

国際協力事業団 (JICA)
グアテマラ国国土地理院 (IGN)
グアテマラ国気象庁 (INSIVUMEH)
グアテマラ国経済企画庁 (SEGEPLAN)

グアテマラ国

GIS 基盤地理情報整備及びハザードマップ作成計画調査

ファイナルレポート
(和文要約)

2003 年 11 月

国際航業株式会社

交 換 率

1US\$=8.37GTQ=109.33JPY

平成 15 年 11 月

序 文

日本国政府は、グアテマラ国政府の要請に基づき、同国 GIS 基盤地理情報整備及びハザードマップ作成計画調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構（平成 15 年 9 月までは国際協力事業団）がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 12 年 12 月から平成 15 年 11 月までの間、6 回にわたり国際航業株式会社の古堅和男氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団はグアテマラ国政府関係者と協議を行うとともに、同国土 30,000km² にわたる現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書ならびに国土基本図、同 GIS データベース及び各種ハザードマップ類の完成の運びとなりました。

この報告書及び成果品が、今後グアテマラ国における各種開発計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 15 年 11 月

独立行政法人国際協力機構

理事 松岡 和久

伝 達 状

独立行政法人国際協力機構

理 事 松岡 和久殿

ここに「**グアテマラ国 GIS 基盤地理情報整備及びハザードマップ作成計画調査**」の報告書を提出できることを光栄に存じます。

国際航業株式会社に所属いたします私を団長とする調査団は、国際協力機構との業務実施契約に基づき、平成 12 年 12 月から平成 15 年 11 月まで本調査を実施いたしました。

調査団はグアテマラ国において政府関係機関と協議を行うとともに、航空写真撮影、標定点測量、災害履歴調査、技術移転等を含む現地調査を実施いたしました。また日本国内においては、最新の技術である数値図化システムを用いた修正図化編集作業、デジタルオルソフォトマップの作成、ならびに GIS データベースの構築等を実施し、同国土 30,000km² をカバーする縮尺 1:50,000 の国土基本図、そのデジタルデータ (CD-ROM)、印刷図、ならびに縮尺 1:10,000 オルソフォトマップ、ハザードマップ、そのデジタルデータ(CD-ROM)および印刷図を作成いたしました。

本報告書はそれらの作成に係る経緯、結果および今後の課題についての提案をとりまとめたものであります。



調査団を代表して、グアテマラ国政府およびその他の関係諸機関に対し、我々がグアテマラ国滞在中に戴いたご好意と惜しみないご協力に心から御礼を申し上げます。

また本調査業務実施期間中のあらゆる場面において、国際協力機構、外務省、国交省、在グアテマラ日本国大使館、同 JICA 事務所等の多くの方々より貴重なご助言とご協力を賜りましたことに深く感謝申し上げます。

平成 15 年 11 月

グアテマラ国 GIS 基盤地理情報整備
及びハザードマップ作成計画調査団

団長 古堅 和男

-  Areas for production of 1/50,000 national base maps
-  Areas for production of 1/10,000 orthophoto maps

**グアテマラ国
GIS 基盤地理情報整備及び
ハザードマップ作成計画調査**



Photos of the great earthquake in 1976 disaster areas stricken by Hurricane Mitch, and a photo of Pacaya Volcano

目 次

第1章 プロジェクト概要	1-1
第2章 プロジェクトの目的	2-1
2.1 調査の背景	2-1
2.2 調査の目的	2-2
2.2.1 GIS 基盤地理情報整備	2-2
2.2.2 ハザードマップ作成	2-2
2.2.3 技術移転	2-2
第3章 調査の手法	3-1
3.1 調査の対象地域	3-1
3.1.1 GIS 基盤地理情報整備の調査対象地域	3-1
3.1.2 ハザードマップ作成の調査対象地域	3-1
3.2 調査業務の基本方針	3-2
3.2.1 運営面に関する基本方針	3-2
3.2.2 技術面に関する基本方針	3-2
3.2.3 技術移転に関する基本方針	3-2
3.3 調査業務の内容	3-3
3.3.1 調査業務の項目と事業量	3-3
3.3.2 調査工程	3-5
3.3.3 要員	3-5
3.3.4 成果品	3-6
第4章 プロジェクトの内容	4-1
4.1 1/50,000 レベル GIS 基盤地理情報整備	4-1
4.1.1 GIS 等仕様協議	4-1
4.1.2 実状調査	4-2
4.1.3 空中写真撮影	4-5

4.1.4	ラスター化（IGN の技術協力）とベクター化.....	4-6
4.1.5	経年変化抽出、写真判読及び現地調査.....	4-6
4.1.6	空間基盤情報データベース作成（修正数値図化、数値編集）.....	4-10
4.1.7	印刷図用データ作成（数値編集）.....	4-19
4.2	1/10,000 オルソフォトマップ作成.....	4-25
4.2.1	標定点測量（IGN の技術協力）.....	4-25
4.2.2	オルソフォトマップ作成.....	4-28
4.3	ハザードマップ.....	4-34
4.3.1	概略.....	4-34
4.3.2	ハザードマップ作成環境.....	4-36
4.3.3	ハザードマップ作成.....	4-43
4.4	技術移転.....	4-53
4.4.1	GPS 精密測量.....	4-53
4.4.2	デジタル図化・データ編集.....	4-56
4.4.3	データベース構築・GIS 解析.....	4-65
4.4.4	デジタル印刷.....	4-69
4.4.5	ハザードマップ.....	4-72
4.4.6	GIS 及びハザードマップセミナー.....	4-73
4.4.7	技術移転トレーニング参加者によるトレーニング評価.....	4-75
4.5	調査業務実施段階における特筆すべき経緯.....	4-79
4.5.1	カウンターパート各機関の対応.....	4-79
4.5.2	グアテマラ国における本件調査への期待.....	4-87
4.5.3	国家機関上層部の認識.....	4-88
4.5.4	国家における GIS の重要性.....	4-89
4.5.5	和平地域早期復興に必要なデータベース.....	4-93
4.5.6	GIS 及びハザードマップセミナーの開催.....	4-95
第5章	プロジェクトの評価.....	5-1
5.1	上位目標とプロジェクト目標.....	5-1
5.2	5項目の評価.....	5-2
5.3	評価結果.....	5-3

第 6 章 結論及び提言	6 - 1
6.1 結論.....	6 - 1
6.2 移転した技術の今後の展開.....	6 - 2
6.2.1 図化・編集技術.....	6 - 2
6.2.2 データベース・GIS 技術.....	6 - 4
6.2.3 デジタル印刷技術.....	6 - 5
6.2.4 IGN および INSIVUMEH における現状の課題と将来への提言.....	6 - 7
6.2.5 防災対策への提言.....	6 - 9
6.3 防災計画策定プロジェクト実施に向けての提言.....	6 - 1 3
6.3.1 防災計画の種類.....	6 - 1 3
6.3.2 地域防災とハザードマップの活用.....	6 - 1 5
6.3.3 緊急対策・対応機関の機能強化.....	6 - 1 6

表 目 次

表 1-1	プロジェクトの概要	1-2
表 3.3-1	計画事業量	3-3
表 3.3-2	調査団員	3-5
表 4.1-1	SNIG メンバー構成（調査時）	4-4
表 4.1-2	スキャニング作業における設定した解像度と記録フォーマット	4-6
表 4.2-1	地物図化項目	4-29
表 4.3-1	作成したハザードマップ	4-36
表 4.3-2	防災に係わる主な機関	4-37
表 4.3-3	グアテマラで作成された主なハザードマップ	4-37
表 4.3-4	歴史的な大規模災害	4-39
表 4.3-5	災害の項目と危険区域予測の方法	4-43
表 4.3-6	調査地域ごとの想定地震	4-45
表 4.3-7	火山ごとの想定災害要因	4-46
表 4.4-1	パカヤ火山活動監視のための基線観測	4-53
表 4.4-2	技術移転内容	4-57
表 4.4-3	技術移転参加者	4-58
表 4.4-4	技術移転内容	4-60
表 4.4-5	技術移転参加者	4-61
表 4.4-6	技術移転内容	4-64
表 4.4-7	技術移転参加者	4-64
表 4.4-8	技術移転（ハザードマップ関係）	4-72
表 4.4-9	質問の内容	4-75
表 4.5-1	INE が公表している人口増加推定	4-84
表 4.5-2	調査地域内の推定人口	4-85
表 4.5-3	SNIG 参加機関名	4-90
表 6.2-1	河川整備の提言（例）	6-11
表 6.3-1	ハザードマップ関連の本プロジェクト成果	6-15

目 次

図 1-1	作業フローチャート	1-3
図 3.3-1	調査工程	3-5
図 4.1-1	モザイク写真の例	4-7
図 4.1-2	モザイク写真（編集済み（拡大））	4-7
図 4.1-3	日本国内で実施した検査図面	4-8
図 4.1-4	現地補測用の予察図	4-9
図 4.1-5	オーバーシュート、アンダーシュートの例	4-12
図 4.1-6	結合の不備	4-13
図 4.1-7	ノードの不備	4-13
図 4.1-8	閉合の不備	4-14
図 4.1-9	MicroStation を用いた 1/50,000 地形図の編集	4-17
図 4.1-10	PAABANC 仕様へのエクスポートのフロー	4-19
図 4.1-11	印刷図に表示する方眼数値とその配置箇所	4-21
図 4.1-12	注記サイズを縮小し再配置した例	4-22
図 4.1-13	方眼数値との重複を避け再配置した例	4-22
図 4.1-14	ズレが解消した国境界線	4-23
図 4.2-1	標定点測量の網図	4-27
図 4.2-2	モザイク作成	4-30
図 4.2-3	MicroStation による注記データの編集	4-31
図 4.2-4	注記データとオルソフォトデータの合体	4-31
図 4.2-5	学校・教会の入力	4-32
図 4.2-6	正常な文字列と変化した文字列	4-32
図 4.2-7	図郭間の接合処理	4-33
図 4.2-8	河川中心線の発生	4-33
図 4.2-9	湖沼の閉図形化	4-33
図 4.3-1	ハザードマップ作成業務の流れ	4-34
図 4.3-2	災害履歴図の事例	4-40
図 4.3-3	グアテマラ周辺のプレートの動き (G. Plafker、1978)	4-40
図 4.3-4	地形分類図の事例	4-41
図 4.3-5	傾斜分類図の事例	4-42
図 4.3-6	地震ハザードマップ作成の流れ	4-44

