

マダガスカル共和国  
鉱業分野プロジェクト形成調査  
報告書

平成20年3月  
(2008年)

独立行政法人国際協力機構  
経済開発部

経済
J R
08-049

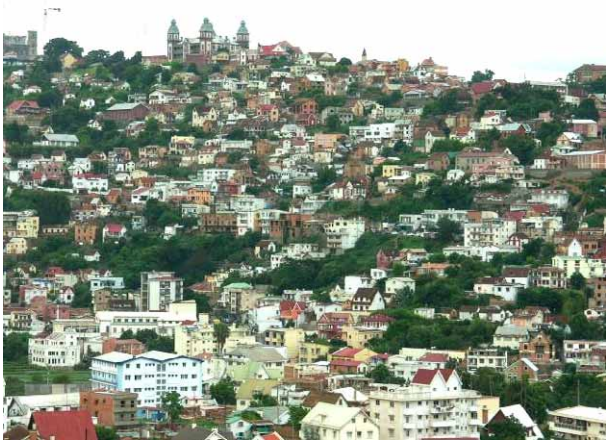


**マダガスカル共和国  
鉱業分野プロジェクト形成調査  
報告書**

平成20年3月  
(2008年)

独立行政法人国際協力機構  
経済開発部





アンタナナリボ市街



アンタナナリボ郊外の田園風景



BPGRM (マダガスカル地質鉱物資源情報センター)



BPGRM内のGIS室



エネルギー鉱山省でのM/M署名



現地ODAタスクフォースへの報告



## 略 語 表

AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
BCMM	Bureau du Cadastre Minier de Madagascar Mining Cadastral Office of Madagascar	マダガスカル鉱区管理局
BGS	British Geological Survey	英国地質調査所
BPGRM	Base de Promotion et Gouvernance sur les Ressources Minérales	マダガスカル地質鉱物資源情報センター
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières	フランス地質鉱産局
CASM	Community and Small Scale Mining	コミュニティと小規模鉱業イニシアティブ
DGM	Direction des Mines et de la Géologie	(エネルギー鉱山省) 鉱山地質局
EITI	Extractive Industries Transparency Initiative	採掘産業に関する透明性イニシアティブ
GIS (SIG)	Geographical Information System	地理情報システム
IEC	Information, Education, Communication	情報、教育、コミュニケーション
IGN	(National Institute of Geology)	地質調査所
JOGMEC	Japan Oil, Gas and Metals National Corporation	石油天然ガス・金属鉱物資源機構
MAP	Madagascar Action Plan	マダガスカル国家開発計画
MEM	Ministère de l'Energie et des Mines	エネルギー鉱山省
OMNIS	Office des Mines Nationales et des Industries Stratégiques	鉱業・戦略産業公社
PALSAR	Phased Array-type L-Band Synthetic Aperture Rader	L帯合成開口レーダー
PGRM Project	Projet de Gouvernance des Ressources Minérales (Mineral Resources Governance)	鉱業ガバナンス強化プロジェクト (世銀)
PRISMM	Projet de renforcement institutionnel du secteur minier malgache	鉱業セクター構造改革プロジェクト
PRSM	Projet de Réforme du Secteur Minier	鉱業セクター改革プロジェクト
RS	Remote Sensing	リモートセンシング
SADC	South African Development Community	南部アフリカ開発共同体
SIGM	Système d'Information Géologique et Minier	地質情報システム
SSM	Small Scale Mining	小規模鉱業
TICAD	Tokyo International Conference on African Development	アフリカ開発会議
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
USGS	United States Geological Survey	米国地質調査所





# 目 次

写 真	
略語表	
第1章 調査の概要.....	1
1-1 調査の背景・目的.....	1
1-2 調査団の概要.....	1
1-3 調査結果.....	3
1-4 団長所感.....	3
第2章 鉱業セクターの概要.....	8
2-1 マダガスカル共和国の概要.....	8
2-2 国家開発計画.....	8
2-3 鉱業セクターの現状.....	10
2-4 我が国のこれまでの鉱業関係プロジェクト実施状況.....	24
2-5 他ドナーの活動.....	25
2-6 リモートセンシング技術及びGISの整備状況.....	26
第3章 要請の背景.....	33
3-1 要請の概要.....	33
3-2 要請機関及び関連機関.....	35
3-3 先方と合意した協力案の概要.....	35
第4章 アフリカ鉱業分野投資会議（Mining INDABA 2008）への参加報告.....	37
付属資料	
1. 署名したM/M.....	41
2. 現地協議議事録.....	49
3. マダガスカル鉱業政策.....	63

## 目 次

図 2 - 1	エネルギー鉱山省組織図.....	11
図 2 - 2	PGRM 組織図.....	12
図 2 - 3	PGRM の調査内容と担当ドナー等.....	13
図 2 - 4	GIS の将来構想.....	14
図 2 - 5	地質調査地域.....	18
図 2 - 6	空中物理探査の実施地域.....	19
図 2 - 7	マダガスカルの資源ポテンシャル.....	21
図 2 - 8	SIGM ネットワーク構成図（提案当初）.....	27

# 第1章 調査の概要

## 1-1 調査の背景・目的

マダガスカル共和国（以下、「マダガスカル」と記す）政府は、2007年から2012年を対象とした国家開発政策として「マダガスカル開発計画（Madagascar Action Plan：MAP）」を策定している。この中で、雇用創出、税収の増加、インフラの充実及び社会サービスの向上のため、これまで開発が進んでいなかった鉱業を、自然・社会環境に配慮しつつ振興していくことを目標としている。鉱業開発を推進するべくマダガスカル政府が鉱業投資法の改正（2004年）や鉱業法の改正（2005年）を実施した結果、民間による開発のためのインセンティブが大きく改善されている。かかる状況のなかで、2007年には住友商事が参加する総額37億ドルのニッケル鉱山の開発が開始されるなど、近年になって鉱物資源開発が進みつつあり、鉱業がマダガスカル経済の発展へ大きく寄与することが期待されている。このため、鉱物資源の探査をこれまで以上に効率的に行っていく必要がある。

他方、小規模な採掘業者が多数進出し活発に活動するなか、採掘権や環境規制を無視して活動する違法採掘業者が自然環境に与える影響が大きな問題となっている。

このような状況のもと、今般、マダガスカル政府は我が国に対し、更なる鉱業の振興のために鉱床を有する地域を特定するためのリモートセンシング技術及び空中物理探査技術に係る技術移転、及び違法採掘業者を規制し、環境への影響を低減するための指導強化に関する技術協力プロジェクト2件の要請を行った。

なお、マダガスカルにはこれらの諸課題を解決していくための制度や実施体制が整っていないことが想定されることから、技術協力プロジェクトによる直接的な技術移転・人材育成に先立って、開発調査による政策策定・制度構築支援が必要であると考えられるため、本プロジェクト形成基礎調査では、第一に開発調査による支援の必要性につき確認を行うものとする。

## 1-2 調査団の概要

本プロジェクト形成基礎調査では、要請のあった2案件それぞれの要請内容、先方政府の実施体制、他ドナーの活動等を確認したうえで、協力の必要性及び妥当性、並びに協力内容の検討を行った。また、2件の要請をもとに調査を行いつつも、現場のニーズによってはこれらの統合または明らかになったニーズに合わせた案件の形成も視野に入れ、調査を行った。

### (1) 調査団構成

担当	氏名	所属
団長	小林 広幸	JICA 経済開発部資源・省エネルギーチーム長
鉱業政策／鉱物資源評価	北 良行	国際鉱物資源開発協力協会 国際協力部長
GIS／リモートセンシング	古宇田 亮一	産業技術総合研究所 産学官連携コーディネーター
調査企画	江原 由樹	JICA 経済開発部資源・省エネルギーチーム 職員

(2) 調査日程：2008年1月21日（月）～2月9日（土）

	月日（曜）	小林	江原	北	古宇田	
1	1/21（月）	PM 成田発				
2	1/22（火）	AM アンタナナリボ着 14:00 JICA マダガスカル事務所表敬 15:00 対マダガスカル現地 ODA タスクフォース打合せ				
3	1/23（水）	08:00 エネルギー鉱山省（MEM）表敬 09:00 鉱山地質局（DGM）表敬、要請背景調査（DGM） 14:00 要請背景調査（DGM）				
4	1/24（木）	09:00 世界銀行訪問				
		14:00 USAID 訪問		14:00 DGM 訪問		
5	1/25（金）	08:30 EU 訪問 10:00 在マダガスカルノルウェー大使館訪問 11:00 AfDB 訪問 15:00 在マダガスカルフランス大使館訪問				
6	1/26（土）	団内会議				
7	1/27（日）	報告書作成、協議議事録（M/M）案作成				
8	1/28（月）	09:00 環境省訪問 PM エネルギー鉱山省協議				
9	1/29（火）	09:00 Dynatec 訪問 PM エネルギー鉱山省協議				
10	1/30（水）	08:30 鉱業ガバナンス強化プロジェクト（PGRM）訪問 10:00 マダガスカル地質鉱物資源情報センター（BPGRM）訪問 14:00 BPGRM 協議 16:00 M/M 協議・署名				
11	1/31（木）	AM 団内会議、報告書作成 14:00 現地 ODA タスクフォース報告				
12	2/1（金）	AM 帰国	追加調査		AM 帰国	
13	2/2（土）	（成田着）	報告書作成		（成田着）	
14	2/3（日）	/	PM アンタナナリボ発 プレトリア（南ア着）		/	
15	2/4（月）		AM JICA 南アフリカ事務所訪問、打合せ PM ケープタウンへ移動、Mining INDABA 参加			
16	2/5（火）		Mining INDABA 参加			
17	2/6（水）		帰国	Mining INDABA 参加		
18	2/7（木）		（成田着）	Mining INDABA 参加		
19	2/8（金）		/			帰国
20	2/9（土）					（成田着）

### 1-3 調査結果

マダガスカル国家開発計画である MAP においても、鉱業はマダガスカルの経済発展において非常に重要な役割を期待されている。これまで、世銀をはじめとした各ドナーの支援により鉱業法の改正、大規模鉱業投資法の制定と改正及び実施体制・制度の構築と活用が進められている。

一方で、世界でも類のない希少動物の宝庫となっているマダガスカルにおいては環境と開発の両立は最優先事項の一つであり、環境保護に係る法制度の整備、実施体制の構築、エネルギー鉱山省（Ministère de l'Energie et des Mines : MEM）と環境省との協働体制の構築などが進められているところでもある。

このような状況にあつて、環境保全と鉱業開発をバランス良く進めるための政策作り及び実施にあたり、我が国の有するリモートセンシング技術の活用が有効であると考えられ、MAP に沿った持続的な開発を進めるに際して、我が国が本分野を支援した場合、時宜を得たものになるだろう。

他方、特に南部において違法な貴石採取活動が非常に活発に行われており、環境に負の影響を与えているのみならず、採掘技術の不足による安全性の欠如なども問題となっており、このような小規模鉱業（Small Scale Mining : SSM）の活動による影響がマダガスカルの鉱業分野における最も大きな課題の一つとなっていることが明らかになった。

このように今般要請のあった2件は必要性、緊急性ともに非常に高いことが明らかとなった。

情報収集及び協議の結果、SSM 対策に係る支援については、我が国の支援の余地は少なからずあるものの、世銀鉱業ガバナンス強化プロジェクト（Projet de Gouvernance des Ressources Minérales : PGRM）により一定の支援が行われる予定であることが明らかとなった。一方、リモートセンシングを用いた地質情報整備については世銀 PGRM を中心に各ドナーが大規模に支援しているが、十分な質・量とはいえず、特に L 帯レーダーによる衛星画像を用いた解析技術等の我が国の技術・経験を活かすことで、時宜を得た支援が可能であることが判明した。しかしながら、他ドナーの支援により地質情報整備が急速に進められるなか、我が国の支援においても早期に成果を出すことが求められること、及び技術協力プロジェクトによる技術移転を行うには先方の実施体制が弱体であり、十分な成果が見込まれないことから、開発調査による支援が妥当であると考えられる。

以上についてマダガスカル側と協議した結果、リモートセンシングを用いた地質情報整備に係る開発調査を優先案件とする旨合意し、協議議事録（Minutes of Meeting : M/M）としてこれを取りまとめ、双方署名することができた。

### 1-4 団長所感

#### (1) マダガスカル鉱業分野の位置づけと協力の妥当性

マダガスカル鉱業分野の発展は同国国家開発計画（Madagascar Action Plan : MAP）において急速な経済成長実現のための重要な課題として位置づけられている。同国は豊富な鉱物資源のポテンシャルが指摘されているなか、現時点での当該分野の GDP に占める割合は5%程度にとどまっているが、今後の順調な開発により2011年には30%を占めることが期待されている。また、2007年、本邦企業がマダガスカルのニッケル鉱山に対する640億円の投資を決定するなど、同国の鉱物資源への海外からの関心も高まりつつある。

また、マダガスカルの一人当たりの GNI は 280 ドル（世銀：2006 年）と依然低く、前述の MAP

においても貧困削減が最重要の課題とされており、国家の経済的基盤作りと雇用創出に資する鉱業分野の発展は貧困削減の観点からも重要である。

さらに、近年は中国等の開発途上国においても急速な経済発展が実現されつつあり、地球規模での資源の枯渇問題がさらに深刻化している。各国が保有する地下資源が有効に活用されることによる、持続的な資源供給体制を構築することが国際的な課題となっている。

また、2008年度は第4回アフリカ開発会議（Tokyo International Conference on African Development : TICADIV）が開催される予定であり、アフリカ諸国の持続的な発展とかかる国際協力の取り組みが改めて注目されている。

以上のとおり、マダガスカルにおける鉱業分野の位置づけと世界的な動向にかんがみれば、同国鉱業分野に対する協力の実施は極めて時宜を得たものといえる。

## （2） 鉱業分野の構造改革の進捗

マダガスカルの鉱業分野は、主に世銀の支援を得て90年代から構造改革が進められており、鉱業法の策定（1999年施行、2005年改定）、鉱業投資法の策定（2002年施行、2004年改定）等を通して、鉱業ライセンスの取り扱いやロイヤルティ、税制の整備等が進められ、関連制度の構築状況はアフリカでも最も進んだ国の一つとなっている。

