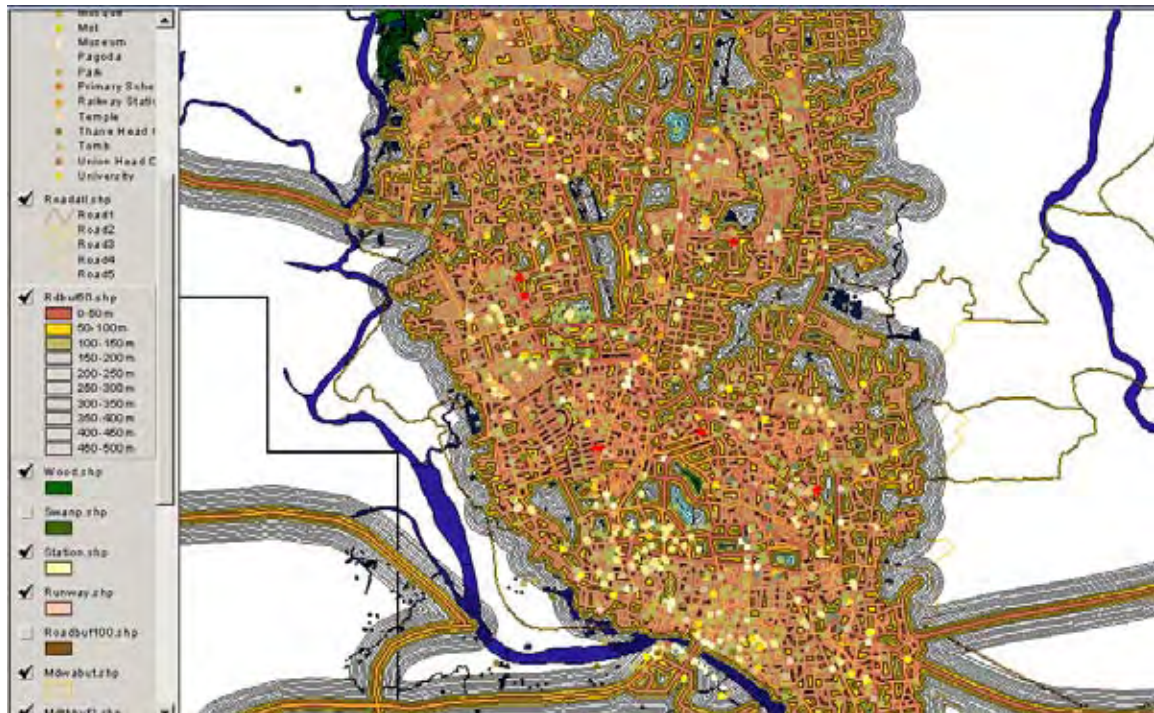


## 第9章 数値図化・編集・記号化

### ダッカにおける道路の密集度に関連する主題図

ダッカ市における土地利用と道路の関係を把握するため、地形図の道路ネットワークデータを利用して、道路の両側に50m毎のバッファ領域を計算して作成し、地形図にオーバーレイ表示することにより、土地利用の関連を把握するための図面を作成したものである。結果は、道路の100mの範囲に、ダッカ市の中心部のほぼ全体の建物敷地が分布しており、過密な道路と住宅地の状況が表現されており、開発の余地がないことを示している。従って、都市計画の分野では防火対策のための公園緑地、空地の確保等の必要性が望まれる。



都市における道路の密集度と建物の関係道路ネットワークデータを利用したバッファリング機能による解析事例

## 第9章 数値図化・編集・記号化

第1年次調査の成果を用いて、第2年次調査において縮尺 1:5,000 デジタル地形図の作成が日本国内で実施された。縮尺 1:5,000 デジタル地形図作成の概要は以下のとおりである。

### 9.1 数値図化

#### 9.1.1 数値図化

空中三角測量成果を利用して縮尺 1:5,000 デジタル図化が地形図作成対象地域 (581 km<sup>2</sup>、122 面) にわたり実施された。デジタル図化の方法は「Manual for digital topographic mapping (Draft)」に従って実施された。地形・地物情報は修正された「Map Features Code (MFC)」に従って取得された。

縮尺 1:5,000 デジタル地形図の図割りと図葉番号、四隅の座標値、航空写真と図割りの関係は図 3.5.2 「縮尺 1:5,000 デジタル地形図の図割りと最終図葉番号」に示したとおりである。



写真 9.1.1 「デジタル図化」



写真 9.1.2 「デジタル図化」

#### 9.1.2 使用機材及び利用データ

デジタル図化に使用された機材及びデータは以下のとおりである。

- 1) 使用機材
  - ・ Socet Set
- 2) 利用データ
  - ・ 航空写真のデジタル画像
  - ・ 標定点の点の記
  - ・ 空中三角測量成果
  - ・ Map symbol and map style (Version 2.0)
  - ・ Map Feature Code
  - ・ Manual for digital topographic mapping (Draft)

#### 9.1.3 不明点、疑問点のとりまとめ

図化作業を通じて判明した不明点や、「Map Symbol and Map Style for 1:5,000 Scale Digital Topographic

Mapping (Version 2.0)」にて設定されていなかった地物等で必要と考えられる項目に関してとりまとめ、現地調査(3)の際の資料及び、図式・記号の協議の為に資料を作成した。

現地確認調査が必要となる事項、図化の際の不明点、「Map Symbol and Map Style for 1:5,000 Scale Digital Topographic Mapping (Version 2.0)」で設定されていない地物等で SOB と調査団の間で協議が必要と考えられた項目は以下のとおりである。

- 1) 鉄道のゲージの区分が写真判読では不可能なことから既存資料が必要となる。
- 2) 送電線と鉄塔に関しては写真判読で可能な限り図化したが送電線の連結が判読できない箇所がある。この部分に関しては現地確認、または既存データが必要。
- 3) ゴミ捨て場の記号が設定されていないが、注記で入れるか、新規に記号を作成して入れるかのどちらかにする必要がある。
- 4) 競技場の表現方法と表示方法(記号または注記)をどうするか。記号とするのであれば新規に作成する必要がある。
- 5) 公園の表現方法と表示方法(記号または注記)をどうするか。記号にするのであれば、新規に作成する必要がある。
- 6) レンガ工場が数多く存在するが記号で表現方法と表示方法(記号または注記)をどうするか。記号にするのであれば新規に作成する必要がある。
- 7) 縮尺 1:5,000 地形図の図面のイメージから見て注記の大きさ、道路、家屋等の線号等の変更が必要である。

## 9.2 数値編集(1)

### 9.2.1 数値編集(1)

数値図化によって取得されたデータを基にして、デジタル編集機を使用して、図式・地図記号(Version 2.0)に従って縮尺 1:5,000 地形図作成の為に編集が実施された。この段階では現地調査(3)が実施されていないこと、地図記号の一部(特に、公共施設、建物の記号)に関してはデータがない部分があることから、最終的な編集は現地調査(3)が終了し、その成果を利用できる 2003 年 12 月中旬以降(数値編集(2))で実施された

デジタル編集の方法は Manual for digital compilation に従って実施された。



写真 9.2.1 「デジタル編集」



写真 9.2.2 「地物情報の整理」

## 9.2.2 使用機材及び利用データ

数値編集（1）に使用された機材と資料は以下のとおりである。

- 1) 使用機材
  - ・ Microstation J
- 2) 利用データ
  - ・ 地物リスト（現地調査（2）の成果）
  - ・ 縮尺 1:5,000 オルソフォト（地物の位置を記入済み）（現地調査（2）の成果）
  - ・ 縮尺 1:50,000 地形図
  - ・ 縮尺 1:20,000 ガイドマップ
  - ・ 図化データ

## 9.3 数値編集（2）

### 9.3.1 数値編集（2）

2003年11月下旬から、現地調査（3）の成果と、図式・記号の最終案（Version 3.0）を利用して数値編集（2）が実施された。数値編集（2）では、主として下記の項目の編集が実施された。

- 1) 現地調査（3）の成果を踏まえて、数値編集（1）において付した地物記号の修正
- 2) 地物の内、注記で表示すると決定したものを記号から注記に変更
- 3) 数値図化の際の不明点・疑問点の修正。
- 4) 行政界、行政名の表示。
- 5) 整飾に関する変更事項の修正

### 9.3.2 使用機材及び利用データ

数値編集（2）に使用された機材と資料は以下のとおりである。

- 1) 使用機材
  - ・ Microstation J

2) 利用データ

- ・地物リスト（現地調査（3）の成果）
- ・縮尺 1:5,000 図化素図上に整理された現地調査（3）の成果
- ・縮尺 1:20,000 ガイドマップ
- ・図化データ

## 9.4 記号化

### 9.4.1 記号化

数値編集が終了したデータを地形図として表現をするために記号化処理が行われた。地名・注記データの文字配置、間断・転位等の地図表現に従った処理が実施され地形図データが作成された。

また、地形図として必要な整飾情報を最終案に変更するとともに、図葉名、図葉番号、スケールバー、凡例、図割りから成り立つ整飾版を各シート毎に作成し、これに地形図データを加えてデジタル地形図となるデジタル地形図データが作成された。

### 9.4.2 使用機材及び利用データ

記号化に使用された機材と資料は以下のとおりである。

- 1) 使用機材
  - ・ Microstation J
- 2) 利用データ
  - ・数値編集（2）が終了したデジタル・データ
  - ・図式・記号 Version 3.0

## 9.5 精度管理

数値図化・数値編集が終了したシート毎に取得されたデジタル・データの精度管理が実施された。ISO に従って、検査すべき項目、検査の方法を設定し、設定された方法に基づき各シート毎に設定された項目の検査が実施され、その検査結果を精度管理表にとりまとめた。精度管理表のサンプルは表 9.5.1 「精度管理表」に示してある。

検査時に発見された間違いは数値図化、または数値編集の段階に戻され、データの修正が実施された。なお、最終検査は現地調査（3）が終了し、その結果を地形図データに盛り込む数値編集、記号化作業が終了した後に実施された。

表9.5.1.1「精度管理表」

数値図化、数値編集、記号化 精度管理表

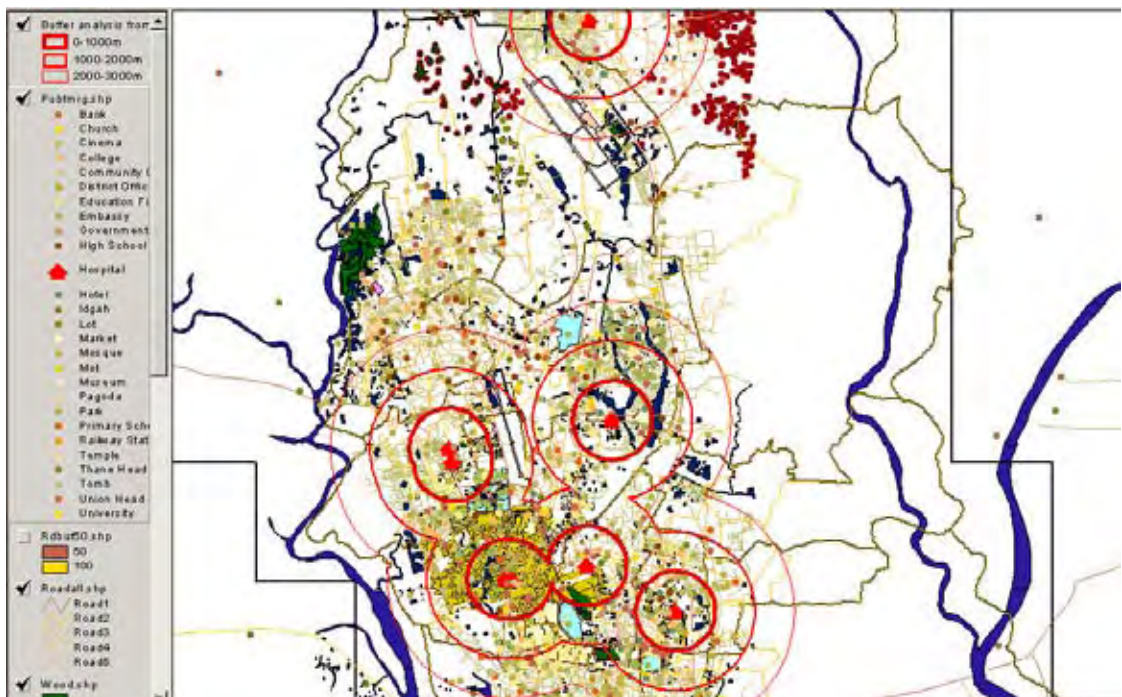
検査日

地区名	図名又は図業番号		縮尺		作業量		作業機関		主任技術者		社内検査者	
	項目	脱落	誤記	項目	脱落	誤記	項目	脱落	誤記	項目	脱落	誤記
				1/								
	基準点											
種類				鉄道施設				記号の種類		水部名		
数値				歩道橋(鉄道)				記号の位置		場地名		
				プラットホーム				形状		図名又は図面番号		
				境界線				種類		デイスリクト名		
形状								形状		図郭及びひ方眼線		
数値				公共施設				位置		座標値等		
								種類		縮尺及びひ凡例		
道路								位置		概見図		
種類				建物				形状		図歴		
形状								記号の種類		発行者名		
								種類		その他		
道路施設				構囲				形状		接合		
								形状				
堤防・土手				建物記号				流水方向				
地下部の出入口										注記		
歩道橋(道路)								行政名				
距離標				小物体				道路名				
橋								道路施設名				
徒歩橋								記号の種類				
分離帯								記号の位置				
								形状				
鉄道												
種類												
形状												

## 第10章 構造化（GIS 基盤データの作成）

### 医療健康管理の行政サービス図

地形図における公共施設に関する項目をもとに、マッピングデータを GIS データベースへ利用できる分野として、都市計画、医療保健管理他のアプリケーション分野がある。以下の事例は、ダッカ市における医療と保健サービスのカバレッジ範囲図を作成したものである。住民人口を考慮した最適な住居住環境を実現するための病院と保健所の行政サービスの適正配置が要望される。



医療保健管理のための行政サービスのカバレッジマップ

## 第 10 章 構造化 (GIS 基盤データの作成)

構造化は図化で取得した地物データを GIS データとして利用するためにデータ構造を編集する工程である。本調査では地形図作成の数値図化データを作成する中で空間基盤データとして共有利用が対応可能な項目について、主題図を GIS 基盤データとして作成した。

構造化の過程において GIS データと図化データとの関連を利用者に示すために地物の体系化、地物のコード化、地物の定義について記載した地物カタログを作成した。

また、GIS 基盤データの仕様、作業内容と工程を設定するため、作業規定案を作成した。この作業規定案を利用しながら SOB のカウンターパートに対して GIS 基盤データ作成の技術移転を実施した。

SOB がこれまで作成してきたデジタル地形図はデジタルマッピングの手法、作成された地形図データの品質、使用機材等の作業環境等から構造化の図形処理が不十分であるため、地形図作成の為に作図データとしての問題はないが GIS データとしては地形図データをそのまま利用することができない。

従って、GIS 基盤データ作成の構造化は図 10.1.1 「構造化の役割 (地形図、GIS への対応)」に示すようにデジタル地形図作成の段階で図形の構造化を適切に処理してエラーのない図形データを作成することである。これまで SOB が作成してきたデジタル地形図データ作成手法ではそのまま対応できない GIS データへの利用に対処する上で重要な工程である。

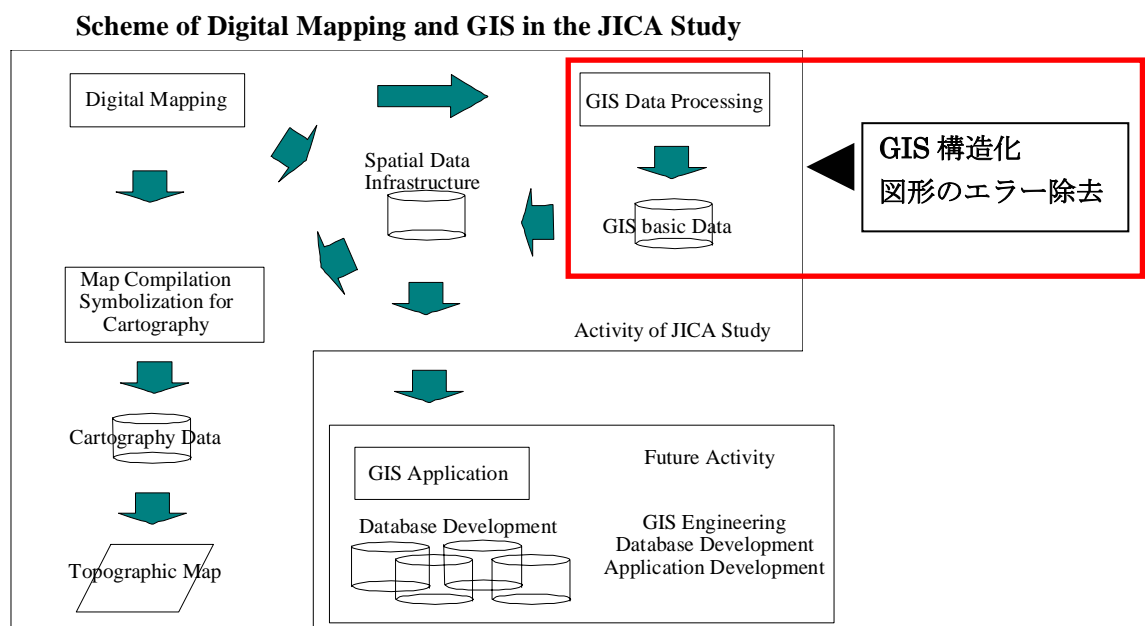


図 10.1.1 「構造化の役割 (地形図作成、GIS への対応)」



## 10.1 構造化

構造化とは数値図化のデータを GIS データとして GIS ソフトウェアへ取りこみ、GIS データの図形 Feature (ポイント、ライン、ポリゴン、テキスト) 毎に図形間の幾何についての接合関係 (トポロジー) を持つ GIS データを作成することを意味している。

構造化の工程は図 10.1.2 「構造化の作業フロー」に示すとおりである。図形の処理工程は図形 Feature 毎に処理工程が異なる。一般的な構造化の作業フローは以下に示す工程から成り立っている。

- 1) 値図化データのインポート  
Microstation のデータを ArcInfo へ Import する。
- 2) 地形のクリーニングとトポロジーの構築  
Feature (Point、Line、Polygon) 毎に図形幾何 (Geometry) の図形の接合関係 (Topology) を計算して、幾何に起因するエラー (Overshoot、Undershoot、Intersection、線の Snap、DanglerArc 等) を検出してクリーニングする処理を行う。
- 3) 地形エラーを取り除くための編集  
図形の幾何的エラーを取り除く。
- 4) 図形属性の新規入力及び関連属性のインポート
- 5) データの完成  
(2)、(3)、(4)の工程を繰り返してデータを完成させる。
- 6) 出力図面
- 7) GIS 基盤データの Export ファイル作成

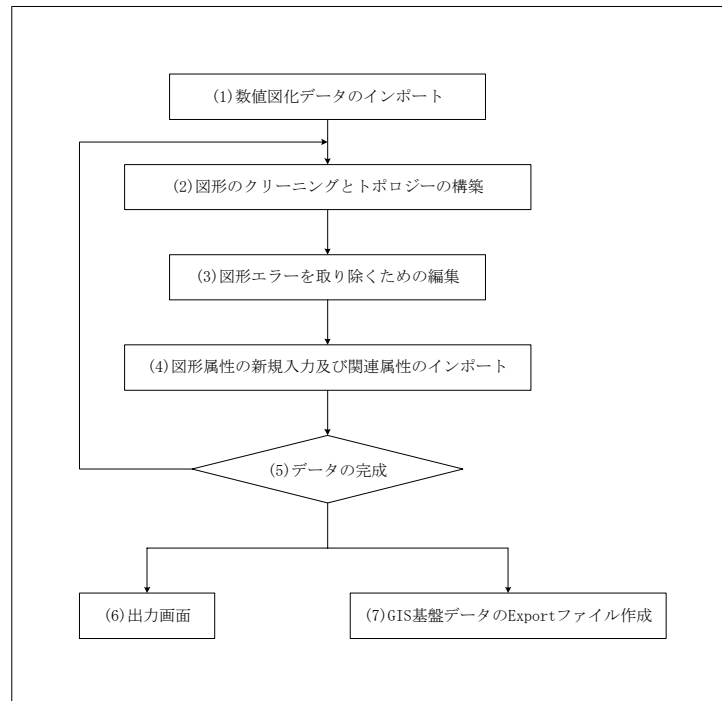


図 10.1.2 「構造化の作業フロー」

## 10.2 基盤データの内容

GIS 基盤データは第 1 年次調査で実施した基盤データへのユーザー・ニーズ調査結果を基にして設定した指針に従って、図化作業で取得された地物データで対応が可能な項目に限定して、表 10.2.1 「GIS 基盤データの内容」に示す内容について作成された。

表 10.2.1 「GIS 基盤データの内容」

GIS 基盤データの項目	データタイプ	データの作業内容
1.行政界	ポリゴン	行政界は地図上で正式な成果として境界線を扱えないため、既存資料を利用して地形図上に境界線をコンパイルして参考データを作成した。
2.道路		
・道路ネットワーク	ライン	主要 2 条道路以上に関する道路中心線のネットワークで、道路属性はダッカ・シティ・ガイドを参考にした。
・道路施設	ポイント	道路施設として、主要 2 条線で未公開の橋を除く橋梁について、中心位置を示すデータを作成した。
3.鉄道		
・線路	ライン	数値図化データを直接利用して軌道を属性として線路のネットワークを作成した。
・鉄道施設	ポイント	鉄道施設として橋及び駅を対象に施設中心位置を示すデータを作成した。
4.公共施設	ポイント	公共施設等の建物、公共性のある著内、交通用地、水管理施設について施設中心位置を示すデータを作成した。

5.水域		
・2条河川	ポリゴン	図化データを直接利用してポリゴンの構造化を行いデータを作成した。
・1条河川	ライン	図化データを利用してデータを作成した。
・湖、池、ダム	ポリゴン	図化データを直接利用してポリゴンの構造化を行いデータを作成した。
・用排水路	ライン	図化データを直接利用してデータを作成した。

