

No. 15

モロッコ王国ハウス平原地域

資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

平成2年3月

国際協力事業団
企画開発事業部

CR5

モロッコ王国ハウズ平原地域
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

JICA LIBRARY



1080254141

2010

平成2年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

20717

は し が き

日本国政府はモロッコ王国政府の要請に応え、同国の中西部に位置するハウズ平原地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和62年度から平成元年度までの3ケ年にわたって実施され、モロッコ王国政府機関の協力を得て、予定通り完了した。本報告書は3ケ年の調査結果をまとめたものである。

おわりに、本調査の実施にあたって御協力をいただいたモロッコ王国政府機関ならびに外務省、通商産業省、在モロッコ日本大使館、その他の関係各位に衷心より感謝の意を表すものである。

平成2年2月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

金属鉱業事業団

理事長 福原元一

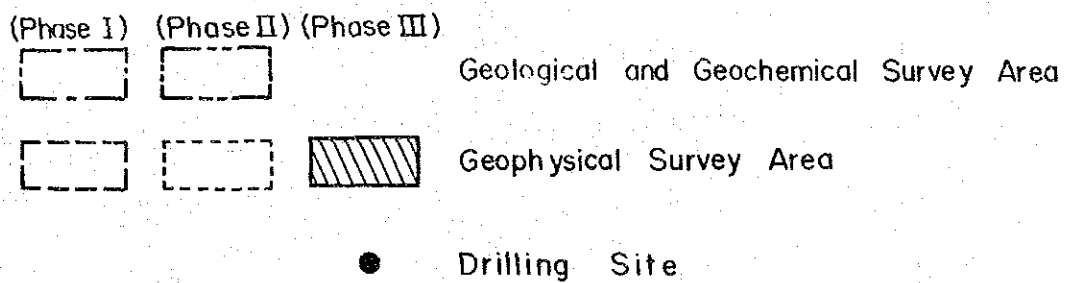
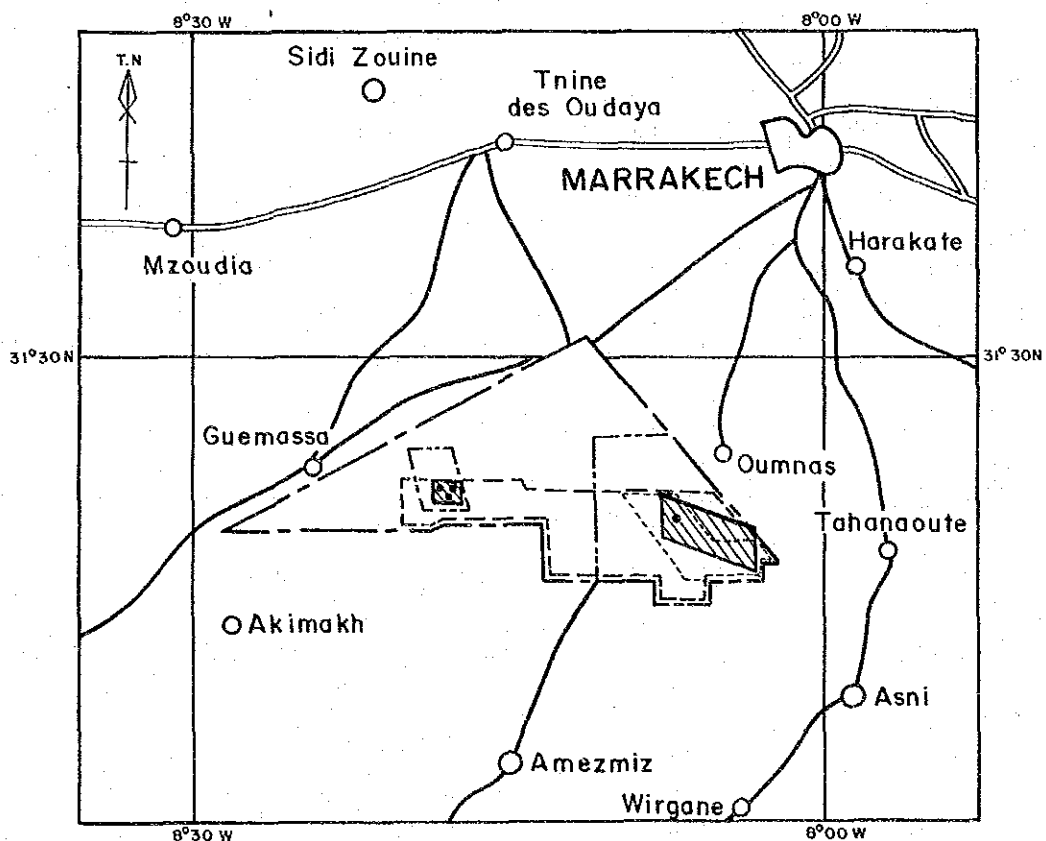
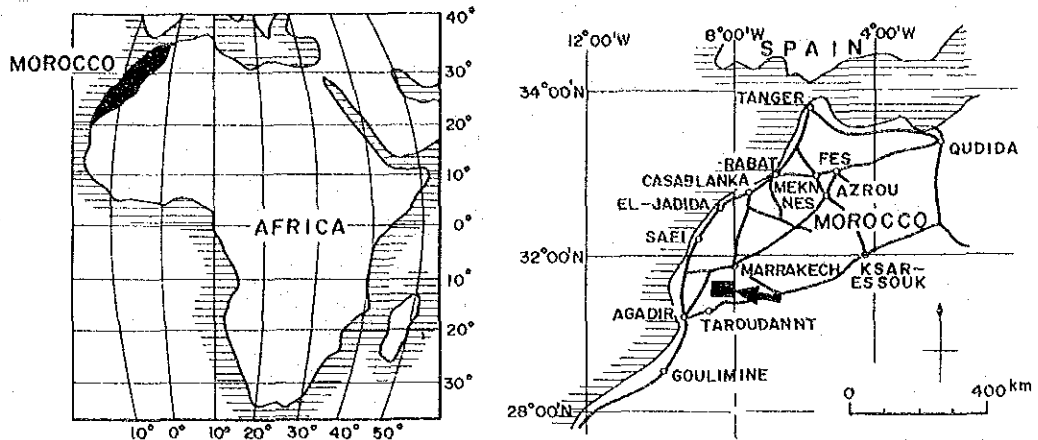


Fig. 1 Location Map of the Survey Area

要 約

本報告書は、モロッコ王国ハウズ平原地域において、1987年から1989年に至る3年間にわたって実施された資源開発協力基礎調査の調査結果をとりまとめたものである。本調査の目的は、ハウズ平原地域において地質状況を解明し、鉱床賦存状況を把握することにある。

ハウズ平原地域は、モロッコ王国の首都Rabatの南南西約330kmに位置し、面積は350km²である。本地域に対して、次のように地質調査・地化学探査、物理探査（CSAMT法・重力法・IP法）、ボーリング調査を段階的に実施した。

