

カンボジア王国
鉱物資源マスタープラン調査
プロジェクト形成調査報告書

平成 20 年 2 月
(2008 年)

独立行政法人国際協力機構
経済開発部



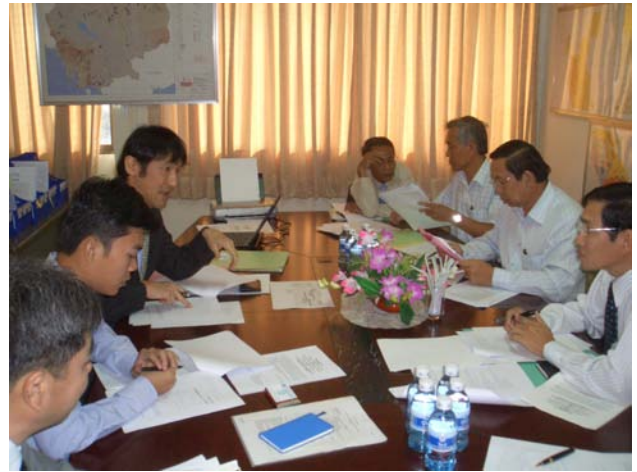
鉱物資源総局（GDMR）との協議



カンボジア地雷センター（CMAC）ヒアリング



公共事業運輸省 Public Work Research Center



GDMRとの協議



環境省ヒアリング



シハヌークビル港

略 語 表

略語	正 式 名 称	和 訳
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ALOS	Advanced Land Observing Satellite	陸域観測技術衛星（だいち）
ASTER	Advanced Space-borne Thermal Emission and Reflection Radiometer	
AVNIR	Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer	高性能可視近赤外放射計
BRGM	Bureau de Recherches Geologiques et Minieres	フランス地質鉱産局
CDC	Council for the Development of Cambodia	カンボジア開発評議会
CIB	Cambodia Investment Board	カンボジア投資委員会
CMAC	Cambodia Mine Action Center	カンボジア地雷センター
C/P	Counterpart	カウンターパート
CRDB	Cambodia Rehabilitation & Development Board	カンボジア復興開発委員会
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル
EDC	Electricite du Cambodge	カンボジア電力公社
EITI	Extractive Industries Transparency Initiative	採取産業透明性イニシアティブ
ESCAP	Economic and Social Commission for Asia and the Pacific	国連アジア太平洋経済社会委員会
GDMR	General Department of Mineral Resources	鉱物資源総局
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
GPS	Global Positioning System	衛星利用測位システム
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IOCG	Iron Oxide Copper-Gold Deposit	酸化鉄型銅-金鉱床
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JMEC	Japan Mining Engineering Center for International Cooperation	財団法人国際鉱物資源開発協力協会
JOGMEC	Japan Oil, Gas and Metals National Corporation	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
LANDSAT	Land Satellite	地球資源探査衛星
MIME	Ministry of Industry, Mines and Energy	鉱工業エネルギー省
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
MOE	Ministry of Environment	環境省
M/P	Master Plan	基本計画

MPWT	Ministry of Public Works & Transport	公共事業運輸省
MVT	Mississippi Valley Type Lead-Zinc Deposit	ミシシッピバレー型鉛-亜鉛鉱床
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OJT	On-the-Job Training	実地訓練
PALSAR	Phased Array Type L-band Synthetic Aperture Radar	フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ
PC	Personal Computer	パソコン
PRISM	Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping	パンクロマチック立体視センサ
SPOT	Systeme Probatoire d'Obsevation de la Terra	
S/W	Scope of Work	実施細則
USGS	United States Geological Survey	アメリカ地質調査所
WB	World Bank	世界銀行

目 次

写 真
略語表

第1章 調査の概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 調査団員	1
1-4 調査日程	2
1-5 主要面談者	2
1-6 対処方針	3
第2章 協議の概要	5
2-1 現況・課題と調査の方針	5
2-2 案件概要	5
2-3 先方実施体制	6
2-4 技術移転	6
2-5 安全対策	6
2-6 環境社会配慮ガイドライン	7
2-7 今後の計画と手続き	7
第3章 団長所感	8
3-1 「カ」国の現状と協力のアプローチ	8
3-2 Win-Winの協力（官民連携）	9
3-3 日本の優位性（日本技術の活用）	9
3-4 透明性の確保（国際的取り組みとの連携）	9
3-5 長期的視野に立った支援（プログラムアプローチ）	9
第4章 調査結果	11
4-1 カンボジア王国概要	11
4-1-1 一般事情	11
4-1-2 政治・経済	11
4-2 鉱物資源ポテンシャル	12
4-2-1 概 論	12
4-2-2 各 論	14
4-2-3 ポテンシャル	18
4-3 地質調査状況と課題	18
4-3-1 地質調査状況	18
4-3-2 課 題	20

4-3-3	Sihanoukville港インフラ調査	20
4-4	GIS整備状況と課題	21
4-4-1	GIS整備状況	21
4-4-2	課題	22
4-5	鉱業セクターの現状と課題	22
4-5-1	提言	23
4-5-2	鉱業関連組織とその役割	24
4-5-3	カンボジア開発評議会（CDC）	26
4-5-4	環境省（MOE）	27
4-5-5	本邦企業に関連した探鉱活動	28
4-5-6	外国企業の「カ」国への鉱業投資活動	28
4-6	他ドナーの活動	28

付属資料

1.	要請書	33
2.	署名したM/M	73
3.	面談要旨	83
4.	収集資料リスト	93

第1章 調査の概要

1-1 調査の背景

カンボジア王国（以下、「カ」国と記す）は、鉄、銅、亜鉛、ボーキサイト、クロム、ニッケル、インジウム、タングステン等の鉱物資源が全国規模で埋蔵されているものと予想されており、多くの鉱物資源開発の可能性を有しているといわれているが、現在の鉱業活動はGDPの0.3%を占めるに過ぎず、「カ」国政府は、鉱物資源の開発を今後の経済活性化、外貨獲得、貧困削減の核に位置づけたいと考えている。

そのためには、鉱物資源開発を促進するための政策、開発戦略、鉱物開発に係る税制導入、新技術導入、人材開発、施設整備のための総合的かつ戦略的な鉱物資源開発計画が必要となるが、「カ」国政府は、経験、人的リソース等が不足しており、同計画を策定できていないことから、同分野における支援を日本政府に要請した。

なお、「カ」国政府は、2006年に策定した「鉱山セクター第三次5ヵ年計画」にて同セクターの目標を以下のように定めている。

- (1) 鉱物資源調査・開拓に係る法、契約書の整備
- (2) 違法な宝石、金採掘の取り締まり
- (3) コンセッション地域における鉱物調査報告書の評価
- (4) 鉱山セクターへの民間投資の誘致
- (5) 持続的な社会経済システム開発
- (6) 人的資源開発と国内生産能力の向上

1-2 調査の目的

本調査団は、「カ」国の鉱業開発に関する情報の収集・分析と、鉱業セクター関係機関との協議を通じて、鉱業開発計画に係る実施体制、開発状況、環境社会配慮面等の観点から、本格調査実施の妥当性、必要性、留意点および調査枠組み案を検討することを目的とする。

1-3 調査団員

氏名	担当分野	現職	派遣期間
小林 広幸	団長・総括	国際協力機構経済開発部第二グループ 資源・省エネルギーチーム チーム長	2008年2月12日～23日
北 良行	鉱業政策／鉱物資源評価	財団法人国際鉱物資源開発協力協会 国際協力部長	2008年2月12日～16日
両角 春寿	地質調査計画／GIS	財団法人国際鉱物資源開発協力協会 調査部 次長	2008年2月12日～23日
小林 悟	調査企画／環境影響評価	国際協力機構経済開発部第二グループ 資源・省エネルギーチーム 職員	2008年2月12日～23日

- | | |
|---|----------------------------------|
| Mr. TSUYOSHI KUBOTA | JICA Expert |
| Mr. KAZUTOSHI SAKATA | JICA Expert |
| 4) カンボジア開発評議会 (Council for the Development of Cambodia : CDC) | |
| Mr. TAKAO IWANA | JICA Expert |
| 5) カンボジア地雷センター (Cambodian Mine Action Centre : CMAC) | |
| Mr. HENG RATANA | Deputy Director General |
| Mr. OUM PHUMRO | Director of Planning & Operation |
| Mr. KHUN RATANA | Chief of Secretariat |
| Mr. RYOJI YAGINUMA | JICA Expert |

(2) 日本側

1) 在カンボジア日本大使館

- | | |
|-------|--------|
| 篠原 勝弘 | 特命全権大使 |
| 中谷 純之 | 二等書記官 |
| 星倉 淳一 | 二等書記官 |

2) JICAカンボジア事務所

- | | |
|-------|-----|
| 米田 一弘 | 所 長 |
| 鶴飼 彦行 | 次 長 |
| 三宅 繁樹 | 職 員 |

3) 三菱商事株式会社

- | | |
|--------|-------------|
| 西原 三千夫 | プノンペン駐在事務所長 |
|--------|-------------|

1-6 対処方針

(1) 基礎情報の収集

カンボジアの鉱業セクターの現状について、GDMRおよび関係機関等から、以下の情報収集を行う。

- 1) 鉱業政策
- 2) 実施体制 (GDMRの役割、体制等)
- 3) 環境保護
- 4) 関連法制度 (鉱業法等)
- 5) 鉱物資源ポテンシャル (埋蔵量)
- 6) 情報整備状況 (地質図、鉱物資源図、GISデータベース、ウェブサイト等)
- 7) 投資環境 (投資法、税制、投資優遇措置等)
- 8) インフラ (水、電気、道路、鉄道、港湾)
- 9) 治安 (地雷・不発弾の本格調査への影響等)

(2) 要請背景・内容の確認

要請された本格調査の目的および成果が非常に多岐にわたっていることから、GDMRから要請内容および背景について聞き取りを行う。特に、以下の事項について確認する。

- 1) マスタープラン (Master Plan : M/P) 策定支援と地質図作成作業との関係

本要請では、鉱業振興のためのM/P策定と地質図作成作業の両要素が含まれているため、一つの調査案件としては非常に多岐にわたる内容となっており、作業量も膨大となっている。両要素の関係と優先度等を確認し、必要に応じて調査内容を整理する必要がある。

2) 調査開始時期

先方要請では2008年11月からの開始が想定されているが、日本側としては、仮に本案件が採択されることとなった場合には、より早い時期からの開始を想定しており、先方政府の予算措置の時期等も考慮し、開始時期を前倒しする可能性について確認する。

