

**トルコ共和国**  
**地質リモートセンシングプロジェクト**  
**実施協議報告書**

平成14年8月  
(2002年8月)

## 序 文

トルコ共和国では鉱業が主要産業ですが、長年の開発により露頭鉱床をほぼ開発しつくしたため、広域的な地形・地質情報に基づき潜頭鉱床を探索し、開発を進める段階に至りました。トルコ共和国は独自に潜頭鉱床探索の技術導入を進めてきましたが、現有の技術及び設備では効率的な潜頭鉱床探索活動が困難な状況となっており、鉱業の衰退を防ぐためにも、先進的なりモートセンシング技術の導入が必要になっていました。このような状況の下、トルコ共和国政府は、先進的なりモートセンシング技術の技術移転を目的とする協力を我が国政府に対して要請しました。

かかる要請を受け、我が国は2001年7月から2002年6月にわたって短期調査を3回実施し、プロジェクト方式技術協力の実施の妥当性を確認し、2002年7月にトルコ側と討議議事録(R/D)を署名・交換しました。これにより、「トルコ地質リモートセンシングプロジェクト」を2002年8月から4年間にわたって実施することになりました。

本報告書は、上記の調査や協議の結果を取りまとめたもので、今後のプロジェクトの展開に広く活用されることを願うものです。

ここに、これまで調査にご協力頂いた外務省、経済産業省、在トルコ日本大使館、国際協力事業団トルコ事務所など、内外の関係者に深く謝意を表すとともに、引き続き一層のご支援をお願いする次第です。

2002年8月

国際協力事業団  
理事 望月 久

# 目 次

序 文

略語集

地 図

第1章 要請背景	1
第2章 調査・協議の経過と概略	2
2-1 短期調査（第1次）2001年7月16日～2001年7月27日	2
2-2 短期調査（第2次）2002年3月16日～2002年3月27日	2
2-3 短期調査（第3次）2002年5月26日～2002年6月5日	2
2-4 実施協議                    2002年7月4日	2
第3章 事前評価表/プロジェクト・ドキュメント	3
〈事前評価表〉	4
〈プロジェクト・ドキュメント（和文）〉	7

付属資料

1. 要請書	111
2. 短期調査（第1次）報告書（協議議事録を含む）	123
3. 短期調査（第2次）報告書（協議議事録を含む）	173
4. 短期調査（第3次）報告	253
5. R/D及び協議議事録	265
6. プロジェクト・ドキュメント（英文）	319

## 略 語 表

ASTER	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer	資源探査衛星用センサー
ALOS	Advanced Land Observing Satellite	陸域観測技術衛星
C/P	Counterpart	カウンターパート
GDP	Gross Domestic Production	国内総生産
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
MENR	Ministry of Energy and National Resources	エネルギー天然資源省
METU	Midle East Technical University	中東工科大学
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
MTA	General Directorate Mineral Research and Exploration	鉱物資源調査・探査総局
PALSAR	Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar	フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PO	Plan of Operation	活動計画
R/D	Record of Discussion	討議議事録
R/S, RS	Remote Sensing	リモートセンシング
SPO	Under Secretariat of State Planning Organization	国家計画庁
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画

## 第1章 要請背景

トルコ共和国(以下「トルコ」と記す)は様々な鉱物資源を有しており、1935年に設立された鉱物資源調査・探査総局(MTA)が中心となり、露頭鉱床の探査が行われてきた。その後、露頭鉱床はほぼ開発しつくしたため、広域的な地形・地質情報に基づく潜頭鉱床探査を進める段階に至った。MTAは独自で1975年にリモートセンシング部門を設立してアナログ画像判読を開始し、リモートセンシング技術の導入を図ってきた。しかしながら、現有の技術及び設備では効率的な潜頭鉱床探査活動が困難な状況となっており、急速な進歩を続けている先進的リモートセンシング技術の導入が不可欠となっている。

また、MTAは防災や環境保全に関する基礎研究も実施しており、研究成果は国内研究機関に提供されている。近年は地震対策へのニーズの高まりにより、防災のための精度の高い地形情報が求められていることから、活断層調査や地形変化モニタリングについても先進的リモートセンシング技術の導入が急務になっている。

かかる背景の下、トルコ政府は、先進的リモートセンシング技術の導入を通じた、地質・地形情報等についての調査の能力向上を目的とする技術協力を、我が国政府に対して要請した。

## 第2章 調査・協議の経過と概略

### 2-1 短期調査(第1次) 2001年7月16日～2001年7月27日

2001年2月に実施したトルコ鉱山開発基礎調査の結果を踏まえ、MTAにおけるリモートセンシング技術の問題を詳細に把握し、その問題の解決に求められる具体的な活動(プロジェクト基本計画、技術移転分野、投入、等)についてトルコ側と協議を行った。調査団側は、プロジェクト基本計画として、鉱物資源探査と環境・ハザード地域解析の2分野に対してそれぞれ先進的リモートセンシング技術を移転するという2つのプロジェクト目標、技術移転の具体的項目、4年間とする協力期間、等を提案し、トルコ側は合意した。合意内容については協議議事録(M/M)に取りまとめ、署名・交換した。

### 2-2 短期調査(第2次) 2002年3月16日～2002年3月27日

プロジェクト詳細計画・実施体制について最終確定し、R/D締結に向けたスケジュール、日本・トルコ側双方の準備内容について確認した。カウンターパートの配置人数、供与機材の内容等のプロジェクトへの投入、プロジェクト実施体制について、第1次短期調査の合意内容から更に詳細を協議し、合意内容をM/Mにまとめ、署名・交換した。

本調査の結果、プロジェクト実施の妥当性が再確認され、また、双方の準備作業の進捗状況から、R/D署名が可能な状況となったと判断された。

### 2-3 短期調査(第3次) 2002年5月26日～2002年6月5日

トルコの援助重点分野とそのなかでの本プロジェクトの位置づけについて、JICA内の議論に時間を要したため、実施調査団派遣の延期が決定した。これに伴い、実施調査のなかで行う予定であった機材現地調達に係る代理店調査を、第3次短期調査として先行して実施した。

### 2-4 実施協議 2002年7月4日

JICAトルコ事務所長とMTA総裁がR/Dを署名・交換した。

なお、当初計画していた実施協議調査団の派遣は、第3次短期調査までの成果により特段必要はないと判断されたため、中止した。

### 第3章 事前評価表/プロジェクト・ドキュメント

(次ページ以降)

## 事業事前評価表

案件名：トルコ地質リモートセンシングプロジェクト (Geologic Remote Sensing Project)	
当該対象国：トルコ共和国	実施地域：アンカラ
プロジェクト実施予定期間：2002年8月1日～2006年7月31日	
<b>1. プロジェクトの要請背景</b> <p>トルコは様々な鉱物資源を胚胎する地質環境を有し、1935年に鉱物資源の調査探査を一元的に担う国の機関として設立された鉱物資源調査・調査探査総局(MTA)が中心となり、露頭鉱床の探査が行われてきた。過去の開発により国内の露頭鉱床はほぼ開発しつくし、広域的な地形・地質情報に基づく潜頭鉱床探査が求められてきたことから、MTAは1975年にリモートセンシング部門を設立し、独自で技術導入を図ってきた。しかしながら、現有の技術及び設備では効率的な潜頭鉱床の探査が困難な状況となっており、先進的なリモートセンシング技術の導入が求められている。</p> <p>また、MTAは地質的観点から防災や環境保全に関する基礎研究も実施しているが近年の地震災害等により、政策的・社会的に防災のための精度の高い情報が求められており、地質分野において政策的助言が求められるMTAにおいても先進的なリモートセンシング技術の導入が急務となっている。</p> <p>かかる背景の下、トルコ国政府は、先進的なリモートセンシング技術及び設備導入による、より効率的な地質・地形情報等の調査を行うことを目的とする技術協力を我が国政府に対して要請してきた。</p>	
<b>2. 相手国実施機関</b> <p>鉱物資源調査・探査総局 (General Directorate of Mineral Reserch and Exploration (MTA) リモートセンシングセンター (RSC))</p>	
<b>3. プロジェクトの概要及び達成目標</b> <p>(1) 達成目標</p> <p>1. プロジェクト終了時の達成目標</p> <p>本プロジェクトは、MTAリモートセンシングセンター(以下MTA/RSC)が、鉱物資源探査(サブプロジェクトA)及び環境・防災のための解析(サブプロジェクトB)において、先進的衛星データを利用できるようになることにより、鉱物資源開発の活発化、防災関連制度の整備の促進、また、先進的衛星データ利用技術の近隣諸国への普及を図ることをめざしている。プロジェクトで移転を行う技術内容と程度は、基礎的段階では共通しているが応用面では異なることから、2つのサブプロジェクトに分けている。</p> <p>(a) 鉱物資源探査(サブプロジェクトA)におけるプロジェクト終了時の達成目標</p> <p>① 事前に設定された探査対象有望地域(3地域)ごとの衛星画像の解析結果に基づいて準精査地域(1,000km<sup>2</sup>)が選定され、その準精査地域の解析により精査地域(100km<sup>2</sup>)が特定される。</p> <p>② 先進的なリモートセンシングに関する第三国研修コース(トルコ周辺国を対象)が技術移転を受けたカウンターパート(C/P)によって2回実施される。また、MTA/RSCが独自で企画する中・上級レベルの技術研修がプロジェクト終了までに2回以上実施される。</p> <p>(b) 環境・ハザード解析(サブプロジェクトB)におけるプロジェクト終了時の達成目標</p> <p>① 技術移転を受けたC/Pにより、環境保全、防災に関する優先地域の抽出、解析が行われる。</p> <p>2. 協力終了後に達成が期待される目標</p> <p>(a) 鉱物資源探査(サブプロジェクトA)における協力終了後の達成目標</p> <p>① 有望3地域ごとの精査(100km<sup>2</sup>)が完了し、有望地域評価手法が確立される。</p> <p>② 各種付加価値を有する地質データ(衛星画像の解析結果)の配付や販売が実施され、MTA/RSCの役割が確立される。</p> <p>③ 先進的なリモートセンシング技術が研修を通じて、国内及び近隣諸国研究機関等に普及する。</p> <p>(b) 環境・災害ハザード解析(サブプロジェクトB)における協力終了後の達成目標</p> <p>① 環境保全、防災対策に向けた先進的なリモートセンシング解析データが蓄積され、国内外の他機関等における衛星画像データ利用が拡大する。</p>	



② 国内及び近隣諸国研究機関等に対する研修の結果、環境保全、防災対策に関する先進的リモートセンシング技術の利用が普及する。

③ 上述の①及び②の結果から、環境保全や災害対策に関する制度整備に貢献する。

## (2) 成果・活動

### 1. 鉱物資源探査(サブプロジェクトA)

① 資源探査用将来型センサー(ASTER)を用いた画像解析ができるようになる。

・ ASTERデータの特徴である可視・近赤外(VNIR)、短波長赤外(SWIR)及び熱赤外(TIR)解析データの利用技術・画像処理技術を移転する。

・ ASTERデータを用いた広域デジタル標高モデル(DEM)作成技術を移転する。

② ASTERを用いた画像解析データの探査検証事例が蓄積される。

・ 探査対象3地域に関する既存資料を収集・整理しデジタル化する。

・ ASTERの衛星データの解析を行い地理情報システム(GIS)との組み合わせにより、有望地域を抽出(面積は1,000km<sup>2</sup>程度)する。

・ 上記の有望地域での現地調査を実施する。

③ GISを用いた空間解析が行えるようになる。

・ 鉱床タイプ別の有望地域を選定する基準(探査指針)作成を行う。

・ GISの基本的操作(投影法の設定、データ検索、図形作成、属性テーブルの操作等)を実習する。

・ 有望地域を抽出するケーススタディ(データ処理)を実施する。

・ 上記の有望地域について現地調査を実施する。

④ 研修プログラムの実施に際しての技術的支援が行えるようになる。

・ 第三国研修で開設される先進的リモートセンシング研修コースへの支援(カリキュラム、テキスト、ワークショップ、セミナー、現地調査)を行う。

・ MTAが独自で企画する先進的リモートセンシング研修コースを開催する。

### 2. 環境・ハザード解析(サブプロジェクトB)

① ASTERを用いたハザード地域の解析ができるようになる。

・ 災害モニタリングに関する衛星データの基本的な利用技術を移転する。

・ ASTER又は合成開口レーダ(SAR)を利用したハザード地域の抽出を行う。(対象は洪水・地すべり・地震(活断層評価)・海洋汚染・森林火災、等)。

・ 上記の有望地域での現地調査を実施する。

② ASTERを用いた環境解析ができるようになる。

・ ASTERデータによる環境解析を実施する。

・ ASTER及びSARのデータを用い、環境変化の解析(森林減少、海洋汚染、海岸扇状地等の環境問題を対象)を実施する。

・ 環境調査への衛星画像の有効利用法(モニタリング等)を移転する。

※サブプロジェクトA及びBへの技術移転活動の比率は、サブプロジェクトA 7割、サブプロジェクトB 3割程度を想定している。

## (3) 投入予定

### 1. 日本側総コスト：約3.8億円

・ 長期専門家：4名(チーフアドバイザー、業務調整員、デジタル画像処理、地質リモートセンシング)

・ 短期専門家：年間4名程度(熱赤外データ解析、ASTERデータによるDEM処理、SARデータによるインターフェロメトリ(InSAR)、環境解析、GISによる空間解析、写真地質学、等)

・ 研修員受入れ：(毎年2名程度で研修期間は2週間から2か月)

・ 機材供与約7,000万円[デジタル画像処理システム、フィールド調査用機材(スペクトロメーター)]

### 2. トルコ側総コスト：約7,500万円

・ 要員配置(カウンターパート13名)

・ 施設・設備(専門家執務室、インターネットやLAN利用環境及び研修室、等)

・ 予算措置[約57万3,000USドル(4年間)]

(4) 実施体制

MTA総裁をプロジェクトの総括責任者(プロジェクトダイレクター)とし、プロジェクトダイレクターの補佐として地質調査部長(副プロジェクトダイレクター)、プロジェクトの実施責任者に地質調査部GIS課長(プロジェクトマネージャー)、さらに、技術分野に関する進捗管理にRSCアプリケーションユニットマネージャー(コーディネーター)が選任されている。

日本側の国内協力機関は、(財)国際鉱物資源開発協力協会である。

4. 評価結果

トルコ政府は、第8次国家開発計画において、鉱業関連活動の効率化による鉱物資源の着実な開発・生産をめざしており、本プロジェクトはこの政府方針に沿うものである。技術移転の成果として下記内容が期待される。

- (1) 短期的には探査の精度、効率化、コスト削減の面で大幅な向上が見込まれる。
- (2) 中・長期的には資源開発による産業振興に資する。
- (3) さらに、環境・防災に関する解析データの関連機関への提供による制度整備支援がなされるなど、トルコ国内社会へのインパクトも高い。

MTAは1985年に設立され、4,000人の人材を擁し、鉱業分野のみならず多岐にわたる活動が続けられており一般市民における認知度も高い。本件プロジェクト実施に関しては、予算確保、専門家執務室等の整備、C/Pのプロジェクト実施に対する意欲等、実施に向けた体勢が整っている。

また、豊富な鉱物資源に富む中央アジアを含む周辺地域への協力推進にも努めており、本プロジェクトで取り組む南南協力支援(研修活動)は、将来の同地域における資源開発にも寄与するものである。かかる理由により、本プロジェクト実施の妥当性及び終了後の自立発展性は高いと判断される。

5. 外部要因リスク

- (1) 本プロジェクト実施に関し、実施機関側はプロジェクト終了年度までの予算を計上している。特に衛星データは実施機関側が購入することになっており、プロジェクト開始年及び2年目でプロジェクトでの技術移転に必要な衛星データを購入する。初年度の予算分は確保できているが2年目についてはその予算配分につき注視する必要がある。
- (2) 技術移転の中心となる画像処理及び地質リモートセンシング分野の長期専門家に対し、それぞれ2名のフルタイムC/Pが配置されている。これらC/Pの離職や、組織再編等による異動等が発生すると技術移転の進捗に大きな影響がでるため、C/Pが継続して配置される必要がある。
- (3) リモートセンシング分野は技術革新が速い分野であることから、自立発展性を確保するためには、実施機関が独自に最先端技術レベルに追いつけるような設備(ハードウェア、ソフトウェア)の更新を行う必要がある。

6. 今後の評価

1. 調査団派遣時期

運営指導調査団(計画打合せ)派遣時期 2003年2月

運営指導調査団(中間評価)派遣時期 2004年7月

終了時評価調査団派遣時期 2006年1月

2. プロジェクト評価指標

技術移転達成に関する指標・モニタリング方法は、先方実施機関側と協議のうえ、プロジェクト開始後6か月以内に作成する。

トルコ地質リモートセンシングプロジェクト  
基本計画書  
(プロジェクトドキュメント)

平成14年10月

国際協力事業団

# 目 次

	頁
第1章 序 説 .....	3
第2章 プロジェクトの実施背景 .....	7
1. 当該国の社会情勢 .....	7
2. 対象セクターの現状 .....	8
(1) トルコにおける鉱業の歴史 .....	8
(2) トルコにおける鉱業の位置づけ .....	8
(3) 主要鉱産物の概況 .....	9
1) 埋蔵量 .....	9
2) 生産量 .....	9
3) 輸出入量・額 .....	10
4) 主要鉱産物 .....	10
① 工業原料鉱物 .....	10
(i) ボロン .....	10
(ii) その他 .....	10
② 金属鉱物 .....	11
(i) クロム .....	11
(ii) 銅 .....	11
(iii) 鉛・亜鉛 .....	11
(iv) アルミニウム .....	11
第3章 対象開発課題の制度的枠組み .....	21
1. 法制度 .....	21
(1) 鉱業法 .....	21
(2) 鉱業権・ロイヤリティ .....	21
2. 鉱業・地質関係機関 .....	22
(1) 政府機関 .....	22
1) エネルギー・天然資源省 (Ministry of Energy and Natural Resources: MENR) .....	22
2) 国家計画庁 (Under secretariat of State Planning Organization: SPO) .....	22
3) 鉱物資源調査・探査総局 (General Directorate of Mineral Research and Exploration: MTA) .....	22

(2) 国営企業（公社）	22
1) Eti Holding Inc.	23
3) KBI（黒海銅公社）	23
3) 民間企業	23
4) 地質リモートセンシング関係機関	24
3. 鉱物資源調査・探査総局（MTA）の現状と課題	26
(1) 現 状	26
(2) 事業内容	26
1) 概 要	26
2) 環境保全・自然災害に係る基礎研究	27
3) 国際交流・研修員受入れ	27
(3) 課 題	27
4. 地質調査部及び鉱物資源探査・調査部の組織・体制・業務	28
(1) 地質調査部（Geological Research Department）	28
1) 調査開発計画・評価課（R/D, Planning & Evaluation Division）	28
2) 地質調査課（Geological Research Division）	28
3) 自然災害調査課（Natural Hazards Research Division）	28
4) 海洋調査課（Marine Research Division）	28
5) リモートセンシング・GIS課（RS and GIS Division）	29
6) 国際関係・国際プロジェクト課 (External Relations and International Projects Division)	29
(2) 鉱物資源探査・調査部（Mining Research and Exploration Department）	29
1) 概 要	29
2) 事 業	29
3) 調査結果	30
5. リモートセンシング・GIS課の現状と課題	31
(1) 現 状	31
1) 組織と沿革	31
2) 実施プロジェクトと技術レベル	31
3) RSラボラトリーにおける解析事例	32
① Basin プロジェクト	32
② Biga 半島プロジェクト	32
③ アナトリア断層の解析	32
④ 懸濁度の評価、海岸線変化の調査	32

⑤ 露天掘鉱山の影響モニタリング	32
4) 研修事業と技術レベル	34
(2) 課題	34
6. 既存又は計画中の関連事業	39
(1) JICAによる協力	39
1) 個別専門家	39
2) 資源開発協力基礎調査	39
3) 第三国研修 (TCTP)	39
(2) 国際機関、他ドナー	39
(3) 共同調査プロジェクト	40
1) 資源・環境観測解析センターとの共同研究	40
① イズミール地域における衛星データ適応性の研究 (1992～1994年)	40
② アンタルヤ地域における地下資源探査へのリモートセンシングの適応性の研究 (1995～1997年)	40
③ トラブゾン地域における資源形成に関連する地質構造抽出のための地形解析手法 の研究 (1998～2000年)	40
2) 他国とのプロジェクト	40
(4) 他国への技術移転	41
1) 第三国研修	41
2) その他	42
第4章 プロジェクト戦略	45
1. 背景	45
2. ゴール	45
3. ゴールを達成するための手法	46
(1) 経験的技術習得の重要性	46
(2) MTA他部署との協力体制の確立	46
(3) リモートセンシングによる災害モニタリングの試行	46
(4) SARデータ利用の促進	46
(5) 技術情報の発信	47
第5章 マスタープラン	51
1. プロジェクト目標 (Project Purpose)	51
(1) サブプロジェクトA (プロジェクト目標)	51

(2) サブプロジェクト B (プロジェクト目標) .....	51
2. 上位目標 (Overall Goal) .....	51
(1) サブプロジェクト A (上位目標) .....	52
(2) サブプロジェクト B (上位目標) .....	52
3. スーパーゴール (Super Goal) .....	52
(1) サブプロジェクト A (スーパーゴール) .....	52
(2) サブプロジェクト B (スーパーゴール) .....	52
4. 成果 (Outputs) .....	53
(1) サブプロジェクト A、B (成果) .....	53
(2) 技術移転分野 .....	54
1) 新規ハードウェア・ソフトウェアの習熟トレーニング .....	54
2) ASTERデータを用いた資源探査のための光学衛星データ解析 .....	54
3) JERS-1SAR、PALSARデータを用いたハザード解析のためのレーダー解析 .....	54
4) 環境解析 .....	55
5) GISを用いた総合空間解析 .....	55
6) 第三国研修プログラム実施に際しての技術的支援 .....	55
(3) 活動 (Activities) .....	55
(4) 投入 .....	58
1) 日本側投入 .....	58
① 専門家派遣 .....	58
(a) 長期専門家 .....	58
(i) チーフアドバイザー .....	58
(ii) 業務調整員 .....	58
(iii) デジタル画像処理専門家 .....	59
(iv) 地質リモートセンシング専門家 .....	59
(b) 短期専門家 .....	59
② 研修員受入れ .....	59
(a) 一般的なりリモートセンシング研修 .....	60
(b) 専門的な地質リモートセンシング .....	60
(c) 鉱物資源への応用及びケーススタディ .....	60
(d) 環境、ハザード関係への応用 .....	60
③ 機材供与 .....	60
(a) デジタル画像処理システム .....	60

(b) フィールド調査用機材	60
(c) スペクトロメーター	60
2) トルコ側投入	60
① 要員配置	60
② 施設、設備	61
③ 予算措置	61
④ ASTER 衛星画像購入費	61
(a) スペクトロメーターメンテナンス費	62
(b) 現地調査経費	62
(c) 消耗品	62
④ 機材等	62
(5) 事前の義務及び必要条件	62
第6章 プロジェクトの総合的実施妥当性	65
1. 妥当性	65
(1) プロジェクトの公益性	65
(2) 我が国の援助政策との整合性	65
(2) 国家開発計画との整合性	66
(4) 参加型の計画作成	66
(5) 日本の技術の優位性	67
2. 有効性	67
(1) 計画の理論性	68
(2) 目標設定のレベル	71
(3) プロジェクト目標に至るまでの外部条件の検証	71
3. 効率性	72
(1) 費用対成果／結果	72
1) 日本側投入の適正度	72
① 専門家の量的投入の適正度	72
② 研修員受入れの適正度	73
③ 供与機材の投入に関する質・量の適正度	73
2) トルコ側の投入	73
① 施設・設備の投入	73
② カウンターパートの配置	73



③ ローカルコスト .....	74
(2) 費用対効果 .....	74
1) 従来の光学センサーによる変質帯絞り込み .....	74
2) ASTER光学センサーを利用した場合 .....	74
4. インパクト .....	75
(1) スーパーゴール達成の見込み .....	75
1) プロジェクト目標からスーパーゴールまでの理論的フロー .....	75
2) 外部条件が満たされる可能性の検証 .....	77
① プロジェクト目標レベルにおける外部条件 .....	77
② 上位目標レベルにおける外部条件 .....	77
(2) プロジェクト実施によるインパクト .....	78
1) 政策的インパクト .....	78
2) 制度的インパクト .....	78
3) 社会的インパクト .....	78
4) 技術的インパクト .....	79
5) 経済的インパクト .....	79
5. 自立発展性 .....	79
(1) 組織能力 .....	80
(2) 財務状態 .....	80
(3) 受容性 .....	80
1) 社会的・環境的受容性 .....	80
2) 技術的受容性 .....	81
6. 総合的实施妥当性 .....	81

## 第7章 プロジェクトドキュメント付帯資料

1. プロジェクトデザインマトリックス(サブプロジェクトA/鉱物資源探査) .....	101
2. プロジェクトデザインマトリックス(サブプロジェクトB/環境・災害ハザード解析) .....	102
3. 活動計画 .....	103
4. 供与機材の仕様 .....	104
5. ケーススタディエリア(技術移転地域)(サブプロジェクトA/鉱物資源探査) .....	105
6. ケーススタディエリア (技術移転地域)(サブプロジェクトB/環境・災害ハザード地域解析) .....	106
7. プロジェクト概念図 .....	107

