

独立行政法人国際協力機構
コロンビア共和国
アグスティン・コダッチ・コロンビア地理院

コロンビア国
大西洋沿岸主要都市 GIS データ基盤整備
計画調査
和文要約

2007年12月

アジア航測株式会社
株式会社パスコ

社会

JR

07-090

通貨換算率

US\$1.00=Col.\$1,837=¥115.73 2007年9月

序 文

日本国政府は、コロンビア国政府の要請に基づき、大西洋沿岸主要都市 GIS データ基盤整備計画に係わる調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 17 年 8 月から平成 19 年 11 月まで、アジア航測株式会社コンサルタントの五味謙隆氏を団長とし、アジア航測株式会社及び株式会社パスコから構成される調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、コロンビア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本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戴いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 19 年 12 月

独立行政法人国際協力機構
理事 橋本 栄治

伝 達 文

独立行政法人 国際協力機構
理事 橋本 栄治殿

ここに「コロンビア国大西洋沿岸主要都市 GIS データ基盤整備計画調査報告書」を提出できたことを光榮に存じます。

アジア航測株式会社と株式会社パスコで構成された調査団は、独立行政法人国際協力機構との業務実施契約に基づき、平成 17 年 8 月から平成 19 年 10 月にかけてコロンビア国において現地調査を、平成 17 年 8 月より平成 19 年 12 月にかけてデジタル地形図作成等の国内作業を実施しました。

現地調査期間中、コロンビア国測量局と十分な協議がなされ、その結果に基づき本報告書及びデジタル地図等の成果品が作成されました。

調査団を代表してコロンビア国測量局ならびに関係機関に対し、私共がコロンビア国滞在中に受けたご好意と惜しみないご協力に心から感謝申し上げます。

また、独立行政法人国際協力機構、外務省及び在コロンビア日本大使館に対しても、現地調査の実施、及び報告書の作成にあたって、貴重なご助言とご協力を頂きましたことを深く感謝いたします。

平成 19 年 12 月

コロンビア国
大西洋沿岸主要都市 GIS データ基盤整備計画調査団
団長 五味 謙隆

バランキージャ都市圏



サンタマルタ市



カルタヘナ市



プロジェクト位置図

略称

略 称	関連機関名他	和 訳/英 訳
ACCI	Agencia Colombiana de Cooperacion Internacional	国 際 協 力 庁 /Agency for International Cooperation
CAD	Computer Aided Design	コンピュータ援用設計システム/ Computer Aided Design
CIAF	Centro de investigación y Desarrollo en Información Geográfica	地 理 情 報 研 究 開 発 セ ン タ ー 室 / Center for Interpretation of Aerial Photographs
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística	国 家 統 計 局 / National Statistical Department
DNP	Departamento Nacional de Planeación	国 家 企 画 庁 / National Planning Department
DTM	Digital Terrain Model	デ ジ タ ル 地 形 モ デ ル /Digital Terrain Model
GIS	Geographical Information System	地 理 情 報 シ ス テ ム / Geographical Information System
GPS	Global Positioning System	全 地 球 測 位 シ ス テ ム / Global Positioning System
ICDE	Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales	コ ロ ン ビ ア 空 間 デ ー タ 基 盤 / Colombia Spatial Data Infrastructure
IDB	Inter-American Development Bank	米 州 開 発 銀 行 / Inter-American Development Bank
IGAC	Instituto Geografico Agustin Codazzi	国 土 地 理 院 / Instituto Geografico Agustin Codazzi
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón	国 際 協 力 機 構 / Japan International Cooperation Agency
POT	Plan de Ordenamiento Territorial	土 地 利 用 計 画 /Land use plan

調査概要

	項目	内容
1	空中写真撮影	
	撮影縮尺	1/10,000
	撮影対象面積	400km ²
	密着写真作成	Cartagena 328 枚 Barranquilla 622 枚 Santa Marta 380 枚
	空中写真のデジタル化	1,330 photos
2	標定点測量	
	GPS 観測	Cartagena 37 点 Barranquilla 42 点 Santa Marta 26 点
	刺針	Cartagena 37 点 Barranquilla 42 点 Santa Marta 26 点
	現地調査	400km ²
3	空中三角測量	
	空中三角測量	Cartagena 198 モデル Barranquilla 331 モデル Santa marta 175 モデル
4	地形図作成	
	縮尺	1/2,000
	作成面積	400km ²
	図面枚数	Cartagena 120 枚 Barranquilla 196 枚 Santa Marta 103 枚
	等高線間隔	2 m
5	GIS データ基盤作成	
	作成面積	400km ²
6	GIS モデルシステム	
	GIS モデルシステム CD-Rom	1 式
7	CD-Rom 作成	
	デジタル地図データファイル	5 セット
8	マイラー図面	
	縮尺 1/2,000 マイラー図面	2 セット
9	報告書	
	インセプション・レポート	英文 20 sets 西文 10 sets
	インテリム・レポート	英文 20 sets 西文 10 sets
	ドラフト・ファイナル・レポート (メイン・レポート、サマリー)	英文 20 sets 西文 10 sets
	ファイナル・レポート (メイン・レポート、サマリー)	和文 10 sets (要約版) 英文 20 sets 西文 10 sets

目 次

序文	
伝達文	
プロジェクト位置図	
略称	
調査概要	
第1章 調査の概要	1- 1
1.1 調査の背景	1- 1
1.2 調査の目的と範囲	1- 2
1.2.1 本調査の目的	1- 2
1.2.2 調査範囲	1- 2
1.2.3 成果品	1- 3
1.3 調査の概要	1- 3
第2章 調査の枠組み	2- 1
2.1 プロジェクト管理手法	2- 1
2.1.1 コーディネーティング・コミッティ	2- 1
2.1.2 報告書の提出	2- 2
2.1.3 セミナーとワークショップ	2- 2
第3章 技術仕様に関する議論	3- 1
3.1 インセプション・レポートの説明・協議	3- 1
3.2 図式・仕様等の協議	3- 1
3.3 インテリム・レポートの説明・協議	3- 1
3.4 ドラフト・ファイナル・レポートの説明・協議	3- 2
3.5 その他協議	3- 2
第4章 IGAC の現状	4- 1
4.1 IGAC の組織	4- 1
4.1.1 IGAC の歴史	4- 1
4.1.2 IGAC の組織構造	4- 1
4.1.3 IGAC の役割	4- 2
4.2 事業	4- 2
4.3 予算	4- 2
4.4 収入	4- 3

4.5	地図・地理情報生産の状況	4- 3
4.6	写真測量、測地部門の生産能力	4- 3
4.6.1	職員数	4- 3
4.6.2	技術職員のトレーニング	4- 4
4.6.3	機材	4- 4
4.6.4	他国からの援助	4- 4
4.7	IGAC の地方事務所の状況	4- 4
4.7.1	IGAC 地方事務所の役割	4- 4
4.7.2	技術能力	4- 4
4.7.3	課題	4- 4
第 5 章	1/2,000 地形図・GIS 基盤データ作成	5- 1
5.1	国内準備作業	5- 1
5.2	空中写真撮影とスキャニング	5- 1
5.2.1	空中写真撮影	5- 1
5.2.2	空中写真デジタル画像データの作成 (スキャニング)	5- 1
5.3	標定点測量	5- 1
5.3.1	既存 GPS 点、水準点等の収集・整理	5- 1
5.3.2	IGAC の GPS による標定点測量に関する仕様	5- 1
5.3.3	選点	5- 2
5.3.4	観測	5- 2
5.3.5	標定点の刺針と標定点明細簿(点の記)の作成	5- 2
5.3.6	標定点座標の計算	5- 3
5.3.7	精度管理	5- 3
5.3.8	成果品	5- 3
5.4	空中三角測量	5- 3
5.4.1	使用データ	5- 3
5.4.2	使用機材	5- 3
5.4.3	品質管理	5- 4
5.5	デジタル・オルソフォト作成	5- 5
5.5.1	数値地形モデル (DTM) の作成	5- 5
5.5.2	正射投影とモザイク	5- 5
5.6	数値図化	5- 5
5.6.1	使用機材及び利用データ	5- 5
5.6.2	数値図化成果	5- 5
5.6.3	現地確認調査が必要となる事項や不明な項目	5- 6
5.7	現地調査	5- 6

5.7.1	IGAC の仕様と方法の確認	5- 6
5.7.2	インベントリ調査	5- 6
5.7.3	現地での確認調査	5- 6
5.8	数値編集	5- 7
5.8.1	使用機材及び利用データ	5- 7
5.8.2	数値編集作業の手順	5- 7
5.8.3	品質管理	5- 8
5.8.4	成果品	5- 8
5.9	現地補則調査	5- 8
5.10	補測編集	5- 8
5.10.1	使用機材及び利用データ	5- 9
5.10.2	品質管理	5- 9
5.11	記号化	5- 9
5.11.1	記号化に使用された機材	5- 9
5.11.2	品質管理	5- 9
5.11.3	成果品	5- 9
5.12	不具合と対処	5-10
5.12.1	不完全モデル	5-10
5.12.2	写真番号付け規則	5-10
5.12.3	南北（縦）コースの位置	5-10
5.12.4	空中写真デジタル画像データ不具合	5-10
第 6 章	機材調達計画調査	6- 1
6.1	調達手順	6- 1
6.1.1	器材調達用仕様書案の作成	6- 1
第 7 章	技術移転	7- 1
7.1	空中三角測量数値図化	7- 1
7.2	数値編集と記号化	7- 1
7.3	構造化・出力図作成	7- 1
第 8 章	重要事項	8- 1
8.1	IGAC の座標系	8- 1
8.1.1	IGAC の地方座標系の特長	8- 1
8.1.2	課題	8- 1
8.2	GPS 搭載データレコーダー（RECON）の利用について	8- 2
8.3	データカタログ	8- 2

8.3.1	カタログのタイプ	8-2
8.3.2	上記のカタログ類の目的と特長	8-3
8.3.3	JICA 調査団からの提言	8-3
8.4	データ構造化	8-4
8.4.1	IGAC が実施しているデータ構造化	8-4
第9章	地理情報の普及	9-1
9.1	地理情報普及の現状	9-1
9.1.1	POT の図面作成への取組	9-1
9.1.2	POT 作成のための主題図	9-1
9.1.3	POT の抱える問題点	9-2
9.2	GIS 普及における技術的な問題	9-3
第10章	GIS モデルシステム	10-1
10.1	システム開発の目的	10-1
10.2	GIS モデルシステムへの取組	10-1
10.2.1	POT 支援の GIS モデルシステム	10-1
10.2.2	GIS モデルシステムの機能	10-1
10.3	GIS モデルシステムの内容	10-2
第11章	自立発展性分析	11-1
11.1	目的と手法	11-1
11.1.1	目的	11-1
11.1.2	分析手法	11-1
11.1.3	データ収集	11-1
11.2	活動記録	11-1
11.2.1	コロンビアでの作業（2006年1月～3月）	11-1
11.2.2	コロンビアでの調査（2006年6月～7月）	11-1
11.2.3	国内作業（2006年8月）	11-2
11.2.4	コロンビアにおける2年次の調査業務（2006年9月～11月）	11-2
11.3	結果	11-2
11.3.1	100都市の調査	11-2
11.3.2	100都市の地図・GIS データ作成の費用	11-4
11.4	IGAC の地図・GIS データ作成能力	11-6
11.4.1	IGAC 自身の機材・人的資源など	11-6
11.4.2	コロンビアの民間測量企業の能力	11-7
11.5	自立発展性分析結果	11-7

11.5.1	IGAC と民間企業を併せた生産能力-----	11-7
11.5.2	100 都市の地図・GIS データ基盤作成の予算-----	11-7
11.5.3	JICA による技術移転成果-----	11-8
11.5.4	自立発性分析の総合評価-----	11-8
第 12 章	IGAC への提言-----	12-1
12.1	IGAC 自身の機材・人的資源-----	12-1
12.2	自立発展性の評価-----	12-1
12.3	IGAC の地図作成手法と仕様-----	12-2
12.4	職員の技術能力の向上にかかわる課題-----	12-3
12-5	生産工程の見直し-----	12-4
12-6	外注と同じ酔うな立場で IGAC の仕様を検証-----	12-5
12-7	IGAC が行っている現地調査方法への新しい手法の提案-----	12-6
第 13 章	データの利活用の提案-----	13-1
13.1	IGAC の役割-----	13-1
13.2	想定される利用者-----	13-2
13.3	具体的な利用-----	13-3
第 14 章	結論-----	14-1

付録

SCOPE OF WORK FOR THE STUDY on THE FORMULATION OF GEOGRAPHIC DATA BASE OF THE PRINCIPAL CITIES IN THE ATLANTIC COAST IN REPUBLIC OF COLOMBIA

図

図 1-1 調査対象地域位置図（カルタヘナ市、バランキージャ都市圏、 サンタマルタ市）	1-2
図 3-1 インセプション・レポートの説明・協議	3-1
図 3-2 インテリム・レポート説明・協議	3-2
図 4-1 IGAC の組織図	4-1
図 5-1 標定点観測	5-2
図 5-2 編集作業手順	5-8
図 9-1 収集した POT 作成用主題図の紹介	9-2
図 10-1 GIS システムの構成	10-3
図 10-2 空間データ処理	10-4
図 10-3 GIS の利用事例	10-5
図 11-1 既存写真 サンタカタリナ地区（Bolívar 州）	11-3
図 13-1 GIS の利用者別種類	13-1

表

表 4-1 IGAC の地図作成予算 2005, 2006,2007 年(単位 CO\$)	4-3
表 5-1 調査結果（バランキージャ、カルタヘナ、サンタマルタ）	5-7
表 8-1 IGAC の構造化の方法	8-4
表 11-1 IGAC 地図作成関連の予算の比較	11-5
表 13-1 GIS データベース利用者	13-2
表 13-2 開発計画に必要なデータ一覧	13-3
表 13-3 目的別の利用案	13-4

第 1 章 調査の概要

1.1 調査の背景

コロンビア政府は、コロンビア国（以下「コ」国という）の社会的、経済的な発展のため、4 ヶ年開発計画のガイドラインに従い、この開発計画の一部である「プラン・コロンビア」の推進を図っている。

そのため、「コ」国は、土地利用計画 POT（Plan de Ordenamiento Territorial）の策定あるいは更新された POT が無ければ、社会基盤整備に向けた公共投資が投下されない仕組みになっている。しかし、多くの都市ではこの目的に供することのできる精度を持った地理情報が十分整備されていない。

「コ」国の測量・地図作成機関である IGAC は、地理情報作製の責任機関でもある。IGAC には写真測量分野での長い歴史と地図作製の経験を有している。そして、生産設備は絶えず現代化されている。しかし、最新のデジタル・マッピング・システムを用いた縮尺 1/2,000 デジタル地図作成の経験が乏しく、生産の効率を改善する機会を模索していた。

コロンビア政府からの技術協力の要請に対して、独立行政法人国際協力機構（JICA）は都市再整備の優先順位が高い大西洋沿岸の 3 都市（カルタヘナ市、バランキージャ都市圏、サンタマルタ市）を対象に縮尺 1/2,000 デジタル地図と基本 GIS データを作成することを決定した。対象地域全体の面積は 400km² である。この地図作製作業を通じて、縮尺 1/2,000 デジタル地図と基本 GIS データの大量生産のための技術を、JICA 調査団を派遣し IGAC に技術移転することとなった。また、今後同データの整備に向け IGAC の作業方法、作業工程の現状を調査し、IGAC の GIS データ基盤整備事業の自立発展性に関する分析検討をおこなうこととした。

1.2 調査の目的と範囲

1.2.1 本調査の目的

本調査の目的は以下のとおりである。

(1) 「コ」国の主要 103 都市を対象とした都市開発整備に係る POT 策定を支援する。特に都市化が進み都市再整備の優先順位が高い大西洋沿岸主要 3 都市（市街区合計約 400 km²）については、縮尺 1/2,000 のデジタル地形図をベースとした GIS データ基盤を作成し、また、あわせて GIS モデルシステムを構築する。

(2) 残りの優先 100 都市における GIS データ基盤整備に向け、IGAC の GIS データ基盤整備事業の自立発展性に関する分析検討を行う。

(3) 上記(1)と(2)を通じカウンターパート機関である INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI DE COLOMBIA (以下 IGAC という)に対して技術移転を行う。

1.2.2 調査範囲

本調査の対象地域は、「コ」国に位置する大西洋沿岸主要 3 都市（カルタヘナ市、バランキージャ都市圏、サンタマルタ市）の 400 km²である。地理的にはカリブ海沿岸地域の海岸平野に位置する図 1-1 「調査対象地域位置図」に示される地域である。



図 1-1 調査対象地域位置図（カルタヘナ市、バランキージャ都市圏、サンタマルタ市）

1.2.3 成果品

本調査の成果品は次のとおりである。

- 現地測量結果
- 空中三角測量結果
- ポリエステルベースへの出力図
- デジタル地図データファイル
- GIS データの普及を目的とした GIS モデルシステム作成

1.3 調査の概要

本調査の概要は以下のように要約できる。

本調査は 2005 年 7 月から日本国内において JICA 調査団として準備作業を開始した。その後 JICA 調査団はコロンビアを計 5 回訪問した。2007 年 12 月に最終成果品が JICA の東京事務所に納入した時点で本調査は終了した。

空中写真撮影、フィルム・スキャニング、標定点測量、現地調査は IGAC により計画され、実施された。JICA 調査団は空中写真撮影とスキャニングが終了した後コロンビア入りし、標定点計画、標定点測量そして現地調査について種々アドバイスをした。

空中三角測量、数値図化、数値編集そして構造化は日本で実施された。

調査の工程を通じて、IGAC と JICA 調査団は現地調査における GPS 搭載データレコーダの活用など、新しい技術の導入も試みた。IGAC の職員は数値図化システムの操作についてはすでに知識を有していたため、技術移転は機器やシステムの操作について指導を行うのではなく、技術討論の形を採った。現在の生産プロセスに問題がないかどうかチェックし、あるいは生産技術についての意見を交換するために、幾度も会議が開かれた。

議論の主な主題は次のとおりである。

- 空中三角測量に用いる標定点の数と配置
- 現地調査におけるオルソフォトの活用
- 現地調査における GPS 搭載データレコーダーの活用
- 標定点の記の様式
- 地図記号の仕様
- 地物カタログの内容
- GIS データ基盤の内容

- 1/2,000 地形図のシート割
- 地方座標系の取り扱い
- IGAC の異なる技術部門間での連携
- 地図品質チェック作業でのオルソフォトの利用

IGAC の地図作成手法は、IGAC の成り立ちを含めたコロンビア独自の状況に合うように形成されてきたものである。したがって、JICA 調査団の提言は IGAC の状況に必ずしも適合するものではない可能性もある。しかしながら、IGAC とは全く異なった視点からの提言は、IGAC 自身では気がつくことができない問題の発掘に貢献したとも言えよう。

さらに、JICA 調査団は調査において縮尺 1/2,000 デジタル地図と GIS データ基盤を作成したが、その過程で IGAC の仕様が細かく見直された。JICA 調査団が IGAC の仕様について発見した不具合は IGAC が今後地図作成作業を民間企業に発注する場合に役立つものである。

