

中華人民共和國揚子地台西緣地域
資源開發協力基礎調查報告書

鉍物資源綜合開發調查

第 1 年 次

平成 6 年 3 月

国際協力事業団
金属鉍業事業団

中華人民共和國揚子地台西緣地域
資源開發協力基礎調查報告書

鉍物資源総合開発調査

第 1 年 次

28168

JICA LIBRARY



1121335121

平成 6 年 3 月

国際協力事業団
金属鉍業事業団

国際協力事業団

28168

は し が き

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に答え、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、地質調査、物理探査、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、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本年度調査は第1年次にあたり、金属鉱業事業団は10名からなる調査団を編成して、現地に派遣した。

現地調査は平成5年9月20日に開始され、中華人民共和国政府関係機関、中国有色金属工業総公司、同公司西北地質勘查局、西南地質勘查局の協力を得て、平成5年12月18日予定どおり完了した。

本報告書は第1年次の調査結果を取り纏めたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいた中華人民共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在北京日本国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6年3月

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉱業事業団

理事長 石 川 丘

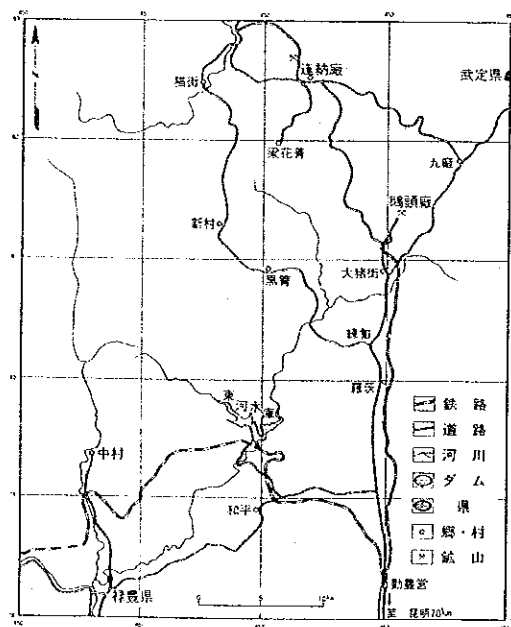
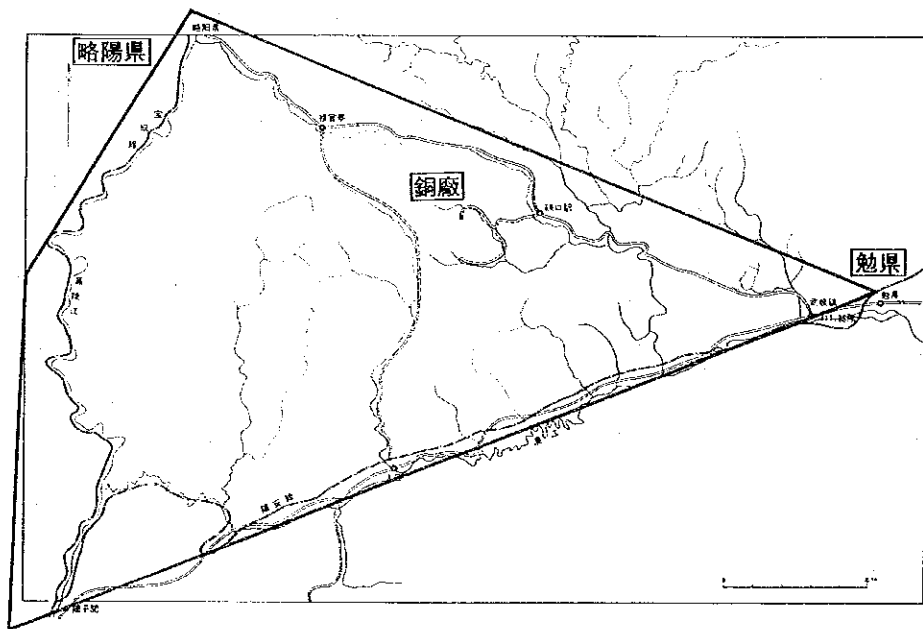
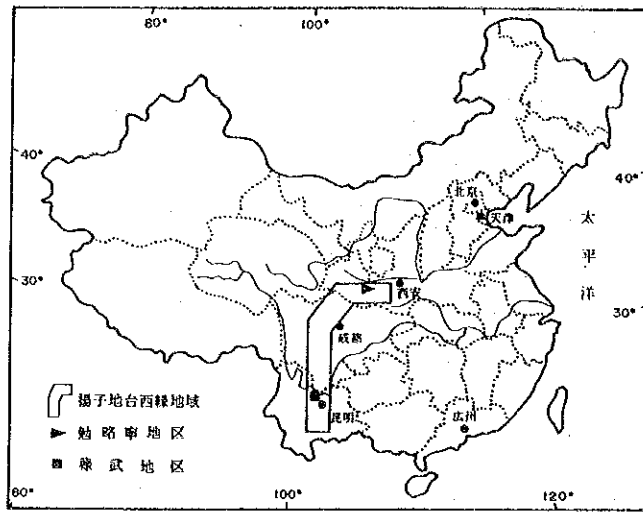


圖 I - 1 調查地域位置圖

要 約

要 約

本調査は、中華人民共和国揚子地台西縁地域の鉱物資源総合開発調査、第1年次（1993年）調査として行われた。第1年次は、本地域のうち、勉略寧地区及び禄武地区を重点地区とし、さらに、勉略寧地区銅廠鉱床区域を最重要地区とし、既存資料解析、衛星画像解析及び現地グラントルースを行い、これらを総合的に解析し、今後の最適で効率的な探査計画を作成すること、調査期間を通じて相手国機関に技術移転を図ることを目的とした。

勉略寧地区銅廠鉱床区域は、銅、鉄を主とする鉱床・鉱徴が多く、なかでも銅廠銅鉱床は本調査の主対象の鉱床である。本鉱床は岩株状閃緑岩質複合岩体の北部境界付近に胚胎する鉱況変化の激しい鉱脈型鉱床で、東西 1,500m、南北 700mの範囲に主要3鉱体が認められている。さらに、本鉱床の北約100-200mはなれて、これにほぼ平行に鉄鉱床が胚胎し、楊家坝鉄鉱山として採掘中である。さらに、現在、本鉄鉱山は銅廠銅鉱床の 1,055mL以浅をも採掘している。

銅廠銅鉱床は、現在の探鉱状況では、いまだ精度の高い鉱量計算のできる段階にはないが、コンピュータを用いた概算では、鉱量約 185万トン、銅品位1.96%（銅 0.4%カットオフ）が得られた。合理的な開発のための今後の探鉱として、鉱量増大を目指す鉱体両翼と下部延長の探鉱、既知鉱体の産状と鉱量を確認のための探鉱が必要と考える。その方法としては、錘押しと坑内ボーリングが主体となる。

しかしながら、銅廠銅鉱床は、その浅部を楊家坝鉄鉱山に加え民間2者が小規模に採掘し、さらに中国有色金属工業総公司、民間、軍区が坑道探鉱を進めているのが現状である。このように6者が独自に同一鉱床の探鉱・採掘を行っている状態では、今後の合理的な探鉱・開発が困難と考えられる。この解決には、まず当事者の統合が必要不可欠で、次いで既存坑道・ボーリングの位置関係を明らかにし、本鉱床の胚胎状況を把握することが最大の急務と考える。その後、既存坑道を活用した坑道調査、坑内ボーリング調査に進むことが適切と考えられる。これら調査に当たっては、坑内地質調査法、試料採取法などの改善、さらに適切な鉱量計算基準、経済評価基準の検討が必要と考えられる。

勉略寧地区は秦時代から銅、鉄の産地帯として知られていた。本格的な鉱物資源調査は1950年代から開始され、鉄、銅・鉛・亜鉛、金、マンガン、燐などの産山が相次いで開山された。これら調査は、広域地化学探査（分散流、単一変量解析）を含む概査から始まり、詳細な物化探を含む精査を経て、ボーリング、坑道まで行われたものも少なくなく、地表近くの鉱徴のほとんどは探鉱されたと考えられる。

本地区の金属鉱床は、中酸性貫入岩に関係する鉱脈型銅鉱床、海底火山作用に関係する

層準規制型銅鉱床と含銅鉛・亜鉛鉱床、超塩基性岩体に関係するニッケル鉱床、裂罅系に関係する金鉱床、堆積変成型または海底火山作用に関係する鉄鉱床が知られている。

勉略寧地区全体を考えた場合、本地区の銅を含む層準規制型鉱床は、複雑な褶曲を繰り返す原生代の堆積岩類、海底火山岩類に胚胎するが、必ずしも構造解析が十分とはいえない。また、上部を震旦紀の厚い堆積岩類が不整合に覆っている。このような地区での銅を主とする鉱床ポテンシャルは、潜頭性及び震旦系被覆下に求められよう。そのためには、鉱床の層序的構造的位置の解明・整理、分散流調査の再解析（多変量解析）、空中物理探査、分解能の高い衛星データを使っての構造解析などで対象地域を絞り、次いで、より高次の調査に進むことが考えられる。

また、本地区内には、銅廠区域（銅、銅・鉛・亜鉛）、東皇溝—羅家山区域（含銅鉛・亜鉛）、李家溝—大安区域（金）、煎茶嶺区域（金、ニッケル）が、そして地区南西外に劉家坪区域（黒鉄類似）が知られている。これら区域については、既知鉱徴の確認、ポテンシャル把握のため、地質調査、写真地質、物理探査、ボーリング調査など、それぞれの区域に適する探査方法を採用していくことを考える。

禄武地区は清時代からの鉄銅の産地帯であるが、本格的な鉱床探査は1950年代後半から開始された。これらの探査は、鉄を主対象に、地質調査、地上磁気探査を中心に有望区域を抽出し、精査段階ではボーリング調査を行っている。この結果、多くの鉄銅鉱床・鉱徴が認められ、そのうち、大型の鵝頭廠、遙納廠両鉄銅鉱床、数箇所の小型鉄銅鉱床が採掘されている。

本地区の銅鉱化作用は、原生代の昆陽層群最下部の因民層の泥質岩あるいは泥質苦灰岩に伴う層状含銅磁鉄鉱床（希鉄山式鉄銅鉱床）、同層群下部の落雪層の珪質苦灰岩中の層準規制層状銅鉱床（東川式銅鉱床）及び晋寧期の造構運動に由来する角礫岩脈に伴う銅鉱床（鳳山式銅鉱床）がそれぞれ認めらる。構造上の特徴としては、背斜構造と断裂構造が発達していることである。

従って、調査対象地質単位としては、因民層と落雪層及び角礫岩脈が分布し、かつ背斜構造と断裂構造の発達する区域が望ましい。さらに、輝緑岩と閃緑岩にも銅鉱化作用を認めていることから、貫入岩の分布にも注目する必要がある。また、これら地質構造、火成活動の解析には、高分解能の衛星データを使っての解析が有効と考えられる。

これらの探鉱指針を満たす未探査の区域として、探査優先順位順に、中村区域（老洞菁その他、打鉄山周辺など）、銅廠菁区域、平地場（老吾哨）区域、刺竹菁区域、白石岩（冬瓜菁）区域、黒菁—河尾区域及び旧村地区が抽出できる。探査手法としては、地質調査、地化学探査、物理探査、ボーリング調査、坑道調査、衛星画像解析など、それぞれの区域に適する探査方法を採用していくことを考える。

揚子地台西縁地域については、衛星画像解析により、都江堰北部地区、泸定西部地区、禄武地区を含む西昌—会理地区が、より分解能の高い衛星データを使用した画像解析及び現地検証により有望地区を抽出する対象と考えられる。

また、本地域内の大型鉄銅鉱床の東川・易門両鉱山周辺の探査、さらに銅資源の有効利用という観点から東川鉱山湯丹鉱床の低品位酸化鉱石の処理方法及びその早期開発の検討なども、今後課題と考えられる。

以上のような第1年次の調査結果から、今後の調査を次の通り考える。

勉略寧地区銅廠鉱床区域では、まず銅廠銅鉱床の既存坑道・ボーリングなどの正確な位置関係の測量と、本鉱床の現況を把握するための坑内調査を行うことが望ましい。以降は、既存坑道を活用して、鉱量の大枠の増加と既知鉱体の産状・鉱量確認のための錘押し探鉱、坑内ボーリング探鉱、錘押し切上がりなどを考える。これら調査に当たっては、坑内地質調査法、試料採取法の改善、鉱量計算と経済評価の基準の検討が必要と考えられる。

勉略寧地区では、まず本区全体についての分散流地化学探査資料の再解析（多変量解析）、空中物理探査、鉱床胚胎層準・地質構造解明のために銅廠、東皇溝—羅家山各区域を中心とした地質層序・構造調査、既知鉱床周辺の鉱床学的・地化学的調査を行うことが考えられる。さらに、李家溝—大安区域については、空中写真解析が有効と考えられる。また、本地区及び周辺に、より分解能の高い衛星データを使った画像解析を行うことが考えられる。以降は、これらの結果に基づき、抽出特定区域に対し、地質精査、地化学探査、物理探査、ボーリングなど、それぞれに適する探査方法を採用していくことを考える。

禄武地区では、まず中村区域の打鉱山周辺、銅廠菁区域、刺竹菁区域、平地場（老吾哨）区域、白石岩（冬瓜菁）区域、黒菁～河尾区域及び旧村地区について地質調査（一部、地化学探査を含む）を行うことが考えられる。中村区域の老洞菁については、現在地質調査が完了しており、地表ボーリングの段階と考えられる。さらに、本地区について、より分解能の高い衛星データを使った画像解析を行うことが考えられる。以降は、これらの結果に基づき、抽出特定区域に対し、地質精査、地化学探査、物理探査、ボーリングなど、それぞれに適する探査方法を採用していくことを考える。

揚子地台西縁地域では、今後、都江堰北部地区、泸定西武地区及び西昌—会理地区について、既存資料解析、より分解能の高い衛星データを使用しての画像判読、現地検証を行い有望地域を抽出していくことが望ましい。また本区域内の大型鉄銅鉱床の東川・易門両

鉾山周辺の探査、銅資源の有効利用の観点から、東川鉾山の湯丹鉾床の低品位・酸化鉾石の処理方法の研究及びその早期開発へ向けての検討を行うことが望ましい。

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	1
第 1 章 序 論	1
1.1 調査の経緯と目的	1
1.2 第 1 年次調査の概要	1
1.3 調査団の編成	2
第 2 章 調査地域の地理	3
2.1 勉略寧地区	3
2.2 禄武地区	4
第 3 章 調査地域の鉱業の概要	7
3.1 勉略寧地区	7
3.2 禄武地区	7
第 4 章 中国の鉱物資源探査の段階と内容	8
第 5 章 調査結果の総合検討	10
5.1 勉略寧地区銅廠鉱床区域	10
5.2 勉略寧地区	13
5.3 禄武地区	15
5.4 揚子地台西縁地域	18
第 6 章 結論及び提言	19

