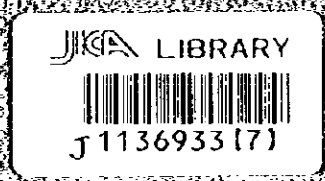


ナミビア共和国オタヴィ・マウンテンランド地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 2 年 次

平成 9 年 2 月



国際協力事業団
金属鉱業事業団

資源調査
1136933
1997068

ナミビア共和国オタヴィ・マウンテンランド地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 2 年 次

平成 9 年 2 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1136933 [7]

は し が き

日本国政府はナミビア共和国政府の要請にこたえ、同国の北部に位置するオタヴィ・マウンテンランド地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、鉱床探査に関する既存データ解析、地質調査ならびに空中物理探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および鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は、平成8年度を第2年次とし、金属鉱業事業団は2名の調査団を編成して、各々平成8年8月26日から平成8年11月28日までおよび平成8年10月28日から平成8年11月28日まで現地に派遣した。

現地調査は、ナミビア共和国政府機関、国家計画委員会、鉱山エネルギー省地質調査所の協力を得て予定通り完了した。本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたナミビア共和国政府関係機関ならびに日本国外務省、通商産業省、在南アフリカ共和国日本国大使館および関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成9年2月

国際協力事業団
総 裁

藤 田 公 郎

金属鉱業事業団
理事長

清 瀧 昌三郎

①

②

③

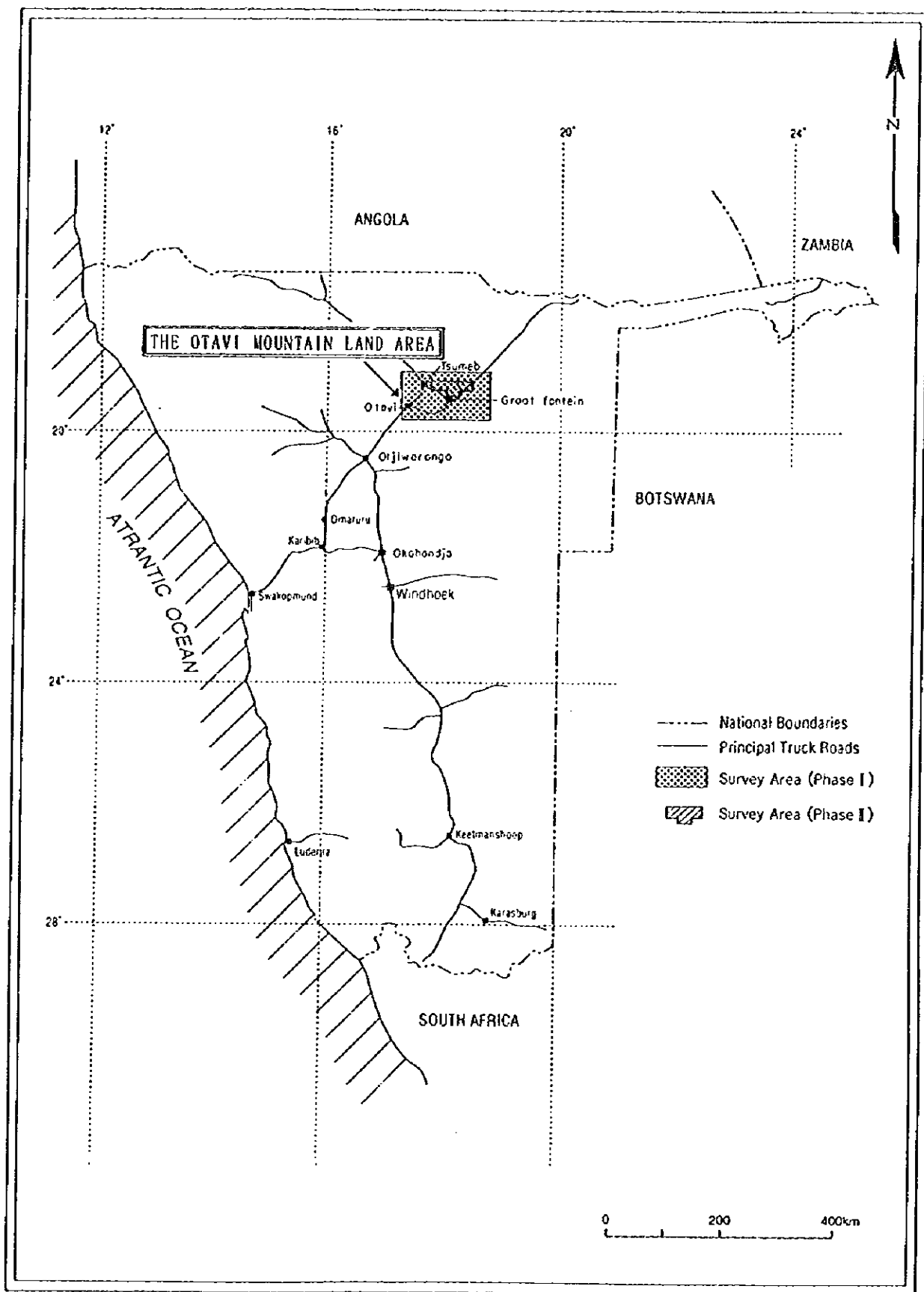


Fig. I - 1 - 1 Index map of the Otavi Mountain Land Area

①

②

③

要 約

本調査は、ナミビア共和国オタヴィ・マウンテンランド地域において、地質構造を解明するとともに、新鉱床の存在を確認することを目的として実施された。

第2年次にあたる本年度は、空中物理探査およびボーリング調査を実施した。ボーリング調査は第1年次の空中磁気探査異常の中から4箇所を選定した。また得られたボーリングコアを用いた物性測定を行い、本年次空中物理探査の考察に供した。空中物理探査は第1年次空中磁気探査地域の中から有望地域をさらに絞り込み、周波数領域の空中電磁法を実施した。

その結果、ボーリング調査では地域東端のMJNM-1号において、低品位の鉛・亜鉛鉱化帯を捕捉した。本孔の鉱徴は最高0.32m Pb=4.52% Zn=1.58%を含み、累計鉱化長 9.16m 平均 Pb=0.23% Zn=0.38%と低品位ながらも、既知鉱床から30km以上離れた未探鉱地域での鉱徴という意味で注目に値する。

詳細なコア観察、コアの検鏡結果を考察すると、この鉱徴はいわゆるミシシッピーバレー型鉱床と同類の炭酸塩岩累層中に発生した深層塩水からの沈澱による鉱化作用と考えられるが、この成因モデルと空中磁気探査異常との直接的関係は特に認められなかった。

既存資料によればTsumeb-Kombat地域には、このような低ないし中品位の鉛・亜鉛鉱床や鉱徴がT5やT6の層準に胚胎することが知られている。本年次の調査で捕捉した鉱徴はその東延長部にあたると思われる。

空中電磁探査により、3周波数に対応する深度別比抵抗マップを作成した結果、比抵抗構造は、地質構造と岩相の違いに顕著に応答していることがわかった。期待される鉱床や鉱徴は低比抵抗帯に伴われることが予想されるが、抽出された低比抵抗帯の中には高比抵抗帯中に周囲の地質構造に斜交するリニアメントとして分布するものがあり、磁気リニアメントと重ね合わせて解析した。その結果、直線状に配列する低比抵抗帯あるいは低比抵抗スポットで、磁気リニアメントと重複する異常は特に銅鉱物を主とする鉱床や高品位鉛・亜鉛鉱床およびそれらを規制する断層破砕帯構造の探査上、重要と考えられる。

このように抽出された有望な異常帯を第3年次調査対象地域として選定した。

1

2

3

目 次

	頁
はしがき	
調査地域位置図	
要 約	
第 I 部 総 論	
第 1 章 序 論	1
I-1-1 調査の経緯	1
I-1-2 第 1 年次調査の結論と提言	1
I-1-2-1 第 1 年次調査の結論	1
I-1-2-2 第 2 年次調査への提言	2
I-1-3 第 2 年次調査の概要	7
I-1-3-1 調査地域	7
I-1-3-2 調査目的	7
I-1-3-3 調査方法	7
I-1-3-4 調査団の編成	10
I-1-3-5 調査期間	10
第 2 章 調査地域の地理	11
I-2-1 位置および交通	11
I-2-2 地形および水系	11
I-2-3 気候および植生	11
第 3 章 一般地質	12
第 4 章 調査結果の総合検討	15
I-4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制	15
I-4-2 空中物理探査異常と鉱化作用の関係	15
I-4-3 期待鉱床ポテンシャル	15
第 5 章 結論および提言	17
I-5-1 結 論	17
I-5-2 第 3 年次調査への提言	18
第 II 部 各 論	19
第 1 章 ポーリング調査	19
II-1-1 調査概要	19
II-1-2 工法および使用機材	19

II-1-3	掘削作業	-----	19
II-1-4	調査結果	-----	30
II-1-5	鉱石分析結果	-----	45
II-1-6	同位体分析結果	-----	50
II-1-7	考 察	-----	53
第2章	コアサンプルの物性測定	-----	60
II-2-1	調査項目および数量	-----	60
II-2-2	使用機器およびサンプル処理	-----	60
II-2-3	測定結果と解析	-----	61
II-2-4	考 察	-----	74
第3章	空中物理探査	-----	77
II-3-1	空中電磁探査の目的と手法	-----	77
II-3-2	調査仕様と測定装置	-----	79
II-3-3	測定方法	-----	80
II-3-4	解析方法	-----	83
II-3-5	測定結果と解析	-----	86
II-3-6	考 察	-----	105
第4章	総合解析および考察	-----	111
第III部	結論および提言	-----	113
第1章	結 論	-----	113
第2章	第3年次調査への提言	-----	114
参考文献			
卷末			
作業状況写真			
岩石顕微鏡写真			
鉱石顕微鏡写真			

図	頁	
Fig. I -1-1	Index map of the Otavi Mountain Land Area	
Fig. I -1-2	Model for ore deposits and aeromagnetic anomalies based upon the Phase I survey	3
Fig. I -1-3	Compilation and interpretation map of the Phase I survey ...	5
Fig. I -1-4	Flow chart of the Phase II survey	8
Fig. I -3-1	Regional geologic map of the Otavi Mountain Land Area	13
Fig. II -1-1	Location of the drilling survey and the airborne geophysical survey	20
Fig. II -1-2	Geological logs for drill holes	31
	(1)~(13)	
Fig. II -1-3	Lead isotopes for known ore deposits	51
Fig. II -1-4	Geologic cross section of drill holes	57
Fig. II -1-5	Sketch of mineralised cores	59
Fig. II -2-1	Magnetic susceptibility distribution of drill holes	71
Fig. II -2-2	Core sample resistivity v. s. IP value	76
Fig. II -3-1	Concept of EM induction	78
Fig. II -3-2	Diagram of phase relationship	78
Fig. II -3-3	Flight path map	卷末
Fig. II -3-4	AEM instruments in use	81
Fig. II -3-5	Phasor diagram	87
Fig. II -3-6	Flow chart of the electromagnetic survey	88
Fig. II -3-7	Resistivity map for 56000Hz	91
Fig. II -3-8	Resistivity map for 7200Hz	93
Fig. II -3-9	Resistivity map for 900Hz	95
Fig. II -3-10	Electromagnetic image processing map for 56000Hz	97
Fig. II -3-11	Electromagnetic image processing map for 7200Hz	99
Fig. II -3-12	Electromagnetic image processing map for 900Hz	101
Fig. II -3-13	Resistivity cross sections	103
Fig. II -4-1	Compilation and interpretation map	107
Fig. II -4-2	Model for geological setting, ore deposits and airborne geophysical anomalies	109

表		頁
Table I -1-1	Specifications of the Survey	9
Table I -3-1	Stratigraphic Succession in the Otavi Mountain Land Area...	14
Table II -1-1	Coordinates of the Drill Holes	19
Table II -1-2	Specifications of Equipment for Drilling	21
Table II -1-3	Amount of Used Diamond Bit and Reamer	22
Table II -1-4	Amount of Consumables	23
Table II -1-5	Time Schedule of Drilling	25
Table II -1-6	Summary of Drilling Work	26
	(1)~(4)	
Table II -1-7	Microscopic Identification of Minerals in Thin Section ...	46
Table II -1-8	Microscopic Identification of Minerals in Polished Section	47
Table II -1-9	Result of X-ray Diffractometry	48
Table I -1-10	Result of Chemical Assays	49
Table II -1-11	Result of Lead Isotope Analysis	51
Table II -2-1	Equipment for Measurement of Geophysical Properties	60
Table II -2-2	Result of Geophysical Test of Core Samples	62
Table II -2-3	Magnetic Susceptibility of Drill Cores	63
	(1)~(6)	
Table II -2-4	Acquired Values of Resistivity and IP of Samples	69
Table II -2-5	Mean Values of Magnetic Susceptibility by Drill Hole and Lithofacies	70
Table II -2-6	Mean Values of Resistivity and IP values by Lithofacies ...	70
Table II -2-7	Electric Conductivity of Ground Water	72
Table II -3-1	Boundary Points of the Survey Area	79
Table II -3-2	Specifications of Equipment for Airborne Electromagnetic Survey	82
Table II -3-3	Production Summary of Airborne Electromagnetic Survey	84

卷末資料

- A-1 Photographs of the Survey
- A-2 Microrphotographs of Thin Section
- A-3 Microrphotographs of Polished Section

付帯資料

空中物理探査データフロッピーディスク	2 組
ボーリング調査岩石および鉱石サンプル	1 組
岩石薄片および鉱石研磨片	1 組
ボーリング柱状図（縮尺200分の1）	1 組
孔別作業状況記録写真	1 組
全コアのカラー写真	1 組

第 I 部

総論

第1部 総論

第1章 序論

I-1-1 調査の経緯

本調査は平成7年度を初年度とし、今年度はその第2年次にあたる。調査の対象となったオタヴィ・マウンテンランド地域は、古くから銅・鉛・亜鉛・バナジウムなどを産するナミビアの主要鉱山地帯で賦存ポテンシャルの極めて高い地域である。既知鉱床周辺の母岩の露出する地域は長い間探鉱が進んできたが、カルクリートに被われた鉱床延長部は殆ど未探鉱のまま残されている。既知鉱床の一部は長い年月の生産の結果、残存鉱量が枯渇しつつあるため、延長地域での探鉱および鉱床評価が急務とされている。したがって、ナミビア共和国政府は本地域における資源開発協力基礎調査を日本国政府に要請した。日本国政府はこの要請に応じて、第1年次の調査は既存データ解析および空中物理探査を、本年次は空中物理探査およびボーリング調査を実施し、本地域での新鉱床発見のための基礎調査を行うとともに、ナミビア共和国への技術移転を図ることとする。