自立発展性については、IGAC は縮尺 1/2,000 デジタル地図と GIS データ基盤を作成するのに必要な基本的な技術は有していると判断された。

GIS あるいは地理情報の普及については、ほぼ全ての地方都市が紙の地図を使いこなす知識、経験、人材あるいは機器を持っていないことが判明した。したがって地理情報の普及には IGAC の地方事務所を活用するのが有効であると思われる。

第 2 章 調査の枠組

本調査は、JICA 調査団と IGAC が緊密な連携を執りながら実施された。業務内容や技術仕様の詳細な確認のために、何度も打合せを行った。さらに調査の関係者間で情報を共有するためにコーディネーティング・コミッティを組織した。

2.1 プロジェクト管理手法

関係者間の円滑な意志疎通は調査実施の鍵である。このため、本調査ではいくつかの手法が採用された。すなわちコーディネーティング・コミッティ会議、報告書の提出とその内容や仕様に関する協議、セミナーそしてワークショップである。

2.1.1 コーディネーティング・コミッティ

コーディネーティング・コミッティは、主要な関係者が調査の進捗をモニターするために組織された。メンバーは以下のとおりである。

- IGAC (国土地理院)、DANE (統計局)、DNP (企画庁)、ACCI (国際協力庁)、カルタヘナ市、バランキージャ市、サンタマルタ市
- 3 都市にある IGAC 地方事務所
- JICA 調査団

(1) 第一回コーディネーティング・コミッティ会議

第 1 回コーディネーティング・コミッティ会議は 2006 年 2 月 10 日にサンタマルタ市の IGAC 事務所で行われた。

参加者からのコメントは次のとおりであった。

- 新しい地図ができることに対して高い期待を抱いている。
- 市が現在抱えている問題として次の 2 点が挙げられた。
 - ① 新しいデータが提供されても、データを処理できる職員も機材も十分でない。
 - ② 古いデータの更新対応ができない。

(2) 第 2 回コーディネーティング・コミッティ会議

第 2 回コーディネーティング・コミッティ会議は 2006 年 9 月 19 日にカルタヘナ市 IGAC の地方事務所で行われた。現状での課題、さらにはデータ利用等今後の方向性について説明を行い、議論した。この会議では、IGAC の地方事務所から、職員への教育訓練の強化を望む意見が出された。

(3) 第 3 回コーディネーティング・コミッティ会議

第 3 回コーディネーティング・コミッティ会議は 2007 年 10 月 22 日に IGAC の本部で行われた。この会議は本調査での最後のコミッティ会議であり、調査の成果が報告された。

2.1.2 報告書の提出

JICA 調査団は調査開始時点でインセプション・レポート案を IGAC に提示した。インセプション・レポートには、JICA 調査団の今後 2 年半にわたるプロジェクトの内容とスケジュールが記述されている。IGAC と JICA 調査団はインセプション・レポート案に基づいて協議を重ね、その結果は議事録 (Minutes of Meeting : M/M) として文書化された。

調査団は第 2 年次の調査開始時にインテリム・レポートを作成し、IGAC 側にプロジェクトの進捗状況について説明した。また当初想定した手法を変更するかどうかについても IGAC と十分な協議をおこない対応した。

ドラフト・ファイナル・レポートは 2007 年 9 月に JICA 調査団から IGAC に提出され、約 2 年半の業務の確認が行われた。ファイナル・レポートは 2007 年 12 月に貴機構に収められた。

2.1.3 セミナーとワークショップ

ワークショップが 1 回、セミナーが 2 回開かれた。ワークショップやセミナーの目的は、参加者に調査の目的と成果を説明し、同時に測量や地図作成手法について参加者からの意見を汲み上げることである。

(1) 第 1 回ワークショップ

第 1 年次調査を終了し、第 2 年次調査を開始した時点で、これまでの成果の報告と、本調査で作成する成果品を紹介するためにワークショップを開催した。

アンケートを行い、地籍、都市計画、土地利用など様々な場面で使えるとの期待があることが示され、その意味でもワークショップ開催は有意義であった。

(2) 第 1 回セミナー

第 1 回目セミナーは 2006 年 9 月にボゴタの IGAC 本部で開かれ、それまでの調査の結果が IGAC の職員や関係者に発表された。

(3) 第 2 回セミナー

第 2 回セミナーは、2007 年 10 月に調査の最終報告をボゴタの IGAC 本部で開催した。この他、本調査の成果品を広く紹介するために、本調査の対象地域でもある 3 都市においても小規模なセミナーを開催し、POT 作成おけるに GIS についての説明が行われた。

第 3 章 技術仕様に関する論議

本調査では、業務内容と仕様を確認するために会議を頻繁に開催した。特に報告書の提示に続く会議は実質的に担当者を交えた業務内容と仕様についての協議であった。

3.1 インセプション・レポートの説明・協議

インセプション・レポートに関する会議は 2005 年 8 月 31 日に開催された（図 3-1）。資料の持ち出しや図化範囲の決定などについて協議がなされた。



インセプション説明



インセプション説明後の協議

図 3-1 インセプション・レポートの説明・協議

3.2 図式・仕様等の協議

図式・仕様等の協議は 2005 年 8 月から 11 月の第 1 回現地調査期間中ならびに、2006 年 1 月から 2 月にかけての第 2 回現地調査期間中に行われた。

この間、地形図の取得項目、地形図作成対象地域の選定や図面の注記などの協議がなされた。

3.3 インテリム・レポートの説明・協議

2005 年 8 月から 2006 年前半までに実施された業務内容の報告と、2006 年後半から 2007 年のプロジェクト終了までの業務計画を確認するため、調査団はインテリム・レポート案を作成し IGAC に提示した。インテリム・レポート案に関する協議は 2006 年 7 月 14 日に行われ（図 3-2）、基本方針が承認された。



図 3-2 インテリム・レポート説明・協議

3.4 ドラフト・ファイナル/レポートの説明・協議

JICA 調査団は 2007 年 9 月にドラフト・ファイナル・レポートの説明・協議を実施した。ドラフト・ファイナル・レポートの説明・協議ではこれまでの活動内容ならびに成果品の説明を行った。

説明・協議の結果、文中で引用している一部の数値についての確認ののち、ドラフト・ファイナル・レポートの内容は IGAC 側から基本的に受理された。

今後、JICA 調査団が作成する成果品は JICA 本部に納品され、その後 JICA コロンビア事務所経由で IGAC に納品されることを説明し、了解を得た。

3.5 その他協議

図式・仕様協議担当の調査団員が実施した協議は上記のとおりであるが、本調査では全期間を通じて、各技術分野の担当団員がそれぞれ IGAC の C/P と仕様と手法についての意見を交換してきた。

また、2006 年 2 月に図式について調査団と IGAC との間で合意がなされた後にも、IGAC 側から変更要請があったが、調査団は可能な限りその変更に対応した。

第 4 章 IGAC の現状

本章では IGAC の状況について述べる。IGAC の現状を調査した結果は、技術移転計画策定、GIS モデルシステム構築、GIS 普及計画そして自立発展性分析を行うために活用された。

4.1 IGAC の組織

4.1.1 IGAC の歴史

IGAC はコロンビア政府の測量地図作成機関であり、中南米にある同様の組織の中では一番進んだ技術を有している。

IGAC は DANE に所属しているもののその活動は DANE からは独立している。ただし、その運営は他の省庁からなる委員会によって管理されている。その委員会の委員は以下のとおりである。

- 統計庁、環境住宅国土開発省、防衛省、計画庁、大統領府

4.1.2 IGAC の組織構造

IGAC は 3 つの部とひとつの研究開発機関から成り立っている。組織図は図 4-1 に示すとおりである。

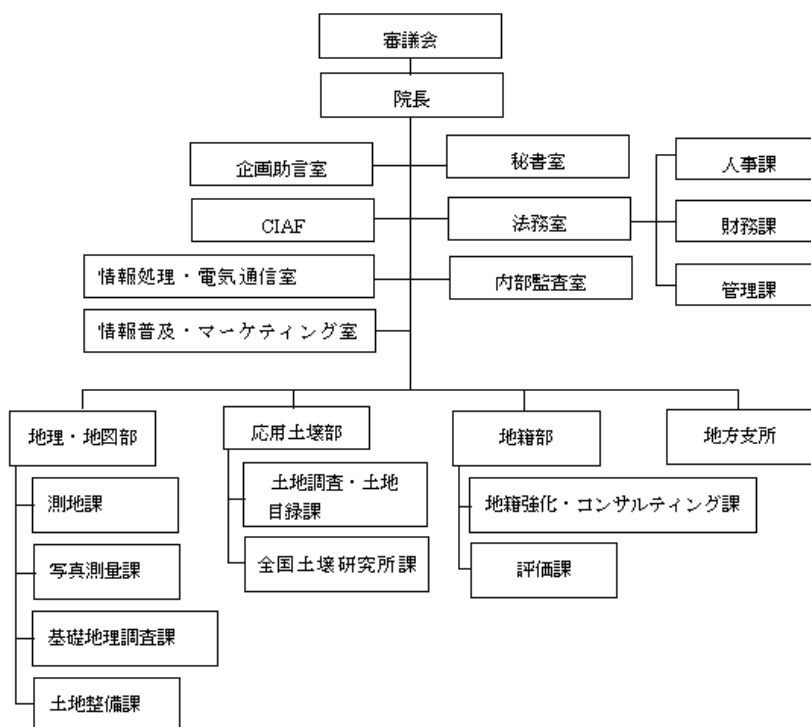


図 4-1 IGAC の組織図

4.1.3 IGAC の役割

組織図が示すとおり、IGAC には 5 つの主要な活動目的がある。

- 地図と地理情報の生産
- 地籍データのメンテナンスと管理
- 土壌データの作成
- GIS 活用の研究
- 測地、写真測量、リモートセンシング、地理情報管理に関する調査研究

IGAC のユニークな性質としては、IGAC が地形図だけでなく地籍の管理についても責任があることである。このことは IGAC が行っている現地調査の内容にも影響しており、その内容は通常の地形図作成のためのものよりは多様なデータを調査する内容となっている。

4.2 事業

2006 年 2 月に発表された、2005 年から 2010 年の 5 カ年計画によると、IGAC の置かれている立場は以下のとおりである。

- 中央政府からの予算が減り、近代的図化技術の導入が遅れているが IGAC はこの逆境の中でもその使命を果たさなければならない
- 1994 年以降地図の更新を行っているが、更新がまだ終わっていない地域もある
- 1997 年以降 IGAC は ICDE (Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales) のリーダーとして活動してきた。ICDE の目的は地理情報の生産、アクセス、利用の促進である
- “Hacia un Estado Comunitario” に沿った開発計画の作成
- 2004 年の Decree 208 に沿った組織の刷新。
- DANE-IGAC プログラムにより 2005 年 CENSUS のための地図を作成する
- IDB からの支援を得て地籍管理を近代化する
- EU からの支援を得て地図作成システムを稼働させる
- ISO 9001 : 2000 の認証を得るための品質管理メカニズムを構築する

4.3 予算

IGAC の 2005 年、2006 年、2007 年の総予算は次のとおりである。

2005 年: CO\$84,260,264,321

2006 年: CO\$53,166,500,053

2007 年: CO\$72,823,500,000

同じく 3 カ年の地図作成に関する予算は表 4-1 のとおりである。2005 年には DANE の依頼

による地図作成のための特別予算が付いている。

表 4-1 IGAC の地図作成予算 2005 年, 2006 年, 2007 年 (単位 CO\$)

費目	2005	2006	2007
地図作成予算合計	26,187,569,000	480,000,000	8,443,000,000
1. 一般図の生産と更新	300,000,000	300,000,000	4,108,000,000
2. DANE 用地図	10,987,569,206	0	0
3. 他の省庁との契約による地図作成	0	0	4,280,000,000
4. システム近代化	14,900,000,000	180,000,000	55,000,000

4.4 収入

IGAC は製品の販売促進の努力を続けており、新しいタイプの製品がかなり早いペースで発売されている。製品の売上は 2005 年が CO\$7,127,400,000、2006 年が CO\$8,034,000,000 である。販売収入は国庫に移されることなく、IGAC が次年度の予算に組み込むことができる。

4.5 地図・地理情報生産の状況

1/100,000 縮尺地図の生産は 2006 年に完了した。1/2,000 と 1/25,000 地図の生産は現在も継続しており、今後も予算が必要である。

4.6 写真測量、測地部門の生産能力

航測手法による地図と GIS データの生産については、地理・地図部の下で写真測量課と測地課の 2 つの課が担当している。2 つの組織の生産能力は以下のとおりである。

4.6.1 職員数

IGAC の職員は次の種類に分類される。

a) 管理職員

院長、副院長、アドバイザー：顧問のような立場、事務所および部門の長（現在 15 人）

b) 技術職員

コーディネータ、専門職、技術者

ボゴタの本部の職員数は 290 人、地方事務所は 646 人である。

4.6.2 技術職員のトレーニング

毎年 CIAF はその年のトレーニングプログラムを作成し、それを 3つの部に送ることになっている。各部の責任者（部長）は、自分の部下の中からその年にトレーニングを受ける職員を選出する。しかしながら、トレーニングの機会には正規職員にだけ開かれている。

4.6.3 機材

IGAC は 1990 年に WILD B8 アナログ図化機にエンコーダーを取り付けた時からデジタル図化を開始した。1999 年には最初のソフトコピー図化システムが導入された。そして 2005 年から IGAC はその生産施設を急速にソフトコピーシステムに変換してきた。

4.6.4 他国からの援助

EU、米国、スウェーデン、そしてフランスが IGAC に対して、測量、写真測量、リモートセンシングそして GIS の多様な分野で技術・財政支援を実施してきた。

4.7 IGAC の地方事務所の状況

現在、縮尺 1/2,000 デジタル地図の生産は IGAC の本部が行っている。もし IGAC の地方事務所が現地作業を幾分かでも肩代わりできれば、現地経費の削減は可能である。

こうした仮説をもとに、IGAC の地方事務所の現状についてアンケート調査を実施した。カルタヘナ市、バランキージャ市、サンタマルタ市、カリ市、マニサレス市そしてペレイラ市の事務所は直接訪問した。

4.7.1 IGAC 地方事務所の役割

IGAC は 22 の地方事務所を有する。すべて地籍部の管轄下にある。地方事務所の主要業務は地籍データの更新も含めた地籍管理であり、地籍データの販売も行っている。

4.7.2 技術能力

全ての IGAC 地方事務所は IDB の援助により地籍 GIS を導入している。地籍データの更新と管理のために、どの事務所にも少なくとも 2,3 人の地上測量技術者と、2,3 人の製図あるいは GIS 操作職員がいる。

4.7.3 課題

調査団が訪問した地方事務所の大半は、GIS 分野でのトレーニングがもっと必要であると感じている。特に、投影法や座標系などが不明なデータソースの取り扱いや問題解決のために、充実した教育が必要であろう。

第 5 章 縮尺 1/2,000 デジタル地図・GIS データ基盤作成

本章では、本調査で実施した縮尺 1/2,000 デジタル地図・GIS データ基盤作成作業の内容について記述する。重要な検討事項については第 8 章にまとめて記載した。

5.1 国内準備作業

調査の基本方針検討のために、事前調査団が収集した資料および JICA 調査団が独自に収集した資料を元に分析と整理を行った。

5.2 空中写真撮影とスキャニング

5.2.1 空中写真撮影

空中写真撮影とスキャニングによる空中写真デジタル画像の作成は、IGAC と事前調査団の取り決めにより、本格調査団がコロンビア入りする 2005 年 8 月までに IGAC により行われた。空中写真撮影の計画も IGAC が独自に策定した。写真枚数は次のとおりである。

サンタマルタ地区	約 330 枚
カルタヘナ地区	約 380 枚
バランキージャ都市圏地区	約 620 枚

5.2.2 空中写真デジタル画像データの作成（スキャニング）

IGAC は、航空測量用 VEXEL 社製 Ultrascan5000 スキャナを用いてネガフィルムをスキャニングし、TIFF 形式のデジタル画像データファイルを作成した。

スキャニング時の設定は、グレースケール(256 階調)、読取解像度 15 ミクロン(約 1600dpi)であり、画像 1 ファイルあたり 221Mb の容量となった。この画像データファイルは、IGAC から JICA 調査団に貸与された。

5.3 標定点測量

5.3.1 既存 GPS 点、水準点等の収集・整理

JICA 調査団は、今後の調査に必要となる事項について、IGAC に確認しながら、資料および情報の収集と整理を行った。

5.3.2 IGAC の GPS による標定点測量に関する仕様

コロンビア国の GPS 標定点測量の作業規程では標高値を持つ予点から 10km 以内の観測点では、標高点のための標定点測量は直接水準測量ではなく、すべて GPS 水準によって行う

仕様であることが判明した。したがってコロンビア国の作業規程に従い、GPS 観測のみによる標定点測量を実施する計画とした。

5.3.3 選点

JICA 調査団は日本で作成した標定点計画を IGAC 側の空中三角測量担当者に説明し、独立法によるブロックアジャストメントに必要な配置を計画した。

5.3.4 観測

Leica 社製の System500 GPS 受信機を用いて標定点測量を実施した (図 5-1)。観測方法は、IGAC の 1/2,000 地形図標定点測量仕様に従い与点となる基準点を予め設定し、設定された与点のうち 2 点を基準とした 1 辺 10km 以内の単独三角観測セッションにより 1 点の標定点の座標を決定する方法で実施した。

5.3.5 標定点の刺針と標定点明細簿 (点の記) の作成

IGAC 作業手法では、標定点の位置を写真上に表示するにあたり、撮影前の対空標識の設置は行わず、撮影後に刺針する方法を採用している。本調査でも、この刺針法を採用した。標定点明細簿は、従来の IGAC 様式に準拠したものと、JICA 調査団提案の様式との 2 種類を作成した。

JICA 調査団提案の様式では、標定点の概略位置図に、WWW から入手した衛星画像を背景として使用して、標定点の概略位置が把握しやすいようにした。

また、デジタルカメラで刺針点周囲の状況の見取り写真を撮影し、これも明細簿に掲載した。これにより、後続の空中三角測量で、標定点の垂直位置が把握しやすくなる。



GPS 観測



直接水準測量による標高値の検出

図 5-1 標定点観測

5.3.6 標定点座標の計算

IGAC の GPS 測量ワークフローでは、現場での観測後、解析・計算については、ボゴタの本部へ持ち帰り、解析・計算の担当者が解析と計算を行うことになっている。また、計算処理は通常精密歴で行い、15 日間かかるとのことであった。これに対し JICA 調査団は、1/2,000 航測地形図作成のための標定点測量では、精密軌道歴ではなく、放送歴で十分ではないかとの見解を IGAC に披露し、その結果 IGAC も同意して、本件調査では放送歴を使用することとなった。

5.3.7 精度管理

すべての GPS 観測は IGAC の 1/2,000 地形図作成の作業仕様に基づいて実施されており、基線解析計算の結果も 3 地域のすべての辺で最終計算のシグマ値において平面 0~2mm、高さ 1~5mm 内であった。また、空中写真上の刺針位置は全点で、写真上で明瞭に確認できる地物を選点してあった。

