
目 次

第 1 章 調査業務の概要	1 - 1
1.1 調査の対象地域	1 - 1
1.2 調査業務実施の基本方針	1 - 1
1.2.1 運営面の基本方針	1 - 1
1.2.2 技術面の基本方針	1 - 1
1.2.3 技術移転に関する基本方針	1 - 1
1.3 調査業務の内容	1 - 1
1.3.1 調査業務の事業量	1 - 2
第 2 章 調査業務の背景および目的	2 - 1
2.1 調査の背景	2 - 1
2.1.1 スワジランド国（対象地域）の概要	2 - 1
2.1.2 調査団派遣の経緯	2 - 1
2.1.3 カウンターパート機関	2 - 3
2.2 調査の目的	2 - 6
2.2.1 デジタルオルソフォトマップの整備	2 - 6
2.2.2 技術移転	2 - 6
第 3 章 調査業務の経緯および結果	3 - 1
3.1 デジタルオルソフォトマップの作成	3 - 1
3.1.1 仕様の決定	3 - 1
3.1.2 空中写真撮影（現地再委託）	3 - 4
3.1.3 標定点測量・刺針（SGD の技術協力）	3 - 7
3.1.4 行政界・地名データの取得（SGD の技術協力）	3 - 1 2
3.1.5 オルソフォト図化のための計画準備およびシステム設定	3 - 1 2
3.1.6 フィルム・スキャニング	3 - 1 5
3.1.7 自動空中三角測量	3 - 1 5
3.1.8 DTM・オルソ・モザイク・等高線作成	3 - 1 7

3.1.9	数値図化（道路・河川・湖沼等、樹林帯の等高線）	3-18
3.1.10	行政界・地名データの入力	3-19
3.1.11	現地調査用図面出力	3-19
3.1.12	数値補測編集	3-19
3.1.13	行政名・地名データ編集	3-20
3.1.14	地籍データベース入力	3-20
3.1.15	数値編集・構造化	3-21
3.1.16	印刷図作成	3-21
3.1.17	CD-ROM 作成	3-22
3.2	地籍データベースの作成（SGD の技術協力）	3-22
3.2.1	オルソフォト用地籍データデータベースの作成	3-22
3.2.2	地籍番号データ作成	3-24
3.2.3	河川中心線データの削除と座標変換	3-25
3.2.4	データベースの統合（各 Region データの接合）	3-26
3.2.5	オルソフォト表示用の最終成果データの作成	3-27
3.2.6	GIS 用地籍データベース作成	3-27
第 4 章 データベースの維持・管理と活用にかかる提言		4-1
4.1	地籍データの維持・管理	4-1
4.1.1	地籍データエラーの状況	4-1
4.1.2	今後の地籍データ作成・管理について	4-1
4.2	オルソフォトマップ及び地籍データベースの活用について	4-2
4.2.1	スワジランド国の GIS 現況	4-2
4.2.2	SGD に導入する GIS システム設計	4-4
4.2.3	オルソフォト画像及び地籍データベースの利活用	4-5
4.2.4	効果的な活用のための土地利用図の整備	4-8
第 5 章 SGD 改革に向けての提言		5-1
5.1	SGD の現状	5-1
5.2	ヨーロッパ測量機関の現状	5-1
5.3	SGD の改革案と提言	5-1

第1章 調査業務の概要

1.1 調査の対象地域

本件調査は、概略東経 31 度～32 度、南緯 26 度～27 度に位置しているスワジランド国全土（面積 = 17,363km²）を対象として実施した。

1.2 調査業務実施の基本方針

本件調査業務の実施に際し、下記の通りの3分野（運営面、技術面、技術移転）の基本方針を策定し、スワジランド側の協力を得て所期の目的を達成した。

1.2.1 運営面の基本方針

- (1) 最適な調査業務実施体制の確立
- (2) 周到な事前準備
- (3) 確実な安全対策
- (4) 関係諸機関との密接な協議

1.2.2 技術面の基本方針

- (1) 適正な技術仕様
- (2) 品質・工程管理の徹底

1.2.3 技術移転に関する基本方針

- (1) 的確なオンザジョブトレーニング
- (2) 講義の開催
- (3) マニュアルの整備

1.3 調査業務の内容

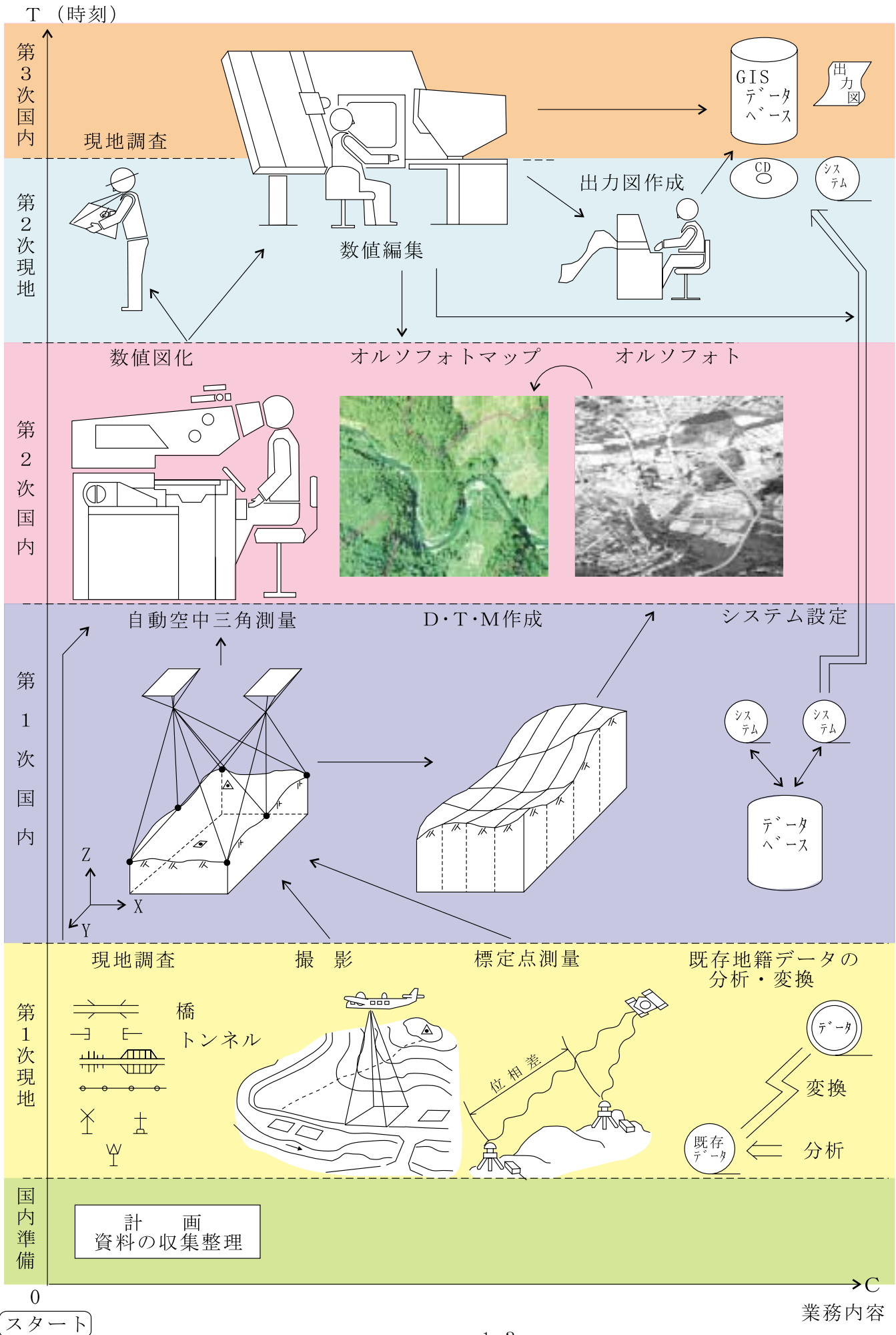
調査業務の事業量、概念図、全体工程および調査人月表は下記の通りである。

1.3.1 調査業務の事業量

表-1.1

作業名	作業内容	事業量
空中写真撮影	縮尺 1:30,000 で白黒写真撮影	約 17,363km ²
システム設計 1	GISユーザへの調査、機器・ソフトの選定	
地籍データ変換・点検・修正	トポロジデータを変換しエラーの修正を指導	国土全域分
標定点測量・刺針	GPS を用い SGD と共同で OJT で実施	三角点 34 点 標定点 50 点 水準点 59 点 GPS 水準点 20 点
行政区・地名データ取得	既存資料に基づき左記資料を収集	国土全域分
計画準備、システム設計	精度計画、工程計画、自動処理のためのプログラム作成	
フィルムスキャン	ロールフィルムより、調整を行いつつスキャン	約 1,593 枚
自動空中三角測量	3ブロックに分割し図化用の要素を算出	約 1,526 枚/ル
DTM・ポリゴン・等高線 1	自動処理によりポリゴン作成用各種データ取得	約 8,700km ²
数値図化(地物・樹林地帯等高線)	道路・河川・湖沼、樹林地帯の等高線図化	約 17,363 km ²
行政区・地名データ入力	デジタルタイプライター、キーボードより数値化	国土全域分
現地調査用図面出力	不明点調査、行政区・地名確認用出力図	約 411 面
地籍データへの入力	SGD 修正結果を再点検しファイルで受領	国土全域分
システム設計 2	選定したハード・ソフトの操作・運用方法の指導	
行政区・地名データ現地確認	図上の名称の正誤、その表示位置等の確認	国土全域分
現地調査	図化時の不明瞭点を現地で確認・修正	17,363km ²
行政区・地名データ編集	調査用図面を基に修正や追加・削除	変更・追加分
地籍データへの入力	地籍データファイルとしてポリゴンとリンクさせる	国土全域分
数値編集・構造化	地物や等高線をポリゴン・GIS 用に編集	17,363km ²
印刷図作成	印刷用フォーマットに変換後、印刷図・フィルム作成	約 411 面各 100 部
CD-ROM 作成	サイズに合わせて複数面をまとめて記録	約 240 枚
技術移転セミナー	ソフトウェアの活用・維持管理、GIS の活用方法	
ファイルポートの作成	「ス」国のコメントを記載しファイルポートを完成 英文(メインポート、要約)、和文要約	英文各 30 部 和文 10 部

