

## 5. プロジェクトドキュメント（和文）

第1章 序説	149
第2章 事業実施の背景	150
1 当該国の社会情勢	150
2 事業対象分野の状況	151
(1) 経緯	
(2) 現状	
(3) 今後の見通し	
3 当該国政府の戦略	153
(1) 経緯	
(2) 現状	
a. 4つの重点課題	
b. アルゼンティン—チリ鉱業統合条約	
4 既存関連事業	156
(1) 国際機関や他ドナーによる既存プロジェクト	
(2) PASMA プロジェクト	
(3) 日本による鉱業関連の協力	
第3章 対象開発課題（地質情報整備）とその現状	158
1 当該対象課題の制度的枠組み	158
(1) IGRM 内の実施体制	
(2) 国家地質・テーマ図作成プログラムの内容	
a. 地質図プログラム	
b. テーマ図プログラム	
(3) 予算措置	
(4) 外部への情報提供システム	
2 現状および課題	163
3 日本の援助戦略上の意義	164
第4章 プロジェクト戦略	165
第5章 プロジェクトの基本計画	167
1 マスタープラン（スーパーゴール、上位目標、プロジェクト目標、成果）	167
(1) プロジェクト目標	
(2) 上位目標及びスーパーゴール	
(3) 成果	
2 活動	171
3 プロダクツおよびその利用方法	173

4	投入	175
	(1) 日本側投入	
	a. 専門家派遣	
	b. 研修員受入	
	c. 機材供与	
	(2) アルゼンティン側投入	
	a. 要員配置	
	b. 施設、設備	
	c. 予算措置	
	d. 機材	
5	事前の義務および必要条件	179
<u>第6章 プロジェクトの実施体制</u>		180
1	実施機関	180
	(1) 実施機関の適格性	
	(2) 実施体制	
	a. 全体	
	b. SEGEMAR	
	c. 過去の実績	
2	日本側の人的リソース確保の可能性	183
3	プロジェクトの運営体制	183
	(1) プロジェクト・マネージメント	
	(2) 合同調整委員会	
4	協力体制	185
<u>第7章 自立発展性</u>		186
1	技術の定着・持続	186
2	上位目標への発展性	186
3	自立発展性を確保するための要件	186
<u>第8章 プロジェクトの必要性・妥当性</u>		188
1	プロジェクトの公益性と公平性	188
2	当該分野における日本の優位性	188
3	予想されるインパクトの大きさ	188
	(1) 政策に与えるインパクト	
	(2) 経済的インパクト	
	(3) 社会的インパクト	
	a. 鉱山開発の経済効果	
	b. 防災、環境等、国民生活に必要な情報の整備	
	(4) 技術的インパクト	
	(5) インパクトの総合評価	
別添 1 Project Design Matrix (M/M ANNEX14 参照)		
別添 2 活動計画 (M/M ANNEX12 参照)		
別添 3 投入予定機材リスト (M/M ANNEX 6 参照)		

## 第1章 序説

アルゼンティンは広大な国土及び鉱物資源賦存の可能性の高い地質環境を有しているが、探査・開発が十分に進んでおらず、未だ鉱物資源の産出量は少ない。その一因として鉱物資源の探査・開発に必要な基礎的地質情報が整備されていないことが挙げられており、今後、効率的に情報の収集・整備を進めていく必要がある。

そのためアルゼンティン政府は、工業・貿易・鉱業庁（2000年9月にエネルギー・鉱業庁に改組された）傘下の地質・鉱業調査所（SEGEMAR）において1993年より「国家地質・テーマ図作成プログラム」を実施中である。効率的にこれらの地図作成作業を進めていくために、人工衛星画像解析（リモートセンシング）を活用すべく、1994年にリモートセンシング・地理情報システム部を設置したが、現状では、人材および設備の不足が制約要因となり、十分な成果を上げられない状況にある。

かかる背景の下、アルゼンティン政府は、先進的な衛星データ処理・解析技術及びそのために必要な機器・ソフトウェアを導入することにより、地質図、テーマ図マッピング作業を効率化することを目的とし、プロジェクト方式技術協力を日本政府に要請した。

これを受け、日本政府はプロジェクト実施の意義を確認し、基本的なコンセプトや具体的実施計画等を取りまとめたプロジェクトドキュメントの原案を作成するために、2000年6月から11月にかけて、3回にわたる短期調査を実施した。これら各短期調査での調査・協議結果をその都度盛り込みつつ、最終案を作成した後、2000年12月の実施協議調査団派遣時に、本プロジェクトドキュメントの完成および署名交換に至った。

## 第2章 事業実施の背景

### 1 当該国の社会情勢

この10年間にわたり、アルゼンティンは従来の閉鎖的経済から、市場経済を基盤とする自由開放経済へと大きな転換を遂げ、IMF・世界銀行主導型の「小さな政府と経済自由化」の理念に従った構造改革を断行しながら、経済の安定化と成長を成し遂げた。具体的な成果としてはインフレ収束と国民平均所得の改善が挙げられる。

その一方、自由経済主義に基づく国営企業の民営化、行政改革によって、公務員の大幅な人員削減が行われたこと、企業の合理化が進んだことに加え、1994年のメキシコ通貨危機に端を発する経済状況の悪化の影響を受け、失業率は1996年まで上昇を続け、その後下がりつつあるとはいえ、以前として10数%と高い水準にある。また、構造調整政策は、低所得者向けのサービスの悪化や、中産階級・中小農業経営者の経済レベルの低下という問題も惹起した。国内経済の競争性の欠如、対外債務利子の負担増大及びブラジルの景気後退に起因して、なお対外部門における貿易収支赤字を抱えている。

1995年に発表された「経済成長5カ年計画(1995～1999年)」においても、このような問題認識が反映され、公共投資の優先分野として「低所得者向け社会サービスの改善」「産業の競争力向上」「経済開発に関する地域間格差の是正」が挙げられている。

1999年12月10日に発足したデラルア新政権はまず、米国政府とIMFの支援の下、外国投資の安定を確保することに努力し、成功した。また新政権は1年間の経済金融緊急事態を宣言し、その猶予期間を利用して、法外と判断される工事やサービスあるいはコンサルティングの契約を破棄あるいは再交渉することができることとした。さらに公務員の配置転換や希望退職制度、一律給与カット等が行われている。しかしこうした守りの政策だけではなかなか打開できず、経済的な攻めに転ずる政策として主要産業の発掘が不可欠であり、アルゼンティン政府は、この観点から国内鉱業産業に対して大きな期待を寄せている。

また、鉱業のポテンシャルが高いと思われる北部諸州は、現状では他地域と比較して所得水準が低い地域であるため、鉱業振興によってこれら北部諸州の産業基盤が強化されることにより、長期的には同国の開発における重要課題である「地域格差是正」にもつながることが期待される。

Table.1 地域毎の貧困率(都市人口に占める貧困層の%)

Year	Greater Buenos Aires	North West	North East	Cuyo	Pampeana	Patagonia	All Areas
1990	41.2	54.4	55.7	48.1	33.7	26.7	41.5
1992	18.7	43.1	44.6	30.4	22.6	18.3	24.2
1994	17.0	41.6	40.3	26.1	19.8	17.1	21.6
1996	25.5	48.3	47.5	36.6	28.0	20.9	30.1
1998	24.9	46.0	48.8	36.0	27.4	22.4	29.4
<b>% change</b>							
1990-94	-58.7%	-23.6%	-27.6%	-45.8%	-41.2%	-35.8%	-48.1%
1994-98	46.5%	10.7%	21.0%	38.2%	38.4%	31.0%	36.2%
Lowest 20% share	4.1	4.5	4.1	4.6	4.6	4.3	4.0
Poor, 1998 (millions)	2.9	1.3	1.0	0.7	2.6	0.6	8.6

(出典: INDEC/EPH, various years)

## 2 事業対象分野の状況

### (1) 経緯

鉱業国として知られてきたチリに比べて、アンデス山脈を挟んだ隣国でありながらアルゼンティンは資源ポテンシャルが知られておらず、鉱業部門で世界の注目を集めることは少なかった。1990年に入ってカナダの探鉱企業が積極的に投資活動を行い、1946年の発見以来眠っていた Bajo de la Alumbrera 鉱床（銅・金）の再評価が行われた他、El Pachon（銅・モリブデン）等の有望鉱床が注目されるようになった。メネム政権は1993年以降、鉱業分野における投資環境整備を図るための法改正や、連邦政府と各州政府との連携を強化するための鉱業連邦委員会（COFEMIN）の設立を行った。また、連邦政府による地質情報の整備と金属鉱物資源の有望地域選定を政策的な重点項目として掲げた。その後、新しい探鉱投資法等の効果により、外資への鉱区の開放、開発資金の回収保証など投資環境が格段に向上した。その結果、隣国チリにて探鉱を進めていた中小探鉱会社がアルゼンティンに流れ、90年代後半にはアルゼンティンは投資環境の最も良い国と評価されるに至った。1997年以降、銅・金の Bajo de la Alumbrera 鉱山、リチウムの Salar del Hombre Muerto 鉱山、そして金・銀の Cerro Vanguardia 鉱山の3つの世界級大型鉱山が立ち上がり、順調に生産を伸ばした結果、鉱業生産額は1996年の5億ドルから98年には12億ドルに急激な伸びを示し、政策的な効果が見られた（Tables.3, 5）。さらに各種の整備された法的基盤やサービス会社の充実は多くの鉱山会社にとって探鉱開発に魅力的であり徐々に好況を呈していた（Table.2）。1997年においては、鉱業部門の国内総生産（GDP）は前年に比べて32%増加し、経済成長の原動力としての鉱業部門の実力を示した。鉱業開発の推進計画が着手されてから、鉱業は実に平均で年6.9%の成長率を示し、これは同じ時期の年間平均経済成長率3.5%の約2倍であった。鉱業は国家経済に大きく貢献したと言える。

Table.2 アルゼンティンにおける鉱物資源への探鉱投資額の推移（エネルギー・鉱業庁）

年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
探鉱投資額（MMUS\$）	7	15	51	80	110	130	100	80

Table.3 アルゼンティンにおける鉱業への開発総投資額、

鉱物総生産額、鉱物総輸出額の推移比較（エネルギー・鉱業庁）

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
鉱業開発における総投資額（MMUS\$）	—	23	101	708	658	249	156
鉱物資源の総生産額（MMUS\$）	481	468	513	543	665	1151	1329
鉱物資源の総輸出額（MMUS\$）	16	24	30	36	113	565	791

Table.4 銅の価格動向 US\$, LME（ICSG Copper Bulletin, August 2000）

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
銅生産価格（年平均） Cents/pound	104.65	132.91	104.05	103.24	75.01	71.34	84.00

Table.5 主要金属鉱物生産量の推移 (エネルギー・鉱業庁)

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
金 (kg)	937	937	837	723	2,289	20,400	38,515
銀 (kg)	42,744	38,032	47,787	50,399	52,550	35,768	73,788
銅 (t)	—	—	—	—	30,421	170,273	210,126
亜鉛 (t)	31,395	26,933	32,104	31,093	33,357	35,560	34,192
鉛 (t)	11,826	9,981	10,521	11,272	13,760	15,004	14,256
リチウム (t)	—	—	—	—	697	3,428	1,590

## (2) 現状

このように、鉱業セクターの生産は順調に拡大を続けているが、将来の生産活動を占う上で重要な指標である鉱業開発投資について注目すると、近年その勢いが止まりつつある。これは、90年代後半のアジア、メキシコ、ブラジルにおける国際的な経済危機と金属鉱物価格の低迷 (Table.4) が影響を及ぼしているものと考えられる。鉱業開発総投資額は1996年をピークに下がっており (Table.3)、探鉱投資額も1998年より減少傾向にあり (Table.2)、1999年の鉱業投資額は鉱業ブーム以前の水準に戻っている (Table.3)。また、今後開発が期待されているプロジェクトの多くは、金属価格の低迷や所有企業の財務的な理由等により開発が順調に進んでいない。特に当初期待されていた大型銅鉱山開発プロジェクトの El Pachon 及び Agua Rica は相次いで凍結状態となっている。むしろ、開発が近いと期待されているのはフワイ州の Pirquitas (銀・すず) と Veladero (金・銀) である (Table.6)。このような状況下、Table.7 に見られるように探鉱会社数は1997年以降横ばい状態であり、中小探鉱会社は幾つか撤退し始めているという情報もある。民間鉱業関係者の間では、まだアルゼンティンの地質の有望性についての議論が続いており、多くの会社は投資タイミングと投資額を図りかねていると言われる。なお、金属価格の低迷という要因に加え、既に鉱徴が知られたエリアは州政府管轄の鉱山会社に押さえられている他、全体に投資環境整備が図られたものの、依然、州政府における鉱業権取得のプロセスも複雑であり、これがアルゼンティンの鉱業投資促進を足止めする材料という指摘もある。さらに、鉱業投資の大部分 (約76%) を占める米国企業が、新政権の政策が明確になるまでは投資を控えるスタンスを取っていることも考えられる。

実際、鉱業局長も、アルゼンティンにおいては、有望と考えられる地域の20%程度しか調査ボーリングは実施されておらず、今後の外資を含む調査の実施に期待しているとの見解を示している。日本企業にもその期待が寄せられている。

日本国内においても、毎年、アルゼンティン大使館が主催する「鉱業投資セミナー」が開催されているところであるが、日本鉱山企業のアアルゼンティンへの投資例としては、三菱マテリアルがロスドスブホス地域の地質構造調査にJVで参加していることのみで止まっている。

Table.6 アルゼンティンで開発中の主要鉱山の累積投資額 (エネルギー・鉱業庁)

プロジェクト名	鉱種	所属州	2005年までの総投資額 (MMUS\$)
Bajo de la Alumbreira	銅・金	カタマルカ	1,240
Salar del Hombre Muerto	リチウム	カタマルカ	146
Cerro Vanguardia	金・銀	サンタクルス	270
Potasio Rio Colorado	カリウム	メンドーサ	100
El Pachon	銅	サンフアン	800
Pirquitas	すず・銀	フワイ	124
Loma Blanca	硼酸	フワイ	12
San Jorge	銅・金	メンドーサ	110
Agua Rica	銅・金・モリブデン	カタマルカ	1,100
Proyectos Polimetalicos	鉛、亜鉛、銅、銀、すず	—	30
Veladero *	金・銀	サンフアン	400
Lama *	金・銅	サンフアン	950
Nuevos Proyectos de Oro	—	—	150
Inversion PyMEs	—	—	341
2005年までの総投資額合計 (*印は推定額)			5,773

Table.7 アルゼンティンにおける探鉱外国企業数の推移（エネルギー・鉱業庁）

年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
探鉱外国企業数	4	7	10	17	32	58	62	67	80	80	85

### （3）今後の見通し

このような状況の中、本年 8 月、メンドーサにてフォーラム「アルゼンティン鉱業 2000（鉱山開発事業の機会拡大）」が開催され、民間探鉱会社、政府機関、大学などから 450 名の参加があった。これは 2 年に 1 度開催されるもので、例年に比べて多くの参加者が集まった。その理由は主に、今年に入って銅価格が上昇傾向にあるためと言われる。すなわち金属価格など周辺条件が整えば、アルゼンティン鉱業が再び活況を取り戻す可能性が示唆されたと言える。

