

No.

国際協力事業団
ラオス国首相府地理局

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

THE NATIONAL GEOGRAPHIC DEPARTMENT (NGD)

THE PRIME MINISTER'S OFFICE OF LAO P.D.R.

ラオス国メコン河流域地理情報作成調査
最終報告書 (要約)

THE STUDY FOR THE ESTABLISHMENT
OF GIS BASE MAP DATA
FOR THE MEKONG RIVER BASIN
IN LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

SUMMARY OF FINAL REPORT

平成 15 年 2 月

株式会社 パスコ
朝日航洋株式会社

社調一

JR

03-15

国際協力事業団
ラオス国首相府地理局

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)
THE NATIONAL GEOGRAPHIC DEPARTMENT (NGD)
THE PRIME MINISTER'S OFFICE OF LAO P.D.R.

ラオス国メコン河流域地理情報作成調査
最終報告書 (要約)

THE STUDY FOR THE ESTABLISHMENT
OF GIS BASE MAP DATA
FOR THE MEKONG RIVER BASIN
IN LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

SUMMARY OF FINAL REPORT

平成 15 年 2 月

株式会社 パスコ
朝日航洋株式会社

目次

1. 結論	1
2. 提言	1
2.1. 測量に関する省令の改正.....	1
2.2. データ管理のための予算.....	1
2.3. メコン GIS データベースの PR	1
2.4. GIS データの頒布	1
2.5. 価格決定.....	2
2.6. データの品質の情報.....	2
2.7. ハードコピーへの需要.....	2
2.8. データの修正.....	2
2.9. 技術の保持.....	2
2.10. データのアップデート.....	3
2.11. データの品質向上.....	3
2.12. データの追加.....	3
2.13. データの保護.....	3
2.14. アーカイブの保存.....	3
2.15. 数値地図編集.....	4
2.16. 付加価値.....	4
3. 調査の背景	4
4. 調査の目的	5
5. 調査対象地域	5
6. 本調査の特徴	7
7. インプット	7
7.1. ラオス国側のインプット.....	7
7.1.1. 実施体制.....	7
7.2. 日本国側のインプット.....	8
7.2.1. 実施体制.....	8
7.2.2. 調査用機材.....	8
7.2.3. 作業室とコンピュータネットワークシステムの整備.....	9
8. 調査の成果	10
8.1. GIS 基盤データの構築	10
8.2. 空中写真.....	13

8.3.	衛星画像.....	14
8.4.	測量システムの変換.....	15
8.5.	マニュアルの作成.....	15
8.6.	技術移転.....	15
9.	調査の実施.....	18
9.1.	インセプションレポート.....	18
9.2.	GIS 基盤データの規格.....	18
9.3.	既存地図と空中写真の吟味.....	18
9.4.	測地データネットワーク測量とデータムシフトパラメータの計算.....	18
9.5.	空中写真撮影.....	19
9.6.	オルソ衛星画像の作成.....	19
9.7.	空中写真判読と現地点検.....	19
9.7.1.	地物の判読.....	19
9.7.2.	土地利用の判読.....	19
9.7.3.	移写.....	19
9.8.	GIS データの収集、アップデート、構造化.....	20
9.8.1.	1:100,000 地形図の地物数値化.....	20
9.8.2.	コンターデータと数値標高モデル(DEM).....	21
9.8.3.	土地利用.....	21
10.	成果の品質.....	21
11.	GIS データの地図出力.....	22
12.	環境分析.....	23
13.	NGD の現状分析.....	23
13.1.	NGD の責務.....	23
13.2.	成果物とサービス.....	23
13.3.	組織と職員.....	23
13.4.	施設.....	23
13.5.	財務.....	24
14.	GIS データベースの利用.....	24

1. 結論

本件調査の目的は、ラオス国の大部分に相当するメコン河流域について国家開発計画等に寄与する GIS 基盤データを、調査団の指導監督の下にカウンターパート機関の首相府地理局（NGD）が作成するとともに、その過程において NGD に対してデータ作成、アップデート、データベース管理の技術移転を行うものであった。結果として基盤データ作成に関しては所期の目的を上げることができ、これにより開発、保全等、種々の分野に対して貢献するところ大きいものがあると考えられる。また、技術移転に関してはデータ作成からデータベース管理に至る地理情報処理の基礎的技術について成果を上げ、NGD は通常のデータ管理とサービスが可能なレベルに達したが、より高度のサービスの需要に向けて応用技術の習得が今後の課題である。

2. 提言

2.1. 測量に関する省令の改正

GIS 基盤整備事業のような新しい事業には国家予算の獲得と他機関の協力が要る。これを確保するため、政令に数値図化および GIS データの事項を書き加えるべきである。

2.2. データ管理のための予算

GIS データは公開するべきであるが、データ管理には予算が要る。新たな国家予算の獲得は現実には困難と思われるので、データを適正な価格で頒布する必要がある。この他、価値を付加した新商品を開発し、刊行するべきである。

データサービスの早期段階で行うべき事項として以下のようなものがある。

2.3. メコン GIS データベースの PR

メコン GIS データベースの利用を促進するため、データ公開を PR することが NGD にとって重要である。少なくともサービスの初期段階では NGD はできる限りデータサービスを宣伝しなければならない。そこで、宣伝効果のある手段をとるべきであるが、パンフレット配布とマスメディアによるアナウンスは一般に必須である。GIS に関する展示やデモも効果的手段として奨められる。

2.4. GIS データの頒布

データベースの有用性の宣伝と更なる利用促進のため、データの様々な利用のケースを多く蓄積することが重要である。したがって、NGD は政府機関や公共的プロジェクト

に属するパワーユーザーに低価格でデータを提供することが奨められる。また、利用例を発表するためのセミナーを適宜開催することも奨められる。

2.5. 価格決定

データの価格は複製材料、人件費、アップデート経費、器材の修理費と減価償却費を念頭に決めなければならない。

データはいくつかの既成商品に分類するのが望ましい。また、数値データは県単位あるいは 1:100,000 地形図の図郭単位に基づいて編集するのが望ましい。

2.6. データの品質の情報

NGD はユーザーに提供するにあたりデータの品質と図歴を知らせなくてはならない。また、ユーザーにデータの使い方を知らせるためデータ利用マニュアルを活用すべきである。

2.7. ハードコピーへの需要

ユーザーはデータの利用を決定するにあたりその有用性を評価するため、まず新データのハードコピーの入手を考えるものと予想される。また、多くの人はデータが更新されているという理由で、1:100,000 地形図の代りにこのハードコピーの入手を考慮であろう。NGD は注文に応じて迅速かつ的確にプリントアウトする作業システムを整備しておかなければならない。

2.8. データの修正

いかなる場合でも新規に作ったデータは完璧とは言えない。エラーは見つかれば次第すぐに直さなければいけない。

以下の事項は常に行うべきことである。

2.9. 技術の保持

移転された技術は将来にわたりメコン GIS 基盤データベースの保守と改良のために保持することが基本である。このため NGD は技術トレーニングの基本計画を立てなければならない。また、OJT を含む種々のトレーニング手法を研究するべきである。データ作成マニュアルは新入技術者の指導に活用するべきである。また、このマニュアルは必要に応じて改訂しなければならない。

2.10. データのアップデート

データをアップデートすることは GIS データがユーザーに持続的に利用されるようにするため非常に重要である。データアップデートは特に道路と集落に関しては経年変化が速いので重要である。年 1 回または 2 年に 1 回のアップデートはユーザーを満足させるために必須である。

また、暫定的に格納した行政界は将来アップデートするべきである。

2.11. データの品質向上

NGD はデータの品質を絶えず改良しなくてはならない。データレイヤ - の中には品質から見て未完成のため、特別の説明を要するレイヤーがいくつかある。例えば、行政界は暫定的な場所が多い。決定次第すぐに直すべきである。集落名（ポイント）が必ずしも集落（ポリゴン）の位置と一致しないことがある。改善のためには将来の現地調査が必須である。

土地利用データはデータ取得方法の相違、分類システムの相違、時点の相違のため、地域間で必ずしも連続しないことがある。この不連続は将来の明確な分類システムと方法によってのみ解決できる。

急傾斜地でのコンターを画像にして見たとき、不自然さに気づく。コンターデータ作成の主要な目的が DEM を作成することであったためである。将来数値地図編集を行うときには原コンターを再度数値化してコンターデータを改訂する必要がある。

2.12. データの追加

個々の利用に必要なデータはユーザー自身がデータベースに加えるのが基本であるが、作成を依頼された場合は、NGD はこれを請けるべきである。また、基本的データレイヤーであって、ユーザーからの追加要求が多い場合は、NGD がこれを作成するべきである。

