basic sub package

This sub package defines the DM_Feature class and ties it to related classes, which are the super classes of all digital topographic map data features.

- Feature class: DM_feature, DM_Annotation, DM_Attached_Shape
- Enumeration type: DM_Obtaining_Classification_Code, DM_Shape_Category



DM_Basic sub package (UML class diagram)

1.2.3. DM_Boundary sub package

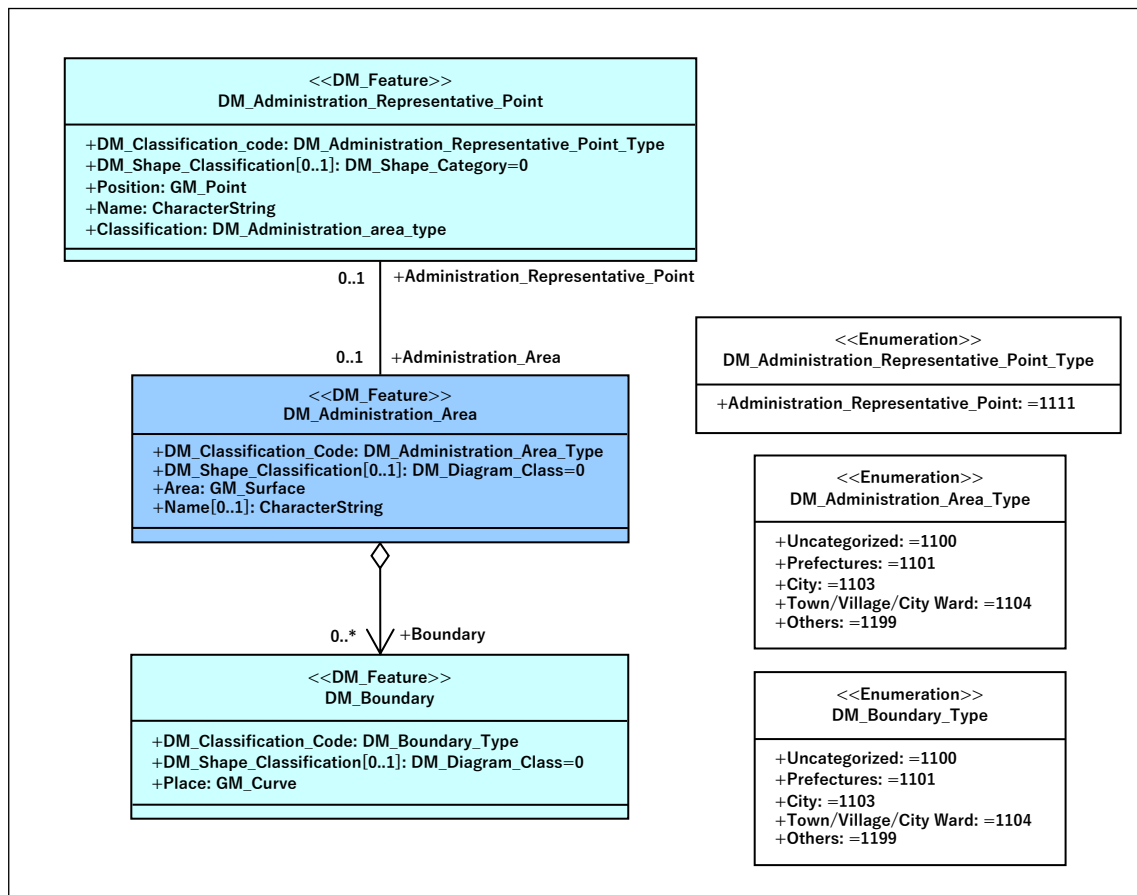
DM_Boundary sub packages are a group of feature classes that define the details of the "Boundaries".

— Feature class:

DM_Administration_Representative_Point, DM_Administration_Area, DM_Boundary

— Enumeration type:

DM_Administration_Representative_Point_Type, DM_Administration_Area_Type, DM_Boundary_Type



DM_Boundary sub package (UML class diagram)

1.2.4. DM_Transportation_Facilities sub package

The description of DM_Transportation_Facilities sub package is omitted.

1.2.5. DM_Building sub package

The description of DM_Building sub package is omitted.

1.2.6. DM_Small_Object sub package

The description of DM_Small_Object sub package is omitted.

1.2.7. DM_Water sub package

The description of DM_Water sub package is omitted.

1.2.8. DM_Land_Use sub package

The description of DM_Land_Use sub package is omitted.

1.2.9. DM_Terrain sub package

The description of DM_Terrain sub package is omitted.

1.2.10. DM_Annotation sub package

The description of DM_Annotation sub package is omitted.

1.2.11. DM_Irregular_Feature sub package

The description of DM_Irregular_Features sub package is omitted.

Appendix 2

Feature Catalogue
of
1:2,500 Scale Digital Topographic Map
(draft)

December 2021

Name of Survey Department, Country
JICA Project Team

Normative Reference

The following referenced documents are the standards to which this feature catalogue complies.

- ISO/TS 19103, Geographic information – Conceptual schema language
- ISO 19107, Geographic information – Spatial schema
- ISO 19108, Geographic information – Temporal schema
- ISO 19109:2005, Geographic information – Rules for application schema
- ISO 19110, Geographic information – Methodology for feature cataloguing

Contents

	Page
1. Feature Catalogue	1
1.1. Feature Catalogue	1
1.1.1. Feature catalogue information	1
1.1.2. Feature information (Feature catalogue configuration).....	1
1.1.3. Package configuration	2
1.1.4. DM_Basic sub package.....	2
1.1.5. DM_Boundary sub package.....	8
1.1.6. DM_Transportation_Facilities sub package.....	18
1.1.7. DM_Building sub package	18
1.1.8. DM_Small_Object sub package.....	18
1.1.9. DM_Water sub package	18
1.1.10. DM_Land_Use sub package.....	18
1.1.11. DM_Terrain sub package	18
1.1.12. DM_Annotation sub package	18
1.1.13. DM_Irregular_Feature sub package	18
2. Appendix of Feature Catalogue	19
2.1. Application pattern of spatial attributes.....	19
2.1.1. Point element pattern P1	19
2.1.2. Line element pattern L1	19
2.1.3. Area element pattern A1	20
2.1.4. Area element pattern A2	21
2.2. Classification of spatial shapes and relationships of feature instances.....	22
2.2.1. Shape pattern of feature instances	22
2.2.2. Crossing pattern between feature instances.....	23

1. Feature Catalogue

1.1. Feature Catalogue

This section provides detailed information for all feature classes defined in the Feature Catalogue of 1:2,500 Digital Topographic Map application schemas.

1.1.1. Feature catalogue information

This clause describes the basic information of the feature catalogue.

Feature catalogue name	Feature Catalogue of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)
Scope	All features defined by the application schema
Revision	Same version as that of Appendix 2
Date	Same date as that of Appendix 2
Responsible party	Same responsible party shown in the product specifications

1.1.2. Feature information (Feature catalogue configuration)

Depending on the feature class, some of the following items for all feature classes defined in the application schema of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (Draft) are described. The description is organized in the same sub package unit as the application schema.

*In this document, only part of DM_Basic sub package and DM_Boundary sub package are described

- Feature class:
- Superclass:
- Is Abstract:
- Attributes inherited from superclass and redefined:
- Attributes:
- Aggregation:
- Association:
- Composition:
- Relationship:
- Units of instance:
- Relationship with other instances:
- Instance example:
- Enumeration type:
- Enumeration value:
- Notes:

1.1.3. Package configuration

Package configuration is described in clause 1.2.1 of "Appendix 1 Application Schema of 1:2,500 Scale Digital Topographic Map (draft)."

1.1.4. DM_Basic sub package

This sub package defines the DM_Feature, which is the superclass of all digital topographic map data features, and its related classes.

DM_Feature

This is an abstract class of all features.

In the application schema UML class diagram, all classes with stereotype <DM_Feature> inherit this class.

[Superclass: None](#)

[Is Abstract: True](#)

[Attributes:](#)

Feature ID: CharacterString

Feature ID uniquely identifies the feature in all digital topographic map data, and all features must retain this ID.

DM Classification Code: DM_Obtaining_Classification_Code

This value is for obtaining a classification code.
(Use alphanumeric characters)

DM Map Sheet Number [0..1]: CharacterString

The map sheet identification number of the digital topographic map data.
(Use alphanumeric characters)

If it is not necessary to identify the map sheet number for the feature, this attribute value may be omitted.

DM Shape Classification [0..1]: DM_Shape_Class=0

The value of the Shape classification for this feature instance.
This value is "0."

Editing Flag [0..1]: Boolean=false

Indicates that the editing process for each feature has been performed. (e.g. This feature has been newly added. The shape of this feature has changed.)

True	Editing process was performed
False	No editing process was performed (Default value)

[Aggregation:](#)

Attached Shape [0..1]: DM_Attached_Shape

Shape information attached to this DM_Feature.

Attached Attribute [0..*]: DM_Attached_Attribute

Attribute information attached to this DM_Feature.

Annotation [0..*]: DM_Annotation

Annotation information attached to this DM_Feature.

If the annotation attached to the DM_Feature can be clarified, an aggregate relationship is defined.

DM_Attached_Shape

A type for expressing shape information attached to DM_Feature.

[Superclass: None](#)

[Is Abstract: True](#)

[Attributes:](#)

Object ID: CharacterString

Uniquely identifies the object in all digital topographic map data.

