

3 . MTA の現状と課題

3 - 1 MTA 全体

3 - 1 - 1 現状

鉱物資源調査・探査総局（MTA：General Directorate of Mineral Research and Exploration）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。

以前はエネルギー・天然資源省の下に置かれていたが、現在は首相府付属機関として国務大臣が直轄している。

概要は以下のとおり。

(1) 組織

本部はアンカラ市にあり、総裁、副総裁（4名）下、16部局を擁し、13の地方支所を持つ（図3）。

本プロジェクトに関連する部局としては、地質調査部（Geological Research Dept.）、鉱物資源調査・探査部（Mineral Research and Exploration Dept.）、鉱物分析・技術部（Mineral Analysis and Technology Dept.）等が考えられるが、その中でC/Pとして想定される部署は、地質調査部である。

(2) 職員数

4,100名（本部：2,100名、地方支所：2,000名、うち、技術スタッフ1,800名）

(3) 予算

2001年度予算総額は55兆8,500億トルコ・リラ（TL）（約78億円、百万TL = 140円換算）。内訳は表13のとおり。

なお、現業部門別の予算額は次のとおり。

・地質調査部	3兆980億TL（約4億3,400万円）
・鉱物資源調査・探査部	1兆310億TL（約1億4,400万円）
・エネルギー原料調査・探査部	2兆1,290億TL（約2億9,800万円）
・物理探査部	1,500億TL（約2,100万円）
・鉱物分析・技術部	1,340億TL（約1,900万円）

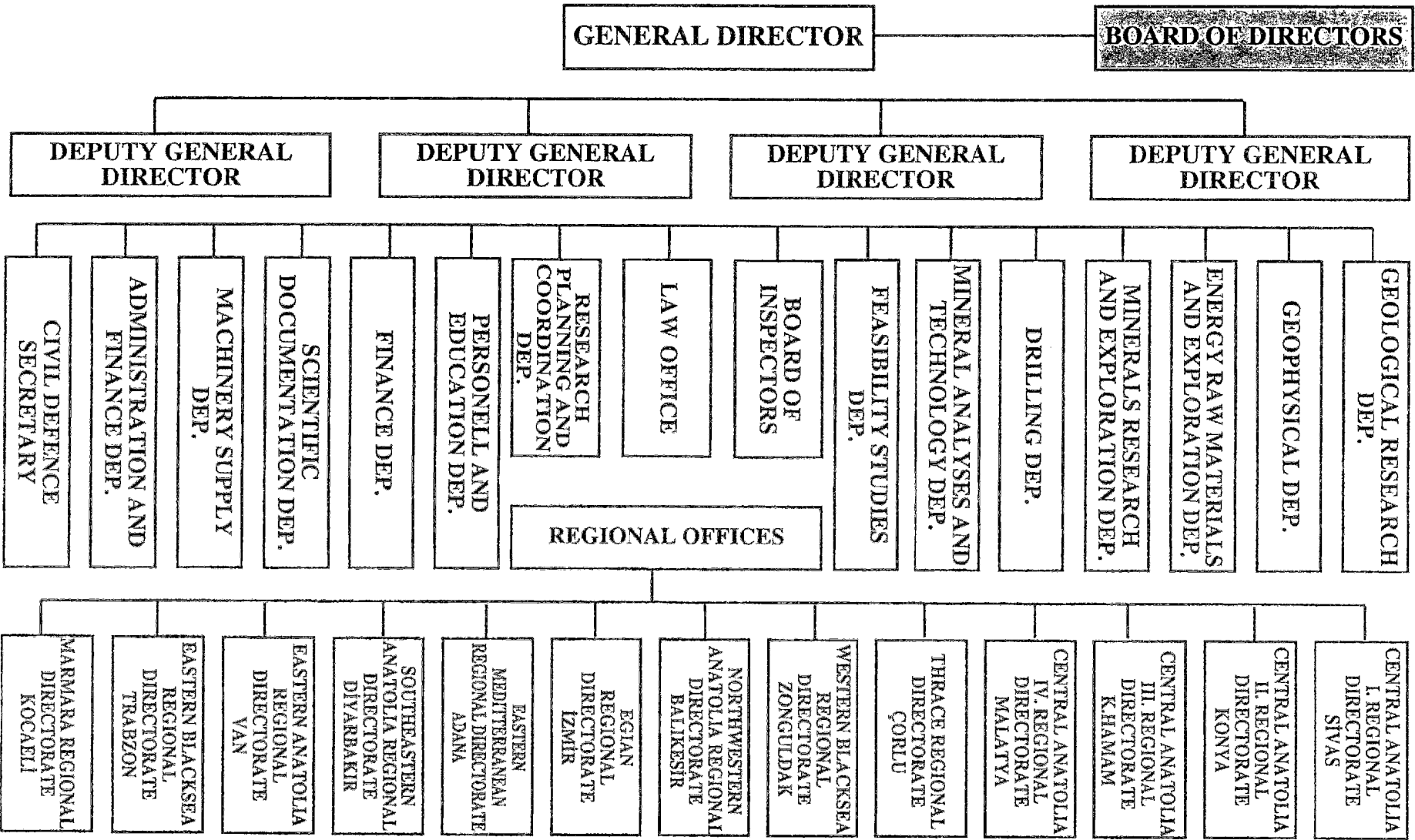


図3 MTAの組織図

表 13 MTA の 2001 年度予算

BUDGET (2001)

Million TL.

Personnel	40,000,000
Continuance - Upgrading	3,605,000
Construction Works	1,100,000
Machine & Equipment Supply (purchase)	1,750,000
Vehicle Supply (purchase)	260,000
Purchase of Ship for Marine Geology Researches	1,000,000
Computer Systems	320,000
Construction of Natural History and Mining Museum	885,000
Core Data Bank Constr.	1,015,000
Constr. Of Trabzon Branch Office	1,180,000
Mining Expl.Projects	344,000
Energy Raw Materials Expl.Projects	991,000
Licence Studies	385,000
Special Agreements	280,000
Geological Researches	400,000
Marine Geo. Researches	20,000
Research of Northern Anatolian Fault Zone	30,000
Geophysical Researches	150,000
Project of Geological Database of Turkey and Mapping	1,485,000
Scientific & Tecnological Researches	600,000
Organization and Donation of Nat. His. And Mining Museum	20,000
Construction of Izmir Branch Office	30,000
TOTAL :	55,850,000

