

ラオス国  
エネルギー・鉱山省

ラオス国  
鉱業分野投資促進のための  
地質・鉱物資源情報整備計画調査  
ファイナルレポート

平成20年10月  
(2008年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

三菱マテリアルテクノ株式会社  
国際航業株式会社

## 序 文

日本国政府は、ラオス国政府の要請に基づき、鉱業分野投資促進のための地質・鉱物資源情報整備計画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 18 年 3 月から平成 20 年 10 月までの間、8 回にわたり三菱マテリアルテクノ株式会社の柴田芳彰氏を団長とし、同社及び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、ラオス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 20 年 10 月

独立行政法人  
国際協力機構  
理事 永塚 誠一

## 伝 達 状

独立行政法人 国際協力機構  
理事 永塚 誠一 殿

今般、ラオス国鉱業分野投資促進のための地質・鉱物資源情報整備計画調査に関わる最終報告書をここに提出いたします。

ラオス国においては金・銀・銅・鉛・亜鉛・鉄という鉱物資源について豊富な埋蔵量が期待されており、鉱物資源開発は将来の貴重な外貨収入源となりうる産業です。しかしながら、国内の埋蔵鉱物資源に関する詳細な情報が十分に整備されておらず、また法制度整備も不十分であるため、これらが鉱業分野への投資の障害になっております。

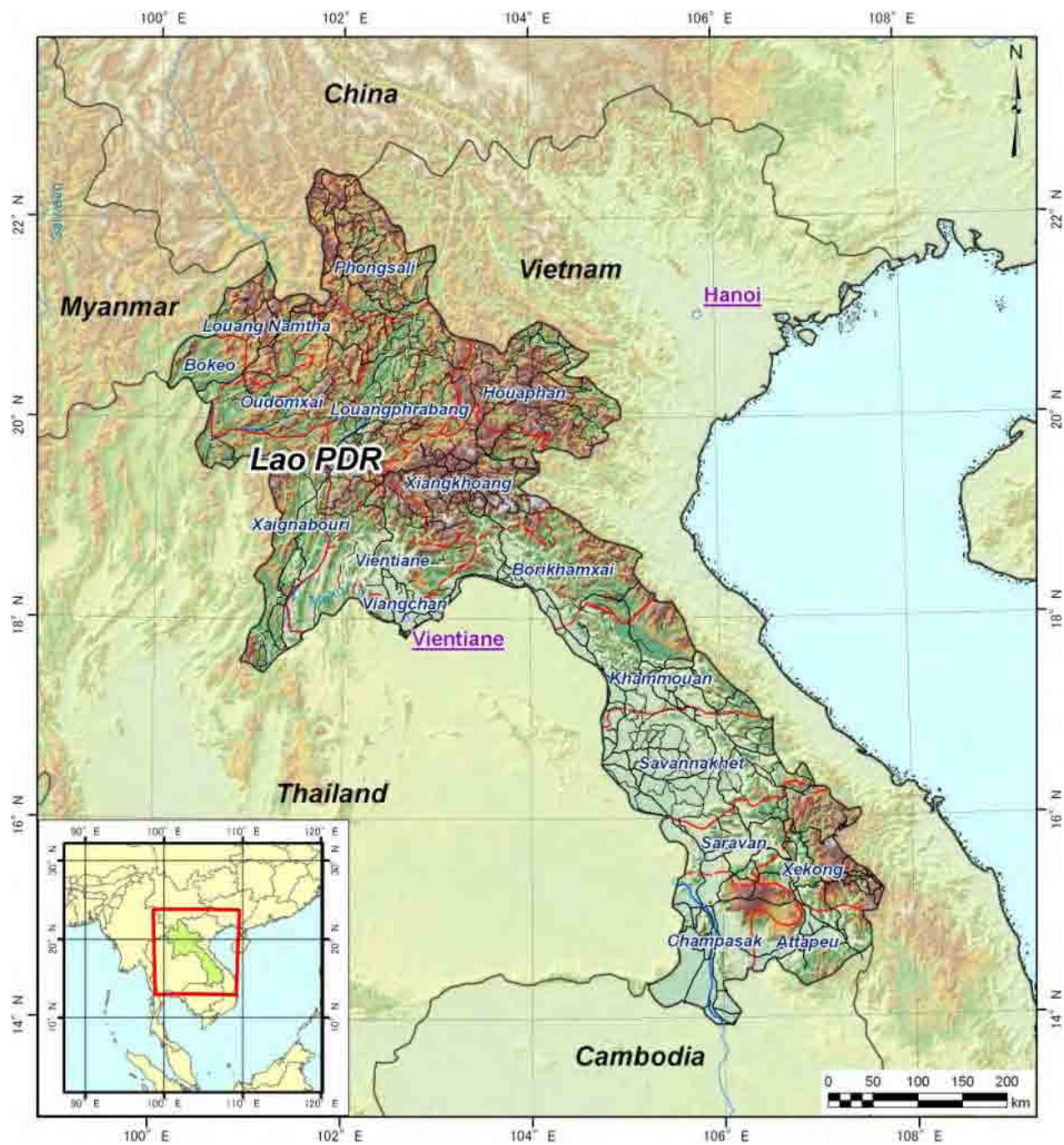
本調査は、鉱業分野に対する投資を増やすためにラオス国の地質・鉱物資源に関する情報を整備し、その情報を国内外に広く公開するとともに、鉱物資源開発に関して主要な役割を担うエネルギー・鉱山省の地質局および鉱山局の能力強化を図ることを主目的に、平成18年3月から平成20年10月まで実施いたしました。本調査で整備した地質・鉱物資源情報が今後の資源探査・開発に大いに活用され、教育・指導を受けた各専門分野の技術者が組織の能力向上に大いに貢献することを期待します。

調査期間中に多大なご支援、ご協力を賜った貴機構、経済産業省、外務省および在ラオス国日本大使館、貴機構ラオス事務所の関係各位、さらにラオス国のエネルギー・鉱山省、地質局、鉱山局の関係各位に対して、心より感謝の意を表します。

本調査の一連の成果が、ラオス国の鉱業分野の発展に貢献するとともに、日本とラオス国両国の友好と親善の一層の発展に寄与することを切に願います。

平成20年10月

ラオス国鉱業分野投資促進のための地  
質・鉱物資源情報整備計画調査団  
団長 柴田 芳彰



ラオス国位置図

ラオス国  
鉱業分野促進のための地質・鉱物資源情報整備計画調査

ファイナルレポート

目 次

ラオス国位置図

ページ

<b>第1章 序論</b> .....	1-1
1.1 はじめに.....	1-1
1.2 調査の背景.....	1-1
1.3 調査の目的.....	1-1
1.4 調査対象地域.....	1-1
1.5 参加機関.....	1-1
1.6 調査計画.....	1-1
1.7 調査の概要.....	1-2
1.7.1 事前準備作業（2006年3月）.....	1-2
1.7.2 第1次現地調査（2006年5月～6月）.....	1-2
1.7.3 第2次現地調査（2006年9月～12月）.....	1-3
1.7.4 第3次現地調査（2007年1月～3月）.....	1-3
1.7.5 第4次現地調査（2007年6月～7月）.....	1-3
1.7.6 第1次国内作業（2007年10月）.....	1-3
1.7.7 第5次現地調査（2007年10月～12月）.....	1-3
1.7.8 第2次国内作業（2007年12月）.....	1-3
1.7.9 第6次現地調査（2008年1月～3月）.....	1-4
1.7.10 第7次現地調査（2008年3月）.....	1-4
1.7.11 第3次国内作業（2008年5月）.....	1-4
1.7.12 第8次現地調査（2008年6月～8月）.....	1-4
1.7.13 第4次国内作業（2008年9月）.....	1-4
1.8 調査遂行時における主要課題.....	1-4
1.9 調査関係者等.....	1-5
<b>第2章 鉱業活動の現状把握</b> .....	2-1
2.1 はじめに.....	2-1
2.2 鉱業政策.....	2-1

2.2.1	鉱業政策の基本方針.....	2-1
2.2.2	鉱業に関する法律および規制.....	2-1
2.3	鉱業分野の投資環境および状況.....	2-3
2.3.1	交通インフラ.....	2-3
2.3.2	通信インフラ.....	2-4
2.3.3	電力インフラ.....	2-4
2.3.4	鉱業分野への投資状況.....	2-5
2.4	鉱業生産状況.....	2-9
2.4.1	金・銀.....	2-9
2.4.2	銅.....	2-9
2.4.3	亜鉛.....	2-10
2.4.4	石膏.....	2-10
2.4.5	石炭.....	2-11
2.5	資源調査の状況.....	2-12
2.6	鉱山開発および資源探査の状況.....	2-12
2.6.1	Sepon 鉱山.....	2-12
2.6.2	Phu Kham 銅・金鉱山.....	2-14
2.6.3	その他の探査状況.....	2-15

第3章	地質・鉱物資源情報のレビューと 1/100 万地質・鉱物資源図の改訂.....	3-1
-----	---	-----

3.1	はじめに.....	3-1
3.2	既存の 1/100 万地質・鉱物資源図.....	3-1
3.3	1/20 万地質・鉱物資源図の作成状況.....	3-1
3.3.1	北部地域.....	3-1
3.3.2	中部地域.....	3-1
3.3.3	南部地域.....	3-1
3.4	1/100 万地質図及び鉱物資源図の改訂.....	3-3
3.4.1	1/100 万地質図の作成.....	3-3
3.4.2	1/100 万鉱物資源図の作成.....	3-3
3.5	地質・地質構造.....	3-6
3.5.1	「ラ」国の地質概要.....	3-6
3.6	鉱床・鉱徴地.....	3-9
3.6.1	金属鉱物.....	3-9
3.6.2	非金属鉱物.....	3-13
3.6.3	蒸発岩.....	3-13
3.6.4	工業用鉱物.....	3-14
3.6.5	宝石.....	3-14
3.6.6	化石燃料：石炭、石油および天然ガス.....	3-15

第4章 アタプ地域における地質調査	4-1
4.1 はじめに	4-1
4.2 地質局（DCEO）の地質担当部の現状と課題	4-1
4.2.1 現状	4-1
4.2.2 課題	4-1
4.3 地質調査実施計画の作成	4-1
4.3.1 予備調査の結果	4-1
4.3.2 調査体制の確立と調査ルートを選定	4-2
4.4 アタプ地域の衛星画像作成	4-3
4.4.1 ASTER データ	4-3
4.4.2 PALSAR データ	4-6
4.5 アタプ地域の地質および地質構造	4-8
4.5.1 バン・ダクヨイ図幅	4-11
4.5.2 アタプ図幅	4-15
4.6 アタプ地域の鉱物資源	4-19
4.6.1 金属資源	4-20
4.6.2 非金属資源	4-21
4.6.3 その他の鉱徴	4-22
4.7 沢砂地化学探査	4-23
4.7.1 調査概要	4-23
4.7.2 調査方法	4-23
4.7.3 解析方法	4-25
4.7.4 沢砂地化学探査の結果	4-27
4.7.5 考察	4-29
4.7.6 地化学探査結果に基づく鉱化ポテンシャルの高い地域の抽出	4-30
4.8 各種観察・分析用試料採取	4-38
4.8.1 岩石薄片および鉱石研磨片観察	4-38
4.8.2 X線回折試験	4-38
4.8.3 岩石分析	4-39
4.8.4 鉱石分析	4-47
4.8.5 帯磁率測定	4-47
4.8.6 流体包有物測定	4-49
4.8.7 年代測定	4-50
4.9 詳細調査地域（縮尺 1/10,000）における地質マッピング	4-51
4.9.1 A 地域	4-53
4.9.2 B 地域	4-56
4.9.3 C 地域	4-58
4.9.4 D 地域	4-59

4.10	総合検討.....	4-61
4.10.1	アタブ地域の地質.....	4-61
4.10.2	アタブ地域の鉱床.....	4-63
<b>第5章 地質調査の技術移転.....5-1</b>		
5.1	はじめに.....	5-1
5.2	ワークショップの実施.....	5-1
5.3	地質巡検の実施.....	5-2
5.4	現地調査時におけるトレーニングの実施.....	5-3
5.5	技術移転の成果と現状の技術力.....	5-5
5.6	今後の技術的課題.....	5-7
<b>第6章 化学分析.....6-1</b>		
6.1	はじめに.....	6-1
6.2	DGEOのラボの現状と課題.....	6-1
6.2.1	人的キャパシティについて.....	6-1
6.2.2	分析資機材の現況.....	6-1
6.2.3	分析の実際.....	6-2
6.3	分析試験計画.....	6-3
6.4	技術移転の実際.....	6-5
6.4.1	技術レベルの評価.....	6-5
6.4.2	技術指導項目.....	6-5
6.5	日本での技術研修.....	6-10
6.6	今後への課題.....	6-11
6.6.1	資機材について.....	6-11
6.6.2	職員の能力開発について.....	6-11
6.6.3	ラボの管理.....	6-11
6.6.4	ラボの改善計画.....	6-11
<b>第7章 地質・資源情報のGISデータベース構築.....7-1</b>		
7.1	はじめに.....	7-1
7.2	DGEOの地質情報センターの現状と課題.....	7-1
7.2.1	機材について.....	7-1
7.2.2	ソフトウェアについて.....	7-2
7.2.3	ネットワーク構成およびウェブサーバについて.....	7-4
7.2.4	人材キャパシティについて.....	7-5
7.2.5	日常業務について.....	7-5
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.....	7-6



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	7-6
7.5	ウェブサイトの更新作業の方針	7-7
7.6	C/P への技術移転	7-8
7.6.1	GISソフトウェアと機材導入	7-8
7.6.2	GISトレーニング	7-8
7.7	データベース作成状況	7-12
7.8	日本での技術研修	7-15
7.9	今後への課題	7-16
7.9.1	GISデータベースの利用	7-16
7.9.2	GIS技術者の育成	7-16
7.9.3	GISデータベース構築の環境	7-16
<b>第8章 国際機関による鉱業分野の協力</b>		8-1
8.1	はじめに	8-1
8.2	ドナーによる調査協力	8-1
8.2.1	世界銀行	8-2
8.2.2	UNDP	8-2
8.2.3	UNIDO	8-2
8.2.4	ベトナム国政府	8-2
8.2.5	タイ国政府	8-3
8.3	協力調査の必要性	8-3
<b>第9章 セミナー発表およびワークショップ開催</b>		9-1
9.1	国際セミナー（PDAC 総会）発表	9-1
9.2	ワークショップの開催	9-3
<b>第10章 結論および提言</b>		10-1
10.1	結論	10-1
10.2	提言	10-2

## 付 属 資 料

1. インセプションレポート協議議事録
2. ステアリングコミッティ議事録 (第 1 回～第 6 回)
3. ドラフトファイナルレポート協議議事録
4. 地表地質記載データ表
5. 岩石薄片の顕微鏡観察結果
6. 鉍石研磨片の顕微鏡観察結果表
7. X 解回折試験結果表
8. 沢砂分析結果表
9. 岩石分析結果表
10. 鉍石分析結果表
11. DGEO 化学分析センター職員リスト
12. 化学分析センターの主要機材一覧表
13. 分析マニュアル
14. 化学分析センターの改善計画提案
15. DGEO 及びその他関連機関が保有する地質・鉍物資源情報及び GIS データベース既存資料一覧表

## 表 一 覧

ページ

表 1.9.1	調査メンバーリスト .....	1-5
表 1.9.2	ステアリングコミッティーメンバーリスト .....	1-5
表 2.3.1	外国資本のセクター毎の投資額（2000年～2007年3月） .....	2-6
表 2.4.1	Sepon 鉱山における金と銀の生産量と販売量（2003年～2006年） .....	2-9
表 2.4.2	亜鉛の生産量と販売量（2001年～2006年） .....	2-10
表 2.4.3	石膏の生産量と販売量（1997年～2006年） .....	2-11
表 2.4.4	褐炭の生産量と販売量（1997年～2006年） .....	2-12
表 3.4.1	鉱床・鉱徴地一覧 .....	3-5
表 4.3.1	「重点地質調査」と「鉱徴地調査」における分析項目および採取試料数 .....	4-3
表 4.4.1	使用した ASTER データの諸元 .....	4-5
表 4.4.2	使用した ASTER データ .....	4-5
表 4.4.3	使用した PALSAR データの諸元 .....	4-7
表 4.4.4	使用した PALSAR データ .....	4-8
表 4.8.1	帯磁率測定結果 .....	4-48
表 4.8.2	石英脈試料の流体包有物測定結果 .....	4-49
表 4.8.3	花崗岩類および玄武岩類の K-Ar 年代測定結果 .....	4-50
表 4.8.4	花崗岩類の Ar-Ar 年代測定結果 .....	4-50
表 4.10.1	Vantat 地区の金 - 銅鉱床の特徴 .....	4-65
表 4.10.2	Attapeu 東部地区の銅 - 金鉱床の特徴 .....	4-67
表 4.10.3	Bolaven 地区のボーキサイトおよびレアアース鉱床の特徴 .....	4-68
表 5.3.1	地質調査研修内容 .....	5-2
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） .....	5-6
表 6.2.1	AAS の現状 .....	6-2
表 6.3.1	分析計画（現地調査前） .....	6-4
表 6.3.2	分析試料数 .....	6-4
表 6.4.1	回収率試験結果 .....	6-5
表 6.4.2	検出下限値（MDL）と定量下限値（LOQ） .....	6-7
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） .....	6-9
表 6.5.1	C/P 日本研修行程表 .....	6-10
表 6.6.1	DGEO ラボの改善計画 .....	6-10
表 7.2.1	コンピュータ所有リスト .....	7-1
表 7.2.2	プロッタ/プリンタ所有リスト .....	7-1
表 7.2.3	スキャナ所有リスト .....	7-2

表 7.2.4	CAD ソフトウェア所有リスト .....	7-2
表 7.2.5	GIS ソフトウェア所有リスト .....	7-3
表 7.2.6	DTP ソフトウェア所有リスト .....	7-3
表 7.2.7	データベース管理システム所有リスト .....	7-4
表 7.6.1	GIS 研修に係る出席表及び評点 .....	7-9
表 7.6.2	第 2 回 ArcGIS トレーニングスケジュール表 .....	7-11
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) .....	7-15
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) .....	7-15
表 8.2.1	各ドナーによる 1975 年以降のプロジェクト .....	8-1
表 9.2.1	ワークショップのプログラム .....	9-3
表 10.2.1	DGEO および DOM の体制・機能強化のための提言 .....	10-3