図-1.1 調査業務の概念図



作業工程表

年度	作業項目	平成11年度												平成12年度												平成13年度																
		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														
年次	作業区分(現地調査・国内作業)	国内準備作業												第1次国内作業												第2次国内作業												第3次国内作業				
	レポート提出	第1次現地調査												第2次現地調査												第3次現地調査																
		IC/R												PR/R												DF/R					F/R											
第1年次	Owp-1 関連資料の収集	■																																								
	Owp-2 インセプションレポートの作成	■																																								
	Fw1-1 インセプションレポートの説明・協議	■																																								
	Fw1-2 空中写真撮影(現地再委託)	■																																								
	Fw1-3 関連資料収集(基準点・水準点)	■																																								
	Fw1-4 システム設計その1	■																																								
	Fw1-5 地籍データ変換・点検・修正(SGDの技術協力)	■																																								
	Fw1-6 標定点測量・刺針(SGDの技術協力)	■																																								
	Fw1-7 行政界・地名データの取得(SGDの技術協力)	■																																								
	Ow1-1 計画・準備・システム設定													■																												
	Ow1-2 フィルムスキャニング													■																												
	Ow1-3 自動空中三角測量													■																												
	Ow1-4 DTM・オルソ・モザイク・等高線作成その1													■																												
Ow1-5 数値図化(道路、河川、湖沼、樹林地帯等高線)その1													■																													
Ow1-6 プロGRESSレポートの作成													■																													
第2年次	Ow2-1 プロGRESSレポートの国内説明・協議													■																												
	Ow2-2 DTM・オルソ・モザイク・等高線作成その2													■																												
	Ow2-3 数値図化(道路、河川、湖沼、樹林地帯等高線)その2													■																												
	Ow2-4 行政界・地名データ入力													■																												
	Ow2-5 現地調査用図面出力													■																												
	Fw2-1 プロGRESSレポートの説明・協議													■																												
	Fw2-2 地籍データベース検収(SGDの技術協力)													■																												
	Fw2-3 システム設計その2													■																												
	Fw2-4 行政界、地名データ現地確認(SGDの技術協力)													■																												
	Fw2-5 現地調査													■																												
	Ow3-1 行政界・地名データ編集													■																												
	Ow3-2 地籍データベース入力													■																												
	Ow3-3 数値編集、構造化													■																												
Ow3-4 ドラフトファイナルレポートの作成													■																													
第3年次	Ow4-1 印刷図作成																									■																
	Ow4-2 CD-ROM作成																									■																
	Fw3-1 ドラフトファイナルレポートの説明・協議																									■																
	Fw3-2 技術移転セミナー																									■																
	Ow5-1 ファイナルレポート及び最終成果品作成																									■																
要員計画	1. 総括/航空写真撮影管理	■												■												■					■											
	2. システム設計(機器設定)	■												■												■					■											
	3. システム設計(GIS)	■												■												■					■											
	4. 測量監督1(標定点測量)	■												■												■					■											
	5. 測量監督1(地図編纂)	■												■												■					■											
	6. 測量監督2	■												■												■					■											
	7. デジタルマップデータ編集	■												■												■					■											

凡例

■ 現地調査
■ 国内作業
□ 国内アサイン
レポ-ト提出

第2章 調査業務の背景および目的

2.1 調査の背景

2.1.1 スワジランド国（対象地域）の概要

スワジランドは、北・西・南部を南アフリカ共和国、東部をモザンビーク共和国に囲まれた面積 17,363km²、人口約 910,000 人（1995 年）の内陸国である。旧宗主国イギリスから独立して 33 年目という歴史の浅い国で、地理的な位置からも南アフリカの社会・経済の影響を強く受けているが、同国政府は自立的な社会・経済の確立を目指し、南アフリカ開発共同体(SADC)に加盟し、外資導入および産業構造の多様化に向け努力している。

（1）地 形

アフリカのスイスとも称される風光明媚な山河を有し、西から東方向に向かって下記の 4 つの地形に大別される。

高地(Highveld)：平均標高が 1,300m 程度の高山草原地帯

中間地(Middleveld)：平均標高 700m の草原地帯

低地(Lowveld)：平均標高 250m のブッシュやサバンナ地帯

ルボンボ(Lubombo)：西側を Lowveld、東側をモザンビーク国境に挟まれた平均標高 600m の尾根線地帯

（2）気 候

「ス」国の気候は、上記のように大きな特徴を示している地形に合わせ、気候も下記のとおり 3 つのタイプに分かれる。

高地(Highveld)：温帯に属し降雨量も豊富（年間 1,000～2,500mm）で湿潤。

中間地(Middleveld) およびルボンボ(Lubombo)：亜熱帯乾燥の気候を呈し、年間降雨量は 750～1,150mm 程度である。

低地(Lowveld)：熱帯気候に属し降雨量も最も少ない（500～900mm）。

2.1.2 調査団派遣の経緯

従来スワジランドでは、ラインマップ(地形図)ではなく、オルソフォトマップ(正射写真図)が広く利用されてきた。しかし、現在測量局(Surveyor General's Department、以下“SGD”と記す)が所有するオルソフォトの作成年次は 1970 年代と古く、計画立案に有効活用できる状況にはない。

一方、他の政府機関においては、新しい土地管理手法として地理情報システム(GIS)

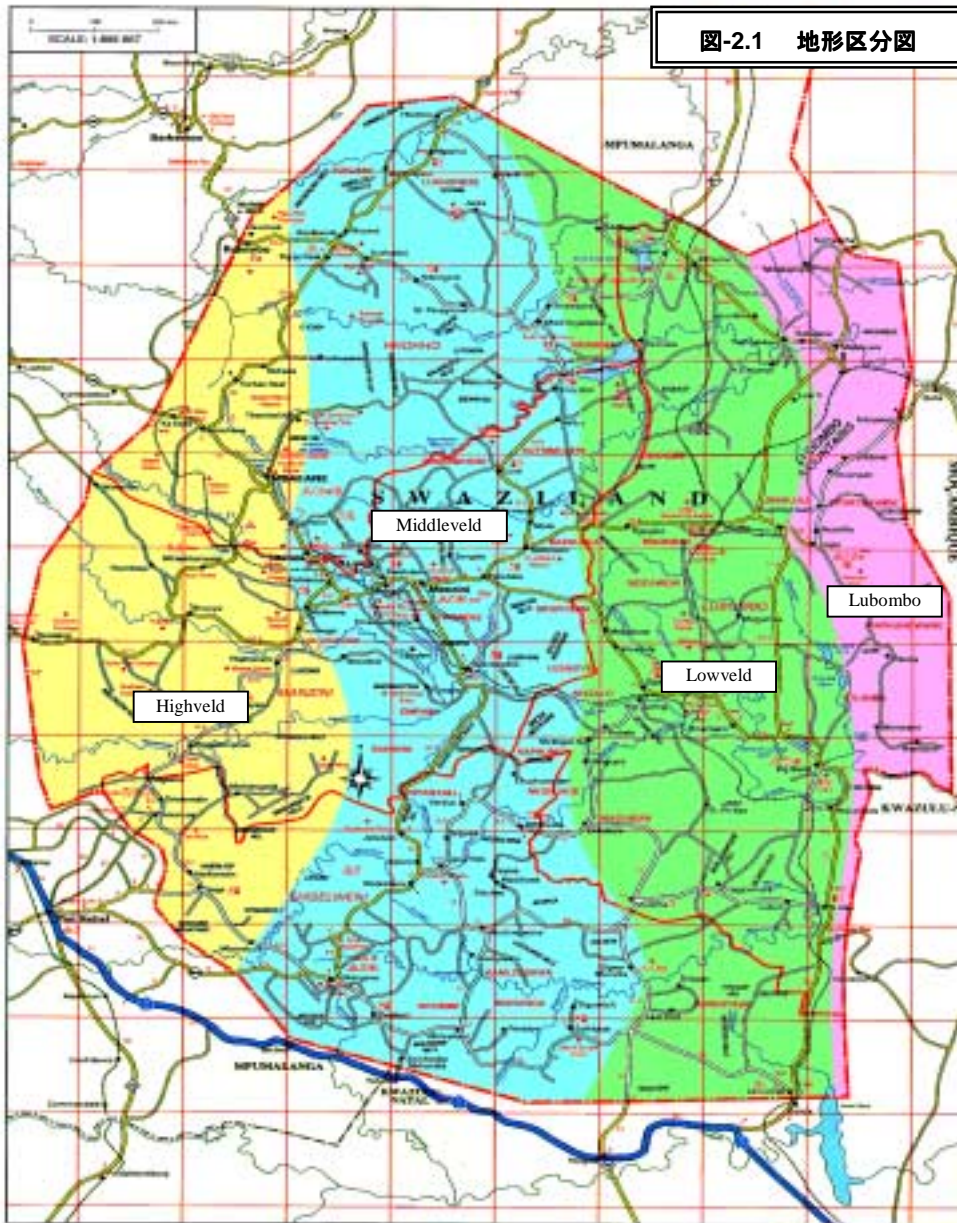
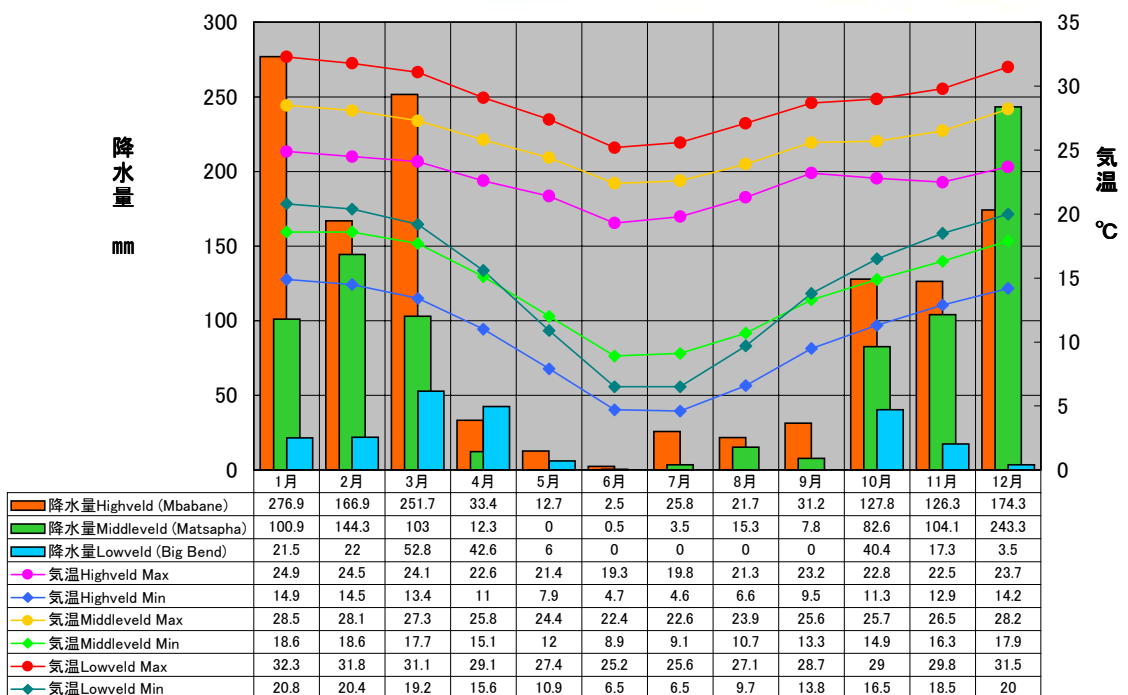


