

第6章 現地調査結果

(1) ヱィエンチャン市北部里山農村地帯

3月7日には、国道10号及び13号沿線において現地調査を行った。調査に当たっては、最近撮影されたランドサット画像と1980年代作成の10万分1地形図を比較しつつ、土地利用の変化と森林の状況を調査し、また、その衛星画像からの判読可能性を検討した（図6-1）。

その結果、以下の点が明らかになった。

- ・幹線道路、河川、湖沼については、衛星画像で判読でき、修正の可能性はある。
- ・支線道路、集落については、衛星画像での判読が困難であり、縮尺4万分1程度の空中写真または現地踏査による補助が必要である。ただし、調査した地域では、道路が開通した地域や都市周辺部を除けば、集落などの経年変化は少ないものと思われる。

土地利用については、大規模な変化は衛星画像でも判読可能である。しかし、小規模な変化や青色の濃淡でしか表現されない湿地と耕地の判別は困難である。

(2) ヱィエンチャン市北西部及び南部メコン河自然堤防農村地帯

3月14日には、メコン河沿いにヱィエンチャン市北西部及び南部における道路状況、土地利用及び集落などの状況把握を行った。踏査は最近撮影したランドサット画像と80年代に作成された10万分1地図を比較しながら実施した。道路は国道の幹線が舗装されているのみで、その他の道路は未舗装の道路である。低地は、日本と同様に細かな耕作地が多く、多彩な利用が行われている。河川敷周辺部においては、未耕地、耕地の区別が明瞭ではないが、自然堤防と思われる地形に沿って幹線道路が通り、幹線道路沿いに集落が点在している。集落周辺では支線道路が多く枝分かれしている。衛星画像の判読では、集落や支線道路の判読や土地利用の細区分が難しいことが分かった（図6-2、図6-3）。

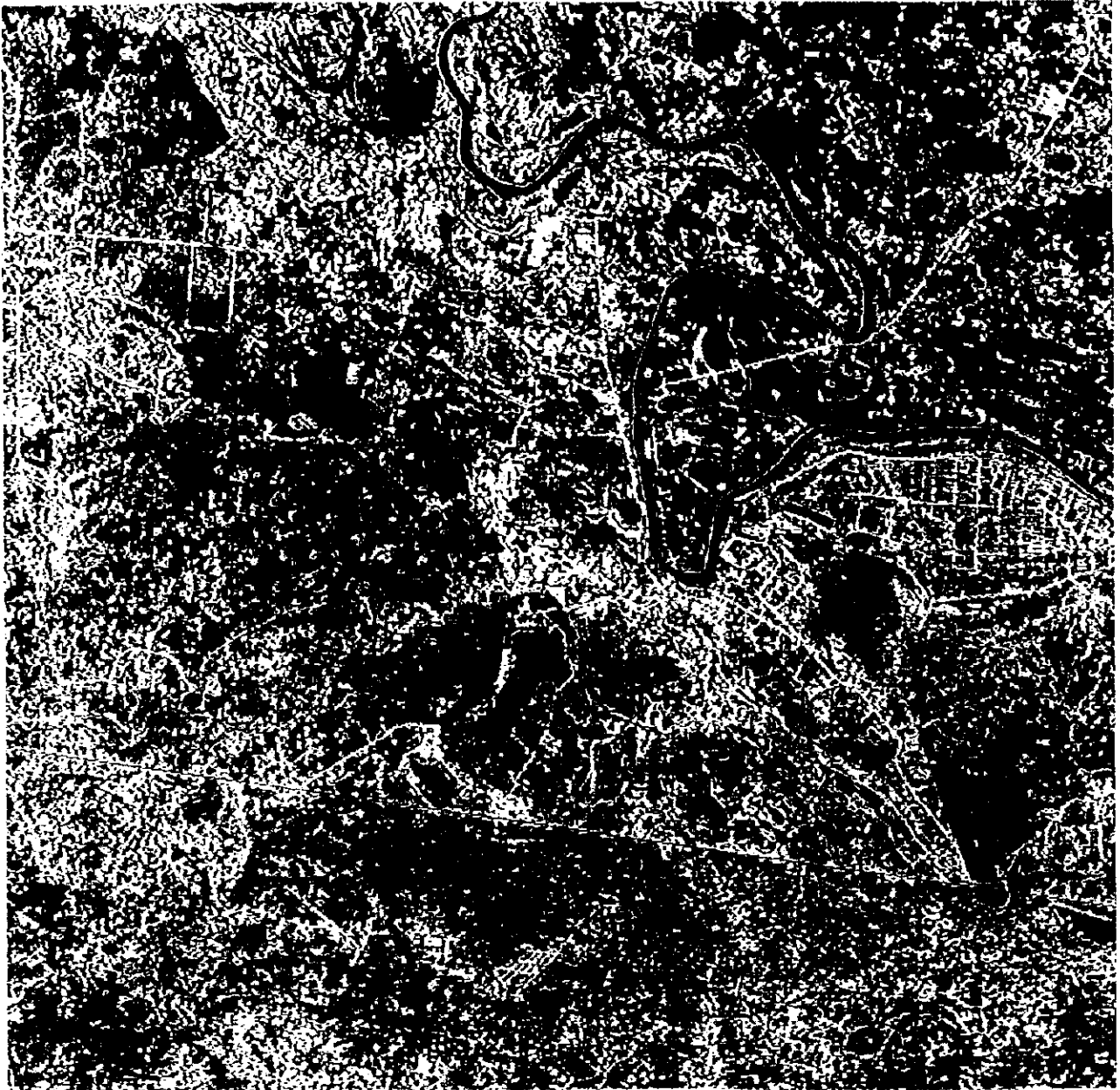


図6-1 ヴィエンチャン市北部のランドサット画像(約10万分1、図5-11及び図5-15と同じ地域)