2.13. データの保護

データサービスを続けるためには著作権の保護が必要である。データの保護は現時点で技術的に可能だが、永続的なものではありえない。これに対して絶対的な方法は無い。頻繁なデータのアップデートで著作権侵害を避けることができよう。

2.14. アーカイブの保存

アップデートに際して古くなった GIS データも国の過去の状況とその変化を分析するのに貴重は記録であるため、NGD はこれを保存するべきである。

2.15. 数値地図編集

この提言は将来の数値地図編集技術に関するものである。

ハードコピーサービスは修正された地図への最低限度の要求を満たしてくれる。これは修正されているがために既存の地図より優れている。しかし、これはあくまでも暫定的なサービスである。

GIS データから出力したハードコピーは試行錯誤の後に決めたデザインに基づくが、既存の地図に比べて視覚的な表現がはるかに劣っている。一般に GIS データから出力したハードコピーは従来の地図よりも視覚的表現が劣るのは避けられない。GIS データはもともとアナログ地図の編集を目的にしたものではないからである。良い地図は、誰でもが容易に正しく読み取れるように適切な地図のデザインによって作られるものである。

従来の地図編集法は経費が高くつくものであったが、最近では数値地図編集を含め、新しい方法が急速に進歩し、普及してきた。これは従来の方法に比べて能率的かつ経済的である。もしも数値データがあれば、数値的方法が編集に適用できる。メコン GIS データがある現在、NGD は数値的アップデートのみならず、数値地図編集でも優位の立場にある。したがって将来できるだけ早い時期に NGD はこの能力を獲得することが望まれる。

2.16. 付加価値

付加価値のあるデータを求めるユーザーが多いものと思われる。この要求が技術的に受け入れられるときには NGD は極力応じるべきである。そのため、NGD は注文に応じてデータに価値を付加する最低限の能力を保持するとともに、国の GIS データ処理センターであることが望まれる。

さらに、NGD は有望な歳入源となる新規の地図を刊行することが望ましい。例えば、道路地図は観光業や外国人旅行者の需要に合致するものである。史跡や景勝地の観光地図も有望である。既刊の都市案内図は改訂版を出すべきである。もしも数値地図編集技術があれば、以上の地図はすべて基盤データから編集できるのである。

3. 調査の背景

メコン河はインドシナ半島で最大の国際河川で、6 カ国を貫流し、約 800,000km² の流域を形成している。この流域を「メコン河流域」と呼ぶ。ラオスは河川沿いの 6 カ国の 1 つで、唯一の内陸国である。国土面積は 237,000km² で、その 90% の 214,000km² がメコン河流域に属する。

ラオスでは従来より、農業と林業を主とする産業が営まれてきた。近年には水力発電のような近代的産業が発達し、更に発展しようとしている。地理的条件からこれからも

農業、林業、水力発電、水運が発展する大きなポテンシャルをもっているものと考えられる。

今日、幹線道路の建設と復旧はほぼ必要最低限度のレベルに達しており、種々の生産や土地にかかわる開発のプロジェクトが進行している。また、多くの新しいプロジェクトが構想中ないしは調査中である。しかし、土地の開発は環境悪化を生じる可能性がある。懸念される悪化を回避し、持続的な経済活動を行うためには、土地にかかわる開発プランナーや意思決定者は種々の要素を考慮に入れることが求められる。これには、社会的、経済的变化とあわせて環境変化をモニターすること、および問題とその解決策を見つけ出すことが非常に重要である。GIS は環境の時間的变化をモニターし、プランナーや意思決定者にいっそう合理的かつ効率的な分析と議論ができるようにする手段となる。

このことから、ラオスではメコン河流域の GIS 基盤データベース、「国家空間データ基盤」を構築する必要性が指摘されたのである。

そこで 1996 年、ラオス国政府は日本国政府に対してメコン河流域の GIS 基盤データベースの構築とラオスのカウンターパート機関へのデータベース利用と管理の技術移転を要請した。国際協力事業団(JICA)はラオス側と S/W に関する協議を行うため、1998 年 5 月にラオスへ事前調査団を派遣した。S/W は 1998 年 5 月 29 日、ラオス首相府と事前調査団とで合意された。S/W に基づき 5 ヶ年計画が立てられ、実施機関として JICA 調査団が派遣され、首相府の国家地理局(NGD)がラオス側のカウンターパート機関に指定された。

調査は 1998 年 11 月に開始し、2003 年 1 月に終了した。

4. 調査の目的

本調査の主たる目的は以下である。

- (1) ラオス国の国家開発計画に寄与すると共にメコン河流域開発のための GIS 基盤データを作成する。
- (2) NGD に対して GIS 基盤データの作成、アップデート、データベース管理の技術移転を行う。

5. 調査対象地域

調査地域は国土の 90% を占めるメコン河流域内の 17 県である。ヴィエンチャン市とサイソンブン特別地域その他、ファファン県を除いた 15 県であり、面積は 214,000km² である。下図に示す。



图 1: 調査対象地域

6. 本調査の特徴

本調査はこれまでの調査と異なり、JICA 調査団の指導監督の下に、カウンターパート機関が全ての地理情報データを作成するという OJT 主体の調査であり、5 年の長期にわたって実施された。

7. インプット

7.1. ラオス国側のインプット

7.1.1. 実施体制

(1) ステアリングコミッティ

ラオス国政府は本件成果のユーザーとなる以下の関係機関からなるステアリングコミッティを設置した。

1. Prime Minister's Office
2. National Geographic Department
3. Lao National Mekong Committee
4. National Office of Forest Inventory Planning
5. Department of Geology and Mines

(2) カウンターパート機関（国家地理局：NGD）

本件調査のカウンターパート機関は首相府管轄の国家地理局（National Geographic Department: NGD）である。NGD は、調査に必要なプロジェクトオフィスとそれに伴う維持管理費を負担し、総勢 20 数名のカウンターパート職員を配置した。その投入された総人月数は約 900M/M 程度である。その主たる技術職員は、地図課と写真測量課から参加している。以下に NGD の組織図を示す。

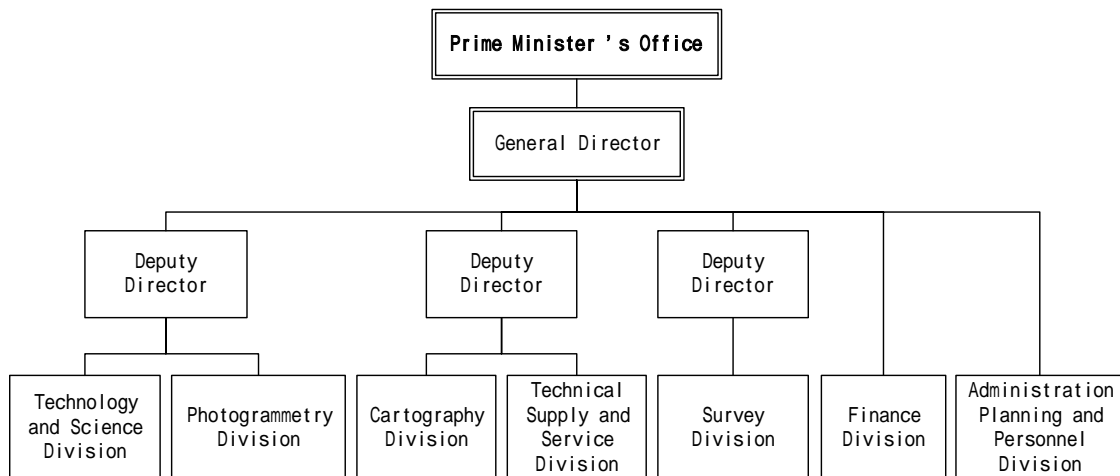


図 2: NGD 組織図

7.2. 日本国側のインプット

7.2.1. 実施体制

(1) JICA 調査団

JICA 調査団は以下に示す各専門家から構成され、1998 年～2003 年の 5 年間に約 105M/M を投入して調査を実施した。

表 1: 調査団員構成表

団長	佐々波 清夫
副団長	鶴見 英策
空中写真撮影監督	細田 秀人
GPS 測量監督 1	中田 豊
GPS 測量監督 2	玉利 清文
GIS システム構築	梅田 英明
空中写真判読監督 1	大仲 実則
空中写真判読監督 2	山田 彰宏、白田 健太郎
空中写真判読監督 3	杉田 明弘
数値地図監督 1	白 雲山、Jorge Cecilio
数値地図監督 2	Jorge Cecilio、杉田 明弘
環境分析	佐藤 幸夫

