

第5章 地質調査の技術移転

5.1 はじめに

地質マッピングにおけるDGEOへの技術移転の重要点は、DGEOの地質技術者が地質マッピングの基礎技術を習得し、現在進行中の縮尺1/20万の地質図および鉱物資源図をDGEO単独で作成可能な技術力および知識を身につけることにある。

地質マッピングに係わる地表踏査・地質区分の基礎技術力は、地質図作成地域として選定された実地における実作業を積み重ねることにより向上することが出来る。一方、地表踏査に基づく地質マッピングと賦存鉱物資源の解釈に関しては、地表踏査による実作業の他、踏査した地域の地質や鉱床がどのように形成され、なぜここに存在するのかという地質・鉱床学的な知識が必要である。

第1次現地調査時に、地質図作成地域として選定されたアタブ地域において第2次～第3次調査の事前地質インスペクションを行った結果、DGEO地質技術者のうち過去に海外留学・研修経験のある技術者の技術および知識は、地質マッピングおよび鉱物資源解釈を行う上で問題のないレベルに達していた。その一方で、地質マッピングの実働部隊となり次代を担う中・若年技術者の技術および知識は、探査や鉱山に関する一般的な知識や実調査に対する意識は高いものの、同技術者単独で地質マッピングを行う状況に達していなかった。

以上の状況に基づき、第2次現地調査のアタブ地域における地表地質調査の前に、DGEO地質技術者に対し、地質マッピングおよび鉱物資源解釈に必要な知識の講習を実施した。事前にワークショップを開催することにより、地質・鉱床調査に関する基礎能力の向上と実作業の円滑化を図ることが期待された。

5.2 ワークショップの実施

ワークショップの内容は、マッピングの基礎となるルートマップの作成や地層観察・岩石鑑定に関する基本事項に加え、地層や鉱床の詳細観察、地化学探査、衛星画像および空中写真判読等であった。ワークショップは2006年10月4日～5日の2日間にわたりDGEO本局において実施した。CP参加者はDGEOの地質、地化学、GIS担当技術者計16名であった（写真5.2.1、写真5.2.2）。

ワークショップの内容は次のとおりである。

- ① Introduction
- ② Outline of geological map
- ③ Outline of geological mapping
- ④ Geology in the field-general geology-
- ⑤ Practice for field work
- ⑥ Geology in the field-sedimentary rocks-
- ⑦ Geology in the field-igneous rocks-
- ⑧ Geology in the field-metamorphic rocks-
- ⑨ Geology in the field-structural geology-
- ⑩ Geochemical exploration
- ⑪ Interpretation of field data
- ⑫ Alteration and mineralization
- ⑬ Fundamentals of photo-interpretation
- ⑭ What is remote sensing ?



写真 5.2.1 ワークショップでの技術説明



写真 5.2.2 ワークショップでの実技
(空中写真判読)

⑮ Application of remote sensing techniques

⑯ Practice of photo-interpretation

5.3 地質巡検の実施

アタプ地域における地質調査開始前および調査中には、調査参加者であるDGEO地質技術者6名と共に地域内の地質巡検を2006年10月11日～13日、11月11日、2007年1月15日の計5日間実施した。このうち、2007年1月15日は、産業技術総合研究所（以下AIST）の渡辺寧 鉱物資源研究グループ長の参加を得て、地質・鉱物学的知識のレベルを高めることが出来た。同地質巡検により、上記ワークショップで得られた地質マッピングの基礎技術、地質・鉱床に関する基礎知識を実地研修した。日々行う実際の調査は、地質巡検による研修内容の理解が基本になる。

地質巡検による研修内容は表5.3.1のとおりである。

表 5.3.1 地質調査研修内容

Geographical understanding	
—	To take a position on a topographic map
—	To take a location by using GPS
—	To plot a location to route map
Geological basic understanding at an outcrop	
—	To name a rock
—	To name a rock forming mineral
—	To measure dip and strike of a stratum
—	To decide rock facies
—	To decide a fault
—	To decide hierarchical relation of stratums
—	To decide old and new relation of igneous rocks
—	To describe geological phenomenons on the route map and a field note
Basic understanding for ore deposits	
—	To define fracture characteristics
—	To identify alterations
—	To name altered minerals
—	To identify mineralizations
—	To name mineralizaed minerals
—	To describe ore deposit phenomenons on the route map and a field note
Basic understanding for geochemical sampling (stream sediments)	
—	To select point to conduct sampling at stream
—	To carry out sampling by using a sieve
Basic understanding for geological mapping	
—	To draw up geological cross section based on described route map and field note
—	To draw up geological columnar section based on described route map and field note
—	To draw up geological boundary trace on the topographical map



写真 5.3.1 地質露頭での地質調査指導



写真 5.3.2 地層計測指導



写真 5.3.3 鉱徴露頭での調査指導



写真 5.3.4 沢砂地化学探査指導

アタプ地域における縮尺1/20万地質図作成のための地質調査は、実際の調査に加え、上述のワークショップおよび地質巡検を随時実施し、DGEO地質技術者の基礎技術・知識向上を目指した。

DGEO側地質調査参加者は次の6名である。

- Mr.Sixomxeun Duangsurigna, Senior Geologist, DGEO in Vientiane
- Mr.Siphandone Vilayhack, Senior Geologist, DGEO in Vientiane
- Mr.Phonetalome Vilaysan, Geologist, DGEO in Vientiane
- Mr.Sisaad Phomkenthao, Geologist, DGEO Pakxe Office
- Mr.Thavone Khounchanthida, Geologist, DGEO Pakxe Office
- Mr.Amkha Voravong, Geologist, DEM of Attapeu Province

5.4 現地調査時におけるトレーニングの実施

地質調査は2チーム体制で行い、調査および野外トレーニングの効率上、上記6名を3名/1チームに分割した。日本側技術者は1名/1チームとし、1名がDGEO技術者3名と共に調査を行い、技術移転を実施した。調査の基本図として用いた地形図は、最終図面の縮尺が1/20万であることを考慮し、National Geographic Department発行の1/5万地形図である。

第2次現地調査および第3次現地調査時のアタプ地域における地質調査（地質巡検を含む）は、2006年10月11日～12月13日、2007年1月13日～2月26日の間に行った。



写真5.4.1 野外調査後の整理・まとめ



写真5.4.2 採取岩石・鉱石の整理

第3次現地調査の現地地質調査事前には、第2次現地調査結果報告と鉱床に関する技術発表を兼ねたセミナーを実施した。このセミナーにより、第2次現地調査時に行った地質調査において養った地質・鉱床調査に関する基礎能力のさらなるレベルアップを目指した。セミナーは2006年1月9日にDGEO本局において実施した。CP参加者はDGEOの地質、地化学、GIS担当技術者計9名であり、技術発表者として渡辺寧 AIST 鉱物資源研究グループ長の参加を得た（以下の③および④についての発表）。

ワークショップ内容は次のとおりである。

- ① Result of the 2nd Geological Field Work
- ② Occurrences of metamorphic and granitic rocks in the eastern Attapeu - 2nd Field Work -
- ③ Present situation of rare earth resources and deposits
- ④ Hydrothermal alteration patterns over the El Salvador porphyry Cu deposit, Chile

第3次現地調査における地質調査の実施では、DGEO地質技術者の技術・知識がどの程度向上しているかについて確認を行った。これにより、調査において技術・知識の何が不足しているのかを明らかにした。第3次現地調査における地質・鉱床調査の終了前には、地質図原図の作成を行なった。最終的な地質図幅の縮尺は1/20万であるため、原図の作成は縮尺1/10万の地形図を用いた。原図の作成は、一部図葉についてDGEO技術者のみで行ない、DGEO技術者のトレーニングおよび理解度を確認した。

第4次現地調査は、2007年6月7日～6月29日の間、ビエンチャンのDGEOにおいて行った。この調査では、第2次および第3次現地調査による地質・鉱床調査結果について、各種分析結果や沢砂地化学分析結果を加味した考察を行い、地質図原図（縮尺1/10万）の調整およびドラフト版地質図（縮尺1/20万）を作成した。さらに同考察結果に基づき、第5次～第6次現地調査で実施する詳細地域における地質マッピング（縮尺1/1万）の対象地域を選定した。

第4次現地調査におけるDGEO技術者への技術移転事項は、以下の3項目である。

- ① 地質図原図（縮尺1/10万）から最終版地質図（縮尺1/20万）へのコンパイル方法
- ② 各種観察・分析結果の解釈方法と同結果の鉱物資源探査への利用方法
- ③ 沢砂地化学異常の認定方法

第5次現地調査における詳細地域の地質調査は、2007年10月15日～12月17日の間に行なった。第5次～第6次現地調査の調査は、選定された詳細地域の縮尺1/1万の地質マッピングである。調査での技術移転の主眼は、DGEO技術者が、これまでに行なってきた実地での地質・鉱床調査の経験をさらに重ね、調査に対する応用力を身につけることにある。

詳細地域における調査にあたり、CPが以下について十分に認識する必要がある。そのため調査事前に、下記についてのミーティングを行い、調査に参加するCPの意識を統一した。

- ① 対象とした地域を何故詳細に調査しなければならないのか？
- ② 対象地域にどのような鉱床が賦存する可能性があるのか？

調査後の地質ルートマップのとりまとめおよび地質原図の作成はCPのみで実施し、地質・鉱床調査の経験をさらに重ねた（写真5.4.3）。

第5次現地調査中の2007年12月2日～12月14日の間、AIST 渡辺寧鉱物資源研究グループ長およびJICA 小林悟 資源・省エネルギーチーム本プロジェクト担当の参加を得、野外において以下についてのレクチャーを受けた（写真5.4.4）。

- ① 鉱徴地の観察方法
- ② 鉱徴周辺の変質の広がりへの認定方法
- ③ 鉱床形成の解釈方法

第5次現地調査に引き続く第6次現地調査は、2008年1月12日～2月26日の間に行なった。第6次現地調査では、詳細地域における縮尺1/1万地質マッピングを引き続き行なった。また、第5次現地調査での地質マッピング時に、比較的有望な鉱徴地が確認されたため、以下の詳細調査により同鉱徴地の連続性を確認した（写真5.4.5および写真5.4.6）。

- ① 鉱徴地近傍のトレンチ調査（トレンチ長10m）
- ② 鉱徴の連続性の追跡踏査（2km×1km）

上記2点の調査により、地質マッピング中に有望な鉱徴が確認された場合、その後に実施すべき調査計画の立案等について、CPに技術移転を図った。



写真5.4.3 CPによる地質図作成



写真5.4.4 AIST渡辺博士と調査参加者



写真5.4.5 鉱徴地近傍のトレンチ調査



写真5.4.6 追跡調査により確認された鉱徴

5.5 技術移転の成果と現状の技術力

第6次現地調査までの地質調査を通して、OJTによるDGEO技術者の地質・鉱床調査に関わる基本事項の理解度と実践力は確実に高まったといえる。またCPは、地質調査レベルの向上に加え、地表地質・鉱徴データ取得の重要性を改めて認識し、調査に対する意識が極めて向上し、独自に特定範囲の地質調査や地質図作成を行うことが可能なまでに成長したものと評価している。表5.5.1に第6次現地調査終了時までのDGEO地質技術者の技術・知識理解度をまとめた。

DGEO技術者のうち、比較的に高い地質調査能力を持った技術者の大半は、旧ソ連やベトナムなどへの留学経験を持つ40代後半以上の世代である。それより若い世代の技術者は、国内の技術専門学校を卒業した技術者に限られ、職員の半数以上を占める若手技術者の大半は地質・鉱床調査・解釈に関する能力に乏しい。また、地質・鉱床調査に関する予算が乏しく、調査に必要な機材や車両などが揃っておらず、DGEOの主要な活動が他国機関との共同調査やサポート的な調査に限られているのが現状である。

今後、企業から提出される調査計画書や調査報告書を審査、評価する地質技術者には、地質・鉱床に関する十分な知識と調査技術が必要であるが、現状では不十分であり、人材確保および人材育成が今後の重要な課題と言える。

以上、現状技術は次のようにまとめられる。

- ① 地質・鉱床調査の基本技術は、徐々にではあるが向上している。
- ② 重要課題である縮尺1/20万地質図幅の調査・作成を独自に実施するまで至っていない。
- ③ 既往鉱産地の鉱床学的な解析を実施するまで至っていない。

④地質・鉱床調査に必要な機材や、岩石薄片・鉱石研磨片作成に必要な資材が極めて不足し、調査実施の妨げになっている。

表5.5.1 第6次現地調査終了時におけるC/Pの地質調査レベルの推移（第2次→第6次）

Subject for geological field training 2nd to 6th Field Survey (October 2006 to February 2008)	Intelligibility level after field survey					
	DGEO (Vientiane)			DGEO (Pakxe)		DEM (Attapeu)
	Mr. Sixomxeun Duangsurigna	Mr. Siphandone Vilayhack	Mr. Phonetalome Vilaysan	Mr. Sisaad Phomkenthao	Mr. Thavone Khouranchithida	Mr. Amkha Voravong
Geographical understanding	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th
- To take a position on a topographic map	H → H	H → H	H → H	H → H	H → H	H → H
- To take a location by using GPS	H → H	H → H	H → H	H → H	H → H	H → H
- To plot a location to route map	H → H	H → H	H → H	H → H	H → H	H → H
Geological basic understanding at an outcrop	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th
- To name a rock	H → H	H → H	M → MH	M → MH	M → MH	M → MH
- To name a rock forming mineral	H → H	H → H	M → MH	M → MH	M → MH	M → MH
- To measure dip and strike of a stratum	H → H	H → H	M → H	M → H	M → H	M → H
- To decide rock facies	H → H	H → H	M → MH	M → H	M → MH	M → H
- To decide a fault	H → H	H → H	L → M	L → H	L → M	L → H
- To decide hierarchical relation of stratum	H → H	H → H	M → MH	M → H	M → MH	M → H
- To decide old and new relation of igneous rocks	H → H	H → H	L → M	L → MH	L → M	L → MH
- To describe geological phenomenons on the route map and a field note	H → H	H → H	L → M	L → H	L → M	L → H
Basic understanding for ore deposits	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th
- To define fracture characteristics	H → H	H → H	L → M	L → MH	L → M	L → MH
- To identify alterations	H → H	H → H	L → M	L → MH	L → M	L → MH
- To name altered minerals	H → H	H → H	L → M	L → MH	L → M	L → MH
- To identify mineralizations	H → H	H → H	M → MH	M → H	M → MH	M → H
- To name mineralized minerals	H → H	H → H	L → M	L → MH	L → M	L → MH
- To describe ore deposit phenomenons on the route map and a field note	H → H	H → H	L → M	M → MH	L → M	M → MH
Basic understanding for geochemical sampling (stream sediments)	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th
- To select point to conduct sampling at stream	H → H	H → H	H → H	H → H	H → H	H → H
- To carry out sampling by using a sieve	H → H	H → H	H → H	H → H	H → H	H → H
Basic understanding for geological mapping	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th	2nd → 6th
- To draw up geological cross section based on described route map and field note	H → H	H → H	M → MH	M → H	M → MH	M → H
- To draw up geological columnar section based on described route map and field note	H → H	H → H	L → M	M → H	L → M	M → H
- To draw up geological boundary trace on the topographical map	H → H	H → H	L → M	M → H	L → M	M → H

