および測点8付近の測線の西側に極大値，東側に極小値を得た範囲である。また測線の東側では測点１１の極大値から，さらに東側では正の応答が減少しているが測線端のため応答の全貌は明らかでない。

離相成分は大局的には同相成分の応答と同様の傾向を示した。

上述の結果，測点1.5付近に良導体の存在が推定される。このほか測点5，測点8付近にも小規模ながら良導体の存在が推定される。

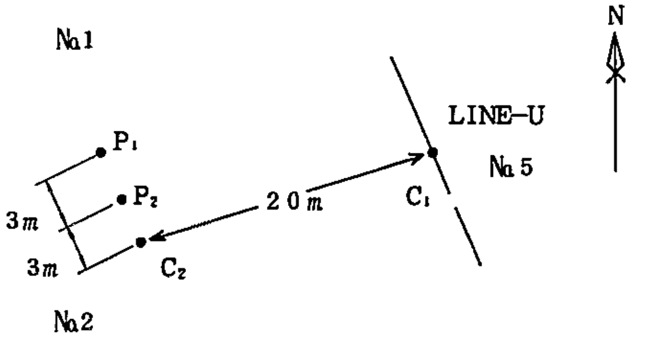
3－4　In situおよび室内測定結果

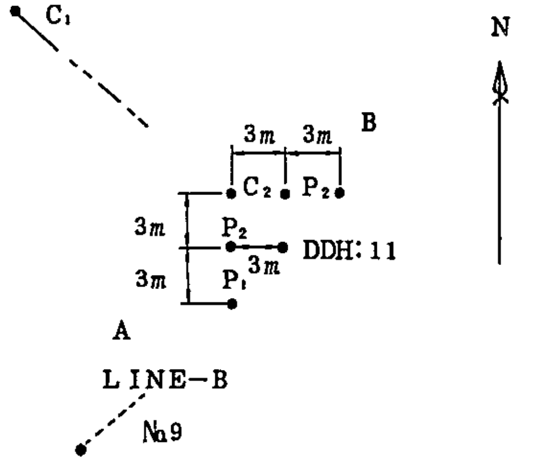
3－4－1　In situ 測定結果

In situ 測定はU測線の測点5付近，およびB測線の測点9付近のＤＤＨ－１１付近において実施した。その結果をTable Ⅱ－１に示す。

Table Ⅱ-1 Results of in Situ Measurement

Point of measure ment	FE (%)	AR (Ωm)	Note
№1	0	886	Carhuaz F.
№2 A	4.2	350	Santa F.
№2 B	4.4	203	Santa F.





3－4－2　室内測定結果

室内測定を行った試料は３４個である。５５年度調査において５２個の試料が室内測定されているので合計８６個である。測定結果を地層別に整理してTableⅡ－２に示す。さらに得られた測定値から比抵抗とＦＥの関係図を作成し５５年度の試料もあわせてFig．Ⅱ－４に示す。

室内測定結果から指摘される事項は次のとおりである。

1) 強いＦＥを示す試料は磁鉄鉱，黄鉄鉱，赤鉄鉱，ゴッサンであり，Santa層に属するものが大部分であるが，Carhuaz層，Pariahuanca層に属するものもある。

2) Chimu層，Santa層，Carhuaz層は比抵抗，ＦＥによる区別はつけがたい。

3) Farrat層は上述の各層に比べてやや比抵抗が低いが試料数が少ない為明確ではない。

上述の室内測定の結果，比抵抗，ＦＥにより地層の区別はむずかしいが，Santa層中の鉱石鉱物は比抵抗，ＦＥによって明確に区別できることがわかる。

Table II-2 Results of Laboratory Measurement

Rock group	Collecting point	FE (%)	AR (Ωm)	Note
Cm	I 8.5	0.9	3,560	quartzite
	J 6.5	0.2	7,650	"
	K 8	0.1	9,970	"
	L 8	0.8	1,490	"
	M 12	0.1	3,890	"
	O 10	0.1	13,900	"
	P 7	0.2	30,100	"
	Q 9	0.1	3,390	"
	S 10	0.8	11,500	"
	T 12	0.9	13,900	"
St	B 9-1	25	490	hematite, siderite, dolomi , gossan
	B 9-2	11	230	" "
Cz	I 1	0.5	152	calcaleous shale
	I 2-1	1.1	1,120	limestone
	I 2-2	0.5	6,250	silicified shale
	I 3	2.0	726	limestone
	I 4	25	350	Cu, pyrite garnet skarn
	I 5-1	3.8	838	pyrite garnet skarn
	I 5-2	0.7	11,300	sandstone
	K 1.5	1.1	1,390	sandstone
	M 5.5	2.6	732	silicified sandstone
	P 5-1	4.4	349	sandstone
	P 5-2	3.3	658	limonite, sandstone
	Q 5-1	1.2	37,800	shale
	Q 5-2	2.2	1,190	dolomite
	R 7-1	2.3	2,400	dolomite
	R 7-2	1.9	6,350	calcaleous shale
	S 6	2.2	3,820	dolomitic limestone
	T 9	0.8	38,700	limestone
	U 7	0.2	6,390	sandstone
Fr	M 4	2.9	568	limonite, sandstone
	O 1	2.4	182	calcaleous limestone
Ph	N 0	9.5	206	black gossan
Cl	M 2	0.9	3,250	limestone

Cm ; Chimu Formation
St ; Santa "
Cz ; Carhuaz "
Fr ; Farrat "
Ph ; Pariahuanca "
Cl ; Chulec "

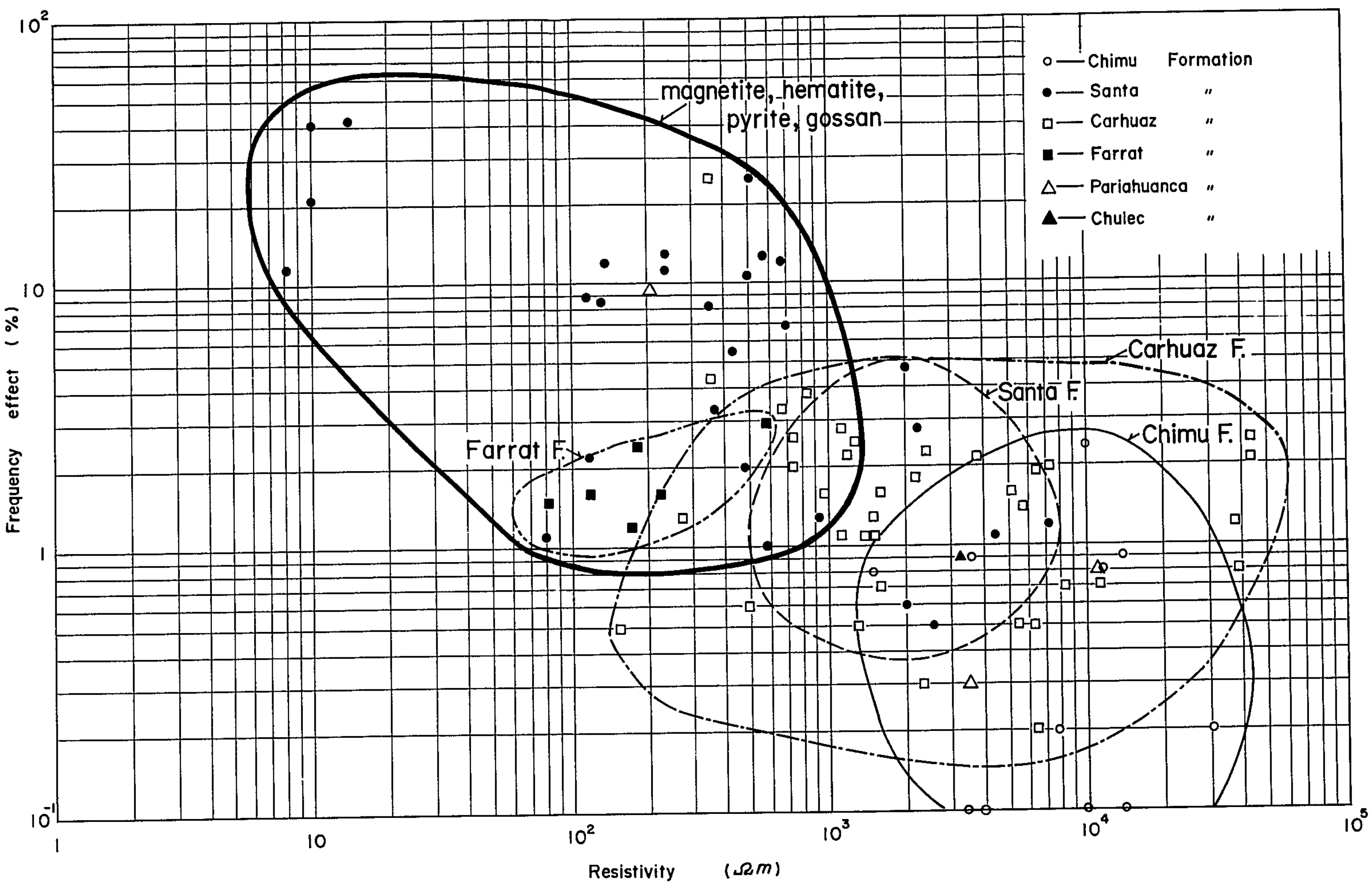


Fig. II - 4 Correlation between AR and FE of laboratory measurements

第4章　解　析　結　果

4－1　Dipole－dipole電極配置によるIP測定の解析

4－1－1　電磁カップリング効果の影響

第7鉱徴付近で行なったIP調査の結果，一部の測線で極端に低い見掛比抵抗が捕捉された。このため電磁カップリングにより，FEの値が実際より強く捕捉されている可能性がある。ここではJ．S，Sumnerの著書（参考文献を参照のこと）に述べられている方法により，電磁カップリングの除去を試みた。ただしJ．S，Sumnerの著者では，半無限一様媒質の場合について計算されたものであり，今回は見掛比抵抗によって媒質の比抵抗を代表させたので，誤差は大きいと考えられるが，傾向を知って解析に役立たせるには十分と考える。今回行なった調査測線のうち見掛比抵抗の変化に富み，FE異常も捕捉された測線として，U測線を選び電磁カップリング除去の計算を行いFig．Ⅱ－5に示す。

U測線のFE測定値について，電磁カップリングの影響を考察し以下に述べる。

1)　n＝1におけるFEについては電磁カップリングの影響を無視して差支えないと考えられる。

2)　n＝4およびn＝5におけるFEについては，40Ωm以下の見掛比抵抗が捕捉された範囲では，電磁カップリングの影響はかなりの量に達している。しかし補正方法自体が大まかであるので定性的に判断すべきである。

3)　FE断面図の等値線は，補正前では深部ほど大きく広がる傾向がみられるが，補正後ではこの範囲がせまくなっている。

4)　電磁カップリング補正前後のFE断面図を比較すると応答体の位置，規模の推定にはあまり差がないと考えられる。

4－1－2　AntapampaのFE異常の解析

昨年度調査報告書においてA測線の一部，およびB測線についてモデル計算がなされている。今年度の調査結果のうちO測線，およびS測線のモデル計算を行い，IP応答体の状況を推定した。実測値と比較的よい一致を示した計算値とそのモデルをO測線についてはFig．Ⅱ－6に，S測線についてはFig．Ⅱ－7に示す。

(1)　O測線（Fig．Ⅱ－6参照）

測線中央部の強いFE示徴をもたらす応答体として①（比抵抗5Ωm，FE6％），および②（比抵抗150Ωm，FE5％）がよい近似を示す。いずれも西側に傾斜した形状を示し，地表近くの応答体⑧（比抵抗5Ωm，FE3％）の下部に位置している。この東側には応答体③，⑧（比抵抗5Ωm，FE0.5～3％）が位置している。この付近はChimu層，

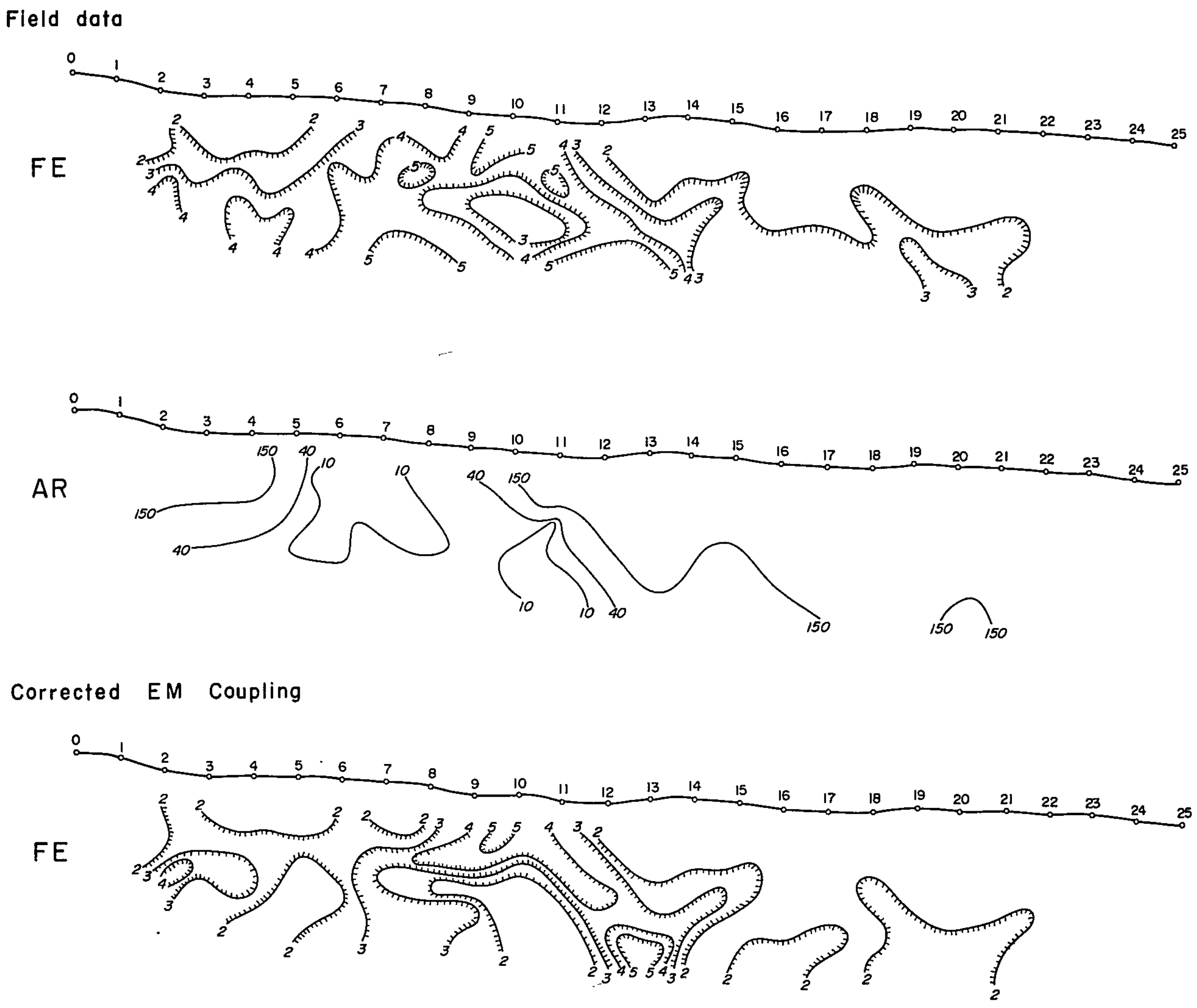
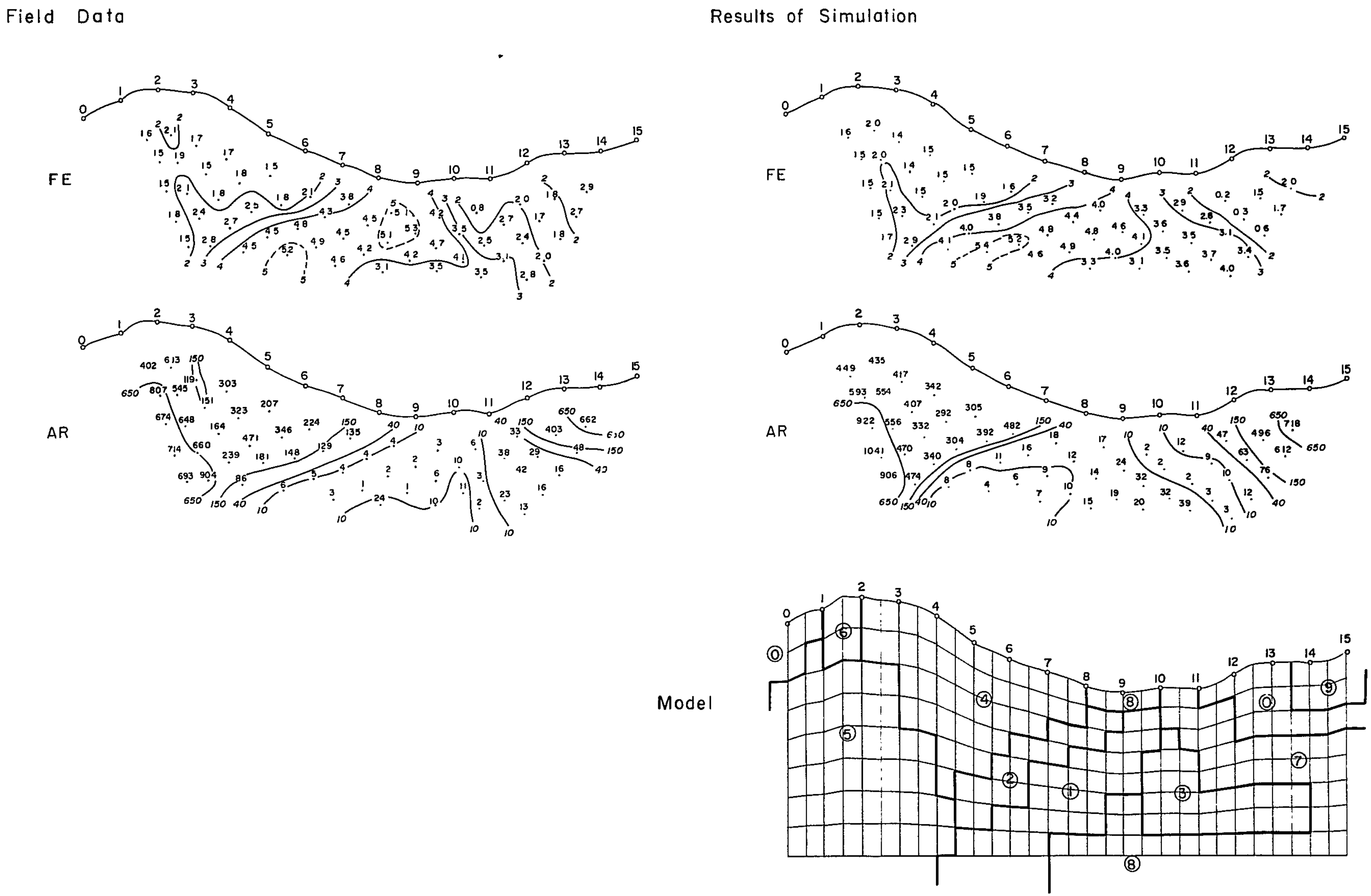


Fig. II − 5 Correction of EM coupling on Line — U



	⓪	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
AR Ωm	400	5	150	5	350	800	400	30	5	800
FE %	1.5	6.0	5.0	0.5	1.5	1.5	2.2	0.5	3.0	2.5

Fig. II-6 Field Results and Results of Computer Modeling on Line-O

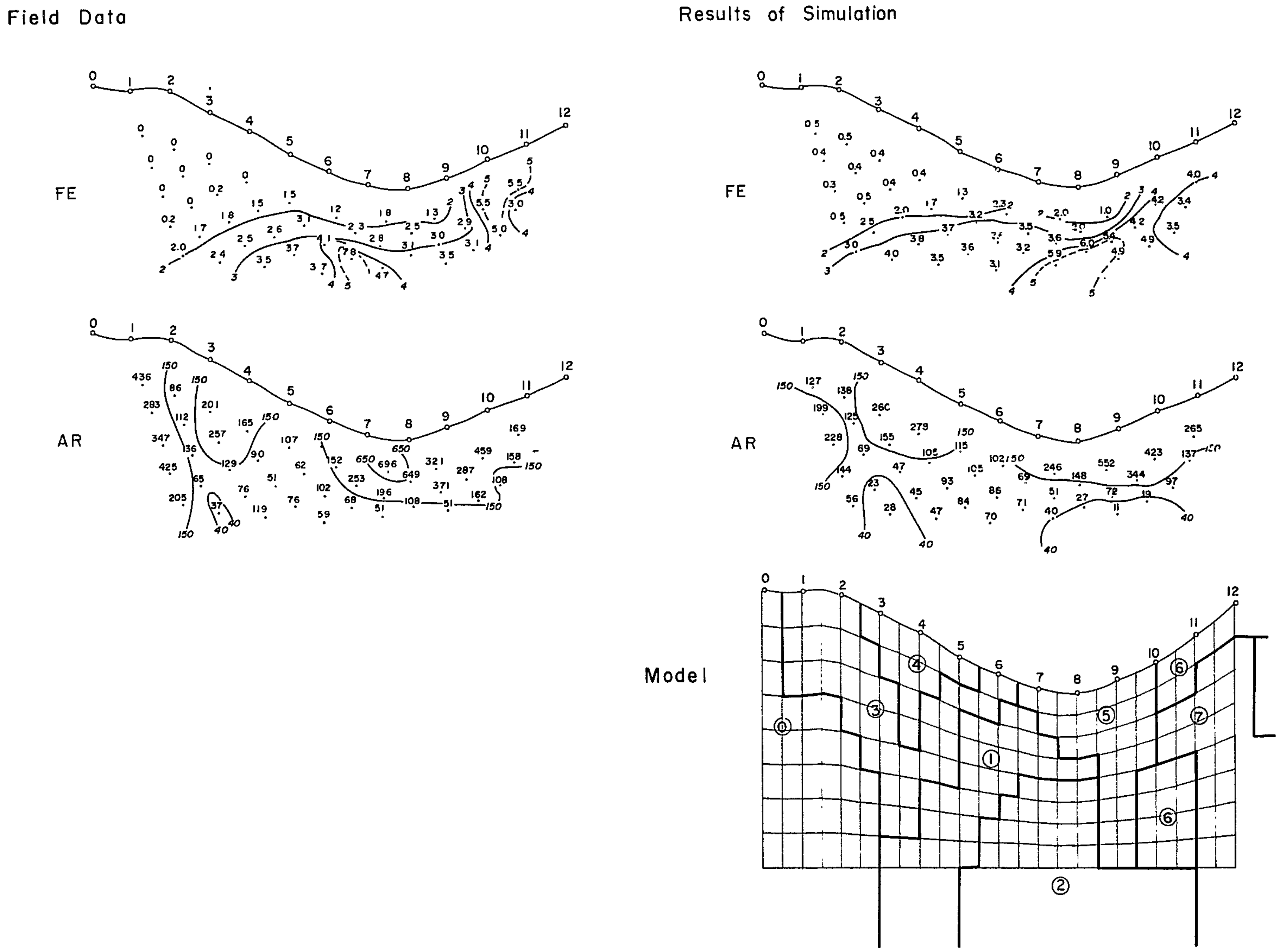


Fig. Ⅱ-7 Field Results and Results of Computer Modeling on Line-S

	⓪	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
AR Ωm	350	30	40	100	300	500	450	80
FE %	0.5	6.0	4.0	0.5	0.5	1.5	5.0	3.0

Carhuaz層および第四紀堆積物が地表に分布する範囲に対応するが，測点8.5付近に小規模にSanta層が分布し測点9付近の下部までSanta層が潜在していると考えられており，Santa 層およびChimu層の一部，Carhuaz層の一部と対応すると考えられる。

測線東側の応答体⓪，⑦，⑨（比抵抗３０～８００Ω*m*，ＦＥ0.５～2.５％）は第四紀堆積物，Chimu層，およびOyon層が地表に分布する範囲にあり，応答体⑨（比抵抗８００Ω*m*，ＦＥ2.５％）はChimu層およびOyon層の一部の変質，または火成岩の貫入に対応するとも考えられる。

測線西側の応答体④，⑤，⑥（比抵抗３５０～８００Ω*m*.FE1.５～2.２％）はCarhuaz層，Farrat層が地表に分布する範囲に対応する。

測定値のうちｎ＝４およびｎ＝５におけるＦＥについて，４０Ω*m*以下程度の見掛比抵抗が捕捉された範囲では電磁カップリングの影響が予想されるので，応答体①の深部，および応答体⑧のＦＥ値は電磁カップリングの影響を考慮するとモデル計算値より弱いＦＥ値を持つと考えられる。

(2)　Ｓ測線（Fig. Ⅱ－７参照）

測線中央部の強いＦＥ示徴をもたらす応答体として①（比抵抗３０Ω*m*，ＦＥ６％），および②（比抵抗４０Ω*m*，ＦＥ４％）がよい近似を示す。応答体①は西側に傾斜した形状を示し，応答体②は①の深部に位置している。この付近はSanta層，Carhuaz層および第四紀堆積物が地表に分布する

測線東側の応答体⑤，⑥，⑦（比抵抗８０～５００Ω*m*，ＦＥ1.５～５％）はChimu層が地表に分布する位置にあり，応答体⑥（比抵抗４５０Ω*m*，ＦＥ５％）はＯ測線と同様Chimu層の一部に変質，または火成岩の貫入に対応するとも考えられる。

測線西側の応答体⓪，③，④（比抵抗１００～３５０Ω*m*，ＦＥ0.５％）はCarhuaz層，Farrat層が地表に分布する範囲にある。

測定値のうち４０Ω*m*以下程度の見掛比抵抗が捕捉された範囲はわずかであり，電磁カップリングの影響は無視できると考えられる。

４－２　ＥＭ測定の解析

４－２－１　Dipole-dipole電極配置によるＡＲ測定結果とＶＬＦ探査法によるＥＭ測定結果の対比

Ｏ測線およびＳ測線におけるＡＲ測定結果とＥＭ測定結果を対比してPL.Ⅱ－６に示す。

(1)　Ｏ測線（PL.Ⅱ－６参照）

ＥＭ測定の結果，測点2.５付近，測点８付近，測点１０付近，および測点１３から測点14.５付近に良導体の存在が推定される。ＡＲ測定結果と対比すると，測点2.５付近は地表

近くに１５０Ωm以下の低比抵抗体の存在が推定される箇所と一致する。測点8付近および測点１０付近は１０Ωm以下の極超低比抵抗体の存在が推定される範囲の両端と一致する。測点１３から測点14.5付近は測線端のため対比は困難である。またFig. Ⅱ－６に示すＩＰモデル計算結果とも合致する。

(2) Ｓ測線（PL.Ⅱ－６参照）

ＥＭ測定の結果，測点1.5付近，測点5付近，および測点8付近に良導体の存在が推定される。ＡＲ測定結果と対比すると，測点1.5付近，および測点5付近は地表近くに１５０Ωm以下の低比抵抗体の存在が推定される箇所と一致する。測点8付近は４００～６５０Ωm以上の比抵抗体の中にあって４００Ωm以下の比抵抗体の存在が推定される箇所と一致する。

５５年度報告書のPL.Ⅱ－５－１　Ｅ測線，PL.Ⅱ－５－２　Ｃ測線についても同様の対応が指摘できる。

上述のＡＲ測定結果とＥＭ測定結果を対比すると今回の調査地域ではＡＲ測定結果のｎ＝１とＥＭ測定結果の対応がよいので，地表下１００m程度までの良導体の存在を推定するにはＥＭ測定の結果が十分活用できることがわかる。

4－2－2　Chupa Mine,　Cunsha Punta および AntapampaのＥＭ異常の解析

上述のように今回の調査地域では，地表下１００m程度までの良導体の存在を推定するにはＥＭ測定の結果が十分活用できることがわかった。これは地表近くの局所的異常の影響も強く受けることを示している。Chupa Mine,Cunsha Punta および Antapampa では堆積岩類は，概ねＮＮＷ－ＳＳＥの走向をとり，傾斜は７0°Ｗから８0°Ｅの間で変化していること，および断層裂か系としては地層の走向と同一方向のものと，地層に交叉するものがあることがわかっている。したがって良導体を推定するに当ってＥＭ示徴の傾向のほか地質構造を考慮することが必要である。

となり合う測線における同相成分，離相成分の測定値の対比，異常の明瞭さ，および地質構造を考慮して定性的に次の５箇所に良導体の連続性が推定される。

1) Ｉ測線の測点3.5から測点4.5付近と，Ｊ測線の測点1.5から測点4付近を結ぶ範囲。

この付近はCarhuaz層が地表に分布する。良導体が推定される範囲の東端は崖錐に覆われているがSanta層の存在が予想される箇所である。従ってここに推定される良導体はCarhuaz層の一部とSanta層にまたがっているものと考えられる。

またこの良導体は，北のＣ測線の測点１０付近に推定される良導体との連続性も考えられる。

以下この良導体が推定される範囲を№1ＥＭ異常帯と称する。

2) Ｋ測線の測点4から測点5.5付近と，Ｌ測線の測点3.5から測点5.5付近を結ぶ範囲。

この付近はChimu層が地表に分布するが，Santa層の分布が予想される箇所である。従ってここに推定される良導体はChimu層の一部とSanta層にまたがっている部分に対応すると考えられる。

以下この良導体が推定される範囲を№2EM異常帯と称する。

3) M測線の測点9から測点9.5付近と，N測線の測点7から測点7.5付近，測点8から測点8.5付近と，O測線の測点8付近，測点10付近を結ぶ範囲。

この付近は第四紀堆積物が地表に分布するが，Santa層の潜在が予想される箇所である。従ってここに推定される良導体は，予想されるSanta層と対応するものと考えられる。

以下この良導体が推定される範囲を№3EM異常帯と称する。

4) I測線の測点12付近とJ測線の測点11付近を結ぶ範囲。

この付近はChimu層が地表に分布し，火成岩の貫入がみられる。推定される良導体は火成岩と対応するものと考えられる。

以下この良導体が推定される範囲を№4EM異常帯と称する。

5) M測線の測点3.5から測点4.5付近と，N測線の測点1付近と，O測線の測点2.5付近を結ぶ範囲。

この付近はCarhuaz層，Farrat層が地表に分布する。推定される良導体はCarhuaz層の一部，Farrat層の一部と位置的に対応する。

以下この良導体が推定される範囲を№5EM異常帯と称する。

上述のEM異常のほか，いくつかのEM異常を得た。これらの異常はChimu層，Carhuaz層の一部と位置的に対応するが，その連続性は明瞭でない。

4－3　試錐調査結果との対比

試錐調査結果は昨年度から今年度調査にかけてDDH－1からDDH－12まで12孔が実施された。試錐位置は第I部地質調査のFig I－6に示し，その柱状図は昨年度および今年度調査報告書の第III部ボーリング調査工事の項に詳細に示されている。以下に物理探査結果と試錐調査結果との対比を述べる。

