

ブルンジ国

ブルンジ国土地地理院 (IGEBU: INSTITUT GEOGRAPHIQUE DU BURUNDI)

ブルンジ国  
ブジュンブラ市地理情報データベース整備

ファイナル・レポート  
要約版

平成 25 年 3 月  
(2013 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社パスコ

基盤
JR
13-094

通貨換金率

通貨単位：ブルンジ フラン (BIF)

1 ドル = 1,535.82 BIF (銀行間レート 2013年 2月 28日)

1 ドル = 91.84 円 (銀行間レート 2013年 3月)

## 目 次

<b>第1章</b>	<b>調査の概要</b> .....	<b>1</b>
1-1.	目的 .....	1
1-2.	対象地域 .....	1
1-3.	業務内容と業務量 .....	2
1-4.	作業フロー .....	3
<b>第2章</b>	<b>調査の成果とその効果及び提言</b> .....	<b>5</b>
2-1.	地形図データの利活用事例 .....	5
2-2.	利活用の体制 .....	8
2-3.	技術移転 .....	10
<b>第3章</b>	<b>業務内容</b> .....	<b>13</b>
3-1.	関連資料・情報の収集、整理、分析 【国内作業】 .....	13
3-2.	インセプション・レポートの作成 【国内作業】 .....	13
3-3.	インセプション・レポートの説明協議 【現地作業】 .....	13
3-4.	仕様協議 【現地作業】 .....	13
3-5.	実情調査 【現地作業】 .....	14
3-6.	測量成果の収集 【現地作業】 .....	15
3-7.	地図及び地理情報普及に関する機関等の現状調査 【現地作業】 .....	15
3-8.	技術移転にかかる業務 【現地作業】 .....	16
3-9.	標定点測量・対空標識設置 【現地作業】 .....	18
3-10.	水準測量 【現地作業】 .....	19
3-11.	空中写真撮影 【現地作業】 .....	20
3-12.	空中三角測量 【国内作業・現地作業】 .....	21
3-13.	インテリム・レポート(IT/R)の作成 【国内作業】 .....	21
3-14.	現地調査 【現地作業】 .....	22
3-15.	インテリム・レポート(IT/R)の説明・協議【現地作業】 .....	23
3-16.	数値図化【国内作業・現地作業】 .....	23
3-17.	数値編集【国内作業・現地作業】 .....	24
3-18.	地形図現地補測 【現地作業】 .....	24
3-19.	補測数値編集【国内作業・現地作業】 .....	25
3-20.	数値データの構造化【国内作業・現地作業】 .....	26

---

3-21.	地形図の地図記号化【国内作業・現地作業】 .....	26
3-22.	GIS モデル作成【国内作業・現地作業】 .....	27
3-23.	データファイルの作成【国内作業・現地作業】 .....	29
3-24.	ドラフト・ファイナルレポート(DF/R)の作成【国内作業】 .....	29
3-25.	セミナーの開催【現地作業】 .....	30
3-26.	ドラフト・ファイナルレポート(DF/R)の協議【現地作業】 .....	33
3-27.	ファイナルレポート(F/R)の作成【国内作業】 .....	33
<b>第4章.</b>	<b>技術移転.....</b>	<b>34</b>
4-1.	標定点測量、対空標識設置に関する技術移転.....	34
4-2.	現地調査に関する技術移転.....	36
4-3.	空中三角測量に関する技術移転 .....	37
4-4.	数値図化に関する技術移転.....	39
4-5.	現地補測に関する技術移転.....	40
4-6.	数値編集/数値補測編集に関する技術移転.....	42
4-7.	地図記号化に関する技術移転 .....	43
4-8.	データ構造化に関する技術移転 .....	44

## 図 番 号

図. 1	デジタル地形図作成地域.....	1
図. 2	ギテガ市空中写真撮影地域.....	1
図. 3	調査のワークフロー .....	3
図. 4	業務実施体制 .....	4
図. 5	調査説明会の様子 .....	16
図. 6	標定点測量・対空標識設置作業フロー.....	18
図. 7	標定点測量の様子 .....	18
図. 8	水準測量作業フロー .....	19
図. 9	水準測量の様子 .....	19
図. 10	空中写真撮影作業フロー .....	20
図. 11	撮影機材 .....	20
図. 12	空中三角測量作業フロー .....	21
図. 13	現地調査作業フロー .....	22
図. 14	現地調査の作業風景 .....	22
図. 15	IT/R 協議.....	23
図. 16	数値図化作業フロー .....	23
図. 17	数値編集作業フロー .....	24
図. 18	現地補測作業フロー .....	25
図. 19	現地補測作業 .....	25
図. 20	データ構造化作業フロー .....	26
図. 21	地図記号化作業フロー .....	27
図. 22	GIS モデルの概要.....	29
図. 23	セミナー風景 .....	32
図. 24	標定点測量技術移転の様子 .....	35
図. 25	現地調査の技術移転の様子 .....	37
図. 26	空中三角測量技術移転の様子 .....	38
図. 27	数値図化作業技術移転の様子 .....	40
図. 28	現地補測作業（左：ブリーフィング、右：合同トレーニング） .....	41
図. 29	数値編集技術移転の様子（左：ソフトウェア基礎操作、右：数値編集基礎） ....	43
図. 30	地図記号化技術移転の様子（左：記号化基礎 1/5,000、右：1/25,000 記号化） ..	44
図. 31	データ構造化技術移転の様子 .....	45

## 表 番 号

表. 1	業務内容と業務量 .....	2
表. 2	将来のユーザーとして期待される組織・機関.....	7
表. 3	技術移転の目標設定と達成度.....	10
表. 4	決定した地図仕様 .....	14
表. 5	決定した GIS サンプルモデル.....	15
表. 6	説明会参加者リスト .....	16
表. 7	技術移転用資機材 .....	17
表. 8	GIS モデル作成のための収集資料.....	27
表. 9	セミナー参加者リスト .....	30
表. 10	セミナーにおける質疑応答 .....	31
表. 11	標定点測量・対空標識設置における技術移転の効果と評価.....	34
表. 12	技術移転の参加者 .....	34
表. 13	現地調査における技術移転の効果と評価.....	36
表. 14	技術移転の参加者 .....	36
表. 15	空中三角測量における技術移転の効果と評価.....	37
表. 16	技術移転の参加者 .....	37
表. 17	数値図化における技術移転の効果と評価.....	39
表. 18	技術移転の参加者 .....	39
表. 19	現地補測における技術移転の効果と評価.....	40
表. 20	技術移転の参加者 .....	41
表. 21	数値編集における技術移転の効果と評価.....	42
表. 22	技術移転の参加者 .....	42
表. 23	地図記号化における技術移転の効果と評価.....	43
表. 24	技術移転の参加者 .....	43
表. 25	データ構造化における技術移転の効果と評価.....	44
表. 26	技術移転の参加者 .....	45

## 略 語 一 覧

CAD	Computer Aided Design	キャド
CPU	Central Processing Unit	中央演算処理装置
DEM	Digital Elevation Model	数値標高データ
DF/R	Draft Final Report	ドラフトファイナルレポート
DGPS	Differential GPS	干渉測位法
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GNSS	Global Navigation Satellite System(s)	全地球航法衛星システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GRS80	Geodetic Reference System 1980	準拠楕円体
GSD	Ground Surface Distance	地上解像度
IC/R	Inception Report	インセプションレポート
IGEBU	Institut Geographique du Burundi	ブルンジ国国土地理院
IGN	Institut Geographique National	国土地理院
IGS	International GNSS Service	国際 GNSS 機構
IMU	Inertial Measurement Unit	慣性計測装置
ISO/TC211	ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics	ISO (国際標準化機構) の 211 番目の専門委員会 (ISO/TC211 (地理情報/ジオマティクス))
ISABU	Institut des Sciences Agronomiques du Burundi	ブルンジ国立農業研究所
ITRF	International Terrestrial Reference Frame	国際地球基準座標系
IT/R	Interim Report	インテリムレポート
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
MM	Minutes of Meeting	議事録
OJT	On the Job Training	教育訓練方法の 1 種で、実際の仕事を通じて必要な技術、能力、知識を習得する手法
REGIDESO	Régie de production et de distribution d'eau et d'électricité	ブルンジ水・電力生産供給公社
RTK	Real Time Kinematic	リアルタイムキネマティック測量
SETEMU	Services techniques de la Mairie de Bujumbura	ブジュンブラ市技術サービス公団
TIFF	Tagged Image File Format	画像フォーマットの一つ
UPS	Uninterruptible Power Supply	無停電電源装置
UTM	Universal Transverse Mercator	ユニバーサル横メルカトル図法

ブルンジ国ブジュンブラ市地理情報データベース整備  
ファイナル・レポート（要約版）

---



## 第1章. 調査の概要

### 1-1. 目的

調査の目的は、以下のとおりである。

- (1) ブルンジ国（以下、「ブ」国という）ブジュンブラ市（約 230 km<sup>2</sup>）の空中写真撮影を実施し、縮尺 1/5,000 デジタル地形図及びオルソフォトを作成する。
- (2) ブジュンブラ市及びその近郊地域（約 800 km<sup>2</sup>）の空中写真撮影を実施し、縮尺 1/25,000 デジタル地形図及びオルソフォトを作成する。
- (3) ギテガ市（約 70 km<sup>2</sup>）の空中写真撮影を実施し、オルソフォトを作成する。
- (4) 「ブ」国側カウンターパート機関である国土地理院：Institut Geographique du Burundi（以下、IGEUBU という）に対してデジタル地形図作成に必要な技術移転を行う。

### 1-2. 対象地域

デジタル地形図作成及びオルソフォトの対象地域は図 1 に示すとおりである。また、ギテガ市の空中写真撮影対象地域は図 2 に示すとおりである。

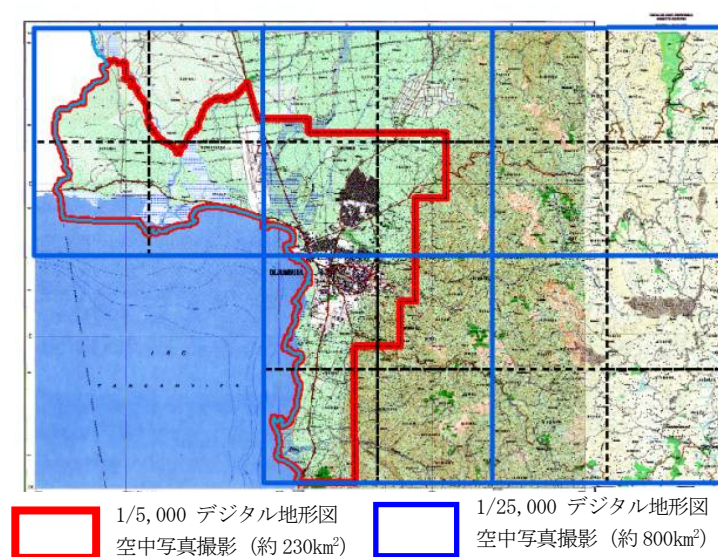


図. 1 デジタル地形図作成地域

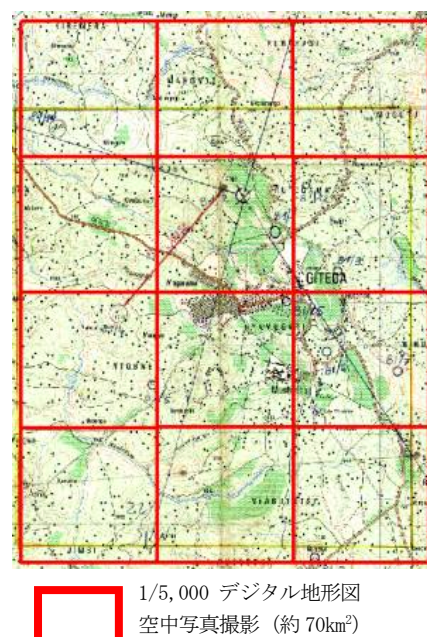


図. 2 ギテガ市空中写真撮影地域

### 1-3. 業務内容と業務量

本調査の業務内容と業務量を以下に示す。

表. 1 業務内容と業務量

作業		作業量	作業区分
標定点測量・ 対空標識設置	ブジュンブラ	13 点 標定原点：1 点 標定点：12 点	「ブ」国作業 技術移転(OJT)
	ギテガ	5 点 標定原点：1 点 標定点：4 点	
水準測量	ブジュンブラ	4 路線 (新規簡易水準測量)	「ブ」国作業 技術移転(OJT)
	ギテガ	1 路線 (新規簡易水準測量)	
空中写真撮影	1/5,000 (ブジュンブラ)	11 コース 184 画像(GSD：30cm)	「ブ」国作業
	1/5,000 (ギテガ)	3 コース 84 画像(GSD：30cm)	
	1/25,000 (ブジュンブラ)	5 コース 148 画像(GSD：50cm)	「ブ」国作業
空中三角測量	1/5,000	257 モデル	国内作業 技術移転
	1/25,000	143 モデル	国内作業 技術移転
現地調査	1/5,000	46 図面(230km <sup>2</sup> )	「ブ」国作業 技術移転(OJT)
	1/25,000	5 図面(800km <sup>2</sup> )	
数値図化	1/5,000	257 モデル 46 図面(230km <sup>2</sup> )	国内作業 技術移転
	1/25,000	143 モデル 5 図面(800km <sup>2</sup> )	国内作業 技術移転
数値編集	1/5,000	46 図面(230km <sup>2</sup> )	国内作業 技術移転
	1/25,000	5 図面(800km <sup>2</sup> )	国内作業 技術移転
現地補測	1/5,000	46 図面(230km <sup>2</sup> )	「ブ」国作業 技術移転(OJT)
	1/25,000	5 図面(800km <sup>2</sup> )	
数値補測編集	1/5,000	46 図面(230km <sup>2</sup> )	国内作業
	1/25,000	5 図面(800km <sup>2</sup> )	技術移転
地図記号化	1/5,000	46 図面(230km <sup>2</sup> )	国内作業
	1/25,000	5 図面(800km <sup>2</sup> )	技術移転
数値データ構造化	1/5,000	46 図面(230km <sup>2</sup> )	国内作業
	1/25,000	5 図面(800km <sup>2</sup> )	技術移転
GIS モデルシステム作成	ブジュンブラ	洪水対策	国内作業
		土砂崩壊対策 廃棄物対策 ヘルスケア	技術移転

