

リベリア国モンロビア市都市施設復  
旧・復興整備  
マスタープラン策定調査

(地形図作成)

ファイナル レポート

(要約)

平成21年5月

朝日航洋株式会社

## 序 文

日本国政府は、リベリア共和国政府の要請に基づき、モンロビア都市施設復旧・復興整備マスタープラン策定調査(地形図作成)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20年11月から平成21年5月まで、朝日航洋株式会社地図・コンサルタント事業部の原田敬史氏を団長とし、同朝日航洋株式会社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、リベリア共和国政府関係者と協議を行うとともに、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、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21年5月

独立行政法人国際協力機構  
理事 橋本 栄治

## 伝 達 状

今般、リベリア共和国におけるリベリア国モンロビア都市施設復旧・復興整備マスタープラン策定調査に係る地形図作成が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき、弊社が平成 20 年 10 月 15 日より平成 21 年 5 月 29 日までの 7.5 ヶ月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、リベリアの現状を十分に踏まえ、地形図が本格調査の目的に適した内容となるよう地図精度、地図表現等に考慮してまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本調査報告書が活用されることを切望いたします。

なお、本調査の遂行に際しましては、貴機構および同ガーナ事務所、同リベリアフィールドオフィスから多大なるご指導とご支援を賜りました。また、現地調査においては、リベリア共和国のカウンターパート機関、その他の政府機関の方々から多大なるご協力を得ることができました。ここに深甚なる感謝の意を表する次第です。

平成 21 年 5 月 29 日

朝日航洋株式会社

リベリア共和国

リベリア国モンロビア都市施設復旧・

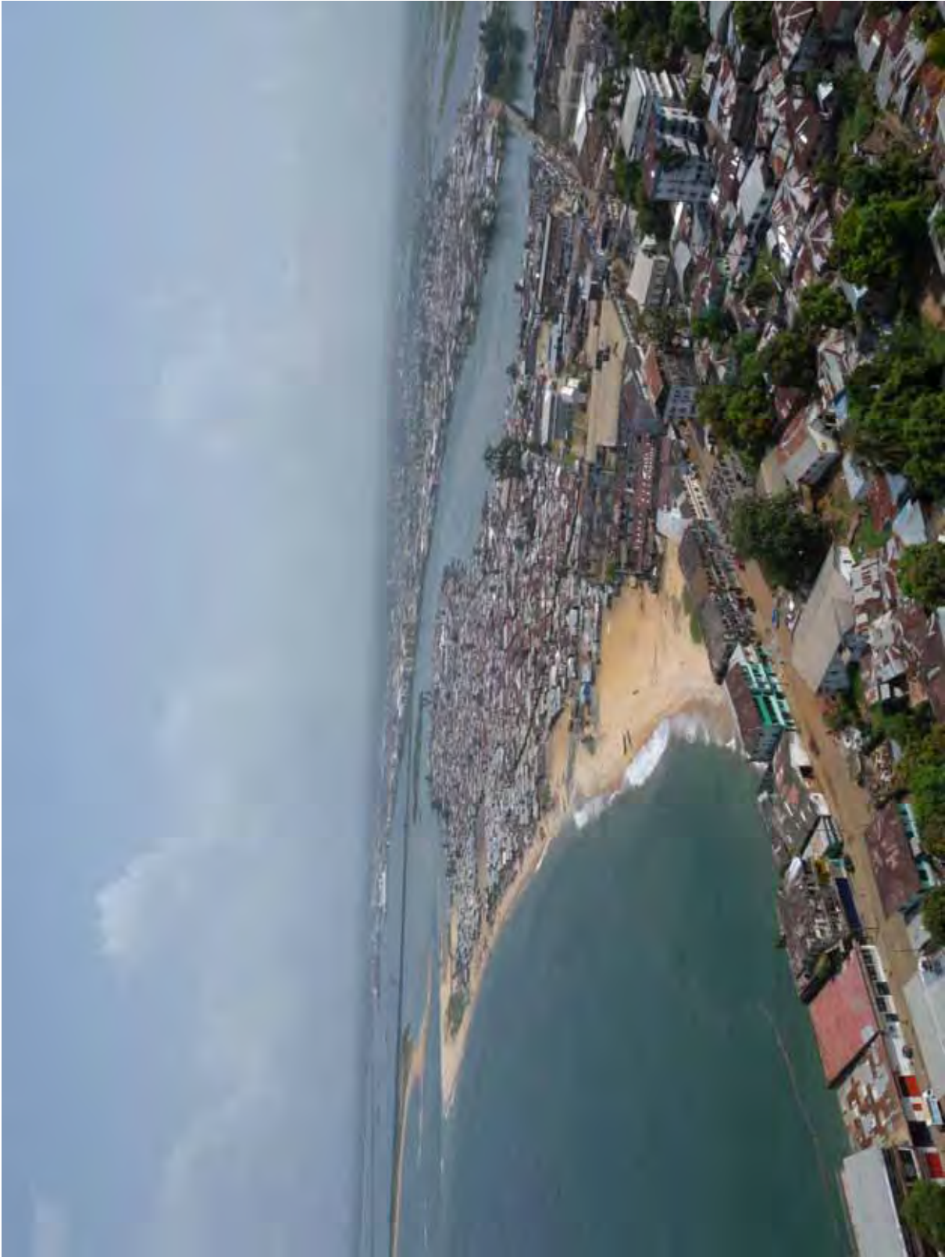
復興整備マスタープラン策定調査に係る

地形図作成調査団

総括 原 田 敬 史

## リベリア国及びモンロビア市位置図





モンロビア市ウエストポイントの眺望





ペインズビル地域の住宅地域



インセプションレポートの協議



インセプションレポート議事録サイン





公共事業省内の調査団事務所



ガイド提供についての測量局との協議





大型プリンターによる補測用図面のプリント



最終レポート（案）の協議



既存三角点 RAMROD



フリーポート内、給水等直下の BM (水準点)

## 調査成果

作業	No.	作業項目	数 量
1:10,000 地形図	[6]	空中写真撮影 (再委託)	
		写真縮尺、 1:10,000	
		撮影面積、 約 287km <sup>2</sup>	
		ネガフィルム	2 ロール
		写真数値データファイル (スキャンデータ)	2 セット
		密着写真	292 枚/セット、 2 セット
		撮影標定図	2 セット
	[7]	対空標識、 刺針明細簿 (37 点)	2 セット
	[7]	基準点測量 (37 点)	2 セット
	[7]	簡易水準測量	104km
	[8]	判読キー作成	31 項目/セット、 2 sets
	[9]	補備測量 (再委託)	260km <sup>2</sup>
	[10]	補備測量後の数値編集作業	260km <sup>2</sup>
	[11]	空中三角測量、 DEM 取得、 オルソフォト作成	287km <sup>2</sup>
	[11]	Ortho-photo, 1/10,000 Ortho-photo, 12 sheets	
		Digital Data File	12 シート/セット、 6 セット
	[12]	数値図化	
	[13]	数値編集	
	[14]	記号化	
	[15]	データファイル作成	11 シート/セット、 6 セット
	[16]	報告書等	
		インセプションレポート	英語、 5 セット
		最終レポート：本文	英語、 5 セット
		最終レポート：サマリー	英語、 5 セット
		和文要約	5 セット
		精度管理表	1 セット

# リベリア国モンロビア都市復旧・復興整備マスタープラン策定調査 (地形図作成)

## 最終報告書

### 目 次

#### 第1章 序 論

- 1.1 調査の背景 ..... 1-1
- 1.2 リベリア共和国便宜供与 ..... 1-1

#### 第2章 調査の概要

- 2.1 調査の目的 ..... 2-1
- 2.2 作業及び要員計画 ..... 2-1
- 2.3 調査の範囲 ..... 2-3
- 2.4 作業の概要 ..... 2-5

#### 第3章 作業の詳細

##### < 国内作業 >

- [1] 資料収集 ..... 3-1
- [2] インセプションレポート(案)の作成 ..... 3-1

##### < 現地作業 >

- [3] インセプションレポートの協議 ..... 3-1
- [4] 現地踏査 ..... 3-1
- [5] 作業仕様書の協議 ..... 3-1
- [6] 空中写真撮影 ..... 3-2
- [7] 対空標識、標定点測量、簡易水準測量 ..... 3-4
- [8] 判読キーの作成 ..... 3-11
- [9] 現地補備測量 ..... 3-12
- [10] 補備測量結果の数値編集 ..... 3-12

##### < 国内作業 >

- [11] フィルムスキャニング、空中三角測量、DEM 作成及びオルソフォト作成 .. 3-13
- [12] 数値図化 ..... 3-15
- [13] 数値編集 ..... 3-16
- [14] 記号化 ..... 3-18