(1) Limpe地区

DDH－3，4，5，6，が各々A測線の測点64，66，69，72付近に実施され，鉛，亜鉛を主とする鉱化帯を捕捉した。昨年度調査のPL．II－2－1を参照すると，試錐にて捕捉された鉱化帯の富鉱部とFE4％以上，AR15Ωm以下，MF100以上の異常帯との対応が極めてよい。

(2) Surrounding Area of Chupa Mine地区

DDH－7がC測線の測点10付近に実施された。昨年度調査のPL．II－2－3を参照する

と鉱化帯の富鉱部とＦＥ４％以上，ＡＲ15Ωm以下，ＭＦ１００以上の異常帯とはLimpe地区と同様に極めて対応がよい。

(3) Antapampa 地区

DDH−11がＢ測線の測点９付近に実施され，DDH−12がＲ測線の測点７付近に実施された。昨年度調査のPL.Ⅱ−２−２および今年度調査のPL.Ⅱ−２−４を参照すると，DDH−11は鉱化変質が弱いが，Ｂ測線にてＦＥ３％以上，ＡＲ１５０Ωm程度，ＭＦ５０以上の捕捉された範囲に略対応し，地表付近および測線と離れた位置にあるＩＰ応答体を捕捉した可能性がある。DDH−12では鉱化帯の富鉱部とＦＥ４％以上，ＡＲ２５Ωm以上，MF100以上の捕捉された範囲との対応がよい。

上述の結果，鉱化帯の富鉱部とＦＥ４％以上，ＡＲ１５〜２５Ωm以下，MF100以上の異常帯の範囲との対応が極めてよい。今年度の物理探査の結果Ｏ測線，Ｐ測線の中央部にこれらと同様なＩＰ示徴が捕捉されているのでこれに対して試錐調査の実施が望まれる。

第 5 章　物理探査（ＩＰ法，ＥＭ法）結果と地質との対比

（PL.Ⅱ5－2, Fig.Ⅱ－8参照）

Antapampaの№3ＦＥ異常帯において昨年度にモデル計算が行なわれたＢ測線，今年度モデル計算したＯ測線，Ｓ測線を基に各測線のＩＰ示徴について地質状況と対比して，ＩＰ応答体構造断面図を作成しPL.Ⅱ－５－２に示す。またＥＭ測定により抽出したＥＭ異常帯，およびモデル計算結果より推定したＩＰ応答体の平面的分布を昨年度の調査結果もあわせてFig. Ⅱ－８に示す。

Ｏ測線からＴ測線について，測線中央部の強いＦＥ示徴（№3中央部ＦＥ異常帯）をもたらすＦＥ応答体がSanta層，Chimu層の一部，Carhuaz層の一部と対応して南北に連続性を示す。この応答体は約1,５００mにもおよぶ大規模なもので，南方にさらに連続する可能性を示す。

Ｏ測線の中央付近には黄鉄鉱が多量に認められ，Ｂ測線の測点９から測点１０付近には赤鉄鉱，針鉄鉱を含む黒色ゴッサンが認められておりSanta層中の鉱化帯の存在を示唆しているものであろう。応答体の電気的物性は北側のＯ測線では比抵抗５Ωm，ＦＥ６％程度と比抵抗が極端に小さい値を示し，南側のＳ測線では比抵抗３０Ωm，ＦＥ６％とＯ測線に比べて比抵抗が高くなっている。この事実は硫化物の量，変質の強度等に差があるためと考えられる。

Ｏ測線からＳ測線にかけて，測線東側の弱いＦＥ示徴（№3東部ＦＥ異常帯）をもたらすＦＥ応答体がChimu層およびOyon層の一部と対応して南北の連続性を示す。この応答体はChimu層およびOyon層の一部に変質帯が存在しこれと対応するか，またはＩ測線，Ｊ測線の場合のように測線東側にＮＮＷ－ＳＳＥ方向で岩床状の火成岩の貫入を示唆するものか明らかではない。

Chupa Mine, Cunsha PuntaからAntapampaまで良導体が推定される箇所が，Santa層の走向に沿って南北に連続性を示す。（№1から№3EM異常帯）　室内測定の結果，比抵抗が特に小さい岩石は主にSanta層中の，磁鉄鉱，赤鉄鉱，黄鉄鉱，ゴッサンにかぎられておりこのＥＭ異常帯はSanta層の連続性を示唆するものと考えられる。№3 ＥＭ異常帯は№3中央部ＦＥ異常帯をもたらすＦＥ応答体の東端に相当し，ＥＭ異常は比較的地表近くの良導体の存在を示唆することと，中央部のＦＥ応答体は比抵抗が低いことと考え合せると，中央部のＦＥ応答体は東側で地表に近く分布し，西傾斜であると考えられる。

№4，№5 ＥＭ異常帯はいずれも測線端のため明確な地下構造は推定できないが，№4 ＥＭ異常帯と火成岩の貫入，№5 ＥＭ異常帯とPariahuanca層，Farrat層の一部との対応が考えられる。Chupa MineがPariahuanca層に胚胎している事実からも№5 EM異常帯は同層中において何らかの鉱化・変質帯の存在を示していると考えられる。

第 6 章　結論および今後の探査指針

（Fig.Ⅱ－8参照）

6－1　結　論

今年度の物理探査（ＩＰ法，およびＥＭ法）によって得た結果を要約すると次のとおりとなる。

1) 本地域において確認されたＦＥ異常帯は次の２帯である。

ⅰ) Antapampa の Santa 層，Chimu 層の一部，Carhuaz層の一部と位置的に対応する№3中央部ＦＥ異常帯

ⅱ) Antapampa の Chimu 層および Oyon 層の一部と位置的に対応する№3東部ＦＥ異常帯

2) 本地域における注目すべきＥＭ異常帯は次の５帯，３群である。

ⅰ) Chupa Mine, Cunsha Punta から Antapampa まで Santa 層の走向とほぼ一致して捕捉された№1から№3ＥＭ異常帯

ⅱ) Chimu 層中に貫入する火成岩と対応すると考えられる№4ＥＭ異常帯

ⅲ) Pariahuanca 層，Farrat 層の一部と位置的に対応すると考えられる№5ＥＭ異常帯

以下に各ＦＥ異常帯の特徴を述べる。

(1) №3中央部ＦＥ異常帯

この異常帯はＯ測線からＴ測線について，３％以上の比較的強いＦＥ示徴で，１５０Ω*m*，以下の比較的低い見掛比抵抗示徴がまとまって捕捉された。部分的には１０％以上のＦＥや１０Ω*m*以下の見掛比抵抗が捕捉された。

ＦＥ応答体は Santa 層，Chimu 層の一部，Carhuaz 層の一部と対応するが，黄鉄鉱のほか赤鉄鉱，針鉄鉱を含むゴッサンが認められ，Ｓａｎｔａ層中の鉱化帯の存在を示唆している。この応答体は長さ約1,500*m*にもおよび，さらに南方へ連続する可能性がある。

(2) №3東部ＦＥ異常帯

この異常帯はＯ測線からＳ測線について，２％以上のＦＥ示徴で数１００Ω*m*の見掛比抵抗がまとまって捕捉された。

ＦＥ応答体は Chimu 層および Oyon層の一部と位置的に対応しており，この層の一部に変質帯があるかまたは火成岩の貫入体があるのか明らかではない。

6－2　今後の探査指針

1) Antapampa の№3中央部ＦＥ異常帯はさらに南方へ連続する可能性があるので，Ｔ測線のさらに南側で，さらにＩＰ調査を実施することが望ましい。今回の調査結果によれば地層の走向に平行に測線を設定する場合，ＦＥ応答体上に測線が設定されないとＦＥ異常が捕捉さ

れにくいことがわかった。したがってAntapampa南部について地層の走向に交叉するように測線を設ける方がよい。

2）上述の№3中央部ＦＥ異常帯についてさらに試錐探鉱を実施し，鉱化帯の有無，異常源の実体を明らかにすることが望ましい。

3）Chupa Mine，Cunsha PuntaからAntapampaにおけるＥＭ法の調査によりSanta層中の良導体の存在を推定することができた。今年度の調査地域の東西にもSanta層を含む同様な地質環境の箇所があるのでＥＭ調査を広範囲に実施することが探鉱上有益と考えられる。

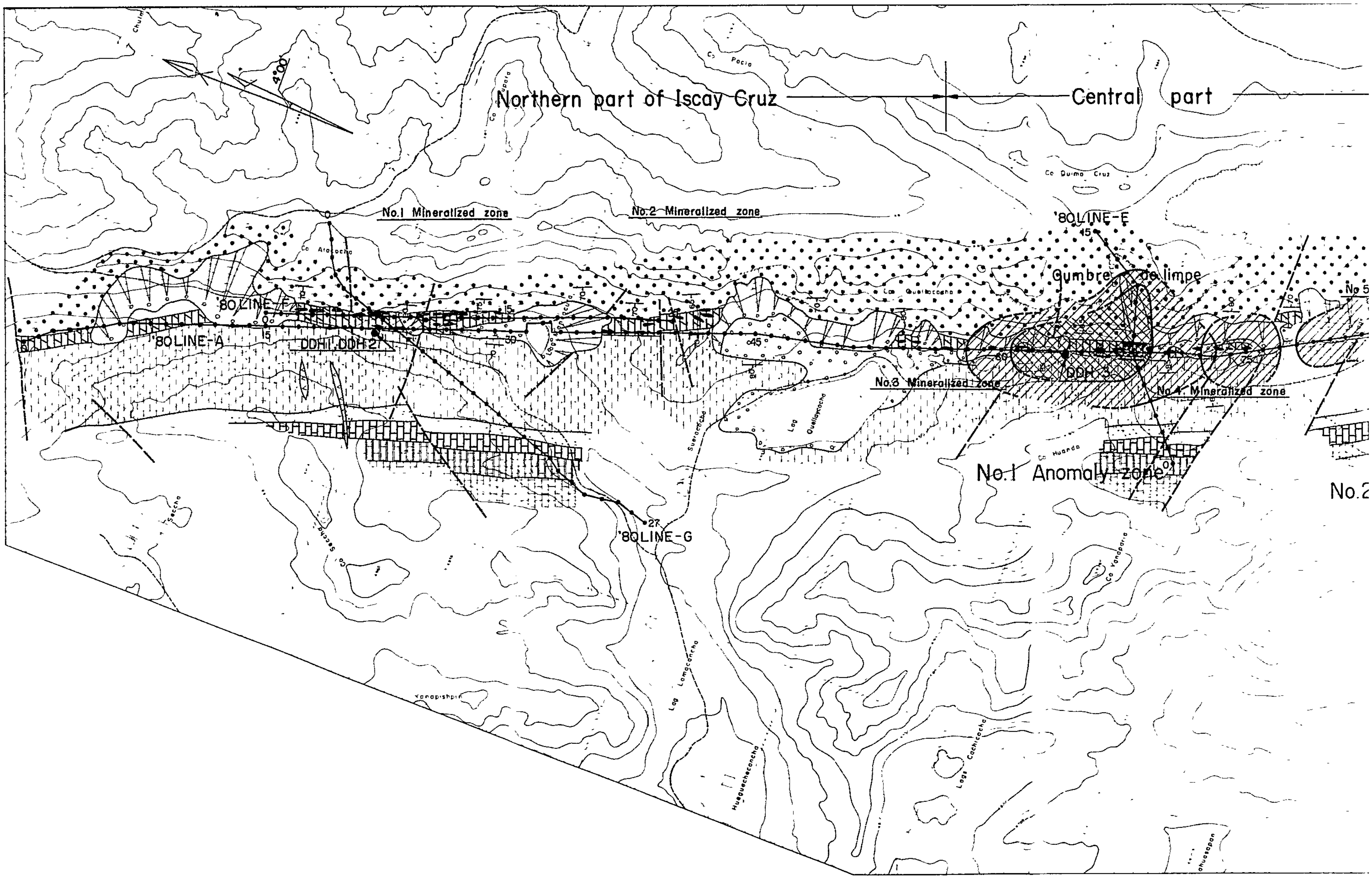
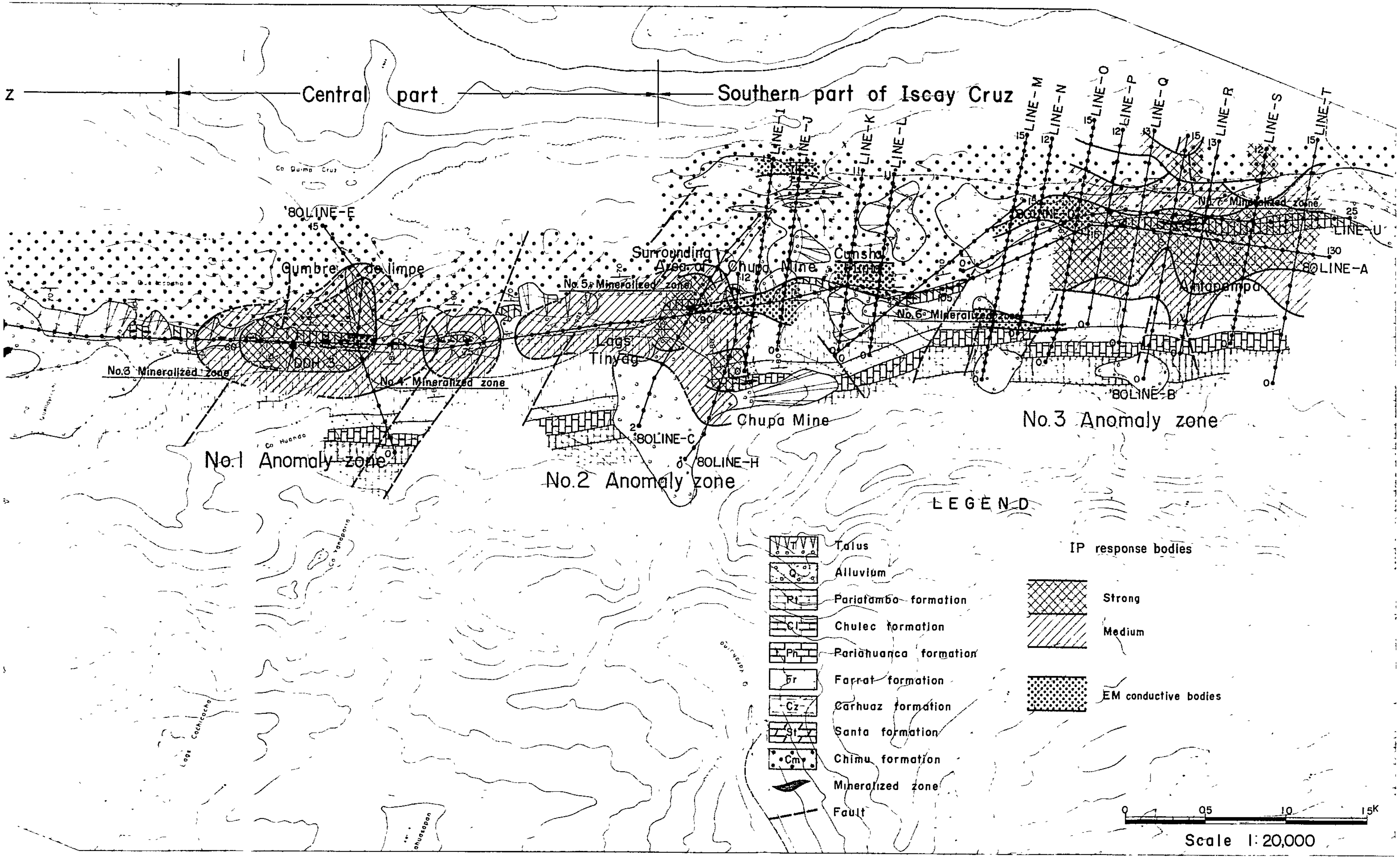


Fig II-8 Relationship between geology and the locatio



Relationship between geology and the location of the IP and EM anomalies

REFERENCES

Summer, J.S. 1976, Principles of Induced polarization for geophysical exploration

M.M.A. 1980, Republic of Peru report on geological survey of the Oyon Area phase I

M.M.A. 1981, Republic of Peru report on geological survey of the Oyon Area phase II

各　論

第Ⅲ部　ボーリング調査工事

第Ⅲ部　ボーリング調査工事

第１章　ボーリング調査工事概要 …………………… Ⅲ－５

１－１　目　　的 …………………… Ⅲ－５

１－２　工事概要 …………………… Ⅲ－５

１－３　コア鑑定および解析作業 …………………… Ⅲ－６

第２章　ボーリング調査工事 …………………… Ⅲ－７

２－１　資・機材搬入路 …………………… Ⅲ－７

２－２　ボーリング地点 …………………… Ⅲ－７

２－３　設営作業 …………………… Ⅲ－８

２－４　掘進作業 …………………… Ⅲ－８

２－５　移設・撤収作業 …………………… Ⅲ－15

２－６　掘進実績 …………………… Ⅲ－15

第３章　ボーリング孔の地質および鉱化作用 …………………… Ⅲ－17

３－１　ＤＤＨ－４ …………………… Ⅲ－17

３－２　ＤＤＨ－５ …………………… Ⅲ－18

３－３　ＤＤＨ－６ …………………… Ⅲ－18

３－４　ＤＤＨ－７ …………………… Ⅲ－19

３－５　ＤＤＨ－８ …………………… Ⅲ－20

３－６　ＤＤＨ－９ …………………… Ⅲ－21

３－７　ＤＤＨ－10 …………………… Ⅲ－22

３－８　ＤＤＨ－11 …………………… Ⅲ－22

３－９　ＤＤＨ－12 …………………… Ⅲ－23

３－10　ボーリング結果の総括 …………………… Ⅲ－24

LIST OF FIGURES

Fig. III-1 Progress record of diamond drilling, DDH-4

Fig. III-2 Progress record of diamond drilling, DDH-5

Fig. III-3 Progress record of diamond drilling, DDH-6

Fig. III-4 Progress record of diamond drilling, DDH-7

Fig. III-5 Progress record of diamond drilling, DDH-8

Fig. III-6 Progress record of diamond drilling, DDH-9

Fig. III-7 Progress record of diamond drilling, DDH-10

Fig. III-8 Progress record of diamond drilling, DDH-11

Fig. III-9 Progress record of diamond drilling, DDH-12

Fig. III-10 Sample Procedures

(1) High grade part

(2) Low grade part

Fig. III-11 Geological section for DDH-4

Fig. III-12 Geological section for DDH-5

Fig. III-13 Geological section for DDH-6

Fig. III-14 Geological section for DDH-7

Fig. III-15 Geological section for DDH-8

Fig. III-16 Geological section for DDH-9

Fig. III-17 Geological section for DDH-10

Fig. III-18 Geological section for DDH-11

Fig. III-19 Geological section for DDH-12

Fig. III-20 Summary of X-ray diffraction test

Table III-1 Measurement results of specific gravity

LIST OF APPENDICES

A. III-1 List of The used equipment for drilling

A. III-2 Supplies and consumed parts for drilling

A. III-3 Preparation and removal

A. III-4 Operational results of drill hole, DDH-4

A. III-5 Operational results of drill hole, DDH-5

A. III-6 Operational results of drill hole, DDH-6

A. III-7 Operational results of drill hole, DDH-7

A. III-8 Operational results of drill hole, DDH-8

A. III-9 Operational results of drill hole, DDH-9

A. III-10 Operational results of drill hole, DDH-10

A. III-11 Operational results of drill hole, DDH-11

A. III-12 Operational results of drill hole, DDH-12

A. III-13 Summaried operational data of each drill hole

A. III-14 Working time of each drill hole

A. III-15 Drilling meterage of diamond bits

A. III-16 Specifications of diamond bits

A. III-17 Assay results of the drilled core

A. III-18 Microscopic observation of the thin sections

A. III-19 Microscopic observation of the polished sections

A. III-20 Photomicrographs

- 20-1 Thin section
- 20-2 Polished section
- 20-3 EPMA analysis

A. III-21 Charts of X-ray diffraction test

LIST OF PLATES

Plate III-4	Geologic drill log, DDH-4
Plate III-5	Geologic drill log, DDH-5
Plate III-6	Geologic drill log, DDH-6
Plate III-7	Geologic drill log, DDH-7
Plate III-8	Geologic drill log, DDH-8
Plate III-9	Geologic drill log, DDH-9
Plate III-10	Geologic drill log, DDH-10
Plate III-11	Geologic drill log, DDH-11
Plate III-12	Geologic drill log, DDH-12

第１章　ボーリング調査工事概要

１−１　目　　的

ペルー共和国オヨン地域における第２年次の地質調査の結果，第３年次の調査地域としてLimpe（リンペ），Tinyag（ティンヤング），Cunsha Punta（クンシャ・プンタ），およびAntapampa（アンタパンパ）地区が抽出された。

本地区において地質構造と鉱化作用との関連を解明することを目的としてボーリング調査工事が実施された。

１−２　工事概要

１９８１年５月２２日，日本から調査員１名が先発し，５月２７日Oyon（オヨン）に入った。５月３０日からブルドーザー（FIAT−ALLIS．１１−Ｂ）を使用して資・機材の搬入路復旧延長１３Kmおよび新規搬入路延長１２Kmの建設を開始し，８月５日完了した。

１９８１年５月上旬に横浜から船積み海上輸送した資・機材をCallao（カジャオ）港において荷受けした後，７月１６日からトラックにより現地へ輸送し，ＤＤＨ−４から設営作業を開始した。

使用機材はＴＧＭ−３Ｃ（掘進能力：ＮＱ５１０*m*，ＢＱ６６０*m*），ＥＰ−１（掘進能力：ＮＱ５１０*m*，ＢＱ６６０*m*），およびＬ−４４（掘進能力：ＮＱ７９０*m*，ＢＱ1,０６０*m*）３台で，９孔総掘進長2,０９０.７０*m*が掘進された。

作業形態は原則として１方６時間の４交代制作業とした。各方の構成は原則として調査技士１名，作業員３名の編成とした。

掘進方法は，ワイヤーライン工法により掘進し，コア採取率および工程の向上に努めた。

ボーリング工事量は次の通りである。

孔　名	掘進長（*m*）	コア長（*m*）	コア採取率（%）
ＤＤＨ−　４	１８４.７０	１３７.６０	７５.６
ＤＤＨ−　５	２１１.１０	１７１.２０	８２.６
ＤＤＨ−　６	３０１.６０	２７９.６５	９３.３
ＤＤＨ−　７	２３０.８０	２０４.１０	８８.７
ＤＤＨ−　８	２００.３０	２３０.３０	１００.０
ＤＤＨ−　９	２００.８０	１８５.２０	９２.８
ＤＤＨ−１０	２００.４０	１８６.１０	９３.３
ＤＤＨ−１１	２５０.５０	２４５.２５	９８.９
ＤＤＨ−１２	３１０.５０	２９５.５０	９６.７
計	2,０９０.７０	1,９０４.９０	９１.９

(注)　コア採取率は表土を除く

ボーリング工事の掘進期間は６月３０日から１０月２１日までの１１４日間であった。

１－３　コア鑑定および解析作業

ボーリング孔の全コアについて，岩質，変質および鉱化状況について鑑定が行われ，縮尺２００分の１の地質柱状図にまとめられた。

鉱石部についてはコア半片又は¼片が採取されて分析試料が調整された。銅，鉛，亜鉛，銀などの各元素について分析が行われた。

また，岩石および鉱石部の薄片および研磨片を作成して，顕微鏡による観察が行われた。さらに，試料の一部についてＸ線回折とＸ線マイクロアナリシスによる鉱物決定なども行われた。

分析・解析作業の主な内容とその個数は次のとおりである。

(1)　岩石薄片顕微鏡観察	２０	個
(2)　鉱石研磨片顕微鏡観察	３０	個
(3)　鉱石部の分析（Ag，Cu，Pb，Zn，Fe，S）	３２４	個
(4)　Ｘ線回折	３０	個
(5)　Ｘ線マイクロアナリシス	４	個
(6)　比重測定	２１	個

第２章　ボーリング調査工事

２－１　資・機材搬入路

１９８１年５月２２日先発した調査員１名がOyonに到着し，試錐現地の踏査が行われた。踏査結果にもとずいて，搬入路の復旧および新設建設計画と資・機材の搬入計画を立案すると共に，作業員の調達が行われた。また，Oyon市役所，警察署，土地共有組合との間に，ボーリング調査工事の用地の借用，放牧地内への立入許可ならびに搬入路の建設の了解をとりつけた。

搬入路はブルドーザー（ＦＩＡＴ－ＡＬＬＩＳ，１１－Ｂ）１台と現地作業員約２５名により既設の道路１３Kmの復旧，ブルドーザーによる切土，岩盤露出部の発破を行い，距離１２Kmに亘り巾員3.５ｍの搬入路が建設された。

搬入路は海抜4,０３０ｍ～4,９８０ｍの高地にあり，海抜4,９８０ｍの峠を境として崖錐堆積地域が広範囲に拡がっていたため，崩壊，転石がひん発し，搬入路の維持，車輌の運行に度々支障を来たした。

車輌がスムースに運行出来るように峠を中心として常時約１０人～２０人の作業員を配置して補修作業を行った。

２－２　ボーリング地点

Iscay Cruz地区はOyon部落よりPampahuay（パンパーウァイ）部落経由約２８Kmの位置にあり，所要時間は片道約２時間３０分を要する。

各ボーリング孔の位置（経，緯距）および標高は次のとおりである。

孔　名	経　距	緯　距	標　高
ＤＤＨ－　４	３１０.４０Ｅ	８０８.８７Ｎ	4,７５８ｍ
ＤＤＨ－　５	３１０.４６Ｅ	８０８.６１Ｎ	4,７４２ｍ
ＤＤＨ－　６	３１０.５４Ｅ	８０８.４１Ｎ	4,６９６ｍ
ＤＤＨ－　７	３１１.４５Ｅ	８０６.８７Ｎ	4,６４６ｍ
ＤＤＨ－　８	３１１.７８Ｅ	８０５.８６Ｎ	4,８１０ｍ
ＤＤＨ－　９	３１１.９３Ｅ	８０５.５４Ｎ	4,７７４ｍ
ＤＤＨ－１０	３１２.２０Ｅ	８０５.３１Ｎ	4,７０１ｍ
ＤＤＨ－１１	３１２.８８Ｅ	８０４.２５Ｎ	4,６０６ｍ
ＤＤＨ－１２	３１２.９１Ｅ	８０４.１２Ｎ	4,６００ｍ

２－３　設 営 作 業

２－３－１　資・機材の搬入

資・機材は通関後，１９８１年7月１６日Callao港倉庫から１１ｔトラック１台，８ｔトラック１台によってChurin（チュリン）およびOyon部落を経由して7月１６日Pampahuay部落まで運搬された。Pampahuay部落からIscay Oruz地区ＤＤＨ－７，ＤＤＨ－１２地点間は１ｔピックアップトラック３台で運搬された。

２－３－２　設　　営

設営はＤＤＨ－４から開始した。ブルドーザーを使用して約５０ｍの搬入路建設後ボーリング座の整地は人力で行った。

ＤＤＨ－６，ＤＤＨ－７，ＤＤＨ－８，ＤＤＨ－９，ＤＤＨ－１０はブルドーザーを使用して約６０ｍの搬入路とボーリング座の整地が行われた。

ＤＤＨ－１１，ＤＤＨ－１２は人力にて約４００ｍの搬入路建設後ボーリング座の整地は人力で行った。

２－３－３　ボーリング用水

ＤＤＨ－４，ＤＤＨ－５，ＤＤＨ－６は距離約４００ｍの配管を行い，Cumbre de Limpe（リンペ峠）北側および南側の湖より揚水ポンプを使用して給水した。

ＤＤＨ－７は距離約９００ｍの配管を行い，Cumbre de Cunsha Punta（クンシャ・プンタ峠）付近の湖より自然導入して給水した。

ＤＤＨ－８，ＤＤＨ－９は距離約８００ｍの配管を行い，Lag．chinchaycocha（チィンチャイコチャ湖）より揚水ポンプを使用して給水した。

ＤＤＨ－１０は距離約４００ｍの配管を行い，Lag・chinchaycochaより自然導入して給水した。

ＤＤＨ－１１，ＤＤＨ－１２は距離約５００ｍの配管を行い，Lag・Jatuncocha（ハトゥンコチャ湖）より自然導入して給水した。

２－４　掘 進 作 業

表土は１１６㎜メタルクラウンにて掘進を行った。

着岩後ＨＱワイヤーライン工法で掘進し，逐次ケーシングパイプを挿入設置して最終口径はＢＱワイヤーライン工法とした。

各孔の掘進状況は次の通りである。

２－４－１　ＤＤＨ－４

掘 進 長：　１８４.７０ｍ

コ ア 長：　１３７.６０ｍ

コア採取率：　７５.６％（表土を除く）

掘進開始日：　１９８１年６月３０日

掘進終了日：　１９８１年８月　７日

０*m*～２.６０*m*

１１６mmメタルクラウンにてベントナイト泥水を使用し，崖錐堆積物を２.６０*m*まで掘進した。岩質が安定したのでＨＷケーシングパイプを２.６０*m*まで挿入設置した。

２.６０*m*～３７.００*m*

ＨＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，砂岩，泥灰岩，頁岩層を掘進した。岩質も安定したのでＮＷケーシングパイプを３７.００*m*まで挿入設置した。

３７.００*m*～３９.５０*m*

ＮＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，頁岩層を掘進した。３９.５０*m*より逸水が激しく，逸水防止に勤めたが逸水防止できなかった。再度ＨＱ－ＷＬ工法に切替える事にした。

３９.００*m*～６１.１０*m*

ＨＱ－ＷＬダイヤモンドビットにて３７.００*m*より３９.５０*m*まで拡孔した。以降ＨＱ－ＷＬダイヤモンドビットにて６１.１０*m*まで掘進した。深度５５.００*m*より破砕帯頁岩層および逸水激しくなり孔内状況悪くなったので，ＮＷケーシングパイプを６１.１０*m*まで挿入設置した。

６１.１０*m*～１５２.２０*m*

ＮＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，泥灰岩，頁岩層および硫化鉱を１５２.２０*m*まで掘進した。その間７９.００*m*～１５２.２０*m*は粘土を挟む頁岩および硫化鉱の破砕帯で逸水が激しく，孔内状況悪くなったので，ＢＷケーシングパイプを１５２.２０*m*まで挿入設置した。

この間６１.３０*m*～７６.１０*m*，８４.９０*m*～８９.６０*m*，９４.００*m*～１０４.７０*m*に３層の鉛，亜鉛，銅，黄鉄鉱の鉱石部を捕捉確認した。

１５２.２０*m*～１８４.７０*m*

ＢＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，粘土を挟む頁岩および硫化鉱の破砕帯をセメンティングしながら掘進し目的を達成して終了した。