第Ⅱ部 各 論	23
第1章 既存資料解析	23
1.1 勉略寧地区銅廠鉍床区域	23
1.1.1 一般地質	23
1.1.2 鉍床・鉍徴とその探査	23
1.1.3 銅廠鉍床の概要	26
1.1.4 銅廠鉍床の鉍量概算とポテンシャル	59
1.1.5 考 察	69
1.2 陝西省勉略寧地区	73
1.2.1 一般地質	73
1.2.2 鉍床・鉍徴とその探査状況	76
1.2.3 勉略寧地区のポテンシャル	101
1.2.4 考 察	102
1.3 雲南省禄武地区	105
1.3.1 一般地質	105
1.3.2 鉍床・鉍徴とその探査状況	114
1.3.3 禄武地区のポテンシャル	135
1.3.4 考 察	136
第2章 衛星画像解析	207
2.1 解析の概要	207
2.2 勉略寧地区	213
2.3 禄武地区	226
2.4 概査地域北部	258
2.5 概査地域南部	263
2.6 ま と め	269
第Ⅲ部 結論及び提言	273
第1章 結 論	273
第2章 提 言	276
文 献	283

図 表 一 覧

- 図 I - 1 調査地域位置図
- 図 1 - 1 - 1 銅廠鉍床区域探查実績図
- 図 1 - 1 - 2 銅廠鉍床坑道配置図
- 図 1 - 1 - 3 銅廠鉍床北帯地質図
- 図 I - 1 - 4 銅廠銅鉍床坑内地質図 (1055mL・995mL)
- 図 1 - 1 - 5 銅廠銅鉍床坑内地質図 (910mL・815mL)
- 図 1 - 1 - 6 銅廠銅鉍床地質図断面図 (5・6線)
- 図 1 - 1 - 7 銅廠銅鉍床地質図断面図 (8・10線)
- 図 1 - 1 - 8 銅廠銅鉍床地質図断面図 (12・14線)
- 図 1 - 1 - 9 新銅廠地区Ⅲ-1号鉍体総合坑内地質図
- 図 1 - 1 - 10 新銅廠地区Ⅲ-1号鉍体地質断面図 (D-D'・E-E')
- 図 1 - 1 - 11 新銅廠地区Ⅲ-1号鉍体地質断面図 (F-F'・X-X')
- 図 1 - 1 - 12 新銅廠地区Ⅲ-1号鉍体坑内地質図 (1188mL)
- 図 1 - 1 - 13 新銅廠地区Ⅲ-1号鉍体坑内地質図 (1139mL)
- 図 1 - 1 - 14 新銅廠地区Ⅲ-1号鉍体坑内地質図 (1055mL)
- 図 1 - 1 - 15 Ⅲ-1号鉍床の産状 (1139mL西部)
- 図 1 - 1 - 16 Ⅲ-1号鉍床の産状 (1139mL東部)
- 図 1 - 1 - 17 Ⅲ-1号鉍床の産状 (1055mL)
- 図 1 - 1 - 18 銅廠銅鉍床 I - 9 号鉍体 粗鉍量図
- 図 1 - 1 - 19 銅廠銅鉍床 I - 4 号鉍体 粗鉍量図
- 図 1 - 1 - 20 銅廠銅鉍床Ⅲ-1号鉍体 粗鉍量図
- 図 1 - 2 - 1 勉略寧地区地質図、鉍床・鉍徴位置図
- 図 1 - 2 - 2 勉略寧地区先カンブリア系地質層序
- 図 1 - 2 - 3 勉略寧地区探查実績図
- 図 1 - 2 - 4 陝西省勉陽地区地質航磁綜合平面図
- 図 1 - 3 - 1 雲南省地質構造図
- 図 1 - 3 - 2 川滇地洼地域模式柱状図
- 図 1 - 3 - 3 禄武地区地質図
- 図 1 - 3 - 4 川滇地洼地域の主要銅鉍床分布図
- 図 1 - 3 - 5 康滇地軸地域 (調査対象地区) 地質図
- 図 1 - 3 - 6 禄武地区探鉍実績図
- 図 1 - 3 - 7 既知鉍床・鉍徴地巡検里程図

- 図 1-3-8 禄武地区鉍山位置及び地質図
- 図 1-3-9 逸納廠銅鉄鉍床東方紅—大宝山—辣淑鉍地質鉍床図
- 図 1-3-10 逸納廠銅鉄鉍区東方紅鉍体92線断面図
- 図 1-3-11 逸納廠銅鉄鉍区大宝山鉍体19線断面図
- 図 1-3-12 邵家坡銅鉍床地質図
- 図 1-3-13 大菁—核桃菁区域地質図
- 図 1-3-14 核桃菁区域地質図
- 図 1-3-15 核桃菁—大菁銅鉍床地質断面図
- 図 1-3-16 大菁銅鉍床地質図
- 図 1-3-17 朱—海—老—觀銅鉍床地域地質図
- 図 1-3-18 朱—觀銅鉍区朱家坝鉍床地質図
- 図 1-3-19 朱家坝鉍床 A—B 地質縦断面図
- 図 1-3-20 朱—觀銅鉍床海孜鉍体地質図
- 図 1-3-21 朱—觀銅鉍床老鳥哨鉍体地質図
- 図 1-3-22 朱—觀銅鉍床觀天廠鉍体地質図
- 図 1-3-23 中村地区地質図
- 図 1-3-24 中村銅鉍床老洞菁鉍体地質図
- 図 1-3-25 刺竹菁—小荒田亜鉛、鉛鉍帯地質図
- 図 1-3-26 小荒田亜鉛、鉛鉍体地質図
- 図 1-3-27 銅廠菁地形地質予察図
- 図 1-3-28 鵝頭廠鉄鉍床地質図
- 図 1-3-29 鵝頭廠鉄鉍床 8 号鉍量計算横断面図
- 図 1-3-30 禄武地域鉍化層準岩相対比図
- 図 1-3-31 東方紅鉍体鉍化作用—岩層関連断面図
- 図 1-3-32 大宝山鉍体鉍化作用—岩層関連断面図
- 図 1-3-33 土壤地化学探査 Cu 異常範囲図
- 図 1-3-34 空中磁気探査調査範囲
- 図 1-3-35 各種物理探査調査範囲、測線配置
- 図 1-3-36 磁気異常分布、中高精度磁気探査測線
- 図 1-3-37 地上磁気探査より得られた異常帯（要探鉍地域）
- 図 1-3-38 I P 法平面調査 I P 異常分布
- 図 1-3-39 I P 法平面調査見掛け比抵抗分布（ Ωm ）
- 図 1-3-40 I P 法精査断面調査擬似断面図（見掛け比抵抗 I P）
- 図 1-3-41 C S A M T 法測線、電流源配置

- 図 1 - 3 - 42 禄武地区探査実績図
 - 図 2 - 1 衛星画像位置及び解析範囲図
 - 図 2 - 2 衛星画像解析フローチャート
 - 図 2 - 3 陝西省勉略寧地区衛星画像 (P138, R037)
 - 図 2 - 4 陝西省勉略寧地区衛星画像判読結果図
 - 図 2 - 5 陝西省勉略寧地区衛星画像解析結果図 (P138, R037)
 - 図 2 - 6 陝西省勉略寧地区リニアメント分布図
 - 図 2 - 7 雲南省禄武地区衛星画像 (P139, R042)
 - 図 2 - 8 雲南省禄武地区衛星画像 (P130, R042)
 - 図 2 - 9 雲南省禄武地区衛星画像 (P129, R043)
 - 図 2 - 10 雲南省禄武地区衛星画像 (P130, R043)
 - 図 2 - 11 雲南省禄武地区の主要銅、鉛・亜鉛、鉄鉱床位置図
 - 図 2 - 12 雲南省禄武地区衛星画像判読結果図
 - 図 2 - 13 雲南省禄武地区衛星画像解析結果図 (P139, R042)
 - 図 2 - 14 雲南省禄武地区衛星画像解析結果図 (P130, R042)
 - 図 2 - 15 雲南省禄武地区衛星画像解析結果図 (P129, R043)
 - 図 2 - 16 雲南省禄武地区衛星画像解析結果図 (P130, R043)
 - 図 2 - 17 雲南省禄武地区リニアメント分布図
 - 図 3 - 1 総合解析図 (勉略寧地区)
 - 図 3 - 2 総合解析図 (禄武地区)
 - 図 3 - 3 総合解析図 (揚子地台西縁地域)
-
- 表 I - 1 勉略寧地区気象資料
 - 表 I - 2 禄武地区気象資料
 - 表 1 - 1 - 1 銅廠北帯主要試錐一覽
 - 表 1 - 1 - 2 銅廠銅鉱床鉱量概算
 - A. 銅廠鉱床鉱量概算要約 (760~1185mL全鉱量)
 - B. 銅廠鉱床鉱量概算要約 (1060mL以上を除外した場合)
 - 表 1 - 2 - 1 勉略寧地区鉱床・鉱徴地一覽 (燐・石綿を除く)
 - 表 1 - 2 - 2 勉略寧地区探査実績
 - 表 1 - 2 - 3 岩石磁気強度 (煎茶嶺地区: 1972)
 - 表 1 - 2 - 4 岩石の比抵抗及び分極率 (銅廠地区: 1988)
 - 表 1 - 3 - 1 禄武地区探査実績
 - 表 1 - 3 - 2 I, IIの調査結果概要

- 表 1-3-3 禄豐-武定地区地層元素含有量
- 表 1-3-4 中銅鉄鉍帶岩石化学成分
- 表 1-3-5 禄部地区鉍体鉍化体元素含有量
- 表 1-3-6 禄豐-武定地区銅鉄鉍帶磁気異常一覽表
- 表 1-3-7 禄豐-武定物化探詳查区岩・鉍石電参数表
- 表 1-3-8 禄武地区各地層岩石磁性測定表
- 表 1-3-9 禄武地区鉍体鉍化体磁性測定表
- 表 1-3-10 禄豐-武定地区銅鉄鉍帶各類岩(鉍)石密度参数表
- 表 2-1 使用衛星画像一覽表
- 表 2-2 陝西省勉略寧地区地質層序
- 表 2-3 陝西省勉略寧地区 衛星画像判読結果 地質单元对比一覽表
- 表 2-4 雲南省禄武地区地質層序
- 表 2-5 雲南省禄武地区 衛星画像判読結果 地質单元对比一覽表
- 表 2-6 概查地区北部 衛星画像判読結果 地質单元对比一覽表
- 表 2-7 概查地区南部 衛星画像判読結果 地質单元对比一覽表

卷 末 資 料

- 卷末資料 1 銅廠銅鉍床鉍量概算資料
- A 銅廠銅鉍床鉍量概算 計算基礎
 - B 直接費とカットオフ品位
 - C 銅廠銅鉍床着脈点一覧表
 - D 鉍体別・品位別鉍量一覧表
 - E 鉍量関係図面
- 卷末資料 2 楊家坝鉄鉍山採鉍許可証
- 卷末資料 3 楊家坝鉄鉍山概況補遺
- 卷末資料 4 勉略寧地区既存資料解析 (西北地質勘査局)
- 卷末資料 5 禄武地区既存資料解析 (西南地質勘査局)
- 卷末資料 6 物理探査測定器
- 卷末資料 7 東川鉍山概要
- 卷末資料 8 易門鉍山概要

付 図

付図 2 - 1	衛星画像判読結果図 (陝西省勉略寧地区	P137, R038)	縮尺 1:250,000
付図 2 - 2	衛星画像判読結果図 (雲南省禄武地区	P139, R042)	縮尺 1:250,000
付図 2 - 3	衛星画像判読結果図 (雲南省禄武地区	P130, R042)	縮尺 1:250,000
付図 2 - 4	衛星画像判読結果図 (雲南省禄武地区	P129, R043)	縮尺 1:250,000
付図 2 - 5	衛星画像判読結果図 (雲南省禄武地区	P130, R043)	縮尺 1:250,000
付図 2 - 6	衛星画像解析結果図 (陝西省勉略寧地区	P138, R037)	縮尺 1:250,000
付図 2 - 7	衛星画像解析結果図 (雲南省禄武地区	P139, R042)	縮尺 1:250,000
付図 2 - 8	衛星画像解析結果図 (雲南省禄武地区	P130, R042)	縮尺 1:250,000
付図 2 - 9	衛星画像解析結果図 (雲南省禄武地区	P129, R043)	縮尺 1:250,000
付図 2 - 10	衛星画像解析結果図 (雲南省禄武地区	P130, R043)	縮尺 1:250,000
付図 2 - 11	衛星画像判読結果図 (陝西省勉略寧地区	P138, R037)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 12	衛星画像判読結果図 (雲南省禄武地区	P139, R042)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 13	衛星画像判読結果図 (雲南省禄武地区	P130, R042)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 14	衛星画像判読結果図 (雲南省禄武地区	P129, R043)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 15	衛星画像判読結果図 (雲南省禄武地区	P130, R043)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 16	衛星画像解析結果図 (陝西省勉略寧地区	P138, R037)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 17	衛星画像解析結果図 (雲南省禄武地区	P139, R042)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 18	衛星画像解析結果図 (雲南省禄武地区	P130, R042)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 19	衛星画像解析結果図 (雲南省禄武地区	P129, R043)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 20	衛星画像解析結果図 (雲南省禄武地区	P130, R043)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 21	衛星画像判読結果図 (概查地区北部	P137, R037)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 22	衛星画像判読結果図 (概查地区北部	P129, R037)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 23	衛星画像判読結果図 (概查地区北部	P130, R037)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 24	衛星画像判読結果図 (概查地区北部	P127, R038)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 25	衛星概查判読結果図 (概查地区北部	P128, R038)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 26	衛星画像判読結果図 (概查地区北部	P129, R038)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 27	衛星画像判読結果図 (概查地区北部	P130, R038)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 28	衛星画像判読結果図 (概查地区北部	P140, R039)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 29	衛星画像判読結果図 (概查地区北部	P131, R039)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 30	衛星画像解析結果図 (概查地区北部	P137, R037)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 31	衛星画像解析結果図 (概查地区北部	P129, R037)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 32	衛星画像解析結果図 (概查地区北部	P130, R037)	縮尺 1:500,000