5.3.8 成果品

この工程で作成された成果品は以下の通り。

- 標定点明細簿（点の記） : IGAC 仕様フォームと JICA 調査団フォームの 2 種
- GPS 解析計算結果 : 座標成果表、計算結果精度表
- 標定点の配点図

5.4 空中三角測量

JICA 調査団は、第 1 次国内作業として、空中三角測量を行い、各写真の標定要素を算出した。

5.4.1 使用データ

- 空中写真画像データファイル
- 撮影標定図
- 標定点測量成果（座標成果と明細簿）
- カメラ諸元

5.4.2 使用機材

- 指標の観測、標定点、パスポイントの観測 SocetSet
- 調整計算（バンドル法によるブロック調整） In-block

5.4.3 品質管理

IGAC の空中三角測量の仕様に従い、要求品質を以下のように設定し、合否で品質を確認した。

- 基準点残差：90%の点について平面、高さ共に $\pm 0.5\text{m}$ 以内

結果は次のとおりであり、3地区ともこの要求品質を満たしていたことを確認した。

【カルタヘナ地区】 モデル数：198 コース数：12

調整方法：バンドル法

標定備基準点数		計算から除外した点数		基準点残差				バンドル法	
水平位置	標高	水平位置	標高	水平位置(m)		標高(m)		水平位置(mm)	
				標準偏差	最大	標準偏差	最大	標準偏差	最大
38	38	0	0	X=0.018	0.048	0.018	0.046	X=0.005	0.024
				Y=0.015	0.039			Y=0.005	0.022

【バランキージャ都市圏地区】 モデル数：331 コース数：17

調整方法：バンドル法

標定備基準点数		計算から除外した点数		基準点残差				バンドル法	
水平位置	標高	水平位置	標高	水平位置(m)		標高(m)		水平位置(mm)	
				標準偏差	最大	標準偏差	最大	標準偏差	最大
41	42	0	0	X=0.233	0.554	0.191	0.469	X=0.005	0.027
				Y=0.183	0.401			Y=0.005	0.030

【サンタマルタ地区】 モデル数：175 コース数：11

調整方法：バンドル法

標定備基準点数		計算から除外した点数		基準点残差				バンドル法	
水平位置	標高	水平位置	標高	水平位置(m)		標高(m)		水平位置(mm)	
				標準偏差	最大	標準偏差	最大	標準偏差	最大
26	26	0	0	X=0.253	0.646	0.291	0.628	X=0.004	0.024
				Y=0.175	0.367			Y=0.005	0.020

5.5 デジタル・オルソフォト作成

地形図作成対象地域の確認、現地調査成果の展開・整理に使用するオルソフォト・モザイクの作成を日本国内で行った。

5.5.1 数値地形モデル (DTM) の作成

オルソフォトの作成に必要な地形情報 (標高データ) の作成をおこなった。

DTM は、画像相関 (ステレオマッチング) 法により、30m の格子間隔で作成した。

5.5.2 正射投影とモザイク

デジタル写真画像、空中三角測量による標定要素、DTM による地形の高さ情報を基にオルソフォトを作成した。

作成したオルソフォトは、本調査の地形図作成対象範囲の確定、現地確認調査の資料としての利用のほかに、数値図化での取得地物の検査にも利用した。

5.6 数値図化

第 1 次現地調査で実施した現地調査ならびに空中三角測量の成果を基に、調査対象地域全域の数値図化作業を日本国内で実施した。

5.6.1 使用機材及び利用データ

数値図化に使用された機材及びデータは以下のとおりである。

(1) 使用機材

- 図化名人 (アジア航測株式会社)、SocetSet (BAE System 社)、Summit Evolution (INPHO 社)、MicroStation V8 (Bentley 社)

(2) 利用データ

- 空中写真のデジタル画像、標定点の点の記、空中三角測量成果

(3) 使用した資料

- 地名注記 CAD データファイル、Map symbol and map style (Version 2.0)

5.6.2 数値図化成果

数値図化の成果は、地名注記ファイルと統合し、各図面単位で MicroStation DGN ファイル形式として記録保存した。

5.6.3 現地確認調査が必要となる事項や不明な項目

図化作業を通じて判明した不明点や、Map symbol and map style 等で設定されていない地物等で、今回の地形図作成に必要と考えられる項目をとりまとめ、現地補測調査の際の資料及び図式・記号の協議の為に資料を作成した。

5.7 現地調査

5.7.1 IGAC の仕様と方法の確認

IGAC の現地調査手法について調査を行った。

(1) 作業規程

IGAC が所有する現地調査に関する作業規程は以下のとおりである。本調査もこれに準じた作業を実施した。しかし、3種類の Anexo 間の整合性が必ずしも取れていない。

Anexo 2：現地調査

Anexo 6：唯一のデータモデル

Anexo 7：図式記号

現地調査手法は Anexo 2 に記載されており、本調査での現地調査もこれに準じて実施することで IGAC 担当者と合意した。

(2) 手順

Anexo2 に記載されている手順、すなわち今回現地調査で採用された手順は次のとおりである。

- 現地進入前の準備作業
- 現地調査
- 提供された資料

5.7.2 インベントリ調査

インベントリ調査では下記事項についての情報を収集した。この作業により現地での作業の数量が予測できる。

5.7.3 現地での確認調査

現地調査作業は IGAC が担当した。現地調査結果はコード番号を記入することによって日本国内の作業担当者でも理解できるよう工夫した。また、注記データは綴り等の誤りのないものを IGAC の責任において作成し、JICA 調査団は IGAC が提供するものをそのまま採用することで IGAC 担当者と合意した。

(1) 検査

現地調査結果を記載したオルソフォトは、調査団員が目視検査を行い、不備を指摘し、精度の均一化を図るため、修正または再調査の指示を行った。

GPS 搭載データレコーダー (RECON) で取得されたデータは、図葉ごとに作業終了後パソコンにダウンロードされ、調査団員が位置情報の検査を行った。

(2) データ整理

注記データは IGAC が各図葉を終了するごとにシェープファイルのフォーマットに変換した。RECON で取得したデータはディスプレイ上に表示して確認し、修正の必要のあるものは修正を行った。

(3) 成果品

各都市の現地調査の成果は、表 5-1 のとおりである。

表 5-1 調査結果 (バランキージャ、カルタヘナ、サンタマルタ)

成果品名	バランキージャ	カルタヘナ	サンタマルタ
オルソ写真 (調査内容記入済)	196 枚	120 枚	103 枚
注記データ (shp ファイル)	196 ファイル	120 ファイル	103 ファイル

5.8 数値編集

数値図化により取得されたデータは図式・地図記号にしたがい縮尺 1/2,000 デジタル地図作成のための編集が行われた。

5.8.1 使用機材及び利用データ

数値図化に使用された機材と資料は以下のとおりである。

(1) 使用機材

- ・ MicroStation J

(2) 利用データ

- 地物リスト
- 縮尺 1/2,000 オルソフォト (現地調査の成果)
- 図化データ

5.8.2 数値編集作業の手順

数値編集作業の作業手順を図 5-2 に示す。

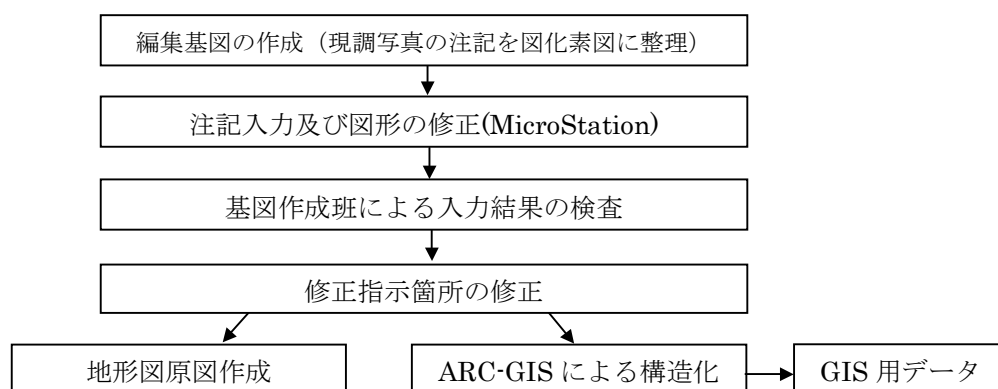


図 5-2 編集作業手順

5.8.3 品質管理

編集したデータはプロッターで出力し、以下の項目に対し、データの品質を検査し間違いがあれば修正した。

- (1) 完全性・・・図式に従い取得すべき地物が取得されている。
- (2) データ取得・・・取得データの構造が定められた規則にしたがっている。
- (3) 位置正確度・・・図化精度が高く、オルソフォトと重ね、位置のずれが生じていない。
- (4) 主題正確度・・・特に道路区分、地物区分が間違っていない。

5.8.4 成果品

地形図データファイル（数値編集終了時点）MicroStation DGN ファイル形式。

5.9 現地補測調査

IGAC の地形図作成工程には、補測作業はない。今回は JICA 調査団が提案する手法を紹介する意味でこの作業を実施した。

現地補測調査は IGAC が対応した。調査結果は図面上に直接記録し日本国内に持ち帰ることとした。注記情報については、スペイン語の綴りの見直しを IGAC 側に再度依頼した。

5.10 補測編集

2006 年 10 月下旬から現地補測調査の結果を整理し補測編集が行われた。補測編集では、主に以下の編集が行われた。

- 現地補測の結果を踏まえた、数値編集で作成した地物・記号の修正
- 数値図化の際の不明箇所・問題箇所の修正
- 整飾に関する変更事項の修正

5.10.1 使用機材及び利用データ

補測編集に利用された機材とデータは以下のとおりである。

(1) 使用機材

- MicroStation J

(2) 利用データ

- 地物リスト（現地補測の成果）
- オルソフォトに整理された現地補測の成果
- 図化データ

5.10.2 品質管理

数値図化・数値編集の工程で生じた不明瞭箇所や疑問点あるいは図式・地図記号の協議において設定されていない地物などが、修正されていることを確認した。検査時に未修正箇所が発見された場合、改めて修正を行い、修正作業を終了した。

5.11 記号化

数値編集が終了したデータを地形図としての表現に変えるため、地名・注記データの文字配置など地図表現に従った処理が実施され地形図データが作成された。

5.11.1 記号化に使用された機材

(1) 使用機材

- MicroStation

(2) 利用データ

- 数値編集が終了したデジタル・データ

(3) 仕様書

- Map symbol and map style (Version 2.0) .Map

5.11.2 品質管理

数値図化・数値編集が終了した図面毎にデジタル・データの品質管理が実施された。検査時に発見された間違いは数値図化・あるいは数値編集の段階に戻され、修正された。

5.11.3 成果品

- 出力図作成用データファイル（記号化終了時点）
- MicroStationDGN 形式とそのプロットファイル：AdobePortableDocument (AcrobatPDF) 形式

5.12 不具合と対処

今回の作業で作業工程の不具合がいくつか発見された。JICA 調査団はその都度 IGAC と連絡を取り、不具合の内容を説明し、対応についてアドバイスをしてきた。その内容について簡単に記述する。なお、2007 年 7 月の時点で、IGAC はこうした不具合は、二度と発生しないように、ほとんど対応を済ませている。

5.12.1 不完全モデル

カルタヘナ市とサンタマルタ市の水域を含む写真では、不完全モデルとなる写真があった。カルタヘナ市の砂嘴では、砂嘴を連続的にカバーするような撮影コース設定がなされていなかった。

不完全モデルでは、付近の陸域の高さからモデル上で水面の高さを割り出し、高さを与えることにより対応した。

5.12.2 写真の番号付け規則

写真のナンバリング（自動）と注記内容（写真番号）、GPS による撮影位置座標の点名、デジタル化された空中写真画像の画像ファイル名が関連していなかった。このため、空中三角測量を始めるにあたり、GPS による撮影位置の座標成果と撮影標定図上に画像番号をプロットして展開し、ひとつひとつ関連づけする作業が必要となった。

5.12.3 南北（縦）コースの位置

IGAC により縦コースの撮影は行われたが、縦コースの位置は、必要な標定点数を減らすことにつながるような配点ではなかった。

5.12.4 空中写真デジタル画像データ不具合

(1) 不具合内容

JICA 調査団は日本国内で空中三角測量に着手したが、IGAC が作成した画像データファイルに、通常の例では見られない色階調情報の不連続を確認した。

画像をピクセル等倍まで拡大して観察すると、隣接するピクセル同士で表示されている色の階調に連続性がない。

建物の屋根、道路の路面等、通常は隣接する各画素の階調がほとんど同じであるべきところで、隣接する画素の階調がランダムに飛んでいる。

このため、デジタル図化機でステレオ視した際に、建物のエッジなど線状物に関しては読みとれるが、建物の屋根、道路の路面といった面の部分で高さを 3 次元計測する際に、高さの読定が困難であった。

最終的に、JICA 調査団は、ステレオ計測での高さの読定には若干の困難を伴うが、この画像を用いて空中三角測量、数値図化を行うことは可能と判断した。

(2) 不具合原因の検証

IGAC がスキャニングして作成している空中写真デジタル画像データには、不具合があることを確認した。

UltraScan5000 は、近年、ヨーロッパ連合の援助により導入されたものであり、現在 IGAC は、このスキャナにより空中写真デジタル画像の作成をおこなっている。

IGAC のスキャニング担当者に、通常行っている方法と同じ方法で実際のスキャニング作業を行ってもらい、その手順を観察した。

この過程で、スキャニング時の設定について、以下の問題点が観察された。

- 走査速度の設定を最高速度に設定している
- 内挿処理により解像度の補完設定をしている

内挿処理による解像度の補完設定を無効に設定し、再度、スキャニングを行い、色調の不連続がなくなることを確認した。

スキャニング速度は、現状の最高速度の設定では、満足な画像は得られないことを確認した。スキャニング速度の設定値を遅くした場合、画質が向上することを確認した。

スキャニング速度を遅くした場合、画質は向上するが、スキャニングに要する時間が増えることになる。当該スキャナには、速度の設定が数段階あり、オペレータ自身で通常の業務に最適な設定値を割り出すように助言した。

第 6 章 機材調達計画調査

JICA は本調査の技術移転に使用するために以下の機材（ソフトウェア含む）を購入して IGAC に供与することとした。

- 空中三角測量
- 数値図化
- 数値編集
- データ構造化
- ネットワーク機器
- プリンター
- プロッター

6.1 調達手順

これらの機材は、JICA コロンビア事務所により入札によって調達された。JICA 調査団は器材の技術仕様書案を作成した。仕様書案作成の手順は以下のとおりである。

- IGAC が所有している器材および IGAC の近代化プランの調査
- IGAC に導入するのに適当と思われた器材候補について価格、調達方法、メンテナンス方法についての調査
- 最終的な仕様書の作成

6.1.1 機材調達用仕様書案の作成

既に IGAC が将来の機器として選択したシステムを本調査のために調達するのが最適である。しかし 2005 年の段階では IGAC は各種システムを評価している段階であり、結論は出ていなかった。したがって、JICA 調査団は一部のソフトウェアを除いてシステムの銘柄を指定しないこととした。

JICA 調査団が、銘柄指定する必要があると判断したソフトウェア等は以下のとおりである。

(1) CAD ソフトウェア：Bentley 社の Micro Station

(2) ワードプロ、表計算、データベース、スライド作成ソフトウェア：Microsoft Office Professional Edition

(3) 画像編集ソフトウェア：Adobe Photoshop CS 2

(4) 描画ソフトウェア（大きなファイル対応可能ソフト）：Adobe Illustrator CS

(5) GIS ソフトウェア : ESRI 社 ArcInfo Ver.9

JICA 調査団は、上記銘柄指定品目も含めて、調達のための仕様書案を策定し貴機構に提出した。

2007 年 1 月、JICA コロンビア事務所により、機材調達のための入札が行われ、その結果、2007 年 3 月に以下の機材が納入された。

- ◆ 空中三角測量システム 一式
 - LPS Stereo、LPS Core、LPS ATE、LPS TE、ORIMA TE GPS for LPS
 - ハードウェア HP Workstation XW6200
- ◆ デジタル図化システム 一式
 - LPS Stereo、LPS Core、PRO600 FOR LPS/DPW、MICROSTATION
 - ハードウェア HP Workstation XW6200
- ◆ デジタル編集システム 一式
 - MICROSTATION
 - ハードウェア HP Workstation XW4300
- ◆ GIS 構造化システム 一式
 - ArcInfo9.2
 - ハードウェア HP Workstation XW4300
- ◆ 出力機器 (大判インクジェットプロッタ、レーザープリンタ)
 - 大判インクジェットプロッタ A0 Color Large Format Plotter
 - HP DESIGNJET 1055CM PLUS (A0 Color Plotter)
 - レーザープリンタ (Monochrome Laser printer)
- ◆ その他画像処理ソフトウェア
 - Microsoft Office Professional Edition
 - Adobe Photoshop CS 2
 - Adobe Illustrator CS

第 7 章 技術移転

本調査の根本的な目的は数値図化と GIS データ構築に関する JICA 調査団から IGAC への技術移転である。しかしながら、他の発展途上国の測量・地図作成機関と異なり、IGAC 職員は数値写真測量図化の機器とソフトウェアを操作する基本的な能力を既に有していた。したがって、JICA 調査団は、基礎的な技術移転ではなく、IGAC の生産手段の効率化を目指したアドバイスを行うことにした。

IGAC が今回の調査で実施された業務の内、コロンビア国内で行った業務測量と地図作成業務については JICA 調査団が IGAC の職員と一緒に作業に従事しながら技術アドバイスをを行った。

一方、JICA 調査団が日本で実施した地図作成作業については、JICA 調査団はそれぞれの工程ごとに技術者をコロンビアに派遣し、IGAC の生産工程を分析したうえで必要な提言を行った。

7.1 空中三角測量と数値図化

空中三角測量に関しては、2005 年の第 1 次現地調査の際、標定点の配点を決定する協議の中で、JICA 調査団からバンドルブロック調整法のための配点計画が提示された。

JICA 調査団の数値図化担当が 2006 年 10 月から 1 ヶ月 IGAC を訪問した。調査団員は IGAC の空中三角測量と数値図化工程を見直した結果、IGAC の図化オペレータは数値図化を問題なく行えることを確認した。空中三角測量についても、IGAC はソフトウェアの自動処理機能を使えば問題なく行えることを確認した。このため調査団員はパスポイントの自動確認ができない場合に備え、手動による空中三角測量を行う方法を指導した。

7.2 数値編集と記号化

IGAC は数値編集についてもそのシステムの操作は問題なく行える。このため数値編集と記号化担当の調査団員は、システム操作ではなく 3 都市の縮尺 1/2,000 デジタル地図作成のための地図記号の定義に関する協議を繰り返し行うことに重点を置いた。IGAC と JICA 調査団との間の協議の詳細は第 8 章に記録した。

