

付加価値のある地理空間情報技術の協力方向性に係る

プロジェクト研究 最終報告書

平成 25 年 8 月

独立行政法人国際協力機構

基盤
JR
13-288

付加価値のある地理空間情報技術の協力方向性に係るプロジェクト研究 報告書

目次

略語

要約

第1章 地理空間情報技術を用いた協力の必要性と展開ビジョン.....	1
1.1 協力を何故行うか.....	1
1.2 技術をどう協力事業に使うか.....	3
第2章 地理空間情報に関する技術やシステム.....	5
2.1 付加価値を生み出す地理空間情報技術.....	5
2.2 リモートセンシング・マッピング.....	8
2.3 携帯電話とGNSS技術.....	21
2.4 GIS技術.....	34
2.5 必要な環境整備・インフラ整備.....	44
第3章 地理空間情報技術の想定される適用例.....	50
3.1 分野別の想定される適用例.....	50
3.1.1 都市・地域開発.....	51
3.1.2 運輸交通.....	56
3.1.3 水資源・防災.....	62
3.1.4 自然環境保全.....	68
3.1.5 農業・農村開発.....	73
3.1.6 保健医療.....	79
3.2 一つの国における展開：バングラデシュをモデルとして.....	85
3.3 適用にあたり留意すべき事項.....	98
第4章 まとめ：協力の方向性.....	100
4.1 プロジェクト実施の際の留意点.....	100
4.2 人材育成.....	103
4.3 パッケージ化による世界戦略.....	105
4.4 分野における関連機関の連携.....	106
第5章 研究の実施.....	108
5.1 研究の実施体制.....	108
5.2 研究の実施スケジュール.....	108

略 語

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ALOS	Advanced Land Observing Satellite	陸域観測技術衛星
bps	bits per second	ビット毎秒
BWDB	Bangladesh Water Development Board	バングラデシュ水資源開発 庁
CCTV	Closed Circuit Television	閉回路テレビ
COP	Conference of the Parties	締約国会議
DGPS	Differential Global Positioning System	ディファレンシャル GPS
DSM	Digital Surface Model	数値表層モデル
DTM	Digital Terrain Model	数値地形モデル
GALILEO	European Global Satellite-based Navigation System	全地球航法衛星システム
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GLONASS	GLObal'naya NAvigatsionnaya Sputnikovaya Sistema	全地球航法衛星システム
GNSS	Global Navigation Satellite System	全地球航法衛星システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GRASS	Geographic Resource Analysis Support System	グラス（オープンソースの GIS ソフト）
GSMaP	Global Satellite Mapping of Precipitation	全球降水マップ
IC	Integrated Circuit	集積回路
ICHARM	International Centre for Water Hazard and Risk Management	水災害・リスクマネジメント国際センター
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
IFAS	Integrated Flood Analysis System	人工衛星観測雨量を利用した洪水予測システム
IMU	Inertial Measurement Unit	慣性計測装置
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	独立行政法人宇宙航空研究開発機構
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JOGMEC	Japan Oil, Gas and Metals National Corporation	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
JST	Japan Science and Technology Agency	独立行政法人科学技術振興機構

MMS	Mobile Mapping System	モバイル・マッピング・システム
MRT	Mass Rapid Transit	都市高速鉄道
MSAS	MTSAT Satellite-based Augmentation System	運輸多目的衛星による広域補強システム
MTS	Mass Transit System	大量輸送システム
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEXI	Nippon Export and Investment Insurance	独立行政法人日本貿易保険
NPO	Non-Profit Organization	非営利団体
NSDI	National Spatial Data Infrastructure	国土空間データ基盤
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OSM	Open Street Map	オープンストリートマップ
PDCA	Plan Do Check Action	計画 実行 評価 改善
PPP	Precise Point Positioning	精密単独測位
QZSS	Quasi-Zenith Satellites System	準天頂衛星システム
REDD	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation	森林減少・劣化からの排出の削減
RFID	Radio Frequency Identification	電波による個別認識
RNSS	Regional Navigation Satellite System	地域航法衛星システム
RTK	Real Time Kinematic	リアルタイムキネマティック
SBAS	Satellite-based Augmentation System	静止衛星による広域補強システム
SMS	Short Message Service	ショートメッセージサービス
SNS	Social Networking Service	ソーシャルネットワークサービス
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	無人飛行機
UNIFORM	University International Formation Mission	大学国際フォーメーションミッション

要約

1. プロジェクト研究の背景

これまでに JICA が 80 年代から実施してきた国土基本図作成業務は、現地の国土地理院をカウンターパートとして、国土基本図を作成することにより当該国の経済発展に資することを目的に協力を実施してきた。

一方、日本国内では基本図を作成する技術の革新のみならず、更にモバイル技術、ユビキタス技術、衛星技術等の地理空間情報にかかる技術の発展が著しく、また東日本大震災における地理空間情報の利活用について議論がなされ、これら優位性のある技術に関しては海外展開を視野にいれて議論がなされているところである。

2012 年には「地理空間情報活用推進基本計画」が閣議決定され、地理空間情報の今後の方向性にかかる議論は、内閣官房が中心となって「測位・地理情報システム等推進会議」、「地理空間情報活用推進会議」を通じて行われてきており、当該会議の中で、地理空間情報分野における国際協力の在り方について民間企業を中心とする検討はされてきているが、開発途上国のニーズを把握しての ODA を活用した具体的な協力の方向性・方法に関しては議論は及んでいない。

そこで今般、従来の国土基本図作成業務と並行し、今後 5～10 年を見通して、ODA を活用したアジア地域における付加価値のある地理空間情報技術の協力の方向性及び各種案件における地理空間情報技術の活用方法を模索するため、プロジェクト研究を立ち上げる。

また、我が国が保有する先進的な GIS に関する技術や準天頂衛星システム等に関する技術と、他の情報通信技術との融合・パッケージ化を図り、海外への地理空間情報技術の展開も併せて検討する。

2. プロジェクト研究の目標

JICA の今後 5～10 年の付加価値のある地理空間情報技術にかかる協力の方向性及び各種案件におけるツールとしての地理空間情報技術の活用方法が明確になる。

3. プロジェクト研究の内容

3.1. 協力を何故行うか

東南アジア地域において、携帯電話やスマートフォンはわが国と同様あるいはそれ以上に普及が進んでいる。これらに GPS をはじめとする衛星測位技術が加わることにより、だれでも地理空間情報を受信し、利用できるだけでなく、自ら作成・発信できるようになる。これはある意味では国中に移動するセンサーを配置したことに相当し、これらのセンサーから得られる大量の情報を統合処理することにより、国中の今の状況が詳細に把握できるようになる可能性を秘めている。

近年の地理空間情報に係る技術の著しい発展は、以下に示すように開発途上国に対するわが国の協力のインパクトを高め、効果的なものとし、その発展性を高める上で強力なツールを提供するものであり、一刻も早くその活用が望まれる。

- 協力の効果を見える化する

従来は、地図化に時間や経費を要するため頻繁には地図化を行えなかったが、新しい地理空間情報技術を用いることにより、これまでより頻繁に、しかも人や自動車のように動く対象についても視覚に訴える形で地図化し、リアルタイムの状況が把握できるようになってきた。こうした見える化により現状把握や問題の所在が従来に比べ詳細に把握できるようになり、さらには人の移動分布状況の把握などこれまでは不可能であったことが可能となり、より実態に即した施策立案が可能となってきた。また、施策の実施後についても、状況を見える化することにより施策の効果を把握し、効果が小さければ改善策を講じるなど、臨機応変の対応が可能となってきた。

わが国が開発途上国に対して行う協力についても、新しい地理空間情報技術を活用することにより、問題の所在を見える化し、的確な施策立案に役立て、施策実施後についても協力効果を見える化してモニタリングし、随時改善を行うことにより、協力効果を一層高めることができると考えられる。



- 協力のインパクトを高める

洪水や津波などに対する予警報を、被害が予想される地域の人々に携帯電話等を通じて迅速に提供することにより、人々の災害に対する適切な行動を促し、被害の軽減につなげることが期待できる。また、開発途上国の大都市の渋滞の状況をリアルタイムで把握し、それを交通環境の改善施策に活用することは、渋滞が頻発する都市住民の生活の質を向上させ、都市の生産性向上にも貢献するものと考えられる。このように地理空間情報技術は、安全・安心、生活の質というすべての人々に関心にある情報を提供できるので、その情報を人々が活用するようにうまく設計すれば、その効果は大きくなるものと期待される。その結果、例えば、洪水による被災者数が適切な予警報システムの導入により大幅に減少するとすれば、そのインパクトは極めて大きい。

- 地理空間情報でスマートに国づくりを支える

現代社会は膨大な量の地理空間情報を生み出し続けており、その中からビッグデータ処理技術により意味のある情報を取り出すことにより、世界の「今」がこれまでとは比較にならないほど鮮明に把握できることになる。

これまで地理空間情報に基づき都市計画やインフラ整備計画、システムの設計など、国の発展に欠かせないさまざまな事業の計画立案等が行われてきた。新しい地理空間情報技術によりスマートに処理され、詳細に浮かび上がった国の現状を表す基盤情報を活用することにより、これまでより現状に即して、よりの確に、より賢く、国づくりにかかるさまざまな計画立案を行えるようになるとともに、与えられたリソースを適切に配分して事業実施を効率的に行うことができるようになる。

こうした新しい地理空間情報技術を駆使した計画立案についてわが国が ODA 支援により協力を行うことにより、その後の事業実施や具体的な事業展開、経済活動等にわが国民間企業の優れた技術・経験をより効果的に生かすことが可能となり、開発途上国の国づくりに広く貢献することができるようになるものと考えられる。

3.2. 地理空間情報技術に関する技術やパッケージ技術

地理空間情報技術に関する技術をコア技術とし、各コア技術を複数まとめたものをパッケージ技術と定義している。



また、パッケージ技術を利用した特性とその活用のイメージは次のとおりである。

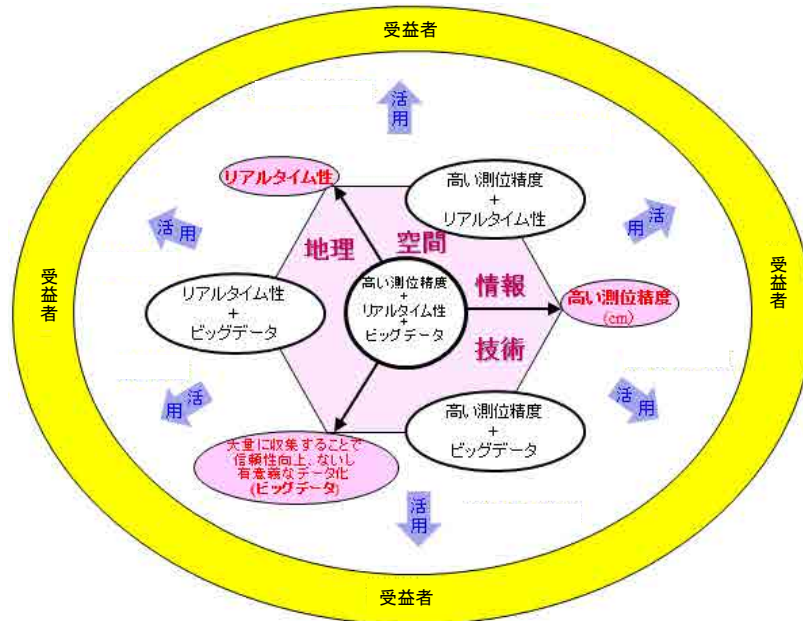


図3 パッケージ技術を利用した特性とその活用イメージ

3.3. 協力の方向性

JICA の実施する協力において、新しい地理空間情報技術を具体的かつタイムリーに活用していくためには、チャレンジする、迅速に行う、経験を活かすなどに留意しなければならない。政府の経協インフラ戦略会議の決定したインフラ海外展開を先導・支援するという視点も重要である。

また、実施した協力が開発途上国に理解され根づいていくためには、途上国側の人材の育成が重要である。さらに、社会的問題の解決には地理空間情報技術だけで済むことはほとんどなく、幅広い分野の知識や経験や必要であることや協力効果を高めるため、関係機関との連携や取組みのパッケージ化が必要である。

3.4. プロジェクト実施の際の留意点

- 既存プロジェクトのコンポーネントとして地理空間情報技術を適用する。

JICA によるプロジェクトの実施は要請主義であるため、こうした技術を新プロジェクトとして立ち上げその中で適用するとしても、実施に至るまである程度の年月を要する。一方、地理空間情報技術は飛躍的に進歩しており、わが国以外の同技術が導入される可能性もある。このため、JICA でのパイロットプロジェクトを通じ同技術のデファクトスタンダード化を急ぐ必要がある。前章までにとりあげた地理空間情報技術を効果的に適

用できると考えられる既存プロジェクトがある場合は、その地理空間情報技術を組み込んだパイロットプロジェクトを追加するなどして、迅速かつ積極的に実施するようにする。

- 実績がない技術であっても実験的に取り組む。

地理空間情報技術を含む ICT 技術は進歩が激しいため、わが国においても実績がないというケースも十分にある。また、わが国には個人情報保護等の既存のシステム・制度が成立しており、新しい技術を採用しにくく、逆に開発途上国において新しい技術の採用に自由度が大きくという場合も考えられる。したがって、わが国において十分には実績のない技術であっても、取り組みやすい国で実施するという姿勢で、スピード感を持って実験的に取り組むようにする。

- これまでの地理空間情報技術の協力実績や経験を十分に活用する。

JICA はこれまで 40 年以上にわたり 50 以上の国で約 80 件の国土基本図案件を実施してきた。そのうち 1990 年後半以降はすべてデジタル方式で地形図作成を実施してきた。また、近年では作成されたデジタル地形図をベースとして GIS としての活用方法の技術移転も行っている。GIS は、国土基本図案件以外においても、都市・地域開発、自然環境保全、農業・農村開発等の分野の JICA 案件で広く活用されてきた。

新技術については、2011 年のタイ・チャオプラヤ川流域の大洪水の後、JICA は航空レーザー測量により精密な地形データ取得を行い洪水対策に活用するための協力を行った。

また、東京大学は、バングラデシュを対象に携帯電話のログ情報を入手し、人の移動情報の解析を実施した。

付加価値ある地理空間情報技術の適用にあたっては、これら地理空間情報技術の協力実績や経験を十分に活用する必要がある。

- 受益者拡大という視点で技術を使う。

開発途上国において携帯電話の普及は、富裕層だけにとどまらず爆発的に拡大している。これらの技術・ツールを駆使し、これまでプロジェクトの恩恵を受けられなかった人々まで受益者を拡大することは重要である。

なお、政府の経協インフラ戦略会議の決定や一般社団法人日本経済団体連合会の提言に見られるように海外展開はわが国成長戦略の重要な柱となっており、地理空間情報を活用するプロジェクトの実施にあたっては民間企業の海外展開を先導あるいは支援するという点にも留意する必要がある。例えば、上に記した「実績がない技術であっても、実験的に取り組む。」で成果があがれば、その技術を適用した民間企業はそれを日本に逆輸入する、あるいは世界を市場として展開する道にもつながることを期待できる。

3.5. 人材育成

地理空間情報技術に係る人材育成は、幅広く、専門性が非常に強い分野である。特に、ICT や衛星などといった分野での人材育成プログラムを新たに立ち上げるのは、資金、時間、指

導員育成など、多くの課題を抱えることとなる。これらの課題解決の一つとして、既存の「宇宙インフラ利活用人材育成のための大学連携国際教育（G-SPASE）プログラム」の活用が挙げられる。

3.6. パッケージ化による世界戦略

「調査・計画段階」の上流工程から携わり、「施工・開発実施」の後も「運用・管理」等を継続して実施するパッケージ化による協力事業は、受益国との協力関係の継続及び経済効果波及に関する重要な要素である。

3.7. 日本国内の関係機関との連携

国際協力や海外展開を行う際には、幅広いノウハウが必要とされ、特に社会システムの抜本的改善を要するような場合には、各分野で関連する機関が連携して取り組むことが非常に重要となる。このため、長期的ビジョンを持ち、費用対効果、空間整序、資金調達、リソース配分等の面で優れた対応案を迅速に作り、実行するためには、関係機関が連携した体制を構築し、優れたノウハウを持った人材を日本国内の関係機関から結集させることが重要となる。

また、管理・運用のノウハウが現地に根付かなければ早晩問題が生じることから、「売り切り」ではなく「調査・計画段階」から「管理・運営」まで協力関係を続けることも望まれる。

以上のような要請に応えるためには、日本の省庁や公的機関に培ってきた実績を活かしつつ、関連機関が連携して対応することが望まれる。

第1章 地理空間情報技術を用いた協力の必要性和展開ビジョン

1.1 協力を何故行うか

東南アジア地域において、携帯電話やスマートフォンはわが国と同様あるいはそれ以上に普及が進んでいる。これらにGPSをはじめとする衛星測位技術が加わることにより、だれでも地理空間情報を受信し、利用できるだけでなく、自ら作成・発信できるようになる。これはある意味では国中に移動するセンサーを配置したことに相当し、これらのセンサーから得られる大量の情報を統合処理することにより、国中の今の状況が詳細に把握できるようになる可能性を秘めている。

これまでわが国は開発途上国の国づくりのために、都市・地域開発、運輸交通、水資源・防災、自然環境保全、農業・農村開発、保健医療など多岐にわたる分野での協力を行ってきた。近年の地理空間情報に係る技術の著しい発展は、以下に示すように開発途上国に対するわが国の協力のインパクトを高め、効果的なものとし、その発展性を高める上で強力なツールを提供するものであり、一刻も早くその活用が望まれる。

- 協力の効果を見える化する

土地利用図や人口分布図、交通事故の発生地点のプロット図など、地図化することにより、現状や問題の所在が明らかとなり、施策や対策の立案の際などに重要な資料として活用されてきた。従来は、地図化に時間や経費を要するため頻繁には地図化を行えなかったが、新しい地理空間情報技術を用いることにより、これまでより頻繁に、しかも人や自動車のように動く対象についても視覚に訴える形で地図化し、リアルタイムの状況が把握できるようになってきた。こうした見える化により現状把握や問題の所在が従来に比べ詳細に把握できるようになり、さらには人の移動分布状況の把握などこれまでは不可能であったことが可能となり、より実態に即した施策立案が可能となってきた。また、施策の実施後についても、状況を見える化することにより施策の効果を把握し、効果が小さければ改善策を講じるなど、臨機応変の対応が可能となってきた。

わが国が開発途上国に対して行う協力についても、新しい地理空間情報技術を活用することにより、問題の所在を見える化し、的確な施策立案に役立て、施策実施後についても協力効果を見える化してモニタリングし、随時改善を行うことにより、協力効果を一層高めることができると考えられる。

- 協力のインパクトを高める

洪水や津波などに対する予警報を、被害が予想される地域の人々に携帯電話等を通じて迅速に提供することにより、人々の災害に対する適切な行動を促し、被害の軽減につなげることが期待できる。また、開発途上国の大都市の渋滞の状況をリアルタイムで把握し、それを交通環境の改善施策に活用することは、渋滞が頻発する都市住民の生活の質を向上させ、都市の生産性向上にも貢献するものと考えられる。このように地理空間情報技術は、安全・安

心、生活の質というすべての人々に関心にある情報を提供できるので、その情報を人々が活用するようにうまく設計すれば、その効果は大きくなるものと期待される。その結果、例えば、洪水による被災者数が適切な予警報システムの導入により大幅に減少するとすれば、そのインパクトは極めて大きい。しかも、携帯電話が普及し十分活用できるという状況では、ハードなインフラ整備に比べ、予警報システムの構築に要する予算は極めて少なくて済むものと見込まれる。また、大都市の渋滞が解消すれば、渋滞によって失われていた時間を経済活動につなげることができ、その経済効果は極めて大きくなるものと考えられる。このようなインパクトの大きな協力の積み重ねは、開発途上国との良好な関係の構築、維持に役立ち、わが国の安全保障の強化にもつながるものと考えられる。

- 地理空間情報でスマートに国づくりを支える

衛星測位技術によりだれでもどこでも自分の位置を把握し、携帯電話によって、その情報を他者と共有することができる。こうした技術により、例えば自動車に乗車した人の時々刻々の位置をすべて集めれば、その中には都市の交通渋滞のリアルな状況を示す情報も含まれることになる。このように現代社会は膨大な量の地理空間情報を生み出し続けており、その中からビッグデータ処理技術により意味のある情報を取り出すことにより、世界の「今」がこれまでとは比較にならないほど鮮明に把握できることになる。

これまで地理空間情報に基づき都市計画やインフラ整備計画、システム的设计など、国の発展に欠かせないさまざまな事業の計画立案等が行われてきた。新しい地理空間情報技術によりスマートに処理され、詳細に浮かび上がった国の現状を表す基盤情報を活用することにより、これまでより現状に即して、よりの確に、より賢く、国づくりにかかるさまざまな計画立案



を行えるようになるとともに、与えられたリソースを適切に配分して事業実施を効率的に行うことができるようになる。

こうした新しい地理空間情報技術を駆使した計画立案についてわが国が ODA 支援により協力を行うことにより、その後の事業実施や具体的な事業展開、経済活動等にわが国民間企業の優れた技術・経験をより効果的に生かすことが可能となり、開発途上国の国づくりに広く貢献することができるようになるものと考えられる。

1.2 技術をどう協力事業に使うか

地理空間情報技術を用いた協力を展開していくうえで、背景となる全般的な技術の発展や変化、それを基盤とした衛星観測、衛星測位、携帯電話、GISなどの地理空間情報個別技術とそのパッケージ化を整理し、それらを都市・地域開発、運輸交通、水資源・防災などの社会的課題へ適用する例を想定し、さらにそれぞれの国の状況に応じて想定される適用例をより鮮明にし、あわせて現実的な課題も考慮していくことが必要である。前述の流れをまとめると以下のようなになる。

- ・ 背景となる技術の発展や生活環境変化
(Background of Technology and Diversified Life Style)
- ・ 地理空間情報個別技術とパッケージ化
(Geographic Core Technology and Combined Package)
- ・ 分野別の典型的な想定される適用例
(Typical Example in Sector)
- ・ 国の現状・課題を踏まえた適用
(Customized Application of Local Situation and Issue)

この協力の展開の考え方を図 1.2-1 に示す。

以下、本報告書では、上にあげた展開に沿い、第 2 章で地理空間情報に関する技術やシステムについて整理し、第 3 章ではそれらを JICA が実施する 23 分野のうち地理空間情報技術と関連が深いと考えられる 6 分野について想定される適用例を示すとともに、バングラデシュについてより具体的な検討を行った。第 4 章は、まとめとして今後の協力の方向性を検討した。

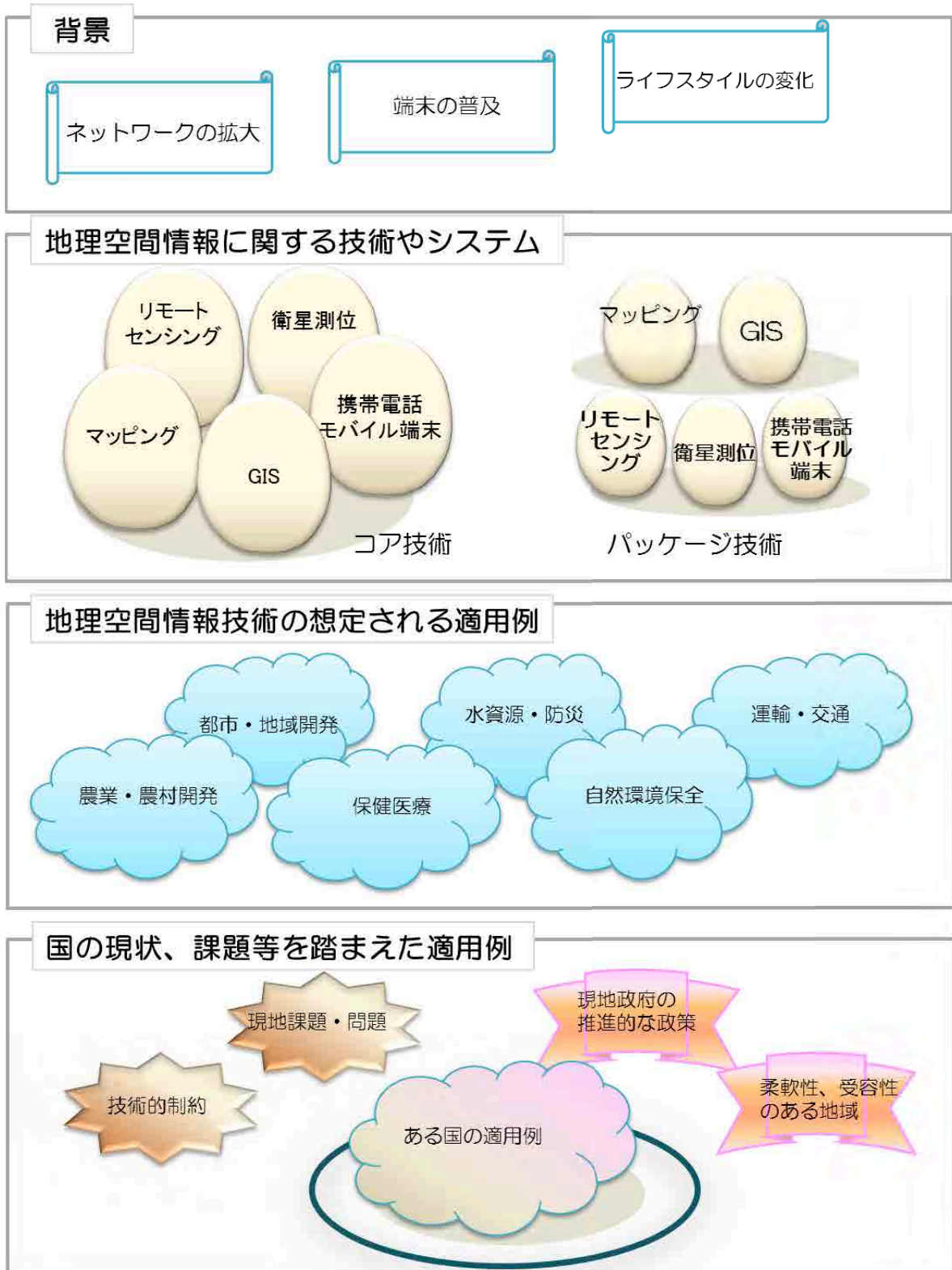


図 1.2-1 : 地理空間情報技術を用いた協力の展開の考え方

第2章 地理空間情報に関する技術やシステム

2.1 付加価値を生み出す地理空間情報技術

わたしたちが日常生活で扱う情報のうち何らかの形で位置と結びついている情報、すなわち地理空間情報は少なくない。従来、こうした地理空間情報は、基盤的な地図と結びつけられて GIS で解析されるが、扱われる地理空間情報は静的なものが多く、動きのある対象についてもリアルタイムでの処理が行われるケースはまれであった。ところが近年の ICT 技術の急速な進歩により、以下の示すように地理空間情報の取得・表現・分析・管理技術が向上し、これまでには考えられなかった付加価値を生み出し、より多くの社会的課題に応用できる可能性が高まってきた。

① 地理空間情報の取得手段が多様化した。

従来からの地上測量や空中写真測量に加え、航空機搭載ライダーや車載センサーによるマッピング、高分解能画像からのマッピング、UAV からのマッピングなど測量手段が多様化した。これらさまざまな手段で行われる測量は、一般に共通座標系に基づいて行われるので統合して利用することができる。例えば、衛星観測データと地上センサシステムの統合による雨量分布の把握など、地上座標系との組み合わせによるリモートセンシングデータの高品質化が図られるようになった。

② 人や車両などの移動体に関するリアルタイムの動態把握が可能になった。

GPS や通信端末の小型化、高性能化によりバス、タクシーなど移動体の移動状況がリアルタイムで把握できるようになり、これらを用いて渋滞モニタリングなどが行われるようになった。また、スマートフォンなど GPS 付の携帯端末や IC カードなど RFID¹技術の普及により人の移動動態が把握できるようになり、交通計画への活用が期待されるようになった。

今後、GPS のほかにも準天頂衛星²をはじめとしていくつかの測位衛星が利用可能となるなど測位環境はますます充実し、一層の普及が見込まれる GPS 付の携帯電話とあわせて、共通座標系に基づいた位置と時刻を有する膨大な地理空間情報がリアルタイムで生み出されてくるものと見込まれる。

② 移動体を高精度に誘導することが可能になった。

¹ 電波を使って物品や人物を自動的に識別するための技術を指す。Suica や PASMO などの交通系非接触型 IC カードもその一種である。

² 日本上空に長時間留まり米国の GPS を補完及び補強するための衛星。2010 年に初号機が打ち上げられた。2018 年には 4 機体制を確立し、本格的な測位サービスを開始予定。

従来の GPS のみによる測位では得られる位置情報の精度は約 10 m であったが、準天頂衛星では、電子基準点³網から生成される補正情報を利用してセンチメートル級の高精度であり、かつ、リアルタイム測位が実現する。この技術を活用することにより、測量の高精度化はもとより、移動体を高精度に誘導することが可能となり、建設機械や農業機械の自動運転や鉄道運行管理などへの応用が期待される。

④ さまざまな地理空間情報を共通のプラットフォーム上で、見える化し、比較・分析・管理・検索を円滑に実現することが可能になった。

さまざまかつ大量に生み出される非定型の地理空間情報は、速やかにかつ適切に処理され、わかりやすい形で提示されなければ有用性が少ない。コンピュータのハード・ソフトの能力向上を背景に、いわゆるビッグデータ処理により人や車両の動態など、より大量のデータをよりリアルタイムに近い形で処理、見える化し、これまでにない情報が生み出されるようになってきた。また、散在する多種・大量の地理空間情報を共通のプラットフォーム上で効率的に管理・検索する技術により、既存の地理空間情報を有効に活用する環境も整いつつある。

⑤ 受益者の拡大

①～④に述べた技術の恩恵は一部の人のみが享受するのではなく、開発途上国においても携帯電話やスマートフォンの爆発的な普及を通じて多くの人に届けることが技術的に可能となった。必要な基盤さえ整えれば、津波等の危険や交通渋滞の状況を携帯電話を介していち早く知り適切な行動を執らせることや、保健・医療の情報にアクセスし、最適な治療を受けられるようにすることなどが、地理空間情報をうまく活用し、上手にシステムを組み立てることにより可能となっている。

これらの新しい地理空間情報技術の特性と受益者との関係のイメージを図 2.1-1 に示す。

以下の節では、上でみたような付加価値を生み出すと期待される地理空間情報に係る個別技術やシステムのパッケージを「リモートセンシング・マッピング技術」、「携帯電話と GNSS⁴技術」、「GIS 技術」に大別して紹介するとともに、これらの技術を生かすために必要な環境や基盤整備について整理する。

³ GPS 等の測位衛星からの電波を連続観測する施設。日本国内に約 1,200 箇所設置されている。

⁴ 衛星からの電波を受信して自己の位置を知ることのできるシステムのうち、全世界で測位可能なシステム。米国の GPS やロシアの GLONASS などがある。

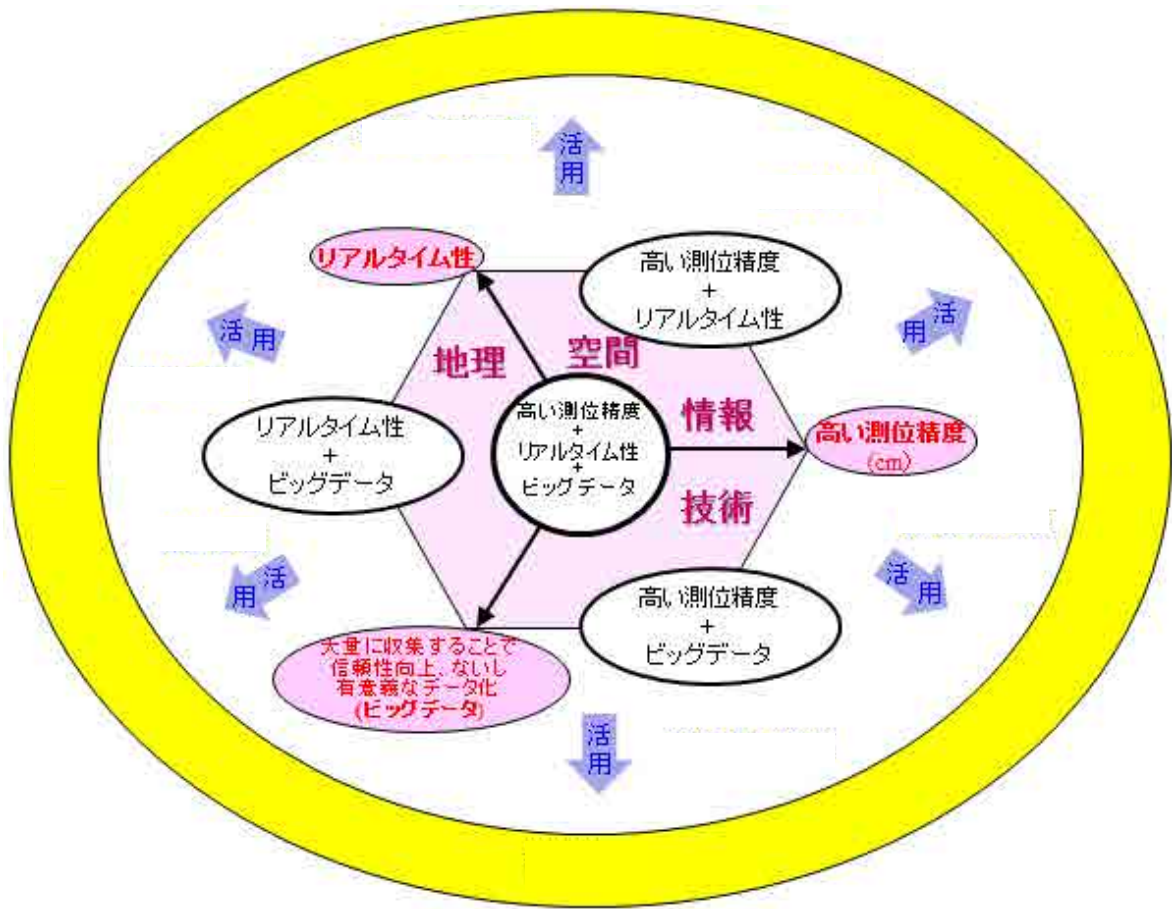


図 2.1-1：新しい地理空間情報技術の特性とその活用

2.2 リモートセンシング・マッピング

衛星や航空機などにセンサーを搭載して、宇宙や空から広い範囲で画像化し、地面の状態や高さ・距離などを計測できるリモートセンシング技術について述べる。

(1) 衛星リモートセンシング技術

a) 森林計測に関するリモートセンシング技術

【長所】

広い範囲で森林の分布や樹高を測ることが可能

【想定される適用例】

自然環境保全の項を参照（P68～）

【特徴】

人工衛星に搭載した光学カメラやレーダー、及び航空機に搭載したカメラやライダー（Light Detection And Ranging）で、地上の森林の状態を計測する。地上の活動での調査に比べて、広域に計測できる。

ライダーによる森林計測は、航空機などに搭載された装置からレーザー光を発射し、レーザー光の一部が森林の林冠表面、枝、地表面などから反射して装置に戻ってくる特性を利用した計測方法であり、森林の3次元計測が可能となる。

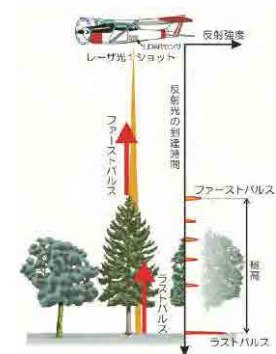


図 2.2-1：ライダーによる森林計測イメージ

人工衛星に搭載した光学カメラやレーダーによる森林計測は、地上数百 km の高さから広域な画像を取得できる。空間的に粗い情報となるが、全球の地表面の状態を取得できる。光学カメラは雲がある場合には、撮影できないが、レーダーは雲を透過して撮影できる。

米国が打ち上げている Landsat シリーズは、1972 年に初号機が打ち上げられてからデータが蓄積されているため、これと比較し、森林面積の変化などを把握することが可能である。



図 2.2-2：人工衛星の画像による森林把握のイメージ

また、上記の技術などを組み合わせて、森林基盤図を作成することも可能である。10年以上の長期間での森林変化のモニタリングを行い、二酸化炭素排出量削減の測定手法として REDD+にも貢献している。

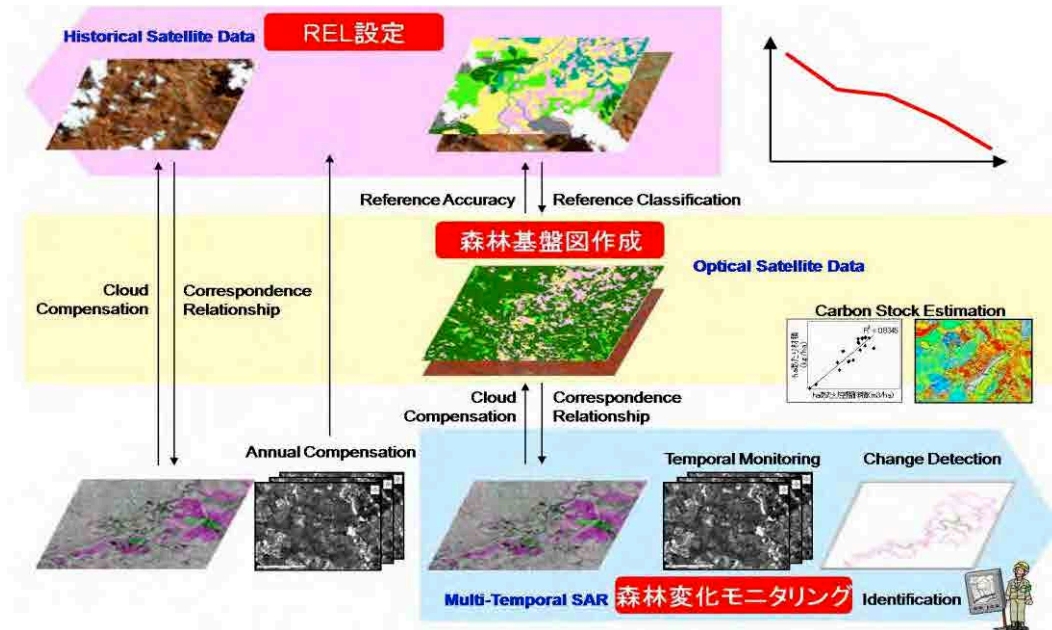


図 2. 2-3 : 森林 REDD+基盤図作成及び変化モニタリング (国際航業事例)

【制約・課題】

リモートセンシングによる森林計測は地形及び季節による影響を受けるため、取得したデータを補正する必要がある。また、計測データを使って、分類した結果などを評価するために、グラントゥールス (地上調査による測定) との比較・検証が必要である。

航空機によるリモートセンシングは、飛行許可がされなければならないため、現地の法規制等の制約を受ける恐れがある。

【利用例】

- ・ JST-JICA 「アマゾンの森林における炭素動態の広域評価 (CADAF) 」
- ・ JICA 「アマゾン森林保全・違法伐採防止のための ALOS 衛星画像の利用プロジェクト」
- ・ JICA 「ラオス国森林情報センター整備計画技術支援業務」
- ・ JICA 「パプアニューギニア国気候変動対策のための森林資源調査」

b) 森林火災モニタリングに関するリモートセンシング技術

【長所】

広い範囲で森林火災の発生場所を把握することが可能

【想定される適用例】

自然環境保全の項を参照 (P68～)

【特徴】

様々な波長帯で広域 (約 2000km の幅) に地表面及び海面を観測できることから、雲、エアロゾル、土地被覆、土地利用変化、植生、地表温度、火災、噴火、海面温度、海色、積雪、気温、湿度、海水など様々な観測対象とすることが期待される技術である。

