

独立行政法人 国際協力機構
ケニア測量局

ケニア国
ナイロビ市 GIS データ基盤整備計画調査

最終報告書
和文要約

2005年2月

J I C A 調 査 団
国際航業株式会社

換 算 率

1US\$ = 105.48 JPY

1US\$ = 78.73 KSH

序 文

日本国政府は、ケニア国政府の要請に基づき、同国ナイロビ市 GIS データ基盤整備計画調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構（平成 15 年 9 月までは国際協力事業団）がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 14 年 12 月から平成 17 年 3 月までの間、6 回にわたり、国際航業株式会社 の西村明を団長とした調査団を現地に派遣しました。

調査団は、土地・住宅省のケニア測量局やナイロビ市市役所をはじめとするケニア国政府関係者と協議を行い、ナイロビ市において現地業務を実施し、帰国後の国内業務を経て、ここに本報告書の完成の運びとなりました。

この報告書が、今後ケニア国における国家空間データ基盤整備や各種 GIS の構築に寄与するとともに、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いただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 17 年 2 月

独立行政法人国際協力機構
理事 松岡 和久

伝 達 状

独立行政法人国際協力機構

理事 松岡和久殿

ここにケニア国ナイロビ市 GIS データ基盤整備計画調査報告書を提出できることを光栄に存じます。本報告書は独立行政法人国際協力機構（平成 15 年 9 月までは国際協力事業団）及び関係諸官庁並びに土地・住宅省ケニア測量局やナイロビ市市役所をはじめ、ケニア国関係諸機関から頂いた助言と示唆を反映して作成したものであります。

本調査では、ケニア国の国家空間データ基盤の一部を構成するナイロビ市の空間データ基盤を整備すると同時に、これに関連する技術移転をケニア測量局に対して実施いたしました。またこの空間データ基盤からナイロビ市の行政運営を支援する各種（公共施設、道路、上下水道、地籍）GIS データベースも構築いたしました。さらにこれらのデータベースを利用する管理支援 GIS モデルシステムを構築し、ナイロビ市が抱える都市問題解決のツールの一つを提供いたしました。管理支援 GIS モデルシステムに関しては、データベースの構築技術を含めた GIS の運用に関する技術移転もケニア測量局とナイロビ市市役所に対して実施し成果を得ることが出来ました。

本調査報告書の最終部分には、本調査の成果に基づいた具体的な提案がなされています。これらの提案が、本調査での成果の維持・発展の観点から、ケニア国政府関係機関により速やかに実施に移されることを願ってやみません。

国際協力機構、外務省、国土交通省及び関係諸機関に対し、調査の実施にあたって貴重な御助言と御協力を頂いたことに心から御礼申し上げます。また土地・住宅省ケニア測量局やナイロビ市市役所をはじめ、ケニア国関係諸機関に対しても現地業務実施中に頂いた惜しみない御協力と御助力に深く感謝申し上げます。

平成 17 年 2 月

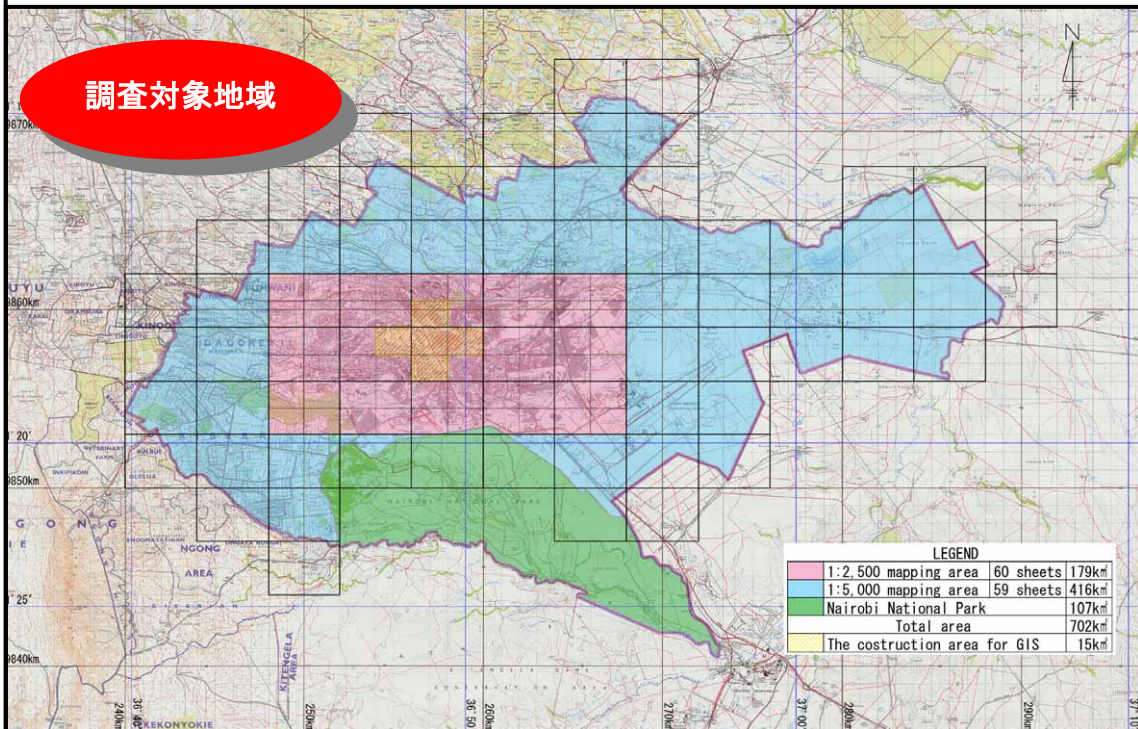
ケニア国ナイロビ市 GIS データ基盤整備計画調査

団 長 西 村 明

ナイロビ市 GIS データ基盤整備計画調査 対象地位置図



ケニア共和国
Republic of Kenya



写真集

1/8



Nairobi City



Nairobi City



Nairobi City



Nairobi City



Nairobi City



Nairobi City

写真集

2/8



Survey of Kenya



Survey of Kenya



Plotting



Plotting



Computer Room



Printing Machine

写真集



Nairobi City Council



Nairobi City Council



Nairobi City Council



Nairobi City Council



GPS Survey



GPS Survey

写真集

4/8



Levelling



Levelling



Aerial Photography



Aerial Photography



Aerial Photography



Aerial Photography

写真集



Field Identification



Field Identification



Supplementary Field Identification



Supplementary Field Identification



Technology Transfer



Technology Transfer

写真集



Technology Transfer



Technology Transfer



Technology Transfer



Technology Transfer



Technology Transfer



Technology Transfer

写真集



Inception Report Meeting



Inception Report Meeting



Progress 1 Report Meeting



Interim Report Meeting



Interim Report Seminar



Interim Report Seminar

写真集



Progress 2 Report Meeting



Draft Final Report Meeting



Technology Transfer Seminar



Technology Transfer Seminar



Technology Transfer Workshop



Technology Transfer Workshop

ファイナルレポート

サマリー

目 次

序	文	
伝	達	状
調査業務対象地域位置図		
写	真	集
第 1 章	調査業務の目的	1 - 1
1.1	調査業務の背景	1 - 1
1.2	調査業務の目的	1 - 1
1.3	調査業務の対象地域	1 - 1
第 2 章	調査業務実施の基本方針	2 - 1
2.1	技術移転に関する基本方針	2 - 1
2.2	GIS 構築に関する基本方針	2 - 1
2.3	空間データ基盤整備に関する基本方針	2 - 1
2.4	調査業務の運営に関する基本方針	2 - 1
第 3 章	実施した調査業務の結果	3 - 1
3.1	調査業務の概要と業務量	3 - 1
3.2	調査業務の実施工程	3 - 5
3.3	技術移転業務の結果	3 - 8
3.3.1	GIS 構築に関する技術移転業務の結果	3 - 8
3.3.2	空間データ基盤整備に関する技術移転業務の結果	3 - 10
3.4	GIS 構築の結果	3 - 15
3.4.1	ナイロビ市の GIS の現状	3 - 15
3.4.2	GIS モデルシステム構築の基本方針とその対象地域	3 - 17

3.4.3	GIS モデルシステムのデータベース構築	3-18
3.4.4	GIS モデルシステムの構築	3-20
3.5	空間データ基盤整備の結果	3-24
3.5.1	空間データ基盤整備の対象地域と仕様	3-24
3.5.2	空中写真撮影	3-26
3.5.3	地上測量	3-27
3.5.4	デジタル写真測量	3-33
3.5.5	地形図の印刷図作成	3-34
3.6	調査業務の成果品	3-34
3.6.1	調査業務報告書	3-34
3.6.2	技術移転業務の成果品	3-35
3.6.3	GIS 構築業務の成果品	3-35
3.6.4	空間データ基盤整備業務の成果品	3-35
第4章	現状と課題	4-1
4.1	現状把握	4-1
4.1.1	技術力	4-1
4.1.2	GIS モデルシステム	4-2
4.1.3	空間データ基盤	4-3
4.2	課題	4-4
4.2.1	技術力	4-4
4.2.2	GIS モデルシステム	4-5
4.2.3	空間データ基盤	4-5
第5章	カウンターパート機関に対する提言	5-1
5.1	将来像と将来計画	5-1
5.1.1	技術力	5-1
5.1.2	GIS モデルシステム	5-3
5.1.3	空間データ基盤	5-4
5.2	ナイロビ市役所への提言	5-4
5.2.1	優先プロジェクトの計画概要	5-4
5.2.2	計画実現のための改善事項	5-5
5.3	測量局への提言	5-6
5.4	SOK 及び NCC への提言のまとめ	5-7

5.4.1	提言内容のまとめ	5-7
5.4.2	経済インフラ整備への貢献	5-8
5.5	連携強化の重要性	5-9
5.5.1	測量局とナイロビ市役所	5-9
5.5.2	NSDI	5-9
5.5.3	関係機関	5-10

表 目 次

表 3.1	GIS 構築の業務量	3-2
表 3.2	2500/5000 空間データ基盤整備の業務量.....	3-3
表 3.3	詳細業務工程表	3-6
表 3.4	委託等業務工程表	3-7
表 3.5	技術移転内容	3-8
表 3.6	新設標定点の一覧表.....	3-29
表 3.7	精度管理表	3-31

図 目 次

図 3.1	GIS 構築と空間データ基盤整備のフローチャート	3-4
図 3.2	空間データ基盤の整備地域とその図郭割	3-25

第1章 調査業務の目的

1.1 調査業務の背景

ケニア国（以後「ケ」国と記す）のナイロビ市は、地方からの急激な人口流入による都市の肥大化に対応する各種の都市行政に、十分に対応できていない。

その都市行政を進める上で必要となるナイロビ市の縮尺 1/2500、1/5000 地形図は、ケニア測量局（Survey of Kenya : 以後 SOK と記す）によって部分的に 30 年前にアナログ形式で整備されたが、更新や拡充は行われていなかった。

一方 SOK は、地理情報をデジタル形式で整備する一環として、国家空間データ基盤（National Spatial Data Infrastructures : 以後 NSDI と記す）構築の構想を進めている。

このような状況下で「ケ」国政府は、2001 年に日本国政府に対して「ナイロビ市 GIS 基盤整備計画」に係る協力を要請した。

日本国政府は、事前調査団を派遣し、「ケ」国政府の要請内容、実施条件等を確認し、S/W（Scope of Work）および M/M（Minutes of Meeting）の署名・交換を行った。

署名・交換を行った S/W および M/M を基本にして「ナイロビ市 GIS 基盤整備計画」調査業務を実施することになった。

1.2 調査業務の目的

本件調査業務の目的は、次のとおりであった。

- (1) 技術移転（重点目的）
- (2) GIS モデルシステムの構築
- (3) 空間データ基盤の整備

1.3 調査業務の対象地域

調査業務の対象地域は、それぞれの業務に対応して次のとおりであった。

(1) 空中写真画像データ取得対象地域

空中写真画像データの取得対象地域は、ナイロビ市全域（702km²）とした。

(2) 空中三角測量対象地域

空中三角測量の対象地域はナイロビ市全域から図化を行わないナイロビ市国立公園を除いた地域（595km²）とした。

(3) 2500、5000 レベル空間データ基盤整備対象地域

a. 2500 レベル

2500 レベルのデータ整備対象地域は、60 面（2km×1.5km/面）、179km²とした。

b. 5000 レベル

5000 レベルのデータ整備対象地域は、59 面（4km×3km/面）、416km²とした。

(4) GIS データベース構築対象地域

GIS データベース構築対象地域は、2500 レベルの対象範囲内で GIS モデルシステムを適用するのに最適な 5 面、15km²とした。

第2章 調査業務実施の基本方針

2.1 技術移転に関する基本方針

技術移転に関する基本方針は、次のとおりであった。

- a) データベース構築に関する技術移転
- b) GISの運用、維持・管理する技術移転
- c) 空間データ基盤整備に関する一連の最新技術の移転
- d) 移転目標の設定と評価
- e) 規程・マニュアルの整備
- f) 人材育成