H: high level, MH: moderate to high level, M: moderate level, L: low level

5.6 今後の技術的課題

第6次現地調査までの地質調査技術移転により、DGEO技術者の地質・鉱床調査に関する意識や基礎的な能力は向上してきたといえる。しかし、今後DGEOが独自に探査・解析を実施していくためには、ボーリング調査や物理探査などの知識を増やすことも必要である。

今後、技術能力の比較的低い若手技術者が増加し、技術能力の高い技術者が高齢化していく中で、DGEOが独自に地質調査や鉱床調査を実施し、それらの報告書を作成するためには、それに必要な地質学および鉱床学の高度の知識や技術を確保することも大切になってくる。このための教育システムを策定し、人材育成を行うことが必要である。

以上に基づき、今後の課題として以下があげられる。

- ① DGEO技術者の地質・鉱床調査レベル向上により、独自でマッピングするレベルには達している。今後は比較的に調査・解析が容易な地域をDGEOが主体で調査を行い、それによってさらに調査能力を向上させる必要がある。
- ② 地質マッピングにより鉱物資源有望地が確認され探査を進めてゆく場合、段階ごとに行なう調査や調査計画について、DGEO技術者はまだ十分に理解していない。今後、各探査段階の調査方法や調査計画について、理解と経験を深める必要がある。
- ③ 地質・鉱床調査技術の高度化に関し、海外研究者との連携や留学等により技術力のレベルアップと地質・鉱床情報の収集を図る必要がある。
- ④ 技術継承に関し、人員不足の解消に加え、技術者と技術的リーダーの養成を図る必要がある。

第 6 章 化学分析

6.1 はじめに

DGEO の Analytical division (化学分析センター、以下ラボと記す) では通常ルーチン業務として、地球化学試料の前処理、標本作製、分析および鑑定を行っている。本プロジェクトでは、プロジェクトで採取したサンプルの分析等を実施する過程での OJT (On the Job Training) を主たる技術移転活動として、CP の能力向上を助ける事を目的とする。

6.2 DGEO のラボの現状と課題

6.2.1 人的キャパシティについて

職員はプロジェクト開始時には 11 名であったが、その後新人が 2 名加わり、総勢 13 名となった。職務分掌については添付の職員リストに記載する (付属資料 11)。第 1 次現地調査時にはラボから 2 名の職員が Sepon 鉱山に駐在していた。DGEO 全体から、常に 1~2 名の職員を派遣しているとのことで、数ヶ月単位で幹部職員がラボを離れることがしばしばある。

原子吸光光度計による測定は主に次長の 2 氏が行っており、8 名の分析スタッフ (うち 3 名は新人) は試料調整、前処理作業および滴定などの湿式分析に主に従事している。地質と鉱物学を専門とする 3 名のスタッフは試料切断、粉碎などの前処理や薄片作成、さらに鉱物鑑定などを行っている。分析作業のみに従事するスタッフは少なく、野外調査や鉱山会社との折衝等、ラボでの作業以外にも多くの業務があるため、人数の割にはこなせるサンプル数は少ない。また、原子吸光分析を行える職員が少ないため、彼らが出張等でいない間は分析がストップしてしまう。

6.2.2 分析資機材の現況

主要機材の一覧表を添付する (付属資料 12)。全体の状況としては、予算配分が少ないために機材のメンテナンスが十分出来ていないことが一番の問題である。

ラボの主要分析機器である原子吸光光度計 (以下 AAS と記す) は金属類の測定に欠かせないが、第一次調査時ではラボで保有している 3 台のうちちろうじて使用できるのが 1 台しかないという状況であった。ラボでは保守点検の重要性は認識しているものの十分な予算措置がなされていない。機器の点検修理の出来る技術者はラオス国内にはおらず、通常タイ国にあるメーカー代理店から呼ぶが、維持管理に必要な予算が取られていないため、故障が発生しても修理を行うまで時間がかかり、長期に渡って放置されることもある。ほとんどの機材が同じような状況で、いつ壊れてもおかしくないと言える。

本プロジェクトでは機器の供与は基本的にないが、最低限の分析が行えるよう機材が運転できる状況を作る必要があると考え、既存の AAS の修理可能性を検討した。一方、ラボ側において緊急の必要性から新規の AAS が 2006 年 10 月に導入された。また、第 8 次活動期間中に 2001 年から故障したまま放置されていた黒鉛炉式 AAS のメンテナンスを実施し、運転できる状況を整備した。現在の AAS の状況を表 6.2.1 および写真 6.2.1~写真 6.2.4 に示す。

試薬等はディーラーが複数存在するが、国内在庫はほとんど持たず、注文によって随時輸入する。納期は試薬によって異なるが、一般的な試薬は 1 週間以内に調達できるとのことである。機材のスペアパーツ等の調達も可能である (ただし 1ヶ月程度かかる)。

表 6.2.1 AASの現状

機材名	メーカー	現状
GBC 902	GBC	フレーム式。故障。古いモデルのためスペアパーツが存在せず修理不能。
GBC 902 (写真 6.2.1)	GBC	上記のものと同モデル。不調かつ感度が不十分なことから AA-6300 導入後は使用されず。
GBC 932AA (写真 6.2.2)	GBC	黒鉛炉式、高感度分析用 AAS。水質試料分析のために導入された。2001 年から故障したまま放置されていたものを本プロジェクトでメンテナンスを行い運転できる状況を整備した。
AA-6300 (写真 6.2.3~4)	島津製作所	フレーム式。2006 年購入。現在金属分析に使われている唯一の機材。



写真 6.2.1 AAS-GBC902 (フレーム式)



写真 6.2.2 AAS-GBC932AA (黒鉛炉式)



写真 6.2.3 AAS-Shimadzu6300 (フレーム式)



写真 6.2.4 AAS-Shimadzu6300 (フレーム式)

6.2.3 分析の実際

分析対象は岩石、鉱石、砂、底質および水試料であるが、水試料については実際には行われていない。

全岩分析は通常の項目については分析できる能力はあるが、純水製造機の交換カートリッジがないため純水を使用できず、酸化カルシウムおよび酸化マグネシウムの測定ができなかったが、2007年2月に蒸留式の純水製造装置が導入され、この問題は解決した。しかし、シングル蒸溜式のため、高度な微量分析に堪えられるだけの高純度の純水は得られない。将来

的には、イオン交換を使った高純度純水製造機の導入が望まれる。希土類の分析については経験がない。

鉱石の分析については、主要な項目は測定可能である。ただし検出下限は高めである。アンチモン、スズ、チタンの分析は試薬がないか、または使用機材が壊れているという理由のため今まで実施されていなかった。タングステンについては経験がない。

DGEO として独自のプロジェクトやモニタリング活動は行っていないので、有償での受け入れ分析が主たる活動である。ただし、独立採算性ではないのでラボの収入とはならない。分析以外に、乾燥・粉碎などの前処理のみを請け負うこともあるが、その場合発注者は前処理された試料を他国に送って分析に供している。

鉱石の分析における分解方法は、通常、王水による方法が採られている。分析手法についての SOP（標準手順書）はかつて UNDP の専門家が作成したものが存在し、これを一部修正して日常業務に適用している。分析試料の一ロットには必ず標準試料を 1 種以上加えており、その標準試料の測定値が推奨値からはずれた場合には再測定を行っている。ただし、外れ値を判断する一定の基準が定められていない。

標準試料とは
成分の濃度が既知の岩石や鉱石の試料のこと。NIST（米標準局）や USGS（米地質調査所）、日本では AISI（産業技術総合研究所）などで提供されている。

6.3 分析試験計画

計画段階での試料分析予定は表6.3.1の通りであった。

このうち、X線回折試験は設備がないため試料を日本に持ち帰り実施した。流体包有物試験および年代測定も測定できないため他機関に依頼する。帯磁率測定は野外調査で実施した。

地化学分析は一般に、最初はスクリーニングから始め、その中でアノーマリーが発見されたときに、調査地区及び項目の絞り込みを行う。従って、スクリーニングの段階では、できるだけ多くの項目を迅速に測定することが望まれる。特に沢砂分析においては、低濃度域まで測定できることが望ましい。

そのような目的から分析方法を考えると、ICPのような高感度多成分一斉分析が行えるような分析機器が最適なのであるが、残念ながらラボには原子吸光光度計しかなく、また人員も限られているため、日常業務と平行して多くの試料を多項目にわたって短い期間の中で測定するのは困難である。従って、DGEOでは鉱石試料の分析のみ実施することとした。分析項目も、機材の制限から一部削除した。当初予定していた項目は、金：Au、アンチモン：Sb、銀：Ag、銅：Cu、鉄：Fe、マンガン：Mn、ニッケル：Ni、鉛：Pb、亜鉛：Zn、チタン：Ti、アンチモン：Sn、およびタングステン：Wの12項目である。これらうち、SbとWの2項目を対象から外した。

表 6.3.1 分析計画（現地調査前）

分析項目および成分	数量 (個)	調査段階別数量内訳 (個)			
		重点地質調査		鉱徴地調査	
		第 2 次 現地調査	第 3 次 現地調査	第 5 次 現地調査	第 6 次 現地調査
(1) 岩石薄片作成	100	25	25	25	25
(2) 鉱石研磨片	100	20	20	30	30
(3) X線回折試験	100	20	20	30	30
(4) 岩石分析 SiO ₂ ,TiO ₂ ,Al ₂ O ₃ ,Fe ₂ O ₃ , FeO,MgO,MnO ₂ ,CaO,NaO ₂ K ₂ O,P ₂ O ₅ ,LOI: 12 elements Rb,Sr,Ba,Zr,V,Nb,Y,La,Ce, Pr,Nd,Sm,Eu,Gd,Tb,Dy,Ho, Er,Tm,Yb,Lu: 21 elements	30	10	10	5	5
(5) 鉱石分析 Au,Sb,Ag,Cu,Fe,Mn,Ni,Pb,Zn, Ti,Sn,W: 12 elements	200	40	40	60	60
(6) 沢砂分析 Au,Sb,Ag,Cu,Fe,Mn,Ni,Pb,Zn, Ti,Sn,W: 12 elements	4000	2000	2000		
(7) 帯磁率測定	100	30	30	20	20
(8) 流体包有物測定	30			15	15
(9) 年代測定 K-Ar 法または U-Pb 法	6			3	3

分析できない理由は以下のとおりである。

Sb（アンチモン）：Sbを十分な精度で測定するためには、水素化物発生装置が必要であるが、DGEOラボにはこれがないため測定できない。

W（タングステン）：Wは原子吸光測定に必要なランプがないため、この方法では測定不能である。

鉱石以外の試料については、ALS-Chemexに外注した。オーストラリアにある著名な分析会社で、ラオスに出張所を持っているため、円滑な試料搬入、依頼、分析結果取得が期待できる。

DGEOのラボで分析を行った本調査の鉱石試料の個数は以下の通りである。

表 6.3.2 分析試料数

	鉱石試料数
(1) 第 2 次現地調査	19
(2) 第 3 次現地調査	29
(3) 第 5 次現地調査	57
(4) 第 6 次現地調査	55
(5) 第 6 次現地調査（追加）	25
計	185

6.4 技術移転の実際

6.4.1 技術レベルの評価

長年の経験の蓄積により、ラボ全体としては一定の技術レベルに達しているが、個人差が大きく、品質にばらつきが有る事が実感される。また管理状況に問題があり、サンプルのとり違い、サンプルの希釈ミス、人為的汚染による異常値の発生が見られた。計量機材の校正の習慣がない事から、多大な誤差が発生しているケースも見られた。従って、精度管理を含めたラボ全体の管理強化が必要である。また異常値に対する対処方法も、その場限りのもので、全体的な改善に至らないのが残念な状況であった。

6.4.2 技術指導項目

上記に鑑み、プロジェクト試料をラボで正確に分析することを目的として OJT を中心とした技術移転を行った。実際に行った指導項目は以下の通りである。

1) 標準物質を使用した回収率試験

分析技術の確からしさを自覚してもらうために、濃度既知の標準物質の分析を実際に行い、回収率のテストを行った。最終的な結果を表に示す。

表 6.4.1 回収率試験結果

		GXR1	GXR3	GXR4	GXR6	JCu
Cu (ppm)	実測値	1078	8.3	5626	61.4	3.69%
	推奨値	1110±115	15±5	6520±550	66±6	3.71%
	評価	可	やや低い	低い	可	可
Zn (ppm)	実測値	784	207	72.4	127	
	推奨値	760±100	207±33	73±7	118±17	
	評価	可	可	可	可	
Pb (ppm)	実測値	750	37.2	58.9	113	
	推奨値	730±60	15±7	52±6	101±15	
	評価	可	高い	可	可	
Fe (%)	実測値	25.8	19.4	2.96	5.51	
	推奨値	25±1.2	19±0.4	3.09±0.06	5.58±0.41	
	評価	可	可	やや低い	可	
Mn (ppm)	実測値	790	22020	130	940	
	推奨値	880±70	22300±2400	149±26	1040±50	
	評価	やや低い	可	可	やや低い	
Ni (ppm)	実測値	20.8	35.1	23.6	8	
	推奨値	41±8	60±15	42±6	27±3	
	評価	低い	低い	低い	低い	
Ag (ppm)	実測値			3.1		
	推奨値			4±1		
	評価			可		
Au(ppm) 標準試料 は Pe-1	実測値	2.35~2.67				
	推奨値	2.76				
	評価	概ね可				