## 図 一 覧

ページ

図 1.6.1	調査の全体工程.....	1-2
図 2.3.1	中央部の道路整備計画.....	2-4
図 2.3.2	北部部の道路整備計画.....	2-4
図 2.3.3	送電系統計画図.....	2-5
図 2.3.4	鉱区の取得状況.....	2-7
図 2.3.5	ラオス国の主要鉱床・鉱山位置図.....	2-8
図 2.4.1	Sepon 鉱山における金と銀の生産量と販売量 (2003 年～2006 年) .....	2-9
図 2.4.2	亜鉛の生産量と販売量 (2001 年～2006 年) .....	2-10
図 2.4.3	石膏の生産量と販売量 (1997 年～2006 年) .....	2-11
図 2.4.4	褐炭の生産量と販売量 (1997 年～2006 年) .....	2-12
図 2.6.1	Sepon 鉱山地区における銅鉱床と探査ターゲットの分布 (Oxiana 社資料) ...	2-13
図 2.6.2	Sepon 鉱山地区における主要鉱化帯 (Oxiana 社資料) .....	2-13
図 2.6.3	Phu Kham 銅・金鉱床の模式断面図.....	2-14
	(Pan Australian Resources 社資料)	
図 2.6.4	Phu Bia 鉱区における鉱床・鉱徴地位置図.....	2-15
	(Pan Australian Resources 社資料)	
図 3.3.1	1/20 万地質・鉱物資源図の作成状況.....	3-2
図 3.4.1	改訂 1/100 万地質図.....	3-4
図 3.5.1	「ラ」国の概略地質・鉱物資源図.....	3-6
図 3.5.2	「ラ」国の総合地質層序.....	3-8
図 3.6.1	金鉱徴地分布図.....	3-10
図 3.6.2	銅鉱徴地分布図.....	3-12
図 3.6.3	鉱床・鉱徴地位置図.....	3-16
図 4.4.1	バン・ダクヨイ (B.Dakyoy) 図幅の ASTER VNIR モザイク画像.....	4-4
図 4.4.2	アタプ (Attapu) 図幅の ASTER VNIR モザイク画像.....	4-4
図 4.4.3	バン・ダクヨイ (B.Dakyoy) 図幅の PALSAR 高分解モードモザイク画像....	4-6
図 4.4.4	アタプ (Attapu) 図幅の PALSAR 高分解モードモザイク画像.....	4-7
図 4.5.1	第 2 次～第 6 次現地地質調査における調査ルート.....	4-8
図 4.5.2	地質岩相分布図 (D-48-46) .....	4-9
図 4.5.3	地質岩相分布図 (D-48-47) .....	4-9
図 4.5.4	調査地域の構造解釈図.....	4-10
図 4.5.5	バン・ダクヨイ図幅の地質図.....	4-12
図 4.5.6	アタプ図幅の地質図.....	4-16
図 4.6.1	バン・ダクヨイ図幅の地質・鉱物資源図.....	4-19

図 4.6.2	アタブ図幅の地質・鉱物資源図.....	4-19
図 4.7.1	沢砂試料採取位置図 (D-48-46) .....	4-24
図 4.7.2	沢砂試料採取位置図 (D-48-47) .....	4-24
図 4.7.3	金分析値のヒストグラムと金分析値の累積頻度分布図.....	4-26
図 4.7.4	Au の地球化学図.....	4-31
図 4.7.5	Ag の地球化学図.....	4-31
図 4.7.6	As の地球化学図.....	4-32
図 4.7.7	Sb の地球化学図.....	4-32
図 4.7.8	Bi の地球化学図.....	4-33
図 4.7.9	Cu の地球化学図.....	4-33
図 4.7.10	Pb の地球化学図.....	4-34
図 4.7.11	Zn の地球化学図.....	4-34
図 4.7.12	Factor 1 の地球化学図.....	4-35
図 4.7.13	Factor 2 の地球化学図.....	4-35
図 4.7.14	Factor 3 の地球化学図.....	4-36
図 4.7.15	Factor 4 の地球化学図.....	4-36
図 4.7.16	Factor 5 の地球化学図.....	4-37
図 4.8.1	深成岩類のアルカリーシリカ図.....	4-40
図 4.8.2	深成岩類の AFM 図.....	4-40
図 4.8.3	深成岩類の MORB 規格化スパイダー図.....	4-41
図 4.8.4	深成岩類のコンドライト規格化地化学パターン図.....	4-41
図 4.8.5	微量元素による花崗岩類分類図.....	4-41
図 4.8.6	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 指標による花崗岩類分類図.....	4-42
図 4.8.7	(Sr/Y) - (Y)による花崗岩類分類図.....	4-42
図 4.8.8	玄武岩類の TAS 分類図.....	4-43
図 4.8.9	玄武岩類のアルカリーシリカ図.....	4-44
図 4.8.10	玄武岩類の AFM 図.....	4-44
図 4.8.11	玄武岩類の MORB 規格化スパイダー図.....	4-45
図 4.8.12	玄武岩類のコンドライト規格化地化学パターン図.....	4-45
図 4.8.13	Y-Ti-Zr による玄武岩類分類図.....	4-45
図 4.8.14	Y-Nb-Zr による玄武岩類分類図.....	4-46
図 4.8.15	P-Ti-Mn による玄武岩類分類図.....	4-46
図 4.9.1	鉱床賦存有望地域位置図.....	4-54
図 4.9.2	バン・ダクヨイ図幅の詳細地質調査地域位置図.....	4-55
図 4.9.3	アタブ図幅の詳細地質調査地域位置図.....	4-55
図 4.9.4	A 地域 (東) の観察露頭地点および沢砂採取地点.....	4-57
図 4.9.5	A 地域 (東) の ASTER 画像.....	4-58
図 4.9.6	A 地域 (東) の PALSAR 画像.....	4-58
図 4.9.7	A 地域 (西) の観察露頭地点および沢砂採取地点.....	4-58

図 4.9.8	A 地域（西）の ASTER 画像.....	4-59
図 4.9.9	A 地域（西）の PALSAR 画像.....	4-59
図 4.9.10	B 地域の観察露頭地点および沢砂採取地点.....	4-60
図 4.9.11	B 地域の ASTER 画像.....	4-60
図 4.9.12	B 地域の PALSAR 画像.....	4-60
図 4.9.13	C 地域の観察露頭地点および沢砂採取地点.....	4-61
図 4.9.14	C 地域の ASTER 画像.....	4-62
図 4.9.15	C 地域の PALSAR 画像.....	4-62
図 4.9.16	D 地域の観察露頭地点および沢砂採取地点.....	4-63
図 4.9.17	D 地域の ASTER 画像.....	4-64
図 4.9.18	D 地域の PALSAR 画像.....	4-64
図 4.10.1	アタプ地域の模式柱状図.....	4-67
図 4.10.2	アタプ地域の主要鉍物資源分布位置.....	4-69
図 4.10.3	アタプ地域の主要鉍床分布位置.....	4-69
図 4.10.4	地質・鉍物資源図および鉍化モデル断面図（Vantat 地区）.....	4-70
図 4.10.5	地質・鉍物資源図および鉍化モデル断面図（Attapeu 東部地区）.....	4-71
図 4.10.6	鉍床形成モデル断面図（Bolaven 地区）.....	4-73
図 7.6.1	Bolikamsay Province の GIS データ表示例.....	7-11
図 9.1.1	PDAC 出展ポスター（地質・鉍物資源調査）.....	9-2

## 写 真 一 覧

ページ

写真 4.5.1	地域東縁部国道 18B 沿いに分布する片麻岩.....	4-13
写真 4.5.2	地域中央部国道 18B 沿いに分布するカリ長石斑状花崗閃緑岩.....	4-13
写真 4.5.3	地域中央部 Xe Kaman 川流域に分布する泥質片岩.....	4-13
写真 4.5.4	地域北部に認められる劈開を伴う粘板岩.....	4-13
写真 4.5.5	調査地域の北縁に分布するデイサイト質火山礫凝灰岩.....	4-14
写真 4.5.6	調査地域の北縁に広く分布する玄武岩溶岩.....	4-14
写真 4.5.7	地域中央部国道 18B 沿いに分布する花崗岩マイロナイト.....	4-15
写真 4.5.8	地域北東部 Xe Kaman 川沿いの粘板岩中に認められる フィッシュ状石英を伴う剪断.....	4-15
写真 4.5.9	Sapeuan 村東方の Houay Po 川中～上流に分布する 塊状緻密堅硬な砂岩.....	4-15
写真 4.5.10	Sapeuan 村東方の Houay Po 川中流に分布する流紋岩.....	4-15
写真 4.5.11	Sapeuan 村東方の Houay Po 川中流に分布する 石灰質中粒砂岩層中の貝化石.....	4-17
写真 4.5.12	アタプ東方に分布する赤褐色泥岩層中の珪化木.....	4-17
写真 4.5.13	アタプ西方 Choomphoy 村近傍に分布する陸成砂岩中に発達する 平行ラミナと斜交ラミナ.....	4-17
写真 4.5.14	Bolaven 台地南部に分布する最上部砂岩中に発達する斜交ラミナ.....	4-17
写真 4.5.15	Pakxong の北方に分布するカンラン石玄武岩中に包有される マントルノジュール（レルゾライト、パイロキシナイトなど）.....	4-18
写真 4.5.16	Pakxong の南方に分布するネフェリン-カンラン石玄武岩に残存する パホイホイ縄状溶岩構造.....	4-18
写真 4.6.1	Ban Dakyoy 村北方の金鉱床（含金石英脈）.....	4-20
写真 4.6.2	銅鉱徴（孔雀石）と貝化石.....	4-20
写真 4.6.3	マサ化した花崗閃緑岩.....	4-21
写真 4.6.4	レンガの生産.....	4-21
写真 4.6.5	Nong Fa 湖周辺では箆を使用した椀かけにより宝石を回収している.....	4-22
写真 4.6.6	採取されたルビー（左）とサファイア（右）.....	4-22
写真 4.6.7	剪断帯中の黄鉄鉱染と石英脈.....	4-23
写真 4.6.8	イグニブライト中の溶脱型変質.....	4-23
写真 5.2.1	ワークショップでの技術説明.....	5-1
写真 5.2.2	ワークショップでの実技（空中写真判読）.....	5-1
写真 5.3.1	地質露頭での地質調査指導.....	5-2
写真 5.3.2	地層計測指導.....	5-2



写真 5.3.3	鉍微露頭での調査指導.....	5-2
写真 5.3.4	沢砂地化学探査指導.....	5-2
写真 5.4.1	野外調査後の整理・まとめ.....	5-3
写真 5.4.2	採取岩石・鉍石の整理.....	5-3
写真 5.4.3	C/P による地質図作成.....	5-5
写真 5.4.4	AIST 渡辺博士と調査参加者.....	5-5
写真 5.4.5	鉍微地近傍のトレンチ調査.....	5-5
写真 5.4.6	追跡調査により確認された鉍微.....	5-5
写真 6.2.1	AAS-GBC902 (フレーム式) .....	6-2
写真 6.2.2	AAS-GBC932AA (黒鉛炉式) .....	6-2
写真 6.2.3	AAS-Shimadzu6300 (フレーム式) .....	6-2
写真 6.2.4	AAS-Shimadzu6300 (フレーム式) .....	6-2
写真 6.4.1	FeO の分析.....	6-6
写真 6.4.2	AAS-Shimadzu6300 による金の分析.....	6-6
写真 6.4.3	アルカリ溶融による鉍石の分解.....	6-6
写真 6.4.4	タイ人技術者による黒鉛炉式 AAS 操作トレーニング.....	6-8
写真 6.5.1	mrc 環境技術センター研修.....	6-10
写真 6.5.2	妙法鉍山鉍廃水処理施設見学.....	6-10
写真 7.6.1	GIS 研修状況 (1/2) .....	7-10
写真 7.6.2	GIS 研修状況 (2/2) .....	7-10
写真 9.1.1	PDAC ブース展示状況.....	9-1

## 略 語 集

略語	名称 (英)	名称 (和)
AAS	Atomic Absorption Spectrometry	原子吸光光度計
AIST	Advanced Industrial Science and Technology	産業技術総合研究所
ASTER	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer	ASTER
BGS	British Geological Survey	英国地質調査所
C/P	Counterpart	カウンターパート
DEM	Department of Energy and Mines	エネルギー鉱山局
DGEO	Department of Geology	地質局
DGMV	Department of Geology and Minerals of Vietnam	ベトナム地質鉱山局
DMR	Department of Mineral Resources, Thailand	タイ鉱物資源局
DOM	Department of Mines	鉱山局
ERSDAC	Earth Remote Sensing Data Analysis Center	(財) 資源・環境観測解析センター
FIMC	Foreign Investment Management Committee	外国投資管理委員会
F/S	Feasibility study	可能性評価
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GID	Geological Information Division, DGEO	地質局地質情報部
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
ICP	Inductively Coupled Plasma	誘導結合プラズマ
IPD	Investment Promotion Division	投資奨励局
JICA	Japan International Cooperation Agency	(独) 国際協力機構
JOGMEC	Japan Oil, Gas and Metals National Corporation	(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構
MAC	Mineral Analysis Center	鉱物分析センター
MEM	Ministry of Energy and Mines	エネルギー鉱山省
OJT	On the Job Training	オンザジョブトレーニング
PALSAR	Phased Array Type L-band Synthetic Aperture Rader	PALSAR
PDAC	Prospectors and Developers Association of Canada	カナダ探鉱・開発協会
REE	Rare Earth Element	レアアース元素 (微量元素)
SAR	Synthetic Aperture Rader	合成開口レーダー
SOP	Standard Operating Procedures	標準手順書
STEA	Science, Technology and Environment Agency	科学技術環境庁
S/W	Scope of Work	実施細則
SX-EW	Solvent Extraction Electro Winning	溶媒抽出-電解採取法
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
UNIDO	United Nations Industrial Development Organizasion	国連工業開発機関
UTM	Universal Transverse Mercator	ユニバーサル横メルカトル 図法
WB	World Bank	世界銀行
WGS	World Geodetic System	WGS 座標系

## 第1章 序論

### 1.1 はじめに

本レポートは、「ラオス国鉱業分野投資促進のための地質・鉱物資源情報整備計画調査」の調査結果をとりまとめたものである。本調査は、ラオス国（以下「ラ」国）における鉱業分野への民間資本による投資を促進するために鉱物資源の情報整備を行うための「ラ」国と日本国の国際協力プロジェクトである。

### 1.2 調査の背景

「ラ」国においては金・銀・銅・鉛・亜鉛・鉄という鉱物資源について豊富な埋蔵量が期待されており、鉱物資源開発は将来の貴重な外貨収入源となりうる産業である。「ラ」国では鉱物資源開発の管理についてはエネルギー鉱山省（Ministry of Energy and Mines : MEM）に属する地質局（Department of Geology : DGEO）と鉱山局（Department of Mines : DOM）の所掌であるが、国内の埋蔵鉱物資源に関する詳細な情報が十分に整備されておらず、また法制度整備も不十分であり、地質局および鉱山局の体制も民間投資による鉱山開発を管理・監督する機関として十分には確立されていないのが現状である。

「ラ」国の鉱業分野への民間資本による投資を今後促進するためには、地質局および鉱山局が主体となり民間投資の円滑な受入に必要な制度、体制および関連する鉱物資源情報を整備する必要がある。また鉱山開発を進める上では環境を考慮した開発計画の管理も必要となる。このような背景から、「ラ」国政府は鉱業分野に対する国内外からの投資を促すために鉱物資源の情報を整備することを重点とした開発調査の実施を必要としたものである。

### 1.3 調査の目的

本調査は、鉱業分野に対する投資を増やすために「ラ」国の地質・鉱物資源に関する情報を整備し、その情報を国内外に広く公開するとともに、鉱物資源開発に関して主要な役割を担うエネルギー鉱山省の地質局（DGEO）と鉱山局（DOM）の能力強化を図ることを主目的としている。具体的な目的は次に示すとおりである。

- ① 1/100万の地質および鉱物資源図のリバイス。
- ② 地質調査の実施と1/20万の地質および鉱物資源図の作成。
- ③ 鉱業に関する情報のGISデータベースでの管理と公開。
- ④ 以上の活動を維持するための人材育成。

### 1.4 調査対象地域

調査対象地域は「ラ」国全土である。鉱物資源情報整備のための「重点地質調査地域」は南部のアタブ地域で、その範囲は東西約 160km×南北 80km であり、アタブ県、チャンパサク県およびセコン県を含む。

### 1.5 参加機関

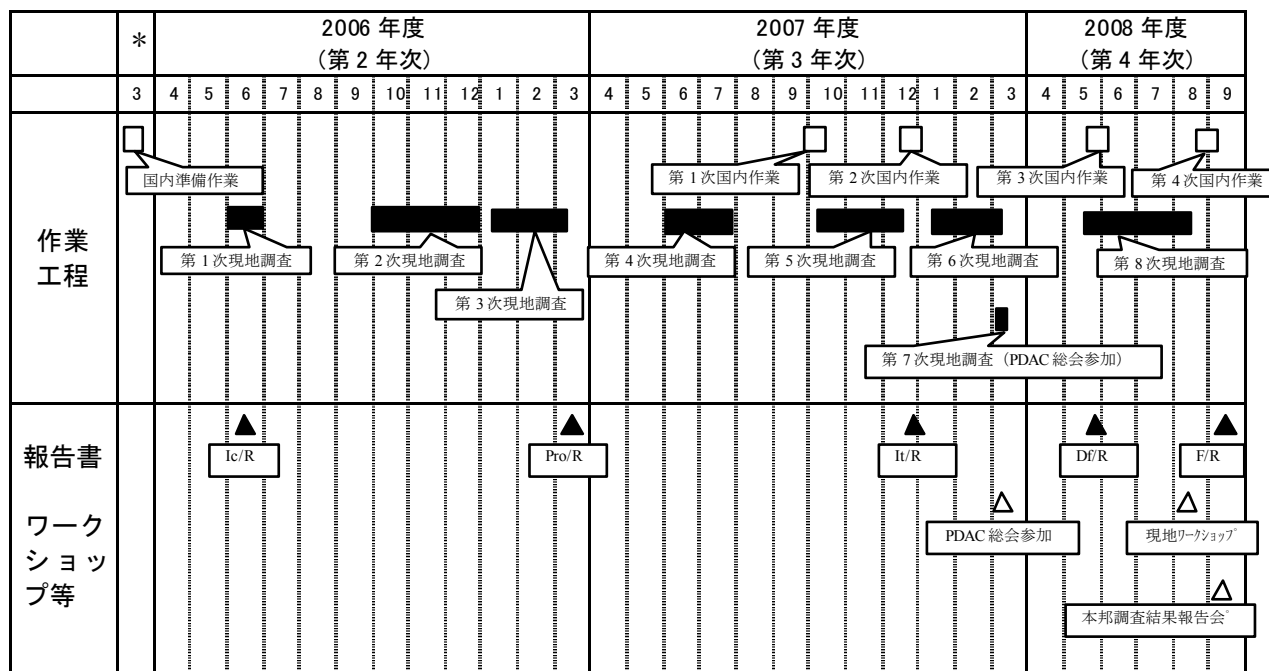
本調査のステアリング・コミティーのメンバーは、次の3つの機関である。

- 地質局（DGEO）
- 鉱山局（DOM）
- エネルギー鉱山省（MEM）

### 1.6 調査計画

図 1.6.1 に本調査の全体工程を示す。調査は以下の4つの年次から構成されている。

- 第1年次： 国内準備作業
- 第2年次： 第1次現地調査、第2次現地調査、第3次現地調査
- 第3年次： 第4次現地調査、第1次国内作業、第5次現地調査、第2次国内作業、第6次現地調査、第7次現地調査
- 第4年次： 第3次国内作業、第8次現地調査、第4次国内作業



\* : 2005年度 (第1年次)

