

エル・サルヴァドル国
国土基盤情報整備調査
予備調査・事前調査 報告書

平成 1 1 年 1 月

国 際 協 力 事 業 団

序 文

日本国政府は、エル・サルヴァドル共和国政府の要請に基づき、同国の国土基盤情報整備に係る調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することとなりました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成10年8月30日から同年9月26日までの28日間にわたり予備調査団を、平成10年11月25日から12月7日までの13日間にわたり、建設省国土地理院 測図部長 長岡正利氏を団長とする事前調査団（S/W協議）を現地に派遣しました。

調査団は、本件の背景を確認するとともにエル・サルヴァドル共和国政府の移行を聴取し、かつ現地調査の結果を踏まえ、本格調査の実施に関するS/Wに署名・交換しました。

本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

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

平成11年1月

国際協力事業団
理 事 泉 豎 二 郎

調査関係写真 — 予備調査・事前調査関係と、カウンターパート機関等におけるGIS関係業務 —



写真-1 予備調査時のM/M署名。

正面左・岡崎団長、その左・小澤団員とベラスケスCNR副センター長。正面右・エンリケCNRセンター長。



写真-2 事前調査時のS/W署名・交換後の関係者全員。
左より、高橋団員、武井団員、上島JICA所長、長岡団長、メヒア法務大臣、ロベスIGN局長、ベラスケスCNR副センター長、クアンIGN地理部長、デ・ラ・オーIGN地図部長、小澤団員、森団員。



写真-3 農牧省経済局のGIS関係業務の室。

ここでは、各機関から情報を集め、これを分析して関係機関に提供し、販売もしている。土地利用、流域・水系、自然保護、災害危険地域などのデータがある。

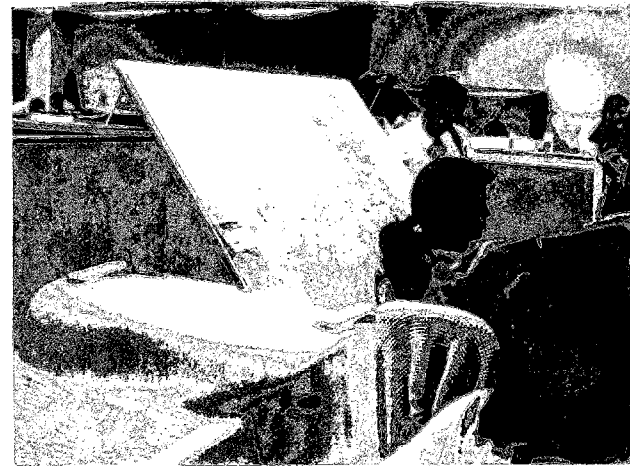


写真-4 IGNの地理部における地籍図のデジタル化実施の状況。作成されたデータは、写真-5の登記局で使用される。



写真-5 CNRの登記局におけるGIS関係業務。現在はモデル事業であるが、デジタル化された地籍図と登記データを統合的に管理している。右はそのディスプレイ。

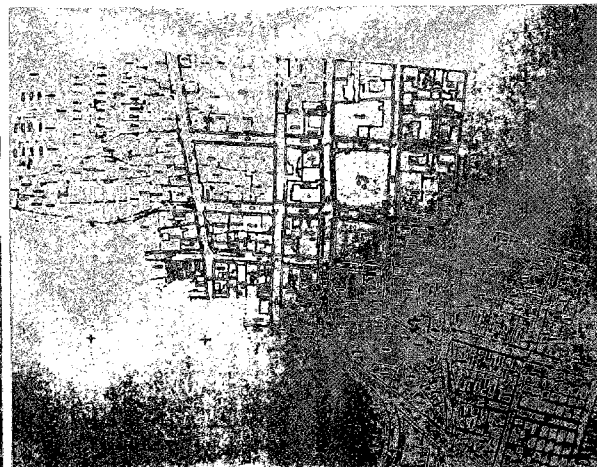


写真-6 同左、デジタル化された地籍図の出力図の例。

調査関係写真 ―カウンターパート機関における測量・地図関係業務の状況―



写真-7 山間部にある三角点。自然石またはコンクリートで作られており、この写真に見るように保存状況はよい。国境線沿いにある標石は一辺約1mで、対空標識の機能を兼ねるが、ほかのものは一辺10数cm。



写真-8 水準点は、地中に埋設されている場合が一般的であり、必要となる都度、このように掘り出して使う。

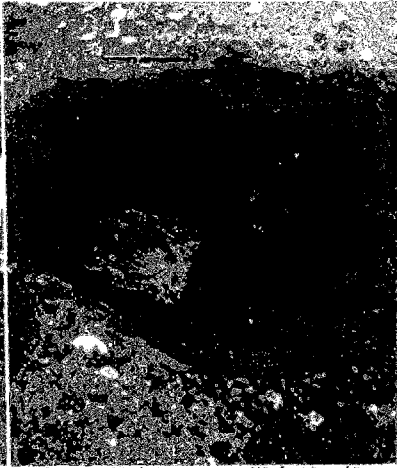


写真-9 IGNでの図化機の室。見えるのはWild-A 8の2台。ほかにA 7, A C 1がある。



写真-10 IGNでの大型製版用カメラの室(左)。右は1色刷り輪転機。機器は古いが維持管理は行われており、ともに正常に稼働している。



写真-11 2.5万分1地形図原図の保管状況。保管状況はよいとは言えず、フィルムが相互に付着している版がある。また、右のように巻いて長期保管されているものもある。

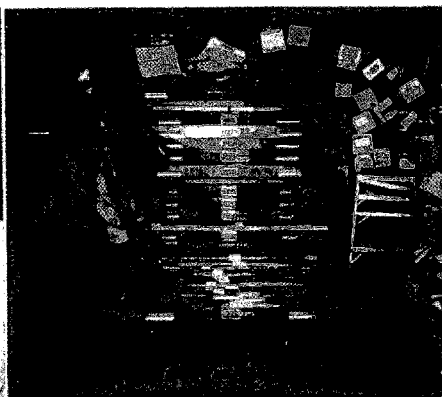


写真-12 IGNにある地図販売窓口。地図のインデックスマップ(一覧図)を見て地図番号等を調べ、ここに注文伝票を出して購入する

調査関係写真 ー 調査対象地域の自然景観など ー



写真-13 海岸部。ごく一部に、有産階級の邸宅が立ち並び、プライベートビーチとなった地区があるほかは、このような椰子の茂る美しい自然海岸が連なる。



写真-14 海岸砂丘に立地する集落と、この背後の小規模な潟湖（その周縁はマングローブ林となっている場合が多い）。さらにその後方に広がる畑地。写真はトウモロコシかサトウキビの畑。これらが平野部の一般的な景観で、牧草地となっていることもある。



写真-15 火山山麓の緩斜面での耕作状況。作物はトウモロコシかサトウキビで、遠方の森林に見えるのは、果樹(柑橘類)園かコーヒー園。



写真-16 内陸部には火山が多く、インカの遺跡も例外なく厚い火山灰層に埋められている。写真は、首都北西のサン・アンドレ付近にあるホジャ・デ・セレン遺跡。発掘されて遺跡公園として整備されている。