(2) 技術委員会

技術的問題を協議・決定するため、NGD 技術者と調査団は調査実施のための技術委員会を NGD 内に組織した。技術委員会のメンバーを下に示す。

表 2: 技術委員会

Name	Position
Mr. Khamkhong DETCHANTHACHACK	Deputy Director: NGD
Mr. Thongchanh MANIXAY	Deputy Director: NGD
Mr. Bounkong SOUGNATTI	Deputy Director: NGD
Mr. Bouasoth SOUVANNAKUMMAN	Head of Division: NGD
Mr. Kongkham SOURIGNA	Head of Division: NGD
Mr. Phouangphanh SAYASANE	Head of Division: NGD
Mr. Sangkhane THIANGTHAMMAVONG	Deputy of Division: NGD
Ms. Sikhay S.SIRIBOUNMA	Deputy of Division: NGD
Mr. Eisaku TSURUMI	Deputy Team Leader: JICA Team
Mr. Akihiro SUGITA	Team Member: JICA Team

7.2.2. 調査用機材

調査実施に必要な以下の機材が投入された。

SPOT 衛星画像	1 式
コンピュータならびにその周辺機器	1 式

備品 (机、椅子等)	1 式
写真判読用機材	1 式
調査用車両	3 台

7.2.3. 作業室とコンピュータネットワークシステムの整備

NGD の既存の 2 部屋を修理し、作業室と事務室に改装し、数値地図編集システムを設置した。システムは約 25 の機器と GIS ソフトで構成される。

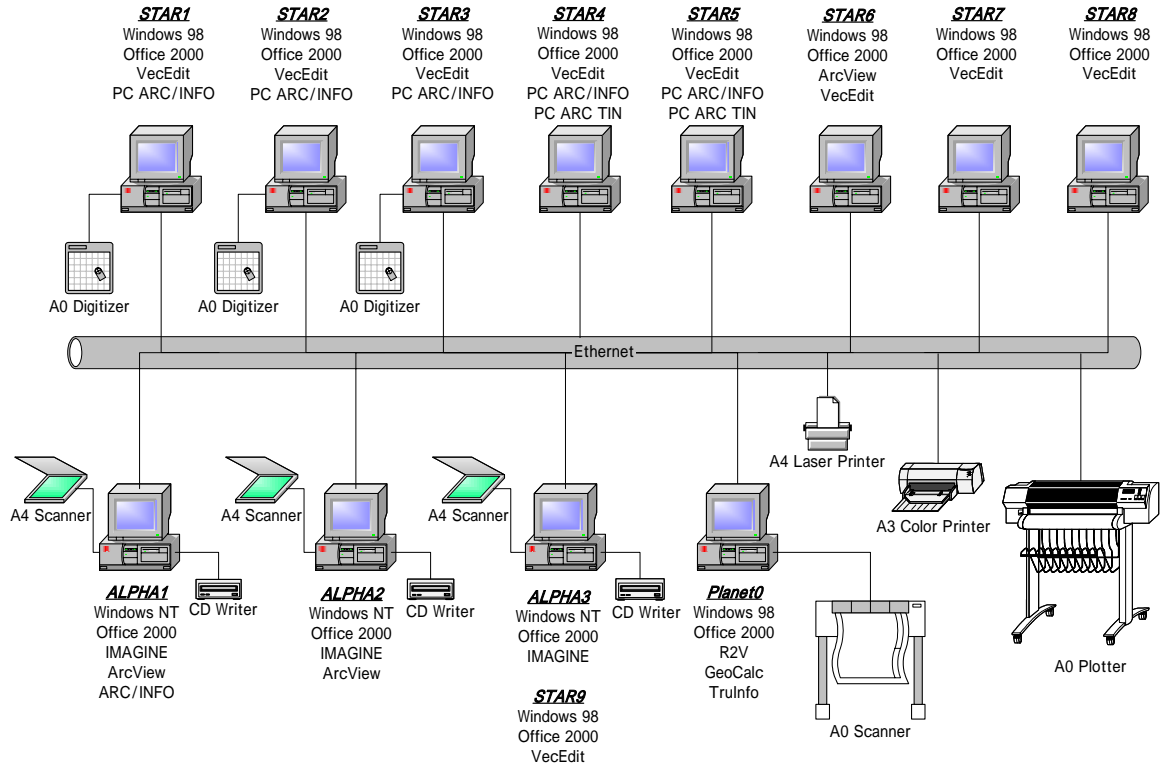


図 3: コンピュータネットワーク図

8. 調査の成果

8.1. GIS 基盤データの構築

ほぼ全土にわたる GIS 基盤データベースを構築した。その基本的情報は、地形、行政区、道路、河川、集落、土地利用などの基本データレイヤーからなる。以下にデータの一覧表と作成された基盤データの一部を示す。

表 3: GIS 基盤データ一覧表

Data Layer	Description
Road	Paved road
	Street road
	Improved unpaved road
	Unpaved road
	Temporary road
	Footpath
River	River and Stream line
	Intermittent River and Stream
	River and Stream line (Center Line)
	Intermittent River and Stream (Center Line)
	Canal
	River name
	River and Stream
	Intermittent river and Stream
	Lake and Pond
	Intermittent Lake and Pond
Island	
Administrative Boundary	Province Name
	District Name
	International boundary
	Provincial boundary
Built-up Area	District boundary
	Urban Area
Built-up Area	Rural Area
	Contour
Principal Contour	
Secondary Contour	
Supplementary Contour	
Elevation Point	Auxiliary Contour
	Geodetic Point
	Spot Height
Elevation Point	Elevation

Data Layer	Description
Land Use	Dry Evergreen
	Mixed Deciduous
	Dry Dipterocarp
	Gallery Forest
	Coniferous Forest
	Mixed Broad Leaved Coniferous
	Forest Plantation
	Bamboo
	Unstocked Forest
	Natural Regeneration
	Ray
	Savannah
	Scrub
	Rice Paddy
	Agricultural Plantation
	Other Agricultural Land
	Barren Land and Rock
	Grass Land
	Swamp
	Urban or Built-up Area
Other Land	
Cloud / Cloud Effects	
Water	
Village	Village Name
	Village Code
	X, Y Coordinate
	Map Number
	Population
	Household
	Big Village
	Small Village
Small Object	School
	Buddhist Monastery
	Bridge (less than 3m)
	Bridge (more than 3m)
	Dam (practicable)
	Dam (non-practicable)
	Airport
	Airfield
	Water Gauge
Ortho Image	10m resolution
DEM	30m resolution