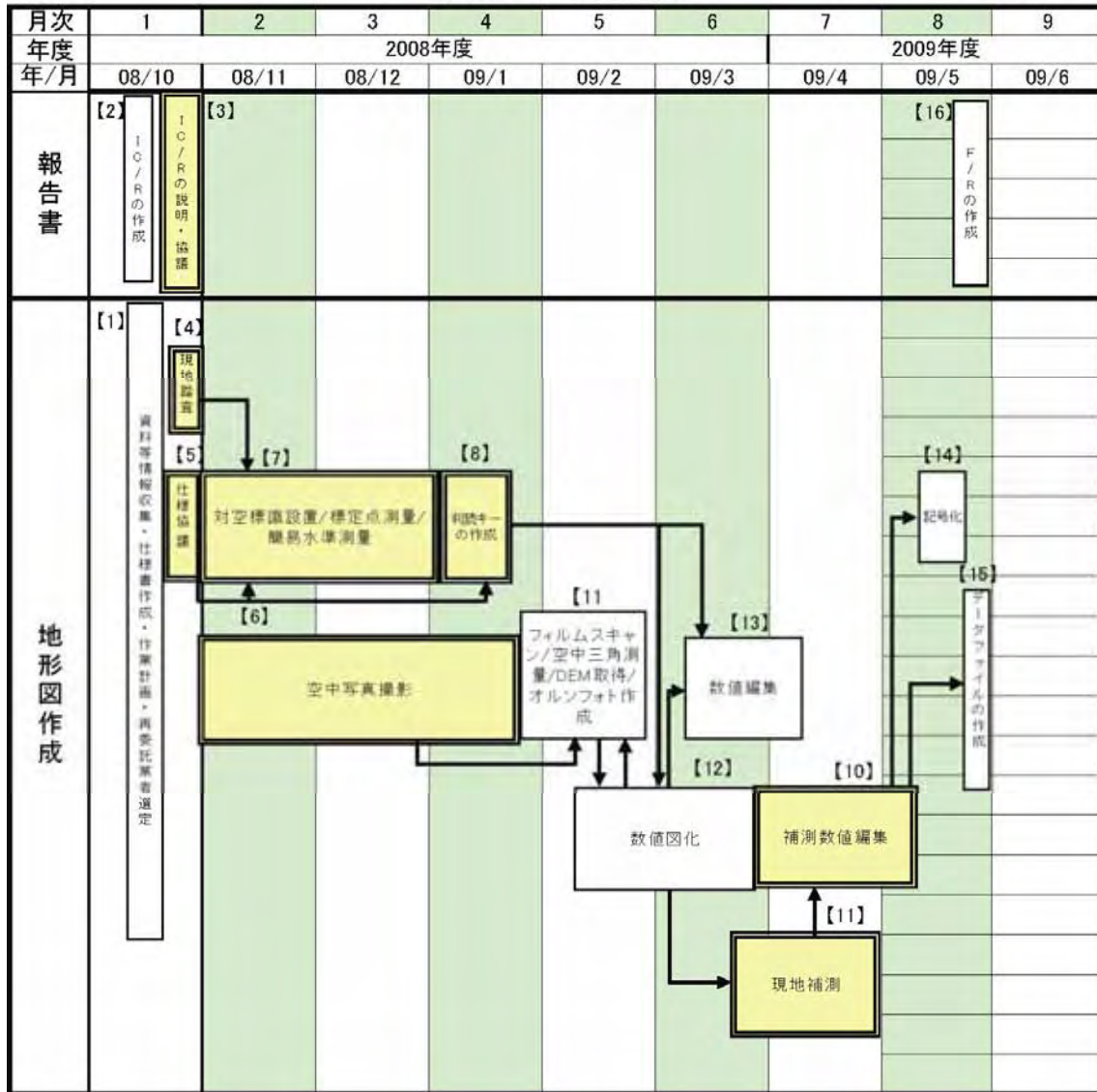


[15]	データファイル作成 .....	3-18
[16]	品質管理 .....	3-18
<b>第4章</b>	<b>インテリムレポートセミナーへの参加 .....</b>	<b>4-1</b>
<b>第5章</b>	<b>最終レポート(案)の協議 .....</b>	<b>5-1</b>
<b>第6章</b>	<b>最終成果 .....</b>	<b>6-1</b>
<b>第7章</b>	<b>結 語 .....</b>	<b>7-1</b>

## 付 録

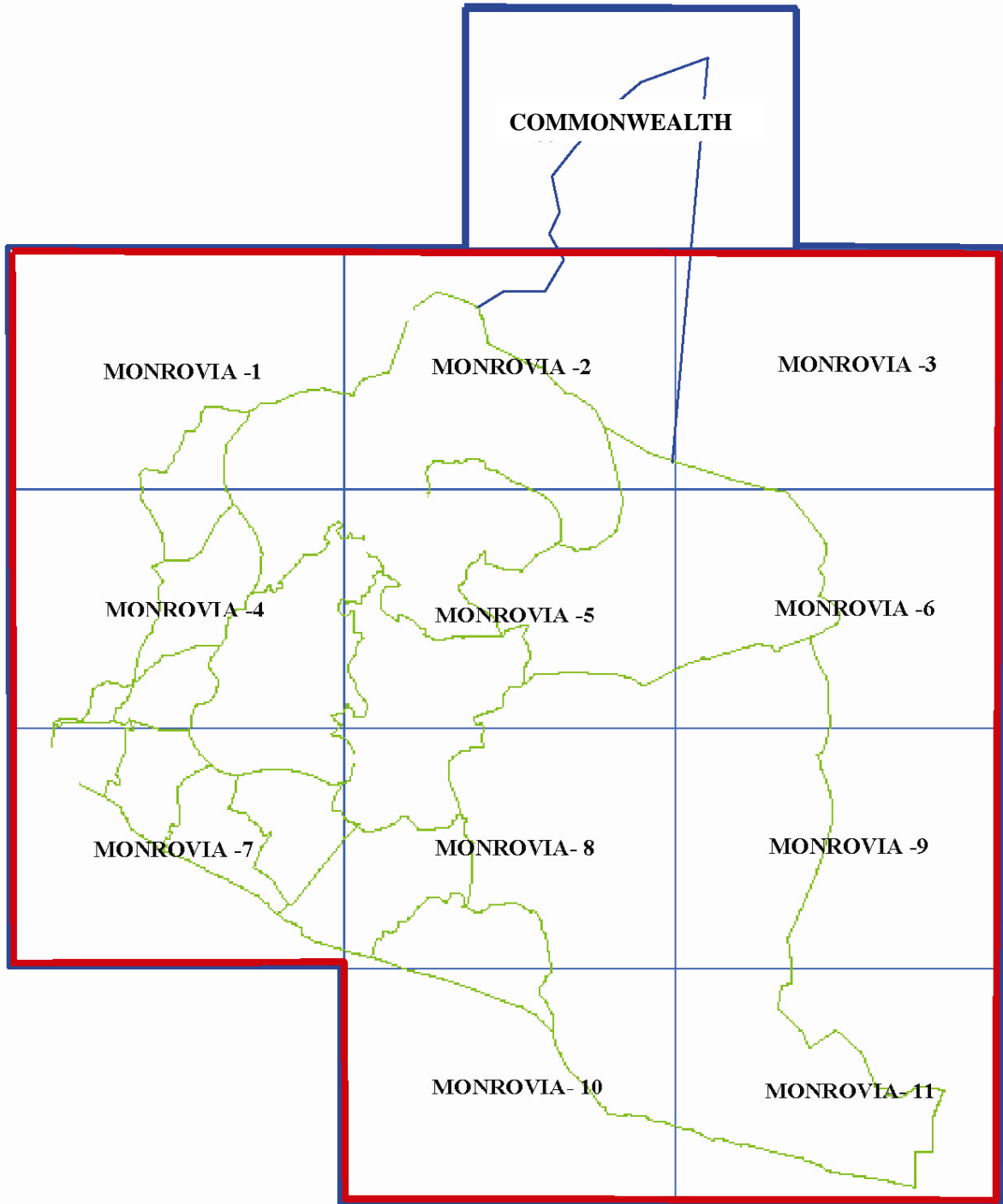
付録 1	事前調査 SW 及び議事録
付録 2	調査範囲変更議事録(マスタープラン調査団)
付録 3	インセプションレポート協議議事録
付録 4	作業仕様書協議議事録
付録 5	標定点点の記
付録 6	判読キー
付録 7	図式記号
付録 8	最終報告書(案)議事録
付録 9	精度管理表

## 作業フローと 1:10,000 地形図作成作業概要



- : 現地作業
- : 国内作業

# 地形図及びオルソフォト図郭割図



: 1:10,000 地形図作成



: 1:10,000 オルソフォト作成

# 第1章 序論

## 1.1 調査の背景

リベリア国（以下リ国）は14年間の内戦の結果、首都モンロビアを中心に、リベリア国全土の主要幹線道路、モンロビア市内の都市内道路、発電・配電施設、水供給施設等の多くが損壊するとともに、大きな被害を受けなかった施設も適切な維持管理がなされなかったために老朽化が進んでいる。しかしながら、公共事業省、モンロビア市公社、モンロビア上下水公社ともに内戦による行政組織の崩壊から立ち直っておらず、崩壊した橋の復旧が行われず、給水施設の稼働率（内戦前の30%程度）等、施設の復旧・復興や維持管理が十分に行われていない状況にある。また、紛争後、帰還避難民及び国内避難民等が首都圏に流入し定住化するなどして、内戦前の約2倍と人口が急増しモンロビア市の生活環境が急速に悪化している。このため、迅速な基礎インフラ施設の復旧・復興が必要とされている。

これに対し他の主要ドナー（世銀、EU、米国等）が、電力、水供給、道路等の分野において、紛争終結後の緊急・復旧支援を行っているが、内戦による被害が大きかったこと、紛争終結後の人口増加が急激であったことから、交通渋滞の慢性化、上下水道の稼働率低下、排水機能の低下など都市機能は不十分な状況にある。また、これら復旧事業の調整等を行うべき公共事業省、モンロビア市が脆弱であるため、緊急性の高いリハビリ事業を個々に実施している状況にある。今後さらに本格的な都市機能の復旧復興を行うにあたっては、ビジョンと戦略を持った短・中期的な復旧復興計画の策定を行い、包括的かつ効率的に資源を投入する必要がある。国際協力機構は2007年10月にプロジェクト形成調査の中でリベリア国の復旧復興に向けた具体的協力案件の発掘・形成を行い、リベリア国は2007年11月に我が国に対して本案件の要請書を提出し、国際協力機構はこれを受けて2008年6月に事前調査を実施し、モンロビア都市施設復旧・復興整備マスタープラン策定に資するための地形図作成必要性が認められたため、S/Wを署名交換し、デジタル地形図作成への協力のため本調査を実施することとなった。（付録1）

今回実施の調査は、S/Wに基づきグレーターモンロビア（モンロビア市の行政区域に近接する、ペインズビル及びジョンソンビルを加えた地域）を対象に都市施設復旧・復興整備計画策定に必要なデジタル地形図(1:10,000)を新規に作成するものである。