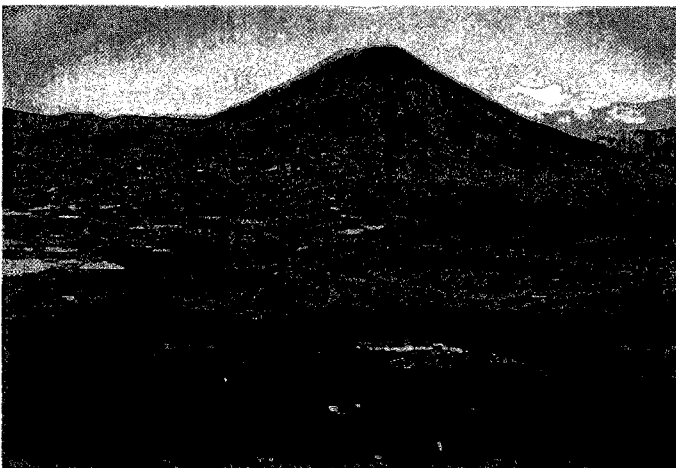
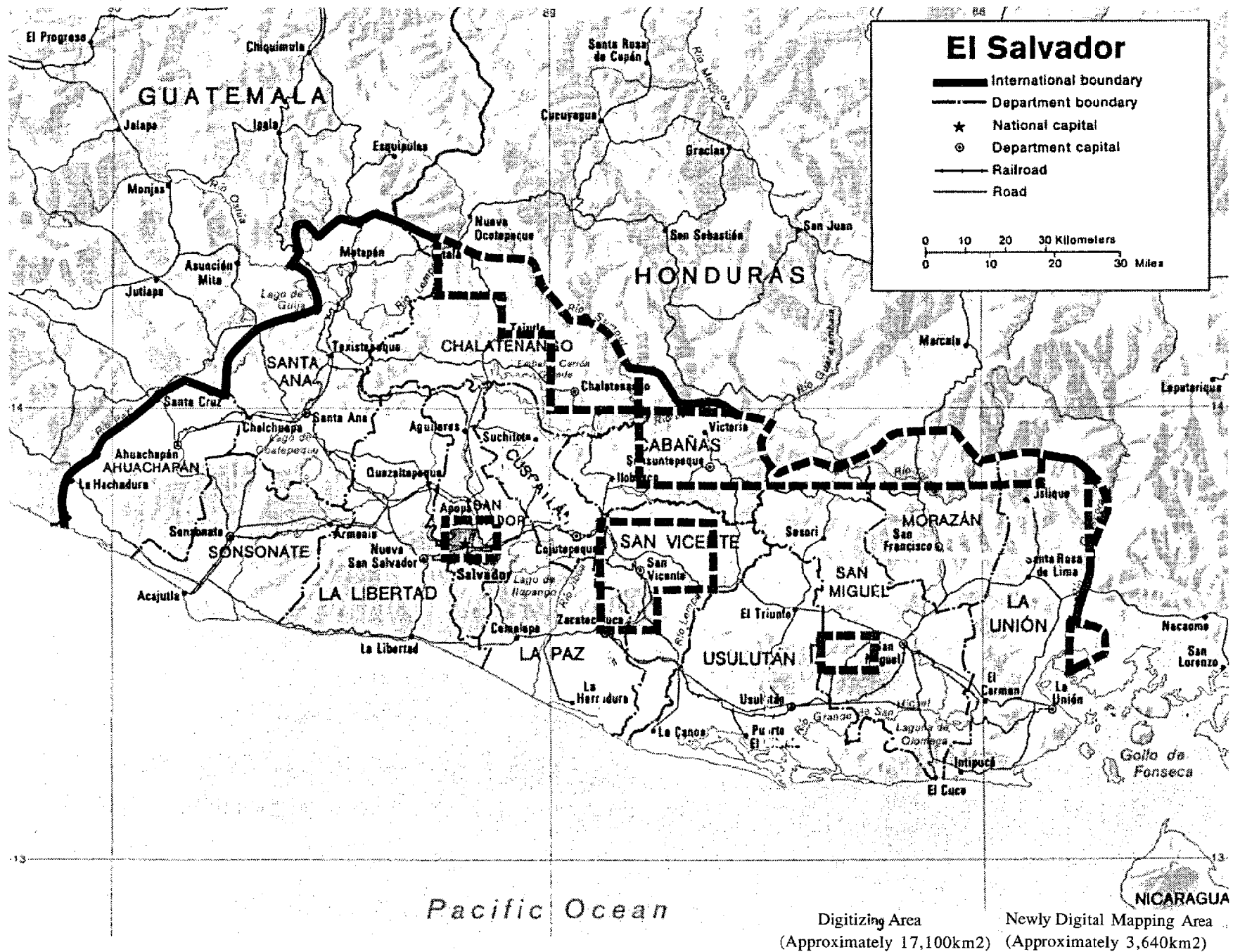


写真-17 サン・ミゲル市の西にあるサン・ミゲル火山(標高2130m)。その手前はオロメガ湖で、火山活動によって河川流域が一部閉塞・埋積されてできたもの。



写真-18 山間部にある小都市。サン・ミゲル市の南方海岸沿いの標高500m近いフクアランにて。火山山体を除いて、山地はこのような急峻であり、ハリケーンによる豪雨によって土砂災害が起き得る。



調査対象位置図

目 次

序 文

調査関係写真

調査対象位置図

図・表一覧

第 1 章 事前調査の概要 -----	1
1 - 1 事前調査実施の背景 -----	1
1 - 2 事前調査の目的 -----	1
1 - 3 調査団の構成 -----	2
1 - 4 調査の日程 -----	3
1 - 5 S/W 協議の概要 -----	4
1 - 6 事前調査団長による所感 -----	5
第 2 章 本格調査実施への提言 -----	8
2 - 1 調査の目的 -----	8
2 - 2 調査の対象地域 -----	8
2 - 3 調査の内容と工程 -----	12
2 - 4 現地調査時の留意事項 -----	17
2 - 5 技術移転 -----	17
2 - 6 本格調査団の構成（案）-----	18
2 - 7 カウンターパート職員の配置（案）-----	19
添付資料	
資料 1 主な訪問先・面会者の一覧表 -----	23
資料 2 本案件の要請書 Terms of Reference（TOR）; 仮邦訳を付す -----	28
資料 3 予備調査時の Minutes of Meeting -----	52
資料 4 事前調査時の Scope of Work および Minutes of Meeting -----	66
資料 5 エル・サルヴァドルの概況と調査地域の位置づけ -----	94
5 - 1 自然環境 -----	94
（ 1 ）気候 -----	94
（ 2 ）地形、地質 -----	95

5 - 2	社会・経済の概況	96
(1)	歴史と文化	96
(2)	社会	96
(3)	産業	98
(4)	政治・経済	98
(5)	国家開発計画等	100
資料 6	カウンターパート機関 (IGN) の現況	114
6 - 1	カウンターパート機関の組織等概要	114
6 - 2	IGN の予算	116
6 - 3	測量・地図作成関係の長期計画	116
6 - 4	職員の技術力・経歴	117
6 - 5	保有機材の状況	120
6 - 6	先進国による援助の状況	121
6 - 7	民間測量会社の状況	122
資料 7	エル・サルヴァドルにおける地形図等の整備状況	123
7 - 1	基準点の整備状況	123
(1)	三角点および GPS 基準点	123
(2)	水準点	123
7 - 2	航空写真の整備状況	123
7 - 3	地形図の整備状況	124
(1)	10 万分 1 以下の小縮尺地図	124
(2)	5 万分 1 および 2.5 万分 1 地形図	125
7 - 4	主題図の整備状況	126
7 - 5	エル・サルヴァドルにおける地理情報システム (GIS) 利用の状況	126
(1)	IGN における GIS への取り組み	126
(2)	関連機関の GIS への取り組み	126
(3)	NGO の活動組織「ASUSIG」	127
7 - 6	測量に関する法令・規程類	127
資料 8	エル・サルヴァドルにおける今後の地図整備の考え方	162
8 - 1	IGN (国家地図局) の地図整備力	162
8 - 2	民間企業との業務分担の考え方	162
8 - 3	今後の IGN 業務体系とその推進方策	163
8 - 4	本格調査実施の意義	163