### 1-4. 作業フロー

本調査のワークフローの概要を以下に示す。

年	月	国内（日本国）作業	現地（ブルンジ国）作業	
2010	3	収集資料・情報の整理・解析、IC/R 作成	IC/R 協議・仕様・技術移転協議 対空標識の設置・標定点測量、水準測量	
	4			
	5			
※				
2011	5	空中三角測量	対空標識の設置・標定点測量、水準測量	
	6		空中写真取得      GIS モデル情報収集	
	7			
	8			
	9			
	10			
	11		IT/R の作成	現地調査
	12			
2012	1	数値図化	IT/R の説明・協議      数値編集	
	2		空中三角測量      数値図化	
	3	数値編集		
	4			
	5		現地補測	
	6			
	7	補測編集		
	8			
	9	地図記号化 データ構造化 GIS モデル作成	地図記号化 データ構造化 GIS モデル作成	
	10			
	11			DF/R 作成
	12			
2013	1	Data File 作成	DF/R の説明・協議      セミナー・Workshop	
	2			
	3	Final Report 作成		

図. 3 調査のワークフロー

※調査開始当初、「ブ」国の乾季である2010年5月から6月に空中写真撮影を予定していたが、2010年5月15日から8月10日まで治安情勢に伴う安全対策による渡航制限がかけられた。過去のデータより、8月中旬以降の「ブ」国における降雨量は増加が予想されたため、8月10日以降に現地に入り空中写真撮影を行うことが困難な状況となった。

空中写真撮影は、調査全体のクリティカルパスとなっており、全体工程に大きく影響することから、空中写真撮影が確実に行える2011年5月に空中写真撮影を開始するよう工程を大幅に変更した。

### 1-4-1. 業務実施体制

本調査実施にあたり、ブルンジ側と日本側の体制を以下に示す。

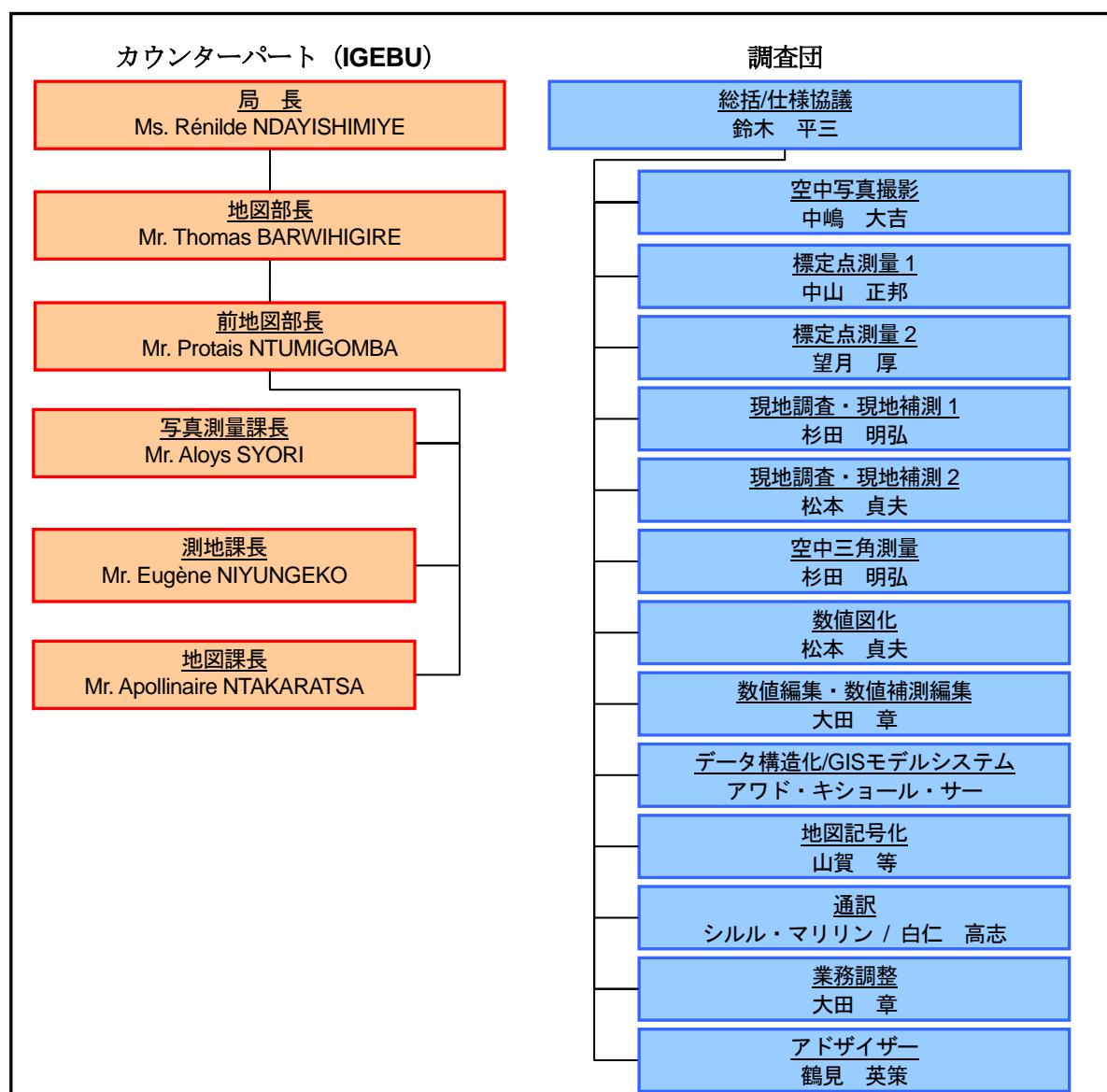


図. 4 業務実施体制

## 第2章. 調査の成果とその効果及び提言

本調査の実施により、首都であるブジュンブラ市とその近郊の高精度かつ最新の地形図データが作成され、国家開発に向けての一步である首都開発計画に必要な地理空間データが整備された。この地理空間データを背景図として利用することにより地図を利用する関係省庁、国際ドナー機関の持つ情報を共有し、位置の整合性を保つことができるようになると同時に、今後の様々な計画への活用が期待できる。また、地形図作成に使用できる測地基準点が不足していたが、本調査で整備したことにより今後各種調査に利用することが出来るようになった。

### 2-1. 地形図データの利活用事例

整備されたデータの縮尺は 1/5,000 及び 1/25,000 の 2 種類であり、それぞれの地形図の特性を活かし、以下に示すような活用事例が想定される。想定される活用事例について IGEBU と協議し、4 つの GIS サンプルモデルを作成した（3 章 3-22 参照）。

#### 2-1-1. 利活用事例(1/5,000)

- 都市計画

市街地開発事業や臨港地区開発、防災計画等の都市計画のための基盤図として利用することにより、国土の均衡ある発展と公共の福祉の増進が可能となる。

- インフラ整備・管理

地上及び地下の都市施設（電線や上下水道管）の管理用データの背景図としての利用や整備計画の基盤図としての利用により、迅速な市民サービスの提供が可能となる。

#### 2-1-2. 利活用事例(1/25,000)

- 自然災害対策

ブジュンブラ市とその近郊では、農地拡大のための森林伐採等によって土壌の露出が進展し地盤強度が弱くなっており、降雨によりいたるところで大小に関わらず土砂崩壊が発生している。

また、ブジュンブラ市は過去にタンガニカ湖の湖面上昇による水害に見舞われたことがあり、ここ数年では降雨による河川の氾濫で水害も増加し、雨期には常に浸水している地域もある。

上記自然災害に対し、地形データと土地利用や植生被覆等による複合要因の解析結果を踏まえて、土砂崩壊や浸水に関する規模の把握、保全対象の優先度、事業の緊急性、事業効果を勘案した災害予防計画の策定が可能となる。

- ヘルスケア

ブジュンブラ市では首都における人口集中により、特にブジュンブラ市周辺部では病院、保健センター等の医療施設が不足し、地域的な配置にも偏りが見られ、このことから住民は十分な医療サービスを受けられない状況にある。

市内の医療施設の位置、住居地域別の人口データ等を用いて医療サービス受益人口やアクセス性等の解析を行い、現状の問題点と課題を把握することにより、医療施設の増設や医療サービスの向上等の計画の作成が可能となる。

- 廃棄物管理

ブジュンブラ市における廃棄物はブジュンブラ市の委託により民間業者が処理を行っているが、都市への人口集中に伴う家庭廃棄物の増加に対し十分に処理できているとは言えず、また、今後も廃棄物の量は増え続けることが予想されることから、地形図を利用して廃棄物の減量や適正な処理に関する「基本的な方向」、「目標の設定」、「施策を推進するための基本的事項」を「ブ」国あるいはブジュンブラ市が策定していくことが可能となる。

- 首都近郊における農業開発マスタープラン

「ブ」国の主な産業は農業であることから、地形情報と土地利用情報から農業用地開発のためのマスタープランの基盤図としての利用により土地の合理的な利用が図られる。

- 教育

初等教育において、地図や地形の読み方などの教材としての活用が想定される。

### 2-1-3. 利活用が期待できる機関

本調査を通して調査団がヒアリングやデータ提供を依頼した機関の中で前述の利活用者として期待できる機関を以下に示す。中でもブジュンブラ市役所は本調査のGISモデル作成における積極的なデータ提供者であり、データ構造化及びGISモデル作成の技術移転にも職員が参加するなど、本調査に対し非常に協力的な機関であった。

同時に、ブジュンブラ市役所は将来のGISユーザーとしても期待できる機関であり、技術移転に参加した職員は技術移転の中で「税の徴収」に関するGISモデルを作成した。今後、IGEBUがブジュンブラ市役所と共同でインフラ整備やサービス向上を目的とした計画の策定に本調査の技術や成果を大いに活用していくことを期待する。

表. 2 将来のユーザーとして期待される組織・機関

組織・機関	期待できる利活用分野		備考
ブジュンブラ市役所	都市計画 インフラ整備・管理	廃棄物管理、住居や学校施設の建設、道路の維持管理への利用	行政データや道路データを GIS ソフトで管理している。
ブジュンブラ市技術サービス公団 (SETEMU)	インフラ整備・管理	管理体制の効率化や、サービス向上が期待できる。	下水処理データを GIS ソフトで管理している。
	インフラ整備・管理	雨水情報のデジタル化によるデータ共有が期待できる	職員間の情報共有が無い。
エネルギー鉱山省・地質鉱山局	自然災害対策 農業開発マスタープラン	地質図をベクトルデータとして整備・アップデートし、本調査のデータを背景に農業分野や災害対策への利用が期待できる。	地質図をラスターデータで管理。 GIS ソフト所有
ブルンジ水・電力生産供給公社 (REGIDESO)	インフラ整備・管理	送電線のデジタル化による管理が期待できる	送電線の配置をアナログで管理している。
	インフラ整備・管理	本調査のデータを活用し、管理体制の効率化や、サービス向上が期待できる。	上水道の生産ステーション、供給用の導水管、貯水槽などのデジタルデータを GIS ソフトで管理している。
保健省	ヘルスケア	本調査のデータを活用し、管理体制の効率化や、サービス向上が期待できる。	病院や医療センターのリストがデジタル化されているが、位置情報は保有していない。
ブルンジ国立農業研究所 (ISABU)	自然災害対策 農業開発マスタープラン	ベクトルデータとして整備・アップデートし、本調査のデータを背景に農業分野や災害対策への利用が期待できる。	土壌図をアナログで管理している。
公共事業設備省	都市計画	新しい行政地区及びビジネス地区の整備計画、新規道路整備計画への利用	国道情報をアナログで管理している。
統計局	都市計画	国勢調査の調査区域分割への利用	統計年鑑をアナログで管理している。
ブルンジ大学	大学における 調査研究	大学において教材としての利用	GIS ソフト所有

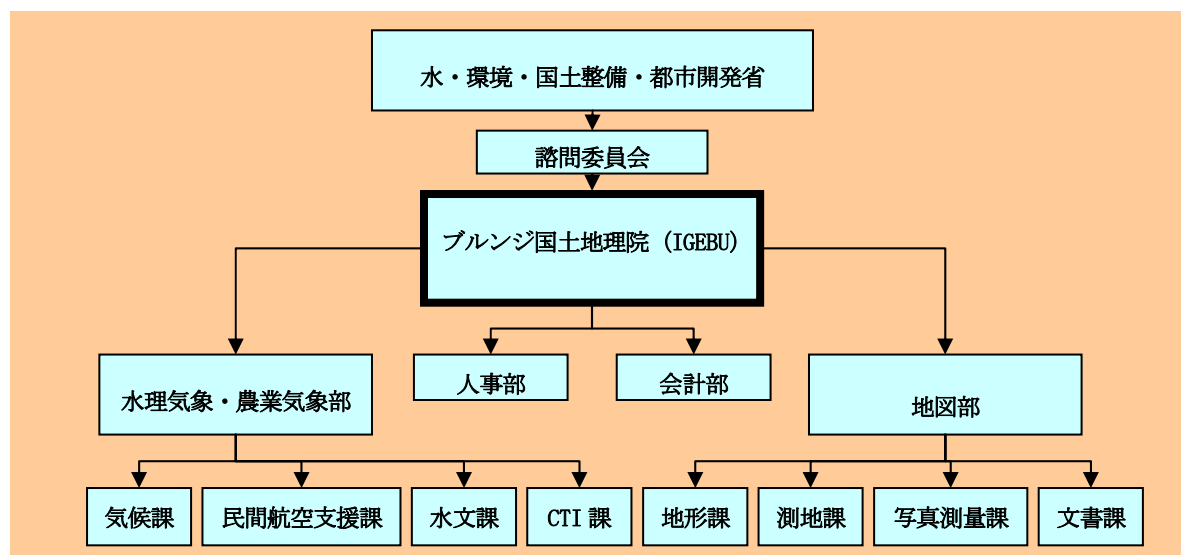
## 2-2. 利活用の体制

本調査の成果の利活用を運営する組織は IGEBU であり、その体制の考え方について以下に示す。また、「ブ」国内の各省庁、民間、外国の援助機関との連携も重要である。