付図 2 - 33	衛星画像解析結果図 (概查地区北部)	P127, R038)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 34	衛星概查解析結果図 (概查地区北部)	P128, R038)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 35	衛星画像解析結果図 (概查地区北部)	P129, R038)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 36	衛星画像解析結果図 (概查地区北部)	P130, R038)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 37	衛星画像解析結果図 (概查地区北部)	P140, R039)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 38	衛星画像解析結果図 (概查地区北部)	P131, R039)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 39	衛星画像判読結果図 (概查地区南部)	P139, R040)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 40	衛星画像判読結果図 (概查地区南部)	P140, R040)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 41	衛星画像判読結果図 (概查地区南部)	P139, R041)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 42	衛星画像判読結果図 (概查地区南部)	P140, R041)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 43	衛星画像判読結果図 (概查地区南部)	P129, R044)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 44	衛星画像判読結果図 (概查地区南部)	P130, R044)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 45	衛星画像解析結果図 (概查地区南部)	P139, R040)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 46	衛星画像解析結果図 (概查地区南部)	P140, R040)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 47	衛星画像解析結果図 (概查地区南部)	P139, R041)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 48	衛星画像解析結果図 (概查地区南部)	P140, R041)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 49	衛星画像解析結果図 (概查地区南部)	P129, R044)	縮尺 1:500,000
付図 2 - 50	衛星画像解析結果図 (概查地区南部)	P130, R044)	縮尺 1:500,000

第 I 部 總 論

第 I 部 総 論

第 1 章 序 論

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総合開発調査の実施を決定し、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、日本国国際協力事業団及び金属鉱業事業団と中華人民共和国有色金属工業総公司是、本調査の実施細則を定め、調印した。

本調査は、対象地域内において、日本側は中国側と協力して新鉱床を発見するために、地質状況及び鉱床の賦存状況調査及び評価の実施、更に、特定の鉱床については開発のためのプレ F/S、また、調査期間を通じて調査に参画する中国側専門家に対し、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 第 1 年次調査の概要

第 1 年次（1993年）の調査は、中国揚子地台西縁地域を対象に、既存資料解析、衛星画像解析及び現地グラントルースを行い、得られた結果を総合的に解析し、今後の最適で効率的な探査計画を作成すること、また、調査期間を通じて、相手国機関に対し技術移転を図ることを目的とした。

調査対象地域は、揚子地台西縁地域で、そのうち陝西省勉略寧地区及び雲南省禄武地区を重点地区とし、更に、勉略寧地区銅廠鉱床区域を最重要地区としている（図 I - 1）。

既存資料解析は、重点地区及び最重要地区を対象に、中国側が保有している膨大な地質調査、地化学探査、物理探査、ボーリング調査、坑道調査などの既存資料を収集、整理、解析した。中国側の保有する資料のうち、陝西省勉略寧地区及び銅廠鉱床区域に関するものは中国有色金属工業総公司の西北地質勘査局が、雲南省禄武地区のものは同公司の西南地質勘査局が、それぞれ管理・保管しているので、現地作業は、原則として調査団を 2 班とし、これら地質勘査局に分かれて行った。さらに、必要に応じて中国有色金属工業総公司、各地質勘査局所属の地質隊、既存鉱山などにおいても実施した。

衛星画像解析は、調査対象地域全体（面積 15 万 km² という）を縮尺 1/50 万で、勉略寧（6,000 km²）、禄武（32,000 km²）両重点地区を含む範囲を 1/25 万で写真地質の技法により地質構造を判読するとともに、既存データとの対比及び現地踏査を行い、地質状況、鉱床賦存状況の把握に努めた。

総合解析は、既存資料解析結果、衛星画像解析及びグラントルースの結果を総合的に解析し、中長期的な観点から、第 2 年次以降の最適で効率的な探査計画を考察した。その

際、対象地域の鉱物資源ポテンシャル、探査水準により、最も相応しい探査方法を検討した。特に、最重要地区の銅廠銅鉱床については、開発への見通しなどを考慮し、コンピュータを用いた埋蔵鉱量計算を行い、最適な探鉱方法の策定に資した。

1.3 調査団の編成

第1年次調査団は以下の調査員で構成された。

日本側	中国側
・協定折衝及び現地指導監督	
島田和明（金属鉱業事業団）	潘家柱（中国有色金属工業総公司）
逆瀬川敏夫（ " ）	潘文舉（ " ）
中村勝隆（ " ）	崔虎林（ " ）
中村紘一（通産産業省）	劉善方（ " ）
松本和子（国際協力事業団）	孫肇均（ " ）
森川市参（金属鉱業事業団）	譚順道（ " ）
箕輪厚彦（ " ）	黄震（ " ）
岡本信行（ " ）	段文崗（ " ）
神谷太郎（ " ）	何典仁（ " 、西北地質調査局）
荻津毅（ " 、北京事務所）	朱智華（ " 、西南地質調査局）
・現地調査	
富澤尚明（海外鉱物資源開発株式会社）	何伯塢（西北地質調査局）
濱博也（ " ）	何典仁（ " ）
内田欽介（ " ）	王東生（ " ）
児玉勉（ " ）	任小華（西北地質調査局 711総隊）
川上和夫（ " ）	劉篤軒（ " " ）
川崎潔（ " ）	揚銘君（西北有色地質研究所）
田中啓二（ " ）	朱智華（西南地質調査局）
柳田顯（ " ）	毛聖傑（ " ）
汲田啓一（ " ）	陳儀（ " ）
佐藤哲男（ " ）	王汝興（西南地質調査局 312隊）
	張炳雄（ " 物探隊）

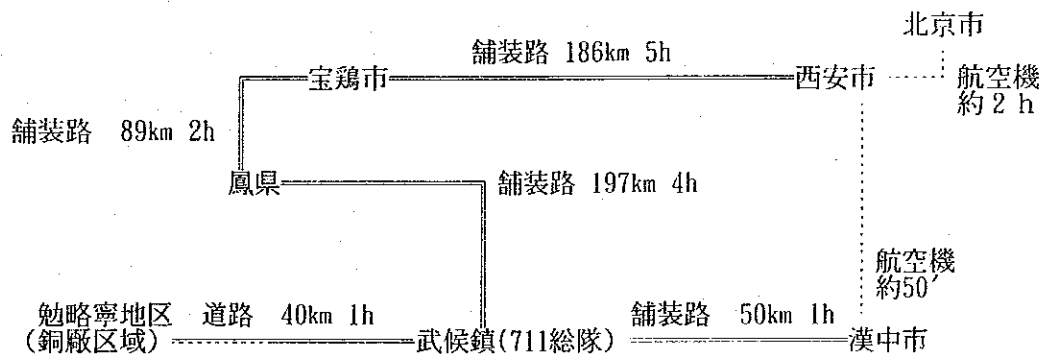
以上の外に、中国側の各地質隊から約20名の技術者が現地調査に参加している。現地調査は、1993年9月20日から同年12月18日までの90日間であった。

第2章 調査地域の地理

揚子地台西縁地域は、中国中部の陝西、甘肅、四川、雲南の四省にまたがり、面積約15万平方kmといわれる地域である。重点地区の陝西省勉略寧地区は本地域の北縁に、雲南省禄武地区は南縁に位置している。首都の北京市と陝西省西安市とは直距離で約900km、雲南省昆明市とは約2,000km、また、これら両市間は約1,200kmで、それぞれ空路で結ばれている(図I-1)。

2.1 勉略寧地区

位置及び交通：本地区は、陝西省南西部、中国の二大大河、黄河と揚子江の分水嶺をなす秦嶺山脈南側の揚子江流域に位置し、行政区画上、陝西省漢中地区の勉県、略陽県、寧強県に属する。面積は約1,200km²で、一般には勉略寧三角地帯と称している。本地区の調査基地となる西北地質調査局711総隊は、この三角地帯の東端に位置し、西安市から鉄道(506km、12~13時間)、または陸路(舗装道路、472km、10~13時間)にて到達できる。また、本地区の東方約50kmの漢中市まで、西安市から週3便の空路が開かれている。本地区内の道路は、三角地帯の東北縁、南東縁を走る国・省道のほかに簡易公路がかなり発達している。銅廠鉱床区域は本地区の中央北部に位置し、711総隊から陸路約40km、約1時間で到達できる。



地形及び水系：比高数100m、標高1,200~1,900m程度の切り立った山岳地形を呈し、平均斜度30°以上に達する所も希ではなく、特に、苦灰岩地帯は急崖を形成している。本地区内の最低点は三角地帯東端の標高約560m、最高点は西部の龍山(1,956m)である。主要水系は本地区西縁の嘉陵江及び東南縁の漢江で、それ以外は中小河川が発達するのみである。

気候及び植生：北亜熱帯湿潤気候区に属し、1953~1987年の略陽県気象資料では、年間平均気温は14℃、12~2月の冬季では0~4℃、7~8月の夏季では21~27℃となっている。年間雨量は613(1965)~1,262mm(1981)、平均843mmで、降雨は7~9月に集中

し、この間は野外調査には適さない（表 I - 1）。月間最大雨量は1981年8月に 608mm を記録している。11～3月には霜が降りるが、積雪は山間部に多少みられる程度である。山岳部の植生は、苦灰岩などの崖の部分を除き、広葉樹を主とする森林または畑である。河川流域は水田、畑として利用されている。

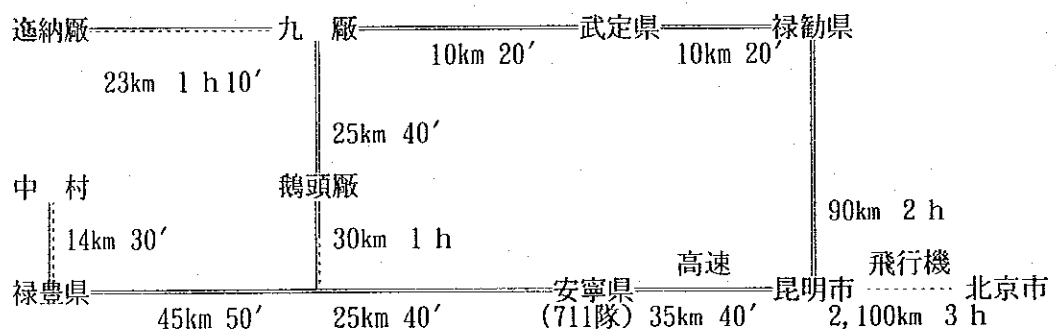
表 I - 1 勉略寧地区の気象資料

(注) 1953年～1987年の平均値
出所：略陽県気象資料

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均気温 (°C)	1.97	4.65	8.99	14.72	18.65	21.99	23.98	23.62	18.51	13.69	7.99	3.44	13.52
降雨量 (mm)	4.93	6.50	27.56	52.84	86.48	105.47	183.18	157.46	131.87	59.48	21.58	4.93	842.28
平均相対湿度 (%)	62.4	63.1	62.0	64.5	68.6	72.1	78.6	77.8	81.8	80.0	74.3	65.8	68.8

2.2 禄武地区

位置及び交通：本地区は雲南省中央部、揚子江中流域にあり、行政区画上、雲南省楚雄自治州武定県、禄豊県に属する。本地区の面積は約 1,000km²である。雲南省の首都昆明市から調査の基地となる武定県（約 100km、2.5時間）及び禄豊県（約 105km、2.5時間）まで、それぞれ国道が通じている。本地区へは、それより更に簡易公路が分岐、発達しているが、これら両県を直接結ぶ道路はない。



地形及び水系：一般に、比高 200～300m、標高 1,500～2,500m のなだらかな山岳地形を呈するが、大断裂沿いには急斜面が発達している。水系は、本地区南部の中村地区及び東部の鵝頭廠付近に南流する河川が発達するが、そのほかは未発達で、平地部には灌漑用の溜池が多くみられる。

気候及び植生：亜熱帯湿潤気候区に属し、12月から4月が冬季である。1988～1992年の禄豊県の気象資料では、年間平均気温は15.7℃（夏季22.5℃、冬季7.0℃）が記録され、年間降雨量は328（1991）～625mm（1990）、平均360mmとなっている。武定県の気象資料では、年間平均気温15.1℃（夏季22℃、冬季6℃）、年間降雨量は678mm（1992）～1,133mm（1991）、平均930mmとなっている。本地区の雨期は、6月から9月末までで、この間、ほとんど雨天が続き、野外調査には不適である（表I-2）。植生は、山岳部は松（一部ではユーカリ）の植林が盛んで、平坦部は田畑の耕作地、牧草地として広く開墾されている。

表I-2 月間平均気温 (禄豊県: 1988~1992)

		気 温 (°C)											
月 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
88	8.7	10.8	14.7	17.7	21.6	22.4	22.0	21.1	19.2	17.8	12.7	9.5	16.5
89	7.6	10.5	13.6	17.9	20.9	22.3	21.1	20.7	20.8	17.3	12.0	7.6	16.0
90	8.3	10.0	12.8	17.3	18.9	21.0	21.2	21.3	19.5	17.4	13.6	9.1	15.8
91	8.7	10.6	14.7	18.1	20.9	22.0	22.0	20.6	19.7	18.1	12.7	8.1	14.5
92	7.1	8.3	14.1	17.7	20.9	22.5	21.1	20.9	20.1	15.5	11.0	7.0	15.5

月間平均降雨量 (禄豊県: 1988~1992)

		降 水 量 (mm)											
月 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
88	1.6	11.1	0.2	16.2	47.3	53.1	18.5	99.9	42.7	18.6	18.9	0.3	328.4
89	9.9	1.0	15.0	1.5	36.2	62.5	71.9	21.5	87.5	53.0	6.8	22.8	389.6
90	2.2	6.8	6.2	16.1	88.2	118.7	90.5	164.8	35.1	85.6	4.9	6.0	625.1
91	3.9	11.6	5.9	22.3	1.3	56.4	16.3	36.9	182.9	73.4	46.1	0.7	457.7
92	5.4	4.0	8.0	0.9	47.4	72.9	28.0	85.9	21.6	63.2	22.5		

月間平均気温 (武定県: 1988~1992)

		気 温 (°C)											
月 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
88	7.9	10.0	13.9	16.4	21.1	21.8	21.1	20.5	18.2	16.8	12.0	8.5	15.7
89	6.3	9.2	12.6	16.6	19.8	21.4	20.2	19.6	20.0	16.2	10.7	6.3	14.9
90	6.3	9.0	11.7	16.2	17.9	19.9	20.4	20.4	18.7	16.2	12.6	8.2	14.8
91	7.6	9.8	13.1	17.5	19.9	21.2	20.9	19.8	18.8	17.1	11.9	7.1	15.4
92	6.1	7.3	12.9	16.1	19.8	21.6	20.2	20.0	19.3	14.7	10.1	6.0	14.5

月間平均降雨量 (武定県: 1988~1992)

		降 水 量 (mm)											
月 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
88	5.9	2.9	0.3	32.3	39.1	163.0	75.8	215.4	221.1	51.1	23.9	3.8	934.6
89	2.9	0.5	19.0	3.6	106.5	125.1	179.7	139.0	22.8	131.2	10.7	40.5	781.5
90	3.6	5.1	32.3	16.3	153.0	255.6	183.7	124.3	153.9	169.6	20.2	7.6	1125.2
91	31.4	4.1	3.5	17.1	34.7	177.7	264.9	198.5	179.1	169.0	52.4	1.1	1133.0
92	34.7	33.6	6.0	6.8	61.0	76.9	157.1	68.0	82.4	125.8	25.9	0.0	678.2