資料9	エル・サルヴァドルにおける主な地図利用機関の動向	164
9 - 1	公共事業省	164
9 - 2	環境省	165
9 - 3	農牧省	166
9 - 4	法務省国家登記所登記局 (CNR)	169
9 - 5	市町村開発協会 (ISDEM)	170
資料10	本格調査対象地域の概況	189
10 - 1	地形図作成対象地域の概要	189
(1)	地形等	189
(2)	土地利用・植生	189
(3)	道路等の状況	189
(4)	現地での調査結果	190
10 - 2	全国 (デジタル地図データ作成地域) の概況	192
(1)	土地利用概況	192
(2)	地形、植生	193
資料11	質問書 (Questionnaire) とその回答内容	198
資料12	収集資料一覧	203
資料13	国家登記センター (CNR) 1999 年戦略計画 (仮邦訳)	205
資料14	環境省と CNR との間で取り交わされた技術協力協定 (仮邦訳)	209
資料15	主要機材等見積り一覧	213

図・表一覧（掲載準に配列）

図 2-1 調査対象地域の位置図

表 2-1 調査の実施内容、付；日本国内実施とエル・サルヴァドル国内実施の別を表示

表 2-2 調査の工程別実施計画（案）；所要期間は、一応の目安（作業者編成等により可変）

資料 5

図 5-1 月別の降水量（On Your Own In El Salvador, 1996）

図 5-2 標高と地域別年間気温の関係（On Your Own In El Salvador, 1996）

図 5-3 標高区分図（Atlas Escolar, IGN, 1997）

図 5-4 地震予想震度分布図（Atlas Escolar, IGN, 1997）

図 5-5 主要水系図（Atlas Escolar, IGN, 1997）

図 5-6 表層地質図（Atlas Escolar, IGN, 1997）

図 5-7 県行政区割図（Atlas Escolar, IGN, 1997）

図 5-8 エル・サルヴァドル共和国の政府機構図

表 5-1 10 階級区分月平均雲量気象情報（農牧省、1998）

表 5-2 雨期・乾期の期間と年平均気温（Geografica Visualizada, El Salvador, 1996）

表 5-3 県別主要市町の数（Atlas Escolar, IGN, 1997）

表 5-4 近年の経済指標の推移（Indicadores Economicos (1992-97),
BANCO CENTRAL DE RESERVA, 1997）

参考 -1 「国家環境戦略」社会経済企画調整省環境対策事務局、1994.9（目次仮訳）

参考 -2 「エル・サルヴァドル国家計画（案）」国家開発委員会、1998.1.16（目次仮訳）

資料 6

図 6-1 IGN（国家地図局）の組織的位置づけ（ヒアリングによる）

図 6-2 IGN の局内組織図（1998 年 12 月現在、IGN）

図 6-3 2.5 万分 1 地形図更新作業の工程模式図（ヒアリングによる）

表 6-1 地図等の更新計画（IGN、1998）

資料 7

図 7-1 三角測量網図＜一等基準点網＞（IGN、1998）

図 7-2 1 次網を補完する基準点（IGN、1998）

図 7-3 デジタル地籍図作成のための GPS 基準点網図（IGN-CNR、1998）

- 図 7-4 水準路線図 (IGN、1998)
- 図 7-5 水準点の「点の記」(IGN)
- 図 7-6 1990 年以降に広域的に撮影された空中写真 (1)(IGN、1992)
- 図 7-7 1990 年以降に広域的に撮影された空中写真 (2)(IGN、1996)
- 図 7-8 10 万分 1 地形図図郭割 (IGN)
- 図 7-9 2.5 万分の 1 地形図の未整備図郭 (39 面)
- 図 7-10 5 万分 1 地形図の図郭割と発行年次 (IGN、1998)
- 図 7-11 2.5 万分 1 地形図の図郭割と発行年次 (IGN、1998)
- 図 7-12 5 千分 1 及び 1 万分 1 大縮尺等高線図の整備状況 (IGN、1998)
- 図 7-13 5 千分 1 大縮尺等高線図の地図表現例
- 図 7-14 1 万分 1 大縮尺等高線図の地図表現例
- 表 7-1 地形図整備の経緯と現状
- 表 7-2 2.5 万分 1 地形図の地図記号
- 表 7-3 IGN で販売されている地図と販売価格
- 表 7-4 関係機関での、GIS 化に向けた主題図作成と数値地図化の現状
- 表 7-5 エル・サルヴァドルにおける主題図の整備状況
- 表 7-6 “Especificacion Para La Produccion De Mapas Topograficos A 1:50,000”, IGN
(目次の仮邦訳)

資料 9

- 図 9-1 公共事業省地質調査所の組織図 (1998)
- 図 9-2 火山ハザードマップ (CIG)
- 図 9-3 環境省の組織図 (1998)
- 図 9-4 環境省技術調整部の組織 (1998) 図
- 図 9-5 5 万分 1 海岸地帯の貴重な自然図 (環境省)
- 図 9-6 クアヤ川流域の水質図、汚染除去プロジェクト (環境省)
- 図 9-7 5 万分 1 ランドサット画像図 (環境省)
- 図 9-8 10 万分 1 数値地質図 (環境省)
- 図 9-9 サン・サルヴァドル火山植林適性図 (環境省)
- 図 9-10 50 万分 1 ダム湖集水域侵食危険度図 (環境省)
- 図 9-11 灌漑適性地評価図 (環境省)

資料 10

図 10-1 国土の主要な土地利用面積構成比（1990）

図 10-2 土地利用区分図（農牧省、1998）

図 10-3 道路等施設の状況（観光地図、1998）

表 10-1 レンタカーのレンタル料金（PAVILLIUM 社、1998）

表 10-2 土地利用面積の推移 - 1990 年（FAO, Yearbook 1991）

第 1 章 事前調査の概要

1 - 1 事前調査実施の背景

エル・サルヴァドル国（面積：2.1 万 km²、人口：560 万人）政府は、1979 年から 1992 年までの長期にわたる内戦からの復興のために国家再建 5 か年計画を実施している。同計画では、戦災地の再建とともに、地方の農業従事者を主とした低所得者層に対する生活環境改善などを柱として経済発展をめざしている。また、1998 年のハリケーンによって橋梁倒壊や土石流などが発生し、現在も復旧の過程にある。

