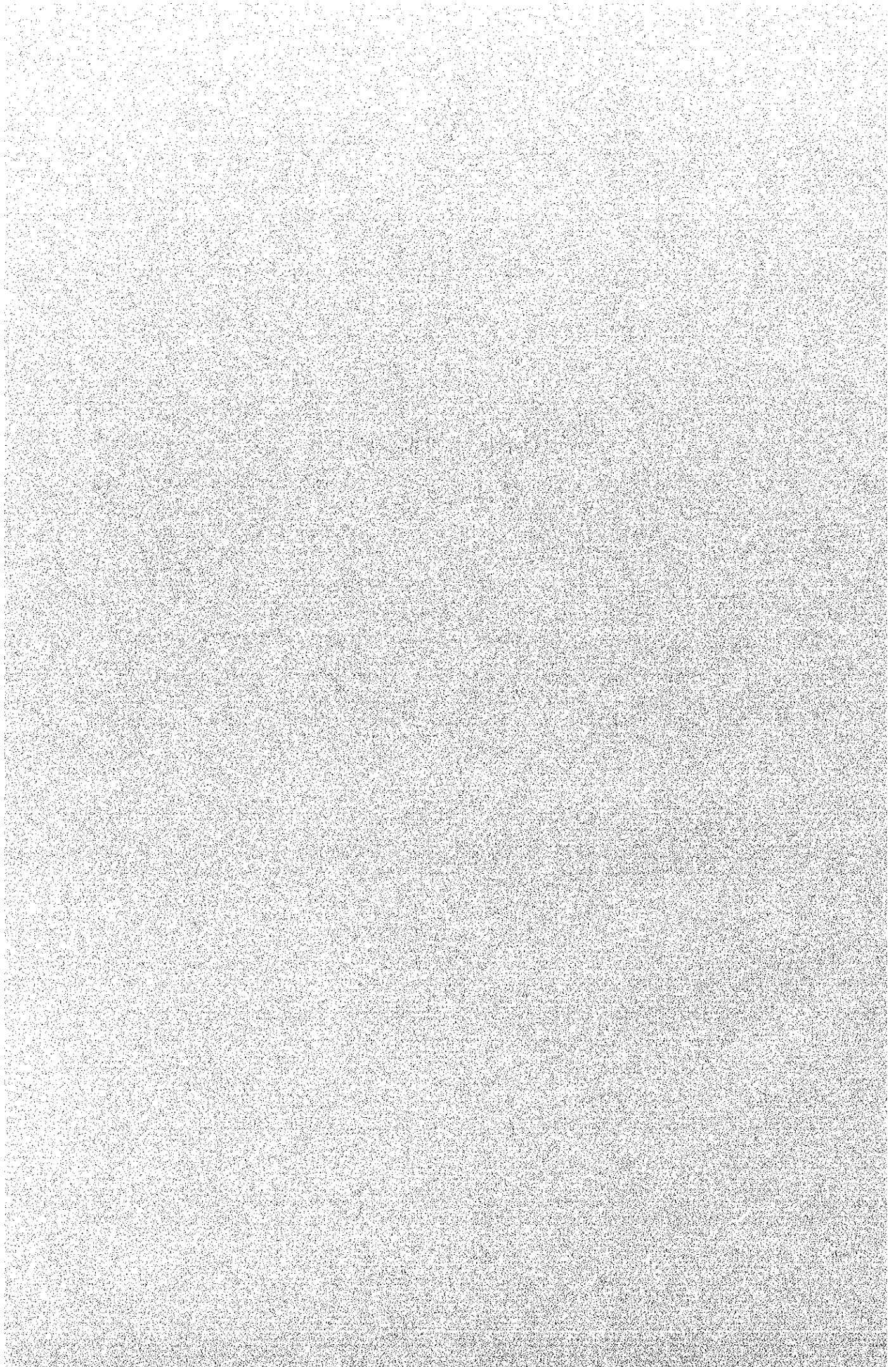


第Ⅲ部 む す び



第Ⅲ部 む す び

中華人民共和国揚子地台西縁地域の調査は、銅資源を主対象に 1993 年度に開始されている。しかしながら、調査範囲（面積 15 万平方 km）が広大で、しかも鉱徴地が多く、また、調査手法も、衛星画像解析、地質調査、物理探査、坑道調査、ボーリング調査と多岐にわたり、調査は 1999 年度までの 7 年間に及んだ。調査対象地域を考慮すると、調査期間は、第 1 年度から第 3 年度までと、第 4 年度から第 7 年度に大別される。

第 1 年次(1993 年)から第 3 年次(1995 年)は、本地域全城、北部の勉略寧地区、中部の祿武地区、なかでも勉略寧地区内の銅廠区域を最重要対象として開始された。しかしながら、銅廠区域の鉱脈型銅鉱床は、今後の探鉱により鉱量増大の可能性のあるものの、本鉱床を対象にすでに多くの当事者が独自に坑道掘削していることが判明し、今後の合理的な探鉱開発には、調査作業の一元的統合が必要と考えられた。そのほかの対象地域では、それぞれの探査手法で異常地を検出したがより高次の探鉱段階に進める結果が得られなかった。

第 4 年次 (1996 年度) から第 7 年次 (1999 年度) は、本地域南東端部に位置する箇旧地域卡房地区を対象に調査が行われた。本地区は、地表ボーリング調査の結果、地表下約 500m にスカルン型銅錫鉱床の伏在が認められた地区であるが、地表からのボーリング調査では探鉱精度に限界があること、作業効率の低いことなどから、既存坑道を利用した坑道調査と坑内ボーリング調査が最適な探鉱方法と考えられた。

鉱床は、大理岩（結晶質石灰岩）を主とする中部三疊系の堆積岩類と燕山期に貫入の花崗岩が形成する潜頭性スカルン型銅錫鉱床で、花崗岩は断裂や三疊系の層理面などに規制されて、三疊系の三方を取り囲むように貫入し、花崗岩中に見掛け上の凹陷構造を形成し、鉱床はこの凹陷構造内部に胚胎する。

日中協力調査では、卡房地区 1740mL の 5 測線上で、合計 34 本、3,669m の坑内ボーリング調査と坑道調査が行われた。この結果、鉱量 526 万トン、銅品位 0.925%（カットオフ銅 0.3%）が MINEX を用いて概算される。この計算対象の鉱体は、ボーリング着鉱部分を大理岩の層理面を考慮した層状鉱体が主で、このほかにも、花崗岩と大理岩との接触面には、小規模だが高品位の鉱体が存在するので、ここに鉱量増加が見込める。また、鉱画ブロック高が 2m で計算されているので、1m 前後の薄い着鉱部分が、上下盤の低品位あるいは無鉱化層を取込んで低品位化し、カットオフ以下となっていると考えられるので、きめこまかい探鉱方法を採用すればさらに鉱量増加が見込める。

卡房地区 1740mL では、本鉱床を胚胎する凹陷構造が断層を挟んでさらに奥へ確認されており、その広がり・スカルン化・鉱化を確認すれば、現在の日中協力調査で明らかにされた鉱床に匹敵する、あるいはそれ以上のポテンシャルが考えられよう。さらにその北東部には、中国側の地表ボーリングによって、この凹陷構造の延長とその内部鉱化帯の存在が確認されているので、卡房地区では 1 千万トン、銅品位 1% 程度のポテンシャルが見込めよう。

今後、本鉱床の探鉱開発を考える場合、次の調査、検討などを行うことが考えられる。

1. 探鉱ポテンシャルと鉱量増大：246 測線奥の新たな凹陷構造の存在を追及する。このために、現在の主坑道の掘削継続と 100m 間隔の測線上で坑内ボーリングを行うことが望ましい。さらに、