### 2-2-1. IGEBUの体制及び財政

IGEBU は、水・環境・国土整備・都市開発省に属し、総局長の下に水理気象・農業気象部と地図部がある。水理気象・農業気象部は、水理、気象に関する調査、データ収集を行っており、全国に気象観測を実施する観測所がある。

地図部は、測量と地形図作成を担当しており、本プロジェクトのカウンターパートであり、職員数は、局長以下 21 名である。測地課 5 名、写真測量課 4 名、地形課 6 名、その他 6 名である。以下に IGEBU の現在の組織図を示す。



IGEBU の人件費を除く事業予算は、約 187,599,360BIF(約 938 万円)である。基準点設置、各種地形図作成のための予算は十分ではない。今後、本プロジェクト終了後に成果品である地形図及び GIS データの利活用促進、普及を図るためには、継続的に地形図データの提供体制を整備する必要がある。併せて継続的な提供を可能にするために印刷用消耗品等を事前に確保しておく必要があり、財政的な処置も必要である。

今回整備する地形図等のデータ販売価格は、将来的な地形図の更新費用も含めて決定する必要がある。以下に価格決定の考え方を示す。減価償却費、地形図更新経費は当然積み立てていく必要がある。

$$\text{地形図販売価格} = \text{地形図印刷経費} + \text{人件費} + \text{機材減価償却費} + \text{地形図更新経費} + \text{管理費}$$

上記の地形図販売価格の決定は、地形図の年間販売予定量に依存する。既存の 1/50,000 地形図の年間販売数量が平均 500 枚であることから、本調査で作成した地形図の当面の年間販売数量は 500～1,000 枚程度と考える。



## 2-2-2. 利活用に関する課題

今回整備される地形図データ、GIS データは、首都ブジュンブラ市及びその周辺の開発計画には、欠かせないものであり、このデータの利活用を促進するために IGEBU による啓蒙活動が不可欠である。IGEBU による成果利活用のための研修会、セミナー等の開催やブジュンブラ市役所等の各機関との共同による GIS プロジェクトの推進に期待したい。

また、これらのデジタルデータの維持管理、不正コピーへの対策について検討する必要がある。デジタルデータの維持管理は、データを IGEBU 内での情報共有ができるよう、ルール化された適正なフォルダに保存し、定期的にバックアップを実施する。

データの不正コピーは、現在ブルンジには、これを取り締まる法律がないため IGEBU でデジタルデータの提供方法を検討中である。

法律が整備されれば IGEBU 発行の地形図やオルソ画像等のデジタルデータを使用する場合に使用者が成果使用申請書を IGEBU に提出し、IGEBU が許可書を発行する仕組みを取り入れ不正コピーを抑制することが可能となる。なお、この許可書にはコピーの禁止、データ使用の範囲、目的外使用の禁止を記載すべきである。

## 2-2-3. IGEBUの今後の事業と体制に関する提言

ブルンジ国において全国をカバーしている 5 万分の 1 地形図は依然として 30 年前の情報であり、各種の開発計画等の立案に支障となっている。また測量の基準となる測地基準点は、ほとんど亡失している状況である。このような状況を改善するために以下の事業を進める必要がある。

- ・ 全国の 5 万分の 1 地形図整備
- ・ 全国の測地基準点網の整備

事業実施をするために、測地課では GPS 測量機（6 台以上）、トータルステーション（3 台以上）、水準測量用レベル・標尺（6 セット以上）、作業用自動車（4 台以上）の資機材と 15 名以上の人員が必要であり、写真測量課と地形課でも当調査で調達した機材を有効に利用するために 10 名以上の確保が望ましい。つまり地図部の職員を現在の 21 名体制から 31 名程度に拡大する必要があり、かつ職員の技術向上のトレーニングが重要である。

財政面では、ブルンジ政府による IGEBU 予算の増額が望ましいが、IGEBU 独自の事業活動による収益の確保に期待したい。また EU、日本、世界銀行等の海外の援助機関の協力による事業の促進についても積極的に進める必要がある。

## 2-3. 技術移転

### 2-3-1. 技術移転の目的

調査終了後も IGEBU が独自でデータ更新を実施したり、データの管理・運営ができるよう、地形図データ作成にかかる一連の作業について、IGEBU への技術移転を実施した。

IGEBU の技術者は使用機器の操作をはじめ基本的作業が未経験であるなど、初歩的レベルであることに配慮し、限られた期間で、将来のデータ更新等に関わる自立的な作業が可能になることを目指した目標を設定し、技術移転の達成度を評価した（表 3 参照）。各技術移転項目別の詳細については第 4 章に後述する。

表. 3 技術移転の目標設定と達成度

項目	作業内容	目標設定	達成度と課題
対空標識の設置	対空標識の設置	トレーニングと同様の作業が実施できるレベル	写真の画像解像度、地上の状況に応じた適切な対空標識の素材や形状・色の理解ができた。 設置速度は回を追って向上した。
標定点測量及び解析	標定点の踏査選点	トレーニングと同様の作業（測量計画立案、GPS 観測及び解析）が実施できるレベル	座標系、投影法などの基礎的な内容は理解できた。 撮影計画に基づいた点数の配置を理解できた。今後新規標定点測量実施の際は、IGEBU 独自で配点計画が実施できる。
	GPS 観測		点や点名の登録など、ハンディ GPS の基礎的な操作は理解した。 操作スピードの向上、精度の理解と取得位置の理解が今後の課題である。
	GPS 解析		地形図を利用しての実施であったため、写真判読のトレーニングはできなかった。 スタティック測量の基礎・基本操作は理解できた。
	GNSS (GPS) 理論座標変換基礎		GNSS (GPS) の理論や座標系並びに座標変換に関する基本的な理解を深めた。
現地調査	予察	トレーニングと同様の作業が実施できるレベル	現地調査ですべきこと、調査すべき項目が何であるか（図式）を理解した。
	現地調査		ハンディ GPS とオルソフォトを使用し、現地で調査項目の確認を大きな問題なく実施する事ができるレベルに達した。
	現地調査結果の整理		点検・整理作業ですべきこと（調査抜け、間違い、図面間の接合）を理解した。

空中三角測量	PC とソフトウェアの操作	トレーニングと同様の作業が実施できるレベル	基本的な機能と操作については習得した。
	デジタル空中三角測量概念の理解		後続作業への基準となる概要、必要性、作業内容、重要性は基本的に理解した。
	空中三角測量結果の評価方法		調整計算結果における異常値の原因究明、その対処方法については基本的に理解した。
数値図化	PC 及びソフトウェア操作	将来ギテガ市の地形図を独自に作成できるレベル	基本的な機能と操作については習得した。
	ステレオ図化機の操作		基本的な機能と操作については習得した。マウス操作の更なる理解が期待できる。
	仕様と縮尺に応じたデータ取得方法		時間は多少かかるものの、各地物のデータ取得方法のノウハウは習得した。
数値編集/数値補測編集	数値図化データの編集	将来ギテガ市の地形図を独自に作成できるレベル	数値編集の基礎を理解すると共に、数値図化で起こりやすいエラーも理解した。
	論理エラーの検索・修正（データクリーニング）		自動検索における制限値の設定、自動処理と対話処理の特性を理解した。
	ポリゴンの作成		ポリゴン作成の意義やポリゴン作成手法、ポリゴン作成において発生するエラーについて理解した。
	行政界や注記の入力		本調査で作成したオルソフォトを背景に既存の行政界データのアップデートからポリゴン作成ができた。
地図記号化	記号化作業	将来ギテガ市の地形図を独自に作成できるレベル	縮尺により地図表現が変わることを理解した。
	画面上での検査、修正		項目ごとに検査をするなど、効率よく作業が出来るようになった。
	印刷物上での検査、修正		実際に規定のサイズで印刷、出力したのを見て検査することにより最終成果を意識した地図表現を理解した。
現地補測	現地補測	トレーニングと同様の作業が実施できるレベル	現地補測の作業と調査項目を理解した。ハンディ GPS と地形図を使用し、現地で調査項目の確認を大きな問題なく実施する事ができた。
	現地補測結果の点検・整理		点検・整理作業すべきことを理解した。
数値データの構造化	GIS 概要の理解	トレーニングと同様の作業が実施できるレベル	GIS 概要を理解し、GIS 構造定義ができるようになった。
	GIS ソフトの操作 (ArcGIS)		最新バージョンの基本操作も問題なく実施できるようになった。
GIS モデルの作成	GIS ソフトウェアの応用操作	本調査で作成した GIS モデルを作成できるレベル。	データ作成及びその成果のプレゼンテーションができるようになった。 他省庁への啓蒙、新規ドナーの開拓を期待する。

### 2-3-2. 技術移転に関する所感

本調査における技術移転はどの技術移転項目においても十分な成果を得られたといえる。IGEBU 職員の技術移転に対する態度と意欲は熱意あるものであり、技術移転が成功した大きな要因となった。

標定点測量に関わる技術移転では、技術移転の後に IGEBU 職員が本調査での調達機材を使用して独自に操作・観測を行い、仕様を満たす成果を得ていたことから、十分な成果を得たと言える。

現地調査及び空中三角測量から数値データ構造化までの室内技術移転については、調査後に実施予定であったギテガ市の1区郭を先行して IGEBU 職員が独自で実施し、また各作業をやり遂げたことから、IGEBU 職員が各工程の概念と基本的な作業を理解できた。

GIS モデル作成についても、予定していた4つのモデルを IGEBU 職員が自ら議論し、作成したことから、将来新たにモデルを作成できるレベルに達した。

今後は、本調査の技術移転で習得した知識と技術を生かしてギテガ市の残りの範囲の地形図を作成しつつ、供与されたハードウェア及びソフトウェアの機能を活用して作業の効率化を図って行くことを期待する。

GIS については、今後他省庁のドナーや利用者を増やすべく啓蒙活動を実施することを期待する。

## 第3章. 業務内容

### 3-1. 関連資料・情報の収集、整理、分析【国内作業】

事前調査団の収集資料、弊社独自調査結果及び国内で調達した情報を元に図式（案）を作成した。

図式（案）作成に使用した既存資料は 1/50,000 既存図であり、図式（案）の作成にあたり取得項目は日本国内の 1/5,000 図式と 1/25,000 図式、並びに「ブ」国既存図 1/50,000 を参考に抽出し、取得基準については現地踏査を実施した結果を加味した。

### 3-2. インセプション・レポートの作成【国内作業】

業務指示書、事前調査報告書、上記収集資料を分析・検討し、調査全体の実施方針、方法、作業工程を盛り込んだインセプション・レポートの作成を行った。

### 3-3. インセプション・レポートの説明協議【現地作業】

インセプション・レポートの内容について IGEBU と協議し、IGEBU は調査団の提案に対し合意した

### 3-4. 仕様協議【現地作業】

IGEBU と調査団の協議の結果、作成する地形図の仕様について以下の通り決定した。IGEBU の強い要請により、ブルンジ国は UTM のゾーンの境界（中央子午線が東経 27° のゾーン 35 及び中央子午線が東経 33° のゾーン 36 をまたぐ）に位置することから、中央子午線を東経 30° にし、1つのゾーンに収まるようにした。また、「ブ」国の東西の距離は 200km 以内であることから、縮尺係数は 0.9999 が適切であると IGEBU は判断した。

表. 4 決定した地図仕様

項目		決定事項	根拠等
高さの基準		既設基準点による	既設基準点（水準点）の標高
楕円体		WGS84	IGEBU の要請
測地系		WGS84	
中央子午線		30° E	
False_Easting (m)		500, 000. 0	
False_Northing (m)		10, 000, 000. 0	
縮尺係数		0. 9999	
図式 (取得項目)	1/5, 000	協議により決定	
	1/25, 000	協議により決定	
図式 (等高線)	1/5, 000	主曲線：5m、計曲線：25m、間曲線：2. 5m	日本国内の仕様と同様
	1/25, 000	主曲線：10m、計曲線：50m、間曲線：5m	
図葉番号	1/5, 000	図葉番号を協議により決定	既存地形図 1/50, 000 のルー ルに準じた。
図葉名	1/25, 000	図葉番号及び図葉名を協議により決定	
整飾	1/5, 000	協議により決定	1/50, 000 地形図を 100 分割
	1/25, 000	協議により決定	利便性を考慮し決定
注記		Cette carte topographique a été réalisée conjointement par l' Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) et le Gouvernement de la République du Burundi, dans le cadre du Programme de Coopération Technique du Gouvernement du Japon.	