図 4.3-7	想定地震と想定震源断層	4-44
図 4.3-8	地震ハザードマップ(震度分布図)の事例	4-45
図 4.3-9	火山ハザードマップ作成の流れ	4-46
図 4.3-10	火山ハザードマップの事例	4-47
図 4.3-11	火山ハザードマップの事例	4-47
図 4.3-12	地すべりハザードマップ作成の流れ	4-48
図 4.3-13	地すべりハザードマップの事例	4-49
図 4.3-14	地すべりハザードマップ(傾斜分類図)の事例	4-49
図 4.3-15	洪水ハザードマップ作成の流れ	4-50
図 4.3-16	洪水ハザードマップの事例	4-51
図 4.3-17	洪水ハザードマップの事例	4-51
図 4.3-18	ハザードマップ GIS の構造	4-52
図 4.3-19	ハザードマップ GIS のスクリーンイメージ	4-52
図 4.4-1	観測(案)その1	4-54
図 4.4-2	観測(案)その2	4-54
図 4.4-3	観測(案)その3	4-54
図 4.4-4	Orthophoto Map 作成フロー	4-57
図 4.4-5	既存データ+オルソ、既存データ+新規ラインデータ、編集後 のラインデータ+オルソ	4-59
図 4.4-6	国土基本図経年変化修正フロー	4-60
図 4.4-7	DEM	4-62
図 4.4-8	コンター	4-62
図 4.4-9	ベクターデータ	4-62
図 4.4-10	モザイク処理したオルソフォト	4-62
図 4.4-11	オルソフォトとベクターデータの合成	4-62
図 4.4-12	“TNT-mips”を使用したモザイク処理	4-63
図 4.4-13	”MicroStationGeographics”の画面	4-63
図 4.4-14	GIS のサンプル	4-66
図 4.4-15	地形図上の領域から GIS ポリゴンの再構築	4-68
図 4.4-16	ARCINFO によるエラー表示	4-68
図 4.4-17	Adobe Illustrator を用いたデータ処理	4-70
図 4.4-18	デジタル印刷のプロセス	4-71
図 4.4-19	DTP で扱う主なソフトとデータの流れ	4-71
図 4.4-20	技術移転コースの評価	4-77

図 4.4-2 1	受講者の理解度の自己評価	4-7 8
図 4.4-2 2	受講者がこの技術を活用していく自信があるかどうかの自己 評価	4-7 8
図 4.5-1	IGN のロゴ	4-7 9
図 4.5-2	INSIVUMEH のロゴ	4-8 1
図 4.5-3	SEGEPLAN のロゴ	4-8 2
図 4.5-4	人口密度の表示	4-8 2
図 4.5-5	現在の土地利用図	4-8 6
図 4.5-6	GIS の概要	4-8 7
図 4.5-7	地形図（左）と GIS データベース（右）の違い	4-8 9
図 4.5-8	SNIG の概要	4-8 9
図 4.5-9	SNIG 参加機関のロゴ	4-9 0
図 4.5-1 0	シャーガス病対策プロジェクト概要	4-9 1
図 4.5-1 1	GIS を活用した棲息分布状況	4-9 2
図 6.2-1	3次元ベクターデータ	6-3
図 6.2-2	ハザードマップをもとにした避難区域案	6-1 0
図 6.2-3	シウダ・ピエハ（2003年6月13日）のディザスターマップ	6-1 1
図 6.3-1	各防災スキーム	6-1 4

第1章 プロジェクト概要

プロジェクトの概要を表 1-1 に、調査業務全体の作業フローチャートを図 1-1 に示す。

作業工程表 (プロジェクト概要)

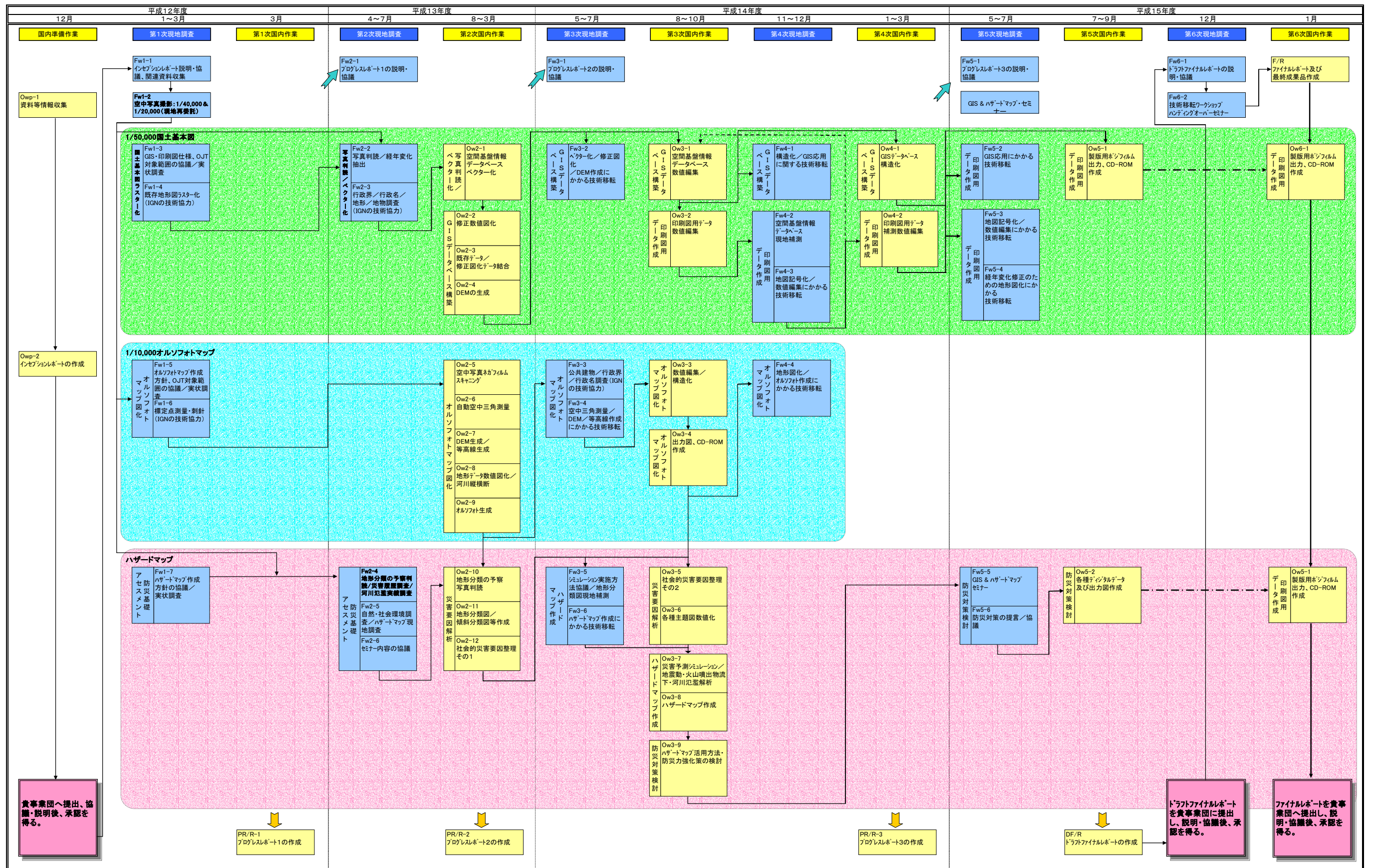
様式-5 作業計画

表 1-1

種別	作業項目	調査期間	年度																																					
			平成12年度				平成13年度												平成14年度												平成15年度									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
共通項	国内準備作業	Owp-1	資料等情報収集																																					
1/5万国土基本図	国土基本図ラスタ化	Fw1-3	GIS・印刷図仕様、OJT対象範囲の協議/実状調査																																					
	写真判読/ベクター化	Fw1-4	既存地形図ラスタ化 (IGNの技術協力)																																					
		Ow2-1	空間基盤情報データベースベクター化																																					
		Fw2-2	写真判読/経年変化抽出																																					
	GISデータベース構築	Ow2-2	修正数値図化																																					
		Ow2-3	既存データ/修正図化データ結合																																					
		Ow2-4	DEMの生成																																					
		Ow3-1	空間基盤情報データベース数値編集																																					
	印刷図用データ作成	Fw3-2	ベクター化/修正図化/DEM作成にかかる技術移転																																					
		Fw4-1/Fw5-2	構造化/GIS応用に関する技術移転																																					
		Ow4-1	GISデータベース構造化																																					
	オルソフォトマップ作成	Ow3-2	印刷図用データ数値編集																																					
		Fw4-2	空間基盤情報データベース現地補測																																					
		Ow4-2	印刷図用データ補測数値編集																																					
	ハザードマップ	Fw4-3/Fw5-3	地図記号化/数値編集にかかる技術移転																																					
Ow5-1		製版用ボンフィルム出力、CD-ROM作成																																						
Fw1-5		オルソフォトマップ作成方針、OJT対象範囲の協議/実状調査																																						
Fw1-6		標定点測量・刺針 (IGNの技術協力)																																						
Ow2-5		空中写真ネガフィルムスキャン																																						
Ow2-6		自動空中三角測量																																						
Ow2-7		DEM生成/等高線生成																																						
Ow2-8		地形データ数値図化/河川縦横断																																						
Ow2-9		オルソフォト生成																																						
Fw3-3		公共建物/行政界/行政名調査 (IGNの技術協力)																																						
要員計画	Fw3-4	空中三角測量/DEM/等高線作成にかかる技術移転																																						
	Ow3-3	数値編集/構造化																																						
	Fw4-4/Fw5-4	地形図化/オルソフォト作成にかかる技術移転																																						
	Ow3-4	出力図、CD-ROM作成																																						
	Fw1-7	ハザードマップ作成方針の協議/実状調査																																						
	Fw2-4	地形分類の予察判読/災害履歴調査/河川氾濫実績調査																																						
	Fw2-5	自然・社会環境調査/ハザードマップ現地調査																																						
	Fw2-6	セミナー内容の協議																																						
	Ow2-10	地形分類の予察写真判読																																						
	Ow2-11	地形分類図/傾斜分類図等作成																																						

凡例 □ 現地調査 □ 国内作業 ▲ レポート提出 □ 国内アサイン

グアテマラ国GIS基盤地理情報整備及びハザードマップ作成計画調査フローチャート



第2章 プロジェクトの目的

2.1 調査の背景

グアテマラ共和国（以下グアテマラ国と記す）は、メキシコ、ホンデュラス、エル・サルヴァドル、ベリーズと国境を接し、ユカタン半島の一角を形成するとともに、カリブ海と太平洋に面した中米最大の人口約 1,110 万人、面積 108,889 km² を擁する国である。

グアテマラ国は 1821 年 9 月 15 日スペイン支配下から独立し、現在に至るまで共和制をしいている。その歴史の中、1960 年からの内戦は全国的現象と拡大し、36 年におよぶ中米最長の悲惨な結果となった。この間に経済は疲弊、内戦地域の住民は国内外で難民となり、道路、橋梁、上水道、学校、医療機関など、殆どの社会基盤施設が壊滅状態に陥った。

1996 年 12 月 29 日、全世界の見守る中で合意に達した“和平協定”は「法による支配と人権の尊重」を掲げ、民主主義の拡張を約束し調印された。内戦後のグアテマラ国政府は、「和平協定履行のための実施計画（1996～2000 年）」において、政治、経済、社会面における行動計画を定め、その実現に向けて多くの力を注ぎ、当初は順調に和平プロセスが進捗した。しかし 1998 年に入り、税制改革などの経済問題に起因した内政混乱、さらに追い打ちをかけるように同年 11 月、グアテマラ国を含む中米地域を襲ったハリケーンミッチによる未曾有の被害が、和平協定履行の妨げとなっている。

以上のような背景から、1998 年グアテマラ国政府は我が国に対し「南中西部地理情報システム作成」にかかる協力を要請した。その後、同年 10 月ハリケーンミッチによる被災を受けて、JICA は 1999 年 11 月から 12 月にかけて「ハリケーン復興・防災対策プロジェクト形成調査」を実施した。この調査結果に基づいて、2000 年 6 月に予備調査団、2000 年 8 月に事前調査団を派遣し、2000 年 8 月 17 日グアテマラ国国土地理院（以下 IGN と記す）、同気象庁（以下 INSIVUMEH と記す）を実施機関とした S/W を締結した。

