

モンテネグロ国不動産局 (DRE)

モンテネグロ国空間計画センター (DSP)

# モンテネグロ国地理情報システム策定調査

## ファイナル・レポート (要約)

2009年3月

独立行政法人国際協力機構 (JICA)

国際航業株式会社

為替交換レート(2008年10月):

1 Euro = 152.99 円

## 序 文

日本国政府は、モンテネグロ共和国政府の要請に基づき、地理情報システム作成に係わる調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 19 年 2 月から平成 21 年 3 月まで、国際航業株式会社 コンサルタントの古堅和男氏を団長とし、国際航業株式会社から構成される調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、モンテネグロ共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進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戴いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 21 年 3 月

独立行政法人国際協力機構  
理事 橋本 栄治

# モンテネグロ国地理情報システム策定調査

## 伝 達 状

独立行政法人国際協力機構

理 事 橋 本 栄 治 殿

ここに「モンテネグロ国地理情報システム策定調査」の報告書を提出できることを光栄に存じます。本報告書は、平成 19 年 2 月から平成 21 年 3 月までの 2 年余をかけて実施した縮尺 1:25,000 のデジタル地形図及び GIS データベースで構成されるモンテネグロ国の“空間データ基盤”整備にかかる業務、ならびにその過程で行った技術移転の内容についてまとめたものです。

本調査では、モンテネグロ国財務省不動産局及び経済開発省空間計画センターで構成されたカウンターパート 2 機関の協力を得て、国土の 70%をカバーする空間データ基盤を整備いたしました。その過程において、今後自らの技術により残り 30%を整備しなければならない不動産局の技術基盤確立と自立発展のために不可欠な一連の業務にかかる技術移転を実施すると同時に、モンテグロ政府の開発計画を担う空間計画センターに対しては、この空間データ基盤を必要とするユーザーの代表として、GIS の利活用にかかる技術移転も実施いたしました。これらの内容は本報告書とは別に、それぞれの技術毎にマニュアルとして整備しました。

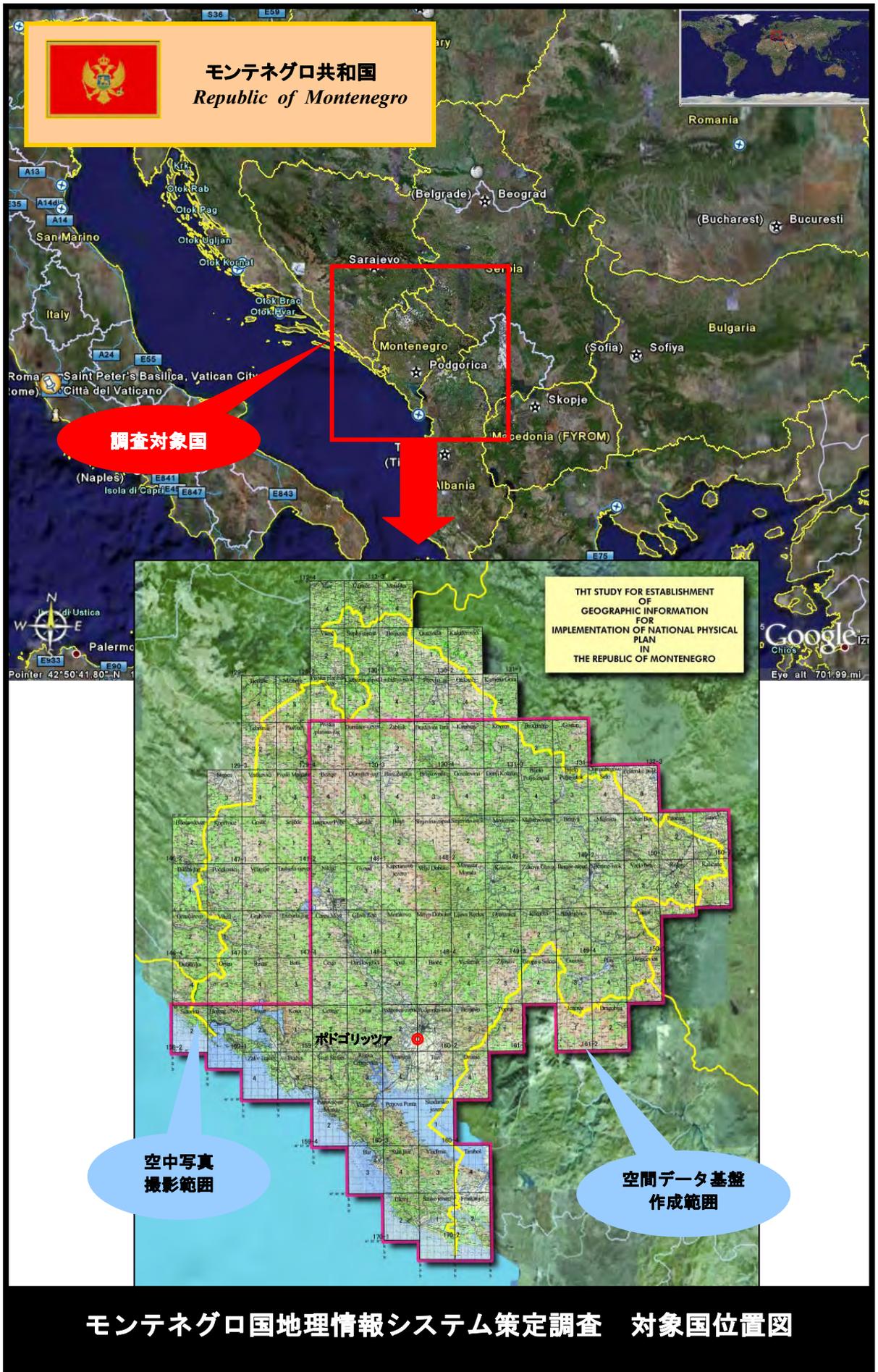
2006 年に独立したばかりのモンテネグロ国は EU への早期加盟も国策に掲げており、環境保全や社会基盤の整備、経済開発等を急ぐなか、これらの情報及び技術が関係機関で効果的に用いられ、持続的発展の基礎として活用されることを願うと同時に、日本ーモンテネグロ間の技術協力第 1 号案件となった本調査を機会に、両国の友好関係がさらに深まることを祈念いたします。

最後に、国際協力機構及び関係諸機関、ならびにモンテネグロ国関係者、ドナー機関の皆様から頂戴したご支援に心より感謝申し上げます。

平成 21 年 3 月

モンテネグロ国地理情報システム策定調査

総括 古堅 和男




**モンテネグロ共和国**  
*Republic of Montenegro*

**調査対象国**

THT STUDY FOR ESTABLISHMENT  
 OF  
 GEOGRAPHIC INFORMATION  
 FOR  
 IMPLEMENTATION OF NATIONAL PHYSICAL  
 PLAN  
 IN  
 THE REPUBLIC OF MONTENEGRO

空中写真  
撮影範囲

空間データ基盤  
作成範囲

モンテネグロ国地理情報システム策定調査 対象国位置図

---

# 目 次

調査対象地域位置図

|            |                                    |            |
|------------|------------------------------------|------------|
| <b>第1章</b> | <b>調査の概要</b> .....                 | <b>1-1</b> |
| 1.1        | 調査業務の内容.....                       | 1-1        |
| 1.2        | 調査の目的.....                         | 1-2        |
| 1.2.1      | 空間データ基盤の整備.....                    | 1-2        |
| 1.2.2      | 技術移転.....                          | 1-2        |
| 1.2.3      | 上位目標.....                          | 1-2        |
| 1.3        | 調査業務の工程およびフローチャート.....             | 1-3        |
| 1.4        | 調査業務の成果品.....                      | 1-5        |
| 1.4.1      | 報告書類.....                          | 1-5        |
| 1.4.2      | 成果品等.....                          | 1-5        |
| <b>第2章</b> | <b>調査の実施方法</b> .....               | <b>2-1</b> |
| 2.1        | 調査の背景.....                         | 2-1        |
| 2.2        | 調査の対象地域.....                       | 2-2        |
| 2.3        | 調査実施の基本方針.....                     | 2-3        |
| 2.3.1      | 基本方針に基づく調査業務へのアプローチ.....           | 2-4        |
| 2.4        | 調査団の構成と任務分担.....                   | 2-5        |
| <b>第3章</b> | <b>空間データ基盤整備</b> .....             | <b>3-1</b> |
| 3.1        | 国際標準（ISO19000 シリーズ）に準拠した仕様の策定..... | 3-1        |
| 3.1.1      | 仕様・図式規程の策定.....                    | 3-1        |
| 3.2        | 標定点測量.....                         | 3-5        |
| 3.2.1      | 標定点測量と測量基準の改定.....                 | 3-5        |
| 3.2.2      | 標定点の数量決定.....                      | 3-6        |
| 3.2.3      | 基準点の踏査.....                        | 3-6        |

---

|       |                        |      |
|-------|------------------------|------|
| 3.2.4 | 対空標識設置 .....           | 3-7  |
| 3.2.5 | 標定点測量の実施 .....         | 3-7  |
| 3.2.6 | 標定点測量成果の座標変換.....      | 3-8  |
| 3.2.7 | 標定点明細簿の作成.....         | 3-9  |
| 3.3   | 空中写真撮影および写真データの作成..... | 3-10 |
| 3.3.1 | 空中写真撮影 .....           | 3-10 |
| 3.3.2 | 精度管理.....              | 3-12 |
| 3.4   | デジタル空中三角測量 .....       | 3-15 |
| 3.4.1 | 業務の内容 .....            | 3-15 |
| 3.4.2 | 実施手法.....              | 3-15 |
| 3.4.3 | 実施数量・及び結果実施した作業数量..... | 3-15 |
| 3.5   | 現地写真調査.....            | 3-16 |
| 3.5.1 | 業務の内容 .....            | 3-16 |
| 3.5.2 | 実施方法.....              | 3-16 |
| 3.5.3 | 現地写真調査の結果.....         | 3-19 |
| 3.6   | デジタル図化.....            | 3-20 |
| 3.6.1 | 業務の内容 .....            | 3-20 |
| 3.6.2 | 実施方法.....              | 3-20 |
| 3.6.3 | 実施数量・及び結果.....         | 3-22 |
| 3.7   | デジタル編集.....            | 3-23 |
| 3.7.1 | 業務の内容 .....            | 3-23 |
| 3.7.2 | 実施方法.....              | 3-23 |
| 3.7.3 | 実施数量・及び結果.....         | 3-26 |
| 3.8   | 現地補測 .....             | 3-26 |
| 3.8.1 | 業務の内容 .....            | 3-26 |
| 3.8.2 | 資料の準備 .....            | 3-27 |
| 3.8.3 | DRE との協議.....          | 3-27 |
| 3.8.4 | 現地補測の方法と実施.....        | 3-27 |
| 3.8.5 | 現地補測の結果 .....          | 3-28 |
| 3.9   | デジタル補測編集.....          | 3-28 |
| 3.9.1 | 業務の内容 .....            | 3-28 |
| 3.9.2 | 実施方法.....              | 3-29 |
| 3.9.3 | 実施数量・及び結果.....         | 3-29 |
| 3.10  | G I S構造化 .....         | 3-29 |

---

---

|            |                             |            |
|------------|-----------------------------|------------|
| 3.10.1     | 業務の内容.....                  | 3-29       |
| 3.10.2     | 実施方法.....                   | 3-30       |
| 3.10.3     | 実施数量・及び結果.....              | 3-31       |
| 3.11       | 地図記号化.....                  | 3-32       |
| 3.11.1     | 業務の内容.....                  | 3-32       |
| 3.11.2     | 実施方法.....                   | 3-32       |
| 3.11.3     | 実施数量・及び結果.....              | 3-33       |
| <b>第4章</b> | <b>技術移転及び評価.....</b>        | <b>4-1</b> |
| 4.1        | 刺針点の設定及び編心要素の測定(標定点測量)..... | 4-2        |
| 4.1.1      | 技術移転の内容.....                | 4-2        |
| 4.1.2      | 評価.....                     | 4-3        |
| 4.2        | 拡大写真を用いた現地写真調査・整理.....      | 4-3        |
| 4.2.1      | 技術移転の内容.....                | 4-3        |
| 4.2.2      | 評価.....                     | 4-4        |
| 4.3        | 空中三角測量、DEM生成、等高線生成.....     | 4-4        |
| 4.3.1      | 技術移転の内容.....                | 4-4        |
| 4.3.2      | 評価.....                     | 4-5        |
| 4.4        | デジタル図化.....                 | 4-6        |
| 4.4.1      | 技術移転の内容.....                | 4-6        |
| 4.4.2      | 評価.....                     | 4-7        |
| 4.5        | デジタル編集.....                 | 4-7        |
| 4.5.1      | 技術移転の内容.....                | 4-7        |
| 4.5.2      | 評価.....                     | 4-8        |
| 4.6        | 現地補測.....                   | 4-9        |
| 4.6.1      | 技術移転の内容.....                | 4-9        |
| 4.6.2      | 評価.....                     | 4-10       |
| 4.7        | デジタル補測編集.....               | 4-10       |
| 4.7.1      | 技術移転の内容.....                | 4-10       |
| 4.7.2      | 評価.....                     | 4-11       |
| 4.8        | GIS構造化.....                 | 4-11       |
| 4.8.1      | 技術移転の内容.....                | 4-11       |
| 4.8.2      | 評価.....                     | 4-12       |

---

|                                     |                                |            |
|-------------------------------------|--------------------------------|------------|
| 4.9                                 | 地図記号化 .....                    | 4-12       |
| 4.9.1                               | 技術移転の内容 .....                  | 4-12       |
| 4.9.2                               | 評価.....                        | 4-15       |
| 4.10                                | 地理情報普及（GIS） .....              | 4-16       |
| 4.10.1                              | 技術移転の内容 .....                  | 4-16       |
| 4.10.2                              | 評価.....                        | 4-17       |
| 4.11                                | 日本におけるカウンターパート研修.....          | 4-19       |
| <b>第5章 空間データ基盤の普及、DREの自立発展.....</b> |                                | <b>5-1</b> |
| 5.1                                 | 空間データ基盤の普及.....                | 5-1        |
| 5.1.1                               | GISの活用状況（日本 他） .....           | 5-1        |
| 5.1.2                               | 地理情報の普及によるGISの活用（モンテネグロ） ..... | 5-3        |
| 5.1.3                               | デジタル地形図の有効活用.....              | 5-4        |
| 5.1.4                               | セミナーを活用した地理情報の普及.....          | 5-4        |
| 5.2                                 | 自立発展を目指したワークショップ（DRE） .....    | 5-6        |
| 5.2.1                               | PDMの作成.....                    | 5-6        |
| 5.2.2                               | 確実な技術の習得と空間データ基盤の全国整備.....     | 5-9        |
| <b>第6章 関係機関及びモンテネグロの状況.....</b>     |                                | <b>6-1</b> |
| 6.1                                 | 関係機関の状況.....                   | 6-1        |
| 6.1.1                               | 不動産局（DRE） .....                | 6-1        |
| 6.1.2                               | 空間計画センター（DSP） .....            | 6-2        |
| 6.1.3                               | 地震研究所.....                     | 6-3        |
| 6.1.4                               | 地質調査研究所 .....                  | 6-4        |
| 6.1.5                               | 国立公園公社.....                    | 6-5        |
| 6.2                                 | モンテネグロの現状.....                 | 6-6        |
| <b>第7章 結論及び提言.....</b>              |                                | <b>7-1</b> |
| 7.1                                 | 結論.....                        | 7-1        |
| 7.2                                 | 提言 .....                       | 7-1        |
| 7.2.1                               | 国家政策上の位置づけに対する提言.....          | 7-1        |
| 7.2.2                               | 測量基準にかかる提言（DRE） .....          | 7-3        |

---

|       |                                   |      |
|-------|-----------------------------------|------|
| 7.2.3 | 地上測量にかかる提言（DRE） .....             | 7-4  |
| 7.2.4 | デジタル写真測量全般にかかる提言（DRE） .....       | 7-5  |
| 7.2.5 | 地図記号化にかかる提言（DRE） .....            | 7-6  |
| 7.2.6 | 地理情報普及・GISにかかる提言（DRE & DSP） ..... | 7-8  |
| 7.2.7 | PC・データベースの安全対策にかかる提言 .....        | 7-10 |
| 7.2.8 | 情報公開にかかる提言 .....                  | 7-11 |
| 7.2.9 | DREの自立発展に向けた組織体制強化にかかる提言 .....    | 7-12 |

---

## 図目次

|  |      |
|--|------|
| 図 1：調査対象地域.....  | 2-2  |
| 図 2：基本方針.....  | 2-3  |
| 図 3：「TOPOGRAFSKI KLJUC TOPOGRAFSKI KARTU 1:25000」の表..... | 3-2  |
| 図 4：「Definition of Graphics」の表記.....                     | 3-3  |
| 図 5：UML クラス図で表現した 1:25,000SDI の構成.....                   | 3-3  |
| 図 6：道路ネットワークのクラス図.....                                   | 3-4  |
| 図 7：トポロジーデータの構造.....                                     | 3-4  |
| 図 8：品質評価の 5 大要素の説明図.....                                 | 3-5  |
| 図 9：メタデータの適用範囲.....                                      | 3-5  |
| 図 10：既設の GPS 基準点.....                                    | 3-6  |
| 図 11：座標変換の流れ.....  | 3-9  |
| 図 12：水平位置の標定点明細簿.....                                    | 3-10 |
| 図 13：標高の標定点明細簿.....                                      | 3-10 |
| 図 14：空中写真標定図.....  | 3-14 |
| 図 15：自動標高抽出した DEM とステレオパル.....                           | 3-16 |
| 図 16：写真判読カードの一例.....                                     | 3-18 |
| 図 17：デジタル図化機でのデータ作成.....                                 | 3-21 |
| 図 18：境界線と代表点による土地利用データ作成イメージ.....                        | 3-21 |
| 図 19：図化データ（ポドゴリツァ周辺）.....                                | 3-22 |
| 図 20：記号の表示と角度の調整.....                                    | 3-23 |
| 図 21：法面の転移.....  | 3-23 |
| 図 22：河川と重なる注記を他の地物と重ならない位置へ修正.....                       | 3-24 |
| 図 23：ネットワークデータの構造.....                                   | 3-25 |
| 図 24：面のトポロジーを作成するためのデータ構造.....                           | 3-25 |
| 図 25：現地補測紙（地形版）のイメージ.....                                | 3-26 |
| 図 26：入力した主題属性の一部.....                                    | 3-30 |
| 図 27：土地利用データのトポロジー生成.....                                | 3-31 |
| 図 28：ArcInfo Coverage データと ArcGIS での表示.....              | 3-32 |
| 図 29：整飾部.....  | 3-33 |
| 図 30：地図面と整飾部の合成.....                                     | 3-33 |
| 図 31：空中三角測量・DEM 等高線作成におけるアンケート及びテスト結果.....               | 4-6  |

---

|   |      |
|---|------|
| 図 32 : デジタル図化におけるアンケート及びテスト結果.....                      | 4-7  |
| 図 33 : デジタル編集におけるアンケート及びテスト結果.....                      | 4-9  |
| 図 34 : デジタル補測編集と構造化におけるアンケート及びテスト結果.....                | 4-11 |
| 図 35 : 植生パターン.....                                      | 4-14 |
| 図 36 : シンボルブラシ.....                                     | 4-14 |
| 図 37 : ラインブラシ.....                                      | 4-14 |
| 図 38 : 印刷用地図データの完成図 (図面番号 : 160-3-2) .....              | 4-15 |
| 図 39 : GIS 概要に係る質問.....                                 | 4-17 |
| 図 40 : ArcGIS の機能に係るアンケート調査結果 .....                     | 4-18 |
| 図 41 : センサスデータ及び空間解析機能を用いて作製した地域特性図及び建設予定土地評価図<br>..... | 4-19 |
| 図 42 : 地形図(左)、GIS データベースの比較.....                        | 5-1  |
| 図 43 : 緊急時インフォメーションサービス.....                            | 5-2  |
| 図 44 : 医療施設検索システム.....                                  | 5-2  |
| 図 45 : 理想的な GIS の活用.....                                | 5-3  |
| 図 46 : 公共サービスシステム.....                                  | 5-3  |
| 図 47 : DRE の 5 年計画.....                                 | 6-1  |
| 図 48 : DSP が策定した長期計画.....                               | 6-3  |
| 図 49 : VRS 方式イメージ図.....                                 | 7-4  |
| 図 50 : DRE 所有の道路図.....                                  | 7-7  |

---

## 表目次

|   |      |
|---|------|
| 表 1：調査業務の項目 .....                                   | 1-1  |
| 表 2：技術移転業務の項目 .....                                 | 1-1  |
| 表 3：地理情報普及の項目 .....                                 | 1-2  |
| 表 4：概略工程 .....                                      | 1-3  |
| 表 5：調査報告書 .....                                     | 1-5  |
| 表 6：成果品の内容 .....                                    | 1-5  |
| 表 7：調査団の構成 .....                                    | 2-6  |
| 表 8：地形図作成の基準 .....                                  | 3-6  |
| 表 9：水平位置の標定点の実施数量 .....                             | 3-8  |
| 表 10：高さの標定点の実施数量 .....                              | 3-8  |
| 表 11：座標変換に用いた 7 パラメータ .....                         | 3-9  |
| 表 12：楕円体要素 .....                                    | 3-9  |
| 表 13：空中写真のコース及び写真番号一覧表 .....                        | 3-13 |
| 表 14：現地写真調査用の適用ルールの一例 .....                         | 3-17 |
| 表 15：関連資料の収集結果 .....                                | 3-20 |
| 表 16：資料一覧表 .....                                    | 3-21 |
| 表 17：資料図の作成仕様 .....                                 | 3-27 |
| 表 18：デジタル補測編集の実施方法 .....                            | 3-29 |
| 表 19：本邦研修スケジュール .....                               | 4-20 |
| 表 20：PDM .....                                      | 5-8  |
| 表 21：Municipality 毎の人口、面積、人口密度 Census 2003 より ..... | 6-7  |
| 表 22：観光客の実態 Census 2003, Monstat HP より .....        | 6-8  |
| 表 23：観光客の主たる滞在先 (2007) Monstat HP より .....          | 6-9  |
| 表 24：近隣諸国及び日本の販売価格：各国地図作成機関の HP より (単位:ユーロ) .....   | 7-14 |

---

## 写真目次

|   |      |
|---|------|
| 写真 1 : 仕様検討協議の風景.....                   | 3-1  |
| 写真 2 : 水準点を利用した点検測量.....                | 3-7  |
| 写真 3 : 空中写真上の対空標識.....                  | 3-7  |
| 写真 4 : 標定点測量と対空標識設置.....                | 3-8  |
| 写真 5 : 3月21日ペラーネにて降雪.....               | 3-8  |
| 写真 6 : 航空カメラ.....                       | 3-10 |
| 写真 7 : DRE 保有の撮影用航空機.....               | 3-11 |
| 写真 8 : 気象状況の把握.....                     | 3-11 |
| 写真 9 : デジタルデータを用いた精度管理.....             | 3-12 |
| 写真 10 : Leica Photogrammetry.....       | 3-15 |
| 写真 11 : 全調査班で事前の現地写真調査.....             | 3-19 |
| 写真 12 : 現地にて地物表現の確認.....                | 3-28 |
| 写真 13 : 注記資料図で地名の検査.....                | 3-28 |
| 写真 14 : Pljevlja 市役所の屋根に設置された電子基準点..... | 4-3  |
| 写真 15 : RTK GPS にて既設基準点の検測.....         | 4-3  |
| 写真 16 : 現地調査の技術移転風景.....                | 4-4  |
| 写真 17 : 空中三角測量の技術移転.....                | 4-5  |
| 写真 18 : デジタル編集の技術移転.....                | 4-8  |
| 写真 19 : 地物検査方法の技術移転.....                | 4-10 |
| 写真 20 : デジタル補測編集の技術移転.....              | 4-10 |
| 写真 21 : GIS 構造化の技術移転.....               | 4-12 |
| 写真 22 : 地図記号の技術移転.....                  | 4-13 |
| 写真 23 : 技術移転の様子 (DRE、DSP).....          | 4-17 |
| 写真 24 : DRE 技術者のプレゼン.....               | 5-5  |
| 写真 25 : 両国関係者参加によるセミナー.....             | 5-5  |
| 写真 26 : DRE・世銀・GTZ 共催のセミナー.....         | 5-5  |
| 写真 27 : ワークショップ (PCM).....              | 5-6  |
| 写真 28 : 問題抽出討議.....                     | 5-6  |
| 写真 29 : ワークショップ.....                    | 5-7  |
| 写真 30 : アンケート・テスト.....                  | 5-9  |
| 写真 31 : 結果の公表.....                      | 5-9  |

## 第1章 調査の概要

### 1.1 調査業務の内容

本調査において実施する業務項目は、大きく分けて空間データ基盤整備及びその技術移転、地理情報普及に分類される。それぞれの業務項目を以下に示す。

表 1：調査業務の項目

|           | 業務項目  | 内容        | 数量                        | 備考                     |                  |
|-----------|-------|-----------|---------------------------|------------------------|------------------|
| 空間データ基盤整備 | 1     | 標定点測量     | 水平方向の標定点(Nh)              | 66点                    | DREと調査団の共同作業     |
|           |       |           | 垂直方向の標定点(Nv)              | 69点                    |                  |
|           | 2     | カラー空中写真撮影 | 撮影縮尺=1:40,000、            | 1,094枚                 | デジタルデータ(TIFF)変換済 |
|           | 3     | 現地写真調査    | 1.6倍伸写真(縮尺約1:25,000)による調査 | 約10,000km <sup>2</sup> | DREと調査団の共同作業     |
|           | 4     | 空中三角測量    | バンドル法によるデジタル空中三角測量        | 1,048モデル               | 98モデルはOJTでDREが実施 |
|           | 5     | デジタル図化    | 面積約10,000km <sup>2</sup>  | 92面                    | 2面はOJTでDREが実施    |
|           | 6     | デジタル編集    | 同上                        | 同上                     | 同上               |
|           | 7     | 現地補測      | 図化・編集済み地形図                | 約10,000km <sup>2</sup> | DREと調査団の共同作業     |
|           | 8     | デジタル補測編集  | 面積約10,000km <sup>2</sup>  | 同上                     | 2面はOJTでDREが実施    |
|           | 9     | GIS構造化    | 同上                        | 同上                     | 同上               |
| 10        | 地図記号化 | 同上        | 同上                        | 同上                     |                  |

表 2：技術移転業務の項目

|        | 業務項目 | 内容       | 数量                                 | 備考                     |   |
|--------|------|----------|------------------------------------|------------------------|---|
| 技術移転業務 | 1    | 標定点測量    | 刺針点設定、偏心要素測定                       |                        | D-GPS、RTK-GPS、トータルステーションを用いた測定                        |
|        | 2    | 現地写真調査   | 1.6倍拡大写真による調査・整理                   | 約10,000km <sup>2</sup> | 空中写真の判読、仕様に基づいた記号・コード番号による調査結果の表示                     |
|        | 3    | 空中三角測量   | LPSの自動処理システムによる空中三角測量、DEM、等高線の自動生成 | 98モデル                  | 標定点データ入力、標定、バンドル調整、エラー修正、DEM・等高線修正                    |
|        | 4    | デジタル図化   | 図化、検査(論理・目視)                       | 2面                     | デジタル図化機のアプリケーションによるネットワーク構造、エリア構造の図化                  |
|        | 5    | デジタル編集   | 検査(論理・目視)、現地補測紙作成                  | 2面                     | データタイプの分類、ネットワーク・エリアの構成、外部データの入力                      |
|        | 6    | 現地補測     | 仕様に準じた地物表示                         | 約10,000km <sup>2</sup> | 不明点の抽出・調査、地図記号・コード番号による表示                             |
|        | 7    | デジタル補測編集 | 地図記号化入力データ作成、GIS構造化入力データ作成         | 2面                     | 現地補測結果の指示に応じたデジタル編集                                   |
|        | 8    | GIS構造化   | CADデータの取り込み、属性情報の入力                | 2面                     | Shapeファイルへの変換、ネットワーク・トポロジーの生成、Coverageデータの作成          |
|        | 9    | 地図記号化    | 印刷用地図データ作成                         | 同上                     | グラフィックソフト操作、オブジェクト作成、校正、整飾データ合成                       |
|        | 10   | GIS技術    | GISデータベース構築、空間解析                   | モデルエリア                 | モンテネグロ全域の行政界、行政区毎の人口、道路・河川・土地利用・標高・傾斜等を用いたデータベース構築と解析 |

表 3：地理情報普及の項目

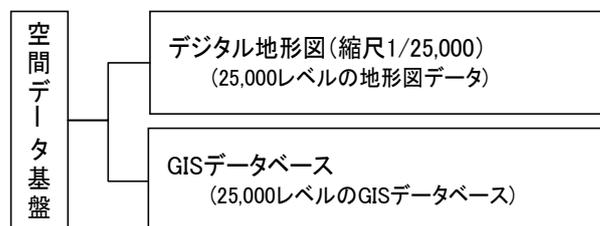
|        | 業務項目 | 内容        | 備考                           |                       |
|--------|------|-----------|------------------------------|-----------------------|
| 地理情報普及 | 1    | セミナー 1    | 空間データ基盤整備調査の広報、各機関の協力関係の構築   | C/P機関、政府関係機関          |
|        | 2    | ワークショップ 1 | PCM手法による問題点の抽出と仮PDMの作成       | DRE 写真測量・地上測量部門       |
|        | 3    | ワークショップ 2 | 調査終了後の自立発展に向けたPDMの内容検討       | DRE 写真測量部門・地上測量・GIS部門 |
|        | 4    | ワークショップ 3 | PDMIに掲げた目標の確認と新たな目標設定        | DRE 写真測量・地上測量部門       |
|        | 5    | セミナー 2    | デジタル地形図、GISデータベースの有用性についての広報 | C/P機関、政府関係機関、ドナー機関    |

## 1.2 調査の目的

本調査においては、業務終了後の上位目標にも焦点を当て、C/P 機関である不動産局（Department of Real Estate：以下 DRE と記す）及び空間計画局（Department of Spatial Planning：以下 DSP と記す）のみならず、その他の政府機関・ドナー機関との連携を密にして以下の3項目について実施する。

### 1.2.1 空間データ基盤の整備

国土全域（約 14,000 km<sup>2</sup>）の約7割を対象に、縮尺 1:25,000 のデジタル地形図を作成し、GIS データベースの整備を行うとともに、その過程においてデジタル地形図、GIS データ作成の技術移転を行うものである。



### 1.2.2 技術移転

#### (1) 空間データ基盤作成

自立発展性に重点を置いたデジタル地形図、GIS データ作成技術を DRE に確立する。

#### (2) GIS の活用

DRE 及び DSP を対象として、特に GIS のメインユーザーとなる DSP の業務に効果的で適切な主観情報を選択して GIS の活用に関する技術移転を行い、関連機関を含めた効果的な地理情報の普及を目指す。

### 1.2.3 上位目標

本調査の目的が達成された後に目標とするものが上位目標である。つまり、本調査では達成が難し

いと考えられるものの、本調査の成果品や習得された技術を活用する将来的な方向として示されるものが上位目標で、以下にその詳細を記述するとともに、この上位目標に一步でも近づけられるような技術移転を心がける。

(1) 提案計画の活用目標

- 本調査対象エリアにおいて最新の空間データ基盤が作成され、地形図が旧来に比べて正確な地理情報に更新される。
- 空間データ基盤が国土開発計画実施のための基礎データとして活用される。

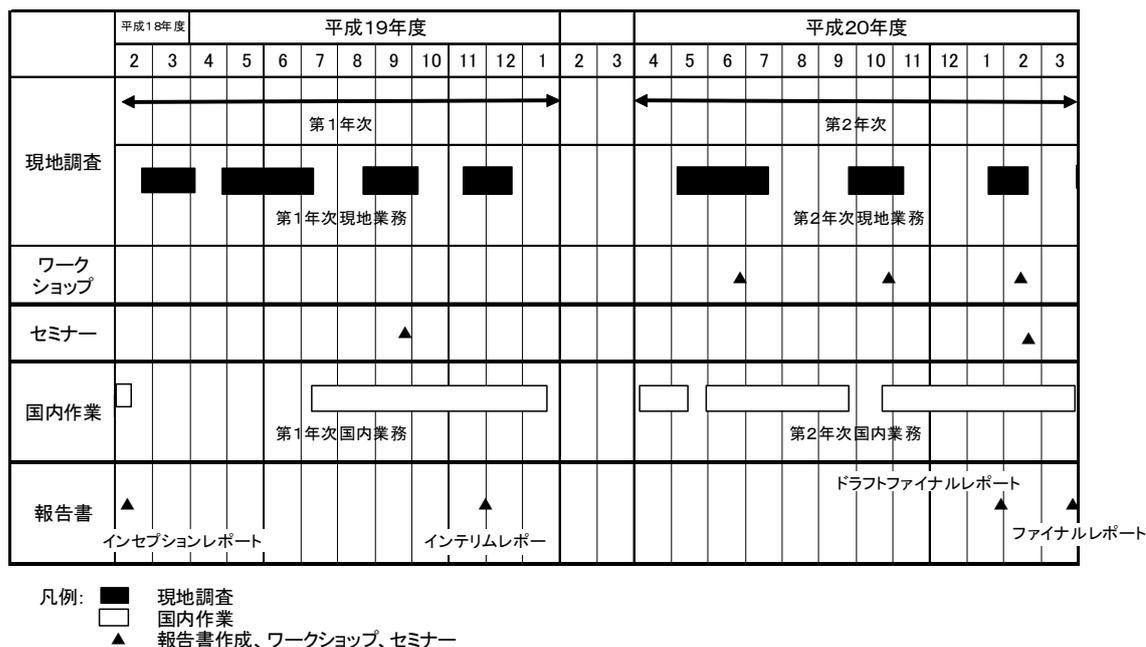
(2) 活用による達成目標

- 空間データ基盤の新規作成により、GISを始めとした新しい地理情報が「モ」国内で普及する。
- 本調査によって移転された技術によって、「モ」国DREが自力で、残り約3割の空間データ基盤を作成できるとともに、全体のデジタル地形図を更新できるようになる。
- 空間データ基盤が国土開発計画の実施において活用されることにより、計画されている都市開発、観光開発、環境保全等のプロジェクトが効率的に実施される。