地質・地化学探査（第1年次）：面積350km²、試料数215個

地質・地化学探査（第2年次）：面積46km²、試料数282個

CSAMT法探査（第1年次）：面積150km²、測点数302点

重力法探査（第2年次）：面積40km²、測点数745点

IP法探査（第2・3年次）：測線30本、測線延長52.8km

ボーリング調査（第3年次）：深度400m×4本、総延長1,600m

これら一連の調査により、本地域の地質状況、鉱床の賦存状況などが徐々に明らかとなり、鉱床賦存の有望地区として東部地区（Hajar-Amzourh地区）と西部地区（Frizem地区）が抽出され、さらに鉱床賦存の可能性の高い層準としてHajar層準とFrizem層準が抽出された。

(1) 地質調査・地化学探査

本地域には、主として泥岩・泥灰岩起源の準片岩・片岩類よりなる石炭～二疊系が分布する。しかし、その露出は断片的で、地表部は第四紀層に広く覆われている。準片岩・片岩類中には、引摺褶曲と片理面断層が無数に発達し、複雑な覆瓦構造を呈するが、全体的には北東へ緩傾斜する。

準片岩・片岩類中には、酸性火山岩・同質火山砕屑岩・火砕岩起源の緑色岩を主とする層準—Hajar層準とFrizem層準が発達しており、ゴッサンなどの鉱徴及び銅・鉛・亜鉛などの地化学異常はこの2層準に集中している。

本地域の鉱床としては、Hajar鉱床が知られている。Hajar鉱床は磁硫鉄鉱に富み、火山性堆積鉱床の特徴を有している。すなわち、その主要部は鉛・亜鉛に富む層状鉱体で、その下部に銅・亜鉛に富む網状鉱を随伴している。

(2) 物理探査

CSAMT法探査では、第四紀被覆層が低比抵抗帯を構成すること、深部の基盤岩類中にくい込む凹状の低比抵抗異常帯が存在することなどを明らかにした。この異常帯はHajar層準分布域に集中することが推察された。

重力法探査では、基盤岩類の露出域、被覆層の浅い部分、基盤の隆起部などが高重力帯として把握された。

IP法探査では、Hajar鉱床域のほかに、Hajar南西域、Lamrah地区、Frizem西部地区などで、低比抵抗帯を伴う強い伏在IP異常帯を確認した。これらのIP異常帯は、程度の違いはあるが磁気異常を随伴しており、鉱床賦存の可能性を示すものと推定された。

(3) ボーリング調査

ボーリング調査は、Lamrah地区とFrizem西部地区で実施した。その結果、4孔とも、銅・鉛・亜鉛鉱化帯を捕捉した。しかし、鉱石部は広範囲に賦存するが、いずれも小規模・低品位の網状鉱～鉱染鉱であった。これらの鉱石部は、開発対象とはなりえぬが、大規模堆積性塊状鉱床の下位又は周辺部を構成する鉱徴であろうと推察された。

(4) 今後の展望

- ① Hajar鉱床の南西域には、弱いIP異常が認められるので、その原因を解明することが望ましい。
- ② Frizem地区では、比較的浅所で大規模・高品位塊状鉱床の賦存を期待するのは難しい。しかし、深部では塊状鉱床が存在する可能性が残されているので、研究・調査を続けることが望ましい。

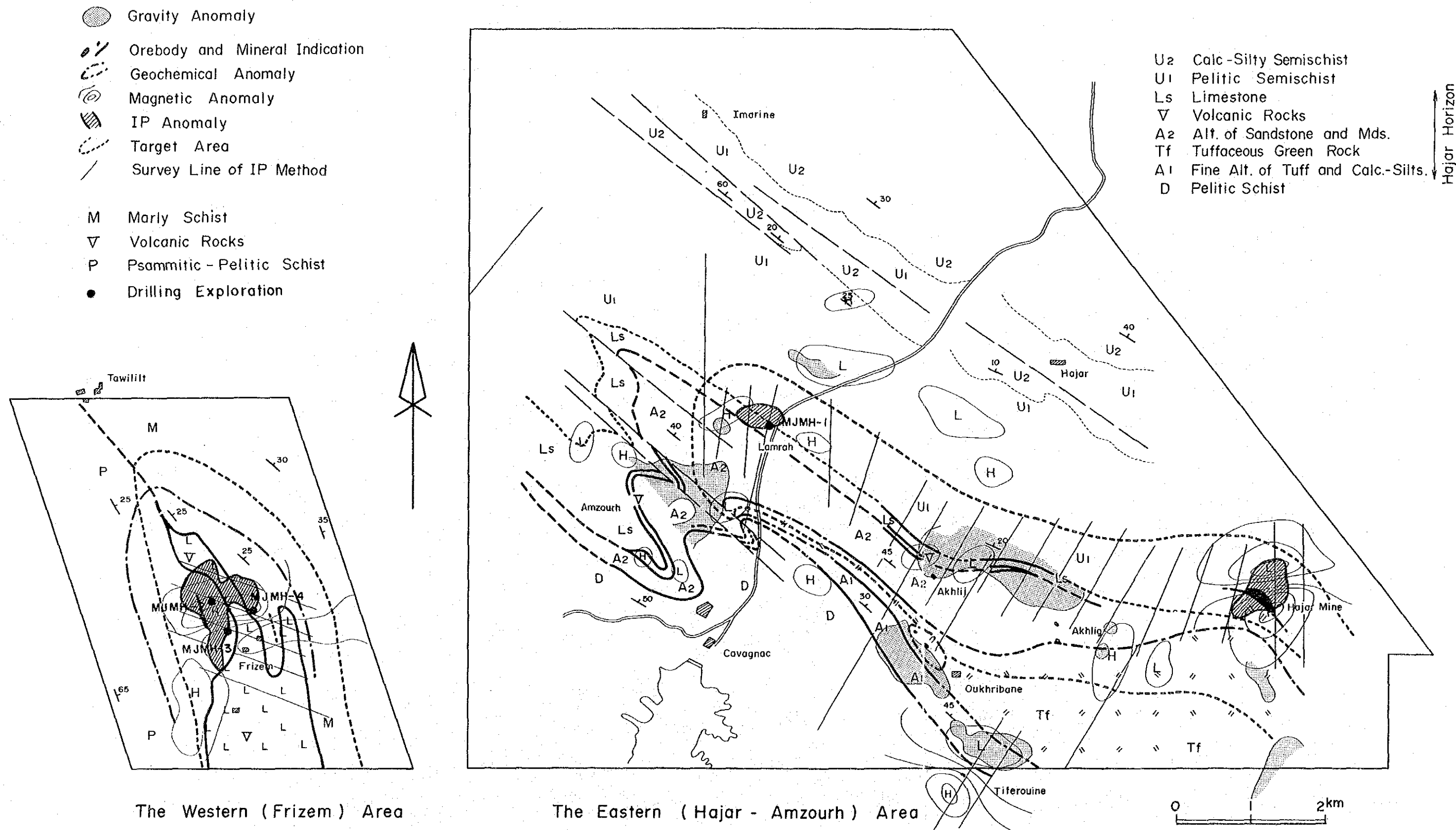


Fig. 2 Synthetic Map of the Exploration Results

目 次

| | |
|---------------|--|
| は し が き | |
| 調 査 位 置 図 | |
| 要 約 | |
| 調 査 結 果 総 括 図 | |
| 目 次 | |
| 付 図 付 表 一 覧 | |