図6-2 ヴィエンチャン市とその南部のランドサット画像（約10万分1）

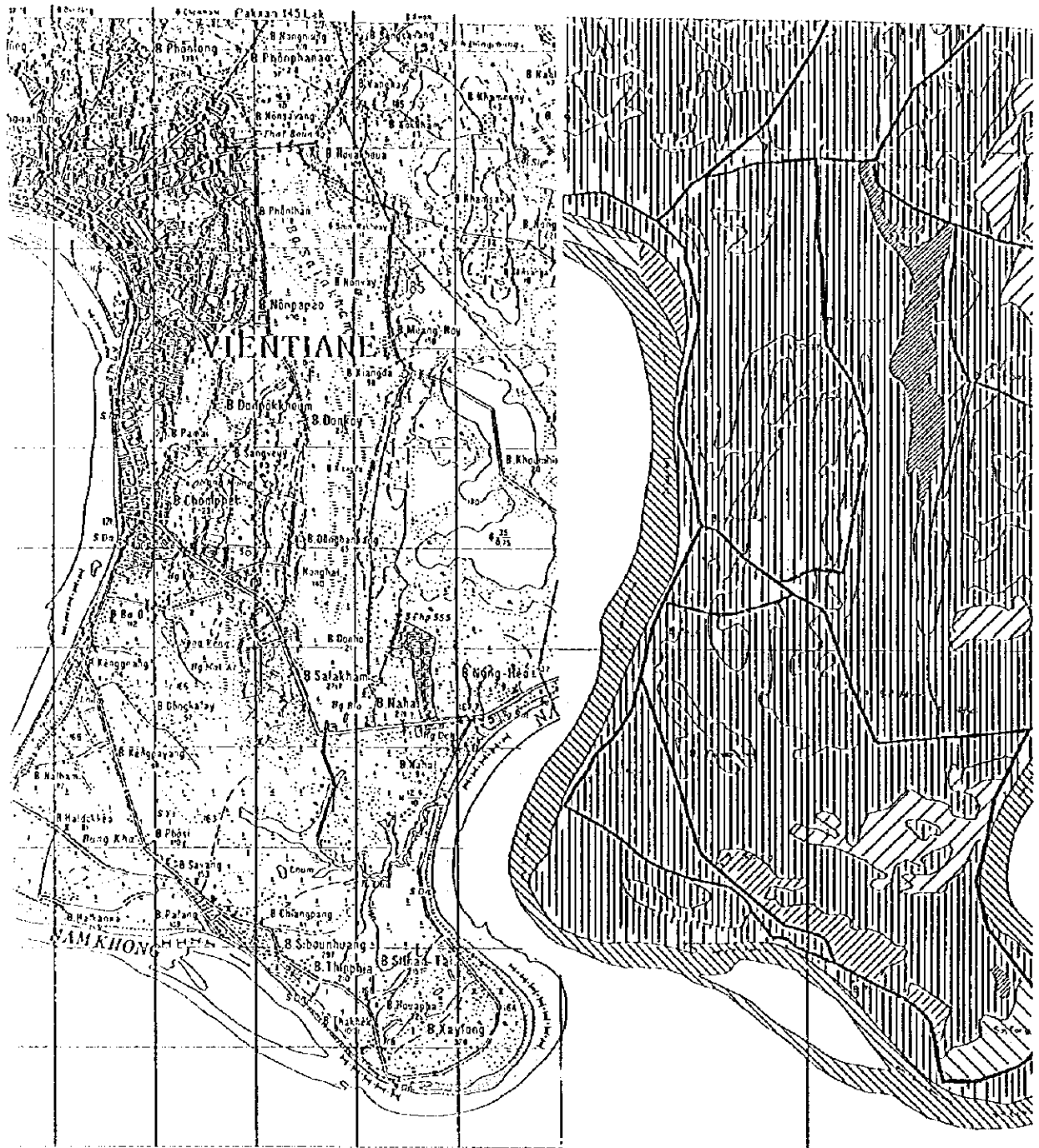


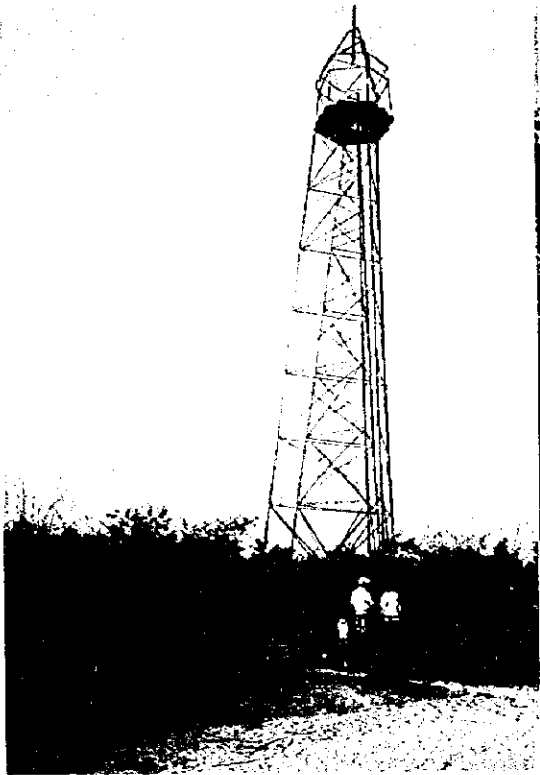
図6-3 同じ地域の10万分1地形図及び森林土地利用図出力図

(3) ヴィエンチャン市北部及び北東部後背湿地農村地帯

3月20日及び21日には、ヴィエンチャン市北部及び北東部における道路状況、土地利用及び集落などの状況把握を行った。踏査は最近撮影したランドサット画像と1980年代に作成された10万分1地形図、林業局林業計画室(National Office of Forest-Inventory and Planning;NOFIP)が最近作成した森林土地利用データの出力図を比較しながら実施した。この踏査では本案件で利用する予定になっている上記データの信頼性を検証することを主な目的とした。衛星画像の判読については、7日、14日の現地踏査結果と同様幹線道路、河川湖沼については、判読できそうであるが、支線道路、集落、土地利用の判読は難しい状況であった。土地利用については、上記データを利用することが期待されているところであるが、踏査の結果、上記データには無視できない誤が含まれていることが分かった。踏査した範囲では、市街地とされている部分の半分以上は草地または荒地であり、農地とされている部分の一部は森林であった。その原因は、衛星画像判読の誤りと表現単位が地図データの常識より相当荒いことに原因があるのではないかと思われる。したがって、上記データは必要な修正を行った上で利用する必要があるものと思われる。その場合の修正量は1980年代作成の10万分1地形図の経年変化の修正より大きい可能性があり、状況によっては、10万分1地形図を利用することも考える必要がある。

(4) ヴィエンチャン市北西部焼畑農村地帯

3月23日には、ヴィエンチャン市北西丘陵地域において焼畑耕作の実態を調査した。用意したランドサット画像の範囲内では焼畑耕作地を発見できなかったため、衛星データによる判読試験は行えなかったが、焼畑直後の状況は周囲と明瞭に色調などが異なり、一定面積以上のものであれば判読は容易であろうと思われる。この地域では、焼畑地を1年間耕作して2、3年休み、再度焼畑を行うという循環が一般的だとのことである。その場合、土地利用データとしては休耕中のものも焼畑として表示することが望ましいが、そのためには現地集落での聞き取り調査が必要不可欠である。地上からの現地調査を行わず衛星画像判読、空中写真判読、ヘリコプター空査などにより調査する場合は、休耕中の焼畑は草原灌木などとして表示するのが限界であろう。なお、焼畑耕作は4月までに伐採、火入れなどの準備を行い、雨期最初の雨が降った直後に植え付けを行うのが一般的だそうである。したがって、衛星画像などから焼畑地を判読するには1、5月頃の画像を用いるのが効果的である。