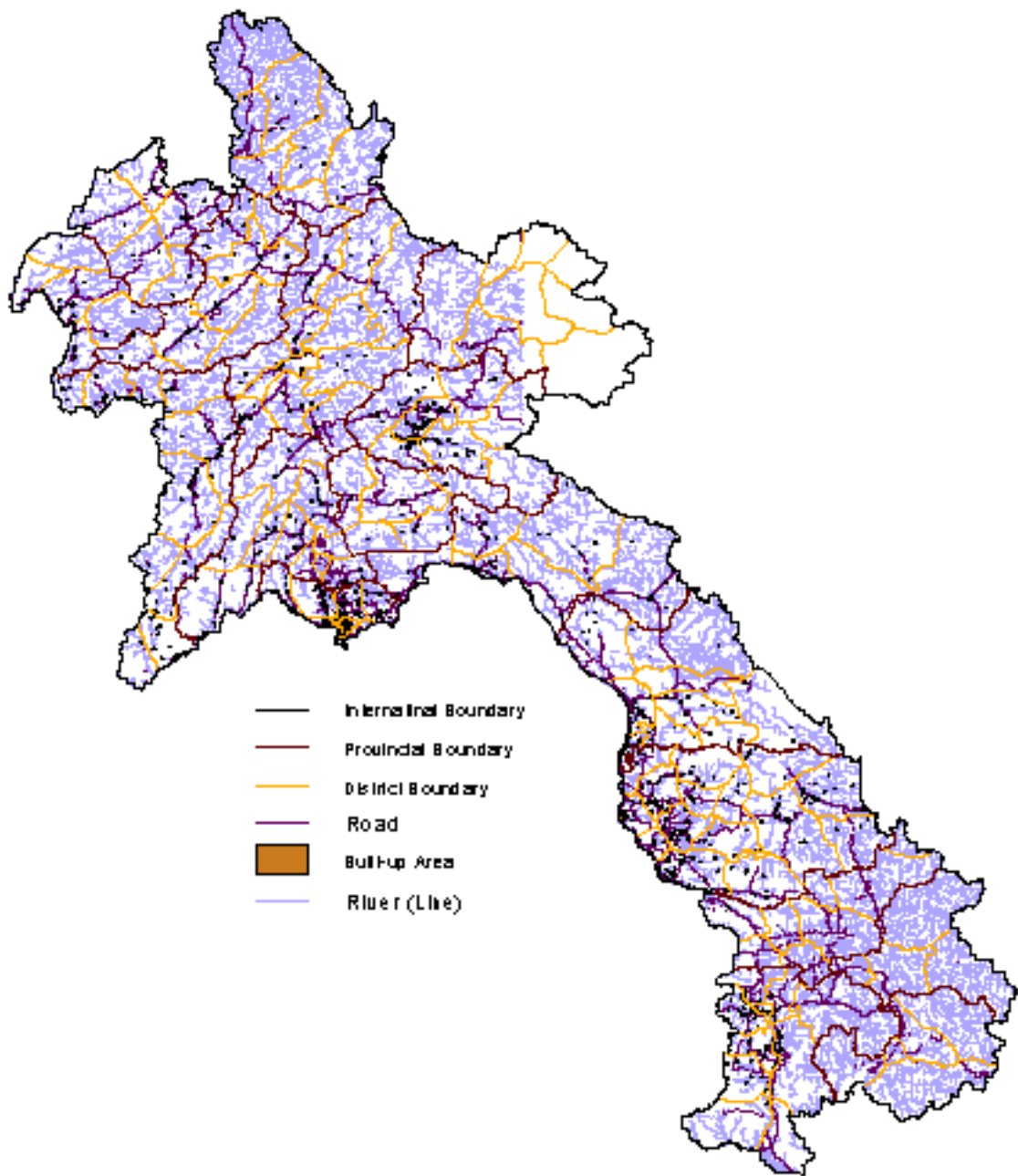


图 4: GIS 基盤データ

8.2. 空中写真

新しい地理情報を取得するために新しい地図と空中写真がない地域について縮尺 1 : 50,000 にて空中写真撮影が実施された。以下に撮影された空中写真の標定図(青色)、既存の空中写真の標定図(赤とピンク色)と既存地形図のインデックス図を示す。