２－４－２　ＤＤＨ－５

掘　進　長：　２１１.１０*m*

コ　ア　長：　１７１.２０*m*

コア採取率：　８２.６％

掘進開始日：　１９８１年８月１６日

掘進終了日：　１９８１年９月１日

０m～4.００m

１１６mmメタルクラウンにてベントナイト泥水を使用し，崖錐堆積物を4.００mまで掘進した。岩質が3.８０mより安定したのでHWケーシングパイプを4.００mまで挿入設置した。

4.００m～１4.３０m

ＨＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，比較的安定した石灰岩，頁岩層を１4.３０mまで掘進した。岩質も安定したのでＮＷケーシングパイプを１4.３０mまで挿入設置した。

１4.３０m～１５4.００m

ＮＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，比較的安定した石灰岩，砂岩，頁岩，泥灰岩層および硫化鉱を１５4.００mまで掘進した。岩質も安定したのでＢＷケーシングパイプを１５4.００mまで挿入設置した。

この間８６.７０m～１０8.００mに鉛，亜鉛，銅，黄鉄鉱の鉱石部を捕捉確認した。

１５4.００m～２１1.１０m

ＢＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，粘土を挟む破砕帯，頁岩，泥岩および鉱石部を２１1.１０mまで掘進し目的を達成して終了した。

その間は全般的に亀裂が多く，コア詰りが激しかったが泥水管理に注意しながら掘進した。

この間１７4.８０m～２０4.００mに鉛，亜鉛，黄鉄鉱の高品位鉱石部を捕捉確認した。

２－４－３　ＤＤＨ－６

掘　進　長：　３０1.６０m

コ　ア　長：　２７9.６５m

コア採取率：　９3.３％

掘進開始日：　１９８１年９月　７日

掘進終了日：　１９８１年９月２４日

０m～3.００m

１１６mmメタルクラウンにてベントナイト泥水を使用し，深度3.００mまで掘進した。岩質は2.００mから安定したのでHWケーシングパイプを3.００mまで挿入設置した。

3.００m～３4.４０m

ＨＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，比較的安定した頁岩層を３4.４０mまで掘進した。岩質も安定したのでＮＷケーシングパイプを３4.４０mまで挿入設置した。

３４.４０m〜１８６.５０m

ＮＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，比較的安定した頁岩，石灰岩，砂岩，泥灰岩層および鉱石部を１８６.５０mまで掘進した。

岩質も安定したのでＢＷケーシングパイプを１８６.５０mまで挿入設置した。

その間１８４.２０mより高品位亜鉛鉱を捕捉確認した。

１８６.５０m〜３０１.６０m

ＢＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，比較的安定した石灰岩，泥灰岩，頁岩および硫化鉱を３０１.６０mまで掘進し目的を達成して終了した。

その間１８４.２０m〜２０２.９０m，２０７.００m〜２１５.３０m，２４７.４０m〜２６１.００m，２６７.３０m〜２９３.２０m，２９７.６０m〜３０１.６０mに５層の亜鉛，硫化鉱の高品位鉱および鉱染部を捕捉確認した。

２－４－４　ＤＤＨ－７

掘　進　長：　２３０.８０m

コ　ア　長：　２０４.１０m

コア採取率：　８８.７％

掘進開始日：　１９８１年８月３日

掘進終了日：　１９８１年９月４日

０m〜３.１０m

１１６㎜メタルクラウンにてベントナイト泥水を使用し，３.１０mまで掘進した。岩質が安定したのでＨＷケーシングパイプを３.１０mまで挿入設置した。

３.１０m〜４１.４０m

ＨＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，粘土を挾む亀裂の多いチムー累層，砂岩，硫化鉱およびスカルン層を４１.４０mまで掘進した。４０.４０mで岩質も安定したのでＮＷケーシングパイプを４１.４０mまで挿入設置した。

４１.４０m〜１３５.８０m

ＮＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，スカルン，硫化鉱層を１３５.８０mまで掘進した。岩質も安定したのでＢＷケーシングパイプを１３５.８０mまで挿入設置した。

その間６０.４０m〜６３.００m，８１.００m〜８１.６０m，１０６.４０m〜１０９.００m，１１６.００m〜１３５.８０mに４層の亜鉛鉱石部を捕捉確認した。

１３５.８０m〜２３０.８０m

ＢＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，粘土を挾む亀裂の多い頁岩，泥灰岩層および硫化鉱を２３０.８０mまで掘進し，目的を達成して終了した。

その間１３５.８０*m*～１４１.００*m*，１８５.００*m*～１８７.００*m*，１９４.２０*m*～１９８.３０*m*，２０４.６０*m*～２０８.２０*m*に４層の亜鉛，硫化鉱の鉱染部を捕捉確認した。

２－４－５　ＤＤＨ－８

掘　進　長：　２００.３０*m*

コ　ア　長：　２００.３０*m*

コア採取率：　１００％

掘進開始日：　１９８１年９月１２日

掘進終了日：　１９８１年９月２１日

０*m*～１.６０*m*

１１６㎜メタルクラウンにてベントナイト泥水を使用し，１.６０*m*まで掘進した。

岩質が安定したのでＨＷケーシングパイプを１.６０*m*まで挿入設置した。

１.６０*m*～５６.００*m*

ＨＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，比較的安定した泥灰岩，頁岩層を５６.００*m*まで掘進した。

岩質が安定したのでＮＷケーシングパイプを５６.００*m*まで挿入設置した。

５６.００*m*～２００.３０*m*

ＮＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，比較的安定した頁岩，泥灰岩，砂岩層を２００.３０*m*まで掘進し目的を達成して終了した。

２－４－６　ＤＤＨ－９

掘　進　長：　２００.８０*m*

コ　ア　長：　１８５.２０*m*

コア採取率：　９２.８％

掘進開始日：　１９８１年　９月２９日

掘進終了日：　１９８１年１０月１０日

０*m*～１.５０*m*

１１６㎜メタルクラウンにてベントナイト泥水を使用し１.５０*m*まで掘進した。岩質が安定したのでＨＷケーシングパイプを１.５０*m*まで挿入設置した。

１.５０*m*～６０.００*m*

ＨＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，比較的安定した頁岩，砂岩層を６０.００*m*まで掘進した。岩質も安定したのでＮＷケーシングパイプを６０.００*m*まで挿入設置した。

６０.００*m*～１４９.６０*m*

ＮＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，比較的安定した砂岩，頁岩，泥灰岩層を１４９.６０*m*まで掘進した。岩質も安定したのでＢＷケーシングパイプを１４９.６０*m*まで挿入設置した。

１４９.６０*m*～２００.８０*m*

ＢＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，比較的安定した頁岩，泥灰岩層を２００.８０*m*まで掘進し目的を達成して終了した。

2－4－7　ＤＤＨ－１０

掘　進　長：　２００.４０*m*

コ　ア　長：　１８６.１０*m*

コア採取率：　９３.３％

掘進開始日：　１９８１年１０月　２日

掘進終了日：　１９８１年１０月１２日

０*m*～２.５０*m*

１１６㎜メタルクラウンにてベントナイト泥水を使用し，２.５０*m*まで掘進した。2.40*m*で岩質も安定したのでＨＷケーシングパイプを２.５０*m*まで挿入設置した。

２.５０*m*～８１.３０*m*

ＨＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，粘土を挟む頁岩，砂岩層および硫化鉱を８１.３０*m*まで掘進した。７５.００*m*で岩質も安定したのでＮＷケーシングパイプを８１.３０*m*まで挿入設置した。

その間５８.２０*m*～７０.００*m*に亜鉛，硫化鉱の鉱染部を捕捉確認した。

８１.３０*m*～１６２.３０*m*

ＮＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，比較的亀裂の多い頁岩層を１６２.３０*m*まで掘進した。比較的岩質も安定したのでＢＷケーシングパイプを１６２.３０*m*まで挿入設置した。

１６２.３０*m*～２００.４０*m*

ＢＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，比較的安定した頁岩層を２００.４０*m*まで掘進し，目的を達成して終了した。

2－4－8　ＤＤＨ－１１

掘　進　長：　２５０.５０*m*

コ　ア　長：　２４５.２５*m*

コア採取率：　９８.９％

掘進開始日：　１９８１年１０月　６日

掘進終了日：　１９８１年１０月２０日

０ｍ～２.５０ｍ

4¾″トリコーンロックビットにてベントナイト泥水を使用し，２.５０ｍまで掘進した。岩質も安定したのでＨＷケーシングパイプを２.５０ｍまで挿入設置した。

２.５０ｍ～１０２.３０ｍ

ＨＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，主として粘土を挟む頁岩，石灰岩，ドロストーン層を１０２.３０ｍまで掘進した。

全般的に軟弱な地層で掘進が困難となったので，ＮＷケーシングパイプを１０２.３０ｍまで挿入設置した。

１０２.３０ｍ～２５０.５０ｍ

ＮＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，粘土を挟む亀裂の多いドロストーン，頁岩層を２５０.５０ｍまで掘進し，目的を達成して終了した。

尚，１０３.００ｍ～１１１.６０ｍ間は粘土を挟む破砕帯頁岩層が連続し，孔内状況は非常に悪かった。

２－４－９　ＤＤＨ－１２

掘　進　長：　３１０.５０ｍ

コ　ア　長：　２９５.５０ｍ

コア採取率：　９６.７％

掘進開始日：　１９８１年　９月９日

掘進終了日：　１９８１年１０月１日

０ｍ～３.０５ｍ

4¾″トリコーンロックビットにてベントナイト泥水を使用し，３.０５ｍまで掘進した。３.００ｍより岩質も安定したのでＨＷケーシングパイプを３.０５ｍまで挿入設置した。

３.０５ｍ～１１１.３５ｍ

ＨＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，粘土を挟む亀裂の多い泥灰岩，石灰岩およびドロストーン層を１１１.３５ｍまで掘進した。

尚，６８.６０ｍ～８２.００ｍ間は粘土を挟む破砕帯頁岩層が連続し，孔内状況は悪化したのでＮＷケーシングパイプを１１１.３５ｍまで挿入設置した。

１１１.３５ｍ～２２３.３５ｍ

ＮＱ－ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，粘土を含むドロストーン，泥灰岩および硫化鉱を２２３.３５ｍまで掘進した。

尚，１５７.６０ｍ～２２３.３５ｍ間は硫化鉱破砕帯が連続し，掘進困難となったのでＢＷケーシングパイプを２２３.３５ｍまで挿入設置した。

その間１２２.８０*m*〜１３１.００*m*，１３７.４０*m*〜１４４.６０*m*，１５７.６０*m*〜１８３.００*m*，１９３.１０*m*〜２０７.７０*m*，２１５.６０*m*〜２２３.３５*m*に５層の亜鉛，硫化鉱の鉱染部を捕捉確認した。

２２３.３５*m*〜３１０.５０*m*

ＢＱ−ＷＬダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し，粘土を挟む泥灰岩，頁岩および砂岩層を３１０.５０*m*まで掘進し，目的を達成して終了した。

その間２２３.３５*m*〜２３２.６０*m*，２３７.５０*m*〜２４９.００*m*，２６２.２０*m*〜２７４.００*m*，２８１.２０*m*〜２８５.４０*m*に４層の硫化鉱，銅鉱の鉱染部を捕捉確認した。

２−５　移設・撤収作業

２−５−１　移　　設

ＤＤＨ−５，ＤＤＨ−６，ＤＤＨ−７，ＤＤＨ−８，ＤＤＨ−９，ＤＤＨ−１０，ＤＤＨ−１１およびＤＤＨ−１２はＤＤＨ−４の南方約１２Km間に位置し，各孔の掘進開始までの移設，設営作業には２日〜１０日間を要した。

２−５−２　撤　　収

ＤＤＨ−９，ＤＤＨ−１０，ＤＤＨ−１１からの撤収に際し天候が悪化し搬入路の状態が悪くなったので，作業員１５人〜２０人で補修しつつキャンプ（１５Km）およびパンパーウァイ（３０Km）まで，資・機材を運搬し整備格納した。

ボーリングコアは鉱石部のみLima にあるINGEMMET（インヘメット）の倉庫に保管した。尚，他のコア箱はキャンプ宿舎内に保管した。

２−６　掘進実績

２−６−１　作業能率

A．Ⅲ−１３に示したとおり，ボーリング孔，掘進総延長 ２,０９２.７０*m* の掘進作業１方当り掘進長は3,３６*m*／方で，実掘進作業１方当りでは4,０４*m*／方であった。

掘進速度とビット回転数は次のとおりである。

	掘進速度	ビット回転数
硬　　岩	1.０〜2.０cm/分	５００〜６００ r.p.m
中 硬 岩	2.０〜2.５cm/分	４００〜５００ r.p.m
軟　　岩	2.５〜3.０cm/分	３００〜４００ r.p.m