2.2 GIS構築に関する基本方針

GISの構築に関する基本方針は、次のとおりであった。

- a) 運用可能な技術仕様
- b) データベースの共用性の確保
- c) 維持管理可能なシステムの導入

2.3 空間データ基盤整備に関する基本方針

2500、5000レベルの空間データ基盤整備に関する基本方針は、次のとおりであった。

- a) 利用ニーズに応えた技術仕様の採用
- b) 汎用性のある空間データの整備
- c) 技術的継続性の確保

2.4 調査業務の運営に関する基本方針

調査業務の運営に関する基本方針は、次のとおりであった。

- a) 周到な事前準備
- b) フレキシブルな工程管理
- c) 関係機関との密接な協議
- d) 安全対策の徹底
- e) コンプライアンスの徹底
- f) 成果物の活用
- g) 適切な再委託業務の品質・工程管理

第3章 実施した調査業務の結果

3.1 調査業務の概要と業務量

(1) 技術移転調査業務

調査業務における技術移転は、大きく分けて次の2つであった。

- ◆ GISの構築に関する技術移転
- ◆ 空間データ基盤整備に関する技術移転

a) GISの構築に関する技術移転項目

この分野の技術移転項目は、次のとおりであった。

- ◆ GISデータベース構築技術
- ◆ 地形図データベース構築技術
- ◆ GISの運用、維持・管理の方法

b) 空間データ基盤整備に関する技術移転項目

この分野の技術移転項目は、次のとおりであった。

- ◆ GPS測量技術
- ◆ 簡易水準測量技術
- ◆ 刺針技術
- ◆ 現地調査技術
- ◆ 空中三角測量技術
- ◆ 数値図化、編集技術
- ◆ 現地補測技術
- ◆ 地形図データ作成技術

(2) GISの構築調査業務

GIS構築の調査業務の構成・概要と業務量は、表3.1にまとめている。

表 3.1 GIS 構築の業務量

調査業務の種類	業務項目名	業務概要	業務量
共通業務	GIS の業務コンサルティング	GIS の対象と考えられる業務の内容調査、GIS の要求機能、データベース項目・資料の調査を行った。	1 式
	GIS の対象業務と対象地域の協議決定	GIS の対象業務と対象地域の特定をカウンターパートと協議して決定した。	1 式
	GIS の仕様協議	前項の協議・決定事項を基本として、機能やデータベースの項目を協議して決定した。	1 式
	システム・データベースの検証 1、2	構築した GIS モデルシステムが仕様どおり稼働するか検証した。	1 式
GIS データベースの作成	行政データの収集 (SOK 業務)	決定したデータベース項目に対応した行政資料の収集を行った。	1 式
	GIS データベースの構築 (SOK 業務)	収集した行政資料から各種の GIS データベースを構築した。	15km ²
	地形図データベースの構築	地形図データより地形図データベースを構築した。	15km ²
	交通量調査 (再委託業務)	3 種類の交通量調査を実施した。	1 式
	上下水道情報現地地点検 (再委託業務)	上下水道の施設 (弁、栓等) の位置等の情報を現地で確認した。	15km ²
GIS システムの作成	システムの作成	GIS の業務コンサルティングの結果に基づき、各種機能を有するシステムを作成した。	1 式

(3) 2500、5000 空間データ基盤整備調査業務

2500、5000 空間データ基盤整備の調査業務の構成・概要と業務量は表 3.2 にまとめている。

表 3.2 2500/5000 空間データ基盤整備の業務量

調査業務の種類	業務項目名	業務の概要	業務量
共通業務	国内準備業務	調査業務の実施に必要な各種の準備を行った。	1 式
2500・5000 レベル空間データ基盤整備	空間データ基盤整備地域の協議・決定	カウンターパート機関と空間データ基盤整備地域を協議し、決定した。	1 式
	空間データ基盤整備仕様の協議決定	カウンターパート機関と空間データ基盤整備に関する各種仕様を協議し、決定した。	1 式
	空中写真撮影（再委託業務）	縮尺 1/15000 のカラーの空中写真撮影を行った。	約 702km ²
	標定点測量（SOK 業務）	GPS 測量による標定点測量と簡易水準測量を行った。	約 22 点 約 350km
	刺針（SOK 業務）	撮影した空中写真を使用して標定点と簡易水準測量による標高点の刺針を行った。	約 22 点 約 350km
	空中三角測量	標定点測量の成果を用いて数値図化に必要な標定諸元を計算処理で求めた。	約 249 モデル
	現地調査（SOK 業務）	撮影した空中写真を用い、写真判読で得られない各種情報（地名、注記等）を現地で収集した。	約 585km ²
	数値図化・編集（一部 SOK 業務） 数値図化・編集（一部委託業務）	空中三角測量や現地調査の結果を用いて、2500 と 5000 レベルの地形・地物の図化・編集をデジタル的に行った。	約 585km ²
	現地補測（SOK 業務）	数値図化・編集で生じた疑問点を現地で確認した。	約 585km ²
	数値補測編集（一部 SOK 業務）	現地補測の結果をデジタル的に編集し、補測編集済みデジタルデータを作成した。	約 585km ²
地形図データ作成（一部 SOK 業務）	補測編集済みデジタルデータから出力図作成に適した地形図データを作成する。また印刷図用の製版フィルムを作成した。	約 585km ²	
印刷図作成（SOK 業務）	作成した製版フィルムを用いて印刷を行い、印刷図を作成した。	118 面 1025 部	
その他	技術移転セミナー	調査業務の過程や結果を報告すると同時に、作成した成果の発展性をアピールした。また技術移転の成果もレビューした。	1 式

これらの GIS 構築、2500、5000 空間データ基盤整備の調査業務は、図 3.1 に示すフローチャートに従って実施した。

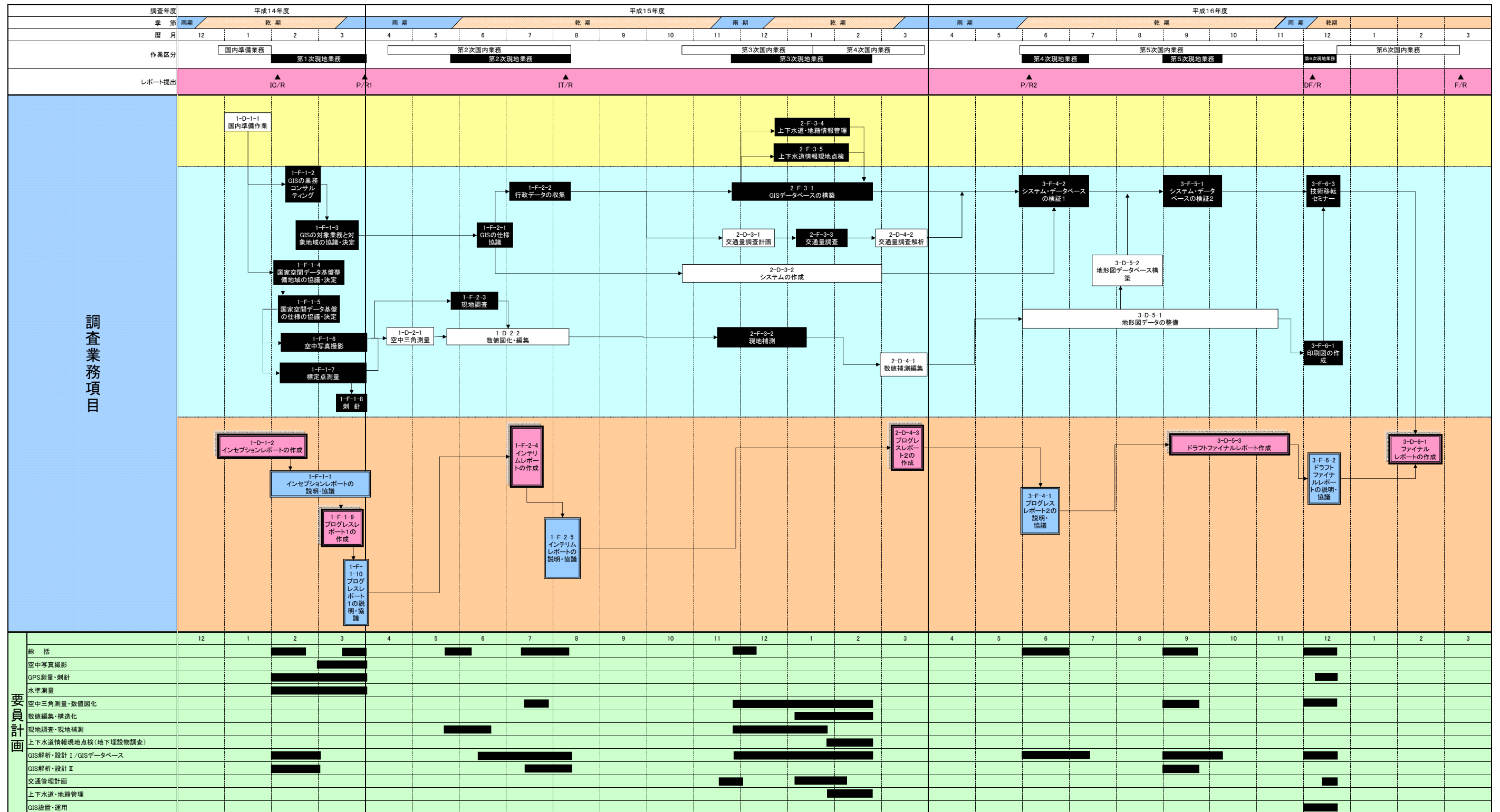
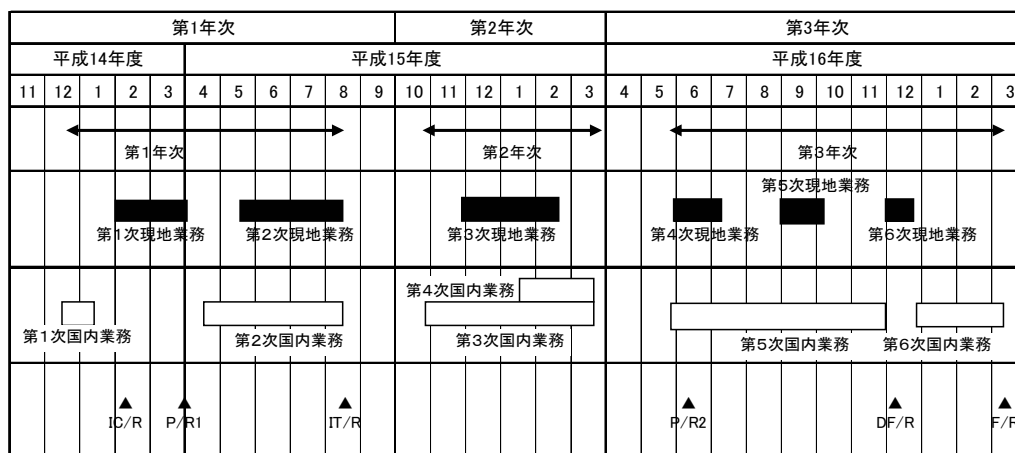


図3.1 GIS構築と国家空間データ基盤整備のフローチャート

3.2 調査業務の実施工程

(1) 概略工程

調査業務の概略工程は、次のとおりであった。



調査業務は平成14年12月下旬より開始し、平成17年3月下旬に完成させた。

(2) 詳細工程

詳細工程は、技術移転とGISの構築・2500、5000レベルの空間データ基盤整備に区分して作成している(表3.3 詳細業務工程表参照)。

また委託等業務工程表は、表3.4に示す。なお委託業務の発注(▲)、品質・工程管理(△)は、その時期をそれぞれの記号で示した。

表3.3 詳細業務工程表

調査年度	平成14年度			平成15年度			平成16年度											
	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期										
暦月	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
作業区分	国内準備業務			第2次国内業務			第3次国内業務			第4次国内業務			第5次国内業務			第6次国内業務		
レポート提出	IC/R			P/R1			IT/R			P/R2			DF/R			F/R		
第1年次調査業務	第1年次調査業務																	
	技術移転	TT-1-1 技術移転プログラムの協議																
		TT-1-2 制針																
		TT-1-3 GPS測量																
		TT-1-4 簡易水準測量																
		TT-1-5 GISデータベース構築																
		TT-1-6 現地調査																
	第1次国内業務	I-D-1-1 国内準備業務																
		I-D-1-2 インセプションレポートの作成																
	第1次現地業務	I-F-1-1 インセプションレポートの説明・協議																
	I-F-1-2 GISの業務コンサルティング																	
	I-F-1-3 GISの対象業務と対象地域の協議・決定																	
	I-F-1-4 空間データ基盤整備地域の協議・決定																	
	I-F-1-5 空間データ基盤の仕様協議・決定																	
	I-F-1-6 空中写真撮影																	
	I-F-1-7 標定点測量																	
	I-F-1-8 制針																	
	I-F-1-9 プログレスレポート1の作成																	
	I-F-1-10 プログレスレポート1の説明・協議																	
第2次国内業務	I-D-2-1 空中三角測量																	
	I-D-2-2 数値図化・編集																	
第2次現地業務	I-F-2-1 GISの仕様協議																	
	I-F-2-2 行政データの収集																	
	I-F-2-3 現地調査																	
	I-F-2-4 インテリムレポートの作成																	
	I-F-2-5 インテリムレポートの説明・協議																	
第2年次調査業務	第2年次調査業務																	
	技術移転	TT-1-7 空中三角測量																
		TT-2-1 数値図化																
		TT-2-2 数値編集																
		TT-2-3 現地補測																
	第3次国内業務	2-D-3-1 交通量調査計画																
		2-D-3-2 システムの作成																
	第3次現地業務	2-F-3-1 GISデータベースの構築																
		2-F-3-2 現地補測																
		2-F-3-3 交通量調査																
	2-F-3-4 上下水道・地籍情報管理																	
	2-F-3-5 上下水道情報現地点検																	
第4次国内業務	2-D-4-1 数値補測編集																	
	2-D-4-2 交通量調査解析																	
	2-D-4-3 プログレスレポート2の作成																	
第3年次調査業務	第3年次調査業務																	
	技術移転	TT-3-1 地形図データ整備																
		TT-3-2 地形図データベース構築																
		TT-3-3 GISの運用・維持・管理の方法																
	第4次現地業務	3-F-4-1 プログレスレポート2の説明・協議																
		3-F-4-2 システム・データベースの検証1																
	第5次国内業務	3-D-5-1 地形図データの整備																
		3-D-5-2 地形図データベース構築																
		3-D-5-3 ドラフトファイナルレポート作成																
	第5次現地業務	3-F-5-1 システム・データベースの検証2																
第6次現地業務	3-F-6-1 印刷図の作成																	
	3-F-6-2 ドラフトファイナルレポートの説明・協議																	
	3-F-6-3 技術移転セミナー																	
第6次国内業務	3-D-6-1 ファイナルレポートの作成																	

