

# 中華人民共和國揚子地台西緣地域 資源開發協力基礎調査報告書

## 総括報告書

平成12年3月

JICA LIBRARY



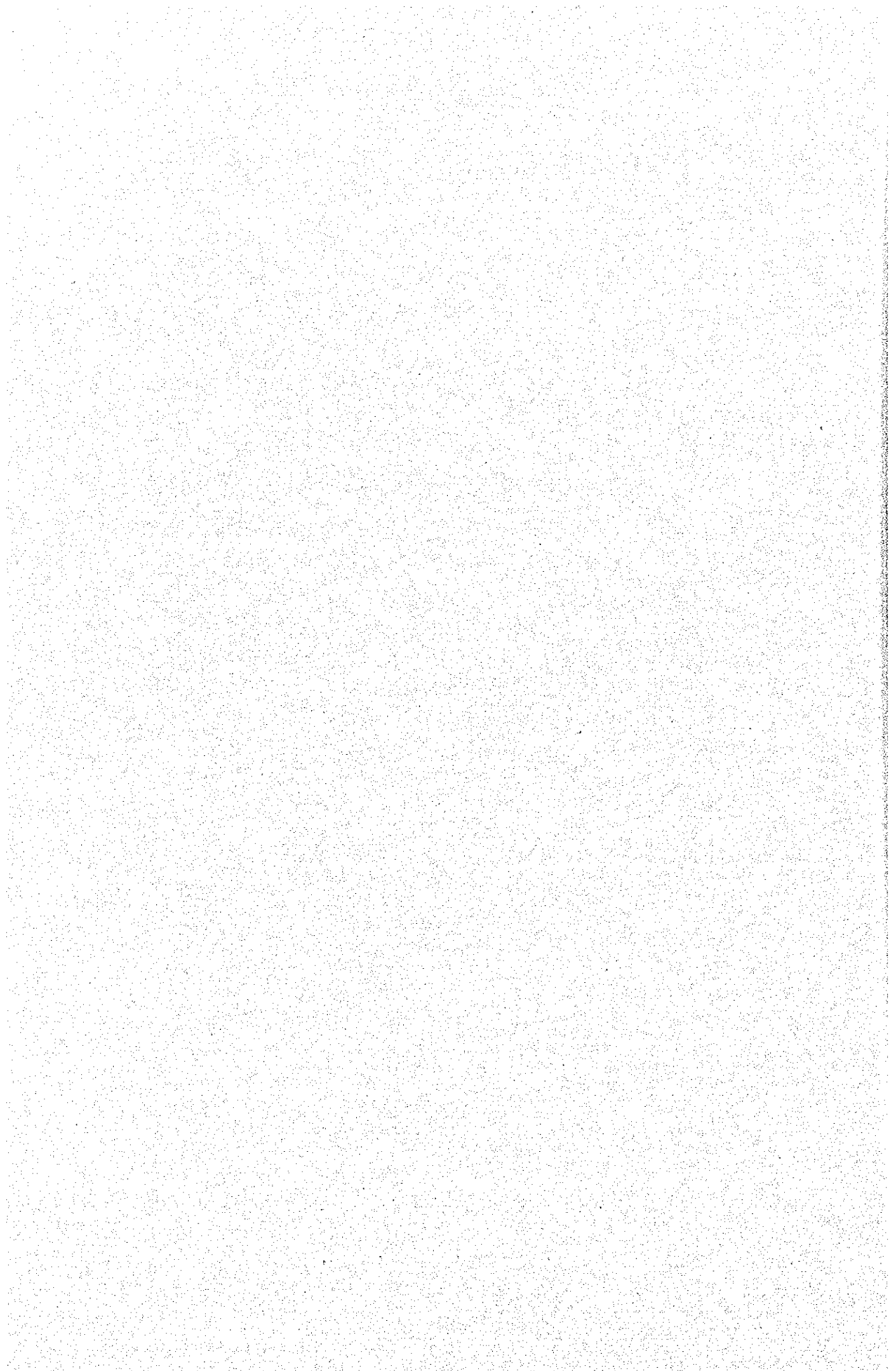
J1156304161

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

資源調査

CR(1)

00-072



# 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

## 総括報告書

平成12年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



1156304 [6]

## は し が き

日本国政府は、中華人民共和国の要請に答え、同国中央南部に位置する揚子地台西縁地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、衛星画像解析、地質調査、物理探査、坑道調査、ボーリング調査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

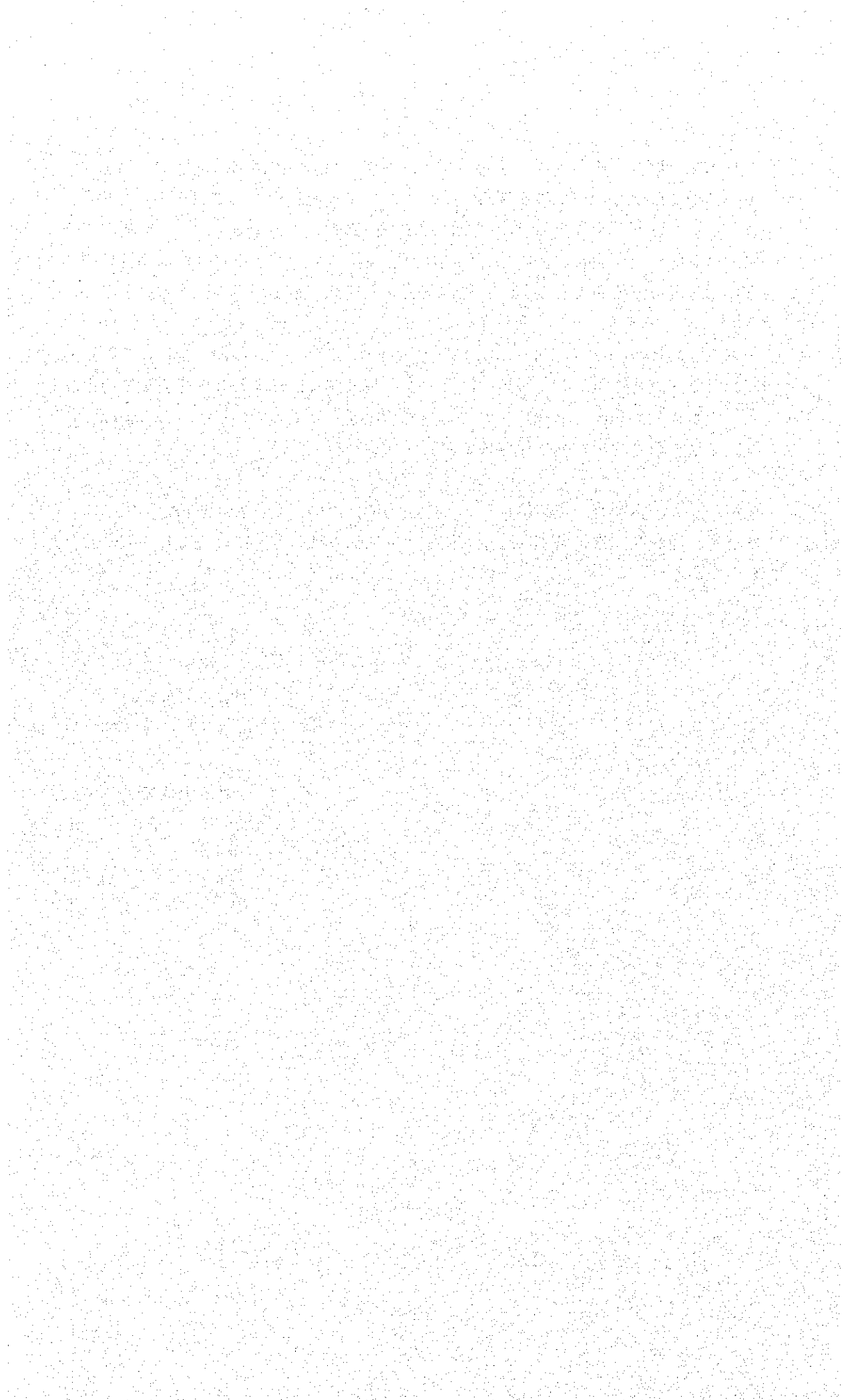
調査は、1993年から1999年までの7年間実施された。この間、金属鉱業事業団は数次にわたる調査団を編成して現地へ派遣した。現地調査は、国家有色金属工業局をはじめとする中華人民共和国関係機関の協力を得て予定通り完了している。本報告書は、7年間の調査結果を取り纏めた総括報告書である。