尚，上記掘進実績は岩質が全般的に粘土を挟む亀裂の多い破砕帯のため掘進率が低下した。

2－6－2　コア採取率

A．Ⅲ－13に示す通り，砂礫の表土層を除いた部分の総掘進長2,072.50ｍに対して1,904.90ｍのコアを採取した。

平均コア採取率は91.9％であった。

Fig III-1 PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING DDH-4

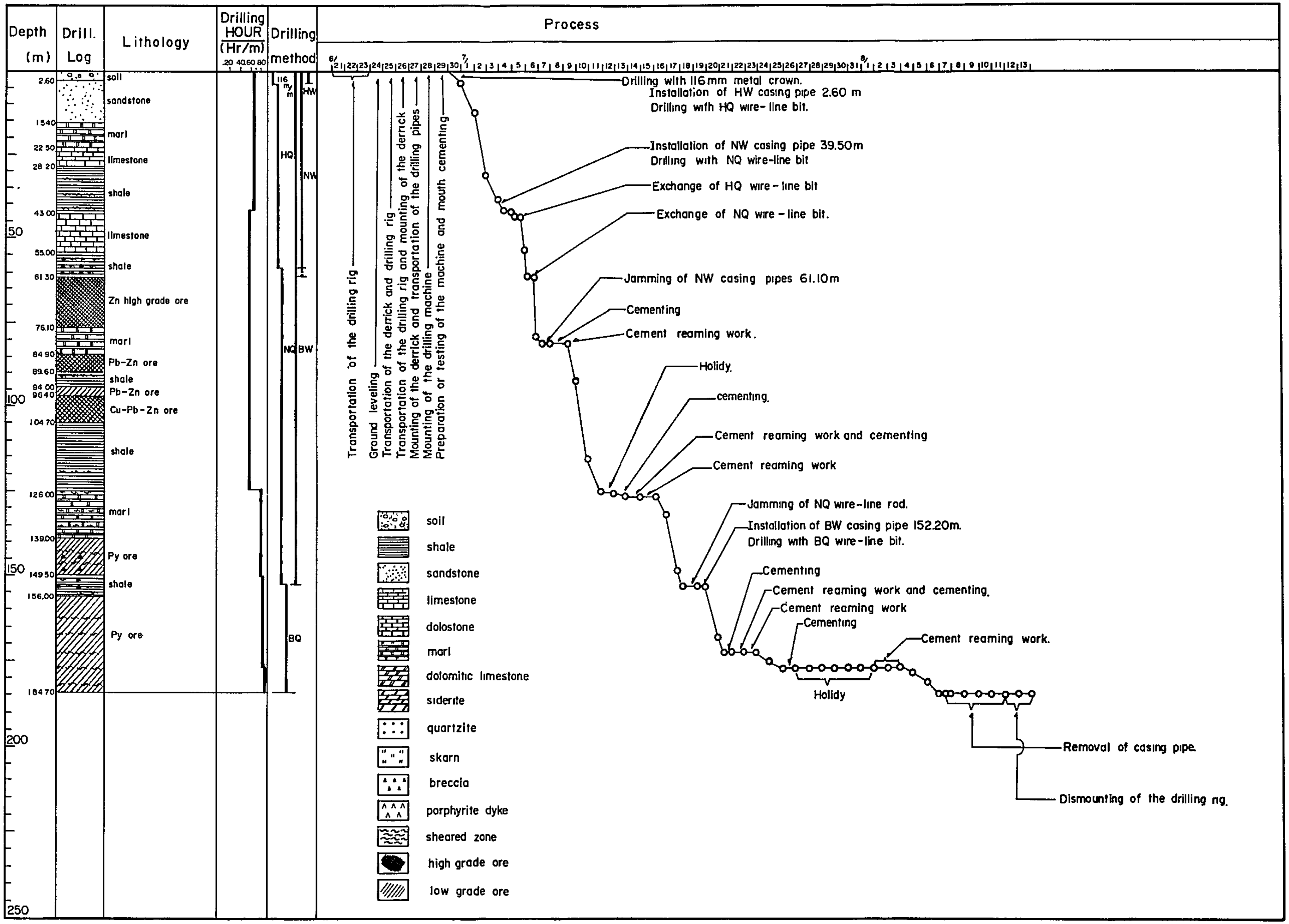


Fig. Ⅲ-2 PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING DDH-5

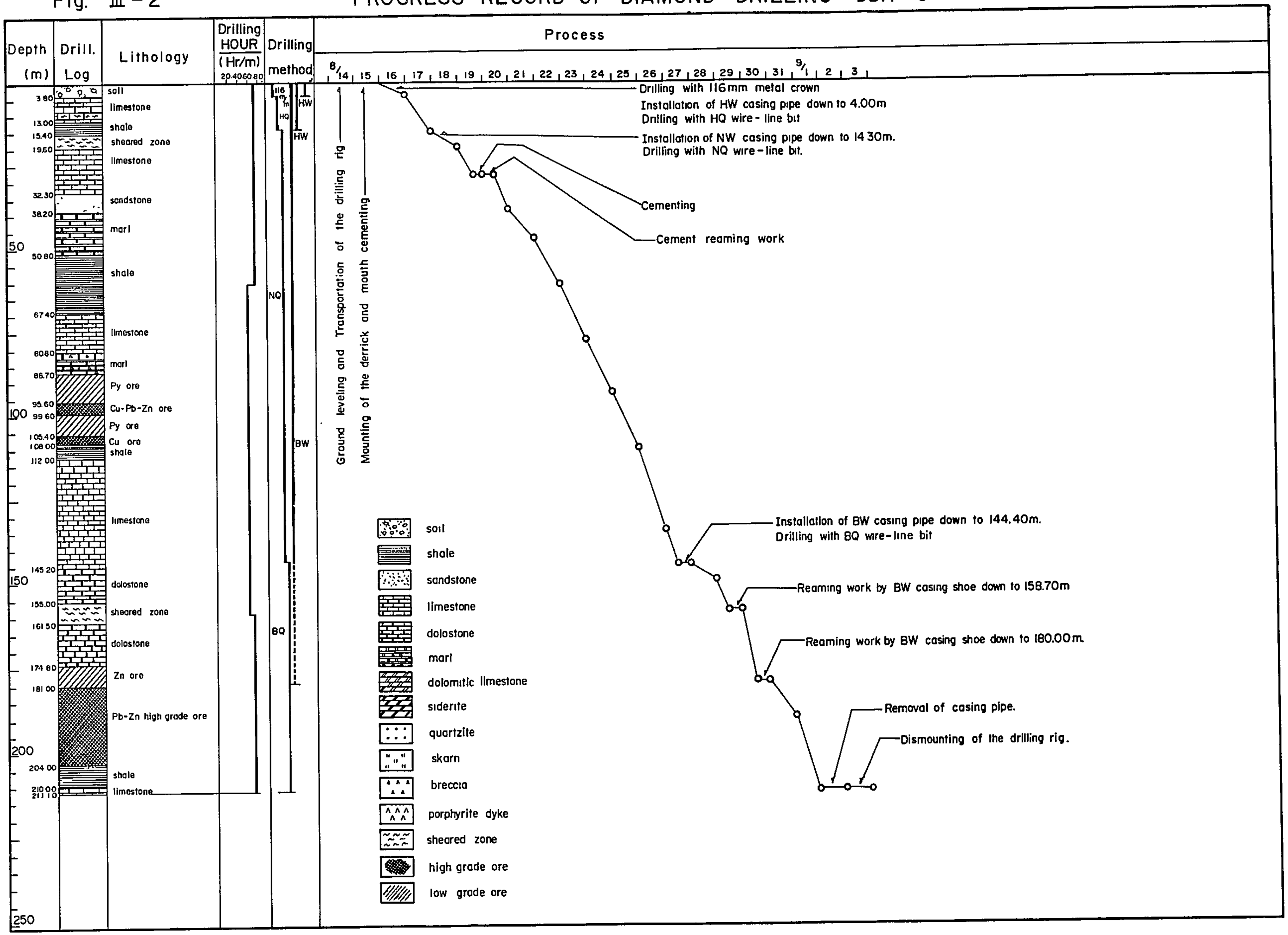


Fig. III-3　PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING DDH-6

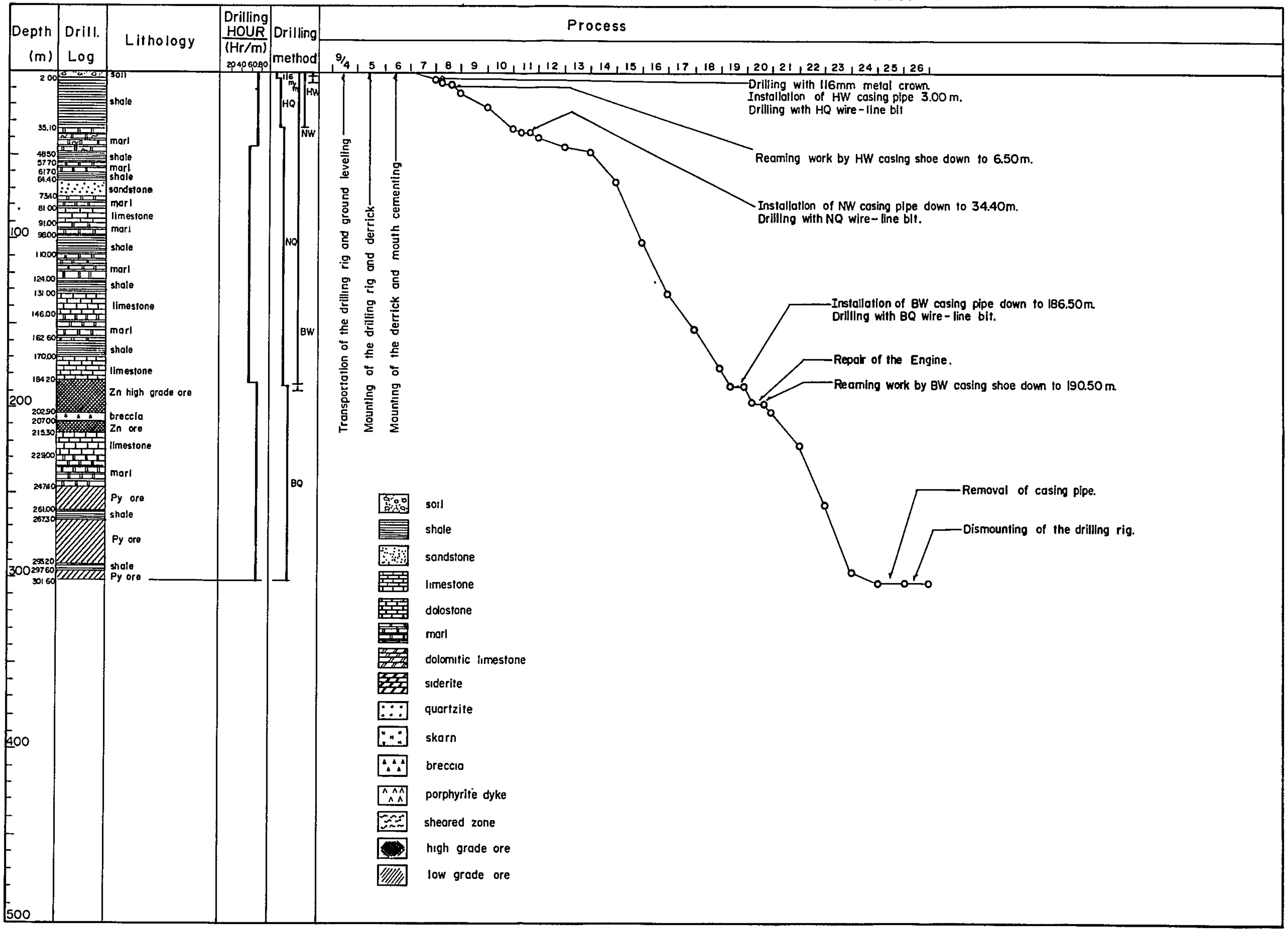


Fig. Ⅲ-4 PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING DDH-7

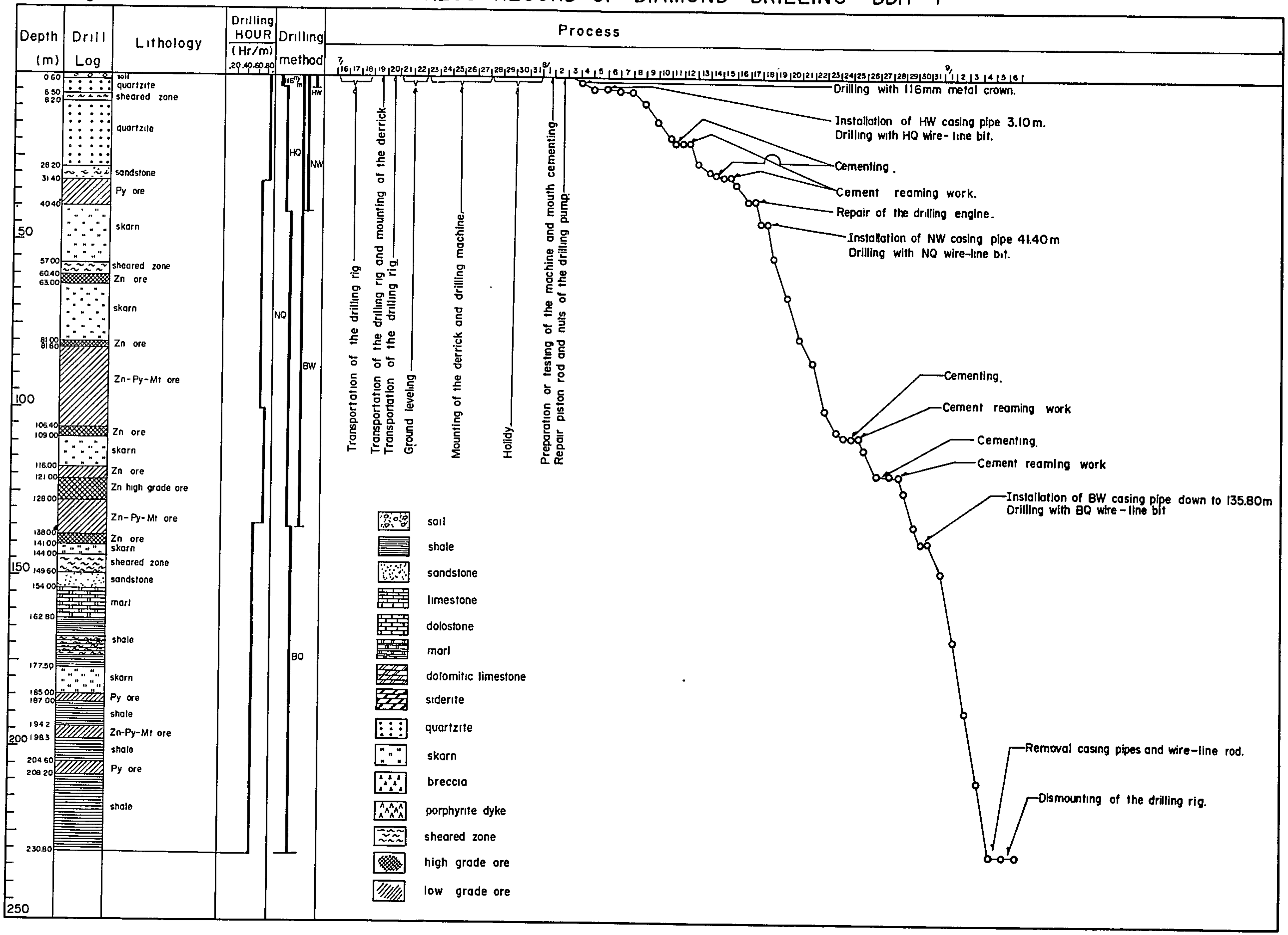


Fig. III-5 PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING DDH-8

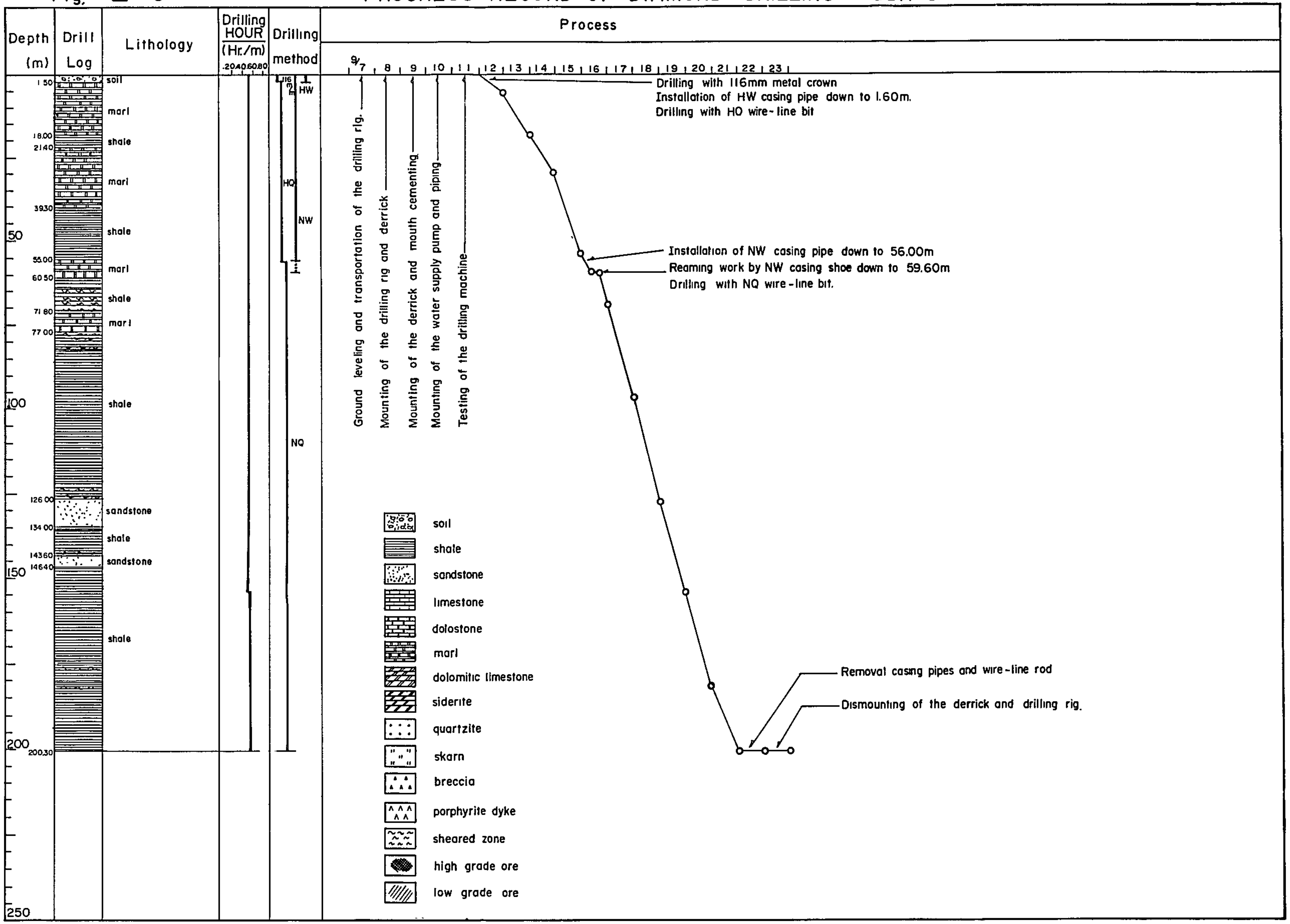


Fig. III-6 PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING DDH-9

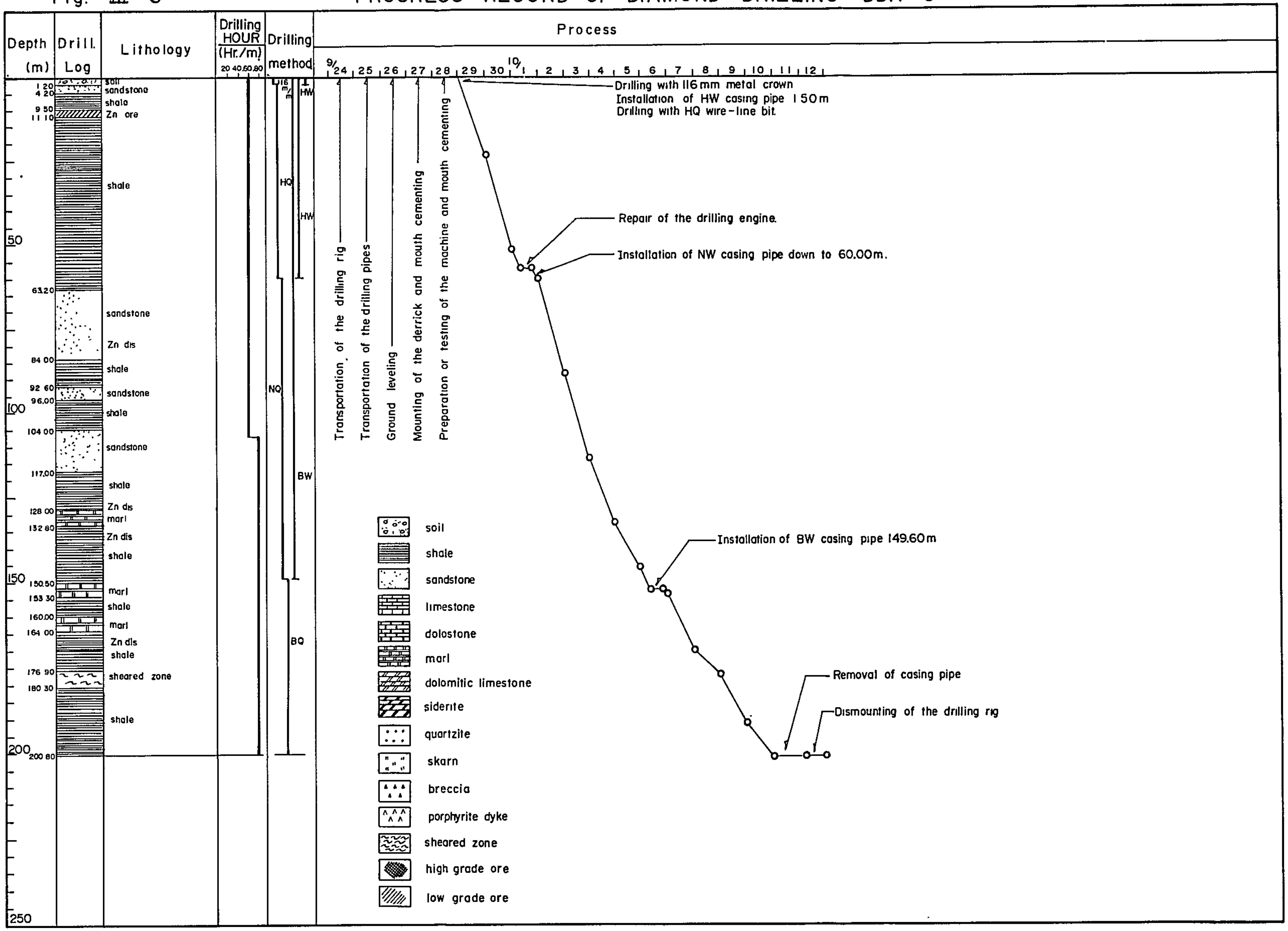


Fig. III-7 PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING DDH-10

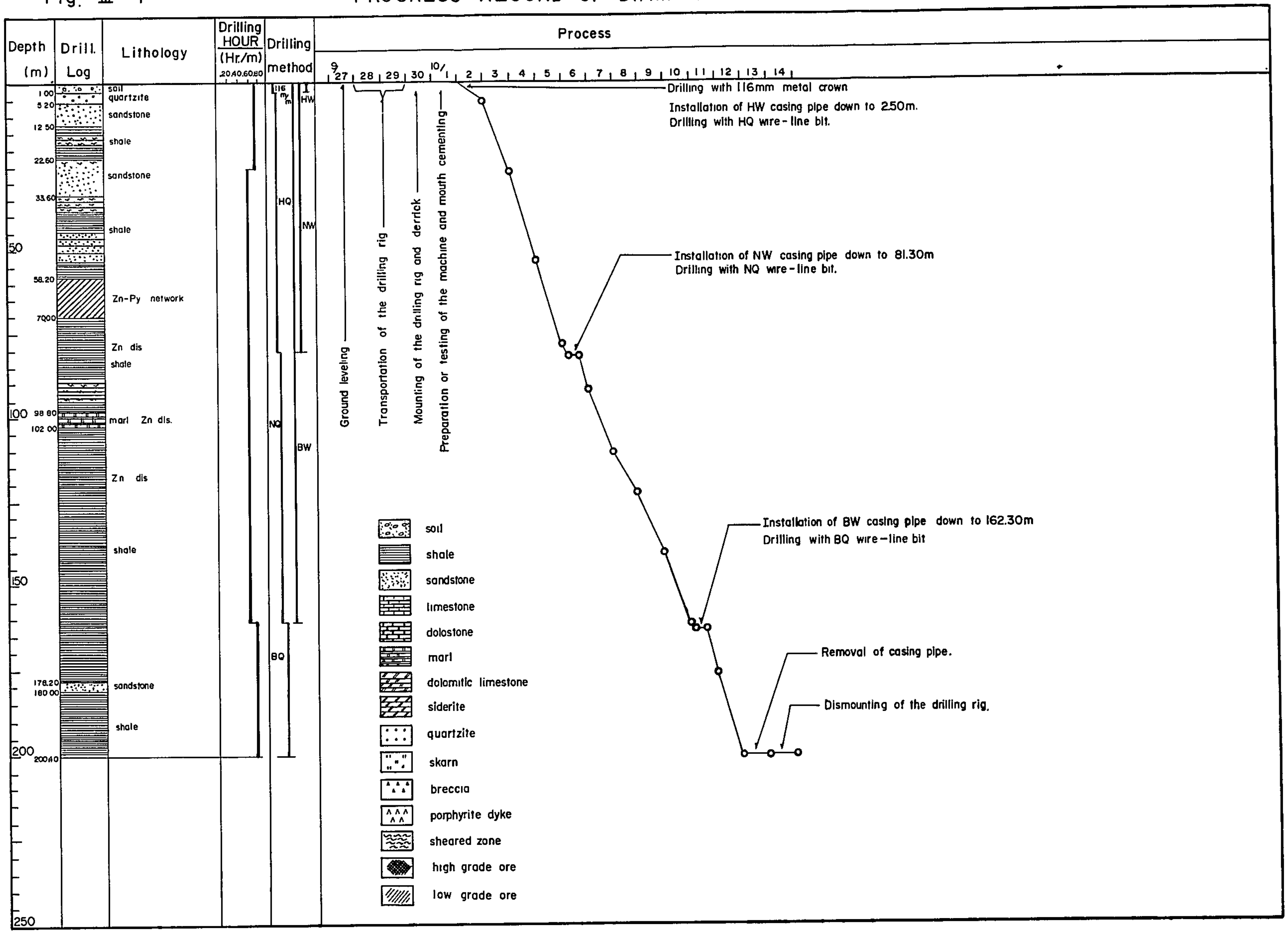


Fig. Ⅲ-8 PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING DDH-11

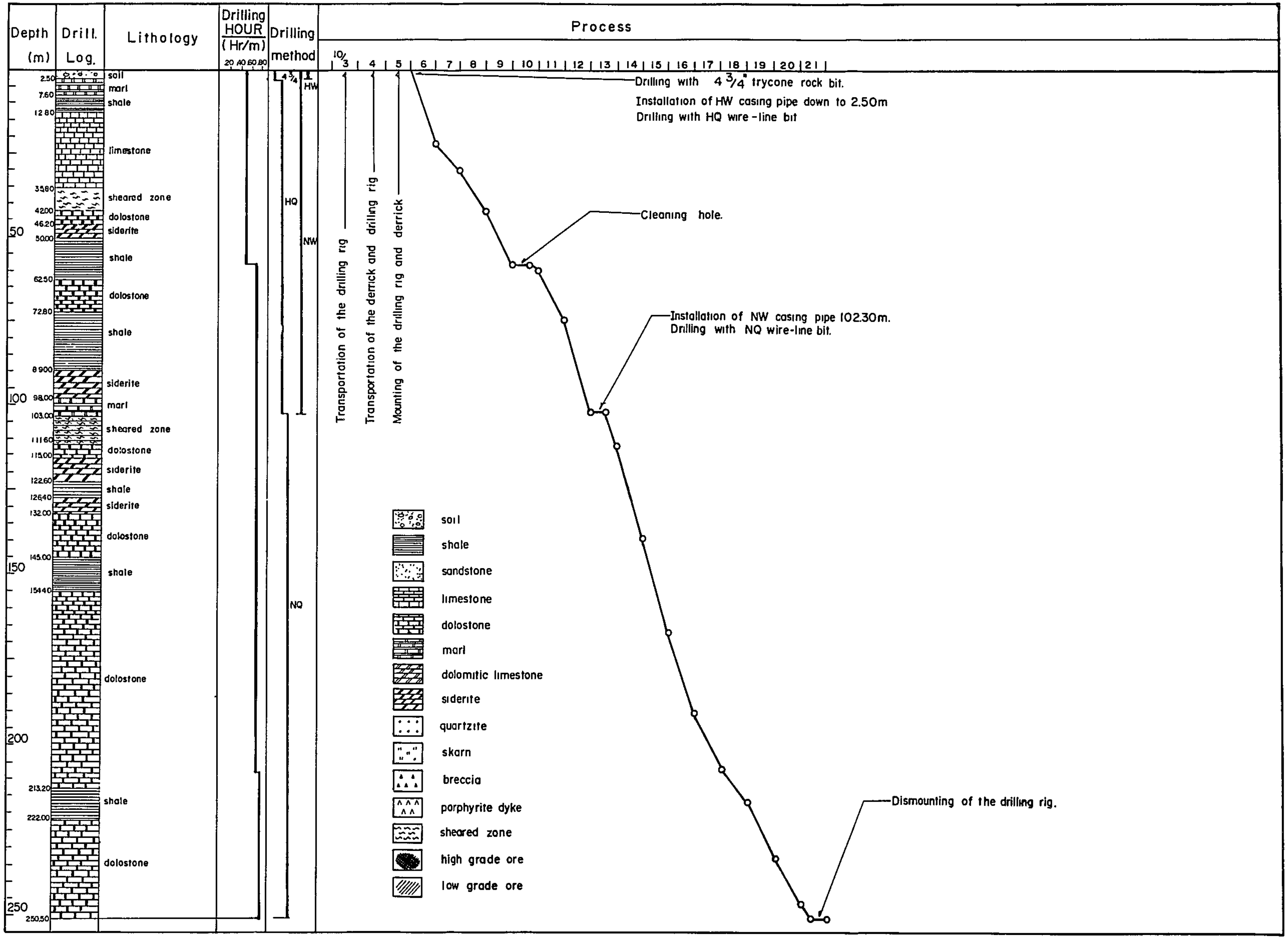
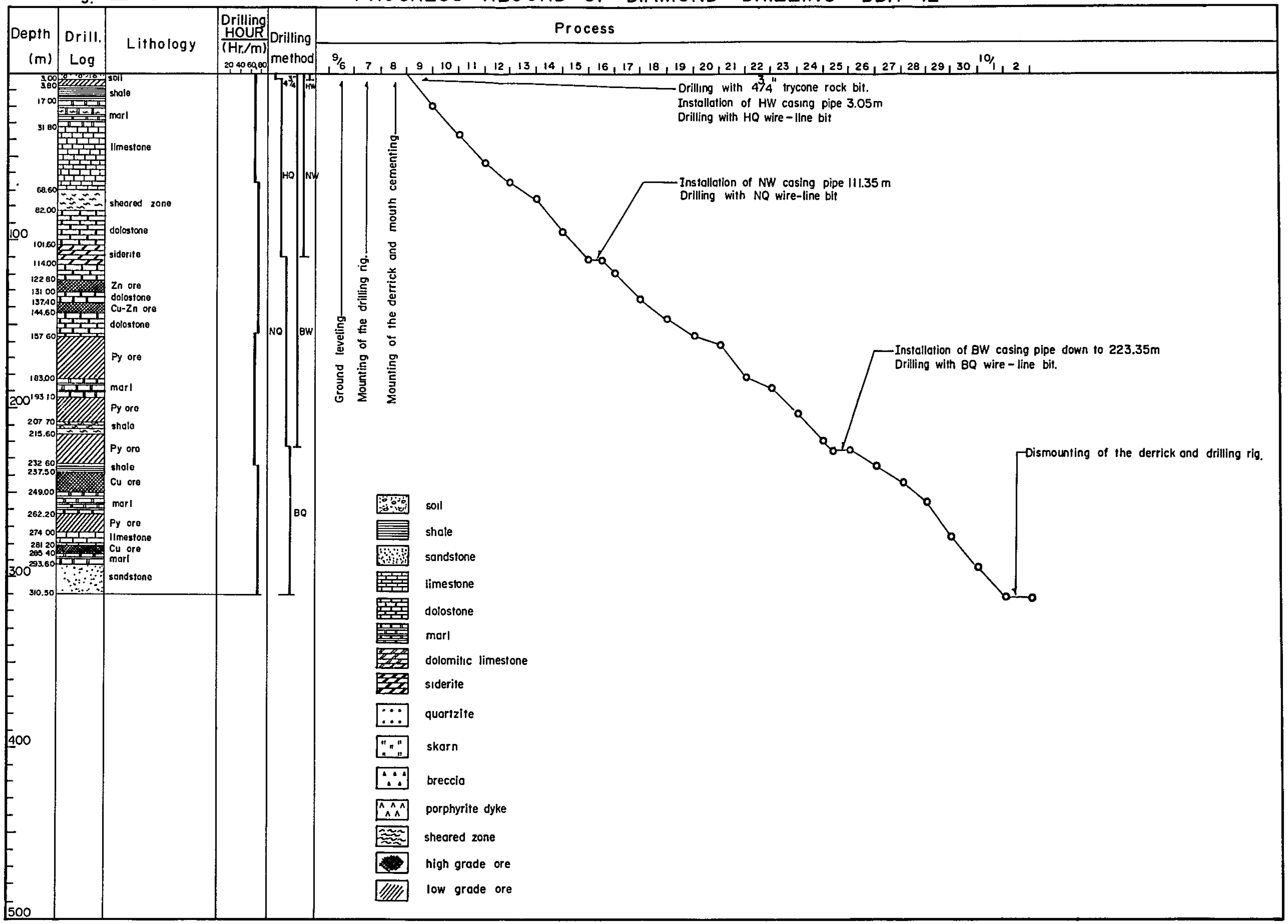


Fig. III-9 PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING DDH-12



第３章　ボーリング孔の地質および鉱化作用

３－１　ＤＤＨ－４

⑴　目的：　赤鉄鉱・ドロマイト質ゴッサンの下部およびIscay Cruz地区最強のＦＥ（ frequency effect ）異常帯の状況解明のためＤＤＨ－４が実施された。

⑵　位置：　Cumbre de Limpeの北１００*m*，ＤＤＨ－３の南２５０*m*，標高4,７５７.５*m*である。本孔は，方向７０°，傾斜 −60°で実施され，掘進深度は１８４.７*m*である。

⑶　岩質：　2.２*m*で崩岩，４3.０*m*までが石灰質砂岩・頁岩・泥灰岩・石灰岩より成るCarhuaz層，４3.０*m*以后が石灰岩又は泥灰岩 および頁岩より成るSanta層である。石灰質砂岩は，細粒，緻密，淡灰色で，Carhuaz 層下部層を示す鍵層（ key bed）として有効である。Santa層は，強い鉱化作用を受けており，６1.３*m*から１０4.７*m*まで，および１３9.０*m*から孔底迄２層の鉱化層準を認めた。１１8.８*m*より１３5.６*m*の間は断層破砕帯となっており，１３5.６*m*より１５6.０*m*までは角礫化作用を蒙っている。なお，１３9.0 *m*以后は黄鉄鉱鉱体であり，この部分は著しく軟弱で破砕され易く，得られた岩芯は粉末状である（ PL.Ⅱ－４参照）。

⑷　鉱化作用および品位：　鉱石部の連続サンプリング試料の分析結果は次のとおりである。

深度（*m*）	間隔（*m*）	サンプル数	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Fe(%)	S(%)
61.3～ 76.1	14.8	15	13	0.07	0.04	14.49	31.61	40.18
84.9～104.7	19.8	16	10	0.10	0.30	7.78	33.71	41.87

本鉱石部は，上記分析値および研磨片（ＣＢ－０４－０６４など）に示されるように，塊状黄鉄鉱中に閃亜鉛鉱を鉱染するものであり，角礫化および晶洞の発達が著しい。閃亜鉛鉱の産状としては，黄鉄鉱との間で縞状を呈する場合と，斑点状に鉱染する場合とがある。
１３9.０*m*以后の鉱石部は黄鉄鉱単味鉱であり，平均0.２%台の銅を含有するが，鉛・亜鉛はいずれも0.０１%台である（Fig.Ⅱ－１１参照）。

⑸　検討：　Ｘ線回折および薄片観察によれば，亜鉛・黄鉄鉱鉱体の周辺では絹雲母化，ドロマイト化などの変質が顕著であり（ＢＣ－０４－０６２など），他方，黄鉄鉱鉱体では珪化が著しい（ＢＣ－０４－１４３他）などの差異がある。本孔はSanta層を掘進し，Chimu層との境界部に達し，終掘した。本位置でのSanta層 の傾斜は略垂直，層厚は約８０*m*である。

3－2　DDH－5

(1) 目的：　DDH－4同様，赤鉄鉱・ドロマイト質ゴッサン下部および強いFE異常帯下部の探査を目的とした。

(2) 位置：　Cumbre de Limpe の南160m，DDH－4の南方260m，標高4742.2mである。掘進方位70°，傾斜 －45°，深度211.1mである。

(3) 岩質：　3.5mで崩岩，67.4mまでがCarhuaz層，以后Santa層である。Carhuaz層は頁岩・泥灰岩・石灰岩・石灰質砂岩互層で，Santa層は石灰岩を主とし頁岩・泥灰岩を挟む。DDH－4同様，86.7mから108.0mの間および174.8mから204.0mの間，2層の鉱化層準を認めた。151.2mから174.8mの間は角礫帯である。角礫は主に泥灰岩・石灰岩・頁岩などより成り，基質は凝灰質様物質より成り，ともに変質・溶脱作用を強く受け軟弱化している（PL．Ⅱ－5参照）。

(4) 鉱化作用および品位：　主な鉱石部とその分析値は次のとおりであり，高品位部は23m間の平均でも鉛・亜鉛合計30％に達しており，部分的には45％を超えている（Fig. Ⅱ－12参照）。

深度(m)	間隔(m)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
95.6～ 99.6	4.0	3	32	1.64	4.38	20.09
99.6～108.0	8.4	7	21	0.31	0.04	3.13
181.0～204.0	23.0	23	163	0.14	2.92	27.15

(5) 検討：　岩芯の層理面測定・解析により，本孔のSanta層は，傾斜75°E で，逆転構造を造っている。層厚は約80mと推定される。本孔で捕捉された下盤側の高品位鉱石部は北側のDDH－4の黄鉄鉱鉱体に対比される。X線回折により，角礫帯中に鋭錐石（anatase）が検出された（BC－05－156）。

3－3　DDH－6

(1) 目的：　ドロマイト質ゴッサンおよび黄鉄鉱鉱染部の下部探査のためDDH－6が実施された。

(2) 位置：　Cumbre de Lime の南380m，DDH－5の南220m，標高4,696.1mである。本位置は物探測線Aで観測された強FE異常帯の南端部に当る。掘進方位70°，傾斜 －55°，深度301.6mである。

(3) 岩質：　4.0mで崩岩，159.0mまでCarhuaz層 が続き，以后Santa層 となり孔底まで連続した。Carhuaz層は，35.1mまでが頁岩，以后Santa層 との境界までが泥灰岩

・頁岩・石灰岩互層であるが，６４.４ｍから７３.３ｍの間石灰質砂岩を挟在する。１５９.０ｍ以后のSanta層は，２４７.４ｍまでが石灰岩・頁岩・泥灰岩互層で，１８４.２ｍから２１５.３ｍの間閃亜鉛鉱・黄鉄鉱鉱石部を胚胎している。１８８ｍ付近は磁硫鉄鉱に富み，２０５ｍ付近には角礫帯がある。２４７.４ｍ以后は黄鉄鉱鉱体で一部に銅を伴う（PL.Ⅱ－６参照）。

(4) 鉱化作用および品位： 主な鉱石部と分析値は次のとおりである。

深度（m）	間隔（m）	サンプル数	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
194.4～200.4	6.0	6	29	0.33	0.03	39.36
204.0～207.0	3.0	2	12	0.26	0.03	9.40
209.0～215.3	6.3	6	24	0.08	0.59	10.07
248.0～262.0	14.0	7	13	1.67	0.03	0.10

(5) 検討： 岩芯の層理面測定・解析によれば，Carhuaz層は，８０ｍ付近までは傾斜８０°～８５°Ｅ であるが，以后緩傾斜となり１４０ｍ付近で７０°～７５°Ｅ，１６０ｍ～１７０ｍ付近では層理面と掘進方向がほぼ平行しており傾斜５５°～６５°Ｅ となる。Santa層に入ると傾斜７５°～８５°Ｅとなり，層理面の傾斜はもとに復している。このことより，Santa層は，4,６００ｍ以深，4,５５０ｍ付近までの間で，著しい構造変化を引起し，東方へ転移している事実が判明した。これは今後深部の探査を進める上で重要な情報である（Fig.Ⅲ－１３参照）。

Ｘ線回折によれば，黄鉄鉱鉱体中には白鉄鉱（marcasite）が黄鉄鉱と共生・生成している（ＢＣ－０６－１９１＆２８８）。亜鉛を主とする鉱体では珪化が主要な変質であるが（ＢＣ－０６－２０５），黄鉄鉱鉱体では珪化のほかカオリン化（ＢＣ－０６－２８８）と周辺部での緑泥石化（ＢＣ－６－２４６）が顕著である。又，Ｘ線マイクロアナリシスにより四面銅鉱（tetrahedrite）が検出された（ＢＣ－０６－２６７）。

3－4 ＤＤＨ－７

(1) 目的： Lags. Tinyag南方のスカルン露頭下部探査のため ＤＤＨ－７が実施された。

(2) 位置： Lags. Tinyag の南方約３００ｍ，Chupa鉱床の北東約６００ｍ，標高4,６４５.５ｍの位置である。本孔は方位２５０°，傾斜－８０°で，Chimu層側より，深度２３０.８ｍが掘進された。

(3) 岩質： 0.６ｍでChimu層 珪岩に着岩，３０.０ｍから１４４.０ｍまでSanta層が続き，以后Carhuaz層となった。Santa層は強い鉱化変質作用を受け，一部の頁岩部を除き全面的にスカルンと化し，各所で亜鉛・銅を濃集している。主要スカルン鉱物は，透角閃石，ざ

くろ石，緑泥石，緑れん石，石英などであり，鉱石鉱物としては，閃亜鉛鉱，磁鉄鉱，黄鉄鉱，黄銅鉱を主とする（Fig. Ⅲ－20参照）。Santa層に入り，31.4mから40.4m迄が黄鉄鉱鉱体，40.4mから81.0m迄が磁鉄鉱・黄鉄鉱を鉱染する低品位スカルンで局部的に亜鉛を濃集する。81.0mから135.8mまでが閃亜鉛鉱・黄銅鉱を濃集し，磁鉄鉱・黄鉄鉱を伴う高品位スカルン，以后黄鉄鉱を主とする低品位スカルンとなる。144.0m以后のCarhuaz層は，頁岩・泥灰岩・砂岩互層で，広く黄鉄鉱を鉱染し各所にスカルンおよび黄鉄鉱鉱層を挾在している（PL. Ⅲ－7参照）。

(4) 鉱化作用および品位： 延長114mにわたって捕捉されたSanta層は，全面的にスカルン化しており，その実層厚は約70mと推計される。スカルン中に胚胎する主な鉱石部とその分析値は次のとおりで，亜鉛・銅に富み，銀・鉛に乏しいのが特徴である（Fig. Ⅲ－14参照）。

深度 (m)	間隔 (m)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
56.0～ 63.0	7.0	5	5	0.21	0.01	19.71
81.0～ 99.0	18.0	18	4	0.11	0.05	5.34
106.0～110.0	4.0	2	3	0.12	tr	6.35
116.0～135.0	19.0	15	9	3.18	tr	19.53

(5) 検討： X線回折によれば，本孔のスカルンは，絹雲母（BC－07－121），滑石（talc, BC－07－058&121），緑泥石（BC－07－075）などの熱水変質鉱物を多量に含むのが特徴である。他に金雲母（phlogopite），ドロマイト，菱鉄鉱なども検出されている（Fig. Ⅲ－20参照）。

3－5 DDH－8

(1) 目的： 著しく角礫化し，黄鉄鉱および褐鉄鉱を鉱染するChimu層 珪岩の西側に接して胚胎するSanta層 の状況を明らかにするためDDH－8が実施された。

(2) 位置： 実施位置はCumbre de Cunsha Punta の南方約300m，標高4,810.2mである。本位置は，物探測線Aで観測されたFE異常帯の北縁，さらに測線Lで観測されたEM異常帯の西縁に当る。孔の方向は70°，傾斜は－60°，掘進深度は200.3mである。

(3) 岩質： 1.5mで着岩，孔底まで頁岩を主とし，泥灰岩および砂岩を介在するCarhuaz層が続いた。77.2mまでが泥灰岩・頁岩互層，77.2m以后頁岩となり，126.2mから146.4mの間砂岩・頁岩互層を経て，以后孔底まで頁岩である。28m，35mおよび143m付近に断層破砕帯が捕捉された（PL. Ⅲ－8参照）。

(4) 検討： 本孔付近はSanta層 相当部が崖錐堆積物に覆れており，Santa層とChimu層およびCarhuaz層との関係は不明確であったが，本ボーリングの結果，地表部でのSanta層相当部は，地下で衝上断層により東方へ転移していることが推察された（Fig. Ⅱ－15参照）。

3－6 DDH－9

(1) 目的： 地表部に露出するSanta層石灰岩中の 鉛・亜鉛・鉄 鉱化帯下部の状況を明らかにするためＤＤＨ－９が実施された。

(2) 位置： Cumbre de Cunsha Punta の南方約５００*m*，標高4,７７8.３*m*である。本位置は，物探測線Ａで観測された伏在ＦＥ異常帯の中心部，さらに測線Ｄで観測されたＦＥ異常の東縁部に当る。本位置でのChimu層およびSanta層の走向は略Ｎ２5°Ｗ，傾斜は７5°～８5°Ｅ である。本孔は，Santa層の西側１２*m*の位置で，方向７0°，傾斜 －７0°，掘進深度２００.８*m*で実施された。

(3) 岩質： 1.２*m*で着岩，孔底まで頁岩を主とし，砂岩・泥灰岩を挟在するCarhuaz層が連続した。Carhuaz層は各所で閃亜鉛鉱・黄鉄鉱を鉱染している。５6.３*m*までが頁岩，５6.３*m*から５8.０*m*の間緩傾斜の断層破砕帯を挟んで，１１7.０*m*までが砂岩・頁岩・泥灰岩互層，１６4.０*m*までが泥灰岩を挟む頁岩，１６4.０*m*以后頁岩である。１２*m*，５７*m*，および１７８*m*付近に顕著な断層破砕帯がある（PL. Ⅱ－９参照）。

(4) 鉱化作用および品位： 主な鉱化部と分析値は次のとおりである（Fig. Ⅱ－１６参照）。

深度(*m*)	間隔(*m*)	Zn(%)	鉱況
9.5～ 11.1	1.6	3.9	閃亜鉛鉱を鉱染するスカルン
78.6～ 80.0	1.4	1.0	砂岩中，節理沿いの閃亜鉛鉱鉱染
127.9～128.4	0.5	1.3	泥灰岩中の閃亜鉛鉱・黄鉄鉱網状脈
135.2～136.1	0.9	1.0	泥灰岩中の閃亜鉛鉱鉱染
138.2～138.8	0.6	1.3	泥灰岩中の閃亜鉛鉱網状脈
166.2～167.4	1.2	1.1	頁岩中の閃亜鉛鉱・黄鉄鉱鉱染

(5) 検討： 本年度地質調査により，本区域のSanta層とCarhuaz層の境界部に，走向ＮＳ傾斜７5°Ｅ，および走向Ｎ２5°Ｗ傾斜７0°Ｅ の断層群の発達が確認された。この断層群は雁行状に発達しており，個々の断層による転移は大きくないと考えられたが，本孔掘進の結果，５７*m*付近および１７８*m*付近に緩傾斜の衝上断層が捕捉され，Santa層 は地下で東方へかなりの距離転移していることが確実となった。Carhuaz層は強い鉱化作用を受けて