## 図 表

	頁
表 2 - 1 トルコの近年におけるGDPの産業別構成 .....	7
表 2 - 2 トルコの近年におけるインフレ率及び対外債務 .....	8
表 2 - 3 トルコGNPに占める鉱業の割合の推移 .....	9
表 2 - 4 全世界の鉱産物埋蔵量に占めるトルコの割合 .....	9
表 2 - 5 トルコの主要鉱産物の生産量の推移 .....	10
表 2 - 6 1997時点での全世界の鉱産物生産量に占めるトルコの割合 .....	11
表 2 - 7 トルコ国内における鉱物埋蔵量 (1995年推定) .....	12
表 2 - 8 トルコ国内における鉱産物生産量 .....	13
表 2 - 9 トルコの鉱産物輸出額 .....	14
表 2 - 10 トルコの鉱産物輸入額 .....	15
表 2 - 11 トルコの鉱産物輸出力 .....	16
表 2 - 12 トルコの鉱産物輸入量 .....	17
表 3 - 1 トルコ国内のリモートセンシング関係機関 .....	25
図 3 - 2 地質調査部組織図 .....	30
図 3 - 3 リモートセンシング・GIS課の組織図と人員 .....	35
図 3 - 4 RS/GIS課ラボラトリーの現有機材 .....	36
表 3 - 5 RSラボラトリーが関与するリサーチプロジェクト .....	37
表 3 - 6 RSラボラトリーが作成・販売するプロダクトリスト .....	38
図 6 - 1 活動からスーパーゴールに至る関係図 (サブプロジェクトA/鉱物資源探査) ...	69
図 6 - 2 活動からスーパーゴールに至る関係図 (サブプロジェクトB/環境・災害ハザード地域解析) .....	70
図 6 - 3 PDMプロジェクト目標からスーパーゴールに至る理論的フロー .....	76

# 第1章 序 説

## 第1章 序 説

トルコ共和国(以下「トルコ」と記す)は、様々な鉱物資源を胚胎する地質環境を有しているため、1935年に設立された鉱物資源調査・探査総局(MTA)が中心となって積極的に鉱床探査が行われてきた。その結果、MTAによると、同国の非鉄金属資源についてはこれまでに露頭鉱床はほぼ開発されつくしており、今後は広域的な地形・地質情報に基づき、鉱床成因を踏まえた潜頭鉱床探査を進める必要があるとされている。

一方、MTAでは、鉱山開発に際して必要となる水資源の評価や、製錬による大気・水への影響のモニタリング、石油探査のための広域的かつ詳細な地形・地質情報入手の必要性も認識されている。

これらの課題に対応するため、MTAは1975年にリモートセンシング部門を設立してアナログ画像判読を開始した。その後、1982年のUNDPによるデジタル画像処理システムの機材供与や、自らの予算による設備増強により同部門の強化に努め、1994年にリモートセンシングセンター(RSC)に改編した。

しかしながら現況では、MTAが現有するリモートセンシング技術及び設備は、潜頭鉱床探査のためのより広域的な画像解析やより高度なデータ処理を行うには、技術・処理能力などの面から十分とはいえず、中・長期的な資源確保の基礎となる効率的な探査活動の実行が懸念されている。また、MTAは自然災害や鉱業分野での環境保全に関する基礎研究も行っているが、近年は活断層調査や地形変化モニタリングにもリモートセンシングを利用しており、これらの分野の解析技術の高度化も課題となっている。一方、リモートセンシング技術は今なお急速に進歩し続けており、もはやMTAが独力で技術・機器性能を向上させ、最近の技術水準を追うことは困難な状況となっている。

かかる背景の下、トルコ政府は、先進的なリモートセンシング技術、及びそれに必要な設備を導入することにより、より効率的に地質・地形情報等の調査を行うことを目的とするプロジェクト方式技術協力(「画像デジタル処理センター」プロジェクト：仮称)を我が国に対して要請した。

これを受け、我が国は、トルコの鉱業政策や鉱業セクターの現状・課題を調査し、「画像デジタル処理センター」プロジェクトの実施妥当性を確認するとともに、実施機関となるMTAの組織体制等、基本計画策定に必要な情報を収集するために、2000年4月に基礎調査団を派遣した。

さらに、プロジェクト実施の意義を確認するため2001年7月、2002年3月及び5月に短期調査団を派遣した。これらの調査結果をもって、当該プロジェクトの実施は、鉱業分野の技術的向上、自然災害への対処及び環境保全、ひいてはトルコの経済発展に寄与するとの結論から、プロジェクト実施に向けて基本的なコンセプトや具体的実施計画をとりまとめたプロジェクトドキュメントの原案作成を開始した。

2002年7月4日に実施協議の署名を経て、プロジェクトは2002年8月1日に開始された。

## 第2章 プロジェクトの実施背景

## 第2章 プロジェクトの実施背景

### 1. 当該国の社会情勢

トルコの産業は、肥沃な土地と豊かな降雨量という恵まれた自然環境から1950年代までは農業が中心であったが、政府は1960年代に入ると積極的な工業化政策を図った。この政策により、工業(鉱業を含む)を中心として比較的順調に経済成長を遂げ、近年においては、国内総生産(GDP)の25.0%程度を工業が占めるまでとなった(表2-1)。

しかしながら、公共投資主導の経済成長、公共部門合理化の遅れなどに起因する財政赤字が深刻となり、くわえて、高インフレ及び高金利の定着により民間投資が圧迫され技術革新が停滞したため、輸入依存度の引き下げにも失敗し貿易赤字も拡大した。政府はこれらを観光収入で補填する政策を取るも十分ではなく、対外借入、累積債務が増大した。

このような状況のなか、政府は、1995年5月に第7次5か年開発計画を発表した。同計画では、21世紀を工業化社会及び情報化社会と想定し、当該5か年をそれに対応できる構造を準備する期間と位置づけ、公務員給与の引き下げ、大手国営企業の民営化の積極的な継続、年金受給年齢の引き上げ等の政策が取られた。このうち、国営企業の民営化については、インフレの根源ともされる政府の財政赤字解消をねらったもので、1984年以降実施されている政策である。1998年2月まで民営化の対象となった国営企業のうちの約7割にあたる107社が民営化された。このように、第7次5か年開発計画では経済構造調整・安定化計画に向けた手段が講じられたが、1998年からの景気低迷に加え1999年には震災の影響もあり、依然として景気低迷から脱せず、高インフレが続き累積債務も増加傾向にある(表2-2)。

表2-1 トルコの近年におけるGDPの産業別構成

(単位：10億リラ)

	1994	1995	1996	1997	1998
農業	598,169	1,218,178	2,489,774	4,170,001	8,947,885
工業	1,019,767	2,042,395	3,716,528	7,293,186	11,958,801
建設	263,720	426,215	857,762	1,743,240	3,057,577
商業	760,919	1,587,691	3,022,315	5,985,402	10,352,369
運輸・通信	514,110	981,070	1,941,547	4,018,613	7,181,691
金融	115,011	322,590	732,340	1,474,426	3,191,373
不動産	127,918	249,170	442,955	850,332	1,670,981
民間サービス	142,795	287,000	554,080	1,067,451	1,939,228
政府サービス	344,530	619,785	1,238,527	2,579,910	4,782,332
GDP合計	3,868,429	7,762,456	14,772,110	28,835,883	51,625,143

表 2 - 2 トルコの近年におけるインフレ率及び対外債務

	1996	1997	1998	1999	2000
消費者物価インフレ率 (%)	80.4	85.7	84.6	65.1	54.9
対外債務総額 (単位: 10億US\$)	79.6	84.8	97.2	101.8	114.3*

注: \*はEIUの予想値

出所: Country Report July 2001 Turkey (The Economist Intelligence Unit)

## 2. 対象セクターの現状

### (1) トルコにおける鉱業の歴史

トルコにおける鉱業は古く紀元前に遡る。具体的には、数千年前にアナトリア地方に建設された遺跡から精錬された銅が発見されているほか、コインに銅が使用されていたことが確認されている。

現在に至る近代鉱業としては、1815年のBandirma鉱山におけるボロン(ホウ素)、また、1848年のBursa-Harmancik鉱山におけるクロムの生産から開始される。

1923年に共和国制が敷かれ、初代大統領のアタチュルクは鉱業を重要産業と見なし、1926年の石油の探鉱開発権に関する法律が制定され、また、1935年のトルコ国内の地質調査及び探鉱を実施する政府系機関である鉱物資源調査・探査総局(MTA)及び資源開発を担当する政府系企業のEtibankの設立により鉱業活動が加速されることとなった。

1954年には、新たに設立されたTurkish Petroleum Corporation(TPAO)にMTAの石油鉱業部門の機能が移行されるとともに、新たな鉱業法が制定された。しかしながら、当時の鉱業は現在ほど重視されておらず、鉱山の探鉱及び開発を実施できるものは基本的には政府系機関に限られていた。

その後、政府の国営企業民営化政策の一環として1985年に鉱業法が改正され、民間企業による鉱山の探鉱開発を可能とするとともに、探鉱及び開発権の対外開放が実施され外国企業の鉱業分野への進出が認められたことから、トルコ鉱業が更なる発展を遂げることとなった。なお、この間の1963年には、エネルギー及び天然資源を管轄する機関としてエネルギー天然資源省(MENR)が設立され、その内部・部局の鉱業総局において、それ以降の鉱業政策立案及び鉱業権の管理が実施されている。

### (2) トルコにおける鉱業の位置づけ

トルコにおける鉱業は、前述のとおり古い歴史をもっているものの、これまで、国家経済全体には大きな影響を与えてはいない。過去60年間におけるGNPに占める鉱業のシェアは表2-3に示すとおり1~2%台の間で推移している。ただし実際には、鉱業のシェアは原料鉱物みのカウントがなされており、付加価値を付けた鉱業製品は工業部門でのカウントになること

から、それらを含めれば、近年におけるGNPに占める割合は4～5%になると鉱業総局では推測している。

表 2 - 3 トルコGNPに占める鉱業の割合の推移

(単位：%)

1940	1950	1960	1970	1980	1985	1990	1995	1998	1999
1.35	1.46	2.09	1.34	1.59	1.74	1.81	1.44	1.04	1.14

出所：State Statistics Institute及び鉱業総局ヒアリング

### (3) 主要鉱産物の概況

#### 1) 埋蔵量

トルコの国土は地質学見地から、テチス界収束地域(トルコ・コーカサス周辺)に属する。この収束域は鉱産地帯を形成しており、古生代からの複雑な地質構造の発展により多様な鉱物資源が賦存することが判明している(表 2 - 7 参照)。

トルコの主要鉱物資源の埋蔵量について、工業原料鉱物では世界第 1 位の埋蔵量を有するボロンをはじめ、世界第 3 位のソーダ灰、4 位であるパライトのほか、金属鉱物では、マグネシウム(マグネサイト)の埋蔵が第 4 位、クロム鉱の埋蔵が第 7 位にランクされている。(出所：金属鉱業事業団平成12年度海外衛星画像解析調査報告書)

また、MTAの資料によれば、主要工業原料鉱物を中心に、全世界の埋蔵量に対するトルコの割合が報告されている(表 2 - 4)。

表 2 - 4 全世界の鉱産物埋蔵量に占めるトルコの割合

(単位：%)

ボロン	パーライト	パライト	ストロンチウム	ラン晶石	硫化ナトリウム	水銀	珪藻土	リグナイト	マグネサイト
51	8.7	7.1	7.1	3.4	3	3	2.9	2.2	1.5

出所：Mining Organization of Turkey and MTA 1999 (第三国研修テキスト)

#### 2) 生産量

トルコの主要鉱産物の生産にはクロムをはじめに、ボロン、マグネサイト、リグナイト、鉄等がある。マグネサイトの生産量はこの10年間で約 3 倍伸びている(表 2 - 5)。



表 2 - 5 トルコの主要鉱産物の生産量の推移

(単位：千mt)

	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1996
クロム	585	773	952	551	877	1,204	2,080	1,279
ボロン	196	524	964	1,334	1,543	2,062	1,768	2,400
マグネサイト	86	300	457	826	1,137	845	1,928	2,341

出所：Mining Sector in Turkey (General Directorate of Mineral Works)

## 3) 輸出入量・額

トルコの鉱産物輸出入額統計(表 2 - 9、10)によると、1996～1998年までの3年間の工業原料鉱物及び金属鉱物の年度別輸出総額に対する輸入総額は各々の年度でおよそ70～80%の輸入超過の収支となっている。

輸入超過の原因となっているのは、石炭(Hard coal)及び鉄鉱石(Iron ore)の輸入が特出しているのが原因で、この2品目の合計額が各々の年度で輸入総額に占める割合は、およそ72～75%にのぼる。

トルコ国内の石炭・鉄鉱石の埋蔵量(1995年推定)は、石炭は743,300千t、鉄鉱石で119,161千tであり(表 2 - 7)、国内生産量(1996年度)は石炭で3,581千t、鉄鉱石で6,279千tの実績がある(表 2 - 8)。

一方、石炭・鉄鉱石の輸入量は、石炭で7,855千t(1996年)、9,606千t(1997年)、8,450千t(1998年)、鉄鉱石では2,999千t(1996年)、2,950千t(1997年)、3,821千t(1998年)である(表 2 - 12)。国内のそれら鉱物の埋蔵量から判断すると、まだまだ自国生産率を高められるポテンシャルがあるといえる。

## 4) 主要鉱産物

## ① 工業原料鉱物

## (i) ボロン

トルコは世界最大のボロン賦存国であり、埋蔵量は世界の51%(18億t)を占める(表 2 - 4、7)。生産量は米国に次ぎ世界第2位で、156万t(精鉱量、1998年)に及び、貿易量も鉱産物輸出額の25%(1998年、124百万米ドル)に達している(表 2 - 9)。

主要鉱山は、Kirka、Emet、Bigadicであり、いずれもEti holdingが独占的に操業している。

## (ii) その他

パーライト、マグネサイト、長石(フェルスパー)等が世界生産の約1割を占め(表 2 - 6)、トルコが工業原料鉱物資源国であることを示している。また、大理石はボロンに次ぐ鉱産物輸出額(105百万米ドル、1998年)を誇っている(表 2 - 9)。

表2-6 1997年時点での全世界の鉱産物生産量に占めるトルコの割合

(単位：%)

ボロン	パーライト	マグネサイト	長石	クロマイト	リグナイト	ベントナイト	バライト	グラファイト
48	11.82	10.67	7.92	6.87	5.20	4.31	2.38	2.18

出所：Mining Organization of Turkey and MTA 1999（第三国研修テキスト）

## ② 金属鉱物

### (i) クロム

トルコは鉄鋼用クロム輸出国として知られている。1997年度の輸出量は51万t、輸出額は57百万米ドル、生産量も164万tと、世界の7%のシェアを占める(表2-9)。

主要鉱床は、Guleman - Elazig、Kopdag - Erzincan、Koycegiz - Fethiye - Mugla等である。フェロクロム(鉄鋼副原料。クロム鉄鉱の加工品)はEti holdingが唯一の生産者であり、Elazig Sarkプラントの年産能力は、高炭素フェロクロム15万t、低炭素フェロクロム1万tである。

### (ii) 銅

トルコの銅埋蔵量は世界的にはマイナーであるが、黒海沿岸地域で黒鉱タイプの鉱床賦存のポテンシャルが高く、INCO/同和鉱業が探鉱中である。主要銅山は、Murgulの他、Eti holdingのKureがあり、精鉱ベースで年産30万t程度である。

溶精錬は、Samsun溶錬所の他、8製錬所を有するが、稼働率は低く、年産能力18.8万tに対し、1998年の実績は10.9万tに過ぎず、鉱石不足のため、探鉱・開発が課題となっている。

### (iii) 鉛・亜鉛

1996年民営化されたCinkur製錬所の年産能力は、電気亜鉛3.5万t、鉛0.6万t、カドミニューム125tと小規模であるが、鉱石不足は銅と同様で、輸入に依存している状況にある。

### (iv) アルミニウム

Eti holdingのSeydisehir鉱山・製錬所が唯一の生産拠点で、年産能力は、ボーキサイト54万t、アルミナ20万t、アルミニウム6万t(1998年)であり、輸出余力は小さい。

表 2 - 7 トルコ国内における鉱物埋蔵量 (1995年推定)

	Reserves (mt)	Reserves
<u>Metallic Minerals</u>		
	Proved +Probable	Grade - Quality
Antimony	106,306	Metallic Sb
Bauxite	87,375,000	42~60% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Chromite	28,500,000	20~50% Cr
Copper	2,279,210	Metallic Cu
Gold	112.8	Metallic Au
Iron	119,161,000	55% Fe
Lead	860,387	Pb content
Manganese	4,500,000	35% Mn
Mercury	3,820	Metallic Hg
Silver	6,062	Metallic Ag
Tungsten	36,719	Metallic W
Zinc	2,294,479	Metallic Zn
<u>Industrial Minerals</u>		
Alunite	4,000,000	7.54% K <sub>2</sub> O
Asbestos	29,646,379	In variable fibre length, fibre content over 4%
Barite	35,001,304	71~99% BaSO <sub>4</sub>
Bentonite	236,315,642	Drilling mud additive, molding sand binder, bleaching earth
Boron Minerals	1,805,709,953	24.4~35% B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Celestite	665,072	Over 72% SrSO <sub>4</sub>
Clay (ceramics & refractory)	349,819,000	Ceramics + refractory
Diatomite	44,224,029	Good quality
Dolomite	15,887,160,000	Over 15% MgO
Emery	3,725,082	Over 50% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Feldspar	239,305,500	Albite and orthoclase
Fluorite	2,538,000	40~80% CaF
Graphite	90,000	1~17% C
Kaolin	89,063,770	15~37% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Kyanite	3,840,000	21~52% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Magnesite	111,368,020	41~48% MgO
Meerscham	1,483,000 (box)	Good + medium quality
Perlite	136,087,368	Expansion ratio over 5%
Phosphate	70,500,000	19% P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Pumice (m <sup>3</sup> )	1,472,964,776	Good quality
Pyrophyllite	6,644,000	Ceramics + refractory + cement quality
Quartz sand	911,000,000	Over 90% SiO <sub>2</sub>
Quartzite	1,847,082,433	Over 90% SiO <sub>2</sub>
Rock Salt	5,773,708,017	Over 88.5% NaCl (200 million tons of lake water reserve included)
Sepiolite	13,676,727	Sepiolite content over 50%
Sodium Sulphate	16,536,000	81% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (13 million tons of lake water reserve included)
Sulphur	626,000	32% S
Talc	283,531	Good quality
Trona	233,317,680	Over 56% trona
Zeolite	17,931,375	Clinoptilite + heulandite
<u>Fuel Mineral</u>		
Hard Coal (Tons)	743,300,000	
Lignite (Tons)	7,964,900,000	
Oil (Tons)	958,000,000	
Neural Gas (m <sup>3</sup> )	16,700,000,000	

出所：The Mineral Industry in Turkey 1997 (Text made for the Third Country Training by MTA)

表 2 - 8 トルコ国内における鉱産物生産量

Years	Production	Hard coal	Lignite	Iron ore	Chromium	Copper	Boron	Magnesite
1965	T	7,019	6,350	1,545	585	817	196	86
	G	7,007	4,641	872	270	817	81	-
	P	12	1,709	673	315	-	115	86
1970	T	7,608	8,773	2,949	773	835	524	300
	G	7,598	6,881	1,672	278	822	242	79
	P	10	1,892	1,277	495	13	282	221
1975	T	8,361	11,856	2,359	952	2,205	964	457
	G	8,361	8,732	1,333	278	2,189	652	21
	P	-	3,124	1,062	674	16	312	436
1980	T	6,599	16,998	2,579	551	1,593	1,334	826
	G	6,599	15,593	2,314	206	1,590	1,334	109
	P	-	1,405	265	345	3	-	717
1985	T	7,260	39,438	3,955	877	2,228	1,543	1,137
	G	7,260	34,039	2,746	233	2,228	1,543	135
	P	-	5,399	1,249	644	-	-	1,002
1990	T	5,628	46,892	4,924	1,204	4,018	2,062	845
	G	5,628	39,781	4,293	242	4,018	2,062	228
	P	-	7,111	631	962	-	-	616
1994	T	4,210	55,038	5,773	1,270	3,346	2,087	1,365
	G	4,210	49,415	5,225	253	3,346	2,087	423
	P	-	5,622	547	1,016	-	-	942
1995	T	3,377	56,031	4,931	2,080	2,927	1,768	1,928
	G	3,377	51,184	3,997	323	2,927	1,768	363
	P	-	4,846	933	1,756	-	-	1,564
1996	T	3,581	57,532	6,279	1,279	3,528	2,400	2,341
	G	3,581	52,920	5,250	341	3,528	2,400	1,491
	P	-	4,611	1,029	937	-	-	850

出所： Mining Sector in Turkey (General Directorate of Mineral Works)

T=Total, G=Government, P=Private (10<sup>3</sup> ton)

表 2 - 9 トルコの鉱産物輸出額

EXPORTx1000\$			
Industrial Minerals	1996	1997	1998
Borax productions	141.020,00	136.124,00	123.841,00
Sinter magnesite	26.350,00	35.266,00	31.683,00
Calcined magnesite	4.019,00	2.415,00	3.330,00
Raw magnesite	2.917,00	1.359,00	2.138,00
Pumice	10.796,00	8.073,00	8.517,00
Barite	8.079,00	8.743,00	8.163,00
Plate marble	2.153,00	3.602,00	5.068,00
Block marble	7.593,00	11.029,00	12.096,00
Marble production	79.142,00	94.305,00	104.990,00
Perlite	4.212,00	3.942,00	3.874,00
Celestine	3.405,00	3.228,00	1.981,00
Kaolin and clay	5.150,00	3.878,00	5.592,00
Bentonite	2.431,00	2.790,00	4.133,00
Feldspar	15.933,00	2.0692,00	24.500,00
Salt	692,00	981,00	864,00
Hard coal	-	-	-
Lignite	-	-	-
Other	18.444,00	18.752,00	19.516,00
Total	332.363,00	355.149,00	360.286,00
Metals and concentrates			
Chromic concentrates	59.124,00	57.495,00	45.638,00
Copper and concentrates	28.740,00	49.732,00	33.916,00
Zinc and concentrates	21.907,00	31.138,00	22.487,00
Aluminium and concentrates	357,00	35,00	64,00
Raw chromite	960,00	3.467,00	3.382,00
Other	23.730,00	18.874,00	19.793,00
TOTAL	134.818,00	160.741,00	125.280,00
GENERAL TOTAL	467.181,00	515.890,00	485.566,00

出所：Mining sector in Turkey (General Directorate of Mineral Works)

表 2 - 10 トルコの鉱産物輸入額

EXPORTx1000\$			
Industrial Minerals	1996	1997	1998
Borax productions	-	-	-
Sinter magnesite	2.670,00	1.216,00	987,00
Calcined magnesite	155,00	231,00	124,00
Raw magnesite	1,00	280,00	-
Pumice	36,00	43,00	16,00
Barite	214,00	306,00	434,00
Plate marble	8,00	71,00	96,00
Block marble	1,00	4,00	36,00
Marble production	13.395,00	20.425,00	34.871,00
Perlite	14,00	17,00	32,00
Celestine	0,00	56,00	-
Kaolin and clay	13.090,00	15.346,00	18.653,00
Bentonite	385,00	97,00	191,00
Feldspar	814,00	1.798,00	1.841,00
Salt	735,00	1.462,00	3.362,00
Hard coal	521.558,00	555.259,00	458.839,00
Lignite	56.609,00	3.022,00	1.216,00
Other	100.014,00	139.303,00	127.684,00
Total	707.296,00	738.946,00	648.382,00
Metals and concentrates			
Chromic concentrates	166,00	166,00	104,00
Copper and concentrates	4.310,00	18.685,00	2.283,00
Zinc and concentrates	8.681,00	13.448,00	18.942,00
Aluminum and concentrates	4.527,00	4.146,00	44.550,00
Raw chromite	647,00	37,00	4.767,00
Iron ore	115.000,00	106.000,00	141.000,00
Other	6.148,00	11.036,00	9.486,00
TOTAL	139.479,00	153.518,00	181.132,00
GENERAL TOTAL	846.775,00	892.465,00	829.514,00

出所：Mining sector in Turkey (General Directorate of Mineral Works)

表 2 - 11 トルコの鉱産物輸出量

EXPORT (ton)			
Industrial Minerals	1996	1997	1998
Borax productions	735.878	731.719	655.517
Sinter magnesite	96.607	156.435	147.090
Calcined magnesite	22.388	17.561	24.433
Raw magnesite	52.876	27.115	39.135
Pumice	145.880	88.066	94.966
Barite	124.887	125.411	123.957
Plate marble	15.828	23.018	21.474
Block marble	48.646	79.738	91.861
Marble production	169.927	206.183	234.191
Perlite	161.526	178.054	141.897
Celestine	49.350	46.110	29.570
Kaolin and clay	188.666	158.642	185.431
Bentonite	48.528	68.178	90.182
Feldspar	770.171	950.140	1.283.090
Salt	10.377	13.116	17.427
Hard coal	-	-	-
Lignite	-	-	-
Metals and concentrates			
Chromic concentrates	519.299	518.554	495.136
Copper and concentrates	111.435	180.669	154.840
Zinc and concentrates	107.672	108.186	101.840
Aluminum and Concentrates	21.000	110	2264
Raw chromite	8.398	35.350	2.516
	21.000	110	226