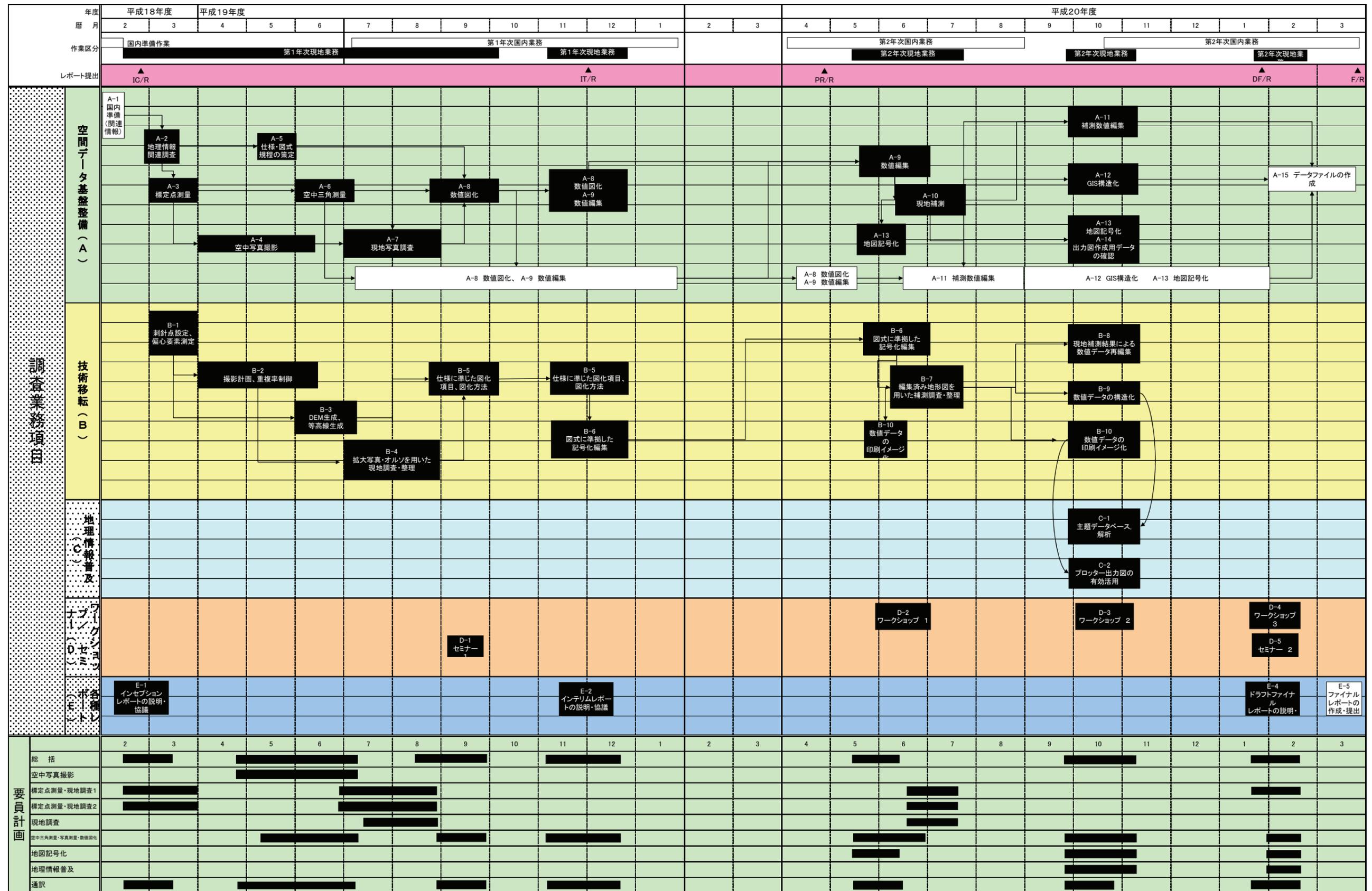
**1.3 調査業務の工程およびフローチャート**

約2年間にわたり実施した調査の概略の工程は、以下のとおりである。

表 4：概略工程



工程に即して実施した業務の詳細を示すフローチャートは次頁の通りである。



## 1.4 調査業務の成果品

本調査業務の成果品を以下に記す。

### 1.4.1 報告書類

本調査においては、調査期間中に以下の報告書を作成する。

表 5：調査報告書

| レポート                   | 種類      | 提出部数 |      |    | 記載事項                              |
|------------------------|---------|------|------|----|-----------------------------------|
|                        |         | JICA | 「モ」国 | 合計 |                                   |
| インセプション・レポート (IC/R)    | 英文      | 5    | 10   | 15 | 調査実施の基本方針、方法、作業工程、要員計画、調査実施計画等    |
| インテリム・レポート (IT/R)      | 英文      | 5    | 10   | 15 | この段階までに実施した調査、技術移転結果に基づく課題など      |
| ドラフト・ファイナル・レポート (DF/R) | サマリー 英文 | 5    | 10   | 15 | 調査全体の実施結果、提言など                    |
|                        | 同上 和文   | 15   | 0    | 15 |                                   |
|                        | メイン 英文  | 5    | 10   | 15 |                                   |
| ファイナル・レポート (F/R)       | サマリー 英文 | 10   | 20   | 30 | DF/Rに対する先方コメントを受け、必要な加筆・修正を施したものの |
|                        | 同上 和文   | 10   | 0    | 10 |                                   |
|                        | メイン 英文  | 10   | 20   | 30 |                                   |

### 1.4.2 成果品等

本調査において作成する報告書及び成果品は以下のとおりとする。各報告書は、技術的妥当性について審査を受けた後、「モ」国側に提出し、説明・協議を行って合意を得るものとする。

表 6：成果品の内容

| 成果品目            | 部数   | 提出先  |
|-----------------|------|--|
| 空中写真            |      | * 縮尺1:40,000でカラー写真によりモンテネグロ全域をカバーした。<br>* 空中写真及び関連成果は、「モ」国側の財産であることから、当該業務でその利用が終了した2007年9月に「モ」国政府に提供した。 |
| ネガフィルム          | 5ロール |  |
| 空中写真デジタルデータファイル | 1セット |  |
| コンタクトプリント       | 1セット |  |
| 1.6倍伸ばし写真       | 1セット |  |
| 空中写真標定図         | 1セット |  |
| 現地調査結果          | 1セット | 「モ」国政府   |
| 空中三角測量結果        | 1セット | 「モ」国政府   |
| デジタル地形図データファイル  | 2セット | 「モ」国政府、JICA  |

## 第2章 調査の実施方法

### 2.1 調査の背景

ユーゴスラビア連邦共和国は2003年の新憲法採択時国名をセルビア・モンテネグロとし、2006年までの期限付きで誕生した2つの共和国（セルビア共和国及びモンテネグロ共和国）から成る連合国家であったが、同国は2006年6月に連合を解消し、モンテネグロ共和国（以下「モ」国と記す）が誕生した。

国土面積は約14,000 km<sup>2</sup>、人口約620,000人のバルカン半島中西部に位置する小国で、国民はモンテネグロ人43.2%、セルビア人32.0%、ボシュニャク人7.8%、アルバニア人5.0%、ムスリム3.9%、クロアチア人1.1%、その他0.5%（2003年の国勢調査より）の比率で構成され、その国土は、北西部をクロアチア及びボスニア・ヘルツェゴビナ、東部はセルビア、南部はアルバニアに囲まれ、西部はアドリア海に面している。

当時のユーゴスラビアに対し我が国は、2001年にJICA経済協力調査団を派遣し、長期にわたる経済制裁と空爆の影響を受け国内経済が大幅に悪化していたことから、同国国民の生活基盤、経済基盤の復旧、復興を支援することを目標に、電力、公共輸送、保健医療、都市環境、農業、社会福祉を支援重点分野として協力を行う必要があることを確認し、同年6月のユーゴ支援国会合において上記6分野を我が国の重点支援分野として表明した。

2003年から2005年にかけて、新たに成立したセルビア・モンテネグロ（当時）のうち「モ」国側に対しては、国連開発計画（UNDP）とドイツ技術協力公社（GTZ）が協力して、国家の復興と経済成長を実現するため、長期開発計画、都市計画、文化遺産保存計画、防災計画等を柱とした国土開発計画を策定した。この中で、「モ」国が今後、戦略的・効率的に国土開発計画を実施していくための基礎となる地形図については、現存するものがいずれもユーゴスラビア時代の1970年代に作成された紙製のアナログ図でしか存在せず、開発計画実施の大きな障害となっており、GIS（Geographic Information System：地理情報システム）に対応可能なデジタル地形図の整備が急務となっていることが改めて判明した。

そこで「モ」国政府は、当時策定中の国土開発計画を実施していくために、国土全域の地理情報整備とその応用技術（GISモデルデータベース作成）への技術協力を我が国に要請してきた。

これを受け機構は事前調査団を派遣し、2006年11月30日実施細則（S/W）を署名交換し、地理情報整備への協力のため、本調査を実施することとなった。

なお、本調査のカウンターパート（以下C/Pと記す）機関は、地形図作成機関である財務省不動産局（DRE）、地理情報活用機関である経済開発省空間計画局（DSP）の2機関である。

## 2.2 調査の対象地域

国土全域の空中写真撮影を日本国政府の協力の下 DRE が実施する。また、空間データ基盤作成範囲については山岳部の多い北西部を除く全国土の約7割とし、1:25,000 図郭の図面枚数 92 面でカバーする約 10,000km<sup>2</sup> を対象とする。

なお、今回空間データ基盤を作成しない残りの約3割については、今回の協力により得られた技術を活用し、「モ」国側が独自に実施していく。対象地域の詳細については、S/W に基づいて作成した図1の青枠で示した範囲とする。

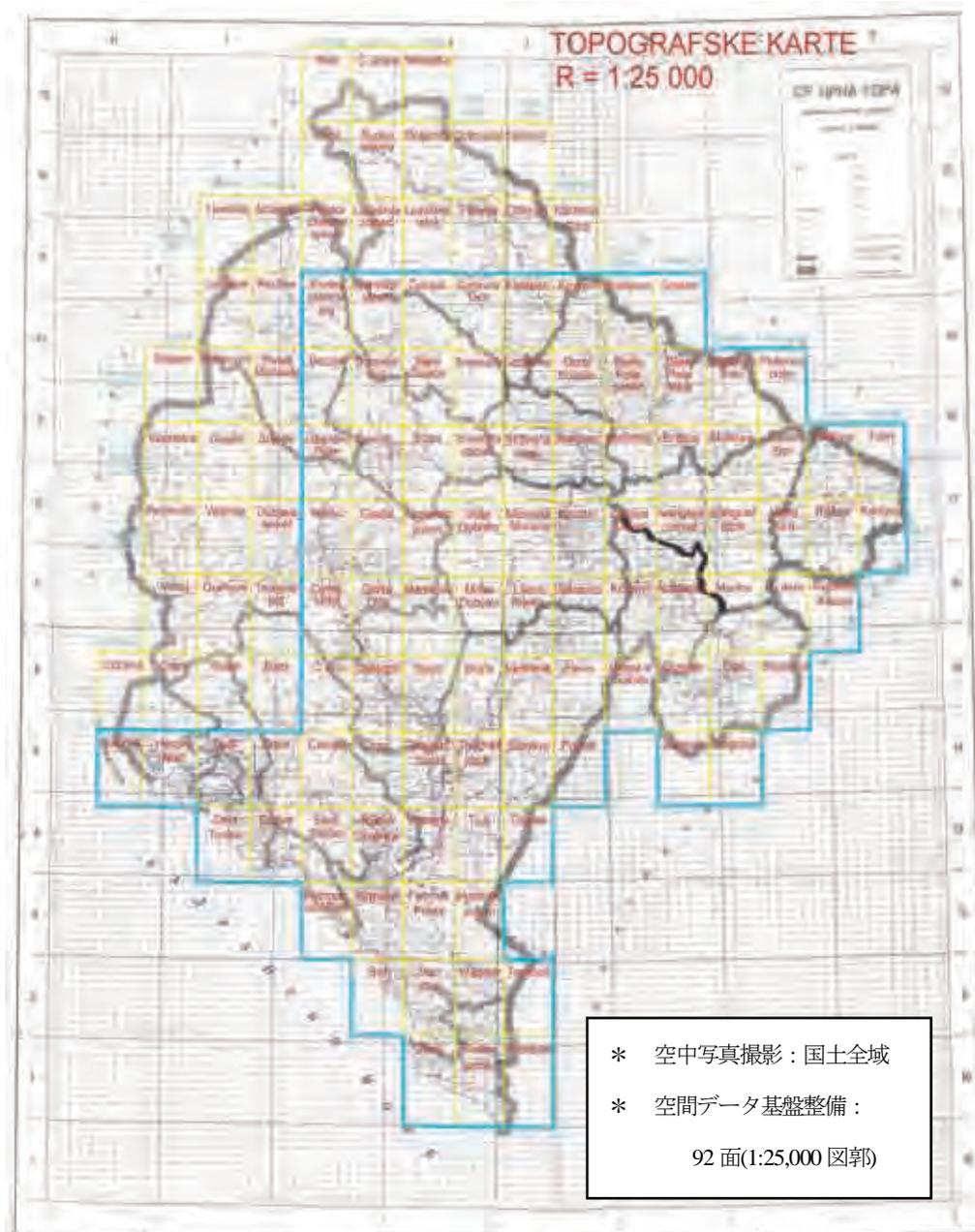


図 1：調査対象地域

## 2.3 調査実施の基本方針

以下に示した課題と、それらの解決に向けた取り組み、ならびに技術移転及び調査の運営方法等について基本方針として上げる。また、調査の目的及び上位目標も加えて以下の図にまとめ、次ページ以降にその取り組み方法をまとめた。

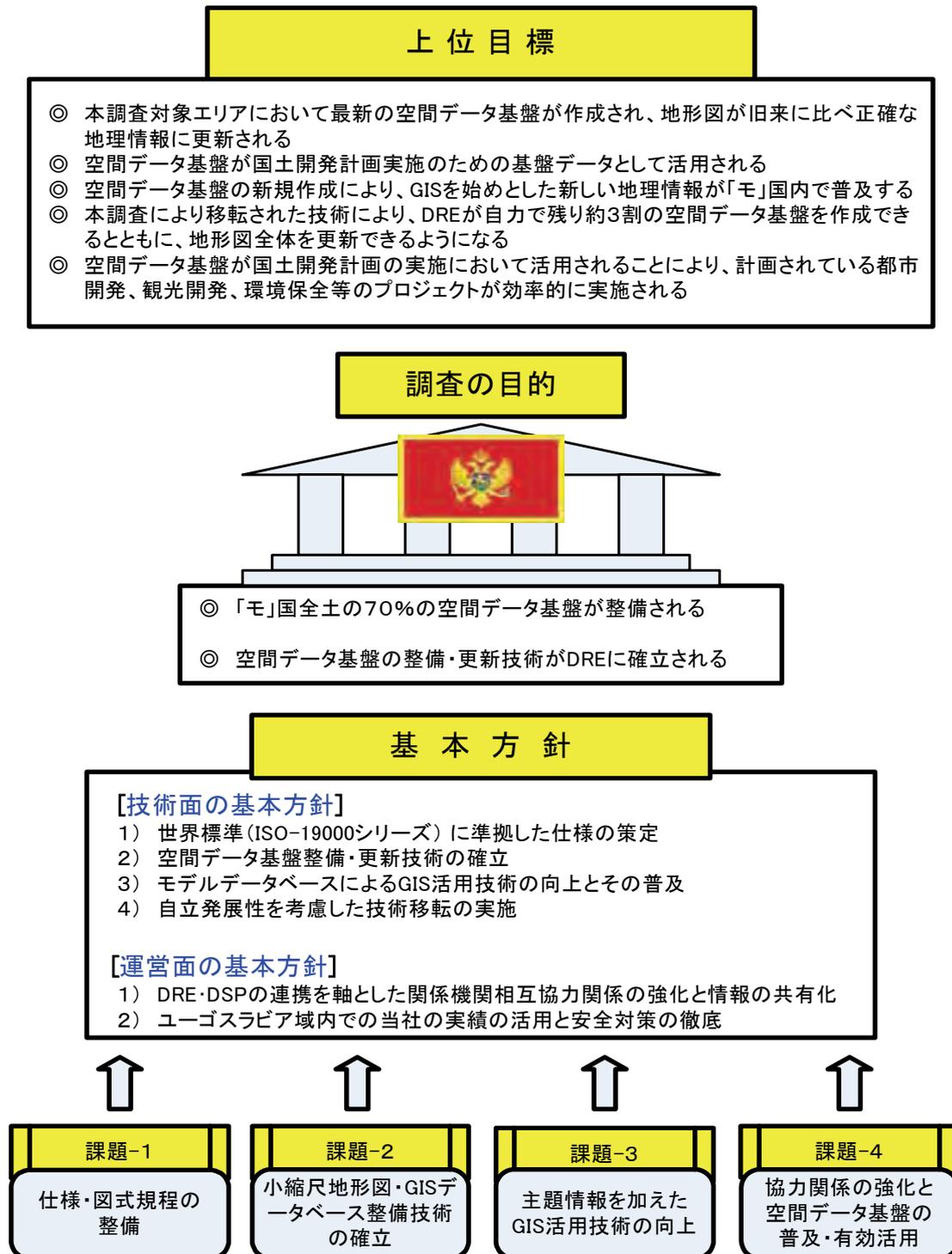


図 2：基本方針

### 2.3.1 基本方針に基づく調査業務へのアプローチ

基本方針に基づいて調査業務の目的を達成するために次のようなアプローチにより業務を行う。

#### (1) 世界標準に準拠した仕様の策定

本調査において先ず取り組むべきことが「仕様の策定」である。単に既存の仕様をデジタル対応に変更するだけではなく、世界標準に準拠することは、EU 加盟を目指す「モ」国にとっても、国内におけるデータの互換性に基づく有効活用の可能性の面からも、その必要性は極めて高いものである。仕様の策定業務については、将来 DRE が独自にこの仕様の改編を行える様な柔軟性も配慮し、DRE との共同作業として策定する。

#### (2) 空間データ基盤整備・更新技術の確立

空間データ基盤の整備には、現地写真調査、現地補測を担う地上測量部門、デジタル図化・デジタル編集を担当する写真測量部門の技術力強化が必須である。その上で必要となる両部門の連携について以下のとおり実施する。

##### 1) 地上測量部門

地形図作成初期段階における重要な作業であり、地形図として表示すべき各種の情報について、仕様に基づいた的確な取舍選択と、調査用写真上への表示方法（コード・記号等）を正確に理解すると同時に、この調査結果が空間データ基盤の品質を大きく左右することから、オンザジョブトレーニングにより確認しながら技術力の向上を図る。

##### 2) 写真測量部門

本業務には GIS データベース構築や印刷用データ整備も含まれることから、仕様に関しては、地上測量部門以上に確実に技術移転を行う。この段階における業務は、地形の図化のみならず点・線・面等のデータ分類、属性情報の入力なども含まれており、正確に図化・編集が行える技術を確立する。

##### 3) 両部門の連携

地上での調査結果には少なからずエラーが含まれており、図化・編集の段階における的確な判断力も必須となる。場合によっては、その内容に関する再調査の必要性もあることから、空間データ基盤整備にかかる両部門の役割分担と相互理解に基づいた連携も重要であり、この様な体制構築も同時に推進する。

#### (3) モデルデータベースによる GIS 活用技術の向上とその普及

### 1) モデルデータベースによる GIS 技術

本調査において「地理情報普及」と位置づけられている以下の2つの業務を実施する。

#### A.1 DSP・DRE に対する GIS の技術移転

#### A.2 GIS を必要とする関係各機関への普及活動

なお、DRE は「モ」国における地理情報整備を行う中心機関として、各種主題図をデータベース化する業務も担うべきであることから、調査団は DSP に対する GIS の技術移転とあわせて、この主題情報のデータベース化にかかるプロセスに関しても両機関に対する技術移転の対象として実施する。

### 2) カラーオルソフォトマップによる暫定的な「モ」国国土の空間データ基盤の整備

本調査では、空中写真の撮影から DEM・等高線の生成までを DRE の協力により実施することになっている。この作成済みの DEM を用いてオルソフォトマップを作成することは、デジタル地形図作成に比較すると大幅な時間短縮が可能となる。特に本調査ではカラー写真を採用することから、オルソフォトマップ自体で現状の土地利用状況が把握可能な主題地理情報の役割を持つことも可能である。

残された 30%の地域の空間データ基盤の整備は、S/W に含まれていない業務ではあるが、DSP を始めとする「モ」国のニーズの高さは明らかであり、“DRE の理解・協力が得られれば”、という条件のもとでこの整備方法に対する技術指導を行う。調査期間内にこの3割を整備することは、地理情報普及という観点から大きな意味と効果が期待でき、技術面の方針にあえて掲げる。

### (4) 自立発展性を考慮した技術移転の実施

#### 1) 技術内容

技術移転は、DRE が実施している業務全般を対象に広く浅く行うのではなく、十分な技術を有している分野はその対象外とし、あくまでも本調査で求められている「モ」国の空間データ基盤整備に必要な工程について重点を置くことで、確実な人材育成に資するものとする。

特に、中縮尺地形図作成のための現地写真調査・現地補測に関する地上測量分野、デジタル図化・編集等の空間データ基盤の作成、それを基にした GIS データベースや印刷用データを作成する写真測量分野の業務は経験が少ないことから、技術移転の最重要課題とする。

## 2.4 調査団の構成と任務分担

調査業務の基本方針に基づいて、調査団の構成と構成員の任務分担を次のように決定した調査団の構成は次のとおりである。

表 7：調査団の構成

| 担当               | 氏名    | 主たる業務                        |
|------------------|-------|------------------------------|
| 総括               | 古堅 和男 | ・ 調査業務全般にわたる運営と総括            |
|                  |       | ・ 技術移転業務の計画・管理               |
| 空中写真撮影           | 千葉 智彦 | ・ 空中写真撮影に関する管理・監督            |
| 空中三角測量・写真測量・数値図化 | 磯部 浩平 | ・ 仕様・図式規程の協議                 |
|                  |       | ・ デジタル写真測量一連技術の管理・監督、技術移転    |
| 標定点測量・現地写真調査1    | 西尾 聡  | ・ 測量諸元等に関する仕様協議              |
|                  |       | ・ 標定点測量に関する管理・監督とその技術移転      |
|                  |       | ・ 現地写真調査に関する管理・監督とその技術移転     |
|                  |       | ・ 現地補測に関する管理・監督とその技術移転       |
| 標定点測量・現地写真調査2    | 石塚 一啓 | ・ 測量諸元等に関する仕様協議              |
|                  |       | ・ 標定点測量に関する管理・監督とその技術移転      |
|                  |       | ・ 現地写真調査に関する管理・監督とその技術移転     |
|                  |       | ・ 現地補測に関する管理・監督とその技術移転       |
| 現地写真調査           | 西村 明  | ・ 現地写真調査に関する管理・監督とその技術移転     |
|                  |       | ・ 現地補測に関する管理・監督とその技術移転       |
| 地図記号化            | 福本 善光 | ・ 空間データ基盤の印刷図用データ編集に関する技術移転  |
| 地理情報普及・GIS       | 増田 一稔 | ・ 地理情報普及、主にGISに関する調査・分析と技術移転 |
| 通訳               | 片山 元子 | ・ 説明・協議に関する通訳業務              |
|                  | 大塚 真彦 | ・ 技術移転に伴う通訳業務                |

## 第3章 空間データ基盤整備

空間データ基盤の整備は、仕様の策定から空中写真撮影、地上測量、空中三角測量、デジタル図化・編集、地図記号化、GIS データベース構造化など多岐に及んだ。以下にその詳細を述べる。

### 3.1 国際標準 (ISO19000 シリーズ) に準拠した仕様の策定

#### 3.1.1 仕様・図式規程の策定

空間データ基盤 (SDI: Spatial Data Infrastructure) 設計のための基本方針 (案) を事前に以下のとおり定めて、DRE との仕様協議に臨んだ。仕様は、「空間データ製品仕様書」としてまとめた。

##### (1) 仕様策定の基本方針

仕様の策定は、下記の4点を基本方針として、検討・協議した。

- 1) GIS データとしての利用性を考慮し、地理情報標準 (ISO-19000 シリーズ) を参考にした空間データ基盤として作成する。
- 2) 単なる地図データではなく、国内外での流通・利用拡大が可能な GIS データとしての利用が期待できる地理情報標準を参考にする。
- 3) 旧ユーゴスラビア連邦時代に作成された既存の図式を極力利用することを前提に DRE と協議して決定する。
- 4) 「地物定義」「空間参照系」「品質評価」「メタデータ仕様」「符号化仕様」を記載した空間データ製品仕様書として取りまとめる。



写真 1：仕様検討協議の風景

##### (2) 仕様策定の進め方

###### 1) メンバー設定

仕様の基本方針と、仕様の構成について説明した。その説明を踏まえて、地上測量部門・写真測量部門・GIS 部門のリーダーとの協議を経て、担当メンバーを選定した。その結果、各部門でデジタル地形図作成に精通した熟練技術者を協議メンバーとして設定した。

## 2) 検討方法

仕様を「地物定義」、「地図記号表現」、「UML データモデリング&データ構造」、「品質評価基準」、「メタデータ仕様」に分割し、調査団側で作成したドラフト版の仕様をたたき台として、「説明・要求の洗い出し・仕様への整理・確認」等について繰り返し協議を行って案をとりまとめ最終的に各部門のリーダーに承認を受けて最終仕様を策定した。

## (3) 空間データ製品仕様書の概要

### 1) 国際標準(ISO19000 シリーズ)への準拠

データ仕様は、現時点また将来において、データ交換・配布のために国際標準規格に準拠することが望ましいとした。また製品仕様書はデータ仕様のみではなく、仕様の記述法やメタデータ記述法等を包括して定義し、段階的に国際標準規格に準拠させることとした。

製品仕様書は国際標準規格として、ISO/TC211 による ISO19000 シリーズ(Geographic Information) や、Open GIS Consortium による GML 規格等、国家の社会インフラとしての性格を有し、位置づけられていることから、双方の合意に基づいてこれに準拠した製品仕様書を策定した。

### 2) 地物定義



図 3 : 「TOPOGRAFSKI KLJUC TOPOGRAFSKI KARTU 1:25000」の表

地物定義は旧ユーゴスラビア連邦時代の図式「TOPOGRAFSKI KLJUC ZA TOPOGRAFSKI KARTU 1:25000」をベースとして検討した。統合できる地物や現在は存在しない地物を中心に地物数をスリム化し、将来モンテネグロが単独で整備可能なように整理した。

### 3) 地図記号表現

地図記号表現は「TOPOGRAFSKI KLJUC ZA TOPOGRAFSKI KARTU 1:25000」に基づいて協議し、それぞれの記号寸法は、旧地形図上で記号形状を計測して作成した。採用した記号表現は、各記号を構成する線の寸法や線幅、色等も同時に表示し「Definition of Graphics」に整理した。

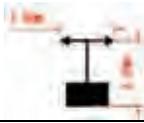
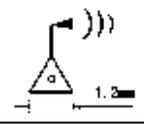
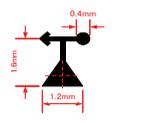
| Feature item name      | Element type | Item code | Graphics  | Remarks                             |
|------------------------|--------------|-----------|---|-------------------------------------|
| Antenna on Building    | point        | 6083      |   | color: black<br>line width: 0.15 mm |
| Mobile Antenna         | point        | 6084      |   | color: black<br>line width: 0.15 mm |
| Meteorological Station | point        | 6085      |  | color: black<br>line width: 0.15 mm |

図 4 : 「Definition of Graphics」の表記

### 4) UML モデリングとデータ構造

UML モデリングで地物の構成を定義するとともに、データ構造では空間データのデータ形式について検討した。

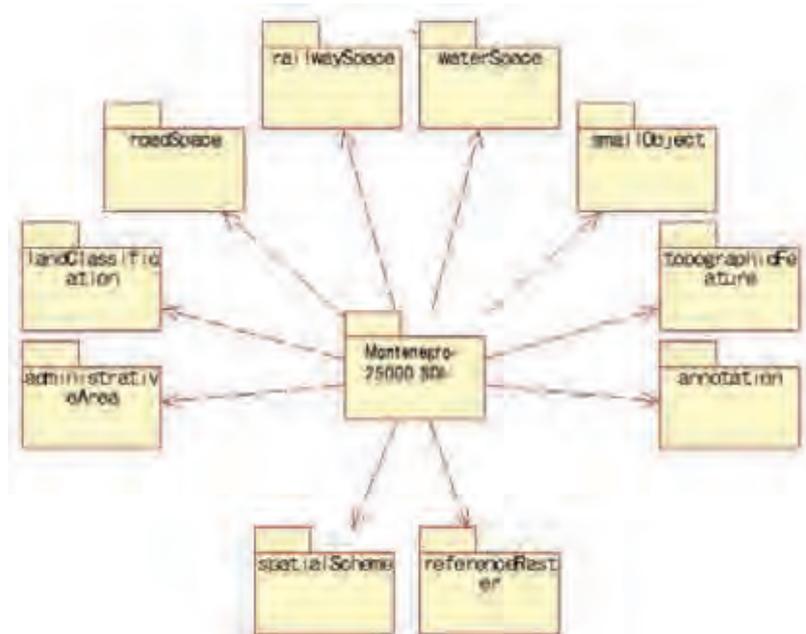


図 5 : UML クラス図で表現した 1:25,000SDI の構成

UML モデリングのクラス図の表記方法にて、地物をいくつかのクラスに分類し「空間属性・時間属性・主題属性」を定義した。

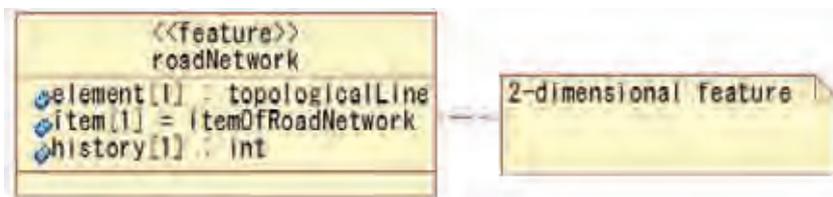


図 6 : 道路ネットワークのクラス図

データ構造は、以下の要件を充足することとした。

- データ構造は、将来における仕様拡張や変更柔軟に対応可能なもの
- データ構造は、現時点においても十分に高い流通性や普及度をもっており、将来においても形式変換処理により ISO 等の国際的な規格への対応が可能なること
- データ構造は、様々なシステムによるデータメンテナンスやユーザーによる加工を可能にするために、その仕様が公開されていること

以上の条件より、一部トポロジー構造のデータ構造を採用し、効果的に利用可能なデータとなるようにした。また将来の ISO への準拠を考慮して、ArcInfo の Coverage 形式でデータを作成し、簡単なデータ変換により今後の標準フォーマットに準拠できるよう整備した。

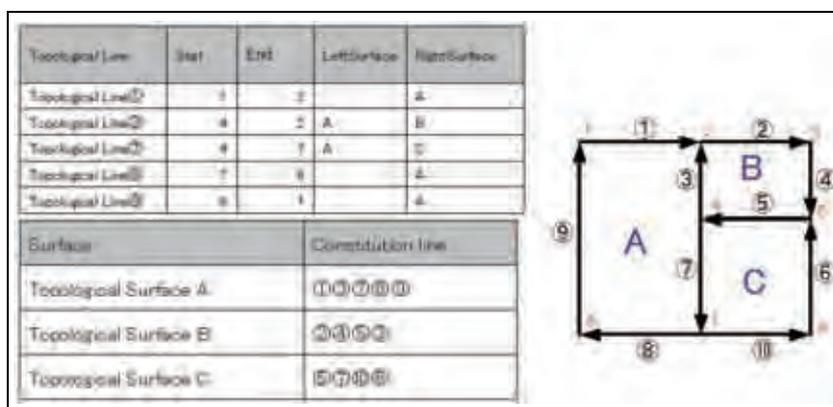


図 7 : トポロジーデータの構造

## 5) 品質評価

品質評価は、「完全性・位置正確度・論理一貫性・時間正確度・主題正確度」の5つの要素により定義した。地物ごとに品質要求と品質評価手順を定めて、5つの品質要素の詳細を協議した。

品質検査には、元資料や写真を使用して最終成果を検査する目視検査と、データ構造などプログラムで検査可能な論理検査を採用し、最終成果品に不備が出ないように品質評価仕様を決定した。

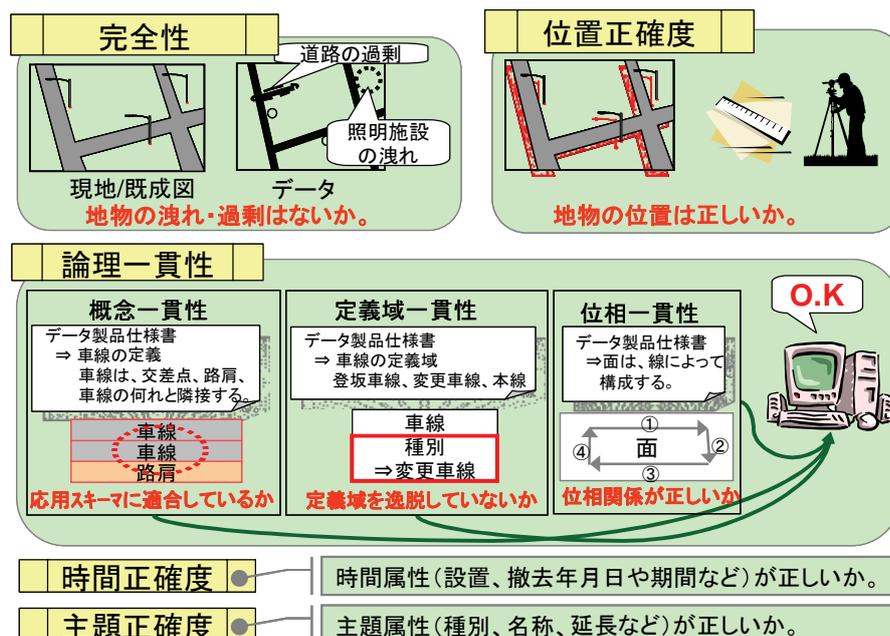


図 8 : 品質評価の 5 大要素の説明図

## 6) メタデータ

メタデータは、日本で整理された JMP2.0 の詳細を説明し、内容を「モ」国に適応したものに修正したものを MMP1.0 として定義することとした。

JMP2.0 は、ISO で定義されたメタデータの情報として必須の 50 項目 (コアメタデータ) に品質評価の内容 20 項目を追加した仕様である。モンテネグロ側もこれ以上の情報を定義する必要は無いと判断し、同様の仕様で定義することとなった。