いるので，本孔の東方でChimu層下に伏在を予想されるSanta層には大きなポテンシアルが期待される。

3－7 DDH－10

(1) 目的： 地表部に露出するSanta層ゴッサンの下部探査のためDDH－10が実施された。

(2) 位置： Cumbre de Cunsha Punta の南南東約900m，標高4,700.9mである。本位置は物探測線Aで捕捉された伏在FE異常帯の南端に当る。本孔は，Santa層 東側のChimu層上より，方位285°，傾斜 −60° で掘進された。深度は200.4mである。

(3) 岩質： 1.0mで着岩，Chimu層珪岩・砂岩・頁岩互層が続いたが，33.6mから38.4mにかけ顕著な断層破砕帯があり，これを境にCarhuaz層に変った。本断層は，その内部構造より，緩傾斜の衝上断層であると推察される。Carhuaz層は,主に頁岩より成り，砂岩・泥灰岩を挟在し，一部で強い鉱化作用を受け，閃亜鉛鉱・黄鉄鉱を鉱染する（ PL. Ⅱ－10参照 ）。

(4) 鉱化作用および品位： 主な鉱化部と分析値は次のとおりである（ Fig. Ⅱ－7参照 ）。

深度 (m)	間隔 (m)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
59.2～ 64.2	5.0	3	11	0.04	0.06	3.11
65.9～ 70.0	4.1	4	13	0.08	0.05	5.38
76.2～ 81.2	5.0	5	11	0.06	0.05	1.20
98.8～101.8	3.0	3	12	0.03	0.33	0.87
110.4～116.4	6.0	6	11	0.01	0.01	0.57

(5) 検討： Santa層は,本孔の南で，断層により東方へ転移しており，南方のAntapampa区域で出現するSanta層との構造的関係は不明瞭であったが,本孔実施の結果，この転移が東方より西方へ伸上げた緩傾斜の衝上断層に起因していることが推察されるに至った。本衝上断層による転移は最大400mと予測され，切断されたSanta層は東側のChimu層下に伏在することが予想される。なお，北方のTinyag区域および南方のAntapampa区域では見掛巾400m～600mあるCarhuaz層の層厚が,本区域では約200mと減少しているが，これは本衝上断層の影響と解せられる（ Fig. Ⅰ－6参照 ）。

3－8 DDH－11

(1) 目的： Antapampa区域に露出する黒色ゴッサン下部および伏在FE異常帯の状況を明

らかにするためDDH－11が実施された。

(2) 位置： Antapampa部落の北北西約700m，標高4,605.6mである。方向傾斜は－90°，掘進深度は250.5mである。

(3) 岩質： 2.5mでSanta層に着岩，孔底までSanta層が連続した。Santa層は，41.0mまでが石灰岩・頁岩・泥灰岩互層，111.6mまで，ドロストーン・菱鉄鉱・頁岩互層，197.0mまでがドロストーンおよび菱鉄鉱，197.0m以后孔底まで泥灰岩・頁岩を挾む石灰岩である（PL.Ⅱ－11参照）。ドロストーンは，暗灰色であるが，白色の菱鉄鉱脈に貫れている（BC－11－137）。菱鉄鉱は黒灰色で角礫化著しく晶洞が無数に発達している。脈中および晶洞中には白色の菱鉄鉱が沈澱している（BC－11－067B，Fig.Ⅱ－20参照）。

(4) 鉱化作用および品位： ドロストーンおよび菱鉄鉱は，肉眼的にフレッシュで鉱石鉱物としては黄鉄鉱などが稀に認められたにすぎないが，ランダムサンプリングによる分析結果は次のとおりで，平均3％弱の亜鉛を含有することが明らかとなった（Fig.Ⅱ－18参照）。

	サンプル数	総延長(m)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
ドロストーン	4	4	16	0.02	0.28	2.73
菱 鉄 鉱	4	4	16	0.01	0.15	2.78

なお，肉眼的に黄鉄鉱の鉱染を認める個所の分析は次のとおりであった。

	深度(m)	間隔(m)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
ドロストーン	163.0～164.0	1	21	0.05	1.1	5.4
頁 岩	215.0～216.0	1	14	0.04	0.2	7.7

(5) 検討： 本孔で出現した菱鉄鉱は，X線回折によれば，チャート上のピークが通常のものより左側（低角度）へずれている。これはマンガン成分に富むマンガン菱鉄鉱の特徴であり，地表の黒色ゴッサンはマンガン菱鉄鉱の酸化産物であることが推察される。又，菱鉄鉱は微量の閃亜鉛鉱・方鉛鉱を含むことが，X線回折により同定された（BC－11－067＆137）。なお，X線マイクロアナリシスにより四面銅鉱の含有が確認された（BC－11－238）。

3－9 DDH－12

(1) 目的： 地表に露出する大規模な黒色ゴッサン下部および伏在FE異常帯の解明を目的に

ＤＤＨ－１２が実施された。

(2) 位置： ＤＤＨ－１１の南方約２００*m*，標高4,５９9.９*m*である。方向７0°，傾斜－８５°，掘進深度３１0.５*m*である。

(3) 岩質： 3.0*m*で着岩，３０２.６*m*までSanta層が続き，以后Chimu層となった。Santa層は，ドロマイト化，菱鉄鉱化，珪化，スカルン化などの鉱化変質著しく，部分的に黄鉄鉱・鏡鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱などを濃集している。７7.６*m*までが石灰岩・頁岩・泥灰岩互層，１５7.６*m*までが菱鉄鉱およびドロストーンで一部鏡鉄鉱を濃集する。２３7.５*m*までが珪化著しく黄鉄鉱を濃集する。２３7.５*m*から２４9.２*m*の間は銅を伴う鏡鉄鉱，２９3.６*m*までが黄鉄鉱・泥灰岩・スカルン互層，２９3.６*m*までがスカルン・砂岩互層で，３０２.６*m*を境にChimu層珪質砂岩となる（PL．Ⅱ－１２参照）。

(4) 鉱化作用および品位： 本孔の主な鉱石部と分析値は次のとおりであり，下部で銅品位が上昇している（Fig．Ⅱ－１９参照）。

深度 (*m*)	間隔 (*m*)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
122.8～128.1	5.3	2	12	0.12	0.10	4.89
137.4～141.6	4.2	2	16	0.52	0.15	3.35
142.4～144.6	2.4	1	34	1.89	tr	0.2
237.5～247.2	9.7	5	94	3.08	0.01	0.33
281.2～285.4	4.2	2	35	2.73	tr	0.40

なお，銅高品位部については，黄銅鉱のほか斑銅鉱が含まれることが，Ｘ線回折により確認された（ＢＣ－１１－２３８）。

(5) 検討： 本孔では，上部から下部へ向け，次のような鉱化変質帯の累帯配列が認められ，銅・亜鉛は黄鉄鉱中には濃集せず赤鉄鉱中に濃集している。

（上部）無鉱化石灰岩－ドロマイト・菱鉄鉱－Zn・Cu・ 赤鉄鉱（鏡鉄鉱）－黄鉄鉱－Cu・ 赤鉄鉱・黄鉄鉱－Cu・スカルン（下部）

３－１０ ボーリング結果の総括

1) サンプリング方法

ボーリング・コアのサンプリング方法と分析試料調整方法を，Fig．Ⅱ－１０に示した。原則として，高品位部については，１*m*間隔で，カッターにより切断されたコアの¼片が採取され，低品位部については，２*m*間隔で，コア・スプリッターにより切断された½片が採取された。ＤＤＨ－１，３，４，８，９，１０，１１，および１２の８本については，Churin

事務所において分析試料が調整されたが，ＤＤＨ－２，５，６，および７の４本については，破砕されたサンプルを分析所に送付し，分析試料の調整は分析所にて行われた。

2）分析・解析結果

分析結果，薄片および研磨片の顕微鏡観察結果，X線マイクロアナリシス結果などの各種データは，Appendicesに添付されている。X線回折結果はFig. Ⅲ－２０にまとめられている。鉱石部のかさ比重（ apparent specific gravity ）測定結果は，Table Ⅲ－１のとおりで，黄鉄鉱質鉱石１２個の平均値が4.０７，スカルン質鉱石５個の平均値が3.５１である。測定サンプルは，測定前に６０℃で２４時間乾燥され，サンプル表面はパラフィンでコーティングされた。

3）平均品位および期待鉱量

(1) Limpe 区域

Limpe区域では，７３０*m*の範囲に４本のボーリングが実施され，いずれも高品位鉱石部に着鉱した。確認された主要鉱石部は次のとおりである。

	深度(*m*)	間隔(*m*)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	実巾(*m*)
DDH−3	104.6～108.6	4.0	4	89	0.03	6.74	14.17	2.57
DDH−4	61.3～ 76.1	14.8	15	13	0.07	0.04	14.49	7.40
〃	84.9～104.7	19.8	16	10	0.10	0.30	7.78	9.90
DDH−5	95.6～ 99.6	4.0	3	32	1.64	4.38	20.09	2.07
〃	181.0～204.0	23.0	23	163	0.14	2.92	27.15	11.91
DDH−6	194.4～200.4	6.0	6	29	0.33	0.03	39.36	3.01
〃	209.0～215.3	6.3	6	24	0.08	0.59	10.07	3.16
孔別加重平均		19.5	73	63	0.20	1.57	18.35	10.0

着鉱巾加重平均品位は，Ag６３g/t，Cu 0.２０%，Pb 1.５７%，Zn １８.３５%である。４孔合計着鉱巾は７７.９*m*，４孔平均着鉱巾は１９.５*m*，ボーリングおよび地層の傾斜から実際の鉱石巾を計算すると４孔の平均で１０.０*m*となる。

今，仮に，鉱化帯の延長を８００*m*，鉱石部の比重を3.５とすると，次式より，高低１*m*当り２８,０００tの埋蔵鉱量の賦存が期待される。

８００*m* × １０.０*m* × 3.５ ＝ ２８,０００t

(2) Tinyag 区域

Tinyag区域で実施されたＤＤＨ－７により確認された主要鉱石部は次のとおりである。

	深度 (m)	間隔(m)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	実巾 (m)
DDH−7	56.0〜 63.0	7.0	5	5	0.21	0.01	19.71	4.43
〃	116.0〜135.0	19.0	15	9	3.18	tr	19.53	12.03
孔別加重平均		26.0	20	8	2.38	tr	19.58	16.5

合計着鉱巾は26.0 m，鉱石部の実巾は16.5 m，平均品位はAg 8 g/t，Cu 2.38 %，Pb tr，Zn 19.58 %である。

1. High Grade Ore (1 m interval)

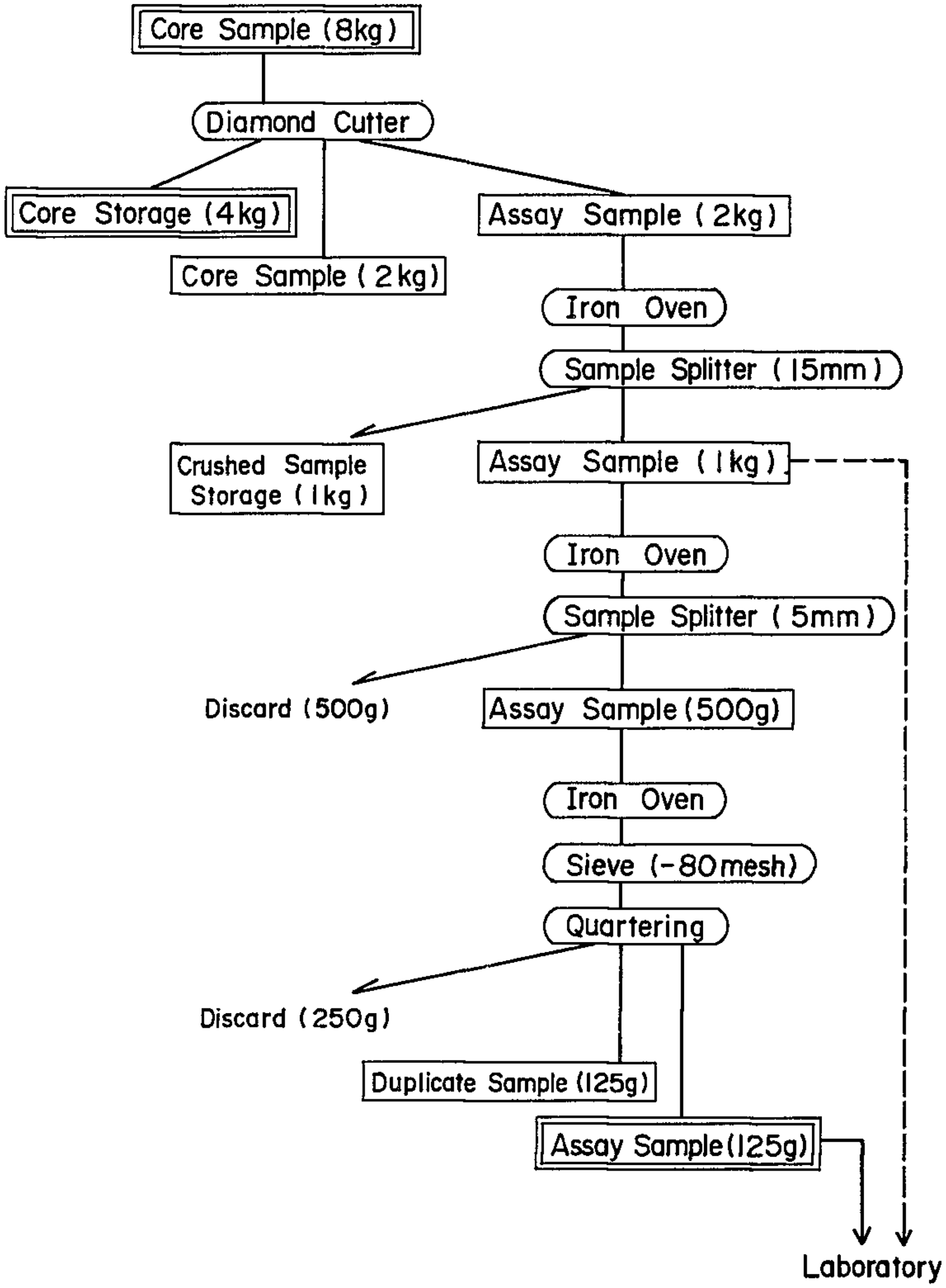


Fig. III-10. Sample Procedures (1)

2. Low Grade Part (2m interval)

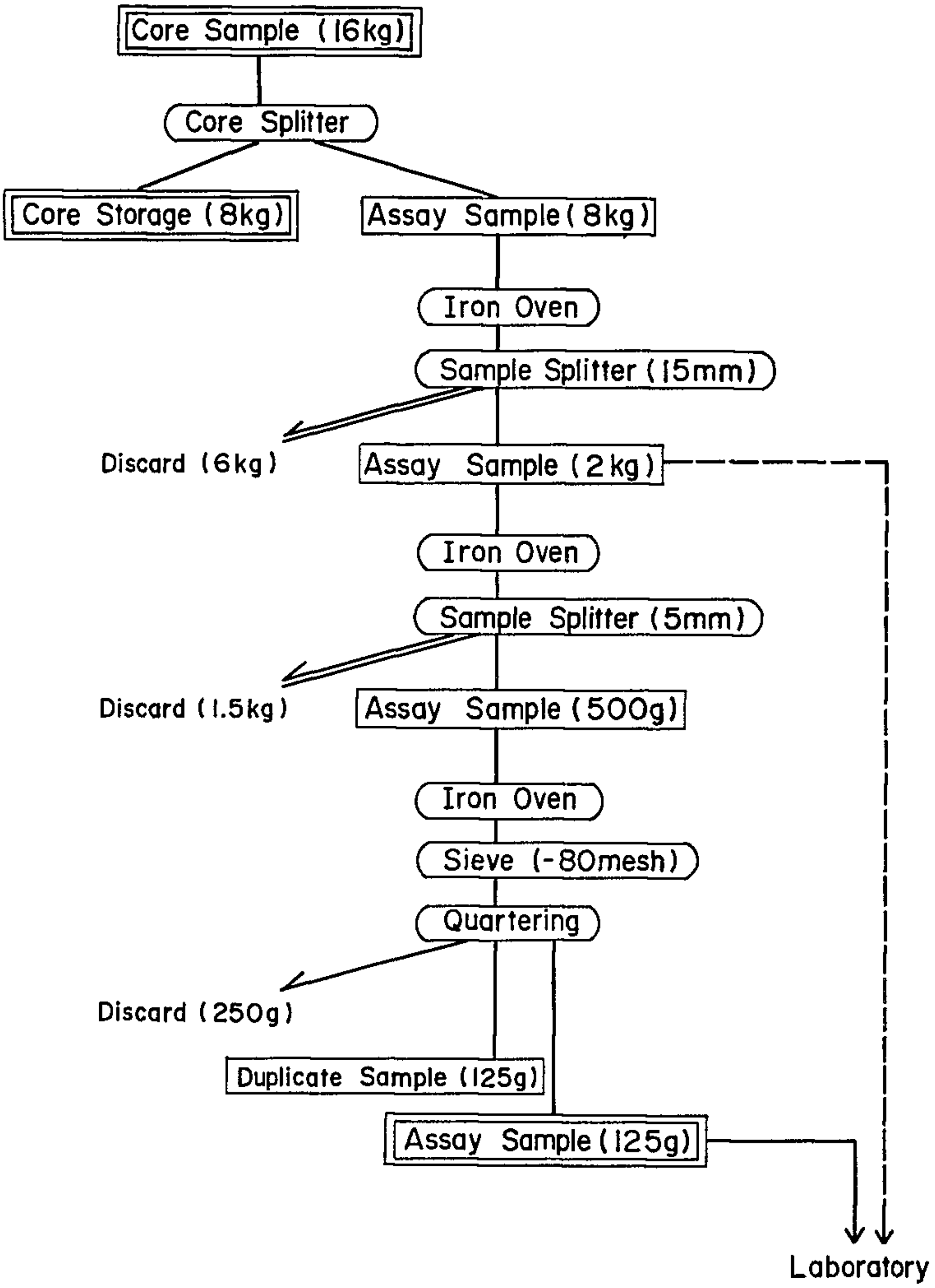
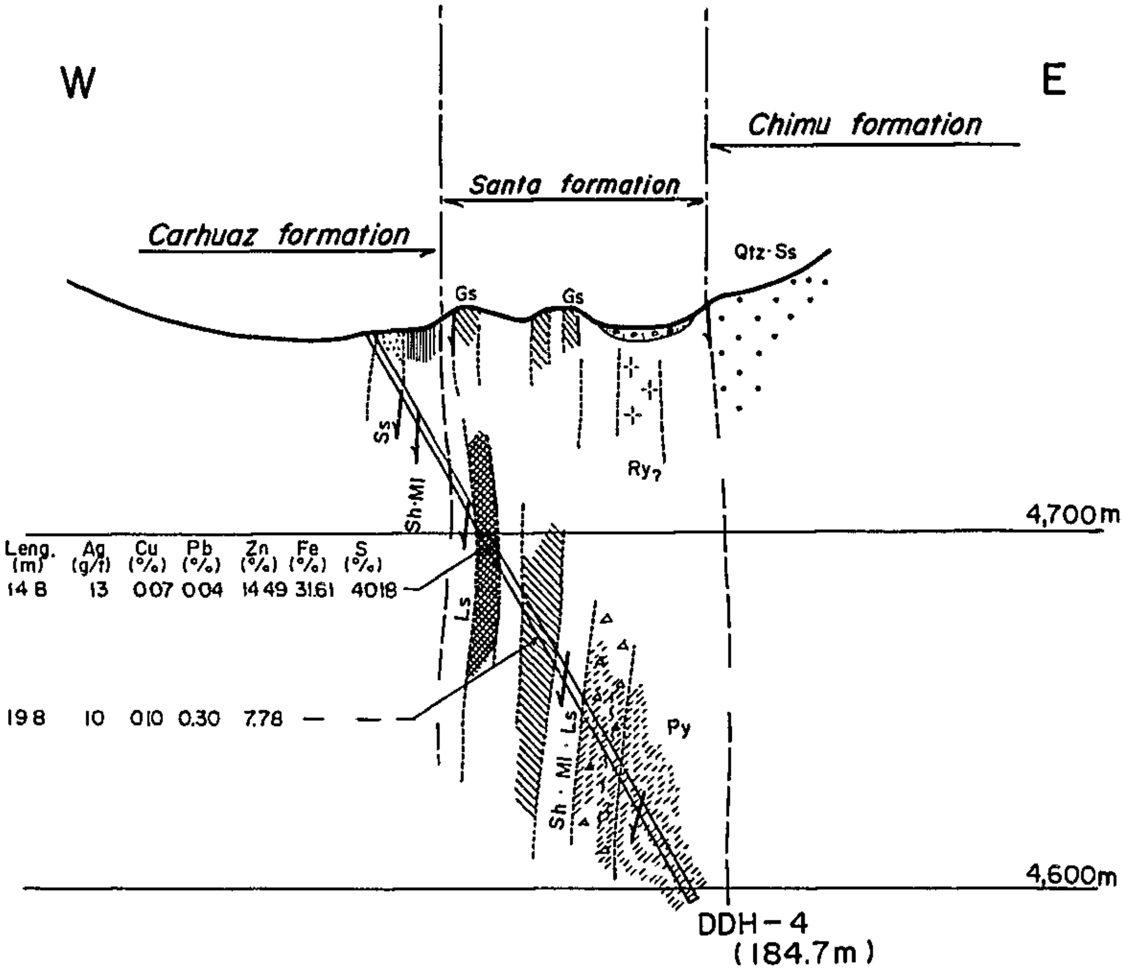


Fig. III − 10. Sample Procedures (2)



0 50 100m

Abbreviation

Sh ------ Shale
Ss ------ Sandstone
Ml ------ Marl
Ls ------ Limestone
Do ------ Dolostone
Qtz ------ Quartzite
Ry ------ Rhyolite

------ High grade ore
------ Low grade ore
------ Pyrite
Gs ------ Gossan
------ Sheared zone
------ Brecciated zone
------ Bedding

Fig. Ⅲ-11 Geological Section for DDH-4
(S70°W-N70°E)

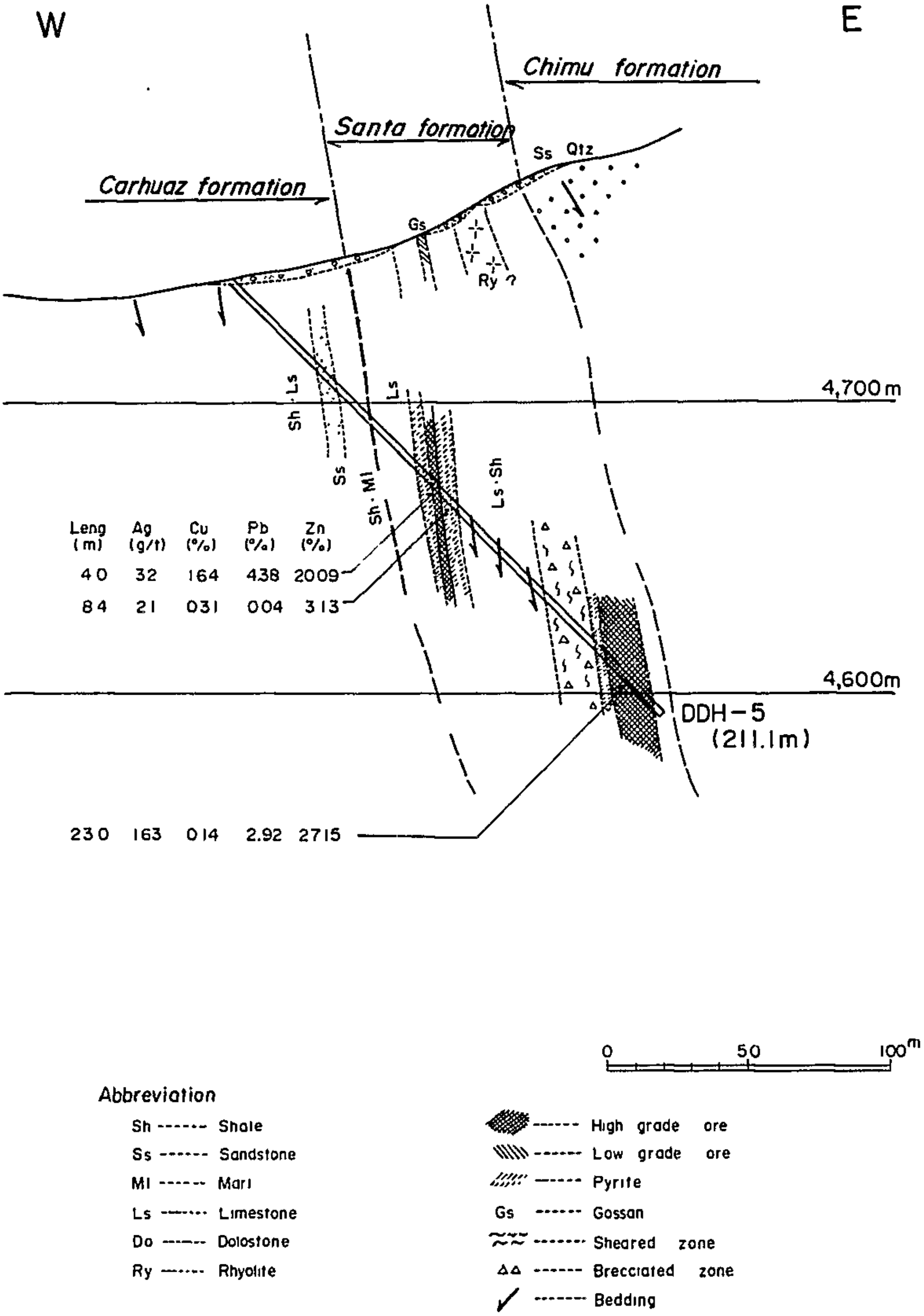


Fig. III-12 Geological Section for DDH-5
(S70°W-N70°E)

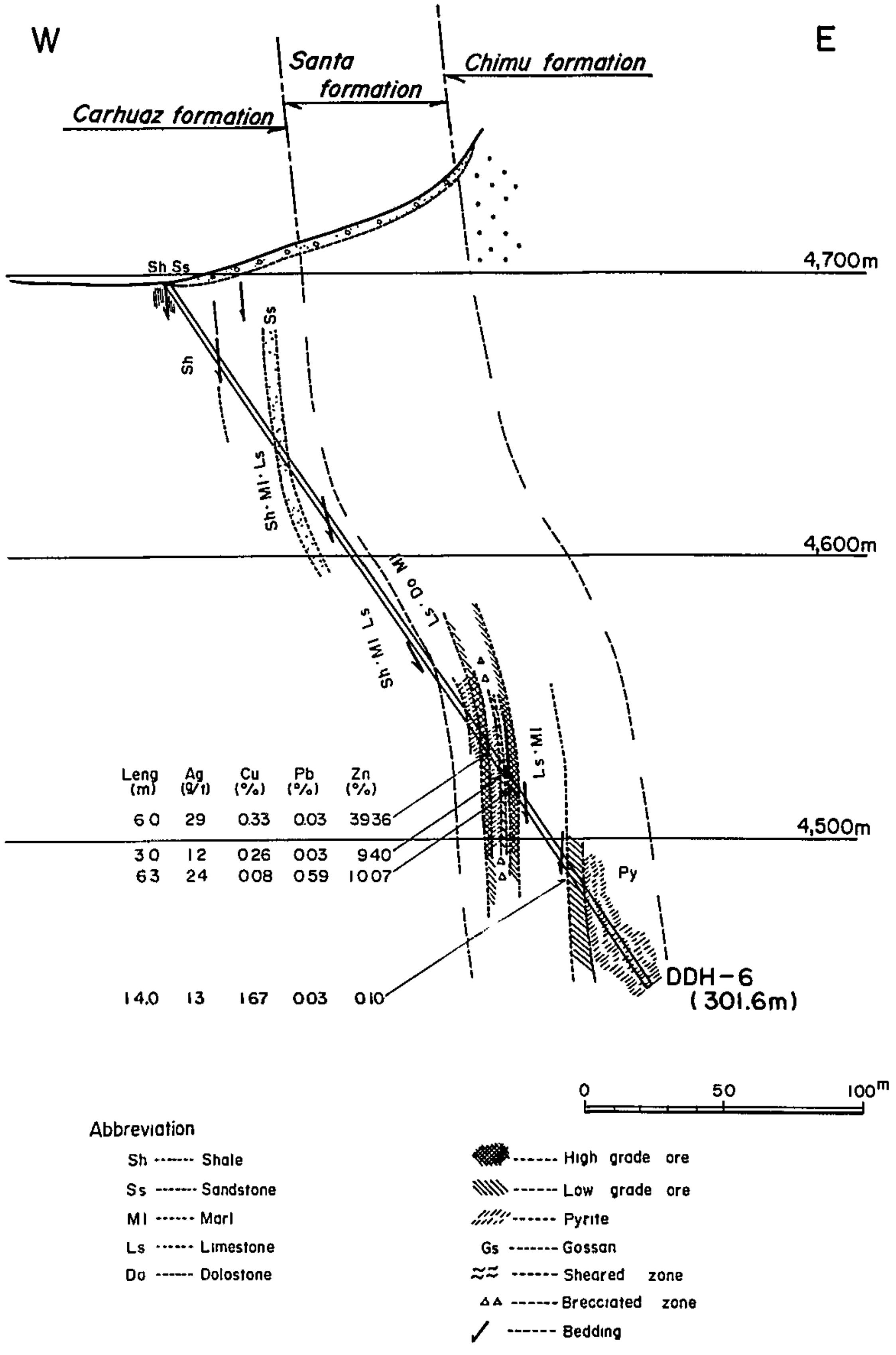


Fig. III - 13. Geological Section for DDH - 6
(S70°W - N70°E)