エル・サルヴァドル国では縮尺 2.5 万分の 1 地形図を国土基本図としており、1980 年代から整備作業が進められ、現在までに国土の約 85% がカバーされている。残る約 15% の地域はホンデュラスとの国境を抱える山間部に位置し、1992 年の国境確定以降もエル・サルヴァドル国の所有する資機材では空中写真を取得できないなどのために地図作成が見送られてきた。また、同地域は低所得者の集中などの諸問題を抱え、USAID や GTZ などの援助機関によって農村開発や水資源開発、地方分権などにかかる開発計画の立案が進められており、その基盤情報として国土基本図の早急な整備が求められている。

また、現在は農牧省や環境省等が独自に GIS 整備を進めているが、フォーマットや図式が統一されておらず、関係機関が共有し得る汎用的な数値地図情報の安定供給が行政課題となっている。

上記の背景の下、1996 年 11 月にエル・サルヴァドル国は国土基本図の作成および数値化を日本国政府へ要請越し、JICA は 1998 年 12 月 4 日に S/W の署名・交換をしたものである。

1 - 2 事前調査の目的

事前調査の目的は、要請の背景および内容を確認するとともに、本格調査の実施方針について協議し、その結果を事前調査団（Scope of Work: S/W）および討議議事録（Minutes of Meeting: M/M）として取りまとめ、署名・交換すること、並びに必要な情報の収集を行うことである。

1 - 3 調査団の構成

予備調査団および事前調査団（S/W 協議）の構成は、次のとおりである。

(1) 予備調査団

担当業務	氏 名	所 属
総 括	岡崎 征明	建設省国土地理院測図部地形課長
精度管理計画	高橋 哲男	建設省国土地理院企画部情報管理課長補佐
調査企画	小澤 知幸	国際協力事業団社会開発調査部第一課
基本図計画	谷岡 誠一	社団法人国際建設技術協会
調査事業計画	松田 博幸	社団法人国際建設技術協会
技術移転計画	森 尚	社団法人国際建設技術協会
通 訊	武井 光子	財団法人日本国際協力センター

(2) 事前調査団

担当業務	氏 名	所 属
総 括	長岡 正利	建設省国土地理院測図部長
精度管理計画	高橋 哲男	建設省国土地理院企画部情報管理課長補佐
調査企画	小澤 知幸	国際協力事業団社会開発調査部第一課
基本図計画	森 尚	社団法人国際建設技術協会
通 訊	武井 光子	財団法人日本国際協力センター

1 - 4 調査の日程

予備調査および事前調査の日程は、次のとおりである。

(1) 予備調査；平成10年8月30日（日）～9月26日（土）の28日間

月 日	移 動 お よ び 業 務
平成10年8月30日	移動（東京→アトランタ；谷岡、松田、森、武井）
31日	移動（アトランタ→サン・サルヴァドル）、大使館・JICA事務所表敬
9月1日	外務省、法務省、法務省登記センター（CNR）表敬 CNRの国家地図局（IGN）との協議
2日	IGN協議、市町村開発協会ヒアリング
3～4日	IGN協議
5～7日	現地踏査
8日	IGN協議
9日	IGN協議、環境省情報局、公共事業省地質調査所ヒアリング
10日	公共事業大臣表敬、IGN協議、農牧省天然資源局・経済局ヒアリング
11日	IGN協議
12～13日	団内打合せ、資料整理
14日	岡崎団長、高橋団員、小澤団員合流、大使館・JICA事務所表敬
15日	団内打合せ
16～18日	IGN協議、GIS利用者協会ヒアリング、無線機器調達調査
19日	現地踏査
20日	団内打合せ
21日	IGN協議、USAID、GTZヒアリング、市場単価調査
22日	M/M署名・交換、大使館・JICA事務所報告、民間航測会社ヒアリング
23日	外務省、法務省、法務省登記センター報告・表敬、市場単価調査 UNDP、米州開発銀行ヒアリング
24日	移動（サン・サルヴァドル→メキシコシティ）、 航空写真撮影会社ヒアリング
25日	移動（メキシコシティ→）
26日	移動（→東京）

(2) 事前調査；平成10年11月25日（水）～12月7日（月）の13日間

月 日	移 動 お よ び 業 務
平成10年11月25日	移動（東京→シカゴ→マイアミ）
26日	移動（マイアミ→サン・サルヴァドル）、大使館・JICA事務所表敬
27日	法務大臣、外務省、法務省国家登記センター（CNR）表敬 CNRの国家地図局（IGN）との協議
28日	現地踏査
29日	現地踏査
30日	IGN協議、農牧省・環境省・公共事業省ヒアリング
12月1日	IGN協議
2日	IGN協議、単価調査（調査用資機材）
3日	IGN協議
4日	S/W及びM/M署名・交換、大使館・JICA事務所報告
5日	移動（サン・サルヴァドル→マイアミ→サンフランシスコ）
6日	移動（サンフランシスコ→）
7日	移動（→東京）

1 - 5 S/W 協議の概要

事前調査団は、11月27日～12月3日の間、カウンターパート機関である法務省国家登記センター（CNR）の国家地図局（IGN）を始めとして、外務省、公共事業省、農牧省、環境省等の関係機関と意見交換、データおよび情報の収集を行い、本格調査の実施内容などについて協議し、合意した。

これらの結果に基づいて、今後の本格調査に係る基本的事項をS/WおよびM/Mとして取りまとめ、長岡団長とRuben Antonio Mejia Pena法務大臣との間で、12月4日にこの署名・交換を行った。

協議内容および合意事項の要点は、以下のとおりである。

(1) 本格調査の概要

1) 2.5万分1地形図の整備（約3,700 km²）

地域開発および災害復旧を促進するため、国土の基本図（縮尺2.5万分1の地形図）の未整備域において同地形図をデジタル手法によって作成する。

2) 2.5万分1地図相当のデジタル地図データの整備（約20,740 km²）

エル・サルヴァドル国内において整備需要の高まっているGISに対し、各省が共通に使用できる信頼性の高い基礎データを供給するため、2.5万分1地形図相当のデジタル地図データを全国土について作成する。

3) デジタル地図データの更新および運用に関する技術移転

(2) 本格調査の実施手法

1) 2.5万分1地形図

新規に撮影する縮尺4万分1の航空写真、現地作業結果およびIGNから提供される情報をもとにデジタル図化・編集を行い、2.5万分1地形図を作成する。なお、縮尺5千分1または1万分1の地形図が存在する地域においては、最大限これを活用する。

最終成果品は、印刷用製版フィルム（1式）とする。

2) 2.5万分1地図相当のデジタル地図データ

2.5万分1地形図の既整備地域については、既存の印刷図を基にデジタル化を行う。同地形図の未整備地域では、前述(2)1)の成果を作成する過程のデジタルデータを利用する。

最終成果品は、デジタル地図データファイル（CD-ROM形式、200セット）とする。

3) デジタル地図データの更新および運用に関する技術移転

前述(2)2)の成果について、サン・サルヴァドル首都圏での経年変化の著しい地域を100 km²抽出し、日本側調査団の技術指導のもとにカウンターパートがデータの更新を行う。こ

の作業を通して、本格調査の終了後も引き続いて、エル・サルヴァドル国の手で独自にデジタル地図データの更新および運用が実施できるようにするための技術移転を図る。

(3) 調査名の変更

前述の本格調査概要に合致するよう調査名を、「The Study for Establishment National Basic Geographic Data in the Republic of El Salvador」に変更する。