また、環境法及び関連条例が整備されたことにより、鉱業ライセンス取得のための環境影響評価の実施等が義務化されたとともに、関連手続きの執行機能として各省庁に環境担当ユニット（Environmental Cell）の設置が求められており、エネルギー鉱山省も鉱山地質局と7つの地方支部（アンタナナリボを含む inter-regional ごと）に計13名の職員を配置した。最終的な環境審査は大規模鉱業に関しては National Office of Environment（ONE）が、小規模鉱業の場合は鉱山地質局が実施している。

また、MAPに基づく鉱業分野の予算計画を含む事業実施計画（2007～2011）も策定・実施されている。

さらに、鉱物資源に係る情報整備も各援助機関の協力を得て進められている。

依然、政府としての政策実施体制や能力においては課題が残されているものの、枠組み作りという観点においては、本改革は極めて順調に進捗していると思われる。

## （3） 他ドナー等の支援状況

マダガスカルの鉱業分野に対する諸外国からの支援は、セクター改革に係る制度や法整備等にかかる支援と鉱物資源情報の整備にかかる支援の大きく2つに分類できる。前者は主に世銀のPGRMにより実施されており、前述のとおりセクター改革はほぼ順調に進捗している。また、後者については、世銀のほかに米国国際開発庁（United States Agency for International Development : USAID）

〔実質的には米国地質調査所（United States Geological Survey : USGS）が実施〕、フランス〔実質的にはフランス地質鉱産局（Bureau de Recherches Géologiques et Minières : BRGM）が実施〕等が協力してきており、BPGRMをカウンターパートに地質及び鉱物データの整備を行っている。一部の特定地域に対しては10万分の1、または20万分の1、さらに全国を対象に100万分の1または50万分の1の地質図等が、今後2年以内に作成・更新される予定である。

以上のとおり、当該分野への協力は非常に網羅的に実施されているように見受けられるが、制度や政策を実施するための体制作りや能力強化等への取り組みは不十分である。また、情報整備に関

しても、技術やノウハウの移転が十分になされておらず、依然、自立的運用・発展が期待できる状況にはない。

#### (4) 要請背景と案件の優先度

マダガスカル政府は我が国に対し、更なる鉱業の振興のために鉱床を有する地域を特定するためのリモートセンシング技術及び空中物理探査技術に係る技術移転(以下、「リモセン案件」と記す)、及び小規模違法鉱業事業者を規制し、環境への影響を低減するための指導強化(以下、「小規模鉱業案件」と記す)に関する技術協力プロジェクト2件の平成20年度新規要請を行った。

「リモセン案件」では、前述のとおり各協力機関主導で情報整備が進められているが、一部情報は更なる整備(10万分の1の地質図の整備予定範囲は全国の50%以下)が必要である。また、関連データの分析・活用方法や地質図等の作成方法に係る技術移転は十分になされておらず、右技術移転と更なる情報整備を推進するための支援が重要となる。

「小規模鉱業案件」では、世銀が関連の制度と評価・モニタリング体制の構築を支援していることから、日本に関係者(事業者、中央政府職員、地方行政職員)の教育に用いる教材の作成が要請されたものである。他方、世銀も制度の運用体制構築に係る取り組みは極めて限定的(NGOを通じたコミュニティベースの能力強化)であり、実効性に疑問が残る。また、過去の世銀のプロジェクトにおいて、マダガスカル語で作成された採掘者対象の教育資料が既に存在することも判明したが、必ずしも高い教育効果が期待できる資料となっていない(ただし、同資料は現行世銀プロジェクトで更新される予定)。

以上のように、両案件ともに残された課題があり、協力実施の可能性はあるものの、日本側の協力実績や経験等も紹介しつつ鉱山地質局との協議を行ったところ、「リモセン案件」を優先することで合意した。また、協力形態に関しては、求められる成果、先方の実施体制及びJICAの経験等にかんがみ、開発調査による実施が有効であるとの結論に至った。

#### (5) 協力内容の妥当性と概要

今回、先方と合意した内容(詳細は付属資料のM/Mを参照)では、鉱業振興と係る投資を促進するための情報整備機能の強化を図るために、主に以下の項目を網羅する開発調査を約2年間にわたり実施することが想定されている。

- ・ 既存資料・情報のレビューとリモートセンシングデータの解析に基づく10万分の1地質図等の更新とポテンシャル評価
- ・ 特定地域での地質調査等の実施に基づく最新データの分析と特定対象地域の10万分の1地質図等の作成
- ・ GISデータベースの更新
- ・ WEB上での情報提供
- ・ 各調査項目に係る関連技術とノウハウの移転及びマニュアルと鉱産ガイドの作成
- ・ 各種セミナーの開催と国際セミナーへの参加

本調査の目的と調査項目に関しては、前述の当該課題のニーズ、すなわち「更なる情報整備の推進と関連技術の移転」に合致している。また、投資促進による鉱業振興を目指すMAPの方針に沿うものである。さらに、MAPに基づき作成された鉱業分野の事業実施計画(2007~2011)におい

でも鉱物資源情報の整備が取り上げられており、本調査内容は先方のニーズと方針に合致したものであるといえる。

## (6) 実施上の課題・留意点

### 1) 先方の組織と実施体制

鉱山地質局には3名の地質専門家と2名の技師がおり、今回締結のM/Mでは、本案件のカウンターパート要員として2名の地質専門家と2名の技師を配置することで合意している。しかしながら、既存のデータベースを含め鉱山地質局の体制が極めて脆弱であることを考えると、マニュアルの整備等も実施することにより、先方の負担を極力軽減しつつ効率的・効果的に技術移転を行う方策や、必要に応じては世銀プロジェクトのカウンターパート組織であるBPGRMの要員と設備や情報の活用・取り込み等を検討する必要がある。

鉱山地質局の一部機能とBPGRMは将来的に統合され、エネルギー鉱山省傘下の新組織(National Institute of Geology)となる可能性が検討されている。他方、現時点では組織図上は同じ省に属していても組織も保有データも完全に分離(データベースのサーバについては2008年2月以降連結される予定)されており、人員、データ及びノウハウ等の共有は極めて限定的である。本調査実施にあたっては、成果をより広く共有し、将来の組織統合に備えるために、可能な範囲でBPGRMからの調査への参画を促すとともに、少なくとも、双方が情報を共有する機会を頻繁に設定する必要がある。本案件の実施が決定した際には、改めて世銀本体との調整を図る必要があると思われる。

### 2) 他援助機関との連携(地質調査対象地域の選定)

マダガスカルは比較的緩やかなドナー協調のもと、各機関の連携が進められている様子であるが、当該分野に関しては既に多くの協力機関が長期的な協力を進めており、それらの機関との信頼関係に基づく良好な連携体制を構築することが重要である。各種情報とアウトプットの共有を促進し、必要に応じては、先方政府だけではなく各援助機関からの意見等も取り込みつつ調査を進める必要がある。特に、当方で地質調査を実施する対象地域の選定と調査精度の設定にあたっては、先方政府を通して各援助機関との調整が必要となる。また、前述の鉱山地質局とBPGRMの連携強化を図るためにも、世銀プロジェクトとの良好な連携体制構築は不可欠である。

### 3) 持続可能性の担保(各種政策との整合性、出口を意識した調査)

移転された技術を含め当該案件のアウトプットがその後も有効に活用・推進される体制作りにかかる配慮が、調査の実施中においても求められる。前述の先方実施体制に係る留意事項等に加え、鉱物資源情報の整備体制の強化がMAPやセクターの実施計画、または予算計画において明示的に位置づけられるよう働きかける必要がある。各種政策や計画の策定や見直しのタイミングを逃さず、必要な情報や助言を先方に提供するとともに、他援助機関を含む関係者間での当該案件の認知と評価を高め、それら政策等に反映されやすくするための取り組みを日常的に行うことが求められる。

また、マダガスカルの経済分野における我が国の援助方針の検討状況を踏まえつつ、状況に応じては鉱業分野への支援もプログラムアプローチの観点からの整理と長期的な取り組みの検討がなされることが望ましい。また、必要に応じては、本邦から右援助方針の検討にかかる技術的な支援を行うことも可能かと思われる。



さらに本案件は、後述する SADC<sup>1</sup>に対する本邦からの協力との連携も想定した取り組みとすることが求められる。

#### 4) 日本の関連技術の活用

本調査において日本の保有するリモートセンシング技術である PALSAR (Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar) 画像を活用することが可能となれば、日本の技術の有効性をアピールできるばかりではなく、新たな視点からの鉱物資源の分析が可能となり、本調査の実施意義と付加価値を大いに高めることが可能となる。状況に応じては、本件につき本邦関係機関との調整を図りたい。

#### (7) SADC に対する協力との連携

甘利経済産業大臣のボツワナ訪問時に、ボツワナと同国を核とした SADC 加盟国へのリモートセンシング技術に係る日本の協力実施が合意されている。右協力では特定の鉱種を対象に選定された地域における鉱物資源探査の実施を主目的とするもので、先方への技術移転という視点からの効果は限定的なものとなると思われる。右協力は 2008 年度から開始されるが、最初はボツワナを対象とし、その後、SADC 加盟国への展開となることからマダガスカルへの直接的な協力が実施されるのは、仮に本件開発調査が実施された場合でも、その終了後となる可能性が高い。本開発調査では、特定地域での地質調査実施はあくまでも手段であり、それによる関連技術の移転と総合的な情報の取りまとめ、及び投資促進のための情報発信が主な狙いとなっており、前述の SADC 関連案件とは趣旨において明確に差別化できる。むしろ、本案件で基礎的な人材の育成がなされることにより、将来的に SADC を経てマダガスカルで実施される協力がより円滑に実施可能となるなど、両プロジェクトの連携による相乗効果が期待できる。

#### (8) 今後の手続き

本プロジェクト形成調査の結果をもって、在外及び本邦の関係者への報告を行い、「リモートセンシング案件」の開発調査案件としての採択にかかる検討を依頼することとしたい。仮に、採択されることとなった場合には、事前調査団の派遣によりさらに詳細な調査内容に係る先方との協議を行う。

---

<sup>1</sup> 南部アフリカ開発共同体 South African Development Community ; 構成国は以下の 14 ヶ国。南ア、ボツワナ、レソト、ナミビア、スワジランド、アンゴラ、コンゴ民主共和国 (DRC)、マダガスカル、マラウィ、モーリシャス、モザンビーク、タンザニア、ザンビア、ジンバブエ。

## 第2章 鉱業セクターの概要

### 2-1 マダガスカル共和国の概要

マダガスカルはアフリカ大陸の南東に位置し、587,041km<sup>2</sup>（日本の1.6倍）のマダガスカル島全域を占める。人口は1910万人（2006年、UNFPA）、首都はアンタナナリボ（人口484万人：2003年）。アフリカ大陸系、マレー系の民族からなり、公用語はマダガスカル語及びフランス語が話されるが、2007年4月の憲法改正により英語も公用語となった。宗教はキリスト教41%、伝統宗教52%、イスラム教7%となっている。

主要産業は農牧業であり、米、コーヒー、バニラ等を産する。

GNIは53億米ドル（2006年：世銀）、一人当たりGNIは280米ドル（2006年：世銀）、経済成長率は4.9%（2006年：世銀）となっている。

1990年代半ばより国営企業民営化、投資法改正、貿易自由化等の自由化政策強化により、1997年以降は一定の経済成長を遂げるに至った。しかし、2002年前半の政治危機は経済にも深刻な悪影響を与え、経済もマイナス成長（-12.7%）を記録した。その後徐々に経済は回復し、近年は石油価格高騰の影響を受けるも、観光サービス業が好況なほか、鉱業分野での投資も活発化している。

### 2-2 国家開発計画

マダガスカル政府は2006年、2007年から2012年を対象とした国家開発政策として「Madagascar Action Plan（MAP）」を策定した。MAPは以下の8つのコミットメントを柱としており、各コミットメントに対していくつかのチャレンジが設定されている。

- コミットメント1 責任ある政府
- コミットメント2 インフラの整備
- コミットメント3 教育改革
- コミットメント4 地方開発と緑の革命
- コミットメント5 保健、家族計画及びHIV/AIDSとの戦い
- コミットメント6 経済成長
- コミットメント7 環境の愛護
- コミットメント8 国家の結束

ただし、MAPの実現には8～11十億ドルともいわれる巨額の資金が必要となるため、経済成長とともに、外国投資の増加〔84百万ドル（2005）→500百万ドル（2012年）〕が必須であるほか、非常に多くの問題を抱えている<sup>2</sup>。

MAPのCommitment 6 Challenge 7 “Intensively Develop the Mining Sector”の概要は以下のとおり。

---

<sup>2</sup> 世銀 Public Expenditure Review 2007

### 【現状 Current Reality】

過去 20 年の間、マダガスカルは資源ポテンシャルは見過ごされてきており、雇用創出、税収の増加、インフラの充実及び社会サービスの向上等の機会を逸してきた。これまで、鉱業活動は GDP の 4%以下に過ぎなかったが、仮に現在判明しているポテンシャルがすべて開発された場合、2011 年には少なくとも GDP の 30%を占める産業となるべきである。

2006 年、政府は鉱業振興のためのプラットフォームとして、民間企業、援助機関、コミュニティ及び政府機関等からなる委員会（Strategic Decision Meeting : SDM）を設置した。

### 【目標 Goal】

マダガスカル政府は、現行の鉱業プロジェクトが、社会・自然環境に配慮しつつ、迅速に生産段階に入れるよう支援を行う。このことにより、(マダガスカル)天然資源の活用を促進するものである。

### 【戦略 the Strategies】

1. 省庁、企業及び援助機関が結束し、障害を取り除く
2. 民間企業からのフィードバックに基づき、現在の環境を改善する
3. プロジェクトの形成段階から市民を巻き込む
4. 小規模鉱業事業者を正規の産業に統合する