3) 調査実施期間

上記1)の内容にも関連し、本要請の内容は非常に大きな作業量が見込まれていることもあり、調査実施期間も3年間という長期にわたる要請となっている。他方、現在の鉱業セクターを取り巻く状況に鑑みれば、極力早急に結果を出すことが求められていると思われるところ、上記1)の整理とともに調査期間に関しても再確認する。

4) 調査対象地域

本要請では、調査対象地域を全国としながらも、既に民間企業等が開発権を取得した地域に関しては対象から外すとしている。他方、M/P策定においては、少なくとも情報やデータに関してはすべての地域を網羅する必要があるとともに、環境対策を含めたM/Pで提案される各種施策はすべての鉱山、地域に対して適用されることが求められることから、既に民間企業が入っている地域に関しても調査対象に含める必要がある点につき確認する。

5) C/P要員の配置

現在想定されているカウンターパート（Counterpart：C/P）要員は、地質2名、GIS2名および鉱業政策／鉱業法1名となっており、技術系要員の比重が極端に高くなっている。仮に、前述1)の整理を行うなかで、M/P策定に主眼を置いた調査となった場合には、政策／制度や組織的な内容に係る検討が重要となってくることから、C/P要員の配置に関しても先方に再考を促す必要がある。

6) 関係機関の取り込み

M/P策定においては、環境分野等を所管する他省庁および地方自治体との関係・連携等にも留意しつつ調査を進める必要がある、それら関係機関についての認識を共有しつつ、必要に応じて本件調査のためのステアリングコミッティーの設立等に関し、協議を行う。

7) 機材の取扱い

本件開発調査では、原則的に先方への機材供与を行わないところ、改めて先方の理解を得る。

(3) 他ドナーの援助活動および外国資本企業の開発活動に関する情報収集および意見交換

(4) プロジェクト形成に係る検討

上記(1)～(3)を踏まえ、先方要請内容の妥当性および優先度を確認し、協力内容を検討する。

第2章 協議の概要

2-1 現況・課題と調査の方針

GDMRと、以下のとおりの「カ」国鉱業分野の現況と課題を確認・共有することにより、本調査の方針を「鉱業分野における投資促進と政府の運用体制の強化」に係る支援を最優先事項としたうえで、中長期的な優先課題に係る支援を行うことで合意を得ており、同方針に沿った案件の形成を図った。

〔現況・課題〕

- ・「カ」国は地質学的に鉱物資源が豊富であると予想されており、鉱業の振興は国家の経済発展に加え国家戦略開発計画の「グットガバナンスを巡る環境整備」に資するものとして大いに期待される。
- ・近年、世界的に各国の資源確保活動が活発化するなか、「カ」国への関心も高まっており、既に約50社の民間企業が鉱区を確保している。
- ・GDMRも「鉱業セクター第三次5カ年計画」において、投資促進を鉱業振興の重要な方針の一つと位置づけている。
- ・他方、貴金属を扱う小規模開発以外で進出企業が鉱山開発に着手した実績はなく、鉱区は取得されているものの実質的な開発に結びついていない。
- ・鉱業法は2001年に施行されたが、実施細則は策定中（承認手続き中）であり、制度・政策的な枠組みが未整備。また、投資促進の具体的な計画や方法論は確立されておらず、民間の活動に対する適正な管理もなされているとは言い難い。
- ・投資促進の要となる資源情報も1970～1980年代から大きく更新されておらず、質・量ともに不足している。

2-2 案件概要

案件の概要に関し、以下のとおり合意した。

(1) 案件名

より明確な表現とすべく、要請時の案件名である「The Study for The Master Plan for Promoting the Mining Industry of Cambodia」を「The Master Plan Study for Promotion of the Mining Industry in the Kingdom of Cambodia」に変更する。

(2) 成果

- ・鉱業投資促進アクションプランの策定
- ・その他の中長期的優先課題（組織・制度改革、関連人材育成、環境管理・監理体制整備）に関するアクションプランの策定
- ・地質図および鉱物資源図の改善（1/100万、1/20万）
- ・GISデータベースの構築
- ・ウェブ上での情報発信機能の構築
- ・投資促進ツールとしての鉱物資源ガイドブックの作成

(3) 調査対象地域

投資促進のための総合的かつ正確な情報整備を実現するために、コンセッション・エリアも含む全国を調査対象とすることとする。なお、コンセッション・エリア内での現地調査実施に必要な企業との調整はGDMRが実施する。

(4) 開始時期と調査期間

急激に活発化する民間投資に対応すべく、極力早期の調査開始を目指すこととし、調査実施期間は約30ヶ月間を想定する。

2-3 先方実施体制

GDMRはC/P機関であり、以下のようなC/P要員の配置につき、暫定的に合意している。

- (1) 投資促進／鉱業政策（1名）
- (2) 制度改革／人材育成（1名）
- (3) 環境管理／鉱業監理（2名）
- (4) 地質／鉱物資源ポテンシャル（2名）
- (5) GISデータベース／ウェブ・デザイン（2名）

また、「カ」国側の関係機関との調整を行うこととなり、調査期間中、各段階での成果が出るタイミングで、MOEや国家開発評議会等の関係機関の代表者を集めて会議を執り行い、調査の進捗に関する情報共有やコメントの取り付けを行うこととした。

2-4 技術移転

本調査では、C/P要員との協同作業を通して実地訓練（On-the-Job Training：OJT）形式での関連技術やノウハウの移転がなされるが、加えて、調査期間中に数回にわたりテクニカルワークショップを現地で開催し、「GISとリモートセンシング」、「化学分析調査手法」および「鉱業監査」に係る技術やノウハウの紹介と研修を行うこととした。

2-5 安全対策

地質・鉱物情報の改善を行うために、衛星画像解析等に基づき全国から抽出された有望地点を対象として現地踏査を実施する必要がある。その際には、地雷および不発弾のリスクを回避しつつ安全に調査を実施することが必要となる。GDMRは各地方のコミュニティレベルからの情報を事前に収集・検証したうえで、GDMRからのC/P要員の踏査への同行を義務付けることにより本調査でも安全が確保できるとしている。実際に、GDMRや財団法人国際鉱物資源開発協力協会（Japan Mining Engineering Center for International Cooperation：JMEC）等がこれまでに実施した現地調査は同運用方法により安全が確保されてきている。

また、CMACは民間鉱業会社との契約により、探査・調査作業の安全確保のためのサービスの提供を多数実施してきている。

以上のことから、次の方法により本調査の安全確保を確実なものとする。

[安全確保のための方針]

- ・ GDMRのネットワークからの情報およびCMAC*の保有する情報に基づき、現地調査対象地点に関する安全状況を事前に確認する。
 - ・ 危険度の高い地点に関しては、CMACの要員による事前調査を行う。
 - ・ その上で、GDMRのC/P要員およびCMACの要員が同行することにより現地踏査を実施する。ただし、事前情報により明らかな安全が確認されている地点に関しては、GDMRからの同行のみで現地調査を実施する。
- (※CMACとは現地再委託契約により本サービスの提供を受けるが、現地の他の機関が同様のサービスを提供できると判断される場合には、能力、見積額等の比較により適正に受託機関の選定を行う。)

2-6 環境社会配慮ガイドライン

本調査に関しては、要請内容から特定鉱山開発に係る具体的なアクションプランの策定がなされる可能性に考慮し、JICAの環境社会配慮ガイドラインの基準によりカテゴリ「B」への分類が検討されている。他方、今回のプロジェクト形成調査を通して、本格調査では、投資促進アクションプランおよび中長期的優先課題（組織・制度改革、関連人材育成、環境管理・監理体制整備）に係るアクションプランの策定がアウトプットとなることが確認されたため、本格調査で特定鉱山の開発等に触れることはなく、調査実施による社会環境面への直接的な影響は想定されない。

以上のことから、本案件の採択に際してはカテゴリ「C」への分類の可能性について検討されるよう本邦関係部署・機関との調整を図ることとする。

2-7 今後の計画と手続き

本調査に関しては、仮に採択が決定・通報された場合、今回のプロジェクト形成調査の結果に基づきJICA本部内（在外事務所合議）での事前評価決裁を行うこととなる。同決裁を了した時点で、今次協議議事録（Minutes of Meeting：M/M）に添付の実施細則（Scope of Work：S/W）案に基づきJICAカンボジア事務所と鉱工業エネルギー省（Ministry of Industry, Mines and Energy：MIME）との間でS/Wへの署名がなされることとなる。同署名後に業者選定手続き等を経て本格調査団が派遣される。

第3章 団長所感

3-1 「カ」国の現状と協力のアプローチ

今次プロジェクト形成調査は「カ」国の鉱業振興に係るM/Pの策定と鉱物資源情報の整備が要請されたのを受けて実施されたものである。

これまでにJICAが実施してきた鉱業M/P策定に係る協力の多くは、既に鉱業開発の実績を有する国でのセクター再建に係る計画作りを支援してきており、極めて網羅的かつ総合的な開発計画を策定することが目的とされた。

他方、「カ」国では、自国での本格的な鉱業開発の実績がほとんどなく、関連制度、組織、開発計画、技術、人材および情報等の鉱業振興に係る基礎が未整備という状況であるにもかかわらず、国際的な資源確保の潮流に巻き込まれ、民間企業による鉱区の取得が先行推進しているという状況にある。

このような「カ」国の現況に鑑み、次の基本方針を先方と共有しつつ案件形成を行った。

- (1) 喫緊の課題である急増する民間投資への対応（投資の促進・活用、民間投資活動の適正な管理・運用）が最重要事項
- (2) その他の課題に関しては、本格的な鉱業活動が現時点で存在しない「カ」国のソフト／ハード両面での産業基盤の脆弱性に考慮し、「絵に描いた餅」とならぬよう、優先課題を絞り込んだうえで、現実的かつ実現可能な中長期的計画を策定することが必要

前述基本方針に基づき、GDMRとの協議を通し、以下の調査内容を合意した。

- 1) 緊急の課題である投資促進のための環境整備と係る政府の管理・運用体制の確立に係るアクションプランを優先的に作成するとともに、投資促進のための鉱物資源情報整備と民間企業等への情報提供ツールの開発を支援する。
- 2) その上で、鉱業振興に係る長期的な方針と戦略の策定に基づき、中長期的優先課題（組織・制度改革、関連人材育成、環境管理・鉱業監理体制整備）に係るアクションプランを策定する。