图-2.1 地形区分图



の導入を図っているが、採用されているデータは既存の 1:50,000 および 1:250,000 ラインマップを数値化したもので、デジタルのオルソフォトマップをベースとした GIS の導入が強く求められている。

このような背景からスワジランド政府は 1997 年 6 月、国土基本図としての縮尺 1:10,000 のデジタルオルソフォトマップ作成に係る技術協力を日本国政府に要請した。

日本国政府はこの要請に対して 1999 年 1 月 10 日から 1 月 29 日にかけて事前調査団を派遣し、同年 1 月 27 日本件にかかる S/W（実施細則）を締結した。

2.1.3 カウンターパート機関

本件調査のカウンターパート機関は、天然資源・エネルギー省に属する Surveyor General's Department (SGD) で、同国の発展に必要不可欠な国土の測量と地形図作成にかかるサービスの提供を基本的な業務内容としている。

SGD の事業計画

- ◆ 測量および地図作成事業に関し、他の政府機関および民間組織へ助言
- ◆ 国家開発および国土管理のため、測量業務および上質の地形図の提供
- ◆ 土地登録に必要な測量管理および法的業務の遂行
- ◆ 高品質な製品供給とサービスのための技術者育成

SURVEYOR GENERAL'S DEPARTMENT

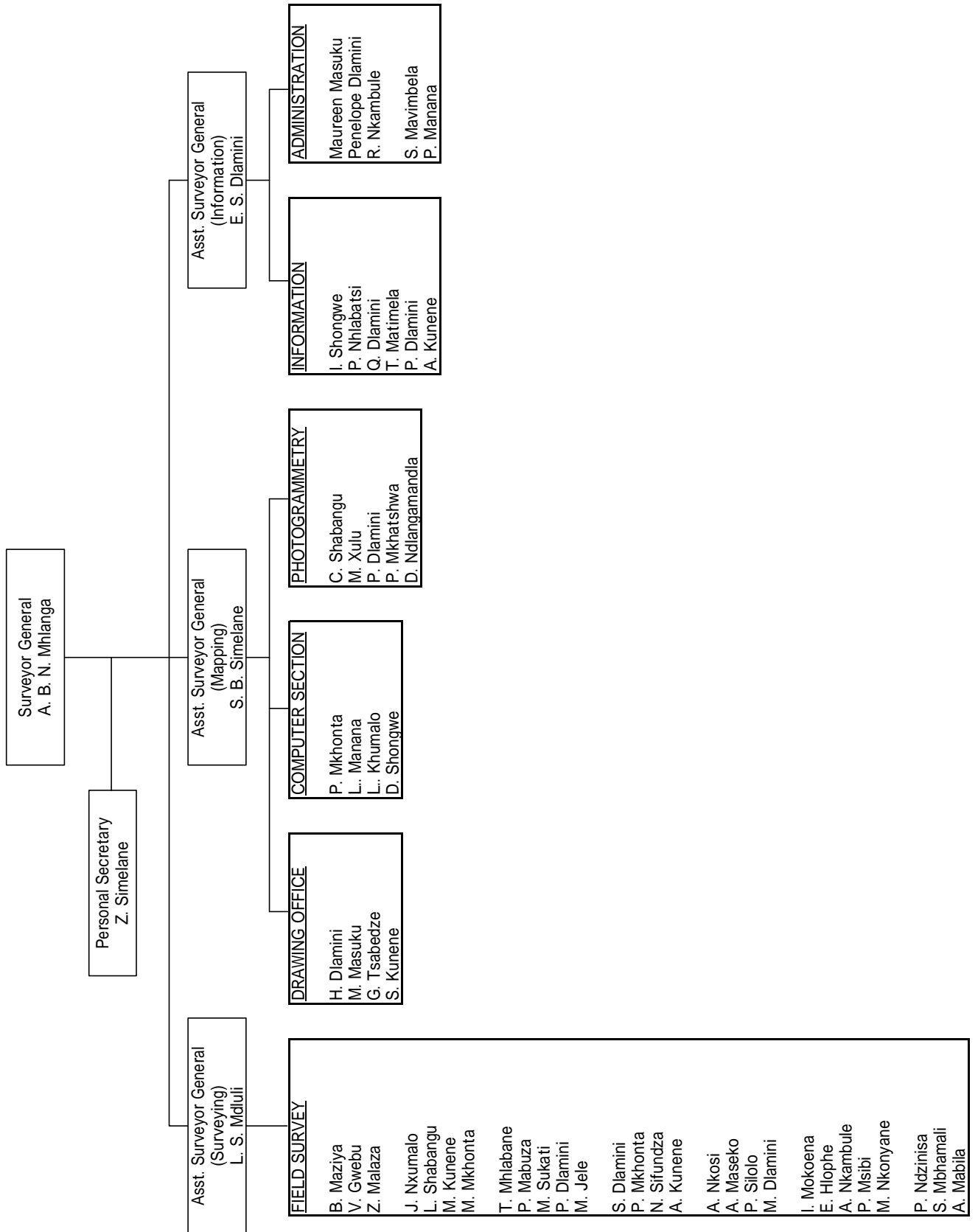


表-2.2 カウンターパート機関”SGD”の組織構成

2.2 調査の目的

2.2.1 デジタルオルソフォトマップの整備

スワジランドにおける開発計画の円滑な実施を目的とした、同国全土のデジタルオルソフォトマップ（S=1:10,000）を作成する。

また、SGD がこれまでに作成してきた地籍測量成果を修正・更新し、同デジタルオルソフォトマップを背景とする GIS データベースとして再構築する。

2.2.2 技術移転

現地調査実施期間を通じて、カウンターパート機関となる SGD の職員に対し、デジタルオルソフォトマップの維持管理手法、GIS への効果的な利用方法、および関連する業務について技術移転を実施する。

オルソフォトに関しては、図化に必要な標定点測量や、地形図の表現に欠くことの出来ない注記・行政名・行政界等の調査方法等、SGD の便宜供与項目を有効に活用し、共同作業におけるオンザジョブトレーニングをとおして、的確な技術移転を図る。

また GIS に関しては、関連する政府諸機関や NGO 等も含め、技術移転セミナーを通してその有用性と活用に関する提言を行う。

図-2.2 オルソフォトマップ（正射写真図）とラインマップの比較（地形図）



1970年代に撮影された写真(縮尺: 1/7,000)をもとに作成した
オルソフォト(縮尺: 約 1/1 万) - 首都 Mbabane 市内の中心部



ラインマップ-1/5万地形図 "MBABANE"(1991年)より
(原寸) - 首都 Mbabane

写 真 :	中心投影
オルソフォト (正射写真図) :	正射投影
ラインマップ (地形図) :	正射投影

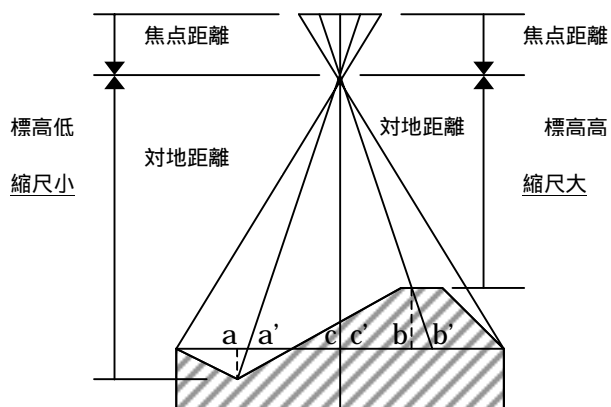
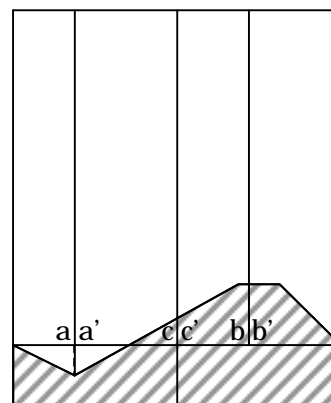