第 I 部 総 論

| | |
|-----------------------------|----|
| 第 1 章 調 査 概 要 | 1 |
| 1-1 調 査 地 域 及 び 調 査 目 的 | 1 |
| 1-2 調 査 方 法 及 び 調 査 量 | 1 |
| 1-3 調 査 期 間 及 び 調 査 団 員 | 1 |
| 第 2 章 調 査 地 域 の 状 況 | 5 |
| 2-1 位 置 ・ 交 通 | 5 |
| 2-2 調 査 環 境 | 5 |
| 2-3 モ ロ ッ コ の 鉱 業 事 情 | 6 |
| 第 3 章 従 来 の 調 査 | 7 |
| 第 4 章 調 査 周 辺 地 域 の 地 質 概 要 | 9 |
| 4-1 モ ロ ッ コ の 地 質 概 要 | 9 |
| 4-2 周 辺 地 域 の 地 質 概 要 | 10 |
| 第 5 章 結 論 及 び 提 言 | 11 |
| 5-1 結 論 | 11 |
| 5-2 将 来 へ の 提 言 | 11 |

第 II 部 各 論

| | |
|---------------------------|----|
| 第 1 章 地 質 調 査 ・ 地 化 学 探 査 | 13 |
| 1-1 地 質 概 況 | 13 |
| 1-2 地 質 構 造 | 14 |
| 1-3 鉱 化 作 用 | 15 |
| 1-4 地 化 学 探 査 | 17 |

| | |
|-------------------------------|----|
| 第2章 物理探査 | 19 |
| 2-1 CSAMT法 | 19 |
| 2-2 IP法 | 21 |
| 2-3 重力法 | 23 |
| 第3章 ボーリング調査 | 25 |
| 第4章 総合検討 | 27 |
| 4-1 酸性火山岩の生成年代 | 27 |
| 4-2 Hajar鉱床の特徴 | 28 |
| 4-3 手法別物理探査結果の対比 | 29 |
| 4-4 ボーリング調査結果の検討 | 30 |
| 4-5 ボーリング調査結果と物理探査結果の対比 | 31 |
| | |
| 第Ⅲ部 結論及び提言 | |
| 第1章 結 論 | 33 |
| 第2章 将来への提言 | 34 |

第 I 部 總 論

第1章 調査概要

1-1 調査地域及び調査目的

調査の対象であるハウズ平原地域 (Haouz Central Area) は、モロッコ王国の中西部、首都Rabat (ラバト) の南南西約 330kmに位置する面積350km²の三角形の地域である (Fig. 1)。

本調査の目的は、本地域の詳細な地質状況を解明することにより、塊状鉄床の賦存状況を把握することである。調査は相手国機関、資源開発投資公社 (BRPM) の協力を得て実施された。

1-2 調査方法及び調査量

各年次の調査方法及び調査量を、Fig. 3及びFig. 4調査フロー・チャートに示す。

第1年次は、地質調査・地化学探査及び物理探査CSAMT法を実施し、鉄床賦存が有望な地区として、東部地区 (Hajar-Amzourh地区、面積 34km²) 及び西部地区 (Frizen地区、面積 12km²) の2地区を選定した。

第2年次は、上記2地区に対して、地質精査・地化学精査及び物理探査IP法及び重力法を実施し、鉄床賦存が期待される地区として、Hajar層準伏在域 (面積 15km²) 及びFrizen鉄床・異常帯 (面積4km²) を抽出した。

第3年次は、上記2地区に対してIP法物理探査及びボーリング調査を実施した。

1-3 調査期間及び調査団員

調査期間及び各年次の調査団員は次表に示すとおりである。

(1) 調査期間

| | Phase I | | | Phase II | | | | | | Phase III | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|---|---|-----------------|----|----|----|---|---|-----------------|---|---|---|---|---|------|----|----|----|---|---|---|
| | 1987 | | | 1988 | | | | | | 1989 | | | | | | 1990 | | | | | | |
| | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| Arrangement (in Japan) | 22/Sep | | | 11/Feb - 12/Sep | | | | | | 11/Feb - 11/Sep | | | | | | | | | | | | |
| Field survey (in Morocco) | 23/Sep - 13/Dec | | | 13/Sep - 22/Nov | | | | | | 12/Sep - 18/Dec | | | | | | | | | | | | |
| Data analysis, lab. test and report preparation (in Japan) | 15/Nov - 10/Feb | | | 1/Nov - 10/Feb | | | | | | 9/Nov - 15/Feb | | | | | | | | | | | | |

(2) 調査計画及び折衝調査団

| | | 日 本 側 | モ ロ ッ コ 側 |
|------|-------|------------------|--|
| 事前調査 | 団 長 | 藤 田 実 (MMAJ) | Assou LHATOUTE (BRPM) |
| | 団 員 | 高 倍 宣 義 (MFA) | Ahmed LOUALI (BRPM) |
| | 団 員 | 高 野 日 出 男 (MITI) | Hassan SEQQAT (BRPM) |
| | 団 員 | 上 木 隆 司 (JICA) | Allal TIJANI (BRPM) |
| 第1年次 | 企画・調整 | 鈴 木 洋 介 (MMAJ) | Assou LHATOUTE (BRPM) |
| | 企画・調整 | 土 田 富 美 子 (MMAJ) | Ahmed LOUALI (BRPM) |
| | 企画・調整 | 神 谷 夏 実 (MMAJ) | Hassan SEQQAT (BRPM) Allal TIJANI (BRPM) |
| 第3年次 | 企画・調整 | 佐 藤 直 樹 (MMAJ) | Assou LHATOUTE (BRPM) |
| | 企画・調整 | 小 岩 孝 二 (MMAJ) | Ali BENNANI (BRPM) Ahmed LOUALI (BRPM) El Bachir BARODI (BRPM) |