The value of the Object ID is an OID data type-based character strings.

DM Classification Code: DM_Obtaining_Classification_Code

This value is for obtaining a classification code.

If the classification code is the same as the DM_Feature of the aggregation source, it can be omitted.

DM Map Sheet Number [0..1]: CharacterString

The map sheet identification number of the digital topographic map data.

(Use alphanumeric characters)

Editing Flag [0..1]: Boolean=false

Indicates that the editing process for each feature has been performed. (e.g. This feature has been newly added. The shape of this feature has changed.)

true	Editing process was performed
false	No editing process was performed (Default value)

DM_Attached_Shape_Point

A type for expressing point shape information attached to DM_Feature.

[Superclass: DM_Attached_Shape](#)

[Attributes:](#)

Point: GM_Point

This is the position of the point shape.

This spatial attribute is composed of the point element P1 Pattern.

[Units of instance:](#)

Use a separate instance for each point to be represented.

[Relationship with other instances:](#)

See description of DM_Feature.

[Instance example:](#)

See description of DM_Feature.

DM_Attached_Shape_Direction

A type for expressing directional shape information attached to DM_Feature.

Superclass: [DM_Attached_Shape](#)

Attributes:

Direction: GM_Point

The position of the second point of the directional shape.
This spatial attribute is composed of the point element P1 Pattern.

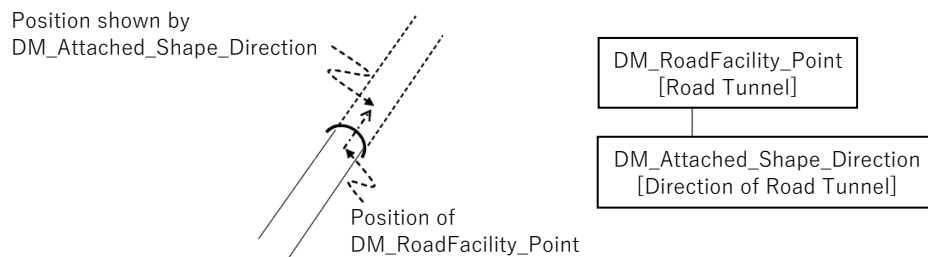
Units of instance:

Use a separate instance for each direction to be shown.

Relationship with other instances:

See description of DM_Feature.

Instance example:



DM_Attached_Shape_Line

A type for expressing line shape information attached to DM_Feature.

Superclass: [DM_Attached_Shape](#)

Attributes:

Line: GM_Curve

The position of the line shape.
This spatial attribute is composed of the line element L1 Pattern.

Units of instance:

The same instance for the range in which the attribute value does not change.

Relationship with other instances:

See description of DM_Feature.

Instance example:

See description of DM_Feature.

DM_Attached_Shape_Arc

A type for expressing arc shape information attached to DM Feature.

[Superclass: DM_Attached_Shape](#)

[Attributes:](#)

Arc: GM_Curve

The shape of the arc shape.

[Units of instance:](#)

An instance is an arc represented by three points on the same circle.

[Relationship with other instances:](#)

See description of DM_Feature.

[Instance example:](#)

See description of DM_Feature.

DM_Attached_Shape_Area

A type for expressing area shape information attached to DM_Feature.

[Superclass: DM_Attached_Shape](#)

[Attributes:](#)

Area: GM_Surface

The area of the surface shape.

This spatial attribute is composed of the area element A1 Pattern.

[Units of instance:](#)

The range in which the attribute value does not change is the same instance.

[Relationship with other instances:](#)

See description of DM_Feature.

[Instance example:](#)

See description of DM_Feature.

DM_Attached_Shape_Circle

A type for expressing circle area shape information attached to DM_Feature.

[Superclass: DM_Attached_Shape](#)

[Attributes:](#)

Area: GM_Surface

The area of the circular surface shape.

This GM_Surface is composed of GM_Circle with one GM_SurfacePatch.

This spatial attribute is composed of the area element A2 Pattern.

[Units of instance:](#)

There is a separate instance for each circular shape.

[Relationship with other instances:](#)

See description of DM_Feature.

[Instance example:](#)

See description of DM_Feature.

DM_Attached_Attribute

A type for expressing attribute information attached to DM_Feature.

[Superclass: None](#)

[Attributes:](#)

Object ID: CharacterString

Uniquely identifies the object in all digital topographic map data.

The value of the Object ID is an OID data type-based character strings.

DM Classification Code: DM_Obtaining_Classification_Code

This value is for obtaining a classification code.

If the classification code is the same as the DM_Feature of the aggregation source, it can be omitted.

DM Map Sheet Number [0..1]: CharacterString

The map sheet identification number of the digital topographic map data.

(Use alphanumeric characters)

Editing Flag [0..1]: Boolean=false

Indicates that the editing process for each feature has been performed. (e.g. This attached attribute has been newly added. The attribute of this feature has changed.)

True	Editing process was performed
False	No editing process was performed (Default value)

[Units of instance:](#)

It becomes a separate instance for each attribute unit that can be classified by attribute name.

[Relationship with other instances:](#)

See description of DM_Feature.

[Instance example:](#)

See description of DM_Feature.

DM_Obtaining_Classification_Code (Enumeration type)

An enumeration type to represent classification code of DM data held by DM_Feature, DM_Attached_Shape, and DM_Attached_Attribute.

[Aggregation element of Enumeration value:](#)

DM_Boundary_Type

DM_Administration_Area_Type

DM_Administration_Representation_Point_Type

DM_Water_Line_Type

1.1.5. DM_Boundary sub package

This clause defines the information about boundary features.

*In this document, the structure of an administrative unit is assumed to be as follows:

- First level: Country
- Second level: Prefecture
- Third level: Gun and city (referred to collectively as "city")
- Forth level: Town, village, and city ward

DM_Boundary

The boundary of the administration includes Prefectural boundaries (DM Classification Code=1101), City boundaries (DM Classification Code=1103), Town/Village/City ward boundaries (DM Classification Code=1104), and Others (DM Classification Code=1199).

[Superclass: DM_Feature](#)

[Attributes inherited from superclass and redefined:](#)

DM Classification Code: DM_Boundary_Type

The value of the acquisition classification code for this feature instance.

The enumeration data defined in DM_Boundary_Type is set to the value of this attribute.
(*Higashi Ward of Nagoya City has DM Classification Code = 1104)

DM Shape Classification [0..1]: DM_Shape_Class=0

The value of the shape classification for this feature instance.

This value is "0."

[Attributes:](#)

Place: GM_Curve

Place of boundaries.

This spatial attribute consists of Line element L1 pattern.

[Notes:](#)

If you create a DM_Administration_Area polygon and it refers to a boundary, then a DM_Boundary instance must exist seamlessly as the boundary of the DM_Administration_Area polygon.

Since DM_Administration_Area has a coastline as a boundary, there are many parts where DM_Water_Line instances and DM_Boundary instances overlap on the coastline. If the existing DM_Boundary instance does not completely close DM_Administration_Area, you need to create an additional DM_Boundary instance and close DM_Administration_Area. In this case, set the edit execution flag of the added feature to true.

Units of instance:

For each of Prefecture, City, and Town/Village/City Ward, a continuous line segment indicating the boundary is regarded as one DM_Boundary instance, and the instance is divided at the place that meets the following conditions.

(1) Where the boundary of administration area (DM_Boundary etc.) branches
 Note) For example, when creating a city boundary, if the boundary between the city and neighboring cities branches, divide it at that point as well. This is the instance split required for boundary references.

(2) Where the type of DM_Boundary instance changes
 — DM_Boundary instances must not self-cross.
 — If a DM_Boundary instance constitutes a ring and there is no point that meets the above conditions, one instance constitutes the shape of the ring. In this case, the coordinate values of the start point and the end point must match.
 — The DM_Boundary instance, which was additionally created to configure the DM_Administrative_Area polygon as a closed area, becomes a separate instance from the existing instances, and "execution flag=true" is set.

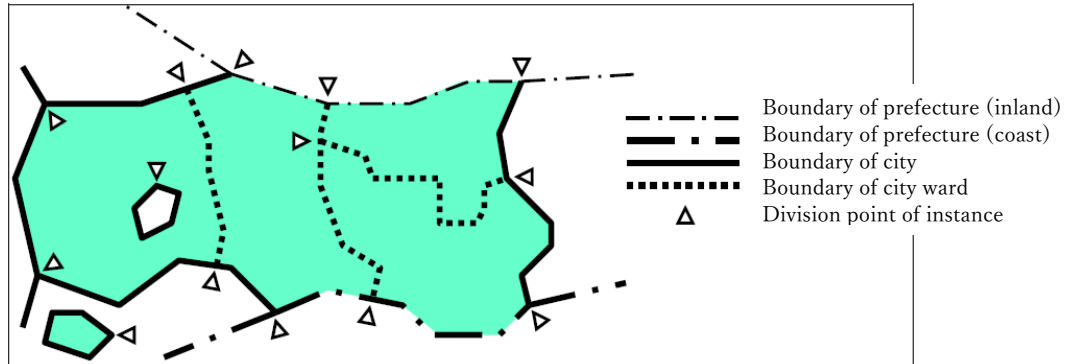
Relationship with other instances:

Relative positional relationship and connection relationship with other feature instances

Counterpart feature	Procedure to keep relative positional relationship	Selectable intersection patterns
DM_Boundary (Same class)	<ul style="list-style-type: none"> — DM_Boundary instances do not intersect or overlap each other. (Except when they are not the boundary of the adjacent municipality) — Connect everything except the undecided boundary. — The instance is divided only at the branch point of the boundary with the higher type and the same type. — The DM_Boundary extending from the inland to the coast connects to the DM_Boundary that overlaps the coastline. 	LL1, LL2, LL11
DM_Water (Coastline part)	<ul style="list-style-type: none"> — Instances that exist in the coastline part of DM_Boundary overlap with a DM_Water_line instance whose DM_Water_line_type is the coastline. However, they are different instances. — The DM_Boundary drawn to the sea is cut at the intersection with the coastline, leaving the instance. (This instance is not used for boundary reference) 	LLx other than LL6
DM_Water (Inland water line part)	<ul style="list-style-type: none"> — Even on lakes or ponds, if the boundary is fixed, connect DM_Boundary. — The waterline of the island on the lake or pond is not DM_Boundary. 	All LLx
DM_Administrative_Area	<ul style="list-style-type: none"> — The DM_Boundary instance becomes the boundary of the corresponding DM_Administrative_Area and is referenced. 	-

Instance example:

The figure below shows an example of the administrative unit boundary line for a city represented by DM_Boundary instances.



