

サウジアラビア王国における鉱物資源探査事業(続)

藤井 紀之

前号においては 主として地質・鉱床の概況の説明に終始したが 今回は引続きこの国の鉱物資源探査がどのように行なわれているか また今後どのような方向に進められて行くかという点について御紹介したい。

3. 鉱物資源探査の組織

3.1 鉱物資源局 (Directorate General of Mineral Resources, 略称 DGMR)

サウジアラビアで石油鉱物資源省が設立されたのは1960年のことで 政府機関としては最も新しい省である。その前身は Directorate General of Petroleum and Minerals (石油鉱物庁) であり 先駆的な鉱床調査はすでにかなり行なわれていた。本省は他の省庁と同じく首府リヤードにあるが 鉱物資源局だけは西海岸の主邑ジェッダにある。なお ジェッダには各国大使館がある関係で 外務省だけはここに置かれている。

鉱物資源局は 日本のかつての鉱山局 それに地質調査所を合せた機能を持ち 地質・鉱床の調査から鉱区の許認可に関する一切の業務を管掌している。大略の組織を第1図に示す。

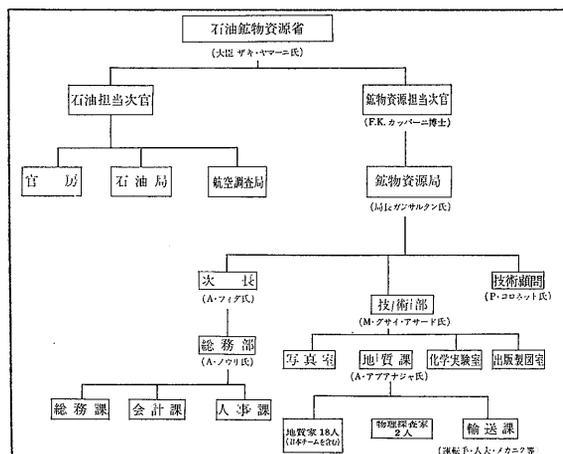
現在の担当次官はF. K. カッパーニ博士で かつてUSGSのG. ブラウン博士とともに アラビア半島の200万分の1地質図の編纂に当たった人であり 鉱業の実務面についても造詣が深い。鉱物資源局の実務は 大部分ガジ・サルタン局長が統括しており この人が休暇など

で不在の場合には重要事項の決定は不可能なのが実情である。また実務面では技術部の比重がきわめて重く 部長のグサイ・アサード氏 技術顧問のP. コロネット氏 地質課長のA. アブアナジャ氏(何れも地質家)の3人が 最有力のスタッフとしてサルタン局長の政策決定に参与している。とくに アブアナジャ地質課長は2~3年前から急速に頭角を現した人で 事務能力・決断力に富み 病身のアサード部長に代りすべての重要事項について大きな発言力を持っている。野外調査業務もすべての人の管轄の下におかれており 私達日本チームにとって最大の理解者の1人でもあった。開発途上国の通例かも知れないが 一般に組織が有機的に活動していることは少なく 少数のリーダー的な人に実務が集中する傾向があり 各セクションでの要の人に話を通じないと中々ことが進まないことは 十分留意すべきであろう。

なお現在鉱物資源局に在籍している地質家は18人であるが そのなかには日本人3人を含め7人の外人地質家がいる。日本人以外の外人地質家の場合 今迄は個人契約であったが 今後は英加系のコンサルタント会社がサウジ政府とグループ契約を結び 各地質家はこのコンサルタント会社に属させることになる模様である。

3.2 外国ミッション

しかし 面積にして日本の5倍弱という広い国土の調査を鉱物資源局の手だけで遂行することはもちろん不可能であり 1963年以来 日本・アメリカ・フランスなどの地質調査所から調査団を招へいし 調査業務のかなり