1) に関しては、スケジュール的にも優先的に実施し、調査の最初の1年半でおおよその結果を出すように取り組む。また、2) については、調査後半の10ヶ月間ほどで集中的に、課題の焦点を絞り込んだうえで、「カ」国の実情に即した具体的なアクションプランという形でのアウトプットを簡潔に取りまとめることが望ましい。

以上のとおり、網羅的かつ総合的なM/Pの策定よりも、情報整備を含む投資促進のための環境整備と係る政府の役割の明確化を要とした具体的なアクションの実施とアクションプランの提示に重きを置く「カ」国に対する鉱業振興M/P調査は、これまでのJICAの類似調査とはアプローチを異にしており、その特殊性を常に念頭においた調査の企画・実施が求められる。他方、今次プロジェクト形成調査でも、基本的な合意は得たものの、「カ」国側の関係者が今回のM/P調査における前述アプローチとその必要性について、全員が十分に理解するに至っていない可能性もあるところ、本格調査の開始や初期の時点で改めて関係者間での意識共有を図ることが重要である。

その上で、調査の効果をより高めるとともに、更なる付加価値を与えるために以下（「3

－ 2」から「3－5」に記載)の観点からの考慮や取り組みが推進されるべきである。

3－2 Win-Winの協力（官民連携）

本調査は投資促進を通じた「カ」国の鉱業振興が目的とされており、同国の経済発展のみならず、国家の総合的発展のための基盤作りや雇用創出等の広範な効果が期待される。同時に、我が国の資源外交にも資する案件として位置づけられるものであり、「カ」国と日本の双方にとって有益な協力とすべきである。投資環境の整備と鉱物資源情報の整備が優先的に実施されることは、「カ」国の鉱業分野に関心を持つ我が国の民間企業にとっても有益である。さらに、調査の一環としての本邦でのセミナー開催、独立法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（Japan Oil, Gas and Metals National Corporation : JOGMEC）事業との連携等を通じて我が国の民間企業の「カ」国への参入促進を促す取り組みが想定されており、その意味において官民連携案件としての整理も可能である。これらの観点からの調査の実施意義についても関係者間に周知・理解されることが望ましく、必要に応じて積極的に係る情報を発信していく。

3－3 日本の優位性（日本技術の活用）

「ASTER（Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection radiometer）」や「PALSAR（Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar：フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ）」といった我が国の保有する最新の衛星画像技術を活用することにより、「カ」国の資源ポテンシャルを新たな視点から再評価することが可能となるとともに、調査を通して我が国技術の優位性を発信することが可能となる。ついては、それら衛星画像の活用に係る本邦関係機関との調整を図るとともに、仮に活用が可能となった場合には、同技術と同技術活用による効果を積極的に情報発信していく必要がある。

3－4 透明性の確保（国際的取り組みとの連携）

投資促進による鉱業振興においては、必要な制度、体制および情報の整備が必要であるとともに、同整備状況や内容を透明性が確保される形で開示・運用されることが重要である。例えば、元英国首相のブレア氏がヨハネスブルグ環境開発サミットで提唱したEITI（Extractive Industries Transparency Initiative：採取産業透明性イニシアティブ）は、鉱業分野における透明性確保の考え方を国際的に普及・促進するための取り組みである。本調査における、各種アクションプランの策定、情報の整備、ウェブ上やセミナーでの情報発信等の一連の取り組みもEITIの思想に沿うものである。本件においても、調査とEITI等の国際的取り組みにおける思想や活動との整合性や連携を明示的にすることが可能となれば、徐々にではあるものの「カ」国関係者の意識改革を推進できる可能性がある。ついては、EITI等の透明性確保に係る世界的な動向や議論の内容を把握・紹介しつつ本調査を進めることが有効と思われる。

また、我が国の援助がEITI等の国際的な取り組みに貢献していることについて発信することの意義も大きい。

3－5 長期的視点に立った支援（プログラムアプローチ）

本調査の最終的な目標は「カ」国の鉱業振興であるが、鉱業分野の現状に鑑みれば、同目標に対する総合的かつ長期的な取り組みが求められる。まずは「カ」国の主体性を尊重したうえで、

前述のJOGMEC等の本邦関係機関との連携によるAll Japanとしての取り組みや、他ドナーも含めた国際的な枠組みでの取り組みを念頭に置きつつ、我が国のODAとJICAの当該分野への長期的な取り組みの必要性、可能性を検討する必要がある。その際には、「カ」国に対する我が国の援助計画等との整合性を確保したうえで、上位の課題に対するプログラムアプローチの観点からの検討が求められる。C/P研修の実施はもちろんのこと、本調査と連携した専門家の派遣等も一案である。いずれにしても、本開発調査案件の進捗を見据えつつ、現地ODAタスクフォースを中心に本件検討が進められるものと思われるところ、必要に応じ、本邦からも積極的に支援を行いたい。

第4章 調査結果

4-1 カンボジア王国概要

4-1-1 一般事情

面積	18.1万km ²
人口	13.8百万人（2005年、IMF資料）
首都	プノンペン
民族	カンボジア人（クメール人）が90%
言語	カンボジア語
宗教	仏教（一部少数民族はイスラム教）

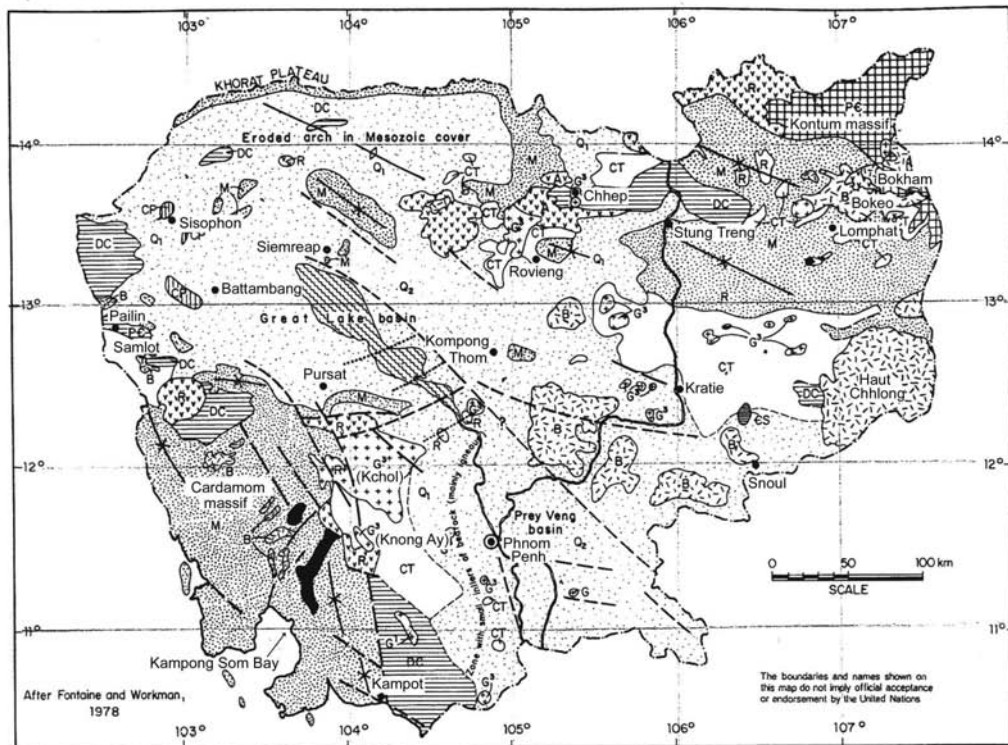
4-1-2 政治・経済

政体	立憲君主制
元首	ノロドム・シハモニ国王（2004年10月即位）
国会	二院制（国民議会および上院）
政府	人民党（第一党）およびフンシンペック党（第二党）による連立政権（首相：フン・セン）
主要産業	農林水産業（GDPの32.4%）、工業（GDPの25.3%）、サービス業（GDPの37.0%）（2005年、IMF資料）
GDP	約62.9億US\$（2005年、同上資料）一人当たりGDP 454US\$（2005年、同上資料）
貿易総額	輸出：29.1億US\$、輸入：39.3億US\$（2005年、同上資料）
主要貿易品目	輸出：縫製品、肉・野菜類、天然ゴム・ゴム製品 輸入：縫製用布、機械・車両、燃料
主要貿易相手国	輸出：米国、ドイツ、英国、ベトナム、カナダ、日本 輸入：タイ、香港、中国、ベトナム、シンガポール、台湾（2005年、IMF資料）
対日貿易	貿易額：日本への輸出：約140億円、日本からの輸出：約95億円 主要品目：日本への輸出：衣類および付属品、バッグ類、電気計測機器 日本からの輸出：輸送用機器、機械、電気機器等
日本からの直接投資	亜鉛鉄板工場、オートバイ組み立て、自動車販売等
通貨・為替レート	リエル（1US\$=約4,092リエル、2005年平均、IMF資料）
経済概況	1997年7月の武力衝突およびアジア経済危機の影響で外国投資や観光収入が減少し、一次経済成長率が鈍化（1998年の経済成長率は1%）したものの、その後は安定した成長率を保持しており、2004年に10%、2005年に13.4%、2006年には10.4%の成長率（経済財政省資料）を記録。2004年7月に発足した第三次連立政権は経済発展と産業育成を最重要政策目標と位置づけているが、投資インフラの改善と海外直接投資の誘致が今後の鍵。

4-2 鉱物資源ポテンシャル

4-2-1 概論

「カ」国において経済性の興味がもたれる金属、非金属の鉱化作用は主要な造山運動によって形成された。また、造山運動の間の浸食と堆積作用が鉱物の濃集をもたらしている (ESCAP, 1993)。これら鉱床生成には4つの時期が同定されている。図4-1に地質概略図、図4-2に鉱床区分布図を示す。



LEGEND

TERRANES

UNDEFORMED OR GENTLY FOLDED COVER STRATA

- Q Quaternary sedimentary rocks and unconsolidated sediments. 1: Pleistocene; 2: Holocene. Includes some small Neogene basins
- B Neogene - Quaternary platform basaltic rocks
- M Mesozoic sedimentary units (upper Triassic-Cretaceous)
- Volcano-sedimentary units (mainly Triassic, some Paleozoic). A: andesitic; R: rhyolitic.
- C-P Paleozoic sedimentary units (mainly Carboniferous-Permian).

ZONES OF INDOSIAN FOLDING

- CT Synclinal zones in Indosinian fold-belts (mainly Carboniferous-Triassic).
- DC Anticlinal zones in Indosinian fold-belts (Precambrian-Silurian medium to high-grade metamorphics; Devonian-Carboniferous rocks, deformed and slightly metamorphosed).