### 3-5. 実情調査【現地作業】

本調査により作成される地形図データ、GIS データを有効に利用されるデータとするため、「ブ」国の抱える問題を把握し、地形図データの精度や範囲の特性を生かした利活用の例となるサンプルモデルを作成することを目的として現地でヒアリングや現地踏査を行った。

ブジュンブラ市では降雨による自然災害が最も深刻な問題であることから、洪水防災対策及び土砂崩壊対策の 2 つのモデルを作成することとした。また、公共事業設備省から新規道路整備計画立案のための利用、保健省から医療施設の管理や効率的な配置計画のための利用、ブジュンブラ市役所から廃棄物管理のための利用、統計局から国勢調査の調査区域分割のための利用等のリクエストを得たことから、その中から関連する資料の収集状況等に配慮し、IGEBU と協議の上、廃棄物管理とヘルスケアのモデルを作成することとした。

表. 5 決定した GIS サンプルモデル

	GIS サンプルモデル	内容
1	洪水防災対策	等高線データを利用した地形解析による洪水発生の可能性のある地域の把握及び都市部における潜在的洪水危険性の把握
2	土砂崩壊対策	等高線等の地形データ、土壌、現状の土地利用を使った斜面解析による土砂崩壊脆弱地域の把握
3	廃棄物管理	建物、道路、人口等のデータを使った空間解析による想定される固形廃棄物の排出量の把握
4	ヘルスケア	人口密度と地形図の組み合わせによる現状の医療施設の解析による新しい医療施設の最適地の検討

### 3-6. 測量成果の収集【現地作業】

測量成果の収集及び現地踏査結果より、本作業で利用可能な国家基準点は存在しなかったが、国家水準点が数点確認された。

### 3-7. 地図及び地理情報普及に関係する機関等の現状調査【現地作業】

IGEBU 以外の、地形図や GIS データのユーザーとなり得る機関の現状を調査し、これら機関に本調査の説明会を行った。説明会では調査の概要や、調査で作成する GIS モデル案等について IGEBU 局長及び調査団員より説明し、共有可能なデータや技術移転について意見の交換を行った。説明会における参加者を以下に示す。

- ・ 本調査で作成されるデータの将来の更新方法について
- ・ 技術移転への参加について
- ・ 本調査で作成される標高データの利用例について

表. 6 説明会参加者リスト

名称	所属	役職
1 NGENDAKUMANA Gordien	ブジュンブラ市清掃局 (SETEMU)	監査計画調査課長
2 MUCOMWIZA Jean-Marie	ブジュンブラ市役所	情報科学部長
3 BIGIRUKWAYO Frédéric	ブジュンブラ市役所	技術部長
4 MUSAVYI Célestin	ブジュンブラ市清掃局 (SETEMU)	道路管理・雨水排水部長
5 NTAUYANKIRA Judith	ブジュンブラ市清掃局 (SETEMU)	重機車両その他設備維持管理部長
6 MADEBARI René	ブジュンブラ市清掃局 (SETEMU)	都市廃物・不動産管理部長
7 HAMADI Harouna	ブジュンブラ市清掃局 (SETEMU)	業務財務部長
8 NIJIMBERE Alice	ブジュンブラ市清掃局 (SETEMU)	廃水管網管理職員
9 MAMIRAMPA Théophile	ブジュンブラ市役所	技術局職員
10 NTUMIGOMBA Protais	IGEBU	局長
11 Eisaku TSURUMI	JICA Study Team	Adviser
12 Akira SUZUKI	JICA Study Team	Team Leader
13 A. K. SAH	JICA Study Team	GIS Engineer
14 CHARLES Marie-Line	JICA Study Team	Interpreter



図. 5 調査説明会の様子

### 3-8. 技術移転にかかる業務【現地作業】

技術移転の項目及び内容について、IGEBU と調査団との協議し合意した。

IGEBU 側から GNSS (GPS) 概論及び理論、座標変換について実施して欲しいとの要望があり、実施することで合意した。

技術移転用の調達資機材については、2011 年 10 月に IGEBU において検収し、動作確認を実施した。技術移転用資機材を以下に示す。



表. 7 技術移転用資機材

資機材名	数量	備考	
GPS 測量機	2	本邦調達	
GPS 用解析ソフトウェア	1	同上	
アクセサリ（RTK 移動局）	1	同上	
簡易実体鏡	4	同上	
ハンディ GPS	4	同上	
デジタルカメラ	4	同上	
空三・図化・編集用基本ソフト（LPS Core）	2	同上	
空三・図化・編集用ソフト（LPS Stereo）	2	同上	
空三用（調整計算部分）ソフト（ORIMA DP-TE/GPS）	1	同上	
図化・編集用の基本ソフト（PRO600 FOR LPS/DPW）	2	同上	
図化・編集用ソフト（MicroStation V8i）	2	同上	
図化・編集用ソフト（Bentley Map V8i）	2	同上	
図化・編集用（DEM 作成部分）ソフト（LPS ATE）	1	同上	
図化・編集用（DEM 編集部分）ソフト（LPS TE）	1	同上	
GIS 構造化用ソフト（ArcGIS ArcInfo）	2	ケニア調達	
地図記号化用ソフト（Adobe Illustrator）	2	同上	
GIS データ利活用ソフト	ArcGIS 3D Analyst	2	同上
	ArcGIS Network Analyst	2	同上
	ArcGIS Spatial Analyst	2	同上
画像処理ソフト（Adobe Photoshop）	1	同上	
文書作成ソフト（Adobe Acrobat）	1	同上	
写真測量用マウス	2	本邦調達	
3D ディスプレー	2	本邦調達	
デジタル写真測量システム用のワークステーション	2	本邦調達	
デスクトップPC	2	ブルンジ調達	
液晶モニタ	4	ブルンジ調達	
無停電電源装置（UPS）	4	ケニア調達	
地図出力用（A0 版）プリンター及び消耗品	1	ブルンジ調達	
プリンター（A3 版）及び消耗品	1	ブルンジ調達	

### 3-9. 標定点測量・対空標識設置【現地作業】

調査団は以下の作業フローに基づいて標定点測量及び対空標識の設置を行った。

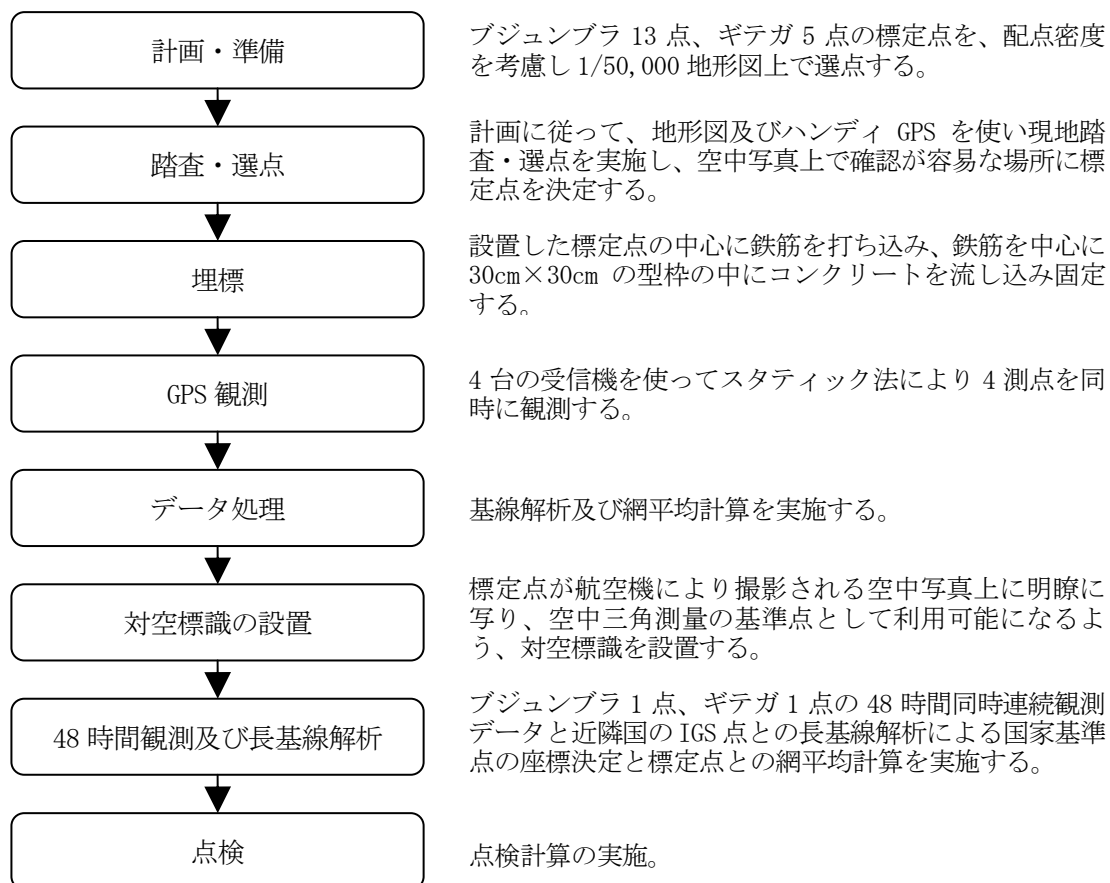


図. 6 標定点測量・対空標識設置作業フロー



図. 7 標定点測量の様子  
(左：対空標識と観測、右：観測機材)

### 3-10. 水準測量【現地作業】

調査団は以下の作業フローに基づいて水準測量を実施した。

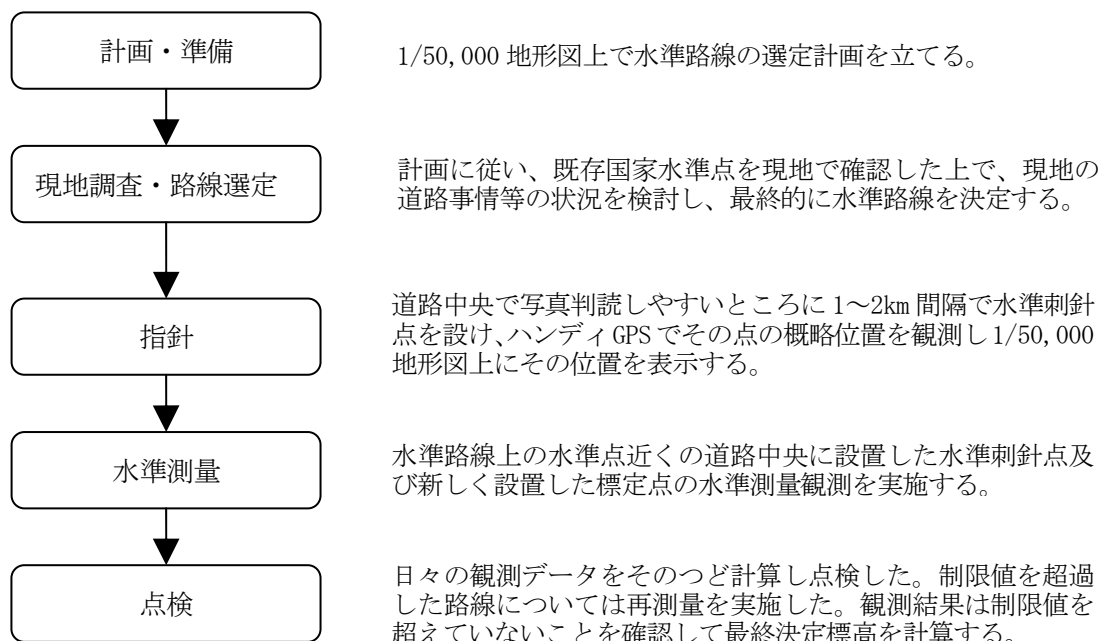


図. 8 水準測量作業フロー



図. 9 水準測量の様子  
(左：既存水準点、右：水準測量)

### 3-11. 空中写真撮影【現地作業】

本調査における空中写真撮影は、最新の技術である GPS/IMU を併用した航空デジタルカメラを使用し以下の流れで実施した。

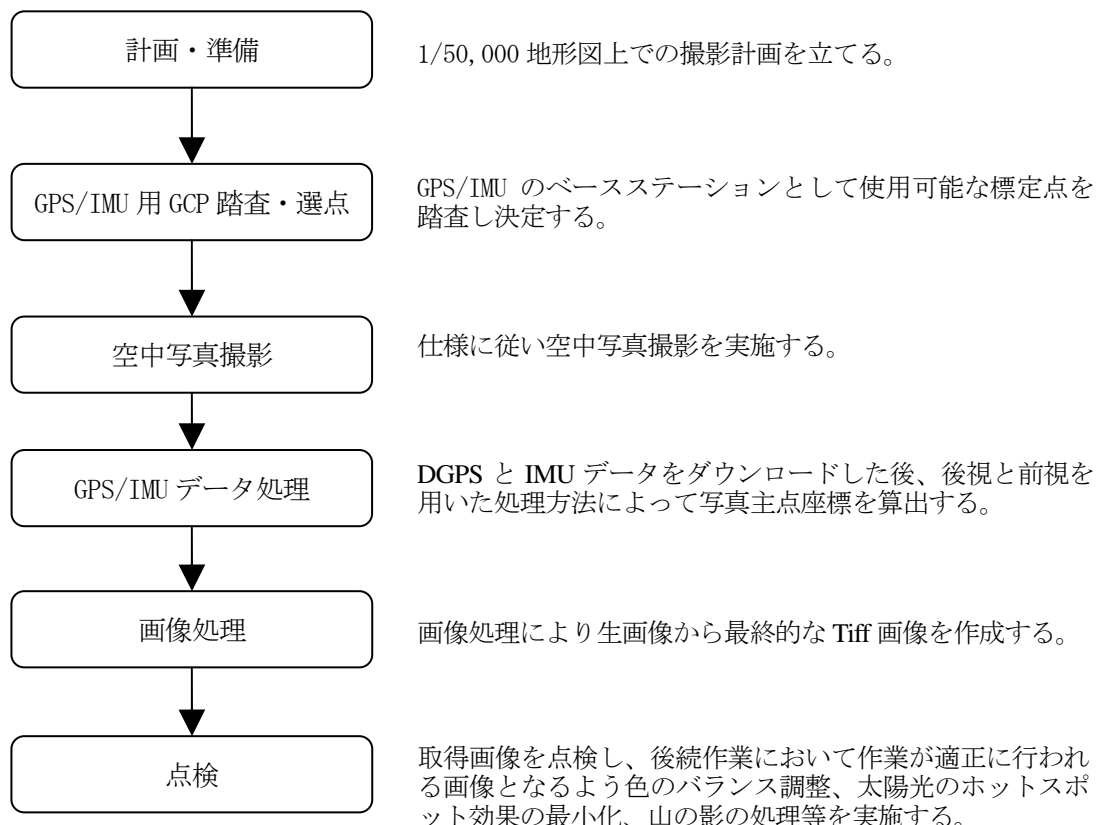


図. 10 空中写真撮影作業フロー



図. 11 撮影機材

(左：撮影に使用した機体、右：デジタルカメラと GPS/IMU)