### 【優先活動 Priority Projects and Activities】

1. 鉱業生産を阻む障害の除去
2. 財政基盤強化の方針策定
3. 鉱業分野における法制度の改善
4. 天然資源の探査及び開発の促進
5. 石油及び鉱物資源の管理能力強化
6. 小規模の貴石採取業者に対する教育及び研修
7. 新規プロジェクトの形成及びモニタリングへの市民参加促進
8. 課税額の削減
9. 投資家のための行政手続きの簡素化

### 【指標 Indicators】

	2007 年	2012 年目標値
鉱業関連行政手数料収入 (百万ドル)	1.58	15
ロイヤリティ収入 (百万ドル)	0.168	45
鉱物の輸出からの収入 (百万ドル)	50	300

## 2-3 鉱業セクターの現状

### (1) 概観

マダガスカルにおける鉱業の現状は、高い資源ポテンシャルを持っているにもかかわらず、未だ十分な開発が行われていない。現在、主に生産されているのはクロム鉄鉱石であるが、このほかにポテンシャルが確認されている鉱物資源として、金、ニッケル、コバルト、銅、鉛、亜鉛、白金族、チタン、ボーキサイト、エネルギー資源として、ウラン、石炭、石油など多岐にわたっている。しかしながら、主にインフラ未整備のため、それらは開発されるまでに至っていない。近年、マダガスカルでは資源ポテンシャルが見直され、外国資本による大規模な探査活動が実施されている。現在注目されるプロジェクトとしてシェリータ、住友、韓国コンソーシアムの Ambatovy ニッケル、コバルトプロジェクト、及び QIT Madagascar Minerals' (QMM : Rio Tinto とマダガスカル政府) の チタンプロジェクト の開発が進められている。

小規模鉱業については詳細を把握できないものの、サファイア、エメラルドといった宝石のほか、金も対象とされ相当数の活動がある。特に、南部にあるイラカカにおけるサファイア鉱業は政府の管理ができない不法地帯となり、警察すら密輸の取り締まりができない状態であるといわれる。

マダガスカルでは、①大規模鉱業の誘致、②既存の小規模鉱業の政府による管理・合法化及び適切な利益管理、③環境問題などが鉱業促進に向かつての課題とされてきた。このような状況下、マダガスカル政府は、1998年に政令 No98/394 に基づいた鉱業セクターの改革を開始した。基本姿勢として鉱業分野の自由化と商業分野からの国家関与撤退が掲げられており、1999年1月に鉱業セクター改革プロジェクト (Projet de Réforme du Secteur Minier : PRSM) が開始、2002年まで続けられた。鉱業法関係では2000年に新しい規程が有効となり、環境省庁等との省庁間の連携の強化、BCMM (Bureau du Cadastre Minier de Madagascar) の新設、小規模鉱業に対する技術及び管理支援、環境管理情報システムの設置がなされた。

PGRM (Projet de gouvernance des ressources minérales) は、PRSM 計画に基づいてその後開始されたプログラムである。さらに、エネルギー鉱山省には PGRM で取得されたデータを活用してコンパイル・解析を行うべく BPGRM を設立している。なお、これに先立ち、フランスを中心に1960年代から取得された地質データを整理した GIS システム“SIGM (Système d'Information Géologique et Minier) ”が2000年に完成されている。

### (2) 鉱業関係機関

#### 1) エネルギー鉱山省 (Ministere de L'Energie et des Mines : MEM)

鉱業関係を担当する鉱業省は、鉱山地質局 (Direction des Mines et de la Géologie : DGM)、エネルギー局 (DGEN)、水資源局 (DGEA) の3局からなり、これに管理部門が併設されている。さらに、鉱業・戦略産業公社 (Office des Mines Nationales et des Industries Stratégiques : OMNIS) 等の公社、タスクフォース機関としての BRGM が管轄下に入っている。全体で400名、年間予算は20億 Ar. (11.7百万ドル)、鉱山地質局は80名程度のスタッフがいる。

**Organigramme du Ministère de l'Énergie et des Mines**  
(Décret 2007-986 du 19 novembre 2007)

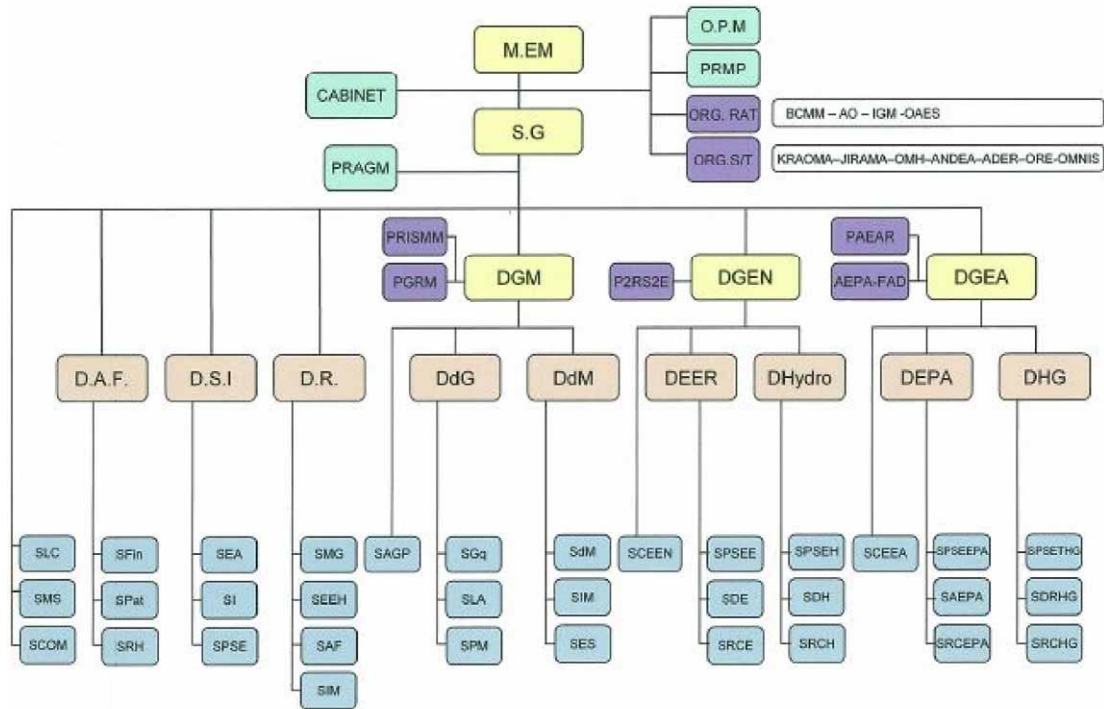


図 2 - 1 エネルギー鉱山省組織図

鉱山地質局は、さらに鉱山部と地質部に分かれる。環境関係は鉱山部で、調査関係は地質部で実施されている。地質部には SIGM (Système d'Information Géologique et Minier : 地質情報システム) と呼ばれる GIS システムがある。さらに、省内には鉱区情報管理として BCMM がある。BCMM はマダガスカル全土の鉱業権を管轄している。また、地方に 11 の事務所を持つ。

2) PGRM (Projet de gouvernance des ressources minérales)

PGRM に沿って設立された PGRM は、世銀、南ア、マダガスカル政府により資金手当てされたプロジェクトで、2003 年にスタート、2008 年 12 月までの 5 年間で実施されている。主な役割は鉱業分野での持続可能な開発戦略の実行と鉱業分野での透明なマネージによる貧困削減の 2 項目。なお、資金はマダガスカル政府が 5 百万ドル、世銀 IDA が 32 百万ドル、USAID が 0.5 百万ドル及び南ア政府が 1 百万ドルをそれぞれ支援している。人員体制は、立ち上げ時点ではおよそ 40 名のマダガスカル人職員がおり、現在は 23~24 名、そのうち地質技師が 12 名となっている。これらの地質技師は現在 4 つの地質図調査と 100 万分の 1 コンパイルの 5 つの契約先に各々 2 名ずつ、合計 10 名が派遣されている。10 万スケールの調査は予算上すべてを実施することは困難であるため、有望地域でも調査の余地がある。

PGRM を中核に、地質調査所 (National Institute of Geology : IGN) が PGRM の職員を中心に設立される予定で、既に立ち上げ作業が開始されている。2010 年にはすべての地質関係部門が地質調査所に集結される予定 (一部構想も含む) である。また、現在ほとんどの科学データはこのプロジェクトの情報管理部門である BPGRM に集結されている。

鉱業分野での持続可能な開発戦略の主目的は

- ・ 行政と透明性の改善
- ・ 鉱産物のマネージに対する分権化
- ・ 民活とSSMの支援

となっている。

また、そのほか

- ・ 宝石関係加工技術協会の設立
- ・ 民間企業の活動促進
  - 大規模鉱業投資の適正なシステムの確立
  - 国際フォーラムなどに参加して海外で投資促進に努める
  - BPGRM の設立
- ・ PGRM探査関係主な活動
  - 地質図の更新と近代化（310 シートを計画し 18 シートが完了）
  - 空中磁気、放射能調査
  - 既存のデータにより 50 万分の 1 の地質図編纂
  - 現地調査一部の地域に対する 10 万分の 1 の地質図作成（岩相、構造、地化学探査用試料採取）・分析関係

などが実行されている。

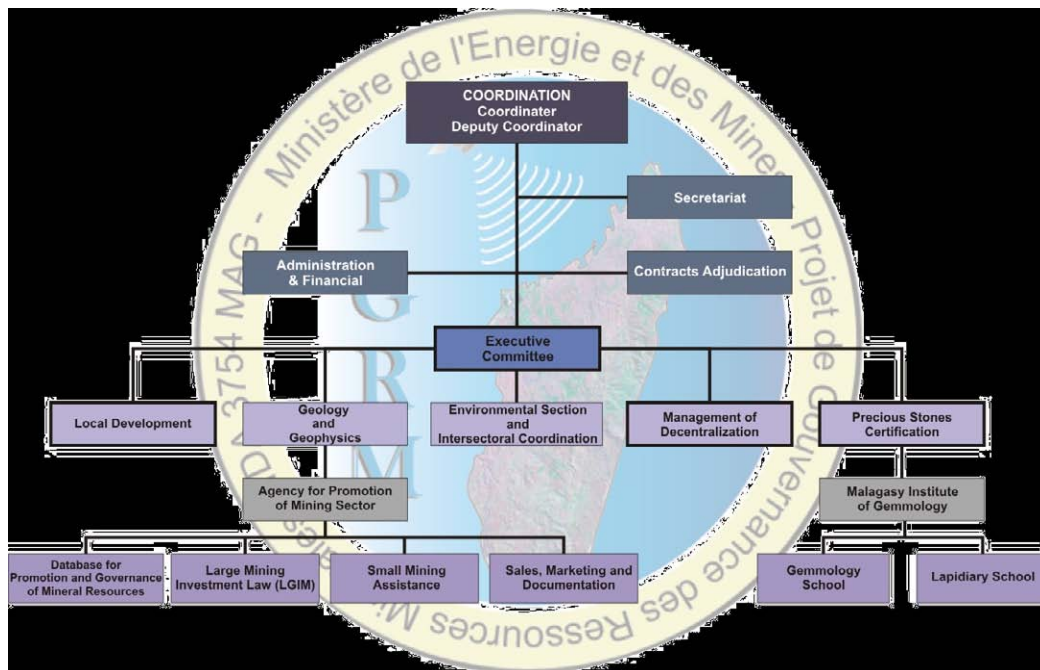


図 2 - 2 PGRM 組織図

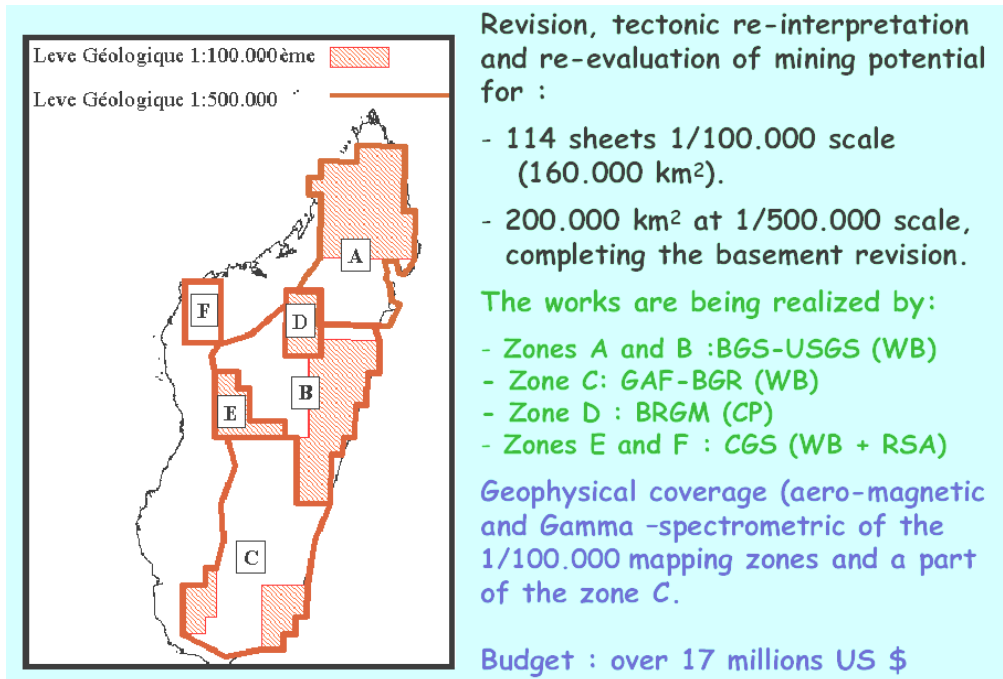


図 2 - 3 PGRM の調査内容と担当ドナー等

### 3) BPGRM (Base de Promotion et Gouvernance sur les Ressources Minérales)

同センターは PGRM プロジェクトで取得されたマダガスカルの地質関係等データを一括管理するために設立された。既にデータが投入され、ほぼ完全に運営を開始している。同センターの機能は地質データ・鉱業データを提供することで、いろいろな出版物も作成している。機構的にはこれらを遂行するため、地質、物理探査、リモートセンシング-GIS、化学分析等の専門家を有するとあるが、職員の数は限られている。