This city area is surrounded by a prefectural boundary, city boundary, and coastline, with a ward boundary within the city area.

The figure also shows the boundaries outside the city limits, but instances of that part basically do not exist as data for this city.

In this figure, it is necessary to create a DM_Boundary instance with "DM classification code=boundary of prefecture<1101>" set for the border line of the prefecture and a DM_Boundary instance with "DM classification code=boundary of City, <1103>" set for the border line of the city. Create a DM_Boundary instance with "DM classification code=boundary of Town, Village, and City Ward<1104>" for the border line of the ward.

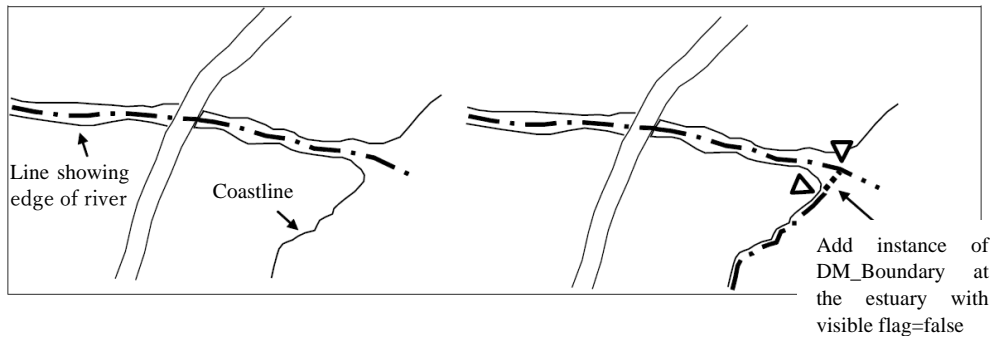
In addition, a DM_Boundary instance with "DM classification code=boundary of prefecture<1101>" may be created as an instance overlapping with coastline (DM_Water) for coastline portions. This instance is needed when all the boundaries of the DM_Administration_Area instance should be surrounded by DM_Boundary instances. But it is not mandatory.

The triangles in the figure have their vertices indicating the division points of each DM_Boundary instance. There are places where DM_Boundary instances are extended outside the city area, but they are not subject to creation as DM_Boundary instances related to this city area. However, there should be division points of the instances where they branch.

If there is no instance division point on the boundary of this city's exclave or other city's enclave within the city area, you can close the area with one DM_Boundary instance, and there is only one end point of boundary instance at any break point.

The following figure shows an example of a DM_Boundary (DM classification code=Prefecture<1101>) instance created as an instance overlapping with DM_Water on the coastline. The thick alternating long and short dash line in the figure indicates the DM_Boundary instance.

At the mouth of a river, if a prefectural boundary is set near the center line of the river, there is a DM_Boundary instance there. In this case, extend the DM_Boundary instance on the coastline at the estuary, and add an instance (Another instance with visible flag=false) so that it can connect with the DM_Boundary instance near the center line. The triangles in the figure below show the division points of the instance.



DM_Boundary_Type (Enumeration)

The type of boundary, etc. defined as the acquisition classification code.

Enumeration value:

Uncategorized:	=1100
Prefecture:	=1101
City:	=1103
Town/Village/City Ward:	=1104
Others:	=1199

DM_Administration_Area

Administrative unit is either prefecture, city, town/village/city ward, or another unit. The DM_Administration_Area instance exists as an independent surface-shaped feature that holds a coordinate list, but in general, there is a DM_Boundary instance or a DM_Water instance at the boundary. If possible, it is desirable that the all of boundary parts are surrounded by instances such as DM_Boundary, but it is not mandatory. The DM_Administration_Area class expresses an administrative unit in terms of surface shape.

[Superclass: DM_Feature](#)

[Attributes inherited from superclass and redefined:](#)

DM Classification Code: DM_Administration_Area_Type

This value is the acquisition classification code for this feature.

The enumerated data defined in DM_Administration_Area_Type is set to the value of this attribute.

DM Shape Classification [0..1]: DM_Shape_Class=0

The value of the shape classification for this feature instance.

This value is "0."

[Attributes:](#)

Area: GM_Surface

Area of an administration unit. This spatial attribute consists of surface element A1 pattern.

Name [0..1]: CharacterString

Administration unit name.

[Aggregation:](#)

Boundary [0..1]: DM_Boundary

Aggregate DM_Boundary instances that make up the boundaries of an administration unit.

Set when this association is possible. The associated DM_Boundary instance may be part of the DM_Administration_Area boundary.

[Association:](#)

Administration Representative Point [0..1]: DM_Administration_Representative_Point

It is related to the DM_Administration_Representative_Point instance, which indicates the representative point of the administrative unit.

It is set when the association is possible.

When one administrative unit is composed of multiple DM_Administration_Area instances, this association is limited to one representative instance among the instances.

[Units of instance:](#)

Among the areas defined as prefectures, cities, towns/villages/city wards, and cho-me, each contiguous area is regarded as one entity, and a DM_Administration_Area instance is applied to each of them. Exclaves and islands are separate instances because they are not contiguous areas even within one administrative unit.

A point that belongs to the area as a prefecture and also belongs to the area of a city, but since the area as a prefecture and the area as a city are different entities, there are instances corresponding to their areas.

Note)

When focusing on DM_Administration_Area instances (DM Classification Code=Prefecture) for example, there is a DM_Administration_Area instance in Tokyo (prefecture) on Izu Oshima, but Tokyo (prefecture) including Chiyoda Ward is a different instance as the DM_Administration_Area instance.

— If there are enclaves of other administrative units within the range of an administrative unit, there exists one DM_Administration_Area instance containing a polygon hollowed by the interior.

— In the case of "DM Classification Code=City <1103>" or "DM Classification Code=Town/Village/City Ward<1104>", even if there is a place where the boundary line of the city/town/village is not fixed, a DM_Administration_Area instance can be set by drawing a temporary line.

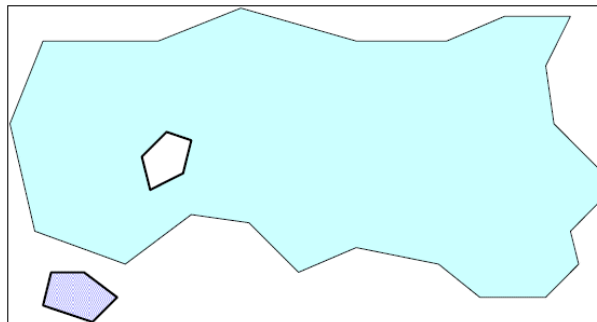
Relationship with other instances:

Relative positional relationship and connection relationship with other feature instances

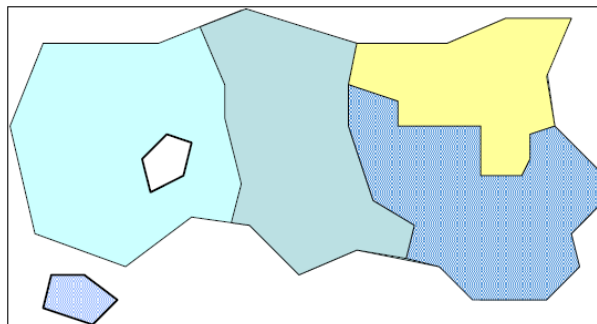
Counterpart feature	Procedure to keep Relative positional relationship	Selectable intersection patterns
DM_Administration_Area (Same class)	— The two DM_Administration_Area instances are either adjacent or separated.	AA1, AA6
DM_Boundary	— The DM_Administration_Area instance and the DM_Boundary instance with the same DM Classification Code either share lines at the boundaries of the surfaces or are separated from each other.	LA7, LA8, LA9
DM_Administration_Area_Representative_Point	— The DM_Administration_Area instance and the DM_Administration_Representative_Point instance with the same DM_Classification_Code either share point inside of the surface or are separated from each other.	PA1, PA3

Instance example:

The following figure shows an example of a DM_Administration_Area instance for a city area. The city's exclave will be a separate instance. In addition, the enclave of another city within the city area is created as the hollowed polygon.



The following figure shows an example of acquiring DM_Administration_Area instances for ward units. Instances are separated where the colors and hatch patterns are different.



DM_Administration_Area_Type (Enumeration type)

The type of administration unit.