2.2 調査の目的

対象地域において、既存の国土基本図（縮尺 1/50,000、面積約 30,000 km²）の経年変化を修正して数値化し、GIS 基盤地理情報として整備するとともに、同地域の防災に資するため、地震、火山、地すべり、洪水のハザードマップ（縮尺 1/20,000～1/50,000、面積約 10,000 km²）を作成する。

2.2.1 GIS 基盤地理情報整備

- ◆ 1/50,000 地形図数値化
- ◆ 1/50,000 地形図経年変化修正（同印刷用製版フィルムの作成）

2.2.2 ハザードマップ作成

- ◆ 1/10,000 オルソフォトマップ作成
- ◆ 災害履歴等調査
- ◆ ハザードマップ作成

2.2.3 技術移転

<IGN>

- ◆ 基本図の数値化、経年変化修正、印刷データ作成
- ◆ オルソフォトマップ、国土基本図作成技術および GIS データベース構築・活用

<INSIVUMEH>

- ◆ 災害履歴の調査、整備方法
- ◆ ハザードマップ作成方法
- ◆ シミュレーション方法および関連する業務

第3章 調査の手法

3.1 調査の対象地域

3.1.1 GIS基盤地理情報整備の調査対象地域

グアテマラ国の南西部地域約 30,000 km² (既存地形図 : 74 面) とする。詳細な位置は先頭位置図に示す。

3.1.2 ハザードマップ作成の調査対象地域

地震 (約 600 km²)

1/20,000 : ケッツアルテナンゴ、マサテナンゴ、エスクイントラ、プエルトバリオス

1/50,000 : グアテマラシティ

火山 (約 1,700 km²)

1/25,000 : サンティアギート火山、セロケマード火山、パカヤ火山

1/50,000 : タカナ火山

地すべり

1/25,000(約 1,400 km²) : グアテマラシティ、ケッツアルテナンゴ、アンティグア

1/50,000 傾斜分類図(約 5,000 km²) : 北西部地域 (エルキチェ県、ウエウエテナンゴ県、サンマルコス県)、中央部地域 (サカテベケス県、チマルテナンゴ県、ソロラ県)

洪水 (1/25,000 : 2,000 km²)

サマラ川流域、アコメ川流域、アチグアテ川流域、マリアリンダ川流域

3.2 調査業務の基本方針

3.2.1 運営面に関する基本方針

- ✓ 最適な連絡体制の確立および協議の実施
- ✓ 確実な安全対策の徹底

3.2.2 技術面に関する基本方針

[GIS に関して]

- ✓ 技術仕様の整備
- ✓ データベース構築にかかる品質・工程管理の徹底

[ハザードマップに関して]

- ✓ 防災のための基礎的情報のデータベース化
- ✓ ハザードマップ作成に必要な地形分類図の整備
- ✓ 主要災害要因ごとのシミュレーションの実施

3.2.3 技術移転に関する基本方針

[GIS に関して]

- ✓ 多目的データベースの構築技術、GIS 応用
 - ・ 1/50,000 ベクター化 / 修正図化 / DEM 作成
 - ・ 1/50,000 記号化 / 数値編集、
 - ・ 構造化 / GIS 応用
- ✓ オルソフォトマップ作成・維持・管理手法
 - ・ 空中三角測量 / DEM / 等高線作成
 - ・ 地形図化 / オルソフォト生成

[ハザードマップに関して]

- ✓ 地形分類のための現地調査方法および写真判読技術
- ✓ 主要災害要因のシミュレーションの考え方
- ✓ ハザードマップ利用方法

3.3 調査業務の内容

3.3.1 調査業務の項目と事業量

本調査業務の項目および事業量は、年度ごとに分け、表 3.3-1 のとおり実施する。

表 3.3-1 計画事業量

年次	区分	番号	作業名	作業概要	作業量
第1年次	国内	Owp-1	資料等情報収集	本件調査に関する資料収集・分析 調査の基本方針、方法、工程、手順など	英文 30 部、西文 25 部 (うち先方政府に各 20 部)
		Owp-2	インセプションレポートの作成		
	海外	Fw1-1	インセプションレポートの説明・協議	「ク」国側に対して説明・協議、確認・合意 縮尺 1/40,000 & 1/20,000 (モノクロ) 撮影	— 約 24,600km ² (1/4 万) 約 7,000km ² (1/2 万)
		Fw1-2	空中写真撮影: 1/40,000 & 1/20,000		
		Fw1-3	GIS・印刷図仕様、OJT 対象範囲の協議／実状調査	GIS データ構造・印刷図数値化仕様を協議し、資料を収集調査 スキャナを用いてデジタル化 (IGN の技術協力)	5 版 × 74 面 = 約 370 面
		Fw1-4	既存地形図ラスタ化		
		Fw1-5	オルソフォトマップ作成方針、OJT 対象範囲協議／実状調査		
	Fw1-6	測定点測量・刺針	測量基準等を「ク」国に確認し、資料を収集調査 GPS を用いて測量 (IGN の技術協力)	標定点: 20 点 刺針: 約 175 点 GPS 水準点: 25 点 地震: 約 600 km ² 火山: 約 1,700 km ² 地すべり: 約 1,400 km ² (傾斜分類図: 約 1,400 km ²) 洪水: 2,000 km ²	
	Fw1-7	ハザードマップ作成方針の協議／実状調査	ハザードマップの理解、既存データ・潜在リスクの把握		
	国内	PR/R-1	プロGRESレポート1の作成	第1年次作業の内容を取りまとめる	英文 30 部、西文 25 部 (うち先方政府に各 20 部)
第2年次	海外	Fw2-1	プロGRESレポート1の説明・協議	第1年次の結果を説明・了承を得る 新規空中写真により経年変化箇所を抽出	同上 経年変化箇所分
		Fw2-2	写真判読/経年変化抽出		
		Fw2-3	行政界/行政名/地形/地物調査	地形・地物の現地調査 (IGN の技術協力)	
		Fw2-4	地形分類の予察判読/災害履歴調査/河川氾濫実績調査		
		Fw2-5	自然・社会環境調査/ハザードマップ現地調査	空中写真詳細判読等	
		Fw2-6	セミナー内容の協議	災害発生要因を自然・社会面から確認、分析 セミナーに関し協議、確認	
第2年次	国内	Ow2-1	空間基盤情報データベース化	GIS・印刷用データの骨格データを構築 経年変化部分を図化 空間基盤情報データベースと経年変化部を結合する	約 1,569 枚 約 1,500 モデル 図化: 約 7,000 km ² 縦横断: 約 2 km ビッチで 50 km
		Ow2-2	修正数値図化		
		Ow2-3	既存データ/修正図化データ結合		
		Ow2-4	DEM の生成	メッシュ間隔 40m、等高線間隔 5m	
		Ow2-5	空中写真ネガフィルムスキャン	空中写真ネガフィルムを画像データ化する	
		Ow2-6	自動空中三角測量	バッチ処理による空中三角測量実施	
		Ow2-7	DEM 生成/等高線生成	DEM を自動生成、これより TIN にて等高線作成	
		Ow2-8	地形データ数値図化/河川縦横断	道路、河川、注記等の図化、2 km ビッチ幅員約 500 m の航測縦横断	
		Ow2-9	オルソフォト生成	1/10,000 図郭単位に格納 地形分類、概略地質分布、災害危険性の関連把握	
		Ow2-10	地形分類の予察写真判読		
		Ow2-11	地形分類図/傾斜区分図等作成	国土基本図及びオルソフォトをもとに作成 災害発生の社会的脆弱性に関するデータ収集・整理	
		Ow2-12	社会的災害要因整理その1		
PR/R-2	プロGRESレポート2の作成	第2年次作業の内容を取りまとめる	英文 30 部、西文 25 部 (うち先方政府に各 20 部)		

3.3 調査業務の内容

年次	区分	番号	作業名	作業概要	作業量
第3年次	海外	Fw3-1	プログレスレポート2の説明・協議	第2年次の結果を説明・了承を得る マニュアル、調査用機材を使用し、技術移転を実施 現地調査、情報収集を行う(IGNの技術協力) マニュアル、調査用機材を使用し、技術移転を実施 災害予測シミュレーション手法の協議、途中経過報告 ハザードマップ先進国の事例紹介、災害危険性理解促進	同上
		Fw3-2	ベクター化/修正図化/DEM作成にかかる技術移転		
		Fw3-3	公共建物/行政界/行政名調査		
		Fw3-4	空中三角測量/DEM/等高線作成にかかる技術移転		
		Fw3-5	シミュレーション実施方法協議/地形分類図現地補測		
		Fw3-6	ハザードマップ作成にかかる技術移転		
第3年次	国内	Ow3-1	空間基盤情報データベース数値編集	GISデータ印刷図仕様を考慮し、数値編集 印刷図の仕様に基づき編集・地形図表現の再現 地形データ、地物データ、注記・行政界データ編集 プリンターにより出力図作成、データはCD-ROM格納 災害発生の社会的脆弱性に関するデータ収集・整理 取得した各種主題図の数値化 危険性評価の実施 シミュレーション結果に基づきハザードマップ作成 ハザードマップ利活用の検討等	
		Ow3-2	印刷図用データ数値編集		
		Ow3-3	数値編集/構造化		
		Ow3-4	出力図、CD-ROM作成		
		Ow3-5	社会的災害要因整理その2		
		Ow3-6	各種主題図数値化		
		Ow3-7	災害予測シミュレーション/地震動・火山噴出物流下・河川氾濫解析		
		Ow3-8	ハザードマップ作成		
		Ow3-9	ハザードマップ活用方法・防災力強化策の検討		
	海外	Fw4-1	構造化/GIS応用に関する技術移転	マニュアル、調査用機材を使用し、技術移転を実施 「ク」国にてデータ点検、疑問事項確認 マニュアル、調査用機材を使用し、技術移転を実施 マニュアル、調査用機材を使用し、技術移転を実施	
		Fw4-2	空間基盤情報データベース現地補測		
		Fw4-3	地図記号化/数値編集にかかる技術移転		
		Fw4-4	地形図化/オルソフォト作成にかかる技術移転		
	国内	Ow4-1	GISデータベース構造化	空間基盤情報データを位相構造化、外部データベース整合 現地補測内容を印刷図用データに反映 第3年次作業の内容を取りまとめる	英文30部、西文25部 (うち先方政府に各20部)
		Ow4-2	印刷図用データ補測数値編集		
PR/R-3		プログレスレポート3の作成			
第4年次	海外	Fw5-1	プログレスレポート3の説明・協議	第3年次の結果を説明・了承を得る マニュアル、調査用機材を使用し、技術移転を実施 マニュアル、調査用機材を使用し、技術移転を実施 マニュアル、調査用機材を使用し、技術移転を実施 GISの活用および災害要因の分析結果報告、GIS管理方針の提言 ハザードマップを用いた防災対策の協議	
		Fw5-2	GISの活用にかかる技術移転		
		Fw5-3	地図記号化/数値編集にかかる技術移転		
		Fw5-4	地形図作成および経年変化修正にかかる技術移転		
		Fw5-5	GIS・ハザードマップセミナー		
		Fw5-6	防災対策の提言/協議		
	国内	Ow5-1	製版用ポジフィルム出力、CD-ROM作成	1/50,000国土基本図成果品作成 ハザードマップ成果品作成 本件調査の全工程、提言などをまとめる	英文30部、西文30部 要約英文30部、西文30部(うち先方政府に各20部)、要約和文10部
		Ow5-2	各種デジタルデータ及び出力図作成		
		DF/R	ドラフトファイナルレポートの作成		
	海外	Fw6-1	ドラフトファイナルレポートの説明・協議	本件調査の全工程、提言を説明・了解を得る 本調査で実施した技術移転をまとめ、ワークショップ、ハンディングオーバーセミナー開催	同上
		Fw6-2	技術移転ワークショップ		