主に以下の衛星データを所有しており、これに基づき種々の画像解析を行っている。

- Landsat- 7 (全土)
- Aster (全土)
- JER- 1 (南部の一部)

同事務所の販売製品は以下のとおり。

- 地形図
- 衛星イメージ画像 (スペクトルイメージ)
- 地質図
- 鉱産物分布図
- 空中磁気異常図
- 空中放射能異常図

最終的な GIS 構想は図 2 - 4 のとおりで、地質のみならず環境、農業等のデータも統合していく可能性がある。

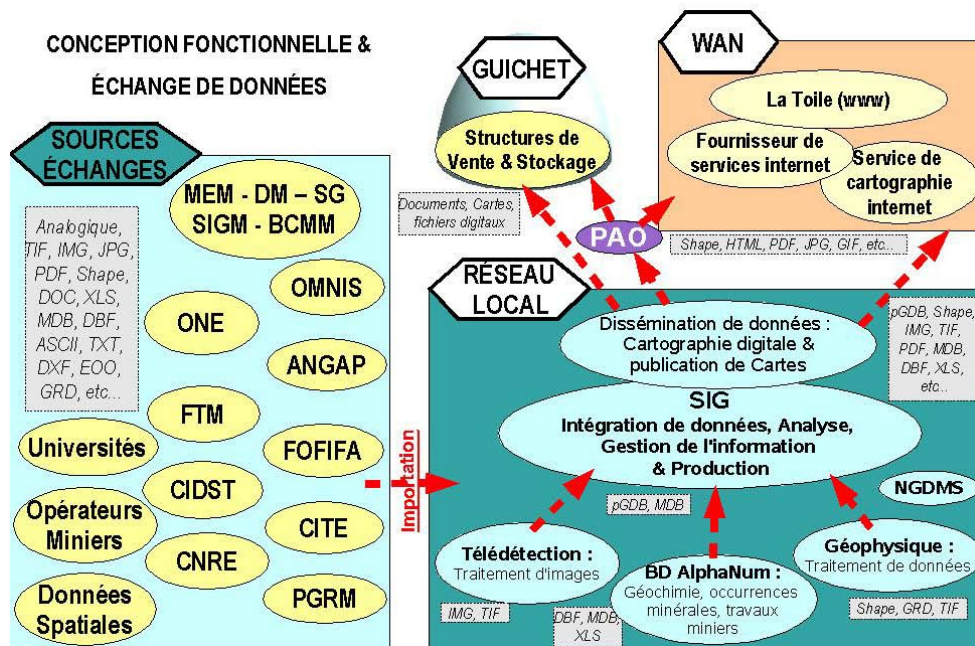


図 2 - 4 GIS の将来構想

#### 4) BCMM (Bureau du Cadastre Minier de Madagascar)

エネルギー鉱山省にあり、透明性確保の精神で、鉱業関係ライセンスの管理発行を行っている。毎日データを更新するシステムを目指している。地方に 11 の事務所を開設している。鉱業関係のライセンスは別途詳細するが、①Exclusive Authorisation Reserve a Prospect、②License of Search Exploration、③Lisence of Exploration に分けられ、このほか Small Scale Mining License がある。

#### 5) OMNIS (Office des Mines Nationales et des Industries Strategique)

OMNIS は政府の戦略産業部門を実行する公社で、国の工業化を促進するために 1976 年に設立された。実行範囲は国の鉱業戦略の定義づけとその実行で、ステージとしては調査の企画、探査、開発で、石油、石炭、地熱の開発促進も担っている。調査ではボーリングのほか、物理探査も磁気探査や地上重力探査などが自ら実施できる。エネルギー関係ではデータベースも担当している。

OMNIS は分析室やボーリングクルーももっており、地質調査からボーリングまですべてを実施することができる。全体情報の収集から興味ある地域を選択して技術的な調査を実施する段取りを踏んでいる。外国企業にはジョイントベンチャーのローカルパートナーとして利用する価値があると考えられる。書類の作成、特に現地における環境説明などは OMNIS が行っている。法律で OMNIS は戦略資源の 10% の権益を（無償）有することになるが、有償でそれ以上の権益を要求する場合がある。

### (3) 鉱業政策

エネルギー鉱山省の 2007 年以降の 5 年間の鉱業政策は、以下の 4 つの戦略からなる。

- 1) 鉱業セクター振興に向けた他省庁、民間企業及び援助機関との協働
- 2) 民間企業からのフィードバックに基づく環境の改善
- 3) 鉱業プロジェクトの実施にあたっての市民参加の促進



4) 小規模鉱業の正規経済における主流化

また、これらの戦略に沿って目標、成果、活動及び指標並びに予算計画を定めている。  
マダガスカル鉱業政策の目標、成果活動及び指標の仮訳を以下に示す。

コード	目標	成果	活動	指標
671	鉱業の振興と輸出の増加			鉱産物の輸出が増加する
6711		鉱業行政の効率改善		各種手続の処理期間
			活動1：鉱業エネルギー省及び関連機関のキャパシティ強化	職員の75%が研修を受ける
			活動2：IGM（貴石研究所）の強化	250人が対する研修を受ける
			活動3：鉱業行政のためのツールの効率改善	手続マニュアルが1種作成される
6712		組織改革の実施		新たな実施体制の施行
			活動1：BAM（鉱業行政局）の強化	BAMが設置される
			活動2：鉱物資源輸出のためのデータベースとラボの分散化	2ヶ所のラボが設立される
			活動3：金探査機関の運営開始	5ヶ所の地方組織が設立される
			活動4：IGN（地質調査所）の設立準備	地質調査所運営のための建物が改築される
			活動5：長期的に安定した資金獲得構造の構築	案が作成される
			活動6：鉱業セクターにおける安全な環境の確保	許可文書がアップデートされる
			活動7：省内の人材の活用	職員数
			活動8：税収の増加のためのコミュニティ向け非金銭的インセンティブの設定と実施	（鉱業活動が価値ある行為として）認識される
			活動9：コミュニティに対するリーダーシップ、ガバナンス、鉱業の知識、鉱業税制及び機材の使い方に関する能力強化	コミュニティに対する研修が実施される
			活動10：地方における鉱業活動に関する啓蒙活動のための鉱業キオスクの設置	鉱業キオスクが設置される
6713		組織の強化		業務が完遂される
			活動1：行政能力が物理的に強化される	導入された機材数
			活動2：コミュニティが物理的に強化される	導入された機材数
			活動3：資源の有効活用（予算、資産及び人材）	16のDIRMが機能する
			活動4：建物の建設・改築、機材のメンテナンス及び新規導入による行政の近代化	庁舎が建設・改築される、新たな機材が導入される
6714		効率的な行政とグッド・ガバナンス		信頼性のある統計
			活動1：汚職対策	22州の全てで啓蒙活動が実施される
			活動2：les ruéesの削減	les ruéesを半減させる
			活動3：鉱業分野の法規制の徹底	30の規程が施行される
			活動4：鉱業規程の理解促進	22州の全てで啓蒙活動が実施される
			活動5：鉱業製品のトレーサビリティの強化	生産品の申告が50%増加する
			活動6：環境への影響の減少	7つの環境ユニットが機能する
672	鉱業活動の拡大に対する新規投資			鉱業投資の増加率

コード	目標	成果	活動	指標
6721		新規投資の増加と効率的な実施促進のためのインセンティブ		許可数
			活動1：競争性のある公示による許可の発行	3件が公示される
			活動2：投資のための行政手続きの簡素化	投資ガイドが作成される
			活動3：“Mining Window”（地方の鉱産品の常設展示）の設置	6つのショーケースが設置される
			活動4：啓蒙活動の実施	啓蒙活動が2件、国際会議への参加が5件実施される
6722		基礎的な情報の整備と活用		新規データの販売収入
			活動1：地球科学的資料（データベース、地図等）の整備	地質データベースが整備される
			活動2：データベースの分散化	データベースが更新され、6つのDIRMに分散される
			活動3：地質図の作成	140の地質図が公開される
			活動4：環境保護地区近傍のポテンシャルの高い地域の評価	地域が再評価される
活動5：資源マップのアップデート	資源ポテンシャルマップが作成される			
673			鉱業プロジェクトの操業	ロイヤリティ収入
6731		事業の効率化		生産量が増加する
			活動1：鉱業統計の改善	統計ソフトウェア及びデータ収集システムが機能する
			活動2：小規模採掘者の合法化促進	PREの登録数が50%増加する
			活動3：大規模鉱業プロジェクトの実施	プロジェクトが実施される
			活動4：金及び貴石の加工法の近代化	多くの加工業者が啓蒙される
			活動5：鉱山への技術支援の実施	3件の支援が行われる
			活動6：貴石に関する効果的な研修の実施	貴石加工業者が研修を受ける
活動7：小規模鉱業事業者の宝石学、金の採掘計画、マネージメント及びガバナンス、並びに機材調達能力の強化	小規模鉱業事業者が研修を受ける			
6732		鉱業収入の再投資		鉱業による税収が社会資本へ投資される
			活動1：住民参加によるPDRの策定	PDRが作成される
			活動2：大規模鉱業プロジェクトの影響の管理	巻き込んだプロジェクトの数
			活動3：地域開発ファンドの設立支援	設立された地域開発ファンドの数
			活動4：鉱物資源の精錬活動の促進	鉱物資源の精錬事業が行われる
活動5：大規模鉱山からの抛出による研修機関の設立と人材の育成	鉱山運営のための研修機関が設立される			

#### (4) 鉱業法

2005年に改正された政令 No.99/022 が現在有効である。また、2003年には Law for Large Scale Mining Investment により促進されることになった。

##### 1) 包括的な周辺地域留保許可 (An Exclusive Authorization Perimeter Reservation : AERP)

3ヶ月間与えられる許可で、最大範囲 15,000km<sup>2</sup>。更新はできない。Environment commitment plan の提出が必要になる。AERP を得た後、ホルダーは3年間の探査権を得ることができ、その後以下の R ライセンス、E ライセンスを取得することができる。

##### 2) 探鉱権 (Research License : Exploration License : PR)

本格的な探鉱を実施するためのライセンスで5年間有効、以後3年間ずつ2回までの更新が可能である。転売可能で、最大面積は 10,000km<sup>2</sup>。排他的な権利で次の開発権への優先権を備えている。Environment commitment plan の提出が必要になる。

##### 3) 鉱業開発権 (Mining License : Exploitation License : PE)

排他的権利で、有効期間は 40 年となり、以後複数回の 20 年の期間延長が可能。転売可能で、Environmental Impact Assessment が必要である。

#### (5) 地質情報の整備状況

1970年代までのフランスを中心とした調査により、100万分の1スケールの地質図が全土をカバーしている。現在の PGRM 計画により、マダガスカル東側の先カンブリア系を中心に地質図編纂が実施されている。作業は Zone-A から Zone-F までに地域を分け、2007年からの3カ年で4者に対して調査を委託している。調査地域の詳細は図2-5のとおり。地質図面の区画は 32km (W-E) X44km (N-S) で、およそ 310 シートで全土がカバーされる。調査の委託先は①BGS-USGS [英国地質調査所 (British Geological Survey)、米国地質調査所 (United States Geological Survey)]、②BRGM (フランス地質鉱産局)、③GAF-AG-BGR (ドイツ地質調査) 及び④CSG (南アフリカ地質調査所)。地質調査は、空中物理探査が実施された地域で優先的に 10 万分の 1 スケールで実施される。調査にあたっては Stream Sediment の試料も 1/5km<sup>2</sup> の密度で採取される。分析は南アまたはカナダに出される。本プロジェクトのアウトプットはこのほか、宝石関係情報、水理地質、地質構造図などがある。これらのデータを加味して BRGM-USGS により 100 万分の 1 の地質図改纂、その上に鉱物ポテンシャル情報をインプットした GIS が作成されることになる。