本花崗岩岩体周辺には卡房地区のほかにも、各所に凹陷構造が確認されているので、その探査と開発も今後の課題と考えたい。

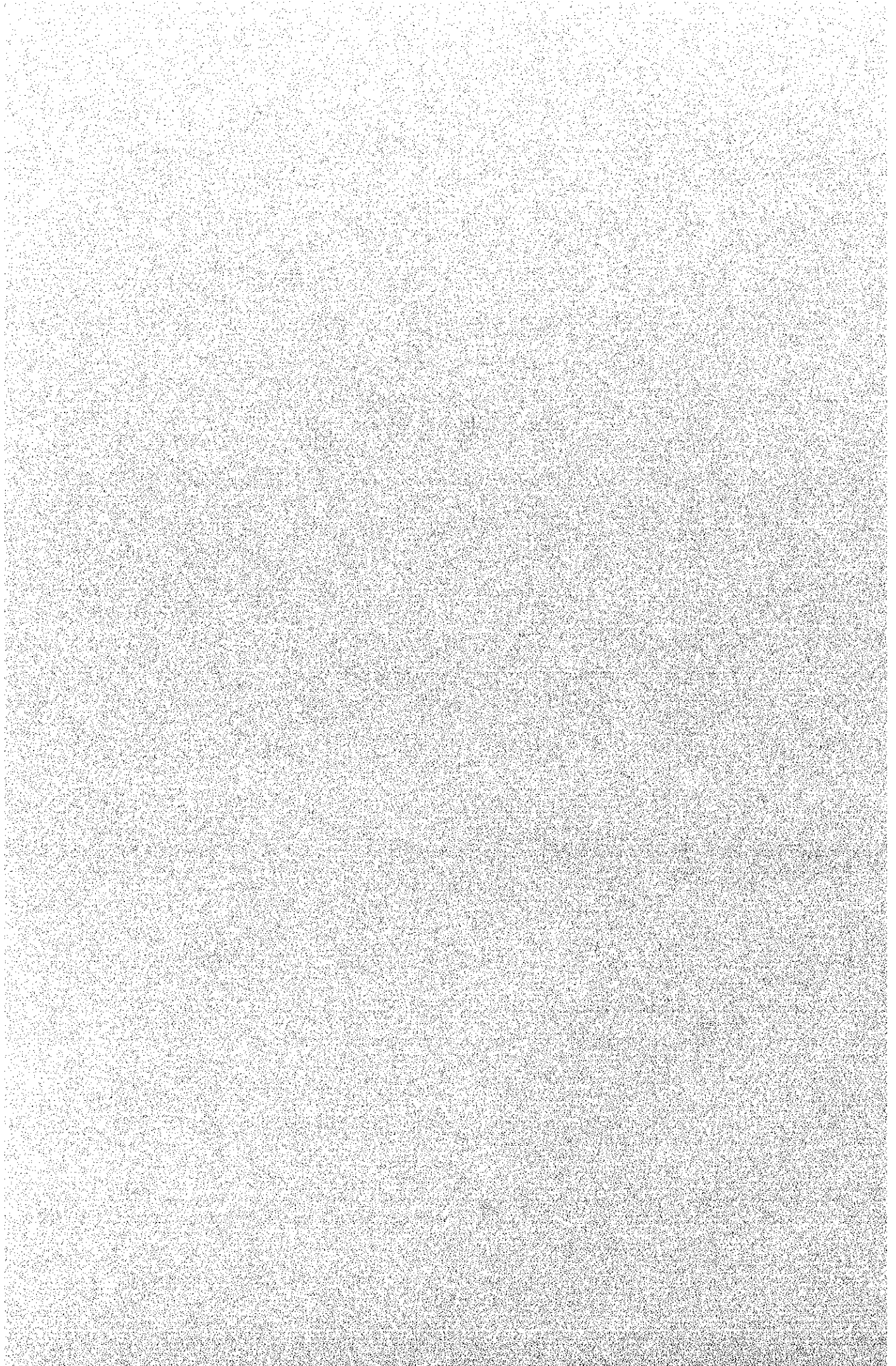
2. 鉱量評価と計算：日中協力調査で確認された鉱床は、100m間隔の測線上のボーリングで確認されているが、詳細な採掘計画立案には、鉱体賦存状況・品位分布などの確認のため、補完ボーリングと坑道調査を考えたい。カットオフ品位変動による鉱量と出鉱品位の変化、出鉱品位コントロールなどのため、コンピュータを使用したより詳細な鉱量計算がふさわしい。

3. 将来の開発に向けて：適切な選鉱試験の実施、鉱量と操業度との関係、岩盤強度と採鉱方法の検討、坑内排水対策とその方法、人員配置の適正化など、さらに経済性の向上のために売鉱条件の改訂、金属価格の見通しなどを検討する。

このように、本鉱床の詳細な採掘計画を立案し、さらに採鉱ポテンシャルと鉱量増大を図り、これら鉱床の開発が、簡旧地域の発展に貢献するばかりでなく、中国経済に好影響を及ぼすことを期待したい。

さらに、本調査を通じて取得された軟弱岩盤掘削技術ならびに日本から支援されたピックハンマー、H型鋼材、鋼矢板などの資機材の活用、ワイヤーライン工法によるボーリング調査が、今後の探鉱・採鉱の技術的な改善、さらには地域の発展に貢献することを期待したい。

参 考 文 献



参 考 文 献

1. 全般

地図出版社 (1984) : 中国自然地理集、地図出版社

狩野一憲 (編) (1990) : 日中鉱山用語集、ジャパン・メタル・レビュー社

2. 報告書

国際協力事業団・金属鉱業事業団 (1994) : 中華人民共和国揚子地台西縁地域
資源開発協力基礎調査報告書 第1年次

国際協力事業団・金属鉱業事業団 (1995) : 中華人民共和国揚子地台西縁地域
資源開発協力基礎調査報告書 第2年次

国際協力事業団・金属鉱業事業団 (1996) : 中華人民共和国揚子地台西縁地域
資源開発協力基礎調査報告書 第3年次

国際協力事業団・金属鉱業事業団 (1997) : 中華人民共和国揚子地台西縁地域
資源開発協力基礎調査報告書 第4年次

国際協力事業団・金属鉱業事業団 (1998) : 中華人民共和国揚子地台西縁地域
資源開発協力基礎調査報告書 第5年次

国際協力事業団・金属鉱業事業団 (1999) : 中華人民共和国揚子地台西縁地域
資源開発協力基礎調査報告書 第6年次

国際協力事業団・金属鉱業事業団 (2000) : 中華人民共和国揚子地台西縁地域
資源開発協力基礎調査報告書 第7年次

3. 出版物

佐藤興平 (1988) : 中国箇旧の花崗岩と錫鉱床. 地質ニュース, 1988.3, No.403.

選鉱設計手冊編委会 (1988) : 選鉱設計手冊. 冶金工業出版社.

中国鉱床編委会編 (1994) : 中国鉱床. 地質出版社.

孫克祥・沈遠仁・劉國慶等 (1991) : 元古宙鉄銅鉱床. 中国地質大学出版社.

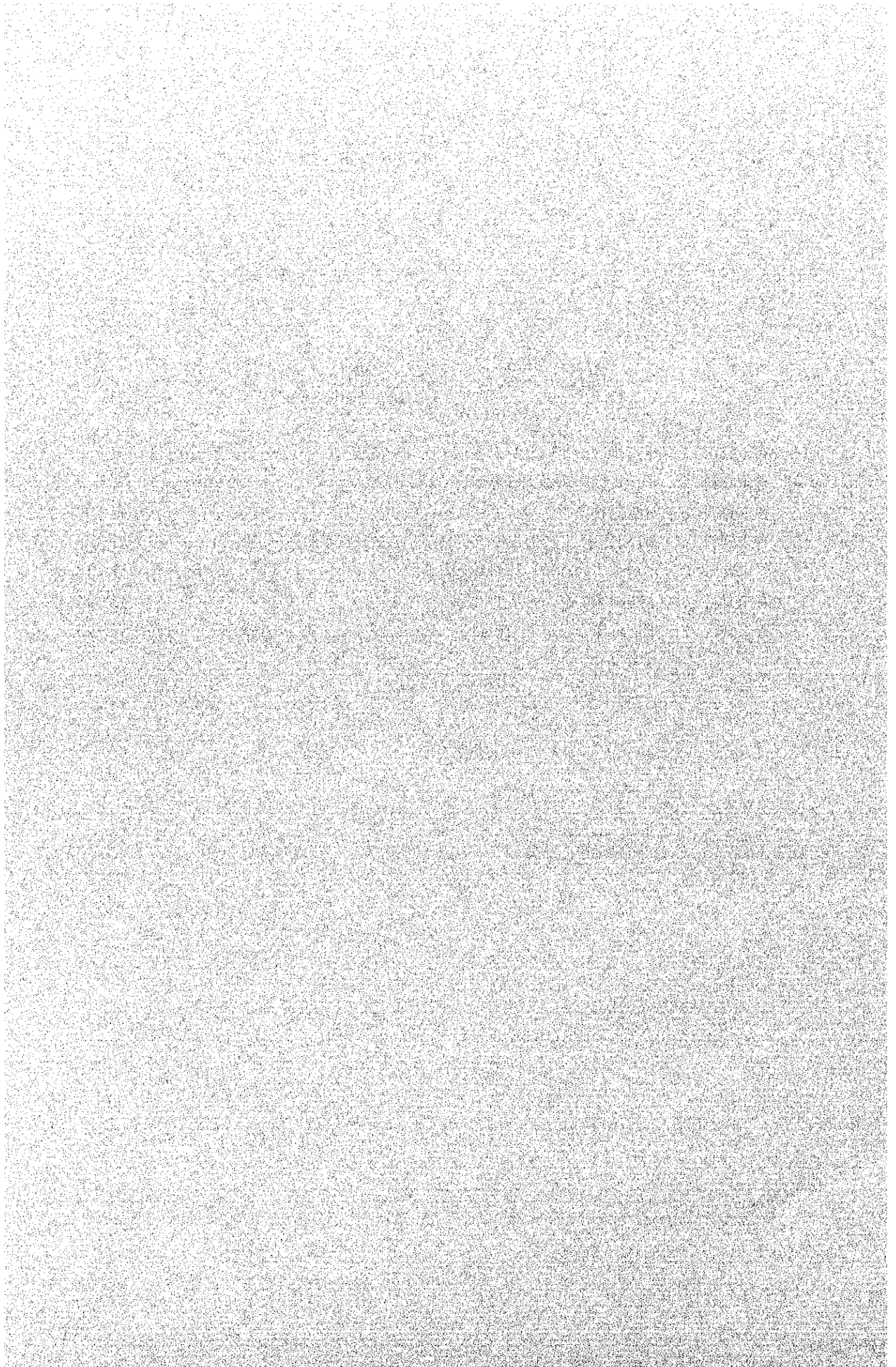
雲南省地方志編纂委員会 (1995) : 中華人民共和国地方志縦書「雲南省志」卷二十六
冶金工業志. 雲南人民出版社.