終わりに、本調査の実施に当たってご協力いただいた中華人民共和国関係機関ならびに外務省、通商産業省、日本国駐華大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

平成12年3月

国際協力事業団  
総 裁 藤 田 公 郎

金属鉱業事業団  
理事長 田 代 直 弘



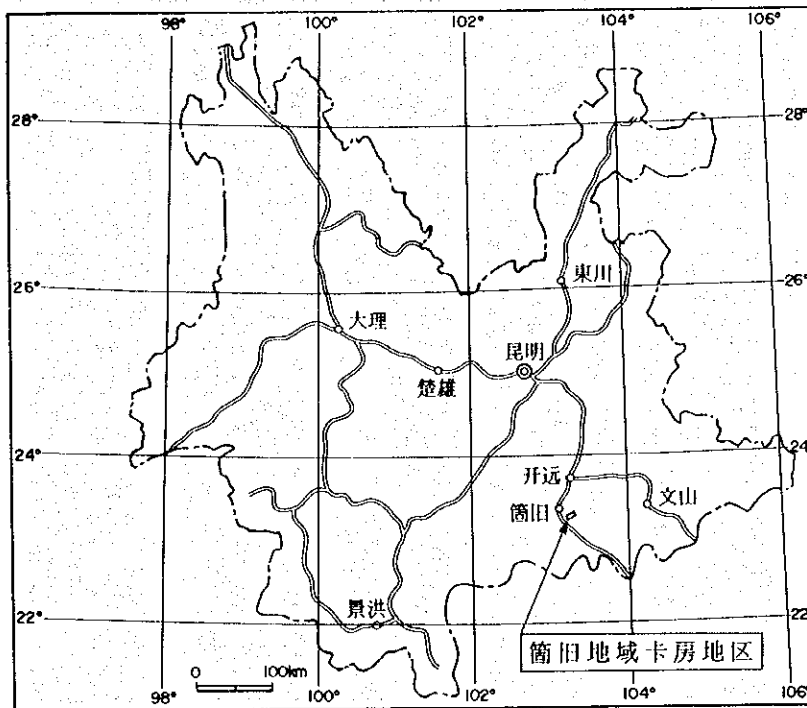
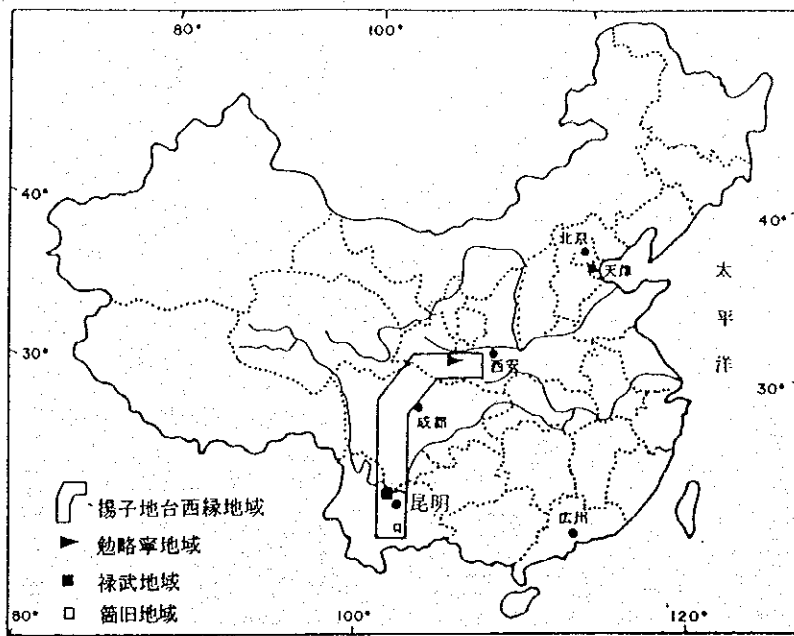


图 1-1 揚子地台西緣地域調查地域位置图

## 要 約

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、本地域全域、北部の勉略寧地区・同地区銅廠区域、中部の禄武地区・獅子山鉱山地区、なかでも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る地区であるが、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。この計算対象鉱体は、層状鉱体が主で、花崗岩と大理岩との接触面の小規模だが高品位の鉱体は含まれていないこと、さらに、鉱画ブロック高が 2 m で計算されているので、1 m 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ことなど、今後、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、全体では、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、本鉱床の詳細な探掘計画を立案し、さらに探鉱ポテンシャルと鉱量増大を図り、これら鉱床の開発が、箇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。

そして、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。



## 目 次

はしがき

調査地域位置図

要 約

目 次

図表一覧

### 第Ⅰ部 総 論

第1章 調査概要 .....	1
1.1 調査の経緯と目的 .....	1
1.2 調査地域 .....	1
1.3 調査方法と調査量 .....	1
1.4 調査期間と調査員 .....	1
第2章 調査の進捗状況 .....	6
第3章 箇旧地域卡房地区 .....	9
第4章 むすび .....	11

### 第Ⅱ部 各 論

第1章 揚子地台西縁地域 .....	15
1.1 調査地域の概要 .....	15
1.2 調査概要 .....	15
1.3 調査結果 .....	15
1.4 考察 .....	15
第2章 勉略寧地区 .....	19
2.1 調査地域の概要 .....	19
2.2 調査概要 .....	19
2.3 地質鉍床の概要 .....	20
2.4 探鉍開発の歴史と現状 .....	20
2.5 調査結果 .....	20
2.6 考察 .....	21
第3章 銅廠地区 .....	29
3.1 調査地域の概要 .....	29
3.2 調査概要 .....	29
3.3 地質鉍床の概要 .....	29
3.4 探鉍開発の歴史 .....	29
3.5 探鉍・採掘の現状 .....	29
3.6 鉍量概算とポテンシャル .....	30
3.7 今後の探鉍について .....	31
第4章 禄武地区 .....	38