I-1-2 第1年次調査の結論と提言

I-1-2-1 第1年次調査の結論

第1年次の調査は既存データ解析、地質調査および空中物理探査よりなる。これら調査結果の結論を次に述べる。

1. 調査地域の既知鉱床や鉱化作用は、いまだ議論の余地はあるが地質背景をはじめとして、いわゆるMississippi Valley-type鉱床に類似する点が多い。
2. 鉱床の母岩は原生代上部Damara系Otavi層群の炭酸塩岩の中に発達したカルスト堆積物である。
3. このカルスト堆積物は炭酸塩岩の非整合ないしは不整合面上に堆積した砂質岩で、透水性が大きく、浅所での鉱化塩水の通路となった。
4. 調査地域のDamara系は数回の変形運動を受けており、ほぼ東西系の軸をもつ向斜背斜の繰り返しが見られる。後期の変形では東西の圧縮を受けて初期のしゅう曲軸の変曲が見られる。
5. このようなしゅう曲構造や基盤岩コンプレックスの分布は基盤岩内部に発達するNE-SWないしはENE-WSW系の断層に支配されていると考えられる。基盤岩内の構造に由来する断層や断裂系は深部における鉱化流体の通路として重要である。
6. 空中磁気探査の磁気アノマリーから、空中物理探査調査地域のうち表層を新しい堆積物で被われた南部において、基盤岩コンプレックスの地下分布や断層や変成岩のしゅう曲構造を示すリニアメントが抽出できた。
7. 東部や北部では基盤岩が深く、表層堆積物の下にDamara帯の炭酸塩岩が厚く堆積している

が、ここでもMulden層群の分布やOtavi層群のしゅう曲構造が地層に沿った細かい磁気異常によって追跡可能である。

8. 同時におこなった空中放射能探査結果でも磁気リニアメントに整合的なリニアメントが抽出され、こうしたリニアメントが基盤の構造を支配する深層断裂系の一部であることを示している。
9. 以上の見地から既知鉱床の分布はTsumebの西をNE-SW方向に通るリニアメントおよびKombat-Harasib, Border, Khusib Spring-Abenabを通るNE-SW系断裂としゅう曲構造に伴われるいろいろな方向の割れ目の交点に規制されていると考えられる。
特にTsumeb, KombatではMulden層群の向斜構造が弓状に変化する頂部に位置していることは興味深い。
10. したがって表層堆積物に被われた地域において、同様な地質的条件をもつ地区をTsumebやKombatと同タイプ鉱床のポテンシャル地区と考え、次の段階の精密調査へ移行することとしたい。

以上のことから第1年次調査で得られた知見や結果を総合して地質鉱床モデルを作成した。それをFig. I-1-2 に掲げる。

I-1-2-2 第2年次調査への提言

第1年次の調査結果とその総合解析と考察によって得られた結論に基づき、次のような第2年次調査を提言する。

(1) 調査箇所(位置は空中物理探査調査地域を緯度、経度方向に5分毎に区分し、それぞれにA~L, 1~6を与え、区画によって表示した。 Fig. I-1-3 参照)

優先順位にしたがって次の7箇所が第2年次調査候補地域として挙げられる。

- ① G3中部 域: Aregoas 282 地内
- ② E3/E4境界域: Cleveland 706 地内
- ③ B3北東 域: Aarhus 659 および Accra 660 地内
- ④ H3北 域: Guinab 277 地内
- ⑤ D4北 域: Cadix 678 および Christiana 705 地内
- ⑥ G2南 域: Vogelsang 284 地内
- ⑦ D3中部域 域: Demerara 699 地内

(2) 調査手法

探査対象とする鉱床型を平断面が50m×150m程度のパイプ状塊状銅・鉛・亜鉛-硫化物鉱床とし、その潜頭深度を50mないし100mと仮定した場合、比抵抗コントラストに注目した比抵抗法が適している。現地の地表状態などを考慮して、比抵抗法の中でもTDEM(時間領域電磁法)が最適であると思われる。

コイル配置: 水平・垂直探査の可能なインループ配置でループサイズは100~200m²とし、

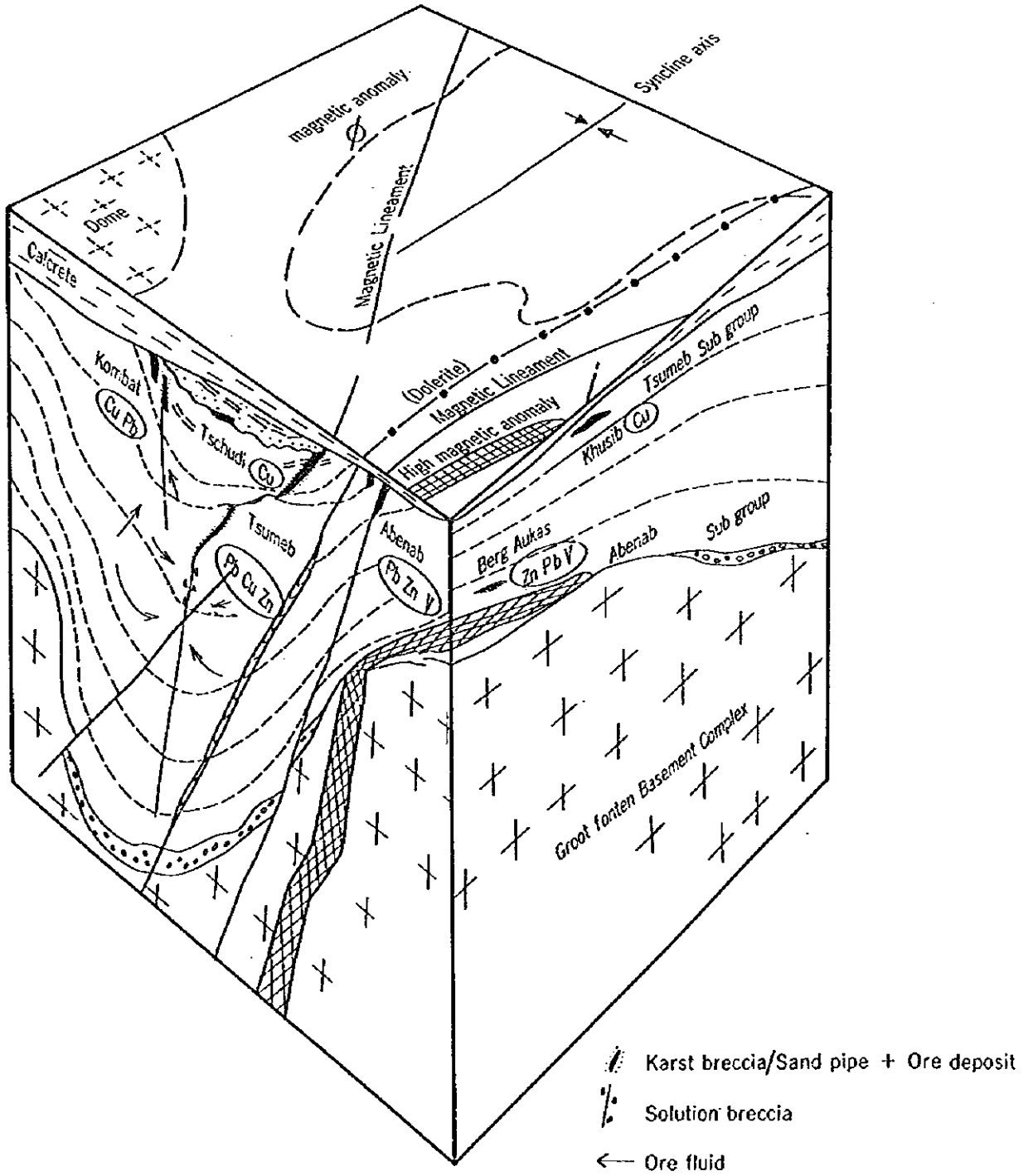


Fig. I - 1 - 2 Model for ore deposits and aeromagnetic anomalies

0

0

0

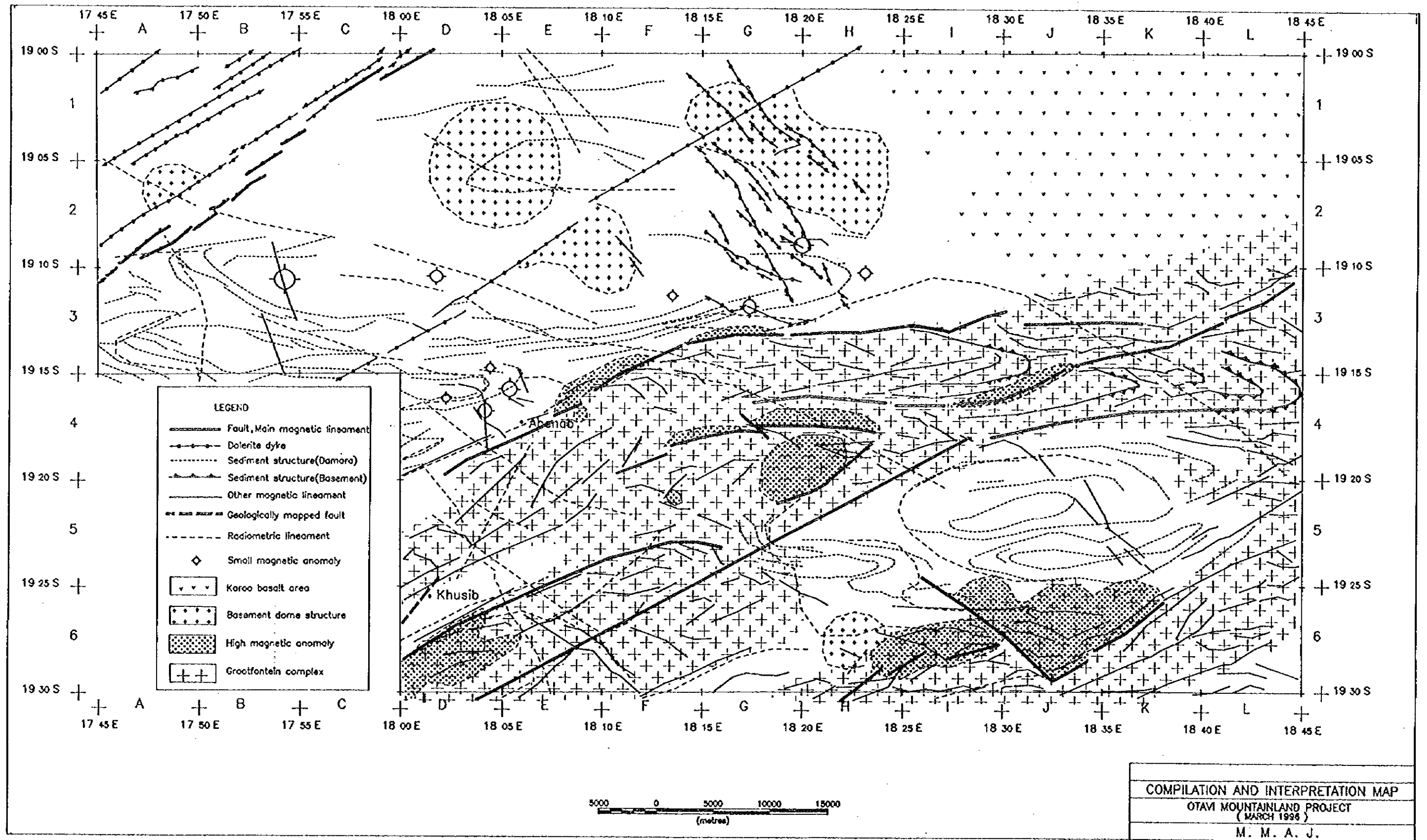


Fig. I - 1 - 3 Compilation and interpretation map of the Phase I survey

格子状に測定を行う。
以上の地表物理探査の結果に基づきボーリング調査への継続が望まれる。

I-1-3 第2年次調査の概要

I-1-3-1 調査地域

調査地域の位置をFig. I-1-1に示す。

I-1-3-2 調査目的

第1年次調査結果に基づきカルクリートに覆われた地域において鉱床胚胎に適すると考えられる地点を選定し、ボーリング調査により鉱化ポテンシャルを調査する。これと並行して第1年次空中物理探査地域をさらに絞り込んだ地域で空中電磁探査を実施し、地表から比較的浅所の低比抵抗帯を把握し、硫化鉱物の鉱化による可能性の大きい異常を抽出する。

I-1-3-3 調査方法

第2年次調査の作業フローをFig. I-1-4に示す。

(1) 空中物理探査

当初は第1年次の空中物理探査の解析結果から抽出された7箇所のTDEM（時間領域電磁法）が計画されたが、コストパフォーマンスも考慮して、これら7箇所を含む区域に対して空中電磁法を実施することとした。同法には時間領域と周波数領域の2つの手法があるが、マッピングの実績から周波数領域による空中電磁法とした。

空中物理探査は現地の飛行・測定作業を現地物理探査コンサルタント会社のGEODASS社に委託し、逐次データ処理して得られた比抵抗異常図を現地解析に用いた。空中電磁探査はヘリコプターを使った周波数領域を採用した。

(2) ボーリング調査

第1年次の提言では第2年次の地上物理探査の結果に基づきボーリング調査を継続するとしたが、空中電磁法と並行して上記7箇所の中から、地質構造に既存調査歴、現行鉱区状況を加味して3箇所を選び、層序の確認および空中磁気探査異常のチェックを目的に4孔のボーリング地点を選定した。