鉱山地質手冊編纂委員会編 (1996) : 鉱山地質手冊 (上・下). 冶金工業出版社.

庄永秋・王任重・楊樹培・尹金明編著 (1996) : 雲南箇旧錫銅多金属鉱床. 地震出版社.

卷 末 資 料

卷末資料 1	卡房地区のボーリング座標・実績一覧表	資-1
卷末資料 2	卡房地区の坑道調査とボーリング調査	資-2
卷末資料 3	分析試料調整と分析方法	資-8
卷末資料 4	MINEXによる地質モデリングと鉱量計算手順	資-9
卷末資料 5	卡房鉱床の経済性検討基礎資料	資-13
卷末資料 6	卡房鉱床の経済性検討計算式	資-14
卷末資料 7	卡房鉱床の経済性の検討	資-15



巻末資料 1 カ房地区ボーリング座標・実績一覧表

	ボーリング		X座標	Y座標	Z座標	方位	傾斜	掘進長	コア採取	開始日	終了日
	測線	番号	(E-W方向)	(N-S方向)	標高 (m)	(°)	(°)	(m)	率(%)		
第6年次 (1998年)	240	KZK24001	2,329.550	3,158.073	1,747.807	323	+30	60.00	94.7	1998.10.19	1998.10.22
		KZK24002	2,329.214	3,158.771	1,746.100	323	±0	80.00	100.0	1998.08.31	1998.09.05
		KZK24003	2,329.193	3,158.764	1,745.174	323	-20	136.00	99.6	1998.09.08	1998.09.17
		KZK24004	2,329.931	3,157.681	1,744.721	323	-40	133.00	99.8	1998.09.20	1998.09.29
		KZK24005	2,330.511	3,156.990	1,744.773	323	-60	118.00	96.9	1998.10.02	1998.10.16
		KZK24006	2,330.957	3,156.291	1,744.671	—	-90	100.00	97.9	1998.10.25	1998.11.05
	小計	6本						627.00	98.3		
	241	KZK24101	2,400.519	3,230.782	1,746.237	323	±0	40.00	100.0	1998.11.12	1998.11.14
		KZK24102	2,400.519	3,230.781	1,745.037	323	-20	90.00	100.0	1998.11.17	1998.11.22
		KZK24103	2,401.363	3,229.738	1,744.977	323	-40	170.00	97.9	1998.11.25	1998.12.08
		KZK24104	2,401.929	3,229.038	1,744.977	323	-60	120.00	99.7	1998.12.20	1998.12.26
		KZK24105	2,402.487	3,228.236	1,745.011	—	-90	120.00	98.8	1998.12.28	1999.01.03
		KZK24106	2,402.877	3,227.763	1,745.028	143	-65	100.00	100.0	1998.12.11	1998.12.17
小計	7本						760.00	99.3			
合計	13本						1,387.00	98.8	1998.08.31	1999.01.11	
第7年次 (1999年)	242	KZK24201	2,491.520	3,276.058	1,746.762	323	±0	52.00	100.0	1999.07.18	1999.07.22
		KZK24202	2,491.614	3,275.877	1,745.569	323	-30	100.00	100.0	1999.09.05	1999.09.11
		KZK24203	2,492.539	3,274.999	1,745.415	323	-50	150.00	100.0	1999.08.22	1999.09.02
		KZK24204	2,492.793	3,274.320	1,745.400	323	-65	170.00	100.0	1999.08.06	1999.08.19
		KZK24205	2,493.358	3,273.405	1,745.396	—	-90	140.00	100.0	1999.07.25	1999.08.03
		KZK24206	2,494.227	3,272.543	1,745.384	143	-50	120.00	98.6	1999.09.14	1999.09.21
		KZK24207	2,495.376	3,270.952	1,745.359	143	-22	135.00	100.0	1999.09.23	1999.09.30
	小計	7本						867.00	99.8		
	243	KZK24301	2,572.612	3,334.589	1,747.031	323	±0	30.00	97.3	1999.07.20	1999.07.22
		KZK24302	2,573.332	3,333.726	1,745.961	323	-30	45.00	98.9	1999.08.27	1999.08.30
		KZK24303	2,573.653	3,333.158	1,745.740	323	-45	90.00	100.0	1999.08.18	1999.08.24
		KZK24304	2,573.997	3,332.645	1,745.633	323	-65	130.00	99.0	1999.08.06	1999.08.15
		KZK24305	2,574.415	3,332.204	1,745.629	—	-90	135.00	99.0	1999.07.25	1999.08.03
		KZK24306	2,575.025	3,331.276	1,745.577	143	-60	140.00	100.0	1999.09.02	1999.09.12
		KZK24307	2,576.164	3,329.713	1,745.397	143	-30	140.00	100.0	1999.09.14	1999.09.21
		KZK24308	2,579.713	3,324.799	1,745.677	143	-10	140.00	92.4	1999.09.24	1999.10.18
	小計	8本						850.00	98.3		
	244	KZK24401	2,680.578	3,558.155	1,745.948	323	-30	35.00	100.0	1999.10.12	1999.10.15
		KZK24402	2,682.029	3,355.998	1,745.937	323	-70	80.00	100.0	1999.10.17	1999.10.22
		KZK24403	2,682.364	3,355.500	1,745.942	143	-85	125.00	100.0	1999.10.24	1999.11.02
		KZK24404	2,682.699	3,355.002	1,745.939	143	-65	125.00	100.0	1999.11.04	1999.11.11
KZK24405		2,683.704	3,353.509	1,745.943	143	-30	100.00	100.0	1999.11.13	1999.11.18	
小計	6本						365.00	100.0			
合計	21本						2,282.00	99.3	1999.07.18	1999.11.29	
総計	34本						3,669.00	99.1			

1998年はボーリング機械1台使用
1999年はボーリング機械2台使用

巻末資料 2 カ房地区の坑道調査とボーリング調査

1. 坑道調査

・調査の概要

坑道掘削は、第4年次（1996年）から開始され、第6年次（1998年）に終了している。この間、大規模断裂帯や脆弱な変玄武岩に遭遇したが、適切な掘削工法の選択、最適な機材と支保材の調達、脆弱岩盤掘削に係る技術者の熟練度の向上により、予定どおり坑内ボーリング室設置まで完工している。

・破碎帯・軟弱岩盤帯の掘削について（差切工法）

脆弱変玄武岩などの掘削は、主にピックハンマーで掘削する差切工法を採用した。当工法は坑道開削による地山への影響を極力抑えることを目的とし、ピック掘削と鋼矢板の打ち込みを交互に繰り返すことにより、鋼矢板により開削部の天盤を支え、作業員の安全を確保するとともに、開削による崩落を防止するもので、老熊洞断裂とその後の変玄武岩の掘削に有効であった。本工法の作業手順は次のとおりである。

- (1) ピックハンマーによる冠部掘削
- (2) 鋼矢板を手前枠の冠材間から挿入打込む
- (3) (1)、(2)を繰り返し、冠材を固定するのに必要最小限の断面を確保
- (4) 先受金具を利用して冠材を固定
- (5) ローダによるズリ処理
- (6) ピックハンマーによる脚部の掘削
- (7) ズリ処理
- (8) 脚建付け
- (9) (6)～(8)を片脚ずつ繰り返す

・日本国内調達資機材ならびにその効果

①H型鋼材 仕様：150×150×7×10mm、座屈強度 114 t

効果：掘削後の上載荷重ならびに側圧に対し安定した支持力を持続した。わずかな変形から急激に支持力が低下する中国製I型鋼と対照的である。

②鋼矢板 仕様：250×36×5 mm

効果：本鋼矢板により、後述する変玄武岩などにおける差切工法を効率的に、安全に実施することができ、強度面に加え施工性で効果を発揮した。

③デッキプレート 仕様：614×50×1.6mm

効果：坑道、ボーリング室の落石防止材として、施工性に優れていた。

④ピックハンマー 仕様：CA7

効果：差切工法には不可欠で、脆弱変玄武岩の掘削の威力を発揮している。さらに坑道の保坑工事の追切掘削に有効であった。

・まとめ及び今後について

坑道調査は 1996 年に開始され 1998 年までに合計 864.10m を掘削した。この間、大規模破碎

帯の突破と脆弱変玄武岩の掘進には、日本で調達の資機材の効果、ならびに中国側へ移転された脆弱岩盤掘削技術の成果が、技術的背景として果たした役割は少なくない。

今後は、中国側技術陣が、本調査を通じて取得した軟弱岩盤掘削技術、ならびに日本から支援されたピックハンマー、H型鋼材、鋼矢板などの資機材を、卡房地区のみならず、簡旧地域の鉱山開発に応用し、採鉱技術の改善、さらには地域の発展に貢献することを期待したい。