第3章 調査地域の鉱業の概要

揚子地台西縁地域は総面積約15万平方km、陝西・甘粛・四川・雲南の四省にまたがり、鉱物資源、水力発電資源の非常に豊富な地域で、中国の開発重点目標地域の一つとなっている。なかでも、勉略寧、祿武両地区は銅をはじめとする鉱物資源賦存が期待される地区である。

3.1 勉略寧地区

本地区は、揚子地台西縁地域の北縁に位置し、始生代晩期の堆積岩起源の変成岩類、原生代後期の海相火山-堆積岩類、原生代晩期震旦系の苦灰岩を主とする堆積岩類及び原生代以降の深部断裂に沿う超塩基性岩類の貫入、ヘルシニア期以降のマグマ活動の発達する地区である。

本地区は秦時代の旧坑や銅製錬遺跡も多数みられ、銅、鉄の長い鉱業活動史を有する地区であるが、本格的な鉱物資源調査は1950年代からで、陝西省冶金工業局地質勘探公司（西北地質勘探局の前身）をはじめとし、同省地質産局などにより開始された。

この結果、鉄、ニッケル・コバルト、銅、鉛、亜鉛、金、銀、マンガン、燐などの鉱徴が多数確認された。そのうち、魚洞子、楊家垣などの鉄鉱山、劉家坪、東溝垣、陳家垣の多金属鉱山、二里垣、紅土石、秦家砭の含銅塊状硫化鉄鉱山、李家溝金鉱山、黎永菅マンガン鉱山、何家岩燐鉱山などが相次いで開山された。

このように、本地区は、その地質の多様性を反映して多種多様の鉱床・鉱徴が分布し、鉱物資源ポテンシャルのある地区と考えられている。

3.2 祿武地区

祿武地区は、揚子地台西縁地域の南縁に位置し、原生代の炭酸塩岩、苦灰岩、泥質岩を主とする堆積岩類、古生代以降の砂岩を主とする堆積岩類が分布する地区である。

本地区は清時代の旧採掘跡、探鉱跡や銅製錬の跡が多数認められ、古くからの産地帯であるが、本地区の組織的な鉱物資源探査は、1950年代後半からで、雲南省地質産局、冶金工業局地質勘探公司（西南地質勘探局の前身）などにより開始された。

この結果、鉄を主とし銅を含む鉱徴が多数認められ、大型の遼納廠、鵝頭廠両鉱山、それに核桃菁、觀天廠などの中小鉱山が相次いで開山された。

このように、本地区は鉄、銅の鉱徴が多いこと、本地区の北東約150kmに層準規制型の東川銅鉱床が、そして南約80kmには同じく易門銅鉱床があり、本地区の地質条件はこれら鉱床と類似していること、さらに、最近になって東川地区に層状含銅磁鉄鉱床が発見されたことなどから、本地区は銅鉱床胚胎の可能性の高い地区と考えられている。

第4章 中国の鉍物資源探査の段階と内容

中国では、鉍物資源探査の段階を区域調査、概査（踏査）、譜査、詳査、勘探に分け、この順序により、地域を絞り、詳細に調査している。

- 1) 区域調査：広域的な調査で、縮尺1/200,000などの地質図を作成する。主として地質鉍産部が実施する。
- 2) 概査（踏査）：地質調査による有望地区の選定を目的とする。対象面積は約1,000 km²で、調査は、1/50,000の縮尺で、地質調査、物理探査（空中磁気）、土壌地化探、リモートセンシングなどを実施する。同時に、概査地区内の鉍床、鉍徴の鉍化条件、鉍化規制の研究も実施する。抽出有望地区、数10km²を抽出する。あれば、次の譜査に入る。
- 3) 譜査：深部鉍体の広がり、規模の確認を目的とした調査を行う。1/10,000から1/2,500の縮尺で、鉍徴異常に対し地表地質、物理探査、地化学探査、を実施。必要に応じて地形地質図（1/2,000、1/5,000）の作成、ボーリング、トレンチも行う。
- 4) 詳査：鉍床の詳細調査。鉍床の工業規模・品位を把握することを目的とする。鉍体の産状、数、形、規模、鉍種、組成、有害成分の賦存状況、共生・随伴鉍物の解明を行う。調査は、地質構造解明のために地表のトレンチ、グリッドボーリング・ピットを行うとともに、選鉍試験、水文地質、採鉍技術条件などの検討を行う。
- 5) 勘探：F/S（地質、技術、経済面からの鉍床の合理的開発・利用の再評価）、開発のための鉍量計算を目的とし、ボーリング、トレンチなど、鉍床の詳細調査を行う。さらに、選鉍試験、水文地質、土木地質条件の調査を行う。

探査手法上の留意点：

1) 地化学探査（分散流、岩石、土壌）

① 適応性：

分散流地化学探査は概査段階で、岩石（土壌）地化学探査は普查以降の精査段階でそれぞれ採用される。岩石または土壌の選択は、対象地域の土壌発達程度による。

② 試料採取法：

岩石；一般に多点採取法（採取地点の半径3 m以内の3地点から採取する）。
土壌；基本的にB層から採取する。

分散流；現河川系で、増水時は川底だが渇水期には洲となるような部分、あるいは水流が極めて遅い川底から、泥質物質、シルト、細砂を採取する。

③ 採取間隔：

岩石（土壌）；基本的には 100m×20mのグリッド上。

分散流；1/50,000、1/10,000などの縮尺の水系図を用い、沢沿いにはほぼ 100m間隔で採取。

④ 分析法（一例）：

As；化学分析（湿式？）。

Au；化学スペクトル法分析（高温→試剤処理→炭吸附→発光分光分析）。

Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mo, B, Sb, Bi, Ag；発光分光分析。

Hg；測汞儀分析。

⑤ 解析法：

大部分の場合は、各元素の単一変量解析結果を重ね合わせるにより、総合的な検討を行っている。1988年報告の勉略寧地区劉家坪区域の調査で初めてデータの相関分析、因子分析を行った例がみられた。

2) 物理探査

物理探査手法は、1950年代から鉄鉱物を目的とした磁気探査が実施されていたが、その後、各種鉱物を対象とした、電気探査も用いられている。

磁気探査は、航空磁気探査（全磁力を測定）、地表磁気探査（垂直磁場のみの測定）が行われている。航空磁気探査は冶金工業部物探会社が実施している。地表磁気探査は各地質調査局の過去の物理探査の主役と考えられるが、現在でも電気探査とならんで物理探査の多くを占める。

電気探査は、自然電位法、比抵抗法、「激電」または「激発電位」と称するIP法、「充電」と称される鉱体流電電位法、電気検層、「低頻振幅相位法」（「低頻交流電法」とも記載と称するチューラム(TURAM)法電磁探査などが用いられている。

3) トレンチ、ボーリング、坑道

① トレンチ：間隔は 100～200m程度から始まり、探鉱段階の進展、鉱床の特性により20～25m間隔も採用される。分析試料はトレンチの側壁から採取する。

② ボーリング：一般にグリッド上で行うが、間隔は鉱床規模、特性などによる。

③ 坑道：日本とは異なり、探鉱の早い段階で掘削することが多い。しかも、純粋な探鉱用の坑道で、目的が終了した後には廃棄されることが多い。

第5章 調査結果の総合検討

5.1 勉略寧地区銅廠鉍床区域

1) 鉍床概要

本区域内には、火山堆積型含銅硫化鉍床（秦家砭、陳家垣）、火山堆積変成型の楊家垣鉄鉍山、スカルン型類似鉄鉍床（趙家山）、そして閃緑岩質複合岩体及びその境界部付近に胚胎する鉍脈型銅鉍床（銅廠銅、槽子灣、黄泥梁）が知られている。

本区域の探査は、1960年代の秦家砭を始めとし1980年代後半まで、ボーリングを含む詳細な調査が行われた。しかし、これらの探査では、区域内の「銅廠北帯」に胚胎する“銅廠鉍床”を除き、よい結果が得られていない。

“銅廠鉍床”とは、銅廠鉄鉍床（楊家垣鉄鉍山）及び銅廠銅鉍床を指す。現在、本区域内で最も有望視されている銅鉍床は、この『銅廠銅鉍床』をいう。

銅廠銅鉍床は東西約 2.5km、南北約 2.2kmの規模の閃緑岩質複合岩体の北部境界付近に胚胎する鉍況変化の激しい鉍脈型鉍床である。これまでのボーリング調査、坑道調査により、鉍脈群は東西 1,500m、南北 700mの範囲にⅠ号鉍帯（主要鉍脈はⅠ-9、Ⅰ-4）とⅢ号鉍帯（同Ⅲ-1）の2鉍帯、主要3鉍体が確認されている。主要鉍脈の中でも最大のⅠ-9号鉍体は、東西方向に走向延長約 700m、傾斜延長約 400mが確認確認されており、閃緑岩中に胚胎する。Ⅰ-4号鉍体はⅠ-9号鉍体の北側にこれとほぼ平行している。Ⅲ-1号鉍体は閃緑岩体を切る東北-南西走向、南東傾斜の剪断帯中に雁行配列する小鉍体の集合体である。本鉍床のⅠ号鉍帯の北約 100~200mはなれて、これにほぼ平行に走向延長 1,100m、傾斜延長 420m+の楊家垣鉄鉍床が確認されている。

2) 銅廠銅鉍床を取り巻く探鉍・採掘の現状

現在、銅廠鉍床の探鉍、採掘に係わる関係者は、次の6者が判明している；

- ① 中国有色金属工業總公司：同公司西北地質勘查局 711總隊が、1961年から銅廠鉍床の探鉍を開始し、1983年までに銅廠銅鉍床本体に対し地表ボーリング44本、22,218.65 mを含む作業を行った。その後、後述の楊家垣鉄鉍山との連合探鉍協定により1988-1991年に銅廠鉍床のⅠ号鉍帯浅部のボーリング調査、8本、3,086.75mを追加している。現在、Ⅲ-1号鉍体の1055mL以上で坑道探鉍中。
- ② 楊家垣鉄鉍山：陝西省政府所属の漢江鋼鐵廠が所有。銅廠銅鉍床のⅠ号鉍帯の北約 100~200m離れて、これにほぼ平行する銅廠鉄鉍体を採掘中(2,000t/d)。995mL以上の採掘が終了し、935mLを開坑中。主要鉍石運搬坑道は815mL。さらに、今後、4~5年を目標に増産計画を陝西省政府へ提出中。銅廠銅鉍床については、鉄鉍体の上部採掘に伴いその周辺部の崩落が予想さ

れるので、浅部銅資源の有効利用及び鉄鉱山と中国有色金属工業総公司との互惠利益のため両者が連合探鉱協定を結び、1998-1991年に坑道探鉱1,584.6mを行った。現在、I号鉱帯の1,055m以上を採掘中、995m, 935mでも採掘準備中という。

- ③ 甘肅省軍区：銅廠銅鉱床南の1050mから北へI号鉱帯へ向けて水平坑道掘進中。現在約800m掘進したというが、鉱体にはまだ達していない模様。
- ④ 民間採掘：銅廠銅鉱床南の920mから北へI号鉱帯へ向けて水平坑道掘進中。西北地質調査局技師談では、現在、約1,000m以上を掘進し、I号鉱帯に着脈の由。
- ⑤ 民間採掘：I-9号の1,180mで小規模採掘中。
- ⑥ 民間採掘：III-1号の1,188mで小規模採掘中。

3) 銅廠銅鉱床の鉱量概算

中国側提供のボーリングと坑道試料の分析結果を用いて、調査団の鉱体解釈に基づき760mまでの鉱量をコンピュータを用いて計算した。

本鉱床は鉱況変化の激しい脈型鉱床であるにもかかわらず、一部を除き錘押し探鉱が実施されておらず、試料の多くは、測線間隔約100m、測線上で100m以上離れた粗い間隔の地表からのボーリングによる。しかし、ボーリングの着鉱状況から、埋蔵鉱量の大枠は把握されたと考える。今回の計算は、本鉱床の鉱量の概略と、そのレベル別鉱量の分布を知り、今後の探鉱開発の指針を得るため、主要3脈について行った。鉱量は760m以上の全鉱量と、鉄鉱山が銅廠銅鉱床の浅部、1,055m以上を採掘中なので、この部分を除外したものとを計算した（銅品位0.4%以上を集計）。

鉱体	760m-1185m			760-1060m		
	(全鉱量)			(I-9, I-4号鉱体の1060m以上を除外した場合)		
	鉱量	品位	金属量	鉱量	品位	金属量
	(t)	(%)	(t)	(t)	(%)	(t)
I-9	1,010,800	3.77	38,078	604,800	3.14	18,978
I-4	974,000	1.88	18,330	485,000	2.20	10,660
III-1	757,200	0.87	6,606	757,200	0.87	6,606
合計	2,742,000	2.30	63,014	1,847,000	1.96	36,244

4) 銅廠銅鉱床区域のポテンシャル

本区域には、銅廠銅鉱床のほかに、黄泥梁、槽子湾、陳家坝などの鉱徴も多いが、これまでの地表調査及び地表ボーリングでは良好な結果が得られていない。

銅廠銅鉍床の探鉍の現状は、いまだ精度の高い鉍量計算ができる段階にないが、鉍床の大枠は把握できたと考えられる。したがって、本鉍床のポテンシャルはその下部と両翼、平行脈が考えられるが、鉍体周辺部への鉍況の低下、鉍脈規模などから今後の探鉍で大幅な鉍量増加の期待は薄いと考える。

5) 今後の探鉍を推進する際の前提条件

銅廠銅鉍床は本調査の最重要と考えている鉍床であるが、第1年次調査の進展とともに、中国有色金属工業総公司以外に、本鉍床を対象に楊家坝鉄鉍山など、少なくとも5者が採掘、開発のための準備坑道を開鑿中であることが判明した。これら当事者は、それぞれ独自に活動しており、既存ボーリング及び坑道などの作業実績の互いの位置関係も不確実なまま作業を続けている。現在のように、目先の利益のため、それぞれが高品位鉍石を選択採掘するのであれば、採掘可能な鉍石も採掘不可能となり、銅資源の有効利用という中国の国益に反する結果となろう。

これら当事者の統合が必要不可欠で、次いで、既存坑道、ボーリングの位置関係を明らかにし、本鉍床の実態、特に坑内での鉍床胚胎状況を把握することが最大の急務と考える。

6) 今後の探鉍方針

銅廠銅鉍床の合理的開発には、鉍量の大枠の増加を図るための探鉍、既知鉍体の産状及び鉍量を確認するための探鉍が必要である。前者には既知鉍体の深部及び両翼、並びに平行脈の探鉍が考えられる。今後の探鉍としては、本鉍床の産状、地形及び既実施探鉍範囲などを考慮すると、錘押しと坑内ボーリングが主体となる。