(4) 情報の公開

本件調査で作成される地形図およびデジタル地図データは、一般に公開される。

(5) エル・サルヴァドル側の負担・実施事項

S/W 中の Undertaking の一般的事項に加えて、以下についてはエル・サルヴァドル側が負担および実施する。

1) 主要工程への参加

日本側調査団の技術指導の下で、カウンターパート自らが主要な各工程に参加する。基準点測量については、IGN から 3 名の人員と測量機材および車両（1 台）を IGN 側の負担で提供する。また、既存図をデジタル化する地域についての経年変化修正に対しては、IGN から 2 名の人員を IGN 側の負担で参画させる。

2) 情報提供

地名、行政界、国境線、基準点測量成果等の必要情報は IGN により作成され、日本側調査団に提供される。

3) 航空写真の持ち出しなど

日本側調査団に対し、エル・サルヴァドル側は、外国籍航空機の持ち込み、隣接国での飛行および撮影並びに調査実施に必要な資料の国外持ち出し（地図、航空写真フィルム等）に係る許可を与える。

1 - 6 事前調査団長による所感（在エル・サルヴァドル大使への報告書の抄録）

本件調査の実施については、カウンターパート機関がかなり意欲的であり、技術移転を含めて、良好な結果が期待できると考えられる。その理由は次のとおりである。

- (1) カウンターパート機関を所管する法務大臣は、地理情報のデジタル化とその利用について積極的であり、その必要性について十分な知識を有している。例えば、自らの招宴において述べられたところとして、現在この機関が進めている地籍図のデジタル化と登記データの統

合管理に関して、地図のデータは土地についてのものであるもので、同じ土地についてのものは個別にではなく、統合的に扱うべきであるなどとの明解な持論を展開されていた。

なお、カウンターパート機関においては、Undertaking 事項についてほぼ完全に実施の意向であり、本格調査団の執務室については既に工事中であって、電話、インターネット等についても設置することである。

協議期間内において、提供資料の準備や関係する事務処理の状況も良好であった。

- (2) 上述の、地籍図のデジタル化と登記の統合管理は、現在はモデル作業ながら、問題なく進んでおり、これを管理する地理情報システム(GIS)の扱いも熟知されている。このように、当該分野についての技術レベルは高い。
- (3) カウンターパート機関以外にも、環境省および農牧省においては、GISシステムにおいて、既存の5万分1地形図相当のデジタル地図データをベースにして、所管の各種地理情報を整備している。公共事業省においても、データ整備の要望が強い。
- (4) ところが、上記の5万分1地形図データは、かつてUSAIDの資金援助によって、民間団体Pro-Cafeが作成し、各省との協定によって提供しているものであるが、その精度は非常に悪く、データ利用各機関が独自に修正を試みている状況である。
- (5) このような状況下において、本件技術協力で作成する予定の、高精度のデジタル地図データについては、各機関とも非常に期待が高く、データ作成後には、国内の現状から見てこれが順調かつ十分に活用されることが予想できる。
- (6) なお、以上のような背景下においては、作成するデータの今後の更新のための技術移転も、問題なく進むと考えられる。
- (7) 一方、本件技術協力のもう一つの課題である、地形図未整備地域を対象としての新規地形図作成に関しては、先のハリケーン・ミッチの被災においても、新しい地形図が未整備であったことは今後の重点懸案課題として認識されているところであり、その必要性は高い。

以上により、冒頭に述べたとおり、本件技術協力においては、良好な成果が期待できると考えられる。

本件調査によって、2.5万分1地形図が国土全域について整備されるとともに、そのデジタル

データも完成され、カウンターパート機関内のみならず、各省においても、地理情報システム (GIS) の基盤データとしてこのデータを使用し、各種の情報をデジタル化してのコンピューター管理が一段と促進されるであろう。

第2章 本格調査実施への提言

2 - 1 調査の目的

1979年から1992年にわたる内戦と1998年のハリケーン災害からの復興を促し社会経済発展を支援するために、国土基本図未整備地域（面積約3,700 km²）を対象に、2.5万分の1地形図を作成するとともに、国土全体（面積約20,740 km²）を対象に縮尺2.5万分1相当のGIS基礎データを作成することが、本調査の目的である。

2 - 2 調査の対象地域

調査対象地域は国土全体である。以下の事業それぞれの対象地域を図2-1に示す。

(1) 新規図化

エル・サルヴァドル国の中央部および北部国境付近などの、8地区（各地区の広さには極度の大小あり）の約3,700 km²について、デジタルマッピングにより航空写真を図化し、デジタル地形図を作成する。このうちの大半の、約3,600 km²の地域については、1万分1または5千分1大縮尺等高線図が存在することから、その等高線を数値化して利用し、図化に要する期間を短縮する。なお、デジタル地図データは、GISで用いることができるように構造化する。

(2) 既存地形図のデジタル化

国土の全域から上記地域を除いた約17,040 km²について、既存の2.5万分1地形図をデジタル化する。デジタル化したデータは、GISで用いることができるように構造化する。なお、全国土にわたり統一的な地形図データを提供できるよう、本データと新規図化データは構造化データとして完全に接合・一体化されるものとする。

(3) 経年変化修正法指導

経年変化が著しいと思われるサン・サルヴァドル首都圏のうち、特に必要な地区の総計約100 km²を対象として、技術移転のため、カウンターパート職員による経年変化修正を指導する。指導の成果は、最終成果として一般に提供するデータと統合させる。