卡房地区坑道調査量一覧

年次	第4年次 (1996年)	第5年次 (1997年)	第6年次 (1998年)	合計
坑道名				
主坑道	126.50	160.10	309.40	596.00
休憩所	20.00	—	—	20.00
複線坑道	30.00	—	29.40	59.40
切替坑道	72.50	—	—	72.50
測線坑道	—	—	56.60	56.60
ボーリング室	—	—	59.60	59.60
合計	249.00	160.10	455.00	864.10

(m)

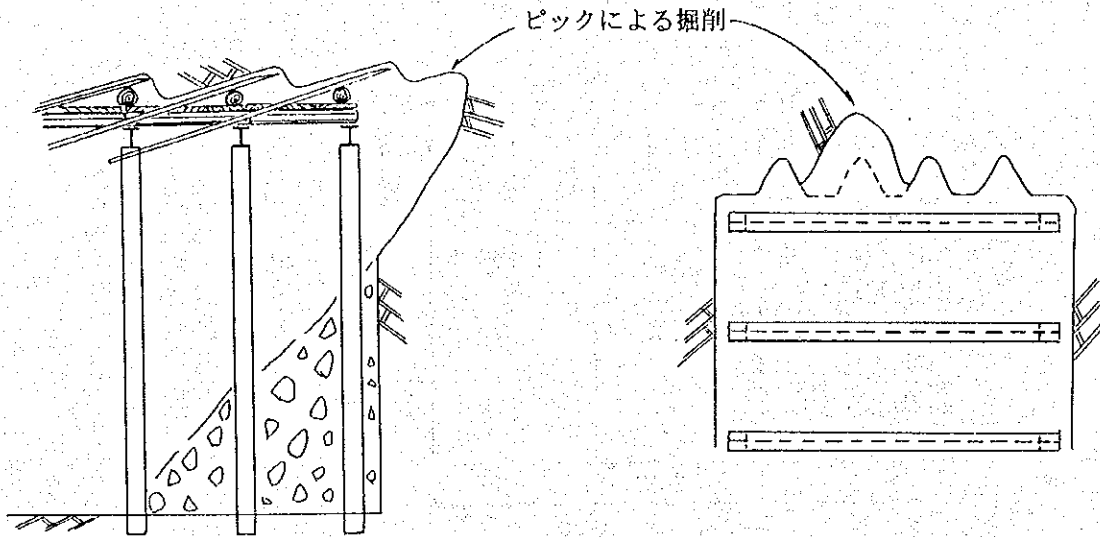
坑道掘削使用機器一覧表

区分	品名	型式	仕様	数量
1740mL採掘機器	電動ローダ	Z-20	出力10.5kw×2, バケツ容量0.2m ³ , 重量3750kg, 作業量30~40m ³ /h, 移動速度.79m/s, 昇降速度0.46~1.01m/s	1
	圧気動ローダ	AZ-20	バケツ容量0.2m ³ , 作動圧4~7kg/cm ² , 消費圧気量10m ³ /min	1
	クレーン-鉱車	KCI.2-6	容量1.2m ³ , 軌距600mm重量1037kg, 外形長2100×幅1050×高1210	50
	電気機関車	CZK3-6-250	牽引力585kg, 速度7.5km/h, 出力6.5kw, 重量3t, 電圧250V, 電流31.5A	2
		ZK3-6-250	牽引力1331kg, 速度11km/h, 出力20.6kw×2, 重量7t, 電圧250V, 電流	1
	さく岩機	YT-24	作動圧4~6.4kg/cm ² , 消費圧気量4.0m ³ /min, 打撃数1850回/min, 重量24kg	2
		YT-26	作動圧4~6.4kg/cm ² , 消費圧気量4.5m ³ /min, 打撃数1800回/min, 重量26kg	2
		YT-28	作動圧4~6.4kg/cm ² , 消費圧気量3.3m ³ /min, 打撃数2100回/min, 重量28kg	2
	ピックハンマー	CA7	重量7kg, 長470mm, 径120mm, 作動圧4~6.5kg/cm ² , 消費圧気量	7
	1740mL設備	コンプレッサー	L-10-7.5	排気量10m ³ /min, 吐出圧力7.5kg/cm ²
変圧器		S7-31516	容量315KVA, 高圧:電圧6000V, 電流30.3A, 低圧:電圧400V, 電圧	1
整流器		3QA-KY200/275	交流入力:電圧380V, 電流140A, 直流出力:電圧275V, 電流200A, 重量600kg	1
局部扇風機		GKT67-Z450	出力7.5kw, 風量246~138m ³ /min, 風圧63~178mm水柱, 電圧380V, 電流15A, 回転数2900rpm, 重量145kg	2
排水ポンプ		ES100-65	出力37kw, 流量100m ³ /h, 揚程80m, 回転数2900rpm	1
		SL25-100	出力90kw, 流量186m ³ /h, 揚程108m, 回転数2900rpm	1
		ES425-100	出力90kw, 流量191m ³ /h, 揚程114m, 回転数2900rpm	1
電気溶接機		BX1-200	電圧79.5V, 電流30~260A, 強制空冷	1
1800mL設備	斜坑巻揚機	JTP-1.2	出力55kw, ドラム径1200mm, ロープ径20mm, 巻取長600m, ロープ破断力27.5t, 回転数725rpm	1
	変圧器	S7	容量250KVA, 高圧:電圧6000V, 電流24.1A, 低圧:電圧400V, 電圧	1
	電気機関車	ZK3-6-250	牽引力1331kg, 速度11km/h, 出力20.6kw×2, 重量7t, 電圧250V, 電流	6
	コンプレッサー	4L-20-8	出力118kw, 排気量21.5m ³ /min, 吐出圧力8kg/cm ³ , 回転数400rpm, 重量	2
坑外設備	鉱車横開け装置	Y132S-6	出力3kw, 電圧380V電流7.1A, 回転数960rpm	2
	コンプレッサー	4L-20-8	出力118kw, 排気量21.5m ³ /min, 吐出圧力8kg/cm ³ , 回転数400rpm, 重量	1