本鉍床に対しては、前述のように楊家坝鉄鉍山及び民間採掘の幾つもの坑道が掘進されていることが判明している。従って、合理的探鉍には、上記の前提条件を満たした上、これら既存坑道の活用を考慮すべきである。新たな坑道を掘進することは、重複投資になる可能性が強い。

7) 今後の探査方法

既存坑道の正確な位置関係とその地質状況の把握を前提条件に、既存坑道を活用した次の探鉍が考えられる。

鉍量の大枠の増加のため：鉍体両翼への錘押し探鉍、平行脈・既知鉍体下部に対する坑内ボーリング探鉍、

既知鉍体の産状と鉍量確認のため：鉍体の水平変化を把握するための錘押し・水平短尺ボーリング、鉍体の垂直変化を把握するための錘押し切上がり。

これら調査に当たっては、坑内地質調査法と試料採取法に改善すべき点がみられる。さらに、鉍量計算と経済評価の基準の検討を考える。

5.2 勉略寧地区

1) 地質鉱床の概要

本地区は、揚子地台西縁地域の北縁に位置し、始生代晩期の堆積岩起源の変成岩類、原生代後期の海相火山-堆積岩類、原生代晩期震旦系の苦灰岩を主とする堆積岩類及び原生代以降の深部断裂に沿う超塩基性岩類の貫入、ヘルシニア期以降のマグマ活動の発達する地区である。

本地区の鉱化作用は、地質の多様性を反映し、多種に及び、始生代の堆積性層状鉄鉱床、原生代の海相火山岩に関係する銅・鉛・亜鉛鉱床、層準規制型銅鉱床、超塩基性岩に関係するニッケル・コバルト鉱床、中酸性貫入岩類に関係する銅鉱床、深部断裂沿いの金鉱床、層状マンガン・燐鉱床などが知られている。

2) 探鉱開発の歴史と現況

本地区は秦時代の旧坑や銅製錬遺跡も多数みられ、銅、鉄の長い鉱業活動史を有する地区であるが、本格的な鉱物資源調査は1950年代からで、冶金工業局地質勘探公司（西北地質勘探局の前身）をはじめとし、同省地質産局などにより開始された。

西北地質勘探局の探査は、第一段階（1957～1969）にはニッケル、クロム、後に鉄、銅を、第二段階（1970～1976）では鉄、銅、ニッケルを主に、そして第三段階（1977以後）はマンガン、金をそれぞれ対象とした調査が行われた。調査手法は地質調査、地化学探査、物理探査を主に、その後の精査ではボーリング調査、坑道調査まで行っている。また、1980年代には、これら特定の鉱種ばかりでなく、本地区を含む広い範囲の分散流調査（河川堆積物のうち、泥質物質を採取する地化学探査、単一変量解析）も行っている。このように本地区の地表近くの鉱床・鉱徴のほとんどは探鉱された状態と考えられる。

これら調査の結果、鉄、ニッケル・コバルト、銅、鉛、亜鉛、金、銀、マンガン、燐などの鉱床・鉱徴が多数確認された。そのうち、省または県政府所属の機関及び民間の手で、漁洞子、閣老嶺、楊家垣、柳樹坪の鉄鉱山、劉家坪、東溝垣、東皇溝、陳家垣の多金属鉱山、二里垣、紅土石、秦家砭の含銅塊状硫化鉄鉱山、李家溝金鉱山、黎永管マンガン鉱山、何家岩燐鉱山が相次いで開山された。

現在、本地区では、西北地質勘探局、陝西省地質産局が探査活動を展開している。なかでも、西北地質勘探局は、銅廠銅鉱床（銅）、煎茶嶺鉱床（ニッケル、コバルト、金）、紅木溝鉱床（銅、鉄）を対象に積極的な探鉱活動を続けている。

3) 勉略寧地区のポテンシャルと探鉱指針

本地区の金属鉱床には黄銅鉱を主とする鉱床、方鉛鉱・閃亜鉛鉱を含む多金属鉱床、ニッケル鉱床、金を主とする鉱床、磁鉄鉱を主とする鉱床などが知られている。

これらの鉱床のうち、黄銅鉱を主とする鉱床は、中酸性貫入岩に関係する鉱床と海底火山作用に関係する層準規制型鉱床とがある。方鉛鉱・閃亜鉛鉱を含む多金属鉱床は、海底

火山作用に関係する層準規制型鉍床である。ニッケル鉍床は超塩基性岩体に胚胎している。金鉍床は裂罅系に関係する。鉄鉍床は堆積変成型と海底火山作用に関係するものがある。

このように本地区の鉍物資源は、多種多様な鉍床がみられるが、前述のように地表近くの鉍床・鉍徴のほとんどは探鉍された状態と考えられるので、本地区のポテンシャルは主に潜頭性鉍床に求められる。

また、衛星画像解析では、分解能の低いランドサットMSS データを使用したので、ミクロレベルでの新知見は少なかったが、環状構造、構造線などのマクロレベルでの地質構造把握には有効であった。今後、本地区の画像解析には、より分解能の高い衛星データ（JERS-1、SPOTなど）を使って、これら構造の解析が有効と考えられる。さらに、本地区外にも本地区と同様の地質構造がみられるので、その対象範囲を周辺に拡大することも考えられよう。

4) 今後の調査方法と対象区域

今後の調査対象として、勉略寧地区全体の評価、銅廠区域、東皇溝—羅家山区域、煎茶嶺区域、李家溝—大安区域、劉家坪区域が考えられる。これらの調査方法を次の通り考える。

a) 勉略寧地区三角地帯全域

三角地帯を全体として見た場合、基礎的な調査は終了していると考えられる。しかし、本地区の銅を主とする鉍物資源は、原生代の堆積岩類、海底火山岩類に胚胎するが、複雑な褶曲を繰り返しており、必ずしも構造解析が十分とはいえない。また、上部を震旦系の苦灰岩を主とする厚い堆積岩類が不整合に覆っている。

このような地区での銅を主とする鉍床ポテンシャルは潜頭性及び震旦系被覆下に求められよう。これらの探査には、次のことに留意した調査が望ましい。

- ① 海相火山—堆積岩類に関係する鉍床の層序的構造的位の解明・整理（新たな有望地、深部のポテンシャル）
- ② 分散流調査の再解析（単一変量解析では有望地域の見落としの可能性はある）
- ③ ヘリコプターによる空中物理探査（広範囲の地域の比抵抗情報を短時間に収集でき、今後のポテンシャル地域の抽出に資する）
- ④ 高分解能衛星データの解析（火成活動・地質構造・鉍化作用の関係解明）

b) 銅廠区域

区域内に胚胎する鉍床タイプを再考し、それに適した探鉍方法の採用、鉍床胚胎層準の解明などにより、再び探鉍計画を企てることが考えられる。調査方法として、まず、層序・構造調査、既知鉍床の鉍床学的・化学的調査など、次いで物理探査、ボーリング探査が考えられる。

c) 東皇溝-羅家山区域

本区域では既に地表近くの層状硫化鉄鉄床が小規模に開発されているが、従来の探鉄は地表近くに限られていたので、区域全体としての探査精度、特に深部は低いと考えられる。さらに、これまでの採掘に関連して地質情報も集められると考えられるので、潜頭鉄床を考えて総合的な精密調査を再開することも意味があると考えられる。

調査方法として、まず、層序・構造調査、既知鉄床の鉄床学的・化学的調査など、次いで物理探査、ボーリング探査が考えられる。

d) 李家溝-大安区域

本区域には、断層に規制された金鉄床・鉄徴が認められているが、李家溝鉄床を除き、探査は十分とはいえない。今後、裂隙系（特に小規模断層）と鉄床との関連、鉄床胚胎の場の追跡のための調査が考えられる。調査手法は、まず、断裂系解析（空中写真解析、地表の構造調査）、次いで詳細構造調査（断裂沿いの地化探、物理探査、ボーリング調査）が考えられる。

e) 煎茶嶺区域

本区域では、金とニッケル鉄床の探鉄が進められているが、探鉄度はいまだ十分とはいえない。今後、ニッケル鉄床については、既知鉄床の確認調査、特に深部の調査が考えられる。金鉄床については、成因究明、断層の追跡などの構造調査に重点を置くことが考えられる。

f) 劉家坪区域

勉略寧地区の南西端外側に位置し、黒鉄鉄床類似の鉄床が採掘されているが、鉄床胚胎層準、構造上の位置などはっきりしない。今後、これらを解明し、これに類似する地域の追跡調査を行うことが考えられる。

5.3 禄武地区

1) 地質鉄床の概要

雲南省禄武地区は、揚子地台西縁地域の南縁、原生代後期の晋寧造構運動により始生代のクラトン、揚子地台西縁の造山帯に位置し、褶曲作用、火成活動などが認められている。

本地区には、基盤の原生代中部の昆陽層群と、これを不整合に覆う原生代上部の震旦系以降の地層が分布する。本地区の東西両側は北で収斂し南北に走る大断裂で境され、その地質構造はこれらの断裂系に由来する副次的構造とみることができ、東西両側に基盤岩類が、そして中央部に新期岩類が分布する複合向斜帯を形成している。断層構造は、背斜軸面の逆断層系と、これに直交あるいは斜交する張力破断帯、剪断帯に分類される。逆断層系は層理面でのすべりを伴うことが多い。鉄化富鉄帯はいずれも背斜軸部の逆断層及び層理面の滑動帯、あるいは剪断帯と鉄化層準の交会部に生成される。

本地区の鉍化作用は、基盤の昆陽層群に胚胎し、因民層中の泥質岩あるいは泥質苦灰岩中の層状含銅磁鉄鉍床（希鉍山式鉄銅鉍床）、落雪層中の珪質苦灰岩中の層準規制層状銅鉍床（東川式銅鉍床）及び晋寧期の造構運動に由来する角礫岩脈に伴う銅鉍床（鳳山式銅鉍床）がそれぞれ認められている。その他、本地区北東部には、緑汁江層中に裂罅充填型の鉛・亜鉛鉍床も認められている。

2) 探鉍開発の歴史と現状

本地区は清時代の採掘跡、探鉍跡や銅製錬跡などが多数認められ、古くからの鉍産地帯であるが、本格的な鉍床探査は、1950年代後半から雲南省地質局が、そして1970年代には雲南省冶金工業局地質勘探公司（西南地質勘探局の前身）、同物探公司などが開始している。1980年代には、雲南省地質科学研究所も一部で開始した。

これらの探査は、鉄を主対象に、地質調査、地上磁気探査を中心に有望地域を抽出し、精査段階ではボーリング調査を行っている。この結果、多くの鉄銅鉍床・鉍徴が認められ、そのうち、大型の鶏頭廠鉄銅鉍床、迤納廠鉄銅鉍床は政府関係機関により、羅斯冲、核桃菁、大菁、觀天廠、老洞菁、和尚洞、小新廠、大美廠などの小型鉄銅鉍床は民間により、それぞれ採掘されている。1990年代に入り、西南地質勘探局は銅を主対象とした探鉍を開始し、現在本地区の南西部の中村区域で調査活動を続けている。

3) 禄武地区のポテンシャルと探鉍指針

本地域の銅鉍化作用は、昆陽層群最下部の因民層の泥質岩あるいは泥質苦灰岩に伴う層状含銅磁鉄鉍床（希鉍山式鉄銅鉍床）、同層群下部の落雪層の珪質苦灰岩中の層準規制層状銅鉍床（東川式銅鉍床）及び晋寧期の造構運動に由来する角礫岩脈に伴う銅鉍床（鳳山式銅鉍床）がそれぞれ認められているが、その鉍化賦存域は鉍床成因、鉍化形式を問わず、次の特徴を有する。

- ・鉍床胚胎層準としては、1. 因民層上部から頂部、2. 落雪層底部から下部、3. 鶏頭廠中部、4. 角礫岩脈の4地質単元に限られる。
- ・構造上の特徴としては、1. 鉍化帯は背斜軸部及び／あるいは軸部近傍の両翼部に賦存する、2. 鉍化帯は走向断層、層理面滑動部及びこれらの構造線に斜交する断裂系により富化作用を受ける、3. 背斜軸部にはほとんど常に角礫岩脈が分布する、4. 鉍化帯近傍には曹長斑岩、輝緑岩、閃緑岩などの貫入岩体が分布する。

衛星画像解析でも、本地区に胚胎する層準規制型鉍床は、単純な堆積性ではなく、構造運動に伴うブロック化、褶曲化の激しい部分に選択的に胚胎すると予想している。

従って、ポテンシャル地域の抽出には、これらの特徴がより多く重複することが条件となる。すなわち、調査対象地質単元としては、比較的連続性のよい、因民層と落雪層及び角礫岩脈分布域で、かつ背斜構造と断裂構造の発達する区域が望ましい。さらに、輝緑岩と閃緑岩にも銅鉍化作用を認めていることから、貫入岩の分布にも注目する必要がある。

また、本地区に分布する地層、岩石は、それぞれ特徴的な物性を示すので、各種物理探査手法を組み合わせることにより、地質構造の解明が期待される。

4) 今後の調査方法と対象区域

・探査手法とその実施に際しての留意点

今後の探査手法としては、先ず、地質調査、地化学探査、物理探査が考えられる。

これら手法の実施に際しての留意点は次の通りと考える。

- ① 地質調査：鉱床胚胎層準の岩相変化、
- ② 地化学探査：岩石試料の採取、及び岩種別の統計処理、
- ③ 物理探査：地質調査結果に基づき探査対象別の最適手法の適用。

前節で述べた探鉱指針を満たす未探査の区域として、探査優先順位順に次の区域が抽出できる。

a) 中村区域

因民・落雪層が分布し、背斜・断裂構造も発達する。角礫岩もみられ、その一部には銅鉱化がみられる。本区域のうち、地質調査の完了している老洞菁その他にはボーリング（地表、坑内）、坑道調査が考えられる。さらに打鉱山周辺などには地質調査（含地化探）、地表ボーリングが考えられる。

b) 銅廠菁区域

因民・落雪層が分布し、背斜・断裂構造も発達する。断裂沿いには角礫岩が分布する。さらに、航磁異常が重複している。地質調査（含地化探）、物理探査、地表ボーリングが考えられる。

c) 刺竹菁区域

因民・落雪層、角礫岩が分布し、貫入岩体も見られる。断裂構造が発達し、航磁異常も重複する。地質調査（含地化探）、物理探査、地表ボーリングが考えられる。

d) 平地場（老吾哨）区域

因民・落雪層、角礫岩が分布し、貫入岩体も見られる。断裂構造が発達し、地化学異常も重複する。地質調査（含地化探）、物理探査、地表ボーリングが考えられる。

e) 白石岩（冬瓜菁）区域

因民・落雪層、角礫岩が分布する。背斜・断裂構造が発達し、航磁異常も重複する。地質調査（含地化探）、地表ボーリングが考えられる。

f) 黒菁～河尾区域及び旧村地区

角礫岩が分布し、航磁異常も重複する。予察地質調査、地質調査（含地化探）が考えられる。

今後の画像解析は、写真地質学的手法でマクロレベルの地質構造解析を行い、鉱化に関連する地質構造の抽出が有効である。このためには、より分解能の高い衛星デー

タ (JERS-1、SPOTなど) を使った解析が考えられる。特に、JERS-1はSAR(合成開口レーダ) を備えている他に、OPS の3バンド及び4バンドを使っての立体視が可能で、地質構造の解明には大きな威力を発揮すると考えられる。