(4) 事業内容

主たる事業内容は以下のとおり。

1) 鉱物資源の調査・探査、図幅整備、鉱業技術の R & D 及びエンジニアリング

Lengeranri (1999)によるMTA組織の解説によれば、主たる活動分野は次のとおりである。

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

この目的のため、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、試錘らの各種調査現業部門に加えて、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。

このような主要な活動分野に加えて、研究機関としての性格も併せ持っており、トルコ国土基本図の整備も担っている。特に地質図幅については既に10万分の1の縮尺で国土全域の図幅を発刊するに至っており、現在はさらに詳細な2万5,000分の1によるデジタル地質図を編纂中であり、現在90%完了し、2001年半ばに完了予定。また全土の鉱産図など各種の広域テーマ図についても積極的に作成・発刊している。このような基礎研究を支える各種調査機器についても充実しており、アナトリア断層調査のための専用地質調査船を1艘保有するほか、3台のICPをはじめとする各種分析機器を保有している。

なお、これらの調査・研究・探査活動は、MTA自身が計画するプロジェクトと、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プロジェクトの2種類の形態で行われている。

前者については、SPOの許可が必要である（ただし、これまでに認められなかったケースはないとのこと）。プロジェクトでリサーチした結果については、無料または低額で関係機関にレポートを送付している。

後者については、国営企業としてはEti Holding、Iron Steel Enterprises、Hard Coal Enterprises、KBIからの依頼を受けて実施した実績がある。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になっており、毎年約5件程度の枠がある。基本的には後者（プレF/Sまでを含む）についても無償で実施しているとのこと。

2) 環境保全・自然災害に係る基礎研究

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リサーチを環境省から依頼されているほか、Eti Holdingからの依頼により、露天掘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リサーチや地滑り調査等も行っている。

3) 国際交流、研修員受入

近年は、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、バルカン諸国を主な対象に、様々な共同研究や地質情報データベースの構築、研修員の受け入れ等を実施している。このような活動は将来のトルコ企業の開発参入を睨んだ周辺資源国のデータ収集を目的とするものである（MTA 幹部）。トルコはこれら諸国に対し大きな地質技術の優位性があるとともに、かつ歴史的に深い関係を有している模様である。

このようにMTAは、同国資源開発の先鞭を担う探査機関にとどまらず、基礎研究、戦略的技術協力をもリードする総合地質機関へと展開してきている。

3 - 1 - 2 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。他方トルコ政府はEU加盟を当面の最大の目標と定めているが、これを実現するためのハードルとして、EU側からは人権問題をはじめとする各種是正項目を突きつけられている。このような背景の下、鉱物資源分野について、比較的「大きな政府」の考え方で開発を進めてきたトルコ各種政府系団体には、強いリストラ、ダウンサイジング圧力が働いている。特に鉱業セクターの場合、Eti HoldingやKBI（黒海銅公社）など開発・生産の現業を担う国営公社については、既に民営化が決定、徐々に移行しつつある段階にあり、著しい縮小傾向にある。またスリム化のため、同国の鉱物資源開発のための互助制度とみなせるMining Fund制度についても調査団滞在中の2月22日に廃止が決定された。一方、これより上流の探査段階を担うMTAについては、ほとんど手つかずの状態維持されてきており、現状では特段の改革について話があがっていない。これ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から、MTAの探査部門は当面必要との政府判断が働いている模様である（MTA 幹部）。しかしながら、MTA自身の努力において、この5か年で人員を700人削減（4,500人→3,800人）してきたほか、特にコス

ト高となっている試錘部門 (DDH @\$250/m) の見直し検討など、各種努力も行っている。鉱業総局 (General Directorate of Mineral Works) 幹部からも、「MTA による探査活動はコスト高となっており、改革が必要」との発言があった。

一方、探査業務を行ううえでの MTA の構造的課題としては、調査地域選択の自由度があげられる。現下のトルコ鉱業法では、MTA は民間法人や個人と同様、いったん 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強いられる。したがって調査対象地域の選択にあたっては、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実状がある。この点については、鉱業法改正の動きがあり、鉱区認定を行っているエネルギー・天然資源省鉱業総局も前向きに検討しており、現在、関係各機関との調整を行っているとされている。なお MTA は、調査の結果、有望な結果が得られた場合、当該鉱区は民間に対し競争入札を通じて売却している。

3 - 2 地質調査部及び鉱物資源探査・調査部の組織・体制・業務

3 - 2 - 1 地質調査部

本プロジェクトの C / P として想定される地質調査部の組織図は図 4 のとおり、6 つの課 (Division) と Editorial Board、事務局から成る。

各課の長としてコーディネーターが配置されており、その下にユニットが置かれている。各ユニットは、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現れない部署がある。(例: Division of R/S and GIS の GIS Laboratory 及び GIS Data Base 等)

6 つの課及び Editorial Board の業務概要は以下のとおり。

(1) R-D, Planning & Evaluation Div.

地質調査部の計画・モニタリング・評価。

(2) Geological Research Div. (地質調査課)

詳細地質図・広域地質図の作成

(3) Natural Hazards Research Div.

活断層や自然災害の調査。

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きた。その結果を 25,000 分の 1 地図として発刊する予定。今後、東部・西部アナトリア活断層の調査に着手する予定。

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) Marine Research Div.