7.3 構造化・出力図作成

構造化と出力図作成担当の調査団員は 2006 年 10 月に 1 ヶ月 IGAC を訪問した。同団員は

IGAC のデータ構造化と出力図作成工程を点検した上でデータ構造化についての案を提示した。IGAC と JICA 調査団はデータ構造化の仕様について協議を繰り返し、最終的に第 8 章に記載した仕様を採用することを決定した。

第 8 章 重要事項

本章では、特に議論を重ねた重要事項について、JICA 調査団の理解したことと議論した内容をまとめた。

8.1 IGAC の座標系

JICA 調査団が理解した IGAC の座標系の内容と課題は次のとおりである。

8.1.1 IGAC の地方座標系の特徴

(1) 1099 の市のほとんどが独自の座標原点を有している。

(2) 以前は各座標系の原点座標には、各座標系独自の数値が与えられていた。現在ではそれぞれの原点については、小縮尺測量地図用の座標系の値が与えられている。これにより大縮尺と小縮尺の座標系の双方に似通った値の数値が与えられることになり、一般ユーザーには座標値を見ただけではどちらの座標系なのか判断するのが難しく、不便である。

(3) 基本的に地図投影では投影面が地球表面に接している。ところが、コロンビアでは一定地域内での最低標高と最高標高の差が大きい地域が多いため、その地域の平均標高を求め、そこに投影面を設定するという手法を採用している。

(4) IGAC は地方座標系では縮尺係数を 1.0000 に設定しており、逆に言えばこの地方座標系は 10km 四方の範囲でしか有効でない。このことは、大きな都市ではひとつ以上の座標系が必要となる可能性があることを示している。

8.1.2 課題

JICA 調査団は、コロンビアの地方座標系は次のような点で不便であると考えている。

(1) ある地域がひとつ以上の座標系でカバーされなければならないとすると、地理情報の一般のユーザーは混乱する可能性がある。

(2) もし多数の座標系が存在すると、GIS ソフトメーカーはその全ての座標系にソフトを対応させることをためらうはずである。事実 ArcGIS はコロンビアの地方座標系には対応していないため、ユーザーは自らパラメーターを設定することにより、各地方座標系を定義する必要がある。

(3) IGAC によって作られた GIS データをいくつかチェックした結果、楕円体のパラメータ

一は GRS80 のパラメーターとは異なっていた。すなわち、ArcGIS では投影面を浮かす対応はできないのでその代わりに楕円体のサイズを地方ごとに変えて対応している。このような対応は一般の GIS ユーザーにはなかなか理解できないものである。

(4) 将来、多くの市で測地基準点網が設置されるはずである。IGAC は市街地の発達により座標原点が市街地の中心からずれた場合には、地方座標系の原点を移動して対応しているが、もし原点座標が変わると様々な座標値が出現することになりユーザーを混乱させる。

(5) ローカルのカルテシアン座標の原点数値に小縮尺用の座標系と同じ数値を与えている。両座標系間で原点の座標値は同じであるが、原点以外の場所では、似たような数値の座標値が 2 つ存在することになり、どちらの座標系なのか混乱をきたす可能性ある。

8.2 GPS 搭載データレコーダー (RECON) の利用について

今回現地調査に RECON を使用した結果、その長所と短所が明らかになった。RECON の長所及び短所、適不適を以下に述べる。

- 長所：取得データが直接使用できる（座標、テキスト）
- 短所：画面が小さく見づらい

座標ファイルの投影法に Cartesian が含まれていない。

GPS で座標取得した場合、大縮尺図では無視できない誤差が発生する。

上記の長所短所を勘案すると、その利用方法は次のとおりとなろう。

- 適した作業：国勢調査（取得データの量が多く、一軒々々を調査するような作業。DANE は国勢調査に RECON を使用した。）
- 適さない作業：写真上の不明地物を書き起こす作業

8.3 データカタログ

IGAC は地図に表現される地物についてさまざまなカタログを出版している。しかしながら、実際にコロンビア国内で IGAC の C/P と一緒に作業を実施した結果、IGAC の作業は必ずしも既存のデータカタログを参照して行われているのではないことが判明した。

8.3.1 カタログのタイプ

調査開始時に JICA 調査団は IGAC にて下記のカタログを発見した。

(1) Modelo de datos Catalogo de Objetos CO-25 ver2(1995)..... **A**

この地理情報カタログと地図記号カタログは基本的に 1/25,000 地形図作成用である。

(2) Modelo de datos urbano catalog de objetos CO-U y Catlogo de simbolos CS-2000

(1996) **B**

このカタログは地籍部によって発行された。本報告書では、このカタログを CO-U カタログおよび CS-2000 記号データと呼ぶ。

(3) PROYECTO DE NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 2001-04-11
CATÁLOGO DE OBJETOS GEOGRÁFICOS BÁSICOS **C**

(4) Unico de modelo **D**

(5) 2006 年 4 月作成の GEODATABASE カタログ **E**

8.3.2 カタログ類の目的と特徴

JICA 調査団は、上記のカタログ類の作成された目的と特徴について以下のように解釈した。

- **A** と **B** は IGAC の 3 つの部が作成、所有あるいは管理する地理情報を包括するインベントリーカタログの性質を持つ。
- **A** と **B** には、データ作成の中で特定のソフトウェアのデータをどのように扱うかについての説明がない。2 つのカタログはドイツの ATOKIS をベースに作られている。
- **C** は、ISO_TC211 に基づいた地理情報標準化の流れのなかで作られたものである。カタログ **C** の作成あたっては IGAC だけでなく外部の組織も検討に加わっている。
- **D** と **E** は IGAC におけるデータ作成に使われているカタログである。
- カタログ **D** はカタログ **B** に基づいて作成されたと理解する。すなわち **D** では地図作成のために、**B** の中の図化対象物とその属性だけを抽出している。(ひとつ付け加えるべきことは、カタログ **D** はカタログ **B** に基づいて作成されたのではないかと記述した。しかしながら、カタログ **D** を用いて地図作成に従事している IGAC の職員のほとんどがカタログ **B** を見たことがないということである。)

8.3.3 JICA 調査団からの提言

- **A** と **B** は、既に古く、JICA 調査団としては、今から改良する必要はないと判断する。
- しかしながら、地理情報の有効活用という視点からは、**A** や **B** のようなカタログを再度整備することは有用であると考え。この提案の理由は、新たなカタログの作成には IGAC の部署の参加が必要であり、国土計画を効率良く、精度高く行うために必要な GIS データ基盤の概念について考える良い機会であると思うからである。
- カタログ **E** は ArcGIS という 1 種類の GIS ソフトウェアに対応したデータ構造

しか定義していない。さらにカタログ **E** は地図記号の編集に使うように作られたようである。このカタログを IGAC 以外のユーザーが使うことは可能であるが、JICA 調査団としてカタログ **E** は IGAC 以外の様々なユーザーが使う地理情報モデルとしては、不十分なところが多々あると判断している。

- 2006 年 10 月の時点で JICA 調査団が提案した GIS データ基盤、あるいは空間情報基盤は、異なる目的を持ったユーザーに容易に使えるようなデータ構造を有している。
- カタログ **D** と **E** は地物の定義を持っていない。地物の明確な定義は質の高いデータを効率良く作成するために必要である。地図作成作業の不明確な地物定義のまま進行すれば混乱が起きるのは明らかである。実際に、JICA 調査団は本調査の中で、IGAC が作成した地物定義のあいまいさが原因で戸惑うことがあった。もし IGAC が地図や地理データ作成を外注するのであれば、外注者のために明確な仕様書を作成するのは発注者である IGAC の義務である。

なお、上記には含まれていないが、IGAC が外注業者に示す仕様書の中のデータ内容に関するものとしては、以下の仕様書が存在する。

Anexo No.6 : Modelo de datos

Anexo No.7 : Simbologia

8.4 データ構造化

データのモデルと関連する事項で、JICA 調査団と IGAC が協議を重ねた事項に GIS データの構造化がある。

8.4.1 IGAC の実施しているデータ構造化

IGAC の構造化の方法は、2005 年のプロジェクト開始時と 1 年後の 2006 年秋の時点では変わっている。その大きな違いは MicroStation に替って ArcGIS をデータ編集にも使い始めたことである。(表 8-1)。

表 8-1 IGAC の構造化の方法

	図化作業で使用するソフトウェア	編集・構造化作業で使用するソフトウェア	出力形式
2006 年秋以降	INPHO, LPS, DVP, All with CAD MicroStation	ArcGIS V9.1	Geodatabase, Shape File, Dxf
2006 年秋以前	INPHO,LPS,DVP,LPS, Soccet Set MicroStation 対応	ArcGIS, ArcINFO 場 合により MicroStation	Geodatabase, ArcInfo coverage, Shape File, Dxf

(1) データ構造化の内容

JICA 調査団が想定していた GIS データ基盤とは次のような内容であった。

①目的

複数の空間情報を重ねる際の基準となる、位置精度と信頼性の高いデータの提供。

②内容

道路、水涯線、家屋等、他の情報を載せるための位置の参照となる骨格データ。都市基本図の内容とほぼ一致する。

③データ構造

さまざまなユーザーが利用できるように、特定のソフトに依存しない汎用的なデータ構造。また内容は都市基本図と同じでも、地図記号化（印刷図）のためのデータ構造とは異なる。

これに対し、IGAC のデータモデルは地形図作成が主目的のため、地形図に表現される全ての内容が含まれている。

上記の結果、GIS データ基盤のためのデータ構造化の内容について JICA 調査団と IGAC は次のように合意した。

①注記（道路名称、河川名称、標高値は含める）と記号を除く全てのデータを含める。

②フィチャークラス

基本的には次の 5 つの基本データからなる。それぞれのデータは、さらに点、線、面のフィチャークラスに分けられる。

- Datos Basicos (12 フィチャークラスからなる)
- Elemento Divisorio (2 フィチャークラスからなる)
- Planeación Uso Suelo Urbano (4 フィチャークラスからなる)
- Relive (2 フィチャークラスからなる)
- Infraestructura (3 フィチャークラスからなる)

③属性情報

道路名称、河川名称、単点、等高線の標高値は属性情報として登録する。道路、河川名称は通商と俗称がある場合は併記する。

④作成手法

1/2,000 地形図の地物型から GIS データ基盤の地物型へデータを再分類する。場合によっては別のジオメトリへの変更。上記内容を UML のクラス図として表現（各地物型をクラスとして表現。各主題を各クラスを縫合するパッケージとして表現。）。

第 9 章 地理情報の普及

IGAC が提供する地理情報の利用促進を図るためには、地理情報の利用者の現状を理解する必要がある。そのため、カルタヘナ市、バランキージャ市、サンタマルタ市の 3 都市からのヒアリングを行うとともに POT の作成に利用した各種主題図を収集し、図面の精度、品質について状況を調べた。また、3 都市の他 100 都市に送付したアンケートの内 48 都市から回収できたアンケート結果や実際に GIS の運用実績のあるカリ市、マニサレス市、ペレイラ市を訪問し、地理情報普及の現状を調査した。

9.1 地理情報普及の現状

48 都市からのアンケート調査の結果、POT のための主題図を独自に作成する手段をもたない多くの自治体は、地理情報への取り組みが遅れている。

しかし、コロンビアの場合、自治体が独自に POT のための主題図を整備する必要性に迫られており、地理情報への明確な目標があり、地理情報の普及に向けての期待は大きい。

9.1.1 POT の図面作成への取組

POT 整備に関する法律第 388 条の制定にともない、自治体は社会基盤整備に向け POT に関する図面作成に取り組んでいる。特に POT 作成に必要なデータは自治体独自の予算で整備することが法律で規定されているため、十分な技術を持たない自治体は、外部委託に頼らざるおえないのが現状である。

9.1.2 POT 作成のための主題図

各自治体は独自の開発計画を持つため、POT 作成に必要な主題図は目的ごとに異なり、次のような区分が想定される。

- 行政管理図：行政界ゾーニング、セクター区分図等行政管理に必要な境界図
- 土地利用管理図：現況土地利用図、各種土地利用計画、ゾーニング図等マスタープランを構成する図面
- 社会基盤施設管理図：道路、上水、下水、排水、電気、ガス、他のユーティリティ
- 環境管理図：開発保護地区、自然生態系保護地区、保全地区、等
- 災害管理図：浸水被害地域、洪水被害地域、地すべり危険地域、急傾斜危険地域、他

カルタヘナ市、バランキージャ市、サンタマルタ市の自治体から収集した POT の図面ならびに POT の作成に必要な主題図やドキュメントの多くは IGAC や DANE が作成した図面がベースマップとして使われている。しかし、図 9-1 に示す主題図は図面縮尺の違い、作成年度の違い、経年変化修正の有無、位置精度等の問題を含んでおり、POT の更新時において

これらのデータを使用する場合、新規データとの整合性を十分に確認した上で使用する必要がある。

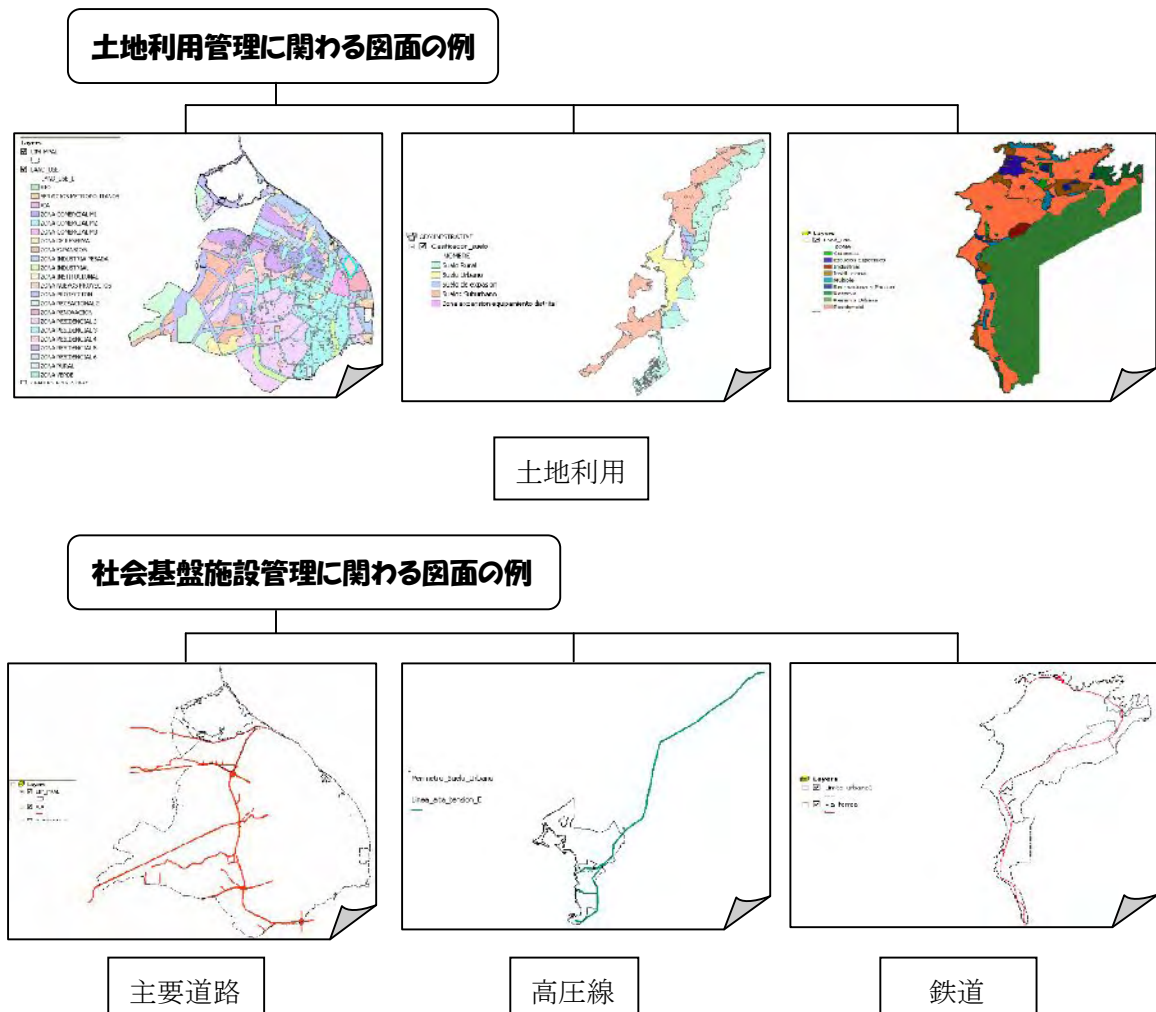


図 9-1 収集した POT 作成用主題図の紹介

9.1.3 POT の抱える問題

IGAC が提供するデータの主たる利用目的はコロンビア国政府が推進している POT を円滑に推進することにあるが、現状で明らかとなった問題点を解決する必要がある。

(1) POT 図面の標準的な仕様

POT の図面作成に用いる主題図は、IGAC や DANE の地形図をベースマップとして用いている。しかし、図面縮尺の違い、作成年度の違い、経年変化修正の有無、位置情報の精度が異なり、双方の主題図を重ね合わせると、一致すべき道路や建物が最大 バランキージャ市で 20m、サンタマルタ市で 15m 見られた。図面に回転がかかり、GIS データとして重ね合わせができない図面もある。

(2) POT 図面の維持管理

地図データが作成されると経年変化に伴う地図データのメンテナンスが必要になる。しかし、経年変化に伴うデータの陳腐化に対する認識の欠如や予算的な理由から、POT 図面の維持管理が不十分である。

(3) POT 作成手法の整備

POT の図面作成には各種主題図の作成が必要である。IGAC の主題図作成手法は確立しているものの、主題図作成における地図編集の具体的手法、技術までは確定していない。POT の図面作成を推進するためにも早急な対応が必要である。

9.2 GIS 普及における技術的な問題

(1) 地物カタログの整理

GIS データベースの作成にあたっては、地物の定義とコードを取り決めた「地物カタログ」が重要な基礎情報となるが、IGAC の現行の地物カタログは地籍整備を主眼としたものであり、汎用的な GIS データベースの設計には適していない。図形属性の定義、図化で取得された図形データの定義を踏まえ、地理情報データベースの要件を満たす地物カタログの属性と図形の定義を明確にする必要がある。

一方、IGAC は、都市部の土地管理のための地籍整備を推進するために、地理情報標準へ対応する都市のデータモデル CO-U 及び記号目録 CS-2000 を作成しデータ整備を進めているが、POT 作成と連動されていない。

(2) ガイドラインの策定

POT 図面作成のベースマップに IGAC や DANE が作成した地形図が使われている。しかし、地形図の縮尺、主題図の凡例の整合性、図形の位置精度が異なるなどの理由から GIS 普及の妨げになっている。GIS 普及を進めるためにも、データ構築のための基本ガイドラインの策定が必要である。

(3) 予算

法律 388 条の規定により、自治体独自の予算で POT の図面作成する必要があるが、限られた予算の中での対応は自治体の財政を圧迫し容易でない。しかし、GIS データが整備されれば、自治体での POT の図面作成や更新が容易になり GIS 普及への鍵となる。