この結果を見るとニッケルを除き概ね良好である。ニッケルについては、今までの分解方法が不適切である事がこれにより理解されたため、以降は新しい分解方法を導入した。

2) 高温バーナーを使用した分析指導

モリブデン、スズなどの AAS による分析は、特殊な高温バーナーを使用するが、十分な経験がなく測定できない状況であった。したがって分析の実際について指導を行った結果、測定できるようになった。

3) チタン、スズおよび酸化鉄の分析

今まで行われていなかったチタン、スズおよび酸化鉄の分析方法について技術移転を行った（写真 6.4.1）。



写真 6.4.1 FeO の分析



写真 6.4.2 AAS-Shimadzu6300 による金の分析



写真 6.4.3 アルカリ溶融による鉱石の分解

4) アルカリ溶融による分解

今までほとんど行われていなかったアルカリ溶融による試料分解方法のトレーニングを実施した。チタン、スズ、ニッケルの分析をこの分解方法を用いて実施した。

5) 原子吸光分析の精度向上

妨害物質が存在する場合や、共存物質濃度が高いといった原子吸光分析の難しい試料について、より真値に近い値を得るための手法についてトレーニングを実施した。具体的には、逆抽出、マトリックスマッチング、希釈法を行い、それらの手法を使わなかった場合と比較し、必要性の認識を高めた。

6) 定量下限値の決定

現在に至るまで、ラボでは、定量下限値について実験的に検討されたことが無いようである。以前、ここで指導を行った UNDP 専門家は報告値についても助言を行っているが、CP

はその経緯を理解していない。そのため、化学分析というものは必ず測定できる限界が存在し、それはラボで実験的に決定しなければならないということについて説明を行い、各項目についての下限値の決定作業を開始した（写真 6.4.2）。その結果を以下に示す。

表 6.4.2 検出下限値（MDL）と定量下限値（LOQ）

	Ag	Cu	Pb	Zn	Au	Ni	Ti	TiO2
試験日	2006.11	2006.11	2006.11	2006.11	2007.2	2007.1	2007.1	2007.1
単位	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
平均値	3.06	1.99	15.10	38.80	0.28	18.5	354.8	
標準偏差	0.25	0.69	4.53	1.52	0.05	2.7	46.5	
検出下限値	0.8	2	15	5	0.2	10	150	0.02
定量下限値	2.5	7	45	15	0.5	30	500	0.08

7) 精度管理指導

回収率試験や、定量下限値決定のための低濃度試料繰り返し試験などを実施する過程で、分析上の幾つかの問題点が明らかになった。

- 室内汚染（コンタミネーション）
- 標準溶液の調整（前処理）ミス
- 測定試料の希釈ミス
- 不適切な検量線の使用
- 計量器の校正が行われていない

これらをふまえて、スタッフへの注意喚起および技術指導を行い、ミスの発生を押さえるためのきめ細かい指示の徹底を図った。同時にマイクロピペットなどの計量器の校正を徹底することを指導した。また濃度既知の標準試料の分析を繰り返すことにより、達成度の向上を確認した。

8) 分析マニュアル作成

上述してきたような問題の発生を最小にする目的で、サンプルの取り扱いを含めた分析マニュアルを作成した。分析マニュアルは新しい技術が導入されるたびに見直しを行い、また分析者が必要とする情報についても常に見直ししながら、都度改訂を続けてより使いやすくなるように考慮している。添付資料は第 6 次現地調査終了時点での最新版である（付属資料 13）。

9) 管理文書作成

台帳類の必要性やチェックリストを用いた作業手順の確認作業についての指導を行った。また以下のような文書を作成し、運用について指導を行った。

- 標準溶液リスト
- 分析用ガス消費量チェックシート
- 原子吸光光度計運転チェックシート

10) 黒鉛炉式 AAS の運転維持管理に関する訓練

黒鉛炉式 AAS の運転再開のためのメンテナンスをサービスエンジニアに依頼した際に、同時に初期運転開始のための、運転維持管理に関するトレーニングを依頼した。タイ語とラオ語は大変似ているため、タイ人技術者のタイ語によるトレーニングは、ラオス人であるラボ職員にも理解することができる。従ってほぼすべての職員がトレーニングに参加し、一定の理解を得た。サービスエンジニア（機械系技術者）とアプリケーションケミスト（分

析系技術者)の二人組で来てくれたので、機械の運転だけでなく、分析で重要な点についても丁寧な指導があり、大変有意義であった。



写真 6.4.4 タイ人技術者による黒鉛炉式 AAS 操作のトレーニング

11) ラボ職員向けセミナーの実施

ラボの全職員に対して、技術セミナーを実施した。セミナーは英語で行われ、CP が適宜ラオ語に翻訳して伝えるというスタイルで実施した。内容は以下の通りである。

【第 1 回 (2008 年 1 月)】

- 原子吸光分析の基礎理論
- ラボの計量器について、使用、校正およびメンテナンス

【第 2 回 (2008 年 6 月)】

- ラボの計量器について、精度と選び方
- 地球化学試料の種類と前処理
- 化学分析における誤差と精度管理

プロジェクト活動を通じたラボ職員の個々人の技術力向上の程度を評価し、一覧表にしたものを表 6.4.3 に添付する。

品質管理の重要性や、必要な活動についての理解は少しずつ深まっているものの、手間が増すことを許容するまでには至っていないのが残念である。

表 6.4.3 ラボ職員の能力比較 (プロジェクト開始時→第 8 次現地調査終了時)

	Phengsy Syritthongdy	Soubin Siphandone	Phouthong Ngonekaseum- souk	Sikhai Sayavong	Davone Simixay	Kita Louang Aphay
実務能力						
ラボの基礎的作業	S→S	S→S	A→A	A→A	A→A	A→A
試料の王水分解	S→S	S→S	A→A	A→A	A→A	A→A
試料のアルカリ溶融	S→S	S→S	C→C	B→A	B→A	C→C
測定機器の校正	B→A	B→A	C→C	B→A	B→B	B→B
フレーム式 AAS の操作	A→S	A→S	C→C	B→A	B→A	B→B
黒鉛炉式 AAS の操作	B→B	C→B	C→B	C→B	C→B	C→B
AAS 使用時においてト ラブル発生時の対処	A→A	A→A	C→C	B→B	C→C	C→C
分析理論の理解度						
地球化学分析の基礎	H→H	H→H	-	M→M	-	-
AAS 分析の基礎	H→H	H→H	-	M→M	-	-
定量下限値の概念	L→M	L→M	-	L→M	-	-
妨害物質と対処方法	L→M	L→M	-	L→M	-	-
ラボにおける汚染物質 の管理	M→H	M→H	-	L→M	-	-
測定における不確実性	L→M	L→M	-	L→M	-	-
QA/QC	M→M	M→M	-	M→M	-	-
回収率と再現性	M→M	M→M	-	M→M	-	-

凡例： 実務能力 S (一人で実施でき、指導も出来る)

A (一人で実施できる)

B (指導のもとで実施できる)

C (経験無し)

理解度 H (High level)

M (Moderate level)

L (Low level)

*理解度は英語が話せる職員のみ評価

6.5 日本での技術研修

ラボの責任者（部長）である Boualay 氏の日本研修が 2006 年 12 月に実施された。研修日程および内容を表 6.5.1 に示す。

6.5.1 CP 日本研修行程表

日程		場所	内容
12/3	日	移動	ラオス出発
12/4	月	移動	日本着
12/5	火	JICA	表敬およびオリエンテーション
12/6～12/13 (6日間)		三菱マテリアル資源開発(株) 環境技術センター、国際航業(株)	地球化学的調査について研修 地化学探査のケーススタディ 地球化学的試料の分析手法の研修 ○ 前処理 ○ 分析手法の選択、比較 ○ 品質管理 ○ 質疑応答 鉱廃水モニタリングの研修 ケーススタディ
12/14～12/15 (2日間)		産総研（旧地質調査所 部門）	地質調査所の活動説明 分析部門の見学および研修
12/16	土		
12/17	日		
12/18～12/20 (3日間)		三菱マテリアル(株) 妙法鉱山 鉱廃水処理場（那智勝 浦） 島津製作所見学（京 都）	鉱廃水処理およびそのモニタリングについて見学および研修 島津製作所中央研究所見学および分析機器の O&M について研修（原子吸光度計など）
12/21		三菱マテリアル資源開発(株)、 国際航業(株)	研修結果とりまとめ
12/22	金	JICA	研修成果報告および評価
12/23	土	移動	日本発
12/24	日	移動	ラオス着



写真 6.5.1 mrc 環境技術センター研修



写真 6.5.2 妙法鉱山鉱廃水処理施設見学

6.6 今後への課題

6.6.1 資機材について

これまで述べてきたようにラボの資機材はひっ迫している。その中で新しい AAS の導入が叶った事は朗報であった。しかし、それ以外にも更新を必要とする機材が多く存在する。

特に緊急度が高いものとしては以下の機材がある。

- ガス排気装置
- 砂浴
- 分銅（計量器標準）
- pHメーター、電気電導率計

また、黒鉛炉式 AAS を使用できるようになれば、定量下限値をかなり下げることができるため、沢砂分析もこのラボで実施できるようになると考えられた。第 2 次現地調査でおおよその故障原因を特定し、第 8 次現地調査時にタイからメーカー技術者を招き、必要なメンテナンスを実施した結果、運転できる状況になった。

岩石などの地質試料の分析は、まず試料を分解する必要がある。分解には時間がかかる（金では 2 日以上必要とする）が、現在の保有機材では一度に処理できる試料数が少ないため、分析可能試料数は頭打ちである。従って、分析能力向上のためには 1 ロットで処理できる検体数を増やすことが必要である。2007 年度に、試料の加熱分解に使用する砂浴のレンタルを行ったところ、処理能力はかなり向上した。このような設備投資がラボの能力向上には不可欠であることの実例である。

6.6.2 職員の能力開発について

計画的な教育訓練が行われていないため、職員の能力把握が難しい。達成度を見ながら段階的な能力開発を行うような教育訓練システムが必要である。新人職員についてもトレーニングは系統立って行われていない。日常業務を実施しながら先輩職員が OJT で技術移転をするという状況である。ラボの職員に対して、トレーニングが必要であることは CP も同意しており、基本的な分析に対する態度から直す必要があると認識している。現在、本プロジェクトを通じて作成したマニュアルのラオス語化が CP の手で徐々に進められており、もし達成されれば有効なツールとなると考えられる。

6.6.3 ラボの管理

ここまで述べてきたように、全体に管理が甘いという印象が強い。計量器の校正の習慣は今までなかったため、必要と解っても、仕事を立て込んでくるとそれを省略してしまい、不確かな分析結果しか得られないような事態も見られた。このような日常的な活動の定着は、今までの分析に対する姿勢を大きく変えることを意味し、まだ時間がかかると思われる。また、文書管理にも問題が多く、バックデータや過去の報告値がきちんとファイルされておらず、探し出すことが難しい。管理文書作成の重要性については強調したが、定着までは時間がかかると見られる。ラボとしてあるべき姿から言えば、他にも改善しなくてはならない点が数多くある。しかし、長い間の習慣とでもいう側面もあるので、急激な管理強化は難しいと考えられる。まず現状を認識して、問題意識を CP と共有することが現在の最も大きな課題である。

6.6.4 ラボの改善計画

ラボ職員は、鉱山廃水を中心とした水試料の分析を手がける事を希望している。しかし、それを実施するためには、岩石等試料を測定するラボと完全に分離する必要がある。水試料と岩石・底質などの試料では測定対象の濃度レベルがはるかに異なっているため、コンタミネーションが起こる事は必至である。従って、ガラス器具などについても分離する必要がある。

る。また、室内環境も改善する必要がある、多くの設備投資が必要となる。現在使用している純水製造装置も水質分析を行うには十分な性能を持っているとは言えない。

一方、本プロジェクトの活動を通じて、DGEO ではあまり低い濃度の試料は測定できないという現状が CP 側にも理解されてきた。より低い濃度を測定可能にするためには、黒鉛炉式原子吸光光度計を使用する必要があり、また今以上の精度管理が要求される。

これらのことを考えると、DGEO は、今後どのような目的を持ってラボを運営していくのかをまず明らかにすべきであり、その上でラボの改善計画を策定することが望まれる。具体的には、以下のような内容が検討されるべきであることを 2008 年 6 月時のステアリングコミッティーで提議した。

- 公的ラボとしてどのような機能を持つことが期待されるのか。行政指導のための調査ラボなのか、鉱山資源の品質管理のためのリファレンスラボなのか、研究目的のラボなのか。
- 何を対象とするのか。鉱石、岩石、土壌、川砂、鉱山廃水、環境水、などの何れか。
- 以上を踏まえて測定濃度範囲をどの程度に設定するのか。

これに対して、DGEO 側からは、リファレンスラボとしての機能を持たせることと、鉱山廃水のモニタリングを始めたい旨の発言があった。鉱石の品質について、クロスチェックを行うためには、民間業者に匹敵する能力を持たなくてはならない。また、水の分析を始めるにはラボの環境整備の必要がある。DGEO 側からは、少しずつでもレベルアップを進める希望があり、達成目標毎のコスト見積をして欲しいと要望があった。そこで、簡易ながら達成目標レベル毎の粗いコスト見積を作成した。（付属資料 14 参照）

ラボの運営には相応のコストがかかり、品質向上のためには、さらにコストとマンパワーが必要であることは、上層部にも徐々に理解が浸透してきたと考えられる。具体的事項については、ラボという特殊な機関であるために、専門的な助言が必要であると考えられる。そこで、本プロジェクトとしては以下のような短期および中長期の改善計画を提案する。

