

LEGEND

	SYMBOL	ROCK NAME	LITHOFACIES
Upper Proterozoic		CALCRETE	Less stratified calcrete
		KALAHARI SAND.	
		DOLOMITE	Massive dolomite
			Well bedded dolomite
			Sandy dolomite
			Oolitic dolomite
			Stromatolitic dolomite
			Calcareous dolomite ~ limestone
			Brecciated, flexured
		CHERT	
	SHALE		
		ARGIL	Argillaceous zone
			Fractured zone
			Crackled zone
		MINERALISATION	Pod, dot, speck
			Veinlets

ABBREVIATIONS

<p>COLOR AND FORM</p> <p>wht : white blk : black ppl : purple brn : brown irreg : irregular</p> <p>MINERAL</p> <p>sp : sphalerite hmt : hematite clay : clay mineral py : pyrite</p>	<p>ALTERATION</p> <p>cal : calcitization dol : dolomitization arg : argillization ox : oxidation sil : silicification ser : sericitization</p> <p>VEIN MINERAL</p> <p>Qtz : quartz Cal : calcite Dol : dolospar</p>	<p>MINERALISATION</p> <p>(f) : strong (m) : medium (p) : weak (pp) : very weak</p> <p>T : Thin section P : Polished section X : X-ray A : Assay H : Fluid inclusion B : Physical properties</p>
---	--	--

Fig. II - 1 - 4 (1) Geological log for drill hole

MJNM-5 (1)

0m-75m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE			CHEMICAL ASSA									
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Co (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
0		CALCRETE	pale brownish grey massive														
5			6-7m water level														
10																	
15																	
20			grey to pale creamy calccrete quartz grains bearing														
25																	
30		CALCRETE															
35			black chert, brick red cuttings														
40																	
45																	
50																	
55			brown to stain mottled cuttings predomi- nant + pale green pebbles														
60			prominent water level														
65																	
70																	
75																	

Fig. II - 1 - 4 (2) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA									
					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	black, pink, pale green, purple with grey creamy calcrete cuttings some argillaceous calcrete pebble poor facies 83.00m															
85			reddish brown matrix with black shale gravels and chert pebbles															
90					B-1	90.05												
95		KALAHARI SAND	reddish brown sandy calcrete with vertical white veining of clay mineral 98.70m		K-1	91.5												
100			pebble gravel subangular 5cm long locally 10cm ϕ sandstone gravels		B-2	102.95												
105																		
110																		
115																		
120			117.20- 35m loose core 117.65- 35m loose core 117.85m druse 119.00- 20m loose core															
125			reddish brown argillaceous calcrete 127.25m															
130			loose core 132.40m sandy calcrete 134.50m															
135			Oolite dolomite and limestone pebbles increased 10-15cm long															
140			subangular polymictic conglomerate matrix calcrete															
145		OOLITE	144.30m monolithological gravels unconformity 144.60m oolite chert 145.30m black sandy dolomite		T-1	144.90												
150		SANDSTONE																

Fig. II - 1-4 (3) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE			CHEMICAL ASSA									
					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	oolite black sandy shale with thin chert beds black mineral films in cracks														
160		DOLOMITE	light brownish grey dol shale patch and chert lense fractured zone with red argil matrix														
165		SANDSTONE	grey granitic dolomite intercalated with oolitic chert		T-2	168.00											
170		SANDSTONE	170m black stripes in grey sandy dolomite ∠ 0-5°														
175		DOLOMITE	grey to light grey fine sandy to fine dolomite														
180			181.20-183.00m CAVITIES red argil and weathered dol flat lying grey dolomite with thin sandy white layers		B-3	187.45											
185			186.40-189.50m CAVITIES karsting cave														
190			chert														
195			192.55m dolomite														
200		SHALE	195.40m dark grey dolomitic shale with chert intercalation locally stylonitic		B-4	197.90											
205		DOLOMITE	200.70m 203.10m dark grey to black banded dol shale grey dolomite 207.75-208.25m black shale flat lying														
210			209.70m dark grey to black argillaceous dol well stratified 211.10m fill out debris and clay														
215		SHALE	sandy dol. to dolomitic shale 217.75m fill out debris and clay 218.82m														
220			black shale 220m STOPPED		T-3 B-5	219.30 219.30											
225																	

Fig. II - 1--4 (4) Geological log for drill hole

用を受けて細粒石英に置換されているのが観察される。181m~190mにかけて分布するカルスト空洞には赤色粘土が沈積している。195m以深は黒色ドロマイト質頁岩が卓越する。層理面はほぼ水平と推定される。ドロマイトは一般に細粒ドロマイトからなる基質とその中に分布する空隙を埋める粗粒ドロマイトと石英からなり、焼成過程のドロマイト化作用を示している。古期の破砕帯や空洞が確認されたが、MULDEN層群の砂質物質は認められず、その形成は鉱床生成期より若いと考えられる。

MJNM-6

- ・ 0.00m- 94.05m カルクリート

上部は灰白色あるいは淡褐色カルクリートで赤褐色のれき状しみこみが認められる。75m付近から雑色系のサンドないし黒色チャートや砂岩を主とする、れき質カルクリートが顕著となる。その下位に厚さ3mの粘土質の岩相が続き、不整合面までの約3mは粘土質マトリックスの中にドロマイトやチャートれきを含む。

- ・ 94.05m-300.00m 石灰質ドロマイト

肌色を呈する石灰質ドロマイトを特徴とする。この岩相はABENAB鉱山付近に露出し、かつ鉱床の母岩をなすT4に対比される。本孔では赤褐色の頁岩、チャートおよび砂質ドロマイトの薄層をはさみ石灰質岩では多くの空隙が認められる。鏡下では空隙が粗粒の方解石、ドロマイトおよび石英に充たされていることから、広く方解石化作用を受けたと考えられる。

深度240m付近からは頁岩から粗粒砂質石灰岩ないしドロマイトの級化構造が何回か繰り返して発達する。コアに見られる頁岩や砂質岩の層理面の傾斜は比較的緩傾斜で30°以下である。深度191m付近と200m付近の局所的な古期破砕帯を除けば特記すべき破砕帯はない。

MJNM-7

- ・ 0.00m- 88.25m カルクリート

下部はれき質カルクリートが分布し、径3-5cmの片麻岩、緑色岩および頁岩を主とする円れきないし垂円れきが砂質マトリックスで充たされている。

- ・ 88.25m-227.90m ドロマイトおよび黒色頁岩

原生代堆積岩類は黒色砂質頁岩で始まり、次に灰色ドロマイトが続く。深度120m付近からは黒色石灰質頁岩と砂質ドロマイトの繰り返しが認められる。127m付近からドロマイト中に滑石の粘土化作用が認められ、156mからは2m以上にわたって滑石層が発達するのをはじめ192m、194m、207m付近にも顕著な滑石変質帯が認められる。X線回折では滑石の他に弱い緑泥石と石英のピークが認められる。

- ・ 227.90m-230.25m 粗粒玄武岩

暗緑色、堅固で著しい磁性を帯びる。上部は45°でドロマイトに接触している。ドロマイトの層理面の傾斜に近い。下端の接触面は30°である。黄褐色のかんらん石の残晶に富む。鏡下

MJNM-6 (1)

0m-75m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE			CHEMICAL ASSA									
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
5		CALCRETE	some quartz grains bearing sandy calcrete water level 3.5m														
10			brown pebbles in white matrix														
15																	
20																	
25			pale brown fine calcrete														
30		CALCRETE	water table														
35																	
40			mottled brown pebbles to white matrix														
45																	
50			brown pebbles dominant greenish cutting included														
55																	
60			some quartziferous pebbles sandy cuttings down to 80m														
65																	
70																	
75																	

Fig. II - 1 - 4 (5) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN A.I.	SAMPLE			CHEMICAL ASSAY									
					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	sandy and pebble outcrops mottled color pebbles dark green, purple, light to pale green, white and reddish brick														
85			argillaceous pebble calcrite pebble black cherty sand > 5 cm rare reddish plagioclase porphyrite														
88			88 90m argillaceous	B-6	88.15												
91			91 89m dolomite/chert pebbles in argil														
94			94 05m														
95			gray dolomite fractured filled with white calcite red spotted cavities $\angle 10^\circ$	B-7	95.6												
100		DOLOMITE	98 21-40m chert bed grayish brown $\angle 20^\circ$ banded with sil. specks high angled fractures cemented by cal. sil. bands $\angle 15^\circ$														
105			104 25-105.60m cavity pseudomorph pyrite stylolite texture	B-8	107.30												
110		SHALE	110 95-112 00m reddish brown shale 112 00-113 40m sandy dolomite GRANITE 112 75m black mineral dots	B-9	111.50												
115			light brown grey massive dolomite $\angle 40^\circ$ 117 30-90m pale green shale 118 80m fractured zone with blk mineral W*5cm $\angle 30^\circ$														
120		SHALE	120 75-80m chert 121 20-37m chert $\angle 10^\circ$ 123 05-20m sandy dolomite + shale 123 90-95m gossan 123 95-124.10m chert														
125		DOLOMITE	gray dolomite stylolite with sulphide patch 127 40m ers sandy dolomite with chert beds														
130			grey fine grained dolomite $\angle 20-30^\circ$														
135		LIMESTONE	134 20-60m fractured 134 80-135 50m fractured														
140		SHALE	137 10-50m stratified reddish shale creamy grey limestone $\angle 10^\circ$ 139 40-70m sandy dolomite $\angle 20^\circ$ argil intercalated 140 70m chicken footmarks of dolospar	T-4	140.70												
145		DOLOMITE	massive dolomite limestone														
145			145 18-30m chert 147 50-149 40m white dots dolomite < 3m/m ϕ dolospar 149 40-95m sandy shale/ss alt. 149 95-150 23m chert														
150																	

Fig. II - 1 - 4 (6) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
155			reddish brown dolomitic limestone secondary filling in druse 153.84-90m chert 153.90-154.50m brown ss to sandy shale ∠10°			9-10	155.20										
160		LIMESTONE	light reddish brown porous limestone 157.55-85m sandy shale vuggy limestone														
165			162.80-85m chert irregular bed 163.00m less porous limestone, sandy fine massive 164.95-165.25m chert ∠20° massive fine brownish grey dolomite? 165.65-80m and to 170m chert beds 30cm														
170			porous dolomitic limestone 171.70-90m shale layers+chert ∠20°														
175			173.40-43m chert 174.78-92m chert														
180		SHALE	178.65-179.20m reddish brown shale ∠10° massive brownish grey limestone														
185			183.30-60m sandy dolomite ∠30° grey fine massive dolomite 184.80-185.10m sandy dolomite														
190			188.40-90m chert 5cm bed irregular secondary silicification 188.50m - white dolospar pale reddish brown dolomitic limestone locally banded sandy beds 191.30-60m could be Zn sulphide														
195																	
200		LIMESTONE	198.44-70m med ss ∠20-30° followed by 19cm thick chert (five beds 25cm thick in total) pale brownish grey fine massive ls. locally gauded and stratified														
205			205.30-35m shale to clay														
210			211.12-60m minute grains of yellow sulphide(pyrite?) 212.00-50m med. ss. 213.00m sulphide seam in stylolite plane														
215			light reddish brownish limestone intercalated with chert beds < 15cm														
220			220.06-85m fractured zone with relict pyrite														
225			224.70-85m sphalerite?														

Fig. II - 1-4 (7) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN A.T.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	FS (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
232			232 35m porous limestone reddish brown brecciated locally 238 75-95m dol block in sandy dol matrix 230 30m														
235		LIMESTONE	porous limestone with thin chert beds 235 30-90m brecciated med dol fragments intercalated with 10cm thick chert														
240																	
245			243 32m chert fragments bearing 244 40m top 40cm banded shaly dolomite porous reddish crs. sandy ls graded sequence														
250			249 90m pebble ls. to crs ss subangular pebbles light grey < 1cm long		T-5 B-11	250.70 250.70											
255		SHALE	255 60-85m top red shale														
260																	
265																	
270			267 30-40m red shale 268 60-90m massive dolomite														
275		SHALE	basal 15cm massive 275 80-176 20m bedded shale $\angle 5-10^\circ$ 278 20-51m pebble 1-2cm irregular 278 51-80m bedded shale with cavities														
280			279 15 281 60m light brownish grey limestone fine massive intercalated with < 10cm chert		B-12	281.00											
285		LIMESTONE	287.40-288.40m reddish shale to sandy shale $\angle 30^\circ$														
290																	
295			293 45m porous limestone		B-13 T-6 X-2	296.20 296.20 296.45											
300			299 30m green yellow argil patch 1cm STOP														

Fig. II - 1 - 4 (8) Geological log for drill hole

MJNM-7 (1)

0m-75m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT	SAMPLE			CHEMICAL ASSA									
					No	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
5		CALCRETE	light grey massive calcrete														
10																	
15			honey colored calcrete argillaceous silty														
20																	
25			light brown to pale brown														
30		CALCRETE															
35																	
40																	
45																	
50																	
55			brick red mottled calcrete														
60																	
65																	
70			abundant in cherty pebbles														
75																	

Fig. II - 1 - 4 (9) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEN. ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA													
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)						
80	[Symbolic representation of Calcrete]	CALCRETE	35.5m > boulder to pebbles pebbles: round to subround gneiss, pelite green volcanic rock matrix: quartz grains/argillaceous		B-14	82.9																
85			88.25m black sandy shale weathered surface																			
90			[Symbolic representation of Sandstone]				SANDSTONE	matrix: quartz sandy calcrete argillaceous pebbles: uniformly black sandy shale														
95	95.00m black sandy shale fractured $\angle 60^\circ$ locally druses with calcite																					
100	fractured matrix, calcrete reddish argil fractured sandy shale																					
105	[Symbolic representation of Dolomite]	DOLOMITE	105.65m grey dolomite steeply dipping banded fine to med. $\angle 60-70^\circ$ dol spar filling fractures of younger stage		B-15	110.50																
110			113.00m dolospar 114.3-114.50m Oolitic chert																			
115			119.15m creamy grey dolomite																			
120	[Symbolic representation of Shale]	SHALE	121.80m black calcareous shale with porous druse cavity abundant < 3cm ϕ		B-16	124.90																
125			124.70m black sandy shale flat lying $\angle 5-10^\circ$ 126.20-127.20m grey to drk grey shale																			
130			spotted dolomite tale films 129.50m black sandy shale 130.50-131.70m grey dol. fractured																			
135	[Symbolic representation of Shale]	SHALE	black calcareous shale		T-7	133.50																
140			135.25-136.00m sandy dol. grey with cherty beds 138.10m grey to cream colored dolomite argillaceous film rich and local oolitic sandy dol. black shale (139m)																			
145			142.80-143.70m black shale																			
150	[Symbolic representation of Dolomite]	DOLOMITE	grey dolomite 145.00-145.00m argil vein banded black dolomitic shale-dol $\angle 15-20^\circ$ cavity abundant																			
155																						

Fig. II - 1 - 4 (10) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Co (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
			150.40m		B-17	150.40											
		SHALE															
155		DOLOMITE	dolomite banded talc argil layers intercalated														
		TALC	156.00-158.20m pure white talc		X-3	157.00											
160		SHALE	159.30-55m fossiliferous sandy shale black shale micro porous 160.30m		B-18	157.20											
165		DOLOMITE	sandy dolomite with oolitic layers black shale alt. with talc layers 163.90-95m druse poor shale														
170			169.05-35m banded sandy dol. $\angle 0-5^\circ$ 169.75-170.15m		I-9	169.20											
		SHALE	172.45-173.70m horizontal shale														
175		DOLOMITE	grey to black dolomitic shale locally talc layers 177.70-80m talc layer 178.00m														
180		SANDSTONE	sandy dolomite 179.20-90m banded sandy to dolomitic shale 180.70m														
185		SHALE	grey to black dolomitic shale talc veins and layers partly dolomite														
190			187.00m stromatolitic texture 183.00m grey dolomite stratified with talc oolite lying atop 10cm														
195			192.45-193.65m white pure talc 193.95-194.10m white pure talc														
200		DOLOMITE	grey bedded dolomitic shale														
205			fracture zone 207.05-70m talc														
210		SHALE	talc veins 210.40-90m black porous 211.30-212.35m black sandy shale														
215			pervasive talc argillization		B-19	215.60											
220		DOLOMITE															
		SANDSTONE	221.50-222.30m grey-dk grey banded sandy dol. $\angle 40^\circ$ 222.95-223.05m crs oolite $\angle 30^\circ$ stromatolitic tex. in part														
225																	

Fig. II - 1 - 4 (11) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA										
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ca (ppm)	V (ppm)			
230	X X X X X X X X	DOLOMITE	225.10m grey fine dolomite 227.90m $\angle 45^\circ$ (contact plane)		B-20	227.40													
		DOLOMITE	227.90m $\angle 45^\circ$ (contact plane) dk green dolerite, olivine phenocryst relict abundant		T-10	227.60													
		DOLOMITE	230.25m $\angle 30^\circ$ (contact plane) 231.40-45m dolerite seam $\angle 45^\circ$		P-1	227.60													
		DOLOMITE	231.40-45m dolerite seam $\angle 45^\circ$		X-4	227.60													
233		DOLOMITE	dolomite bedding $\angle 60-70^\circ$ 235.65-93m pure talc																
240																			
245					B-21	245.00													
250		DOLOMITE	grey dolomite																
255			vuggy calcareous facies																
260			stromatolitic tex.																
265			shale-dolomite grey $\angle 30-45^\circ$ pale pink colored manganese talc		X-5	262.70													
270																			
275		SHALE	270.65m dark grey to black sandy shale intercalated with dolomite $\angle 30^\circ$																
280		DOLOMITE	273.55m																
285		LIMESTONE	275.50-278.75m dark grey limy dolomite small cavities and dolospar rich $\angle 40^\circ$																
290		DOLOMITE	282.90m black dark grey med. sandy shale $\angle 45^\circ$																
295		SANDSTONE	285.80m																
295		DOLOMITE	grey fractured dol. with thin chert beds $\angle 30^\circ$ 290.05-.15m pyrite in slip plane $\angle 20^\circ$																
295		SANDSTONE	292.50-293.40m pale brown grey dol. dark grey to black sandy shale with chert bed 5cm thick																
300		DOLOMITE	295.90m grey well-stratified dolomite $\angle 20^\circ$ locally dark grey																
300		DOLOMITE	STOP																

Fig. II - 1 - 4 (12) Geological log for drill hole

では残晶もほぼ完全に蛇紋石化しており、X線回折ではクリソタイルとリザーダイトの顕著なピークが得られた。また黒雲母が比較的普通に認められるが初成鉱物か二次鉱物かは不明である。