4.1	調査地域の概要	38
4.2	調査概要	38
4.3	地質鉱床の概要	38
4.4	探鉱開発の歴史と現状	39
4.5	調査結果	39
4.6	考察	40
第5章	獅子山鉱山地区	49
5.1	調査地域の概要	49
5.2	調査概要	49
5.3	獅子山鉱山の概要	49
5.4	地質鉱床の概要とポテンシャル	49
5.5	考察	50
第6章	簡旧地域卡房地区	54
6.1	調査地域の概要	54
6.2	調査概要	54
6.3	探鉱開発の歴史と現状	55
6.4	一般地質	55
6.5	鉱化作用	59
6.6	卡房地区 1740mL の地質鉱床	63
6.7	卡房鉱床のポテンシャルと経済性	75
6.8	まとめ	90
第Ⅲ部		
	むすび	95
	参考文献	
	巻末資料	

## 図 表 一 覧

### 第 I 部 総論

図 I - 1	揚子地台西縁地域調査地域位置図	
図 I - 2	揚子地台西縁地域調査フローダイヤグラム	2
図 I - 3	揚子地台西縁地域有望地域抽出の流れ	3
図 I - 4	簡旧地域卡房地区総合解析図	13
表 I - 1	揚子地台西縁地域実施作業一覧	4
表 I - 2	揚子地台西縁地域室内試験項目及び数量	5
表 I - 3	揚子地台西縁地域調査員一覧及び調査期間	5

### 第 II 部第 1 章 揚子地台西縁地域

図 II - 1 - 1	衛星画像位置図、解析範囲図 (ランドサットデータ)	16
図 II - 1 - 2	衛星画像位置図、解析範囲図 (JERS-1 データ)	17
図 II - 1 - 3	衛星画像解析で抽出された有望地区位置図	18

### 第 II 部第 2 章 勉略寧地区

図 II - 2 - 1	勉略寧地区地質図、鉱床・鉱徴位置図	22
図 II - 2 - 2	勉略寧地区地質図先カンブリア系地質層序図	23
図 II - 2 - 3	勉略寧地区探査実績図	25
図 II - 2 - 4	勉略寧地区陳家咀区域地質図	26
図 II - 2 - 5	勉略寧地区陳家咀区域地質断面図	27
図 II - 2 - 6	勉略寧地区有望地区位置図	28
表 II - 2 - 1	勉略寧地区探査実績	24

### 第 II 部第 3 章 銅廠区域

図 II - 3 - 1	銅廠鉱床坑道配置図	32
図 II - 3 - 2	銅廠銅鉱床坑内地質図 (1055m L、995m L)	33
図 II - 3 - 3	銅廠銅鉱床坑内地質図 (910m L、815m L)	34
図 II - 3 - 4	銅廠銅鉱床地質断面図 (5 線、6 線)	35
図 II - 3 - 5	銅廠銅鉱床地質断面図 (8 線、10 線)	36
図 II - 3 - 6	銅廠銅鉱床地質断面図 (12 線、14 線)	37

### 第 II 部第 4 章 禄武地区

図 II - 4 - 1	禄武地区及び周辺地区地質図	41
図 II - 4 - 2	禄武地区及び周辺地区模式柱状図	42
図 II - 4 - 3	禄武地区中村区域地質図	44
図 II - 4 - 4	禄武地区中村区域地質断面図	45
図 II - 4 - 5	禄武地区白石岩区域地質図	46
図 II - 4 - 6	禄武地区白石岩区域地質断面図	47
図 II - 4 - 7	禄武地区有望地区位置図	48
表 II - 4 - 1	禄武地区調査実績	43

### 第 II 部第 5 章 獅子山鉱山地区

図Ⅱ-5-1	獅子山鉍山地区地質図・地質断面図	51
図Ⅱ-5-2	獅子山鉍山地区模式柱状図	51
図Ⅱ-5-3	獅子山鉍山地区物化探図	52
図Ⅱ-5-4	獅子山鉍山地区鉍床投影図	53