【現状】

現状での課題を簡単にまとめると以下の通りである。

鉱石分析、全岩分析は可能であるが、精度管理に不安があり品質が一定しない。定量下限値が高いため、低い濃度を測定する要望には対応できない。中堅職員が育っておらず、これから上級職員が退職すると技術力が低下するおそれがある。分析用資機材が十分ではない。また分析機器の維持管理のための予算が取られていないため、機器の継続使用に不安がある。作業環境が不適切である。顧客からの分析の依頼がないと仕事がない。

これらの課題を解決するための活動計画を短期と中・長期に分けて以下に示す。

【短期改善計画】

目標：基本的な条件の整備を優先する

作業環境改善：施設整備

ラボの作業環境は必ずしも良好とは言えず、また排水、排気ガスも無処理で排出されている。地球化学試料の分析においては、その分解に強い酸やアルカリを使用し、特に王水を使った分解では酸ミストを多く含んだガスが多量に発生する。しかし、現状では排気設備の能力は十分とは言えないため、その改善が必要である。

排ガスの処理（中和処理・吸着）は予算が大きくなるため、短期的な解決は難しいかも知れないが、少なくとも排気能力の増強は短期的に改善されるべきである。排水については中和処理を行うだけならば簡単なもので、早急に実施されるべきである。

高感度分析が可能な黒鉛炉式 AAS が使用可能になったが、その分析感度の高さからホコリなどによる汚染を受けやすい。従って分析室の窓の隙間対策などの実施が必要である。

品質管理強化：予算措置、職員の能力向上

分析では、試薬や標準試料購入の予算が不十分で、分析の品質管理活動も制約されがちである。品質向上のためには、空試験、繰り返し測定、濃度既知標準物質の追加など、現在以上の試料数を測定する必要がある。その分を見込んだランニングコストの算出が行われ、十分な予算手当がなされる必要がある。一方、品質管理活動に伴う作業量の増加、また近い将来見込まれる熟練分析技術者の退職をカバーするために、中堅職員のレベルアップのためのトレーニングを重点的に実施する必要がある。

分析機器の維持管理：予算措置、継続教育

分析機器（特に AAS）は使用頻度が高く、消耗品も多い。また、精密分析機器であるため、ある程度の機器メーカーエンジニアによる点検や修理が必要である。従ってこのための予算が計上される必要がある。AAS に関しては、問題発生時に都度エンジニア派遣を依頼する方法もあるが、年間維持管理契約を結ぶことも検討されるべきである。

分析項目増加：必要な資機材の購入、分析手法研修

希土類や今まで測定されていなかった金属元素は、従来のフレーム式 AAS では十分な感度が得られなかったために実施されていなかったものが多く、黒鉛炉式 AAS が運転可能になったことからこれらの分析ができるようになった。しかし、そのためにはランプや標準溶液などの購入が対象元素ごとに必要となる。黒鉛炉式 AAS による地球化学試料の分析は殆どの職員が経験がないため、分析手法の研修が必要である。また、新規導入分析項目については、定量下限値を必ず実験的に決定することが必要である。

【中長期改善計画】

目標：世界に比肩できるレベルの分析を目指す

独自のプロジェクトの実施

分析能力の向上：人材育成の強化、品質管理活動の強化

職員の定期的、組織的教育研修、達成度評価に基づく業務分担などを導入して、職員個人の能力向上を継続させる。また、適切な新規採用計画を策定する。その一方、品質管理強化に基づく、分析の精度管理を推し進める。地球化学試料の分析可能項目の増加を図る一方、水試料の分析を開始する。新規導入項目については必ず標準手順書を作成し、定量下限値を実験的に決定することを義務づける。ラオス語の標準手順書の整備を進める。

ラボの設備増強：予算措置、水試料分析室の独立

作業環境のさらなる改善と環境保全のため排気ガス処理施設、重金属等有害物質の処理設備の導入を実施する。水試料は地球化学試料とは対象物質の濃度が大きく異なるため、水試料分析の開始に当たっては、室内相互汚染を避けるために試験室を分けるべきである。ガラス機器なども共用を避けることが望ましく、そのためのラボの整備が必要である。水質モニタリング独自の項目も多く、そのための機材購入とそれに伴うトレーニングが必要となる。

鉱山廃水の水質モニタリング項目として最低限必要と考えられる項目は以下の通りで、重金属以外の項目は新規導入項目でありかつこ内の機材が必要である。

- pH（pHメーター）
- 電気伝導度（電気伝導度計）
- 重金属類（AAS）
- シアン化合物（イオンメーターまたは分光光度計）
- 水銀（水銀計または AAS 用還元気化発生装置）

DGEO独自プロジェクトの開始：鉱山資源開発・鉱山廃水監視・鉱石品質管理など

今までは、外部からの持ち込み試料や、ドナーとのプロジェクトによる分析試料のみを分析しており、DGEOとしてのプロジェクトによるものはなかった。将来的にはDGEOが国の機関として、鉱山廃水のモニタリングや行政指導、鉱石等地球化学試料分析の比較検証ができるように成るべきであり、そのためのモニタリング計画策定と、それに基づく予算措置と人員配置が実行される必要がある。人員配置については、今後発生する退職者の補充、独自モニタリング開始に伴う現地作業のための人員確保、分析試料数増加への対応などを考えると新規採用が必須である。一人前になるまでの期間や技術継承を考慮すると早め早めの採用計画が望まれる。

表 6.6.1 DGEO ラボの改善計画

Category	Items	Activities	
		Short-term	Middle to long-term
Working condition	Gas exhaust facility	Discharge capacity is improved.	Fume hood with scrubber is installed.
	Wastewater treatment	Equipment of neutralization is set.	Waste water treatment system is improved.
	Safety control	Safety tools are procured. Staff is trained about laboratory safety.	→Continue
Quality management	Budget implementation	Cost for QA/QC sample analysis is accounted.	→Continue
	Training and education	Intensive training of middle level staff members is conducted.	Institutional staff training is established.
	Standardization of procedure	SOP is prepared.	Translation of SOP to Lao language is progressed.
	Determination of detection limit	Detection limit of new parameter is determined.	Detection limit is reviewed.
	Determination of quality control standard and implementations	Tolerable limit of QA/QC sample measurement is determined and implemented.	Monitoring of Quality management activities is started.
Analysis instrument	Budget for O&M	Budget for consumables is allocated.	→Continue
		Possibility of making service contract is considered.	Instruments maintenance and updating plan is prepared and implemented.
Analysis capacity	Increase of analysis parameters	Lab can analyze platinum and palladium.	Lab can analyzes rare earth elements and others.
	Lowering detection limit	Geological sample is analyzed by furnace AAS.	Analysis procedure is reviewed and improved.
	Analysis of water quality	Water quality analysis by furnace AAS is tested.	Equipment for water quality analysis is procured.
		Designing water quality analysis room.	Consumables and standards are appropriated.
			Training of basic parameter analysis is provided to analyst.
Administrative capability	Check of Ore quality	Accuracy is improved with quality management.	→Continue
	Monitoring of mine effluent	Monitoring plan is prepared.	Staff is trained about sampling procedure.
	Administrative directive	Evaluation procedure of monitoring result is determined.	Monitoring plan is authorized and implemented.
			Monitoring report is prepared.
Human resource development	Appropriate staff assignment	Staff assignment plan is prepared.	New staff is recruited in line with the plan.
	Training and education	Training plan is prepared with assessment.	Institutional staff training is established.

第7章 地質・資源情報のGISデータベース構築

7.1 はじめに

DGEOの地質情報センター（Geological Information Division :以下 GID と記す。DOMとの分割前は地質・鉱山情報センターと呼称。）では通常業務として、GISデータベース（1/1,000,000地質図、1/200,000地質図、Concession Area図など）の作成、図書館および岩石・鉱物資源博物館の運営等を行っている。本プロジェクトでは、DGEOおよびその他の関係機関の既存情報のGISデータベース化等を通じたGISの概念や基本的操作等の技術移転研修を実施し、C/Pの能力向上に資することを目的とする。

7.2 DGEOの地質情報センターの現状と課題

以下の項目について、GIDの現状を把握するため第1次現地調査で、質問票と聞き取りにより調査を実施した。結果を項目ごとにまとめる。

7.2.1 機材について

GIDの所有するハードウェアについて、主に以下の機材を中心に現在の状況を確認した。

1) コンピュータ

GID部門は4台のPCを所有している。そのうち2台については、メモリが十分とはいえないながらもCPU、ハードディスク、OSに関してはGISソフトウェアを稼動するために必要最低限の要件を満たしている。現在、2台のPCの利用目的は、GISソフトウェア（MapInfo）によるデータ作成、地図の出力、文書・帳票作成などである。残る2台は文書作成、表計算などの用途には足りるが、データ量の大きな画像やデータベースの操作、メモリを要するソフトウェアの稼動には十分とは言えない。

GID部門として現在所有するこの機材を活用していくためには、最低でもメモリを増設することが課題である。そこで、より高機能なGISソフトウェアの活用に対し、ハイエンドな新しいPCの導入が不可欠である。

2) プロッタ/プリンタ

A0サイズの販売用地図の出力のため、10年前に購入したというプロッタが現在も利用されている。度々部品の故障などがあるが、古い製品であるためスペアパーツの入手も困難になりつつある。このプロッタを使って出力した鉱区図、地質・鉱物資源図（1:1,000,000）の販売による収益は、GIDにとり機材の維持やオフ

表 7.2.1 コンピュータ所有リスト

Product Model Name		
1	CPU	INTEL PENTIUM III 551MHZ
	Memory	256MB
	Hard Disk	40GB (3 PARTITIONS C, D, F)
	CD/DVD Drive	CD-ROM 50X(MAX)
	Operating System	WINDOWS XP VERSION 2002
	Interface (USB, SCSI etc)	
Product Model Name		
2	CPU	PENTIUM R4 INTEL R
	Memory	256MB
	Hard Disk	40GB (2 PARTITIONS C, D)
	CD/DVD Drive	CD-ROM 52X(MAX)
	Operating System	WINDOWS XP VERSION 2002
	Interface (USB, SCSI etc)	
Product Model Name		
3	CPU	PENTIUM PRO®
	Memory	64MB
	Hard Disk	2GB (3 PARTITIONS)
	CD/DVD Drive	NONE
	Operating System	WINDOWS 95
	Interface (USB, SCSI etc)	
Product Model Name		
4	CPU	PENTIUM®
	Memory	64MB
	Hard Disk	1GB (1 PARTITIONS)
	CD/DVD Drive	CD-ROM 12X
	Operating System	WINDOWS 95
	Interface (USB, SCSI etc)	

表 7.2.2 プロッタ/プリンタ所有リスト

1	Product Model Name	HP DESIGN JET 750C
	Resolution (dpi)	COLOR 300dpi, BW 600dpi
	Memory	NONE
	Paper size (A0, A1 etc)	MAX A0 UP TO WIDTH 84cm
	Paper type	REGULAR COATED MATT
	Print color / black & white	COLOR
2	Product Model Name	HP PSC 1315 ALL IN ONE
	Resolution (dpi)	
	Memory	NONE
	Paper size (A0, A1 etc)	A4
	Paper type	REGULAR
	Print color / black & white	COLOR

イスサプライの購入の重要な収入源である。本案件にて 1:1,000,000 の地質・鉱物資源図の更新、1:200,000 および 1:10,000 地質・鉱物資源図の新規作成に伴い、第 2 年次後半以降これらの図面を出力する必要性が高まることから、新しいプロッタの確保が今後の課題となったため、第 4 次現地調査時に新規プロッタ (HP DESIGN JET 800) を導入した。

プリンタについては、A4 サイズの複合機 (コピー/プリンタ/スキャナ) が 1 台ありこれを利用している。

3) スキャナ

A3 サイズまで対応可能なスキャナが 1 台あり、これを GIS データ入力基図・地形図のスキャニングなどに用いている。ただし、一般にスキャニング対象図面が A1-A0 であるのに対し、スキャナの最大対応サイズは A3 にと

表 7.2.3 スキャナ所有リスト

	Product Model Name	UMAX Mirage IJSE
1	Scanning resolution (dpi)	700 dpi x 1400 dpi (Hardware resolution)
	Paper size (A0, A1 etc)	A3 (upto 11.4" x 17")
	Scan color / black & white	color

どまっている。現状は、1 図面を 2 ファイルに分けてスキャニングし、PC 上で画像処理により接合する、などの手順を踏んでいる。この手順によると、スキャニングの精度、接合の精度によって入力基図に大きな誤差が生じる可能性があり、その後の GIS データ入力にまで誤差が生じることが懸念される。この点は DGEO 側も十分認識しているが、新規に A0 スキャナを確保することは財政上非常に困難である、と考えている。代替案としては、A0 スキャナを有する政府機関 (National Geographic Department、Mekong River Committee など) や民間会社と緊密な協力関係を築き、最小限の対価にてスキャニング作業を依頼すること、が挙げられる。

4) デジタイザ

以前は GIS データ作成のためデジタイザを利用していたが、故障のため現在は使われていない。しかしながら、多くの GIS ソフトウェアにはデジタイズ機能を有しており、現状ではあまり必要と感じられないことから大きな問題ではない。

7.2.2 ソフトウェアについて

GIS 部門の有するソフトウェアについて、主に以下の分野を中心に調査票を用いて現在の状況を確認した。現在のソフトウェア導入状況、メンテナンス状況、利用環境を把握することにより、本プロジェクトにおける利用可能性を評価すると同時に、より効果的な機材・ソフトウェアの活用を検討した。

1) CAD ソフトウェア

AutoCAD という CAD ソフトウェアを利用し、中～大縮尺の地質図作成に活用している。ソフトウェアは最新バージョンではなく、バージョンアップなどの対応はとられていない。

表 7.2.4 CAD ソフトウェア所有リスト

	Category	CAD	Major purpose of use / Extension modules / Remarks
1	Product name	AutoCAD	
	Software version	2004	Create Geological map 1:25,000, 1:10,000, 1:5,000,
	Purchase year		1:2,000, 1:1,000
	On maintenance contract	No	