熱に反応する赤外域の波長帯のデータを利用すると、火災発生の検出に利用可能である。

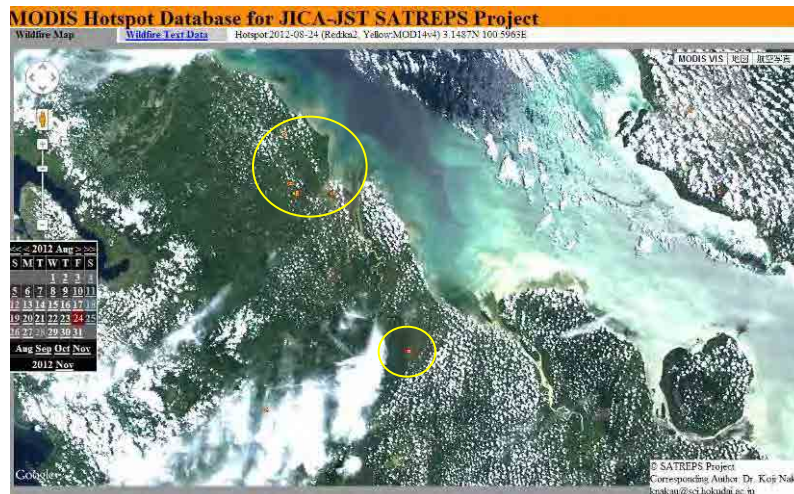


図 2.2-4 : MODIS Hotspot Database for JICA-JST SATREPS Project

【制約・課題】

リモートセンシングは地形及び季節による影響を受けるため、取得したデータを補正する必要がある。また、地域によっても観測したデータの傾向に差異があるため、検出した結果などを評価するために、グラントゥールス（地上調査による測定）との比較・検証が必要である。

また、分解能が 1km 程度と粗いため、初期消火などの活動に役立てるためには、分解能の向上が必要である。

【利用例】

- ・ 東京大学 生産技術研究所 「衛星によるアジアの森林火災監視」（タイ、ラオス、ベトナムなどアジア諸国）
- ・ JICA 「森林火災予防計画プロジェクト」（インドネシア）

c) 農地利用分類に関するリモートセンシング技術

【長所】

広い範囲で農作物の生長、土地利用状態などを把握することが可能

【想定される適用例】

農業・農村開発の項を参照（P73～）

【特徴】

植物や森林の生育状態によって、衛星データの色や明るさに違いがあるため、農作物の生育状態や土地利用状態などを把握することができる。衛星データは、数日～数週間で同じ上空を通るため、季節に応じた農作物の生長を把握することも可能である。また、農作物と雑草の分類や川・湖、水田など土地の利用状態に応じた分類などにも利用されている。



図 2.2-5：水稲等の作付状態のモニタリング（国際航業事例）

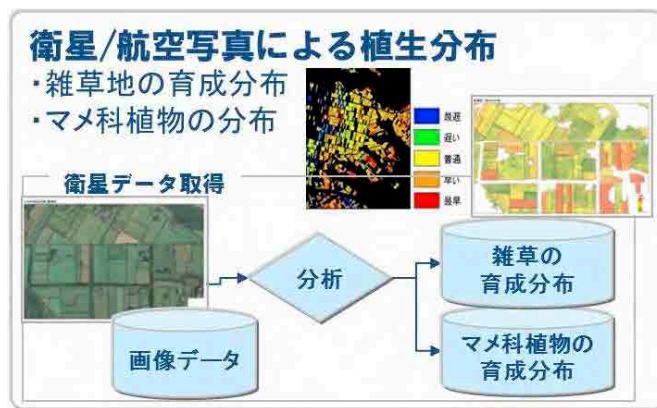


図 2.2-6：マメ科植物と雑草の分類マップ（国際航業事例）



図 2.2-7：土地利用状態マップ化（国際航業事例）

d) 雨量計測に関するリモートセンシング技術

【長所】

山間部や島嶼地域などの観測点のない地域や国境を越えて雨量の測定が可能

【想定される適用例】

水資源・防災の項を参照（P62～）

【特徴】

人工衛星に搭載されたマイクロ波放射計で観測したデータから全球の降水強度を推定することが可能である。複数の人工衛星のデータを組み合わせて、全球降水マップ（GSMaP）が作成される。緯度経度 0.1 度メッシュ（約 10km 四方）の全球の降水強度マップが、1 時間単位、観測後 4 時間で JAXA の web site より配信されている。

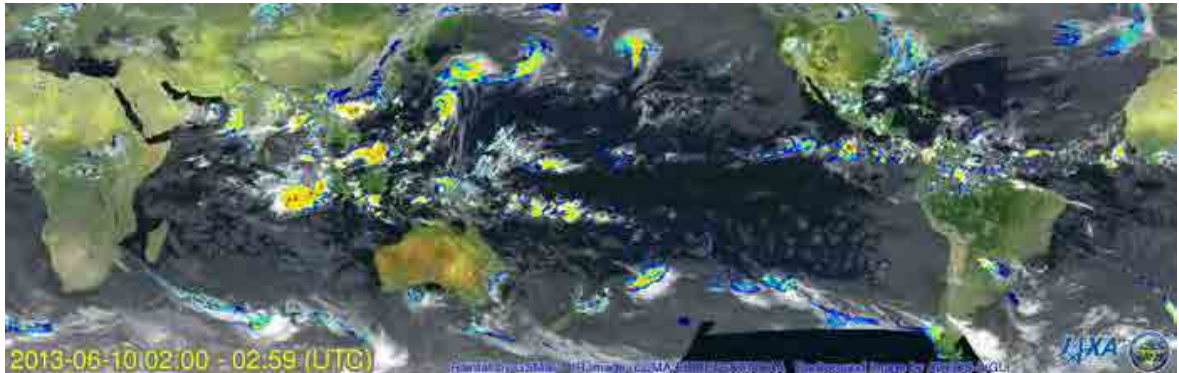


図 2.2-8 : GSMaP (JAXA HP)

全球を面的にカバーしているため、地上での観測点がない地点の降雨情報を参照することが可能である。例えば、(独)土木研究所の水災害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM) 水文チームで開発した、人工衛星観測雨量を利用した洪水予測システム (IFAS) で利用されている。地上水文情報が十分に確保できない開発途上国等の河川流域においても効率的に洪水予警報システムの構築が可能となるよう、入力データとして利用される。

近年、GPS を利用して可降水量（大気中の水の総量）を推定し、情報を提供するサービスも始まっている。可降水量は、降水量との相関（図 2.2-9）があり、気象予報の精度を高めるために、国内の気象業務にも使われてきており、海外の気象予報の高精度化を図る協力事業などの活用も考えられる。

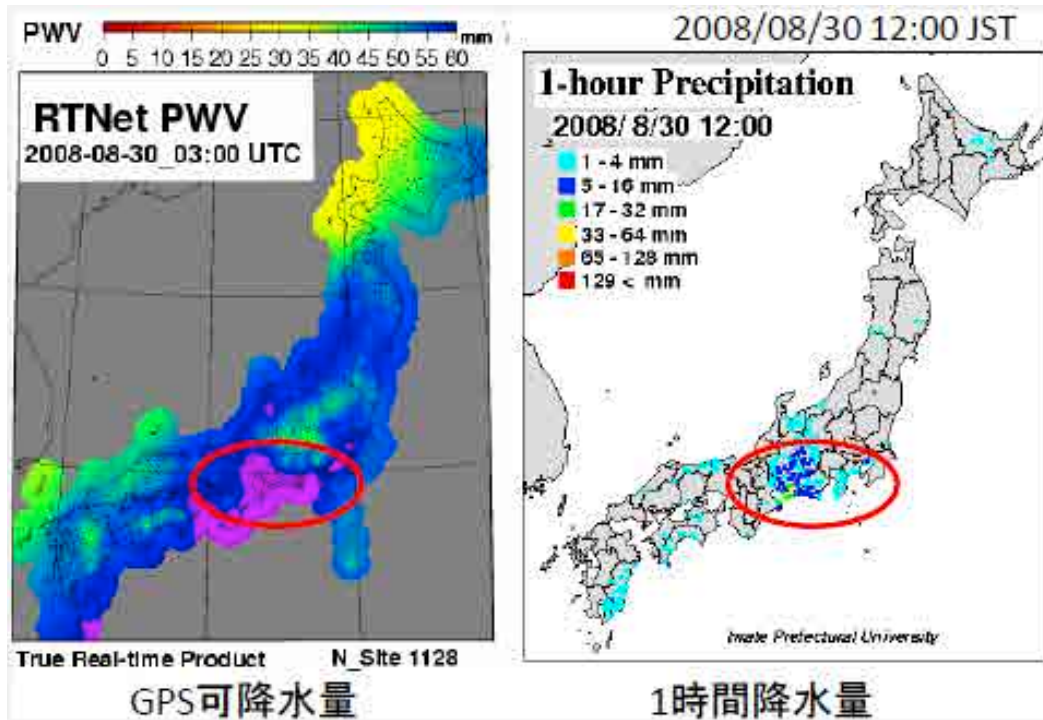


図 2.2-9 : GPS 可降水量と降水量との相関 (出典 : 日立造船パンフレット)

【制約・課題】

定性的な降雨強度の分布は把握できるが、地上の雨量計データと比較すると、過小評価している傾向があるようである。図 2.2-10 の気象庁が行っているように、地上の雨量計データで補正する必要がある。

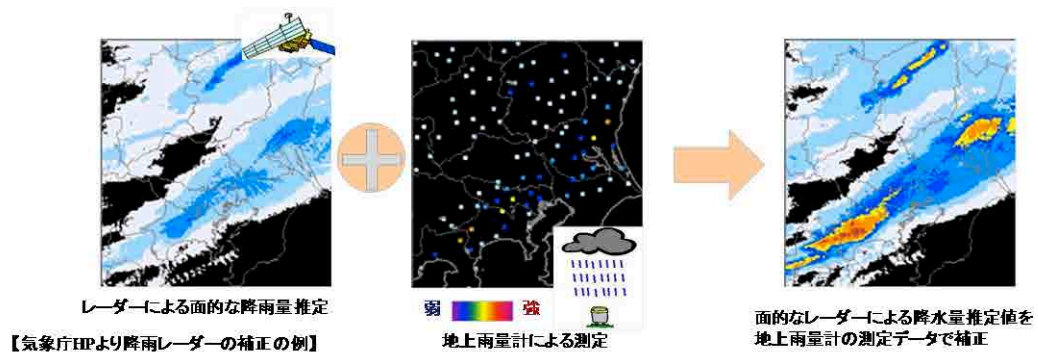


図 2.2-10 : 気象庁の降雨レーダーデータを地上雨量計データで補正するイメージ

【利用例】

- ・ (独)土木研究所 ICHARM 開発システム IFAS (国内外事業で多数活用)
- ・ JICA 「GSMaP と、地上での雨量校正用センサーネットワークとの統合システム」

e) 高分解能画像によるマッピング・3次元計測

【長所】

航空写真や精密な衛星写真などを直接目で見て分かる

写真などから災害や開発による変化のある場所や規模を把握することが可能

3D表示で本物に近い景観の作成が可能

洪水氾濫シミュレーションの精度向上に役立つ

【想定される適用例】

都市・地域開発（P51～）及び水資源・防災（P62～）の項を参照

【特徴】

人工衛星及び航空機に搭載されたカメラ及びレーダーなどで地表面の写真または高さ情報などを計測する。人工衛星で撮影された画像は、人間の眼で見たものに近いカラー画像やマイクロ波を発射し地表面で反射した強度をマッピングしたレーダー画像など、多様な種類がある。一般に、カラー画像の場合 1m、レーダー画像は数 m よりも詳細に撮影されている画像を高分解能画像と呼ぶことが多い。高分解能で高精度に位置合わせがされた画像は地形図や地図作成などにも使われる。

東南アジアの国によっては基盤地図が整備されていても、その後の都市開発に伴い地図の更新が追いついていないことが多い。そうした場合に衛星画像を重ねることで、現実世界の状況が把握でき、データの更新が可能となる。



図 2.2-11: ベトナム国での地図・GISの実証実験イメージ(日立ソリューションズ、ゼンリン)
(上: 衛星画像の上に基盤地図を重ね、左下: 道路と家枠をトレース、右下: 完成した地図)

近年は、多くの人工衛星が運用されているため、撮影機会が多くなり、災害モニタリングなどにも使われている。



図 2.2-12 : 石巻市の東日本大震災前後の人工衛星 Geoeye-1 の画像
(日本スペースイメージング HP)

また、多方向カメラで撮影して3次元計測することも可能となっている。人工衛星の場合、地球全体を撮影できるため、世界各地の3次元地形データを作成することが可能である。



図 2.2-13 : 人工衛星 3次元地形データの利用事例
(左 : 3次元地形データを使った風力発電の景観図 環境 GIS 研究所/RESTEC 事例、
右 : 等高線作成 RESTEC HP)

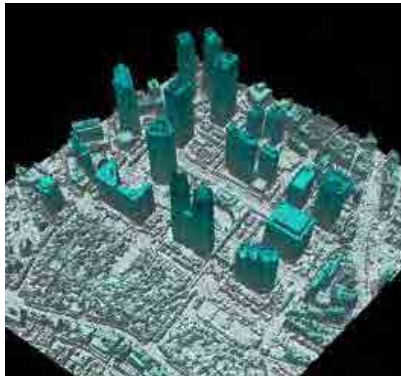
更に、航空機からのレーザー測量データ、1/2500 精度のベクター地図、航空写真画像データなどを組み合わせてより詳細な地上の建物なども含めた3次元形状を計測し、3次元マッピングする技術もある。



図 2.2-14 : 3次元計測のイメージ (国際航業 HP)



(パスコ HP)



(国際航業事例)

図 2.2-15 : 3次元地図データ表示イメージ

(2) UAVによるマッピング技術

【長所】

航空機規制のある地域や災害の危険個所でも写真撮影や地形データなど取得可能

航空機免許^{注1)}のない人でも空中から写真撮影や地形データなど取得可能

【想定される適用例】

自然環境保全の項を参照 (P68～)

【特徴】

危険な場所、航空機^{注2)}が飛行できない場所での画像の収集方法及び比較的安価に空中からの画像を収集する方法としてUAVの利用もある。搭載するプラットフォームは、ヘリコプター型のものや飛行機型のものなどがある。



(アークシステム社 HP)



(日立製作所パンフレット)

図 2. 2-16 : UAV の外観及び利用イメージ

注 1 : 日本産業用無人航空機協会が発行した「産業用無人航空機安全基準」では、地上に人間がいない地域で飛行する業界規制を設けている。所有者の義務、操縦士の基準や整備の安全基準等について定めている。

注 2 : 日本の航空法第二条では、「この法律において『航空機』とは、人が乗つて航空の用に供することができる飛行機、回転翼航空機、滑空機及び飛行船その他政令で定める航空の用に供することができる機器をいう。」と定義されていることから、UAV は航空機には当てはまらない。

UAV に位置や姿勢を計測する装置、デジタルカメラ及びライダーなどを搭載し、空中からデータ取得を可能とする。特に、自然災害や事故などで、人が近づくことができない区域でも観測できるため、災害・事故発生箇所近傍の詳細な地形情報や探索に活躍が期待されるツールである。例えば、2011年2月の新燃岳噴火の際、火口付近を飛行し、詳細な地表面の状態や地形データを収集した例などもある。

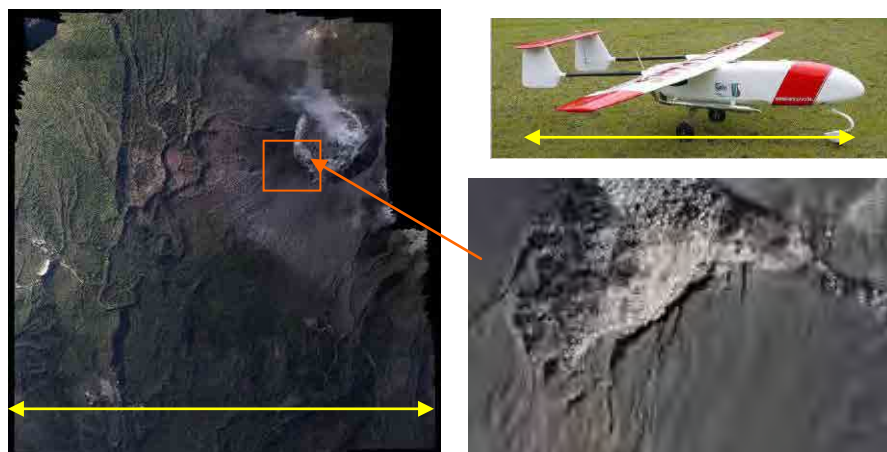


図 2.2-17：新燃岳火口付近で UAV 取得した地形データ（情報科学テクノシステム社 HP）

【制約・課題】

画像伝送に高出力な無線装置を用いる場合は、無線局(実験局も含む)の開設の手続き及び資格者(第3級陸上特殊無線技師など)が必要となる。飛行場付近では、航空機の障害とならないよう、飛行区域が制限される。動力となるバッテリーなどの稼働時間が短いため、1回の観測範囲は、航空機観測に比べて一般的に狭い。

【利用例】

- ・ 東京大学東京大学空間情報科学研究センター柴崎研究室
「センサー統合による無人ヘリコプター搭載型マッピングシステム」
- ・ 民間各社 UAV サービス提供

(3) 車載センサーによるマッピング技術

【長所】

走行しながら道路や周りの建物の形や写真のデータ収集が可能

現地の一般の人の運転によって精密なデータ収集が可能

【想定される適用例】

都市・地域開発（P51～）及び運輸交通（P56～）の項を参照

【特徴】

自動的に道路や周辺の形状を計測する方法として車載センサー計測システム MMS の利用もある。自動車に GPS、IMU、カメラ及びレーザレンジスキャナ等を搭載し、走行し位

置・姿勢情報を取得しながら、走行道路の形状や周囲の構造物の画像及び距離を計測し、マッピングを行うツールである。

走行と同時に距離計測と画像データを取得することができるので、調査のための人的資源の投入を抑えられ、短時間で精度の高い3次元マッピングデータの作成が可能である。

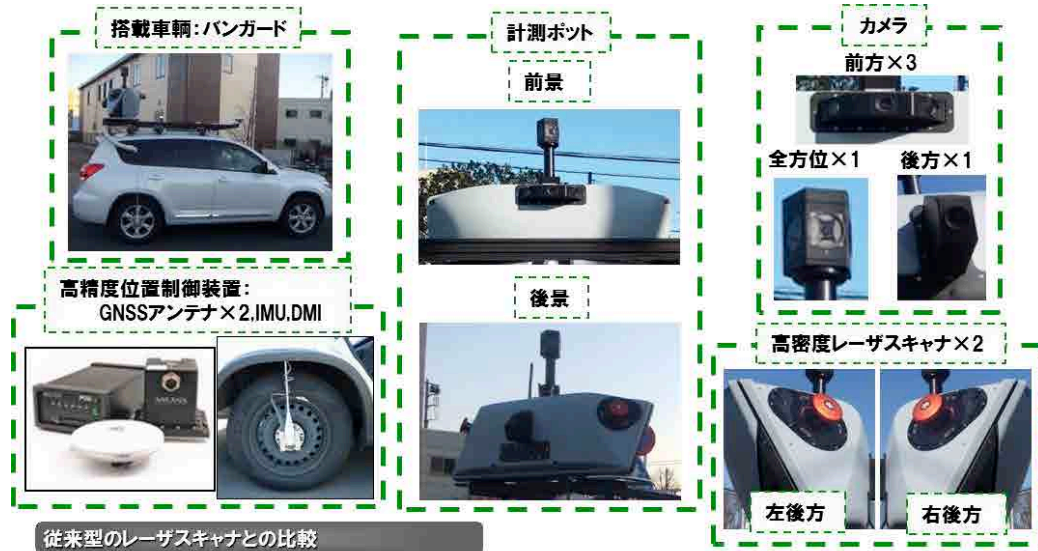


図 2.2-18 : MMS の例 (国際航業事例)

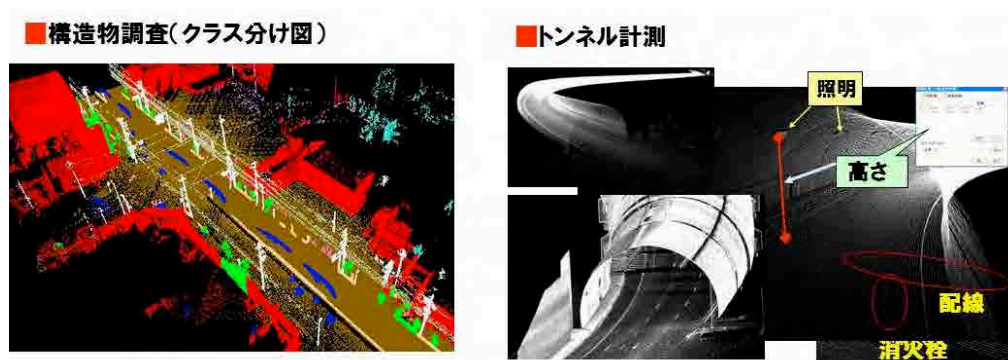


図 2.2-19 : MMS で調査・計測されるイメージ (国際航業事例)



図 2.2-20 : MMS で3次元計測された橋梁の例 (パスコ HP)

【利用例】

- JICA 「路面性状基礎情報収集・確認調査」 (ベトナム)
- JICA 「ウガンダ GIS 構築業務」
- 国土交通省 「浜松管内道路施設点検業務・同東部地区橋梁点検業務」

2.3 携帯電話と GNSS 技術

携帯電話などのモバイル端末及び衛星測位によって位置情報を収集し、正確な位置情報によって機械の制御、物流の管理及びナビゲーションなどに利用できる。利用できるサービスに応じて衛星測位に求められる精度や必要な地上系設備はさまざまである(2.5(2)衛星測位に必要な地上系設備の項を参照)。なお、GNSS は全世界で測位可能なシステムを指し、準天頂衛星システムのように地域的な衛星測位システムは RNSS と呼ばれるが、本報告書では GNSS を RNSS も含めた意味で用いる。

以下、モバイル端末や衛星測位に関する利用技術について述べる。

(1) 高精度測位による機械制御、運行管理等への利用技術

a) 建設機械・農業機械の作業（半）自動化、鉄道運行管理への応用

【長所】

人がいなくても農業機械や建設機械を制御できる

危険な場所での建設作業ができる

正確な作業と施工の管理もできる

インフラ投資を少なく、列車の運行管理や制御などに活用できる

【想定される適用例】

都市・地域開発（P51～）及び運輸交通（P56～）の項を参照

【特徴】

前述の補正データをリアルタイムで受信することによって、移動している農業機械や建設機械の高精度測位が可能となっている。

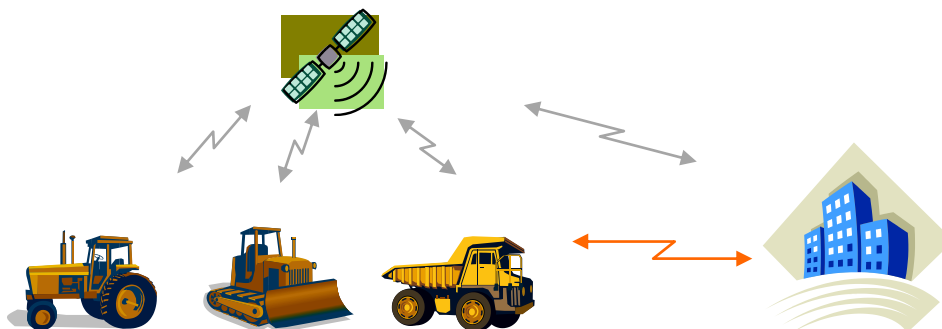


図 2.3-1：農業機械、建設機械の高精度測位のイメージ

走行中に高精度でリアルタイムに測位可能になったことにより、無人で農業機械や建設機械の制御、正確な操縦術で、走行位置や設計図面通りの施工及び運行・施工管理を行うことができ、工期の短縮等にもつながる。



図 2.3-2 : 車両運行管理システム“スマート G-safe” (鹿島建設(株)HP)

また、リアルタイムで時間を追って、位置を計測することによって速度を計測できるため、線路網全体に自動停止装置や信号制御装置などが設置されていない海外でも、列車の速度制御や踏切制御などを安価に実現できる可能性がある。

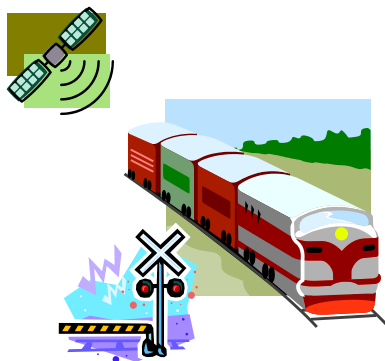


図 2.3-3 : GNSS による鉄道運行制御・管理のイメージ

【制約・課題】

列車運行や作業員の安全確保が必要なため、確実な制御と安全な運行の実証が不可欠である。

【利用例】

- ・ 建設機械メーカー、建設機械業者 サービス 多数

(2) 位置計測・トラッキング技術、ナビゲーション技術

a) 道路交通（スマートフォン等を利用したプローブ⁵カーによる渋滞モニタリングとナビゲーション）、車両・船舶・人・機材等の動態管理

【長所】

大量の車の動きをリアルタイムでモニタリング可能

物流の車や船の動きから主要幹線道路の流れや流通センター拠点の分析に活用可能

【想定される適用例】

運輸交通（P56～）及び農業・農村開発（P73～）の項を参照

【特徴】

バス、タクシーなどのプローブによるリアルタイム位置情報を活用し、渋滞モニタリングや渋滞予測した交通情報が提供されている。交通情報は、携帯電話、スマートフォン及びPCのサービスサイト等を通して配信される。渋滞を避けるルート案内などがされるため、商用車や業務車両の効率的な運行・配車管理への活用、カーナビゲーションへの配信・提供が可能である。



図 2.3-4：交通情報提供サービスの例（日立オートモティブシステムズ（株）HP）

また、物資流通調査（物流調査）は、交通の主体の一つである「物」に着目し、主にその動きとそれに関連する貨物自動車の動きを把握することを目的とした調査である。物流の拠点や交通の流れの調査に基づいて、流通道路の建設計画なども行われている。

⁵ センサーにより情報を収集すること、またはセンサー自体。プローブカーは自動車に搭載されたGPSやその他機器により自車位置や交通状況を測定する。

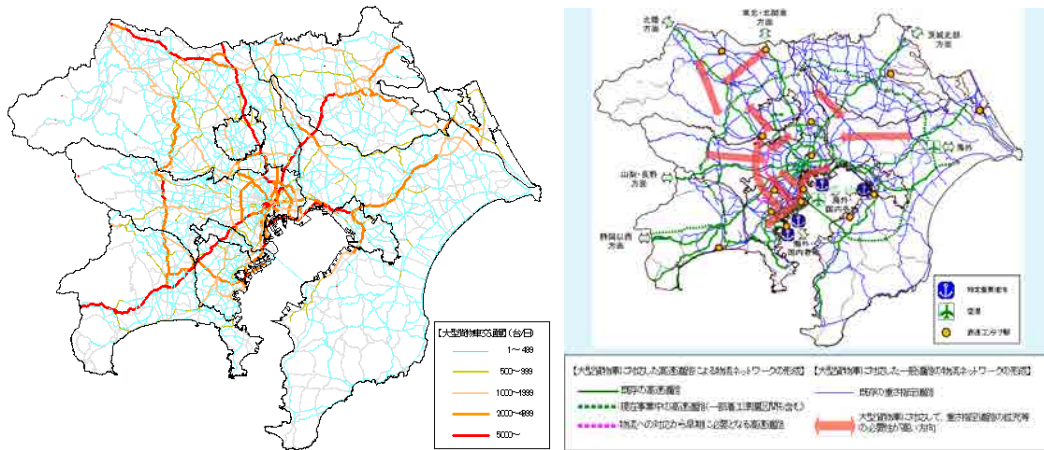


図 2.3-5：大型車貨物車に対応した物流ネットワークの検討事例
(東京都市圏交通協議会事務局 HP)

【制約・課題】

- ・一定割合のプローブなどを搭載した車が必要である。

【利用例】

- ・ 行政機関や民間事業者 交通情報サービス 多数
- ・ 公共機関や民間事業者 道路計画など 多数

b) 公共交通や人の移動

【長所】

大量の車や人の動きをリアルタイムでモニタリング可能

時間毎の車や人の移動場所の分析が可能

【想定される適用例】

運輸交通の項を参照 (P56～)

【特徴】

通常の携帯電話から得られる基地局測位情報、あるいはスマートフォン、ハンディ GPS 受信機などからの GPS データで、公共交通や人の移動情報を時々刻々長期間にわたりと記録することが可能である。時間帯毎に人の居場所や移動方向などが分かり、平時の公共交通機関のモニタリングやナビゲーション、更には災害発生時の帰宅困難者数の予測なども可能となる。

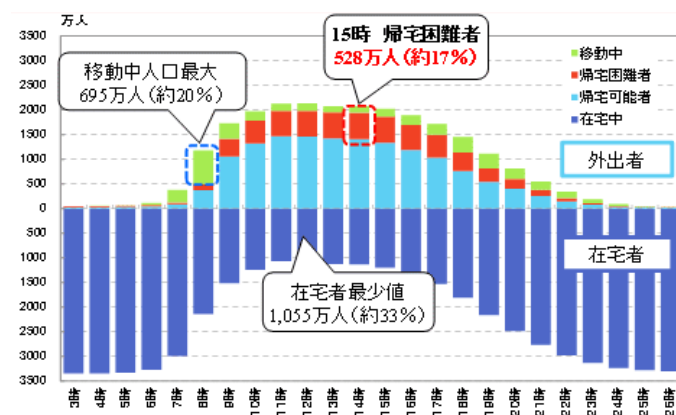
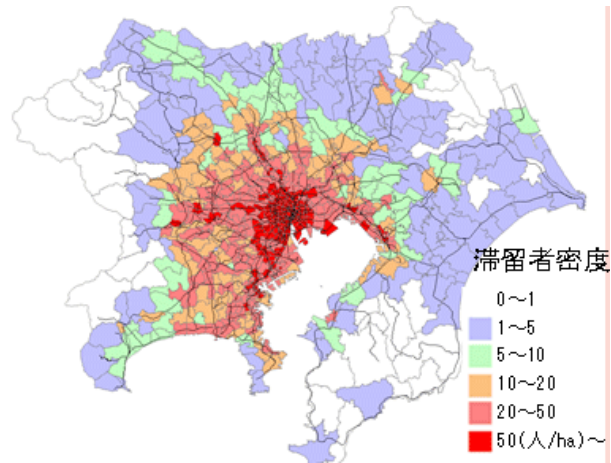


図 2.3-6 : 困難者時刻別滞留者密度 (東京都市圏交通協議会事務局 HP)

【制約・課題】

- ・一定割合のサンプル数 (携帯位置情報収集) が必要である。

【利用例】

- ・行政機関、公共機関や民間事業者などのサービス

(3) 電子基準点網から生成された補正情報を利用した高精度なリアルタイム測位や測量

【長所】

高精度 (センチメートル級) 測位が可能

リアルタイムでの高精度測位が可能

【特徴】

電子基準点は、GPS に代表される測位衛星の電波を受信する施設で、日本国内に全国 1,240 箇所に設置されている (2013 年 4 月時点)。観測データはリアルタイムで国土地理院の中央局に集められ、毎日、電子基準点間の位置関係がミリメートル精度で求められ、

地殻変動の監視に利用されている。観測データはインターネットでも公開され、リアルタイムの高精度測量や、高精度な測位衛星の軌道決定にも利用されている。なお高精度な軌道決定ができれば、一般的な衛星測位の精度向上にも貢献できる。

高精度な測位を行うために電子基準点網は不可欠なインフラ設備である。「表 2.5-1：衛星測位による可能なサービスと必要な地上系設備」に示すように、電子基準点の設置間隔や測位方式等によって精度及びサービスが実現できるレベルにいくつかの段階がある。海外に電子基準点を設置することができればより広い範囲のデータを収集できる可能性があり、高い精度の補正情報の提供やサービス実現範囲も広がられる可能性がある。更に、測位システムの国際調整のプロセスに関与し続けること、測位システムに関わる標準化や技術開発を主体的、先導的に進めることなどを視野に入れる場合には、未導入地域に我が国が先導的に設置を進めることも望まれる。



図 2.3-7：電子基準点について（国土地理院 HP）

また、リアルタイムデータは民間事業者提供され、GNSS 衛星測位に対する補正情報をリアルタイムで配信する位置情報サービスも提供されている。位置情報サービスを利用することによって、GNSS 単独測位（1 台の受信機で行なう測位方式）と比較して、高精度（センチメートル級）で測位が可能である。

【制約・課題】

日本国内の電子基準点網は全国に整備されているが、東南アジアの国々では設置基数が少なく、今後の整備が期待される。

【利用例】

- ・ 国土地理院「電子基準点データ提供サービス」
- ・ 民間事業者 位置情報サービス 多数

(4) モバイル計測技術

- a) モバイル端末を使って多数地点の現地情報を効率的に計測・収集する技術
(環境、資源、健康、災害、生活の質 (QoL)、流通・価格情報など)

【長所】

離れた地点から多くの画像やデータを自動的に収集できる

携帯電話など簡易な端末で多くの人・場所から画像やデータを収集できる

より多くの人・場所から画像やデータを収集することで信頼・安心を高められる

【想定される適用例】

水資源・防災の項を参照 (P62～)

【特徴】

カメラやセンサー等で現地情報を収集し、スマートフォン等で測定した位置情報を組み合わせ、効率的に計測・収集する技術である。センサーから直接かつ自動的に情報を収集する仕組みや画像、計測情報、文字情報などを人が入力する方法などがある。収集する情報と応用の例として、以下のようなものがある。

表 2.3-1：センサーが感知する情報の例 (情報通信機構 HP)

類型	感知する情報の例
環境	温度、湿度、降雨量、音 など
状況	位置、高度、速度、加速度、傾き (角度)、重量、圧力、振動、衝撃 など
識別	バーコード、IC タグ、指紋、静脈パターン など
特定	ガス漏れ、煙、炎、熱、放射線、化学物質 など

表 2.3-2 : センサーが感知する情報を使った応用の例 (情報通信機構 HP)

類型	感知する情報の例
業務	<ul style="list-style-type: none"> ・自動検針 (電気、ガス、水道) ・農作物育成環境最適化
施設管理	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー需要最適化 (室温管理など) ・構造物管理 (損傷/劣化の把握)
環境	<ul style="list-style-type: none"> ・環境モニタリング ・地球観測
保健・医療・福祉	<ul style="list-style-type: none"> ・見守り (安否確認) ・リアルタイムモニタリング (生体データ収集・管理)
交通	<ul style="list-style-type: none"> ・交通制御 (渋滞解消、環境改善、緊急車両優先、駐車場提供) ・事故回避
安全、防災	<ul style="list-style-type: none"> ・ホームセキュリティ (火災、防犯、緊急通報) ・被災状況把握、被災者状況把握

カメラで撮影した画像や動画をスマートフォン等でインターネットを通して、センターに集約して遠隔地で視聴できる監視サービスなどは民間企業で数多く実施されている。

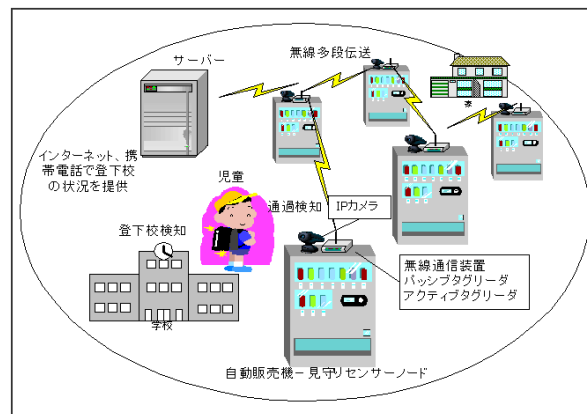


図 2.3-8 : センサーネットワークの応用例 (松下電器産業資料より UFJ 総合研究所作成)

また、センサーで収集した情報を集約する事業や活動も普及し始めている。市民団体である Safecast (セーフキャスト) では、人々が活動に寄与し収集したデータを自由に使用できるようにすることで、相互にデータを補完し正確になる情報を作ることを目的として、民間企業や大学などと協働し、日本全国に配置された、固定センサーおよび移動センサーから成る放射線センサーネットワークを構築している。

最近では、ソーシャルメディアの分析などの技術も進んでおり、社会貢献を目的として、収集したデータの共有やデータ分析技術開発などを支援する組織 (UNGLOBALPULSE 財団など) も設立されている。例えば、Twitter などに現れるキーワードを分析して、国別の

関心事項の高さを分析した研究事例や米価格に関するキーワードと食糧価格上昇との関連性の研究事例などニーズや社会的背景を知る一つのツールになる可能性は十分にある。

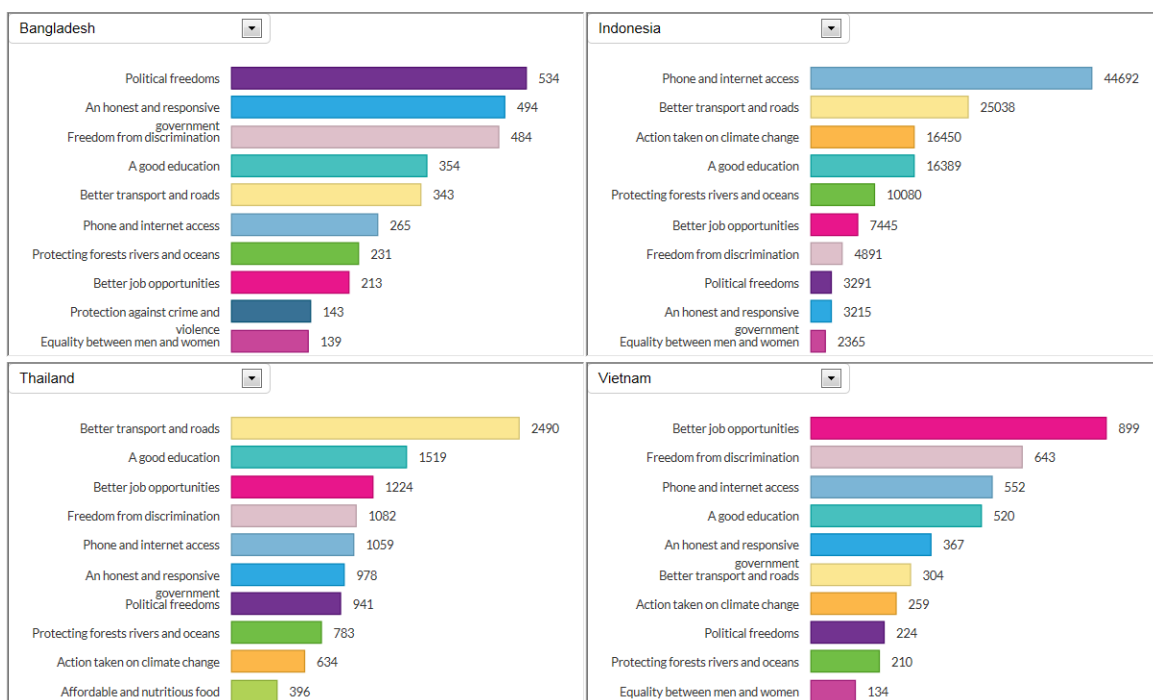


図 2.3-9：各国の関心事項 Twitter 収集データ（UNGLOBALPULSE 財団 HP 研究事例）

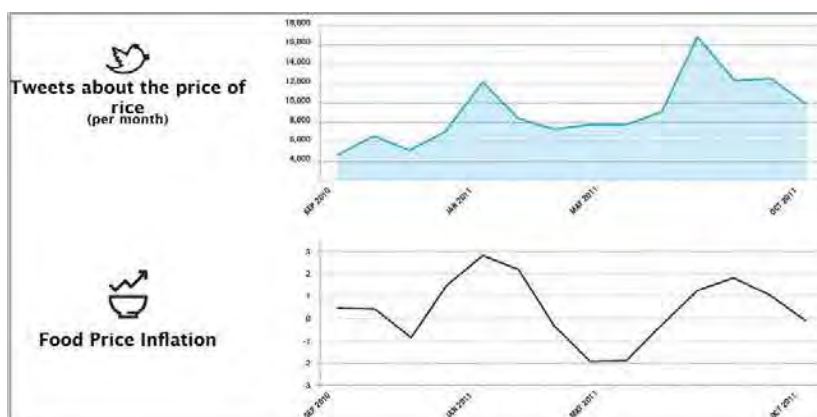


図 2.3-10：インドネシアでの Twitter で米価格に関するキーワードと食糧価格上昇の関連性（UNGLOBALPULSE 財団 HP 研究事例）

【制約・課題】

分野や業務に応じて、収集した情報の分析手法を確立する必要がある。大量のセンサーから収集した情報を処理するためには、時刻および位置情報を正確に取得する必要があり、例えば、小型な機器に内蔵可能な GNSS 受信機開発などが望まれる。また、人が情報を入力する場合には、主観的な情報となるため、それからコスト面では、センサーを大量設置