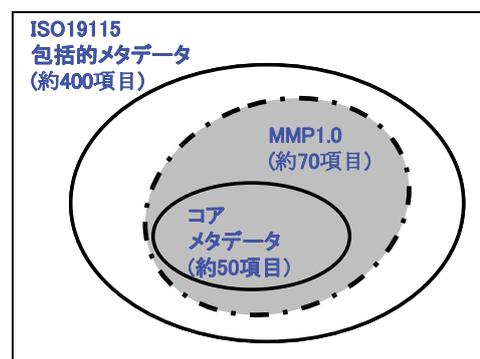


図 9 : メタデータの適用範囲

## (4) 製品仕様書の更新

製品仕様書策定後、実際の業務を通じて明らかになったデジタル地形図表現上の問題点に関し、何度かの仕様書の改訂を実施した。この製品仕様書の更新は、その都度調査団と DRE の間でモランダムを交わして合意した。

## 3.2 標定点測量

### 3.2.1 標定点測量と測量基準の改定

従来の測量基準では座標系が 2 つに分断され、空間データ基盤整備の点からも、利活用の点からも、

### 3.2 標定点測量

全国土を統一した座標系が望まれている理由により、世界基準である ITRF-96 (International Terrestrial Reference Frame) に準拠した新測量基準に改定されることになった。このため標定点測量の座標成果も新測量基準に準拠して変換を行った。

表 8：地形図作成の基準

| 項目        | 従来の測量基準                 | 新設した測量基準           |
|-----------|-------------------------|--------------------|
| 測量基準      | 旧ユーゴスラビア基準              | ITRF-96            |
| 準拠楕円体     | ベッセル 1841               | GRS-80             |
| 投影法       | ガウス・クリューゲル Zone 6, 7    | UTM Zone 34        |
| 座標系の中央子午線 | Zone 6：東経18度            | 東経21度              |
|           | Zone 7：東経21度            |                    |
| 座標原点      | Zone 6：X=0, Y=6,500,000 | X=0, Y=5,000,000   |
|           | Zone 7：X=0, Y=7,500,000 |                    |
| スケールファクター | 0.9999                  | 0.9996             |
| 地形図の諸元    | 図郭：7° 30′ × 7° 30′      | 図郭：7° 30′ × 7° 30′ |

#### 3.2.2 標定点の数量決定

空中三角測量に必要な標定点の数量は、JICA 海外測量（基本図用）作業規程を適用して算出した。算出に用いた作業規程による公式は次のとおりであった。

- Nh（水平位置の標定点）
  - $=4+2[(n-6)/6]+2[(c-3)/3]+[(n-6)(c-3)/30]$
  - Nv（高さの標定点） $=[n/12]c+[c/2]$
- n：1コース当たりの平均モデル数  
c：コース数（[ ]内は計算後、小数点以下を切り上げる）

撮影計画数量による n=31、c=34 を用いて標定点の数量を算出すると、それぞれ Nh=62 点、Nv=119 点となった。なお、Nv は Nh と兼用が可能であり、Nv 単独で作成する数量は、119-62=57 点となった。



図 10：既設の GPS 基準点

#### 3.2.3 基準点の踏査

DRE から受領した座標成果と現地踏査の結果、標定点として利用する既設 GPS 基準点は、Nh（水平位置の標定点）としての必要精度を有することが判明した。

また、既設 GPS 基準点は標高成果も有しており、近辺にある水準点から三角水準測量で点検したところ、約 10cm 前後の誤差に収まった。調査団は既設 GPS 基準点が有する標高も、空中三角測量に利用できると判断して、水準点と同様に Nv（高さの標定点）にも使用することとした。



写真 2：水準点を利用した点検測量

### 3.2.4 対空標識設置

水平位置の標定点には通常 A 型（Y 字型）、B 型（正方形）、C 型（X 字型）といった対空標識を原則として設置するが、本業務では既に設置してあった形式 A 型（Y 字型）の対空標識とした。（写真 4 参照）主に石灰粉を水で溶いたものを、敷き詰めた玉石にペイントした。対空標識のサイズは仕様協議の結果に基づき長辺 5m 幅 1m とした。

### 3.2.5 標定点測量の実施

標定点測量は DRE の C/P とともに 3~4 班を編成し、調査団との共同作業で実施した。各班は DRE 所有の GPS 受信機とトータル・ステーションを利用し、現地の観測条件に応じて使い分けた。さらに JICA 調査用機材の GPS 受信機と、モンテネグロに設置されている 9 点の GPS 電子基準点の観測データの有効利用を図り、Real Time Kinematic 測量（以下 RTK GPS 測量と言う）の観測方法も採用した。



写真 3：空中写真上の対空標識

本作業は、当初、2007 年 3 月から 4 月にかけて完了する予定であったが、Nh：36 点（対空標識設置含む）、Nv：39 点を設置した段階で、予期せぬ降雪と広域かつ長期停電のため作業の中断を余儀なくされた。このため標定点測量の作業実施計画を変更し、結果的に前期と後期に分けて実施することになった。

残りの作業は、現地写真調査を行った後期の 2007 年 6 月下旬から 8 月下旬の期間に実施することになった。この時点で空中写真撮影は完了していたため、残りの標定点は刺針作業に変更して行い、2007 年 7 月末までに Nh：66 点（計画 62 点）、Nv：69 点（計画 57 点）の設置を完了した。



写真 4 : 標定点測量と対空標識設置



写真 5 : 3月21日ペラーネにて降雪

表 9 : 水平位置の標定点の実施数量

| Photo Control Points for Horizontal Position (Nh) |                            |             |                       |
|---|----------------------------|-------------|-----------------------|
| Phase   | Existing Control Point Use |             | New Control Point Use |
|   | Aerial Photo Signals       | By Pricking | By Pricking           |
| First Phase                                       | 36                         | 0           | 0                     |
| Second Phase                                      | 0                          | 27          | 3                     |
| Total   | 36                         | 27          | 3                     |
| Grand Total                                       | 66                         |             |                       |

空中三角測量の調整計算に標高値だけを利用する高さの標定点は、既設の水準点やGPS基準点と刺針点間の比高差をトータル・ステーションで測定して算出された。結果的に前期と後期に分けて実施した高さの標定点は、以下の数量となった。

表 10 : 高さの標定点の実施数量

| Photo Control Points for Vertical Position (Nv) |                            |                         |
|---|----------------------------|-------------------------|
| Phase   | Existing Control Point Use | Existing Bench Mark Use |
| First Phase                                     | 17                         | 22                      |
| Second Phase                                    | 30                         | 0                       |
| Total   | 47                         | 22                      |
| Grand Total                                     | 69                         |                         |

### 3.2.6 標定点測量成果の座標変換

本調査で整備する空間データ基盤は、世界標準の ITRF-96 に準じて整備することが決定されたことから、従来の測量基準で実施して来た標定点測量成果の平面座標は、新しい測量基準の諸元に準拠する平面座標への変換が必要となった。楕円体の異なる経緯度間の変換に利用するプログラムは、日本の国土地理院で開発された変換ソフトウェアを利用した。また旧平面直角座標から経緯度への換算と、経緯度から新平面直角座標への換算は国際航業で所有するソフトウェアを利用して下記の手順によって実施した。

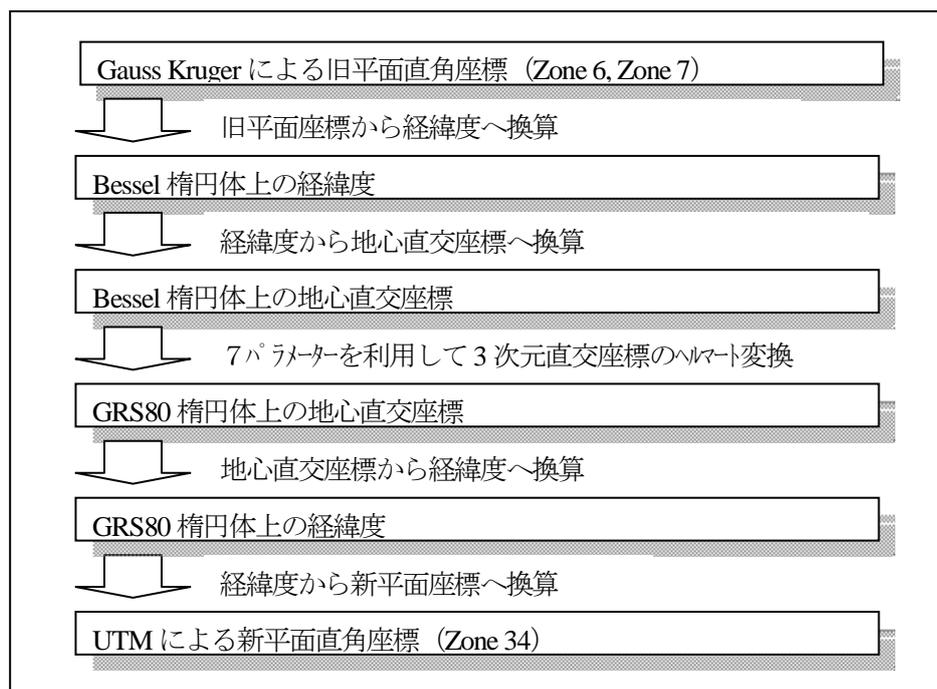


図 11：座標変換の流れ

標定点測量に利用した既設 GPS 基準点の成果は、従来の測量基準に基づいた 6 系と 7 系に分かれたガウスクリュエル投影法に基づいた平面座標値であったため、DRE が整備した GPS 基準点測量時の経緯度成果をあわせて受領した。

なお、Bessel 楕円体上の地心直交座標値から GRS80 楕円体上の地心直交座標値への 3 次元変換時に必要となる 7 パラメータは、Prof. Blagojevic (Faculty for Geodesy, University of Belgrade)により算出され DRE が採用している右の表の数値を採用した。

また換算と変換の過程で採用された楕円体要素は、下記のとおりである。

表 11：座標変換に用いた 7 パラメータ

| 7 Parameter | Bessel/GRS80 |
|-------------|--------------|
| T1 (m)      | -261.89858   |
| T2 (m)      | -221.21591   |
| T3 (m)      | -743.8768    |
| R1 (")      | +4.99487     |
| R2 (")      | +14.45241    |
| R3 (")      | -15.13857    |
| D (ppm)     | -2.03665     |

表 12：楕円体要素

| Ellipsoid  | Semi-major axis | Frattening     |
|------------|-----------------|----------------|
| Bessel (m) | 6,377,397.155   | 299.1528128156 |
| GRS80 (m)  | 6,378,137.000   | 298.2572221010 |

### 3.2.7 標定点明細簿の作成

後続の空中三角測量の標定点として利用するため、下記のような水平位置の標定点と標高の標定点についてそれぞれに標定点明細簿を作成した。明細簿上には変換された座標値とその位置が明示され、さらに空中写真や位置図等を記載した。

### 3.3 空中写真撮影および写真データの作成

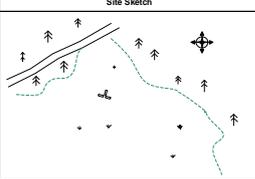
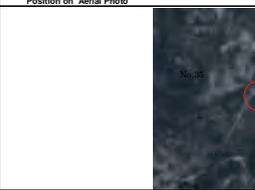
| Descriptions for Ground Control Point   |                 |   |               |                    |                           | DRE / JICA |  |
|---|-----------------|---|---------------|--------------------|---------------------------|------------|--|
| Point No.   | 35              | No. of 1:25,000 Map   | 147-3-1       | Operated by        | S.Stojanovic & R.Krstajic |            |  |
| Type of Photo Signal  | Three wings     | Date of Installation  | 17-Mar-07     | Inspected by       | K. Ishizuka               |            |  |
| Coordinate Zone: UTM 34   | Coordinates (m) |   | Elevation (m) |                    |                           |            |  |
|   | Easting (E)     | Northing (N)  | Pillar Ele.   | Signal/Ground Ele. |                           |            |  |
| Main Station (DRE#6)  | 301,700,400     | 4,723,002,998   | 1,174,316     | 1,174,190          |                           |            |  |
| Eccentric Point (EP)  | 301,722,222     | 4,722,983,904   | -             | 1,174,880          |                           |            |  |
| Site Sketch   |                 | Map 1:25,000  |               |                    |                           |            |  |
|  |                 |  |               |                    |                           |            |  |
| Surrounding Site Photo  |                 | Site Photo of Signal  |               |                    |                           |            |  |
|  |                 |  |               |                    |                           |            |  |
| Position on Aerial Photo  |                 |   |               |                    |                           |            |  |
|  |                 |   |               |                    |                           |            |  |
| Notes:  |                 |   |               |                    |                           |            |  |

図 12 : 水平位置の標定点明細簿図

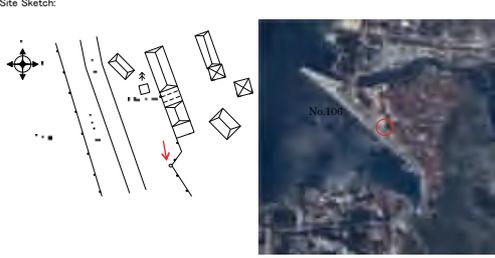
| Descriptions for Vertical Control Point  |           |                 |          |                                   | DRE / JICA                                |  |
|--|-----------|-----------------|----------|-----------------------------------|---|--|
| UTM Zone: 34   | No.       | Coordinates (m) |          | Elevation (m)                     | Remarks                                   |  |
| VCP No:  | 106       | Easting         | Northing | 1.062                             | Coordinates was measured by handheld GPS. |  |
| Reference Point:   | 1406      | -               | -        | 2.444                             | DRE's Bench Mark                          |  |
| Survey Date:   | 27-Mar-07 | Operated by:    |          | Slobo Stojanovic & Rados Krstajic |   |  |
| Site Photo:  |           |                 |          |                                   |   |  |
|  |           |                 |          |                                   |   |  |
| Site Sketch:   |           |                 |          |                                   |   |  |
|  |           |                 |          |                                   |   |  |
| Notes:   |           |                 |          |                                   |   |  |

図 13 : 標高の標定点明細簿

### 3.3 空中写真撮影および写真データの作成

#### 3.3.1 空中写真撮影

本調査における空中写真の撮影は、C/P 機関である DRE の協力により実施した。すなわち、DRE 側から航空機・カメラ、パイロット・撮影士・整備士等を提供してもらい、この業務に必要なフィルムや処理薬品等の材料、ならびに航空燃料を JICA 側で提供し、調査団の技術者との共同作業で実施した。

##### (1) 撮影計画

国内準備作業において作成した撮影計画図では、全ての撮影を東西方向に設定し、合計で 34 コースとなっていたが、DRE 側撮影クルーとの協議の結果、東西方向を 31 コースに削減する一方で、周辺国との国境沿いに 15 コースを追加し全域をカバーするように計画を変更した。

この方法により、ボスニア側の東西コースは国境を越えて 1 枚を撮影、セルビア（含むコソボ）、



写真 6 : 航空カメラ

アルバニア、クロアチア国側については、国境を越えない様に短くし、その空白部分を国境沿いに設定したコースにより補完するように撮影を行った。

## (2) 撮影諸元

- 撮影縮尺：1/40,000
- 平均重複率：O/L=70%、S/L=35%
- 撮影コース：L1～L31（東西方向）、L101～L115（国境沿い）計46コース
- 主点指定モード撮影方法による計画枚数：1,064枚
- 撮影対地高度：6,140m
- カメラの焦点距離：153.49mm

## (3) 撮影管理

撮影の多くは主点指定モード(主点位置優先)で計画していたが、標高差の著しい地形からオーバーラップが極端に少なくなる危険性があり、撮影場所の地形に合わせてASCOTを適宜V/Hモード(オーバーラップ優先)に切り替えて撮影を実施した。



写真7：DRE保有の撮影用航空機

また、GPSナビゲーションと連携したASCOTの利点を最大限に生かし、雲等の障害のある箇所は撮影をせず、次回フライト時にその部分のみをピンポイントで撮影するなど、効率的で無駄のない撮影の方法にも精通しており、コース管理や未撮影部分の管理、再撮影部分の管理を正確に実施していた。

## (4) 現像・スキャン・プリントまでの処理

### 1) 現像・スキャン後のデータ処理

撮影済みフィルムはDREのラボで順次現像処理を行い、その後全てのネガフィルムをスキャンしてデジタルデータに変換した。

次にこのデータに基づいて写真番号表を作成するとともに、プロッターの解像度に合わせてプリント用データを作成した。

### 2) プリント用画像データ作成及びプリント



写真8：気象状況の把握

DRE の技術者との協働作業により、現地写真調査用 1.6 倍伸ばし写真（縮尺：約 1:25,000）、DRE 実施分の 30% をカバーする 1.6 倍伸ばし写真及び密着写真各 1 セットと、国内作業用密着写真各 1 セットについてプリント作業を実施した。

#### 3.3.2 精度管理

DRE の撮影士はマニュアルで補完する操作方法も十分熟知していたことから、デジタルデータを用いて行った精度管理の結果、天候障害以外の偏流修正・露出等は問題なく、重複率に関しても地形を問わず計画の 70% 前後を有しており、何等問題はなかった。

その中でデジタル地形図作成作業には支障無いものの、若干雲が写った写真もあったため、今後のオルソフォトなどでの有効活用を考えて、7 枚の再撮影を DRE 側に要請した。その詳細は以下に、空中写真標定図を次のページに示す。

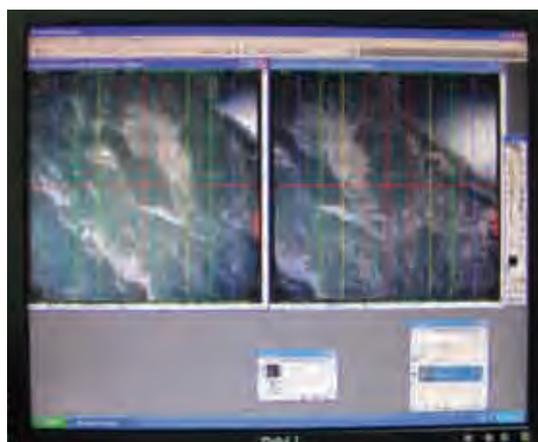


写真 9：デジタルデータを用いた精度管理

表 13 : 空中写真のコース及び写真番号一覧表

| Course | Nb - Nb     |    | Nb - Nb  |    | Nb - Nb  |    | Nb - Nb     |   | Nb - Nb     |   | Total |
|--------|-------------|----|--|----|--|----|-------------|---|-------------|---|-------|
| 1      | 3167 - 3175 | 9  |  |    |  |    |             |   |             |   | 9     |
| 2      | 3158 - 3166 | 9  | 3217 - 3218  | 2  |  |    |             |   |             |   | 11    |
| 3      | 3146 - 3157 | 12 |  |    |  |    |             |   |             |   | 12    |
| 4      | 3129 - 3145 | 17 |  |    |  |    |             |   |             |   | 17    |
| 5      | 3104 - 3128 | 25 |  |    |  |    |             |   |             |   | 25    |
| 6      | 3076 - 3103 | 28 |  |    |  |    |             |   |             |   | 28    |
| 7      | 3026 - 3054 | 29 | 3073 - 3075  | 3  |  |    |             |   |             |   | 32    |
| 8      | 2989 - 3025 | 37 |  |    |  |    |             |   |             |   | 37    |
| 9      | 2948 - 2988 | 41 |  |    |  |    |             |   |             |   | 41    |
| 10     | 2660 - 2676 | 17 | 2905 - 2930  | 26 | 3065 - 3072  | 8  |             |   |             |   | 51    |
| 11     | 2634 - 2659 | 26 | 2878 - 2904  | 27 |  |    |             |   |             |   | 53    |
| 12     | 2605 - 2633 | 29 | 2846 - 2877  | 32 | * Three exposures (2875, 2876, 2877) affected by cloud to be taken |    |             |   |             |   | 61    |
| 13     | 2233 - 2235 | 3  | 2575 - 2603  | 29 | 2824 - 2845  | 22 | 3068 - 3063 | 6 |             |   | 60    |
| 14     | 2226 - 2241 | 6  | 2542 - 2574  | 33 | 2799 - 2823  | 25 |             |   |             |   | 64    |
| 15     | 2506 - 2541 | 36 | 2776 - 2789  | 14 |  |    |             |   |             |   | 50    |
| 16     | 2461 - 2505 | 45 | 2792 - 2795  | 4  |  |    |             |   |             |   | 49    |
| 17     | 2405 - 2434 | 30 | 2444 - 2460  | 17 | 2790 - 2791  | 2  |             |   |             |   | 49    |
| 18     | 2368 - 2404 | 37 |  |    |  |    |             |   |             |   | 37    |
| 19     | 2328 - 2367 | 40 | * One (1) exposure to be taken at the west end (near the border with Croatia) : lack of stereoscopic image |    |  |    |             |   |             |   | 40    |
| 20     | 2104 - 2125 | 22 | 2210 - 2211  | 2  | 2214 - 2217  | 4  | 2323 - 2327 | 5 |             |   | 33    |
| 21     | 2079 - 2085 | 7  | 2090 - 2102  | 13 | 2206 - 2209  | 4  | 2318 - 2321 | 4 | 3226 - 3227 | 2 | 30    |
| 22     | 2066 - 2069 | 14 | 2071 - 2078  | 8  | 2219 - 2222  | 4  | 2677 - 2679 | 3 |             |   | 29    |
| 23     | 2021 - 2039 | 19 | 2195 - 2202  | 8  |  |    |             |   |             |   | 27    |
| 24     | 2003 - 2020 | 18 | 2203 - 2203  | 1  |  |    |             |   |             |   | 19    |
| 25     | 2040 - 2055 | 16 |  |    |  |    |             |   |             |   | 16    |
| 26     | 2126 - 2136 | 11 |  |    |  |    |             |   |             |   | 11    |
| 27     | 2146 - 2155 | 10 | 2194 - 2194  | 1  |  |    |             |   |             |   | 11    |
| 28     | 2137 - 2145 | 9  | 2193 - 2193  | 1  |  |    |             |   |             |   | 10    |
| 29     | 2156 - 2161 | 6  | 2192 - 2192  | 1  |  |    |             |   |             |   | 7     |
| 30     | 2165 - 2171 | 7  |  |    |  |    |             |   |             |   | 7     |
| 31     | 2172 - 2177 | 6  |  |    |  |    |             |   |             |   | 6     |
| 101    | 3176 - 3179 | 4  |  |    |  |    |             |   |             |   | 4     |
| 102    | 3180 - 3196 | 17 |  |    |  |    |             |   |             |   | 17    |
| 103    | 3198 - 3211 | 14 |  |    |  |    |             |   |             |   | 14    |
| 104    | 2931 - 2947 | 17 |  |    |  |    |             |   |             |   | 17    |
| 105    | 2224 - 2232 | 9  |  |    |  |    |             |   |             |   | 9     |
| 106    | 2242 - 2246 | 5  | 2796 - 2798  | 3  | * Three exposures (2244, 2245, 2246) affected by cloud to be taken |    |             |   |             |   | 8     |
| 107    | 2250 - 2257 | 8  |  |    |  |    |             |   |             |   | 8     |
| 108    | 2438 - 2443 | 6  |  |    |  |    |             |   |             |   | 6     |
| 109    | 2275 - 2284 | 10 |  |    |  |    |             |   |             |   | 10    |
| 110    | 2285 - 2298 | 9  |  |    |  |    |             |   |             |   | 9     |
| 111    | 2294 - 2317 | 24 |  |    |  |    |             |   |             |   | 24    |
| 112    | 2178 - 2190 | 13 |  |    |  |    |             |   |             |   | 13    |
| 113    | 2267 - 2274 | 8  |  |    |  |    |             |   |             |   | 8     |
| 114    | 3220 - 3225 | 6  |  |    |  |    |             |   |             |   | 6     |
| 115    | 2258 - 2266 | 9  |  |    |  |    |             |   |             |   | 9     |
| 46     |             |    |  |    |  |    |             |   |             |   | 1,094 |

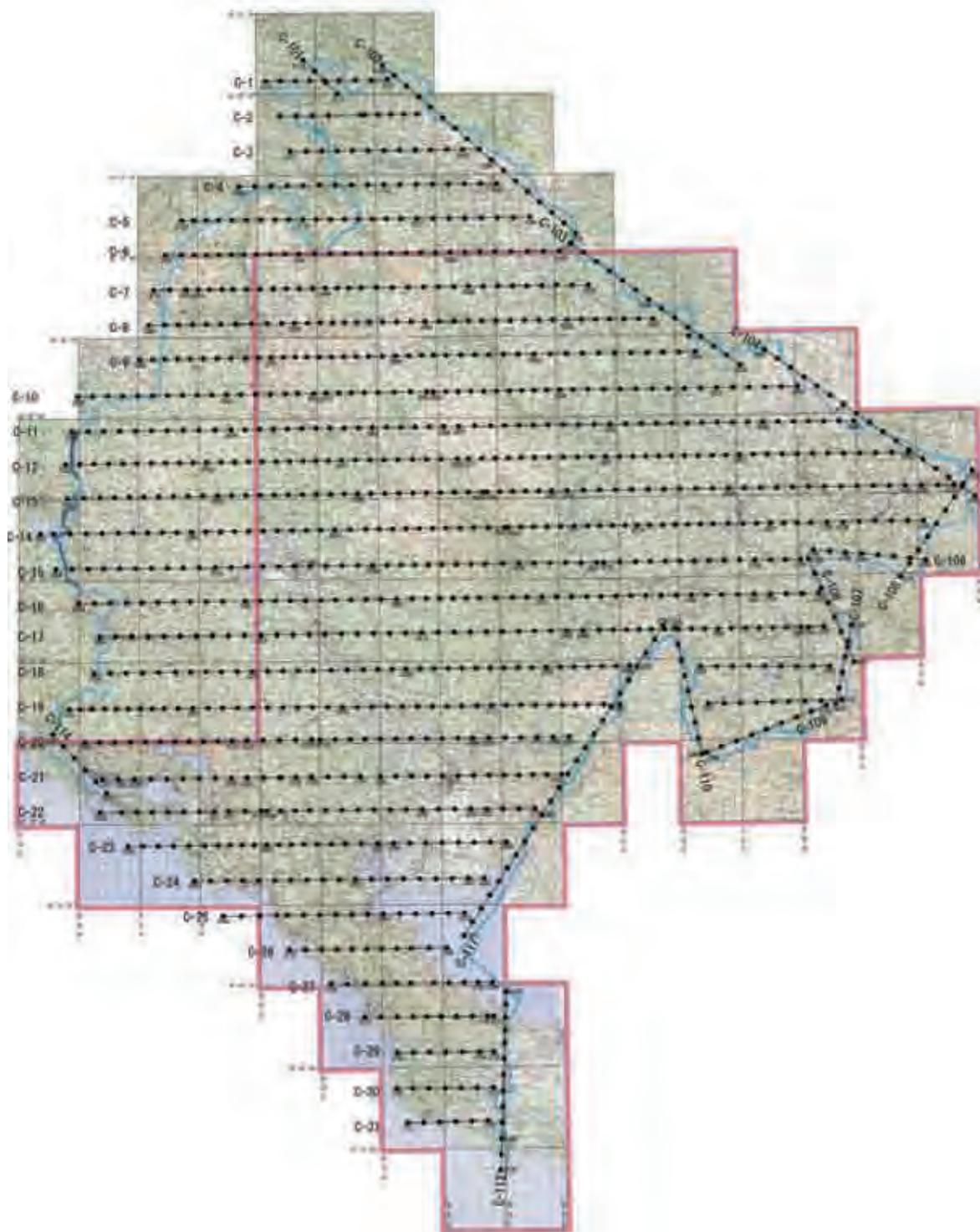


図 14 : 空中写真標定図

## 3.4 デジタル空中三角測量

### 3.4.1 業務の内容

当初は、CPであるDREが全域の空中三角測量を実施する予定であったが、工期的な面から実施困難との話により、双方で協議した結果、技術移転を含めて実施可能な数量（1,048モデル中98モデル）のみとし、残りは調査団で実施した。

DEM・等高線作成についても同様に、空間データ基盤作成エリア（全面積の70%）においては、調査団側で実施することとし、残り30%の面積と技術移転に係る2面分は、DREで実施した。

### 3.4.2 実施手法

DREで使用した機材、手法等は下記のとおりである。空中三角測量は、標定点がローカル座標の6系及び7系で作成されているため、6系・7系と2つのブロックに分割して実施する。2つのブロックは、共有の基準点を使用することにより、整合をとることとした。

#### (1) 使用機材：

デジタル写真測量システム Leica Photogrammetry Suite9.1 と ORIMA9.1（「モ」国）、Image station SSK（Intergraph）（日本国）

#### (2) 調整計算：

ORIMA9.1（「モ」国）と Image station（日本国）で利用できるセルフ・キャリブレーション付バンドル法。

この業務では、航空機に搭載したGPSから得られる撮影主点座標を効果的に利用して、デジタル空中三角測量の利点を十分に活用する為に、イメージマッチングによる自動処理を多用した。タイポイント等の写真座標（画像）測定は、主として自動測定により実施した。



写真 10 : Leica Photogrammetry

#### (3) DEM・等高線の生成：

DEMは、自動標高抽出技術により、20m間隔のDEMを作成し、ステレオモデルを使用して、異常点や表現しきれない地形へのブレイクラインの追加を実施して作成し、さらにそのDEMをもとに自動発生処理により等高線を作成した。

### 3.4.3 実施数量・及び結果実施した作業数量

### 3.5 現地写真調査

#### (1) 実施した作業数量

- 写真枚数：1,094 枚
- 基準点数（水平位置）：66 点
- 基準点数（標高）：136 点

#### (2) 仕様

調査業務で適用する空中三角測量調整計算結果における各制限値は、JICA 海外測量作業規程に準じ以下に記すとおりである。

- バンドル交会残差制限値：30  $\mu$ m（最大）、15  $\mu$ m（標準偏差）
- 基準点残差制限値：撮影高度の 0.04%（2.4m）（最大）、0.02%（1.2m）（標準偏差）

実施した空中三角測量の結果は、以下に示すとおりで、精度要件を十分に満たした。

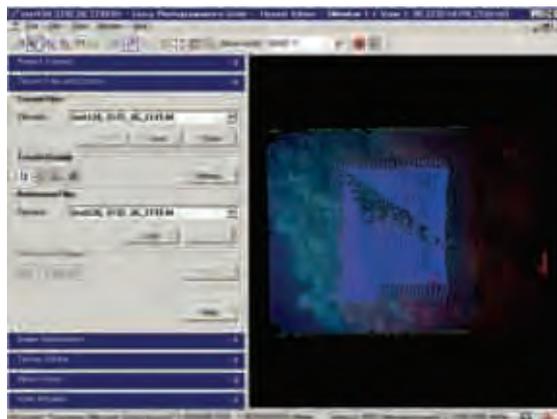


図 15：自動標高抽出した DEM とステレオモデル

| 標定用基準点数 |     | 計算から除外した点数 |    | 基準点残差       |             |              |             | 独立モデル法又はバンドル法<br>パスポイント・タイポイント較差 |               |      |    |
|---------|-----|------------|----|-------------|-------------|--------------|-------------|----------------------------------|---------------|------|----|
|         |     |            |    | 水平位置        |             | 標高           |             | 水平位置                             |               | 標高   |    |
| 水平位置    | 標高  | 水平位置       | 標高 | 標準偏差        | 最大          | 標準偏差         | 最大          | 標準偏差                             | 最大            | 標準偏差 | 最大 |
| 66      | 136 | 1          | 0  | (m)<br>0.09 | (m)<br>0.50 | (m)<br>0.033 | (m)<br>0.10 | (mm)<br>0.003                    | (mm)<br>0.027 |      |    |

## 3.5 現地写真調査

### 3.5.1 業務の内容

現地写真調査は、作成する 1:25,000 デジタル地形図と同縮尺の空中写真を利用し、地形図に表示すべき必要な地物について現地調査を実施した。また現地や空中写真上で確認出来ない地物項目は、DRE を通じてモンテネグロの関連する機関から提供された。調査で実施した具体的な業務内容は、下記のとおりである。

- 準備業務
- 予察・写真判読
- 写真判読ハンドブックの作成
- 現地確認

### 3.5.2 実施方法

業務の実施方法とその手順は下記のとおりであった。

#### (1) 準備業務

現地写真調査の準備として下記の業務を実施した。

### 1) 現地写真調査指示書の作成

空間データ基盤仕様書に基づき調査項目の選定を行い、その定義と適用規定を明確にした。また現地写真調査結果の表示に用いる記号やコードの使用方法を明確にし、調査方法も検討・協議し決定した。以上の内容をまとめて指示書を作成し、英語版とモンテネグロ語版で準備した。

表 14：現地写真調査用の適用ルールの一例

| Application Rule for Field Identification at a scale of 1: 25,000 Map Symbols (Draft) |                                    |       |             |   |
|---|------------------------------------|-------|-------------|---|
| KOD   | Ime Feature                        | Briga | ŠIFRA/ MAPA | DEFINICJA                                       |
|   | Small point                        |       | 1 1         |   |
| 6051  | Crkva sa dvije kule                | Crkva | 10 8        | STAVITI CRKVA SA DVIJE KULE                     |
| 6052  | Crkva sa jednom kulom              | Crkva | 11 8        | STAVITI CRKVA SA JEDNOM KULOM                   |
| 6053  | Osmanlije                          | Crkva | 12 8        | STAVITI SVE VRSTE OSMANLIJE                     |
| 6054  | Pravoslavac                        | Crkva | 13 8        | STAVITI SVE VRSTE PRAVOSLAVAC                   |
| 6055  | Kapela                             | Crkva | 14 8        | STAVITI SVE VRSTE KRISTIANSKI KAPELA            |
| 6056  | Manastir                           | Crkva | 15 8        | STAVITI KRISTIANSKI MONASTIR                    |
| 6057  | Spomenik (spomenik)                | Crkva | 1           | STAVITI REGIONALNIH (SPOMENIK HAO KRIZULI) (TE) |
| 6058  | Hrišćansko (individualna) groblje  | Crkva | *           | STAVITI HRISĆANSKO INDIVIDUALNA GROBLJE         |
| 6059  | Muslimansko (individualna) groblje | Crkva | *           | STAVITI MUSLIMANSKO INDIVIDUALNA GROBLJE        |
| 6060  | Zidovski (individualna) groblje    | Crkva | 1           | STAVITI ZIDOVSKI INDIVIDUALNA GROBLJE           |
| 6061  | Mozaika                            | Crkva | *           | STAVITI RUZE-VINA MALA KUĆA                     |
| 6062  | Zamak                              | Crkva | 10 8        | STAVITI SVE VRSTE ZAMAK                         |