* J I C A : Japan International Cooperation Agency

MMAJ : Metal Mining Agency of Japan

MFA : Ministry of Foreign Affairs

MITI : Ministry of International Trade and Industry

BRPM : Bureau de Recherches et de Participations Minières

(3) 現地調査団

| | | 日 本 側 | モ ロ ッ コ 側 |
|------------------|---------------|----------------|--|
| 第 1 年 次 | 総括 | 中村仁一(MINDECO) | Abdeaziz MELLAL (BRPM) Mohamed BERRADA (BRPM) |
| | 地質・地化学探査 | 佐藤英太郎(MINDECO) | Abderrahim QALBI (BRPM) |
| | 地質・地化学探査 | 大坪良平(MINDECO) | |
| | 物理探査 | 木下和彦(MINDECO) | S a i d Q A S R I (BRPM) |
| | 物理探査 | 和田一成(MINDECO) | |
| | 物理探査 | 大橋 正(MINDECO) | |
| 第 2 年 次 | 総括 | 中村仁一(MINDECO) | Assou LHATOUTE (BRPM) A l i B E N N A N I (BRPM) Ahmed LOUALI (BRPM) Hassan SEQQAT (BRPM) A l l a l T I J A N I (BRPM) |
| | 地質・地化学探査 | 阿達一宏(MINDECO) | Abdelaziz MELLAL (BRPM) |
| | 地質・地化学探査 | 大坪良平(MINDECO) | Abderrahim QALBI (BRPM) |
| | 物理探査 | 斎藤 章(MINDECO) | Mohamed BERRADA (BRPM) |
| | 物理探査 | 和田一成(MINDECO) | S a i d Q A S R I (BRPM) |
| | 物理探査 | 大橋 正(MINDECO) | |
| | 物理探査 | 山崎辰男(MINDECO) | |
| | 物理探査 | 武藤宏和(MINDECO) | |
| 第 3 年 次 | 総括 ボーリング調査 | 中村仁一(MINDECO) | Abderrahim CHBIHI (BRPM) |
| | 物理探査 | 木下和彦(MINDECO) | Mohamed BERRADA (BRPM) |
| | 物理探査 | 大橋 正(MINDECO) | S a i d Q A S R I (BRPM) |
| | 物理探査 | 武藤宏和(MINDECO) | |

*MINDECO: Mitsui Mineral Development Engineering Co., Ltd.