及び収集したサーバの運用なども課題となる。また、ソーシャルメディアなどの書き込みなどは、信頼性を確保することが課題である。

【利用例】

- ・ 行政機関、研究機関、大学、地方自治体、民間事業者など多数

(5) RFID とモバイル端末との連携技術

【長所】

小さい安価な IC チップに商品内容や輸送先などの情報を読み書きできる

IC チップの読み書きしたとき、物流や人の移動の情報を取得できる

【想定される適用例】

運輸交通の項を参照 (P56～)

【特徴】

RFID とは、ID 情報を埋め込んだ RF タグから、電磁界や電波などを用いた近距離（周波数帯によって数 cm～数 m）の無線通信によって情報をやりとりするツールである。数 KB の容量があり、バーコードタグなどに比べて容量が大きく、非接触で、高速に情報の追記・編集ができることが特徴である。

Suica や PASMO のような IC 乗車券も、広義には RFID の一種といえる。タグそのものには、位置情報や時刻を受信する機能はないため、収集した装置で位置情報や時刻を収集する必要がある。IC 乗車券による料金収集システムは、海外でもバス料金収集システムなどいくつか導入された実績があり、バスのスムーズな乗降、円滑な運行、料金の不正などがなくなり、収益アップにつながっている。また、路線毎に正確な乗降状況、運行状況、パーソントリップなども把握でき、運行管理や経営を支援する情報の収集も可能である。



図 2.3-11 : バングラデシュでの IC 乗車券利用 (株) エヌ・ウェーブ 写真提供)

また、IC タグは、人の入退室、店舗商品の売上げ・在庫管理及び物流管理においても普及している。効率的な商品・物流管理やセキュリティ確保などに有効なツールとなっている。

更に、商品管理、物流管理を総合的に管理するシステムやサービスの提供などもある。物流全体の質（スピードや管理徹底）を向上させるだけでなく、車両の燃料「コスト削減」や商品の「見える化」などにも効果がある。

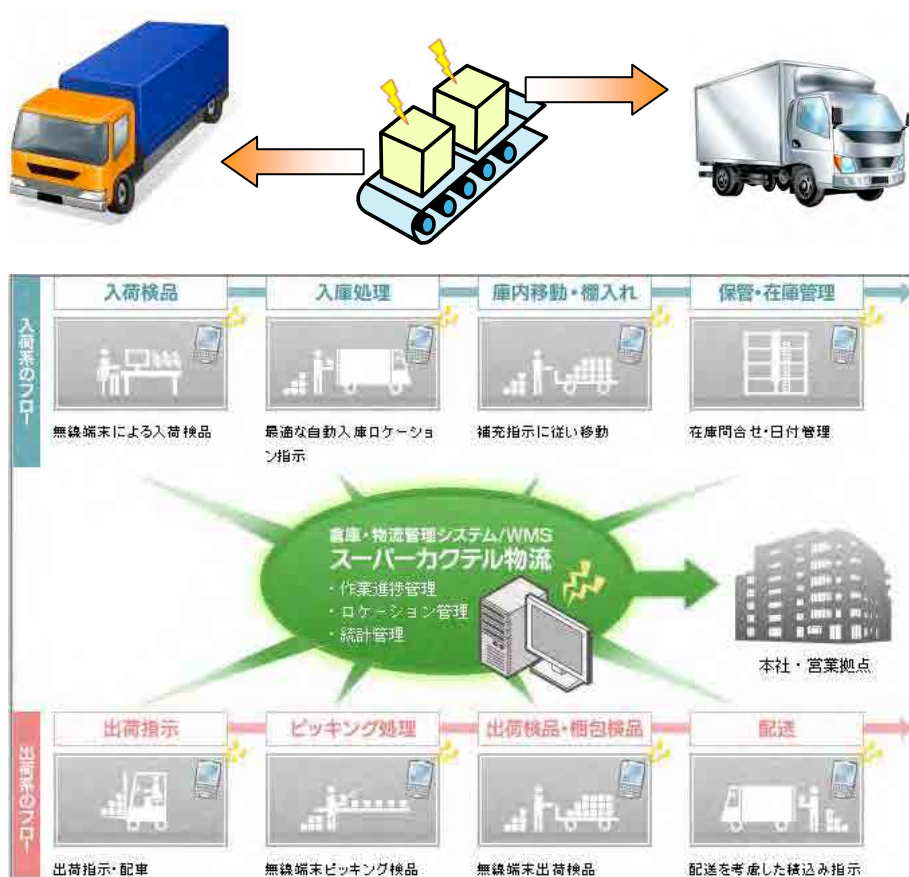


図 2.3-12：物流の仕分けと管理のイメージ（内田洋行 HP）

【制約・課題】

RFID の普及に当たっては、低価格化が不可欠である。また、個人情報と ID を結びつけて情報を収集する場合には、プライバシーの保護にも配慮する必要がある。

【利用例】

- ・ JICA 「ダッカ市都市交通料金システム ICT 化プロジェクト」 （バングラデシュ）
- ・ 他民間事業者など多数

(6) 緊急時の情報通信システム

【長所】

同時に大量の携帯に緊急情報を配信できる

衛星からのメッセージは災害時でも継続性の高い緊急通信手段になる

【想定される適用例】

水資源・防災の項を参照（P62～）

【特徴】 【特徴・長所・可能性】

携帯電話やモバイル端末等を用いて、警報伝達、安否確認、現在位置通知などを行える技術も普及している。国内で知られている、緊急時の情報として、緊急地震速報があり、気象庁から気象業務支援センターを通じて、二次配布事業として、携帯電話会社や情報サービス提供業者が利用者に提供しているものである。



図 2.3-13：気象庁から発表される緊急地震速報（緊急地震速報 利用者協議会 HP）



図 2.3-14：携帯電話会社が配信するメッセージのイメージ（NTT ドコモ HP）

携帯電話会社では、国・地方公共団体の災害・避難情報の一斉配信を行っている。「災害・避難情報」は、国・地方公共団体が災害発生時などに提供する各種緊急情報を、対象エリアの携帯電話に対して、一斉配信するサービスである。

また、衛星から直接携帯電話などの端末に簡易メッセージを送信することも可能である。準天頂衛星では、津波・風水害等の緊急情報などを対象時刻・位置データと共に準天頂衛星

から配信することにより、受信端末利用者へ地域・時刻を限定して緊急情報を端末に表示させたりすることが予定されている。特に、災害発生時に地上の携帯基地局などが被害を受けてダウンした場合に、衛星から直接メッセージを送ることは通信手段を確保でき、有効なツールとなる。

防災向け簡易メッセージ送信

○準天頂衛星システムでは、補強情報を送信する“すき間”を利用して、簡単なメッセージを地上(携帯電話等)に送ることが可能。

(例) 広域災害時の情報提供

大震災のような広域災害発生時に、携帯電話等の所有者の居場所(位置)に応じ、災害情報や避難情報をきめ細かく提供できる

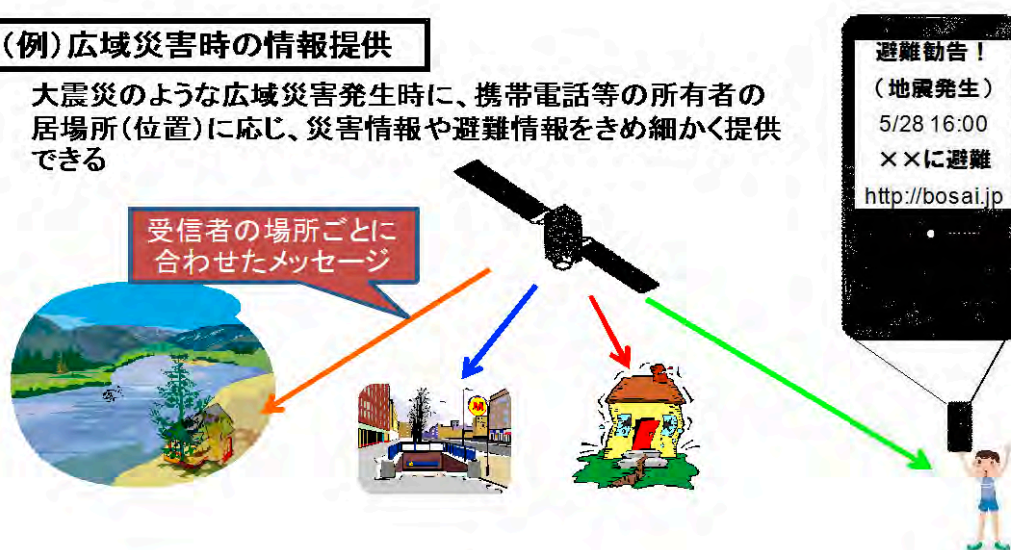


図 2.3-15：準天頂衛星システムメッセージ通信サービスについて（総務省 HP 資料より）

【制約・課題】

準天頂衛星システムメッセージ通信サービスは今後開始される予定である。

【利用例】

- ・放送事業者、携帯電話会社など多数

2.4 GIS 技術

GIS 技術はさまざまな観測データを地図化し、課題分析の支援ツールとして活用されるほか、シミュレーションによる対応策の比較検討やモニタリングによる施策効果や影響把握に活用される。全体としてみると GIS 技術は PDCA サイクルを効果的に実施するための支援ツールとしてみることができる。

GIS 技術を活用するためには、必要なデータの存在が前提であるため、世の中に散在する既存のデータをメタデータ等に基づき、管理・検索・入手する技術も関連技術として重要である。



図 2.4-1 : GIS 技術を PDCA サイクルに効果的活用するイメージ

表 2.4-1 に以降で取り上げる GIS 及びその関連技術の概要を示す。

表 2.4-1 : GIS 及びその関連技術

技術	概要
(1) 可視化・地図化	地理空間情報を色や記号化など表現法を指定して地図として表示する。通常は位置が明確となるように基盤的な地図の上に表現したい情報を強調して表示する。 2 次元的表現だけでなく、鳥瞰図や 3 次元アニメーションなどの 3 次元的表現も行われる。
(2) 評価分析とシミュレーション	可視化や地図化により明らかになった現状や問題への対応策を比較検討し、最適な対応策を選択する。 手法として、点数化による評価やシミュレーションが行われる。
(3) モニタリング	施策の評価や状況を長期間にわたって調査し、施策の効果や影響の把握、現象の理解等を行う。
(4) 検索技術、閲覧サービス技術	散在する既存の地理空間情報を検索する。また、その内容を画面上で閲覧するための技術。

(1) 可視化・地図化

【概要・利用例】

地理空間情報を色や記号化など表現法を指定して地図として表示する。通常は位置が明確となるように基盤的な地図の上に表現したい情報を強調して表示する。



図 2.4-2 : 病院の分布 *ピンク白抜き記号の付された建物が病院

図 2.4-2 は病院の分布図を示す。このように存在が明確な対象を地図化もあれば、図 2.4-3 のリアルタイム降雨分布のように時間とともに変動する物理量を色区分に変換し、可視化して表示する場合もある。

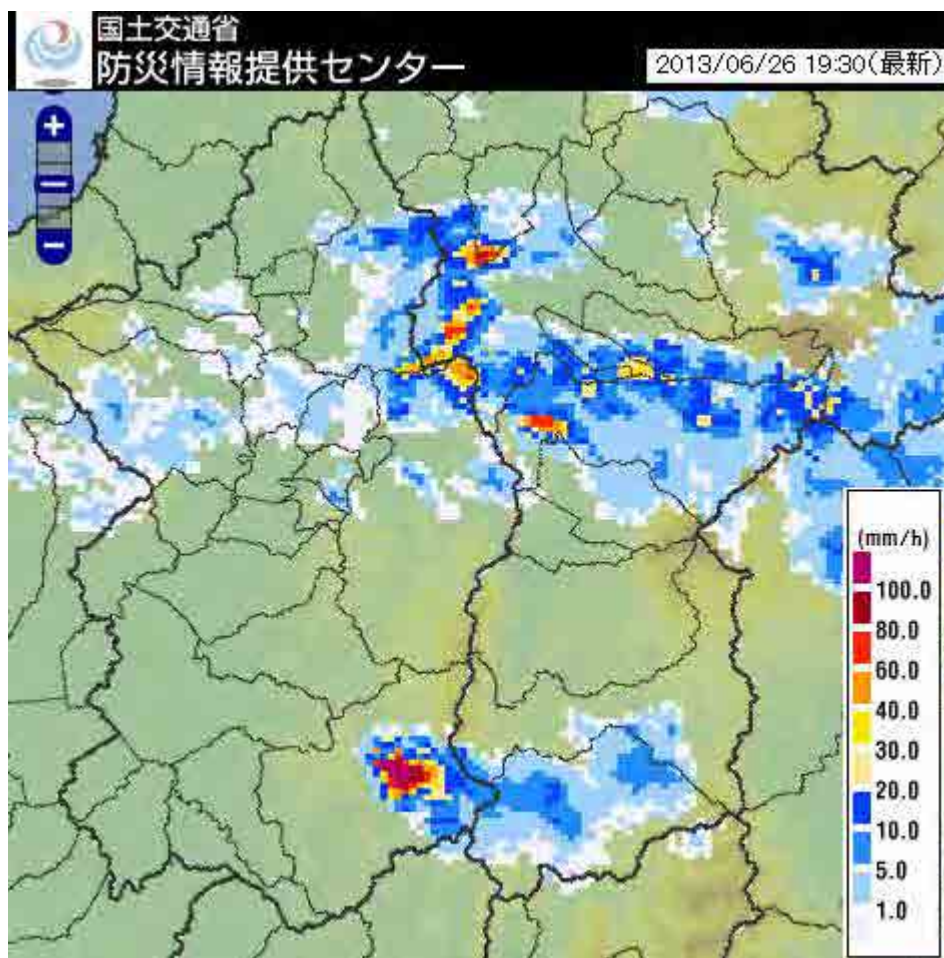


図 2.4-3 : リアルタイム降雨強度分布

こうした2次元での表現にとどまらず、3次元の対象をリアルにインパクトを持って表現するために、鳥瞰図や3次元アニメーションが用いられることもある。図 2.4-4 に地すべりの鳥瞰図、図 2.4-5 に市街地再開発のアニメーションの例を示す。

このように可視化、地図化することにより現状を把握し、問題の所在を客観的に明らかにすることが可能となる。

【制約・課題】

GISによる可視化、地図化は広く行われており、技術的な課題はない。データやGISソフト及びそれを扱える人材等のリソースを準備する必要がある。

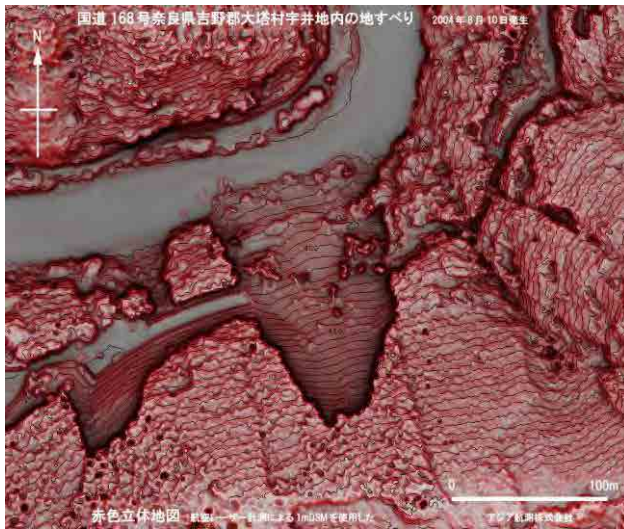


図 2. 4-4 : 地すべりの陰影図(左)と鳥瞰図(右) アジア航測(株)HP



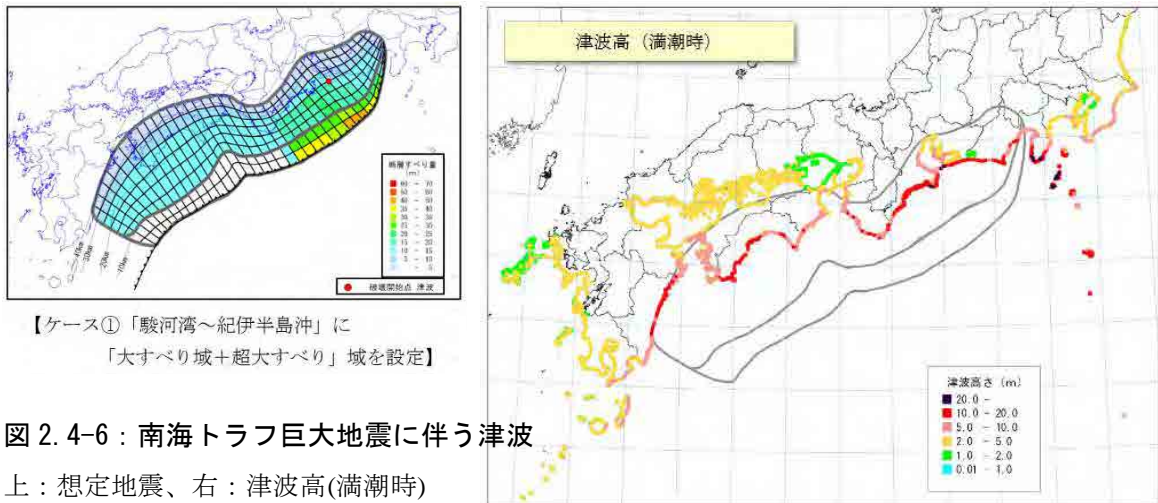
図 2. 4-5 : 市街地再開発のアニメーション (独)都市再生機構 HP

(2) 評価分析とシミュレーション

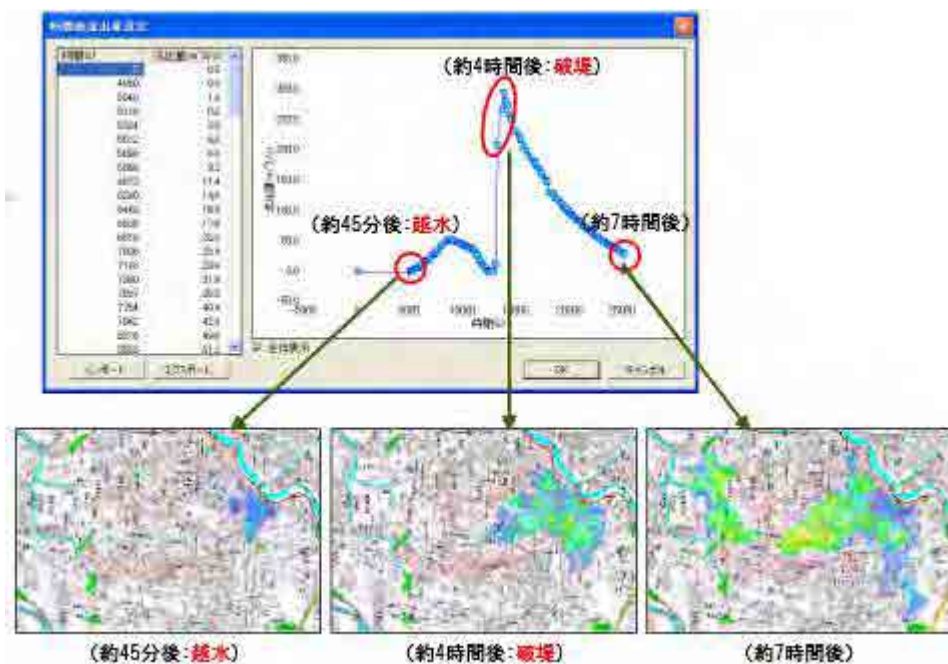
可視化や地図化により明らかになった現状や問題への対応策を考える場合、どのような対応策が最も効果的であるか比較検討し、最適な対応策を選択するために、評価分析やシミュレーションが行われる。例えば、図 2.4-2 のように病院が分布するとき、どこに病院を新設するかという問題が考えられる。その際、既存の病院までの距離、周辺の人口等の評価項目について、項目ごとに点数化し、それらを総合した評価マップから適切な新設候補地域を求

めることが考えられる。また、空き地の状況から新設候補地が限られる場合は、既存病院に候補地の一つを加えたときの病院までの距離や周辺人口等から想定患者数をシミュレーションし、想定患者数が最も多い候補地に決定する、あるいは想定患者数の分散が最も小さくなる場所に決定するなどが行える。

また、問題をより明確にするためにシミュレーションが行われる場合もある。図 2.4-6 は南海トラフ巨大地震に伴う津波高のシミュレーション結果である。この結果に基づき、被害を軽減するための対策が検討されることになる。



時間的に変動する対象に対してはリアルタイムシミュレーションが行われる。例えば、河川水位や堤防の実際の状況を踏まえて、破堤地点を変えながら洪水氾濫シミュレーションを行い、得られた浸水深と浸水域から避難情報発表などに役立てることができる(図 2.4-7)。



(3) モニタリング

ある施策について適切な指標を定め、施策実施前後で指標を調査することにより、その施策の効果や影響について把握することができる。効果や影響が短時間では判明しないことも多く、その場合は長期間モニタリングすることになる。施策の効果や影響を空間的観点からみるために、モニタリング結果を可視化、地図化することが行われる。また、施策の有無にかかわらず、時間的に変動する現象について、現状の把握のためにモニタリングやその可視化、地図化が行われる。

図 2.4-8 は、市区町村別の一人当たり自動車 CO2 排出量マップである。これを経年的に見ることによって CO2 削減施策の効果を見ることができる。

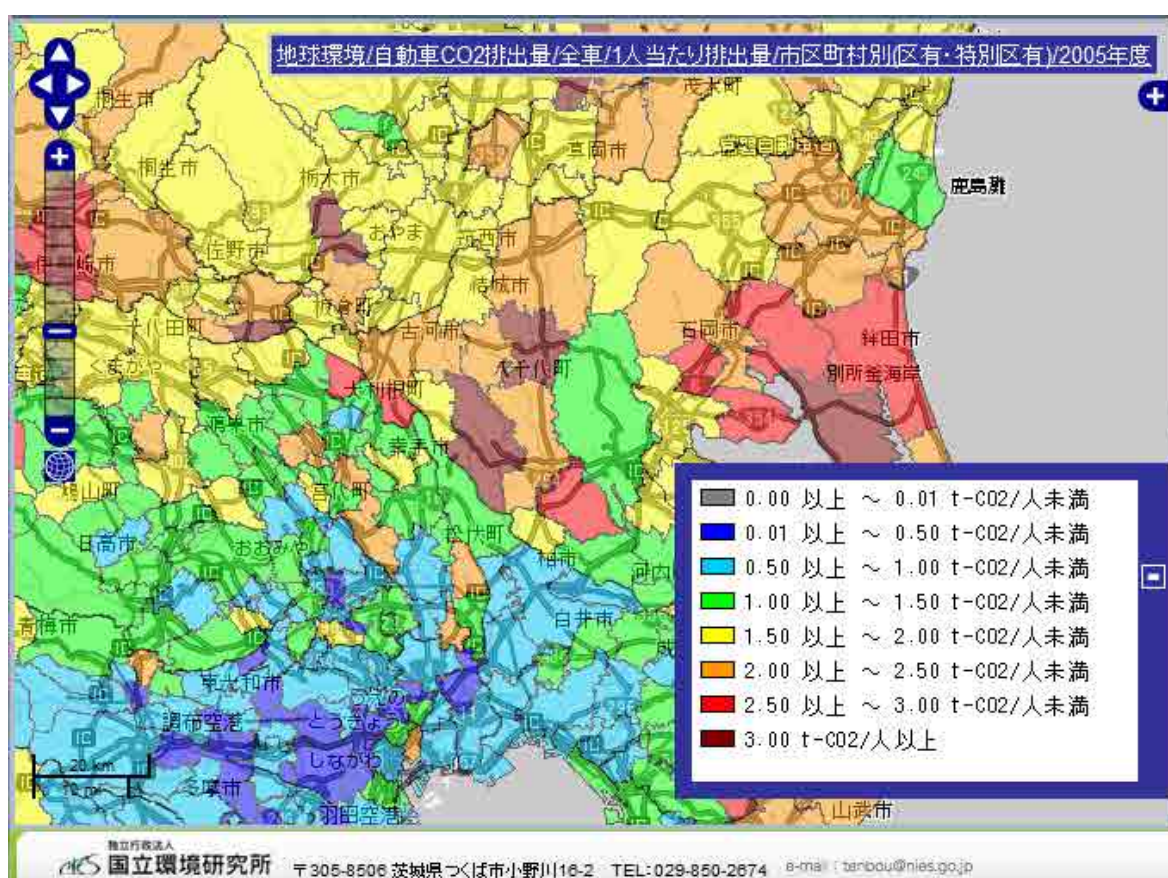


図 2.4-8 : 自動車 CO2 排出量のモニタリング 国立環境研究所 HP

(4) 検索技術、閲覧サービス技術

さまざまな主体が地理空間情報を作成しているので、必要な地理空間情報が既に存在している可能性がある。既存の情報があればそれを活用することにより効率的に GIS による分析作業が行えるので求める条件にあう地理空間情報は重要であり、それを実現する仕組みがク

リアリングハウス⁶である。これは複数のデータベースで管理されている地理空間情報のメタデータ(当該地理空間情報の所在、内容、品質等を記したデータ)を索引として、条件に合う地理空間情報を検索し、メタデータの内容を表示するものである(図 2.4-9)。検索した地理空間情報を画面上で閲覧したり、ダウンロードしたりする機能が付加されている場合もある。



図 2.4-9 : 地理空間情報の検索

(5) オープンソース GIS の普及

GIS の利用には GIS ソフトウェアが必須であるが、従来機能豊富な商用ソフトウェアは高額であった。最近、Quantum GIS をはじめとして高機能のオープンソース GIS の普及が進んでおり、予算的制約の厳しい開発途上国における GIS 利用の加速が期待される。以下に代表的なオープンソース GIS のいくつかを紹介する。

a) Quantum GIS

Quantum GIS (以下、QGIS という)は、Windows, Mac OS X, Linux, Unix 及び Android 上で動作する代表的なオープンソースの GIS である。さまざまなフォーマットのベクトルデータとラスターデータを読み込み、表示するほか、以下に示すような GIS としてのひとつおりの機能を有している。

- 地図操作

⁶ インターネットにより地理空間情報の所在を検索する仕組み。

- 投影法の変換、地物の検索、属性編集・検索、地図整飾と出力
- データ編集、エクスポート
 - 地物のデジタイズ、GPS データの読み込み・フォーマット変換、ラスタデータ位置合わせ
- 解析
 - 空間演算、地形解析、ネットワーク解析その他
- 作成した地図のインターネット公開

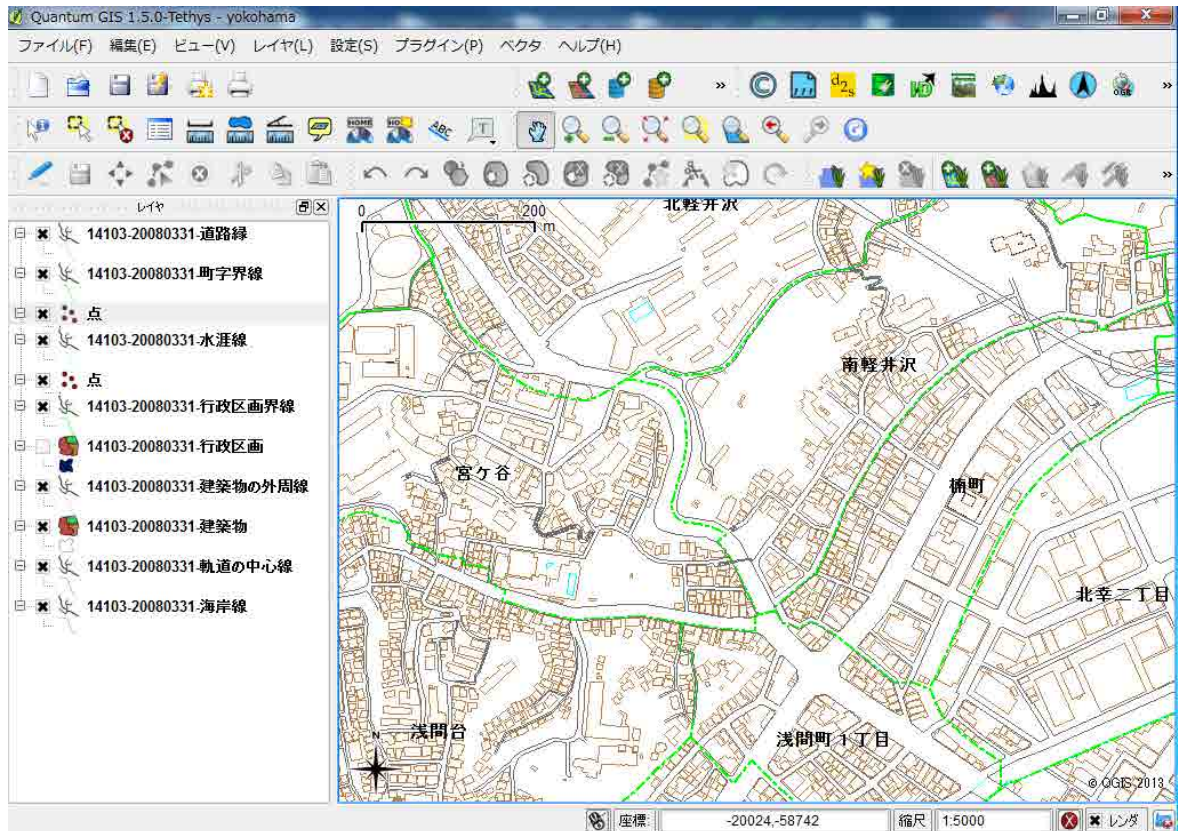


図 2.4-10 : Quantum GIS による基盤地図情報の表示

b) GRASS

GRASS (Geographic Resources Analysis Support System)は地理データの解析、画像処理、グラフィックス・地図作成、空間モデリングと可視化を行うためのオープンソース GIS である。もともと Linux 上で動作するソフトウェアであったが、現在では Mac OS X や Windows 上でも動作し、以下のような多様な機能を有している。

- ラスタ解析
 - ベクトルデータへの変換、色テーブルの操作、相関・共分散分析、リサンプリング、ベクトルデータからの面生成
- 3次元ラスタ解析
 - 3次元データ読み込み・出力、3次元可視化、3次元内挿

- ベクトル解析
 - 等高線からのラスタデータ作成、ラスタデータへの変換、デジタイズ
- 点データ解析
 - 標高点からの面生成、地形解析、航空レーザー測量データ処理
- 画像処理
 - カラー合成、エッジ抽出、フーリエ変換、幾何補正、正射写真作成、教師付分類、教師なし分類
- DTM 解析
 - 等高線生成、傾斜角・方向分析
- ジオコーディング
- 可視化
 - 3次元表面、ヒストグラム表示、ラスタ地図、ベクトル地図
- 地図作成

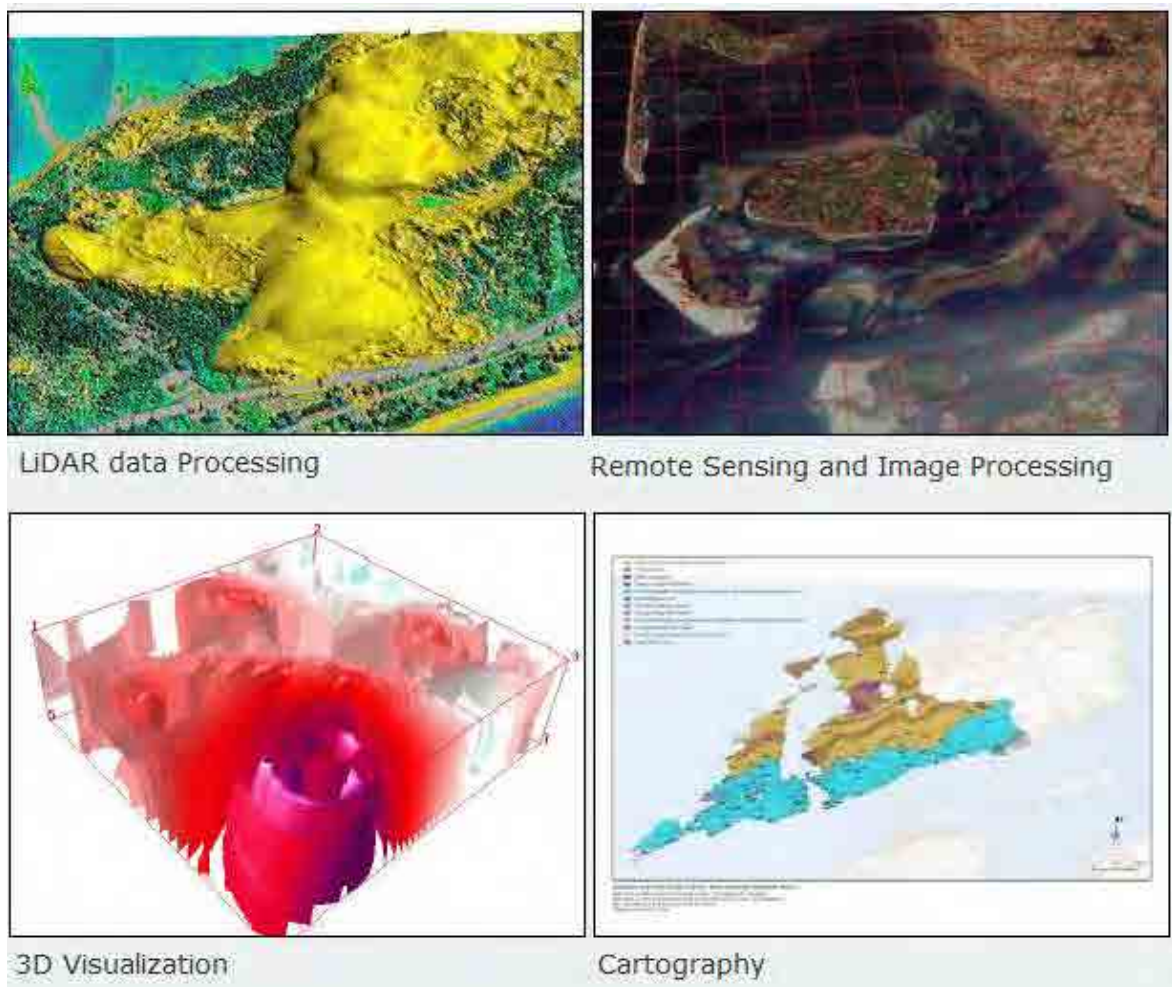


図 2.4-11 : GRASS による解析例 (左上 : 航空レーザー測量データ処理、右上 : 画像処理
 左下 : 3次元可視化、右下 : 地図作成)

c) OpenStreetMap

OpenStreetMap (OSM) は GIS ソフトではなく、だれでも作成に参加し、自由にダウンロードし、使えるフリーな地理空間情報データベースである(ライセンスは ODbL)。OSM は、英国の非営利団体 OpenStreetMap Foundation の支援する OpenStreetMap プロジェクトの成果であり、現在、130 万人以上の人々が地図作成の努力を続けている。

英国はじめ先進国でデータ整備が先行し、図に見るように日本でもデータが相当充実している。一方、その他の例えば東南アジアのタイにおいてもデータ作成が広がりつつある。

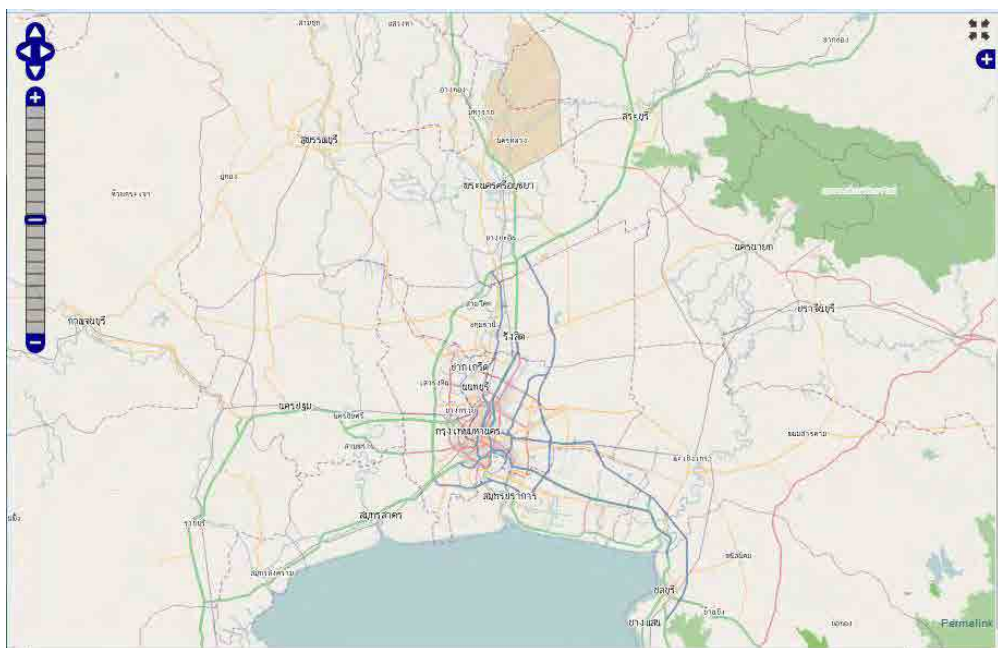
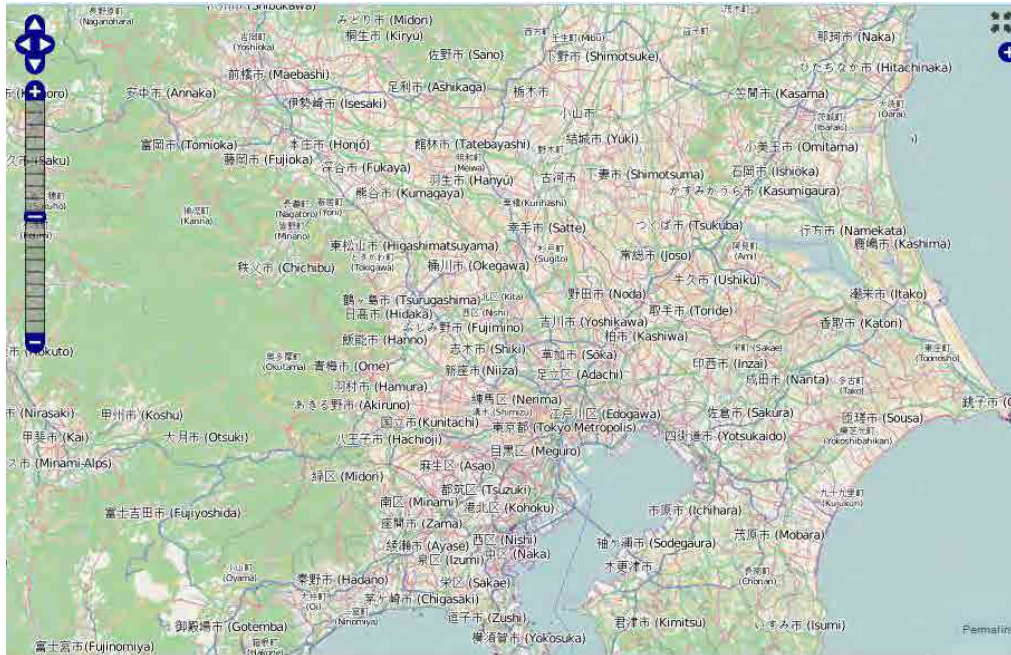