## 1.2 リベリア共和国の便宜供与

調査団はリベリア国に対して下記項目の便宜供与を依頼し、リベリア国は調査団の意向に同意してそれぞれの供与を実施した。

1. 写真撮影、空中写真及びネガフィルム等の国外持ち出しに関する許可申請・取得に関するサポート
2. 調査団の現地作業に関するガイドの提供
3. 調査団事務所の設営
4. リベリア測量局の協力



## 第2章 調査の概要

### 2.1 調査の目的

都市施設復旧・復興整備計画策定に必要となる、モンロビア市の 1:10,000 デジタル地形図を作成する。

### 2.2 作業及び要員計画

作業は 2008 年 10 月から 2009 年 5 月まで実施した。調査作業工程表は下表 1 のとおりである。また調査団員及び業務分担は下表 2 に示す。なお調査人月表を表 3 に示す。

様式 5 - 作業工程

表 1. 作業工程表

作業工種	年月	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		2008年			2009年			2009年度		
		10	11	12	1	2	3	4	5	6
1. 国内準備作業										
(1)	資料等情報収集	■								
	・収集資料の整理、分析	■								
	・再委託先選定のための入札図書の作成	■								
	・仕様協議の準備のための作業方法、図式規程(案)の作成	■								
(2)	インセプション・レポート(案)の作成	■								
2. 現地作業										
(3)	インセプション・レポートの説明・協議		△△							
(4)	現地踏査	■								
(5)	仕様協議	■								
(6)	空中写真撮影				■					
(7)	対空標識設置・標定点・簡易水準測量作業	■	■	■						
(8)	現地調査(判読キーの作成)			■	■					
(9)	現地補測調査						■	■		
(10)	補測数値編集							■	■	
3. 国内作業										
(11)	空中三角測量・DEM取得・オルソフォト作成等						▽			
(12)	数値図化					□				
(13)	数値編集					□				
(14)	記号化							□		
(15)	データファイルの作成								□	
(16)	ファイナル・レポートの作成									□

凡例      事前調査期間      現地調査      国内作業

表2 調査団員及び業務分担

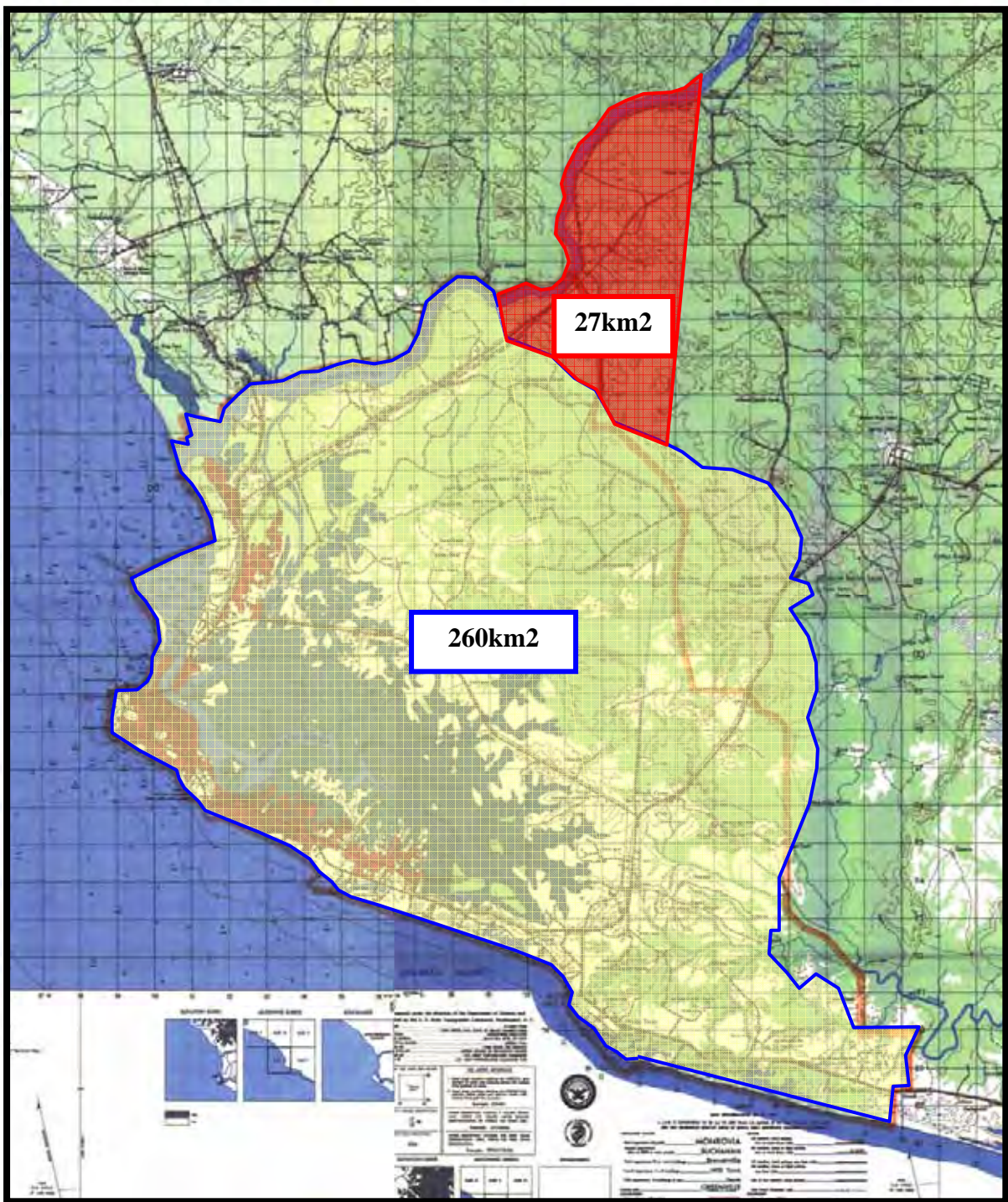
名 前	業務分担	No.	業務詳細
原田敬史	総括	(1)	既存資料・情報の収集、分析
		(2)	インセプション・レポートの作成
		(3)	インセプション・レポートの説明・協議
		(4)	現地踏査
		(5)	仕様協議
		(6)	空中写真撮影
		(7)	対空標識設置・標定点・水準測量
		(8)	判読キーの作成
		(9)	現地補測調査
		(10)	現地補測数値編集
		(11)	空中三角測量・DEM取得・オルソフォト作成
		(12)	数値図化
		(13)	数値編集
		(14)	記号化
		(15)	データファイルの作成
		(16)	ファイナル・レポートの作成
白田健太郎	標定点測量	(3)	インセプション・レポートの説明・協議
	簡易水準測量	(4)	現地踏査
	対空標識設置	(5)	仕様協議
	標定点測量	(7)	対空標識設置/標定点測量/簡易水準測量
	補備測量	(8)	判読キー作成
	補備測量数値編集	(11)	空中三角測量・DEM取得・オルソフォト作成
		(16)	ファイナル・レポートの作成
松下宜照	補備測量	(9)	現地補測調査
	補備測量数値編集	(10)	現地補測数値編集
大内勇二	業務調整		

表 3. 調査人月表

	担当	氏名	所属	格付	1	2	3	4	5	6	7	8				
					2008年				2009年							
					2008年度						2009年度					
					10	11	12	1	2	3	4	5				
現地調査	2	総括	原田敬史	朝日航洋	2	■						■				
	3	対空標識・標定点測量・簡易水準・判読キー	臼田健太郎	朝日航洋	3		■									
	3	現地補測調査/補測数値編集1	臼田健太郎	朝日航洋	4						■					
	4	現地補測調査/補測数値編集2	松下宜照	アジア航測	4						■					
	現地調査 計															
	5	業務調整	大内勇二	朝日航洋	5	■										
国内作業	2	総括	原田敬史	朝日航洋	2	□						□				
	報告書						IC/R ▲					5/30 F/R ▲				
凡例:					10	11	12	1	2	3	4	5				
					■ 現地調査		□ 国内作業		▲ レポート							

2.3 調査の範囲

モンロビア市及びその隣接地域であるペインズビル、ジョンソンビルを合わせたグレーターモンロビア地域とし、地形図作成範囲は図 1 に示す地図上の 15 からなるゾーンに当たる範囲とする。(図化対象面積：約 260km<sup>2</sup>) 当初図化対象範囲は同地域 245km<sup>2</sup>であった(次ページ、図 1 上、オレンジ色で示す部分)が、行政界の変更により青、赤色部分で囲まれた範囲に変更された。



**260km2**

: 図化対象範囲

**260km2**

+

**27km2**

: オルソフォト作成範囲

図 1. 地形図作成及びオルソフォト作成範囲



## 2.4 作業の概要

実施した作業の概要は表4のとおりである。

表4. 作業の概要

種別	調査区分	作業項目	作業内容	作業数量
1:10,000 数値地形図作成作業	国内事前準備	(1)資料等情報収集	既存資料、情報の収集、分析 ・収集資料の整理、分析 ・再委託先選定のための入札図書の作成、送付、入札、選定 ・仕様協議のための図式規程(案)の作成、基本方針、作業方法、工程等のとりまとめ	1式
		(2)インセプションレポートの作成		
	現地作業	(3)インセプションレポートの説明、協議	カウンターパートに説明、協議	1式
		(4)現地踏査	既存資料及び現地の情報収集	1式
		(5)仕様協議	カウンターパート機関と実施	1式
		(6)空中写真撮影	白黒写真撮影、撮影縮尺 1:10,000	約 287km <sup>2</sup>
		(7)対標設置作業、標定点測量、水準測量	GPS、簡易水準測量	37点、104km
		(8)判読キーの作成	主要地物項目の写真判読キー作成	1式
		(9)現地補測調査	数値編集図面で補測調査実施	約 260km <sup>2</sup>
		(10)補測数値編集	現地での補測結果の図面への反映	約 260km <sup>2</sup>
	国内作業	(11)空中三角測量・DEM取得・判読キー作成	空中三角測量、DEM、判読キー作成	1式
		(12)数値図化	各種地物データの取得	約 260km <sup>2</sup>
		(13)数値編集	図化データの編集	約 260km <sup>2</sup>
		(14)記号化	編集データの地図記号化	約 260km <sup>2</sup>
		(15)データファイルの作成	品質確認、データファイル形式の確認	1式
		(16)ファイナルレポートの作成	最終レポートの作成	1式