BRPM: Bureau de Recherches et de Participations Minières

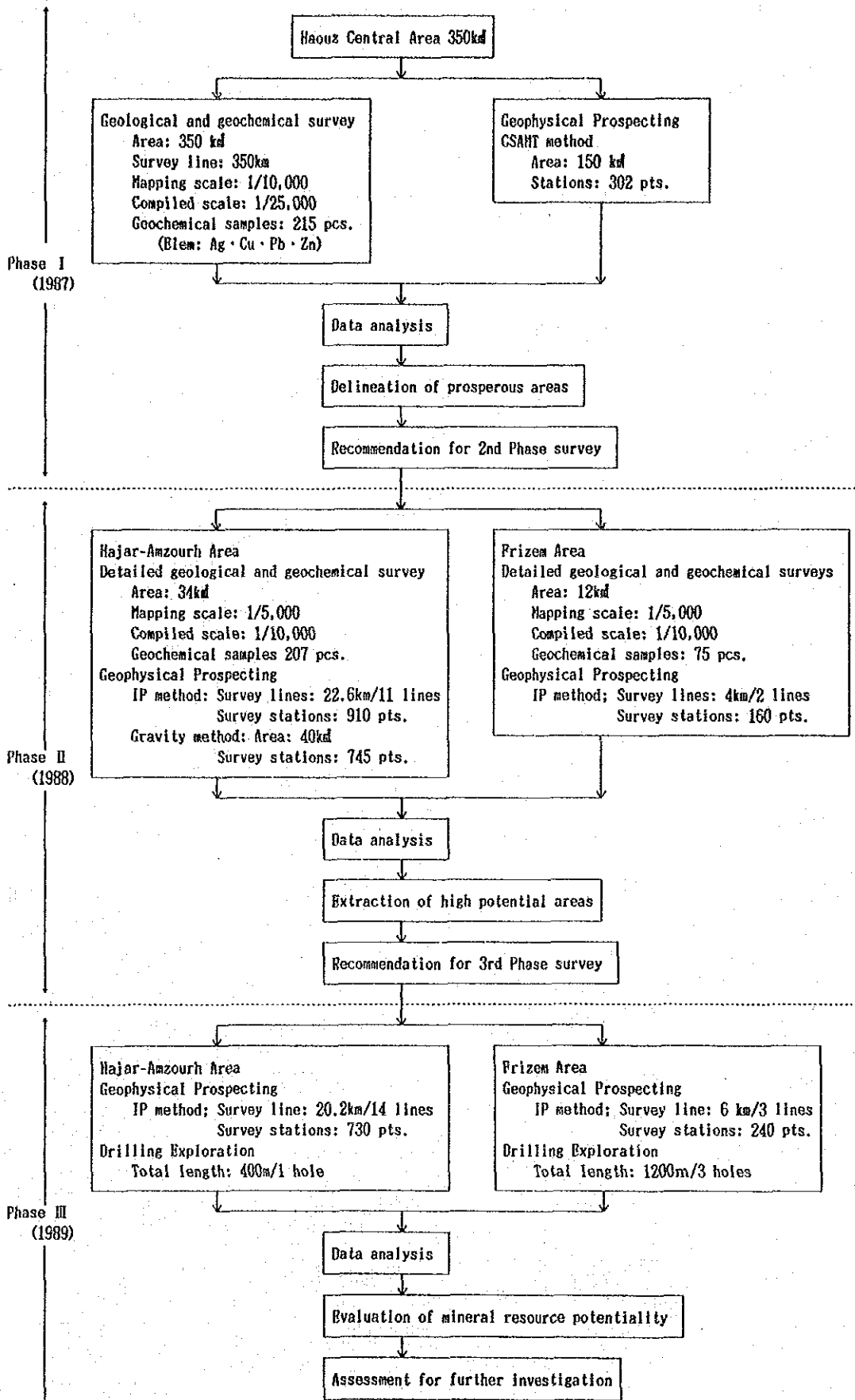


Fig.3 Flow Chart of Survey Progress

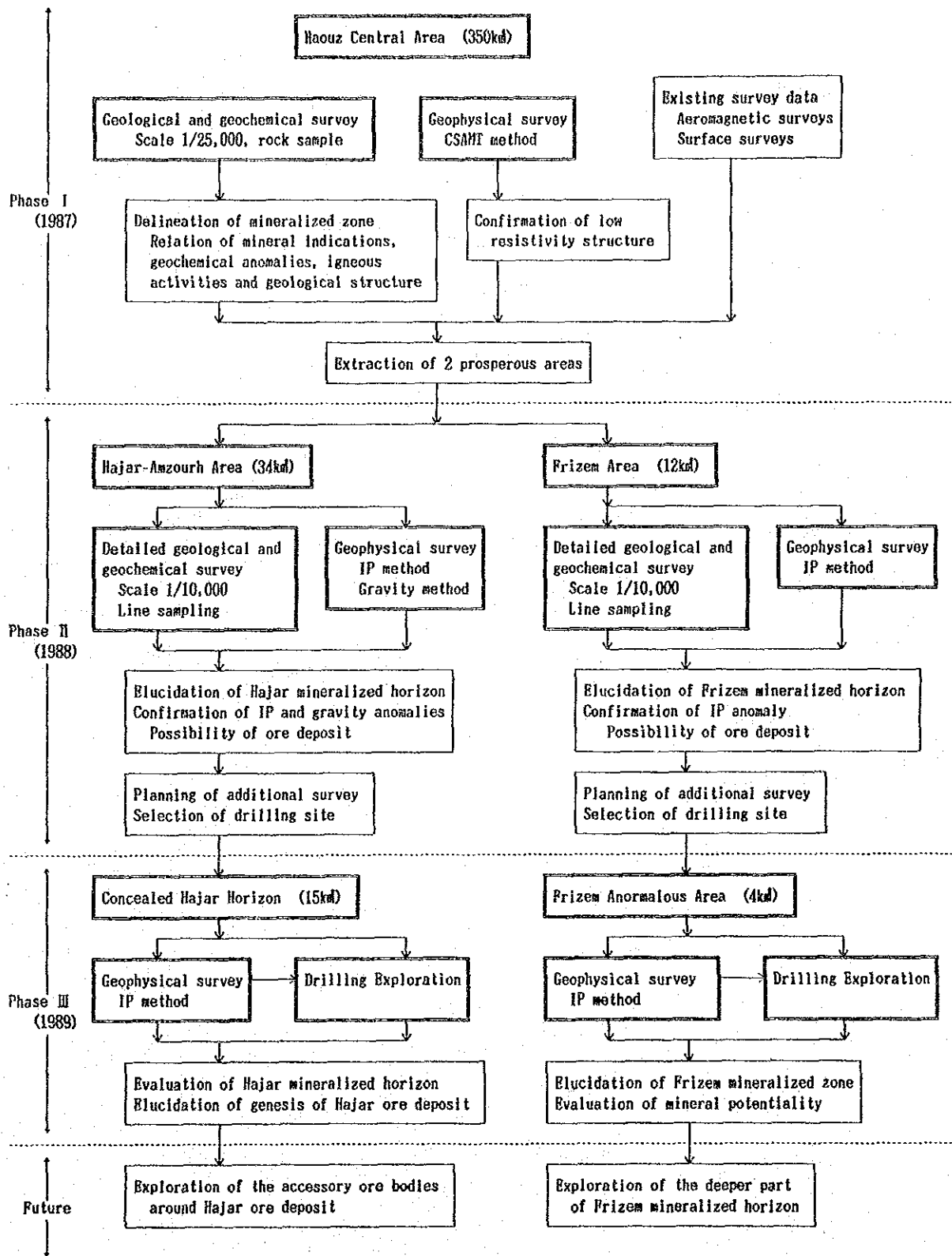


Fig.4 Flow Chart Showing the Extraction of Promising Areas

第2章 調査地域の状況

2-1 位置・交通

ハウズ平原地域は、モロッコ王国の中西部、北緯 $31^{\circ} 20' \sim 30'$ 、西経 $8^{\circ} 8' \sim 23'$ にある。Marrakech(マラケッシュ)市の南西方約30~40kmに位置し、行政区画上、主としてMarrakech州、Marrakech郡に属する。

首都RabatからMarrakech市までは、舗装道路及び鉄道が通じており、距離約330kmで4~5時間を要する。Marrakech市から調査地域へは、調査地域南東端のBarrage Cavagnac(バラージュ・カバニャック、約35km)、北端のDaoud(ダウド、約25km)に至る道路が通じており、交通至便である。

2-2 調査環境

本地域はHaut Atlas山脈の北側に位置しており、標高500~800mの丘陵地帯である。

古生層より成る基盤岩とこれを覆う新生代の堆積物が分布する。降雨時のみ流水がみられる小谷が不規則に多数分布しており、比較的起伏に富む。

本地域の気象は内陸性で寒暖の差が大きく、夏期は 40°C 以上、冬期は 0°C 以下となる。年間降雨量は300mm程度であり、降雨は10~11月と4~5月に集中する。本地域は雨期を除き乾燥しており、土漠状を呈し、植生は川筋のみに限られている。

住民はベルベル人で、主要河川沿いに小集落を造っている。水は井戸水にたより、羊の放牧、オリーブの栽培、雨期を利用した穀物栽培で生計をたてている。

Marrakech市は、南西方のサハラ砂漠地帯との交易の中心として、1,000年にわたる歴史を有する。最近では農産物・工芸品などの商業センターとしての機能のほか、観光都市として活況を呈している。人口は33万人でモロッコ第3位の規模である。

2-3 モロッコの鉱業事情

モロッコ王国の主要産業は、燐鉱石を中心とする鉱業と労働人口の50%が従事する農業である。同国の燐鉱石埋蔵量は630億トンと云われ世界第1位である。燐鉱石の生産はほぼ2,000万t/年で、燐鉱石と燐肥の輸出額は同国の総輸出額の40%以上を占めている。

同国の貿易収支は、1973年の石油ショック以後、石油代金の上昇と燐鉱石価格の下落などのため入超が続いている。輸入カバー率（輸出額/輸入額）は50%台に低迷しており、貿易収支の赤字を移転収支と資本収支で補っているのが同国の国際収支の現状である。

同国の財政は、1975年以後長期化した西サハラ紛争による戦費増や干ばつによる食料輸入増などのため赤字が恒常化した。対外累積債務は、1989年末には200億ドルに達し、対GNP比で150%を越えている。

同国の対外関係としては、歴史的に旧宗主国であるフランスを始めとするヨーロッパ諸国との関係が緊密である。日本との貿易関係では、モロッコ側の出超傾向が続いており、輸出入合計額は2~3億ドル/年であり、日本の占める比率は2~3%である。日本への輸出品目は、たこ・いかななどの水産物が70%強、燐鉱石が30%弱を占めている。輸入品はほとんどが機械製品である。

モロッコ王国は、燐鉱石のほか鉛・銅・亜鉛・銀・マンガン・鉄・重晶石なども生産・輸出しており、コバルト・ニッケル・クロム・ウラン・螢石などの鉱床も知られている。鉱業の振興は農業開発とともに同国の重点課題となっている。

第3章 従来 の 調 査

本地域の本格的探鉱調査としては、1968年、エネルギー鉱山省がカナダのGeoterrax社に依頼して空中磁気・電磁探査を実施した。これらの調査で多数の磁気異常帯及び比抵抗異常帯が捕捉された。1984年、フランスのBRGM (Bureau de Recherches Geologiques et Minieres) の協力による上記探査データの再解析・再検討が実施され、1985年、BRPMは顕著な磁気異常帯に対してボーリング調査を実施し、本調査地域東端のHajar(ハジャール)地区で、地表下 200～400mに伏在する銀・銅・鉛・亜鉛 塊状硫化物鉱床を確認した。

Hajar鉱床については、ボーリング調査27本のほか、立坑及び横坑が開削され、鉱量は約1,600万t、品位はAg 74 g/t、Cu 0.86%、Pb 2.78%、Zn 9.45%と試算された。