### 2) 既存 1:25,000 地形図の収集

調査対象範囲の既存 1:25,000 地形図（以下旧地形図と言う）を DRE に依頼して収集した。

### 3) その他の準備

出力した縮尺約 1:25,000 空中写真上に旧地形図の図郭線とシート番号を赤色のマーカーで表示した。また地形図の 1 面あたりのシート範囲は通常数枚の空中写真でカバーされるため、夫々の隣接空中写真上に赤色のマーカーで接合線も表示した。

### (2) DRE との協議

現地写真調査を円滑に進めるために DRE と以下の事項について協議を行った。

- 調査班の編成
- 調査の実施時期
- 調査業務指示書の説明

### (3) 予察

協議・決定した調査業務指示書に従って次の予察を行った。なお予察は調査用空中写真と収集した旧地形図の地物を比較・照合して実施した。

比較・照合した調査内容は以下のとおりである。

- 経年変化エリアの特定
- 旧地形図に基づく地物情報から、現場にて確認すべき地物（例えば、公共施設、工場等の建物）の特定
- 旧地形図に基づく地形・地物情報から、経年変化がなくそのまま利用できる地形・地物の特定
- 現地確認や空中写真の判読では判定できない地物情報（例えば、地名や送電線等の経路）及び旧地形図からの情報で確認が必要な地理情報（例えば、道路の種別、行政界、国境等）の特定

| Photo Interpretation Key for Land Classifications                                      |                     |   |           | DRE/JICA |  |
|--|---------------------|---|-----------|----------|--|
| Feature Code   | Category of Feature | Feature Item  |           |          |  |
| 7006   |                     | Steep slope   |           |          |  |
| Index No. of Map:  | 130-4-4             | Site Photo  |           |          |  |
|      |                     |  |           |          |  |
| Scale :  | 1:25,000            | Date Taken :  | Aug. 2007 |          |  |
| Definitions  |                     |   |           |          |  |
| This item should be applied to steep slope topography formed from landslides and such. |                     |   |           |          |  |
| この項目は、地滑り等の急傾斜地形に適用する。   |                     |   |           |          |  |
| Characteristics  |                     |   |           |          |  |
| This item should be easy to decipher when mapping because of the exposed surface.      |                     |   |           |          |  |
| この項目は、地表が露出しているため図化時の判読が容易である。   |                     |   |           |          |  |
| Photo No.  | 2923                |   |           |          |  |
|     |                     |   |           |          |  |
| Date Taken :   | 21/06/2007          | Photo Scale :   | 1:25,000  |          |  |

図 16 : 写真判読カードの一例

### (4) 写真判読ハンドブックの作成

デジタル図化・デジタル編集時に効果的に利用できる写真判読ハンドブックを作成した。ハンドブックの対象は、植生を中心に46種の地物項目を調査し、その調査手順は以下のとおりである。

- 調査対象となる地物の選定
- 対象となった地物の旧地形図上での特定
- 旧地形図上で特定した地物の現況写真の撮影
- 特定した旧地形図上の地物と対応する空中写真画像の取得
- 各地物項目の定義と空中写真画像の特徴等を明記

### (5) 現地確認

各調査班の現地確認において、地物表現の判断基準の標準化と統一化を図るため、事前に全調査班合同で現地確認を実施した。この現地確認の後、予察・写真判読の結果に基づいて各調査班による現地確認を実施した。この現地確認と並行して写真ハンドブック作成に必要な特定した地物項目の現況写真の取得も行った。

## (6) 関係資料の収集依頼

予察・写真判読や現地調査で判定出来ない地物項目については、DREを通じて関係する機関へ情報提供の依頼を行った。対象となった地物項目は以下のとおりであった。

- 幹線道路（Main Road, Regional Road）の種別と位置情報
- 高圧送電線（Power Line）の位置情報
- Vipazar と Sutomore 間の長大トンネルのカーブ線形情報
- 基準点（Trigonometric Point, GPS Reference Station, etc）の座標成果
- モバイルアンテナの座標成果
- 国境・行政界・国立公園界のデータ
- 注記データ
- 海に関する記号
- 泉、井戸、送水管等

### 3.5.3 現地写真調査の結果

#### (1) 実施数量

現地写真調査の実施数量は、以下のとおりとなった。

- 実施面積：約 10,000km<sup>2</sup>
- シート数：92 面（1:25,000 図郭）

#### (2) 調査結果

##### 1) 準備業務の結果

準備した業務指示書には、空間データ基盤仕様書に基づく表現すべき地物の定義や適用基準、調査結果の表示方法、コードや記号も記載されており、調査成果の均一化に役立った。

調査用の空中写真は合計 547 枚、旧地形図は 92 面の 2 セットが準備された。

##### 2) 調査班編成と調査の実施期間

調査班は DRE の地上測量部門との共同作業により、原則として 1 班 4 名構成で 3 班を編成して調査業務を実施した。

##### 3) 予察・写真判読の結果

予察・写真判読では、出力した空中写真および旧地形図を用いて、経年変化エリアや現地で確



写真 11：全調査班で事前の現地写真調査

### 3.6 デジタル図化

認すべき地物を特定することが出来た。

#### 4) 写真判読ハンドブック作成の結果

写真判読ハンドブックは、最終的に46種の地物項目毎に判読カードで構成され、後続のデジタル図化・デジタル編集に利活用出来た。

#### 5) 現地確認の結果

予察・写真判読内容を表示した調査用空中写真や旧地形図を利用して、現地確認の対象箇所を明確に特定することにつながり、効率的な現地調査を実施することが出来た。

#### 6) 関連資料の収集結果

DREへ依頼し収集できた関連資料は、最終的に以下のとおりとなった。

表 15：関連資料の収集結果

| 関連資料                        | 提供元    | 資料の内容                   |
|-----------------------------|--------|-------------------------|
| 幹線道路                        | DRE    | 2007年発行の縮尺1:250,000道路地図 |
| 高圧送電線                       | 電力会社   | 縮尺1:100,000の送電線管理図      |
| Vipazar-Sutomore間トンネル内の道路線形 | DRE    | 道路線形計画図                 |
| 基準点座標成果                     | DRE    | 基準点座標リスト                |
| モバイルアンテナの座標成果               | 携帯電話会社 | アンテナ位置経緯度リスト            |
| 国境・行政界・国立公園界                | DRE    | CADデータ                  |
| 注記データ                       | DRE    | 既測図より更新された注記データ         |
| 海に関する記号                     | DRE    | 既測図上の情報                 |
| 泉・井戸・送水管等                   | DRE    | 同上                      |

## 3.6 デジタル図化

### 3.6.1 業務の内容

デジタル図化では、モ国の地形の特徴（陰峻な地形）を考慮した表現を採用した。なおデジタル図化範囲の特定には、DREより提供された国境の資料を新しい楕円体・座標系に基づくものに座標変換して使用した。

### 3.6.2 実施方法

デジタル図化は、提供された資料を基にデジタル図化機を使用して実施した。座標成果は、XYZの座標値を使用機材に取り込んで表現した。多くの地物は、旧図を参考にし、表現等が大きく変わらないよう配慮した。

土地利用データの図化は、構造化でトポロジー構造を作成しやすいように「境界線」と「代表点」の方式でデータを取得した。

デジタル図化を実施する資料として、以下の資料を使用した。



図 17：デジタル図化機でのデータ作成



図 18：境界線と代表点による土地利用データ作成イメージ

表 16：資料一覧表

| 資料名           | 使用目的  |
|---------------|---|
| 現地写真調査写真      | 記載された調査内容は、すべて図化に反映する。  |
| 1:25,000 旧地形図 | 現地写真調査時に無くなった地物が記載されているので、その情報を記載する。またその他の資料に記載されていない情報は、この資料を参考する。 |
| 道路区分図         | MainRoad/RegionalRoad/LocalRoad の区分の参考とする。                          |
| トンネルの設計図      | 判読できない長いトンネルは、設計図を参考に入力する。  |
| 高圧線位置図        | この図面で PowerLine の位置を参照しながら図化に反映する。                                  |
| 座標値の成果        | 三角点・モバイルアンテナ・電子 GPSPoint の座標値は、座標値より入力する。                           |

### 3.6 デジタル図化

|       |   |
|-------|---|
| 判読カード | 土地利用分類について、現地写真/地形図/航空写真を組み合わせたカードを使用してそれを参考に分類を実施する。 |
| 行政界資料 | 国境と行政区画のデータ作成の参考資料とした。                                |

図化を実施したデータは図面ごとに整理し、データに過不足が無い目視検査を実施した。過不足があった場合は、図化データを修正し、デジタル編集作業でのやり直しが発生しないよう配慮した。

#### 3.6.3 実施数量・及び結果

製品仕様書に従って、ほぼ全ての項目のデータ化を終えた。図化データの一部を下に図示する。課題としては、土地利用パッケージの判読が判読カードだけでは困難な地物があったことである。この問題は、後述する「現地補測」にて不明箇所を現地補測資料に図示することにより解決した。

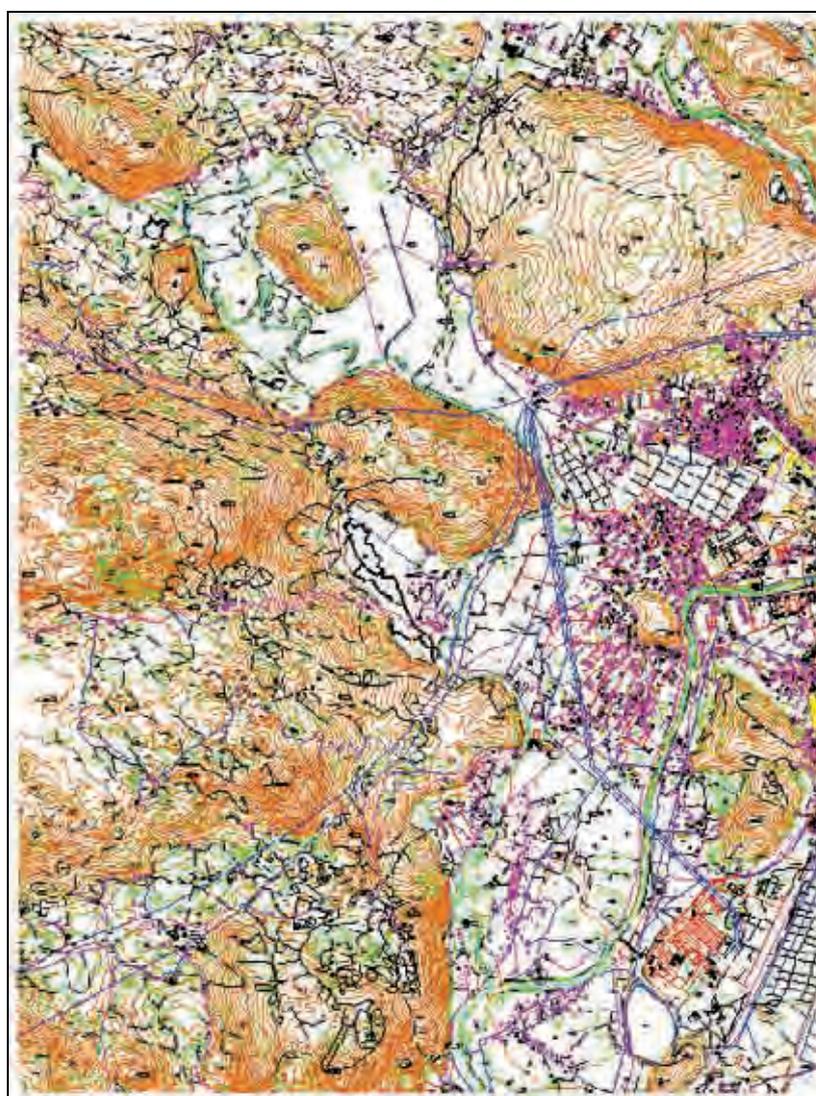


図 19 : 図化データ (ポドゴリツァ周辺)

## 3.7 デジタル編集

### 3.7.1 業務の内容

デジタル図化データに対して、図式を表現するための図式化の編集と、GIS データ作成を効率的に実施させるための構造化編集を実施した。

図式化の編集は、記号の配置や角度の調整・転移・注記の配置位置の調整等を実施した。構造化編集は、ネットワークデータの接続・面のトポロジーデータの整合性の修正・接合の編集等を実施した。

デジタル編集後、現地補測のための補測紙を作成した。

### 3.7.2 実施方法

#### (1) 図式化の編集

図式化の編集は、CAD ソフトウェアにより以下のような作業方法で編集した。

##### 1) 記号の配置と調整

図化により取得された地物に対して記号を付加させた。また方向を持つ地物については、地形や旧地形図を参考に角度を持たせた。

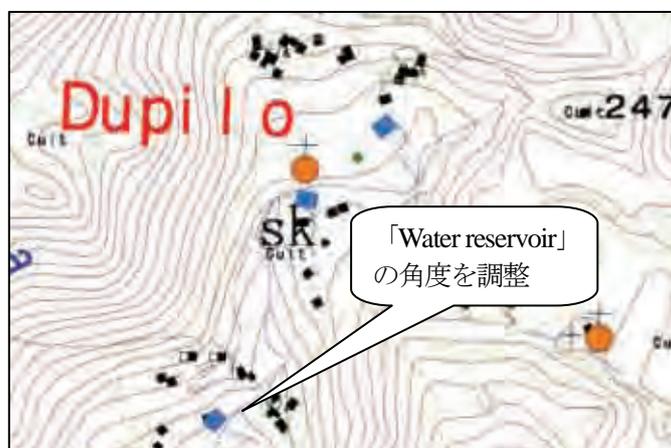


図 20 : 記号の表示と角度の調整

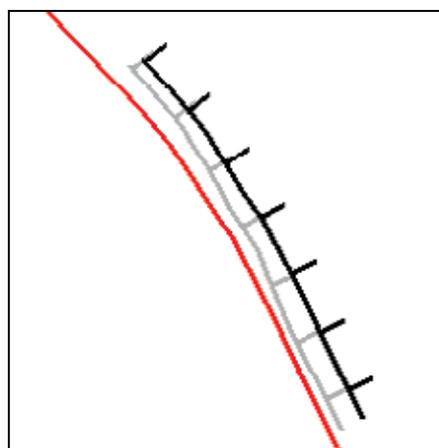


図 21 : 法面の転移

##### 2) 転移

道路や河川と重なる法面の転移や道路や、それらと重なる優先度の低い小物体を転移した。道路や河川・基準点等の位置が重要な地物については、転移させないように作業した。

##### 3) 注記の配置

注記は、旧地形図よりモ国側で CAD ソフトウェアを使ってデジタルデータを作成した。国内

作業では、その注記データの取り込みと大きさや位置の調整を実施した。

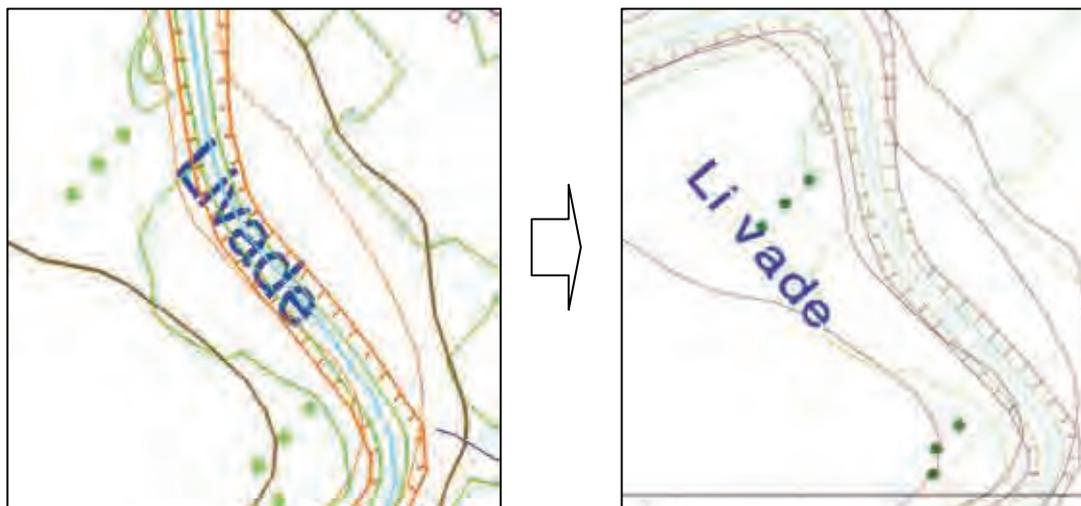


図 22:河川と重なる注記を他の地物と重ならない位置へ修正

## (2) 構造化編集

構造化編集は、以下の論理的なエラーが存在しないか検査した。

トポロジー構造の検査：

相互関係を持つ図形として定義されている地物は、次の幾何図形の論理検査を実施した。

| 項 目      | 説 明   |
|----------|---|
| 接合処理     | 未接合要素のないこと。                                 |
| アンダーシュート | アンダーシュートが存在しないこと。                           |
| オーバーシュート | ダングルが存在しないこと。                               |
| 領域の重なり：  | (家屋同士などの) 許されない重なりが無いこと。                    |
| 領域分類の整合性 | 1つの領域に複数のコードが存在しないこと。<br>図郭間で分類の整合が取れていること。 |
| ラインのねじれ  | 自己交差を起こしていないこと。                             |
| 領域のねじれ   | 領域がねじれて存在していないこと。                           |
| データの重複   | 重複したラインが存在しないこと                             |

分類の正確性検査：

全ての項目について、以下の項目について論理点検を実施した。

| 項 目          | 説 明               |
|--------------|-------------------|
| フィーチャコードの妥当性 | 定義外コードが存在しないこと。   |
| データ型の妥当性     | 定義外のデータ型が存在しないこと。 |

ネットワークデータは、下の図のように、道路同士が接続する場合だけでなく、接続しない（立体交差）場合も考慮してデータ編集を行った。

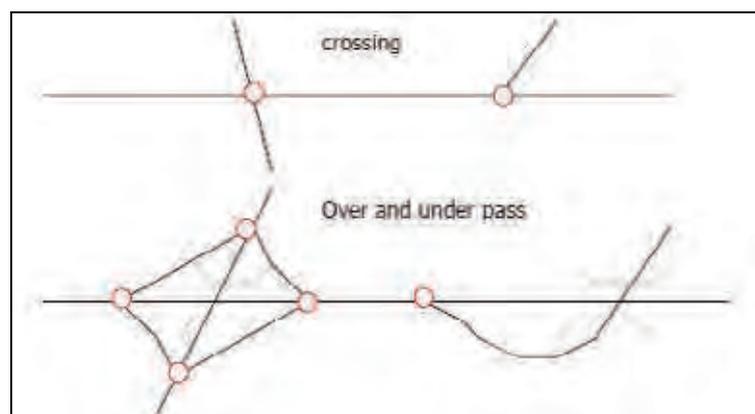


図 23 : ネットワークデータの構造

面のトポロジーデータは、以下のように境界線に囲まれた領域に、地物を示す代表点が必ず一つ入るような構造でデータを作成した。領域に代表点が無い場合や複数ある場合、境界線が領域を構成しない場合などを検査し、正しい構造になるようデータを編集した。

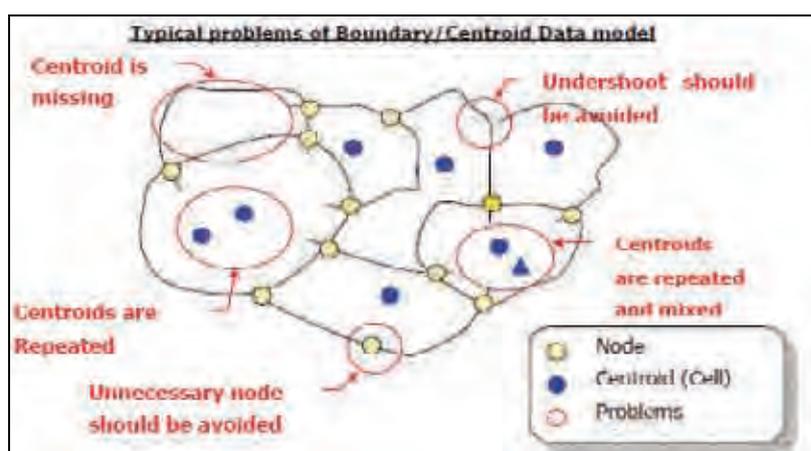


図 24 : 面のトポロジーを作成するためのデータ構造

#### (3) 現地補測紙の作成

構造化編集時の論理検査と合わせて、編集済みデータを印刷し目視検査を実施した。現地補測紙は、地形を調査する地形版と注記・行政界を確認する注記版に分けて作成した。現地補測紙のイメージを右に示す。現地補測紙には、図化・編集時の疑問点を記載し現地補測時に調査するように指示した。

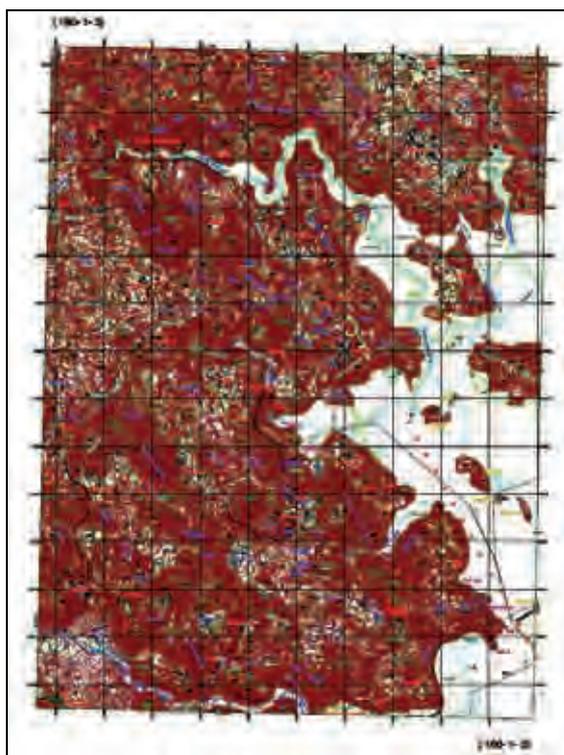


図 25：現地補測紙（地形版）のイメージ

#### 3.7.3 実施数量・及び結果

##### (1) 実施数量

作業量・使用した機材は以下のとおり。

実施数量（面数）： 92面(1：25,000 図郭)

編集ソフトウェア： MicroStation V8 (Bentley)・NIGMAS(日本コンピュータグラフィック)・PC-Mapping(マップコン)・ArcGIS 9.2 (ESRI)

##### (2) 結果

課題としては、現地補測までの作業日数が短かったため、デジタル編集作業が完全でない状態で現地補測紙を作成したことであった。この課題については、現地補測時にデジタル編集の不備も指摘することにより、デジタル補測編集時の作業で解決することとした。

### 3.8 現地補測

#### 3.8.1 業務の内容

現地補測は、デジタル図化とデジタル編集の入力時に生じた不明・不確実な地図表現事項を図化さ

れた現地補測図上で補測・修正する業務である。また現地写真調査時に未入手の地図関連資料（注記資料、境界資料、既設基準点の座標成果、送電線等の位置情報）を再度 DRE へ依頼を行った。

### 3.8.2 資料の準備

基本的な現地補測の手順について C/P に理解されやすい様、モンテネグロ語により説明用マニュアルを作成した。

表 17：資料図の作成仕様

| 資料図   | 作成仕様  |
|-------|---|
| 現地補測図 | 1 現地の調査に配慮して境界データを除いた全地物項目のデータを表示させて作成。             |
|       | 2 現地補測の用途に応じて一部の植生記号等は簡略した記号で表示。                    |
| 注記資料図 | 1 DREで旧地形図を基に入力された注記データと図化・編集された地物データに取り込んで注記資料図を作成 |
|       | 2 図業内の注記の検査に配慮し、等高線データを非表示にして作成。                    |
|       | 3 注記には夫々のコードを付けて表示し、注記の種別が判りやすい様に表示                 |
|       | 4 注記の種別毎に注記仕様のサイズと色別に表示。                            |

現地補測の資料図は、現場で主に利用する地形・地物調査用の現地補測図と注記の更新用に検査する注記資料図を夫々2部出力した。夫々の資料図は現地補測の用途に応じた下記の仕様に基づいて作成した。

### 3.8.3 DRE との協議

調査団は円滑かつ効果的な調査を実行するため、DRE と下記の事項について協議を行った。

- 調査班の構成（DRE から現地補測3名と注記の検査1名が従事し、4班を構成）
- 調査スケジュール等の説明と調整（調査期間は2008年6月中旬から7月中旬）
- 現地補測の方法と注記検査の方法

### 3.8.4 現地補測の方法と実施

現地補測は、デジタル図化・デジタル編集後、事前の現地補測図の検査・抽出された内容により下記の4つのカテゴリーに分類、それらの種別毎に実施した。

- 図化・編集時に生じた疑問点の解明
- 現地補測班の事前検査で抽出された不明点の解明
- 注記に関する更新・検査
- 行政界等に関する更新・検査

#### (1) 疑問点・不明点事項の解明

図化・編集時に生じた疑問点と同時に現地補測班の検査で抽出された現地補測図上の不明点につ

いて調査した。またそれらが生じた原因や理由をC/Pと解明すると共に、写真判読や旧地形図との照合、関連資料によって解明可能か、それとも現地確認が必要か、その判断基準を指導しながら調査した。

#### (2) 注記に関する更新・検査

注記更新のための検査は、図式規定内の注記種別コード表に基づいて検査を依頼。検査では下記の3点を重点にして実施された。

- 注記のスペリングと図上の注記位置について適切かどうか検査
- 注記に付けた分類コードが正しいか検査
- 経年変化による注記の有効性について検査（新しい集落名や消滅集落の名称等）



写真 12：現地にて地物表現の確認



写真 13：注記資料図で地名の検査

#### (3) 境界データの更新

行政界は国境や国立公園界を含めて DRE で所持した最新のCADデータを受領後、現地補測図上にプロットし、DRE の検査を経てデジタル補測編集時に更新された。

#### 3.8.5 現地補測の結果

現地補測の結果、DRE と調査団は下記の成果を得た。

- 現地補測結果が表示された現地補測図：92面（1:25,000 図郭）
- DRE で検査された注記資料図：92面（1:25,000 図郭）

### 3.9 デジタル補測編集

#### 3.9.1 業務の内容

デジタル補測編集では「不足地物の追加」「種別の修正」「注記の修正」「行政界の追加」「基準点の追加」「デジタル編集の不備の修正」「目視検査」「論理検査」を実施した。

### 3.9.2 実施方法

実施方法は以下の表のとおりである。

表 18：デジタル補測編集の実施方法

| 作業項目      | 説明  |
|-----------|---|
| 補測紙（地形）修正 | 不足地物の追加：<br>補測で指摘された不足地物を図化機で入力した。<br>種別の修正：<br>補測により得られた地物の種別変更の指摘より編集を実施した。 |
| 注記の修正     | 補測紙で指摘された注記について、種別とスペルの見直しを行った。   |
| 基準点等の追加情報 | 国境：<br>モ国が管理する公式の図面をスキャニングし入力した。<br>既存の三角点：<br>DRE が管理する公式のデータと差し替えた。         |
| 目視検査      | 出力紙を用いて、デジタル補測編集の編集事項の点検を実施した。  |
| 論理検査      | デジタル編集で実施した検査と同様に、トポロジー構造の検査、及び分類の正確性検査を実施した。                                 |

以上の作業を実施したデジタル補測編集済みデータは「GIS 構造化」「地図記号化」それぞれの作業に最適なデータ形式に変換した。

### 3.9.3 実施数量・及び結果

#### (1) 実施数量

実施数量（面数）： 92 面(1：25,000 図郭)

使用機材：MicroStation V8 (Bentley)・NIGMAS (日本コンピュータグラフィック)・PC-Mapping (マップコン)・ArcGIS 9.2 (ESRI)

#### (2) 結果

現地補測紙に指示された補測事項について、補測を行った。この時点で編集時の不具合を修正することができた。課題は、三角点・国境データが DRE より最初に提供されたデータが不完全であり、この時点で再度提供を受けて、再入力を実施したことであった。

## 3.10 GIS構造化

### 3.10.1 業務の内容

デジタル補測編集を実施したデータファイルは、空間データ基盤に必要な全ての項目を含んでいる。このデータセットを製品仕様書で定める ArcInfo Coverage 形式に変換して格納した。作業内容は「主

題属性の入力」「ArcInfo ジオデータベースの作成」「トポロジー構造の生成」「ArcInfo Coverage データの作成」である。

### 3.10.2 実施方法

#### (1) 主題属性の入力

| Contents Preview Metadata |          |        |            |              |       |         |  |
|---------------------------|----------|--------|------------|--------------|-------|---------|--|
| FID                       | Shape    | Entity | Layer      | mName        | item  | history |  |
| 0                         | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Petije       | 801_4 | 200903  |  |
| 1                         | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Grbavac      | 801_4 | 200903  |  |
| 2                         | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Tor          | 801_4 | 200903  |  |
| 3                         | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Stepen       | 801_4 | 200903  |  |
| 4                         | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Pja`dol      | 801_4 | 200903  |  |
| 5                         | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Kapa         | 801_4 | 200903  |  |
| 6                         | Point ZM | Text   | 801_4_hill | V.Raf        | 801_4 | 200903  |  |
| 7                         | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Br`elice     | 801_4 | 200903  |  |
| 8                         | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Vis          | 801_4 | 200903  |  |
| 9                         | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Humac        | 801_4 | 200903  |  |
| 10                        | Point ZM | Text   | 801_4_hill | M.Raf        | 801_4 | 200903  |  |
| 11                        | Point ZM | Text   | 801_4_hill | V.brijeg     | 801_4 | 200903  |  |
| 12                        | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Srednje brdo | 801_4 | 200903  |  |
| 13                        | Point ZM | Text   | 801_4_hill | `elo         | 801_4 | 200903  |  |
| 14                        | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Brdo         | 801_4 | 200903  |  |
| 15                        | Point ZM | Text   | 801_4_hill | M.vis        | 801_4 | 200903  |  |
| 16                        | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Ostrik       | 801_4 | 200903  |  |
| 17                        | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Veljigrad    | 801_4 | 200903  |  |
| 18                        | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Obida        | 801_4 | 200903  |  |
| 19                        | Point ZM | Text   | 801_4_hill | Glavoc       | 801_4 | 200903  |  |

図 26 : 入力した主題属性の一部

注記情報と履歴情報を主題属性として図形データへ格納した。注記情報は、注記する地物との位置関係を参照しながら手作業にて図形の属性領域へ入力を実施した。

#### (2) ArcInfo ジオデータベースの作成

トポロジー構造を生成するために地物データを ArcInfo ジオデータベースに格納した。ジオデータベースは、トポロジー構造を持った状態でさまざまな処理を可能としているため、ArcInfo Coverage データを作成する前に作成し Coverage データと 1 対 1 の関係にしておくこととした。ArcInfo Shape ファイルについてもジオデータベースより作成した。

#### (3) トポロジー構造化の生成

ネットワーク構造と面のトポロジー構造を必要とする地物について、トポロジー構造の生成を実施した。

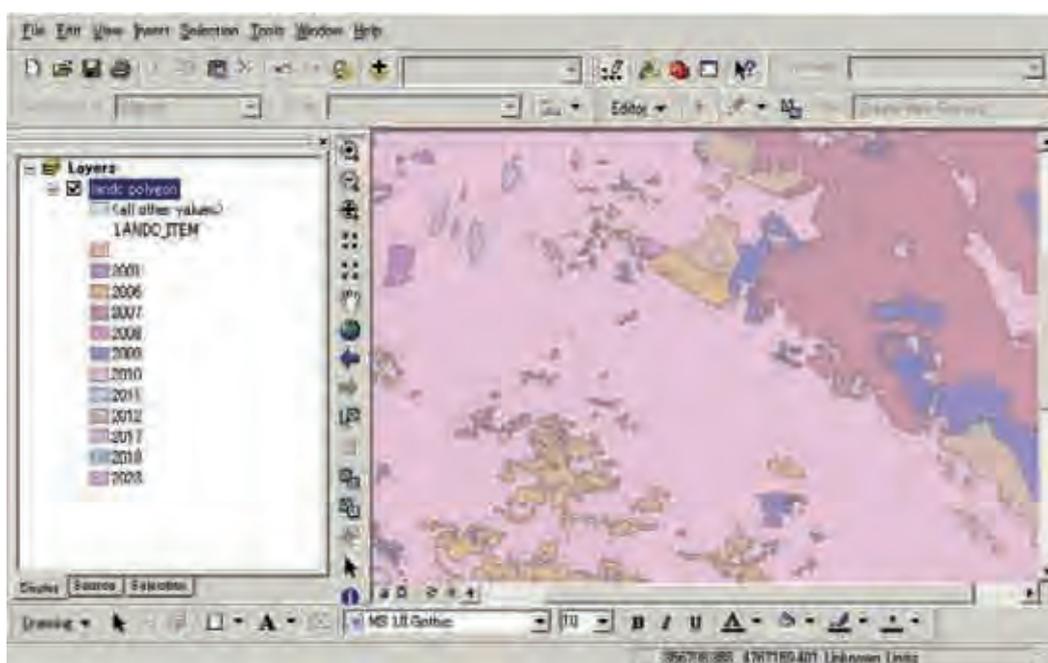


図 27：土地利用データのトポロジー生成

#### (4) ArcInfo Coverage データの作成

トポロジー構造を生成したジオデータベースより ArcInfo Coverage データを作成した。Coverage データ作成後、データセットごとにメタデータを作成した。

### 3.10.3 実施数量・及び結果

#### (1) 実施数量

実施数量（面数）：Coverage データセット 92 面（1:25,000 図郭）メタデータ 92 面

使用機材：ArcGIS 9.2 (ESRI)