凡例: ■ 現地調査
□ 国内作業

3.3 技術移転業務の結果

技術移転業務は、GIS の構築と空間データ基盤の整備の分野に分けて実施した。技術移転の実施に先立って、技術移転プログラムの協議を行い、次の事項を協議した。

- ◆ 技術移転のスケジュール
- ◆ 移転対象となる技術項目
- ◆ 技術移転の対象者
- ◆ 技術移転の方法

以上の協議結果に基づいて技術移転を実施した。

3.3.1 GIS 構築に関する技術移転業務の結果

(1) 技術移転のプログラム

GIS 構築の技術移転の目的に沿って、技術移転のプログラムの協議を行った。

協議し決定した技術移転内容、実施時期、対象人数は、表 3.5 のとおりであった。

表 3.5 技術移転内容

技術移転内容	実施時期	人数
<ul style="list-style-type: none"> ・ ハードウェアの設定 ・ GIS ソフトウェアおよび各種ソフトウェアのインストール ・ GIS ソフトの各機能の説明 ・ サンプルデータでの訓練 	2003年7月～8月 (実施実績：2003年7月15日～8月1日)	SOK5名、NCC5名
<ul style="list-style-type: none"> ・ 前回の復習 ・ データベース仕様の作成 ・ データ変換 ・ 投影法設定・変換 ・ 新規データベースの作成 ・ データベースの編集 ・ 新規図形データの作成 ・ 図形データの編集 ・ 外部データベースからの入力 ・ 外部データベースへの出力 	2003年12月～2004年2月 (実施実績：2002年12月8日～2004年2月13日)	SOK10名、NCC10名
<ul style="list-style-type: none"> ・ 前回の復習 ・ データ表示 ・ 幾何補正・ジオリファレンス ・ データ変換 ・ 属性データ解析 ・ データ空間検索 ・ ベクターデータ作成 ・ 空間解析 ・ 3D解析 	2004年6月～7月 (実施実績：2004年6月7日～7月2日)	SOK10名、NCC10名

技術移転内容	実施時期	人数
<ul style="list-style-type: none"> ・ 総合復習 ・ ArcMap に関する各機能の復習 ・ ArcCatalog に関する各機能の復習 ・ ArcToolbox に関する各機能の復習 ・ 空間解析に関する復習 ・ 3D 解析に関する復習 	2004年9月～10月 (実施実績: 2004年9月6日 ～10月1日)	SOK10名、NCC10名
<ul style="list-style-type: none"> ・ 前回の復習 ・ GIS の維持・管理方法 ・ 試験 	2004年12月 (実施実績: 2004年12月7日 ～12月10日)	SOK10名、NCC10名

(2) 技術移転の実施

GIS 構築分野の技術移転は、協議し決定した内容で予定した時期に実施した。

第1期は、貸与機材を用いて予定した人数（SOK5名、NCC5名）で実施したが、第2期以降は、効果的技術移転の実施から AICAD の施設を利用し、対象者 SOK10名、NCC10名で実施した。

a) 目 標

各技術移転内容の技術移転目標を次のように設定した。

* ハードウェア、ソフトウェアについての基礎知識と設定技術

GIS 構築の技術移転で用いるハードウェア、ソフトウェアの下記の基礎知識と設定技術の習得を目標とした。

* GIS データベース、地形図データベースの構築に必要な知識と技術

各データベース構築に必要な下記の知識と技術の習得を目標とした。

* GIS ソフトの機能を用いた解析の知識と技術

GIS ソフトが持っている解析機能の基本的な知識と技術の習得を目標とした。

* GIS モデルシステムの運用、維持・管理の知識と技術

導入する GIS モデルシステムの日常運用に必要な知識や技術、さらに日常的な維持・管理の知識と技術の習得を目標とした。

b) 方 法

第1期は、貸与機材を用いて GIS 技術移転を実施した。第2期以降は効果的な技術移転の実施の観点から、受講生一人一人が機材を使用できる AICAD の施設を利用した。

技術移転は、ハードウェアや GIS ソフトウェアに付属しているマニュアルを用いると同時に、この技術移転の目的に合わせて作成して専用資料も用いて主として講義形式で実施した。

c) 技術移転結果の評価

* ハードウェア、ソフトウェアについての基礎知識と設定技術

ハードウェアの物理的な設定は、技術移転用機材の実際の組み立てに参加することで十分に理解された。

GIS ソフトや他のソフトのインストールは、実際のインストールを OJT として実施し、その理解が得られた。

GIS ソフトウェアの基本的な機能の技術移転は、講義形式やサンプルデータを用いて実施し、GIS ソフトウェアの基本操作は概ね理解された。

* GIS データベース、地形図データベースの構築に必要な知識と技術

ArcGIS ソフトウェアの「Arc Catalog」、「Arc Map」、「Arc Toolbox」の体系的な概念の理解は、受講生に程度の幅はあるものの、全員が基本的な部分は理解した。

* GIS ソフトの機能を用いた解析の知識と技術

ここでは再度、「ArcMap」、「ArcCatalog」および「ArcToolbox」の基本操作の復習を行い、受講者全員がこれらのアプリケーションの操作方法、概念などを理解した。また、エクステンションプログラムである空間解析および 3D 解析の基本概念および操作方法を説明し、受講者全員が様々なデータを利用した重ね合わせ解析や、等高線データを用いたデジタル地形データ（標高、傾斜、斜面方位）の構築方法を理解した。

* GIS モデルシステムの運用、維持・管理の知識と技術

最後の技術移転では、構築した GIS モデルシステムの運用、維持・管理に関する講義を実施し、受講者全員がその重要性について理解を高めた。

3.3.2 空間データ基盤整備に関する技術移転業務の結果

(1) 技術移転のプログラム

a) 技術移転のスケジュール

空間データ基盤整備に関する技術移転は、次のスケジュールで実施した。

GPS 測量（刺針、対標を含む）：	2003 年 2 月 12 日～3 月 27 日
簡易水準測量（刺針を含む）：	2003 年 2 月 12 日～3 月 27 日
現地調査：	2003 年 5 月 26 日～6 月 13 日
現地補測：	2003 年 12 月 8 日～2004 年 2 月 20 日
デジタル写真測量（空中三角測量、数値図化・編集、その他）：	2003 年 12 月 8 日～2004 年 2 月 20 日 2004 年 9 月 6 日～2004 年 9 月 22 日

b) 移転対象となった技術項目

移転した技術項目は、次のとおりであった。

- ◆ 刺針
- ◆ GPS 測量
- ◆ 簡易水準測量
- ◆ 現地調査
- ◆ 現地補測
- ◆ 空中三角測量
- ◆ 数値図化
- ◆ 数値編集
- ◆ その他のデジタル写真測量

c) 技術移転の対象者

技術移転の対象者は GPS 測量に対し 4 名、簡易水準測量に対し 3 名、現地調査に対し 5 名、現地補測に対し 10 名、またデジタル写真測量の技術移転対象者は、5 名で 2 名のオブザーバーが随時参加した。

(2) 技術移転の実施

a) 目 標

各技術項目の技術移転目標を次のように設定した。

- ◆ 刺 針：
 - 空中写真への標定点の刺針と刺針点の明細簿の作成技術の獲得
 - 水準測量の観測の実施中に平行して標高点の刺針ができる技術の獲得
- ◆ 対空標識：
 - 撮影縮尺と対空標識のサイズとの関係の理解

- 対空標識の設置技術と明細簿の作成技術の獲得

- ◆ GPS 測量：
 - 配点・観測計画の立案技術の習得
 - 観測、観測データの解析（基線解析、網平均）技術の習得
 - 解析計算結果の評価等の技術の獲得

- ◆ 簡易水準測量：
 - 水準路線の計画方法
 - 水準儀の点検調整方法
 - 観測、計算処理等の技術の獲得

- ◆ 現地調査：
 - 図化縮尺に延ばした空中写真を用いた現地調査の実施方法
 - 現地調査結果を空中写真上にまとめる技術の獲得

- ◆ 現地補測：
 - 現地補測の目的と手順の理解
 - 現地補測の計画・準備の方法の理解
 - 空中写真判読ハンドブックの利用方法の習得
 - 現地補測の実施方法の習得
 - 現地補測結果の整理方法の習得

- ◆ 空中三角測量（デジタル方式）：
 - フィルムスキャナーの操作方法の習得
 - フィルムスキャナーを用いた空中写真のデジタル化技術の習得
 - デジタル空中三角測量の実施技術の習得
 - デジタル空中三角測量結果の評価方法の習得

- ◆ 数値図化
 - 数値図化機の操作方法の習得
 - 数値図化の実施技術の習得
 - 数値図化データの取り扱い技術の習得

- ◆ 数値編集
 - 数値編集機の操作方法の習得
 - 数値編集の実施技術の習得
 - 数値編集データの取り扱い技術の習得

- ◆ その他のデジタル写真測量技術
 - マップスキャナーの操作方法の習得
 - 地形図のデジタル化技術の習得
 - オルソフォトの作成技術の習得
 - ネットワークシステムの理解
 - ISO 標準の理解

b) 方 法

各技術移転は、マニュアル、作業規程を用いて、当初に講義形式で実施し、その後は主として OJT 形式で実施した。ただし、簡易水準測量の水準儀の設置や観測については、模擬練習を行ってから OJT を実施した。

またデジタル写真測量の技術移転は、基本操作編、実務編、応用技術編、周辺技術編に分けて実施した。

c) 技術移転結果の評価

各技術移転の結果は、次のように評価できた。

* 刺 針

標定点、標高点の刺針は、写真上明瞭な地物の多い所では、十分精度よく実施されたが、明瞭な地物の少ない所では、今後に課題が残った。

このような結果から SOK は、通常の刺針技術を習得したと判断できる。今後は経験数を増やすことが課題である。

* 対空標識

撮影縮尺と対空標識のサイズとの関係は、理論的な理解は不十分であったが撮影縮尺に応じた対空標識のサイズは、理解された。

対空標識の設置技術及び明細簿の作成技術は OJT を通して SOK に習得された。

* GPS 測量

作成した配点図に基づく選点技術や新しい配点図や観測計画を立案する技術は

SOK に移転された。この過程で SOK は保有機材を考慮した配点・観測計画の立案技術を十分に習得した。

SOK は、OJT で観測技術や基線解析、点検計算、網平均計算の各技術も取得した。

このような結果から、よほど特異でない基線解析、点検計算、網平均は SOK によって独自に実施できることが明らかになった。

* 簡易水準測量

講義形式で実施した簡易水準測量の意義や観測計画の立案は、SOK に十分理解された。

水準儀の点検方法や電子レベルを用いた観測技術も OJT で習得された。

観測データの解析・計算及び網平均は OJT を通して SOK に習得された。

* 現地調査

講義形式で実施した現地調査の準備方法と図式の適用については、SOK に理解された。

SOK は、空中写真を用いた現地調査の経験を有していなかったが、OJT による技術移転を行った。その結果、空中写真を用いた現地調査の手法は一通り理解され、習得されたと評価できる。ただ現地での調査を、後続作業で効果的に利用できるように取りまとめることは、まだ不十分である。

* 現地補測

主として講義形式で実施した現地補測の目的や手順は、最終的には理解された。しかし現地補測の計画の立案は、全く新しい業務であった為、課題を残している。

空中写真判読ハンドブックの現地補測での利用技術の移転は、受講者の技術経歴に大きく影響された。写真測量部門からの受講者は、その利用方法をよく理解し使いこなしていたが、他の部門からの受講者は、一層の実施経験を積む必要がある。

OJT による現地補測の技術移転は、その内容により、また個人により達成度に差がでた。地図作成部門からの受講者は、行政名、行政界の確認、現地補測結果の整理では十分に目標を達成した。しかし他の部門からの受講者は、追加の技術移転や一層の実務を積む必要がある。