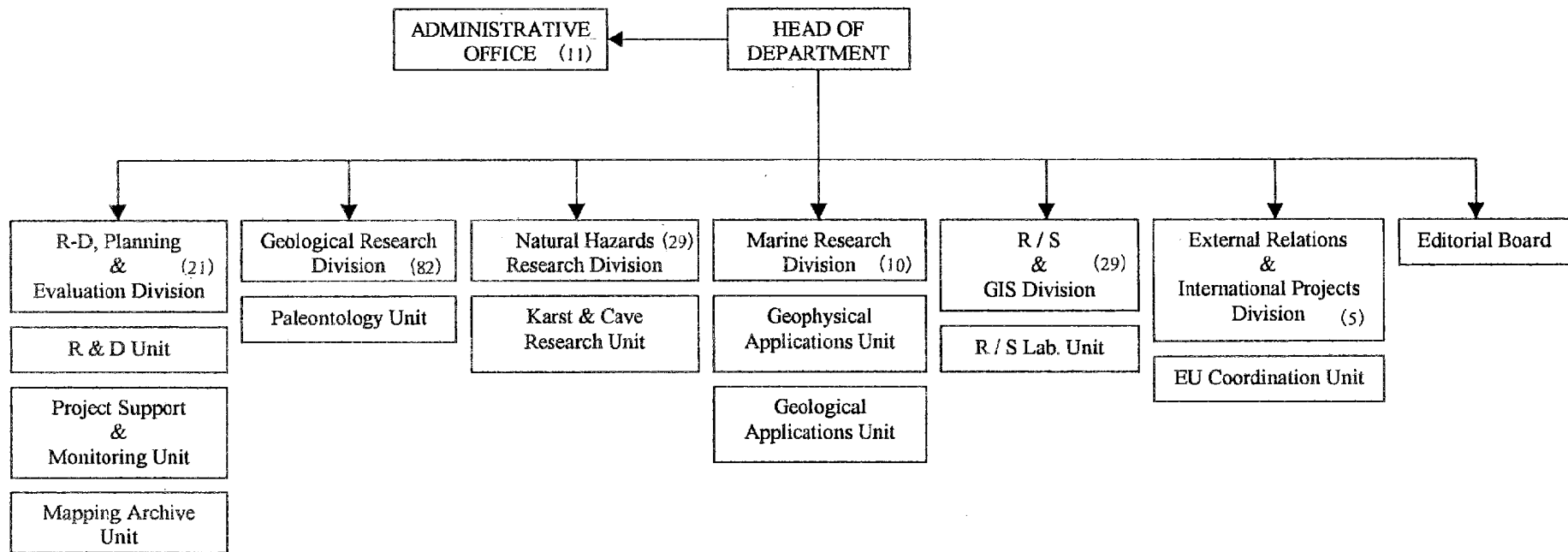
マルマラ海における地震リスク地域の調査。日本の地質調査所や東京大学、筑波大学、高知大学も参加している。観測船を1隻保有。近くもう1隻購入予定。

(5) R/S and GIS Div. (後述 RS/GIS)

(6) External Relations and International Projects Div.

地質調査部のみならず、MTA 全体の他国との協力プロジェクトや第三国研修等の窓口。

GEOLOGICAL RESEARCH DEPARTMENT



TOTAL NUMBER OF PERSONNEL : 188

図4 地質調査部の組織図

3 - 2 - 2 鉱物資源探査・調査部

(1) 概要

同部では、石油とエネルギー資源以外のすべての鉱物資源の探査を行っている。

プロジェクト予算総額は、150万ドル(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%が金属鉱物資源である。

金属鉱物資源については、需要の多い鉄が、同部における主要プロジェクトである。また、トルコは金に適した地質構造を有しているため、金の探査も実施している。チタニウムについても、極力輸入量を減らしたいため、探査を行っている。

工業原料については、トルコは窯業とガラス産業が盛んであるため、それらの原料の探査を行っている。

通常、pre-prospecting(室内作業及びフィールドワーク)の後、prospecting studiesを3～5年程度実施する。

地質調査部とのかかわりは、基本的には最初の段階のみであるが、両部での合同プロジェクトもアナトリア北東部等で行っている。

現在、海外での探査も実施している。モンゴルについては、既にフィールドのチェックを実施した。ターゲットは貴金属(金)、銅である。その他、スーダンについても現在計画段階にある。中央アジア(アゼルバイジャンを含む)も検討中である。

(3) 探査結果

有望な鉱床が見つかった場合、入札を実施し、開発する企業を決める。その後、その企業が希望すれば、Feasibility Study Dept. で pre F/S を行うことができる。

3 - 3 リモートセンシング・GIS部門の現状と課題

3 - 3 - 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打ち上げられる前でもあり、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。当時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、したがってMTAは単独で技術を蓄積した。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は自己の予算で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。

したがって、現在のRS/GISは主に米国のランドサットデータの処理・解析を主要業務とするRemote Sensingラボ(RS)、及び既存地質データのGISデータセット化を主要業務とするGISラボ(GIS)、Geological data base(DB)からなる。組織図及び人員は図5のとおり。

RS/GISの現有機材を図6に示す。RSの有する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94年当時から、メモリ、HDD増設を除いては更新されていない。また大型ラインプリンターも当時の機器と思われ、印刷品質の点で現在の水準と比較して大きな差がある。ソフトウェアはERDAS Imagineが用いられているが、特段のエクステンションは用いられていない。

RSラボのスタッフは現状11名いるが、うち2名は博士である。シニアスタッフは、野外調査者として長い経験を持つ者がほとんどで、後年RS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とその解決が行われている。一方2名の新卒職員も在籍しており、このうち1名は大学院(中東工科大学)にも在籍しており、偏りはあるものの高空間分解能データの精度評価といったかなり今日的なテーマについても、問題意識を持っている。RSラボは、シニア・ジュニアスタッフ双方がバランスよく配置されたユニットとの印象を受けた。

General Directorate of Mineral Research and Exploration (M.T.A)