・ 230.25m-300.00m ドロマイト

岩相変化の乏しいドロマイイトで260m付近まで滑石化が著しい。一部はピンク色を呈しマンガンを含むと考えられる。X線回折では滑石のほか緑泥石・スメクタイトのピークが顕著である。

270m~300mは黒色ドロマイイト質頁岩や細粒砂岩と灰色ドロマイイトが4,5mのオーダーで繰り返される。

MJNM-8

・ 0.00m-128.00m カルクリート・Kalahariサンド

上部は灰色ないし淡褐色で50m付近からレンガ色雑色系のカッテングスを産する。70m付近からは赤褐色粘土質の砂質堆積物に移行する。それ以降も90.40-91.50m、96.40-100m、113.58-114.28m、118.60-128.00mにれき質カルクリートをはさむ。マトリックスは赤色粘土である。

・ 128.00m-229.52m ドロマイト・頁岩互層

不整合面付近は2m程の間、空隙性暗灰色ドロマイイトからなり、その後破碎された灰色ドロマイイトへ移行する。破碎面はドロスパアや方解石で充填されているが硫化物の鉱化は伴っていない。156-158m間および161.27-162.42m間でも硫化物の鉱化作用に適切な破碎構造が認められる。下部に向かって厚さ数10cmないし数mの黒色頁岩や黒色砂質ドロマイイトが灰色ドロマイイトに挟入するようになる。層理面に平行な滑石脈は深度160m付近から出現する。層理面の傾斜はコアから判断して5~30°と推定される。粗粒玄武岩脈の近傍では20cmにわたって黄鉄鉱の網状脈が発達する。ここでは黄鉄鉱のほかに方解石、石英およびスメクタイトのピークが検出された。187mから190m付近にかけてはペロイドおよび碎屑性方解石粒子を含む石灰岩でドロマイイトは細粒で基質を構成しているのが鏡下で観察される。

・ 229.52m-230.75m 粗粒玄武岩

母岩に60°の傾斜で貫入し、幅5cmの脱色帯を形成している。下盤側には幅5cmの黄鉄鉱網状帯が発達する。

・ 230.75m-300.00m ドロマイト・頁岩

細粒ドロマイイトが卓越し、これに砂質ドロマイイトや黒色頁岩をはさむ。細粒ドロマイイトには滑石化粘土変質が顕著である。261.40mから267.10mまで分布するドロマイイトに含まれる白色点紋は鏡下ではドロマイイトの他形粗粒結晶で右ズレ変形が読み取れる。

MJNM-9

・ 0.00m-91.20m カルクリート・Kalahariサンド

深度50mからの雑色系れき質カルクリート、65mからのカラハリサンドから構成される。後者

MJNM-8 (1)

0m-75m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Co (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
5		CALCRETE	light grey to pale cream colored														
10																	
15																	
20			mixed with mottled cuttings														
25			24.0-25.0m almost slime, pale creamy brown														
30		CALCRETE	white to light grey 27.0-31.0m almost slime														
35			34.0-35.0m almost fine slime														
40			36.0m mottled cuttings increase														
45			40.0-43.0m fine slime, pale light brown														
50			47.0-50.0m fine slime pale light brown reddish cream colored														
55			black stain mottled calcrete pale green pebbles														
60																	
65																	
70																	
75		KALAHARI SAND															

Fig. II -1-4 (13) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	As (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	PS (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
80			reddish brown sandy calcrete top arkose sand locally pebbles 5cm φ calcareous sand														
85					B-22	84.25											
90			90.40-91.50m pebble calcrete crs sandy matrix red Fe-Ox argil														
95																	
100			96.40m pebble to gravel chert, ss, dol. max 5cm φ matrix crs. sand 100.00m														
105		KALAHARI- SAND															
110			109.15-110.00m matrix argil rich														
115			112.90m 113.58-114.28m														
120			118.60m														
125			pebble calcrete														
130			128.00m Unconformity porous weathered dark grey		B-33	127.70											
135		DOLOMITE	grey fractured dolomitic fractures cemented with calcite														
140		SHALE	136.00-137.87m black calcareous well stratified ∠45° less fractured light grey intensely fractured dol. filled with cal/siz														
145		DOLOMITE	140.25-141.90m grey to dark grey dol. filled with dolospar		T-11	142.20											
145		DOLOMITE	141.90m 2cm thick oolite filled with dolospar														
145		SHALE	143.25-144.55m black shale calcareous ∠40°														
150			chert 10cm thick at the top grey dol. locally bedded and fractured ∠0-10° slumping structure														

Fig. II - 1 - 4 (14) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Co (ppm)	Ca (ppm)	V (ppm)	
153		DOLOMITE	153 15-35m slip plane argillization														
150		DOLOMITE	fractured filled with dolospar favourable for mineralisation 159.80m talc veining occurs 161.07m talc		B-24	157.75											
165		SHALE	banded grey fractured dol. cal cemented 166.50-167.85m calcareous black shale $\angle 15-20^\circ$														
170		DOLOMITE	light grey with talc and cal. vein 171.37m $\angle 45^\circ$ talc vein 5cm														
175		DOLOMITE	173.37m dark to light grey dolomite														
180		SHALE	porous seems penetrated by cal. veins fractured 178.10-90m black sandy shale $\angle 30^\circ$ light grey banded dolomite 179.30-180.00m sandy black shale graded														
185		DOLOMITE	light grey to white dol. $\angle 20^\circ$ local talc film veining 182.35m reddish shale seem shale to grey sandy dol. 185.60-75m chert 187.55m														
190		LIMESTONE	grey calcareous porous with flat lying oolite layer intercalated		T-12	188.70											
195		DOLOMITE	190.02m light grey to white calcareous dol. calcite veining $\angle 20-70^\circ$ variable 194.25m shale seem														
200		DOLOMITE	196.60-90m black sandy shale $\angle 15^\circ$ light grey dolomite														
205		SHALE	200.30-201.00m stromatolite or distorted 201.50-202.52m porous ls. calcification 202.52-203.05m black calcareous $\angle 5^\circ$ 202.45m dol intense calcification coarse calcite crystals in druse 205.10-20m oolite layer		B-25	204.30											
210		SHALE	207.85m grey dol. talc along the bed planes														
215		SHALE	211.65m black sandy shale med. to fin. locally calcite spots														
220		DOLOMITE	215.32m grey dol. banded fractured filled with cal. 217.40m talc layers														
225		DOLOMITE	219.60m 224.75-225.30m oxidized pyrite														

Fig. II - 1 - 4 (15) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE			CHEMICAL ASSA							
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ca (ppm)	Ga (ppm)
230	[Pattern]	SHALE	225.15m												
		DOLomite	227.30-60m pyrite network light grey dolomite		P-2	227.80									
		DOLomite	229.52-230.75m dark green dolerite upper contact $\angle 60^\circ$ 5cm bleached zone		B-26	229.52									
		DOLerite	lower contact 5cm pyrite zone black sandy shale steeply dipping		T-13	230.75									
235	[Pattern]	DOLerite	233.00m fractured filled with cal		X-6	230.75									
		SHALE	$\angle 60^\circ$ 237.45m oolite at the base												
240	[Pattern]	DOLomite	grey dol. talc layers $\angle 40^\circ$ 241.37m talc argillization zone 241.52-92m black banded dolomitic shale 243.30-244.00m talc dominant												
		DOLomite	245.15m grey dol. locally talc alteration 248.00m $\angle 30^\circ$												
250	[Pattern]	SHALE	dark grey to black dolomitic shale 249.80m ~ cal. + dolospar+qtz vein rich												
		DOLomite	280.85m small cavity rich dol. crackled dol. filled with dol+sp+cal.												
255	[Pattern]	DOLomite	254.15-256.00m talc white vein rich 256.47m $\angle 60-70^\circ$												
		SANDSTONE	calcareous sandstone												
260	[Pattern]	SANDSTONE	261.40m		T-14	261.70									
		DOLomite	upper 60cm white spotted dol. detritus oolite light grey vertical to steeply dipping talc thin layers												
270	[Pattern]	SANDSTONE	267.10-268.60m calcareous porous sand $\angle 30^\circ$												
		SHALE	269.40m banded dolomitic shale distorted bedding												
275	[Pattern]	TALC	271.43m pure white talc												
		DOLomite	spotted dol grey to light grey talc layers 276.60-277.50m sandy calcareous dol. $\angle 50^\circ$		B-27	278.30									
280	[Pattern]	DOLomite	grey dol. to argillaceous shale 282.40-283.50m talc dominant zone												
		DOLomite	289.52-.72m talc												
295	[Pattern]	SHALE	basal 40cm sandy facies 292.00-.45m black shale $\angle 20^\circ$ 292.97m Fe-ox vein(pseudo pyrite)												
		SANDSTONE	294.10m porous calcareous sandstone 295.00m sandy dolomite less porous bedding variable 297.90-299.40m light grey dol. dolomitic shale $\angle 50^\circ$ STOP												
300	[Pattern]														

Fig. II - 1 - 4 (16) Geological log for drill hole

MJNM-9 (1)

0m-75m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE			CHEMICAL ASSA									
					No	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
5		CALCRETE	black Mn-ox brown stained sandy calcareous														
10			brown stained cuttings														
15			aquifer														
20			brown stained black cuttings														
25			reddish brown brick coloured														
30		CALCRETE	black graphitic cuttings bearing amber coloured black cuttings rich														
35			reddish brown stained cuttings														
40			less pebble ~45m														
45																	
50			modley a few black cuttings														
55																	
60			possibly pebble bearing														
65			black pale green red purple ± basic														
65			siliceous dark dark grey brown pebbles														
70		KALAHARI SAND															
75																	

Fig. II - 1-4 (17) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Co (ppm)	V (ppm)	
80		KALAHARI-SAND	reddish brown fine med argillaceous sand black Mn stains + white clay veins quartz + mica grains														
85																	
90		DOLOMITE	base black dol. grainstone pebbles 91.20m grey banded 91.40-.65m old cavities filled with red breccia		B-28	91.65											
95		SHALE	93.47-.57m med. sandstone $\angle 30-40^\circ$ 95.02-.97m brown shale/dol.		B-29	95.02											
100		DOLOMITE	grey dol. shale patched, clay layers Mn stains														
105		SHALE	101.00-.60m brownish yellow shale 103.50-.70m shale 104.10m 2cm thick chert														
110			dol intercalated with shale $\angle 45-50^\circ$ 106.87-107.50m irregular chert dark grey fine dol. 107.65-.85m shale 110.00m														
115		SHALE	brownish yellow shale 112.30m 113.30m collapse breccia with calcite 115.60-116.65m		X-7	113.30											
120		SHALE	117.40-118.40m $\angle 25^\circ$ dark grey fin. dol. brown shale intercalated		B-30	120.00											
125		DOLOMITE	121.00-.30m $\angle 20^\circ$ brownish shale 10-15cm thick intercalated $\angle 20^\circ$ dark grey dol. to sandy dol. with irreg. chert or silicification $\angle 45^\circ$ dark grey to black fine dolomite 126.50-127.65m brown shale patch $\angle 70^\circ$ -128.70m black fin. to med. sandy dol. -129.50m brown shale partly chert $\angle 30^\circ$														
130		SANDSTONE	black dol. fin. ss-shale 130.70-132.25m black graphitic shale		T-15	132.00											
135		SHALE	dark grey fin. to med. sandy dol. cherty irregular beds $\angle 30^\circ$ dolospar. xtal in open cracks 136.70m black shale graphitic flexured distorted														
140		DOLOMITE															
145		SHALE	145.57-146.35m black to dark grey fin. sandy dolomite cherty thin beds 1cm = abundant $\angle 20-30^\circ$ -147.85m black shale -144.00m fine sandy dolomite														
150		SANDSTONE															

Fig. II - 1 - 4 (18) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
155		SANDSTONE	med sandy dol. $\angle 20-30^\circ$ brownish shale intercalated 1-2cm thick $\angle 45^\circ$														
160			bedding/stylolite $\angle 50^\circ$ 157.72-87m brown shale														
165			dark grey fin sandy dol. $\angle 50-60^\circ$ 160.58m sandstone 3 cm thick 162.77-163.65m dark grey to black chert /dol shale 163.95-164.20m light brown shale 165.00m grey fin to med. sandy dolomite $\angle 20^\circ$ intercalated with chert irreg beds														
170			169.80m green Vanadium mineral stains in cracks grey med dol accompanied with chert beds	A-1	170.60	170.65	0.05	< 1	0.80	6	111	320	< 1		20	< 1	
175		SHALE	173.60m dark grey stratified fin ss to shale 176.40m $\angle 60^\circ$ grey fin to med. sandstone with chert 177.00-05m, 178.05-10m, 180.20-25m brown shale layers														
180			179.20-60m chert/dol ss. 182.60-70m chert 182.80m grey dolomitic fin ss to shale 184.10-55m brown shale grey dolomitic sandstone														
185			185.27-52m chert in part sphalerite mineralisation 187.00-30m chert with old fractures 187.70-188.90m chert or silicification zone of dol ss. med dolomitic sandstone $\angle 30^\circ$	A-2 T-16	186.35 188.20	186.37	0.02	9	0.85	10	11	32	< 1		7	< 1	
190		CHERT	192.59-69m, 192.93-193.00m brown shale $\angle 30^\circ$														
195			197.35-70m thin brown chert lenses in dark grey dol shale 198.60-90m shale fine sandstone														
200		SANDSTONE	thin chert 0.2-3 cm stylolite $\angle 20^\circ$														
205			205.70m fine dol ss to shale 208.70m med to ers. dolomitic sandstone 211.55m grey fine dolomite	B-31	210.10												
210		SHALE	212.25-35m brown shale $\angle 20^\circ$ 212.95-213.80m med ss. 10cm chert intercalated														
215		DOLomite	215.10-60m chert/oolite chert														
220		CHERT	218.45-219.20m chert or silicified dol chert thin beds $\angle 20^\circ$														
225		SANDSTONE															

Fig. II-1-4 (19) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No	From (m)	To (m)	Length (m)	As (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ca (ppm)	V (ppm)	
230			228.37-35m local black shale														
235		SANDSTONE	231.10m, 231.85m, 232.50m, 234.75m sphalerite + yellow brown vanadium 233.30-40m dolospar associated with sphalerite		A-3	231.63	232.20	0.57	9	3.20	9	100	14	1	18	< 1	
					A-4	232.20	232.55	0.35	4	0.20	5	122	56	< 1	9	< 1	
					A-5	233.36	233.46	0.10	24	0.20	5	95	42	< 1	5	< 1	
					A-6	234.19	234.50	0.40	2	0.60	12	322	8812	15	5	< 1	
					A-7	234.73	234.32	0.69	18	9.95	10	560	198	< 1	22	< 1	
			235.25-50m tiny dots of V yellow within cracks		A-8	235.35	235.55	0.20	< 1	0.25	6	49	114	< 1	< 1	< 1	
		DOLOMITE	236.80-237.65m black fine dolomite		P-3	232.97											
					P-4	241.87											
					P-5	242.90											
			med dol ss.		T-17	243.40											
			240.20m vanadium mineral in crack		P-6	243.15											
			241.95m thin chert		A-9	241.87	242.60	0.73	< 1	0.50	9	142	250	1	34	2	
			242.45m, 242.90m, 243.05m, 243.92m sphalerite spots + yellow films of V2O5		A-10	242.60	243.35	0.75	< 1	1.25	18	1660	8300	26	2	2	
			med. dol. ss. $\angle 40^\circ$		A-11	243.35	244.00	0.65	< 1	0.50	5	288	85	< 1	7	< 1	
		OOOLITE	245.75-247.00m oolite chert		A-12	245.75	246.15	0.40	< 1	0.65	13	269	142	< 1	25	2	
					A-13	248.10	248.64	0.54	25	0.50	9	275	3180	14	3	1	
			248.10-.85m intermittent sphalerite fracture filling mineralisation		A-14	248.79	248.93	0.14	12	0.50	5	176	416	3	15	1	
					A-15	249.52	249.65	0.13	35	0.20	7	75	71	< 1	15	2	
					P-7	248.10											
		DOLOMITE	grey fine dolomite		B-32	249.64											
			251.45-.55m oolite chert/white to light grey fine dol. ss.		A-16	251.35	251.45	0.1	< 1	0.50	12	132	541	31	19	1	
		SHALE	251.60-.75m fractured yellow V2O5		P-8	251.40											
			252.90-253.75m brown shale/spotted dark grey dolomite $\angle 40^\circ$ sphalerite diss. grey dol distorted bedding or stromatolite, cracked with talc														
			dark grey dol.														
			263.50-.60m chert														
			263.40m dark grey med ss $\angle 50^\circ \sim \angle 60^\circ$														
		DOLOMITE	yellowish green grains + vanadium dark grey fossil spotted (oolite?) dark grey fin ss to dol.														
			265.90m grey porous calc ss. with 20cm thick dolomite														
			268.55m grey to dark grey dol flexured with black/white stripes														
			272.00-.10m chert														
		SANDSTONE	272.80-274.50m dark grey med sandy dol upper most calcareous														
			274.10-.20m silicified zone														
			dark grey spotted dol														
			275.20m bedding vertical														
			277.45-.55m chert in part porous sandstone														
			280.35-.45m chert black stripe ss.														
		DOLOMITE	281.55m spotted dol brown shale intercalated														
			284.00m dark grey fin ss partly cracked														
			285.65-286.10m $\angle 70^\circ$														
			dark grey med ss partly silicified $\angle 45^\circ$														
		SANDSTONE															
			291.45-292.00m dol. basal facies shale														
			292.35-.60m oblique chert 3cm thick														
			292.90-293.80m dol $\angle 70^\circ$														
			293.80-294.75m dol ss.														
		DOLOMITE	brownish cream shale intercalated $\angle 40-45^\circ$														
			297.90m $\angle 60-70^\circ$														
300			STOP		T-18	299.50											

Fig. II - 1 - 4 (20) Geological log for drill hole

には黒色マンガン酸化物や割れ目に白色粘土脈を産する。

- ・ 91.20m-165.00m ドロマイト・頁岩

灰色砂質ドロマイトの地層の傾斜は 30° ~ 50° で不整合面下2m間は赤色角れきやカラハリサンドで充填された空洞や割れ目が発達する。ドロマイトは厚さ2m以下の褐色頁岩のはさみを含む。113m~118m間、124m~128m間は古期のカルストプレッチャが発達し方解石や石英で充たされている。(X線回折) これらは鉱化作用の場に好適である。砂質ドロマイトはしばしばチャートの薄層をはさむ。