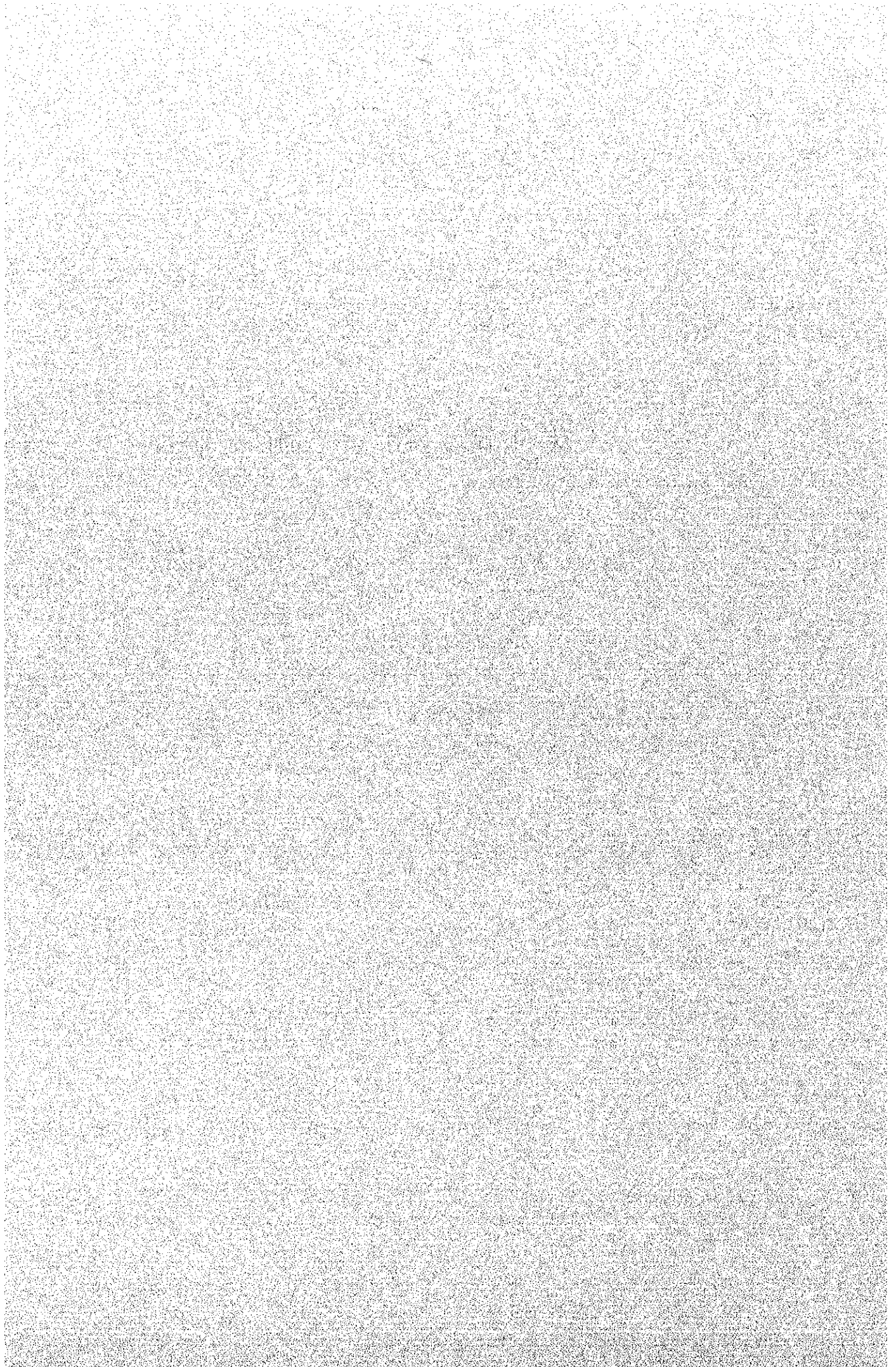
## 第Ⅱ部第6章 簡旧地域

図Ⅱ-6-1	簡旧地域主要鉍山・鉍徴分布図	57
図Ⅱ-6-2	簡旧地域地質概略図	58
図Ⅱ-6-3	卡房地区地質模式層序図	59
図Ⅱ-6-4	卡房地区地質図及び断面図	60
図Ⅱ-6-5	簡旧地域鉍床模式図	62
図Ⅱ-6-6	卡房地区1740mL坑道地質図	64
図Ⅱ-6-7	240 測線ボーリング地質柱状図及び断面図	65
図Ⅱ-6-8	241 測線ボーリング地質柱状図及び断面図	66
図Ⅱ-6-9	242 測線ボーリング地質柱状図及び断面図	67
図Ⅱ-6-10	243 測線ボーリング地質柱状図及び断面図	68
図Ⅱ-6-11	244 測線ボーリング地質柱状図及び断面図	69
図Ⅱ-6-12	240~244 測線間地質縦断面図	70
図Ⅱ-6-13	240 測線鉍画断面図	77
図Ⅱ-6-14	241 測線鉍画断面図	79
図Ⅱ-6-15	242 測線鉍画断面図	81
図Ⅱ-6-16	243 測線鉍画断面図	83
図Ⅱ-6-17	244 測線鉍画断面図	85
図Ⅱ-6-18	卡房鉍床モデル図	87
図Ⅱ-6-19	簡旧地域卡房地区総合解析図	93
表Ⅱ-6-1	簡旧地域主要鉍山・鉍徴一覧表	56
表Ⅱ-6-2	卡房地区ボーリング主要着鉍区間一覧表	71
表Ⅱ-6-3	卡房鉍床鉍量概算表	89

## 巻末資料

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

# 第 I 部 総 論



## 第 I 部 総 論

### 第 1 章 調査概要

#### 1.1 調査の経緯と目的

日本国政府は中華人民共和国政府の要請に基づき、同国揚子地台西縁地域の鉱物資源調査を実施することとし、1993年7月21日、本調査の実施に関する口上書を中華人民共和国政府と交換した。これに基づき、同日、国際協力事業団及び金属鉱業事業団と中国有色金属工業総公司（現国家有色金属工業局）は、本調査の実施細則を定め、1993年度から調査が開始された。

本調査は、日中双方が協力して、対象地域内において地質状況と鉱床の賦存状況を調査し、新鉱床発見に努め、その鉱床の経済性を検討すること、また、調査に参画する中国側専門家に現地調査業務を通じて技術移転を行うことを目的としている。

#### 1.2 調査地域

調査地域は、中華人民共和国中央部を南北に延びる面積約 15 万  $\text{km}^2$  といわれる地域で、同国陝西省・四川省・甘肅省・雲南省にまたがる。なかでも、陝西省の勉略寧地区、雲南省の禄武地区、同省箇旧地域卡房地区が重要調査地域として取り上げられている。このうち、卡房地区は、中国側では「箇旧鉱区老廠鉱田竹叶山鉱段」と称している（図 I-1）。

#### 1.3 調査方法と調査量

調査対象地域は広大で、重要調査対象地域も多く、調査方法は多岐に及び、調査量も膨大な数量に上った。調査方法は、調査対象地域と調査段階に応じて、既存試料解析、衛星画像解析、地質調査、地化学探査、物理探査、坑道調査、ボーリング調査などの手法が採用された。

これら手法と調査量を対象地域ごとに、調査ダイヤグラム（図 I-2）、有望地域抽出の流れ（図 I-3）、調査内容（表 I-1）と調査量（表 I-2）に示す。

#### 1.4 調査期間と調査員

本調査は、1993年度から1999年度までの7ヶ年にわたって実施された。各年度ごとの現地調査期間と本調査に参加した日中双方の調査員を、調査期間と参加人員表（表 I-3）に示す。