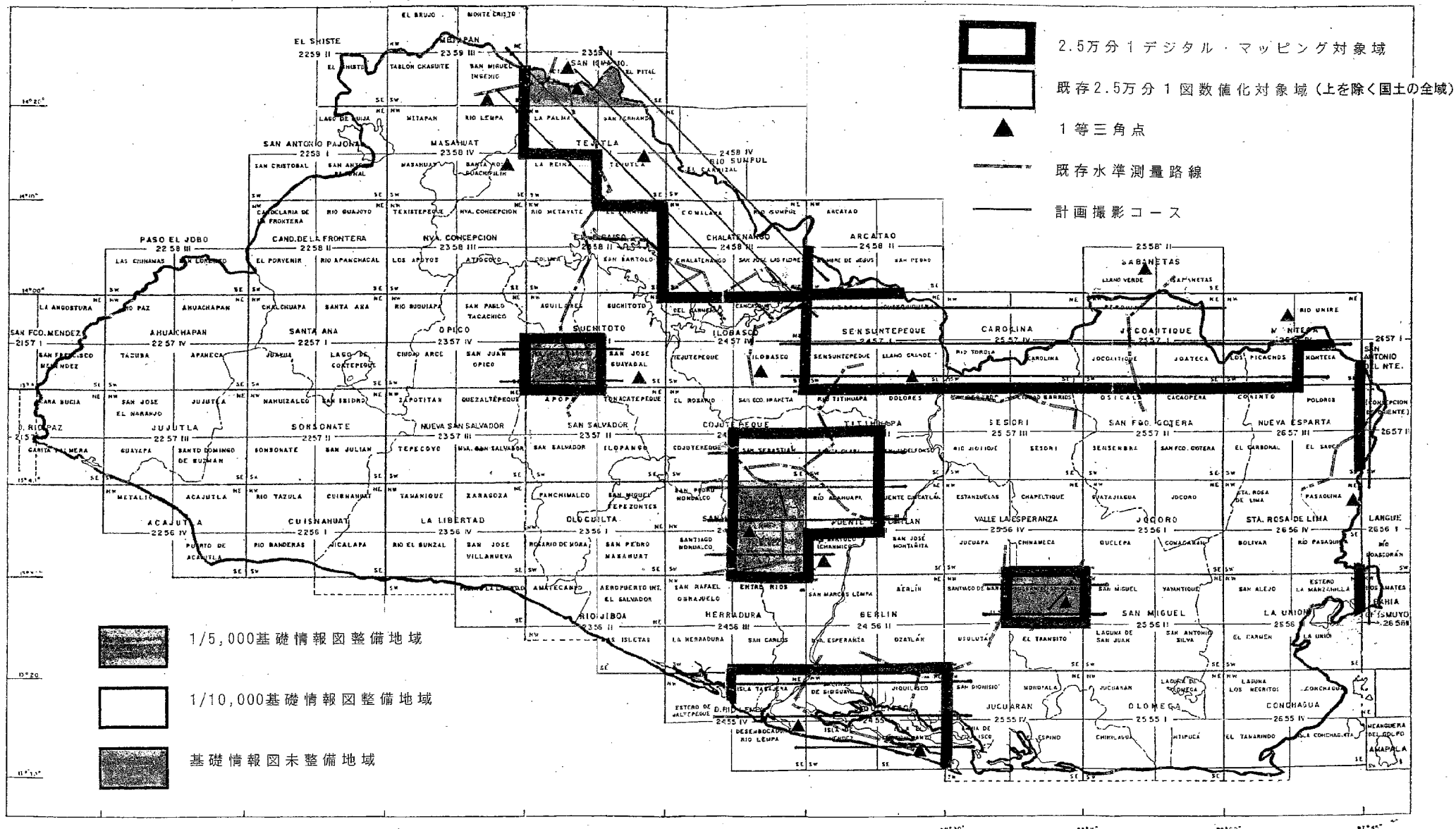


図2-1 調査対象地域の位置図

図 2-1 の補足資料；航空写真撮影計画

1. 撮影面積 : 約3,700 km²
2. 撮影縮尺 : 1 / 40,000
3. カメラ : f = 150mm
4. オーバーラップ : 60%
5. サイドラップ : 30%
6. コース間隔 : 6.44 km
7. 主点間隔 : 3.68 km
8. 撮影コース及び写真枚数 : 下表のとおり

コースNo.	コース延長	写真枚数	コースNo.	コース延長	写真枚数
C- 1	58 km	17 枚	C- 11	34 km	11 枚
C- 2	63	19	C- 12	34	11
C- 3	70	21	C- 13	20	7
C- 4	56	17	C- 14	20	7
C- 5	81	24	C- 15	20	7
C- 6	100	28	C- 16	47	15
C- 7	98	28	C- 17	47	15
C- 8	20	7	C- 18	31	10
C- 9	20	7	C- 19	23	8
C- 10	34	11	C- 20	14	5
			合 計	880 km	275 枚

2 - 3 調査の内容と工程

調査内容と工程（案）は、以下のとおりである（表 2-1 および表 2-2 参照）。

(1) 対空標識設置および標定点測量

位置の基準のために、航空写真の撮影に先立って標定点の配置を計画し、計画地点に地上塗色の対空標識を設置する。既存の基準点がない地域で必要な地点については、標定点測量を実施する。新規図化地域の各地区それぞれについて図化機による図化を行う場合は、標定点はおよそ 40 点必要になると思われる。

高さの基準については、図化対象地域の各地区とも水準測量路線があり、水準点の存在状況も良さそうなので、新規の水準測量は行わず、航空写真上に既存の水準点を刺針して高さの基準とする。

なお、大縮尺等高線図が存在する地域については、(6)の空中三角測量の項で述べるように、1)いわゆる図上標定(既存地形図上で位置の明瞭な地点の座標値を測定し、この位置座標を基準として図化機において航空写真を標定する簡易な方法；既存地形図が正確であることが前提)に基づいて図化するが、2)デジタル化した等高線など(DEM：デジタル標高モデル；標高値のメッシュデータ)を基に正射写真を作成し、地形図データと写真画像データを重ね合わせて、デジタル的な移写によって地物(地表対象物)を図化することも考えられる。これらの方法を採用すれば、必要な標定点数は減少する。

(2) 既存地形図のデジタル化

既存の 2.5 万分 1 地形図をデジタル化する。既存図の原図および製版用フィルムの保管状況は極度に悪い(写真 11) のので、印刷図を用いてカラー・スキャナーにより色分解・デジタル化を行う方法を標準とする。製版フィルムの状況によっては、等高線のみは製版フィルムの第二原図から大判搬送型スキャナーでデジタル化して、ベクトル型データとする。別に、印刷図からデジタイザーで数値化することも考えられる。

印刷図から数値化した場合は、印刷用紙の不均等な伸縮に十分注意し、図中の方眼グリッドを活用するなどにより、計測位置を細かく正規化する必要がある。

なお、ここで作成するデータは、国土全域のデジタル地図データの一部となる。

(3) 大縮尺等高線図の等高線などのデジタル化

新規図化対象地域(8 地区の計約 3,700 km²)において、大縮尺等高線図が存在する地域(約 3,600 km²) については、その等高線をデジタル化してベクトル型データとする。原稿図はマイラーベースに描かれているので、その第二原図を作成して大版の搬送型スキャナーでデジタル化・編集するか、等高線のみを抽出・トレースした計測原図を作成し、搬送型スキャ

表 2-1 調査の実施内容、付；日本国内実施とエル・サルヴァドル国内実施の別を表示

日本国内で実施する作業	エル・サルヴァドル国内で実施する作業 ※；カウンターパート職員の参画を要すもの
①事前検討 Inception Report作成，ほか データ規格と図式，デジタル地図データ更新システムの検討	②現地予備調査 ※ 全域概査，資料収集，ほか ③対標設置と基準点（ コントロールポイント 標定点）測量 ※ 空撮地域に，地上塗色の対標設置（構造物は原則作らない） コントロールポイント 地域全体で約40点の標定用基準点を要す。これに対標。 到達困難などで，20点分程度は新規にGPS測量実施。
日本国内・エル・サルヴァドル国内作業の双方における検討事項	
・地形図の規格と図式決定について詳細協議 ・デジタル地図データの規格（構造化の内容，メタデータ，ほか）の検討 ・今後のデジタル地図データ更新システムの検討・協議 ・持込み機材の検討，ほか	
④既存2.5万分1地形図のデジタル化（ベクトルデータ作成） 新規2.5万分1地形図の非作成域（地形図157形式面相当） （国土全域のデジタル地図データの一部分となる）	⑥航空写真撮影；近隣国の企業に再委託 全国8地区・約3700km ² （約20コース・延べ880km，写真約275枚） 1:40,000，f15cm，オーバーラップ60%，サイドラップ30% （コース間隔 6.44km，主点間隔 3.68km）
⑤既存大縮尺地形図 等高線のデジタル化（ベクトルデータ作成） 新規2.5万分1地形図作成域の大部分（地形図約39形式面相当） 相当面数の1万及び5千分1地形図の藍焼図使用，要・伸縮正規化	⑦現地調査 ※ 原則，車で移動できる範囲にとどめる。 新規撮影航空写真の判読で済ませるところはそれに代える。 ⑤で使用する既存大縮尺地形図も活用 新規撮影写真上に整理・表示。 地名・行政界・施設等については，エル・サルヴァドル側提供資料による 水準点約40点への刺針も同時実施
⑧航空写真のデジタル図化（ベクトルデータ作成） 全国で約3700km ² （地形図約38形式面相当） 空中三角測量とデジタル図化 表現内容は，⑦の現地調査結果とエル・サルヴァドル側提供資料による これらを参照しつつ図化，属性付与	⑨現地補償測量 ※ 図化の際の疑問事項等の現地確認 行政界・地名等地図注記事項の確認
⑩図化データのデジタル編集・地図記号化 地図記号付与とフィルム出力用ラスターデータへの変換	⑪首都圏のデジタル地図データの更新 ※ 約100km ² について技術移転のために実施 （要，約4ヶ月の技術指導） 使用データは，⑫を待たず，④により早めに調整しておく
⑫国土全域のデジタル地図データの構造化 構造化し，GIS用データに調製 メタデータの作成	
⑬デジタル地図データのCD-ROM作成，⑫のデータを複製	
⑭新規作成地形図の印刷用原図フィルム作成，⑩のデータを出力 注；印刷はエル・サルヴァドル側が独自に実施，技術指導を要せず	