## 第 3 章 作業の詳細

### <国内作業>

#### [1] 資料収集

作業開始前に下記の作業を日本国内で実施した。

- 収集資料の解析、調整
  - 空中写真撮影、標定点、簡易水準測量等の現地作業再委託のための入札資料作成
  - 図式仕様書の作成
  - 調査の日程、調査方法等の調整
- 作業工期を遵守するため国際協力機構との契約後直ちに撮影作業を開始できるよう、再委託業者選定作業を先駆けて実施した。

#### [2] インセプションレポート（案）の作成

作業開始前に、相手国カウンターパートに調査の説明、協議のための作業日程、方法等を記したインセプションレポート（案）を作成した。

### <現地作業>

#### [3] インセプションレポートの協議

調査団は相手国カウンターパートである公共事業省にインセプションレポートについて説明、協議して、最終的なインセプションレポートを作成した。インセプションレポート 3 部を先方政府に提出し、2008 年 11 月 5 日その旨を記した議事録を取り交わした。（付録 3）

#### [4] 現地踏査

現地作業開始前に資料収集、作業計画の再確認のために現地踏査を実施した。実施した作業内容は下記の通りである。

- 既存基準点、水準点の踏査確認
- 調査範囲内の地理状況、植生の確認
- 調査団員のための交通手段の確認、準備、調査団事務所の設営

#### [5] 図式仕様書（作業仕様書）の協議

現地作業開始前、2008 年 12 月 2 日に調査団はカウンターパートと地形図作成のための作業仕様書について協議した。図式仕様書については地形図作成作業中、微細な変更を生じる可能性があることをお互いに認識、同意して図式仕様書（案）とすることを確認した。（付録 4）

## [6] 空中写真撮影

現地再委託により、オルソフォト作成範囲約 287km<sup>2</sup> を白黒フィルムを使用して、オーバーラップ 60%、サイドラップ 30% を標準とした縮尺 1:10,000 空中写真撮影を実施した。撮影作業は、撮影許可の遅延、天候の影響のために予定より遅れ 2009 年 1 月中旬に完了した。また撮影を迅速に実施するために南北方向に撮影を実施した。(図 3 参照)

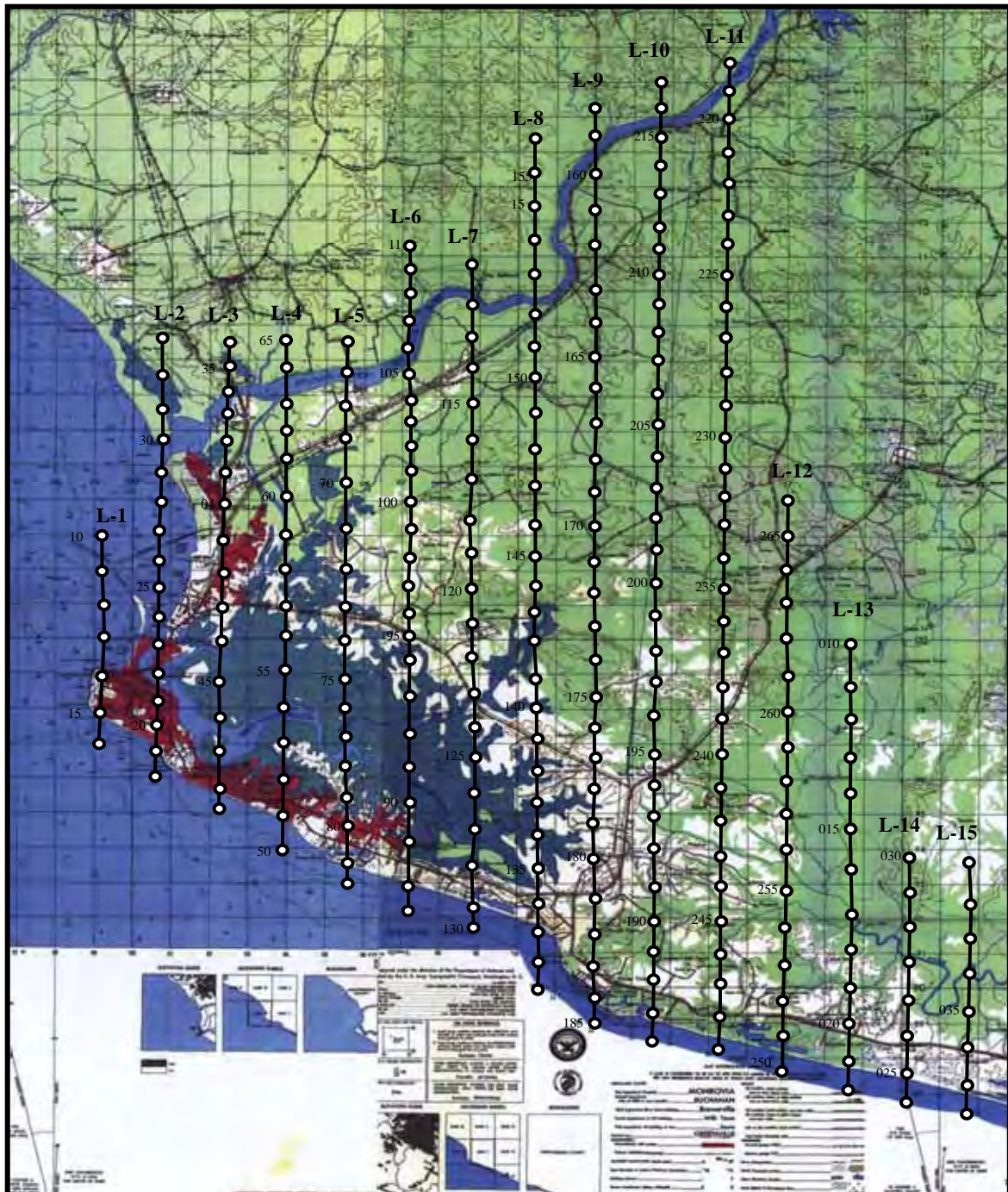


図 3. 空中写真標定図

また、空中写真撮影の精度管理表は下記表 5 のとおりである。

表 5 Quality Control Sheet

Name of Project		The Master plan Study on urban Restoration and improvement in Monrovia in the Republic of Liberia		Aircraft No.		CESSNA 206		Film	Roll No.	1,2	
				Camera No.		ZEISS RMK A No.134636			Length	100m	
Date of Flight				Lens	No.	PLEOGON A2		GPS Diskette No.	None		
					f	153.579mm					
Line No.	Exposure No. -	Number of Photograph	O.L.(%)		S.L.(%)		Quality of Films			Remarks	
			Max.	Min.	Max.	Min.	Cloud	Smoke	Haze		
L1	39 - 46	8	65	61	35	30	None	None	Slight		
L2	47 - 61	16	51	74	35	30	None	None	Slight		
L3	34 - 49	16	74	57	35	30	None	None	Slight		
L4	50 - 65	16	65	57	35	30	None	None	Slight		
L5	66 - 83	18	70	51	35	30	None	None	Slight		
L6	87 - 110	24	70	54	35	30	None	None	Slight		
L7	111 - 130	20	70	51	35	30	None	None	Slight		
L8	131 - 157	27	70	57	35	30	None	None	Slight		
L9	158 - 185	28	65	52	35	30	None	None	Slight		
L10	186 - 217	32	70	63	35	30	None	None	Slight		
L11	218 - 249	32	74	59	35	30	None	None	Slight		
L12	250 - 266	17	63	52	35	30	None	None	Slight		
L13	10 - 22	13	10	22	30	27	None	None	slight		
L14	23 - 30	17	23	30	30	27	None	None	slight		
L15	31 - 38	8	31	38	30	27	None	None	slight		
	-										
	-										
Remarks							Check		Contractor		
									Date		
							Inspection		Checked by		
									Date		
		Inspected by									



## [7] 対空標識設置、標定点測量及び簡易水準測量

既存 1:50,000 地形図上で選点した近傍において、撮影実施までの保守を考慮しながら対空標識の設置と刺針作業を実施した。設置した空中三角測量のための標定点は 37 点となった。その明細簿は付録 5 に参照するとおりである。標定点の配点図は図 4 に示す。

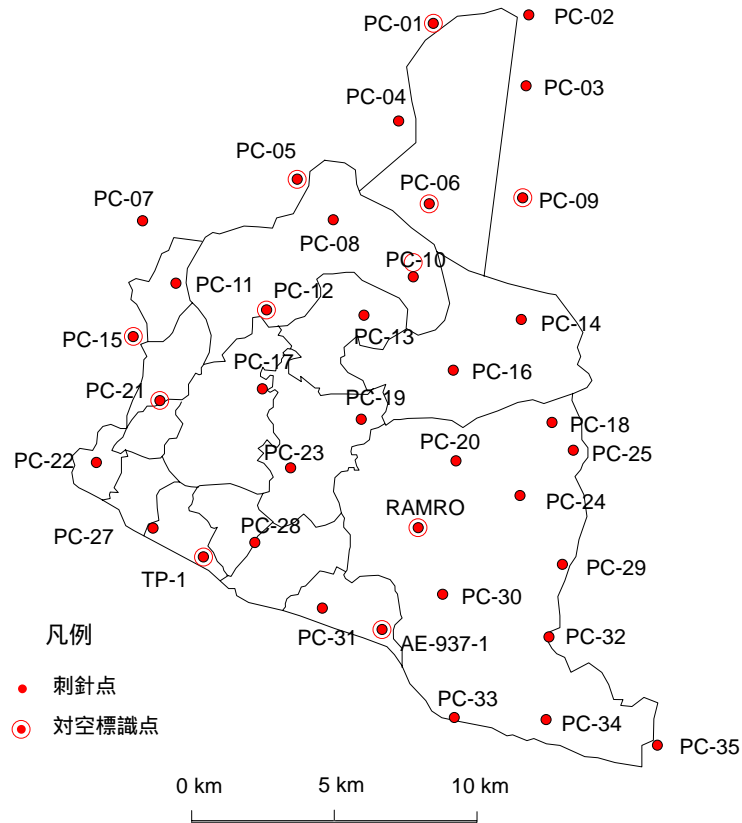


図 4. 標定点配点図

- 対空標識設置  
対空標識は 37 点中 11 点に 3 枚羽根型式 (75 cm x 25 cm/枚) のものを設置した。空中写真撮影後、全ての対空標識は写真上で明確に確認された。
- 刺針  
刺針作業を 37 点中 26 点について実施した。指針作業は写真上で明確に判読出来る地物、例えば家の屋根角、コンクリート構造物の角等を選んで実施した。