年次	区分	番号	作業名	作業概要	作業量
	国内	Ow6-1 Ow6-2 F/R	製版用ホジフィルム出力、CD-ROM 作成 2 各種デジタルデータ、出力図作成2 ファイナルレポートおよび最終成果品作成	1/50,000 国土基本図成果品作成 ハザードマップ成果品作成 「ク」国のコメントを記載しファイナルレポートを完成	[デジタルデータ] 地形図・GIS 23セット オルソフォトマップ 23セット 地形分類図 23セット ハザードマップ 23セット ハリケーンミッチ災害調査図 23セット(うち先方政府に 各 20セット) [出力図] 同上 13セット(うち先方 政府に各 10セット、ハザ ードマップのみ 103セット(う ち先方政府に 100セ ット)) 英文 30部、西文 30部 要約英文 30部、西文 30部(うち先方政府に 各 20部)、要約和文 10 部

3.3.2 調査工程

平成 12 年 12 月から平成 15 年 1 月までの 38 ヶ月の工程である。



図 3.3-1 調査工程

3.3.3 要員

調査団員は以下に示す 15 名からなる。

表 3.3-2 調査団員

担 当	氏 名
総括	古堅 和男
副総括/データ構造設計/標定点測量/現地調査監督	西尾 聡
GIS 構造化監督	清田 大作
撮影監督/現地調査監督	村田 通泰 下田 省三
標定点測量/現地調査監督 1	モルテン ストランド
標定点測量/現地調査監督 2	花田 睦実
数値編集監督	福島 昇
記号化監督	佐々木由美子 吉井孝司 福本善光
数値化監督	気賀沢 千代
副総括/防災計画	塚本 哲
火山防災調査	竹内 仁
洪水防災調査	石川 裕芳
地すべり防災調査	ヴァレリオ グティエレス
地震防災調査	ジェームズ ウィルキンソン 松本俊幸
業務調整	中居 宏行

3.3.4 成果品

(1) 調査報告書

- 1) インセプションレポート : 英文 30 部・西文 25 部 (うち先方政府に各 20 部)
- 2) プロGRESSレポート1 : 英文 30 部・西文 25 部 (うち先方政府に各 20 部)
- 3) プロGRESSレポート2 : 英文 30 部・西文 25 部 (うち先方政府に各 20 部)
- 4) プロGRESSレポート3 : 英文 30 部・西文 25 部 (うち先方政府に各 20 部)

5) ドラフトファイナルレポート :

メインレポート : 英文 30 部・西文 30 部 (うち先方政府に各 20 部)

要約 : 英文 30 部・西文 30 部 (うち先方政府に各 20 部)、和文 10 部

6) ファイナルレポート :

メインレポート : 英文 30 部・西文 30 部 (うち先方政府に各 20 部)

要約 : 英文 30 部・西文 30 部 (うち先方政府に各 20 部)、和文 10 部

(2) 成果品

1) 空中写真

- ・縮尺 1/40,000 および 1/20,000 白黒空中写真ネガフィルム 1 式
- ・縮尺 1/40,000 および 1/20,000 白黒空中写真ポジフィルム 1 式
- ・縮尺 1/40,000 および 1/20,000 白黒空中写真密着印画 1 式
- ・標定図 1 式

2) 現地測量結果 1 式

3) 空中三角測量結果 1 式

4) 1/50,000 地形図製版フィルム 1 式

5) デジタルデータファイル(CD-ROM 形式)

- ・1/50,000 地形図および GIS ベースマップ 23 セット (うち先方政府に 20 セット)
- ・オルソフォトマップ 23 セット (うち先方政府に 20 セット)
- ・地形分類図 23 セット (うち先方政府に 20 セット)
- ・ハザードマップ 23 セット (うち先方政府に 20 セット)
- ・ハリケーンミッチ災害調査図 23 セット (うち先方政府に 20 セット)

6) 出力図

- ・1/50,000 地形図および GIS ベースマップ 13 セット (うち先方政府に 10 セット)
- ・地形分類図 13 セット (うち先方政府に 10 セット)
- ・ハザードマップ 103 セット (うち先方政府に 100 セット)
- ・ハリケーンミッチ災害調査図 13 セット (うち先方政府に 10 セット)

第4章 プロジェクトの内容

4.1 1/50,000 レベル GIS 基盤地理情報整備

4.1.1 GIS 等仕様協議

(1) 測量基準および作業規程の確認

- 準拠楕円体：WGS84 ($a=6,378,137.0$ 、 $f=1/298.257223563$)
- 地形図投影法：横メルカトール図法 (GTM)
- 原点の位置：子午線方向 = 西経 90 度 30 分、緯度方向 = 赤道
- 原点の座標： $X=0$ 、 $Y=500,000\text{m}$ 、縮尺係数：0.9998
- 標高の基準：Mean Sea Level
- 旧準拠楕円体 (Clarke1866) と準拠楕円体の変換パラメータは以下のとおりである。

シフト量 (m) : $X=64.9712323165$ 、 $Y=193.5225720651$ 、 $Z=58.3595349179$

回転 (sec) : $X=3.6404982054$ 、 $Y=-0.4293259588$ 、 $Z=2.3124451702$

スケールファクター : 1.00001859859322

基準点測量実施に必要な作業規程は、JICA 海外測量作業規程 (基本図用) をベースに調査団が準備した仕様とグアテマラ国測量作業規程をもとに、IGN と協議しその内容を確認した。

(2) 国土基本図図式の確認

国土基本図の図式 (注記も含めて) について、作業を進める為に必要となる詳細な情報について IGN と協議し確認した。

- 採用するのか、しないのか
 - 類似する記号との定義の違いは何か
 - 真形なのか、シンボルなのか
 - シンボルであれば、その真位置 (原点) はどこなのか。
 - 取得基準 (図面に表現する為の最小限の大きさ、公共性など)
 - 注記は併記するのか。併記するのであればどの注記コードを適用するのか
- 協議結果は国土基本図図式としてまとめ、西訳し IGN に提出した。



写真 4.1-1 図式の確認協議

特に重要な以下の点についてはメモランダムを作成し、IGN とテクニカルノートを交換した。

- フォントタイプ・サイズの最終確定
- 図面表示に関する不明点と PAABANC に関する不明点、および双方に関係する問題点
- IGN から提供された“行政界・行政名”データ、特に国境沿いの河川の現在の形状と、提供された国境データの形状が大きく異なっていた問題点については、再度 IGN がデジタルデータを作成した

(3) 数値化仕様協議

現行の PAABANC 仕様に関しては、網羅している情報及び、その拡張性に関して IGN 側と協議した結果、PAABANC 仕様を本プロジェクトにおいても GIS データベースの仕様として踏襲することとした。現行の印刷図仕様についても、基本的に踏襲するよう IGN 側から要請があった。

1/50,000 国土基本図数値化仕様は、GIS データベース仕様のレイヤー構成 / 各レイヤーの属性と可能な限り共通性を持たせるように設計を行った。

(4) 印刷図データ仕様協議

数値図化仕様協議で協議した 1/50,000 国土基本図数値化仕様に従って、現行の印刷図仕様を再定義した。印刷図データ仕様に関しても PAABANC の地物の分類との対応に合わせて再配置を行い、重複する地物についてはこれを統合した。

また、地物の表現方法をデジタルデータの特性に合わせて微修正し、できるだけ多くの地物のライブラリ化が可能となる様に変更した。

4.1.2 実状調査

(1) 実状調査

1) 既存の地形図

過去、国外のさまざまな機関の支援をえて作成された地形図は、作成年度、関連機関によって投影法、凡例などが異なり、統一されていない。投影法は図面によって NAD83 と WGS84 の場合がある。凡例図式は、古い年代のものでは IPGH (Instituto Panamericano de Geografia e Historia) 方式、近年のものでは DMA (Defense Mapping Agency) 方式 (1996 年に NIMA (National Imagery and Mapping Agency) へと統合、NIMA 方式へと名称が変更になる) を採用しており統一されていない。

原版の管理状況に関しては、印刷図のもとになるネガティブフィルムを IGN が所有している場合と所有していない場合とがあることが判明した。しかし、全ての図面に関するエレメント（スクライプ版）は所有している。

2) カウンターパートの技術レベル

<IGN>

回数は低いながらも、基本的なコンピュータの操作に関する研修は、ほぼすべての人が受けており、GIS・デジタルマッピングのための技術移転に際し、コンピュータの基本操作に関する知識と経験はすべての技術者が有する、と考えてよいだろう。

アナログ地図作成に関する研修には、全員が平均して多くの回数参加しており、地図作成担当部署としての技術の高さを物語っている。それとは対照的に、GIS およびデジタル地図作成については、多くの研修を経験している特定の技術者が少数いるのみで、その他の技術者のトレーニングは十分とは言えない。本プロジェクトにおける技術移転として、従来アナログ地図作成を専門としてきた技術者たちを、GIS・デジタル地図作成へと転換をはかり、将来の地図データの効率的維持・管理、および GIS データの有効利用へと導くことは必須であった。

<INSIVUMEH>

現在 INSIVUMEH ではいかなる GIS および衛星画像解析ソフトウェアも所有していないが、GIS や衛星画像の業務上の重要性が十分に認識され、今までに関係する研修を受けている技術者が数名いる。代表的な GIS ソフトウェアの知識はあると想定され、解析・シミュレーション技術向上の重点に重点をおいた技術移転が期待されていると思われる。

3) JICA およびコンサルタントが持ち込むべき資機材

<IGN>

GIS・デジタル地図作成とその応用への転換を図るにあたり、現在 IGN が有するハードウェア・ソフトウェアでは十分とは言えない。

◆ ハードウェア

デジタル化の際、背景データとして使用するラスターデータなど、サイズの大きなデータの操作性を考慮した場合、より大きなメモリ、より早いプロセッサが GIS データ・印刷図データ作成には不可欠である。また、スキャナーおよびプロッターに接続するマシンは現状のレベルではとても十分とは言えない。

GIS データの構築や応用、デジタルマッピング等の技術移転を実施する上で、作業に最適なハード&ソフトを調査用機材として持ち込まない限り、共同作業を通じた

OJT など、適切な技術移転は困難である。

◆ ソフトウェア

ネットワークに接続しているコンピュータにおいては、GIS、CAD 関係のソフトウェアがインストールされており、業務に活用されていることがうかがえる。一方で、ネットワークに接続していないコンピュータは Microsoft Office による、基本的な文書作成のみに利用されているようである。GIS・印刷図作成に携わる部署である Cartografia において、GIS の代表的ソフトウェアである ArcInfo、ArcView が使用されているが、デジタルマッピング関係のソフトウェアは一切なく、今プロジェクトによる導入が強く期待される。今後“SNIG”のリーダーとして GIS を活用していくためには、解析機能の強化が不可欠であると思われる。