#### (2) 結果

課題としては、地図記号化について発見された地形図の不備について GIS データベースについても修正する必要があったことである。ただし地図記号化作業を先行で進めていたため、比較的容易にデータ修正を実施することができた。作成した ArcInfo Coverage データの一部を以下に示す。

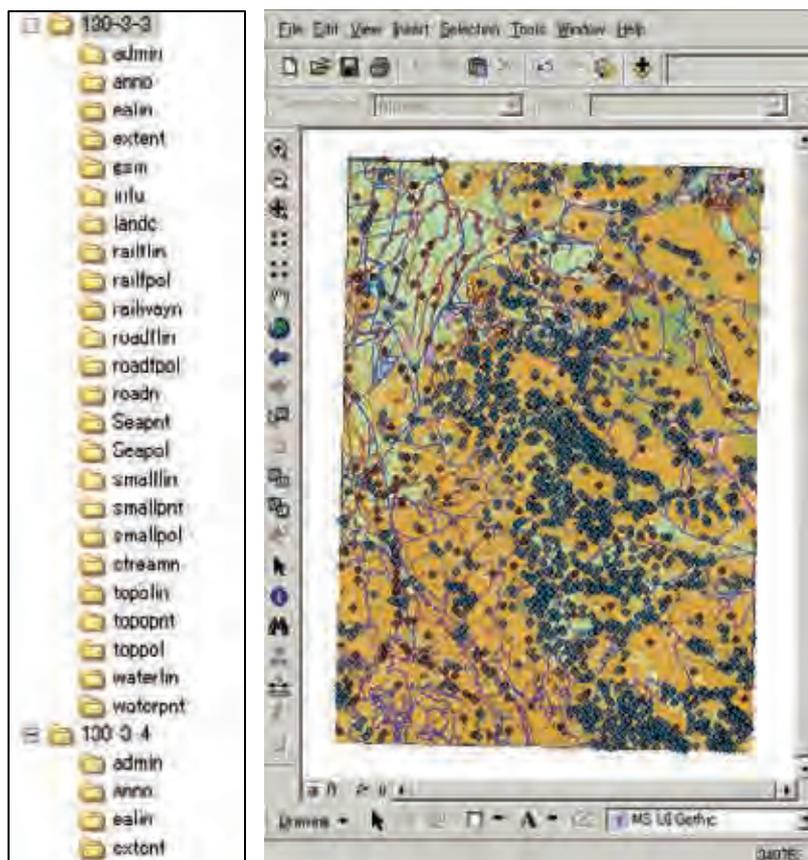


図 28 : ArcInfo Coverage データと ArcGIS での表示

### 3.1.1 地図記号化

#### 3.1.1.1 業務の内容

GIS 構造化編集の課程で地図記号化に必要な処理の終了した地形図データを用いて、縮尺 1:25,000 の印刷用地図データを作成した。

#### 3.1.1.2 実施方法

整備された地形図データより、1 図面につき図式番号毎にレイヤー分けされたベクターデータファイルからなる印刷用地図データを作成した。

##### (1) 地図面

図式番号毎にレイヤー分けされたファイルを空間データ基盤の図式仕様書に基づき、線幅、色、記号、地紋、注記などの生成・加工作業を行った。また、地図としての表現を考慮して、レイヤーの上下関係の修正、レイヤーの補足、オブジェクトの転移・微調整等も行った。

## (2) 整飾部

地図データと整飾データを合成し、図面番号、タイトル等の情報入力を図面毎に行い、図面単位の印刷用データを完成させた。



図 29 : 整飾部

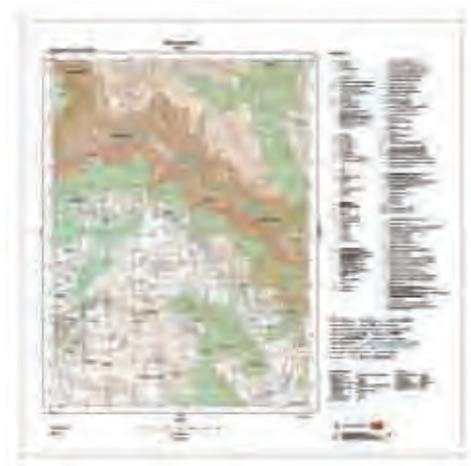


図 30 : 地図面と整飾部の合成

## (3) 校正作業

完成した印刷用地図データをプロッターで出力し、地形、注記等の検査を行った。検査により修正が発生した場合は直ちに印刷用データを修正し、完全な印刷用データが完成するまで1図面につき平均3回この校正作業を繰り返し実施した。

### 3.1.1.3 実施数量・及び結果

#### (1) 実施数量

印刷用地図データ（地形図+整飾） 92面

#### (2) 結果

##### 1) 成果品データの詳細

- ファイル形式 : PostScript file (Adobe Illustrator CS3 フォーマット)
- 使用色 (地図面) : 10色 (Black, Gray, Red, Orange, Blue, Light Blue, Green, Light Green, Yellow, Brown)
- カラーモード : CMYK (4色印刷モード)
- 仕上がりサイズ (整飾部を含む) : 天地 700mm×左右 700mm (一部 800mm×700mm 延伸図面)

## 第4章 技術移転及び評価

“第3章 空間データ基盤整備”の項でも示したとおり本調査では、日本側で全域の空間データ基盤を整備するのではなく、国土の30%については、DREの責任実施分として位置づけられている。この30%分の業務遂行のため、また将来の自立発展のためにも不可欠な技術移転も本調査に占める大きな要素であり、これを確実にを行うために必要な地上測量機器のGPS、デジタル写真測量システム、地図記号化、GISソフト等々がJICAより提供され、空間データ基盤整備にかかる一連の技術移転を合わせて実施した。

技術移転業務は主として共同作業(OJT)、ならびに研修(講義・実技)も合わせて実施した。

DREの地上測量部門は既に先進の電子基準点も有し、基準点測量・地籍測量分野においては高い技術を有していることから、技術移転はこの電子基準点の活用と、これまで経験の少ない空間データ基盤整備に必須な分野に的を絞った。講義などの研修は各業務の開始段階のみに留め、多くを日本側専門家とのOJTにより実施した。その業務の内容は以下に示すように、標定点測量における刺針点の設置方法、偏心要素の測定方法、写真現地調査、その補測作業等、空間データ基盤整備という調査の工程で求められる地上測量に限定した。

一方、上記地上測量で得た調査結果および空中写真を基に、地形図、GISデータベース作成の主要業務を担う写真測量部門に対しては、一連の全行程について講義・実技を組み込んだ技術移転を行うとともに、そこで得られた技術に基づいて、調査対象地域内の2面の空間データ基盤をOJTにより作成した。

DREの写真測量部門は、これまでに地籍測量に求められる背景図や、関係省庁・地方自治体から開発計画立案に求められる1:5,000や1:2,500等の大縮尺図作成の経験は豊富で、空間データ基盤整備のための基礎的な技術は有していた。しかしながら2006年の独立まで旧ユーゴスラビアに託していた小縮尺の地形図については、これまで作成経験を有する技術者が少なく、しかも空間データ基盤としてGISデータベースの構築も含まれていることから、今後の自立発展に重要で不可欠な技術として、多くの時間をこの分野の技術移転に投入した。

加えて、この技術移転の効果をさらに高めるため、2008年8月から9月にかけて4名(DRE:2名、DSP:2名)の技術者が日本における約4週間の研修に参加した。この研修では、日本が進めている先進技術の応用と、そこで用いられる空間データ基盤の必要性、その有効活用等々について理解を深めることに大きな効果を発揮した。

他方、DREは空中写真撮影のための航空機、カメラ、写真処理ラボを独自に有し、本調査に用いる空中写真はJICAから提供された材料により、調査団との共同作業により撮影した。撮影士を始めとするクルーはそれぞれ十分な業務経験を有しており、技術移転ではなく精度管理に重点を置いた。

地上測量部門および写真測量部門を対象として実施してきた技術移転、その評価は以下に示すとおりである。

## 4.1 刺針点の設定及び偏心要素の測定(標定点測量)

### 4.1.1 技術移転の内容

特に撮影後の空中写真から標定点として利用可能で明瞭な地物を判読し、それを正確に空中三角測量の標定点として測定する技術は、写真測量の第1ステップで最も重要な技術である。この技術移転を実施するに当たって次の項目について DRE と協議し、相互に内容を理解したうえで OJT により技術移転を実施した。

#### (1) 技術移転の対象技術

DRE の地籍測量や道路測量などの業務経験から判断すると DRE の技術者は十分な技術レベルを有していたため、標定点測量の実務を通じて空中写真を用いた予備点の選点方法と偏心要素の観測方法をその対象とした。

##### 1) DGPS 測量による観測方法

DRE が所有する GPS 受信機 2 台を利用し、そのうち 1 台を既設基準点に設置、他の 1 台を偏心点である予備点に設置する DGPS (Differencial GPS)の観測方法について OJT により実施した。本業務では約 15 分の GPS 同時観測によって予備点の地理座標を測定後、DRE 所有の GPS 解析ソフトで平面座標を計算した。

##### 2) RTK GPS 測量による観測方法

調査用機材として DRE に提供された RTK GPS 測量用の受信機の 1 セットを利用して、モンテネグロ国内に整備された電子基準点を利用した最新の測量方法である。モンテネグロには既に 9 点の電子基準点が設置され位置補正データの配信も開始されていたため、その補正情報を基に約 20 秒の観測を行った。

##### 3) トータル・ステーションによる観測方法

DRE が所有しているトータル・ステーションを利用する従来の測量方法である。この方法は本点となる基準点と、方位決定のための基準点間の視通が取れる条件のもとで偏心要素（水平角と水平距離及び比高差）を観測し、予備点の座標を求める方法である。



写真 14 : Plijeva 市役所の屋根に設置された電子基準点



写真 15 : RTK GPS にて既設基準点の検測

#### 4.1.2 評価

DRE の技術者は地上測量の実務経験が豊富であったため、空中写真上に写る予備点の偏心要素の観測方法の理解も早く、地上測量のレベルが高いことが視えた。但し観測後の GPS 解析・計算等については、担当部門が分かれており、一部の座標成果提供の遅延も生じるなど改善の余地があることも明らかになった。

本調査の技術移転の結果から、計画・観測・計算整理の各工程において技術力の再確認と共に、地上測量業務のさらなる効率化と品質管理の推進、これらを地上測量部門の課題として改善することが望まれる。

## 4.2 拡大写真を用いた現地写真調査・整理

### 4.2.1 技術移転の内容

地上測量と写真測量の異なる 2 部門で最も緊密な連携が求められる業務である写真調査は、現地で確認した正確かつ信頼できる調査結果が、空間データ基盤作成の要素として写真測量部門の図化オペレータに確実に伝わるのが極めて重要である。このため技術移転では以下の項目について留意し確実に習得できるように配慮した。

- 本調査の実施に伴い新たに制定した空間データ基盤仕様の理解
- 仕様に基づいた現地写真調査の実施方法の習得
- 現地写真調査の整理方法の習得

さらに技術移転を実施するに当り、次の項目について DRE と協議し、相互に理解したうえで実際の業務を行った。

##### (1) 技術移転の対象技術

- 隣接写真との接合も含めた調査範囲を空中写真上へ正確に明示する方法
- 記号やコード番号を用いた調査方法
- 調査結果を正確に空中写真上に表示する方法
- 調査結果の整理方法

##### (2) 方法

現地調査期間中の実務と平行して実施することから、OJT を主たる技術移転の方法とした。ただし実際の業務・技術移転の開始に先立ち、以下の項目について講義形式で説明・協議を行った。

- 現地写真調査用の図式仕様
- 現地写真調査の工程管理
- 空中写真の判読方法



写真 16：現地調査の技術移転風景

#### 4.2.2 評価

技術移転での経験や調査成果をもとに、今後 DRE の責任実施分の 30% についての現地写真調査は十分可能である。

今後の課題は、地上測量部門と写真測量部門の技術的連携を深め、技術者間の写真判読や調査結果の均質化を図るとともに、移転された技術が他の技術者に伝播し、空間データ基盤仕様に基づいた現地写真調査実施方法の充実が望まれる。

### 4.3 空中三角測量、DEM 生成、等高線生成

#### 4.3.1 技術移転の内容

技術移転の最終目標は、DRE が独力で 1:25,000 空間データ基盤の構築が可能となることであり、その精度を大きく左右する空中三角測量は、準備から成果作成、その成果に基づいて DEM 生成・編集・等高線作成が障害無く実施できることを目標とし、次の事項について DRE と協議した。

##### (1) 技術移転の対象技術

- デジタル写真測量システムの操作方法 (LPS\_CORE・LPS\_ORIMA・LPS\_ATE・LPS\_TE)
- 空中三角測量

- DEM 作成・編集
- 等高線作成

## (2) 方法

技術移転開始時点で終了していた撮影成果から、基準点の配点などが最適なエリアを選定し、講義形式と実習形式で実施することとした。またその効果は、DRE 担当分の空中三角測量 98 モデル、DEM・等高線作成をオンザジョブトレーニングで2面作成して評価することとした。



写真 17：空中三角測量の技術移転

## (3) 実施項目と実施内容

- 空中三角測量に必要な標定点データの取り込み、標定図の作成方法
- 空中三角測量のプロジェクト作成、ソフトウェアの設定、内部標定の作業方法
- 立体視による標定点などの座標観測と、自動相互標定の作業方法
- バンドル調整とエラーの修正方法、レポートの読み方など
- 様々な地形での DEM 生成の設定方法、大規模な DEM の作成方法など
- ステレオモデル上での DEM の修正方法とブレイクラインの入力方法
- DEM より等高線を生成し編集ソフトウェアのデータファイル形式に出力する方法

### 4.3.2 評価

DRE は第1回技術移転終了後より第2回技術移転開始までの2ヶ月間で、独自に空中三角測量を実施した。その結果バンドル計算の値に問題が判明し、第2回技術移転の間にアドバイスをして再度実施し良好な成果を得ることができた。この事実と C/P の担当者が経験豊富であったことから、DRE は独力で空中三角測量を実施可能なレベルにあると判断した。

加えて DRE 内の空中三角測量における実態調査（アンケート及びテスト形式）を実施した結果、それらの作業を実行可能な職員は多いことも明らかになった（グラフ①②③より）。これにより技術的には十分に実施可能と判断できた。ただし JICA が供与した新しい機材での実施経験少ない（グラフ④⑤より）事も明らかとなった。

## 4.4 デジタル図化

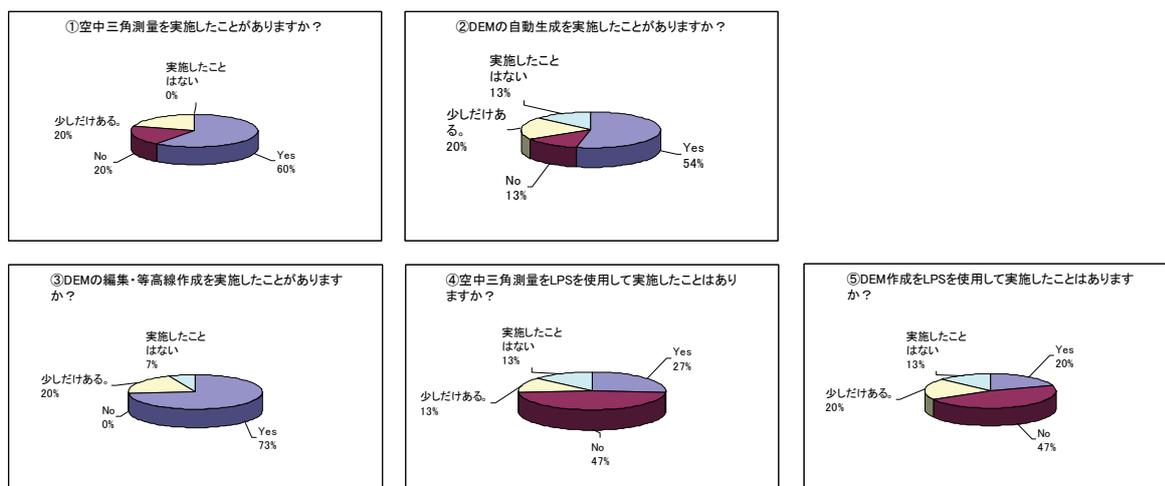


図 31 : 空中三角測量・DEM 等高線作成におけるアンケート及びテスト結果

## 4.4 デジタル図化

### 4.4.1 技術移転の内容

DRE が技術移転後に独力で業務を実施できること、という目標を考慮し、対象者は図化オペレータ 2 名とした。ただし技術移転の講義はそれ以外のメンバーも受講可能とした。技術移転の結果は担当者 2 名の実績で評価し、その他のメンバーも意欲次第で、技術の習得が可能な環境にした。

#### (1) 技術移転の対象技術

- デジタル図化
- 検査（論理検査・目視検査）

#### (2) 方法

講義形式と空中三角測量の技術移転で用いたモデルを用いた実習形式で実施することとした。また DRE が担当する範囲（2 面）のデジタル図化・編集を対象にしてオンザジョブトレーニング方式を採用することとした。

#### (3) 実施項目と実施内容

- デジタル図化を実施するためのステレオモデル・標定図・資料の利用方法と、デジタル図化機のアプリケーションと地物テーブルの使用法
- ネットワーク構造で作成するために重要な、端点の一致等の重要性を理解した道路施設・鉄道施設の図化方法

- 河川、湖沼、海の地物の図化方法（特に河川はネットワーク構造化であるため道路や鉄道と同様に連続性の重要性について）
- 数多く存在する岩がけ表現を重視した等高線以外の地形表現項目の図化手法
- 建物等の小物体の図化方法
- 写真で判読が困難な小さな地物について、資料や旧地形図を参照して記号で表現する方法
- 図化済みデータをプリントし、漏れ・過剰図化などについて資料や航空写真を用いた目視検査の方法
- 検査結果を精度管理表に整理し管理する方法

#### 4.4.2 評価

空中三角測量の技術移転同様に実際のデータを使用した講義・実習を主としたが、担当者はデジタル写真測量経験者であり、作業内容に対する理解が早いため問題は発生しなかった。DRE 内のデジタル図化における実態の調査（アンケート及びテスト形式）を実施した結果、デジタル図化作業の経験者が多いことがわかった（グラフ③④⑤より）。しかし本業務の製品仕様書については理解している職員は少ない（グラフ①②より）。

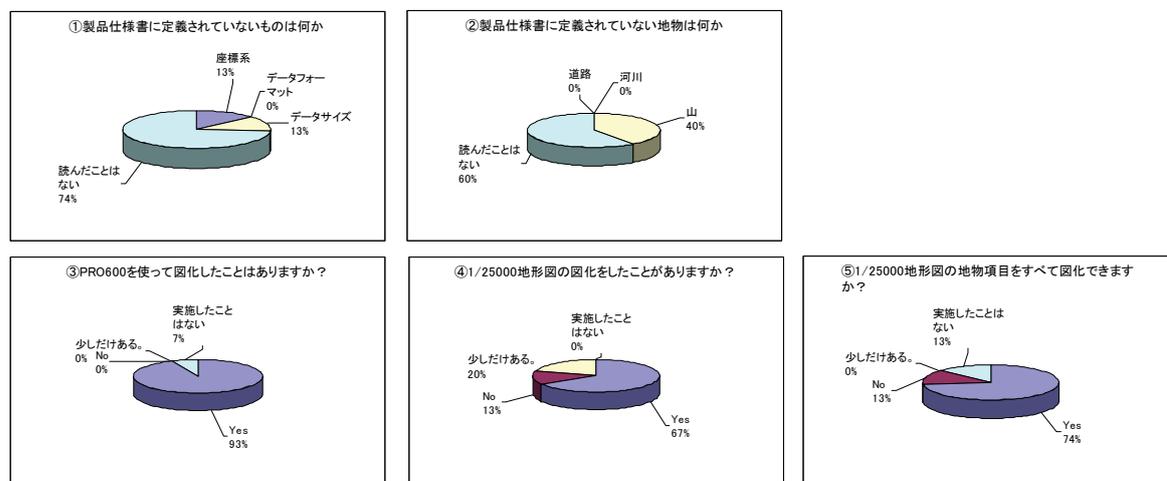


図 32 : デジタル図化におけるアンケート及びテスト結果

## 4.5 デジタル編集

### 4.5.1 技術移転の内容

単に記号化のための編集だけでなく、構造化を考慮しなければならないことから、対象者は製品仕様書を理解した若手技術者2名とした。ただし、対象者は記号化編集の経験が浅いため、デジタル図化を専門にしているC/Pにもサポートとして参加した。

### (1) 技術移転の対象技術

- デジタル編集
- 検査（論理検査・目視検査）
- 現地補測紙作成

### (2) 方法

講義による研修と実際にシステムを用いて行う実習形式により、DRE が担当する範囲（2面）のデジタル編集を対象にしてオンザジョブトレーニング方式により実施した。



写真 18：デジタル編集の技術移転

### (3) 実施項目と実施内容

- 基準に満たないデータや余計なデータの整理方法
- 道路や鉄道に関わる地物の転移（法面など）、記号が重なりあった場合の転移、方向を持った地物の方向性の編集
- ネットワーク構造である道路・鉄道・河川等のデータの場合、それを構成する線同士が接続していなければならない編集方法
- 土地利用のように面のトポロジー構造が必要なデータの場合、境界線とそれに囲まれる領域に代表点が必ず一つのみ入らなければならない編集方法
- 他の図面との接合方法
- DEM から作成した等高線の編集方法
- 注記や基準点数値など編集時に作成する注記の入力編集方法
- データタイプ（面・線・点・注記）の論理検査、ネットワークデータ・土地利用（面のトポロジーデータ）の論理検査、その他一般的な論理検査（線の自己交差等）方法
- デジタル編集済みデータをプリントし、元資料と比較する目視検査方法
- デジタル編集済みデータをプリントし、その工程までに判明した不明点の調査指示を記載した現地補測紙作成方法
- 検査結果を精度管理表に整理し管理する方法

## 4.5.2 評価

DRE が技術移転で担当する2面については、概ね問題なくデジタル編集作業を完了することができた。課題としては、第1回と第2回の技術移転の間に独自に実施した作業、ならびにデジタル補測編集の技術移転のまでの間に実施した作業が不完全であったことで、これは目視検査や論理検査が不十

分であることが原因であった。このことから DRE では作業者とは別に検査者を置いて、作業者と分離した形で検査を実施できる環境を整備することが必要と考える。またアンケート及びテスト結果では、GIS データベースとしてのデジタル編集を実施できる職員が少ないことも明らかとなった（グラフ①②③より）。また目視検査や論理検査のように、作成したデータについて検査を行うことについても経験が少ないことがわかった（グラフ④⑤⑥より）。

これは DRE が特別ということではなく日本国内でもよく実施することで、作業者とは別の人間が検査することにより確実にデータの不具合をなくすことが可能と考える。

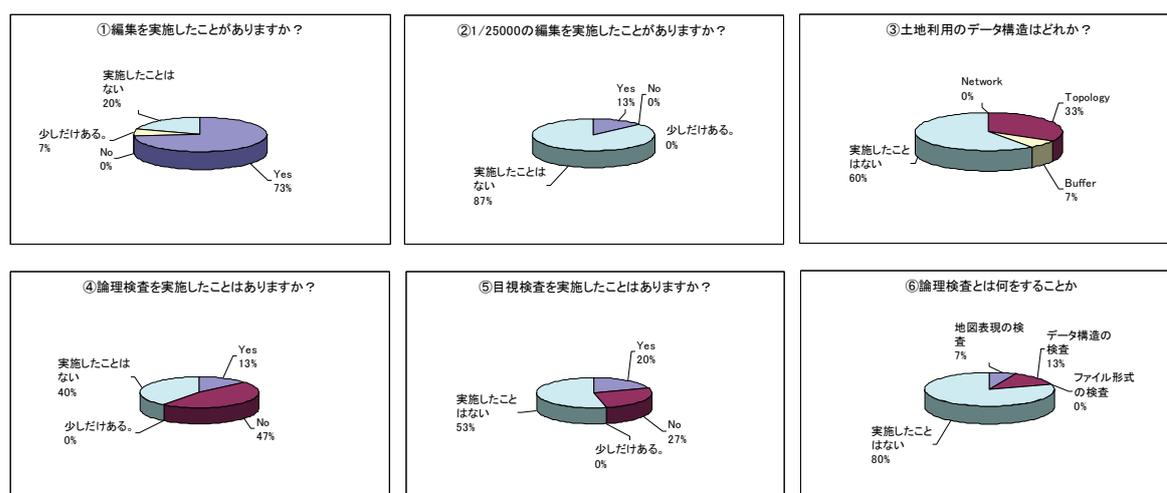


図 33：デジタル編集におけるアンケート及びテスト結果

## 4.6 現地補測

### 4.6.1 技術移転の内容

技術移転の目標は、地上測量を専門とした CP が基本的な地形図の読図能力を向上させること、調査すべき地物項目に関する理解度を向上させること、そして現地補測全体の調査内容の理解を深めることに重点をおいた。

約 30 年前に整備された旧地形図上の地物情報の経年変化の特徴や、当時の地図表現の方法などを確認しながら技術移転に役立てた。

#### (1) 技術移転の対象技術

- 現地補測図上で不明・不確実な表現項目の抽出と確認すべき検査方法、
- 現地補測で対象とする各地物項目の特徴
- 現地補測図上に地図記号とコード番号の表示方法
- 注記資料図と旧地形図の注記を照合する検査方法

### (2) 方法

OJT を通じ調査用マニュアルや図式適用ルールを理解を求め、各班の CP に技術移転する方法を採用した。

#### 4.6.2 評価

今後の課題としては、空間データ基盤の仕様や調査用マニュアルを基に、DRE 独自に共通の仕様や方法を工夫するとともに写真測量部門を含めて改善する必要がある。そして従事した技術者から他の技術者へ、この業務経験が伝わることを望まれる。

一方注記の検査に関しては、注記資料図と調査用マニュアルを基に協議の上で実施した。担当者はモンテネグロ国内の地名や地理、歴史に知識が深く、技術移転はより効果的であった。

今後の課題としては、現地補測業務の効率化のため、また地形図の品質向上のため、双方の部門で連携した調査・検査体制の充実であろう。



写真 19：地物検査方法の技術移転

## 4.7 デジタル補測編集

### 4.7.1 技術移転の内容

デジタル編集済のデータに現地補測結果を入力し、製品に仕上げるための実践的技術および地図記号化のための入力データ作成に関するデジタル補測編集について OJT による技術移転を行った。

#### (1) 技術移転の対象技術

- デジタル補測編集
- 地図記号化入力データ作成
- GIS 構造化入力データ作成

#### (2) 方法

講義形式と実習形式で実施することとし、DRE が担当する範囲（2 面）のデジタル補測編集を対象にしてオンザジョブトレーニング方式により実施した。



写真 20：デジタル補測編集の技術移転

### (3) 実施項目と実施内容

- 現地補測紙の読み方
- 現地補測紙の指示事項に従ったデジタル編集
- 次の工程にデータを渡す前の補測編集済みデジタル編集データの作成方法
- 検査結果を精度管理表に記載し管理する方法
- 「地図記号化」と「GIS 構造化」のための入力データ作成方法

#### 4.7.2 評価

アンケート及びテスト形式の調査を実施した結果、DRE では補測数値編集という作業は実施した経験がないことが明らかになった（グラフ①②より）。また GIS ソフトウェアを使って行う作業についても同様に、ほとんど経験が無いことがわかる（グラフ③④⑤より）。

技術移転の結果、GIS 構造化や地図記号化の作業を開始した段階で、軽微なものではあったがデータの不具合が若干見られたものの、DRE が技術移転で担当する 2 面については、問題なくデジタル補測編集作業を完了することができた。このようなエラーは今後も発生する可能性はあるため、作業者同士が連携して作業を実施すれば解決は容易と考える。

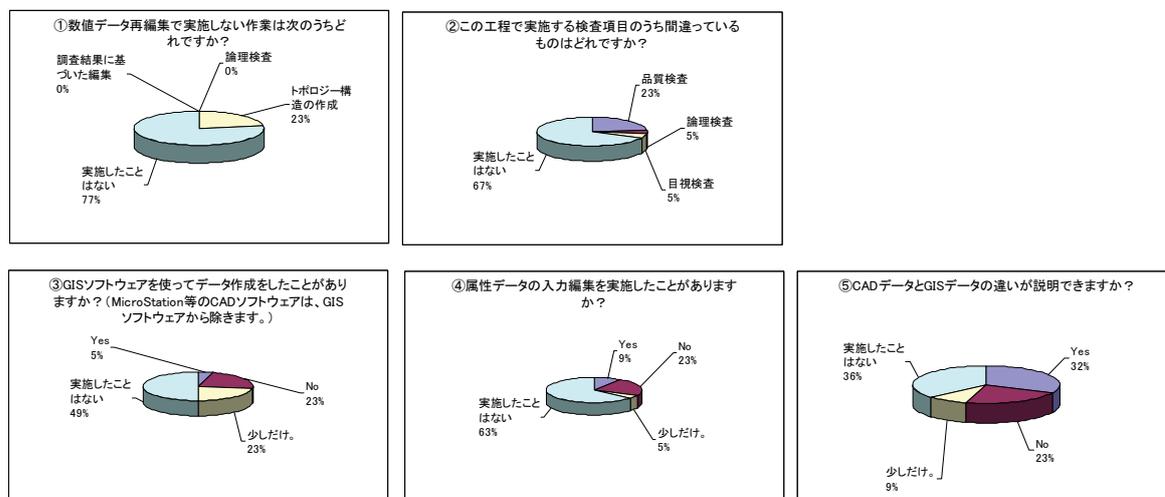


図 34：デジタル補測編集と構造化におけるアンケート及びテスト結果

## 4.8 GIS 構造化

### 4.8.1 技術移転の内容

デジタル編集済みのデータを GIS ソフトウェアに取り込んで、属性の付加・トポロジー構造の生成・GIS データベースへの登録を実施する技術移転を実施した。

### (1) 技術移転の対象技術

- ArcGIS への CAD データの取り込み
- 属性情報の入力
- 論理検査・トポロジー構造の生成
- ジオデータベースの作成
- ArcInfo Coverage データの作成



写真 21 : GIS 構造化の技術移転

### (2) 方法

講義形式と実習形式で実施することとした。

DRE が担当する範囲（2 面）の補測編集済みデジタル編集データを対象にしてオンザジョブトレーニング方式を採用することとした。

### (3) 実施項目と実施内容

- CAD データを ArcGIS で加工が可能な Shape ファイルへ変換する方法
- Shape ファイルに属性フィールドを作成し主題属性を入力する方法
- ネットワークデータ、トポロジーデータの論理検査方法とエラーの修正方法
- ArcInfo ジオデータベースへ Shape ファイルを格納する方法とトポロジーの生成方法
- 製品仕様書に定めた最終成果である ArcInfo Coverage データの作成方法

## 4.8.2 評価

DRE にとって GIS ソフトウェアを利用した構造化の業務はこれが始めてであり、理解不足による単純なミスが技術移転中に多く見られたが、責任実施分の 2 面については問題なく完成した。

今後の業務では、調査団が作業結果を検査することは出来ないため、一つ一つの手順について確実に実行したかを確認して作業を進める必要があると考える。この課題は GIS データ作成を多く実施することにより解決できると考えられることから、GIS データベースの整備以外の業務についても、GIS データベースまでの作成を行い、経験を積むことが望まれる。

## 4.9 地図記号化

### 4.9.1 技術移転の内容

本調査で整備する空間データ基盤のうち、従来のアナログ版の地形図を出版するための業務がこの地図記号化である。デジタル編集、GIS データベース構造化の完了したデータに対し、新しく制定した仕様に準拠して線種・線号・色等の整飾を施すと同時に、記号の転移や注記の傾きを調整する技術

などの習得が必須であり、DRE の 2 名の職員を対象に実施した。

### (1) 技術移転の対象技術

- グラフィックソフト Adobe Illustrator CS3 の基本操作
- 印刷用地図データ作成に必要なオブジェクトの作成 (カスタムカラー、地紋パターン、シンボルブラシ、ラインブラシ等)
- 実データを用いた編集作業による印刷用地図データの作成



### (2) 方法

写真 22 : 地図記号の技術移転

調査団が独自に準備した Adobe Illustrator の基本操作に関するマニュアル、ならびに地図編集作業に関するマニュアルを用いた講習と、DRE が作成する実データを用いた OJT による実践形式を技術移転の方法により実施した。

### (3) 実施項目とその内容

#### 1) 印刷環境に関する講義

世界の主流となっている Desk Top Publishing (DTP) に関し、データをイメージ通りに印刷するために重要な要素となる、“データの解像度”、“オーバープリント”、“4 色分版 (特色を用いた印刷も含む)”、“リンクファイル (画像データ) の条件” 等、印刷出稿データの必要条件について C/P の理解を得た。

#### 2) グラフィックソフト Adobe Illustrator CS3 の基本操作

Adobe Illustrator CS3 の機能の理解と基本操作、印刷用地図データを作成する際に使用する応用的な機能について、実際にソフトを運用しながら理解を求めた。重要な技術に関してはその都度命題を与えて C/P 自信が実際にソフトを操作し、理解度を深めるように努めた。

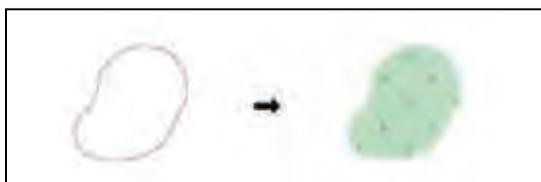


図 35 : 植生パターン

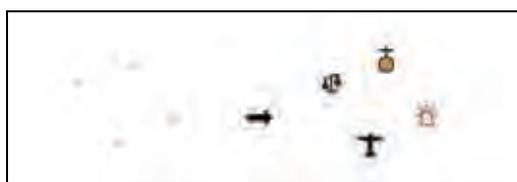


図 36 : シンボルブラシ

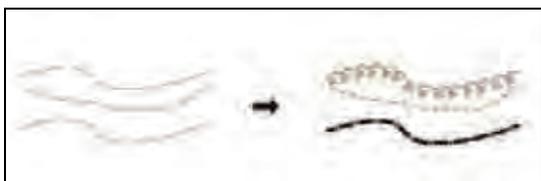


図 37 : ラインブラシ

### 3) 印刷用地図データ作成に必要なオブジェクトの作成

印刷用地図データ作成に必要な植生パターン、シンボルブラシ（マーク）、ラインブラシ（崖、境界線他）等のオブジェクトを図式に準じて作成し、常時呼び出し可能なシンボル（スウォッチ）ライブラリー、ブラシライブラリーに登録させた。これにより入力されたラインデータ、ポリゴンデータを一括変換する事が可能となった。