- 標定点測量

標定点測量のリベリア 1964 の基準をリベリア国に最も適合するものとして選択した。現在、この分野における新しい地形図の投影法は、地球中心を基準としたものが一般的である。よって、2008 年 12 月 2 日下記の座表系その他の地形図作成要素が公共事業省と調査団の間の議事録で確認された。(付録 4)

座標系	:	UTM
Zone 名称	:	Zone 29
- 測地基準		
楕円体名	:	WGS 84
短径 (m)	:	6378137.000
1/f	:	298.257223563
- 投影法等		
地図投影要素	:	Transverse Mercator
疑似北緯	:	0.000 (m)
疑似東経	:	500,000.000 (m)
中央子午線経度	:	9 °W
投影原点の緯度	:	Equator
中央子午線の縮尺補正係数	:	0.9996

標定点の標高は、フリーポートにある BM 2 を基準とし、その点から簡易水準測量で取り付け決定されたものである。しかし何点かの標定点の標高は、ジオイドマップから補間された標高である。(図 5 参照) 標定点の標高値は表 6 に示すとおりである。

表 6 標定点の平面座標及び標高

点 名	WGS 84						UTM/Zone 29			ジオイド高 (m)	備 考	
	N(度分秒)		W(度分秒)		楕円体高	X (m)	Y (m)	H (m)				
PC01	6	27	52.14956	10	41	53.61748	44.54783	714,863.728	312,196.398	13.259	31.29	GPS
PC02	6	28	1.96593	10	40	3.36045	43.77448	715,154.075	315,585.309	12.321	31.45	直接水準
PC03	6	26	37.32763	10	40	1.62238	54.78433	712,553.858	315,630.206	23.235	31.55	同上
PC04	6	25	52.66390	10	42	34.48709	41.18389	711,197.323	310,928.261	9.65	31.53	ジオイドマップ
PC05	6	24	48.03420	10	44	34.83344	39.49945	709,224.347	307,222.624	none	none	高さ無し
PC06	6	24	17.80830	10	41	57.36069	47.96259	708,279.566	312,059.486	16.49	31.47	ジオイドマップ
PC07	6	23	59.84037	10	47	39.53830	36.52087	707,763.341	301,541.726	4.930	31.59	直接水準
PC08	6	24	1.92572	10	43	53.04152	38.54047	707,803.523	308,502.786	6.958	31.58	直接水準
PC09	6	24	27.86848	10	40	5.85416	44.21806	708,577.371	315,487.207	12.85	31.37	ジオイドマップ
PC10	6	22	52.22382	10	42	17.72574	41.39539	705,652.488	311,424.926	9.973	31.42	直接水準
PC11	6	22	44.67845	10	47	1.91664	35.65185	705,450.249	302,689.952	2.064	31.29	直接水準
PC12	6	22	10.94676	10	45	10.99027	37.14494	704,402.292	306,095.639	5.60	31.54	ジオイドマップ
PC13	6	22	6.65497	10	43	17.79094	38.37590	704,258.740	309,574.272	6.778	31.60	直接水準
PC14	6	22	2.07662	10	40	7.13236	59.75127	704,098.861	315,433.412	26.022	31.16	直接水準
PC15	6	21	30.53409	10	47	36.43856	36.41025	703,176.114	301,621.033	4.835	31.58	直接水準
PC16	6	21	0.59219	10	41	26.68491	46.74789	702,218.029	312,982.327	15.47	31.28	ジオイドマップ
PC17	6	20	33.91967	10	45	23.06726	35.87026	701,422.809	305,714.342	4.36	31.51	ジオイドマップ
PC18	6	20	0.26033	10	39	29.65832	38.88172	700,353.053	316,573.120	7.773	31.11	直接水準

表 6-2 標定点の平面座標及び標高

PC19	6	19	58.68613	10	43	18.23474	36.10428	700,327.559	309,547.561	4.662	31.44	直接水準
PC20	6	19	11.94469	10	41	22.44695	41.15082	698,879.989	313,101.715	9.92	31.23	ジオイドマップ
PC21	6	20	23.46201	10	47	17.10361	34.92039	701,113.518	302,208.190	3.436	31.48	直接水準
PC22	6	19	7.37343	10	48	38.42426	69.73458	698,784.626	299,700.505	38.238	31.50	直接水準
PC23	6	19	2.14558	10	44	45.75760	34.00491	698,599.586	306,851.611	2.54	31.46	ジオイドマップ
PC24	6	18	29.49202	10	40	11.73653	43.02822	697,568.855	315,270.895	11.895	31.13	直接水準
PC25	6	19	22.35996	10	39	3.46176	37.25443	699,186.224	317,374.570	6.14	31.11	ジオイドマップ
PC27	6	17	46.14891	10	47	25.54506	39.98030	696,281.557	301,932.103	7.301	31.10	直接水準
PC28	6	17	33.01114	10	45	26.04666	35.39059	695,865.480	305,604.005	4.17	31.22	ジオイドマップ
PC29	6	17	8.92106	10	39	21.35640	35.94554	695,088.848	316,811.556	4.83	31.12	ジオイドマップ
PC30	6	16	27.50622	10	41	43.10740	45.29173	693,830.552	312,450.290	14.487	none	直接水準
PC31	6	16	10.72841	10	44	3.03382	41.72408	693,329.205	308,147.342	10.408	31.32	直接水準
PC32	6	15	41.98339	10	39	34.11703	33.11924	692,419.441	316,410.868	2.00	31.12	ジオイドマップ
PC33	6	14	2.43960	10	41	27.79409	35.89765	689,375.715	312,906.683	4.789	31.11	直接水準
PC34	6	13	59.77687	10	39	40.59219	42.30582	689,280.374	316,201.917	11.194	31.11	直接水準
PC35	6	13	32.62984	10	37	21.79456	40.02923	688,433.177	320,466.076	8.940	31.09	直接水準
RAMROD/PC26	6	17	47.62864	10	42	9.12582	48.10356	696,294.490	311,658.518	16.666	31.44	GPS 観測基準点
TPI_JFK	6	17	12.66297	10	46	25.32291	71.18758	695,246.521	303,779.788	none	none	高さ無し
AE973_1	6	15	47.33092	10	42	52.11342	52.26918	692,603.268	310,325.069	20.940	31.33	直接水準



また標定点測量の精度管理表は下記表 7 のとおりである。

表 7 標定点測量精度管理表

GCP	Horizontal Position S.D.			Ellipsoidal Height S.D.	
	$M_{X(m)}$	$M_{Y(m)}$	Allowance	$M_H$	Allowance
PC-01	0.0180	0.0190	15cm	0.0459	30cm
PC-02	0.0188	0.0199	"	0.0521	"
PC-03	0.028	0.0423	"	0.0844	"
PC-04	0.0514	0.0392	"	0.0800	"
PC-05	0.0184	0.0200	"	0.0440	"
PC-06	0.0366	0.0266	"	0.0666	"
PC-07	0.0179	0.0163	"	0.0432	"
PC-08	0.0257	0.0376	"	0.0672	"
PC-09	0.0308	0.0246	"	0.0520	"
PC-10	0.0304	0.0297	"	0.0597	"
PC-11	0.0282	0.0238	"	0.0492	"
PC-12	0.0215	0.0255	"	0.0648	"
PC-13	0.0351	0.0389	"	0.1017	"
PC-14	0.0353	0.0286	"	0.0692	"
PC-15	0.0221	0.0231	"	0.0517	"
PC-16	0.0238	0.0250	"	0.0469	"
PC-17	0.0213	0.0265	"	0.0559	"
PC-18	0.0091	0.0093	"	0.0284	"
PC-19	0.0228	0.0332	"	0.0576	"
PC-20	0.0111	0.0108	"	0.0206	"
PC-21	0.0132	0.0131	"	0.0295	"
PC-22	0.0208	0.0196	"	0.0378	"
PC-23	0.0212	0.0192	"	0.0518	"
PC-24	0.0095	0.0117	"	0.0312	"
PC-25	0.0192	0.0180	"	0.0475	"
RAMROD	0.000	0.000	"	0.0000	"
PC-27	0.0253	0.0251	"	0.0570	"
PC-28	0.0235	0.0328	"	0.0578	"
PC-29	0.0220	0.0304	"	0.0838	"
PC-30	0.0148	0.0208	"	0.0378	"
PC-31	0.0257	0.0262	"	0.0492	"
PC-32	0.0186	0.0182	"	0.0437	"
PC-33	0.0224	0.0228	"	0.0570	"
PC-34	0.0214	0.0315	"	0.0525	"
PC-35	0.0262	0.0358	"	0.0872	"
AE9731	0.0212	0.0171	"	0.0336	"
JFK	0.0092	0.0103	"	0.0270	"