- ・ 165.00m-300.00m 砂質ドロマイト

砂質ドロマイトの岩相が卓越し、挟在するチャートの出現頻度が増す。最初の閃亜鉛鉱による鉱化作用は微弱であるが珪化作用に伴って186m付近に認められる。深度231m付近から253.6mまでは断続的であるが閃亜鉛鉱や方鉛鉱のドット状鉱化作用が分布する。これらに殆ど重複して主として割れ目に沿ってバナジウム鉱物(おそらくDescloizite)が点在する。地層はコアによれば 60° ~ 70° の傾斜をもつ。鏡下では二次的ドロマイトと石英の細脈が生じているのが観察される。280m付近から下部は全体的に黒色相を呈し、MJNM-2で捕捉した層序に類似している。

MJNM-10

- ・ 0.00m-117.95m カルクリート・Kalahariサンド

地表から91.85m間は上部は砂質、下部は帯淡紫色れき質カルクリートよりなる。鏡下では細粒石灰質基質にチャート、安山岩、ドロマイト岩および黒雲母片岩などの円磨された碎屑岩片を含んでいる。

91.85mからは特徴的に赤色粘土をマトリックスとする砂質堆積物である。

- ・ 117.95m-259.90m 砂岩・ドロマイト質頁岩

暗灰色ないし灰色のやや石灰質の砂岩と黒色ドロマイト質頁岩が卓越し、殆ど水平なチャートやooliteをはさむ。チャートは鏡下観察によればoolite起源で、ウィードは珪化されている。165m付近にはストロマトライト様組織が認められる。

- ・ 259.90m-263.06m 粗粒玄武岩

ドロマイトとの接触面の傾斜は一定せず、上面は急傾斜で下面は水平に近い。暗緑色で中~粗粒の磁鉄鉱を含み、変質したかんらん石の斑晶に富む。262mのX線回折では構成鉱物は緑泥石・スメクタイトおよび方解石である。

- ・ 263.06m-300.00m 石灰質砂岩・黒色頁岩

深度270mより下部は明灰色相に変わり、特に270mから280mにかけては滑石変質が強い。

MJNM-11

- ・ 0.00m- 32.05m カルクリート

れき質灰白色カルクリートで透水層付近では部分的に粘土質となる。基底部は珪質堆積物よ

MJNM-10 (1)

0m-75m

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA									
					Ns	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Cr (ppm)	V (ppm)		
5		CALCRETE	motley stains															
10																		
15																		
20																		
25																		
30		CALCRETE																
35																		
40																		
45																		
50																		
55																		
60																		
65																		
70																		
75																		

Fig. II - 1-4 (21) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEN. ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA							
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Ag (ppb)	Al (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ca (ppm)	V (ppm)	
80		CALCRETE	purple brown with grey bands sandy calcrete Manganese stains		T-19 B-33	83.8 93.80										
85																
90			91.85m locally pebble bearing													
95			sandy calcrete matrix red argil with white clay veins													
100																
105		KALAHARI SAND														
110																
115			117.95m													
120		DOLOMITE	dark grey dol. 10-20cm thick argil sandy shale and chert lenses intercalated calcareous													
125		SHALE	123.80m chert 5cm thick black shale not stratified													
130			127.00-75m sandy dol. 128.10-24m chert													
135		SHALE	131.43-80m oolite fossil calc shale black shale not bedded 133.19-25m, 133.32-43m chert 133.90-134.00m crs sandy chert 134.30-135.40m reddish brown shale		T-20	131.45										
140			light grey fin. cal sand 138.30-139.20m siliceous sandstone flat lying													
145		SANDSTONE	dark grey to black fine calcareous sand 143.10-50m siliceous sand		B-34	143.20										
150		OOOLITE	148.80-149.10m oolitic chert -149.90m grey massive dol.													

Fig. II - 1-4 (22) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					NO	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ca (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
155		DOLOMITE	151.52m dark grey sandstone 152.08-17m chert oolitic sand $\angle 10^\circ$														
160		SANDSTONE	157.55-79m reddish yellow clay $\angle 10^\circ$ calcareous sand $\angle 35^\circ$														
165		DOLOMITE	161.80-162.40m black shale light pale brownish grey dolomite partly stromatolitic texture chert thin beds intercalated 165.49m relict pyrite														
170		DOLOMITE	calcite vein $\angle 20^\circ$ chert lense $\angle 10^\circ$ 171.65-80m chert														
175		DOLOMITE	172.45m light grey white fine sandstone black dots=calcite stylolite $\angle 20^\circ$ vertical calcite + tale veins 173.80m pale brown grey sandy dol + chert locally dark grey $\angle 45^\circ$														
185		DOLOMITE	185.15m reddish dolomite facies														
190		SHALE	188.40m reddish dolomitic shale $\angle 5^\circ$ 190.10m med to fin dolomite locally sandy well bedded 193.59-194.09m chert	B-35	188.60												
195		DOLOMITE	slightly calcareous dol tension gash filled with dolospar														
200		SHALE	201.50m stromatolitic texture or distorted bedding 201.85-202.80m dark grey dolomite														
205		SANDSTONE	sandy dol. showing graded texture/fin. dol alt. well stratified														
210		DOLOMITE	207.22-208.45m black dolomitic shale finely alternative $\angle 5-10^\circ$ black stripe dolomite 213.20m light grey dolomite														
215		SHALE	216.75-218.50m black dol shale $\angle 10^\circ$ 218.00-50m open crack														
220		DOLOMITE	220.65m ~ tale vein dominant 223.07-27m tale fractured zone 223.37-224.00m black dol shale														
225																	

Fig. II - 1 - 4 (23) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEN. ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA							
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Cr (ppm)	V (ppm)
230		SHALE	233.00-31m talc 229.50-60m talc black to dark grey dol shale $\angle 0-10^\circ$													
235			234.40m grey dolomite locally sandy $\angle 30^\circ$ 235.50-75m talc 235.50m - sandy dol / black dol shale alt.													
240		SAND// SHALE	black dol.													
245			243.25-35m shale argil black sandy dolomite $\angle 30^\circ$ 245.00-38m black shale													
250		SANDSTONE DOLOMITE	black med. dol sandstone stratified, graded 249.60m dark grey fine massive dol. 250.75-251.00m cracked 251.72m $\angle 45^\circ$													
255			dolomitic shale predominant G1918 talc intercalated 255.60m grey to black fine sandy dolomite partly black shale													
260		DOLERITE	259.90m steep boundary black magnetite grains rich altered olivine phenocrysts bearing 263.06m 263.56-90m sandy facies $\angle 20^\circ$	B-36 X-8	261.80 262.00											
265		SHALE														
270		SANDSTONE	269.30m dark grey fine sandy dol. light grey med ss. pink talc $\angle 20^\circ$ 272.30m	P-9	269.10											
275		SHALE	intense talc argillization													
280			280.00m uppermost 40cm porous calcareous sandy dolomite light grey fine sand													
285			285.80-285.20m brown shale purple spots - 65m sandy dolomite $\angle 20^\circ$ grey massive dolomite with basal chert 288.55m													
290			calcareous sandstone with black stripes													
295		DOLOMITE	dolomitic shale oolite fragments predominant 295.90-296.85m light grey mud													
300			297.82m fine dolomitic bedded sandstone $\angle 10^\circ$ STOP													

Fig. II - 1 - 4 (24) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
5			black Mn-oxide stains/strips and dots light grey to white calcrete pebble 1-2cm ϕ														
10			chert dolomite pebbles in reddish matrix argillaceous calcrete														
11.60-12.85m			argillaceous calcrete														
15		CALCRETE	14.60-15.00m porous calcrete 15.80-19.0m														
20			16.10-20m 16.40-50m aquifers 17.15-55m 17.70-75m aquifers black Mn-oxide stains rich 18.20m argillaceous calcrete														
25			brown round pebbles 2-3cm ϕ white calcareous matrix 23.10-70m reddish brown argillaceous calcrete														
30			30.25-31.25m reddish argillaceous quartziferous basal facies 32.05m														
35			MULDEN GROUP sandstone soft brown to pale green medium sand- stone in part argillaceous														
40			well sorted, no graded texture														
45			43.26m stuff formation but still soft greenish brown $\angle 5^\circ$														
50		MULDEN SANDSTONE	45.35m white sand with brown stains 47.00-25m 48.00m yellow clay mineral in cracks arkose sandstone pyrite 49.76m quartz vein 5cm thick yellow mineral rich 51.00m ~ moderate pyrite dissemination dark green ss band 5cm band $\angle 5^\circ$														
55			56.25-.27m quartz vein, 56.95-57.06m quartz vein + pyrite 57.95-58.05m dark green fine sand quartz vein abundant 59.07m green sandstone														
60			62.65m purplish green facies with less pyrite dissemination														
65			crs to med. sandstone														
70			purple/green facies alt. 71.40-.45m flat lying quartz vein crs quartz and mafic mineral														
75			fine to med. ss														

Fig. II - 1 - 4 (25) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	FS (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
80			75.50m green med ss green facies														
85			81.25-81.60m pyrite spots and unspregnated 81.45m bleached zone 81.60m light greenish grey fin ss. $\angle 5^\circ$ 84.32m ~ pyrite disseminated 84.75m py. concentrated band 2cm thick		B-38	84.32											
90			87.35m green stratified bands $\angle 10^\circ$ quartz vein 4cm thick with pink feldspar														
95			white cream with moss green stripes + weak pyrite $\angle 20^\circ$ 93.10m purple greyish green sand 93.60m, 93.75m, 96.60m quartz veins + py.														
100			97.30m, 98.00-98.20m quartz veins $\angle 0-30^\circ$														
105		MULDEN SANDSTONE	miscellaneous mineral bearing dark green/purple facies alt.		B-39	105.40											
110			110.85m light greenish grey facies 112.10m moderate pyrite impregnation upper 20cm dark green 114.80m pyrite concentrated		A-17	110.60	110.70	0.10	< 1	0.05	2	11	25	< 1	32	6	
115			light grey facies with pyrite imp. graded texture		B-40	113.06											
120			120.85m green facies stratified fin to med.		B-41	120.86											
125			124.50m med to crs. graded sandstone														
130			126.75m light greenish grey med to crs. weak to moderate pyrite mineralisation														
135			131.70m dark green facies locally purple facies medium grained 133.15m light grey to white sandstone weak py. mineralisation locally greyish green stripes $\angle 5-10^\circ$														
140			139.75-80m horizontal green band of sand														
145			142.00m green/purple facies fine to coarse graded		B-42	140.55											
150			147.65-148.00m dark green fine ss. mafic grains rich white to light grey facies 149.40m dark green coarser facies to														

Fig. II - 1 - 4 (26) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE			CHEMICAL ASSAY									
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
155			grey finer facies 150.75-151.65m mottled med ss fine to medium sandstone dark green stripes bedded ss 154.90-.93m quartz vein parallel to bedding plane no mineralised dark green stripes 156.40m dark green fine sand $\angle 30^\circ$ calcareous														
160			159.75m cross bedded dark green calc. fine sandstone														
165		MULDEN SANDSTONE	151.10m light grey med ss bedding obscure, moderately diss. pyrite 163.25-.30m, 163.65-.70m, 164.20m, 164.50-.65m 164.90m pyrite rich layers pale greenish grey facies 166.93m grey pyrite diss. weak or very weak, partly moderate to intense														
170			$\angle 10^\circ$														
175			lowermost 1m dotted pyrite mineralised 174.30m grey stylolite dolomitic sandstone crs to med. locally intercalated with 10cm thick black shale	B-43	172.90												
180		DOLOMITE	med to fin														
185			183.70m dark grey to black dolomitic shale to fine ss 184.65-.72m calcareous white dots poorly sorted black fine to med shale 188.50m gradually to light grey to grey fine dolomite														
190		SHALE															
195		OOLITE CHERT	191.60m, 192.00m, 192.50-193.00m lost circulation 193.16-.78m dark grey oolitic chert intercalated with dolomite grey grainstone flat-lying fine to med. 195.85-196.60m oolite chert														
200			fine dolomite $\angle 5^\circ$ 200.70-.90m fractured around stylolite 203.85-.92m quartz vein+oxide														
205		DOLOMITE															
210		OOLITE SANDSTONE	205.30-206.05m oolitic chert grey dol fine to med ss 208.15-.35m oolite chert 209.20-.70m brown shale 210.30-.32m dolospar 210.70m brown shale 211.40m fractured 212.65m silicified with pyrite 214.00-215.00m oolite chert cream coloured bedded dol. 216.50m chert 7cm thick grainstone														
215		DOLOMITE															
220		OOLITE	218.65m oolite chert intercalated with dolomite in the lowermost 220.05m 221.35-.85m oolite chert -222.45m black ss to fine dol. $\angle 30^\circ$ 222.45m grey to light grey dol finely bedded $\angle 10-15^\circ$ to grainstone														
225																	

Fig. II - 1 - 4 (27) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
			chert beds intercalated 5cm thick														
233		OOOLITE	228 50m dark grey facies sandy layers intercalated 233 15-35m oolitic chert														
233			cream coloured fine dol stylolite locally porous 234 80m oxide ore vein 10 cm wide 235 43-236 20m oolite black ors 3-4m/m 236 93-237.00m chert diss with pyrite														
240		DOLOMITE	grey dol to med. bedded ss. 239 45-50m chert 5cm thick fine to med. dolomitic sandstone 240 60-82m, 90-95m, 241.15-22m chert brown shale 0.5cm	B-44	243.30												
245			fine dol. intercalated with chert $\angle 10^\circ$ 246 80-248.05m fractured with red films														
250			249 25-46m sandy dolomite														
255			fine grey dol. with thin chert 254 70-255 25m fossiliferous 255 45-70m sandy dolomite dolostone vugs -257.65m sand/fine dol. alt.														
260			260 36m 1cm thick shale														
265			grey dolomite														
265			grey to dark grey fine dolomite with chert beds														
270		SANDSTONE	268 05-36m black oolite chert 268 70m Fe-ox quartz vein 269 50m sandy dolomite 269 90m vanadium mineral in dolospar 270 70-75m calcite + Cu sulphide 272 30-50m fractured 272.40m V + Cu oxide -274 30m collapse breccia vertical reddish dol. breccia some m/m to 2cm angular Fe-ox rich 274 80m dark med ss. + chert $\angle 10^\circ$	P-10 A-18 A-19	270.70 270.70 272.30	270.75	0.05 < 1	1.55	283	1760	260	4	208	1			
275			280 00m dark grey fine dolomite intercalated with chert less than 10cm $\angle 20^\circ$ 283 15-75m chert oolite $\angle 30^\circ$ 283 50-55m chert pyritolite pyrite imp.														
285		DOLOMITE	287 80-288 50m collapse breccia or fault 288 10-60m ditto 288 75m black fine dol shale 289 50-290 90m fractured reddish network	B-45	288.45												
290			grey med ss dol. with black chert thin beds intercalated 293 73-293 83m chert $\angle 15^\circ$ fine dolomite with chert 295 80m dark grey med ss. + chert														
295		SANDSTONE															
300			STOP														

Fig. II - 1 - 4 (28) Geological log for drill hole

りなる。

・ 33.05m-174.30m MULDEN層群砂岩

暗緑色ないし淡クリーム色中粒砂岩で上面から10m以上は風化を受け脆い。分級淘汰のよいアルコーズ砂岩の特徴をもち、灰色相と赤紫相の繰り返しがみられる。ほぼ水平な層理面が発達しこれと平行に黄鉄鉱の鉱染帯が同生的に産する。一般に黄鉄鉱の鉱化は灰色（脱色）相に著しく暗緑色ないし赤紫色相では弱いか認められない。基質が少なく碎屑鉱物の円磨度は低い。灰色相の碎屑鉱物は鏡下によれば石英・微斜長石・白雲母・電気石・黄鉄鉱などである。

砂岩の層理面にはほぼ平行に厚さ数cmの石英脈が発達し、これに粗粒の黄鉄鉱を伴うことがある。160m付近では1.40mにわたって明瞭な斜交層理が認められ、浅海あるいは河成環境を暗示している。下位のTSUMEB亜層群との境界は肉眼的には明瞭ではないが石灰質堆積物が出現するところをもって境界とした。

・ 174.30m-300.00m ドロマイト・ウーライトチャート・黒色頁岩

TSUMEB亜層群ではスティロライトの発達が特徴的となる。細粒灰色ドロマイトが卓越し厚さ1m弱のooliteチャートをはさむようになる。深度260m付近からは暗灰色相のドロマイト・砂質ドロマイトおよび黒色頁岩が卓越するようになる。深度275mから290mにかけての地層は著しく破碎され、割れ目に赤色粘土が沈積している。断層破碎帯の可能性が高い。

鉱化作用は269.90mの微少な空隙に銅の酸化鉱およびバナジウム鉱、270.70-270.75mでは方解石脈に銅硫化物、272.40m付近にバナジウムおよび銅酸化鉱が含まれる。

MJNM-12

・ 0.00m- 16.60m カルクリート

上半分は径5cm以下のれき質カルクリート、下半分は粘土質ないし細粒砂質カルクリートよりなる。基底部には珪質れき岩が分布する。

・ 16.60m-135.00m MULDEN層群砂岩

非風化層では暗緑色および明灰色中粒ないし粗粒砂岩で粗粒相では赤紫色を呈することが多い。主として明灰色の砂岩には縞状に黄鉄鉱の鉱染帯が発達する。これは概ね層理に平行で20°ないし30°の傾斜をもつ。深度116m付近には斜交層理が発達する。下位のTSUMEB亜層群との境界は岩相上、明瞭ではなく漸移するように見える。60m付近のX線回折のピークでは石英・スメクタイト・曹長石・カリ長石が顕著である。

・ 135.00m-219.70m 砂質ドロマイト・ウーライトチャート

上位のMULDEN層群から漸移して黄鉄鉱の鉱染が消え、スティロライトが見え始め、石灰質となる。砂質ドロマイトはチャートやooliteのはさみが特徴的である。鉱化作用は深度179.15mにおいて方解石脈の中に緑色銅酸化鉱のドットが認められるのみである。