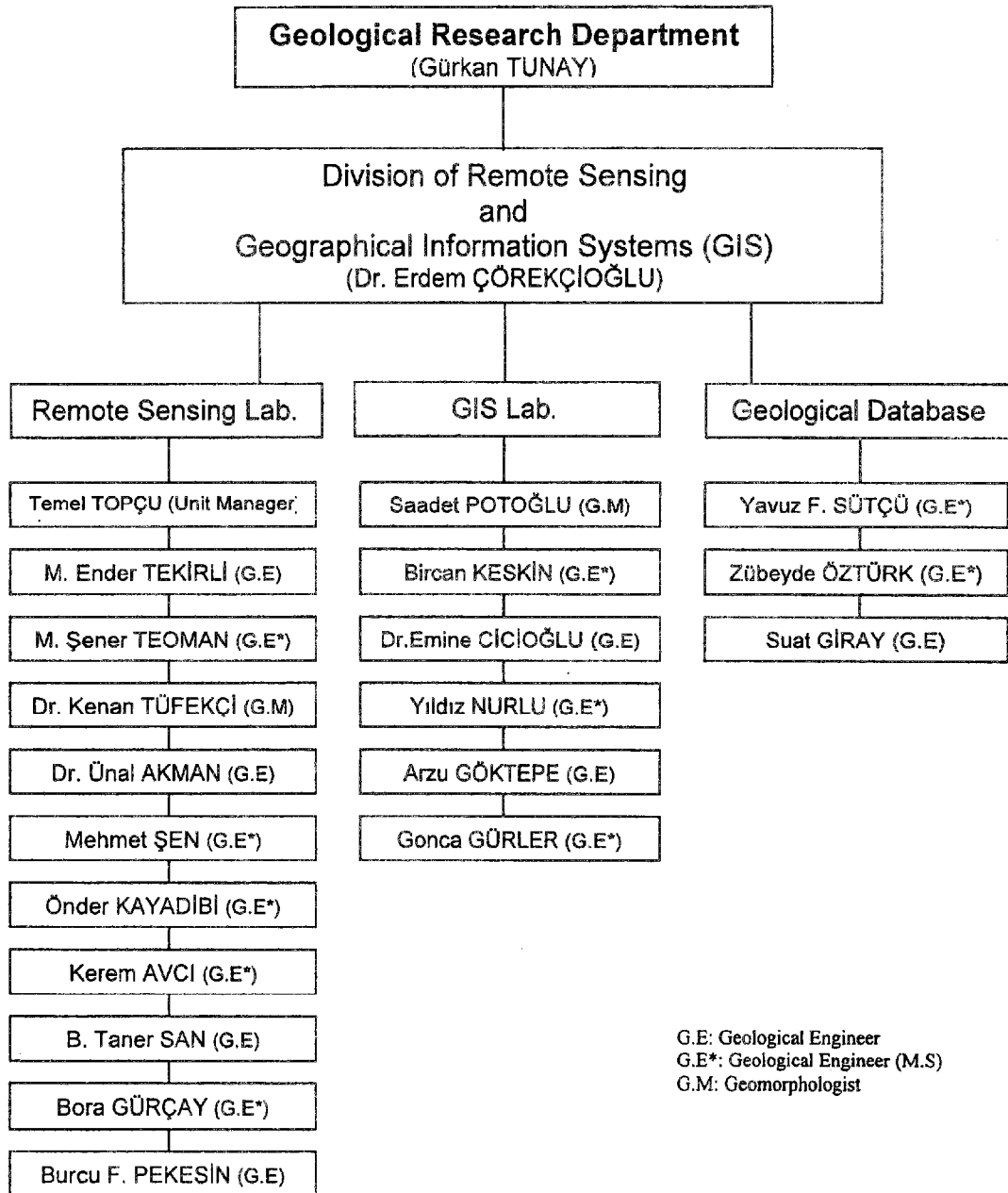


図5 RS/GISの組織図・人員

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

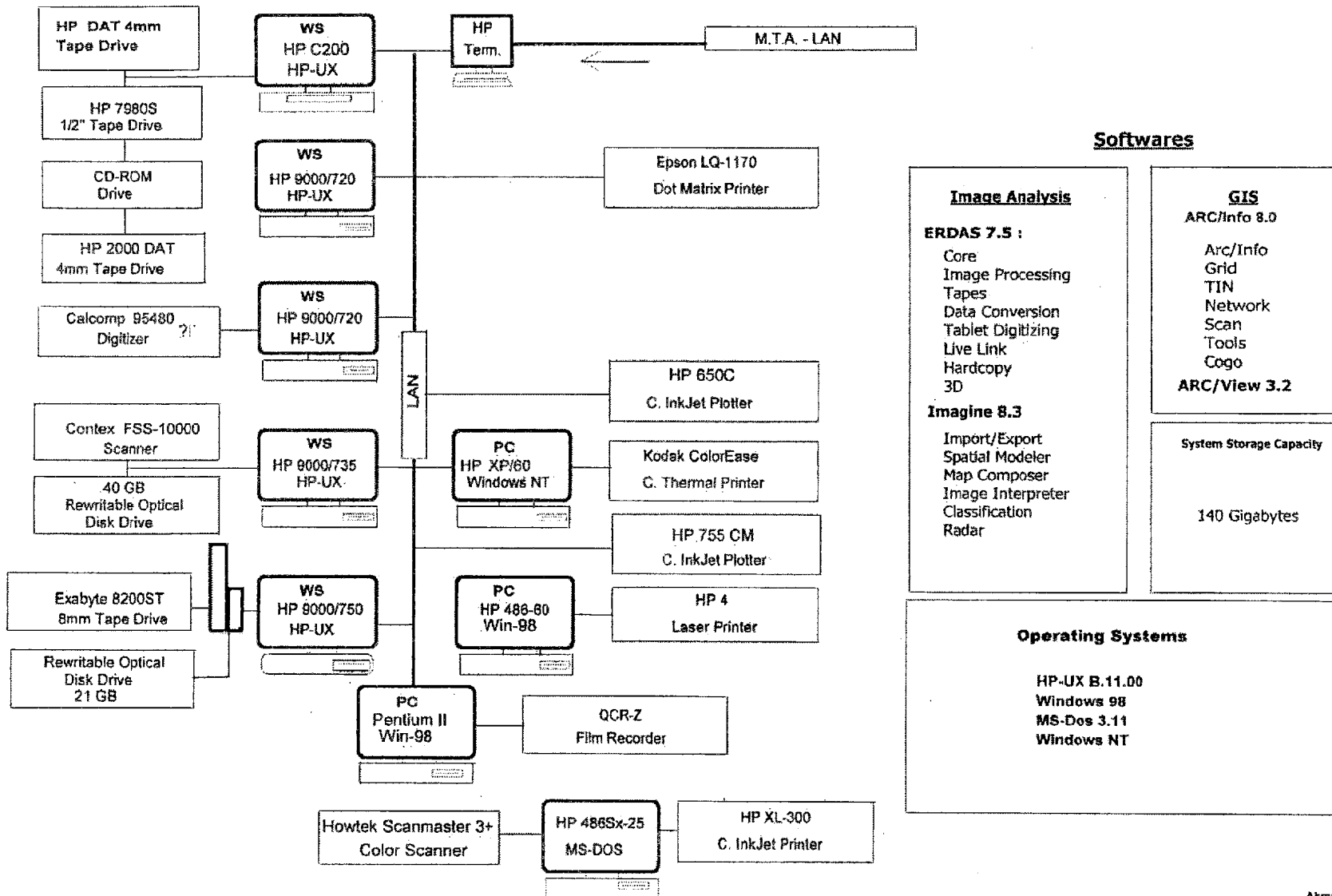


図 6 RS/GIS の現有機材

(2) 実施プロジェクトと技術レベル

MTA業務の主部をなすリサーチプロジェクトには自らの予算で実施するものと、外部機関からMTAに委託されるものがある。このような両者のリサーチプロジェクトは現在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14に示す8件である。最近のRS利用案件としてはおよそ資源開発関係60%、環境、ハザード関係がそれぞれ20%程度の比率であるという。