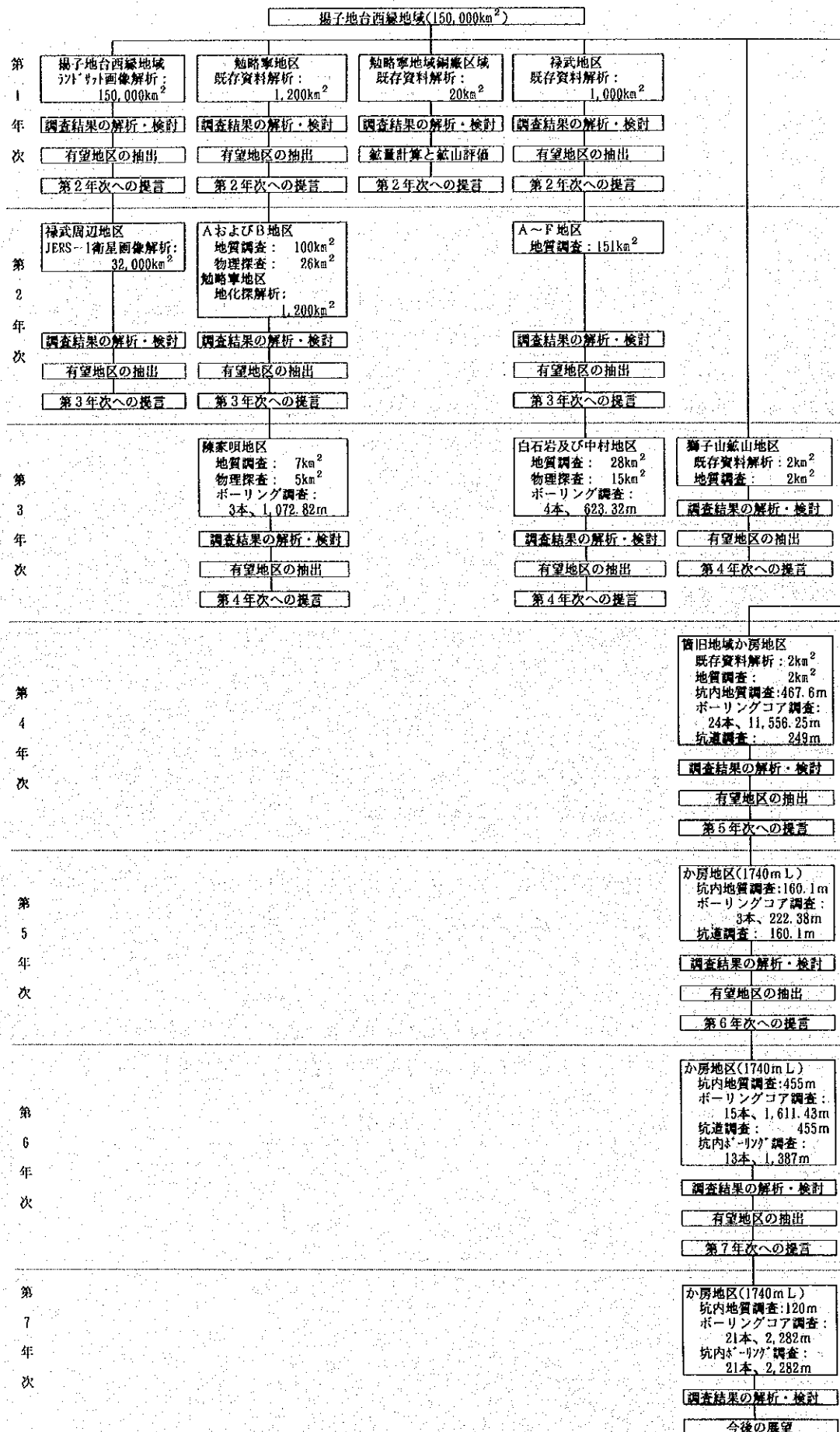


図1-2 揚子地台西縁地域調査フローダイアグラム



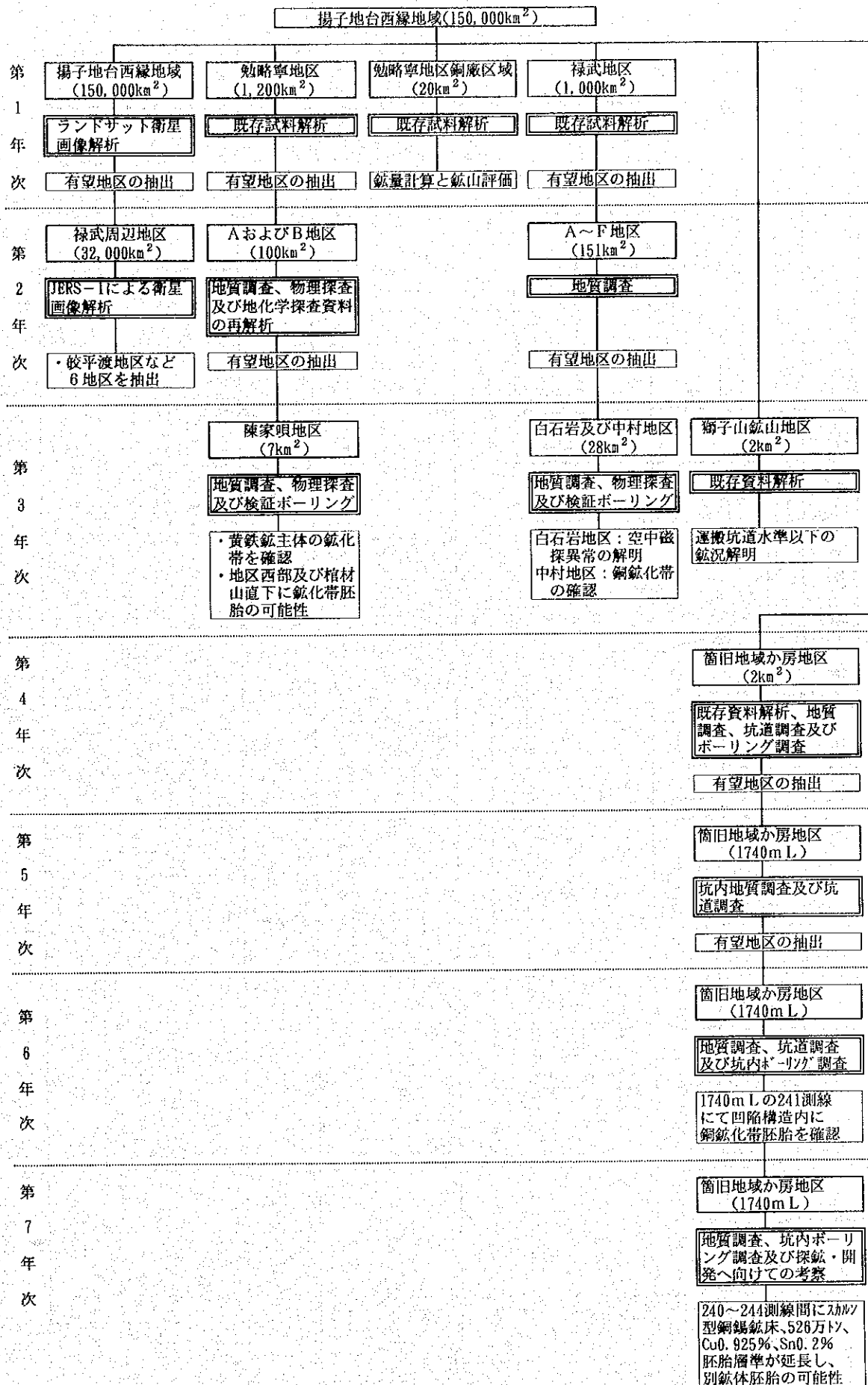


図1-3 揚子地台西縁地域有望地域抽出の流れ

表 1-1 揚子地台西縁地域実施作業一覧

	第1年次 (1993)	第2年次 (1994)	第3年次 (1995)	第4年次 (1996)	第5年次 (1997)	第6年次 (1998)	第7年次 (1999)	合計
揚子地台 西縁地域	5ドット画 像解析 28,000km <sup>2</sup> :1/50万 38,000km <sup>2</sup> :1/25万	-	-	-	-	-	-	28,000km <sup>2</sup> :1/50万 38,000km <sup>2</sup> :1/25万
	JERS-1画 像解析 銅廬地区、禰武地区 トランス 1,200km <sup>2</sup>	32,000km <sup>2</sup> :1/20万 小森江など4地区	-	-	-	-	-	6地区 1,200km <sup>2</sup>
勉略事地 区	既存資料 解析 地質調査 物理探査 ボーリン グ調査 既存資料 解析 地質調査 物理探査	地化探解析:1,200km <sup>2</sup> 、 6,077件 2地区:面積100km <sup>2</sup> ルート長150km CSAMT法:259点、AMT 法:51点、アレイ式 CSAMT法:168点	7km <sup>2</sup> 、ルート長23km IP法:18.9km 3本、1,072.82m	-	-	-	-	ルート長173km IP法:18.9km、 CSAMT法など:478点 3本、1,072.82m 20km <sup>2</sup>
銅廬区域	既存資料 解析 地質調査 物理探査	-	-	-	-	-	-	20km <sup>2</sup>
禰武地区	既存資料 解析 地質調査 物理探査	6地区:面積151km <sup>2</sup> 、 ルート長769.5km	2地区:28km <sup>2</sup> 、 ルート長37km IP法:15.4km、IPM 法:200点 4本、623.32m	-	-	-	-	ルート長306.5km 8地区、179km <sup>2</sup> ルート長306.5km IP法:15.4km、IPM 法:200点 4本、623.32m
獅子山鉾 山地区	既存資料 解析 地質調査	-	2km <sup>2</sup>	-	-	-	-	2km <sup>2</sup> 、 ルート長12km
舊旧地域 卡房地区	既存資料 解析 地質調査 坑内地質 調査 ボーリン コア調 査 坑道調査 坑内ボー リング調	-	面積2km <sup>2</sup> 、ルート長 12km	2km <sup>2</sup> 、24日 面積2km <sup>2</sup> 、ルート長 8km 467.6m	-	160.1m 455m	-	2km <sup>2</sup> 、24日 面積2km <sup>2</sup> 、ルート長 8km 1,202.7m 120m
	既存資料 解析 地質調査 坑内地質 調査 ボーリン コア調 査 坑道調査 坑内ボー リング調	-	-	24本、11,556.25m	3本、222.38m	15本、1,611.43m	21本、2,282m	63本、15,675.06m 864.1m 34本、3,669m
	既存資料 解析 地質調査 坑内地質 調査 ボーリン コア調 査 坑道調査 坑内ボー リング調	-	-	249m	160.1m	455m	21本、2,282m	864.1m 34本、3,669m