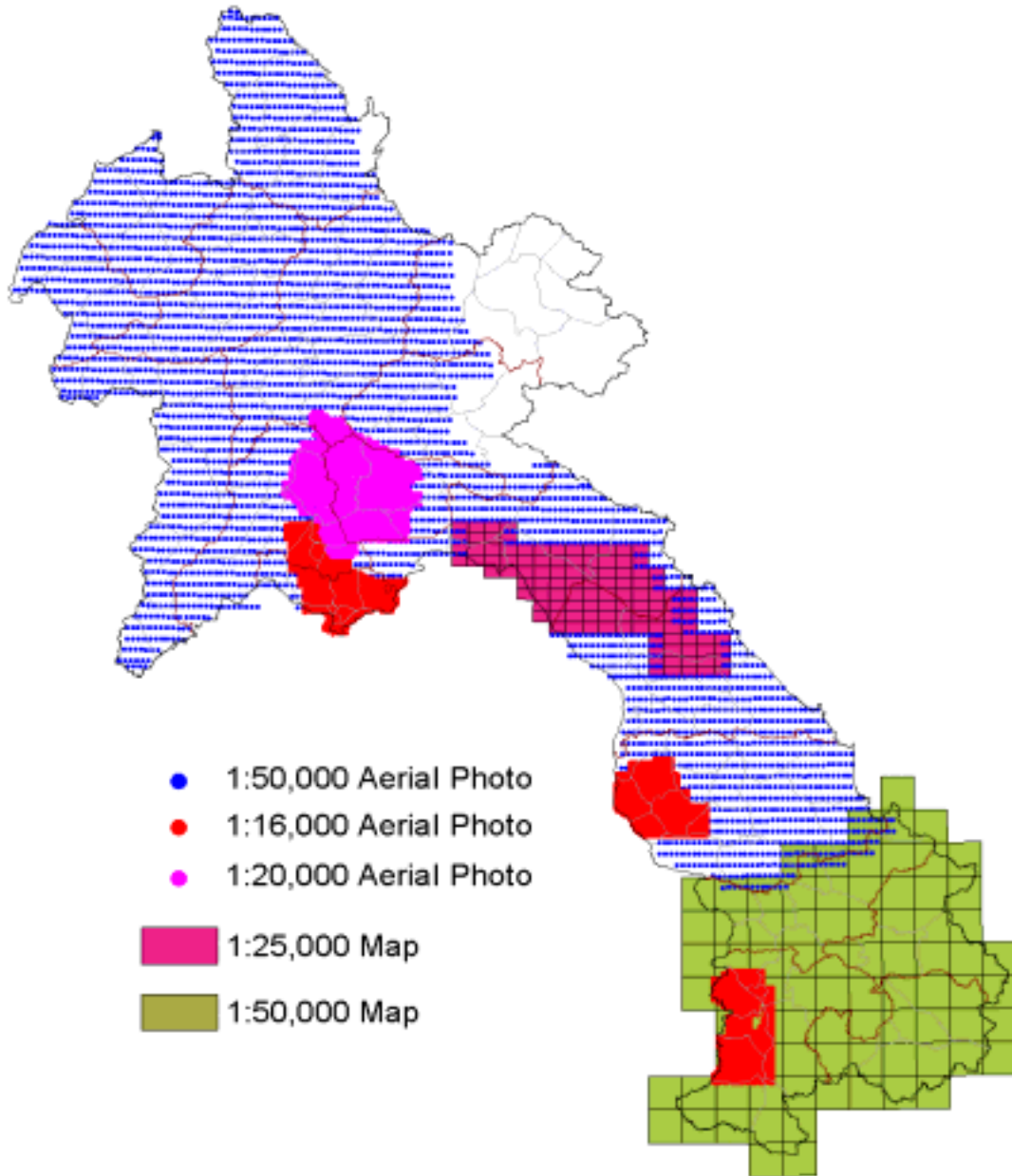


図 5: 空中写真ならびに既存地図インデックス

8.3. 衛星画像

新しい地理情報を新規に取得するためと既存図からの数値化によって得られたデータを編集することを目的にラオス国全土をカバーする SPOT 衛星画像が入手された。

衛星画像のインデックス図を以下に示す。

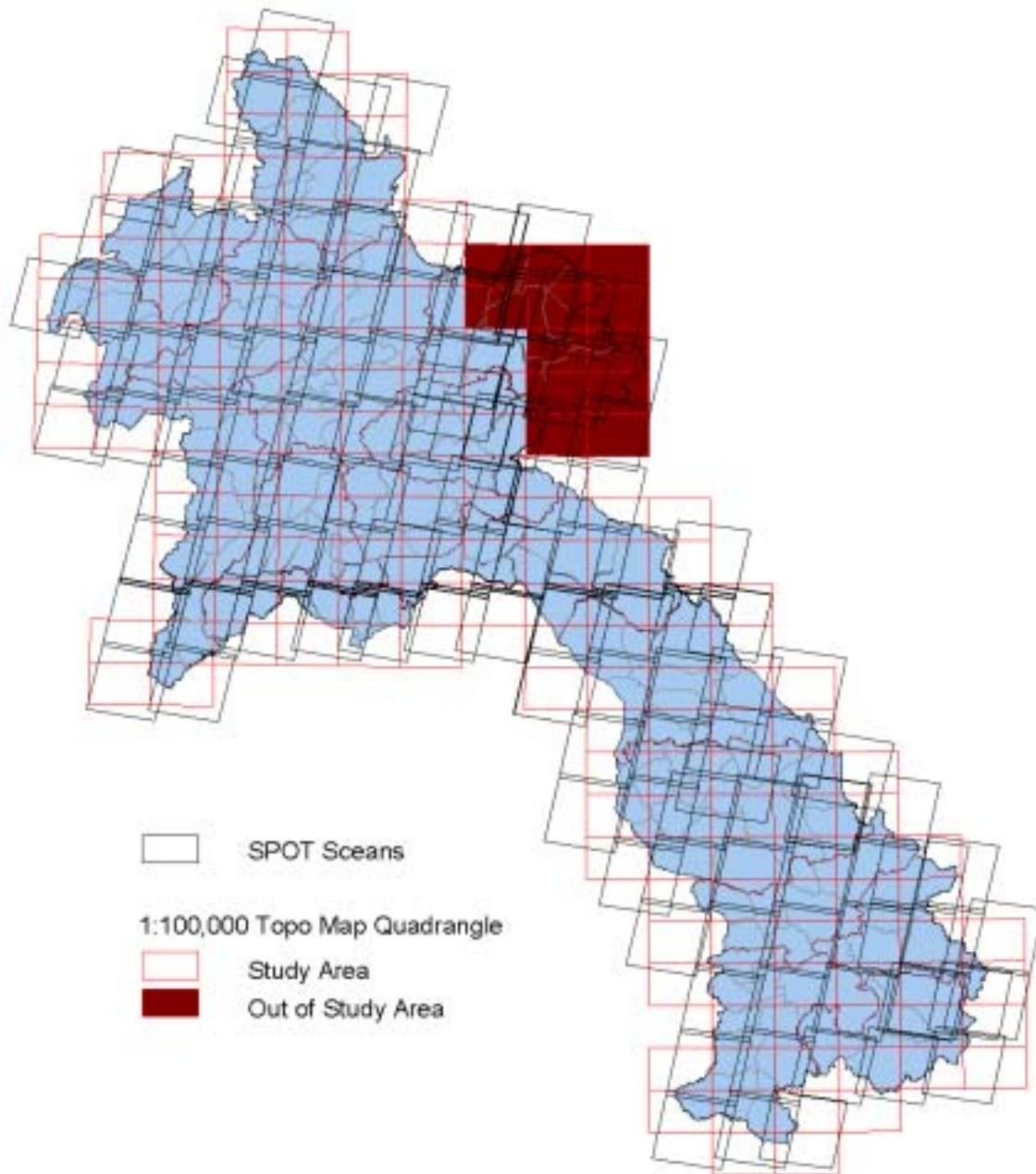


図 6: SPOT 衛星画像インデックス

8.4. 測量システムの変換

ラオスでは下に示すような数種類の基準面を使用して地図が作成されており、ユーザーはその使用に不便を感じている。

- Lao National Datum 1997
- Vientiane Datum 1982
- Indian Datum 1975
- Indian Datum 1960

NGDの要望によりこれらの基準面間を変換できるパラメータを算出するためにGPS測量を実施した。下記に変換パラメータの一覧表を示す。

表 4: 変換パラメータ

Local Datum	Dx(m)	Dy(m)	Dz(m)
Lao National Datum 1997	44.585	-131.212	-39.544
Vientiane Datum 1982	42.358	-124.688	-37.366
Indian Datum 1975	201.148	838.024	293.960
Indian Datum 1960	198	881	317

8.5. マニュアルの作成

調査終了後、作成されたデータが NGD により適正にアップデートされ、管理されるようにデータ作成マニュアルを作成し、またユーザーによってデータが利活用されるようデータ利用マニュアルが作成された。

以下に整備されたマニュアルを示す。

1. GIS Data Generation Manual
2. Mekong GIS Database Usage Manual

8.6. 技術移転

本件調査の1つの目的は、NGDが将来自力でGIS基盤データを作成、アップデートし、システムを管理できるようにするため、NGDのカウンターパートへの技術移転を行うことである。作業に参加したカウンターパートは23名であった。調査団は技術移転をレクチャーとOJTで行った。カウンターパートのリストを以下に示す。

表 5: カウンターパート

Ms. Sisouphanh PHOUMIVONG	Ms. Somkhith KHOUNPHONESAVANH
Mr. Aksone SIMMAVONG	Ms. Imphone CHANNGAKHAM
Mr. Thavisay KHAMPHICHITH	Ms. Noun PHOMMIXAI
Mr. Michith THAVONG	Ms. Sikhay S.SIRIBOUNMA
Mr. Phatnakhone INSISIENGMAI	Mr. Souvanny VONGSOUVATH

Mr. Bounkeuth SINDAVONG	Mr. Samliang PHILAPHA
Mr. Phoukham PHONGMALAYKHAM	Mr. Chanthavy CHOUDARA
Mr. Bounpheng PHENGKHOUANE	Mr. Vannalath PHIMMAVONG
Ms. Ammala KEONOUCHANH	Mr. Sangkhane THIANGTHAMMAVONG
Ms. Somsanouk MUANGVONG	Mr. Phouangphanh SAYASANE
Ms. Chanthone PIOKEOPASEUT	Mr. Bounnhom KEOVONGSY
Ms. Phothin XAMONTY	

調査団員はテキストブックを作り、5つのレクチャーを行った。また、作業のOJTを始めるにあたり4つのレクチャーを行った。さらに、実作業の期間に技術の理論とプロジェクト全体像を十分理解させるため一連の特別レクチャーを行った。

OJTの間、カウンターパートは調査団員による個別の指導を受けながら各工程を練習した。必要に応じて関係のカウンターパートを集めて説明を行った。OJTにより、各工程においてカウンターパートにはかなりの進歩が認められた。

本件調査に関連して4名のカウンターパートが個別研修員として日本に派遣され、より高度の技術研修を受けた。以下に研修内容の表を示す。

表 6: 日本国内研修内容

氏名	研修内容	期間
Mr.khamphone AMPHAYPHONE	<ul style="list-style-type: none"> PC 入門 GIS 入門 座標変換と地図投影 GIS 導入 空間データの視覚化 	1999年3月10日 ~5月9日
Mr.Souvany VONGSOUVATH	<ul style="list-style-type: none"> GIS 入門 ArcView の使用方法 地図情報の分析と処理 土地利用の変化とその要因分析 	2000年2月22日 ~4月23日
Ms.Noun PHOMMIXAY	<ul style="list-style-type: none"> GIS、衛星画像を用いた空中写真測量 空中写真判読 DEMとオルソ画像の作成 GISデータの作成及び編集方法 	2000年10月24日 ~12月16日
Mr.Bounnhom KEOVONGSY	<ul style="list-style-type: none"> GIS、衛星画像を用いた空中写真測量 ベクターデータの編集 リモートセンシング オルソ画像の作成 デジタル空中写真測量 	2001年10月15日 ~11月30日

NGDのカウンターパートは所期の通りの技術を習得した。全員が定型的な作業を自力で行えるレベルに達しているものと判断される。処理方法を改善したり新規の商品やサービスを開発する能力を獲得した者もいる。

調査団はNGD技術者がGISデータを作成し、アップデートするときに使うデータ作成マニュアルと、NGD技術者やユーザーのためのデータ利用マニュアルを編集した。

調査の最終段階で、調査団と NGD は共同で 1 日セミナーを開き、ラオスのユーザー機関に対してメコン河流域 GIS 基盤データの紹介を行った。
調査を通じて移転された技術項目を以下のように整理した。

表 7: 技術移転項目とその評価

技術項目	プロジェクト実施前	プロジェクト実施後	今後の課題
測地測量	GPS 測量の経験あり	変換パラメータ計算方法が取得された。	データム 1960 の精度向上の為、北部地域での再測を行うべきである
写真撮影	知識と検査の経験あり	特になし	デジタル写真測量の技術を習得していくべきである。
オルソ衛星画像作成	経験なし	4 名がおおむね習得。	精度向上の為に更に訓練が必要。
写真判読	経験なし	今回の地物については習得。今後他の地物を判読する際の困難はそれほど予想されない。	新たな判読者の育成。
		今回の土地利用についてはおおむね習得。ただし細かくなり過ぎる傾向あり。	森林判読には専門の知識と経験を要する。
移写	経験なし	多数が習得	
地物データの作成と更新	経験なし	多数が習得。ただし作業には細心の注意を要する。	今後も必須の作業
コンターデータの作成	経験なし	多数が習得。ただし作業には細心の注意を要する。	
DEM 作成	経験なし	自動処理の為に容易に習得	
土地利用データ(ポリゴン)の作成	経験なし	おおむね習得。作業に細心の注意を要する。	今後も必須の作業
コンピュータ機器での作業	経験なし	基本的項目に関しては習得。	今後も必須の作業であり、なおかつ新しい技術の習得を行っていくべき。

全くの未経験であったデータ作成、アップデート、データ管理に至る地理情報処理の基礎的技術は所期の成果を上げる事ができた。これにより NGD は通常のデータ管理と

サービスが可能なレベルに達したと考えられる。しかし、より高度なサービスを求めるユーザーに対応するため、データ処理における応用的な技術の習得が今後の課題である。

9. 調査の実施

年次別実施内容を末尾に示す。

9.1. インセプションレポート

調査団は S/W に基づき詳細な調査実施計画を立て、5 カ年計画を含むインセプションレポートを作成した。これを、JICA の承認を得た上、NGD に提出し、基本方針、調査方法、工程、スケジュール、人員・機器・施設、技術移転、NGD のアンダーテーキングについて説明と協議を行った。レポートは 1998 年 11 月に NGD と調査団とで合意された。