第1図 鉱物資源局組織図

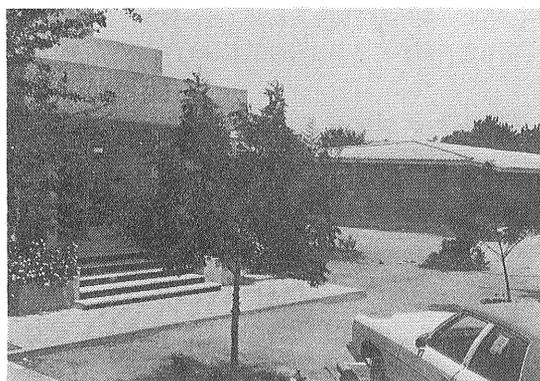
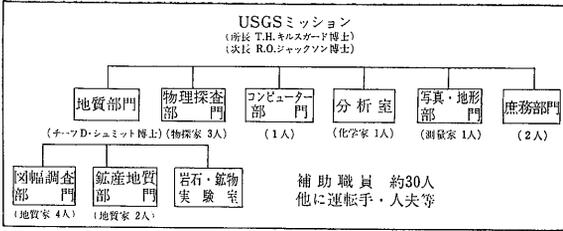
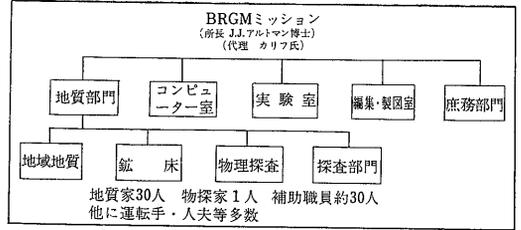


写真1 鉱物資源局(ジェッダ)の一部 左手の建物にサルタン局長等主脳スタッフのオフィスがある 右側に見えるのは地質セクション(加藤技官撮影)



第2図 USGS ミッション組織図



第3図 BRGM ミッション組織図

の部分がこれら外国ミッションの手で遂行されている。とくに フランス (BRGM) とアメリカ (USGS) の場合には サウジ政府との間に国家間契約が結ばれており サウジ政府から委託された予算で かなりの独自性を持って調査業務を進めている。しかし大筋については鉱物資源局の監督下にあることはもちろんである。日本の場合には国家間契約がなく 結局派遣される各専門家がサウジ政府と個人契約を結んだ形で 鉱物資源局の組織に加わって調査に従事している。当時のいろいろな事情で国家間契約が結ばなかったのは止むを得ないが 個人契約の形であるための大きなハンディキャップは業務面・生活面ですべて各専門家にしわ寄せされており かなり負担増となっていることは否めない事実である。USGS・BRGM 両ミッションの組織は 大要第2図第3図に示す通りである。両ミッション共それぞれ独立した立派なオフィスを持ち 実験室・印刷設備も備え 報告書なども独自に印刷している。USGSは主として10万分の1地質図幅の調査と指導を受持っておりすでに数図幅は出版されている。BRGM の場合には Zone 1から3 までの調査テリトリーを持ち 域内の地質・鉱床調査を主要業務としている。先カンブリア紀楯状地内の重要金属鉱床は多くが BRGM のテリトリー内に含まれており なかでも Jabal Sayid 鉱床の発見はその大きな業績の1つに数えられよう。日本チームはミッションとしての独立性はないが一応チームとして活動している。1963年以來のおもな業績としては 次の

ようなものがあげられる。

- (1) Al Waji 地域の金鉱床調査 (第1次チーム)
- (2) Sawawin 地域の綫状鉄鉱床調査 (第2～3次チーム)
- (3) Hayyan-Qabqab 地域のチタン鉄鉱床調査 (第3次)
- (4) Shwas 地域の地質・鉱床調査 (Jadmah銅鉱床の調査を含む) (第3～6次チーム)
- (5) リヤード周辺の非金属鉱床調査 (第5次チーム)
- (6) Samran 地域の地質鉱床調査 (第4～5次チーム)

現在は第7次チーム (団長平山次郎氏) として 地質家3人・化学家1人が派遣されており Shwasおよびその西方地域の地質調査 Jadmah 鉱床の試錐探鉱に活躍している。

3.3 教育機関

このような外国人地質家の他に サウジ人地質家の養成も熱心に行なわれている。地質学科のある大学は リヤード大学 ダハランの石油大学 ジェッダのキング・アブダラジズ大学などで これらの卒業生のなかから優秀な学生が選ばれて国費で アメリカ・イギリスなどへ留学させられる。

更に数年前 ユネスコとサウジ政府共同で 大学院大学として Center for Applied Geology がジェッダに創設され 海外留学から帰国していた地質家の大部分を入学させて より高度な再教育を行なっている。課程は Aコース2年 Bコース1年の計3年で 1973年9月に