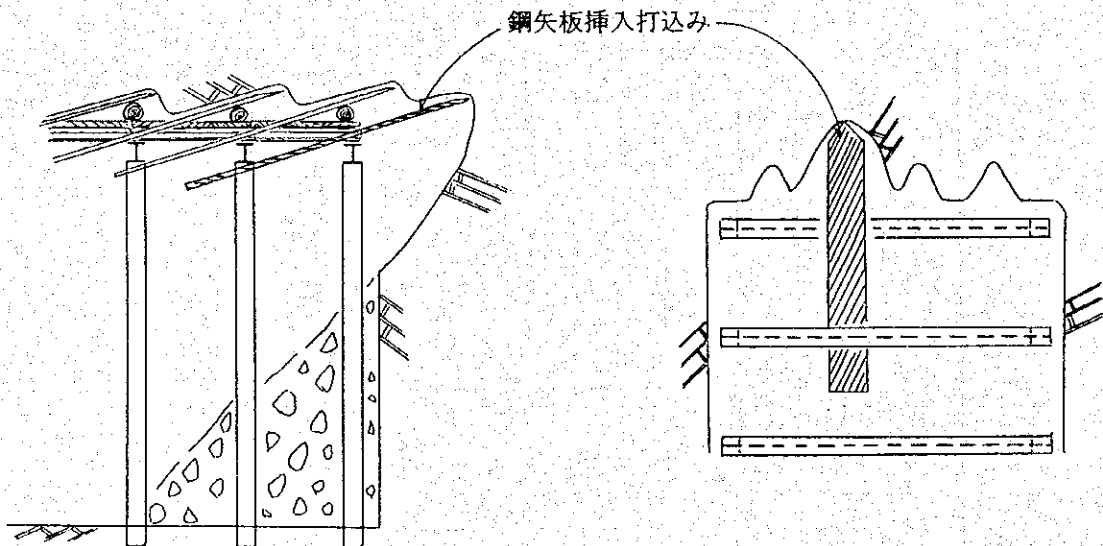
〔側面図〕

〔平面図〕

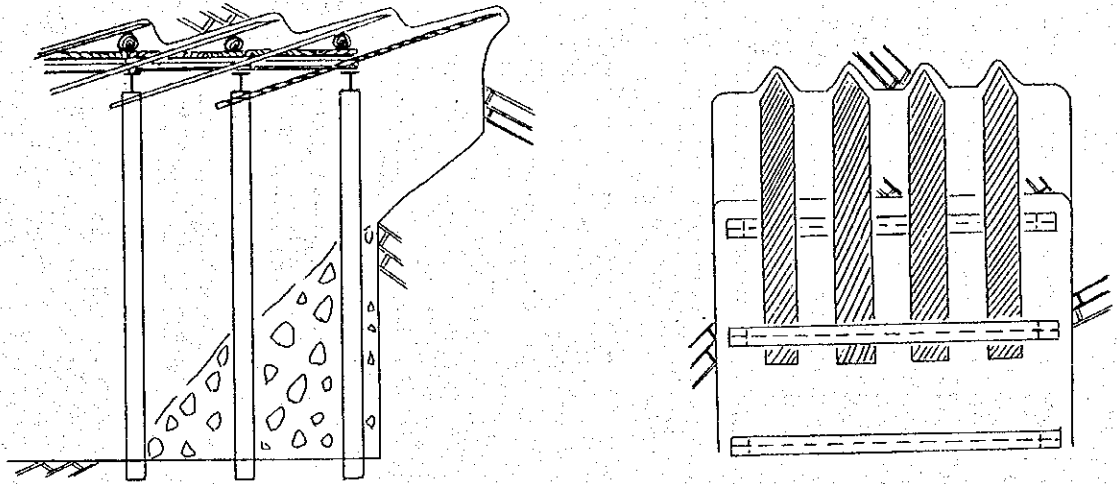
(1) ピックによる冠部掘削



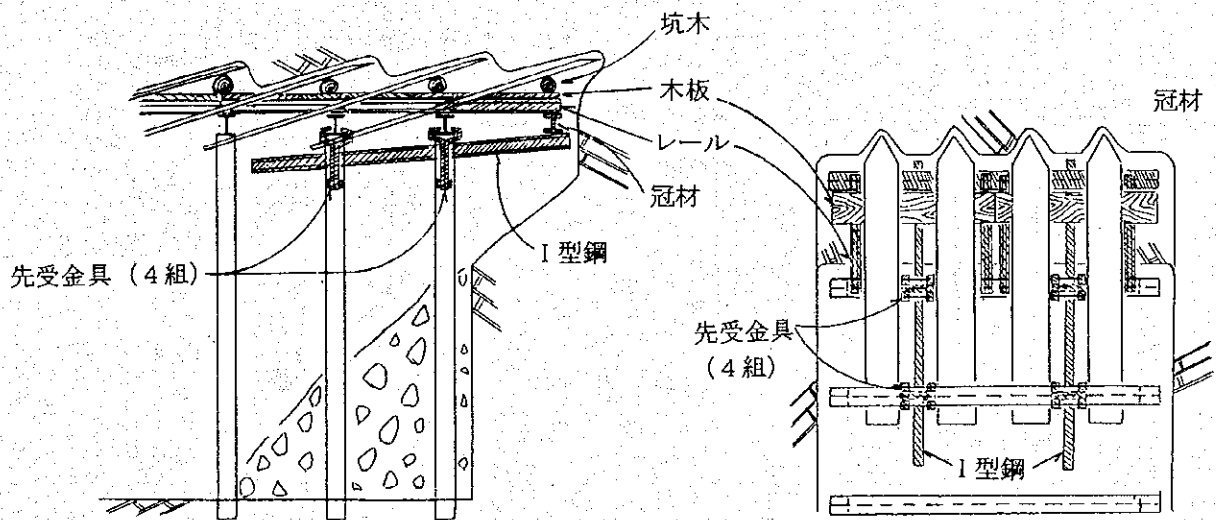
(2) 鋼矢板を手前枠の冠材間から挿入打込み



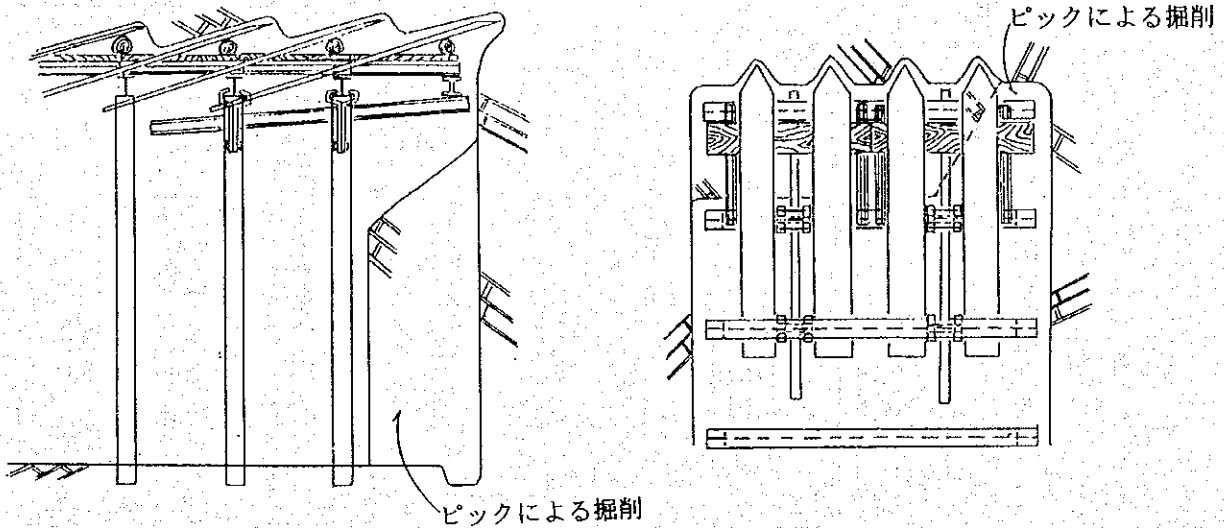
(3) (1),(2)を繰り返す、冠材を固定するのに必要最小限の断面を確保



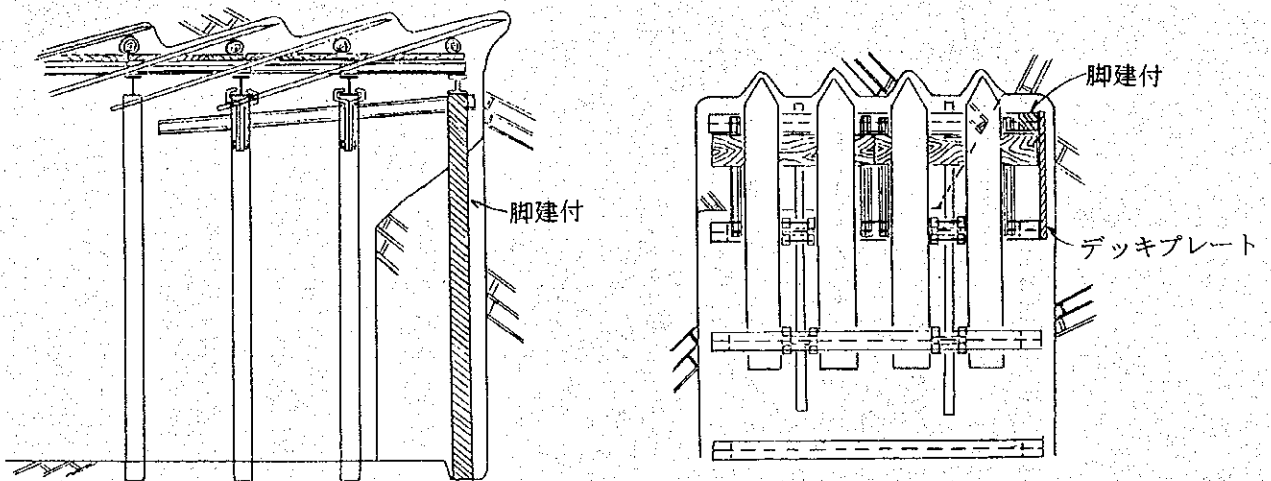
(4) 先受金具を利用して冠材を固定



- (5) 電動ローダによるズリ処理
- (6) ピックによる脚部の掘削



- (7) ズリ処理
- (8) 脚建付け



- (9) (6)~(8)を片脚ずつ繰り返す

なお、岩質硬化によりピックによる切込みが困難な場合は、発破を使用した。但し、作業手順は変更していない。また、1発破当たりの孔数は1~3孔とし、装薬量は1孔当たり50~100gとした。

2. ボーリング調査

・調査の概要

ボーリング機械は主に掘進能率を高めるため、中国では坑内において経験のないワイヤーライン方式を採用した。中国側技術者は、調査が進む中で着実に技術を習得し、ボーリング調査は順調に進捗し、当初計画どおりの調査を終了した。