### 3-12. 空中三角測量【国内作業・現地作業】

本調査における空中三角測量は、撮影された空中写真画像データと GPS/IMU、ならびに標定点の座標を用いて以下の流れで実施した。

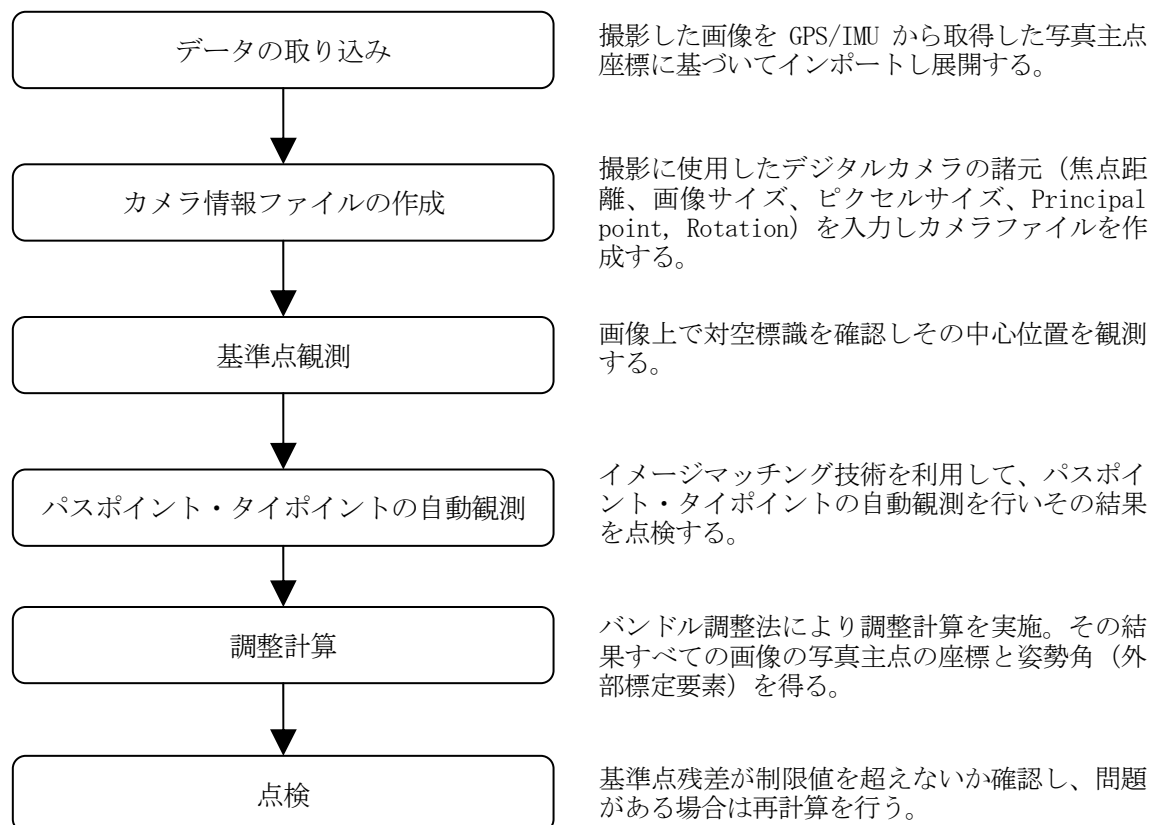


図. 12 空中三角測量作業フロー

### 3-13. インテリム・レポート(IT/R)の作成【国内作業】

調査開始から上記空中三角測量までの作業について、決定事項及び作業内容・結果並びに、進捗等を総括し、インテリム・レポートを作成した。

### 3-14. 現地調査【現地作業】

本調査における現地調査は、現地調査用に簡易的に作成された簡易オルソフォトや既存資料を元に以下の流れで実施した。

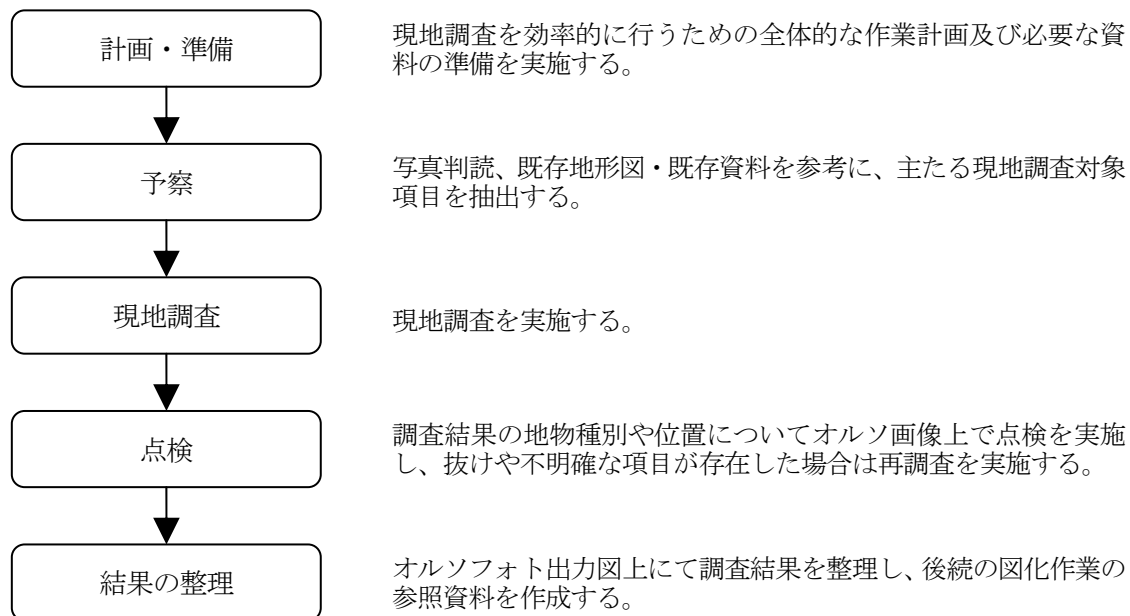


図. 13 現地調査作業フロー



図. 14 現地調査の作業風景  
(左：位置情報取得、右：結果の整理)

### 3-15. インタリム・レポート(IT/R)の説明・協議【現地作業】

IGEBU に対しインタリム・レポートの説明を行い、現地調査までの成果や今後の予定、地図の座標系・図式・整飾等の仕様及び室内技術移転の方針、並びに GIS モデルシステム等について協議を行った。説明・協議にあたっては内容を要約化したパワーポイントファイルを準備し、協議の前にプレゼンテーションを実施し協議内容は議事録にまとめ双方にて署名を行った。



図. 15 IT/R 協議

(左：レポート協議、右：整飾協議)

### 3-16. 数値図化【国内作業・現地作業】

空中三角測量成果により構築された空中写真のステレオモデルを基に、現地調査結果を参照し、以下の流れで地物の形状・位置を図形情報として取得し数値図化素図データを作成した。地物のタイプ（地物型）、種別等については、図化取得項目と取得基準に従い判別して分類した。写真判読における疑問事項や現地調査結果に関する疑問事項は現地補測調査の対象項目として整理した。

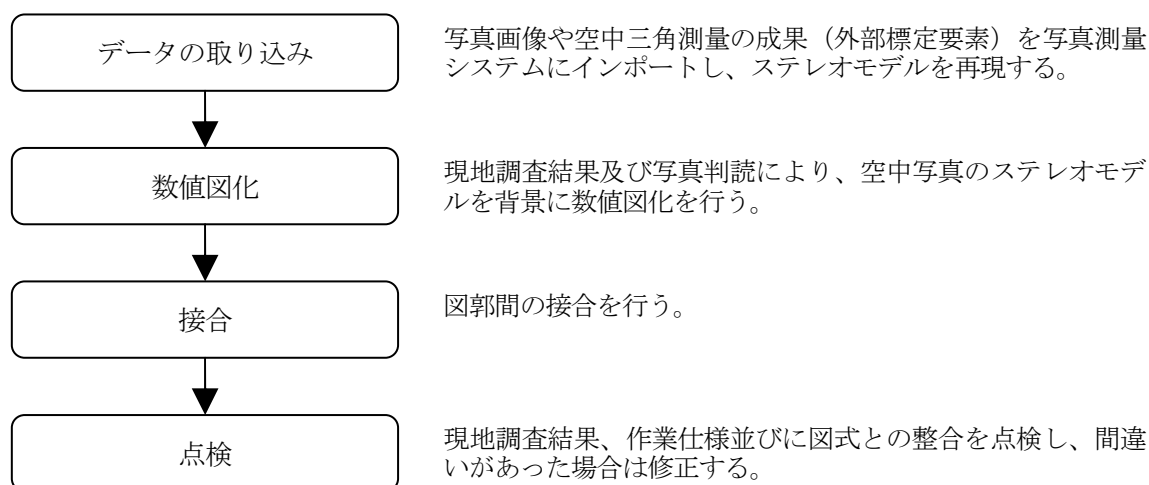


図. 16 数値図化作業フロー

技術移転は IGEBU と協議の上決定した技術移転の対象地域にて、写真測量用ワークステーションと写真測量用ソフトウェア (LPS:Leica Photogrammetry Suite) 及び CAD (Microstation) を使用して実施した。

### 3-17. 数値編集【国内作業・現地作業】

作成した数値図化データについて図式及び取得基準に基づき、データ形状の適正化、不要データの削除といったデータクリーニングを行った後に、ポリゴン化が必要な範囲のトポロジー作成とデータのポリゴン化を行った。技術移転は IGEBU と協議の上決定した技術移転の対象地域にて、IGEBU 側で作成したデータを用いて、CAD (Bentley Map) を使用して実施した。

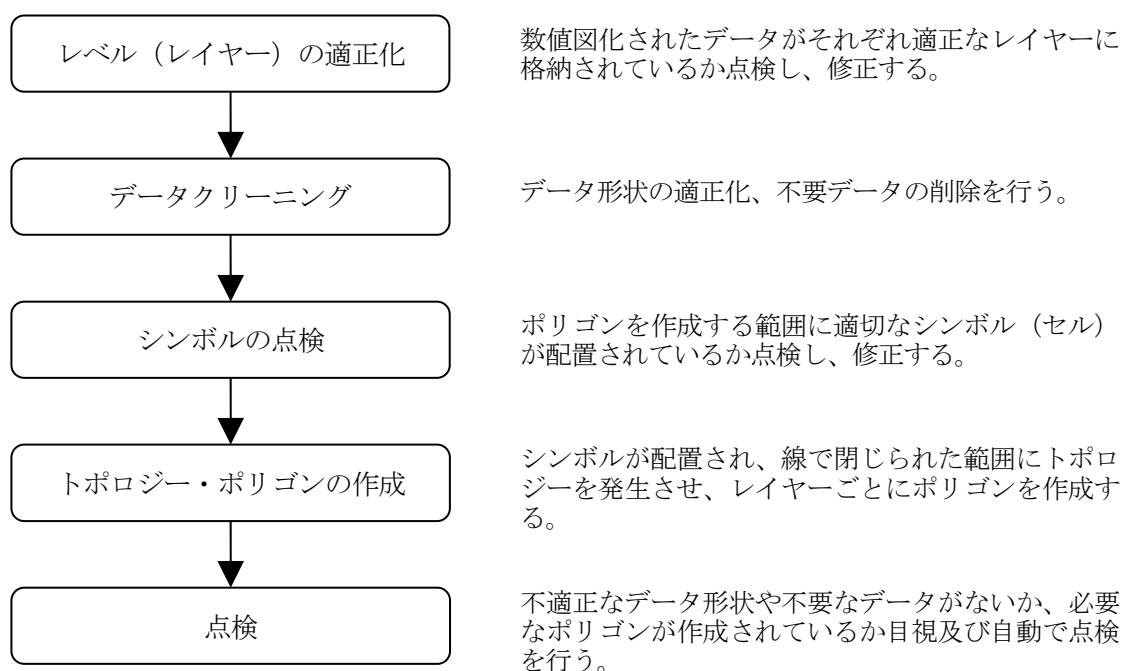


図. 17 数値編集作業フロー

### 3-18. 地形図現地補測【現地作業】

数値図化ならびに数値編集作業中に判明した不確定要素を再度現地で確認することにより、地形図データの品質を高めるために現地補測作業を実施した。また、地形図上に記載する河川等の地名や大学名といった注記の確認作業も実施した。作業範囲は現地調査作業と同じである。

作業にあたっては、数値編集後の地形図データに対して簡易的な地図記号化を実施し、1/5,000 地形図データと 1/25,000 地形図データをそれぞれ同縮尺で出力して現地へ携行した。

現地調査時と同様、1/25,000 地形図内の 1/5,000 地形図の範囲については 1/25,000 用の現地補測作業を改めて実施せずに、1/5,000 の現地補測結果を 1/25,000 用とする事とした。



作業フローを以下に示す。

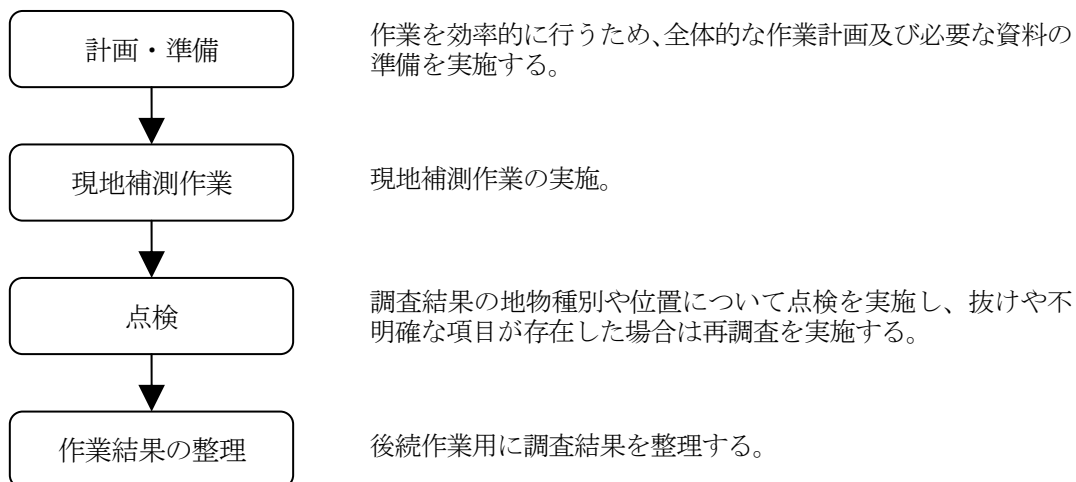


図. 18 現地補測作業フロー



図. 19 現地補測作業

(左：整理作業、右：現地補測整理結果)