1988年2月、Hajar鉱山の開発のため、BRPM及びONA (Omnium Nord Africain) の出資により、CMG (Companie Miniere des Guemassa) が設立され、現在開発・試験操業中である。

Hajar地区以外では、Frizem (フリゼム)、Amzourh (アムズール)、Tiferouine (ティフルイン)、Mjed (ムジェド) など主要な磁気異常を示す各地区で、1985～1986年、地上物理探査・ボーリング調査が実施されたが、顕著な鉱床の発見には至っていない。

なお、周辺地域に対しては、1985年、アラブ鉱業㈱の出資でイギリスのHunting社による空中磁気・電磁・放射能探査が実施された。

本地域の既往調査の概要は次表 (Tab. 1) のとおりである。

Tab. 1 List of the Past Exploration in the Haouz Central Area

| 地 区 | 年 | 調 査 方 法 | 実 施 機 関 | 結 果 |
|---------------------|-------|---------------------|------------------|---------|
| 全 域 | 1968 | 空中磁気・電磁探査 | Geoterrrex-鉱山省 | パイポール |
| | 1984 | 空中探査データ再解析 | BRGM-BRPM | 磁気異常確認 |
| | 1985 | 1/50,000 地質調査 | BRGM-BRPM | |
| 周辺地域 | 1985 | 空中磁気・VLF・放射能 | Hunting-AML・BRPM | |
| | 1985 | 地上磁気・重力・流電電位 | BRPM | |
| H a j a r | 1985 | ボーリング (27本) | BRPM | 硫化物鉱床確認 |
| | ~1987 | 立坑 (235m)・横坑 (293m) | BRPM | |
| | 1978 | ボーリング (1本) | BRPM | |
| F r i z e m | 1986 | 地質・磁気・SP・VLF・重力 | BRPM | |
| | 1987 | ボーリング (9本) | BRPM | 低品位 |
| A m z o u r h | 1985 | 地質・磁気・S P | BRPM | |
| | 1986 | ボーリング (2本) | BRPM | 磁硫鉄鉱鉱染部 |
| T i f e r o u i n e | 1986 | 磁気・重力・ボーリング (3本) | BRPM | 磁硫鉄鉱鉱染部 |
| T i f r a t i n e | 1987 | ボーリング (1本) | BRPM | 磁硫鉄鉱鉱染部 |
| M j e d | 1986 | 磁気・重力・ボーリング (1本) | BRPM | 磁硫鉄鉱鉱染部 |
| E l H a f o u d i | 1986 | 磁気・重力探査 | BRPM | |
| A k h l i j | 1987 | ボーリング (1本) | BRPM | 小規模鉱床確認 |

第4章 調査周辺地域の地質概要

4-1 モロッコの地質概要 (Fig. 5)

アフリカ大陸の大部分は汎アフリカ造山運動 (Pan-African Orogeny) の終了した古生代初頭に安定化し、剛塊化 (craton) したが、モロッコを含む西アフリカ・クラトンの北縁部は変動帯 (mobile zone) として残り、古生代以後も地向斜活動や造山運動の場となった。

モロッコの国土は 3,000~4,000m 級の山々より成り、約 2,000km にわたって東北東方向へ連続する Atlas 山脈により南北に分断されている。Atlas 山脈は古生界を基盤として発達した中生代の地向斜で、第三紀のアルプス (Alpine) 造山運動により隆起したものである。モロッコの地質構造は、中央部の Atlas 帯、南部の Anti Atlas 帯、及び北部の Rif (リフ) 帯に区分される。

Atlas 帯は、ENE 方向に延びる Haut Atlas (高アトラス) 帯、これより NE 方向へ分岐する Moyen Atlas (中アトラス) 帯、及び Moyen Atlas 帯の東西両側に広がる Meseta (メセタ) 帯に細分される。Atlas 帯の中心部はテーティス海の家侵によって堆積したジュラ系より成り、Meseta 帯は主として古生界より成る。本調査地域は、Meseta 帯の Haut Atlas 帯への接合点付近に位置している。本 Atlas 帯の褶曲構造は、鋭角の背斜と浅い向斜の繰返して特徴付けられる。

Anti Atlas 帯は、先カンブリア系剛塊の縁辺部に発達した古生代の地向斜で、古生代末~中生代初期のヘルシニア (Hercynian) 造山運動により隆起した。隆起の中心部には先カンブリア系を核とし、古生界下部の変成岩類が分布している。

Rif 帯は、古生界を基盤とする中生代~第三紀の地向斜であり、アルプス造山運動により北方より南方へのナッペ (nappe) 群が形成された。

4-2 周辺地域の地質概要

ハウズ平原地域は、NE-SW方向に延びるMeseta帯がENE-WSW方向に延びるHaut Atlas帯に接合する位置にあり、石炭～二畳系が分布するが、地表部のほとんどが新第三紀～第四紀の堆積物に覆われている。

本地域の石炭～二畳系は、主として泥質・泥灰質の片岩・準片岩より成り、酸性火山岩類を挟在する。地層のトレンドは、北部ではN-Sであるが、南東部ではWNW-ESEに方向を変えている。本石炭～二畳系は、北東方へはJebilet(ジェビレット)山地を経て、Central山地へ断続分布し、南東方へはHaut Atlas帯へ入り、西側のカンブリア-オルドビス系及び東側のジュラ系の間で尖滅する。

本地域は、地質構造上、南側のHaut Atlas帯と北側のMeseta帯及びMoyen Atlas帯を分ける大向斜構造の軸部を占めている。

本地域の鉱床は、石炭～二畳系中に胚胎しており、東部地区のHajar鉱床のほか、西部地区のFrizen鉱徴帯が知られている。Hajar鉱床は地表下150～500mに伏在する層状硫化物鉱床であり、Frizen鉱徴帯はレンズ状～塊状の鉱染帯及び硫化物を伴う炭酸塩-石英脈である。

本地域の鉱床及び鉱徴帯は、酸性火山活動と密接な関係を有しており、鉱床は特定の層準に胚胎していると考えられる。鉱床胚胎層準として特に重要なのは、酸性火山岩・同質火山碎屑岩・シルト岩・砂岩・凝灰質泥岩・石灰岩などの互層より成るHajar層準、及び酸性火山岩・同質火山碎屑岩より成るFrizen層準である。