写真 (中心投影) のイメージ



オルソフォト及び地形図 (正射投影) のイメージ

第3章 調査業務の経緯および結果

3.1 デジタルオルソフォトマップの作成

3.1.1 仕様の決定

(1) 測量基準および作業規程の決定

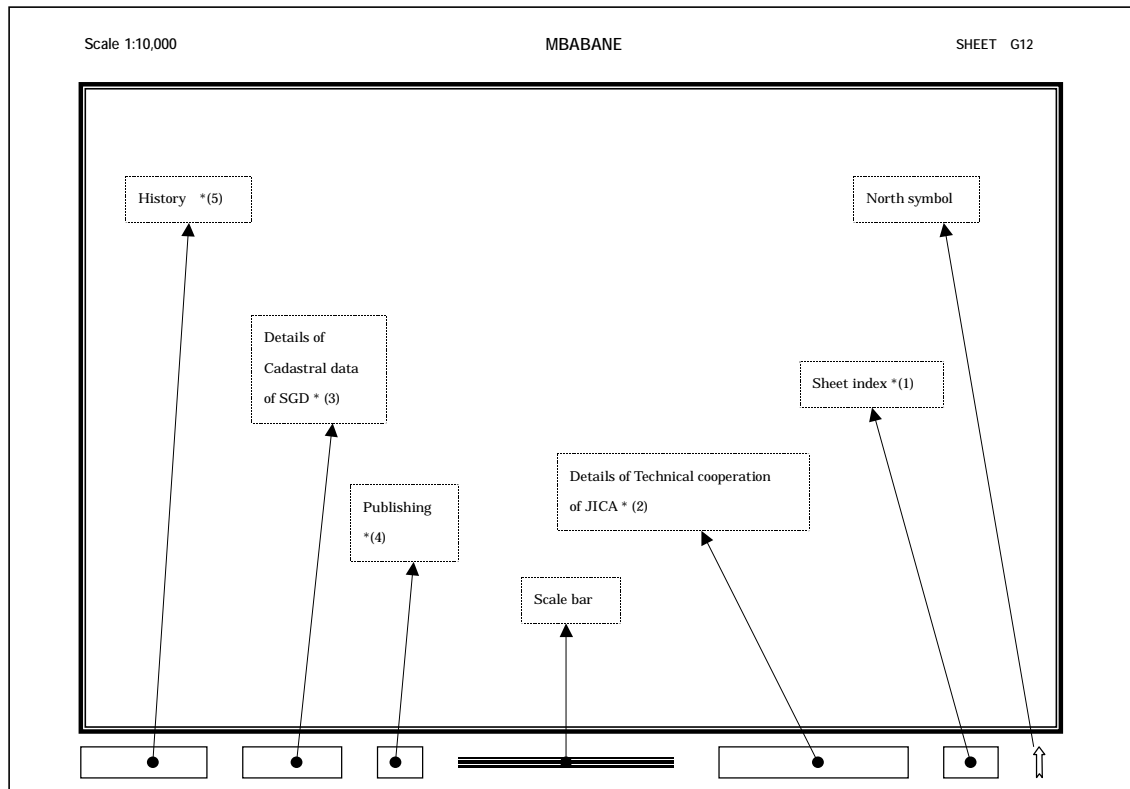
- a) 準拠楕円体：クラーク 1880 ($a=6,378,249.145$ 、 $f=1/293.466307656$)
- b) 地形図投影法：横メルカトール図法
- c) 原点の位置：子午線方向 = 東経 31 度、緯度方向 = 赤道
- c) 座標系：南アフリカ測量座標系 Lo.31
- d) 標高の基準：B.M (National Elevation System = Mean Sea Level)

(2) 図式の協議・決定

オルソフォトマップに用いる図式、図面整飾、図郭割り等については、「ス」国の既測図をベースとして協議・決定した。

その他の図面整飾 (History, Details of Cadastral data, Publishing, Scale Bar, Sheet Index, Sheet Name & Number etc.,) についても協議を行い、図- のとおり決定した。

図郭割については、「ス」国の全国土を形成する国境線を確認した結果、図 3-2 のとおり決定した。



* (1) Sheet Index

F 11	G 11	H 11
F 12	G 12	H 12
F 13	G 13	H 13

* (2) Details of Technical Cooperation of JICA

These data were prepared jointly by the Japan International Cooperation Agency (JICA) under the Japanese Government Technical Cooperation Program and the Government of Swaziland,.

* (3) Details of Cadastral data

- *Regional Coverage : All Cadastral details are depicted above except rivers.*
- *Urban Coverage : Only urban boundaries are depicted above.*
- *Final Cadastral update : March 1999*

* (4) Publishing

*Published by the : Surveyor General's Department
Ministry of Natural Resources & Energy
P.O. Box 4700
Mbabane, Swaziland*

* (5) History

- *Aerial Photography : July & August 1999*
- *Photo Control Survey : September 1999*
- *Orthophoto Mapping : October 1999 – March 2001*
- *Coordinate System : Lo 31*
- *Datum Height : Mean Sea Level*
- *Contour Interval : 5 & 10m*

オルソフォトマップ 図郭割

A 01	B 01	C 01	D 01	E 01	F 01	G 01	H 01	J 01	K 01	L 01	M 01	N 01	P 01	Q 01	R 01	S 01	X = 2,842
A 02	B 02	C 02	D 02	E 02	F 02	G 02	H 02	J 02	K 02	L 02	M 02	N 02	P 02	Q 02	R 02	S 02	X = 2,848
A 03	B 03	C 03	D 03	E 03	F 03	G 03	H 03	J 03	K 03	L 03	M 03	N 03	P 03	Q 03	R 03	S 03	X = 2,854
A 04	B 04	C 04	D 04	E 04	F 04	G 04	H 04	J 04	K 04	L 04	M 04	N 04	P 04	Q 04	R 04	S 04	X = 2,860
A 05	B 05	C 05	D 05	E 05	F 05	G 05	H 05	J 05	K 05	L 05	M 05	N 05	P 05	Q 05	R 05	S 05	X = 2,866
A 06	B 06	C 06	D 06	E 06	F 06	G 06	H 06	J 06	K 06	L 06	M 06	N 06	P 06	Q 06	R 06	S 06	X = 2,872
A 07	B 07	C 07	D 07	E 07	F 07	G 07	H 07	J 07	K 07	L 07	M 07	N 07	P 07	Q 07	R 07	S 07	X = 2,878
A 08	B 08	C 08	D 08	E 08	F 08	G 08	H 08	J 08	K 08	L 08	M 08	N 08	P 08	Q 08	R 08	S 08	X = 2,884
A 09	B 09	C 09	D 09	E 09	F 09	G 09	H 09	J 09	K 09	L 09	M 09	N 09	P 09	Q 09	R 09	S 09	X = 2,890
A 10	B 10	C 10	D 10	E 10	F 10	G 10	H 10	J 10	K 10	L 10	M 10	N 10	P 10	Q 10	R 10	S 10	X = 2,896
A 11	B 11	C 11	D 11	E 11	F 11	G 11	H 11	J 11	K 11	L 11	M 11	N 11	P 11	Q 11	R 11	S 11	X = 2,902
A 12	B 12	C 12	D 12	E 12	F 12	G 12	H 12	J 12	K 12	L 12	M 12	N 12	P 12	Q 12	R 12	S 12	X = 2,908
A 13	B 13	C 13	D 13	E 13	F 13	G 13	H 13	J 13	K 13	L 13	M 13	N 13	P 13	Q 13	R 13	S 13	X = 2,914
A 14	B 14	C 14	D 14	E 14	F 14	G 14	H 14	J 14	K 14	L 14	M 14	N 14	P 14	Q 14	R 14	S 14	X = 2,920
A 15	B 15	C 15	D 15	E 15	F 15	G 15	H 15	J 15	K 15	L 15	M 15	N 15	P 15	Q 15	R 15	S 15	X = 2,926
A 16	B 16	C 16	D 16	E 16	F 16	G 16	H 16	J 16	K 16	L 16	M 16	N 16	P 16	Q 16	R 16	S 16	X = 2,932
A 17	B 17	C 17	D 17	E 17	F 17	G 17	H 17	J 17	K 17	L 17	M 17	N 17	P 17	Q 17	R 17	S 17	X = 2,938
A 18	B 18	C 18	D 18	E 18	F 18	G 18	H 18	J 18	K 18	L 18	M 18	N 18	P 18	Q 18	R 18	S 18	X = 2,944
A 19	B 19	C 19	D 19	E 19	F 19	G 19	H 19	J 19	K 19	L 19	M 19	N 19	P 19	Q 19	R 19	S 19	X = 2,950
A 20	B 20	C 20	D 20	E 20	F 20	G 20	H 20	J 20	K 20	L 20	M 20	N 20	P 20	Q 20	R 20	S 20	X = 2,956
A 21	B 21	C 21	D 21	E 21	F 21	G 21	H 21	J 21	K 21	L 21	M 21	N 21	P 21	Q 21	R 21	S 21	X = 2,962
A 22	B 22	C 22	D 22	E 22	F 22	G 22	H 22	J 22	K 22	L 22	M 22	N 22	P 22	Q 22	R 22	S 22	X = 2,968
A 23	B 23	C 23	D 23	E 23	F 23	G 23	H 23	J 23	K 23	L 23	M 23	N 23	P 23	Q 23	R 23	S 23	X = 2,974
A 24	B 24	C 24	D 24	E 24	F 24	G 24	H 24	J 24	K 24	L 24	M 24	N 24	P 24	Q 24	R 24	S 24	X = 2,980
A 25	B 25	C 25	D 25	E 25	F 25	G 25	H 25	J 25	K 25	L 25	M 25	N 25	P 25	Q 25	R 25	S 25	X = 2,986
A 26	B 26	C 26	D 26	E 26	F 26	G 26	H 26	J 26	K 26	L 26	M 26	N 26	P 26	Q 26	R 26	S 26	X = 2,992
A 27	B 27	C 27	D 27	E 27	F 27	G 27	H 27	J 27	K 27	L 27	M 27	N 27	P 27	Q 27	R 27	S 27	X = 2,998
A 28	B 28	C 28	D 28	E 28	F 28	G 28	H 28	J 28	K 28	L 28	M 28	N 28	P 28	Q 28	R 28	S 28	X = 3,004
A 29	B 29	C 29	D 29	E 29	F 29	G 29	H 29	J 29	K 29	L 29	M 29	N 29	P 29	Q 29	R 29	S 29	X = 3,010
A 30	B 30	C 30	D 30	E 30	F 30	G 30	H 30	J 30	K 30	L 30	M 30	N 30	P 30	Q 30	R 30	S 30	X = 3,016
A 31	B 31	C 31	D 31	E 31	F 31	G 31	H 31	J 31	K 31	L 31	M 31	N 31	P 31	Q 31	R 31	S 31	X = 3,022
A 31	B 31	C 31	D 31	E 31	F 31	G 31	H 31	J 31	K 31	L 31	M 31	N 31	P 31	Q 31	R 31	S 31	X = 3,028

Y = 21	Y = 13	Y = 5	Y = -3	Y = -11	Y = -19	Y = -27	Y = -35	Y = -43	Y = -51	Y = -59	Y = -67	Y = -75	Y = -83	Y = -91	Y = -99	Y = -107	Y = -115
--------	--------	-------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------