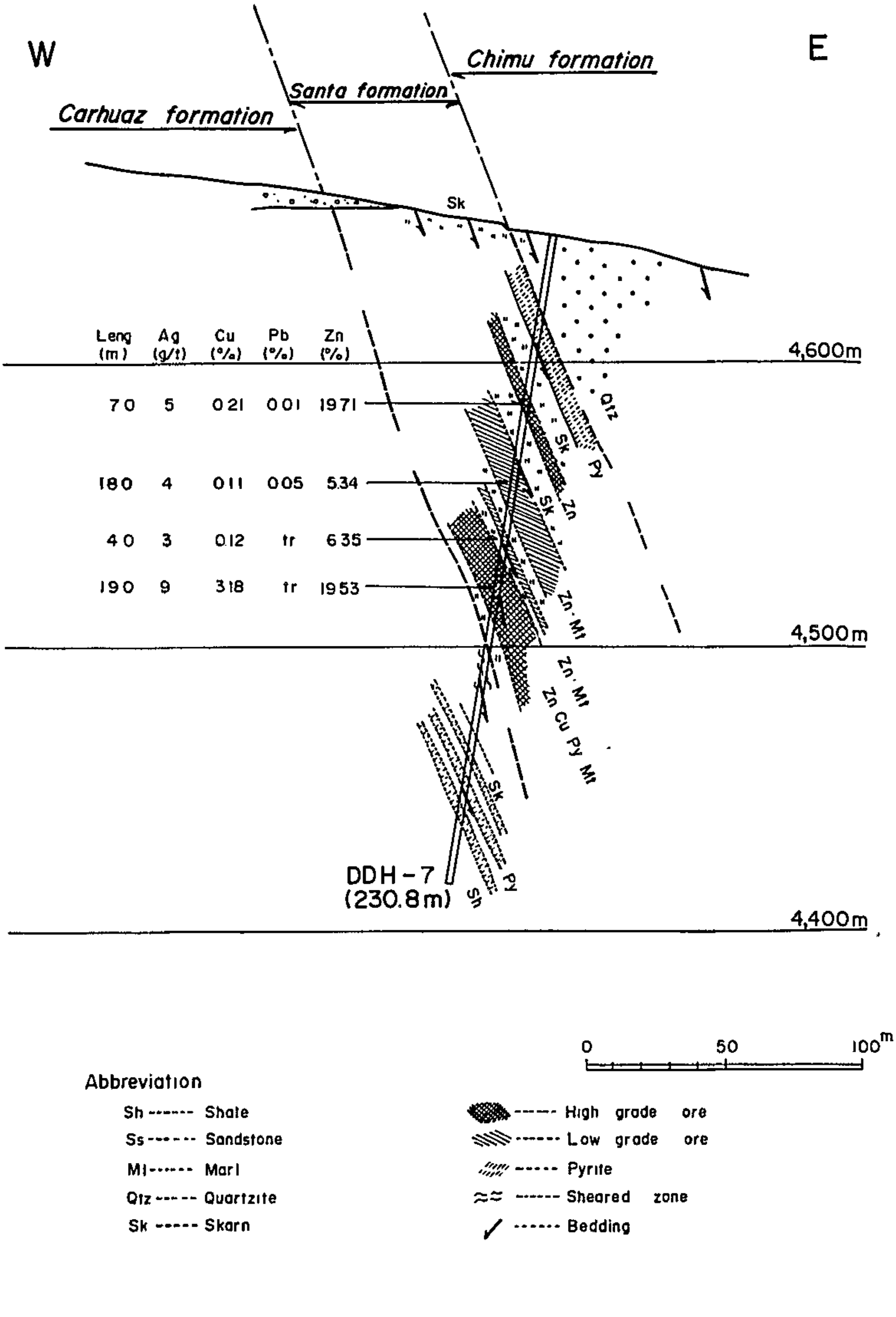


Fig. III-14 Geological Section for DDH-7
(S70°W-N70°E)

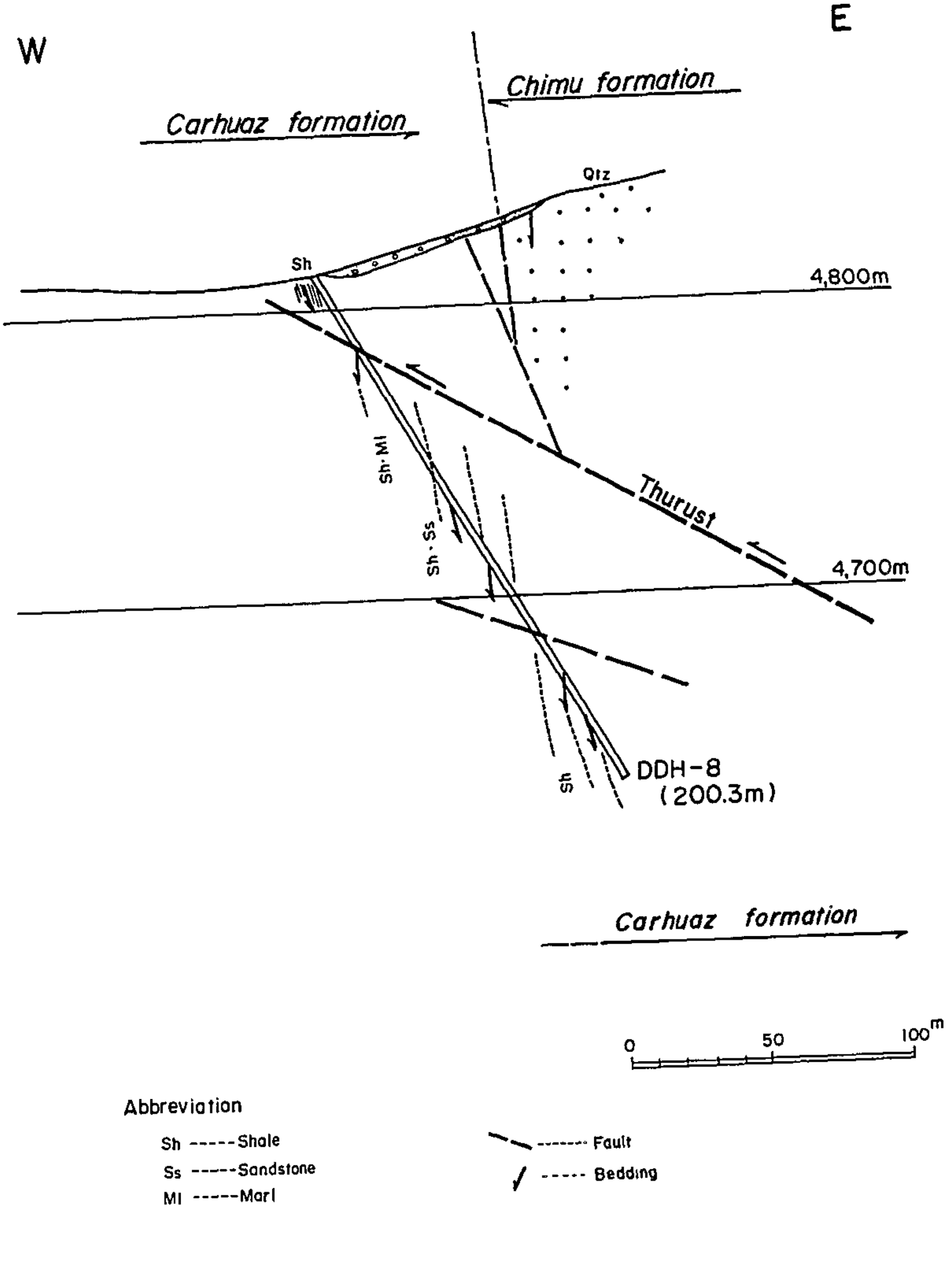


Fig. III-15 Geological Section for DDH-8 (S70°W-N70°E)

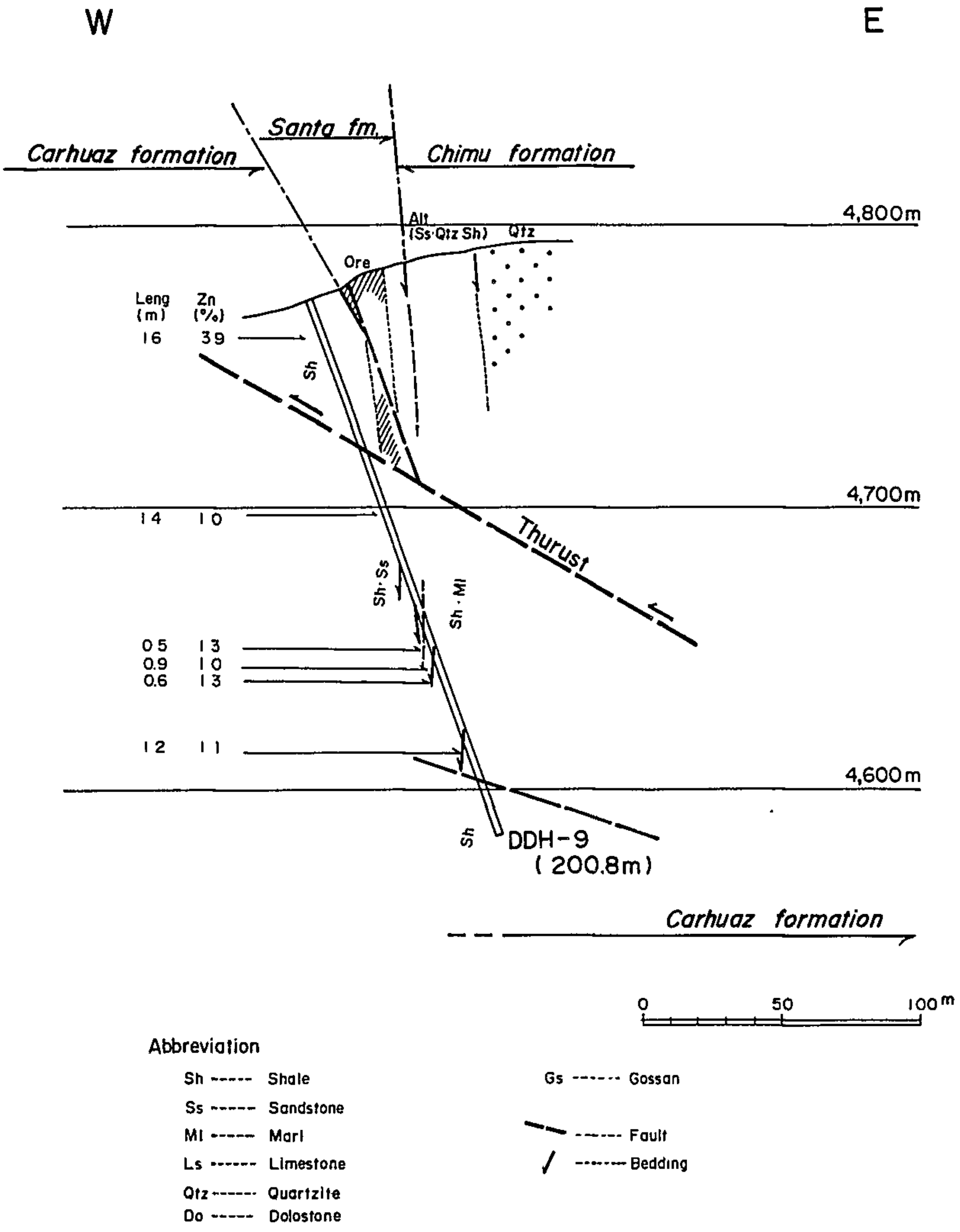


Fig. III-16 Geological Section for DDH-9 (S70°W-N70°E)

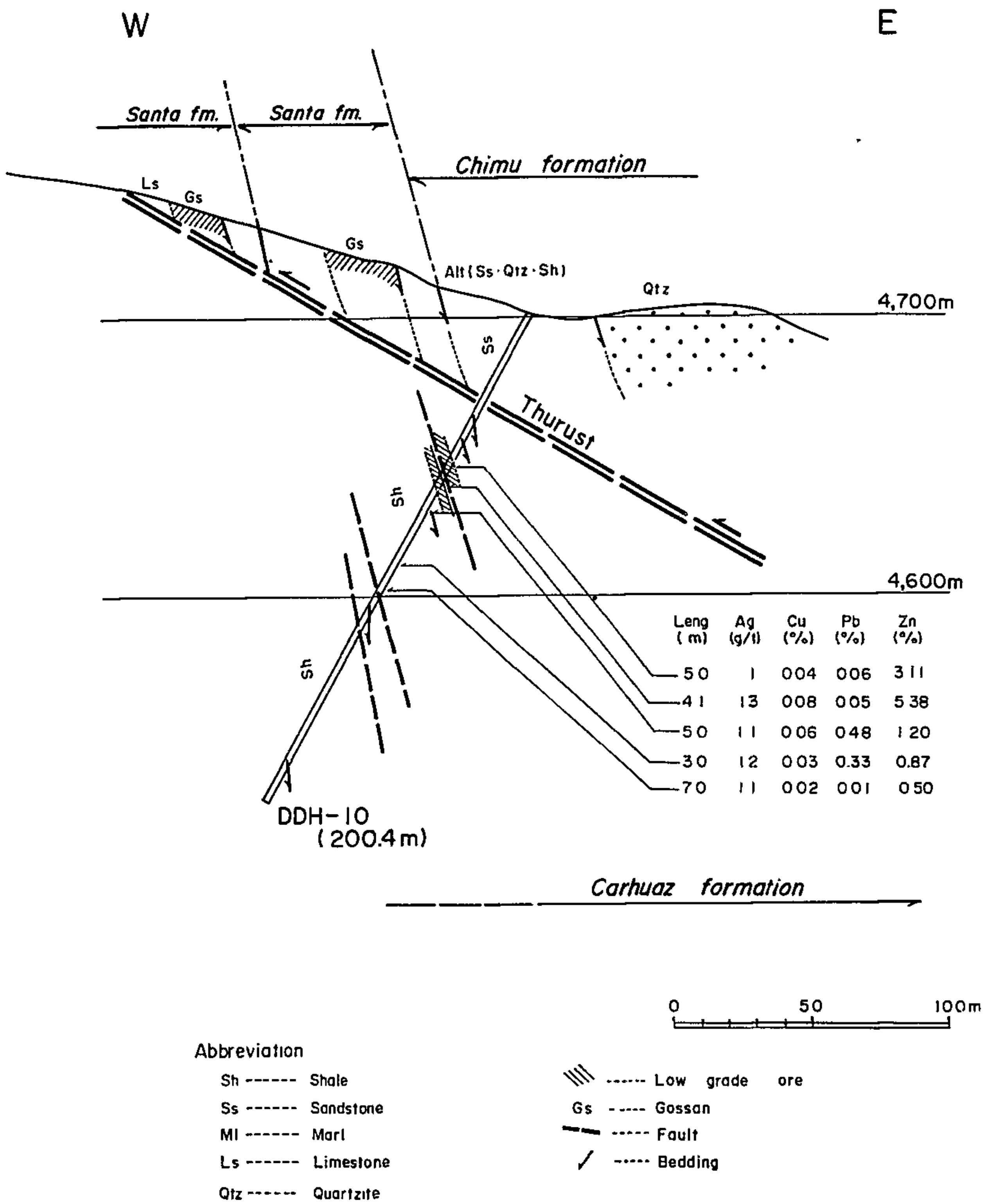
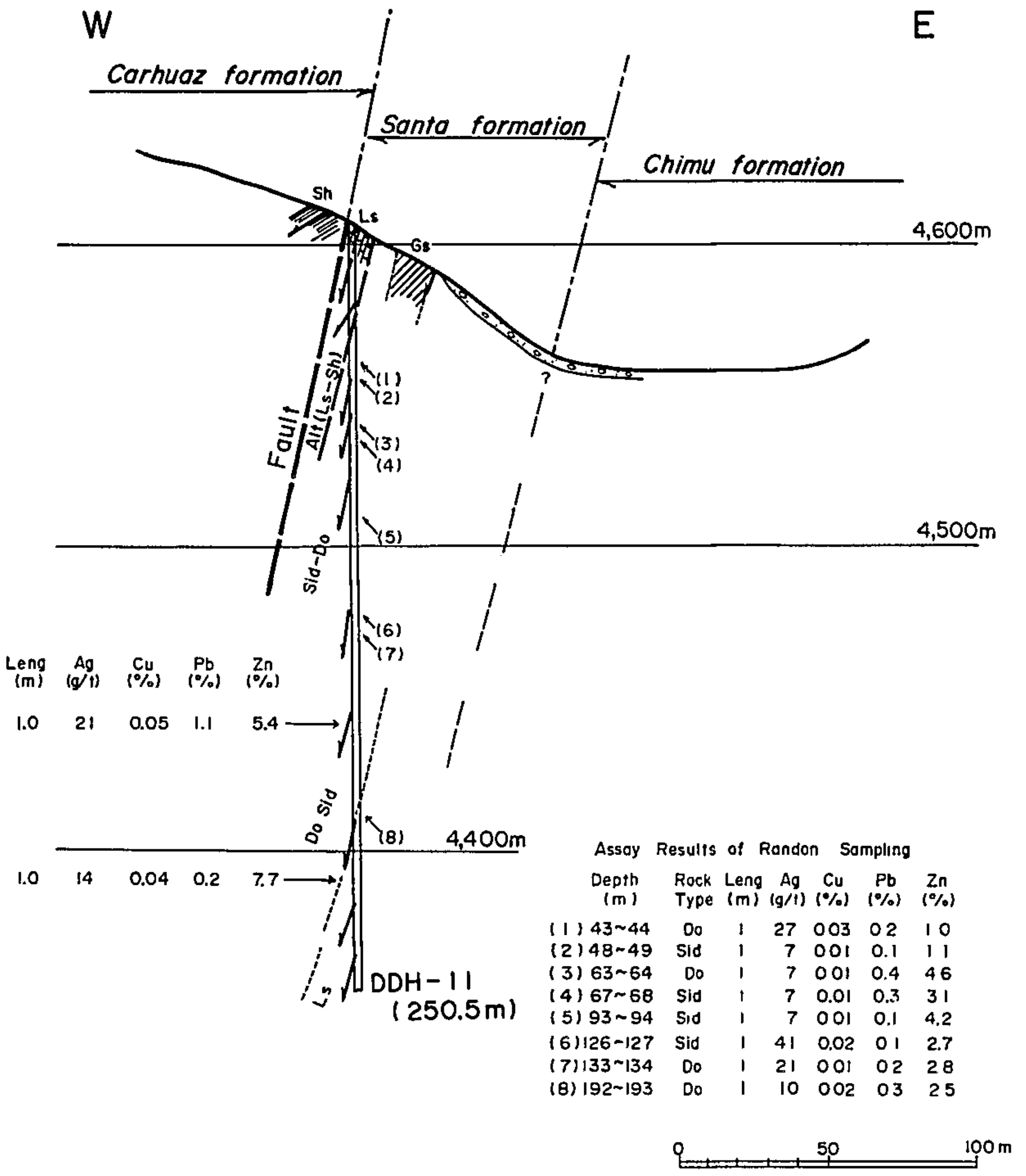


Fig III-17 Geological Section for DDH-10 (S 75°E - N 75°W)



Assay Results of Randon Sampling

	Depth (m)	Rock Type	Leng (m)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
(1)	43~44	Do	1	27	003	02	10
(2)	48~49	Sid	1	7	001	0.1	11
(3)	63~64	Do	1	7	001	0.4	46
(4)	67~68	Sid	1	7	0.01	0.3	31
(5)	93~94	Sid	1	7	001	0.1	4.2
(6)	126~127	Sid	1	41	0.02	01	2.7
(7)	133~134	Do	1	21	001	02	28
(8)	192~193	Do	1	10	002	03	25

Abbreviation

Sh ------ Shale
Ml ------ Marl
Ls ------ Limestone
Do ------ Dolostone
Sid ------ Siderite
Gs ------ Gossan
≈ ------ Sheared zone
------ Fault
------ Bedding

Fig. III-18 Geological Section for DDH-11

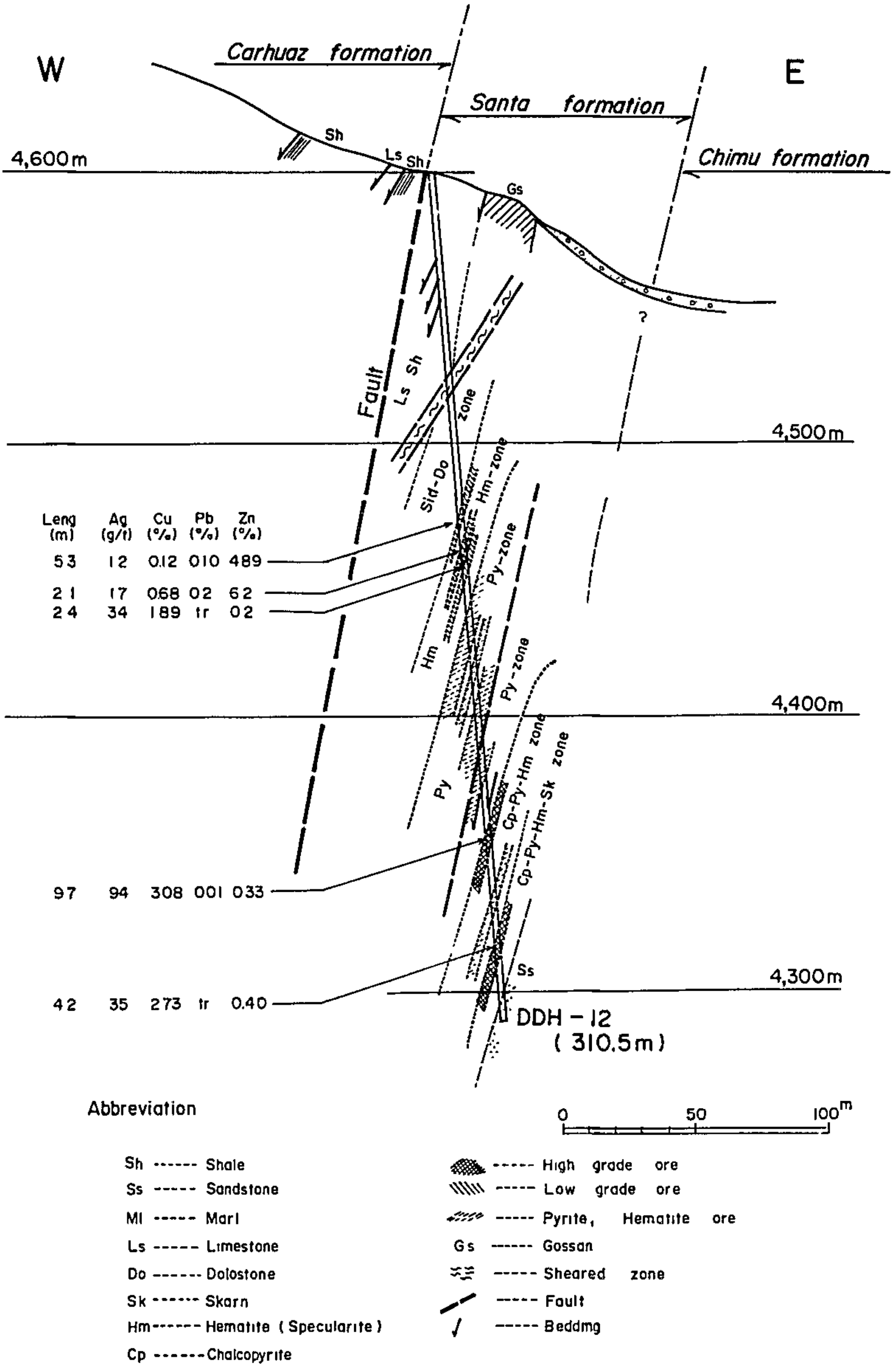


Fig. III-19 Geological Section for DDH - 12 (S70°W- N70°E)

Fig. Ⅲ-20 Summary of X-ray Diffraction Test

Sample No. / Mineral	Galena	Sphalerite	Chalcopyrite	Bornite	Marcasite	Pyrite	Epidote	Tremolite	Chlorite	Sericite	Kaolinite	Talc	Antigorite	Phlogopite	Quartz	Calcite	Dolomite	Siderite	Vermiculite	Anatase
BC-04-055						o			○	△			o		⊚	⊚	○			
BC-04-062						○				⊚										
BC-04-069		⊚	o			◎				△										
BC-04-072		⊚	○			o									◎					
BC-04-107		⊚				○				○					◎					
BC-04-143						⊚				o					⊚					
BC-04-169						⊚									○					
BC-04-177		o				⊚				o					⊚					
BC-05-091						○				⊚										
BC-05-095		o	o			⊚				o										
BC-05-156		△				◎									⊚					o
BC-06-191					◎	◎									⊚					
BC-06-205	△	⊚	△						o	△					⊚			o		o
BC-06-246						○			⊚						○			◎		
BC-06-248			⊚			○					○				⊚			o		
BC-06-257	△	△	△			◎					◎				⊚					
BC-06-288		△			◎	◎				○	⊚	o								
BC-07-056		⊚	o			○			◎				○				○			
BC-07-058		◎				◎				o		◎					⊚		○	
BC-07-075							○	○						⊚	o	○				
BC-07-109		⊚				△		◎											△	
BC-07-121		⊚						◎	o	⊚		◎			○					
BC-07-133		⊚	o			⊚						o			○					
BC-09-136		⊚				o			◎						⊚			o		
BC-11-067	△	△													◎			⊚		
BC-11-067B	△	△				△									o			⊚		
BC-11-137	△	△													o		⊚	⊚		
BC-11-172															○			⊚		
BC-11-174															o			⊚		
BC-11-238			◎	o		⊚									△					

⊚ Very abundant
◎ Abundant
○ Common
o Rare
△ Very rare

Table Ⅲ-1 Measurement Results of Specific Gravity

Sample No.	Type of Ore	Wa(g)	Wp(g)	Ww(g)	D
BC-03-107	Gl-Sp-Py ore	70.40	71.70	53.25	4.13
BC-04-064	Sp-Py ore	182.15	185.45	138.90	4.24
068	Sp-Py ore	115.90	117.50	88.15	4.19
076	Sp-Py ore	141.50	143.50	107.30	4.16
087	Sp-Py ore	124.95	126.90	96.00	4.34
104	Sp-Py ore	79.30	80.60	59.80	4.08
BC-05-099	Gl-Sp-Py ore	65.45	66.50	48.60	3.90
183	Sp-Py ore	62.40	63.70	47.40	4.19
190	Sp-Py ore	61.05	62.30	45.30	3.90
192	Sp-Py ore	64.25	65.45	47.00	3.74
195	Sp-Py ore	75.50	77.00	56.35	3.97
199	Gl-Sp-Py ore	71.05	72.90	52.90	3.95
Av. of Massive Pyrite Ore					4.07
BC-07-085(A)	Sk ore	152.35	154.30	107.90	3.43
085(B)	Sk ore	108.50	110.30	73.35	3.10
123	Sp Sk ore	104.50	105.85	78.65	4.05
126	Sp Sk ore	104.60	106.40	70.50	3.08
127	Sp-Mt Sk ore	80.30	81.50	59.70	3.91
Av. of Skarn Ore					3.51
BC-03-111	Py-Po	100.60	103.65	77.20	4.35
BC-06-257	Py	104.30	106.40	69.85	3.04
BC-07-109	Skarn	127.85	130.10	80.65	2.71
BC-07-218	Py Vein	137.00	139.05	101.07	3.83

$$D = \frac{Wa \times Dw}{Wp - Ww - (Wp - Wa)/Dp}$$

D : Apparent specific gravity
Wa: Weight of dried sample in the air
Wp: Weight of paraffin coated sample in the air
Ww: Weight of paraffin coated sample in the water
Dp: Specific gravity of paraffin (=0.9)
Dw: Specific gravity of water (=0.997)

APPENDICES
PART I
GEOLOGICAL DATA

A. I-1 List of Rock and Ore Samples

Index of Geological Units

- Jm ..... Jumasha formation
- Pt ..... Pariatambo formation
- Cl ..... Chulec formation
- Ph ..... Pariahuanca formation
- Fr ..... Farrat formation
- Cz ..... Carhuaz formation
- St ..... Santa formation
- Ig ..... Igneous rock
- Cp ..... Calipuy volcanics

Index of Analysis

- T ..... Thin section
- P ..... Polished section
- X ..... X-ray diffraction test
- E ..... EPMA (electron probe micro-analysis)
- O ..... Assay of ore
- R ..... Complete analysis of rock
- D ..... Isotopic age determination
- M ..... Analysis of rock forming elements

Abbreviation

- Cu ..... Cu-Minerals
- Pb ..... Pb-Minerals
- Zn ..... Zn-Minerals
- Py ..... Pyrite
- Spc .... Specularite
- Po ..... Pyrrhotite
- Mt ..... Magnetite
- Hm ..... Hematite
- Mn ..... Mn-Minerals

List of Rock and Ore Samples

(1)

No.	Sample No.	Location	Geological Unit	Rock Name	T	P	X	E	O	R	D	M
1	NO-601	G4	Jm	Gossan					○			
2	NO-602	G4	Ph	Gossan (Py)					○			
3	NO-603	G4	Ph	Gossan (network)					○			
4	NO-604	G4	Fr	Gossan					○			
5	NO-605	G4	Ph	Altered limestone					○			
6	NO-606	G4	Ph	Skarn					○			○
7	NO-613	G4	Cp	Andesitic tuff	○							
8	NO-614	G4	Cl	Gossan (network)					○			
9	NO-616	G4	Jm	Limestone								○
10	NO-617	G4	Ph	Limestone								○
11	NO-620	G4	Pt	Limestone								○
12	NO-621	G4	Ph	Limestone								○
13	NO-624	G4	Cp	Welded tuff	○							
14	NO-625	G4	Cp	Andesite	○					○	○	
15	NO-629	G4	Cp	Altered rock			○					
16	NO-630	G4	Ig	Dacite porphyry	○							
17	NO-633	G4	Ig	Granodiorite	○					○	○	
18	NO-641	G4	St	Ore (Zn, Py)					○			
19	NO-642	G4	St	Ore (Zn, Py)					○			
20	NO-643	G4	St	Ore (Pb, Zn, Py)	○	○			○			
21	NO-644	G4	St	Ore (Cu, Zn)					○			
22	NO-647	G4	Cp	Welded tuff	○					○		
23	NO-652	G4	Ig	Granite porphyry	○					○	○	
24	NO-654	G4	Cl	Limestone								○
25	NO-655	G4	Pt	Limestone								○
26	NO-656	G4	St	Siderite ore (Py)			○					
27	NO-657	G4	St	Ore (Py, Mt)			○					
28	NO-658	G4	St	Muscovite skarn			○					
29	NO-661	IC-5	St	Altered rock			○					
30	NO-662	CQ	St	Green skarn			○					
31	NO-663	CQ	St	Ore (Pb, Zn)					○			
32	SO-501	G4	Cz	Siderite gossan					○			
33	SO-502	G4	Cz	Gossan					○			
34	SO-503	G4	Cz	Gossan					○			
35	SO-504	G4	Cz	Ore (Mn)			○		○			

(2)

No.	Sample No.	Location	Geological Unit	Rock Name	T	P	X	E	O	R	D	M
36	SO-505	G4	Cz	Gossan (Cu, Zn)					○			
37	SO-506	G4	Ph	Ore (Zn)					○			
38	SO-508	G4	Ph	Ore (Py, Zn, Pb)					○			
39	SO-511	G4	Ph	Ore (Cu, Py)			○					
40	SO-514	G4	Ig	Dacite	○							
41	SO-518	G4	Ig	Dacite	○							
42	SO-523	G4	Ig	Granodiorite porphyry	○							
43	SO-529	G4	Ig	Altered rock	○							
44	SO-530	G4	St	Skarn (Mt)					○			
45	SO-531	G4	St	Skarn (Py, Zn)					○			
46	SO-532	G4	St	Gossan (Py, Zn)					○			
47	SO-533	G4	St	Ore (Py, Zn)					○			
48	SO-534	G4	St	Ore (Zn, Py)					○			
49	SO-535	G4	St	Ore (Py, Zn)					○			
50	SO-536	G4	St	Ore (Py, Zn)					○			
51	SO-537	G4	St	Ore (Cu, Po)					○			
52	TO-505	G4	St	Ore (Py)					○			
53	TO-506	G4	St	Ore (Pb, Zn)		○						
54	TO-507	G4	St	Ore					○			
55	TO-508	G4	St	Gossan (Py)					○			
56	TO-509	G4	St	Garnet skarn			○		○			
57	TO-510	G4	St	Ore					○			
58	TO-511	G4	St	Ore					○			
59	TO-512	G4	St	Ore					○			
60	TO-513	G4	Ig	Dacite		○						
61	TO-514	G4	Ph	Ore (Py, Zn)					○			
62	TO-515	G4	Ph	Epidote skarn (Py, Zn)					○			
63	TO-517	G4	St	Gossan (Cu, Py)					○			
64	IC-701	IC-3	St	Gossan			○					
65	IC-702	IC-3	St	Gossan					○			
66	IC-703	IC-3	St	Gossan					○			
67	IC-705	IC-3	St	Ore (Cu,Zn,Hm)		○			○			
68	IC-706	IC-3	Ig	Altered rock	○		○					