### 10.3 地物カタログの作成

ISOTC211 で提言されている地理情報の相互利用と標準化に準拠するためデジタル地形図データと GIS データとの関連を整理する為の地物カタログが作成された。地物カタログは取得項目を体系的にコード化・分類して、その定義と品質を利用者へ示す資料である。

地物コードの設定においては地形図を構成する要素に地物コードを与え、体系的にコードを区分・整理し、各地物の内容を定義していく。地物コード化は表 10.3.1 「コード化のためのカテゴリー」に示すとおり地物グループを9の大分類に区分し、各地物を構成するサブ・クラスとこれを構成する取得項目の地物を各々2桁で構成する合計6桁のコードを割り当て、地物コードとして作成された。

表 10.3.1 「コード化のためのカテゴリー」

Category	Sub-category	Geographic Features	Mapping Features	Code			
1.Administrative boundary				01			
	International boundary	International boundary			01	00	
	Administrative boundary	Division boundary				02	00
		District boundary	3101District boundary			03	00
		Thana/Upazila boundary	3102Tana/Upazila boundary			04	00
		Municipal boundary	3103Municipal boundary			05	00
		Ward boundary	3104Ward boundary			06	00
		Union boundary	8105 Union boundary			07	00
2.Roads and Railways				02			
	Road	Highway	2101Highway		01	00	
		Metropolitan Road	2111Highway(non-print line)		02	00	
		Inter District Road	2102Superior road		03	00	
		Linked Road	2112Superior road (non-print line)		04	00	
		Local Road	2103Unmetalled road,		05	00	
		Village Road	2113Unmetalled road (non-print line)		06	00	
		Foot path	2105Foot path 2115Foot path (non-print line)		07	00	
		Under Construction	2108Road under construction		08	00	
		Other roads	2107Road inside compound		09	00	
		Road facility	Cutting/Embankment (large)	2201 Cutting / Embankment (Upper line)		11	00

			2202 Cutting / Embankment (Lower line)			
		Cutting/Embankment (small)	2204 Cutting / Embankment (small)		12	00
		Road under pass	2301 Road underpass		13	00
		Road over bridge	2302 Road over bridge		14	00
		Distance maker	2303 Distance maker		15	00
			8116 Distance maker			
		Bridge	2311 Bridge		16	00
		Foot Bridge	2312 Foot Bridge		17	00
		Road divider	2316 Road divider		18	00
		Other facilities	Other facilities		19	00
	Railway	Metre gauge	2401 Metre gauge single		21	00
		Broad gauge (Metre Gage Double)	2402 Broad gauge single		22	00
		Mixed gauge	2403 Mixed gauge		23	00
	Railway facilities	Bridge	2405 Bridge, railway		31	00
		Over bridge	2404 Over bridge		32	00
		Station (Plat form)	Center point of Station		33	00
		Other facilities	Other facilities		34	00
3.Network					03	
		High voltage electric power transmission line	4506 High voltage electric power transmission line		01	00
		Pipe line of Water supply and Oil	4505 Pipe line		02	00
		Other facilities			03	00
4.Building					04	
	Built-up area (Artificial Building)	Built-up area (only relating to Public facility)	4204 Built-up area		01	00
		Building/House (only relating to Public facility)	4201 Building / House		02	00
		Fence	4303 Fence		03	00
		Others	Other area and building		04	00
	International Organization	Consular office	4101 Consular office		11	10
		Embassy	4102 Embassy			20
		International organization & UN office and others	International Organization & UN Office and others			30
	Governmental Public office	Government office	4103 Government office		12	10
		District office	District office			20
		Upazilla office	Upazilla office			30
		Court house	Court house		13	00
		Tax Office	Tax Office		14	00
		Police station/ Police Sub-station	4104 Police station / Police Sub-station		15	00
		Fire station	4105 Fire station		16	00
		Post office	4112 Post office		17	00
		Community centre	4114 Community centre		18	00
		Institute	Institute		19	00
		Pathological Laboratories	Pathological Laboratories		20	00
		Library	Library		21	00
		Museum	Museum		22	00

		Other facilities	Other facilities		23	00
Building/Facility/ article	Education	Primary school	4113 School		31	10
		Secondary school				20
		High school				30
		Madrasa				40
		Collage				50
		University				60
		University/ Collage				70
		Other facilities				80
	Health	Hospital	4106 Hospital, Clinic		32	10
		Health centre	4107 Health centre			20
		Other facilities	Other facilities			30
	Religion	Mot	4115 Mot		33	10
		Church	4116 Church			20
		Mosque	4117 Mosque			30
		Temple	4118 Temple			40
		Idgah	4119 Idgah			50
		Pagoda	4120 Pagoda			60
		Other facilities	Other facilities			70
	Others /Commercial	Hotel	4401 Hotel		41	10
		Restaurant	4402 Restaurant			20
Cinema hall		4403 Cinema hall			30	
Petrol pump		4501 Petrol pump			40	
Telephone and telegraph office		4108 Telephone and telegraph office			50	
Radio station		Radio station			60	
TV station		TV station			70	
Bank		4109 Bank			80	
Bank 24H		4110 Bank 24H			90	
Shopping centre		4111 Shopping centre		42	00	
Market		Market			10	
Physical training centre		Physical training centre			20	
Other facilities		Other facilities			30	
Others/ Industry		Factory	4404 Factory		51	10
		Warehouse	4405 Warehouse			20
		Other industries	Other industries			30
Others/ Utility		Electric power station, Transformer Substation	4502 Electric power station		52	10
		Water supply station Pumping station	4602 Water supply station Pumping station			20
		Sewerage lifting station Pumping station	Sewerage Lifting station Pumping station			30
		Burials (Dumping site)	Burials			40
	Other facilities	Other facilities			50	
	Tower	4503 Tower and parabola (Antenna, microwave, etc.)	4503 Tower and parabola (Antenna, microwave, etc.)		61	10
Monument	4504 Monument			20		
Over head tank	4601 Over head tank			30		
High voltage electric power transmission tower	4507 High voltage electric power transmission tower			40		
Sluice gate	4606 Sluice gate			50		

		Light house	5105Light house			60
		Chimney	4508Chimney			70
		Other facilities	Other facilities			80
5.Hydrography				05		
	Water line	Water Lines (rivers, lake)	7111 River		01	00
		Flow direction	7113Flow direction			10
	River	River (Double line)	7111 River		11	00
		River (single line)	7112 Stream		12	00
		Other water areas	Other water areas		13	00
	Lake/Pond/Reservoir	Lake Pond, Reservoir	7114 Lake and pond		21	00
	River facility	Canal and drainage (Double line)	4603 Drainage and irrigation canal> 2.0m width		31	00
		Canal and drainage (single line)	4604 Drainage and irrigation canal < 2.0m width		32	00
		Artificial revetment	4607 Artificial revetment (upper line)		33	00
			4608 Artificial revetment (lower line)			
		Other facilities	Other facilities		34	00
6.Land use				06		
	Land use	Specific area	4304Specific area		01	00
		Open space	Open Space		11	00
		Park	Park		12	00
		Stadium	Stadium		13	00
		Cemetery	4121 Cemetery		14	10
		Tomb	4122 Tomb			20
		Graveyard	4123 Graveyard			30
		Historical Site/ Antiquity			15	00
		Bus terminal	5101 Bus terminal		21	00
		Airport	5102 Airport		22	00
		Heliport	5103 Heliport		23	00
		Anchorage	5104 Anchorage		24	00
		Other land uses	Other land uses		25	00
7.Vegetation				07		
	Vegetation Boundary	Vegetation boundary	6101 Boundary of vegetation		01	00
		Cultivated limit line	6102 Cultivated limit line		02	00
	Vegetation type	Cultivated land	6112 Cultivated land		11	00
		Plantation tree	6113 Plantation tree		12	00
		Coconut tree	6114 Coconut tree		13	00
		Other trees	6116 Other trees		14	00
		Palm tree	6117 Palm tree		15	00
		Bush	6118 Bush and scrub		16	00
		Bamboo	6119 Bamboo		17	00
		Grassland	6120Grass		18	00
		Swamp	6131 Swamp		19	00
		Other vegetations	Other vegetations		20	00
8.Topography				08		
	Contour lines	Index contour	1201 Index contour		01	00
			1211 Index contour(Non print line)			
		Intermediate contour	1202 Intermediate contour		02	00

	Natural Feature		1212 Intermediate contour Non print line)			
		Supplementary contour	1203 Supplementary contour		03	00
		Sand	7101 Sand		11	00
		Swamp	6131 Swamp		12	00
		Specific area	Specific area		13	00
		Other natural features	Other natural features		14	00
		Depression	1204 Depression		15	00
9.Geodetic point	Geodetic points			09		
		GPS point	1101 GPS point		10	00
		Benchmark	1102 Benchmark		20	00
		Spot height	1103 Spot height		30	00

地物カタログでは地形図データの内容を利用者が容易に理解できるように、地物データの定義集を示すことが求められており、ISO19110 に準拠した地物カタログを以下の項目で作成した。

- 地物カタログ情報（地物カタログ自体の識別と問い合わせ情報）
- 地物型（地物の名称、定義、識別コード等を示す）
- 地物操作（同一地物型の機能、これを示す属性、その定義等を示す）
- 地物属性（地物の特性を示す）
- 地物関連（地物間の関係を示す）

#### 10.4 使用機材及び利用データ

GIS 基盤データ作成で使用した機材及び利用データは以下のとおりである。

- 1) 使用ソフト
  - ・ ArcInfo V8.3
- 2) 利用データ
  - ・ 数値図化データ（DGN ファイル及び DXF ファイル）
  - ・ 縮尺 1:20,000 ダッカ市ガイドマップ
  - ・ 現地調査データ

#### 10.5 GIS 基盤データ作成上の問題点

標準の Microstation で編集された図形データは ArcInfo の持つ図形幾何の情報を持っていないため、このデータを GIS データとして使用するには利用する GIS ソフトウェアで図形のトポロジーを構築するための処理が必要となる。

Microstation で編集されたデジタル地形図データを GIS データとして利用する場合には図形のトポロジーが整理されていないため、データを利用するときに作業上の操作が原因で以下の図形接合

に関わる問題が発生する。

- 1) オーバーシュート
- 2) アンダーシュート
- 3) インターセクション
- 4) 線の重複等

一方、GeoConcept はトポロジーを考慮した使い易い入力機能を有しているが、オペレーターに適切な理解がないと図形エラーをオペレーター自身が作成する為、図形のチェックが困難になる。SOB がこれまで作成してきた数値地図データには作業上の品質管理が不十分であったため、図形のトポロジーと接合に関する幾何的なエラーがチェックされておらず、この問題を含んだままの状態になっている。

本調査では数値図化の段階で図形の幾何的なエラーを取り除き、適正な図形データを構築することを技術移転の一つの目標にして GIS ソフトが導入された。Microstation で編集されたデータを ArcInfo に取りこみ Data Feature 毎の図形の Geometry とトポロジーを確立することで以下の項目に対応できるように図形処理をすることとした。

- 1) 図形構造の構築
- 2) 図形のクリーン
- 3) トポロジーの構築
- 4) Cartography への対応
- 5) GIS への対応

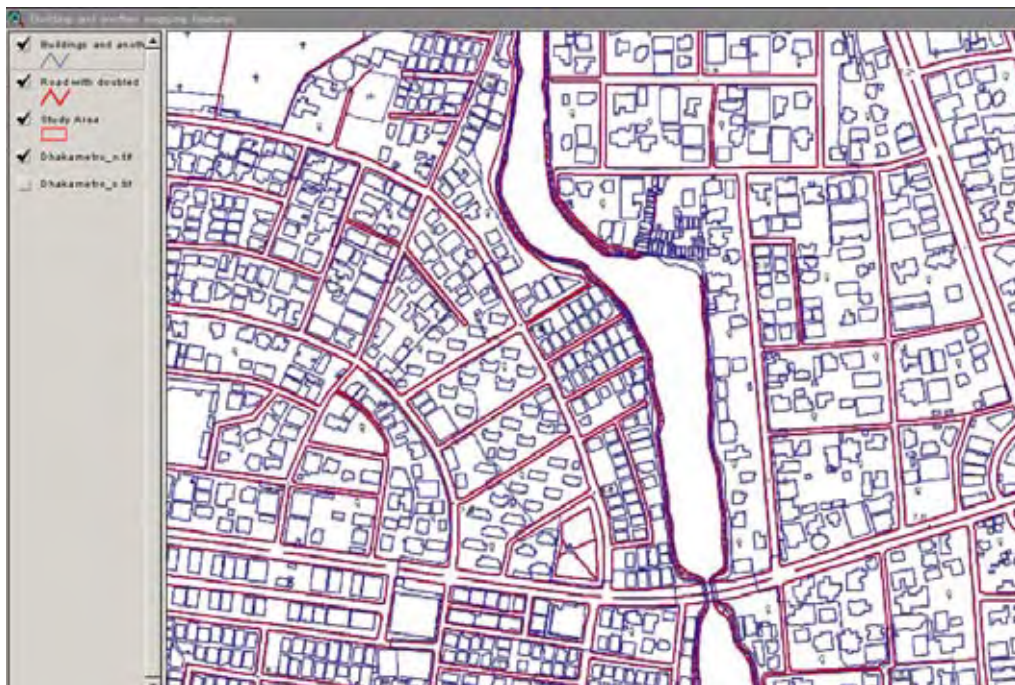


## 第11章 プリンティング・フィルム、PS 版、 CD-ROM の作成

### 数値地図における建物と道路

数値地図作成では、航空写真と写真測量技術を利用した応用範囲として、建物階層高の計測や建物データベースの作成、道路ネットワークと道路地盤等の3次元計測に対応することが可能である。

下図は、1:5,000の数値地図における取得データのうち、青色で示した建物と、赤色で示した2条線道路を画面に表示したものである。建物のデータは、国勢調査に人口調査、都市計画、水道・電気・ガス・電話等のユーティリティ管理や、住民管理のための基礎調査のデータを管理するベースマップとして利用されることが期待される。道路データは、交通計画、都市計画、災害計画のための重要なデータ基盤となる。廃棄物のマスタープランにおいては、ゴミ回収計画におけるゴミ回収車両の道路アクセスビリティの評価は、重要な項目である。



数値地図における建物と道路

## 第 11 章 プリンティング・フィルム、PS 版、CD-ROM の作成

デジタル地形図データを利用して本調査の最終成果品となるプリンティング・フィルム、PS 版、CD-ROM の作成が実施された。

地図印刷は長い間、スクライプ法が採用されてきたが、コンピューター利用技術の進歩に従って、1990 年代の中ごろから地形図原図をワークステーションの画面上でデジタル編集し、これから印刷する色ごとのフィルム版に出力するデータを作成し、磁気ディスクに記録するようになり、これに伴って地形図原図をスクライプし、スクライプ原図を作成するという工程は姿を消すこととなった。

印刷の方法には、凸版印刷、凹版印刷、平面印刷の 3 種類があり、地図印刷において一般的に採用されているオフセット印刷は平面印刷の一種である。平面印刷は、版面に凸凹がなく、版面に水になじみやすく油性インクがつかない部分と、水になじまず油性インクになじむ部分を作り、版面を水でぬらしてからインクを塗ることによって、油性インクになじむ部分だけにインクをつけて印刷方法である。

オフセット印刷はこうしてついた版面のインクを油性インクになじみやすいゴムのドラムに一度転写してから紙に押しつけて印刷するやり方で、むらなくきれいな印刷が出来ることから、現在のカラー印刷の多くがこの手法を採用している。

### 11.1 プリンティング・フィルムの作成

PS 版を作成するためには、デジタル地形図データから各色毎にネガフィルムを作成する必要があるが、このネガフィルムが通常、プリンティング・フィルムと呼ばれている。

一般的にはパソコンからフィルム作成用のプリンターにデータを送付してプリンティング・フィルムを各色版毎に作成する。本調査では 4 色刷りの印刷図を作成することから、デジタル地形図データを黒、赤、緑、青の 4 色に別けてプリンティング・フィルムを作成した。

### 11.2 PS 版の作成

PS 版 (Pre-sensitized Aluminum Plate) は感光剤を添付したアルミニウム板で、オフセット印刷の版の材料として最も普通に使用されている。紫外線でフィルムから感光させると感光した部分が固くなり、現像したときにそこだけ残り、この部分が親油性で水をはじくようになっている。

一方、非線画部分は科学処理により親水性となるので、平らな平板であっても線画部分のみにインクがつく性質を持っていることから版として利用できる。

PS 版の作成に先立ち、調査団と SOB の間で PS 版作成の仕様に関する協議が実施された。協議の

概要は下記のとおりである。

- |                   |                                |
|-------------------|--------------------------------|
| 1) 使用印刷機          | Lithrone-40 (2色刷り印刷機)          |
| 2) 印刷可能範囲         | 720mm×1,020mm                  |
| 2) PS版のサイズ        | 800mm×1,030mm                  |
| 3) PS版の厚さ         | 0.30mm                         |
| 4) 色数             | 4色                             |
| 5) ポジ・フィルム PS版の関係 | 図 11.2.1「PS版とポジフィルムの関係」に示すとおり。 |
| 6) PS版のパンチ孔       | SOBが実施する。                      |

上記の仕様に基づき、プリンティング・フィルムから PS 版が各図葉毎に作成され、第 3 年次調査の始めに JICA より SOB に提供された。

### 11.3 CD-ROM の作成

本調査で作成された各種の成果品のうち、下記のデジタルデータを CD-ROM に記録させ、最終成果品として完成させた。

- |                               |        |
|-------------------------------|--------|
| 1) デジタル地形図データ                 | 2セット   |
| 2) GIS 基盤データ                  | 100セット |
| 3) 航空写真のデジタルデータ               | 1セット   |
| 4) 縮尺 1:50,000 オルソフォトのデジタルデータ | 1セット   |
| 5) 縮尺 1:5,000 オルソフォトのデジタルデータ  | 1セット   |

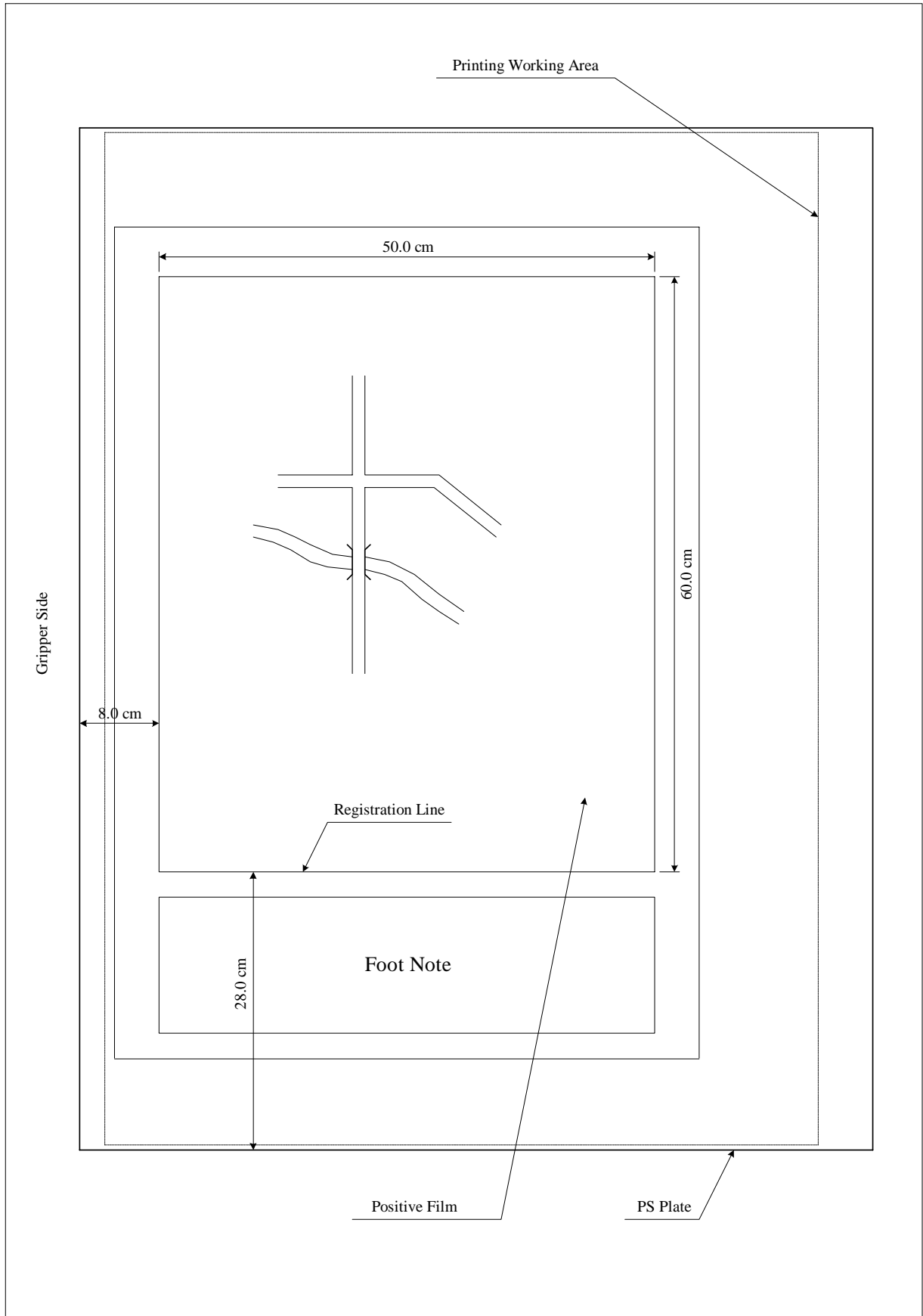
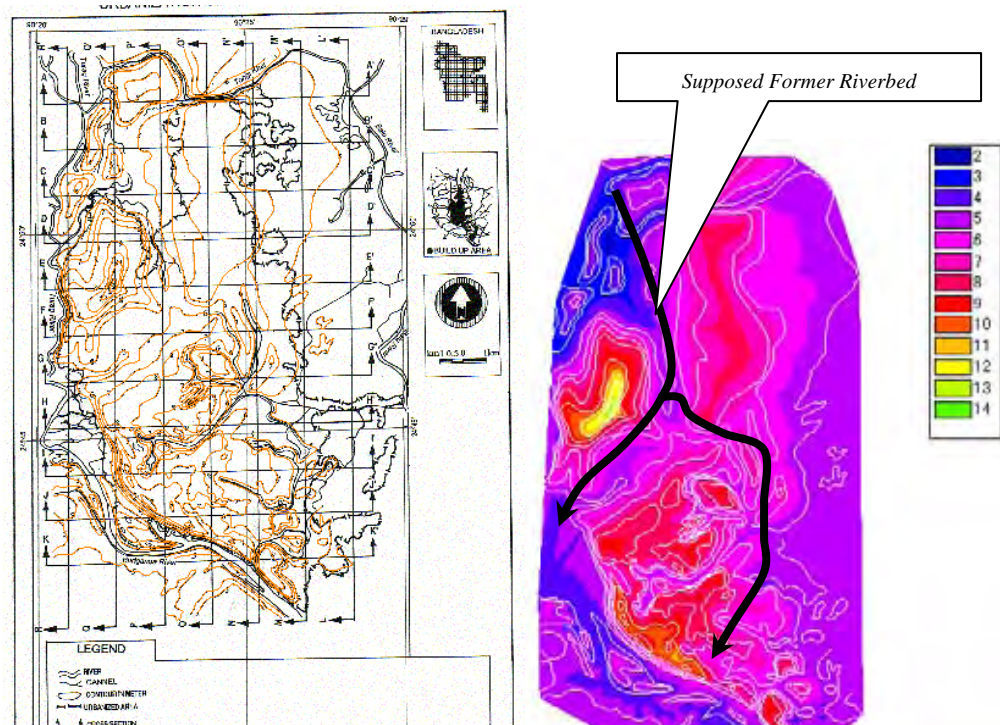