・ボーリング機材と工法

ボーリング機械は、掘進能率を高めるためにワイヤーライン方式を採用、掘進能力は予定深度に対して十分な掘進能力を有するものとした。

・まとめ及び今後について

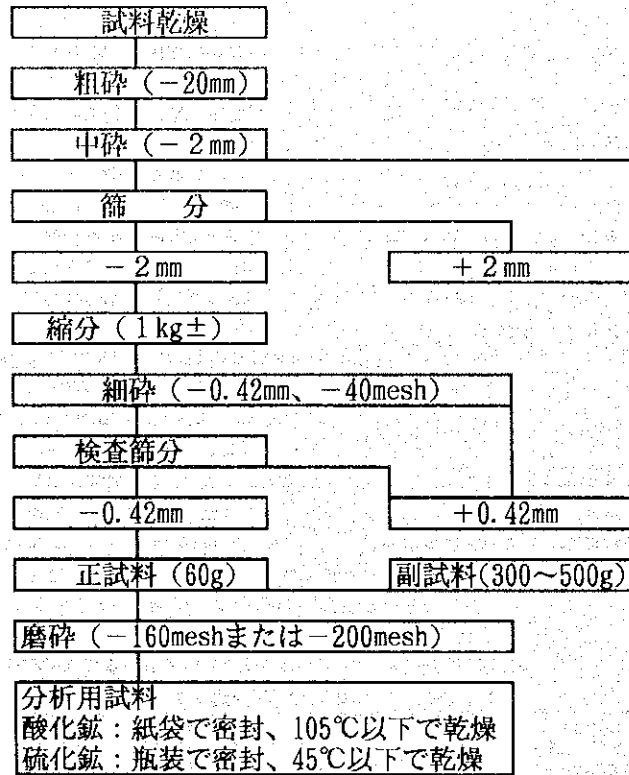
ボーリング調査は 1998 年に開始され 1999 年までに合計 343,669m を掘進した。この間、中国側技術者の新工法に対する習熟度は、比較的安定な大理岩などの掘進はもとより、変質花崗岩や脆弱変玄武岩などの悪条件下でも着実に進展している。今後は、これらの技術を卡房地区のみならず、簡旧地域のボーリング調査に応用し、技術的な改善、さらには地域の発展に貢献することを期待したい。

ボーリング調査主要機材一覧表

品 名	型 式	数 量	仕 様
試錐機	THS-88	2 式	油圧チャック・配電盤搭載、WL 掘削
泥水ポンプ	NAS-3C	2 式	最大吐出量：130 L/min モーター：7.5kw、380V、トランスミッション付
孔芯測定器	村田式	1 式	PH-3000
アウターチューブ	NQ	4 本	1.5m
〃	BQ	4 本	1.5m
インナーチューブ	NQ	4 本	1.5m
〃	BQ	4 本	1.5m
オーバーショット	NQ	2 本	垂直・傾斜用
〃	BQ	2 本	〃
ロッド	HQ	40 本	0.50m(ケーシング用)
ロッド	HQ	1 本	0.75m(ケーシング用)
ロッド	HQ	1 本	0.90m(ケーシング用)
ロッド	HQ	24 本	1.00m(ケーシング用)
ロッド	NQ	13 本	0.50m
ロッド	NQ	1 本	0.90m
ロッド	NQ	350 本	1.40m
ロッド	BQ	13 本	0.50m
ロッド	BQ	3 本	0.90m
ロッド	BQ	360 本	1.40m
ウォータースィベル	DH	2 式	
ホイスティングスィベル	B-4	2 式	ロッド揚・降管用
ロッドホルダー	RH-85	2 式	ロッド揚・降管時使用

巻末資料 3 分析試料調整と分析方法

試料調整工程



錫分析法 (錫石中の錫の定量方法) : 溶解-ヨード容量法、検出限界 ; Sn0.03%

方法概要

- 1) 試料を塩酸硝酸を用いて硫化物と干渉成分を酸抽出し、ろ過する。
- 2) 残渣に亜鉛粉と水酸化アルミを加えて灰化し、錫石を酸に可溶性の亜錫酸塩に転化する。
- 3) 希塩酸、鉄粉、アルミ片を加えて錫成分を希釈して、ヨード溶液を定滴して色調変化させて容量測定する。

銅分析法 : ポーラログラフ分析、検出限界 ; Cu0.08%、最高Cu 5%までに適用

方法概要

- 1) 試料を塩酸硝酸分解した後、ジメチルアミン-硫酸カリ溶液を加える。
- 2) その後、亜硫酸ナトリウムで酸素を除き、ポリビニール・アルコールを加えてJP-1型ポーラログラフで電位測定し、銅標準溶液から銅品位を計算する。

MINEX による地質モデリング及び鉱量計算手順

MINEX(資源開発支援システム)を用いて、本調査地域の地質モデルの作成及び鉱量計算を実施した。以下にその作業手順の概略を示す。

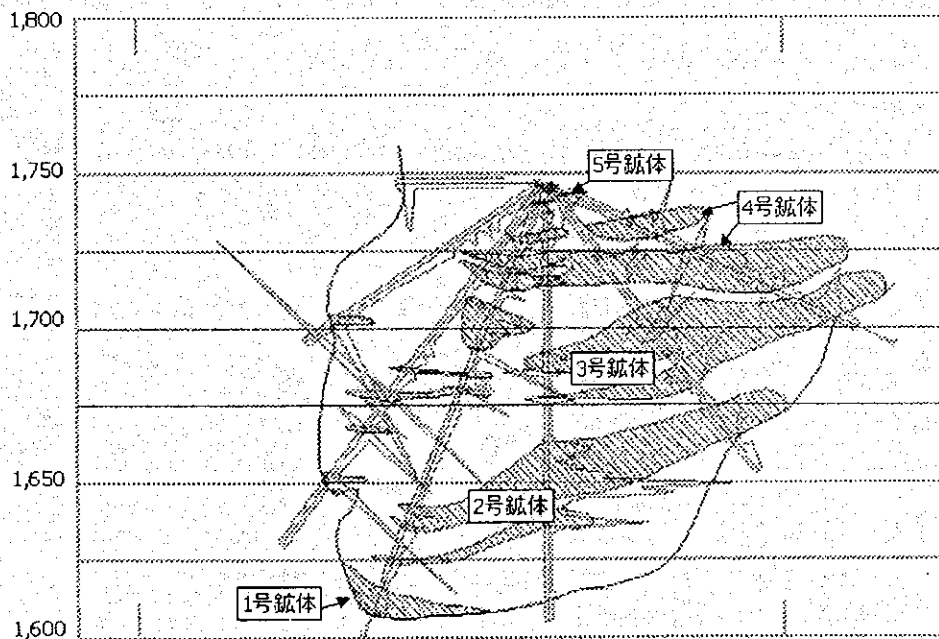
1. 試錐データ入力(座標、岩相、分析データ)

今年度までに実施された試錐(計 36 孔)について、それぞれ座標、岩相及び銅・錫の分析値(計 1,609 サンプル)を入力した。

なお、分析値の入力に際し、銅品位 0.08%以下及び錫品位 0.03%以下のものについては、それぞれ品位を 0%として計算を実施した。

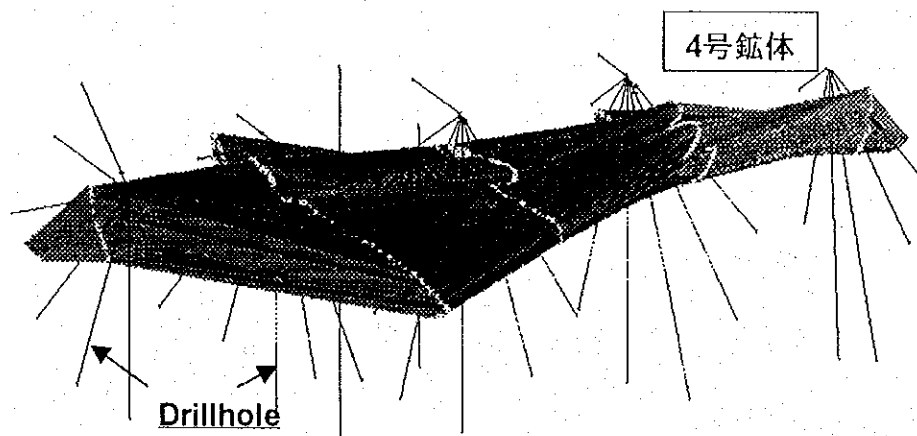
2. 鉱体の形状の決定(2次元)

各断面(240,241,242,243 及び 244 測線)上で、コア鑑定及び分析結果をもとに、各鉱体(下位の鉱体より、1号、2号、3号、4号及び5号鉱体とした)の形状をデジタル化した。



3. 鉱体モデル作成

各測線ごとにデジタイズしたそれぞれの鉱体の形状をつなぎ合わせて、初期鉱体モデルを作成した。以下に例として、4号鉱体のモデルを示す。



4. ブロックモデル作成

本システムにおいて、品位割付及び鉱量計算実施のため、作成した初期鉱体モデルをブロックの集合体として表現した。ブロックモデルの作成範囲及び1ブロックのサイズは、鉱体の分布範囲を考慮して、以下の通りとした(あわせて設定したパラメータのメニュー画面を示す)。