9.2. GIS 基盤データの規格

作成された GIS 基盤データは基本的には道路、河川と河川名、集落と集落名、その他の小物体、土地利用、行政区画、標高点、コンター、DEM、オルソ衛星画像から構成される。既存 10 万分 1 地形図が数値化とアップデートの標準ベースである。

測地データについては、調査団と NGD とで Lao National Datum 1997 を採用することを確認した。このデータは地籍プロジェクト(LTP)により新しいデータとして定義されたものである。また、投影法は UTM を採用することを確認した。

9.3. 既存地図と空中写真の吟味

縮尺 1:100,000 地形図の基本的地物を全調査地域について更新するため、基本的にはオルソ衛星画像を新しい情報源として利用した。しかし、人工的な地物の変化を認識するには解像度が十分でないため、調査団は既存の地図や空中写真を吟味し、データのアップデートに使える写真を選定した。

9.4. 測地データネットワーク測量とデータムシフトパラメータの計算

カウンターパートは GPS のスタティック観測により各種のデータムの基準点間距離のネットリンクを行った。そしてデータムシフトパラメータを求めるため夫々のずれの量を計算した。

GPS 観測データに基づき、調査団はデータムシフトパラメータを計算した。調査団と NGD は各ローカルデータムとの座標変換に使うデータムシフトパラメータを決定した。

9.5. 空中写真撮影

新しい写真や地形図を欠く地域について、1999年の初めに、縮尺 1:50,000 で白黒空中写真を撮影した。面積は 150,000km²、枚数は 3,903 枚。

9.6. オルソ衛星画像の作成

カウンターパートは調査団員の指導のもとで、SPOT 画像データからオルソデータを作成した。データ点検した後、縮尺 1:100,000 オルソ衛星画像 163 面を日本において紙上にプリントアウトした。

9.7. 空中写真判読と現地点検

空中写真判読は本件調査では不十分な衛星画像の判読結果を補完する重要な役割を果たした。まず、カウンターパートは調査団の指導のもとでシート単位の写真判読キーを作成した。そして 1996 年以後に撮影された既存写真と 1999 年本件調査で撮影した新しい写真を使って写真判読を行った。ポリカムサイ地域と南部のボラヴェン高原には新しい地形図があったので、判読対象地域からはずした。

9.7.1. 地物の判読

集落、小物体、道路、水面などの人工的な地物のアップデートのため、空中写真判読を行った。判読作業の期間に、ヴィエンチャン地域において現地点検を行った。修正の後、変化した地物を色鉛筆で直接写真上に記入した。

9.7.2. 土地利用の判読

森林調査・計画室 (NOFIP) は以前から全国土地利用・森林被覆調査を行ってきた。運営委員会との合意により、調査団とカウンターパートはそのデータを入手し、北部地方について最近の写真を使ってアップデートした。

南部 4 県については最近の写真が無かったので判読しなかった。中部 3 県はアップデートした NOFIP データがあったので判読しなかった。ルアンパバン県については NOFIP のアップデート作業が進行中だったので、これも判読しなかった。

判読作業の期間に、カウンターパートは典型的な森林の景観を覚えるため、ヴィエンチャン地域で現地視察を行った。判読の最終結果は色鉛筆で直接写真上に記入した。

9.7.3. 移写

カウンターパートは写真上に記入された地物の判読結果すべてを縮尺 1:100,000 オルソ衛星画像上に色インクで移写した。

9.8. GISデータの収集、アップデート、構造化

調査団とカウンターパートは地物、行政界などの GIS データを発生させるため、調査対象地域を覆う 1:100,000 地形図の数値化を行った。さらに調査団は集落名、土地利用データ、コンターデータなど、既存のデータを他機関から収集した。調査団はこれらの収集データに必要な修正を行って、メコン GIS データベース構築に使用した。

9.8.1. 1:100,000 地形図の地物数値化

カウンターパートは 1:100,000 地形図の地物を数値化して、これを最近の地図と空中写真からの新しい情報でアップデートした。下記のデータレイヤーを完成し、GIS データベースに入れた。

道路（ライン）

河川（ライン）

河川（ポリゴン）

標高点（ポイント）

小物体（ポイント）

(1) ボリカムサイ地域

ボリカムサイ地域の 1:25,000 地形図は 1:100,000 地形図に比べ情報が新しい。したがって空中写真のかわりにこの地形図をボリカムサイの道路、河川、集落、小物体のアップデートに使った。これらの地図をスキャン、正規化した後に数値化した。

(2) 南部 4 県

1997-1998 年にアップデートされた南部 4 県の 1:50,000 地形図をスキャンし、正規化した後、道路と河川を数値化し、これをアップデートに使った。

(3) 道路、河川

全調査対象地域の 1:100,000 地形図をスキャンした。正規化した後、道路データと河川データを作成し、ついで、そのデータはボリカムサイと南部 4 県の新しいデータならびに写真判読結果を使ってアップデートした。最終データをデータベースに入れた。

(4) 標高点、小物体

全調査対象地域の 1:100,000 地形図をスキャンした。正規化した後、標高点データと小物体データを作成し、ついで、小物体データはボリカムサイの新しいデータならびに写真判読結果を使ってアップデートした。最終データをデータベースに入れた。

(5) 行政界

ラオスは県レベルで 18 の行政単位がある。各県は数個の郡に分かれ、国全体で 142 郡ある。カウンターパートは 1:100,000 地形図から国境線と県境線データを作成し、メコン GIS データベースに入れた。UXO Lao 作成の郡界線データは県境界線と結びつけてデータベースに入れた。

国境線を含むこれらの境界線の多くは現在のところ確定されていない。したがってメコン GIS データベースに入ったデータは暫定的なものである。

(6) 地名

カウンターパートは 1:100,000 地形図から河川名と集落名を引き出し、Excel でコードナンバーつき地名リストを作った。ついで、集落名についてはより新しい UXO Lao データベースからのデータと突き合わせて点検した。全部の集落名は統計センターが出した統計表と対照して点検、修正した。カウンターパートはまた河川名も点検した。以上の地名データをデータベースに入れた。

9.8.2. コンターデータと数値標高モデル(DEM)

調査団はメコン委員会の流域分類プロジェクト(WSCP)のコンターデータを吟味した。既存データ活用の観点から運営委員会との合意に基づき調査団とカウンターパートは WSCP のコンターデータをアップデートし、データベースに入れた。

その後、コンターデータから DEM を発生させ、データベースに入れた。

9.8.3. 土地利用

北部の土地利用・森林被覆の写真判読の後、その結果をポリエステルフィルム面に移写した。フィルムをスキャンし、正規化した後、数値化し、データベースに入れた。

10. 成果の品質

データの品質に関しては、可能な限りの既存資料を使用した。その作成時期の違いによる若干の統一性に欠ける部分が存在する。したがって、NGD はデータの提供にあたって利用者に以下の情報を通知する必要がある。

- (1) 行政界データ 提供された行政界に暫定的な個所がある。
- (2) コンターデータ MRC 提供のデータは 1:100,000 仕様に変更されている。
- (3) 土地利用・森林被覆 南部地区においては空中写真撮影対象外であるために、既存の NOFIP データを使用したことにより不整合が部分的に生じている。
- (4) 集落と集落名 提供された UXO 地名データベースに不一致の個所がある。

- (5) 南部の地物データ・・・ 南部地区においては空中写真撮影対象外であるために、衛星画像によるアップデートが行われたが、その精度は低い。

11. GIS データの地図出力

試行錯誤の後、GIS 基盤データからカラーインクジェットプロッターで 163 面の縮尺 1:100,000 地形図出力を行った。GIS データはもともと地図編集の目的で作成したものであるため、これらの出力図が従来のアナログ地図に比べて表現が劣ることは避けられない。NGD に数値地図編集技術が導入されれば GIS データに基づくアナログ地図の編集ができる。