### 4) 実データを用いた編集作業による地図データの作成

デジタル編集、GIS データベース構造化作業を経て整備されたラインデータ、注記データ、植生ポリゴンデータ等の地形図データを用いて地図編集作業の技術移転を行った。図式番号毎に分かれた多数のファイルを Adobe Illustrator で縮尺 1:25,000 重ね合わせ、各レイヤーを整理した後、図式に準じてオブジェクトの着色、線種・線号の変更、注記の書体・色等の変更、指示点のシンボルブラシへの変換、一部ラインデータのラインブラシへの変換等を行って地図データを 2 面完成させた（図面番号：160-3-1, 160-3-2）。

### 5) 地図校正作業

作成した地図データを調査用機材のプロッターを用いてカラー出力し、線種・線号・色、注記フォントタイプ・サイズ、注記傾斜等について、目視検査による校正作業の方法を習得した。

### 6) 地図データと整飾データの合成による印刷用地図データの作成

作成した地図データと整飾データを合成し、図面番号、到達、タイトル等の情報を図面毎に入力し、図面単位の印刷用地図データを完成させ、一連のデジタル地図出版の基本的な流れを DRE の CP は習得した。

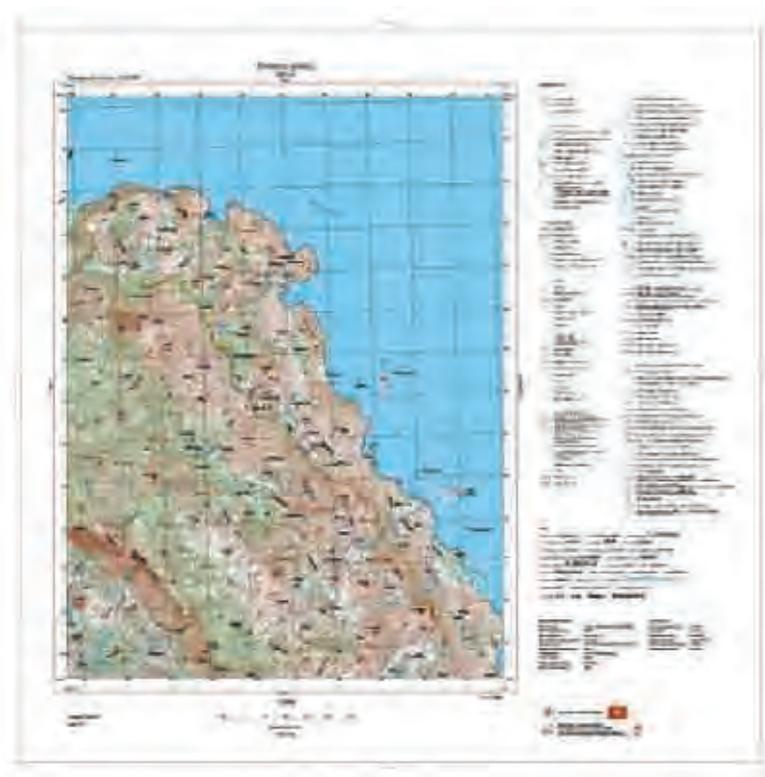


図 38 : 印刷用地図データの完成図 (図面番号 : 160-3-2)

#### 7) 経年変化修正

今後数年を経て必要になるであろう 1:25,000 印刷用地図データの経年変化修正に関し、該当する更新レイヤーの差換え方法や、マニュアル処理による個別なデータの修正方法についても講義と OJT を通じて CP はその技術を理解した。

### 4.9.2 評価

#### (1) DXF データの入力に関する取決め事項

現在の DRE の作業環境下では、DXF フォーマットの出力データを Adobe Illustrator に入力して 1:25,000 縮尺のデータを得るためには、アートワークの倍率を 40% 縮小することが必須である。

#### (2) 不整合な部分への対処

崖や鉄道線等、1本のラインで入稿された DXF データにラインブラシを適応して一括で属性変換する際、部分的に不整合が発生する場合がある。その際は線分を分断して一部マニュアル処理で修正するか、線分の形状は変えずにセグメント (ポイント) の数を減らすコマンド「パスの単純化 (simplify)」を用いるなどして対処しなければならない。このような対処策に関し実習により確認した結果他、CP 自身が複数のコマンドを組み合わせで対処するなど、不整合な部分の修正能力に

ついでに技術は問題なく習得したといえる。

#### (3) 仕様変更への対処

植生ポリゴンの線幅ならびに色変更、道路の二条線の色変更等、業務実施期間中にいくつかの仕様変更が決定された。しかしながら技術移転で作成した地図データは既にライブラリーに登録されており、これらの登録色 (Swatch Color)、それに基づいた登録パターン等の変更を余儀なくされたが、オブジェクトの一括変換が可能な事から C/P 自身による仕様変更は比較的容易に終了した。

#### (4) 作成した2図面に対する評価

作成された印刷用地図データは、処理の段階で地図データのエラーなども存在したが、その都度デジタル図化・編集担当の C/P と確認を行って問題を解決し、地形図の内容は印刷用のデータとして C/P 自らの技術により完成することができた。

#### (5) カウンターパートに対する評価

技術移転対象の C/P2 名は、グラフィックソフト Adobe Illustrator を扱った事が無かったにもかかわらず、地図で使用するオブジェクトの作成、実データ (DXF データ、植生ポリゴンデータ) の入力からデータの検証、編集作業、校正まで独力で行うことが可能となった。技術移転を行った図面は DRE の責任実施分の 2 面ではあったが、C/P の理解度・習得度は概ね印刷用地図データを独力で作成出来るレベルに達していると評価出来る。

### 4.10 地理情報普及 (GIS)

#### 4.10.1 技術移転の内容

本調査の成果品であるデジタル地形図 (縮尺 1:25,000) の効果的な利活用を促進するため、DRE 及び DSP の職員各 3 名に対して、GIS の活用に係る技術移転を実施した。

技術移転の実施に際しては、DRE にはデジタル地形図の GIS データ構造化に係る部分に重点を置き、一方 DSP には空間解析に係る技術移転に重点を置き、基本的に上記技術移転内容のとおり、DRE 及び DSP の研修生は同時に研修を実施した。

地形図 GIS データベースの構築では、DRE で必要とされる ArcInfo のカバレッジ形式でトポロジー構造を有した GIS データを構築するための研修を実施した。また、その GIS データから印刷図を作成するために、土地利用のデータを記号化するためのデータ (レイヤー) を作成する研修を実施した。

一方、DSP 職員に対しては、ArcGIS の基本操作の研修及び空間解析の活用方法に係る研修を実施した。その際、モデル GIS データベースが必要となるため、本研修では、以下のデータセットを用意した。

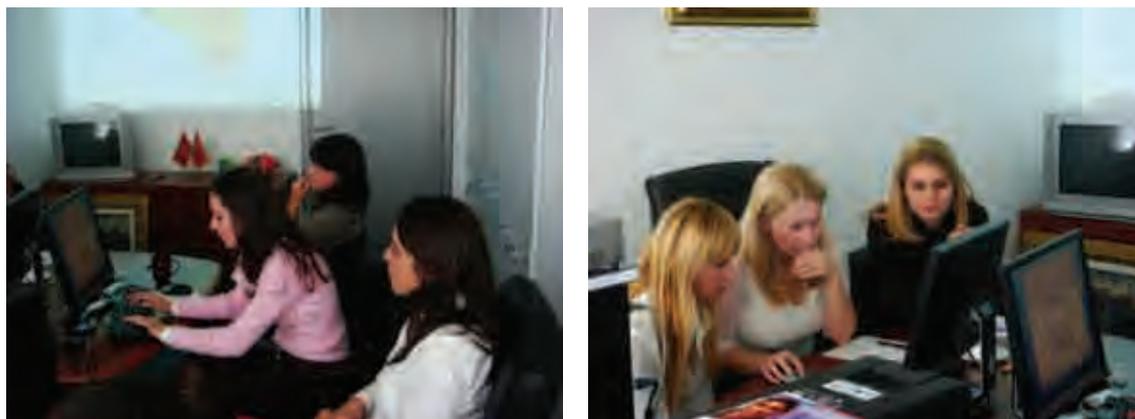


写真 23 : 技術移転の様子 (DRE、DSP)

- モンテネグロ全域の行政界データ
- 各行政区における男女の人口、各年齢総の人口データ (2003 年センサスデータ)
- 1:25,000 図面 2 面 (ポドゴリツァ周辺) 分の道路、河川、土地利用、標高、傾斜、斜面方位データ

これらの GIS モデルデータベースを活用し、モンテネグロ全域の地域特性分析、及びポドゴリツァ周辺の土地開発のための適地選定解析に係る GIS 研修を実施した。

#### 4.10.2 評価

本技術移転結果の評価方法として、1 つは研修期間中にいくつかの課題を与え、その課題に即したデータ、図面を作成させる方法を採用し評価した。もう 1 つは、技術移転に係るアンケート調査を実施し、C/P 職員によるセルフ評価を実施した。以下に DRE、DSP、それぞれについての評価結果を示す。

##### (1) DRE に係る評価

約 1 ヶ月間の GIS 研修を通じて DRE の職員は、基本的な ArcGIS の操作をマスターし、臨機応変に地形図データを編集・加工することができた。この部分に関しては、非常に高いレベルにあると思わ

れる。また、空間解析機能についても、概ね全ての機能をマスターし、各種データを重ね合わせて目的とする図面を作成することが可能となった。さらに、デジタル図化機で作成された DXF データを GIS に取り込んで GIS データ構造化を行い、地図記号化のデータを作成する技術も習得した。

以上のことから、DRE の GIS 研修を受けた職員は、GIS の知識、ArcGIS 操作技術に関して特に大きな問題はないと思われるが、GIS 部門を除く DRE 全体としては、ワークショップで実施したア



図 39 : GIS 概要に係る質問

アンケート調査からも分かるように、GISを理解している職員は参加者全体の35%、残りはGISについては分からないという結果である。また、下図に示したとおり、ArcGISに係る理解度もワークショップ参加者の2割程度であり、残りの約8割の参加者は、ArcGISを知らないという結果が得られた。

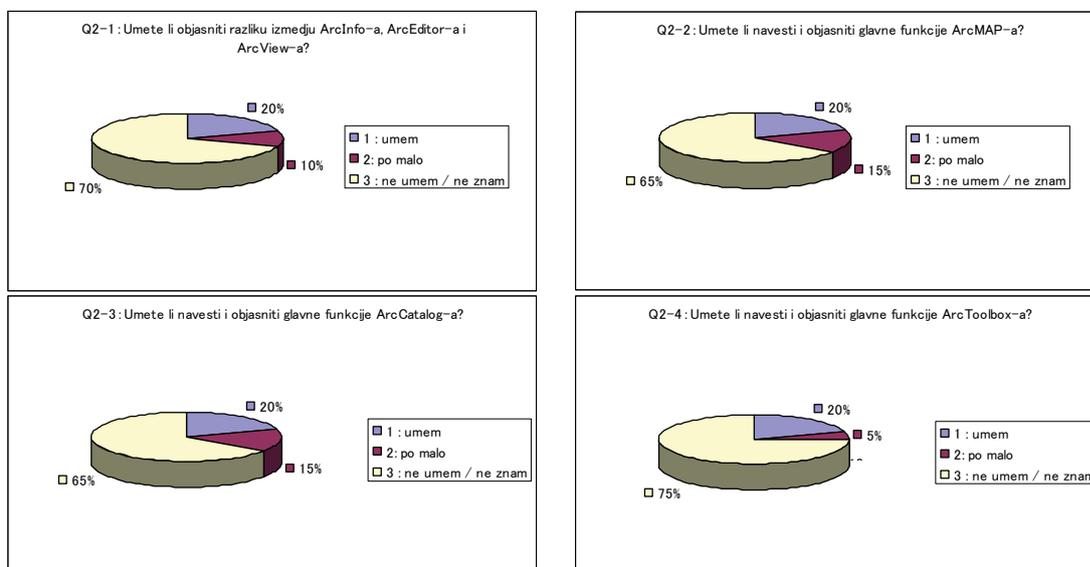


図 40 : ArcGIS の機能に係るアンケート調査結果

以上のことから GIS 部門をのぞく DRE 全体に GIS の知識と技術が浸透しているわけではないため、今後はこの GIS 研修を受けた研修生が中心となった DRE 全体の底上げが必要であろう。

## (2) DSP に係る評価

DSP の主な業務はこれまで CAD を用いて行われてきており、職員は GIS については利用した経験も殆どなかったことから、研修の初期段階ではソフトウェアのハンドリングも、ある課題に対してすぐに目的とするデーや図面を作成することも遅く、その都度アシストを必要とすることが多かった。これは総合的な経験不足に起因していることで、センサスデータを用いた地域特性解析や、各種データ（道路、河川、標高、傾斜、斜面方位）などを活用した空間解析手法など、研修期間中に実施した実地研修を通じて概ねマスターすることにつながった。

またアンケート調査による DSP 職員の自己評価では、完全に GIS 及び ArcGIS の操作を理解しておらず、その評価のとおりまだまだ十分はレベルには達していない。

以上のことから、DSP は今後も継続的な GIS 研修が必要であり、特に国家開発計画のための GIS データベースの構築技術及び開発計画図を策定するための空間解析技術を習得する必要がある。

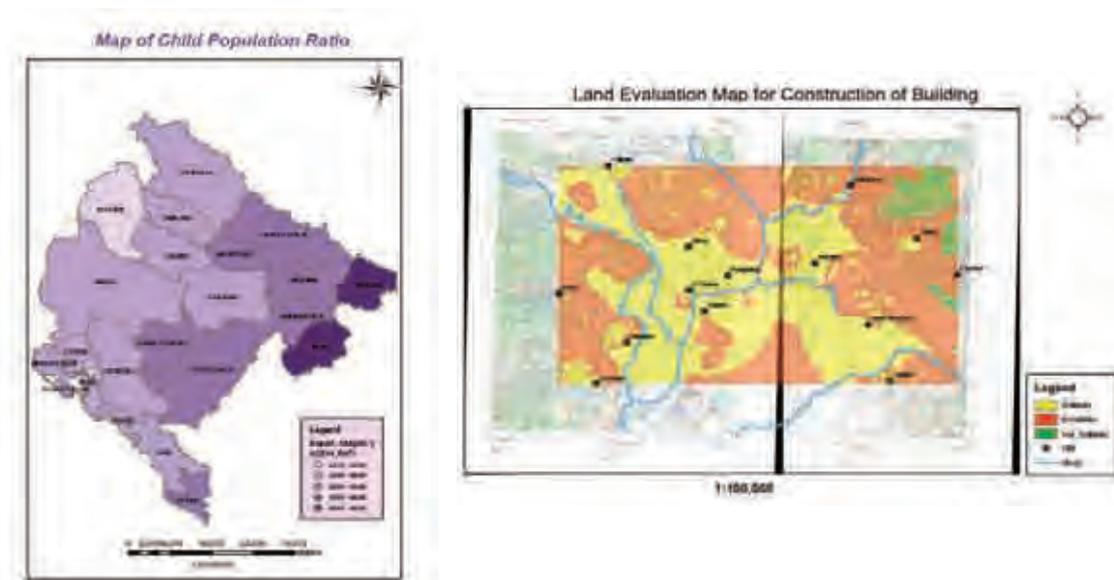


図 41：センサスデータ及び空間解析機能を用いて作製した地域特性図及び建設予定土地評価図

#### 4.11 日本におけるカウンターパート研修

モンテネグロ側の要請により実施された日本における研修は、以下のとおり空間データ基盤の整備のみならず、電子基準点から得られるデータの防災分野への応用や、GIS と情報ネットワークを組み合わせたあらゆるサービス業務への展開など、モンテネグロの将来に必要な技術の理解に極めて有用であった。

4.11 日本におけるカウンターパート研修

表 19 : 本邦研修スケジュール

| 日順 | 日付    | 曜日 | 時間                         | 日程   |                               |
|----|-------|----|----------------------------|--|-------------------------------|
| 1  | 8月17日 | 日  | -                          | 来日   |                               |
| 2  | 8月18日 | 月  | 9:40-14:40<br>15:00-17:00  | ブリーフィング<br>プログラムオリエンテーション                  |                               |
| 3  | 8月19日 | 火  | 11:00-16:00                | 国土地理院表敬                                    | 国土地理院表敬・施設見学<br>(地理院の役割・組織説明) |
| 4  | 8月20日 | 水  | 10:00-16:00                | 国土地理院研修・<br>(基盤地図情報・電子国土・地理情報標準・クリアリングハウス) |                               |
| 5  | 8月21日 | 木  | 10:00-12:00                | 国土技術政策総合研究所見学<br>(社会資本整備研究)                | 移動                            |
| 6  | 8月22日 | 金  | 10:00-12:00                | 国土計画局見学(国土情報提供)                            | 国際航業本社(研修・GIS政策)              |
| 7  | 8月23日 | 土  | -                          | まとめ・休日                                     |                               |
| 8  | 8月24日 | 日  | -                          | 休日(都内見学)                                   |                               |
| 9  | 8月25日 | 月  | 10:00-12:00<br>14:00-16:00 | (財)日本測量調査技術協会                              | 世田谷区                          |
| 10 | 8月26日 | 火  | 10:00-12:00<br>14:00-16:00 | (社)国際建設技術協会                                | (社)日本測量協会測量技術センター             |
| 11 | 8月27日 | 水  | 10:00-12:00<br>14:00-16:00 | 地図センター                                     | 国際航業本社<br>(研修・GIS標準化・公共測量)    |
| 12 | 8月28日 | 木  | 10:00-12:00<br>14:00-16:00 | 慶応大学福井研究室                                  | 国際航業本社(研修・先端研究)               |
| 13 | 8月29日 | 金  | 10:00-12:00<br>14:00-16:00 | 国際航業本社<br>(研修・マーケット)                       | NPO法人 Bigmap                  |
| 14 | 8月30日 | 土  | -                          | まとめ・休日                                     |                               |
| 15 | 8月31日 | 日  | -                          | 休日(鎌倉見学)                                   |                               |
| 16 | 9月1日  | 月  | 10:00-12:00<br>14:00-16:00 | 国際航業東京事業所                                  | 共立航空撮影                        |
| 17 | 9月2日  | 火  | 10:00-16:00                | 国際航業東京事業所(研修・生産技術)                         |                               |
| 18 | 9月3日  | 水  | 10:00-16:00                | 国際航業東京事業所(研修・先端事例)                         |                               |
| 19 | 9月4日  | 木  | 10:00-16:00                | 国際航業東京事業所(研修・応用事例・まとめ)                     |                               |
| 20 | 9月5日  | 金  | 10:00-14:00<br>16:00-17:00 | 国際航業東京事業所<br>(研修・応用事例・まとめ)                 | 評価会・JICA経済基盤開発部               |
| 21 | 9月6日  | 土  | -                          | 離日   |                               |

## 第5章 空間データ基盤の普及、DRE の自立発展

調査の実施に際して JICA より提示された上位目標とプロジェクト目標のうち、整備される空間データ基盤が国家の発展に向け、効果的に活用されることを期待して示されたのが上位目標である。すなわち、調査の成果品である空間データ基盤の内容、利用可能な目的および範囲、具体的な活用方法、入手方法等々についての宣伝・広報・普及活動がその達成度を左右する要素となる。

一方、技術的要素の大きなプロジェクト目標は、調査団の専門家が選出された少数の C/P に対して行う技術移転により、理解度の差はあれ確実に実施することは可能である。しかし DRE の場合はそれだけに留まらず、その技術が局内でさらに広まって定着し確実な自立発展が求められている。

空間データ基盤の効果的な活用により期待される経済効果、開発の促進という上位目標、本調査の成果品に留まらず、新たな需要に対してもそれを満たすことが期待される DRE の自立発展というプロジェクト目標の達成に向け、C/P 機関と調査団はこの2年間、基本的な技術面だけではなく、このような側面的な活動も共同で実施してきた。

### 5.1 空間データ基盤の普及

これまでも述べたとおり、本調査で整備される空間データ基盤は、地形図と GIS データベースで構成される。

右の図でも明らかなように、地形図と GIS データベースは、表示される内容も利用の方法も大きく異なる。それぞれの成果の内容に沿って、その効果的な活用方法について以下に記す。

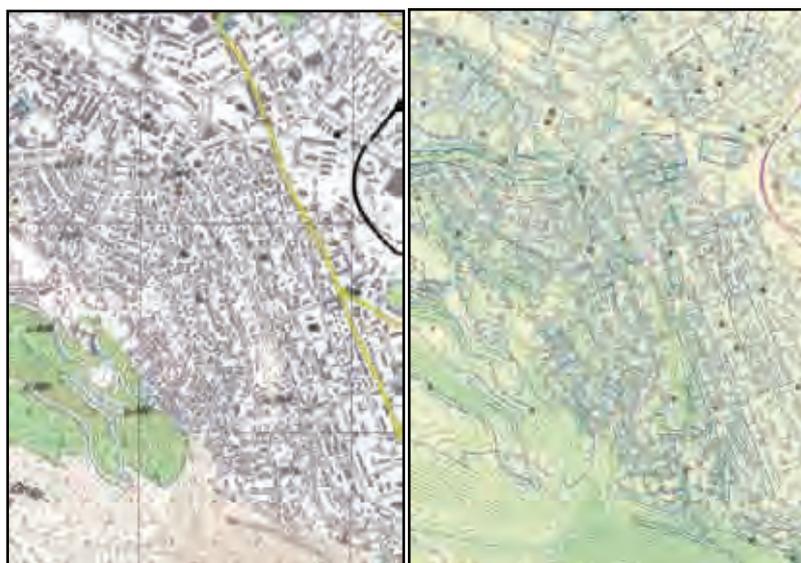


図 42 : 地形図(左)、GIS データベースの比較

#### 5.1.1 GIS の活用状況（日本 他）

近年著しく進歩・発展を続けている GIS の技術は、本調査で整備されるデータベースを基本として、モンテネグロの多くの政府機関、地方機関、ドナー機関、NGO の間にも、通常のツールとして利用されるであろうことは明らかである。これまでは人の手により、少なからず主観が入った紙ベース上での計画立案、解析・検討などの業務が行われてきた。これが GIS を用いることにより、投入した属性

## 5.1 空間データ基盤の普及

データや解析条件のみに基づいた、客観的な判断や結論を迅速に得ることにつながり、政策立案やあらゆる計画に関する意思決定の段階において、絶大な効果を発揮するであろう事は、世界の国々で既に証明されていることである。

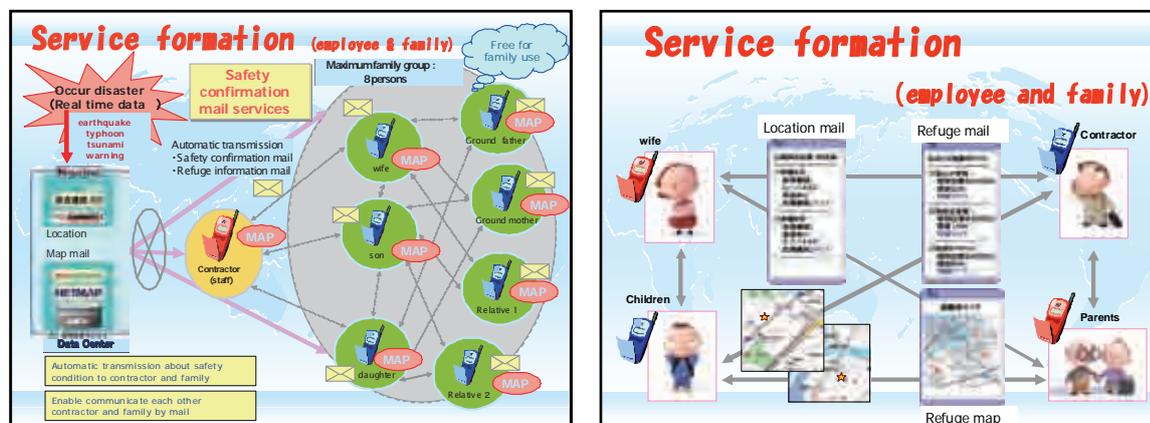


図 43：緊急時インフォメーションサービス

加えて空間データ基盤はこの様な行政面のみならず、近年は一般市民の日常生活にも密着して活用されるようになってきている。その最もポピュラーな GIS の活用事例が、世界中で広く活用されている“カーナビゲーションシステム”であろう。さらに日本では、大きな自然災害が発生した場合を想定した“避難経路・帰宅経路・家族間連絡システム”が複数の民間企業のサービスにより普及しつつある。しかし、肝心の送電・通信ネットワークは、電柱や送電線自体の被災による通信障害を起こしやすく、ガスや上下水道等のライフライン同様、災害時には機能しないことを数多く経験してきた。地震や台風、洪水など、自然災害が毎年発生する日本において、このような数々の苦い経験に基づき、緊急事態を対象としたサービスの多くは、携帯電話が有している特殊電波帯域を用いたシステムが一般化している。この理由は、如何に携帯電話とは言え、当然のことながら災害時には通話が集中し、一般帯域ではシステムが機能しないことに起因している。

また GIS は、このような緊急事態を想定したものだけではなく“鉄道・航空機・バス等の公共交通検索システム”、“観光・グルメナビゲーション”、“医療施設検索システム”等々、多くのサービス分野において PC や携帯電話を媒体として、安全でより快適な社会の実現を旨とした日々の市民生活の中で重要な位置を占めるツールとして定着しつつある。この様に GIS は、従来通りの計画立案や解析などの特殊な用途に用いる技術であると同時に、知らず知らずのうちに社会にとけこんでいることは明らかであり、世界的な潮流となっている。



図 44：医療施設検索システム

このようなシステムやサービスの大きな条件は、最新の情報を表示した正確な地理情報であり、日本を例にした場合、多くの民間企業がこのシステムに求められる地理情報を概ね1年間隔で更新し、信頼性の維持に努めている。まさに地図は生き物であり、社会の成長や衰退等の変化を常に正確に表示することが求められている。

### 5.1.2 地理情報の普及による GIS の活用（モンテネグロ）

このような将来の効果的な利活用、そのための空間データ基盤の普及と言う面にも視点を置いて実施した本調査における技術移転では、単に地理情報だけではなく、GIS に必要な属性情報となる各種調査結果の重要性についても理解を得ることに焦点を当てて実施した。

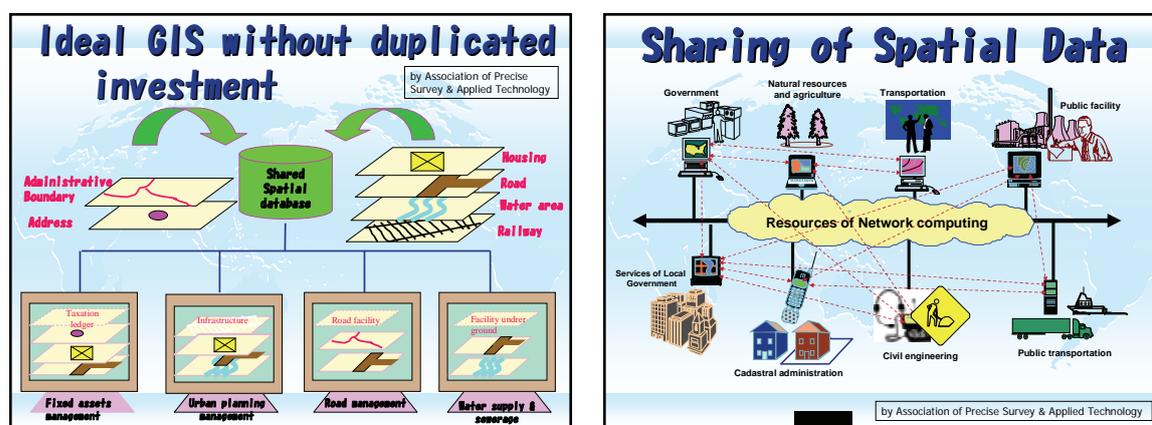


図 45：理想的な GIS の活用

すなわち、政府各部門が保有する有用な情報の公開、それらを分野ごとに整理・統合し、さらに空間データ基盤も含めた共通データベースを構築することにより、これまで各部門がそれぞれ独自に実施していた業務の中に共通性を見いだすこととなり、多くの無駄の排除による経済効果と、計画の信頼性向上にも繋がることなどの意識転換も意図した技術移転を行った。

技術移転では、地理情報という自然条件データに加え、入手可能な人口センサスなどに代表される社会条件データにも目を向け、単にソフトの機能を駆使したデータ解析面だけに留まらず、様々な社会・経済的な要素を含めたデータベースの構築、それを関係省庁で共有することの有用性についても理解を求めた。

本調査では、「空間データ基盤の新規作成により、GIS を始めとした新しい地理情報が普及すると共に、計画されている都市開発、観光開発、環境保全等のプロジェクトが効率的に実施される」という上位目標が JICA より示されている。この



図 46：公共サービスシステム

## 5.1 空間データ基盤の普及

上位目標に一步でも近づけるため、またモンテネグロが有する各種構想の実現や技術のさらなる発展に向けた取り組みは、DRE 及び DSP の両 C/P 機関に委ねられ、モンテネグロの開発・近代化の牽引車としてリーダーシップを発揮することが期待されている。

### 5.1.3 デジタル地形図の有効活用

もう一つの成果品であるデジタル地形図は、ラスタデータとベクターデータで構成されている。ラスタデータの場合は、紙ベースに出力するか、そのまま PC 上で CAD を介して利用するなど、従来同様その使い方に大きな変化はない。しかしながらこれまで流通していた地形図は、旧ユーゴスラビア時代の 1970 年代に整備されたもので、30 年以上の時を経ていたことから現状を示している内容ではなく、計画立案やその他の利用に際しては、現地調査を加えて正確性を確認する必要がある。

新たに整備されたデジタル地形図は、当然のことながらその内容は大きく刷新され、現在の状況をつぶさに示す情報を有していることから、計画立案や工事の実施などに際し、現地確認という調査の手間が省略可能になるなど、信頼性や利用のし易さは格段に向上する事につながるはずである。

さらにこのデジタル地形図は、随意修正可能なベクターデータも併せて整備されていることから、オリジナルデータを縮小して編纂することにより、縮尺 1:50,000、1:100,000、1:200,000 等の地形図を容易に作成することが可能であり、さらに多くの分野に利活用可能であることに疑う余地はない。

### 5.1.4 セミナーを活用した地理情報の普及

2007 年 3 月、DRE、DSP 及び調査団との間で合意締結されたインセプションレポートに基づいて開始した本調査の詳細について、国内外の関係機関に対しセミナーを通じた普及・広報を行った。この調査は、単にモンテネグロ側から要請されたデジタル地形図を作ることだけに留まらず、将来の自立発展に向けた技術移転も重要な要素であること、その技術移転に必要な最新の機材も JICA より供与されていること、整備される空間データ基盤が新生国家モンテネグロにとって如何に有用であるかなど、業務内容や成果品の詳細などについて、参加した関係者を通じて広く知れ渡ることを目的として開催した。

セミナーには、DRE が所属する財務省の Lukšić (ルクシッチ) 大臣、ならびに DSP が所属する経済開発相の Gvozdencovic (グボズデノビッツ) 大臣が参加し、モンテネグロ政府側の関心の高さを示した。「独立国家モンテネグロとして初めての日本との技術協力案件であること、新生国家として求められる多くの開発計画立案のための極めて重要な情報が整備されること、これを機に更なる友好関係・協力関係の確立を願うこと」などのメッセージが両大臣より述べられた。



写真 24 : DRE 技術者のプレゼン



写真 25 : 両国関係者参加によるセミナー

これに応じて日本側を代表して参加された在セルビア国日本大使館の坪田一等書記官より「本件調査の有用性、日本政府が行っている経済協力の説明や新たな開発協力の可能性」などが示されるとともに、JICA バルカン事務所の鹿野所長から「地理情報の公開とその有効活用、整備促進のための技術の構築」を求めたスピーチなど、国家の基礎情報として極めて大きな要素であるデジタル地形図や GIS について、参加者にその認識と理解を深めることに繋がった。

セミナーには、農林水資源省や気象観測研究所、道路計画部門や電力部門、地震研究所、地質調査研究所、統計部門、観光・天然資源省等のモンテネグロ政府の関係機関に加え、GIS を用いて森林・環境保全、気象・水門、地質調査等をテーマとした GIS のキャパシティ・ベロップメント・プロジェクトを実施中の UNDP 等、本調査結果のユーザーとして位置づけられる多くの関係者が参加し、空間データ基盤ならびに GIS の有用性について理解を深めることにつながったと考えられる。



写真 26 : DRE・世銀・GTZ 共催のセミナー

セミナーでは、GIS が十分に活用されているとは言い難い現在のモンテネグロの状況から、本調査の成果品のうち、もっとも有効活用が期待される GIS データベースの内容、活用方法等を中心にした広報に力点を置いてプレゼンテーションを実施した。その結果、それぞれの機関が行なっている個別業務の中で、共通して大きな要素を占める国家の基礎情報である空間データ基盤の必要性・重要性を相互に認識し、これをベースにして各機関が有している貴重な調査結果を持ち寄ることで可能性が見いだせる“国家 GIS センター”等の新たな構想も聞かれることとなった。結果として地理情報作成の責任機関である DRE に対し、残り 30%の空間データ基盤の早期整備に大きな期待が寄せられることとなった。

## 5.2 自立発展を目指したワークショップ (DRE)

他方、世界銀行及びGTZの支援を得てDREが新たに取り組む地籍調査、不動産登録・管理のプロジェクトの開始に当たって開催されたDRE・世銀・GTZ共催のセミナーにおいて、DREの幹部が行ったプレゼンテーションの中で、JICAの協力を得て実施している本調査に関する紹介がおこなわれた。このセミナーにはモンテネグロ国内の関係機関のみならず、EUに加盟しているヨーロッパの多くの国々からも参加しており、本調査の内容、成果品等々が紹介され、今後行われる業務の中での成果の有効活用のみならず、重複投資など無駄の排除につながることが期待され、これも効果的なセミナー及びプレゼンテーションであったと確信する。