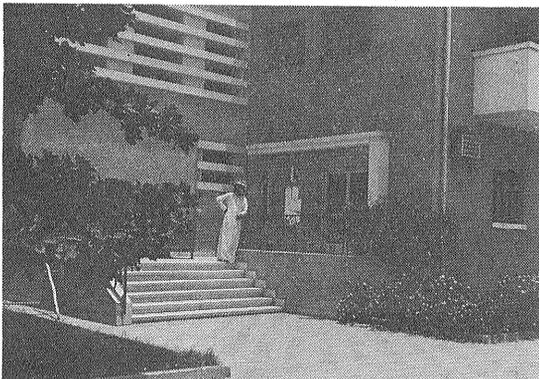


写真2 USGSミッションのオフィス 冷房完備の近代的建物である (加藤技官撮影)

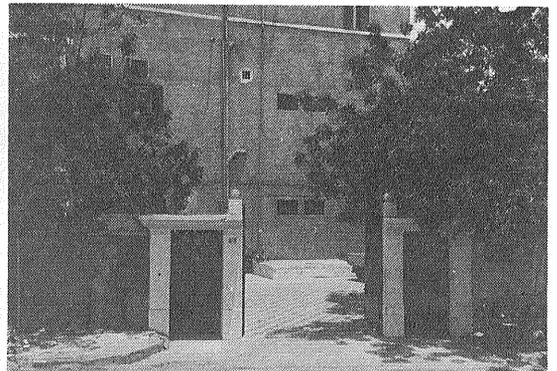
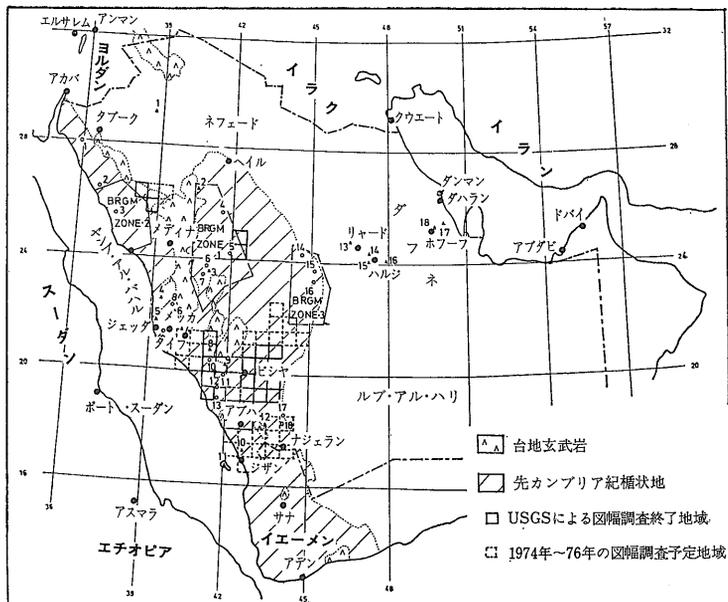


写真3 BRGMミッションのオフィス この他に4階建の広大なオフィスもある (加藤技官撮影)



第4図 サウジアラビアの鉱床分布図および外国ミッション調査テリトリー

- 主要金属鉱床
- 1 Sawawin (鉄)
 - 2 Al Waji (金 銀)
 - 3 Jabal Dhaylan (鉛 亜鉛)
 - 4 Nuqrah (銅 亜鉛 銀)
 - 5 As Safra (銅 亜鉛 銀)
 - 6 Jabal Sayid (銅 亜鉛 鉛)
 - 7 Mahd ad Dhahab (金 銀 銅)
 - 8 Samran (銅 鉛 亜鉛)
 - 9 Fatima (鉄)
 - 10 Bidah (銅 亜鉛)
 - 11 Jadmah (銅 亜鉛)
 - 12 Yiba (銅 硫化鉄)
 - 13 Jabal Saaban (銅 亜鉛)
 - 14 Samrah (銀 亜鉛 鉛)
 - 15 Al Amar (金 銅 亜鉛)
 - 16 Umm ash Shalahib (亜鉛 銅)
 - 17 Wasat (硫化鉄)
 - 18 Qatan (硫化鉄 ニッケル)
- △ 主要非金属鉱床
- 1 Turaif (燐鉱)
 - 2 Zarghat (マグネサイト)
 - 3 Jabal Rukham (マグネサイト)
 - 4 Jabal Farasan (大理石)
 - 5 Jeddah area (石灰石)
 - 6 Madrakah (大理石)
 - 7 Jabal Laban (大理石)
 - 8 Bidah (大理石)
 - 9 Ablah (螢石)
 - 10 Jizan area (岩塩)
 - 11 Farasan Al Kabir (岩塩)
 - 12 As Sarat (ラテライト)
 - 13 Riyadh area (石灰石)
 - 14 Dahl Hit (石灰石)
 - 15 Kharj area (石膏)
 - 16 Khashim Radi (カオリン)
 - 17 Khashim umm Huwayd (石膏)
 - 18 Hofuf (石膏)