5.4 揚子地台西縁地域

本地域について衛星画像解析が行われた。解析範囲は、重点地区の勉略寧地区(面積6,000km²)及び禄武地区(面積32,000km²)を含む約28万km²である。重点地区以外の範囲を概査地域と呼び、その北部と南部とでは構成地質単元が大きく異なるので、概査地域北部、同南部の分けて解析した。使用データは、ランドサットTMデータ(12ゾーン)、MSS(8シーン)である。画像の縮尺は、重点地区では1/25万、概査地域では1/50万であった。

1) 概査地域北部

本地域では、46地質単元が識別された。このうち貫入岩体の大部分は塊状岩として画像から識別でき、既存地質図とほぼ一致した形態を示したが、小規模岩体及び塩基性～超塩基性岩体は画像からは識別できないものが多かった。勉略寧地区と同様の地質条件の地質単元は、都江堰北部地区(仮称)及び濬定西部地区(仮称)に識別された。

しかし、本地域の判読に使用した画像は、汎用目的のTM画像及び分解能の低いMSS画像であり、精度のよい判読ができなかったため、今後はこれら地区について、TMデータ(あるいは分解能の高いSPOT、JERS-1など)のCCTからの画像作成と判読、現地検証などで有望区域を抽出していくことが考えられる。

2) 概査地域南部

本地域では、77の地質単元が識別された。東川式鉍床の胚胎層準とこれを貫く酸性貫入岩は判別されたが、小規模岩体及び塩基性～超塩基性岩体は画像から識別できなかった。また、易門-禄武地区の北部延長にあたる西昌-会理地区(仮称)には、南北に帯状分布する先震旦系とそれに胚胎する銅鉍床、鉛・亜鉛鉍床が知られており、ここについて、より分解能の高い衛星データを使っての精度の高い画像解析及び現地検証により有望区域を抽出することが考えられる。

また既存資料解析から、本地域内には、大型鉄銅鉍床の東川、易門両鉍山が知られており、その周辺の探査、さらに、銅資源の有効利用という観点から、東川鉍山の湯丹鉍床の未利用・低品位鉍石の早期開発の方策の検討なども今後の課題と考えられる。

第6章 結論及び提言

6.1 結 論

6.1.1 勉略寧地区銅廠鉍床区域

銅廠鉍床区域には、銅、鉄を主とする鉍床、鉍徴が多く知られている。なかでも銅廠銅鉍床は、本調査の主対象となっている鉍床である。本鉍床は閃緑岩質複合岩体の北部境界に胚胎する鉍況変化の激しい鉍脈型鉍床である。鉍脈は、主要3鉍体が認められている。また、銅廠銅鉍床の北約100～200mはなれて、銅廠鉄鉍床がこれにほぼ平行に胚胎し、楊家垣鉄鉍山として採掘中である。さらに、現在、本鉄鉍山は、鉄鉍床と同時に銅廠銅鉍床の1055mL以浅をも採掘している。

銅廠銅鉍床は、現在の探鉍状況では、いまだ精度の高い鉍量計算のできる段階にはないが、コンピュータを用いた概算では、鉍量約185万トン、銅品位1.96%（銅0.4%カットオフ）が得られた。合理的な開発のための今後の探鉍として、鉍量増大、既知鉍体の産状と鉍量を確認のため、錘押しと坑内ボーリングが考えられる。

しかしながら、銅廠銅鉍床は、楊家垣鉄鉍山に加え、民間2者も浅部を小規模に採掘し、さらに中国有色金属工業総公司、民間、軍区が坑道探鉍を進めているのが現状である。このように、6者がそれぞれ独自に同一鉍床の探鉍・採掘を行っている状態では、今後の合理的な探鉍・開発が困難と考えられる。この解決には、まず当事者の統合が必要不可欠で、次いで既存坑道・ボーリングの位置関係を明らかにし、本鉍床の胚胎状況を把握することが最大の急務と考える。その後、既存坑道を活用した坑道調査、坑内ボーリング調査に進むことが適切と考えられる。これら調査に当たっては、坑内地質調査法、試料採取法などの改善、さらに適切な鉍量計算基準、経済評価基準の検討が必要と考えられる。

6.1.2 勉略寧地区

勉略寧地区は秦時代から銅、鉄の鉍山地帯として知られ、現在は鉄、銅、鉛、亜鉛、金、マンガン、燐などの鉍山が操業している。本地区の調査は、広域地化学探査（分散流、単一変量解析）を含む概査から始まり、詳細な物化探精査を経て、ボーリング、坑道まで行われたものも少なくなく、これまでの調査により、地表近くの鉍徴のほとんどは探鉍されたと考えられる。従って、このような地区での銅を主体とする鉍床ポテンシャルは、潜頭性及び震旦系被覆下に求められよう。そのためには、鉍床の層序的構造的位の解明・整理、分散流地化学調査の再解析（多変量解析）、空中物理探査などで対象地域を絞り、次いで、より高次の調査に進むことが適切と考えられる。

衛星画像解析では環状構造、構造線などのマクロレベルでの地質構造把握には有効であったので、今後はより分解能の高い衛星データ（JBRIS-1、SPOTなど）を使った構造の解析が有効と考えられる。さらに、本地区外にも本地区と同様の地質構造がみられるので、そ

の対象範囲を周辺に拡大することも考えられよう。

また、本地区内には、銅廠区域（銅、銅・鉛・亜鉛）、東皇溝—羅家山区域（含銅毬・亜鉛）、李家溝—大安区域（金）、煎茶嶺区域（金、ニッケル）が、そして南西区域外に劉家坪区域（黒鉱類似）が知られている。これら区域については、既知鉱徴の確認、ポテンシャル把握のため地質調査、物理探査、ボーリング調査など、それぞれの区域に適する探査方法を採用していくことを考える。

6.1.3 禄武地区

禄武地区は清時代からの鉄銅の鉱産地帯であり、鉄を主対象に、地質調査、地上磁気探査を中心に有望地域を抽出し、精査段階ではボーリング調査を行っている。この結果、大型の鶏頭廠、進納廠両鉄銅鉱床、数箇所の小型鉄銅鉱床が採掘されている。

本地区の銅鉱化作用は、原生代の昆陽層群最下部の因民層の泥質岩あるいは泥質苦灰岩に伴う層状含銅磁鉄鉱床（希鉱山式鉄銅鉱床）、同層群下部の落雪層の珪質苦灰岩中の層準規制層状銅鉱床（東川式銅鉱床）及び晋寧期の造構運動に由来する角礫岩脈に伴う銅鉱床（鳳山式銅鉱床）がそれぞれ認められる。構造上の特徴としては、背斜構造と断裂構造が発達していることである。

衛星画像解析でも、本地区に胚胎する層準規制型鉱床は、単純な堆積性ではなく、構造運動に伴うブロック化、褶曲化の激しい部分に選択的に胚胎すると考えている。

従って、調査対象地質单元としては、因民層と落雪層及び角礫岩脈が分布し、かつ背斜構造と断裂構造の発達する区域が望ましい。さらに、輝緑岩と閃緑岩にも銅鉱化作用を認めていることから、貫入岩の分布にも注目する必要がある。

画像解析では、写真地質学的手法でマクロレベルの地質構造解析を行い、鉱化に関連する地質構造の抽出が有効である。このためには、より分解能の高い衛星データ（JERS-1、SPOTなど）を使った解析が考えられる。

これらの探鉱指針を満たす未探査の区域として、探査優先順位順に、中村区域（老洞菁その他、打鉱山周辺など）、銅廠菁区域、刺竹菁区域、平地場（老音哨）区域、白石岩（冬瓜菁）区域、黒菁～河尾区域及び旧村地区が抽出できる。探査手法としては、地質調査、地化学探査、物理探査、ボーリング調査、坑道調査、画像解析など、それぞれの区域に適する探査方法を採用していくことを考える。

6.1.4 揚子地台西縁地域

衛星画像解析により、本地域の北部では勉略寧地区と類似した地質条件を持つ都江堰北部地区、泸定西部地区などが抽出されたが、これらの評価には、今後、TMデータ、あるいはより分解能の高いSPOT、JERS-1データを使用しての画像判読、現地検証から有望地域を抽出することが必要であろう。さらに、本地域南部には、易門—禄武地区の北部延長部に当たる西昌—会理地区に、南北に帯状分布する先震旦系には、銅鉱床、鉛・亜鉛鉱床の賦

存が知られており、ここについて、より分解能の高い衛星データを使っての精度の高い画像解析及び現地検証により有望地域を抽出することが考えられる。

また、既存資料解析から、本地域内の大型鉄銅鉱床の東川・易門両鉱山周辺の探査、さらに銅資源の有効利用という観点から、東川鉱山の湯丹鉱床の未利用・低品位鉱石の早期開発の方策の検討なども、今後の課題と考えられる。

6.2 提 言

第1年次調査の結果、今後の調査を次の通り提言する。

(1) 勉略寧地区銅廠鉱床区域

1) 今後は、まず銅廠銅鉱床の既存坑道・ボーリングなどの正確な位置関係の測量と、本鉱床の現況を把握するための坑内調査を行うことが望ましい。

2) 以降は、既存坑道を活用した次の探鉱が望ましい。

- ・ 鉱量の大幅の増加のため：鉱体両翼への錘押し探鉱、平行脈・既知鉱体下部に対する坑内ボーリング探鉱、

- ・ 既知鉱体の産状と鉱量確認のため：鉱体の水平変化を把握するための錘押し・水平短尺ボーリング、鉱体の垂直変化を把握するための錘押し切上がり。

これら調査に当たっては、坑内地質調査法と試料採取法に改善すべき点がみられる。

さらに、鉱量計算と経済評価の基準の検討を考える。

(2) 勉略寧地区

1) 今後の調査は、勉略寧地区全体について、分散流地化学探査資料の再解析（多変量解析）、空中物理探査を行うとともに、鉱床胚胎層準・地質構造解明のために、銅廠、東皇溝－羅家山各区域を中心に地質層序・構造調査、既知鉱床周辺の鉱床学的・地化学的調査を行うことが望ましい。さらに、李家溝－大安区域については、空中写真解析が有効と考えられる。

さらに、本地区及び周辺に、より分解能の高い衛星データ（JERS-1、SPOTなど）を使用した画像解析及び現地検証により有望地域を抽出することが考えられる。

2) 以降は、抽出特定区域に対し、地質精査、地化学探査、物理探査、ボーリングなど、それぞれに適する探査方法を採用していくことを考える。

(3) 禄武地区

1) 今後の調査は、中村区域の打鉱山周辺、銅廠菁区域、刺竹菁区域、平地場（老吾哨）区域、白石岩（冬瓜菁）区域、黒菁～河尾区域及び旧村地区について、鉱床胚胎層準・地質構造解明のために、地質調査（一部、地化学探査を含む）を行うことが望ましい。中村区域の老洞菁については、現在、地質調査が完了しており、地表ボーリングの段階と考えられる。

さらに、本地区について、より分解能の高い衛星データ（JERS-1、SPOTなど）を使用した画像解析及び現地検証を行い、地質構造を解明することが考えられる。

2) 以降は、抽出特定区域に対し、地質精査、地化学探査、物理探査、ボーリングなど、それぞれに適する探査方法を採用していくことを考える。

(4) 揚子地台西縁地域

今後、都江堰北部地区、涪定西部地区及び西昌－会理地区について、より分解能の高い衛星データ（JERS-1、SPOTなど）を使用するの画像判読、現地検証を行うことが望ましい。また、本地域内の大型鉄銅鉱床の東川・易門両鉱山周辺の探査、銅資源の有効利用の観点から、東川鉱山の湯丹鉱床のような低品位・酸化鉱石の処理方法の研究及びその早期開発へ向けての検討を行うことが望ましい。

第Ⅱ部 各 論

第 II 部 各 論

第 1 章 既存資料解析

1.1 勉略寧地区銅廠鉍床区域

1.1.1 一般地質

銅廠鉍床区域には、主に原生代後期の海相火山-堆積岩類（接官亭層、これを整合に覆う郭家溝層）、原生代晩期、震旦系の堆積岩類、及びカレドニア期といわれる閃緑岩質複合岩体（東西約 2.5km、南北約 2.2km）が分布する。接官亭、郭家溝両層は、複式背斜構造をなす。その軸の方向は、NEからENEへ変化しながら東へplungeしている。震旦系はこれを不整合に覆う。区域内には、NE、WNW、NNWの3方向の断裂が発達する（図1-2-1）。

1.1.2 鉍床・鉍徴とその探査

区域内には、接官亭層中の火山堆積型含銅硫化鉍床（秦家砭、陳家垣）、郭家溝層中の火山堆積変成型の楊家垣鉄鉍山、スカルン型類似鉄鉍床（趙家山）、そして閃緑岩質複合岩体及びその境界部付近に胚胎する鉍脈型銅鉍床（銅廠、槽子湾、黄泥梁）が知られている（図1-1-1）。

本区域の探査は、1960年代の秦家砭を始めとし、現在まで詳細な調査が続けられている。本区域の中央部は銅廠北帯と呼ばれ、銅廠鉍床が胚胎している。

一般には、銅廠鉍床は銅廠鉄鉍床（楊家垣鉄鉍山）及び銅廠銅鉍床を指す。これら鉍床は約 200mへだて、ほぼ平行に胚胎している。これら鉍床は、ボーリング調査、坑道調査により、詳細に調査され、銅廠鉄鉍床（楊家垣鉄鉍山）は、1987年から操業している。銅廠銅鉍床は、現在、坑道探鉍中である。

本区域内で銅のポテンシャルが最も高く、本調査の主対象とされている鉍床は、この銅廠銅鉍床を指す。

そのほかには、陳家垣、槽子湾、趙家山でも、ボーリングを含む詳細な調査が行われたが、趙家山鉄鉍床は小規模、陳家垣は小規模、低品位、槽子湾は鉍脈幅は狭く、非常に低品位であることが判明している（表1-2-1）。