EXPOSED BASEMENT ROCKS OF THE KONTUM MASSIF

- PC Precambrian-Early Paleozoic granites and high-grade metamorphics.

INTRUSIVE ROCK GROUPS

- G Acid - Intermediate intrusive suites
- G₁ - Pre-Carboniferous
- G₂ - Carboniferous
- G₃ - Triassic-Jurassic
- G₄ - Cretaceous

STRUCTURE SYMBOLS

- Regional faults, known and inferred
- Geographical lineament
- Axes of Cenozoic epeirogenic folding
- Limits of terranes, known and inferred
- Axis of swell in buried pre-Tertiary basement
- Intramontane grabens (Neogene)

図4-1 地質概略図

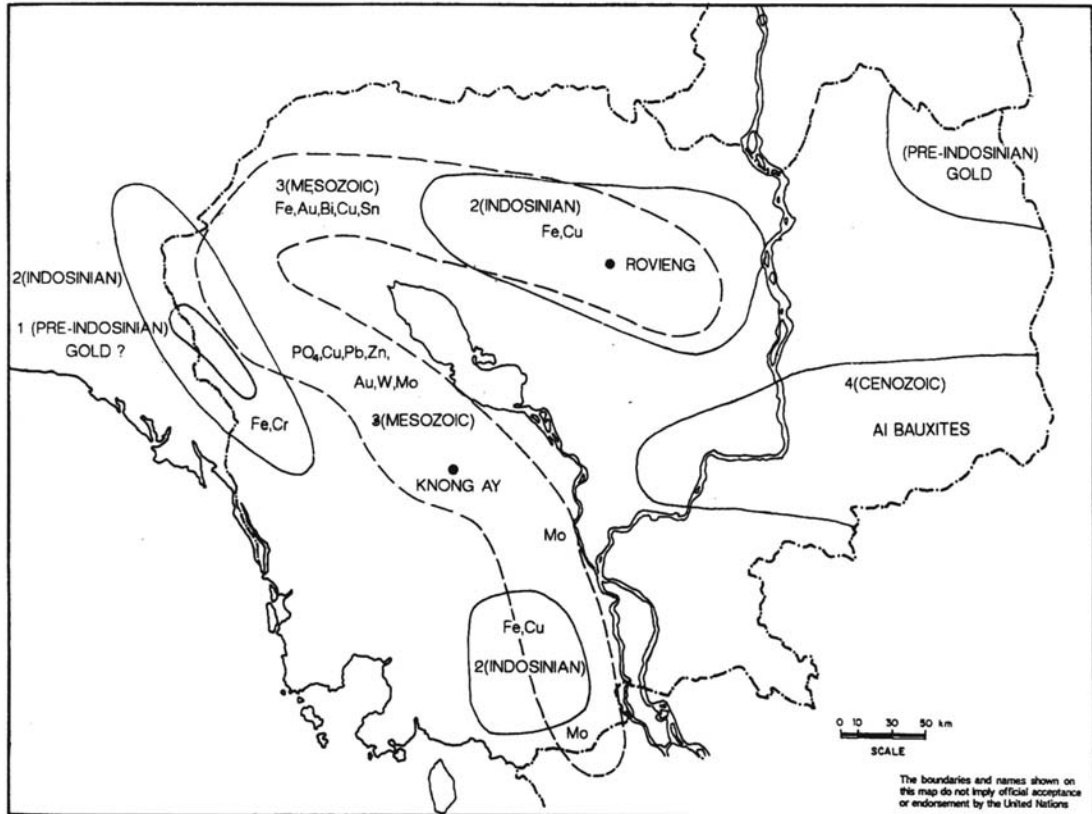


図 4-2 鉍床区分布図

(1) プレインドシナ期 (先石炭紀)

この時期の鉍化作用は原生界とされる北東部のKontum massif、西部のPailinと南西部のKampot近傍の小規模に露出するプレインドシナ期の基盤に限定される。花崗岩、結晶片岩、片麻岩の分布域に小規模な金鉍脈の鉍化作用があり、その周辺に砂金を伴っている。

(2) インドシナ期 (石炭紀～三畳紀)

インドシナ造山運動は、中期石炭紀～中期三畳紀にかけて、場所的、時間的に不均質な活動があった。初期には北部において、沈み込みに関する上昇運動があり、安山岩の火山活動と炭質な堆積物をもたらした。後期には地塊の上昇により陸源性～瀉性の堆積物をもたらした。

西部においては石灰岩が堆積しており、ボーキサイトの薄層を挟在している。安山岩が分布するRoviengの南西では、小規模な鉄の堆積鉍床が数ヶ所にあり、わずかな銅の鉍徴地も知られている。インドシナ期の鉍化作用はごくわずかとされるが、二畳紀～三畳紀に火山活動があることから、さらに探査を行うことが望まれている。

(3) 中生代 (ジュラ紀～新第三紀)

東部、中央部、西部では198～79Ma (Million Age) の間に多様なサイズの花崗岩類が多く貫入した。この時期は背弧環境にあると考えられる。

鉍化作用は広範囲にあるが、主にはPhnom Penhの北東約100kmのKnong Ay地区と北約200kmのRovieng地区に認められる。これらは中生界の堆積岩類に貫入した花崗岩、花崗

閃緑岩に関係する交代性、熱水性の鉱化作用である。これらは、金、錫、タングステン、銅、鉛、螢石、黄鉄鉱をもたらしている。しかし、いずれも小規模で経済性に乏しい状況にある。

代表的なものは、Roviengの近くのスカルン型磁鉄鉱床であり、伴われる石英脈はビスマス、テルルの鉱物を伴う。Knong Ay西には、タングステン、鉛、亜鉛、銀、重晶石の産出が知られている。東部国境の花崗岩類には、少量の輝水鉛鉱と螢石を伴う石英脈が知られている。

(4) 新生代

第三紀～第四紀の鉱物の濃集は風化作用と堆積作用に関係している。花崗岩の風化により、Bokhamには砂金があり、Knong Ayには砂錫がある。高原玄武岩の風化はPailin地区にサファイアとルビー、Samlotにルビー、Bokeoにジルコンをもたらしている。

風化による鉱化作用で経済性が期待されるのは、Haut Chhlong (Mondol Kiri) の高原玄武岩に由来するラテライト性のボーキサイト、Chhep地区のラテライト性のマンガクラスト、各所におけるカオリンである。また、二畳系石灰岩の風化作用はBattambangとKampot地区に燐灰石の濃集をもたらしている。

堆積性のものとしては、Kampong Som湾のシリカサンド、泥炭、セラミックと建材のための粘土があげられる。

4-2-2 各 論

ESCAP (1993) の鉱床・鉱徴地分布図を図4-3に示し、その凡例を図4-4に示す。代表的な鉱床・鉱徴地について概要を以下に記す。

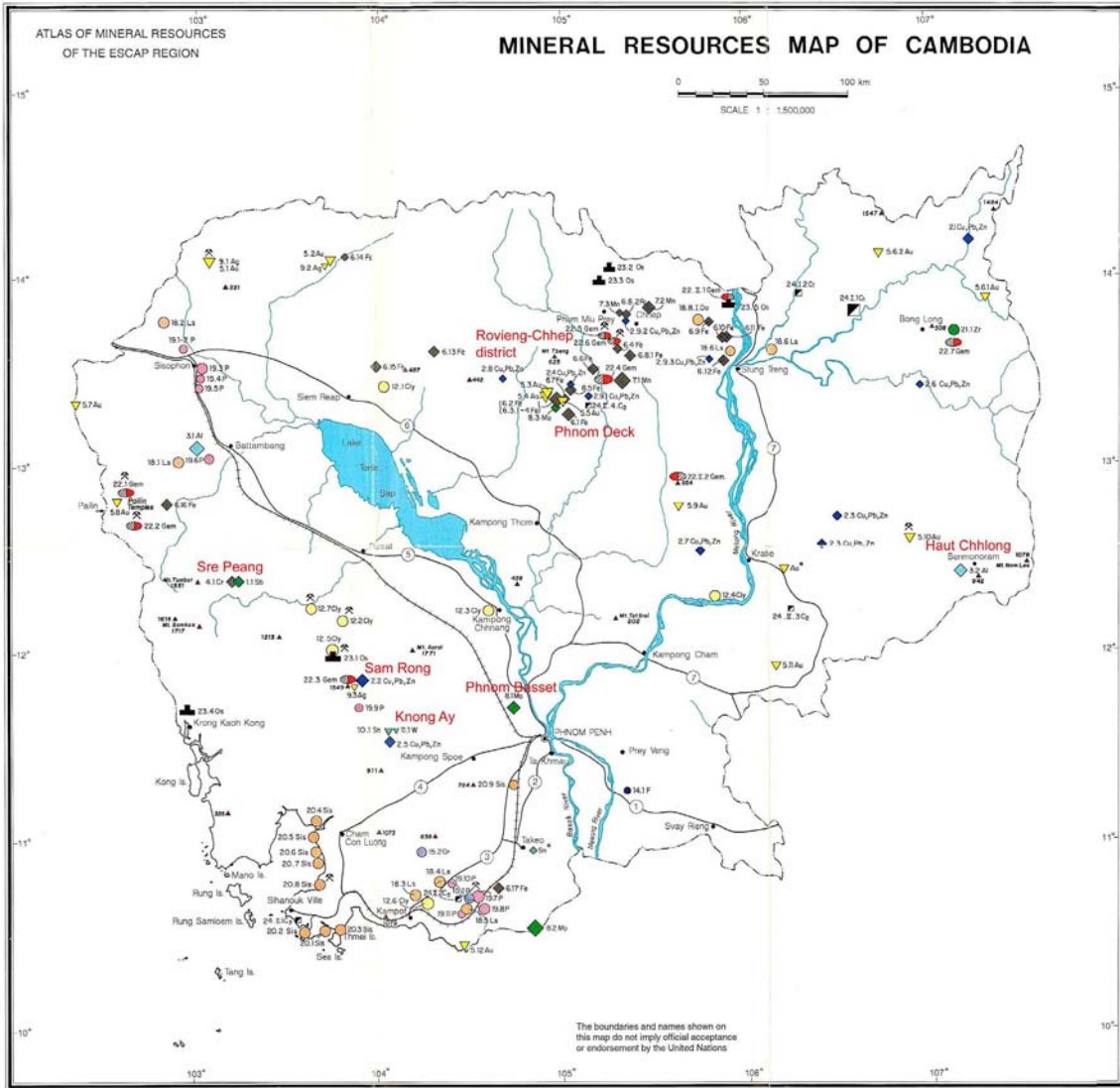
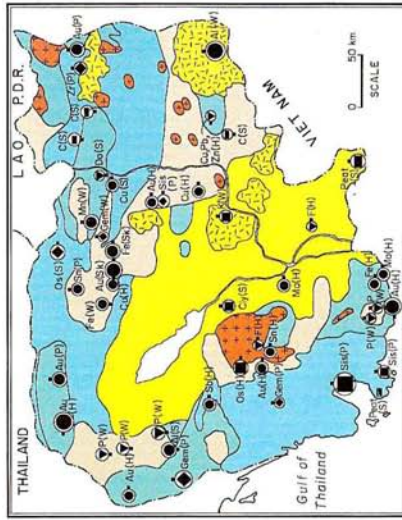