また、鉱業地帯におけるインフラ基盤の発展は継続中であり、これらの整備が鉱山開発の一層の促進に寄与すると期待されている。

## 3 当該国政府の戦略

### （1）経緯

アルゼンティン政府は、国家経済の復興を目指して、外国企業による鉱業投資を促進し、鉱業を国の主要産業として形成することを国家戦略として掲げている。この戦略の下、連邦政府は 1993 年に鉱業投資法、鉱業再建法、連邦鉱業合意の 3 法を制定し、1995 年には消費税資金法、環境保護法の他、鉱業近代化法を制定した。これら鉱業法の大改正により、一般的に鉱業に投資する会社に対する各種の税制がかなり緩やかになった他、海外への外資持ち出しが自由になったことや各種の設備を早く減価償却できることなど外国企業へのメリットが大きい。さらに活動が停止している鉱山を各州にて入札を行うことが許可されるなど、各州が保有する地下資源の有効活用と流通が図られている。これにより 1996 年と 1997 年、アルゼンティンは投資環境の最も良い国と評価されるに至った。実際、1997 年以降大型鉱山が操業を開始し、アルゼンティンの銅、金、銀、リチウム生産量が急増した。

### （2）現状

1999 年に発足したデラリア新政権においても、上記の鉱業政策は継承され、鉱業法の大改革の際に持ち上がった各種の障害を解決していき、成功へと導きたいという意思も受け継がれている。

工業・貿易・鉱業庁（現在、鉱業部門はエネルギー・鉱業庁に改組されている）の鉱業担当総合調整官（General Coordinator of Mining）は 2000 年 2 月、地元新聞 Buenos Aires Herald 紙との会見で、アルゼンティンの鉱業投資環境が整っていること、および 2001 年から 2005 年の間には毎年 10 億ドルの投資を見込んでおり、その投資によって経済的に開発が遅れている北西部地域の経済性向上を図りたいと考えていることを表明した。

また、鉱業局長も、鉱業政策上の重要課題として、①10 億ドル規模の鉱山開発をさらに数個立ち上げ、また各州で意見が異なる税制を統一化するなどの整備を行い、鉱業の競争力を高め、鉱山開発を促進させること、②鉱業振興のためのインフラストラクチャー開発促進、③鉱業新規投資の創成のための地質・鉱業基盤情報の整備、及び④中小鉱山に対して技術面と経営面において支援する他、国際市場への道を開くための情報提供や海外からのパートナー捜しの手助けを行い、外国資本の導入を図ることの 4 つを挙げている。

なお、アルゼンティンにおいては、鉱山の大小を問わず鉱山業界に対する金融面の支援策は、現在のところ行われていない。

#### a. 4つの重点課題

実際に取りられている政策は以下のとおりである。

##### ①鉱業関連行政制度の統一化

従来、鉱業権の設定やロイヤルティ及び税制に至るまで州政府の管轄であり、探鉱投資を行う企業は州政府との個別交渉を行ってきた。しかしながら、各州毎に行政制度が異なることにより、鉱区認定手続きに長時間を要したり、恣意的な判断が行われたりするという問題があり、鉱業投資の促進を阻害する要因となっている。1995年の鉱業近代化法の制定により、連邦政府は州政府に対して保有鉱区のほとんどを開放するよう求めたが、幾つかの州における州政府直営の鉱山会社は依然として有望と目されるプロスペクトを抱え込み、鉱区に参入する民間企業には鉱区権を与えず、代わりに探鉱開発権を付与して、オプションフィーとロイヤルティを課している。新しい鉱業法の制定により、州政府独自で入札が行えることとなり、州政府直轄鉱山会社が独自の契約条項での入札によって、探鉱開発権を民間に明け渡し、数年間凍結していたプロスペクトの選定が行えることとなったが、一度手放した鉱区を再び州政府直轄鉱山会社が取得している例も多く見られる。外国企業は、州政府直轄鉱山会社との関連を持たない自由な状態で探鉱したいと考えているが、特に北部の州においては公開されていない古い鉱区権が今日まで永年にわたって存在し続け、問題として残っている。

鉱区管理制度の他にも、印紙税の廃止やロイヤルティ等、連邦政府と州政府の間で今後調整する必要のある課題が残っている。

連邦政府は鉱区管理制度の統一化をはかるため、世界銀行の融資による Pasma プロジェクト (Argentine Mining Sector Development Project、次項「4 既存関連事業」で詳述) により、鉱業権管理や環境保全モニタリングのための行政制度の見直しや、統一的システムの構築を進めてきた。Pasma プロジェクトは 1995 年に開始され、2001 年半ばまでには完了し、アルゼンティン政府へ移管されることになっている。

##### ②インフラストラクチャーの開発促進

鉱山開発を円滑に促進するためには、インフラの整備が不可欠となるが、連邦政府は、鉱山局の中に鉱山インフラ整備部を設置し、電力、用水のユーティリティーを初めとして、道路整備、エネルギー供給等について、計画的な整備を進めている。

具体的には、アンデス山脈を横切る新しい道路を、これまでアルゼンティン北部で孤立化していた各州を通過させる予定であり、チリ北部のイキケ港とサンパウロが繋がれることになる。そしてこの道路に沿って 2 本のガスパイプラインと一本の送電線が並行して建設される。その結果、チリ北部やアルゼンティン北部の鉱山へエネルギーを供給することが可能となる。現在、アルゼンティンでは鉱業開発において必要な電力は自家発電で賄われているが、先頃、米国 TDA の協力で、カタマルカからメンドーサに至るラインで 500KV 高圧電線敷設のための調査が行われた。電力のエネルギー源はアルゼンティンに豊富にある石油・ガスであり、この高圧電線の完成によっても、鉱山開発を一層促進することになると期待されている。加えて、これまで支線となっていた鉄道の活性化等が予定されている。

##### ③地質・鉱業基盤情報の整備

連邦政府は、外国企業の鉱業投資において、最も重要な地質データ情報と鉱床分布に関する信頼性の高い情報を完備するため、1993 年より工業・貿易・鉱業庁 (鉱業部門は現在、エネルギー・鉱業庁に改組されている) 傘下の地質・鉱業調査所 (SEGEMAR) において「国家地質・テーマ図作成プログラム」を実施中である。(「第 3 章 対象開発課題 (地質情報整備) とその現状」で詳述)

連邦政府は自ら地質情報を整備・公開することにより、投資のリスクを軽減し、抽出されたエリアにおける鉱業活動



を促進する他、開発が見送られ永年放置されている鉱山の活性化を図りたいと考えている。実際、特に小規模の探鉱会社は、独自で詳細な調査を行えないことから、鉱区選定の段階で信頼できる情報を求めている。

また、各州政府が持つ地質情報を基に資源ポテンシャルの高いエリアを独自で抽出しておくことは、連邦政府自身が有用資源を管理する上でも意義が大きい。

#### ④中小鉱山に対する技術面・経営面の支援

アルゼンティンには中小の鉱山会社が 800 以上ある。それらの大半は、花崗岩、石灰石、ベントナイト等の建築用鉱物を採取するものであるが、内需の伸び悩み等により失業率問題が顕在化してきており、連邦政府としても、近隣国への輸出拡大を促進する等の支援策を講じている。

その一環として実施されているのが、国家鉱業技術システム（National System of Assistance in Mining Technology : SINATEM）というプログラムである。SINATEM は、中小の鉱業会社の生産活動の強化を目的とし、これら企業に対し、鉱業セクターの競争力向上のための技術的戦略の拠点となっている Searching and Development Centers (I&D)とのリンクを提供している。現在、これらの伝統的鉱業会社は、主として国内市場向けの非金属鉱物や dimensional stones の生産を行っているが、同プログラムは、生産を増やし、競争力を高め、より高く売れる産品を開発し、海外市場の需要に応えるためのプロジェクトの資金源を発掘するための活動を促進している。

同プログラムは、次の 4 つの基本要素から成る。

- ・生産活動調査
- ・事業の総合評価
- ・投資調査
- ・市場情報

#### b. アルゼンティン－チリ鉱業統合条約

上記 a. の他、アルゼンティンの鉱業政策に関する動向のうち、重要なものとして、隣国チリとの間で 1997 年 12 月 29 日に締結された鉱業統合条約が挙げられる。同条約は、2000 年 3 月にアルゼンティン側で批准され、2000 年 8 月 29 日にチリの議会においても承認されており、2000 年 12 月に予定されている文書交換後、効力が生じることになる。

同条約は、広域調査・探査・開発を認める二国間協定である。国境を越えた鉱床の採掘・開発のための特別な法的枠組を規定しており、アルゼンティン、チリの外国企業が、同条約を適用可能な国境地域における権利・権益を確保・構成できるよう、既存の制約・禁止条項を制限する。

同条約は、関税、租税、移住、労働、環境問題等に関係するものである。それゆえ、国境をまたぐプロジェクトは、埋蔵量の増大およびコスト削減により生産量をのばすために、鉱業活動の特徴を斟酌した様々な法的措置を享受することができる。

石油・天然ガス等のエネルギー資源と未開発有望区域を有するアルゼンティンと、鉱業実績が高くかつ鉱業関連産業が整い、太平洋側に積み出し港を持つチリとが統合する意味は大きく、この統合はアルゼンティン鉱業の活性化を促すものと考えられる。具体的には、今後、アルゼンティン－チリ間の国際道路が整備されることによる、アジア方面に対する供給拡大などが期待される。

また、ボリビアとも同様の鉱業統合条約締結についての検討が開始されたところであり、この動向によってもアルゼンティン鉱業の活性化が期待される。

#### 4 既存関連事業

##### (1) 国際機関や他ドナーによる既存プロジェクト

SEGEMAR に関連して最近実施されたプロジェクトは Table.8 のとおりである。

Table.8 SEGEAMAR 関連の他国との協力プロジェクト

プロジェクト名	期間	関係機関	内容
Trade Development Project (TDP)	1992-1993	Colorado School of Mines, USA (コロラド鉱山大学)	アンデス山岳地域における衛星画像解析・資源調査
Geoscience Study of the Pampean Ranges	1994-1996	Australian Geological Survey Organization (AGSO)	中西部3州における地質・物理探査
Geological Mapping Program	1994-1996	Ibero-American Cooperation Agency (ITGE)	地質情報システム (GIS) 構築
Argentine Mining Sector Development Project (PASMA)	1995-2001	World Bank (世界銀行)	鉱業権統一システム、環境測定
Geological Application of Satellite Radars	1997-1999	Canadian Center for Remote Sensing (CCRS)	南部の2地域におけるレーダー画像による地質図作成
Multinational Andean Project (MAP)	1997-2001	Geological Survey of Canada (GSC) (カナダ地質調査所)	アルゼンティン、ボリビア、チリ、ペルーの国境地帯における地質・鉱物資源調査
Hidrogeologic Evaluation of San Luis Province	1998-2000	National Institution for Water and the Environment (INA)、 BRS (Australia) 及び San Luis 州政府	San Luis 州における水資源調査
BGR-SEGEMAR Agreement	1999-2001	Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR), Germany	Chaco-Pampean 平野における地質・テーマ別調査

TDP プロジェクトにおいては、米国コロラド鉱山大学の指導の下、米国コンサルタントがアンデス山岳地域の鉱物資源賦存地域における 100 エリアにて LANDSAT-TM 画像の地質解析を実施した。その結果、鉱物資源の有望地域が多数抽出され、その結果がデンプーにて報告された直後、アルゼンティン鉱業開発プームが沸き起こったという経緯がある。

##### (2) PASMA プロジェクト

①鉱業権管理と鉱区図整理、及び②環境モニタリングに関する行政制度の見直し、並びに衛星データや GPS、GIS 等の最新技術を用いた統一的管理システム構築を目的としている。

アンデス山岳地域の6州 (Catamarca, Salta, Mendoza, San Luis, San Juan, La Rioja) を対象とするフェーズ1が1996年から2000年11月末までの5年間実施され、平野部を中心とする残りの17州を対象とするフェーズ2が1998年から2001年6月末までの間、実施されている。

事業概要は以下のとおりである。

##### ①鉱業権管理と鉱区図整理

鉱区権に関する法的な保証 (ギランティー) の賦与、鉱区等の地籍台帳の統一化等の規則・手続きの見直しや、地質情報のデータベース化 (この一環として地質図作成や空中物理探査などが実施された)、リアルタイムでの鉱業情報管

理が行えるシステムの構築を行った。鉱業権管理と鉱区図整理（地籍台帳作成）については、これまで各州政府が独自の形式で管理していたものを国が一括管理することを念頭に形式を統一化し、データベースとして体系化している。特に地図情報については LANDSAT-TM 画像をベースに、道路や鉱区境界線、既存鉱山などの情報を盛り込んでいる。

現在、この地籍台帳は、PASMA の一環として作成されたエネルギー・鉱業庁の鉱業情報統合システム（Unified System of Mining Information, Sistema Unificado de Informacion Minera : SUIM）のウェブサイト（[www.suim.gov.ar](http://www.suim.gov.ar)）\*にて閲覧可能となっており、このサイトを通して鉱区のギャランティー（仮押さえ）を受け、10 日間程度で正式に鉱区権者として認定を受けることが可能である。

\*SUIM ウェブサイトの内容は以下のとおり。

- ・各種情報
- アルゼンティン鉱業概況（法律・技術情報、鉱業関連主要指標の分析）
- 各州の情報（鉱業セクターの状況、州の鉱業関係法規、簡易地質図、プロジェクトを持つ国際企業、実施中プロジェクト、鉱山地図、鉱物資源、等）
- 鉱業局の情報
- SEGEMAR ホームページへのリンク
- 国家環境管理ユニット（Unidad de Gestión Ambiental Nacional : UGAN）の情報

## ②環境モニタリング

環境基準の見直しや、モニタリングシステムの構築を行った。現在、大気、水質、土壌、生態系、景観、文化財の項目について全国 4950 地点でのモニタリングを実施中で、集めたデータは上記の地籍台帳としてのデータシステムに組み込まれている。各モニタリング地点の座標は衛星画像と GPS を用いて標定し、各種ソフトウェアにて収集情報や地図情報を電子ファイル化している。

この PASMA プロジェクトによって、これまでの法改正で投資環境整備を行ってきたアルゼンティンにおいて依然として残されていた課題である「鉱区権管理等の行政制度の統一化」および「地質情報整備」のインフラが整備され、鉱業投資環境がこれまで以上に改善されたと言える。

## （3）日本による鉱業関連の協力

日本はアルゼンティンに対して、JICA－金属鉱業事業団（MMAJ）による資源開発協力基礎調査を 1977 年以来、継続的に行ってきており、90 年代には下記の協力プロジェクトを実施している。

1990－1991 年	：ファラジョンネグロ地域 地域開発計画調査
1991－1994 年	：西部地域 資源開発調査
1997－1998 年	：東部アンデス地域 資源広域調査
1999－2001 年	：南部アンデス地域 資源広域調査

また、JICA によるプロジェクト方式技術協力「鉱山公害防止対策研究プロジェクト」が 1998－2002 年の計画で実施中である他、「鉱物資源探査及び鉱業投資促進」に関する個別専門家が 1999 年より派遣されている。