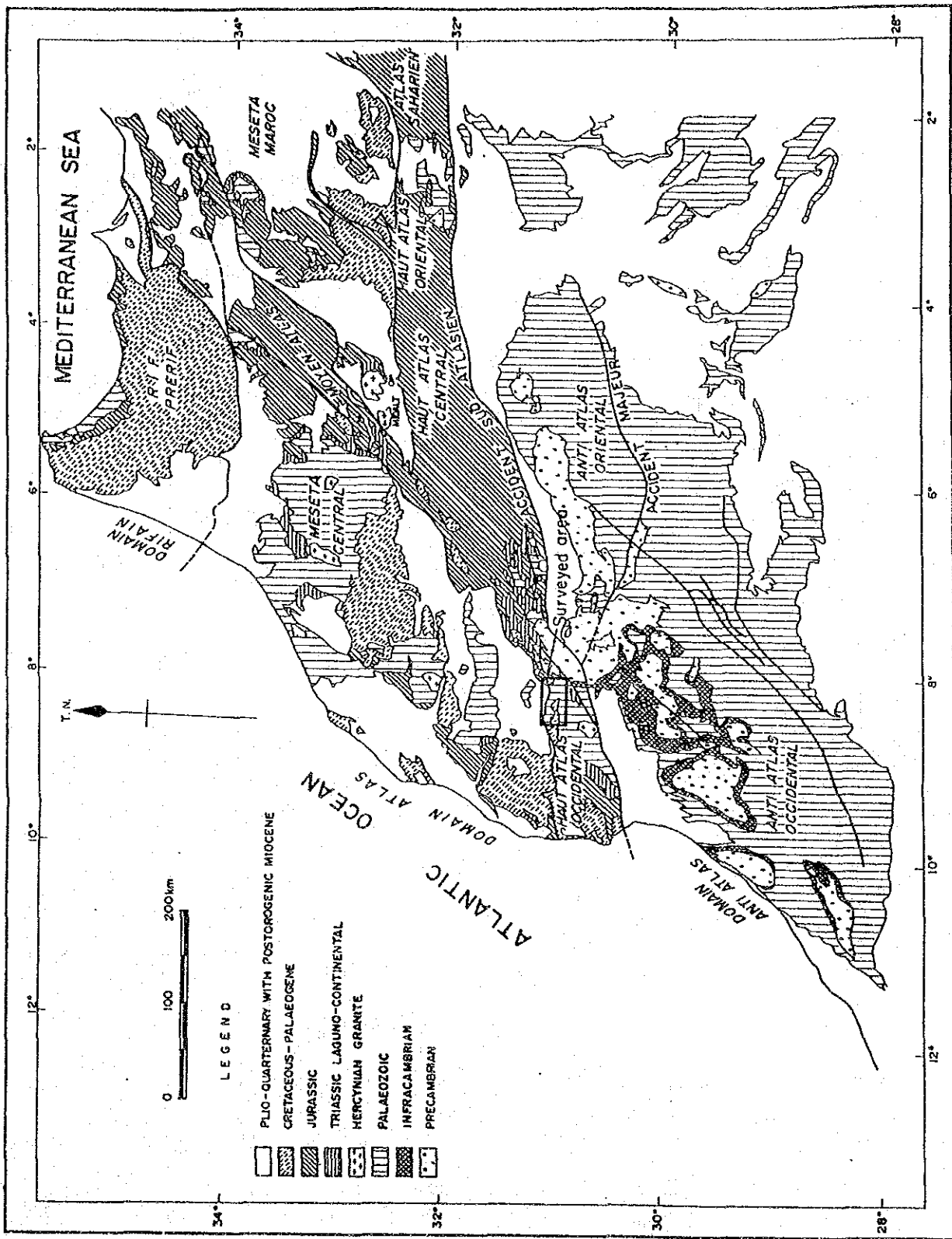


Fig. 5 Geotectonic Map of Northern Morocco

第5章 結論及び提言

5-1 結 論

(1) 本地域の鉱床は、石炭～二疊系中に胚胎する堆積性銅・鉛・亜鉛硫化物鉱床である。鉱床は海底火山活動に関連して生成しており、酸性火山岩類で特徴付けられる特定の層準 - Hajar層準とPrizem層準に限って胚胎している。

(2) 地質調査・地化学探査、物理探査 CSAMT法・重力法・IP法などの一連の調査を段階的に実施することにより、Hajar南西域、Lamrah地区及びPrizem西部地区を鉱床賦存の可能性の高い物性異常帯として抽出した。

(3) Lamrah地区及びPrizem西部地区を選定し、ボーリング調査を実施した。その結果、実施した4孔いずれも銅・鉛・亜鉛鉱化帯を捕捉した。鉱石部は広範囲に分布するが、いずれも小規模又は低品位の鉱染鉱・網状鉱・脈状鉱であった。これらの鉱石部は、直ちに開発対象とはなりえぬが、大規模堆積性塊状鉱床の下位又は周辺部の鉱化作用を示すものと推察された。

5-2 将来への提言

(1) Hajar鉱床の南西域には、弱いIP異常が認められるので、その原因を解明することが望ましい。

(2) Prizem地区では、比較的浅所で大規模・高品位塊状鉱床の賦存を期待するのは難しい。しかし、IP異常が深部へ向い強度を増す傾向が認められることから、深部では塊状鉱床が存在する可能性も考えられるので、開発の経済性を考慮した上で、研究・調査を続けることが望ましい。

第Ⅱ部 各 論

第1章 地質調査・地化学探査

1-1 地質概況

ハウズ平原地域における基盤岩類の露出は断片的で、多数の小地塊に分断され露出している。本地域の基盤岩類は、主として石灰質泥岩を起源とする準片岩・片岩類より成り、古生代石炭系～二疊系に対比される (Fig. 6, Fig. 7)。

(1) 東部地区 (Hajar-Amzourh地区)

東部地区に分布する基盤岩類は、下位より、泥質片岩、互層帯 (Hajar層準)、泥質準片岩、石灰質・珪質準片岩に大別される (Fig. 8)。

このうち互層帯は、凝灰岩-石灰質シルト岩細互層、凝灰岩・酸性火砕岩、シルト岩-泥岩互層、泥質片岩、酸性火山岩、石灰岩-泥岩互層など多様な岩相よりなり、本地区の鈳化層準として重要である (Fig. 9)。

本地区の南東端に位置するHajar鈳床の鈳床母岩は、いわゆる緑色岩であり、鈳床下盤に厚く分布する。本岩は、通常、細粒で暗緑色を呈し、微細な縞状構造を有し、粘板岩様であるが、一部で径1mm～2mmの白色斑晶を有しており、凝灰岩・酸性火砕岩起源であると推定される。

緑色岩は、Oukhribane地塊に露出しており、石英脈ゴッサンを伴っている。本岩のK-Ar年代は、 $297 \pm 15 \text{Ma}$ であり、この年代は石炭系上部に対応する。

酸性火山岩は、向斜構造を造って、Amzourh地塊に分布する。本岩は鈳化作用を伴う火山活動の最末期を代表すると推定される。本岩のK-Ar年代は、 $294 \sim 303 \pm 15 \text{Ma}$ であり、この年代は石炭系上部に対応する。

本地区の貫入岩としては、流紋岩、石英安山岩、安山岩などがあり、岩脈又はパイプ状形態を示す。

(2) 西部地区 (Frizem地区)