ノントン原点脇の天文観測塔



国道13号、水準測量及びトランス測量路線になっている。



ノントン原点の標石



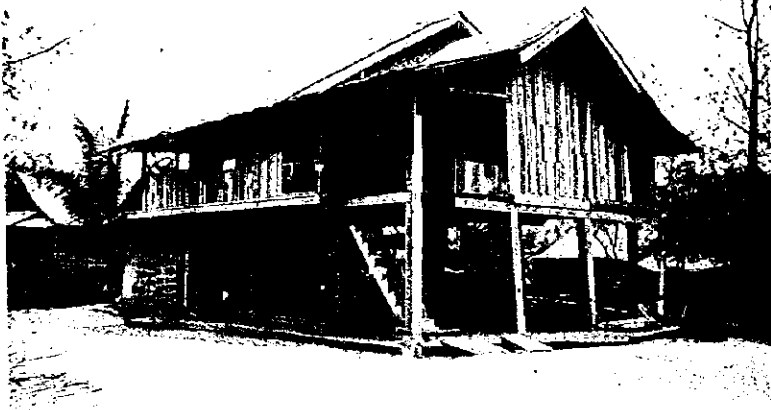
1次基準点 (GPS観測点) 標石



ヴィエンチャン北郊の農村風景



米軍キャンプ跡地に建設された大学
小中学校も併設されている。



ラオスの典型的家屋
↑階部分が吹き抜けになっている。



たわわに実った稲



水田
刈り入れ後なので放牧地になっている。



ゾエンチャン北郊の焼き畑風景、着火直後



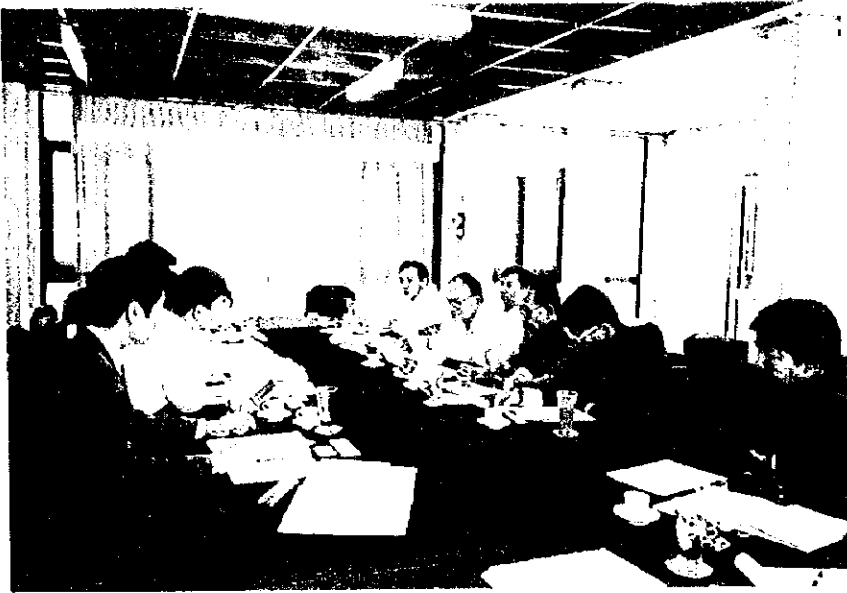
焼け残った大木



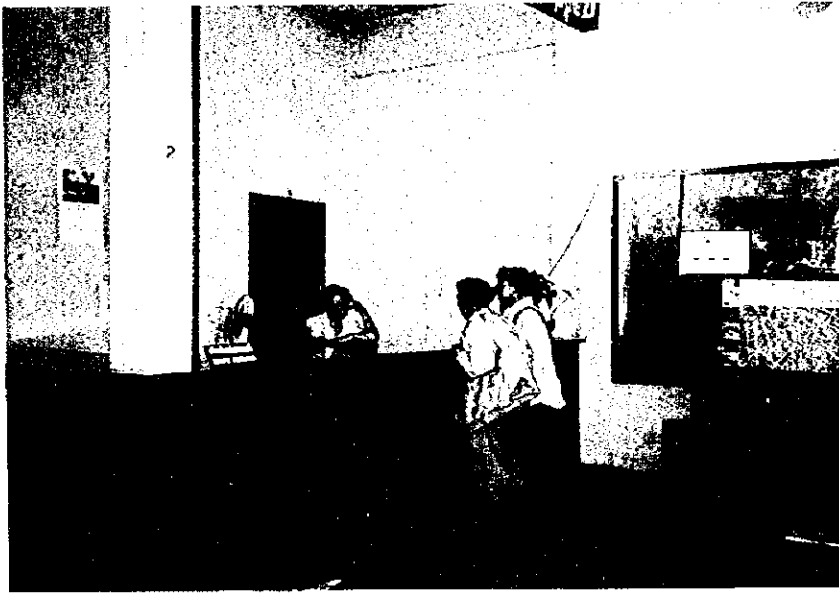
同延焼中



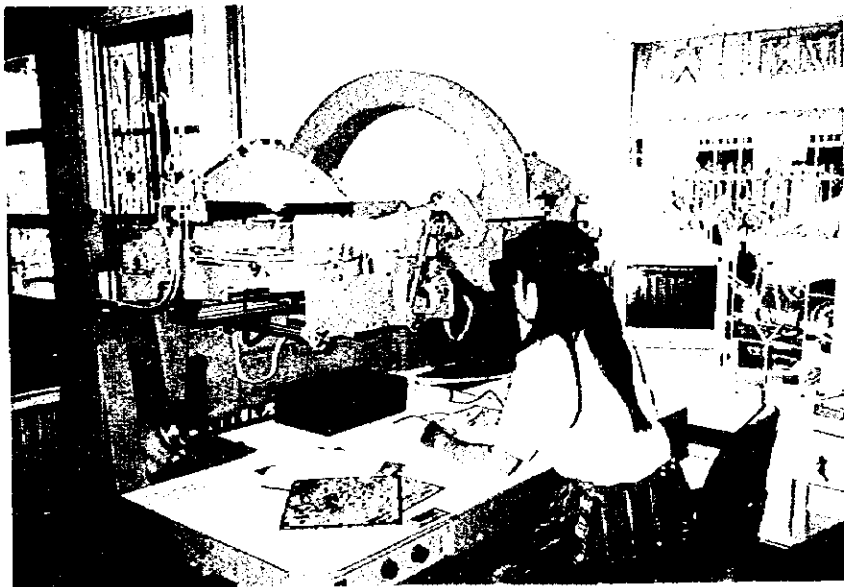
同消火直後



地理局における協議風景
対応は規律正しく几帳面であった。



地理局の地図及び空中写真販売窓口
我々が訪れた期間ほぼ毎日客がきていた。



民間測量会社の図化機を借りて
空中三角測量のための写真座標
取得作業を行う地理局職員

第7章 本格調査への提言

7-1 本格調査の方向性

(1) ラオス国における地理情報整備の必要性

すでに述べたように、わが国外務省は、インドシナ半島においてはメコン河流域が一つの経済圏として発展しようとしているとし、そのためには、広域的な観点からの産業基盤整備、天然資源開発、環境保全と圏内の均衡ある発展を図るため後進地域であるラオス、カンボディアへの重点的支援が重要だと分析している。

この課題を地理情報整備の面から整理すれば、メコン河流域全体を統一的にカバーする地理情報の整備とラオス、カンボディアにおける重点的な地理情報整備が課題になる。

前者については、第5章5-4で述べたように、メコン河委員会が、この情報の重要性を認識し、メコン河全流域を対象に25万分1地図を数値化し、人工衛星データで更新した地理データセットとそれを取り扱う地理情報システム（GIS）を構築しつつある。また、5万分1地形図の等高線を基にした高精度数値地形モデル（DTM）の作成とこれを分析した流域評価図の作成、森林の経年変化をほぼ10年ごとの把握するモニタリングプロジェクトなどもこのGISと調和して行われている。これらの情報は、道路計画を例にとれば通過地点の検討、公共施設整備の基本構想の検討などに有効である。

一方、重点地域を対象にした情報は、より詳細な検討、道路計画でいえば路線位置の検討など基本計画レベルの検討、環境保全の観点からはプロジェクトサイトの環境モニタリングなどに役立つことが求められる。このため、可能であれば縮尺5万分1、少なくとも10万分1程度の精度を持つ情報が必要である。

このため、JICAは、すでにカンボディアにおいて「カンボディア国緊急復興のための地図情報作成調査」を実施中であり、本年中には同国中央部、メコン河流域の平野部全体約8万平方キロメートルをカバーする5万分1数値地図が作成、供用される予定になっている。

これに対し、ラオスでは5万分1から10万分1程度の精度を持つ地理情報の整備は、特定目的の汎用性が低い情報整備を除き、行われていない。その上、旧来から使用されてきた印刷図も一部を除いて更新されておらず、従来より情報の質が低下している状態である。したがって、残るラオスについて5万分1から10万分1程度の精度を持つ地理情報を作成することが、ラオスにとってもメコン河流域全体の発展にとっても緊要の課題になっている。

(2) 本格調査の目的

ラオス政府からの要請及び上記分析を踏まえ、本格調査では、S/Wに記載されたとおり、

国際河川であるメコン河流域うちラオス国内を対象に、環境保全などを支援するため、地理情報システム(GIS)の基盤となる地理情報データベースを整備することとする。この中には、将来の環境モニタリングのためのベースラインデータとなる土地利用データも含まれる。また、あわせて、作成した情報の利用、維持管理をラオス国政府が独自に実施できるよう必要な技術を移転することを目的とする。

(3) 整備すべき情報

情報整備の対象地域の詳細については以下のとおり考えられた。ラオスにおいてはカンボディアと異なり国土の80パーセントが山地である。したがって、公共施設の整備においては山地部を避けて通れない。山地をいかに効果的に利用するかがラオスを通過する広域的な道路計画や水資源開発にとってきわめて重要である。このため、地理情報整備の対象地域は、山地部も含めラオスにおけるメコン河流域全体約21万4000平方キロメートルとする必要がある。

一方、縮尺については、人口密度、土地利用密度が低いことから10万分1でも公共施設の基本計画立案などに十分利用できるものと思われる。また、すでに述べたように、ラオス地理局の予算規模などから勘案して、調査終了後の情報の維持管理は10万分1でなければ不可能と思われる。

測量の基準については、本来メコン河委員会が作成しているメコン河流域全体の基準と同じものを採用することが望ましい。しかし、ラオスにおいては比較的新しい地図はすべて、メコン河委員会が採用している座標系と異なる旧ソ連の座標系を採用しており、これが広く普及している。この事情は、すでに作成されているいくつかの応用的な主題図または地理情報においても同様である。したがって、下記旧ソ連の座標系により地理情報を整備することがラオス国にとっては重要である。また同時に、基準点測量を新たに行い、メコン河委員会作成の地理情報との座標変換係数を求めておくことも必要である。

準拠楕円体；クラソフスキー (Krassovsky)

投影法；ガウスクリューゲル (Gauss-Kruger)

標高の基準；10万分1地図に準拠

整備した情報の提供には、印刷図とデジタルデータの2種類の媒体が考えられる。印刷図は、特別な器具なしに誰でも利用できる点で優れているが、情報の更新や加工が難しい、追加印刷に膨大な経費を要するなどの欠点がある。このため、本調査ではデジタルデータでの提供を選択することとする。この際、データを利用するためのコンピュータシステムをラオス国に残置することが望ましい。

(4) 整備の方法

すでに述べたように、山地を主体とし、人口密度などが希薄なラオス国においては、精度より効率性を重視する必要がある。このため、情報整備の基本技術として、人工衛星データによる位置座標の取得とデジタル方式による情報作成、更新を採用する。また、変化情報の取得には現地調査でなくより効率的な空中写真判読を全面的に用いることとし、既存空中写真のない地域約15万平方キロメートルについて新たに空中写真撮影を行うものとする。

7-2 本格調査の内容

(1) 既存情報の活用の可能性

(河川、土地利用データ)

すでに述べたように農業省林業局林業計画室（NOFIP）は、10万分1地形図を数値化、経年変化を修正した基図を作成しこれに林業関連情報を重ねたGISを構築している。このうち河川データ及び土地利用データは、凡例に掲げられた分類項目及び聞き取りにより明らかになった作成方法または経年変化の修正方法から判断すれば本件調査に活用できるものと思われる。すなわち、河川データは、ラオス地理局所有の10万分1地図を数値化し、南部は5万分1、北部は10万分1に調製された1989年から1992年のスポットXS画像を判読して経年変化を部分的に修正した。土地利用データは、上記スポットXS画像を判読し、不完全ながら道路沿いに現地地点検を行って23分類の植生及び土地利用データを作成した。

このため、この二つのデータの位置の精度及び内容の精密さを実地に検討するため、ヴィエンチャン北郊のデータを購入し最新のランドサットデータと比較した。その結果、表現単位がやや荒い（大きい）ものの経年変化は修正されており、位置の精度も本件調査への活用に十分なものであることがわかった。

また、地理局を通じてこれらデータの本件調査への提供の可能性を聞いたところ、複製経費の負担があれば提供できるとの回答を得た。

したがって、本件調査においては、河川及び土地利用データとして、分類項目を適宜統合しつつ、これらのデータを用いるものとする。

(2) 衛星データの入手

経年変化の修正に適切なSPOTまたはIRS衛星のデータを取得する。このデータは、修正の参考にできる既存地図が存在する地域でも、その地図作製後の変化を検出するために、対象地域全域21万4000平方キロメートルについて取得する。