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15に示すプロダクトを作成・販売している。

主としてRSの技術レベルを把握することを目的として、RSラボにて以下の最近の解析例についてヒアリングを行った。

1) Basin Project

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。トルコ北西方のトラブゾン南部で実施。調査面積約8万km²の広域調査。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まばらな金・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、これを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を行っている。

2) Biga Peninsula Project

RSラボ自身のプロジェクト。同国北西部Biga半島(48万km²)でなされた鉱床探査のための広域変質帯マッピングプロジェクトである。当地域の植生被覆率は60~70%に及ぶため通常の変換による手法では抽出はうまくいかない。ここではLANDSATデータをPCA変換し、植生寄与の少ないPCA要素を用いて画像を作成したところ、既知の変質帯分布をよく説明する図が得られた。また新たな変質帯も確認できたとのこと。

3) アナトリア断層の解析

地質調査部内他部署(Natural Hazards Research Div.と思われる)との共同プロジェクト。ここではLANDSAT熱赤外データを用いて半植生地域の伏在断層の推定を行っている。一般に断層にそって比較的水含有量の高いゾーンが形成される。このような部分では水の気化に伴い熱が奪われ、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

地質調査部内他部署(Natural Hazards Research Div.ないしMarine Research Div.)の共同プロジェクトと思われる。1998年のトルコ大地震の前後のランドサットデータを用いて、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からの依頼で、Eskisehirの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しようとするもの。

以上の解析例を見る限り、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とがうかがえる。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)では問題解決のための適切な工夫・対応がなされており、MTAの応用力がうかがわれる。また、3)では、一般に同手法は乾燥地帯に限り有効と考えられているが、半植生地域でも適用の可能性が示され、興味深い。

RSラボは基本的に独力でRS解析技術を蓄積してきたが、日本のRS技術がかなり参考にされてきている。MTAは、対外的には唯一本邦のERSDAC(資源・環境観測解析センター)と同分野での研究協力事業を実施した実績がある。最初のERSDACによる研究協力事業は1992年にスタートし、3年間アナトリア西部の鉱床探査を実施した。その後、1995-1998年に同西部で実施された地熱資源の探査、1998-2001年にかけて東部の鉱床探査に関する事業が行われた。ERSDACによるプロジェクトの場合、解析の大半は日本で行われ、解析後約10日間の日本側ミッションのトルコ滞在を通じて、野外・屋内でMTAとの意見交換が図られている。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RS技術には信頼が寄せられており、MTAはERSDACプロジェクトの継続要請を行う考えである。新規要請テーマは、ASTERデータを用いたBiga半島の変質帯の記載になる模様。なおRSラボスタッフの4名は主としてERSDAC招聘による2～4回の訪日経験がある。

RSラボは、ERSDACとの協力関係を除いては、国際学会への参加経験やRS先進国との共同プロジェクトの経験に乏しく、したがって、地質リモートセンシングの基礎を有しているにもかかわらず、近年の技術テーマに関してキャッチアップの遅れが見られる。本調査の中で約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、(1) LANDSAT、(2) JERS-1 OPS、(3) ASTER、および(4) AVIRIS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。議論を通じた印象では、(1)については十分な理解、(2)、(3)については部分的な理解、また(4)については全く新しい話題として受け止められたようで、今日の同分野の先端的な技術話題は既にハイパースペクトルに移行していることを考えれば、RSラボの技術レベルは数年から10年程度、RS先進国に比較して遅れているよう推察される。

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、ArcInfoプログラミング、保守関係等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、最近更新されたというLANを用いて、各種デジタル生成物は集中管理されているという(容量・転送速度不明)。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ArcInfoで2本のライセンスを持つほか、人数分のArcView、またMapInfoライセンスを保有している。

GIS関係で説明があったのは主に地質図幅作成に関する業務で、地質調査部と共同で作業が行われている。作業は大きく分けて、既刊の10万分の1地質図のデジタイズと、2万5,000分の1地質図作成からなっている模様。前者については既に終了し、現在では2万5,000分の1地質図に取り組んでいる。同スケールの図幅作成には1995年から取り組み始め、既に5,549枚の必要枚数のうち4,000枚の作成を終えたとしており、あと約半年程度で完了の見通しとのこと。同図幅作成にあたっては、地質調査部が編纂を担当、GISユニットはこの入出力を担当している。また特に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という。詳細については今回調査では把握していないが、予定量のおよそ6割程度のデジタル化を既に完了したという。

GISに関する技術レベルについては、大量の既存データの入力を遂げつつあるなど、十分な実績を既に積んでおり、かなり高いと思われる。もっとも今回調査ではそのデータセットの構造等に踏み込んだ調査を行っておらず、今後何らかのアドバイスが有用である可能性もある。またMTAとしては、現状ではこのようなデータは単なるデータの重ね合わせ表示にしか用いられていないとし、今後有効利用するために空間解析を行いたいとして、技術移転を望んでもいる。しかしながら、既にArcInfoのような大型ソフトが十分活用され、大量のデータが蓄積・管理されている現状を考えれば、GISに関しては、MTAは既にかなり高い技術レベルに達していると考えられる。

表 14 RS ラボが関与する 2001 年度プロジェクト

MTA REMOTE SENSING and GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS DIVISION

THE PROJECTS WHICH HAVE BEEN SUPPORTED BY REMOTE SENSING LABORATORY UNIT FOR 2001

Project belongs to MTA department	No	Project name and its code of working programme	Project Area (km ²)	Explanation
		The projects, planned in annually working programme of MTA for 2001		
Mineral Research & Exploration Dept.	1	Polymetal exploration in Eskişehir fault zone (Ankara-Eskişehir-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 of 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	
			22100	
Geological Research Department	5	Mine geology mapping and mineral investigations in Eastern Black sea region, (Giresun-Trabzon-Rize-Ordu-Gümüşhane-Artvin), 14A1	2400	<i>The Joint project:</i> Geological Research & Mineral Expl. and Research Dept.
	6	Mine geology mapping and mineral investigations in Bolkar Mountains, (Konya-Niğde-Adana, İçel), Southeastern part of Turkey, 14A3	6150	" "
	7	Using Lansat TM satellite digital image and remote sensing techniques, extract hydrothermal alteration ares in semi vegetation covered areas, Northwestern Anatolia , (Balıkesir-Çanakkale), 16A6	1800	Plot project of Remote Sensing Lab. Unit
			10750	
Mine Analysis and Their technologies Department	8	The investigations of site selection for disposal of dangerous waste material, (middle part of Turkey), 16 AP	40	
TOTAL			32890	