LES ZONES DE REVISION DE LA  
CARTOGRAPHIE GEOLOGIQUE

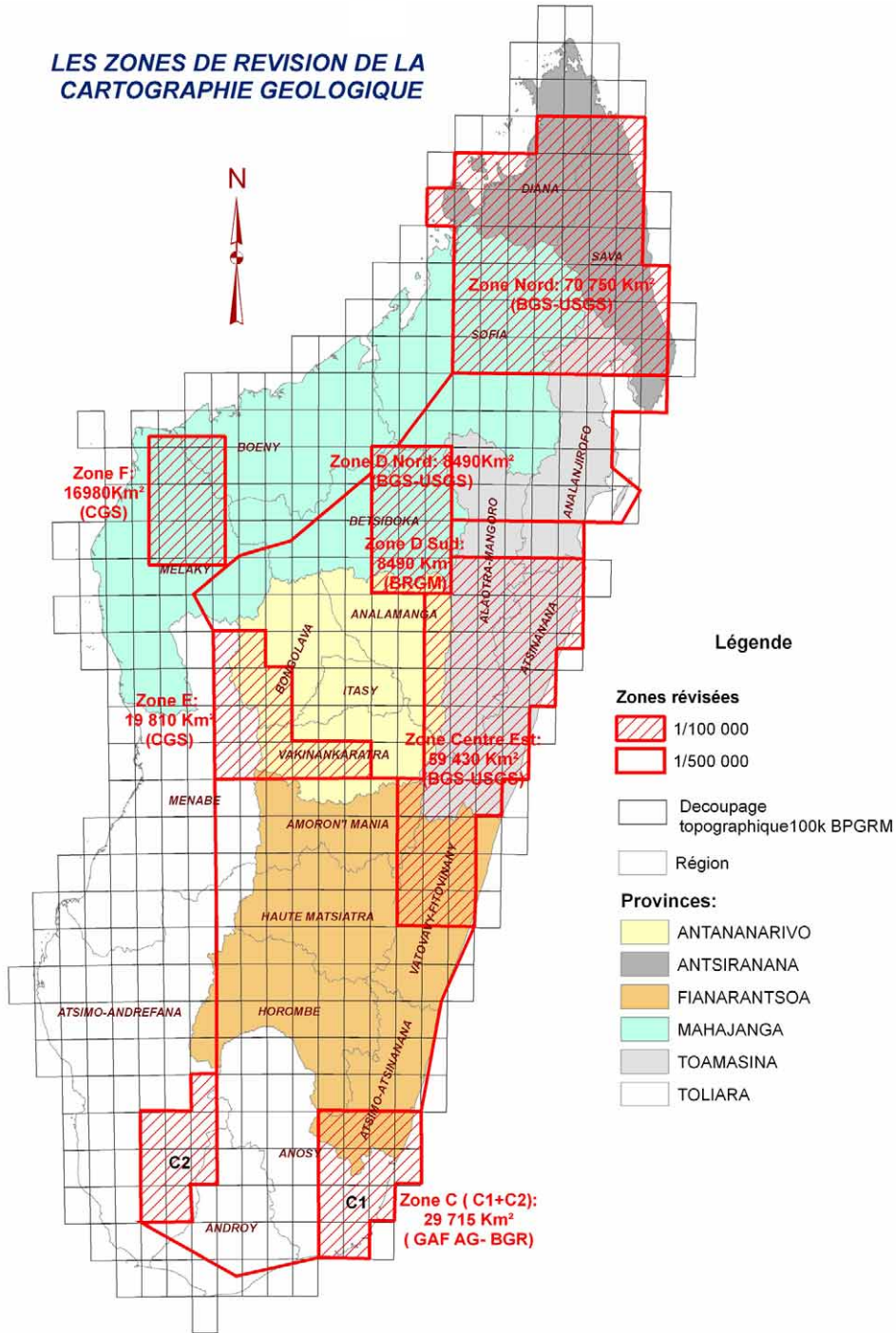


图 2 - 5 地質調查地域

図 2-6 のとおり、空中物理探査も同様に世銀プロジェクトの PGRM で4つのグループに委託されており、電磁力、放射能の2種類の調査が実施された。

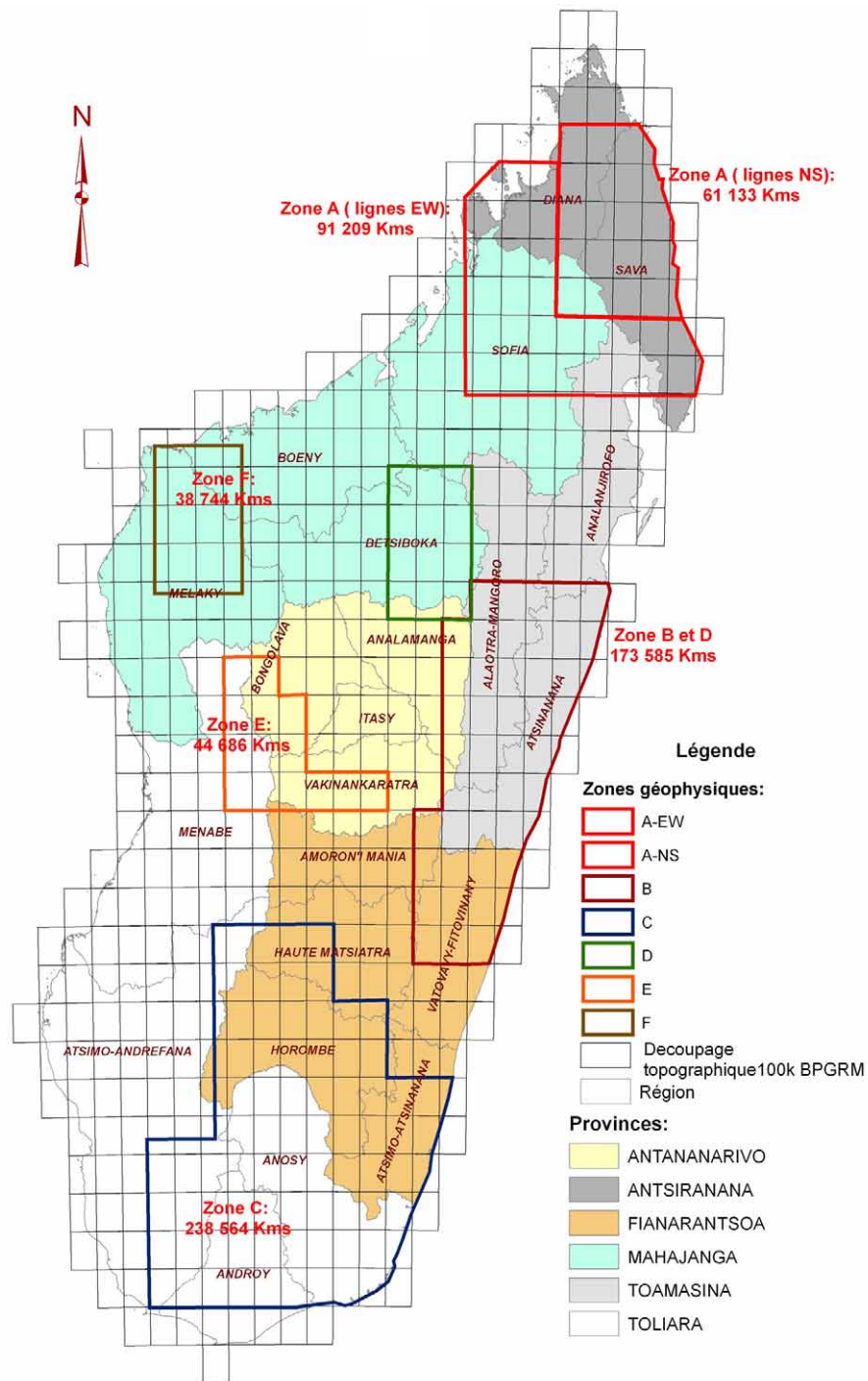


図 2-6 空中物理探査の実施地域

## (6) マダガスカル金属資源

マダガスカルは高品質の Chemical grade のクロム及び Metallurgical grade のクロムのほか、石墨フレーク、貴石などの産出で知られている。特に、サファイアは世界一の産出であり、クロムも十指にはいる。そのほか金、ニッケル、コバルト、ウラン、重鉱物砂、ボーキサイト、石炭、石油などがある。石炭については1億トンの埋蔵がある。

今までに大規模に採掘されたものとして、クロム、グラファイトが挙げられる。マダガスカルの鉱床地帯からは美しい鉱物の結晶が取れ、またアンモナイトなどの化石の産出も多く、鉱物・化石のサンプルの産地としても知られている。

現在開発計画が進められている案件として、前述のニッケル・コバルトプロジェクトとチタンプロジェクトがある。1990年の社会主義政権崩壊のあと、マダガスカル政府は鉱業法の改正、外資導入の法的整備を進めてきている。

### 1) 金

各地に多くの金鉱床が知られており、主要なものとして南部の Ampanihy、北東部の Andavakoera、東海岸の Maevatanana、西部の Miandrivazo がある。ほとんどの生産は公式に届けられたものではないが、年産2トンの金を産出すると推定されている。

### 2) 銅

中規模の銅鉱床が、Ambatovarahina、Besakoa、Daraina にある。Ambatovarahina は鉱量 252,000 トン、銅品位 4.75%の埋蔵量がある。Besakoa は銅品位 0.6%で百万トンの鉱量がある。前者については小規模の開発が検討されたが、後者は経済性がないとされている。

### 3) 鉄

Soalala 近郊の鉄鉱床は品位 35%で3億6000万トンの鉱量を有する。Betioky 鉱床は、品位 24%の3000万トンと品位 10~14%の1億3000万トンの鉱量を有する。Fasintsra での鉄資源は品位 36%で3000万トンと34%の7500万トンが推定されている。Fenoarivo 鉱床は30~40%で1億トンの資源を有している。Ambatovy では46~47%で3000万トンの鉱量がある。Ambohimahavonjy 鉱床は30~40%で1500万トンの鉱量を有する。小規模鉱床が Alaotra、Maevatanana、Mantasia に見られる。

Soalala 鉱床が最も経済性があるとみられ、Ambatovy 及び Ambohimahavonjy 鉱床は開発が検討された経緯がある。

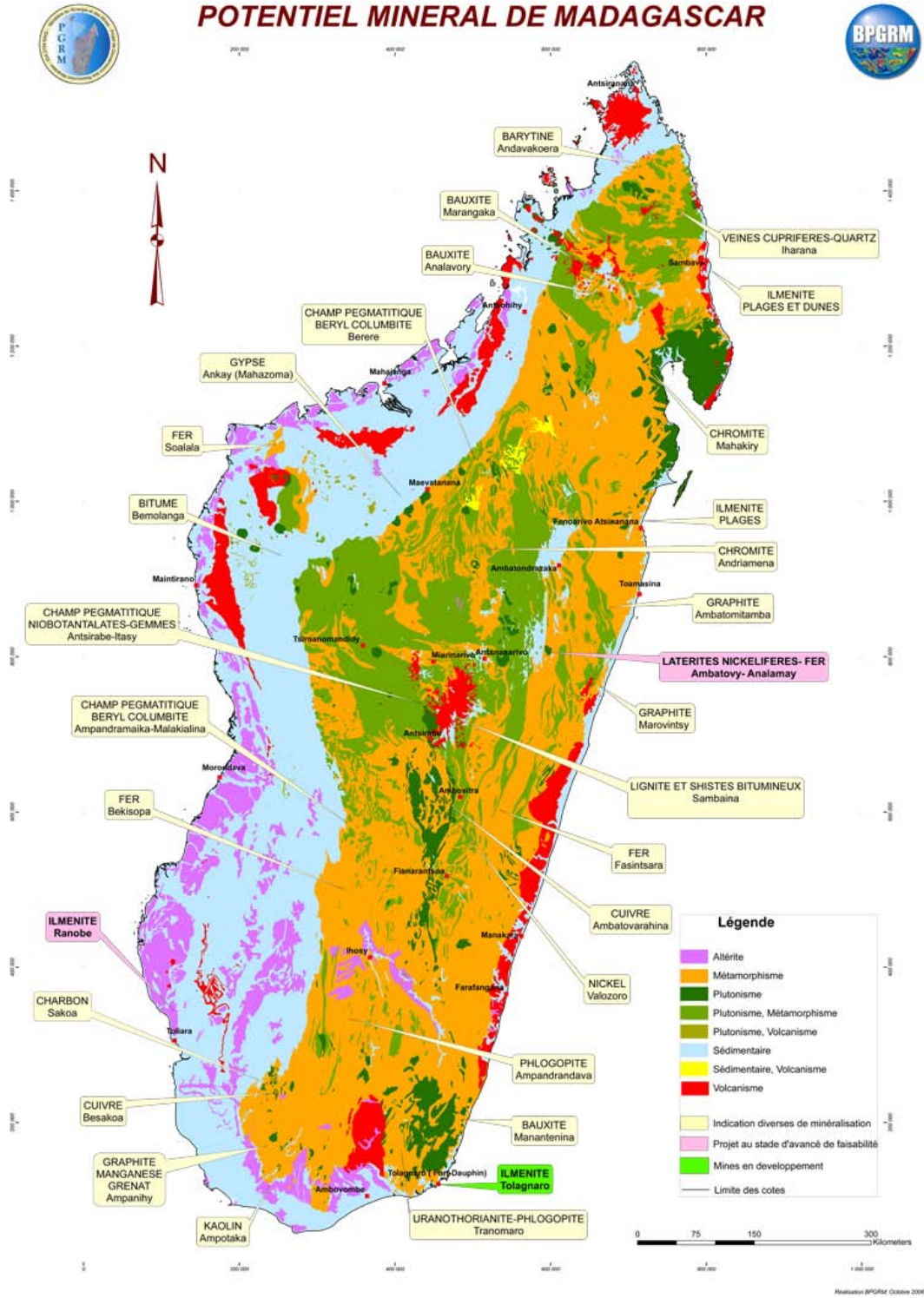


図 2-7 マダガスカルの資源ポテンシャル

#### 4) クロム

クロム鉱石は、アンタナナリボの北部にある Andriamena 地域が知られており、南部が開発されている。Andriamena 南部は Bemanevika で 430 万トン、Ankazotaolana で 360 万トンある。そのほか Ambodiana (250 万トン) Befandria-nord (300 万トン) 等が記載されている。マダガスカルは世界第 10 位のクロム鉱石の生産国である。Kraomita Malagacy 社は Ankazotaolana 鉱山でクロム精鉱 (49%Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) と塊状鉱石 (42%Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) を生産している。

#### 5) ニッケル・コバルト

Ambatovy ラテライト鉱床は、首都アンタナナリボから 80km のアンタナナリボ-Toamasina 道路沿いに位置し、鉄道も敷設されている。1970~1972 年に、マダガスカル政府とフランス BRGM 及び私企業により基礎調査が行われ、その後 1995 年に米国の鉱山会社の Phelps Dodge が鉱区を取得し、ボーリング調査及び経済性の調査を行った。同調査では鉱量 5 千 2 百万トン把握し、品位はニッケル 1.24%、コバルト 0.09%を得た (カットオフ品位 0.8%ニッケル) と報告されている。その後、Dynatec 社を中心に探査が行われ、2010 年の生産開始が計画されている。現在プロジェクト全資源量は 125 百万トンで、品位 1.04% Ni、0.099% Co である。

年間生産量は Ni60,000 トン、Co6,600 トン、生産開始の 2010 年は Goro 60,000 トン (CVRD 2008) 並びに Koniambo 60,000 トン (Xtrata, 2009) と同じ時期となる。建設開始は 2007 年半ばで 27 年の鉱山操業、開発コスト 25 億ドルを見込んでいる。プロジェクトの出資比率は Dynatec 45% 住友商事 27.5% Korean (Deawoo ほか) 27.5%。