ボーリング掘削は南アフリカ共和国の掘削請負会社GEOMECHANICS社に委託し、ダイヤモンドビットを用いたコアボーリングを実施した。

調査内容は、Table I-1-1に示すとおりである。

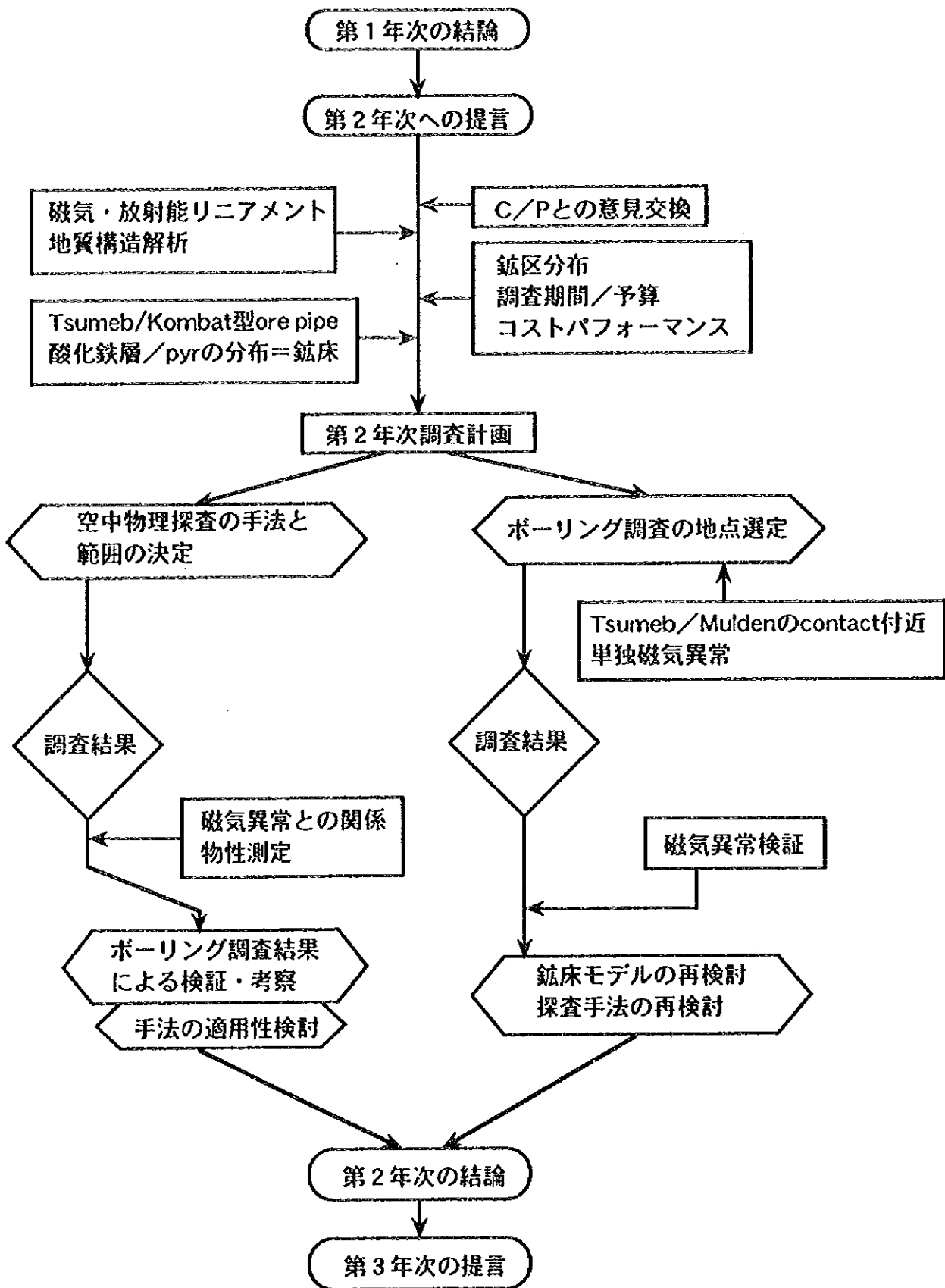


Fig. 1 - 1 - 4 Flow chart of the Phase II survey

Table I - 1 - 1 Specifications of the Survey (1)

調査内容	調査項目および数量			
空中物理探査 (比抵抗)	面積	904 km ²		
	測線延長	4,895 km		
ボーリング調査	孔番号	掘進延長	傾斜	方向
	MJNM-1	300m	-90°	
	MJNM-2	300m	-90°	
	MJNM-3	150m	-90°	
	MJNM-4	150m	-90°	
	総掘進長	900m		

Table I - 1 - 1 Specifications of the Survey (2)

	試験項目等	数量
空中物理探査	① 磁化率 (帯磁率)	40 件 (コア)
	② 比抵抗および分極率	40 件 (コア)
ボーリング調査	① 岩石薄片作成	10 件
	② 鉱石研磨片作成	5 件
	③ X線回折試験	5 件
	④ 化学分析 (鉱石) (Au, Ag, Cu, Zn, Pb, Cd, Ga, V)	30 件
	⑤ 鉛同位体分析	7 件

1-1-3-4 調査団の編成

本調査推進のため、調査計画、協定の折衝および調査に参加した調査団員は下記のとおりである。

調査計画および折衝：

日 本 側			ナ ミ ビ ア 共 和 国 側	
中村 研治	金属鉱業事業団		Gabriele I. C. Schneider	地 質 調 査 所
両角 春寿	金属鉱業事業団		Herbert Roesener	地 質 調 査 所
大野 克久	金属鉱業事業団		Volker Petzel	地 質 調 査 所

現地調査団：

日 本 側		ナ ミ ビ ア 共 和 国 側	
樟崎 哲夫 (技術責任者・ 空中物理探査・ボ ーリング調査)	同和工営(株)	Herbert Roesener	地質調査所
狩野 嘉昭 (空中物理探査現地 解析)	同和工営(株)		

現地指導監督：

北 良行 金属鉱業事業団

1-1-3-5 調査期間

調査は下記の工程で実施された。

現 地 調 査 : 1996年 8月26日～ 1996年11月28日
 ボーリング調査 : 1996年 8月31日～ 1996年11月24日
 空中物理探査 : 1996年 9月19日～ 1996年10月16日
 現 地 解 析 : 1996年10月28日～ 1996年11月24日

第2章 調査地域の地理

1-2-1 位置および交通

本年次の調査地域はナミビア共和国の北東部、Tsumebの東方、Grootfonteinの北方の地域で南北は南緯19度08分から19度17分48秒、東西は東経17度45分から18度24分の範囲に位置している。

首都Windhoekより国道B1にてOtjivarongoを経由して走行距離426kmでTsumebに到達する。またWindhoek Eros空港よりTsumebおよびGrootfonteinまでAir Namibiaによる国内線空路も利用できる。

1-2-2 地形および水系

ナミビアの国土面積は82万km²で、日本の面積の約2倍である。西部は大西洋に面しているが北をアンゴラ、東をボツワナ、南および南東を南アフリカと国境を接している。地勢は北東部の森林地帯、内陸高原部のサバンナ帯および大西洋岸沿いの砂漠地帯に区分される。森林地帯や砂漠地帯は平坦な地形を、内陸高原部は丘陵ないし山岳地形を呈する。オタヴィ・マウンテンランド地域はサバンナ帯に属する。地形は構成する地質や地質構造を反映している。すなわち基盤岩分布地域は比較的平坦な地形を呈し、その上位の炭酸塩岩で構成される背斜構造の軸部は比較的急峻な地形をつくりあげている。地域東部はこれらの地層をカルクリートが被っており平坦な地形が特徴となっている。

本地域の平坦地は標高1,200mから1,600mに位置し、山岳部の最高峰は南部の2,155mである。

水系は大きな河川は発達していないが、オタヴィ・マウンテンランド地域の西南部が最も標高が高く北および東へ緩く低くなるため、地域東部に小河川が集まり、Okavango川の支流Omatoko川へ合流する。河川は雨季のみ流量があるが乾期には涸れ川となる。

1-2-3 気候および植生

気候は南アフリカの地中海性気候とアンゴラ以北の熱帯気候にはさまれた半乾燥亜熱帯気候である。首都のWindhoekでは7月の平均気温は13°C、12月は23°Cである。年間平均降水量は北部の森林地帯で600mm、大西洋沿岸の砂漠地帯で20mm、内陸高原サバンナでは350mmと、地域によってばらつきがある。雨季は夏の10月～4月で冬にはほとんど降らない。地域北部のTsumebでは平均気温でWindhoekより2～3°Cは高い。年間降水量は72年間の平均で572mmである。

主要な植生は地域により異なる。北部森林地帯では落葉広葉樹が繁茂し、内陸高原ではアカシア等のマメ科の喬木を伴う草地であり、砂漠地帯では灌木や苔せん類が点在自生するのみである。

第3章 一般地質

ナミビアの地質は次の5つの地質年代に区分される。

第三紀～現世 (<65 Ma)

石炭紀～白亜紀下部 (345 - 120 Ma)

Namibian (1000 to 570 Ma)

上部 Mokolian (1800 - 1000 Ma)

Vaalian～下部Mokolian (>2100 - 1800 Ma)

Vaalian～下部 Mokolian (>2100 - 1800 Ma)の岩石はKhoabendus & Haib 層群やKunene Anorthosite Complex などの先カンブリア系の変成岩類や深成岩類からなり、ナミビアの北西部と南部に分布している。南部ではポーフイリティックな花崗岩を母岩とする斑岩銅鉱床(Haib)が知られている。

上部 Mokolian (1800 - 1000 Ma)の岩石はNamaqua(Namaqualand) Metamorphic ComplexやSinclair & Rehoboth Sequencesなどの変成岩類や火山砕屑岩からなり、ナミビア南部に分布している。この時期の鉱化作用としては島弧環境における斑岩銅鉱床や熱水鉱脈型銅鉱床と緑色岩に伴う銅鉱床がある。

Namibian(1000 - 570Ma)の岩石はダマラ(Damara)造山時堆積層からなる。Rechard 花崗岩/閃長岩コンプレックス、Damara 系、Gariiep コンプレックス、Damara花崗岩、Nama 層群、Salen花崗岩などの堆積岩類や花崗岩類などからなり、ナミビア中央部や北部に大規模に分布する。Matchlessメンバーの緑色岩に胚胎する別子型層状銅鉱床やTsumebタイプの銅・鉛・亜鉛とバナジウムの鉱床区の形成が顕著である。

石炭紀～白亜紀下部 (345 - 120 Ma)の岩石はKaroo 系やPost-Karooの堆積岩や火山岩類からなり、ナミビア南部や北部に分布している。非火山性のアルカリ複合岩体が北東-南西方向の構造線上に沿って多数貫入している。これらの複合岩体のいくつかにカーボナタイトを伴う。第三紀～現世 (<65 Ma)は未固結の堆積物やカルクリート (Calcrete) からなり、カラハリ砂漠などのナミビア東部の大部分を被う。

本調査地域付近の広域地質図をFig. I-3-1 に示す。

本調査地域は上記Namibian期のDamara帯に属し、Vaalianから下部Mokolianの先Damara系花崗岩質岩および変成岩類からなる基盤岩と、その上に堆積した砕屑岩と厚い炭酸塩岩層よりなる。これらの地層はDamara期以降の変成作用を受けており、5～10kmの波長で向斜構造と背斜構造を繰り返している。これらDamara系は特に地域東部において、古生界のKaroo玄武岩および第三系Kalahari層群の砂やカルクリートに被われる。火成活動としてはNamibian期までは認められず、古生代以降に玄武岩溶岩や粗粒玄武岩の岩脈の活動がみられる。

調査地域の主要な鉱化作用は炭酸塩岩や砂岩に発達したフラクチャー帯を交代する層準規制型熱水性交代鉱床である。砂岩は原生代上部Damara系Otavi層群の上部炭酸塩岩のカルスト空洞

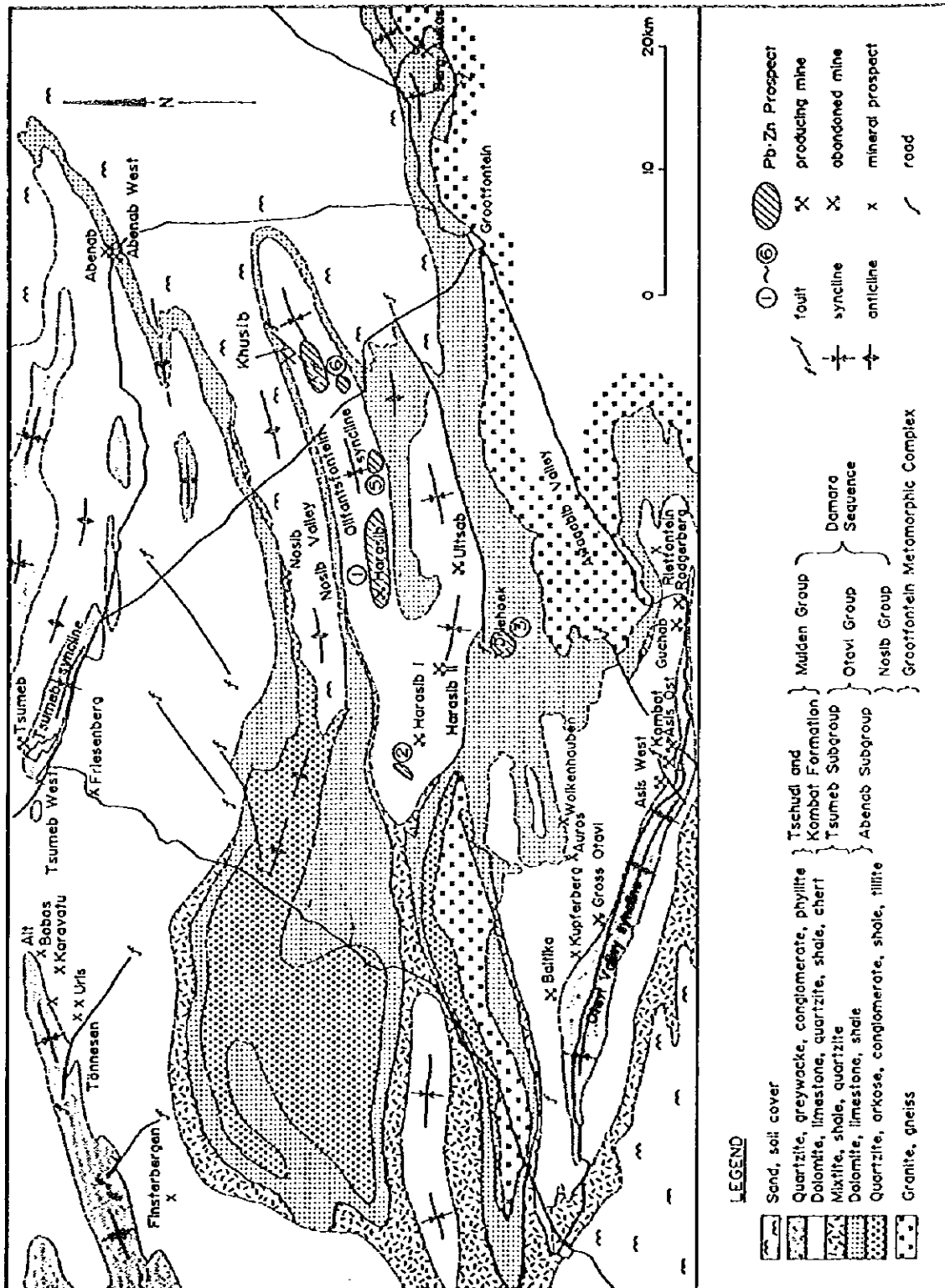


Fig. I - 3 - 1 Regional geologic map of the Otavi Mountain Land Area

を埋めるようにして堆積したMulden層群のモラッセ型堆積物である。

また鉱床付近に関係火成岩が欠如すること、安定陸塊のプラットフォームに堆積したドロマイトあるいは石灰岩を母岩とすること、生成温度が比較的低いこと、鉛・亜鉛が卓越することも含めてミシシッピーバレー型鉱床と類似点が多い。Damara造山作用の中で堆積盆深部に発生した高濃度塩水が重金属を含み厚い炭酸塩岩中を上昇し、鉱床を生成させたとのモデリングが可能であるが金属の起源や鉱化熱水の通路など解明されていない点が多い。