図11. 2. 1 「PS版とポジ・フィルムの関係」

## 第12章 機材供与と印刷材料の調達

ダッカ市街地における地形と旧河道の推定



市街地の発達は洪水の治水利水と密接に関連して、洪水と自然条件、社会条件、地域開発との現状分析と将来の予測に資する地理情報のデータ整備が期待される。地形図の等高線は、地形面の標高と起伏量を推定することができるため、洪水と地形面との関連、氾濫の履歴とコントロールの関係、旧河道等を推定するデータとして利活用が期待される。ダッカ市街地は、Padma 川、Jamuna 川、Meghna 川の河川の合流地点に位置し、河川氾濫に伴う洪水の影響と河道の変化を受けて地形が形成されてきた。河川勾配は極めて緩く、地形は全体に起伏のない微地形と自然堤防、旧河道が発達している。上左図は、調査地域における微地形の等高線分布を示す。標高は3mから10mの値を示している。上右図は、地形図の等高線を標高のGridデータ（DEM）へ変換して表示したものである。

## 第 12 章 機材供与と印刷材料の調達

第 2 年次調査の後半に実施される技術移転用の機材調達と、第 3 年次に SOB により実施される地形図の印刷の為の材料調達が JICA 及び調査団により実施された。

### 12.1 技術移転の為の供与機材の選定

本調査においては、第 2 年次調査の後半において縮尺 1:5,000 のデジタル地形図作成及び GIS 基盤データ作成の技術を SOB のカウンターパートに対して実施する計画になっている。この技術移転のために必要な機材を第 2 年次調査の中頃に JICA が直接調達することになった。

技術移転に必要な機材は、下記の視点から必要な機材とその数量が決定された。

- 1) 技術移転においては SOB が現在保有している機材を有効に利用することを前提として機材の内容と数量を選定する。
- 2) 可能な限り SOB が現在保有している機材及びソフトと互換性のある機材を選定する。
- 3) 機材の選定に当たってはバングラデシュ国内におけるメンテナンスを十分に考慮する。

その結果、本調査の技術移転の為に、下記の機材を JICA が調達し、SOB に対して供与することになった。

- |                              |       |
|------------------------------|-------|
| 1) デジタル図化システム (Socet Set)    | 1 セット |
| 2) デジタル編集システム (Microstation) | 2 セット |
| 3) GIS システム (ArcInfo)        | 1 セット |
| 4) UPS                       | 4 セット |

各機材の詳細は表 12.1.1、表 12.1.2、及び表 12.1.3 に示すとおりである。

### 12.2 供与機材の設置

SOB は本調査により供与される機材のために Digital Mapping Section に独立した一部屋を準備した。この部屋には既にエアコンが設置されており、また必要とされる電源のコンセント数も十分であり、部屋のスペースとしても十分と考えられることから調査団は SOB により用意された部屋に JICA からの供与機材を入れる部屋とし、数値図化・編集・GIS 基盤データ作成の為のマッピング・ルームとすることになった。

調査団は機材の納入に先立ち、部屋の大きさ、電源コンセントの配置等を考慮して、機材のレイアウトプランを作成し、供与機材はそのレイアウトプランに従ってセットアップされた(図 12.2.1「数値図化・編集・GIS データ作成のマッピングルームのレイアウト」参照)。

表12.1.1 「供与機材の内容 (デジタル図化システム)

Item No.	Description	Part #	Q'ty
<b>Software (Socet set)</b>			
1	Core win	Win-1000-L	1
2	Core UE Win	Win-1000-UE	1
3	Stereo Win	Win-1010-L	1
4	Stereo UE Win	Wn-1010-UE	1
5	Block Win	Win-1030-L	1
6	Block UE Win	Win-1030-UE	1
7	APM Win	Win-1040-L	1
8	APM UE Win	Win-1040-UE	1
9	ATE Win	Win-1050-L	1
10	ATE UE Win	Win-1050-UE	1
11	Terrain Win	Win-1060-L	1
12	Terrain UE Win	Win-1060-UE	1
13	3D Win	Win-1070-L	1
14	3D UE Win	Win-1070-UE	1
15	True Ortho Win	Win-1080-L	1
16	True Ortho UE Win	Win-1080-UE	1
17	Ortho Mosaic Win	Win-1090-L	1
18	Ortho Mosaic UE Win	Win-1090-UE	1
19	Image Map Win	Win-1110-L	1
20	Image Map UE Win	Win-1110-UE	1
21	SPOT Win	Win-1230-L	1
22	SPOT UE Win	Win-1230-UE	1
23	Dodger Win	Win-2010-L	1
24	Dodger UE Win	Win-2010-UE	1
<b>Hardware</b>			
25	Work station for digital photogrammetric system Note: Pentium 4 Processor at 2.80 GHz w/8000MHz front side bus/512K L2 Cache 1 GB Dual Channel DDR SDRAM at 400 MHz (2x512M) Dell Quietkey Keyboard 19 in (18.0 in viewable) M992 CRT Monitor Additional 19 in (18.0 in viewable) M992 CRT Monitor New 128 DDr ATIRADEON 9800 Graphic Card with TV-Out and DVI 36 GB Serial ATA Hard Drive (10000RPM) 3.5 in Floppy Drive Microsoft Windows XP Home Edition Dell 2-button Scroll Mouse Integrated intel PRO 10/100 Ethernet 56K PCI Data/Fax Modem 16 Max DVD-ROM Drive Sound Blaster- Audugy 2 sound card with DVD Audio		1
26	Stereographic Z screen non-integrated	SEBLRSVWIP1	1
27	3S Mouse	SEBLRSVWIP1	1
28	PRO600 (includes the PRODPW and PROCART items)	SEBLRSVWIP1	1
<b>Others</b>			
29	Data editing software Microstation J/7.1		1
30	PATB-NT for aerial triangulation		1

表12.1.2 「供与機材の内容 (デジタル編集システム) 」

Item No.	Description	Q'ty
1	<b>Computer Workstation for Digital Editing System</b>	2
	CPU :Interl Pentium 4 Processor, 2.4GHz,512/533 Front Side Bus	
	Memory: 512Mb PC1066 ECC RDRAM (2RIMMS)	
	Keyboard: Entry Level Quietkey Keyboard,PS/2	
	Graphics Card: ATI,FIRE GL E1,64MB,2VGA or 1VDA and 1DVI,(Dual monitor capable)	
	2nd monitor: 17 inch Flat Panel Monitor (17 inch vis)	
	Hard Drive: 80GB ATA-100 IDE, 1 inch(7200 rpm)	
	2nd Hard Drive: 80GB ATA-100 IDE, 1 inch (7200rpm)	
	Floppy Drive Options: 3.5 inch 1.44MB Floppy Drive	
	CD-ROM/CR Writer: 20/48 x IDE CD-ROM and 48 x/24 x /48 x CD R-W	
	Mouse: Intellimouse PS/2 (2-button, W/scroll)	
	Mouse Pad: Mouse Pad	
	Security Software: Antivirus (1 user license)	
	Operating System : Windows 2000 Professional (SP3) with Media using NTFS	
Hardware Supports: 3yr parts with Labor		
2	<b>Work/Office Productivity Software</b>	2
	Office XP Professional	
	Word,Excel, Access, PowerPoint, Outlook Express and Other Standard tools	
	Adobe ACROBAT 5.0	
3	<b>CAD Software for Photogrammetric Data Editing</b>	2
	MicroStation /J 7.1 version	
4	<b>Raster and Vector Editing Software</b>	2
	Adobe Illustrator V 10	
	Adobe Photoshop V 7.0	
	A number of standard plug-ins and sample data included in the CD-ROMs	



表12. 1. 3 「供与機材の内容 (GISシステム及びUPS) 」

Item No.	Description	Q'ty
1	<b>Computer Workstation for GIS System</b>	1
	Processor: Interl Pentium 4 2.4GHz	
	Memory: 512Mb PC1066 ECC RDRAM (2RIMMS)	
	Mother board: ATX full feaatures mother board	
	RAM: 512 MB, HDD: 80 GB EIDE/AT ATAPI	
	Video Memory: Graphics Controller Built-in On Moter Board. Diskette Drive: one, 3.5 inch 1.44MB	
	Multimedia (CD-ROM Drive, Audio and Speakers: Internal Speakers and 40 x/12 x / 48 x EIDE CD WR Drive, ATAPI	
	I/O Ports: 1-Parallel, 2 PS/2 and USB Ports	
	Casing: ATX Mid Tower Casiing,	
	Key Board: Enhanced 104 Keys, PSA/2 Based	
	Monitor: 21inch NEC Color Monitor	
	Mouse & Pad: PS/2 Mouse with Pad	
	Software of Operating System: Windows 2000 Professional with License and Manual CD Media	
	Hardware Supports: 3yr parts with Labor	
2	<b>GIS Software</b> Arc/Info ArcGIS Ver 8.3 (for NT)	1
3	<b>Security Software</b> Symantec Antivirus Corp ED 8.0 (5 User license)	1
4	<b>UPS for Workstation</b>	4
	Model and capacity:APC Smart-UPS XL,1000V (670W),230 V	
	Runtime:3.21 hours at 41% load	
	Output&Interface: Output 2, Interface port6 DB-9 RS-232	
Key Features: Automatic Voltage Regulator, Built-in Smartlot,Hot Batteries, Load meter, Overload indicator, Scalable runtime,Softqare an Repleacebale Batteries		
Additioonal:Co with software, Hot swap batteries, User Manual and standard accessories		

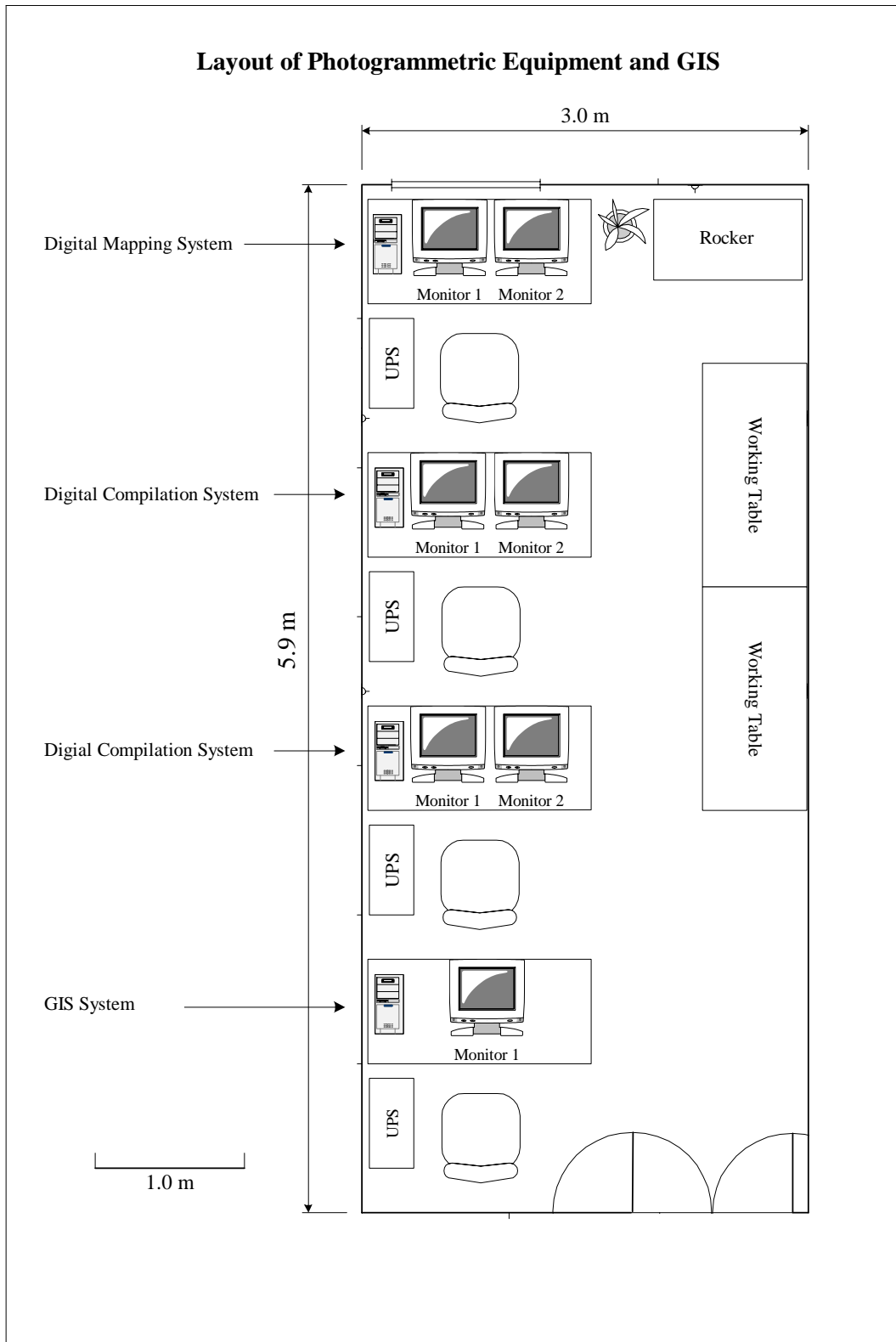


図 12. 2. 1 「数値図化・編集・GISデータ作成のマッピングルームのレイアウト」

JICA により調達された技術移転のための供与機材は 11 月中旬 12 月の中旬にかけて、SOB に順次納入され、機材のセットアップが実施された。



写真 12.2.1 「マッピングルーム」



写真 12.2.2 「部屋の入り口の看板」

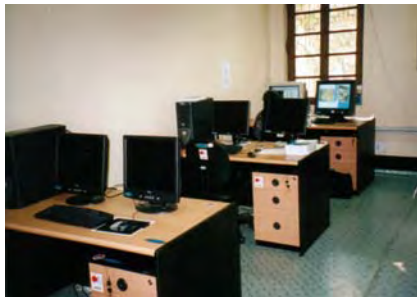


写真 12.2.3 「デジタル図化・編集システム」

### 12.3 印刷材料の調達

インテリム・レポートの説明・協議の際に、SOB より第 3 年次調査において SOB が実施する縮尺 1:5,000 地形図の印刷に必要な材料等（印刷用紙、インク、薬品等）を調査団より供与して欲しい旨の要望が出された。

調査団としては、印刷材料に関しては事前調査団と SOB の間で締結された S/W に明記されていないことから、調査団としては決定できる事項でないことから JICA と相談の上、後日、返事することとした。

調査団は帰国後、JICA 本部と相談した結果、地形図の印刷に必要な材料を第 2 年次調査において調査団が調達し、SOB に供与することとなった。調査団は第 2 年次調査において SOB と協議の上、縮尺 1:5,000 地形図の印刷（122 面、各 500 部）に必要な材料を決定した後、Bangladesh 国内の会社から調達することとなった。

なお、調達材料の数量の設定としては、校正刷り等に必要数量を考慮して 1 面当たり約 700 枚を印刷することを前提として計算された。調達された材料は SOB の倉庫に納入されるとともに調査団から SOB に対して供与された。



写真 12.3.1 「印刷材料（一部）」



写真 12.3.2 「印刷材料（印刷用紙）」



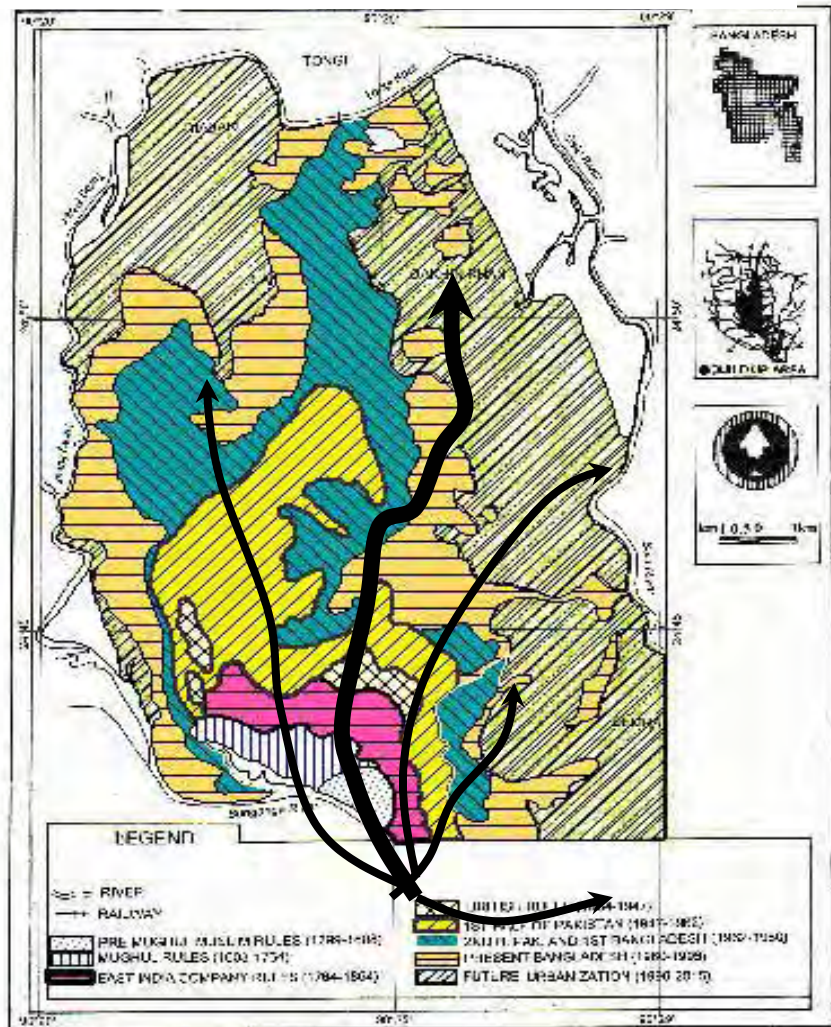
写真 13.3.3 「印刷材料（一部）」



写真 13.3.4 「印刷材料（印刷用紙）」

## 第 13 章 技術移転

ダッカ首都圏の都市化変遷図



ダッカ首都圏は、ダッカ市南部の OLD DHAKA を中心に、北部及び周辺へと市街地が拡大してきた。都市の変遷は都市計画の歴史で、図はダッカ首都圏の都市計画に関わるマスタープラン、各セクターの開発の時系列の結果である。地域計画では地域開発と社会基盤整備に関わる分野での情報基盤整備が重要で、各開発機関でのデータベースの連携と地理情報のデータベース整備が要望されている。

## 第 13 章 技術移転

SOB はこれまで中～大縮尺地形図を航空写真測量法により作成した経験がないが、現在、既存の縮尺 1:50,000 地形図を基にして縮尺 1:50,000 地形図のデジタル化（マップ・デジタイジング法）を実施中である。

従って、SOB が実施している既存縮尺 1:50,000 地形図のデジタル化の手法と本案件で実施される縮尺 1:5,000 デジタル地形図作成手法の違いを比較して、航空写真測量法による中～大縮尺地形図作成の技術の内、SOB に不足している部分を明確にし、その不足部分に対する技術移転を実施することとした。

### 13.1 SOB のデジタル地形図作成方法と不足技術

SOB はフランスの協力で導入されたデジタル図化、デジタル編集システムを利用して縮尺 1:50,000 既存地形図のデジタル化を実施中である。技術移転に先立ち、SOB が現在実施しているデジタル地形図作成の実施方法を調査するとともに、本調査におけるデジタル地形図作成方法と比較して SOB にどの部分の技術が不足しているかを調査した。

調査団がカウンターパートからの聞き取り調査の結果から作成した、現在、SOB が実施しているデジタル地形図の作成手法のフローチャートは図 13.1.1 「SOB が実施している縮尺 1:50,000 地形図のデジタル化の作業フロー」のとおりである。一方、本調査における縮尺 1:5,000 デジタル地形図作成の作業フローは図 13.1.2 「縮尺 1:5,000 デジタル地形図作成及び GIS 基盤データ作成の作業フロー」に示すとおりである。