* 図郭サイズ = 60cm × 80cm (図面枚数 = 411面)

* 図郭外の X・Y 座標値は、「ス」国、国家座標値 (km単位)

図-3.2

3.1.2 空中写真撮影（現地再委託）

（1）現地再委託準備

南アフリカ共和国の3社を現地再委託予定機関として選定した。

航空写真撮影計画図、撮影運行計画（撮影始終点座標、撮影延長・高度）、
撮影仕様書等を送付し、プロポーザルおよび見積書提出を依頼した。

（2）プロポーザル・見積り取得、技術評価、および契約締結

「ス」国入りに先立ち、3社からのプロポーザル・見積りを取得した。

各社のプロポーズ内容、金額、保有設備、技術力、経験等を評価・選定した。

（3）評価・選定の経緯

経験、機材、請負金額等について3社を比較検討。

最新型のカメラシステム、GPSナビゲーションシステム、「ス」国における
撮影許可を既に取得済み、見積金額が3社中最低価格であったこと等から、
DTM社を選定し、JICAの承認を得て撮影作業を開始した。

（4）実施した主な空中写真撮影の仕様は次のとおりである。

航空カメラ；

Leica RC30 カメラ

Leica PAV30 ジャイロマウント

GPS（写真座標測定&ナビゲーション用）

FMC（フォワード・モーション・コンペンセーション）

空中写真；

焦点距離：f =15cm

画面サイズ：23×23cm

撮影縮尺：1/30,000

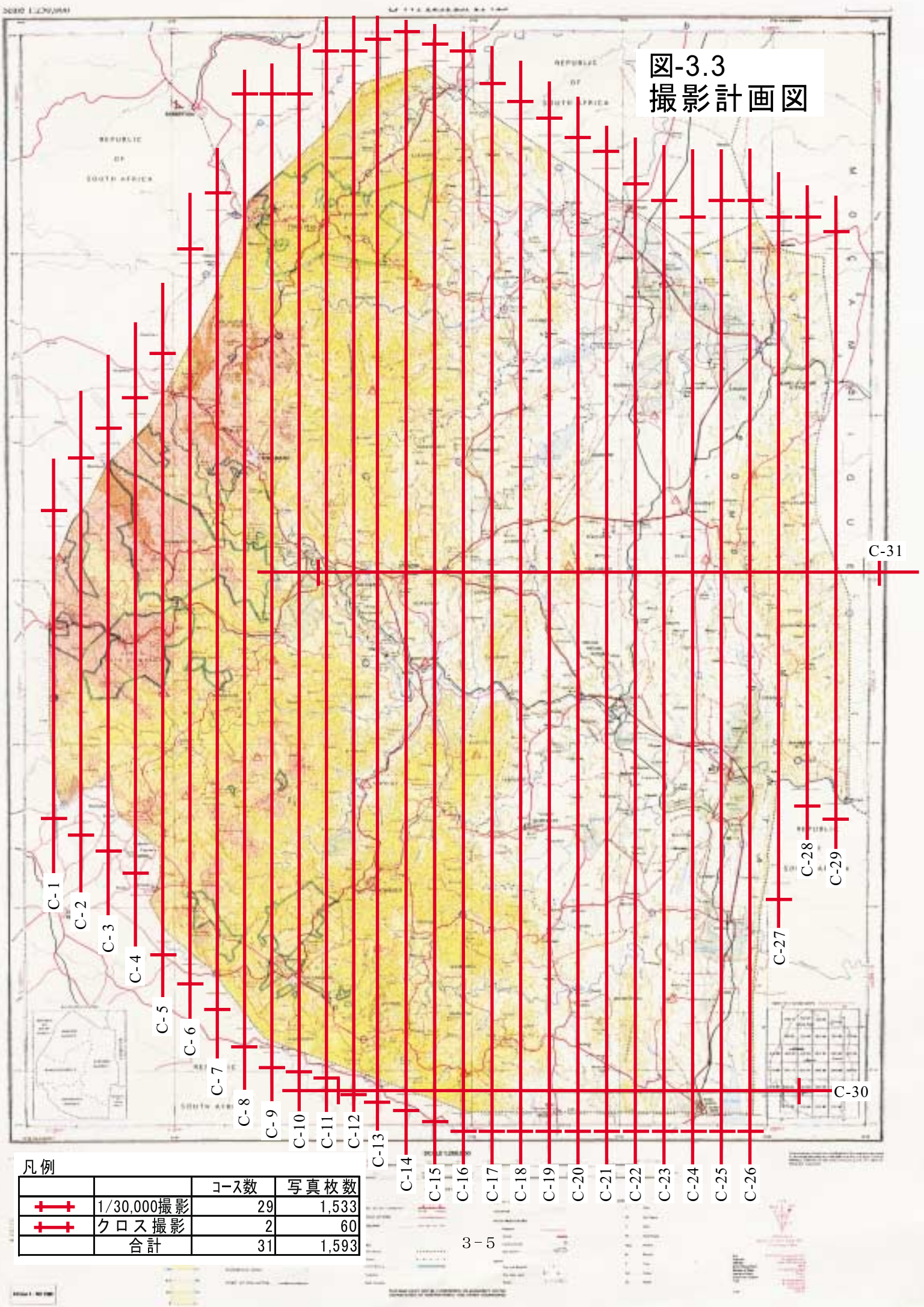
平均オーバーラップ：約60%

平均サイドラップ：約40%

（5）撮影結果

航空写真撮影標定図は図-3.3、航空写真一覧表は表-3.1 のとおりである。

図-3.3
撮影計画図



凡例



	コース数	写真枚数
	1/30,000撮影	29
	クロス撮影	2
	合計	31

表-3.1
Photo Index

C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18	C-19	C-20	C-21N	C-21S	C-22	C-23	C-24	C-25N	C-25S	C-26	C-27	C-28	C-29	C-30	C-31
21	23	26	32	39	46	52	60	61	62	65	65	62	65	64	67	66	64	63	62	41	27	58	57	54	18	43	58	41	35	36	25	35
1. 3585	1. 3542	1. 4000	1. 4057	1. 3457	1. 3541	1. 3444	1. 3333	1. 3332	1. 3210	1. 3209	1. 3081	1. 4058	1. 4184	1. 4185	1. 2253	1. 2254	1. 2383	1. 2384	1. 2508	1. 2509		1. 4250	1. 4340	1. 4450	1. 4451		1. 2556	1. 4559	1. 4488	1. 4558	1. 0282	1. 0001
2. 3584	2. 3543	2. 4001	2. 4056	2. 3458	2. 3540	2. 3443	2. 3334	2. 3331	2. 3211	2. 3208	2. 3082	2. 4059	2. 4183	2. 4186	2. 2252	2. 2255	2. 2382	2. 2385	2. 2507	2. 2510		2. 4251	2. 4341	2. 4449	2. 4452		2. 2557	2. 4560	2. 4489	2. 4557	2. 0281	2. 0002
3. 3583	3. 3544	3. 4002	3. 4055	3. 3459	3. 3539	3. 3442	3. 3335	3. 3330	3. 3212	3. 3207	3. 3083	3. 4060	3. 4182	3. 4187	3. 2251	3. 2256	3. 2381	3. 2386	3. 2506	3. 2511		3. 4252	3. 4342	3. 4448	3. 4453		3. 2558	3. 4561	3. 4490	3. 4556	3. 0280	3. 0003
4. 3582	4. 3545	4. 4003	4. 4054	4. 3460	4. 3538	4. 3441	4. 3336	4. 3329	4. 3213	4. 3206	4. 3084	4. 4061	4. 4181	4. 4188	4. 2250	4. 2257	4. 2380	4. 2387	4. 2505	4. 2512		4. 4253	4. 4343	4. 4447	4. 4454		4. 2559	4. 4562	4. 4491	4. 4555	4. 0279	4. 0004
5. 3581	5. 3546	5. 4004	5. 4053	5. 3461	5. 3537	5. 3440	5. 3337	5. 3328	5. 3214	5. 3205	5. 3085	5. 4062	5. 4180	5. 4189	5. 2249	5. 2258	5. 2379	5. 2388	5. 2504	5. 2513		5. 4254	5. 4344	5. 4446	5. 4455		5. 2560	5. 4563	5. 4492	5. 4554	5. 0278	5. 0005
6. 3580	6. 3547	6. 4005	6. 4052	6. 3462	6. 3536	6. 3439	6. 3338	6. 3327	6. 3215	6. 3204	6. 3086	6. 4063	6. 4179	6. 4190	6. 2248	6. 2259	6. 2378	6. 2389	6. 2503	6. 2514		6. 4255	6. 4345	6. 4445	6. 4456		6. 2561	6. 4564	6. 4493	6. 4553	6. 0277	6. 0006
7. 3579	7. 3548	7. 4006	7. 4051	7. 3463	7. 3535	7. 3438	7. 3339	7. 3326	7. 3216	7. 3203	7. 3087	7. 4064	7. 4178	7. 4191	7. 2247	7. 2260	7. 2377	7. 2390	7. 2502	7. 2515		7. 4256	7. 4346	7. 4444	7. 4457		7. 2562	7. 4565	7. 4494	7. 4552	7. 0276	7. 0007
8. 3578	8. 3549	8. 4007	8. 4050	8. 3464	8. 3534	8. 3437	8. 3340	8. 3325	8. 3217	8. 3202	8. 3088	8. 4065	8. 4177	8. 4192	8. 2246	8. 2261	8. 2376	8. 2391	8. 2501	8. 2516		8. 4257	8. 4347	8. 4443	8. 4458		8. 2563	8. 4566	8. 4495	8. 4551	8. 0275	8. 0008
9. 3577	9. 3550	9. 4008	9. 4049	9. 3465	9. 3533	9. 3436	9. 3341	9. 3324	9. 3218	9. 3201	9. 3089	9. 4066	9. 4176	9. 4193	9. 2245	9. 2262	9. 2375	9. 2392	9. 2500	9. 2517		9. 4258	9. 4348	9. 4442	9. 4459		9. 2564	9. 4567	9. 4496	9. 4550	9. 0274	9. 0009
10. 3576	10. 3551	10. 4009	10. 4048	10. 3466	10. 3532	10. 3435	10. 3342	10. 3323	10. 3219	10. 3200	10. 3090	10. 4067	10. 4175	10. 4194	10. 2244	10. 2263	10. 2374	10. 2393	10. 2499	10. 2518		10. 4259	10. 4349	10. 4441	10. 4460		10. 2565	10. 4568	10. 4497	10. 4549	10. 0273	10. 0010
11. 3575	11. 3552	11. 4010	11. 4047	11. 3467	11. 3531	11. 3434	11. 3343	11. 3322	11. 3220	11. 3199	11. 3091	11. 4068	11. 4173	11. 4195	11. 2244	11. 2264	11. 2373	11. 2394	11. 2498	11. 2519		11. 4260	11. 4350	11. 4440	11. 4461		11. 2566	11. 4569	11. 4498	11. 4548	11. 0272	11. 0011
12. 3574	12. 3553	12. 4011	12. 4046	12. 3468	12. 3530	12. 3433	12. 3344	12. 3321	12. 3221	12. 3198	12. 3092	12. 4069	12. 4174	12. 4196	12. 2243	12. 2265	12. 2372	12. 2395	12. 2497	12. 2520		12. 4261	12. 4351	12. 4439	12. 4462		12. 2567	12. 4570	12. 4499	12. 4547	12. 0271	12. 0012
13. 3573	13. 3554	13. 4012	13. 4045	13. 3469	13. 3529	13. 3432	13. 3345	13. 3320	13. 3222	13. 3197	13. 3093	13. 4070	13. 4172	13. 4197	13. 2242	13. 2266	13. 2371	13. 2396	13. 2496	13. 2521		13. 4262	13. 4352	13. 4438	13. 4463		13. 2568	13. 4571	13. 4500	13. 4546	13. 0270	13. 0013
14. 3572	14. 3555	14. 4013	14. 4044	14. 3470	14. 3528	14. 3431	14. 3346	14. 3319	14. 3223	14. 3196	14. 3094	14. 4071	14. 4171	14. 4198	14. 2241	14. 2267	14. 2370	14. 2397	14. 2495	14. 2522		14. 4263	14. 4353	14. 4437	14. 4464		14. 2569	14. 4572	14. 4501	14. 4545	14. 0269	14. 0014