图 4-3 铋床·铋微地分布图

METALLOGENIC MAP OF CAMBODIA



EXPLANATION

METALLIC MINERALS

- 1. Antimony
- 2. Base Metals
- 3. Bauxite
- 4. Chromium
- 5. Gold
- 6. Iron
- 7. Manganese
- 8. Molybdenum
- 9. Silver
- 10. Tin
- 11. Tungsten

INDUSTRIAL MINERALS AND CONSTRUCTION MATERIALS

- 12. Clay Minerals
- 13. Dimension Stone
- 14. Fluorite
- 15. Graphite
- 16. Gypsum and Anhydrite
- 17. Heavy Minerals Sands
- 18. Limestone and Dolomite
- 19. Phosphate
- 20. Silica Sands
- 21. Zircon

PRECIOUS AND ORNAMENTAL STONES

- 22. Gemstones
 - I. Sapphire-Ruby-Zircon-Spinel Association
 - II. Quartz-Amethyst-Opal Association
- 23. Ornamental and Craft Stones

FUEL MINERALS

- 24. Coal and Lignite
 - I. Coal
 - II. Lignite

RESOURCES CLASSIFICATION

- Operating and abandoned mines
- Deposit (tonnage known)
- Deposit (tonnage unknown)
- Prospect or Occurrence
- Mineralogical interest only

(Number beside symbols refer to text section and occurrence list.)
 { * Recent discoveries not described in the text.)

- TYPE OF MINERALIZATION**
- S - Sedimentary
 - H - Hydrothermal
 - Sk - Skarn
 - P - Placer
 - W - Weathering
- GEOLOGIC AGE OF MINERALIZATION**
- Neogene - Quaternary (Hymalayen)
 - Pre - Indosinian PC - J - Cr (Kimmerian)
 - PZ₂ - T (Indosinian)

METALLOGENIC EPOCHS	MAJOR MINERALIZATION
Cenozoic Epoch (Neogene) Quaternary alluvial sediments. Late Neogene-Quaternary basalts.	Placer Au, Sn and gems; lateritic bauxite, manganese, kaolinite, phosphate; sedimentary glass sands, peat, clays, construction materials
Mesozoic Epoch Upper Jurassic-Lower Cretaceous continental red sediments and rhyolite. Upper Triassic (Norian-Rhaetian) - Middle Jurassic continental sediments with intercalations of mafic sediments, rhyolite and dacite.	Hydrothermal Au, Sn, W, Mo, Cu, Pb, Zn, Fe (Pyrite); Skarn Fe (magnetite), Cu, Pb, Zn, Au, Bi, Te, Ba, Mo, F.
Indosinian Epoch Triassic terrigenous sediments, rhyolite, Carboniferous-Permian limestones, dolomite.	Sedimentary iron and bauxite (diaspore) copper, coal, limestones, gypsum.
Pre-Indosinian folded basement rocks. Lower-Middle Palaeozoic terrigenous and siliceous sediments and rhyolite (in the South). Metasediments and crystalline rocks.	Small vein gold deposits, mica, chromium, graphite.
Granites	

図4-4 鉱床・鉱微地の凡例

(1) Sam Rong, Pb-Zn (Kompong Speu Pv.)

Kchol massifの丘陵上に鉛-亜鉛の鉱脈型の鉱化作用が知られている。Kchol massifは三畳系の砂岩に貫入したジュラ紀～白亜紀の花崗岩類であり、花崗岩類の上部にレンズ状に産するとともに、三畳紀以降の断裂のネットワークを充填している。

(2) Knong Ay, Cu-Pb-Zn (W Kompong Speu Pv.)

Knong Ay花崗岩の近くの2ヵ所で黄銅鉱の産出が報告されている。Daun Penhでは黄銅鉱-閃亜鉛鉱-方鉛鉱の鉱脈が存在する。Kdam Ngoeutの西では閃緑岩の岩脈に黄銅鉱が鉱染している。

(3) Rovieng-Chhep district, Cu, (Preah Vihear Pv.)

Pnom KeとPhnom Sekahmに少量の孔雀石の産出が知られている。これらは花崗岩の貫入によるスカルンと緑れん石ホルンフェルスによるものであり、母岩は三畳系の大理石を伴う片岩と砂岩である。

(4) Haut Chhlong Plateau, Al (Mondolkiri Pv.)

Haut Chhlong高原は、「カ」国東限において標高約200mの中央平原から突出する標高約500～1,000mの高原であり、約4,500km²の面積がある。中新統または鮮新統の玄武岩溶岩の上位に更新統の玄武岩溶岩が累重している。ラテライト性のボーキサイトの生成は現世の気候に基づく風化作用に依存している。様々な割合でシリカを含む赤色土壌は鉄-アルミナ質であり、含まれるラテライトの塊はシリカの含有量が低く高品位なボーキサイトである。このサンプルの品位は、1～2% SiO₂、3% TiO₂、43～50% Al₂O₃、17～24% Fe₂O₃、27～29% LOIである。

(5) Phnom Deck, Fe (Preah Vihear Pv.)

Roviengの南西約15kmに位置する代表的な鉄の鉱徴地であり、鉱量は金属量で5～6 Mtと見積もられている。小規模なミルの建設を1970年代に始めたが延期されている。政情の不安定、輸送手段とインフラの欠如により開発には至っていない。輸送路を含むインフラを構築するに値するほどの鉱量がないとされている。

初生鉱床は、三畳紀後の直径30kmの花崗閃緑岩バソリスの縁における三畳系の変砂岩とマールが接触交代作用を受けたものである。二次鉱体は浅成富化を受けており、磁鉄鉱-赤鉄鉱の高品位鉱体の品位は64～68% Feに達する。しかし、全体的には51～56% Feであり、14～27%のシリカと3%のアルミナを含んでいる。リンと硫黄はそれぞれ0.03%以下である。

(6) Phnom Basset, Mo (Kandal Pv.)

Phnom Penhの北西約20kmに位置する。前期ジュラ紀の細粒で局部的に斑状なモンゾナイト質花崗岩が平原中に丘陵を形成しており、モリブデン (Mo) は石英脈に含まれるとともに、花崗岩に鉱染している。黄鉄鉱、黄銅鉱、螢石が随伴される。

石英脈はN80°、W80°、SWの構造を有し、走向延長5～10m、幅2～10cmで、脈に直交

する方向の1m当たり1～8脈の分布密度で節理に規制されている。鉍化帯は全体的に東西方向に幅80mであり、延長は断続的に800mである。石英脈と花崗岩について、それぞれ0.14% Moと0.01% Moの値が報告されている。全体的には10～20Mtの鉍量が深度50mに対して見積もられ、平均品位は0.036% Moとされる。

(7) Knong Ay, Sn (Kompong Sepeu Pv.)

Knong Ay花崗岩の縁に貫入する微花崗岩、アプライトに関係してグライゼン化と石英の網状脈があり、錫石を含み、灰重石、鉄マンガン重石、少量の方鉛鉍、閃亜鉛鉍、黄銅鉍、重晶石、螢石を伴う。これら貫入岩と脈はデボン系～石炭系と三畳系の堆積岩類を母岩としている。錫の平均品位は0.02%と報告されている。

(8) Sre Peang, Cr (Pursat Pn.)

Pursatの南南西約75kmに位置する。デボン系～下部石炭系の砂石、片岩に貫入する三畳紀の斑れい岩に由来する風化残留性のクロム鉄鉍が10km²にわたって存在する。分布状況と品位から大規模鉍床は期待できず、人力による小規模採掘の可能性があるとされる。

4-2-3 ポテンシャル

ESCAP (1993) には言及されていないものの、その記述内容から斑岩銅鉍床、ミシシッピーバレー型鉛-亜鉛鉍床 (Mississippi Valley Type Lead-Zinc Deposit : MVT)、酸化鉄型銅-金鉍床 (Iron Oxide Copper-Gold Deposit : IOCG) のポテンシャルが推測される。

斑岩銅鉍床は花崗岩類に関係する銅の低品位大規模鉍床であり、モリブデン、金を伴う性質がある。Pnom Bassetの花崗岩がモリブデンを伴っており、同岩体の深部ないし周辺の花崗岩類に斑岩銅鉍床の賦存が期待される。

MVT鉍床は石灰岩を母岩とする鉛-亜鉛の塊状鉍床であり、石灰岩のドロマイト化を伴う。また、礫性の石灰岩を母岩とすることがある。上部石炭系～二畳系の石灰岩は上位に向かって礫性石灰岩に変化し、Chhepの近くでは局所的にドロマイト質石灰岩となっていることから、これらについてMVT鉍床の賦存が期待される。

IOCG鉍床は、金を伴う銅の塊状硫化物鉍床であり、磁鉄鉍、赤鉄鉍等の酸化鉄鉍物を大量に伴うことを特徴とする。Rovieng周辺に堆積性ないし交代性とされる磁鉄鉍、赤鉄鉍の鉍化作用があり、これらとの関係は不明であるが酸化銅や砂金の鉍徴もあることから、更なる調査で鉍化作用の性質を明らかにすることによりIOCG鉍床の発見につながることを期待される。

4-3 地質調査状況と課題

4-3-1 地質調査状況

「カ」国の地質と鉍化作用に関する総合的な報告書はESCAP (1993) が最新のものであるが、これはPhan Cu Tien et al. (1988) をはじめ多くの過去の文献をコンパイルしたものである。以下に「カ」国における地質調査と鉍床探査の略史について記す。

インドシナにおける地質の研究と刊行は19世紀後半からのものであり、古生物と鉍物に関する不規則で多様な論文発表に始まる。インドシナの最初の地質図はE. Fuchs and E. Saladinによるものであり、1882年に1/40万のスケールで刊行された。これは1985年にA. Petitonがパリ