### 第3章 対象開発課題（地質情報整備）とその現状

#### 1 当該対象課題の制度的枠組み

「第2章 事業実施の背景」に記載したように、アルゼンティンは「地質・鉱業基盤情報の整備」を重点課題としており、その政策の一環として、連邦政府自身で地質情報の整備を進めていく方針であり、1993年より工業・貿易・鉱業庁（現在はエネルギー・鉱業庁に改組）の地質鉱物調査所（SEGEMAR）において国家地質・テーマ図作成プログラムを実施中である。SEGEMAR内で国家地質・テーマ図作成プログラムを遂行しているのは、地質・鉱物資源研究所（the Geology and Mineral Resources Institute: IGRM）である。

##### （1）IGRM内の実施体制

IGRMは、本部内に5部局、地方に11支所を擁し、およそ以下のように各部署で業務を分担している。

①広域地質局（Dirección de Geología Regional: DGR）：

地質図（1:250,000、1:100,000）を作成している。

②環境・応用地質局（Dirección de Geología Ambiental y Aplicada: DGAA）：

環境・防災図を作成している。

③地質・鉱物資源局（Dirección de Recursos Geológico-Mineros: DRGM）：

物理探査、地化学探査を実施や、鉱床生成図の作成を行っている。

④リモートセンシング・GIS部（Unidad de Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica: RS/GIS Division）：

各部署の要望に応じて、衛星画像（LANDSAT-TM）の提供、及びGISによる他部署の各種図面の作成支援を行っている。

⑤地方支所調整部（Coordinación Técnica de Delegaciones Regionales: CTDR）：

IGRM本部と地方支所の間での調整を行っている。

⑥地方支所（Regional Delegations）

11ヶ所に設置されており、本部の各部局の各種現地業務を支援している。

##### （2）国家地質・テーマ図作成プログラムの内容

###### （a）地質図プログラム

①1:250,000地質図作成

IGRMでは、1993年から縮尺1:250,000の地質図作成業務を進めてきた。これは、約50名以上の地質技師からなるDGRの中心業務であり、図幅枚数は山岳地域を含めて全体で221枚になる予定である。山岳地域は2002年の完成を予定しており、現在残り約70枚で最終段階に入っている。その後は、平野部を中心に重要性の高い地域の順に作成していく計画である。

②1:100,000地質図作成

DGRでは1997年より1:100,000の地質図作成業務も並行して進めているが、これまでオーストラリア、スペインなどとの協力で、20数枚作成した。全体計画はまだ明確ではないが、各州政府の要望も検討しながらも、やはりアンデス山脈地域を中心にサンファン、リオネグロ、フワイ、サルタなどの鉱物資源賦存の有望な州を優先的に実施する方針である。地図1枚で約1,500Km<sup>2</sup>であり、最終的に全土をカバーするまで継続すると、図幅枚数はおよそ1,800枚になる見込みである。

(b) テーマ図プログラム

上述の地質図プログラムに加えて、IGRM では異なる部局を通じてテーマ図を作成している。

①環境・ハザード関係の図面作成

DGAA が、各州政府などからの要望に基づいて、例えば、地滑り危険地域図、災害地域図、洪水警戒地域図、土地利用図などを作成している。

②物理探査、地化学探査解析図作成

DRGM が物理探査、地化学探査などの実施と解析図の作成を行っている。

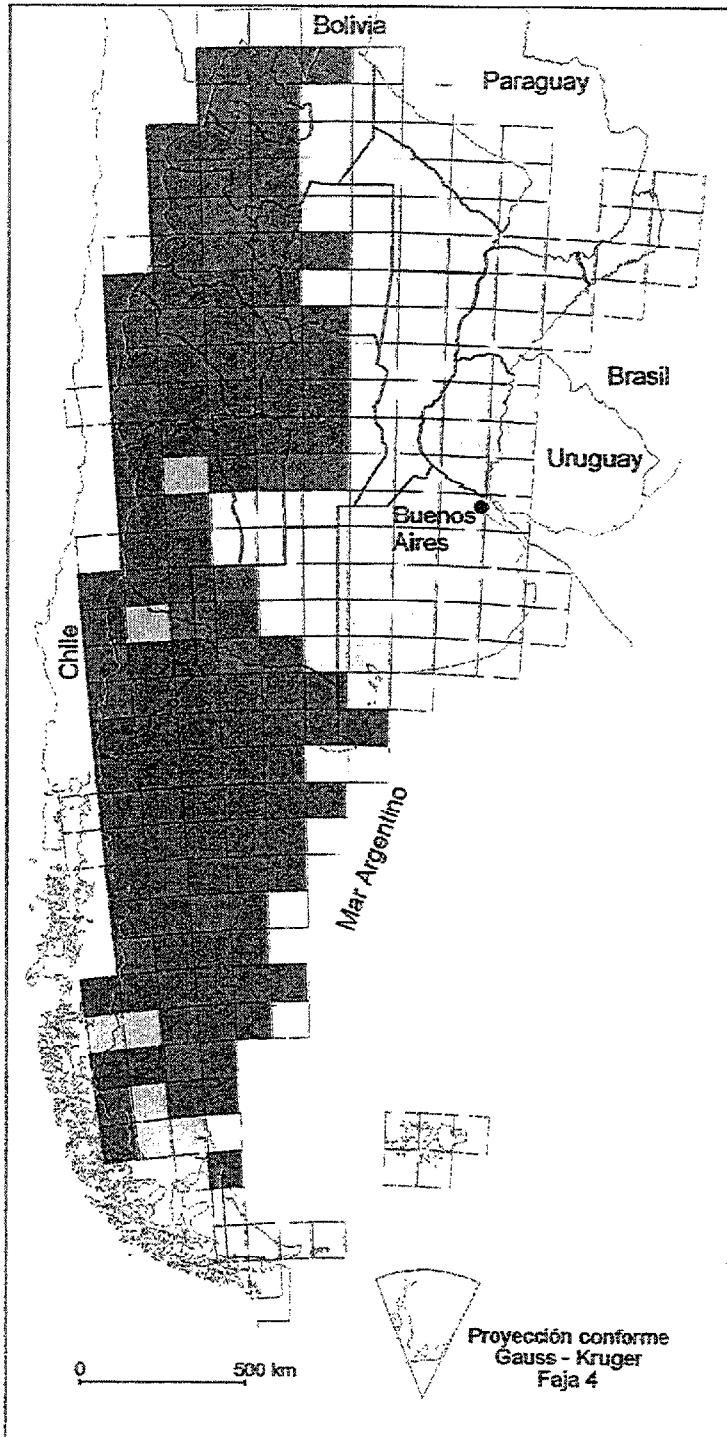
③鉱床生成図作成

DRGM が昨年度から縮尺 1:250,000 の鉱床生成図の作成に着手した。





地質図（縮尺 1:250,000 及び 1:100,000）及び鉱床生成図（縮尺 1:250,000）の作成に係る 2001 年計画および3ヶ年計画を次ページに示す。

# PROGRAMA NACIONAL DE CARTAS GEOLÓGICAS

Escala 1:250.000



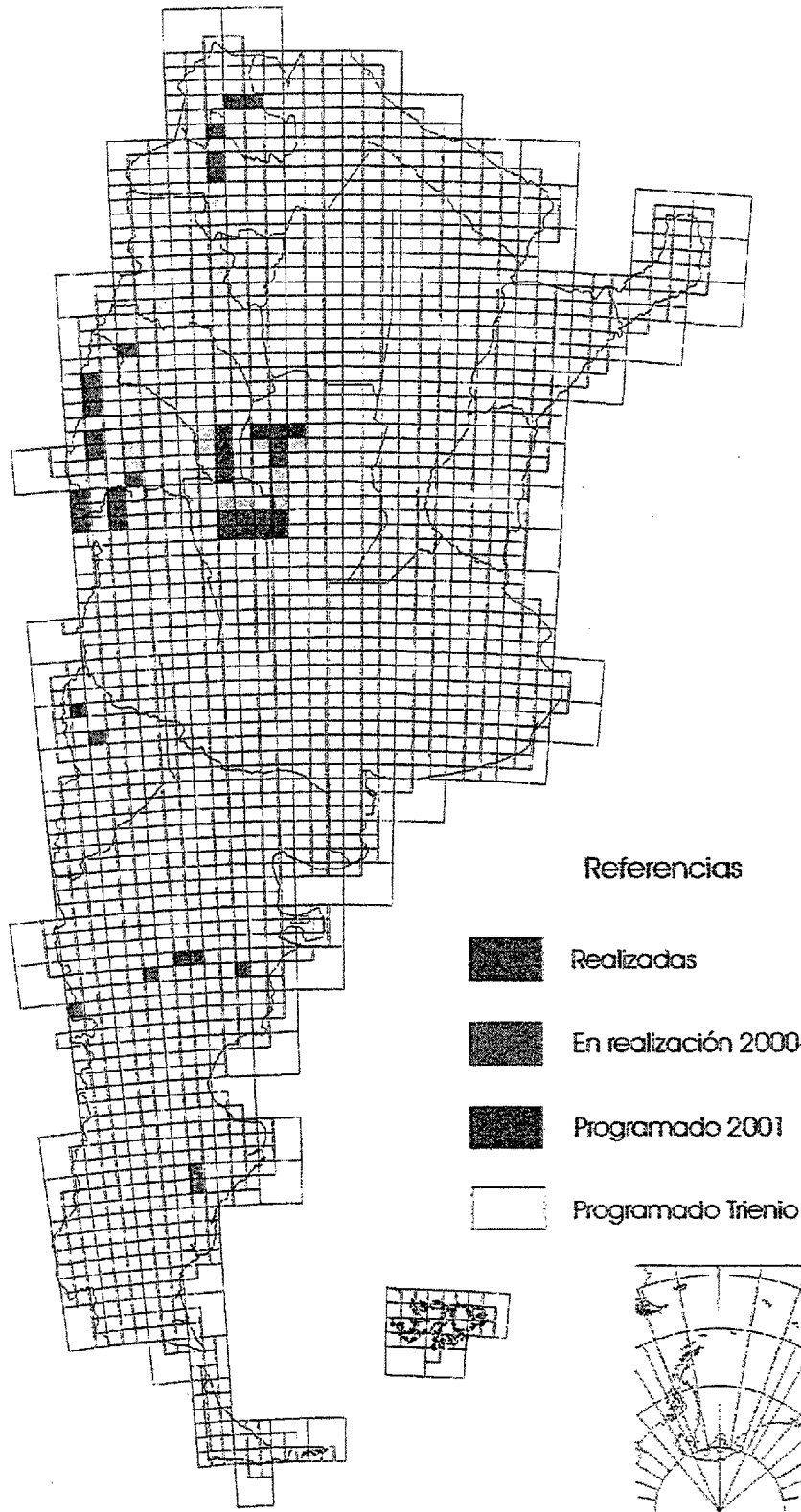
## REFERENCIAS

-  REALIZADO
-  EN EJECUCIÓN 2000-2001
-  PROGRAMADO TRIENIO
-  PROGRAMADO 2001



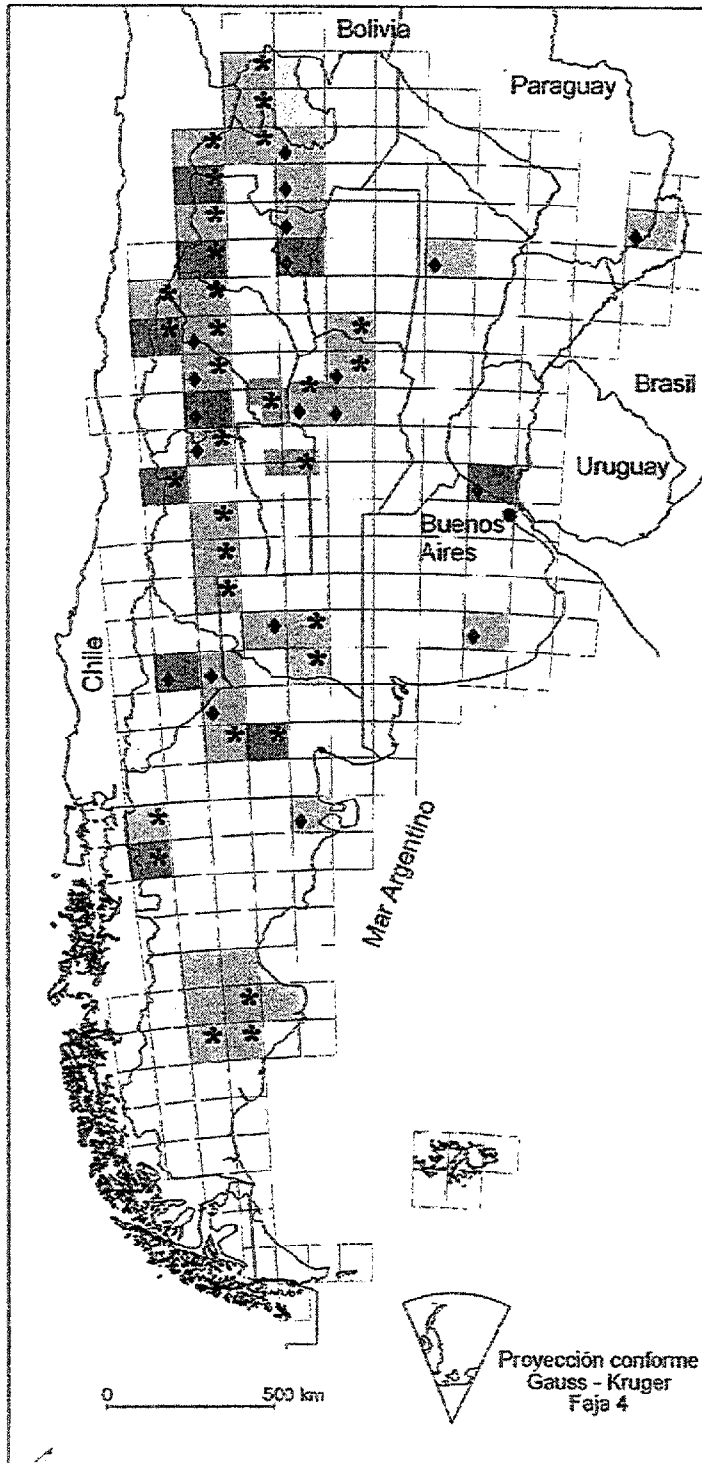
*Handwritten signature or initials.*

PROGRAMA NACIONAL DE CARTAS GEOLÓGICAS  
Escala 1:100.000



*M. C.*  
*M.*

**PROGRAMA NACIONAL DE CARTAS  
GEOLOGICAS Y TEMATICAS  
LEVANTAMIENTO DE CARTAS METALOGENETICAS  
Y DE MINERALES INDUSTRIALES  
ESCALA 1:250.000**



-  PROYECTO JUJUY
-  REALIZADO
-  EN EJECUCIÓN 2001
-  PROGRAMADO TRIENIO
-  PROGRAMADO 2001
-  HOJA DE MINERALES INDUSTRIALES Y ROCAS
-  HOJA METALOGENÉTICA