は最初の卒業生16人を送り出した。卒業生の大部分は早速鉱物資源局のプロジェクト・チームに組み入れられ主として図幅調査に従事している。Center for Applied Geologyは近年設備人材共に急速に充実されてきており将来中心的研究機関に成長することが期待できる。日本からはやはり地質調査所の高橋清博士が地球化学担当の教授として1971年以来引続き活躍しておられる。

3.4 その他

以上述べた他に サウジ政府の100%出資でフランス系の会社の技術協力で運営されている Arabian Drilling Co. Ltd. (ADC) と Arabian Geophysical and Surveying Co. Ltd. (ARGAS) の2つの会社がありそれぞれ試錐・物理探査を請負っている。また石油鉱

物資源省の外廓組織のような形で PETROMIN という会社が設置されており石油の販売から鉱物資源の開発まで当ることになっている。現実に採掘されている鉱山はまだないが外国企業が鉱石の採掘・販売に乗り出す時には PETROMIN との共同出資となる場合が多いと予想される。

4. 鉱物資源局新5カ年計画

4.1 従来の経過

アラビア半島の地質・鉱床調査はアラムコによる組織的な調査を端緒として始まった。すでに1950年頃には断片的な鉱床調査のレポートも現われているが大部分がUSGSまたはアラムコの関係者の手になるものである。1950年代後半から1963年へかけて50万分の1地質図がアラビア半島の大部分について出版されさらに1963年にはG. ブラウン F. K. カッパーニ編纂の200万分の1アラビア半島地質図がUSGSから出版された。

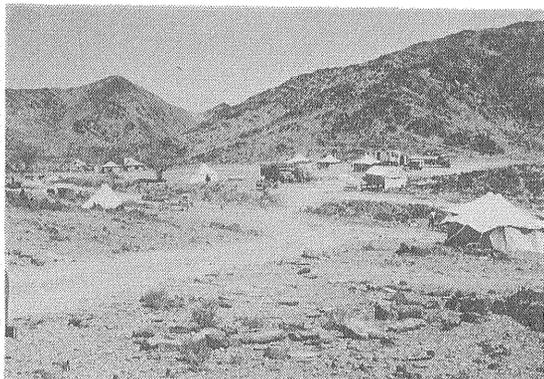


写真4 ジャドマキャンプの風景 右側ボーリングチーム 左側奥が日本チームのキャンプ

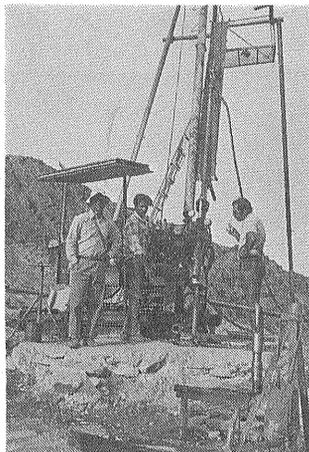


写真5 ADCによる試錐作業 左はし筆者

第1表 基礎的地質調査事業の内容と努力配分

	事業内容	人数/5年
1	10万分の1の精度の地質図幅調査	52
2	小縮尺の地質図の編纂	10
3	特に選定された先カンブリア紀岩層の研究	10
4	酸性深成岩類の研究	4
5	塩基性・超塩基性岩の研究	4
6	広域物理探査	10
7	紅海プロジェクト	15
8	西部サウジアラビアの地形学的研究	5
9	地質モデルの研究	9