2) GIS ソフトウェア

調査票によると様々な GIS ソフトウェアを用途に応じて活用していることがわかる。ただし実務には MapInfo を主に利用しており、GID で販売している各種鉱区・地質図・鉱物資源図などはこの MapInfo を用いて作成されている。GID は各種 GIS データベース

を構築、印刷用レイアウトを作成し、適宜情報の更新をしながら、利用者のリクエストに応じて印刷し販売している。MapInfo はデータ入力、データ交換に長けており、代表的 GIS ソフトウェアの一つである。DGEO には MapInfo の操作を習熟したスタッフがあり、データ作成・更新・印刷、の一連の業務は局内で完結している。本案件において採用すべき GIS ソフトウェアについて協議したところ、MapInfo を維持するのではなくデータベース構築・解析機能に長けた GIS ソフトウェアを導入して欲しい、との要望を受けた。また、この要望の背景には、ラオス国土地地理院（National Geographic Department）他、政府機関が採用する GIS システムが主に ArcGIS であり、これらの機関の提供するデータを活用してゆきたい、という希望がある。JICA 調査団はこれに同意し、米国 ESRI 社 ArcGIS(ArcView)の採用を提案し DGEO の合意を得た。これは、ラオス国内の政府機関でも多く利用されていることとラオス国内に ESRI 社の代理店（Geomatics 社）がありサポートが期待されることが大きな決め手であった。

表 7.2.5 GISソフトウェア所有リスト

Category	GIS	Major purpose of use / Extension modules / Remarks
1	Product name	MapInfo
	Software version	6
	Purchase year	1997
	On maintenance contract	No
drawing map, digitize map, contour, stream		
Category	GIS	Major purpose of use / Extension modules / Remarks
2	Product name	ArcView
	Software version	3.2
	Purchase year	
	On maintenance contract	No
3D		
Category	GIS	Major purpose of use / Extension modules / Remarks
3	Product name	ER Mapper
	Software version	6
	Purchase year	
	On maintenance contract	No
Analyze satellite images, create DTM		
Category	GIS	Major purpose of use / Extension modules / Remarks
4	Product name	Surfer
	Software version	3.2
	Purchase year	
	On maintenance contract	No
Create graphic, 3D		
Category	GIS	Major purpose of use / Extension modules / Remarks
5	Product name	TNTmips
	Software version	
	Purchase year	
	On maintenance contract	No
Mosaic map, input control point, convert lat/lon to UTM		

3) DTP ソフトウェア

GIS データ入力基図の準備作業が何時酔うとなる。そこで、入力図面をスキャンし、読み込まれた画像ファイルの色・コントラスト調整、不要部分の除去、複数面のスキャン画像をつなぎあわせ（モザイク）をするなどを行う。この作業を着実に行うことにより、GIS によるデータ入力の効率性・正確性が向上する。GID でこの作業を Adobe Photoshop を用いている。

表 7.2.6 DTP ソフトウェア所有リスト

Category	DTP	Major purpose of use / Extension modules / Remarks
1	Product name	Photoshop
	Software version	7.0
	Purchase year	
	On maintenance contract	No
mosaic map, cut map, rotate map		

4) データベース管理システム

GID ではデータベース管理に特化した技術者はおらず、Microsoft Access を操作することのできる職員が数名いるのみである。CIFEG (International Center for Training and

Exchanges in the Geosciences) が主催している東南アジア地域の地球科学に関する図書検索システム (SANGIS : <http://203.148.160.165:8080/sdx/sangis/index.html>) の取り組みに DGEO はラオスを代表し参画している。この活動の一環として、Access を用いて蔵書情報をデータベース化することが求められており、主にこの目的のために Access は利用されている。

表 7.2.7 データベース管理システム所有リスト

	Category	DBMS	Major purpose of use / Extension modules / Remarks
1	Product name	Access	Organize bibliographic data, journal, magazine, report, map
	Software version	2000	
	Purchase year		
	On maintenance contract	No	

7.2.3 ネットワーク構成およびウェブサーバについて

GIS 技術移転、ウェブサイト公開のための環境として、現状の DGEO におけるコンピュータネットワーク、ウェブサーバについての調査を実施した。

1) ネットワーク構成

GID 内、DGEO 全体のネットワーク構成について以下の機材を中心に確認した。

- サーバコンピュータ (ハードウェア・ソフトウェア)
- クライアントコンピュータ (ハードウェア・ソフトウェア)
- ネットワーク機器 (ハードウェア・ソフトウェア)
- その他 (ストレージ機構、電源装置など)

しかし、現状として LAN などのネットワーク環境はなく、インターネットは電話線が敷かれた部屋にある数台のコンピュータからダイヤルアップによってのみ接続可能である。情報の共有化・有効な資源の活用を目指すには、LAN 構築とネットワーク技術者の育成が急務であると考えられる。

2) ウェブサーバについて

一方、ウェブサーバについては、DGEO は独自のウェブサーバを持たず Science, Technology and Environment Agency (STE A) という政府機関のウェブサーバを利用している。DGM のウェブサイトは世界銀行の支援により作成され、現在は 1 年に 1 回程度の頻度で更新している。更新の手順は、GID で更新したコンテンツを用意し、これを STE A に渡し、STE A がアップロードする。更新している主な内容は、統計情報、地質図、鉱区図などである。

ウェブサイトについて寄せられる苦情の主なものは、接続スピードが遅い、リンクが失われている、情報が古い、などである。これらのうち、接続スピードなどウェブサーバの環境に起因するものは、STE A の管理範囲である。STE A は 2006 年 5 月に新しいサーバマシンを導入した。これにより環境が改善することが期待される。一方、コンテンツに関わる苦情については、DGEO の業務分担であり改善する必要がある。

今プロジェクトで DGEO のウェブサイトを更新するにあたり、全く新しいものをつくるのではなく、既存のサイトを更新・追加するのが好ましい、との DGEO の意見があった。JICA 調査団はこれに合意し、新規データの整備がすすむ第 3 年次以降の現地調査にてウェブサイトの維持管理システムも含めてウェブサイト公開に係る技術移転を実施することとした。

7.2.4 人材キャパシティについて

GIS 技術移転研修の参加者になるものと考えられる GID に所属する職員（8 名）について、主に以下の項目について確認した。また GIS の技術移転に反映させるため、ディスカッションを通じて研修に期待すること、GIS 関係の技術で習得したいもの、などをヒアリングした。職員のうち GIS 操作の経験を有するものは 1 名のみで、多くの職員は全く経験がないことから、GIS の基礎から研修を行う必要があることがわかった。

1) 専門分野

	Geology	Mining	Cartography	English
Specialty	5	1	1	1

(person)

2) 研修参加経験

	Yes	No
Any experience of participating in GIS trainings?	2	6

(person)

3) 操作することができる/操作した経験のあるソフトウェア (GIS、RS、プログラミング言語、データベース管理、ウェブ構築など)

Familiar / experienced GIS or any other software?	AutoCad	1
	TNTmips	1
	ArcView	1
	MapInfo	1

(person)

4) 研修に期待すること/GIS 関係の技術で習得したいもの

- To try new software such as ArcView, ArcInfo, MapInfo, Photoshop, and MapServer
- To construct map database
- To analyze satellite image data
- To construct geological database system
- To learn GIS from basics

7.2.5 日常業務について

GID の業務について、また DGEO 全体における同部門の役割について以下の項目を中心にヒアリング調査を実施した。調査結果によると、GID ではフィールド調査の結果や鉱区の情報をデータ化するなど、他部門との連携が多いことがわかった。これをふまえ、今後の技術移転や成果品の活用が、既存の DGEO の組織的役割分担とスムーズに融合し、より効果的に展開するよう配慮する。

1) Geological Information Division の主な業務内容

- To assist interpreting remote sensing area by using aerial photography and satellite image
- Geo processing, mineral exploration reports and disseminating geo-mines information
- To collect all data from the field works
- Monitoring inspect mining concession areas

2) Geological Information Division と DGEO 他部門の連携内容

- To formulate and implement GIS standards
- Using GIS Lao projection
- To provide training, consultancy and share experience

3) Geological Information Division と外部機関（民間・大学・研究機関など）の連携内容

- To conduct using GIS
- Assessment and total quality management
- Attend workshop and seminars

7.3 DGEO および関係機関が有する地質・鉱物資源情報と関連情報の把握

DGEOが保有する地質・鉱物資源情報及びGISデータベースの基となる関連情報についてあらかじめ作成した情報チェックリストを使用して、把握した。チェックした項目は、情報量のみでなく、紙情報なのか電子ファイルなのか、また、図面類の場合、紙地図情報なのかあるいは点、線、面等の画像情報なのか等データ特性の質にも重点を置いた。また、DGEO以外の「ラ」国関係機関が有する関連情報の把握も行った。チェックの対象分野は、以下の7分野とした。

- ① 地質情報
- ② 鉱物資源情報
- ③ 物理探査・リモートセンシング情報
- ④ 自然情報
- ⑤ 周辺インフラ情報
- ⑥ 鉱区情報
- ⑦ その他情報

DGEO及びその他関連機関が保有する既存情報は、付属資料15の通りである。

第4次現地調査までは、既存情報の収集と整理に重点をおいた。これらの既存情報を踏まえた上で構築するGISデータベース、ウェブサイトに関しては、その作業プロセスを第3年次以降の調査業務の中でマニュアル化することとした。

7.4 GIS データベースの構築および既存情報の取り込み方針

GISデータベースの構築にあたっては、第1次現地調査で確認したDGEOの保有するデータベースを基礎としながら、データの重複整備を回避し、相互運用が高まるような標準的フレームを採用した。世界銀行では、「Sector Plan for Sustainable Development of the Mining Sector in the Lao PDR」の中で、既存の地質・鉱物資源情報の評価・収集及びGISデータベースの将来構想についての提言をまとめている。既に、インフラ情報を含む多くの鉱業関連情報が本プロジェクトで収集されており、これとの重複収集を避けるため、世界銀行の収集したデータを提供いただいた。またデータベースの仕様についても、世銀プロジェクトの中でGeo-science Databaseとして仕様が提案され、DGEOもこれを受け入れていた。これらの成果がDGEOに提供されるのを受け、JICA調査団としてはこれを基礎として詳細の追加・修正をすることでDGEOと一致した。世銀の成果は12月下旬にDGEOに届き、その後のフォローはGISデータベース構築/ホームページ公開担当団員が適宜Eメールなどで対応した。データベース仕様は、JICA調査団が策定した。留意した点は、世銀仕様案にもれた事項を網羅する、DGEOの組織改変に伴うデータ維持管理体制を反映する、データソース、作成機関、作成時期、保管場所、責任者などのデータの性質に係わる事項をまとめたデータ（メタデータ）仕様も併せて策定する、などである。これをもとに第4次現地調査にてC/Pと協議した。

新規GISデータベースの構築は、本プロジェクト成果である各種地質図・鉱物資源図の完成を待ち実施する。ただしそのデータベース仕様は、DGEOと協議・決定後のデータベース仕様に則るものとする。

7.5 ウェブサイトの更新作業の方針

第1次現地調査と第2次現地調査の間に、MIHがMinistry of Energy and Minesに改組となり、2006年10月末に傘下のDGMも地質・鉱業ポテンシャル・分析を所管するDepartment of Geology (DGEO)と鉱区・鉱山モニタリング・環境を所管するDepartment of Mines(DOM)に分かれることが決定した。現行のDGMのウェブサイトについて、DGM主要スタッフと協議した結果、以下の方針で進めることに決定した。実際に両局に分離したのは、2007年5月である。なお、ウェブサイトは協議した当時の組織名を用いて記述する。

- 当面の措置として、旧DGMの保有するウェブサイトを更新し、DGEO、DOMともそれぞれのサイト窓口を設置するものの、更新された同じ内容のウェブサイトを活用する。GIS関連技術者はDGEOに集中しているため、DOMにはGIS技術者は皆無となり、更新ウェブサイト及びその後の管理は、DGEOが所管する。
- 双方の組織内でIT環境が整備され、GIS、IT、ウェブサイトに関するスタッフが充実し、各自のウェブサイトを運用できる機運が高まった時点で、各自が所管する内容を持つウェブサイトに分割する。
- その際には、ウェブサイト訪問者の利便性を考慮し、お互いのサイトへのリンクを分かり易い形で張ることとする。

ウェブサイトが分割されることで、「ラ」国の地質、鉱物資源、鉱業関連法制度、鉱区情報等これまで一箇所に集約されていたDGMウェブサイトが、一方は地質、鉱物資源情報のみを扱い、もう一方が鉱業関連法制度、鉱区情報、鉱山モニタリングのみを扱うことになり、散逸することになる。特に、外国の鉱業投資家の観点からすると、地質情報はDGEOにアクセスし、鉱区情報はDOMに別途アクセスするという不便さを強要することになり、ひいては「ラ」国の鉱業関連機関の組織の未熟化への懸念及び鉱業ポテンシャルへの過小評価につながりかねない。将来的に、両局が独自の内容のウェブサイトを運用する際には、連携の良いウェブサイトの運営を充分考慮する必要がある。

なお、上記のウェブサイト運営方針の検討と同時に、これまでに得られた「ラ」国の地質・鉱物資源調査結果を分かり易く、かつ迅速に内外の資源関係者及び投資家の興味を促すように、DGMのウェブサイトの内容を検討した。計画では第3年次の第6次現地調査で行う内容であるが、DGMウェブサイトのコンテンツにはGISデータを利用したものが多々あることから、時期を早めコンテンツの確認・協議を行った。検討に際しては、既に運用されているDGMのウェブサイトをもととする旨のDGEOおよびDOM側の強い意向を考慮し、その内容の課題・問題点をCPと協議した上で、新たなウェブサイトの形式及び内容を、以下のように決定した。

- ウェブサイトの形式については、現行の形式を踏襲する。
- 鉱区図が2003年12月時点と古いため、鉱区図は常に最新版を掲載するように心がけ、当面2006年12月まで有効期限の鉱区図を掲載する。(第6次現地調査の際、その時点の最新版である2007年2月版に更新されていることを確認した。現在はさらに2008年5月版に更新されている。)
- DGEOの所蔵図書は、UNICEFにより運営されるSANGIS(South Asia Network Geological Information System)に掲載されているが、DGMウェブサイトにはリンクが張られていない。リンクを張ることに支障がない限り、SANGISにリンクを張ることとする。