表1-2 揚子地台西縁地域室内試験項目及び数量

		第1年次 (1993)	第2年次 (1994)	第3年次 (1995)	第4年次 (1996)	第5年次 (1997)	第6年次 (1998)	第7年次 (1999)	合計
揚子地台西縁地域		--	--	--	--	--	--	--	--
勉路寧地区	岩石化学分析	--	303	78	--	--	--	--	381
	岩石薄片	--	50	10	--	--	--	--	60
	鉍石研磨片	--	55	10	--	--	--	--	65
	X線回折	--	55	24	--	--	--	--	79
	流体包有物	--	20	13	--	--	--	--	33
	比抵抗・分極率	--	30	--	--	--	--	--	30
	鉍石分析	--	--	15	--	--	--	--	15
銅廠区域		--	--	--	--	--	--	--	--
祿武地区	岩石化学分析	--	505	120	--	--	--	--	625
	岩石薄片	--	50	10	--	--	--	--	60
	研磨薄片	--	30	10	--	--	--	--	40
	X線回折	--	40	20	--	--	--	--	60
	全岩分析	--	20	10	--	--	--	--	30
	鉍石分析	--	60	10	--	--	--	--	70
	比抵抗・分極率	--	30	--	--	--	--	--	30
獅子山鉍山地区	岩石化学分析	--	--	30	--	--	--	--	30
	岩石薄片	--	--	10	--	--	--	--	10
	鉍石研磨片	--	--	7	--	--	--	--	7
	鉍石分析	--	--	10	--	--	--	--	10
箇旧地域卡房地区	研磨薄片	--	--	--	10	--	--	--	10
	岩石薄片	--	--	--	10	--	8	--	18
	鉍石研磨片	--	--	--	4	--	4	--	8
	鉍石分析	--	--	--	7	--	--	--	7
	ボーリングコア分析	--	--	--	--	--	520	801	1,321
	坑道試料分析	--	--	--	--	--	57	--	57

表1-3 揚子地台西縁地域調査員一覧及び調査期間

	第1年次(1993)	第2年次(1994)	第3年次(1995)	第4年次(1996)	第5年次(1997)	第6年次(1998)	第7年次(1999)	
協定折衝及び現地指導監督	島田和明 志瀬川敏夫 中村勝隆 中村敏一 松本和子 森川市参 箕輪厚彦 岡本信行 神谷太郎 萩津 毅	潘家柱 潘文華 崔虎林 劉善方 孫肇均 譚順道 黄 震 段文崗 朱智華	大迫次郎 宮内東洋 山本慈久 久保田喜裕 塩川 智 西川信康 西角春寿 横川勝美	潘家柱 崔虎林 劉善方 孫肇均 段文崗	中村研治 宮内東洋 西川信康 横川勝美	伊藤 正 鈴木隆文 龜山正義 横川勝美	潘家柱 崔虎林 劉善方 譚順道 張光典 李連學 徐其仁	龜山正義 林 克巳 中村研治
現地調査	富沢尚明 濱 博也 内田敏介 児玉 勉 川上和夫 川崎 深 田中啓二 柳田 順 汲田啓一 佐藤哲男	何伯屏 何典仁 王東生 任小華 劉萬軒 楊錦君 朱智華 毛聖傑 陳 儀 王汝興 張炳雄	富沢尚明 川上和夫 山懸順一 中村仁一 児玉 勉 高橋幹男 何 培明 福田英一 西川拓也 佐藤哲男 田中啓二 佐々木純一 菊池 晃	何伯屏 何典仁 任小華 楊沛淪 劉萬軒 朱智華 毛聖傑 趙玉山 屈志明 王汝興 陳 儀	富沢尚明 永松武彦 後藤 水 中村仁一 高橋幹男 内田敏介 福田英一 田中啓二 菅原公平 菊池 晃 齋藤 章 石川次男 何 培明 武部晃充 岸本宗丸	何典仁 李永混 呉宝庫 張冠星 張日富 李福讓 劉萬軒 王東亮 朱智華 毛聖傑 屈志明 彭澤賦 張 鼓 杜再飛 呉相輝 張炳雄 蔣從林 熊德安	富沢尚明 高橋幹男 手塚秀雄 廣川茂樹 小野寺富雄	楊樹培 譚木昌 段永生 柴惠峰 李國清 高文翔 史永霖
現地調査期間	1993. 9. 20~ 1993. 12. 18	1994. 8. 28~ 1994. 12. 13	1995. 6. 22~ 1995. 12. 28	1996. 7. 29~ 1997. 3. 7	1997. 6. 24~ 1998. 3. 12	1998. 6. 8~ 1999. 1. 30	1999. 6. 29~ 1999. 12. 23	

## 第2章 調査の進捗状況

揚子地台西縁地域調査は、同地域内の鉱物資源、なかでも銅資源を主対象に始められたが、調査範囲（面積 15 万平方 km）が広大で、調査対象地域も多く、調査期間は7年間に及ぶ。

調査は、第1年次（1993年度）から第3年次（1995年度）までと、第4年次（1996年度）から第7年次（1999年度）までの2時期に大別される（図 I-3：有望地域抽出の流れ参照）。

### 2.1 第1年次（1993年度）から第3年次（1995年度）の調査

この期間の調査は、揚子地台西縁地域全体、同地域北部の勉略寧地区・同地区銅廠区域、同地域中部の禄武地区・獅子山鉱山地区を対象としている。なかでも勉略寧地区銅廠区域は、本調査開始時の最重要対象と考えられていた。

調査手法は、衛星画像解析、既存資料解析、地質調査、物理探査、ボーリング調査が、調査対象及び調査段階に応じてそれぞれ適用された。

#### 第1年次（1993年度）：

本年次調査は、面積 15 万平方 km といわれる広大な地域の鉱床ポテンシャルを探るために衛星画像解析を行うとともに、勉略寧地区・同地区銅廠区域・禄武地区の既存資料解析が実施された。

衛星画像解析では、広大な地域から数箇所のポテンシャル地域が抽出され、これらを含む地域のより精度の高い画像解析が提言された。

勉略寧及び禄武両地区では、それぞれ数箇所の精査対象地区が抽出され、地質精査、地化学探査、物理探査などの精度の高い調査が提言された。

銅廠区域は、鉱脈型銅鉱床が胚胎し、今後の探鉱により鉱量増大が認められることが判明したが、本鉱床の探鉱開発には、数社が本鉱床を対象に採掘・開発のために独自の坑道掘削を進めていることも判明した。このような現状から、今後の合理的な探鉱開発には、これら作業の一元的な統合の上に、合理的な計画立案の必要が考えられ、これら諸条件の解決が先であると考えられた。

#### 第2年次（1994年度）：

第1年次の調査結果に基づき、揚子地台西縁地域ではより精度の高い衛星画像解析が、勉略寧地区精査区域では地質精査と物理探査が、禄武地区精査区域では地質精査が、それぞれ行われた。