図 2.4-12 : OpenStreetMap の例(上 : 日本の関東地方、下 : タイのバンコク付近)

2.5 必要な環境整備・インフラ整備

GIS を活用するためには、地形や環境、社会経済データ等の基幹的な情報、高精度な衛星測位を行うためには監視局、電子基準点ネットワークなどの地上系設備、また、携帯電話やインターネットを通じた膨大な地理空間情報のやり取りを行うためには通信容量の大きな基幹通信ネットワークが必要である。本節では、このような 2.2～2.4 に記述した技術を活用するための環境整備及びインフラ整備について記述する。

(1) 基幹的な情報の整備

a) 地形データ

地表面の標高データ、等間隔のグリッド交点の標高値で表現する場合と等高線で表現する場合が一般的である。都市・地域開発、防災・水資源等各分野に必要な基本的データ。洪水シミュレーションなどでは 2 m グリッドの精密な地形データが用いられる場合もある。

b) 環境データ

土地利用や土地被覆、森林などの植生のデータ。ラスタデータ(メッシュの属性値の集まり)として表現する場合とベクトルデータ(この場合は同一属性のポリゴンの集合)で表現する場合がある。時系列的に調べることで影響や効果の測定にも利用される。

c) インフラデータ

道路、橋、公共建造物や電気・上下水道・ガス・電話などのライフラインに関するデータ。ベクトルデータで表現することが一般的。都市・地域開発、交通、防災等の施策を進める上で不可欠なデータ。

d) 土地や家屋の所有状況データ

課税の基本となるデータであり都市・地域の開発計画策定や実施のために不可欠。

e) 社会経済データ

地域別の GDP や企業活動に関する情報は、地域開発計画を策定する上で不可欠。また、施策の効果や影響をモニタリングする際の指標としても活用される。

f) 人口データ

小地域の人口データは、各種計画策定や人の移動分布把握等、さまざまな目的のための基礎資料として用いられる。また、人口の時系列変化を見ることにより施策の効果の測定が行える。

(2) 衛星測位に必要な地上系設備

衛星測位に必要な地上系設備は求められる精度によりさまざまである。今、1台の受信機によるリアルタイム測位について考えると、10mの精度であれば、衛星の受信状況さえよければ、ハンディ受信機のみで達成できるが、m級、サブ10cm級、cm級となると地上系設備や受信機の性能に条件が課されてくる。表2.5-1に衛星測位により可能なサービスとその実現に求められる精度、その精度の達成に必要な地上系設備等の現状を示す。

表 2.5-1：衛星測位による可能なサービスと必要な地上系設備

サービス	必要精度	地上系設備	測位方式	衛星測位システム
<ul style="list-style-type: none"> ・農業自動化 ・情報化施工 ・精密測量 	cm級	50～100 km 間隔の電子基準点（日本のネットワーク型RTKの例では50km）	ネットワーク型RTK(2～3周波)	GPS, GLONASS, QZSS, GALILEO
<ul style="list-style-type: none"> ・精密カーナビゲーション ・精密列車運行管理 	サブ10cm級 10cm級	<ul style="list-style-type: none"> ・500～900 km 間隔の電子基準点 ・実用システムは未だ 	Wide Area RTK(2～3周波)	GPS, GLONASS, QZSS, GALILEO
		<ul style="list-style-type: none"> ・監視局を数百 km 間隔で設置 ・実用システムは未だ 	PPP(2～3周波)	GPS, GLONASS, QZSS, GALILEO
<ul style="list-style-type: none"> ・航空機航法支援 ・船舶安全性確保 ・歩行支援、観光案内 	m級	実証実験では6局(電子基準点を利用)でOK	サブメータ級測位(1周波)	QZSS
		MSAS ⁷ の場合、国内6局、海外2局	(広域)DGPS ⁸ (1周波) SBAS ⁹	GPS, GLONASS, GALILEO
		日本は27局で運用。沿岸200km以内で有効	(狭域)DGPS(1周波)	GPS, GLONASS, GALILEO
<ul style="list-style-type: none"> ・カーナビゲーション ・交通状況把握 ・車両運行管理 ・物流管理 ・人の動態把握 	10m	監視局 GPSの場合は、監視局6、地上アンテナ4	単独測位(1周波)	GPS, GLONASS, QZSS, GALILEO

現在運用中の衛星測位システムとしては、米国のGPS、ロシアのGLONASS、中国のCompassがあり、欧州のGalileoは2014年に運用開始を予定している。また、わが国は2010年に準天頂衛星初号機「みちびき」を打ち上げ、GPS衛星の補完(同時に観測できる衛星の数を増やす)機能を果たしている。

このように既にさまざまな測位衛星が打ち上げられているが、JAXAはこれらの衛星を国際協力の下に追跡、観測するネットワークMGM-Net(複数GNSSモニタ局ネットワーク)を構築し、PPP方式によるサブ10cmの測位精度達成を目指した開発を進めている。図2.5-1にMGM-Netの監視局の位置図を示す。

⁷ 運輸多目的衛星によるSBAS(脚注9参照)

⁸ 観測点のほかに位置のわかっている点で測位衛星を観測し、観測点での測位精度を向上させる手法

⁹ 測位衛星からの電波に静止衛星からの補強信号を加え、航空機の航行を支援するシステム。国際民間航空機関(ICAO)が規格化した。

わが国の準天頂衛星システムは、2018年までに4機体制とする予定であり、米国のGPS衛星を補完するほかに、サブメータ級及びセンチメータ級の測位を可能とする補強機能を提供することとしている。GPS衛星のみでは約10mの測位精度しかえられないが、国内外の監視局データをもとに作成される補強信号を用いればサブメータ級の測位精度が実現できる予定である。また、位置が精密にわかっている電子基準点での観測データをもとに作成される補強信号を用いればセンチメートル級の測位精度が達成される予定である。既に、日本国内では、ネットワーク型RTKという手法により、GPS衛星の観測データを用いてリアルタイムでのセンチメータ級の測位精度を達成するサービスが提供されている。これは日本国内に約1200点設置された電子基準点のうち300~400点の観測点(点間距離は約50km)から得られたデータを用いて行われているものである。

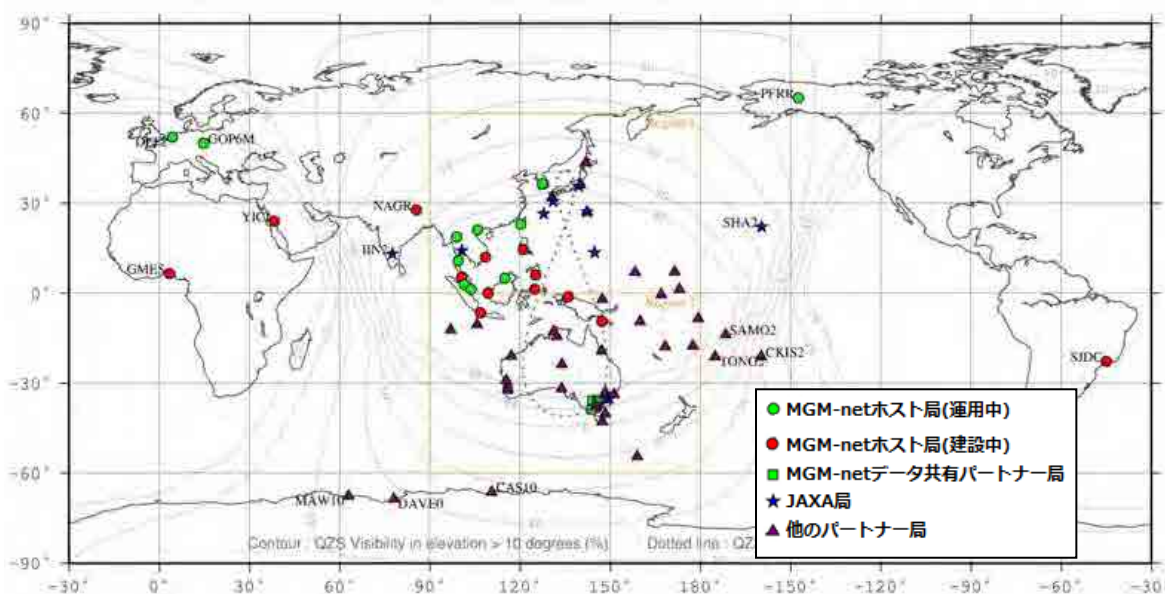


図 2.5-1 : JAXA MGM-net 観測ネットワーク (2013年5月時点の状況)

海外において日本国内と同様にネットワーク型RTKという手法によりセンチメータ級の測位精度を実現するためには、電子基準点ネットワークの整備が必要である(数百kmの間隔で設置された監視局での観測に基づくcmレベルの精密軌道決定より10cm以下の精度を達成が見込まれるPrecise Point Positioning(PPP)と呼ばれる測位手法もある)。現在世界各国の測地測量ではGNSS測量が一般的に利用されており、電子基準点の設置も徐々に進められている。これを準天頂衛星対応に変更するとともに、必要な配置及び数で整備することにより、準天頂衛星を用いた様々なサービスの展開が可能となる。こうして設置された電子基準点網は国家の基盤的な測地基準点網としても重要である。

ちなみに東南アジア(インドネシア、ミャンマー、タイ、マレーシア、ベトナム、フィリピン、ラオス、カンボジア、バングラデシュ、ブルネイ、東チモール、シンガポール)の面積は463万km²(森林を除くと210万km²)であり、電子基準点を点間距離50kmで設置すると、最も近い電子基準点までの最長距離は約30kmであり、森林を除いた地域をカバーするために

は、約 1000 点の設置が必要となる。点間距離が 100km、150km の場合は、それぞれ約 250 点、約 100 点の設置が必要となる(表 2.5-2)。

表 2.5-2：電子基準点間距離と東南アジアカバーに必要な点数の試算

電子基準点間距離	30 km	50 km	80 km	100 km	150 km
最寄りの電子基準点までの 最長距離	17 km	29 km	46 km	58 km	87 km
東南アジア全域カバーに必 要な電子基準点設置数*	5938	2138	835	534	238
森林地域を除く東南アジア 全域カバーに必要な電子基 準点設置数*	2696	971	379	243	108

* 東南アジア：ここではインドネシア、ミャンマー、タイ、マレーシア、ベトナム、フィリピン、ラオス、カンボジア、バングラデシュ、ブルネイ、東チモール、シンガポールとする。また、カバーする領域は細かく分離した形状ではなく、まとまった形状になっているものと仮定

わが国のネットワーク型 RTK による GNSS 測量では、点間距離約 50km でセンチメートル級の精度を達成している。東南アジアの都市部のみをカバーすることとすれば点間距離 50km の場合でも、地上系設置点数の大幅削減が見込まれる。

(3) 基幹通信ネットワークの増強

地理空間情報が付加価値を生み出す上で携帯電話やインターネットの役割は重要である。したがって、これらが円滑に利用できるようにするための基幹通信ネットワークの増強が必要である。

表 2.5-3 は東南アジア諸国における通信回線の普及状況を示す。東南アジア諸国は、固定回線においてはわが国より普及が遅れているが、携帯電話やスマートフォンに関してはほぼ同様かむしろ普及が進んでいる。携帯電話の速度については、2G¹⁰回線が、タイ、マレーシア、フィリピン、ジャワ島、ベトナムのハノイ、ホーチミン、バングラデシュを広くカバーしている他、カンボジア、ラオス、ミャンマーにおいても首都等の都市がカバーされている。3G 回線については、ジャワ島のほぼ全域、タイのバンコク周辺、フィリピン、ベトナムのハノイ、ホーチミン、ブルネイでのカバーが著しい。3.9G については、タイのバンコク、フィリピンのマニラ、マレーシアのマレー半島沿岸部、シンガポール、インドネシアのジャカルタでカバーが始まっている(図 2.5-2, 2.5-3)。

わが国は 2015 年までに光回線(通信速度 100Mbps)の世帯普及率 100%を目標とするとともに、2015 年以降携帯電話の 4G サービス(通信速度 1 G bps)の開始が見込まれている。一方、東南アジア各国では、固定回線の普及が進まないが、携帯回線の普及が著しいため、今後は

¹⁰ 第 2 世代の携帯電話の通信方式。同じく 3G は第 3 世代の方式で、2G より高速化した規格。3.9G は 3G の中でも高速な規格で 4G の一種に含めることもある。

3G～4G など携帯回線の高速化目指した基幹通信ネットワークの整備に努め、地理空間情報技術を十分に活用するするため環境を整えるべきであろう。

表 2.5-3：東南アジア諸国における固定回線、携帯電話の普及

国	人口 100 人あたりの固定ブロードバンド回線の契約数(2012)*1	携帯電話普及率(2011)*2	スマートフォンユーザー*3
インドネシア	1	97.7%	19%
ミャンマー	0	2.6%	--
タイ	7	113.2%	27%
マレーシア	8	127.0%	28%
ベトナム	5	143.4%	30%
フィリピン	2	92.0%	25%
ラオス	1	87.2%	--
カンボジア	0	69.9%	--
バングラデシュ	0	56.5%	--
ブルネイ	5	109.2%	--
日本	28	104.9%	26%

*1：国際電気通信連合の調査による。ブロードバンドは 256kbps 以上の回線。

*2：総務省 HP の世界通信事情による。

*3：Nielsen2012 年第 1 四半期調査

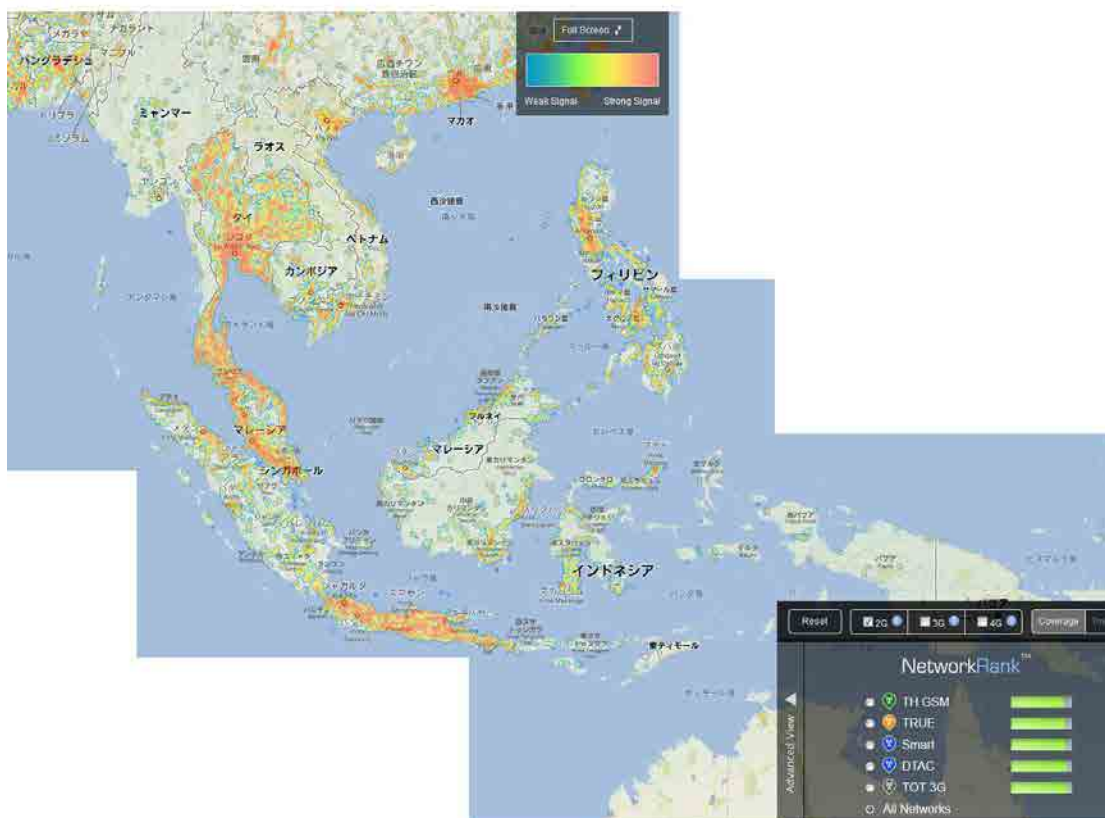


図 2.5-2：携帯電話 2G 回線のカバレッジ(上)、3G 回線のカバレッジ(下)

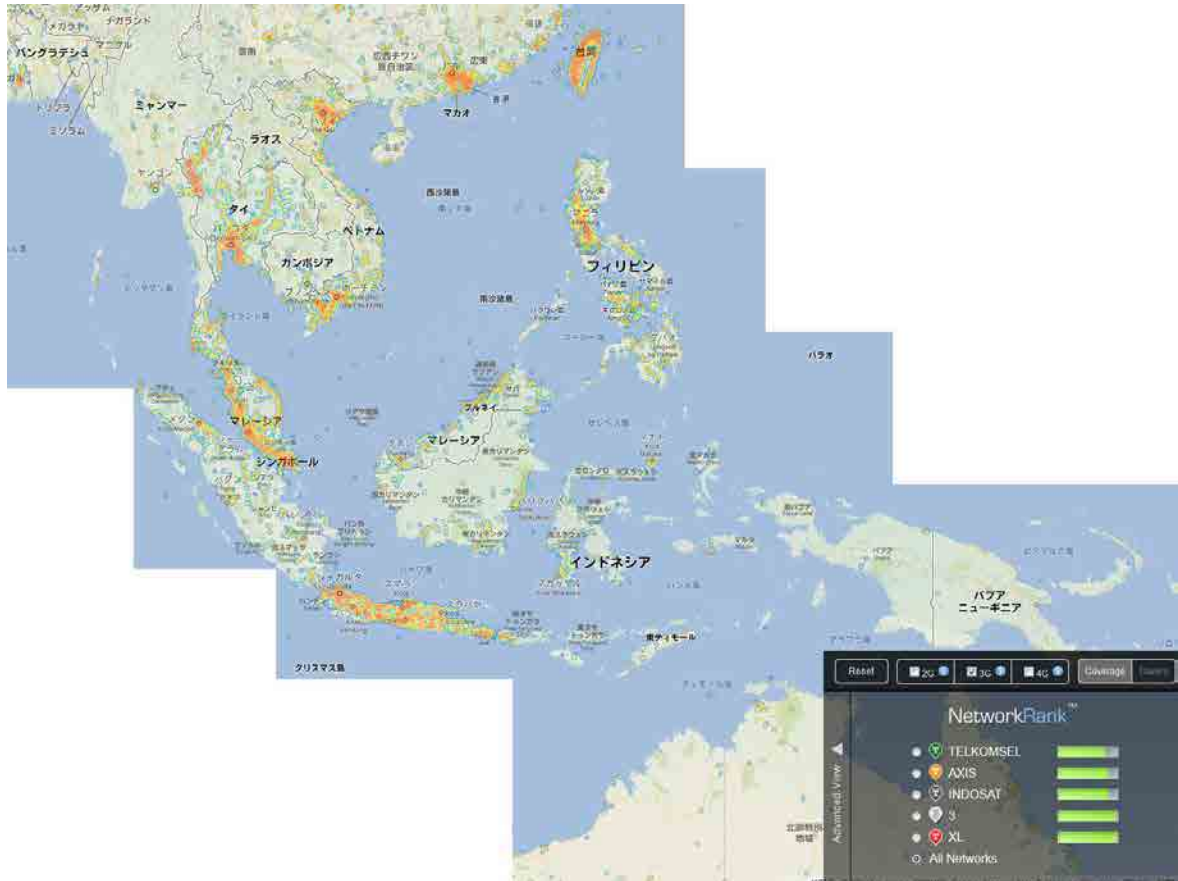


図 2.5-3 : 携帯電話 3G 回線のカバレッジ(上) 、3.9G 回線のカバレッジ(下)

第3章 地理空間情報技術の想定される適用例

3.1 分野別の想定される適用例

第2章では付加価値を生み出すと考えられる地理空間情報技術やシステムについて概観した。本章では、JICAが実施する事業分野のうち地理空間情報利用に関係深いと考えられる6分野(都市・地域開発、運輸交通、水資源・防災、自然環境保全、農業・農村開発、保健医療)、について、各分野の開発戦略目標を踏まえつつ、これらの技術やシステムをマッチングする考え方を示す。

開発戦略目標は、開発途上国のニーズを踏まえて、JICAが協力を実施する上での目標として定めているので、この目標達成に役立つ地理空間情報技術やシステムの適用が求められることになる。このため、最初に各分野の開発戦略目標について、中間目標、サブ目標レベルまで示し、その目標の達成に有効と考えられる地理空間情報技術やシステムを用いた協力について、「考えられる協力」及びそれに必要な「技術・システム」として整理する。

次にそれらの「考えられる協力」の全体像を示すとともに、使われる技術がどのような技術的特性を有するかについて、「高い測位精度」、「リアルタイム性」、「ビッグデータ」及びこれらの組み合わせで分類した6角形のダイアグラムで示す。さらに、いくつかの「考えられる協力」についてはより詳細な想定される適用例を示す。図3.1-1は、このような開発途上国のニーズと地理空間情報技術・システムのマッチングの考え方を図示したものである。

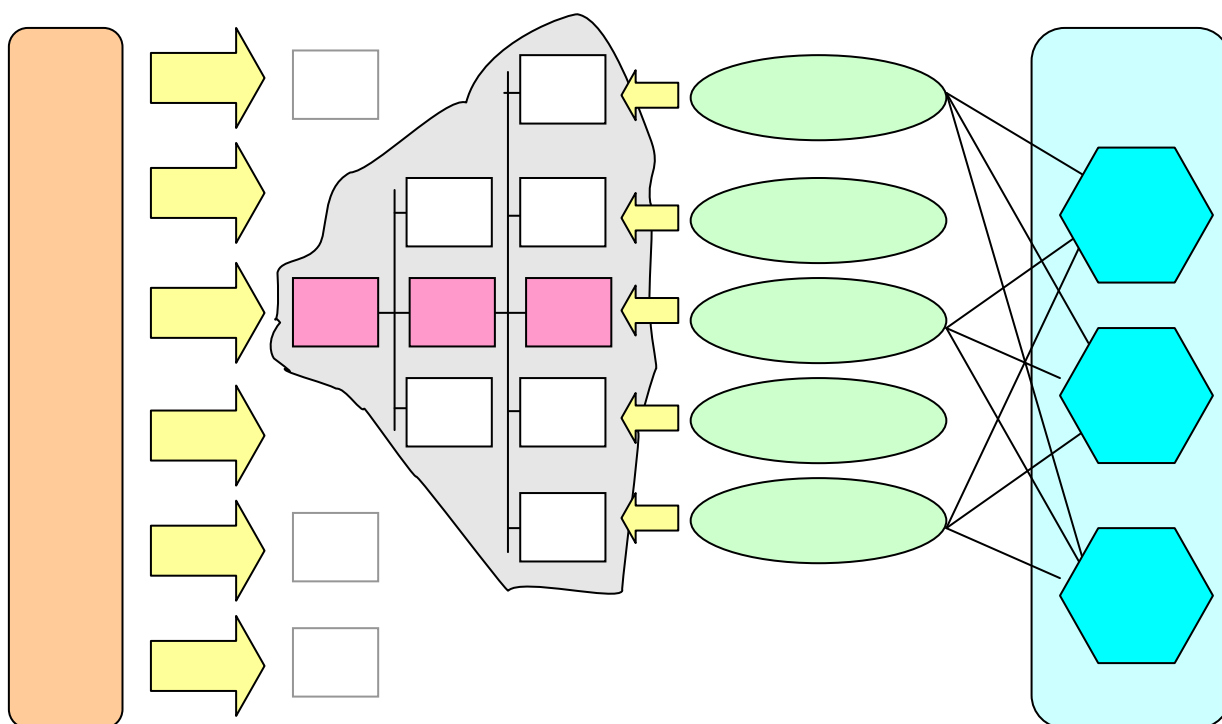


図3.1-1：開発途上国のニーズと地理空間情報技術のマッチング

3.1.1 都市・地域開発

2007年3月にまとめられた都市・地域開発分野の課題別指針に掲げられた開発戦略目標に沿って「考えられる協力」及びそれに「必要な技術・システム」として表3.1.1-1にまとめた。

表3.1.1-1：都市・地域開発の開発戦略目標・中間目標・サブ目標と考えられる協力及び必要な技術・システム

戦略目標-中間目標	サブ目標	考えられる協力	必要な技術・システム
開発戦略目標1「地域開発」			
1-1. 地域開発政策の策定 (地域開発政策)	1-1-1. 基礎資料の整備 1-1-2. 地域開発戦略の策定	・政策検討に必要な情報の収集支援 (土地利用、人の移動分布、環境情報)	・統合型GIS ・衛星、携帯
1-2. 地域経済開発の促進 (経済開発)	1-2-1. 地元産業の振興 1-2-2. 投資促進のための制度整備 1-2-3. 経済活動を支えるインフラの整備	・政策検討に必要な情報の収集支援 (土地利用、人の移動分布、環境情報)	・統合型GIS ・衛星、携帯
1-3. 地域における基礎的 生活分野の改善(社会開発)	1-3-1. 必要不可欠な社会インフラの整備 1-3-2. コミュニティアプローチの強化	・政策検討に必要な情報の収集支援 (土地利用、人の移動分布、環境情報)	・上下水道施設管理GIS ・衛星、携帯
1-4. 地域の環境保全と防災 対策の推進(環境保全と防 災)	1-4-1. 自然環境の保全と回復 1-4-2. 大気汚染、水質汚濁などの生活公害、産業公害の防止 1-4-3. 防災対策の推進	・政策検討に必要な情報の収集支援 (土地利用、人の移動分布、環境情報)	・統合型GIS ・衛星、携帯
1-5. 地域開発のキャンペ ンティベロップメント	1-5-1. 地域開発の計画策定・実施体制の強化 1-5-2. 地方分権への対応 1-5-3. 地域間連携の強化 1-5-4. 人材の育成	・GISなどを利用したPDCAサイクルの確立 ・「見える化」による合意形成支援手法	・GIS
開発戦略目標2「都市開発」			
2-1. 都市開発政策の策定	2-1-1. 基礎資料の整備 2-1-2. 総合的、長期的な都市開発政策の策定	・都市計画業務の科学化、円滑化、効率化 ・政策策定に必要な情報の収集支援 (土地利用、環境情報) ・人移動情報の大量・効率的収集(PT調査への活用)	・統合型GIS、3次元GIS ・プローブカー ・衛星、携帯、SNS、センサ、カメラ
2-2. 土地利用計画の策定	2-2-1. 適正土地利用への誘導 2-2-2. 都心部問題の防止・解消	・要政策策定情報の収集支援(土地利用、環境情報) ・住民・行政間のコミュニケーション高度化(住民への 情報提供、住民からの情報収集でのSNSの活用)	・統合型GIS ・衛星、携帯、SNS、センサ、カメラ
2-3. 総合的都市インフラ の整備	2-3-1. 運輸・交通環境の改善 2-3-2. 上水道、下水道、衛生環境の改善 2-3-3. エネルギー環境の改善 2-3-4. 通信環境の改善 2-3-5. その他都市に必要なインフラ環境の改善	・道路施設管理の効率化 ・GNSsを活用した重機の制御による道路施工 ・上下水道施設管理の効率化	・GIS ・高精度衛星測位
2-4. 居住環境の改善	2-4-1. 既存市街地の居住環境改善 2-4-2. 貧困地区居住環境の改善	・要政策策定情報の収集支援(土地利用、環境情報) ・弱者移動支援	・衛星、携帯、SNS、センサ、カメラ
2-5. 都市の環境保全と防 災力強化	2-5-1. 環境負荷の低減 2-5-2. (緑地・水辺などの)都市アメニティの整備促進 2-5-3. 都市防災力の強化	・要政策策定情報の収集支援(土地利用、環境情報) ・弱者移動支援、観光案内 ・地盤高モニタリング	・衛星、携帯、SNS、センサ、カメラ ・高精度衛星測位
2-6. 都市管理能力の強化	2-6-1. 都市開発の計画・実施体制の確立・改善 2-6-2. 基礎情報・資料の更新・普及 2-6-3. 都市開発の多様な課題に対応した人材・技術力育成	・要政策策定情報の収集支援(土地利用、環境情報) ・NSDI*構築による情報共有促進 ・GISや見える化を活用したPDCAサイクルの確立	・GIS ・衛星、携帯、SNS、センサ、カメラ

色付きの欄は、地理空間情報や技術を使って協力できると考えられる目標

*NSDI：脚注¹¹を参照

表に記載した主要な「考えられる協力」と「技術・システム」をもとに、都市・地域開発分野での地理空間情報技術の想定される適用例を図3.1.1-1に示す。また、これらの協力に使われる技術の特性を図3.1.1-2に示す。この分野では、リアルタイム性を有する活用が若干あるが、従来型のGISの活用が中心である。

以下、「統合型GISを用いた市役所における業務効率化、住民サービス向上」及び「政策検討に必要な情報の収集支援」について説明する。

¹¹ NSDI(国土空間データ基盤)とは、国全体でGISを円滑に利用するためのソフトインフラ(基盤地図情報、人材、標準化、制度等)のことである。

都市計画から統合型GIS、弱者移動支援・観光案内への展開、等々

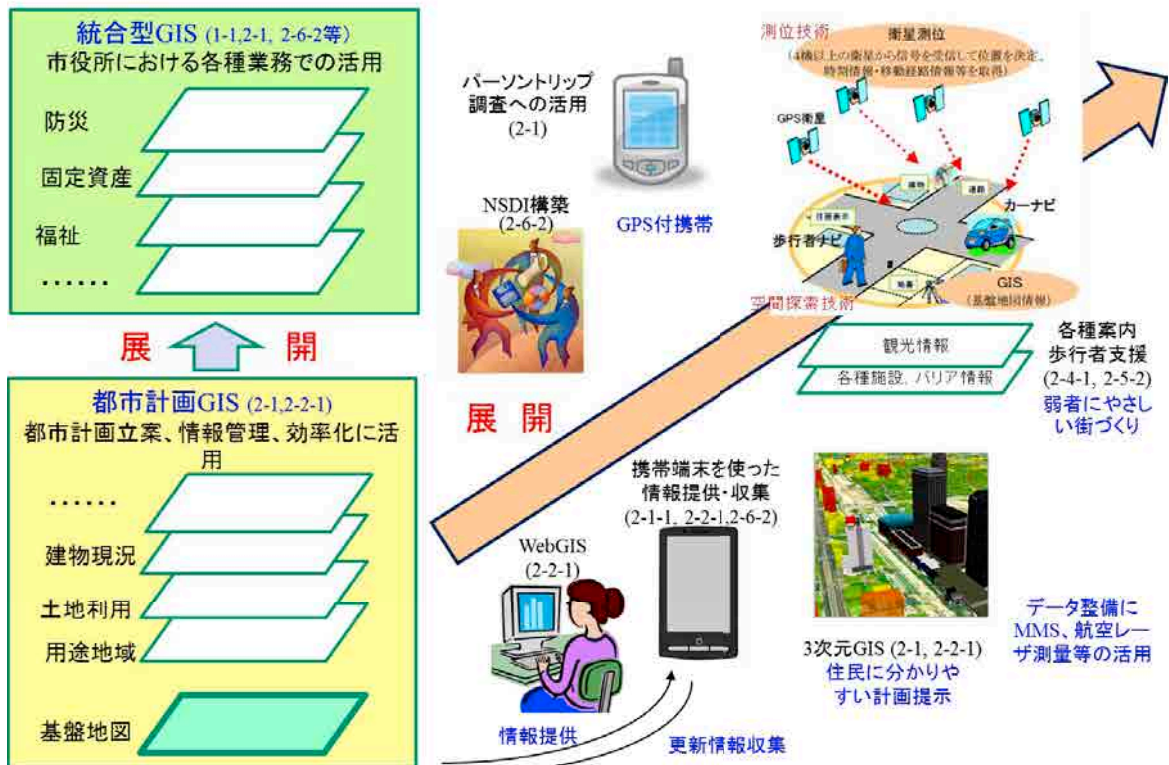


図 3. 1. 1-1 : 都市・地域開発分野に関連する主な協力事項と技術

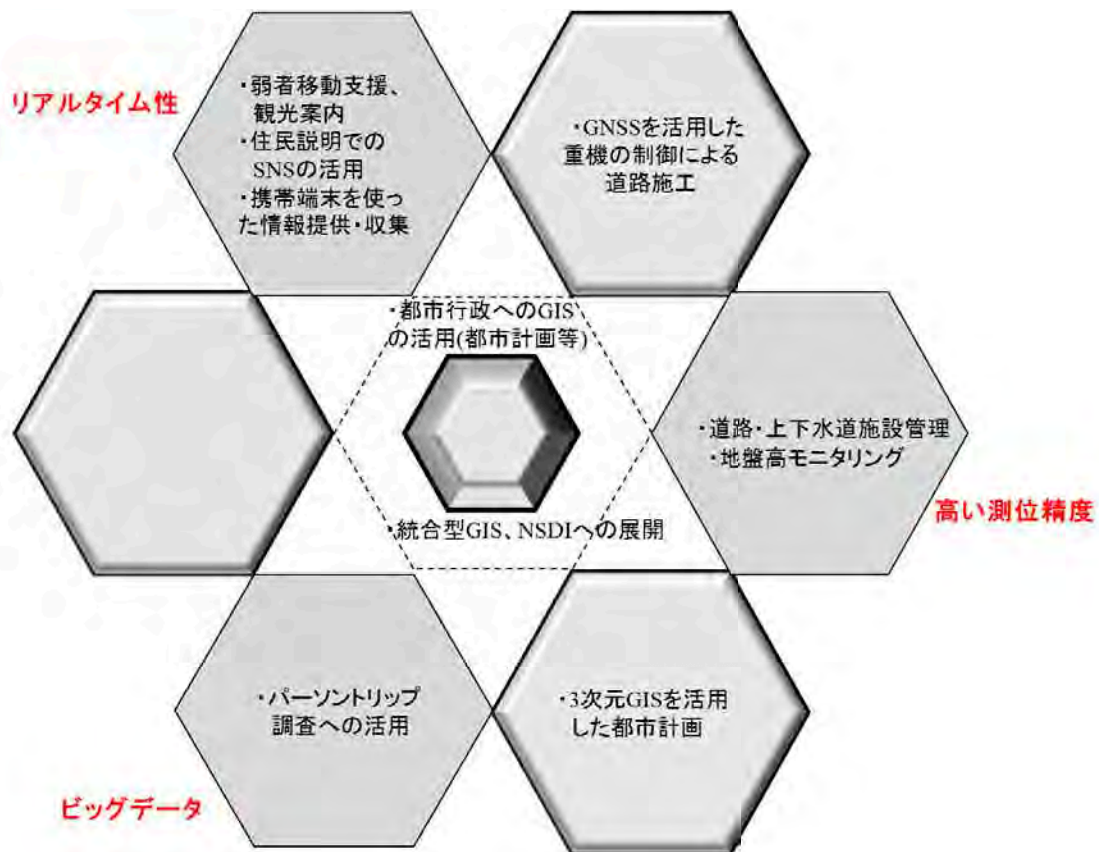


図 3. 1. 1-2 : 都市・地域開発分野に関連する主な協力事項の技術的特性

(1) 市役所での統合型 GIS による業務効率化、住民サービス向上等

わが国においては、都市の将来の姿を予測しつつ豊かな生活環境を創出・維持するために都市計画分野において GIS の導入が進められ、業務の効率化と質の高い行政サービスの実現に役立てられている。開発途上国においては、都市への人口集中がわが国以上に著しいためさまざまな都市問題が顕在化している。このため、健全な都市環境を維持・創出することは極めて重要であり、GIS 技術がその目的の達成に活用されることが期待される。

都市開発の主体が市役所であるとする、市役所への GIS の導入は都市計画分野の業務効率化から他の事業分野を含め市役所全体の業務効率化へ、さらに関係情報の外部提供により住民サービスの向上や民間ビジネスへの活用が考えられる。図 3.1.1-3 に想定される適用例を示す。

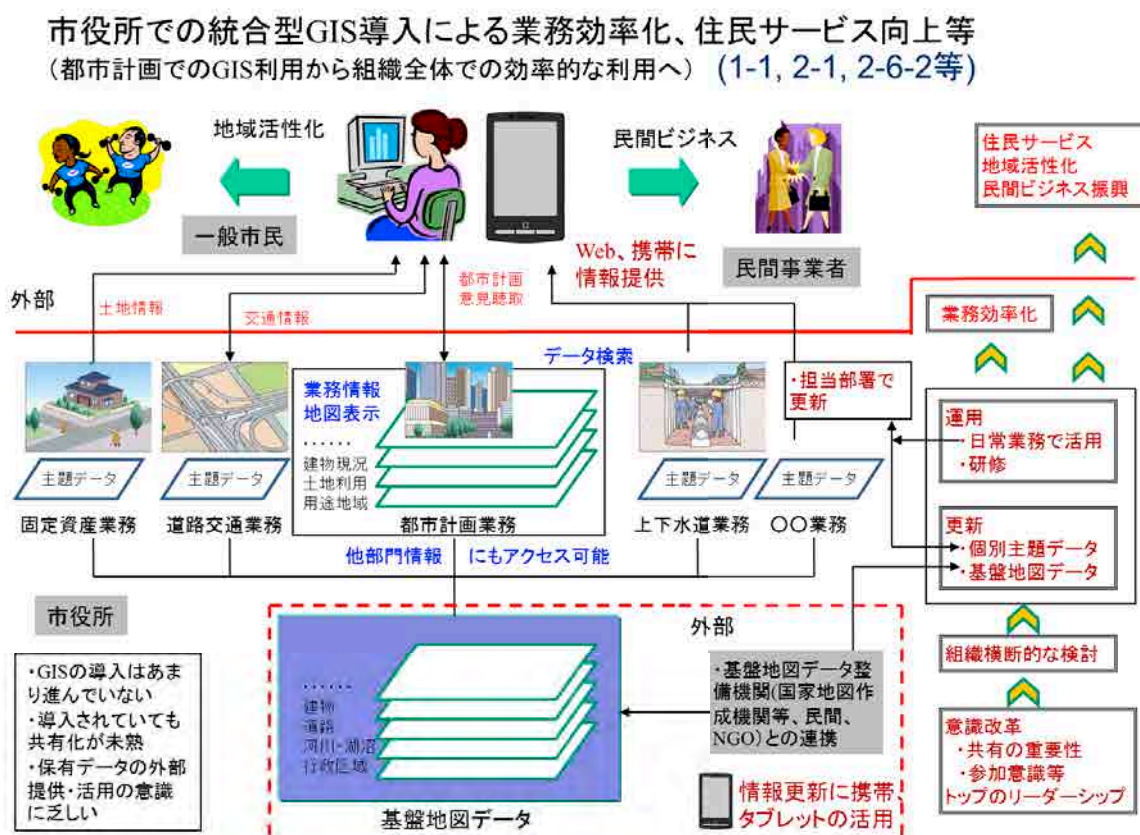


図 3.1.1-3 : 統合型 GIS の導入イメージ

都市計画分野については以下の点での効率化が期待されると考えられる。

- 基盤地図データの管理
- 都市の現状に関する各種情報収集・整理
- 計画策定に係る各種分析
- 都市計画に関する情報提供、意見聴取
- 事業実施段階での進捗状況把握