Since this classification is not in the acquisition classification code, the same value as DM_Boundary_Type is used as the enumeration value.

Enumeration value:

Uncategorized:	=1100
Prefectures:	=1101
City:	=1103
Town/Village/City Ward:	=1104
Others:	=1199

DM_Administration_Representative_Point

Generally, this point is set near the government building, which is the center of an administrative agency such as a prefectural office or city hall. There is one representative point for each administrative area and none for exclaves.

[Superclass: DM_Feature](#)

[Attributes inherited from superclass and redefined:](#)

DM Classification Code: DM_Administration_Representative_Point_Type

The value of the acquisition classification code for this feature.

The enumeration data defined in DM_Administration_Representative_Point_Type is set to the value of this attribute.

DM Shape Classification [0..1]: DM_Shape_Class=0

The value of the Shape classification for this feature instance.

This value is "0."

[Attributes:](#)

Position: GM_Point

Position of administration representative point.

This spatial attribute consists of point element P1 pattern.

Name [0..1]: CharacterString

Administration name.

Classification: DM_Administration_Area_Type

DM_Administration_Area_Type

[Association:](#)

Administration Area [0..1]: DM_Administration_Area

Association with the administrative unit represented by this administrative representation point. It is set when the association is possible.

Units of instance:

There is one instance for each Prefecture, City, Town/Village/City Ward.
There is only one DM_Administration_Representative_Point instance in an administrative unit (which is an area under the jurisdiction of a local government and does not necessarily equal the administrative area instance).

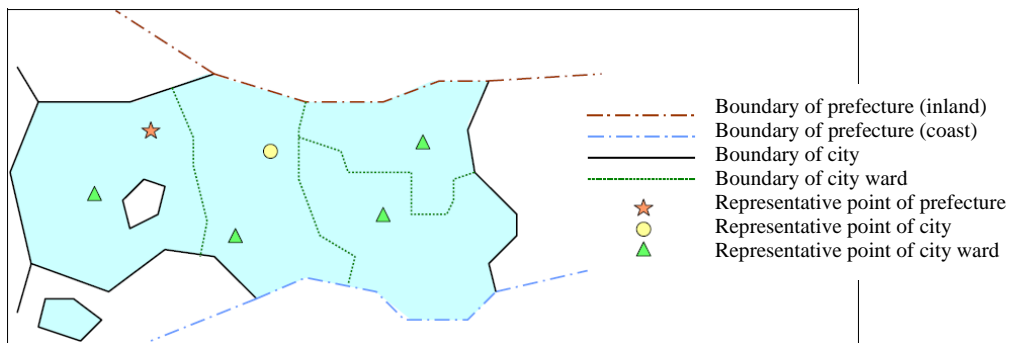
Relationship with other instances:

Relative positional relationship and connection relationship with other feature instances

Counterpart feature	Procedure to keep relative positional relationship	Selectable intersection patterns
DM_Administration_Representative_Point (Same class)	— There must not be more than one DM_Administration_Representation_Point Instance within the same DM_Administration_Area Instance.	-
DM_Administration_Area	— The DM_Administration_Representative_Point instance must be inside a DM_Administration_Area instance of the same type and name.	PA1

Instance example:

The following figure shows an example of an administration representative point instance for a city area. The area painted in light blue is the city area, and there is also a prefectural office in the city.



DM_Administration_Representative_Point_Type (Enumeration type)

The type of administration representative point.

Enumeration value:

Representation points of administration: =1111

1.1.6. DM_Transportation_Facilities sub package

The description of DM_Transportation_Facilities sub package is omitted.

1.1.7. DM_Building sub package

The description of DM_Building sub package is omitted.

1.1.8. DM_Small_Object sub package

The description of DM_Small_Object sub package is omitted.

1.1.9. DM_Water sub package

The description of DM_Water sub package is omitted.

1.1.10. DM_Land_Use sub package

The description of DM_Land_Use sub package is omitted.

1.1.11. DM_Terrain sub package

The description of DM_Terrain sub package is omitted.

1.1.12. DM_Annotation sub package

The description of DM_Annotation sub package is omitted.

1.1.13. DM_Irregular_Feature sub package

The description of DM_Irregular_Features sub package is omitted.

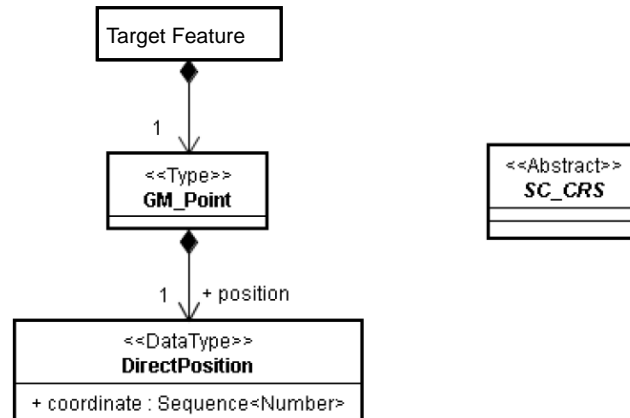
2. Appendix of Feature Catalogue

2.1. Application pattern of spatial attributes

In this section, the details of the elements that make up each spatial attribute are classified and defined as application patterns.

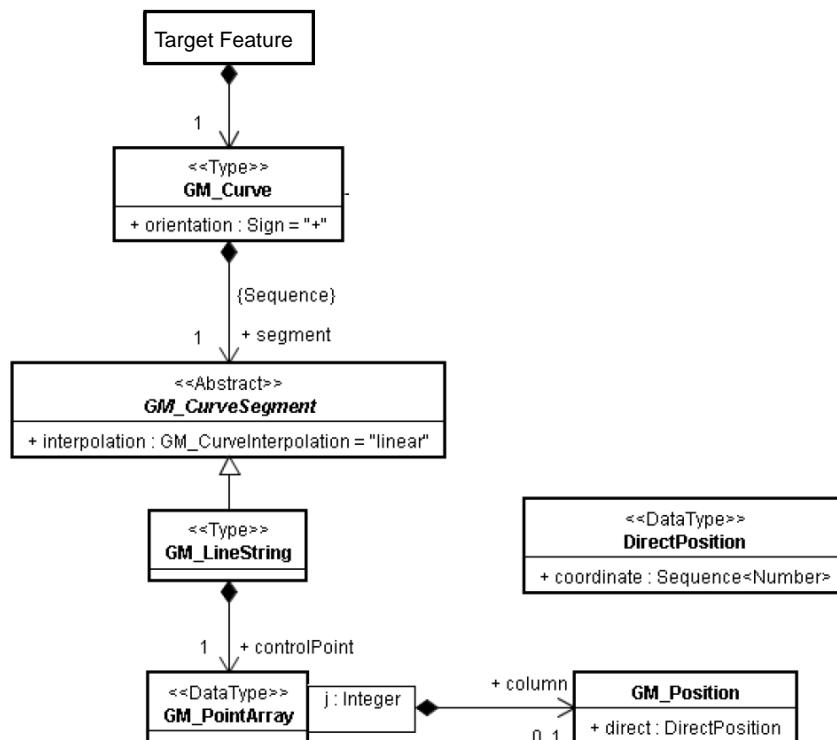
2.1.1. Point element pattern P1

The configuration of the spatial attribute when the point element by GM_Point is specified is shown below.



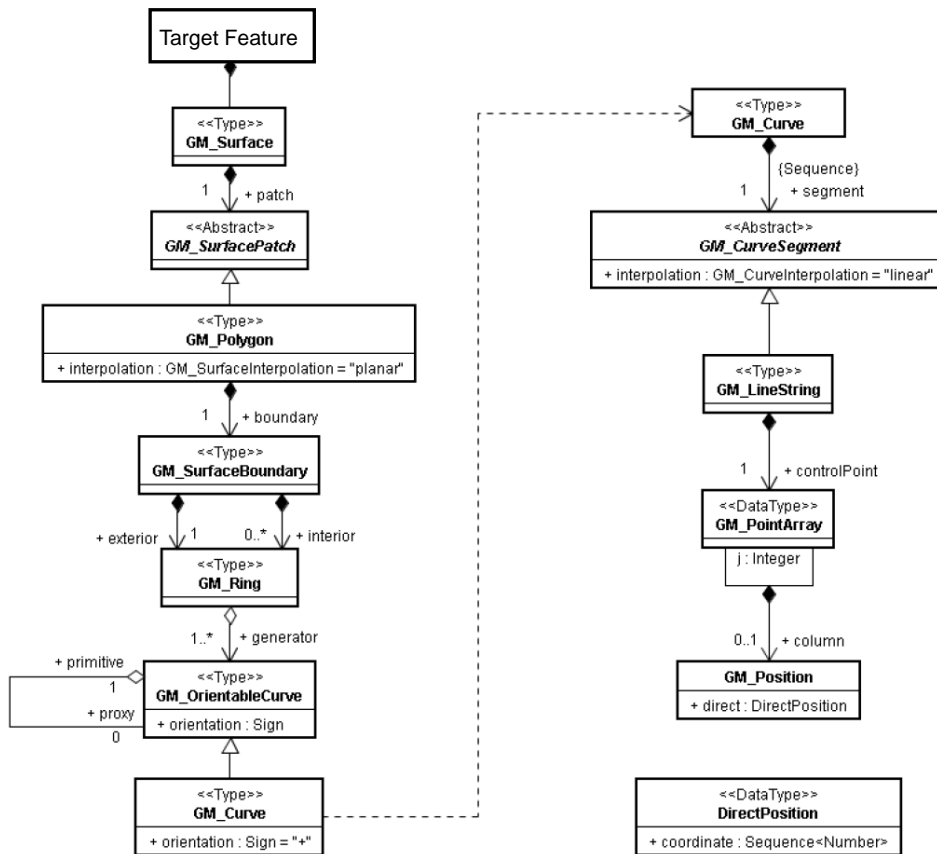
2.1.2. Line element pattern L1

The configuration of the spatial attribute when expressing a polygonal line by specifying the line element by GM_Curve is shown below.