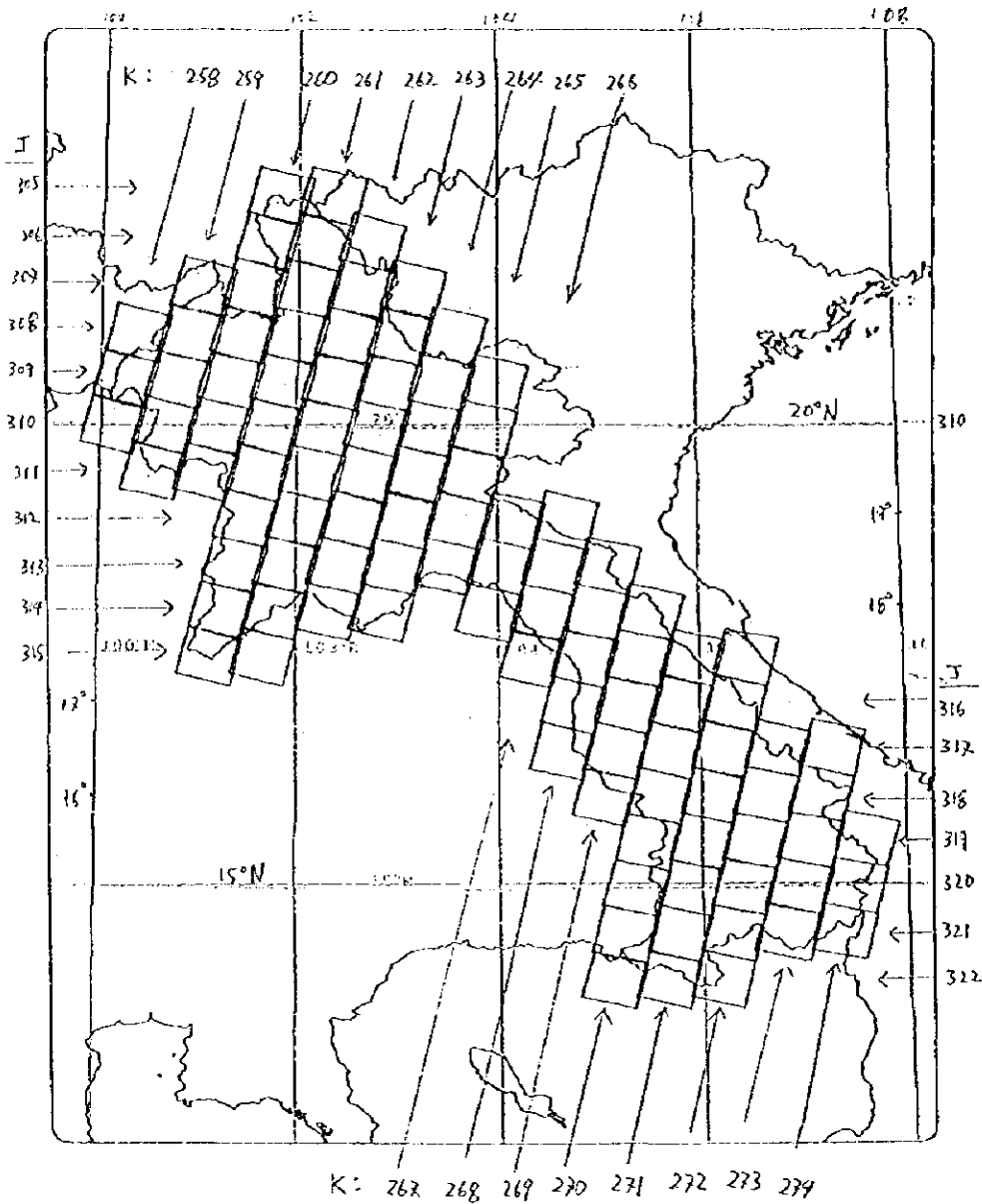


図7-1 SPOT衛星データを思量した場合の必要シーン

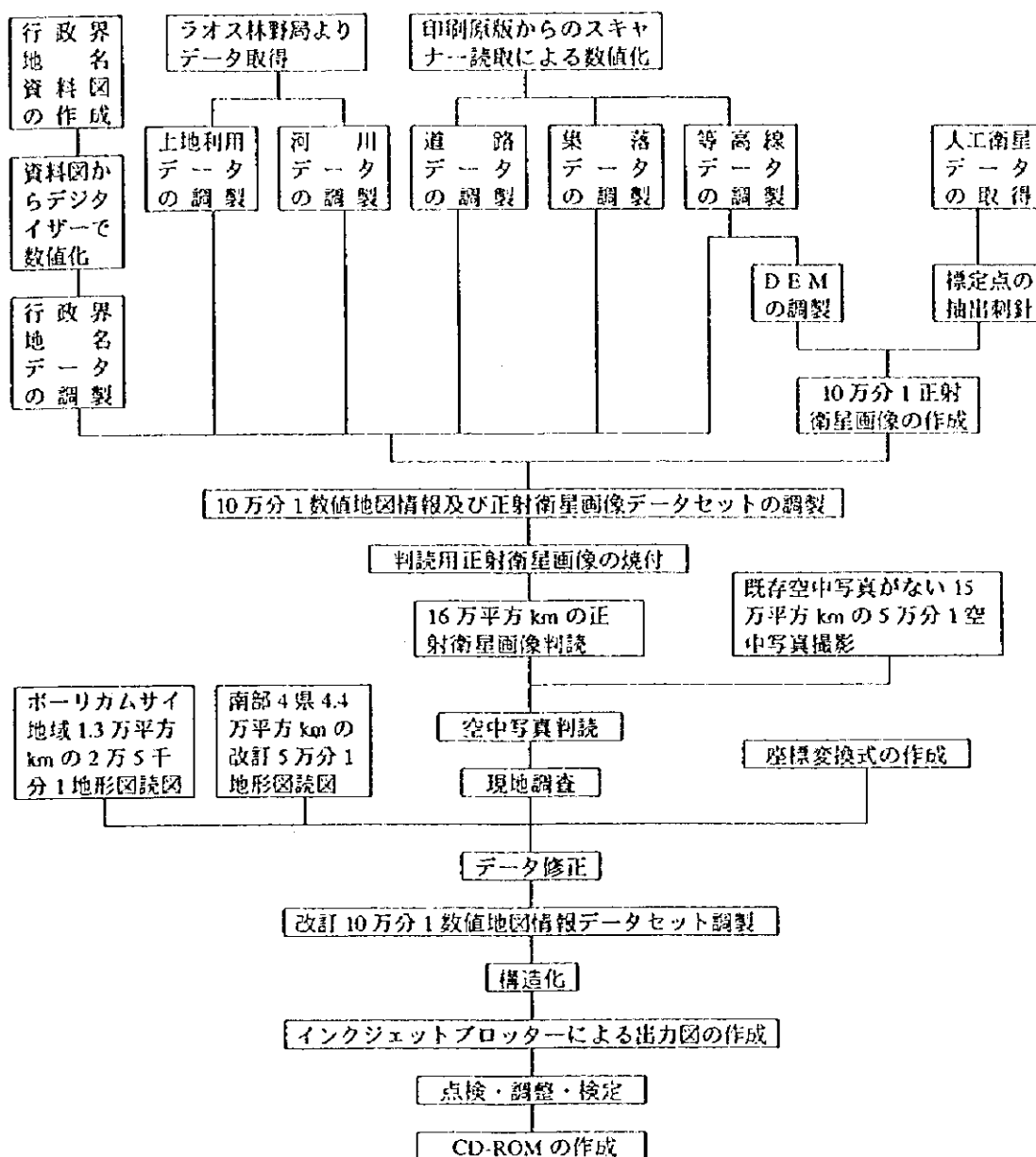
(3) 空中写真の入手

解像力が荒いことから衛星画像では判読できないまたは判読が困難な地物などを判読、確認するために空中写真を利用する。

このため、既存の新しい地形図があるポーリカムサイ地域1.3万平方キロメートル及び南部4県地域4.4万平方キロメートル並びに既存の新しい空中写真が入手できるヴィエンチャン及びサバナケット周辺地域1万平方キロメートルを除く15万平方キロメートルについて空中写真を新たに撮影する。

(1) 調査の実施項目

本格調査の実施内容とその流れは以下のとおりである。



以下、再委託などで実施する人工衛星データの取得及び空中写真の撮影を除き、調査項目ごとにその内容を記す。

1) 行政界、地名資料図の作成

行政界及び地名については、ラオス政府の責任において資料図を作成する。資料図は、原則として10万分1地図を基図とし、本調査の図式にあわせて整理統合しながら、行政界は各行政区域を閉合した環で表現するものとし、地名は可能な限り指示対象物または指示対象範囲を示して表示するものとする。

2) デジタイザーによる行政区、地名資料図の数值化

デジタイザーにより資料図から行政区をベクトルデータとして、地名を注記位置における点データとして数值化する。また、それぞれに行政区名、地名等属性データを与える。

3) 行政区、地名データの調製

行政区と地名データを別レイヤーに分離し、それぞれGISで利用できるデータ形式に調整する。

4) ラオス林業局よりデータ取得

10万分1地図の図葉単位に調整された10万分1森林土地利用図 (Forest Type and Landuse Map) データをラオス農業省林業局林業計画室 (NOFIP) より取得し、データの欠落などの点検を行う。

5) 土地利用データの調製

取得したデータを、本調査の図式にあわせて10分類程度に整理統合しながら、後続の処理に適したデータ形式に変換、調製する。

6) 河川データの調製

取得したデータを、本調査の図式にあわせて整理統合しながら、後続の処理に適したデータ形式に変換、調製する。

7) 印刷原図からのスキャナー読取による数值化

地理局が保管する10万分1地図の等高線（褐色）版及び地物（墨）版をスキャナーで読みとり数值化する。スキャナーには、1部しかない原図を損傷しないようフラットベッドスキャナーを用いる。スキャナーで読み込んだデータはラスター形式なので、後続の処理に適するベクトル形式のデータに、コンピュータ処理により変換する。