(4) 組織制度

IGAC は、自治体からの要望に応じてデータの作成を支援しているが、IGAC は自治体が作成した POT の図面を技術管理する組織・制度がないため、全国の POT データの一元管理を行っていない。IGAC の地方事務所も、管轄する市町村への地図データの供給を行う

役割を担っていないのが現状である。

一方、自治体も予算の制約により地理情報整備の組織を保有することが難しい。嘱託職員で対応している自治体もあるが、嘱託職員との契約が切れると新規嘱託職員を募集し対応しているためこれまでの技術が継承されない。このように、地理情報に対する知識、経験、人材が不足する現状では、IGAC の地方事務所を活用することも有効であると思われる。

第 10 章 GIS モデルシステム

10.1 システム開発の目的

GIS モデルシステムの開発は、地理情報データベースを POT のみならず様々な計画立案の分野で利用を支援するための道具として、また様々な場面での活用事例を紹介する手段として利用できるモデルシステムとする。

(1) GIS モデルシステムの機能

GIS モデルシステムの機能を考えるには、GIS 普及の現状を明らかにする必要がある。そのため地方都市を対象に質問票を配布して情報を収集した。

質問票の回答は、GIS モデルシステムの設計、さらには今後の地形図作成とデータ更新への検討材料として使われた。しかし、地方自治体は現状では GIS どころか地形図を扱う能力も現状では十分でないところがほとんどであり、IGAC の地方事務所が重要な鍵と考える。IGAC の地方事務所は地籍図作成のために GIS を扱っており、今後の GIS 普及の拠点になりうると判断できる。IGAC 地方事務所は地籍調査だけでなく POT 作成技術まで含んだ広い教養を身に付けて地方における地図データ利活用の牽引役となることを前提に GIS システムの機能の検討を行った。

10.2 GIS モデルシステムへの取組

10.2.1 POT 支援の GIS モデルシステム

GIS モデルシステムは、自治体の POT 整備へ向けた主題図データ作成を始め GIS データの利活用を支援するため、以下の機能を考慮した GIS モデルシステムを開発した。余計なソフトウェアを追加せず、ArcGIS の機能を使うことを前提とした。また扱うデータは Geodatabase とし、スペイン語のマニュアルを整備した。

10.2.2 GIS モデルシステムの機能

GIS モデルシステムは ArcGIS9.2 を想定し作られている。

GIS 利用を紹介するための機能としては、計画支援システムへの応用事例として、公園の配置計画を紹介するサンプル内容で付属のマニュアルを見ながら体験できる内容とした。また、観光客への情報提供の手段としての GIS 利用を体験できるものをサンプルシステムとして紹介できる内容とした。その結果、GIS モデルシステムでは次の機能が備わっている。

- POT の主題図作成・更新機能
- 座標変換機能（カルテシアンへの変換）

- データ修正機能
- 主題図表示機能
- 主題図印刷機能

(1) POT の主題図作成・更新機能

この機能は、主題図作成におけるデジタル・データの点、線、面（ポリゴン）の情報を編集し主題図作成する。また、地物のデータレコードの管理・更新を行う。

- 道路ネットワークにかかる道路名、道路属性のデータ管理
- 地図注記に関するデータ管理
- 測地基準点に関するデータ管理
- その他情報の管理

(2) 座標変換機能

3 都市で扱う地図データは特別な座標系が使用されているため、初心者には扱いにくい。そこで、簡単に座標変換できるコマンドを準備した。

(3) データ修正機能・表示機能

主題図作成を支援するために、使いやすい図面の表示・修正機能を準備する。これにより、各種主題図は、重ねて表示しデータの経年変化修正も可能である。

(4) 主題図印刷機能

主題図を表示し図面を出力するため、幾つかの出図パターンのレイアウトをテンプレートファイルとして準備した。出図時にレイアウトを選択し出図が可能である。

10.3 GIS デモシステムの内容

IGAC は、さまざまな分野において GIS の利用を促進するための活動を行う必要がある。また、GIS の利用者が増えるにしたがい、自治体や民間企業からの GIS への質の要求はより高度なものになる。

そのため、GIS への関心は POT にとどまらず、防災や計画立案などにも拡大する。サンプルとして作成した GIS モデルシステムと GIS の応用事例は、図 10-1、10-2、10-3 に示す。

GIS システムの構成

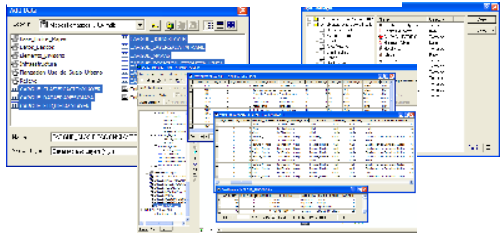
システムのインストール



必要なソフトウェア：
 ArcGIS 9.1

地図データベースの追加

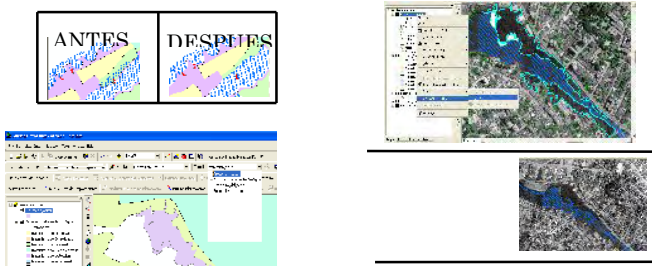
デモ：地図情報の入力



地理情報データの編集

デモ：データの編集

一般用に準備された編集機能



手引書

- インターフェースのインストール手引き
- 主題図データの編集のための手引き
- ArcGIS 9.1.を用いた座標変換手引き
- 主題図作成のための練習手引き

データ編集/関連する地理情報の取扱/データの可視化/GIS 普及を目的とした操作手引き/POT を支援するための GIS データ基盤に利用に関するデモンストレーション

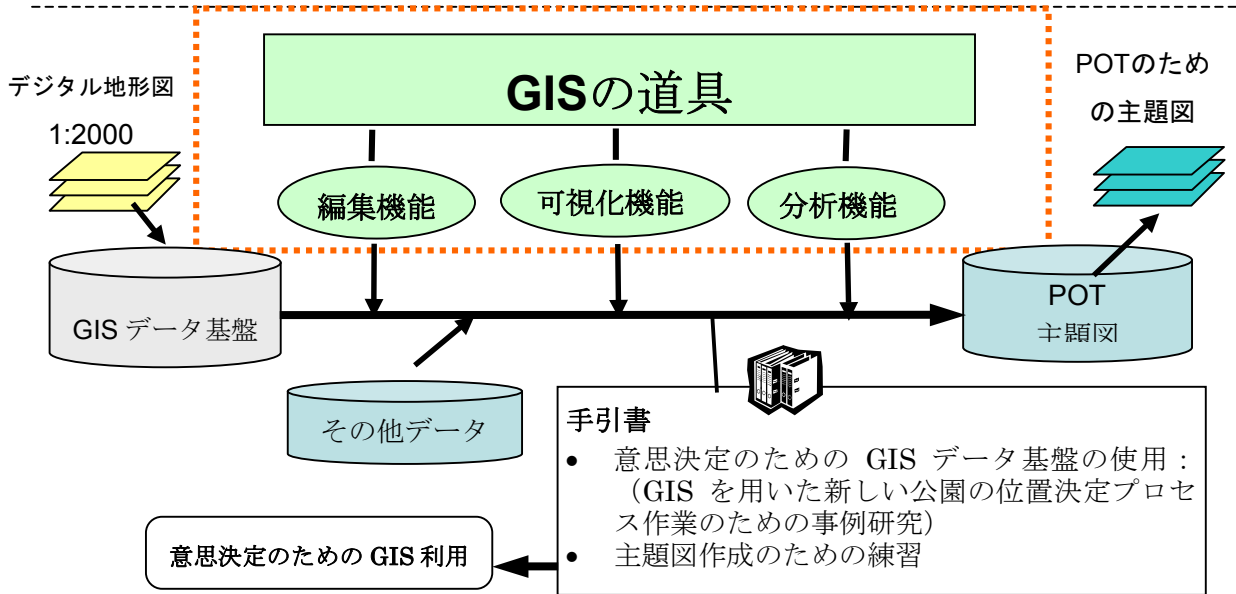
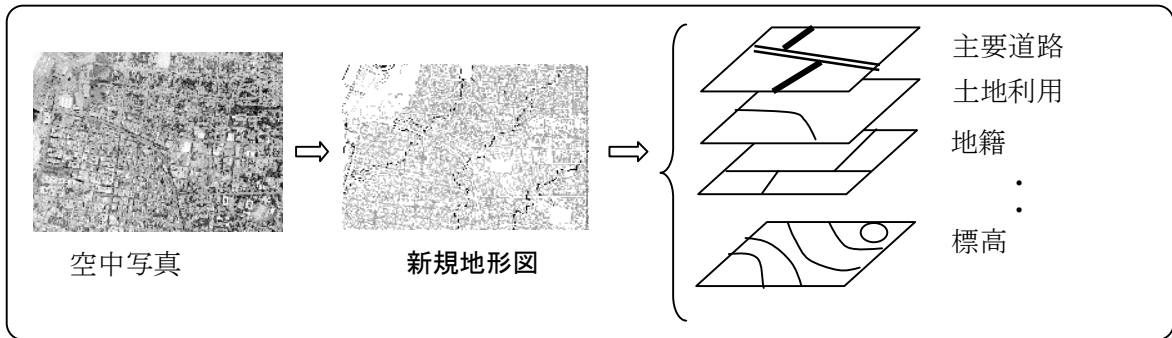


図 10-1 GIS システムの構成

地理情報の地利用



GIS データ基盤の整備

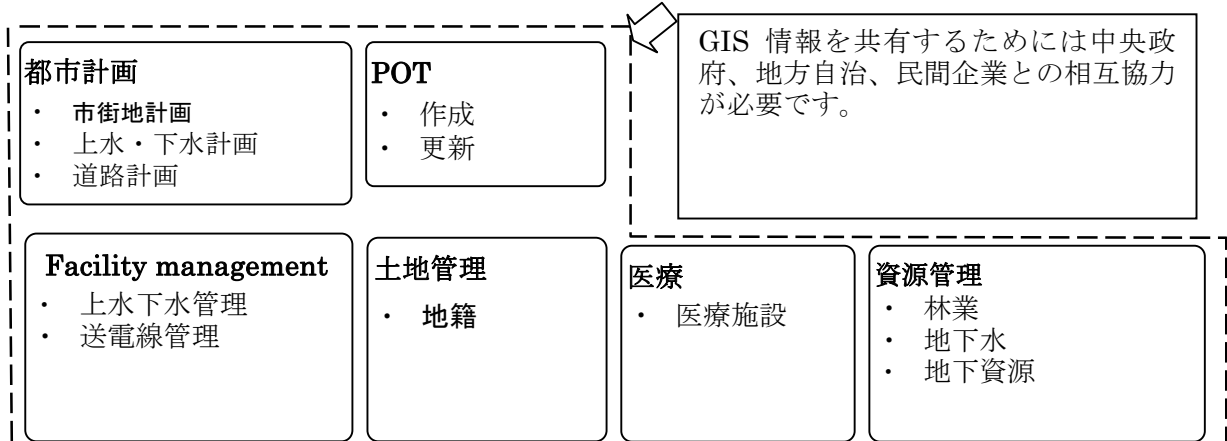
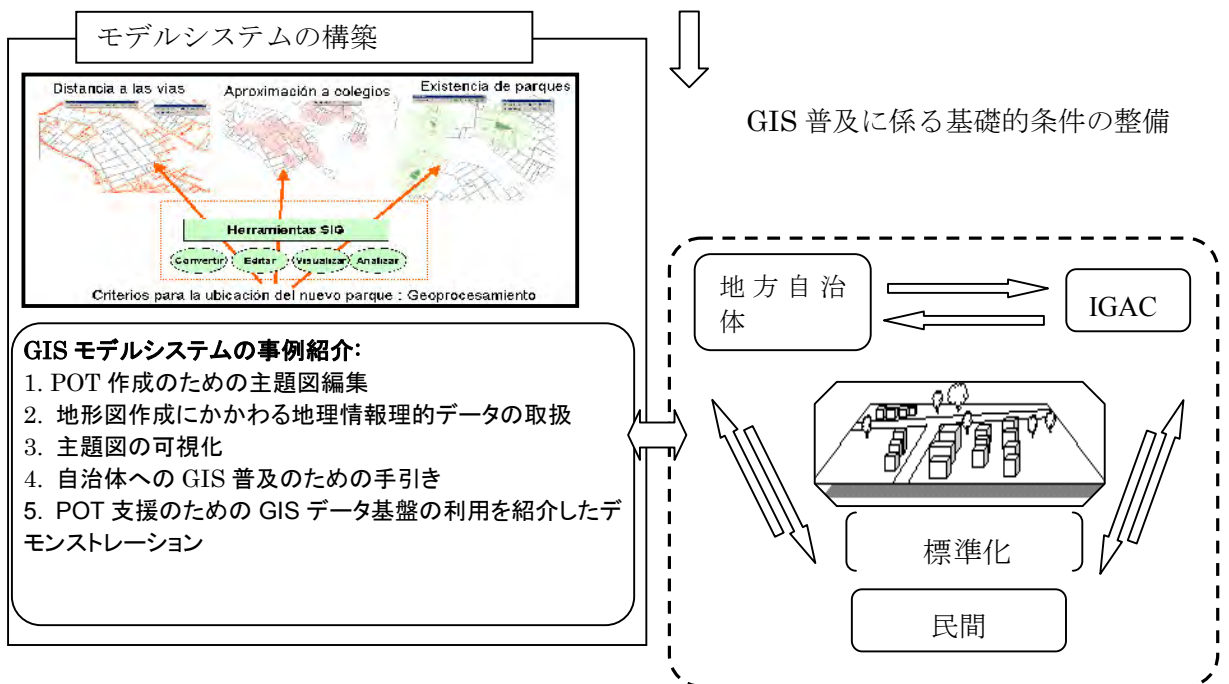


図 10-2 空間データ処理

地理情報データの利用

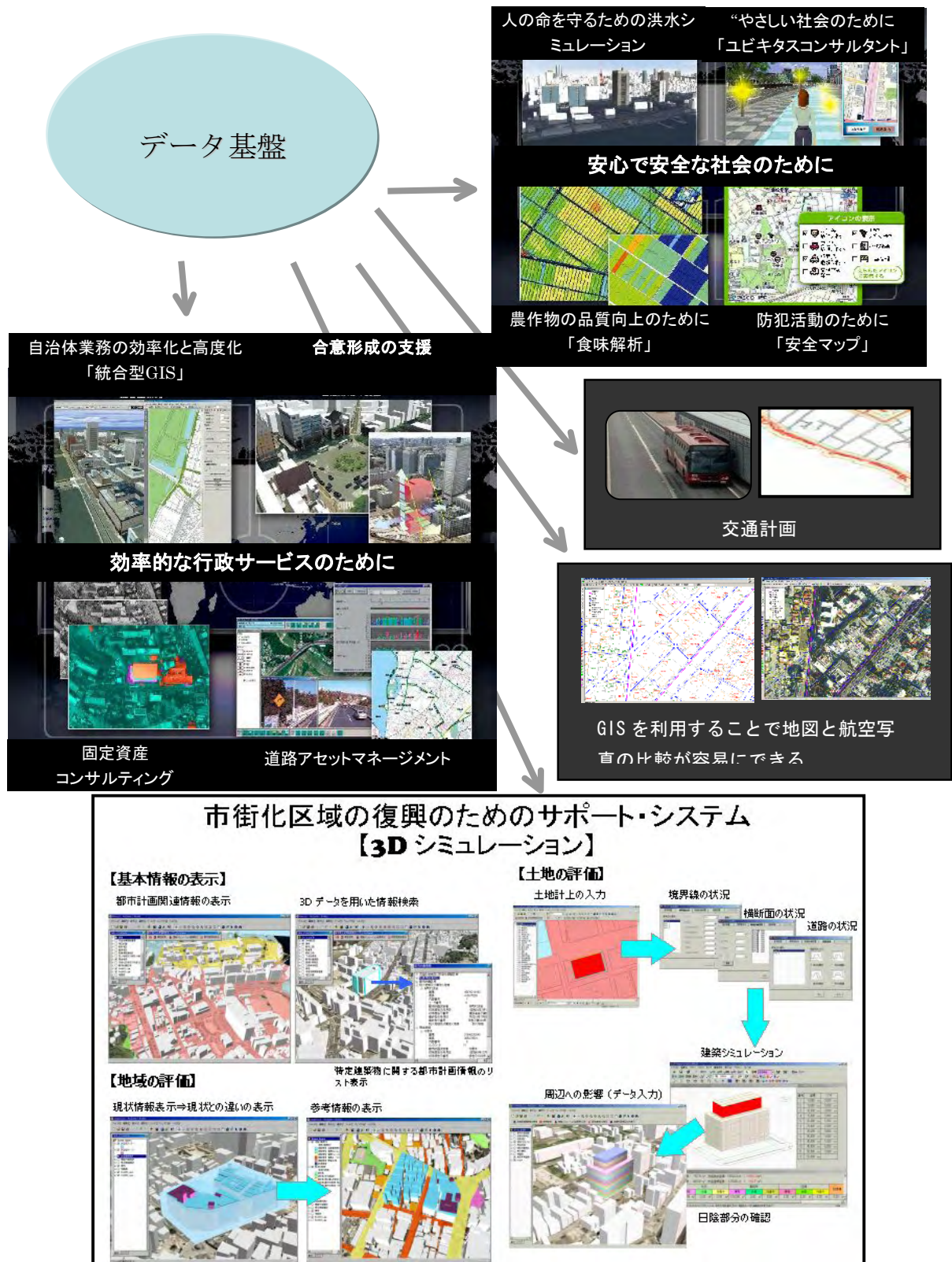


図 10-3 GIS の利用事例

第 11 章 自立発展性分析

11.1 目的と手法

11.1.1 目的

自立発展性分析の目的は、IGAC が本調査で移転された技術を生かしながら、自力で 100 都市の縮尺 1/2,000 デジタル地図と GIS データ基盤を作成できるかどうか判定することである。

11.1.2 分析手法

分析の対象となるのは、IGAC が 100 都市の 1/2,000 縮尺デジタル地図と GIS データを作成する業務であり、上記内容の自立発展性の有無を決定するのは次の 2 つの要因である。

- IGAC とコロンビアの民間企業を併せた生産能力
- 100 都市の地図・GIS データ基盤を作成するための費用

なお、IGAC の能力は、現在の能力と技術移転の結果改善される事項が合わさったものである。

11.1.3 データ収集

IGAC に関する情報は、IGAC 職員へのインタビュー、質問票、生産方法の観察、既存の文書類の分析により収集された。また、サンタマルタ市、カリ市、ペレリラ市、マニサレス市の IGAC 地方事務所は直接訪問して状況を調査した。

100 都市の状況調査については、質問票を作成して IGAC の地方事務所を通じて配布し、それを回収することによって実施した。

11.2 活動記録

11.2.1 コロンビアでの作業（2006 年 1 月～3 月）

- IGAC に対する自立発展性分析の内容と目的の説明
- IGAC の現状と課題についての分析
- 作業計画・経費積算作成のための基礎データ収集
- 100 都市の選択