15. 3571	15. 3556	15. 4014	15. 4043	15. 3471	15. 3527	15. 3430	15. 3347	15. 3318	15. 3224	15. 3195	15. 3095	15. 4072	15. 4170	15. 4199	15. 2240	15. 2268	15. 2369	15. 2398	15. 2494	15. 2523		15. 4264	15. 4354	15. 4436	15. 4465	1. 2660	15. 2570	15. 4573	15. 4502	15. 4544	15. 0268	15. 0015
16. 3570	16. 3557	16. 4015	16. 4042	16. 3472	16. 3526	16. 3429	16. 3348	16. 3317	16. 3225	16. 3194	16. 3096	16. 4073	16. 4169	16. 4200	16. 2239	16. 2269	16. 2368	16. 2399	16. 2493	16. 2524		16. 4265	16. 4355	16. 4435	16. 4466	2. 2659	16. 2571	16. 4574	16. 4503	16. 4543	16. 0267	16. 0016
17. 3569	17. 3558	17. 4016	17. 4041	17. 3473	17. 3525	17. 3428	17. 3349	17. 3316	17. 3226	17. 3193	17. 3097	17. 4074	17. 4168	17. 4201	17. 2238	17. 2270	17. 2367	17. 2400	17. 2492	17. 2525		17. 4266	17. 4356	17. 4434	17. 4467	3. 2658	17. 2572	17. 4575	17. 4504	17. 4542	17. 0266	17. 0017
18. 3568	18. 3559	18. 4017	18. 4040	18. 3474	18. 3524	18. 3427	18. 3348	18. 3315	18. 3227	18. 3192	18. 3098	18. 4075	18. 4167	18. 4202	18. 2237	18. 2271	18. 2366	18. 2401	18. 2491	18. 2526		18. 4267	18. 4357	18. 4433	18. 4468	4. 2657	18. 2573	18. 4576	18. 4505	18. 4541	18. 0265	18. 0018
19. 3567	19. 3560	19. 4018	19. 4039	19. 3475	19. 3523	19. 3426	19. 3351	19. 3314	19. 3228	19. 3191	19. 3099	19. 4076	19. 4166	19. 4203	19. 2236	19. 2272	19. 2365	19. 2402	19. 2490	19. 2527		19. 4268	19. 4358	19. 4432		5. 2656	19. 2574	19. 4577	19. 4506	19. 4540	19. 0264	19. 0019
20. 3566	20. 3561	20. 4019	20. 4038	20. 3476	20. 3522	20. 3425	20. 3352	20. 3313	20. 3229	20. 3190	20. 3100	20. 4077	20. 4165	20. 4204	20. 2235	20. 2273	20. 2364	20. 2403	20. 2489	20. 2528		20. 4269	20. 4359	20. 4431		6. 2655	20. 2575	20. 4578	20. 4507	20. 4539	20. 0263	20. 0020
21. 3565	21. 3562	21. 4020	21. 4037	21. 3477	21. 3521	21. 3424	21. 3353	21. 3312	21. 3230	21. 3189	21. 3101	21. 4078	21. 4164	21. 4205	21. 2234	21. 2274	21. 2363	21. 2404	21. 2488	21. 2529		21. 4270	21. 4360	21. 4430		7. 2654	21. 2576	21. 4579	21. 4508	21. 0262	21. 0021	
	22. 3563	22. 4021	22. 4036	22. 3478	22. 3520	22. 3423	22. 3354	22. 3311	22. 3231	22. 3188	22. 3102	22. 4079	22. 4163	22. 4206	22. 2233	22. 2275	22. 2362	22. 2405	22. 2487	22. 2530		22. 4271	22. 4361	22. 4429		8. 2653	22. 2577	22. 4580	22. 4509	22. 0261	22. 0022	
	23. 3564	23. 4022	23. 4035	23. 3479	23. 3519	23. 3422	23. 3355	23. 3310	23. 3232	23. 3187	23. 3103	23. 4080	23. 4162	23. 4207	23. 2232	23. 2276	23. 2361	23. 2406	23. 2486	23. 2531		23. 4272	23. 4362	23. 4428		9. 2652	23. 2578	23. 4581	23. 4510	23. 0260	23. 0023	
		24. 4023	24. 4034	24. 3480	24. 3518	24. 3421	24. 3356	24. 3309	24. 3233	24. 3186	24. 3104	24. 4081	24. 4161	24. 4208	24. 2231	24. 2277	24. 2360	24. 2407	24. 2485	24. 2532		24. 4273	24. 4363	24. 4427		10. 2651	24. 2579	24. 4582	24. 4511	24. 0259	24. 0024	
		25. 4024	25. 4033	25. 3481	25. 3517	25. 3420	25. 3357	25. 3308	25. 3234	25. 3185	25. 3105	25. 4082	25. 4160	25. 4209	25. 2230	25. 2278	25. 2359	25. 2408	25. 2484	25. 2533		25. 4274	25. 4364	25. 4426		11. 2650	25. 2580	25. 4583	25. 4512	25. 0258	25. 0025	
		26. 4025	26. 4032	26. 3482	26. 3516	26. 3419	26. 3358	26. 3307	26. 3235	26. 3184	26. 3106	26. 4083	26. 4159	26. 4210	26. 2229	26. 2279	26. 2358	26. 2409	26. 2483	26. 2534		26. 4275	26. 4365	26. 4425		12. 2649	26. 2581	26. 4584	26. 4513	26. 0257	26. 0026	
			27. 4031	27. 3483	27. 3515	27. 3418	27. 3359	27. 3306	27. 3236	27. 3183	27. 3107	27. 4084	27. 4158	27. 4211	27. 2228	27. 2280	27. 2357	27. 2410	27. 2482	27. 2535		27. 4276	27. 4366	27. 4424		13. 2648	27. 2582	27. 4585	27. 4514	27. 0256	27. 0027	
			28. 4030	28. 3484	28. 3514	28. 3417	28. 3360	28. 3305	28. 3237	28. 3182	28. 3108	28. 4085	28. 4157	28. 4212	28. 2227	28. 2281	28. 2356	28. 2411	28. 2481	28. 2536		28. 4277	28. 4367	28. 4423		14. 2647	28. 2583	28. 4586	28. 4515	28. 0255	28. 0028	
			29. 4029	29. 3485	29. 3513	29. 3416	29. 3361	29. 3304	29. 3238	29. 3181	29. 3108	29. 4086	29. 4156	29. 4213	29. 2226	29. 2282	29. 2355	29. 2412	29. 2480	29. 2537		29. 4278	29. 4368	29. 4422		15. 2646	29. 2584	29. 4587	29. 4516	29. 0254	29. 0029	
			30. 4028	30. 3486	30. 3512	30. 3415	30. 3362	30. 3303	30. 3239	30. 3180	30. 3109	30. 4087	30. 4155	30. 4214	30. 2225	30. 2283	30. 2354	30. 2413	30. 2479	30. 2538												

(6) フィルム注記

下記の内容を撮影時にカメラにインプットし、各密着写真上に表示した。

SWAZILAND	C09	23/07/99	1:30,000	JICA-SGD
-----------	-----	----------	----------	----------

なお各写真番号については、添付の Photo Index (表 3-1) に示されているように、撮影実施時のカメラの誤作動と考えられる番号の重複が3枚の写真に発生したため、後続作業のエラー回避のために南北コースは北から南に、東西コースは西から東に向けて、各写真に対してコース毎に整理番号(1~)を付番した。

3.1.3 標定点測量・刺針 (SGD の技術協力)

国内準備作業で立案した標定点測量計画にもとづき、「ス」国全土に設置されている基準点・水準点の実態を確認し、SGD カウンターパートと協力のもとに標定点測量計画を実施した。

(1) 調査実施の概要

本件調査では、現地調査の多くの部分が、JICA 調査団および SGD との共同による作業の実施を前提としている。

国土の地籍測量を主たる業務とする SGD の地上測量部門において、本件調査の共同実施は、JICA より提供される最新型の GPS & 解析ソフトの有効利用により新たな業務の拡大、およびその具体的実施方法についての技術を習得できた。

2 ヶ月間の現地調査の実施期間中、資料収集、計画立案、測量の実施、解析処理、成果算出に及ぶ各工程について、その全てを OJT および講義により技術移転を実施した。