Table I - 3 - 1 Stratigraphic Succession in the Otavi Mountain Land Area

Sequence	Group	Subgroup	Formation	Informal Lithozone	Lithology	Average thickness (m)			
Damara	Mulden		Kombat and Tschudi		Kombat Formation: slate; sub-arkose and pebbly sandstone near base Tschudi Formation: feldspathic sandstone, sub-greywacke; argillite and conglomerate interbeds in basal portion	> 700			
			Disconformity						
	Otavi	Tsumeb	Huttenberg	T8	Dolomite, bedded light to medium grey; oolitic chert and stromatolite layers near top	240			
				T7	Dolomite, bedded dark grey; limestone, shale and chert interbeds	300			
				T6	Dolomite, bedded light grey; abundant chert; stromatolite interbeds in lower part	300			
			Elandshoek	T5	Dolomite, bedded and massive light grey	1 200			
				T4	Dolomite, massive light grey				
			Maieberg	T3	Dolomite, thinly bedded light and dark grey	180			
				T2	Limestone, bedded light and dark grey	700			
			Abenab		Chuos	T1	Tillite, quartzite, shale, minor dolomite and limestone	200	
					Disconformity				
					Auros		Dolomite, bedded and massive light to medium grey; limestone, marl, shale, oolite and stromatolite interbeds	350	
	Gauss				Dolomite, massive light to dark grey; local oolite and stromatolite interbeds	750			
	Nesib		Berg Aukas		Dolomite, laminated and massive light and dark grey; black limestone, shale	550			
			Disconformity						
			Varianto		Quartzite, conglomerate, arkosic mixite, dolomite, ferruginous shale				
Grootfontein Basement Complex			Askevold		Phyllitic agglomerate, tuff, epidosite	750			
			Nabis		Feldspathic quartzite, arkose, conglomerate				
			Unconformity						
			Granite, gneiss, mafic schist						

第4章 調査結果の総合考察

I-4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制

本年度のボーリング調査で捕捉した鉱化作用は、カルストブレッチャや溶解ブレッチャを伴わない鉛・亜鉛鉱染状ないし細脈状低ないし中品位鉱床で、母岩の構造や鉱物組み合わせから、TsumebやKombatとは異なる。コアの鏡下の観察では鉱化の母岩は砂質ドロマイトが多く、ドロマイト化と珪化作用に伴われていることから、いわゆるミシシッピーバレー型鉱床の鉱化作用と考えられる。

既存資料によれば、Tsumeb-Kombat地域ではボーリングにより同様な特徴をもつ鉱徴が分布しており、胚胎層準はAbenab亜層群Gauss層からTsumeb亜層群Huttenberg層にかけてのドロマイト層で、特にElandshoek層およびHuttenberg層（T5およびT6）に集中している傾向がある。本年次捕捉した鉱化作用の母岩の層序も、岩相からT6に対比されると考えられる。

I-4-2 電磁法による比抵抗異常、地質構造、鉱化作用の関係

本年次の空中物理探査（電磁法）による比抵抗構造と既存地質図は、ほぼ調和的である。

本調査地域は大別してカルクリート、Mulden層群、Tsumeb亜層群およびAbenab亜層群以下のドロマイト層および基盤岩からなるが、頁岩などの粘土質岩やカルクリート中の帯水層は低比抵抗帯を、塊状ドロマイトや基盤岩は高比抵抗帯を形成している。このため砂岩中の頁岩層は比抵抗構造の鍵層となっており、カルクリートに覆われた地域での地下の地質構造を顕著に反映している。この他に地質構造を切る低比抵抗帯が局所的に存在し、断層や破砕帯の存在を暗示している。

ボーリング調査で得られたコアサンプルを用いた物性試験の結果では、本年次捕捉した低品位鉛・亜鉛鉱徴は空中電磁法の比抵抗異常として直接捕らえることは困難である。しかし、構成鉱物がTsumebやKombatのように輝銅鉱や黄銅鉱を多量に伴う鉱床や、Abenab Westのように中・高品位鉛・亜鉛鉱床型では、十分に比抵抗異常として応答する可能性がある。

また、第1年次実施した空中磁気探査異常をターゲットとした本年次のボーリング調査の結果、磁気異常は不整合面下のドロマイト層中の赤色粘土帯の中に含まれる酸化鉄に起因する場合があることがわかった。この酸化鉄を含む赤色粘土帯と鉱化作用の間には直接的成因関係は認められず、したがって独立した磁気異常はTsumeb・Kombat型（Ore pipe）鉱床の探査には有効な指標とは言えない。

I-4-3 鉱床賦存の期待ポテンシャル

本年次ボーリング調査から調査地域では当初から探鉱ターゲットとしてきた塊状硫化物パイプの他にいわゆるミシシッピーバレー型鉱床の賦存ポテンシャルがあることが判明した。しかし経済的見地から、本地域のミシシッピーバレー型鉱床は低ないし中品位であり、既知の鉱徴や鉱床でも近年新たに開発された鉱山はない。また探鉱面からも、大部分カルクリートで覆わ

れた地域では物理探査による鉱床の応答も期待できない。

一方、地域東部には、地質構造と斜交し、磁気リニアメントと一致する低比抵抗異常が北西方向に分布し、付近にMulden層群の分布も推定されることからTsumeb-Kombat型塊状硫化物パイプや断層に支配されたAbenab West型の高品位鉛・亜鉛鉱床のポテンシャルが高い。

第5章 結論および提言

I-5-1 結論

第2年次の調査は空中物理探査（空中電磁法）とボーリング調査およびこれに伴うコア物性試験よりなる。これら調査結果の考察を経て得られた結論を次に述べる。

1. Tsumeb Kombat型の塊状硫化物パイプ状鉱床探査の目的で、第1年次の空中磁気探査異常をターゲットにしたボーリングを4孔実施し、うち1孔（MJNM-1）で低品位の鉛・亜鉛鉱染状ないし細脈状鉱徴を把握した。
2. 分析に供した鉱化区間は累計9.16mで、平均Pb品位 0.23%、Zn品位 0.38%を得た。
うち 1%以上の区間は

111.58m-111.69m(0.11m)	Pb=1.45%	
112.30m-112.62m(0.32m)	Pb=4.52%	Zn=1.58%
245.75m-246.25m(0.50m)		Zn=1.76%
246.25m-246.65m(0.40m)		Zn=2.28%

である。
3. コアの検鏡結果と鉱石化学分析から、この鉱徴はいわゆるミシシッピーバレー型鉱床と同類の成因によるものと考えられる。
4. この鉱徴の成因と空中磁気探査異常との間に特に直接的関係は認められない。
5. コアによる母岩の物性試験の結果、この型の鉱化作用の空中電磁法による比抵抗応答は期待できない。
6. 周波数領域による空中電磁法探査から3周波数に対応する深度別比抵抗マップを作成した。比抵抗構造は地質構造と岩相の違いを顕著に反映している。
抽出した低比抵抗帯の中には高比抵抗帯中に地質構造に斜交するリニアメントとして分布するものがあり、これは磁気リニアメントと重複している場合は、塊状硫化物パイプ状鉱床あるいは断層規制型の高品位鉛亜鉛鉱床の探査上、重要と考えられる。
7. このような有望箇所として、MJNM-1の西、Guinab 277, Aris 283 およびVogelsang 284 地内の東西8km、南北5kmの範囲を第3年次調査対象地域として抽出した。

I-5-2 第3年次調査への提言

第2年次までの調査結果とその総合解析と考察によって得られた結論に基づき、次のような第3年次調査を提言する。

I-5-2-1 調査箇所 (Fig. II-4-1 参照)

本年次調査地域東端のGuinab 277, Aris 283 およびVogelsang 284 地内の東西8 km、南北5 kmの範囲を対象とする。

I-5-2-2 調査手法

最終年次にあたることもあり、空中物理探査異常の検証と鉱床捕捉を目的として第2年次に引き続きボーリング調査を提案したい。深度は空中物理探査の応答深度から各孔300mとする。しかし、対象地域では地表から80m以上はカルクリートで覆われるが、これは鉱床母岩となりえないこと、鉱床探査の指標と含んでないことからしてコアリングの必要性はないと考える。

以上

第Ⅱ部 各 論

第Ⅱ部 各 論

第1章 ボーリング調査

Ⅱ-1-1 調査概要

Fig. Ⅱ-1-1 にボーリング調査位置を示す。ボーリング工事は南アフリカ共和国に本社を置く現地請負業者が担当した。得られたボーリングコアは縮尺200分の1の柱状図にまとめ、肉眼で鉱化の認められる部分は適当な間隔でサンプリングし、化学分析に供した。また、代表的な岩相や鉱化部分については各々薄片や鉱石研磨片を作成し、顕微鏡観察を行った。変質および粘土化部分はX線回折試験のための試料とした。鉱化部分の一部はPb同位体測定用に採取した。なお、採取した全コアは上下を明確にして鉄製コア箱に収納し、カラー写真に記録し、WINDHOEKにあるナミビア地質調査所のコア倉庫に格納した。

ボーリング位置のGPSによる座標は以下のとおりである。

Table Ⅱ-1-1 Coordinates of the Drill Holes

	ボーリングNo.	ファーム名	緯 度			経 度		
			度	分	秒	度	分	秒
1	MJNM-1	Guinab 277	19	10	26.530S	18	23	00.540E
2	MJNM-2	Aris 283	19	12	01.570S	18	17	19.800E
3	MJNM-3	Christiana 705	19	16	15.810S	18	02	30.420E
4	MJNM-4	Cadix 678	19	14	36.110S	18	04	27.520E

Ⅱ-1-2 工法および使用機材

掘削に必要な機材・消耗物品は掘削を請け負ったGEOMECHANICS社が調達した。掘削は機種によりSECO-12機では普通工法およびLONG YEAR-38ではワイヤライン工法を採用した。岩盤条件にしたがってセメンティングやケイシングパイプの挿入を実施した。本調査に使用した主要機材および消耗品を Table Ⅱ-1-2~Table Ⅱ-1-4 に示す。

Ⅱ-1-3 掘削作業

(1) 搬入路造成

掘削地点までの搬入には最近傍まで既存の農業用道路を利用し、そこから灌木を伐採して応急に搬入路を造成した。MJNM-3では1.6kmの搬入路を3日間で伐採した。

(2) 設 営

掘削作業に使用した主な機材はすべてヨハネスブルグより10トントラック1台、4トントラック3台に積載して掘削地点まで搬入した。機長、掘削作業員、機械技術者および監督者は

Table II - 1 - 2 Specifications of Equipment for Drilling

Item	Model	Specifications	Amount	Remarks
Drilling Rig	SECO12	Capacity : 350 m Transmission : 8 Speed-Ford Diesel Engine : Type-Deutz F5L912 Air Cooled 86 HP / 2300 R.P.M.	1	
	L-38 (Long Year)	Capacity : 800 m Transmission : 8 Speed-Ford Diesel Engine : Type-2Cyl Hatz F4L912 Air Cooled 68 HP / 2300 R.P.M.	1	
Pump		Type : Bean R35B Max.Pressure : 50 kg/cm ² Max rate : 140 litres/min Diesel Engine : 2Cy Hatz Z79Q 20 HP / 3000 R.P.M.	1	
		Type : Bean R20B Max.Pressure : 46 kg/cm ² Max rate : 76 litres/min Diesel Engine : Yanmar L100 10 HP / 1800 R.P.M.	1	
Rod	NQ	3.00m / 70.00mm ϕ x60.3mm ϕ	150	
	NQ	6.00m / 70.00mm ϕ x60.3mm ϕ	36	

Table II - 1 - 3 Amount of Used Diamond Bit and Reamer

Item	Type	Specifications	Amount (MJNM-1)	Amount (MJNM-2)	Amount (MJNM-3)	Amount (MJNM-4)	Total
Diamond Bit	TNW	75.31mm ϕ X 60.81mm ϕ	7	2		7	16
	NWD4	75.44mm ϕ X 54.74mm ϕ	2			1	3
	NQ	75.31mm ϕ X 47.63mm ϕ	1		4	3	8
Reamer	TNW	75.69mm ϕ	4	1		2	7
	NWD4	75.69mm ϕ	1			1	2
	NQ	75.69mm ϕ	1		3	3	7
Casing Shoe Bit (Composite)							
	DMP	92mm ϕ X 77mm ϕ	1	1	1	1	4

outer diameter X inner diameter

Table II - 1 - 4 Amount of Consumables

Item	Specifications	Unit	Amount (MJNM-1)	Amount (MJNM-2)	Amount (MJNM-3)	Amount (MJNM-4)	Total
Outer Tube (TNW)	73.0mm X 60.3mm X 3.0m	No	1		1	1	3
Outer Tube (NQ)	73.0mm X 60.3mm X 3.0m	No			2	1	3
Inner Tube (TNW)	64.0mm X 60.5mm X 3.0m	No	1				
Inner Tube (NQ)	55.6mm X 50.0mm X 3.0m	No	1	1			
Inner Tube Head	TNW	Set			1	1	2
Inner Tube Head	NQ	Set	1	1			2
Overshot	TC(Vertical)	No	1	1			2
Overshot	NX(Vertical)	No			1		1
Wire for Wireline	6mm φ X 300m	Role	1	1			
Casing Pipe (NX)	89.1mm X 80.8mm X 3.0m	M	13.5	17	3	60	
Casing Pipe (NW)	89.1mm X 76.4mm X 3.0m	No	1	1	1	1	
Core Lifter	NQ	No	13	12		5	
Core Lifter	TNW	No	10		15	15	
Core Lifter Case	NQ	No	6	8		1	
Core Lifter Case	TNW	No	5		8	7	
Diesel Fuel		Litre	4,000	4,300	2,200	3,000	13,500
Petrol		Litre	460	400	80	380	1,320
Turbine Oil		Litre	80	80	20	20	200
Cement		Kg	800	200	200	800	2,000
Bentonite		Kg	160			240	400

掘削地点の近くにキャンプを設営した。

(3) 作業体制

作業は1方/日ないし2方/日、1方約10時間の労働体制で行った。人員は掘削機長1名の下に2ないし3名の掘削クルーと必要な場合は用水運搬員1名を配置した。

(4) 解体・撤収

孔間移動および全作業終了時の撤収は設営時と同様なトラックによって行った。掘削終了後は地表を原状に復し、孔口はセメントで埋坑した。

(5) 掘進およびコア採取状況

コア径は地表部分で60.81m/m (TNW) あるいは54.74m/m (NWD4)、それ以下は47.63m/m (NQ) としたが、ワイヤライン工法では地表部分以下でもTNW径で掘削した。MJNM-4では深度36.4mから空洞の発達で掘進困難となったので60mまでパーカッションで掘削したためコアは採取されず地質判定はチップを用いた。作業全体の工程をTable II-1-5に、各孔の掘進実績をTable II-1-6～Table II-1-9に示す。各孔の掘進推移は次のとおりである。

MJNM-1

地表から166.75mまでは普通工法でそれ以下300mまではワイヤライン工法によった。地表から85.40mまでのカルクリートでは掘進能率が上がり平均14m/方、最高24m/方を記録した。ドロマイト層に変わってからは平均7から8mへと推移した。用水は4tトラックに容量2.5m³の水槽を2基搭載し、2.5km東の井戸から運搬した。ケーシングパイプは地表より13.5mまで挿入した。ワイヤライン工法では平均12.7m/方の能率を確保できた。