この 2 つの作業フローを比較すると SOB には航空写真測量法による地形図作成に必要な技術の内、下記の技術が不足していることがわかる。

- 1) SOB が実施しているのはマップ・デジタイングである。これは 2 次元におけるデータ取得であり、3 次元におけるデータ取得を実施していない。
- 2) マップ・デジタイジングでは地形図をそのままデジタイジングするわけであり、基本的には取得すべきデータの取舍選択をオペレーターが実施する必要がない。一方、航空写真測量では写真画像のなかから取得すべきデータを取舍選択しなければならない。このためにはオペレーターの地図学、地形学、航空写真測量等の知識と経験が必要とされるが、マップ・デジタイジングだけを実施していたのではこれらの能力は養成されない。
- 3) 空中三角測量を実施していない。

また、SOB は航空写真測量による地形図作成に関して、以下に述べる人的・組織的問題を抱えている。

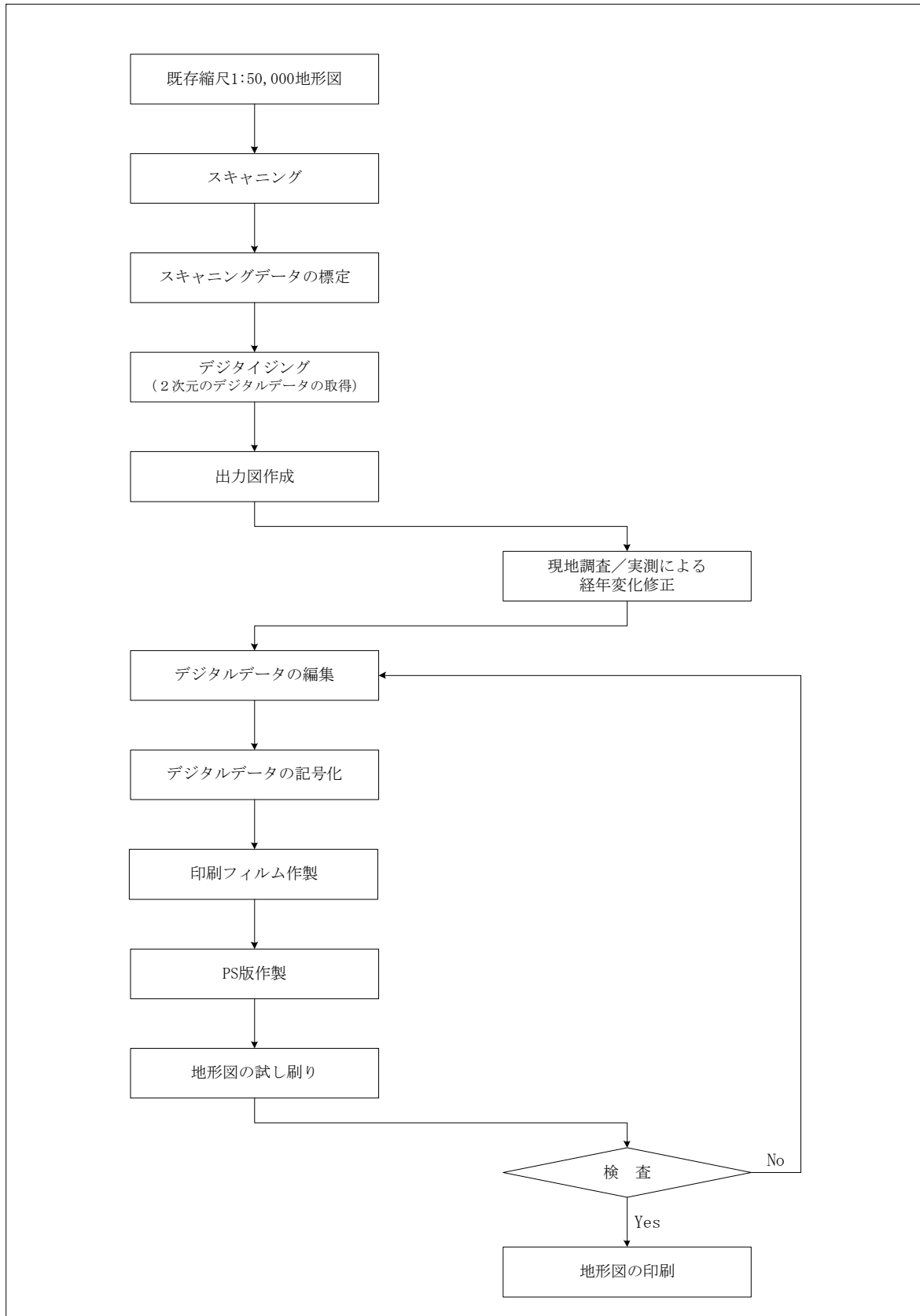


図13.1.1 「SOBが実施している縮尺1:50,000地形図のデジタル化の作業フロー」

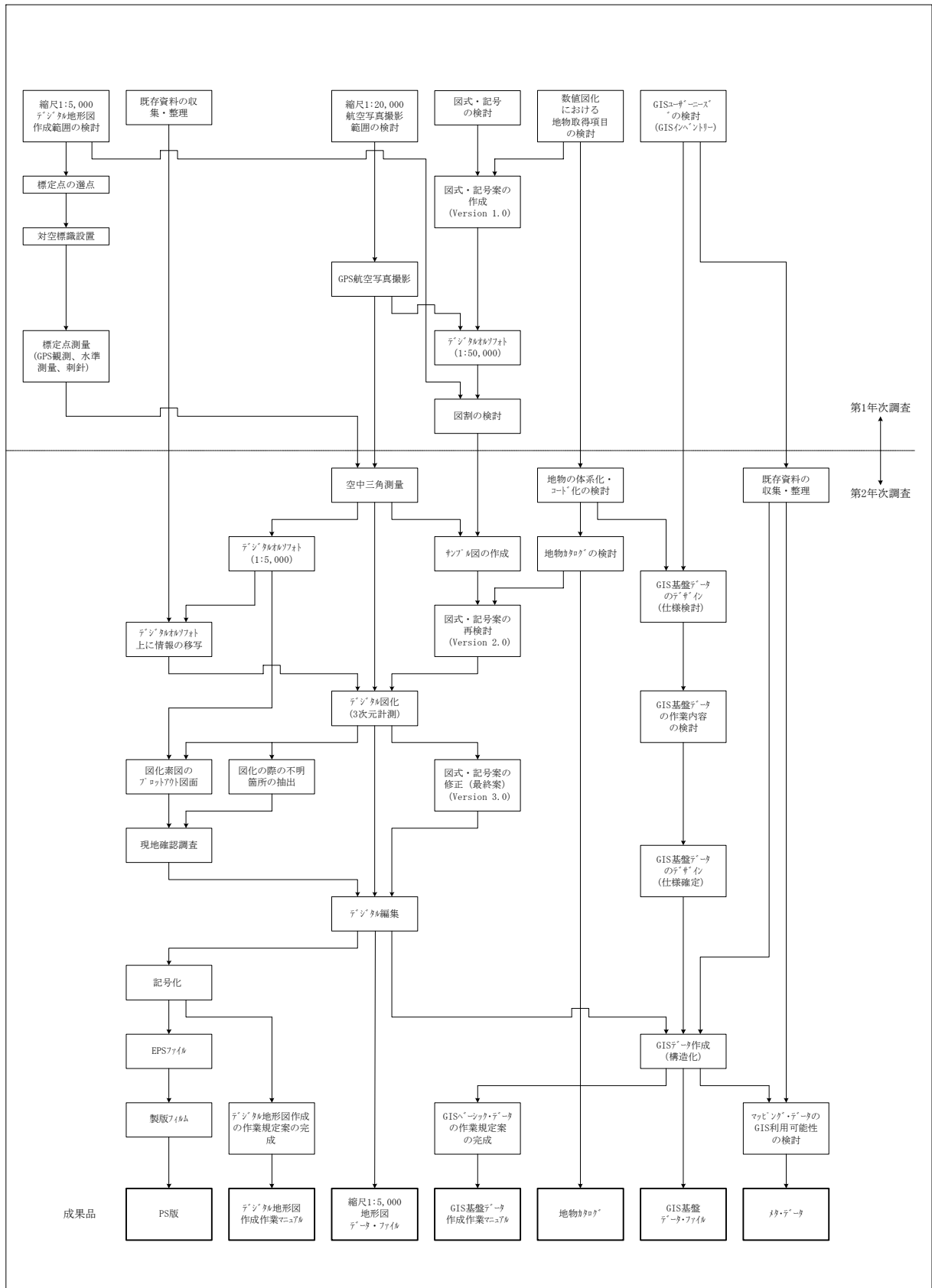


図13.1.2 「縮尺1:5,000デジタル地形図及びGIS基盤データ作成の作業フロー」



- 1) SOB はアナログによる航空写真測量法で地形図を作成した経験も乏しく、アナログ図化機を使用して地形図を作成した経験のある技術者がほとんどいない。SOB はアナログ図化機を6台保有しているが、そのほとんどは故障しており、使用できるのは1台であり、その1台もほとんど稼働していない。
- 2) SOB の技術者の中には ITC など航空写真測量コースを終了した人間もいるが、実作業を経験していないので、航空写真測量法による地形図作成の実務経験を有している人間はほとんどいないといっても過言ではない。

また、カウンターパートとの技術的な話のなかから調査団が把握した SOB のデジタル地形図作成上の問題点は以下のとおりである。

- 1) SOB がこれまで実施してきたデジタル地形図作成は基本的にマップデジタイジング（2次元の計測）が中心で、航空写真測量法による3次元の計測を実施した経験がない。
- 2) SOB がこれまで実施してきたデジタル地形図作成は印刷図を作成するためのデジタル化であり、GIS を意識したデータ構造になっていない。数値化の過程で図形構造の整理が不完全で GIS へのデータ利用の際に図形接合に関する問題を抱えており構造化が不完全である。データ作成時における SOB 職員のデータ構造の理解不足と作業上の誤操作が原因の品質の問題も指摘された。
- 3) SOB はこれまで小縮尺地形図しか作成したことがないことから、中～大縮尺地形図と小縮尺地形図の違いを理解できていない。この為、小縮尺地形図のイメージをそのまま中～大縮尺地形図に当てはめようとする。つまり、航空写真測量における具体的なデータの取得方法、地図編集の基本が理解できていない。
- 4) フランスの協力でデジタル図化機（SocetSet、ユニックス版）が1台供与されているが、有効に活用できないでいる。
- 5) フランスの協力で導入された Geoconcept をデジタル編集機として使用しているが、Geoconcept は地図入力から GIS、地図記号化までを支援する総合的な機能を備えた GIS ソフトウェアであるが、大縮尺の地形図編集機能を十分に備えているとは言えない。
- 6) バングラデシュ国の他機関における GIS ソフトは ArcView/ArcInfo が主流であり、Geoconcept はほとんどの機関で導入されていない。従って、SOB と他機関との間でのデータ交換で、SOB のフォーマット変換に関する経験不足でデータの互換性に問題があると誤って認識されている。
- 7) 上記に述べた理由から、SOB が現在までに GeoConcept で作成した数値データを資産として活用するためには、使い易い操作性や GeoConcept の長所を考慮して、SOB での

GeoConcept の使用についての位置付けを明確にすることが必要である。

このような SOB の現状で、デジタル図化機やデジタル編集機を使用してデジタル地形図作成技術の移転を考えると、以下の点に留意しながら技術移転を実施してゆくことが重要であると判断した。

- 1) デジタル図化において3次元によるデータ取得が出来るようになること。ただし、3次元によるデータ取得は2次元と異なり、かなりの熟練が必要なのでカウンターパートの適性を考慮する必要がある。適性がなく、可能性が乏しい人間に対して時間を費やして技術移転をしても時間の無駄でしかない。
- 2) SocetSet や Microstation には色々な機能が備わっているが、デジタル地形図を作成する上において最低限必要な機能を使用して、デジタル地形図が作成できるようになること。それ以上の機能は SOB のカウンターパートが自習により習得すべきであること。
- 3) 現実に最低限 1 図葉の縮尺 1:5,000 デジタル地形図を日本人技術者の指導の基に作成することにより具体的な技術移転を実施する。
- 4) 第 2 年次調査と第 3 年次調査の間に 2 ヶ月程度の期間があることから、この期間を利用して SOB のカウンターパートに自分達だけの力で縮尺 1:5,000 デジタル地形図を最低 1 面作成させる。第 3 年次調査において調査団が SOB のカウンターパートだけの力で作成したデジタル地形図を検査・評価することにより、カウンターパートの理解度をチェックするとともに、技術移転のフォローアップを実施する。
- 4) SOB では数値図化の工程で取得された地形図データの図形構造の Geometry に関するエラーを取り除き、図形構造を整理する処理工程が欠落していることから、この処理工程を ArcInfo のソフトウェアで図形構造を整理することで信頼できる図形データを作成することが重要と判断できる。この作業工程を本調査における GIS 基盤データ作成の技術移転の重要項目として設定し、具体的な技術移転を通じて SOB の職員の図形構造の理解を啓蒙することとする。

### 13.2 作業マニュアルの作成

SOB はこれまで航空写真測量法による中～大縮尺デジタル地形図作成を実施した経験がないことから、SOB のカウンターパートに対して供与機材を使用してデジタル地形図作成の技術移転を実施する為に、日本国内で実施されたデジタル図化・編集、GIS 基盤データ作成の作業手順に従って、以下の作業マニュアル（案）を日本国内にて作成した。

作業マニュアル（案）の作成に際しては、具体的なキー操作の方法は JICA より供与されたソフトウェアに付属しているマニュアルに詳細に記載されていることから、作業マニュアルはソフトウェアに付属しているマニュアルに記載されていない事を主として記載することとした。

SOB はこれまで小縮尺地形図の作成しか実施した経験がないことから、中～大縮尺地形図と小縮尺地形図の違いを SOB のカウンターパートに理解させることが必要であった。縮尺により地形図を作成する際の取得データの項目、データの取得方法、取得されたデータの編集方法等が異なることを SOB のカウンターパートに視覚で理解させるために、具体的なデータの取得方法、データの編集方法等に関して可能な限り図を利用して説明することとした。

作成された作業マニュアル（案）は SOB のカウンターパートに対する技術移転の際のガイドラインとして利用したとともに、作業マニュアル（案）をより理解しやすいものにするために、技術移転を通じて判明した事項をカウンターパートと共同で追加・修正し、第3年次調査において最終的な作業マニュアルが調査団とカウンターパートとの共同作業でとりまとめられた。

この作業マニュアルは今後、SOB が独自で中～大縮尺地形図を作成する際の作業指針として利用されるとともに、SOB 内部でのトレーニングの参考書としての利用が期待される。

本調査で作成された作業マニュアルは以下のとおりである。

- 1) デジタル図化・編集作業マニュアル
- 2) GIS 基盤データ作業マニュアル

### 13.3 数値図化の技術移転

#### 13.3.1 BAE システムズの技術者によるトレーニング

JICA による技術移転のための機材調達に伴い、デジタル図化システムの購入先である BAE システムズの技術者が、SOB にて SocetSet のセットアップを実施した後、一週間にわたり SOB の職員に対する SocetSet によるデジタル図化のトレーニングが実施された。

- 1) BAE の技術者  
Ms. Thao Duong Senior Application Engineer
- 2) 期間  
2003 年 11 月 15 日～2003 年 11 月 22 日
- 3) トレーニングに参加した SOB の職員  
Lt. Colonel Mahmud-un-Nabi Director of Defense  
Major Khandhoker Aftab Hossain Director of Development  
Md. Abdur Rouf Howlader Superintendent of survey  
Md. Abul Hossain S.A.S  
Mrs. Jahanara Sultana S.A.S  
Mrs. Morzia Begum Draftsman grade 1  
Md. Abu Hasan Surveyor Grade 1

Md. Alauddin

Draftsman Grade 3

Ms. Nahid Sultana

Computer grade 4

- 4) トレーニングの内容  
航空写真測量の概要  
SocetSet の概要  
基本的な操作方法



写真 13.3.1 「BAE システムズの技術者による  
トレーニング」



写真 13.3.2 「トレーニングの参加者」

### 13.3.2 調査団による数値図化の技術移転

調査団による SOB のカウンターパートに対する技術移転は、本調査の成果品である航空写真と空中三角測量成果を利用して、縮尺 1:5,000 デジタル地形図を彼等自身で作成することにより実施された。

具体的な技術移転は日本人技術者がカウンターパートに対して SocetSet による各項目毎に具体的なデータ取得方法を指導しながら、作業用図葉番号 39 及び 53 の縮尺 1:5,000 デジタル地形図を作成することにより実施された。

技術移転の内容は下記のとおりである。

- 1) SOB のカウンターパート
  - ・ Mr. Abul Hossain
  - ・ Mrs. Morzia Begum
  - ・ Mrs. Jahanara Sultana
- 2) トレーニングの期間
  - ・ 2003 年 12 月 1 日～2004 年 1 月 14 日
- 5) トレーニングの内容
  - ・ DTM の作成
  - ・ デジタルモザイクの作成

・デジタルマッピング

Pro600 の設定方法

家屋のデータの取得方法

道路、橋、鉄道等のデータの取得方法

河川等の水域データの取得方法

フェンス、壁等のデータの取得方法

植生及び植生界の取得方法

航測単点の取得方法

等高線データの取得方法

PAT-B（空中三角測量プログラム）の使用方法

6) SOB のカウンターパートにより取得されたデジタルデータ

・図葉番号 39 及び 53（最終図葉番号 125 及び 145）の地形図のデータ



写真 13.3.3 「数値図化のトレーニング」



写真 13.3.4 「数値図化のトレーニング」

なお、第2年次調査と第3年次調査の間に2ヶ月程度の現地作業のない空白期間があることから、調査団はSOBに対してSOBの職員だけで新たな地域の縮尺1:5,000デジタル地形図を各人1面(合計3面)作成する事をSOBに対して要請した。

第3年次調査において、SOBが独自で作成した縮尺1:5,000デジタル地形図を評価することにより、第2年次調査において実施した技術移転の内容に対するカウンターパートの理解度がチェックでき、第2年次調査において実施したカウンターパートに対する技術移転で、不足部分、理解が間違っている部分に対する技術移転のフローアップを第3年次調査で実施する事とした。

#### 13.4 数値編集・記号化の技術移転

数値編集・記号化の具体的な技術移転は数値図化の終了したデータがあった方が実施しやすいことから、最初は日本で数値図化により取得されたデータを利用して実施された。

数値図化の項で述べたとおり、技術移転の方法としてSOBのカウンターパートにより具体的に縮尺1:5,000デジタル地形図を作成されることにしたこと、カウンターパートにより作業用図葉番号52及び53の数値図化が終了した時点において、数値編集・記号化の技術移転はこの図葉の地

形図を数値編集・記号化することにより具体的な縮尺 1:5,000 デジタル地形図を作成することにした。

技術移転の内容は下記のとおりである。

- 1) SOB のカウンターパート
  - Mr. S.M. Nasir Haider
  - Ms. Nahid Sultana
  - Mr. Mohammad Hossain
  - Ms. Jahanara Sultana
  
- 2) トレーニングの期間
  - 2003 年 12 月 1 日～2004 年 1 月 25 日
  
- 3) トレーニングの内容
  - 数値編集
    - Microstation の基本操作の習得
    - セルフファイルの作成
    - 現地調査資料の入力
    - 図面間接合の検査
    - 図面検査・修正
    - MFC (Map Feature Code) の検査・修正
    - 精度管理表の作成
  - 記号化
    - 整飾ファイルの作成
    - 塗りつぶし処理
    - ハッチング処理
    - 白抜き処理
    - 記号化処理
    - プロットファイルの出力方法
    - 精度管理表の作成
  - カウンターパートにより数値編集・記号化されたデータ
    - 作業用図葉番号 52 及び 53 の地形図のデータ



写真 13.4.1 「数値編集のトレーニング」



写真 13.4.2 「数値編集のトレーニング」

数値編集・記号化も数値図化と同様に第 2 年次調査と第 3 年次調査の間の現地調査がない期間に、SOB に対して SOB の職員だけで新たな図葉の縮尺 1:5,000 デジタル地形図を各人 1 面（合計 3 面）作成する事を要請した。

目的は数値図化と同様に、これによりカウンターパートの数値編集・記号化の理解度を評価することができ、第 3 年次調査において技術移転のフォローアップにおいて何を実施すればよいか判断できるためである。数値図化と同様に作業用図葉番号 52 及び 53 の縮尺 1:5,000 デジタル地形図が SOB の職員により作成された。

### 13.5 GIS 基盤データ作成の技術移転

GIS 基盤データ作成に関する技術移転は GIS ソフトウェアを使用して図形的なエラーのない構造化された GIS データを作成することを優先目標として、数値図化データの GIS 構造化の過程、既存 GeoConcept データの図形クリーニングによるデータ再構築、システム間のデータ交換の技術を OJT により実施した。

技術移転の内容は下記のとおりである。

- 1) SOB のカウンターパート
  - Mrs. Kaji Momotas
  - Mr. Nijamoden
  - Mr. Abu Hassan
  - Mr. Ashulab
  
- 2) トレーニングの期間
  - 2003 年 12 月 22 日～2004 年 2 月 29 日
  
- 3) トレーニングの内容
  - ArcInfo
    - GIS データの理解
    - ArcInfo の図形構造とデータ構造の理解

図形構造と図形のエラー

GIS データ構造化の手順の説明

・ソフトウェアの基本操作

ArcInfo の操作

コマンドラインの操作 (PCArcInfo への対応)

数値図化データの Import (DXF、Shape、その他のデータ)

図化デジタイズ (背景データ及びイメージデータの利用)

Arcedit の基本操作 (トポロジーデータの構築と編集)

Info ファイルの基本操作 (属性データの編集)

Arcplot の基本操作 (作図データの作成と出力)

Data Export の操作

■GIS 基盤データ作成の指導

■SOB の保有データの再構築の指導

・GeoConcept の利活用に関する指導・提言

データ構造のチェックとデータ再構築

データ交換の指導



写真 13.5.1 「GIS のトレーニング」



写真 13.5.2 「GIS データ作成の為の準備作業」



写真 13.5.3 「技術移転終了時のテスト」



写真 13.5.4 「GIS データの作成」

トレーニングは4名を2グループに別けて、グループ内での指導内容の反復操作と、グループ間の指導内容を交互に教えあって、グループ間でお互いの理解度をクロスチェックさせることにより実施された。