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 15 RS ラボのプロダクト

MTA REMOTE SENSING and GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS
DIVISION, GEOLOGICAL RESEARCH DEPARTMENT
REMOTE SENSING LABORATORY UNIT

THE PRICE LIST of PROCESSED SATELLITE IMAGES

KIND of PRODUCT	DIMENSION pixel/km²	PRICE (\$)	EXPLANATION
Linear stretched single band satellite digital image (magnetic environment 1.44 FD, CCT, DDS, EXABYTE)	1024 x 1024 (pixel) or 1000 (km ²)	30	Custom have to provide magnetic environment
Single band satellite digital image (Georectified)	1024 x 1024 (pixel) or 1000 (km ²)	45	Custom have to provide magnetic environment
Georectified colored satellite image in photographic paper	A3, A4	50	
Georectified satellite image print out, printed in special paper	AØ	100	
Georectified satellite image print out, printed in special paper	A3, A4	50	
Georectified satellite image print out, printed in high gloss photographic paper	AØ	120	
Colored satellite image print out and its lineament map in translucend paper (Georectified)	AØ	200	
Colored satellite image print out and its lineament map in polyster film (Georectified)	AØ	250	
Colored satellite print out and its lineament map in translucend paper (Georectified)	A3, A4	150	
Copy print outs of satellite images such as second or third print outs	According to their dimensions will be make	50% of	discount price of first copy
Digitizing (in raster format) of colored documents (magnetic environment: CCT, DDS, EXABYTE)	A3, A4	30	Custom have to provide magnetic environment
Digitizing (in raster format) of black and white documents	AØ	50	Custom have to provide magnetic environment

(3) 研修事業と技術レベル

RS/GISは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。MTAには、もともと研究機関であるとの認識があり、このような研修実施機関として機能するのは当然とする考えがある。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、今年の場合、スーダン技術者3名にとどまっている模様。このスーダン技術者に対する1か月研修内容(表16)に示す。研修の主体は、hands-on-trainingと称するソフトウェア操作から成っており、これに8割以上の時間を費やしている。操作の中身はデータの入出力、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なる極めてオーソドックスなものである。一方、基礎を固める座学については2日程度しか割かれておらず、十分に基礎を積んだとするには寂しい内容となっているが、その分、最短の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ともいえる。

MTAはこのような研修事業をさらに拡充させたいとしており、今後受け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。また将来的にはオランダのITCに匹敵する大学院大学にまで発展させたい希望を持っている。

表 16 スーダン技術者に対する 1 か月の研修内容

**MTA REMOTE SENSING and GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS
DIVISION, GEOLOGICAL RESEARCH DEPARTMENT
REMOTE SENSING LABORATORY UNIT**

THE PRICE LIST of PROCESSED SATELLITE IMAGES

KIND of PRODUCT	DIMENSION pixel/km²	PRICE (\$)	EXPLANATION
Linear stretched single band satellite digital image (magnetic environment 1.44 FD, CCT, DDS, EXABYTE)	1024 x 1024 (pixel) or 1000 (km ²)	30	Custom have to provide magnetic environment
Single band satellite digital image (Georectified)	1024 x 1024 (pixel) or 1000 (km ²)	45	Custom have to provide magnetic environment
Georectified colored satellite image in photographic paper	A3, A4	50	
Georectified satellite image print out, printed in special paper	AØ	100	
Georectified satellite image print out, printed in special paper	A3, A4	50	
Georectified satellite image print out, printed in high gloss photographic paper	AØ	120	
Colored satellite image print out and its lineament map in translucend paper (Georectified)	AØ	200	
Colored satellite image print out and its lineament map in polyster film (Georectified)	AØ	250	
Colored satellite print out and its lineament map in translucend paper (Georectified)	A3, A4	150	
Copy print outs of satellite images such as second or third print outs	According to their dimensions	will be make 50% of	discount price of first copy
Digitizing (in raster format) of colored documents (magnetic environment: CCT, DDS, EXABYTE)	A3, A4	30	Custom have to provide magnetic environment
Digitizing (in raster format) of black and white documents	AØ	50	Custom have to provide magnetic environment

3 - 3 - 2 課題

MTA によれば、RS/GIS 並びに探査業務を担う MTA 各部署の共通の課題は、探査対象であるトルコの金属鉱床の深部化と、これに対応するための探査技術の高度化であるという。MTA や企業などによる金属鉱床探査の結果、1985 年ごろまでに、ほとんどすべての鉱床露頭は探査し尽くし、開発できるものは開発されたと認識されている。このため近年、探査手法の転換を余儀なくされている模様。以前は既存の露頭鉱床周辺で試錘等を集中的に行っていた探査スタイルであったが、近年は鉱床成因論にまでさかのぼり、鉱床があるべき場所を考察したうえ、広域的な地表調査を展開しているという。このような探査スタイルでは、探査初期段階の広域的な地質の評価がより重要となるため、したがって MTA のもつ RS 技術をより高度化し、効率的かつ高精度に地質情報を抽出する必要が生じており、これが今回の要請背景となっている。

より高度な RS 解析を実施するうえで、現在の MTA は人的側面、機器的側面の両面で課題を抱えている。

人的側面では、ERSDAC との共同研究を除いては、RS/GIS の職員はいわゆる RS 先進国に対してさほど接触がなく、この結果、数年から 10 年程度の遅れがある。他方、この約 10 年間の資源衛星センサーの地質解析能力は格段の進歩を遂げており、MTA としても特に解析技術の点でキャッチアップを図る必要性が感じられる。

また機器的側面では、特に CPU 及び大型プリンターの代替の必要性が感じられる。MTA は、RS/GIS の設立時に EWS、PC、ラインプリンター等を導入したが、6 年強が経過した現在、既に CPU 能力は陳腐化しており、特に EWS については、現在の RS/GIS の予算規模では代替も困難な状況で、効率的な業務の実施に影響を及ぼしている。なお、RS/GIS スタッフより、今後の機材メンテナンスやアップグレードの際の便宜を考え、Windows-NT 主体のシステムに変えたいと考えている旨の説明があった。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やカラー再現性を欠いており、代替が必要となっている。またより高度な RS 解析を行ううえでは、スペクトロメーターのような野外測定器を併用することも有効であるが、このような測定機器の取り扱いや応用に関して、MTA はまだ経験がなく、今後獲得されるべき能力であると考えられる。