MJNM-2

本孔の掘削は終始ワイヤライン工法によった。深度61m付近からドロマイト層に入って間もなく孔壁崩壊によるジャミング、コアバレルの故障が発生、加えて用水ポンプの調達のため一時、掘削能率を著しく下げた。殆ど垂直な地層に対して、垂直のボーリング孔となったため、薄いチャートに変わるとしばらくこの硬岩のため能率が上がらず、全体として7.5m/方となった。用水はボーリング地点の近傍に農業用水井戸と貯水槽があり、これを利用できた。しかし、揚水は風車によっていたので夜間の掘削には揚水不足となり、途中でポンプを設置し、この問題を解消した。

MJNM-3

終始普通工法を実施した。事故回復時間が比較的少なく、原則的に1日1方体制で8.8m/方の掘進能率を記録した。ドロマイト層の岩相が単調であったことも一定の能率を確保できた一因である。用水はMJNM-1と同様、2km離れた農家の井戸から4tトラックで運搬した。

MJNM-4

ワイヤライン工法で掘進開始したが空隙や溶解割れ目の発達に遭遇、全量逸水で掘進不能に陥った。セメンティングを施したが空隙が大きく、殆ど遮水効果なく35.4mで中断した。さらに深部の岩盤状況をみてケーシングの深度を決めるため、35.4mから60mまでパーカッションドリ

Table II - 1 - 5 Time Schedule of Drilling

Hole No.	September	October	November	Remarks
M J N M - 1		08 - 19 SECO	04 - 10 L-38	— Drilling
M J N M - 2	01 - 06 L-38	11 - 30 L-38		~ Setting /Disjointing
M J N M - 3	19 - 06 L-38			--- Waiting
M J N M - 4	19 - 24 L-38	11-12 - 22 Percussion SECO12	01 - 07 - 12	-- Restoration

Table II - 1 - 6 (1) Summary of Drilling Work [MNM-1]

工 事 期 間							
区 分	工 事 期 間			期 間 内 訳			
	期 間			延 日 数	実働日数	休業日数	作業工数
設 営 作 業	1996/10/06~10/07, 11/03			4	3	0	21
掘 進 作 業	1996/10/08~10/18, 11/04~11/10			22	19	0	107
解体撤去作業	1996/11/19, 11/11~11/15			6	6	0	42
合 計				35	32	3	170
掘 進 深 度				100m毎のコア採取率			
計 画 深 度	300.00 m	表 土	1.0 m	深 度 (m)	コア長及びコア採取率		累 計
増 掘 長	0.00 m	コア長	296.50 m	0.00 ~ 107.50	103.70 m	96.47 %	96.47 %
検 尺 深 度	300.08 m	コア採取率	98.8 %	107.50 ~ 205.70	95.50 m	97.25 %	96.84 %
作 業 時 間				205.70 ~ 300.08	97.30 m	103.09 %	98.81 %
掘 削 時 間	199.0 h	50.8 %	46.3 %				
ロッド揚降	109.0 h	27.8 %	25.3 %				
インナー揚降	53.0 h	13.5 %	12.3 %				
付 帯 作 業				掘進深度(m)/延日数		8.57 m/日	
事故回復作業	31.0 h	7.9 %	7.2 %	掘進深度(m)/実働日数		9.38 m/日	
そ の 他				掘進深度(m)/延掘進日数		13.64 m/日	
小 計	392.0 h	100.0 %	91.2 %	掘進深度(m)/実掘進日数		15.79 m/日	
移 設 作 業				掘進深度(m)/延工数		1.77 m/工	
設 営 作 業	18.0 h		4.2 %	純掘進工数/掘進深度(m)		0.36 工/m	
解 体 作 業	20.0 h		4.7 %				
合 計	430.0 h		100.0 %				
ケーシングパイプ				ケーシングパイプ			
挿入深度および ケーシングサイズ (m)	B/A×100 (%)	ケーシングパイプ 回収率 (%)		記 事 A : 掘進長 B : 挿入長			
77mm 13.5	4.5	100.0					

Table II - 1 - 6 (2) Summary of Drilling Work [MJNM-2]

工 事 期 間							
区 分	工 事 期 間			期 間 内 訳			
	期 間			延 日 数	実働日数	休業日数	作業工数
設 営 作 業	1996/09/30~10/01			2	2	0	12
掘 進 作 業	1996/10/02~10/30			29	29	0	297
解体撤去作業	1996/10/31			1	1	0.0	10
合 計				32	32	0	319
掘 進 深 度				100m毎のコア採取率			
計 画 深 度	300.00 m	表 土	1.4 m	深 度 (m)	コア長及びコア採取率		累 計
増 掘 長	0.00 m	コア長	290.10 m	0.00 ~ 102.60	99.25 m	96.73 %	96.73 %
検 尺 深 度	300.30 m	コア採取率	96.6 %	102.60 ~ 202.70	97.05 m	96.95 %	96.84 %
作 業 時 間				202.70 ~ 300.30	93.80 m	96.11 %	96.60 %
掘 削 時 間	239.0 h	46.0 %	43.5 %				
ロッド揚降	6.0 h	1.2 %	1.1 %				
インナー揚降	60.0 h	11.5 %	10.9 %				
付 帯 作 業	0.0 h	0.0 %	0.0 %	掘 進 能 率			
事故回復作業	215.0 h	41.3 %	39.1 %	掘進深度(m)/延日数	9.38 m/日		
その他	0.0 h	0.0 %	0.0 %	掘進深度(m)/実働日数	9.38 m/日		
小 計	520.0 h	100.0 %	94.5 %	掘進深度(m)/延掘進日数	10.36 m/日		
移 設 作 業							
設 営 作 業	18.0 h		3.3 %	掘進深度(m)/実掘進日数	10.36 m/日		
解 体 作 業	12.0 h		2.2 %	掘進深度(m)/延工数	0.94 m/工		
合 計	550.0 h		100.0 %	純掘進工数/掘進深度(m)	0.99 工/m		
ケーシングパイプ				記 事			
ケーシングパイプ 挿入深度および ケーシングサイズ (m)	B/A×100 (%)	ケーシングパイプ 回収率 (%)		A : 掘進長 B : 挿入長			
77mm 17.0	5.7	100.0					

Table II - 1 - 6 (3) Summary of Drilling Work [MJNM-3]

工 事 期 間							
区 分	工 事 期 間			期 間 内 訳			
	期 間			延 日 数	実働日数	休業日数	作業工数
設 営 作 業	1996/09/18~09/19			2	2	0	8
掘 進 作 業	1996/09/20~10/06			17	16	1	54
解体撤去作業	1996/10/06			1	1	0.0	4
合 計				20	19	1	66
掘 進 深 度				100m毎のコア採取率			
計 画 深 度	150.00 m	表 土	2.3 m	深 度 (m)	コア長及びコア採取率		累 計
増 掘 長	0.00 m	コア長	147.70 m	0.00 ~ 97.90	95.60 m	97.65 %	97.65 %
検 尺 深 度	150.30 m	コア採取率	98.3 %	97.90 ~ 150.30	52.10 m	99.43 %	98.27 %
作 業 時 間							
掘 削 時 間	95.0 h	63.8 %	57.6 %				
ロッド揚降	44.0 h	29.5 %	26.7 %				
インナー揚降	0.0 h	0.0 %	0.0 %				
付帯作業	0.0 h	0.0 %	0.0 %	掘進深度(m)/延日数		7.52 m/日	
事故回復作業	10.0 h	6.7 %	6.1 %	掘進深度(m)/実働日数		7.91 m/日	
その他	0.0 h	0.0 %	0.0 %	掘進深度(m)/延掘進日数		8.84 m/日	
小 計	149.0 h	100.0 %	90.3 %	掘進深度(m)/実掘進日数		9.39 m/日	
移 設 作 業				掘進深度(m)/延工数		2.28 m/工	
設 営 作 業	10.0 h		6.1 %	掘進深度(m)/延掘進日数		8.84 m/日	
解 体 作 業	6.0 h		3.6 %	掘進深度(m)/実掘進日数		9.39 m/日	
合 計	165.0 h		100.0 %	掘進深度(m)/延工数		2.28 m/工	
ケーシングパイプ				純掘進工数/掘進深度(m)		0.36 工/m	
ケーシングパイプ 挿入深度および ケーシングサイズ (m)	B/A×100 (%)	ケーシングパイプ 回収率 (%)		記 事 A : 掘進長 B : 挿入長			
86mm 3.0	2.0	100.0					

Table II - 1 - 6 (4) Summary of Drilling Work [MJNM-4]

工 事 期 間							
区 分	工 事 期 間			期 間 内 訳			
	期 間			延 日 数	実働日数	休業日数	作業工数
設 営 作 業	1996/09/18~09/19, 10/20~10/21			2	2	0	12
掘 進 作 業	1996/09/20~09/24, 10/22~11/12			38	24	14	182
解体撤去作業	1996/09/30, 11/13~11/14			3	3	0.0	18
合 計				43	29	14	212
掘 進 深 度				100m毎のコア採取率			
計 画 深 度	150.00 m	表 土	3.0 m	深 度 (m)	コア長及びコア採取率		累 計
増 掘 長	0.00 m	コア長	111.80 m	0.00 ~ 101.40	64.10 m	63.21 %	63.21 %
検 尺 深 度	150.60 m	コア採取率	74.2 %	101.40 ~ 150.60	47.70 m	96.95 %	74.24 %
作 業 時 間							
掘 削 時 間	198.0 h	45.9 %	40.0 %				
ロッド揚降	90.0 h	20.9 %	18.2 %				
インナー揚降	16.0 h	3.7 %	3.2 %				
付 帯 作 業	5.0 h	1.2 %	1.0 %	掘進深度(m)/延日数		3.50 m/日	
事故回復作業	122.0 h	28.3 %	24.6 %	掘進深度(m)/実働日数		5.19 m/日	
そ の 他	0.0 h	0.0 %	0.0 %				
小 計	431.0 h	100.0 %	87.1 %	掘進深度(m)/延掘進日数		3.96 m/日	
移 設 作 業							
設 営 作 業	40.0 h		8.1 %	掘進深度(m)/実掘進日数		6.28 m/日	
解 体 作 業	24.0 h		4.8 %	掘進深度(m)/延工数		0.71 m/工	
合 計	495.0 h		100.0 %	純掘進工数/掘進深度(m)		1.21 工/m	
ケーシングパイプ							
ケーシングパイプ 挿入深度および ケーシングサイズ (m)	B/A×100 (%)	ケーシングパイプ 回収率 (%)		記 事 A : 掘進長 B : 挿入長			
86mm 60.0	39.8	0.0					

ルを実施し、それ以降は予定深度まで普通工法で掘削した。エンジンの修理回復待ち、グラウチング等もあり、結局完工まで足掛け3ヵ月を要した。ワイヤラインでは1方/日体制、普通工法では大体2方/日体制で施工したが、実掘進期間の能率をとっても5.8m/方と4孔の中で最も低い。用水はMJNM-2と同様、150m離れた農業用水井戸よりポンプで導水した。

(5) 掘削用水

用水はもっぱら農場の地下水を使用した。MJNM-1、MJNM-3では揚水孔まで距離があったため、揚水は用水タンクをトラックに積載し運搬した。一方MJNM-2、MJNM-4では近接していたので、農業用水槽より直接ポンプで導水した。用水は環境同化型のポリマーを添加して使用した。逸水、崩壊箇所では必要に応じて泥剤を使用した。

II-1-4 調査結果

(1) 岩相・鉱化作用・変質

ボーリング柱状図をFig. II-1-2(1)~(13)、ボーリング地質断面図をFig. II-1-4に示す。また岩石薄片鑑定結果、鉱石研磨片鑑定結果およびX線回折試験結果をそれぞれTable II-1-7~Table II-1-9に示す。各孔の地質概要を以下に述べる。

MJNM-1

- ・ 0.00m-85.40m カルクリート

淡褐色で塊状ないし層状を呈する。原生代ダマラ系のドロマイト層を不整合に覆う第三紀以降の堆積物で、基底は25mにわたりレキ質を呈する。深度50mから30mにかけてはレキサイズにおおまかなグレーディングが認められる。局部的に層理に平行な空洞が発達し、透水層を形成している可能性がある。

- ・ 85.40m-300.08m ドロマイト

灰白色から灰色、時として淡褐色を呈する。一般に岩相変化に乏しいが、92.40-94.90mと153.50m付近で黒色ないし暗灰色の頁岩をはさむほか、全体に厚さ数cmから10cm程度のチャートをはさむ。ドロマイト層は塊状ないし層理が発達する場合があります、ボーリング孔と層理の角度は60°ないし80°である。(ボーリング柱状図では30°ないし20°のようにその補角で表してある。)

塩酸に対しては極微粒な空泡を生じる。深度210m付近から240m付近にかけて塊状の岩相では、スティロライトの発達が顕著で、その面には極薄い酸化鉄を含む粘土層が認められる。中粒ないし粗粒のドロマイトの粒子からなる砂質ドロマイト(グレインストーン)が頁岩の下位に堆積している。

魚卵状ドロマイトは続成作用の過程で珪化を受けたものと考えられ、ドロマイト累層の中に認められる。296.0m付近にはストロマトライトと思われる小マウンド組織および魚卵状組織が認められる。これらは全体の岩相からTsumeb亜層群のT6に対比可能である。

鉱化作用は102m付近から114m付近までの約12m間と、212m付近から285m付近にかけて、断続的

LEGEND

	SYMBOL	ROCK NAME	LITHOFACIES	
Tertiary	— — — —	CALCRETE	Less stratified calcrete	
	•••••		Gravel bearing calcrete	
Upper Proterozoic	[Block pattern]	DOLOMITE	Massive dolomite	
	[Well-bedded pattern]		Well bedded dolomite	
	[Sandy pattern]		Sandy dolomite	
	[Oolitic pattern]		Oolitic dolomite	
	[Stromatolitic pattern]		Stromatolitic dolomite	
	[Stylolite pattern]		Stylolite developed	
	[Brecciated pattern]		Brecciated, flexured	
	[Chert pattern]		CHERT	
	[Shale pattern]		SHALE	
	[Argil pattern]		ARGIL	Argillaceous zone
	[Fractured zone symbol]		Fractured zone (young and open)	
	[Crackled zone symbol]		Crackled zone (old and closed)	
	•••	MINERALISATION	Pod, dot, speck	
	/		Veinlets	

ABBREVIATIONS

COLOR AND FORM

wht : white
 blk : black
 ppl : purple
 brn : brown
 irreg : irregular

MINERAL

sp : sphalerite
 hmt : hematite
 clay : clay mineral

ALTERATION

cal : calcitization
 dol : dolomitization
 arg : argillization
 ox : oxidation
 sil : silicification
 sel : selicitization

VEIN MINERAL

Qtz : quartz
 Cal : calcite

Fig. II - 1 - 2 (1) Geological logs for drill holes

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSAYS								
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ca (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
5		CALCRETE	cream to light brown showing breccia texture, bedding in part														
10	○ ○ ○		10.70m -typical calcrete showing brn rimmed br: 3cm ϕ														
15	-----		16.15m -massive to stratified calcrete druse calcite in part														
20	-----																
25	-----																
30	-----	CALCRETE	28.30-28.70m pebbles cemented with powdery material														
35		34.50m gradually sandy grains/pebbles increase														
40		sandy calcrete														
45		40.50m ~ 1cm ϕ round to angular pebble														
50		pebble wht-orange, grey calcrete round <5cm ϕ														
55		51.58m massive calcrete with horizontal vugs														
60		55.83m sandy calcrete														
65		57.30m pebble calcrete														
70		57.85m massive calcrete with horizontal vugs														
75		60.30m														
		67.60m coarse pebbles 10cm ϕ														
		70.00m matrix reddish brown argillaceous pebble grey dolomite														