<INSIVUMEH>

ハードウェアのレベルは IGN にも劣り、ハザードマップ作成、GIS やオルソフォトマップを利用したシミュレーションには十分とは言えない。また、GIS 関係のソフトウェアは所有していない。ハザードマップ作成・シミュレーションにおける GIS の応用に大きな期待がかかっている状況からも、調査用機材としてハイスペックなハードウェアと解析用 GIS ソフトウェア、そしてハザードマップおよび解析結果をアウトプットするプロッターの整備が非常に重要である、と考える。

(2) SNIG メンバーに対する GIS ヒアリング調査

GIS の有効利活用、GIS の将来構想に関する提言に資するため、表 4.1-1 にある Sistema Nacional de Informacion Geografica (以下 SNIG と記す) を構成する各省庁のメンバーに対し、アンケートによるヒアリング調査を行った。

表 4.1-1 SNIG メンバー構成 (調査時)

	SNIG メンバーの省庁		SNIG メンバーの省庁
1	CONAP(全国保護地域審議会)	9	INE(国立統計院)
2	DGAC(民間航空局)	10	INGUAT(観光局)
3	DGM(陸軍地理部)	11	INSIVUMEH(気象庁)
4	DGM-MEM(エネルギー鉱山省、 鉱業局、鉱山開発部)	12	PRODETOTO (トトニカパン開発プロジェクト)
5	FIS(社会投資基金)	13	SEGEPLAN(経済企画庁)
6	FLACSO(ラテンアメリカ社会科学部 グアテマラ校)	14	UPE-MINEDEC (文部省、教育計画班)
7	IGN(国土地理院)	15	UPIE-MAGA(農牧省)
8	INAB(林野庁)	16	UVG(バジェ大学)

ヒアリング内容は以下のとおりである。

- ✓ GIS 関連ソフトウェアについて
- ✓ GIS 関連ソフトウェアの研修参加について
- ✓ 地形図データベース等の活用目的について
- ✓ 政府、省庁、民間レベルへの要望

分析した結果、調査対象が SNIG メンバー機関であったため、GIS を実際に業務に活用し、積極的に取り組む姿勢が浮き彫りになった。

また、今プロジェクトの成果データに対する期待も非常に高く、完成後には広く活用されるだろう、という確信をもった。各機関が独自に GIS を導入するのではなく、国家として協調しながら促進しよう、という姿勢が GIS を導入しようとする途上国に対するロールモデルとなることが予想される。

4.1.3 空中写真撮影

- ✓ 現地再委託先：FINNMAP 社
- ✓ 実施した主な空中写真撮影の仕様
 - 航空カメラ； Leica RC30 カメラ+Leica PAV30 ジャイロマウント+GPS（写真座標測定 & ナビゲーション用）+FMC（フォワード・モーション・コンペンセーション）
 - 空中写真； 焦点距離： $f=15\text{cm}$ 、画面サイズ： $23 \times 23\text{cm}$ 、撮影縮尺：1/20,000 及び 1/40,000、平均オーバーラップ：約 60%、平均サイドラップ：約 35%
- ✓ 撮影結果

1/20,000 空中写真を 1,740 枚、1/40,000 空中写真を 1,409 枚撮影した。

- ✓ フィルム注記

フィルム注記は調査団の提案どおり、下記の内容を撮影時にカメラにインプットし、各密着写真上に表示した。

JICA-IGN GUATEMALA 1:20,000 C09 - 01 01/01/30 10:20:45
--

4.1.4 ラスター化（IGN の技術協力）とベクター化

(1) ラスター化

テストスキニングの結果、ネガフィルムはモノクロ 600dpi，エレメントフィルムはグレースケール 400dpi で取得することとした。ポジフィルムについては既に数図面に関して 300dpi でスキニング作業が行われており，取得されたデータを調査団で検証した結果，精度に問題はないことを確認し，維持することとした。

設定した解像度により画像（ラスター）データに変換し、TIFF および JPG フォーマットとして保存した。

表 4.1-2 スキニング作業における設定した解像度と記録フォーマット

フィルムタイプ	解像度	フォーマット
ポジフィルム	300dpi	tiff (uncompress)
エレメント	400dpi (グレースケール)	jpg
ネガティブフィルム	600dpi	tiff (uncompress)

(2) ベクター化

各版のラスターデータをデジタル化しベクター化を実施した。手法としてはマウスを用いて一点一点頂点を入力していく方式や、線状に連続するラスターデータを自動的に追尾する方式などを併用した。

デジタル化により取得されたベクターデータに対して以下の項目について精度管理を実施し（図郭毎）、不良箇所は修正を行った。

- ・ 各コードの誤記・脱落（誤記には、誤属性・形状不良を含む）
- ・ 接合不合箇所

4.1.5 経年変化抽出、写真判読及び現地調査

(1) モザイク写真の作成

- ・ 抽出作業に先立ち、写真判読作業が容易になるように既存地形図と同縮尺、同じ範囲のモザイク写真を作成（1/40,000 空中写真は 80%縮小、1/20,000 空中写真は 40%縮小コピー）
- ・ 空中写真は、モザイク用として 1,366 枚（1/20,000：662 枚、1/40,000：704 枚）、実体視用として同数の 1,366 枚を使用
- ・ これらのカラーコピーを張り合わせ、74 枚のモザイク写真を作成。現地調査用と編集用として 2 部（オリジナル 1 部、コピー 1 部）作成



図 4.1-1 モザイク写真の例



図 4.1-2 モザイク写真（編集済み（拡大））

(2) 経年変化箇所の抽出

- 既存地形図とモザイク写真の目視比較により抽出
- 現地調査時明確に判別できるように、植生の経年変化箇所をモザイク上で黄色く塗りつぶし
- 線形物体（道路、河川）に関しては抽出作業の対象外（これらを対象外としたのは、道路、河川に関しては基本的に日本国内において新しい写真と図面を比較し図化するため）
- これらとは別途、建物、コンター、コンター数値、標高点、シンボル（教会、学校、病院、サッカー場、墓地、コーヒヤード等）は第1年次にIGNでスキマニングしたものを、日本においてベクター化

(3) 行政界・行政名データの入手

行政界のデータファイルは国境界・県境界・市境界について ArcInfo のデータフォーマットにてIGNより提供された。

(4) 道路属性データの入手

IGN から、道路属性に関する資料として、既存の 1/50,000 地形図の複写 71 面（74 面中 3 面は該当道路なし）に道路をマーキングし、ナンバリングしたものと、そのナンバーごとに、道路属性を入力したエクセルファイルを受け取った。入力されている道路属性は、分類・番号・重要性・通行可能性の 4 項目である。

(5) 注記データの入手、フォントの入手

注記データは、IGN の技術協力により共同作業で作成した。注記は、既存の 1/50,000 地形図の原版（黒、青版）の複写 74 面から抽出し、それぞれの図面単位に連番を付した。また、注記はスペイン語特有の分かりにくい表現（アクセント等）を含むため、

IGN がそのタイプ作業全般を担当し、エクセルファイル形式で作成した。

また、1/10,000 オルソフォトの注記は、基本的に 1/50,000 地形図データベースの注記を転用するが、これに加えて 1/50,000 地形図データベースを作成しない部分の注記データ（8 面分）も上記作業と同様に作成した。

今回使用するフォントは全部で 10 種類である。そのうち 8 種類は IGN から供与され、残り 2 種類は、市販フォントをオンライン購入して用いることで合意した。



写真 4.1-2 注記データ作成作業

(6) 地形 / 地物調査

- モザイク上に黄色く抽出した経年変化箇所の植生を確認した。植生の確認は車のアクセスの良い場所を選定し行い、判読キーを作成した。アクセスの悪い箇所は、判読キーを用い写真判読によりその植生を確定した。
- 新しい集落を見つけた場合は、州都など行政管轄する市町村あるいは現地においてその地名（町名）を確認した。
- 新しい教会、学校、病院等も、その場所を確認しモザイク写真上に記入した。
- 集落が廃墟になり、地名（町名）を地域名に変更する場合は、その旨持参した地形図に記入した。
- 新たに建設された道路を見つけた場合は、その道路属性を調査した。



写真 4.1-3 作業方法の技術移転

(7) 現地補測の国内準備

- GIS データ (ArcInfo) のポリゴンが正常に形成されているか否かの検査・修正(アンダーシュート、オーバーシュートの修正)
- GIS データ(ArcInfo)のラベル(植生)が正しいかどうか、現地調査写真まで戻り確認・修正
- 入力時のミスに起因する注記の



図 4.1-3 日本国内で実施した検査図面

スペルチェック（第1回目）および位置（地物との重なり）の確認、検査・修正

- 接合写図を作成し、図面毎の接合検査・修正
- 不明箇所の指示が出ているものを現地調査の対象として抽出、整理

(8) 検査、フィールドでの補測調査のための予察作業

現地調査の対象となる要素の抽出、注記位置・スペリング（第2回目）の検査を目的に、23名のカウンターパートと3名の調査団員の共同作業により検査作業を実施した。検査した内容は、注記検査用図に整理し、現地調査の対象となるものは最終イメージ出力図に整理した。



図 4.1-4 現地補測用の予察図

(9) フィールドでの補測調査

治安の悪い地域も含むため、十分な安全管理のもと現地調査を実施した。具体的な安全管理の方法として、班同士の定期連絡、IGNと各班の定期連絡等を実施した。

補測調査の主な作業内容は以下の通りである。

- 不明箇所の確認
- 注記の正確な位置の調査
- 新規追加注記の調査
- 道路属性、地物（橋、公共建物等）等経年変化が見られた場合の修正



写真 4.1-4 現地調査風景

(10) IGN より再入手した資料

1) 道路属性の再調査

道路属性に関するデータに、若干のデータの間違い、経年変化があることが国内作業実施中に判明した。これを協議の場で IGN に指摘し再調査を依頼した。IGN はこの事実を確認し、データを修正した後、調査団に再度最終版として提供した。

2) 国境データ等の再入手

国境沿いの河川の形状と、提供された国境データの形状が大きく異なっている問題点は、この国境データが IGN の 1/250,000 地形図を基に整備された SUNIL のデータであることに起因しており、再度 IGN で 1/50,000 レベルのデジタルデータを作成した。また、国境データを修正したことにより、国境と県境データに不具合が起こったため、その接合処理も IGN において実施した。

市町村界については、未確定な部分があるとの理由から、IGN の要請に基づき、GIS データには残すものの、印刷図には表示しないことを協議・決定した。

4.1.6 空間基盤情報データベース作成（修正数値図化、数値編集）

当初は、既測図と航空写真とを比較することで経年変化箇所を抽出し、その箇所を含むモデルについて、いわゆる図面標定によって数値図化を実施するという手法を想定していた。

しかし、実際に予察作業に着手したところ、経年変化は著しく、図葉全域にわたり散在していた。そのため修正数値図化対象となるモデル全てについて図面標定を行うことは効率および精度の面から現実的で無いと判断した。そこで全域を数ブロックに分割し空中三角測量を実施することとし、効率の向上と均一の精度の確保を図った。

(1) 空中写真ポジフィルムスキャンニング

データ取得に先立ち、市街地、草原地、山間地、裸地などの典型的な地形ごとにサンプルを抽出する仮スキャンニングを行い、明度、コントラストなどの設定値を収集した。データは、解像度 1 画素 30 μm 、モノクロ 256 階調で取得し、作業用データファイルとは別に元画像を保管した。