### (3) 予算措置

地質図、テーマ図作成に係る年間予算規模はおおよそ以下のとおりである。

- ・ 1：100,000 地質図：1枚あたり US \$ 25,000 程度
- ・ 1：250,000 地質図：1枚あたり US \$ 15,000 程度
- ・ 1：250,000 鉱床生成図：1枚あたり US \$ 15,000 程度
- ・ 1：250,000 地化学探査図：年間 6～7 枚
- ・ 1：250,000 物理探査図：年間 4～5 枚
- ・ 環境関係図：年間 3 枚。1枚あたり US \$ 10,000 程度
- ・ 防災関係図：年間 3 枚。1枚あたり US \$ 10,000 程度

### (4) 外部への情報提供システム

SEGEMAR は、カタログや SEGEMAR ウェブサイト [www.segemar.gov.ar](http://www.segemar.gov.ar) (PASMA で作成されたウェブサイト [www.suim.gov.ar](http://www.suim.gov.ar)ともリンクしている) において、これまでに作成した、以下の種類の地図・データのリストを公開している。

- ・ 地質 (1：250,000、1：100,000、1：200,000、地域・総合的地図及び出版物、会議及びシンポジウム)
- ・ 空中物理探査 (1：250,000、デジタルデータ 等)
- ・ 地化学探査 (多元素や銅・鉛・亜鉛の地化学データ)
- ・ 鉱物資源 (地域・総合的年報及び出版物、SEGEMAR-San Martin 国立大学の技術的出版物)
- ・ 地熱
- ・ 地質ハザード (年報 等)
- ・ 国土整備 (デジタル地図による環境ベースライン 等)
- ・ 水理地質 (報告書、地図 等)
- ・ 衛星画像及び航空写真
- ・ 地形図 (1：200,000、1：100,000)

外部機関はこれらの情報を基に SEGEMAR に発注し、図幅や添付資料等の配布を受けられる。なお、公的機関への配布は無償、民間機関への配布は有償 (ただし実費のみ) である。

## 2 現状および課題

これらの地図作成作業を効率的に進めるため人工衛星画像解析技術 (衛星リモートセンシング) を活用すべく、リモートセンシング・地理情報システム部が設置された。同部では現在、地質図幅作成を担う DGR、あるいは防災関係図、土地利用図を作成する DGAA などの写真地質学的判読を行いたい他部署からの要望に応じ、LANDSAT-TM フォールスカラー画像の基本的画像処理 (ストレッチング) を行っている。

しかしながら、最近の資源衛星が可能にする鉱物マッピングのような高度なスペクトル解析、熱赤外バンドの有効利用、また植生解析や地形解析については経験・技術・設備を有しておらず、リモートセンシングの特長を最大限に活用できているとは言いがたい。したがって、このような先進的な解析技術を習得し、リモートセンシングの特長を活かすことにより、地質図・テーマ図作成作業を効率化することが現在の課題となっている。

### 3 日本の援助戦略上の意義

アルゼンティンに対する JICA の国別事業実施計画で、援助重点分野として「地域及び所得格差の是正」が挙げられており、その一因である「一部地域の経済基盤の脆弱性」を改善するための方策として「貧困州政府の財政基盤強化」「鉱山開発」「地域開発計画」が挙げられている。

本プロジェクトは、リモートセンシング技術の移転により、地質情報整備を促進することにより、将来的には鉱業投資の拡大を目指すものであり、上記の方策の方向性に合致する案件である。

## 第4章 プロジェクト戦略

先進的地質リモートセンシングプロジェクト（以下、「本プロジェクト」）では、SEGEMAR が「国家地質・テーマ図作成プログラム」を効率的に進めていくために必要な「衛星データ処理・解析技術のレベルアップ」を目的とした技術協力を実施する。SEGEMAR はこれまでも国際機関、他国の研究機関や大学との協力プロジェクトにより、縮尺 1:500,000、1:250,000、1:100,000 の地質図作成を行ってきたが、それらは地質図作成自体を目的としており、その作成過程における、SEGEMAR スタッフに対する技術移転は十分に意図されておらず、結果として先進的技術の移転は不十分であった。これに対し、今回のプロジェクトにおいては、SEGEMAR スタッフが技術を習得し、彼ら自身で継続的に実施できる状況を目指す。

SEGEMAR は、これまでの地質図作成作業において、既に LANDSAT-TM 画像の写真地質学的判読などの形でリモートセンシングをある程度利用しており、基礎的な画像処理方法や、地質図作成に必要な技術（現地踏査も含む）も習得していることから、本プロジェクトでは、地質図作成自体に関する技術移転を行うのではなく、さらに一歩進んで、先進的な資源衛星データの処理・解析を行い、その特長を活かして、精度の高い地質図・テーマ図を効率的に作成できるようになることを目標とする。

1999 年に NASA によって打ち上げられた衛星 TERRA には日本が開発した短波長/熱赤外域に多バンドを有する（つまり変質鉱物分類や、シリカ含有量に応じた岩質区分等、資源探査に有用な情報を得るのに適している）センサー ASTER（Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer）が搭載されており、既にデータ取得も進められているため、本プロジェクトにおいては主として ASTER データを扱う予定である。

ASTER の特長を活かしたデータセットとしては、変質鉱物分類図や、シリカ含有量別岩質区分図、デジタル標高図（DEM）が考えられる。これらの図は、今後 SEGEMAR が進めていく 1:100,000 地質図や 1:250,000 の鉱床生成図作成作業において、補足情報として用いることにより現地調査の効率化に役立つ他、鉱物資源探査や環境・ハザード図・地形図作成の基礎情報とするなど、様々な用途が考えられる。

実際の技術移転は、OJT 主体で、SEGEMAR スタッフがこれらのデータセットを作成でき、さらには地質図・テーマ図作成作業に際して、それらをどのように利用すべきかを理解し、自ら行えるようになることを目指す。但し、プロジェクト期間中に鉱床ポテンシャルの高い地域全体の地質図・テーマ図作成を行うことは不可能であり、プロジェクト終了後も SEGEMAR が独力で地質図・テーマ図作成作業を継続していくことになる。

さらに、本プロジェクトでは、SEGEMAR 内外でリモートセンシングがより活用される環境を整備するために、SEGEMAR 内外の関係者を対象としたワークショップやセミナーを開催し、リモートセンシングの基本概念や利用方法などに関する宣伝・普及も行う。

リモートセンシングは、現在も日進月歩で技術開発が進められている分野であり、プロジェクトが終了する頃にはさらに進んだ衛星データやその解析技術が開発されていることが予測されるが、ASTER データの処理・解析技術は、プロジェクト終了後により先進的な技術を習得するための素地にもなり得る。

また、SEGEMAR は、前政権時より計画が進められている「連邦緊急システム」（災害に関する情報ネットワーク）の整備を進めていく上でもリモートセンシング技術を応用したいと考えている。

したがって、本プロジェクトでは、上記の資源探査のための衛星データ処理・解析技術のみでなく、防災・環境分野

へのリモートセンシングの応用方法についての紹介も行う予定である。ただし、実際に防災・環境関連テーマ図を作成するには、リモートセンシングに直接関係する技術のみならず、アルゼンティンにおける防災・環境問題を熟知していることが不可欠であり、前述の資源探査リモートセンシングと並行して技術移転を行うのは困難と思われるため、本プロジェクトで実際のテーマ図作成は基本的には行わず、応用方法の紹介に留めることとする。

## 第5章 プロジェクトの基本計画

### 1 マスタープラン（スーパーゴール、上位目標、プロジェクト目標、成果）

本プロジェクトは、IGRM が鉱物資源探査のための地質図・鉱床生成図（metallogenic map）等の作成（A）や環境・ハザード解析（B）に際して、先進的衛星データを活用できるようになることを目指している。

ただ、「(1) プロジェクト目標」に詳述するように、本プロジェクトの協力期間中に技術移転を行う範囲・程度が A と B では異なるため、それぞれ別個のサブプロジェクトに分けることとする。

#### (1) プロジェクト目標 (Project Purpose)\*

\*プロジェクトの実施により、プロジェクト終了時に達成が期待される目標

##### サブプロジェクト A

「IGRM が、鉱物資源探査のための地質図・テーマ図を作成するのに、ASTER、PALSAR 等の先進的衛星データを活用できる。」

(IGRM is able to utilize advanced satellite data such as ASTER and/or PALSAR in order to make geological maps and thematic maps for mineral exploration.)

##### サブプロジェクト B

「IGRM が、環境・ハザードエリア解析において、ASTER、PALSAR 等の先進的衛星データをどのように活用するかを理解している。」

(IGRM understands how to utilize advanced satellite data such as ASTER and/or PALSAR in environmental or hazardous area study.)

サブプロジェクト A では、地質図、テーマ図（鉱床生成図等）のマッピング作業において ASTER や PALSAR のデータを実際に使えるようになることを目指すが、サブプロジェクト B では、ASTER や PALSAR のデータがどのような形で環境・ハザードエリア解析に役立つのかを理解するためのイントロダクション程度までに留めるという違いがある。これは、環境・ハザードエリア解析で、危険度等を評価し、マッピングする作業においては、衛星データ以外の要素（その地域の特性等）が占める割合が非常に大きく、その意味で、日本側が行えるのは、マッピング作業全体の指導ではなく、あくまでも手法のイントロダクションに留まるからである。

#### (2) 上位目標 (Overall Goal)\*及びスーパーゴール (Super Goal)\*\*

\*「プロジェクト目標」が達成された結果として、(プロジェクト終了後に) 達成が期待される開発効果。

\*\*「上位目標」の達成により、将来的に実現することを目指している効果。

##### サブプロジェクト A

・上位目標

「先進的衛星データを用いた、鉱物資源探査のための地質図・テーマ図が、IGRM によって整備される。」

(Geological maps and thematic maps for mineral exploration using advanced satellite data are prepared by IGRM.)

本プロジェクトで行うのは、地質図・テーマ図作成に必要な技術移転までであり、その技術を用いてアルゼンティン国内の対象地域の地質図・テーマ図作成を実際に行っていくのは、IGRM 自身の責任である。対象地域をカバーするだけの地質図・テーマ図を整備するには時間を要すると思われ、プロジェクト終了後に IGRM が自ら達成すべき目標である。

これが達成されるためには、プロジェクトでの技術移転に加え、対象地域のマッピングを行っていくのに必要な人員配置・予算措置が IGRM によって行われることが必要不可欠である。IGRM はこれらの措置を行う責任を有しているものの、同国の厳しい財政状況下、IGRM の予算が削減される可能性もないとは言えない。特に、本プロジェクトに携わるカウンターパートの一部が政府の職員でなく、一定期間毎の契約更新を必要とする契約職員であることから、予算削減による人員配置の変更で技術移転に支障が生じる可能性も皆無とは言えない。したがって、この点は、上位目標達成のための重要な外部条件(Important assumptions)\*であると言える。

\*プロジェクトが成功するために満たされる必要があるが、プロジェクトではコントロールできず、かつ生じるか否かが不確かな条件。

#### ・スーパーゴール

「アルゼンティンにおいて、IGRM が整備した地質図・テーマ図が鉱業投資家によって利用される。」

(Geological maps and thematic maps prepared by IGRM are utilized by mining investors in Argentine.)

IGRM が整備した地質図・テーマ図は、様々な用途に使用し得るものであるが、本プロジェクトが最も重視する長期的目標は、鉱物資源探査の際の基礎情報である地質図・テーマ図の整備が、鉱業投資促進の一助となることである、

ただし、実際に鉱業投資が活性化するためには、地質図・テーマ図整備だけでなく、国際金属価格の動向、PASMA で立ち上げられた全国統一の鉱業権設定システムがうまく機能することなど、各種条件が揃う必要があることは言うまでもない。

#### サブプロジェクトB

##### ・上位目標

「IGRM によって、環境保護、防災のためのテーマ図が整備される。」

(Thematic maps for environment conservation and hazard prevention are prepared by IGRM.)

本プロジェクトでのイントロダクションによって知識を得た C/P が、実際にマッピングを行うための技術を習得することによって、この上位目標を達成することが可能になる。ただし、「(1)プロジェクト目標」に述べた理由により、このマッピング技術はプロジェクトでの技術移転対象には含まれない。

また、この上位目標についても、サブプロジェクトの上位目標と同様、マッピングに必要な人員配置・予算措置が行われることが重要な外部条件となる。

### (3) 成果 (Outputs) \*

\* 「プロジェクト目標」を達成するために実現しなければならない複数の事柄。プロジェクトの活動によって達成が期待される。

#### サブプロジェクトA

1. IGRM において、衛星データ活用体制が確立される。(System for utilizing satellite data is established in IGRM.)

2. 衛星データ活用に必要な機材・衛星データが適切に利用・維持管理される。(Equipment and advanced satellite data

necessary for utilizing satellite data are operated and maintained properly.)

3. IGRM の地質技師が、鉱物資源探査のための地質図・テーマ図作成に際して、ASTER、PALSAR 等の先進的衛星データを利用するために必要な技術を習得している。(IGRM geologist have enough technology to utilize advanced satellite data such as ASTER and/or PALSAR on geological and thematic mapping for mineral exploration)
4. セミナー・ワークショップを通じ、リモートセンシング技術の有用性が関係者に理解される。(Usefulness of the remote sensing technology is understood by the persons concerned and users through seminars and workshops.)

この成果 4 の目的は、本プロジェクトに直接関係する C/P だけでなく、IGRM 内の関係者にも広く、リモートセンシング技術がどのようなものであるか、いかに地質図・テーマ図作成に際して有用であるかを知らしめ、本プロジェクトで移転した技術が定着・発展していくための基礎を作っていくことである。また、もう一つの目的として先進的衛星データの有用性や、それを利用して IGRM が作成した地質図・テーマ図の有用性を外部関係者（他政府機関、民間企業、研究機関、大学等）にアピールすることが挙げられる。

#### サブプロジェクト B

1. IGRM において、衛星データ活用体制が確立される。(System for utilizing satellite data is established in IGRM.)
2. 衛星データ活用に必要な機材・衛星データが適切に利用・維持管理される。(Equipment and advanced satellite data necessary for utilizing satellite data are operated and maintained properly.)
3. IGRM の地質技師が環境・ハザードエリア解析において、ASTER、PALSAR 等の先進的衛星データをどのように活用するかを理解している。(IGRM geologist understand how to utilize advanced satellite data such as ASTER and/or PALSAR in environmental or hazardous area study.)