* デジタル写真測量技術（空中三角測量、数値図化・編集、その他）

空中写真のデジタル化及びそれに続くデジタル空中三角測量技術は、精度的に遜色のないものと判断でき、習得された技術が実務を遂行できるレベルの達している

と評価できる。

受講生による数値図化・編集成果と調査団による成果との目視による比較検討を行った。その結果、図化・編集された地形・地物の水平位置やコード番号の差異は許容範囲にあり、実務を実施できる技術レベルに達したと評価できる。

以上の評価から、SOK は、デジタル空中三角測量から数値編集までの業務を独自に実施できる技術レベルに到達したと判断できる。

3.4 GIS 構築の結果

3.4.1 ナイロビ市の GIS の現状

GIS モデルシステムを構築するにあたりナイロビ市の GIS の現状を把握するための GIS 業務コンサルティングを実施した。

(1) GIS 業務コンサルティングの目的

NCC の各部局の業務内容、問題点、作成・利用している地図などを把握することを目的とした GIS 業務コンサルティングを実施した。

(2) GIS 業務コンサルティングの実施内容

a) 訪問した部局

GIS 業務コンサルティングを実施する対象は NCC の 10 部局であった。

b) GIS 業務コンサルティングの内容

GIS 業務コンサルティングの実施内容は次のとおりであった。

- ◆ 各部門の主要業務の概要把握
- ◆ 部門間および外部機関との関係の把握
- ◆ 地理情報とその利用状況の把握
- ◆ 業務遂行上の問題点の抽出
- ◆ 各部門で整備が望まれる主題図の把握
- ◆ 各部門の GIS 活用案の把握

(3) GIS 業務コンサルティングの調査結果

GIS 業務コンサルティングの実施結果は次のとおりである。

a) 各部門の主要業務の概要

このコンサルティングにより、各部門の主要な業務の内容が明らかになった。

b) 部門間および外部機関との関係

- ◆ ナイロビ市役所においては、City Planning が他の全ての部門と連携して業務を行っている。Town Clerk(Land Valuation)、Water & Sewerage、City Engineer が他の多くの部門と連携し業務を進めている。
- ◆ SOK と業務関係を持つ部門が少ないのは、主として最新の地形図が入手できないからである。
- ◆ ナイロビ市役所は、公共的な性格を有する民間会社と協力関係を築き、これらの情報の共有を求めている。

c) 地理情報とその利用状況

多くの部門で共通して利用されている地理情報は、下記に示す地形図と主題図である。

地形図：一般地形図 — Entire Nairobi City(1:50,000)

City of Nairobi(1:20,000)

各種縮尺の地形図

主題図：地籍関係 — Cadastral Map(1:10,000)

Valuation Map(財務部が独自に作成し使用している図面)

Deed Map(SOK が提供している図面)

Survey Map(SOK が提供している図面)

Registry Index Map(SOK が提供している図面)

Zoning Map(City Planning が独自に作成している図面)

Constituency Map(SOK が作成した市内選挙区界と選挙区名を示した縮尺1:50,000 の図面である。)

地形図および主題図を業務によく利用している部門は、City Planning (都市計画部)、Town Clerk(Land Valuation) (財務部)、Water & Sewerage (上下水道部)、City Engineer (道路部) である。

d) 業務遂行上の問題点

問題点として認識され、最も強く改善を求められているのは、地形図の更新、業務の電子化 (コンピュータ導入)、ネットワーク化 (コンピュータネットワークだ

けでなく電話・無線連絡網、部門間の協力体制ネットワークの構築を含む)、台帳・図面の管理方法の改善の4点である。

e) 各部門で整備が望まれる主題図

各部門より挙げられた整備が望まれる主題図は次のとおりである。

- ◆ 多くの部門で整備が望まれる主題図は、自然資源関連の土地利用図、植生図、土壌図、地質図、河川・湖沼図等であった。
- ◆ 人口分布図も多くの部門で整備が望まれる主題図として挙げられた。これは都市施設の計画・整備や既存の市役所施設の管理にあたり、人口密度や人口構成が重要な情報と認識されているからである。
- ◆ City Planning、Water & Sewerage、City Engineer という都市施設を維持・運営・整備する部門は、民間会社である Kenyan Power や Telecom の所有する地下埋設物を示す図面の必要性を認識している。

f) 各部門の GIS の活用案

各部門から挙げられた GIS の活用案は、各部門のもつ台帳とそれに関連する図面とのリンクを構築する役割を GIS に求めている、という点である。

3.4.2 GIS モデルシステム構築の基本方針とその対象地域

(1) 基本方針

GIS モデルシステム構築の基本方針は、GIS 業務コンサルティングの結果に基づき決定した。決定した3つの基本方針は次のとおりであった。

- ◆ 空間データ基盤 GIS データベースの構築
- ◆ ナイロビ市の業務支援のための GIS データベースの構築
- ◆ ナイロビ市の都市問題解決のための GIS モデルシステムの構築

(2) 対象地域の選定

a) 空間データ基盤 GIS データベース構築の対象地域

このデータベースの構築対象地域は、空間データ基盤データの整備地域と同様のナイロビ市全域からナイロビ国立公園を除いた地域(585km)となった。

b) ナイロビ市の業務支援のための GIS データベース構築の対象地域

GIS データベース構築の対象地域は、調査業務で作成する 1/2,500 地形図の図面番号 69-III、78-II、79-I、II、III (37-III-EG) の5面となった。総面積は 15km²で

あった。

c) ナイロビの都市問題解決のための GIS モデルシステム構築の対象地域

GIS モデルシステムは、b)のナイロビ市の業務支援の為に GIS データベースを用いて構築する。したがって、GIS モデルシステムを構築する対象地域は、b) に示したナイロビ市の行政支援のための GIS データベースを構築する対象地域と同じである。

3.4.3 GIS モデルシステムのデータベース構築

(1) GIS データベース仕様の協議

GIS データベースは、3.4.2の基本方針に基づいて以下の2種類が構築された。

- ◆ 空間データ基盤 GIS データベース
- ◆ NCC 業務支援のための GIS データベース

上記の GIS データベースの仕様は、NCC および SOK と協議し、決定した。

a) 空間データ基盤 GIS データベース

空間データ基盤 GIS データベースは、10のメインレイヤー (Administrative boundary、Transportation、Buildings、Small Objects、Water areas、Surround、Symbol for open spaces、Vegetation、Topographic features、Control points、Others) で構成される。また、これらの各レイヤにはサブレイヤーがあり、各種地物データが格納されている。

これらの空間データ基盤 GIS データベースは、対象となる地物の特徴からポリゴンデータ、ラインデータ、ポイントデータのいずれかの形式で定義されている。そして、属性データとして地物コード番号が付与されている。

b) NCC の業務支援のための GIS データベース

NCC の業務支援のための GIS データベースは、15つのレイヤ (Administrative boundary、Road network、Intersection、Property boundary、Water supply line、Chamber、Meter point、Sewage line、Manhole、Educational facility、Medical facility、Social facility、Vegetation、Wet land、Land use) で構成される。

これらのデータは地物の形状を考慮し、ポリゴンデータ、ラインデータ、ポイントデータのいずれかで形式で構築し、これらのデータに関する情報を、属性データとして付与する。

(2) 行政データの収集

ナイロビ市の業務支援のための GIS データベース構築に必要な情報（地図、台帳など）の収集を NCC および SOK の協力のもとに実施した。

a) 上下水道情報の収集

上下水道の管・マンホール等の施設の位置情報及び属性情報を NCC の全面的な協力を得て収集した。

b) 地籍情報の収集

地籍の属性情報は、Valuation Book（土地評価台帳）から、また、位置情報は、“Valuation Map” から取得する予定であった。しかし、Valuation Map における地籍境界が現況の土地境界と一致しないことが判明した。この為、“Topo-Cadastral Map”（1:2,500 SOK 作成）に基づく確認作業が実施され、地籍境界の位置情報が反映した入力基図 5 面（モデルシステム対象範囲の全域）が作成された。

c) 上下水道情報現地点検:

前述した上下水道の施設の情報（特に位置情報）の品質向上をはかるために現地での点検を再委託で実施した。

d) 交通量調査

行政データ収集の一環として、交通量調査を実施した。

◆ 調査の目的

交通量調査の目的は、ナイロビ市内の現在の交通状況と渋滞要因を把握し、今後の交通渋滞改善等の計画立案のための基礎資料を得ることであった。

◆ 調査の種類

調査目的を達成するため、「交通動態調査」「交差点での行き先方向別交通量調査」「交差点での渋滞状況観測調査」の3種の調査の実施を計画した。

◆ 交通量調査の実施

調査は、以下に示すようにそれぞれ 21、21、6 交差点において平日、12 時間で 2 回実施した。

調査 1 (Survey 1) : 交通動態調査	→	21 交差点
調査 2 (Survey 2) : 交差点での行き先方向別交通量調査	→	21 交差点

(3) GIS データベースの構築

GIS データベースは、データベース仕様に従って作成した。構築したデータベースは次のとおりであった。

- ◆ 空間データ基盤 GIS データベース
- ◆ NCC の業務を支援する GIS データベース
- ◆ 構築する4つの GIS モデルシステムのデータベース

a) 空間データ基盤 GIS データベース

このデータベースは、地形図データを構造化して構築した。

b) NCC の業務を支援する GIS データベース

- ◆ 図形データベース

他の2つの構築するデータベースの図形データベースに加えて、提供されたアナログ資料からこのデータベース特有の図形データ(土地利用)を構築した。

- ◆ 属性データベース

収集した資料からこのデータベースに特有の属性情報を所定の形式に従ったデータベースとして構築した。

c) 構築する4つの GIS モデルシステムのデータベース

- ◆ 図形データベースの構築

データベース仕様に従って、収集した資料から4つのモデルシステムに特有の図形情報(管渠、施設、筆界線等)のデータベースを構築した。

- ◆ 属性データベースの構築

データベース仕様に従って、収集した資料から4つのモデルシステムに特有の属性情報(管径、管種、施設の種類等)のデータベースを構築した。

3.4.4 GIS モデルシステムの構築

都市問題の改善または解決のためのツールとして、下記の4つのモデルシステムを構築した。

- ◆ 交通管理支援 GIS モデルシステム
- ◆ 上水道管理支援 GIS モデルシステム

- ◆ 下水道管理支援 GIS モデルシステム
- ◆ 地籍管理支援 GIS モデルシステム

(1) モデルシステムに必要な機能と定義

a) 交通管理支援 GIS モデルシステムに必要な機能と定義

交通管理支援 GIS モデルシステムに必要な主な GIS 機能は次のとおりとした。

- ◆ 路線名、幅員による様々な検索機能
- ◆ デジタル台帳の検索、表示、印刷機能
- ◆ 混雑度を示す表示機能
- ◆ 各種データの重ね合わせ解析機能（空間解析機能）
- ◆ 条件式などを加味した集計機能
- ◆ 表示結果、解析結果などを出力する機能
- ◆ 他のデータの入力機能
- ◆ 他のデータへの出力機能
- ◆ 図形データ編集機能（新規、更新、削除）
- ◆ 属性データ編集機能（新規、更新、削除）

b) 上水道管理支援 GIS モデルシステムに必要な機能の定義

上水道管理支援 GIS モデルシステムに必要な主な機能は次のとおりとした。

- ◆ デジタルマッピング機能（図形データの編集）
- ◆ 各種情報（位置、管の材質、管の太さなど）に検索機能
- ◆ 図面出力機能
- ◆ 範囲切り出し機能
- ◆ 属性データ更新機能
- ◆ 拡大、縮小表示機能
- ◆ スクロール機能
- ◆ デジタル帳票出力機能

c) 下水道管理支援 GIS モデルシステムに必要な機能の定義

下水道管理支援 GIS モデルシステムに必要な主な機能は、上水道管理支援 GIS モデルシステムの主な機能と同様であった。

d) 地籍管理支援 GIS モデルシステムに必要な機能の定義

地籍管理支援 GIS モデルシステムに必要な GIS 機能を次のとおりとした。

- ◆ 地籍境界線入力機能
- ◆ 地籍境界線編集機能
- ◆ 地籍情報（ロット番号、住所、所有者など）による検索機能
- ◆ 図面番号などによる検索機能
- ◆ 図面出力機能
- ◆ 住所などによる範囲切り出し機能
- ◆ 地籍属性編集機能（新規、更新、削除）
- ◆ 各種データとの重ね合わせ解析機能
- ◆ 条件式による検索、解析機能

（2）GIS モデルシステムの構築

a) システム構築上の制約条件

GIS モデルシステムのシステム設計やデータベースの設計に当たって利用できるハードウェア、ソフトウェアは、次のとおりであった。

- ◆ ハードウェア
 - デスクトップ型 PC
 - TFT モニター
 - A0 版カラープロッタ
 - A0 版白黒スキャナ
 - A4 白黒プリンター
- ◆ ソフトウェア
 - OS : Windows XP Professional
 - GIS エンジン : 9.0 (ArcInfo, Spatial analyst, 3D analyst)
 - Microsoft Office XP Professional
 - Anti-virus software

b) システム設計

GIS モデルシステムのシステム設計は、機能の設計とデータベースの設計で構成されていた。

◆ 機能の設計

GIS モデルシステムで定義された必要な機能は、「共通基本機能」、「共通解析機能」、「特有機能」に分けられ、そして設計された。

◆ データベースの設計

GIS モデルシステムで求められるデータベースや NCC の業務支援のためのデータベースは、図形データと属性データで構成されている。それぞれのデータ項目や形式は、システムの機能や既存の資料から設計した。

c) GIS モデルシステムの構築

◆ カスタマイズ

4つの GIS モデルシステムに必要な機能は、利用する GIS エンジンの持つ既存機能だけでは十分に対応できないものであった。この為に一部の必要な機能は、「Arc/Info」をカスタマイズして構築した。