出所：Mining sector in Turkey (General Directorate of Mineral Works)

表 2 - 12 トルコの鉱産物輸入量

EXPORT (ton)			
Industrial Minerals	1996	1997	1998
Borax productions	-	-	-
Sinter magnesite	1.052	4.016	3.526
Calcined magnesite	175	352	157
Raw magnesite	1	178	-
Pumice	5	9	3
Barite	401	642	2.069
Plate marble	24	462	191
Block marble	3	35	485
Marble production	17.250	24.259	41.406
Perlite	15	26	43
Celestine	-	60	-
Kaolin and clay	83.690	113.432	139.326
Bentonite	1.932	154	206
Feldspar	10.108	7.546	18.035
Salt	3.511	4.660	7.569
Hard coal	7.855.087	9.606.114	8.450.734
Lignite	951.862	62.115	22.580
Metals and concentrates			
Chromic concentrates	686	672	435
Copper and concentrates	735	35.952	8.219
Zinc and concentrates	31.613	68.120	83.377
Aluminum and concentrates	34.874	25.680	24.844
Raw chromite	4.517	150	19.062
Iron ore	2.999.000	2.950.000	3.821.000

出所：Mining sector in Turkey (General Directorate of Mineral Works)



### 第3章 対象開発課題の制度的枠組み

## 第3章 対象開発課題の制度的枠組み

### 1. 法制度

#### (1) 鉱業法

トルコ国憲法において天然資源は国家に所属され、資源探査・開発の権利についても国家に属するとされており、この基本原則に沿ったかたちで鉱業法及び関連法が整備されている。

鉱業関連法規には鉱業法、石油法、塩法、採石条例等がある。うち鉱業法は1985年に制定され、条項の修正に関する取り組みが現在も行われている。

鉱業法は、トルコ国内における石油、天然ガス、塩及び採石以外の資源探査・開発に関する部分を定めており、対象鉱物はエネルギー鉱物(石炭・放射性鉱物等)、金属鉱物(鉄・銅・鉛・亜鉛・金・銀鉱物等)、工業原料鉱物(粘土類・大理石・ボロン鉱物等)、貴石・宝石類の4種に分類されている。トルコ国内における鉱業活動は鉱業法(3213号)により規定され、エネルギー・天然資源省(MENR)が所管している。なお、鉱業法については、現在、MENRにおいて改正に向けた準備が進められている。

#### (2) 鉱業権・ロイヤリティ

鉱業法に基づき、トルコ国内において鉱業活動を実施する場合には、鉱業権を取得する必要がある。鉱業権は探鉱ライセンス(AR)と採掘ライセンス(OIR及びIR)の2つに分類される。

探鉱ライセンスは、先願主義で有効期間は24か月であり、対象面積は大理石(2.5km<sup>2</sup>)・湖沼鉱物(20km<sup>2</sup>)を除き原則として制限はない。なお8か月ごとにMENRに対して報告義務がある。開発移行時においては、3か年の開発及び試験操業期間が認められる。

採掘ライセンスは、さらにPre-Exploitation License(OIR)とExploitation License(IR)の2種類に分類される。OIRは探査活動により有望地域が抽出された場合に付与され、OIR期間中に探鉱プロジェクトが実施される場合にはIRが付与される。IRによる許可期間は10~60年の幅があり、IR取得後6か月以内に操業を開始しなければならない。なお、鉱区開発による年間純利益の5%がロイヤリティとして国庫納付となる。

従来、更に5%が鉱業基金(Mining Fund)に納付されることが鉱業法において規定されていたが、本制度は廃止された。

本制度は、MENRの鉱業基金総局(General Directorate of Mining Fund)の下、鉱業分野における探査・投資・生産・輸出に対する補助金原資として設けられていたものであるが、2001年2月22日にEUの要求により廃止されたという経緯となっている。なお鉱業ファンドの下には、R&D(mining research and development credit)、輸出準備(export credit)、投資(investment credit)、操業(Mining credit)、ストック(stock)の5種類のクレジットが設けられていた。

MTAの活動は鉱業法(3213号)に基づいて実施される。MTAはAR及びOIRは取得できるが、IRについては取得できない。したがって、MTAは、探査活動が終了した場合、MTAはAR及びOIRを入札により民間企業及び国有企業に対して売却し、売却益を得る。

## 2. 鉱業・地質関係機関

### (1) 政府機関

#### 1) エネルギー・天然資源省(MENR)

行政機関は総理府下に設置され、17省及び18国務大臣より成っている。

鉱業関係はMENRが管轄している。同省は、1963年に工業省(Ministry of Industry)から分離・独立して発足した。なお、かつてはMTAもMENRの監督下にあったが、現在は国務大臣直属の機関として位置づけられている。

MENRは14部局より構成されており、うち鉱業総局(General Directorate of Mineral Works)が、鉱業政策、鉱業法、鉱業ライセンス(探査・開発・操業)等を所管している。

#### 2) 国家計画庁(SPO)

首相府付属機関であるSPOは、MTAを含む各機関の予算配分の確定、及び国家開発計画(5年ごと)の策定を行っている。また、外国からの援助の受入れ窓口機関としての役割も担っている。SPOは政策の実施・遂行に責任を有し、総括的な政策の立案・事業の承認等を行うが、各機関に対する直接的な監督等を行っていない。

MTAに関連した部分では、予算確定に関し、SPO・MTA間で話し合いが行われ、事業計画の承認等を通じて予算配分が行われている。

SPOでは、MTAの業務である資源探査による収入を経済危機克服の観点から重要であると認識しており、将来的には輸出産業となるように育成していきたいと考えている。なお、SPOでは、貴金属(金)及び基礎的工業原料である鉄鉱石の探査を重視している。

#### 3) 鉱物資源調査・探査総局(MTA)

1935年に「2804法」により資源開発を促進する目的で設立された国営地質調査・資源探査機関であり、本プロジェクトの実施機関である。本章3項で詳述する。

### (2) 国営企業(公社)

鉱業関係の国営企業は、鉄・鉄鋼のTDCL、石炭のTKI(褐炭)、TTK(瀝青炭)と、非鉄金属資源を扱うEti Holding Inc.(旧Etibank)及びKBI(黒海銅公社)の2企業がある。ただし、Eti Holding Inc.及びKBIの双方ともに民営化が進行中である。

Eti Holding Inc.及びKBIの概要については、以下のとおりである。

1) Eti Holding Inc.

1935年に設立されたトルコ最大の国営鉱山企業であるEtibankは、1998年に鉱業部門を担うEti Holding Inc.と金融関連業務を担うEtibankとに分離された。

Eti Holding Inc.も民営化の方針により、7子会社のうち銅・銀・クロム・トロナ(天然ソーダ)関連の4社は2000年に民営化されている。ただし、ボロンとアルミニウム(ボーキサイト)は重要鉱産物のため同社が独占している。年々企業規模が縮小され、地質技師は現在3～4名程度である。

Eti Holding Inc.が実施している探査プロジェクトは、MTAや民間企業等との合弁のケースが多い。1994年に操業を開始したチャイエリ銅鉱山が、鉱業部門ではトルコ初の合弁事業であり、出資比率は、Eti Holding 45%、Inmet Mining(カナダ) 49%、GAMA社6%である。MTAとは、アナトリア北西部で鉛・亜鉛・金鉱床探査のJ/Vを実施中である。探鉱費は1件当たり30万米ドル程度であり、鉱山開発にかかる経費は自己資金で賄っている。

MTAからは、文献・図幅情報の他、プロジェクト情報の提供を受けており、それをベースに探査、フィージビリティスタディ(F/S)等を実施している。

2) KBI(黒海銅公社)

KBIは、1968年にEtibankの銅部門の子会社として設立され、1993年に分離・独立したが、2001年5月にEti Holding Inc.の所有するKule鉱山とともに入札に付されており、民営化される予定となっている。

KBIは、Murgur銅鉱山(Damar鉱床、Cakmakkaya鉱床)を操業しており、同鉱山の年間精鉱生産量は7.5万tで、全量がSamsun溶錬所(年産処理能力18万t、ブリスター・カップパー年産能力3.5万t、純度99.3%)へ搬送されており、ブリスター・カップパー及び硫酸が生産されている。Samsun溶錬所の処理能力に対する不足分の原料は、Eti Holding Inc.と民間企業のJ/Vであるチャイエリ銅鉱山から購入している。Murgur鉱山の確認残存鉱量は500万t(品位0.6%)程度とされており、1～2年以内に操業停止の予定とされている。

東部黒海沿岸地域でINCO/同和鉱業が探鉱を継続中であり、開発可能な鉱床が発見されれば、KBIはINCO(Inco Ltd.)との合弁で実施の予定である。MTAとの協力関係は現在はない。

3) 民間企業

大手の民間鉱山企業としては、Demir Export、Park holding、Dardanel(フランスとのJ/V)があり、近年は、国内だけでなく、中央アジア、コーカサス、東欧等へ事業展開している。

ただし、トルコで活動している民間企業は開発が主としており探査活動を実施している会

社は少なく、Park Teknik社へのヒアリングの結果、トルコ国内の民間企業で探査を行っているのは唯一同社のみとのことである。

したがって、トルコ国内における鉱物資源の調査・探査活動はMTAにより実施されており、トルコにおける調査・探査活動の80%がMTA、10%が大学、10%が民間企業によって行われている。

また、上述したEti Holding Inc.に関しても、銅、銀、クロム、トロナ及び鉛、亜鉛部門は既に民営化されており、民間企業ベースで開発を行っている。

その他、金については、外資系企業[Cominco(カナダ)、Eurogold(カナダ・豪)、Gencor(南ア)等]が進出している。

#### 4) 地質リモートセンシング関係機関

地質分野においてリモートセンシング技術を活用している取り組みとしては、上述のMTA以外に、中東工科大学(METU)内におけるリモートセンシング・GISコース[Geodesic and Geographic Information Technologies(GGIT)、マスターコース]があげられる。

GGITはDept. of Civil Engineeringの下に2～3年前に開設され、現在、学生40名程度、スタッフ3名を擁している。Multi disciplinaryプログラムであり、地質や資源工学以外にも、土木、農業、都市計画等、様々な学科出身の学生を受け入れている。資源探査関係を専攻している学生は5名であり、MTA地質調査部RS/GIS課及びTurkish Petroleum Enterprisesから各1名、その他が民間企業に所属している。RSセクションは学生12名、コンピューター4台で、LANDSAT、IRS、SPOT画像を使用している。

MTAとの関係としては、GGITや地質学科においてMTAスタッフをマスターコースに受け入れている。GGITでは他機関からの依頼を受けて研修コースやエンジニアリングを実施しており、MTAが研修プログラムを実施する場合には、GGITから講師を派遣することが考えられる。

また、METUの学部2年目、3年目の夏にはインターンが義務づけられており、MTAでもMETUの学生の受け入れを行っている。2000年夏時点の実績としては、RS/GISにおいて6名のインターンを受け入れている。

上記以外に、トルコ国内において一般的なりモートセンシング技術を用いた活動を行っている関係機関(政府、研究機関・大学、民間企業)は表3-1とおりでである。

各機関で用いられているリモートセンシング技術の適用分野は、農業、環境、地震、海洋等、様々であるが、MTAリモートセンシングセンターにおいて得られる画像解析の結果は、将来的にはこれらの分野においても適用可能である。本プロジェクト成果の波及等の観点からは、これらの機関等からの研修員の受け入れ、セミナーの開催等も考えられる。

表3-1 トルコ国内のリモートセンシング関係機関

Agency / Organization	Field
Anadolu University, Research Institute of Satellite and Space Sciences	Earth Sciences, Remote Sensing
Cukurova University, Faculty of Agriculture, ADANA	Agriculture and Soil Mapping
Gazi University, Department of City Planning, ANKARA	City Planning
General Directorate of Eastern Black Sea Forestry	Forestry
General Directorate of Mineral Research and Exploration, Division of Remote Sensing and Geographic Information Systems, ANKARA	Earth Science
General Directorate of Rural Affairs, Research Institute of Soil and Fertilizer	Soil Mapping
Hacettepe University, Application and Research Center of International, Karst and Water Resources, ANKARA	Water Resources Hydrogeology
Hacettepe University, Department of Geological Engineering, ANKARA	Earth Sciences
Institute of State Statistics Divisions of Data Systems, ANKARA	Agricultural Statistics
Istanbul University, Institute of Marine, Sciences and Geography, ISTANBUL	General Geography
Istanbul Technical University, Department of Photogrammetry, Division of Remote Sensing, ISTANBUL	Digital Photogrammetry and Land Use
Mediterranean University, Faculty of Agriculture, ANKARA	Soil Mapping and Land use
Middle East Technical University, Department of Geological Engineering, ANKARA	Geology
Ministry of Agriculture, General Directorate of Agricultural Reform, Directory of URFA Region, URFA	Farmland Planning
Ministry of Agriculture, General Directorate of Agricultural Researches, ANKARA	Agricultural Research
Ministry of Environment	Environmental Research
Ministry of Public Works, General Directorate of Disaster Affairs, Department of Earthquake Research, ANKARA	Earthquake Research
Middle East Technical University, Department of Civil Engineering, Water Resources Lab.	Water Resources
Tubitak, Marmara Research Center, Department of Aero Space	Remote Sensing
Tubitak, Marmara Research Center, Department of Earth Sciences	Earth Sciences
University of Ankara, Faculty of Agriculture Department of Landscape Architects, ANKARA	Landscape, Architect and City Planning
University of Ankara, Faculty of Sciences, Department of Geological Engineering, ANKARA	Geology
University of Dokuz Eylul, Institute of Marine and Science and Geography, IZMIR	Marine Sciences
Uludag University, Department of Agricultural Structures and Irrigation, BURSA	Agricultural
Yildiz Technical University, Department of Geodesy and Photogrammetry, ISTANBUL	Soil Mapping and Land Use

### 3. 鉱物資源調査・探査総局(MTA)の現状と課題

#### (1) 現 状

MTAは、1935年に同国の「2804法」により資源開発を促進する目的で設立された国営の地質調査・資源探査機関であり、地質分野では同国内最大の設備、人員を備えた組織である。以前はMENRの下に置かれていたが、現在は首相府直属の機関として国務大臣が管轄している。

MTA本部は首都アンカラに位置し、総裁、副総裁(4名)の下、16部局を擁し、他に地方支所を有する。地方支所としては、当初、13支所を有していたが、MTA本部の権限強化・組織のスリム化の一環として組織統廃合が行われ、2001年7月時点ですでに1支所が廃止されており、2002年4月に更に5支所が廃止され、今後も引き続き統廃合が行われる予定となっている。

なお、2002年3月時点のMTAの総従業員数は約3,800名(本部2,115名、地方支所1,666名)であり、予算額91,750,000百万トルコリラ(TL)となっている。

#### (2) 事業内容

##### 1) 概 要

MTAの主たる事業内容は以下のとおりである。

- ・ 鉱物資源探査有望地区の探査と研究
- ・ 鉱床地質の記載と室内試験の実施
- ・ 鉱床に対する経済性評価の実施
- ・ 鉱業分野の人材育成

資源開発関連では、探査を実施するための地質調査、物理探査、試錘(ボーリング)等の各種調査を実施する部門に加えて、フイージビリティスタディ(F/S)作成部、融資部といった開発支援の部門も備えている。

これらの活動分野に加えて、研究機関としての性格もあわせもっており、トルコ国土基本図の整備も担っている。地質図については、すでに10万分の1の縮尺で国土全域の図幅を発刊しており、現在は更に詳細な2万5000分の1のデジタル地質図を編纂中である。また、トルコ全土の鉱産図など、各種の広域テーマ図についても作成・発刊している。これらに調査・研究を支える各種調査機器も保有しており、アナトリア断層調査のための専用地質調査船を1隻保有するほか、3台のICP(誘導結合高周波プラズマ発光分光分析装置)をはじめとする各種分析機器を保有している。

MTAが実施している調査・研究・探査プロジェクトは、MTA自身が計画・実施するものと、他機関(政府機関、国営企業、民間企業等)からの依頼を受けて実施するものの2種類の形態がある。

前者のMTAが実施する調査研究等のプロジェクトについては、SPOの許可が必要である。プロジェクトで調査した結果についてはレポートとして取りまとめられ、無料又は低額で関係機関に提供されている。

後者については、依頼元として国営企業であるEti Holding Inc.、TDCL(Iron Steel Enterprises)、TTK(Hard Coal Enterprises)、KBI等が実績としてある。民間企業からの依頼によるプロジェクトについては、特別な協定を締結することとなっており、毎年約5件程度の枠がある。基本的には無償で実施している(プレF/S調査までを含む)。

## 2) 環境保全・自然災害に係る基礎研究

MTAは環境保全・自然災害分野において、地質分野の観点から政府に対してアドバイスをを行う立場にあり、活断層分布図等の広域テーマ図の作成を行っているほか、他政府機関や国営企業からの依頼を受けて調査・研究を行っている。

現在、原子力発電所のサイト選定のための調査を環境省から依頼されているほか、Eti Holding Inc.からの依頼により、露天掘り鉱山の覆土植栽のためのモニタリングを実施中である。

このほかにも、都市・工業地帯のサイト選定のための調査や地滑り調査等も行っている。

## 3) 国際交流・研修員受入れ

MTAは、地質技術に関する国際交流にも力を入れており、中央アジア、北アフリカ、コーカサス、バルカン諸国を対象に、様々な共同研究や地質情報データベースの構築、研修員の受入れ等を実施している。トルコは、これら周辺諸国に対して地質分野において技術的な優位性を有するとともに、かつ歴史的に深い関係を有しており、今後も同分野において継続的な交流を行う方向である。

このようにMTAは、トルコ国の資源開発を担う探査機関にとどまらず、基礎研究、周辺国への技術協力をもリードする総合地質機関へと展開している。

## (3) 課題

最近の財政赤字の急激な拡大など、トルコ経済は依然危機的水準にあり、IMFとともに策定した3か年の経済再生プログラムを着実に実施しているところである。他方、トルコ政府はEU加盟を当面の目標と定めているが、これを実現するため人権問題をはじめとする各種項目の是正が求められている。

このような背景の下、鉱物資源分野についても、過去、比較的「大きな政府」の考え方で開発を進めてきたが、各種政府系団体に対して強いリストラ、ダウンサイジングの圧力がはたらいっている。鉱業セクターの場合、Eti Holding Inc.やKBI(黒海銅公社)など開発・生産を担っていた国営公社については、既に民営化が決定し、徐々に移行・縮小傾向にある。また先述のとおり



り、鉱物資源開発促進のための互助制度とみなせる鉱業ファンド(Mining Fund)制度についても2001年2月22日に廃止が決定されている。

MTAに関しても、本部の権限強化・組織のスリム化の一環として組織統廃合が行われ、地方支所13支所を有していたが、2001年7月に1支所が廃止されて、2002年4月に更に5支所が廃止され、今後も引き続き統廃合が行われる予定となっている。人員についても、最近数年の間に約700名が退職したが、大半は自然減(定年退職)であり、定員削減の予定はなく、2001年の新規採用は40名、2002年も35名の採用が予定されている。逆に、新しい技術を習得するために、外部から多くの人材がMTAへの採用希望が出されている。MTA内においては、鉱床探査に焦点があてられ地質調査部署の強化が図られ、職員の配置の見直しが行われるとともに、コスト高(岩芯採集ボーリング単価\$250/m)となっている試錘部門の見直し検討なども行われている。

MTAの探査活動の実施に際しての課題としては、調査地域選択の自由度の制限がある。現下のトルコ鉱業法においては、MTAは民間法人や個人と同様、Exploration Licenseを自己資金にて取得したうえで各種探査事業を行うことが求められている。したがって、調査対象地域の選定にあたっては、MTAは他人鉱区を避けねばならず、純粋な資源賦存ポテンシャルに基づいた国土の効率的探査・開発が妨げられている現状がある。この点については、現在、鉱業法改正が進められており、鉱区認定を行っているMENR鉱業総局(General Directorate of Mineral Works)も前向きに検討している。

また、第8次国家開発計画において高度な技術に基づく効率的な探査活動の実施が取り上げられ、MTAをその実施機関とすることが想定されているが、このような公的部門の関与についてはトルコ国内の民間鉱業セクターに十分な探査余力、探査技術が醸成されていないことが理由としてあげられる。ただし、高度な技術の普及・活用のためには、受け手である民間企業・大学等の技術レベルの向上も求められる。

#### 4. 地質調査部及び鉱物資源探査・調査部の組織・体制・業務

##### (1) 地質調査部 (Geological Research Department)

本プロジェクトのカウンターパートである地質調査部の組織図は図3-2のとおり、6つの課(Division)とEditorial Board、事務局から構成される。

各課の長としてコーディネーターが配置されており、その下にUnitが置かれている。各Unitユニットは、ユニットマネージャーによって統括されている。なお、各課内には、これらのユニット以外にも、正式な組織図上には表れない部署もある。

6つの課及びEditorial Boardの業務概要は次のとおりである。

##### 1) 調査開発計画・評価課(R/D, Planning & Evaluation Division)

地質調査部の計画・モニタリング・評価

2) 地質調査課 (Geological Research Division)

詳細地質図・広域地質図の作成

3) 自然災害調査課 (Natural Hazards Research Division)

活断層や自然災害の調査はこれまで10年間(特に大地震後)、北部アナトリア活断層の調査を行っており、その結果を2万5000分の1地図として発刊する予定となっている。今後、東部・西部アナトリア活断層の調査に着手する予定である。その他、Engineering Geology(土地利用、地滑り、洪水等)調査も実施している。

4) 海洋調査課 (Marine Research Division)

マルマラ海における地震リスク地域の調査を行っている。日本の地質調査所や東京大学、筑波大学、高知大学も参加している。観測船を1隻保有しており、近くもう1隻購入予定である。

5) リモートセンシング・GIS課 (R/S and GIS Division)

後述、「5. リモートセンシング/GIS課の現状と課題」で詳述する。

6) 国際関係・国際プロジェクト課 (External Relations and International Projects Division)

地質調査部を含むMTA全体の対外的窓口機関であり、他国との協力プロジェクトや第三国研修等の手続きも行っている。

(2) 鉱物資源探査・調査部 (Mining Research and Exploration Department)

1) 概要

石油とエネルギー資源以外のすべての鉱物資源に関する探査活動を行っており、予算総額は、150万米ドルである(物理探査等、他部に調査を依頼する場合にも、同部のプロジェクト予算から支出される。)。スタッフ数は160名であり、そのうち100名がエンジニア(ほとんど地質技師)、technician、map technician等の技術スタッフ、残り60名が事務職員である。

2) 事業

同部で実施するプロジェクトは金属鉱物資源と工業原料の2つに分けられる。現在、30のプロジェクトを実施中であるが、そのうちの60~65%が金属鉱物資源に関連するものである。

金属鉱物資源に関連したプロジェクトについては、需要の多い鉄に関連したものが主要であるが、トルコは金に適した地質構造も有していることから、金に関連したプロジェクトも行われている。また、チタニウムについても、できるかぎり輸入量を減らしたいことから、探査活動が行われている。

工業原料に関連したプロジェクトとしては、トルコは窯業とガラス産業が盛んであるため、それらに関連した原料の探査活動が行われている。

また、現在、海外での探査活動も実施されている。初の海外プロジェクトとして、3年前からモンゴルにおいて、フィールド調査が行われており、対象鉱物は貴金属(金)及び銅である。その他、スーダン・中央アジア(アゼルバイジャンを含む)等においても検討中である。

地質調査部とのかかわりは、基本的にはプロジェクト活動の最初の段階のみであるが、両部合同のプロジェクトもアナトリア北東部等で行われている。

### 3) 調査結果

トルコ国内において有望な鉱床が見つかった場合、入札を実施し、開発する企業が選定される。その後、その企業が希望すれば、Feasibility Study Dept.でプレF/Sを行うことができる。