図 1.6.1 調査の全体工程

## 1.7 調査の概要

### 1.7.1 事前準備作業 (2006年3月)

第1年次の業務として2006年3月に国内において事前準備作業を行った。実施した業務の内容は以下の通りである。

- 地質関連資料の収集、整理および検討
- 調査全般の基本方針、内容および方法の検討
- 第1次現地調査の準備
- インセプション・レポートの検討

### 1.7.2 第1次現地調査 (2006年5月～6月)

第1年次現地調査では、まず調査団が日本で作成したインセプション・レポートに基づいた調査計画をMEMおよびDGM (現DGEOおよびDOM) に説明し、この内容について合意した。インセプション・レポートについての協議の議事録は添付資料のとおりである (付属資料1)。また、本調査をDGM (現DGEOおよびDOM) 関係者に広く知ってもらうために、調査団は6月5日に第1回ワークショップを開催した。このワークショップでは調査内容を詳しく説明するとともに、関連する技術についての紹介を行った。

引き続き調査団は、DGM（現 DGEO および DOM）の組織・人・能力の把握、GIS および化学分析に関する機材等の把握、地質資料等の収集、世界銀行が実施中の「Sector Plan for Sustainable Development of the Mining Sector in the Lao P.D.R.」についての情報収集を実施した。

さらに、DGM（現 DGEO および DOM）と MEM による協議の結果、重点地質調査を実施する地域が南部のアタブ地域に決定したことから、この地域の地質巡検と情報収集を実施した。

### 1.7.3 第2次現地調査（2006年9月～12月）

第2次現地調査では、以下のような調査を実施した。

- 重点地質調査地域（アタブ地域）における 1/20 万地質図および鉱物資源図を作成するための地質地調査
- 1/100 万地質図および鉱物資源図を改訂するための地質・鉱物資源情報の収集・検討
- GIS データベースの構築および既存情報の取り込みと C/P への技術移転
- 化学分析のための資機材の準備と C/P への技術移転

C/P への技術移転に関しては、10月4日～5日に DGEO および DOM の地質技術者に対して地質関連技術の講習会、11月1日～17日には GIS に関係している技術者に対する ArcGIS ソフトウェアの講習会を実施した。

### 1.7.4 第3次現地調査（2007年1月～3月）

第3次現地調査では、以下のような調査を実施した。

- アタブ地域における 1/20 万地質図および鉱物資源図を作成するための地質地調査
- 1/100 万地質図および鉱物資源図を改訂するための地質・鉱物資源情報の収集・検討
- 化学分析（鉱石分析）の実施

### 1.7.5 第4次現地調査（2007年6月～7月）

第4次現地調査では、以下のような調査を実施した。

- Web サイトの更新データの検討および新規作成図面とそのレイアウトの検討
- アタブ地域の 1/20 万地質図および鉱物資源図の作成
- ポテンシャルの高い鉱徴地抽出のための検討
- 化学分析（鉱石分析）の実施および C/P への技術移転

### 1.7.6 第1次国内作業（2007年10月）

第1次国内作業では、ポテンシャルの高い鉱徴地の選出を行った。

### 1.7.7 第5次現地調査（2007年10月～12月）

第5次現地調査では、以下のような調査を実施した。

- アタブ地域の 1/20 万地質図および鉱物資源図の作成
- ベトナム調査団との地質データの情報交換および隣接地の地質マッピングの検討
- 選出した鉱徴地の詳細地質調査
- 化学分析（鉱石分析）の実施
- 選出した鉱徴地の 1/1 万地質図および鉱物資源図の作成
- 1/100 万地質図および鉱物資源図を改訂するための地質・鉱物資源情報の収集・検討
- GIS データベースへの既存および新規データの取り込み

### 1.7.8 第2次国内作業（2007年12月）

第2次国内作業では、インセプションレポートの作成を行った。

### 1.7.9 第6次現地調査（2008年1月～年3月）

第6次現地調査では、以下のような調査を実施した。

- インテリムレポート (It/R) の説明および協議
- ポテンシャルの高い鉱徴地の詳細地質調査の実施
- 鉱徴地の 1/1 万地質図および鉱物資源図の作成
- 試料の化学分析
- GISデータベースへの取り込み
- 地質鉱物資源情報を発信するためのホームページの検討
- 国際セミナー(PDAC総会)発表の準備

### 1.7.10 第7次現地調査（2008年3月）

第7次現地調査では、カナダでの国際セミナー(PDAC総会)に参加し、発表を行った。

### 1.7.11 第3次国内作業（2008年5月）

第3次国内作業では、ドラフトファイナルレポートを作成するために、1/20 万地質図のデジタルサイズやその説明書の作成を行った。

### 1.7.12 第8次現地調査（2008年6月～8月）

第8次現地調査では、以下のような調査を実施した。

- 1/100 万、1/20 万、1/1 万の地質図・鉱物資源図の完成
- 第六次現地調査で得られた試料の化学分析ならびにカウンターパートへの技術移転
- 第六次現地調査で得られた情報の GISデータベースへの取り込み
- 地質鉱物資源情報を発信するためのホームページの作成
- ドラフトファイナルレポートの作成および協議
- 現地ワークショップの準備ならびに開催

### 1.7.13 第4次国内作業（2008年9月）

第4次国内作業では、ファイナルレポートの作成を行うとともに本邦調査結果報告会において本調査の結果報告を行った。

## 1.8 調査遂行時における主要課題

調査の遂行にあたって顕在化した問題点や課題は、以下のとおりである。

- DGEO および DOM には 30 人の地質技術者がいるが、地質の専門知識を有し、地質調査を行える技術者は極めて限られている。
- 地質調査対象地域であるアタプ地域は、低地も広く分布し、東部はアクセスの悪い開発されていない山地であることから、雨季には河川の水位上昇や氾濫の影響等で道路事情が悪くなる。このため雨季の調査は非効率であり、雨季明け後もしばらくは調査地域が制限される。
- 人員不足などにより、地質・鉱物資源関係の図書、図面、データが DGEO および DOM 内で十分に共有・管理されておらず、情報の収集・入手に時間を要する。

- DGEO 内の予算不足により、化学分析の機器、物品の老朽化や不足が顕著であり、分析できる項目および成分が非常に限られており、精度管理も十分ではなく、処理できる件数も限られている。
- GIS データの作成、管理のためのコンピュータ関連機器およびソフトについても、化学分析部門と同様に予算不足により機器の老朽化が進んでおり、ソフトの整備も遅れている。このため、データベースの整備が限られた範囲にとどまっている。

### 1.9 調査関係者等

本調査関係者およびステアリングコミッティーメンバーは表 1.9.1、1.9.2 に示すとおりである。

表 1.9.1 調査メンバーリスト

Name	Assignment
<b>&lt;JICA&gt;</b> Mr. Satoshi Kobayashi Mr. Sota Sekine <b>&lt;GSJ, AIST&gt;</b> Dr. Yasushi Watanabe	Staff/ JICA Headquarter Assistant Resident Representative Adviser to Study Team
<b>&lt;JICA Study Team&gt;</b> Mr. Yoshiaki Shibata Mr. Motomu Goto Mr. Yoshimitsu Negishi Ms. Yasuko Kamegai Ms. Chiyo Kigasawa Mr. Masayuki Shirai Mr. Masami Sugita Mr. Kazuyasu Tsuda	Team leader Geological Mapping Evaluation of Mineral Resources Geochemical Analysis GIS Database Preparation Evaluation of Information for Mining Investment Construction of GIS Database Coordinator
<b>&lt;C/P Staff&gt;</b> Mr. Khampha Phommakaysone Mr. Sixomxeum Duangsurigna Mr. Siphandone Vilayhack Mr. Sisaad Phomkenthao Mr. Amkha Voravong Mr. Phonetalome Vilaysan Mr. Thavone Khounchanthida Mr. Boualay Saatsy Ms. Phengsy Sirithongdy Mr. Soubinh Siphandone Mr. Phonephet Chounlamonty Mr. Inpong Homsombath Mr. Chantala Keohavong Mr. Kuangnuvong Thepvongsa Ms. Vannapha Phommachanh	Team Leader Geological Mapping Geological Mapping Geological Mapping Geological Mapping Geological Mapping Geological Mapping Geological Mapping Geochemical Analysis Geochemical Analysis Geochemical Analysis Sample Preparation GIS Database Preparation GIS Database Preparation GIS Database Preparation GIS Database Preparation

表 1.9.2 ステアリングコミッティーメンバーリスト

Name	Assignment
<b>&lt;Ministry of Energy and Mines&gt;</b> Dr. Bountheung Phengthavongsa	Deputy Director of the Cabinet of Ministry of E / M
<b>&lt;Department of Geology&gt;</b> Mr. Chansone Senebouttalath Ms. Chansavath Boupha Mr. Oudom Phommachanh	Director General Deputy Director General, Director of Geological Information Division,
<b>&lt;Department of Mines&gt;</b> Mr. Thongphath Inthavong Dr. Simone Phichit	Director General Deputy Director General

## 第2章 鉱業活動の現状把握

### 2.1 はじめに

この章では「ラ」国における鉱業活動の現状について述べる。最近の金属価格の高騰から、「ラ」国においても鉱業部門からの国家収入が格段と増加しており、鉱業への関心が高まっている。ここで使用したデータは、地質局（DGEO）および鉱山局（DOM）で収集した情報のほか、国連による1999年の「Integrated Assessment and Development of Mineral Resources in the Greater Mekong Subregion」報告書、日本の独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）が2005年にまとめた「資源開発環境調査 ラオス人民民主共和国」報告書、2006年に実施された世銀による「Sector Plan for Sustainable Development of the Mining Sector in the Lao P.D.R.」報告書等から引用したものである。

### 2.2 鉱業政策

#### 2.2.1 鉱業政策の基本方針

「ラ」国政府は1985年に“New Economic Mechanism”（NEM）を導入し、国家経済を中央管理型から自由競争に変えようとして、1991年にこの経済的な改革を反映させるべく新憲法を制定した。これに基づく鉱業セクターに対する政府の政策は次に通りである。

- ① 環境にやさしく持続的に資源を利用することを促進させること。
- ② 最新技術による組織的な探査を促進させること。
- ③ 小規模な鉱山開発に対して積極的に支援すること。
- ④ 大規模な鉱山操業に対しては中期的な支援を行うこと。

この政策を遂行するために、政府は以下のことを行ってきた。

- ① 適切な鉱業活動実施、環境保護と投資に関する法律の作成。および探鉱・開発プロジェクトに対する投資促進のための環境整備。
- ② 小規模操業の市場を正規の市場に移行させることの促進。
- ③ 探鉱・開発の投資家に対し行政上のサポートおよびサービスの提供。
- ④ 有望地域を特定するための地質調査の実施。確認された有望地域を探鉱・開発対象として民間企業に提供。

政府は、十分な環境管理能力を有する海外の鉱山会社を対象とした投資促進プログラムの実施を計画・実行している。このプログラムは、ラオスにおいて鉱業投資の環境（法的、経済的、制度的）を整備し、開発ポテンシャルを高めるためのものである。このプログラムをサポートするために、政府はDGEOおよびDOMに地質情報の管理、試験・分析室の設置、鉱区管理などを実施させている。

「ラ」国政府は、鉱業セクターの組織強化、法的枠組みやセクター管理の改善、人材育成を目的として2006年に省の再編を行なった。鉱業部門を工業手工芸省（MIH）から分離し、エネルギー省と統合してエネルギー・鉱山省（Ministry of Energy and Mines: MEM）とした。さらに本年、地質鉱山局（DGM）を地質局（Department of Geology: DGEO）と鉱山局（Department of Mines: DOM）の2つの局組織に分離独立させた。

#### 2.2.2 鉱業に関する法律および規制

「ラ」国における鉱業に対しては、外国投資法、鉱業法、環境保護法、税法、政府命令や規制が適用される。鉱業法（The Basic Law on Mining, Law No.1）は1997年5月31日に施行されている。

- 1) 鉱業に関する外国投資奨励法の概要



1994年6月20日に施行された新外国投資法”Law on the Promotion and Management of Foreign Investment in the Lao PDR”に代わって、2004年10月に国内外の投資を区別しないことを原則とする「改正外国投資奨励法」”Law on the Promotion of Foreign Investment in the Lao PDR”が制定された。改正外国投資奨励法では、優遇処置を受ける条件が大幅に改正され、細かく規定されている。そして「ラ」国における外国からの投資の振興・管理のために、計画投資委員会（Committee for Planning and Investment）のもとに投資奨励局（Investment Promotion Department）が設立されている。

外国投資奨励法では、海外投資家には3つのタイプの事業選択が認められている。

- 業務提携
- 合弁企業（1つ以上の「ラ」国内の投資家との合弁）
- 100%外資企業

合弁を選択する海外投資家は、少なくとも合弁事業の総資産の30%を出資しなければならないことになっている。

## 2) 鉱業法

「ラ」国初の鉱業法は1997年5月に布告された。この鉱業法の目的は、資源保存、探査、採掘、処理および鉱物資源の利用に関して管理を行うとともに、「ラ」国民の生活水準を向上させることであるとしている。また、環境保全が地元住民の利益として、鉱業従事者の利益と並んで強調されている。

「ラ」における鉱業への投資は、以下の3種類に分類される。

- ① 国の100%出資
- ② 国と国内または海外企業との合弁
- ③ 国内の企業または個人による投資

また、鉱業許可は概査許可、探査許可、採掘許可および加工・販売許可に分かれ、それぞれ以下のように区分される。

- ① 機械化鉱山操業（大・中・小規模操業）
- ② 専業手工業的鉱業活動
- ③ 兼業手工業的鉱業活動

概査許可（野外観察調査）は、原則2年以内の期間の許可で2回の各1年以内の延長申請が可能である。

探査許可（地質精査、トレンチ・試錐・地球物理・地化学の各調査）は、期間3年以内で2回の各2年以内の延長申請が可能である。鉱区放棄に当たっては全調査データの提出が必要とされる。

採掘許可は、F/Sおよび環境影響評価などとともに申請する必要がある。F/S期間は1年以内（追加延長は1回で1年以内が可能）で、採掘許可の期間は30年以内で2回の各10年以内の延長申請が可能である。

以上により付与された各鉱業権は、権者の排他的、固有の権利であり、適法に維持されている限りは「ラ」国政府から保護され、許可申請により譲渡することができる。

なお、鉱物資源の探査および開発の契約では、鉱物資源の所有権が「ラ」国にあること、資源の開発は投資奨励局（IPD）に代表される国、関係政府機関および企業の間で締結された契約（鉱物探鉱生産契約：Mineral Exploration and Production Agreements（MEPA））に基づいて実施されることが規定される。

鉱業法については、現在、エネルギー鉱山省で手続きの迅速化と公平化を図るために見直しを行っている。現行の鉱業法では詳細な規定がないことから、審査を受けて許可を得るのに長い時間がかかっている。またライセンス登録の認可基準をあげて、実績のある企業による迅速な調査および探査の実施と早期の開発を目指すことにしている。この改正法は、2008年末には国会に提出される予定である。

### 3) 鉱業に関する財政規制

1989年に課税規制についての大きな改正が行われている。この財政改革において、新しい税金の導入、源泉課税制度の拡張、関税管理の強化が行われた。鉱業に関する課税は一般税金規制および投資法が適用され、徴収および金額は制令によって決められている。

新関税法は1994年に布告されている。この関税法は1989年6月26日付第47/CCM号国家課税に関する内閣令第106条の代替である。

鉱業法第42条により、鉱業権者は関税および税金の支払い、ならびにその他の財政義務を遅滞なく果たさなければならないことが決められている。

現在「ラ」国政府との契約に基づいて鉱業活動を行っている企業は、以下の税金を支払わなければならない。

- 借地料： 借地料は政府に対する年次払いであり、支払いはラオスキープまたは契約による通貨で行われる。借地料はヘクタール単位の契約面積または採掘面積によって計算される。鉱業に関する借地料は、1989年の国家税金制度に関する第47号制令の第16条に制定されている。
- ロイヤリティ： ロイヤリティにも借地料と同様に1989年の国家税金制度に関する第47号制令が適用される。鉱物生産に対するロイヤリティは、その鉱物の総売上に基づいて計算・徴収されるが、鉱物の純度および国際基準による単価も計算に取り入れられている。「ラ」国内で鉱業活動を行っている外国企業に対するロイヤリティは、貴金属に対しては2.5～5%である。

## 2.3 鉱業分野の投資環境および状況

内陸国として、特に立ち遅れてハンディキャップとなっていた社会インフラの整備に関しては、ここ数年のうちに交通インフラや通信インフラは大幅な改善が期待される。

「ラ」国は地勢的にタイ、ベトナム、カンボジア、ミャンマー、中国に囲まれ、また経済規模も小さいため、ある面ではこれら隣国は「ラ」国への経済的脅威であるが、一方で、「ラ」国を足がかりにした周辺諸国の経済戦略がラオス自身の経済発展に寄与しているという一面もある。大メコン流域経済圏という新たな視点も、外国資本の投資先検討で「ラ」国が一つの戦略的な意味を持つてくるものと考えられる。

### 2.3.1 交通インフラ

交通インフラとしては、東西経済回廊と呼ばれる、タイからベトナムまでの幹線道路（アジアハイウェイ16号）が「ラ」国内では国道9号線を経由して整備され、メコン川には日本のソフトローンによる Savannaket とタイの Mukdahan 間にかかる国際橋（第2メコン国際架橋）が今年の12月に完成した（図2.3.1）。それと直交してラオスを南北に縦断する国道13号線も改修が進んでいる（アジアハイウェイ11・12号、中央経済回廊を成す）。また、中国の雲南省から「ラ」国北部の国道3号線を経由してタイにつながる道路建設（アジアハイウェイ3号、南北経済回廊を成す）も2008年2月に完了した（図2.3.2）。このほか、南部のアタブからベトナムに抜ける国道18号線もベトナムの支援により新規に建設された。

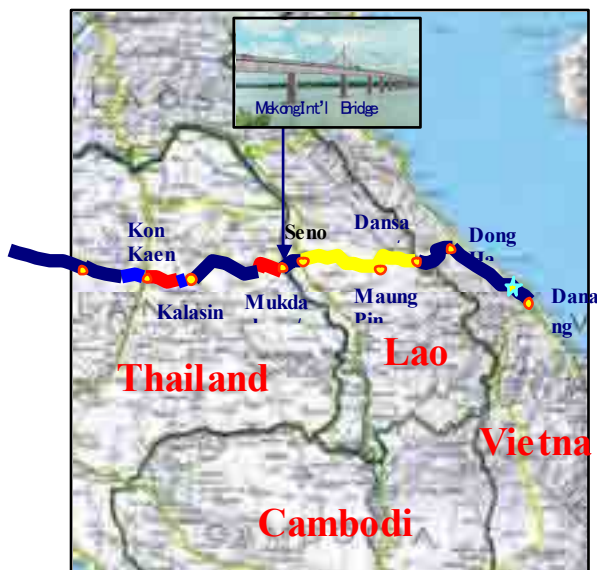


図2.3.1 中央部の道路整備計画



図2.3.2 北部の道路整備計画

### 2.3.2 通信インフラ

電話サービスの普及率は、ここ数年で劇的に改善されてきている。公共事業省の資料によると、2006年現在の固定電話加入者数は91,235（普及率は約2%）、携帯電話の加入者数は901,637（普及率は約16%）となっている。携帯電話はプリペイド方式が主流であることから、実際の普及率ははるかに大きいものと考えられる。

全国を結ぶ光ファイバー幹線網は整備され、隣接国との接続も完了している。しかし、支線の整備などエンドユーザーまでの整備の点ではビエンチャン等の都市部を除いて普及は遅れている。都市と農村地域という視点で見れば、電話のない村が全体の60%以上を占めており、格差が非常に大きい状況に変わりはない。