で刊行したGeologie de l'Indochinaで補完されて、半島の地質の概要が初めて示された。

1989年、Service Geologique de l'Indochinaが設立され、より組織的な広域調査が進められたが、多年にわたる努力は現在のベトナムに相当する沿岸地域に限られた。20世紀初頭の主な研究者はH. Mansuyであり、彼はインドシナの古生物学について広く著述して、地質年代のフレームワークを確立した。1920年代には、Ch. Jacobが統率した組織的な調査がラオスと「カ」国にも広げられた。1925年から1/50万の地質図の完成が目標とされ、戦争による障害があったものの1945年にほぼ完成し、すべての図幅は1963年に最終的な刊行がなされた。これはE. Saurinによるベトナム中部・南部と「カ」国東部、J. Gublerによる「カ」国西部における調査結果など、フランス人地質技師による多年にわたる調査結果に基づくものである。なお、兩名の報告書は1935年に刊行されている。他に特筆すべきはJ. BlondelとJ. Fromagetであり、J. BlondelはJacobの後任者としてインドシナのテクトニクス、古い火山活動、多種の鉱物について多くの調査結果を刊行した。J. Fromagetは半島の層序、構造、テクトニクスについて調査結果を刊行した。インドシナの地質構造発達史の理解は、後の研究者によって修正が加えられたが、J. Fromagetの努力によるところが大きく、1941年に刊行されたl'Indochine française, sa structure géologique, ses roches, ses mines, et leurs relations possible avec la tectoniqueが集大成である。また、1956年に刊行されたJ. Fromagetによる1/200万の地質図と同年に刊行されたLexique Stratigraphique Internationale中のE. Saurinによる140ページにわたるIndochineの章が、フランス植民地時代のインドシナの地質研究の最終的なものとして代表的である。

1950年までのインドシナに関する地質文献は、主にService Geologique de l'Indochinaの刊行物であり、Comptes Rendus de l'Académie des SciencesのSociété Géologique de Franceの刊行物も存在する。他の刊行物も含めた1972年までの文献リストは、1973年にH. Fontaineによってまとめられている。

1953年以降、インドシナに独立した各国はそれぞれ地質調査所を設立した。「カ」国では、新たな予察的な地質図作成がBRGMの協力のもと1966～1970年に実施された。主な協力者としては、J.P. Contri、O. Dottin、P. Fleuriot de Langleが挙げられる。1/20万の14葉の地質図は1972～1973年に説明書とともに刊行されたが、公共に広く普及させるためのものではなかった。なお、この際には1/100万の鉱物資源図も説明書とともに作成されている。なお、地質局の説明によると、当時の治安の問題により「カ」国東部の踏査密度は高くなく、地質判読には航空写真が利用された。

1960～1962年、中国の地質チームがRovieng、Battambang、Kompong Thom地域で鉱物資源のための調査を実施した。これらの報告書の公開は制限されている。

独立後、ベトナムのGeneral Department of Geology and Minesが精力的な調査を実施し、1965年にベトナム北部の地質図を1/50万のスケールで完成させた。これには新たな調査結果のほかに、Service Geologique de l'Indochinaの未公表データを取り入れている。一方、南部ベトナム、ラオス、「カ」国の地質調査はフランス等により、主に技術協力として実施された。1975年以降、ベトナムの地質技師は、ラオス、「カ」国、南部ベトナムにおいて、現地の地質技師との協力のもと地質調査を実施した。これらの成果として、1988年にPhan Cu Tienと多くの共著者は1/100万のスケールでGeological map of Cambodia, the Lao People's Democratic Republic and Viet Namを説明書とともに刊行した。1991年にはPhan Cu Tienによって改訂が加えられている。なお、地質局の説明によると、当時の治安の問題により「カ」国西部の踏査密

度は高くなく、地質判読には旧ソ連の衛星画像が利用された。また、前述の1/20万地質図作成より踏査密度は高くない。

4-3-2 課題

課題としては、Phan Cu Tien *et al.* (1988) 等に基づく ESCAP (1993) は、「カ」国の地質と鉍化作用の入門書として最適のものでありながら、多くの文献のコンパイルによっているためか、首尾一貫していない点があげられる。例えば、インドシナ造山運動の時期について、構造発達史の章では後期二畳紀～前期ジュラ紀としているのに対し、鉍化作用の章では石炭紀～三畳紀としている。また、鉍化作用の章ではジュラ紀～新第三紀をインドシナ造山運動後の花崗岩類による鉍化作用の時期としているが、構造発達史の章では、これら花崗岩類はジュラ紀～白亜紀に活動したものとしている。

また、ESCAP (1993) には花崗岩類の生成年代についていくつかの記述があるが、年代データの取得・整理はまだ不十分と考えられる。さらに、花崗岩類の化学組成によるタイプ分けの記述がなく、これに関するデータは過去に所得されていないことが示される。年代と化学組成によるタイプ分けのデータが十分に取得・整理されれば、後期古生代～前期中生代のIタイプ花崗岩類にはラオスのように斑岩銅鉍床が期待され、ほぼ同時代のSタイプ花崗岩類にはタイのように錫-タングステン鉍床が期待され、白亜紀のAタイプ花崗岩類にはベトナムのようにIOCGや希土類鉍床が期待されるというように、「カ」国における鉍物資源のポテンシャルがより明確になるものと期待される。

Aタイプ花崗岩 (Loiselle *et al.*, 1979)

非造山帯に特徴的、 $Al_2O_3 / (Na_2O + K_2O + CaO) > 1.0$ で CaO に乏しく、高い Fe/Mg を示す。

IタイプとSタイプ花崗岩 (Chappell and White, 1974)

Iタイプ花崗岩は、火成岩の再溶融によって形成された花崗岩類であり、プレートの沈み込み等による。 $Al_2O_3 / (Na_2O + K_2O + CaO) < 1.05$ で CaO に富む。Sタイプ花崗岩は、堆積岩類の再溶融によって形成された花崗岩類であり、大陸間の衝突等による。 $Al_2O_3 / (Na_2O + K_2O + CaO) > 1.05$ で Al に富む。

これらのタイプは Rb、Y、Nb 等の微量元素の含有量でも識別可能 (Peace *et al.*, 1984)。

4-3-3 Sihanoukville港インフラ調査

Sihanoukville港はPhnom Penhから国道4号線を西に向かって226kmに位置し、貨物鉄道も国道4号線に並走している。1960年代にフランスが建設した港に隣接してJICAプロジェクトにより増設・整備したものであり、新岸壁(喫水7.5m)、コンテナ・ターミナル(喫水8.3m)、石油ターミナル(喫水9.2m)、岩石波止場(喫水4.2m)からなる。なお、沿岸で石油の生産が予定されていることから、円借による水深11mの栈橋を2011年までに建設する計画がある。そこでは喫水10mの船舶が使用可能なので、将来的な鉍石の積み出し港として能力は十分である。

また、Sihanoukville港のあるKompong Som湾内の東岸には平均99.3% SiO₂の高純度珪砂が知られており(ESCAP, 1993)、国道4号線を経てPhnom Penhへガラス原料として運ばれている。アメリカ地質調査所(United States Geological Survey: USGS)統計によると「カ」国全体

で2003年に1,000tの珪砂が採掘されており、当該地では地元企業のNora Trading and Construction Co., Ltd.が採掘を行っている。珪砂は後背地のジュラ～白亜系砂岩の風化物が洪水により運搬され、海岸で波に洗われてシリカの純度が高くなったものである。珪砂は高純度であるとともに粒径0.1～0.5mmのものが70～80%と非常に細かく、物理的・化学的な精製作業を行わずにガラス原料とすることが可能である。

4-4 GIS整備状況と課題

4-4-1 GIS整備状況

(1) 地質局

地質局はMapping Office、Laboratory Office、Geo-Research Office、Geo-Environment Officeから構成され、総勢28名であるが民間事業に従事する者などがいて、実働は8名である。Laboratory Officeには顕微鏡と篩がある程度で活動休止状態にある。

1996年、アジア開発銀行（Asian Development Bank：ADB）の協力によりArcInfo搭載コンピュータ、デジタイザー、プロッター各1台を導入したが、いずれも現在は使用不可能である。故障するまでに1/20万地質図、全土地質図（1/50万をベース）を入力済である。

現在は、ArcView3.3搭載PC2台でPoint Dataのみ入力作業を行っている。作業対象は鉱徴地の追加（現在163カ所を入力）、鉱区図の入力（出力は鉱物資源局のAOプロッターを使用）である。PC2台の仕様は以下のとおりである。

本邦大学からの供与PC：Dell Optiplex GX270、Windows XP 2002、Pentium（R）4CPU、3.0GHz、2.99GHz、512Mb RAM、75Gb HDD。ArcGIS 9も搭載されているがあまり使用されていない。

自作PC：Windows XP 2002、Pentium（R）4CPU、500MHz、1.5GHz、256Mb RAM、37Gb HDD。

1993年以降、民間会社が鉱区取得を始めた。地質局は地元調整のために同行し、衛生利用測位システム（Global Positioning System：GPS）で鉱徴地の位置を取得して入力を行っているが、鉱化作用の詳細データは取得していない。ESCAP（1993）の鉱徴地が118カ所に対して、現在は163カ所が入力されている。なお、民間会社は報告義務を果たさなかったり、過大報告を行ったりするため、正しい情報が得られていない。

JICAのMPWTへの協力プロジェクトによる国土基本図GISデータベース作成（1996～2003）の際に出向して土地利用図の入力を行った。この際に地球資源探査衛星（Land Satellite：LANDSAT）画像が使用されたが、衛星画像のソフトウェアは所有していない。

鉱物資源図（1/75万）は120US\$/枚、1/20万地質図は40、60US\$/枚で販売を行っている。前者の鉱徴地はESCAP（1993）のままであり、後者の鉱徴地は最新のものである。

(2) 公共事業運輸省（MPWT）

JICAのMPWTへの協力プロジェクトによる国土基本図のGISデータベース作成（1996～2003、フォローアップ2003～2004）が実施され、成果物のCD/CDRはJICAカンボジア事務所保管されており、JICA関係者は使用が可能である。収められているデータは以下の

とおりである。

- ・地形図（1／10万）
- ・土地利用図（1／10万）
- ・地質図/地勢図（1／50万）
- ・1960年代の地形図（1／5万）
- ・Siem Reapの地形図（1／5000）
- ・Phnom Penhの地形図（1／5000）