8) 道路データの調製

10万分1地図の地物版を数值化したデータから道路部分を抽出する。10万分1地図の道路は、橙色2条道路、黄色2条道路、白色2条道路、実線1条道路、長破線1条道路、破線1条道路に区別されているので、印刷図などを参考に、本調査の図式にあわせて整理統合しながら、道路種別ごとに識別して記録し、道路データとして調整する。

9) 集落データの調製

10万分1地図の地物版を数值化したデータから総描された市街地部分と家屋記号を抽出する。総描された市街地は橙色の部分（大規模市街地）と黒色の部分（小規模市街地）があるが、それぞれ印刷図などを参考に、本調査の図式にあわせて整理統合しながら、市街地部分はポリゴンデータとして、各家屋は点データとして記録し、集落データとして調整する。

10) 等高線データの調製

10万分1地図の等高線（褐色）版のベクトル数值化データから等高線部分を抽出し、間断部

分をつなぐなど必要な補描を行う。ついで、等高線に標高属性を与えるなどにより、GISで利用可能な等高線データを作成する。

11) DEMの調製

等高線データから計算処理により数値地形モデル (DEM) を作成する。DEMの格子間隔は、使用する人工衛星データの解像度とほぼ整合させる。

12) 標定点の抽出、刺針及び10万分1正射衛星画像の作成

衛星画像の各種ゆがみを計算処理により除去するため、適切な位置においてゆがみ補正の基準になる評定点を選点する。標定点は、衛星画像及び既存地図上で位置が特定でき、地図編集による転移がない地点に選び、既存地図によりその座標値を計測するとともに、その位置を衛星画像に印す。位置の特定には、道路の交差点、構造物等、人工的に構築された直線的地物を用いることが望ましいが、適切な地物が得られない場合には、特徴ある地形、植生変化点等も利用する。

この点をもとに衛星画像の骨格を縮尺10万分1地図に適合させる。ラオスの地形は全般的に起伏が大きいので、DEMをもとに高度補正を行い、10万分1正射画像を作成する。

13) 10万分1数値地図情報及び正射衛星画像データセットの調整

シーン単位に作成した正射衛星画像は、その後の作業が図葉単位になるのでデジタルモザイク処理及び10万分1地図の図葉単位に切り出し処理を行う。これと数値地図データをあわせて図葉単位のデータセットを作成する。

14) 判読用正写衛星画像の焼付 (外注)

インクジェットプロッターからの出力では細部の判読が困難であるため、写真処理により、鮮明な画像を作成する。このため、データからフィルムを作成し、画像を印画紙に焼き付ける。

15) 地域別データ分割

上記データセットを、それぞれ異なる方法で経年変化などを修正する地域に分割する。すなわち、ボーリカムサイ地域1.3万平方キロメートル、南部4県地域1.4万平方キロメートル、ヴィエンチャン及びサバナケット周辺地域1万平方キロメートル及び左記以外の15万平方キロメートルに分割する。

16) 座標変換式の作成

10万分1地図が根拠にしているVientiane Datum 1982座標系と現在使用されているLao National Datum 1997座標系は近似的に数メートルの平行移動により変換できることが知られている。

一方、5万分1地図及び2万5千分1地図が根拠にしているIndian Datum 1960については変換式が知られていない。このため、1万平方キロメートルに1点程度の割合、合計約21点でIndian

Datum 1960による座標値とLao National Datum 1997座標系における座標値をGPS観測などにより求める。その結果から両座標系の変換式を作成する。GPS観測などにより求める座標値の精度は、縮尺5万分1相当精度の地図情報の変換に使用するのであれば、1メートル程度で十分である。このため、GPS受信機2台による突き出し観測方式で観測を行う。

この二つの変換式から、Vientiane Datum 1982座標系とIndian Datum 1960座標系の変換式を作成する。

17) ボーリカムサイ地域2万5千分1地図の読図

最近2万5千分1地図が作成されたボーリカムサイ地域1万3千平方キロメートルについては、数値データと2万5千分1地図を比較し、数値データの経年変化部分及び修正を要する部分を抽出する。この際必要な座標変換を行う。抽出した変化などの内容は、数値データ上に整理する。

18) 南部4県の改訂5万分1地図の読図

最近5万分1地図が改訂された南部4県4万4千平方キロメートルの地域については、数値データと改訂された5万分1地図を比較し、数値データの経年変化部分及び修正を要する部分を抽出する。この際必要な座標変換を行う。抽出した変化などの内容は、数値データ上に整理する。

19) 正射衛星画像判読

既存地図がある地域を除く約16万平方キロメートルの地域については、経年変化修正のための基本的情報源は衛星画像とする。このため、数値データとオルソ画像を比較し、数値データの経年変化部分及び修正を要する部分を抽出する。抽出した変化などの内容をオルソ画像上に整理する。

20) 空中写真判読

衛星画像では判読が不可能または困難な地物については空中写真を判読して経年変化部分を抽出する。このため、既存地図が入手できる地域を除く約16万平方キロメートルの地域について、数値データと空中写真を比較し、数値データの経年変化部分及び修正を要する部分を抽出する。この際、空中写真は幾何補正が行われていないので、空中写真で抽出した変化部分についてもその位置は衛星画像により把握する。このため、抽出した変化などの内容はオルソ画像上に整理する。

21) 現地調査

正射衛星画像判読及び空中写真判読の検証のため、対象地域内の想定集落数2万3千から2万9千の約1%程度に当たる230から290の集落について、車上からの観察を主とする現地調査を行う。

22) 数値データの修正

コンピュータ上で、上記変化部分を記入した衛星画像データと数値地図データを背景に数値地図データの経年変化を修正する。なお、修正前のデータも保存し、環境などの経年変化が把握できるよう配慮するものとする。

23) 構造化

修正したデータについてGISで利用しやすいように構造化を行う。まず、レイヤーを重ね合わせ、レイヤー間の不整合を調整する。調整に当たっては、数値データ作成に使用した既存地図にしばしば調査不足の部分があり、経年変化修正作業でもこれが完全に除かれていないと思われることから、調整内容の妥当性をオルソ画像により再確認する。次に、レイヤー内及びレイヤー間の重ね合わせで発生するノード、リンクなどについて必要な属性データを与え、データセット全体を構造化する。データフォーマットは、ラオス地理局と協議の上決定する。

24) インクジェットプリンターによる出力図の作成

構造化データをインクジェットプロッターで出力し、利用者への索引とする。また必要があれば数部出力し、関係機関に配布する。本データは、10万分1地図を数値化したものが基本になっているため、10万分1で出力した場合に見やすいように総描、転移などの編集（デフォルメ）が行われている。したがって、拡大して出力する際にはデータが必ずしも真位置を示していないことに注意を喚起する必要がある。

25) 点検・調整・検定（日本国内作業）

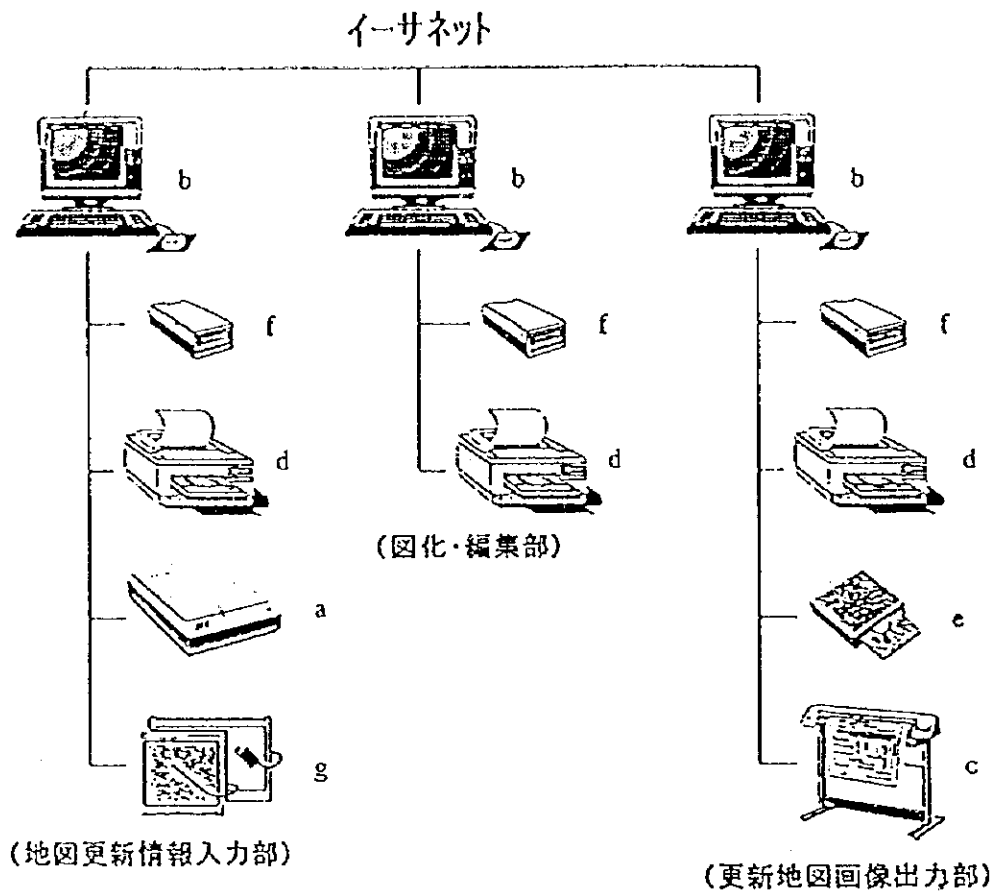
26) CD-ROMの作成（日本国内作業）

(5) 地図データ編集システム

1) システム構成

本格調査実施のためにラオス国内に持ち込まれる機材は、ラオス政府の残置要請があれば、本格調査終了時点で検討の上のことではあるが、本格調査終了後も残置される可能性が高い。そのため、本格調査終了後もラオス地理局の手で維持管理できるものであることが望ましい。このため、維持管理が容易なパソコンを中心にした構成とし、ワークステーションは原則として用いないこととする。