スキャンニング終了後、以下の項目について写真毎に精度管理を実施し、後続作業に支障の生じない結果であることを確認した。

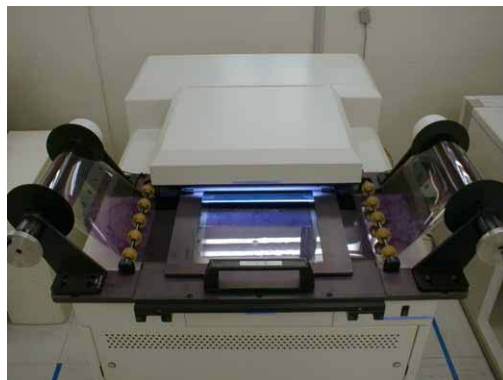


写真 4.1-5 航空写真測量専用スキャナー

- 解像度
- 明度
- 濃淡（コントラスト）
- ノイズ（傷・折れ）の有無
- 正規化処理（機械誤差の補正）
- データ取得範囲（指標が含まれているか）
- 指標観測の可否（観測できる状態か）
- 画像の回転
- フォーマット（TIFF・無圧縮・モノクロ 256 階調）
- ファイル名称（データとファイル名称が合致しているか）

(2) 空中三角測量

空中三角測量に必要な要素は 1/10,000 オルソフォト作成のために設置したコントロールポイントに加え 1/50,000 既測図から明瞭な地物を必要数選択し、デジタル化する事によって座標値を取得した点も標定点として用いた。また、撮影時に取得した航空機 GPS データも標定点として採用した。

以下の項目について精度管理を実施し（ブロック毎）、後続作業に支障の生じない結果であることを確認した。

- 水平位置基準点数
- 標高基準点数
- 削除した水平位置基準点数
- 削除した標高基準点数
- 基準点水平位置残差（標準偏差値・最大値）
- 基準点標高残差（標準偏差値・最大値）
- バンドル交会残差（標準偏差値・最大値）
- 航空機 GPS データ水平位置残差
- 航空機 GPS データ標高残差

(3) 線状地物（道路・河川など）の予察

面的な経年変化を対象とした予察は、「写真判読 / 経年変化抽出」で終了している。ここでは「写真判読 / 経年変化抽出」で対象外とした、道路・河川などの線状地物についての経年変化を対象とした予察を行った。

(4) 数値図化

予察結果をもとに経年変化部分について、重ね合わせ表示が可能な解析図化機及び、デジタル図化機を用いて図化を行った。空間基盤情報データは、GIS データベースを含む地形図に必要な全項目とし、これらについてもれなく取得した。また作業員は、方向性を持つ点要素（学校、病院など）の取得に注意を払った。



写真 4.1-6 デジタル図化機



写真 4.1-7 解析図化機

(5) 既存データと修正図化データの結合

既にデジタル化によりベクター化された空間基盤情報データを経年変化部のデータにオーバーレイし、変化部分の抹消処理を行った。この際、作業員は道路のネットワーク構造、小物体およびシンボルなどの切断がないように注意を払った。

編集では、GIS データベースに該当するレイヤー項目、及び印刷図用データに該当するレイヤー項目についておのおの、オーバーシュート、アンダーシュート等の点検・修正ならびに図郭間接合処理を行った。さらに図式に準じて、道路の複線化、シンボルの配置など、地形図の表現に必要なデータの加工を行った。これらの作業は全て図郭単位での作業管理を行って空間基盤情報データベースを構築した。

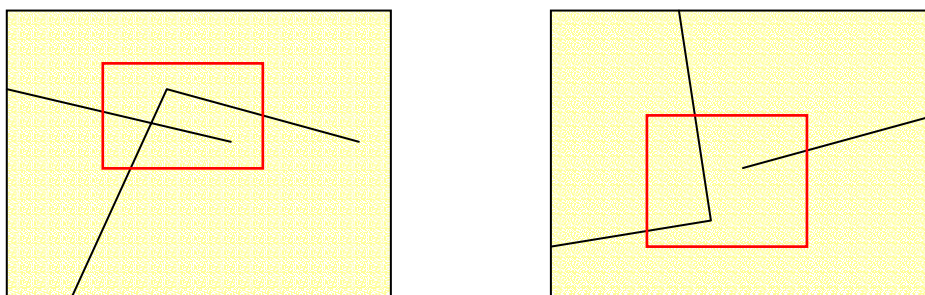


図 4.1-5 オーバーシュート、アンダーシュートの例

(6) DEM の生成

空間基盤情報データベースとして取得されたデータのうち、3次元の属性を持っているレイヤ（等高線・標高単点・基準点）を用いて TIN モデルを生成した。この TIN

モデルより 40m 間隔メッシュの DEM を生成した。

(7) 数値編集

GIS データおよび印刷図へと変換される骨格データは、MicroStation 固有の DGN ファイルというファイルフォーマットで構築した。

現状の骨格データを作成する際に使用するデジタル図化機による数値化編集では、ソフトウェアの性格上位相構造を付加する機能を持っていない。加えて、その機能は図化機及びそのソフトウェアの目的上地形図作成業務用に特化している。つまり、人間が判断可能な精度でデータを作成するように設計・作成されているのである。

このような状況の下で印刷図および GIS データベースの構築を考慮したデータを作成する場合、コンピュータが正しく地物を判断できない可能性がある。以下にその例を示すと同時に、数値化編集の際に配慮したポイントを述べる。

1) 図形的接合が正しく判断ができない

a 線形が厳密に接続していない場合（アンダーシュート）

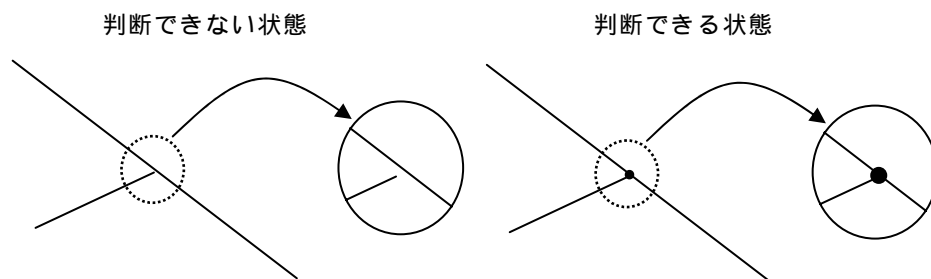


図 4.1-6 結合の不備

b 交差部データ（ノード）の欠損

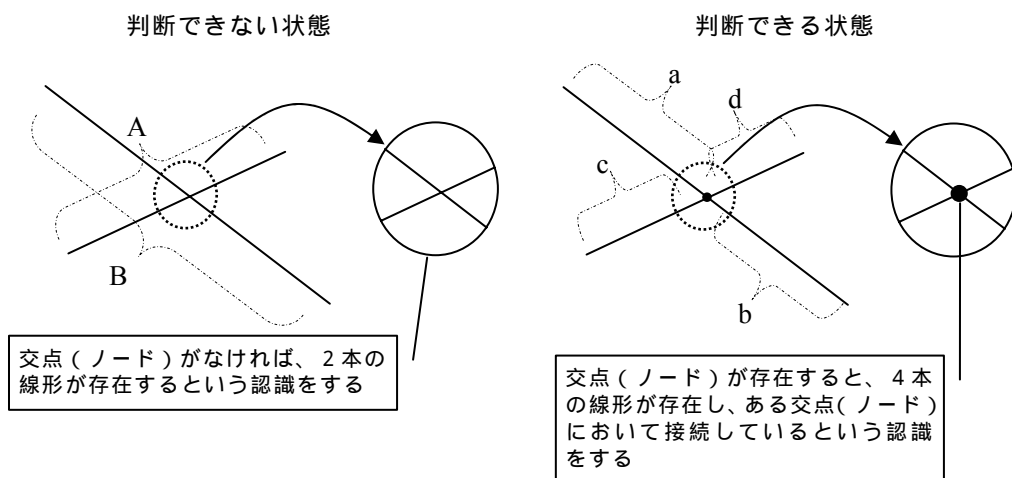


図 4.1-7 ノードの不備

c 閉じていない閉図形

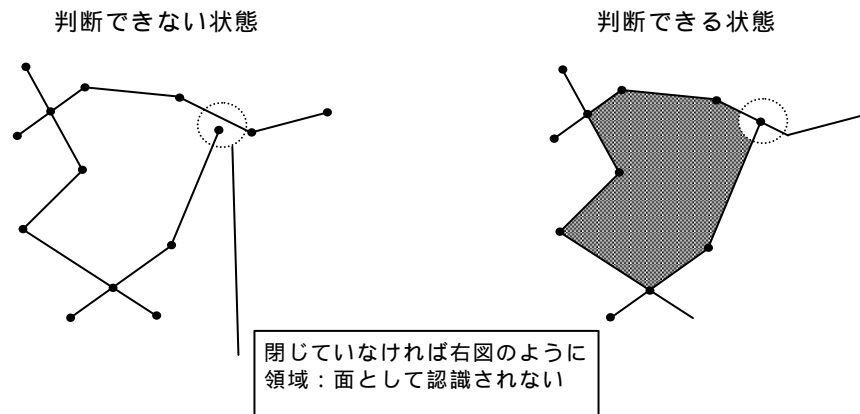


図 4.1-8 閉合の不備

上記のような状態に対して有効と考えられる GIS ソフトウェアの修正接続機能として次の3つがある。

- ある線形が他の線形をまたがっている場合に交点を発生させる機能
- ある一定（調整可能）の距離以内に存在する頂点同士をつなげる機能
- ある一定の距離未満の線形を除去する機能（トリミング）

しかし、自動的な修正接続を行った場合には座標値自体を修正してしまうため、国土基本図と GIS データベースの間で整合がとれなくなってしまう。そのためこの機能を多用することは極力避けなければならない。加えて、数値編集に用いた MicrostaionJ では、そのソフトウェアの機能上図形同士の関係は目視で定義することとなる。すなわち実質上作成されるデータは正確に接する状態を作成することは極めて困難であり、アンダーシュートもしくはオーバーシュートになってしまうのである。

これらの技術的制約をふまえた上で、構造化後 GIS による自動修正接続による図形の変形を極力避けるために、図化時には、地物を構成する各線形同士は基本的にオーバーシュートとして描くこととした。こうすることによって後の交点付加により閉図形として認識され、不必要な線形（オーバーシュートした部分）をトリミングすることが可能となる。これは、修正作業のボリューム軽減と精度の向上に大きく影響を及ぼす。

2) ポリゴンの種別が判断できない

領域に関しては領域を構成する線形の種別が複数種かつ、組み合わせが一定ではないため、変換によって構築されたポリゴンの同定が非常に困難となり、地形判読を再

度行う必要が生じてしまう。この地形判読の作業は、MicroStationJ でデータ作成する際に既に行われており、位相構造化した上で再度行うことは作業の重複となる。そこで以下に示すような骨格データ作成に使用するソフトウェアと GIS 作成に使用するソフトウェアの特性を利用して、効率的なポリゴン作成を目指した。

数値編集の際に、ポリゴンを形成すべきエリアにセルを配置し、位相構造化後このセルの属性テーブル (.acode) とポリゴン属性とをリンクさせることにより、自動的にポリゴンに種別を与えることを可能にした。この位相構造化後の処理については、「(9) 位相構造化」において述べる。

(8) データエクスポート

DGN ファイル形式にて作成した空間基盤情報データベースから GIS データおよび印刷図データを作成するために、データを各種ファイルフォーマットにエクスポートした際に留意したのは以下の点である。