生産された鉱石は、露天掘りスラリーによりパイプラインで、積出港となるマダガスカル東岸の Toamasina 港に送られる。

同鉱山は 3 km 離れた 2 つの鉱体から構成され (Ambatovy 3 × 2.4km と Analamay 4 × 2.8km)、ともにラテライト鉱床で 20~100m の層厚 1,300ha の広がりを持つ (平均 40m)。90%は Ferralite で一部下部に Saprolite がある。Saprolite と Ferralite の間には Low Magnesium Saprolite (LMS) があり、Ferralite と LMS が採掘対象となる。

このほかには小規模のニッケル鉱床が Valozoro にあり、ニッケル品位 1.75%の 370 万トンの鉱量があり、また、Bemainty に 1.3%ニッケル品位の 160 万トンの鉱量がある。

#### 6) ボーキサイト

アルミの原料であるボーキサイトは、同国の中央部から東側、特に国の中央の熱帯雨林境界の東側に賦存している。主なものとして、Manantenina Farafangana Ankaizina がある。Manantenina 鉱床は、鉱量 1 億 6500 万トン、アルミナ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 品位 41%であり、マダガスカルで最も有望なボーキサイト資源と見なされている。Farafangana 鉱床は品位 37%の 1 億トンと推定されており、Ankaizina 鉱床は品位 40.7%で 5500 万トンと推定されている。このほか低品位鉱床がアンタナナリボの北西に発見され、鉱量が 1000~1500 万トンと見られている。

#### 7) チタン

マダガスカルは豊富なチタン資源で知られている。チタンは東海岸を中心に分布しており、南東部の Tolagnaro 地区の海岸にはチタンを含有するイルメナイト及びジルコンが、またレアアース鉱物を含むモナザイトが海浜砂中に賦存する。港町の Tolanaro を中心とした地域に 3 つの鉱床 (Petriky Mandena Ste-Luce) があり、その全体の鉱量は、75 万トン、品位 60%TiO<sub>2</sub>及びジルコンを副産物とする。近傍にほかの鉱床があり、200 万トンのイルメナイトが想定されている。Tomasina の鉱床は、鉱量が 1200 万トンで、品位 48%イルメナイト、70 万トンのジルコンが推



定されている。その他、西部海岸の Morombe と Tambohorano 及び北部地域に鉱床が見られる。

Talagnaro 地区の開発は世界的な鉱業会社の Rio Tinto のカナダ子会社である QIT-Fer et Titane (QMM) により計画されている。最初に QIT がこのプロジェクトに参加したのは 1987 年である。1993 年に QIT は権益を 49%より 80%に上げ、1998 年に国会により承認されている。開発費の総額は 5.85 億ドルとされ、1992 年までに鉱量調査、開発計画策定、環境保護調査等を終了し、1991 年 11 月に環境アセスメントの許可を取得した。

#### 8) ベリル

1998年に石英中のベリルが30トン生産された。規模の大きい鉱床はAmbatofinadrahana、Ampanremaika Malakialina、Tsaratananaのペグマタイト中に発見されている。その他の鉱床としてBetafo Antsirabe、Miandribaza、Itrongayに賦存が知られている。

#### 9) グラファイト

相当数のグラファイト鉱床が Ambatolampy、Ampanihy、Manampotsy 地区に賦存する。マダガスカル全体のグラファイト資源は 96 万トンと推定されている。最大の生産者は Etablissements Gallois であり、東海岸の Ambalafotaka、Antsirakambo、Marovintsy に 3 つの鉱山と Tomasina に工場を有している。他の会社として Etablissements Izouard、Etablissements Rostaing、Societe Louys、Societe Miniere de la Grande Ile がある。1999 年の輸出は、9,244 トン、額で 466 万ドルとなり、1998 年の 13,087 トン、670 万ドルから落ち込んでいる。輸出の 38%が英国向けで、ドイツに 36%、米国に 20%、その他 6%となっている。マダガスカルのグラファイトの主要消費者は炉材産業である。

#### 10) 石英

マダガスカルは、黄水晶、工業用石英、ローズクォーツ、煙水晶が産出する。工業用は Kaandreho、Mananara、Maroantsetra で発見され、Kaandreho は Rollmine により採掘され、Mananara と Maroantsetra 鉱床は Prexmin により採掘されている。Citrene は Mananara と Maroantsetra に産出し、ローズクォーツは Ampandramaika、Andrianampy、Samiresy で産出し、煙水晶は Antongil 湾近くで産出する。マダガスカルは、1999 年には 586 トンの石英と珪石を輸出し、香港が 49%、ロシアとドイツにそれぞれ 15%を輸出している。

### (7) 環境保護

マダガスカルでは生物多様性の保護が最も重要な課題とされており、野外活動への投資にあたっては野外・環境の保護が最優先されるため、鉱業セクターでも環境の重要性を十分考慮した管理をしなければならない。これらは環境基本法 (the environmental framework law) とセクターごとの規定によって規制されることになる。主な規程は次のとおり。

#### 1) Environment Charter No.90-033 (December 21 1990)

- ・ 環境に影響をもたらす民間投資は影響調査を行わなければならない。

#### 2) Decree on the compliance of Investments with Environmental Management (MECIE) No.99-954 (December 15 1999)

- ・ この法令は環境影響評価 (EIA) の手続きや探査活動と Small Scale Mining に対する環境コミットメントプログラム (PREE) を扱っている。

#### 3) Mines-Environment Joint Ministerial Order No.12032/2000 (November 6 2000)

- ・ この法規は鉱業分野の環境保護に関する規定がセットされている。また、中央政府や地方で

の手続きを定義、明記し、PREE診断ファイルの様式がセットされている。

- 4) そのほか鉱業法内{The Mining Code (No.99-022 August 1999) and its regulation (No.2000-170 May 15 2000)} にも規定されている

各省庁には環境を担当するセクションが設置されている。また、マダガスカル政府は2003年に生物多様性回廊 (the biodiversity corridors) を設定し、環境保護を強化している。現在エネルギー鉱山省は環境省と合同の水・森林委員会 (Water and Forest Commission) を介して鉱業と環境の分野で必要な調整努力をしている。実質的には、環境関係では、大規模鉱業では環境省との協議となるが、小規模鉱業ではエネルギー鉱山省が管轄している。

鉱物資源あるいは石油資源の賦存地域と環境保護地域 (海洋、沿岸部も含む) の重複する地域の調整が、鉱業と環境の最も大きな課題となっている。現在のところ、エネルギー鉱山省・環境省令 No.19560/2004 により、保護地域 (sites de conservation) での鉱業及び林業の操業に関する許可は凍結されている。同令は2006年の政令 17914/06 により延長されているが、2008年10月18日にこの有効期限が切れるため、これに代わる法的文書の作成が喫緊の課題となっている。

#### (8) 小規模鉱業 (Small Scale Mining : SSM)

マダガスカルでのSSM活動は活発で、常時100,000人が、また、季節的な活動を加えると500,000人がSSMに従事しているといわれている。特に、南部では宝石の採掘が大きな産業となっているようであるが、そのほとんどは不法採掘と密輸であり、その全容は把握されていない。例えば、イラカカにおけるサファイア鉱業は政府の管理ができない不法地帯となり、警察すら密輸の取り締まりができない状態であるといわれている。

PGRMでは宝石加工技術のためにIGM (Madagascar Institute of Geomology) を設立し、また、Micro Credit System を立ち上げている。さらに、地方政府の鉱業管理に関する運営能力強化のためのプログラムを実施している。これにより、税収の公正化や必要な機材の補強を図る計画である。さらに、県庁レベルでの職業技術強化などのプログラムが組まれている。これらはほとんど進捗していないと思われる。

なお、マダガスカル政府は2006年に第6回コミュニティと小規模鉱業イニシアティブ (Community and Small Scale Mining : CASM) 総会のホスト国となっている

## 2-4 我が国のこれまでの鉱業関係プロジェクト実施状況

<海外地質構造調査>

1974年度 マダガスカル中部 金属鉱業事業団

<海外共同地質構造調査>

1975～1976年度 マダガスカル中部 金属鉱業事業団

<資源開発協力基礎調査>

1991～1993年度 マダガスカル南部 国際協力事業団/金属鉱業事業団

## 2-5 他ドナーの活動

### (1) The World Bank (世銀)

Mineral Resources Governance Project (PGRM) (2003-2008) (2010 末まで延長見込み) (IDA) 32 百万ドル

以下の4つのコンポーネントからなる。

- a. 鉱業分野における透明性の強化とガバナンスの向上
- b. 地方分権の推進 (州レベル、コミュニティレベルのマネジメント及び徴税)
- c. 投資促進と価値の付加 (Mining Sector Promotion Agency の設立、地質図の作成を含む地質情報の整備)
- d. プロジェクトのマネジメント

2007 年 5 月に 8 百万ドルの追加融資を実施。

BPGRM (<http://www2.gaf.de/bpgrm/>) に対する資金援助。

主なコンポーネント：資源データベースの構築、GIS、画像処理、物理・化学データの分析、IT 機材の選定、資源ポテンシャルマップ等の作成、エネルギー鉱山省への技術移転、WEB サイト構築・改善を含む成果品のプロモーション等。

実施は BGS (英国地質調査所) / USGS (米国地質調査所)、BRGM (フランス地質鉱産局)、the Geological Survey of South Africa (CGS)、GAF 及び German Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR)。

### (2) USAID

1994年よりUSGSによるリモートセンシングを活用したGIS構築を支援 (<http://edcintl.cr.usgs.gov/madagascar.html>)。

汚職対策の一環として、環境行政に対する能力強化支援に、特に貴石 (宝石) の鉱区管理・採掘許可システムの構築及び施行支援を含む。

### (3) フランス

BRGM による Assistance to small-scale mining enterprise development (PRISMM project) による Andriamena region での地質調査 (~2006)。PGRM への BRGM からの専門家派遣 (2005 年)。

### (4) ノルウェー

ノルウェー石油エネルギー省石油委員会 (Norwegian Petroleum Directorate : NPD)、環境対策局 (Norwegian Pollution Control Authority) 及び財務省 (Ministry of Finance) を中心とした、Oil for Development Program。2005 年から 5 年間。35 百万 NOK (約 7 億円)。

### (5) AfDB

ダイナテック/住友のニッケル・コバルト鉱山への 150 百万ドルの融資。

## 2-6 リモートセンシング技術及び GIS の整備状況

### (1) 概要

リモートセンシング技術及び GIS システムは、地質情報の整備・活用と鉱物資源アセスメント並びに環境保全のための手法として、世界各国でその開発が進められており、マダガスカルにもフランス独自の支援や世銀による米国・英国・ドイツ・フランス・南アフリカによる地質情報総合システムの構築など、かなり整備が進められてきた。しかしながら、その内容を検討してみると、データは網羅的に集約されつつあるものの、資源ポテンシャルを推計するには空白が多く、また、システムとデータの組織的な統合化も必ずしも進んでいるとはいえない。熱帯地域のため雲が多く、光学センサ画像とともにレーダー画像の活用が有効であるが、現状では活用されていない。そのため、リモートセンシング技術及び GIS システムの強化は、依然として鉱物資源開発にあたっての課題であることがわかった。

今回の要請機関であるエネルギー鉱山省の鉱山地質局では、2系統のリモートセンシング技術及びGISシステム整備が進められている。

一つは、鉱山地質局内の地質調査課が有するシステムである。同課では、フランス BRGM の支援により 2007 年 3 月までに整備した 50 万分の 1 デジタル地質図を CD で販売するとともに、一部地域でより詳細な地質図もデジタル化しており、紙に印刷される地質図の編集も行っている。ただし、販売は、別の課が担当している。人員は、課長の下に地質家 2 名、コンピューター技師 2 名、技術補助員若干名という構成とのことである。

もう一つは、BPGRM が担当し、ドイツの GAF が支援している地質と鉱物資源に関する網羅的な電子化データベースである。2名の地質家、2名の事務、1名の地図・デザイン技術者、1名の司書、1名の秘書からなる。成果はドイツの WEB サイトで公開されている。

以下に、上記 2 組織の現状を紹介する。両システムともほとんどの技術と作業を海外からの支援に頼っており、ソフトウェアの習熟状況も人によって程度の差があるものの、人員が不足している。

### (2) 地質調査課 (SGq) におけるリモートセンシング技術及び GIS の整備状況

地質調査課のシステムは、BRGM が 1993 年から推進し、2005 年の PRISMM 計画に結実した地質・鉱物資源情報管理システムである。その成果の一部は、50 万分の 1 地質図 CD-ROM として販売されているが、「売り物である」ことを理由に、資料として複製を入手することはできなかった。

マダガスカル在地質情報整備は、19 世紀後半からのフランス植民地時代にフランスによって推進された。マダガスカルが独立した 1960 年代の地質図は、地質調査課によってスケールの異なる地質図として販売されている。全土を 100 万分の 1 地質図 1 枚がカバーし、それを拡大した 50 万分の 1 地質図が 8 枚作られた。1985 年からエネルギー鉱山省とフランス BRGM の協力により、空白地域が多く残されたものの、20 万分の 1 と 10 万分の 1 地質図が作成され、販売されている。

1970 年までに作成された全土の地質図を中心に、地質情報を電子化する作業がフランスによる SCAC (Service of Cultural Action Cooperation) によって 1995 年から開始され、1997 年にほぼ完成した。引き続き、その修正作業が 1999 年に行われ、その成果を 2000 年に集約して、2001 年からベクトルデータを含む地質・鉱物情報 CD として販売している。この CD の中身は、50 万分の 1 地質図の境界線、鉱徴地情報を柱としており、層序データとそれに基づく各地質分布情報は含まれるものの、地質の色分けはしていない。これは、既に売られている紙の地質図の販売に影響しないためであるという。

地質情報の総合的閲覧を目的とする GIS の整備は、2005 年に開始され、2007 年 3 月に終了した拡張 SIGM (System for Information of Geology and Mining) によって推進された。この拡張 SIGM の中核となるデータベース・サーバは HP-Proliant ML150 1XeonCPU 120GBHDD から構成され、WEB サービスは行っていない。2008 年 2 月に BPGRM のデータベースサーバと結合されるという (コンピューター技師の Jean Paul Rakotooiavava 氏による) が、計画時点の仕様とは若干異なるようである。図 2-8 に計画時の構成図を示す。