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE			CHEMICAL ASSAY									
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ca (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
5			soil pebble calcrete pebble ang to subang max 5cm o quartzite,oolite chert matrix Fe-ox Mn-ox 6.30m black Mn-ox stains rich 6.45m sandstone pebble abundant														
10		CALCRETE	9.20m argillaceous to sandy calcrete light brownish grey														
15			16.05-16.60m siliceous pebbles greyish brown med. well sorted less stratified partly white veining with calcation														
20																	
25			∠ 20° 27.00m ~ pale green to reddish brown sand														
30			30.40-.65m black Mn-ox along cracks														
35			34.15m stratified ∠ 20° 35.20-.30m green to dark shagreen sand 35.70m green ∠ 20°														
40		MULDEN SANDSTONE	38.60-.70m black stripe bedding in green sand ∠ 20° 43.45-.60m,46.40-.50m Mn-ox in oxidation zone, zone less stratified		B-46	43.50											
45			48.40m yellow green crack filling clay mineral 49.70m crs ss														
50			subsequent 30cm thick fine sandstone 52.35m yellow clay mineral less bedding														
55			55.50m solidified sandstone 56.80-57.10m dark green med arkose ss. 58.05-.60m dark green fine ss. 58.65-.70m fine brown ss.														
60			59.70-61.50m light grey med to crs ss. mgst+py weak mineralised 61.50m ~ synsedimentary pyrite		X-9	59.60											
65			65.90-66.00m dark green med.														
70			light grey med. ss														
75			72.90m,73.23-.30m,73.80-.85m,74.54-.60m 75.40-.50m,76.10-.15m,76.50m,80.10-.20m 80.70-.75m,82.00-.30m,82.80-83.15m ration ∠ 20-30°														

Fig. II - 1 - 4 (29) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEN. A.I.T.	SAMPLE			CHEMICAL ASSA									
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
80																	
85			84.10-20m pyrite clouds 84.80-95m, 85.45m, 86.30-40m, 85.90-87.50m, 87.95-88.10m pyrite bands weathered sandstone		A-20 B-47	85.2	85.25	0.05	< 1	0.35	6	15	13	< 1	27	7	
90			89.90-90.30m concentrated py bands stratified py thin sheems $\angle 15^\circ$ 93.30-55m, 94.70-95.00m, 95.50-80m pyrite concentration bands														
95		MULDEN SANDSTONE	95.34-95m dark green med ss 97.00-97.60m silicification zone associated with clay 97.60-98.00m, 98.35-45m, 98.90-97m, 99.90m pyrite intense concentration 101.20-35m purple coloured sandstone 102.15m ~ ppl ss. 102.85-90m potassic red quartz vein 103.10-104.35m ppl crs arkose ss. 104.90m locally green ss. $\angle 5-10^\circ$														
100																	
105			110.55m, 110.68m hematite sheems 111.75-112.80m green ss.														
110																	
115		SILTSTONE	115.07-116.05m fine green shale to fine ss. $\angle 15^\circ$ cross bedding + pyrite med ss grey in part greenish grey 117.00-65m black mud foliation 118.40-50m quartz vein + pyrite 1cm thick $\angle 60^\circ$		A-21 B-43	118.50	118.55	0.05	< 1	0.05	12	6	16	< 1	< 10		
120		SILTSTONE	greyish green ss. with black mud foliation 121.05-15m dark green-black foliation 123.10-124.45m fine green shale dark green med ss stratified $\angle 30^\circ$ calcareous														
125																	
130			130.00-50m black mud foliation grey to greyish green with weak pyrite imp. 134.60-135.15m, 135.45-50m pyrite imp.														
135			136.20m, 136.60m stylolite dark grey med. ss.		B-49	139.70											
140		SANDSTONE (TSUMEB SUB GROUP)	141.90-142.20m grey fine dolomite 143.10m, 143.25m, 143.40m stylolite dark grey calcareous fine to locally med. ss to dolomite massive to stratified $\angle 20^\circ$ 146.50m fine dolomite brownish grey sand sheem 149.02m fossiliferous bed														
145		DOLOMITE															
150																	

Fig. II - 1 - 4 (30) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No	From (m)	To (m)	Length (m)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ca (ppm)	V (ppm)	
155		DOLOMITE	grey dolomite 151.45-152.10m oolitic dolomite fossiliferous locally reddish planes $\angle 30^\circ$ 156.95m sandy dolomite porous in crs facies 159.10m 161.00m med sandy dolomite 161.95-162.07m chert thin bed														
160			165.15-20m chert 166.40-85m oolite chert 167.70m grey fine dolomite intercalated with brown shale 169.15m imbricated structure														
165		SANDSTONE	172.05-.25m light grey to cream coloured fine sandy dolomite $\angle 10^\circ$ 173.20-174.30m oolite chert sandy dolomite 175.55-.95m dark grey med ss 175.95-176.10m siliceous sand black mud fragments														
170			laminated grey sandstone 177.25-.50m oolitic med dol ss 179.10m Cu oxide in calcite porous calc ss. 10cm thick $\angle 20^\circ$ 181.00-.10m chert grey med ss. 184.30m dolomite to fine ss. 185.80m med ss. brownish grey														
175		SANDSTONE	189.00-190.30m grey fine ss. grey oolitic med ss. 192.70m crs oolite 20cm thick grey to black														
180		DOLOMITE	homog med ss very locally thin fine dolomite 198.45-.50m chert $\angle 20^\circ$ 200.09m thin shale 200.90-95m, 210.75-.80m chert 201.80-202.55m dolomite														
185			sandy dolomite with thin intercalation of chert at 205.65-.75m, 207.55-60m, 208.55-60m 208.93m shale shcem fine dolomite 209.20m oolitic sandstone irregularly silicified 211.15m 2cm thick chert bed 213.20-214.50m fine sandy dolomite locally black med siliceous ss. 215.20m 3cm thick chert bed 216.00m fine ss//dol alt.+3cm thick chert beds														
190		SANDSTONE	219.70-220.70m black to dark grey fine dol to ss. 221.30-223.00m grey dol.-dark grey dol. ss. $\angle 15^\circ$ fine grey dolomite 224.40-225.40m black to dark grey fine														
195		DOLOMITE															
200																	
205																	
210																	
215																	
220																	
225																	

Fig. II - 1 - 4 (31) Geological log for drill hole

DEPTH (m)	GEOLOGIC COLUMN	ROCK NAME	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	VEIN ALT.	SAMPLE				CHEMICAL ASSA								
					No.	From (m)	To (m)	Length (m)	Ar (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ga (ppm)	V (ppm)	
230		DOLOMITE	30cmite with 1-2cm thick black chert lenses 225.55m fine black dol sandy facies alt. fractured grey fine dol 231.50-232.50m med ss fine dol to grey sandy dol with black cherty beds														
235		SANDSTONE	235.20m dark grey fine dol 235.45m black shale 235.65m black to dark grey facies 235.90m dotted dol black chert 10cm grey dotted dol to fine sandy dol. $\angle 20^\circ$														
240		SHALE	well stratified grey med dolomitic sand black/grey stripes 242.75m dark grey fine dol to fine ss. black facies bedded fine ss / fine dol.														
245																	
250		SANDSTONE	247.10-247.90m black facies fine dolomitic shale med ss grey to dark grey 250.50-.95m black shale 251.30m fine to med grey ss stylolite $\angle 20^\circ$														
255																	
260		SHALE	254.20-.90m dark grey sandy dol. grey bedded dol ss. 255.70m grey fine dol to fine sandy dol. 256.35m dolospar 258.40m pink manganese talc 259.80-262.50m black dolomitic shale 260.30m dolospar 2cm wide 262.50m grey to black fine dol to fine ss well stratified	B-50	262.20												
265																	
270																	
275		DOLOMITE	266.30-267.50m dolomitic black shale fine med. black ss. dark grey dol to fine ss. stratified dolomitic shale / fine ss														
280		SANDSTONE	276.00-277.00m black/grey stripe alt. ss / shale 277.75m grey dol with black shale 279.00m grey med ss. $\angle 5^\circ$ dark grey dolomite to shale black/grey stripe flowage pattern 283.30m pink talc 1cm wide 284.10m med ss. over 15cm 285.50m pink Mn talc 286.25-.50m black shale														
285																	
290		SHALE	287.90m black to dark grey dol shale dark grey fine to med ss														
295		DOLOMITE	289.50m talc grey to light grey dolomite 291.40m, 292.20m, 293.20, 40, 45m pink talc fine ss / grey ss alt. 294.30m light grey dol 296.10m talc+dolospar yellow film 296.30m, 295.80m, 297.05m talc 298.75m sandy dolomite $\angle 0^\circ$ STOP	B-51 N-10	291.45 291.45												
300																	

Fig. II - 1 - 4 (32) Geological log for drill hole

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

Sample No.	Hole No.	Depth (m)	Rock Name	Constituent Minerals						Accessory Minerals			Secondary Minerals				Remarks		
				Qz	Cal	Dol	Cx	Pl	Bi	Hm	Mt	Ap	Ser	Qz	Dol	Cal			
T-01	MJNM-5	144.90	Oolite chert	Δ											⊙				
T-02	MJNM-5	168.00	Dolomite			⊙				Δ						Δ			
T-03	MJNM-5	219.30	Dolomite			⊙										Δ			
T-04	MJNM-6	140.70	Dolomite			⊙										⊙			
T-05	MJNM-6	250.70	Dolomite			⊙												Δ	
T-06	MJNM-6	296.30	Dolomite			⊙										Δ			
T-07	MJNM-7	133.50	Dolomite			⊙													
T-08	MJNM-7	139.10	Calcareous chert	Δ		Δ				Δ					+				⊙
T-09	MJNM-7	163.90	Dolomitic shale	⊙		⊙									+				⊙
T-10	MJNM-7	227.60	Dolerite					⊙	Δ	Δ									
T-11	MJNM-8	140.00	Dolomite																⊙
T-12	MJNM-8	188.70	Limestone	⊙	⊙														
T-13	MJNM-8	230.75	Chert/Dolomite	⊙		⊙													⊙
T-14	MJNM-8	261.70	Dolomite			⊙													⊙
T-15	MJNM-9	132.00	Dolomitic shale	Δ		⊙										Δ			
T-16	MJNM-9	188.30	Chert	⊙															⊙
T-17	MJNM-9	243.40	Dolomite			⊙													Δ
T-18	MJNM-9	299.50	Dolomite			⊙													Δ
T-19	MJNM-10	83.80	Sandy calccrete			⊙													
T-20	MJNM-10	131.45	Oolite chert			⊙													⊙
T-21	MJNM-11	110.60	Arenite	⊙															

⊙:abundant ○:common Δ:rare +:trace

Abbreviations

Qz:quartz Cal:calcite Dol:dolomite Cx:clinopyroxene plagioclase Bi:biotite

Hm:hematite Mt:magnetite Ap:apatite Ser:sericite/muscovite

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

Sample No.	Hole No.	Depth(m)	Sulphide primary & oxide mineral						
			Gn	Sp	Cp	Py	Mt	Ds	
P-01	MJNM-7	227.60						○	
P-02	MJNM-8	227.80				⊙			
P-03	MJNM-9	232.07	+	△	+				
P-04	MJNM-9	241.87							△
P-05	MJNM-9	242.90	○	○	+				
P-06	MJNM-9	243.15	△	○	△	+			
P-07	MJNM-9	248.10	△	○	+				
P-08	MJNM-9	251.40							△
P-09	MJNM-10	269.10			+			△	
P-10	MJNM-11	270.70	+	+	+				

⊙: abundant ○: common △: poor +: trace
 abbreviations: Gn: Galena Sp: Sphalerite Cp: Chalcopyrite Py: Pyrite Ds: Descloizite

Table II - 1 - 9 Result of X-ray Diffractometry

		Minerals		Clay & Silicate Minerals		Carbonate Minerals			Other Minerals		Remarks						
No.	Well No.	Depth	Rock Name	Smectite	Chlorite	Palygorskite	Talc	Quartz	Biotite	K-Feldspar		Albite	Calcite	Dolomite	Pyrite	Magnetite	Brucite
X-1	MJMN-5	91.50 m	White argil			○		○									
X-2	MJMN-6	296.45 m	Calcareous dolomite										⊙				
X-3	MJMN-7	157.00 m	Talc		△		⊙	△									
X-4	MJMN-7	227.60 m	Dolerite		△				⊙			○			△	○	
X-5	MJMN-7	262.70 m	Pink talc	△	△		⊙						⊙				
X-6	MJMN-8	230.75 m	Pyrite	△				○				○					○
X-7	MJMN-9	113.30 m	Crackled dolomite		+			○				⊙	⊙				
X-8	MJMN-10	262.00 m	Dolerite	△	△							○					△
X-9	MJMN-12	59.60 m	Mulden sandstone	△			⊙				○	△					
X-10	MJMN-12	291.45 m	Pink talc				⊙						+				

Abbreviation

⊙:Abundant ○:Common △:Poor +:Trace

・ 219.70m-300.00m 暗灰色ドロマイト・黒色頁岩

細粒ドロマイトをはじめ砂質ドロマイト層も暗灰色ないし黒色を呈する。深度272m付近からは黒色のドロマイト質頁岩が卓越しはじめ細粒砂質ドロマイトや灰色ドロマイトと互層するようになる。硫化物の鉱化作用は認められないが258m付近から下部には層理面に平行な半透明帯桃色滑石脈変質が認められる。

II-1-5 鉱石化学分析結果

鉱化帯の鉱石化学分析結果をTable II-1-10 に掲げる。

肉眼的に比較的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る。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1 ppb, それ以外の6成分については1 ppmである。

硫化鉱物の鉱化はMJNM-9, MJNM-11およびMJNM-12に認められた。MJNM-9の累計着鉱長は5.24m 着鉱長に品位を乗じた数値の累計はPb=0.22 m・%, Zn=1.08 m・% Pb+Zn=1.29 m・%である。1%以上の鉱化部はなく、0.1%以上の鉱化部は以下の箇所である。

234.10m-234.50m(0.40m)	Zn=0.58%
242.60m-243.35m(0.75m)	Pb=0.17% Zn=0.83%
248.10m-248.64m(0.54m)	Zn=0.31%

Auの大部分は検出限界以下で、これを超える値はPb・Znの濃集を伴う試料に認められた。AgはPbと正の相関を示すが、CuはPb・Znと関係なく変動する。またPbとZnの相関は必ずしも明瞭ではない。Cd含有値は明らかにZnと正の相関を示すが、平均してZn3%に対して400ppmのCdを含むTsumeb鉱に比較すればCdの比は低い。Gaは検出限界以下か、極めて低い。Vも一般に低い。

MJNM-11とMJNM-12の鉱化作用のうち、MULDEN層群の砂岩を母岩とする黄鉄鉱鉱化のAu, Cuは特記すべき濃集は示していないがMJNM-11のドロマイト層中のドロスパーや脈状方解石に含まれる鉱化では有意のCu, Pb, Znの濃集を示した。

270.70m-270.75m(0.05m)	Pb=0.18%
272.30m-272.50m(0.20m)	Pb=0.1%

以上の鉱化部はボーリング地質層序対比図 (Fig. II-1-6) やボーリング断面図 (Fig. II-1-7) にも図示してある。

II-1-6 流体包有物の均質化温度と塩濃度測定

コアサンプルを用いた流体包有物の均質化温度と塩濃度の測定結果をTable II-1-11 に、温度

Table II - 1 - 10 Result of Chemical Assay

Chemical assay (ppb for Au and ppm for others)

Sample No.	Minerals	Hole No.	Depth(m)	Length	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Cd	V	Ga
A-1	Gn+Sp	MJNM-9	170.60	0.05	<1	0.80	6	811	320	<1	20	<1
A-2	ditto	MJNM-9	186.35	0.08	9	0.95	10	11	32	<1	7	<1
A-3	ditto	MJNM-9	231.63-232.20	0.57	9	0.20	9	100	14	1	18	<1
A-4	ditto	MJNM-9	232.20-232.55	0.35	4	0.20	6	122	56	<1	8	<1
A-5	ditto	MJNM-9	233.36-233.46	0.10	24	0.20	5	95	42	<1	5	<1
A-6	ditto	MJNM-9	234.10-234.50	0.40	2	0.50	12	322	5810	15	5	<1
A-7	ditto	MJNM-9	234.73-234.82	0.09	13	0.95	10	560	108	<1	21	<1
A-8	ditto	MJNM-9	235.30-235.55	0.25	<1	0.20	6	49	114	<1	<1	<1
A-9	ditto	MJNM-9	241.87-242.60	0.73	<1	0.50	9	142	250	1	34	2
A-10	ditto	MJNM-9	242.60-243.35	0.75	<1	1.25	18	1660	8300	36	2	2
A-11	ditto	MJNM-9	243.35-244.00	0.65	<1	0.50	5	288	95	<1	7	<1
A-12	ditto	MJNM-9	245.75-246.15	0.40	<1	0.65	13	269	142	<1	27	2
A-13	ditto	MJNM-9	248.10-248.64	0.54	26	0.50	9	275	3130	14	3	1
A-14	ditto	MJNM-9	248.79-248.93	0.14	12	0.50	5	176	416	3	17	1
A-15	ditto	MJNM-9	249.52-249.65	0.13	87	0.20	7	75	71	<1	17	2
A-16	ditto	MJNM-9	251.35-251.45	0.10	<1	0.50	12	182	541	31	18	1
A-17	Pyrite	MJNM-11	110.60	0.10	<1	0.05	7	11	25	<1	32	6
A-18	Cu?	MJNM-11	270.70-270.75	0.05	<1	2.95	283	1760	260	4	208	1
A-19	Cu+V2O5	MJNM-11	272.30-272.50	0.20	<1	0.95	270	1100	807	11	167	2
A-20	Pyrite	MJNM-12	86.20	0.05	<1	0.35	6	15	13	<1	27	7
A-21	Vein Py	MJNM-12	118.50	0.05	<1	0.05	14	6	16	<1	<1	4

分布図をFig. II-1-5 に示す。

MJNM-9のZn, Pb鉱化作用に伴う珪化ドロマイト部分10箇所の試料につき岩石薄片を作成した。その中に含まれる気液相の流体包有物について、その産状、形状を観察したのち、包有物に含まれる2相の流体の均質化温度および塩相当濃度を測定した。測定方法の概要は次の通りである。

包有物として含まれる流体の均質化温度、塩相当濃度はリンカム社製顕微鏡加熱装置TH-600型を使用した。箇所毎に両面研磨の試料を2枚作成し、気液2相の包有物を測定した。均質化温度は1.0~0.1°C/分の最終昇温率で測定し、温度補正にはBenzanilide (163°C) およびSodium nitrate (305°C) を使用した。

塩濃度については液体窒素を用いて-60°Cまで冷却したのち、加熱して包有物のアイスが溶ける温度を測定した。その値とあらかじめ測定しておいた標準試料の検量線より塩濃度値を求めた。10箇所の試料の測定結果をTable II-1-11 に掲げる。