(註) 人数は地質・物探専門家数を示す 計 119人

しかし 本格的な鉱床調査が行なわれるようになったのは 石油鉱物資源省設立後のことである。それから今日までの間に費やされた調査費用は約 400 億円に達しその大部分は先カンブリア楕状地の鉱床調査および関連地域の図幅調査に振向けられている。前号に述べたように 金属鉱床はほとんど全部が楕状地に集中しており初期の段階としてこれは当然のことであった。そして非常な努力にも拘らず Jabal Sayid 以外には アラビア半島の苛酷な自然条件のなかで直ちに開発できる程の鉱床がまだ確認されていないことは すでに前号で紹介した通りである。

鉱物資源局では 1973年3月に 1975年以降の鉱物資源探査に関する新5カ年計画の草案を提示した。この草案には 上述のような探査事業の現実を直視し かなり思いきった方針転換を行なう考えが明示されており今後の方向を知る上に重要な示唆を与えると思われる。この草案がすでに正式の計画として決定されたかどうかは不明であるが 恐らく基本的な考えに変更はないと思われるので 若干の紙数を割いて 新5カ年計画の内容について御紹介したい。

4.2 新5カ年計画の基本的考え方

この計画は 1975年半ばから1980年までの5年間に開するもので

- (1) 序論
- (2) 基礎的地質調査事業
- (3) 鉱物探査事業

の3章に分けられている。

第1章には 本計画の立案の基礎となった考え方が述べられているが その要点は次の4つに要約できる。

- (1) 現在の努力レベルを今後もそのまま維持する。努力レベルは 主要業務を担当する地質家・物理探査家の数(USGS・BRGMを含め 現在63人)によって示す。
- (2) 業務を基礎的な調査(例えば図幅調査)と 応用的な鉱物探査事業とに分けて考えるべきである。
- (3) 過去における 金属鉱床に重点をおいた先カンブリア紀楕状地の調査結果から見て この楕状地が極めて有望な金属鉱床地帯であると結論することは難しい。
- (4) 今後は 従来の金属鉱床のみに力点を置いたやり方を緩和し 非金属鉱床 それに楕状地以外の地域の金属鉱床をも重要な対象として取上げて行くべきである。

以上の諸点のなかでとくに注目されるのは (2)と(4)であろう。(2)は 資源を100%志向してきた従来と違っ

て基礎的な調査・研究をある程度独立させて行こうという考え方の萌芽であり (4)は 探査方針の大きな変更を示すものである。

確かに積年の鉱物資源局関係者の努力にも拘らず 金属鉱床の開発は遅々として進んでいない。1つには 鉱業用水の不足・立地条件の苛酷さから生ずるコストの問題が妨げになっていることは確かでもある。Jabal Sayid クラスの鉱床が今後も発見される可能性はあるので 未だ確定的なことは言えないが この楕状地は大規模な金属鉱床を形成する地質的条件に欠けていたのではないかと考えられる。

一方 すでに述べたように 非金属鉱床については 質・量ともに相当なものが賦存しており しかも建材・化学工業など民生に直結する製品の原料となるものなので 即効的な成果が期待できる。豊富なエネルギー資源の存在と相まって この国が中近東における中心的な工業基地となることも 決して夢とは思われない。その意味で 金属だけでなく非金属鉱物にも調査の対象を拡げて行こうという方針は きわめて時宜を得たものといえよう。以下 各項目について要約・説明する。

4.3 基礎的地質調査事業

この事業に分類されているのは 10万分の1地質図作製を目的とする図幅調査などの9項目である。第1表に各項目毎の努力配分(地質家・物探家の数で示す)を示した。これらの事業は基礎的とはいっても やはり資源との関連を重視していることには変りはない。しかし 資源的な意味は乏しくとも 基礎的な研究をも発展させて行こうという意向が計画の中に現われていることは大いに注目されよう。

(1) 10万分の1地質図幅調査

前述のように アラビア半島の地質図としては 200

万分の1および50万分の1の縮尺のものがすでに出版されている。現在行なわれているのは10万分の1精度の地質調査で 従来のものとは比較にならぬ精度を持っている。この調査は第1次5カ年計画(1970~1975)の実施される以前から 主として USGS の手で行なわれていたもので 楯状地全体をカバーする計画である。USGSで既に調査を終った区域および1976年までに調査を予定されている区域を第4図に示す。BRGM テリトリーについても概略の調査は終わっている筈である。

新5カ年計画によると 第1次5カ年計画終了時には145図幅の調査を完了し そのうち127図幅は編纂も終了する予定といわれる。1975年以降は 残る78図幅のうち54図幅の調査を行ない 前に調査の終わっている18図幅分と合せて64図幅の編纂を終る予定とされている。