(2) 調査準備

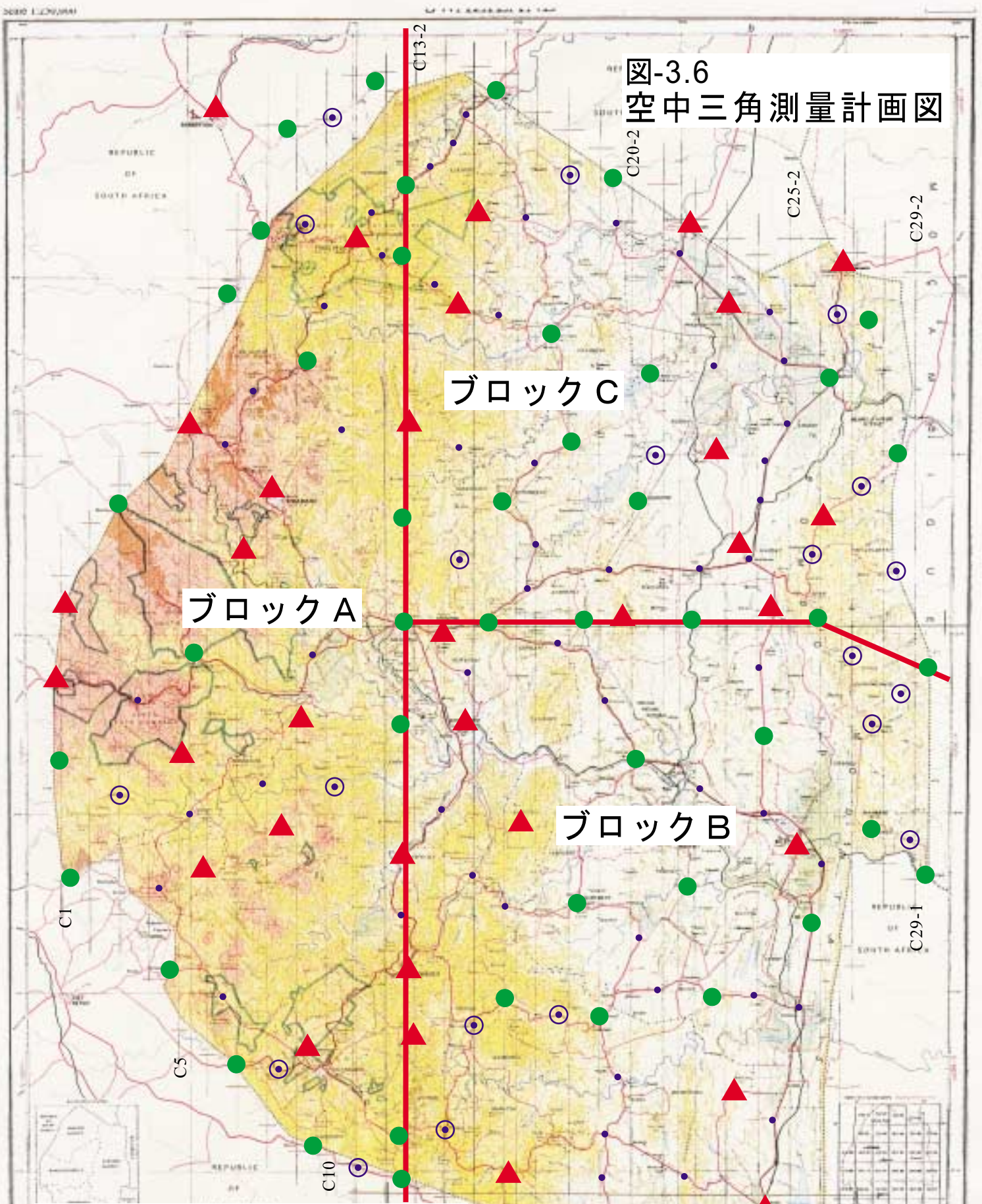
機器の調整 (調査で使用した機器は次の通りである)

通信手段の確保

航空写真の準備

地形図(1:50,000)の準備

図-3.6
空中三角測量計画図



凡例

Aブロック	360メテル	座標基準点24点	標高基準点35点
Bブロック	638メテル	座標基準点47点	標高基準点71点
Cブロック	558メテル	座標基準点50点	標高基準点76点
合計	1,556メテル		

水準点内容

要員構成

- | | |
|-------------------------|-----|
| a. 測量監督（JICA スタディーチーム）： | 2名 |
| b. 測量技師（SGD）： | 15名 |
| 上級測量技師： | 5名 |
| 測量助手： | 10名 |

測量方針

南・北二つのセクションに分割し、2名のJICA測量監督が各々の地区を管理した。

基準点

空中三角測量に必要な水平位置と標高の基準として設置した基準点は各々次の通りである。

- | |
|-------------------------------|
| a. 既設水準点の刺針：L = 59点（計画 = 57点） |
| b. 標定点：CP = 50点（計画 = 45点） |
| c. GPS水準点：G = 20点（計画 = 20点） |
| d. 既設三角点：T = 34点（計画 = 33点） |

（3）点の確認・刺針

方法

確認する全ての点は、標定点測量計画図を基に、各チームの測量監督が選定/点検した。既存のSGD三角点や水準点の位置により、航空写真への刺針が最適な位置を現場で決定する事が極めて重要である。SGDの各上級測量技師は、2名のJICA測量監督と共同して、航空写真と現場を比較し、標定点として確実な場所を選定した。

決定した各標定点は、1対のステレオ航空写真上に刺針するとともに、各点に対して次の情報を記入した点の記を作成した。

安全対策

スワジランド国東部のモザンビーク国境地帯における作業の実施に際し、測量チームの安全を確保するため、Swaziland Defense Force から安全確保の

ための要員提供を受けた。

航空写真の再撮影

調査地域の約 40% について航空写真の再撮影が実施された事に伴い、既に選定された点を新しい写真に移写する必要性が発生した。結果として一点を除き全ての点の転写が問題なく実施出来た。

技術移転研修

この段階までの共同作業を通して、SGD の上級測量技師に対し、適切な標定点選定手法に関するトレーニングを実施した。これは標定点の選点のみならず、基準に合致した水準測量、調整計算の方法、及び問題が生じた場合の対応等も含めて行った。これらの結果より、SGD 上級測量技師はスーパーヴァイズなしにこれらの業務が実施可能になった。

(4) GPS 測量

方 法

4 班の測量チームは各々単独で作業を実施しなければならないため、毎日の観測セットのオーバーラップする時間帯を前もって決定した。

測量監督は各チームに対し毎日それぞれの GPS 観測セッションシートを提供した。

毎日の計画作成及び衛星状態

衛星電波の弱い時間帯が概ね正午と、夕方の各 1 時間ずつの 2 回発生することが確認されたため、観測セッションを 75 分に延長することを決定し、実施する観測セッションは 1 日当たり 3 セッションと限定した。

基線解析処理

基線長の決定、及びベクター環閉合の差が精度の許容範囲内にあることを確認するため、GPS 基線解析処理を毎日実施した。問題となった基線は作業の後半で再観測を行った。解析処理は下記のように実施した。

技術移転研修

この段階までに関わっていた全ての SGD スタッフに対し、GPS 観測について on the job training による研修を実施した。それは、SGD スタッフが彼

ら独自に、新しいプロジェクトの計画を作成できるようにすることに関し、特別な注意を払った。

(5) 調整計算処理

水準測量計算処理

本件調査で実施した水準測量は、その全てが標定点や三角点や水準点等の偏心点の標高を求める作業であり、数十 m から数百 m の短い路線であった。

この水準測量は全て SGD の測量技術者の協力により実施された。その精度は全て基準値以内であった。

GPS 測量の計算処理

GPS の観測、基線解析の終了後、地域全体を単一のネットワークに統一して解析・調整計算を実施し、座標及び標高を決定した。この調整計算は“Ski (Version 2.3)”というエンジニアリングソフトウェアを用いて実施した。

トータルステーションを用いた測量の計算処理

29 個の三角点において偏心点を設置、そのうちの 28 点はトータルステーションにより偏心位置を観測した。

技術移転研修

JICA が提供した GPS に付属している解析ソフトウェアを使用して、2 名の SGD メンバーに対し、GPS 観測結果のダウンロード、解析処理、及び調整計算等について、実際に取得したデータについて研修を実施した。

(6) 投影及び基準

座標系	南アフリカ測量座標系 Lo. 31
投影	横メルカトル投影
回転楕円体	クラーク 1880 モデファイド
半主要軸	6378249.145
逆偏平度	293.466307656
寸法単位	メートル
原の子午線	グレーニッチ東の 31°
原の緯度	赤道
原の宿率	単一
基準面	1935 年の Arc

3.1.4 行政界・地名データの取得（SGDの技術協力）

この項目は、基本的に「ス」国側が調査団に対して提供すべきデータである。SGDの Mapping 部門下 Drawing グループの全面的な協力の下に、既存の地籍データベース、1:50,000 地形図等をもとに作成された。

（1）行政界データ

既存地籍データ変換・点検・修正し、行政界データを取得した。

印刷に用いる行政界・地名データは、GIS で用いられるデータとは異なり、河川の形状（データ）を削除したり、2種類に限定したフォントサイズを用いるなど、あくまでも印刷図面上への表示を目的として整備された。

（2）図葉名、行政名・地名データ

図葉名については、第1次現地調査において既存の地形図（1:50,000、1:250,000）を参考に、その図上において国境線を確認し、その範囲をカバーする図郭割を設定した後、各々の図葉名をSGDの責任で決定した。

行政名・地名データは上記図葉名と同様に、既存の地形図を参考にSGDが作成し、調査団へ提供した。

3.1.5 オルソフォト図化のための計画準備およびシステム設定

計画の立案に際しては、デジタルフォトグラメトリーの自動処理機能を有効に活用し、業務の効率化を確保するための計画準備を行い、システム構成を設定した。

（1）図形データの体系化

注記・図形データのSPECを基に、地籍データや製飾データを含むすべての図形データのフィーチャコード体系(案)を決定し、各コードに対応するシンボルや特殊線等の図式(案)を作成した。

（2）ファイルの格納形態の決定

各図郭をオルソフォト画像・地籍(Cadastral)・注記(Text)・地形(Landform)・製飾(Marginal)の5つのデータファイルで構成することとした。