- 「ラ」国国内で生産が行われている金、銅、錫、サファイヤ、石炭、カリ長石、石膏、重晶石及び鉛-亜鉛については、各々の操業鉱山位置を含めた鉱徴地分布図を更新するとともに、生産量、販売額の過去 5～10 年程度の統計データを分かりやすく図化して掲載する。なお、金からカリ長石までの 6 鉱種は現行ウェブサイトに関連記述があり、石膏から鉛-亜鉛までの 3 鉱種は新設となる。
- 国外鉱業投資家にとり鉱山経営・操業を検討する上で、貴重な情報となるインフラ・自然環境情報として、新たに発電施設及び電力網、降雨量及び蒸発量等の気象情報、多様化生物保護区、分水界等の情報を掲載する。
- ウェブサイト上の複数のページが開けない状態となっているが、全てのページが閲覧できるよう、リンクを確立する。
- DGEO、DOM および関連政府機関だけでなく、特に「ラ」国で鉱業活動を積極展開する民間企業からの最新ニュース及び報告内容を記載するページを新設する。
- DGEOの Rock and Mineral Museum の紹介ページを新設する。
- DGM が毎年とりまとめている「ラ」国の鉱物資源の鉱量を総括した”Lao PDR Mineral Yearbook”を鉱物ポテンシャルのページに掲載する。
- 現行、関連機関へのリンクがないが、公的・民間機関を問わず、鉱業関連及び GIS 関連機関へのリンクページを新設する。
- 本プロジェクトで実施した既存の 1：1,000,000 地質図の改訂、南部のアタプ地域での 1:200,000 地質図及び鉱物資源図の作成、同地域での 1:10,000 地質図及び鉱物資源図の作成および地化学探査および化学分析の成果も合わせて掲載する。

7.6 C/P への技術移転

7.6.1 GIS ソフトウェアと機材導入

C/P への技術移転を行うに際し、第 2 年次にトレーニング用の機材として ArcGIS ソフトウェア 1 ライセンスと専用の PC (DELL 社製) 1 台をレンタルした。第 4 年次には、技術者の増加に伴い、さらに 1 セットを追加した。現在 JICA プロジェクトが設置したソフトウェアと各種機材は以下の通りである。

- GIS ソフトウェア： ArcGIS(Version9.2) ----- 2 セット
- GIS ハードウェア： Personal Computer ----- 2 台
プロッター ----- 1 台

7.6.2 GIS トレーニング

GIS トレーニングは 2006 年 11 月と 2008 年 2 月の 2 回にわたって実施した。第 1 回目のトレーニングは GIS ソフトウェア (ArcGIS) の概念と基本操作、既存データの取り扱いに主眼に行った。第 2 回目は、現在 GIS を利用、作業する GID の技術者を対象に、JICA プロジェクトで作成した GIS データベースを利用し、データの操作や、図形データや属性情報の新規作成および編集等について今後必要となるソフトウェアの各種機能、操作についてトレーニングを行った。トレーニングの詳細内容は次の通りである。

1) 第 1 回トレーニング実施内容 (2006 年 11 月)

2006 年 11 月、GIS 技術移転トレーニングの初回として、参加者のレベルをはかりながら GIS の概念、基本的操作、既存データの取り扱い、を中心に地図づくりのための GIS 研修を 3 週間にわたり実施した。研修前半は、概念・理論を説明する講義形式と実際にソフトウェアの操作を実践する演習形式の組み合わせ、研修後半は演習形式を中心に実施した。正式な参加者としては 5 名 (GID より 3 名、Mining-concession Management



写真 7.6.1 GIS研修状況 (1/2)



写真 7.6.2 GIS研修状況 (2/2)

このトレーニング後の課題として、GIS データベース構築/ホームページ公開担当団員の不在期間中、今回の研修成果をいかに持続し、発展させていくかがある。また、より確実に技術を定着させるために、研修で習得した技術を実務に活用していくことが重要だが、これも担当団員が不在な状況でいかに実践させていくかが課題である。

技術の定着と実務への活用をはかるため、以下の事項を実践するように提案し、DGEOの合意を得た。技術的サポートは適宜 Eメールなど行うものとした。

- Check and create a summary report each of the WB's collected and integrated GIS dataset by using ArcView (Check items: coordinate system, attribute field name, data type, contents, codes)
- Try reproducing 1:1,000,000 Geological Map and Concession Map with marketable quality in ArcView
- Try creating map layouts for geological mining investment suggested by Mr. Shirai by combining WB's collected GIS dataset
- Prepare the updates of DGEO's website contents (especially texts)

2) 第2回トレーニング実施内容 (2008年2月)

第2回 GIS トレーニングは 2008 年の 2 月 4 日～22 日まで実施した。トレーニングの目的は、作成した GIS データベースを有効に利用できるようにすることであり、この趣旨に合うようにスケジュールを作成した。スケジュールは次の 3 部構成とした。

- ArcGIS の基本操作の復習
- 今後新たに作成が求められる 1:200,000 の地質図を考慮したデータの入力および編集操作
- 新たな機能の説明

これを基に詳細な GIS トレーニングのスケジュールを作成し、担当者の了承を得た。

トレーニング参加者は当初は 9 名であったが、出張等の都合で以下の 4 名の参加となった。

1. Mr. Inpong HOMSOMBATH
2. Mr. Chanthala KEEHAVONG
3. Mr. Kuangnuvong THEP VONGSA
4. Miss Vannapha PHOMMACHANH

表 7.6.2 第2回 ArcGISトレーニングスケジュール表

Arc GIS Training Schedule			
YYMMDD		10:00~12:00	14:00~16:00
1	2008/2/4 Mon	Training data install to computer	Outline of ArcMap/ArcCatalog/ArcToolbox
2	2008/2/5 Tue	Explanation of Tool bottoms	Handling ArcMap
3	2008/2/6 Wed	Handling ArcMap	
4	2008/2/7 Thu	Update for Georeference using ArcToolbox	Convert to ArcMap data from MapInfo data
5	2008/2/8 Fri	Convert to ArcMap data from MapInfo data	Handling Arc Catalog
6	2008/2/9 Sat	Holiday	
7	2008/2/10 Sun	Holiday	
8	2008/2/11 Mon	Map data and attribute data edit	Map data and attribute data edit
9	2008/2/12 Tue	Explanation of Properties	Explanation of Properties
10	2008/2/13 Wed	Make new shapefile	Make new shapefile
11	2008/2/14 Thu	Layout and printout	Layout and printout
12	2008/2/15 Fri	Layout and printout	Data Edit using by Arc Tool(union,clip,etc)
13	2008/2/16 Sat	Holiday	
14	2008/2/17 Sun	Holiday	
15	2008/2/18 Mon	Data Edit using by Arc Tool(union,clip,etc)	Data Edit using by Arc Tool(union,clip,etc)
16	2008/2/19 Tue	Question time	Question time
17	2008/2/20 Wed	Conference with new geology database	Conference with new geology databsse
18	2008/2/21 Thu	Conference with new geology database	Examination/questioner
19	2008/2/22 Fri	Conference with new geology database	Training Data copy to DVD

スケジュールに従って GISのトレーニングを行った。トレーニングの方法は、まずパソコン上で操作方法を説明し、その後各人で操作するとともに、その過程や操作方法をノートに自分自身で書き留めさせた。また、操作方法等は何回も繰り返し行い、確実に各操作を習得できるようになるまで行った。

GIS トレーニングを通して、ArcGISの基本的な操作方法、新規データの作成方法、作成したデータの編集方法をマスターした後に、新しい機能の説明を行った。最後に、GIS トレーニングで習得した機能および技術を活用して、データの重ね合わせ表示の練習を各自で行った。作成した Bolikamsay Province の例を図 7.6.1 に示す。この図はラオス全域のデータのうち、Bolikamsay Province の等高線データ、道路データ、河川データを抽出機能を利用して切り出し、新たに Bolikamsay Province のデータとして作成し、表示機能や出力機能などを利用して出力したものである。

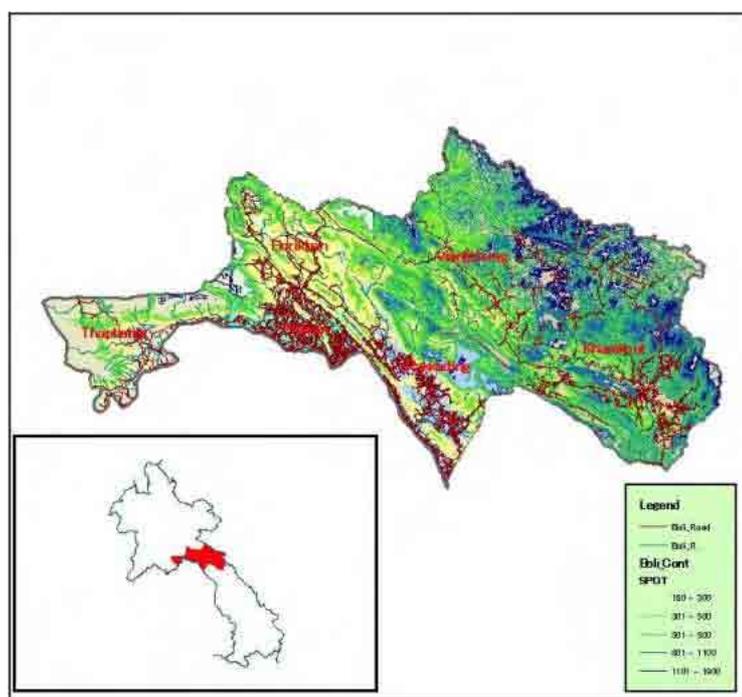


図 7.6.1 Bolikamsay Province の GISデータ表示例

7.7 データベース作成状況

今回プロジェクトで作成した GIS データベースは以下の通りである。

大区分	Holder Name	File name	DATA Type
Administration	South East Area	Southeast.shp	Polygon
Boundary	Lao Country	Lao_Country.shp	Polygon
	Lao Country	Country.shp	Polyline
	Province Boundary	Province.shp	Polygon
	District Boundary	Admini.shp	Polygon
	Province Capital		Point
Geology	Geology	Geology	Polygon
		VT_geology2000000	Polygon
		Samnea_Geology200000	Polygon
		Midle_Lao_Geology200000	Polygon
		Kangkhai_Geology200000	Polygon
		South_geology_200000	Polygon
		Samneua_geology2000000	Polygon
	Mineral Point	Lao_mineral1_point	Point
		Lao_mineral1_font_point	Point
		W_sheet1_font_point	Point
		W_sheet1_text	Point
		W_sheet_text	Point
		W_sheet_region	Polygon
	Faults	FAULT	Polyline
		South_Fult_200000	
		Samneua_Fult2000000	
Natural information		Steam	Point
		HotSpring	Point
Catchments Area		Catch	Polygon
		Hlampanhngai	Polygon
		Hoayhoh	Polygon
		nam mo	Polygon
		xeset2-3	Polygon
		Xekongsee	Polygon
		xekong5	Polygon
		xekong4	Polygon
		xekamare3	Polygon
		xekanan e1	Polygon
		Nnpiep	Polygon
		nngum2	Polygon
		nngum5	Polygon
		nngum3	Polygon
	namteum3	Polygon	

大区分		File name	DATA Type
Catchments Area	Catchment Area	namsane3	Polygon
		Nammouan	Polygon
		Namlik	Polygon
		Namcha	Polygon
Concession	Prospection	Prospection Area.shp	Polygon
	Exploit	Expl_region.shp	Polygon
	Exploration	ConcessionEx_rectangle.shp	Polygon
	Prospection	PROSPECS.shp	Polygon
	Exploit	EXPLORAS.shp	Polygon
	Exploration	EXPLOITS.shp	Polygon
Protection Area	Army area	Army Area.shp	Polygon
		BNCA.shp	Polygon
Reservation Area	Reservation Area	reservoir of laos project.shp	Polygon
		namsan2.shp	Polygon
		nam mouan.shp	Polygon
Contour	Contour	contour.shp	Polyline
Image Data	Satellite image data	dtm-lao	
		Shadoc	
		aster_attapeu.img	Img
		med_palsar_attapeu.img	Img
	Topographic map	F-48.tif	Tiff
		F-47.tif	Tiff
		E-48.tif	Tiff
		E-47.tif	Tiff
		D-48.tif	Tiff
Land use	Whole country	attapeu.shp	Polygon
		bokeo.shp	Polygon
		bolikham.shp	Polygon
		champasak.shp	Polygon
		khammouan.shp	Polygon
		luangnamtha.shp	Polygon
		luangphabang.sh	Polygon
		oudomxai.shp	Polygon
		phongsali.shp	Polygon
		saravan.shp	Polygon
		saravavakhet.shp	Polygon
		vientiane.shp	Polygon
		vtcapital.shp	Polygon
		xaisomboun.shp	Polygon

大区分		File name	DATA Type
Land use	Whole country	xamnua.shp	Polygon
		xayabury.shp	Polygon
		xekong.shp	Polygon
		xiengkhuang.shp	Polygon
	Central	Udit.shp	Polygon
		Pislok.shp	Polygon
		Pijit.shp	Polygon
		Kampangpet.shp	Polygon
		Sukotai.shp	Polygon
Map index	Mapindex	M200000.shp	Polygon
		M250000.shp	Polygon
		M500000.shp	Polygon
		M100000.shp	Polygon
Irrigation	Irrigation	Irrigation project	Point
		Irr_project	Point
		Irr_area	Polygon
		Irr_canal	Polyline
Electric Power	powerstation	existing diesel generation plants.shp	Point
		substation.shp	Point
	transmissionline	115kv transmission line.shp	Polyline
		22kv transmission line.shp	Polyline
		230kv.shp	Polyline
		500kv.shp	Polyline
Road	Road	Lao10000_roads.shp	Polyline
		Main_road.shp	Polyline
River	River	Main river.shp	Polyline
		Lao-river.shp	Polyline
		Lake.shp	Polyline
Weather	Weather	Avrain2.bmp	bit map
		Avrain7.bmp	bit map
		MAXTEMP2.bmp	bit map
		MAXTEMP7.bmp	bit map
		MINTEMP2.bmp	bit map
		MINTEMP7.bmp	bit map
Forest cover	Forest cover	forest_cover.shp	polygon