表 2-2 調査の工程別実施計画（案）；所要機関は、一応の目安（作業者編成等により可変）

前提；1999年冬に、航空写真が撮影できること
 ——；日本国内で実施、——；エル・サルヴァドル国内で実施

調査期間 作業項目	平成10(1998)年度									平成11(1999)年度					平成12(2000)年度												平成13(2001)年度									
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
全般的事項																																				
レポート作成ほか、国内準備作業				==						=																			==							
データ読込と図・システム設計／レポート説明と協議				——							——								——																	
現地予備調査・対標・標定点測量																																				
現地予備調査(全般概査・標石調査)				——							(GPS・対標)																									
対標設置と標定点GPS測量											——																									
航空写真撮影																																				
航空写真撮影(現地再委託)													——																							
既存図のデジタル化																																				
2.5万図の内容のデジタル化						==																														
大縮尺図の等高線等のデジタル化						==																														
現地調査																																				
現地調査(及び、必要に応じて刺針)														——																						
新規デジタル図化																																				
航空写真の空中三角測量																		==																		
同 デジタル図化																			==																	
図化データのデジタル編集																																				
収集資料との統合・地図記号化																																				
ラスターデータ変換(フィルム出力用)																																				
現地補償測量																																				
現地再確認と地図注記確認																																				
国土全域の図化データ構造化																																				
構造化し、GIS用データに調製										==																				==						
技術移転																																				
首都圏の地図データ更新を兼ねて																																				
成果の調製																																				
製版印刷用フィルム作成																																				
CD-ROM作成																																				
最終報告書の協議とその作成																																				
報告書の作成 (JICAに提出)				↑						↑						↑													↑				↑			
				ICR						PGR						PGR													DFR				FR			

ICR ; Inception Report, PGR ; Progress Report 1 と 2, DFR ; Draft Final Report, FR ; Final Report の 各提出

ナーでデジタル化する。

(4) 航空写真撮影

新規図化地域の計約3,700km²を対象として、航空写真を撮影する。縮尺については、エル・サルヴァドルにおける従来の標準縮尺は、保有する撮影用航空機の性能上から2万分1と定められているが、2.5万分1地形図の作成には非効率である。ここでの目的のためには、一般には4万分1から5万分1程度の航空写真の利用が有利であり、使用航空機の性能などのことを考慮して、航空写真の縮尺は4万分1を標準とする。

なお、撮影については、近隣国の企業に再委託する。

(5) 現地調査（刺針、写真判読を含む）

新規図化地域について、写真判読を行い、図化事項を判読するとともに、現地において判読事項を確認する。確認事項は、エル・サルヴァドルの標準作業手順に従い、空中写真上に整理する。なお、設置した対空標識が写真上で確認できない基準点および水準点については、現地調査の際に基準点などの位置を写真上に刺針する。

地形図に表示すべき地名・行政界・各種施設等については、エル・サルヴァドル側の提供資料による。

(6) 航空写真のデジタル図化

1) 空中三角測量

航空写真上の対空標識位置および現地刺針位置を基に、新規図化地域をカバーするモデルについて空中三角測量を実施する。

なお、既存の大縮尺等高線図中に、明瞭な道路交会部などの目標地点が、ある程度存在・図示されており、これが新規撮影の航空写真上で同一のものと認識できる場合には、(1)で述べたように、図化に際しての標定はいわゆる図上標定によることが可能となり、空中三角測量は不要である。また、次項で述べる正射写真を作成して、写真からの移写により地物を図化する方法を採る場合にも、空中三角測量は不要である。

2) デジタル図化

写真判読および現地調査の結果を参考に、新規図化地域の図化を行う。既存の大縮尺等高線図が存在しない地域（約100km²のみ）については等高線および地物を図化するが、大縮尺等高線が存在する地域（対象地域の大半；約3,600km²）は地物のみを図化する。なお、後者の地域については、(1)で述べたように図化機を用いずに、正射写真を作成してこの写真からの移写により図化することも考えられる。

(7) 現地補備測量

図化の際、疑義を生じた事項などについて、カウンターパート機関に確認、または必要に応じて現地にて再確認する。

なお、地名・行政界等の地図表示と注記事項については、カウンターパート機関に確認する。

(8) 図化データのデジタル編集・地図記号化

現地補測の結果を踏まえ、図化結果を編集する。また、併せて印刷図として使用できるように、現在のエル・サルヴァドルの地形図図式に準拠する形で地図記号化し、表現が輻輳する箇所の総描、転移などを行う。

地図記号を付与したデータは、ラスターデータとする。

(9) 首都圏のデジタル地図データの更新

上記の新規図化とは別に、首都圏のうち約100km²の地域について、技術移転の一環として、既存図をデジタル化したデータについて、既存資料の活用を中心として経年変化を修正する。

(10) 国土全域のデジタル地図データの構造化

(2)で述べた既存地形図をデジタル化したデータと、(6)の新規図化データについて、必要なレイヤーに分割するとともに、データに属性や他レイヤーのデータとの関係を付与するなど、構造化を行う。構造化したデータは、他種類のGISソフトにも共通の基盤情報として用いられることをめざしていることから、エル・サルヴァドルで使用されているGISソフトを十分調査し、最終成果は、できるだけ多くのソフトで利用できるか、ソフト間でのある程度の互換性が確保できるフォーマットで作成するものとする。

(11) デジタル地図データのCD-ROM作成

構造化したデータを、既存図の図葉を単位としてまとめ、CD-ROM(1枚または複数枚)に格納する。

なお、エル・サルヴァドル側の要望によっては、地方自治体単位にデータを別途調製することも考えられるが、これは、後日、エル・サルヴァドル側が別途データを調製すべきものである。その際、メタデータも併せて格納する。