### 3-19. 補測数値編集【国内作業・現地作業】

現地補測の成果を地形図データに反映させるために補測数値編集を実施し、変更箇所について数値編集と同様の作業を実施した。また行政界データ、注記データ等を追加して地形図データを作成した。

技術移転は IGEBU と協議の上決定した技術移転の対象地域にて、IGEBU 側で作成したデータを用いて、CAD(Bentley Map)を使用して実施した。

### 3-20. 数値データの構造化【国内作業・現地作業】

補測数値編集で作成された地形図データを使用し、仕様協議で決定された内容に沿って GIS に利用可能となるよう数値データの構造化を行った。構造化によって作成される GIS 基盤データは実用的でユーザーの利用し易く、汎用性の高いデータを作成した。

1/5,000 地形図データと 1/25,000 地形図データに対して構造化を実施し、縮尺レベルの違う 2 種類の GIS 基盤データを作成した。

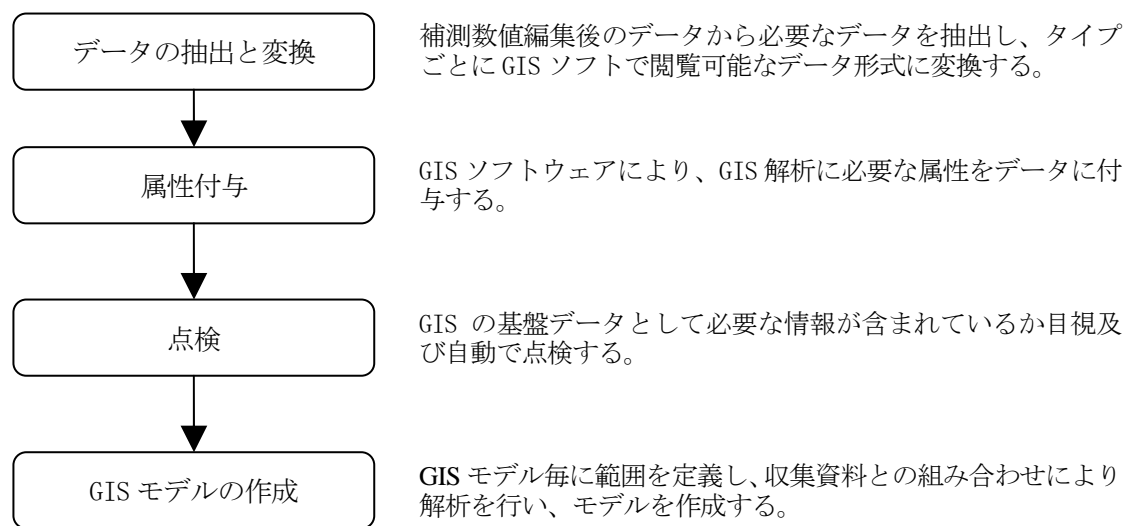


図. 20 データ構造化作業フロー

技術移転は、IGEBU と協議の上決定した技術移転の対象地域にて、IGEBU 側で作成した補測編集済み地形図データを使用して、GIS 用ソフトウェア (ArcGIS) を用いて技術移転を行った。

### 3-21. 地形図の地図記号化【国内作業・現地作業】

仕様協議にて決定された図式に基づき、補測編集済み地形図データに対して地図記号を与え地図記号化を行った。地形図の縮尺の違いにより地形図の表現方法やデータの取得基準が異なることから、1/5,000 地形図に対しては CAD ソフトウェア (Microstation) を使用し、1/25,000 地形図に対してはグラフィックソフトウェア (Illustrator) を使用した。1/5,000 では多くの地物が真形・真位置で取得されるのに対し、1/25,000 では形状や取得位置が省略され、記号化される地物が多いため、色の作成や印刷に強みを持つ Illustrator が記号化に有効であることから、それぞれの縮尺における作業の効率性とソフトウェアの効果を最大限生かすため 2 つのソフトウェアが採用された。

技術移転は IGEBU と協議の上決定した技術移転の対象地域にて、IGEBU 側で作成した補測編集済み地形図データを使用して行った。

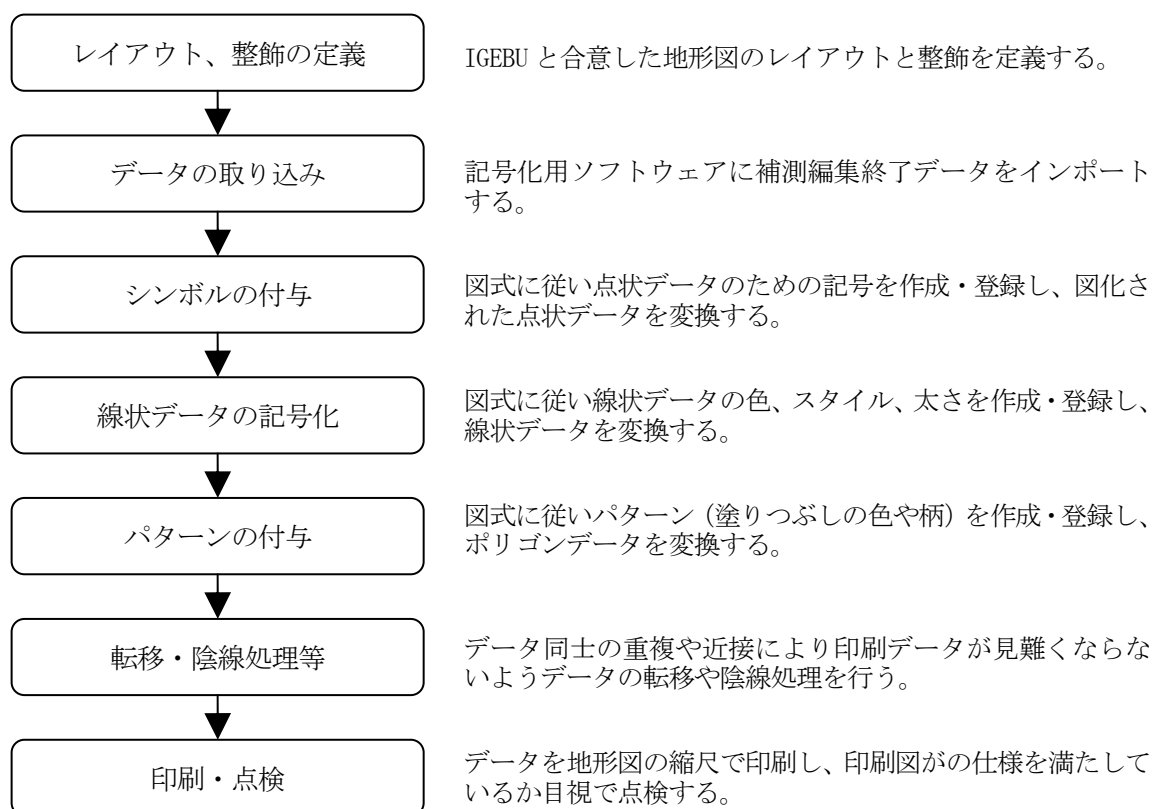


図. 21 地図記号化作業フロー

### 3-22. GISモデル作成【国内作業・現地作業】

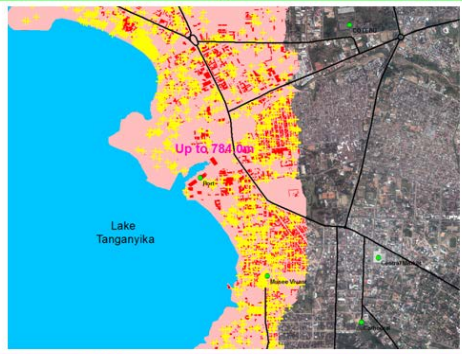
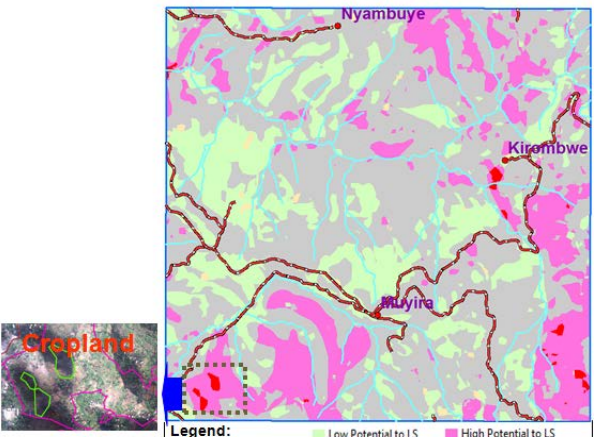
作成された 1/5,000 の GIS 基盤データ、1/25,000 の GIS 基盤データ、「ブ」国の抱える問題、現地における実情調査により決定した 4 種類の GIS モデルについて作成に必要な資料を収集した。

表. 8 GIS モデル作成のための収集資料

資料	提供組織・団体	GIS モデル
地質図(1/50,000)	エネルギー鉱山省	土砂崩壊対策
統計年鑑 2009	統計局	洪水対策 廃棄物管理 ヘルスケア
ブジュンブラ行政界データ	ブジュンブラ市役所	洪水対策 廃棄物管理 ヘルスケア
病院及び診療所リスト	保健省	ヘルスケア
土壌図(1/50,000)	農業省	土砂崩壊対策
タンガニカ湖水位履歴	IGEBU	洪水対策
家庭ごみ排出量	ブジュンブラ市役所	廃棄物管理

上記収集資料と地形図データ等を用いて作成された4種類のGISによるアプリケーションモデルを以下に示す。本調査で作成するGISモデルを「ブ」国内でのGISデータの公開及び地理情報普及の足がかりとするため、セミナーにおいてプレゼンテーションを行った。

データ構造化と同様GIS用ソフトウェア(ArcGIS)を用いて技術移転を実施した。

<p>洪水 防災 対策</p>	<p>タンガニカ湖の水位の履歴及び建物データ、並びに標高データを使用した解析により、タンガニカ湖の水位上昇により想定される洪水の被害を把握する</p>	<p>➤ <b>Highest Water Level: 783.3m (In 1878)</b></p> <p>■ With Water Level up to 784.0m (10m rise than normal level), then</p>  <p>➤ <b>5,436 Large buildings and 2,341 Small building will be flooded.</b></p>
<p>土砂 崩壊 対策</p>	<p>土壌データ、土地利用、標高データから作成される傾斜情報の解析により、土砂崩壊の発生しやすい箇所と対策の緊急性の高い箇所を把握する。</p>	<p>■ Potential Land Slide Area and in Existing Cultivation Areas</p>  <p>Legend:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Low Potential to LS</li> <li>Very Low Potential to LS</li> <li>Medium Potential to LS</li> <li>High Potential to LS</li> <li>Very High Potential to LS</li> </ul>

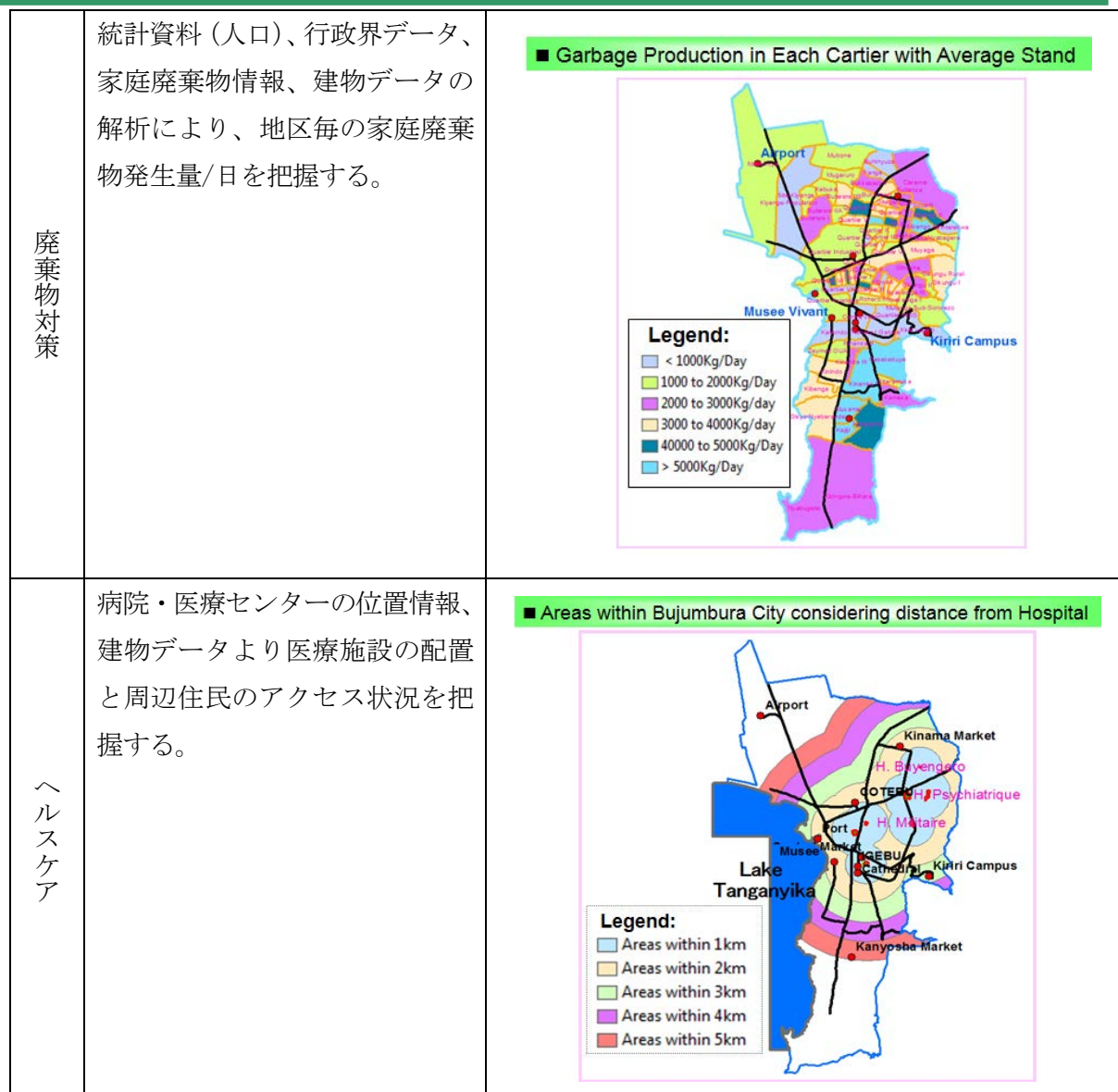


図. 22 GIS モデルの概要

### 3-23. データファイルの作成【国内作業・現地作業】

作成した 1/5,000 地形図、1/25,000 地形図のデータ及び GIS 基盤データ、オルソフォトを利活用しに適したフォーマットへ変換し、適正な媒体に格納した。また、フォーマット変換等にかかる技術移転を実施した。