インクジェットプロッターで出力した図面の一部を以下に示す。

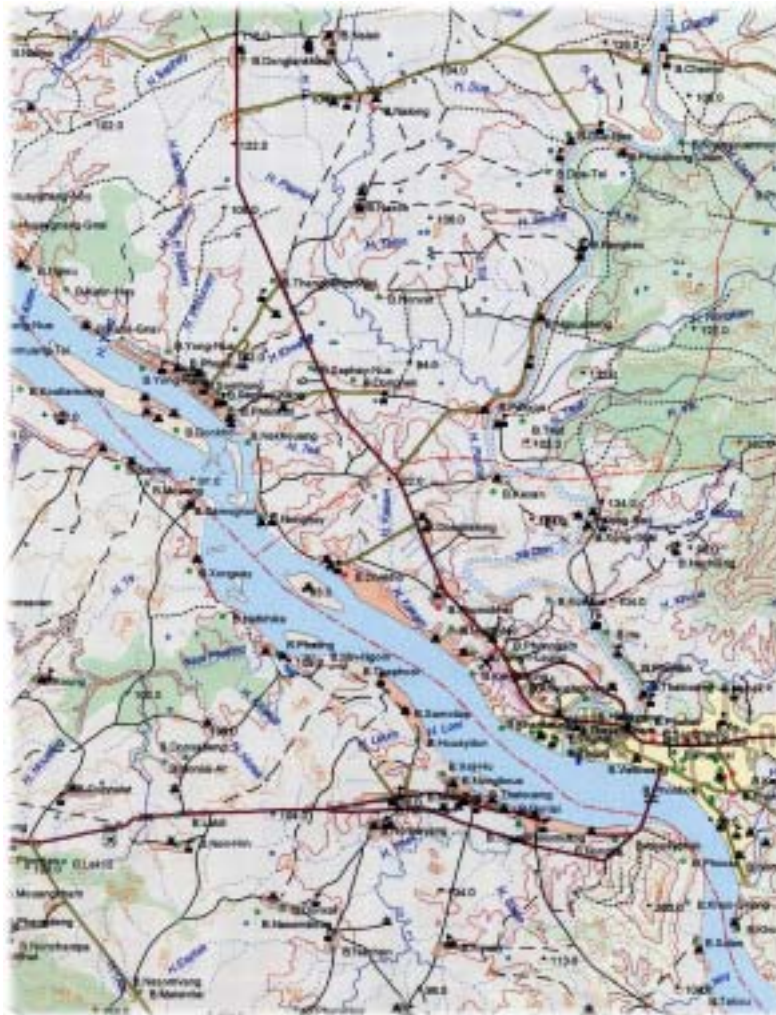


図 7: 出力図のサンプル

12. 環境分析

土地利用・森林被覆データを用い、北部 9 県の土地利用変化を分析した。分類定義と調査時点が一樣でないが、1982 年から 2001 年までの間の変化について粗い情報を得た。試験作業であったため、その成果は非公式にとどまっている。

13. NGD の現状分析

13.1. NGD の責務

首相府令によると NGD はラオスの測量、空中写真、地図作成の機関である。その責務は測量、空中写真、地図作成事業の管理、検査、計画、そして必要に応じ実作業を行うことである。

13.2. 成果物とサービス

NGD の主要な成果物は地形図、主題図、写真図、空中写真である。全国を覆う地形図の縮尺は 1:1,000,000、1:500,000、1:200,000、1:100,000、1:50,000 である。内容は 20 年以上も前のものである。

地図と写真の販売以外に NGD は種々のサービスを行っている。すなわち、測地データの頒布、測量士の派遣、測量機器の貸出し、などである。

13.3. 組織と職員

総務・計画・人事課	7 名
財務課	6 名
地図課	15 名
写真測量課	20 名
測量課	36 名
技術・科学課	6 名
技術支援課	15 名
全職員 105 名	技術系 80%、事務系 20%

参加したカウンターパートは地図課、写真測量課、測量課、技術・科学課から選定された。

13.4. 施設

NGD は大部分が測図作業に必要な器材と処理施設を保有する。すなわち、コンピュータ、マッピングネットワーク、GIS 機器、解析図化機、地図ソフト、地図用プロッターがそれである。写真撮影用カメラとフィルム処理施設は無く、地図印刷機があるが運転不能となっている。

13.5. 財務

NGD の事業には国家予算が配分される。これは主に最低限の給料と資材費としての予算である。ほかに、NGD は地図販売と測量サービスから収入がある。地図販売による収入は全額が財務省に入る。しかし、測量サービスによって生じた収入は首相府との合意により、現在のところその約 80% を作業経費や追加的給料に使うことができる。