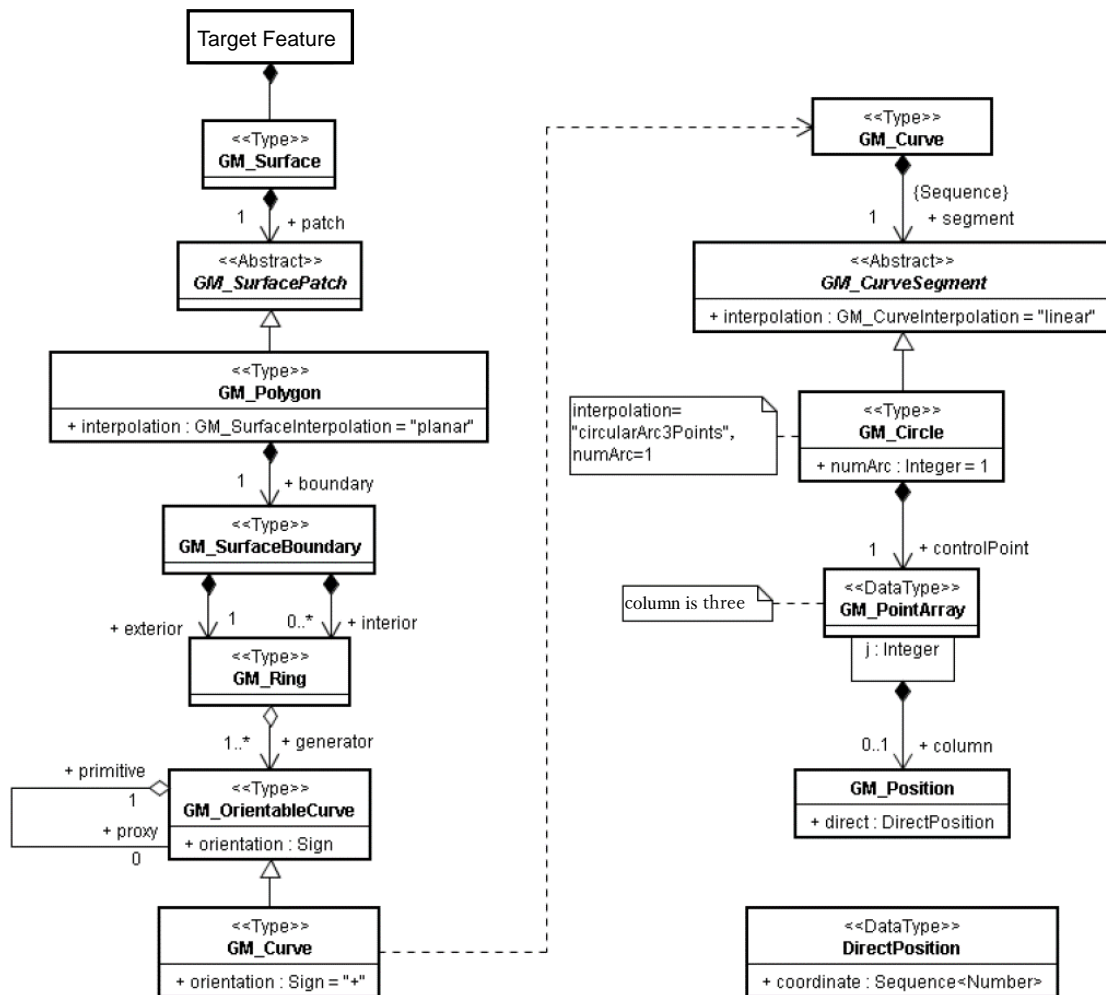
2.1.3. Area element pattern A1

The configuration of the spatial attribute when expressing a polygon by specifying a surface element by GM_Surface is shown below.



2.1.4. Area element pattern A2

The configuration of the spatial attributes when expressing a circular surface by specifying the surface element by GM_Surface is shown below.



2.2. Classification of spatial shapes and relationships of feature instances

This section defines the shape pattern for classifying the spatial shape of each feature instance, as well as the crossing pattern for classifying the relationship between feature instances (or spatial attributes).

2.2.1. Shape pattern of feature instances

Each geometric object can be called as follows.

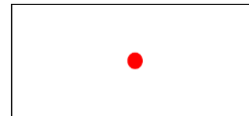
- Features with GM_Point = Point features
- Features with GM_Curve = Line features
- Features with GM_Surface/GM_PolyhedralSurface = Area features

And the shape pattern of each object instance can be classified as follows.

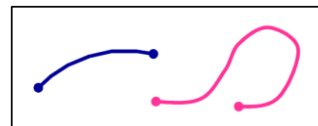
Shape pattern identifier

Uan	U	Fixed value
	a	P: Point feature L: Line feature A: Area feature
	n	Serial number

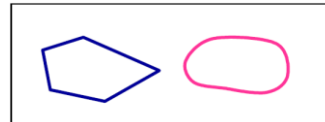
- 1) Shape pattern UP1
UP1: Simple Point Features



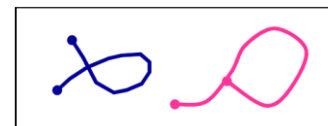
- 2) Shape pattern UL1
UL1: Simple Line Features



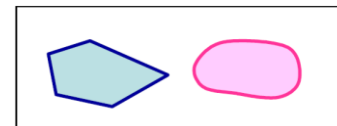
- 3) Shape pattern UL2
UL2: Simple Ring Features



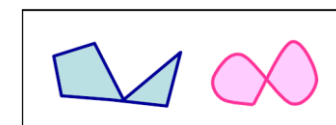
- 4) Shape pattern UL3
UL3: Self-crossing Line Features



- 5) Shape pattern UA1
UA1: Simple Area Features



- 6) Shape pattern UA2
UA2: Self-crossing Area Features



2.2.2. Crossing pattern between feature instances

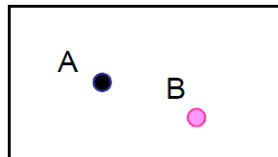
A feature instance has a constraint in relation to the feature instances of other classes. The intersection patterns that are the constraints are defined as follows.

Crossing pattern identifier

abn	a	P: Point feature L: Line feature A: Area feature
	b	P: Point feature L: Line feature A: Area feature
	n	Serial number

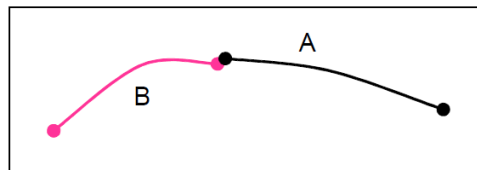
1) Crossing pattern PP1

PP1: Point feature "A" and Point feature "B" do not have same coordinates.



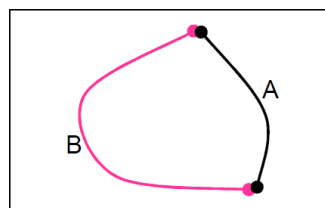
2) Crossing pattern LL1

LL1: The points of the one end of Line feature "A" and Line feature "B" are connected, and does not intersect.



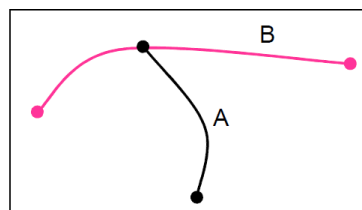
3) Crossing pattern LL2

LL2: The points of the both ends of Line feature "A" and Line feature "B" are connected, and does not intersect. (It makes a ring.)

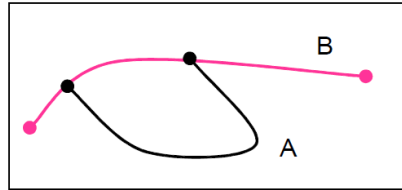


4) Crossing pattern LL3

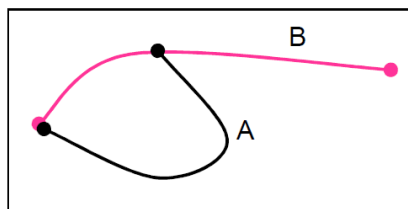
LL3: The point at one end of Line feature "A" connects in the middle of Line feature "B" and does not intersect.



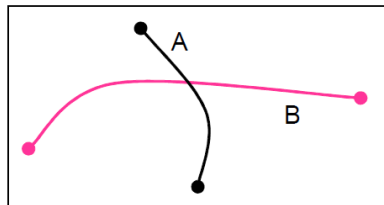
- 5) Crossing pattern LL4
 LL4: The points at both ends of Line feature "A" connect in the middle of Line feature "B" and do not intersect. (Both end points of Line feature "A" are connected to the middle of Line feature "B.")