サブプロジェクト A、B 双方の成果 2 及び 3 で技術移転されるべき分野は以下のとおりである。

- I. データの取り扱いと資源衛星データの基本概念
  1. 新たなハードウェア・ソフトウェアの紹介
    - a. ハードウェア管理
    - b. ソフトウェア管理（リモートセンシング、GIS 他）
    - c. データ管理（原データ、画像）
      2. リモートセンシングの基本概念と地質への応用
        - a. 可視・近赤外（VNIR）および短波長赤外（SWIR）センサー
        - b. 熱赤外（TIR）センサー
        - c. 立体視画像およびデジタル標高モデル（DEM）
        - d. マイクロ波
        - e. 衛星プラットフォーム、軌道、データ取得
      - f. 様々なリモートセンシングデータによる地質図作成に係るケーススタディー
    3. 打上げ前研究に基づく、ASTER データの有効な利用方法
- II. デジタル画像処理及び ASTER データによる変質鉱物・シリカ含有量別岩質区分テーマ別マッピング
  1. 前処理（データ読み込み、欠損ライン補完、幾何補正、モザイク作成）
  2. 画像強調処理（ストレッチ、フィルタリング、統計処理、FFT 処理等）

### 3. 短波長赤外 (SWIR) データ解析

- a. みかけ反射率変換法
- b. スペクトルライブラリ構築・管理
- c. 変質鉱物分類図作成方法 (2 値化処理、spectral angle mapping, matched filtering, spectral unmixing, others)

### 4. 熱赤外 (TIR) データ解析

- a. 温度-放射率分離
- b. 放射スペクトルによるシリカ含有量予測

## III. ASTER データの地質マッピング及び鉱物資源探査への応用

### 1. 短波長赤外 (SWIR) データによる変質鉱物分類図作成

- a. 熱水系の 3 次元解析
- b. 短波長赤外 (SWIR) マッピング結果に基づく地質解析
- c. マッピング精度向上のための現地検証
- d. スペクトルメーターの操作と現地での反射スペクトルデータ取得

### 2. 熱赤外 (TIR) データによる岩質分類図作成

- a. 熱水系におけるシリカ富化帯の抽出
- b. 放射スペクトルによる岩質解析
- c. マッピングの精度を高めるための現地検証
- d. ラジオメーターの操作と現地での放射スペクトルデータ取得

### 3. DEM データの地質への応用

- a. データ処理・解析方法
- b. DEM による地質解析

### 4. リモートセンシング解析と地質現地調査結果の総合化

- a. 可視・近赤外 (VNIR)・短波長赤外 (SWIR)・熱赤外 (TIR) マッピング結果の総合解析
- b. 地質・鉱物資源の総合解析\* (鉱物資源ポテンシャルの分析)

#### \*総合解析 (Integrated Interpretation)

本プロジェクトでは、リモートセンシング・GIS 部で作成されたデータセットを基に、現地調査結果や、既存の地化学探査・物理探査データや地図等の情報も踏まえ、総合解析を行って、地質図や鉱床生成図を作成するための技術・ノウハウの移転も行う。ただし、本プロジェクトは資源探査全体を扱うのではなく、「衛星データの処理・解析およびその利用」に焦点を当てたプロジェクトであることから、ここで言う総合解析も、基本的には、資源探査において一般的に行われる総合解析全体 (地質解釈等) を指すのではなく、「地質図・鉱床生成図作成に際して、衛星データセットを利用するのに特に必要となる総合解析技術・ノウハウ」に絞る。

## IV. PALSAR データによるマイクロ波データ解析

- 1. データ処理と画像処理 (データ読み込み、ノイズ除去、歪補正、モザイク作成等)
- 2. SAR 偏波処理による土地利用区分 (森林区分)
- 3. インターフェロメトリ SAR による地形解析



#### V. ASTER、PALSAR データによる環境解析のイントロダクション

1. 土地利用区分 (暫定)
2. 植生指標解析 (暫定)
3. 土壌指標解析 (暫定)

#### VI. ASTER、PALSAR データによるハザードエリア解析のイントロダクション

1. 洪水レベル観測 (暫定)
2. 海岸線モニタリング (暫定)
3. 干ばつモニタリング (暫定)
4. 火山モニタリング (暫定)
5. 地滑りモニタリング (暫定)

環境・ハザード解析への衛星データの利用方法は多岐にわたるが、その中でも特に IGRM が想定していたのは以下の内容であった。

- ・ 汚染 (土壌、水、大気)
- ・ 土塊移動による景観の変化 (地滑り)
- ・ 洪水のレベル
- ・ 海岸線の変化
- ・ 活断層
- ・ 干ばつ

しかしながら、本プロジェクトでは、ASTER や PALSAR のデータの利用方法を移転することを目的としているため、ASTER、PALSAR の特徴を踏まえて、上記 V. 1~3、VI. 1~5 の項目に絞り込んだ。また、これらの項目についても、本邦における ASTER データの「環境・ハザードエリア調査への応用」はまだ本格的な実用化は進んでおらず、まだ研究開発の段階にあるため、案 (provisional) とした。

#### VII. ハイパースペクトル解析のイントロダクション (Introduction to hyperspectral data analysis)

##### 2 活動 (Activities)

上記の各成果を実現するために、プロジェクトが実施する具体的な活動は以下のとおりである。

また、これらの活動の実施スケジュールを別添 Plan of Operations に示す。

活動	内容
1-1 計画どおりスタッフを配置する。	
1-2 活動計画を策定する。	
1-3 予算計画を策定する。	
1-4 モニタリング・評価計画を策定し、実施する。	
1-5 合同調整委員会を運営する。	

2-1 機材利用・維持管理計画を策定し、実施する。	
2-2 データ管理システムを構築し、運用する。	入手し蓄積されたASTERデータ及び生産されたプロダクツ、データセットに関しては、初年度第3四半期または第4四半期に短期専門家により導入・指導予定のASTERデータ管理システムにより管理、保管できるように指導する。
2-3 必要な機材を調達し、設置する。	
2-4 機材利用・維持管理に必要な予算措置を行う。	
2-5 C/Pに機材利用・維持管理について指導する。	
(サブプロジェクトA)	
A3-1 ハードウェア・ソフトウェアの導入教育を行う。	<p>初年度投入予定の機材（別紙機材リスト）によりデジタル画像処理システムを構築する。デジタル画像処理システムは、別紙ネットワーク図に示すように、ネットワークサーバーの下にワークグループが形成され、各々のソフトウェアがインストールされる。</p> <p>初年度第1四半期はこのシステム構築を指導・監督するとともに、システムの運用・管理技術を指導する。システムの定常運用段階では、システムの保守及び消耗品等の補充、管理について指導する。</p> <p>第2四半期以降は、インストールされたソフトウェアの操作技術を指導するとともに、ASTERデータの取扱法（検索、処理要求、データ管理方法）について解説・指導する。</p>
A3-2 ASTERシミュレーションデータを利用した地質解析例を紹介する。	ASTER実データ入手まで、シミュレーション・データを用いてその特徴の把握と地質解析への応用方法を理解する。
A3-3 C/PにASTER画像処理技術を指導する。	<p>デジタル画像処理技術に関しては、ASTERデータの再フォーマット、初期処理（色合成、強調、フィルター、リサンプリング、バンド間レジストレーション、比演算など）を指導するとともに、ASTERプロダクツ及びASTERデータセットを定常的に生産できるように指導する。</p> <p>ASTERプロダクツの中でも、主要なプロダクツであるASTER DEMに関しては、第2四半期にソフトウェアを短期専門家により導入・指導し、その活用法、解析法については適時指導する。</p>
A3-4 C/PにASTER DEMの利用について指導する。	地形図作成技術を習得するとともに、ASTERデータから三次元表示画像を作成し、写真判読的手法で、地質・地質構造を解析する技術を習得する。
A3-5 C/PにASTERデータによる変質鉱物分類図・シリカ含有量別岩質区分図作成について指導する。	ASTERデータの最大の特徴である短波長赤外データと熱赤外データを用いて、それぞれ変質鉱物分類図、シリカ含有量別岩質区分図を作成する。そのため、データの演算方法、及びできあがった画像の解釈方法を習得する。
A3-6 変質鉱物・シリカ含有量別岩質区分図作成のための現地調査について指導する。	ASTERデータから作成した変質鉱物分類画像・シリカ含有量別岩質区分画像を解釈し、その結果を、スペクトロメーター、ラジオメーター及びGPSを用いて現地で確認する技術を習得する。
A3-7 C/PにASTERデータによる総合的な地質解析について指導する。	<p>これまでSEGEMARで行われていたTMを用いた地質図作成手法に、新たに加わるASTERデータ解析結果、野外調査結果とが矛盾なく解釈できることを習得し、効率向上と精度向上を図る。</p> <p>国家地質・テーマ図作成プログラムでの1:100,000地質図、250,000</p>

	<p>鉱床生成図作成対象地域（2001年については、地質図10枚、鉱床生成図6枚を予定。）のうち、毎年、地質図4枚、鉱床生成図1枚を本プロジェクトのモデルサイトとする予定。なお、国家地質・テーマ図作成プログラムの地図作成対象地域は、SEGEMARが作成した案を基にし、毎年12月の連邦鉱業委員会（Federal Mining Council, Consejo Federal de Minería : COFEMIN）において検討の上、正式に決定される。</p>
A3-8 C/PにPALSARデータ解析について指導する。	<p>アルゼンティン南部のパタゴニア等光学センサーデータ取得が難しい地域に対し、SARの偏波及びインターフェロメトリー技術を利用した地質分類が有効であることを確認し、地質図作成の効率向上に役立つことを理解する。</p>
A3-9 C/Pにハイパースペクトルデータ解析について指導する。	<p>超多バンドデータを利用した、露岩地域の地表に存在する鉱物同定可能性を理解する。</p>
サブプロジェクトB	
B3-1 C/PにASTER、PALSARデータによる環境解析について指導する。	<p>ASTER/PALSARデータの特性を利用した環境評価方法を紹介し、既存データと組み合わせたより精度の高い解釈手法を理解する。</p>
B3-2 C/PにASTER、PALSARデータによるハザードエリア解析について指導する。	<p>ASTER/PALSARデータの特性を利用した防災地域評価方法を紹介し、既存データと組み合わせたより精度の高い解釈手法を理解する。</p>
B3-3 C/Pに環境・ハザード解析のための現地調査について指導する。	<p>衛星データを利用した環境・ハザード評価に必要な野外データの種類とその取得方法を紹介する。</p>
4-1 セミナー、ワークショップを開催する。	<p>IGRMスタッフに対し、リモートセンシングの基本概念解説やデータの利用方法を指導するためのワークショップを開催する。また、IGRMスタッフや外部ユーザーに対して、先進的衛星データや、それを利用して作成した地質図・テーマ図の有用性をアピールするためのセミナーを開催する。</p>

### 3 プロダクトおよびその利用方法

次ページのChart 1は、ERSDACで作成されるASTERデータの標準プロダクトから、本プロジェクトにおいてデータセットが作られ、さらにはそれがSEGEMAR内外で実際に利用されるまでのフローを示した概念図である。

Concept on Flow of Products and Their Application in the Project

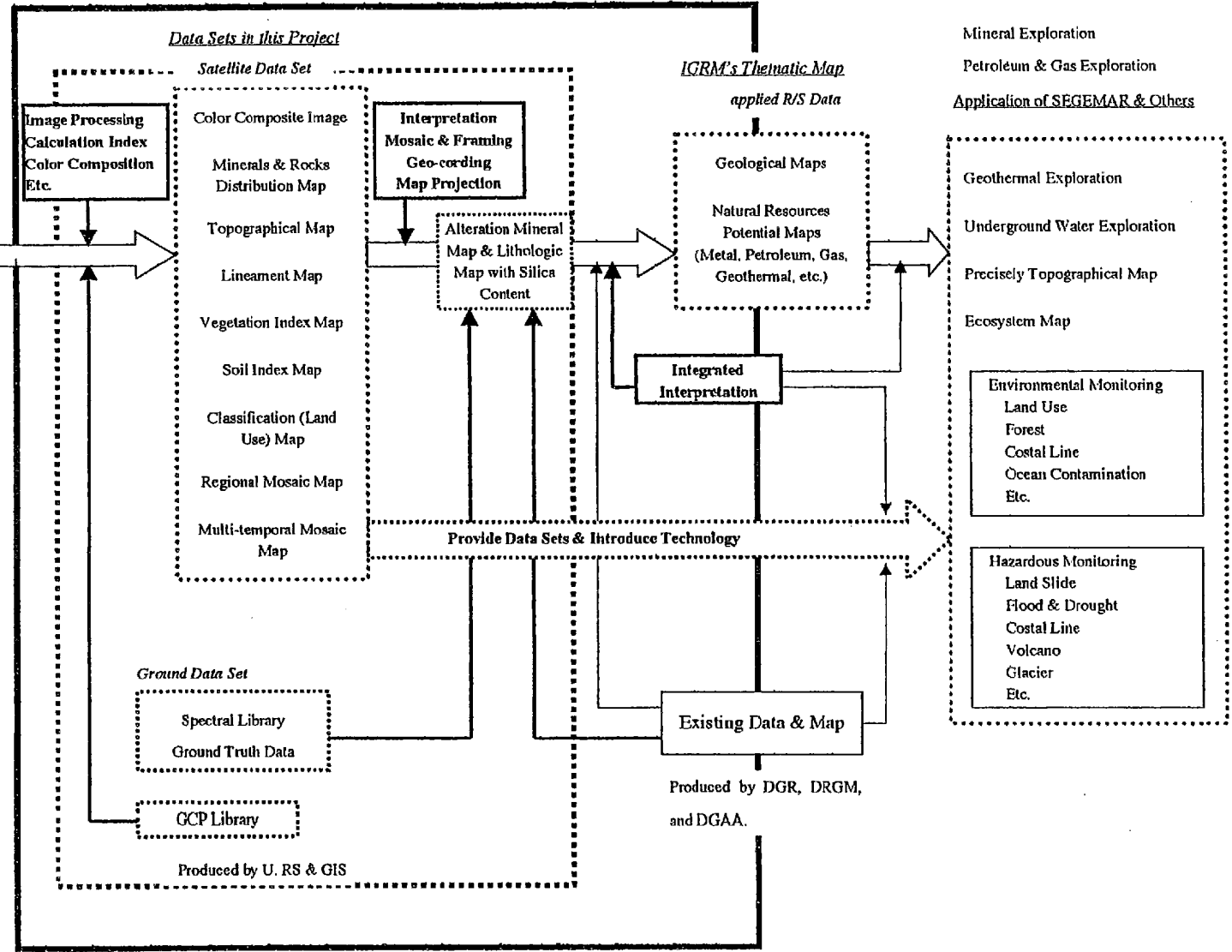
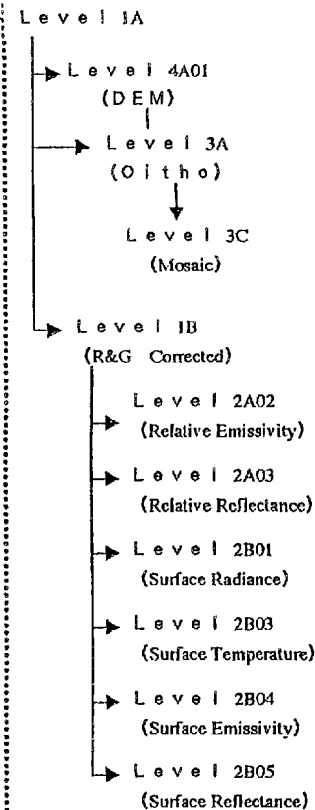
In JAPAN (ERSDAC)

Technical Cooperation in this Project

Satellite Sensor

ASTER Products

ASTER  
(Optical Sensor)