(12) 印刷用原版フィルム作成

印刷の色版ごとの原版フィルムを作成する。なお、注記および注記マスクは別版として用意

することを標準とするが、版構成は図葉により多少変化させることも考えられる。

2 - 4 現地調査時の留意事項

(1) 測量に関する許認可

基準点の使用などに許可が必要であるが、カウンターパート機関IGNが所管しているため、問題は生じないものと思われる。

航空写真の撮影には、地図局と民間航空局の許可が必要であり、隣国の飛行許可も取得する必要があるが、いずれも地図局が処理することとしている。

(2) 土地の立ち入り

土地の立ち入りについて問題となる場所はない。

(3) 現地調査時の宿泊施設と車両の調達および安全管理

内戦終結後、日が浅いこともあって、治安は必ずしも良いとはいえない。高価な測量機材を携行していることもあり、一定の場所に宿泊するとねらわれるおそれがある。カウンターパート機関から注意喚起されているように、一般に、地方での宿泊にあたっては同一場所に2～3日以上連続宿泊しないように配慮する必要がある。また、地方警察などで危険な地域の情報をよく確認し、そのような地域で作業を行う場合は警察などの同行を求める必要がある。

現地作業用車両については、現地作業の対象地域が険しい山岳地であることから、信頼性の高い四輪駆動車(運転手付き)を用いる必要がある。ガソリンは比較的容易にどこでも入手できる。なお、夜間走行は危険が大きいため、絶対に避けるようにエル・サルヴァドル側から忠告されている。レンタカーの四輪駆動車は、タイヤの摩滅の著しいものが普通で、車の本来の性能を発揮できない場合が多い。

(4) 医療・衛生管理

衛生条件は良好で、疫病の発生も少ない。デング熱が少し発生しているので、防虫対策に留意する必要がある。

2 - 5 技術移転

(1) 技術移転の考え方と内容

IGNでは、伝統的な測量、地図技術は十分取得しており、組織的な活動についての訓練も行き届いている。しかしながら、デジタル図化技術は全く未経験であり、デジタル地図編集、GISに関する技術もごく一部の部署で導入が始まったばかりである。デジタル地図デー

タを扱う技術は、デジタル地図の利用者である各省庁のGIS部門に比較して大きく遅れている。このため、本調査成果を有効に活用するためにも、デジタル地図技術を中心に技術移転を図る必要がある。

デジタル地図を作成する技術については、図化段階でデジタル地図を作成する方法と図化した成果をデジタル化する方法がある。本調査では、既に我が国に多数導入されているデジタル図化機を用いて、より効率的な前者によってデジタル地図を作成することとなるが、この高価な機器をエル・サルヴァドルに導入し、維持管理を行うのは容易ではない。そこで、同国には後者により、主として、今回作成するデータを今後修正・維持していく技術に移転することとする。

デジタル地図を維持管理する技術については、ワークステーションをベースにした効率的技術とパソコンをベースにした簡便な技術がある。前者は高価である上、取り扱いにコンピューターに関する専門的な技術が要求される。この技術も同国への導入は現実的ではない。そこで、同国には、多少効率を犠牲にしても取り扱いが容易な後者の技術に移転することとする。なお、この二者は効率に差があるものの、地図の維持管理という点ではほとんど差が見られない。

以上のことから、既存の地形図のデジタル化の技術とパソコンによるその維持管理の技術をエル・サルヴァドルに移転することとする。この場合、これら機器の取扱いは比較的容易であり、また、同国の測量や地図編集に関する基礎的な技術水準は高いと思われることから、実地に業務を行いながら技術に移転することが効果的であろう。

(2) 技術移転のために必要な機材の構成

- ・ パソコン（周辺機器を含む）およびパソコンで動く数値地図編集ソフト
- ・ データサーバー
- ・ 大判デジタイザー
- ・ 大判搬送型スキャナー
- ・ 大判インクジェットプリンター

2 - 6 本格調査団の構成（案）

本格調査団には、全体指揮および工程管理等の管理業務、調査団自らが担当する業務の実施、カウンターパート（IGN）職員が実施する業務の調整（監督）、カウンターパート職員への技術移転の4つの任務がある。

全体指揮および工程管理等の管理業務は、官民含めてエル・サルヴァドルの国内体制が比較的よく整っており、カウンターパート機関もよく組織化されていることから、副総括は不要である。

う。したがって、管理部門としては、総括、航空写真撮影監督、業務調整およびエル・サルヴァドルがスペイン語圏であることから通訳の、4名構成で十分と思われる。

カウンターパート職員の業務監督のためには、基準点測量、図化の各専門分野に1名ずつ、すなわち、標定点測量監督および現地調査監督の計2名を配置すればよいと思われる。

IGN 職員への技術移転は、本調査成果の有効活用のために重要である。また、利用者側からは比較的高度な技術がIGNに要請されると予想されることから、丁寧な指導が必要になるものと思われる。このため、デジタルマッピングの指導担当として2名を配置することが望ましい。

2 - 7 カウンターパート職員の配置（案）

カウンターパート職員の任務は、本調査をサポートすることと、本調査成果を生かすために必要な技術を習得することの2つである。

本調査では、前者として、対空標識設置、標定点測量、刺針、現地調査、補備測量を、後者として、経年変化修正を予定している。以下、各工程ごとに順を追ってカウンターパート職員の配置案を述べる。なお、所要月数の算出には1か月で21日の稼働を見込み、1実面を127 km²とした。作業能率は、Under Taking 部分はカウンターパート機関の通常の能率を見込み、技術移転部分は類似作業の通常の能率の3倍を見込んだ。

(1) 対空標識設置

対空標識の設置に際しては偏心要素の測定も行うので、トータルステーションなどを持参する必要がある。標識の材料はペンキによる地上塗色を中心とするとしても、資機材運搬などから2～3名が必要であろう。ただし、測量技術者は1名でよく、カウンターパートは1名でよい。1日1点で、3班構成で作業すると、40点の設置に約0.6か月を要し、この間3名のカウンターパートが必要である。

(2) 標定点測量

標定点の測量は、簡便なGPS測量による。測定には既知点2点と測定点1点にGPS受信機を設置するため、3班構成の1チームが1つの行動単位になる。各班は、測量技術者は1名と補助員2名から構成する。1点の測定に3班構成の1チームが1日を要するとし、1チームで作業すると、20点の測量に約1か月を要し、この間カウンターパート3名が必要である。

(3) 現地調査および刺針

現地調査は、予察判読と現地調査からなり、現地調査は自動車を用いて行う。また現地調査の整理の過程で刺針も行う。現地調査には、測量技術者1名と助手1名で1班を構成する。予

察判読に 1 実面 5 日、現地調査に 1 実面 15 日、合計 1 実面に 20 日を要するとし、仮に 10 班で作業を行うと現地調査には 2.9 か月を要する。この間、10 名のカウンターパートが必要である。

(4) 補備測量

補備測量は、現地調査の 1/3 程度の日数をあてるのが適当であろう。現地調査と同様の班構成、班数で約 1 か月を要する。この間、10 名のカウンターパートを要する。

この時期に、別途作成した地図データの、地名・行政界・各種施設等の確認をカウンターパート機関に依頼し、実施する。

(5) 経年変化修正

本作業は、コンピューターの画面上にデジタル地図データを読み出し、既往の各種資料を主に、現地調査の結果をも踏まえて、地図データを修正・更新する作業である。製図作業と類似した作業となるが、これをコンピューターの画面上で行う点が異なる。技術移転のための作業であり、可能な限り多くの職員が参加することが望ましい。このため、測量技術者 1 名と助手 1 名からなる 1 班を構成し、2 班で作業を行う。不慣れな作業で、技術移転のための手戻りも予想されることから、従来の製図作業の 3 倍の日数を見込むと 1 実面当たり 138 日になり、3.3 か月を要する。この間 2 名のカウンターパートを要する。