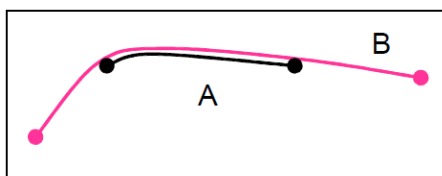
- 6) Crossing pattern LL5
 LL5: Line feature "A" connects in the middle of Line feature "B" and does not intersect. (The point at one end of Line feature "A" connects to the point at one end of Line feature "B".)



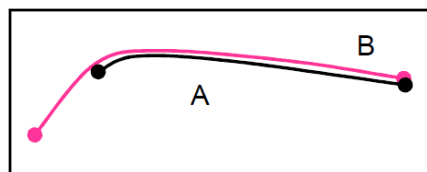
- 7) Crossing pattern LL6
 LL6: Line feature "A" and Line feature "B" intersect.



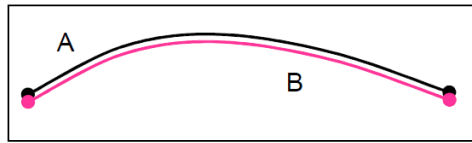
- 8) Crossing pattern LL7
 LL7: Line feature "A" is included in Line feature "B."
 (End points of the line not shared.)



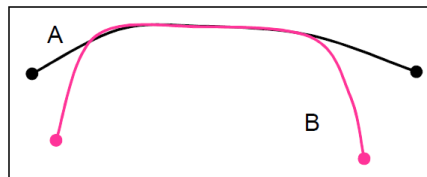
- 9) Crossing pattern LL8
 LL8: Line feature "A" is included in Line feature "B."
 (One of the end points of both features is shared.)



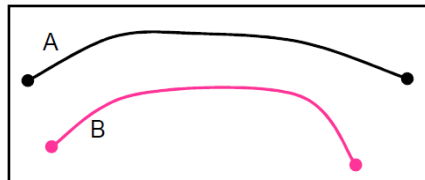
- 10) Crossing pattern LL9
LL9: Line feature "A" and Line feature "B" match perfectly.



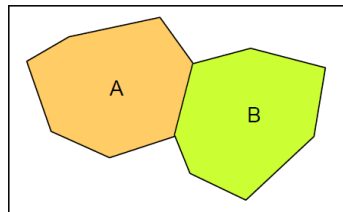
- 11) Crossing pattern LL10
LL10: Line feature "A" and Line feature "B" overlap.



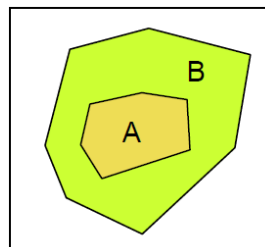
- 12) Crossing pattern LL11
LL11: Line feature "A" and Line feature "B" are separate.



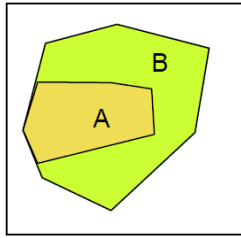
- 13) Crossing pattern AA1
AA1: Area feature "A" and Area feature "B" are in contact.



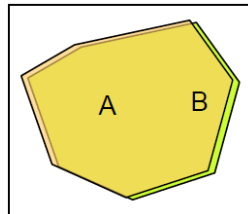
- 14) Crossing pattern AA2
AA2: Area feature "A" is included in Area feature "B."



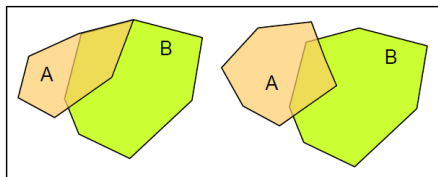
- 15) Crossing pattern AA3
 AA3: Area feature "A" is included in Area feature "B."
 (Part of the boundary overlaps.)



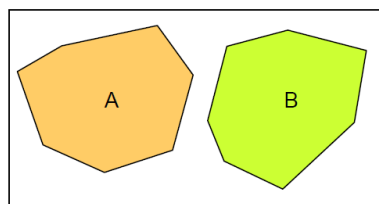
- 16) Crossing pattern AA4
 AA4: Area feature "A" and Area feature "B" match perfectly.



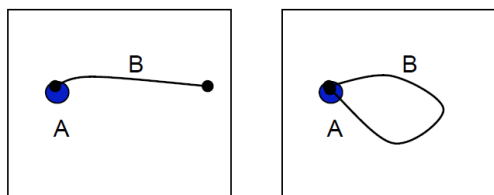
- 17) Crossing pattern AA5
 AA5: Area feature "A" and Area feature "B" overlap partially.



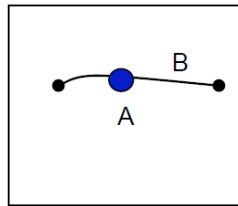
- 18) Crossing pattern AA6
 AA6: Area feature "A" and Area feature "B" are separate.



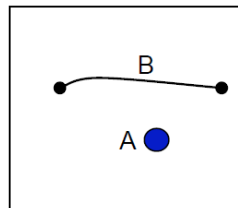
- 19) Crossing pattern PL1
 PL1: Point feature "A" is at the end of Line feature "B."



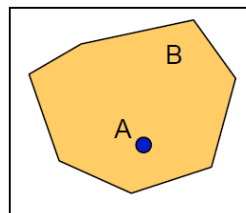
- 20) Crossing pattern PL2
PL2: Point feature "A" is in the middle of Line feature "B."



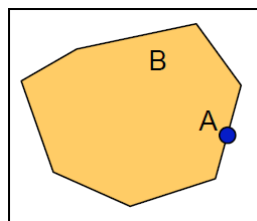
- 21) Crossing pattern PL3
PL3: Point feature "A" and Line feature "B" are separated.



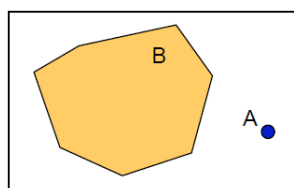
- 22) Crossing pattern PA1
PA1: Point feature "A" is included in Area feature "B."



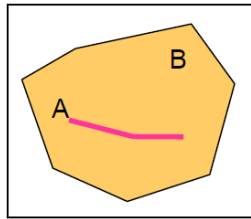
- 23) Crossing pattern PA2
PA2: Point feature "A" exists on the boundary of Area feature "B."



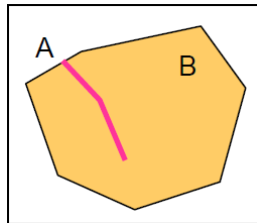
- 24) Crossing pattern PA3
PA3: Point feature "A" and Area feature "B" are separate.



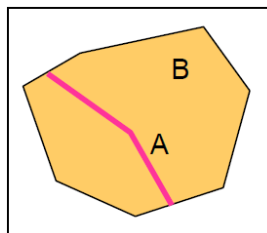
- 25) Crossing pattern LA1
 LA1: Line feature "A" does not exist outside Area feature "B."
 (The line is completely contained inside the area.)



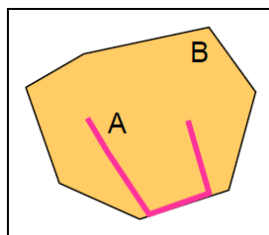
- 26) Crossing pattern LA2
 LA2: Line feature "A" does not exist outside Area feature "B."
 (One end of Line feature "A" is on the boundary of the area.)



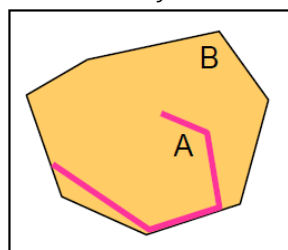
- 27) Crossing pattern LA3
 LA3: Line feature "A" does not exist outside Area feature "B."
 (Both ends of Line feature "A" are on the boundary of the area.)



- 28) Crossing pattern LA4
 LA4: Line feature "A" does not exist outside Area feature "B."
 (Part of the line overlaps the area boundary, and the points at both ends of the line are inside the area.)



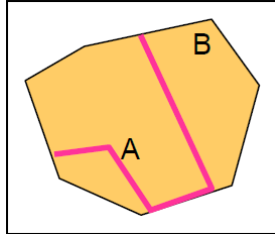
- 29) Crossing pattern LA5
 LA5: Line feature "A" does not exist outside Area feature "B."
 (Part of the line overlaps the area boundary, one end of the line is inside the area, and the other end of the line is on the boundary of the area.)



30) Crossing pattern LA6

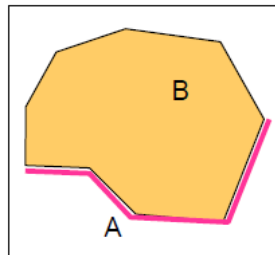
LA6: Line feature "A" does not exist outside Area feature "B."

(Part of the line overlaps the area boundary, and both ends of the line are on the boundary of the area.)



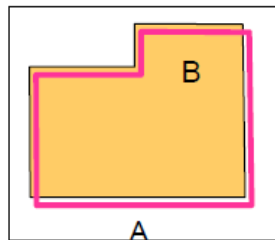
31) Crossing pattern LA7

LA7: Line feature "A" and part of boundary of Area feature "B" match.



32) Crossing pattern LA8

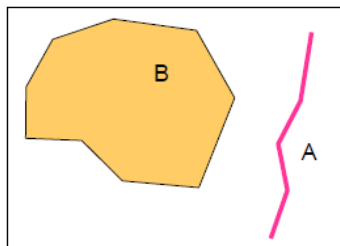
LA8: A pattern in which Line feature "A" and the boundary of Area feature "B" match exactly.



33) Crossing pattern LA9

LA9: A pattern where Line feature "A" is outside Area feature "B."