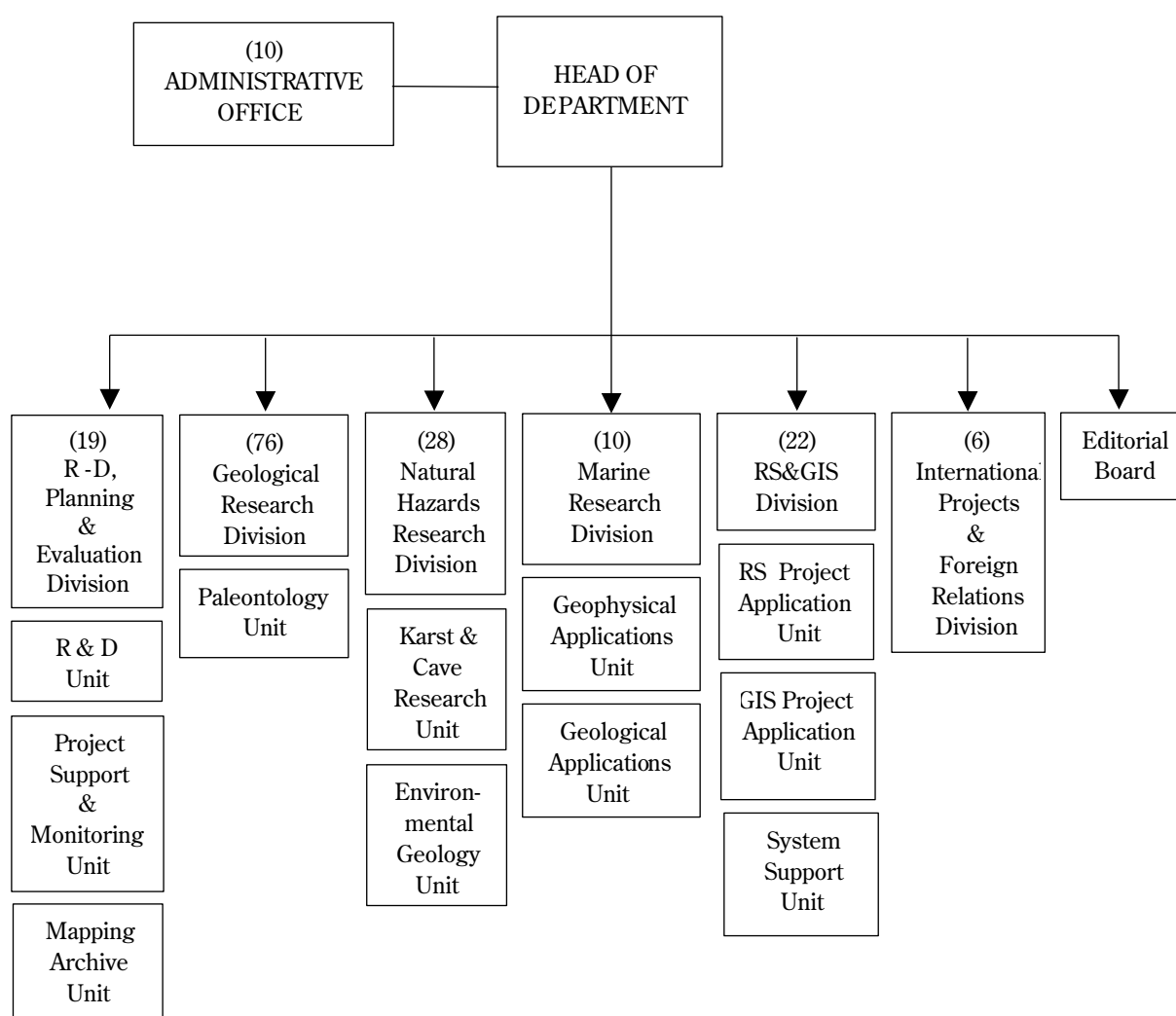


図3-2 地質調査部組織図

## 5. リモートセンシング・GIS課の現状と課題

### (1) 現 状

#### 1) 組織と沿革

MTAにおけるリモートセンシングによる地質解析は、地質調査部の下、1975年に組織されたRemote Sensing Unitによって始められた。当時は資源探査衛星が表れる前でもあり、UNDPから航空写真判読用の光学機器が導入され、これを用いて解析が実施されていた。ただし、UNDPからは機材供与を受けたものの、解析技術については特段の移転は行われず、MTAは単独で技術を習得・蓄積した。その後のコンピューターや資源衛星データの普及を受けて、1994年にMTAは独自の予算でRemote Sensing Unitの設備と人員を大幅強化し、Remote Sensing Center (RSC)へと改組した。さらに、RSCは2000年12月にGeological Map Digitization Unit及びGeological Data Base Unitと統合され、Division of Remote Sensing and Geographical Information System (RS/GIS) に改組された。

現在のRS/GIS課は、主に米国のLANDSATデータの処理・解析を業務とするRemote Sensing (RS) ラボラトリー、及び既存地質データのGISデータセット化を業務とするGISラボラトリー、Geological data base(DB) ラボラトリーからなる。組織図及び人員は図3-3のとおり。

RSラボの現有機材を図3-4に示す。RSラボの有するハードウェアのうち、画像解析システムにはUNIX、Windows-NTの両者が使用されているが、特にUNIX機については1994年からメモリ、HDD増設を除いては更新されていないため、能力的に老朽化が見られる。また、大型ラインプリンターも印刷品質の点で現在の水準と比較して大きな差がある。また、ソフトウェアについてはERDAS Imagineが用いられているが、1994年当時からアップデート等を行われていないものと思われる。

RSラボのスタッフは現在11名いるが、うち2名は博士号取得者である。シニアスタッフは、野外調査者として長い経験をもつ者がほとんどで、その後リモートセンシング解析を担当するようになった者が多い。したがって、豊かなフィールド経験に基づいた実践的なテーマ設定が行われている。一方、2名の新卒職員のうち1名は大学院(中東工科大学)にも在籍しており、高空間分解能データの精度評価といった最新のテーマについても、問題意識をもっている。

#### 2) 実施プロジェクトと技術レベル

MTAが実施するリサーチプロジェクトには、MTA自らの予算で実施するものと、外部機関からMTAが委託されて実施するものがある。リサーチプロジェクトはMTA全体で108件あり、このうちRSラボが関与するプロジェクトは表3-5に示す8件である。近年のリサーチプロジェクトへのリモートセンシング技術の利用に関しては、資源開発関係60%、環境・

ハザード関係がそれぞれ20%程度の比率である。また、これらのプロジェクト以外にも、外部からの要望に応じ、表3-6に示すプロダクトを作成・販売している。

### 3) RSラボラトリーにおける解析事例

#### ① Basinプロジェクト

Mineral research and exploration Dept.とRSラボとの共同プロジェクトで、金属鉱床の発見を目的とするものであり、トルコ北西方のトラブゾン南部で実施されている。調査面積約8万km<sup>2</sup>の広域調査で、調査対象はトラブゾン近辺の植生密度の大きい黒海南岸の鉛・亜鉛鉱床と、やや内陸部の植生がやや疎な金・銅鉱床のポテンシャル地域である。前者については、LANDSATデータを用いて特に環状構造の分布を明らかにし、海成のドームあるいはカルデラとみなし、その周辺を鉱床胚胎場と推定した。また後者では、鉱床周辺の粘土変質帯を抽出するための基本的な解析が行われている。

#### ② Biga半島プロジェクト

RSラボによるプロジェクトであり、トルコ国北西部Biga半島(48万km<sup>2</sup>)でなされた鉱床探査のための広域変質帯マッピングに関するプロジェクトである。当地域の植生被覆率は60~70%に及ぶため通常の比演算による手法では抽出はうまくいかないため、LANDSATデータを多変量解析し、植生寄与の少ない主成分要素を用いて画像を作成している。同解析の結果、既知の変質帯分布を説明する図が得られており、また新たな変質帯も確認されている。

#### ③ アナトリア断層の解析

地質調査部内他部署(Natural Hazards Research Div.)との共同プロジェクトである。本プロジェクトでは、LANDSAT熱赤外データを用いて半植生地域の伏在断層の推定が行われている。

一般に断層に沿って比較的水含有量の高いゾーンが形成され、その部分では水の気化に伴い熱が奪われることで特徴的な低温ゾーンを形成することが知られている。本解析はこの低温域をもって伏在断層分布域とし、地震に関する要注意地域として指摘している。

#### ④ 懸濁度の評価、海岸線変化の調査

地質調査部内の他部署(Natural Hazards Research Div.ないしMarine Research Div.)との共同プロジェクトである。1998年のトルコ大地震前後のLANDSATデータを用いて、地震前後のマラマラ海沿岸の懸濁度や海岸線を比較している。

#### ⑤ 露天掘鉱山の影響モニタリング

Eti Holding Inc.からの依頼で、Eskisehirボロン鉱山の覆土植栽の進捗のモニタリングを行っており、LANDSATデータを利用している。具体的には、複数時期に取得された同データからフォールスカラーを作成、植生部分を抽出し、これを地形図ラスタに重ね合わ

せ、変化をモニタリングするプロジェクトである。

以上の解析例をみる限り、MTAの地質リモートセンシングに関する基礎は極めてしっかりしている。このうち①の構造解析図では丁寧な写真地質学的判読が行われている。また、②、③、④などでは問題解決のための工夫がなされている。また、③では、乾燥地帯に限り有効と考えられていた手法が半植生地域でも適用できる可能性が示されている。

RSラボは基本的に独力でリモートセンシング解析技術を蓄積してきたが、日本の技術がかなり参考にされてきている。MTAは、日本の(財)資源・環境観測解析センター[Earth Remote Sensing Data Analysis Center (<http://www.ersdac.or.jp/>)]とリモートセンシングに関する研究協力事業を実施した実績がある。

ERSDACとの研究協力事業は1992年に開始され、3年間アナトリア西部の鉱床探査が実施された。その後、1995～1998年にアナトリア西部での地熱資源探査、1998～2001年のアナトリア東部の鉱床探査等の研究協力が行われた。ERSDACによる研究協力は、画像解析の大半が日本で行われ、解析結果を基に約10日間の日本側ミッションをトルコに派遣し、野外調査・屋内においてMTAと意見交換が行われている。ERSDACによる事業は技術移転を目的とするものではないものの、日本側のリモートセンシング技術には信頼が寄せられている。なおRSラボスタッフの4名はERSDAC等の招へいにより2～4回の訪日経験がある。

本協力プロジェクトに係る基礎調査(平成13年4月)に際して約3時間のセミナーを設け、MTAが特に関心を寄せる変質帯マッピング技術について、①LANDSAT、②JERS-1 OPS、③ASTER、及び④AVIRISの各種マルチ～ハイパースペクトルデータを用いた場合の変質分帯についてそれぞれ解析例を示すとともに、RSラボの技術者8名と議論を行った。セミナーの結果、これまで用いられているLANDSATに関する技術については十分な理解を有する一方で、SARやASTERについては部分的な理解にとどまり、また④のAVIRISについては全く新しいテーマとして認識されている。

MTAのGISラボ、DBラボは、それぞれ6名の技師(GIS)、3名の技師(DB)が在籍しており、GISデータセットの構築のためのデータ入出力、Arc Infoプログラミング、保守関係らを主な業務として実施している。MTA内の別ビルに大規模のデータストレージが設置されており、LANを用いて各種デジタルデータ・成果品は集中管理されている。ハードウェアはRSラボ同様、UNIXとWindows-NTからなる構成で、ソフトウェアはArc Infoで2本のライセンスを持つほか、Arc View及びMap Infoライセンスを人数分保有している。

GISラボでは、地質図幅作成に関連した業務では、地質調査部と共同作業による10万分の1地質図(既完)のデジタル化と2万5000分の1地質図の作成が行われており、現在は後者に関する作業が行われている。2万5000分の1図幅作製には1995年から取り組みが始められて

おり、必要枚数(5,549枚)のうち4,000枚が作成済みである。同図幅作製にあたっては、地質調査部が編纂を担当、GISラボはこの入出力を担当している。また、DBラボでは、MTAが保有するすべての地化学データ、物理データ等のGISデータセット化を担当している。

#### 4) 研修事業と技術レベル

MTAは研修実施機関としての機能を持ち合わせており、RS/GIS課においてもMTA職員・国内技術者のほか、外国の政府系職員を対象にRS及びGISに関する研修を実施している。現状では、年間30名程度に対し、1か月以下の研修を行っている。このうち外国の対象者の数は限られており、2001年度には、スーダンの技術者3名にとどまっている。研修は主にソフトウェア操作から成っており8割以上の時間が割かれており、データの入出力、幾何補正、各種ストレッチ、フォールスカラーの作成、写真地質学的判読などから構成されている。一方、基礎となる座学・講義については2日程度しか割かれておらず、十分に基礎を積むためには少し偏った内容となっているが、短い期間で即戦力の人材を養成するための実践的な内容になっている。

MTAは今後このような研修事業を更に拡充させたいとしており、受入れ人員の増加のほか、数か月程度を要する応用コースを設けたいとしている。

## (2) 課題

RS/GIS課をはじめとするMTA各部署の共通の課題は、探査対象である金属鉱床の深部化に対応するための探査技術の高度化である。トルコ国内における金属鉱床については、1985年ごろまでにほとんどの露頭鉱床の探査・開発が行われている。このため、既存の露頭鉱床で試錘等を集中的に行っていた探査手法について転換が余儀なくされており、現在は潜頭鉱床を探査するため、鉱床成因論に基づいた広域的な地表調査の実施が求められている。鉱床成因論に基づいた資源探査においては、広域的な地質評価が重要となるため、リモートセンシング技術により高度化し、効率的かつ高精度な地質情報の抽出が必要となっている。

上記のような背景に対応するため、より高度なRS解析を導入・実施するうえで、MTAは人的側面、機器的側面の両面において課題を抱えている。

人的側面では、ERSDACとの共同研究を除いては、RS/GIS課は最新の技術に接する機会が少なく、技術レベルについては数年から10年程度の遅れが見受けられる。他方、この約10年間の資源衛星センサーの地質解析能力が格段の進歩を遂げている現状を勘案すると、MTAとしても特に解析技術のキャッチアップを図る必要がある。

また機器的側面では、特にハードウェアの更新が必要である。MTAは、RS/GIS課の設立時にEWS、PC、ラインプリンター等を導入したが、老朽化が進んでおり効率的な業務の実施に影響を及ぼしている。また、大型カラープリンターは成果物の質を決定する重要な要素である

が、画像印刷に求められる分解能力やカラー再現性を欠いており、更新が必要となっている。さらに、より高度なリモートセンシング解析を行うためには、スペクトロメーターのような野外測定器を併用したフィールドでの現地調査が必要であるが、これら測定機器の取り扱いや応用に関してMTAはいまだ経験がなく、今後、習得する必要がある技術と考えられる。

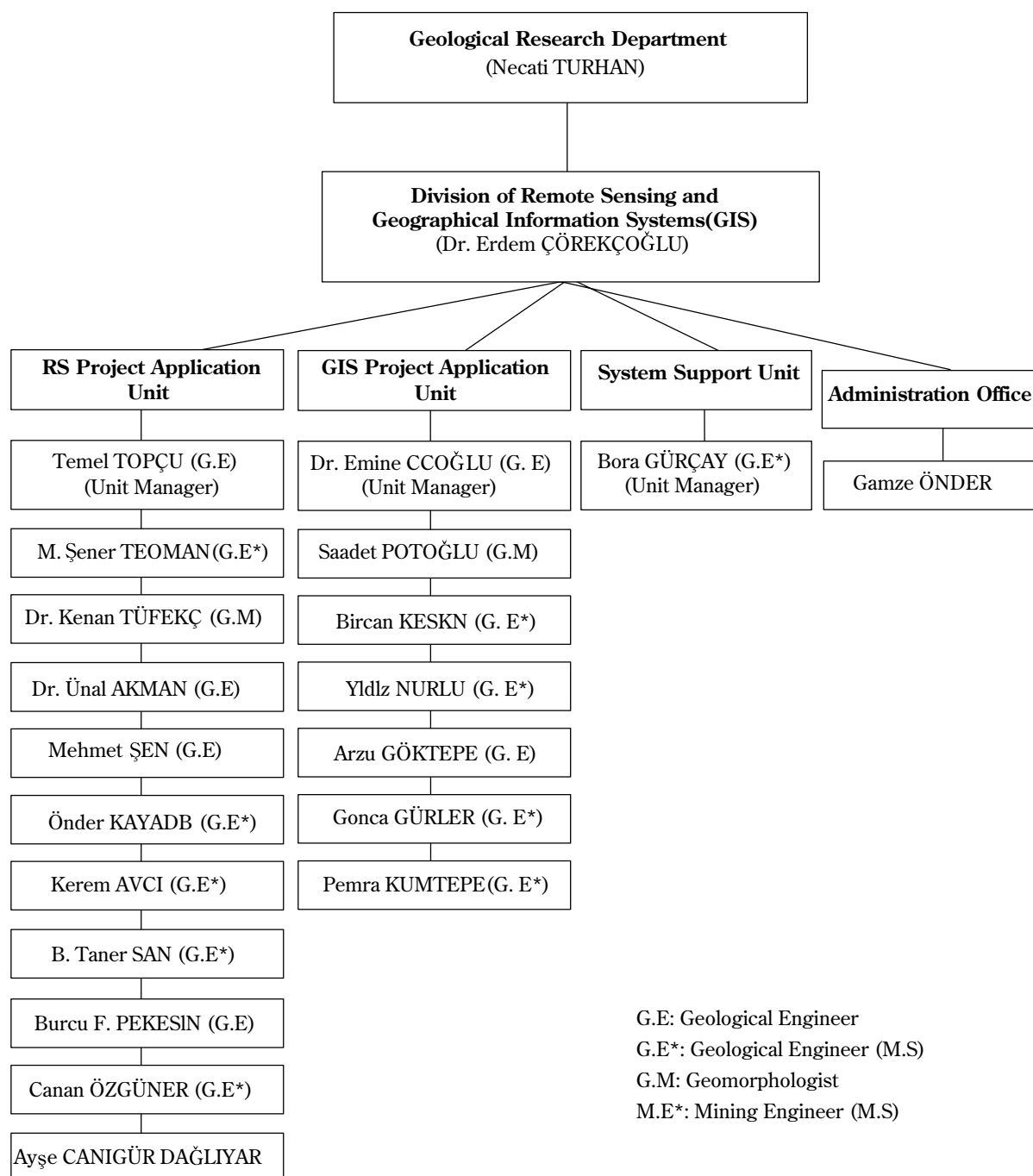


図3-3 リモートセンシング・GIS課の組織図と人員



**M.T.A.**  
**REMOTE SENSING CENTER**  
**IMAGE ANALYSIS & GIS LABORATORY**

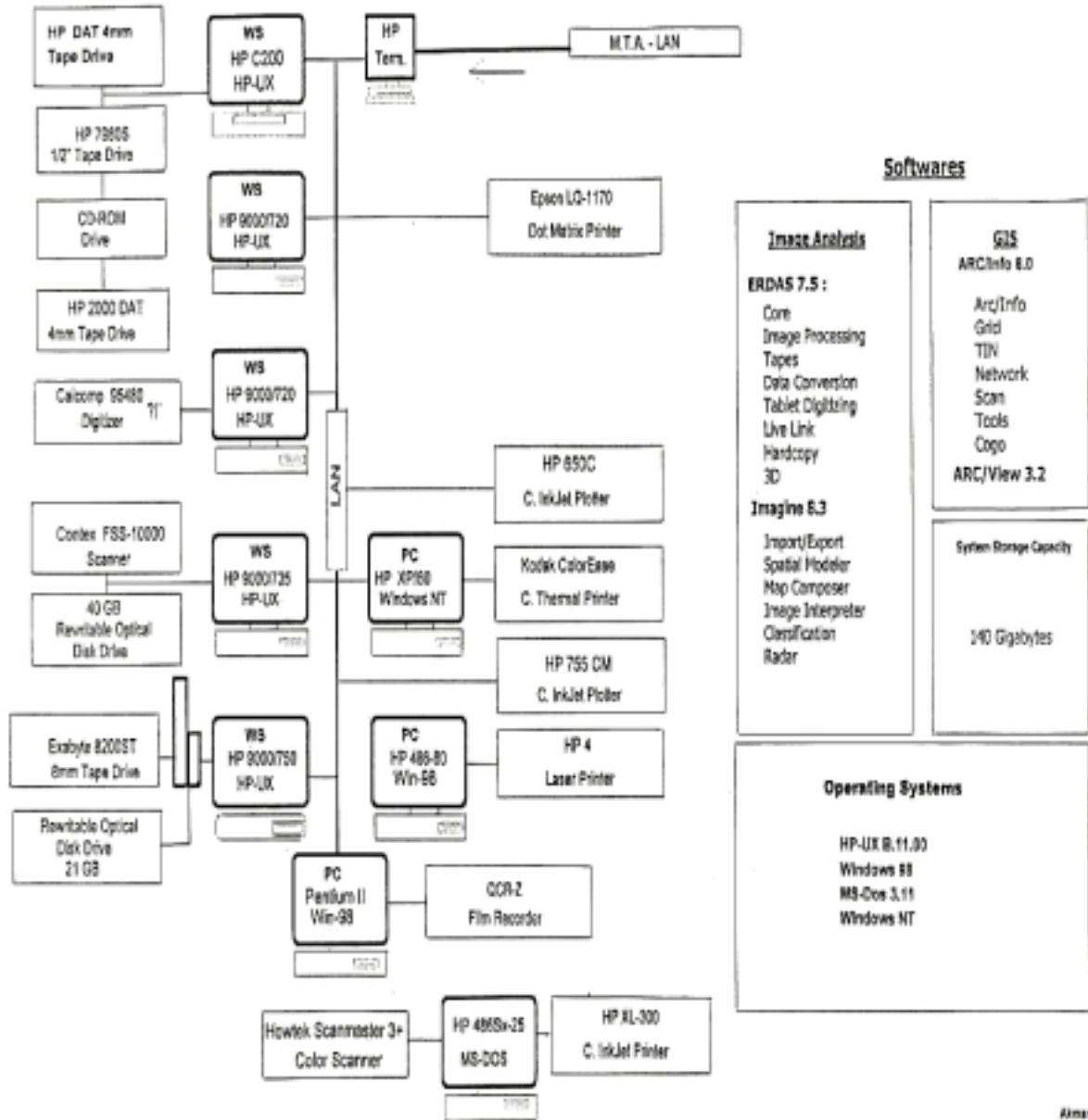


図 3 - 4 RS/GIS課ラボラトリーの現有機材

表 3 - 5 RSラボラトリーが関与するリサーチプロジェクト

Project Belongs to MTA Department	No.	Project Name	Project Code	Project Area (km <sup>2</sup> )	Explanation
Mineral Research and Exploration Dept.	1	Polymetal exploration in Eskisehir fault zone (Ankara-Eskisehir-Afyon), middle Anadolia	13B2	5100	
	2	Polymetal and industrial raw material investigations in Bitlis Massive (Bitlis-Siirt-Batman), Eastern part of Turkey	13B7	5000	
	3	Investigations ore deposits which are related asidic magmatisim (all of Turkey)	16AD	7000	
	4	Investigations ore deposits which are related ophiolitic rocks (includes various parts of Turkey)	13A4	5000	
Geological Research Dept	5	Mine geology mapping and mineral investigations in Eastern Black sea region (Giresun-Trabzon-Rize-Ordu-Gumushane-Artvin)	14A1	2400	<u>The Joint Project</u> Geological Research & Mineral Research and Exploration Dept.
	6	Mine geology mapping and mineral investigations in Bolkar Mountains (Konya-Nigde-Adana, Icel), Southeastern part of Turkey	14A3	6150	
	7	Using LANDSAT-TM satellite digital image and remote sensing techniques, extract hydrothermal alteration areas in semi vegetation covered areas, Northwestern Anatolia (Balikesir-Canakkale)	16A6	1800	Plot project of Remote Sensing Lab. Unit
Mineral Analyses and Technology Dept.	8	The investigations of site selection for disposal of dangerous waste material, (middle part of Turkey)	16AP	40	

Note: Additionally, during the year, from inside or outside of MTA, "RS laboratory Unit" shall receive some short term work demands (such as; satellite images and their lineament maps). These would also be added to schedule, when received.