11.2.2 コロンビアでの調査（2006 年 6 月～7 月）

- 回答の回収
- 回収された回答の分析
- GIS データ作成作業の数量計算

- IGAC の地方事務所の役割

11.2.3 国内作業 (2006 年 8 月)

- 回答の回収
- 収集情報の整理
- 100 都市の縮尺 1/2,000 デジタル地図と GIS データ基盤作成費用の計算
- 追加情報の収集と分析

11.2.4 コロンビアにおける 2 年次の調査業務 (2006 年 9 月～11 月)

- 100 都市地図・GIS データ作成の計画策定
- IGAC の状況と生産手法に関する追加情報の収集
- IGAC 地方事務所への訪問
- 技術移転成果とアドバイス内容の確認

11.3 結果

11.3.1 100 都市の調査

100 都市の調査は、自立発展性分析のための地図・GIS データ作成事業の規模を算出するためと、GIS 普及を検討するための基礎資料収集のために実施した。

(1) 100 都市の概況

IGAC が選定した 100 都市には、カリ (Cali)、イバゲ (Ibague)、ビジャビチエンチオ (Villavicencio)、ポパヤン (Popayan) そしてフロレンシア (Florencia) という、残りの 95 都市と比べて、面積も人口も格段に大きい 5 つの大都市が含まれている。このため、100 都市の特徴の分析は、基本的にこの 5 都市を除いた 95 都市について実施した。

95 都市の総面積は 21,610ha、平均面積は 227.39ha、である。平均人口は 530,000 人、平均人口密度は 2.86 人/ha である。

100 都市の内、99 都市はすでに航空写真でカバーされている。既存の航空写真のサンプルを次頁に示した。サンプル写真が示すように、多くの地方都市の都市域は航空写真数モデルに収まる大きさである(図 11-1)。



図 11-1 既存写真 サンタカタリナ (Santa Catalina) 地区 (Bolivar 州)

100 都市の内の 48 都市しか、質問票への回答を寄こさなかったため、これら 48 都市が 100 都市を代表するといえるかどうかの確認が必要となった。

まず、48 都市の内、カリ (Cali)、イバケ (Ibague)、ビジャビチエンチオ (Villavicencio)、ポパヤン (Popayan) そして フロレンシア (Florencia) は他の 43 都市とはその規模が異なる。従って、48 都市の妥当性についての検討からはこの 5 都市ははずした。

回答を寄こさなかった 52 都市の面積と人口は 43 都市あるいは全体 95 都市の平均サイズより小さい。一方 43 都市の平均値は 95 都市の平均値より大きい。したがって面積と人口からは 43 都市は 95 都市を完全に代表しているとは言えないが、43 都市と 95 都市の面積平均値の差は約 20%であり、100 都市の性格を知るには問題ないと判断した。

(2) 48 都市の調査結果

48 都市からの回答を要約すると下記のとおりとなる。

- 産業は農業、牧畜が圧倒的に多い。すなわち土地利用形態も似通っていると推察される。
- 大半が、古くて不正確な地図を、POT 作成に関する問題と認識している。
- 多くの都市が、POT 策定のための標準設定を重要と感じている。
- 3 都市のみが、測量、地図に関する担当部署を有している。また、3 都市でさえ、担当職員の数は 1 名から 3 名と小規模である。このことから 48 都市の大半は測量、地図、GIS データを扱う能力を有していない。

11.3.2 100 都市の地図・GIS データ作成の費用

この費用積算は、100 都市の地図・データ作成費用を IGAC の通常予算規模と比較するために行った。積算は 2 種類作成した。ひとつは、IGAC が外注に依頼する場合に採用している単価を元に積み上げたもの。もうひとつは、2006 年に IGAC がコロンビアの民間会社に発注した 65 都市の 1/2,000 地形図作成作業の契約金額をベースにして算定したものである。

(1) IGAC の単価に基づく積算

各グループについて、標定点測量、現地調査、空中三角測量そして航測図化・編集という作業単位ごとに必要な時間と経費が算出された。その結果は次のとおりである。

①100 都市の作業数量

- 対象面積： 56,210 ha
- モデル数： 646 モデル
- 標定点数： 723 点

②歩掛り

- 標定点測量： 4 点／班日
- 現地調査： 130 ha／班日
- 空中三角測量： 10 モデル／人日
- デジタル図化： 200 ha／人月
- デジタル編集： 600 ha／人月

全体工期は 25 か月である。

③費用

a) 標定点測量：	CO\$549,480,000
b) 現地調査：	CO\$224,840,000
c) 空中三角測量：	CO\$81,719,000
d) 数値図化・編集・構造化：	CO\$2,810,500,000
e) 現地補測（特に混んだ都市のみ）：	CO\$56,210,000
計	CO\$3,694,766,000

上記積算は、すべての業務がコロンビアの民間会社に外注されることを前提として行なわれた。IGAC は内部の生産能力で足りない場合にはこれまでも外注を起用している。外注経費には民間会社の利益も含まれることから、この積算の結果は 100 都市の地図・GIS 基盤データ作成のための最大経費とみなすことができる。

(2) 65 都市の地図作成契約内容からの推定

IGAC が 2006 年に、コロンビアの民間会社に発注した 1/2,000 デジタル地形図作成作業の契約金額総額は総面積 65,000ha に対して CO\$4,500,000,000 である。一方、100 都市の図化対象面積は 56,210ha である。これらの数字を用いて、100 都市の地図・GIS 基盤データ作成費用の推定を行った。

この積算にあたっては 2 種類の設定を行った。ひとつは、IGAC の外注額には固定費がゼロという設定である。他方の計算では固定費を 10%とした。

もし契約金額の 10%が固定であるとする、100 都市の地図・GIS 基盤データ作成経費は次のように計算できる。

$$(CO\$4,500,000,000 \times 10\%) + (CO\$4,500,000,000 \times 90\%) / 65,000ha \times 56,210ha = CO\$3,952,315,385$$

もし、固定費が 0%であれば、総経費は CO\$3,891,461,538 である。

契約金額の中の固定費がゼロというケースは考えにくいので、この試算のためには固定費を 10%と仮定した金額 CO\$3,952,315,385 を採用した。

(3) 2つの積算の評価

まず 2 種類の積算の結果は次のとおりである。

IGAC の積み上げ積算	:	CO\$3,694,766,000
既存契約金額からの推定 (固定費 10%)		CO\$3,952,315,385

この 2つの積算の差は 7%である。どちらの積算も、概算であることを考えるとこの 7%の差は重要ではなく、100 都市の地図・GIS 基盤データ作成は、CO\$4,000 百万の予算があれば可能であると結論づけられる。ただし、どちらも既存の航空写真を用いることを前提にしている。その理由は 2007 年 7 月の時点で 97 都市についてはすでに航空写真があるからである。

表 11-1 では、2005 年から 2007 年の IGAC 地図作成関連の予算を比較した。

表 11-1 IGAC 地図作成関連の予算の比較

費目	2005	2006	2007
1. 基本図の作成と更新	300,000,000	300,000,000	4,108,000,000
2. DANE 予算による地図作成	10,987,569,206	0	0
3. 他の省庁との契約による地図作成	0	0	4,280,000,000

地図作成の予算は年度により大きく変動する。2007 年の「基本図の作成と更新」予算は、基本的に 1/25,000 図作成のためのものである。しかしながら、もし同じ程度の規模の予算が付けられれば、100 都市の地図・GIS 基盤データ作成に必要な経費 CO\$3,952,315,385 を十分にカバーすることができる。

11.4 IGAC の地図・GIS データ作成能力

11.4.1 IGAC 自身の機材・人的資源

IGAC の写真測量部門および測地部門の技術職員と、所有する機材については、第 6 章で述べた。縮尺 1/2,000 デジタル地図・GIS データ基盤作成に関する IGAC の能力は次のように要約できる。

(1) 機器と技術職員

2007 年 7 月の時点で、地理・地図部は計 21 台の数値図化システム、25 台の数値編集システムを所有している。オペレータは、もし足りなくなれば外部のオペレータを期間限定で雇用することが可能である。したがって、航測図化については IGAC に十分な能力があると言える。

標定点測量については、測地課は、十分な数の GPS とレベルを所有しており、測量担当者も不足していない。

(2) 航測図化システムの操作技量

IGAC としては図化システムの操作については問題を抱えていない。

(3) 航測図化の経験

IGAC はステレオ図化と地図編集には十分な経験を有している。空中三角測量、標定点測量、現地調査についても同様である。

(4) GIS データ作成能力

GIS データ基盤の定義と内容については、JICA 調査団と IGAC は会議を重ねて意見を交換したが、JICA 調査団は、IGAC は地形図から GIS データを作成する能力はあると判断する。

(5) 課題と技術移転

JICA 調査団は、IGAC の地図作成手法と仕様いくつか課題があると判断した。特に目立ったのは、技術部門間の意志疎通の悪さである。

他の問題点としては、地図のシート割りが都市の拡大と共に変化する点などが挙げられる。JICA 調査団が気づき IGAC に伝えた不具合は IGAC が全て自らチェックし、いくつかはすでに方法を変更している。最も重要なことは IGAC が今、部門間の壁を乗り越えるための動きをしていることである。

11.4.2 コロンビアの民間測量企業の能力

2006 年に IGAC はコロンビアの民間企業に 65 都市の 1/2,000 デジタル地形図を作成する作業を発注した。民間企業の能力は、短い期間に地図・GIS データを作成するためには重要である。JICA 調査団は下記の 4 大民間企業を訪問してその能力を点検した。

- FAL LTDA
- GEOVITAL
- GEOSISTEMAS
- ATLAS INGENIERIA

4 社は何らかの形で IGAC と関係がある。たとえば、元 IGAC の職員が経営者となっている。民間企業の所有する機器は IGAC のものに比べれば最新ではないが、デジタル地図・GIS データ作成には十分である。

11.5 自立発展性分析結果

IGAC が 100 都市の 1/2,000 地形図と GIS データ基盤を作成する事業の自立発展性を評価するのは次の 3 項目である。

- IGAC と民間企業を併せた生産能力
- IGAC 予算
- JICA からの技術移転の成果

11.5.1 IGAC と民間企業を併せた生産能力

2007 年 7 月までに、IGAC は航測図化プロセスを全てデジタルで行うための機材の導入を完了し、従来のアナログ図化機、解析図化機のオペレーターも新しいデジタル機器の操作のトレーニングを受けている。民間企業の機器は IGAC のものより古いが、成果品は IGAC が求める仕様を満たしている。

双方合わせると、100 都市の地図・GIS データ基盤作成には十分対応できる。

11.5.2 100 都市の地図・GIS データ基盤作成の予算

2007 年度の IGAC の総予算 CO\$ 72.823 百万、基本図作成のための予算は、CO\$8.388 百

万である。一方、100 都市の地図・GIS データ基盤作成に必要な経費は CO\$3.694 百万である。したがって、もし 2007 年度の地図作成予算が全て 100 都市の地図作成に充当されるのであれば、100 都市の地図は約 2 年で完了する。

11.5.3 JICA による技術移転成果

第 7 章で述べたように、JICA 調査団は IGAC のこれまでの生産方法を改良するための見直しや修正を行った。JICA 調査団が行った技術的助言は航測図化作業の能率改善に貢献している。

11.5.4 自立発展性の総合評価

上記議論を踏まえて、JICA 調査団は自立発展性について以下のように評価する。

(1) IGAC は、100 都市の 1/2,000 地形図・GIS データ基盤を作成するために必要な生産手段と人員を有している。もし IGAC の生産手段が他の作業に使用されている場合には、不足分を民間会社への外注により補うことが可能である。

(2) しかしながら、IGAC の地図作成部門はここ 2, 3 年で大変急激な近代化を進めてきた。この中で個々のシステムの操作については十分な訓練を受けてきているものの、それらを全て統合した場合に円滑な生産が可能かどうかについては、今後まだしばらく観察を続ける必要がある。

(3) さらに、改良が必要な事項がまだ存在する。たとえば現在 IGAC が採用している地方座標系である。第 8 章で述べたように、JICA 調査団は現在の地方座標系は地図のユーザー特に GIS データのユーザーには容易に理解できない内容となっている。同座標システムはコロンビア国内で長期間使われ続けており、当然他のシステムに比べて長所があるから使われていることは理解できるが、JICA 調査団としては、IGAC は GIS 普及という観点から現行システムの長所と短所を見直すべきであると考ええる。

見直しが必要と思われるもう一つの点は、地物カタログの内容である。IGAC はすでに地物カタログを印刷出版しているが、その内容は必ずしも明確ではない。定義が不明確であれば図化作業と現地調査に混乱が生じる結果となる。

(4) 上記の状況を総合すると、JICA 調査団は IGAC が 100 都市の縮尺 1/2,000 デジタル地図と GIS データ基盤作成については、十分な予算があれば自立発展的に遂行できると判断する。しかしながら、データ作成工程やデータ利用の場面での混乱を防ぐために、地方座標系や地物カタログなどについては見直す方法での検討が必要であろう。

第 12 章 IGAC への提言

本調査の実施を通じて調査団としての IGAC に対する提言は下記のとおりまとめることができる。

12.1 IGAC 自身の機材・人的資源

(1) 機器と技術職員

2007 年 7 月の時点で、写真測量課は計 21 台の数値図化システム、25 台の数値編集システムを所有している。オペレータは、もし足りなくなれば外部のオペレータを期間限定で雇用することが可能である。したがって、航測図化については IGAC は十分な能力があると言える。

標定点測量については、測地課は、十分な数の GPS とレベルを所有しており、測量担当者も不足していない。

(2) 航測図化システムの操作技量

解析図化機からソフトコピーシステムへの大がかりな変更は 2 年前に開始され、2007 年 7 月までに、以前解析図化機を操作していたオペレータも全て新しいデジタル図化システムの操作の訓練を受けた。したがって、IGAC としては図化システムの操作については問題を抱えていない。

(3) 航測図化の経験

IGAC はステレオ図化と地図編集には十分な経験を有している。空中三角測量、標定点測量、現地調査についても同様である。

(4) GIS データ作成能力

2005 年以来、IGAC は地図編集に ArcGIS を使用するための準備を行い、2006 年には新たなデータモデルも作成した。GIS データ基盤の定義と内容については、JICA 調査団と IGAC は会議を重ねて意見を交換したが、JICA 調査団は、IGAC は地形図から GIS データを作成する能力はあると判断した。

12.2 自立発展性の評価

(1) IGAC は、100 都市の 1/2,000 地形図・GIS データ基盤を作成するために必要な生産手段と人員を有している。もし IGAC の生産手段が他の作業に使用されている場合には、不足分を民間会社への外注により補うことが可能である。

(2) IGAC の地図作成部門はここ 2, 3 年で大変急激な近代化を進めてきた。この中で個々のシステムの操作については十分な訓練を受けてきているものの、それらを全て統合した場合に円滑な生産が可能かどうかについては、今後まだしばらく観察を続ける必要がある。

(3) IGAC が採用している地方座標系は地図のユーザー特に GIS データのユーザーには容易に理解できない内容となっている。同座標システムはコロンビア国内で長期間使われ続けており、当然他のシステムに比べて長所があるから使われていることは理解できるが、JICA 調査団としては、IGAC は GIS 普及という観点から現行システムの長所と短所を見直すべきであると考えます。

12.3 IGAC の地図作成手法と仕様

JICA 調査団は、IGAC の地図作成手法と仕様についていくつか課題があると判断した。

不具合の内容を説明し、対応についてアドバイスをしてきた。その内容について作業の流れに沿って簡単に記述する。

(1) 不完全モデル

カルタヘナとサンタマルタの水域を含む写真では、不完全モデルとなる空中写真があった。カルタヘナの砂嘴では、砂嘴を連続的にカバーするような撮影コース設定がなされていなかった。

不完全モデルでは、付近の陸域の高さからモデル上で水面の高さを割り出し、高さを与えることにより対応したが、IGAC はこれまで、海外付近の 1/2,000 地形図作成については、あまり経験がなかったことが推察され、今後の撮影方法への対応を指導した。

(2) 写真の番号付け規則

写真のナンバリング（自動）と注記内容（写真番号）、GPS による撮影位置座標の点名、デジタル化された空中写真画像の画像ファイル名が関連していなかった。このため、空中三角測量を始めるにあたり、GPS による撮影位置の座標成果と撮影標定図上に画像番号をプロットして展開し、ひとつひとつ関連づけする作業が必要となった。作業の効率化さらには単純な間違いをなくすためにも、撮影位置座標の点名とデジタル化された空中写真画像の画像ファイル名の関連付けの効果を説明し理解を求めた。

(3) 縦コースの位置

IGAC により縦コースの撮影は行われたが、今回の縦コースの位置は、必要な標定点数を減らすことにつながるような配点ではなかった。縦コースの目的を説明し今後の撮影計画への対応を指導した。

(4) 空中写真デジタル画像データ不具合

① 不具合内容

IGAC が作成した画像データファイルに、通常の例では見られない色階調情報の不連続を確認した。

- 画像をピクセル等倍まで拡大して観察すると、隣接するピクセル同士で表示されている色の階調に連続性がない。
- 建物の屋根、道路の路面等、通常は隣接する各画素の階調がほとんど同じであるべきところで、隣接する画素の階調がランダムに飛んでいる。

② 不具合原因の検証

内挿処理による解像度の補完設定・・・スキャナの取り扱い説明書を確認したところ、航空測量に使用する画像をスキャンニングする際には、補完設定を使用しない旨の警告文がある。そこで、画像の補完設定を無効に設定することを助言した。その結果、色調の不連続がなくなることを確認できた。

走査速度・・・現状の最高速度の設定では、満足な画像は得られないことを確認した。走査速度の設定値を遅くすることを助言し、画質が向上することを確認した。

スキャンニング速度・・・画質は向上するが、スキャンニングに要する時間が増えることになる。当該スキャナには、速度の設定が数段階あり、オペレータ自身で通常の業務に最適な設定値を割り出すように助言した。

12.4 職員の技術能力の向上にかかわる課題

主要都市 3 地域について 2 年間で地形図と GIS データ基盤を作成

自治体からの要望の一つに、最新のデータがないため様々な計画立案に対して非常に不便を感じているとの意見が多く聞かれた。一方、3 都市のデータが完成した時点で 3 都市に対しては IGAC から無償でデータ一式が提供されるとの話があり、様々な場面で図面が有効活用されるものと期待される。しかし、今後はデータの更新への対応が大きな課題となる。その対応を早急に検討する必要があるが、その担い手に地方事務所の職員の活用が提案できる。

IGAC はコロンビア国の測量地図作成機関であり、中南米にある同様の組織の中では一番進んだ技術を有している。これは、IGAC の組織の一つである研究開発機関 (CIAF) が、測量、写真測量、リモートセンシング、地図作成に関する様々なトレーニングコースを開設し、職員の教育に当たっていることにも起因している。しかし、IGAC の地方事務所の職員