Boundary & interior of feature "A" and boundary & interior of feature "B" do not intersect.



Appendix 3

Data Quality
of
1:2,500 Scale Digital Topographic Map
(draft)

December 2021

Name of Survey Department, Country
JICA Project Team

Normative Reference

The following referenced documents are the standards to which this data quality complies.

- ISO 19157:2013, Geographic information – Data quality
- ISO/TS 19138, Geographic information – Data quality measures

Contents

	Page
1. Data Quality.....	1
1.1. Data Quality Evaluation.....	1
1.2. Common items regarding quality evaluation methods.....	2
1.3. Completeness.....	3
1.4. Logical Consistency	4
1.5. Positional Accuracy.....	5
1.6. Temporal Quality.....	8
1.7. Thematic Accuracy	9

1. Data Quality

*Data quality evaluation mainly for some features in the boundary sub package is exemplified in this document.

1.1. Data Quality Evaluation

This document shows the requirements, evaluation method and reporting for the data quality of the features defined in the data content and structure of the main document. The following Table 1 shows the categories related to data quality and the data quality elements included in them.

Table 1: Data quality element

Category	Data quality element	Note
Completeness	Excess	
	Omission	
Logical consistency	Conceptual consistency	
	Domain consistency	
	Format consistency	
	Topological consistency	
Positional Accuracy	Absolute accuracy	
	Relative accuracy	
	Grid data positional accuracy	
Temporal quality	Time measurement accuracy	
	Time consistency	
	Time validity	
Thematic accuracy	Classification correctness	
	Non-quantitative attribute correctness	
	Quantitative attribute accuracy	

1.2. Common items regarding quality evaluation methods

*The following is just an example, and this kind of methodology should be defined.

Quality evaluation methods are divided into the following five types.

- Automatic inspection for all data
- Manual inspection for all data
- Manual inspection for sampled data
- Sampling inspection (Manual or Automatic, either will do)
- Inspection by the value calculated by a specific algorithm

Regarding the manual inspection for sampled data and the sampling inspection, the sampling method and pass/fail judgment shall be as follows.

1. Inspection lot: Entire area

2. Inspection amount: 2% of the total area.

3. Sampling method of inspection unit:

- ✓ The entire area is divided into map sheet units (one unit is 2km east-west by 1.5km north-south) which are divided into cells of 500m by 500m. This cell is called an inspection unit. Among the inspection amount which is 2% of total area, 1% is selected by the supervisor, and 1% is selected by random sampling.
- ✓ Inspection units are numbered sequentially from the upper left corner of the mapping area. The supervisor extracts inspection units from high-risk areas up to 1% of the total area. Separately, extract 1% at random using a random number table.
- ✓ The minimum number of inspection units is four.
- ✓ For the same survey results, the same inspection unit is used in principle for different quality evaluation items.

4. Item (Scope feature class instances) definition: Defined individually

5. Sampling rate:

- ✓ All data within the inspection unit is sampled.
- ✓ In principle, each inspection unit is divided into 10 by 10 sub-meshes, and all data are inspected for each sub-mesh.
- ✓ Depending on the quality evaluation procedure, the inspection unit may be divided into 2 by 2 sub-meshes.

6. Inspection method: Defined individually

7. Pass/Fail judgment:

- ✓ The error rate is calculated for each inspection unit by the following formula.
Error rate (%) = $a/b * 100$
 - a: Number of sub-meshes with one or more errors.
 - b: Total number of sub-mesh for each inspection unit
- ✓ If the error rate exceeds the conformance quality level in one or more inspection units, the target of the evaluation is failed.
- ✓ In such a case, all inspection units shall be re-inspected.
- ✓ When the re-inspection is completed, the inspection units corresponding to 3% of the entire area are extracted and error rate is calculated again. If the result is found to be non-conforming, an additional 4% inspection should be performed, or the survey work should be done again.

1.3. Completeness

Quality evaluation on completeness shall be done for the following.

*The following is just an example, and this kind of items should be defined for each requirement on completeness.

Completeness

Quality requirement	The number of instances must coincide with the reference data (Original of administrative areas, list of geodetic control points.)		
Category	Completeness	Data quality element	Comission/Omission
Data quality scope	Instances of the following feature classes. DM_Administration_Representative_Point DM_Administration_Area DM_Geodetic_Control_Point		
Data quality measure	Difference between the number of instances of the dataset and the number of instances of the reference data.		
Data quality evaluation procedure	Automatic inspection for all data 1. Count the number of data included in the reference data (Original of administrative areas, list of geodetic control points, etc.) for each class. 2. Count the number of dataset instances for each class. 3. The difference is calculated for each class from the results of 1. and 2. above, and the sum of the absolute values of the differences is taken as the number of errors.		
Conformance quality level	Pass if the number of errors is 0, and fail if it is 1 or more.		
Data quality result	The number of errors		

1.4. Logical Consistency

Quality evaluation on logical consistency shall be done for the following.

*The following is just an example, and this kind of items should be defined for each requirement on logical consistency.

Logical Consistency

Quality requirement	Must be a valid XML document.		
Category	Logical Consistency	Data quality element	Conceptual Consistency
Data quality scope	Dataset		
Data quality measure	Count of all items in the dataset that are not a valid XML document.		
Data quality evaluation procedure	Automatic inspection for all data 1. Count the feature instances with datasets whose types do not conform with that specified by application schema through the inspection program. (XML parser, etc.)		
Conformance quality level	Pass if the count of feature instances whose types do not conform with that specified by application schema is 0, and fail if it is 1 or more.		
Data quality result	This is a mandatory quality requirement, and no quality evaluation report is prepared.		

1.5. Positional Accuracy

Quality evaluation on positional accuracy shall be done for the followings.

*The following is just an example, and this kind of items should be defined for each requirement on positional accuracy.

Positional Accuracy

Quality requirement	Coordinates in the dataset have equal value as the original.		
Category	Positional Accuracy	Data quality element	Absolute Accuracy
Data quality scope	DM_Geodetic_Control_Point		
Data quality measure	Instances whose original coordinates are different from those in the dataset are regarded as errors.		
Data quality evaluation procedure	Automatic inspection for all data 1. Compare the coordinates of the data in the dataset with the plane coordinates of geodetic control point results, and if they are different, the corresponding instance is regarded as an error.		
Conformance quality level	Pass if the number of errors is 0, and fail if it is 1 or more.		
Data quality result	The number of errors		

Positional Accuracy

Quality requirement	Standard deviation of discrepancies between horizontal positions of the data in the dataset and those obtained by the survey for inspection is within the conformance quality level.		
Category	Positional Accuracy	Data quality element	Absolute Accuracy
Data quality scope	DM_Road		
Data quality measure	<p>Calculate the standard deviation of errors between coordinates of the data in the dataset and those obtained by survey for inspection which is the more accurate reference data, assuming the mean of errors is zero. Data located at the shaded area (invisible data) are excluded from the inspection.</p> <p>■ Standard deviation of errors in the horizontal position</p> $\text{Standard deviation} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((x_i - X_i)^2 + (y_i - Y_i)^2)}{n-1}}$ <p>x_i : X coordinate (in meters) of the target data for the inspection in the dataset y_i : Y coordinate (in meters) of the target data for the inspection in the dataset X_i : X coordinate (in meters) of the more accurate data Y_i : Y coordinate (in meters) of the more accurate data n : Number of samples</p>		
Data quality evaluation procedure	<p>Sampling inspection</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Extract inspection units followed by the sampling method. 2. Divide each inspection unit into 2 by 2 sub-meshes whose sizes are 250m by 250m. 3. Display or print out data in the inspection units (feature instance). 4. Extract more than 21 edges (two points/edges or more) from clearly identified features for each 250m sub-mesh. 5. Measure the coordinates of the extracted points in the dataset. 6. Obtain the result of the on-site survey for inspection (or material regarded as on-site survey result) corresponding to each extracted point. 7. Calculate the standard deviation of errors 		
Conformance quality level	Pass if the standard deviations of horizontal positions for all 250m sub-meshes are less than 1.75m, and fail if not.		
Data quality result	The maximum of the standard deviations calculated for all 250m sub-meshes (in meters).		

Positional Accuracy

Quality requirement	Standard deviation of discrepancies between horizontal positions of the data in the dataset and those obtained from the existing map is within the conformance quality level.		
Category	Positional Accuracy	Data quality element	Absolute Accuracy
Data quality scope	DM_Administration_Area		
Data quality measure	<p>Calculate the standard deviation of errors between coordinates of the data in the dataset and those obtained from the existing map which is the more accurate reference data, assuming the mean of errors is zero.</p> <p>■ Standard deviation of errors in the horizontal position</p> $\text{Standard deviation} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((x_i - X_i)^2 + (y_i - Y_i)^2)}{n-1}}$ <p>x_i : X coordinate (in meters) of the target data for the inspection in the dataset y_i : Y coordinate (in meters) of the target data for the inspection in the dataset X_i : X coordinate (in meters) of the more accurate data Y_i : Y coordinate (in meters) of the more accurate data n : Number of samples</p>		
Data quality evaluation procedure	<p>Sampling inspection</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Extract inspection units followed by the sampling method. 2. Divide each inspection unit into 2 by 2 sub-meshes whose sizes are 250m by 250m. 3. Display or print out data in the inspection units (feature instance). 4. Extract more than 21 edges (two points/edges or more) from clearly identified features for each 250m sub-mesh. 5. Measure the coordinates of the extracted points in the dataset. 6. Obtain the result of the on-site survey for inspection (or material regarded as on-site survey result) corresponding to each extracted point. 7. Calculate the standard deviation of errors 		
Conformance quality level	Pass if the standard deviations of horizontal positions for all 250m sub-meshes are equal to or less than 0.3mm on the map sheet, and fail if not.		
Data quality result	The maximum of the standard deviations calculated for all 250m sub-meshes (in millimeters).		