◆ 共通基本機能

4つのモデルシステムが必要となる機能を分析し、モデルシステムに共通する共通基本機能を抽出した。またモデルシステムの起動時に必要な表示、データの読み込み等の基本機能も確定させた。

これらの共通基本機能は、「Arc/Info」の既存の機能やカスタマイズで実現させた。

◆ 共通解析機能

共通基本機能と同様にモデルシステムが必要とする解析機能を分析し、モデルシステムに共通する解析機能を抽出した。

これらの解析機能は、主として「Arc/Info」の既存解析機能で実現させた。

◆ 各支援モデルシステムの特有機能

各支援モデルシステムに必要な機能のうち、共通基本機能、共通解析機能に分類できなかった機能は、各モデルシステムの特有機能として実現させた。

これらの特有機能は、「Arc/Info」の既存機能やカスタマイズで実現させた。

d) システム・データベースの検証

構築したシステムは、構築したデータベースを用いて、ユーザーと共に検証した。

検証の過程では、定義した各機能が正しく動作することを確認すると同時に各表示がユーザーにとって好ましいものか、操作手順が簡便で使い勝手のいいものか等の検証を行った。

3.5 空間データ基盤整備の結果

3.5.1 空間データ基盤整備の対象地域と仕様

(1) 空間データ基盤整備の対象地域

a) 縮尺レベル 2500 と 5000 の空間データ基盤の整備地域

- ◆ 縮尺 2500 レベルの空間データ基盤の整備地域

整備地域は、図 3.2 に示すように約 179.22km²、60 面となった。

- ◆ 縮尺 5000 レベルの空間データ基盤の整備地域

整備地域は、図 3.2 に示すように約 416.60km²、59 面となった。

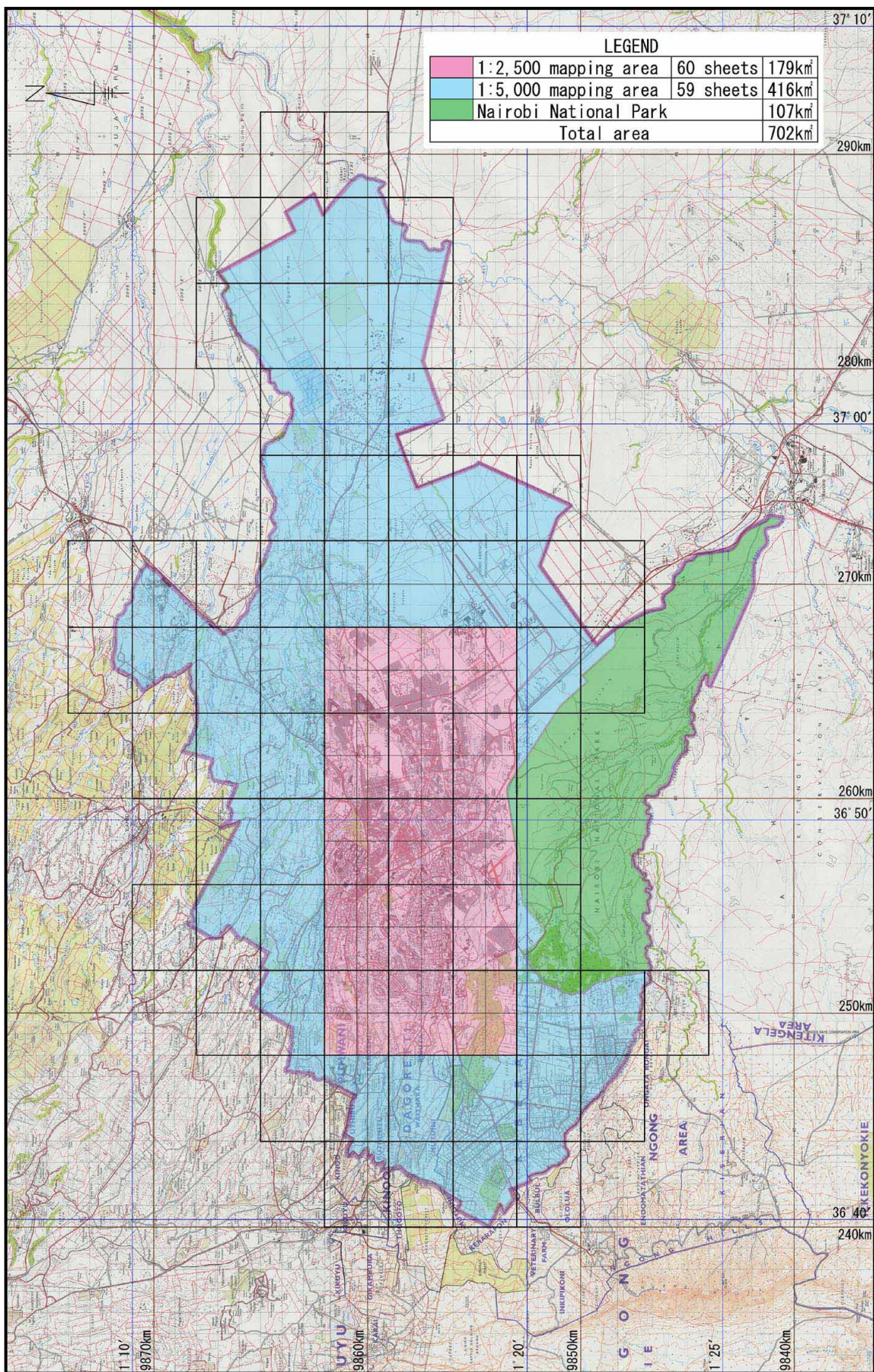


図 3.2 空間データ基盤の整備地域とその図郭割

(2) 空間データ基盤整備の仕様

a) 測量基準

準拠楕円体： Clarke1880 (modified)

投影法： U.T.M (Univesal Travers Mercator) Zone37

原点： 東経 39 度 (中央子午線) と赤道の交点

中央子午線での縮尺係数： 0.9996

b) 空間データ基盤整備作業規程

空間データ基盤整備に関する作業規程には、多岐の技術項目が含まれている。この為、調査業務の進捗に合わせて作業規程を協議し、決定した。そして調査業務の終了段階で「空間データ基盤整備作業規程 (案)」を作成した。

3.5.2 空中写真撮影

(1) 仕様書の作成

「空間データ基盤整備作業規程 (案)」の中の空中写真撮影の項を基本にして現地再委託仕様書を作成した。

(2) 現地再委託業者の選定

作成した仕様を用いて入札を行い、次の1社を現地再委託業者に決定した。

Digital Topographical Mapping Services (DTM) 社 (南アフリカ)

(3) 撮影許可

再委託先の決定後、SOK の全面的な協力を得て、関係機関に対して撮影に関する許可申請を行った。この結果 2003 年 2 月 17 日までに各種許可を取得した。

(4) 撮影

2003 年 2 月 20 日までのすべての準備を整え、撮影を開始し、同日中にすべての撮影を完了し、現像を開始した。

(5) 撮影結果

カラー現像・焼き付け後、撮影結果の検査を行った。

検査結果は、すべての空中写真が仕様を満たしていた。なお採用した空中写真撮影の数量は、15 コース、305 枚 (密着写真枚数) となった。

3.5.3 地上測量

(1) 標定点の刺針

空中写真上で明瞭に写ると期待できる所に選点された標定点 22 点の刺針を密着写真上で行った。また各刺針点の明細簿を作成した。

(2) 標高点の刺針

標高点の刺針は、通常簡易水準測量の観測と同時に行う。しかし今回は空中写真の撮影時期の関係から次の 2 つの方法を採用した。

1. 刺針を予定している標高点の見取り図を作成し、これを用いて、密着写真に刺針を行う。
2. 通常通り観測中に標高点を密着写真上に刺針を行う。

上記 2 つの方法で約 500m 間隔を標準にして標高点の刺針を密着写真上で行った。

(3) GPS 標定点測量

a) 既設三角点の現地踏査

GPS 標定点測量計画に基づいて既存三角点の現地踏査を実施した。

調査対象になった 13 点中 3 点のみが確認された。

b) 標定点の選点と埋標

標定点の選点は、撮影計画図、GPS 標定点測量計画図に基づいて実施した。

標定点の位置の選定は、空中写真上で明瞭に識別できる地物（橋梁、大きなマンホールの角、家屋の屋上等）がその対象となった。

選定の終了後、これら標定点への金属標を用いた埋標を実施した。

c) 観測

観測計画は、事前に準備していた計画案、既存三角点の現地確認結果、標定点の選点結果及び観測に利用できる GPS 受信機の台数を考慮して決定した。

この結果、観測は、4 台の GPS 受信機（Leica SR520）を用いた 14 セッションの構成となり、共有辺は全体で 12 辺となった。

d) 観測データの解析計算

観測データの解析計算は、基線解析、点検計算、網平均計算に分けて実施した。

各解析計算は、原則として、ライカ社の解析計算処理ソフトウェア「SKI-PRO」を用いて実施した。

すべての解析計算は問題なく実施され、最終的な新設標定点の座標の標準偏差は、すべての点の座標値において、SOK と協議して決めた制限値（経緯度の標準偏差 15cm、高さの標準偏差 30cm）を超えなかった。

表 3.6 新設標定点の一覧表

Point ID	B	L	X	Y	Ell(m)	Alt(m)	Geoid H.(m)	Remark
148ST5	1° 29' 17.70455" S	36° 37' 01.93966" E	9,835,375.070	234,861.940	1,751.642			
149S2	1° 06' 01.51548" S	37° 06' 44.49970" E	9,878,315.023	289,949.592	1,389.794			
149S3	1° 28' 07.08874" S	37° 03' 44.64762" E	9,837,592.787	284,419.100	1,727.096			
KJ01	1° 08' 53.64349" S	36° 53' 53.69124" E	9,873,011.157	266,117.332	1,454.634	1,564.493	109.859	
KJ02	1° 10' 38.75232" S	36° 56' 19.18118" E	9,869,785.482	270,618.912	1,429.742	1,539.473		Calculation by the interpolation
KJ03	1° 11' 18.23361" S	36° 47' 25.83794" E	9,868,559.858	254,126.032	1,646.087	1,755.926	109.839	
KJ04	1° 11' 24.58187" S	36° 51' 32.45660" E	9,868,370.837	261,753.130	1,518.012	1,627.743		Calculation by the interpolation
KJ05	1° 12' 52.94674" S	36° 58' 03.03261" E	9,865,665.450	273,833.428	1,407.386	1,517.117		Calculation by the interpolation
KJ06	1° 15' 14.07097" S	37° 00' 38.43740" E	9,861,333.871	278,642.179	1,387.763	1,497.649	109.886	
KJ07	1° 12' 05.67685" S	37° 03' 54.68593" E	9,867,125.458	284,706.218	1,363.585	1,473.010	109.425	
KJ08	1° 14' 32.80888" S	37° 05' 52.12847" E	9,862,608.535	288,340.853	1,377.832	1,487.417	109.585	
KJ09	1° 15' 23.26364" S	36° 41' 01.85797" E	9,861,021.492	242,256.828	1,834.370	1,943.979	109.609	
KJ10	1° 14' 12.26252" S	36° 44' 01.97427" E	9,863,207.837	247,825.540	1,703.072	1,812.803		Calculation by the interpolation
KJ11	1° 16' 21.43488" S	36° 48' 39.80047" E	9,859,246.533	256,421.085	1,561.377	1,671.208	109.831	
KJ12	1° 15' 21.16614" S	36° 54' 56.97341" E	9,861,107.686	268,083.412	1,473.976	1,583.897	109.921	
KJ13	1° 18' 49.21307" S	36° 59' 05.44134" E	9,854,722.673	275,771.774	1,471.391	1,581.122		Calculation by the interpolation
KJ14	1° 16' 38.51834" S	37° 02' 11.71732" E	9,858,741.974	281,528.489	1,386.312	1,496.106	109.794	
KJ15	1° 18' 23.61464" S	37° 04' 56.57494" E	9,855,517.537	286,628.400	1,365.482	1,475.109	109.627	
KJ16	1° 18' 59.41044" S	36° 39' 33.64896" E	9,854,377.754	239,534.745	1,782.569	1,892.106	109.537	
KJ17	1° 21' 03.48035" S	36° 42' 44.30843" E	9,850,571.212	245,434.915	1,752.437	1,862.168		Calculation by the interpolation
KJ18	1° 23' 35.16717" S	36° 45' 42.90531" E	9,845,915.976	250,962.559	1,624.835	1,734.577	109.742	
KJ19	1° 20' 24.79077" S	36° 45' 56.42869" E	9,851,765.427	251,375.325	1,684.073	1,793.781	109.708	
KJ20	1° 20' 08.02429" S	36° 53' 39.89564" E	9,852,293.211	265,707.212	1,525.040	1,634.834	109.794	
KJ21	1° 22' 56.55056" S	36° 56' 00.62238" E	9,847,119.741	270,063.268	1,507.525	1,617.329	109.804	
KJ22	1° 21' 05.76944" S	36° 57' 57.59399" E	9,850,526.016	273,677.291	1,495.617	1,605.348		Calculation by the interpolation
						Ave.	109.731	