Fig. II - 1 - 2 (2) Geological logs for drill holes

MJNM-1

75m-150m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSAYS								
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
80		CALCRETE															
85		DOLOMITE	85.40m grey to dark grey dolomite														
88			88.60-89.50m argil	arg	X-01	89											
90			sandy dol. $\angle 30^\circ$	hnt													
91			91.35m well bedded grey dol. $\angle 20-30^\circ$														
92			92.60m chalcocite-malachite specks		P-01	91.6											
93			92.40-94.90m														
94			88. dol. distorted														
95			med. to crs sandy granite with irregular lenses of chert 1-2cm														
100		DOLOMITE	100.45m cracks with reddish matrix		A-01	101.88	102.26	0.42	<1	2.15	14	1710	851	4	<1		
101			101.86-102.26m disseminated sphalerite mineralisation		I-01	101.88	101.96	0.04									
102			102.70m bronish grey dol. with reddish argil	arg	S-05	102.19											
103			103.95m yellow veinlets of vanadium	sd	A-02	104.01	104.41	0.45	<1	0.50	6	151	107	<1	<1	42	
104			104.10-104.70m breccia dolomite		A-03	104.41	104.66	0.25	<1	0.50	32	605	294	1	<1	42	
104.5			104.45-104.66m blk dots or stains of sphalerite or vanadium		A-04	104.70	107.00	0.30	<1	0.50	4	99	35	<1	<1	32	
110			110.51-110.90m cinnabar red and black veinlets V or Zn		A-05	112.81	110.94	0.13	<1	0.20	4	85	35	<1	<1	25	
110.1			110.10m sphalerite along stylolite plane		A-06	111.08	111.29	0.20	<1	1.49	7	374	139	2	<1	42	
110.15			well bedded dol. $\angle 40-45^\circ$		A-07	111.58	111.69	0.11	<1	7.06	12	11502	1420	5	<1		
111			111.60m sphalerite		I-02	111.55	111.69	0.11									
111.6			111.60m sphalerite		A-08	112.32	112.62	0.32	<1	19.00	55	15200	15820	32	<1	<1	
112		DOLOMITE CHERT COOLITE	112.30-112.55m galena-sphalerite pods		P-02	112.30											
113			113.20m sphalerite vein specks		I-03	112.30	112.40	0.10									
113.9			113.97m sphalerite dots		I-04	112.47	112.62	0.15									
114.1			114.15m sphalerite veinlets		X-02	112.50											
115					A-09	113.94	114.15	0.21	<1	0.60	5	151	42	<1	<1	16	
120			well bedded dol. \angle chert lense $\angle 30^\circ$														
123			123.80m open fracture with reddish argillaceous sediment		A-10	123.88	124.05	0.20	<1	0.30	8	136	226	<1	<1	25	
124			124.00m black stipe mineral massive dol.														
125			125.3m grey to wht finely bedded dol. $\angle 20^\circ$ partly sil. irreg. bands	sil													
129			129.10m dark grey dol.														
129.4			129.45m green vanadium films														
129.9			129.95m-131.00m dark grey sandy dol. showing distorted lamina	sd													
131			131.00m bedded dol. chert or sil beds	sd													
133			133.30m calcite box work druse														
135			135.30m dark grey dol.														
135.3			135.36m crs to med sandy grey dol.														
135.1			135.10m vanadium film in crack														
135.1			crs graphitic carbonaceous granite finely bedded $\angle 20^\circ$	hnt	S-01	141.00											
141			141.50m creamy bn to light grey dol. with vertical cracks Zn+V		A-11	141.55	141.93	0.38	18	0.79	25	257	999	15	<1	27	
141.6			massive non bedded		P-03	141.62											
144			144.47m sphalerite speck		A-12	143.70	144.60	0.32	<1	0.89	9	150	3506	12	<1	13	
145			145.65m dol. \angle chert 2-5cm thick beds														

Fig. II - 1 - 2 (3) Geological logs for drill holes

MJNM-1

150m-225m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSAYS							
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)
155	SHALE		152.40-65m chert or sil sand-stone $\angle 20^\circ$													
				153.25-65m dark grey dolomitic shale												
			153.65-155.55m med sandy dol.													
	DOLOMITE		155.55m- brn grey finely bedded dol.													
				157.30-158.50m fine Zn veinlets along steep cracks	A-13	157.22	157.85	0.63	<1	0.0	5	125	45	<1	<1	
				A-14	158.68	158.78	0.10	<1	0.0	3	69	67	<1	<1	2	11
160	DOLOMITE		brnish grey to grey dolomite													
				fine massive fractured locally												
165	DOLOMITE		167.80m- grey dolomite $\angle 30^\circ$													
				light grey												
175	DOLOMITE		174.35-178.45m crackled dolomite													
				175.55-175.65m Vanadium mineral veinlets												
	DOLOMITE		grey dolomite $\angle 50-60^\circ$													
185				182.70m- crackled dolomite												
	DOLOMITE		186.00-186.05m Zn or V	A-31	185.82	186.07	0.24	1	0.60	5	55	72	<1	<1		13
				189.90-189.95m V?												
195	DOLOMITE		198.85m Vanadium along stylolite													
200				191 Δ												
205	DOLOMITE		201.55m transparent calcite open fracture w=1cm	Cal												
				205.65m dark grey fine dolomite												
	DOLOMITE		208.10m light grey to brnish grey dol.													
210				210.20-210.26m chert bed contact irregular $\angle 10^\circ$	A-15	210.57	211.77	0.20	<1	2.10	5	102	202	2	<1	
	DOLOMITE		210.85m Vanadium film in cracks stylolite predominate	A-16	210.91	212.65	0.17	<1	1.80	11	247	995	5	<1		27
				211.65m V or Zn in stylolite	A-17	213.00	213.15	0.15	<1	2.90	13	605	5710	21	<1	
215	DOLOMITE		211.95-212.00m sphalerite specks	cal												
				212.95-213.10m black Zn ore specks sandy dolomite	A-18	217.15	217.20	0.05	<1	0.80	5	56	55	<1	<1	
220	DOLOMITE		216.15-216.35m chert $\angle 20^\circ$													
				217.25m Cu oxide dot in breccia massive dol. stylolite												
	DOLOMITE		222.75-222.83m Cu-Zn(?) oxide dots	A-19	222.62	222.65	0.21	<1	2.00	32	156	2300	10	<1		7
				223.12-223.67m Sphalerite(?) dots	A-20	223.07	223.67	0.60	<1	0.80	25	162	3150	15	<1	
225	DOLOMITE		224.98m green Vanadium in cavity calcite													

Fig. II - 1 - 2 (4) Geological logs for drill holes

MJNM-1

225m-300m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSAYS								
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
230			grey med dol. light brnsh grey dol. massive 228.45-229.30m chert beds														
235																	
240			brnsh grey bedded dol. fine calcitized	col													
			242.90-243.00m Sphalerite pods and veinlets in druse		A-21	242.75	242.97	0.21	5	16.00	4260	179	3	<1		33	
			245.60-246.91m Sphalerite Galena in horizontal cracks and pods	sil	I-05	242.75	242.97	0.21									
					S-02	242.85											
					A-22	245.75	246.25	0.50	4	29.00	1990	17600	46	1		8	
					A-23	246.25	246.65	0.40	5	20.00	761	22800	74	<1		13	
					P-04	246.25											
					A-24	246.92	247.17	0.25	2	13.00	172	6112	24	1		2	
					S-03	246.60											
250			pale brnsh grey dol. roughly bedded	sil dol	I-06	246.67	246.18	0.11									
255																	
					X-03	257.40											
					A-25	258.95	259.50	0.55	3	19.00	353	7610	29	1		30	
260			258.95-259.50m Sphalerite dots and veinlets in druse														
					A-26	263.20	264.04	0.84	1	8.00	539	137	<1	1		35	
			263.20-264.20m Sphalerite dots / Vanadium in the upper part														
			265.32- .34m sphalerite in calcitized layer														
265		DOLOMITE	265.43-265.52m chert		A-27	268.10	268.20	0.10	1	4.00	111	49	<1	1		20	
270																	
					A-28	271.50	271.58	0.08	7	18.00	4800	183	1	<1		13	
			271.50-271.53m Galena, Sphalerite thin patches		A-29	273.64	273.69	0.05	5	7.00	4870	33	<1	<1		13	
			274.00m Sphalerite galena specks W=1cm		I-07	273.64	273.69	0.05									
275			275.65-275.77m chert $\angle 30^\circ$ 277.74-277.83m chert 277.98-278.08m breccias cemented with dolospar														
280			280.25-280.35m chert 280.58-280.64m chert 282.30-282.60m vertical cracks with Zn film 284.00m Sp(Zn) specks 284.45m local Sp(Zn) small pods or specks crack veindets	dol													
285			285.00m upper most block shale 285.50m Cu oxide in fracture of red fish facies 287.50-287.75m shale ss.														
290																	
295			massive dolomite intercalated with chert bedded dolomite $\angle 10^\circ$ 295.85-296.05m stromatolitic oolite														
300			15cm thick chert $\angle 20^\circ$ red dots 300.08 STOP														

Fig. II - 1 - 2 (5) Geological logs for drill holes

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSAYS									
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)		
0-29		CALCRETE	<p>wht to pale brown breccia >> matrix</p> <p>15.10m lost circulation</p> <p>wht to brn 5cm ϕ angular dol. bre</p>															
29-37		CALCRETE	<p>druse calcite crystals</p> <p>37.50m - abundant breccias, reddish brn to drk. gy 1-2cm ϕ dominant</p>															
37-60			<p>60.96m gy with white spots dol. calcrete filling gash and cavities</p>															
60-70		DOLOMITE	<p>obscure bedding $\angle 30^\circ$ 69.80-70.00m vertical chert/dol.</p>															
70-72			<p>ppl grey with wht dolospar spots 72.20m weathered zone clay</p>	dol														
72-75			<p>steeply dipping stylonite</p>															

Fig. II - 1 - 2 (6) Geological logs for drill holes

MJNM-2

75m-150m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VFEN ALT.	SAMPLE			CHEMICAL ASSAYS										
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)		
75			45-65m argillaceous zone	arg														
77			12m chert \angle dol. chert \angle 20° boundary vertical															
78			00-20m clay	arg														
85		DOLOMITE	85.00m - ppl gry wht dets HCl x	dol														
87			87.00m - chert dol steep but irreg.															
90			90.86m - dol \angle chert oolitic \angle 80°															
90			90.96m green malachite speck in chert															
93			10m															
95			dk grey dol. chert irreg. bands															
95			bedding like															
100			100.60m - blk dolomitic shale															
100			with wht dets HCl Δ or \circ															
102			30m spar vein dense some part chert															
102			bands intercalated															
110			blk dolomitic shale bedding obscure															
110			\angle 30-40°															
111			111.00-111.61m fractured with reddish															
111			cream argil															
111			calcareous blk shale															
116			116.12m	Qtz														
116			wide space fracturing qtz-cal veining	\angle 15°														
120			stylolite vertical															
121			121.70m shale - chert with fossil like															
121			texture, \angle 70-80°															
124		SHALE	124.85m															
124			blk calcareous shale															
126			126.0m															
126			bedded shale															
130			bedding vertical blk to dark grey															
130			med. chert thin beds intercalated															
142			142.40m - reddish oxidized shale \angle 80°															
143			143.60m	Cal														
143			144.70-145.10m	n=1cm														
143			fractured zone argillaceous zone	arg														

Fig. II - 1 - 2 (7) Geological logs for drill holes

MJNM-2

150m-225m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSAYS								
					No	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
155			151.60m chert < blk shale chert beds almost vertical														
160																	
165			white transparent vein minerals HCl x blk shale stratified 166.52m veining $\angle 45^\circ$	Cal w= 0.5cm													
170			few beds of chert														
175																	
180		SHALE	180.96m oxidized zone of shale	ox													
185			qtz-clay white vein 181.0-186.30m fractured	Qtz-clay	S-12	182.39											
190			blk shale 187.97m $\angle 30^\circ$ qtz + a vein	Qtz													
195		DOLOMITE	192.70m oolitic chert intercalated dolomite														
195		CHERT	194.30m - Chert	sil cal	S-07	196.00											
200		SHALE	198.00m - black dolomitic sandstone / shale alt.														
200			199.00-202.80m veining	Qtz- Cal													
200		DOLOMITE	201.80m - dark greyish grey dol. // chert black patched dolomite to sandy														
205		CHERT	204.95m - blk crs dolomite to sandstone														
210		DOLOMITE	208.10m calcareous gash w=3cm cream brn HCl O	dol													
210		SHALE / SS.	209.76m orange film vanadium? blk shale / med sandy dol alt.														
215			210.30m - chert thin lense / dol. 213.36-80m hexagonal crystal 214.00m dolomitic shale med to crs sandy		S-08	210.50											
220			fine grey dol / ss. 218.50-219.12m crs ss to conglomerate argl layer w=1cm	arg hml	S-09	218.40											
225		DOLOMITE	dolomite (argl) intense white veining														

Fig. II - 1 - 2 (8) Geological logs for drill holes

MJNM-2

225m-300m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSAYS									
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)		
			226.50-227.50m clay crs sand $\angle 50^\circ$	arg														
230		SANDSTONE	229.20m															
			sporadic chert lense															
235			blk sandy shale to ss dol. chert beds															
240			blk sandstone															
245			246.50m- dolomite intercalated with argil layers															
250		DOLOMITE																
255			253.40-254.00m white veining $\angle 20^\circ$	del														
			257.00-257.60m argil	arg														
260		DOLOMITE / SS.	257.60m dol. sandy to sandstone with argil beds															
265		CHERT. DOLO. SHALE	263.60-264.95m chert / dol shale															
270		DOLOMITE	267.70-271.90m brecciated dol. >> chert cracked argil X-ray matrix reddish brown spar, quartz?															
275			grey massive dol. with horizontal wht veining - white spots stylolite vertical															
280			277.85-285.25m cracked dolomite															
			massive dolomite															
285		DOLOMITE	285.00-286.53m dol chert vertical bedding															
290			massive dolomite															
295			294.07m chert crs quartz sandstone grey dol. alt.															
			296.50m grey mas dolomite															
300			299.50m greenish grey dk grey dolomite 300.30m stop															