に対しては地方事務所にトレーニングのために講師を送り対応している。地方事務所の希望はもっと頻繁な、あるいはもっと長い期間のトレーニングを望んでいる。これまで本部職員だけが対応していた地形図作成作業を、地方事務所の職員も積極的に活用すべきと考え、そのためにも、この分野でのトレーニングを積極的に対応することが重要と考える。

12.5 生産工程の見直し

(1) IGAC とは異なる視点から生産工程や仕様を見直し

IGAC は 70 年以上の長い歴史をもつ測量局である。そのため、一度構築した作業工程を見直すことが難しく、個人では疑問をもっている、見直しが行われていないのが現状である。今回 JICA 調査団が作業に参加し、IGAC が非常に協力的に対応してくれた結果、IGAC とは異なる視点から生産工程や仕様を見直すことができ、結果を IGAC に報告することができた。しかし、今後、大量生産を目指すためには、部門間の情報交換を心がけるとともに、全体を見渡す作業管理者の育成も必要と思われる。

(2) 調査団から IGAC への助言

・空中三角測量と数値図化

IGAC の空中三角測量と数値図化工程を見直し、IGAC の図化オペレータは数値図化を問題なく行えることを確認した。空中三角測量については、IGAC はソフトウェアの自動処理機能を使えば問題なく行えることを確認した。このため調査団員はパスポイントの自動確認ができない場合に備えて手動による空中三角測量を行う方法を助言した。

・IGAC の座標系の内容と課題

IGAC の地方座標系は 1099 の市のほとんどが独自の座標原点を有している。その結果、コロンビアの地方座標系は次のような点で不便である。

① ある地域がひとつ以上の座標系でカバーされなければならないとすると、地理情報の一般のユーザーは混乱する可能性がある。

② もし多数の座標系が存在すると、GIS ソフトメーカーはその全ての座標系にソフトを対応させることをためらうはずである。事実 ArcGIS はコロンビアの地方座標系には対応しておらず、ユーザーは自らパラメーターを設定することにより、各地方座標系を定義する必要がある。

③ 将来、多くの市で測地基準点網が設置されるはずである。IGAC は市街地の発達により座標原点が市街地の中心からずれた場合には、地方座標系の原点を移動して対応しているが、もし原点座標が変わると様々な座標値が出現することになりユーザーを混乱させる。

GIS データを作成し、GIS を使う目的は同じ座標系を用いて地理情報を共有するためである。小さな地域に複数の座標系があるとすれば、情報共有は難しくなる。

ローカルのカルテシアン座標の原点数値に小縮尺用の座標系と同じ数値を与えている。両座標系間で原点における座標値は同じであるが、原点以外の場所では、似たような数値の座標値が 2 つ存在することになり、どちらの座標系なのか混乱をきたす可能性ある。

座標系の問題に関しては、IGAC 内部方針に基づくものであり、JICA 調査団は日本の平面直角座標系などの事例を紹介し、上記理由をもとに IGAC に検討を求めるにとどめた。

12.6 外注と同じような立場で IGAC の仕様を検証

日本の測量手法を直接導入せず、できるだけ IGAC の仕様を尊重し、IGAC の仕様に基づいて標定点測量、現地調査を行うことを今回決めた。その結果、IGAC の仕様を細かく確認する必要があり、結果的に仕様の検証が行え、不具合箇所を指摘することができた。今後、関係者全員に周知徹底することが重要である。

(1) データカタログ

IGAC は地図に表現される地物についてさまざまなカタログを出版している。しかしながら、実際にコロンビア国内で IGAC のカウンターパートと一緒に作業を実施した結果、IGAC の作業は必ずしも既存のデータカタログを参照していないことが判明した。

IGAC が外注業者に示す仕様書の中のデータ内容に関するものとしては、以下の仕様書が存在する。

Anexo No.6 : Modelo de datos

Anexo No.7 : Simbologia

現地調査の項目は Anexo 6 のデータモデルをベースに実施したが、このデータモデルには記載されていない地物が現地には存在する。また、図式記号規程は Anexo 7 であるが、その内容が Anexo 6 のデータモデルと一致しない部分がある。

データモデル構築の基本概念である階層も、大項目、中項目、小項目の考え方にばらつきが見られた。

IGAC ではデータモデルの構築が過渡期に当たるため、最新のデータモデルの内容と現在の現地調査の手法との間に矛盾が生じている部分がある。

データモデルの階層を整備し、データモデルと図式規程を一致させる必要があるとの助言を行った。

12.7 IGAC が行っている現地調査方法への新しい手法の提案

IGAC はアナログからデジタルへの移行時期にある。そのため、将来役に立つと思われる内容は積極的に取り込む姿勢が強い。RECON ならびにオルソフォトの導入も具体的な事例であるが、その結果を IGAC が不得意とする大量生産体制に結びつけることも重要な課題と考える。

(1) GPS 搭載データレコーダー (RECON) の利用

IGAC から提案のあった、RECON を現地調査で使用した。その結果、RECON の長所と短所が明らかになった。RECON を使用することが有利な作業とそうでない作業を見極め、適正な作業計画を立てるべきであるとの提案を IGAC にアドバイスした。

- 長所：取得データが直接使用できる（座標、テキスト）
- 短所：画面が小さく見づらい

座標ファイルの投影法に Cartesian が含まれていない。

GPS で座標取得した場合、大縮尺図では無視できない誤差が発生する。

上記の長所短所を勘案すると、その利用方法は次のとおりとなろう。

- 適した作業：国勢調査（取得データの量が多く、一軒々々を調査するような作業。DANE は国勢調査に RECON を使用した。）
- 適さない作業：写真上の不明地物を書き起こす作業

第 13 章 データの利活用の提案

本調査で作成された地形図データの利活用を具体的な事例をあげ提案した。ただし、ここでの提案は、一般的な利用方法を提案したものであり、具体的な利用にあたっては詳細な実施計画を作成する必要がある。

13.1 IGAC の役割

本調査で作成した GIS データ基盤は POT 図面の作成、更新に必要な主題図作成の基図として利用される。しかし、GIS データ基盤の利用者は様々であり、常にデータの維持管理を求められる。これに答えることができるのは、データ構築の経験を持つ IGAC が管理者としての役割を求められている。図に示すように、GIS データの利用者は様々であり、それぞれの役割が異なり、IGAC は GIS 管理者として対応する必要がある。(図 13-1)。

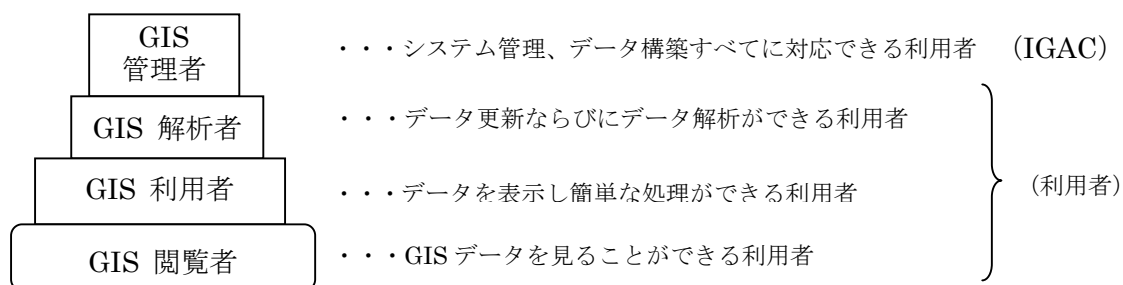


図 13-1 GIS の利用者別種類

13.2 想定される利用者

ボゴタ市において想定される GIS 利用者を以下に示す。多くの利用者は既存のデータを入力し、不足するデータは目的に応じて自分たちでデータを追加し利用することになる。そのためにも、GIS データ基盤がしっかりしたものであることが必要である（表 13-1）。

表 13-1 GIS データベース利用者

No	Name	Comments	Jurisdiction
1	DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística	Statistical data producer	National
2	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Ministry of the Environment, Housing and territorial development	National
3	ECOGAS - Empresa Colombiana de Gas	Gas company	National
4	IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	Institute for hidrology, meteorology and environmental studies	National
5	DNP - Departamento Nacional de Planeación	National Planning Department	National
6	Bogota Municipality - Alcaldía de Bogota	(*) In general, institutions of Bogota do not use IGAC-produced data for their tasks.	Local (Bogota)
6.1	DAPD Departamento Administrativo de Planeación Distrital	Planning Office	Local (Bogota)
6.2	IDRD Instituto Distrital de Recreación y Deporte	Recreation - Sports	Local (Bogota)
6.3	IDU Instituto de desarrollo urbano	Urban development	Local (Bogota)
6.4	DACD Departamento Administrativo del Catastro Distrital	Cadaster	Local (Bogota)
6.5	CVP- Caja de vivienda popular	Popular Housing	Local (Bogota)
6.6	DABS- Departamento Administrativo de bienestar social del distrito	Social welfare	Local (Bogota)
6.7	DADEP - Departamento administrativo defensoria de espacio publico	Public spaces	Local (Bogota)
6.8	DAMA - Departamento administrativo del Medio Ambiente	Environment	Local (Bogota)
6.9	Empresa de renovacion urbana	Urban renewal	Local (Bogota)
6.10	ETB - Empresa de telecomunicaciones de Bogota	Telecommunications	Local (Bogota)
6.11	BSH - Bogota sin hambre		Local (Bogota)
6.12	Canal Capital	Television channel	Local (Bogota)
6.13	FAVIDI - Fondo de ahorro y vivienda distrital	Housing fund	Local (Bogota)
6.14	DPAE - Departamento Administrativo La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogota	Emergencies prevention & attention	Local (Bogota)
6.15	Metrovivienda	Social housing	Local (Bogota)
6.16	Secretaria de educacion	Secretary of Education	Local (Bogota)
6.17	Secretaria de hacienda	Secretary of	Local (Bogota)
6.18	Secretaria de gobierno	Secretary of government	Local (Bogota)
6.19	Secretaria de obras	Secretary of public infrastructure	Local (Bogota)
6.20	Secretaria de salud	Secretary of health	Local (Bogota)
6.21	Secretaria de transito y transporte	Secretary of transportation	Local (Bogota)
6.22	Transmilenio	Transmilenio Transportation system	Local (Bogota)
6.23	Empresa de Acueducto de Bogota	Aqueduct	Local (Bogota)
7	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)	Cundinamarca environmental regional office	Regional (Cundinamarca)

13.3 具体的な利用

(1) 共通利用できるデータと特殊データの準備

各種の開発計画策定に必要とされるデータは表 13-2 に示すものが提案できる。この表からも明らかなように、いずれの開発計画においても共通するデータが存在する。また特殊なデータも含まれるが、特殊なデータはその都度利用者が収集することになる。

表 13-2 開発計画に必要なデータ一覧

		道 路 建 設	農 業 開 発	工 業 開 発	水 産 開 発	住 宅 開 発	観 光 開 発	災 害 対 策	環 境 保 全
空 間 デ ー タ	行政界	○		○		○	○		
	道路、鉄道	○				○	○	○	○
	海岸線	○		○	○				○
	水域（河川、湖沼）	○	○				○	○	
	地形（標高、等高線）	○	○	○		○			
	基準点	○				○		○	
	植生						○		○
	公共施設					○		○	
	地名						○	○	
そ の 他	土地利用	○	○	○		○		○	○
	土壌		○						
	地質	○		○				○	
	災害履歴	○				○	○	○	

(2) 具体的な利用

本調査で作成する GIS データ基盤は「空間データ」に記載されている内容をすべて網羅している。但し、「その他」に上げた土壌、地質、災害履歴などの情報は、その都度必要に応じて収集することになる。

表 13-3 には本調査のデータを利用することで利用可能な分野、概要を整理したものである。

表 13-3 目的別の利用案

分野	概要	個別データ項目の例 (利用が考えられる空間基盤データ)
計画支援 (Urban Planning)	都市計画決定に関する情報提供 土地利用 都市施設 市街地開発事業 都市計画制限に関する情報提供 開発許可 地域指定 建築規定 都市計画業務支援 市街地開発計画 土地区画 上、下水道整備計画 道路計画	道路、河川、境界 (行政界)、等高線、基準点 土地利用 教育施設
施設管理 (Facility management)	上、下水道管管理 送電施設管理	管路、管径、管種、布設年度、給水施設情報、需要者情報、管網解析等 排水路、ポンプ場、受益者情報等 施設規模、
土地管理 (Land management)	地籍管理 固定資産税評価	地番、家屋、現況地目、構造等
資源管理 (Resources management)	農業 農業管理 土壌診断 地下資源 (地下水、各種鉱石など) の探査	所有者、営農者、面積、作物 土地の傾斜 土壌、地質

計画支援・・・都市計画決定に関する情報提供、都市計画制限に関する情報提供、都市計画業務支援などは、人口等の統計資料も整備する必要がある。

施設管理・・・上下水道施設は GIS の利用が色々な場面で利用が報告されているが、収集する情報が多岐にわたり、データ構築に時間がかかる。特に、配管網データの位置精度が成功への大きな鍵であるが、作業量は膨大なものとなる。

土地管理・・・既に IGAC では地籍管理のためのシステムを運用している。正しく運用していくためにはデータ更新への対応が重要になる。

資源管理・・・使用する図面縮尺が異なることが予想される。上記に比べ精度はそれ程必要としないが、出典が異なり注意が必要である。

第 14 章 結論

本調査は 2005 年 8 月から 2007 年 12 月までの約 29 ヶ月にわたり、JICA 調査団と IGAC との共同作業で実施された。撮影から空中写真のデジタル・データ作成までは IGAC が全面的に対応し、標定点測量、現地調査も IGAC のカウンターパートが主体となり実施された。第 2 年次には JICA から供与された機材を使用し、数値地図と GIS データ構築に関する技術移転が行われた。これまでの発展途上国の測量・地図作成機関と異なり、IGAC カウンターパートは、数値写真測量図化の機器とソフトウェアを操作する基本的な能力は既に有していた。したがって、JICA 調査団は基本的な技術移転ではなく、IGAC の生産手段の効率化を目指した提言を中心に技術移転を実施することにした。

例えば、IGAC が持つ個々の技術はこれまでの経験と歴史を踏まえて構築されたものであり、その意味では 1/2,000 を構築する技術は十分であると認識している。しかし、IGAC には生産能力の強化（大量生産）のための経験に乏しく、JICA 調査団が実施した短期間に約 420 面の地形図を仕上げる工程は、IGAC のこれからの作業に大いに役立つものと期待している。

今回の調査を通じて理解した事は、IGAC は JICA 調査団が提案した技術に対して、その技術をそのまま取り込むのではなく、IGAC 自身で検証を行い、納得した上で既存の業務に取り組みしており、この姿勢がこれまでの技術の向上に結びついたものと評価している。

IGAC は製品の販売にも力をいれている。その額は IGAC の総収入に比べるとわずかであるが、製品販売から得られる収入の使い方を自ら決定できることである。

IGAC には CIAF という教育機関があり、測量、写真測量、リモートセンシング、地図作成に関する様々なトレーニングコースを開設している。トレーニングコースの講師は様々な組織から調達しているが、IGAC 元職員も講師として活躍している。このトレーニングには正規職員はトレーニング費用を負担する必要がない。IGAC の地方事務所の職員はこの機会が十分に与えられていない。また、契約社員はトレーニングの機会にめぐまれていないが、これらの職員を有効活用するうえにおいても、積極的な見直しが望ましい。

今年度、コロンビア国の地図作成に関する方針は 1/2,000 よりも 1/25,000 の整備に重心があり、1/2,000 は IGAC 職員だけでなく、外注を使つての 1/2,000 の整備を検討している。しかし、これまでの JICA 調査団と IGAC との共同作業は、いかなる体制においても生産能力の強化を推し進めることができるものと期待される。

最後に、本調査の実施に対して多大な支援協力をいただいたコロンビア国測量局局長を始め、カウンターパートの方々、在コロンビア日本大使館、JICA コロンビア事務所に対して感謝いたします。

付録

SCOPE OF WORK FOR THE STUDY ON THE FORMULATION OF GEOGRAPHIC
DATA BASE OF THE PRINCIPAL CITIES IN THE ATLANTIC COAST IN REPUBLIC
OF COLOMBIA

SCOPE OF WORK
FOR
THE STUDY ON THE FORMULATION OF GEOGRAPHIC DATA BASE OF THE
PRINCIPAL CITIES IN THE ATLANTIC COAST IN REPUBLIC OF COLOMBIA

AGREED UPON BETWEEN

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC)
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

Bogota D.C., 22nd March, 2005



Mr. Nobutetsu ENOSHITA

Leader

Preparatory Study Team

Japan International Cooperation Agency (JICA)



Mr. Iván Darío Gómez Guzmán

Director General

Instituto Geografico Agustin Codazzi (IGAC)

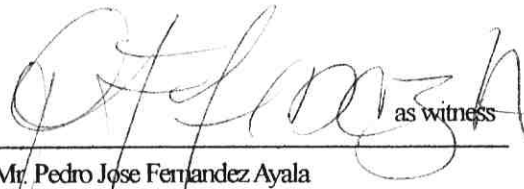


Mr. Luis Alfonso Hoyos Aristizabal

Director

Agencia Colombiana de Cooperacion Internacional

(ACCI)



as witness

Mr. Pedro Jose Fernandez Ayala

Deputy Director

Departamento Administrativo Nacional de Estadística

(DANE)

I. INTRODUCTION

In response to a request of the Government of Republic of Colombia (hereinafter referred to as "the GRC"), the Government of Japan decided to conduct "The Study on the Formulation of Geographic Data Base of the Principal Cities in the Atlantic Coast in Republic of Colombia" (hereinafter referred to as "the Study"), in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned of the GRC.

The present document sets forth the Scope of Work with regard to the Study.

II. OBJECTIVES OF THE STUDY

The objectives of the Study are:

- 1) to formulate new digital topographic maps covering as shown in Appendix-1-1, 1-2 and 1-3 (hereinafter referred to as "the Mapping Area"), at the scale of 1:2,000, including taking new aerial photographs (Approximately 400 square kilometers);
- 2) to conduct the feasibility study for the formulation of geographic data base in the other 100 municipalities.
- 3) to pursue technology transfer in the course of implementation of the Study.

III. SCOPE OF THE STUDY

In order to achieve the objectives mentioned above, the Study shall cover following items.

1. Review of Existing Conditions

Existing conditions relevant to the Study including organization set-up, mapping system, facilities management and control points shall be reviewed.

2. Aerial Photography

Black and white aerial photographs at the scale of 1:10,000 covering shall be taken.
(Approximately 400 square kilometers)

3. Map Production for covering as the Mapping Area.

1) Control Point Survey, Leveling and Pricking

Control point survey, leveling and pricking shall be carried out.

2) Aerial Triangulation

Aerial triangulation shall be carried out.

3) Field Identification

Topographic information shall be interpreted mainly using the aerial photographs. The field identification shall be conducted in case that the information on the aerial photographs is difficult to be interpreted.

4) Digital Plotting

Digital topographic data shall be plotted.