## 4 投入

### (1) 日本側投入

#### a. 専門家派遣

##### (a) 長期専門家

以下の4分野の専門家を4年間派遣する。実際の活動上での、各専門家の役割分担は Plan of Operations の In charge 欄に示されている。

##### ①チーフアドバイザー Chief Advisor

- プロジェクト業務全体の統括
- 協力実施に必要な諸計画の取りまとめ
- 予算管理
- 機材管理
- 日本側との連絡・連携体制強化、等

##### ②業務調整員 Coordinator

- チーフアドバイザーの補佐
- 運営管理全体の進捗状況のモニタリング
- プロジェクト実施上の問題点解決の促進
- 予算管理
- 機材管理
- 連絡調整、等

##### ③デジタル画像処理 Digital Image Processing

- デジタル画像処理システムの導入
- デジタル画像処理システムの操作・運用の指導
- 衛星データ及び作成されたデータセットの管理（選択、入手、処理、保存、配布など）能力の育成
- 先進的衛星データ利用技術の指導

##### ④地質リモートセンシング Geological Remote Sensing

- ASTER データの特徴説明
- 既存資料のそろっている地域での ASTER データ解析および現地調査（必要に応じ）による ASTER データの有効性の確認
- 地質図・鉱床生成図作成の効率化、付加的情報追加のための ASTER データの利用方法の指導

##### (b) 短期専門家

「1 マスタープラン (3) 成果」に記載された技術移転分野のうち、特に専門的・先端的技術や、環境・ハザード解析関係技術等、長期専門家のみでの対応が困難な部分については、短期専門家を派遣する。その派遣計画は一年ごとに日ア間で協議することになるが、現時点で想定される分野は以下のとおり。

- ・ ASTER に係るイントロダクション (Introduction of ASTER)
- ・ DEM ソフトウェアインストール (Installation of DEM software)
- ・ データ管理システムインストール (Installation of data management system)

- ・ SAR データ利用 (SAR data application)
- ・ 環境解析 (Environmental analysis)
- ・ ハザードエリア解析 (Hazardous area analysis)
- ・ ハイパースペクトルデータ利用 (Hyperspectral data application)

## b. 研修員受入

日本において、毎年2名程度、2～3週間から2ヶ月程度の期間（研修内容によって異なる）、C/Pの研修を実施する。

この研修は、画像処理、資源関係業務や環境解析/防災研究に従事する ASTER 研究者/利用者の作業方法を理解すること、また、研究事例を学ぶことで帰国後の ASTER データ利用を促進することを目的として実施される。その他、毎年5月下旬から6月上旬の間に開催される ASTER サイエンスチームミーティングに参加することも考えられる。

研修受入先としては、次のような機関が考えられる。

- ・ 一般的なリモートセンシング研修

RESTEC（約1ヶ月）、ERSDAC（1日）、東海大学総合科学技術研究所（1週間程度）

- ・ 専門的な地質リモートセンシング技術研修

地質調査所海外協力室及び地質リモートセンシング研究室（1～2週間）

名古屋大大学院理学研究科地球惑星理学専攻（1週間程度）

- ・ 鉱物資源への応用及びケーススタディ

MMAJ 及び資源開発関係コンサルタント6社（1週間程度）、MMAJ小坂技術研究所（2～3日）

- ・ 環境、ハザード関係への応用

東京大学生産技術研究所（2～3日）、国立環境研究所（2～3日）、

千葉大学環境リモートセンシング研究センター（2～3日）、国立防災研究所、東京大学、名古屋大学 等

## c. 機材供与

供与予定機材及びその仕様は別添機材リストのとおり。

### (a) デジタル画像処理システム

本プロジェクト実施期間中に IGRM が作成する地質図及び各種テーマ図に利用される ASTER データの各種処理ができることがデジタル画像処理システムの最小単位である。これに加え、プロジェクト終了後においても、IGRM が独自で ASTER データ及び ASTER データセットを入手、処理、作成、管理でき、SEGEMAR 及び他機関からの要求に対して迅速に ASTER データ及び ASTER データセットを提供できるシステムを設計した。

また、ASTER のレベル2以上の高次処理についても、日本側（ERSDAC）に依存することなく、アルゼンティン側（IGRM）独自で処理可能なように配慮した。

### (b) 現地調査用機材

基本的に、現地調査用機材については、現在 IGRM が所有しているものを使用することになるが、衛星データの ground truth を行うために特に必要と思われる以下の機材を日本側から供与する。

- ・ スペクトロメーター

ASTER 可視近赤外データ及び短波長赤外データ領域を含む電磁波帯域を詳細に野外で観測することにより、ASTER データを画像化したときの色合いの意味、データ演算方法の考察を行えるようにする。同時に、画像解釈結果の現地調

査の一部を光学的スペクトルを測定することにより行う。

・ラジオメーター

ASTER 熱赤外データ領域の電磁波帯域を詳細に野外で観測することにより、ASTER 熱赤外データを画像化したときの色合いの意味、データ演算方法の考察を行えるようにする。同時に、画像解釈結果の現地検証の一部を熱赤外スペクトルを測定することにより行う。

・GPS

野外測定時、画像との整合精度を高めることを目的に、調査地点を正確に記録するために使用する。アルゼンティンでは地形図の整備が十分でなく、また、地形的特徴の少ない地域があるため、GPS により数値情報として記録保存する。

### (c) 衛星データ

本プロジェクトにおいて主に利用することになる ASTER データについては、技術移転に必要な範囲に限って、日本側が供与する。良質のデータが揃ってから調達するのが得策と思われるため、供与時期としては第 3 年度（日本における 2003 年度）が適当と考えられる。

ただし、それ以前の技術移転に際しても ASTER データは必要であるため、初年度・第 2 年度には（財）資源・環境観測解析センター（ERSDAC）が公募・実施する共同研究プログラム（ASTER Announcement of Research Opportunity (ARO)）の利用や、ASTER Science Team の協力により、初年度・第 2 年度には無償でのデータ提供を受けるべく、今後、日本側で関係機関との調整を進める予定である。なお、これらの方法によるデータ提供は、あくまでも研究目的のために行われるものであり、入手したデータを処理・解析して作成した成果品の外部への販売等、研究以外の目的に転用することは原則として認められない。このため、無償で入手したデータについても、第 3 年度に改めて購入する必要がある。

## (2) アルゼンティン側投入

### a. 要員配置

以下のとおり、本プロジェクト関係要員を配置する。

プロジェクトでの役割	SEGEMAR 内での所属・役職		備考
Project Director	President of SEGEMAR		
Project Manager	Director of IGRM		
Coordinators	RS/GIS 部長 広域地質局 (DGR) 長 地質・鉱物資源局 (DRGM) 長 環境・応用地質局 (DGAA) 長		
Full-time counterparts	RS/GIS Division の RS セクション 所属スタッフ 4 名		主としてデジタル画像処理長期専門家、一部技術については地質リモートセンシング長期専門家の C/P。
Part-time counterparts	RS/GIS Division	GIS administrator, RS/GIS network administrator 等 計 4 名 (予定)	
	DGR	地質技師 20 名程度	主として地質リモートセンシング長期専門家の C/P。 C/P 氏名、役職等は現時点では決定していないが、毎年選定されるモデルサイト 5 ヶ所 (1:100,000 地質図 4 ヶ所、1:250,000 鉱床生成図 1 ヶ所) を担当する各チームに所属する DGR、DRGM の地質技師が C/P となる。
	DRGM	地質技師 8 名程度	
	DGAA	地質技師 4 名程度	主として環境・ハザード関係短期専門家の技術移転対象となる。

これらの要員の、実際の活動上での役割分担は Plan of Operations の In charge 欄に示されている。

b. 施設、設備

SEGEMAR は、現在 IGRM が使用している建物の RS/GIS 内にスペースを確保する。

c. 予算措置

SEGEMAR は、現在のところ、本プロジェクト実施にかかる予算を以下のとおり見込んでいる。

ただし、実際にこの予算を確保するためには、毎年 6 月頃までに次年度分の予算要求案を取りまとめ、大蔵省等での検討を経た後に、国会での承認を得る必要がある。このため、毎年の予算計画が確定するのは、アルゼンティンの予算年度（1 月開始、12 月終了）開始直前の 12 月頃となる。

また、2002 年度以降の予算は、必ずしもこの金額どおりとするのではなく、実際の支出実績を踏まえ、適宜調整することになる。

なお、それぞれの年度に確保した予算を次年度に持ち越すことはできない。

(単位：US ドル)

内容	2001 年度	2002 年度	2003 年度	2004 年度	2005 年度 (1 月～3 月)
<b>機材関係費用</b>					
ソフトウェアメンテナンス・アップグレード	8,000	8,000	12,000	12,000	2,000
ハードウェアメンテナンス	7,000	7,000	8,500	8,500	500
消耗品（紙、インク、トナー、CD 等）	5,000	5,000	6,500	6,500	500
ASTER データ関係費用（日本からアルゼンティンまでの輸送費用、消耗品）	5,000	5,000	5,000	5,000	1,000
<b>現地調査費用</b>					
航空賃／交通費	4,000	4,000	4,000	4,000	1,000
日当・宿泊料	56,000	56,000	62,000	62,000	5,000
オペレーションコスト（アシスタント、燃料、トラックメンテナンス、ライブラリ、写真等）	15,500	15,500	15,500	15,500	2,000
<b>サンプル分析費用</b>					
化学分析		4,000	5,600	5,600	1,500
K-AR / U-PBS 年代測定		10,000	14,000	14,000	3,000
薄片作成		3,800	5,200	5,200	1,500
セミナー／ワークショップ	2,000	2,000	2,000	2,000	
データ入力（パートタイム）要員配置	5,000	7,200	7,200	7,200	2,000
年度毎合計	107,500	127,500	147,500	147,500	20,000
<b>2001 年～2005 年 合計</b>					<b>550,000</b>

積算根拠は以下のとおり。

・現地調査・分析費用

18 ヶ月毎に 1:100,000 地質図 4 枚、1:250,000 鉱床生成図 1 枚を作成する。最初の 5 枚の作成作業開始は、日本の予算年度の 2001 年度後半の予定であるため、プロジェクト終了時点で、地質図 8 枚、鉱床生成図 2 枚を完成させ、地質図 4 枚、鉱床生成図 1 枚に着手している予定である。

上記の費用は、1 枚について年間 2 回現地調査を実施することを想定して積算されている。

但し、これらの地図を作成するための現地調査だけでなく、より汎用的な技術を指導するための現地調査も実施する予定である。

・セミナー／ワークショップの費用

SEGEMAR 内の専門家、大学、連邦・州政府機関、民間企業、コンサルタントを対象とした、新技術を紹介するため



のセミナーまたはワークショップを毎年 4 回開催する。そのうち 2 回をブエノスアイレスで、残り 2 回を地方で開催する。

その他、この予算計画上に金額としては現れないものの、以下の項目に係る費用についてもアルゼンティン側が負担する。

- ・ X 線分析

INTEMIN のラボラトリーに分析を依頼することができる。

- ・ 車両

現地調査の際には、IGRM が所有する車両を使用する。

#### d. 機材

SEGEMAR は、リモートセンシング・GIS 部が現在所有している機材を適宜本プロジェクトの使用に供する他、現地調査に必要な車両、調査用具（ハンマー、GPS 等）や、セミナー／ワークショップに必要な事務機器、視聴覚機器を提供する。

長期（1 ヶ月程度）の現地調査の車両の利用にあたっては、6 ヶ月前の申請が必要であるが、特にプロジェクトの初期段階に行う汎用的技術指導のための現地調査や短期専門家来訪時など、早期の計画が困難な場合には、6 ヶ月前に申請されていない場合にも、適宜使用できるようにする。

### 5 事前の義務および必要条件

アルゼンティン側は、上記「4 投入」に記載された内容を確実に実施するとともに、「第 7 章 自立発展性」に記載した要件を満たすべく努力する。

## 第6章 プロジェクトの実施体制

### 1 実施機関

#### (1) 実施機関の適格性

アルゼンティンでは、1885 年以来、様々な公的機関の下で地質・鉱業に関する調査・研究を行っていたが、1996 年の行政機構改革により、SEGEMAR が設立され、これら調査・研究の責任が SEGEMAR に一元化された。

したがって、SEGEMAR は「国家地質・テーマ別地図作成プログラム」の実施主体として地質情報を整備し、提供する責任を負っている機関であり、本プロジェクトでリモートセンシングを利用した地質図・テーマ別地図作成技術を移転する対象として、最も適格である。

また、本プロジェクトで移転されるリモートセンシング技術については、地質・鉱業関係の研究機関・大学・民間企業においても技術移転ニーズがあると思われるが、SEGEMAR はこれまでもこれらの機関・組織に対する研修を実施しており、本プロジェクトで移転された技術に関しても、同様の形による移転・普及を行っていくことも可能と思われる、その点から考えても、SEGEMAR は本プロジェクトの実施機関として適当である。

#### (2) 実施体制

##### a. 全体

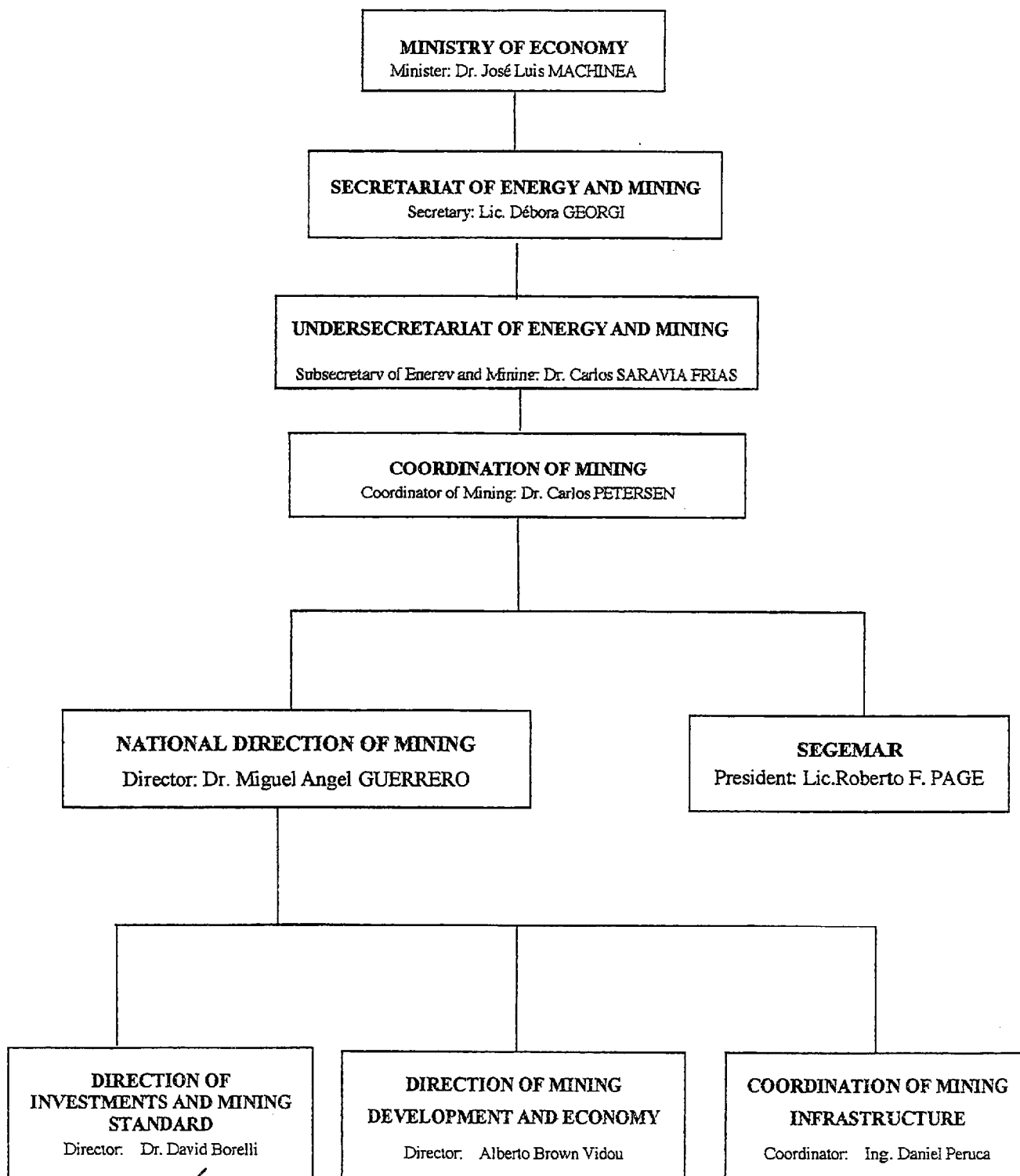
SEGEMAR は従来、経済省下の工業・貿易・鉱業庁に属していたが、2000 年に実施された経済省内の機構改革により、鉱業部門はエネルギー庁に組み込まれたことにより、SEGEMAR はエネルギー・鉱業庁の下に置かれることになった。