7.8 日本での技術研修

GIS およびリモートセンシング技術、地質・鉱物資源情報の管理技術の研修を、2008年の1月と8月に日本で実施した。前者には Khampha DGEO 副局長、後者には Chansavath DGEO 副局長が参加した。研修日程および内容を表 7.8.1 と 7.8.2 に示す。

表 7.8.1 C/P 日本研修日程および研修内容（GIS技術およびその応用技術）

日程		場所	内容
1/5～1/6	日-月	移動	ラオス出発、日本着
1/7	火	JICA	表敬およびオリエンテーション
1/8～1/10 (3日間)	水-木	三菱マテリアル資源開発(株)、産業総合技術研究所地質総合情報センター、資源・環境観測解析センター	リモートセンシング技術および GIS 技術の研修 ○ 使用ソフトウェア ○ データ処理 ○ 応用事例の研修
1/11～1/12 (2日間)	金-土	菱刈鉱山および大霧地熱発電所の見学	鉱脈型金鉱床と地熱開発の探査および開発についての研修
1/13～1/14	日-月		
1/15～1/17 (3日間)	火-木	国際航業(株)、三菱マテリアル資源開発(株)	リモートセンシング技術および GIS 技術の研修 ○ データ処理実習 ○ 応用事例の研修
1/18	金	JICA	研修成果報告および評価
1/19	土	移動	日本発、ビエンチャン着

表 7.8.2 C/P 日本研修日程および研修内容（地質・鉱物資源情報の管理技術）

日程		場所	内容
7/12～7/13	日-月	移動	ラオス出発、日本着
7/14	火	JICA	表敬およびオリエンテーション
7/15～7/17 (3日間)	水-木	三菱マテリアルテクノ(株)、石油天然ガス・金属鉱物資源機構、国際航業(株)	地質・鉱物資源情報の管理技術の研修 ○ 情報整備および管理手法 ○ ウェブサイトの更新方法
7/18～7/19 (2日間)	金-土	松尾管理事務所、史跡尾去沢鉱山、澄川地熱発電所の見学	鉱廃水処理場、鉱脈型銅鉱床と地熱開発の探査および開発についての研修
7/20～7/21	日-月		
7/22～7/24 (3日間)	火-木	産業総合技術研究所地質総合情報センター、三菱マテリアルテクノ(株)	地質・鉱物資源情報の管理技術の研修 ○ 情報整備および管理手法 ○ 地質図の作成方法
7/25	金	JICA	研修成果報告および評価
7/26	土	移動	日本発、ビエンチャン着

7.9 今後への課題

7.9.1 GIS データベースの利用

GID においてデータベースを取り扱う担当者の主要な業務は、DGEO および DOM 内部や各種機関からの依頼などによるデータ処理や出力作業およびその他関連作業であり、それらの対応と作業で多忙を極めている。現在、この業務は主として 2、3 名で担当している。作業の処理は主に MapInfo を利用して行われている。それは従来使用してきたソフトウェアが MapInfo であり、既存データの内容や処理方法、データの編集方法等の知識は MapInfo のほうが豊富であるためである。MapInfo も優れたソフトウェアであるが、ArcGIS には MapInfo にはない優れた機能を有している。今後はデータベースの処理を主として ArcGIS で行うことを推奨するとともに、ArcGIS を使用することで多くの有効な利用方法が見出せると考える。なお、第 1 回のトレーニングにおいて作成したトレーニングテキストに ArcGIS の操作方法が詳しく記載されている。データベース処理の上で不明なことや操作方法がわからない場合にはマニュアルを参考にすれば対処できるものとする。

7.9.2 GIS 技術者の育成

GIS データベース作成に伴い、2 回にわたって CP にトレーニングを実施した。その結果、新たに 1 名の技術者を養成することができた。それでもデータベースを取り扱う技術者は 3 名に過ぎない。現状では地質や鉱山にかかわるデータ処理業務はすべて GID で対処しなければならないため、今後さらに、業務内容が多様化することが考えられることから、データベース関係業務はますます多忙となることが予想される。さらにウェブサイトの更新等にも人員が必要となると思われる。そこで、様々な制約があると思われるが増加する業務に対処するために数名の技術者の増員が望まれる。

7.9.3 GIS 設備環境の整備

各鉱山やプロジェクトから提出され、蓄積されていく地質・鉱物資源データを有効利用するには、それらを電子ファイル化およびデータベース化することが必要である。そのためには技術者増員とともに GIS 用設備（ソフトウェア、コンピュータ、データ格納および出力機器）の増強が必要である。

また、GIS ソフトウェアも PC も 3 年ないし 5 年が有効期間といわれている。したがって計画的なソフトウェアおよびハードウェアの更新も望まれる。

第 8 章 国際機関による鉱業分野の協力

8.1 はじめに

「ラ」国は、地質および鉱業分野において多大なる援助を国際機関より受けてきた。主な支援内容は以下のとおりである。

- DGM（現 DGEO および DOM）の体制強化
- DGM（現 DGEO および DOM）スタッフの能力向上
- 地質図の作成および鉱物資源探査
- 環境保護

8.2 ドナーによる調査協力

1975 年から現在に至る、地質および鉱業分野の主要な資金援助プロジェクトを表 8.2.1 に示す。

表 8.2.1 各ドナーによる 1975 年以降のプロジェクト

Period	Donor	Project Title
Completed in 1980	Vietnam Government	1/200,000 Geological Mapping Project in Samnua-Khangkhay
Completed In 1981	Vietnam Government	Salt Prospecting at Savannakhet Sub Basin, Savannakhet Province
Completed in 1982	Vietnam Government	Iron Prospecting at Phou Nhuon, Xiangkhoang Province
1977-1982	Vietnam Government	Gypsum Exploration at Dong Hen, Savannakhet Province
Completed in 1985	Vietnam Government	Coal Prospecting at Chakeui-Kaleum, Saravan Province
Completed in 1986	Vietnam Government	Coarse Sand Prospecting at Ylay, Vientiane Capital
1982-1986	Vietnam Government	Potash Prospecting at Tha Ngon Area, Vientiane Capital
Completed in 1987	Vietnam Government	1/200,000 Geological Mapping Project in Vientiane-Ban Keun
Completed in 1991	Vietnam Government	1/1,000,000 Geological Mapping Project over Indochina
1989-1992	UNDP	LAO/88/023, Strengthening the Department of Geology and Mines.
1993-1997	UNDP	LAO/93/005, Mineral Sector Development.
1994-1999	Vietnam Government	1/2 00,000 Geological Mapping Project in MiddlePart ofLao
1997-2000	UNDP	LAO/97/019, Environmental Management of Mineral Resources.
2002-2004	UNIDO	Removal of barriers to the introduction of artisanal gold mining and extraction technologies
2002-2005	Vietnam Government	Nong Lom Potash Propecting in Khammouane Province
2002-2007	Vietnam Government	1/2 00,000 Geological Mapping Project in Northern Part ofLao
2004-on-going	Thailand Government	Collaborate Project between DGM and DMR
2005-on-going	Vietnam Government	1/2 00,000 Geological Mapping Project in Southern Part ofLao
2006	WB	Sector Plan for Sustainable Development of the Mining Sector in the Lao PDR
2006-2008	JICA	The Geological Mapping and Mineral Information Service Project for Promotion of Mining Industry in the Lao PDR

8.2.1 世界銀行

世界銀行は、2004年からDGM（現DGEOおよびDOM）に対する援助を実施している。主な活動内容は以下のとおりである。

- DGM（現DGEOおよびDOM）のマネージメント能力の強化
- 「ラ」国の鉱業分野における持続可能な開発計画の立案
- 天然資源開発に伴う権益のモニタリングおよび評価

世界銀行が取り組んだ「Sector Plan for Sustainable Development of the Mining Sector in the Lao PDR」は、2006年末に完了した。本プロジェクトの目的は、「ラ」国の鉱業界の現在の情勢を理解し、持続可能な鉱山開発計画の立案に関する諸問題を認識することにある。主な内容は以下のとおりである。

- ① 地質データおよびアセスメント
- ② 「ラ」国鉱物資源の経済的価値の評価
- ③ 制度の強化措置
- ④ 投資に対する国際競争力の要因査定
- ⑤ 鉱業政策の立案

8.2.2 UNDP

UNDPは10年間で以下の連続する3プロジェクトによる援助協力をDGM（現DGEOおよびDOM）に行った。

1) 第1次プロジェクト

刷新、近代的な化学分析所の設立、地質調査用具の供与、職員の教育・指導によるDGM（現DGEOおよびDOM）の機能強化。

2) 第2次プロジェクト

地質図の作成、化学分析、鉱石顕微鏡観察、写真地質、鉱物所有権の管理、鉱業法および鉱物に係る課税に関する分野におけるDGM（現DGEOおよびDOM）職員の能力向上。

3) 第3次プロジェクト

「ラ」国の鉱業セクターにおける持続可能な民間投資による開発の促進、および環境規制と管理、環境に係る各種試料の分析、野外地質調査および鉱物学に関する教育・訓練の実施。

8.2.3 UNIDO

UNIDOは「Removal of barriers to the introduction of artisanal gold mining and extraction technologies」プロジェクトに対する援助協力を行った。本プロジェクトの目的は、国際河川の流域に位置するパイロットエリアにおける現在の鉱業活動に起因する汚染の範囲を特定すること、環境に配慮した金鉱山の操業や水銀の漏洩を最小限または排除する抽出技術を導入すること、環境への悪影響を最小限に抑えるような能力や規定を整備することである。また本プロジェクトは、鉱夫の生活向上も目指している。

8.2.4 ベトナム国政府

ベトナム地質鉱山局（DGMV）は、1980年から多くのプロジェクトを支援してきた。プロジェクトは主に、1/20万の地質図の作成および鉱物資源探査であり、探査対象は石炭、カリウム、鉄および石膏である。これらのプロジェクトには、DGM（現DGEOおよびDOM）職員の能力向上を目的とした支援も含まれる。

8.2.5 タイ国政府

タイ鉱物資源局（DMR）は、長年にわたり DGM（現 DGEO および DOM）に協力してきた。最近の協力内容は以下のとおりである。

- 地質調査および鉱物資源探査
- 地球科学分析所への技術支援
- 地質博物館への技術支援

8.3 協力調査の必要性

各ドナーの協力により、鉱業セクターの機能強化、地質・鉱物資源の基礎情報の整備が行われてきた。しかし、DGEOおよびDOMの予算および技術者不足のためにまだ不十分な状態である。特にC/Dは鉱業セクターにとって重要な課題であり、この面での継続した支援を「ラ」国側も要請している。JICAによる本調査は基礎データ作成および情報整備とともにC/Dにも力を入れたものであり、「ラ」国側にとってタイムリーであるとともに効果的なプロジェクトであったと考えられる。

第9章 セミナー発表およびワークショップ開催

9.1 国際セミナー(PDAC 総会)発表

第7次現地調査において、平成20年3月2日～5日にカナダのトロントで開催された国際セミナー(PDAC 総会)に参加し、発表を行った。発表用のパンフレットおよびポスターは第6次現地調査時にC/Pともに作成した。

本セミナーへの参加者は以下の4名である。

- － 鉱山局長 Thongphat INTHAVONG
- － 地質局副局長 Khampha PHOMMAKAYSONE
- － 三菱マテリアル資源開発(株) 柴田 芳彰
- － JICA職員 小林 悟

この他世界銀行の招待により、地質局副局長の Chansavath BOUPHA 女史と鉱山局副局長の Khamtanh VONGPHANSIPASEUTH 氏の2名も本セミナーに参加した。

本セミナーは毎年3月に開催されており、ブース展示の会場には、資源探査に関する機関、コンサルタント会社、調査機器会社、分析会社等が出展する Trade show と、鉱山会社や探査会社が出展する Investors show の2会場が用意されている。本プロジェクトでは、「ラ」国の鉱業環境および鉱物資源ポテンシャルをアピールし、海外からの投資促進を図るために「ラ」国の地質局/鉱山局として Trade show に出展した。

セミナー全体として、本年は昨年を上回る約2万人が参加したと発表されており、「ラ」国のブースにも多くの人が訪れ、資源ポテンシャル、鉱業法、地質データの整備状況および入手方法について質問を受けた。訪問者としては、中国の関係者が最も多く全体の半数程であり、次いでオーストラリアとカナダの探査会社の関係者であった。

本セミナーにおいて「ラ」国の資源ポテンシャルをアピールできたこと、C/P が他国の状況を把握できたこと、多くの他国関係者と意見交換ができたことは、大きな成果であったと考えられる。また本セミナーに出展していた他国機関では、「ラ」国と比較し、はるかに多くの基礎データが整備されており、「ラ」国への投資を誘致するためには、早急に基礎データの整備が必要であることも痛感させられた。

以下にセミナーでのブース展示状況写真(写真 9.1.1)と出展ポスターの1部(図 9.1.1)を示す。



写真 9.1.1 PDACブース展示状況

JICA
DGEO

Geological Mapping and Mineral Informations Service Project in the Lao P.D.R.

Geological Mapping at 1/200,000 and 1/10,000 Scales

Mapping Scheme

- Capacity development of DGEO geologist
- Producing of 1/200,000 geological maps
- Assessment of mineral resources in the area

Mapping and Interpretation

- Cooperational work with DGEO
- Geological survey
- Microscopic observation, x-ray, rock chemical analysis, ore assay, fluid inclusion, Ar-Ar and K-Ar datings



Geochemical Exploration of Stream Sediment

- 80mesh sieve sampling
- Au, Ag, As, Bi, Cu, Pb, Zn, Mo, Sn, W, Ni, etc..



Analysis of Ore Samples in DGEO Lab.