### 2.3.3 電力インフラ

ラオスは水資源にめぐまれていることから、電力開発は水力発電が先行している。2007年末現在の総発電量は671.2MWで、そのうちの99.83%が10ヶ所の水力発電所によって賄われている。ラオスの電力生産は、経済発展の途上で需要がまだ増加していない民生電力国内需要に対して大きく超過しており、その余剰電力は近隣諸国への電力輸出として外貨獲得に大きく貢献している。

一方、国内の送電幹線網の整備は依然として遅れており、電力生産が高い北部で生産された電力を南部に給電する高圧送電網も未整備である。各国からの支援や借款を通じて幹線送電網の建設・整備を実施している最中である（図2.3.3）。

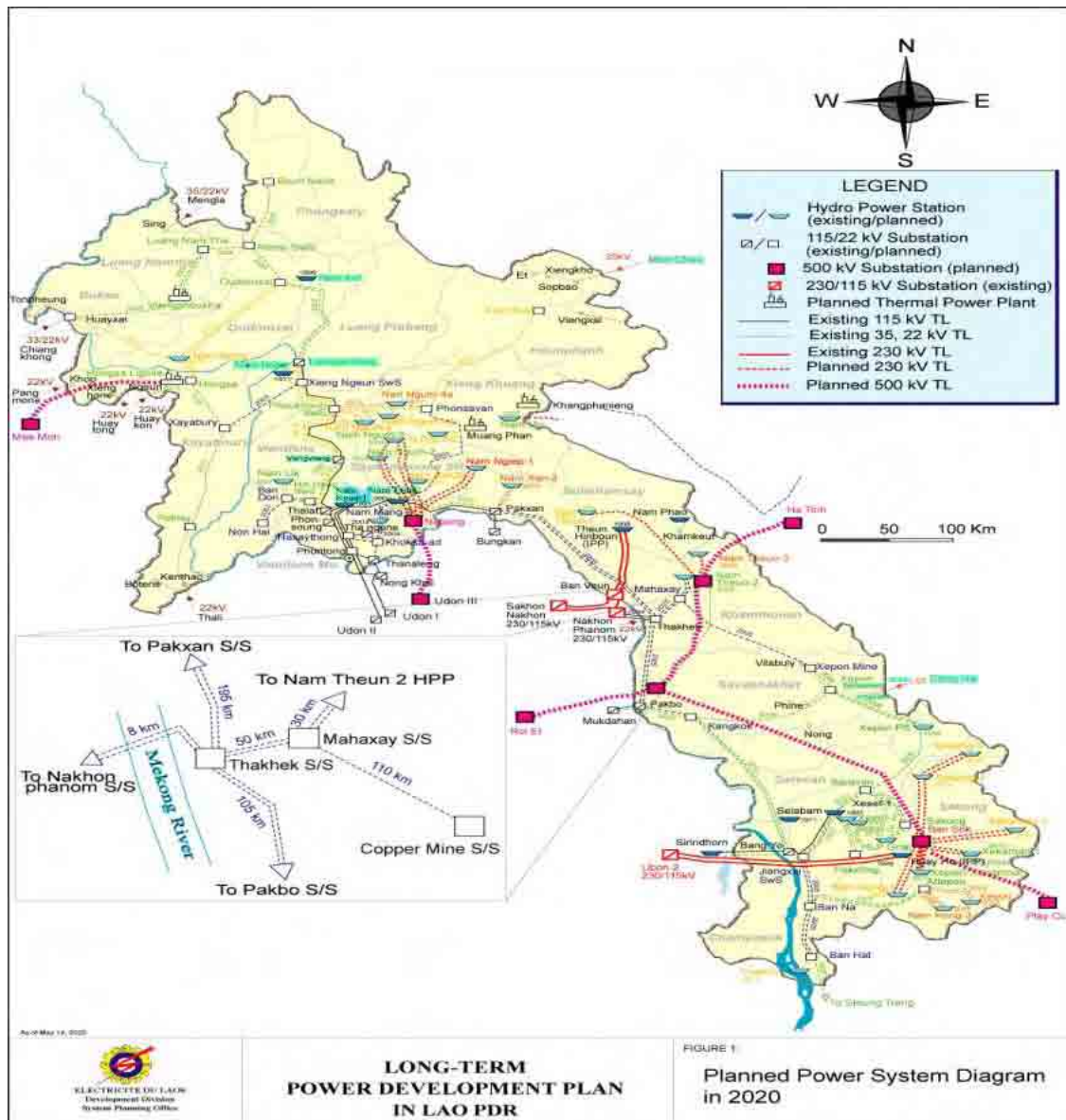


図2.3.3 送電系統計画図

### 2.3.4 鉱業分野への投資状況

鉱業分野においては、2003年のオーストラリアのOxiana社の現地法人である Lane Xang Mineralsによる Sepon 鉱山の開発によって、「ラ」国は金と銅の生産国となった。現在、この Oxiana 社のほか、同じくオーストラリアの Pan Australian Resources 社など国内外企業の50社以上が、銅、亜鉛、鉄などの探鉱および開発を行っている。

2005年のGDPの実質成長率は7.3%で、2004年の6.4%を大幅に上回った。銅、金、石膏、石灰石、錫などの鉱山開発と水力発電の輸出急増がGDPを増加させた大きな要因である。2004年にはGDPに対し鉱業の占める割合は2.4%にすぎなかったが、2006年は10%以上であると予測されている。これに伴って鉱業分野への外国資本の投資額も増えている（表2.3.1）。

表2.3.1 外国資本のセクター毎の投資額（2000年～2007年3月）

No.	Sectors	Projects	Value of Investment (US\$)
1	Electricity Generation	37	2,944,252,200
2	Agriculture	142	711,359,290
3	Mining	134	585,089,829
4	Industry & Handicraft	176	443,153,720
5	Trading	92	266,851,089
6	Construction	154	184,188,467
7	Services	57	160,409,245
8	Hotel & Restaurant	23	159,686,874
9	Telecom	3	39,940,000
10	Wood Industry	35	29,307,154
11	Others	66	47,994,940
	[ Grand Total ]	919	5,572,232,808

2008年7月までに認可されたプロジェクトは181件であり、その内訳は概査フェーズが55、探査フェーズが74、F/Sフェーズが3、開発フェーズが52である。また、これらのプロジェクトを実施している企業118社のうち、国内企業が46社で外国企業が72社である。外国企業の内訳は、中国が39社、ベトナムが16社、タイが6社、オーストラリアが4社、韓国とロシアが2社、北朝鮮、ポーランドおよびイギリスがそれぞれ1社である。鉱区の取得状況を図2.3.4に示す。また、主要な鉱山と鉱床の位置を図2.3.5に示す。



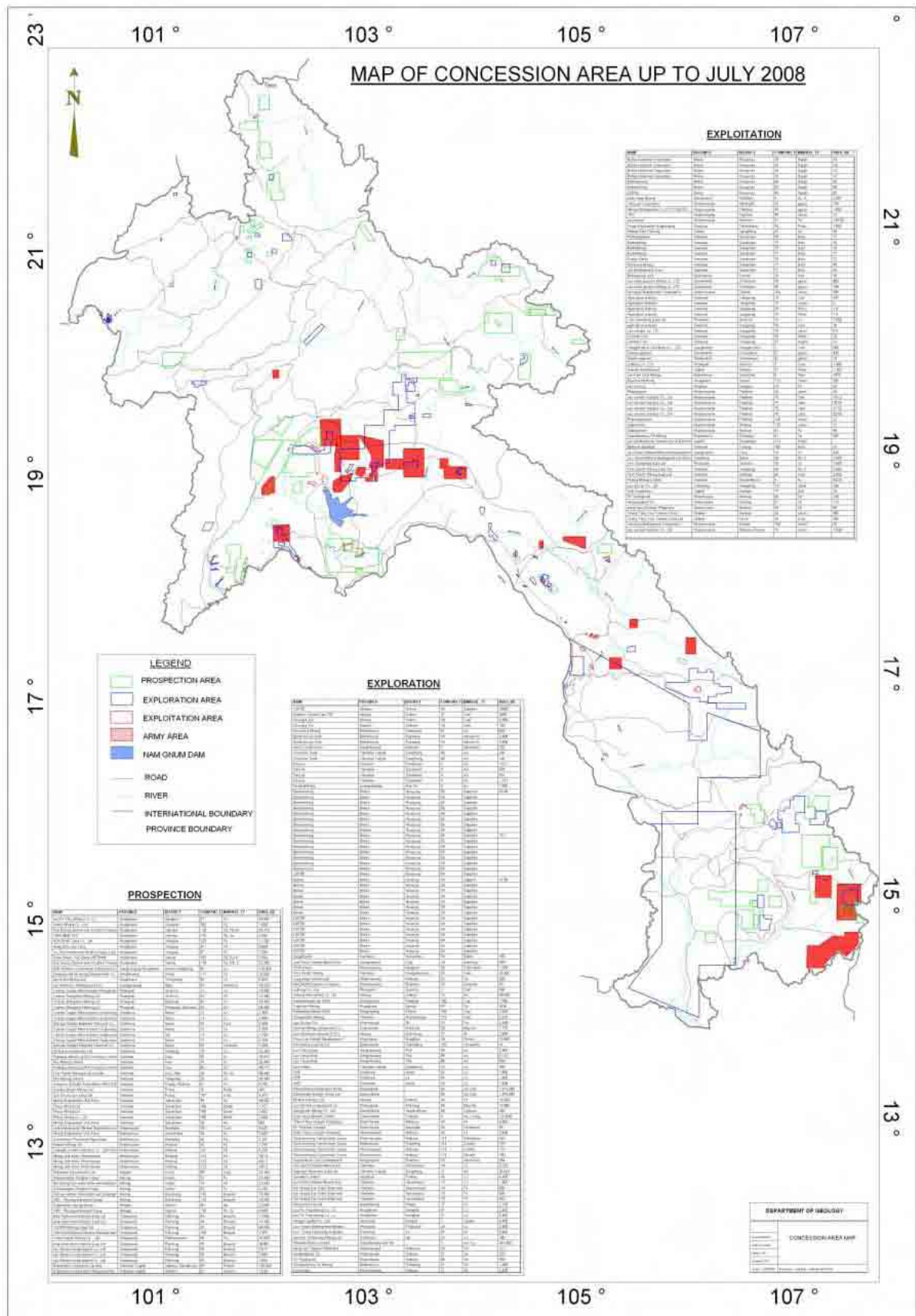


図 2.3.4 鉱区の取得状況

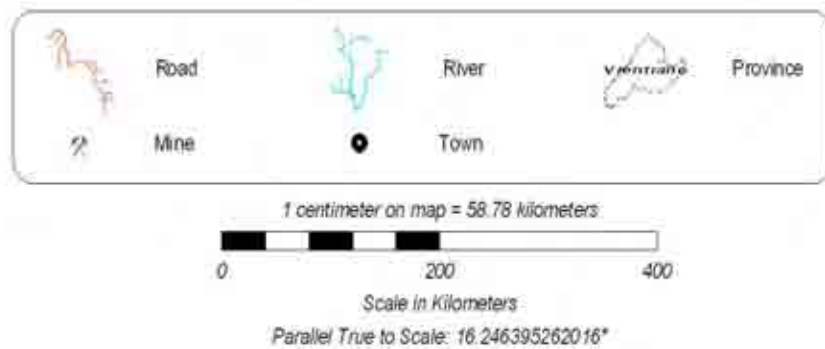
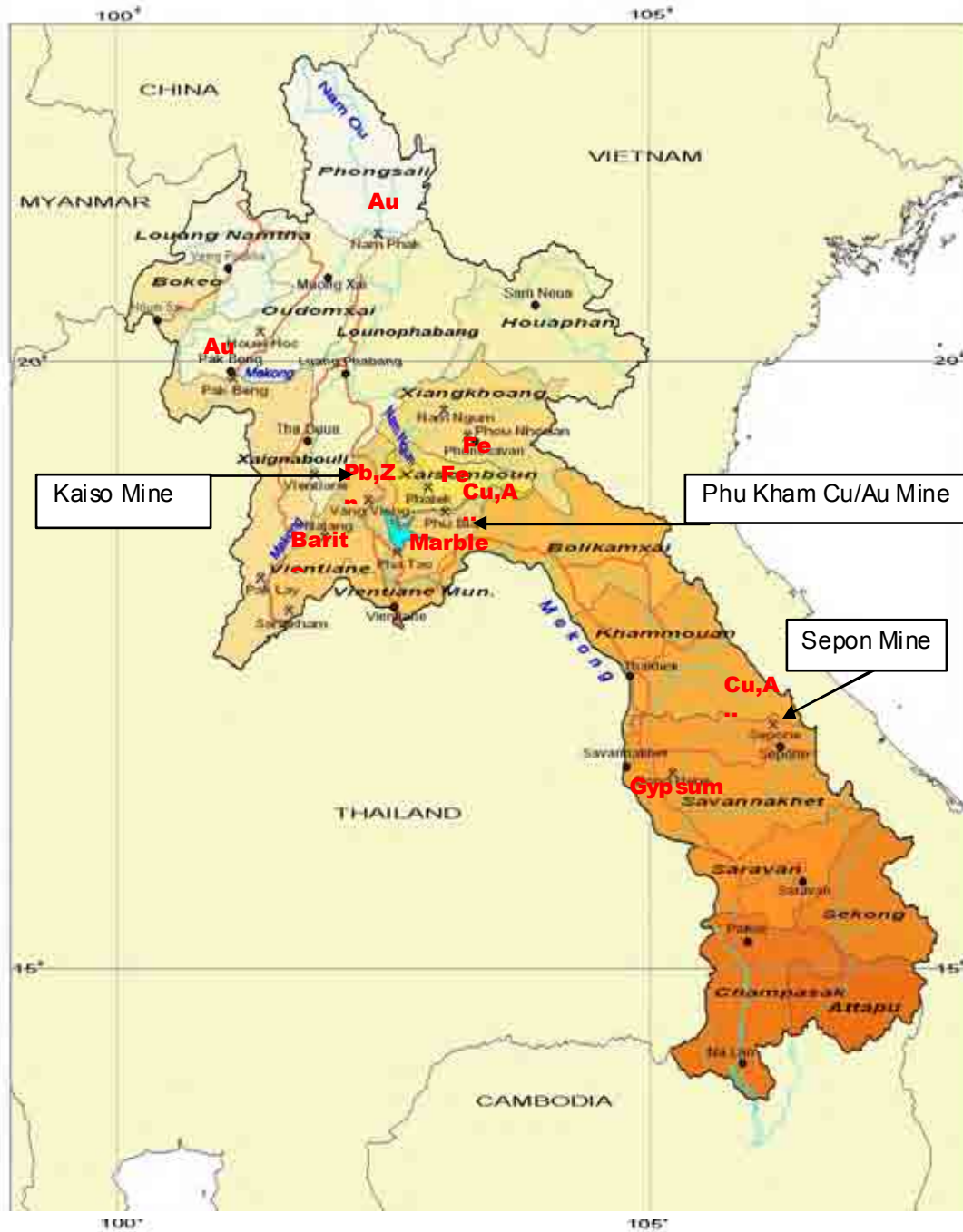


図 2.3.5 ラオス国の主要鉱床・鉱山位置図

## 2.4 鉱業生産状況

「ラ」国の主要鉱業資源として、重晶石、粘土、石炭、銅、ドロマイト、金、石膏、石灰岩、岩塩、サファイア、銀、錫、亜鉛、鉄である。

鉱産物の生産高は、2004年には合計額が US\$ 69,005,313.87 であったものが、2005年には US\$ 213,391,712.85 に急激に増加した。

DGMが取りまとめている「Lao PDR Mineral Yearbook 2006」に基づいて、各鉱種の生産状況を以下に記載する。

### 2.4.1 金・銀

金・銀は、Lane Xang Minerals社が操業する Sepon 鉱山と Pan Australian Resources社が操業する Phu Kham 鉱山から生産されている。Sepon 鉱山は 2003 年に操業を開始し、46.7 トン（1.5 百万オンス）の金と 80.9 トン（2.6 百万オンス）の銀を含有する 14 百万トンの鉱石の存在を確認している。一方 Phu Kham 鉱山は 2005 年に操業を開始しており、31.1 トン（1 百万オンス）の金の存在を確認している。これらの鉱山の詳細については後述する。

Sepon 鉱山における 2006 年までの金と銀の生産量と販売量は以下に示すとおりである。

表 2.4.1 Sepon 鉱山における金と銀の生産量と販売量（2003 年～2006 年）

Year	Production(Tons)	Sales(Tons)
2003	8.879	8.879
2004	6.759	6.759
2005	9.211	9.211
2006	12.380	12.380

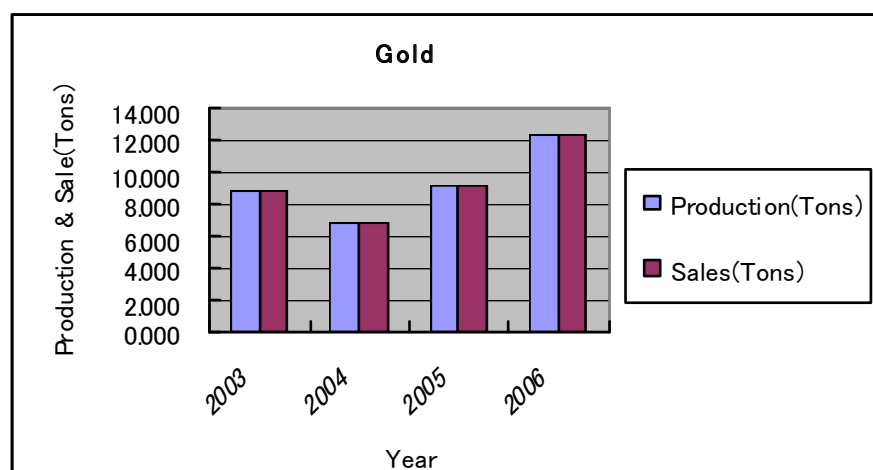


図 2.4.1 Sepon 鉱山における金と銀の生産量と販売量（2003 年～2006 年）

### 2.4.2 銅

銅は Sepon 鉱山で 2005 年より生産を開始しており、初年度のカソード生産量は 3 万 514 トンで、2006 年は計画どおりに 6 万トンを達成した。なお、Pan Australian Resources 社による Phu Kham 銅金鉱山での銅の生産は 2008 年 5 月に開始され、当初は年間 20 万トンの銅精鉱（5 万 2 千トンの銅、4 万 7 千オンスの金と 40 万オンスの銀）の生産が計画されている。



### 2.4.3 亜鉛

亜鉛は、Phadeang Industry Public (Lao) Company Ltd.が 2001 年に操業を開始した Kaiso 鉱山 (Vientiane 県 Vangvieng 地区) で生産されており、全量がタイに輸出されている。このほかローカル会社である First Pacific Mining Co. Ltd.も同じ Vientiane 県で探査、開発を行っている。

「ラ」国における 2006 年までの亜鉛の生産量と販売量は以下に示すとおりである。

表 2.4.2 亜鉛の生産量と販売量 (2001 年～2006 年)