1) 注記・記号

データフォーマットの変換などを経ても最終的に AdobeIllustrator にて正確に再現されることが重要である。そこで MicroStation で使用しているフォントと ArcInfo および AdobeIllustrator にて使用しているフォントの互換性が問題となった。これら全てを検証した結果、Microstaion から EPS 形式でエクスポートし、AdobeIllustrator に直接取り込む方法で再現性を確保することが可能であることが分かった。

2) 面（土地利用）

土地利用を形成する線分は、DGN ファイル上では必ずしも閉図形とは限らない。

そこで、内部にセルを配置し、セルのデータとポリゴンを形成するラインのデータを同時に ArcInfo に取り込んだ。

3) 面（その他）、線、点

土地利用以外の面を構成する地物（建物密集地、幅のある河川、湖沼、実形の地物など）で必ず閉図形となるもの、および線の形状をなす地物（道路、鉄道、一条河川、行政界、電力線などのインフラなど）、そして点の形状をなす地物（建築物、ランドマークなど）は、MicroStation から DXF 形式でエクスポートし、ArcInfo に取り込んだ。

(9) 位相構造化

MicroStation で作成された DGN データを ArcInfo の Coverage フォーマットに変換し

位相構造を付与する。

グラフィックソフトを用いて印刷図を作成する時、単なる線や面に地形図表現に則った線種や地紋を与えるためには、トポロジ構造が不可欠となる。

この位相構造化により、印刷図を作成するためのデータの準備が整うと同時に、GIS データベースとしての構造をもつことになる。この時点ではまだ IGN が制定している仕様“PAABANC”に則っているわけではないので、GIS データベースとして完成したわけではないが、後続の GIS データベース構築の際のデータソースとして利用される状態となる。

実際には、グアテマラ全土の 1/3 を網羅する 74 面という大量のデータを処理する必要性から、上記のフォーマット変換作業はプログラムを作成し、自動処理を行った。

(10) 修正入力その 1

グアテマラにおける検査作業、フィールドでの補測調査に先行して、国内作業段階で確認・修正が必要と判断された注記について、IGN 側の確認のもと調査用機材のデジタル編集装置と MicroStation を用いて、調査団、カウンターパートの共同作業により修正し入力を行った。

(11) 修正入力その 2

注記検査用図（紙版）に整理した検査の内容をもとに調査用機材のデジタル編集装置、デジタル図化機等を使い、調査団、カウンターパートの共同作業により修正入力を行った。

- 注記に関する修正は、調査用機材のデジタル編集装置と Microstation を用い修正した。
- 図化モレと思われるラインデータは修正指示図を作成して、それをもとに調査用機材のデジタル図化機により追加図化を行った。修正した主なラインデータは、湖、道路、河川、Cem（墓地）、Corral（囲い）、地方の滑走路等である。
- GIS データは、その修正箇所について ArcInfo を用い、再度ポリゴン化等の修正を実施した。
- 全ての修正作業終了後再度データを出力し、カウンターパートと共同で、注記



写真 4.1-8 IGN 職員による検査

スペル、修正の誤り等の最終検査を実施した。

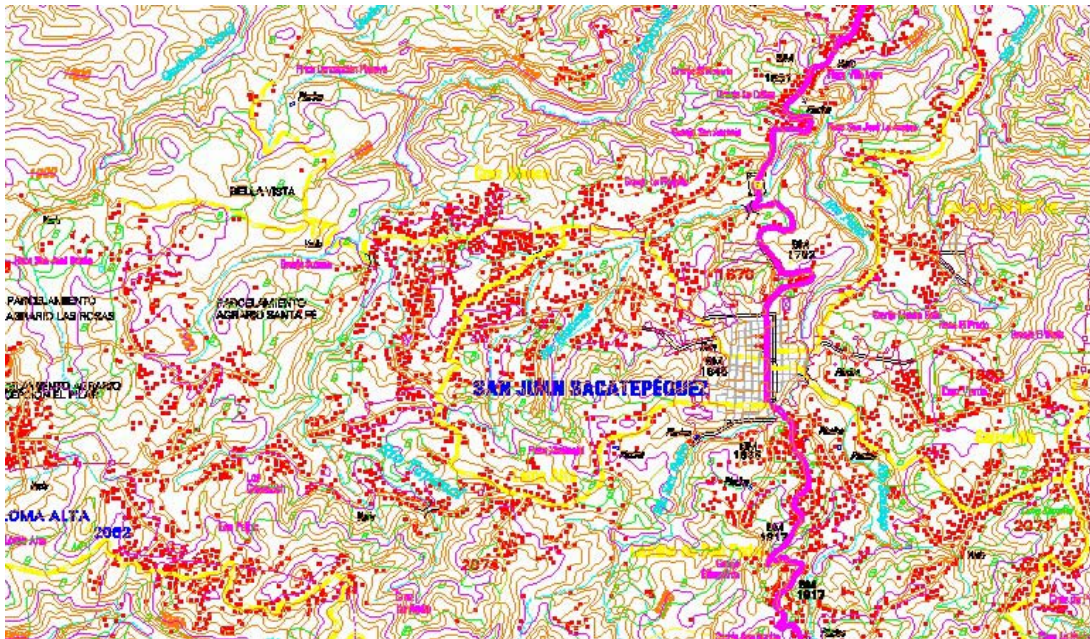


図 4.1-9 MicroStation を用いた 1/50,000 地形図の編集

(12) 国内検査・修正・処理

- ・ 1 文字ずつバラバラになっている注記（グルーピングしてある）は、ArcInfo のバッチ処理により検出し、通常の注記のスタイルに修正した。
- ・ 道路に幅を持たせたために、結果として道路内にはみ出た建物記号の位置を、MicroStation を用いてマニュアル処理により修正した。
- ・ 印刷図データの図郭外にはみ出たシンボルを消す処理を実施した。
- ・ コンター、標高点の論理チェック、最高標高点の有無の確認・修正を、MicroStation を用いて実施した。

(13) 図面の接合

図面間の接合をとるために調整を要するのは、連続性のある図形、つまり面と線である。面（土地利用に関する）の ArcInfo カバレッジファイル、面（その他の地物）の ArcInfo カバレッジファイル、線の ArcInfo カバレッジファイルに該当し、以下の処理により図形および属性の接合をはかり、図郭ごとに分断されていたデータを統合した。

1. 図形の準備（エッジマッチング＜ノードとノード、アークとアーク＞、トポロジーの再構築）

a. エッジマッチング

- b. トポロジの再構築
- 2. 属性の準備（不必要な項目の削除 すべて同じ属性項目にする）
- 3. 図面を接合（マップジョイン / アペンドで 74 面を項目別一つのカバレッジに）
- 4. 接合後の処理（微小ポリゴンの解消、ダングルアークの解消、再度トポロジの構築 ディゾルブで隣接する同一属性のフィーチャをつなげる）
 - a. 小ポリゴンの解消
 - b. ダングルアークの解消
 - c. 再度トポロジの構築
 - d. ディゾルブで隣接する同一属性のフィーチャをつなげる

(14) PAABANC 仕様へのエクスポート

1) PAABANC 仕様の整理

PAABANC データは 1/50,000 地形図上に表現される多くの地物を網羅しており、それらを点（ポイント）、線（アーク）、接続点（ノード）、面（ポリゴン）というベクター図形により表現する。主題ごとの詳細な種別（たとえば道路ネットワークの幹線道路と歩道の違いなど）は、データのもつ属性で区別している。また、固有名称をもつ地物は、その名称を属性値として各ベクター図形が保持する構造となっている。実際に 1/50,000 地形図印刷図と PAABANC データを比べてみると、地形図に表現されている地物の分類の方がより詳細であり、PAABANC 仕様ですべて再現できないものがある。これらは本プロジェクトの作業工程で IGN との協議の上、属性項目を追加する、PAABANC データ取得基準を改訂する、などにより対応した。

2) エクスポートの方法について

PAABANC 仕様と今回作成された GIS データベースとでは、カバレッジの分類、属性項目、ともに異なっている。PAABANC 仕様は主題別に詳細に分類されているので、今回作成されたデータベースを Level、Color の属性値をもとに、振り分ける必要がある。この Level、Color の値の組み合わせは、地形図に表現される地物に対しユニークになるよう割り振られており、これに対応する PAABANC 仕様の属性項目、属性値の組み合わせになるように分類した。

以下のフローは、今回作成されたラインの GIS データベースから PAABANC 仕様の RCA（道路ネットワーク）カバレッジを作成するための作業の事例を示したものである。

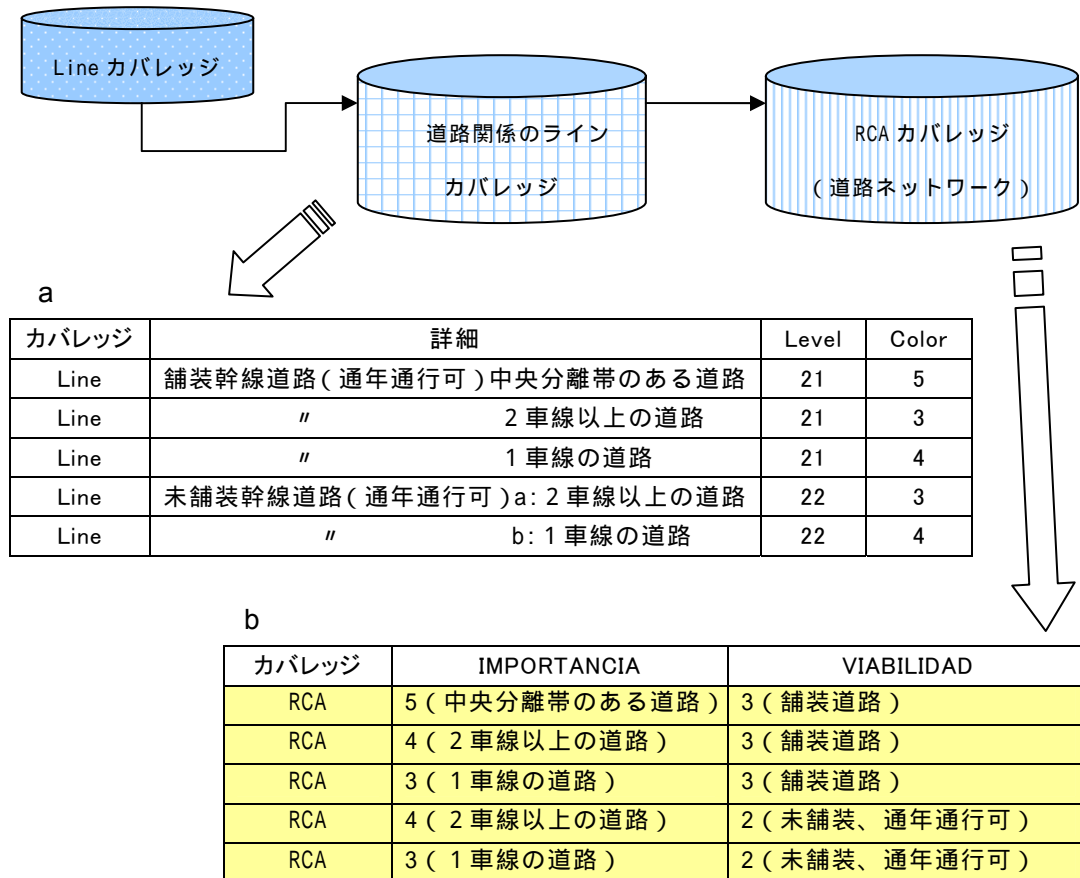


図 4.1-10 PAABANC 仕様へのエクスポートのフロー

4.1.7 印刷図用データ作成 (数値編集)