### 3-24. ドラフト・ファイナルレポート(DF/R)の作成【国内作業】

これまでの作業を総括し、ドラフト・ファイナルレポートを作成した。なお、作業の過程で作成した作業マニュアルも含むものとした。ただし、マニュアルは利便性を考慮し別冊とした。

### 3-25. セミナーの開催【現地作業】

デジタル地形図及びGISデータ・地理情報の利用普及を図る目的でセミナーを2013年2月14日に開催した。セミナーには、23団体92名が参加した。関係機関からは、データの利用やGISモデル等について質問・意見が出された。セミナー後にブルンジ国第2副大統領及び在ケニア日本大使が出席され、成果品の贈呈式が開催された。副大統領からは、デジタル地形図作成に対して感謝の意の表明があった。大使からは、本調査の成果は、ブルンジのインフラ開発、農地改革等に貢献する旨の挨拶があった。さらに大使から地形図の必要性を強調する挨拶があった。

セミナー・贈呈式には、多くのマスコミ関係者が集まり、当日のテレビ・ラジオで放送された。また、翌日には、新聞に大きく報道された。本調査の概要、作成された成果に対する認識が「ブ」国関係機関のみならず、国民各層に周知された。セミナーでの報告内容は、以下のとおりである。

- ・ 本調査業務の説明
- ・ 成果品の説明
- ・ 本調査で利用したデジタル技術の解説
- ・ 作成したデジタル地形図、GISモデルシステムによるGIS基盤データ等の利用方法の紹介
- ・ 地理情報の利用と普及に関するシステムの構築ビジョン

セミナー参加者は、以下のとおりである。

表. 9 セミナー参加者リスト

	所属	人数
1	第2副大統領府	2
2	水・環境・国土整備・都市開発省	10
3	内務省	1
4	コンピューターマッピング集中管理室、運営コミティー	2
5	学校教育戦略室、大統領府	1
6	ISTEEBU(ブルンジ統計・経済調査研究所)	1
7	農業畜産省	1
8	エネルギー鉱山省	1
9	公共事業運輸省	1
10	外務省	3
11	ブジュンブラ市役所	2
12	ギテガ県	1
13	SETEMU(ブジュンブラ市技術サービス公団)	3
14	REGIDESO(ブルンジ水・電力生産供給公社)	7
15	ブルンジ大学	4
16	国立地籍調査局	3
17	日本大使館(在ケニア)	2
18	JICA ケニア事務所	1
19	JICA ブルンジフィールドオフィス	6
20	JICA ルワンダ事務所	1
21	JICA 調査団	6
21	IGEBU(ブルンジ国国土地理院)	22
22	PROJET EUROSHA(欧州人道支援団体)	2
23	Media(テレビ局、ラジオ局5社)	9
	合計	92名

表. 10 セミナーにおける質疑応答

氏名	所属	質問と回答
NIKOBAGOMBA Nestor	水・環境・国土整備・ 都市計画省	1. GIS モデルとオルソフォトは、もう入手可能か？ (回答 Thomas 地図部長) 供与の方法については、現在、検討中である。 2. 潜在的なユーザー間での、これらのデータのやりとりは、どのようにして行われるのか？ (回答 Thomas 地図部長) 検討中である。
MINANI Bonaventure	ブジュンブラ市技術サ ービス公団 (SETEMU)	1. これらの地図の平面位置精度はどれぐらいか？ (回答 JICA 調査団) 1/5,000 が 3m、1/25,000 が 15m である。
SINDAYIHEBURA Bernard	ブルンジ大学	1. どんな座標系を使ったのか？ (回答 Eugène 測地・水準測量課長) WGS84 である。
NAHIMANA Louis	ブルンジ大学	1. レイヤーの数はどれぐらいか？ (回答 JICA 調査団) 170 である。 2. 本調査の地図は 1/50,000 の旧図と重ね合わせることは可能か？ (回答 JICA 調査団) 可能である
NGENDAKURIYO Daniel	ブルンジ大学	1. ブジュンブラとギテガで、航空写真の飛行ルートの方 向に違いがあるのはなぜか？ (回答 JICA 調査団) ブジュンブラ周辺には山がある ので、山と平行な飛行コースにした。 2. 等高線データは、旧図を参照したのか？ (回答 JICA 調査団) 旧図は参照していない。
RASTRY Florent	第 2 副大統領府・コン ピューターマッピング 集中管理室	1. これらのデータには、どのようにアクセスできるの か？ (回答 Thomas 地図部長) 現在、検討中である。
SINDAYIHEBURA Bernard	BURUNDI 大学	1. 洪水の GIS モデルの作成に際して、過去のデータを 参照したのか？ (回答 Eugène 測地・水準測量課長) 過去の洪水の データを参照した。



図. 23 セミナー風景



### **3-26. ドラフト・ファイナルレポート(DF/R)の協議【現地作業】**

IGEBU に対しドラフト・ファイナルレポートの説明を行い、調査開始から終了までに実施されたデジタル地形図作成に関する調査内容、技術移転、図式等について協議を行った。協議内容は、議事録にまとめ双方にて署名を行った。

### **3-27. ファイナルレポート(F/R)の作成【国内作業】**

ドラフト・ファイナルレポートに対する IGEBU のコメントを受け、必要な加筆・修正を行い、ファイナル・レポートを完成させた。

## 第4章. 技術移転

本調査においては、地形図データ作成にかかる一連の作業について技術移転を実施した。

### 4-1. 標定点測量、対空標識設置に関する技術移転

標定点測量・対空標識設置に関する技術移転は、計画された作業に伴いOJTにより実施した。

#### 4-1-1. 目的・主眼

標定点測量・対空標識設置作業は以下の点に主眼をおいて技術移転を実施した。

表. 11 標定点測量・対空標識設置における技術移転の効果と評価

項目	主眼	IGEBU への効果
踏査・選点・設置	基準点測量の基礎の理解	他業務への応用
	撮影計画に応じた配点	他業務への応用
	ハンディ GPS の操作	他業務への応用（現地調査における地物の発見や登録）
	画像上で認識しやすい箇所の選定	他業務への応用（写真判読能力向上等）
GPS 観測	基準点測量の理解 GPS 機材の操作	基準点網の再構築 GPS データの利用促進
GPS 解析	解析ソフトウェアの操作 解析結果の理解	
対空標識の設置	空中写真撮影の理解	空中写真判読の理解 空中写真判読能力向上
	素材の選択	
	大きさ、形状や色の選択	

#### 4-1-2. 技術移転参加者

GPS 測量及び対空標識の設置は調査団員の指導により、IGEBU の測量技術者 8 人と現地雇用の測量助手によって実施した。作業班は 4 班編成とし、各班には 2 人の IGEBU の測量技術者と測量助手 2 人を配置した。GPS 観測開始前に IGEBU の測量技術者に対し、GPS 受信機操作のトレーニングを行った。

GPS 観測においては「基準点測量」、「GPS 測量の解析」の基礎に加え、各種機材の基本操作に重点をおいた。

表. 12 技術移転の参加者

	氏名	当該作業経験	備考
1	NIYUNGEKO Eugene	無	1 班
2	NKUNZIMANA Didace	無	
3	SYORI Aloys	無	2 班
4	BARIVUMA Tharcisse	無	
5	NSABIMANA Etienne	無	3 班
6	HAYAYANA Gaspard	無	
7	NTAKARATSA Apollinaire	無	4 班
8	NDAYISABA Elkana	無	
9	BANZIRUMUHITO Léopold	無	

IGEBU の要請により、GNSS (GPS) 概要及び理論並びに座標変換に関する技術移転を実施した。ここでは、人工衛星を使用した近年の GNSS (GPS) 測定の概要に加え、座標系の変遷の経緯、ブルンジの既存図の座標系、近年の一般的な座標系について調査団員がカウンターパートに対し講義を行った。



図. 24 標定点測量技術移転の様子

#### 4-1-3. 技術移転の成果及びIGEBUへの効果・課題

技術移転が終了し担当団員が帰国した後も、IGEBU 職員は別の業務で積極的に調達機材を独自で使用しており、座標系の定義、機材の設定、観測手法、解析結果も良好であったと報告を受けた。

IGEBU 職員が他業務に移転された技術を応用し、また IGEBU 職員独自で作業を実施できたことが確認されたことから、当該作業における技術移転は目的を達成したといえる。

## 4-2. 現地調査に関する技術移転

### 4-2-1. 目的・主眼

現地調査に関する技術移転は、以下の点に主眼をおいて技術移転を実施した。

表. 13 現地調査における技術移転の効果と評価

項目	主眼	IGEBU への効果
予察	現地調査の理解 現地調査対象の抽出	効率的な作業計画を立案 調査対象項目の理解度向上
現地調査	ハンディ GPS の操作 現地と写真の照合 写真判読力の向上	ハンディ GPS の有効な利活用方法の習得 空間能力の向上 数値図化への応用
現地調査結果の整理	調査結果の点検と整理方法の習得	品質の向上

### 4-2-2. 技術移転参加者

現地調査参加者は、IGEBU 側により選定され、以下の 8 名が参加した。作業前に実施されたヒアリングにより、8 名のうち 1 名だけが経験者であった。

表. 14 技術移転の参加者

	氏名	現地調査経験	備考
1	NIYUNGEKO Eugene	無	1 班
2	KAZARI Zacharie	無	
3	SYORI Aloys	有	2 班
4	BARIVUMA Tharcisse	無	
5	NSABIMANA Etienne	無	3 班
6	KAMANA Michel	無	
7	NDAYISABA Elkana	無	4 班
8	HAJAYANA Gaspard	無	

### 4-2-3. 技術移転の成果及びIGEBUへの効果・課題

現地調査は IGEBU 職員 8 名による 4 班編成で実施され、調査団員が日替わりで各班に同行しながら OJT を実施した。IGEBU 職員の現地調査にかかる作業内容の理解度は、作業後半での IGEBU 職員の現場の様子、現地調査結果の内容を点検することで評価することとした。

作業開始の前半は、調査対象項目のコード番号間違い、抜け、場所の間違いが見受けられたが、調査団員による日々の指導・アドバイスにより、作業が進むにつれて調査対象項目の理解度が増し、調査漏れや位置の間違いも減少した。

調査団員からのアドバイスにも真剣に耳を傾けるなど、作業に対する姿勢にはなんら問題はなかった。

以上の結果から調査団としては、今回参加した 8 名は現地調査にかかる作業を問題なく独自で実施できると判断する。



図. 25 現地調査の技術移転の様子  
(左：講義、右：写真上での位置照合)

### 4-3. 空中三角測量に関する技術移転

#### 4-3-1. 目的・主眼

空中三角測量に関する技術移転は、以下の点に主眼をおいて技術移転を実施した。

表. 15 空中三角測量における技術移転の効果と評価

項目	主眼	IGEBU への効果
空中三角測量	PC 及びソフトウェア操作 デジタル空中三角測量概念の理解 空中三角測量結果の評価方法の理解	デジタル技術の活用、自動処理と対話 処理の効果的な組み合わせによる効率 化・生産性向上・コスト削減

#### 4-3-2. 技術移転参加者

技術移転の参加者として、地形図作成にかかる一連の作業を理解することが望ましいという観点から、現地調査に参加した職員から IGEBU により選抜された IGEBU 職員 2 名が参加した。効率的な技術移転を計画するため、技術移転実施前に下記参加者に対してアンケート調査を実施した。

その結果、下表に示すように 1 名はアナログでの経験を有していたが、デジタルでの経験、本技術移転で使用する写真測量ソフトウェア（ERDAS 社の LPS）の操作経験は 2 名とも有していなかった。

表. 16 技術移転の参加者

氏名	空中三角測量の経験	備考
1 SYORI Aloys	アナログ経験あり	デジタル空中三角測量 の経験、当該ソフトウェ アの操作経験なし。
2 KWITONDA Sosthène	理論・技術ともに経験なし	

### 4-3-3. 技術移転の成果及びIGEBUへの効果・課題

技術移転の結果、IGEBU 職員独自で空中三角測量が実施できるようになった。また、その結果も 1/5,000 地形図作成の仕様を満たすものであった。

本技術移転は本調査の手法と同様にデジタル空中写真撮影によるものであったが、IGEBU では古いアナログ写真を所有しており、将来これらのアナログ写真をデジタル図化機で利活用できないかという相談を受けた。そのため、アナログ写真による空中三角測量の手法の説明を短期間ではあったが実施した。

以上のことから、アナログ空中写真及びデジタル空中写真に関して、IGEBU 職員は将来のプロジェクトに際しても、独自で空中三角測量が実施できるレベルに達したといえる。今回参加した2名は、技術移転を通じて習得した知識、能力を自らのものだけにするのではなく、他職員との技術共有（内部での技術移転）を図りつつ、自己研磨により更なる能力向上を目指して IGEBU 全体として機能向上を図るべきであると提言した。