その結果、揚子地台西縁地域に6箇所のポテンシャル地域が抽出され、今後の調査によって銅新鉱床発見の可能性が考えられるに至った。

勉略寧地区では、さらに精査の考えられる区域が1箇所（陳家咀区域）、禄武地区では同様の2箇所（中村・白石岩両区域）が、それぞれ抽出された。

#### 第3年次（1995年次）：

勉略寧地区陳家咀区域と禄武地区白石岩区域・中村区域で、地質調査、物理探査、ボーリング調査がそれぞれ実施された。さらに、獅子山鉱山地区で既存資料解析と地質調査も行われた。

勉略寧地区陳家咀区域では、地化学調査と物理探査（IP法）の異常が認められ、地表近くのIP高異常に対しボーリングを3本実施したが、黄鉄鉱の鉱染・鉱脈を主とする広範囲の鉱化帯を認めたものの、銅鉱化は小規模・低品位であることが確認された。しかし、IP異常は、厚い被覆層

下部へ延びているので、その探鉱は今後の課題と考えられるに至った。

禄武地区白石岩区域では、物理探査異常（IP、比抵抗）にボーリング3本が行われたが、異常は岩相変化と地質構造に起因すると考えられるに至った。

同地区中村区域では、物理探査異常（TEM）にボーリング2本が行われたが、小規模で弱い銅鉱化を認めたに止まった。

獅子山鉱山地区は、層状銅鉱床を対象に坑内採掘中の鉱山で、1978年に生産開始している。調査の結果、本地区の鉱床ポテンシャルは既存鉱床下部延長と考えられるが、その鉱況は次第に劣化する傾向にあることが判明した。

## 2.2 第4年次（1996年度）から第7年次（1999年度）の調査

この期間は、揚子地台西縁地域の南端部に位置する箇旧地域卞房地区（北東～南西に延びる長さ2km、幅1km）の範囲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の1600～1800mLにスカルン型銅錫鉱床の伏在が認められている地区であるが、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）を主に苦灰岩や変玄武岩を挟在する中部三疊系の堆積岩類に、燕山期の花崗岩が貫入して形成された潜頭性スカルン型銅錫鉱床である。花崗岩は断裂や三疊系の褶曲・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、鉱床の富鉱部はこの凹陷構造内部に胚胎すると考えられていた。

調査は、探鉱の進捗状況に応じて、既存資料解析、地質調査、坑道調査、ボーリング調査が行われた。

### 第4年次（1996年度）：

既存資料解析、地質調査、既存坑道を利用した坑道調査が行われた。その結果、卞房地区の西部ではスカルン型銅錫鉱床の胚胎が期待され、その探鉱方法は坑道調査と坑内ボーリング調査を組み合わせが最適であると考えられた。このため、坑内ボーリング室設置を主目的に1740mLで坑道調査が行われたが、予想していた断裂帯がそれ以上に大規模で、さらに岩盤も軟弱な変玄武岩と変質花崗岩で坑道掘削が非常に難航し、ついに切替え坑道を掘削せざるを得ない状態となった。

### 第5年次（1997年度）：

切替え坑道の掘削とボーリング室設置のために、坑道調査を継続したが、大規模断層と軟弱変玄武岩に難航し、坑道掘削技術移転には多大の成果があったものの、ボーリング室設置までに至らなかった。

### 第6年次（1998年度）：

本年次の坑道調査は、切替え坑道の掘削継続を進めて大規模断層と軟弱変玄武岩を突破し、さらに100m間隔で3箇所のボーリング室を設置するに至る。ボーリング調査では、2箇所のボーリング室から同一断面上で扇型に坑内ボーリング調査が行われた。

ボーリングの結果、240測線では思わしい結果は得られなかったが、241測線では7本のボーリングすべてで優勢なスカルン型銅錫鉱床に縫着し、測線当たりの鉱量154万トン、銅品位

1.017%のポテンシャルが見込まれ、さらに奥に向かって鉱体が連続する可能性が高まった。

第7年次（1999年度）：

本年次は、カウンターパート側が坑道調査とボーリング室の設置をさらに進めるとともに、日中協力して坑内ボーリング調査と地質調査が行われた。坑内ボーリング調査は、第6年次の241測線の奥に100m間隔で242・243・244各測線上に1箇所ずつのボーリング室を設置し、各ボーリング室から扇型にボーリングが行われた。

その結果、241測線で把握された優勢なスカルン型銅錫鉱床が242測線から243測線まで連続するように確認されたが、244測線では、花崗岩の貫入が優勢で、鉱床胚胎の場の三畳系が狭められるとともに、鉱化作用も劣化し、鉱床は240～244測線間でまとまった鉱床と考えられるに至った。第6年次及び第7年次に実施された240～244測線間のボーリング結果に基づき、MINEXを用いた鉱量概算では、鉱量526万トン、銅品位0.925%、錫品位0.2%（カットオフ銅0.3%）が得られた。さらに、現在の市場金属価格・卡房の採選鉱費用などから、本鉱床の経済性の検討を試みた。

### 2.3 まとめ

本調査は、揚子地台西縁地域、15万平方kmという広大な対象地域から、既存資料解析・衛星画像解析・地質調査・物理探査・坑道調査・坑内ボーリング調査などの調査手法を適用した7ヶ年に及ぶ調査の結果、箇旧地域卡房地区で鉱量526万トン、銅品位0.925%、錫品位0.2%（カットオフ銅0.3%）という調査結果を得た。さらに本鉱床の今後の調査・開発へ向けての問題点の検討、解明などを試みた。

### 第3章 箇旧地域卡房地区

箇旧地域卡房地区は、中国有色金属工業總公司西南地質調査局 308 隊が、1978 年から 1997 年にかけて、断続的ではあるが地表ボーリングを行い、地表下約 500m の 1600~1800m L にスカルン型銅錫鉛床の伏在を認め、新規鉛床胚胎が有望視されている地区である。

第4年次（1996年度）から第7年次（1999年度）まで、地質調査、坑道調査、ボーリング調査が実施され、卡房鉛床の地質及び地質構造と鉛化作用との関係を把握し、鉛床規模の概要及び採算性を明らかにし、今後の調査・開発に向けての考察を行った。

本地区の地質は中部三疊系の大理岩主体、変玄武岩を挟在する箇旧層卡房部層とこれに貫入したの燕山晩期の潜頭性花崗岩よりなる。卡房部層は層厚 770m 以上で、岩相により 5 層に区分されている。老熊洞断裂が本地区を東西に走る。この断裂の活動は、燕山晩期以前とされているが、現地形に反映していることなどから、主活動は燕山晩期以前としても、その後にも活動してのではないかと考えられる。

潜頭性花崗岩は、全体として北東方向に延び、褶曲・断裂、堆積岩類の層理面・節理に規制されて、堆積岩の三方を取り囲むように馬の背状・舌状の貫入形態を取り、花崗岩の中に見掛け上の凹陷構造をつくっている。本地区に期待される潜頭性スカルン型銅錫鉛床は、この凹陷構造中に胚胎する。花崗岩は主に灰白色・中粒等粒状黒雲母花崗岩で、貫入頂部や周辺部では、細粒状で粘土化変質作用を受けていることが多く、さらに電気石化、螢石化、グライゼン化、珪化、緑泥石化などの変質作用がみられる。