図7-2に地図データ編集システムの構成を示す。



- a) 衛星画像または空中写真を数値化するためのスキャナ
- b) 重ね合わせ、変化部抽出、図化・編集作業を行うためのパソコン
- c) 作成した地図情報を出力するカラープロッタ
- d) ハードコピー及び文書出力用プリンター
- e) CD-ROMを作成するためのCD-ROMライター
- f) 文字情報等のデータ編集及び保存のための光磁気デスク装置
- g) 各種地図からのデータ取得のためのデジタイザー

図7-2 地図データ編集システムの構成

また、調達に関しても、アフターサービスの利便性を考えると、極力ラオス国内の代理店等から購入するとが望ましい。

数値地図編集システム及び関連機器の内訳は以下のとおりである。

A0版フラットベッドスキャナー解像度62.5ミクロン	; 1台
A0版デジタルライザ	; 3台
A0版インクジェットプリンター	; 1台
数値地図編集システム	;10セット
データサーバー+ラン	; 1式
電源安定化装置	; 1式
Arc/Info	;10セット
その他関連ソフト	;10セット

2) フラットベッドスキャナー

上記のうち、A0版フラットベッドスキャナーは、現地購入が困難と思われ、日本で購入してラオスへ持ち込む必要がある。この機器については、輸送、据え付け費が別途必要である。

調査団は、大型フラットベッドスキャナーについては国内唯一の製造メーカーである阿部設計社において既存A0版フラットベッドスキャナーのうち最高の精度である解像度16dpm(読み取り精度62.5ミクロン)の機種について、下記のとおり精度検証を行い、実用できることを確認した。

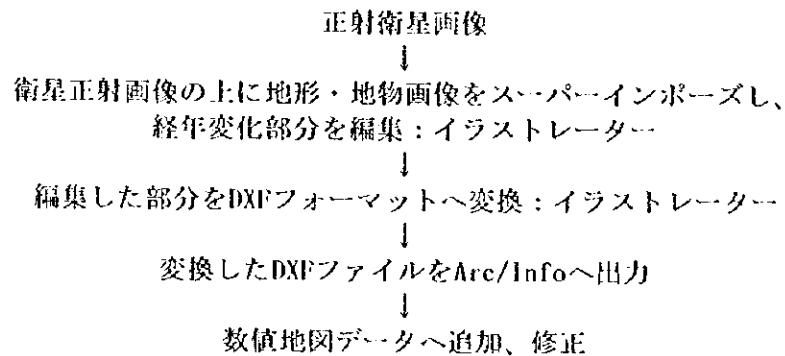
検証は、国土地理院発行の2万5千分1地形図のコンター版(クリアマイラーのポジ版)を用いて、スキャナーによりラスターデータを取得し、これを既存ソフトウェアでパソコンによりベクタデータに変換し、その再現性を検討することにより行った。検証の結果、計曲線(線の太さ0.15ミリメートル)についてはほぼ切れ目のないデータを復元できた。しかし、主曲線(線の太さ0.075ミリメートル)は、急傾斜地では重複が、また読み取り精度によるカスレを生じた部分があった。

次に事前調査時に現地において、ラオス国の10万分1地形図の原図の状況を調査した。原図は、墨版(地物:境界、注記、道路、家屋、植生界)、掲版(等高線、変形地)、藍版(河川、水部)、藍マスク版(河川・水部のアミ)、緑マスク(森林の区分)、橙版(市街地、道路マスク)、黄版(道路マスク)及びこれらの版を統合した総合ポジの8版から構成されている。原図上で、等高線の計曲線は約0.18ミリメートル、主曲線は約0.12ミリメートルの線の太さがあり、国土地理院の地形図の計曲線とほぼ同じ太さであった。したがって、ラオスの地形図等高線については上記スキャナーで読み取り可能と判断できる。道路記号は、線の太さが0.1ミリメートルであり、部分的にはベクタ変換したときにカスレが生じる可能性がある。しかし、ラスターデータを背景情報としてパソコン上で中心線描画によるベクタデータ

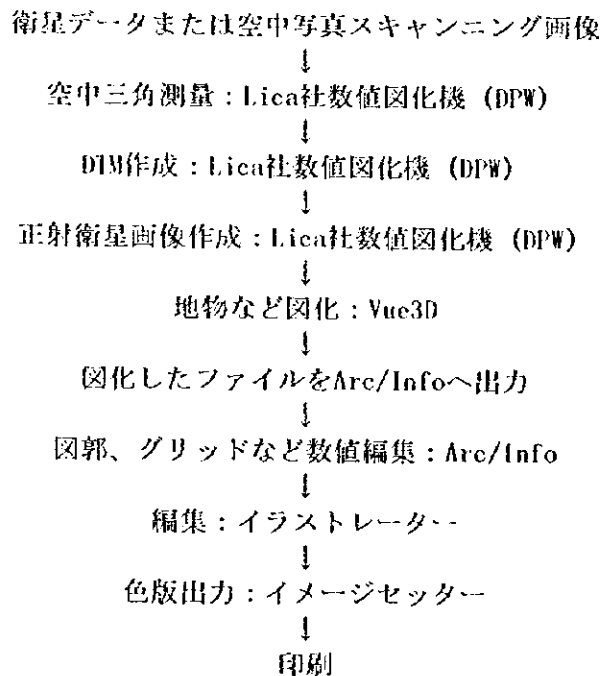
の取得を行えば問題ないと考えられる。

3) ソフトウェア

ソフトウェアについてはArc/Info以外にもOSといくつかの応用ソフトが必要であるが、いずれも広く市中に出回っているものであり、パソコンと一括して購入するのが簡便である。なお、数値地図編集システムで使用するソフトウェアの一例を工程に沿って整理すれば次のようになる。



本件調査では個々まで整備する必要はないが、参考までに衛星画像を使用した新規図化から印刷図の作成までの一連の工程に必要なソフトウェアを工程に沿って整理すれば次のようになる。



7-3 本格調査実施上の留意事項

本案件は、国際協力事業団と契約した民間コンサルタントにより実施されることとなる。その際、本案件が従来の国内作業を主体とした成果品供与型の案件から現地作業による技術移転重視型の案件へと転換された理由と背景を十分理解して実施する必要がある。

(1) 現地作業により案件を実施する理由

1) 地図情報の持出許可

1996年に制定されたラオス国測量法により地図情報の国外持出が許可制になり、許可は地理局と国防省の共管事項になった。このため、地図情報の持ち出しにはその都度協議が必要になり、必要なすべての資料の持ち出しを事前に保証することができなくなり、また、持ち出しが可能な場合でも許可取得に長期間を要する危険性が生じた。したがって、従来の国内作業を主体とした実施方法では案件遂行の保証ができなくなった。

2) 現地作業の合理性

次のことから現地作業による実施が現実的であることが確認された。すでに述べたように、ラオス地理局の技術水準は、適切な指導が行われれば現地作業により案件を遂行できる水準に達している。無理に国内作業を行う必要のないことが、対処方針会議において外務省、JICAなどにより確認された。主要先進国の地図作成援助の大半が現地作業によって遂行されていることから、この方式には十分な実績がある。相手国の国内法制を無理なく尊重することができる。カウンターパート機関が技術移転という面からこの方式を歓迎している。

3) 現地作業の効果

近年の地図援助の大勢として、本案件の成果も数値情報を予定している。数値情報の特徴は利用可能分野、利用内容が飛躍的に向上することであるが、同時に利用するために一定の基盤が必要になることでもある。一定の基盤とは、数値情報を取り扱うコンピュータのハード、ソフト及び利用対象（解くべき課題）の明確化であり、そのための技術者の養成と行政機関の理解である。従来の成果品供与型の援助では、これらは、別案件として対処する必要があったが、現地作業主体の技術移転重視型の援助では、地図情報の整備と平行してこれら基盤整備を行うことができる。このため、成果の確実な利用と予算効率の向上が期待される。

本格調査団は、本案件をラオス国内作業中心に実施することにより、従来の成果品供与型とは異なり、上記のような様々な効果が得られることを十分認識した上で、案件を実施しなければならない。

(2) ステアリングコミッティの重要性

本案件の成果は、インクジェットプリンターによる出力図は添付するものの本体は数値地

図のデータである。このデータは、10万分1地図の基本的項目を更新、収録するもので、将来のあらゆる主題図整備やシミュレーションの基礎情報になるものである。

しかし、ラオス国には、一部の例外を除いてこのデータを用いてラオスの将来の国造りに利用してだけの基盤がない。いわば、明治維新の日本に21世紀の最新情報を提供したようなものである。このため、利活用の基盤を作り上げる組織としてステアリングコミッティを設置した。本格調査団は、この委員会の指導にも力を注ぎ、ラオス国の将来の情報革命を指導する意気込みが必要である。