いずれの試料においても石英に含まれる包有物の大きさは10ミクロン以下のものが多いが同一試料の中で大きさの違いによる測定温度の差はないように見える。流体は液相一相で包有物の数は比較的多く、一部の試料では二次包有物も多く含まれている。測定は殆どの場合20個の包有物について測定した。測定温度は100~180°Cの領域に拡がり比較的ばらつきが大きく、明らかに二つの母集団からなる正規分布を示す試料と明瞭な中心値をもつ正規分布を示す場合がある。10試料の全体の測定値はきれいな正規分布を示し平均値は146.6°Cである。塩濃度は2試料で氷点に近い溶解温度が得られたため極端に低い塩濃度を示したが、他の試料はほぼ同一レベルの塩濃度を得られた。

Table II-1-11 Result of measurement of homogenization temperature and salinity

Sample	Hole No.	Depth(m)	Mean Temp.(°C)	Mean Salinity(wt%)
H-1	MJNM-9	232.00	139.4	14.95
H-2	MJNM-9	232.40	129.9	15.83
H-3	MJNM-9	233.35	131.8	16.78
H-4	MJNM-9	234.45	150.4	15.25
H-5	MJNM-9	234.75	149.5	17.18
H-6	MJNM-9	241.92	159.4	14.71
H-7	MJNM-9	242.22	136.1	0.12
H-8	MJNM-9	242.60	156.2	7.67
H-9	MJNM-9	243.20	157.8	0.14
H-10	MJNM-9	248.75	155.7	14.37

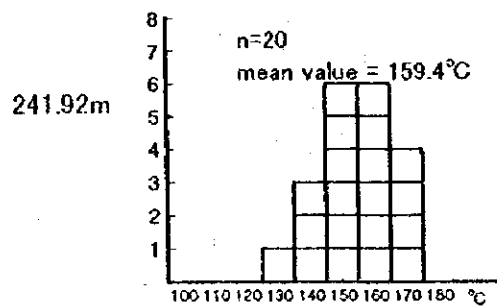
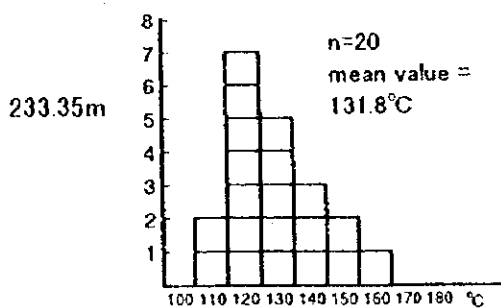
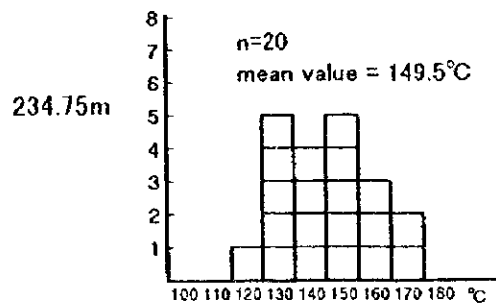
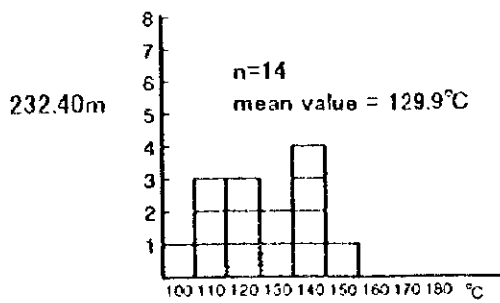
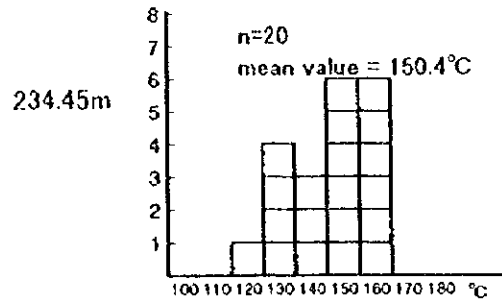
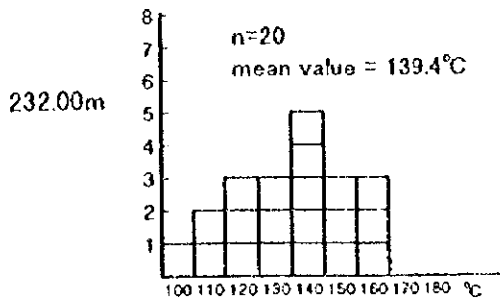


Fig. II -1-5 (1) Homogenization temperature of fluid inclusions

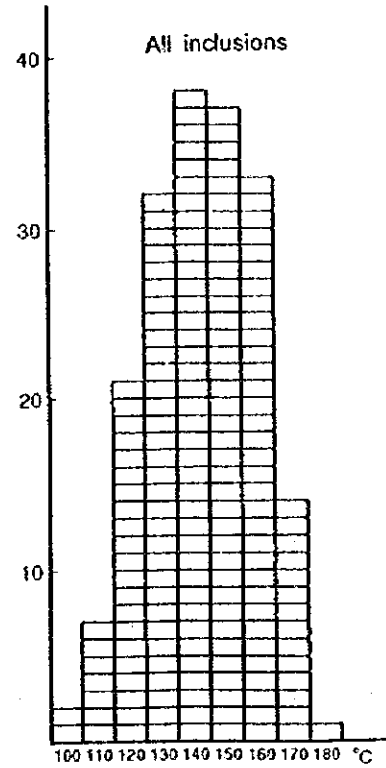
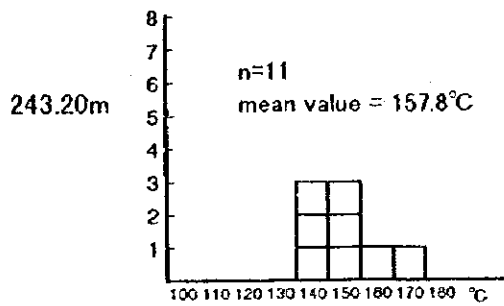
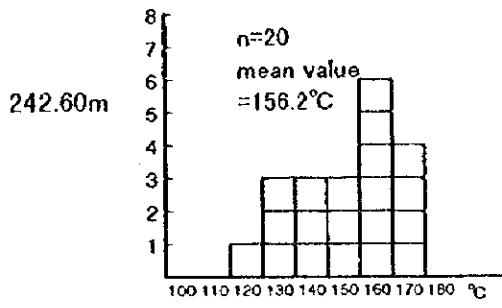
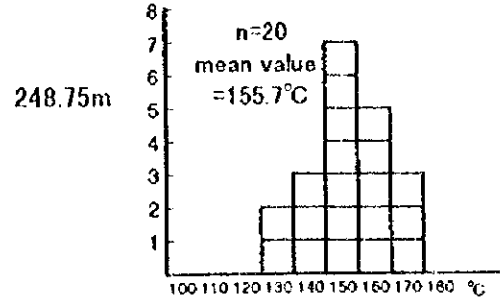
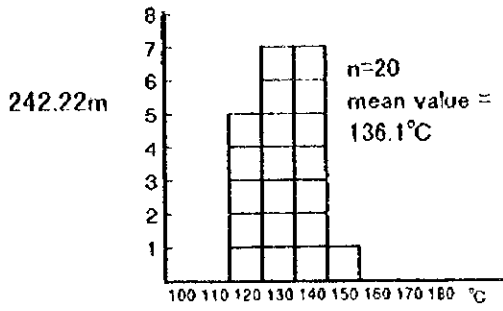


Fig. II - 1 - 5 (2) Homogenization temperature of fluid inclusions

II-1-7 コアサンプルの物性測定

(1) 調査項目および数量

調査ボーリング孔のコアサンプルを用いて、物性測定を行った。測定した項目は帯磁率、比抵抗、分極率の3項目であり、サンプル数は51個である。なお、比抵抗、分極率の測定は時間領域法で行った。

(2) 使用機器およびサンプル処理

帯磁率測定はパイソンの帯磁率計を用いた。得られた生データに対し、コア径、長さの形状補正を施し、cgs単位をSI単位に換算して示した。比抵抗、分極率（以下略してIP値と呼ぶ）測定用のサンプルは、5~10cm程度の長さにボーリングコアを切断したもので、約一日間水道水に浸した後、測定を行った。使用した機器をTable II-1-12に示す。

Table II-1-12 Equipment for Measurement of Physical Properties

機器	メーカー	形式	仕様・性能	数量
IP送信機	IRIS インストゥルメント	IP-L型 時間領域：サンプルIP専用	出力：1 μ A~100 μ A max10V	1台
IP受信機	SCINTREX	IPR-12型 時間領域：サンプル&フィルタ	仕様：8チャンネル, 14ウィンドウ Input Range : 50 μ V~14V	1台
電極		白金線		1式
帯磁率計	Bison	Model-3101A	精度：1 \times 1E-6 cgs 測定範囲：0~100,000 \times 1E-6cgs	1台

(3) 測定結果と解析

測定結果をTable II-1-13に示す。このデータから岩相別の帯磁率、比抵抗、IP値の平均値を計算し、Table II-1-14に示した。また、比抵抗・IP測定の詳細な結果をTable II-1-15に掲載した。なお、IPについては最も標準的に使われる12チャンネル（Mid-point 935msec）のデータを解析の対象とした。

帯磁率

各孔から得られたサンプルの帯磁率の岩相別平均は、第1,2年次の結果と整合的である。すなわち、際だって高い帯磁率を有するのは、粗粒玄武岩岩脈であり、他のサンプルとは大差を示す。また、残りの堆積岩類のうち、相対的に高い帯磁率を示すものは、表層のカルクリートとMulden層群の砂岩であり、Tsumeb垂層群中の堆積岩類の帯磁率はいずれも低い。Kalahariサンドについては、今回新たに加わった地層であるが、帯磁率はカルクリートと同程度であり、下位の地層の弱い磁気異常を追跡する調査には障害となる可能性がある。次に、サンプル数は少ないが、各ボーリング孔別に、帯磁率変化の特徴を述べる。

MJNM-5： このボーリング孔の中では、Kalahari サンドの帯磁率が相対的に高い。これと比較して、Tsumeb 亜層群の帯磁率は低い。

MJNM-6： 大きな帯磁率変化は見られず、全孔に渡って低い値を示す。その中でも、比較的カルクリートの帯磁率が大きい。

MJNM-7： カルクリートの帯磁率が比較的高い。また、特徴的なことは、深度 227.40m の粗粒玄武岩で、これは比抵抗値からして、未変質と判断される。帯磁率は全サンプル中最も高く、層厚が比較的薄くても、連続性があれば明瞭な磁気異常のソースとなる可能性が高い。

MJNM-8： MJNM-7 と同様なことが言える。深度 229.5m の粗粒玄武岩の帯磁率は MJNM-7 のものより低い、周囲との帯磁率の差は歴然としている。このサンプルは MJNM-7 のものより比抵抗が低く、より風化を受けているものと考えられる。帯磁率が低い理由の一つに、磁性鉱物の酸化等による風化の程度差が考えられる。

MJNM-9： これまでと同様にカルクリートの帯磁率が比較的高い。また、深度 120m における Tsumeb 亜層群のドロマイトの帯磁率も他のドロマイトと比較して高い。

MJNM-10： MJNM-8 と同様なことが言える。加えて、Tsumeb 亜層群の赤色ドロマイト質頁岩の帯磁率も表層のカルクリートと同程度に高い。鉄酸化物が原因と推定される。

MJNM-11： Mulden 層群の砂岩の帯磁率が高い。ここでは、この砂岩は幾つかの層準に分かれているが、この中で上位のピンク色砂岩、中間の白色砂岩の帯磁率が高く、その間の灰色砂岩の帯磁率はそれに比べて低い。なお、深度 84m 付近の黄鉄鉱染を受けた砂岩の帯磁率は低い。

MJNM-12： 深度 86.2m の黄鉄鉱染を受けた砂岩の帯磁率がこの調査孔サンプル中では最も高い。しかし、カルクリートと同程度である。

比抵抗、IP 値

これまでのサンプル測定結果と比較する目的で、これまでに用いた分類を適用して Fig. II-1-6 を作成し、解析を行った。この図の分類は測定結果を解釈するうえで、相対的基準で、比抵抗、IP 値をそれぞれ、3 分類、4 分類したものである。区分の基準は物理探査に視点を置いている。この図から、それぞれの分帯に当てはまるサンプル物性の特徴を以下に示す。これらから、比抵抗探査の大きな障害となるのは Kalahari サンド、カルクリート等の $100\Omega\cdot\text{m}$ 以下の比抵抗を持つ、いわゆる低比抵抗表土層と、風化した粗粒玄武岩、一部の頁岩であると言える。また、IP 調査にノイズを与えるものは IP 値が 10mV/V 以上の粘土質カルクリート、黄鉄鉱染帯、一部の粗粒玄武岩や頁岩である。

範 囲	特 徴 と 測 定 結 果
比抵抗 A-----300Ω・m以下	塊状硫化鉱物、風化粘土鉱物に相当するゾーンである。Kalahari サンド、カルクリート、頁岩、滑石等の一部がこの範囲に含まれ、探査の大きな障害となる。また、黄鉄鉱染砂岩も一部この中に含まれる。
B-----300~4000Ω・m	マクロ的に見て、母岩中に鉱石が点在する場合や、風化した頁岩、多孔質岩石等に相当する範囲と考えられる。実際の比抵抗探査での対象領域となる可能性があるが、今回のサンプルの平均的な領域であり、様々な岩相が探査の障害となりうる。
C-----4000Ω・m以上	新鮮な岩石に相当する範囲で、今回の測定結果では Tsumeb 亜層群のドロマイト、Mulden 層群の砂岩の多くがこの範囲に入る。また、ドロマイトに方鉛鉱を含む鉱化部分のサンプルも含まれる。
IP 値 I -----100mV/V 以上	塊状硫化鉱物に相当するゾーンである。量的に多ければ十分探査の対象となる。今回のサンプルでは見られなかった。
II -----100~10mV/V	母岩中に鉱石が点在する場合に相当するものと考えられる。実際の IP 探査での最も一般的な対象領域である。今回のサンプルでは、黄鉄鉱染砂岩が、また粗粒玄武岩、カルクリート、頁岩の一部がこの領域に入る。鉱石以外の岩相は探査の大きなノイズとなる。
III-----10~1mV/V	弱鉱染体、粘土鉱物の多い岩石に相当するものと考え

	えられる。今回のサンプルでは殆どのものがこの中に入り、様々な岩相に於いて比較的IPバックグラウンドが高いと考えられる。
N-----1mV以下	低IP帯である。今回のサンプルでは、6個のみこの中に入る。Tsumeb 亜層群の黒色頁岩等である。

さらに、第三年次のボーリング調査地点の大きな決定要素の一つが低比抵抗異常であったため、これをサンプルの物性値から検討した。以下に孔別の比抵抗の特徴を述べる。

MJNM-5：今回新たに加わったKalahari サンドの比抵抗が $68\Omega\cdot m$ と低い。サンプル数が少なく、低比抵抗異常の原因としてこれのみをあげることは危険であるが、低比抵抗異常の一つの原因である可能性は高い。

MJNM-6：深度89m付近の粘土質カルクリートの比抵抗が $50\Omega\cdot m$ 以下であり、非常に低い。その下位のTsumeb 亜層群のサンプルはいずれも $3000\Omega\cdot m$ 以上の高い値を持っている。低比抵抗の原因の一つに表層の粘土化したカルクリートがあげられる。

MJNM-7：深度157.2、215.6mに見られる滑石化帯の比抵抗が低く、 $100\sim 300\Omega\cdot m$ 程度である。低比抵抗の原因に滑石化帯があげられる。

MJNM-8：表層のカルクリート、深度230付近の粗粒玄武岩、滑石帯の比抵抗が低く、低比抵抗の原因として、低比抵抗表土層の存在と、粗粒玄武岩の風化や粘土化があげられる。

MJNM-9：深度120mまでの表層、Tsumeb 亜層群の比抵抗が低い。特に、表層のKalahari サンドは $35\Omega\cdot m$ と今回のサンプルのうち、最も低い比抵抗値を示す。

MJNM-10：この孔でのKalahari サンドは $610\Omega\cdot m$ と比較的高いが、他の岩石と比較すれば低い値である。深度261.8mの粗粒玄武岩の比抵抗は風化のためか、 $45\Omega\cdot m$ と非常に低い。

MJNM-11：深度84.3mの黄鉄鉱染砂岩の比抵抗が $71\Omega\cdot m$ とかなり低い。その下位のMulden 層群、Tsumeb 亜層群の岩石は全て $4000\Omega\cdot m$ 以上と高い。ここでの楕円形状の低比抵抗異常の有力な原因として、表層に近い箇所の黄鉄鉱染砂岩があげられる。