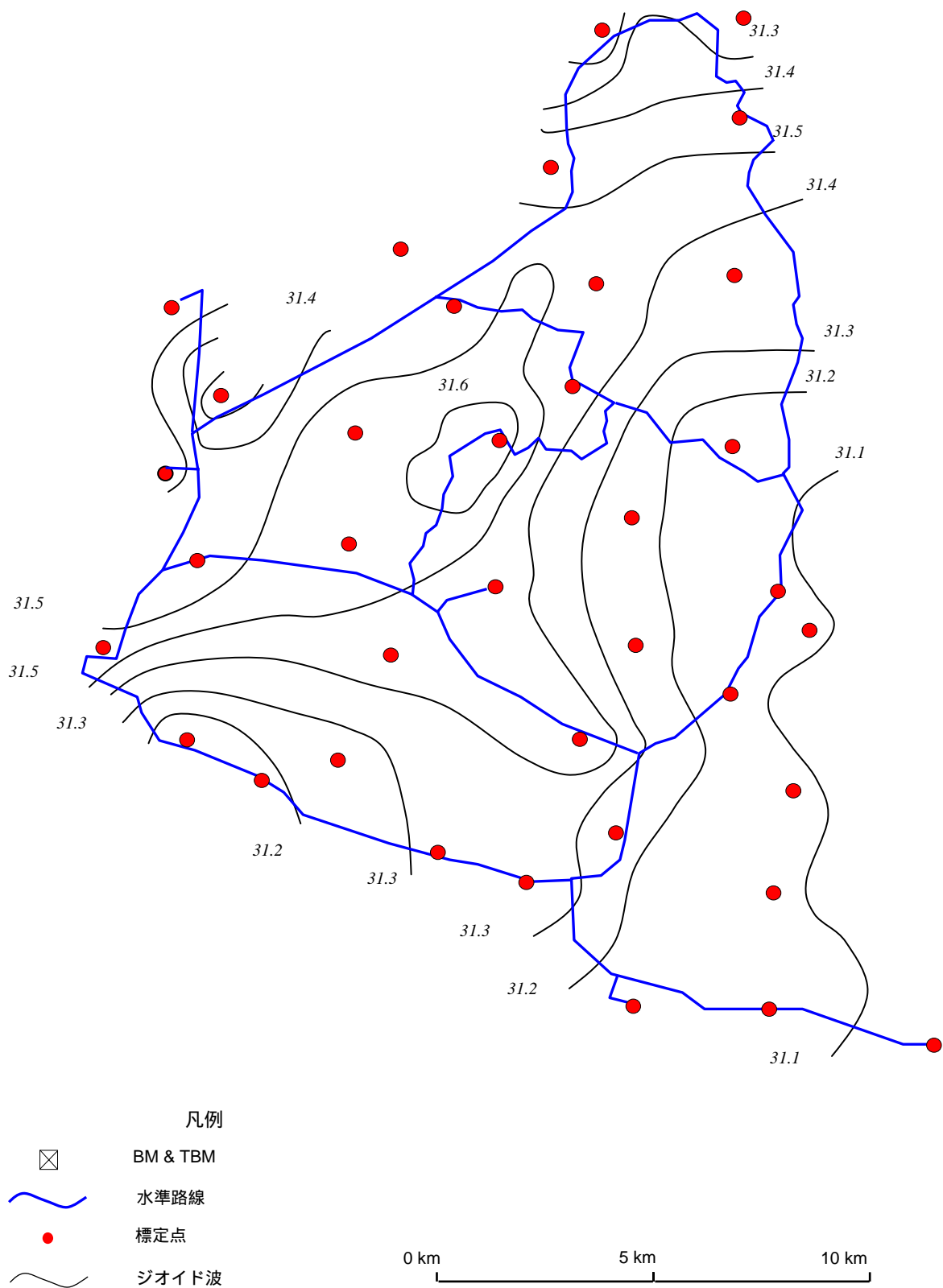


図 5. ジオイドマップ

- 簡易水準測量

標定点の標高や独立標高点を求めるために、フリーポート内に存在する 1967 年に設置された、既存水準点 BM2(標高 3.034 m)を基として簡易水準測量を実施した。地形図作成地域内の簡易水準測量の総延長距離は 104 km に達した。その精度管理としての観測較差を表 8 に、また水準路線を下図 6 に示す。

表 8. 水準測量較差表

No.	水準路線	延長距離	較差 (許容較差)
1	BM 2~ TBM1~TBM 2~BM2	31.5 km	- 46 mm < $\pm 224$ mm
2	TBM 2~ TBM 4~ PC 8~TBM 3~BM 2	27.0 km	+120 mm < $\pm 207$ mm
3	TBM 4~PC 8	17.0 km	-95mm < $\pm 165$ mm
4	PC 10~PC 19	7.0 km	- 56mm < $\pm 106$ mm
5	TBM 3~PC 7	7.0 km	+ 78mm < $\pm 106$ mm
6	TBM 1~PC 35	12.5 km	- 103mm < $\pm 141$ mm

\*許容較差: 40mm S (S : 観測距離 km 単位)

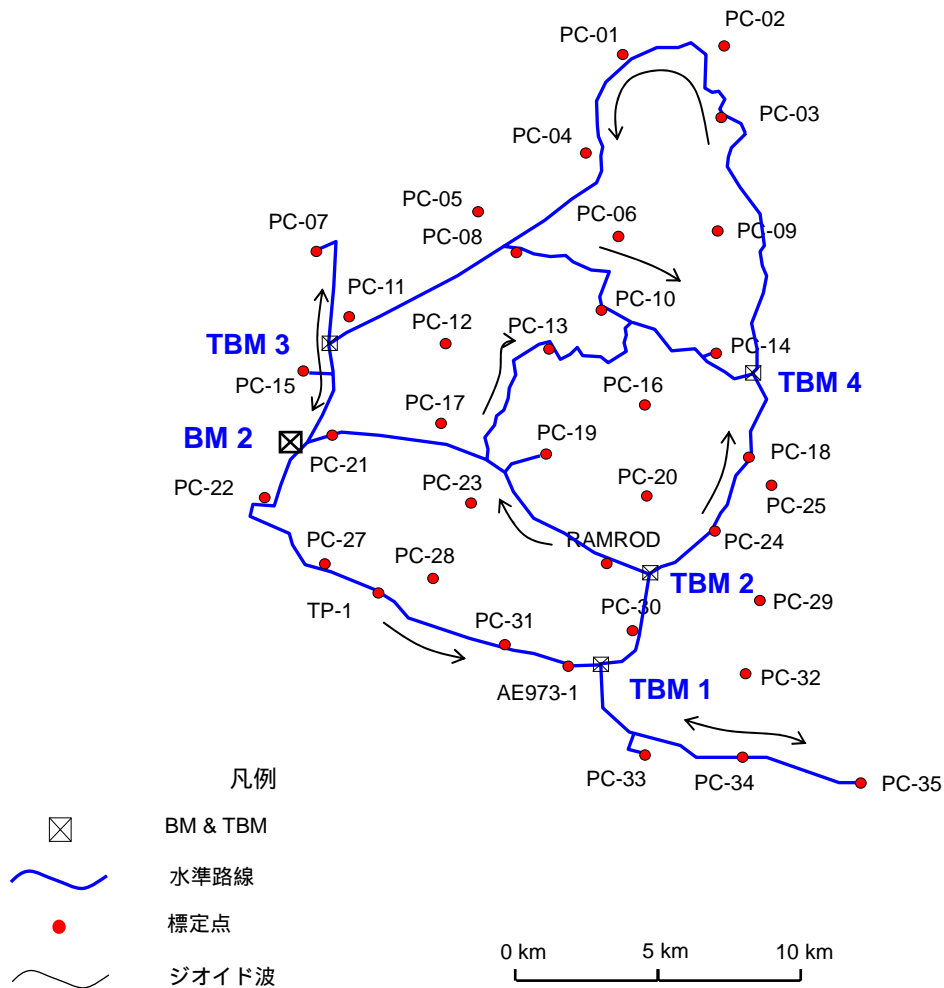


図 6. 水準路線

## [8] 判読キーの作成

図化作業の補助のために IKONOS 衛星画像を使用して、地形、地物の判読キーを作成した。また空中写真撮影後、その IKONOS 画像を空中写真を使用したステレオ視出来るスポット写真と差し替えて判読キーを完成した。判読キーの作成対象とした地物は表9のとおりである。なお、判読キーは添付の付録6に参照する。

表9. 判読キーリスト

No.	対象地物	No.	対象地物
1	Antenna 1	17	Market
2	Antenna 2	18	Mixed Forest
3	Bridge 1	19	Overpass
4	Bridge 2	20	Palm
5	Bridge 3	21	Road, less than 3m
6	Cemetery 1	22	Road, unpaved
7	Cemetery 2	23	Rubber
8	Cemetery 3	24	Separator, narrow
9	Cemetery 4	25	Separator, wide
10	Cliff, Rock, Scattered Rock	26	Vegetation
11	Crop Land	27	Water Tank
12	Culvert 1	28	Well, large 1
13	Culvert 2	29	Well, large 2
14	Disposal Area	30	Well small
15	Gas Station	31	Wreck
16	Grass Land		



#### **[9] 現地補備測量**

UNMIL(国連リベリア派遣団) 及び LISGIS (リベリア統計・環境情報サービス統計局)から入手したデータ、また数値図化時判読が困難であった地物データ情報等を基にして補備測量を実施した。作業実施にあたり縮尺 1:5,000 オルソフォト上に疑問事項を表示し、作業の効率化、精度の向上に努めた。

UNMIL から入手した SHAPE File 形式のデータは下記のとおりである。

- 道路及び街路
- 建物 (行政建造物、郵便局、病院、発電所、マーケット、区界)

LISGIS から入手した PDF 形式のデータは下記のとおりである。

- 行政界 (PDF、郡、区、町)
- 道路及び街路
- 建物 (行政建造物、郵便局、病院、発電所、マーケット)
- 小物体 (井戸、アンテナ、石油タンク)

数値図化時指摘された判読が困難であった主な項目は下記のとおりである。

- 道路種別 (舗装種別)
- 抽出した学校、教会、井戸、高塔、アンテナ他
- 植生界(水田、畑、湿地、森林、プランテーション他)