その作業を通じて、ラオス政府の技術系幹部にこのデータの特長を的確に理解してもらうことが大切である。また、将来これに各種の課題に関する情報を追加し、様々なソフトを用いれば、課題に関するシミュレーションや政策判断が行えることを具体的に理解してもらうことが必要である。

7-4 技術移転

情報の利用を進めるためには、利用しやすい情報を整備するとともに、情報の作成段階から利用者とよく連絡を取り利用者側で情報の利用システムを早めに準備することが必要である。このため、情報利用者を主体とするステアリングコミッティを設置し、データ作成者と利用者の情報交換を図る必要がある。また、作成した情報の維持管理のための経費捻出システムを確立する必要がある。しかし、ラオス国においては、行政システムが未熟であり、これら測量行政というべき事務を地理局の職員のみで実施することは困難である。このため、本格調査実施中に調査団がこれら測量行政にかかる技術指導を行う必要がある。

特に、情報整備に当たっては、整備した情報の維持管理及び拡充をラオス国の手でできるよう、情報整備にかかる一連の技術をラオス国カウンターパート機関に確実に移転することが特に重要である。このため、可能な限りラオス国内においてカウンターパート機関の職員の手によって調査を実施し、実務を通じて確実な技術移転を図る必要がある。本格調査団は、従来のように自ら実務を担当するのではなく、ラオス側が行う実務の技術指導を主目的とすべきである。

このため、最初に全体計画、基本的事項について講義などにより研修を行うとともに、各工程別に理論講義、実技演習、実地作業などを行い、技術移転を図る。また、JICAのカウンターパート研修制度を利用し、日本国内での先進事例見学などの研修も実施することが望ましい。

また、ラオス国の財政事情から考えると、情報の維持拡充に必要な機材を独力で整備することは困難と思われる。このため、調査に使用した機材については、極力ラオスに残置、供与することが技術移転成果の有効活用のために必要不可欠である。また、消耗品類も多めに購入、残置し、7-3で述べた必要経費の捻出システムが整備されるまでの間においても移転した技術が有効に活用されるよう配慮することが望ましい。

7-5 本格調査の実施及び調査団の構成（案）

(1) 調査の実施計画

調査工程の計画案を示せば図7-2のようになる。

概要工程計画

工程	内容	年度	月	日
1	調査準備	昭和34年	10	1
2	調査準備	昭和34年	10	1
3	調査準備	昭和34年	10	1
4	調査準備	昭和34年	10	1
5	調査準備	昭和34年	10	1
6	調査準備	昭和34年	10	1
7	調査準備	昭和34年	10	1
8	調査準備	昭和34年	10	1
9	調査準備	昭和34年	10	1
10	調査準備	昭和34年	10	1
11	調査準備	昭和34年	10	1
12	調査準備	昭和34年	10	1
13	調査準備	昭和34年	10	1
14	調査準備	昭和34年	10	1
15	調査準備	昭和34年	10	1
16	調査準備	昭和34年	10	1
17	調査準備	昭和34年	10	1
18	調査準備	昭和34年	10	1
19	調査準備	昭和34年	10	1
20	調査準備	昭和34年	10	1
21	調査準備	昭和34年	10	1
22	調査準備	昭和34年	10	1
23	調査準備	昭和34年	10	1
24	調査準備	昭和34年	10	1
25	調査準備	昭和34年	10	1
26	調査準備	昭和34年	10	1
27	調査準備	昭和34年	10	1
28	調査準備	昭和34年	10	1
29	調査準備	昭和34年	10	1
30	調査準備	昭和34年	10	1
31	調査準備	昭和34年	10	1
32	調査準備	昭和34年	10	1
33	調査準備	昭和34年	10	1
34	調査準備	昭和34年	10	1
35	調査準備	昭和34年	10	1
36	調査準備	昭和34年	10	1
37	調査準備	昭和34年	10	1
38	調査準備	昭和34年	10	1
39	調査準備	昭和34年	10	1
40	調査準備	昭和34年	10	1
41	調査準備	昭和34年	10	1
42	調査準備	昭和34年	10	1
43	調査準備	昭和34年	10	1
44	調査準備	昭和34年	10	1
45	調査準備	昭和34年	10	1
46	調査準備	昭和34年	10	1
47	調査準備	昭和34年	10	1
48	調査準備	昭和34年	10	1
49	調査準備	昭和34年	10	1
50	調査準備	昭和34年	10	1
51	調査準備	昭和34年	10	1
52	調査準備	昭和34年	10	1
53	調査準備	昭和34年	10	1
54	調査準備	昭和34年	10	1
55	調査準備	昭和34年	10	1
56	調査準備	昭和34年	10	1
57	調査準備	昭和34年	10	1
58	調査準備	昭和34年	10	1
59	調査準備	昭和34年	10	1
60	調査準備	昭和34年	10	1
61	調査準備	昭和34年	10	1
62	調査準備	昭和34年	10	1
63	調査準備	昭和34年	10	1
64	調査準備	昭和34年	10	1
65	調査準備	昭和34年	10	1
66	調査準備	昭和34年	10	1
67	調査準備	昭和34年	10	1
68	調査準備	昭和34年	10	1
69	調査準備	昭和34年	10	1
70	調査準備	昭和34年	10	1
71	調査準備	昭和34年	10	1
72	調査準備	昭和34年	10	1
73	調査準備	昭和34年	10	1
74	調査準備	昭和34年	10	1
75	調査準備	昭和34年	10	1
76	調査準備	昭和34年	10	1
77	調査準備	昭和34年	10	1
78	調査準備	昭和34年	10	1
79	調査準備	昭和34年	10	1
80	調査準備	昭和34年	10	1
81	調査準備	昭和34年	10	1
82	調査準備	昭和34年	10	1
83	調査準備	昭和34年	10	1
84	調査準備	昭和34年	10	1
85	調査準備	昭和34年	10	1
86	調査準備	昭和34年	10	1
87	調査準備	昭和34年	10	1
88	調査準備	昭和34年	10	1
89	調査準備	昭和34年	10	1
90	調査準備	昭和34年	10	1
91	調査準備	昭和34年	10	1
92	調査準備	昭和34年	10	1
93	調査準備	昭和34年	10	1
94	調査準備	昭和34年	10	1
95	調査準備	昭和34年	10	1
96	調査準備	昭和34年	10	1
97	調査準備	昭和34年	10	1
98	調査準備	昭和34年	10	1
99	調査準備	昭和34年	10	1
100	調査準備	昭和34年	10	1

図7-2 調査工程年次計画 (案)

注1: 既述のとおり作業は、少くも急務の要請し、日本側に指導(技術援助)を得る。注2: 本調査の計画は昭和34年の記載

(2) 現地調査団の構成

わが国が派遣する本格調査団の構成及びそれぞれの任務の案を示せば表7-1のとおりである。

表7-1 本格調査団の構成（案）

構成団員	主要業務
総括	全体計画、全体管理、測量機関指導、管理、運営技術の移転
主任技師	工程管理、精度管理、経費管理、安全管理、再委託管理、左記管理技術の移転
数値地図編集1	林業データ取得、地形図数値化、経年変化修正、構造化の技術移転及び作業監督
数値地図編集2	林業データ取得、地形図数値化、経年変化修正、構造化の技術移転及び作業監督
写真測量1	正射衛星画像の作成、空中写真判読、現地調査の技術移転及び作業監督
写真測量2	正射衛星画像の作成、空中写真判読、現地調査の技術移転及び作業監督
基準点測量1	座標変換式作成の技術移転及び作業監督
基準点測量2	座標変換式作成の技術移転及び作業監督
地理調査	GIS基盤データを用いた環境変遷の分析、分析技術の移転
システム構築・運営1	数値地図編集システムの構築、運営、技術移転
システム構築・運営2	数値地図編集システムの構築、運営、技術移転
業務調整	再委託契約、特殊雇人雇用等調査団の事務処理

(3) 現地調査のおよその班構成及び作業期間

カウンターパートが実施する調査項目について、調査項目ごとに班構成及びおよその調査期間の案を以下に記す。調査期間は、日本人技術者の指導の下にラオス地理局職員が調査を実施するものとし、週5日勤務、1日実働5時間を原則として算出した。ただし、現地調査においては、1日8時間を見込んだ。また、各班に測量助手一人を配置することを見込んだ。

1) 行政界、地名資料図の作成

作成対象図葉は170面ある。

カウンターパート2人からなる班を10班編成して作業を行う。1班1日1面の割合で資料図を作成することができると思われる。その結果、17日（0.8か月）程度で資料図を作成する。

2) デジタイザーによる行政界、地名資料図の数値化

数値化対象図葉は170面である。

導入するデジタイザーの台数の関係からカウンターパート2人からなる班を3班編成して作業を行う。1班1日1面の割合で数値化を行い、1日2面の割合で点検を行うものとする。3班で85日（4.0か月）程度で数値化を終える。

この作業には、A0版デジタイザーを3台用いる。

3) 行政界、地名データの調製

調製対象図葉は170面である。

カウンターパート2人からなる班を1班編成して作業を行う。1図葉当たり約10分を要し、1日30図葉の河川データの調整ができると思われ、6日（0.3か月）程度で調整できる。