（3）自動処理のスケジューリング

単位あたり(ex.ステレオモデル)の各工程の自動処理と手動処理の時間をパ

イロットエリアで計測し、双方のバランスを勘案した複数の工程を並行して遂行できるタイムテーブルを作成した。

(4) 精度管理フォームの作成

各主要工程毎に精度管理フォームを作成し精度品質の維持と均一化に勤めた。

FILM SCANNING

AERIAL TRIANGULATION

DTM GENERATION

DIGITAL PLOTTING

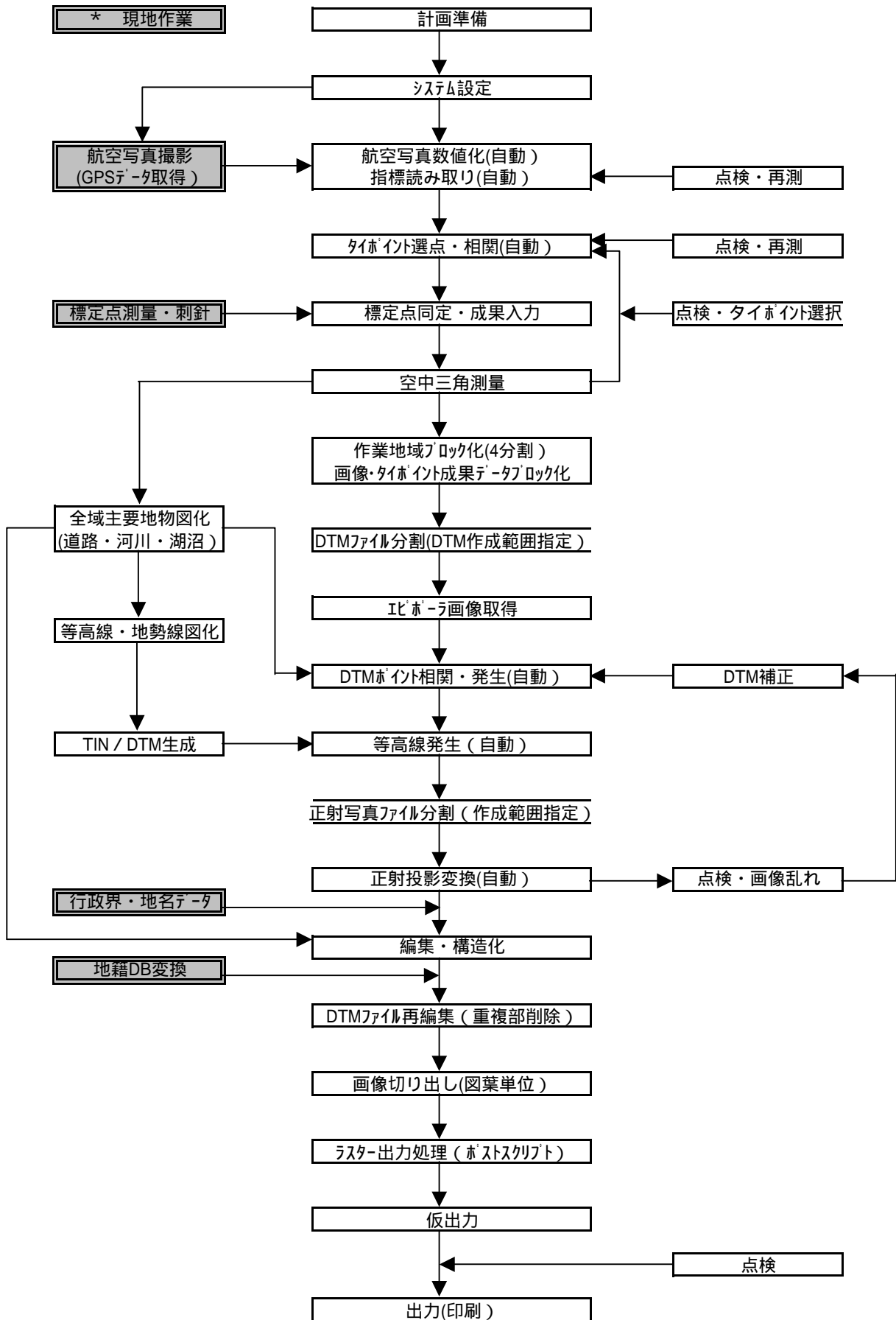
ORTHO PHOTO GENERATION

MOSICING AND OUTPUT OF IMAGES BY NEAT LINE UNITS

MAP

EDITING

作業手順



3.1.6 フィルム・スキャンニング

航空写真ロールネガフィルム専用スキャナーを用いて、フィルムのほこりや汚れに注意を払いながら画像データを取得した。

(1) サンプルスキャンニング

データ取得に先立ち、市街地、草原地、山間地、裸地等の典型的な地形ごとのサンプルを抽出して仮スキャンニングを行い、明度・コントラスト等調整のための設定値を決定した。

(2) 正規処理

画像データは使用したスキャナーより $10\mu\text{m}$ 、又は $14\mu\text{m}$ の密度とし、使用した各スキャナの固有の機械誤差を取り除くため、事前に計測されている補正値を用いて正規化処理を施した。

(3) 精度管理

参照用画像をスキャンニング画像と同一のディスプレイ上に表示して明らかな画質の差異が認められた場合はその都度、設定値の微調整を実施した。

(4) フォーマット変換

取得が終わった画像データは、汎用画像フォーマット (TIFF) で保存し、その後専用画像フォーマットへの変換を実施した。

データ量は、1 ファイルあたり $14\mu\text{m}$ で約 260MB、 $10\mu\text{m}$ で 480MB となり、総データサイズは約 500GB となった。

3.1.7 自動空中三角測量

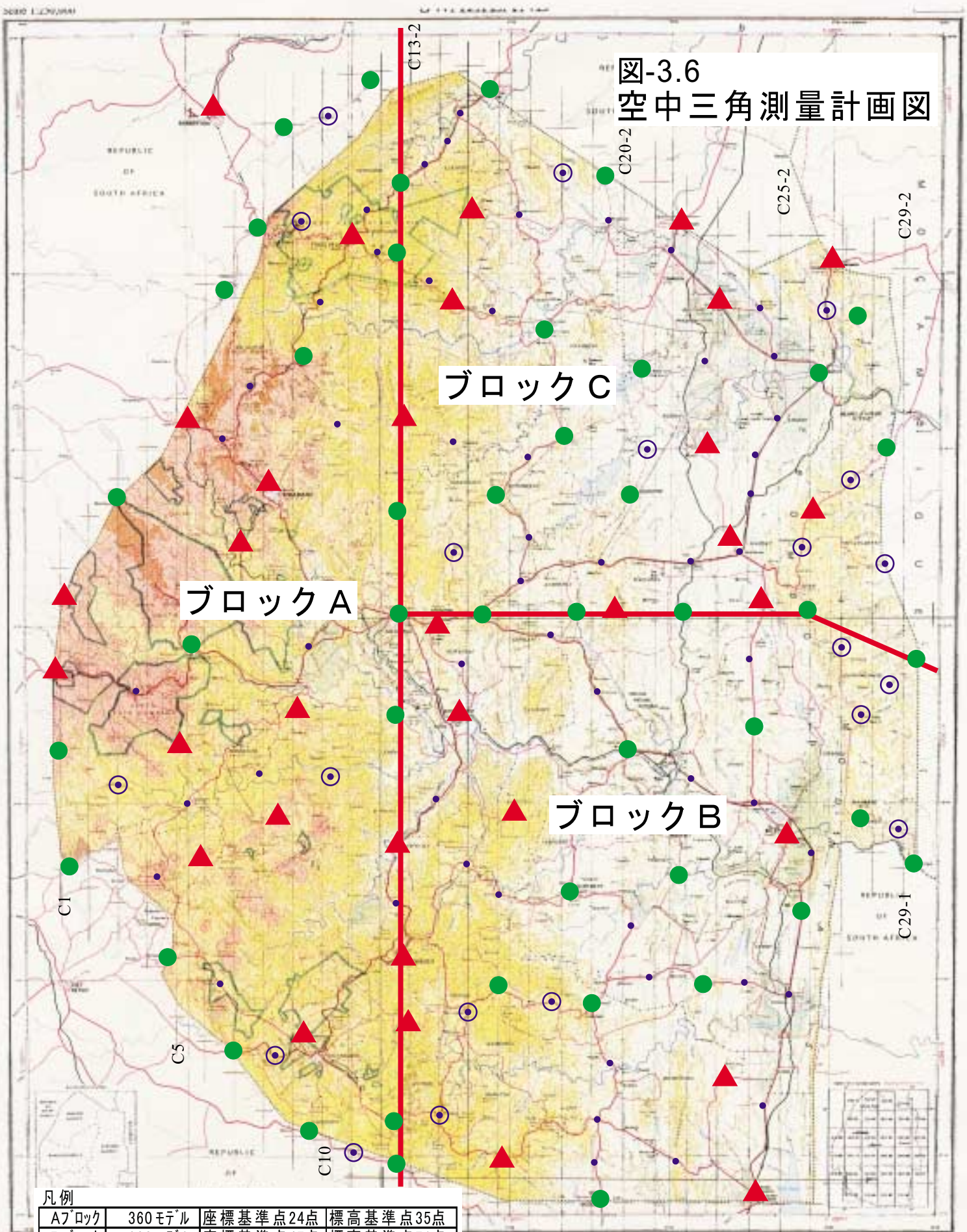
全域 1,526 モデルを、約 500 モデルずつの 3 ブロックに分割し、従来の解析手法 (バンドル法) による自動処理を用いながら、業務の効率化を図るよう実施した。

なお、実際の処理においてハードディスクの容量などの物理的制約により 150 モデル程度を目途に作業ブロックを形成した。

(1) イニシャルデータ作成

航空機 GPS データを解析し、各撮影地点の XYZ の概略値を取得してデジタル図化機へ入力し、後続作業の演算量を大幅に減らすことができた。

図-3.6
空中三角測量計画図



凡例

Aブロック	360メテル	座標基準点24点	標高基準点35点
Bブロック	638メテル	座標基準点47点	標高基準点71点
Cブロック	558メテル	座標基準点50点	標高基準点76点
合計	1,556メテル		