#### **[10] 補備測量結果の数値編集**

補備測量完了後、その調査結果に基づいて編集データの修正、データ付加等を実施するために数値編集作業を実施した。主に、収集資料から入力したデータ、つまり学校、教会、井戸、高塔、アンテナ等の位置、データの整合性、また道路の舗装、未舗装の種別等を現地で確認し、必要に応じて地形図データを修正、編集した。

<国内作業>

**[11] フィルムスキャニング、空中三角測量、DEM作成、オルソフォト作成**

- **フィルムスキャニング（空中写真ラスタ/ベクター変換）**  
空中写真のラスタ/ベクター変換を写真測量用スキャナーを使用して、解像度 15 ミクロンで実施した。
- **空中三角測量**  
空中三角測量用ワークステーション及び空中三角測量ソフトウェア ORIMA を使用し、バンドル法による調整を実施、撮影された空中写真の標定要素を計算、取得した。空中三角測量のためのデータとして、簡易水準測量で得られた独立標高点（標高の調整）、標定点測量（平面と標高の調整）で得られた基準点等を使用した。空中三角測量の写真標定図は図 7 のとおりである。

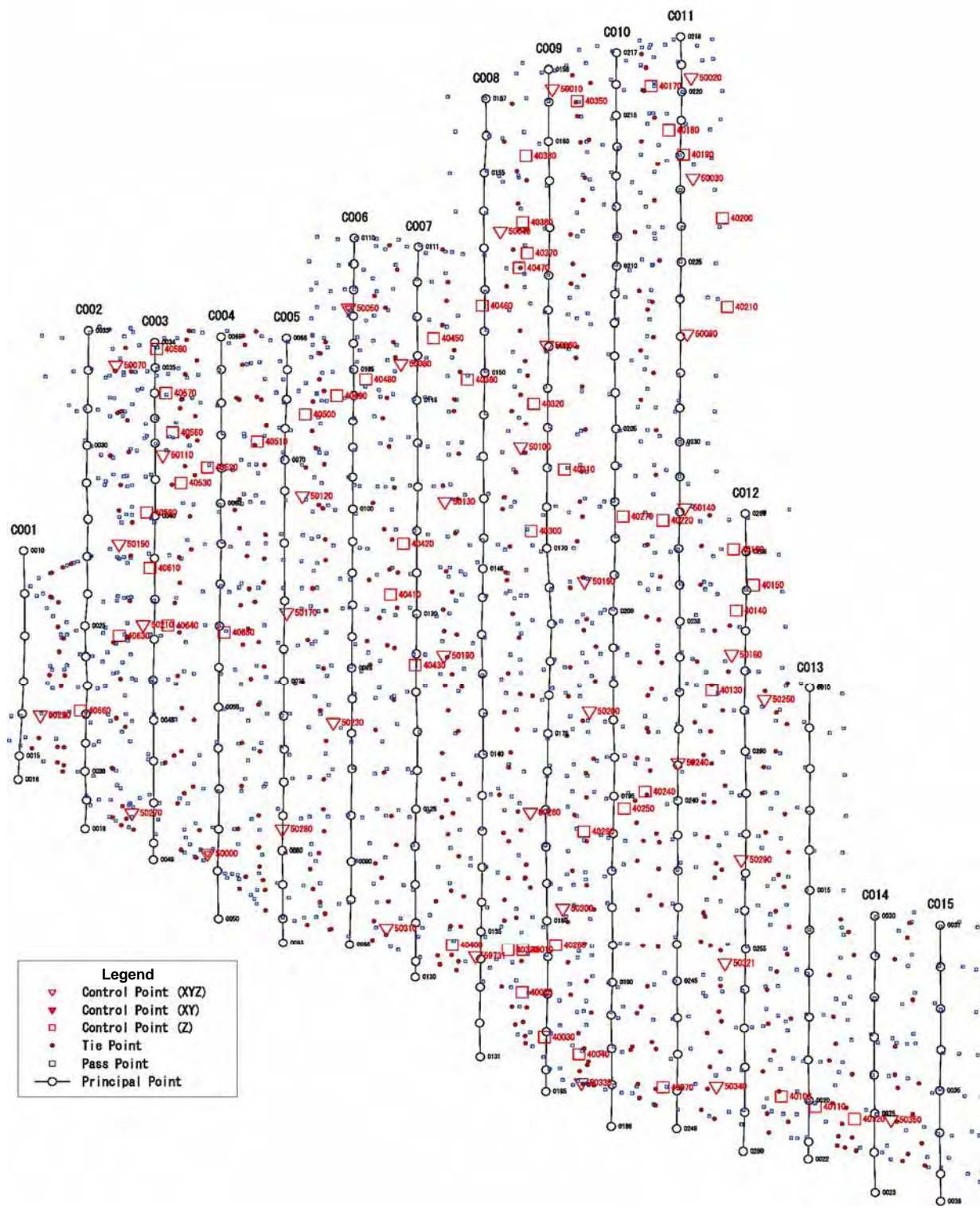


图 7. 空中三角测量标定图

- DEM 作成  
空中三角測量データから、オルソフォト作成のためのステレオマッチング用データとして 5m グリッドの DEM (Digital Elevation Model) データを抽出、作成した。
- オルソフォトマップ作成  
DEM データを利用して、水パイプラインと取水ポンプ場のある「White Plain」地区を含めた、全調査地域の縮尺 1:10,000 オルソフォトを作成した。また、DEM データからオルソフォト用の等高線を抽出し、オルソフォトデータと合わせてオルソフォトマップを作成した。

## [12] 数値図化

ステレオ空中写真データと空中三角測量で得られた写真標定用データを使用して、空間モデルを作成し、そのモデル上での地形、地物の数値データを取得した。取得した地形、地物データは 1:10,000 地形図データとして、図式仕様書に従って下記の要領でそれぞれのレイヤーに格納した。

数値図化作業開始前に以下の準備作業を行った。

- 地形データファイルの分類構造  
地形データファイルを下記の 4 種類のデータタイプに分類した。
  - ラインデータ
  - 面 (ポリゴン) データ
  - 点データ
  - テキストデータ

上記に述べたデータをさらに下記の 4 種類の属性で構成した。

- レイヤー
- 色
- 線号
- 線種
- 図形コード  
図形コードを、取得した地形データの分類に使用するために作成した。



- 図式仕様書の作成  
 数値図化及び他の地形図作成作業の前に、調査団と相手国カウンターパート間で図式仕様書について協議、同意した。(付録2)この時点では、図式仕様書は地形図作成作業の進行に伴い、軽微な変更を伴うものとして位置づけ、最終的な図式仕様書は作業完了時に提出する事に同意を得た。
- 数値図化  
 図式仕様書を基にして、図化時取得された主な地形、地物は下記のとおりである。
  - 道路、橋梁及び鉄道
  - 家屋、建物
  - 構田、被覆
  - 河川、小川、湖池
  - 植生
  - 境界 (Zone)
  - 独立標高点
  - 等高線

地形図作成対象地域は大きな起伏は殆どみられない。しかしながら本格調査では、高さの精度が重要になることから、空中写真撮影の飛行高度を 1,500m に設定し、1:2,500 の地形図を作成するのに十分な精度を保持するものとした。この事により、本格調査のための等高線間隔を 2m にセットする事が出来た。また、凹かん地の等高線は独立標高点とともに表示し、もしその規模が大きければ、等高線にも凹かん地の記号を付した。(付録5 参照)

### **[13] 数値編集**

地形図データと特化するために、数値図化データに数値編集を実施した。数値編集作業には下記に示すように、データ修正、地理情報の注記等数値図化時には実施されない作業を含んでいるものとした。

- 構造化データの点検  
 構造化編集されたデータの点検は下記のとおりである。
  - 隣接するシート間の平面地物
  - データタイプと属性
  - プリントした地形図上での目視検査
  - 等高線と基準点との整合性

- 整飾版

整飾版情報とは地形図シートの枠外に表示する地形図情報のことである。地形図の情報には、縮尺、地図記号、地図の履歴等が含まれている。整飾版(案)を下図8のとおりとした。