Year	Zinc Production (Tons)	Zinc Sale (Tons)
2000	0	0
2001	18,000	18,000
2002	2,034	2,034
2003	2,035	2,035
2004	2,000	2,000
2005	NA	NA
2006	3,945	3,945

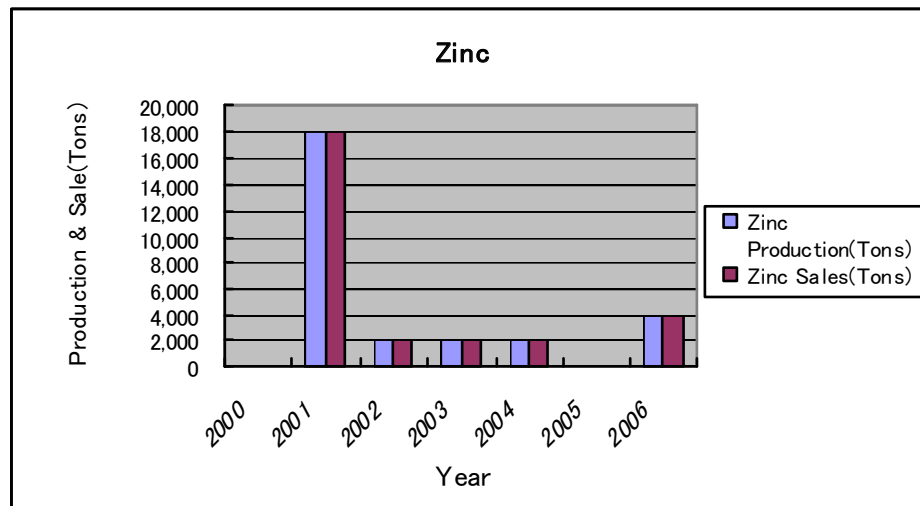


図 2.4.2 亜鉛の生産量と販売量 (2001 年～2006 年)

### 2.4.4 石膏

石膏は、国営の Gypsum Mining Co. Ltd.が操業する Savannakhet 県の Dong Hene 鉱山から生産されている。Khammouan 県に存在する鉱山も近々操業を開始するという報告がある。「ラ」国における 2006 年までの石膏の生産量と販売量は次に示すとおりである。

表 2.4.3 石膏の生産量と販売量（1997年～2006年）

Year	Production (Tons)	Sales (Tons)
1997	144,306	151,000
1998	130,764	130,764
1999	151,000	151,000
2000	147,720	142,197
2001	138,126	143,316
2002	83,146	78,402
2003	176,984	174,489
2004	244,145	201,094
2005	199,019	131,508
2006	206,104	206,104

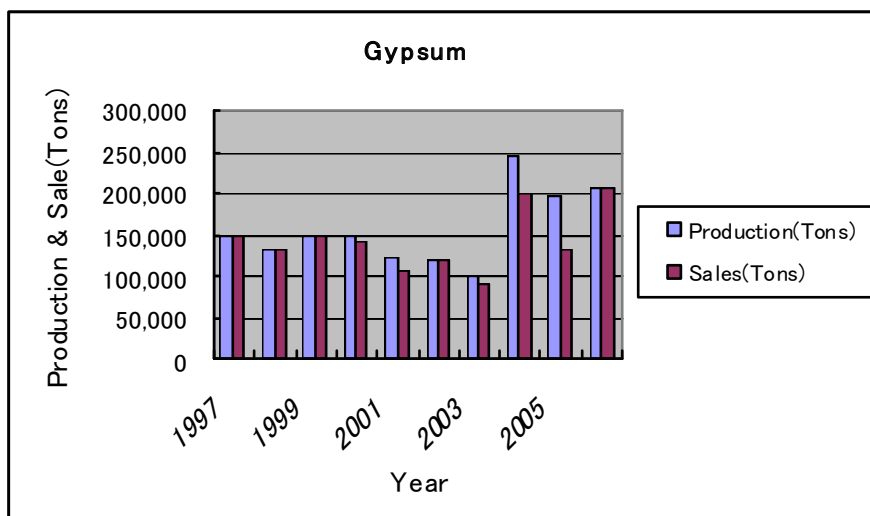


図 2.4.3 石膏の生産量と販売量（1997年～2006年）

### 2.4.5 石炭

多くの石炭鉱床が「ラ」国の北から南まで存在する。これらには、古生代から中生代の地層中の無煙炭と第三紀層中の褐炭の2タイプがある。無煙炭は Vientiane 県の Vangvieng にあるセメント工場に供給するために国内の会社によって採掘されている。褐炭は、タイの会社によって Luangnamtha 県で採掘されおり、タイに輸出されている。「ラ」国における2006年までの石炭の生産量と販売量は以下に示すとおりである。

表 2.4.4 褐炭の生産量と販売量（1997年～2006年）

Year	Production(Tons)	Sales(Tons)
1997	113,423	97,126
1998	106,632	103,730
1999	216,709	209,817
2000	214,086	197,304
2001	179,773	179,773
2002	233,923	209,973
2003	212,819	208,386
2004	332,907	332,907
2005	332,934	332,934
2006	432,421	432,421

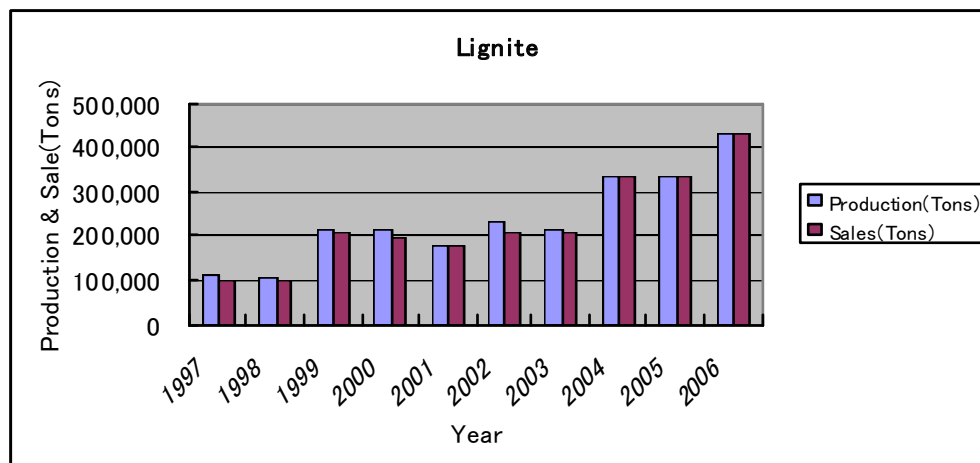


図 2.4.4 褐炭の生産量と販売量 (1997年～2006年)

## 2.5 資源調査の状況

資源調査は、ベトナム政府の協力で長く実施されてきており、現在このほかに JICA による本調査、鉱区を保有する企業による概査および精査が実施されている。広域調査の実施状況については第 3 章で述べる。

## 2.6 鉱山開発および資源探査の状況

### 2.6.1 Sepon 鉱山

Sepon 鉱山は Oxiana 社の現地法人 Lane Xane Minerals 社が操業している鉱山で、「ラ」国中央部の Savannakhet 県の東部に位置する露天掘りの金・銅鉱山である。1993 年～1999 年に CRA/Rio Tinto 社によって実施された探査により、6 つの金・銅鉱床が発見された。Oxiana 社は 2000 年に Rio Tinto 社から権益を取得し、鉱山の開発に着手した。Oxiana 社は Sepon 鉱山の周辺に 1,250km<sup>2</sup> の鉱区を保有しており、これまでに確認された推定埋蔵量は、金量が 3.8 百万オンス、銅量が 1.7 百万トンである。

#### 1) 金鉱床開発

生産開始は 2002 年 12 月。鉱石処理能力は 250 万トン/年、金はカーボン・イン・リーチ法で回収されている。2006 年の生産量は金が 6,121kg で、銀が 29,003kg、累計では金は 19,413kg、銀は 54,751kg である。2006 年の鉱石処理量は 2,845,540 トンで、金品位は 2.15gt、銀品位は 10.19gt であった。

現在確認されている金鉱床は、Discovery、Discovery West-Colluvial、Nalou、Namkok West、Namkok East、Vang Nang、Luang の 7 鉱床である。金の鉱化作用は、強変質の石灰質堆積岩中に微粒の鉱染状として認められ、米国ネバダにおけるカーリン型の金鉱床と多くの類似性をもつ。

#### 2) 銅鉱床開発

Khanong 銅鉱床を露天掘り開発し、SX-EW (溶媒抽出電解採取) 法により年間に銅 6 万トンを生産する能力を有する。プラントは 2005 年 2 月に完成し、「ラ」国初となる銅カソードを同年 3 月にタイへ初出荷した。2005 年の粗鉱処理量は 45 万トン、銅カソード生産量は 3 万 514 トンで、2006 年は粗鉱処理量は 121.6 万トン、銅カソード生産量は 6 万 758 トンであった。

Khanong 銅鉱床は、地表付近の高品位のスーパーゼーン輝銅鉱 - 酸化銅鉱床であり、これは緩く傾斜する強度に破砕された石灰質岩中に形成された交代型の塊状硫化物鉱体が風化して生成した鉱床である。

### 3) 探査状況

継続して実施されている探査の結果、プラントの西方約 7km に位置する Thengkhamb North と Thengkhamb South 銅鉱床 (図 2.6.1、図 2.6.2) において、銅の新規鉱量確保が明らかになりつつある。さらに最近発見された Pha Bing 銅鉱床は、Khanong 銅鉱床や Thengkhamb 銅鉱床のような高品位の銅の鉱化を示している。

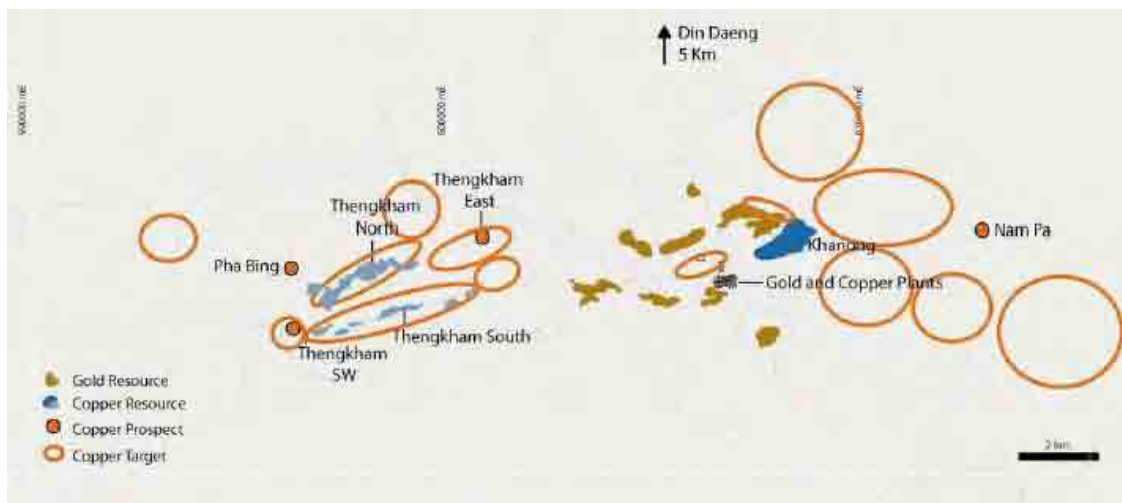


図 2.6.1 Sepon 銅山地区における銅鉱床と探査ターゲットの分布 (Oxiana 社資料)

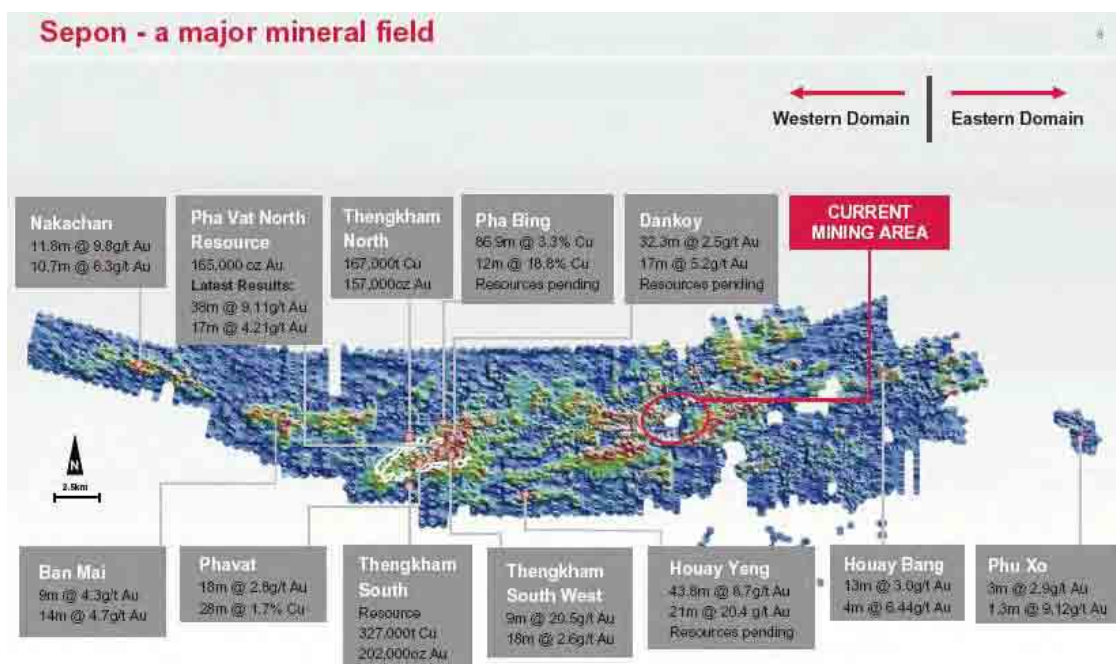


図 2.6.2 Sepon 銅山地区における主要鉱化帯 (Oxiana 社資料)

## 2.6.2 Phu Kham 銅・金鉱山

Phu Kham 銅・金鉱山は、ビエンチャンの北方約 120km のところに位置しており、Pan Australian Resources社が 2002 年から鉱床探査を開始し、2005 年 11 月にヒープリーチングによる金の生産を開始した鉱山である。鉱床は地表付近の含金酸化鉱とそれにキャップされた地表下の硫化物鉱体よりなる。

### 1) 金鉱床開発

2005 年の金の生産量は 481.3kg で、2006 年の金の生産量は 1,391.5kg であった。現在の採掘対象となっているのは Phu Kham Gold Cap 鉱床であるが、このほかに Ban Houayxai 金鉱床の存在も確認されており、これらの鉱床の酸化鉱の合計埋蔵量は 860 万トン、金品位 1.1g/t と報告されている。本鉱山での金の生産は乾季である 10 月～5 月の間に制限されており、雨季の 4 ヶ月間はヒープリーチング場はプラスチックのシートでカバーされ、雨による流失を防いでいる。

### 2) 銅・金鉱床開発

Phu Kham 銅・金鉱床を対象とした開発は 2008 年 5 月に本格操業が開始された。初期は 12 百万トンの粗銅を浮選によって処理し、年間 20 万トンの精銅を生産する計画となっている。この精銅には 52,000 トンの銅、47,000 オンスの金、400,000 オンスの銀が含まれている。埋蔵量は 1 億 9,200 万トン、銅品位 0.62%、金品位 0.24%、鉱山ライフ 12 年以上を見込んでいる。

この鉱床は、含硫化銅物石英ストックワーク帯、硫化銅物銅染帯および塊状硫化銅物帯からなる（図 2.6.3）。母岩は凝灰岩および石灰質シルト岩で、銅化作用はポーフリーの貫入に関係しているものと考えられている。

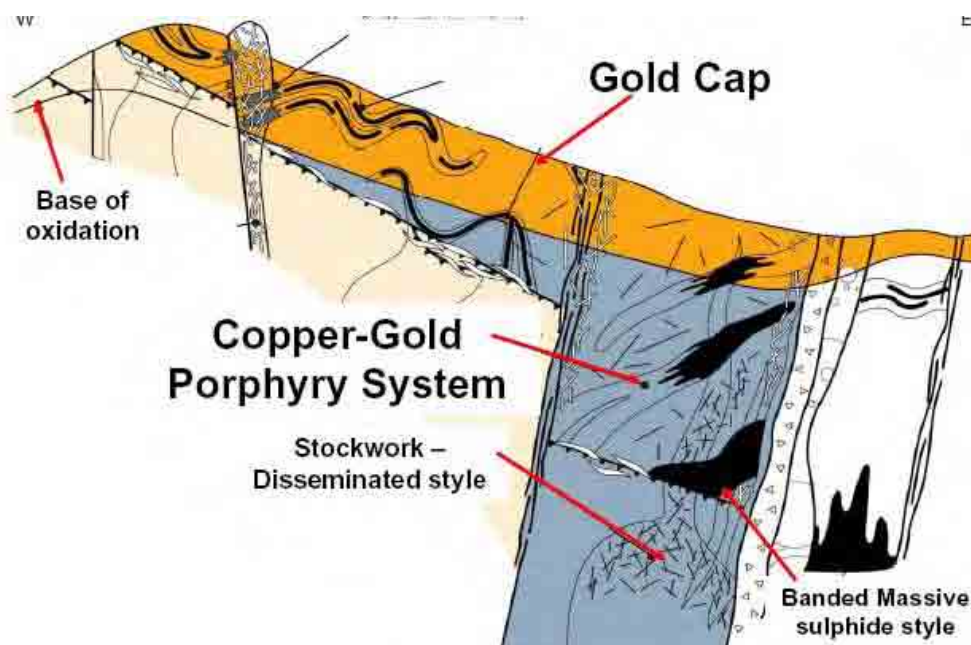


図 2.6.3 Phu Kham 銅・金鉱床の模式断面図（Pan Australian Resources社資料）



### 3) 探査状況

Pan Australian Resources社は保有する面積 2,637km<sup>2</sup> の鉱区内で積極的に探査を実施している (図 2.6.4)。これらのうち、Phu Kham 銅・金鉱床の西方 25km に位置する Ban Houayxai 金銀鉱床は、ドーリング調査によって酸化帯と初生鉱床が地表から地下 300m まで連続していることを確認している。



図 2.6.4 Phu Bia 鉱区における鉱床・鉱徴地位置図 (Pan Australian Resources 社資料)

#### 2.6.3 その他の探査状況

ビエンチャンの北約 180km に位置する Pha Luang 地区で、オーストラリアの Rox Resources 社がローカル会社の First Pacific Mining Lao 社と共同で鉛・亜鉛の探査を Pha Luang 鉱床と Nam Yen 鉱床で行っている。

Arbonaut Resources 社 (オーストラリア) は、ビエンチャンの北東 50km に位置する Century 地区とラオス国南部の Sekon 地区において金の探査を実施している。

また Ord River Resources (オーストラリア) は、中国の China Non-ferrous Metals International Mining 社と共同でラオス国南部の Volaven 高原においてボーキサイト鉱床の探査を実施している。

## 第3章 地質・鉱物資源情報のレビューと1/100万地質・鉱物資源図の改訂

### 3.1 はじめに

本調査では、「ラ」国全土を対象とした1/100万の地質・鉱物資源図（1991年作成）の改訂版を作成した。1991年以降、多くの地質調査や鉱床探査が行われており、かなりの情報が蓄積されてきている。また、本調査を含め多くの1/20万地質図作成プロジェクトが実施された。2008年までに全土の約70%近くの1/20万地質図が完成する予定である。これらの地質・鉱物資源情報に基づいて1/100万の地質・鉱物資源図の改訂を行った。