西部地区の基盤岩類は、下位より、シルト質・泥質片岩、酸性火山岩類、泥灰質片岩、シルト岩-泥岩互層、泥灰岩・泥質片岩、泥質片岩に区分される (Fig. 10)。

このうち鈳化層準として重要なのは、酸性火山岩類 (酸性火山岩・同質火砕岩) である。Frizem東部鈳化帯は酸性火山岩類直上の泥灰質片岩中に胚胎し、Frizem西部鈳化帯は直下の千枚岩-シルト岩細互層中に胚胎している。

酸性火山岩類は、Frizem付近では見掛幅 0.8kmの規模であるが、北方で尖滅し、南方へ規模を増大する傾向を示すが第四紀層に被覆される。本岩は極めて不規則な形態を示すが、これは本岩が緩傾斜であることと、堆積後変形・転移を蒙ったためと推定される。

本岩は淡灰色～暗褐色を呈し、比較的塊状で石英・斜長石から成る斑状組織を示す溶岩相と軽石片を含み葉理が発達する火砕岩相とがある。本岩のK-Ar年代は、 328 ± 16 Maであり、この年代は石炭系中部に対比される。

本地区の貫入岩としては、片理面断層に沿って貫入した輝緑岩がある。

1-2 地質構造

本地域の基盤岩類は片岩化作用を蒙っているため、その地質構造は片理構造に強く規制されている。片理面及び層理面の方向・傾斜は、ミクロ的にはほぼ一致することが多いが、マクロ的には必ずしも一致しない。片理構造は広域的に安定し変化が小さいが、層理構造は変化に富む。層理構造は、通常、片理構造によって著しく変形・騒乱されている。

準片岩・片岩類中には、ほぼ数10mの間隔で片理面断層が発達し、地層をブロック化している。各ブロック内には複雑な引摺褶曲が発達し、その上数mm～数cmの間隔で、片理面節理が発達し段階的な転移を与えている (Fig. 11)。

本地域では通常、多数の片理面断層と引摺褶曲により覆瓦構造が発達している。

東部地区では、片理構造はWNW-ESE方向でNNEへ急傾斜するが、層理構造は略同方向であるが、引摺褶曲と波状褶曲を繰返し、全体的にNNEへ緩く傾斜する。

西部地区では、片理構造はNNW-SSE方向でENEへ急傾斜するが、層理構造は複雑な引摺褶曲と覆瓦構造を繰返し、全体的にENEへ緩く傾斜する。

北部地区では、片理構造と層理構造はN-S方向、E傾斜となる。

1-3 鉍化作用

本地域の鉍床・鉍徴は、東部地区では、Hajar層準中に集中し、西部地区では、Frizem層準の上下盤近辺に集中している (Tab. 2)。

(1) 東部地区

① Hajar鉍床

Hajar鉍床は、地表下 150~400mに伏在する銅・鉛・亜鉛・硫化物鉍床であり、地表部は層厚約 120mの第四紀層で被覆されている。鉍床はいわゆる緑色岩中に胚胎する。鉍体規模は、水平方向 300m、落し方向 400m、最大層厚 100mである (Fig. 12)。

主要鉍石鉍物は、黄銅鉍・方鉛鉍・閃亜鉛鉍・磁硫鉄鉍である。母岩の変質としては珪化、粘土化・緑泥石化が顕著である。

ほぼ70m間隔で配置された総延長 8,500m、合計21本のボーリング・データを使用し、ボーリング孔を頂点とする多角形ブロック法により試算された鉍量・品位は次のとおりである。

鉍量：1,600 万 t

品位：Ag 74g/t、Cu 0.86%、Pb 2.78%、Zn 9.45%、S 30.3%

② Tiferouine磁気異常帯

本磁気異常帯は、Hajar鉍床の南西約 5kmにあり、空中磁気探査により、Hajarに次ぐ顕著なバイポール磁気異常が検出された。この磁気異常帯に対して 3本、合計 1,313mのボーリングが実施されたが、小規模な黄銅鉍・黄鉄鉍・磁鉄鉍・磁硫鉄鉍の細脈と鉍染を認めたのみであった。

③ Oukhribane鉍徴帯

本鉍徴帯は、Oukhribaneの西方約 0.4km及び北西方約 1.0kmに位置し、数10mの規模の石英網状脈ゴッサンである。石英脈は通常幅10cm以下で、最高品位は、Cu 0.31%、Zn 0.1%である (Fig. 13, Fig. 14)。

④ Akhlij鉍徴帯

Akhlijの西方 200mの微弱な磁気異常帯に対して実施されたボーリングで小規模な鉍徴が捕捉された。鉛・亜鉛鉍染部は延長 3mで、Ag 7 g/t、Cu 0.01%、Pb 0.2%、Zn 0.6%であった。

⑤ Amzourh磁気異常帯

Amzourh地区には、酸性火山岩層が分布している。本火山岩層は磁硫鉄鉍・石英細脈を伴い、地表部で断続的にゴッサン化している。本岩下位の粘板岩-シルト岩互層中には、

断層破碎帯に伴う小規模なゴッサンが認められる。本ゴッサン1 m幅の最高品位は、Cu 0.5%、Pb 1.0%、Zn 1.4%である。

⑥ Lamrah I P 異常帯

第2年次・第3年次のI P探査により、P F E = 4%に達する伏在I P異常帯を把握した。本異常帯は第3年次のボーリング調査の対象となった。

(2) 西部地区

① Frizem 東部鉍化帯

Frizem 東部鉍化帯は、酸性火山岩類上位の泥灰質・泥質片岩中のゴッサンであり、個々のゴッサンの規模は、最大10 m × 60 mである。母岩の片理面に沿って、NNW-SSE方向に、約500 mにわたって断続的に分布する。北部では炭酸塩・石英脈に漸移するが、南部延長は第四紀層に被覆されるため明らかでない。

本ゴッサンは著しく角礫質であり、主要構成鉍物は、菱鉄鉍・赤鉄鉍・針鉄鉍・石英で、時に緑色銅鉍の鉍染が認められる (Fig. 15)。

本ゴッサンの下部に対して、1986年、ボーリング9本、計2,500 mがBRPMにより実施され、低品位の銅・鉛・亜鉛鉍染部が捕捉された。鉍染部の幅は4 m ~ 22 mで、分析値は、Ag 10 ~ 20 g/t、Cu 1%以下、Pb 1%以下、Zn 1 ~ 3%である。

② Frizem 西部鉍化帯

Frizem 西部鉍化帯は、酸性火山岩類下位のシルト質・泥質片岩中の炭酸塩・石英脈ゴッサンである。主として菱鉄鉍・方解石・石英から成り、赤鉄鉍・針鉄鉍及び微量の黄鉄鉍を含む。

脈状ゴッサンは片理面に平行して多数発達し、E-W系の断層により階段状に転移しているが、全体的な走向はNNW-SSE、傾斜50° ~ 70° Eである。主要なものはFrizem 西方約10 kmにあり、最大幅4 m 平均2 m程度、総延長は1.5 kmに達する。

本鉍脈部の分析値は、Ag 1 g/t、Cu 0.13%、Pb 0.58%、Zn 0.31%である。