MJNM-12：深度120m程度以浅の鉱化砂岩、Mulden 層群の砂岩、頁岩の比抵抗が低く、比抵抗原因の候補として、特定岩相と黄鉄鉱染があげられる。

Table II --1--13 Result of Measurement of Physical Properties

Sample No.	Drillhole No.	Lith.	Depth m	Rock, Mineral name	Physical properties		
					Mag.sus. *1E-3 SI	Resistivity $\Omega \cdot m$	IP(MI2) mV/V
B-1	MJNM-5	K	90.05	Kalahari sandstone	0.10	68	7.74
B-2	MJNM-5	C	102.95	Pebble calcrete	0.03	1,162	3.92
B-3	MJNM-5		187.45	Druse filling	0.01	206	0.32
B-4	MJNM-5	T	197.80	Black shale	0.01	4,899	0.84
B-5	MJNM-5	T	219.30	Black shale	0.04	4,763	0.45
B-6	MJNM-6	C	89.15	Clay rich calcrete	0.08	47	18.66
B-7	MJNM-6	A	96.60	Gray dolomite	0.05	6,023	0.97
B-8	MJNM-6	A	107.30	Pink limestone	0.01	4,697	3.81
B-9	MJNM-6	A	b	Brown shale	0.05	5,784	3.78
B-10	MJNM-6	A	156.30	Porous limestone	0.03	4,497	5.34
B-11	MJNM-6	A	250.70	Coarse sandy dolomite	0.02	4,590	7.43
B-12	MJNM-6	A	281.00	Massive limestone	0.02	5,003	2.29
B-13	MJNM-6	A	296.30	Porous limestone	0.01	3,447	4.97
B-14	MJNM-7	C	82.90	Calcrete	0.34	2,233	2.94
B-15	MJNM-7	T	110.50	Brecciated dolomite	0.02	4,372	4.99
B-16	MJNM-7	T	124.00	Porous shale	0.02	4,898	0.95
B-17	MJNM-7	T	150.60	Black shale	0.02	4,805	4.54
B-18	MJNM-7	T	157.20	Talc	0.02	97	1.10
B-19	MJNM-7	T	215.60	Talc rich dolomite	0.03	289	4.36
B-20	MJNM-7	D	227.40	Dolerite	60.77	1,083	15.52
B-21	MJNM-7	T	245.00	Dolomite	0.02	947	2.93
B-22	MJNM-8	C	84.25	Calcrete	0.45	197	0.68
B-23	MJNM-8	C	127.70	Pebble calcrete	0.02	521	1.50
B-24	MJNM-8	T	157.75	Dolospa	0.01	4,709	4.69
B-25	MJNM-8	T	204.30	Calcite	0.04	10,079	3.35
B-26	MJNM-8	D	229.52	Dolerite	22.99	83	-2.92
B-27	MJNM-8	T	275.30	Talc	0.02	745	4.33
B-28	MJNM-9	K	87.65	Kalahari sandstone	0.18	35	2.05
B-29	MJNM-9	T	95.02	Brown shale	0.04	368	3.49
B-30	MJNM-9	T	120.00	Dolomite	0.11	631	2.77
B-31	MJNM-9	T	210.10	Sandy dolomite	0.03	5,486	3.58
B-32	MJNM-9	T	248.64	Mineralized dolomite	0.02	4,935	1.16
B-33	MJNM-10	K	83.80	Kalahari sandstone	0.34	610	1.48
B-34	MJNM-10	T	143.30	Siliceous sandstone	0.04	4,936	4.94
B-35	MJNM-10	T	188.60	Red dolomitic shale	0.35	2,973	4.19
B-36	MJNM-10	D	261.80	Dolerite	36.51	45	3.61
B-37	MJNM-10	T	279.30	Talc	0.05	4,565	3.68
B-38	MJNM-11	M	84.32	Pyrite mineralized sand	0.02	71	17.56
B-39	MJNM-11	M	105.40	Pink Mulden sandstone	4.00	4,725	5.11
B-40	MJNM-11	M	115.00	Grey Mulden sandstone	0.03	4,767	5.68
B-41	MJNM-11	M	120.86	Green Mulden sandstone	0.26	4,834	3.11
B-42	MJNM-11	M	140.55	White Mulden sandstone	1.31	4,723	1.79
B-43	MJNM-11	M	172.90	Grey Mulden sandstone	0.05	4,514	4.47
B-44	MJNM-11	T	243.30	Broken breccia	0.06	4,860	0.70
B-45	MJNM-11	T	288.45	Sandy dolomite	0.06	4,191	2.50
B-46	MJNM-12	M	43.50	Mulden sandstone	0.02	242	6.08
B-47	MJNM-12	M	86.20	Pyrite mineralized sand.	0.24	487	19.24
B-48	MJNM-12	M	122.00	Green shale	0.01	225	3.15
B-49	MJNM-12	M	139.70	Medium Mulden sand.	0.02	5,014	2.37
B-50	MJNM-12	T	262.20	Black shale	0.04	3,808	12.06
B-51	MJNM-12	T	291.45	Pink talc	0.07	4,347	1.72

K: Karahari sand C: Calcrete T: Tsumeb M: Mulden D: Dolerite

Table II - 1 - 14 Physical Properties of Core Samples by Formation and Lithofacies

Drill core geophysical properties (average of each lithology)					
Formation	Rock name with Lithological description	Mag.sus. *1E-3 SI	Resistivity $\Omega \cdot m$	IP(MI2) 10V/V	sample sum
Top sequence	Calcrete	0.10	416	2.94	5
	Kalahari sandstone	0.18	114	2.86	3
Dyke	Dolerite	37.08	159	7.49	3(2;ip)
Mulden formation	Druse filling	0.01	206	0.32	1
	Green shale	0.01	225	3.15	1
	Pyrite mineralized sandstone	0.06	185	18.38	2
	Mulden sandstone	0.14	3,110	3.75	7
Tumeb subgroup	Siliceous sandstone	0.04	4,936	4.94	1
	Black shale	0.01	4,288	2.09	6
	Brown shale	0.04	1,459	3.63	2
	Dolomite	0.03	2,366	2.84	5
	Sandy dolomite	0.03	4,725	4.05	3
	Talc rich dolomite	0.03	289	4.36	1
	Mineralized dolomite	0.02	4,935	1.16	1
	Limestone	0.02	4,369	3.90	4
	Talc	0.04	1,095	2.34	4
	Calcite	0.04	10,079	3.35	1
Broken breccia	0.06	4,860	0.70	1	

Table II - 1 - 15 Acquired Values of Resistivity and IP of Core Samples

Sample No.	Drillhole No.	Depth m	Rock, Mineral name	Resistivity $\Omega \cdot m$				IP property													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
B-1	MJNM-5	90.03	Kalahari sandstone	68.21	25.97	23.30	20.89	18.49	16.10	13.80	11.64	9.60	7.74	6.11	4.68						
B-2	MJNM-5	102.95	Pebble calcere	1161.59	13.93	12.09	10.59	9.15	7.85	6.66	5.63	4.71	3.92	3.23	2.63						
B-3	MJNM-5	137.45	Cruse filling	205.64	3.18	2.21	1.62	1.18	0.86	0.64	0.51	0.40	0.32	0.25	0.21						
B-4	MJNM-5	197.30	Black shale	489.30	3.89	3.35	2.79	2.36	1.95	1.60	1.30	1.04	0.84	0.68	0.56						
B-5	MJNM-5	219.30	Black shale	4763.22	3.11	2.49	2.08	1.69	1.35	1.06	0.81	0.61	0.45	0.35	0.28						
B-6	MJNM-6	89.15	Clay rich calcere	46.89	92.26	80.33	69.35	58.37	48.23	39.13	31.18	24.32	18.66	14.03	10.40						
B-7	MJNM-6	96.60	Gray dolomite	6023.14	6.38	5.18	4.28	3.46	2.72	2.14	1.69	1.29	0.97	0.69	0.50						
B-8	MJNM-6	111.30	Brown shale	4697.49	20.21	16.65	14.05	11.50	9.32	7.50	6.03	4.79	3.81	3.03	2.33						
B-9	MJNM-6	117.30	Porous limestone	5783.72	17.18	14.64	12.53	10.52	8.73	7.18	5.85	4.70	3.78	3.00	2.37						
B-10	MJNM-6	136.30	Porous limestone	4596.35	24.08	20.67	17.74	14.91	12.39	10.18	8.29	6.69	5.34	4.23	3.34						
B-11	MJNM-6	230.70	Coarse sandy dolomite	4590.07	31.06	26.81	23.13	19.60	16.45	13.64	11.24	9.16	7.43	5.98	4.78						
B-12	MJNM-6	281.00	Massive limestone	5002.68	10.36	8.76	7.50	6.29	5.22	4.29	3.50	2.84	2.29	1.84	1.47						
B-13	MJNM-6	296.30	Porous limestone	3447.39	22.91	19.70	16.92	14.21	11.78	9.63	7.81	6.25	4.97	3.92	3.07						
B-14	MJNM-7	82.90	Calcere	2233.10	12.45	10.38	9.31	7.84	6.56	5.43	4.47	3.64	2.94	2.36	1.88						
B-15	MJNM-7	110.50	Brecciated dolomite	4372.41	21.34	18.14	15.49	13.01	10.86	9.00	7.44	6.10	4.99	4.06	3.29						
B-16	MJNM-7	124.00	Porous shale	4897.63	5.35	4.46	3.80	3.12	2.51	2.02	1.59	1.23	0.95	0.74	0.57						
B-17	MJNM-7	130.60	Black shale	4803.30	6.37	4.31	3.28	2.58	2.06	1.60	1.24	0.96	0.74	0.58	0.45						
B-18	MJNM-7	157.20	Talc	97.41	11.05	8.93	8.03	6.28	5.16	4.28	3.62	3.02	2.42	1.90	1.42						
B-19	MJNM-7	215.60	Talc rich dolomite	288.34	16.09	13.82	11.97	10.25	8.75	7.42	6.27	5.25	4.36	3.59	2.92						
B-20	MJNM-7	227.40	Dolerite	1082.55	44.30	39.42	35.18	31.06	27.28	23.82	20.76	17.97	15.52	13.33	11.43						
B-21	MJNM-7	245.00	Dolomite	947.14	16.07	13.13	10.80	8.71	7.01	5.64	4.54	3.65	2.93	2.34	1.87						
B-22	MJNM-8	84.25	Calcere	197.35	7.24	5.43	4.06	2.90	2.01	1.38	0.99	0.77	0.68	0.67	0.70						
B-23	MJNM-8	127.70	Pebble calcere	520.91	7.40	6.04	5.03	4.15	3.41	2.76	2.25	1.84	1.50	1.22	1.01						
B-24	MJNM-8	157.75	Dolopar	4708.77	16.93	14.76	12.94	11.15	9.53	8.06	6.78	5.65	4.69	3.87	3.18						
B-25	MJNM-8	204.30	Calcere	10079.40	12.79	11.09	9.68	8.29	7.04	5.91	4.93	4.07	3.35	2.73	2.24						
B-26	MJNM-8	229.52	Dolerite	82.83	-6.67	-7.10	-7.02	-6.64	-6.04	-5.28	-4.49	-3.68	-2.92	-2.23	-1.64						
B-27	MJNM-8	275.30	Talc	744.73	21.53	17.82	14.80	12.11	9.86	8.02	6.54	5.32	4.33	3.54	2.91						
B-28	MJNM-9	87.65	Kalahari sandstone	35.50	14.75	11.49	8.74	6.25	4.98	3.21	2.24	1.56	1.05	0.69	0.64						
B-29	MJNM-9	95.02	Brown shale	368.04	17.31	14.31	11.89	9.70	7.95	6.48	5.26	4.27	3.49	2.87	2.35						
B-30	MJNM-9	120.00	Dolomite	65.31	9.62	8.48	7.72	6.81	5.95	5.14	4.31	3.42	2.77	2.19	1.68						
B-31	MJNM-9	210.10	Sandy dolomite	5483.66	14.64	12.61	10.95	9.29	7.81	6.51	5.37	4.35	3.58	2.88	2.32						
B-32	MJNM-9	248.64	Mineralized dolomite	4933.31	12.78	10.61	8.92	7.19	5.55	4.04	2.79	1.82	1.16	0.74	0.59						
B-33	MJNM-10	81.80	Kalahari sandstone	610.10	9.34	7.22	5.65	4.33	3.33	2.58	2.07	1.71	1.48	1.35	1.25						
B-34	MJNM-10	143.30	Siliceous sandstone	4916.37	18.75	16.35	14.29	12.26	10.40	8.71	7.25	5.99	4.94	4.02	3.24						
B-35	MJNM-10	188.60	Red dolomitic shale	2973.38	19.20	16.28	13.85	11.59	9.61	7.90	6.44	5.22	4.19	3.35	2.67						
B-36	MJNM-10	261.30	Dolerite	45.00	13.30	11.36	10.60	9.33	8.10	6.89	5.74	4.63	3.61	2.66	1.86						
B-37	MJNM-10	279.30	Talc	4365.33	15.28	13.09	11.30	9.57	8.05	6.69	5.52	4.52	3.68	2.98	2.40						
B-38	MJNM-11	84.32	Pyrite mineralized sand	70.53	65.59	56.77	49.21	42.08	35.77	30.20	25.43	21.23	17.56	14.37	11.62						
B-39	MJNM-11	105.40	Pink Mulden sandstone	4725.23	22.27	18.97	16.22	13.65	11.59	9.41	7.73	6.31	5.11	4.13	3.33						
B-40	MJNM-11	115.00	Grey Mulden sandstone	4765.66	29.45	24.56	20.50	16.79	13.65	11.02	8.88	7.10	5.68	4.51	3.59						
B-41	MJNM-11	120.86	Green Mulden sandstone	4834.47	19.58	15.99	13.11	10.55	8.38	6.59	5.16	4.01	3.11	2.39	1.84						
B-42	MJNM-11	140.55	White Mulden sandstone	4723.25	8.42	7.09	6.04	5.04	4.17	3.41	2.76	2.23	1.78	1.42	1.12						
B-43	MJNM-11	172.90	Grey Mulden sandstone	4513.83	17.35	14.99	13.03	11.15	9.46	7.94	6.62	5.46	4.47	3.62	2.92						
B-44	MJNM-11	243.30	Broken breccia	4860.26	4.09	3.32	2.78	2.27	1.83	1.46	1.15	0.90	0.70	0.56	0.44						
B-45	MJNM-11	288.45	Sandy dolomite	4190.63	11.44	9.68	8.27	6.95	5.78	4.75	3.88	3.13	2.50	1.98	1.57						
B-46	MJNM-12	43.50	Mulden sandstone	241.58	27.67	23.48	19.92	16.64	13.82	11.41	9.37	7.59	6.08	4.79	3.72						
B-47	MJNM-12	86.20	Pyrite mineralized sand	487.34	78.53	68.37	59.35	50.60	42.63	35.46	29.24	23.80	19.24	15.37	12.18						
B-48	MJNM-12	122.00	Green shale	225.39	9.91	8.69	7.75	6.84	5.99	5.18	4.44	3.77	3.15	2.58	2.08						
B-49	MJNM-12	139.70	Medium Mulden sand	5013.95	10.72	9.14	7.84	6.62	5.51	4.51	3.68	2.96	2.37	1.89	1.53						
B-50	MJNM-12	262.20	Black shale	3408.24	47.09	40.93	35.55	30.35	25.66	21.50	17.85	14.72	12.06	9.84	7.99						
B-51	MJNM-12	291.45	Pink talc	4347.39	7.51	6.28	5.34	4.48	3.73	3.09	2.55	2.09	1.72	1.40	1.14						

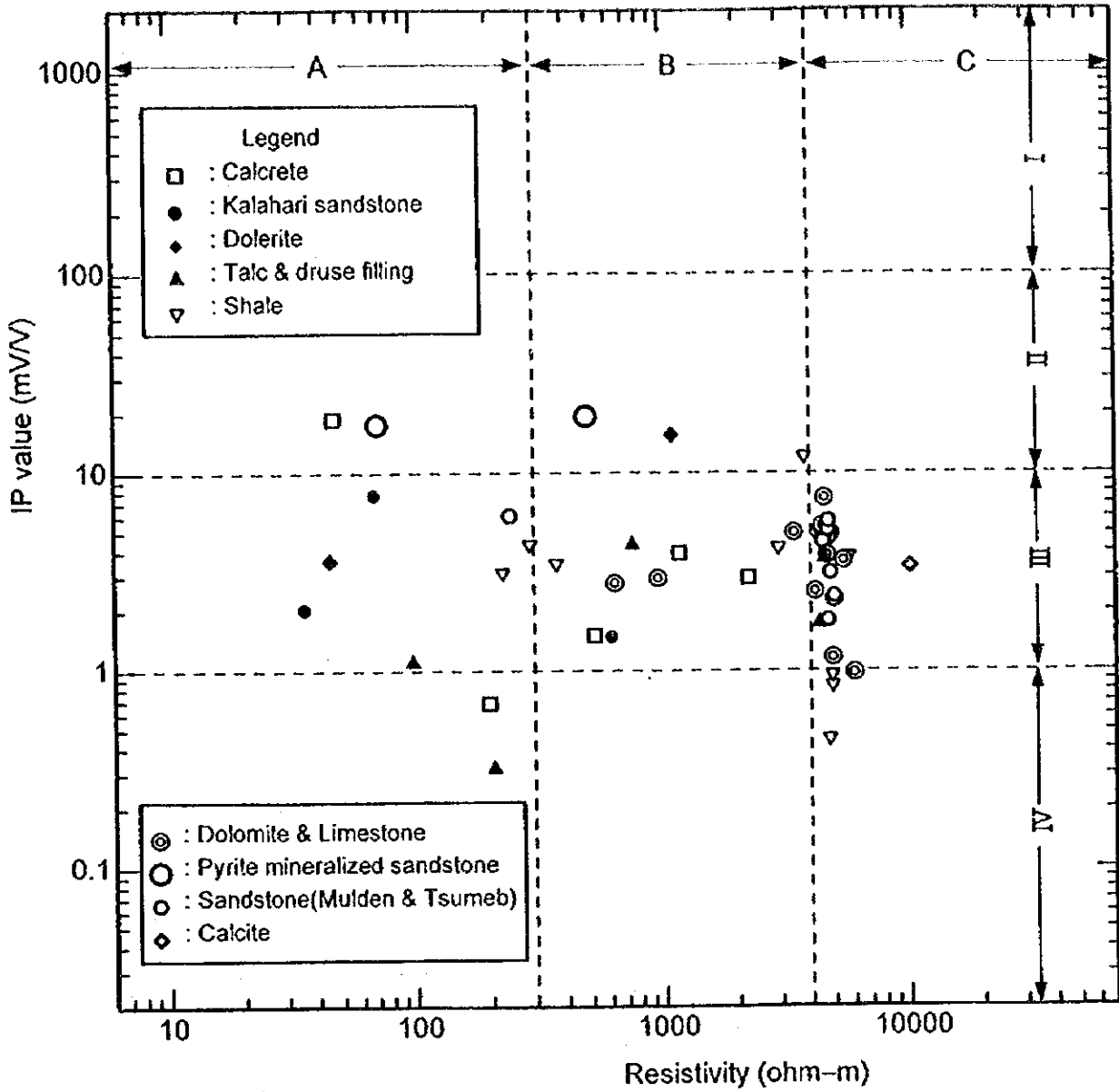


Fig. II - 1 - 6 Resistivity v.s. IP value of core samples

II-1-8 考察

II-1-8-1 層序対比

ボーリングコアの地質層序の記載と対比基準に基づき、各孔の層序対比を試みた。その結果をFig. II-1-7 に示す。

MJNM-5 は暗灰色細粒ドロマイトが卓越することからT7に対比した。しかし195mから上部はT8 に対しされるかも知れない。

MJNM-6 は深度131m以下は淡れんが色の石灰質岩で明らかに他の孔にはない地層である。標識地の地層対比からAbenab亜層群とした。

MJNM-7 はラミナの発達したドロマイトおよび頁岩の挟在からT7とした。一部の黒色頁岩のコアは異臭を放つのもT7からT8のラグーン性堆積物の特徴とされる。

MJNM-8 はMJNM-7と同様な層序を示すのでT7に対比した。

MJNM-9 のうち深度170m以下は中粒の砂質ドロマイトの卓越する地層でT4からT5にかけて浅海化する堆積環境に対応すると考えT4の上部に対比した。その上位も古い割れ目の発達するゾーンが分布することから、これも含めてT4の可能性もある。

MJNM-10 深度200m以下は黒色相が卓越し、MJNM-7と同一層準に対比される。それより上位は163m付近にストロマトライト組織がみられる特徴からT8とした。