銅廠銅鉍床及び銅廠鉄鉍床（楊家垣鉄鉍山）について、次に、詳細に記載、検討、解析する。

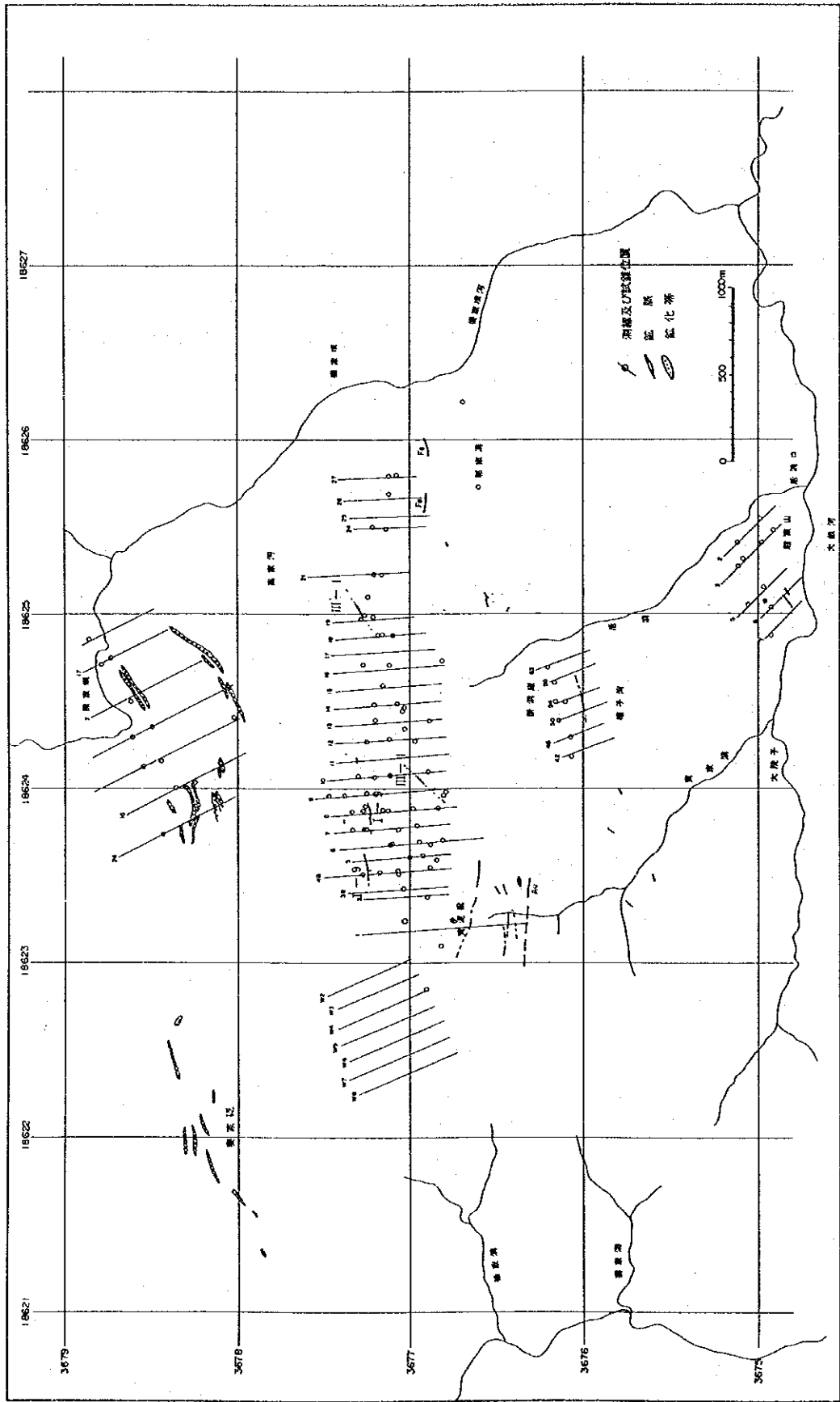
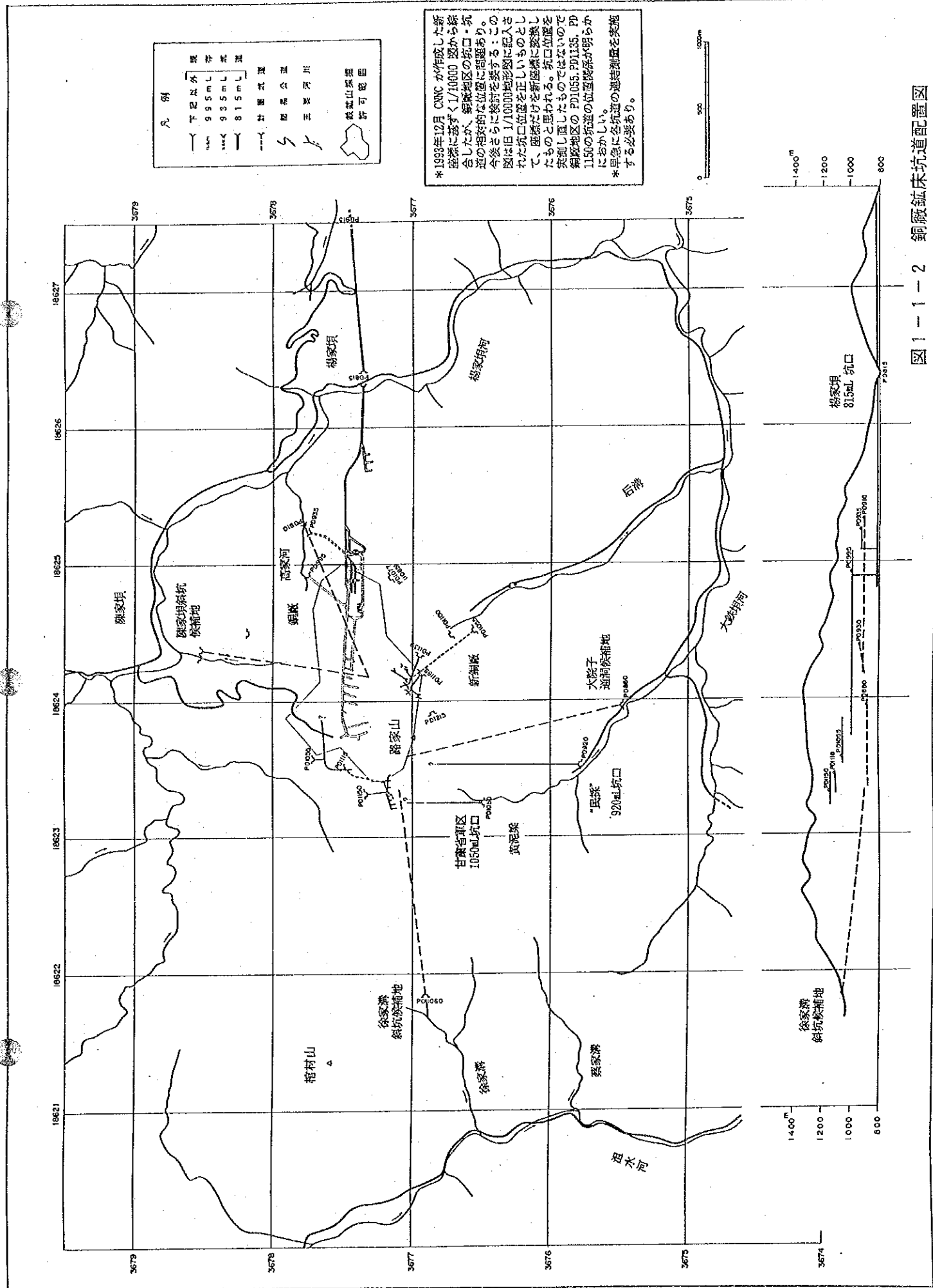


圖 1-1-1 銅鐵鉛床區域探查實績圖

図1-1-2 銅廠鉅床坑道配置図



凡例

—	下記以外	現
—	995mL	存
—	935mL	式
—	815mL	道
---	計畫式道	
—	縣界	
—	三	
—	河	
—	路	
—	山	
—	坑	
—	道	
—	圖	

* 1993年12月 CNC が作成した新座標に基づき1/10000 図から採集したのが、銅廠地区の坑口・坑道の相対的な位置に問題あり。今後さらに検討を要する。この図は旧 1/10000地形図に記入された坑口位置を正しいものとして、座標だけを新座標に換算したものとされる。坑口位置を銅廠地区の PD1055、PD1135、PD1150の坑道の位置関係が明らかにおかしい。
* 早急に各坑道の選定測量を実施する必要がある。

1.1.3 銅廠鉍床の概要

本節では“銅廠北帯”銅廠の銅鉍床本体を中心として記す。銅廠銅鉍床は、中国有色金属工業総公司（以下CNNCと略す）が揚子地台プロジェクトの主対象と考えてきた鉍床であるが、現地調査の進展とともに、同一鉍床を対象に、CNNC以外に楊家坨鉄鉍山など、少なくとも5者が採掘～開発準備坑道開鑿を実施中であることが判明した。これらの統合無しには本鉍床の合理的開発はできない。現在のように、各パーティーが目先の利益のため、それぞれ高品位鉍石を採掘すれば、採掘可能な鉍石も採掘不能となり、銅資源の有効利用とはならない。

A. 探鉍・開発の経緯

- *1960年 : CNNC西北地質調査局に 711総隊創設。
- *1960～1968年 : 鉄鉍床探査が重点目標となる（当時の国家目標）
- *1960～1962年 : ボーリング合計 1,280m、探鉍坑道合計 450mを実施。いくつかの鉍徴地を発見する。
- *1965年 : 地表磁気探査（1/2,000；測量点：50m×20m）で銅廠鉍床の異常帯を発見。
- *1966～68年 : 11台の試錐機を投入。9,100mの試錐実施。23孔の試錐結果に基づき鉄鉍床の鉍量評価：獲得粗鉍量 75,300,000t Fe 31%。なお、この時の全ボーリングにおいて本報告対象の銅廠の銅鉍体に着脈(CK-を冠した試錐)。
- *1970年代 : 鉄鉍床を大々的に開発すべく鉄道建設を開始するが、国家の方針変更により中止。現在でも工事半ばで中止した端脚や道床・隧道が残る。
- *1980～83年 : 追加ボーリング合計3,000mを実施。鉄鉍床の鉍量75,000,000tを確認
～90年? : 確認探鉍坑道 3,600mを実施。
- *1987年 : 鉄鉍山生産開始（陝西省経営 漢江鋼鉄廠所属の楊家坨鉄鉍山として）
粗鉍量生産計画
1987: 100,000t/y
1988: 200,000t/y
1989: 300,000t/y
1990: 400,000t/y
1991: 400,000t/y
1992: 800,000t/y
1993: 800,000t/y
— 6年間計 3,000,000t
これに対応する生産実績は不明
- *1987年 : CNNCが、銅廠銅鉍床に対する探査を開始。
- *1987～1991年? : ボーリング 59孔合計26,000m。

注：57孔27,000mとの数字もある。以前金属鋳業事業団（以下MMAJと略す）調査団が入手した floppy diskに入力された1987～1992年末までのCNNC実施ボーリング(ZK-number)は53孔24,500m(J-MEC 1993)。

*1992?～1993年末?：今回提供された floppy diskは読取りができず、1992～1993年の実績は不詳である。提供された4種類の電算機打出しは夫々異なっているが、これらを総合すると1987年以降に実施された ZK-numberだけで87孔（錐進長不明）となる。“記録号”の付けられたボーリング（銅廠鋳床に対するものか?）だけでNo.67まであり、昨年の53との差14孔が92～93年に銅廠本体に実施された試錐か?

(表1-1-1)

B. 楊家垣鉄鋳山及び民間採掘との関係

楊家垣鉄鋳山の採掘対象鉄鋳床は、銅廠銅鋳床の主脈I-9号鋳体の下盤150～200mにあり、少なくとも1055mL準では、両者は坑道で連絡されている（図1-1-2、4）。この坑道準以上のI-9号鋳体高品位部は既に鉄鋳山により採掘され、現在995mLでの採掘が開始されているといわれるが（CNNC現地担当者談）、事実関係は不詳である。

1992年11月のMMAJ調査団の現地訪問時、『CNNCと鉄鋳山を経営する省政府との間で、CNNCの銅プロジェクト実施につき、両者の合意が成立した』とのことで、調査団は995mL(主要ズリ搬出坑道)と切羽、815mL 通洞(主要鋳石運搬坑道)を視察し、従来入手できなかった鉄鋳山側の坑内図を入手して初めて銅鋳体部分との統合図を作成した(J-MEC 1993 図3-5、6)。

しかし今回現地に赴くと、銅開発をCNNCに移管するとの合意があるにもかかわらず、鉄鋳山は依然として銅鋳体の採掘を継続しており、冒頭に記したように、“995mLの採掘に着手したふしがある”との由であった。改めて“鋳業権”に関する事実関係を調査したところ、下記のことが明らかになった：

- ① 銅廠銅鋳床の既知主要鋳体の大部分が、楊家垣鉄鋳山の持つ採掘許可範囲 1.2平方km内に入り（陝西省政府発給採礦許可証、次項C参照）、かつCNNCは鉄鋳山と“I-9及びI-4号 鋳体浅部(1055mL 以浅)は楊家垣鉄鋳山が採掘する”との協定を結んでいるらしい（巻末資料4、CNNC 1993年5月）。
- ② 主脈I-9号鋳体を対象に、漢中地区政府/民間の合弁（民採 大院子 920mL）及び甘肅省軍区（黄泥梁 1050mL）が立入れを掘進しており（図1-1-2）、前者はすでに“1,000 mを掘進し、最も鋳況の良いと思われる5号線付近でI-9号鋳体に着脈した”（CNNC 現場担当者談）という。後者も既に800mを掘進したといい、これが本当なら既にI-9号鋳体付近に到達していることになる。

③ 現在CNNCが管理し、坑道探鉱を実施している鉱体はⅢ-1号鉱体のみである。本鉱体を構成する塊状鉱は高品位だが細脈で、本鉱体単独ではCNNの近代的採掘対象にはなり難い。なおこれらの坑道も大部分、楊家垣鉄鉱山の採掘許可範囲内に入り、また鉱体上部1188mL坑道では“民採”何家岩燐鉱が小規模に高品位鉱を採掘している。

今後本プロジェクトを進める上で、CNNCと鉄鉱山及び民間採掘業者（民採）4者（後出）との権利関係・合意内容などを書面により確認することが極めて重要と考える。

民採の現状については、D-②項に改めて記すこととする。

C. 楊家垣鉄鉱山の操業概況

① 鉱業権関係（図1-1-2、巻末資料2）

*中国では、現在のところ、いまだ自由世界諸国のような“鉱業権”はない。

鉱山企業名称：漢江鋼鉄廠楊家垣鉄礦（全民所有制）（注：陝西省省政府経営）

“鉱業権”の種類：採礦許可証。陝採証冶字（1988）第004号

許可証の発給者：陝西省地質礦産局1988年7月15日

対象鉱種名：磁鉄鉱、黄銅鉱

採掘許可範囲の面積：1.2平方km（及び選鉱場用地0.6平方km）

許可証の有効期間：19年（注：1988年7月15日～2007年7月14日？）

◎この許可証と、CNNC及び民採各者との関係はどうなるのか？

以下、1992年11月23日MMAJ調査団現地視察時に聴取した事項を記す。

② 総計人員：2,000人 内採鉱500人（815mL坑口付近に中層社宅群あり）

③ 出鉱量：2,500t/d 内鉱石2,000t/d Fe 34%? スリ（廃石）500t/d
（1995年までに3,000t/dに拡張を計画という）

④ 鉱石：815mL通洞（立坑～楊家垣坑口＝1,500m、坑口～峽口駅選鉱場＝3,900m）を坑内電車で運搬。峽口駅選鉱場で選鉱
精鉱量 670(?)t/d Fe 63.5%