(4) 簡易水準測量

a) 既設水準点の現地踏査

SOK 等に保管されている 1 級水準点、2 級水準点の点の記の資料を用いてナイロビ市内と周辺地域の既設水準点の現地踏査を実施した。その結果、ナイロビ市内とその周辺部では、11 点の既設水準点の存在が確認された。

b) 簡易水準測量路線の決定

簡易水準測量路線は、計画路線、撮影計画図、1/1.5 万空中写真そして前述の現地踏査の結果に基づき決定した。なおこの路線決定で、新設標定点 22 点中 15 点が水準測量によって高さが決定されることになった。また総路線延長は、約 247km となった。

c) 観 測

簡易水準路線決定後、観測は 3 個班を編制して実施した。

観測を開始する前に、視準軸等の水準儀の点検調整を行った。

これらの点検調整後、仕様に従って観測を実施した。

d) 計算処理と整理

計算処理： 各水準路線に対して、観測データの計算処理を行った。

次に観測データに問題が無かった路線について LEICA 社の計算処理ソフト「Level Pack Pro」を用いて、固定点や刺針点の標高値を決定した（精度管理表参照）。

整 理： 計算処理で決定された各刺針点の標高値を m 単位で小数点以下 2 位まで密着写真上に整理した。

表 3.7 精度管理表

Project name	Nairobi Mapping	Area	Nairobi City	Planning agency	JICA and Kokusai Kogyo	Executing agency	SOK	Project leader	(Signature) A. Nishimura
Objectives	Mapping	Period	from 1st Feb. 2003 to 1st Apr. 2003 (60 days)			Work quantity	Approx. 247km	Responsible engineer	(Signature) K.Ishizuka

Route No.	Distance	Error of closure limit	Error of closure	Comments	Route No.	Distance	Error of closure limit	Error of closure	Comments	Name of instrument
	km	cm	cm			km	cm	cm		
Link routes between known points					Going/Backing routes					LEICA DNA10
V/6 → IN/11	7.0	13.2	7.4	within limit	FIX → KJ01	10.3	12.8	0.2	within limit	(S/No. 331026)
IN/11 → MT3	5.7	11.9	4.5	within limit	100 → KJ03	5.0	8.9	0.7	within limit	(S/No. 331020)
MT3 → LXI/7	7.0	13.2	0.6	within limit	UTHIRU → KJ09	5.5	9.3	0.2	within limit	
IV/10 → V/6	10.5	16.2	2.9	within limit	FIX132 → KJ16	6.0	9.7	3.0	within limit	
LXI/4 → IV/10	27.0	25.9	1.9	within limit	KJ19 → KJ18	6.5	10.1	2.4	within limit	
V/6 → V/20	21.0	22.9	5.5	within limit	IV/10 → KJ21	8.0	11.3	2.5	within limit	
Loop route from known point					RUAH165 → KJ15	4.0	8.0	0.3	within limit	
IN/11 → IN/11	16.0	16.0	8.0	within limit						
Link routes between fixed point and known point										
OUTA22 → LXI/4	2.5	6.3	0.6	within limit						
V/6 → 132	14.0	14.9	3.5	within limit						
Link routes between fixed points										
37 → EMBA20	11.7	13.6	8.8	within limit						
IN/37 → KJ11	17.0	16.4	1.7	within limit						
Loop route from fixed point										
DADO117 → DADO117	35.0	23.6	4.3	within limit						

Error of Closure Limit
 - Route between known points: within $50\text{mm}\sqrt{S}$
 - Loop route: within $40\text{mm}\sqrt{S}$
 - Going/Backing route: within $40\text{mm}\sqrt{S}$
 (S: Distance in Km)

(5) 現地調査

a) 調査範囲

ナイロビ市の中心市街地、高級住宅地、スラム地域、新興住宅地、多様な植生を含む地域とした。なお、この現地調査は技術移転を目的としていたことやその期間が短かったことから調査業務対象の地域の一部について実施した。

b) 現地調査

調査範囲の空中写真を整備する空間データと同レベルの縮尺に引き延ばし、これを現地調査に用いた。また現地調査では、図式規程に沿った地形項目の調査を実施し、その結果を空中写真上に整理した。

c) 写真判読ハンドブック

現地調査の実施期間中に、写真判読ハンドブックを作成するのに必要な情報を収集した。

d) 既存資料の入手

空間データ基盤整備に必要な行政界、行政名、道路名等が記入された旧地形図等を可能な限り収集した。

(6) 現地補測

編集済みのデータの出力図を用いて縮尺 1/2,500 地形図 179K m²と縮尺 1/5,000 地形図 417km²の現地補測を実施した。

a) 計画・準備

現地補測の手順やスケジュールを詳細に計画した。また、現地補測に必要な出力図、既測図等の関係資料を準備した。

b) 現地補測の実施

現地補測では、次の業務を実施した。

- 既存資料情報に基づいた行政名・行政界等の修正
- 既存資料情報の地名・道路名・河川名等の記入及び点検
- 図化・編集時の不明・疑問事項の調査・確認
- 補備測量の実施
- 航空写真による植生判読の確認

c) 現地補測の整理

現地補測の結果は、図式規定に準じて作成した補測用簡易図式に従い、現地補測図のオーバーレイ上に整理した。

3.5.4 デジタル写真測量

(1) 空中写真のデジタル化

ネガフィルムをスキャニングし、空中写真の画像データを作成した。スキャニングの様子は以下のとおりであった。

- ◆ 解像度： 1270dpi
- ◆ 空中写真枚数： 305 枚

(2) 空中三角測量

空中三角測量は、解析法により実施した。成果は、1:2,500、1:5,000 地形図を作成するために必要な精度を十分に満たしていた。作業数量は、以下のとおりであった。

- ◆ コース数： 15
- ◆ モデル数： 250

(3) 数値図化

デジタル図化機、および解析図化機を用いて、地形図および GIS データベースの基となる空間データ基盤データを整備した。整備したデータは「空間データ基盤・データ仕様書(案)」に従って、データの加工や更新に適したレイヤ構成およびファイル構成で格納した。

(4) 数値編集

数値図化で得られたレイヤ構成毎、また図郭単位毎の各ファイルを、数値編集システムを用いて処理した。

(5) 論理点検：

数値編集されたデータは論理性チェックプログラムを用いて、トポロジーの一貫性、および分類の正確性についての全数点検を実施した。発見されたエラーは、修正編集と再検査で万全を期した。

(6) 精度管理

論理点検に加えて、出力図を用いた目視点検を実施した。

(7) 数値補測編集

数値編集データの出力図やそのオーバーレイにまとめられた現地補測結果に従って、図化範囲の全域に渡って最終的な数値編集を実施した。

なお数値補測編集の最終段階でも「論理点検」、「精度管理」を実施した。

3.5.5 地形図の印刷図作成

(1) 印刷図データ作成

構築した地形図データベースから、印刷図には不要と思われるデータを削除し、印刷図に対応するデータベースを作成した。

具体的には図式仕様書に基づき、線幅、色、記号、注記などを調整し、印刷図を作成するための Macintosh 用アプリケーションのフォーマットに変換した。その後、地形図としての見た目の表現に準じて、レイヤの上下関係などを修正した。

整飾に関しては、Macintosh のアプリケーションソフトを用いて作成し、地形図をはめ込み、図面番号、座標値を各図面単位に入力した。



(2) 印刷図フィルムの作成

完全な印刷用データが出来上がった後、フィルムの出力を行った。このフィルムに不具合がないかどうかの最終確認のため、出力したフィルムを1枚単位に出力図面に重ね、検査を行った。検査に問題が無かったため、印刷用の刷版フィルムを作成した。

3.6 調査業務の成果品

3.6.1 調査業務報告書

- | | |
|------------------|-----------------|
| a. インセプションレポート | 20部 (2003年2月作成) |
| b. プログレスレポート1 | 20部 (2003年3月作成) |
| c. インテリムレポート | 20部 (2003年8月作成) |
| d. プログレスレポート2 | 20部 (2004年3月作成) |
| e. ドラフトファイナルレポート | (2004年12月作成) |
| メインレポート | 20部 |

サマリー	20部
f. ファイナルレポート	(2005年3月作成)
メインレポート	20部
サマリー	20部
CD-ROM	2セット

3.6.2 技術移転業務の成果品

技術移転業務の成果品である独自に作成したマニュアル類は、次のとおりである。

a. GPS 測量マニュアル	1式
b. 簡易水準マニュアル	1式

3.6.3 GIS 構築業務の成果品

GIS 構築業務では、4つの管理支援モデルシステムを構築した。これらの成果品は次のとおりであった。

a. 交通管理支援 GIS モデルシステム及びデータベース	1セット
b. 上水道管理支援 GIS モデルシステム及びデータベース	1セット
c. 下水道管理支援 GIS モデルシステム及びデータベース	1セット
d. 地籍管理支援 GIS モデルシステム及びデータベース	1セット
e. 地形図データベース	2セット
f. 各管理支援 GIS モデルシステムガイドライン (利用の手引き)	各10セット

3.6.4 空間データ基盤整備業務の成果品

空間データ基盤整備業務の成果品は、次のとおりである。

a. 空中写真	
◆ ネガフィルム	1セット
◆ ダイアポジフィルム	1セット
◆ 密着印画紙	1セット
◆ 標定図	1セット
b. 標定点測量成果	1セット
c. 空中三角測量成果	1セット
d. 1/2500、1/5000 地形図	
◆ 印刷用製版フィルム	1セット
◆ 1/2500、1/5000 地形図 (印刷図)	1,000セット
◆ 2500、5000 レベル地形図データ	20セット

第4章 現状と課題

4.1 現状把握

4.1.1 技術力

(1) 地上測量

地上測量の関する対空標識設置・刺針・GPS 測量・簡易水準測量・現地調査・現地補測の各種技術が、SOK の職員に移転された。SOK の現在の技術力を評価すると以下のようになる。

- * 対空標識設置・刺針・簡易水準・現地調査・現地補測技術は、技術移転直後には習得されたと判断できるが、その後実務経験が後続しなかった事実から、その技術が保持されている保障はない。
- * GPS 測量技術は、技術移転終了後も実務が実施されており観測から解析までの技術が保持されていると判断できる。しかし大規模また高精度の GPS 測量の計画やその実施に関しては、まだ経験不足で指導を必要としている。

(2) 写真測量

デジタル写真測量に関するフィルム・マップスキャンニング、デジタル空三、デジタル図化・編集、オルソフォト作成そして ISO 基準の各技術が、SOK の職員に移転された。これらの技術移転の成果に基づいて、SOK の技術力の現状把握を行なう。

- a. フィルムスキャンニング、デジタル空三、オルソフォト作成の各技術は、講義・実習形式の技術移転で習得された判断できるが、技術移転後、実務が実施されていないことからその技術が確実に保持されている保障はない。
- b. デジタル図化・編集の技術移転は OJT 方式で実施し、特定の地域を SOK が独自に図化・編集を行なった。この成果からデジタル図化・編集に関する一定の技術が保持されていると判断できる。

(3) GIS

GIS に関する技術移転は、SOK および NCC の職員に対して、講義およびお実地訓練方式のより実施された。各組織の GIS に関する技術力の現状は次表のとおりである。

SOK および NCC の GIS に関する現状

技術移転項目	SOK	NCC
ハードウェアの設定（接続）	SOK 職員は通常業務の中で PC、プロッターなどハードウェアに触れる機会が多いため、技術移転に参加した訓練者の大部分は、ハードウェアの設定について理解した。	市役所の各部署にはほとんど PC がないため、技術移転に参加した訓練者の大部分は PC のセッティングの経験がなかった。しかし、技術移転を通じて、ハードウェアの接続方法の技術を習得し、特に問題はないと思われる。
ソフトウェアのインストールおよびアンインストール	SOK の職員は ArcGIS ソフトウェアのインストールおよびアンインストールに関する技術については、現時点では特に問題ないと思われる。	ソフトウェアのインストール、アンインストールについては、大部分の NCC 職員が初めての体験であったが、対話式のため大きな問題は生じなかった。したがって、これに関する技術力については問題ないと考えられる。
Windows に関する事項	SOK の職員は個人的なレベルの差があるが、Windows の操作（起動、終了、ファイルのコピー、削除など）に係わる技術・知識については特に問題はない。	NCC の職員は普段の業務の中でコンピュータを使用していない職員が多いため、技術移転を終了した時点で、まだ十分に Windows の操作（起動、終了、ファイルのコピー、削除など）ができない訓練者が若干いる。
ArcGIS に関する事項	SOK の職員は、総合的に判断するとデータの表示、レイアウトの作成、ジオレファレンス、データ変換、空間検索、3次元解析、空間解析など基本的な技術は習得した。しかし、数学的要素が必要な論理演算については、まだ十分に理解していない。	NCC は SOK と異なり、地図作成技術や測量技術をバックグラウンドとして持たない職員が多いため、特にジオレファレンス、データ変換のところが技術力が不十分のように思われる。その他のデータ表示、レイアウト作成、3次元解析、空間解析などは基本的な部分は理解している。また、NCC も SOK 同様、数学的要素が必要な論理演算については、十分に理解していない。