また、固定資産関係業務、道路交通、上下水道など各種計画策定・管理業務等々、市役所が関わる各種業務の効率化に寄与し、都市管理を円滑に進めるためのツールとしての役立つものと期待される。

これによる受益者とメリットを表 3.1.1-2 に示す。

表 3.1.1-2：統合型 GIS 導入に関する受益者とメリット

受益者	メリット
市役所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基盤地図データ管理の軽減(外部リソース活用の場合) ・ 都市計画、固定資産、その他各種計画策定業務の効率化 ・ 市役所内での情報共有化推進、Web・携帯での情報発信推進
民間事業者	<ul style="list-style-type: none"> ・ Web・携帯で発信される情報を用いたビジネス展開 ・ 基盤地図データに関するビジネス(市役所が利用する場合)
一般住民	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市民生活に係る情報へのアクセス向上 ・ 市行政への関与機会の増加、地域活性化

(2) 政策検討に必要な情報の収集支援

開発政策、インフラ整備、社会開発など都市・地域開発を行う上でのさまざまな施策を立案する上で、基盤的な地図整備をはじめ土地利用、環境情報、人の移動分布などさまざまな地理空間情報を収集し、検討の基礎資料とすることが必要である。



第2章でみたように地理空間情報の取得手段が多様化し、従来よりも短期間に、あるいは従来では得られなかったような地理空間情報が得られるようになった。例えば、衛星リモートセンシングにより広範囲の土地利用データを短期間に作成することが可能となり、MMSによる道路周辺の詳細な3次元データの取得や携帯電話のログを活用して人の移動分布の把握が可能となってきた。こうして得られた情報は、都市・地域開発の政策立案に効果的に活用されると期待される(図3.1.1-4)。

これによる受益者とメリットを表3.1.1-3に示す。

表3.1.1-3：政策検討に必要な情報の収集支援に関する受益者とメリット

受益者	メリット
都市・地域開発担当部局	・都市開発政策、土地利用計画、都市の環境保全と防災力強化、地域開発計画等の政策立案の基礎資料としての活用
地理空間情報作成部署	・効率的なデータ作成、従来得られなかったデータの作成
宇宙開発・衛星利用部局	・測位衛星、リモートセンシング衛星等の利用拡大
携帯電話事業者	・携帯電話のログ情報の社会的課題への活用拡大
一般住民	・質の高い地理空間情報に基づく都市・地域開発計画

3.1.2 運輸交通

表 3.1.2-1：運輸交通分野の開発戦略目標・中間目標・サブ目標と
考えられる協力及び必要な技術・システム

戦略目標-中間目標	サブ目標	考えられる協力(サービス)			
開発戦略目標1「運輸交通のキャパシティ・ディベロップメント」					
1-1. 運輸セクターの運営体制の整備	省略				
	1-2. 法制度改革	省略			
	1-3. 運輸交通財源の整備	省略			
	1-4. 人材能力の強化	省略			
開発戦略目標2「国際化・地域統合化への対応(国境通過交通)」					
2-1. 国際的なモノの移動の円滑化	2-1-1. 国際幹線交通ネットワーク(道路・鉄道・空港・港湾)の整備	2-1-2. 技術の高度化・標準化	2-1-3. 安全・保安対策の強化		
	2-2. 地域における国境通過の迅速化	2-2-1. 国際標準の適用	2-2-2. 輸出入の円滑化・迅速化 2-2-3. 国境通過システムの改良		
開発戦略目標3「国土の調和ある発展(全国交通)」					
3-1. 道路輸送の改善	3-1-1. 幹線道路の整備	3-1-2. 維持管理の強化	3-1-3. 規格化・標準化 3-1-4. 道路輸送サービスの改善		
	3-2. 鉄道輸送の改善	3-2-1. 幹線鉄道の整備	3-2-2. 維持管理の強化	3-2-3. 規格化・標準化 3-2-4. 経営改善・民営化	
		3-3. 海上輸送の改善	3-3-1. 港湾施設整備	3-3-2. 港湾施設維持管理の強化	3-3-3. 規格化・標準化 3-3-4. 港湾運営の改善 3-3-5. 海運振興
			3-4. 航空輸送の改善	3-4-1. 空港施設整備	3-4-2. 航行援助施設整備
3-5. 複数モード間に共通する施策の強化	3-5-1. 複合一貫輸送システムの整備	3-5-2. モード間接続の円滑化	3-5-3. 交通安全対策 3-5-4. 災害対策 3-5-5. 交通結節点の充実・地域振興への貢献		
開発戦略目標4「都市の持続的発展と生活水準の向上(都市交通)」					
4-1. 都市交通輸送の改善	4-1-1. 主要道路・交差点・橋梁等の容量の拡大	4-1-2. 地方自治体管轄道路の整備と維持管理の強化	4-1-3. PPPによる民間活力の活用		
	4-2. 公共交通サービスの改善	4-2-1. バスサービスの改善	4-2-2. 軌道系公共交通サービスの導入	4-2-3. 公共交通サービス主体の経営改善	
		4-3. 個別自動車の交通輸送の管理(TDM)	4-3-1. 公共交通への誘導	4-3-2. 交通需要の最適化	4-3-3. 交通運用の改善
	4-4. 交通安全対策の強化		4-4-1. 交通安全教育	4-4-2. 交通安全取締りの強化	4-4-3. 交通安全技術の向上
	4-5. 都市交通による環境悪化の防止・改善		4-5-1. 発生源対策	4-5-2. 道路付帯施設の改善	4-5-3. ソフト面での環境対策
開発戦略目標5「地方の生活水準の向上と地域振興(地方交通)」					
5-1. インフラの改善(地方交通)	5-1-1. シビルミニマムを達成する基本インフラ施設の整備	5-1-2. 安全性・信頼性の向上			
	5-2. 交通輸送手段の改善	5-2-1. シビルミニマムとしての公共交通サービスの維持・改善	5-2-2. 輸送サービスの提供	5-2-3. 公共交通サービスの安全性・信頼性の向上	
5-3. 地方交通システムの持続可能性の向上		5-3-1. 財源調達メカニズムの改善	5-3-2. 適正技術を担う民間部門・技術者の育成	5-3-3. 参加型による道路整備と維持管理システムの確立	

2010年3月にまとめられた運輸交通分野の課題別指針に掲げられた開発戦略目標に沿って「考えられる協力」及びそれに「必要な技術・システム」として表にまとめた。例としては、以下のようなものが考えられる。

- バスロケーションシステム

バスの現在位置をGNSSで測位し、バス事業者がバスの運行状況を把握するとともに、利用者の携帯電話等に送信すること等により、適切なバスの運行管理及びバス利用の利便性向上に資する。

- 交通状況モニタリング

GNSSで測位したバス、タクシー、トラック、自動車等のリアルタイムの位置情報にCCTVなどの画像情報を加え、交通状況のモニタリングを行う。これを適切な交通施策に活用する。

この2つの例を含め、想定される適用例を図3.1.2-1に、用いられる技術の特性を図3.1.2-2に示す。



図 3. 1. 2-1 : 運輸交通分野に関連する主な協力事項と技術

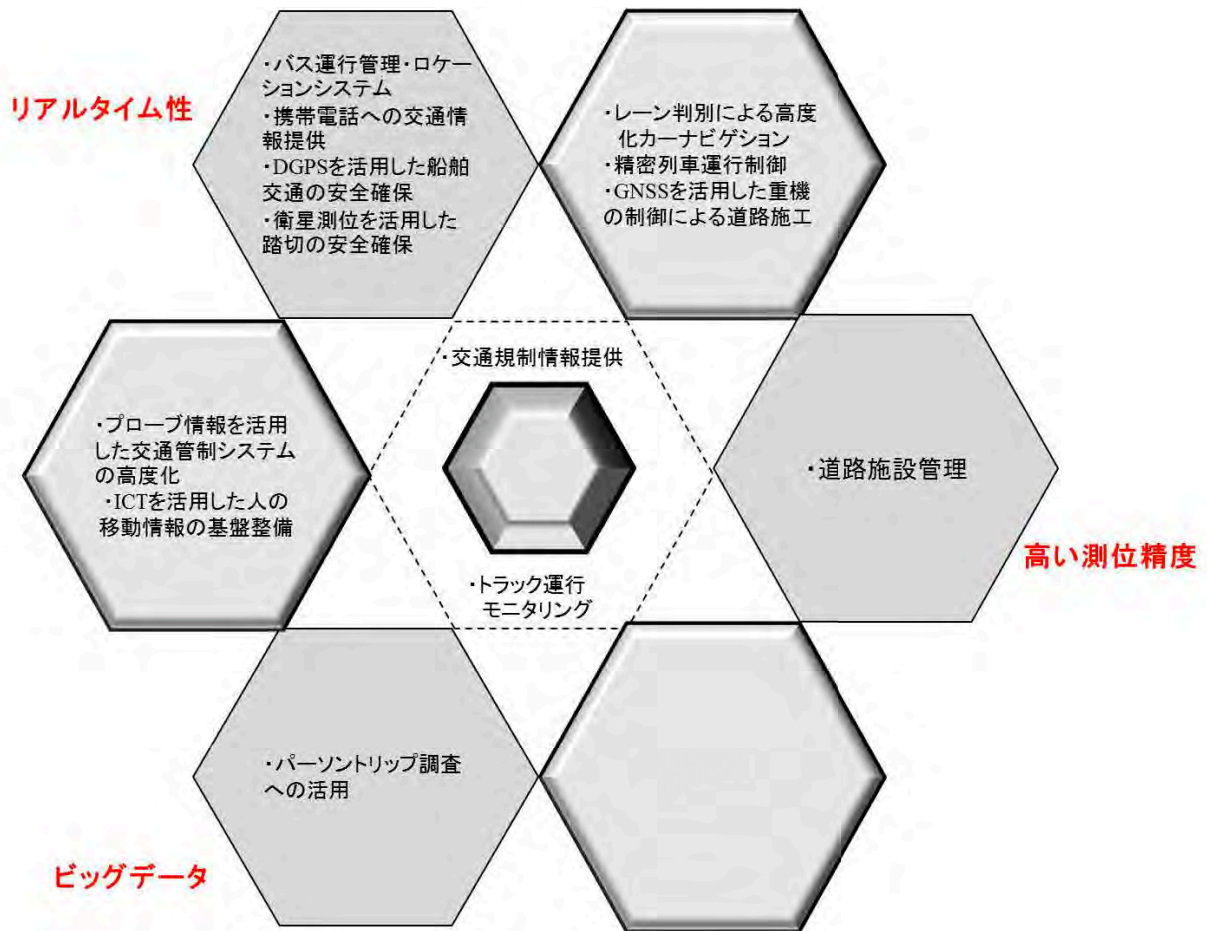


図 3.1.2-2 : 運輸交通分野に関連する主な協力事項の技術的特性

運輸交通分野では対象の多くが移動体、しかも大量の移動体を扱う必要もあることから、リアルタイム性とビッグデータを組み合わせられた特性を有する例が多い。

以下に「バス運行管理・ロケーションシステム」と「交通状況モニタリング」についてやや詳しく説明する

(1) バス運行管理・ロケーションシステム

開発途上国の首都の多くでは交通渋滞が慢性化し、バスの待ち時間がわからないなど公共交通利用環境が不備である。このため、バスに設置した GNSS 受信機より現在位置を測位し、その結果をバス事業者に送ることにより、バス運行の全体状況を把握することができるので、これを定時運行等に活用することができる。また、取得されたバスの位置情報をリアルタイムで利用者の携帯電話等に送信することにより、バス停での待ち時間の軽減などバス利用の利便性向上が図られ、バス利用者の増加、ひいては公共交通環境の改善や渋滞の軽減などが期待される(図 3.1.2-3)。

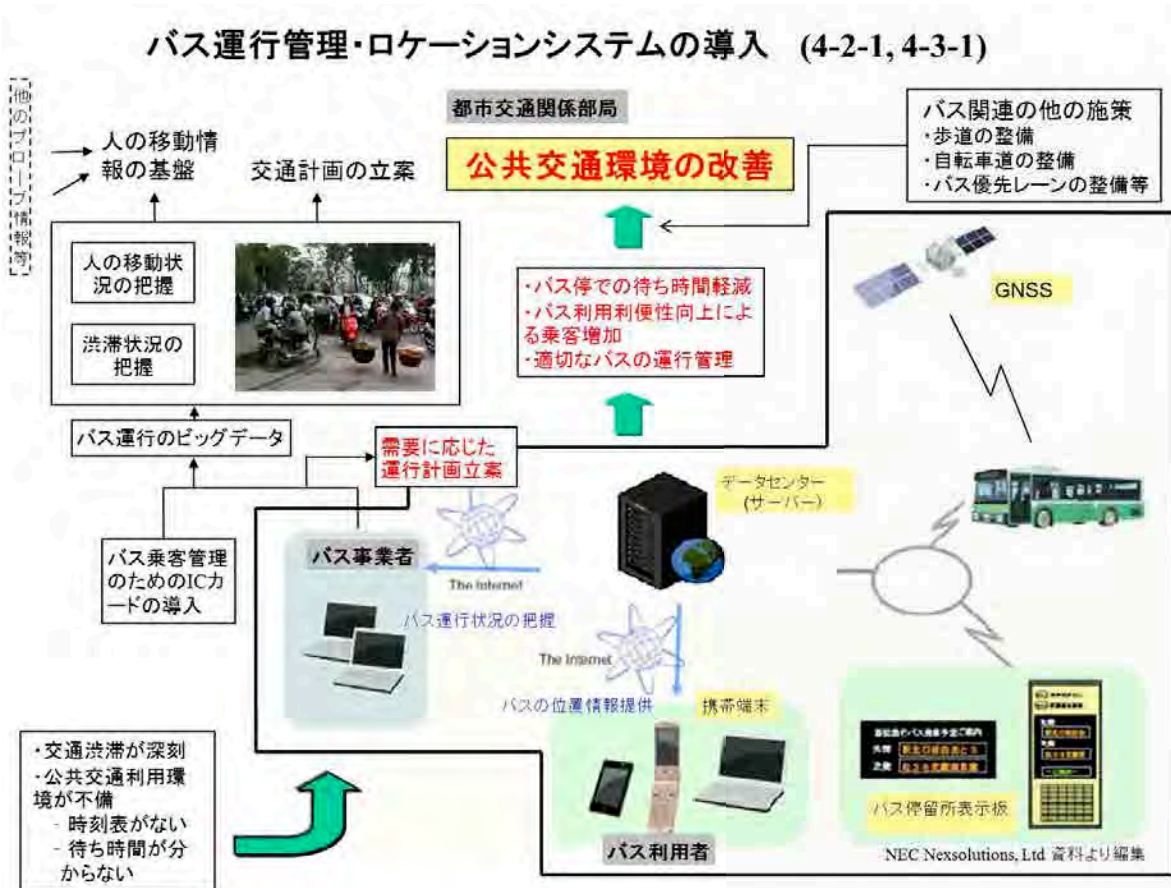


図 3.1.2-3 : バス運行管理・ロケーションシステムの導入による公共交通環境の改善

また、一部で導入されているバス乗客管理のための IC カードと組み合わせることにより、需要に応じたバス運行計画立案に活用することができる。こうしたシステムが一般化し、他のプローブ情報と統合すれば、より詳細な渋滞状況の把握や人の移動状況の把握が可能となり、交通計画の立案や人の移動情報の基盤の要素などに活用することが期待される。

これによる受益者とメリットを表 3.1.2-2 に示す。

表 3.1.2-2 : バス運行管理・ロケーションシステム導入に関する受益者とメリット

受益者	メリット
バス事業者	<ul style="list-style-type: none"> ・バス運行の全体状況の把握 ・バス利用者へのサービス向上 ・乗客管理のための IC カード等と組み合わせて解析し、需要に応じたバス運行計画作成等の経営戦略への展開が可能
バス利用者	<ul style="list-style-type: none"> ・バス停留所での待ち時間の短縮など利便性向上
都市交通関係部局	<ul style="list-style-type: none"> ・バスの利便性向上による公共交通へのシフトが期待できる ・他の施策や他のプローブ情報を組み合わせて公共交通の改善への施策展開が可能

(2) 交通状況モニタリング

バス、トラック、タクシー等の事業者は車両管理のためにGNSS受信機を設置し、自社車両の位置を把握することを始めつつある。また、携帯電話会社は、自社の携帯電話の分布状況を把握している。したがって、交通関係行政機関は自らの有する交通状況のリアルタイム情報に加え、こうした他の事業者の有するプローブ情報をリアルタイムで収集することにより、人の移動状況を含めた交通状況のモニタリングを広い範囲で行えるものと考えられる。交通状況のモニタリング結果をもとに、即時的には渋滞情報の提供、短期的には交通管制の最適化、長期的には道路の新設や拡張、モーダルシフトの推進などの施策を講ずることが考えられる。

また、MMSやスマートフォンでの加速度センサーにより道路面の性状の把握を効率的に行うことで、道路交通の安全性向上と円滑化が図られるものと考えられる。

このように交通状況モニタリングをもとに交通環境全般の改善が図られることが期待される(図3.1.2-4)。



図 3.1.2-4 : 交通状況モニタリングによる交通環境の改善

これによる受益者とメリットを表 3.1.2-3 に示す。

表 3.1.2-3 : 交通状況モニタリングによる交通環境の改善

受益者	メリット
交通関係行政機関	<ul style="list-style-type: none">・渋滞情報提供による交通円滑化・交通量推定、CO2 排出量の推定・モーダルシフトによる CO2 削減量の予測等への展開
鉄道・バス・タクシー事業者	<ul style="list-style-type: none">・自社提供データの社会的課題への活用
携帯電話会社	<ul style="list-style-type: none">・携帯電話、スマートフォンの社会的課題への活用拡大
一般ドライバー	<ul style="list-style-type: none">・渋滞情報入手により、次の行動の選択肢が増える

3.1.3 水資源・防災

2009年2月にまとめられた水資源分野及び防災分野の課題別指針に掲げられた開発戦略目標に沿って「考えられる協力」及びそれに「必要な技術・システム」として表3.1.3-1及び3.1.3-2にまとめた。

表3.1.3-1：水資源の開発戦略目標・中間目標・サブ目標と考えられる協力・必要な技術

戦略目標－中間目標	サブ目標	考えられる協力(現地調査による)	必要な技術・システム
開発戦略目標1「開発戦略目標1 総合的水資源管理の推進」			
1-1.総合的水資源管理を推進するための組織・制度強化	1-1-1.水資源の一元的管理の強化、情報システムの整備と情報公開	・水資源情報の管理・提供する組織の支援	・水資源の情報収集、GIS管理(地上データと衛星データの統合)
	1-2.流域管理の推進	・水資源管理等のマスタープラン作成支援 ・現地調査、結果検証フィードバック	・観測データの収集、GIS管理 ・データ同化などによる水循環シミュレーションの実施(予測)
	1-3.国際河川の効果的な管理	1-3-1.国際河川・流域各国間の協力醸成	・流域圏に配慮したプロジェクト検討 ・河川情報の公開、共有
開発戦略目標2「効率性と安全・安定性を考慮した水供給」			
2-1.水需要量の抑制	省略		
2-2.水資源開発による供給量の増大	2-2-1.地下水の開発	・地下水賦存量予測 ・水資源の把握、開発計画	・データ同化などによる水循環シミュレーション(予測) ・地下水脈シミュレーション
	2-2-2.表流水の確保		
2-3.上水(水源や飲料水)の水質確保	2-3-1.汚染防止体制の強化	・GISの見える化による水質モニタリング、管理の改善	・WebGIS等による情報提供
2-4.公平性に配慮した給水	2-2-1.総合的水資源管理計画の策定	・GISの見える化による水資源管理の改善	・WebGIS等による情報提供
開発戦略目標3「生命財産を守るための治水の向上」			
3-1.災害に強い組織・体制の強化	3-1-1.法制度の整備(予警報、土地利用)	・災害対策の法制度策定 ・防災対策、予防、普及啓蒙 ・防災コミュニティの形成支援 ・防災訓練等の実施支援 ・災害対策、治水対策を意識した土地利用計画策定 ・災害に関するナウキャスト(浸水域把握、土砂崩壊) ・現地調査、結果検証、フィードバック ・災害(浸水、土砂等)予測	・Push型メッセージサービス、SMS等を活用した状況及び浸水予測の電卓 ・広域な降水量、土壌水分量観測 ・現地調査、結果検証、フィードバック ・河川水位・流量、降雨量等の観測データの収集 ・収集データのGIS管理 ・航空機、衛星等による浸水域把握 ・精度の高い浸水予測シミュレーション ・精密測位を活用した斜面崩壊、土砂災害監視
	3-1-2.効果的な治水計画		
3-1-3.防災行政体制の強化			
3-1-4.データの整備			
3-1-5.防災に関わる人材の育成			
3-1-6.コミュニティ防災能力の強化			
3-2.土砂災害のための砂防強化	3-2-1.山間地、傾斜地の保全(予警報、啓蒙)		
3-3.洪水対策の強化	省略		
3-4.海岸保全対策の強化	3-4-1.海岸浸食対策による国土の保全	・海岸侵食の進行把握 ・高潮ナウキャスト ・現地調査、結果検証、フィードバック ・予測(海岸侵食、高潮等)	・衛星、航空写真による海岸線変化 ・地盤沈下把握 ・海岸水予測シミュレーション
	3-4-2.高潮対策による人命、財産の保護		

戦略目標－中間目標	サブ目標	考えられる協力(現地調査による)	必要な技術・システム
開発戦略目標4「水環境の保全」			
4-1.水環境の管理能力の向上	4-1-1.関係行政機関の実施能力強化	・水環境維持のための対策の法制度策定 ・水環境保全対策、普及啓蒙 ・水域周辺のコミュニティの形成支援	・シミュレーションの適用可能
	4-1-2.水環境管理のための人材育成		
4-2.汚水処理関連施設の整備による適正処理の推進	省略		
4-3.公共用水域の水環境保全の推進	4-3-1.水循環の適切な維持	・水質測定、情報管理及び提供	・衛星観測を加えた、地上センサによる水質測定
	4-3-2.水質悪化の防止		

表 3.1.3-2 : 防災の開発戦略目標・中間目標・サブ目標と考えられる協力・必要な技術

戦略目標-中間目標	サブ目標	考えられる協力(現地調査による)	必要な技術・システム
開発戦略目標1「災害に強いコミュニティ・社会づくり」			
1-1. 災害リスクの把握(防災マップの整備)	1-1-1. 災害リスクの把握、 1-1-2. 地域・コミュニティとの共有(防災マップの作成等)	<ul style="list-style-type: none"> 想定・受容するハザード・リスクレベルの検討 災害シナリオの策定 リスクの評価、見える化による防災意識の向上 コミュニティ形成支援 	<ul style="list-style-type: none"> 水理模型実験、数値シミュレーション ハザードマップ作成、配布 WebGIS等による情報提供
	1-2. コミュニティ・社会の災害対応力向上	<ul style="list-style-type: none"> 1-2-1. 法整備・計画策定、 1-2-2. 防災体制の確立・強化、 1-2-4. 予警報・避難体制の整備 	<ul style="list-style-type: none"> 防災・災害対応に携わる行政官、技術者、研究者の育成 住民まで確実に届く災害情報システム、情報伝達システム整備 観測・予警報・予測システム機器類整備
開発戦略目標2「迅速かつ効果的に被災者に届く応急対応【命を守る】」			
2-1. 応急対応体制の確立	2-1-1. 被害状況および応急対応ニーズの把握省略	・災害概要の調査・把握	・携帯ログによる人間移動の把握
2-2. 人命救助の実施	2-2-1. 救命救助活動実施	・捜索機器を活用した捜査活動	・UAV等によるサーベイランス
2-3. 被災者支援	省略		
開発戦略目標3「的確な復旧・復興への移行と実施」			
3-1. 復旧・復興体制の確立	3-1-1. 復旧・復興ニーズの把握(被害状況調査)	・家屋、インフラ被害の現地調査、結果検証フィードバック	<ul style="list-style-type: none"> WebGIS等による情報提供 モバイル情報収集、 SNSによる情報収集、 コミュニケーションの支援 携帯ログによる人間移動の把握
3-2. 被災者の自立・再建への支援	3-2-1. 被災者の自立・再建への支援	・緊急輸送路の確保	
3-3. 社会機能の復旧・復興	3-3-1. 社会機能の復旧・復旧	・医療機関、教育機関の安全確認、拠点確保	
3-4. 被災地の再建	3-4-1. 被災地の再建	<ul style="list-style-type: none"> コミュニティ参加型の都市計画の策定 コミュニティ参加型の土地利用計画策定 	

水資源分野及び防災分野で、河川のリアルタイムモニタリング、洪水予測シミュレーション、予警報や対策の伝達などについて、表に記載した主な協力事項と技術の関連を図 3.1.3-1 に示す。

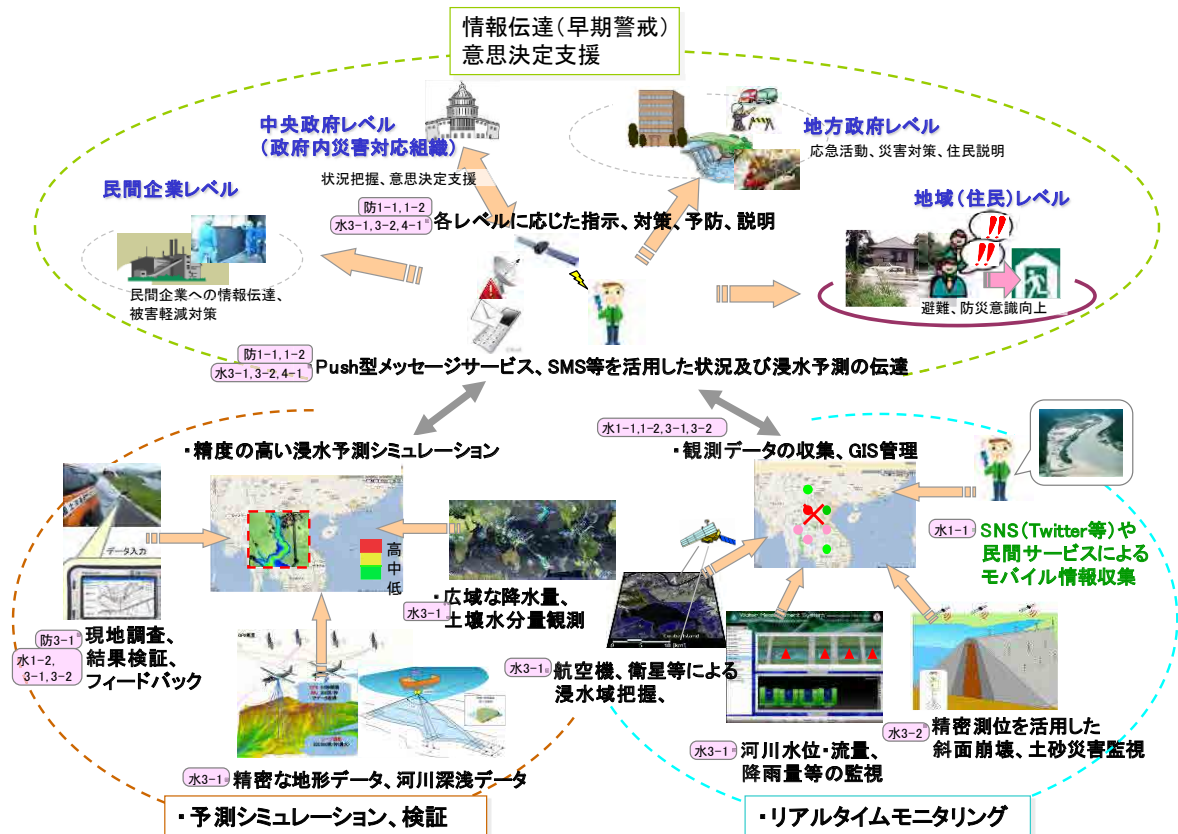


図 3.1.3-1：水資源・防災分野に関連する主な協力事項と技術

水資源・防災分野に関連する主な協力事項について、技術的特性のダイアグラムを図 3.1.3-2 に示す。

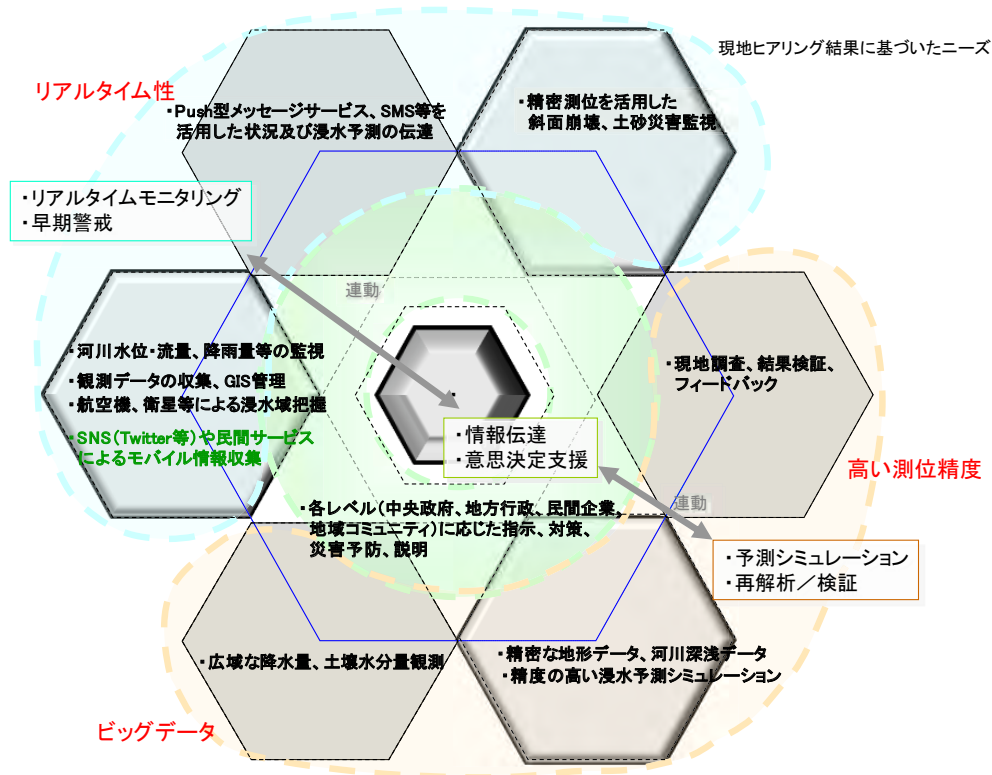


図 3.1.3-2 : 水資源・防災分野に関連する主な協力事項の技術的特性

水資源・防災分野では、次のような傾向がある。

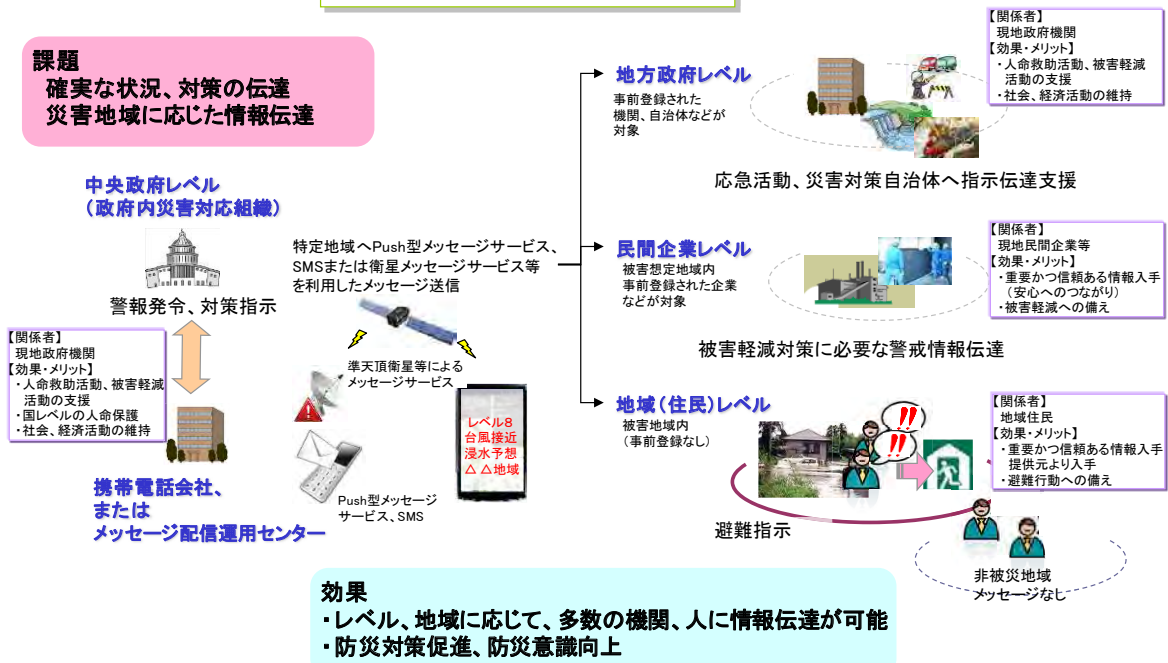
- 現在の状態や警報などの情報を迅速に伝える必要があることからリアルタイム性を求められるものが多い。
- 洪水氾濫の予測シミュレーションに使う地形データ計測や洪水氾濫域の検証のための調査データについて高い測定精度が求められるものもある。
- 広域な情報収集をする場合、ビッグデータの処理も必要になる。

(1) 早期警戒システムの想定される適用例

東南アジア諸国では、サイクロンやモンスーンなどによって、洪水被害が毎年のように発生している。例えば、2011年のタイ国チャオプラヤ川の氾濫では、現状の河川の状態、河川浸水の正しい予想及び対策が住民レベルまで正確かつ確実に伝わらないという問題があった。災害発生時には、正しい予警報などを住民レベルまで確実に伝えることが求められる。

Push型（受け側が積極的に情報取得しなくても送り側が強制的に情報を端末に送る）メッセージサービスやSMS等は、危険な地域の人に直接、確実に情報を届けることのできる有効なツールとなる。図に早期に警報、予報や避難情報を伝えるために、Push型メッセージサービスやSMS等を適用したイメージを図3.1.3-3に示す。

早期警戒システムのイメージ



・Push型メッセージサービス、SMS等を活用した状況及び浸水予測の伝達

図 3.1.3-3：早期警戒システムの想定される適用例

これによる受益者とメリットを表 3.1.3-3 に示す。

表 3.1.3-3：早期警戒システムに関するの受益者とメリット

受益者	メリット
現地政府	<ul style="list-style-type: none"> 他の情報伝達手段に比べて、地域を特定して情報伝達できる。 他の情報伝達手段に比べて、早くタイムリーに、直接に、一度に多数の機関、人へ情報伝達でき、効果が高い。
被害想定地域の企業・住民等	<ul style="list-style-type: none"> ラジオなどの他の情報伝達手段に比べて、発信元が分かり、信頼ある情報を早く入手できる。 (安心へのつながり) 端末に避難指示情報などを表示でき、確実な情報伝達ができる。 被害軽減への備え、避難行動への備えができる。

(2) 津波システムの想定される適用例

インドネシア スマトラ島沖などでは、津波被害が発生している。津波を正しく早期に検出できることは避難に結びつく。衛星測位によって、海面の水位の変動を計測する技術が開

発されている。数十 km 沖に数百 km 間隔で海上ブイを設置し、衛星測位することによって実測で、津波到達の数十分前に、津波や波浪による変動を計測し、情報を伝達できる可能性がある。津波や波浪と推定される場合にはそれをメディアや前述の早期警戒システムなどを通じて、予警戒や避難情報を伝えることは防災対策に有効になると考えられ、協力のイメージは図 3.1.3-4 に示す。

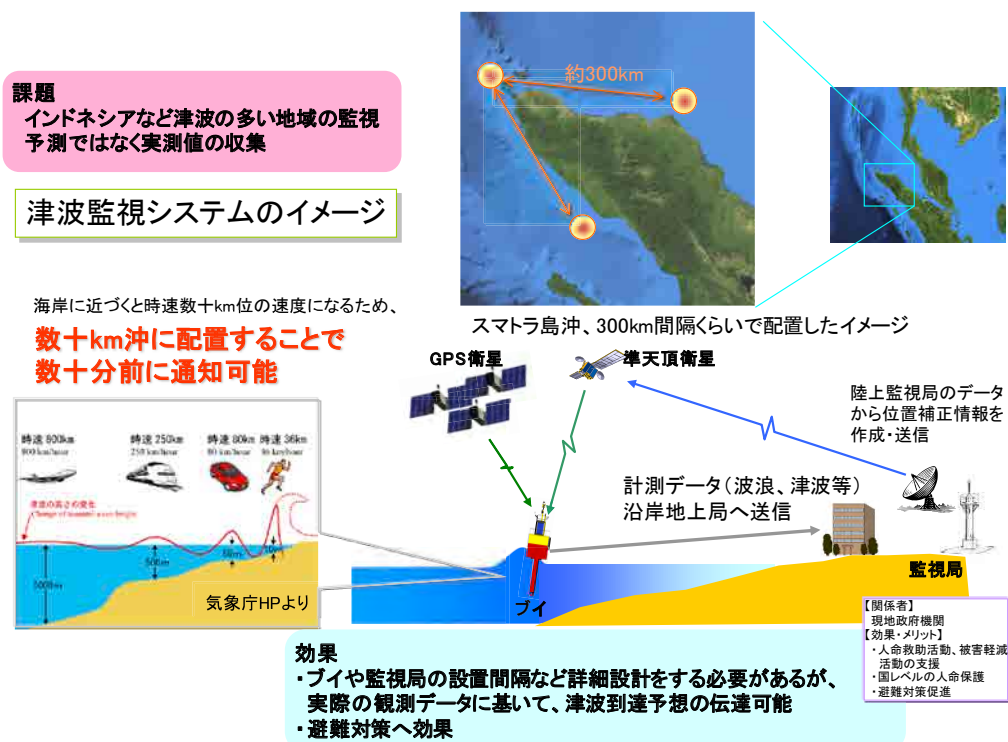


図 3.1.3-4：津波監視システムの想定される適用例

これによる受益者とメリットを表 3.1.3-4 に示す。

表 3.1.3-4：津波監視システムに関する受益者とメリット

受益者	メリット
現地政府、機関	・予測情報に比べて、津波の正確な高さを測ることができる。
被害想定地域の企業・住民等	・津波到達前の避難指示によって、避難時間が確保できる。 ・正確な情報伝達によって、防災対策の促進、防災意識の向上などにつなげられる。(安心へのつながり)

3.1.4 自然環境保全

自然環境保全の課題別戦略目標は、「1.住民による自然資源の持続的利用」、「2.生物多様性の保全」、「3.持続的森林経営」の3分野で構成されており、比較的GIS技術が使われている「3.持続的森林経営」について検討する。2008年8月にまとめられた自然環境保全「3.持続的森林経営」（以下「森林分野」という）の課題別指針に掲げられた開発戦略目標に沿って「考えられる協力」及びそれに「必要な技術・システム」として表3.1.4-1にまとめた。