担当する地質家の数からも分る通り 原則として1人の地質家が1図幅の調査・編纂を1年で完了する(玄武岩の多い区画は半年)ことになっている。1図幅は30平方(50km 強四方)であるから 空中写真 ヘリコプターその他の機動力をフルに使うにしても 非常な熟練を要することは理解できよう。

(2) 小縮尺の地質図の編纂

上記の10万分の1地質図を基にして 更に縮尺の小さい地質図(25万分の1 更に必要に応じて50~400万分の1)を編纂・出版する。

(3) 特定の先カンブリア紀岩層の研究

前号で指摘したように 先カンブリア紀の各岩層のうちとくに金属鉱床と関係が深いのは ハラバン層群またはジェッダ累層と呼ばれる酸性火山砕屑岩に富む地層であり 主要な金属鉱床は大部分この地層に賦存している。

このうち とくに鉱床の存在が多く知られている地域について精査を行ない 鉱化作用と層位学的・構造地質学および地球化学的諸要素との関係を明らかにするよ

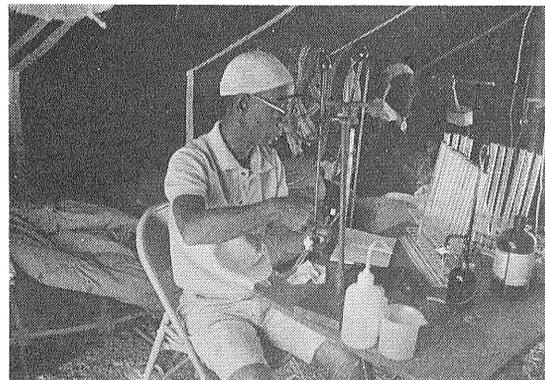


写真6 テントの中での地化探試料の分析 左加藤甲任技官

う努める。

(4) 酸性および塩基性~超塩基性深成岩の研究

酸性深成岩は楯状地の1/3以上を占めており その組成・成因を中心に 鉱化作用との関係について研究を行なう。塩基性~超塩基性深成岩の分布は比較的少ないが クローム・アスベスト・白金等の鉱床の重要な母岩であり無視することはできない。何れの場合にも 最初の2年間に総括的な記載を行ない その結果に基づいて重点的な研究の対象・方向を決定する。

(5) 広域物理探査

差当り次期計画の調査対象となる52図幅地域について 空中磁気探査を行ない その結果を地質図にオーバーラップさせて出版する。また 恒久的な地震観測所:1 臨時観測所:2を設置する。これにより 従来ブランクになっていたアラビア半島における地震観測が可能となる。臨時観測所(2~5年間)は 世界的にも重要な地殻変動地帯である紅海沿岸に設置されよう。

(6) 紅海プロジェクト

紅海が学問的にもきわめて高い関心を集めている地域であることはいうまでもない。今迄 サウジアラビア国がこの研究に対して行なった援助また研究実績は 国際的にも高く評価されている。次期5年間にも 次のような内容でこのプロジェクトを推進する。

- (イ) 石油会社の有する新生界の層序・地質構造に関する資料の収集・解析
- (ロ) 重要地域における空中磁気探査の継続
- (ハ) 専門家達による海洋地質調査事業の後援
- (ニ) 紅海底の鉱化作用の研究と 鉱床の探査

4.4 鉱物探査事業

基礎的な調査・研究を重視するといっても 鉱物資源の探査により重点がおかれているのはいうまでもない。第2表は その事業内容と各項目別の人員配分を示したもので これからも明らかなように 基礎的地質調査事業の約2倍の人数が割当てられている。この中で最も重点が置かれているのは 地域別非金属鉱床の調査と 金属鉱床の調査・評価である。以下 これら重点項目を中心に説明する。

(1) 対象となる金属鉱床の選定 その調査および評価

従来の調査結果に基づき とくに重要と考えられる鉱床地帯5地域(前章の(3)と関連する)について 地質調査と連繋して地表の兆候を調べ かつ地化探を行なう。

この結果に基づいて選んだ有望鉱床（5年間に40ヵ所内外）について 鉱床調査を行なう。 その結果絞られた重要鉱床については精密な開発調査を行ない 開発可能性の有無について結論する。 次期5年の間に このような精査の対象となる鉱床が少なくとも5ヵ所は発見されると期待される。