MJNM-11 174m付近から下位の地層はチャートの何枚もの薄層の繰り返しが特徴とooliteの挟在からT8に対比された。

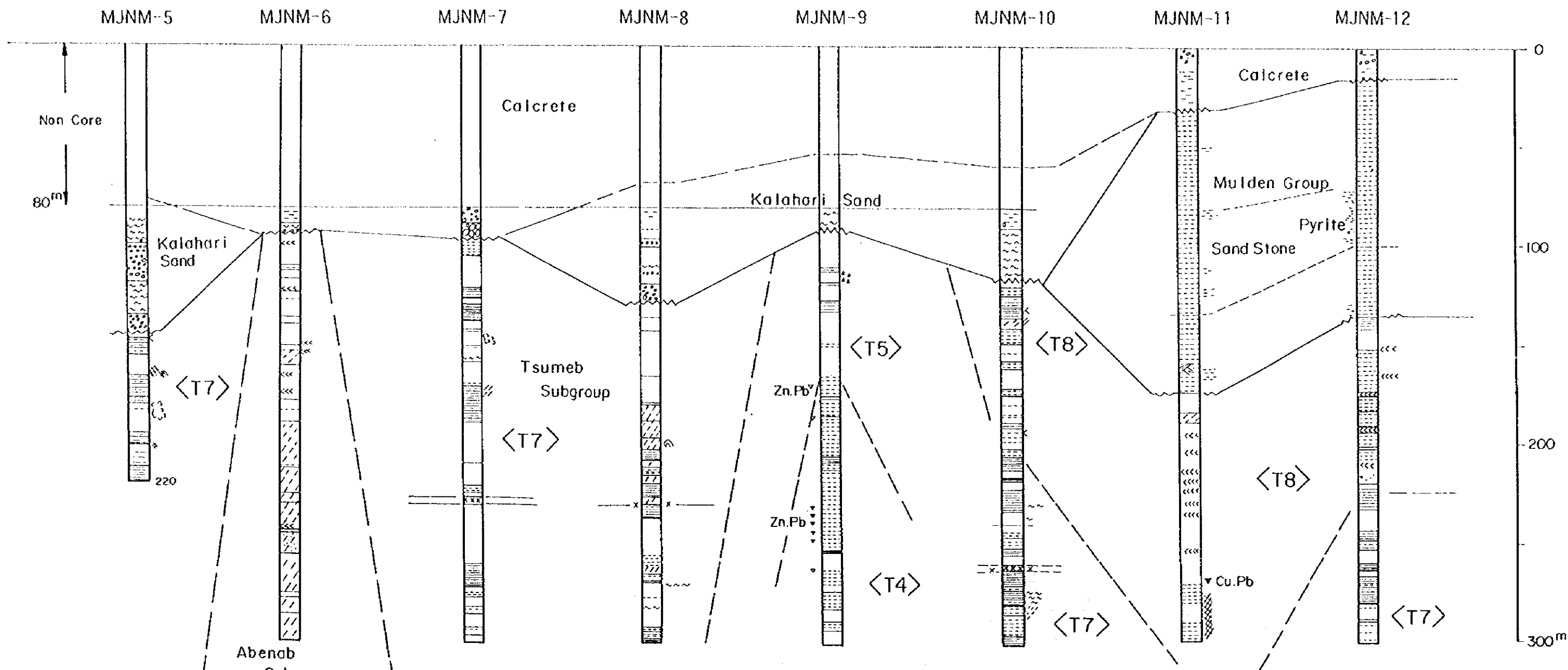
MJNM-12 深度220mから下位はMJNM-11の岩相と異なり、全体的に黒色相のドロマイトが発達することからT7、そして220mより上位をT8に対比している。

II-1-8-2 地質構造

調査地域東部で実施したボーリング孔 MJNM-5, MJNM-6, MJNM-7, MJNM-8, MJNM-9, MJNM-10 の層序対比と空中物理探査結果で示される概略地質構造から調査地域の地質構造を推定するとFig. II-1-8(1) Fig. II-1-8(2) に示すような地質断面が得られる。すなわちNW-SE方向の低比抵抗トレンドに沿ったボーリング断面ではカルクリートの下位の地層群はMJNM-5 付近に軸をもつ向斜構造を形成していると考えられ、基盤岩がMJNM-6の南方2.5kmに浅く潜在する。MJNM-6とMJNM-7の間にはT1からT6までの下部Tsumeb亜層群が北傾斜で向斜構造の南翼を構成すると考えられる。MJNM-5とMJNM-7の中間部ではカルクリート不整合面の下位にT8が分布する可能性がある。MJNM-5で捕捉された多くの空洞は向斜軸部という位置と関係するかも知れない。すなわちこれらの空洞は比較的新しく、軸部付近に発達する割れ目に循環した地下水によって形成された可能性がある。MJNM-7に現れたドレライト岩脈はこの断面方向に近い走向をもつ。

MJNM-5ではカルクリートと原生代炭酸塩岩との間にカラハリサンドが認められ、この陸成層がMJNM-5から北側に分布するように見える。

Fig. II-1-8(1)のB-B'断面はMJNM-5をとおりWNW-ESE方向の地質断面における地質構造をMJNM



LEGEND

- | | | | |
|--|------------------------------------|--|---------------------------|
| | Dolomite | | Unconformity |
| | Shale | | Fracture zone |
| | Sand stone | | Cavity |
| | Chert | | Mineralisation (Cu Pb Zn) |
| | Calcareous dolomite
~ Limestone | | (Pyrite) |
| | Argil | | Stromatolitic |
| | Dolerite dyke | | |

Fig. II-1-7 Geological correlation of drill holes

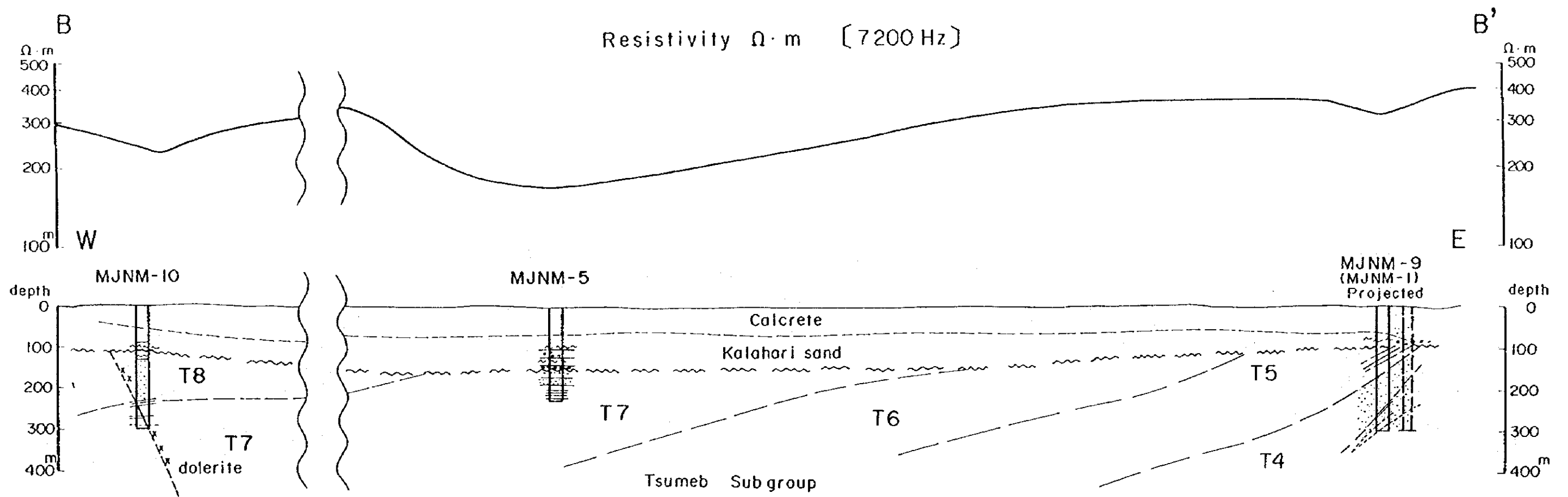
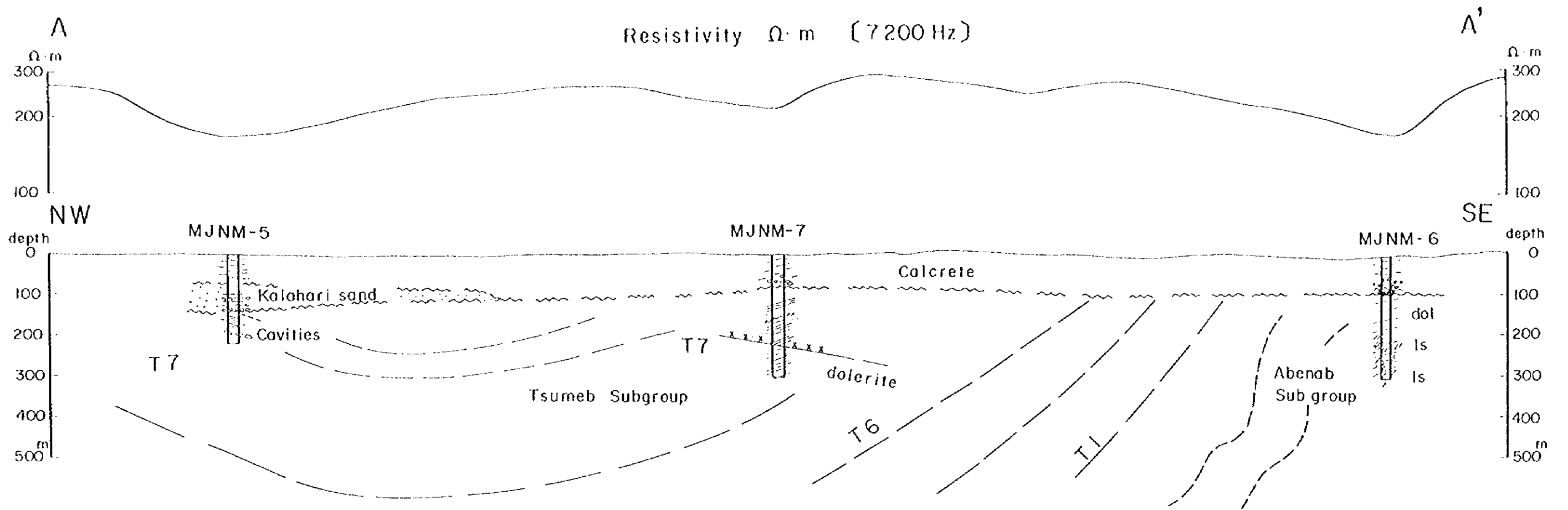


Fig. II-1-8 (1) Geologic cross section of drill holes.

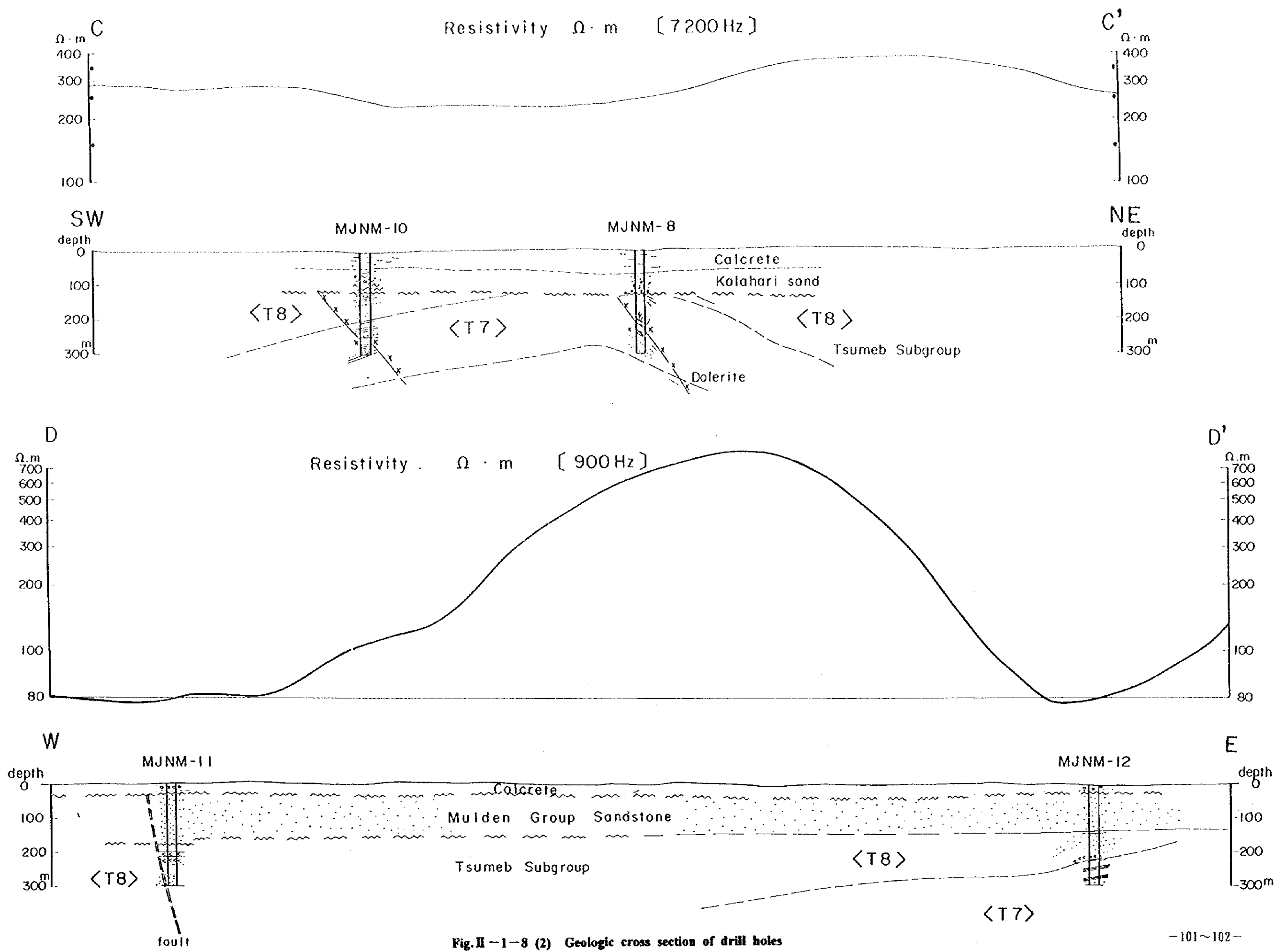


Fig. II-1-8 (2) Geologic cross section of drill holes

-10, MJNM-5, MJNM-9 の層序対比から推定した結果である。これによるとカルクリートの下位には共通してカラハリサンドが分布し、不整合面の下位は東のMJNM-9下部のT 4から西のMJNM-10に分布するT 8まで西に傾斜する単斜構造を形成している。MJNM-5からMJNM-10にかけてこの方向での見掛の傾斜は小さいと考えられる。

MJNM-10, MJNM-8をとるNNE-SSW方向の断面 (Fig. II-1-8(2) C-C') で考察すると、MJNM-10はMJNM-5付近をとる向斜構造の延長の北翼に位置し、MJNM-8 付近には局部的高まりか背斜構造が分布すると思われる。この2つの孔にはほぼ同一深度にドレライト岩脈が貫入しているが、磁気異常図から、これは同一岩脈ではなくNW-SE系の平行岩脈である。

調査地域西部の地質構造はMJNM-11とMJNM-12の層序対比から次のように推定される。この地域は衛星画像や空中物理探査異常からはどちらかと言えば背斜構造部に位置するが、薄いカルクリートの下位に両孔とも厚さ100m以上におよぶMulden 層群Tschudi層砂岩が分布しており、この付近も含めて大きな向斜構造に含まれる。MJNM-12の下部は黒色相のドロマイトが卓越し、上部はMJNM-11と同様にドロマイト質砂岩やチャートから構成されることから、東西断面では全体的には西に緩く傾斜する構造をとる。この付近が全体の向斜構造のどの部分に位置するかは明かではない。

II-1-8-3 鉱化作用

MJNM-9にみられる鉱化作用の特徴はTsumebの鉱石と異なり、Zn/Pb=4.9 で鉛に比較して亜鉛に富み北アメリカのミシシッピーバレー型鉱床の比に類似する。一方MJNM-11に捕捉された微弱的な鉱化作用はZn/Pb比を比較してみると亜鉛より鉛に富み、むしろTsumebのタイプといえる。同様に亜鉛に対するカドミウムの比ではMJNM-11ではMJNM-9に比べてカドミウムに富み、Tsumebの鉱石と同じ傾向をもつ。バナジウムについてはMJNM-11の鉱化部に重複して比較的強い濃集が認められる。金・銀については他の元素との相関および孔別の特徴は現れていない。

II-1-8-4 均質化温度・塩濃度

個々の試料の平均値は130°C~159°Cの範囲に分布する。データ数が十分でないが深度差15m強の間で浅い箇所より深い箇所均質温度が高い傾向がある。全体の平均値146.6°Cの値は典型的なミシシッピーバレー型鉱床 (D. L. LEACH et al 1993) の75~200°Cという範囲に属する温度でTsumebにおける主要鉱化期の230~250°Cの領域より低く、むしろ晩期鉱化期の温度に近い。また塩濃度も純水に近いものをデータから除くと14.59 wt% NaClで、これも一般的ミシシッピーバレー型鉱床の10~30 wt%の範囲に入り、Tsumebの2~7 wt%とは明らかに異なる。これからもMJNM-9の鉱化作用は続成的なミシシッピーバレー型鉱床と同様な条件下で生成したものと考えられる。

II-1-8-5 コアサンプルの物性

(1) 低比抵抗の起源について

今回測定したサンプルからは深度 100m 程度のカクルリート、Kalahari サンドの比抵抗値が $100\Omega\cdot\text{m}$ 以下のものが多く見られ、比抵抗異常図に見られる広範な低比抵抗帯を形成する原因の一つとして考えられる。また、粗粒玄武岩とそれに伴う滑石化帯の比抵抗も $50\Omega\cdot\text{m}$ 以下を示す場合があり、連続した低比抵抗リニアメントを形成する原因と推定される。また、NJMN-II で認められた黄鉄鉱染砂岩の比抵抗は $71\Omega\cdot\text{m}$ と低く、母岩である Mulden 砂岩との比抵抗コントラストは非常に大きいため、この地点を中心とした楕円状の低比抵抗異常帯の有力な原因としてあげられる。なお、頁岩では黒色相（ドロマイト質頁岩）の比抵抗は数 $1000\Omega\cdot\text{m}$ であって前後の砂岩、ドロマイトと同程度に高いが、緑色相、褐色相のものは数百 $\Omega\cdot\text{m}$ と低い。比抵抗異常図で地層に整合的であると考えられる連続した低比抵抗帯はこの様な頁岩による可能性が考えられる。