- 5) Editing and Symbolization
The digital topographic data shall be edited and symbolized to print topographic line maps at the scale of 1:2,000.
 - 6) Field Completion
Field completion shall be carried out.
 - 7) CD-ROM production
The digital topographic data shall be compiled into CD-ROM.
4. Conduct of Feasibility Study
 - 1) Review of Existing Data
Existing digital topographic data in the other 100 municipalities shall be reviewed. 100 municipalities are listed as shown in Appendix 2.
 - 2) Supplementary Survey
Necessary data for cost-benefit analysis shall be collected.
 - 3) Cost Estimation
Cost for the formulation of geographic data base in the other 100 municipalities shall be estimated.
 - 4) Economic and Financial Analysis
Benefits which are supposed to be created by the Projects, shall be analyzed.
 5. Utilization of GIS data
GIS data formulated in the Study shall be utilized for the various purposes of land use plan, cadastral information, public service networks and so on.
 6. Establishment of Coordinating Committee and Technical Team
Istituto Geografico Agustin Codazzi (hereinafter referred to as the "IGAC") is encouraged to establish a Coordinating Committee and Technical Team. The Coordinating Committee is responsible for the management of the Study. The Technical Committee shall conduct the Study based on the direction of the Coordinating Committee.
 7. Technology Transfer
In order to facilitate technology transfer to the counterpart personnel, part of the above-mentioned items shall be undertaken by the counterpart personnel under the technical supervision of the members of the Study.
 8. Dissemination of the Final Products
Recommendations for the wide and effective use of the topographic data produced under the Study shall be prepared.

IV. STUDY SCHEDULE

The Study will be implemented in accordance with the tentative schedule as shown in Appendix-3. The schedule, including dispatch schedule of the full-scale study team (hereinafter referred to as "the Study Team") and report submission dates stated in the next clause (V), is tentative and subject to be modified when both sides agree



upon because of any necessity that arises in the course of the Study.

V. REPORTS AND FINAL PRODUCTS

JICA will prepare and submit the following reports and the final products of topographic mapping works to the GRC.

1. Inception Report
Twenty (20) copies (ten (10) copies in English and ten (10) copies in Spanish) at the commencement of the Study
2. Interim Report
Twenty (20) copies (ten (10) copies in English and ten (10) copies in Spanish) within fifteen (15) months after the beginning of the Study
3. Draft Final Report
Twenty (20) copies (ten (10) copies in English and ten (10) copies in Spanish) within twenty-six (26) months after the beginning of the Study
IGAC will submit its comments within thirty (30) days after the receipt of the Draft Final report.
4. Final Report
Twenty (20) copies (ten (10) copies in English and ten (10) copies in Spanish) within thirty (30) days after the receipt of the comments on the Draft Final Report.
5. Final products of topographic mapping
 - 1) One (1) set of negative films of aerial photographs
 - 2) One (1) set of contact prints of aerial photographs
 - 3) One (1) set of digital data of aerial photographs
 - 4) One (1) copy of result of ground control point survey for map production of the Mapping Area
 - 5) One (1) copy of result of aerial triangulation for map production of the Mapping Area.
 - 6) Five (5) sets of 1:2,000 scale digital topographic data of the Mapping Area
 - 7) Two(2) sets of 1:2,000 scale topographic maps plotted on polyester base of the Mapping Area

VI. UNDERTAKING OF THE GRC

1. To facilitate the smooth conduct of the Study, the Technical Cooperation Agreement signed between the GRC and the Government of Japan on 22nd of December, 1976, and the Note Verbals issued by the Government of Japan on 17th of September, 2001 and confirmed by the GRC on the 21st of January, 2002 will be applied:
 - 1) to secure the safety of the Study Team ;
 - 2) to permit the members of the Study Team to enter, leave and sojourn in Colombia for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees;
 - 3) to exempt the members of the Study Team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery and other materials brought into Colombia for the implementation of the Study ;
 - 4) to exempt the members of the Study Team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowance paid to the members of the Study Team for their service in connection with the implementation of the Study ;
 - 5) to provide the necessary facilities to the Study Team for the remittance as well as utilization of the funds introduced into Colombia from Japan in connection with the implementation of the Study and

- 6) to bear claims, if any arises, against the members of the Study Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Study Team.
2. IGAC: To facilitate the smooth conduct of the Study, IGAC shall take the following necessary measures:
 - 1) to secure necessary permission to use aircraft for aerial photography in connection with the implementation of the Study ;
 - 2) to facilitate legal entry with permission into private properties and restricted areas for the implementation of the Study ; and
 - 3) to secure permission for the Study Team to take all data (including topographic maps, negative films, contact prints and digital data of aerial photographs) related to the Study out of Colombia.
3. The IGAC shall act as counterpart agency to the Study team and also as coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.
4. The IGAC shall, at its own expense, provide the Study Team with the following :
 - 1) available data and information related to the Study ;
 - 2) security-related information ;
 - 3) information on as well as support in obtaining medical service ;
 - 4) counterpart personnel ;
 - 5) suitable office space with necessary office equipment and furniture ;
 - 6) credentials or identification cards ; and
 - 7) vehicles with drivers.Note: The IGAC shall have cooperation with other organizations concerned for above 1), 2) and 3).
5. The IGAC shall, at its own expense, take aerial photographs mentioned in the article 2. of “III. SCOPE OF THE STUDY”. Likewise the IGAC shall, at its own expense, scan those photographs and provide them the Study Team at the beginning stage of the Study

VII. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures :

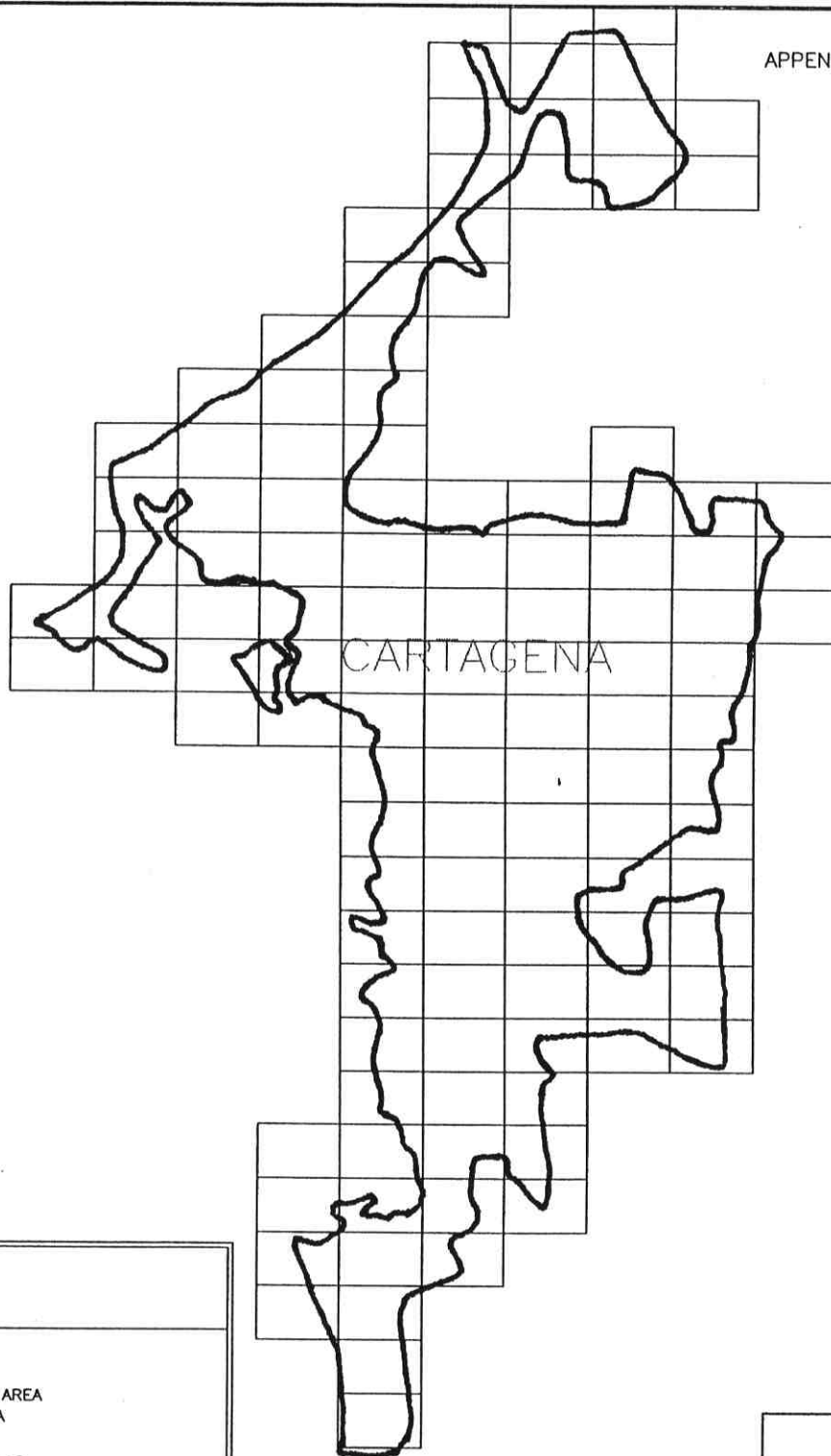
- 1) to dispatch, at its own expense, the Study Team to Colombia ; and
- 2) to pursue technology transfer to Colombia counterpart personnel in the course of the Study.

VIII. OTHERS

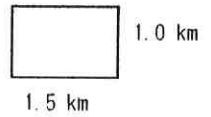
1. JICA and the IGAC shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.
2. The Scope of Work is prepared in English and Spanish, and both versions are signed by the both partners. In case any doubt arises in interpretation, the English text shall prevail.
3. Minutes of Meeting dated on 22nd of March, 2005 complements the Scope of Work.

→





CARTOGRAPHIC AREA
FOR CARTAGENA

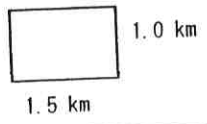


Handwritten signature or initials in the bottom-left corner.

Handwritten signature or initials in the bottom-right corner.

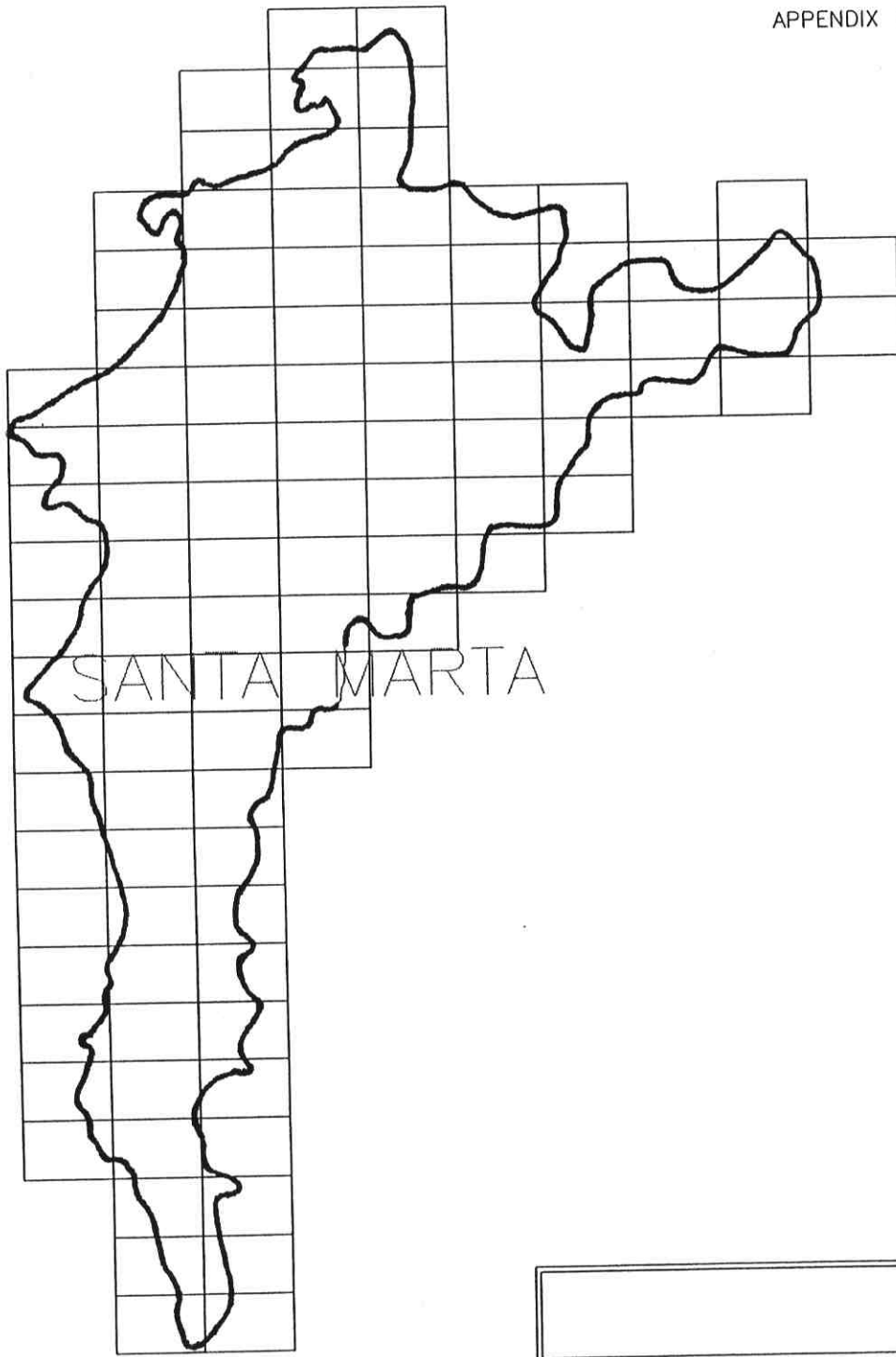


CARTOGRAPHIC AREA
FOR BARRANQUILLA

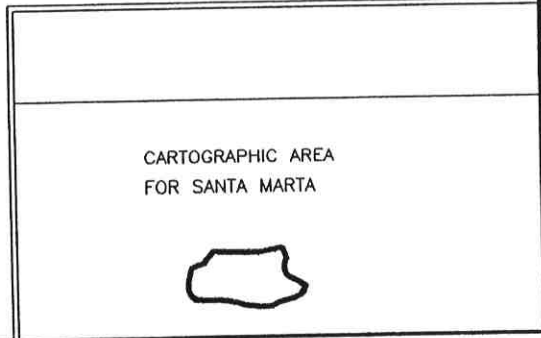
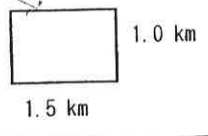


M. P. P.

9.



SANTA MARTA



M. Pol.

3.

100 Municipalities in Colombia

No.	Province	Municipality	No.	Province	Municipality
1	SANTANDER	BUCARAMANGA	51	TOLIMA	CHAPARRAL
2	TOLIMA	IBAGUE	52	PUTUMAYO	PUERTO ASIS
3	CUNDINAMARCA	SOACHA	53	VALLE	PRADERA
4	SANTANDER	FLORIDABLANCA	54	HUILA	GARZON
5	RISARALDA	DOS QUEBRADAS	55	TOLIMA	MARIQUITA
6	BOYACA	SOGAMOSO	56	SAN ANDRES	SAN ANDRES
7	BOYACA	DUITAMA	57	ATLANTICO	BARANOA
8	BOLIVAR	MAGANGUE	58	ARAUCA	TAME
9	NORTE DE SANTANDER	OCANA	59	CUNDINAMARCA	FUNZA
10	SANTANDER	GIRON	60	CAUCA	PUERTO TEJADA
11	NORTE DE SANTANDER	VILLA ROSARIO	61	VALLE	CANDELARIA
12	VALLE	YUMBO	62	TOLIMA	FLANDES
13	CALDAS	LA DORADA	63	GUAVIARE	SAN JOSE DEL GUAVIARE
14	SANTANDER	PIEDRECUESTA	64	VALLE	ROLDANILLO
15	NARINO	IPIALES	65	ARAUCA	ARAUQUITA
16	HUILA	PITALITO	66	NORTE DE SANTANDER	TIBU
17	TOLIMA	ESPINAL	67	VALLE	ZARZAL
18	CUNDINAMARCA	FACATATIVA	68	BOYACA	PUERTO BOYACA
19	VALLE	JAMUNDI	69	BOLIVAR	MOMPOS
20	NORTE DE SANTANDER	LOS PATIOS	70	CORDOBA	MONTELIBANO
21	META	ACACIAS	71	CUNDINAMARCA	MADRID
22	QUINDIO	CALARCA	72	CALDAS	VILLAMARIA
23	CESAR	AGUACHICA	73	TOLIMA	LIBANO
24	META	GRANADA	74	GUAJIRA	FONSECA
25	MAGDALENA	CIENAGA	75	CORDOBA	TIERRALTA
26	CUNDINAMARCA	CHIA	76	QUINDIO	LA TEBAIDA
27	BOLIVAR	TURBACO	77	QUINDIO	MONTENEGRO
28	CUNDINAMARCA	MOSQUERA	78	CASANARE	AGUAZUL
29	CORDOBA	LORICA	79	SUCRE	SAN ONOFRE
30	CAUCA	SANTANDER DE QUILICHAO	80	MAGDALENA	PLATO
31	CORDOBA	CERETE	81	META	PUERTO LOPEZ
32	RISARALDA	SANTA ROSA DE CABAL	82	MAGDALENA	ZONA BANANERA
33	SANTANDER	SAN GIL	83	SUCRE	SAN MARCOS
34	CORDOBA	SAHAGUN	84	HUILA	CAMPO ALEGRE
35	TOLIMA	MELGAR	85	SUCRE	TOLU
36	BOYACA	CHIQUEQUIRA	86	MAGDALENA	PIVIJAY
37	MAGDALENA	EL BANCO	87	SANTANDER	PUERTO WILCHES
38	MAGDALENA	FUNDACION	88	TOLIMA	GUAMO
39	GUAJIRA	SAN JUAN DEL CESAR	89	QUINDIO	QUIMBAYA
40	SUCRE	COROZAL	90	TOLIMA	LERIDA
41	CESAR	AGUSTIN CODAZZI	91	HUILA	LA PLATA
42	BOLIVAR	ARJONA	92	SANTANDER	SOCORRO
43	VALLE	FLORIDA	93	META	SAN MARTIN
44	ARAUCA	SARAVENA	94	GUAJIRA	BARRANCAS
45	NORTE DE SANTANDER	PAMPLONA	95	VALLE	CAICEDONIA
46	TOLIMA	HONDA	96	CASANARE	PAZ DE ARIPORO
47	VALLE	SEVILLA	97	VALLE	LA UNION
48	CORDOBA	PLANETA RICA	98	CAQUETA	PUERTO RICO
49	CALDAS	CHINCHINA	99	CESAR	CURUMANI
50	VALLE	EL CERRITO	100	CALDAS	RIOSUCIO

My


5.

Tentative Schedule of The Study

	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	
Work in Colombia																														
Work in Japan																														
Report	Δ				Δ								Δ													Δ			Δ	
	IC/R				PR/R								IT/R													DF/R			F/R	

IC/R: Inception Report PR/R: Progress Report IT/R: Interim Report DR/R: Draft Report F/R: Final Report

Handwritten initials/signature

Handwritten mark