ArcView 3.1やErdas Imagine（衛星画像ソフト）を搭載したPCとプロッター等を保有している。

地質局にはプロッターがないため、出力目的で地質局が作成した地質図、鉱物資源図のGISデータを共有している。

地形データとしては、全土について50m間隔のDEMを保有しており、地形3Dイメージ（正確には鳥瞰図）を作成している。

LANDSAT衛星画像を保有しているが、パスコ社に作成してもらったものである。衛星画像ソフトを保有しているが解析のノウハウは保有していない。

EDCにはJICAプロジェクト（2004～2007）で作成されたSysteme Probatoire d'Obsevation de la Terra（SPOT）、陸域観測技術衛星（だいち）（Advanced Land Observing Satellite：ALOS）（AVNIR-2、PRISM、Pan-sharpen）衛星画像データが存在する。これらはほぼ全土をカバーしており、目的とした土地利用やインフラの実態判読以外に、地質判読にも利用が可能なものである。

4-4-2 課題

C/Pとなる地質局と共同作業が期待されるMPWTともに地理情報システム（Geographical Information System：GIS）の能力は十分と判断される。ただし、両者とも衛星画像解析に関する能力はなく、地質局には衛星画像解析ソフトを保有していない。また、我が国の最新の衛星画像であるASTERやPALSARのことは知らない状況にある。よって、衛星画像解析に関する技術移転を図ることが望ましい。

また、地質局は鉱徴地の追加入力を実施しているが、位置情報のほかは民間企業があるという鉱物種のみでの入力であり、鉱化作用の性質、規模、品位、変質などの情報は取得されていない。投資促進を図るためには、これらの情報も取得・入力してGISデータベースを構築し、情報発信を行うことが望ましい。

4-5 鉱業セクターの現状と課題

「カ」国では大規模な鉱業活動がないため、明確な鉱業政策はまだないといわれる。しかしながら、鉱業政策を作成することは極めて重要なことで、特に地質や鉱物に関する情報を改善し、鉱業投資を促進するための活動が求められている。しかし、活動を実行するにあたって多くの問題点を克服する必要があり、「カ」国政府によれば、主な問題点は以下のとおりである。

- ・研修や専門性を持った適当な政府の職員が極めて限られる。
- ・特にマネージメントに関し鉱業における実戦経験がない。
- ・国全体として地質技師、採掘技師、その他の技術的人材が極めてかけている。

- ・教育システムや鉱山労働者の教育が不十分である。
- ・地質図や地質データが非常に不足している。
- ・鉱業に関する法律や規則が体系だっていない。
- ・鉱業分野への投資促進策が不足している。
- ・投資にアトラクティブな十分な情報を提供していない。

「カ」国政府は、これらの問題の克服により、鉱業セクターへの投資環境を魅力的にするとともに鉱物の探査と開発に関する法律・規則を強化し、持続可能な社会経済システムの開発や宝石や金の生産に関して不法採掘を終結させることを目指している。一方で、人材育成と国としての能力を強化、例えば鉱区での鉱物探査に関する技術報告書の評価を自ら行えるように希望している。

4-5-1 提言

(1) 政府の鉱業政策等

要請書に記載のとおり、国家の5ヵ年計画に沿って「鉱山セクター第三次5ヵ年計画」では6項目の目標が定められていることは確認できたが、目標以上の具体的な検討はなされていないところ、各目標達成のための具体的な方策と計画を先方が自ら考えられるように働きかける必要がある。

(2) 情報提供・認可済み鉱区での調査

「カ」国に存在するすべての情報提供（鉱区許可済み案件も含む）と許可済みの鉱区に関する現地調査（現場を確認する程度）についてGISに入力できる体制を整える必要がある。

(3) 今回の調査は新たなデータ作りが大切

ESCAP以降のデータもほとんどないが、一応整理する必要がある。あとから追加されたデータを含み中身がない。そういう意味で今回の調査は新しいデータを作っていくということを中心とした作業が最優先と思われ、できる限り多くの現地調査（地質図でなく鉱徴確認記載）を実施することが望ましい。また、エアボーン（選定された地域での実施も検討の余地がある（飛行機はタイミング次第では2000～3000万円で飛ばせる可能性有り））。

(4) どのようなデータが増えるか

今回新たに追加されるデータは、以下の作業によって得られたデータが想定される。

- 1) ASTERデータを駆使し1/20万の地質図を書き直す。必要な現地チェックを行う。
- 2) 既存のESCAPデータと申請された地域のデータを上記の解析と重ね合わせる。
- 3) 地質的可能性を検討し、新たなポテンシャルの可能性を考え、可能な範囲で現地確認を行う。
- 4) 平行してESCAPに記載されたデータの信憑性を検討するため予算の範囲内で、あとから追加されたポテンシャル地点を含み現地チェックをする。

- 5) 以上の作業で、「カ」国のポテンシャルをレビューし、ガイドブックをGISとリンクさせて作る。可能な範囲で想定される鉱床の模式図を加えることが望まれる。
- 6) キャパシティビルディングとして、どのような作業を行い、どのような資料をどのように記載するのか、フォーマットを作り、OJTを行う。そうでなければ、いくら調査しても彼ら自身によるデータが蓄積されない。
- 7) GISはJICAの協力で作成されたMPWTのGISデータと整合性をもたせる。ただし、まっさらなキャンパスにもものを書く感じで作る。
- 8) 仮に物理探査ができれば衛星画像とあわせ、かなりの解析ができる。リモートセンシングによる有望地域の抽出から候補地の現地調査というパターンも想定する。

(5) M/P作成は課題を十分に絞り込んで実施

アクションプランは簡単に総論を記載したあと、「カ」国にあった具体的なものを作成する。鉱業法や鉱業細則、例えば、鉱区認可期間の長さ、払うべき費用等を整理して細則を変えるなど、課題を十分に絞り込んで対応する必要がある。特に、法の運用に対する透明性ももたせること。

(6) 機材供与

人材育成や技術移転に必要となる基本資材は高額なものではないので、他のスキームとの連携等、何らかの形で供与する方法を検討することが望ましい。人数分のハンマー、GPS、調査記載事項を印刷した野帳（レベルブック）等。CPUは10万円程度のものでよいので3台は必要と思われる。

(7) 平行した継続フォローが不可欠

現在、協力を実施中のラオスや本件「カ」国は、当該分野での援助がまだ多くないので、小規模の技術協力プロジェクト等、後続の案件を視野に入れておくべきである。そのために調査団と平行してMIMEに専門家を派遣し、体制を整えることも一案である。この専門家は早々に派遣され、ある程度の予算に裏づけされた現地調査などが独自に実行可能な専門家であるべきで、インドシナ地域兼任でもよいと思われる。

4-5-2 鉱業関連組織とその役割

「カ」国において鉱業に直接関係する組織はGDMRであり、MIMEの傘下にあるが、ほかにMOEも鉱業に関して密接な関係にあり、また、外資による鉱業活動では、CDCによる外資事業の許認可と契約締結が「カ」国内での事業活動の前提となる。ほかに探査、採掘活動の段階では、雇用の関係から労働職業訓練省、税務の関係では商務省、経済財政省、さらに水資源・森林利用などの面では水資源気象省、農業林業漁業省などが関係する。なお、石油・ガスについては別に公社が管轄している。

(1) 鉱工業エネルギー省（MIME）

MIMEは、大臣官房室、工業総局、GDMR、エネルギー総局、監査総局、総務部、人事局部、財務部、法務部および地方支局から構成されている。

鉱業に関しては、MIMEはGDMRおよびエネルギー総局の上位組織として、よりマクロに国内天然資源の管理と有効利用、環境統合的な開発などで政策的に地質・鉱業活動を広く管理・監督する。MIMEの本省全体では約700名の成員であり、このほかに各州、主要都市などの出先にもスタッフが駐在あるいは任命されている。

MIMEの任務は、GDMRの上位組織として鉱業を扱うだけでなく、工業的産業分野全般にわたり、政策策定からその施行、管理を広く行う行政機関として組織されている。

鉱業分野に関しては、傘下のGDMRと連携して、マクロ政策面から鉱業活動を推進するとともに、関連工業分野に対してもその波及効果を及ぼすべく各種の政策の策定と運用を図っている。

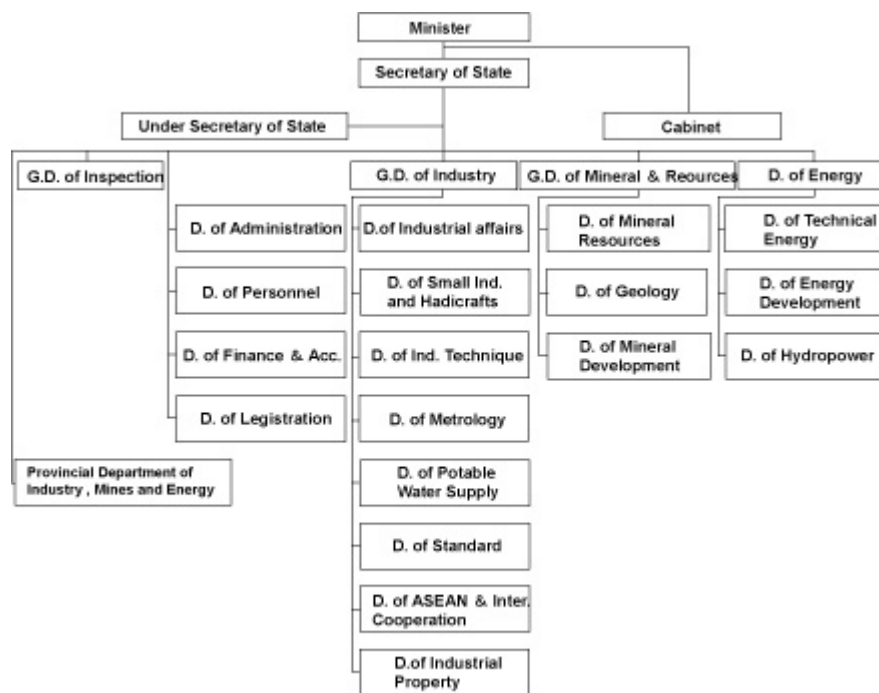


図 4 - 5 MIME組織図

(2) 鉱物資源総局 (GDMR)

GDMRはMIME傘下に組織され、GDMRには地質局、鉱物資源局、鉱物資源開発局の3組織を統合する。GDMRの成員は地質局の職員が26名のほか、鉱物資源局、鉱物資源開発局も各30名前後で、併せて小計82名程度の人員構成である。その基本的な任務は次の分野に及ぶ。