(2) 今後の探査について

第一年次調査で測定した硫化鉱物の中には比抵抗値が数 $10\Omega\cdot\text{m}$ のものがあり、この様な鉱石が数 $1000\sim$ 数 $10,000\Omega\cdot\text{m}$ の砂岩やドロマイト中に胚胎すれば、比抵抗法は有効な探査法になると考えられてきた。しかし、今回の調査結果から、調査地域表層には低比抵抗をもたらす岩相や導電率の高い地下水が存在する可能性があることが分かり、この様な表土層の存在が表土下の低比抵抗鉱化帯を特定するための殆どの比抵抗法を困難にさせることが予想される。その他にも一部の頁岩や、粗粒玄武岩とそれに伴う変質帯が比抵抗異常の原因となりうる。この様な状況の中で、探査方針に比抵抗法が有効であるとは必ずしも言明できない。しかし、低比抵抗岩相を十分把握した上での比抵抗探査は磁気探査と同様に、表土に覆われた地域の地下の構造を推定し、総合的な解釈から潜頭鉱床を探るためには重要な手法であると考えられる。なお、調査地域は露岩地帯に乏しいため、ターゲットを絞り込むためにはなお、広範な地域を調査する必要がある。このため、最も適した比抵抗法は TDEM 法であると考えられる。

IP については、鉱石の IP 値は非常に高いため、母岩の IP 値が低ければ有効な手法である。しかし、鉱石以外にも粗粒玄武岩とそれに伴う粘土変質帯、Damara 系の頁岩の一部、表土層などで比較的 IP 値が高いものが見られるため、これらが鉱床探査のノイズとなりうる。このため、IP 法を行う場合は事前に TDEM 法、磁気探査、構造ボーリング孔等で予想される岩相を推定あるいは特定し地域を限定する必要がある。

II-1-8-6 空中物理探査異常の対比

(1) 調査地域東部 MJNM-5, 6, 7, 8, 9, 10

ボーリング調査結果と第1年次、第2年次で実施した空中物理探査特に空中電磁法による比抵抗異常との関係をFig. II-2-1(1)の総合解析モデル図に示した。

全体的にみて本地域の地質構造は表層100~120mのカルクリートおよびKalahariサンド層とそれより下位の原生代炭酸塩岩層か基盤岩の大きめに2層構造となる。カルクリートは従来比較的高比抵抗を示すと考えられてきた。しかしパーカッションボーリングの結果、実際は厚さ100m程の中で数層の粘土化した地下水透水層が分布し、これらは十分低い抵抗値を示すことがわかった。56000Hzの比抵抗図は一般に浅所の比抵抗構造を反映するがそれより深い7200Hzと900Hzと異常パターンが異なることや、検出される比抵抗値の大きさも異なることから56000Hzは第2年次の比抵抗断面に示されるように深度60m前後のカルクリート中の構造を反映していると考えてよい。

カルクリートの下位には複数孔でKalahariサンドを捕捉している。これは一般に脆弱な陸成堆積物である古カラハリ砂漠の砂である。石英の粒子間を多量の赤色粘土で埋めており地下水が浸透すると著しく低い抵抗値を示す。深度100mから120mに分布しており7200Hz比抵抗構造の一部を反映している可能性もある。地質構造と対比すると炭酸塩岩累層が形成する向斜構造の軸部より北に分布するようにみえる。

これら新期堆積物の不整合面の下位は主として高比抵抗のドロマイト、石灰岩およびチャートが卓越する。MJNM-5, 6, 7はEW方向の軸をもつ向斜構造の南翼をNW-SE方向に斜交する低比抵抗リニアメント上にあるスポット異常である。ボーリング調査の結果、このリニアメントは深部まで達する構造的弱線で、これに沿って先第三紀の活動によるドレライト岩脈の貫入が認められる。このドレライトはコア観察から45~60°の角度で傾斜しており、その上下盤にドロマイトに強い熱水変質を与え、多量を滑石を生じさせている。このようなドレライト岩脈はこのNW-SE低比抵抗リニアメント上ではMJNM-7にのみ捕捉されているが、磁気リニアメントとの対比してみるとこのリニアメントに平行な岩脈が断続して地下に分布していると考えられる。MJNM-8とMJNM-10の2孔もほぼ等深度でドレライト岩脈に逢着している。これらは平行な個々の岩脈の可能性はある。

900Hzの比抵抗構造は地層の比抵抗値によってそのデータ深度が大いに異なるが、第2年次の比抵抗断面との対比で深度200m~250mを反映しているとみてよい。すなわちこのようなドロマイトを主とした地層の中の構造が900Hzに反映されていると考えてよい。MJNM-5はドロマイト中に多量の水と粘土に充たされた空洞を捕捉している。MJNM-5付近の7200~900Hzの顕著な低比抵抗異常はこれによって強調されているものと思われる。

鉱床の場としてこのような空洞が好条件の一つである。このような有望な空洞は鉱床生成のタイミングからして鉱液上昇以前に形成されており、したがってMulden層群の砂岩で充填されている可能性が高いのでMJNM-5の空洞は鉱床より若い。ドレライト貫入時の熱水変質で生成した



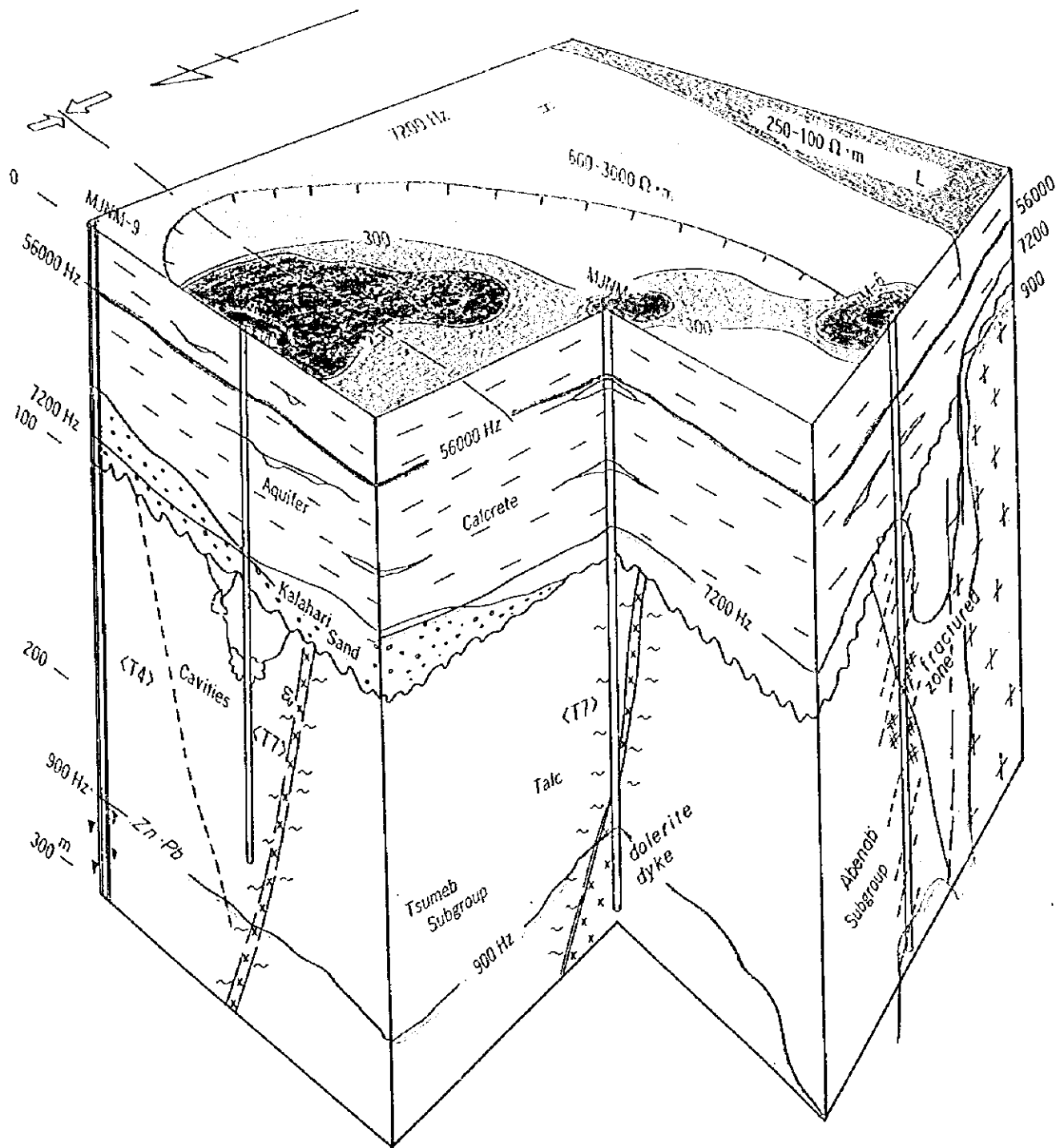


Fig. II - 2 - 1 (1) Block model of compilation and interpretation



滑石層に地下水が循環して形成された空洞かも知れない。

(2) 調査地域西部 MJNM-11, 12

ボーリング調査結果と第1年次、第2年次で実施した空中物理探査特に空中電磁法による比抵抗異常との関係をFig. II-2-1(2) に示した。

本地域での異常パターンも浅所(56000Hz)で低比抵抗帯の分布が広くかつ抵抗値も低く、より深い所(7200Hzや900Hz)で分布はせばまり抵抗値も増加する。

56000Hzの表層構造の特徴は特に北方へ伸びるNNE-SSWのリニアメントが顕著で、これが7200HzではENE-WSWリニアメントにとって代わり900HzではENE-WSWとNW-SEリニアメントが顕著となる。MJNM-11は幅2kmで東西に分布する高比抵抗帯をENE-SWS方向に横切る低比抵抗リニアメントとNNE-SSWリニアメントの交点である。MJNM-12は高比抵抗帯に浮かぶ独立した低比抵抗帯ウィンドウの中心に位置する。

デファレンシャル比抵抗による断面図によれば56000Hzと7200Hzの深度はそれぞれ10m~20mと50m~100mである。ボーリング調査の結果と対比させるとこれらの比抵抗異常はカルクリートまでを切る断層破砕帯かMulden層群Tschudi層の砂岩中の黄鉄鉱、風化層あるいは挟在する頁岩層に起因することが考えられる。このうち黄鉄鉱が最も可能性があるがTschudi層砂岩は両孔に共通して分布し、かつ同生的産状を呈することと、MJNM-12が独立した低抵抗帯ということと矛盾する。MJNM-11ではMulden層群非整合の下位に著しい黒色ドロマイトの破砕帯が認められ、これがENE-WSW走向に走る断層を暗示している。この断層がMulden層群の砂岩までを切っているとなればこの断層が7200Hzの低比抵抗リニアメントの起源となりうる。

56000HzのNNE-SSW系トレンドはこの地域の地下水の流動方向と一致しており、表層カルクリート中の地下水の流路を意味するかも知れない。



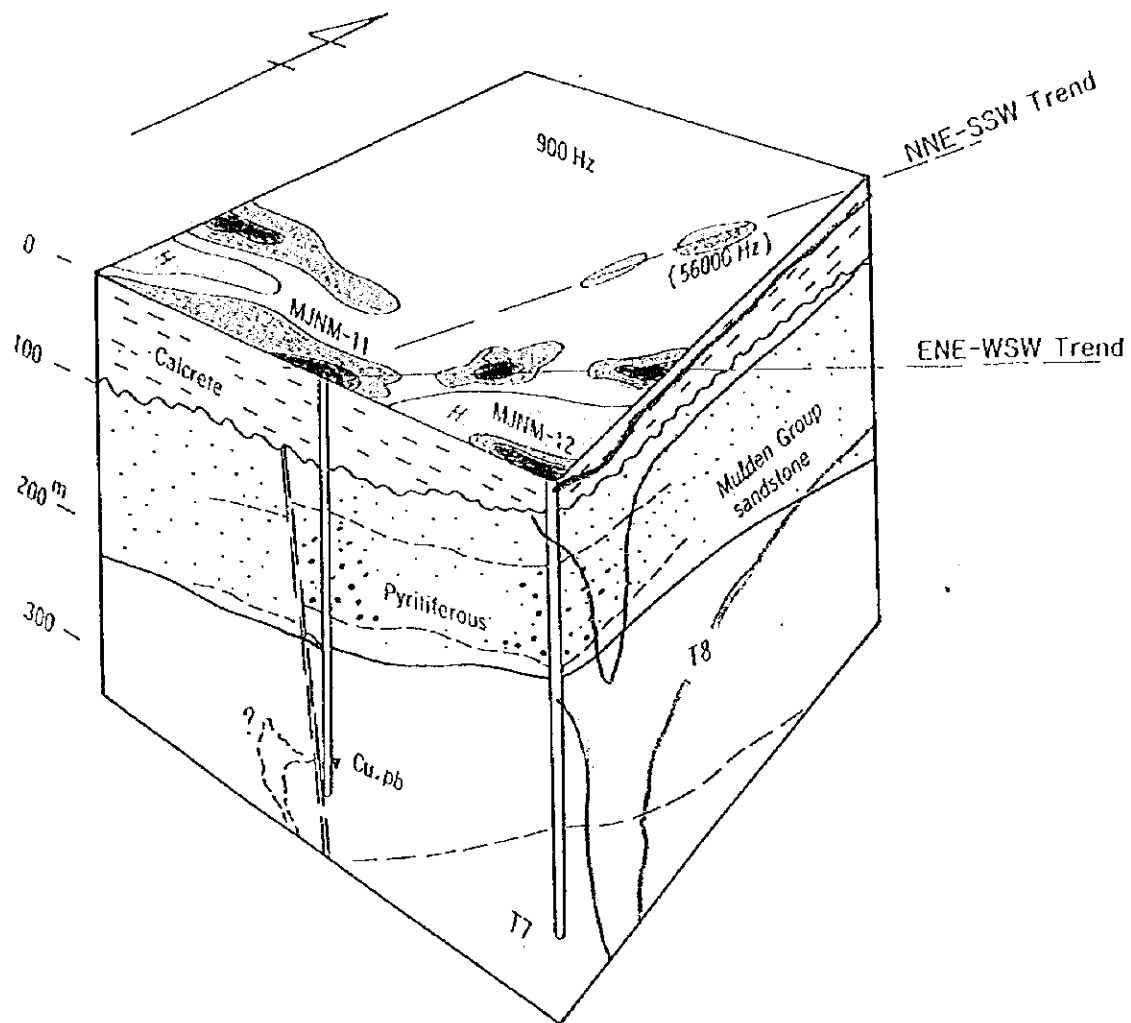


Fig. II-2-1 (2) Block model of compilation and interpretation



第2章 総合解析および考察

第1年次・第2年次で実施した空中物理探査と既存資料のコンパイル作業を通じて得られた鉱床生成・探査モデルに基づいて計8孔 総延長2,320mのボーリング調査を実施した。

その結果、MJNM-9 で第2年次のボーリング調査 MJNM-1で捕捉された、いわゆる‘ミッシッシッピーバレー型’中低品位鉛亜鉛鉱化帯の延長が確認された。累計着鉱長は5.24 m平均品位は $Pb+Zn=0.129\%$ でMJNM-1より更に低い。母岩はMJNM-1と同様な砂質ドロマイトでT4の層準規制が考えられる。(Fig. II-2-1(1))

Mulden層群の砂岩はMJNM-11, 12 でかなり強い黄鉄鉱の鉱化が認められるが、化学分析の結果Cuを殆ど伴わず、また同生的産状からして還元環境下で沈澱したものと考えられる。

一方、TsumebからENE方向に延びる比抵抗リニアメントとNNE-SSWリニアメントとの交点に掘削したMJNM-11では、T8ドロマイト層中のドロスパーや脈状方解石に伴われてCu、Pbおよび V_2O_5 の鉱化が認められる。これは元素比からみるとミッシッシッピーバレー型とは異なり、Pb、ZnにくらべてCuが高いTsumebの鉱床型に類似する。この微細な鉱化は大規模破碎帯の端部に位置すると思われ、この構造に沿って古い空洞の分布する場で鉱体に発展する可能性をもっている。将来 更に調査探鉱を進めるべき地域である。(Fig. II-2-1(2))

探査モデルの基幹となったMulden層群の不整合面(TM境界)を横切る低比抵抗リニアメントやその上の低比抵抗スポットでは鉱化帯把握には至らなかった。低比抵抗リニアメントはNW-SE系ドレライト岩脈とその周辺に与えている滑石を主とした熱水変質帯を反映しており、その上に点在する低比抵抗スポットにも鉱化胚胎の必須条件であるカルストブレッチャや溶解ブレッチャの発達には対応していない。

MULDEN層群の分布は磁気異常との総合解析によって調査地域東部でも比較的広く推定されたが、ボーリング調査では捕らえられておらず、したがってTM境界面直下のポテンシャルの評価は十分できたとは言えない。MULDEN層群の分布地域で鉱床胚胎規模のカルスト構造を抽出するには空中物理探査の測線間隔(200m)では十分とは言えず、ボーリング調査の前段階で更に測線を密にしたTDEM地上電磁法等を検討する必要がある。(Fig. II-2-1(1))

一方、調査地域西部では画像解析や空中物理探査ではMulden層群の分布が予想されていない区域で、厚さ100m以上の砂岩が捕捉された。(Fig. II-2-1(2)) すなわち比抵抗構造から地層の分布を推定するには限界がある。特に調査地域東部ではカラハリサンドが浅所の低比抵抗帯を形成し、下位の鉱徴起源の異常をマスキングする可能性がある。(Fig. II-2-1(1))

このように地下浅所には透水層(あるいは帯水層)や風化作用で生ずる粘土鉱物など低比抵抗異常に起源が多く考えられ、これがより深所の比抵抗構造に影響する可能性が強い。言い換えれば、より低い周波数の探査深度が実際は浅所の構造を拾っている傾向があるので深部の探査がより困難となる。

しかしながら、空中物理探査は本調査地域のように平坦で非露出地帯の場合、地下情報を得る探査法としてはコストパフォーマンスも含めて現在のところ最適な手法と考えられる。特に

空中磁気探査と空中電磁探査を連結した探査は精度の高い解析が可能となる。しかし、表層堆積物の物性測定も十分行い、その下位のデータ深度をよく吟味する必要がある。