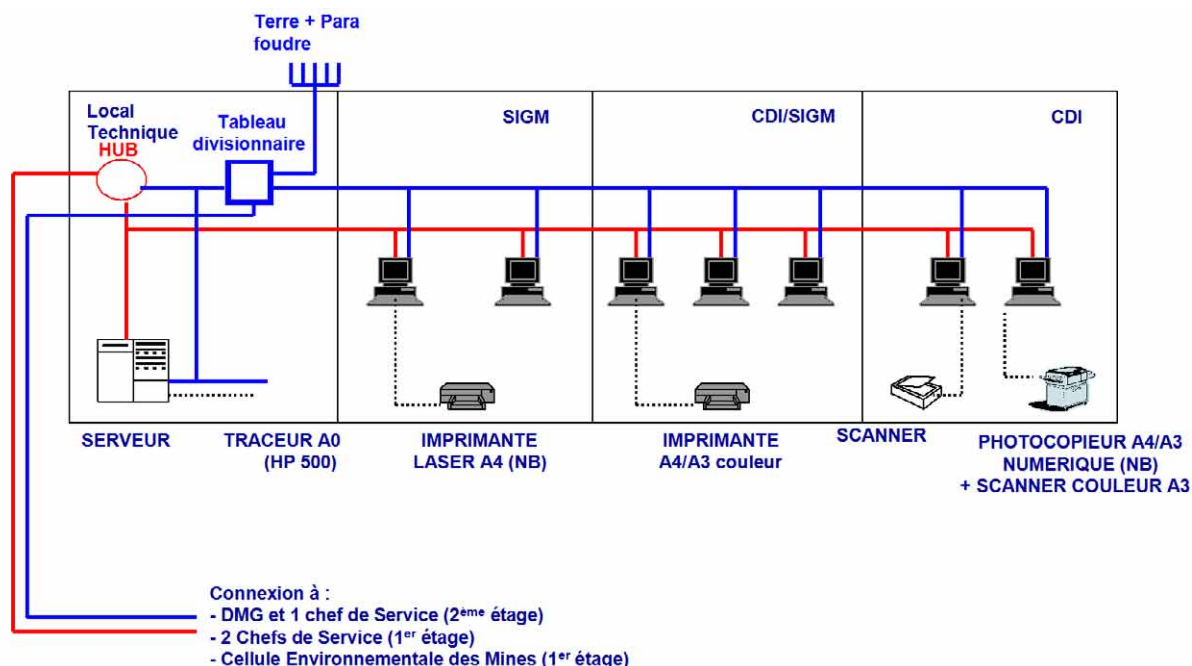


図 2-8 SIGM ネットワーク構成図 (提案当初)

このネットワークシステムでは、個々のデータベースがサーバで共有されているのか、個別端末で使われているのか判断が難しい。この MS-Access データベースの属性項目は、索引、50 万分の 1 地質図ベクトル、20 万分の 1 地質図ベクトル、10 万分の 1 地質図ベクトル、露頭、地化学、地球物理、鉱徴地、ボーリング、その他の数値データ、変質帯、画像、文書、ということであるが、マダガスカル語で入力されており、詳細な中身を見ることはできなかった。

GIS 整備に使われている主なシステムは ArcView3.2 であり、個別には MapInfo7.0 も使われている。リモートセンシング画像解析には IDL6.0 と ENVI4.0 の組み合わせだった。ArcView はマダガスカル専用として上記データベース項目が表示できるようにカスタマイズされている。

販売されている CD のデモを確認したところ、MapInfo のサーバから切り離された孤立表示のみ、ベクトルデータも境界線のみで、色は表示できなかった。元になった 1969 年と 1970 年の 50 万分の 1 地質図が電子化されたものであると考えられる。

CD に格納されている情報は、線のみの 50 万分の 1 地質図境界線ベクトルデータのほかに、9 以上のデータファイルがあり、版、地形、地域、画像、構造、鉱徴などがあった。鉱徴ファイルには 8,597 セットの鉱徴データがあり、属性項目は、鉱徴名、略語、場所名、セクタ名、幾何学的位置、方向、年代、岩石名、層厚、鉱量、品位、データソースがあげられている。ほとんどのエンティティ

イは空白であるが、例えば、データソースは Ind\_Plan D (Directory) のように略語でコピーされており、詳細は不明であった。

同様に、地質図境界線ベクトルの座標値テーブルも示すことができない。地質図境界線ファイルの属性項目は、境界線 ID、地質活動、岩石名、年代 (代、紀、世)、系、群、地層、地質環境、化石、鉱物、幾何学位置、場所名、データ元であった (実下線はデータが埋まっている、破下線は少々データがある、他は空白。以下同じ)。

他のファイルの属性項目は、断層ファイルが断層 ID とデータ元のみ、鉱微帯ファイルが鉱微帯 ID、鉱量、重要性、行政区画名、行政区画番号、広域行政区画名、行政区画部分名、村落名であった。

鉱微帯ファイル表示の中には、鉱微地帯を四角や丸、あるいは不規則な図形で囲む図があったが、座標値テーブルを表示することができない。

画像ファイルについて質問したところ、この CD には入っていない (空データしかない) ので、別の組織で USAID が提供した米国のランドサット 7 号の衛星画像 CD を購入してほしいといわれた。なお、次に述べる BPGRM にも USAID のランドサット画像がデータベース化されているが、BPGRM でも「使用していない」とのことであった。衛星画像の利用については、どの程度のレベルか判断できる材料が見つからなかった。

カウンターパートとしては、マダガスカル語に習熟するか、通訳に人を得るなら、野外地質調査もこなすというコンピューター技師がうまく対応してくれる可能性があるだろう。

### (3) BPGRM のリモートセンシング技術及び GIS の整備状況

BPGRM は、世銀がマダガスカルに鉱物資源情報の技術移転をするために設立した独自組織であり、PGRM の下に置かれている。建物内でも、2階が PGRM で1階が BPGRM という区分けであった。この組織の広報はドイツの援助機関である GAF が下にサイトを置いており、マダガスカル国内にはない。http://www2.gaf.de/bpgrm

ここでは、これまでに収集した空中磁気探査のデータセットを中心にドイツ地質鉱産研究所 (BGR)、フランス地質鉱産局 (BRGM)、英国地質調査所 (BGS)、米国地質調査所 (USGS)、南アフリカ地質調査所 (CGS) がデータベースを作成して地質図の精度を高めて 10 万分の 1 地質図と 20 万分の 1 地質図をいくつかの地域で作成し、合わせて全土の 40% 程度をカバーすべく業務を推進しているとのことである。また、今後は、米国を中心に、世銀プロジェクトの拡張版で、2 年後には、100 万分の 1 地質図や 50 万分の 1 地質図の改訂版を出版するという。

BPGRM のデータベースサーバは 2 種類から構成されているが、相互に密結合ではなく個別になっている。まず、エネルギー鉱山省全体で使うために供与されたのが、富士通ジューメンスのラックマウント型ブレード機であり、XeonCPU が 2 個入ったサーバユニットが 2 枚あるとのこと。ハードディスクは RAID 5 構成の 500GB+300GB で、後者は WEB サイト用であり、近々、全体システムを更新予定とのことだった。

もう一つは、BPGRM の専用データベースサーバで、Dell Power Vault 1107 というラックマウント型を使用し、XeonCPU を 2 個、HDD は 146GB を 8 個連結した RAID (のいくつかは不明) とのことである。バックアップは、Ultrim 2 (GIS 用) ないし 3 (省全体用) の DLT を使用しているとのことである。

データベースには、これまでに地質調査課が得た全データが数値化して格納してある。世銀プロ

プロジェクトで加わった空中磁気探査と 10 万分の 1 地質図、20 万分の 1 地質図、さらにマダガスカル全土をカバーする LANDSAT-7 号衛星画像、及び ASTER 画像の 1.1-a と 1.1-b、さらに、南部だけ JERS 画像を格納するという。衛星リモートセンシングの解析ツールは、ENVI と ERDAS (バージョンは不明)、磁気探査データ用に OasisMontaj、また GIS システムとして、ArcGIS9.1 を搭載し、データベースは MS-Access とのことであった。ArcGIS に付属されるはずの Oracle はないとのことで、オープンソースのソフトウェアもほとんど使っていないとのことであるが、Open Office 2.0 は使っている。

MS-Access で使われるファイルには、図名 DB、地質図 DB、インフラ整備 DB、鉱区コード DB、地形 DB、金属鉱床区 DB、文書 DB、地球物理 DB (空中磁気)、変成岩 DB、環境 DB、gitologyDB、鉱物ポテンシャル DB、水文 DB、高度 DB、企業鉱山 DB、鉱微帯 DB、リニアメント DB があるということであった。違法鉱山 DB はなく、そのような場所は少数だとの答えだった。地質図 DB は shape ファイルで構成されるので、サンプルを所望したところ、上司の命令がないので不可とのことだった。

鉱物ポテンシャルマップについて聞いたところ、バライト (硫酸バリウム) 鉱微とポテンシャル図を見せてくれた。これは ArcGIS の機能を使って、バライトの位置データと鉱量から単純に等高線図を作っただけのようであった。

リニアメント図は ASTER1.1-b から作成したものとのこと、粗いデータベースであった。

BPGRM の役割は、データを準備して、出版し、販売することにあるとのこと。また、2008 年末に世銀プロジェクトが終了した後は、エネルギー鉱山省に設置される IGM に機材・人員共に吸収されるとのことである。

BPGRM は PRGM の下部機関であり、場所的にも同じ建物の 1 階にある。2 階の PGRM の副所長 (Deputy Coordinator) である Jonasy Ramarolahy 氏と、その下の地質・地球物理課長で、今後 PGRM が 2010 年には移管する予定の IGN を今年から立ち上げ企画中の Dr. Rakotomanana Dominique 博士から現状を聞いた。この Rakotomanana 博士が新しい組織の所長に内定しているとのことである。リモートセンシング技術と GIS の協力を推進するにあたり、PGRM-BPGRM の計算機施設を利用することが可能か確認したところ可能とのことであった。しかし、データについては、サンプルデータの提供しかできないとのことなので、今後この点が問題になる。販売されているデータがあれば作業は可能だが、電子化作業を繰り返す無駄を省くにはどうすべきか相談したところ、BPGRM 所長の許可を得るか、世銀の本部 (ワシントン) に行って許可をとってくれとのことだった。ワシントンにいる PGRM-BPGRM の総合リーダーは、Gotthard Walser 氏で、マダガスカルにはいないということである。

この PGRM で地質図作成を担当している各国のリーダーもマダガスカルにはいないが、下記に範囲と名前を記す。

Zone A: BGS (英国地質調査所)	Robert Thomas
Zone B: BGS	Peter Pitfield
Zone C: GAF・AG (ドイツ)	Tobias Werner
Zone D: (North) BGS	Peter Pitfield
(South) BRGM (フランス)	Jean-Yees Raig
Zone E+F: CGS (南ア)	Paul Necey

## (4) リモートセンシングを用いた協力の可能性

今後の資源開発協力では、リモートセンシングを用いた地質情報整備について、世銀 BGRM を中心に各ドナーが大規模に支援しているが、十分な質・量とはいえず、我が国の技術・経験を活かすことで、時宜を得た支援が可能である。また、他ドナーの支援により地質情報整備が急速に進められるなか、我が国の支援においても早期に成果を出すことが求められること、及び技術協力プロジェクトによる技術移転を行うには先方の実施体制が弱体であり、十分な成果が見込まれないことから、開発調査による支援が妥当であると考えられる。

そこで、本調査において、日本が独自に保有するリモートセンシング技術である PALSAR (Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar) 画像を活用することが可能となれば、日本の技術の有効性をアピールできるばかりではなく、各国にはない新たな視点からの鉱物資源の分析が可能となり、本調査の実施意義と付加価値を大いに高めることが可能となると考えられる。多数のドナーが活動しているため、状況に応じて、本件につき本邦関係機関との調整を図ることも必須である。

日本独自センサである PALSAR についての概略を、資源環境観測解析センターホームページから、以下に引用する。



## PALSAR センサ

PALSAR は、地球資源衛星 1 号 (JERS-1) に搭載された合成開口レーダ (SAR) の機能・性能をさらに向上させたもので、天候や昼夜に影響されない能動型のマイクロ波センサです。PALSAR は水平/垂直偏波同時受信 (多偏波受信機能)、オフナディア角可変機能等を備え、地質構造、岩石分布等の解析精度の向上が図られ、資源探査及び資源開発に有効なデータ取得が可能となっています。また、多偏波受信機能は植生情報の取得にも有効であり、グローバルな植生観測やローカルな地物判読・土地利用分類などの分野でも利用が進められるものと期待されています。

さらに、PALSAR は、災害発生時の緊急観測や災害状況把握などでも威力を発揮するものと期待されています。

### PALSARの主要諸元

システム主要諸元				
モード	高分解能		広観測域	多偏波
中間周波数	1270MHz(Lバンド)			
バンド幅	28MHz	14MHz	14,28MHz	14MHz
偏波	HH or VV	HH+HV or VV+VH	HH or VV	HH+HV+VV+VH
入射角範囲	8~60°	8~60°	18~43°	8~30°
地上分解能	7~44m	14~88m;	100m (multi look)	24~89m
観測幅	40~70km	40~70km	250~350km	20~65km
量子化ビット数	5bits	5bits	5bits	3 or 5bits
データレート	240Mbps	240Mbps	120Mbps, 240Mbps	240Mbps

### PALSAR の観測モード

PALSAR は、以下の 3 つの観測モードをとることが可能となっております。

#### 高分解能モード

高分解能モードは、通常最も多く利用されることが予想されている観測モードであり、最高で地上分解能 7 m での詳細な地域観測が可能となります。これは衛星に搭載された合成開口レーダ (SAR) としては最高レベルの高い分解能です (例えば、JERS-1 に搭載されていた SAR の地上分解能は約 18m でした)。