表 3.1.4-1：森林分野の開発戦略目標・中間目標・サブ目標と考えられる協力・必要な技術

戦略目標-中間目標	サブ目標(中間目標の範囲)	考えられる協力	必要な技術・システム
開発戦略目標3「持続的森林経営」			
3-1.持続的森林経営に関する政策・制度の策定/改	3-3-1持続的な自然資源利用関連法制度の整備	・土地利用計画の検討、策定支援	・森林植生図の作成
3-2.持続的森林経営に関する実施体制の整備/強化	省略		
3-3.持続的森林経営に必要な調査モニタリング・研究能力の向上	3-3-1持続的森林経営に関する情報収集・発信体制の構築 3-3-2調査・研究の実施 3-3-3持続的森林経営調査・研究人材の育成	・持続的森林経営に関する調査・研究の現状把握 ・森林資源及び関連情報の収集及びデータベースの構築 ・森林植生図の作成・改訂システムの形成 ・研修制度の整備	・衛星、航空機、UAV、現地調査等スケールに応じた測定手法 ・操作しやすい測位・測定機器の導入 ・バイオマス測定データ、森林植生図データベースの共有・公開
3-4.持続的森林経営に関する技術の開発/適用	3-4-1現地に適した持続的森林経営に関する技術の開発 3-4-2開発した持続的森林管理技術の適用	・持続的森林経営に関する技術(森林管理林業技術、森林火災予防、植生回復等)に関する現状調査、習得、適用	・衛星観測等森林火災、伐採等検出
3-5.持続的森林経営に関する関係者の意識向上	3-5-1地域住民を対象とした環境教育の実施 3-5-2幅広い関係者への広報・情報普及(IEC)	・環境教育の実施状況・住民の自然資源管理に関する意識の確認 ・広報ツールを用いた普及情報の提供システムの構築 ・関係機関間での情報・リソースの共有 ・研修・訓練 ・森林伐採、森林減少の推移図	・3次元地形、森林景観図 ・遠隔地通信、モニター

森林分野に関連する主な協力事項について、技術的特性のダイアグラムを図 3.1.4-1 に示す。

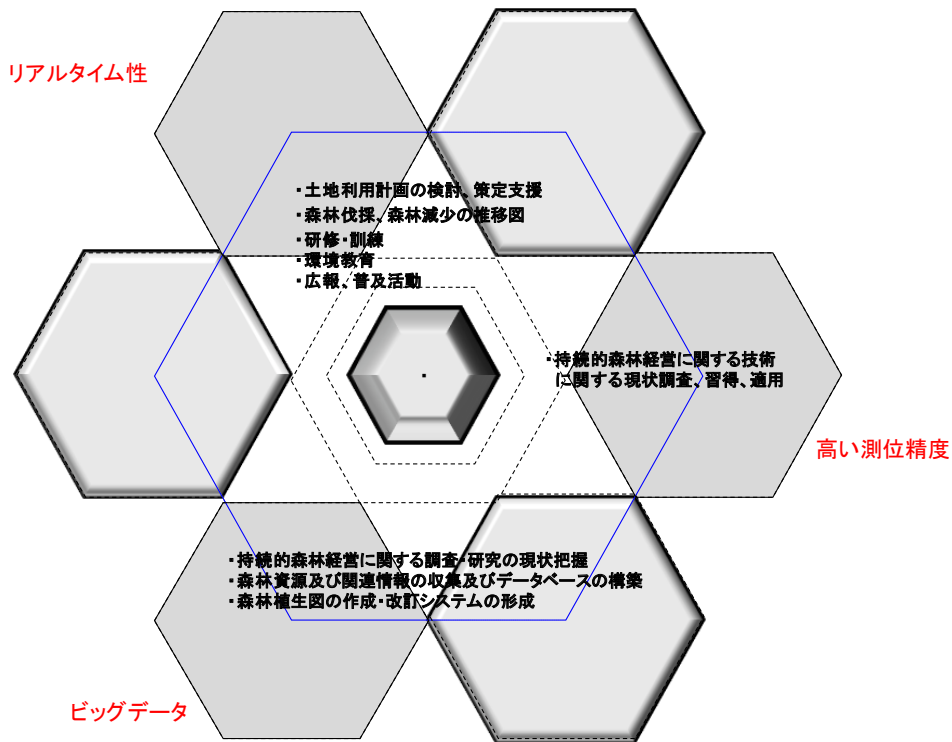


図 3.1.4-1：森林分野に関連する主な協力事項の技術的特性

森林分野では、次のような傾向がある。

- 森林の成長、劣化はある程度の時間をかけて変化するものであり、リアルタイム性は比較的小さい。むしろ長い期間（5年、10年）のデータ蓄積が求められる。
- 国レベルの広域な分布の把握をするため、高い測位精度を求めるものは比較的小さい。

(1) 森林バイオマス計測、マップ作成への想定される適用例

地球規模での環境保全のために、二酸化炭素の吸収源となる森林の分布状態を国レベルで把握し、森林を維持することは非常に重要な課題である。開発途上国における森林減少・森林劣化に由来するCO₂（二酸化炭素）の排出量は、人為活動による排出量全体の約2割を占めるといわれている。このため、森林減少と森林劣化からの排出を削減するための国際的な制度としてREDD+※の構築が議論されている。2010年にメキシコのカンクンで開催されたCOP16ではREDD+の重要性が認識され、カンクン合意が採択された。カンクン合意では、(a)国家戦略やアクションプランの設計、(b)国家森林参照排出レベル及び/又は国家森林参照レベルの設定（もし適切な場合は一時的な措置として、準国家森林参照排出レベル及び/又は準国家森林参照レベルとして設定）、(c)REDD+活動をモニターし報告するための一貫性と透明性のある国家森林モニタリングシステムの設計、及び(d)合意された社会・環境セーフガードがどのように対処、配慮されているかに関する情報提供システムの設計、を行うよう締約国に求められた。上記の排出レベルの設定、モニタリングシステムの設計等を実行にしていく上で、リモートセンシングやGISを使った森林マップの作成や情報収集の共有システムなどは有効な技術となる。国レベルで広域に森林計測するリモートセンシング技術と地上の樹木から直接バイオマスを計測する地上調査を組み合わせ、国レベルの森林マップの作成や森林バイオマスを計測などが行われている。図にリモートセンシングと地上調査を組み合わせによる森林マップ、データベース作成のイメージを図3.1.4-2に示す。

※：REDD+ 開発途上国が行う森林減少・森林劣化を抑制する取組みによるCO₂の排出削減、森林保全等（「プラス」活動）によるCO₂の排出防止および炭素固定による大気中のCO₂の削減に対して、何らかの経済的インセンティブ（資金やクレジット）を与えるという考え方及びその活動。

課題

- ・国レベルの森林モニタリングシステムの構築
- ・炭素排出量削減の計測、報告、検証(MRV*)手法確立

MRV: Monitoring, Reporting, Verification

考えられる協力

- ・森林マップ、データベースの作成
- ・現地計測データ、衛星データなど情報収集の共有システム構築
- ・現地の状況に応じた新しい計測・調査手法の導入
- ・一定の評価を得た実証手法の周辺国へ展開

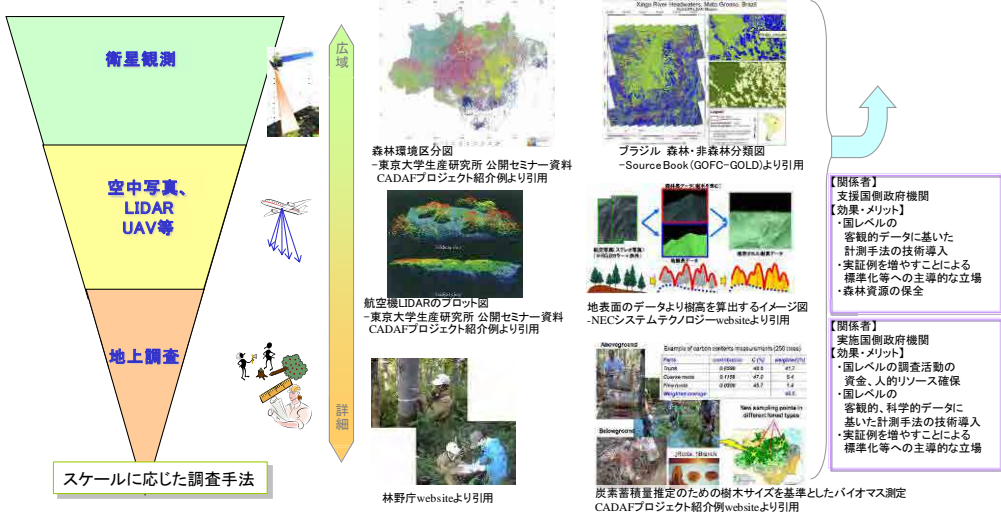


図 3.1.4-2：リモートセンシングと地上調査を組み合わせによる森林マップ、データベース作成のイメージ

これによる受益者とメリットを表 3.1.4-2 に示す。

表 3.1.4-2：森林マップ、データベース作成に関する受益者とメリット

受益者	メリット
現地政府・機関	<ul style="list-style-type: none"> ・リモートセンシングや空中写真のデータは、国レベルで(非常に広域に)客観的なデータを効率的に取得することができ、過去の情報と比較することもできる。 ・客観的データによる計測技術・手法の実証例を増やすことによって、REDD+など国際的な取り組みでの主導的な立場の確立 ・人工衛星のレーダーによる測定は、雲の影響を受けないので、熱帯雨林地域の計測に向いている。

(2) コミュニティレベルでの森林分野活動への想定される適用例

コミュニティレベルでの森林分野の活動においても、衛星測位技術は利用されている。いくつかのNPO 法人がインドネシアなど東南アジアの国々で、植林活動の支援を行っている。植林が最終的な活動目的だけではなく、一部を現地の林産業のために伐採し、現地収益向上

や生態系保全活動などに寄与している。植林地域選定のための調査や活動範囲の拡大などが求められるが、NPO 法人の草の根的な活動は小規模であるため、技術、資材、人材及び活動資金が十分でなく、活動を拡大できない現状がある。これらの解決のひとつとして、衛星画像等による植林候補地の選定、GIS による植林計画などを含めて、NPO 法人等による活動を支援することが考えられる。図 3.1.4-3 にコミュニティレベルでの森林分野活動への想定される適用例を示す。



図 3.1.4-3 : コミュニティレベルでの森林分野活動への想定される適用

これによる受益者とメリットを表 3.1.4-3 に示す。

表 3.1.4-3 : コミュニティレベルでの森林分野活動に関する受益者とメリット

受益者	メリット
現地政府機関、法人	・効率的に調査が可能となり、活動範囲を拡大できる。
地域住民	・活動地域や観光地域を拡大できることによって、雇用、収入の確保につながる。
支援国側機関	・客観的な情報で、計画や調査、活動結果を確認できる。

3.1.5 農業・農村開発

2011年3月にまとめられた農業・農村開発分野の課題別指針に掲げられた開発戦略目標に沿って「考えられる協力」及びそれに「必要な技術・システム」として表3.1.5-1にまとめた。

表3.1.5-1：農業・農村開発の開発戦略目標・中間目標・サブ目標と
考えられる協力・必要な技術

戦略目標－中間目標	サブ目標(中間目標の範囲)	考えられる協力	必要な技術・システム
開発戦略目標1「持続可能な農業生産」			
1-1.農業・農村開発分野の政策立案・実施能力の向上	省略		
1-2.生産基盤の整備・維持・保全・管理	1-2-1 経済インフラの整備(灌漑排水施設、農地開発、土壌保全等)	・土地利用計画策定 ・インフラ(道路、灌漑等)、土壌保全(土壌浸食の防止、土壌汚染・洪水対策等)の計画、検討支援	
1-3.農業生産資材の確保・利用の改善	1-3-1 農業機械・農機具、種子(含遺伝資源)、農業、肥料の確保、利用改善	・病害虫の状況把握 ・農業利用範囲の検討支援 ・農業機械の利用改善(IT農業)	・病害虫被害拡大予測支援 ・有機栽培、減農薬栽培等管理 ・農業機械の高精度測位、制御・管理
1-4.研究・開発能力の向上	1-4-1 農業生産性・品質の向上を図るための研究・開発能力の強化	・人材の育成、施設の設置・改善	・各種機器、ソフトウェアの人材育成 ・コミュニティレベルで利用可能な端末、アプリケーション開発
1-5.作物生産の振興－コメ及びその他穀物－	1-5-1 農民の栄養改善及び生計向上(地域の生産ポテンシャル有効活用)	・土地利用状況把握、利用計画策定支援 ・水供給、管理手法の検討支援 ・GIS、モバイル端末等を活用した農地利用計画の理解促進	・地形データ、リモートセンシング、GIS等による図化 ・水需要予測、水資源管理 ・統合型GIS、WebGIS ・スマートフォン等アプリ開発
1-6.作物生産の振興－野菜－	1-6-1 農民の栄養改善及び生計向上(地域の生産ポテンシャル有効活用)	・同上	・同上
1-7.畜産部門の振興	省略		
1-8.農業普及の強化	1-8-1 農業開発技術普及	・普及員や農業普及センターを通じた技術移転 ・WebGIS、モバイル端末、携帯電話を活用した普及事業	・WebGIS ・スマートフォン等アプリ開発
1-9.農民組織	省略		
1-10.農業金融	省略		
1-11.地球規模環境問題への対応－気候変動・バイオマス及び生物多様性の保全－	1-11-1.地球規模環境問題への対応－気候変動 1-11-2.地球規模環境問題への対応 バイオマス 1-11-3.地球規模環境問題への対応－生物多様性の保全－	・気候変動に応じた、作物適地予測、病害虫拡大予測 ・異常気象対策 ・耕作スケジュールの変更等、農業システムの整備 ・土壌炭素吸収を目的とした農地管理 ・温暖化ガスの排出抑制	・灌漑施設のGIS管理 ・水資源の広域把握、降水量データ ・営農形態把握 ・森林・非森林マップ ・植生マップ ・生物生息マップ

戦略目標－中間目標	サブ目標	考えられる協力	必要な技術・システム
開発戦略目標2「安定した食料供給」			
2-1.食料需給政策の策定	省略		
2-2.輸入体制の整備	省略		
2-3.援助食料の適正な利用	省略		
開発戦略目標3「活力ある農村の振興」			
3-1.地方分権化に対応した農村振興	省略		
3-2.食料流通・販売の改善	3-2-1.インフラ整備・制度構築・技術移転	・パソコンや携帯電話などのITを活用したマーケット情報の提供 ・物流通の効率化	・WebGIS等による情報提供 ・携帯・モバイル端末を使った物流の管理、時間短縮
3-3.農産品加工業の振興	省略		
3-4.輸出促進策の強化	省略		
3-5.農外所得の向上	省略		

2010年6月にまとめられた水産分野の課題別指針に掲げられた開発戦略目標と考えられる協力、必要な技術・システムは表3.1.5-2のとおりである。

表 3.1.5-2 : 水産の開発戦略目標・中間目標・サブ目標と考えられる協力・必要な技術

戦略目標－中間目標	サブ目標(中間目標の範囲)	考えられる協力	必要な技術・システム
開発戦略目標1「活力のある漁村の振興」			
1-1.漁業収入の増大	1-1-1.漁獲量の増大	漁場予測情報の提供	衛星画像による漁場予測
	1-1-2.漁獲物価格の適正化・価値の向上		
	1-1-3.漁業経費の削減		
1-2.収入源の多角化	省略		
1-3.漁村の生活改善			
開発戦略目標2「安定した食料の供給」			
2-1.漁業生産量の増大	2-1-1.適切な漁業技術の開発	漁場予測情報提供と海上の位置提供	漁場予測のための衛星観測 GPS等測位
	2-1-2.適切な漁業技術の普及		
	2-1-3.無駄となる漁獲物の軽減		
2-2.水産養殖の振興	2-2-1.粗放的養殖の振興	市場価値情報、販路などの提供	養殖場、養殖家のGISマッピング
	2-2-2.集約的養殖の振興		
2-3.水産食品安全対策と品質管理	省略		
2-4.水産加工・流通の改善と漁業基盤整備	2-4-1.漁獲物処理・鮮度保持技術の向上	漁場と物流に応じた水産加工工場設置支援	漁場、漁港等のGISマッピング
	2-4-2.水産加工技術の向上		
	2-4-3.漁港・魚市場等流通施設の整備		
	2-4-4.整備魚食の普及		
開発戦略目標3「水産資源の保全管理」			
3-1.水産資源評価	3-1-1.資源調査体制の確立	漁業統計情報整備 データの継続的な収集(漁獲調査、計量魚群探知機調査、生息環境調査等)及び解析方法の指導	調査情報のGISマッピング ソナーなど探知技術
	3-1-2.評価方法の確立		
	3-1-3.漁獲統計収集体制の確立		
3-2.漁業管理	省略		
3-3.漁場環境保全	3-3-1.環境モニタリング体制の確立	漁場環境(マングロープ、サンゴ礁、藻場等)のモニタリング体制支援、技術指導 漁場環境の保全、修復計画策定	GISによるマッピング 流船のトリップ調査 マングロープ、サンゴ礁、藻場等の衛星観測、航空写真観測 赤潮等の衛星観測
	3-3-2.環境法の整備		
	3-3-3.環境保全に対する意識の向上		
	3-3-4.水域環境の改善・修復・造成		
3-4.資源増殖の取り組み	省略	人工漁礁導入計画	

農業・農村開発に関連する主な協力事項について、技術的特性のダイアグラムを図 3.1.5-1 に示す。

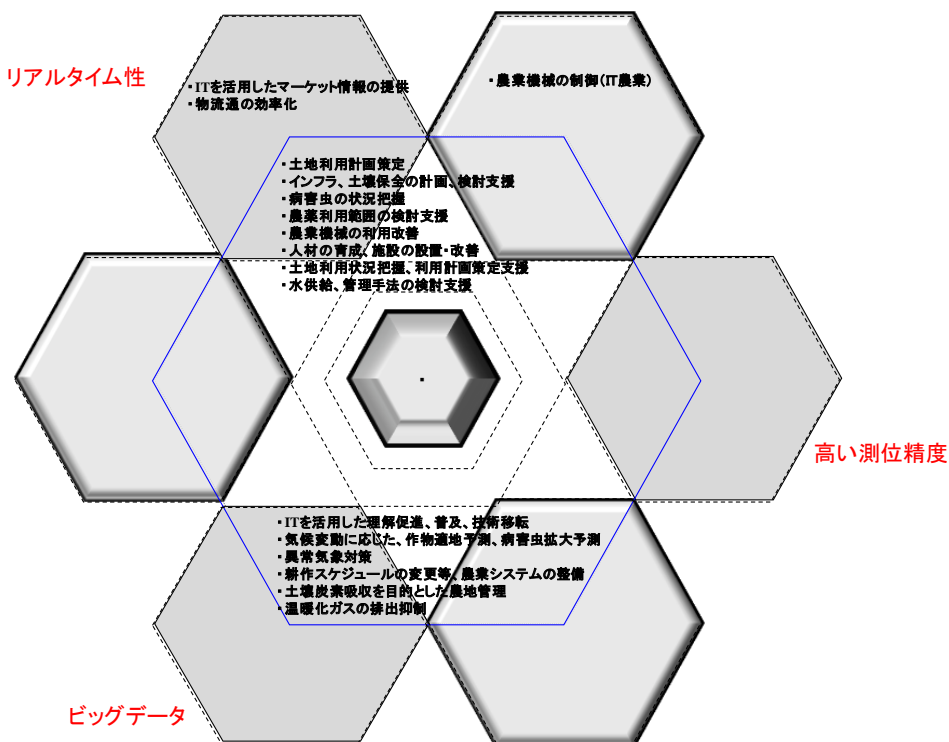


図 3.1.5-1 : 農業・農村開発に関連する主な協力事項の技術的特性

農業・農村開発分野では、次のような傾向がある。

- 全般的に高精度測位やリアルタイムの必要性は少ないが、リモートセンシング技術や現地情報・データを GIS 技術によって、現状把握、分析、管理などを円滑に行っているケースは多数ある。
- 物流、市場の情報提供、農業機械の制御などではリアルタイム性が求められる。
- 農業機械の制御などには高い測位精度が求められる。

(1) 土地利用計画策定への想定される適用例

総合土地開発、営農改善及び防災対策などの目的で、土地利用計画策定を行う。土地利用計画は、衛星写真、地形データ、人口データなど基礎的な情報を入力として、GIS などのツールを使って、農作地への適正、災害発生のリスク及び住民の交通アクセスなど様々な条件を考慮して、農地などの利用用途を定めて、将来の土地利用区分（ゾーニング）を策定していく。計画時点で策定した土地利用区分図に基づいて、住民に計画を説明し、実行に移す。これらの計画作成時、説明にあたって、GIS は有効なツールである。実行後の農作物の状態の評価や管理などにも GIS は活用できる。図に土地利用計画への想定される適用例を図 3.1.5-2 に示す。

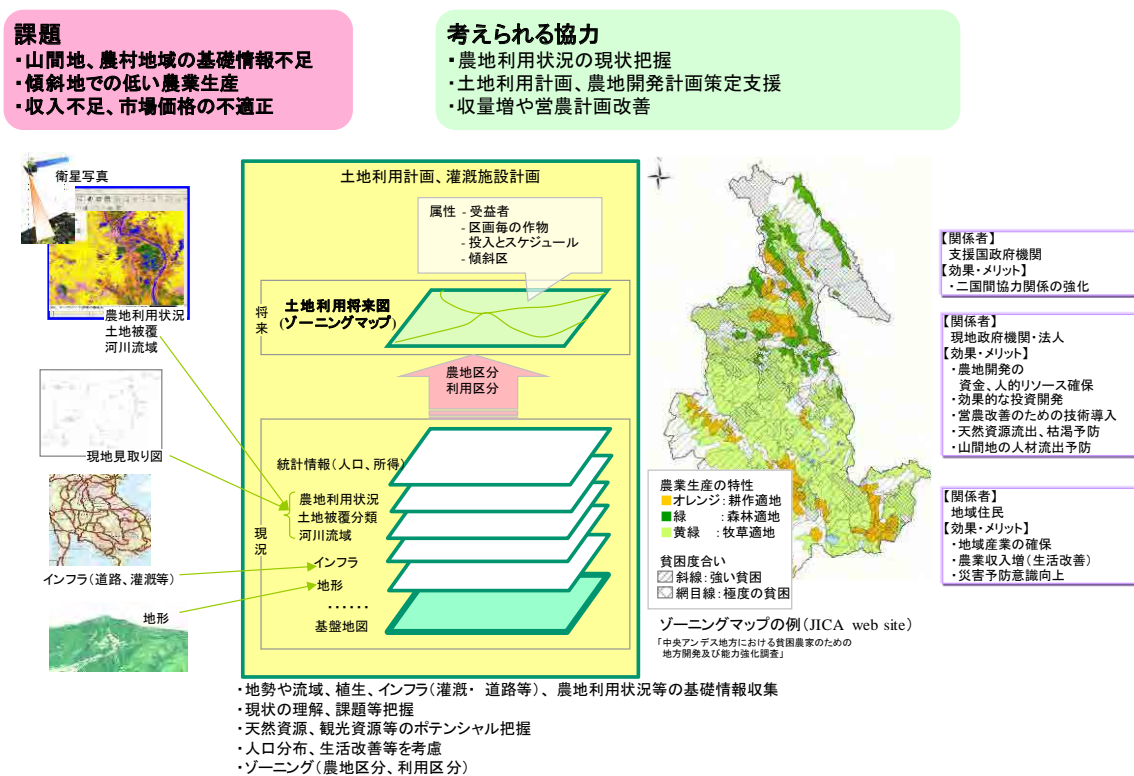


図 3.1.5-2 : 土地利用計画への想定される適用例

これによる受益者とメリットを表 3.1.5-3 に示す。

表 3.1.5-3 : 土地利用計画策定支援に関するの受益者とメリット

受益者	メリット
現地政府機関、法人	<ul style="list-style-type: none">・リモートセンシングや航空写真などで広範囲な調査ができる。・GIS データ土地利用計画を作成することによって、「見える」形で、情報伝達の促進が図れ、データの維持管理、継承ができる。
地域住民	<ul style="list-style-type: none">・「見える」形で、将来の土地利用計画を情報共有できる。

(2) 農作物物流・営農改善への想定される適用例

開発途上国では農作物の物流システムが十分整備されておらず、農作物の収穫量や市場の需要に応じた量を運ぶシステムが確立していない。生産地である農村部に不定期にきたトラックの荷台がいっぱいになるまで積んで、都市部へ戻る。荷台がいっぱいになるまで数日待つため、農作物は腐敗することもあり、生産者へ払われる対価は適正価格になっていないという問題がある。一方、携帯電話のカメラで撮影した写真を共有したり、生育状態を見て、栽培方法や適切な収穫時期のアドバイスを出したりする ICT 技術が発達している。このようなアドバイスや情報を農村部との間で共有できるプラットフォームを構築し、運営を支援することによって、収量増加につながり、農村部の収益増加につながられると考えられる。図 3.1.5-3 に農作物物流・営農改善への想定される適用例を示す。

課題

- ・地方農村部での農作物の物流効率化
- ・営農改善
- ・地方農村部農作物の市場価格の適正化

**民間の営農支援サービスをヒントにして
考えられる協力の例**

- ・ICTを使った栽培計画、生育状況の情報伝達支援
- ・生産履歴の「見える化」による、付加価値の提供支援
- ・収量増や営農計画改善

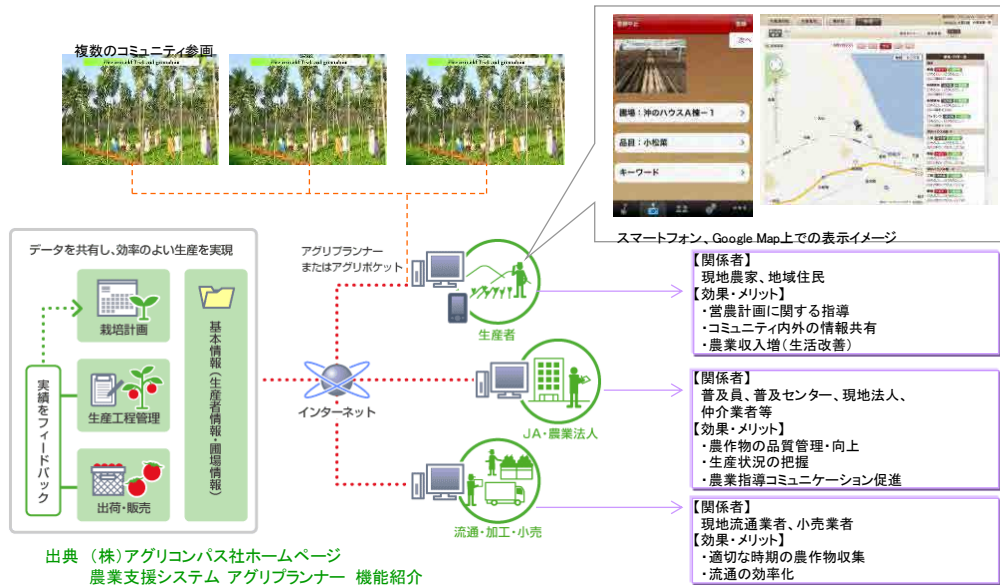


図 3.1.5-3：農作物物流・営農改善への想定される適用例

これによる受益者とメリットを表 3.1.5-4 に示す。

表 3.1.5-4：農作物物流・営農改善に関する受益者とメリット

受益者	メリット
現地流通業者、小売業者	・適切な時期に、効率的に農作物収集できる。
普及員、普及センター、現地法人、仲介業者等	・遠隔地で生産状況の把握ができる。 ・共通の情報を閲覧することで、農業指導のコミュニケーションが促進できる。
現地農家、地域住民	・遠隔地でも営農計画に関する指導を受けられる。 ・コミュニティ内外の情報共有ツールとして使える。 ・タイムリーかつ効率的な輸送による農業収入増（生活改善）につなげられる。

(3) 沿岸環境把握、水産養殖地候補選定、漁場予測などへの想定される適用例

水産分野でも地理空間情報は活用されている。近年では、豊富な水産資源の生育環境である沿岸環境を保全することが重要視されており、沿岸環境のサンゴ礁・藻場分布状況の把握やモニタリングすることが求められている。これら情報やGISは、保全地域の選定、養殖候

補地の選定及び環境保全計画の策定などに有効なツールである。また陸地の道路や港湾などのインフラ施設、水揚げ加工場なども水産業発展には必要であるため、物流アクセス性と水産物の加工方法などを考慮して、これらの設置計画などを検討することにも役立てられる。また、日本をはじめ、欧米、一部のアジアの国々では、衛星から測れる海洋上の水温やクロロフィル濃度などを活用して、漁場予測サービスなども行っている。図に沿岸環境把握、水産養殖地候補選定、漁場予測などへの想定される適用例を図 3.1.5-4 に示す。

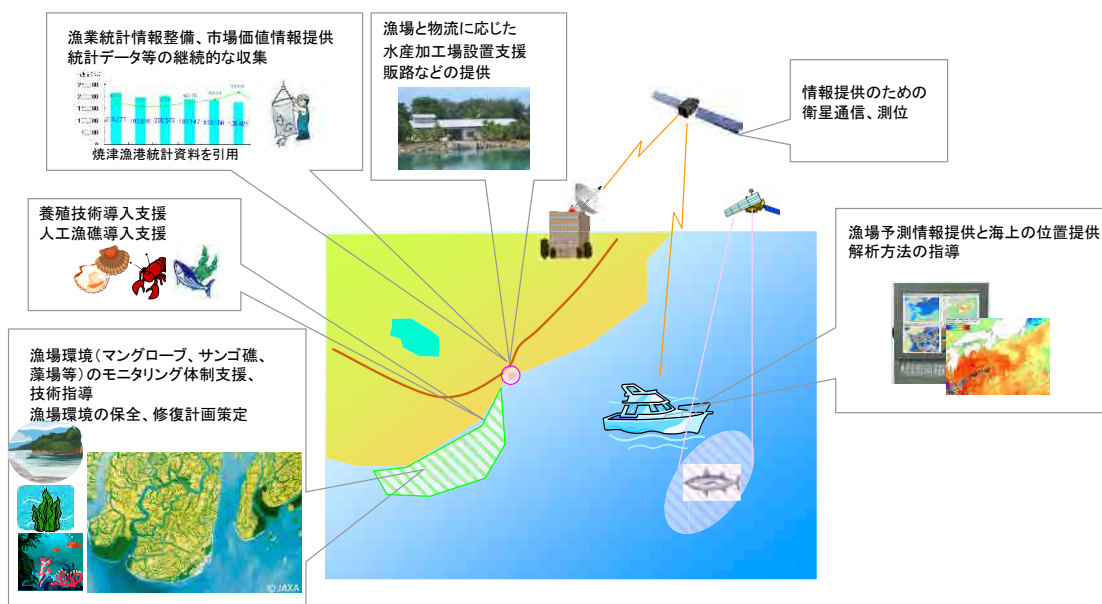


図 3.1.5-4 : 沿岸環境把握、水産養殖地候補選定、漁場予測などへの想定される適用例

これによる受益者とメリットを表 3.1.5-5 に示す。

表 3.1.5-5 : 沿岸環境把握、水産養殖地候補選定、漁場予測などに関する受益者とメリット

受益者	メリット
現地政府機関、法人	<ul style="list-style-type: none"> ・ GIS を使って、客観的なデータを複合的かつ効率的に分析できる。 ・ 「見える」形での環境保全・修復計画を作成でき、情報共有、コミュニケーション促進を図れる。
現地漁業者、地域住民	<ul style="list-style-type: none"> ・ コミュニティ内外の情報共有ツールとして使える。 ・ 海面水温や海流など、人の目に見えない情報を可視化することができる。

3.1.6 保健医療

保健医療分野の開発戦略目標は、2007年4月にまとめられたマラリア対策、結核対策、2011年11月にまとめられた母子保健、2005年11月にまとめられた看護教育の各課題別指針にまとめられている。これらに2010年9月にまとめられたポジションペーパーに掲げられた保健協力の各領域に共通する協力課題を加え、それらに沿って「考えられる協力」及びそれに「必要な技術・システム」として表3.1.6-1にまとめた。

表 3.1.6-1：保健医療分野の開発戦略目標・中間目標・サブ目標と
考えられる協力・必要な技術

戦略目標・中間目標	サブ目標	考えられる協力(サービス)	必要な技術/システム
マラリア対策 開発戦略目標 「マラリアの罹患率及び死亡率を減少させる体制を整う」			
1-1 体制強化の強化	1-1-1 感染経路・感染源対策の強化(媒介蚊対策、感染源としてのマラリア患者対策) 1-1-2 感染制御対策の強化(対一般住民、対妊産婦・乳幼児)	・感染症アラート ・情報共有による感染源対策の改善 ・空間分析による感染源リスクの把握と予防	・携帯電話 ・GIS
1-2 診断・治療体制の強化	1-2-1 検査・診断能力の向上 1-2-2 適切な治療のための体制構築	・感染症リアージと感染地域マッピング ・情報共有による感染症対策の改善	・スマートフォン ・GPS ・GIS
1-3 マラリア対策マネジメント能力の強化	1-3-1 中央レベルでの対策強化 1-3-2 下部組織との連携強化	・保健医療関連情報整備 ・情報共有による感染症対策の改善	・GIS
結核対策 開発戦略目標 「当該国政府関係機関がDOTSによる結核患者の発見率70%以上と治療成功率85%以上を達成できる能力をもち」			
2-1 DOTs実施能力の向上	2-1-1 結核対策に関するマネジメント能力の強化 2-1-2 検査能力の強化 2-1-3 ログスティック能力の強化		
2-2 より厳格な人へのためのBeyond DOTs実施能力の向上	2-2-1 都市部結核対策能力向上Hospital DOTs 2-2-2 国民連携DOTs実施能力向上 2-2-3 結核エイズ対策能力向上 2-2-4 農村部結核対策能力向上 2-2-5 多剤耐性結核対策能力向上	・感染症リアージと感染地域マッピング ・感染症アラート ・情報共有による感染症対策の改善	・スマートフォン ・GPS ・GIS
2-3 その他	非患結核対策能力向上		
母子保健 開発戦略目標 「妊産婦の健康改善と子どもの死亡削減」			
3-1 質の高い母子保健サービスの導入と拡大 ・包括的な母子継続ケアの普及と持続のための仕組み・能力強化	3-1-1 中央行政能力強化 3-1-2 地方行政能力強化 3-1-3 保健医療施設の機能強化 3-1-4 保健人材の能力強化 3-1-5 地域住民の意識向上・体制強化	・情報共有による母子保健サービスの改善	・携帯電話
看護教育 開発戦略目標 「看護サービスの拡充」			
1-1 政策・計画立案・実施能力の向上	1-1-1 制度整備 1-1-2 職務内容に沿った教育内容の標準化 1-1-3 看護・助産人材養成・配置計画に沿った基礎教育の見直し 1-1-4 看護・助産人材の情報管理システムの強化		
1-2 看護基礎養成(教育)の質の向上	1-2-1 看護教育の質の向上 1-2-2 基礎教育の標準化 1-2-3 教育と臨床の連携改善 1-2-4 教育環境の改善 1-2-5 自立発展のための活動の推進 1-2-6 学生への個別指導の実施		
1-3 雇用・配置されている人材の活発な能力向上	1-3-1 継続教育プログラムの策定 1-3-2 継続教育プログラムの効果的実施 1-3-3 継続教育に関するデータベースの構築 1-3-4 管理者の育成 1-3-5 現場でのパフォーマンス向上支援 1-3-6 大学院レベルの教育強化		
※共通協力課題/保健専門家役割及び「ポジションペーパー」(2010年9月より)			
行政能力の向上			
保健医療サービスの質の向上を目指す保健医療拠点の機能強化と拠点間の連携体制強化		・保健医療関連情報整備	・GIS
保健医療従事者の支援		・保健医療関連情報整備	・GIS

保健医療分野における地理空間情報技術の想定される適用例としては、携帯電話や衛星通信技術等の ICT 技術を駆使して、必要な保健医療サービスをすべての人が享受できるようにするユニバーサル・ヘルス・カバレッジを目指すことが考えられ、図 3.1.6-1 に示す。

感染症対策から誰でも容易に受けられる医療サービスへの展開

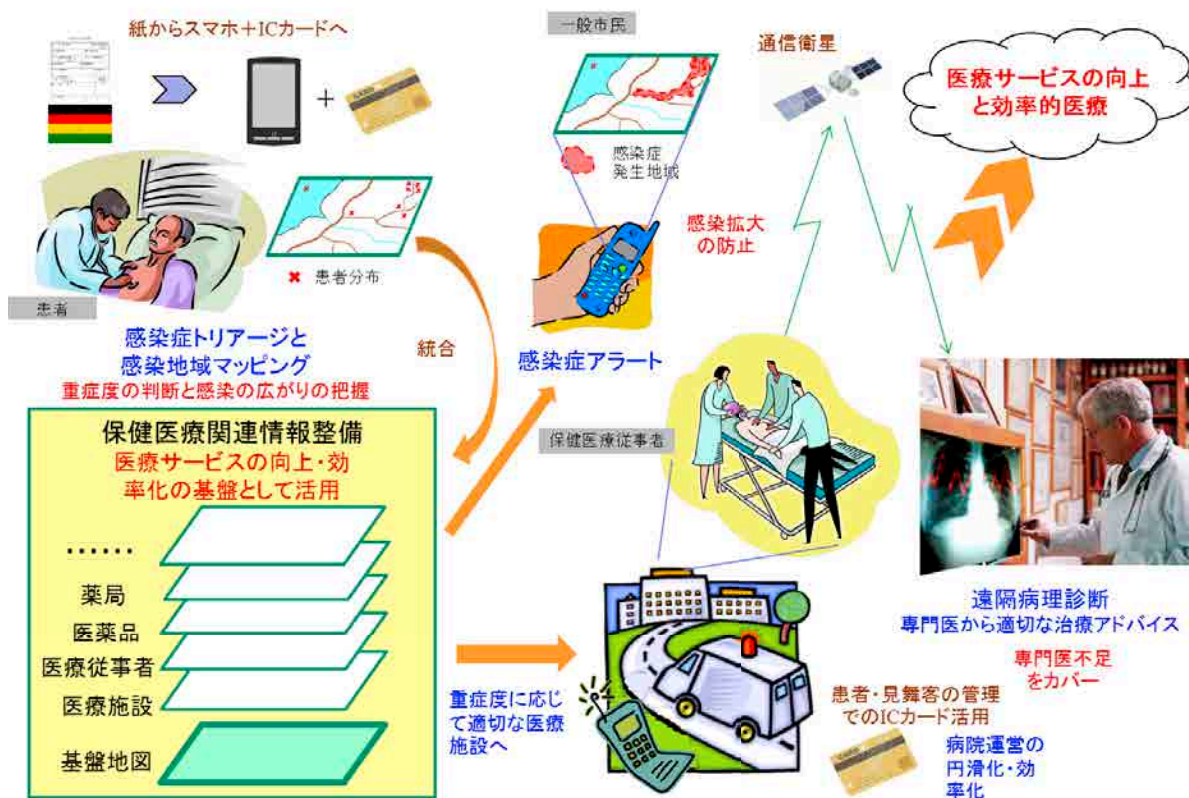


図 3.1.6-1 : ユニバーサル・ヘルス・カバレッジを目指した ICT の活用

図 3.1.6-1 にあげられた個々の応用に使われる技術的特性を見ると、リアルタイム性やビッグデータ、高い測位精度を要するものは少なく、既存の GIS 技術の活躍する余地がまだまだ多いと考えられる(図 3.1.6-2)。