また、本調査で作成したデジタル地形図データや、現地調査成果の利活用の可能性を SOB のカウンターパートに認識させるために SOB のカウンターパートとの共同作業により一部の地域において主題図を作成することにより具体的な GIS データ作成技術の指導を実施した。

### 13.6 日本におけるカウンターパート研修

日本におけるカウンターパート研修は第2年次調査の中頃と終わりの2回に渡り実施された。研修員の氏名と来日期間、研修の目的は下記に述べるとおりである。

#### 13.6.1 第1回目のカウンターパート研修

第1回目のカウンターパート研修の概要は以下のとおりある。

1) カウンターパート氏名

- Ms. Jahanara Sultana
- Mr. Alauddin

Sub-Assistant Superintendent  
Draftman

2) 期間及び場所

- 2003年9月6日～2003年9月28日
- アジア航測株式会社海外部

3) 研修の目的

この時点での日本国内での研修の目的は第2年次調査の後半から実施される縮尺 1:5,000 デジタル地形図作成及び GIS 基盤データ作成の技術移転を円滑に進めるために、基礎的な情報・知識を事前に日本国内でカウンターパートに与えることを目的としている。この目的の為に以下の項目に関する概略の説明と簡単に実習が実施された。

- 空中三角測量の概要
- デジタル図化の概要
- デジタル編集の概要
- GIS 基盤データ作成の概要
- 測量関連機関の見学



写真 13.6.1 「日本での研修」



写真 13.6.2 「国土地理院の見学」

### 13.6.2 第2回目のカウンターパート研修

第2回目のカウンターパート研修の概要は以下のとおりある。

1) カウンターパート氏名

・ Brig Gen Muhammad Shafiqul Islam                      Surveyor General

2) 期間と場所

- ・ 2004年3月7日～2004年3月23日
- ・ アジア航測株式会社海外事業部

3) 目的

この時点における日本国内での研修の目的は作成された縮尺1:5,000デジタル地形図のPS版を作成する前に、最終的な地形図の図式・整飾等の最終確認をするとともに、日本国内における地形図等の利用・公開の現状をカウンターパートに理解させることにある。この目的の為に以下の内容の研修が実施された。

- ・ 日本の地図作成機関の見学
- ・ 日本国内における地形図の利用状況
- ・ 日本国内における地形図の販売状況
- ・ 作成された地形図の内容、図式・整飾等の最終確認



写真 13.6.3 「国土地理院の訪問」



写真 13.6.4 「測量局局長による地形図の最終検査（アジア航測にて）」

### 13.7 技術移転のフォローアップ

第2年次の現地調査ではSOBのカウンターパートに対して数値図化、数値編集・記号化、GIS基盤データ作成に関する基本的な項目について、成果品作成の各工程でソフトウェアの基本操作を技術移転されたが、品質管理、工程管理を備えた実務的なレベルとしては第一歩を歩き出した状態である。

SOBが実際的な生産を行うためには、各担当者が限られた時間、予算の条件の下で成果品を作成す

る作業を実践することが必要となってくる。

本調査の予定では、2004年3月中旬から2004年5月上旬にかけて、調査団による Bangladesh 国内における調査は実施されない予定になっていたが、この期間を利用して調査団は SOB に対して3面の縮尺 1:5,000 デジタル地形図をカウンターパートだけで作成するように要請した。

一般的に言って、Bangladesh 人の特徴としてわからないことをすぐ人に聞いたがる傾向が強いと感じられる。このため、自分で考え、勉強して覚えようとする努力が弱いように思われる。第2年次調査と第3年次調査の間でカウンターパートだけで実際に縮尺 1:5,000 デジタル地形図を作成するのは、わからないことがあった場合、直ぐに聞く相手がいないことから自分達で考え、勉強し、判断してゆく必要がある。

このため、技術移転の復習という意味で大いに意義があると考え、本調査開始時には予定していなかったが、第3年次調査において時間的余裕があることから技術移転のフォローアップを実施することになった。

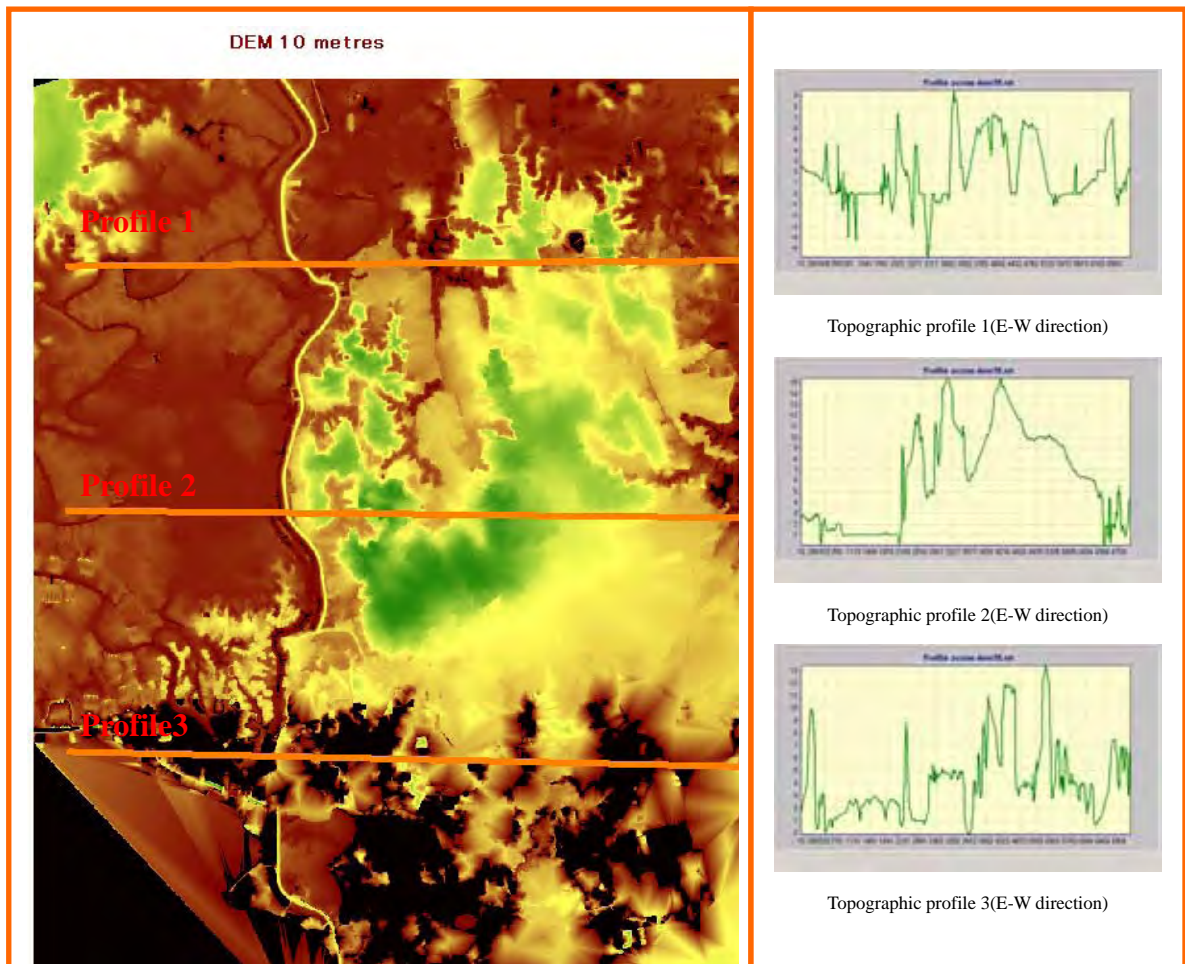
第3年次調査において、カウンターパートだけで作成した縮尺 1:5,000 デジタル地形図を評価することにより、彼等の中～大縮尺デジタル地形図作成手法の理解度を判断し、2年次調査において実施した技術移転の内容で理解不足の点、誤解している点等に関して技術移転のフォローアップが実施された。

### 13.8 カウンターパートの評価

第2年次における技術移転の終了時及び第3年次の技術移転のフォローアップの時点の2回において、デジタル地形図作成及び GIS データ作成に関する内容についてカウンターパートがどれだけ理解しているかを確認するためにカウンターパート一人一人に対して筆記試験と実技試験の2種類のテストを実施した。

## 第 14 章 セミナーの開催

### DEM と地形断面図



左の図面は、数値地図における 2 m インターバルの等高線を利用して、10 m の解像度を持つグリッドの DEM (数値標高メッシュ) を作成したもので 3 本に東西の断面図を引いたものである。右の図面は左図における地形断面を示したものである。ダッカ市街地は自然堤防に市街地が発達してきたが、その開発は河川氾濫と洪水対策の歴史である。上図のように自然条件における地形断面を参照すれば、旧河道の埋め立てと街の開発の状況が推定される。

地形断面と標高データは社会基盤における道路、上下水道、排水、都市景観、洪水の分野における地理情報のデータの利活用が期待される。

## 第 14 章 セミナーの開催

本調査の最終年度にあたる第 3 年次調査において、本調査で作成されたデジタル地形図・GIS 基盤データのユーザーと考えられる機関、本調査の実施に協力してくれた機関等を招待して SOB のカウンターパートにより本調査の経緯、成果品の内容等に関するセミナーが開催された。

### 14.1 セミナーの目的

セミナー開催の目的は以下のとおりである。

- 1) セミナーにおいて SOB のカウンターパートを始め、本調査に直接関係しなかった SOB の職員に対して、本調査の意義、作業内容、作業フロー等を理解させる。
- 2) 本調査の成果品である縮尺 1:5,000 デジタル地形図、GIS 基盤データの主たる利用者であるバングラデシュ国の他機関に対して、本調査で作成された成果品を示すとともに、有効利用を促す。
- 3) 本調査の成果品の利用者である政府機関及び教育機関からゲストを招待し、本調査の成果品の意義、具体的な利用方法の提案をしてもらうことにより他機関での本調査の成果品の有効利用を促進する。
- 4) SOB に対する他政府機関の要望を聞く機会を設けることにより、今後の SOB の活動の参考とする。

### 14.2 セミナーの開催

セミナーは下記の通りに実施された。

- 1) 日時 10:00~14:00、2004 年 7 月 26 日（月曜日）
- 2) 場所 ダッカ・シェラトン・ホテル、ボール・ルーム
- 3) セミナーの内容

第一部	オープニング・セレモニー 来賓の挨拶 機材の贈呈式 基調講演
第二部	本調査の内容に関する発表 質疑応答

### 14.3 参加者

本セミナーに約 80 の機関から約 180 名の人員が参加し、セミナーの発表内容・展示物等に関して参加者の大きな関心が寄せられた。また、多くのメディアにより本セミナーの内容が新聞等に紹介された。

## 第15章 成果品

### 交通のネットワークに関連する主題図

ダッカ市では道路、鉄道が主な交通手段であり、大縮尺地形図における道路データがインフラ管理に資する基盤データとして利用されることが期待される。下図は調査で作成した地形図を基に交通インフラに関する道路網と鉄道網について交通ルートと道路情報と、現在計画が予定されている社会インフラの情報についてデータをコンパイルして、地形図上に将来計画を主題図としてプロットしたものである。



ダッカ首都圏における交通インフラの現状



ダッカ首都圏における社会基盤整備の将来計画  
地下鉄計画、大規模交通整備、バイパス計画、堤防建設他

## 第15章 成果品

本調査は3年度に渡り実施された。各年度毎に作成された成果品は以下に示すとおりであった。

### 15.1 第1年次調査の成果品

第1年次調査における成果品は以下のとおりであった。

- 1) 航空写真撮影
  - 縮尺 1:20,000 航空写真ネガ・フィルム 1セット (1セットを先方政府へ)
  - 縮尺 1:20,000 航空写真ポジ・フィルム 1セット (1セットを先方政府へ)
  - 縮尺 1:20,000 航空写真密着焼き 1セット (1セットを先方政府へ)
- 2) 標定点測量
  - 標定点測量成果及び点の記 1セット (1セットを先方政府へ)
- 3) スキャニング
  - ポジ・フィルムのスキャニング (デジタル・データ化) 1セット  
(1セットを先方政府へ)
- 4) 報告書
  - インセプション・レポート (英文) 23部 (内、20部を先方政府へ)
  - 業務進捗報告書 (和文) 3部

### 15.2 第2年次調査の成果品

第2年次調査 (その1、及びその2) の主要な成果品は下記のとおりであった。

- 1) 報告書
  - プログレス・レポート 23部 (内、20部を先方政府へ)
  - インテリム・レポート 23部 (内、20部を先方政府へ)
  - ドラフト・ファイナル・レポート
    - メイン・レポート (英文) 30部 (内、20部を先方政府へ)
    - サマリー (英文) 30部 (内、20部を先方政府へ)
    - 和文要約 30部 (内、20部を先方政府へ)
- 2) 空中三角測量
  - 空中三角測量成果 1セット (1セットを先方政府へ)



- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| 3) 縮尺 1:5,000 地形図        |                         |
| - プリンティング・フィルム           | 1 セット (1 セットを先方政府へ)     |
| - PS 版                   | 1 セット (1 セットを先方政府へ)     |
| 4) デジタル・データ              |                         |
| - 縮尺 1:5,000 地形図データ・ファイル | 2 セット (2 セットを先方政府へ)     |
| - GIS 基盤データ              | 103 セット (100 セットを先方政府へ) |
| - 縮尺 1:50,000 オルソフォト・データ | 1 セット (1 セットを先方政府へ)     |
| - 縮尺 1:5,000 オルソフォト・データ  | 1 セット (1 セットを先方政府へ)     |
| - 航空写真デジタル・データ           | 1 セット (1 セットを先方政府へ)     |

### 15.3 第3年次調査の成果品

第3年次調査の主要な成果品は下記のとおりであった。

- |                |                               |
|----------------|-------------------------------|
| 1) ファイナルレポート   |                               |
| - メインレポート (英文) | 55 部 (内、50 部を先方政府へ)           |
| - サマリー (英文)    | 55 部 (内、50 部を先方政府へ)           |
| - 資料編 (英文)     | 55 部 (内、50 部を先方政府へ)           |
| - 和文要約         | 5 部                           |
| - CD-ROM       | 一式                            |
|                | メインレポート、サマリー、資料編を<br>電子化したもの) |

## 第 16 章 SOB に対する提言

### DCC の Ward マップ

DCC ( Dhaka City Corporation ) は、ダッカ市内の 90 ワードについて、建物、公共施設、ユーティリティも含む現場の実測調査によるマッピングに加えたユーティリティ調査を実施している。下図は、GIS データとしてコンパイルされた Ward マップである。

実測調査で作成されているためデータの完成度は高いが、調査データの管理を行うための大縮尺地形図と管理システムの導入が都市情報を扱うため要望されている。



## 第 16 章 測量局に対する提言

本調査の実施を通じて調査団としての SOB に対する提言を下記のとおりにとりまとめた。

### 16.1 各国における測量機関の位置付け

昨今の世界各国の政府測量機関の動向を見ると、以下の傾向を示している。

- 1) 先進国における政府測量機関は、かつては測量・地形図作成機関として位置付けされていたが、測量・地形図作成機関から計画・立案機関、またはデータの管理機関に移行してきている。測量・地形図作成等の実作業は民間機関への委託により実施される体制に移行している。
- 2) 開発途上国では政府測量機関が先進国と同様に測量・地形図作成機関から計画・立案機関に移行しようとしている国と、実施機関としての位置付けを維持している国に分かれてきている。実施機関から計画機関に移行としている国は主として中米諸国やアセアン諸国等で、その国内における民間測量機関の技術的能力、生産能力がある一定レベルに到達している国に多くその傾向が見られる。
- 3) 開発途上国でも、その国内に民間測量機関が発達しておらず、または、民間測量機関が存在しても技術的能力、生産能力に問題がある国では政府測量機関は測量・地形図作成の実施機関として位置付けされている。
- 4) 上記に述べた政府測量機関に関連する動向は、その国が大きな政府を目指すのか、小さな政府を目指すのかという国としての方針の問題である。これは、基本的には、政府予算の増加を見込めない経済状況下においては政府機関の作業効率の悪さが問題視されることとなり、より効率的な社会構造に移行しようとする力が働く結果と考えられる。

上記に述べた視点から見ると、バングラデシュ国の SOB は測量・地形図作成の実施機関として位置付けされている。また、バングラデシュ国における民間測量機関の現状を考えれば、航空写真測量を実施できる民間測量会社はないに等しいとともに、現在のバングラデシュ国における規定から、近い将来において航空写真測量が実施できる民間測量会社が育成されるとは考えにくい。

しかしながら、現在の SOB の問題点、特に、作業効率、経費、作業消化能力、人材育成を考えると、いつまでも SOB が測量・地形図作成の実施機関としての位置付けで良いのかどうかは疑問があるところである。

多くの先進国の政府測量機関は実施機関から計画・立案機関へ移行しており、一部の途上国においてもその流れが見られることから、バングラデシュ国においても SOB の将来の姿として実施機関から計画・立案機関への移行することになる事は避けられないと考えられる。

SOB を取り巻くバングラデシュ国における測量事情を考えると以下のことを中・長期的に考えていく必要があると言える。

- 1) SOB の政府機関としての役割・位置付けの明確化
- 2) SOB の中・長期計画の確立
- 3) 測量・地形図作成における SOB 以外の政府機関との協力体制の確立
- 4) 測量・地形図作成の計画立案・作業管理が出来る技術者の養成
- 5) バングラデシュ国における民間測量会社の育成
- 6) 人材教育
- 7) 人材流出の歯止め
- 8) SOB の内部技術移転の促進
- 9) 作業工程管理と品質管理

## 16.2 SOB の機構と業務内容

SOB の現状と実施すべき業務内容を整理するとともに、SOB の近い将来の姿を考えると以下の様になる。

### 16.2.1 航空写真撮影

バングラデシュ国における航空写真撮影の実績から考えて、毎年、航空写真撮影業務があるとは考えられない。また、航空写真撮影のための航空機、航空カメラを整備し、必要なパイロット、整備士を雇用してゆくには多大な経費が必要であり、ある一定量以上の作業量がないと現実的に無理である。従って、当分、航空写真撮影は必要に応じて外国の航空写真撮影会社に委託して実施するのが現実的な方法である。

### 16.2.2 写真処理

既に述べたとおり、SOB の写真処理機材はかなり老朽化しているとともに、メンテナンス経費の不足により多くの写真処理機材が故障のまま放置されている。一方、国防省規定に抛れば、バングラデシュ国で航空写真の現像処理を行うには SOB の写真処理施設、又は指定された施設以外では出来ないことになっており、当面、SOB の写真処理施設を破棄するわけにはいかない。

しかしながら、SOB の写真処理機材の現状を考えると現実に SOB の機材を利用して航空写真の現像、焼き付け、伸し写真作成が出来るとは言い難い。一方、航空写真測量のデジタル化に伴い、航空写真画像はスキャニングすることにより利用されるのが主流になってきたことから、写真処理施設に関しても今までの考えを改める時期に来ている。具体的には SOB の写真処理施設は以下の様にして運用してゆくべきであると考え。

- 1) バングラデシュ国国防省により航空写真の現像処理が SOB、または指定された場所以外では出来ないと規定されている以上、SOB から写真処理施設を無くすわけにはいかない。

- 2) 従って、最低限、航空写真フィルムの現像処理と密着焼き作成の為の機材は整備しておく必要がある。ただし、自動現像機の導入は航空写真撮影の作業量からみて、維持・管理に要する経費を考えると現実的には無理と判断される。
- 3) 一方、航空写真測量のデジタル化に伴い、航空写真画像もデジタルデータとして利用する事が多くなってきたこと、プロッターの性能向上から伸し写真・モザイク写真・オルソフォト等の作成において印画紙に焼き付けなくてもプロッターでの出力で十分に対処できるようになってきている。従って、引き伸し機等の機材は今後、重要ではなくなるので故障しているのであれば修理せずに、順次破棄してゆくべきである。
- 4) 従って、写真処理部門の人員数は最小限で十分である。

### 16.2.3 空中三角測量

航空写真測量を実施するには標定点の成果を利用して空中三角測量を実施する必要がある。GPS の発達により、航空機に GPS を搭載し、写真主点の座標値を計測しながら航空写真撮影を実施する GPS 航空写真撮影が現在の主流である。また、この技術により、空中三角測量に必要な標定点の点数を減少することが可能となっている。

GPS 航空写真撮影により計画コース上での航空機の運行、主点予定地での撮影が可能となったことから、コース間のギャップ、オーバーラップ・サイドラップ不足等の問題が生じないようになった。また、撮影標定図の作成等も自動で実施できるようになっている。

少ない標定点数で空中三角測量の精度を確保できる GPS 航空写真撮影のメリットを考えれば、今後の航空写真撮影はすべて GPS 航空写真撮影で実施されることは間違いない。しかしながら、SOB が空中三角測量を実施しようとした場合、SOB は以下に述べる問題点を解決しなければならない。

- 1) 本調査において空中三角測量を実施できる機材 (SocetSet) と必要なプログラムを導入したことから、機材とプログラムの面の問題は解決された。
- 2) しかしながら、SocetSet で空中三角測量を実施するためには航空写真のデジタル化が必要だが、SOB の航空写真用フィルム・スキャナーは故障しており、修理の目途がたっていない。また、このフィルム・スキャナーの修理に係る経費は相当に高価である。
- 3) SOB の現状を考えれば、毎年、何件もの空中三角測量を実施するとは考えられないので、空中三角測量の技術レベルを維持するのは難しいと考えられる。空中三角測量の精度は航空写真測量法による地形図作成の精度に大きな影響を及ぼすので、常に技術レベルを一定以上に維持している必要がある。

このような問題を考えると、SOB としては空中三角測量に関しては、航空写真撮影業務を外国の航空写真撮影会社に委託して実施する場合に以下の条件で発注することにより対処するのが当面の