4.1.2 GIS モデルシステム

(1) データベース

GIS モデルシステムを構築するにあたり整備したデータベースの範囲はナイロビ市中心部分の 15km² (1:2,500×5 面) のみである。また、データベース構築のために収集したソースとなる図面および資料は、NCC の各部門にて日々活用されているものではあるが、定期的に更新されているものではないため、情報の精度・鮮度に疑問が残る。データベースの設計に関しては、モデルシステム位置付けの範囲で、実現可能なもののみデータ化したが、実用の際は追加すべきデータ項目、変更すべき項目・内容・構造などがあると考えられる。

(2) システム

開発の基本方針は以下のとおりであった。

- ◆ 分かりやすいシステム
- ◆ GIS データベースにマッチしたシステム
- ◆ 今後の拡張を考慮したシステム

開発環境としては、Visual Basic で作成した COM (Component Object Model) コンポーネントを ESRI 社 ArcInfo の起動時に読み込み、追加機能を実装した。

(3) GIS ソフトウェア&ハードウェア

供与機材として導入した GIS ソフトウェアは ESRI 社 ArcGIS9.0 シリーズで、以下のものである。同時に、GIS 関係の作業に必要なハードウェア一式 (PC、プロッタ、スキャナ) も同時に導入した。

- ◆ ArcInfo 1 ライセンス
- ◆ Spatial Analyst 1 ライセンス (追加モジュール)
- ◆ 3D Analyst 1 ライセンス (追加モジュール)

(4) GIS 技術者

技術移転トレーニングに参加した NCC 職員 11 名のみ。

(5) GIS 運用のしくみ

GIS 専門の部門は現在のところなく、維持・管理のための予算も確保されていない。

4.1.3 空間データ基盤

本調査業務においてナイロビ市をカバーする縮尺レベル 2500、5000 の空間データ基盤を整備した。これらの空間データ基盤は、SOK との協議結果 (表現項目等) や ISO の基準に基づいた仕様に従って整備されている。そしてその仕様は、公開されている。

4.2 課題

4.2.1 技術力

(1) 地上測量

地上測量の技術力に関する課題は、次のように考えることが出来る。

* 主として技術移転の対象となった空間データ基盤作成に係る地上測量技術

現状把握で述べたように技術移転の終了後の実態を考慮すると GPS 測量を除いた各技術は、実務を通じた経験の蓄積が大きな課題と考えられる。また技術移転で用いたマニュアル等の有効利用や技術の他者への伝播も課題である。

* 国家測地網を形成するのに必要な地上測量技術

現在 SOK が意図している世界基準に準拠した国家測地網の形成に必要な 網形成の計画技術や長距離基線の解析技術を如何に取得していくかが、SOK にとっての大きな課題である。

(2) 写真測量

デジタル写真測量の技術力に関する課題は、次のように考えることが出来る。

- a. フィルムスキャンニング、デジタル空三、オルソフォト作成の各技術は、実務の機会も少ないので意図的にその機会を作り技術の保持に努めることが課題である。
- b. デジタル図化・編集は、技術保持の観点から調査業務の成果（デジタル画像、デジタル空三）を用いて、教育・訓練を継続的に実施していくことが課題である。
- c. 上記の課題を実行する中で、それぞれの技術の伝播も重要な要素であり、これを実現していくことも課題である。

(3) GIS

a) 測量局（SOK）

SOK の今後の課題は次の 2 点である。

* 確実な GIS の基礎技術の習得

GIS の基礎を完全にマスターするため、日々の GIS トレーニングによる基礎技術の習得が今後の課題である。

* GIS の応用技術（3次元解析、空間解析）の習得

新たなタイプの地形図（3次元地形図など）や主題図（貧困マップなど）を作成するための応用3次元解析、応用空間解析技術の習得が課題である。

b) ナイロビ市役所（NCC）

NCC の今後の課題は次の3点である。

* 確実な GIS の基礎技術の習得

GIS の基礎を完全にマスターするため、日々の GIS トレーニングによる基礎技術の習得が今後の課題である。

* GIS モデルシステムの活用技術と応用技術の習得

構築した4つのモデルシステムの使いこなしていくための活用技術と応用技術の習得が課題である。

* GIS の維持・管理・保守に係わる技術の習得

GIS モデルシステムの定期的なメンテナンス、また、GIS ソフトウェアのバージョンアップなどに対応できるよう、GIS のハードウェア、ソフトウェアに係わる維持・管理・保守のための技術の習得が課題である。

4.2.2 GIS モデルシステム

モデルシステムとして整備したデータベースの範囲が15km²では実務には不十分であり、拡大する必要がある。また、データの精度を確実にするためには、現地調査、資料の整理が不可欠だ。人材育成、GIS 機材の維持・管理などの財源を確保し、計画的に運用するしくみづくりをしなければ、持続的に活用していくことが難しい。

4.2.3 空間データ基盤

現状把握で述べたように、本調査業務でナイロビ市の空間データ基盤が整備された。しかしこの空間データ基盤の仕様は、調査団の経験と SOK との協議のみで決定されている。一般的には、空間データ基盤の仕様は、関係機関での十分な検討や ISO 基準の十分な理解の上で決定されている。

一方ケニア国では、SOK を中心にして NSDI の活動が始まっている。これらの事実からナイロビ市の空間データ基盤の仕様とその決定過程での議論を一つの経験にし NSDI での仕様検討を促進させ決定することが、課題である。

第5章 カウンターパート機関に対する提言

5.1 将来像と将来計画

5.1.1 技術力

(1) 地上測量

* 将来像

空間データ基盤作成に係る地上測量技術が、日常的に用いられるようになる。また計画に従って、常時これらの技術が駆使されると同時に技術者層の拡大を狙ったOJTがSOKの職員によって計画的に実施される。

国家測地網が、世界測地基準または近い将来実現される東アフリカ統一測地標準に従って整備されだし、高次基準点の整備から徐々に低次基準点へ移っていく。また既存点は、新しい国家測地網の整備の中で得られたパラメーター等を利用して座標変換が行なわれていく。

そして最大の課題である蓄積されている膨大な地籍データの統一座標系の下における管理をめざし、そのデータの座標変換に着手する。

* 将来計画

上記のような将来像に対して、「空間データ基盤整備に伴う地上測量の実施」、「新しい測地基準系に基づく国家測地網の整備」、「地籍データの統一管理」のような将来計画が、考えられる。

(2) 写真測量

* 将来像

デジタル写真測量の技術が広く理解され、日常業務の中で恒常的に利用される。また技術伝播を実現させ、SOKにおけるデジタル写真測量技術のポテンシャルが高くなる。

* 将来計画

将来計画としては、デジタル写真測量による主要都市における空間データ基盤整備や未整備地域のデジタル写真測量による5万分1国土基本図の整備が考えられる。

(3) GIS

a) 測量局 (SOK)

* 将来像

GIS に関する SOK 職員全員が、ArcGIS の基礎および応用技術をマスターし、日常業務の中でそれを使いこなしていく。また、定期的な GIS 技術移転を実施により職員全員の GIS 技術のボトムアップが図られる。

次に本業務ではナイロビ市全域（ナイロビ国立公園は除く）の地形図 GIS データベースを構築したが、今後、この地形図データベースをケニア国内の各主要都市に拡大し、さらにはケニア全土の地形図データベースを整備する。

また、地籍情報については、SOK でその地籍図を管理していることから、習得された GIS の技術を活用し、主要都市およびケニア全土の地籍 GIS データベース化を図る。

* 将来計画

上記、SOK の将来像をもとに以下のような地形図 GIS データベースおよび地籍 GIS データベースの整備に関する将来計画が考えられる。

- ◆ 各主要都市の地形図 GIS データベースの構築 (1:5,000~1:10,000 レベル)
- ◆ ケニア全土の地形図 GIS データベースの構築 (1:250,000~1:500,000 レベル)
- ◆ 各主要都市の地籍 GIS データベースの構築(1:5,000~1:10,000 レベル)
- ◆ ケニア全土の地籍 GIS データベースの構築 (1:250,000~1:500,000 レベル)

b) ナイロビ市役所 (NCC)

* 将来像

NCC の各部局の職員が ArcGIS の基礎および応用技術を完全に習得し、日常業務の中で GIS が活用されていく。また、習得された GIS の基礎・応用技術を活用し、今回構築した 4 つ GIS モデルシステムの対象範囲や機能が拡充され、さらに新たな都市問題（環境汚染、衛生、貧困など）を解決するための GIS システムの開発がなされる。

* 将来計画

- ◆ GIS センターの設立

GIS センターを役所内に設立し、ここで GIS データベースの構築やデータ管理を行う。

- ◆ 定期的な技術移転トレーニングの実施

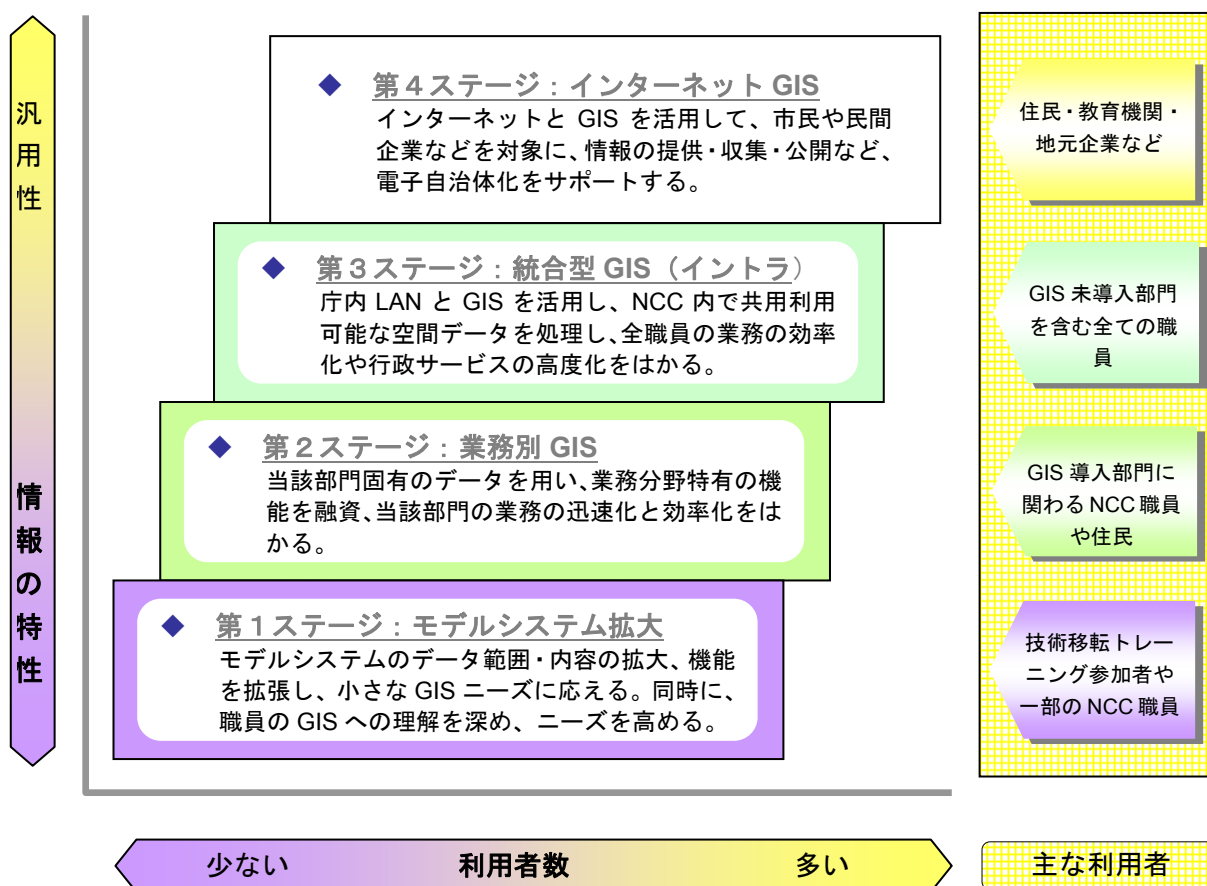
AICAD、RCMRD など GIS 機材を豊富に有している施設を利用することにより定期的な GIS 技術移転トレーニングを実施する。
- ◆ GIS モデルシステムに機能拡充のため技術力の習得

GIS モデルシステムの機能を拡充するには、カスタマイズ用のプログラミングの技術を習得しなければならないが、そのための専門家による技術移転トレーニングが実施される。
- ◆ 空間解析、3次元解析技術の習得

新たな都市問題を解決するための GIS モデルシステムの構築が可能となるよう、今後専門家による空間解析、3次元解析の応用技術のトレーニングが実施されることが望ましい。

5.1.2 GIS モデルシステム

NCC におけるモデルシステム、および GIS の展開を以下のように提案する。



5.1.3 空間データ基盤

* 将来像

本調査業務での経験や成果を踏まえて NSDI において、ISO の基準に従った国家空間データ基盤の仕様が確定され、一般に公開される。そしてこの仕様に基づく各縮尺レベルの国家空間データ基盤の整備が開始される。