・作成範囲

X: 122250~122760 Y: 573060~573390 Z: 1600~1780

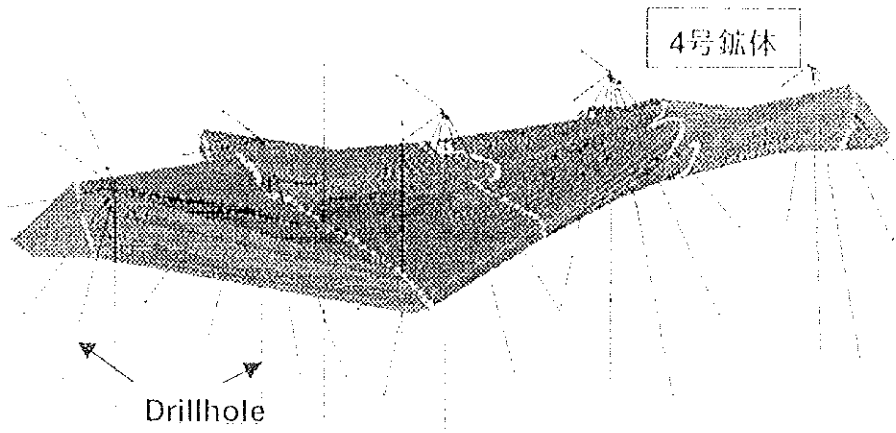
・ブロックサイズ

X,Y,Z: 3m, 3m, 2m

Resource Database - Setup			
	X	Y	Z
Origin	122250,00	573060,00	1600,00
Rotation	0,0	0,0	0,0
No blocks	170 Max 256	110 Max 256	90 Max 256
Block size	3,0	3,0	2,0
Max sub-blocks	3 Max 8	3 Max 8	3 Max 8
Maximum number of variables :	30 ▲▼		
You may potentially generate 1683000 primary blocks			
The permitted maximum number of blocks is 4194304			
[OK]		[Quit]	

3 鉱体モデル作成

各測線ごとにデジタル化したそれぞれの鉱体の形状をつなぎ合わせて、初期鉱体モデルを作成した。以下は例として、4号鉱体のモデルを示す。



4 ブロックモデル作成

本システムにおいて、品位割付及び鉱量計算実施のため、作成した初期鉱体モデルをブロックの集合体として表現した。ブロックモデルの作成範囲及び1ブロックのサイズは、鉱体の分布範囲を考慮して、以下の通りとした。あわせて設定したパラメータのメニュー画面を示す。

・作成範囲

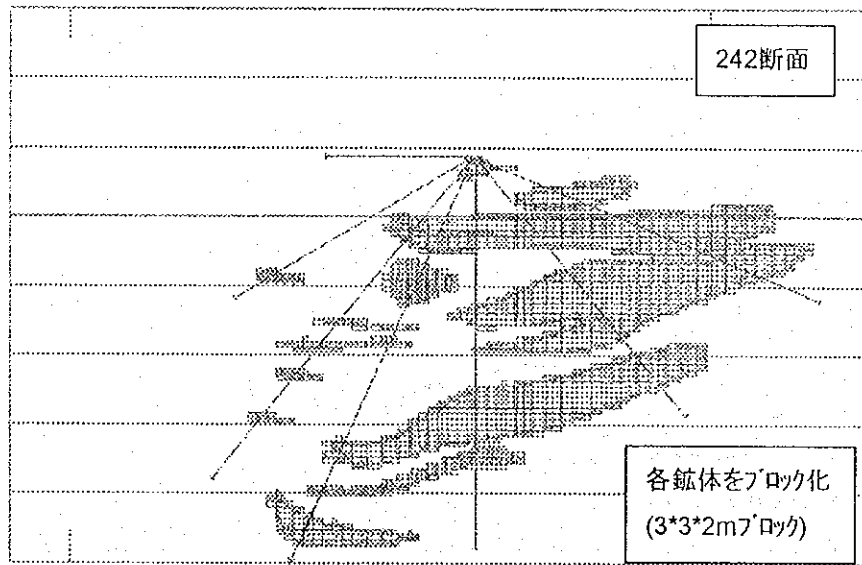
X: 122250~122750 Y: 573050~573350 Z: 1600~1780

・ブロックサイズ

X Y Z: 3m, 3m, 2m

Resource Database - Setup					
	X		Y		Z
Origin	122250,00		573060,00		1600,00
Rotation	0,0		0,0		0,0
No blocks	170	Max 256	110	Max 256	90
Block size	3,0		3,0		2,0
Max sub-blocks	3	Max 8	3	Max 8	3
Maximum number of variables :	30				
You may potentially generate 1683000 primary blocks					
The permitted maximum number of blocks is 4194304					
accept			cancel		

以下に作成したブロックモデルの例として、242 測線の断面図を示す。

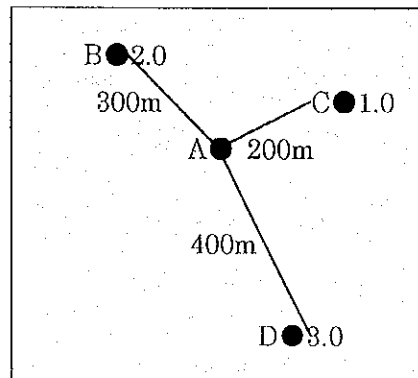


5. 品位割付

インバースディスタンス法(計算例を以下に示す)、鉱体内の各ブロックに品位割付を行った。分析値は、データの composite 等の加工は行わず、元データをそのまま用いた。銅及び錫の品位の範囲はそれぞれ以下のとおりとした。

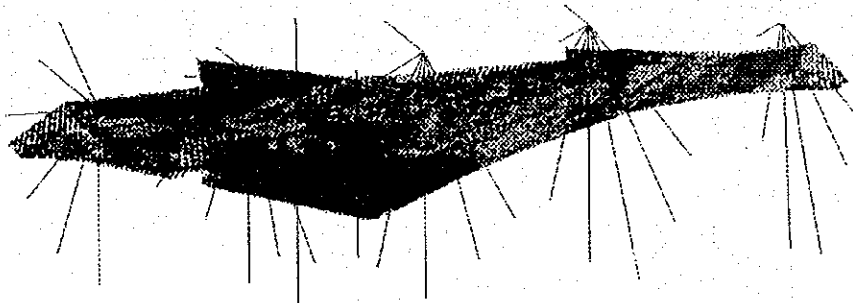
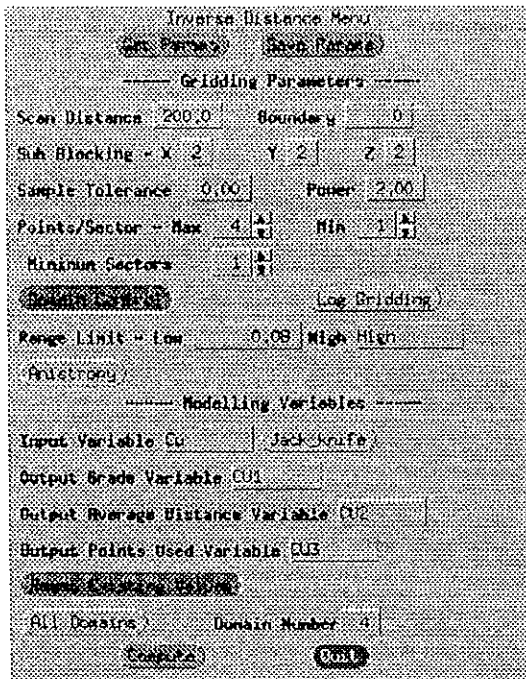
Cu : 0.08%~max(約 10%) Sn : 0.03%~max(約 10%)

なお、異なる鉱体内の分析データの影響を除くために、同一鉱体からの分析値のみを用いて、品位割付を実施した。



$$\begin{aligned} \text{品位 A} &= (2/300^2 + 1/200^2 + 3/400^2) / (1/300^2 + 1/200^2 + 1/400^2) \\ &= 1.557 \end{aligned}$$

今回の計算で用いたパラメータ及び品位割付結果の一例として、4号鉱体の品位分布を以下に示す。



6. 鉱量計算

作成した地質モデルをもとに、鉱量計算を実施した。

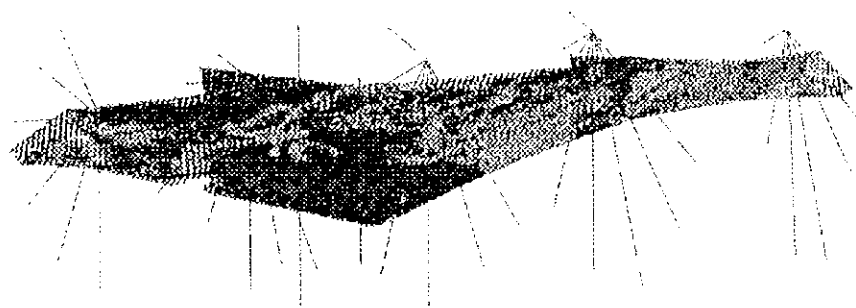
詳細は計算結果参照。

今回の計算で用いたパラメータ及び品位割付結果の一例として、4号鉱体の品位分布を以下に示す。

```

Inverse Distance Menu
-----
----- Gridding Parameters -----
Scan Distance 200.0 Boundary 0
Sub Blocking - X 2 Y 2 Z 2
Sample Tolerance 0.00 Power 2.00
Points/Sector - Max 4 Min 1
Minimum Sectors 1
Range Limit - Low 0.00 High High
----- Modelling Variables -----
Input Variable Cu Jackknife
Output Grade Variable CU1
Output Average Distance Variable CU2
Output Points Used Variable CU3
-----
All Done? Runain Number 4