表3 - 6 RSラボラトリーが作成・販売するプロダクトリスト

KIND OF PRODUCT	DIMENSION Pixel/km <sup>2</sup>	PRICE (US\$)	EXPLANATION
Linear stretched single band satellite digital image (magnetic media 1.44 FD, CCT, DDS, EXABYTE)	1024×1024 (pixel) or 1000(km <sup>2</sup> )	30	Customer have to provide magnetic media
Single band satellite digital image (Georectified)	1024×1024 (pixel) or 1000(km <sup>2</sup> )	45	Customer have to provide magnetic media
Georectified colored satellite image in photographic paper	A3, A4	50	
Georectified satellite image print out, printed in special paper	A 0	100	
Georectified satellite image print out, printed in special paper	A3, A4	50	
Georectified satellite image print out, printed in high gloss photographic paper	A 0	120	
Colored satellite image print out and its lineament map in translucent paper (Georectified)	A 0	200	
Colored satellite image print out and its lineament map in polyester film (Georectified)	A 0	250	
Colored satellite print out and its lineament map in translucent paper (Georectified)	A3, A4	150	
Copy print outs of satellite images such as second or third print outs	According to their dimensions, discount will be made by 50% of price of the first copy		
Digitizing (in raster format) of colored documents(magnetic media: CCT, DDS, EXABYTE)	A3, A4	30	Customer have to provide magnetic media
Digitizing (in raster format) of black and white documents	A0	50	Customer have to provide magnetic media

## 6. 既存または計画中の関連事業

### (1) JICAによる協力

#### 1) 個別専門家

地質、鉱床、地熱、断層等の個別専門家が18名派遣された実績がある。

#### 2) 資源開発協力基礎調査

以下のとおり、1973年以降、6件の資源開発協力基礎調査を実施し、地質・鉱床データの整備に貢献するとともに、3件(ツンジェリ・コプタウ地域、ギユムシャネ地域、チャナツカレ地域)について鉱床の把握に至っている。また、ツンジェリ・コプタウ地域のエザン鉱山については、1985年からクロムに関する開発が行われていたが、2002年時点においてすでに閉山されている。

1973～1975年 東部地域資源開発調査

1977～1980年 ツンジェリ・コプタウ地域資源開発調査

1984～1986年 ギユムシャネ地域資源開発調査(1987 フォローアップ調査)

1988～1990年 チャナツカレ地域資源開発調査(1991 フォローアップ調査)

1992～1994年 キューレ地域資源開発調査

1995～1997年 エスピーエ地域資源開発調査

2002年に新たな資源開発協力基礎調査の実施がトルコ国から要請が出されている。同要請の調査対象地域は、日本の黒鉛鉱床(銅・亜鉛等)と類似の鉱床の鉱化作用が期待されている地域で、既存の銅・亜鉛の鉱山がある黒海沿岸部(ホパ地域)、及び大きな断層帯が存在する斑岩銅鉱床(銅、モリブデン)等が期待されるトルコ中西部(エスキシェール地域)が候補としてあげられている。

#### 3) 第三国研修(TCTP)

1996～2000年までの間、MTAによる第三国研修「地下資源開発・評価」が実施され、個別専門家が2名派遣されている。また、2001～2005年にかけてフェーズⅡが実施されており、1年目、4年目、5年目にリモートセンシングに関する研修コースの実施も予定されている。詳細は「(4) 他国への技術移転」に記載。

### (2) 国際機関、他ドナー

MTAの地質調査部は、1982年にUNDPからシングルユーザーのデジタル画像解析システムの機材供与を受けている。

その他には、国際機関や他国から技術協力を受けた実績はなく、地質調査部のリモートセンシング担当スタッフについては、日本で実施されているJICA集団研修コースへの参加、オランダITC留学、他の鉱業関連機関との共同プロジェクト等を通じた技術レベルの向上を図っている。

### (3) 共同調査プロジェクト

#### 1) 資源・環境観測解析センターとの共同研究

1992～2000年までRS/GIS課を主なカウンターパートとし、(財)資源・環境観測解析センター(ERSDAC)との間で、リモートセンシングを用いた鉱物資源探査及び地熱探査に関する共同研究が実施されている。同プロジェクトは、資源賦存地域として選定された地域において、リモートセンシング技術の地下資源開発への応用に関する研究開発を行うことを目的に、衛星データを用いた地下資源探査、特にDEMデータを用いた地形解析に重点を置いた共同研究が行われている。

##### ① イズミール地域における衛星データ適応性の研究 (1992～1994年)

各種解析結果により、対象地域において太陽仰角40度以下かつ10月の衛星データが有効であることが明らかとなった。また、植生地域における変質帯の抽出手法を作成している。

##### ② アンタルヤ地域における地下資源探査へのリモートセンシングの適応性の研究 (1995～1997年)

対象地域における地熱資源の賦存特性を明らかにし、活断層に伴う地形特徴から地熱探査指標を提言している。またJERS-1より作成した広域DTMデータから、垂直変位に伴う活構造運動が形成される地形特徴の抽出が可能となっている。

##### ③ トラブゾン地域における資源形成に関連する地質構造抽出のための地形解析手法の研究 (1998～2000年)

ASTERより作成したDTMから地形・構造解析ツールを開発し、詳細な構造運動や発達段階を推定することが可能となっている。本ツールは、他の植生域や乾燥域への応用が可能である。

#### 2) 他国とのプロジェクト

地質調査部の地質調査課(Geological Research Div.)は、他国と協力し、以下の広域地質図作成プロジェクトを実施している。

- ・ヨーロッパの5百万分の1地質図編集(ドイツに本部が置かれている)のうち、トルコ部分を担当
- ・イスラエルと共同して、中東全域の40万分の1地質図を作成中
- ・フランスのCNRSとの共同プロジェクト4件
- ・オランダとの共同プロジェクト2件
- ・グルジアとの共同プロジェクト1件
- ・アゼルバイジャンとの共同プロジェクト1件
- ・コーカサス全体を対象としたグルジア・アゼルバイジャンとの共同プロジェクト

- ・モンゴルでの探査プロジェクト(3～4年前に開始。初めての外国での探査プロジェクト)
- ・(計画中)中央アジア及びアゼルバイジャンの地球科学データバンク構築(RS/GISと共同)
- ・(計画中)トルクメニスタンでの鉱物資源インベントリー作成(TIKAと共同)

#### (4) 他国への技術移転

##### 1) 第三国研修

1996～2000年までの間、MTAによる第三国研修「地下資源開発・評価 (Exploration and Evaluation of Underground Resources)」が実施されている。対象国はトルコ周辺国であり、中央アジア(カザフスタン、キルギスタン、タジキスタン、トルクメニスタン、ウズベキスタン)、バルカン(ボスニア・ヘルツェゴビナ)、コーカサス(アゼルバイジャン)諸国で、毎年25名の研修員を受け入れている。同研修に対しては、日本からも講師として専門家を毎年2名ほど派遣している。

トルコ政府としては、外交政策としてトルコ周辺国である中央アジア等との関係を重視しており、第三国研修による鉱業分野における協力も外交政策の方向性と合致している。また、MTAを通じた第三国研修の実施については、過去30年以上にわたる日本・MTA間の協力成果の波及という意味においても大きな意義を有している。

上記の第三国研修(フェーズⅠ)に関し、トルコ側から2001年度以降の継続に関する要望が出されるとともに、2000年12月に第三国研修対象国である中央アジア3か国(カザフスタン・ウズベキスタン・キルギス)において実施された評価調査結果をはじめとし、帰国研修員の評価も高く、継続した研修の実施の要望が出されている。これらの高い評価を受け、フェーズⅡの実施について日本・トルコ側双方で確認し、2005年までの5年間でフェーズⅡが実施されている。

フェーズⅡにおいては、研修員のニーズが多様化していることを受け、年度ごとにテーマを設定するかたちで研修が進められている。年度ごとの研修テーマは以下のとおりである。

- ・1年目(2001年度)：Introduction to Remote Sensing and GIS
- ・2年目(2002年度)：Metallic Minerals
- ・3年目(2003年度)：Introduction of Industrial Minerals
- ・4年目、5年目(2004年度、2005年度)：Remote Sensing and GIS

フェーズⅡでは、初年度及び4年目、5年目にリモートセンシングに関する研修が組み立てられており、4年目、5年目については、プロジェクトの後半期2年にあたるため、周辺諸国への成果波及という意味において本プロジェクトの技術移転成果が活用できるためより一層の効果が期待される。

2) その他

研修事業としては、第三国研修とは別に、2001年1月下旬から約1か月間、スーダンのGRAS Institutionとの協定により、スーダンの地質技師2名とコンピューター技師1名をMTAのRS/GIS部門に研修員として受け入れている。

## 第4章 プロジェクト戦略



## 第4章 プロジェクト戦略

### 1. 背景

トルコ国における金属資源探査は、地表に徴候を残す露頭鉱床の開発がほぼ終了し、地表に鉱床の指標を見出しづらい潜頭鉱床の探査を推進する段階を迎えている。鉱物資源調査・探査総局(MTA)は、これに対応するためトルコ国内における広域探査の展開を目的として、リモートセンシングセンター(RSC)を設立している。MTAは1970年代にリモートセンシング技術の導入を図っており、基礎的な技術は既に確保している。しかしながら、資源探査への応用技術は、より高度な解析システム・データ解析技術及び探鉱への実利用経験が要求されるとともに、資源情報を豊富に含む多バンドデータが必要とされる。このような状況において、MTAは資源探査に対応できる高度なリモートセンシング技術の導入を要望している。

また、リモートセンシングデータは広範な分野の情報を包含しているため、MTAのRSCは地質に関連する環境・災害等の分野におけるリモートセンシングでも大きな期待を受けている。

地質リモートセンシングプロジェクトは、このような背景の下に、金属を主体とする資源探査及び環境・災害等の分野に実用される高度なリモートセンシング技術の移転を目的として実施される。

### 2. ゴール

リモートセンシングデータによる金属資源探査技術、具体的にはRSCがASTER(Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)あるいはPALSAR(Phased Array L-band SAR)等、資源探査に特徴をもつ衛星データを用いて、広大な対象地域から鉱床の有望地域を抽出する技術を習得する。これら技術の発展により、

- ・トルコ国における資源探査が活性化し、鉱業が産業の主軸の一つとしてトルコ経済の一端を支える役割を担うことが、最終的な目標とされる。
- ・また、ASTER及びPALSARデータを用いた環境・地質災害監視の応用技術を習得する。これにより、地質に関連する環境・災害に関する情報センターとして、国の環境・防災政策に貢献できる情報収集機能を保有する。
- ・さらに、これらの技術導入により、RSCが、資源探査及び国土保全技術として、中央アジア地域にリモートセンシングの有効性を発信できる中心的機関となれるレベルに育つことを目標とする。

### 3. ゴールを達成するための手法

#### (1) 経験的技術習得の重要性

目的達成には、専門家による基礎技術の理解、OJTによるシステム利用技術の習得、さらに現地調査を含むケーススタディを通じて経験的技術の習得を行う。トルコ国は植生地域、非植生地域の両方が分布するため、リモートセンシング技術の対応も地域的に異なる。本プロジェクトは、これらの地域特性に合わせたケーススタディを実施することにより、リモートセンシング利用効果の向上をめざす。

#### (2) MTA他部署との協力体制の確立

リモートセンシングデータ解析で得られた有望地域は、実際に探鉱されることによりその技術の検証がなされることになる。検証にあたっては、それを実務とする探鉱部等の他部署との協力体制を進めるべきである。これにより、リモートセンシングが探鉱実務の一工程として重要であると信頼されるようになるであろうし、また同時に、試行錯誤の結果を検証できるため、探鉱地域の絞込み精度の向上に役立てることができる。すなわち、リモートセンシングの孤立化を防ぎ、MTA共有のセンターとして所内の協力体制をつくりあげることが、技術的にもまたプロジェクトとしても成功に導く道である。

#### (3) リモートセンシングによる災害モニタリングの試行

環境及び災害に関しては、地震、地すべり、地盤沈下、洪水等を対象として利用技術の習得をめざす。資源探査とは要求される知識が異なるため、カウンターパートを専門分野に分け、集中的に技術移転を行う必要があるだろう。テーマの選定とともに、短期専門家による基礎技術移転とケーススタディによる研修を実施する。研修地域は可能な限り一定として、災害要素の経時的变化を観測する。すなわち、リモートセンシングによる災害モニタリングを試みるのが重要である。

#### (4) SARデータ利用の促進

SARデータ利用技術の習得を積極的に推進する。SARデータの利用は、いまだ一般的とはいえないため、SAR画像の特徴、判読・解釈の基礎、経時的变化情報の解析技術など、その特徴を生かした技術の研修を行う。SARインターフェロメトリ(InSAR)は現在開発中の利用技術である。本技術は土地表面の変位を詳細に計測できるため、地震による地殻変動、地すべりによる斜面変動更に地盤沈下量分布測定等に応用が可能であるばかりでなく、将来的には地殻変動の経時变化を高精度で捉えることにより、地震・火山災害の予知・予防に発展する技術として位置づけられる。InSARの基本技術は、本プロジェクトの重要な柱であり、将来におけるリ

モートセンシングによる地域モニターの主要技術と考えられる。カウンターパートは、良好な結果が報告されているJERS-1 SARデータを用い、実際にデータ処理経験のある短期の専門家の指導を受けてこれを習得する。

(5) 技術情報の発信

各カウンターパートが習得した技術をレポートにまとめ、これらをMTA技術集として出版あるいはホームページ等で情報発信する。また、各カウンターパートは第三国研修において、自らテキストの作成を行い、習得技術の講演、オンサイトでデータ処理実習の講師を担当する。これらの講習における説明を通じ、本プロジェクトで習得した技術の確認が行われる。

## 第5章 マスタープラン

## 第5章 マスタープラン

### 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。

本プロジェクトは、MTA/RSCが、鉱物資源探査(サブプロジェクトA)及び環境・防災のための解析(サブプロジェクトB)において、先進的衛星データを利用できるようになることにより、プロジェクト活動の成果品としてのデータ活用による鉱物資源開発の活発化、防災関連制度の整備が促進され、また、先進的衛星データ利用技術の近隣諸国及び中央アジア等への普及を図ることをめざしている。

プロジェクトで移転を行う技術内容と程度は、基礎的段階では共通しているが応用面ではAとBで異なることから、2つのサブプロジェクトに分けることとする。

#### (1) サブプロジェクトA (プロジェクト目標)

MTA/RSCが鉱物資源探査において、ASTER(PALSAR)等の先進的リモートセンシング技術・データを活用できるようになる。

#### (2) サブプロジェクトB (プロジェクト目標)

MTA/RSCにおいて、ASTER、PALSAR等の先進的リモートセンシング技術を用いた環境・ハザード地域解析の活用ができるようになる。

サブプロジェクトAでは探査対象地域において、主としてASTERデータから地質構造や岩石の変質などに関するテーマ図の作成やグランドトゥースを行い、実際の鉱床探査を行うために必要な解析能力を移転する。この鉱床探査に係る解析については、第三国研修を通じてMTA/RSCが他国に対して移転できる程度の高度な理解をめざす。他方、サブプロジェクトBでは、環境解析として多偏波に基づく植生評価調査の方法や、インターフェロメトリ (InSAR) 技術を応用した地盤沈下・活断層・地すべり等の自然災害の解析方法について、その手順を解説し、試験フィールドでこれらの技術の有効性を理解することをめざす。これは問題解決を図るための導入段階(基礎的解析方法)であり、現実の応用解析方法の習得についてはMTA/RSC自身の課題とする。

### 2. 上位目標 (Overall 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)達成が期待できる開発効果。

(1) サブプロジェクトA（上位目標）

- ・MTA/RSCが、ASTER(あるいはPALSAR)等先進的リモートセンサーのデータを利用し有望地域の抽出ができるようになる。
- ・先進的リモートセンシングによる解析基礎データが鉱業セクターに供給される。
- ・先進的リモートセンシングデータを利用した鉱物資源探査技術が、研修コースをとおして、他の機関や第三国に普及する。

(2) サブプロジェクトB（上位目標）

- ・「MTA/RSCにおいて、環境保全・災害防止のためのASTER、PALSAR等の先進的リモートセンシング解析データの蓄積、及び活用が充実する」
- ・先進的リモートセンシングデータを利用した環境・ハザード地域解析技術が、研修コースをとおして、他の機関や第三国に普及する。

サブプロジェクトAは、あらかじめ設定されているケーススタディ地域について資源衛星データ解析に関する技術移転を行うが、トルコ全土を対象としたリモートセンシング応用可能地域の抽出、将来の開発可能性を視野に入れた地域選定、またトルコ固有の地質・鉱床の状況を考慮した広域的解析といった鉱床探査に関する総合的な応用能力の涵養はMTA/RSCの上位課題である。

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、必要な人員配置・予算措置がMTA/RSCによって継続的に行われることが必要不可欠である。MTA/RSCはこれらの措置を行うため最大努力を払うとするが、同国の厳しい財政状況下、予算が削減される可能性もないとはいえない。この点は、上位目標達成のための重要な外部条件(Important assumptions)\*であるといえる。

\*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。

3. スーパーゴール（Super Goal）

上位目標の達成により、将来的に実現することをめざしている効果。

(1) サブプロジェクトA（スーパーゴール）

鉱物資源開発の投資が促進する。

(2) サブプロジェクトB（スーパーゴール）

MTA/RSCが整備したASTER、PALSAR等のデータ活用及び技術普及の実績が、トルコにお

ける環境分野・災害対策に関する政策や条例に反映される。

本プロジェクトの中・長期的意義は、MTA/RSCによる鉱物資源の可能性についての基礎的なデータ蓄積を通じてトルコの探鉱投資が促進されること、また、環境・ハザード解析が適正に進められ同分野の政策に反映されることにある。ただし、実際に鉱業投資が活性化するためには、技術移転のみならず、国際金属価格の動向、トルコの鉱業投資環境の安定など、各種条件が揃う必要があることはいうまでもない。また環境分野・災害対策分野については、現在の政府の基本姿勢に変化がないことも重要な外部条件である。

#### 4. 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。

##### (1) サブプロジェクトA、B (成果)

- ・センターの運営体制が確立される(A、B共通)。
- ・衛星データ活用に必要な機材・衛星データが整備、維持管理される(A、B共通)。
- ・ASTERデータを用いた資源探査に関する画像解析ができるようになる(A)。
- ・ASTERデータを用いた探査検証事例が蓄積される(A)。

ケーススタディは、在来の手法によって既に地質・鉱床がよく研究されている地域に対して、ASTERデータを用いた変質帯解析等の資源探査に係る解析やグラントルースを実施し、リモートセンシングによる解析精度の向上を図る。このような事例の蓄積を通じて、様々の探査対象に対応する能力を涵養する。

- ・GISを用いた空間解析が行えるようになる(A)。
- ・SAR及びASTERデータを用いたハザード地域の解析ができるようになる(B)。
- ・環境解析ができるようになる(B)。
- ・研修プログラムの実施に際しての技術的支援が行えるようになる(A、B共通)。

研修プログラムへの技術支援についての既存の計画としては、JICAによる第三国研修(地下資源開発・評価フェーズⅡ／2001～2005年)への技術支援と、MTAが独自に行っている研修コースとがある。第三国研修の4年目(2004年)、及び5年目(2005年)に、先進的リモートセンシングの研修を実施することが計画されているため、日本人専門家は、本プロジェクトの技術移転分野・項目に関係する部分についてのみ間接的な支援を行う。同研修は、本プロジェクトで移転した技術がMTA/RSCにおいて定着・発展しているかどうか確認するよい機会であるほか、また外部に向けて移転技術・成果物の有用性をアピールする機会となる。

MTAが独自に行っている研修コースに対する支援は、本来の技術移転業務に支障を来さない

範囲で、カウンターパート等に対する技術的助言程度にとどめる。

## (2) 技術移転分野

サブプロジェクトA、B双方で技術移転されるべき分野・項目は以下のとおりである。

- 1) 新規ハードウェア・ソフトウェアの習熟トレーニング
  - ① ネットワーク・ハードウェアの設置
  - ② ソフトウェアへの習熟トレーニング
  - ③ スペクトルメーターの操作演習
- 2) ASTERデータを用いた資源探査のための光学衛星データ解析
  - ① 過去の研究事例に基づくASTERデータの効果的使用法の紹介
  - ② 可視・近赤外(VNIR)及び短波長赤外(SWIR)解析
    - ・ 原データのみかけ反射率への変換手法
    - ・ スペクトラル・ライブラリーの構築と管理
    - ・ 変質鉱物の記載手法
    - ・ グラントルース
    - ・ 変質鉱物マッピングに関する植生の影響
  - ③ 熱赤外(TIR)解析
    - ・ 熱赤外解析の基本概念
    - ・ 熱赤外画像の生成
    - ・ 珪素含有量に基づく岩石記載の手法
    - ・ グラントルース
    - ・ 変質鉱物マッピングに関する植生の影響
  - ④ ASTERステレオモードを用いた広域DEMの作成
- 3) JERS-1 SAR、PALSARデータを用いたハザード解析のためのレーダー解析
  - ① JERS-1 SAR 及びPALSARデータの効果的使用法の紹介
  - ② SARデータの取り扱いと基本画像の生成\*
    - \*ERSDACより標準プロダクトを調達
  - ③ 微小変化を把握するためのインターフェロメトリ
    - ・ インターフェロメトリの基礎
    - ・ インターフェログラムの生成
    - ・ 地表面変動の解析
  - ④ ASTER画像による確認とグラントルース



- 4) 環境解析
  - ・ 植生：SAR画像による多偏波画像生成と様々なスケールでの植生変化の把握
- 5) GISを用いた総合空間解析
  - ・ 鉱物資源マッピング
  - ・ ハザード地域のマッピング
- 6) 第三国研修プログラム実施に際しての技術的支援
  - ・ 教材の作成
  - ・ セミナー・ワークショップ
  - ・ フィールド巡検

### (3) 活動 (Activities)

活 動	内 容
1 - 1 計画どおりスタッフを配置する	・ 日本人専門家チームについては4.投入を参照。実施機関側はフルタイムカウンターパートを4名、パートタイムカウンターパートを9名配置しプロジェクト活動を実施する。
1 - 2 活動計画を策定する	・ 年間活動計画を作成し、それに沿った個々の詳細な活動計画を策定する。
1 - 3 予算計画を策定する	・ 年間活動計画と整合性を保ち、年度別に予算計画を策定する。
1 - 4 モニタリング計画を策定する	・ プロジェクト開始後、実施機関側との協議においてモニタリング手法、報告内容を検討する。モニタリングはプロジェクト開始後半年ごとに実施する。
1 - 5 合同調整委員会を運営する	・ プロジェクトの総合的な運営管理、活動評価、年間活動計画策定等のため、年1回以上委員会を開催し協議を実施する。
2 - 1 必要な機材を調達し設置する	・ プロジェクト実施に必要な供与機材の調達及び設置をプロジェクト開始後3か月以内に完了させる。

2 - 2 機材の操作及び整備の継続を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・初年度投入予定の機材によるデジタル画像処理システムの構築を実施する。</li> <li>・機材設置後は、このシステム構築を監督するとともに、システムの運用・管理技術を移転する。さらに、インストールされたソフトウェアの操作技術移転を行う。</li> <li>・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・管理について技術移転を行う。</li> <li>・既存の機材及び供与機材の機材利用・維持管理表を作成し適切な管理を行うシステムの基礎づくりを行う。</li> </ul>
3 - 1 ASTERデータ利用技術を移転する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・探査対象地域のASTERデータはインターネットを通じて実施機関が購入する。ASTERデータの検索・注文に関する操作技術から、ASTERデータの特徴等、データ利用に関する初期の技術移転を行う。</li> </ul>
3 - 2 VNIR、SWIRデータの画像処理技術を移転する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ASTER VNIRとSWIRのバンド間演算技術、変質帯抽出手法、衛星画像の写真地質解析技術及びモザイク処理技術を習得する。</li> </ul>
3 - 3 TIRの画像処理技術を移転する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱赤外データの解析基本概念、TIRの画像処理、シリカ含有量に基づく岩相マッピングを実施する。</li> </ul>
3 - 4 ASTERステレオモードを用いた広域DEM作成技術を移転する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地形図作成技術を習得するとともに、ASTERデータからデジタル標高モデルを作成し、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。</li> </ul>
3 - 5 ASTERデータの効果的利用技術を移転する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ASTERステレオペア画像を用いた立体視判読技術、及びマルチバンド解析による変質鉱物マッピング技術を移転する。</li> </ul>
3 - 6 スペクトロメータによる分光反射率測定技術及びスペクトル・データベース構築技術を移転する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スペクトロメータによるデータ測定・キャリブレーション等の操作技術、及びスペクトル・データベースに測定結果を登録するまでの技術を移転する。</li> </ul>
4 - 1 対象地域のデータの収集及び入力を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・探査対象3地域の既存資料の収集とそれら情報をデジタル化して入力する。</li> </ul>
4 - 2 対象地域の衛星データの解析を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・探査対象3地域の衛星データを解析（VNIR及びSWIR、TIR）する。</li> </ul>
4 - 3 有望地域を抽出する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・探査対象3地域に関する既存資料と衛星データ解析結果をGISを用いて組み合わせて解析を行い、更に考察を行い有望地域を抽出（面積は1000m<sup>2</sup>程度）する。</li> </ul>

4-4 グランドトランスを実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・探査対象3地域において抽出された有望地域での地表の確認調査を実施し、有望地域に対する考察を行う。まずグラントトランス実施計画を作成し、現地調査、解析（サンプルの化学分析も含む）を行い、有望地域に対する考察を取りまとめる。</li> </ul>
5-1 多様な地質データを用いた統合空間解析の技術を移転する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉱床探査では、広範囲な地域から多種類のデータを利用して鉱床有望地を抽出していく必要がある。このため、各鉱床タイプ別に有望地を選定する基準（探査指針）作成の技術移転を行う。</li> <li>・またGISの基礎・概念の学習をととしてGISの基本的操作（投影法の設定、データ検索、図形作成、属性テーブルの操作等）を実習する。さらに、GISを利用した有望地抽出手法の基礎についても習得する。</li> </ul>
5-2 GISを用いた探査地域抽出技術を移転する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存のデータを利用して、いくつかの有望地抽出手法によりGISによる有望地抽出の実習を行う。</li> </ul>
5-3 GISによる資源地域の評価を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実際の解析対象地域（探査対象地域）のデータ作成を行うとともに、代表的な有望地域抽出手法により有望地を抽出するケーススタディ（データ処理）を実施する。</li> <li>・さらに、抽出された有望地について現地調査（グラントトランス）のケーススタディを実施する。</li> </ul>
6-1 災害モニタリングに関する衛星データの基本的な利用技術を移転する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・トルコ国内外の過去の災害事例について、JERS-1またはASTERデータの解析を実施する。</li> </ul>
6-2 ASTER又はSARデータを利用したハザード地域の抽出に関する技術移転を行う	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対象地域のASTER及びSARデータの解析（対象：洪水、地すべり、地震、海洋汚染、森林火災等）を行い、ハザード地域のマッピングを行う。</li> </ul>
6-3 InSARデータを利用した地表変動の抽出技術を移転する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・InSARデータの処理技術の技術移転を行いInSARデータによる地表地形変動を抽出する。</li> </ul>
6-4 ASTER画像とグラントトランスによるInSAR結果実証を行う	<ul style="list-style-type: none"> <li>・抽出された地表地形変動結果について、ASTER画像も利用したグラントトランスを実施する。</li> </ul>
7-1 植生指標等の環境インディケータ抽出技術を移転する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・植生、海洋水質等の指標を利用したASTERデータによる環境解析を実施する。</li> </ul>
7-2 トルコにおける環境問題へのリモートセンシング技術応用について紹介する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ASTER及びSARの多時期データ（対象：森林減少、海洋汚染、海岸扇状地等）による変化抽出解析を実施する。</li> </ul>
7-3 環境調査計画策定に係る能力を向上させる	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境調査計画策定への、衛星画像の有効利用法（モニタリング等）を習得する。</li> </ul>