* 将来計画

本調査業務での経験や成果を踏まえて、NSDI における国家空間データ基盤の仕様の整備、法規制の確立、教育・訓練の実施、普及の実施を計画し実施に移していく。

また同時にケニア国全土を対象とした各縮尺レベルの国家空間データ基盤の整備計画を立案しこれをその年度計画に従って着実に進めていく。特に都市問題が集中する主要都市部の空間データ基盤の整備を優先する計画を立て実行していく。

5.2 ナイロビ市役所への提言

5.2.1 優先プロジェクトの計画概要

モデルシステムの将来像・将来計画において、段階的に NCC に GIS を導入することを提案した。そしてここでは、まず第1ステージである、モデルシステムのデータ範囲拡大および機能拡張について、NCC 職員へのヒアリング結果をもとに優先プロジェクトとして提言する。

1) 地籍モデルシステム

範囲拡大： 105 km² へ

追加属性： 借地権情報、契約開始時期情報

追加レイヤ： 都市計画ゾーン（ポリゴン）、屋外広告ポイント（ポイント）

2) 道路モデルシステム

範囲拡大： 400 km² へ

追加属性： 道路限度交通量、車線数、駐車場数

追加レイヤ： 道路付属物（街路灯など）（ポイント）

追加機能： ①道路混雑状況を示す機能、②道路計画のための必要車線数を示す機能

3) 上水道モデルシステム

範囲拡大： 588km²へ

追加属性： 上水管給水ゾーン

追加レイヤ： 上水管交差ノード（ポイント）

追加機能： 上水管敷設コストシミュレーション機能（追加で管のサイズを入力可能にする）

4) 下水道モデルシステム

範囲拡大： 376km²へ

追加属性： 下水管保護クラス、マンホールデザイン材質

追加レイヤ： 下水管交差ノード（ポイント）

追加機能： ①下水管敷設コストシミュレーション機能（追加で管のサイズを入力可能にする）、②敷地内排水口ポイントから下水管をつなぐ最短距離にあるマンホールを検索する機能

5.2.2 計画実現のための改善事項

上記優先プロジェクトの実現に向けて、以下の事項に留意する必要がある。

◆ 組織づくり

供与機材一式および開発された GIS モデルシステム・データベースは都市計画部門の中に設けた部屋に設置し、GIS Center と位置づけた。ここでは部門に関わらず NCC 職員が利用することができ、データ編集、地図作成・出力など必要な作業を行う。この GIS Center が中心となり、モデルシステムのデータ範囲・内容の拡大、機能の拡張、その他ユーザーの小さな GIS ニーズに応じていくと同時に、NCC 職員の GIS への理解を深め、ニーズを高めるための活動も積極的に行う。

◆ 運用・管理のしくみづくり

複数の職員が様々な目的のために一つのコンピュータを使い、GIS やその他のソフトウェアを利用してデータにアクセスする状況においては、管理者およびユーザーの業務分担と責任を明確にし、計画的に運用していく。

◆ 財政確保

計画実現のためには、システムの維持費、データ作成に関わる費用などの確

保が重要だ。財源確保のために

- ①小さいサービスを NCC の各部門に提供し財源を得る（出力サービス、主題図作成サービス、情報検索サービス）
- ②データ拡大に伴い恩恵を受ける各部門から予算を少しずつ割り当てる
- ③非生産部門として NCC 全体予算を割り当てる（City Treasure 部門 Computer Section のように）

5.3 測量局への提言

測量局への提言する優先プロジェクトの計画概要は次のとおりである。

* 世界測地基準系に基づく国家基準点網の整備

SOK が、調査業務の技術移転成果や将来像・将来計画から取り組むべき優先プロジェクトは、測量業務の基準となる測地基準系を現行のクラーク 1880 の基づくものから世界測地基準系に基づくものに変更する。その為に、第1ステップとして0次基準点網の確立を計画し実施する。

この業務が完成すれば、1次点以下の基準点の設定は、調査業務での技術移転成果を活用することで技術的な問題は全て対応可能である。

* 空間データ基盤の整備

新しい測地系の設定に加えて SOK が取り組むべき優先プロジェクトは、ナイロビ市に続く主要都市の空間データ基盤の整備である。この場合の空間データ基盤は、NSDI で決定された仕様に基づくことが推奨される。しかしそれが決定されていない場合は、本調査業務で整備したナイロビ市空間データ基盤の仕様を準用する。具体的な優先整備地域は、ケニア国第2の都市であるモンバサ市が考えられる。

* GIS のための地形図データベースの構築

上述のように空間データ基盤を整備すると同時に特定の目的（地籍管理用）に対応した地形図データベースを構築する。具体的には空間データ基盤を整備するモンバサ市の地籍 GIS に適用できる地形図データベースを構築する。

上記業務を実施するに当たり SOK の現状把握や課題から以下のような改善事項が、考えられる。

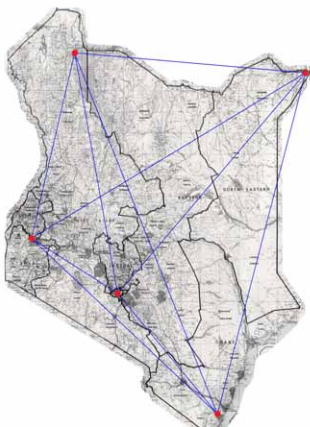
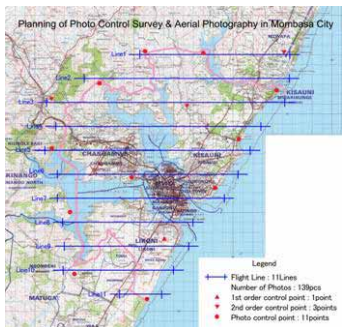
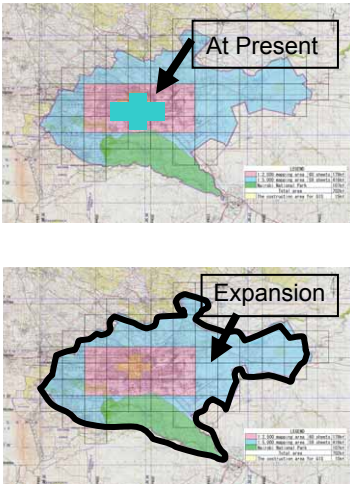
- ◆ 合理的な計画の立案
- ◆ 計画実施の為の強力なイニシアティブの発揮

- ◆ 計画実施に必要な経費の捻出
- ◆ 技術基盤の確立（機材の準備等を含む）

5.4 SOK 及び NCC への提言のまとめ

5.4.1 提言内容のまとめ

5.2と5.3でSOK及びNCCに対して行った提言をその優先度、経費、そして必要な機材の面から次のようにまとめた。

	国家測地網の構築	モンバサ市の空間データ基盤の整備	ナイロビ市 GIS モデルシステムの拡張
提言の概要	<p>Establishment of Zero Order Control Points in Kenya</p>  <p>Note: This plan is assumed location of existing controlpoints based on the Geodetic Control Network-1985</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 世界測地系に準拠した新しい国家測地網を構築する ◆ ケニア国内に世界測地系基準に基づいた0次基準点を5点構築する 	<p>Planning of Photo Control Survey & Aerial Photography in Mombasa City</p>  <ul style="list-style-type: none"> ◆ ナイロビ市と同じ仕様に基づく空間データ基盤をモンバサ市全域に対して整備する ◆ また印刷図も作成する 	 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 現状の GIS モデルシステム（4システム）のデータベース構築エリアとデータ項目を拡張する ◆ 現状の GIS モデルシステム（4システム）の機能を強化する
必要な主要機材等	<ul style="list-style-type: none"> ◆ GPS 受信機 5 台 ◆ 解析ソフトウェア BERNESE 1 セット ◆ 解析用パーソナルコンピュータ 2 台 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ モンバサ市を全てカバーする縮尺 1/15,000 程度の航空写真 ◆ フィルム スキャナー 1 台 ◆ 図化機 2 台 ◆ 編集機 3 台 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ マップスキャナー 1 台 ◆ デジタイザー 3 台 ◆ 編集機 3 台 ◆ パーソナルコンピュータ 4 台
経費	Approx : US\$67,000	Approx : US\$292,000	Approx : US\$21,000
優先度	第1優先	第3優先	第2優先

5.4.2 経済インフラ整備への貢献

(1) 空間情報の整備

経済インフラを整備する上で必要不可欠で基本的な情報の1つに地形図や土地に関する情報、すなわち空間情報がある。ケニア国では、これら空間情報が、即座に経済インフラ整備に貢献できる状態に到達していない。このような中で、ナイロビ市の空間データ基盤整備は、これらの要求に応えるものであった。また前節で提案しているモンバサ市における同仕様による空間データ基盤整備計画は、経済インフラ整備に必要な空間情報の整備を促進するものである。

また空間情報の基盤を構成する測地系を世界標準またはアフリカ測地系に準拠させることも重要である。この点から前節で提案している国家測地網の構築は、緊急の課題である。

前節までの提案では、中長期に渡る空間情報の具体的な整備計画（人材育成を含む）は、含まれていない。もちろんこれらの中長期計画の策定も経済インフラ整備の観点からは、除外することの出来ない事項である。

(2) 貧困削減への貢献

貧困削減の視点から経済インフラの整備を考えると住民の日常生活に密着した上下水道は、重要な要素である。

住民の生活水準の向上には、上下水道の完備は不可欠である。そして合理的な給排水計画を立案し実施することは、貧困削減の一つの政策である。このような観点から調査業務で構築した上水道・下水道管理支援 GIS モデルシステムやその拡張の提案は、有意義なものである。

また調査業務で構築した地籍管理支援 GIS モデルシステムは、土地に関する情報の一定部分を合理的に管理できる。貧困地域での土地利用や所有関係の明確化は、貧困地域にとって、貧困解消に向けた政策策定に有用であり、前節でのその拡張提案は、貧困削減に貢献できる。

以上に加えて、ケニアにおける土地に関する売買・登記制度の調査が実施され、所有されている土地への課税が国家財政の基盤となる税収に貢献できれば、貧困削減の財政基盤が確立されることになる。このような点からも、構築した地籍管理支援GISモデルシステムの拡張やその発展形態である土地情報システムの構築は、貧困解消の政策策定ツールに利用できるのみならず、貧困削減の財源となる土地への公平課税の強力なツールとなる。

(3) AICAD,KISM と SOK との連携

広範な意味での地理情報は、ケニア国においては、SOK が管轄すると考えられる。この

観点からは、前述の経済インフラ整備に貢献する空間情報の整備は、SOK が主導的役割を果たし、実現していく義務を有している。

しかし広範で膨大な量になる空間データ基盤や地籍情報の整備・構築は、調査業務で実施された技術移転の成果を有する SOK のみで実施されるのではなく、これらの分野に大きな技術ポテンシャルを有する KISM や数多くの機材を保有しその利用や教育を担当している AICAD との連携を通じて実現されるべきである。この連携は、空間データ基盤や地籍情報の合理的な整備・構築に貢献するのみならず、多くの関係機関が参加することで、その重要に関する社会的な認知度を高める働きも期待できる。

5.5 連携強化の重要性

5.5.1 測量局とナイロビ市役所

測量局とナイロビ市役所は、本プロジェクト開始以前には地図の販売・購入以外にはほぼ接点が無かった。しかし以下の点において、今後は連携の強化が重要だと思われる。

- ◆ 最新の地形図、航空写真、オルソフォトなど地理情報の提供
- ◆ 最新の分筆・合筆に伴う地籍境界の変更を反映した地籍図 (Topo Cadasre Map) の提供
- ◆ NSDI にて地理情報標準化・高度利用促進のための活動

5.5.2 NSDI

本調査業務では、SOK との協議で空間データ基盤の仕様を決定した。またその仕様に基づいてナイロビ市の空間データ基盤を整備した。

この仕様決定や整備業務の経験を NSDI のワーキンググループでの活動に報告し、そのグループの活動を強化することが、期待される。また NSDI での決定事項が既に整備した空間データ基盤に反映されることも期待される。この過程を通じて本調査業務の成果が、ケニア国の国家空間データ基盤の一翼を担えるようにする。

SOK は、NSDI で指導的役割を果たし、そこで関係機関との意思疎通を定期的はかる必要がある。以上の意味から、NSDI の活動を定期的実施すると同時にそこを通じた関係機関との連携を強化していくことは、重要である。

5.5.3 関係機関

(1) AICAD (African Institute for Capacity Development)

AICAD は現在最新の ArcGIS 9.0 および全てエクステンションを 11 ライセンス保有し、さらに GIS 専用のコンピュータラボを有する施設である。したがって、AICAD は SOK、NCC の職員が今後の最新の GIS 技術をトレーニングする上で必要となる組織であることは間違いなく、AICAD との連携・関係を維持・継続させていくことが重要である。

2005 年 2 月～3 月にかけて AICAD には、「GIS 設備活用計画策定」分野の短期専門家が派遣されており、カウンターパート及び AICAD フェーズ 2 プロジェクトの長期専門家とともに、ケニア国、タンザニア国、ウガンダ国での既存の GIS 研修及び GIS を活用している機関に関する情報（実施機関、研修内容講師、カリキュラムなど）を収集し、AICAD 独自の事業を立ち上げるための計画を策定するとともに、これらに係るカウンターパートへの技術移転を行っている。