間は現実的であると考える。

- 1) 撮影会社には以下の 3 種類の業務をまとめて発注する。
  - ・ GPS 航空写真撮影
  - ・ フィルムのスキャニング
  - ・ 空中三角測量
- 2) 空中三角測量は SOB が必要な標定点測量を実施し、撮影会社にその成果を供与することにより実施する。

SOB は当面の間はこのシステムで空中三角測量を含む航空写真撮影を実施してゆき、バングラデシュ国内における航空写真測量による地形図作成業務が増大し、SOB で空中三角測量を実施しても十分な作業量があるようになってきたら、SOB で空中三角測量を実施できるようになることがのぞまれる。その際には、SOB の故障しているフィルム・スキャナーを修理するのか、新しいフィルム・スキャナーを購入するのかの判断が求められる。

#### 16.2.4 測図

アナログ手法における地形図作成では測図部門により、スクライブ、製図等が実施されていたが、デジタル手法における地形図作成ではスクライブ、製図等の技術は不必要となってきた。地形図作成のデジタル化に伴い、必要とされる技術内容が変化してゆくのは当然である。SOB もその流れに従って、組織・人員構成を変更してゆくことが必要とされる。SOB の測図部門は今後、図面の検査部門に特化してゆくことが必要となる。

#### 16.2.5 デジタル・マッピング

SOB が今後の地形図作成業務をデジタル化に移行してゆくのであれば、現在、SOB が保有しているアナログ図化機の必要性は低下する。ただでさえ、故障したままでそのまま放置されているのであれば所有している価値はない。ただ、アナログ図化機は図化機の理論を勉強するにはわかりやすい機材であるので、現在故障していない 1 台を除いて破棄しても何ら問題はないと考える。

今後は、アナログ図化機に替わりデジタル図化機の導入を検討すべきであるが、デジタル図化機の値段は低下したとはいえども、まだまだ高価であるので長期的な導入計画を策定するとともに、実作業に必要な人員の育成計画を実施してゆくことが必要となる。このためには、SOB としての長期計画の策定がぜひとも必要となる。

既に Geoconcept で作成されている縮尺 1:50,000 地形図についてはマッピングデータの GIS データへの対応を考慮してデータを再構築することが必要である。SOB のこれまでの資産を継承するためにも図形構造を適正に処理してエラーのないデータを整備することが必要となる。

GIS の担当者は GIS ソフトの操作の他に広範囲な知識背景が必要で、数値図化、編集・記号化についても対応できることが求められる。図化、編集の担当者もデータ構造化に対応する理解と実務経

験が必要で、無駄のない正確なデータを供給するための技術レベルと品質管理が求められる。

#### 16.2.6 測地

SOB では活発に活動している部門であり、今後とも、2次～3次のGPS点網や水準点網を構築してゆく必要がある。これらの基準点測量と地形図作成の為の標定点測量には基本的な観測技術の差はないが、標定点測量においてはその観測地点を航空写真上に移写しなければならないという技術が要求される。

つまり、標定点測量はあくまでも空中三角測量で使用するための高さや平面位置を与えるための点を設定する測量であり、測量体系の基幹となる基準点測量と区別するためにも、精度と目的に合った航空写真測量の為の標定点測量作業規定の整備が必要となってくる。

また、標定点測量には刺針技術が不可欠であり、SOBの測地系技術者で刺針作業を確実に実施できる技術者は限られていることから、今後、SOBが中～大縮尺地形図作成を実施してゆくには測地系技術者にとって刺針技術の習得が要求されることになる。

一方、最近の測量機器の進歩に伴い、高価な機材と最新の計算・解析ソフトを使用すれば、誰にでも簡単に数値成果は取得できる。しかしながら、算出された数値成果が適切であるかどうかは技術者が判断しなければならないことである。このためにも各作業毎に精度管理や工程管理を実施してゆく必要があり、これらを実施できる中級技術者の育成が必要となる。

従って、今後の測地部門の技術者には以下の知識・経験が必要となってくる。

- 1) 写真判読技術
- 2) 地形図の判読技術
- 3) 刺針の技術
- 4) 大～中縮尺地形図の為の現地調査の技術
- 5) 精度管理、工程管理

#### 16.2.7 印刷

SOBでは測地部門と同様に活発に活動している部門であり、バングラデシュ国における地形図の利用の現状を考えると、地図印刷の仕事量が減少するとは考えにくい。しかしながら、地形図のデジタル化に伴い、提供されるデータが紙地図からデジタルデータに移行してゆくのが世界的な流れであり、バングラデシュ国においても将来的にはその方向に進むことはまちがいない。

その流れの中で、印刷部門がどのような内容の仕事を今後実施してゆくべきであるかを今のうちから考えてゆく必要がある。一例として、アトラスの作成・印刷、地理の教科書の作成・印刷・出版等はSOBと測量・地形図作成機関としての役割から今後実施してゆくべき仕事であると考えられる。

### 16.2.8 地形図・データ等の提供

これまで SOB は小縮尺地形図を作成してきたことからバングラデシュ国の他の機関と積極的な関係を構築しようとはしてこなかったように思われる。また、この傾向はバングラデシュ国の全ての政府機関において同様の傾向が見られる。

既に述べてきたとおり、中～大縮尺地形図作成は測量機関である SOB だけで実施できない内容を含んでいることから関係機関との連携・協力が不可欠である。また、作成された中～大縮尺地形図は各機関によって利用されてこそ作成する意義があり、利用されることにより新たな地区の中～大縮尺地形図作成や経年変化修正の要望が各機関から出てくることになる。

SOB は今後、バングラデシュ国の他の機関との連携を深める努力をするとともに、地形図・データの提供を担当している部門を強化し、他機関がより利用しやすい手続きに改めてゆく必要がある。

同時に、SOB としての利益を守るために地形図やデジタルデータの販売単価に関して見直しをすることも必要であるとともに、不正コピーに関して対処してゆくことが今後必要となってくる。

## 16.3 運営面の提言

### 16.3.1 長期計画の策定の必要性

測量技術が進歩した現在では、過去ほど基準点の整備や地形図作成に多大な経費と時間が必要とされなくなってきたが、それでもこれらの整備にかかる経費や時間は小さいものではない。また、GPS やデジタル・レベル、航空写真測量法によるデジタル地形図作成の普及は測量・地形図作成の効率化・精度向上をもたらした一方、これらの機材は電子機器であることから機材の保守管理に係る経費や、アナログ機材と比較して機材の耐用年数が短いことから機材あるいはソフトウェアの更新に必要な経費の増加等、測量・地形図作成に必要な間接経費の増大をもたらしている。

このような背景を考えると、SOB は、SOB が実施する測量・地形図作成の位置付け、バングラデシュ国における測量の基準や地形図の基本的な仕様、測量技術者の資格を規定する法令あるいは基準などを制定する努力を続けるとともに、今後 5 年ないし 10 年間に SOB が実施すべき測量・地形図作成事業の計画を策定し、ユーザー及び関連機関に提示するとともに、ユーザーや関連機関に対して SOB の事業計画を認知させてゆくことが重要と考えられる。

これにより、ユーザーは今後の基礎的な測量成果・地形図の完成時期を想定できるとともに、それらのデータを有効に活用することにより自らの計画を定めることができることになる。また、これにより、バングラデシュ国全体としては、これまで各省庁がバラバラに実施してきたデジタル地形データ、GIS データ作成の重複している経費の削減、各省が作成するデータの様式や仕様及び精度の統一、各省庁間でのデータの相互利用等のメリットが生じる。

一方、SOB はこの計画を基礎として中長期的な予算計画を作り、予算当局に要求してゆく際の基礎資料とすることができる。これにより、SOB は総合的な測量・地形図作成の調整や関係省庁間との



協力が可能となり、中・長期的な予算、人材、機材の確保、それらの効率的な活用をすることができる。

### 16.3.2 SOB の役割と関係機関との関係

バングラデシュ国では SOB が同国の国防省業務規定に基づき、基準点測量、水準測量、地形図作成等を実施しており、また、これらの測量成果の利用は本省の規定に従って実施されている。航空写真や地形図の利用に関しては国防上の理由から制限されており、バングラデシュ国政府機関または関連する公営企業が公文書を添えた予定書式で申請し、測量局長名で許可を受けた範囲での有償利用が原則となっている。

一方、バングラデシュ国の他省庁は地形図や航空写真の利用制限が厳しいことから、独自で簡便な方法（人工衛星画像や既存の地籍データ等）での地形図データの作成、作成した地形図データを基にして必要な GIS の構築をしている。このため、地形図データ作成の為の経費の重複、精度の不統一及びそれに起因する各省庁間でのデータの相互利用不可等の問題が生じている。

これらの問題を解消するために、バングラデシュ国政府及び SOB としては以下の対策を早急に取り組む必要があると考えられる。

- 1) バングラデシュ国政府は SOB を測量・地形図、及びデータ作成の計画・立案、及び供給機関として位置付ける。
- 2) SOB は測量・地形図の作成及びデータの供給機関として、必要とする機関の要望に従って必要なデータの供給に対する責任を負うものとする。
- 3) この目的の為に、現在の航空写真や地形図の利用制限を緩和することにより、これらのデータを必要とする機関によりデータが利用し易い制度を確立する。
- 4) 上記の目的の為に測量・地形図の作成・利用機関が定期的あるいは必要に応じて相互に情報や要望の交換ができる委員会等の場を設置する。
- 5) この委員会等の場において、バングラデシュ国における測量・地形図作成の中長期計画やバングラデシュ国における測量・地形図に関する各種標準等の検討もできるようにする。
- 6) バングラデシュ国の空間基盤データ整備に関連して国の基盤情報となる統計局の国勢調査における行政区分図、各管轄機関毎の行政区分図、選挙区及びこれらに關係する統計データについては地形図と同様に重要なデータリソースである。地理情報の標準化 (ISOTC211) への対応が世界的な動向として進行中である。

バングラデシュ国においては従来の地理情報の混乱を収束させるためにも情報の一元化が必要であり、政府機関、教育機関、民間を含めて標準化への第一歩を踏み出すことが必要

である。

### 16.3.3 メンテナンス予算の不足

SOBの予算の推移は項目2.3.3、表2.3.1に示すとおりである。過去5年間で人件費が多少増加している一方で、事業費は減少してきたが、2002～2003年度予算では多少回復してきている。SOBの予算で、特に問題として指摘できるのはメンテナンス経費が全体予算の中で占める割合、総額ともにごくわずかで、その伸びが全くないことである。

メンテナンス経費が機材の保守・整備だけのための予算であるのか、SOBのビル等の維持管理のために必要な経費までを含む予算であるのかは不明であるが、SOBの保有している資機材のメンテナンスの現状を見れば、明らかにSOBが保有している資機材のメンテナンスさえ満足で実施する予算が確保できていないのは明白である。

一方、現在の測量機器は電子機器化していることから、アナログ機材と比較してその耐用年数が短くなってきている。よって定期的な機材の更新、コンピューターやプロッターを多用することからソフトウェアの更新及び消耗品に係る経費の増大等、メンテナンスに必要な経費はアナログ機材を利用していた時代より増加する傾向にある。上記に述べた理由から、現在の測量機器を維持・管理してゆくためにはどうしてもメンテナンス経費の増加が必要と考えられる。

一方、メンテナンス経費は全て Bangladesh国内での執行に限定されていることから、海外のメーカー等に直接発注することができず、必ず国内のエージェントを通さなければならない仕組みになっている。

コンピューターのような汎用品の場合は Bangladesh国内に正規の代理店が存在するが、測量機器等の特殊な分野の製品に関しては、 Bangladesh国内に代理店がない場合がある。また、代理店が製品に対して十分な技術と経験を有している場合は良いが、輸入販売をするだけのエージェントとしての機能しか有していない場合はアフターサービスやメンテナンスが事実上不可能な状態となる。

また、輸入販売をする業者が Bangladesh国内にない場合は、修理部品の Bangladesh国内での調達が事実上不可能な状態になっている。この為に高額な機器が些細なトラブルで使用不能となり、修理が出来ないことから、そのまま放置されてしまう例が極めて多いことが指摘できる。SOBの以下の機材はこの理由による故障で修理されずに放置されている典型的な例である。

- |                                |    |
|--------------------------------|----|
| 1) デジタル・マッピング・セクションのプロッター      | 3台 |
| 2) デジタル・マッピング・セクションのUPS        |    |
| 3) デジタル・マッピング・セクションの写真測量用スキャナー | 1台 |
| 4) 写真処理施設の機材                   |    |

#### 16.3.4 データの提供と収入

本調査で実施したデジタル地形図・GIS のユーザーに対するヒアリング調査において、各機関の SOB が作成している地形図・デジタルデータ利用に関する主要な意見は以下のとおりである。

- 1) SOB の地形図・データを利用するための手続きが面倒で、かつ、手続きに時間がかかる。
- 2) SOB から提供される地形図・デジタルデータに座標値がないことから、利用に限界がある。
- 3) SOB が作成している地形図は主として小縮尺地形図であるが、他機関はもっと大縮尺地形図を希望している。

これらの理由から、バングラデシュ国の他機関は独自で自分達に必要な地形図を作成しているが、精度的問題、バングラデシュ国政府としては予算の重複の問題が生じていることから、早急に SOB からの地形図・デジタルデータの提供を推進してゆくことがバングラデシュ国全体の国益になると考える。この為に、現在の地形図・デジタルデータの提供・販売に関する各種の規定を見直すとともに、ユーザーがより利用し易い内容に改定すべきである。

SOB には当然ながら、地形図やデジタルデータの新規作成、修正、改定の業務を実施してゆくには作業量に見合った経費が必要となる。これらの経費は主としてバングラデシュ国政府から予算として毎年割り振られてくるが、各会計年度において想定されている作業量（例えば、地形図の印刷枚数、デジタルデータの複製・加工）を超える地形図やデジタルデータの提供を実施した場合は、最低限必要な経費（材料費、消耗品代等）はバングラデシュ国政府から追加予算として SOB に割り振られるシステムにすべきである。

#### 16.3.5 教育計画

SOB がその機能を発揮するには、今後、SOB の職員に以下の能力が必要とされる。

- 1) 上級職員には
  - ・ SOB の組織を維持・管理してゆく能力
  - ・ SOB の事業計画を立案・推進してゆく能力
  - ・ 測量、地形図作成の全般的な技術的問題に関して適切に判断する能力
  - ・ 基本的な測量、航空写真測量の知識
- 2) 中級職員には
  - ・ 具体的な作業における個々の技術的な問題に対して適切に判断する能力
  - ・ 個々の作業における作業チームを指揮・管理する能力
  - ・ 自分の担当している作業工程の前後の工程との技術的、工程的調整の能力
  - ・ 精度管理、工程管理の能力
  - ・ 全般的な測量、航空写真測量の知識

- 3) 下級職員には
  - ・各作業を実施する上において必要な技術的能力と経験
  - ・特に、航空写真と地形図の判読能力

本調査に参加した SOB の各職員の能力を評価すると、上級職員から下級職員の全部において、色々な面において必要とされる能力が不足していると判断できる。今後、SOB の職員においては下記の能力を向上させるべく研修計画を立案する必要がある。

- 1) 上級職員には  
今後の SOB の活動を考えれば、上級職員に要求される能力として一番必要なのは SOB の事業計画を立案・推進してゆく能力であると考えられる。

同時に、上級職員は SOB の事業を立案・推進してゆくに必要な測量・地形図作成の基本的な知識が不可欠であることも認識すべきである。本調査においても、明らかに上級技術者の基本的な技術的問題に対する判断力が不足している事が、調査の円滑な実施を阻害した面があったことは否めない。

- 2) 中級職員には  
中級職員に求められる能力で、一番不足しているのは、測量・航空写真測量に関する全般的な知識の不足である。特に、自分の実施している工程が前後の工程とどのような関係があるかの知識が決定的に不足している。この為に、個々の技術的問題の解決に適切な判断が出来ない原因となっている。

また、SOB の中級職員の問題として、中級職員の能力のバラツキが指摘できる。この能力のバラツキにより、成果品の精度、各作業班毎の作業工程のバラツキによる全体工程の遅延などの問題が生じる可能性が高いと指摘できる。

- 3) 下級職員には  
これまで SOB は本格的な航空写真測量による地形図作成を実施した経験がないことから、SOB の下級技術者の航空写真及び地形図の判読能力が極端に低いと言わざるを得ない。今後、SOB が航空写真測量法による中～大縮尺地形図作成を実施してゆくのであれば、下級技術者の航空写真及び地形図の判読能力を向上させる事が必須条件となってくる。

## 16.4 管理面の提言

### 16.4.1 ウイルス対策

世界がインターネットで連結された結果、コンピューターウイルスの被害は世界的な問題となっている。特に、途上国ではウイルス対策が取られていない場合が多いため、多くのコンピューターがウイルスに感染されていると考えられる。

地形図作成がアナログ手法であった時代においては、特に問題はなかったが、デジタルデータは一度破壊されると復旧が困難であることから、デジタル手法による地形図作成や各種データや文書がデジタルで作成されることが一般化するに従ってウイルス対策は重要となってきた。

現在の SOB ではデジタルデータのやり取りが SOB 内部でも、外部との間でもそれほど実施されていないことから、Virus の内部感染を除き問題は発生していないが、今後、SOB がデジタルデータのやり取りを外部と実施してゆくことが多くなるのであれば、SOB のコンピューターに関しても、今後、必要な Virus 対策を実施してゆくことが不可欠である。

SOB はコンピューターウイルスに対して以下の対策を講じる必要があると考えられる。

- 1) SOB 内の各コンピューターにウイルス対策ソフトを必ずインストールする。
- 2) ウイルス対策ソフトのパターンファイルを定期更新するため、ダイヤルアップ環境（外部への電話線、ダイヤルアップモデム、インターネット利用のプロバイダー）を用意して対応することが必要である。
- 3) ウイルス対策ソフトは定期的にバージョンアップを実施する。
- 4) デジタル図化、編集等の地形図作成に使用しているコンピューターをインターネットには連結しない。
- 5) 外部から入手したデータは必ずウイルスチェックを実施した後に利用する。

#### 16.4.2 デジタルデータのバックアップ

デジタルデータは一度破壊されると復旧が困難であることから、必ず、バックアップを取っておくことが必要となる。また、コンピューターのハードディスク及び CD-ROM には耐用年数があることに十分注意する必要がある。特に、CD-ROM の記録部分は紫外線に弱いことに注意する必要がある。

#### 16.4.3 ファイリング・システム

SOB には検潮の成果、基準点測量の成果、地形図の原図、地形図作成の中間成果等、測量・地形図作成に必要な各種のデータが保管されている。しかしながら、現状は必要なデータの保管場所がわからない、データが行方不明になる等の色々な問題を抱えている。

バングラデシュ国の雨期における高い湿度、乾期における埃、SOB のビルの空調の未整備、バングラデシュ国内において入手できる紙質等の問題から、紙ベースにおけるデータの長期保管には限度があると考えられる。

SOB が今後、地形図のデジタル化を推進してゆくのであれば、可能なデータはデジタル化して保管

するようにすべきである。その際には、必ずデータのバックアップ及びその履歴を取っておくことが必要とされる。

#### 16.4.4 PC のオペレーションシステムのマルチタスク対応

PC のオペレーションシステムは既存ソフトウェアの推奨バージョンを考慮すれば作業効率を良くする為にもシングルタスク対応の Window95、98 より最低限マルチタスク対応の WindowNT4.0 以降の Window2000、WindowXP へ移行することが望ましい。

SOB のデジタルマッピングセクションのサーバーは Window98 でネットワーク管理に十分に対応できない為、ネットワークのコミュニケーションを専門に管理するサーバーの設置が望ましい。

更に、UNIX のワークステーションについてはシステム起動、終了時に適正に処理することが故障を回避する上で不可欠な操作である。システム管理者はオペレーターが適正な処理を実施するように指導してゆくことが必要である。

#### 16.4.5 システム管理の強化

適正に PC を運用するためにはオペレーターが PC の基礎知識を保有し、正しい基本操作画ができるようにシステム管理者のオペレーターへの指導及び機材管理が必要である。PC の故障、ハードディスクのクラッシュを未然に防ぐためにもシステム管理を強化する事が必要である。

システム管理者はハードウェア管理 (PC、周辺機器、ネットワーク) のメンテナンス、トラブルシューティング、ソフトウェア管理、データバックアップ、ウイルス対策等を指導管理することが必要である。

### 16.5 技術面の提言

現在の SOB が抱える技術面の問題点とそれらに対する提言は、第 13 章「技術移転」にて述べたとおりであるが、再度とりまとめると以下のとおりとなる。

- 1) SOB がこれまで実施してきた小縮尺地形図の作成・修正は 2 次元によるデータの取得であり、3 次元によるデータ取得の経験がない。中～大縮尺地形図作成においては航空写真測量法による 3 次元によるデータ取得技術が不可欠である。
- 2) SOB の職員には航空写真測量の技術と地形図に対する基本的な理解が不足している。特に、小縮尺、中縮尺及び大縮尺地形図のそれぞれの特徴とそれら違いがを SOB が大縮尺地形図を今後とも作成してゆくのであれば明確に理解する必要がある。
- 3) SOB の上級職員には測量・地形図作成の知識は持っているが、実作業の経験が不足していることから、作業を実施する上で必要が問題点の把握、適切な解決方法の決定等が出来ない。従って、上級職員に航空写真測量の知識、実務経験が豊富な人員を配置することが必