エネルギー・鉱業庁の組織図は 33 ページのとおり。

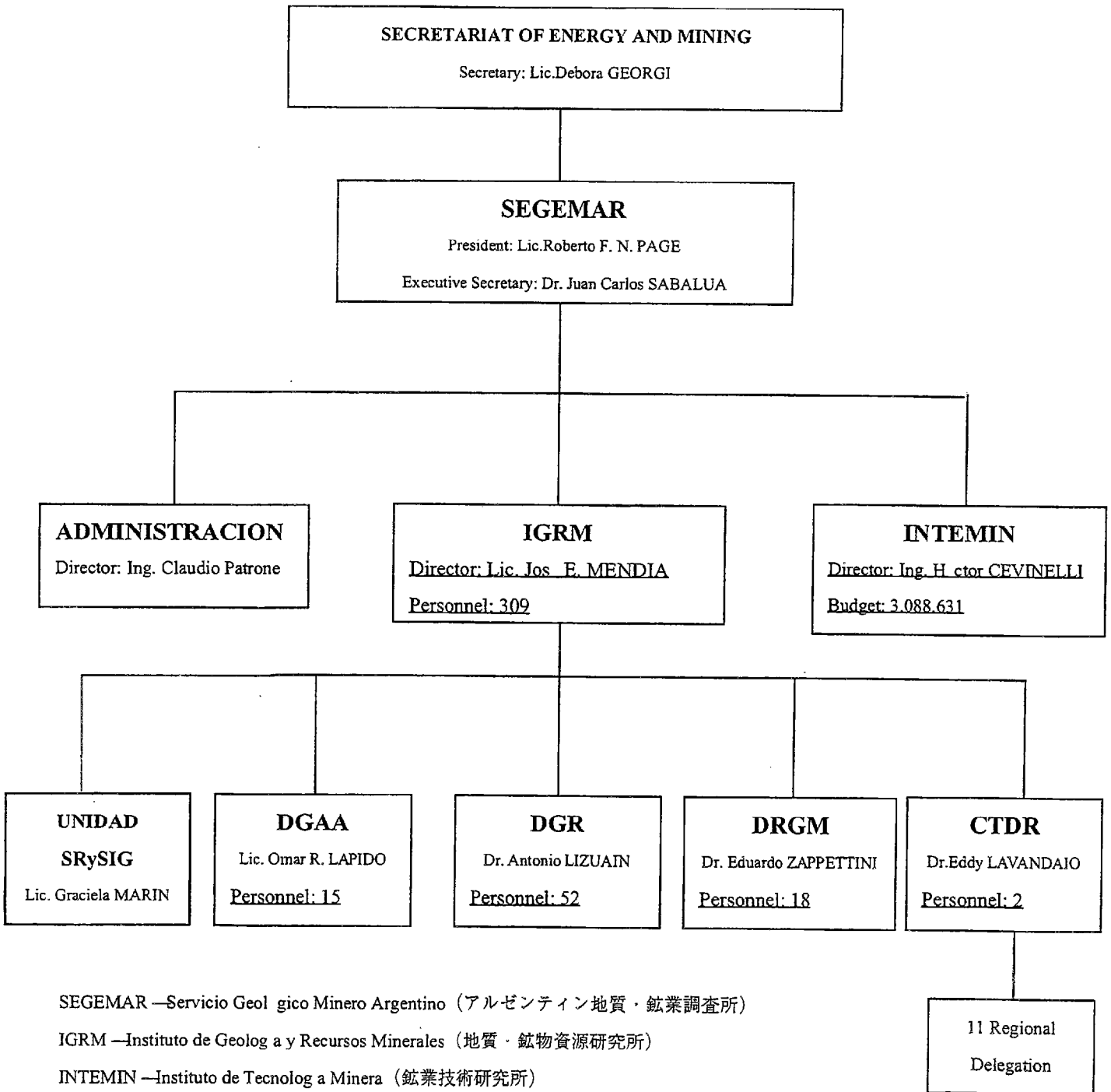
##### b. SEGEMAR

SEGEMAR は、地質・鉱物資源研究所 (IGRM) および鉱業技術研究所 (INTEMIN) の 2 つから成るが、本プロジェクトは IGRM によって実施される。SEGEMAR および IGRM の組織図は 34 ページのとおり。

Organization Chart of the Secretariat of Energy and Mining



SEGEMAR 組織図



SEGEMAR —Servicio Geológico Minero Argentino (アルゼンティン地質・鉱業調査所)

IGRM —Instituto de Geología y Recursos Minerales (地質・鉱物資源研究所)

INTEMIN —Instituto de Tecnología Minera (鉱業技術研究所)

DGAA —Dirección de Geología Ambiental y Aplicada (環境・応用地質局)

DGR —Dirección de Geología Regional (広域地質局)

DRGM —Dirección de Recursos Geológico-Mineros (地質・鉱物資源局)

UNIDAD SRySIG —Unidad de Sensores Remotos y Sistemas de Información Geológica (リモートセンシング・GIS部)

CTDR —Coordinación Técnica de Delegaciones Regionales (地方支所調整部)

### c. 過去の実績

SEGEMAR はこれまでも「国家地質・テーマ別地図作成プログラム」を実施してきており、本プロジェクトで移転された技術をもって、先進的な資源衛星データの処理・解析によるテーマ別地図の作成を独力で進めていくことは可能である。

## 2. 日本側の人材リソース確保の可能性

日本においては、ASTER データの処理・解析・研究を行っている（財）資源・環境観測解析センター（ERSDAC）およびその専門委員会（EOS データ利用専門委員会：ASTER 地質及びエコ・サイエンスチーム）の他、衛星データ処理・解析による鉱物資源探査を行っている金属鉱業事業団、民間鉱山会社、鉱山関係コンサルタント、大学や国立研究機関に多くの人材が確保されており、これらの機関から専門家を派遣することは可能である。

## 3. プロジェクトの運営体制

プロジェクトの組織図は次ページのとおり。

### (1) プロジェクト・マネージメント

SEGEMAR の President がプロジェクトダイレクターとして、プロジェクトの目的を達成するために必要な調整および対応に関する責任を負う。

IGRM の Director がプロジェクトマネージャーとして、運営・技術的事項に関する責任を負う。

日本側チーフアドバイザーは、日本側専門家チームの長として、プロジェクトダイレクターやプロジェクトマネージャーと協議しつつ、活動実施に必要な諸計画のとりまとめ等、業務の円滑な推進に必要な措置を取るとともに、日本側業務運営の統括を行う。日本側業務調整員は、プロジェクト運営管理においてチーフアドバイザーの補佐役を務める。

また、本プロジェクトでは、リモートセンシング・GIS 部、広域地質局（DGR）、地質・鉱物資源局（DRGM）、環境・応用地質局（DGAA）の計 4 つの部署を技術移転の対象とすることも考慮し、これらの部署の長が共同してアルゼンティン側 Coordinator の任にあたり、日本側チーフアドバイザーおよび業務調整員の C/P として、プロジェクトの活動をスムーズに進めるための、計画策定、予算確保、人員配置、進捗管理、関係機関・部署との調整の責任を負うこととする。

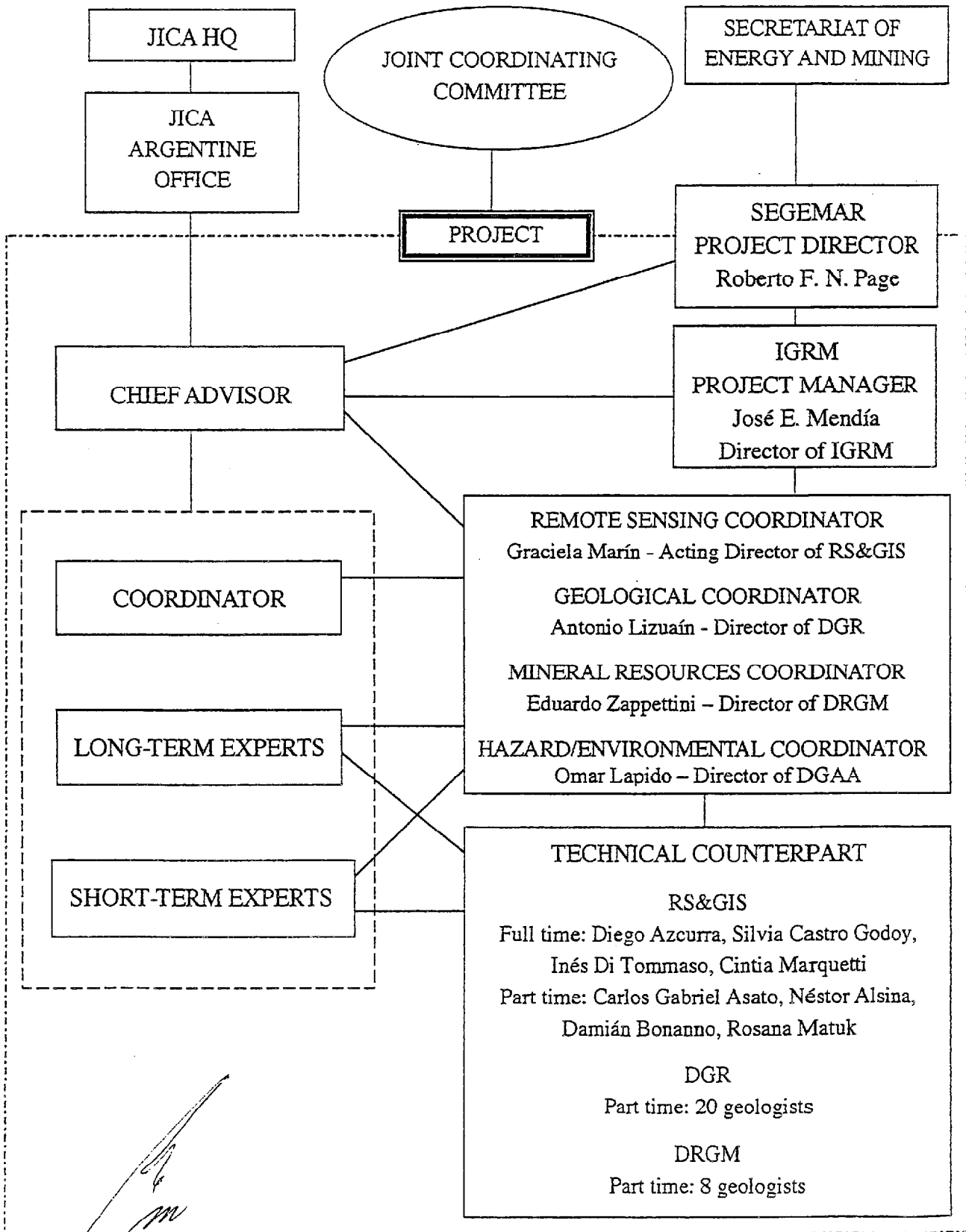
### (2) 合同調整委員会

プロジェクトの計画策定や進捗状況の確認、日ア双方が取るべき措置に係る調整、その他の意見交換の場として、日ア双方のプロジェクト関係者を集め、年 1 回以上の頻度で開催する。

Organization Chart of the Project

JAPANESE SIDE

ARGENTINE SIDE



#### 4. 協力体制

本プロジェクトの内容に密接に関係する他協力事業としては、世界銀行による Pasma プロジェクトが挙げられる。同プロジェクトは、「第 2 章 事業実施の背景 4 既存関連事業」の項にも記載したとおり、鉱業情報管理を行うためのシステムの構築を目指しており、地図情報については、LANDSAT-TM 画像をベースにしたデータベース化を行っている。

これに対し、本プロジェクトは、実際にそのデータベースに盛り込まれるべきデータセットやテーマ図の作成技術を指導するものであり、Pasma プロジェクトと相互補完的な関係にあると言える。

具体的な協力形態としては、Pasma プロジェクトや SEGEMAR のデータベースを利用することが考えられる。このため、本プロジェクトで作成されるデータセットや地質図、テーマ図についても、将来的にはこのデータベースに盛り込むことを前提として、スペック検討やデータの取り込み方法、ネットワーク機器やデータシステムに関する検討をプロジェクトの初期段階で行っておくことが不可欠である。

## 第7章 自立発展性

### 1 技術の定着・持続

本プロジェクトで移転される先進的衛星データ処理・解析技術がプロジェクト終了後も SEGEMAR 内外で継続的に移転されていくためには、本プロジェクトの C/P (リモートセンシング・GIS 部、広域地質局、地質・鉱物資源局等) がプロジェクト終了後も継続的に現在の業務に携わること、かつ、必要に応じて研修などの開催により、同部署、他部署、他機関のスタッフにもその技術を移転していく体制を SEGEMAR 自身が確立することが必要不可欠である。SEGEMAR においては、スタッフを同部署で継続的に育成していくのが普通であり、また、現在においてもリモートセンシング・GIS 部によって SEGEMAR 内外の技術者に対する研修プログラムが実施されていることから、この点については問題ない。

しかしながら、衛星データ処理・解析は現在においても日進月歩で技術革新が進んでいる技術であるため、本プロジェクトで移転した技術がただそのまま残っていくだけではなく、SEGEMAR 自身で最先端の技術レベルに常にキャッチアップしていくことが重要である。

### 2 上位目標への発展性

本プロジェクトは、単に C/P が衛星データ処理・解析を行えるようになることだけを目指しているのではなく、その技術を用いて資源探査などの実際の目的に役立つデータセットや地質図・テーマ図が整備されることを狙ったものである。ただし、アルゼンティンの国土の広大性から考えて、このデータセットや地質図・テーマ図の作成作業は、プロジェクト期間中に完了できるものではなく、プロジェクト期間中に日本側が行うのはその作業を行うのに必要な技術の移転であり、作成作業自体はプロジェクト期間中、終了後を通じ、SEGEMAR の責任で継続的に実施される必要がある。