Fig. II - 1 - 2 (9) Geological logs for drill holes

MJNM-3

0m-75m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE			CHEMICAL ASSAYS									
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
0-2			0-2 30m Soil Non core														
5		CALCRETE	grey to purple brown, partly argillaceous, gravel to bedded texture some vuggy														
10			12.00m grey roughly bedded showing stromatolitic texture														
15			16.40m flat lying bedded d.l. reddish grey to purplish 17.30-17.50m angular blebs dol.														
20			massive dol. partly alyate(fibrous) vuggy														
23			23.30m partly thin bedded														
25			cracks filled with calcite and quartz sylvite layers and thinly bedded dol. $\angle 5-10^\circ$														
30		DOLOMITE	Grey sandy d.l. $\angle 20-30^\circ$ bedding or dulced														
32			32.20-32.90m fractured steeply $\angle 70^\circ$														
35			36.64m calcite gash with malachite speck														
40			36.60-40.85m vertical fractures filled with calcite 39.35-45m 10cm thick chert bed $\angle 5^\circ$ 40.60m hematite bed 1-2cm thick $\angle 15^\circ$														
45			43.00-45.00m massive dol. dark grey dolo-par	dol													
50			46.45-65m wht mineral veining cavities magnesite? HClx 48.60-50.38m light grey dol. stromatolitic texture 50.35m argillaceous green brown mineral massive to flat lying dol.														
55			massive to roughly bedded in part														
60			57.10- 20m hematite fracture 58.00m $\angle 60^\circ$ cavity	hmt													
65			light grey to reddish dol. 62.00-62.50m wht spots dolomite	dol													
70			63.10m sphaerite grains with wht vein 63.55-60m green vanadium film in cracks		P-05	63.55											
75		SANDSTONE	66.00-70.60m vertical to steep cracks $\angle 60^\circ$ black stains(vanadium?) in crack 72.35-60m chert bed $\angle 15^\circ$ 73.25m vanadium mineral in crack 73.50-.60m chert bed 74.60-76.45m calcareous sandstone														

Fig. II - 1 - 2 (10) Geological logs for drill holes

MJNM-3

75m-150m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSAYS								
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
77.20m		CHERT	med to fin $\angle 10^\circ$ 77.20m chert														
77.70m			crystalline dolomite partly thin beds of chert intercalated														
83.45m		DOLOMITE	light gy fin dol. 83.45m $\angle 30^\circ$														
88.15-89.25m		CHERT	88.15-89.25m chert 10cm thick														
89.05m		CHERT	89.05m argillaceous matter-hat 3cm thick														
89.25-91.60m		CHERT	89.25-91.60m chert														
91.60m			91.60m fractured over 60cm magnesite vug	dol													
92.50m			92.50m irreg. wht to pink chert in dol.														
93.88m			93.88m														
94.20m			94.20m light gry med. sandy dol. bedding flat														
95.60m			95.60m drk grey dol. veining crystalline calcite	CS													
100.60-101.33m		DOLOMITE	sandy dolomite bedded $\angle 5-10^\circ$ 100.60-101.33m fine dol.														
101.33m			sandy partly chert horizontal beds 10cm thick														
103.00m			fine light grey dol.														
110.00m																	
110.00m			fractured with wht minerals (dolospar?) $\angle 60-70^\circ$ <5um	dol													
115.20m			115.20m gy med dol. sandy $\angle 20^\circ$														
118.00-119.15m			118.00-119.15m irreg. chert beds														
118.70-119.50m			118.70-119.50m thinly bedded dol hem. hemisae stromatolitic														
120.75m			120.75m chert														
120.85-121.40m			120.85-121.40m pale brn grey crs sandy														
123.70m			123.70m green red blk clay mineral? massive med crystallized dol. $\angle 20^\circ$ crs graded dol.														
127.45-128.50m			127.45-128.50m hematite layer														
127.80-128.50m			127.80-128.50m mottled crs dolomite														
131.20m		DOLOMITE	131.20m- fine grey dol.														
132.86m			132.86m- steeply or vertical fractured														
136.0m			136.0m gry. fine to med dol														
138.30m			138.30m- irreg. fracture with wht vein wht to greenish brn														
140.00m																	
140.00m			wht spots dol.	dol													
145.00m			med to fine gry dol														
150.30m			150.30m stop														

Fig. II - 1 - 2 (11) Geological logs for drill holes

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE			CHEMICAL ASSAYS									
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Co (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
0-5		CALCRETE	wht clay dolomite frag. blocks														
5-10			3.58m gry bedded dol. sandy in part black grains														
10-15		DOLOMITE	dark grey wht banded dol. $\angle 60^\circ$ still vuggy porous 12.50m thinly bedded dark gry dol. 14.20-14.6m black shale frag.														
15-20			black stripes of argillaceous dol 19.00m open fracture? calcite, quartz 20.36m cavity 21.46-22.00m	Qiz - Cal													
20-25		SHALE	black calcareous shale bedding $\angle 30^\circ$ 22.00m orange Vanadium mineral?														
25-30		SHALE	24.00-24.57m blk shale 27.45-28.55m cave?														
30-35			intercalated with 5-20cm thick chert bands $\angle 30^\circ$ reddish to gry fine dol.														
35-40		CHERT	33.00m- wht chert $\angle 45^\circ$ 35.40-60.00m Percussion drill chip logging (brownish grey dolomite chert)														
40-45			(brownish grey dolomite)														
45-50		DOLOMITE	(grey dolomite)														
50-55			(dark grey argillaceous dolomite or shale)														
55-60			(black shale > dolomite)														
60-65		SHALE DOLOMITE	blk sandy shale 60.80m grey well bedded DOLOMITE thin chert beds $\angle 40-45^\circ$														
65-70			64.50-65.80m fractured core brittle 66.80m vein $\angle 45^\circ$ stylolite and bedding calcified? but HCl X	Qiz - Cal dol													
70-75			71.30m chert clasts sediment dol chert beds $\angle 45^\circ$ 74.30m fractured over 20cm														

Fig. II - 1 - 2 (12) Geological logs for drill holes

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VFEN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSAYS								
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
			76.05-78.00m black shale														
80			79.50-80.00m fractured 80.00m cavity crystal HCl O 80.00-80.30m good fracture for mineralization 82.05-83.50m cavity	col													
85			well bedded dol. ppl chert $\angle 45^\circ$														
90			87.65-88.55m brittle fractured zone dol. 88.55-89.00m dol. with cavities grey dol. with thin chert beds calcification 90.60-92.90m dk grey to wht sandy dol dol alt	col													
95			93.60m well bedded dol. 93.60-94.00m cream limestone HCl O dark grey dol. with druse well bedded shale stripes 96.12-99.10m black shale														
100		SHALE	dol with black and white stripe														
		DOLOMITE	101.65m oolitic beds 10cm thick $\angle 30^\circ$ 103.20-104.70m grey sandy dol. dolomitic blk shale well bedded dol sandy dol $\angle 20-30^\circ$ calcified to small druse														
105			109.25-109.65m black shale														
110			112.45m calcareous shale with spot druses fine stripes HCl O $\angle 20^\circ$ massive dol. light grey to cream		S-10	113.20											
115		SHALE	117.00m bedded dol. $\angle 45^\circ$ 118.80m druse abundant dol ls $\angle 45^\circ$ filled with calcite														
120			121.00m well bedded dol. with chert lenses partly distorted														
		DOLOMITE	125.50-125.75m druse rich dol. black and well bedded dol. $\angle 30^\circ$ $\angle 45^\circ$ $\angle 60^\circ$														
130			132.50-133.45m druse rich dol. 133.45-134.40m well bedded dol. pink/ grey alt. $\angle 45^\circ$ argillaceous 134.40-136.70m druse dol		X-05	134.00											
135			138.00m partly druse calcite light cream brnsh grey dolomite fractured filled with dolospor	dol													
140			143.35m bedded dol. 143.65-143.80m black shale 144.00-144.25m fractured dol. with small druses 145.20-145.55m black shale cavity bedded dol. $\angle 30^\circ$ 148.15-150.60m chert intercalated dol. with sericite layers 150.60m STOP														
145		SHALE															
150				ser													

Fig. II - 1 - 2 (13) Geological logs for drill holes

鉱化作用は102m付近から114m付近までの約12m間と、212m付近から285m付近にかけて、断続的に分布する。閃亜鉛鉱および方鉛鉱を主とし、ドロマイトの中に珪化を伴ってポッド状、不規則脈状およびドット状に出現する。スティロライト面近傍に発達した細脈を充たして産すること、層理面に調和的に産することなどから層準規制型鉱化作用と考えられる。銅の鉱化作用としては

92.60mに輝銅鉱、銅藍のドットと285.50mに緑色銅鉱物が認められる。

バナジウムはこれらの鉱化作用と重複して、新期の割れ目にフィルム状に産し、特徴的に緑色ないしオレンジ褐色を呈する。

MJNM-2

- ・ 0.00m- 60.96m カルクリート

白色ないし淡褐色で径5cmまでの角レキを多量に含む。レキの岩質は多くはドロマイト質で、赤褐色ないし灰色を呈する。25m付近から37m付近までは、こうしたレキを含まずパッチ状の空洞が発達し、結晶質の方解石が成長している。15.10mで逸水を生じている。

- ・ 60.96m-100.60m ドロマイト

灰白色細粒ドロマイトで白色斑状のドロスパーを含む。局所的にチャートないし珪化ウーライトの薄層をはさむ。層理境界やスティロライト面とボーリング孔との角度は殆ど平行である。90.96mではチャート薄層の中の斑点状の緑色銅鉱が認められる。

- ・ 100.60m-204.95m 頁岩

黒色でまれに赤色チャートをはさむ。塩酸との反応から石灰質頁岩と思われる。ボーリング孔と層理面との角度は10ないし20°である。111m付近および145m付近は破碎され、粘土質となっている。

- ・ 204.95m-300.30m ドロマイト

泥質ないし暗色中粒ないし粗粒砂質ドロマイトで219m付近ではレキ岩質となる。深部で細粒ドロマイトとなる。267.70mから285.25mにかけて古い時期の割れ目が発達する。上部と同様ボーリング孔と地層の境界は平行に近い。鉱化作用は全く認められない。

MJNM-3

- ・ 0.00m- 12.00m カルクリート

灰色ないし帯紫褐色、層理と空洞の発達も認めれる。

- ・ 12.00m-150.30m ドロマイト

いわゆる塊状ドロマイトが卓越し、チャートの薄層を挟在する。74.60mから76.45m、94.20mから100.60mおよび120.85mから128.50mのドロマイトは中粒砂質の岩相を呈する。顕著なストロマイト様組織は50m付近に認められる。層理面とボーリング孔との角度は平均して60°から85°である。

鉱化作用としては36.64mにドロマイトの割れ目を充填するドロスパーに伴った緑色銅鉱物の斑点、63.10mに粒状閃亜鉛鉱、63.55mにフィルム状のパナジウム(Descloizite)が認められるにすぎない。

MJNM-4

- ・ 0.00m- 5.58m カルクリート

白色粘土とドロマイト質レキ。

- ・ 5.58m- 50.00m ドロマイト

灰色で層状ないし塊状のドロマイトで厚さ数10cmの黒色頁岩とチャートをはさむ。空洞い富み、透水層を形成している。層理面はボーリング孔に対して45°から60°の角度をなす。22m付近にオレンジ色のパナジウム鉱物らしい細脈状鉱化が認められる。

- ・ 50.00m-117.00m ドロマイト・頁岩互層

層状ドロマイト、砂質ドロマイト、黒色頁岩およびチャートよりなる。ドロマイト層のうち黒色泥質の岩層では径0.5から1.0cmの多数の空洞を含む特徴がある。

- ・ 117.00m-150.60m ドロマイト

よく層理の発達した淡褐灰色ドロマイトで黒色泥質の薄層を含む。この黒色塊状の岩層では溶解による空孔に富む。133m付近から下部はピンク色を帯びた絹雲母質粘土のはさみが特徴である。層理面とボーリング孔との角度は上記と同様45°から60°である。

鉱化作用は全く認められない。

II-1-5 鉱石分析結果

肉眼的にまとまりのある鉱化部分をダイヤモンドカッターで四半分に切断し、10cm以上の着鉱区分にして1試料としてAu, Ag, Cu, Pb, Zn, Cd, Ga, Vの7成分の化学分析を行った。その結果をボーリング柱状図のCHEMICAL ASSAYS欄およびTable II-1-10に示す。分析手法はAu, Ag, Cu, Pb, Zn, Cdについては原子吸光法、Ga, Vについては吸光光度法によった。原子吸光分析装置は日立Z-6000およびZ-8100(フレームレス)を使用した。検出限界はAu, Agで1ppb、それ以外の6成分については1ppmである。

試料としたMJNM-1の累計着鉱長は9.16m 着鉱長に品位を乗じた数値の累計はPb=2.125 m・%, Zn=3.461 m・% Pb+Zn=5.586 m・%である。そのうち1%以上の鉱化部は以下の4箇所である。

111.58m-111.69m(0.11m)	Pb=1.45%
112.30m-112.62m(0.32m)	Pb=4.52% Zn=1.58%
245.75m-246.25m(0.50m)	Zn=1.76%
246.25m-246.65m(0.40m)	Zn=2.28%

以上の鉱化部はボーリング断面図(Fig. II-1-4)にも図示してある。

Auについてはほとんどが検出限界の1ppb以下でPb, Znの濃集部で検出限界を超える数値

Table II - 1 - 7 Microscopic Identification of Minerals in Thin Section

Sample No.	Hole No.	Depth (m)	Rock Name	Minerals						Secondary Minerals			Remarks					
				Constituent Minerals			Accessory Minerals			Ser	Qz	Dol		Cal				
				Qz	Cal	Dol	Hm	Mt	Ap						Zr			
S-01	MJNM-1	141.00	Shale	Δ		⊙	*											
S-02	MJNM-1	242.80	Sandy dol	Δ		⊙	Δ						○					
S-03	MJNM-1	246.00	Dolomite			⊙	Δ						○					
S-04	MJNM-1	212.00	Calcitization			⊙												⊙
S-05	MJNM-1	102.10	Oolite	⊙		⊙	Δ						⊙					
S-07	MJNM-2	196.00	Chert	⊙				Δ					○					
S-08	MJNM-2	210.50	Dol/Shale	Δ		⊙	Δ											
S-09	MJNM-2	218.40	Sandy dol	Δ		⊙	Δ											○
S-10	MJNM-4	113.20	Calc shale	Δ	○	○	Δ											
S-12	MJNM-2	182.39	Argil	⊙				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	○

⊙: abundant ○: common Δ: rare * : trace

Abbreviations

Qz: quartz Cal: calcite Dol: dolomite Hm: hematite Mt: magnetite Ap: apatite Zr: zircon

Ser: sericite

Table II - 1 - 8 Microscopic Identification of Minerals in Polished Section

Sample No.	Hole No.	Depth(m)	Sulphide mineral						
			Primary			Secondary			
			Gn	Sp	Ds	Py	Cv		
P-01	MJNM-1	91.6	○						※
P-02	MJNM-1	112.5	◎	○					※
P-03	MJNM-1	141.63	※	◎					※
P-04	MJNM-1	246.25	◎	◎				※	※
P-05	MJNM-3	63.55						◎	

◎: abundant ○: common ※: poor
 abbreviations: Gn: Galena Sp: Sphalerite Ds: Descloizite Cv: Covellite