数値編集を経た空間基盤情報データを印刷図用データに変換し、AdobeIllustrator 上で印刷データの数値編集、構造化を行い、地形図としての地図表現を再現した。

(1) データフォーマット変換

IGN との協議により決定された印刷図用の注記の書体、記号、サイズ、形状、色、地形の表現 (道路の二条線表示、鉄道、家屋など)、線の太さ、地紋などの仕様に従い、AI フォーマットに変換した時点で自動的に面・線・点・記号・注記を再現したものになるようにした。

主としてプログラムによって自動化したが、具体的には次項にて示す方法により線・面・注記・記号に地形図としての表現を与えた。

(2) 地形図表現の再現

印刷図の作成に先立ち、まず「空間基盤情報データベース現地補測」で使用する現

地調査用出力図を作成した。この出力図は、印刷図作成と同じプロセスを経て作成した印刷図データをインクジェットプロッタで出力したものである。地図表現については、印刷図用の仕様（注記の書体やサイズと色、地物の表現等）が確定していなかったため、印刷図とは別に現地調査用出力図の仕様を暫定的に作成し、それによって再現した。

空間基盤情報データベースから変換した印刷図用データには、ArcInfo を経由して変換した面と線の AI ファイルと MicroStation から変換した注記と記号の EPS ファイルの 2 種類がある。いずれのファイルも Illustrator 上で編集可能なフォーマットとなっている。

1) 線情報の再現

ArcInfo から AI 形式に変換された空間基盤情報データは、Illustrator で編集可能なデータとなるだけで、線幅や線種など印刷地図用の仕様を再現したデータではない。

線情報の再現は、線が何の地物を表現しているか判断することから始まる。地物の種類を特定するためのキー項目は、MicroStation で入力した Level と Color の組み合わせとなる。ArcInfo では線属性として、この Level と Color を保持しているが、AI 形式には自由に設定できる線属性というものがない。そこで、AI 形式に変換するときに、Level と Color の値を線の色である CMYK 値に持たせることにした。

Illustrator では、線を CMYK 値で分類しながらレイヤーに分け、地物の種類をレイヤーで管理するようにした。レイヤー単位に地物の種類を管理することで、等高線や道路、河川などが重なる場合の中断処理を簡単に行えるようになる。また、線情報の再現もレイヤー単位に行うことができるようになる。

2) 面情報の再現

面情報も線情報と同様にレイヤー分けを行い、レイヤー単位に面情報の再現を行った。ただし、面情報は、面（土地利用）と面（その他）で、面の種類を特定するためのキー項目が異なる。面（その他）は、線情報と同様に Level と Color の組み合わせをキー項目とするが、面（土地利用）は、Level と Color がユニークになっていないため、cell 名をキー項目とした。また、キー項目は線の色ではなく、面の色に入っている。

現地調査用出力図では面の境界が明確になるように、パターンで面を表現するのではなく「塗り」で面を表現した。印刷図ではパターンで面を表現することになるが、Illustrator ではパターンを登録しておけば、「塗り」と同じ操作でパターンを扱うことができる。パターンの形状は、IGN カートグラフィー部門の技術者との協議により決

定した。

3) 注記・記号の再現

注記・記号データは、MicroStation で作成された後、印刷に使用されるだけで、GIS データベースに変換されないデータである。そのため、MicroStation から直接 Illustrator に取り込むことになった。データの交換フォーマットは、MicroStation の印刷機能を使った EPS 形式とした。MicroStation の印刷機能を使うと、注記データはアウトライン化され、Illustrator でテキストとして扱えなくなる。Illustrator で注記の修正ができなくなるが、注記の修正が MicroStation に一本化されることとなり、データソースの一元化が図れることになる。

(3) 印刷図用データの補足数値編集

1) 注記

注記については、全種類の注記リストを作成した。このリストは印刷図のイメージが把握できるように実際に印刷図面作成工程において注記の出力を行う MicroStation を用いて作成した。このリストにより全種類の注記の Font タイプ・サイズが確定され、カウンターパートと合意に至った。

上記注記のタイプ・サイズの確認と平行し、スペルの間違い、配置等の点検・確認を依頼した。

また、1/50,000 国土基本図には既存図と同様に、1km 毎の方眼線を表現し、内図郭線の縦軸・横軸をそれぞれ三分割した付近の方眼線に座標数値を配置した(図 4.1-11)。この数値の配置箇所・タイプ・サイズについてもカウンターパートと協議を行った結果合意したものである。

注記のサイズと Font の変更は調査用機材である MicroStationJ を用いて全図葉について一括処理を行った。一端注記のサイズが変更されると、個々の注記の配置位置についても確認の必要性が生じる。なぜならば MicroStationJ では、注記は配

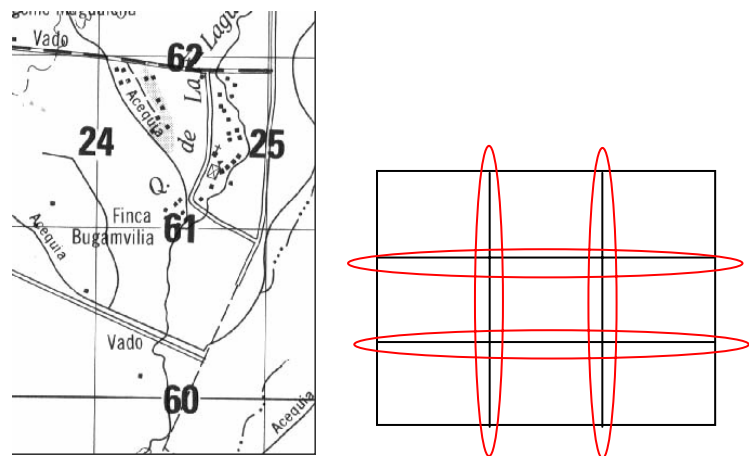


図 4.1-11 印刷図に表示する方眼数値とその配置箇所

置の際の原点を注記の中央に設定しているからである。その原点を中心に大きさを变えるため、2 段に配置された注記の位置関係の不整合や、地物との重複、方眼線及び方眼数値との重複が新たに生じたため、それらを適切な位置へ配置しなおす作業を実施した(図 4.1-12、図 4.1-13)。配置箇所は NIMA の規定にある配置順序に従った。同時にカウンターパートに依頼したスペルチェックと現地調査の結果についてもすべてデータ上に反映させた。



図 4.1-12 注記サイズを縮小し再配置した例

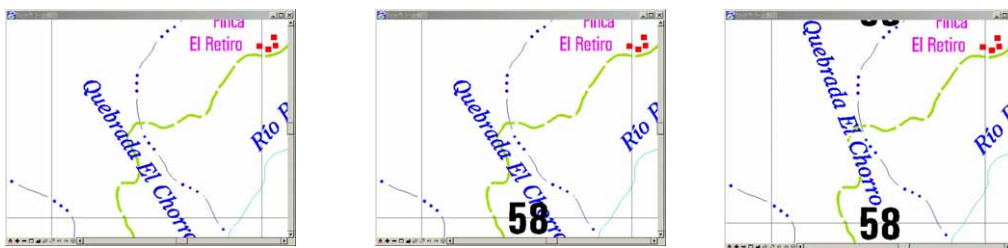


図 4.1-13 方眼数値との重複を避け再配置した例

2) 行政界

「オルソフォトマップ数値編集 / 構造化」の検査段階において、IGN から提供された行政界データと、経年変化修正を実施した地形・地物との間に不整合が判明した。

IGN より提供された新しい行政界データファイルをデザインファイルに変換し、全 74 図葉の行政界データを入れ替え、地形・地物との関係を整えた(図 4.1-14)。

しかしこの行政界のうち、Municipality 界については国内全域でその境界線がすべて明瞭に確定していないことから、印刷図には行政界は表示せず行政名のみとし、GIS データベースには全ての行政界を表示することとした。

また、行政界が変更になったことで新たに生じた注記との不整合に関しては、注記の配置箇所を変えることで解消することとした。

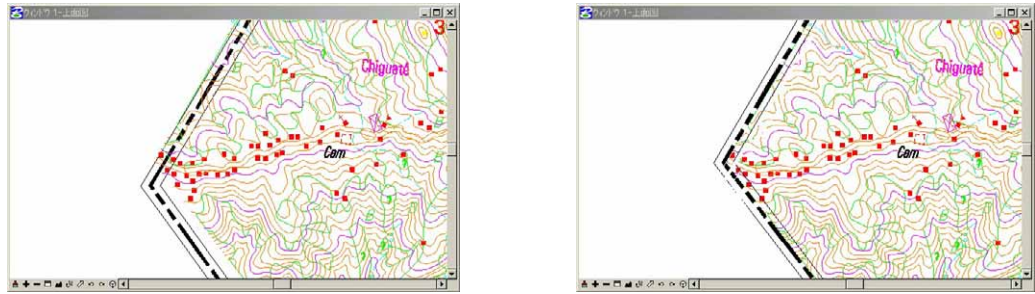


図 4.1-14 スレが解消した国境界線

3) 地形地物

植生などに関し、面的な形状としての誤りはないが、“区分が入力されていない”、“誤っている”、という箇所と、区分線の不足など追加図化が必要な箇所とがあった。前者に関しては、構造化後の Coverage データ (ArcInfo) の属性を変更・編集することで対応した。後者に関しては、デジタル図化機により追加図化を行い、追加部分だけのデータファイルを作成した。さらに、「空間基盤情報データベース数値編集」の作業工程と同様に MicroStationJ よりデータをエクスポートし、ArcInfo にて再度構造化作業を行った。その後、「空間基盤情報データベース数値編集」にて作成した面 (土地利用) データと追加部分を統合し、GIS および印刷図作成のための最終的なデータソースとした。

次に、印刷図作成のために ArcInfo の coverage 形式データを AbodeIllustrator の AI 形式に変換した。植生などの境界線の変更がある場合は上述の通り、デジタル図化機によりラインデータを取得した。さらに MicroStationJ を用いて周囲の面と矛盾が生じないように数値編集を実施し、その後面形状を ArcInfo により修正した。

4) 道路属性

道路の種別に関しては、1/40,000 航空写真やこれまでの現地調査結果と比較してあきらかに異なる種別の属性が付与されている箇所も見受けられたため、提供された新しい資料をもとに、MicroStationJ にて道路属性の変更を行った。

(4) 製版用ポジフィルム出力、CD-ROM 作成

1) 印刷データ出力

印刷データの出力・目視検査

加工したデータをカラー出力し、データが仕様書のとおりになっているかどうかの検査を目視およびディスプレイ上で行った。

ポジフィルム作成・検査

完成したデータを、EPS フォーマット (ポジフィルムを出力するためのフォー

マット)に変換した後、イメージセッター(専用の出力機)の解像度を概ね2,400dpi、175 線に設定し、1 図葉 4 色、各色別のポジフィルムに分けて出力した。

2) CD-ROM 作成

空間基盤情報データベースなどを、全図葉について CD-ROM に圧縮保存した。記録形式は以下を標準とした。

- ・空間基盤情報データ形式 : ZIP 自己解凍形式 (Micro Station dgn ファイル)
- ・GIS データ形式 : " (Arc/Info カバレッジファイル)
- ・印刷図用データ形式 : " (Adobe Illustrator ai ファイル)
- ・格納形式 : CD-ROM (CD-R)