### 5.2 自立発展を目指したワークショップ (DRE)

本調査では、これまでモンテネグロには存在しなかった世界標準 (ISO19000 シリーズ) に準拠した仕様の策定に始まり、空中写真撮影、標定点測量、空中三角測量、現地写真調査、デジタル図化・編集、現地補測、デジタル補測編集、データベース構造化、地図記号化、GISの活用等々、多岐にわたる業務行うと同時に、DREが持続的にその技術をベースにして自立発展できるように技術移転を実施してきた。



写真 27 : ワークショップ (PCM)

#### 5.2.1 PDM の作成

残り 30% のエリアを自ら整備しなければならない DRE が、“将来自らの技術でデジタル地形図の新規作成やその維持・更新が可能になる”、と JICA により示されたプロジェクト目標を、円滑に迅速に実現するために必要な技術力が、どの程度 DRE に構築されたのかを明確にするために、またその実態を関係者が同時に理解するためにワークショップを開催した。

ワークショップは、技術移転に参加している写真測量部門の職員を中心に、かつデジタル地形図作成に欠かせない協力関係にある地上測量部門の技術者とその関係者、調査団全員の合計 25～30 名により以下の通り実施した。

参加者全員が同じ視点で問題を共有し、解決・発展のための糸口を見いだしやすいように、Project Cycle Management 手法によりディスカッションを多く取り入れたワークショップを行った。



写真 28 : 問題抽出討議

### (1) DRE が直面している問題点の抽出

ディスカッションにおいて多くの時間を割いて行った問題点抽出では、単に技術面のみならず、組織的、社会的など面など、部門長を含む関係者が上下関係にとらわれることなく広範に論じ合うことにより、現実には抱えている問題点を明らかにすることにつながった。

普段の業務では殆どこのような会議の機会が無い DRE の職員達は、組織上の隔たりや上下関係にとらわれることなく、ほぼ全員が日頃感じている問題、不満、理想などについて意見を述べ、論じ合うことに繋がり、結果として以下のような問題が数多く指摘された。

- モチベーションが低い
- 働かない人が多い
- 技術レベルが低い
- 品質（工程・精度）管理システムがない
- デジタル図化ソフトが足りない
- PC&周辺機器が古い
- セキュリティシステム（ウイルス対策等）十分ではない等々

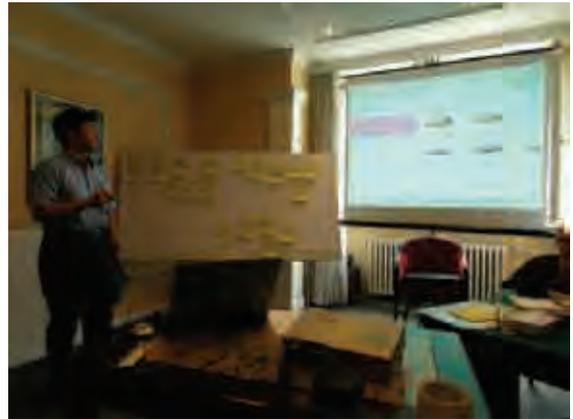


写真 29：ワークショップ

### (2) 目的達成に向けた PDM の作成

本調査では、プロジェクト目標に加えて“空間データ基盤の新規作成により、GIS を始めとした新しい地理情報システムがモンテネグロ国内で普及する”という上位目標が JICA より示されている。

ワークショップでは、参加者全員が技術面に力点を置いたプロジェクト目標のみならず、この上位目標の必要性・実現可能性についても共通の認識を持つと共に、抽出された多くの問題点の解決策も含めた活動内容や、評価指標等を示したプロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) を次頁の通り作成した。

5.2 自立発展を目指したワークショップ (DRE)

表 20 : PDM

| Name of Project : <b>The Study for Establishment of Geographic Information for Implementation of National Physical Plan in the Republic of Montenegro</b><br>Department of Real Estate, Department of Spatial Planning   |  | Duration : 02.2007 ~ 03.2009<br>Target Area : Montenegro  |  | Ver. No. : 1<br>Issue : 24.10.2008  |  |
|--|--|---|--|---|--|
| <b>プロジェクトの要約 Narrative Summary</b>   |  | <b>指標 Objective Verifiable Indicators</b>   |  | <b>入手段 Means of Verification</b>  |  |
| <b>上位目標</b><br>- 空間データベースの新規作成により、GISを始めとした新しい地理情報がモンテネグロ国内で普及する   |  | 2010年までに、残りの範囲(90%)の全域が完成し販売される   |  | DREアーカイブ部門における販売実績記録  |  |
| <b>プロジェクト目標</b><br>- 空間データベースの整備・更新技術がDREに確立される  |  | 2009年2月までに残りの範囲(30%)の20%が図化される  |  | DREにおける新規図化、経年変化修正図化を実施した面額の記録  |  |
| <b>成果 Outputs</b>  |  | 1 2009年2月までに3人が実施できるようになる<br>2 2009年2月までに20%の技術者ができるようになる<br>3 2009年2月までに20%の技術者ができるようになる<br>4 2009年2月までに20%の技術者ができるようになる<br>5 2009年2月までに新しい仕様に基づいた調査内容を90%満足する<br>6 20%の機材が新しいものに更新される |  | 1 技術移転担当者によるテスト結果<br>2 技術移転担当者によるテスト結果<br>3 技術移転担当者によるテスト結果<br>4 技術移転担当者によるテスト結果<br>5 技術移転担当者・DREの写真測量技術者による評価結果<br>6 DREアーカイブ部門の資産台帳 |  |
| <b>活動 Activities</b>   |  | <b>Inputs</b>   |  | <b>技術移転・職場内トレーニングを受けた技術者がDREで勤務を続ける</b>   |  |
| 1-1 デジタル空中三角測量のマニュアルをDRE用に改善する<br>1-2 DRE内でデジタル空中三角測量のトレーニングを行う<br>2-1 デジタル図化・編集・経年変化修正のマニュアルをDRE用に改善する<br>2-2 DRE内で図化・編集・経年変化修正のトレーニングを行う<br>3-1 GISデータベース構造化編集のマニュアルをDRE用に改善する<br>3-2 DRE内で構造化編集のトレーニングを実施する<br>4-1 地図記号化のマニュアルをDRE用に改善する<br>4-2 DRE内で地図記号化のトレーニングを実施する<br>5-1 地上測量部門の技術者用マニュアルを改善する<br>5-2 外部情報の収集を定期的に行い経年変化修正を行う<br>6-1 アンチウィルスソフトをDREの全てのPCに導入する<br>6-2 定期的にアンチウィルスソフトをアップグレードする |  | 日本<br>人材<br>日本人エキスパート<br>機材<br>GPS<br>LPS<br>プリンター<br>フロッピー<br>GISソフトウェア<br>地図記号化ソフトウェア   |  | モンテネグロ<br>人材<br>各分野の技術者<br>施設<br>技術移転講習施設   |  |
|  |  |   |  | 地籍測量・地図作成機関としてのDREの基本方針に変更がない   |  |

### 5.2.2 確実な技術の習得と空間データ基盤の全国整備

このワークショップでは、自立発展に不可欠な要素について、技術移転を受けた技術者の理解度レベルを直接評価すると同時に、同じ部門の人達の間にもどの程度伝搬され、DREの技術として定着しているのかの調査・評価も併せて実施した。

結果はその場で発表し、その評価で明らかになった問題点に関係者全員が目を向け、部門間の隔たりや上下関係にとらわれることなくさらなる議論を行い、是正・強化すべき方法などを明らかにすることに繋がった。

さらに終了時までの実績に対する評価を行うと同時に、このPDMに掲げた成果や活動、指標などについての適切な修正や、内部における技術伝搬の状況確認など、調査終了後もDREが独自にこのPDMに基づいた評価手法を継続し、常に実態を把握しながら適切な運営の道標となるように意図してワークショップを実施した。

調査終了後の自立発展に不可欠な要素（技術面、組織面）についてはその都度見直し、本調査を通じて得られた少ない人数が保有している技術をDRE内部で伝搬し、より多くの人々が自在に業務を無理なくこなせるような体勢構築を目指した議論が必須となろう。

モンテネグロという誕生間もない国家が、社会面、経済面、技術面でも大きな発展を成し遂げ、1日も早くEUのメンバーとなるためには、あらゆる業務の土台として求められる基礎資料の作成、すなわち空間データ基盤の整備能力の強化が不可欠である。その業務を担うDREは、本来の業務である地籍調査に加え、このような国家に不可欠な情報提供を行える唯一の機関である。本調査で行った多くの共同作業と技術移転がその礎となり、自立発展が持続的に行われることが望まれる。



写真 30 : アンケート・テスト

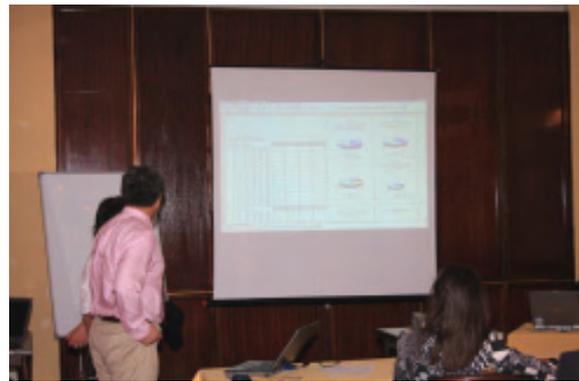


写真 31 : 結果の公表

## 第6章 関係機関及びモンテネグロの状況

空間データ基盤整備にかかる C/P 機関の DRE、そのデータを活用し地域計画や都市計画等を主業務とするもう一つの C/P 機関である DSP に加え、モンテネグロにおいて空間データ基盤の大きなユーザーと考えられる機関として地震研究所、地質研究所、国立公園公社等における現在の活動状況について確認した結果について以下に記す。

加えて、モンテネグロ国統計局 (Monstat) から得られた統計情報や、調査団が実際に行った現地調査の結果を基に、EU 加盟ならびに観光立国を目指す新生国家モンテネグロが抱えている問題点等について、空間データ基盤との関連性を基にその現状を記す。

### 6.1 関係機関の状況

#### 6.1.1 不動産局 (DRE)

DRE は、モンテネグロにおける地籍調査、不動産の確定・登記にいたる業務を担う唯一の機関で、地上測量における各種調査の迅速性、正確性向上のため、既に GPS を用いた電子基準点 9 点を国土に均一に配し、業務の近代化に努めている。

一方写真測量部門では長年にわたりこの地籍調査に求められる図面やオルソフォトマップを作ってきた経験を有し、設備面での近代化、技術面の高度化を目指している。

本年 DRE は独自に策定した中期計画 (2008~2013) の中で、12 項目のタスクを規定すると同時にその確実な実現に向け取り組んでいる。

EU加盟を目指すモンテネグロにとって、安定的な財政基盤の確立は不可欠であり、観光と共にその一翼を担う不動産からの税収入は国家として大きな財源であることは明らかで、迅速な調査が求められている。しかしながらこれまでとは異なる EU 基準に沿った調査、登記方法に準拠しなければならないことから、世銀や GTZ の協力を得て、法体系の理解から実際の細かな事務処理にいたる業務の近代化に取り組んでいる。

加えて、これまでほぼ全てを DRE 自らの手で処理してきた業務の中から、徐々に民間委託による実施に切り替え、中期計画の実現に向けた効率化と迅速性向上にも努めている。

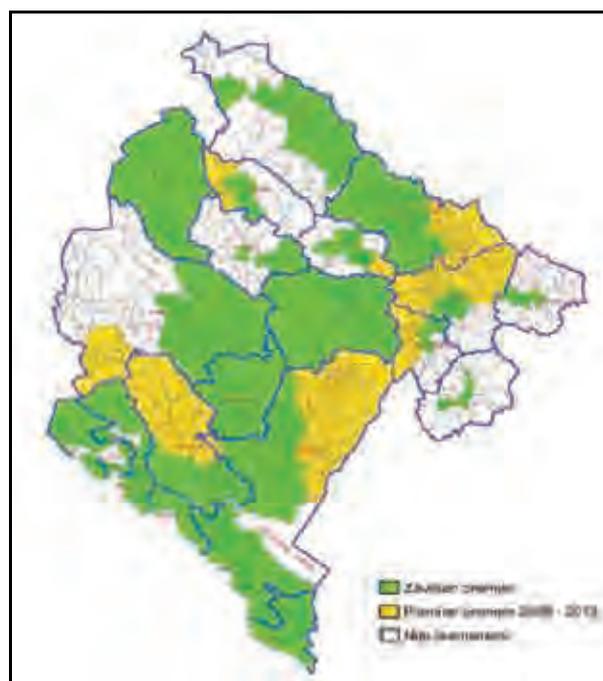


図 47 : DRE の 5 年計画

この外部委託により、多くの技術者が地形図作成等の分野に振り向けられ、これまで手薄だった各種空間データ基盤の整備力が高まることとなり、国家空間データ基盤（NSDI）の早期整備と、中期計画の戦略に示されている“e-Government”構想の早期実現も期待できる。

DRE では現在、通常業務の中で GIS による不動産所有の実態について、独自の Web サービスを通じてその詳細を公表しており、GIS に関して政府機関の中でもっとも進んだ機関のひとつといえる。

### 6.1.2 空間計画センター（DSP）

DSP は、モンテネグロ政府が行う都市・地域開発計画、観光開発、環境保全などの計画立案を担う機関として、以下の方針に基づいて活動を行っている。

1. 国家計画の作成とその決定、国家計画その他計画の実現を目的とした宣伝的活動
2. 空間整備ならびに海洋資源分野における法律・条令等の立案への参画
3. 国家計画分野における国際協力、地域協力、非政府機関との協力
4. 現行国家計画の分析、国家計画の出版
5. 国家計画における都市計画ならびに技術的要件の出版に関する業務
6. 国家計画資料の保存、分類、整理

これらの計画作成ならびに整備の目的は、効果的合理的空間発展を伴う地域の均等な経済発展、自然・生物学的多様性の保全、持続可能な環境維持開発の原則を尊重した住居インフラの促進で、特にこの計画作成においては観光発展とこれを目的とした価値評価に重点が置かれる。

現在 DSP が主体となって実施中の国家計画のうち現在整備されつつあるものの中で代表的な事例を以下に示す。

#### (1) 海岸地域 17 都市の観光開発に向けたポテンシャル調査

候補にあがっている 48 地区のうち、現在は 17 カ所を対象に調査業務を実施している。これらの選定された地区は全てアドリア海に面する海岸線沿いに位置し、かつそれぞれに宿泊施設を既に有していることが前提となっており、観光を大きなテーマにした今後の開発に必要なポテンシャル調査を、独自予算により実施している。

#### (2) 国立公園スカダルスコ・レイクの環境保全と観光開発

スカダルスコ・レイクは首都ポドゴリツァに近接する美しい湖で、ほぼ中央に国境線が通り、その半分は隣国アルバニアの国土となっている。モンテネグロで指定されている国立公園 4 カ所の一つであり、自然動・植物の宝庫で、その多くが保護種に指定されている。DSP では現在 GTZ の支援を受けて湖沿いの 3 カ所を選定し、その環境を保ちながら観光開発に向けた調査に取り組んで

いる。多くの業務はGTZから派遣された計画策定専門家の指導の下、民間コンサルタントに委託して実施している。

### (3) 総合地域開発計画のスーパーバイズ

モンテネグロの21地方自治体(Municipality)が、UNDPの支援を受けて独自に実施している総合的地域計画のスーパーバイザーとして位置し、国家計画との整合性を取りながら各自治体にとって最善の計画立案をサポートしている。

### (4) 山岳地域における総合開発計画

現在、モンテネグロを訪れる観光客の大半は、アドリア海に面した海岸地域に集中し、もう一つの世界遺産(自然)とその周辺地域には余り目が向けられていない。

当然宿泊施設や道路・交通ネットワークも脆弱で、安定的観光収入を確保するために1日でも早くその地域の開発を行う必要があり、DSPでは観光・環境省との連携により調査を開始している。

なお計画立案に際し、現状のDSPではAutoCADを主として用いており、本調査により得られた機材と技術移転をスタート点としてGISに取り組み、より正確性の高い計画立案の策定に焦点を当てている。



図 48: DSP が策定した長期計画

## 6.1.3 地震研究所

### (1) 主業務 (面会者: Mr. Branislav Glavatovic)

- バルカン地域及びモンテネグロ国内の地震モニタリング、地震波分析、地震現象学研究、プレートテクトニクス分析、地震被害・最大地盤加速度・最大震度予測、地殻における地震波の伝搬モデル研究、建築物に対する影響評価など
- モンテネグロ国及び周辺地域における大規模地震の発生時の報道、Webを通じた公開等により、迅速かつ高品質の情報提供
- 建築設計・計画に際し、地震対策の観点から、対象地点ならびに周辺地域の地震強度係数、災害予測情報、地盤安定性に関する情報の提供
- 管轄省庁ならびにモンテネグロ政府への報告

(2) 地理情報を利用した現状の業務実施状況

- 地域的な地震データ表示のため、1:25,000、1:100,000 アナログ地形図を活用している
- 都市部の地震対策・災害対策の観点から、1:1,000～1:10,000 アナログ地形図を用いて地区分類を行っている

(3) 空間データ基盤について

- デジタル地理情報は、地震、地質物理、地質学すべての分野の基本情報で、加えて空間解析のためのDEMも必要
- 国や自治体、民間セクターが行う空間計画には、そのほかに水系、道路ネットワーク、自治体境界線なども必要

(4) 他機関との連携・情報共有について

- 地震対策は地質、空間計画、土木・建設計画、防災・リスク管理など隣接関連分野が多く、このような機関との協力を強化すべき
- NATO 平和のためのパートナーシップ地域計画における西バルカン地域の代表国（当番制）機関として、広域GISアプリケーション作成の担当となっている

(5) GISの利活用について

- 本研究所ではGISは活用されていないが、現在、UNDPのGIS研修コースに4名派遣中
- JICAの空間データ基盤プロジェクトは高く評価している
- 地質図データベース整備、地震のモニタリングシステム及びハザードマップ作成が当面の課題
- モニタリングシステム、ハザードマップとも対象はモンテネグロ国内ではなく、バルカン地域全体で共通の仕様に基つき構築していきたい（EUスタンダードを目指す）
- モンテネグロ国内に設置済みの10箇所の測候所で観測されているデータがリアルタイムに研究所に送られてコンピュータで管理しているが、GISとの関連づけはまだ
- GISを用いたハザードマップ解析にかかる技術移転が必要
- 周辺国との地震モニタリング、ハザードマップ、GISなどに関する情報交換は活発
- 研究所の予算でArcGIS、ArcView、MapInfoなど、目的にあったソフトの導入を計画中

#### 6.1.4 地質調査研究所

(1) 主業務（面会者：Mr. Nikora Cadjenovic, Mr. Dragon Radojevic, Mr. Slobodan Radusinovic）

- 包括的地質図の整備ならびに、地質工学的・水文地質学的調査 地域的な地質調査
- 経済開発省の認可を必要とする建築計画の地質動態調査、鉱物資源探査に関する水文地質学的

## 監査

## (2) 現状の業務実施状況

- アナログ地形図は日常的な業務に使用
- 研究所の資料は豊富だが、そのほとんどがアナログであることから、損傷、喪失がおこり、迅速な検索は不可能

## (3) 空間データ基盤について

- 最新の地理情報に基づいた包括的地質図の作成が急務
- モンテネグロ国全土のデジタル地質図を整備し、個別建築物の計画・設計にかかる地質関連情報とリンクさせたい

## (4) 他機関との連携・情報共有について

- 資料・情報がアナログであることが最大の理由で、他機関との連携は乏しい
- 自由に利用可能なデータベースセンターの設立が望まれる（地質調査、水文地質、地質工学等々）

## (5) GIS の利活用について

- UNDP が実施している OSS を利用した GIS 研修コース（1 コース 2 週間）に参加
- ラスターデータからベクターデータへ変換し、コーラルドローを使用してデータを図化中
- ラスター画像以外のデジタルデータは保有していない
- 60 年以上の歴史がある調査所であるが、全て紙ベースの図面のみで、GIS を用いてデジタルデータ化を図りたい
- 主な GIS の利用としては、1/500 の鉱物資源分布図を作成したい
- 本開発調査で整備される 1:25,000 GIS データ、デジタル地形図は、将来の現地調査、データベース構築などに大いに期待している
- 地質調査分野における GIS 導入は戦略的に決定済み、調査の完全性、多様性の原則を実現可能にする

**6.1.5 国立公園公社**

## (1) 主業務：（回答者：Mr. Slobodan Stijepovic）

- ドゥルミトール、ビオグラツカ＝ゴラ、スカダル湖、ロブチェンの 4 国立公園を管轄する公社として、それらの保護、開発、指定自然・文化財の発展を業務とする。

- 当該公園の情報、その他の指定自然・文化財のほか、観光発展に関連する情報も管理している

### (2) 現状の業務実施状況

- モンテネグロにある国立公園の自然・文化財の保護、開発、評価、利用、発展に関する情報を必要とする利用者すべてに、これを提供している

### (3) 空間データ基盤について

- 管轄地域および包括的な自然・文化財保護が法で義務づけられており、地理情報が大きな役割を担っているが、地図の情報が古く適性にかけることが問題
- 情報の種類によっては完全電子化が望ましいが、電子化されたデータはごく一部しかない

### (4) 他機関との連携・情報共有について

- 現状は、ほとんどのデータがアナログであることから、他機関との連携は薄い
- 国立公園間のネットワーク構築により中央と現場と同一の情報共有を目指す

### (5) GIS の利活用について

- UNDP との協働による情報の近代化
- 自然・文化財データベースの構築が最優先
- 空間計画
- 本調査の空間データ基盤を基本に、公立公園の保護と発展のため、既存及び将来のデータをより効果的・近代的に利用できるようにしたい

## 6.2 モンテネグロの現状

国民投票の結果を受け、2006年に旧セルビア・モンテネグロから独立して誕生したモンテネグロ国は、面積約13,812km<sup>2</sup>、人口約620,145人（2003年センサス：下表）で構成されている。

文字通り「小さな国家・小さな政府」で、その長所を最大に生かした素早い意思決定や迅速な対応等は、モンテネグロが独立国家として飛躍的に発展するための重要な要因と考えられる。

下の表でも明らかなように現在のモンテネグロの人口の多くは、他国の例にもれず首都及びその近郊の面積約25%の範囲に人口の約40%が集中し、政治・経済・商工業の中心として位置づけられているが、その他は田園・農牧地帯および海岸沿いの観光業など、希薄な人口密度を示している。

現在のモンテネグロの財政基盤に占める大きな要素が“観光”であることは周知の事実である。欧州の火薬庫と称され、歴史的にも数多くの戦乱を経験してきたバルカン地域にあって、「黒い山」と称される風光明媚な自然を残すモンテネグロは、豊かな自然と歴史の香りを多く残しており、国名の由来とも考えられる深い森に覆われた急峻な山岳と、その麓に展開するのどかなドゥルミトール

(Durmitor) 国立公園は、世界自然遺産として登録されている。

他方、バルカン地域では他に類を見ないアドリア海沿いに展開する美しい海岸線には、世界文化遺産に登録されている城塞都市コトル (Kotor) を筆頭に多くの史跡が点在し、観光立国モンテネグロの最も重要な地域となっている。

表 21 : Municipality 毎の人口、面積、人口密度 Census 2003 より

| No.   | Municipality | Population  |            | Area    |            | P.Density |
|-------|--------------|-------------|------------|---------|------------|-----------|
|       |              | Total       | Percentage | Area    | Percentage | P/km2     |
| 1     | Andrijevica  | 5,785       | 0.9%       | 283     | 2.0%       | 20        |
| 2     | Bar          | 40,037      | 6.5%       | 598     | 4.3%       | 67        |
| 3     | Berane       | 35,068      | 5.7%       | 717     | 5.2%       | 49        |
| 4     | Bijelo Polje | 50,284      | 8.1%       | 924     | 6.7%       | 54        |
| 5     | Budva        | 15,909      | 2.6%       | 122     | 0.9%       | 130       |
| 6     | Danilovgrad  | 16,523      | 2.7%       | 501     | 3.6%       | 33        |
| 7     | Zabljak      | 4,204       | 0.7%       | 445     | 3.2%       | 9         |
| 8     | Kolasin      | 9,949       | 1.6%       | 897     | 6.5%       | 11        |
| 9     | Kotor        | 22,947      | 3.7%       | 335     | 2.4%       | 68        |
| 10    | Mojkovac     | 10,066      | 1.6%       | 367     | 2.7%       | 27        |
| 11    | Niksic       | 75,282      | 12.1%      | 2,065   | 15.0%      | 36        |
| 12    | Plav         | 13,805      | 2.2%       | 486     | 3.5%       | 28        |
| 13    | Pluzine      | 4,272       | 0.7%       | 854     | 6.2%       | 5         |
| 14    | Pljevlja     | 35,806      | 5.8%       | 1,346   | 9.7%       | 27        |
| 15    | Podgorica    | 169,132     | 27.3%      | 1,441   | 10.4%      | 117       |
| 16    | Rozane       | 22,693      | 3.7%       | 432     | 3.1%       | 53        |
| 17    | Tivat        | 13,630      | 2.2%       | 46      | 0.3%       | 296       |
| 18    | Ulcinj       | 20,290      | 3.3%       | 255     | 1.8%       | 80        |
| 19    | Herceg Novi  | 33,034      | 5.3%       | 235     | 1.7%       | 141       |
| 20    | Cetinje      | 18,482      | 3.0%       | 910     | 6.6%       | 20        |
| 21    | Savnik       | 2,947       | 0.5%       | 553     | 4.0%       | 5         |
| Total | Montenegro   | 620,145     | 100.0%     | 13,812  | 100.0%     | 45        |
| *     | Japan        | 127,419,000 |            | 377,835 |            | 337       |

加えてこの一帯は、紺碧の海と美しい砂浜を擁した大型リゾート施設を中心に、マリンスポーツや史跡観光など、年齢を問わず多様な過ごし方が可能なことから、近隣諸国のみならずロシアや東欧諸国などから毎年多くの観光客が訪れている。表 21 が示しているとおり、国家の人口を上回る観光客の総数や、年度ごとの増加率も着実に伸びている。

しかしながらがこの実態は表 22 の左の欄で明らかなように、観光客の約 90%はこの海岸線に集中し、世界自然遺産を擁する山岳地域を訪ねる観光客はわずか 4%にも満たない。加えてこの観光客が宿泊・滞在する場所 (表 22 の右欄) に目を向けると、さらに海岸地域への一極集中が顕著となっている。

## 6.2 モンテネグロの現状

すなわち、山岳地域を巡る観光客のほとんどがそのエリアに滞在することなく、大半は海岸地域を拠点にした日帰りツアー程度と考えられる。しかもこの大量の観光客は概ね夏期に集中し、年間を通じた安定的収入源とは言い難い、というのが現状のモンテネグロ国の課題であろう。

表 22 : 観光客の実態 Census 2003, Monstat HP より

| Country                        | Year           |                |                |                |                |                |                  | Rate of Increase |           |           |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|-----------|-----------|
|                                | 2001           | 2002           | 2003           | 2004           | 2005           | 2006           | 2007             | 2004-2005        | 2005-2006 | 2006-2007 |
| <b>Total</b>                   | <b>555,040</b> | <b>541,699</b> | <b>599,430</b> | <b>703,484</b> | <b>820,457</b> | <b>953,928</b> | <b>1,133,432</b> | 117%             | 116%      | 119%      |
| <b>Domestic</b> tourists :     | <b>446,232</b> | <b>405,539</b> | <b>457,643</b> | <b>515,424</b> | <b>548,452</b> | <b>576,130</b> | <b>149,294</b>   |                  |           |           |
| <b>Foreign</b> tourists from : | <b>108,808</b> | <b>136,160</b> | <b>141,787</b> | <b>188,060</b> | <b>272,005</b> | <b>377,798</b> | <b>984,138</b>   |                  |           |           |
| <b>Serbia</b>                  | <b>0</b>       | <b>0</b>       | <b>0</b>       | <b>0</b>       | <b>0</b>       | <b>0</b>       | <b>389,428</b>   |                  |           |           |
| Albania                        | 0              | 0              | 5,068          | 8,853          | 13,234         |                | 37,801           |                  |           |           |
| Austria                        | 978            | 1,393          | 1,509          | 2,062          | 3,193          |                |                  |                  |           |           |
| Belgium                        | 556            | 1,179          | 1,479          | 2,970          | 1,179          |                |                  |                  |           |           |
| Bosnia and Herzegovina         | 32,403         | 25,887         | 29,559         | 32,706         | 46,838         |                | 101,394          |                  |           |           |
| Bulgaria                       | 525            | 935            | 4,612          | 1,953          | 1,571          |                |                  |                  |           |           |
| Greece                         | 355            | 561            | 714            | 665            | 669            |                |                  |                  |           |           |
| Denmark                        | 377            | 411            | 457            | 399            | 630            |                |                  |                  |           |           |
| Italy                          | 2,479          | 3,633          | 3,295          | 5,642          | 11,435         |                | 37,211           |                  |           |           |
| Luxembourg                     | 41             | 47             | 157            | 101            | 99             |                |                  |                  |           |           |
| Hungary                        | 1,875          | 1,957          | 3,917          | 4,425          | 6,243          |                |                  |                  |           |           |
| Germany                        | 2,517          | 11,789         | 14,328         | 19,873         | 18,352         |                | 17,891           |                  |           |           |
| Norway                         | 1,216          | 1,770          | 1,816          | 2,152          | 3,801          |                |                  |                  |           |           |
| Poland                         | 1,339          | 3,977          | 1,898          | 2,394          | 3,040          |                |                  |                  |           |           |
| Republic of Macedonia          | 4,206          | 5,266          | 5,415          | 10,187         | 14,940         |                | 22,543           |                  |           |           |
| Romania                        | 1,316          | 747            | 1,097          | 1,190          | 896            |                |                  |                  |           |           |
| Russian Federation             | 10,054         | 11,742         | 10,115         | 16,270         | 41,011         |                | 102,350          |                  |           |           |
| Slovakia                       | 5,973          | 12,703         | 9,080          | 6,707          | 8,442          |                |                  |                  |           |           |
| Slovenia                       | 6,189          | 6,491          | 6,813          | 10,114         | 13,659         |                | 20,663           |                  |           |           |
| United Kingdom                 | 1,060          | 1,673          | 2,597          | 5,462          | 7,817          |                |                  |                  |           |           |
| Finland                        | 133            | 177            | 249            | 169            | 1,192          |                |                  |                  |           |           |
| France                         | 981            | 1,370          | 1,510          | 2,047          | 11,300         |                | 30,279           |                  |           |           |
| Netherlands                    | 634            | 1,229          | 1,687          | 1,852          | 2,477          |                |                  |                  |           |           |
| Croatia                        | 4,420          | 4,352          | 3,952          | 5,368          | 7,543          |                |                  |                  |           |           |
| Czech Republic                 | 9,672          | 19,763         | 16,842         | 24,356         | 23,517         |                | 33,100           |                  |           |           |
| Switzerland                    | 747            | 1,181          | 1,061          | 1,653          | 1,820          |                |                  |                  |           |           |
| Sweden                         | 902            | 1,029          | 889            | 5,116          | 4,994          |                |                  |                  |           |           |
| Other European countries       | 13,664         | 8,229          | 5,213          | 5,600          | 9,704          |                |                  |                  |           |           |
| Australia                      | 198            | 245            | 250            | 425            | 592            |                |                  |                  |           |           |
| Canada                         | 411            | 617            | 501            | 590            | 870            |                |                  |                  |           |           |
| USA                            | 1,853          | 2,389          | 2,156          | 2,764          | 3,432          |                | 7,426            |                  |           |           |
| Japan                          | 135            | 196            | 177            | 257            | 381            |                |                  |                  |           |           |
| Other non-European countries   | 1,599          | 3,222          | 3,374          | 3,738          | 7,134          |                | 184,052          |                  |           |           |

表 23 : 観光客の主たる滞在先 (2007) Monstat HP より

| Arrivals |          |           | Percentage of Total Arrivals % | Type of Tourist Resort | Percentage of Total Nights % | Nights    |          |           |
|----------|----------|-----------|--------------------------------|------------------------|------------------------------|-----------|----------|-----------|
| Foreign  | Domestic | Total     |                                |                        |                              | Foreign   | Domestic | Total     |
| 984,138  | 149,294  | 1,133,432 | 100.00                         | Total                  | 100.00                       | 6,443,485 | 851,045  | 7,294,530 |
| 40,200   | 5,388    | 45,588    | 4.02                           | Republic's Capital     | 1.44                         | 80,200    | 24,786   | 104,986   |
| 901,229  | 109,513  | 1,010,742 | 89.18                          | <b>Coastal Resort</b>  | <b>95.43</b>                 | 6,263,434 | 698,010  | 6,961,444 |
| 21,377   | 17,781   | 39,158    | 3.45                           | Mountain Resort        | 1.45                         | 45,167    | 60,725   | 105,892   |
| 21,040   | 16,602   | 37,642    | 3.32                           | Other Tourist Resort   | 1.67                         | 54,357    | 67,514   | 121,871   |
| 292      | 10       | 302       | 0.03                           | Other Resort           | 0.00                         | 327       | 10       | 337       |

## 第7章 結論及び提言

### 7.1 結論

観光立国を目指すモンテネグロの現状は先に述べたとおりで、安定した財政基盤確立のためには、現在急ピッチで進めている海岸線のインフラ整備・強化みならず、世界自然遺産を含む北部山岳地域において、その豊かな環境の保全に配慮した開発が急務であろう。すなわち、観光客誘致に不可欠な宿泊施設や道路、上下水道、電気、通信など観光・社会基盤の整備が重要であり、DSP はモンテネグロにおける計画策定機関としてこの任に当たっている。そしてこの目的達成に向けた計画立案に重要な役割を果たすのが本調査で整備した空間データ基盤である。

加えて、空間データ基盤整備のための基礎資料として国土全域をカバーしたカラー空中写真もデジタルデータに変換され、これも同様に活用することが可能である。このため本調査では対象範囲(70%)について20m間隔のDigital Elevation Model (DEM)もあわせて整備し、DRE では容易にオルソフォトマップを作成できる状況になっている。すなわち本調査の成果品であるデジタル地形図及びGISデータベースに加え、空中写真やオルソフォトマップも異なる地理情報として提供可能である。