8-1 第三国研修に関する技術支援プログラムを作成する	・ JICAスキームの第三国研修（地下資源開発・評価フェーズⅡ/2001～2005年）に対し、本プロジェクトで技術移転した先進的リモートセンシング分野に関する研修コースがMTAにより開設される。当該研修コースは2004年、2005年の2回に分けての実施が計画されている。その研修コースプログラム作成に関する支援を行う。
8-2 第三国研修のための教材を作成する	・ 上述の研修コースで使用する教材を、日本人専門家の技術支援の下カウンターパートが作成する。
8-3 第三国研修のセミナー又はワークショップへの支援を行う	・ 上述の研修コースのセミナーまたはワークショップの開催について、カウンターパートや日本人専門家による技術支援を行う。
8-4 第三国研修での野外調査への支援を行う	・ 上述の研修コースの野外調査の開催について、カウンターパートや日本人専門家による技術支援を行う。
8-5 研修コースを実施する（第三国研修以外）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ MTA/RSCが独自で企画する研修コースで、当プロジェクトで獲得した先進的リモートセンシングに関する技術を基に外部を対象に開催するものである。</li> <li>・ MTA/RSCが主体となり実施するもので、日本人専門家の協力は技術的助言にとどめる。</li> </ul>

#### (4) 投入

##### 1) 日本側投入

##### ① 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。

##### (i) チーフアドバイザー

- ・ 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
- ・ 日本側との連携・連携体制強化、等

##### (ii) 業務調整員

- ・ 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

(iii) デジタル画像処理専門家

- ・ 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、配付、等)指導
- ・ 先進的衛星データ利用技術の指導

(iv) 地質リモートセンシング専門家

- ・ ASTERデータの特徴説明
- ・ 既存資料の揃っている地域でのASTERデータ解析及び現地調査(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

「4. 成果」の「(2) 技術移転分野」のうち、特に専門的・先端的技術や、環境・ハザード解析分野等、長期専門家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本・トルコ側双方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である。

- ・ 熱赤外データ解析
- ・ ASTERデータによるDEM処理
- ・ SARデータによるインターフェロメトリ
- ・ 環境解析
- ・ GISによる空間解析
- ・ 写真地質学

② 研修員受入れ

日本において、毎年2名程度、2～3週間から2か月程度の期間(研修内容によっては異なる)、カウンターパートの研修を実施する。この研修は、画像処理、資源開発関係業務や環境解析/防災研究に従事するASTER研究者/利用者の活動や技術内容を理解すること、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～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への参加も考慮する。研修受入れ先としては、次のような機関が考えられ

る。

- (a) 一般的なりモートセンシング研修  
RESTEC(約1か月)、ERSDAC(1日)、東海大学総合科学技術研究所(1週間程度)
- (b) 専門的な地質リモートセンシング
  - ・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)
- (c) 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)
- (d) 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

### ③ 機材供与

供与予定機材の内容は、大別すると次の構成からなる(個々のアイテム及びその仕様は付帯資料機材リストのとおり)。

#### (a) デジタル画像処理システム

デジタル画像処理システムの最小単位として、本プロジェクト実施期間中にMTA/RSCが作成する地質図・各種テーマ図に利用されるASTER・SARデータの各種処理ができるコンピューター、ソフトウェア及び各種周辺機器を日本側が供与する。

#### (b) フィールド調査用機材

基本的に、現地調査用機材については、現在MTAが所有しているものを使用することになるが、衛星データのグラウンドトゥースを行うために特に必要となる機材を日本側が供与する。

#### (c) スペクトロメーター

野外において地表面あるいは岩石試料の反射スペクトル(可視近赤外・短波長赤外領域)をスペクトロメーターにより詳細に測定・観測することにより、ASTER画像(カラー合成)が示す色調の意味や画像データ演算の考察を行えるようにする。また、フィールドでのスペクトル測定作業を通じて地質分布等の画像解釈結果の確認を行う。

2) トルコ側投入

① 要員配置

トルコ側は、次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	MTA内での所属・役職	備考
Project Director	MTA総裁	プロジェクトの総括
Deputy Project Director	MTA地質調査部 部長	Project Directorの補佐
Project Manager	MTA RS/GIS課 課長	プロジェクトの運営管理
Coordinator	MTA RSC アプリケーション・ユニットマネージャー	技術分野進捗管理
Full-time counterparts	MTA RSC 所属スタッフ	長期専門家（デジタル画像処理・地質リモートセンシング）各々に2名ずつ計4名が配置される。
Part-time counterparts	MTA RSC 所属スタッフ	9名が配置される。プロジェクト業務への専従率は60～70%。

② 施設、設備

プロジェクトを実施するための施設はMTA側が確保する。MTA敷地内にある旧印刷センターの2階建の建物を改築し、リモートセンシングセンターとして開所する。日本側専門家チームに対しては、チーフアドバイザー、調整員、技術分野専門家の執務室、事務器機、インターネット、LAN利用環境が整備される。

③ 予算措置

MTAは、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。

(単位：USドル)

支出品目	会計年度				
	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度
ASTER衛星画像購入費(全探査対象地域／鉱物資源探査3地域及び環境・ハザード1地域)	21,000	21,000	7,500	7,500	-
スペクトロメーターのメンテナンス費	-	2,500	2,500	2,500	2,500
現地調査費(航空賃／交通費)	2,000	4,000	4,400	5,000	5,000
現地調査費(日当・宿泊費)	30,000	60,000	60,100	60,200	30,000
その他経費	-	10,000	12,000	13,000	13,500
サンプル化学分析経費	10,000	20,000	21,000	22,000	22,000
補助要員経費	5,000	7,000	8,000	9,000	2,000
会議・ワークショップ経費	1,000	1,000	2,000	2,500	3,000
消耗品費(インク、紙、CD等)	3,000	4,000	5,000	5,500	4,000
コンピューターメンテナンス費(ハードウェア、ソフトウェアのアップグレード)	-	10,000	10,000	10,000	10,000
合計	72,000	139,500	132,500	137,200	92,000

積算根拠は以下のとおり。

④ ASTER衛星画像購入費

日本側が算出した探査対象4地域(鉱物資源探査3地域及び環境・ハザード1地域)の総画像数は140シーンであり、1シーンに対して3種類(DEM作成のためのLevel 1A、VNIR及びSWIRの空間解析のためのLevel 1B、TIR空間解析のためのLevel 2B)の画像が必要なことから、その合計シーン数は420シーンとなる。1シーンの価格を100米ドルとした総画像購入価格は42,000米ドルとなる。対象4地域の画像購入費は、プロジェクト開始年度と2年目で購入することとし、2002年度/2003年度にそれぞれ等分の予算配分としている。当費目における2004年度/2005年度の予算充当については、探査対象4地域以外のもので、MTA側がトルコ全国土をカバーする画像購入を計画しているためである。

(a) スペクトロメーターメンテナンス費

本機材は、年1回の頻度で検定(測定値精度)のメンテナンスが必要とされている。そのための経費である。

(b) 現地調査経費

1回の調査で、日本人専門家を含む4名構成の調査団を想定している。

(c) 消耗品

供与予定機材にかかる消耗品も含まれる。

⑤ 機材等

MTA・MTA/RSC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ほか、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。

(5) 事前の義務及び必要条件

トルコ側は上記「(4) 投入」に記載された内容を確実に実施するとともに、第6章で述べられている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 プロジェクトの総合的実施妥当性

## 第6章 プロジェクトの総合的実施妥当性

### 1. 妥当性\*

\*プロジェクトの目標及び上位目標(スーパーゴール)が、ターゲット・グループのニーズにあっているか、相手国のニーズにあっているか、相手国や日本の援助政策等との整合性はあるか、公共事業として適当かを確認する。

#### (1) プロジェクトの公益性

本プロジェクトがスーパーゴールで掲げる地下資源開発(サブプロジェクトA)における有望地域の抽出は、政府自身はその役割を担うことにより、民間企業の負うリスクの軽減を図り、投資を促進することをねらうものである。つまり、社会的に必要性があるにもかかわらず、投資に必要な資金が大きく参入の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公的部門が補うという意味での役割分担になり、公益性を有するものといえる。また、環境・災害対策の制度整備(サブプロジェクトB)に向けたデータ(地質図等)の作成・提供は、政府による防災に関する制度等の整備・実施に必要とされる基礎情報の提供であり、プロジェクト活動は社会的に便益をもたらすものである。

#### (2) 我が国の援助政策との整合性

JICAが策定する「トルコ共和国国別事業実施計画」において、①人材育成、②環境問題、③地域間格差是正、④南南協力支援、及び⑤地震災害復興・防災制度強化が、トルコ側との政策協議を経た結果として援助重点分野となっており、本プロジェクトは人材育成に位置づけられている。

①の人材育成については、産業の高度化に対応した経済開発を担う人材育成が望まれている。本プロジェクトで行うカウンターパートに対する技術移転内容は、鉱業セクターにおける探査技術の最先端であり、経済社会開発促進(産業振興)に貢献する技術者の人材育成に位置づけられる。

②の環境問題については、特に森林の減少、土壌の流出、都市環境の悪化、周辺海域の汚染等の問題を重視している。これらは、本プロジェクトで取り組む「環境・ハザード地域解析」から得られる衛星データ解析結果の情報提供による貢献が見込まれる。また、⑤地震災害復興・防災制度強化についても同様に、地形情報に関する衛星データ提供による貢献が見込まれる。

③の地域間格差是正とは、トルコ国内において商工業の発展が著しい西部地域と、山岳地帯で経済開発から取り残された東部と南東部アナトリアとの間における大きな経済格差を是

正し、西部地域への人口流出減速、所得格差解消のため地域産業の振興を図るものである。本プロジェクトで取り組む「地下資源開発」の探査対象地域は東部アナトリア地域を含み、地下資源開発による産業振興が期待される。

- ④の南南協力支援について、トルコは既に旧ソ連から独立した中央アジア諸国をはじめ周辺途上国に対する協力を積極的に取り組んでいる。鉱業分野においても、MTAを実施機関とする地下資源開発・評価の第三国研修(フェーズⅠは1996～2000年、フェーズⅡは2001～2005年)を実施しており、リモートセンシング技術に関するコースも2001年に開催され、今後2004年／2005年に開設が予定されており、本プロジェクトも活動の一環として第三国研修への支援を実施する計画である。

### (3) 国家開発計画との整合性

これまで、トルコにおける鉱業セクターの抱える問題は、探査にかかる高コスト、国内資源の非効率な開発、生産・消費にあり、政策決定・実施の主体も複数の関係省庁による権限が錯綜するという状況にあった。

2001年に発表された第8次国家開発計画(2001～2005年)では、これらの諸問題を解決するため、鉱業セクターの政策・実施の一元化、関係機関の組織改革、鉱業法の見直しを進める一方で、先端技術を活用した鉱物資源探査技術を導入することにより、豊富な地下資源の効率的な開発と生産をめざすことが主な目標となっている。特に、当プロジェクト実施機関であるMTAについては高コスト体質が指摘されているため、地方支所の閉鎖による本部体制の強化、先端技術を取り入れた高度な探査技術を有する組織体制への改革をめざしている。

当プロジェクトは、探査の効率化(探査コストの低減、探査精度の向上、探査にかかる時間的な短縮)を主眼においた先進的なリモートセンシングによる探査技術の移転を行うもので、トルコ政府の国家開発計画に合致するものである。

### (4) 参加型の計画作成

リモートセンシング技術への取り組みは、MTAがその重要性を評価し独自にその技術導入の必要性を認め、1975年にリモートセンシング部門を設立しアナログ画像判読を開始することになる。

その後、1982年のUNDPによるデジタル画像処理システムの機材供与や、自らの予算による設備増強により同部門の強化に努めてきた。上記のとおり、MTA側には本プロジェクトを通じて先進的なリモートセンシング技術を導入したいとする強い意欲があり、本プロジェクトの計画段階(基礎調査、第1次及び第2次短期調査)における協議においても、プロジェクト期間中の活動計画の立案や、またプロジェクト終了後のMTA将来像についてもMTAは日本側との協議

に積極的に参加してきた。

#### (5) 日本の技術の優位性

本プロジェクトにおいて利用を予定している資源探査衛星用センサー(ASTER)は、米国航空宇宙局(NASA)が推進するEOS(Earth Observing System)計画において、日米合同による地球規模での環境の時系列的変動を宇宙から観測し環境問題・資源問題解決への貢献をめざすASTERプロジェクトの衛星センサーとして通商産業省(現経済産業省)により開発され、1999年12月に打ち上げられた極軌道プラットフォームTERRAに搭載された。

ASTERは、資源探査を目的として1992年に打ち上げられた通商産業省(現経済産業省)のJERS-1の後継機として設計、開発されたものである。その特色は、可視から熱赤外間での波長帯で地球表面を観測するために、可視近赤外放射計(VNIR；3バンド、地上分解能15mにより資源探査、国土調査、植生、環境保護、災害防止等に利用)、短波長赤外放射計(SWIR；6バンド、地上分解能力30mの精度により、岩石・鉱物の識別による資源探査、植生等の環境監視、火山活動観測等に利用)、そして熱赤外放射計(TIR；5バンド、地上分解能力90mにより鉱物の判別、地表面・海面温度観測等に利用)の3つのセンサーから構成されていることである。これによって、LANDSAT-TMを上回る地上分解能力を保持しつつ、他に類を見ない高いスペクトル分解能力を実現しており、また、立体視機能能力も地球資源衛星1号(JERS-1)より格段に進歩した高性能を有している。

また、プロジェクト後半期に利用予定のフェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ(PALSAR)は、宇宙開発事業団(NASDA)が2003年夏に打ち上げ予定の陸域観測技術衛星(ALOS)に搭載予定のセンサーであり、天候や昼夜に影響されることなく地球の観測が可能になる。PALSARは、高度化された観測技術によって新しい情報を含む衛星画像をもたらすので、資源探査をはじめ、地球環境変化や災害状況の把握等において大きな貢献をすることが期待されている。

これらのセンサーはいずれも世界に先駆けて我が国で開発されたものであり、既に多くの実績を重ね一定の評価を得ていることから、現時点においては、当該分野における我が国の技術レベルは世界水準をリードするものであるといえる。

## 2. 有効性\*

\*プロジェクトの計画実施により確実にターゲット・グループに便益がもたらせられるかを検証するものである。PDMにおける計画の理論性、目標設定のレベル、プロジェクト目標に至るまでの外部条件の検証を行うことによってその有効性を検証する。

(1) 計画の理論性

活動から成果、プロジェクト目標、上位目標、スーパーゴールに向かう、本プロジェクトにおける基本的な関係を図6-1及び図6-2に示す。

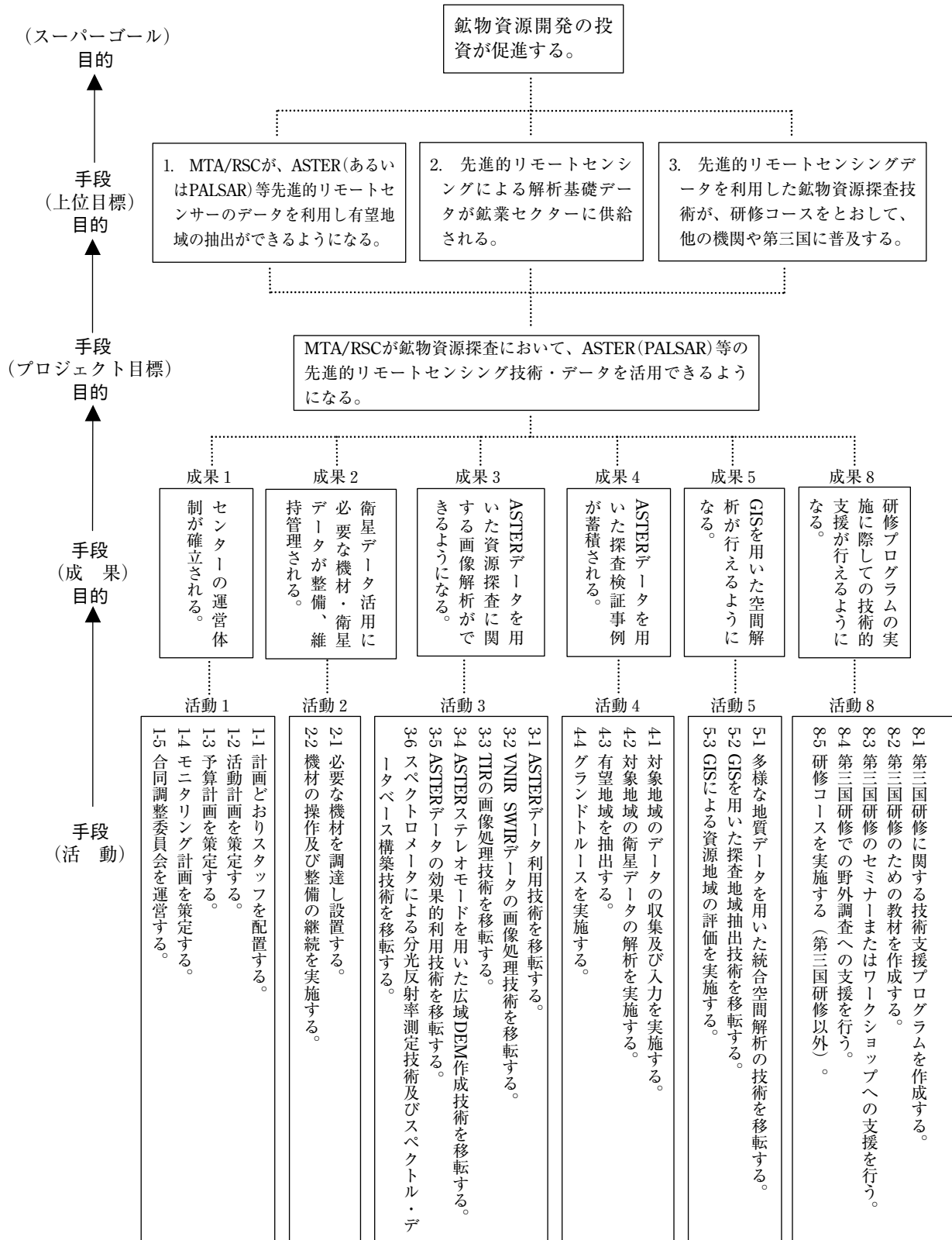


図6-1 活動からスーパーゴールに至る関係図 (サブプロジェクトA/鉱物資源探査)

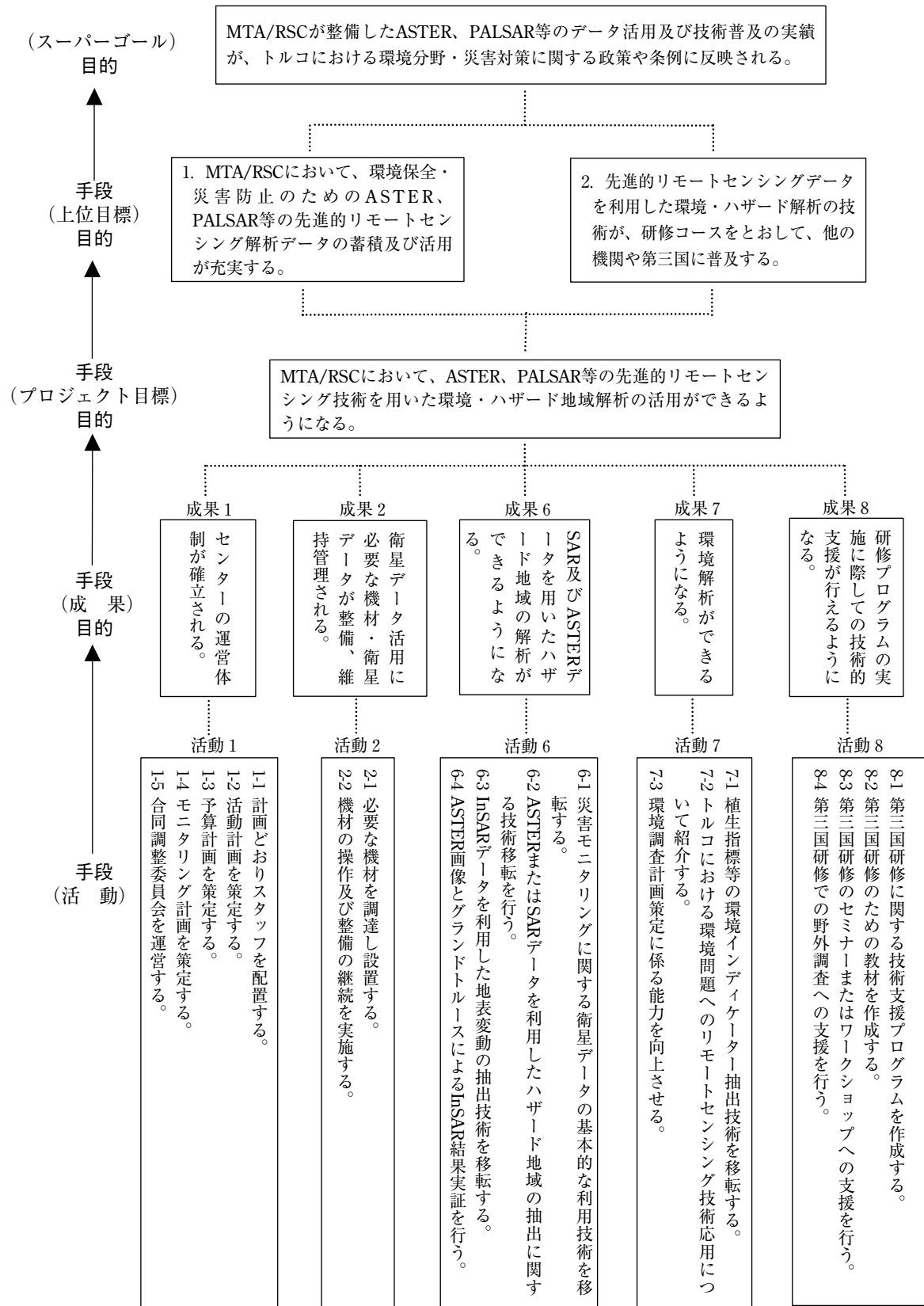
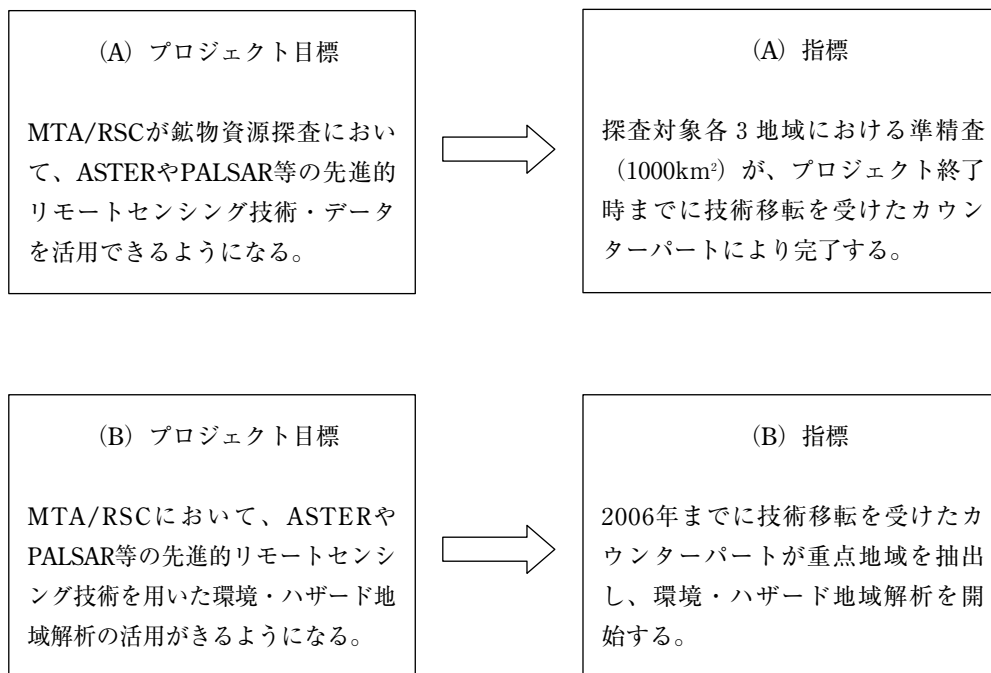


図6-2 活動からスーパーゴールに至る関係図(サブプロジェクトB/環境・災害ハザード地域解析)