1.6. Temporal Quality

Quality evaluation on temporal quality shall be done for the followings.

*The following is just example, and this kind of items should be defined for each requirement on temporal quality.

Temporal Quality

Data quality requirement	"Life Time from" and "Life Time to" match the time range attribute value obtained from the reference data.		
Category	Temporal Quality	Data quality element	Time measurement accuracy/ Time consistency
Data quality scope	Dataset		
Data quality measure	<p>(For newly created data) The value of "Life Time from" set for the instance must be the date when the field survey or aerial photography is conducted. If the instance has a "Life Time to", the value must be "now." If the value of "Life Time from" is different from the date of the field survey or aerial photographing, or is not set, the instance is regarded as an error. So is the case in which "Life Time to" is not "now."</p> <p>(For data corrections) The "Life Time from" of the instance added at the time of revision must be the date of the field survey or aerial photographing. If the instance has a "Life Time to", the value must be "now." If the value of "Life Time from" is newer than the date of the field survey or aerial photographing, or is not set, the instance is regarded as an error. So is the case in which "Life Time to" is not "now."</p>		
Data quality evaluation procedure	Automatic inspection for all data Count the number of error instances for all instances.		
Conformance quality level	Pass if the number of errors is 0, and fail if not.		
Data quality result	The number of errors		

1.7. Thematic Accuracy

Quality evaluation on thematic accuracy shall be done for the following.

*The following is just example, and this kind of items should be defined for each requirement on thematic accuracy.

Thematic Accuracy

Quality requirement	DM Classification Code is set correctly.		
Category	Thematic Accuracy	Data quality element	Classification correctness
Data quality scope	Instances of the following feature classes. DM_Administration_Representative_Point DM_Administration_Area DM_Geodetic_Control_Point		
Data quality measure	If the DM Classification Code, which is one of the thematic attributes for the instance, is not set correctly, the instance is regarded as an error.		
Data quality evaluation procedure	Manual inspection for all data 1. Output the instance included in the inspection unit range so that the DM Classification Code can be identified. 2. Compare 1. with the data contained in the reference data (source materials of administrative areas, list of geodetic control points, etc.) and confirm that they are correct. 3. As a result of confirmation, an incorrect instance is regarded as an error.		
Conformance quality level	Pass if the number of errors is 0, and fail if not.		
Data quality result	The number of errors		

Appendix 4

Portrayal Catalogue
of
1:2,500 Scale Digital Topographic Map
(draft)

December 2021

Name of Survey Department, Country
JICA Project Team

Normative Reference

The following referenced documents are the standards to which this portrayal catalogue complies.

— ISO 19117, Geographic information – Portrayal

Contents

	Page
1. Portrayal.....	1
1.1. Portrayal.....	1
1.2. Portrayal Catalogue.....	2
1.2.1. DM_Boundary sub package.....	4
1.2.2. DM_Transportation_Facilities sub package.....	5
1.2.3. DM_Building sub package	5
1.2.4. DM_Small_Object sub package.....	5
1.2.5. DM_Water sub package	6
1.2.6. DM_Land_Use sub package.....	7
1.2.7. DM_Terrain sub package	7
1.2.8. DM_Annotation sub package	7
1.2.9. DM_Irregular_Feature sub package	7

1. Portrayal

The portrayal section shall describe how the dataset is to be presented as graphic output, as a plot or as an image.

1.1. Portrayal

The portrayal defines a framework for drawing and expressing spatial information in a format that can be understood by humans.

The portrayal representation is based on the actual attribute values of each instance of spatial information, and it is usually not possible to draw and express beyond the types and values (application schema) of the attribute information to be held.

1.2. Portrayal Catalogue

The Portrayal Catalogue is a collection of all defined portrayal rules.

Of the feature classes defined in the application schema and feature catalogue, portrayal rules must be defined for all features that need to be drawn and represented. However, since the concrete portrayal rules of each feature depend on the system used, the only portrayal specifications described and defined here are (feature) name, graphic representation, data type (data acquisition method, spatial attribute, etc.), line thickness class, and other explanations.

Class Code		Feature Name	Map Level (Scale)	Graphic Representation	Data Type						Line thickness	Explanations	Edge Point Match	Note
Layer	Data Item				Data Acquisition Method	Shape Type	Data (Spatial Attribute)	Record	Direction	Attribute				

Portrayal Catalogue Definition

Definition Item	Explanations	Note
Class Code (Layer/Data item), Feature Name	Class Code is same as DM_Boundary_Type (Enumeration type). Layer corresponds to the first 2 digits of DM_Boundary_Type, and Data Item the last twos.	
Map Level (Scale)	Corresponds to Map scale.	Example only 1:2,500
Graphic Representation	Graphic Representation used when the data is output.	
Data Type/Data Acquisition Method	The acquisition method for each data.	
Data Type/Shape Type	Shape of the object used at graphic representation, which is shown by numeric code.	
Data Type/Data (Spatial Attribute)	Point, Line or Area,etc. See the Table 1.	
Data Type/Record	See the Table 1.	
Data Type/Direction	Flag for the object which has the direction such as slope and fence.	
Data Type/Attribute	Flag for the object which has a number as attribute such as height and number of stories.	
Line thickness	Indicates the thickness of the line to be displayed.	1 = 0.05mm width
Explanations	Additional information to make definition clearer.	
Edge Point Match	Indicates that the points at the ends of the continuous line segments match.	

Table 1: Data Type/Record

Record Type	Data (Spatial Attribute)	Note
E1	Area	The start and end coordinates must be matched
E2	Line	
E3	Circle	
E4	Arc	
E5	Point	
E6	Direction	
E7	Annotation	
E8	Attribute	
G	Grid	
T	TIN	Triangulated Irregular Network

1.2.1. DM_Boundary sub package

The portrayal specification of the boundary sub package is shown below.

Class Code		Feature Name (Equivalent to DM_Classification_ Code of DM_Boundary)	Map Level (Scale)	Graphic Representation	Data Type						Line thickness	Explanations	Edge Point Match	Note
Layer	Data Item				Data Acquisition Method	Shape Type	Data (Spatial Attribute)	Record	Direction	Attribute				
11	01	Prefecture Boundary	2500		Match the position of the boundary _____	Line	E2			6	*	Yes		
	03	City Boundary	2500		Match the position of the boundary _____	Line	E2			6	*	Yes		
	04	Town/Village/City Ward Boundary	2500		Match the position of the boundary _____	Line	E2			6	*	Yes		

*If boundaries overlap, data with the smaller class code is displayed first.

*Do not display undetermined boundaries.

The portrayal is defined only for DM_Boundary class. Features in the classes of DM_Administration_Area and DM_Administration_Representative_Point are not graphically output, thus there are no portrayal definitions for them.

1.2.2. DM_Transportation_Facilities sub package

The description of DM_Transportation_Facilities sub package is omitted.

1.2.3. DM_Building sub package

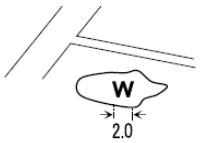
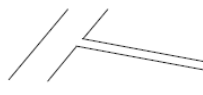
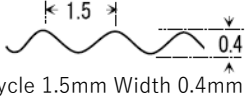

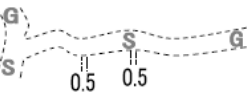



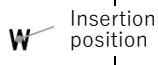
The description of DM_Building sub package is omitted.

1.2.4. DM_Small_Object sub package

The description of DM_Small_Object sub package is omitted.

1.2.5. DM_Water sub package

The portrayal specification of the DM_Water sub package is shown below. (The descriptions of the application schema and feature catalogue in other appendices are omitted.)

Class Code		Feature Name (Equivalent to DM_Classification_ Code of DM_Water)	Map Level (Scale)	Graphic Representation	Data Type						Line thickness	Explanations	Edge Point Match	Note
Layer	Data Item				Data Acquisition Method	Shape Type	Data (Spatial Attribute)	Record	Direction	Attribute				
51	01	Water Line (River) (Lake) (Coastline)	2500		Get boundaries		Line	E2			3		Yes	
	02	Stream	2500	 Cycle 1.5mm Width 0.4mm	Get centerline		Line	E2			3			
	03	Ephemeral stream	2500		Get area edge		Line	E2			3			
	05	Lake	2500		Get boundaries		Line	E2			3			
					Place horizontally		Point	E5			3			

1.2.6. DM_Land_Use sub package

The description of DM_Land_Use sub package is omitted.

1.2.7. DM_Terrain sub package

The description of DM_Terrain sub package is omitted.

1.2.8. DM_Annotation sub package

The description of DM_Annotation sub package is omitted.

1.2.9. DM_Irregular_Feature sub package

The description of DM_Irregular_Feature sub package is omitted.

Digital Topographic Map Data Product Specifications
Standard Document Style (draft)
December 2021 Edition

Publication date: December 28, 2021
Author: Urban/Regional Development Group,
Social Infrastructure Department,
Japan International Cooperation Agency
Please refrain from changing, reprinting, selling, etc.
this document without permission.