### 3.2 既存の1/100万地質・鉱物資源図

1991年に発行された1/100万の地質図・鉱物資源図は、アジア開発銀行のプロジェクトとして、英国地質調査所とBritish Mineral Consultants社が取りまとめたものである。地質については大まかな区分となっているが、既知の鉱徴地がすべて図上に示されている。このベースとなった主な地質・鉱物資源情報は以下の通りである。

- ① Service Geologique de l'Indochine（ベトナムのハノイに本局があった）によって1930年頃までに作成されたインドシナ半島全域の1/50万地質図。DGEOはこの地質図を所有していない。
- ② ベトナムのDGMVによって1974年～1988年に作成された「ラ」国北部および中部のXam Neua、Khang Khay、Vientiane地区の1/20万地質図。
- ③ ベトナムのDGMVによって1988年に作成されたインドシナ半島全域の1/100万地質図。1991年に第2版が発行されている。
- ④ ESCAPによって1990年に発行された1/150万地質概略図。

### 3.3 1/20万地質・鉱物資源図の作成状況

2006年までに作成された1/20万地質図は、中央部と北東部の11シートのみであったが、図3.3.1に示すように、2008年末までに北部および南部の地質図作成が完了し、全土の約70%近くの1/20万地質図が完成する予定である。

#### 3.3.1 北部地域

北東部の4シートとビエンチャンのシートについてはDGMVの協力によって1980年代に作成されている。北端部の12シートについてもDGMV-DGEOによる地表調査が実施され、2007年末に地質図が完成している。また北西端の5シートはDMRの協力を得て地表調査を実施し、2008年に地質図が完成する予定であったが、諸事情により完成の目処が立っていない。

#### 3.3.2 中部地域

中部地域の9シート（ただし南の3シートは北緯17度まで）は、DGMVの協力によって1999年に地質・鉱物資源図が完成し、GISデータ化も完了している。

#### 3.3.3 南部地域

南部は本調査で作成したアタブ地域2シート分を含んでいる。この周囲の9シートもDGMVが現在取り纏め中であり、2008年に9シートすべての地質・鉱物資源図が完成する予定である。

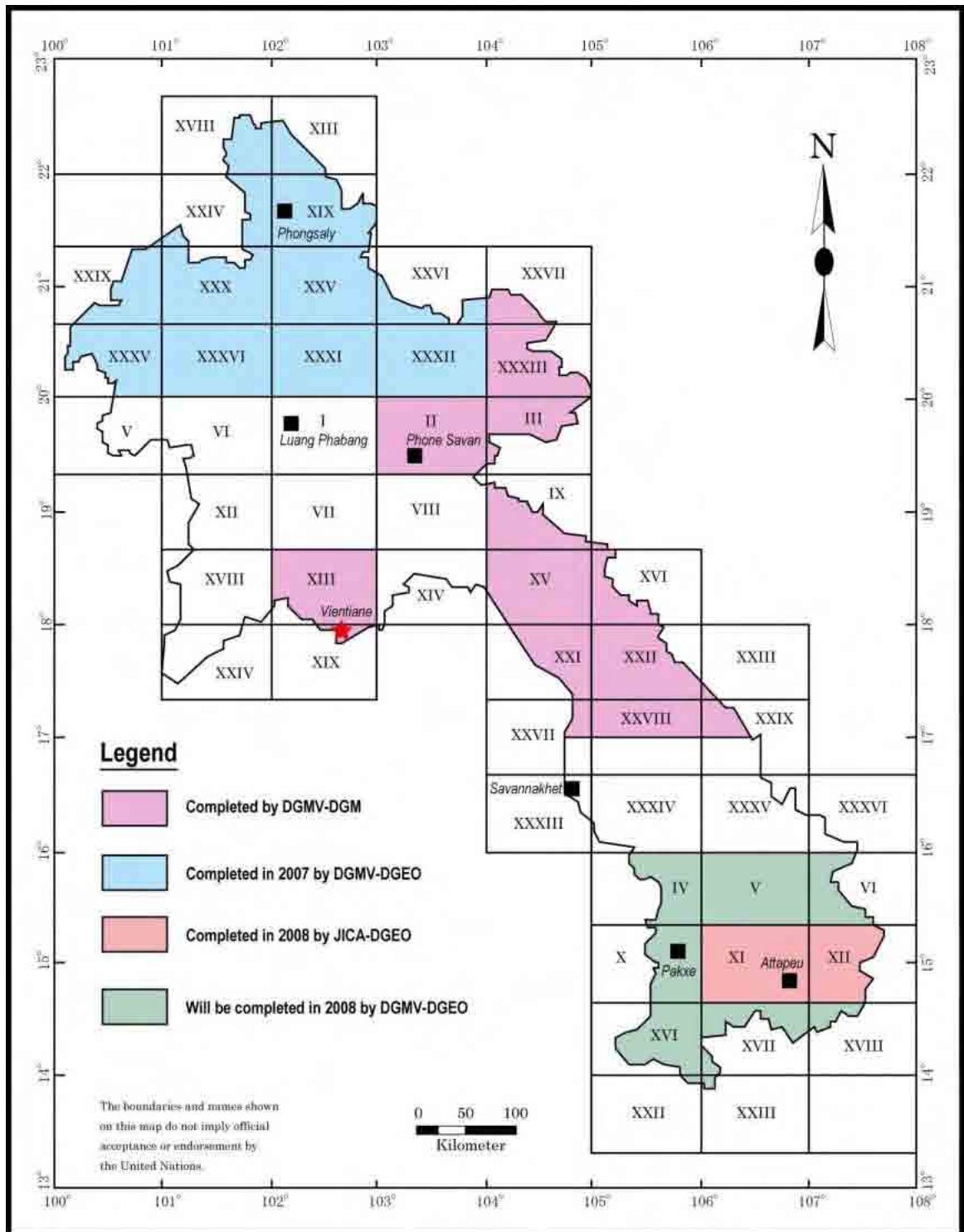


図3.3.1 1/20万地質・鉱物資源図の作成状況



### 3.4 1/100 万地質図及び鉱物資源図の改訂

#### 3.4.1 1/100 万地質図の作成

英国地質調査所（BGS）によってコンパイルされた 1/100 万の地質図（1991）に対して、ベトナムの DGMV によって作成されたインドシナ半島全域の 1/100 万の地質図（1991）も参照しながら、その後 DGMV の調査によって作成された各地の 1/20 万の地質図と本調査によって作成した 2 図面の 1/20 万の地質図を用いて改訂作業を行った。使用した 1/20 万の地質図は次のとおりである。

- 北 部：DGMV 作成の 12 シートの地質図  
B.Muang-Ou-Tai(F-47-XXVIII)、B.Kaoho(F-48-XIII)、B.Boun-Nua(F-47-XXIV)、Phongsali(F-48-XIX)、B.Meung(F-47-XXIX)、Louangnamtha(F-47-XXX)、Khoa(F-48-XXV)、Xiangkhoun(F-48-XXXVI)、Houayxai-B.Xiang Nou(F-47-XXXV、E-47-V)、M.Nale-B.Khon(F-47-XXXVI、E-47-VI)、B.Nambak(F-48-XXXI)、B.Houamuang(F-48-XXXII)
- 北東部・中部：DGMV 作成の 13 シートの地質図  
B.Xiangkho(F-48-XXVII)、Xam-Nua(F-48-XXXIII)、B.Xamtai(E-48-III)、B.Phonsavan-Vientiane(E-48-XIII、E-48-XIX)、Ph.Ayen(E-48-XXIII)、B.Donghen(E-48-XXVIII)、M.Khamkeut(E-48-XV)、B.Mahaxai(E-48-XXII)、M.Mok(E-48-IX)、B.Nape(E-48-XVI)、Thakek(E-48-XXI)、Xeno(E-48-XXIVII)、M.Xepon-mai(E-48-XXIX)
- 南 部：本調査で作成した 2 シート  
Attapeau(D-48-XI)、B.Dakyoy(D-48-XII)

改訂版の 1/100 万の地質図（縮小版）を図 3.4.1 に示す。

#### 3.4.2 1/100 万鉱物資源図の作成

英国地質調査所（BGS）によってコンパイルされた 1/100 万の鉱物資源図（1991）には 479 カ所の鉱徴地が記載され、図上にプロットされている。その後中央部で実施された DGMV の調査では、“Record Book of Mineral Deposits and Ore Occurrences”として 151 カ所の鉱床・鉱徴地が記載された。さらに本プロジェクトではアタプ地域において新規に銅の鉱徴等が確認され、DGMV の北部における調査においても多くの鉱徴地が報告されている。これらについて、BGS が取り纏めたフォームを踏襲し、そのリストに新規情報を追加入力した。ただし、同一位置の情報かどうかの判断ができないものがあることから、プロジェクトごとにファイルを作成した。鉱床・鉱徴地一覧表の一部を表 3.4.1 に示す。

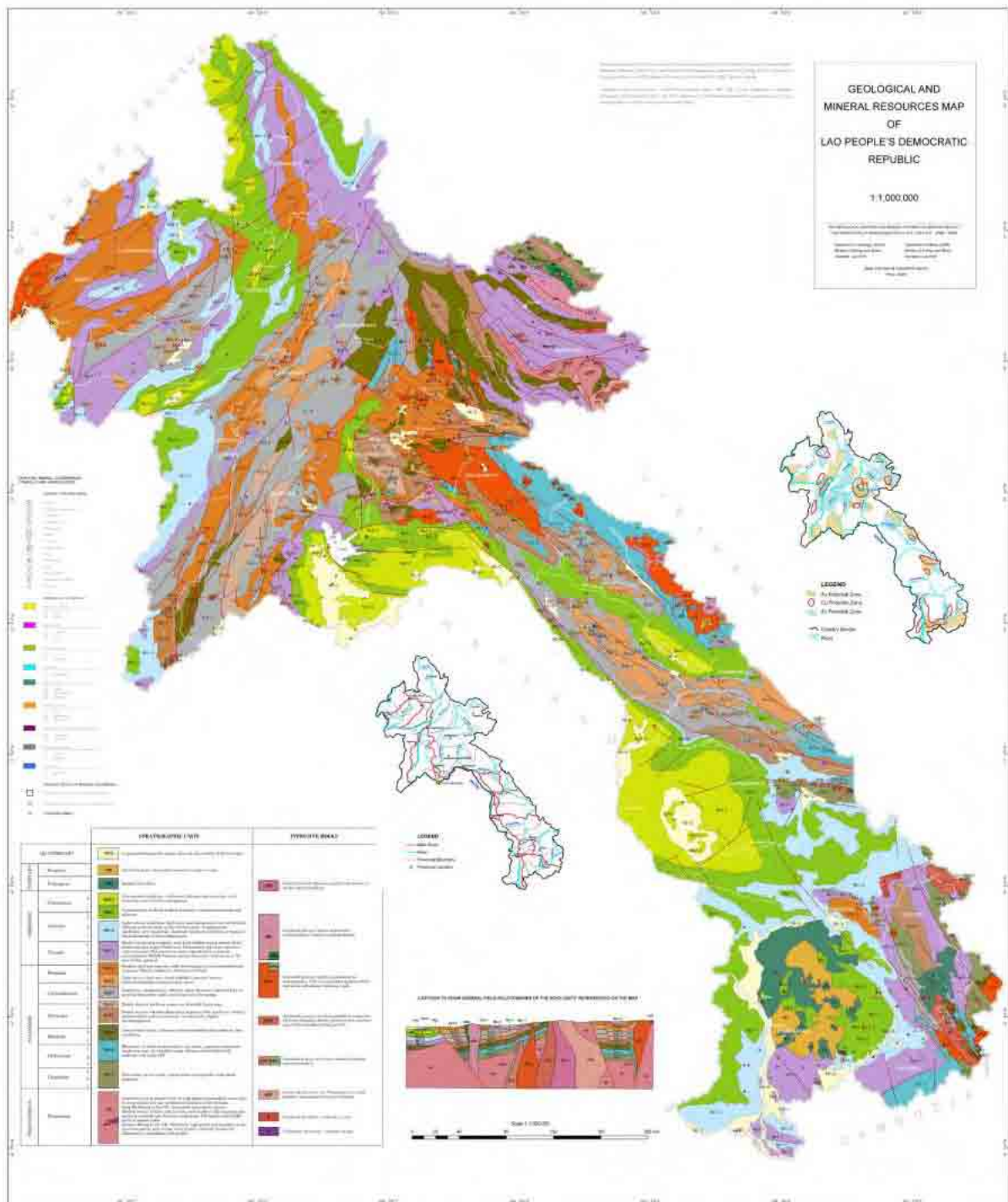


図 3.4.1 改訂 1/100 万地質・鉱物資源図

表 3.4.1 鉱床・鉱徴地一覧

ID_Code	Commodity	Map sheet no.	Province	Locality	Longitude	Latitude	Type	Notes	Reference
2104	Au	F-47-118	Louangnamtha	Xiangkok	21.91	100.68	hydr othermal	sulfide in fractured zone; Au 0.4-4.0g/t, Ag <10g/t	DGMV, 2007 57
2104	Au	F-47-98	P hongsa ali	Houaylot	20.91	102.62	hydr othermal	sulfide in fractured zone; Au 0.2-0.4g/t, Ag <10g/t	DGMV, 2007 58
2104	Au	F-47-129	Bokeo	Ban Nam Pha	20.55	100.24	hydr othermal	sulfide in fractured zone; Au 3.2g/t, Ag <10g/t	DGMV, 2007 59
2104	Au	F-47-129	Bokeo	Ban Nam Khai	20.64	100.44	hydr othermal	sulfide in fractured zone; Au 0.4g/t, Ag <10g/t	DGMV, 2007 60
2104	Au	F-48-135	Houaphan	Nam Pong	20.15	103.27	hydr othermal	sulfide in fractured zone; Au 0.3g/t, Ag <10g/t	DGMV, 2007 61
2104	Au	F-48-135	Houaphan	Phou Viang	20.06	103.40	hydr othermal	sulfide in fractured zone	DGMV, 2007 62
2104	Au	F-48-136	Houaphan	Ban Vek	20.17	103.90	hydr othermal	sulfide in fractured zone; Au 2.5g/t, Ag <10g/t	DGMV, 2007 63
2104	Au	F-47-144	Oudomxay	Kokhai	20.21	101.56	hydr othermal	dissemination and veins; Au 0.2-1.0g/t, Ag 10-20g/t	DGMV, 2007 64
2104	Au	F-48-122	Louangphabang	Houaylek	20.53	102.67	hydr othermal	sulfide in fractured zone; Au 0.5-2.5g/t, Ag 10-50g/t	DGMV, 2007 65
2104	Au	F-47-106	Louangnamtha	Phagnalouang	21.09	100.68	hydr othermal	sulfide in fractured zone; Au 0.5g/t, Ag <10g/t	DGMV, 2007 67
2104	Au	F-47-129	Bokeo	Ban P honxai	20.43	100.36	hydr othermal	sulphide bearing veins; Au 0.5g/t, Ag <10g/t	DGMV, 2007 68
2104	Au	F-48-122	Louangphabang	Chongtai	22.41	102.81	hydr othermal	quartz veins; Au 0.2-1.0g/t	DGMV, 2007 69
2104	Au	F-47-143	Oudomxay	Ban Kang	20.28	101.29	hydr othermal	fractured zone and quartz veins; Au 0.4-0.5g/t	DGMV, 2007 70
2104	Au	F-48-135	Houaphan	Ban Sakok	20.19	103.20	hydr othermal	fractured zone and quartz veins; Au 0.2-1.7g/t	DGMV, 2007 71
2104	Au	F-47-10	Bokeo	Haba - Ban Khe	19.93	100.64	hydr othermal	fractured zone and quartz veins; Au 0.2-1.9g/t	DGMV, 2007 72
2104	Au	F-47-10	Oudomxay	Long Yong	19.84	100.97	hydr othermal	fractured zone and quartz veins; Au 0.2-13.8g/t	DGMV, 2007 73
2104	Au	F-47-11	Oudomxay	Houay Xeng	19.93	101.02	hydr othermal	fractured zone and quartz veins; Au 0.3-2.0g/t	DGMV, 2007 74
2106	Au	F-47-11	Oudomxay	Bon K ham	19.91	101.06	placer	highest grade of terraced deposit; 587 mg/m <sup>3</sup>	DGMV, 2007 75
2106	Au	F-48-135	Louangphabang	Muangmouay	20.27	103.05	placer	terrace deposit; 32-53 mg/m <sup>3</sup>	DGMV, 2007 76
1204	Cu	F-47-118	Louangnamtha	Mouangmouay	20.98	100.95	hydr othermal	veins and stockwork; Cu 2.09-5.31%, Pb 0.68-1.08	DGMV, 2007 26
2204	Cu-(Fe)	F-48-109	Oudomxay	Tangreay	20.89	102.02	hydr othermal	Cu 1.4%	DGMV, 2007 27
2204	Cu	F-47-72	P hongsa ali	Sinchai 1	22.22	101.88	hydr othermal	dessemination; Cu 2.75%	DGMV, 2007 28
2204	Cu	F-47-72	P hongsa ali	Sinchai 2	22.23	101.93	hydr othermal	dessemination; Cu 2.45%	DGMV, 2007 29
2204	Cu	F-47-72	P hongsa ali	Sinchai 3	22.24	101.89	hydr othermal	dessemination; Cu 2.51%	DGMV, 2007 30
2204	Cu	F-47-72	P hongsa ali	Phou Hatsan	22.08	101.84	hydr othermal	dessemination; Cu 2.68%	DGMV, 2007 31
2204	Cu	F-47-72	P hongsa ali	Tasan	22.17	101.84	hydr othermal	fractured zone; Cu 11.41%	DGMV, 2007 32
2214	Cu	F-47-84	P hongsa ali	Ban Ngay Nua	21.85	101.89	?	malachite with azurite	DGMV, 2007 33
2204	Cu-(Ba)	F-47-85	P hongsa ali	Chaho	21.44	102.02	hydr othermal	Cu 0.567%, BaO 32.29%	DGMV, 2007 34
2204	Cu-(Ba)	F-47-96	P hongsa ali	Makka Noy	21.55	101.99	hydr othermal	fracture zone; Cu 0.35-3.8%, Barite reserves 62.220t	DGMV, 2007 35
2204	Cu	F-48-85	P hongsa ali	Tette	21.50	102.03	hydr othermal	fracture zone; Cu 0.8-1.1%, Ag 29-46g/t	DGMV, 2007 36
2204	Cu	F-47-108	Oudomxay	Phou Thouloung	21.04	101.84	hydr othermal	fracture zone; Cu 5.71-18.46%	DGMV, 2007 37
2204	Cu	F-47-108	Oudomxay	Houaylek	21.03	101.89	hydr othermal	fracture zone; Cu 5.92%	DGMV, 2007 38
2204	Cu	F-47-132	Oudomxay	Nam Phao	20.51	101.81	hydr othermal	Cu 1.031-3.984%	DGMV, 2007 39
2204	Cu	F-47-144	Oudomxay	Nam Hem	20.06	101.59	hydr othermal	quartz veins; Cu 7.625-8.313%, Ag 47-51g/t	DGMV, 2007 40
2204	Cu	F-47-144	Oudomxay	Houay Thong	20.03	101.58	hydr othermal	quartz veins; Cu 0.962-5.66%, Ag 20-120g/t	DGMV, 2007 41
2204	Cu	F-47-120	Oudomxay	Nafong	20.85	101.78	hydr othermal	fracture zone; Cu 4.36-5.51%	DGMV, 2007 42
2204	Cu	F-47-120	Oudomxay	Kouchap	20.83	101.79	hydr othermal	fracture zone; Cu 2.82-4.38%	DGMV, 2007 43
2614	Fe	F-47-96	P hongsa ali	Houay Lek	21.61	101.93	?	hematite and limonite; T: Fe 52.33%	DGMV, 2007 20
2604	Fe	F-47-118	Louangnamtha	Chasalicau	20.96	100.96	hydr othermal	quartz veins; T: Fe 10.84-32.1%	DGMV, 2007 21
2604	Fe	F-47-118	Louangnamtha	Houaphan	20.81	100.95	hydr othermal	quartz veins; T: Fe 24.84%	DGMV, 2007 22
2604	Fe	F-48-135	Houaphan	Nam Khan	20.10	103.48	hydr othermal	T: Fe 52.17-62.32%	DGMV, 2007 23
2903	Gp	F-47-72	P hongsa ali	Muang Ou Nua	22.31	101.81	evaporite	Mz2-2 (K2), CaSO4-2H2O 75.42%	DGMV, 2007 91
2903	Gp	F-47-72	P hongsa ali	Nam Tong	22.11	101.81	evaporite	Mz2-2 (K2), CaSO4-2H2O 75.62%	DGMV, 2007 92
2903	Gp	F-47-72	P hongsa ali	Nahok	22.31	101.88	evaporite	Mz2-2 (K2), CaSO4-2H2O 72.13%	DGMV, 2007 93
2903	Gp	F-47-72	P hongsa ali	Botay	22.25	101.83	evaporite	Mz2-2 (K2)	DGMV, 2007 94