- Chemical analysis by AAS
- Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mn, Fe, Sn, Ni



Chemical Analysis by AAS Titanium Analysis

Geology in the Attapeu Area and Developing of GIS Database

Geological Outline






Middle stream of the Xe Kaman River, Paleozoic to Mesozoic granites and schists area Bolaven Plateau, Cretaceous sandstone and Cenozoic basalt area







Biotite Gneiss in the Kontum Massif Hornblende Biotite Granodiorite in the Kontum Massif Pelitic schist in the Xe Kaman River Malachite disseminated sandstone in the Xe Kong Nepheline-olivine basalt in the Pakkong

Chemical Characteristics of Igneous Rocks



GIS Database in DGEO




- Developing GIS Database
- Geological outcrop, mineralization, ore analysis, etc...

Developing GIS Database Training of GIS Configuration

Mineral Resources in the Attapeu Area

Mineral Occurrences Outline

- Gold, Copper, Lead, Zinc, etc...
- Bauxite, Ruby, Sapphire, Feldspar, Bentonite, Kaolinite, etc...

Gold	Copper	Bauxite	Gems (Ruby and Sapphire)
<ul style="list-style-type: none"> - Orogenic type Au deposit in Paleozoic schist 	<ul style="list-style-type: none"> - Shear and granites-related Cu deposit 	<ul style="list-style-type: none"> - Strata-bound Cu deposit in Jurassic sandstones 	<ul style="list-style-type: none"> - Residual weathering of Cenozoic basalt lavas - Related to Cenozoic basaltic activities
 <p style="font-size: 6px;">Visible gold bearing quartz vein in schist</p>	 <p style="font-size: 6px;">Chalcopyrite and bornite disseminated quartz vein in granodiorite</p>	 <p style="font-size: 6px;">Azurite and malachite stains in shallow marine deposits</p>	 <p style="font-size: 6px;">Bauxite including gibbsite in Fe-Al laterite of basalt</p>
 <p style="font-size: 6px;">Placer ruby and sapphire obtained by panning</p>			

THE GEOLOGICAL MAPPING AND MINERAL INFORMATION SERVICE
PROJECT FOR PROMOTION OF MINING INDUSTRY
IN THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

JICA / Japan International Cooperation Agency
DGEO / Department of Geology, Ministry of Energy and Mines
DGM / Department of Mining, Ministry of Energy and Mines
MRC / Ministry of Natural Resources Development Corp
KAC / Khetvatt Rongrit Co., Ltd

Contact Address
<http://www.dgms.gov.la>
email: dgmsnet@tinet.com

図 9.1.1 PDAC 出展ポスター (地質・鉱物資源調査)

9.2 ワークショップの開催

第8次現地調査実施期間中の平成20年8月6日に、ビエンチャンにおいてC/Pと共同でワークショップを開催した。本ワークショップでは、本プロジェクトの主目的である鉱業投資促進のための情報整備を行った成果、その過程におけるC/Dの取り組みとその成果を発表するとともに、DGEOおよびDOMの今後の組織強化についての提言を行い、参加者との意見交換を実施した。

本ワークショップのプログラムを表9.2.1に示す。

表 9.2.1 ワークショップのプログラム

Workshop on Geological Mapping and Mineral Information Service Project

Date: 06 August 2008

Place: the Lao Plaza Hotel, Vientiane, Lao PDR

Chairman: Mr. Thongphath

	Topics	Presenter	Time		
				~	
1	Opening address from the Department of Mines	Mr. Thongphath INTHAVONG	8:30	~	8:50
2	Opening address from the JICA Vientiane Office	Mr. Hiroshi TAKASHIMA	8:50	~	9:00
3	Outline of JICA/DGEO/DOM Project	Mr. Yoshiaki SHIBATA	9:00	~	9:20
4	Technical transfer and progress in geological survey	Mr. Motomu GOTO	9:20	~	9:40
5	Technical transfer and progress in chemical analysis	Ms. Yasuko KAMEGAI	9:40	~	10:00
	(Coffee break)		10:00	~	10:15
6	Technical transfer and progress in GIS	Mr. Chantala KEOHAVONG	10:15	~	10:35
7	Geology of Attapeu Area	Mr. Siphandone VILAYHACK	10:35	~	10:55
8	Mineral resources of Attapeu Area	Mr. Yoshimitsu NEGISHI	10:55	~	11:15
	Discussion		11:15	~	11:35
	(Lunch)		11:35	~	12:35
9	Geology and mineral resources in southern Lao PDR	Mr. Nguyen Van NGUYEN (Dept. of Geology and Mines of Vietnam)	12:35	~	12:55
10	Geology and mineralization of Sepon District	Mr. Boun Oum BOUTTATHEP (Lang Xang Mineral Co.)	12:55	~	13:15
11	Phu Kham Cu-Au Deposit: A porphyry-skarn system	Mr. Natthapong PROMAJAKARIN (Phu Bia Mining)	13:15	~	13:35
12	Rare earth mineral resources in Bolaven Plateau	Dr. Yasushi WATANABE (Geological Survey of Japan)	13:35	~	14:05
	Discussion		14:05	~	14:30
	(Coffee break)		14:30	~	14:50
13	Mining policy of Lao PDR: current and future	Mr. Eravanh BOUNGNAPHALOM	14:50	~	15:10
14	Development plan of geological sector -2006 to 2020-	Ms. Chansavath BOUPHA	15:10	~	15:20
15	Geological mapping projects in Lao PDR	Mr. Khampha PHOMMAKAYSONE	15:20	~	15:30
16	Summary of recommended actions	Mr. Yoshiaki SHIBATA	15:30	~	15:40
	Discussion		15:40	~	16:05
17	Closing remarks	Mr. Thongphath INTHAVONG	16:05	~	16:15

第10章 結論および提言

10.1 結論

本調査の結論は以下のようにまとめることができる。

- ①地質調査： 「ラ」国南部アタプ地域において C/P と協働で地質調査を実施し、地層および岩石の特性、地質年代、地質構造、鉱化作用等について明らかにした。また、同時に川砂による地化学探査も実施し、金および銅の鉱床賦存有望地を抽出した。これまでアタプ地域においては本格的な広域調査は行われていなかった。
- ②地質調査： 地化学探査で抽出した有望地に対して地質精査を行った結果、各所で新規に金、銅等の有望な鉱徴地を確認した。それらの中にはポーフィリータイプの銅鉱化作用を示すものもあり、本地域に開発可能な鉱床賦存のポテンシャルがあることが明らかとなった。
- ③情報整備： 「ラ」国の鉱業への投資促進を図るため、地質および鉱物資源のデータ整備の一環として 1/20 万の地質図・鉱物資源図を作成し、1/100 万の地質図・鉱物資源図の改訂作業を実施した。また、投資家への情報発信のために GIS データベースを整備し、ウェブサイトを再構築して新規の有用な情報をコンテンツに加えた。
- ④情報整備： 地質情報センターでは、これまで MapInfo を用いてデータベースを作成していたが、本プロジェクトでは C/P の希望により（他機関の所有するデータの活用と解析機能を有効利用するため）、ArcGIS を使用してデータベースの構築を行った。また、既存の MapInfo データについても ArcGIS データへの変換を実施した。
- ⑤情報整備： 本プロジェクトの実施中に地質鉱山局が地質局と鉱山局に分割したことから、それにあわせてウェブサイトを更新するとともに、新規の地質、資源等の情報を発信するためにコンテンツを見直し、内容の充実を図った。
- ⑥地質調査の技術移転： 1/20 万の地質図・鉱物資源図作成においては、アタプ地域において調査団と C/P が協働で地質調査、地化学探査を実施し、同時に C/P の技術レベル向上のために技術指導、技術移転を積極的に行った。その結果、地質局の地質技術者の調査技術が向上するとともに、調査に対する意識レベルが向上した。
- ⑦GISの技術移転： ArcGIS の操作方法を C/P が習得できるように 2 回の研修を行った。これにより基本的な部分の理解は得られたと思われるが、高度な処理や解析機能については今後自ら習得していかなくてはならない。
- ⑧化学分析の技術移転： 本プロジェクトでは DCEO の化学分析センターで原子吸光光度計による鉱石分析、岩石薄片作成、鉱石研磨片作成を行った。この鉱石分析を実施する過程で、精度管理、定量下限値の決定、今まで行っていなかった元素の分析方法、試料の分解方法等についての技術指導を行い、技術移転を図った。その結果、精度および品質管理等の重要性の理解が少しずつ深まっていった。
- ⑨化学分析に関する課題： 化学分析の品質向上、分析精度および能率の向上には資機材や技術者（増員および育成）への投資が不可欠である。そのための予算を獲得するためには、運営方針を明確にし、中長期的な計画を策定する必要がある。
- ⑩全体成果と課題： 本プロジェクトでは情報整備と能力強化が求められたが、それぞれに当初期待された成果が得られたものと確信する。すべての作業項目において協働作業を基本として行った結果、調査団と C/P との相互理解を深め、本プロジェクトを成功に導いたものと理解している。しかしながら、情報整備と能力強化というテーマは一朝一夕に成し遂げられるものではなく、継続した C/P の努力とそれに対する長期的なサポートが重要と考えられる。

10.2 提言

地質局および鉱山局は、鉱山および鉱業権者の管理・監督を行う責任担当機関であり、技術指導、鉱業振興のための活動を実施する責務も担っている。地質局および鉱山局が「ラ」国における鉱業活動の中核としての機能を果たし、鉱業への投資促進を図る環境を整備し、鉱業が「ラ」国経済の発展にさらに寄与することを期待して、以下のような提言を行うものである。

- ①地質局と鉱山局が分割され、それぞれに必要な部署が組織されたことから、今後はその体制を効果的に機能させるべく、内部の充実を図っていく必要がある。 ⇒体制強化
- ②地質局、鉱山局としての機能・役割を十分に果たしていくためには、現在の人員では不十分であり、設備も不足している。この改善は喫緊の重要課題である。 ⇒人員・設備の増強
- ③まず、全国に展開する鉱山や鉱業権者による探査活動を管理・監督するには、現状のビエンチャン本局とパクセ支局の体制では困難であり、北部と中央部にそれぞれ地質局および鉱山局の支局を設立することを提言する。また、各県エネルギー・鉱山局との有機的な連携を図り、全体としての機能強化を図ることを提言する。 ⇒人員・設備の増強
- ④鉱業権を真に鉱業活動を行おうとする経験豊富な鉱山会社や資源コンサルタント会社に取得してもらった状況を創出するためには、政府機関自らも探査を実施し、有益な地質・資源情報を自ら収集し、発信する必要がある。このため、地質調査・資源探査担当部署を拡充して調査班をいくつか組織することと、プロジェクト費を予算化することを提言する。 ⇒人員の増強と自前プロジェクトの実施
- ⑤地質局として独自の地質調査や資源探査プロジェクトを実施することは、技術の継承、技術者の育成、海外機関との技術交流の上で重要なものである。 ⇒自前プロジェクトの実施による技術者の育成
- ⑥鉱山や探査活動を行っている鉱業権者に義務付けられているレポートを確実に入手し、それをデータベース化して蓄積することは、将来の資源探査にとって極めて有益である。地質情報センターの人材・設備の充実を図り、すべての調査・探査結果をGISデータベースに格納することを提言する。 ⇒情報整備の推進
- ⑦化学分析センターでは、短期計画としてはリファレンスラボとしての機能と環境保全のための鉱山廃水のモニタリングを行う分析機関としての機能を持たせることが妥当と考える。そのため、早急に作業環境の改善を行い、設備投資と技術面の能力向上による品質管理の強化、分析機器の保守管理の強化を図ることを提言する。 ⇒化学分析センターの機能強化
- ⑧各分野において本プロジェクト開始前より技術レベルがかなり向上したが、なおレベルアップが必要であり、外部機関の専門家による指導、海外での研修や留学を今後も継続して実施していくことを提言する。 ⇒技術者の育成
- ⑨人材育成、設備投資、地質・資源情報整備を急ぐためには、本プロジェクトのように海外機関との共同プロジェクトを今後も積極的に利用することを提言したい。 ⇒海外機関との共同プロジェクトの利用・推進

以上の提言についてまとめたものを表 10.2.1 に示す。

表 10.2.1 DGEO および DOM の体制・機能強化のための提言

主要項目	具体的な方策、計画			期待される成果
	2009～2010	2010～2015	2016～2020	
	人員の増員 (技術者)	DGEOの増員 7名増員(地質4名、GIS1名、分析2名) DOMの増員 4名増員(鉱山関係2名、地質1名、環境1名)	10名増員(地質7名、GIS2名、分析1名) 6名増員(鉱山関係3名、地質2名、環境1名)	
設備の増強	地質調査等の用具の整備	地質調査、資源探査、測定のための機器・用具	地質調査、資源探査、測定のための機器・用具の整備	体制・機能の強化
	IT関係ソフト・機器	GISソフトのライセンスの追加(3ライセンス)、局内LANの設置、PCおよび周辺機器の追加導入	GISソフトのライセンスの追加(2ライセンス)、PCおよび周辺機器の追加導入	
技術者の育成	化学分析機器	実験室の環境改善、機器の保守管理の徹底、周辺機材・消耗品の完備、鉱廃水分析のための周辺機器の整備	水試料分析専用室の設置、専用機材の導入	体制・機能の強化
	若年層	海外機関との共同プロジェクトへの参加や海外から受け入れる専門家による指導によって若年層を教育	海外機関との共同プロジェクトへの参加や海外から受け入れる専門家による指導	
支局の増設	中堅層	上述のほか、海外での研修や留学によって中堅層の技術レベルの向上を図る		体制・機能の強化 体制・機能の強化 鉱業活動の管理・監督の強化 鉱業活動情報の収集・整備
	鉱業活動モニタリング 環境モニタリング	北部(例えばLuang Phabang)に支局を創設	中部(例えばSavannakhet)に支局を創設	
情報整備/ 技術者の育成	1/20万地質図作成 1/5万地質図作成	全国の1/20万地質図の完成(海外機関との共同プロジェクトを利用)	1/5万地質図の作成を開始(海外機関との共同プロジェクトを利用)	投資促進のための情報整備
	鉱徴地調査	鉱床有望地区の探査をDGEOが主体的に実施(海外機関との共同プロジェクトを利用)	DGEOの独自プロジェクトとして鉱床有望地区の探査を実施できる体制の確立	投資促進のための情報整備