要と考える。

- 4) 一方、SOB の中級及び下級職員は実作業の経験はあるが、その経験は狭い範囲の実作業の経験であり、その幅に広がりがない。また、地形図作成全体の知識がないことから、自分が実施している作業の前後の工程との関係、前工程からどのようなデータを引き継ぎ、自分が担当する工程でどのようにそのデータを加工し、次工程にどのようなデータを引き渡せば良いかが理解できていない。
- 5) 地形図作成がアナログ手法からデジタル手法に移行するに伴い発生する、必要な機材、要求される人材への転換が行われていない。このことは、必ずしも開発途上国でのみ生じている問題ではなく、日本国内でも同様の問題は過去に発生した。いずれにしても、近年の急速な技術の進歩（特にコンピューター関連技術の進歩）により、一つの技術や機材が陳腐化するまでの期間が以前と比較して格段に短くなってきている。SOB においても、機材を新しくするという事は、それに携わる人間の能力も変化してゆかなければならないことを理解して、今後の職員構成を考えてゆく必要がある。
- 6) SOB 職員全般においてコンピューターの基礎知識が不足している。この問題は上記項目 5) と関連するものであり、測量・地形図作成の技術もデジタル化されてきていることから SOB の職員の大半が必要最低限のコンピューターの基礎知識を持っているように人材の導入、教育等をしてゆく必要がある。
- 7) デジタル・マッピング・センターの機材故障の大部分の原因は機材の使用時の粗雑さにあると考えられる。SOB の職員に対して精密機械の取り扱い方を基本から教育しなおす必要がある。

ただでさえ少ない SOB のメンテナンス予算を考えると、予算を増やす前に、いかに故障を起させないかを理解させる事が第一歩であると考ええる。

## 16.6 早急に実施すべき事項

調査団として本調査終了後に SOB に早急に実施して欲しい事項は以下のとおりである。

### 16.6.1 残りの地域の縮尺 1:5,000 地形図の作成

本調査は 2002 年 11 月下旬に開始され、2004 年 7 月下旬に完了した。本調査において縮尺 1:5,000 デジタル地形図が 122 面 (569km<sup>2</sup>) にわたり作成されたが、航空写真撮影、標定点測量、空中三角測量は航空写真撮影範囲 (960km<sup>2</sup>) を対象として実施されている。

従って、本調査終了後、JICA より本調査の成果品を受領次第、SOB は残りの地域 (279km<sup>2</sup>) の縮尺 1:5,000 デジタル地形図を JICA より供与された機材を使用して作成できる状態になっている。

本調査で撮影された航空写真は 2003 年 1 月 3 日に撮影されたものであり、ダッカ首都圏は周辺部からの人口流入が激しい地域であり、経年変化も激しいことから本調査の成果品の有効利用の観点からも、SOB は早急に残りの地域の縮尺 1:5,000 デジタル地形図作成を実施することが望ましい。SOB が残りの地域の縮尺 1:5,000 デジタル地形図作成の計画を立案する際には下記の点に留意することが重要である。

- 1) 地形図・デジタルデータのユーザー機関と協議の上、縮尺 1:5,000 地形図作成地域の優先順位をつけ、その優先順位に従って地形図作成を実施してゆく計画を立案する。
- 2) 本調査で作成した縮尺 1:5,000 デジタル地形図は SOB にとって始めて実施した航空写真測量法（3 次元でのデータ取得）による中～大縮尺地形図であることから、多くの面で試行錯誤の結果であることは否定できない。残りの地域の地形図作成の計画を立案する前に、本調査の内容、作業実施方法等を再度検討し、本調査の経験を基により良い内容、実施方法を検討することが必要とされる。
- 3) 作業計画を立案するには、a) 予算、b) 必要な機材及び技術、c) 作業期間、d) 人的資源の 4 項目のバランスが取れていることが必要となる。これらのバランスが悪いと作業実施中に工期遅延、予算不足、精度不足等の問題が発生する。

#### 16.6.2 行政界の決定とデジタル地形図の修正

項目 3.11 「関係機関との行政界等に関する会議」において既に述べたとおり、関係機関との協議の結果、本調査において作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図には行政界は盛り込まれないこととなった。

しかしながら、各機関にとって正確な行政界のデータはぜひとも必要であり、今後、各機関が協力して正確な行政界を縮尺 1:5,000 デジタル地形図上に盛り込む作業を実施してゆくことでは基本的な合意は出来ている。

中～大縮尺地形図の作成には測量・地形図作成機関である SOB だけでは実施できない部分があり、特に、行政界や行政名等のデータの盛り込みには関係機関との協力が不可欠となる。

既に述べたとおり、大縮尺地形図は各機関に有効利用されることを第一の目的として作成するものであり、作成した後も各種の主題図の作成、経年変化修正等において SOB と関係機関との連携・協力が必要とされる。

また、このような関係機関との連携・協力関係を基盤として、本案件により作成された成果品を基にして今後どのようなデータを整備してゆくべきであるか、また、新規地区の中～大縮尺地形図作成の要請・計画等を各機関と協議しながら、SOB が関係機関の意見を代表してバングラデシュ政府に対して要請してゆくことがバングラデシュ国における測量機関である SOB の役割であると考えられる。



本件に関して、今後、SOB が実施しなければならないことは以下のとおりである。

- 1) 正確な行政界を縮尺 1:5,000 デジタル地形図上に盛り込むために、技術的な検討、予算の獲得、その作業を実施するために、SOB を中心として関係する機関との間で正式な委員会を立ち上げる。この委員会はバングラデシュ政府に正式に認知してもらうことが重要となる。
- 2) 第 2 回目の関係機関との会議の結果を踏まえて、SOB と関係機関との間で、どのようにしたら縮尺 1:5,000 デジタル地形図に必要な行政界を盛り込むことが出来るかの技術的な検討をする。この際、機関によって必要とされる行政界が異なることに留意する必要がある。
- 3) 技術的な検討の結果を踏まえて実施に必要な時間、経費、人員等の検討を実施し、具体的な実施計画を立てる。特に、どの程度の現地確認調査を実施する必要があるかの検討が重要となる。
- 4) また、現地確認調査を実施するために関係機関から現場立会いに必要な人員を派遣できるかどうかの確認が必要となる。
- 5) 上記の検討を踏まえて、具体的な実施計画と予算書を作成し、関係機関全部の意見として SOB が代表してバングラデシュ政府に対して予算請求する。または、バングラデシュ政府を通じて外国の技術援助を要請する。

#### 16.6.3 保有機材のメンテナンス計画の策定

既に何度も述べたとおり、SOB の保有機材、特にデジタル・マッピング・セクションと写真処理部門の機材のメンテナンス状況は危機的な状況を示している。SOB は保有機材の全てに関して機材の現況調査を実施し、メンテナンス計画を策定し、重要な機材から順次、機材の修理をしていかないと、非常に近い将来において SOB の業務に支障をきたす事は明白である。機材のメンテナンス計画を策定するには以下の項目を順次検討しながら作成することになる。

- 1) 各部署毎の保有機材一覧表の作成（機材名、購入年月日等）
- 2) 各機材の状態の調査
- 3) 機材が故障している場合はその状況（故障箇所、故障の状態等）
- 4) 修理に必要な経費の見積りと必要日数の調査
- 5) 修理の必要性の判断

#### 16.6.4 地形図、デジタル・データの利用の推進

国土全体をカバーする小縮尺地形図の作成・整備は国として実施すべき基本的な業務のひとつであり、国土全体を対象として整備することが第一目的であり、整備された後にそれが利活用されてゆくことになる。

一方、中～大縮尺地形図は主として都市部を対象として作成され、色々な機関が必要としていることから作成するのであり、整備することが第一目的ではなく、必要性が高いから整備するのである。従って、中～大縮尺地形図はユーザーに利用されて始めて作成する意義がある。

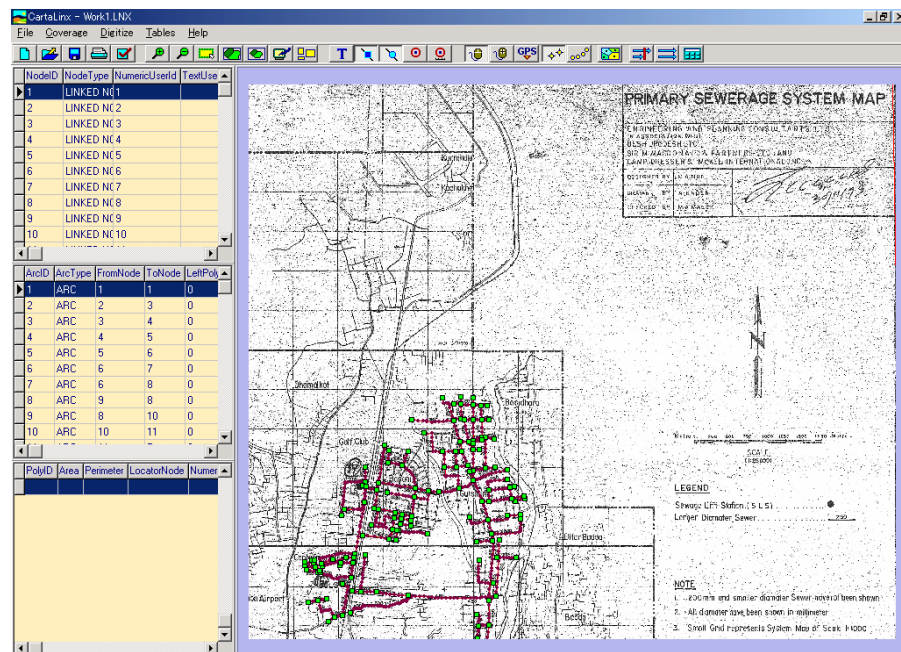
本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図も色々なユーザーに利用されて始めて作成した価値があったことになる。従って、SOB 内部に地形図やデータを保管しておくのではなく、他機関に対して積極的にその利用を促すのが SOB の役割であると考えている。

また、多くの他機関により本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図やデータが利用されるようになれば、バングラデシュ国政府機関のなかで、SOB の地形図作成・供給機関としての価値・評価が現在より高いものとなり、今後、SOB が中・長期計画を策定、予算の確保等の面において有益な方向に作用すると考える。SOB は本調査における成果品を利用して自分達の存在価値を積極的にバングラデシュ国政府や他機関に対してアピールしてゆくことが今後の SOB の発展に欠かせないと考える。

## 第17章 本調査で作成されたデータの利活用の提案

### 下水道の排水網についての主題図

下水道の整備は、上水道と同様に社会基盤整備における重要なテーマである。下水の管理では下水の排水に関するオペレーションと水質汚染を軽減させるための水処理が重要なテーマである。施設管理の視点では下水管の老朽化と漏水に伴う水質汚染対策、環境に配慮した水処理施設の改善、排水のオペレーションの改善も含めた施設のメンテナンスに関するリハビリテーションも重要なポイントである。下水管の配置計画においては地形縦断が重要な情報である。図面はダッカ市内における下水管の分布をベースマップにコンパイルし主題図を作成したものである。現在の状況は下水道施設が不十分であり、都市開発に下水整備が追いつかず、整備が急務な課題である。大縮尺地図は上水の施設管理とリハビリ同様に地理情報の利活用が期待される。



## 第 17 章 本調査で作成されたデータの利活用の提案

地形図の種類とその特徴、SOB と地形図データの利用者との関係をとりとめるとともに、本調査で作成された地形図データをどのようにして利活用していったらよいのかの具体的な例をあげて調査団としての提案を下記のとおりにまとめてみた。

ただし、これらの提案は一般的な状況を想定して提案したものであり、具体的に利用するまえには案件毎に、案件の目的、利用方法、実施方法等の詳細を検討し、具体的な実施計画案を作成する必要がある。

### 17.1 地形図の分類と作成目的

地形図の分類には色々な考え方があるが、以下の 2 種類の分類方法が一般的な地形図の分類方法である。

- 1) 地形図の縮尺による分類
- 2) 地形図の目的による分類

地形図の縮尺による分類は国や人によりその定義が異なるが、一つの分類として以下の様に分類される。

- |           |                                   |
|-----------|-----------------------------------|
| 1) 小縮尺地形図 | 一般的には縮尺が 1:10,000 より小縮尺の地形図       |
| 2) 中縮尺地形図 | 一般的には縮尺が 1:10,000 から 1:2,500 の地形図 |
| 3) 大縮尺地形図 | 一般的には縮尺が 1:2,500 より大縮尺の地形図        |

また、地形図の作成目的から分類すると以下の様に分類するのが一般的である。

- |        |   |
|--------|---|
| 1) 一般図 | 基本図とも称され、各種の地図の基礎となる地図                    |
| 2) 目的図 | 各種の主題図等で目的に応じて作成される地図、一般図を利用して作成されることが多い。 |

この関係を図で示すと図 17.1.1 「地形図の分類」に示すとおりとなる

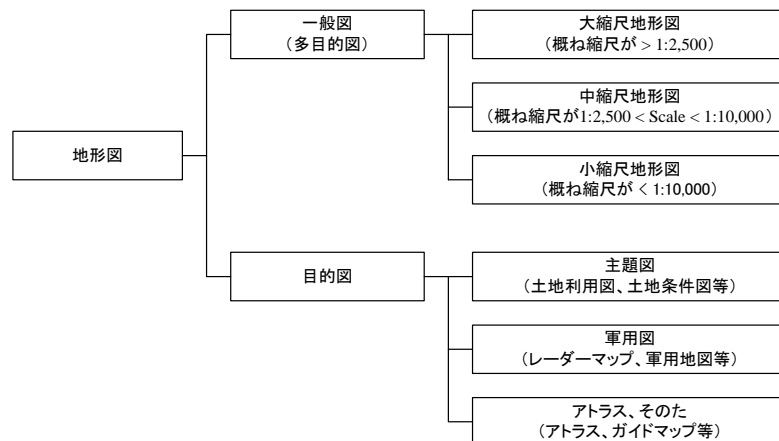


図 17.1.1 「地形図の分類」

一般図の中でも縮尺 1:25,000、あるいは 1:50,000 地形図は国土基本図（縮尺は各国の測量機関により決定されている）とも称され、国土全体を同一縮尺、同一精度でカバーする基礎となる地形図である。 Bangladesh 国ではこの国土基本図を縮尺 1:50,000 地形図としている。

国土基本図は同一縮尺、同一精度で国土全体をカバーし、かつ、常に整備し、必要に応じて修正、改定しておくことに重点がおかれ、国として実施しなければならない基本的な業務の一つである。一方、中縮尺から大縮尺の一般図は縮尺が大きいことから、国土全域をカバーするには多くの面数が必要となり、整備に多大な時間と経費がかかることから、主として人間による経済活動が活発な都市部を対象として作成される。

つまり、小縮尺の国土基本図は国土全域を対象として整備することに重点が置かれる一方、中～大縮尺の基本図は主として都市部を対象として各種の計画や政策決定のための基礎情報として利用されることを主眼として作成されるといえる。つまり、中～大縮尺基本図は作成することが最終目的ではなく、作成された地形図が色々なユーザーに有効利用されることが最終目的であると言っても良い。

本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図データは、上記に述べた視点から見ると中縮尺の一般図であり、その最終目的は当然のことながら多くのユーザーに有効利用されることであり、有効利用されて始めて本調査でダッカ市首都圏の縮尺 1:5,000 デジタル地形図を作成した価値があると言える。

上記に述べた観点から本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図データ及び GIS 基盤データの今後の有効利用の為の具体的な例を考察してみる。

## 17.2 地形図の利用形態

地形図の利用形態を地形図の製作者とその利用者の関係から考えると以下の3通りの利用形態があ

ることがわかる。

### 1) 地形図を直接利用する

項目 17.1「地形図の種類と作成目的」で述べた基本図としての利用の仕方であり、地形図をそのまま何の加工をしないで利用する方法であり、一般的には印刷図を販売するという方法が取られる。

この場合、地形図製作者は印刷図として地形図をユーザーに提供し、ユーザーも現状の地形図を利用するには基本的には地形図の内容そのものには手を加えないことになる。

### 2) 地形図を目的別主題図の基図として利用する

項目 17.1「地形図の分類と作成目的」で述べた目的図を作成するための基図として地形図を利用する方法であり、一般的には印刷図を販売するという方法が取られる。

この場合、地形図製作者が目的図作成に必要なデータを収集し、それらのデータを地形図に付加・加工することにより土地利用図・土地条件図、ガイドマップ等を作成し、一般的には印刷図としてユーザーに提供することになる。ユーザーは提供された主題図等をそのまま利用し、独自の加工をするわけではない。

### 3) ユーザーが自分でデジタル地形図を加工して必要な独自のデータを作成する

地形図製作者はユーザーに対して地形図のデジタル・データを販売・配布するとともに、ユーザーは自分自身の目的のために必要な追加データを収集し、収集したデータを基にして地形図製作者から提供されたデジタル地形図データを利用してユーザーの目的に合ったデータを作成することになり、一般的には GIS データとして加工されることからデータの内容そのものを加工することとなる。

この場合、地形図製作者はデジタル地形図データの供給者としての立場であり、地形図製作者の役割としてデジタル地形図データの修正・改定、円滑な供給をすることが求められる。一方、ユーザーは提供されたデジタル地形図データを自分自身の予算、技術で加工・利用することが求められることから、ユーザー自体がある一定以上の技術力、機材、人員、予算を常に確保していくことが要求される。

上記の 1)及び 2)における地形図製作者はデータの製作者であるとともに供給者の立場であり、ユーザーは提供された地図やデータをそのまま利用することからデータの作成・加工の視点から見ると消極的利用者である。

3)における地図製作者の立場はデータの作成者としての立場よりデータの供給者としての立場が強く、地図製作者に求められるのはどちらかといえば新しいデータを作成するのではなく、今あるデータの維持・管理を継続的に実施していくことが求められる。一方、ユーザーは 1)及び 2)における立場と異なり、自分自身がデータの加工者としての立場であり、データの積極的利用者として位置

付けられる。これらのことをとりまとめると、下記の表に示すとおりとなる。

表 17.2.1 「地形図の利用形態」

地形図の利用形態	地形図製作者 (SOB)	利用者
1) 地形図を直接利用する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・これまでの SOB の業務。</li> <li>・地形図データの作成と供給の立場</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自身での地形図データの加工はない。</li> <li>・消極的利用。</li> </ul>
2) 地形図を目的別主題図の基図として利用する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・これまでの SOB の業務。</li> <li>・地形図データの加工と供給の立場。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自身での地形図データの加工はない。</li> <li>・消極的利用。</li> </ul>
3) ユーザーが自分でデジタル地形図データを加工して必要なデータを作成する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地形図データの提供としての立場。</li> <li>・継続的なデータの維持・管理が要求される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自身で地形図データの加工をする。</li> <li>・利用者に一定以上の技術的能力、設備、人員、予算等が要求される。</li> <li>・積極的利用。</li> </ul>

### 17.3 地形図の製作者と利用者の関係

上記に述べた利用形態のうち、「1. 地形図をそのまま地形図として利用する」形態は地形図の利用形態としては一番単純な方法であり、主たる利用者と考えられるのは個人であり、政府機関や大学、各種の調査団等が組織的に利用する形態ではない。

一方、「2. 地形図を目的図等に加工するための基図として利用する」形態は地形図の製作者が同時にデータを加工する利用者でもあり、加工されたデータ（主題図）を利用する個人や機関が別に存在することになり 1) より地形図の製作者と利用者の関係が複雑になる。

また、場合により、地形図の製作者が別の機関にデータ加工を依頼・発注し、その機関が加工したデータ（主題図）を提供・販売する方法がとられる場合もある。いずれにしても、主たる利用者と考えられるのは個人であり、政府機関や大学、各種の調査団が組織的に利用する形態ではない。

「3. 利用者が自分でデジタル地形図を加工して必要なデータを作成する」形態は、主たる利用者は個人ではなく、政府機関、大学、研究機関、各種の調査団等により組織的に利用される形態である。

これらの関係をとりまとめると以下の様な関係となる。

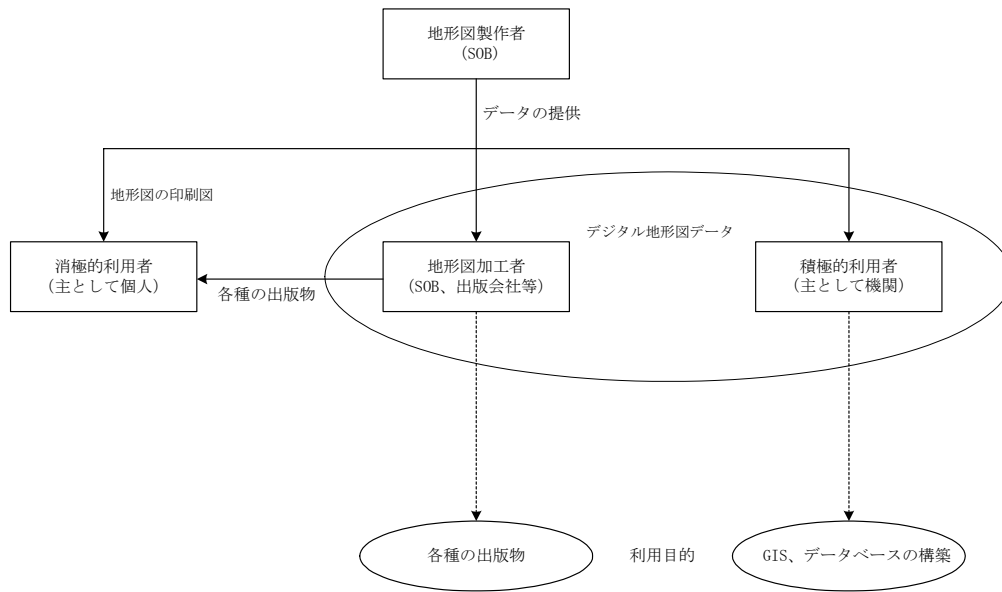


図 17.3.1 「地形図製作者と利用者の関係」

#### 17.4 想定される利用機関

地形図作成と利用者の3つの関係から、消極的利用者のケースを除き、他の2ケースの場合における具体的な地形図等のデータの提供形態を想定すると以下の様に考えられる。

- 1) SOB が自らガイドマップ、土地利用図等を作成して利用者に提供する。
- 2) SOB が基礎データとして地形図データを加工者に提供して、加工者がガイドマップ、土地利用図等を作成して販売する。現在は The Mappa Ltd.がダッカ市やチッタゴン市のガイド・マップ等を発行している。
- 3) 研究所、機関等が SOB からデジタル地形図データの提供を受け、このデータを基にして各機関が必要とする GIS やデータベースを構築する。