## (2) 目標設定のレベル

プロジェクト目標が指標により明確になっているか、実現可能であるか、さらには、プロジェクト目標が達成された場合に、それが本当にプロジェクト実施によるものといえるかについて検証する。

サブプロジェクトA・Bにおけるプロジェクト目標とその指標の関係は次のとおりである。



サブプロジェクトA、Bにおける対象地域は4地域(Aは3地域、Bは1地域)あり、解析すべき衛星画像総数はA、B合せて420\*シーンある。これらコンピューター画像解析に関する技術移転が活動と直結する。また、解析結果の検証をフィールド調査で検証する。これら活動はプロジェクト期間内で完了できる実現可能な量であり、それらの結果がプロジェクト目標として実現する。

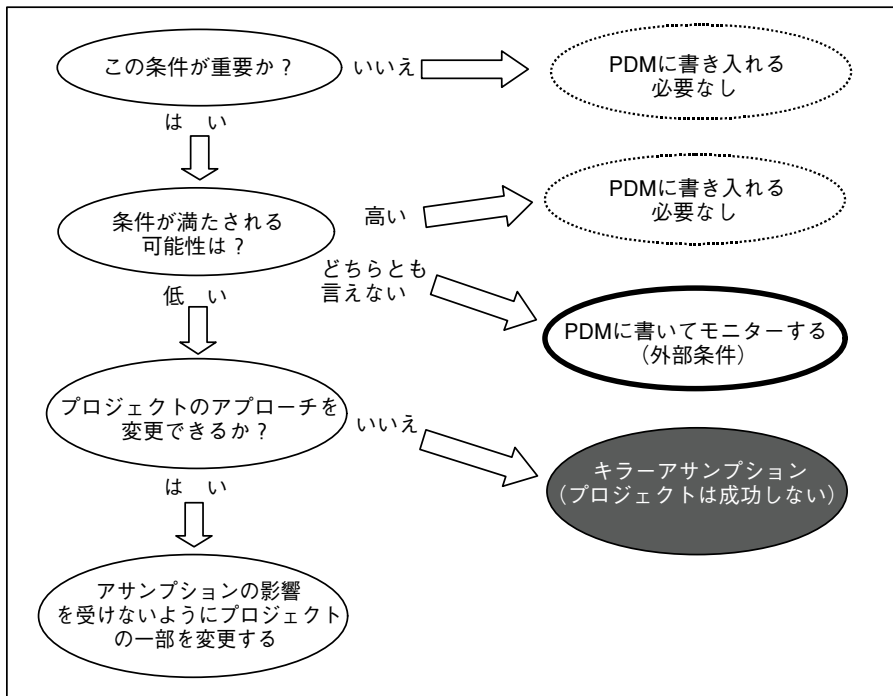
\*衛星データ購入にかかるMTA側予算案作成のため、第2次短期調査において、日本側から提示した概算シーン数。対象地域の面積と1シーンの画像で得られる面積から全域のシーン数を算出したもの。対象地域全体をカバーするには140シーンになるが、1シーンにつき3種類[レベル1A、レベル1B、レベル2B]必要になることから総数で420シーンとなった。

## (3) プロジェクト目標に至るまでの外部条件の検証

活動、成果レベルにおける外部条件の検証は、外部条件がキラアサンクション(プロジェクトを殺してしまう外部条件)となっていないか否かについて検証する。



(キラーアサンプションフローチャート)



サブプロジェクトA・Bにおいて設定されている外部条件は次のとおり共通である。

1) 活動レベルにおける外部条件

- ・カウンターパートが勤務を続ける。
- ・供与機材が遅滞なく供与、設置される。

2) 成果レベルにおける外部条件

- ・プロジェクト予算が計画どおり配分される。
- ・技術移転を受けたカウンターパートが勤務を続ける。

これらの外部条件は、プロジェクトの運営にとって必要な条件であり、また、条件が満たされる可能性はどちらともいえない。したがって外部条件として適切であると検証できる。

3. 効率性\*

\*プロジェクトに投入可能なリソースを有効活用して、最大の成果を上げるように計画されているかを検証する。

(1) 費用対成果／結果

1) 日本側投入の適正度

① 専門家の量的投入の適正度

プロジェクト活動内容は、プロジェクトの運営管理分野でチーフアドバイザーと業務調

整員の2名体制をとり、技術移転分野ではASTER等データ画像処理とフィールド調査、サンプル分析、教材作成等の業務で2名体制の計4名の長期専門家が常駐する。また短期専門家は、6分野の技術移転を担当し、年間3～4名程度、平均3～4週間の活動を計画している。年間活動計画(PO)の内容から判断して量的には適正な数量の投入であるといえる。

## ② 研修員受入れの適正度

当プロジェクトに関係するトルコ側カウンターパート数は、技術分野ではフルタイムが計4名、パートタイムが計9名で、年間の研修員受入れ人数は2名程度である。

全カウンターパートについての受入れ枠は確保されていないが、フルタイムを中心に研修を実施し、残りの枠をプロジェクト進捗状況から、パートタイムカウンターパートの業務内容と研修の必要性を考慮して実施、またリモートセンシング集団研修コースへの参加の可能性もありこれら研修枠を利用することで適正な投入量の研修が実現できると思料する。

## ③ 供与機材の投入に関する質・量の適正度

主な機材については、衛星データを解析するためのコンピューターハードウェア、ソフトウェア、プリンター等の周辺機器については、メンテナンス、スペアパーツの購入、ソフトウェアのバージョンアップ等プロジェクト終了後も現地で手配・入手できるよう、できる限り汎用的なものに限定しているため、投入の質については十分検討がなされている。機材供与のうちコンピューター台数は、カウンターパートの配置が、フルタイム4名、パートタイム9名(専従率60～70%)であることから、画像解析用のPCは、4名のフルタイムカウンターパートに対して各1台、パートタイムカウンターパートに対しては人数\*専従率を考慮し5台、合計9台のDesktop PCを供与することとした。また、ソフトウェアのライセンス数については、価格とフルタイムカウンターパートへの優先度を考慮のうえ決定した。

これらの投入は期待される成果に見合ったもの(これらの投入なくして成果は期待できない最小単位の投入)であるといえる。

## 2) トルコ側の投入

### ① 施設・設備の投入

専門家執務室をはじめ、画像解析室、図書・資料室、研修室、休憩室等、LAN及びインターネット環境等、プロジェクトを実施するうえで必要不可欠な機能をもった施設・設備が整備されている。

### ② カウンターパートの配置

プロジェクトの運営管理、及び直接技術移転を受けるカウンターパートは次のとおり配

置されている。

—プロジェクト運営管理

- ・プロジェクトディレクター(MTA 総裁) 1名
- ・プロジェクト副ディレクター(地質調査部部長) 1名
- ・プロジェクトマネージャー(MTA RS/GIS課課長) 1名
- ・プロジェクトコーディネーター 1名  
(MTA RS/GIS課Project Application Unit Manager)

—技術移転を受けるカウンターパート

- ・画像デジタル処理／フルタイムカウンターパート 2名  
(Geological Engineer, Project Application Unit)
- ・地質リモートセンシング／フルタイムカウンターパート 2名  
(Unit Manager, System Administration Unit 1名)  
(Geological Engineer, Project Application Unit 1名)
- ・テクニカルカウンターパート(パートタイム) 9名  
(Geological Engineer, Project Application Unit 6名)  
(Geomorphologist, Project Application Unit 1名)  
(System Engineer, System Administration Unit 2名)

③ ローカルコスト

プロジェクト実施にかかる適正な費目、及び予算額に関する予算計画が策定されている(第5章の(4)投入におけるトルコ側予算措置についての一覧表参照)。

(2) 費用対効果

ASTER衛星データを利用した先進的リモートセンシングによる鉱物資源探査活動の費用対効果について、従来の光学センサーと単純比較した場合に見込まれる経費節減は次のとおりである。

1) 従来の光学センサーによる変質帯絞り込み

従来のLANDSATセンサーでは変質鉱物の識別が可能な短波長赤外域に2バンドしか搭載されておらず、変質鉱物の存在はわかるもののその種類までは特定することができなかった。

2) ASTER光学センサーを利用した場合

ASTERセンサーは可視域から短波長赤外域にかけて9のバンドをもっており、変質鉱物の識別の可能性は7種以上と考えられている。この識別能力を利用することで従来の衛星画像からの変質帯をより詳細に区分することが可能となる。ASTER利用では従来法の3倍の能力

を想定されている。これにより鉱徴地を示す変質帯が、従来法に比べ3分の1に絞り込まれるため(鉱体を取り巻く各変質帯の面積を同一と仮定)、鉱徴を確認するために必要な現地調査のコストを3分の1に削減することが可能であることから、費用対効果は高いといえる。

ASTERデータ→従来より3倍変質鉱物の識別が可能

↓

変質帯絞り込み→3分の1倍に範囲を狭められる

↓

現地地表探査コストが→3分の1

これは主に鉱物資源探査(サブプロジェクトA)について言及している。当プロジェクトでは環境・ハザード解析(サブプロジェクトB)も同時に実施するためデータの利用範囲は拡大する。

#### 4. インパクト\*

\*プロジェクトの実施によりもたらされる、より長期的、間接的効果や波及効果を意味する。PDMにおいては上位目標(本プロジェクトにおいてはスーパーゴール)が長期的効果を現しており、一義的にはスーパーゴールがどの程度達成される見込みがあるか検証する。また、プロジェクトを実施した結果、どのような社会的・経済的インパクトが予想されるかについても検証する。

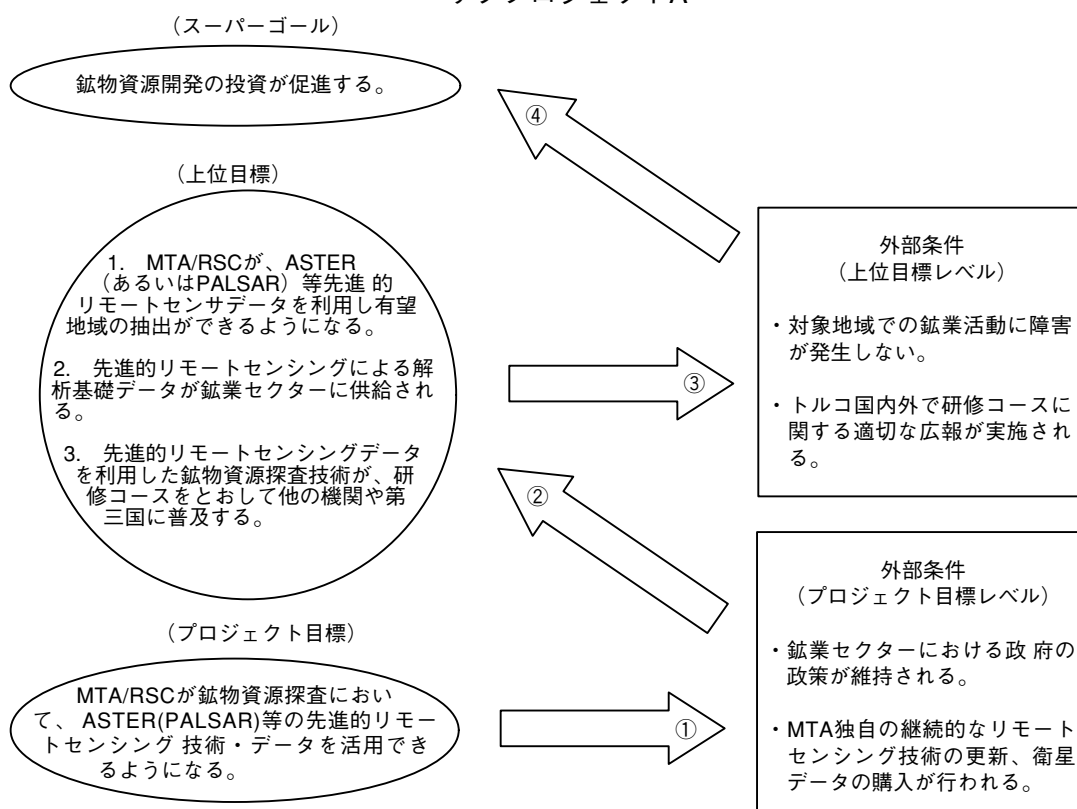
##### (1) スーパーゴール達成の見込み

スーパーゴールが達成される見込みを検証するためには、PDMにおいてプロジェクト目標から上位の各階層の目標とそれらの外部条件の関係において理論的なフローが成立する必要がある。

##### 1) プロジェクト目標からスーパーゴールまでの理論的フロー

本プロジェクトPDMにおける両サブプロジェクトの理論的フローを図6-3に示す。

### サブプロジェクトA



### サブプロジェクトB

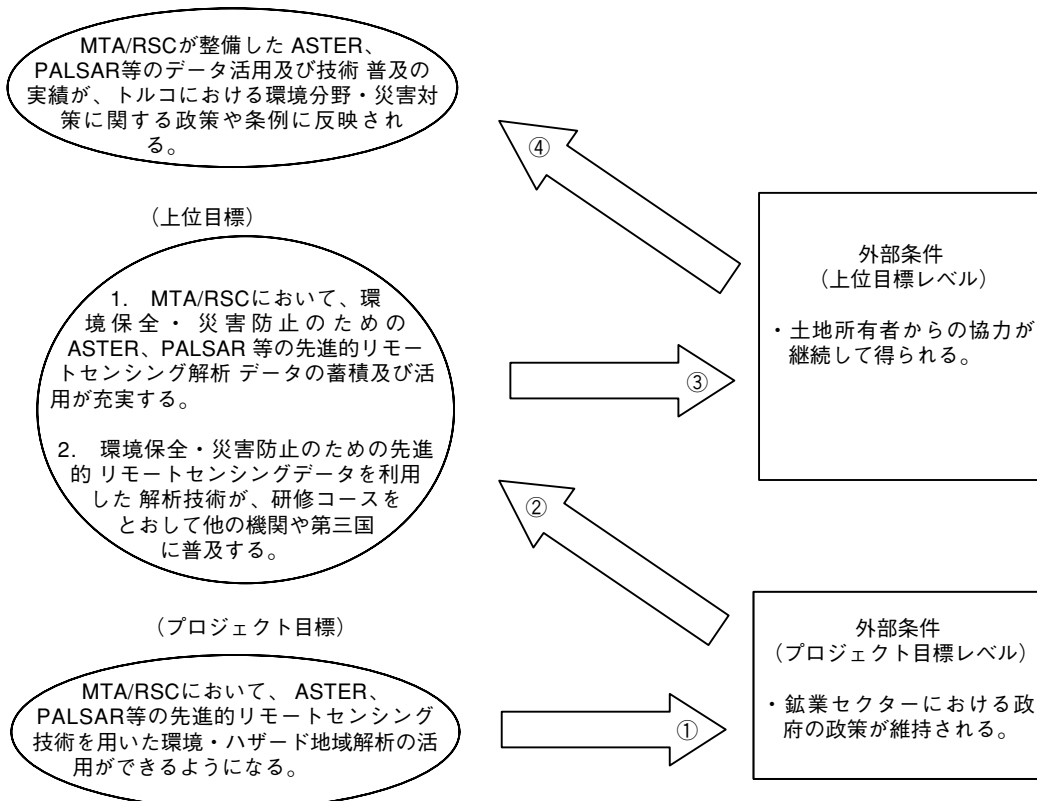


図 6 - 3 PDMプロジェクト目標からスーパーゴールに至る理論的フロー

プロジェクト目標が達成され(矢印①)、さらにプロジェクト目標レベルの外部条件が満たされれば(矢印②)上位目標が達成される。同様に、上位目標が達成され(矢印③)、上位目標レベルの外部条件が満たされれば(矢印④)スーパーゴールが達成される。

上述のサブプロジェクトA、Bにおいて理論的なフローが認められ、スーパーゴールの設定はプロジェクト目標の達成により引き出される結果であるといえる。このため、スーパーゴールの達成の見込みは外部条件が満たされるかにより、以下(2)a及びbの検証からスーパーゴール達成の可能性が高いことが導かれる。

## 2) 外部条件が満たされる可能性の検証

### ① プロジェクト目標レベルにおける外部条件

双方サブプロジェクトにおけるプロジェクト目標レベルにおける外部条件の満たされる可能性は、政府の鉱業セクターにおける政策が現状維持されることを条件としている。第8次国家開発計画は2001～2005年の期間で、本プロジェクトの終了年度は2006年であることから、第9次国家開発計画においてもこれらの政策に大きな変更が加えられなければ外部条件が満たされることになる。

第8次国家開発計画においては、MTAの組織改革に言及し、最新技術の導入による探査活動の効率化が明確に唱われており、これが第9次国家開発計画において全くネガティブな政策へと修正が加えられるとは考えにくいので、プロジェクト目標レベルにおける外部条件は達成されるものと思われる。

### ② 上位目標レベルにおける外部条件

サブプロジェクトAでは、対象地域での鉱業活動に障害が発生しないことと、研修コースに関する適切な広報活動の実施があげられている。また、サブプロジェクトBについては、土地所有者の協力が得られることがあげられている。

サブプロジェクトAの、対象地域での鉱業活動への障害として想定されるものとしては調査妨害や治安上の問題等が考えられる。環境問題に対しては近年トルコ国内でも十分認識が高まっていることから、仮に鉱床の有望地域が確定した段階において、事前の十分な情報公開と持続可能な開発に対する対処方針を検討することにより回避することは可能であろう。治安上の問題については、プロジェクトで実施する探査対象地域内において特に注意を要する区域は存在していない。

また、適切な広報活動の実施とは、より多くの国内外の鉱業分野関連機関等にニーズにあった研修情報をタイムリーに広報することにほかならない。これら広報を実施するのはMTAであるがプロジェクトの主体であるRSCから離れるため外部条件としている。この広報が有効に実施されることが重要であり、その体勢づくりにさほど困難は伴わないであろう。

サブプロジェクトBの土地所有者からの協力という点については、環境保全や防災といった地域住民にも裨益するものであることから継続した協力が得られると仮定することは妥当であろう。

## (2) プロジェクト実施によるインパクト

### 1) 政策的インパクト

本プロジェクトの実施によって、トルコ国内全域にわたって資源ポテンシャルを見渡せることになる。全国の地質の状況が詳細に検討できることとなり、国家にとって地下資源を自身で管理し、鉱業政策決定の基本データとして重要なものになる。また、環境保全、災害対策等で取り上げる先進的リモートセンシング技術は、これまでトルコ国内においては全く活用されていない。MTAは政策等にアドバイスを行う機関であるため最新情報の蓄積が求められる。まず、地質情報データベースの構築がなされ、同時に地震・地すべりなどの災害情報の予知にまで影響を与えることになる。これらは、中央政府における政策決定の根幹に大きな影響を及ぼすことになるのは明らかである。

### 2) 制度的インパクト

環境保全、災害対策等の制度整備への影響については、サブプロジェクトBの最終的な目標設定としてこれらの制度整備を念頭に置いている。具体的には地すべり、活断層、洪水対策に関する条例や、防災技術基準等の見直しが考えられる。また、リモートセンシングは防災・環境モニタリング・分析においても有用と考えられており、日本においても現在その分野の研究が進められている。本プロジェクトにおいてもケーススタディ地域を主体とした地質図の作成を通じてこの分野の研究を進め、将来的にリモートセンシングによる防災・環境モニタリングが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になり、都市計画やインフラ整備における安全性の向上につながる事が期待できる。また、環境モニタリングでは鉱山公害防止基準等への運用も考えられる。

### 3) 社会的インパクト

一般的に、鉱山開発が実現した場合、1鉱山当たりおよそ1万人程度の人々が直接・間接的な裨益者になるといわれている。トルコ国内においては、商工業の発展が著しい西部地域と、山岳地帯で開発から取り残された東部と南東部アナトリアとの間には大きな経済格差(所得格差約10倍といわれている)の問題があるため、本プロジェクトでの南東部アナトリア地域を含む探査活動により鉱山開発に発展すれば、失業率低下、所得向上、道路や電気ガス等のインフラ整備といった社会的基盤整備をととした地域間格差是正に大きな期待が寄せられる。

環境保全・防災対策については上述2)のとおりで本項目と共通する。

#### 4) 技術的インパクト

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、MTA/RSCがこれまで保有する技術で作成することができなかつた変質鉱物分類図・シリカ含有量別区分図などの新しい地質図の作成、そしてその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、地質図等の作成に要する時間を大幅に短縮でき、精度も格段と向上されることである。

また、それらの技術を習得し、国内外の研究者等を対象とした研修を実施することにより近隣諸国への技術普及が望める。MTAは鉱物資源開発分野において当国における中央研究所的な役割をすでに担っており、将来的にはMTA/RSCが中近東、中央アジア等のなかでリモートセンシング中心的機関になることが予想される。

現在、MTAでは第三国研修(地下資源開発・評価フェーズⅡ／2001～2005年)が開始されており本研修4年目、5年目において先進的リモートセンシングの研修も計画されている。対象国はカザフスタン、ウズベキスタン、キルギス共和国、グルジア、マケドニア、モルドバ、シリア等であり、これらも含め、プロジェクト実施による周辺国への技術的インパクトも大きい。

#### 5) 経済的インパクト

本プロジェクトにより地下資源開発に係る衛星データ解析の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迅速に整備されることが期待できる。金属資源探査に有効な情報が中小探鉱会社や鉱業投資家に利用されることにより以下の経済的インパクトが期待できる。

- ① 探鉱費の一部軽減化する。
- 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、運送業、各種鉱業サービス会社等）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、外資導入が図られる。鉱山開発による周辺地域のインフラが整備される。
- ④ 国内の有用資源を効率的に開発して輸出量も増加する。政府にロイヤリティが入り財政状況が改善される。

環境・災害ハザード解析の分野については、間接的なインパクトとして防災・災害の予知等により被る被害を軽減するという経済的インパクトが期待される。トルコの場合は近年に大地震による多大な被害・損害を受けた経緯があり、自然災害に対する対策が急務となっている。地すべりや活断層地帯等が衛星リモートセンシング技術により、より正確に災害発生の高い地域が特定でき、ハザードマップの作成や防災に向けての制度整備が行われる。このように行政をとおした防災対策による被害・損害リスクを軽減できることが見込まれるため、間接的な経



済的インパクトといえるが、実際には予測不能なインパクトである。

## 5. 自立発展性\*

\*援助が終了しても、プロジェクト実施による効果が持続する見込みはあるか、カウンターパート機関が自立発展的に活動を継続していけるかについて検証する。

### (1) 組織能力

本プロジェクト実施機関である鉱物資源調査・探査総局(MTA)は1935年に設立され現在まで67年間にわたり地下資源の開発・調査活動を継続してきており、組織体として安定した運営が行われてきた。第8次国家開発計画においては、近年の急激な国家財政難により、MTA組織自体の縮小を含む本部体制強化が唱われるなか、研究・開発機関としての位置づけを明確にし、最新鋭の探査技術を取り入れた組織体への移行を図っている。

### (2) 財務状態

第8次国家開発計画の期間は2001～2005年、本プロジェクトは2002～2006年の間である。本プロジェクト実施に関し、MTA側が負担する詳細な予算案はプロジェクト最終年度の2006年まで策定されている。第9次国家開発計画(2006～2010年)においても鉱業セクターの位置づけに大きな変化がなく、本プロジェクト終了後も継続した財務状態が確保されることが必須である。

### (3) 受容性

本プロジェクトで用いられるアプローチ(最新衛星データの解析技術移転、地質図やテーマ図の作成、先進的リモートセンシングに関する研究機関や近隣諸国に対する研修、データ情報の配信)が社会的・環境的に、また技術的に参加者(実施機関、受益者や住民等)に受け入れられる素地があるかどうかという点が自立発展の鍵となる。

#### 1) 社会的・環境的受容性

地下資源開発に関する社会的・環境的受容性は、実施機関や受益者(他機関研究者、鉱山開発関係者、等)の間では受け入れ素地は高いといえる。地域住民の受容性については、地下資源開発による社会基盤整備や地域間格差是正といったプラス要因が期待される一方で、地下資源開発による環境問題等のマイナス要因も想定される。

環境保全・防災分野に関する技術移転の内容、成果については、社会的・環境受容性は国民の直接的な問題であり参加者に受け入れられる素地が高いといえる。

## 2) 技術的受容性

実施機関や先進的リモートセンシング技術を受ける研修者、鉱山開発関係者ならびに防災対策関係者等の技術的な受容性は高いと思われる。住民に対しては、技術の結果が間接的に裨益するため技術的受容対象からはずれる。技術的受容の素地に加え、実施機関が自立発展性を得るための条件として次のことを考慮すべきである。つまり、衛星データの処理・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ため、本プロジェクトで移転した技術を更に実施機関であるMTA自身が独自で最先端の技術レベルに更新する必要があるということである。この更新のための能力や体制をMTA自身もつことが自立発展性につながる。