スカルンは、花崗岩と接触する大理岩及びスカルン化され易い大理岩層準中に、接触面・層理面・節理などに規制され、ざくろ石、陽起石、などのスカルン鉛物、石英・炭酸塩細脈などで構成される。鉛化作用は、スカルン及びスカルン化大理岩中の鉛染状・細脈状・膜状の鉛化と塊状硫化鉛物がみられる。鉛石鉛物は主として磁硫鉄鉛、黄鉄鉛、硫砒鉄鉛、黄銅鉛、錫石で、方鉛鉛、鉄閃亜鉛鉛などを伴う。このうち採掘対象と考えられる鉛種は、銅と錫である。鉛化時期はスカルン形成後で、銅と錫の鉛化時期は、錫鉛化作用が銅鉛化作用よりやや早いと考えられている。鉛化部位は、ボーリングコア調査では、花崗岩との接触部と大理岩の層準規制を受けているように考えられる。

鉛床胚胎の場の凹陷構造は、短軸方向（測線方向）へは、花崗岩が北西から南東へ貫入して見掛け上の凹陷構造を形成すると考えられていたが、244 測線ではっきりみられるように、花崗岩は南東から北西へも貫入しており、長軸方向（北東—南西方向）に大理岩類を両側から包みこむように花崗岩が貫入して凹陷構造を形成しているのではないかと考えられる。凹陷構造の底部は、240 測線から 241 測線を経て 242 測線へ次第に深くなるが、242 測線から 244 測線へは上下しながら浅くなっている。

卡房鉛床は、日中協力調査で解明された 240~244 測線間に MINEX 法で 526 万トン、Cu0.925%（カットオフ銅 0.3%）、380 万トン、Cu1.129%（同じく銅 0.5%）と概算鉛量される。この計算対象鉛物は、層状鉛物が主で、花崗岩と大理岩との接触面の小規模だが高品位の鉛物は含まれていないこと、さらに、鉛画ブロック高が 2m で計算されているので、1m 前後の薄い着鉛部分が上下盤の低品位あるいは無鉛化層を取込んで低品位化し、カットオフ以下となって

いると考えられることなど、今後、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。

卡房地区を考慮した場合、240～244 測線間で鉱床を胚胎する凹陷構造は、245 測線付近を走る244 断層で切られ、奥へは不連続と考えられる。しかしながら、244 断層で変位されたと考えられる凹陷構造とその内部の鉱化帯が、247 測線の地表ボーリング及び1740mL主坑道からの先進ボーリングで確認されており、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。さらに北東部の266 測線では、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。

このように卡房地区では、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、卡房地区には、1600～1950mLの各所に凹陷構造が確認されているので、この1740mLのほかに、このような凹陷構造の発達する可能性も今後の探査課題と考えたい。
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、岩盤強度と探鉱方法の検討、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、金属価格の見通しなどを検討する。



## 第4章 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、衛生画像解析、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、本地域全域、北部の勉略寧地区・同地区銅廠区域、中部の禄武地区・獅子山鉱山地区、なかでも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があるものの、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)を主とする中部三畳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、花崗岩は断裂や三畳系の層理面などに規制されて、三畳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。

日中協力調査で解明された卡房鉱床は、MINEX を用いて鉱量 526 万トン、銅品位 0.925% (カットオフ銅 0.3%) と概算される。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 2 m で計算されているので、1 m 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ことも考えられるので、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。

卡房地区全体では、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、卡房地区全体では、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、

卡房地区には、1600～1950m Lの各所に凹陷構造が確認されているので、この 1740m Lのほかに、このような凹陷構造の発達する可能性も今後の探査課題と考えたい。

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、さらに探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。

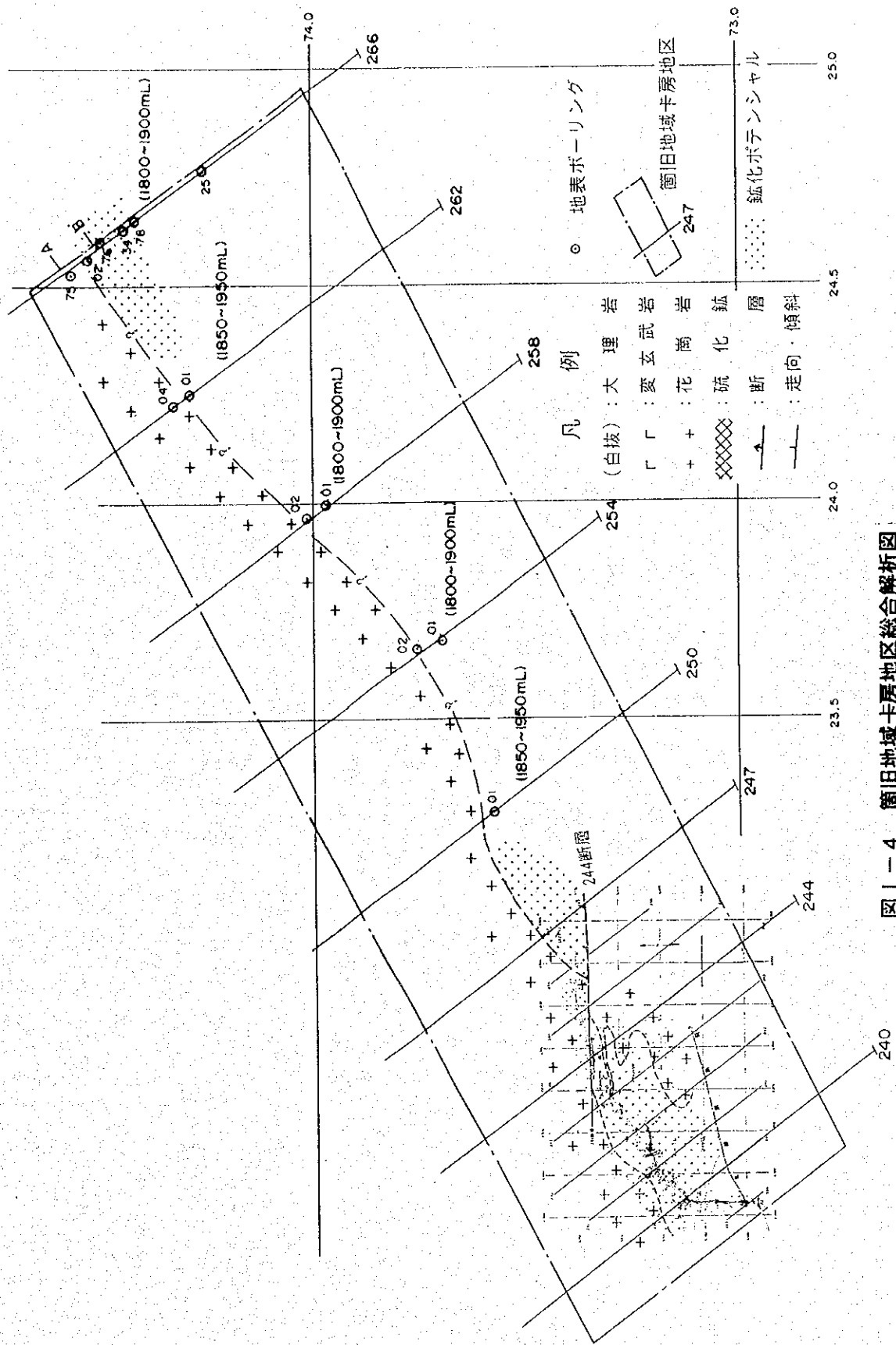


図1-4 筒旧地域カ房地区総合解析図