### 3.5 地質・地質構造

#### 3.5.1 「ラ」国の地質概要

「ラ」国の地質図を図 3.5.1 に示す。この地質図は英国地質調査所 (BGS) によってコンパイルされた 1/100 万の地質図 (1991) を引用したものである。

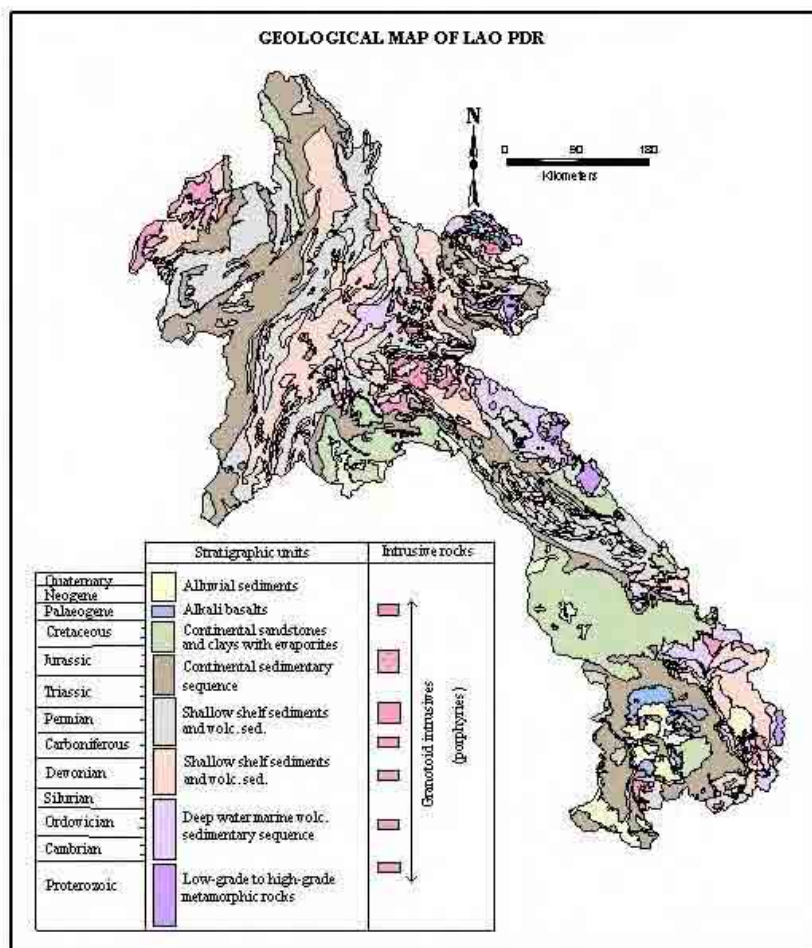


図 3.5.1 「ラ」国の概略地質図

#### 1) 先カンブリア系と古生界

先カンブリア系は、直接の層序あるいは地質年代の測定結果からは知られていないが、北西部、北東部および南東部の一部の地域で認められる高度変成岩は原生代であると考えられている。カンブリア系は北東部のベトナムとの国境付近の Nam Ma 地域における谷部、およびそれからベトナム国境に沿って南東方向に断続的に分布する。岩相はわずかに変成した石灰岩、頁岩 (緑色片岩)、砂岩 (珪岩) および礫岩からなる。類似の岩石は、南東部のベトナムとの国境に沿って分布し、地質図上では“カンブリアーオールドビス系”とされている。ラオス中央部には、新原生界ーカンブリア系下部に対比された変成岩が北部地域に限定されて分布している (Bolikhamxay 県 Kham Keut 地区)。それらは新原生代ーカンブリア紀前期の Sop Phan 層に区分されている。

化石に富む海成のオールドビス系とシルル系 (石灰岩、砂岩、頁岩など) は、北部と東部、特に Phonsavan (Xieng Khouang) 北部の山脈に、また東部と北東のベトナム国境に沿って分布

することが報告されている。海成のデボン系は北部と東部に分布することが知られている。また、オルドビス系からデボン系の岩石は南東部の Sekong川の東部に分布する。

石炭系と二畳系は、主に頁岩、砂岩および石灰岩からなる厚い海成堆積物からなる。二畳系の石灰岩は、北部と東部で顕著なカルスト地形を形成する。幾つかの地域には、石炭紀と二畳紀の陸成堆積物が分布する。それらのうち、Vientiane と Saravane に分布する石炭系と、北縁地域の Phongsaly に分布する二畳系は石炭層を含む。

## 2) 二畳紀～三畳紀の火山活動

北部では、特に Pak Lay - Luang Phabang地域において、また北西部からミャンマー国境縁辺において、主として二畳系と考えられ、サブダクションに関連したものと思われる火山岩類が広範に分布する。これらは安山岩やデイサイトが卓越し、玄武岩を伴う。北東部 Xam Nua地域の多量の流紋岩質岩およびデイサイト質岩は、主に三畳系であると思われる。Sekong 渓谷および南部カンボジア国境に沿った広範な地域を被う流紋岩と凝灰岩もまた三畳系と考えられている。

## 3) 海成の中生界

海成三畳系の分布は、三畳紀に存続・発達した幾つかの堆積盆に限定される。そのうち最も知られているものは、中部～上部三畳系（石灰岩、砂岩、シルト岩など）で、Xam Nua地域に分布している。北西部にも海成三畳系が分布する。

カンボジア国境付近の Sekong 渓谷に産する海成下部ジュラ系は、「ラ」国で知られている最も若い海成層である。

## 4) 非海成中生界

上部三畳系の埋没と隆起は、一つの山地を形成し、激しく浸食された。多くの地域はこの浸食生成物によって被覆され、それらは三畳紀後期から白亜紀の陸成の砂礫岩を形成した。中部白亜紀には、非常に緩やかな起伏を示す地形へと変化し、しばしば赤色の泥・シルト・細粒砂が広範に堆積し、蒸発岩の沈殿期を形成した。

## 5) 新生界

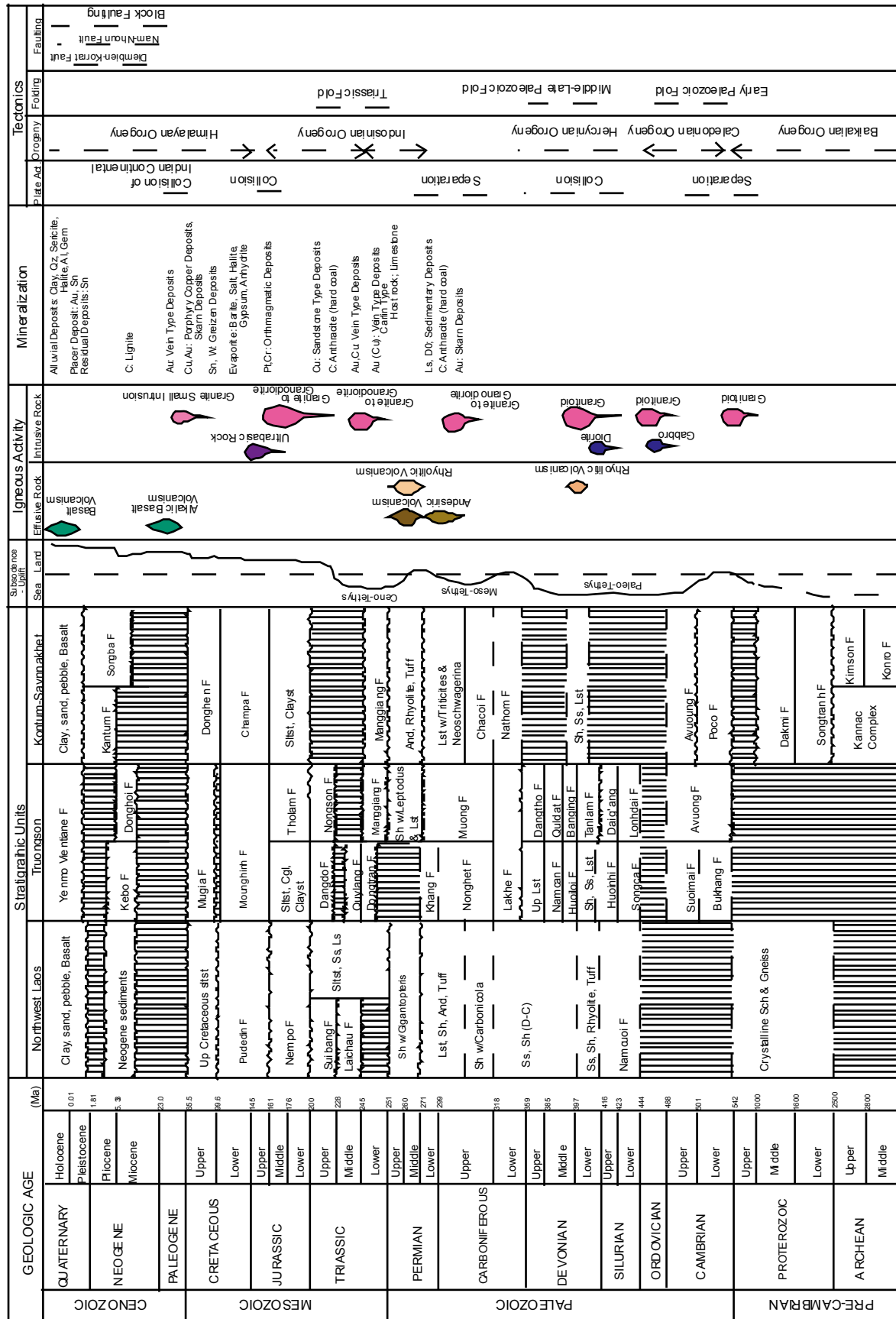
「ラ」国には古第三系の分布は知られていない。北部の多くの山間小谷の淡水成堆積物は、新第三系に属する。堆積物は主に頁岩と砂岩で、泥灰岩を伴い、場所によっては褐炭を伴う。

新生代後期の隆起は、高地の急速な浸食、メコン川や他の主要河川による浸食、および平野部での河川砂・礫の堆積に続く。メコン川が流れる低地では、氾濫原堆積物が広がるが、薄くて断続的である。

第四系は、Jars 平原と同様、北部山間地の谷間に局部的に良く発達する。それは、黄土と火山灰の堆積物と同様の礫、砂、シルトの河岸段丘からなる。侵食面は、通常ラテライト化している。

## 6) 第四紀火山活動

東部、南東部の Bolaven 台地、その他の幾つかの小高地は、中生界砂岩を被覆する玄武岩溶岩を形成する。ベトナム、カンボジアおよびタイ周辺に産するこのような玄武岩は、更新世と、おそらく一部新第三紀の地質時代である。類似の玄武岩は、Ban Houei Sai 付近北西縁にも認められるが、それらは小地域を被うのみである。



F: Formation, S: Sulfate, Ss: Sandstone, Sst: Siltstone, Clay st: Clay stone, And: Andesite, Lst: Limestone, Cgl: Conglomerate, Up: Upper, w: with, Pleist: Pleistocene

図 3.5.2 「ラ」国の総合地質層序

### 3.6 鉱床・鉱徴地

「ラ」国における主要な鉱種の鉱床および鉱徴地について述べる。

#### 3.6.1 金属鉱物

ラオスの金属鉱物および非金属鉱物賦存は高い潜在的可能性を有するが、それらの殆どは未だに可能性に留まり、経済的な鉱山産業として発展し得る開発は僅かしか進んでいない。その原因の一つは、ラオスの地質・鉱物探査が未だに不十分で、調査密度も不均一なこと、資源賦存地域のインフラ整備が進んでいないことにある。

##### 1) 金

金の賦存はラオスで一般的であり、各地でその存在が知られている。特に沖積層中の砂金は国内の多くの河川沿いで椀がけ採取されてきた。主に村人個人レベルの砂金椀掛け採取は、非常に零細・小規模ながら地域の経済に一定の地位を占めてきた。

1975年の新生ラオス創建後に金に関してもようやく系統的な調査が開始され、1980年代のベトナムによる主要な調査や、旧ソ連からの支援派遣団、およびチェコスロバキアやブルガリアにより、他の鉱物と同様に金鉱床の地質調査計画に従い実施された。

砂金についてはPak Beng (Xayabouli, Oudom Xai県) からMuong Tha Deuaまでのチェコによる調査事例や、ブルガリアによるラオス東部中央での砂金賦存の確認、Xam Nua、Khang KhayおよびVientianeの3カ所におけるベトナムによる調査（縮尺1/20万の地質図作成調査）、旧ソ連の支援調査での国内4カ所の金の調査での地質図作成（縮尺1/25万）と砂金鉱床69カ所の詳細調査（1985年）などが実施され、また、Phonesavan (Xiangkhoang県) 地域の中国人採掘者による開発も知られている。一方、初生の金鉱化作用に関しては相対的に調査量が少ないが、二畳紀～三畳紀の中性～酸性火山岩中に金鉱化作用の高い可能性を持つ幾つかの有望な地域が報告されている。

近年になってSepon鉱山やPhu Kham鉱山のような有望な金（・銅）鉱床が発見され、企業による本格的な鉱山開発が行われるようになった。この他、いくつかの企業が小規模な含金石英脈を対象に開発を行っているが、これらの中には金の抽出に水銀を使っているところもある。

多くの金鉱化作用は斑岩の貫入と関係している。この鉱化を蒙った貫入岩が地表付近で風化変質を受け、金や銅が濃集した厚い風化土壌の層を形成する。Sepon鉱山やPhu Kham鉱山では、この主として土壌からなる被覆層が初生の岩体の上に発達している。

金鉱化作用が賦存する可能性が高い主な地域は次とおりである。

##### Sanakham-Pak Lay火山岩帯

タイのLoei金ベルトに連続する火山岩帯で、三畳紀の安山岩質火山岩を金の起源とし、石英脈や花崗閃緑岩や斑岩の貫入岩に隣接した同時代の変質帯に金が賦存する。この地域には最近幾つかのベンチャー企業が探査に入っている。同様の火山岩はNam seng-Nam Likベルトでも発見されており、そこでは一群の卑金属と金の異常の他に辰砂の異常も確認され、浅熱水起源であると示唆される。

##### Xiangkhoang火山岩帯

Phu Bia地区はこの火山岩帯に位置している。この地域は二畳紀の流紋岩が同時代の花崗閃緑岩に貫入されており、隣接母岩中に発達する交代性黄鉄鉱変質帯中に銅鉱床が知られ、流紋岩または変質帯中に金鉱化作用を示唆する徴候が多く認められる。また、同地区を流下するNam Ngum川では金の高い異常が見られる。Xiangkhoang帯周辺に金鉱化帯では、数多く



の鉛-亜鉛の鉱徴が認められ、Phalekの主要なスカルン鉄鉱床は金鉱床作用と密接に関係している可能性がある。

### Champasakの三畳紀流紋岩中の浅熱水性金

カンボジアとの国境沿いに広大な流紋岩が露出しており、ここにはカオリンからpagodite (kaolin+pyrophyllite) までの浅熱水性の変質示徴がある。僅かな卑金属異常も記録されており、この地域は浅熱水性金鉱床の探鉱が有望な地域と考えられている。1992年に国連開発計画(UNDP)による地化学概査で新たな砂金鉱徴が発見されている。

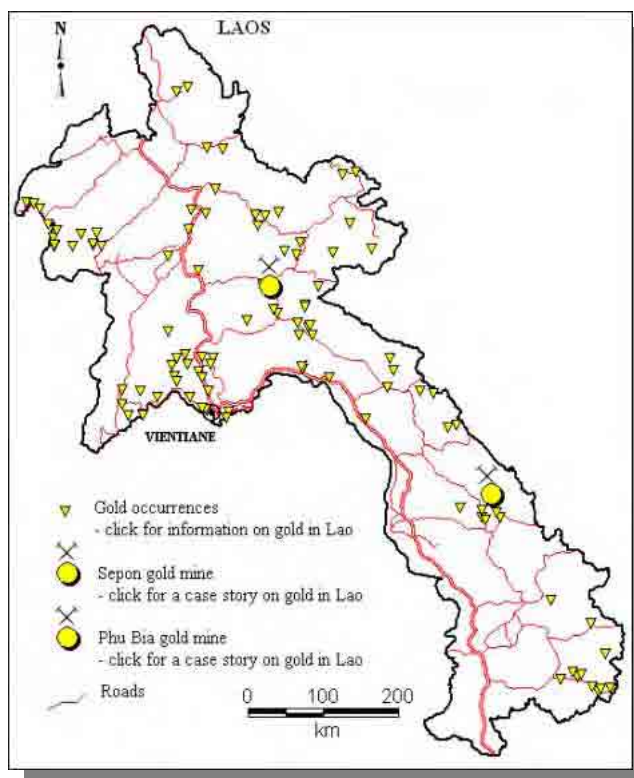
### LuangPhabang - Nam Ou金地帯

この金地帯の初生金鉱化作用は殆どのものが石英脈中に僅かな銅と亜鉛を伴って認められるが、既知の金鉱床は主に漂砂鉱床である。石英脈群は低変成度の変成岩中に広域的に分布し、アクセスも比較的容易なことから単一脈採掘でも経済的に成り立つと見られる。この金地帯はNam Ou川の渓谷沿いに北に延びており、恐らくPhongsaly県のNam HouおよびNam Phakにまで連続するものと思われる。