## 6. 総合的実施妥当性\*

\*上述の評価5項目(1 妥当性、2 有効性、3 効率性、4 インパクト、5 自立発展性)から得られるプロジェクト実施の総合的妥当性の検証を行う。

本プロジェクトの総合的な実施の妥当性については、インパクトの一部分で予測できないところがあるものの、多くのポジティブな成果が期待できる。特に、プロジェクトの公益性でも述べたとおり、民間企業においては、とてもその投資額を負担できないような巨額の費用を要する基礎的な調査が実施可能になり、その結果次第では国民経済に大きな成果をもたらすことが考えられる内容である。政府としては、一方でその情報を適正な価格で販売し、また、確実性の高いものについては政府自らあるいは権利の売却などにより開発を行い、その結果、得られる利益で費用の一部の回収を考えることができる。

また、本プロジェクトの技術移転の結果、MTAがトルコ国内及び周辺国における鉱物資源探査や環境保全・防災分野で先進的リモートセンシングを利用した地質データの提供や技術の普及を担う中心的な機関となることが期待される。トルコ周辺国を含む中近東、中央アジアにおいて、現時点での技術レベルでは先進的リモートセンシング技術を受け入れられる素地のある国は中進国であるトルコにおいてほかになく、トルコを主軸にした中近東、中央アジアの国々にも関係する本プロジェクトの実施は、域内全体での鉱物資源開発の可能性を展望するうえでその意義は大きい。

さらに、環境保全・災害防止の側面については、国民の生命安全ならびに福祉に直接関与する問題であり、政府実施のプロジェクトとして極めて妥当なものである。

## 第7章 プロジェクトドキュメント付帯資料

1. プロジェクトデザインマトリックス(サブプロジェクトA/鉱物資源探査)

PDM (Sub-project A : Mineral Resources Exploration)

A Ver.0-3  
June.11.2002

Project Name : Geologic Remote Sensing Project  
Project Site : Ankara

Duration : 4 years (August 01, 2002- July 31, 2006)  
Target Group : MTA Geologists

Implementing Agency of Japan : JICA  
Implementing Agency of Turkey : MTA

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
(Super Goal) Investment in mineral resources development is promoted.			
(Overall Goal) 1 MTA/RSC is able to extract promising areas utilizing advanced remote sensor data, such as ASTER (and/or PALSAR). 2 Basic data with analytical results utilizing advanced remote sensor data are supplied to mining sector. 3 Technical expertise focusing on analysis of the remote sensor data for mineral resources exploration is transferred to other institutes and third countries through training courses.	By 2008: 1 Analysis of the detailed survey (100km <sup>2</sup> ) area extracted from the semi-detailed survey areas is completed and the methodology of evaluation of possible mineral deposit is established. 2 System of data distribution is established. 3 Training curriculum focusing on the advanced remote sensing and necessary materials are made and the training is held.	1 Report on the analysis of extraction of potential target 2 Records of distribution 3 Training curriculum, textbooks, plan and record of training course	• No hindrance for field activities in the target areas.  • A proper scheme is prepared to disseminate information on the training course in/outside Turkey.
(Project Purpose) MTA/RSC is able to utilize advanced remote sensor data such as ASTER and/or PALSAR data for geological analysis aiming at mineral resources exploration.	Analysis of the semi-detailed survey (1000 km <sup>2</sup> ) areas extracted from three (3) proposed case study areas is completed by the trained C/P personnel before the termination of the project.	• Report of analysis for the evaluation of mineral potential of the area. • Report of the field survey of the selected area	• The government policy concerning mining sector is maintained.
(Outputs) 1 The project operation unit (RSC) is established. (In common with the sub-project A and B) 2 Equipment and advanced satellite data are introduced and maintained properly. (In common with the sub-project A and B) 3 Image processing of ASTER data for mineral resources exploration can be carried out by the C/P personnel. 4 Case studies of mineral resources exploration utilizing ASTER data are accumulated. 5 Spatial analysis by GIS can be carried out by the C/P personnel. 6 and 7 refer to the sub-project B 8 MTA/RSC can provide necessary technical support to implement training courses. (In common with the sub-project A and B)	1-1 Personnel, budgets and facilities of the MTA/RSC are secured. 1-2 Monitoring and meetings of the committee are working as planned. 2 Contents and condition of equipment are put in order. 3 Essential part of the technology of the image processing is transferred by 2004. 4 120 frames of ASTER data coverage over the three (3) proposed case study areas are processed and interpreted by 2006. 5 Essential part of the technology of the spatial analysis by GIS is completed by 2003. 8 Technical support program and materials for the Third Country Training Program (TCT) are produced by 2004.	1-1, 1-2 Annual reports, monitoring reports and records of meetings 2 Property records, operation and maintenance records 3 Records of evaluation made by both sides 4 The number of produced images of ASTER data 5 Records of interpretation and analysis 8 Program, textbooks and materials for training	• Project budget is properly allocated as planned.  • Trained C/P personnel continue to work at the MTA/RSC
(Activity) 1-1 Allocate staff as planned. 1-2 Make plan of operation. 1-3 Make budgetary plan. 1-4 Make and implement monitoring plan. 1-5 Operate the Joint Coordinating Committee. (In common with the sub-project A and B) 2-1 Procure and install necessary equipment. 2-2 Operate and maintain equipment properly. (In common with the sub-project A and B) 3-1 Introduce application of ASTER data. 3-2 Introduce processing of VNIR and SWIR data. 3-3 Analyze TIR data. 3-4 Generate regional DEM processing ASTER stereo mode data. 3-5 Transfer technology of effective application of ASTER data. 3-6 Carry out data acquisition of spectrometer and construction of spectral databases. 4-1 Collect data of the proposed areas and input data. 4-2 Analyze data of the proposed areas. 4-3 Select the promising areas. 4-4 Carry out ground-truth. 5-1 Transfer technology of integrated spatial analysis integrating various geologic data. 5-2 Transfer technology how to select exploration areas utilizing GIS. 5-3 Carry out resource area evaluation utilizing GIS. 6 and 7 refer to the sub-project B 8-1 Make technical support program for TCTP. 8-2 Prepare textbooks for TCTP. 8-3 Support seminars and/or workshops for TCTP. 8-4 Support field excursions for TCTP. 8-5 Carry out training courses (other than TCTP). (In common with the sub-project A and B)	(Inputs)  Japanese side 1 Dispatch of experts (Long-term) - Chief Adviser - Coordinator - Image Processing expert - Geologic Remote Sensing expert (Short-term) - Expert(s) on (1) TIR analysis (2) DEM Processing with ASTER data (3) Interferometry with SAR data (4) Environmental Analysis (5) GIS-based Integrated Spatial Analysis (6) Photo-geology  2 Training of C/P in Japan One(1) or two(2) per year 3 Provision of equipment	Turkish side 1 Buildings and facilities 2 Allocation of C/P 3 Preparation of equipment 4 Local costs	• C/P personnel remain at the MRT/RSC  • Equipment is delivered and installed without delay  (Preconditions) • Renovation of building and facilities for the project is completed.

## 2. プロジェクトデザインマトリックス(サブプロジェクトB/環境・災害ハザード解析)

### PDM (Sub-project B: Analysis of environmental and natural hazard)

**B** Ver.0-3  
June. 11.2002

Project Name : Geologic Remote Sensing Project  
Project Site : Ankara

Duration : 4 years (August 01, 2002- July 31, 2006)  
Target Group : MTA Geologists

Implementing Agency of Japan : JICA  
Implementing Agency of Turkey : MTA

Narrative Summary	Objective Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
(Supper Goal) Achievements realized by the MTA/RSC concerning utilization of the advanced remote sensing technology contribute to the revision of the environment and natural disaster policies or regulations by the Turkish government.	Policies or regulations are revised by 2010.	The 10 <sup>th</sup> five year development plans (2010-2015) and other regulations of governmental level	
(Overall Goal) 1 Accumulation and utilization of the advanced remote sensor data such as ASTER and/or PALSAR data for environmental conservation and disaster prevention are expanded and enhanced at the MTA/RSC. 2 Technical expertise focusing on analysis of the advanced remote sensor data for environmental conservation and disaster prevention is transferred to other institutes and third countries through training courses.	By 2008: 1-1 Analyzed data of the domestic priority areas is accumulated 1-2 Data analysis for environment and natural hazard requested by other institute can be carried out. 2 Training curriculum focusing on the advanced remote sensing is made and the training is executed.	1-1, 1-2 Annual report, Analysis data, Data supply records 2 Training plans, curriculums and textbooks	• Cooperation from land owners continues.
(Project Purpose) MTA/RSC is able to utilize the advanced remote sensor data such as ASTER and/or PALSAR data for environment and natural hazard analysis.	By 2006: Trained C/P personnel extract the priority areas and start the analysis of the advanced remote sensor data for environmental conservation and disaster prevention.	• Records of extraction of priority areas • Records of analysis	• No drastic changes occur on the government policies concerning the environment and natural hazard .
(Outputs) 1 The project operation unit(RSC) is established. (Common to the sub-project A and B) 2 Equipment and advanced satellite data necessary for utilizing satellite data are operated and maintained properly. (Common to the sub-project A and B) 3, 4 and 5 refer to the sub-project A 6 Analysis for natural hazard area using the SAR and ASTER data can be carried out by the C/P personnel. 7 Environmental analysis using remote sensor data can be carried out, by the C/P personnel. 8 MTA/RSC can provide necessary technical support to implement training courses. (Common to the sub-project A and B)	By 2006: 1-1 Personnel, budgets and facilities of the MTA/RSC are secured. 1-2 Monitoring and committee of meetings are executed as planned. 2 Contents and condition of equipment are put in order. 6 Essential part of the technical transfer for the natural hazard area analysis is completed by 2005. 7 Essential part of the technical transfer for the environmental analysis is completed by 2004. 8 Technical support program and materials are produced by 2004	1-1, 1-2 Annual reports, monitoring reports and records of meetings 2 Property records, operation and maintenance records 6, 7 Records of analysis Records of evaluation made by both sides 8 Program, textbooks and training materials	• National budget is properly allocated as planned. • Trained C/P personnel continue to work at the MTA/RSC
(Activity) 1-1 Allocate staff as planned. 1-2 Make plan of operation. 1-3 Make budgetary plan. 1-4 Make and implement monitoring plan. 1-5 Operate the Joint Coordinating Committee. (Common to the sub-project A and B) 2-1 Provide and install necessary equipment. 2-2 Operate and maintain equipment properly. (Common to the sub-project A and B) 3, 4 and 5 refer to the sub-project A 6-1 Introduce basic knowledge of utilization of satellite data for disaster monitoring. 6-2 Transfer technology how to extract possible hazard area utilizing ASTER and/or SAR image. 6-3 Transfer technology how to extract area of ground surface movement utilizing InSAR data. 6-4 Verify InSAR results by ASTER image and ground-truth 7-1 Transfer technique how to select environmental indicator such as vegetation index. 7-2 Introduce remote sensing technology applicable to environmental problems in Turkey. 7-3 Strengthen capability of designing environmental survey plan. 8-1 Make technical support program for TCTP. 8-2 Prepare textbooks for TCTP. 8-3 Support seminars and/or workshops for TCTP. 8-4 Support field excursions for TCTP. 8-5 Carry out training courses (other than TCTP). (Common to the sub-project A and B)	(Inputs) Japanese side 1 Dispatch of experts (Long-term) - Chief Adviser - Coordinator - Image Processing expert - Geologic Remote Sensing expert (Short-term) Refer to Sub- project-A 2 Training of C/P in Japan One(1) or two(2) per year 3 Provision of equipment	Turkish side 1 Buildings and facilities 2 Allocation of C/P personnel 3 Preparation of equipment 4 Local costs	• C/P personnel remain at MRT/RSC • Equipment is delivered and installed without delay  (Preconditions) • Refurbishment of building and facilities for the project is completed.

**Plan of Operation for Geologic Remote Sensing Project**

Abbreviations: (Japanese Side) CA <Chief Advisor>, PCJ <Project Coordinator>, LE <Long-term Expert(s)>, SE <Short-term Expert(s)>  
 Abbreviations: (Turkish Side) PD <Project Director>, PM <Project Manager>, PCT <Project Coordinator>, C/P <Counterpart(s)>



June 11, 2002  
 Page1/1

Output	Activity	Calendar												In charge			
		2002			2003			2004			2005			2006			Japan
														CA	PM		
1 The project operation units (RSC) is established. In common with the Sub-project A & B	1-1	Allocate staff as planned.															
	1-2	Make plan of operation.															
	1-3	Make budgetary plan.															
	1-4	Make and implement monitoring plan.															
	1-5	Operate the Joint Coordinating Committee.															
2 Equipment and advanced satellite data are introduced and maintained properly. In common with the sub-project A & B	2-1	Procure and install necessary equipment.															
	2-2	Operate and maintain equipment properly.															
	3-1	Introduce application of ASTER data.															
	3-2	Introduce processing of VNIR and SWIR data.															
	3-3	Analyze TIR data.															
3 Image processing of ASTER data for mineral resources exploration can be carried out by the C/P personnel. For the Sub-project A	3-4	Generate regional DEM processing ASTER stereo mode data.															
	3-5	Transfer technology of effective application of ASTER data.															
	3-6	Carry out data acquisition of spectrometer and construction of spectral databases.															
	4-1	Collect data of the proposed areas and input data.															
	4-2	Analyze data of the proposed areas.															
4 Case studies of mineral resources exploration utilizing ASTER data are accumulated. For the Sub-project A	4-3	Select the promising areas.															
	4-4	Carry out groundtruth.															
	5-1	Transfer technology of integrated spatial analysis integrating various geologic data.															
	5-2	Transfer technology how to select exploration areas utilizing GIS.															
	5-3	Carry out resources area evaluation utilizing GIS.															
6 Analysis for natural hazard area using Japanese SAR and ASTER data can be carried out by the C/P personnel. For the Sub-project B	6-1	Introduce basic knowledge of utilization of satellite data for disaster monitoring.															
	6-2	Transfer technology how to extract possible hazard areas utilizing ASTER and/or SAR image.															
	6-3	Transfer technology how to extract area of ground surface movement utilizing InSAR data.															
	6-4	Verify InSAR results by ASTER image and ground-truth															
	7-1	Transfer technique how to select environmental indicator such as vegetation index.															
7 Environmental analysis using remote sensor data can be carried out by the C/P personnel. For the Sub-project B	7-2	Introduce remote sensing technology applicable to environmental problems in Turkey.															
	7-3	Strengthen capability of designing environmental survey plan.															
	8-1	Make technical support program for TCTP.															
	8-2	Prepare textbooks for TCTP.															
	8-3	Support seminars and/or workshops for TCTP.															
8 MTA/RSC can provide necessary technical support to implement training courses. In common with the Sub-project A & B	8-4	Support field excursions for TCTP.															
	8-5	Support field training courses (other than TCTP).															

#### 4. 供与機材の仕様

June 11.2002

##### Equipment necessary for technology transfer in the Project

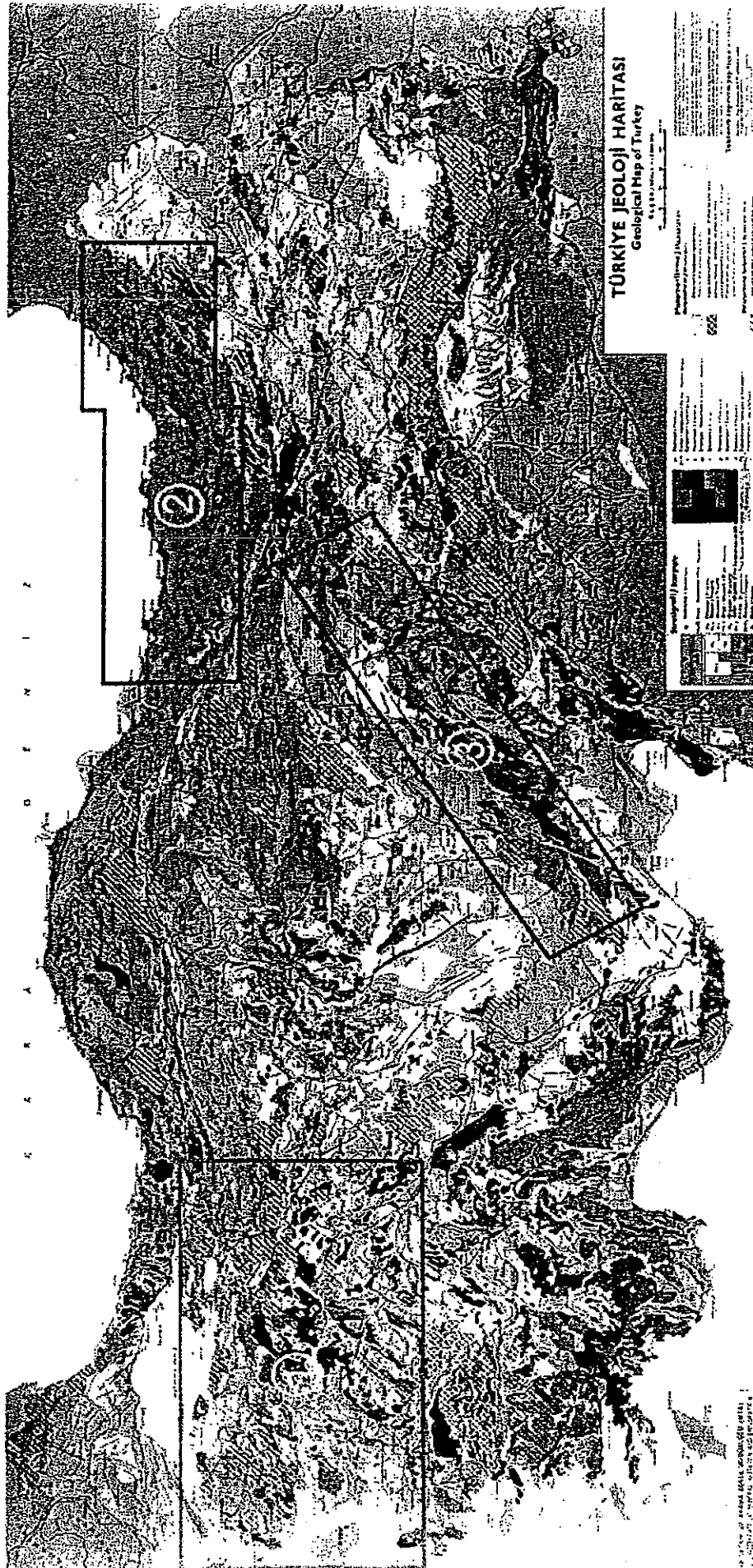
Hardware	Total	Specification
PC(Desktop)	9	CPU(Pentium4 2.2GHz),OS(Win 2000), 1GB-RAM, 54MB-VRAM, 60GB-SCSI, CDWR, CD, SCSI-card, Network-card
Display1	9	21 inch
Display2(for dual monitor)	3	21 inch
Videocard(for dual monitor)	3	for Dual monitor
PC(Laptop)	2	CPU(Mobile Pentium3 1GHz),OS(Win 2000), 1GB-RAM, 64MB-VRAM, 60GB-SCSI, CDWR, CD, SCSI-card, Network-card
Printer(B0)	1	42inch(B01067mm), 600×600dpi, color thermal incjet,128MB-RAM, 5GB-HDD
Printer(A3)	1	400dpi(Picrography)
Printer(A3)	2	Incjet 1440dpi
Printer(A4)	1	Laser color 600dpi
Scanner(A0)	1	Color 36inch, 600dpi
Scanner(A3)	1	Color A3, 1200dpi
HDD(external)	5	60GB-IDE, USB
CD-writer(external)	1	x40 reading, x24 writing(CDR)
DVD-writer	3	9.3GB, USB/SCSI
MO-drive	3	630MB
PC application server	1	CPU(Pentium4 2.2GHz),OS(Win 2000 server), 512MB-RAM, 32MB-VRAM, 60GB-SCSI, CD, SCSI-card, Network-card, Monitor-17inch
PC file server + DDS	1	CPU(Pentium4 2.2GHz),OS(Win 2000 server), 1GB-RAM, 32MB-VRAM, SCSI-Disk array, 12 slots for internal HDD, Internal-HDD(72GB*12units),CD, SCSI-card, Network-card, Monitor-17Inch, DDS-4mm
GPS receiver+Map module	4	
CCD projector	1	XGA (1024 x 768), 1000 Lumens
Digital camera	2	4MB pixel, battery-AA4, Compact Flash-128MB
Spectie meter	1	Portable, Measures radiance, irradiance, reflectance and transmittance from 0.35 to 2.5 microns. Spectral resolution(3nm(700nm), 11nm(1400-2100nm))

Software	Total	Specification
ERDAS Imagine 8.5	3	
ERDAS Imagine/Orthobase	1	DEM module
PCI	2	
ATRANTIS SAR	1	without PALSAR module
ENVI	2	
TNT	3	
ArcView 3.2 + Spatial Analyst	2	
ArcView 3D Analyst	1	
MIRIN	1	
Surfer	1	
Photoshop	11	
Illustrator	4	
Pagemaker	4	
PDF writer	9	
MS Office	11	with MS Access
Visual Basic	4	

Future option(If PALSAR launch on schedule)

Earth Veiw for PALSAR	1	After PALSAR launch
-----------------------	---	---------------------

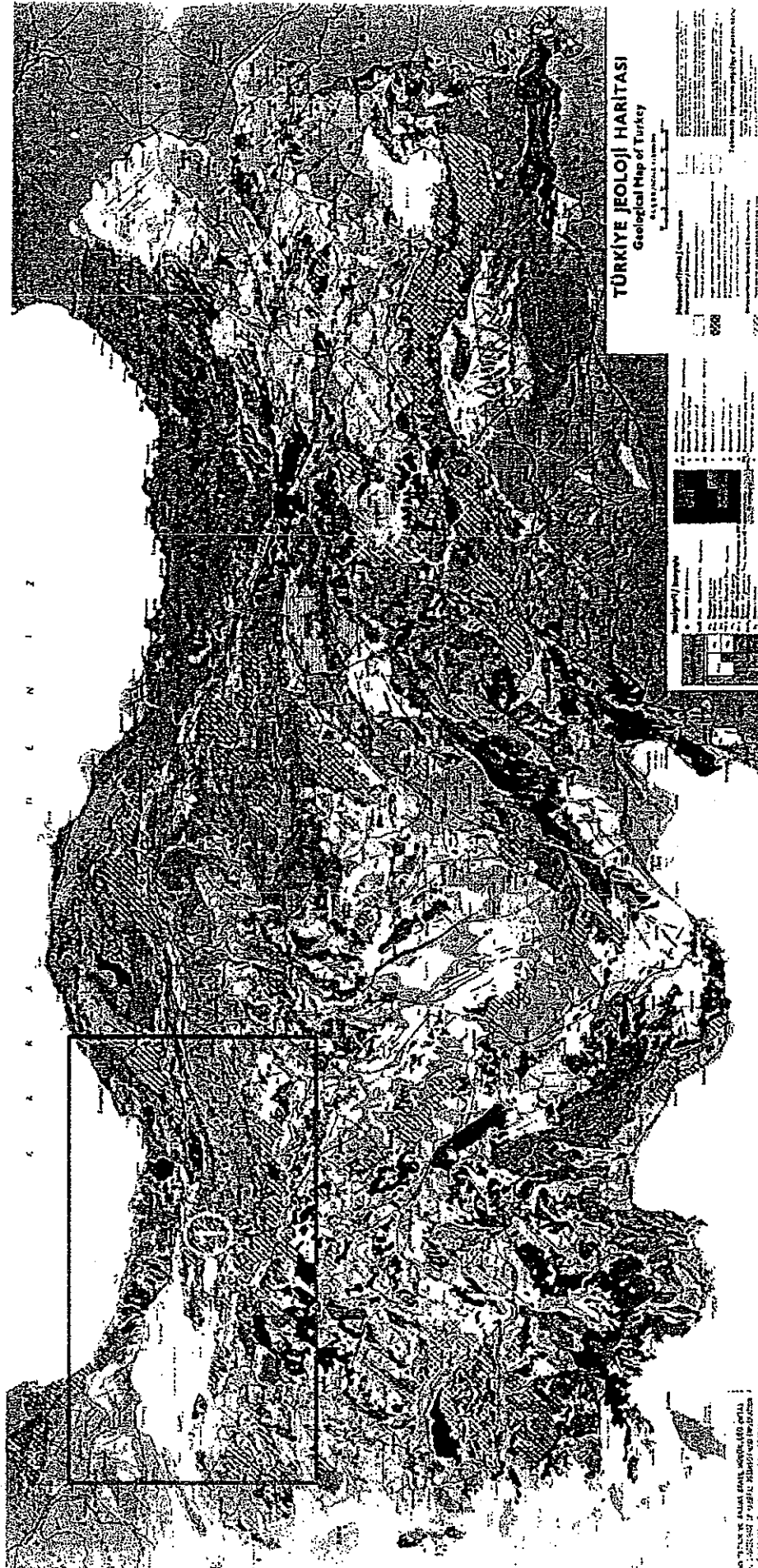
5. ケーススタディエリア(技術移転地域)(サブプロジェクトA/鉱物資源探査)



MTA - JICA Geologic Remote Sensing Project  
1, 2, 3: Proposed Case Study Areas for Natural Resource Exploration



6. ケーススタディエリア(技術移転地域)(サブプロジェクトB/環境・災害ハザード地域解析)



MTA - JICA Geologic Remote Sensing Project  
1: Proposed Case Study Areas for Natural Hazard and Environmental Subjects

7. プロジェクト概念図1. MINUTES OF THE MEETING

<Diagram of Project Concept>