図. 26 空中三角測量技術移転の様子  
(左：理論講義、右：演習)

## 4-4. 数値図化に関する技術移転

### 4-4-1. 目的・主眼

数値図化に関する技術移転は以下の点に主眼をおいて実施した。

表. 17 数値図化における技術移転の効果と評価

項目	主眼	IGEBU への効果
数値図化 (1/5, 000) (1/25, 000)	PC 及びソフトウェア操作 ステレオ図化機の操作 3次元計測の能力向上 仕様と縮尺に応じたデータ取得方法	2D データ及び3D データの効果的なデータ取得方法およびデータ作成方法の理解による効率化・生産性向上・コスト削減

### 4-4-2. 技術移転参加者

技術移転には、以下の IGEBU 職員 2 名が参加した。参加者については空中三角測量時と同様に現地調査に参加した職員から IGEBU により選抜された。効率的な技術移転を計画するため、技術移転実施前に下記参加者に対してアンケート調査を実施した。

その結果、下表に示すように 2 名とも本技術移転で使用する写真測量ソフトウェア (ERDAS 社の LPS) と CAD ソフトウェア (Bentley 社の MicroStation) の操作経験は有していなかった。

表. 18 技術移転の参加者

	氏名	数値図化の経験	備考
1	NDAYISABA Elkana	なし	当該ソフトウェアの操作経験なし
2	HAJAYANDI Gaspard	なし	PC スキルあり 当該ソフトウェアの操作経験なし

### 4-4-3. 技術移転の成果及びIGEBUへの効果・課題

重点を置いたハードウェアとソフトウェアの基礎的な操作は習得できた。ただし、数値図化で使用する特殊なマウス (TopoMouse) は、作業を効率化するために多くのボタンを持っており、全ボタンを有効に利用すれば作業スピードを大幅に上げることができるが、本研修では最低限必要な機能のみ技術移転を実施した。

数値図化作業において最も重要であり必要最低限な能力は、2 枚の空中写真によって構築されるステレオモデル上で 3 次元により地物を正確に計測することである。なぜならば 3 次元にて建物や道路といった地物の高さを正確に計測しなければ、正確にその平面位置を計測していることにはならないためである。本研修により、IGEBU 職員は 3 次元環境で対象物を正しい高さで計測できるようになったことから、重要な基礎は習得できたといえる。

数値図化技術移転中の演習では、ギテガ市の 1/5, 000 (約 7km<sup>2</sup>) の図化作業を実施した。その結果、時間はかかったものの、出現地物の取得方法の違いを理解しながら作業ができた。また、この成果か

ら 1/25,000 のデータを作成する演習も同時に行い、これにより縮尺の違いによる取得方法や表現方法の違いを理解しながら技術移転ができた。



図. 27 数値図化技術移転の様子  
 (左：担当団員による指導、右：IGEBU 職員による実作業)

#### 4-5. 現地補測に関する技術移転

##### 4-5-1. 目的・主眼

現地補測に関する技術移転は、以下の点に主眼を置いて技術移転を実施した。

表. 19 現地補測における技術移転の効果と評価

項目	主眼	IGEBU への効果
現地補測	現地補測作業の理解 ハンディ GPS の操作 現地と地形図の照合	作業にかかるノウハウの習得 ハンディ GPS の有効な利活用方法の習得 地形図読解力の向上
現地補測結果の整理	図面上の整理	品質の向上 数値補測編集への応用

##### 4-5-2. 技術移転参加者

現地補測参加者は、IGEBU 側により選定され、以下の 8 名（9 名）が参加した。殆どの参加者が現地調査に従事した者であった。



表. 20 技術移転の参加者

氏名		現地調査参加有無		備考
1	SYORI Aloys	有	前半のみ参加	1 班
2	KAMANA Michel	有	後半のみ参加	
3	KWITONDA Sosthène	無		
4	NIYUNGEKO Eugene	有		2 班
5	SINZINKAYO Juvenal	無		
6	NDAYISABA Elkana	有		3 班
7	KABERA Gilbert	無		
8	HAJAYANA Gaspard	有		4 班
9	BARIVUMA Tharcisse	有		

#### 4-5-3. 技術移転の成果及びIGEBUへの効果・課題

現地補測作業は現地調査作業と作業手法自体に大きな違いはない。現地調査ではオルソフォトを使用した。現地補測ではそのオルソフォトの代わりに地形図を利用する。

現地調査時と同様に調査団員が日替わりで各班に同行しながらOJTを実施した。彼らの現地補測にかかる作業内容の理解度は、作業後半での彼らの現場の様子、現地補測結果の内容を点検することで評価することとした。

参加者の殆どが現地調査に従事していたこともあり、作業内容の理解度にはなんら問題なかった。しかし、現地で地形図との照合には作業開始時は時間が掛かっていたが、作業を進めていく中で改善された。また、点検・整理作業を通じて、現地で作業をした際にどのような事に気をつけて作業をすれば良いのかを理解できたと判断できる。



図. 28 現地補測作業（左：ブリーフィング、右：合同トレーニング）

## 4-6. 数値編集/数値補測編集に関する技術移転

### 4-6-1. 目的・主眼

数値編集に関する技術移転は、以下の点に主眼をおいて技術移転を実施した。

表. 21 数値編集における技術移転の効果と評価

項目	主眼	IGEBU への効果
数値編集 (1/5, 000) (1/25, 000)	PC 及びソフトウェア操作 図化データの数値編集 データクリーニング ポリゴンデータの作成	数値編集の各種コマンドの理解、自動 及び対話エラー検索と修正の組み合わ せの理解による効率化・生産性向上・ コスト削減

### 4-6-2. 技術移転参加者

技術移転には、以下の IGEBU 職員 2 名が参加した。数値図化したデータを図化者が自ら修正することにより、図化作業で発生しがちなエラーを理解できることや数値図化と同じソフトウェア（Bentley 社の MicroStation）を使用する数値編集に参加することにより、ソフトウェア操作の復習と更なる理解を期待できるという観点から、数値図化に参加した研修者から IGEBU により選抜された。効率的な技術移転を計画するため、技術移転実施前に下記参加者に対してアンケート調査を実施した。

その結果、2 名とも MicroStation の数値図化により基礎的な描画機能については理解していたが、編集機能についてはほとんど理解していなかった。

表. 22 技術移転の参加者

	氏名	数値編集の経験	備考
1	NDAYISABA Elkana	なし	数値図化技術移転に参加
2	HAJAYANDI Gaspard	なし	数値図化技術移転に参加

### 4-6-3. 技術移転の成果及びIGEBUへの効果・課題

カウンターパートが数値図化作業を行ったギテガ市の 1/5, 000 及び 1/25, 000 を基に、数値編集の技術移転について以下の通り評価を行った。

1/5, 000 地形図の演習では、数値図化の際に不必要に取得した点や、1/5, 000 に対して詳細すぎる形状で取得した建物や道路を修正することで、1/5, 000 における数値編集を理解したと同時に、適切な数値図化手法を復習することができた。1/25, 000 地形図の演習では、1/5, 000 地形図との縮尺の違いを理解しながら適切な編集機能を選択しながら作業が出来た。

データクリーニング及びポリゴン作成については、1/5, 000 及び 1/25, 000 の図化データからのポリゴン作成の演習を通し反復練習ができたことから、最終演習となる行政界ポリゴンデータの作成では、調査団員に頼ることなく作業を実施できた。

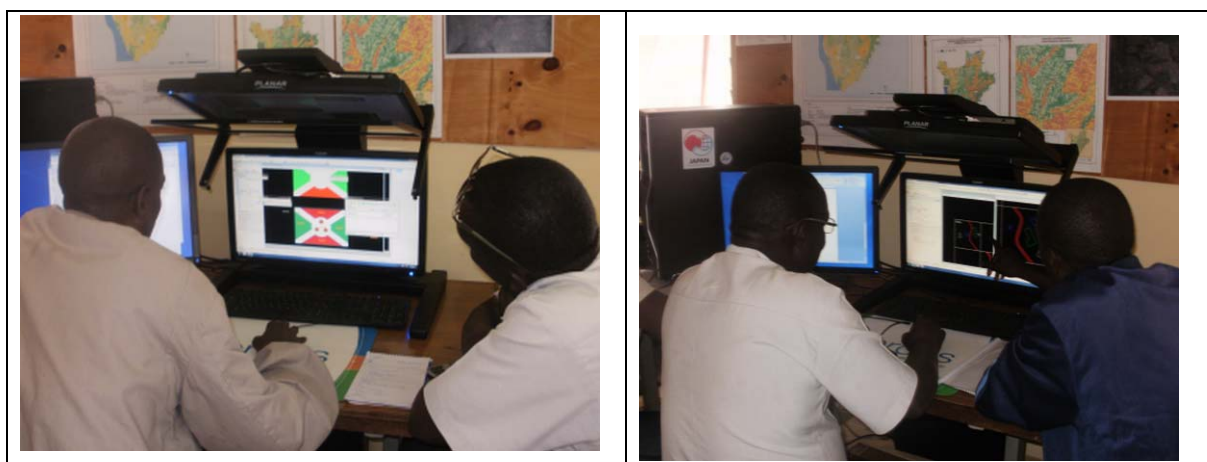


図. 29 数値編集技術移転の様子（左：ソフトウェア基礎操作、右：数値編集基礎）

#### 4-7. 地図記号化に関する技術移転

##### 4-7-1. 目的・主眼

地図記号化に関する技術移転は、以下の点に主眼をおいて技術移転を実施した。

表. 23 地図記号化における技術移転の効果と評価

項目	主眼	IGEBU への効果
地図記号化(1/5, 000)	PC 及びソフトウェア(Microstation)操作 タイプ（点、線、面）別記号の作成 1/5, 000 印刷用データの記号化	地図記号及び地形図の理解 印刷用データ作成能力の向上
地図記号化(1/25, 000)	ソフトウェア(Illustrator)操作 タイプ（点、線、面）別記号の作成 1/25, 000 印刷用データの記号化	

##### 4-7-2. 技術移転参加者

技術移転には、以下の IGEBU 職員 2 名が参加した。技術移転実施前に下記参加者に対してアンケート調査を実施した。その結果、2 名とも本技術移転で使用する MicroStation 及び Illustrator の使用経験がないことが確認されたが、現地調査及び現地補測において地図記号を使用していたことから、記号化の考え方は理解していた。

表. 24 技術移転の参加者

氏名	地図記号化の経験	備考
1 SYORI Aloys	なし	
2 KABERA Gilbert	なし	

### 4-7-3. 技術移転の成果及びIGEBUへの効果・課題

カウンターパートが地図記号化を行ったギテガ市の 1/5,000 及び 1/25,000 を基に、地図記号化の技術移転について以下通り評価した。

異なる縮尺の地図記号化作業を異なるソフトウェア（1/5,000 の記号化に Microstation、1/25,000 に Illustrator）で行うことに対し訓練開始当初は戸惑い、混乱が見受けられたが、今回の技術移転を通じてそれぞれのソフトウェアに関する利点、特色を理解することが出来た。また縮尺の違う地図の表現方法の違いに関する理解を深めることが出来た。

2名の研修生の内、1名は過去に Microstation 以外の CAD の操作経験があり、紙地図の必要性の理解を含め地図に関する知識は申し分なく、熱心にメモを取りつつ確実に作業を進めた。もう1名はコンピューターの操作経験が少なく、初歩からのトレーニングが必要であったが、熱心にメモをとり、復習を繰り返し、非常に早い進歩を見せた。また芸術方面に興味があるためか、記号の転移など、いわゆる“センス”の必要な場面に大きな力を発揮し、単調な作業も黙々とこなした。

2名とも発想・応用力もあり、今後の更新、新規地図作成時に中心となる活躍が期待できる。



図. 30 地図記号化技術移転の様子（左：記号化基礎 1/5,000、右：1/25,000 記号化）

## 4-8. データ構造化に関する技術移転

### 4-8-1. 目的・主眼

データ構造化に関する技術移転は、以下の点に主眼をおいて技術移転を実施した。

表. 25 データ構造化における技術移転の効果と評価

項目	主眼	IGEBU への効果
GIS 構造化定義	GIS 概要の理解	国家開発計画優先プロジェクトの計画支援における GIS の普及推進と、IGEBU の存立基盤確立
GIS 基盤データ作成	GIS ソフトの操作 (ArcGIS)	
GIS モデルの作成	GIS の利活用	

#### 4-8-2. 技術移転参加者

技術移転には、以下の IGEBU 職員 5 名が参加した。技術移転実施前に下記参加者に対してアンケート調査を実施した結果、4 名は既に ArcGIS の使用経験があったことが確認された。

表. 26 技術移転の参加者

氏名		所属等	データ構造化の経験	備考
1	NTUMIGOMBA Protais	IGEBU Director	なし	ArcGIS 使用経験あり
2	NIYUNGEKO Eugene	IGEBU Urban Planning	なし	ArcGIS 使用経験あり
3	BARIVUMA Tharcisse	IGEBU Géomètre - Topographe	なし	
4	NIBITEGUZA Sylvestre	IGEBU Photogrammètre	なし	ArcGIS 使用経験あり
5	MUCOMWIZA Jean-Marie	Bujumbura Mairie Chef Service informatique	なし	ArcGIS 使用経験あり

#### 4-8-3. 技術移転の成果及びIGEBUへの効果・課題

データ構造化及び GIS モデル作成に関する成果について以下の通り評価した。

受講者は全員ソフトウェアの基礎的な操作をできるようになり、数値編集が終了したデータの構造化やデータ入力 that 適切なスピードで出来るレベルに至った。GIS の基本的な考え方や GIS におけるデータ解析についても、ディスカッションを通じた積極的意見交換により、参加者全てが自らの意見を相手に伝え、かつ十分に理解することができた。

作成した GIS モデルについても、研修内でプレゼンテーションデータを作成し、デモンストレーションを出来るレベルに至った。



図. 31 データ構造化技術移転の様子