3 - 4 既存または計画中の関連事業

MTA を実施機関として実施されたプロジェクトは次のとおり。

(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6件実施されている。

1973 ~ 1975年	東部地域資源開発調査
1977 ~ 1980年	ツン・コブ地域資源開発調査
1984 ~ 1986年	ギウムシャネ地域資源開発調査(1987年フォローアップ調査)
1988 ~ 1990年	チャナッカレ地域資源開発調査(1991年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

3) 第三国研修

1996年から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。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研修への参加、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で技術のレベルアップを図っている現状にある。

(3) 共同調査プロジェクト

1) 日鉱探開 - 資源・環境観測解析センターとの共同プロジェクト

1992年から2001年まで、RS/GISが受け皿となり、日鉱探開(NED) - 資源・環境観測解析センター(ERSDAC)との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プロジェクトが実施されている。このプロジェクトは、衛星データを用いた地下資源探査手法の開発を目的としており、特にDEMデータを用いた地形解析に重点を置いている。これまでの対象地域は次のとおり。

1992 ~ 1994年度 : Izmir

1995 ~ 1997年度 : Anatalya

1998 ~ 2000年度 : Trabson

MTAとしては、次フェーズプロジェクトを実施したい意向があるが、実施されるかどうかは未定。

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 500 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、トルコの部分を担当。
- ・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 (レポート作成済)
- ・アゼルバイジャンとの共同プロジェクト 1 件 (レポート作成中)
- ・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)

また、以下のプロジェクトを計画中である。

- ・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)
- ・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

(1) に記載したとおり、1996 年から 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)」が実施された。対象国は中央アジア (カザフスタン、キルギス、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。

MTA はフェーズ 2 を実施したいと考えており、現在、日本側で案件採択の可否を検討中である。MTA としては、最初の 2 年間はリモートセンシングを主テーマとし、3 年目以降は選鉱 (Mineral Processing) 等、別のテーマにしたいと考えているとのこと。

2) その他

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 名が RS/GIS で研修を受けた。

4 . プロジェクトの基本計画

4 - 1 プロジェクト目標

MTA が考えるプロジェクトの目的は次のとおり（ミニッツにも記載）。

- (1) 鉱物資源探査、ハザード調査、環境調査のための先進的なりモートセンシング（RS）及び GIS 技術を習得すること。
- (2) 上記の分野の研究・研修を実施するためのセンターを設立すること。

また、現時点で MTA が考える同センターの機能は次のとおり（ミニッツにも記載）。

(1) リサーチ

- ・ 地域を限定しない、システムティックな調査（例：トルコ全土の変質帯マッピング）
- ・ 特定地域・テーマでの調査（Biga 半島プロジェクトのようなもの）
- ・ 他部署・ユニットの支援業務

(2) 研修

1) 内容

- ・ RS、GIS のイントロダクションのための基礎コース
- ・ ケーススタディーを含む RS、GIS 利用についての上級コース

2) ターゲット

- ・ MTA のスタッフ
- ・ 大学のスタッフ及び学生
- ・ トルコ内外の政府機関のスタッフ
- ・ トルコ内外の民間企業のスタッフ

3) 規模・頻度

- ・ 今後数年間は、1 年につき、5 ～ 10 名に対する 1 か月間の基礎コースを実施する。もし可能であれば、1 年につき、数名に対する 3 か月から 1 年間の上級コースを実施する。
- ・ 将来的には、1 年につき、10 ～ 20 名に対する 1 か月の基礎コースと、3 ～ 5 名に対する 10 ～ 12 か月間の上級コースを実施する。

なお、本件については、RS ユニットの Mr. Akman より次ページのような趣意書が提出されている。

**THE PROPOSAL OF THE PROGRAM OUTLINES FOR THE TRAINING
ACTIVITIES IN THE TECHNICAL CO-OPERATION PROJECT (CENTER
FOR DIGITAL PROCESSING OF IMAGES) BETWEEN MTA AND JICA**

Remote Sensing (RS) and Geographic Information System (GIS) activities in Turkey has been quite popular recently but those subjects are at a preliminary stage and need to be developed in all the public and private areas. Some part of these technologies has been becoming widespread, however, it is clear that the training of the staff, professionals, technicians and also the persons in managerial level is an urgent need in these fields. One of the purpose of the center will be to implement training activities about RS & GIS fields in geosciences. There is not enough available training capacity in most of the universities for under-graduate and post-graduate level students in RS & GIS subjects. There is not also a national center which will obtain the opportunity of training in RS & GIS. MTA is skilful in the applications of RS & GIS in geosciences, and has some experience in the training of the geoscientists in these areas.

Therefore, the training achievements in the project can get a basic introduction and ability for the persons who deal with RS and GIS in all fields, and a comprehensive training chance for the geo-scientists in the all related sectors in Turkey. With the five year period of initial stage by this project, the applications and researches of RS and GIS will provide a sound basis for future development in geosciences. The additional profits of this training system can get a series of joint-application projects that provide additional profits based on these technologies in the major fields. Because, it will become available to have technical specialists and researchers in these fields of Information Technology.

The RS & GIS programs in the following pages can be given to the trainees as general outlines, and of course, the programs and duration will be upgraded according to the level of the courses.

I - REMOTE SENSING COURSE PROGRAM IN GEOSCIENCES:

Phase 1: Concepts Of Remote Sensing:

Electromagnetic Radiation, Reflectance, Atmospheric Transmission and Spectral Bands.

Satellites, Scanners, Active and Passive Systems

Image Formats, Data Types

Resolution, Georeferencing, Projections

Spatial and Spectral Enhancement

Classification Techniques; supervised and unsupervised

Image Analysis, Functions

Phase 2: Technical Applications In RS:

Data Acquisition and Storing

Radiometric and Geometric Corrections

Georeferencing

Subsetting, Mosaicking

Annotation, Area of Interest, Vector Overlays On Image

Raster Cross Tabulation Data

Data Conversion

Application of Image Enhancement (Spatial and Spectral) Techniques

Application of Classification Techniques

Some Other Functions and Analysis On Images

Map Production and Printing

3. Phase: Case Studies Basicly In RS Including GIS Applications Related To Geosciences:

Mineral exploration, mineral potential area prediction and alteration mapping.

Resource evaluation for geological materials such as water, coal, geothermal energy

RS studies in hazard mapping related to slope stability and landslides.

Earthquake studies.

Geological applications in lithological mapping and structural geology.

Karst investigations in vegetated areas.

Site selection such as waste disposal, powerline routing, and so on.