ここでは、上記のうち、3)の場合におけるバングラデシュ国内の機関を想定してみる。第4章で述べた SOB によるアンケート調査及び調査団が実施したインタビュー調査の結果及び本調査を実施中に調査団が接触したバングラデシュ国の他の政府機関との協議内容から、ダッカ首都圏の行政を担当しているダッカ市役所、道路局をはじめとして多くの機関が本調査の成果品を自分の機関の仕事に利用したいと考えていることが判明している。

本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図データと GIS 基盤データを有効利用するには、本調査で作成されたデータの内容を基にして、目的に応じて必要な追加データの種類と収集方法、収集されたデータの加工方法等を検討する必要がある。



具体的な方法は以下の手順になる。

- 1) 作成されたデータを利用しようとする案件における使用目的の明確化
- 2) 案件の目的から判断される必要データの明確化
- 3) 必要とされる追加データの内容の検討
- 4) 追加データの収集方法
- 5) データの加工方法と作成する主題図、システム等の検討

## 17.5 具体的な利用案

### 17.5.1 共通利用可能データの整備

一般的に、各種の開発計画の策定をする際に必要とされるデータの内容を検討していくと、いずれの開発計画においても必要とされる共通するデータが存在する。非常に特殊な開発計画を除外すれば以下の 4 種類のデータは各種の開発計画の策定に必要な共通データと考えられる。

この 4 項目のデータは各種の開発計画の策定の為の基礎的な資料であり、実際の計画実施ではこれ以外に多くのデータが必要とされる。

本調査の成果品を各種開発計画に利用するためには、まず、下記のデータを収集し GIS データ化するのが最初のステップであるとする。

#### 1) 統計データ

各行政区分毎の面積、住民数等の統計データは各種の開発計画作成の際の基礎資料として広く利用されている。行政界と人口統計、面積等をリンクさせた GIS データは各種の開発計画の初期段階で使用される基本的なデータである。

#### 2) 土地利用

各種の開発計画を策定するには現在の土地利用状況を把握する必要がある。ただし、土地利用区分は目的とする開発計画によって多少異なる事に注意する必要がある。

#### 3) 土地条件

開発計画の対象地域の土地条件も基礎情報として最低限必要なデータである。特に、ダッカ市のような毎年洪水災害が生じる極端な平坦地や、土砂災害が発生し易い山間部等においては土地条件が開発計画の策定に重要なデータとなる。

#### 4) 社会条件

開発途上国の首都圏における各種の開発計画を策定する際には、その国固有の社会条件を考慮する必要がある。特に、地域毎の貧富の差は各種の開発計画を策定するときに考慮しなければならない要因となる。

上記に述べた 4 項目のデータは各種開発計画においてある程度共通利用することが可能であることから、各々の機関がそれぞれ作成するのではなく、ある機関が作成したものを他機関に配布することにより、無駄な経費を削減すべきである。

上記の 4 項目のデータ以外に具体的な案件で本調査の成果品をどのように利用するかを考えると概ね以下のとおりである。

### 17.5.2 廃棄物処理計画への利用

これまで廃棄物処理計画に GIS を利用した例はあまりないように思われる。しかしながら、ダッカ市首都圏における廃棄物処理計画への利用を考えると、以下のような GIS データが有効であると考えられる。

#### 1) 土地利用

当然のことながら、住宅地と工業地帯では出されるゴミの種類、排出量が異なることから、土地利用から発生するゴミの内容を区分することが必要になる。他機関で既に土地利用データが作成されていれば、そのデータを入手利用することになるが、土地利用区分は目的により多少異なることに注意する必要がある。

#### 2) 社会条件

ダッカ首都圏では経済的に裕福な地域ほど、発生するゴミの量は多いと考えられる。従って住民の経済状況から見た区分によりゴミの発生量の推定が必要になる。本調査の成果品である GIS 基盤データを基にして、必要なら現地調査を実施し、住民の経済状況を反映した社会条件区分図を作成することが必要になる。

#### 3) 人口数

経済状況や土地利用状況が同一であれば、ゴミの発生量は住民数に比例するはずであることから、何らかの単位（行政単位、またはゴミ収集単位）毎の人口数がゴミの発生量の推定に必要となる。

基礎的な人口統計は統計局の資料で出ているが、必ずしも、正確なものとは考えられない。従って、基本的には各地域ごとに家の数とそのタイプを数えて、ある係数をかけることにより、その地域の人口数を推定し、その結果と統計資料を比較検討することが必要となる。

#### 4) ゴミの収集地点、収集ルート

ゴミの効率的な回収を考えるためには、ゴミの回収ルートの検討が必要と考えられる。これには、ゴミ回収車が通行可能（道路幅）かどうか、交通規制等のデータを収集し、GIS データとして加工することが必要となる。

### 17.5.3 下水道計画及び管理への利用

日本国内においては、下水道計画及び管理のために既に GIS が利用されており、必要なシステムも

完成されている。基本的にはこれらの既存のシステムを利用すれば、システム面だけを考えれば、ダッカ市における下水道計画及び管理のためのGISを構築するのは難しくはない。

GIS構築には既存の下水道の配管網データが必要となるが、この配管網の既存データの信頼度と位置精度が問題となってくる。この配管網を現地で確認していくことが必要となってくるとその作業量は膨大なものになる可能性がある。

#### 17.5.4 上水道計画及び管理への利用

日本国内においては、上水道計画及び管理のために既にGISが利用されており、必要なシステムも作成されている。下水道と同様にシステムだけを考えれば日本の既存のシステムを応用すれば、システム面においてはダッカ市における下水道計画及び管理のためのGISを構築するのは難しくはない。

下水道と同様に既存の上水道の配管網データが必要となるが、この配管網の既存データの信頼度と位置精度が問題となってくる。この配管網を現地で確認していくことが必要となってくるとその作業量は膨大なものになる可能性がある。

#### 17.5.5 都市計画への利用

都市計画と言っても範囲が広くあいまいであるが、ここでは土地利用計画、居住環境整備、公園緑化、道路計画、住民管理、税務管理、行政サービス、都市防災（水害、地震）等を想定してみる。

都市計画の策定に必要最低限のデータとしては、まず、項17.3に述べた4つのデータを整備することから始めることになると考えられる。

その他のデータとして、社会基盤データ（病院、学校、モスク、上下水道管網、ガス管網、送電線網、排水ポンプ等）のデータが必要となってくると考えられる。これらのデータのうちあるものは既に作成されていたり、他の案件で近い将来に整備されることが十分に考えられる。

都市計画への利用を考える場合、他の開発案件と異なり必要とされるデータの範囲が広く、その内容を絞り込むことは容易でない。

従って、ダッカ市首都圏の都市計画のために必要なGISデータを作成しようとした場合は、まず利用可能なデータの調査を実施することになると考えられる。

#### 17.5.6 土地管理への利用

土地管理の基本は土地台帳を整備することから始まると考えられる。これには一般に地籍測量と呼ばれる地上測量法により各所有地の寸法が計測され、面積が算出されたデータを整備することになる。

最近ではコンピューターを利用して、各所有地毎のデータを整理していくことが途上国でも実施されてきている。各所有地毎のデータを整理するためには全体を表示し、その所有地がどこにあるかを

示すデジタル地形図が必要となる。このデジタル地形図上で所有地の境界を示すことにより、各所有地のセルに地籍測量のデータを属性情報として添付することになる。

このような地形図の縮尺としては 1:1,000~1:2,000 程度の縮尺が各家を明確に描画できることから適切な縮尺と考えられる。この目的の場合、地形図としての高さの情報（または精度）は必要ないとともに、平面位置の精度も本来の縮尺 1:1,000~1:2,000 地形図の精度は不要である。また、記号や注記等は基本的には不要な情報である。

本調査で作成されたデジタル地形図の縮尺は 1:5,000 であり、この目的のためには少し縮尺が小さいと言わざると得ない。デジタル・データなので拡大して使用することは可能であるが、基本的にはデジタル地形図といえども、拡大しても地形図の持つ精度が上がるものではないことを理解してうえで使用することが重要である。

従って、本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図を土地台帳の整備に利用しようとするのはかなり縮尺的に無理がある。バングラデシュ国政府が本格的に土地台帳の整備をしようとするのであれば、縮尺 1:1,000~1:2,000 デジタル地形図の新規作成が必要となる。ただし、縮尺 1:1,000~1:2,000 デジタル地形図作成の計画立案には本調査で作成した縮尺 1:5,000 デジタル地形図は有用である。

#### 17.5.7 洪水対策への利用

洪水対策に本調査の成果品を利用しようとした場合、一番問題となるのが高さの精度である。本調査により作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図の等高線間隔は 2.0m であり、洪水対策を立案しようとする人はおそらく 0.5m 以下の等高線を期待していると考えられる。

確かに、ダッカ市首都圏を取り巻く地形を見れば 0.5m 以下の等高線が必要だと言う主張も理解は出来るが、航空写真測量法により 0.5m 以下の正確な等高線を描画するには、本調査における各種の設定（航空写真の縮尺、作成する図面の縮尺、標定点の点数、水準測量路線の密度等）を大幅に変更する必要があるが、本調査では対応することが出来なかった。

従って、本調査の成果品を洪水対策に利用するには、まず、以下の調査を実施して縮尺 1:5,000 デジタル地形図の高さの精度を向上させることが第一歩の作業（地形補備測量）になる。

- 1) 既存の水準点を利用して簡易水準測量を実施する。
- 2) 簡易水準測量を実施中に可能な限りレベリング点を取得する。可能であれば 100m 四方に 1 点程度の割合が好ましい。レベリング点は道路上だけでなく、道路の以外の点も重要となる。
- 3) 取得されたレベリング点は縮尺 1:5,000 デジタル地形図の上に刺針する。

- 4) 縮尺 1:5,000 デジタル地形図に刺針されたレベリング点の標高値を表示するとともに、これらの標高値を基にして縮尺 1:5,000 の等高線を必要により修正する。ダッカ首都圏の地形は極端に平坦なので、0.5m の等高線を描画するのは縮尺が 1:5,000 では物理的に難しいかも知れない。
- 5) 上記の作業と平行して、洪水時の冠水地域の聞き取り調査と最大洪水水面の標高値を付近の水準点から水準測量により決定し、その結果を縮尺 1:5,000 地形図上に表示していく現地調査を実施する。

また、洪水対策を実施する上において、本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図を利用して、以下の様な調査を実施する事が有効であると考えられる。

- 1) 洪水時の状況を把握するために洪水時の衛星画像データを取得して、水没地域を衛星画像から縮尺 1:5,000 デジタル地形図に落とすことにより洪水による水没地域の推定をする。
- 2) 現地で住民に対して洪水時の水位の聞き取り調査を実施し、その高さを付近の水準点から簡易水準測量により決定することにより、洪水時の水位の絶対標高値を決定する。同時に、その位置と標高値を縮尺 1:5,000 デジタル地形図に展開することにより洪水による水没地域の推定をする。この結果は上記 1)の結果と比較検討することにより、より正確な洪水による水没地域の推定が可能となる。
- 3) デジタル地形図データを作成する際に作成した DTM、または等高線と単点を利用して水位の上昇につれ水没地域がどのように広がっていくかのシミュレーションをすることが可能となる。ただし、DTM を利用する場合は、ビルや家屋のある地点は屋上の高さが取得されているので、これらの地点の DTM データを事前に削除することが必要となる。
- 4) ダッカ市首都圏は大河の河口に広がった沖積平野であることから、標高差が非常に小さく、自然堤防や人工堤防、道路、排水ポンプ等が排水条件を左右しているため、これらに注目した土地条件図の作成が洪水対策の計画に有用となる。ダッカ市は Padma River の河口から約 220km 上流に位置しているが標高値が低いことから潮位の影響を受けている。このため、ダッカ市を取り囲む形で堤防が構築されているが、標高値が低いことから排水はポンプに依存しているため、排水ポンプの位置と性能、台数等のデータを加味した土地条件図が排水計画に役立つと考えられる。
- 5) 降雨量、河川流量、蒸発量、浸透量、流入量、流域面積、下水や排水路等のデータが入手できれば正確な縮尺 1:5,000 デジタル地形図があることから、洪水時の水位変動のシミュレーションが可能となるはずである。ただし、ダッカ市首都圏における洪水はヒマラヤ山脈の雪解け水による河川の水位上昇と、雨期における降雨の排水不良による洪水の 2 要素から構成されているので水位変動のシミュレーションは単純なモデルでは実施できない。

### 17.5.8 道路・交通対策への利用

交通渋滞を緩和するためのフライ・オーバー等の計画や新規道路の建設計画には縮尺 1:5,000 デジタル地形図をそのまま地形図として利用することになる。

一方、交通渋滞を解消するためには、交差点の付近にバス停があるなど、ダッカ市内の交通体系をもう一度見直すことが必要と思われる。このためには、現在の交通規制、交通渋滞の原因となっているバス停の位置の変更やリキシャの溜まり場の変更を計画してゆくことが必要になる。

Dhaka Transport Co-ordination Board (DTCB)がダッカ市首都圏の交通インフラに関する計画を立案しており、そのために詳細な中～大縮尺デジタル地形図とGISデータの必要性を指摘している。DTCBが管轄している範囲は本調査における縮尺 1:5,000 デジタル地形図作成範囲を含むダッカ市とその周辺地域の合計 1,542km<sup>2</sup>である。

DTCB としては本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図を基にして、道路幅員、道路延長、道路タイプ、橋・カルバート等の情報、バス停の位置、交通規制等の情報を付加した道路に関するGIS データを作成するのが第一歩であると考ええる。

### 17.5.9 警察行政への利用

警察行政に対する本調査の成果品の利活用を考えると都市計画、土地管理と同様に、住民管理、警察施設の管理、犯罪履歴管理、免許管理等の面に応用が出来ると考えられる。また、警察行政への本成果品の利活用では、特に、土地情報、地籍情報、住民情報とのデータの連結が求められると考えられる。

警察行政に対する本調査の成果品の利活用の第一段階として以下のデータを整備すべきと考ええる。

#### 1) 警察署の管轄区域図の作成

各警察署の管轄区域図が整備されていないことから、交通事故や犯罪があったときにどちらの警察署の管轄であるかでもめるケースがあるとの事から、本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図を利用して各警察署の位置とその管轄区域図を作成するのが最初の仕事になると考える。

#### 2) 交通規制のデータベース

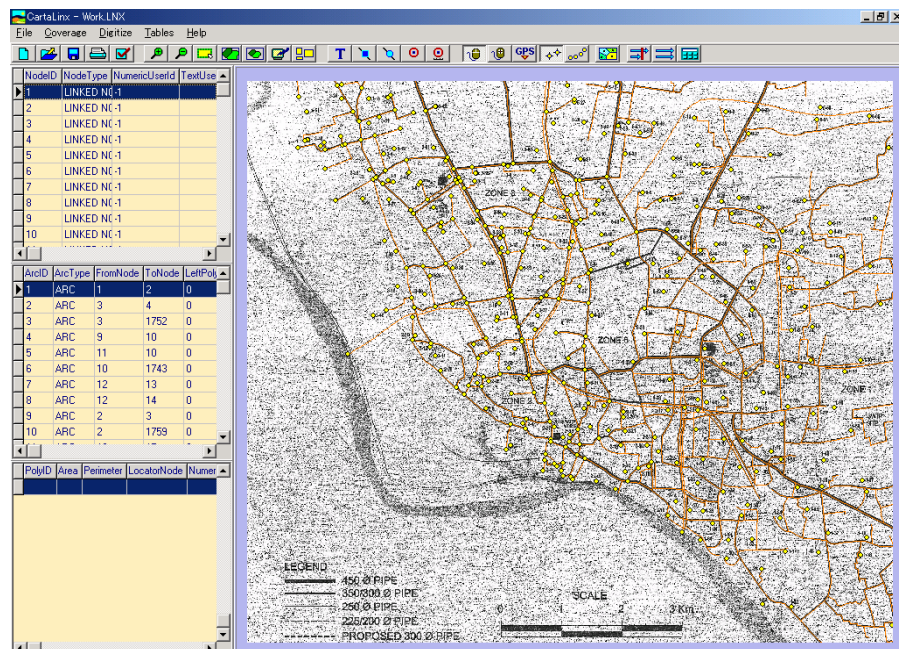
交通渋滞の原因の一つとして不適切な交通規制(右折、左折、Uターン等)が考えられる。従って、本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図を利用して、各種の交通規制の情報を盛り込んだデータベースを作成し、より最適な交通規制を検討するのが次の仕事になると考える。

## 第18章 結論

### 上水道の給水網についての主題図

上水道の整備は社会基盤整備における重要なテーマである。都市給水では将来の水需要予測を考慮し、飲料水の安定供給とオペレーションが重要なテーマである。施設管理の視点では水道管の老朽化に伴う水質劣化の改善と漏水の問題への対応、給水のオペレーションの改善も含めた施設のメンテナンスに関するリハビリテーションも重要なポイントである。

図面はダッカ市内における上水道の給水のメインパイプの管網図をベースマップにコンパイルしたものである。データの属性は管径を扱い、管網のネットワークを地形図上へ主題図としてコンパイルしたものである。大縮尺地図は上水の施設管理とリハビリにおいても地理情報の利活用が期待される。



## 第 18 章 結論

本調査は 2002 年 11 月下旬から 2004 年 7 月上旬までの約 21 ヶ月にわたり、調査団と SOB のカウンターパートとの共同作業で実施された。特に、標定点測量と現地調査に関しては SOB のカウンターパートが主体となって実施された。また、第 2 年次調査の後半は JICA から供与された機材を使用して航空写真測量法による縮尺 1:5,000 デジタル地形図作成及び GIS 基盤データの技術移転が実施された。

SOB はこれまで航空写真測量法による中～大縮尺地形図作成を実施した経験がなく、本調査が最初の経験であった。このため、SOB がこれまで実施してきた小縮尺地形図作成と中～大縮尺地形図作成の内容が異なる事を理解するのに時間がかかった。

特に、中～大縮尺地形図作成においては小縮尺地形図作成においては問題とならない微妙な問題を含んでいることを理解する必要がある。特に、行政界、及び行政名に関しては、小縮尺地形図では編纂図であることからその平面位置の精度はそれほど問題とならないが、中～大縮尺地形図の場合はその平面位置の精度が大きな問題となってくる。本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図は基本的には道路は実寸で、家屋は一軒毎に描画されていることから、行政界を縮尺 1:5,000 デジタル地形図上に描画する際には慎重な対処が必要とされる。

本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図は SOB にとって始めて作成する中～大縮尺地形図であることから、最初から完璧なものを作成することは困難なことは言うまでもない。従って、本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図は SOB にとってプロトタイプの中～大縮尺地形図として理解すべきである。

作成された縮尺 1:5,000 地形図はデジタルデータであることから修正をすることは容易であり、今後、SOB は本調査で実施した縮尺 1:5,000 デジタル地形図作成の経験を基にして、よりバングラデシュ国の現状に即した内容、作業実施方法を考えながら、作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図のバージョンアップをしてゆくことが必要である。これにより SOB の中～大縮尺地形図作成の技術力を維持・向上する事が可能となる。

日本の文化・技術・伝統芸能の世界では古くから「守」、「破」、「離」というひとつのプロセスが作用してきた。「守」とは徹底的に学ぶという意味であり、基本テクニックをそのまま模倣することで学ぶ。次にその基本テクニック（伝統とも表現できる）を破壊する「破」の段階にいたるのだが、古い形式と技術を壊す破壊によって、最後に学んだところから離脱する「離」の独創的なものを確立する最終段階に至ることになる。

日本では古来より、この「守・破・離」という三段階のプロセスを経て、外国から輸入した技術をオリジナルを凌駕する独自の技術に発展させてきた。

本調査で調査団が実施した縮尺 1:5,000 デジタル地形図作成方法は、日本における標準的な作業手



法に、調査団員がこれまで海外で実施してきた各種の地形図作成の知識と経験を加味して設定した作業手法であり、基本的には日本での条件を基に設定されている。デジタル地形図作成の基本的な技術には差はないものの、具体的な実施方法では国情・地域特性・保有機材・技術力等により変更してゆく必要がある。

SOBは今後、本調査での実施した作業手法を再度検討し、バングラデシュ国の国情・地域特性・保有機材・技術力・予算等を加味して、よりバングラデシュ国に、SOBの現状に適応した具体的な作業実施方法を構築してゆくことが重要である。言わば、SOBにとって本調査は「守」であり、SOBはこれから「守」の段階から「破」の段階に進んでゆくことが必要となる。

SOBは本調査の実施を通じて航空写真測量法による中～大縮尺地形図作成の一連の作業を経験するとともに、中～大縮尺地形図作成に必要な機材・ソフトウェアを整備することができた。既に繰り返し述べてきたように、本調査において標定点測量、空中三角測量は航空写真撮影範囲(960km<sup>2</sup>)全体を対象として実施済みであり、縮尺 1:5,000 デジタル地形図作成の対象地域以外の地域(約389km<sup>2</sup>)に関しては本調査の成果を利用してSOBが独自でデジタル地形図を作成できる状態にある。

本調査の終了後、SOBが本調査の実施を通じて得た経験を基にして、よりバングラデシュ国の現状に即した作業実施方法を確立するとともに、残りの地域の縮尺 1:5,000 デジタル地形図を独力で作成してくれることを調査団として期待します。

中～大縮尺地形図は主として都市部を対象として作成されるのは、都市部は人間の経済活動が大きく環境問題、都市問題等の色々な問題が発生し、それらの問題を解決するためには国土全土を対象として作成する小縮尺地形図では基礎資料として不十分であるからである。従って、中～大縮尺地形図はニーズがあるから作成するのであり、作成された地形図がユーザーに利用されて始めて作成した価値があると言える。

SOBは本調査で作成された縮尺 1:5,000 デジタル地形図をより多くのユーザーにより利用されるように努力する必要があるとともに、多くのユーザーに利用されることにより SOB の地形図作成・供給機関としての評価・価値が高まると確信している。

最後に、本調査の実施に対して多大な支援と協力をいただいたバングラデシュ国測量局局長を始めとするカウンターパートの方々、在バングラデシュ日本大使館、JICA バングラデシュ事務所、派遣専門家に対して感謝するものであります。