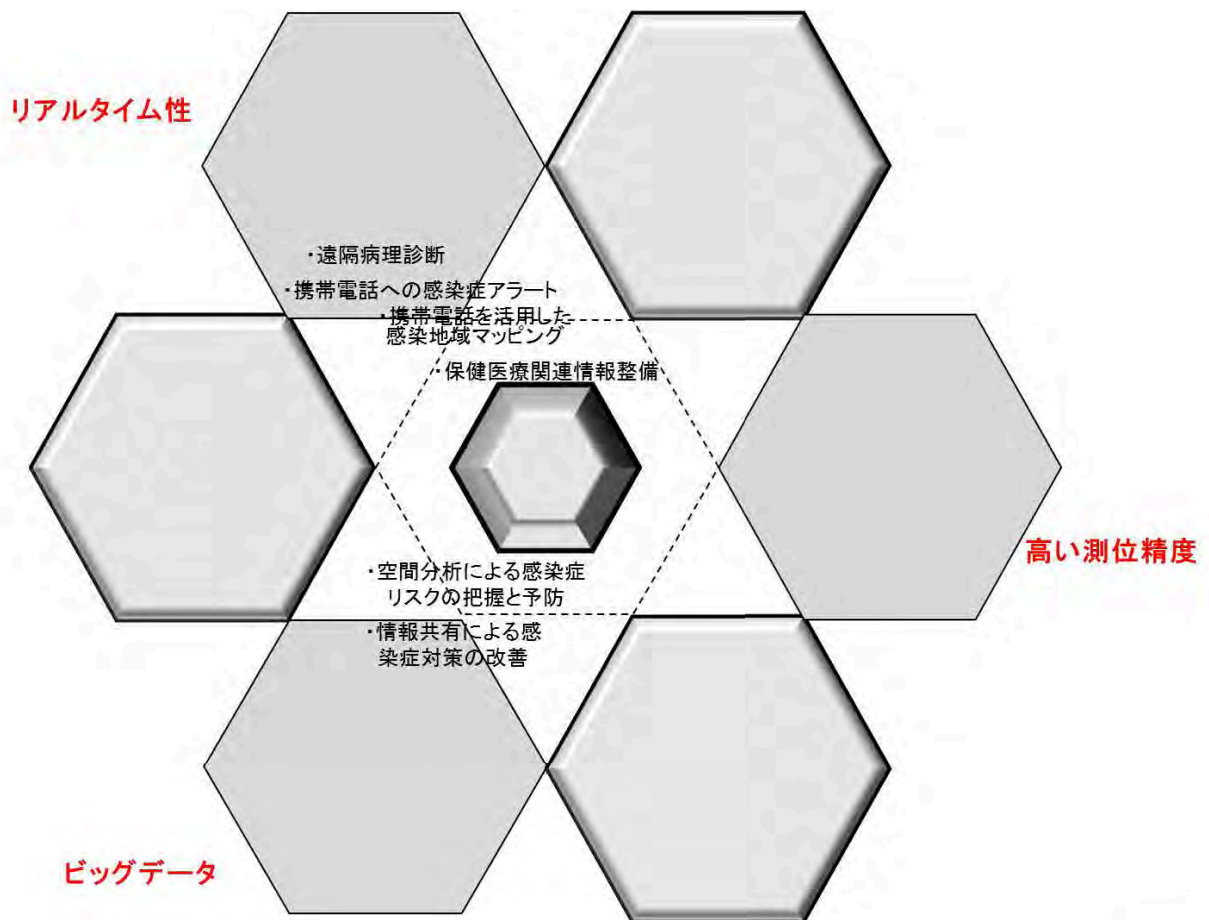


図 3.1.6.2 : 保健医療分野に関連する主な協力事項の技術的特性

以下に「情報共有による感染症対策の改善」及びその基盤となる「保健医療関連情報整備」についてやや詳しく説明する。

(1) 情報共有による感染症対策の改善

感染症は、先進国、開発途上国を問わず、現在でも数多く発生し、その予防と発生時の対策は極めて重要である。各国の保健医療のリソースは、特に開発途上国において限られているので、ICT 技術を利用して、必要な時に必要な対策をタイムリーに行えることが重要である。

まず、病院などの医療施設の位置、医師・看護師等の医療従事者の分布、医薬品の在庫、薬局の分布などの保健医療のリソースについて基盤地図の上に統合したデータベースを作成する。感染症が発生した場合、患者の病状を簡易診断技術で把握し、その患者用の IC カードに記録するとともに位置を測定する。これらは、スマートフォンのアプリで実施できるようにし、データベース上に統合する。患者の状況に応じて、その場で対応できない場合はデータベースから適切な医療サービスが受けられる施設を検索し、必要に応じて適切な医療施設に移動できるようにする。また、患者数が増えればその状況をマッピングし、流行している地域には携帯電話をつうじてアラートを発信する。

やや長期的にはこうした発生事例について GIS を用いて住環境との関連を分析し、感染リスク把握などの知見の蓄積に役立て、感染症の啓発、予防に役立てる。また、データベースは保健医療に関わる中央及び地方政府機関等が共有できるようにし、データに基づく保健医療政策の立案に役立てる。

こうしたシステムをできるところから構築し、感染症による死亡者・重篤者の減少や感染症の予防が進むことが期待される(図 3.1.6-3)

情報共有による感染症対策の改善

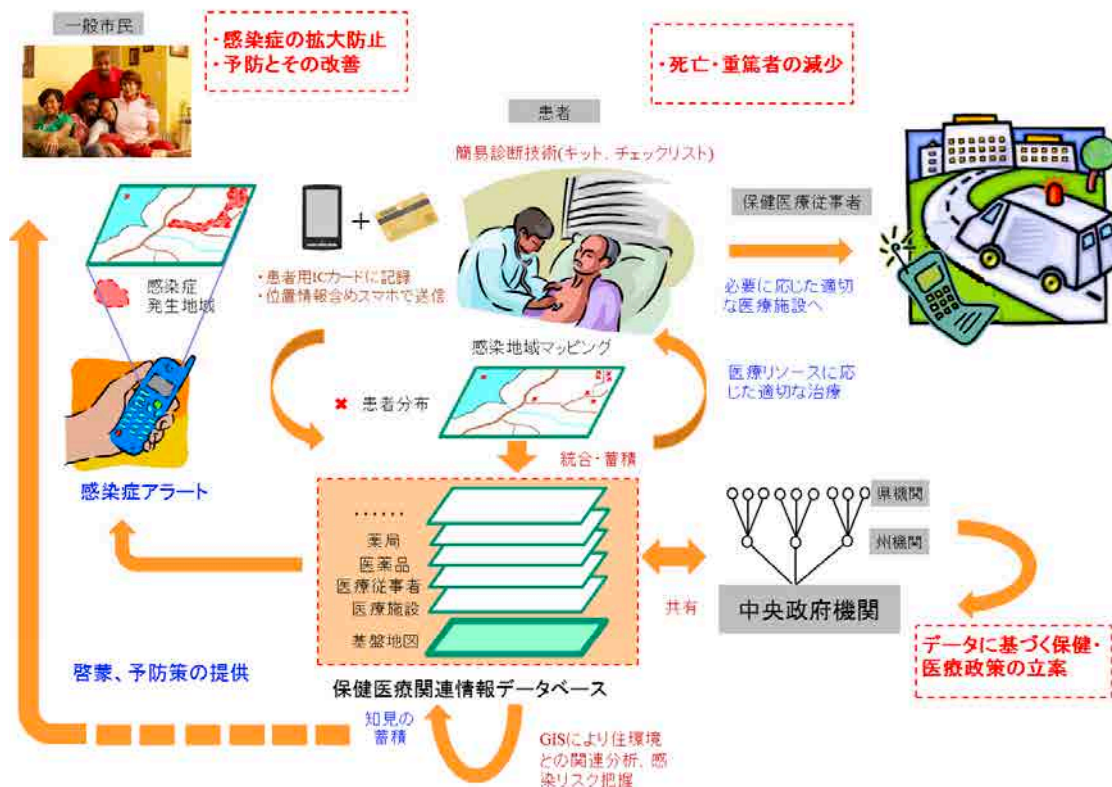


図 3.1.6-3 : 情報共有による感染症対策の改善

資3-3-5

これによる受益者とメリットを表 3.1.6-2 に示す。

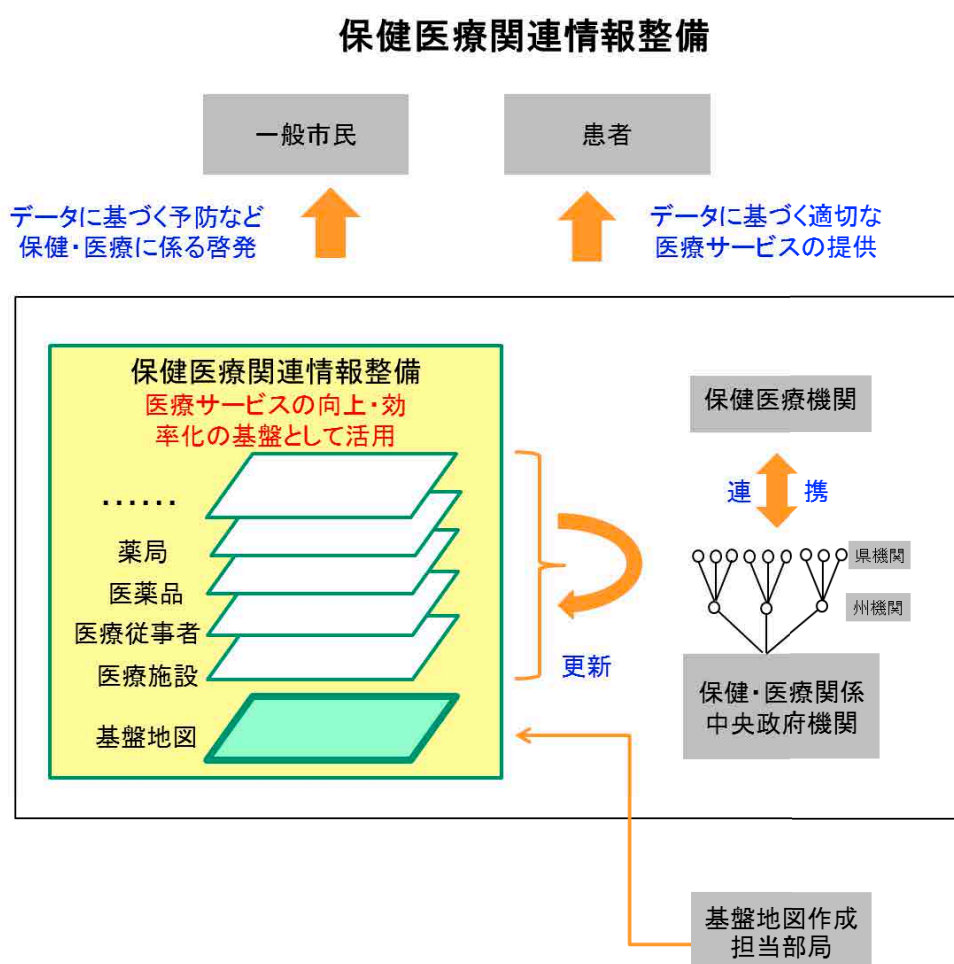
表 3.1.6-2 : 情報共有による感染症対策の改善に関する受益者とメリット

受益者	メリット
患者	・ 早期に適切な治療を受けられる可能性が高くなる
一般市民	・ 感染症発生地域の迅速な把握 ・ 感染症に関する知識が増え、予防や感染防止ができる
保健医療従事者	・ 医療リソースに応じた適切な治療の実施 ・ 医療リソースの状況把握ができる ・ 感染症と住環境に関する知見の蓄積
中央・地方政府機関	・ データに基づく保健・医療政策の立案

(2) 保健医療関連情報整備

保健医療サービスを提供する上で、どこにどれだけの規模の医療施設があり、どういう専門の医者があるか、また、どういう医療設備や医薬品を有しているか等の情報は、重要な基盤情報である。これらをデータベース化し、保健医療機関や国・地方の担当政府機関がインターネットにより共有し、絶えず更新しておくことは、患者に対するデータに基づく適切な医療サービスの提供、また、一般市民に対する保健・医療に関する啓発活動を行う上で極めて重要である。

これらの情報は、基盤的な地図情報の上で地理空間情報として整理できるので、基盤地図を整備する担当部局との連携も必要であり、図 3.1.6-4 に協力のイメージを示す。



これによる受益者とメリットを表 3.1.6-3 に示す。

表 3.1.6-3 : 保健医療関連情報整備に関する受益者とメリット

受益者	メリット
患者	・データに基づく適切な医療サービスの享受
一般市民	・データに基づく保健・医療啓発活動の享受
保健医療機関	・データに基づく医療サービスの提供 ・データに基づく保健・医療啓発活動の実施
保健医療担当中央・地方政府 機関	・データに基づく保健・医療政策の立案
基盤地図担当機関	・基盤地図利用の拡大

3.2 一つの国における展開：バングラデシュをモデルとして

開発途上国については国ごとに特有の状況や課題があるので、前節の分野別での想定される適用例に加え、一つの国に焦点をあてて付加価値のある地理空間情報を活用した展開について想定することも重要である。ここでは、具体的な適用例を描きやすくするため、バングラデシュを一つのモデルとして取り上げ、そこでの展開について考えることとする。

● 地理空間情報技術の活用ニーズ

毎年洪水に見舞われ災害対策が急務であること、今後も人口増加が見込まれる首都ダッカでは世界最悪とも言われる激しい交通渋滞が問題となっていること等から、洪水予警報や交通渋滞を緩和する地理空間情報技術の活用ニーズは大きいと考えられる。

ダッカの交通渋滞に関連して、JICAは「ダッカ都市交通網整備事業準備調査」(2009～2010)を実施した。その目的は、2025年におけるダッカ都市圏の都市開発の基本構想を策定しつつ、中長期的に必要なJICA支援プログラムに向けての案件形成を行うことであった。調査の結果、多核都市地域開発をコンセプトとして2050年に向けたダッカ都市開発構想(表3.2-1、図3.2-1)を提案し、その構想を踏まえ、都市交通インフラ整備について公共交通(軌道系、路面)、道路、交通管理面から検討している(表3.2-2)。

表 3.2-1：2050 年に向けたダッカ都市開発構想

	多核都市地域開発のコンセプト	提案された都市開発構想
ダッカ都市圏の基本開発構想	<ul style="list-style-type: none"> 都市活動の過度の集中及び人口を、中央エリアから衛星コミュニティへ地方分散することを推進する。 衛星コミュニティにおいて、多くの雇用機会と、中および低収入の人々のための新住宅地域開発を行う。 衛星コミュニティへの民間投資導入のため、中央エリアと衛星中央部間を結びつける新運輸交通システムが交通渋滞軽減に必要。 	公共輸送コリドー設立を伴う3つの主軸開発： <ol style="list-style-type: none"> (1) Tongi-Mirpur-都市中央部-Narayanganjのような北南開発コリドー (2) Purbachal-Uttara-Savarの東西開発回廊 (3) 東部外辺開発コリドー

表 3.2-2：都市交通インフラ整備計画の検討

検討事項	提案	概要
軌道系公共交通	大量輸送システム(MTS)開発計画	<ul style="list-style-type: none"> 都市高速鉄道(MRT)構想のうち都市開発、交通需要等の観点から優先度の検討 優先度が高いとしたMRT6号線についての概略的検討(路線、運転頻度、事業費、組織体制等)
路面公共交通	バス輸送整備計画	<ul style="list-style-type: none"> 適切なバス輸送システムの推奨 業界の再構築、運営システムの改良(自動料金集金機を含む)、適切な情報提供、料金見直し、貧困層のための公共交通等々
道路	道路ネットワーク開発計画	<ul style="list-style-type: none"> プランニングコンセプトの設定 道路ネットワーク開発政策の提案 道路分類とデザイン基準 道路ネットワーク提案
交通管理	交通マネジメントプラン	<ul style="list-style-type: none"> 短期プラン(ボトルネック交差点解消、駐車システム改良、交通信号システム改良、交通安全施設改良、行政機関間の調整) 交通需要マネジメント 交通キャンペーン

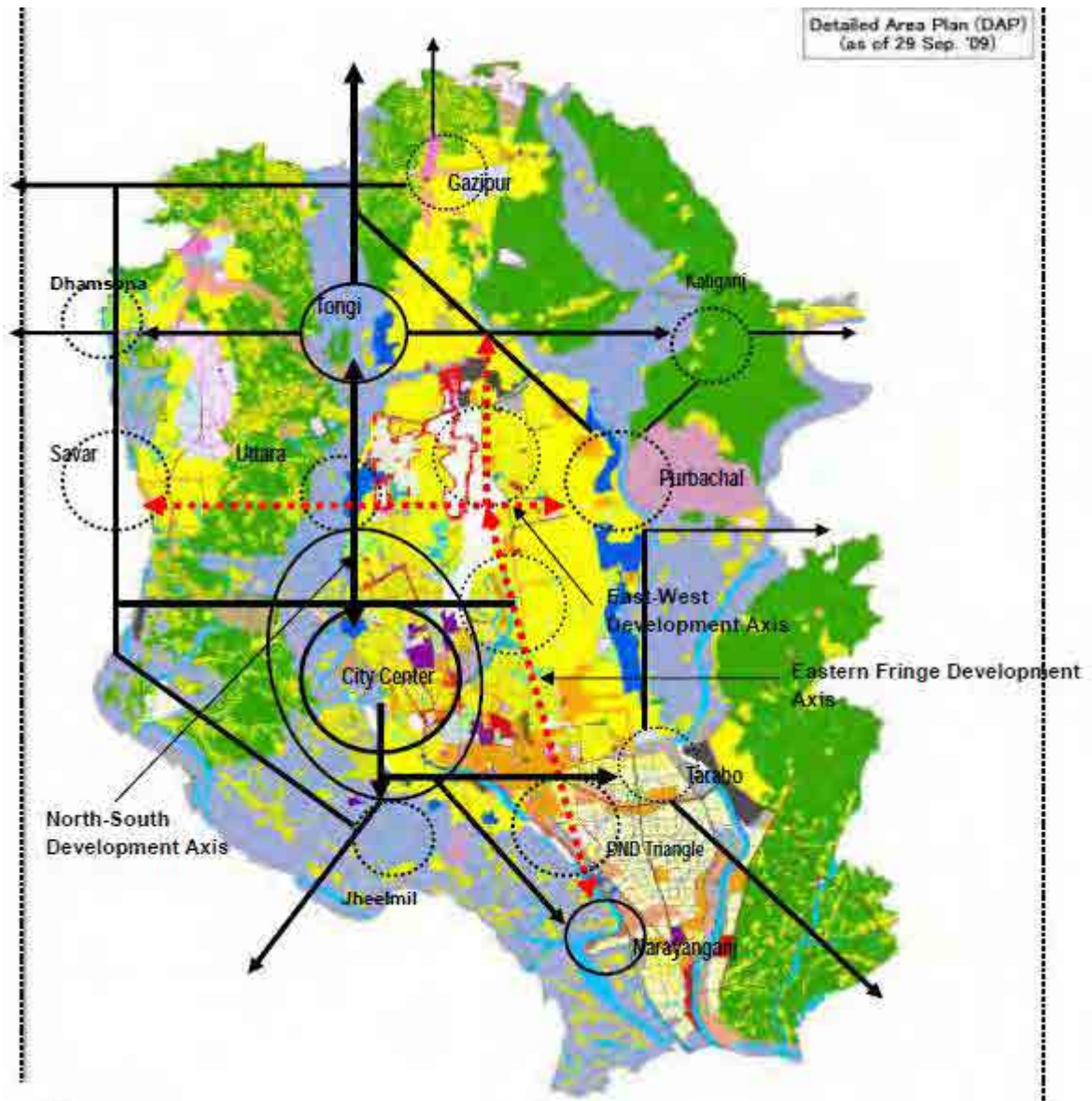


図 3. 2-1 : 2050 年に向けたダッカ都市開発構想

以上の調査結果から、運輸交通分野においては、現地の課題・ニーズに基づく地理空間情報技術を活用した想定される協力例として以下のものが考えられる。

- ▶ バス運営システムの改良の一項目として、既に導入が行われている料金徴収のための IC カード導入を促進する。
- ▶ 都市高速鉄道(MRT)建設や道路ネットワーク整備、交通マネジメントプランを進める上で不可欠な人の移動状況の把握に携帯電話のログ情報を活用する。
- ▶ 将来 GNSS 受信機やスマートフォンの普及が進めば、バス、タクシー、トラックなどの位置情報や個人の現在位置情報をリアルタイムで収集し、交通状況のモニタリングを行うことができる。バスの IC カードの情報がオンライン化すれば、バスの混雑状況等の情報も得ることができる。これらの情報を解析してデータに基づく公共交通への誘導など、交通需要マネジメントに活用する。

- 高精度衛星測位に必要な電子基準点の整備が行われれば、地下部分については検討が必要であるが、MRTの輸送力増強、あるいは1列車あたりの編成車両減少のための精密列車運行制御への活用が考えられる。

運輸交通以外の分野についても、バングラデシュでのニーズを各種資料に基づき把握し、そのニーズに応える地理空間情報技術を活用した考えられる協力例を表3.2-3にまとめた。

表 3.2-3：バングラデシュにおける協力ニーズと考えられる協力例

分野	協力ニーズ (協力計画、実施状況等)	考えられる協力例	技術的特性・効果との関連
運輸交通	バス輸送整備計画のうち運営システムの改良	バス料金徴収にICカード導入の促進 (JICAプロジェクト「ダッカ市都市交通料金システム化」として実施済み)	他のプローブ情報と統合してビッグデータへの展開
	都市高速鉄道建設に伴う交通戦略計画、道路ネットワーク整備、交通マネジメントプランのための基礎資料	PT調査での携帯電話ログの活用	ビッグデータ
	交通需要マネジメントによる道路環境の改善	多様なセンサーによる交通状況モニタリング	リアルタイム
	都市高速鉄道の基本的設計や運行	精密列車運行制御	高精度測位
水資源・防災*	地域住民レベルを巻き込んだ災害情報管理体制構築(国別援助計画防災/気候変動対策プログラム)	携帯電話での洪水警報送信	ビッグデータ
自然環境保全	・世界最大のマングローブ林管理・保全 ・JICAエコツーリズム研修	衛星観測によるマングローブ林の生態系保全	受益者拡大
農業・農村開発	農業生産性の向上(国別援助計画農業・農村開発プログラム)	半自動農業	高精度測位
保健医療	母子保健/保健システム強化プログラム(国別援助計画)	ITを利用した母子保健サービス改善	受益者拡大

*：防災について、運輸交通分野のプロジェクトにも寄与する「災害に強いインフラ 造成の基礎情報提供」などを提案し、分野横断的に防災の視点を取り入れる「防災主流化」を進めていく。

● 基盤と環境の整備

長年、JICA 派遣長期専門家が駐在するなど、地形図分野の協力を実施しており、その協力基盤に基づき、以下のように基幹的な情報の整備が進められている。

- JJICA のバングラデシュ測量局に対する協力により、2018 年までに基盤的な地理空間情報の整備が完了予定である。
- バングラデシュ政府には、電子基準点網の整備の構想がある

また、以下に示すように地理空間情報技術を含む ICT 技術を積極的に受け入れる素地が整っている。

- 2012 年までに中所得国になることを目標とする「ビジョン 21」政策において、ICT 技術を教育、保健医療、雇用創出、貧困削減等の面で効果的に活用し、IT 立国をめざす「デジタル・バングラデシュ」を進めている。
- JICA プロジェクトにおいて、料金徴収での IC カード導入によるバス乗客管理の円滑化の実績がある。
- ADB、JAXA 及び産学共同体（東京大学を含む）による洪水予警報プロジェクト、ADB と世界銀行、東京大学による BRT 導入のための人の流れの解析など、携帯電話のログ収集による人の移動把握の研究が実施されている。

このように防災・水資源や運輸交通分野では JICA やわが国他機関による新しい地理空間情報の活用が始まっていること、保健医療の分野では、GIS の活用がこれから広がることであること、及び地理空間情報を活用する基盤の整備状況等を踏まえ、バングラデシュでの地理空間情報技術の想定される適用例については、図 3.2-2 に示すような展開が考えられる。

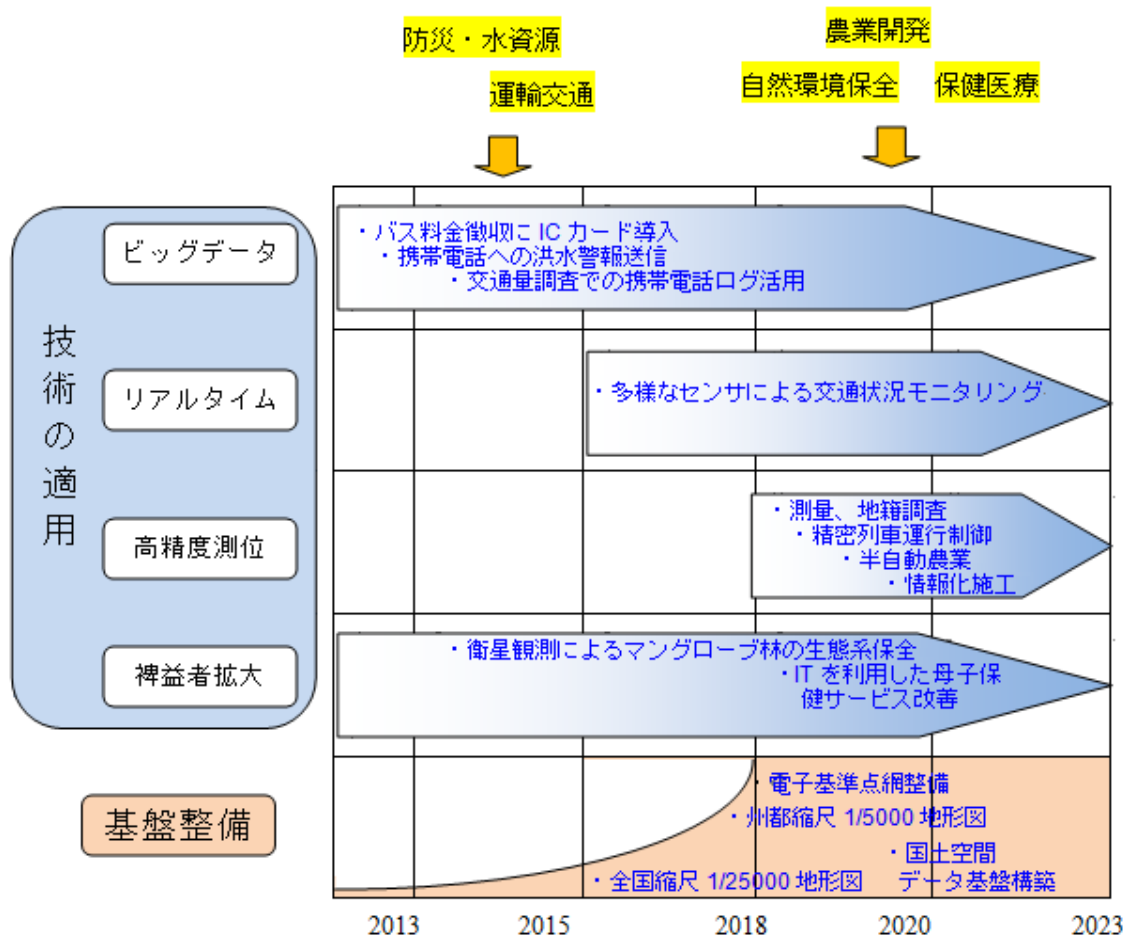


図 3.2-2：モデル国での地理空間情報活用の展開イメージ

以下、4 つの時期に分けて具体的な想定される展開例をみてみる。

(1) 第1段階のイメージ：ビッグデータ処理で人の移動を解析（現在～2015年）

2012年、JICAによりバスの料金徴収にICカード技術が導入され、バス乗降の円滑化や運賃収入の大幅増などのめざましい成果を上げた。これらは、ICカードの普及がさらに進めば人の移動分布の把握に有効に活用できる。既に、東京大学はバングラデシュを対象に携帯電話のログ情報を入手・解析しており、人の移動情報の解析ノウハウを有している。

【都市交通関係】

バングラデシュの首都ダッカでは交通渋滞が極めて悪化しているなか、円借款による軌道系大量輸送交通システム(MRT)の導入を計画しているが、今後それに関連してパーソントリップ調査が行われるものと予想される。パーソントリップ調査では人の移動状況がどのようなものであるか交通手段を含めて把握するものなので、携帯電話ログ情報というビッグデータの分析結果がパーソントリップ調査を補完する情報として活用できるものと期待される。補完のイメージとしては、以下が考えられる。

- 時刻別の人口の空間分布の比較による調査結果の信頼度向上
- 移動状況の時期(例えば、雨期・乾期)安定性の確認
- 空間的にみて、より詳細な移動状況の把握、道路の混雑度の把握

【水資源・防災関連で行動分析などを取り入れた避難計画】

防災関連でビッグデータ処理した行動分析などを避難計画策定などに取り入れることも考えられる。バングラデシュはサイクロン、洪水、地震といった自然災害にも脆弱な国であり、気候変動による影響を受けやすい国である。防災分野で、これまでバングラデシュでは、以下のプロジェクトが実施されている。

- ・ 気象観測・予測能力向上プロジェクト：JICA 2009年9月15日～2013年12月
- ・ 洪水予警報プロジェクト（仮称）

Applying Remote Sensing Technology in River Basin Management：ADB 2012年～

気象観測・予測能力向上プロジェクトでは、気象局（Bangladesh Meteorological Department：BMD）が行っている気象観測及び気象予測業務に関連して、気象観測能力の向上、気象レーダーデータのキャリブレーションによる観測精度の向上、数値予報技術を導入することによる中長期予報の確立、蓄積されたデータの活用による気候変動の傾向分析とそれら精度の高い情報の発信能力の強化等の技術協力が行われた。

また、ADBの洪水予警報プロジェクトでは、水資源開発庁(BWDB:Bangladesh Water Development Board)傘下の洪水予警報センター(Flood Forecasting and Warning Centre：以下、「FFWC」)等が行っている洪水予測業務に関連して、人工衛星観測による河川周辺の地形データALOS DSMと全球降水マップGSMaPの提供等の技術協力が行われている。同時に携帯電話のSMSなどを通じて、情報伝達の強化を図っている（図3.2-3参照）。

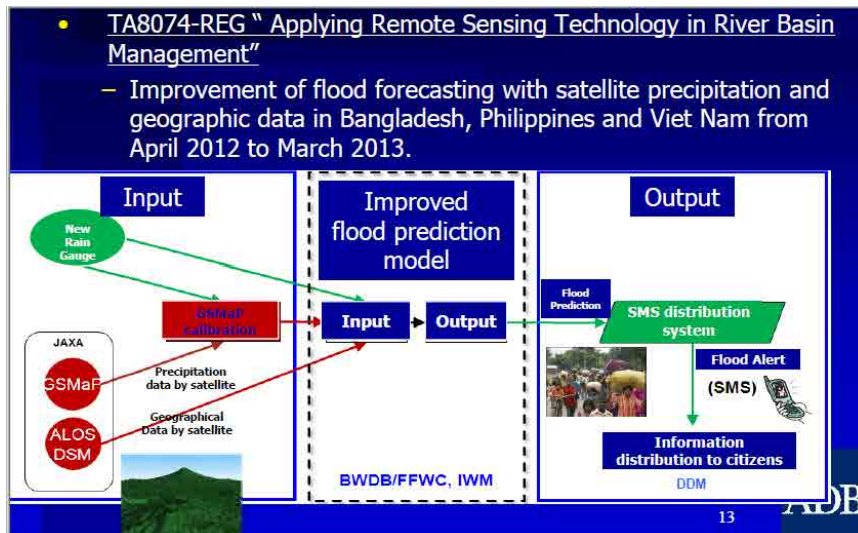


図 3.2-3 : 洪水予警報プロジェクトのフロー (2012 年 APRSAF 発表資料)

バングラデシュの北部から南部へ流れるブラマプトラ川は、中国ーインド-バングラデシュと流れる国際河川である。近年、中国において、ダム建設計画があり、中流・下流域にはダムの貯水によって影響を受ける恐れがでてくる。そのため、国外のダムの建設状況を把握し、BWDBなどが運用している洪水予測にインプットすることで、洪水予測の改善に有効であると考えられる。また、モバイル端末を情報伝達のツールとして活用するだけでなく、位置情報などを収集し、行動分析などを行って、その分析結果から適切な避難場所の設置などに反映することも有効と考えられる (図 3.2-4 参照)。

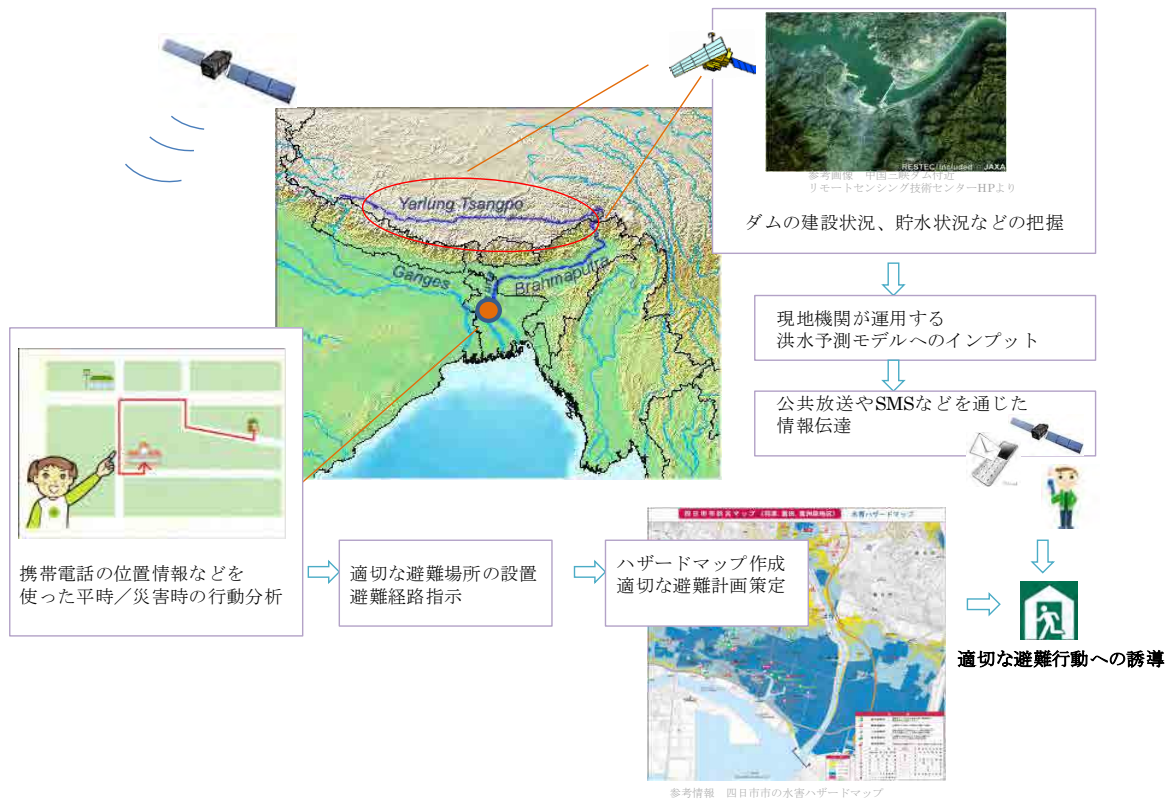


図 3.2-4 : バングラデシュ・ブラマプトラ川洪水予想と行動分析による避難計画のイメージ【パッケージ技術】

研究レベルでは、バングラデシュでも、地上の雨量計のデータと衛星で観測した降雨量との比較 (図 3.2-5 参照) や地上レーダーの降雨量との比較 (図 3.2-6 参照) が行われている事例もある。

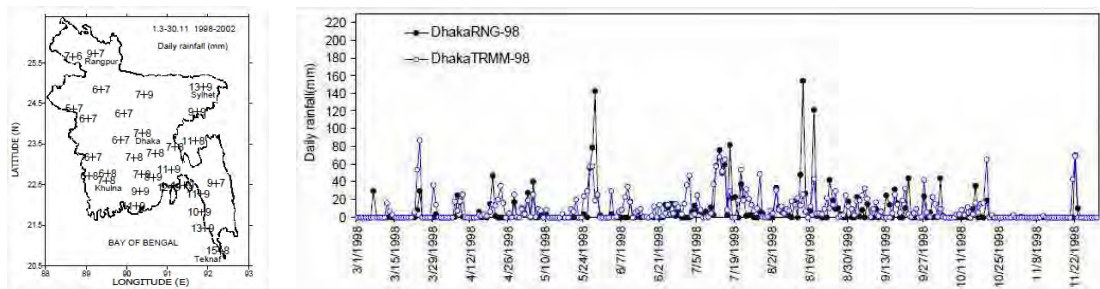


図 3.2-5 : Daily rainfall estimated by TRMM and RNG (左)

Time sequences of daily rainfall (mm) determined by both TRMM and RNG at station Dhaka in 1998 (右)

文献「Comparison of TRMM 3B42 Products with Surface Rainfall over Bangladesh」より引用

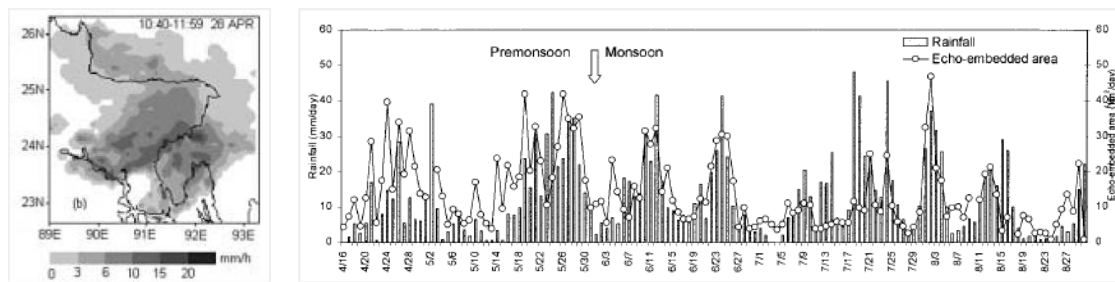


図 3.2-6 : An event from 10:40-11:59 LST on 28 April detected by the BMD radar (左)、Time sequences of daily rain-gauge rainfall (mm) showing echo-embedded area (EEA) detected by the BMD radar from 16 April to 30 August 2000 (右)

文献「Characteristics of Precipitation Systems Analyzed from Radar Data over Bangladesh, Journal of Natural Disaster Science」より引用

上記のように、現在の技術で得られる雨量データを組み合わせて、新たな処理を加えることによって、精度を高めた雨量データも作ることも可能である。バングラデシュで観測できる雨量計、地上レーダー及び衛星データをネットワークで収集し、組み合わせて降雨量のデータのパッケージとすることなども考えられる。雨量情報のパッケージのイメージを図 3.2-7 に示す。



図 3.2-7：雨量情報のパッケージ化イメージ

上記のように、精度を高めた雨量データが作成可能となれば、バングラデシュやその周辺の広い範囲で、面的にデータが得られ、先に述べた、洪水予警報などの効果をより高めることが可能となる。

(2) 第2段階のイメージ：基盤の整備(現在～2018年)

現在、バングラデシュ測量局は、2018年末を目途に全国の2万5千分1地形図及び6つの州都の5千分1地形図の整備を進めており、そのために必要な人材育成をJICAによる「デジタル地図作成能力向上プロジェクト」で行っている。別途、同測量局は、図3.2-8に示すように現在6点設置されている電子基準点を60～70点に増設する構想を有しており、仮にこの構想が数年後に実現すれば、4機体制での準天頂衛星のサービスが開始される2018年以降、高精度衛星測位を行う基盤及びGIS活用をより効率的に行うための基盤が整備される。



出典: Google マップ及びバングラデシュ測量局 HP

図 3.2-8 : 電子基準点設置状況

(3) 第3段階のイメージ: リアルタイムでモニタリング(2015年～2020年)

今後、測位衛星環境が格段に改善し、バスやタクシー、トラック等の移動体位置やスマートフォンの普及により個人の位置の把握も行えるようになる。これらをリアルタイムで収集・解析することによりリアルタイムの交通状況がわかり、その情報をスマートフォンに提供することにより、渋滞緩和への行動を促し、交通の円滑化が図られることが期待される。その適用イメージを図 3.2-9 に示す。