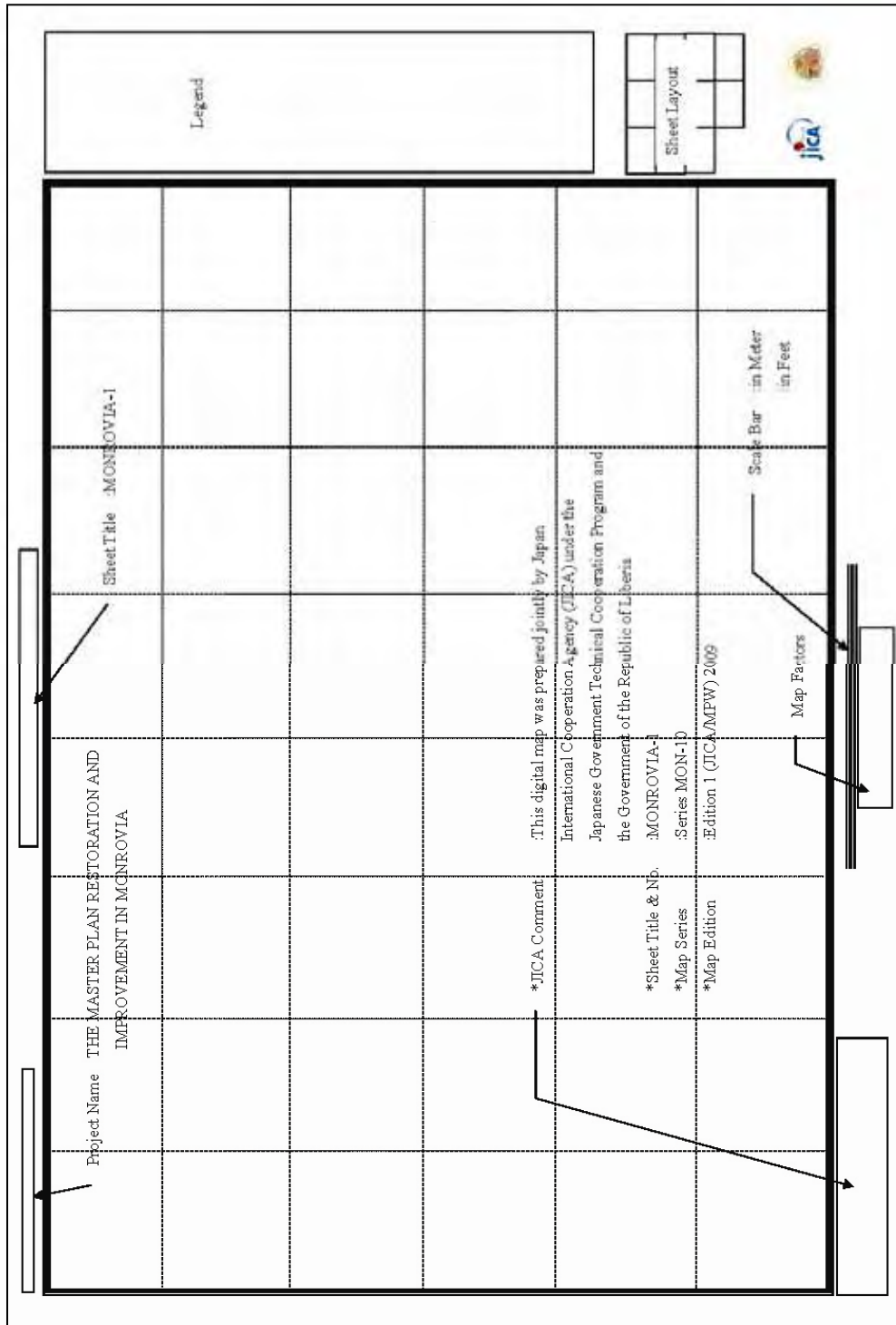


図 8. 整飾版(案)

#### [14] 記号化

数値編集されたデータ（点、線、面データ）を、大型プリンターで地形図としてプリントするためのデータに変換する目的で記号化を実施した。記号化は付録 7 に示す最終的な図式仕様書を基に実施した。

#### [15] データファイルの作成

最終的な地形図データは作業仕様書（図式仕様書）に適合してことを点検し、業務指示書及び先方政府と合意した下記の 3 種類のファイル形式で格納した。

- KML データ型式
- DXF データ型式
- PDF データ型式

#### [16] 品質管理

実施したそれぞれの作業の品質管理を下表 10 の作業項目において実施した。

表 10. 品質管理実施作業

No.	作業項目
1	標定点測量
2	簡易水準測量
3	空中写真撮影
4	数値図化/編集
5	記号化
6	データファイルの作成

数値図化・編集、記号化、出たファイルの作成の精度管理表は付録 9 に示すとおりである。

## 第4章 インテリムレポートセミナー参加

2009年4月29日、モンロビア市にて本格調査団が開催した中間報告の為のセミナーに地形図作成チームとして参加した。セミナーのプログラムは下図のとおりである。セミナーの開始に当たり、地形図作成チームから地形図の作成方法、地形図データの利活用について、パワーポイント及び Fly Through コンピュータグラフィックムービー（作成したオルソ画像と貴機構提供の IKONOS 衛星画像のパンシャープン画像データを使用）を用いて成果の発表をした。



The Master Plan Study on Urban Facilities Restoration and Improvement  
in Monrovia in the Republic of Liberia



**Interim Report Seminar**  
Program Outline

(1) Date: April 29, 2009  
(2) Venue: Cape Hotel, Monrovia  
(3) Program Schedule

Time	Speech/ Presentation	Presenter/ Speaker
9:00 – 9:30	Registration	
9:30 – 9:45	Opening Speech	Hon. Loseni Dunzo, Minister Ministry of Public Works
9:45 – 10:00	Speech by Chief Guest	Mr. Daniel G. Johnson, Chairman of City Council
10:00 - 10:20	Tea Break	
10:20 – 10:30	Presentation of Mapping Team	Mr. Takashi Harada, Team Leader, JICA Study Team for Mapping
10:30 – 10:45	Introduction of the Study by JICA Study Team Leader	Mr. Masatsugu Komiya, JICA Study Team Leader
10:45 – 11:15	Theme 1: Socio-Economic Characteristics and Land Use	Planning Sector Team
11:15 – 11:30	Questions & Answers	
11:30 – 12:00	Theme 2: Road and Transportation	Road Sector Team
12:00 – 12:15	Questions & Answers	
12:15 – 12:45	Theme 3: Water Supply / Sewerage / Storm Water Drainage	Water Sector Team
12:45 – 13:00	Questions & Answers	
13:00 – 13:10	Speech by Special Guest	Mr. Isamu Kikuchi, Country Manager, JICA Liberia Field Office
13:10 – 13:20	Vote of Thanks and Closing	Mr. Edsel Edward Smith, Assistant Minister for Technical Services, Ministry of Public Works
13:20 – 14:20	Lunch	

図 9. セミナープログラム

## 第5章 最終レポート（案）協議

現地作業完了時、相手国カウンターパートと実施作業の最終レポート（案）及びその他について協議し合意した。

### 1. 最終レポート（案）

カウンターパートと調査団は、付録 8 の地形図作成における最終レポート（案）について合意した。

### 2. 最終レポート部数

作業完了時に相手国側に提出予定の最終レポート部数を予定通り 5 セットで合意した。

### 3. 最終データのファイル形式

最終データのファイル形式を、DXF、PDF、KML に付 SHP を加した。SHP（シェイプファイル）は、ArcGIS で開くことの出来るファイル形式である。

### 4. Zone 境界

Zone 境界は、部分的に河川や道路等の地図上でその位置が明確に判読できるものについては、それら地物に沿わせることとした。ただし、海部については境界を表示しないこととした。

### 5. 報告書、測量結果、地形図及びオルソフォトデータの公開

調査団は、カウンターパートに対して作成したデータの公開を依頼した。

### 6. ネガフィルムと密着写真

現地作業完了に先駆けて、調査団は下記ネガフィルムと密着写真を納品した。

- ネガフィルム : 2 ロール
- 密着写真 : 1 セット

### 7. ポリエステルベースフィルム

カウンターパートは、調査団に地形図 1 セットのプリントを、紙ベースのものでなく、ポリエステルベースフィルムにプリントしたものの作成を依頼し、調査団はこれを受諾した。

### 8. 調査に使用した機器の譲渡

カウンターパートは、調査に使用した大型プリンターの譲渡を国際協力機構に依頼する要請書を調査団に託し、調査団は遅滞なく国際協力機構に伝えることを約束した。



## 第 6 章 最終成果品

報告書及び納品成果は下記のとおりである。

### (1) 最終成果品（地形図データ及び途中成果品）

- 1) 空中写真画像
  - ネガフィルム : 1 セット (先方政府に 1 セット)
  - デジタルデータファイル : 2 セット (うち先方政府に 1 セット)
  - コンタクトプリント : 2 セット (うち先方政府に 1 セット)
  - 航空写真画像標定図 : 2 セット (うち先方政府に 1 セット)
  
- 2) 現地測量成果
  - 測量成果: 2 セット :(うち先方政府に 1 セット)
  
- 3) 1:10,000 地形図
  - デジタルデータファイル 1 : 6 セット (うち先方政府に 5 セット)
  
- 4) 1:10,000 オルソフォトマップ
  - デジタルデータファイル : 6 セット (うち先方政府に 5 セット)
  
- 5) 品質管理に関する報告書 : 1 式

### (2) 報告書

- 1) インセプション・レポート : 英文 5 部(うち先方政府に 3 部、提出済)
- 2) 最終報告書
  - 本文 : 英文 5 部(うち先方政府に 3 部)
  - 英文要約 : 5 部(うち先方政府に 3 部)
  - 和文要約 : 5 部
- 3) 報告書電子データ : 5 セット、PDF 形式

## 第7章 結語

今回の地形図作成調査を通して、調査団が特に留意、工夫した点は下記のとおりである。

### 1. 大縮尺空中写真撮影

縮尺 1:10,000 地形図を作成するにあたり、作業開始前に下記の事項を目的として、空中写真縮尺を 1:10,000 に設定した。理由は下記のとおりである。

- 雲量等の影響を避け、撮影チャンスを増やすため
- 後続のマスタープラン調査の目的を考慮し、通常 1:10,000 地形図の等高線間隔 5m(写真縮尺 1:20,000 ないし 1:25,000 で撮影)を 2m とするため

### 2. SHP (シェイプ) ファイルの作成

公共事業省のコンピュータ環境を鑑み、納品予定ファイル形式に付加して SHP ファイルを作成することとした。このファイル形式は ArcGIS で対応できるものである。

### 3. データ分類

将来全データを GIS 用の地理情報データとして使用できるよう点、線、面データに分類し、各レイヤーに格納した。

### 4. 地形データの利用

調査対象地域の現状把握を目的として、地形データ利用を兼ねた衛星画像 IKONOS データ、作成したオルソフォトデータ及び 3 次元地形図データを使用して Fly Through 立体動画を作成した。

また、今後の地形図データに関する提言として下記のことを記す。

#### 1. 地形図データの更新

作成した地形図データは、リベリア国の努力により更新されることを切望する。そのための更新ツールとして衛星画像を推薦する。単純に衛星画像の解像度がデータの精度を担保するものではないことを考慮しなければならないが、この地形図データの修正に対応できる衛星画像データは Qucikbird ないしは IKONOS 等の高解像度衛星画像であろう。

#### 2. 地形図データの利用

リベリア国が本地形図データを他の目的にも有効に利用することを切望する。本プロジェクトで作成した地形図データは、1:2,500 の大縮尺地図データと同等とみなすことが出来る。よって、本マスタープラン調査のみならず、他のさまざまな開発計画、都市計画、地籍測量等に利用することを提言する。