(2) 地域別非金属鉱床の調査

新5年計画で最大の人員割当てが行なわれているプロジェクトである。 具体的には 工業化計画による地域割に基づいて各地域毎に1人の地質家を割り振り この地質家はその地域の工業原料鉱物資源を総括する。 対象鉱種の選定は工業化計画と関連させて行ない かつ必要に応じて各種専門家の援助を要請できるとされている。

(3) 被覆岩プロジェクト

被覆岩とは ここでは基盤の楕状地を覆う古生代以後の岩層を意味している。 従来 楕状地以外の地域では金属鉱床の探査は全く行なわれていなかった。 しかし世界各地の例から見て この地域に鉛・亜鉛やウラン・バナジウム等の鉱床が賦存することも期待できる。 具体的には 次のような内容の仕事が予定されている。

- (イ) 石油や水資源探査で行なわれた試錐データの再検討
- (ロ) 基盤との不整合面 その他の重要な構造的要素を決定するための 重力・磁気・地震などのデータの利用
- (ハ) 地域的な地質構造の決定
- (ニ) 層位学的・堆積学的検討
- (ホ) 地表での鉱化作用の兆候に関する局地的な調査

以上が第1段階で 第2段階には地質精査・重力および磁気探査・放射能探査・地化探・試錐などが必要に応じて実施されよう。

(4) 石材・燐鉱・岩塩の調査

非金属鉱床のなかでも 石材・燐鉱などはかなり調査も進んでおり 一部はすでに開発されている。 そのため とくに個々の鉱種について具体的な方針が提案されている。 たとえば 大理石等の石材については モデル採掘場の開設 マーケティングなどが計画に折り込まれており 燐鉱については すでにかなり行なわれている選鉱試験に加えて 具体的開発のための採鉱・選鉱・運搬等のコストの検討が行なわれることになっている。 なお岩塩については まだ調査が不十分であり まず専門家を招へいして分布図を作製し その後に開発調査に入ることになろう。

第2表 鉱物探査事業の内容と努力配分

鉱種別	事業内容	人数/5年計	
楕状地の金属 鉱床	1 調査対象鉱床の選定	15	68
	2 個々の鉱床の調査	30	
	3 鉱床の評価	10	
	4 サワウイン鉄鉱石研究の完成	2	
	5 金銀鉱化作用の研究	4	
	6 銅亜鉛鉱化作用の研究	4	
	7 ニッケル・クロム・アスベストの調査	3	
非金属鉱床	8 地域別非金属鉱床の調査	50	71
	9 石材プロジェクト	8	
	10 蒸発成鉱床の研究	5	
	11 燐鉱石研究の継続	8	
古生代以後の 金属鉱床	12 被覆岩プロジェクト	30	30
その他	13 鉱業用水資源の調査	2	25
	14 特定鉱床地帯の水資源	5	
	15 広域的鉱物ポテンシャルの総括	8	
	16 その他の重要鉱物の研究	10	

総計 194人

(5) その他

以上の他にも Sawawin鉄鉱石の利用研究・各種金属鉱床の成因論的研究・資源論的総括・水資源の調査などがあげられているが とくに強調すべきこともないので省略する。

5. あとがき

以上 やや冗長になった嫌いはあるが サウジアラビアの地質・鉱床の概況 鉱物資源探査事業の現況と将来などについて紹介した。

新5カ年計画に見られるように この国の調査事業は従来に較べてより計画的に またより足を地につけた方向に移行しつつある。 なお 新計画に従事する地質家・物探家の数は現在のレベルを維持することになっており とくに幾つかのプロジェクトについては それぞれの計画内容に沿った専門家の招へいを予定している。

産油国への技術協力の重要性が強調される折柄 同国のこのような事情に十分マッチした協力がなされることを希望してやまない。

最後に 3年間の筆者の同国滞在中 常に好意ある励ましと支援を頂いたF. K. カッパーニ博士を初めとする鉱物資源局の関係者の方々 また田村秀治・高杉幹二両大使を始めとする在サウジアラビア日本大使館の方々に深甚な謝意を表するとともに 平山団長以下第7次調査団の方々の一層の活躍をお祈りして結びとする。

(筆者は 鉱床部)