交通状況をリアルタイムでモニタリング

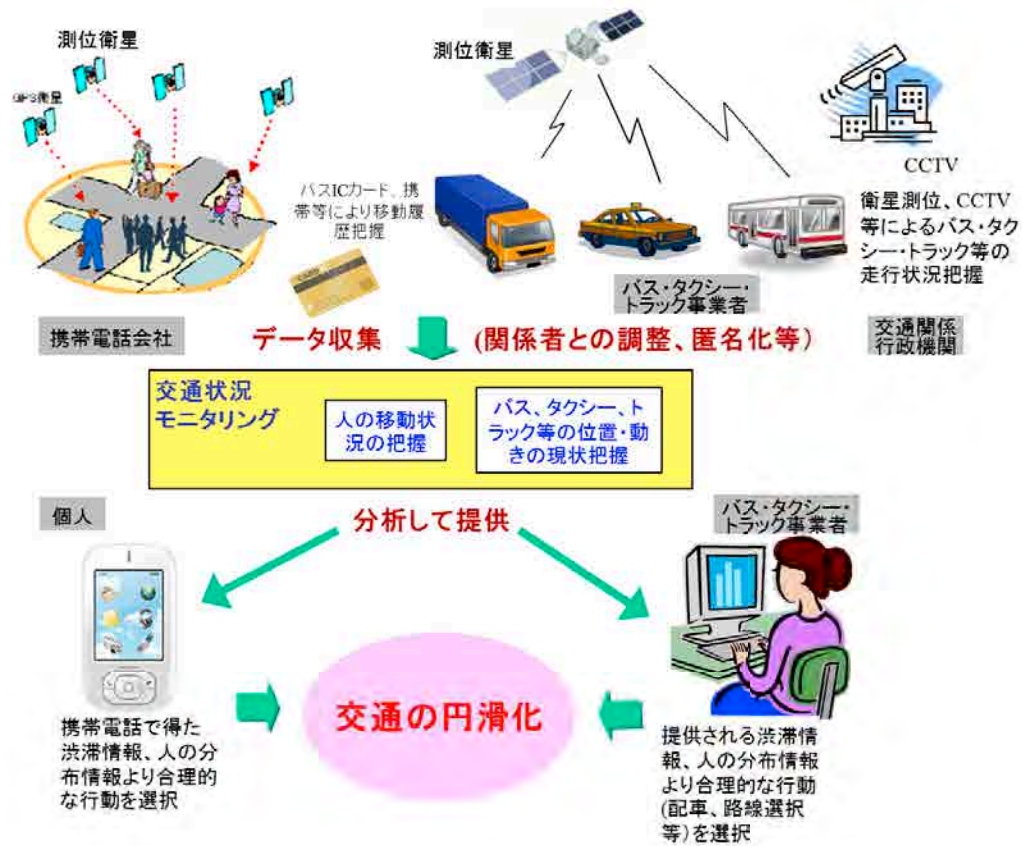


図 3.2-9： 衛星測位による交通状況モニタリング

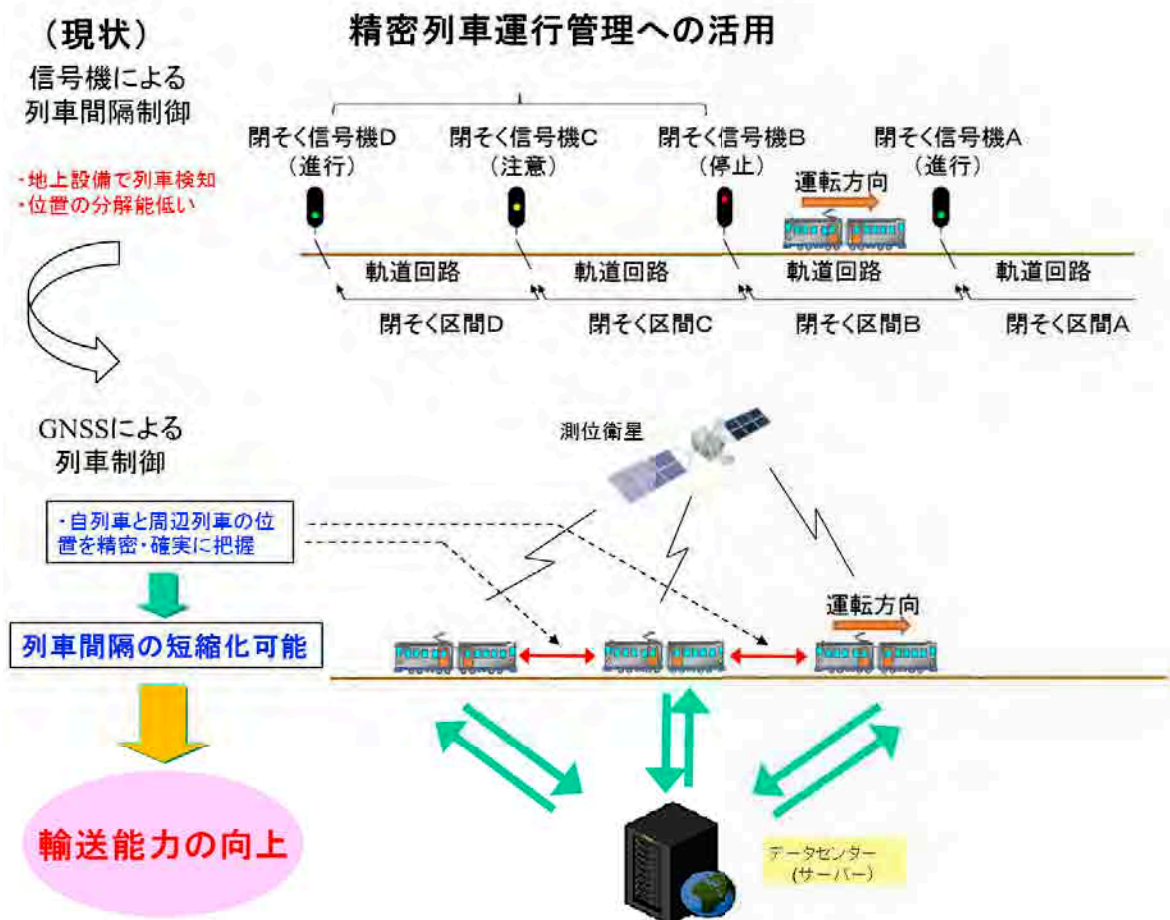
(4) 第4段階のイメージ：高精度測位の展開(2018年～)

高精度衛星測位のための基盤整備が整うと考えられる2018年以降は、活用イメージとして以下のようなものが考えられる。

- 測量、地籍調査への活用
- 精密列車運行管理（計画中のMRTの輸送能力を向上させる）
- 農業自動化
- 情報化施工

現在、列車の間隔制御は、閉そく区間内の列車の有無を検知し関係する信号機を制御する等により行われている。そのため、列車現在位置の分解能は低く列車間隔は大きくとることが必要になる。準天頂衛星等の高精度測位により、列車位置を精密かつ確実に測定することができれば、列車間隔を狭め、輸送能力を高めることが期待される。図 3.2-10 にそれを適用した場合の想定例を示す。

ダッカ市はわが国円借款により都市高速鉄道(MRT)を建設することとしており、この輸送能力を高めることはダッカ市の渋滞をより緩和することに貢献できる。



(5) 受益者の拡大 (全期間)

自然環境保全、農村開発関連で、地理空間情報技術やICTの活用は広まっており、高精度な測量や生態系行動分析などを取り入れることで、受益者が拡大することが期待される。

バングラデシュの南部のマングローブ林は、二酸化炭素吸収による地球温暖化への効果があるだけでなく、サイクロンなどの災害時に高波・高潮の影響を低減する防波堤の役割も果たしている。マングローブ林が人間の養殖池への転換のための急速な伐採や地球規模的な海面上昇や河岸侵食などの影響による減少などが指摘されている。水産業や薪炭業など従来から行われてきた持続可能な産業の継続が危ぶまれているだけでなく、自然環境保全の観点では、マングローブ生態系の行動範囲への影響も与える。

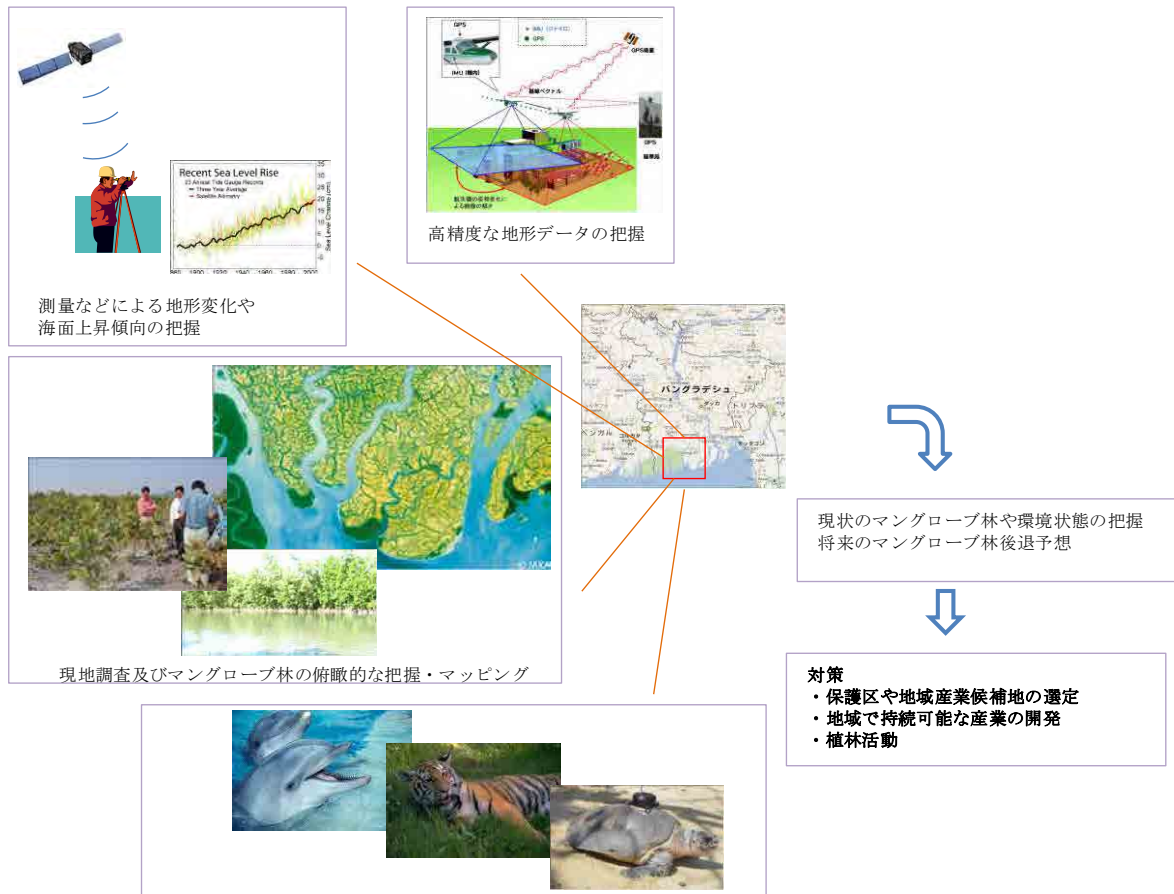


図 3.2-11 : 海面上昇、マングローブ林、生態系行動分析と対策のイメージ

したがって、マングローブ林の保護には重要な意義があるとともに、現地の持続可能な農村開発や防災にも寄与する協力活動になると考えられる。

現在の環境を知るために、客観的なデータとして、測量による地形変化や海面上昇の傾向を把握することが求められる。その測量技術のベースとして、電子基準点や GNSS 測量などが不可欠である。また、マングローブ林の俯瞰的な把握とマッピングを行い、状況把握や分析を行うためのベースとなる情報を整備する。その上にバイオリギングなどによる生態系の行動範囲の情報取り込み、行動範囲の分析を行い、生態系保護区、植林活動候補地や産業開発候補地の選定活動範囲などに役立てることが可能である。このような計画とともに、持続可能な地域の産業育成、例えば、内陸池での養殖業やマングローブから生成する薪炭業などの協力支援を行うことが考えられ図 3.2-11 に協力イメージを示す。

保健医療分野はすべての国民が受益者になる可能性があり、ICT 技術によりそれが実現されることが期待される。バングラデシュでは、国連ミレニアム開発目標の達成に向け、助産技術を持った介助者による出産介助や新生児死亡率などの母子保健分野の取組みを強化しており、わが国は「母子保健改善事業」への円借款貸付とともに、「母性保護サービス強化プロジェクト」（フェーズ 1：2006 年～2011 年、フェーズ 2：2011 年～2016 年）を実施している。このような取組みに関連して、3.1.6 にあげた保健医療関連情報データベースに母子保健

関連情報を付加したデータベースを構築し、携帯電話やスマートフォンを介して母子保健サービスの充実を図ることが考えられ図 3.2-12 に協力イメージを示す。

- 妊産婦に電子母子手帳(ICカード)を配布し、健診状況を記録し、データベースで共有
- 妊産婦からの携帯電話等による問い合わせにデータベースに基づき対応
- 緊急時に適切な医療施設へ搬送
- 医療施設へのアクセスが困難な場合は、遠隔診療による適切な対応



図 3.2-12 : ICT を利用した母子保健サービス改善

3.3 適用にあたり留意すべき事項

代表的な地理空間情報である地形図は、国の安全保障の観点等から国外持ち出しの禁止など慎重な取り扱いを求められる場合がある。そのほかにも各国の法律や社会状況等に応じてわが国とは異なるさまざまな習慣、制限等の存在が考えられる。したがって、地理空間情報技術の適用にあたっては、そうした技術以外の事項について十分把握した上で、必要な配慮をしつつ進める必要がある。

- 法制度

地理空間情報の取得、処理、提供等にかかる法制度・基準を事前に十分に把握し、それらに適合した形で地理空間情報技術を適用する必要がある。主として国家安全保障の観点から重要区域や施設の測量禁止、外国人による測量禁止、地形図などの測量成果の持ち出し禁止等の制限がある場合もあり、十分な注意が必要である。また、そうした法律、基準がない場合においては、必ずしもそれらに制限がないことを意味するわけではないことに留意する必要がある。

地理空間情報以外についても関連する法制度、基準については十分に把握しておく必要がある。

- 個人情報やプライバシーの保護

GPS 付の携帯電話や交通系 IC カードにより、所有者の行動履歴を明らかにすることが可能であり、個人情報やプライバシーの保護の観点から問題となる可能性をはらんでいる。これら人の移動に係るデータは、これまでにみたように非常に有効に活用できる可能性がある。したがって、これらのデータの活用にあたっては、個人が特定できないよう匿名化することはもちろん、後で問題とならないようにしておく必要がある。例えば、その活用を制限することにより大きな便益が失われることについて広範な理解を得ておくことや災害の際の活用は個人情報やプライバシーの保護に優先するなどのルール作りを行っておく必要がある。

- 社会的状況

当然のことであるが、新しい地理空間情報技術を適用しようとする対象国はわが国と異なる社会的、経済的、政治的状況にある。したがって、わが国の場合に有益であるからということではなく、これらの技術の適用が当該国にとって受け入れられるものであることが重要である。例えば、これまで検討してきた地理空間情報技術は ICT 技術であり、国によっては ICT リテラシーの水準が十分でなく適用が不適切な場合も考えられる。また、これまでの業務を効率化する効果があるというものが多いため、その適用が単に人員削減につながるだけであれば、なかなか受け入れがたいといえる。当該国の人々にとっても有益であるような形で適用する必要がある。

以上の点を含め、留意すべき点については今後の調査検討が必要である。

第4章 まとめ：協力の方向性

第3章において、開発途上国のニーズにもとづいて、付加価値のある地理空間情報を効果的に適用する場合の想定例をみてきた。冒頭で述べたように、第2章で地理空間情報に関する技術やシステムについて整理し、第3章では JICA の課題6分野について想定される適用例を示すとともに、想定国での適用例の検討を行った。このような過程を経て得られた検討結果を図4-1にまとめる。これは図1.2-1に示した地理空間情報技術を用いた協力の展開の考え方にに基づき、第2章及び第3章で検討した結果が図4-1としてより具体的に示されたことを意味している。

これら想定される適用例を JICA の実施する協力において具体的に適用するためには、どのように円滑に展開するか等、いくつか配慮しなければならない点がある。また、適用された技術が、開発途上国できちんと理解され根づいていくためには、途上国側にも人材が必要である。さらに、社会的課題の解決には関係機関との協力や取り組みのパッケージ化にも留意する必要がある。

このため、第4章では、協力の方向性として、JICA プロジェクトとして付加価値のある地理空間情報技術を適用する際の留意点、人材育成、関係機関との連携、パッケージ化について整理する。

4.1 プロジェクト実施の際の留意点

- 既存プロジェクトのコンポーネントとして地理空間情報技術を適用する。

JICA によるプロジェクトの実施は要請主義であるため、こうした技術を新プロジェクトとして立ち上げその中で適用するとしても、実施に至るまである程度の年月を要する。一方、地理空間情報技術は飛躍的に進歩しており、わが国以外の同技術が導入される可能性もある。このため、JICA でのパイロットプロジェクトを通じ同技術のデファクトスタンダード化を急ぐ必要がある。前章までにとりあげた地理空間情報技術を効果的に適用できると考えられる既存プロジェクトがある場合は、その地理空間情報技術を組み込んだパイロットプロジェクトを追加するなどして、迅速かつ積極的に実施するようにする。

- 実績がない技術であっても実験的に取り組む。

地理空間情報技術を含む ICT 技術は進歩が激しいため、わが国においても実績がないというケースも十分にある。また、わが国には個人情報保護等の既存のシステム・制度が成立しており、新しい技術を採用しにくく、逆に開発途上国において新しい技術の採用に自由度が大きくという場合も考えられる。したがって、わが国において十分には実績のない技術であっても、取り組みやすい国で実施するという姿勢で、スピード感を持って実験的に取り組むようにする。

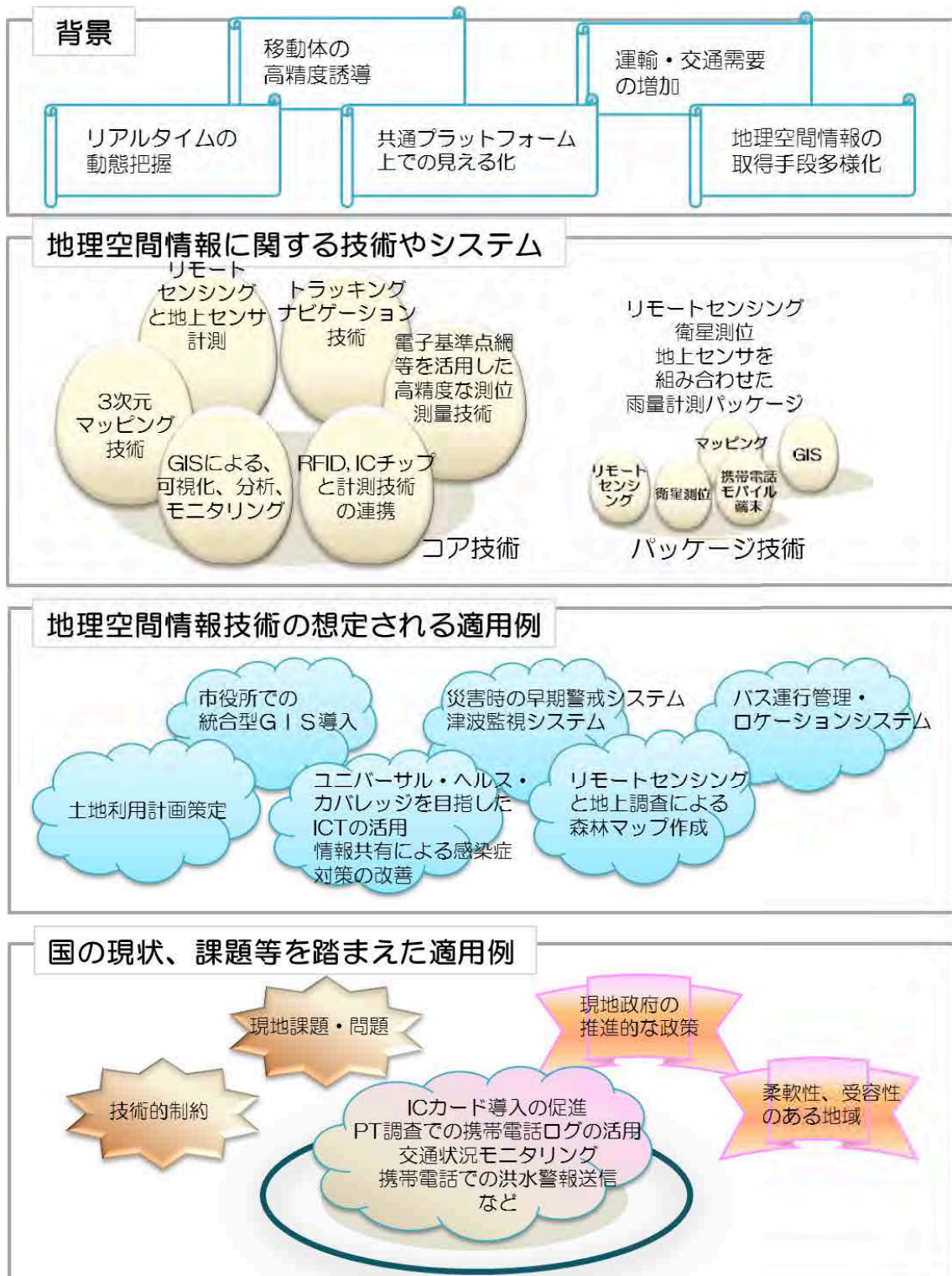


図 4-1：具体的な地理空間情報技術を使った社会的課題への想定される適用例

- これまでの地理空間情報技術の協力実績や経験を十分に活用する。

JICA はこれまで 40 年以上にわたり 50 以上の国で約 80 件の国土基本図案件を実施してきた。そのうち 1990 年後半以降はすべてデジタル方式で地形図作成を実施してきた。また、近年では作成されたデジタル地形図をベースとして GIS としての活用方法の技術移転も行っている。GIS は、国土基本図案件以外においても、都市・地域開発、自然環境保全、農業・農村開発等の分野の JICA 案件で広く活用されてきた。

新技術については、2011 年のタイ・チャオプラヤ川流域の大洪水の後、JICA は航空レーザー測量により精密な地形データ取得を行い洪水対策に活用するための協力を行った。東京大学は、バングラデシュを対象に携帯電話のログ情報を入手し、人の移動情報の解析を実施した。

付加価値ある地理空間情報技術の適用にあたっては、これら地理空間情報技術の協力実績や経験を十分に活用する必要がある。

- 受益者拡大という視点で技術を使う。

開発途上国において携帯電話の普及は、富裕層だけにとどまらず爆発的に拡大している。これらの技術・ツールを駆使し、これまでプロジェクトの恩恵を受けられなかった人々まで受益者を拡大することは重要である。

なお、政府の経協インフラ戦略会議の決定や一般社団法人日本経済団体連合会の提言に見られるように海外展開はわが国成長戦略の重要な柱となっており、地理空間情報を活用するプロジェクトの実施にあたっては民間企業の海外展開を先導あるいは支援するという点にも留意する必要がある。例えば、上に記した「実績がない技術であっても、実験的に取組む。」で成果があがれば、その技術を適用した民間企業はそれを日本に逆輸入する、あるいは世界を市場として展開する道にもつながることを期待できる。

4.2 人材育成

地理空間情報技術協力に係る人材育成について述べる。

【周辺状況】

産業競争力会議において、我が国の産業の競争力強化や国際展開に向けた成長戦略の具現化と推進について検討が進められている。また、日本経済再生本部の下、経協インフラ戦略会議において、我が国企業によるインフラ・システムの海外展開の支援や我が国の海外経済協力（経協）について戦略的かつ効率的な実施を図るための検討がなされている。さらに、経団連からの提言「インフラ・システム海外展開の機動的かつ戦略的な推進を求める」では、経協インフラ戦略会議とインフラ輸出の主体である民間企業との連携を強化するとともに、わが国インフラの海外展開を後押しするための次の事項が述べられている。

- 1) 機動的かつ戦略的な推進体制の確立
- 2) 迅速かつ柔軟な資金供与
- 3) わが国技術・制度の戦略的な普及
 - ・国際標準の獲得とデファクトスタンダードの確立
 - ・法制度整備支援
 - ・相手国のインフラ関連制度の整備
- 4) トップセールスの推進と民間人材の活用

重点国・地域は、アジア、中東、中南米、アフリカなど途上国が挙げられており、及び重点・有望分野は、発電所、港湾、道路、上下水道、スマートコミュニティ、ICT、衛星、環境、防災、医療等と幅広く、専門的な分野が挙げられている。これらの展開を図るにあたって、幅広い分野をマネジメントできる人材の育成、専門的な技術指導ができる人材育成、ならびに人材育成を通じた我が国の技術協力が求められている。

【具体的な執行機関】

インフラ輸出に関連する具体的な執行機関は、JICA、JBIC、NEXI、JETRO、NEDO、JOGMEG 等がある。JICA においては、円借款事業での連携及び現地の行政機関の人材育成そのものの協力が求められる。

【人材育成の活用例】

地理空間情報技術に係る人材育成は、幅広く、専門性が非常に強い分野である。特に、ICT や衛星などといった分野での人材育成プログラムを新たに立ち上げるのは、資金、時間、指導員育成など、多くの課題を抱えることとなる。これらの課題解決の一つとして、既存のプログラムの活用が挙げられる。

付加価値のある地理空間情報技術協力に係る人材育成

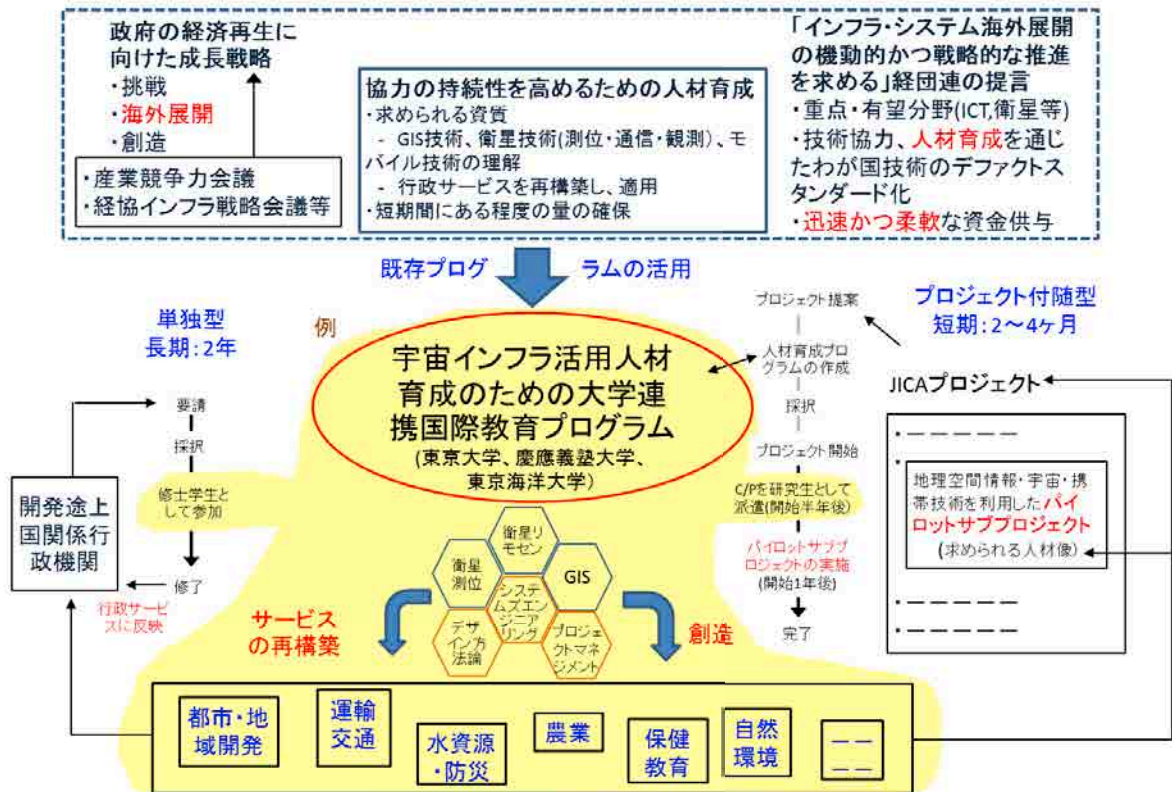


図 4.2-1：付加価値のある地理空間情報技術協力に係る人材育成

既存プログラムの例としては、「宇宙インフラ利活用人材育成のための大学連携国際教育 (G-SPASE) プログラム」があり、その中の衛星リモセンや GIS などの一部ユニットを JICA でも活用することが考えられる。JICA プロジェクトの中で技術要素の教育が必要となり、短期 (数か月程度) 研修で習得することが求められる場合は、JICA プロジェクトに付随して、JICA から作業指示書にプロジェクトのコンポーネントへの組み入れやコンサルタント会社やメーカーなどからカウンタープロポーザル (対案) を提案する方法で、既存の人材育成プログラムを活用することが考えられる。(図 4.2-1 中プロジェクト付随型参照) また、現地機関からの要請で、長期 (2年程度) 研修で修士号の取得などを目的とする場合は、単独型人材育成として、大学側と相談をして、プログラムの中に組み入れることが考えられる。(図 4.2-1 中単独型参照)

上記の活用案以外にも、文部科学省の超小型衛星研究開発事業「日本主導の超小型衛星網 UNIFORM*の基盤技術研究開発と海外への教育貢献」の中で、大学連合 (和歌山大、東大、東北大など) により、衛星に関する教育プログラムが実施された実績や民間団体が実施している一般向け研修を活用して、リモートセンシング解析技術を JICA 研修事業で実施してきた実績がある。

*UNIFORM：大学国際フォーメーションミッション

4.3 パッケージ化による世界戦略

「新成長戦略」における成長分野のひとつとして「パッケージ型インフラ海外展開」が掲げられている。「新成長戦略」の閣議決定後、パッケージ型インフラ海外展開関係大臣会合が開催されており、政府全体として取り組む次の4つの施策が示されてきた。

- ・ 情報収集力の強化・共有化
- ・ パッケージ化
- ・ トップセールス
- ・ 関係政府機関（JICA, JETRO, NEDO）の機能強化

パッケージ化を進めるにあたっては、装置や施設等のハードインフラの展開に加え、運営・維持管理等の技術・ノウハウのソフト面の活用にも重点を置くことも必要である。平成24年10月時点で、現在進行中の代表的なパッケージ型インフラ海外展開に資する円借款案件を表4.3-1に示す。

表 4.3-1：代表的なパッケージ型インフラ海外展開に資する円借款案件

国名	案件名
ベトナム	ハノイ都市鉄道建設計画
	ホーチミン都市鉄道建設計画
	ラックフェン国際港建設計画
	衛星情報の活用による災害・気候変動対策計画
インドネシア	ジャカルタ都市高速鉄道整備計画
セルビア	ニコラ・テスラ火力発電所排煙脱硫装置建設計画
エジプト	カイロ地下鉄4号線整備計画

(パッケージ型インフラ海外展開関係大臣会合 参考資料より編集)

ベトナム国で事業実施が予定されている、「衛星情報の活用による災害・気候変動対策事業」を例にして述べる。当該事業では、防災対策に必要な人工衛星のみを輸出するのではなく、人工衛星組立て・試験する設備、ロケットによる打上げサービス、人工衛星を運用する設備、並びに人工衛星開発・運用に関わる人材育成等によって、構成される予定である。以上のように、単なるハードの売り切りではなく、運用や人材育成というソフト面での協力も含めた事業となっている。また、インフラパッケージを海外展開することで、施工・開発実施の事業者に対して直接的な経済効果をもたらすこと、並びに事業導入後の展開として、衛星の運用中のシステムのメンテナンスサービスやベトナム国内で次期衛星開発を進める事業、または衛星開発の技術移転したことから派生する副次的な産業に発展することも期待される。

上記の例のように、「調査・計画段階」の上流工程から携わり、「施工・開発実施」の後も「運用・管理」等を継続して実施するパッケージ化による協力事業は、受益国との協力関係の継続及び経済効果波及に関する重要な要素である。

また、電子基準点は、地理空間情報技術のインフラ技術の一つであり、様々な高精度なサービスを展開するために組み合わせて整備することも考えられる。電子基準点の設置数の拡大や解析事業の運用・管理を支援していくことによって、新たな協力事業や民間事業の展開にもつながる可能性があると考えられる。

4.4：分野における関連機関の連携

国際協力や海外展開を行う際には、幅広いノウハウが必要とされ、特に社会システムの抜本的改善を要するような場合には、各分野で関連する機関が連携して取り組むことが非常に重要となる。例えば、途上国で大災害が発生したとする。すると、防災の基本計画、リスク評価に基づいた土地利用計画策定、避難のための早期警戒情報の提供、防御施設・避難施設等のインフラ構築、行政官の人材育成や防災意識向上のための普及啓発など様々な防災上のニーズが一気に表面化する。また、災害からの復旧・復興は、関東大震災後のわが国のように、区画整理と広幅員道路の整備を行って都市構造を変革するといった契機にもなり得る。以上のようなニーズに対して、長期的ビジョンを持ち、費用対効果、空間整序、資金調達、リソース配分等の面で優れた対応案を迅速に作り、実行するためには、関係機関が連携した体制を構築し、優れたノウハウを持った人材を結集させることが重要となる。また、防災施設ができて、管理・運用のノウハウが現地に根付かなければ早晩問題が生じることから、「売り切り」ではなく「調査・計画段階」から「管理・運営」まで協力関係を続けることも望まれる。以上のような要請に応えるためには、日本では、省庁や公的機関に培ってきた実績を活かしつつ、関連機関が連携して対応することが望まれ、参考事例として図 4.4-1：防災分野における関連機関の連携と技術協力のイメージを示す。

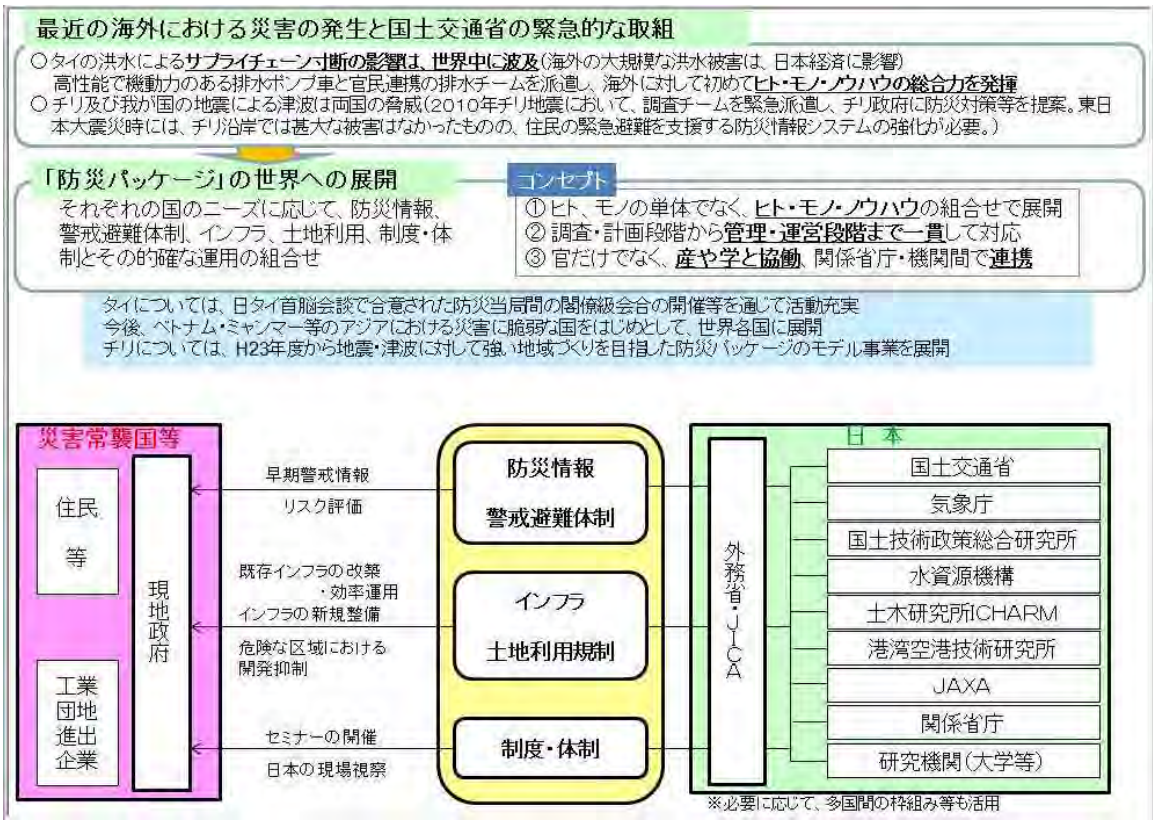


図 4.4-1：防災分野における関連機関の連携と技術協力のイメージ（国土交通省 HP より）

第5章 研究の実施

5.1 研究の実施体制

本研究では、大学・産業界の有識者及び関係省庁関係者からなる研究会（事務局：JICA 経済基盤開発部及びコンサルタント）を設置し、計4回にわたる研究会等を通して、研究の方向性・成果とりまとめ等についての議論を行った。研究会の構成は以下のとおりである。

研究会

委員長：柴崎 亮介	東京大学 空間情報科学研究センター 教授
委員：藤原 智	内閣府 宇宙戦略室 企画官(2013年3月まで)
田村 栄一	内閣府 宇宙戦略室 企画官(2013年4月より)
長徳 英晶	外務省 国際協力局開発協力企画室 室長
安田 吾郎	国土交通省 総合政策局 国際建設管理官
金子 純一	国土交通省 国土地理院 企画部 地理空間情報国際標準分析官
成瀬 由紀	総務省 国際協力課 国際交渉専門官
小暮 聡	JAXA 第一衛星利用ミッション本部 衛星利用推進センター (SAPC) ミッションマネージャー
醍醐 恵二	浦安市役所 市長公室 企画政策課 行政経営室長
高橋 成人	ゼンリン マーケティング本部 市場調査部 部長
岡崎 有二	地理空間情報分野有識者
峰 正弥	一般財団法人 衛星測位利用推進センター 理事
事務局：芦野 誠	経済基盤開発部 参事役
吉川 健太郎	国際協力専門員
高野 翔	経済基盤開発部 平和構築・都市・地域開発第一課
丸山 弘通	一般社団法人 国際建設技術協会
串山 傳	一般財団法人 リモート・センシング技術センター

5.2 研究の実施スケジュール

本研究では、事前の国内文献調査・インタビュー、10日間の現地調査等を通じて、地理空間情報利用に関係が深いと考えられる JICA 事業6分野への地理空間情報技術の想定される適用例とその具体的展開のための戦略についてとりまとめた。各研究会においてそれまでの調査結果を報告するとともに、各委員からの発表や意見等をもとに、成果の内容向上が図られた。

本研究の主なスケジュールについて、表 5.1-1 に記す。

表 5.1-1 : プロジェクト研究の実施スケジュール

月 日	スケジュール	概 要
平成 25 年 1 月 30 日(水)	第 1 回研究会	「研究の目的及び進め方」、「地理空間情報の日本の優位性分野及び途上国展開のポテンシャル」について発表・討議
平成 25 年 3 月 20 日(水) ～3 月 30 日(土)	現地調査	タイ、ベトナムにて、各国の都市・地域開発、運輸交通、防災・水資源等を訪問し、地理空間情報技術を活用したニーズについてインタビューを実施
平成 25 年 4 月 15 日(月)	第 2 回研究会	「都市・地域開発」、「運輸交通」、「防災・水資源」分野における地理空間情報技術の途上国ニーズと協力の方向性 について発表・討議
平成 25 年 5 月 29 日(水)	第 3 回研究会	「自然環境保全」、「農業開発・農村開発」、「保健医療」分野及び「人材育成」における地理空間情報技術の途上国ニーズと協力の方向性 について発表・討議
平成 25 年 7 月 17 日(水)	第 4 回研究会	「付加価値のある地理空間情報技術の協力方向性に係るプロジェクト研究」報告書案について発表・討議