### 3 自立発展性を確保するための要件

このように、本プロジェクトの自立発展性は1及び2の2つの側面を持つが、これらが確保されるための要件、およびそれが満たされる見込みは以下のとおりである。

#### a. 実施機関および政府にとって本プロジェクトの成果が重要なものであること

これは本プロジェクトに限らず、どのような事業においても同様であるが、プロジェクトの成果が持続・発展するためには、その成果の重要性・有用性を実施機関が認識し、その成果を最大限に持続・活用しようという意志を持つことが最も重要である。そして、当然のことながら、実施機関がそのような認識を持つのは、政府全体の政策に照らしても、そのプロジェクトの成果の重要性が高い場合である。

この観点において、本プロジェクトの成果を通じて達成されるべき「資源探査に利用できるデータセットや地質図・テーマ図の作成」は、鉱業投資を促進することを目指して、地質情報整備を早急に進めようというアルゼンティン政府の方針に沿ったものである。また、前政権時より計画が進められている「連邦緊急システム」(災害に関する情報ネットワーク) 整備を進めていく上で、SEGEMAR はリモートセンシング技術の利用可能性を探っており、本プロジェクトにおいて予定している「環境・ハザード分野での利用方法の紹介」がその端緒となり得ることを期待しており、その点でも本プロジェクトがアルゼンティン政府の政策に対して持つ意味は大きい。

#### b. プロジェクト終了後も十分な予算措置、人員配置が行われること

上記「1) 技術の定着・持続」のためには、常に、その時点での最先端の衛星データを入手し、そのための技術をスタッフに習得させる必要がある。また、それに応じた設備(ソフトウェア、ハードウェアとも)のバージョンアップを常に行っていく必要がある。



上記「2) 上位目標への発展性」のためには、目標地域全てを網羅できるまでの数年にわたって、適切な人員が配置され、衛星データ購入費用やオペレーションコスト等を捻出するのに十分な予算措置が行われる必要がある。

## 第8章 プロジェクトの必要性・妥当性

### 1 プロジェクトの公益性と公平性

本プロジェクトが上位目標に掲げる「地質図・テーマ図整備」は、政府自身がその役割を担うことで、民間企業の負うリスクをなるべく軽減し、投資を促進することを狙うものであり、「市場の不完全性（社会的必要性があるにもかかわらず、投資に必要な資金やリスクがあまりにも高く、民間では負担しきれない部分）を補う」という意味で、公益性を有するものと言え、アルゼンティン政府及び日本政府の ODA によって実施する必然性がある。また、この「地質図・テーマ図」は、民間企業活動に資するのみでなく、政府自身の政策決定・実施においても必要とされる基礎情報であると言え、その意味においても政府によって実施されるべきものである。

### 2 当該分野における日本の優位性

日本では 1980 年代より LANDSAT-TM で得られたマルチバンドデータを用いた地質判読のための画像処理に関する研究が地質調査所、金属鉱業事業団（MMAJ）や（財）資源・環境観測解析センター（ERSDAC）、大学、金属鉱山会社などで続けられてきた。

金属鉱物の胚胎を示唆する熱水変質帯においては、変質帯に特徴的な石膏、明礬石、粘土鉱物などの分光スペクトル特性を詳細に研究することが有効であった。変質鉱物は短波長赤外域において各鉱物に特徴的な吸収ピークを示すが、LANDSAT-TM ではカバーしているセンサーが 2 バンドのみであり、各種鉱物の区分が十分でなかった。そこで、日本は短波長赤外域に 4 バンドを有するセンサーを搭載した JERS-1 を打ち上げ、1990 年代において世界各所における変質帯の粘土鉱物区分が試みられた。その結果、米国やアルゼンティンなどの金属鉱床の分布が知られている露岩地域で、酸性変質鉱物と中性変質鉱物との分帯に成功した他、特殊な比演算処理により既知の金銀鉱床の分布を抽出するなどの各種成果が得られた。

スペクトルデータにより岩石の鉱物組成を推定する上で、熱赤外域の利用は最新の技術に基づくものである。これは熱赤外域における Si-O-Si 振動に起因するスペクトル吸収特性を利用した技術による。すなわち SiO<sub>2</sub> 含有量の多い岩石では吸収特性が大きく現れ、SiO<sub>2</sub> 含有量が少ないと吸収特性が顕著でなくなるのである。熱赤外域のスペクトルデータを用いた岩石のシリカ含有量の推定には、従来の LANDSAT-TM は熱赤外域が 1 バンドしかないため使えなかった。日本と米国の共同で開発された新しいセンサーの ASTER では熱赤外が 5 バンド用意されており、これを使った岩石のシリカ含有量別岩質区分ができると期待される。

日本はこれまで、JICA-MMAJ のプロジェクトとしてアルゼンティンのアンデス山岳地域の金属鉱物資源調査を継続的に実施しており、現地における地質状況にも詳しい。最新のリモートセンシング技術と金属資源関連情報を持ち合わせて技術協力できる日本は、アルゼンティン側の要望を満たすことができる。

### 3 予想されるインパクトの大きさ

#### (1) 政策に与えるインパクト

これまでの地質調査により、縮尺 1:250,000 の地質図が主要鉱物資源地帯をほぼカバーする段階にある。しかしそれらは、北西部のアンデス山脈寄りの地域が中心であり、その情報密度はエリアによってばらつきがあって、全国をカバーするに至っていない。本プロジェクトにより、全国を同じ基準で資源ポテンシャルを見渡すことができれば、全国の地質分布が詳細に検討されることになり、これまで見逃していたエリアや未だ地質図も作成されていない地域における地質状況が短期間で把握できる。これにより得られた情報は、民間投資家にとって有益であるのみならず、アルゼンティン政府にとっても、地下資源を政府自身で管理し、鉱業政策を策定していくための基本データとしても重要な意味を持

つ。

また、リモートセンシング技術は資源探査のみならず、国土管理や防災、環境保全等、多方面にわたって有効に活用され得る可能性を持っているが、現在のところ、アルゼンティンの政府関連機関において先進的リモートセンシング技術の本格的利用は行われていない。本プロジェクトの実施により SEGEMAR が行えるようになる先進的リモートセンシングでの地質情報データベース構築が最初の試みとも言える。したがって、本プロジェクトの成果は、今後リモートセンシングを利用しようと考えている連邦政府関係機関の方針にも影響を与える可能性もある。該当する政府関係機関としては、INTA（農業研究所）、INA（水資源研究所）、INDEC（統計局）、CNER（原子力研究所）、IGM（地理院）、INPRES（地震研究所）、CONAE（宇宙研究所）が考えられる。なお、既述のとおり、SEGEMAR 自身も、前政権時より計画が進められている災害情報に関する情報ネットワークを敷く政策「連邦緊急システムの確立」においてリモートセンシング技術を応用したいと考えており、これを受けて、本プロジェクトでも防災・環境へのリモートセンシングの利用方法を SEGEMAR スタッフに紹介する予定である。

## （2）経済的インパクト

1992 年から 1993 年に起こったアルゼンティンの鉱業ブームにおいては、直接投資が 20 億ドルに上り、探鉱調査には 1994 年から 2000 年の 6 年間で 2 億 5 千万ドルが投資された。さらに今後 2 年間に於いて、Lama 金銀鉱山で 9 億ドル、Veladero 金銀鉱山で 5－6 億ドルが投資されることになっている。このように鉱業開発が国に与える経済的インパクトは非常に大きい。

1993 年に新しくなった鉱業法において、鉱業近代化法により地質情報の集約化が行われることになったが、これまで作業はなかなか進まなかった。本プロジェクトにより技術移転がなされた後は、高精度でかつ鉱業開発に直接寄与する地質情報がスピーディーに整備されることになることが期待される。従来の LANDSAT-TM 画像では解析できなかったシリカ含有量別岩質区分や変質鉱物分類など金属資源探査に有効な直接的な情報が得られることが紹介されると、中小探鉱会社による公開地質情報の利用度が高くなるであろう。ただし、大企業の多くはこれらの新しい情報を鵜呑みにすることなく、自社にて独自に既存地質情報との整合性を確認するまでは公開地質情報に対してやや疑いを持って接すると思われるが、現地地質状況との高い整合性、解析手順に対する理解が高まった後にはそれらの企業も公開地質情報を大いに活用することになると予想される。

これらの地質情報が鉱業投資家に利用されるようになれば、①探鉱費の一部が軽減される、②国内の探鉱活動が活発化して鉱業及び周辺産業（資機材の提供会社や運送業、各種の鉱業サービス会社など）が活性化する、③地質情報の整備により投資環境が向上し、外資の導入が図られる、④鉱山開発に伴って周辺地域のインフラが整備される、⑤国内の有用資源を効率的に開発して輸出量も増加する、⑥州政府や連邦政府に多額の税収入が入り、財政状況が改善される等、アルゼンティンの経済に与えるインパクトは大きい。実際に、Alumbrera 鉱山では年間 3 億ドルが地域社会に投下され、Veladero 鉱山では約 4 千万ドルがその地域に落ちており、鉱山付近に住む人々の生活レベルが向上しているのも事実である。例えば Alumbrera 鉱山地方では、これまで車の所有台数が 8 人に 1 台であったが今では 2 人に 1 台となった。家電製品も 8 軒中 1 軒にしかなかったが、今では 8 軒共が皆持つようになったという例もある。このように鉱山労働者を支える食糧や衣料、家屋など周辺社会に及ぼす影響は多大である。

これまでの鉱業開発は、従来より鉱徴が知られていた有望エリアを中心に投資がなされたが、それもほとんど出尽くした感があり、従来の方法では未探鉱エリアにおける有望区域がなかなか抽出されにくい。本プロジェクト実施の結果として、SEGEMAR が未開発エリアで鉱物資源ポテンシャル部分を抽出し、それらの情報を国内外に公開することにより、新たなエリアでポテンシャルが認識され、直接的、間接的に外資の導入に繋がるであろう。

### (3) 社会的インパクト

#### a. 鉱山開発の経済効果

本プロジェクトの第一義的な社会的インパクトとしては、上記「(2) 経済的なインパクト」にも記載したとおり、鉱山の開発による周辺地域での失業率低下、所得向上、道路や電気ガス等のインフラ整備等といった経済効果が挙げられる。

##### ・裨益集団の特長

既述のとおり、アルゼンティンにおいて鉱物資源のポテンシャルが高いと言われているのは、同国内でも最も所得水準の低い北部地域であるため、その地域における経済開発の促進は、地域間格差の是正という点でも大きな意味を持つ。

##### ・裨益集団の規模、便益の内容

現在の鉱業労働人口の総数は約 2 万人であり、探鉱を行っている会社は現在約 80 社である。ただし、鉱業庁に探鉱会社として登録している中小企業は約 500 社、未登録を併せると中小の鉱山会社は 800 以上も存在する。仮にこれら全てが連邦政府の公開する地質情報を活用することになれば、民間の直接的な裨益集団の規模は 2-3 万人規模になると試算でき、その家族を含めると 10 万人規模に膨れ上がることになる（各社従業員数を 30 人、家族を 4 人と仮定）。また、これらの地質情報を基に鉱区申請し、探査が活発になると周辺のサービス会社が増え、それらに関連する数万人が潤うであろう。さらに鉱山として開発することになれば、新たに従業員とその家族併せて数千人の裨益者が生まれる。そして周辺産業としてその 4 倍、すなわち 1 鉱山当たり 1 万人程度の人々が直接・間接的な裨益者となる。そうした鉱山が数個立ち上がることによって直接的・間接裨益者数は全体で数十万人規模となるであろう。そのような状況下においては世界各地からアルゼンティンへの鉱業投資を目的として連邦政府の公開する地質情報を活用することになるため、間接裨益者数はさらにかかりの数に上ることになる。その上、もし、かつてのような鉱業投資ブームとなった場合、裨益者の規模は予想がつかない。

1997 年に生産を開始したカタマルカ州の Alumbreira 鉱山と Hombre Muerto 鉱山によって、直接労働者が約 900 人増加した。さらに間接的な資材供給に係わる鉱業関係労働者はさらに 4,000 人が加わった。また、サンフアン州との国境に近い、チリ国内の Pascua-Lama 鉱山も 2003 年に生産が開始されるが、約 4,000 人の鉱山労働者が起用されると予測されており、そのうちの約 80% がアルゼンティンからの供給である。このように鉱山開発は大量の労働者を必要とするため、約 14% と依然として高い国内失業率を減少させることに少なからず貢献することは間違いない。

#### b. 防災、環境など、国民生活に必要な情報の整備

リモートセンシングは防災・環境のためのモニタリング・分析に有用と考えられており、日本においても現在その分野での研究が進められているため、本プロジェクトにおいても、リモートセンシングをこれらのモニタリング・分析にどのように利用できるかを紹介 (Introduction) する予定にしている。本プロジェクトでの「利用方法紹介」のみでは、モニタリング・分析を実際に行う手法を C/P 自身が習得し、自分で行えるようになるレベルに到達するのは困難であるが、この分野でのリモートセンシング利用に SEGEMAR 自身が積極的に取り組んでいく契機にはなり得ると思われる。SEGEMAR 自身の取り組みにより、将来的にリモートセンシングでの防災・環境のモニタリング・分析が実際に行われるようになれば、自然災害に関する情報を効率的・効果的に取得することが可能となり、都市計画やインフラの整備における安全性の向上につながる事が期待できる。

### (4) 技術的インパクト

技術移転の内容については、「5. プロジェクトの基本計画」に記載したため、詳述しないが、本プロジェクトでの技術移転によって想定されるインパクトは次の 2 点のとおりである。

一つは、これまで現地での地質調査によってのみ取得し得た情報が衛星データの処理・解析によって比較的容易に把握できるようになるため、これまでは作られていなかった変質鉱物分類図およびシリカ含有量別区分図などの新しい地質図を作成し、「国家地質・テーマ別地質図作成プログラム」のコンテンツとして追加できることである。

そして、もう一つの大きなメリットは、シリカ含有量別区分図やその他の衛星データ（DEM など）を用いることで、地質図作成に要する時間が大幅に短縮でき、精度も向上することである。

#### （5）インパクトの総合評価

上記のとおり、本プロジェクト実施によって、ポジティブなインパクトが様々な側面で発現することが期待される。

しかしながら、特に「（2）経済的なインパクト」「（3）社会的なインパクト」は、本プロジェクトの実施が直接に引き起こし得るものではなく、本プロジェクトで移転された技術をもって SEGEMAR が地質図・テーマ図を整備し、それを鉱業投資家が利用した場合に初めて発現するインパクトであるため、本プロジェクトがコストに見合う成果を挙げるためには、鉱業投資家等の関係者が SEGEMAR によって整備された地質情報を活用できるような体制が整備されることが非常に重要である。この点については、既述のとおり、インターネット・ウェブサイトを通じてのデータ公開などが考えられる。SEGEMAR 自身も①連邦政府関係機関や州政府への無償配布、②地質マップや解説書・解析結果レポートなどの出版、③ウェブサイトでの公表を既に実施している他、④年に 2 回から 4 回のワークショップ開催、⑤関係学会での発表などにより、情報を公開したいと考えており、インパクトが発現するための条件は整っていると判断される。

以上