```



6. 鉱量計算

作成した地質モデルをもとに、鉱量計算を実施した。

詳細は計算結果参照。

卡房地区矿量计算有关事项

采矿费:每吨矿石110元。

运输费:每吨矿石67元。

矿石输送费:坑口至选矿场每毛吨3元。

选矿实收率:锡56%,铜72%。

精矿品位:锡40%,铜18%。

精矿水分率:8-10%。

精矿中有害成分:97年平均品位cu0.473%,as2.754%,fe17.44%,s2.767%,bi0.007%。

冶炼产地:锡一个旧,铜-昆明。

锡精矿由卡房运输至个旧每毛吨16.50元。

铜精矿由大屯运输至昆明每毛吨129.60元。

金属价格:锡精矿每一金属吨矿36000元。铜精矿每一金属吨矿11000元。

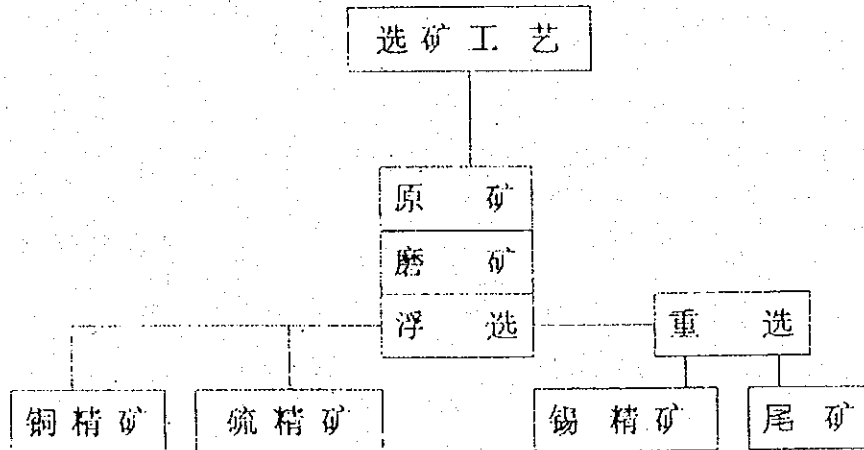
冶炼实收率-锡92.5%。

粗炼费-以锡精矿生产出粗锡锭每吨4600元。

精炼费-以粗锡锭生产出合格1号精锡锭每吨2000元。

卡房300t/日选矿厂

建设补偿费:80~90万元。



巻末資料 6 カ房鉱床の経済性検討計算式

収支計算式（粗鉱トン当りで計算）

$$\text{山元直接費} = \text{錫収入} + \text{銅収入}$$

1. 山元直接費 = 採鉱費 + 選鉱費 + 鉱石輸送費
2. 銅収入 = 粗鉱トン当り銅粗収入(1) - 粗鉱トン当り銅精鉱輸送費(2)
(1) = 粗鉱トン当りの含銅量 * 銅金属価格
(2) = (銅精鉱輸送費 / ((1 - 水分率) * 銅精鉱品位)) * 粗鉱トン当りの含銅量(3)
(3) = 粗鉱 1 トン * 銅品位 * 銅選鉱実収率
3. 錫収入 = 粗鉱トン当りの錫粗収入(1) - 粗鉱トン当りの錫精鉱輸送費(2)
(1) = 粗鉱トン当りの錫含有量 * 錫製錬実収率 * (錫金属価格 - (T/C + R/c))
(2) = (錫精鉱輸送費 / ((1 - 水分率) * 錫精鉱品位)) * 粗鉱トン当りの含錫量(3)
(3) = 粗鉱 1 トン * 錫品位 * 錫選鉱実収率
4. 銅品位確定の場合の錫CUTOFF品位の計算
山元直接費 = 錫収入 + 銅収入 = 錫粗収入 - 錫精鉱輸送費 + 銅収入
= 1 トン * Sn品位 * 錫選鉱実収率 * 錫製錬実収率 * (錫金属価格 - (T/C + R/C))
- (錫精鉱輸送費 / ((1 - 水分率) * 錫精鉱品位)) * 1 * Sn品位 * 錫選鉱実収率
+ 銅収入
Sn X % = 100 * (山元直接費 - 銅収入)
/ ((1 トン * 錫選鉱実収率 * 錫製錬実収率 * (錫金属価格 - (T/C + R/C)))
- (錫精鉱輸送費 / ((1 - 水分率) * 錫精鉱品位)) * 1 * 錫選鉱実収率)
5. 錫品位確定の場合の銅CUTOFF品位の計算
山元直接費 = 錫収入 + 銅収入 = 錫収入 + 銅粗収入 - 銅精鉱輸送費
= 1 トン * Cu品位 * 銅選鉱実収率 * 銅金属価格
- (銅精鉱輸送費 / ((1 - 水分率) * 銅精鉱品位)) * 1 * Cu品位 * 銅選鉱実収率
+ 錫収入
Cu X % = 100 * (山元直接費 - 錫収入)
/ ((1 トン * 銅選鉱実収率 * 銅金属価格
- (銅精鉱輸送費 / ((1 - 水分率) * 銅精鉱品位)) * 1 * 銅選鉱実収率)
6. 山元直接費から最低錫・銅品位を求める

巻末資料 7 カ房鉱床の経済性の検討

経済性検討に関する基礎資料は、雲錫公司から第6年次に入手（巻末資料6）している。第7年次は、このうち金属価格が次のとおり改訂されたほかは、大きな変動はない。なお、巻末資料6：経済性検討基礎資料の上から2行目の「運輸費：毎屯鉱石67元」は、「選鉱費：毎屯67元」と考えて訂正している。

1999年の錫金属価格：34,500元/トン（第6年次、1998年は36,000元/トン）

1999年の銅金属価格：11,500元/トン（第6年次、1998年は11,000元/トン）

この基礎資料に基づいて、巻末資料7の計算式で採算性を検討した。ここでは、本社費などの管理費を除外し、山元直接費の経済性のみを検討した。（ただし、副産物収入、有害成分ペナルティーなどを除外、錫と銅のみの収支を考慮）。

この基礎資料の数値から、雲錫公司は錫銅鉱石を採掘し、選鉱後、錫精鉱は自山製錬し、銅精鉱は、昆明製錬所へ単純売却しているのではないかと考えられる。

この基礎資料から、次の数値が計算される：

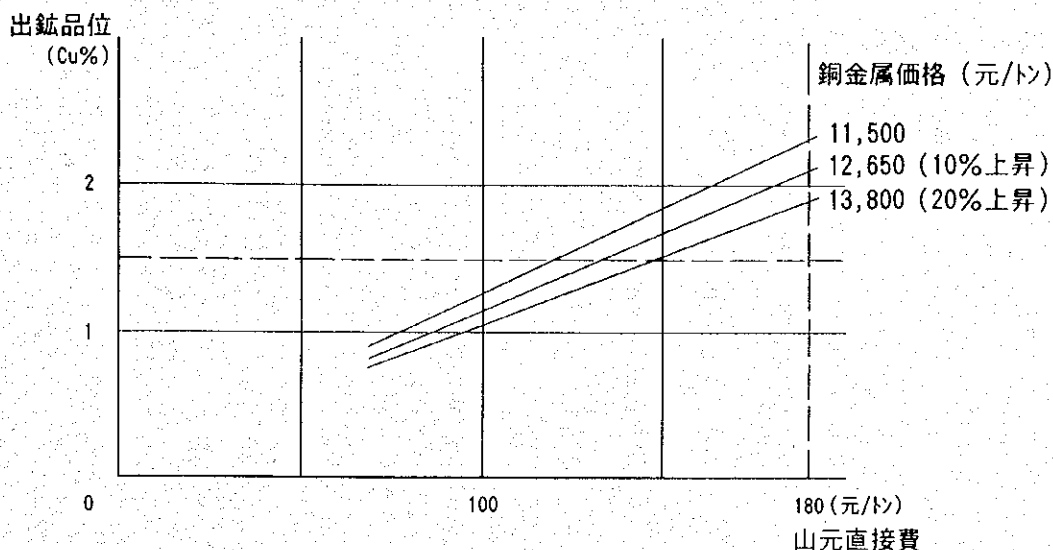
1. 粗鉱1トン当りの山元直接費（採鉱費・選鉱費・坑口～選鉱場輸送費）は180元/トン
2. 粗鉱品位Cu1%の場合：粗鉱1トンの価値は77.1元
（同様にCu1.5%の場合は115.7元）
3. 銅単味の場合：単純計算で粗銅品位はCu2.332%が必要、
（同様に錫単味では、Sn1.247%）

本鉱床開発の経済性を左右する要素として、

1. 金属価格の回復
2. 精鉱買鉱条件の改訂
3. 出鉱品位の向上
4. 技術改善・人員合理化などによる山元直接費の削減
5. さらに管理部門などの合理化・最適化

などが挙げられる。探鉱作業の進捗とともに、これらの問題点の発掘と検討・解析などを早急に行って、本鉱床の経済的最適開発案を策定することが必要である。

銅金属価格、出鉱品位、山元直接費の関係を図示する。



JICA