Table I - 1 - 10 Result of Chemical Assays

No.	Sample No.	Hole No.	From (m)	To (m)	Width (m)	CHEMICAL ASSAY (ppb for Au, ppm for others)							
						Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Cd	Ga	V
1	A-01	MJNM-1	101.86	102.26	0.40	<1	2.18	14	1710	851	4	<1	4
2	A-02	MJNM-1	104.01	104.41	0.40	<1	0.50	6	154	107	<1	<1	49
3	A-03	MJNM-1	104.41	104.66	0.25	<1	0.50	30	605	244	1	<1	42
4	A-04	MJNM-1	106.70	107.00	0.30	<1	0.50	4	99	35	<1	<1	12
5	A-05	MJNM-1	110.81	110.94	0.13	<1	0.20	4	85	35	<1	<1	25
6	A-06	MJNM-1	111.09	111.29	0.20	<1	1.49	7	374	139	2	<1	42
7	A-07	MJNM-1	111.58	111.69	0.11	<1	7.06	12	14500	1420	5	<1	7
8	A-08	MJNM-1	112.30	112.62	0.32	<1	19.00	59	45200	15800	32	<1	<1
9	A-09	MJNM-1	113.94	114.15	0.21	<1	0.60	5	161	43	<1	<1	16
10	A-10	MJNM-1	123.88	124.08	0.20	<1	0.30	8	136	226	<1	<1	28
11	A-11	MJNM-1	141.55	141.93	0.38	18	0.79	25	267	909	15	<1	27
12	A-12	MJNM-1	143.70	144.00	0.30	<1	0.89	9	150	3500	12	<1	13
13	A-13	MJNM-1	157.25	157.88	0.63	<1	0.70	8	128	49	<1	<1	12
14	A-14	MJNM-1	158.08	158.78	0.70	<1	0.70	3	69	67	<1	2	11
15	A-15	MJNM-1	211.57	211.77	0.20	<1	2.10	8	102	302	2	1	13
16	A-16	MJNM-1	211.91	212.08	0.17	<1	1.80	11	147	998	5	<1	27
17	A-17	MJNM-1	213.00	213.15	0.15	<1	2.90	13	605	5710	21	<1	57
18	A-18	MJNM-1	217.15	217.30	0.15	<1	0.80	8	86	55	<1	<1	12
19	A-19	MJNM-1	222.60	222.85	0.25	<1	2.00	32	156	2300	10	1	7
20	A-20	MJNM-1	223.07	223.67	0.60	<1	0.80	22	165	3160	15	<1	9
21	A-21	MJNM-1	242.76	242.97	0.21	<1	5.49	16	4280	179	3	<1	31
22	A-22	MJNM-1	245.75	246.25	0.50	<1	4.00	29	1990	17600	46	1	8
23	A-23	MJNM-1	246.25	246.65	0.40	13	4.57	20	781	22800	74	<1	13
24	A-24	MJNM-1	246.92	247.17	0.25	2	1.69	13	172	6110	24	1	2
25	A-25	MJNM-1	258.95	259.50	0.55	<1	3.48	19	353	7610	29	1	30
26	A-26	MJNM-1	263.20	264.04	0.84	<1	1.39	6	539	137	<1	1	36
27	A-27	MJNM-1	268.10	268.20	0.10	<1	0.79	4	114	49	<1	1	20
28	A-28	MJNM-1	271.50	271.58	0.08	<1	7.25	18	4960	183	1	<1	13
29	A-29	MJNM-1	273.64	273.69	0.05	<1	5.46	7	4870	33	<1	<1	13
30	A-31	MJNM-1	185.93	186.07	0.14	1	0.60	5	85	72	<1	<1	13

が得られた。A gはP bとの正の相関が顕著で、特にPb=4.52%の試料が19g/tを示す。C uについては59ppmが最大値で、やはりP b, Z nとはほぼ正の相関を示している。P b, Z nの間の相関関係はあまり明瞭ではなく、比較的よく相関する集団とばらつきのある集団とに分かれる。これは2つの異なる生成過程を意味するかも知れない。C dはZ nとの正の相関が著しい。平均Zn=3% に対してC dは400ppmのTsumeb鉱との比較では、Z nに対しC dの含有量の割合が低いと言える。G aは検出限界に達しない試料が大部分である。Vは57ppmを最大値に数10ppmの試料が多いが、Tsumeb鉱に比較してZ nの濃集度を基準にすればVの含有量が高い。

II-1-6 鉛同位体分析

鉛の同位体組成は鉱化作用の推移と規模を反映するものと考えられている。すなわち、初成鉱化作用は比較的放射性起源の方鉛鉱に富み、同位体比にもばらつきが認められる。これは規模の小さい鉱床に認められつ傾向である。一方、大型鉱床では同位体比は均質で、放射性起源の鉛の少ない方鉛鉱を含み、後成鉱化作用の濃集過程を経ていると言える。

II-1-7 考 察

II-1-7-1 鉱化作用

Tsumeb, Kombatを含む調査対象地域にはMJNM-1に認められたPb・Znを主とする鉱化作用と類似の探鉱成果が既存資料の中に報告されている。その抜粋を以下に述べる。鉱徴地の位置はFig. II-3-1 に番号で示してある。

① Harasib 317-Nosib block III 655

Harasib317ではElandshoek層中のPb・Zn、Nosib Block III 655 との境界部にPb・Znを産する。Nosib Block III 655内では他に小規模鉱化が3箇所認められる。うち1つは向斜構造の南翼部に位置する。ボーリングの結果、1.0~6.0m間にわたり、Pbで0.1~8.0% Znは0.1~5.7%の鉱化を捕捉した。

② Nosib block III 648

探鉱立坑ではElandshoek層Karuchas zoneに方鉛鉱、閃亜鉛鉱が露出する。バナジウム鉱化も重複しており、平均Pb7%、Znは最高13.5%を示す。

③ Driehoek 768-Gauss 46

Kombat北方15KmのDriehoek768-Gauss46にかけて、多くのPb・Zn鉱化が認められる。鉱化層準はAbenab亜層群最上部の65m間でZnは3%までである。

④ Border prospect

Nosib Block III 655の南東部で下部ドロマイト層とその上位の細粒石灰岩・塊状石英質ドロマイトからなる地域である。閃亜鉛鉱、方鉛鉱を主とし微量の黄銅鉱・四面銅鉱・黄鉄鉱からなる鉱化作用は、主に上部塊状ドロマイト層の著しい角レキ破碎帯に生じている。これは二次的にN20Wの節理に支配されている。カットオフPb+Znで5.8% として30百万トンの鉱量が計上されている。

⑤ Olifantsfontein 9

Harasib-Olifantsfontein向斜軸の両翼の特にElandshoek(T5)層にPb・Znの鉱化が報告されている。各鉱区の成果は以下のとおり報告されている。

The South Ridge Prospect: 深度200mでT4下部に厚さ1mの方鉛鉱がボーリングで着鉱。

Pickaxe Prospect: トレンチ調査でdescloiziteを伴う高品位Pb・Znポケット捕捉した。同様な鉱物組み合わせで石英脈に伴う鉱化が注目される。

Tiger Tunnel prospect: ボーリング調査で1孔では総着鉱幅43m平均品位Pb0.3%、Zn3.2%を捕捉した。亜鉛鉱物はsmithoniteとzinciteである。

Butterfly prospect: ストロマトライト-チャート層準直下に方鉛鉱と閃亜鉛鉱片を産する。石英脈には輝銅鉱や孔雀石も含まれる。

Dogleg prospect: 角レキ帯に鉱化。

Hambone prospect: 石灰岩/ドロマイト境界部に発達する流れ角レキ帯に伴う土壤地化学ハロ

一に反映されている。

MJNM-1ではTsumebやKombat型鉱床の胚胎の場として特徴的なカルストブレッチャや砂岩パイプなどの構造は把握されておらず、鉱物組み合わせからみてもこれらと同型の鉱化作用とは考えにくい。さらに鉱化を受けた部分の詳細なコア観察や母岩の鏡下の特徴からPb・Zn鉱物は何回かの珪化（細粒石英）と密接に関係しており、続成作用の過程で比較的低温で沈澱した、いわゆる狭義のMississippi Valley-type（以下MVT）の鉱化作用と考えられる。

鉱化部分のスケッチをFig. II-1-5に示す。ここでみられるように層理面とほぼ平行なスティロライト面に近くに発達した割れ目のうち、これに平行な割れ目を充たしてPb・Zn鉱物が認められる。スティロライト面を切る割れ目はコアでみる限り、連続性に乏しい。したがって鉱化作用の分布は大きくはある層準あるいは岩相に規制されている可能性が大きい。

MJNM-1で捕捉された鉛・亜鉛の鉱徴の鏡下での鉱石組織より、閃亜鉛鉱→方鉛鉱→銅鉱物（銅藍）の順序に沈澱、生成したことを示し、これはKombatで認められる晶出順序と一致している。

このような層準規制型のMVTと同類と思われる鉱床は、Abenab亜層群のGauss層からTsumeb亜層群のHuttenburg層にかけてのドロマイト層に胚胎しており、Tsumeb亜層群のうちでも中位のElandhoek層を母岩とする例が最も多い。

捕捉されている鉱体の品位はZn+Pbでせいぜい5ないし10%の範囲を出ず、現在までに鉱量計算とF/Sまで実施しているプロジェクトはあるが、未だ開発には至っていない。

しかし、既存のMVT鉱徴地帯の中には最近開発が始まったKhusib Springsが含まれており、その母岩の地質構造は未だ明らかにされていないが、鉱床は輝銅鉱・四面銅鉱・黄銅鉱および黄鉄鉱を主としており、Pb・Znを主とし細脈割れ目充填、鉱染状のMVTと明らかに異なる。したがってCuを主とする鉱床がMVTと隣接あるいは重複して分布する可能性がある。

II-1-7-2 地質構造

ボーリング調査地点はMJNM-4を除いて、いずれも付近に露頭がないので地質構造の推定は困難であるが、空中物理探査リニアメントで暗示される地質構造とボーリングコアと地層との傾斜角から推定するボーリング孔付近の地質構造的な位置関係は矛盾しない。すなわち、MJNM-1は向斜構造の西にプランジする軸部に、MJNM-2は向斜構造の南翼で、断層が走る箇所に該当する。地層がほとんど垂直に立っているのはこの両方に起因することが考えられる。MJNM-3, 4は同一向斜構造のそれぞれ北、南翼に位置していると考えてよい。

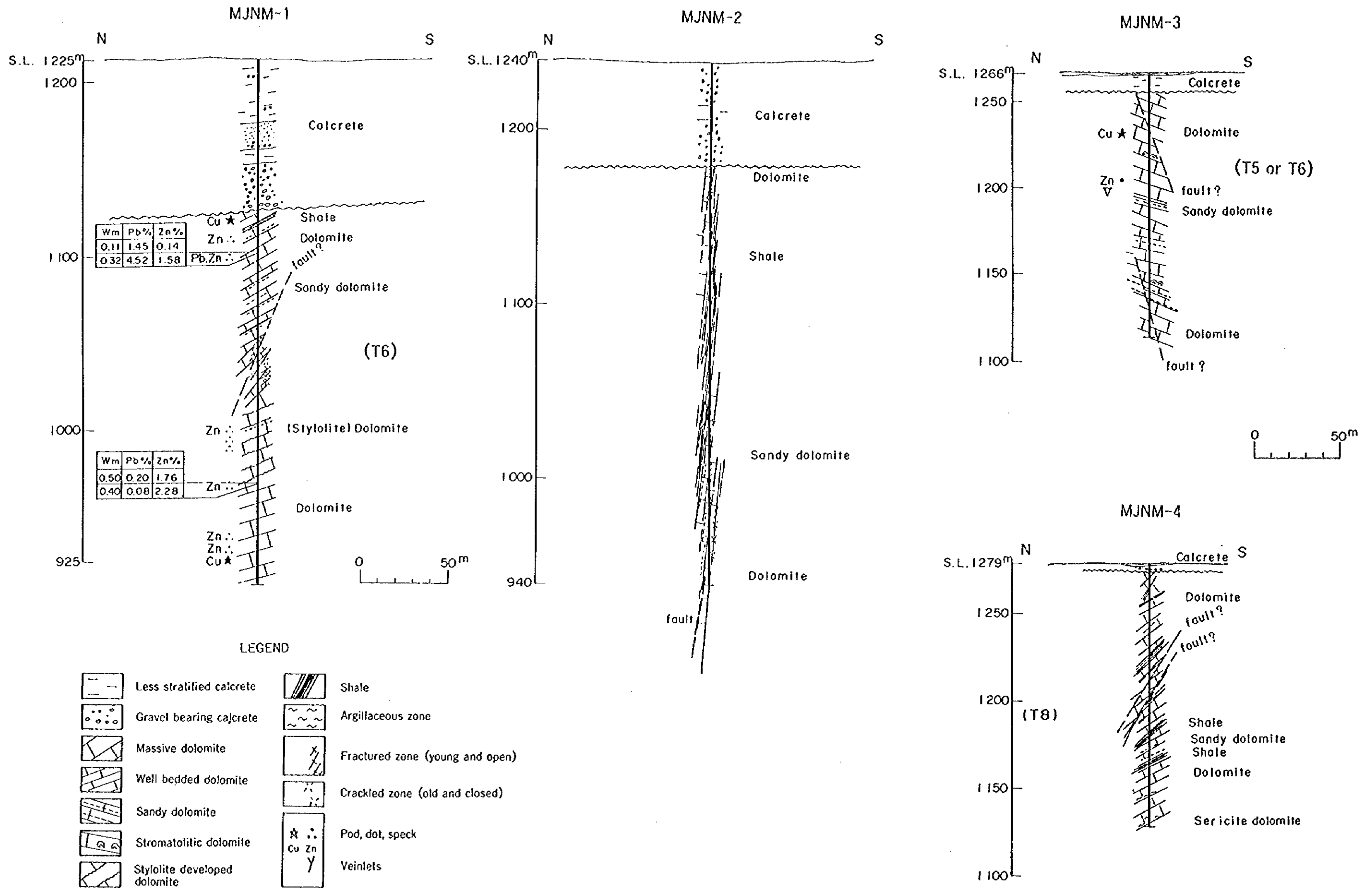
既存資料によるMVT鉱床やKhusib銅鉱床は、Harasib-Olifantsfontein向斜構造を形成するAbenabおよびTsumeb亜層群のドロマイトに胚胎しているが、この延長はしゅう曲軸が西へプランジする構造であることと、磁気異常からもGrootfontein基盤岩が浅く分布し、その上位のDamara系は非常に薄いと考えられるためカルクリートの下の探鉱のポテンシャルは低い。

一方、 Tsumebを通る向斜構造は地質図および磁気異常図から東部でENE～EW方向へ、その軸方向が変化している。そして Tsumeb鉱床はその軸部、Abenab鉱床はその南翼に位置していると言える。したがって、その東延長のMJNM-1, 2を含む本年次調査地域の東部は比抵抗異常や磁気リニアメントを総合的に解析した結果を踏まえて、第3年次のボーリング調査計画の対象地域となり得る。

)

)

)



.Fig. II - 1 - 4 Geologic cross section of drill holes