さらに、デジタルデータで整備したこの様な各種の成果品は、手を加えることにより別な地理情報(地図の内容・縮尺)に作り替えることも可能であり、目的に応じて最適な地理情報を求める様々なユーザーに対し、DRE は国家で唯一の地図作成・提供機関として適切な対応が求められている。

2007年2月から約2年間にわたって実施してきた技術移転の結果が広く伝搬し、DRE の技術基盤として確立されれば、新たな地理情報を自ら整備することにも繋がり、関係機関から寄せられる様々な要請にも対応可能となることから、DRE の今後の努力に期待するところである。

### 7.2 提言

先の結論をふまえて、各分野およびDREに関する提言を以下に示す。

#### 7.2.1 国家政策上の位置づけに対する提言

日本には、モンテネグロのDREに類似する組織として国土交通省のもとに国土地理院という機関が存在する。

国土地理院は、国家の測量法を制定して測量行政を推進し、地籍調査・不動産管理を除く測量、地理情報整備などの業務の牽引役として位置づけられ、現在以下の方針に基づいて活動している。(以下は国土地理院HPより要点を抜粋)

\*\*\*\*\*

(1) 国土地理院の役割 (任務)

- 国の責務である領土の明示、国土管理、災害対策等のための基本的な地理空間情報を、全国土かつ国際的連携の下で整備・管理し、基本的情報インフラとして社会全体に提供する。
- 国家測量・地図行政機関として、地理空間情報行政を推進する。

(2) 重点項目

- 国土の安全管理、危機管理、災害対応等を通じた安全・安心な社会づくり
- 国民生活の向上、地域活性化に向けた地理空間情報の活用の促進
- 技術力を生かした国際貢献の推進

\*\*\*\*\*

一方モンテネグロは、2004年7月に交付された“国家組織と業務に関する政令”に基づき DRE は、財務省による監督のもとに、地籍調査、不動産登記・管理、測量、空中写真撮影、地理情報、GIS 作成を担う唯一の国家直属の局として位置づけられている。

上記の通り、災害対策や地籍調査を除けば、DRE と日本の国土地理院は概ね同様の業務を担当する政府の機関であり、国家の発展に不可欠な役割を担っている。このように DRE は、モンテネグロにおいて重要な役割を果たすべき立場にあり、これを容易に推進するために国家政策の面で以下の2点について提言する。

(1) DRE における空間データ基盤作成事業の位置づけ

従来の DRE は、地籍調査、不動産の登記・管理を主業務とする組織であったが、上記の政令ならびに2006年の独立を契機に、日本の国土地理院と同様に地理情報を整備し、提供することも大きな業務として新たに加わった。

長い歴史を有する地籍調査や不動産管理に関しては、近代的な GPS 電子基準点も有し、高精度で高能率な調査業務を可能とする技術基盤は確立している。

反して、地形図の整備はこれまで連邦の牽引役であったセルビアに託してきたため、小・中縮尺の地形図作成に関する技術は十分ではなかった。

近年は、従来の地形図だけではなく GIS が地理情報の主流となり、その整備のためにはアナログ時代に比較して高度な技術が求められる。このデジタル地形図と GIS データベースを合わせた空間データ基盤の整備技術及びその更新技術は、2年間の本調査を通じて DRE の技術者に移転され、技術基盤は確立された。

先にも述べたとおり、全国をシームレスに利用可能な空間データ基盤は、政府のあらゆる機関、国民、海外の投資家等々、社会・経済開発の促進をはじめとする様々な分野で大きな需要が見込まれる。

この様な背景から、本調査対象地域外の30%の早期整備はDREの大きな責務であり、優先課題として取り組むことが期待される。加えて、完成した空間データ基盤の経年変化に伴う修正も重要な業務であり、以下のようなサイクルで更新業務を計画的に実施することを望む。

1. 特に経済活動が盛んな都市部：4~5年毎
2. 山間部等の周辺地域：8~10年毎

## (2) 国家政策におけるDREの位置づけ

空間データ基盤が「安全・安心な社会づくり、国民生活の向上、地域活性化」等に必要不可欠な大きな要素のひとつであることは、上記の通りモンテネグロも日本も同様である。この必要性を理解しているDREは、2008年に独自に策定した中期計画や2009年度の年度計画において、この早期完成を目標に掲げて業務を開始しているが、人材面や機材面で十分とは言い難い。

空間データ基盤は、国家の発展、国民生活の向上に不可欠で重要な情報であることから、モンテネグロ政府は、唯一地図作成機関として位置づけられているDREに対し、予算・制度・人材・設備等、環境の充実を図り、残り30%の早期完成を可能にさせることが最も重要である。

このことにより、DREは常に社会から求められる高精度な空間データ基盤や不動産情報、ならびにGPS電子基準点から得られる正確な位置情報など、多様な地理情報を提供することが可能となり、国家政策の中で推進すべき事項と考えられる。

### 7.2.2 測量基準にかかる提言（DRE）

DREの主たる業務である地籍調査やその他の地形図作成業務は、これまでガウス・クリューゲル投影法に基づき実施されている。これはモンテネグロを東西方向に二分する6系と7系にまたがっており、デジタル形式の空間データ基盤を整備する上で障害となることから、本調査では世界基準に基づいた新しい仕様を策定し、UTMの34系に準拠した空間データ基盤を整備した。この基準は2007年5月に新たに制定された“国家測量と地籍に関する法律”に基づくものであるが、移行期間として従来の基準であるベッセル楕円体、ガウス・クリューゲルの使用も認めている。

DREの方針では、これまでに蓄積してきた地籍測量結果や、それに付随する地形図など数多くのデータは、近い将来UTMに変換し統一することであるが、それまでの期間は上記2種類の基準が混在することから、全ての業務の実施に際し十分に注意する必要がある。

VLBIに代表される宇宙規模の測量技術の進歩に伴って明らかになった地球の形状、すなわち正確度のより高い準拠楕円体の要素が世界の多くの国で採用され、従来のものに代わりつつあることは周知の事実である。

モンテネグロもこの例にもれず、本調査を契機に世界標準である ITRF-96 をベースにした空間データ基盤を整備した。しかしなが地籍調査を含む過去の膨大な測量成果や地形図などの変換に必要な技術基盤やシステムが整備されるまでの移行期間は、これまで通り 2 つの基準によって業務を継続することとしている。

特に地籍調査の結果は土地の面積を表示することから、所有者の財産と直結していることは明らかである。すなわち 2 種類の基準点成果が混在する中で今後実施する各種の測量は、細心の注意を払って行わなければ、大きな社会問題に発展する危険性は否定できない。

この様な問題を有している 2 つの測量基準は可能な限り早期に統一し、かつこれまでの測量成果を変換して新たな基準による土地面積を確定することが最善である。

### 7.2.3 地上測量にかかる提言 (DRE)

毎年多くの尊い人命や財産が自然災害により失われている日本では、正確な気象観測と予報、地殻変動調査、災害予知・通報システムなどの整備が急速に進められている。特に甚大な被害をもたらす地震に関しては、国土全域に約 1,200 点の電子基準点 (GPS) を設置し、断層の活動等をリアルタイムで測定・記録し災害発生のメカニズムを把握すると共に、予測の確実性を高める先進測量技術により対策を進めている。ここで用いられている電子基準点はこの様な防災の目的以外に、多くの公共測量業務に用いられ、均

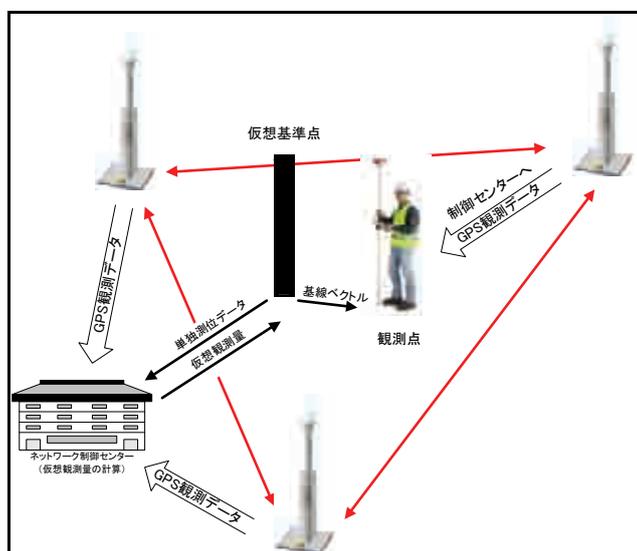


図 49 : VRS 方式イメージ図

一で高い精度の確保と業務の効率化に効果を発揮している。将来そのデータは防災や測量のみならず、あらゆる分野の先進技術と融合し、より安全で快適な社会空間の確保を目指している。

一方、独立間もないモンテネグロでは災害の危険性は低いが、開発や環境保全が急務であることはこれまでに述べたとおり周知の事実で、それらの計画立案に必要不可欠な情報のひとつが空間データ基盤であり、その整備は DRE に委ねられている。

既に 9 点の電子基準点を有する DRE では、JICA より提供された調査用機材の GPS を用いた RTK GPS 測量 (Virtual Reference Station 方式 : VRS) の実施が可能である。スタティック方式に比較すると若干精度 ( $\pm 2 \sim 4 \text{cm}$  の誤差) が劣ること、データ通信用の費用がかかるなどの欠点はあるものの、観測時間の短縮化、少人数による省力化が可能であるなど、長所も多い。

この VRS 方式は、日本では公共測量にもすでに実用化され、工事関係の量など要求精度が若干低い

GPS 測量に頻繁に用いられている。今回の技術移転対象者は少なかったが、DRE 内部の技術の伝播により、底辺の拡充が必要と考える。

#### 7.2.4 デジタル写真測量全般にかかる提言 (DRE)

本調査における技術移転において、また DRE の自立発展にとって最も重要な技術がデジタル写真測量であり、工程ごとに異なる要素を含んでいることから、それぞれについての提言を以下に記す。なお各工程の提言に結びつけた要素は、OJT 実施時における日本側担当者が実施したテストやチェック、ワークショップ時に行ったアンケート調査結果に基づいている。

##### (1) デジタル空中三角測量

ワークショップやアンケートなどを通じて調査した結果、空中三角測量を実施可能な職員が6名在籍していることが判明した。この事実より C/P に対して実施した技術移転の結果は、十分に伝搬されるであろうと判断できた。ただしその多くは従来のソフト上のことであり、JICA が供与した新しい機材で実施した経験はあまりない事も明らかとなり、1:25,000 空間データ基盤以外の業務でも積極的にこの新しい機材を使用して業務を実施し、経験を積むことが望まれる。

##### (2) デジタル図化

デジタル図化に関しては多くの経験者が在籍しているが、本調査で制定した製品仕様書について理解している職員は少ない。1:25,000 空間データ基盤整備のためには仕様書を理解することは必須であるが、職員全員に全てを理解させることは困難と推察される。

したがって空間データ基盤を正確に整備するためには、技術移転を受けた C/P により、製品仕様書や作業方法についての勉強会を実施することが最善の解決策と考える。担当者ごとに異なる知識・スキルを分類し、部分的に説明を実施すれば作業者の負担も少なく済むと考える。

##### (3) デジタル編集

地形図作成のためのデジタル編集を実施したことがある職員は多いが、GIS データベースとしてのデジタル編集を実施できる職員は少ない。また目視検査や論理検査のように、作成したデータについて検査を実施することについても経験が少ないことが明らかになった。

“構造化を念頭に置いたデジタル編集”の作業については、技術移転を受けた C/P の指導のもと、他の職員がその技術を身に付ける必要がある。“検査”については、単に作業者が検査できるようになるよりも、作業者とは別に検査部門を設け、正確な検査が行える体制を作ることが必要と考える。

##### (4) デジタル補測編集と構造化

DRE ではこれまで、デジタル補測編集、構造化という作業を実施した事例は無く、そのために必

要となる GIS ソフトウェアについても、ほとんど使用した経験が無い。デジタル補測編集の作業内容のほとんどはデジタル編集と同様であり、デジタル編集における問題改善が実施されれば無理なく実施可能である。また、DRE の技術者が使い慣れている CAD ソフトウェアと構造化に用いる GIS ソフトウェアに関し、図形編集等の内容であれば特に大きな相違点はない。

しかし属性情報の入力等に関しては、GIS データの構造も理解する必要があることから、実際に GIS ソフトウェアを使った業務を数多く経験することが最善であるが、現状ではソフトの数に制限がある。その解決策の一つとして、Web 経由で入手可能な無料の GIS ソフトを導入して、GIS データベースの構造を理解することが、その問題を解決する一つの対処法と考える。

### (5) 基礎資料（空中写真）の応用

現在 DRE では、統計局や警察をはじめとする複数の政府機関の要請に基づき、本調査の成果品のひとつであるカラー空中写真を用いて、全国をカバーする縮尺 1:10,000 のオルソフォトマップを作成中である。このオルソフォトマップの当面の用途は、今年予定されている国勢調査を対象としている。国勢調査は、国民が実際に暮らしている全国の隅々まで対象として行うことから、2007 年に撮影された空中写真を基に整備されるオルソフォトマップは、国勢調査の正確性を大幅に高め、信頼度の高い人口センサスを得ることにつながることは明らかである。

当面はこの様な政府部内での活用にとどまるとしても、デジタル地形図と同様に縮尺に応じた現地調査を行って、公共建造物、史跡などのランドマークならびに行政界、行政名、道路、河川、湖沼等を表示することにより、誰にでも利用可能なオルソフォトマップとして販売することが可能になる。

デジタルデータで整備されたこの様なオルソフォトマップは、デジタル地形図と同様に、用途に応じて手を加えて内容を充実させたり、縮尺を小さくしたりすることにより、多目的な分野に活用が可能であり、マーケットのニーズを調査しながら商品開発を進めることも DRE の役目と考えられる。

## 7.2.5 地図記号化にかかる提言（DRE）

### (1) 技術

#### 1) 確実な技術基盤の確立

技術移転で習得した印刷用地図記号化のノウハウを維持し発展させていくためには、実際の業務に携わり経験を積むことが肝要である。技術移転で提供された技術は、確実に業務を遂行出来るレベルの基本的・定型的なものであり、応用力を身につけるためには実務を重ねることにより直面する問題に対し、C/P 自身の自助努力により解決策を見いだすなどのスキルアップが必須である。

すなわち、早急に残り 30%の空間データ基盤整備に着手することが最善策であり、デジタル図化・編集工程を継続して実施することが望まれる。

## 2) 生産性

現時点で印刷用地図記号化の技術を保有している技術者は DRE の C/P2 名のみである。生産性の向上を目指すためにはこの 2 名から局内に広く技術の伝搬を図るか、もしくは新たな人員確保が不可欠である。同時にハード、ソフト両面の機材という設備投資も不可欠である。

## (2) 成果品の有効活用

### 1) 縮小編集図の整備

現在 DRE が所有している縮尺 1/250,000 の印刷図と同様の地図も、本調査で得られた最新のデータを編集することにより更新したり、新たに作り替えたりすることが可能となる。第 2 回セミナーで参加者に配布したモ国西沿岸部の 1:50,000 地形図もその一例であり、技術移転で培ったノウハウにより DRE 自身で作成することが可能である。以下に作業手順の概要を記す。

- 仕様の変更ならびに表示項目の選定
- 縮尺率に伴うデータの縮小
- 地図の合成（各々の地図をトリミングして合成または、隣接部のオブジェクトの繋ぎ合わせによる新たな地図の作成）
- 注記の整理
- 新たな整飾の作成

### 2) DRE 所有のモ国全土図（印刷図）での活用

DRE が所有しているモンテネグロ全土の地図は、CorelDRAW フォーマットのベクターデータであり、本調査で整備したデータと互換性があることから、この DRE 所有の既存データも縮小編集された空間データ基盤のデータを取込む事により最新情報で更新が可能である。



図 50 : DRE 所有の道路図

### 3) 印刷・出版

整備されたデジタル地形図のデータは高品質の印刷を前提に作成された内容であり、データを単にプリンター出力のみで済ませる事なく印刷して多方面に販売・提供する事を奨励する。ただ

しその際、現状のデータは CMYK の 4 色印刷用に設定されているため、この中の登録色（スウォッチカラー）の Gray（主に道路で使用）と Brown（主に等高線で使用）に関して別版の指定を行い、計 6 色として印刷する方法が地図印刷として最善の方法である。

### 4) 各種主題図の作成

1:25,000 縮尺の印刷用地図データは、仕様の変更や縮小編纂することによって様々な主題の地図に応用することが可能である。

GIS データベース及びシミュレーションとの連携によるハザードマップや、山岳地図等の作成も可能である。印刷地図作成もデザインひとつであり、今後の DRE のアイディアに期待したい。

## 7.2.6 地理情報普及・GIS にかかる提言 (DRE & DSP)

### (1) DRE

#### 1) 継続的な GIS 勉強会の開催

ワークショップで実施した DRE のアンケート調査結果からも明らかなように、GIS 部門をのぞく DRE において GIS の普及率は決して高くはない。しかしながら本調査で構築されるデジタル地形図を有効に活用していくためには、GIS 技術は DRE にとって非常に重要な役割を果たすことは明確である。

したがって本調査で GIS 研修を受講した技術者が中心となり、定期的に DRE 内部での GIS 勉強会を開催し、関係する職員全体に GIS の技術と知識が伝播されることが望ましい。DRE は早急に GIS 勉強会の年間プログラムを検討し、そのためのサンプルデータ及びマニュアルの整備をすべきであろう。

#### 2) 品質管理

GIS 研修を通じて明らかになったこととして、DRE の技術者の GIS に関する技術は比較的高いレベルにあると考えられる。しかしながら研修の中で構築したデータには時折たびたびエラーが見られた。さらに GIS 研修を受講した技術者に着目すると、作業自体は非常に速いが、それぞれの過程における確認・チェック作業が十分ではないと思われる。それが原因でデータにエラーが含まれたり、本来のデータに必要な情報が削除されてしまうような初歩的な間違いがあった。今後、DRE で構築する GIS データは、モンテネグロ国における最も重要な基盤データとなり、多くの国内関係機関、国際機関などで利用されることを想定すれば、品質管理は重要な業務である。

以上のことから GIS データを構築する際には、各ステップにおけるチェックリストを作成し、信頼性の高いデータを構築する必要がある。

## (2) DSP

### 1) 継続的な GIS の利用

DSP においては、ようやく GIS の利用がスタートしたばかりであり、GIS 技術に係る技術・知識はまだ十分なレベルではない。計画立案を主業務とする DSP という立場にあることから、今後は様々な図面（将来計画図、法規制図、天然資源保全図、森林保全図など）を作成していくことに GIS というツールが利用されるであろう。

したがって、本調査の研修で得られた GIS の技術とマニュアルを活用し、日々の業務の中での GIS の利用を促進すべきであろう。また、UNDP が実施している GIS 研修コースへ参加し、GIS に係るスキルアップを図ることを薦める。

### 2) DSP における空間データ基盤の位置づけ

- 1:25,000のデジタル地形図はDSPにおいて既に開始している空間土地利用分野での資料製作に不可欠である
- 土地・建築計画ならびに整備の分野における GIS データベース作成に基盤としての役割を果たすものである

### 3) 国家開発計画に向けた全国レベルの GIS データベースの構築

GIS 研修では、Podgorica 近郊のデジタル地形図 2 面分のデータを利用し、主要道路、主要河川、標高、傾斜、斜面方位、現況土地被覆等で構成される GIS モデルデータベースを構築した。また全国ベースの行政界データと 2003 年のセンサスデータのリンケージを実施した。

DSP では、今後、全国規模での開発計画を策定していくため、本調査で得られた技術を基に全国ベースの道路、河川、学校、医療施設、保全地域、法規制データなど、順次拡大していく事が必要であろう。また、地理情報と同時に、各情報に関連した属性データのデータベースを構築すべきである。このあたりの技術移転は既に DSP には実施済みであるが、まだ十分な技術レベルには到達していないため、今後も継続的な技術研鑽が求められる。

## (3) モンテネグロ全体

### 1) 地理情報普及

本調査では、関係機関での GIS の利活用状況についてアンケート調査及びヒアリングを実施した。ヒアリング等を実施した機関は、地質調査研究所と地震研究所で、この 2 機関では、まだ本格的な GIS の利活用はされていないが、UNDP が実施している GIS 研修コースに積極的に参加し、技術力向上に努めている。

地質調査研究所では、60年以上保存されている貴重な地質に関する図面のデジタル化や、GISを活用した物資資源分布図の作成を計画しており、本調査で構築されるデジタル地形図が非常に重要であるという認識を持っている。

一方、地震研究所では、GISを利用したバルカン地域の地震モニタリングシステムの構築、モンテネグロ国及び周辺国を含めたハザードマップの作成を急務としている。これらのシステム構築やマップ作成のためには、やはりデジタル地形図という空間データ基盤がベースになることは明白であり、本調査の成果品の幅広い活用が望まれている。

このようなことから、本調査で構築されるデジタル地形図がモンテネグロの関係機関で有効活用されるためには、DREは率先してこのデータをセミナーやワークショップ、或いはWebサイト等を通じて、関係機関にアピールしていく必要がある。

### 2) 情報の共有化

モンテネグロ国全体の戦略的な国家開発計画の策定、ならびにそのために必要不可欠なGISデータベースを効率的・効果的に構築していくためには、各機関が保有している情報・データを共有化する必要がある。今後モンテネグロにおいてGISの利活用を促進していくためには、関係機関で構成される“GIS利活用促進委員会（仮称）”のような組織を立ち上げ、モンテネグロ国で求められているGISデータセットの構築を検討する事が非常に重要であり、それが情報の共有化になっていくであろう。またUNDPのGIS研修コースの受講者及び本調査のGISコースの受講者の技術を共有し、これらの技術者がリソースパーソンとなり、新たなGIS研修コースを実施していくことも可能となるであろう。

#### 7.2.7 PC・データベースの安全対策にかかる提言

本調査の業務実施中、JICA 供与機材を含めたDRE内のパソコンから、数多くのコンピュータウイルスが発見された。当初の段階では脅威のレベルは低かったものの、2年次の中間期にはソフトの起動が不可能になるほどの事態に直面し、しばし業務を中断せざるを得ない状況となった。DRE内を確認した結果、これは調査団内部の調査用機材のみならず、LANで結ばれたDREのほぼすべてのパソコンに蔓延していることが推定された。

急遽ウイルス駆除などの処理を施し、何とか業務自体への影響は避けられたものの、急場しのぎの対症療法にとどまり、今後全面的な対策が講じられない限り脅威にさらされ続けることになる。

ウイルスによる貴重なデータの破壊や重要情報の流出などの危険を回避するためには、早急に万全なセキュリティ対策を講じる必要がある。この問題は、第1年次のインテリムレポートの説明会でも話題にあげたり、技術事項のミニッツにも記載し注意喚起を試みたが、結果としてパソコンが動かなくなる現象を目の当たりにするまで対策が講じられなかった。

その後DREはこの問題の重要性を理解し、2008年度の後半よりパソコンやサーバー等の設備投資

と平行してこの安全対策を開始した。その結果、現状では局内のほぼ全てのパソコンにウィルス対策ソフトが投入され、安全性確保の基盤は確立された。

しかしながら世間を震撼させるウィルスは日々高度に変化し繁殖していることから、職員各人がその驚異を理解し、確実にウィルスソフトのアップデートを行うよう義務づけるなど、万全の対策を講じることが望まれる。

### 7.2.8 情報公開にかかる提言

航空宇宙技術の急速な進歩に伴い 1m 以下の解像度を有する高分解能衛星写真画像が、世界中で自由に誰でも入手できるようになった現在、これまで地形図が有していた機密性は低下し、世界の国々で地形図等の情報公開が当然のことになっている。

モンテネグロでは、独立や EU 加盟準備に伴う様々な法律の見直しの結果、2005 年に制定された情報公開法“情報の自由なアクセスに関する法律”により、それまで軍で管理していた地形図や空中写真などの地理情報も DRE の手に委ねられ、誰でも自由に使える状況になっている。しかしながらこれまでは販売可能な地理情報はごく限られており、本調査で得られる空間データ基盤が初めての製品と位置づけられている。これを適正な市場価格で販売することにより、国内のみならず欧米を始めとする諸外国からの様々な分野に対する投資の促進につながり、さらに国家の大きな財源の一つで、毎年 1,000,000 人以上も訪れる観光客にも有効活用されることが期待される。

また EU 加盟を目指すモンテネグロは、様々な分野で EU 基準に準拠することが求められており、DRE もその例にもれない。このため DRE は世界銀行や GTZ の支援を得て地籍測量・登記関係に関する業務の改善を目指しており、本調査で整備された空間データ基盤や空中写真、技術移転の結果などが活かされ、相乗効果を生むことも期待される。

一方、森林・環境保全をテーマに掲げている UNDP のプロジェクトは、その第 2 フェーズを日本政府のパートナーシップ・ファンドを得て実施している。ここでは主としてオープンソースの GIS ソフトウェアを用いて、GIS 技術のキャパシティ・ディベロップメントを進める一方、その過程において将来必要となる各種の自然条件情報をデータベースとして構築している。そして次の段階では自然災害に対するプロジェクトも計画しているとのことである。UNDP はこの様なデータベースを近い将来 Web サイトを通じて公開し、モンテネグロ内のあらゆる機関で効果的に活用されることに照準を合わせている。

この様な自然条件データベースだけではなく、統計局 (Monstat) が有する人口センサスを始め、様々な機関がこれまでに調査し蓄積してきた情報は社会条件として極めて有用なものであることから、3次元の空間データ基盤と組み合わせることにより、さらに幅広い活用が可能になることは明らかであり、近い将来には国家の情報センター設立の必要性も議論の対象に浮上するものと推察される。

このような点にも目を向け、DRE は本調査で得られた空間データ基盤やその他の情報について、あらゆる機会を通じて広報・宣伝し、国家の発展の礎として有効活用されるよう努めることに期待する。

この情報公開・提供の原点は、如何に正確で信頼性の高い情報・製品を提供できるか否かにかかっている。下の7.2.9の提言にも示している写真測量部門と同様に、地上測量部門においても適切な精度管理が不可欠である。

本調査の開始時に提示した日本の仕様や、ヨーロッパ各国が制定している仕様を参考にしてモンテネグロ独自の測量仕様を策定し、計画の立案、測量の実施、計算処理等の各工程で精度を維持するための検査工程、その業務を担当する検査部門の早期充実を期待する。これが実施されれば、写真測量で得られる地形図、地上測量で得られるあらゆる調査結果の信頼性が高まり、これまで以上に多くの分野で活用されるであろう。

### 7.2.9 DREの自立発展に向けた組織体制強化にかかる提言

#### (1) 地上測量部門

DREでは先端技術ともいえるGPS電子基準点9点を既に有している。加えて本調査の実施に際してJICAより供与されたGPS受信機付きトータルステーション2台も従来の機器にあわせて駆使することにより、基準点測量のみならずDREの最も重要な業務と位置づけられている地籍調査の迅速化・高精度化は可能であり、現状の高い技術レベルから問題はない。

しかしながら、この地上測量部門がこれまでに蓄積してきた各種の基準点や水準点、地籍調査結果などの貴重で膨大なデータはまだまだ整理がなされておらず、その電子化・データベース化を急ぐべきである。

さらにこのような貴重な資料はデータベースソフトに入力して管理するだけでなく、本調査で得られる空間データ基盤とリンクさせていつでも随意取り出せるようにし、外部からの提供依頼にもスムーズに対応ができるようその整備を急ぐ必要がある。

#### (2) 写真測量部門

##### 1) 技術の伝搬

2年間の本調査を通じて実施した技術移転は、用いる機材の関係からごく少数の技術者に限ったものであった。ここで習得した技術を広く早急に局内に伝搬し、生産基盤の拡充を図る必要がある。特にこれから整備すべき空間データ基盤は、これまでのようなCADデータだけではなく、GISデータベースの構築やデジタル印刷まで範囲を広げた図化・編集・データ整備が求められることから、デジタル写真測量部門の技術力強化が最優先であろう。

##### 2) カートグラフィック部門の新設

独立以前の地形図は、すべてベオグラードにゆだねられ、DREには地図出版の技術は存在しなかったといっても過言ではない。とりわけ現代の主流であるデジタル方式のDesk Top Publishing

を行うノウハウは、本調査を通じて得られた新しい技術であり、担当した C/P2 名だけの技術に終わることなく、新たに専門部門を設置してこの業務を飛躍させない限り残り 30%の整備、すなわちモンテネグロ全域のデジタル地形図の完成はおぼつかないことであり、技術陣の底上げが望まれる。

### 3) 検査部門の新設

如何に仕様書を理解し正確に図化や編集を行ったとしても、人間の行う業務にはエラーを排除することは不可能であり避けられないことである。このデータ検査は厳格かつ正確に行わない限り、GIS データベースの構築や地図記号化など次の工程でかならず問題となる。

すなわち、デジタル地形図の内容、データベースの構造、その根源である仕様書を正しく理解した技術者による検査・修正指示が必須であり、DRE はこの体制を早急に確立する必要がある。

### 4) 残り 30%の早期完成

国内外の多くのユーザーは、全国土をシームレスな一つのデータ上で捉え、様々な開発計画立案や環境保護・管理等に用いることを望んでおり、DRE に期待しているところである。このような需要を満たすためには上記 3 項目を早急に解決し、各分野の技術者が相互に切磋琢磨しながら努力を積み重ねる以外に方法はない。

### 5) 本調査の成果を活用した新製品の整備・販売

“5.1.3 デジタル地形図の有効活用” の項でも述べたように、DRE は今後 1:25,000 以下の小縮尺図・データベースを新規に作る必要はない。すなわち、本調査で得られたデータを縮小し、手を加えて編纂することにより、1:50,000、1:100,000、1:200,000 等の地理情報は随意作成することが可能である。

また、デジタルデータ化された空中写真そのままでも、あるいは DEM を用いてオルソフォトマップに加工して提供・販売することも可能である。

## (3) 組織全体

### 1) 戦略の策定

本調査の終了は、DRE にとって新たな取り組みへの開始点であり、DRE における“企画”、“実施”、“維持”、“管理”、“販売”などの充実がモンテネグロの発展を左右する可能性も否定できない。

先に制定された中期計画に沿った地籍調査、不動産管理の充実と併せて、空間データ基盤整備の充実も戦略の一つとして捉え行動することが望まれる。

## 2) 適切な販売価格の設定

先に“地図は生き物”と記したとおり、新鮮な情報を表示している間に多くの業務、多くの人に使われることが空間データ基盤という地図の使命であり価値がある。そして時間の経過とともにその新鮮度は失われ、内容の更新が待たれることになる。

このような更新業務を行うことは当然 DRE の使命であり、このサイクルを定期的実施するためにも販売数を増やし、更新費用のみならずソフトやハードのメンテナンス費用もまかなうための適切な販売価格の設定が重要なポイントとなる。すなわち、高すぎれば売れず、安すぎれば維持費用の計上が不可能ということにつながる訳である。この価格設定は近隣諸国やヨーロッパの事例を参考にする必要があろう。

特に違法コピーが容易なデジタルデータについては、取り扱いに関する法制度やその罰則規定も含め、慎重に検討・設定する必要があろう。

DRE は、モンテネグロの各政府機関や地方自治体、ドナー機関等には無償もしくは材料コストに相当する程度の金額で提供することは明らかにしているが、それ以外の民間企業や一般国民、旅行者などのユーザーに対する販売価格については、現在近隣国の現状を調査し、適正な価格設定の検討を開始した段階である。調査団が確認した近隣諸国やヨーロッパならびに日本における販売状況を参考資料として下に示す。

表 24：近隣諸国及び日本の販売価格：各国地図作成機関の HP より（単位:ユーロ）

| 1:25,000<br>地形図 | スロベニア           | クロアチア             | ボスニアヘルツェゴビナ・スルブスカ共和国    | ボスニアヘルツェゴビナ・ボスニアヘルツェゴビナ連邦 | マケドニア             | ハンガリー | イタリア | 日本                |
|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|-------|------|-------------------|
| 印刷図             |                 | 9.96              | 50.00<br>4色             | 35.00                     | 2.50              | 7.00  | 9.36 | 2.25<br>3色        |
| ラスターデータ         | 2.59<br>TIFF    | 92.96<br>TIFF     | 100.00                  |                           | 10.00             |       |      |                   |
| ベクターデータ         | 2.78<br>各レイヤー単位 |                   |                         |                           | 160.00<br>各レイヤー単位 |       |      | 62.50<br>県単位      |
| DEM             |                 | 265.60<br>25mX25m |                         |                           | 35.00             |       |      | 62.50<br>全国の1/3   |
| オルソフォトマップ       |                 |                   |                         |                           | 8.50              |       |      | 25.00<br>30" x30" |
| 主題図             |                 |                   | 25.00<br>地形、水文、農業<br>単位 |                           |                   |       |      |                   |

この表に示されているように、各国・各機関ともにその販売価格は独自の算定方式・思想に基づいており一定ではない。適切な価格設定のためには、残り30%の整備に必要な経費のみならず、

全域にわたる将来の更新費用も含めた経費の積み上げが必要であろう。加えて、マスターデータから作成する媒体となる CD や DVD のコスト、プリントに用いるロールペーパーやインク等の消耗品のコスト、あるいはプリンター出力による提供ではなく高品質の印刷を行った場合等、それぞれのコスト算出も必要であろう。この様な不明な点も含んではいるが、調査団として以下の様な内容の価格設定を提案する。

1. 印刷図（印刷機械による大量印刷）：3 ユーロ前後
2. 出力図（要請毎にプリント）：10 ユーロ前後
3. ラスターデータ（CD・DVD）：5 ユーロ前後とし販売数の増加により割引く
4. ベクターデータ（CD・DVD）：50 ユーロ前後とし販売数の増加により割引く

### 3) Web を介した宣伝・普及

DRE では既に不動産に関する情報を自らの Web サイトを通じて公開している。すなわちこれまでは地籍調査が終了し、確定した不動産に関係した情報（個人情報含む）を中心とした内容であったが、今後は空中写真、オルソフォトマップ、デジタル地形図や GIS データベースという空間データ基盤についても同様に公開することが望まれる。

モンテネグロ政府やドナー等の関係する機関には問題なく提供され効果的に使われるであろうが、その他の一般ユーザーに対する販売方法や料金徴収方法なども近い将来の DRE の課題となる。インターネットの普及とともに、世界中で多くの商品を、居ながらに卓上の PC や携帯電話を介して注文・購入できる現在、DRE もこの例に漏れず、宣伝・普及に努めることを期待するところである。