### Annamite山地の金探鉱地域

Xiangkhoangの南東にあるAnnamite山地の二畳紀～三畳紀の火山岩地域には2、3の金の鉱徴が分布し、これらは浅熱水性で鉱脈型の金鉱床と見なされている。同様な地域がThakhekの北東とSavannakhetのNam Kok地域で発見されている。他にもう一つの金鉱化作用がラオス南東国境付近の花崗岩体中に発達しており、アタプ付近の平原部での漂砂金鉱床の起源となった可能性がある。

金の鉱徴地の分布を図3.6.1に示す。



(Lao PDR Department of Geology)

図3.6.1 金鉱徴地分布図



## 2) 銅

既述したようにSepon鉱山やPhu Kham鉱山の周辺では続々と有望な新規銅鉱体が発見されており、なお高い銅鉱床賦存のポテンシャルを有している。Sepon鉱山の銅鉱床はスカルン型（交代型）で、168百万トンの推定埋蔵量を有し、Phu Kham鉱山の銅鉱床はポーフィリー型で、推定銅鉱石埋蔵量は144万トン（Cu：0.56%）である。

ラオスの埋蔵銅量は、2.9百万トンと見積もられているが、Sepon鉱山やPhu Kham鉱山での開発状況から判断すると、8～10百万トンに及ぶ可能性があると考えられる

ラオスにおける銅の銅鉱地として、以下のような地域が報告されている。

### Xiangkhoangにおける斑岩銅型の銅化作用

この銅化帯では以前は金が期待されていたが、さらに大きな銅鉱床が胚胎する可能性を示す銅徴が確認された。この地区では銅スカルンも可能性が高く、殆どの交代岩が鉄だけでなく、より硫化物にも富むことから、銅に富む銅鉱体発見の可能性があると考えられていた。Phu Kam鉱山はこの銅化帯の代表的なものである。

### Champasak銅銅徴

赤色堆積岩中の銅銅化作用が、Champasak地域で記載されている（Baniczky、1980）。この示徴は上位三畳紀層の基底直上の頁岩と砂岩中に発達しており、かなりの距離に亘って広がっている可能性がある。また、ChampasakとAttapeu県におけるロシアの調査で銀と金の地化学異常が言及されている（Bakoulin他、1986）。Attapeu、XekongおよびChampasak県の銅の銅徴は気成型銅化で貴金属を伴い、品位は高いが全体的に小規模で広く分散し、銅化起源の追跡も下位Khorat母岩の被覆により困難とみられ、部分的な採掘しかできないものと思われる。

### Nam Phak銅銅床

ラオス北西部Nam Phakには一群の古い銅採掘跡があり、銅脈と角礫を充填する銅藍、輝銅藍、黄銅藍および銅の二次銅物が赤色砂岩と礫岩を切っていると記載されている（Veux、1959a；Baniczky、1980）。一方、銅脈は明らかに陸成の赤色堆積岩よりも後に形成され、それらの成因は堆積盆中での地層内循環塩水と密接に関係していると思われている。

Ban Na Teuyk近くの二畳紀石灰岩中でも同様の銅脈に鉛・亜鉛の硫化物がみられ、同モデルが提案されているが、遠隔地であるため当面開発は困難であり、追加探査が必要とされる。

### Luang Phabang帯の銅銅化作用

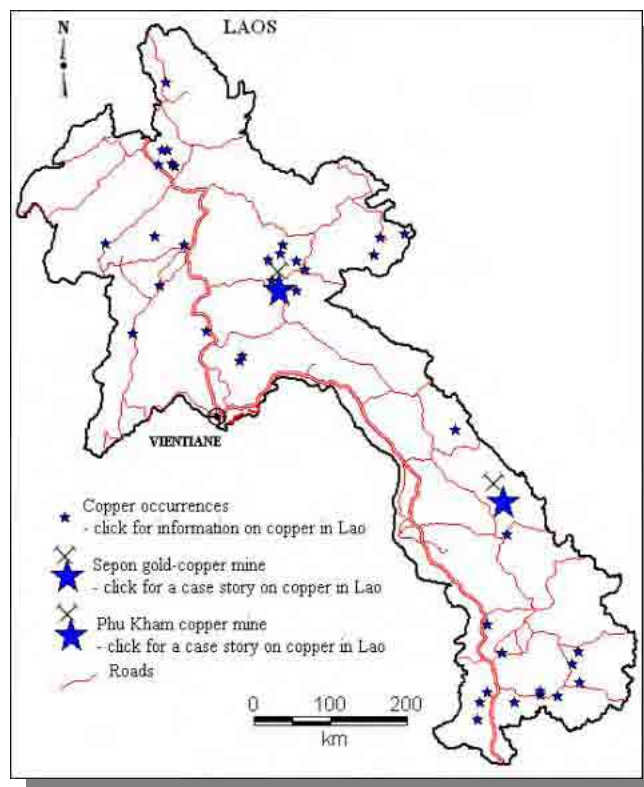
チェコと英国チームの地化学探査でメコン川支流で銅の異常が確認され、それらの起源は安山岩中の黄銅藍銅染か、小規模貫入岩体に伴う銅化の可能性があると見られている。

Luang Phabang帯では鉛の小銅徴がデボン紀から二畳紀の炭酸塩岩を切る銅脈中に数多くあり、その殆どが銀を含むためかつて採掘が行われていた。この一帯のメコン川支流では広域的な地化学探査により河川堆積物中の銅異常も確認されている。

## 3) 鉛-亜鉛

Xiangkhoang県のPhou San-Pa Hia地域では鉛・亜鉛の賦存がよく知られており、調査の結果Pa Hia、Phou San地方の硫化物に富む地層中で銀を伴う方鉛鉱と閃亜鉛鉱が発見されている。

より重要と見られるのはVientian県Pha Luang、Van Viengの鉛-亜鉛銅化で、比較的広い範囲に方鉛鉱、閃亜鉛鉱が広がり、方鉛鉱は硫酸鉛鉱(Adglesite, PbSO<sub>4</sub>)と少量の磁硫鉄鉱と共に産する。ベトナムとのPha Luang予察調査（1988-1989）では、方鉛鉱50-60%と硫酸鉛鉱17-



(Lao PDR Department of Geology)

図3.6.2 銅鉱徴地分布図

22%の鉱化が発見され、その北西部では鉛は重晶石、螢石に伴われている。

鉛と亜鉛の賦存はラオス中央部でのSavannakhet県のSepon地域でも報告されている。また、Mouang Phine地方のNam Mengでは方鉛鉱が閃亜鉛鉱および黄鉄鉱と共に産する。Champasak県Ban Na LanとNa Khamにおいても鉛・亜鉛の鉱化が見られるが、精査されていない。

#### 4) 錫とタングステン

ラオスでごく最近まで相当な規模で採掘されていた唯一の鉱物資源が錫であり、Nam Pathene溪谷 (Khammouane県Thakhekの北約60km) からのものであった。その採掘対象は主に漂砂・残留鉱床で、殆どが表層部の採掘によるものである。錫の確認鉱量は約65,000トンとされているが実際の鉱量は遙かに多いと見込まれている。これまでごく僅かな探査しか行われていないが、低品位の大規模な錫鉱床の可能性が指摘されている。

錫鉱山は30年間国営鉱山会社により稼行され、錫精鉱は旧ソ連邦に輸出されていたが、現在は合弁会社に移管され、精鉱はタイにも輸出されている。鉱山では、探査と鉱量獲得への投資が不十分で、設備老朽化や選鉱技術不足もあり操業が困難になってきている。

##### Nap Pathene 錫鉱床

錫はラオス中央部のNam Patheneで30年にわたって沖積層や残渣から採掘されており、選鉱技術の改良により大幅な収益の増加が可能となっている。今日までの採掘の殆どは表層鉱床で実施されてきたが、大規模操業のポテンシャルもある。

##### その他の錫を含む花崗岩のポテンシャル

ベトナム国境沿いのAnnamite山地では一部の花崗岩を起源として風化浸食による錫石の漂砂鉱床が形成されているが、経済的に見合う鉱床は未発見である。

## Louang Namtha 錫-タングステン-アンチモン帯

錫-タングステン-アンチモン鉱化帯がラオスの北西部、Louang Namtha近傍（Shan-Thai大陸地塊の東南の端）にある。この鉱化帯はタイのChaing Mai-Chiang Rai 錫-タングステン鉱化帯から連続するもので、Sanjiang断層帯として北は中国へと延びている。

Louang Namthaには灰重石が産するが、その周囲のHouaphan県とXiangkhoang県にも層準規制の錫石を伴うポテンシャル地域があり、灰重石も確認されている。

### 5) 白金族金属とクロム鉄鉱

超塩基性岩がThai Nan-Uttradit縫合線の北向きの延長に沿ってラオスまで続いており、この地域は白金族金属の探査候補地となり得る。Oudomxai県で見られる破碎されたクロム鉄鉱石はこれらの超塩基性岩からもたらされたと考えられ、さらに、その地域は白金、クロム鉄鉱および金の探査候補地となり得る。

砂白金の可能性についても、ラオス国境から遠くないタイ北東部でこの型の鉄床が発見されているので注意を払う必要がある。実際、白金族の賦存ポテンシャルが指摘されているメコン川流域のChambasak県で白金族の報告がある。

### 6) 鉄鉱石

ラオスではベトナムの北西部に位置する地域で特筆すべき鉄鉱床を有する。特にXiangkhoang県Phalek地方の鉄鉱は、古くから知られている (Cheymol,1959-60)。鉄鉱石はラオスの最大の鉱物資源であり、鉱量は約10億トン、品位は鉄分60%以上である。

Phou Nhouan鉄鉱床は表層を褐鉄鉱で被覆された磁鉄鉱-赤鉄鉱からなる。磁鉄鉱-赤鉄鉱からなる鉄鉱石は最大64%の鉄含有率を有する。

Pha Lekの鉄鉱も以前から知られており、1960年に空中磁気探査が米国の会社により実施され、1986年には予察的地表地質概査もベトナムによりなされたが、当地区の磁鉄鉱-赤鉄鉱床の鉱量と地質条件は未だに詳細には評価されていない。

### 7) ボーキサイト

南部ラオスのBoloben玄武岩台地ではボーキサイトの鉱量が20億トンと推測されている。ラオスにおける水力発電・電気資源は豊富であることから、市場価値が認められればアルミ精錬操業の機会があり得る。

## 3.6.2 非金属鉱物

### 1) 磷酸塩

磷酸塩はKhammouane県で報告されている。燐灰土（灰状燐灰石）は、Khammouane県のBan Tha Pa Chonの西南西6kmに一部露出している。また、Savannakhet盆地の北と東を限る山嶺中の中部石炭期の塊状石灰岩中にかなりポテンシャルのある磷酸塩鉱床が発見されている。

## 3.6.3 蒸発岩

### 1) 岩塩とカリ

岩塩はVientianeやSavannakhetの堆積盆でさまざまな規模で採掘されており、また大規模なカリ資源の一つがVientiane堆積盆中に賦存しており、安価な電力が利用できるようになれば、将来肥料工業の原料となり得ると見られる。

1974年にVientiane堆積盆のDone Tiouカリ探査の試錐報告が出され、1983～1987年にはラオスとベトナムが共同でVientiane平原のカリ鉄床を採鉱した。その結果、含カリ-マグネシ

ウム岩塩（厚さ10～150m、主鉱物はカーナライト（ $\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ）とカリ岩塩（sylvite,  $\text{KCl}$ ））が、岩塩層と関係して大量に賦存しており、これらVientiane平原のカリ鉱床はラオスおよび周辺地域で最も大規模な既知鉱床と確認された。

## 2) 石膏

ラオスの石膏生産は1979年以来ベトナムの援助で伸び、採掘はラオス国営鉱山企業体が行い、年産10万トン規模である。主な市場は今もベトナムで、ラオス石膏鉱業はベトナムのセメント工業の需要に依存している。

新たな石膏鉱床がKhamouane県東部のBantun Bung Houa Naでタイ石膏会社による探鉱試験で確認され、生産協定の締結から開発に向けて動き始めている。

### 3.6.4 工業用鉱物

#### 1) 重晶石

Vientiane県のNalang地域では重晶石鉱床が開発されてきており、残存鉱量は24万トン以上と推定されている(国連プロジェクト,1990)。この他、Muong XaiとLuang Phabanベルトも重晶石の探鉱に好適な地域と見られている。重晶石産物はタイに輸出されている。

#### 2) 石灰石

セメント工業、建設骨材用および道路石材に利用できる石灰石の地元用資源は多くの県で知られており、ドロマイトもラオス中央部のKhammouane県で入手可能である。

大理石はVientiane県、Nam Ngum Damの東南東20kmのPha Taoで中生代の地層中に知られている他、数多くの分布地の可能性がある。

#### 3) 粘土、砂礫その他

粘土、砂礫は第四紀の表層堆積物に豊富にあり、地元用の資源としてはその需要がある場所の近傍で見いだされ得る。光学用、鋳物用の珪砂も入手可能と思われる。

Houaphanのペグマタイト中に雲母と長石が賦存しており、ベトナムを通じての輸出に向けて開発が検討されている。

粘土類に関しては、Champasakの流紋岩が変質を蒙ってパイロフィライト、カオリン、および明礬石に変わっており、採掘対象となり得る。また、Ban Na Huong (Lak Xao地域)では2つの不連続な粘土鉱体が探査で発見されている (Tran van Ban, 1997)。

### 3.6.5 宝石

宝石用の原石は、ラオスではサファイアを中心にその賦存可能性が高く評価されてきており、単価が高く、運搬も容易で、且つ比較的単純な装置で採掘可能なため探査、開発対象として砂金と共に長く小規模な採掘が続けられてきた。

#### 1) サファイア

ラオス北西部のBan Houei Saiで、宝石および工業用品質のサファイア（漂砂・残留鉱床）が賦存することが知られており、これまで採掘生産されてきた。1989年には国営鉱山会社が37,925カラットを生産した記録がある。他に、Bolaven台地、Attapeu県でも新たなポテンシャルが知られている。

#### 2) 紫水晶

紫水晶はChampasak県において三疊紀流紋岩中の晶洞や裂カから採取された実績がある。

### 3.6.6 化石燃料：石炭、石油および天然ガス

#### 1) 石炭

石炭はラオスで主に次の3地域に賦存することが知られているが、未だ多くの石炭の鉱徴が精査されずに残されている。

- 南部（Saravan県、Sekong県）では鉱量は約40百万トンとされる。
- 中部（首都Vientianeの北西）では鉱量が約5百万トンと推測されている。
- 北端（Phongsaly県Hong Sa）でも賦存が知られる。

現在、Vientiane北西のBochanh鉱山からの石炭は主に国内消費に充てられ、基本的にはセメント工業に供されているが、需要が大きく伸びているため新鉱床開発が求められている。

褐炭の採掘は、タイの会社によりLauang Namtha県Vieng Phoukha地域のMouang Ngeum鉱山で小規模に生産され、タイに輸出されている。また、Hong Saでも探査が進行中である(推定鉱量約428.36百万トン)。

#### 2) 石油と天然ガス

ラオスの石油と天然ガスに関してはかつて多くの調査研究がなされ、その可能性見積もりに対する予備的な評価がラオスとソビエトにより取り纏められた(1987-1989)。

石油探査鉱区に関してはEnterprise、Hunt および Monumentの石油各社が鉱区をラオス中央部と南部に有し、それらはXayabouli、Vientiane、Bolikhamsay、Khammouane、Savannakhet、Saravane、Sekong、AttapeuおよびChampasak県の一部などに位置し、鉱区総面積は85,650km<sup>2</sup>に及ぶ。

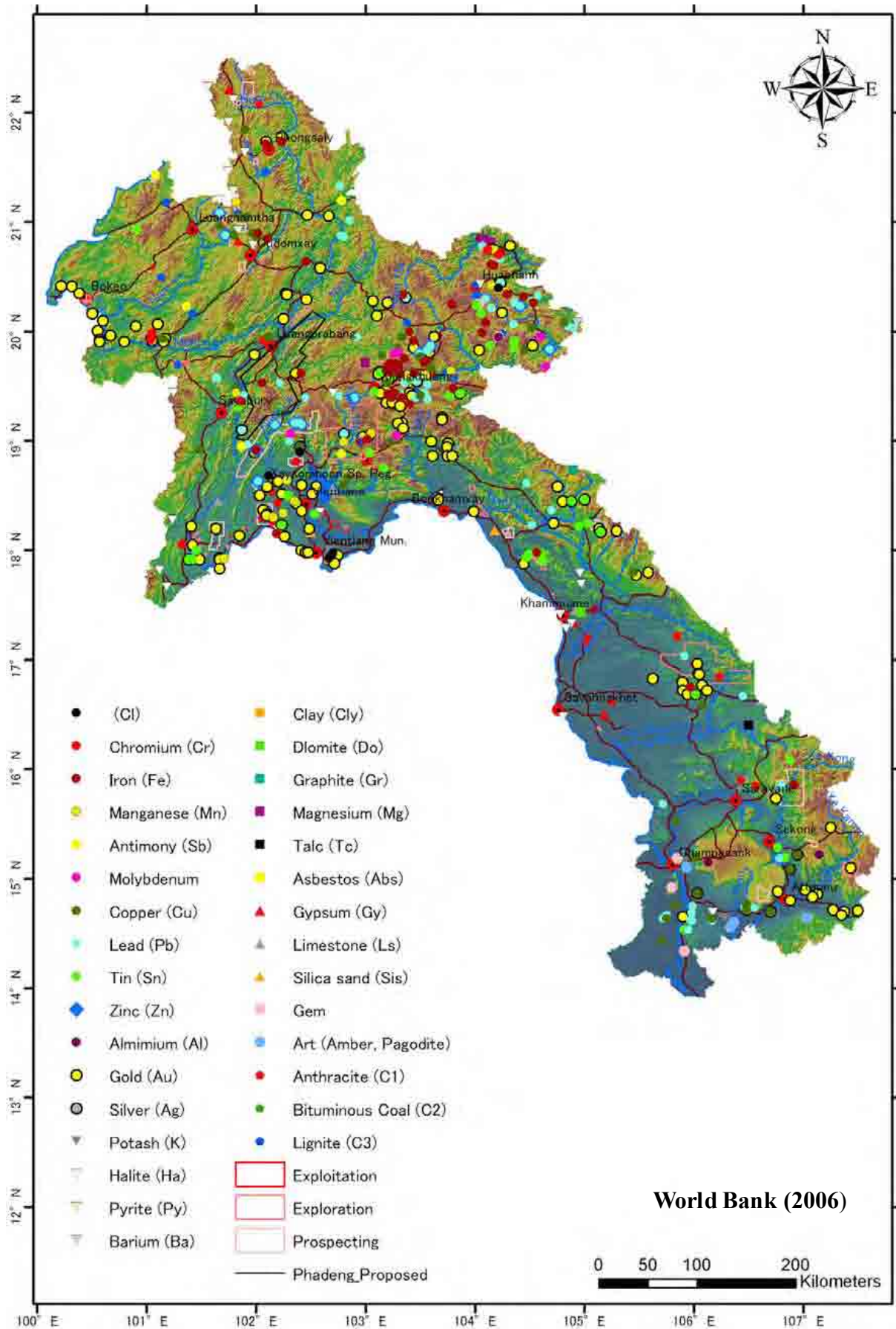


図 3.6.3 鉱床・鉱徴地位置図