- 1) 石油、天然ガスを除く各種の金属／非金属鉱物資源の調査、保全、利用を監督、促進するための政策や計画を実施し、法令規則の制定に関して大臣を補佐する。
- 2) 鉱業関連データを収集・保管し、統計を行い、鉱業行政に資する。
- 3) 鉱業活動に係る許認可関連文書、報告類の審査と検討を実施する。
- 4) 鉱業権者の活動を監督、検査し、必要に応じて関係省庁との調整などを実施する。

GDMRはさらに鉱物資源局、地質局及び鉱物資源開発局の3局で構成される。

鉱物資源局は、金属鉱物 (Metallic Minerals)、非金属鉱物 (Non-Metallic Minerals)、宝石・石炭 (Gemstone and Coal)、工業建材 (Construction Materials)、並びに鉱業監督 (Mining Inspection) の5室を構える。鉱物資源、砂利、砂および建設資材の探査および開発にかかわる法、準制令、命令規則の改善、質や量を計算するための探査と評価、研究と開発のための探査の投資計画へのコメント、法律、準制令、規則の遂行の管理並びにコントロールとモニタリングをすることになっている。

地質局は、地質調査、地質図作成、環境地質および実験室の4室からなる。地質調査に関連する法律、準制令、規則の実行、地質調査、物理調査、地化学探査の実行、鉱物資源評価とマッピング、石油ガスに関するものを除く地質データや情報の収集、管理、活用、交換および販売、観光、都市開発および建設に有益な地域や鉱物資源のポテンシャル地区での地質データ解析、地質調査や地質図づくり、並びに地質情報収集等が任務となっている。

鉱物資源開発局は、鉱物資源開発 (Mineral Resources Development)、協力室 (Cooperation) およびデータ管理 (Data Management) からなる。

(3) 地質局での聞き取り調査

地質局での聞き取り調査によれば、登録される職員が26名に対し、ほぼ常駐する職員は8名程度 (専門的な知識を有する職員というが、レベルはかなり低いと思われる) で、その他の職員は日頃の副業のためほとんど事務所にはいないという。8名の職員も、専門的な副業がある場合 (最近ではBHPビリトンのボーキサイト探鉱活動への派遣)、事務所を空けることが多い。地質局長でさえ、建設関係の基盤地質調査や、宝石の鑑定などを副業として行ってきた。このような事実から判断すれば、役所としての機能は極めて脆弱であると思われる。

地質局によれば、現在保有のデータはArcInfo3.3に収納されたESCAPの取りまとめ資料が主。鉱産物図は1/50万をベースに作られている。1/20万は14枚で全土をカバー。1960年代後半にフランス地質鉱産局 (Bureau de Recherches Geologiques et Minières : BRGM) が調査した地質図がベース。これらをデジタイザーでGISに入力したが、現在はデジタイザーが壊れてしまったので入力できない。新しい情報も若干入力されているというが、記載事項は位置情報だけで、調査→記載→報告→データの保管など技術者としての基本プレーがなされていない。また、実験室には顕微鏡が1台あるのみで、恒常的に仕事がない状態である。

4-5-3 カンボジア開発評議会 (CDC)

CDCは首相直属の機関で、「カ」国の復興開発に係る国際支援や外国・内国投資の促進を図る観点からそれらの調整、審査と許認可などを一括して管轄する責務を担っている機関である。

会長はフン・セン首相で、第一副会長が経済財政大臣、副会長は商務大臣と経済財政副大臣である。組織としては、カンボジア投資委員会 (Cambodia Investment Board : CIB) とCRDBの2委員会と事務局から構成される。

投資委員会は外国企業および「カ」国内企業が投資を実施する際のワンストップサービス

を行い、投資に関係した情報提供、分析・評価、認可手続き、関税・内国諸税の減免措置、外国人労働者のビザ・労働許可業務、事業所登録などを一括して実施する機関と位置づけられている。CRDBは、「カ」国に対する2国間もしくは多国間の支援事業を調整、統括する機能を有する。

これら組織のうち、投資に係る法律としては、1996年に成立したカンボジア王国

投資法があり、それは投資側の権利や資本を守る内容となっており、外国投資家が利益を「カ」国から自国へ持ち帰ることも認められている。「カ」国政府との合弁や100%外国企業による投資も認められている。投資に必要な機械の輸入関税に係る減税措置などの優遇税制を投資インセンティブとして用意している。

「カ」国のインセンティブは人的資源の労働賃金が安いことが一番で、政府もそれにより軽工業・繊維産業を中心として加工業の育成を奨励し加工輸出を目的とした繊維産業分野への外国投資を受け入れて、これまで外国援助に依存したカンボジア経済の発展を目指してきた。しかし、タイ湾での石油・天然ガスの探査の開始など、今後は鉱業など他の分野でも外資導入と産業育成を図ろうとしている。CDCは、金属資源分野でも採掘だけでなく国内で製錬等の加工を行い、より付加価値の高い輸出の義務化も目指している。

4-5-4 環境省 (MOE)

MOEは、下記のように環境保全と公害予防・除去に係る各種役割を担う。鉱業プロジェクトの許可については、外資の場合、CDCによる事業許可のあと、鉱業活動に関してはGDMRに探査・採掘の各許可を申請することとなるが、この過程でMOEによる初期環境影響評価など環境保全の面からの審査が行われ、これらすべてがクリアされる必要がある。環境保護に関しては、既に「環境保護法」や「環境影響評価手続に係る準法令」が發布されていて、保全、管理業務が遂行されている。MOEの職務としては、「カ」国における持続可能な発展を保障することを目的として、そのための遂行項目として挙げられている。

- (1) 環境政策の実施と、国と地方の環境〔行動〕計画案の策定
- (2) 環境に関連する法律文書の作成および実施
- (3) プロジェクトと活動に関する環境影響評価を審査し、勧告、評価作成と審査の手続提案
- (4) 天然資源の合理的・持続可能な保全、開発、管理と利用のために関係省庁へ指針の付与
- (5) 国の保護区域の政府機関と協力した管理と、新規保護区域の創設の勧告
- (6) 排出物リストの作成と、環境汚染の防止、削減と規制のための措置の提案
- (7) 汚染発生源の検査と違反通報のための手続き提案、およびその検査、違反の通報
- (8) 環境データ収集、分析管理、報告書作成と環境情報の提供。環境保護管理について公衆の参加を促進すること
- (9) 環境教育プログラムの作成と実施
- (10) 環境保護に関する国際協定・条約・議定書参加への提案作成と、その責任遂行に必要な技術的作業の実行
- (11) 環境保護と天然資源保全への投資の促進と環境寄贈基金の創設と管理
- (12) 環境保護促進のための国内団体、国際団体、非政府組織、地域社会その他の国との協力

4-5-5 本邦企業に関連した探鉱活動

2007年12月現在では、BHPビリトンとJV契約を締結した三菱商事がMondulkiri州でボーキサイト探鉱活動を行っている。このプロジェクトは、両社共同で2006年10月に「カ」国政府と探査契約書の調印を行い、その後の初期事業化調査・詳細事業化調査のあとにボーキサイト鉱区・アルミナ精錬所の開発・操業を目的とする開発契約書の締結に向け、「カ」国政府と排他的交渉に移る権利を有すとされている。2007年は、ボーリング調査を含む第一次探鉱が実施された。

このほか、日鉄鉱業(株)がKandal州Phnom Basset地区で銅・モリブデン鉱床の探鉱活動を継続中であるが、その他は本邦企業に関連する具体的な金属探鉱案件はない。

4-5-6 外国企業の「カ」国への鉱業投資活動

2007年12月現在での「カ」国での鉱業権（探鉱権・採掘権）の認可件数は99件であり、2007年7月現在の81件から18件増加し、2007年7月～12月の6ヶ月間で22.2%増加している。これは、企業別に見ると、Preah Vihear州でのKenertec Co., Ltd.による9件が最も多く、次にMondulkiri州・Ratanakiri州・Kratie州のSouthern gold Ltd.の3件となっている。地域別に見ると、Preah Vihear州・Stung Treng州で9件、Mondulkiri州・Ratanakiri州・Kratie州で7件となり、これら「カ」国北部～北東部の5州だけで新規鉱業権認可件数の88.8%を占め、これら5州に偏在して、新規鉱業権が認可されたことがわかる。

鉱業権認可件数における外国企業単独により保有される鉱業権および外国企業との合弁企業により保有される鉱業権の占める割合は、認可件数のみで考えると、99件のうち、59件であり、全体の59.6%を占め、「カ」国内の鉱業活動企業のほぼ6割が外国企業と密接な関連を有している結果となった（なお、所属不明企業は「カ」国企業分として計算した）。これを国別の認可件数で見ると、オーストラリア（三菱商事／BHPビリトン合弁企業を含む）が23件（外国企業中の39.0%）、中国11件（同19.3%）、韓国11件（同19.3%）、マレーシア8件（同13.6%）、ベトナム4件（同6.8%）、タイ2件（同3.4%）となり、オーストラリア・中国・韓国の3カ国で「カ」国内の外国企業が保有する鉱業権件数の77.6%を占めるに至っている。2007年7月～12月までを見ても、外国企業への新規鉱業権認可件数は、オーストラリアが5件、韓国が8件となり、オーストラリア・韓国、特にKenertec Co., Ltd.の鉱区取得により、韓国のプレゼンスが2007年7月～12月の6ヶ月間で非常に大きくなったといえる。

4-6 他ドナーの活動

現在実施中の援助活動はない。WBから鉱業分野における技術協力の申し出が最近MIMEに対してあったが、MIMEは日本政府に対して技術協力の要請を挙げていたため、WBの申し出は受け入れなかったとのこと。

参考文献

- Chappell, B.W. and White, A.J.R., 1974, Two contrasting granite types. *Pacific Geology*, 8, 173-174.
- ESCAP (Economic and Social Commission for Asia and Pacific) , 1993, Geological map at 1:1,500,000 scale and explanatory note, Cambodia. Atlas of Mineral resources of the ESCAP region, Vol. 10, New York, 85p.
- Loiselle, M. C. and Wones, D. R., 1979, Characteristics and origin of anorogenic granites. Geological Society of America, Abstract with Program 11, p468.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W. and Tindle, A.G., 1984, Trace elements discrimination diagram for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25, 956-983.
- Phan Cu Tien *et al.*, 1988, Geology map of Kampuchea, Laos and Viet Nam at 1:1,000,000 scale. General Department of Mines and Geology, Hanoi, six sheets.
- Phan Cu Tien (Ed.) , 1991, Geology map of Kampuchea, Laos and Viet Nam, Explanatory note to the geological map of Cambodia, Laos and Viet Nam at 1:1,000,000 scale, 2nd edition. Geological Survey of Viet Nam, Hanoi, 158p.