No.	Sample No.	Location	Geological Unit	Rock Name	T	P	X	E	O	R	D	M
69	IC-801	IC-3	St	Ore (Zn)					○			
70	IC-802	IC-3	St	Ore (Zn, Py)		○	○					
71	IC-804	IC-3	St	Ore					○			
72	IC-805	IC-3	St	Ore (Zn)					○			
73	IC-806	IC-3	St	Ore (Zn)		○	○		○			
74	IC-807	IC-3	St	Ore					○			
75	IC-808	IC-3	St	Gossan (Spc)					○			
76	IC-901	IC-5	Ig	Altered rhyolite	○							
77	IC-902	IC-5	Ig	Brecciated rock	○							
78	CQ-301	CQ	Ph	Green skarn (Py)			○		○			
79	CQ-302	CQ	Ph	Green skarn					○			
80	CQ-303	CQ	Ph	Green skarn					○			
81	CQ-304	CQ	Ph	Green skarn					○			
82	CQ-305	CQ	Ph	Ore (Zn, Pb)					○			
83	CQ-306	CQ	Ph	Ore (Zn, Pb, Py)		○			○			
84	CQ-307	CQ	Ph	Green skarn					○			
85	CQ-308	CQ	Ph	Green skarn					○			
86	CQ-309	CQ	Ph	Green skarn					○			
87	CQ-310	CQ	Ph	Ore (Zn)					○			
88	CQ-311	CQ	Ph	Green skarn					○			
89	CQ-312	CQ	Ph	Skarn (Pb, Zn)					○			
90	CQ-313	CQ	Ph	Skarn					○			
91	CQ-314	CQ	Ph	Skarn					○			
92	CQ-315	CQ	Ph	Skarn					○			
93	CQ-316	CQ	Ph	Skarn					○			
94	CQ-317	CQ	Ph	Skarn (Zn, Pb)					○			
95	CQ-318	CQ	Ph	Skarn					○			
96	CQ-319	CQ	Ph	Garnet skarn					○			
97	CQ-320	CQ	Ph	Garnet skarn					○			
98	CQ-321	CQ	Ph	Garnet skarn					○			
99	CQ-322	CQ	Ph	Garnet skarn					○			
100	CQ-323	CQ	Ph	Garnet skarn (Py)					○			
101	CQ-324	CQ	Ph	Garnet skarn (Mt)					○			
102	CQ-325	CQ	Ph	Garnet skarn (Mt)					○			
103	CQ-326	CQ	Ph	Garnet skarn (Mt)					○			

No.	Sample No.	Location	Geological Unit	Rock Name	T	P	X	E	O	R	D	M
104	CQ-327	CQ	Ph	Gossan (Py)					○			
105	CQ-328	CQ	Ph	Garnet skarn (Mt)					○			
106	CQ-329	CQ	Ph	Garnet skarn (Mt)					○			
107	CQ-330	CQ	Ph	Garnet skarn (Mt)					○			
108	CQ-331	CQ	Ph	Skarn (Mt)					○			
109	CQ-332	CQ	Ph	Garnet skarn	○				○			
110	CQ-333	CQ	Ph	Garnet skarn (Mt)					○			
111	CQ-334	CQ	Ph	Garnet skarn (Py)					○			
112	CQ-335	CQ	Ph	Garnet skarn (Py)					○			
113	CQ-336	CQ	Ph	Garnet skarn(Cu,Py)					○			
114	CQ-337	CQ	Ph	Ore (Cu, Py)					○			
115	CQ-338	CQ	Ph	Ore (Cu, Py)					○			
116	CQ-339	CQ	Ph	Garnet skarn					○			
117	CQ-340	CQ	Ph	Ore (Cu, Py)					○			
118	CQ-341	CQ	Ph	Ore (Cu, Py)					○			
119	CQ-342	CQ	Ph	Garnet skarn(Mt,Py)					○			
120	CQ-343	CQ	Ph	Ore (Py, Mt)					○			
121	CQ-344	CQ	Ph	Garnet skarn					○			
122	CQ-345	CQ	Ph	Ore (Py)					○			
123	CQ-346	CQ	Cl	Ore (Cu, Py)					○			
124	CQ-347	CQ	Cl	Skarn (Py)					○			
125	CQ-348	CQ	Ph	Ore (Py, Zn)					○			
126	CQ-349	CQ	Ph	Ore (Py, Zn)					○			
127	CQ-350	CQ	Ph	Green skarn					○			
128	CQ-351	CQ	Ph	Green skarn					○			
129	CQ-352	CQ	Ph	Green skarn					○			
130	CQ-353	CQ	Ph	Pyroxene skarn	○				○			
131	CQ-354	CQ	Ph	Green skarn(Py,Mt)					○			
132	CQ-355	CQ	Ph	Green skarn (Py)					○			
133	CQ-356	CQ	Ph	Ore (Pb,Zn,Py)		○	○		○			
134	CQ-357	CQ	Ph	Green skarn					○			
135	CQ-358	CQ	Ph	Green skarn					○			
136	CQ-359	CQ	Ph	Green skarn					○			
137	CQ-360	CQ	Ph	Ore (Py, Zn)					○			
138	CQ-361	CQ	Ph	Green skarn					○			

(5)

No.	Sample No.	Location	Geological Unit	Rock Name	T	P	X	E	O	R	D	M
139	CQ-362	CQ	Ph	Green skarn					○			
140	CQ-363	CQ	Ph	Ore (Py, Zn)					○			
141	CQ-364	CQ	Ph	Ore (Py, Pb, Zn)					○			
142	CQ-365	CQ	Ph	Ore (Py, Pb)					○			
143	CQ-366	CQ	Ph	Ore (Py)					○			
144	CQ-367	CQ	Ph	Ore (Py)					○			
145	CQ-368	CQ	Ph	Green skarn (Py)					○			
146	CQ-369	CQ	Ph	Green skarn(Pb,Py)					○			
147	CQ-370	CQ	Ph	Green skarn (Pb)					○			
148	CQ-371	CQ	Ph	Ore (Pb, Zn, Py)					○			
149	CQ-372	CQ	Ph	Ore (Zn, Py)		○	○		○			
150	CQ-373	CQ	Ph	Ore (Zn)					○			
151	CQ-374	CQ	Ph	Green skarn					○			
152	CQ-375	CQ	Ph	Green skarn					○			
153	CQ-376	CQ	Ph	Green skarn					○			
154	CQ-377	CQ	Ph	Green skarn					○			
155	CQ-380	CQ	Ph	Skarn					○			
156	CQ-381	CQ	Ph	Gossan					○			
157	CQ-382	CQ	Ph	Gossan					○			
158	CQ-383	CQ	Ph	Gossan					○			
159	CQ-384	CQ	Ph	Skarn					○			
160	CQ-385	CQ	Ph	Skarn					○			
161	CQ-386	CQ	Ph	Garnet skarn	○				○			
162	CQ-387	CQ	Ph	Skarn					○			
163	CQ-388	CQ	Ph	Skarn					○			
164	CQ-389	CQ	Ph	Garnet skarn (Mt)					○			
165	CQ-390	CQ	Ph	Garnet skarn (Mt)					○			
166	CQ-391	CQ	Ph	Garnet skarn (Mt)			○		○			
167	CQ-392	CQ	Ph	Garnet skarn					○			
168	CQ-393	CQ	Ph	Garnet skarn					○			
169	CQ-394	CQ	Ph	Garnet skarn					○			
170	CQ-395	CQ	Ph	Skarn					○			
171	CQ-396	CQ	Ph	Skarn					○			
172	CQ-397	CQ	Ph	Skarn					○			
173	CQ-398	CQ	Ph	Skarn					○			

No.	Sample No.	Location	Geological Unit	Rock Name	T	P	X	E	O	R	D	M
174	CQ-399	CQ	Ph	Skarn					○			
175	TP-301	G4	Ph	Ore (Zn, Cu)					○			
176	TP-302	G4	Ph	Altered rock			○		○			
177	TP-303	G4	Ph	Ore					○			
178	TP-304	G4	Ph	Skarn (Mt)	○				○			
179	TP-305	G4	Ph	Skarn (Cu, Mt)			○		○			
180	TP-306	G4	Ph	Ore (Py, Mt)					○			
181	TP-307	G4	Ph	Ore (Cu, Zn, Mt)		○	○		○			
182	TP-308	G4	Ph	Ore (Zn, Mt)					○			
183	TP-309	G4	Ph	Ore (Zn, Mt)					○			
184	TP-310	G4	Ph	Ore (Zn)					○			
185	TP-311	G4	Ph	Ore					○			
186	TO-312	G4	Ph	Ore (Zn, Po)		○			○			
187	TP-313	G4	Ph	Ore (Cu, Py)					○			
188	TP-314	G4	Ph	Ore (Cu, Zn)					○			

A. I-2 Microscopic Observation of the Thin Section

(1)

Sample No.	Rock Type	Microscopic Observation
IC-706	Altered rock (Ig)	This rock is so strongly altered that it is difficult to make clear the original rock. It is composed mainly of quartz and sericite. Quartz crystals, which are usually less than 0.1 mm in diameter, are scattered in a microcrystalline matrix. A small amount of opaque minerals is commonly found in this rock.
IC-901	Altered rhyolite (Ig)	It is composed essentially of quartz and sericite, showing porphyritic texture. Phenocrysts are completely replaced by quartz aggregates and sericite. They are embedded in a fine-textured groundmass with interstitial glass. Some cavities and cracks are found in the groundmass which is also sericitized and silicificated.
IC-902	Brecciated rock (Ig)	It is composed essentially of rock and crystal fragments, with accessory zircon. Rock fragments are granular and/or subangular, 2.5 x 2.0 mm to 0.3 x 0.3 mm in size, and consist of quartzite and sericitized rhyolite(?). Crystal fragments are composed mainly of quartz, 1.0 mm to 0.5 mm in diameter. Strong silicification and sericitization are found in a felospathic matrix which are enclosed by scattering small grained opaque minerals. (See photograph)
TP-304	Magnetite skarn (Ph)	A lot of magentite in idiomorphic crystals are scattered in the aggregates of bladed or needlelike crystals. These aggregates appear to be originally amphibole, but they have been strongly altered to chlorite and carbonates. A little quartz and sphalerite is also seen as accessory minerals.
CQ-332	Garnet skarn	It is composed mainly of garnet, carbonate and quartz, with subordinate amount of chlorite. Garnet shows an idiomorphic crystal, 0.8 to 0.1 mm in diameter, showing strongly anomalous. A little of chlorite and calcite are seen as alteration products in it. Quartz and carbonate show xenomorphic and large crystals, respectively, and develope to be filled with interstices of garnet crystals. It is also seen to contain a little of opaque minerals.
CQ-353	Pyroxene skarn	It consists mainly of clinopyroxene, with accessory of opaque minerals, sphalerite and quartz. Clinopyroxene of idiomorphic and hypidiomorphic crystals shows slender columnar aggregates, up to 0.8 mm in size. A small amount of quartz, carbonate and chlorite are seen in these aggregates. Pseudomorph of garnet occurs in parts showing granular form. It is completely altered to carbonate, clinopyroxene and a little chlorite. (See photograph)
CQ-386	Garnet skai(ud)h)	It is composed mainly of garnet, carbonate and quartz, and a small amount of chlorite and sphalerite. Garnet in idiomorphic crystals shows optical anomaly and up to 0.8 mm in size. It is altered to calcite in the interior. Under the open nicol, the original structure of this skarn can be observed, but under the crossed niconls it is confirmed that it is completely altered to calcite and quartz. (See photograph)
SO-514	Dacite (Ig) (Cochaquillo)	It shows porphyritic texture and is composed essentially of plagioclase and quartz, with accessory epidote, apatite and zircon. The phenocrysts are of plagioclase and quartz, occasionally with scattered clinopyroxene which is completely altered to epidote. The groundmass shows a devitrified cryptofelsitic base and contains a little of quartz and clinopyroxene. A few veinlets of quartz and epidote are also seen in it. (See photograph)

Sample No.	Rock Type	Microscopic Observation
SO-518	Dacite (Ig) (Cochaquillo)	It shows porphyritic texture and is composed mainly of plagioclase and quartz, with accessory zircon. The phenocrysts are of plagioclase and quartz. The phenocryst of plagioclase shows idiomorphic crystal, up to 1.5 x 0.8 mm in size, and is altered to carbonate and sericite in parts. It shows albite and carlsbad twins. The constituents of the groundmass are of minute quartz, carbonate, sericite and salic minerals.
SO-523	Granodiorite porphyry (Ig) (Chagapata)	It shows porphyritic texture and is composed mainly of plagioclase, quartz, k-feldspar, biotite and hornblende, with accessory sphene, apatite and zircon. The phenocrysts are of plagioclase, k-feldspar, biotite and hornblende. Plagioclase shows clearly albite and carbsbad twins. Hornblende shows tabular form and is altered to biotite and chlorite in parts. The groundmass shows hollocrystalline and consists of a lot of quartz, plagioclase and a little of k-feldspar. (See photograph)
SO-529	Altered rock(Ig) (Chagapata)	This rock is strongly altered to be seemed to be sericitized shale. The constituents are quartz, sericite, felsic minerals and interstitial chloritic and glassy material, a few of zircon. Under the microscope, it is divided into two phases by its lithology. One is composed mainly of sericite and a small amount of quartz. The other is composed of a glassy matrix with a lot of dust. These phases are intergradational.
TO-513	Dacite (Ig) (Chagapata)	It shows porphyritic texture and is composed of plagioclase, k-feldspar and quartz. Plagioclase and k-feldspar phenocrysts lie in a groundmass that is composed chiefly of quartz and feldspar, accompanied by a little chlorite. Plagioclase shows albite and carlsbad twins and suffers from argillization and chloritization. Mafic minerals are completely altered to carbonate mineral, chilorite and a little epidote.
NO-613	Andesitic tuff (Cp) (Cochaquillo)	The constituents are abundant rock fragments and a little quartz. They lie in a matrix with interstitial iron oxide. These rock fragments consist mainly of andesite, with subordinate amount of dolerite, and they are subjected to carbonatization and chloritization. The phenocrysts are of plagioclase and completely carbonatized mafic minerals. The groundmass shows flow texture and the constituents are idiomorphic laths of plagioclase, quartz and silica minerals.
NO-624	Welded tuff (Cp) (Cochaquillo)	It shows porphyritic texture and is composed mainly of plagioclase and a little quartz. The phenocrysts of plagioclase show tabular form, and suffering from strong carbonatization and week sericitization, in parts, completely altered to carbonate aggregates. The groundmass shows weekly flow texture and is composed mainly of idiomorphic laths of plagioclase and quartz, accompanied by alteration products of carbonate minerals and a little chlorite.
NO-625	Andesite (Cp) (Cochaquillo)	It shows porphyritic texture and is composed mainly of plagioclase, with subordinate amount of hornblende and quartz. Phenocrysts of plagioclase, clinopyroxene and hornblende are embedded in a glassy groundmass that consists of plagioclase, clinopyroxene and quartz. The phenocrysts of plagioclase show albite twin and are altered to orthoclase and carbonate minerals in the interior. Mafic minerals sometimes suffer from chloritization and weak epidotization. A small amount of apatite and zircon is seen as accessory minerals. (See photograph)

Sample No.	Rock Type	Microscopic Observation
NO-630	Dacite porphyry (Ig) (Cochaquillo)	This rock is so strongly altered and it is difficult to presume the original rock. It is composed mainly of quartz, plagioclase, epidote, barite and rock fragments, with accessory sphene and zircon. Plagioclase shows tabular form and is altered to albite and in part completely altered to barite. Barite is seen as alteration product and shows xenomorphic aggregates or a slender prism, closely in epidote intergrowth. The matrix is composed essentially of fine-grained felsic minerals and quartz, with subordinate amount of barite.
NO-633	Granodiorite (Ig) (Cochaquillo)	It is composed mainly of plagioclase and quartz, with subordinate amount of k-feldspar and hornblende. Plagioclase shows idiomorphic or hypidiomorphic tabular forms suffered from argillization and sericitization. K-feldspar is also argillized and occurs in micrographic intergrowth with quartz. Hornblende is strongly altered and, in part, completely altered to chlorite. A small amount of epidote and sphene is seen as accessory minerals. (See photograph)
NO-643	Zn-Py ore (St) (Chagapata)	It is composed mainly of garnet, calcite and quartz, with subordinate amount of sphalerite. Garnet shows idiomorphic form, up to 1.8 mm in diameter, and clear zoning between crossed nicols. Surrounded by xenomorphic quartz and calcite, sphalerite is occasionally observed. Sphalerite is yellowish brown in color and shows xenomorphic form. A small amount of chlorite and epidote is seen as secondary minerals.
NO-647	Welded tuff (Cp) (Chagapata)	This rock shows flow structure (welding structure) and is composed mainly of plagioclase, quartz and rock fragments, with subordinate amount of hornblende and clinopyroxene. Rock fragments are andesite, rhyolite, quartzite and granitic rock. (See photograph)
NO-652	Granite Porphyry (Ig) (Chagapata)	It shows porphyritic texture and is composed mainly of plagioclase, K-feldspar, quartz and biotite. Phenocrysts of zoned plagioclase show albite and Carbsbad twins, and, in part, are altered to orthoclase. The quartz phenocrysts are up to 1.5 mm in diameter and are partly corroded. The constituents of the groundmass are very fine-grained quartz and feldspathic material, with accessory apatite and zircon. The matrix shows cryptocrystalline, in which a small amount of quartz, clay mineral and dust is observed. (See photograph)

A. I-3 Microscopic Observation of the Polished Section

(1)

Sample No.	Rock Type	Microscopic Observation
IC-705	Cu-Zn-Hm ore (St)	The constituents are hematite, chalcopyrite and sphalerite, as accessory Bi-Pb-S mineral, chalcocite-covellite and argentite. Hematite shows idiomorphic needles and it's aggregates. Chalcopyrite is medium to coarse-grained crystal, closely accompanied with covellite and Pb-Bi-S mineral, and also traversed by Fe-hydroxide veinlets. It is suggested that a very small grained argentite is included in covellite, according to the result of electron microprobe analysis. (See photograph)
IC-802	Zn-Py ore (St)	This ore consists mainly of sphalerite and pyrite, with subordinate amount of chalcopyrite, hematite and galena. Sphalerite includes tiny chalcopyrite dots and idiomorphic pyrite, which is up to 1.0 mm in size. Hematite shows bladed-form and magnetite is a small grained crystal, which is also included in sphalerite.
IC-806	Zn-ore (St)	Main constituent is sphalerite, next in abundance are hematite and chalcopyrite, then magnetite. Sphalerite shows coarse-grained form, accompanied with chalcopyrite dots. Sometimes, sphalerite pseudomorphs after pyrite is observed. Accicular form of hematite, up to 0.4 mm in across, is commonly observed in this ore.
TP-307	Cu-Zn-Mt ore (Ph)	The constituents are magnetite, pyrite and pyrrhotite, with subordinate amount of chalcopyrite. Magnetite chiefly in tabular-shaped aggregates, shows partly psendomorph after hematite, intimately accompanied with pyrrhotite and pyrite. Pyrite shows xenomorphic form and is replaced largely by gangue minerals. Pyrrhotite is replaced partly by marcasite. Chalcopyrite closely associated with pyrrhotite is dispersed widely in this ore. (See photograph)
TP-312	Zn-Po ore (Ph)	This ore consists of sphalerite and pyrrhotite, with accessory pyrite and magnetite. Sphalerite shows large crystal including a small amount of chalcopyrite dots. Pyrrhotite shows idiomorphic to hypidiomorphic form, and is replaced occasionally by magnetite. Pyrite in idiomorphic to hypidiomorphic form shows aggregated crystals which are replaced partly by marcasite.
CQ-306	Pb-Zn-Py ore (Ph)	The constituents are pyrite, sphalerite and galena, with accessory chalcopyrite. Pyrite shows idiomorphic large crystal, and is up to 4.0 mm in size. Sphalerite including chalcopyrite dots shows xenomorphic form and interstices in gangue minerals. Galena shows coarse-grained and idiomorphic form, and associates closely with pyrite.
CQ-356	Pb-Zn-Py ore (Ph)	This ore consists mainly of pyrite, sphalerite, galena and chalcopyrite, with accessory covellite-chalcocite and arsenopyrite. Pyrite shows idiomorphic and coarse-grained form, and is replaced partly by sphalerite and galena. Sphalerite includes two types of chalcopyrite dots in size. One is several microns in diameter, the other is less than 1 micron. The later occurs irregularly in sphalerite showing spotted appearance, the texture of which is assumed to be a kind of replacement texture. Galena is accompanied intimately with sphalerite and arsenopyrite, and partly alter to cerussite, according to the result of electron microprobe analysis. (See photograph)

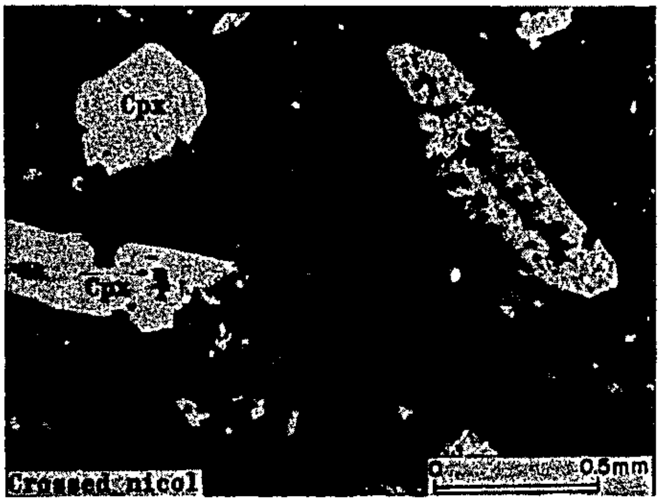
Sample No.	Rock Type	Microscopic Observation
CQ-372	Zn-Py ore (Ph)	It is composed mainly of sphalerite, with subordinate amount of galena and pyrite. Sphalerite shows idiomorphic to xenomorphic form and is associated intimately with galena. Sphalerite includes scarcely chalcopyrite dots. Galena shows xenomorphic form, up to 0.6 mm, including a little idiomorphic pyrite.
TO-506	Pb-An ore (St) (Chagapata)	Main constituent is sphalerite, with galena and pyrite as accessory, A lot of chalcopyrite dots is included in sphalerite filling cracks and cavities in irregular shape. Galena shows xenomorphic form and is associated closely with sphalerite and chalcopyrite. Galena lies also in a cavity of the matrix as well as sphalerite. Chalcopyrite is scarce and alters partly to covellite-chalcocite.
NO-643	Pb-Zn-Py ore (St) (Chagapata)	It is composed mainly sphalerite, galena and pyrite, with accessory chalcopyrite. Sphalerite shows xenomorphic form and fills with the interstice of coarse grains of gangue minerals (garnet?). Sphalerite in this ore is scarcely accompanied with chalcopyrite dots. Galena shows xenomorphic to hypidiomorphic form accompanied with sphalerite and pyrite.

A. I-4-1 Thin Section

Sample No.	Location	Geological Unit	Rock Type
NO-613	G4	Cp	Andesitic tuff
NO-624	G4	Cp	Welded tuff
NO-625	G4	Cp	Andesite
NO-630	G4	Ig	Dacite porphyry
NO-633	G4	Ig	Granodiorite
NO-643	G4	St	Sphalerite-pyrite ore
NO-647	G4	Cp	Welded tuff
NO-652	G4	Ig	Granite porphyry
SO-514	G4	Ig	Dacite
SO-518	G4	Ig	Dacite
SO-523	G4	Ig	Granodiorite porphyry
SO-529	G4	Ig	Altered rock
TO-513	G4	Ig	Dacite
IC-706	IC-3	Ig	Altered rock
IC-901	IC-5	Ig	Altered rhyolite
IC-902	IC-5	Ig	Brecciated rock
CQ-332	CQ	Ph	Garnet skarn
CQ-353	CQ	Ph	Pyroxene skarn
CQ-386	CQ	Ph	Garnet skarn
TP-304	G4	Ph	Magnetite skarn

Abbreviations

Bt : Biotite
Cal : Calcite
Chl : Chlorite
Cpx : Clinopyroxene
EP : Epidote
Ga : Garnet
Hb : Hornblende
Kf : Alkali-feldspar
Pl : Plagioclase.
Qt : Quartz
Rf : Rock fragment
Ser : Sericite
Sp : Sphalerite
Sph : Sphene



Sample No. NO-625

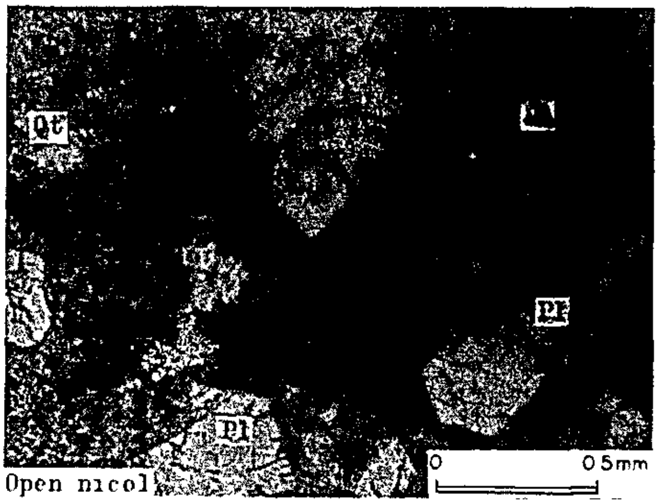
Rock Type : Andesite

Sample No. NO-633

Rock Type : Granodiorite

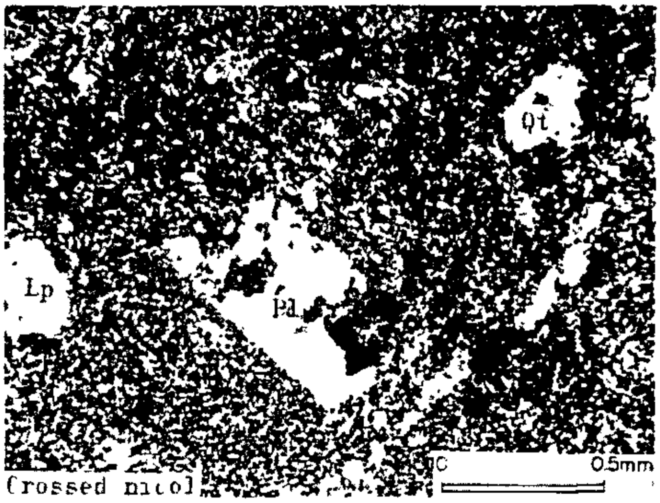
Sample No. NO-643

Rock Type : Sphalerite-
Pyrite ore



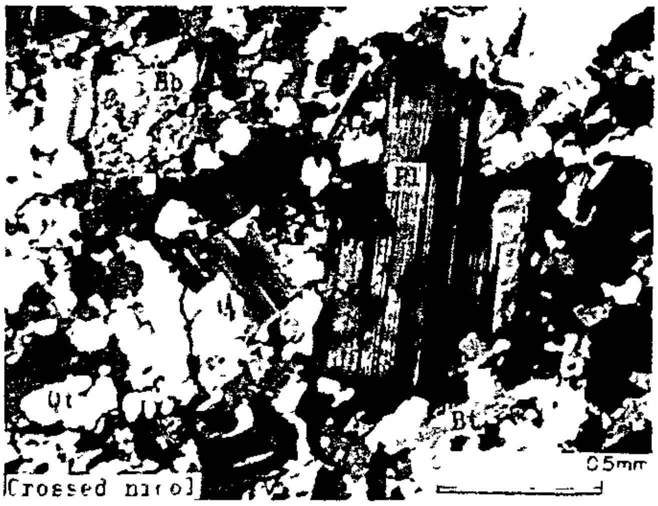
Sample No. NO-652

Rock Type : Granite porphyry



Sample No. SO-514

Rock Type : Dacite



Sample No. SO-523

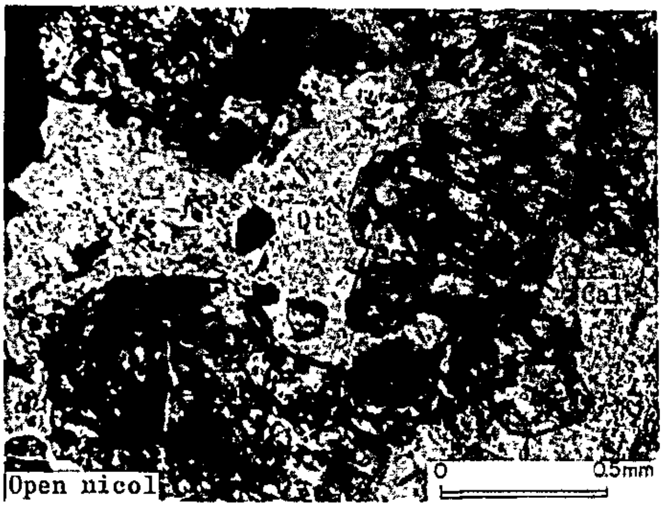
Rock Type : Granodiorite porphyry

Sample No. IC-902

Rock Type : Brecciated rock

Sample No. CQ-353

Rock Type : Pyroxene skarn



Sample No. CQ-386

Rock Type : Garnet skarn

A. I - 4-2 Polished Section

Sample No.	Location	Geological Unit	Rock Type
NO-643	St	G4	Galena-sphalerit-pyrite ore
TO-506	St	G4	Galena-sphalerite ore
IC-705	St	IC-3	Chalcopyrite-sphalerite-hematite ore
IC-802	St	IC-3	Sphalerite-pyrite ore
IC-806	St	IC-3	Sphalerite ore
CQ-306	Ph	CQ	Galena-sphalerite-pyrite ore
CQ-356	Ph	CQ	Galena-sphalerite-pyrite ore
CQ-372	Ph	CQ	Sphalerite-pyrite ore
TP-307	Ph	G4	Chalcopyrite-sphalerite-magnetite ore
TP-312	Ph	G4	Sphalerite-pyrrhotite ore