14. GIS データベースの利用

GIS データベースは様々な利用分野にフレームワークを提供するものである。

本プロジェクトにて作成されたデータベースが、利用できる分野とその対象業務の内容をいくつか以下に例示する。

(ア) 流域管理

- 流域の地理的条件を求める地形解析
- 気象・水門観測点の選定と復旧計画

(イ) 水資源配分計画

- 水利用実態とその調整
- 水配分のマクロプランニング

(ウ) 水力発電計画

- ダムに適する地形の探索
- 水没する人口、資産、森林と土地利用の推定
- 人口、生産、集落データ等を使った電力供給市場調査
- ステーションの優先地域判定

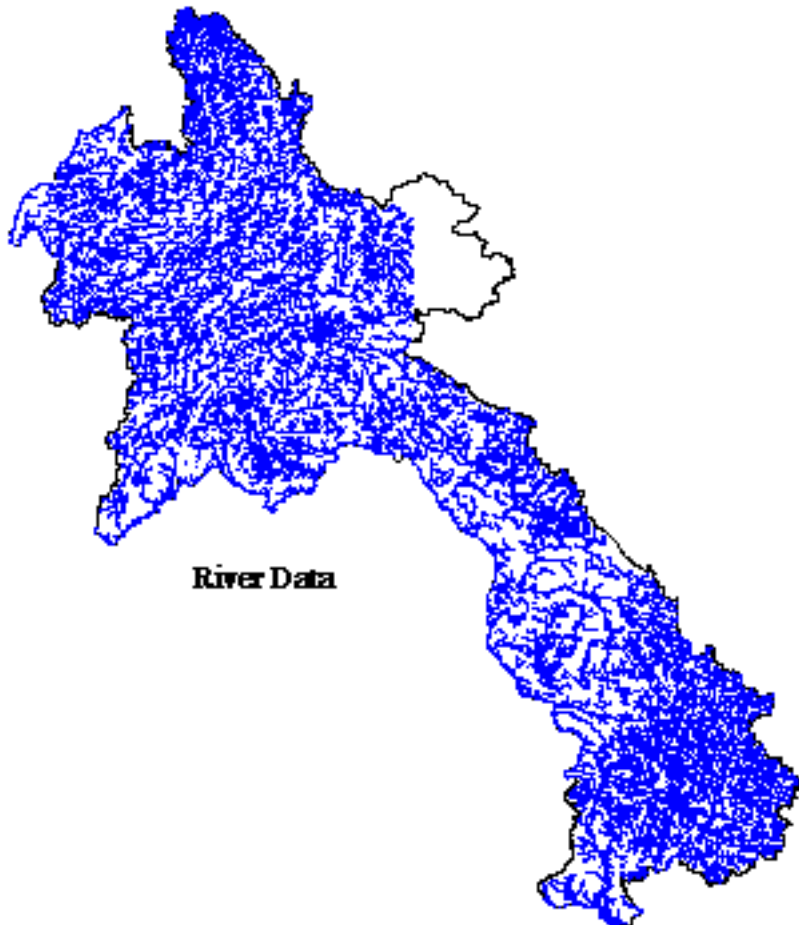


図 8: 河川

(工) 土壌調査と土地分類

- 土壌調査と土壌図作成
- 土壌の農業・林業への適性分析

(才) 農業計画

- 灌漑計画
- 作付け計画

(力) 林業分野

- 森林被覆とその変化の調査および地図作成
- 不法伐採の監視
- 土壌と土壌浸食の調査および地図作成

(キ) 環境

- 環境変化の監視と分析
- 環境保全と利用のための対策検討

(ク) 鉱物資源

- 数値情報を使った地質調査
- DEMを使った地質図の数値編集
- DEMを使った地質構造の3D作製

(ケ) UXO

- UXOの調査および地図作成
- 人口、生産、土地表面の分析

(コ) 自然災害防止

- 既往災害の地図作成
- 地滑りのハザードマッピング

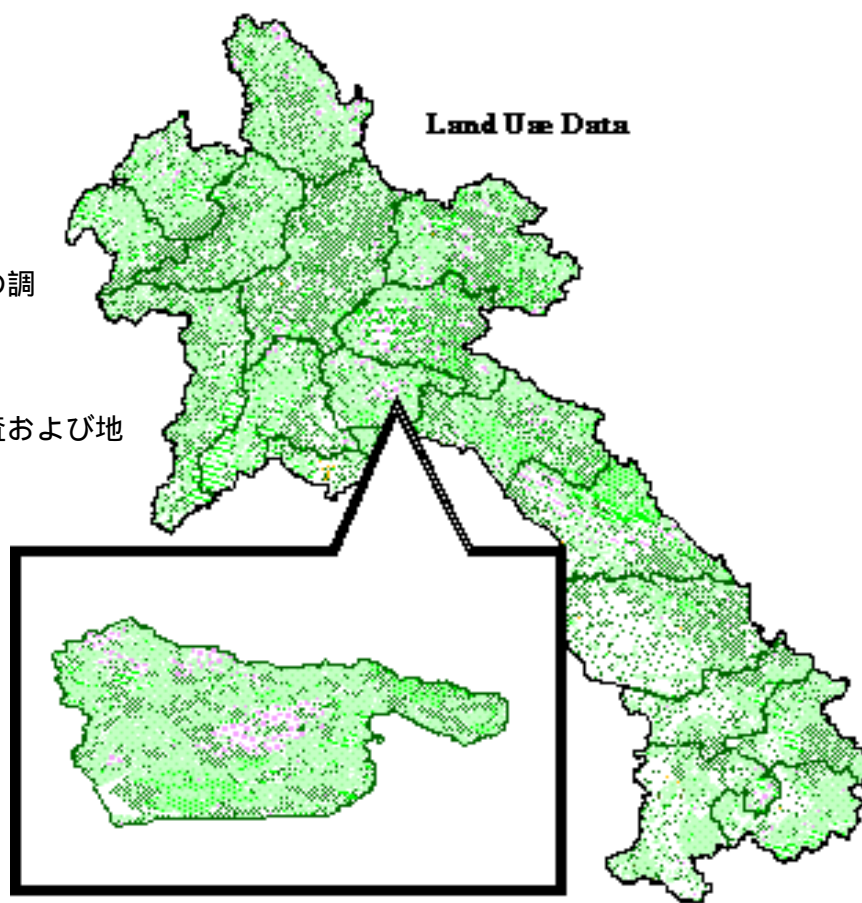


図 9: 土地利用

- 低地の洪水と都市での河岸侵食の予測
- 想定災害の被害予測

(サ) 観光

- ルート計画
- アクセスとコストの見積もり

(シ) 交通・通信インフラ

- 道路計画、管理、維持
- 通信網開発マスタープラン
- 電波受益地の判定

(ス) 保健と医療

- 保健・医療受益地の判定
- 疫学的分析
- 給水・衛生改善計画

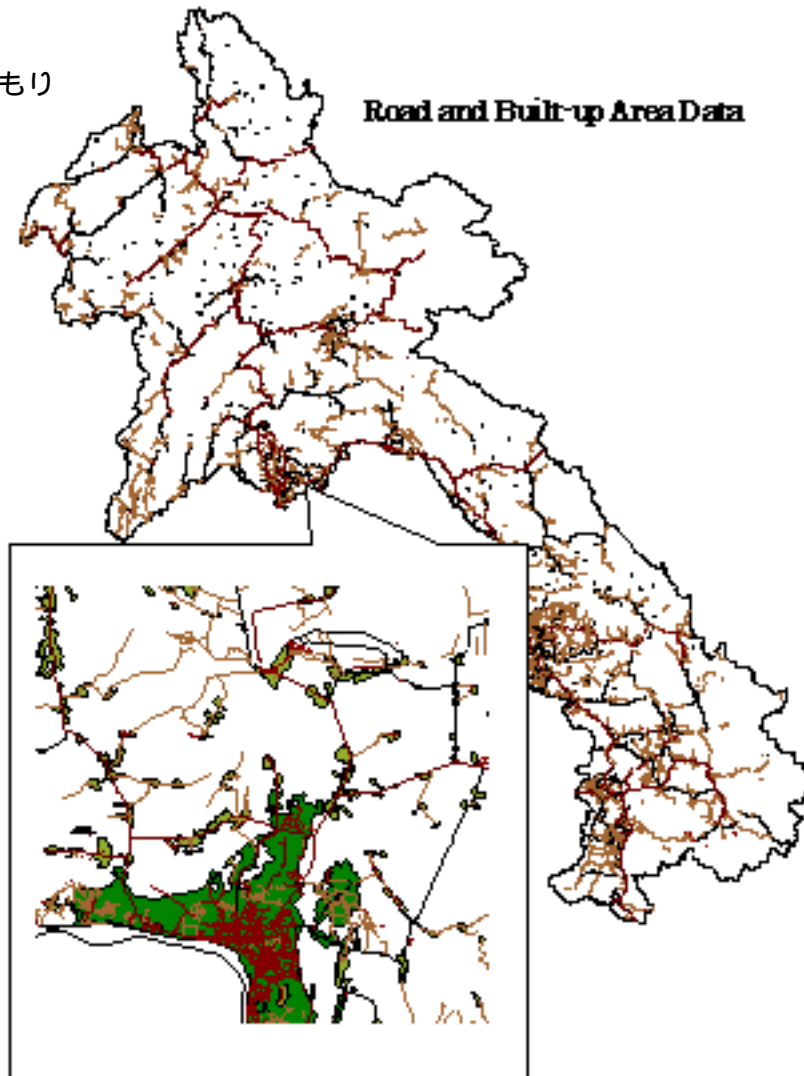


図 10: 道路、集落

(セ) 教育

- 学校の配置・整備状況の実態調査
- 学校設置計画 (School Mapping)

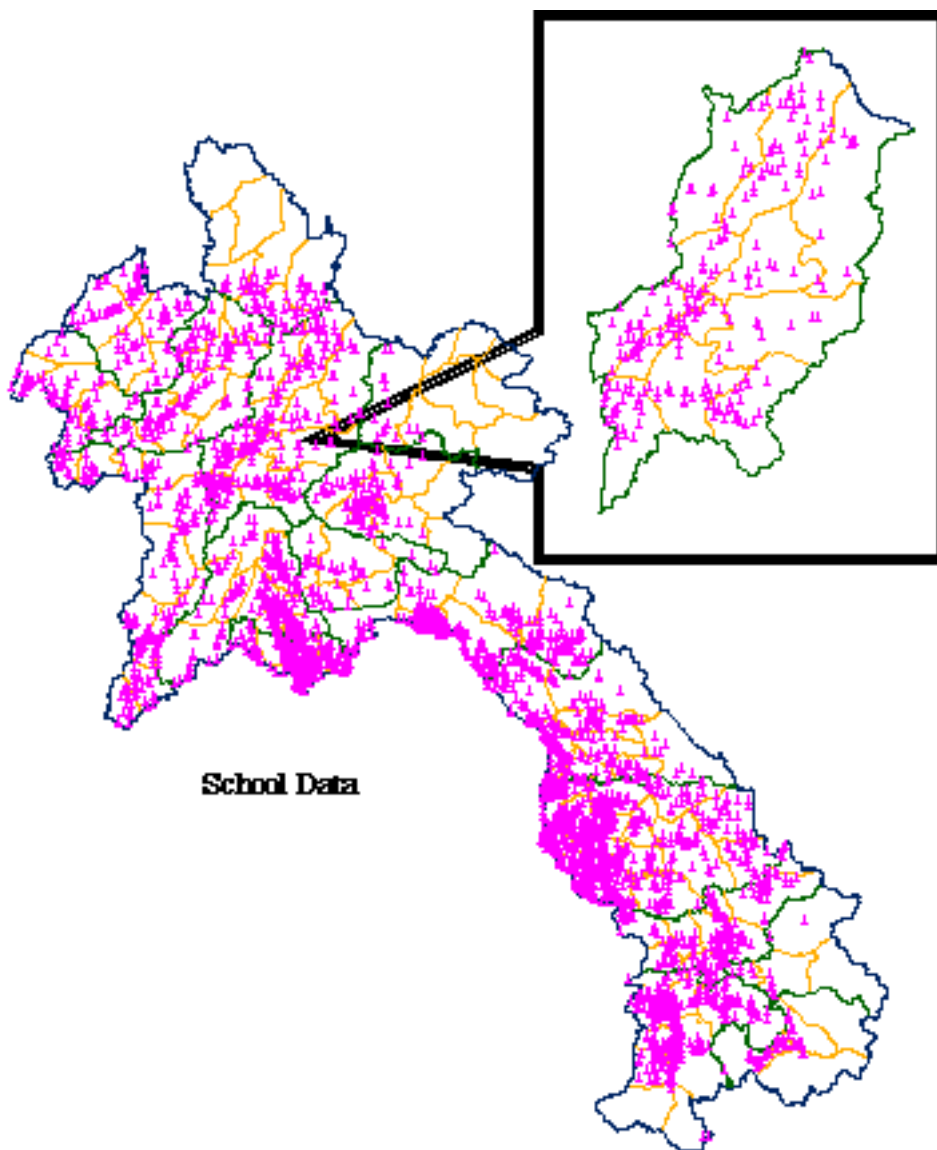


図 11: 学校