この作業には、数値地図編集システムを1セット用いる。

4) ラオス林野局よりデータ取得

小規模な作業であり、カウンターパート2名からなる班を1班編成して作業を行う。取得したデータの確認などに1班で5日（0.3か月）程度を要する。

この作業には、数値地図編集システムを1セット用いる。

5) 土地利用データの調製

調製対象図葉は170面である。

カウンターパート2人からなる班を1班編成して作業を行う。1図葉当たり約10分を要し、1日30図葉の河川データの調整ができると思われ、6日（0.3か月）程度で調整できる。

この作業には、数値地図編集システムを1セット用いる。

6) 河川データの調製

調製対象図葉は170面である。

カウンターパート2人からなる班を1班編成して作業を行う。1図葉当たり約10分を要し、1日30図葉の河川データの調整ができると思われ、6日（0.3か月）程度で調整できる。

この作業には、数値地図編集システムを1セット用いる。

7) 印刷原図からのスキャナー読み取りによる数値化

読み取り対象原版は1図葉当たり3版あり、対象図葉が170図葉であるので、510版である。

フラットベッドスキャナーを1台しか導入しないので、カウンターパート2名からなる班を1班編成して作業を行う。1版の数値化に約10分を要するので、1日30枚数値化できる。したがって、17日（0.8か月程度）で数値化を行える。

この作業には、A0フラットベッドスキャナーを1台用いる。

8) 道路データの調製（数値地図編集システム；10セット）

調製対象図葉は170面である。

カウンターパート2人からなる班を10班編成して作業を行う。1班が1日で1面の割合で調整できると思われ、10班で17日（0.8か月）程度で調整作業を終えることができる。

この作業には、数値地図編集システムを10セット用いる。

9) 集落データの調製（数値地図編集システム；10セット）

調製対象図葉は170面である。

カウンターパート2人からなる班を10班編成して作業を行う。1班が1日で1面の割合で調整

できると思われ、10班で17日（0.8か月）程度で調整作業を終えることができる。

この作業には、数値地図編集システムを10セット用いる。

10) 等高線データの調製

調製対象図葉は170面である。

カウンターパート2人からなる班を10班編成して作業を行う。1班が3日で1面の割合で調整できると思われ、10班で51日（2.4か月）程度で調整作業を終えることができる。

この作業には、数値地図編集システムを10セット用いる。

11) DEMの調製

調製対象図葉は170面である。

カウンターパート2人からなる班を1班編成して作業を行う。1図葉当たり約30分を要し、1日10図葉のDEMの調整ができると思われ、17日（0.8か月）程度で調整できる。

この作業には、数値地図編集システムを1セット用いる。

12) 標定点の抽出刺針及び10万分1正射衛星画像の作成

小規模な作業であり、カウンターパート2人からなる班を3班編成して作業を行う。1班1日1シーンの正射衛星画像作成ができると思われ、全111シーンの正射画像の作成には3班、37日（1.8か月）を要する。

この作業には、数値地図編集システムを3セットとA0版インクジェットプリンターを1台用いる。

13) 10万分1数値地図情報及び正射衛星画像データセットの調整

調整対象図葉は170面ある。

作業は、カウンターパート2人からなる班を10班編成して行う。1班で1日、5面程度調整できると思われ、10班、3日（0.2か月）で調整できる。

この作業には、数値地図編集システムを1セット用いる。

14) 判読用正射衛星画像の焼付（外注作業）

インクジェットプロッターからの出力では細部の判読が困難であるため、写真処理により、鮮明な画像を作成する。このため、データからフィルムを作成し、画像を印画紙に焼き付ける。

15) 地域別データ分割

小規模な作業であり、カウンターパート2人からなる班を1班編成して作業を行う。5日（0.3か月）程度で分割作業を実施する。

この作業には、数値地図編集システムを1セット用いる。

16) 座標変換式の作成

全国ほぼ等間隔ほぼ100キロメートル間隔で展開している1次基準点21点においてGPS観測

による基準点測量を行う。

作業は、カウンターパート5人からなる班を2班編成して行う。移動、観測、計算を含め1班で1点当たり1班が3日を要すると思われ、作業実施に33日（1.6か月）を要する。

この作業には、GPS測量機4台、解析装置1式、四輪駆動車2台を用いる。

17) ボーリカムサイ地域2万5千分1地図の読図

この地域と等価と思われるボーリカムサイ県の家数は、26,434 (National Statistical Centre; 1996)、集落数は、1057から1322と推計される。

作業は、カウンターパート2人からなる班を10班編成して行う。1班で1日、2万5千分1地形図4図葉分、約50集落の読図が可能と思われる。したがって、10班、3日（0.2か月）で読図できる。

この作業には、数値地図編集システムを10セット用いる。

18) 南部4県の改訂5万分1地図の読図

南部4県地域の家数は、150,610 (National Statistical Centre; 1996)、集落数は、6,026から7,532と推計される。

作業は、カウンターパート2人からなる班を10班編成して行う。1班で1日、5万分1地形図1図葉分、約50集落の読図が可能と思われ、10班、15日（0.7か月）で読図できる。

この作業には、数値地図編集システムを10セット用いる。

19) 正射衛星画像判読

ラオス国の家の数は74万8529、これから推計した集落数は、3万から3万7千程度である。これから、最近5万分1地形図が改訂された南部4県と最近2万5千分1地形図が作成された地域とほぼ等価のボーリカムサイ県の家数などを除くと衛星画像判読の対象地域の家数などが得られる。その数は、家の数が57万1455、集落数が2万3千から2万9千になる。

作業は、カウンターパート2人からなる班を10班編成して行う。1班で1日約50集落の画像判読が可能と思われ、10班で58日（2.8か月）で判読できる。

この作業には、数値地図編集システムを10セット用いる。

20) 空中写真判読

空中写真判読対象地域の集落数は、正射衛星画像判読と同様2万3千から2万9千になる。

この作業は、カウンターパート2人からなる班を10班編成して行う。作業能率は1班1日当たり10集落程度と考えられ、作業期間は10班で230日から290日（13.5か月）と思われる。

この作業には、空中写真实体鏡を10台用いる。

21) 現地調査

230から290の集落について現地調査を行う。

作業はカウンターパート4人からなる班を5班編成して行う。1班で1日当たり3集落程度の

調査が可能で、5班で20日から25日（1.2か月）で調査できる。

この作業には、予備も含め四輪駆動車を6台用いる。

22) 数値データの修正

修正対象図葉は170面ある。

作業は、カウンターパート2人からなる班を10班編成して行う。1班1.5日で1面修正できると思われ、10班で26日（1.3か月）程度で修正ができる。

この作業には、数値地図編集システムを10セット用いる。

23) 構造化

構造化対象図葉は、修正と同じく170面ある。

作業は、カウンターパート2人からなる班を10班編成して行う。1班1.5日で1面修正できると思われ、10班で26日（1.3か月）程度で構造化ができる。

この作業には、数値地図編集システムを10セット用いる。

24) インクジェットプリンターによる出力図の作成

出力図作成対象図葉は、修正と同じく170面ある。

導入するプリンターの台数の関係からカウンターパート2名からなる班を1班編成して作業を行う。1枚当たり1時間、1班で1日5枚作成できるので、全170面の作成に34日（1.6か月）を要する。

この作業には、A0版インクジェットプリンターを1台用いる。

25) 点検・調整・検定（日本国内作業）

26) CD-ROMの作成（日本国内作業）

(4) カウンターパートの活用

カウンターパート機関の職員の活用は、本件調査の要である。このため、事前調査のM/Mにおいて調査に参画する職員の一覧表を添付した。その構成は、年齢、学歴とも技術職員全体の構成比率とほぼ一致したものになっている（図4-3）。

職員活用の際、現地調査にかかる経費の捻出がラオス政府では困難である旨地理局長から確認され、日本側で配慮することを調査団が交渉時に述べたこと、及び、他国の調査においては、カウンターパート職員に出来高払いで職員1人当たり月100から300米ドルが支払われていることに配慮する必要がある。

<参考文献>

- アジア・ネットワーク編 (1995)「インドシナ情報事典」 叢文社発行/星雲社発売 432p pp.17-34
- 大メコン圏タスク・フォース (1996) 大メコン圏開発構想報告書 82p pp.1-4
- 在ラオス日本大使館 (1997) ラオス概況 115p
- Fell, Richard Taylor (1991) "Early Maps of South-East Asia (Second Edition)" Oxford University Press
(西村幸夫監修、安藤徹哉訳 (1993)「古地図にみる東南アジア」学芸出版社 158p pp.141-144)
- Ian Lloyd (1997) The Lao National Datum 1997
- Mekong River Commission (1997) Annual Report 1996
- Mekong River Commission (1997) Mekong News May 1997 p4
- Mekong River Commission Secretariat (1994) Catalogue of Mekong GIS Datasets
- Mekong River Commission Secretariat (1997) The WSC Data Users Guide 77p pp.32-33
- Mekong River Commission Secretariat (1997) The WSC Map Users Guide 78p pp.32-33,52,61
- Mekong River Commission Secretariat (1997) Inception Report for Watershed Classification Project Phase II,
- National Geographic Department (1994) Brochure of Geodetic, Photogrammetric and Cartographic Work
Carried out in Lao PDR
- National Geographic Department (1996) National Atlas of Lao
- National Statistical Centre (1997) Basic Statistics 129p pp.22-23
- National Statistical Centre (1997) Results from the Population Census 1995
- Prime Minister's Office (1994) Decree on Surveying, Aerial Photography and Mapping Activities in the
Territory of the Lao PDR,