Abbreviations

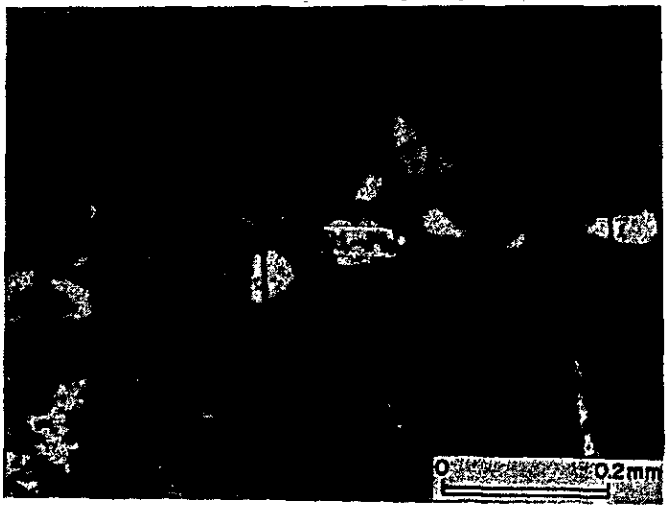
Asp	Arsenopyrite	Hm	Hematite
Bi-Pb	Bi-Pb-S system mineral	Mt	Magnetite
Cc	Chalcocite-Covellite	Po	Pyrrhotite
Cp	Chalcopyrite	Py	Pyrite
Cer	Cerussite	Sp	Sphalerite
Gl	Galena		

Sample No. TO-506

Rock Type : Gl-Sp ore

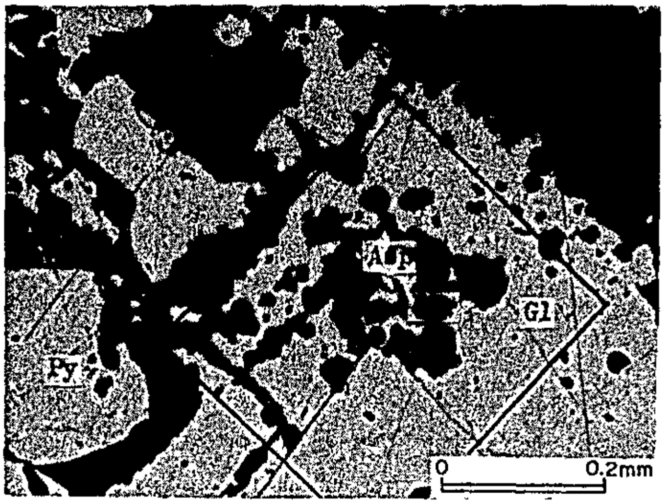
Sample No. IC-705

Rock Type : Cp-Sp-Hm ore



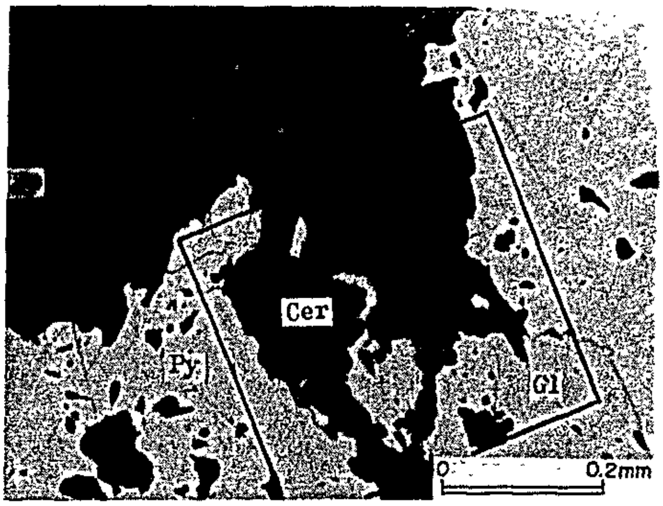
Sample No. IC-705

Rock Type : Cp-Sp-Hm ore



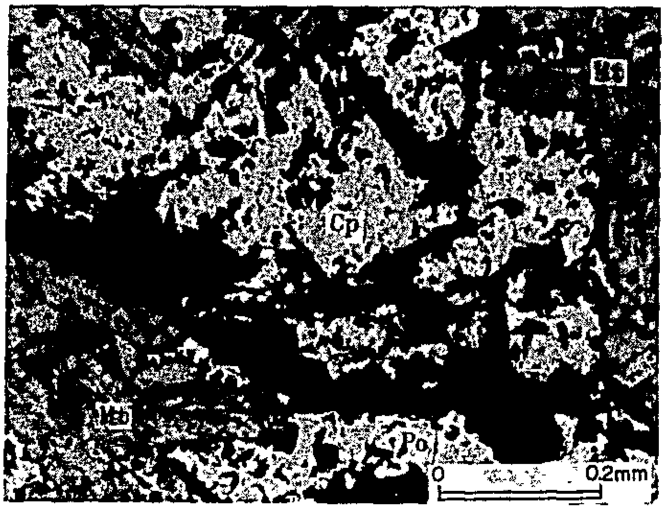
Sample No. CQ-356

Rock Type : Gl-Sp-Py ore



Sample No. CQ-356

Rock Type : Gl-Sp-Py ore



Sample No. TP-307

Rock Type : Cp-Sp-Mt ore

A. I - 4-3 EPMA Analysis

Sample No.	Result of EPMA Analysis
IC-705	Chalcopyrite-sphalerite-hematite ore
CQ-356(A)	Galena-sphalerite-pyrite ore
CQ-356(B)	Galena-sphalerite-pyrite ore

(EPMA : Electron probe microanalysis)

Abbreviations

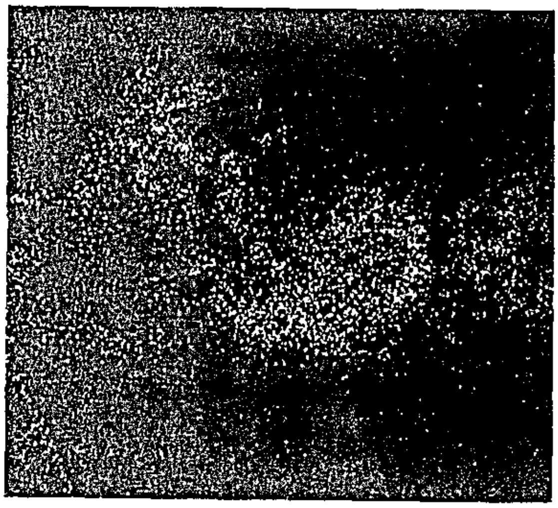
Gl: Galena

Cer: Cerussite

Asp: Arsenopyrite

Py: Pyrite

Bi-Pb: Bi-Pb-S system mineral



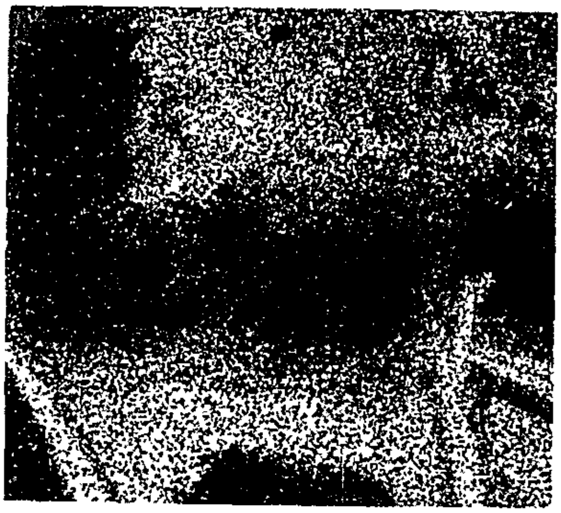
[illegible]

[illegible] image

[illegible]

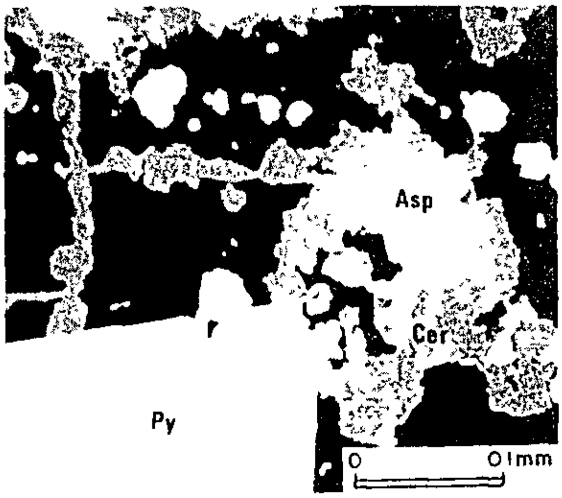
S X-ray image

[illegible]

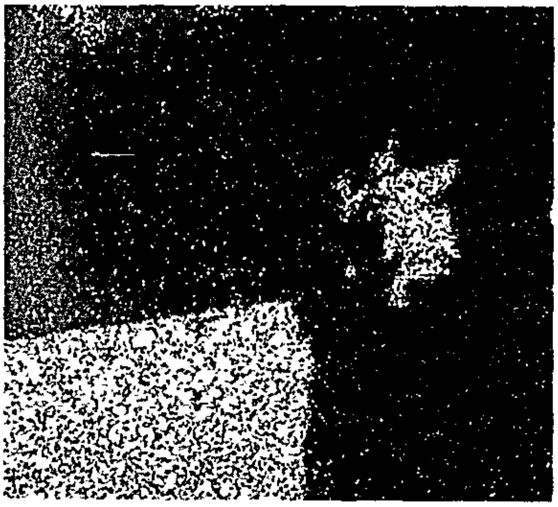


Fe X-ray image

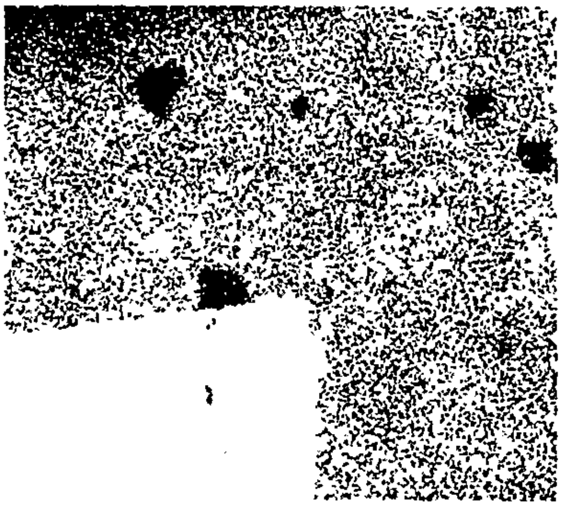
[illegible] X-ray image



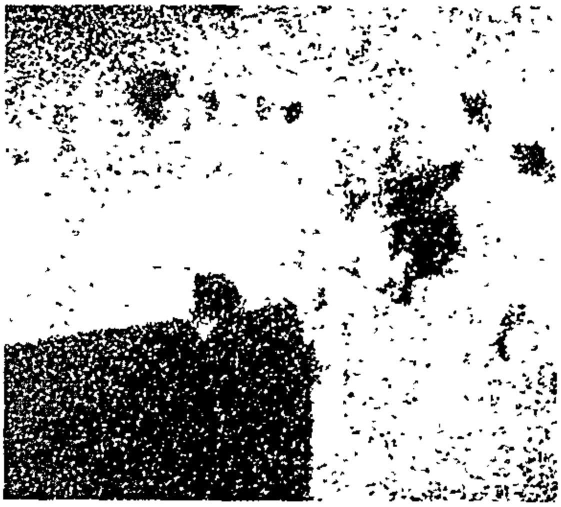
Absorbed electron image



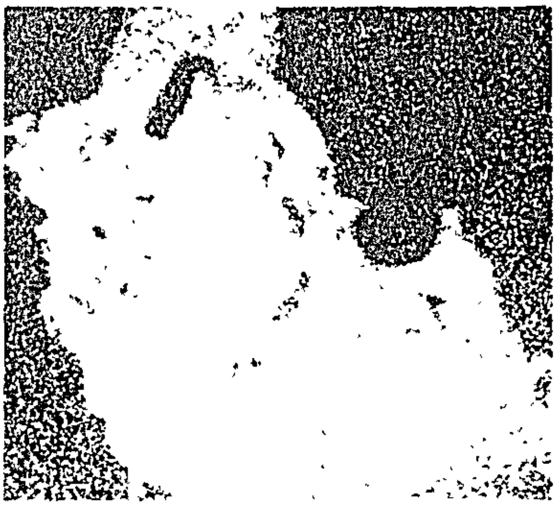
Fe X-ray image

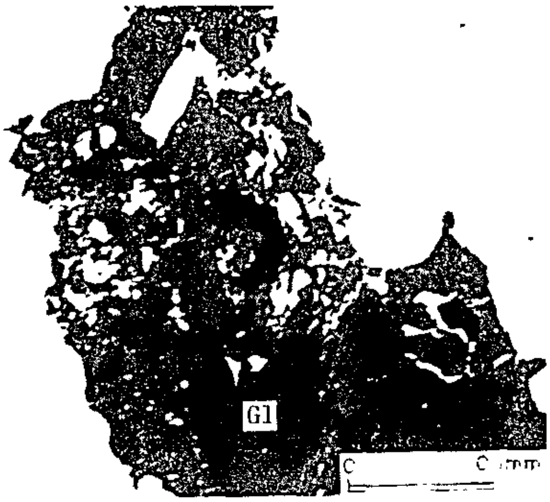


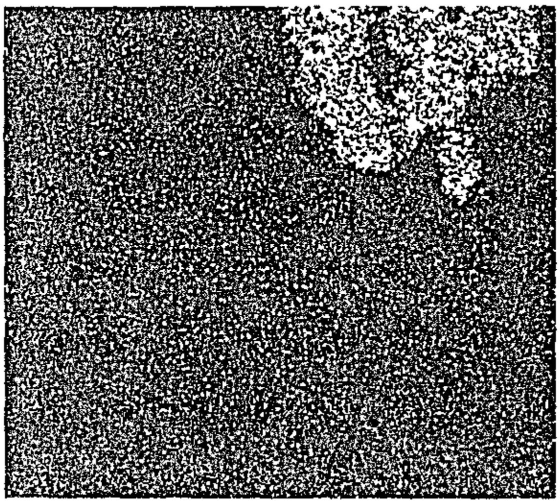
S X-ray image

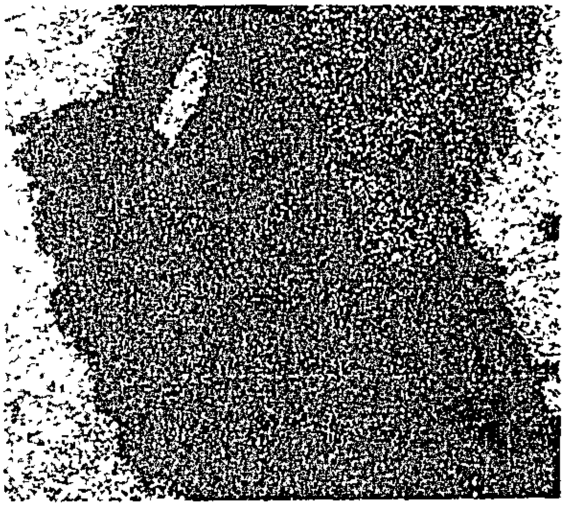


Pb X-ray image

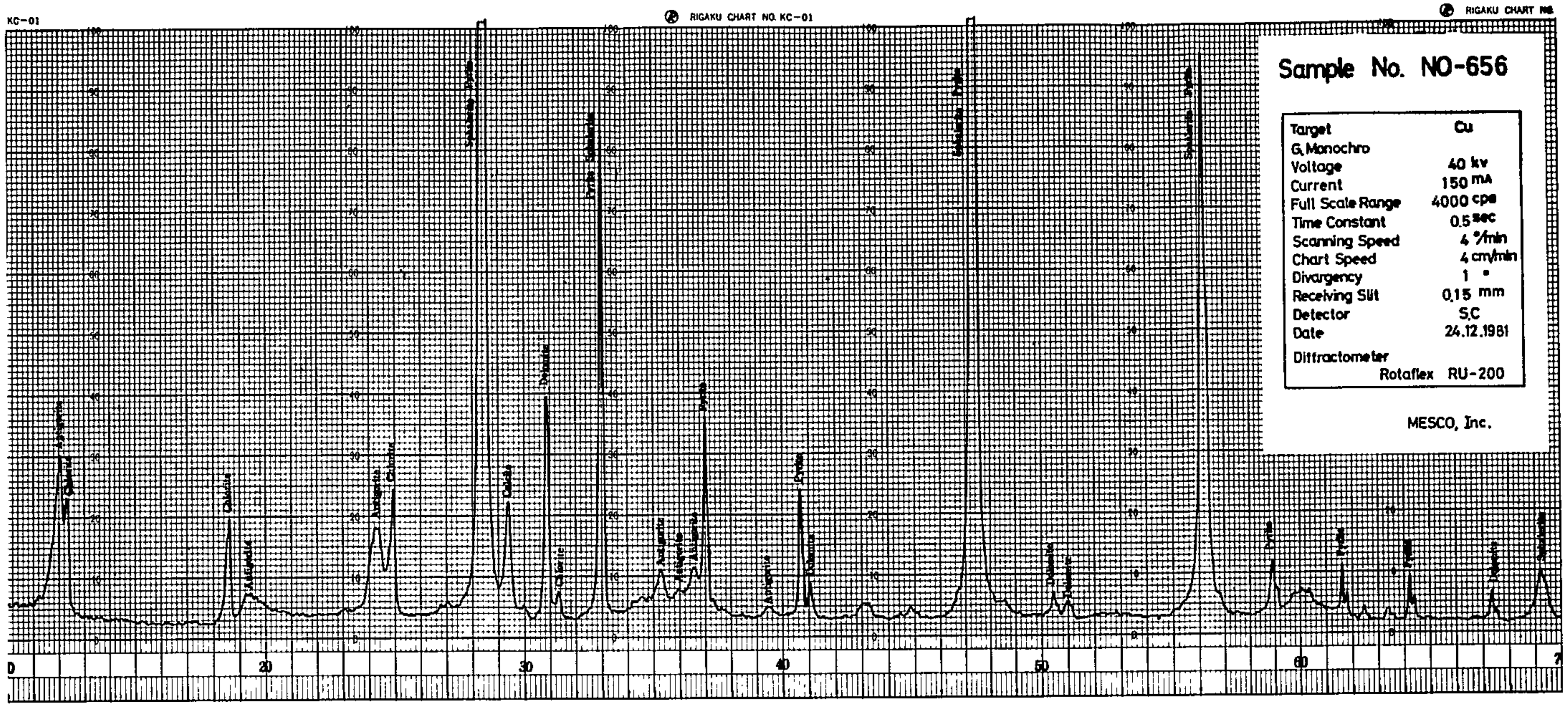


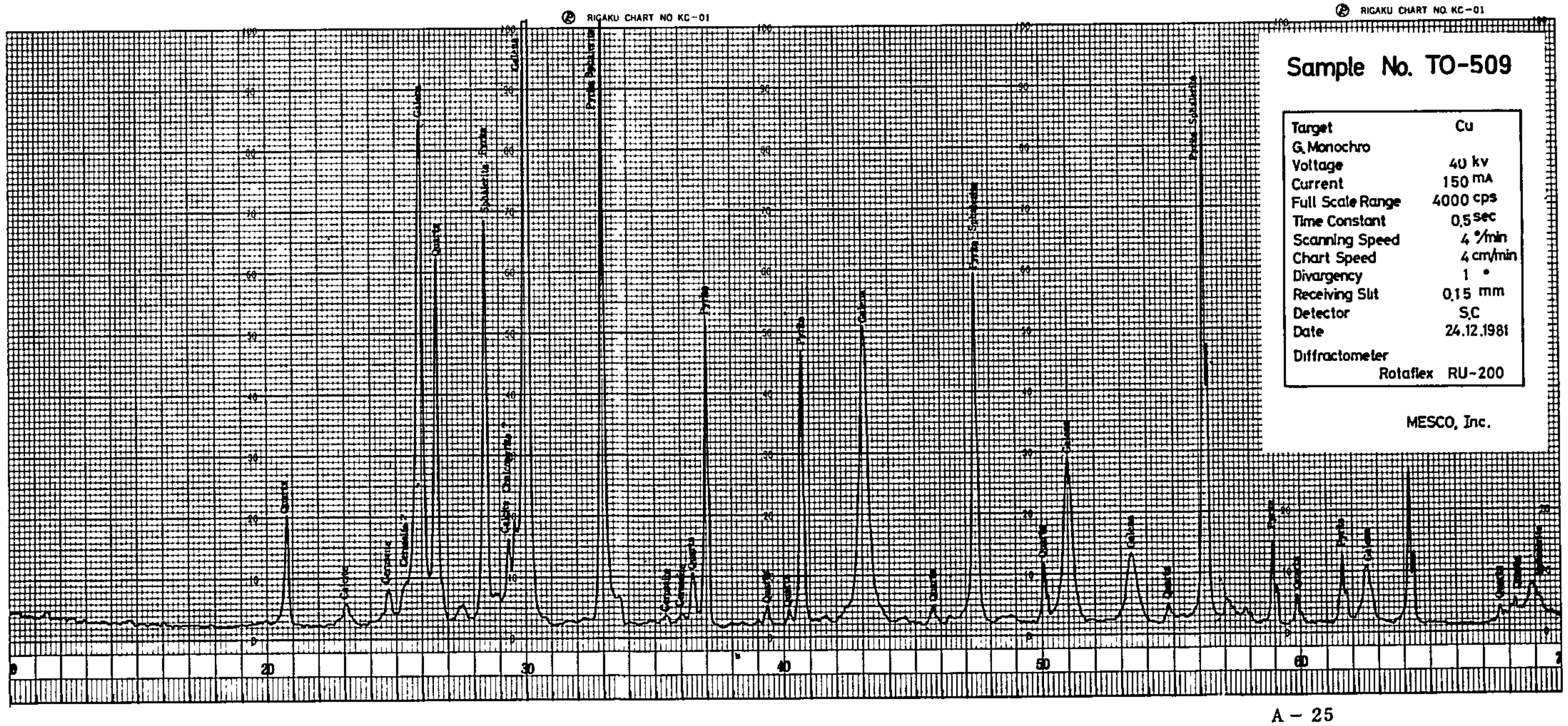

G1

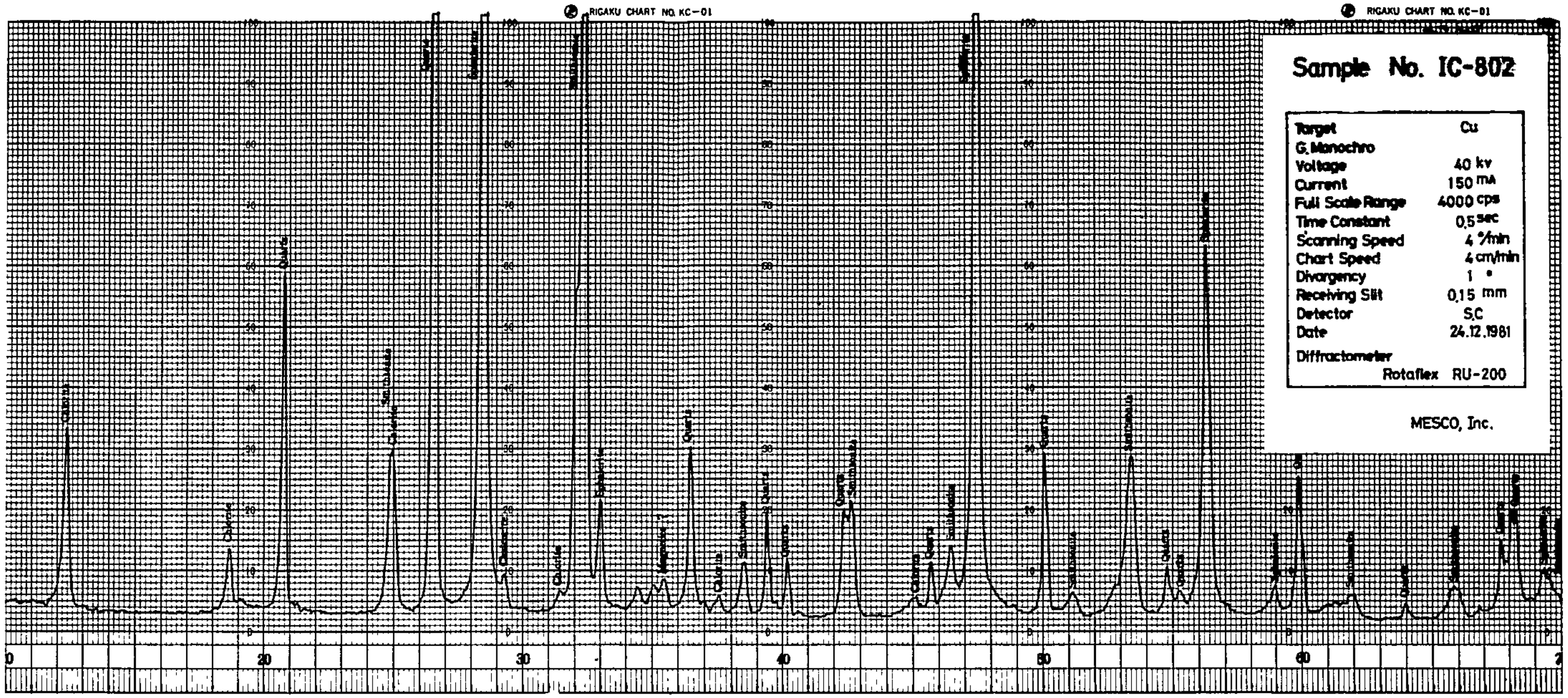


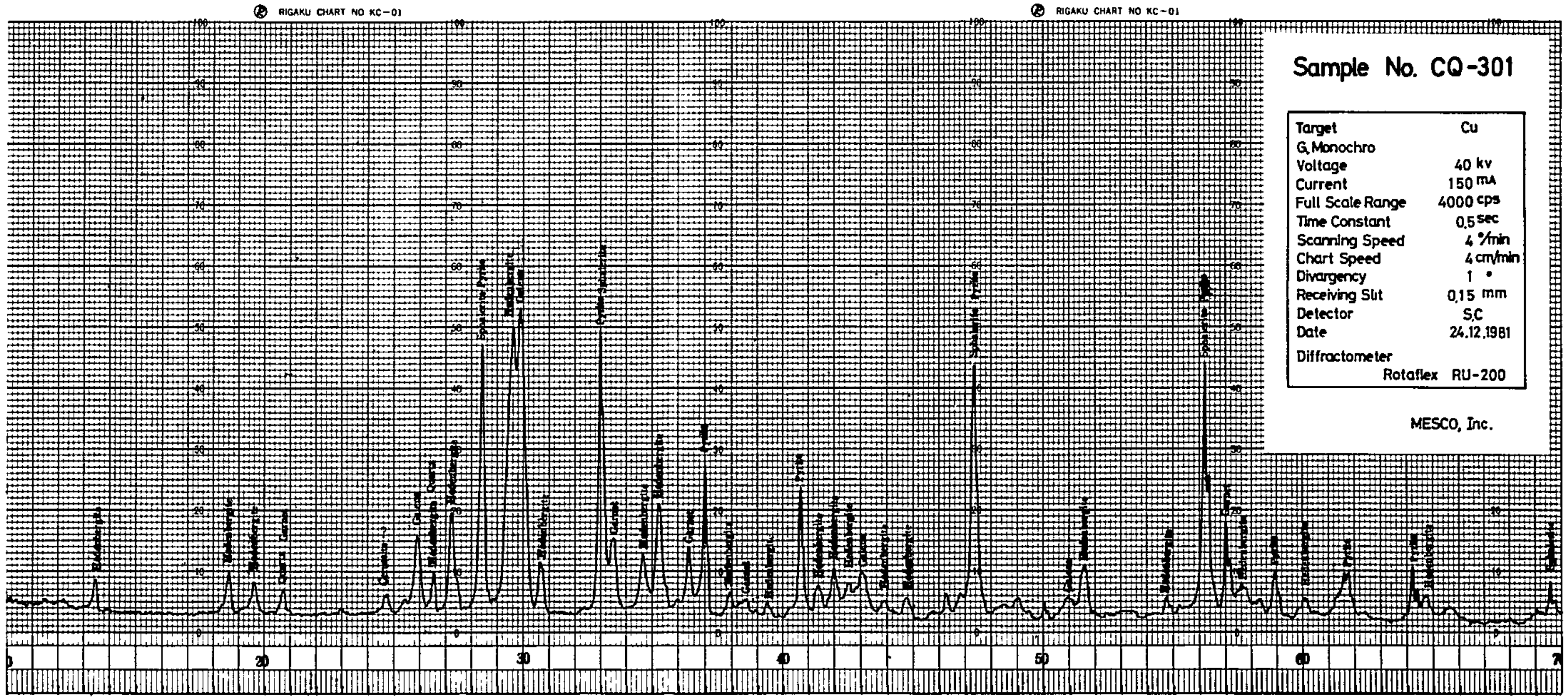


A 1-5 Charts of X ray Diffraction Test


RIGAKU CHART NO. KC-01
Sample No. NO-656
Target Cu
G. Monochro
Voltage 40 kv
Current 150 mA
Full Scale Range 4000 cps
Time Constant 0.5 sec
Scanning Speed 4 °/min
Chart Speed 4 cm/min
Divergency 1 °
Receiving Slit 0.15 mm
Detector S.C
Date 24.12.1981
Diffractometer
Rotaflex RU-200
MESCO, Inc.


RIGAKU CHART NO. KC-01
Sample No. TO-509
Target Cu
G. Monochro
Voltage 40 kv
Current 150 mA
Full Scale Range 4000 cps
Time Constant 0.5 sec
Scanning Speed 4 °/min
Chart Speed 4 cm/min
Divergency 1 °
Receiving Slit 0.15 mm
Detector S.C
Date 24.12.1981
Diffractometer
Rotaflex RU-200
MESCO, Inc.


RIGAKU CHART NO. KC-01
Sample No. IC-802
Target Cu
G. Monochro
Voltage 40 kv
Current 150 mA
Full Scale Range 4000 cps
Time Constant 0.5 sec
Scanning Speed 4 °/min
Chart Speed 4 cm/min
Divergency 1 °
Receiving Slit 0.15 mm
Detector S.C
Date 24.12.1981
Diffractometer
Rotaflex RU-200
MESCO, Inc.
20
30
40
50
60


RIGAKU CHART NO KC-01
Sample No. CQ-301
Target Cu
G. Monochro
Voltage 40 kv
Current 150 mA
Full Scale Range 4000 cps
Time Constant 0.5 sec
Scanning Speed 4 °/min
Chart Speed 4 cm/min
Divergency 1 °
Receiving Slit 0.15 mm
Detector S.C
Date 24.12.1981
Diffractometer
Rotaflex RU-200
MESCO, Inc.
20
30
40
50
60