#### 広観測域モード

広観測域 (ScanSAR) モードでは、オフナディア角を変えることができる機能を用いて、約 70km の観測幅を 3 ~ 5 スキャン切り替えて送信し、広範囲の観測を行うモードであり、250 km (3 スキャン) ~ 350 km (5 スキャン) の広域を観測することができます (例えば、JERS-1 に搭載されていた SAR のオフナディア角は 35° の固定で、観測幅は約 75km でした)。ただし、高分解能モードと比較すると、地上分解能は低くなります。

#### ポラリメトリモード

JERS-1 に搭載されていた SAR では、SAR の電波の偏波特性は水平偏波送信/受信 (HH) の単一偏波観測のみしかできませんでしたが、PALSAR では、水平偏波送受信 (HH) のみならず垂直偏波送受信 (VV) の観測が可能となります。また、各送信偏波に対して水平と垂直の両偏波の反射波を同時に受信する 2 偏波同時受信 (HV と VH) も可能です。さらに、送信パルスごとに水平偏波と垂直偏波を切り替え、それぞれ 2 偏波同時受信により観測対象の 4 偏波特性を取得するフルポラリメトリ機能 (HH, HV, VH, VV) も有しています。

(<http://www.palsar.ersdac.or.jp/basic/sensor.html> より引用)

以上のうち、特に有用なモードは、高分解能モードとポラリメトリモードである。

そこで、M/M で合意された協力可能性の内容について、リモートセンシングの活用の観点で補足する。

1) 既存資料・情報のレビューとリモートセンシングデータの解析に基づく 100 万分の 1 地質図等の更新とポテンシャル評価

100 万分の 1 地質図（と、同じ精度の 50 万分の 1 地質図）は既に存在しているが、今回の調査結果により、大半が古いフランス植民地時代と、独立後のフランス地質調査所による 70 年代以前の古い概念によるデータを基にしており、これを更新することで、資源的価値を高めることが可能と推定される。しかし、今から大型予算をかけて現地調査やボーリングなどを実施する環境ではないので、最新の衛星情報と若干の現地調査を組み合わせた最新知識による更新が最適と判断される。このための作業には、HH 偏波による高分解能全域データ取得が望ましい。雨季と乾季の 2 時期の全国データセットを取得することが望ましいが、困難であれば一時期でも全土をカバーすべきである。PALSAR の前身である JERS-1 の HH-SAR データがマダガスカルほぼ全土をカバーしていることから、10 年前との比較も可能であることもほかにないメリットであろう。

2) 特定地域での地質調査等の実施に基づく最新データの分析と特定対象地域の 10 万分の 1 地質図等の作成

これは、他のドナーが予算的制限からできなかった地域を選定することで、他ドナーとのシェアが可能な作業である。このために使われるのは、高分解能・フルポラリメトリ機能 (HH、HV、VH、VV) である。

3) GIS データベースの更新

PALSAR データを付加し、資源解析を加えて、新たな鉱床モデルによる知見で資源ポテンシャルを解説する。

4) WEB 上での情報提供

GIS-DB に結集した様々な資源情報のうち、特に、投資家に有用と思われるアトラクティブな項目を取捨選択して、WEB 情報として公開する。

5) 各調査項目に係る関連技術とノウハウの移転及びマニュアルと鉱産ガイドの作成

マニュアルとガイドラインには、GIS で支援された衛星画像データが常に参照可能とする。

6) 各種セミナーの開催と国際セミナーへの参加

リモートセンシング解析技術、資源解析技術、鉱床モデル、資源ポテンシャル、開発に伴う環境保全などに関する資源開発関係者と投資家向けセミナーを複数企画する。小規模鉱業に関するセミナーも是非ここに含め、衛星画像による補足が可能な地点についての解説も行う。

なお、これまでの PALSAR データ取得計画に南部アフリカは主対象となっていたものの、マダガスカルは対象から抜けていた。計画実現性が高まった段階で、可能な限り早期にデータ取得計画を要請することが必要である。マダガスカルは南北に長くまとまり、若干東北にふれているため、衛星軌道パスにちょうど沿う形であり、理想的に効果的なデータ取得が比較的短時間に可能と考えられる。

## 第3章 要請の背景

### 3-1 要請の概要

#### (1) Use of Remote sensing and airborne geological data to delimit favorable are in mineralization

##### <現状と問題点>

マダガスカルにおける大規模な鉱物開発プログラムは数年前に開始されたところである。また、鉱業法及び大規模鉱山開発法は投資の安定性・安全性確保のため改定されたところであり、開発インセンティブの導入により投資条件はより魅力的となっている。上記内容を踏まえて、マダガスカル政府は日本政府との協力のもと、鉱物資源を有する地域を特定するため、リモートセンシング及び空中物理探査等の先端技術を活用しつつ、地質データを統合していきたいと考えている。

##### <要請の概要>

#### 1) 上位目標

- ・ 鉱業セクターにより多くの投資を呼び込む
- ・ 鉱物開発のターゲット地域を確定する
- ・ 地質的・鉱業的インフラを拡充する
- ・ WEBを通じて情報発信を行う
- ・ 開発可能性に関する情報を拡充する

#### 2) 案件の目標

- ・ 得られた情報がエネルギー鉱山省及び関係者によって広くアクセスできるようになる
- ・ 鉱業セクターに対する投資額が増加する
- ・ 国内・外国投資が増加する
- ・ 農村開発に貢献する

#### 3) 成果

- ・ スタッフに対する研修を実施するための技術支援
- ・ プロジェクトオペレーションユニットの設置
- ・ データ収集
- ・ 技術要員によるデータ加工及び解析
- ・ WEBによる情報配信
- ・ 一般向けに容易に理解可能な鉱徴ガイドの作成
- ・ 資源ポテンシャル地図の作成
- ・ 鉱産図の作成

#### 4) 活動

- ・ 業務・人事管理
- ・ 技術移転・研修（システム操作、探査地域の分析・選択等）
- ・ 機材の正確な操作及び管理に関する技術移転
- ・ データ収集・分析
- ・ 対象地域の資源賦存可能性評価

#### 5) 投入

日本側：日本人専門家（地質、リモートセンシング・GIS、金属学）

相手国側：地質専門家（2）、技術者（2）、事務所スペース、コンピューター、運営費

6) 実施体制：エネルギー鉱山省鉱山地質局

7) 協力期間：2年

## (2) Information, Education, Communication (IEC) about Mining Environment

### <現状と問題点>

マダガスカルにおける鉱業は活況を呈しており、採掘業者も数多く存在する。こうした業者のなかには、鉱山採掘許可及び環境当局からの許可を受けずに操業している業者も含まれており、自然環境に深刻な影響を与えている。例えば、南部のイラカカは、主にサファイアを中心とする貴石や半貴石を産する地域であり、主に違法な小規模採掘業者を中心として採掘業者の進出ラッシュとなっている。ほとんどの業者は環境問題に関心を有しておらず、イラカカでは移民の流入、治安、健康、環境等、様々な問題が発生している。これに対しマダガスカル政府はエネルギー鉱山省の局内に環境ユニットを設置し、小規模採掘業者の環境対策を促進しようとしているが、実質的には機能しておらず、強化する必要がある。

### <要請の概要>

#### 1) 上位目標

- ・ 採掘状況及び環境を改善する
- ・ 違法採掘業者数を削減する

#### 2) 案件の目標

- ・ 投資家向けに環境問題を積極的に扱う共働者を確保する
- ・ IECユニットが、人々が環境保護に積極的な役割を果たすために情報を提供し、動機付けを行う手助けをする

#### 3) 成果

- ・ 環境保護を盛り込んだ資源開発政策
- ・ 環境保護政策をメディアを通じてPRするための素材
- ・ 国際会議、国内・海外でのセミナー用素材
- ・ 環境保護のための採掘技術教材
- ・ 実施促進者・開発の受けてのためのコミュニケーション機材
- ・ 環境保護（県・国家レベル）に関して国家世論の形成、社会・経済発展に貢献する責任者・プロのメディアの発展
- ・ 国際会議、国内・海外セミナーを通じてのキャパシティ・ビルディング
- ・ 人々のかかわりを推進するための地域コミュニティに対するリーダーシップ研修
- ・ 関連教育機関（学校、高校、大学）に対する教育政策
- ・ 調和のとれた社会・経済発展

#### 4) 活動

- ・ 計画されたスタッフの配置
- ・ オペレーションプランの作成

- ・ 予算計画策定
  - ・ モニタリング・プランの策定・実施
  - ・ ステークホルダー分析
  - ・ 合同調整委員会の設置
  - ・ 中央管理部門にIECユニット設置
  - ・ 地方管理部門にIECユニット設置
  - ・ 特定地域において環境問題の観点から小規模鉱業を点検
  - ・ 小規模採掘業者に対する環境保護セミナーを開催
  - ・ 採掘に関して環境問題を点検するスタッフトレーニング
  - ・ 理解促進キャンペーン
  - ・ 機材・道具とともにIECの動員
  - ・ 研修実施、セミナー会議への参加
  - ・ 法に則った採掘環境文書の普及
  - ・ ラジオ、テレビ、印刷物等マスメディア利用
  - ・ 教育政策策定
- 5) 投入  
 日本側：日本人専門家（プロジェクトコーディネーター）、本邦研修、機材  
 相手国側：建物、事務所スペース、IEC ユニット人材、機材、必要機材に対する免罪措置、国内研修
- 6) 実施体制：エネルギー鉱山省
- 7) 協力期間：2年

### 3-2 要請機関及び関連機関

要請機関はエネルギー鉱山省（Ministère de l’Energie et des Mines）。

### 3-3 先方と合意した協力案の概要

2008年1月30日にマダガスカル側と合意・署名を行った M/M に記載された、協力案の概要は以下のとおりである。

#### (1) 案件名

The Geology and Mineral Information Service Project for Promotion of Mining Industry in the Republic of Madagascar

鉱業振興のための地質・鉱物資源情報整備調査

#### (2) 協力の目標と活動

<協力の目標>

鉱山地質局に対する地質・鉱物資源の調査及び情報の蓄積・公開に関するキャパシティ・デベロップメント

<主な活動>

- ・ リモートセンシングデータ及びGISを活用した既存の100万分の1地質図及び鉱物資源図の改訂
- ・ リモートセンシングデータ、GIS及び地表概査の結果をまとめた特定地域の10万分の1地質図の作成
- ・ 鉱山地質局職員が上記業務を実施するためのキャパシティ・デベロップメント
- ・ WEBサイトによる投資促進のための情報公開
- ・ 調査結果を公開するためのセミナーの実施

(3) 調査地域

マダガスカル全土、ただし地質調査の対象地域については追って検討される。

(4) カウンターパート機関

エネルギー鉱山省

(5) 協力期間

約24ヶ月

(6) 日本側投入(案)

- ・ 総括：資源評価、地質図作成
- ・ 地質A：衛星画像解析、地質図作成
- ・ 地質B：既存資料の解析、地質図作成

(7) マダガスカル側投入(案)

- ・ 地質技官(2名)
- ・ 技師(2名)

## 第4章 アフリカ鉱業分野投資会議（Mining INDABA 2008）への参加報告

本調査では、マダガスカルでの現地調査に引き続き、南アフリカ共和国ケープタウン市で開催された鉱業分野の国際投資会議「Mining INDABA 2008」に参加した。同会議は毎年開催されており、13回目となる今回は6,000人の参加を見込んでいるとのことであった。

開会式でのサンジカ南ア鉱業大臣の基調講演では、世界中からアフリカに投資が集まってきている昨今において、貧困問題を抱えるアフリカでは貧困削減のためにもパートナーシップを強化していく必要が強調された。

本会議には南部アフリカの国々から大臣クラスの出席が相次ぎ<sup>3</sup>、各国のセッションでは大臣自らそれぞれの資源ポテンシャル、投資に際しての透明かつ投資家フレンドリーな税制や手続き、政治の安定性、好調な経済等々がアピールされた。

会場には各国政府、民間企業等がブースを設置し、それぞれの特徴を参加者に説明していた。サブサハラ・アフリカからはモーリタニア、マリ、ガーナ、ニジェール、カメルーン、コンゴ民主共和国、ウガンダ、ブルンジ、ザンビア、マダガスカル（今回協議を行ったカウンターパートも参加）、モザンビーク、ナミビア、ボツワナ及び南アの政府が参加していたが、そのうちのいくつかは当該国を支援する世銀やUSGS、BGSの白人コンサルタントが参加者の応対を行っていた様子が印象的だった。また、援助機関は世銀のみがブースを出し、EITI<sup>4</sup>の活動状況について紹介していた。

我が国は石油天然ガス・金属鉱物資源機構（Japan Oil, Gas and Metals National Corporation: JOGMEC）が10名からなるミッションを派遣し、ブースの設置、サイドミーティングの開催等を行った。会議でのJOGMECのプレゼンスは非常に高く、本会議で形成・強化されたアフリカ地域におけるネットワークは、今後のJOGMECの活動を大きく後押しすることが期待される。また、我が国関係者としては、JETRO南ア事務所のほか、南アに駐在する企業を中心に多数の民間企業が参加し、情報収集、ネットワーク形成を行っていた。

JICAは、現在ザンビアにおいて「投資促進のための地質・鉱物情報整備調査」を実施しており、2008年度は本会議にもブースを出して調査結果を発表する予定となっている。また本件マダガスカルにおける新規案件においても、最終的なアウトカムとして投資促進が大きく期待されていることから、今回INDABAへの参加により、JICAの協力を通じて成果をアピールすべき投資家の活動状況を見ることができたことは、新規案件の形成及び今後の同分野における案件の実施において非常に有益であった。

---

<sup>3</sup> ザンビア、ギニア、中央アフリカ、コンゴ民主共和国、タンザニア、リベリア、ガーナ、アルジェリア、マダガスカル、エリトリア、ボツワナ、シエラレオネ、ブルンジ、ナミビア、カメルーン、南部スーダン及び南ア（プログラム順）から大臣クラスが参加した。

<sup>4</sup> Extractive Industry Transparency Initiative; 採掘産業に関する透明性イニシアティブ