Moisture studies in alluvium plains

Water pollution

Flood assesment

Land erodibility and soil erosion risk studies

Environmental impacts in mining and around the settlement areas

Change detection examples

II - GIS COURSE PROGRAM IN GEOSCIENCES:

Phase 1: GIS Concept:

Introduction to GIS
What is GIS
Geographic Information Issues; data, data processing, map, map interpretation, map projections and coordinate systems.
Computer Systems, Data Input and Output Systems.
Data Models; vector, raster/grid, digital elevation data.
Data Bases; spatial and attribute data.
Function, Analysis and Design in GIS.

Phase 2: Technical Applications in GIS:

Digitizing / Scanning
Editing
Topology Building
Coordinate Transformation
Adding Attribute Data and Annotation
Symbol, View and Map Design
Data Conversion
Generating Digital Data, TIN, DEM
The Basic Analyses In Vector and Grid Data Models; overlay, buffer, edge-matching, aspect, slope, elevation data, and so on.
View and Map Production, Printing.

Phase 3: Case Studies Basicly In GIS Including RS Contributes Related To Geosciences:

GIS analysis in mineral exploration, prediction and alteration mapping.
Resource evaluation for geological materials such as water, coal, geothermal energy
Hazard mapping related to slope stability and landslides.
Earthquake studies.
Geological applications in lithological mapping and structural geology.
Risk studies on the case of flood assesment
Land erodibility assesment and soil erosion risk mapping
Environmental impacts of mined areas
Karst investigations in vegetated areas.
Site selection such as waste disposal, powerline routing, and so on.
Geological maps in Arc/Info system of MTA; data base type and query.

4 - 2 技術移転分野

4 - 2 - 1 MTA が望む技術移転分野

MTA 側からは以下の技術移転分野について要請がなされた。このうち、MTA が日本側に最も期待する技術移転分野は、ASTER データ処理技術であり、特に鉱床探査を目的とした変質帯の記載・分帯である。

(1) ASTER データ処理技術

1) 画像処理

- ・ 金属鉱床探査を目的とした赤外領域データによる熱水変質帯の抽出と分帯
- ・ 地質構造、岩相把握を目的とした可視及び赤外領域データによる解析
- ・ 地熱資源探査を目的とした熱赤外領域データによる地表温度分布の把握

2) Digital Elevation Model (DEM) 作成

- ・ 地形図ベースの DEM の代替としての広域的 DEM の作成
- ・ 地表変化の定期観測

3) 解析事例

(2) GIS 技術

1) 各種地質データの統合管理

2) 空間解析

ポテンシャルマッピング (金属鉱床、地滑り)

(3) SAR データ処理

1) 画像生成に係るデータ処理

2) 地震地帯や旧坑内採掘地域における地盤変異のインターフェロメトリによる観測

(4) その他

1) スペクトルメーターの操作とその効果的使用法

2) 鉱物資源探査に係るエキスパートシステム

4 - 2 - 2 技術移転に関する今後の方向性

本プロジェクトの技術移転内容のうち、RS に関しては、探査を中心に据えながらも、ある程度幅広い技術内容を盛り込んだものとすることを提案したい。要請について調査した限り、「ASTER を用いた変質帯の分帯」が技術移転分野の中心的課題として位置づけられている。しかしながら、このような技術は、アルゼンティン中部のような露岩地帯において成果がある程

度約束されるものであって、トルコのように過半を植生に覆われるような地域では、成功の見通しは定かではない。一方でRS 探査技術者にとっては、常に可能性を試したい課題でもあることから、技術的にはリスクを伴う挑戦的なテーマであることを認識したうえで取り組むのがよいと思われる。類似のアルゼンティン・RSプロジェクトの場合、活動の7～8割方の重点をこの変質帯分帯の分野に置いていると思慮されるが、本プロジェクトではこの比率を3～4割とやや低めとし、その分、構造解析や岩相解析、鉱床ポテンシャルマッピングに重点を置いて技術移転を行うこととしたい。このような解析手法や具体的なテーマ設定については、トルコ側と今後協議を重ねて明確化していく必要があると考えられる。

探査分野以外では、地滑り、地震などハザード関係の解析技術協力も望まれている。これについては本邦においても同分野の研究は盛んに行われているところで、技術移転の余地は大きく、できる限りのフォローを行いたい。他方、広域DEMの作成、SARによるインターフェロメトリ解析に対応するためには、大きなマンパワー及び機器が要求されると見込まれ、これに対応するには長期専門家の増員や投入規模の拡大を検討する必要があり、このためこちらは慎重な対応が求められると考えられる。このほか比較的狭い地域でのDEM解析や地熱探査の技術移転も要請されているが、今後トルコ側のニーズの大きさを把握したうえでの取り組みとしたい。

なお、GISについては、今後、技術レベル・ニーズをさらに調査したうえで検討することとしたい。

このような認識の下、長期派遣専門家、短期専門家の担当分野を想定すれば以下のとおり。

- ・長期専門家A（画像処理）：

 - 変質帯分帯、構造要素の抽出、ASTER データ取得

- ・長期専門家B（地質リモートセンシング）

 - グラントルース、構造解析とポテンシャルマッピング、ケーススタディ解説

- ・短期専門家（必要に応じて）

 - ハザード解析（地震、地滑り、各1）、DEMの環境分野への応用（1）、地熱探査（1）、SAR画像生成（1）

以上、技術移転分野は鉱物資源探査を中心に多岐にわたるが、MTAの個々の担当者の能力は高く、またRS/GISもよく組織されていることから、技術移転は円滑に進むものと推察される。

5．プロジェクトの必要性・妥当性

5 - 1 他機関のニーズ

Eti Holding、Park Teknik社（民間鉱山会社）は、それぞれ数名程度の地質技師を擁し、独自の探査活動を実施している。

MTA との関係においていえば、Eti Holding は、アナトリア北西部における鉛・亜鉛・金鉱床の探査において、MTA にドリリングと化学分析を依頼しているとのこと。

また、Park Teknik 社は、MTA のアーカイブで公開されている情報(コピー代程度の実費で入手可能)や地質図を入手し使用しているほか、試料分析をMTAに依頼することがあるとのこと。

このように、同国内で大規模な調査・探査活動を行っているのがMTAのみであり、他機関の探査活動においても、豊富な経験・技術・設備・サービスを有するMTAによるサポートは不可欠であり、MTAの機能がこのプロジェクトによって強化されることは、これら他機関からも期待されていることが確認できた。