⑤ 鉄精鉱仕向け先：勉県所在の漢江鋼鉄廠の製鉄所（同所所要精鉱の約1/2の精鉱を供給）

⑥ 鉱量：合計7,500万t 内1/3が815mL以上、2/3が815mL以下という

⑦ 廃石：主として995mLに集中し、高家河（鉱床下盤の断層谷；図1-1-2）に投棄

◎銅鉱石生産：現在楊家垣鉄鉱山は1060mL準以上の銅鉱石を採掘している。

鉄選鉱場に隣接して75t/日の浮遊鉱場を併設、精鉱を白銀廠の銅製錬所へ売鉱。

3%以下の鉱石は採掘せず。尾鉱品位不明。

処理鉱石 75t/d Cu 5.7%、選鉱実収率 96%、精鉱銅品位：23%

◎見学时見聞した採掘関係の事項は“巻末資料3”にまとめた。

D. 銅鉱床の概要

① 探査実績：

*鉄鉱山側のボーリングでも銅鉱床に着脈。現在みられる1055mL以上の立入れ・錘押し探鉱も鉄鉱山側が実施したらしい。従って、鉄鉱山側実績の把握や数値の仕分けが困難であり、正確に探査実績を知ることはできない。一応の目安として、前節の数字や銅鉱床の坑内地質図から推定すると下記のようになり、“銅廠北帯”だけで90~100孔、合計40,000~50,000mのボーリングと1,100m以上の錘押しが実施されたと推定される。

*ボーリング：1966-68年	23孔……	9,100m
1980-83年?	……	3,000m
1987-92年	>57孔……	>27,000m
1992-93年	14孔?…約	7,000m?
<hr/>		
1966-93年	>94孔……	>46,000m?

*坑道：従来、主脈I-9号と、その下盤脈系統（I-4号など）に対する錘押し探鉱は、鉄鉱床の探査とともに、すべて東西に伸びる尾根の北側銅廠地区の坑口から鉄鉱山により実施されてきた（図1-1-2、図1-1-4、5）：1150mL・1135mL・1115mL・1060(1055)mL・995mL(?)・935mL。

これらの坑道は現在鉄鉱山側の管理下であり、CNCが自由に入坑・調査することはできない。

現在CNCが直接管理し、探・採鉱を実施している坑道は、尾根の南側、后溝の谷沿い、新銅廠落付近に坑口をもつⅢ号鉱体に対するもので、1139mL・1100mL・1055mLなどがある。この谷には1188mL・1215mL・1256mLなど露頭まで多数の坑口が認められ、1188mLでは“何家岩磷礦”による“民採”が実施されている。

下記は銅鉱床関係の坑内地質図から読んだ掘進長である。

	坑道名	錘押 (m)	立入・下盤 (m)	切上/掘下	備 考
銅 廠 地 区	PD 1150 mL	60±	840 +	?	* 銅鉱体の錘押しのみ * 立入・下盤坑道は鉄 鉱山との区別が付か ぬ。ここでは1/1000 地質図の範囲内のみ 拾った
	PD 1135 mL	?	?	?	
	PD 1115 mL	80±	790 +	?	
	1060(1055)	360±	630 +	?	
	PD 995 mL	?	?	?	
	PD 935 mL	?	?	?	
	小 計	500m±	2,260以上	?	
新 銅 廠 地 区	PD 1188 mL	150	330 +	?	* III号鉱体関係 (1993年12月現在)
	PD 1139 mL	約 290	690 +	?	
	PD 1100 mL	—	?	?	
	PD 1055 mL	約 150	650 +	?	
	小 計	590±	1,670 +	?	

② 探査の現状と“民間採鉱(民採)”について:

尾根北側の坑口から実施されている楊家垣鉄鉱山による銅鉱体〔I-9及びI-4(V-4)号鉱体〕の小規模採掘及び探鉱の現状は不詳:1055mL以上の高品位鉱の採掘は既に完了し、現在995mLの採掘に着手したとの情報もある(CNNC現場担当者談)。なお今回の調査で、I-9号鉱体の上部1180mLでも“民採”が行われていることが判明したが詳細不明である。

I-9及びI-4(V-4)号鉱体については、地表ボーリングで探査可能な範囲の鉱量大枠の把握はほぼ終了。鉱量増加の可能性のある深部には坑内からの探査が必要と考えるが、現在この目的にCNNCが対応出来る坑道は無い。

CNNCの探査の主体は、高品位鉱が着脈したIII-1号を始めとする上盤のNE系の鉱体群、特に尾根の南側新銅廠付近からの探鉱に集中されている。今回の現地調査は、CNNCの管理下にあり、かつ前回不十分であった1188mL・1139mL・1055mLを主体に実施した。

今回の現地調査により判明した重要な事態は、大院子及び黄泥梁から実施されている“民採”によるI-9号向け大規模立入れ坑道の存在である。

* “民採大院子920mL坑道”(図1-1-2):前回調査報告書で指摘した“民採”の坑道はその後も掘進を続けており、調査時現在1,000mを掘進して既に5号線付近でI-9号鉱体に着脈したという(CNNC担当者談)。これは非常に重要な点で、もし920mL以上の高品位鉱石が採掘された場合、本プロジェクトに銅廠の坑内探査を含める意味はほとんど無くなってしまふ。また前回報告(下記枠内)で述べた上盤鉱脈群に対する探鉱目的もこの坑道を利用することにより達成でき、上盤から新立入れを開鑿する必要は無くなった。この坑道は漢中地区(省・県の中間の行政単位)政府と民間との合弁という。

＊鉍量増加を計る必要あり： 探査主対象は既知鉍床の下部及び上盤の鉍脈群となる。地形と深度条件から坑内探査が必要不可欠。坑内へのaccessには大院子付近からの水平坑道（通洞）が探鉍目的に合致。ただし、現在すでに通洞候補地 100m以内、標高差10m以内の地点から、Ⅲ－1号鉍体向けにN20° E（今回坑口付近で再測した所ほぼN向き）方向の立入坑道が掘進されている（写真）。この坑道の途中からⅠ－9号向け坑道を分岐させる可能性も考慮しても良いのではないか？』

(J-MEC 1993 p. 53)

＊“民採黄泥梁1050mL坑道”（図1-1-2）：今回の現地調査で発見した坑道で、甘粛省の軍区がⅠ－9号鉍体採掘を目的に立入れを掘進中という。ほぼN方向に800 m掘進したというが、もしこれが本当なら既にⅠ－9号付近に到達したことになる。

③ 鉍床概況：

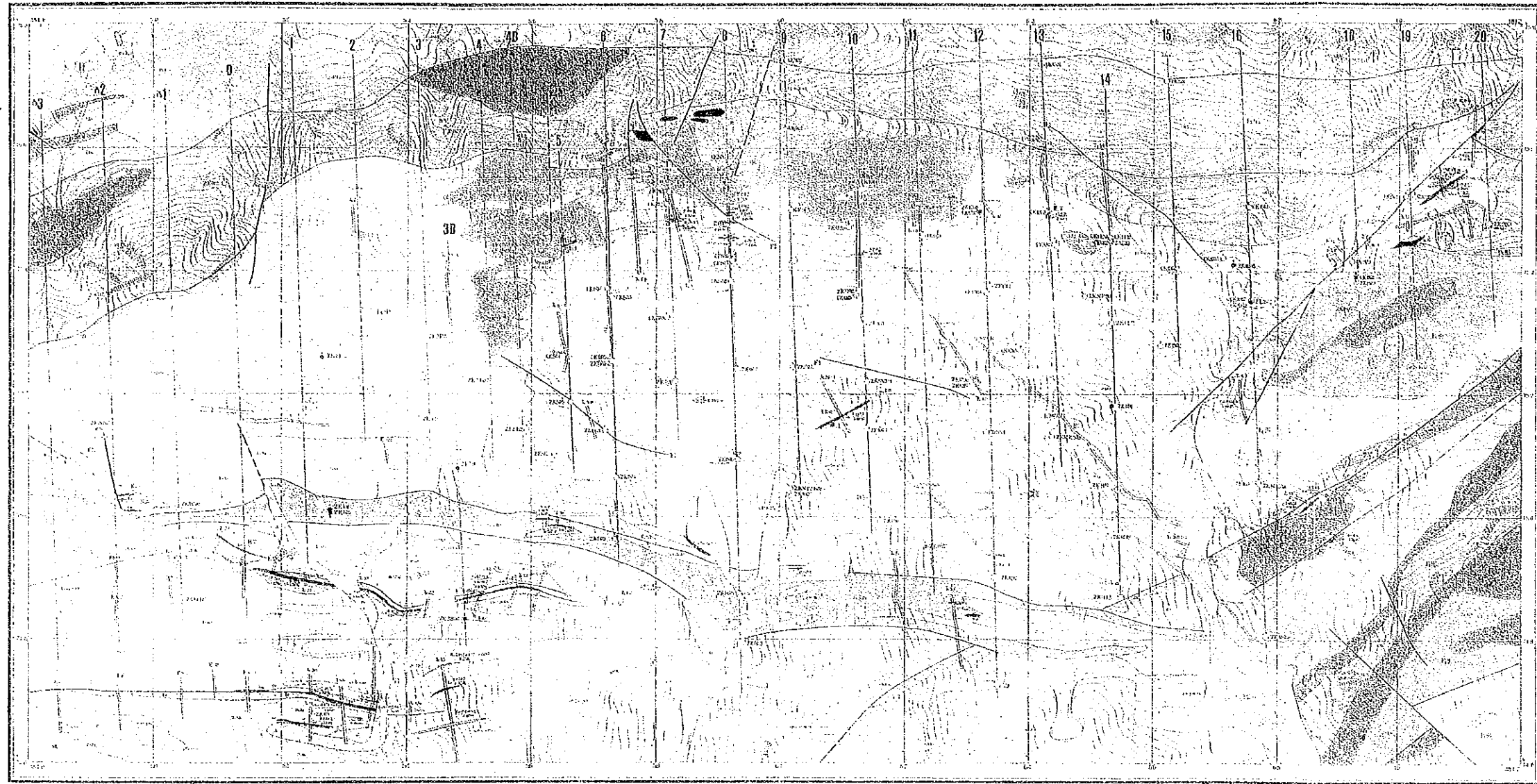
銅廠銅鉍床（銅廠北帯）の銅鉍脈群は、郭家溝層に貫入したEW約2.5km、NS約2.2kmの閃緑岩質複合岩体の北部境界付近に胚胎する（図1-1-2、図1-1-9）。

鉍脈群はEW 1.5km、NS 700mの範囲に、主として閃緑岩側に胚胎するが、一部は郭家溝層側にも延長している。楊家垣鉄鉍山が採掘中の塊状磁鉄鉍鉍体は、郭家溝層側の蛇紋岩（及び塩基性岩?）中に産出する（図1-1-4～8）。磁鉄鉍鉍床は、記載からマグネシア・スカルンかと想像していたが、CNNCでは現在は“海底火山噴気堆積起源説”をとっているとのことである。

鉍床付近の郭家溝層の、苦灰岩・炭質粘板岩・塩基性火山岩（スピライト）は、閃緑岩の貫入の影響を受け、珪化したり、斜長石・緑レン石岩、透角閃石岩などに変化している部分もある。

前記範囲内に多数の鉍脈群が認められるが、ボーリング及び一部錘押により連続が比較的確認されているものは、Ⅰ－9号、Ⅰ－4（V－4）号及びⅢ－1号鉍体の3脈である。走向は最も北側のⅠ－4でN80° E±、南に向かいⅠ－9でN75° E±、最も南側のⅢ－1でN50° Eと、東で収斂し、西に開くような傾向がある（図1-1-4、5）。傾斜は、南に40～70° でかなり変化がある（図1-1-6～8）。なおⅠ－4号とV－4号はほぼ同一剪断帯に属すと考え、ここではⅠ－4号として扱った。しかし6線～7線間でかなりの食違いがある（図1-1-4、5）。従来は断層による転移と解釈されていたが、Ⅲ－1号鉍体のように雁行配列の可能性もある。

これらの内、Ⅰ－9とⅠ－4号の錘押し坑道は、現在鉄鉍山の管理下にあり、既に



*出典：有色金属工业总公司地质局1992年提供图
 *原題：陕西省略阳县铜厂铜矿北部矿带地形地质图
 *原縮尺1/2000を縮小



图1-1-3 铜厂矿床 北带地质图

採掘された部分、立入りが許可されぬ部分が多い。また実見できた部分も、掘進時期が早いと坑道表面の汚れが著しい。従って以下の記載は主として既存の報告や図面による。

④ I-9及びI-4(V-4)号鉱体:

銅廠銅鉱床の主脈である。

I-9、I-4では、脈幅は最大数m位まで肥大するが、必ずしも脈際が明瞭でない。裂隙・鉱石鉱物・脈石により明確に脈の追跡できる生野・明延・足尾・鴻之舞・菱刈等の本邦の代表的な鉱脈鉱床とは若干様相が異なる印象を受けた。

最も良く連続が確認されている脈はI-9号鉱体で、1060mLで約400m、1115mLで約240m錘押及び立入坑道により追跡されている。この範囲外及び他の脈の大部分はボーリングによる推定であり、いまだ脈の同定・対比には不確実性が残る。日本側の鉱量試算に際しては、I-9・I-4(V-4)脈の3~14線間については、1/1000地質断面図に遡った調査団の解釈による鉱脈対比を行った(図1-1-6~8、巻末資料1)。結果は、鉱脈対比にCNNC側と異なる部分もあるが、現状ではどちらが正しいというより、“異なった解釈が可能な位不確実性が残されている”ということである。

鉱脈は裂隙を充填した鉱脈型鉱床とされる。鉱石鉱物は、黄銅鉱・黄鉄鉱を主とし、輝銅鉱・斑銅鉱・時に磁鉄鉱を伴う。1150mLで観察したI-4脈高品位部ではかなりの酸化銅鉱物が認められるので、地表近くの鉱量に対しては、酸可溶性銅の検定が必要かもしれない。本地区の鉱石は比較的Coが高いが、黄鉄鉱中から由来という。脈石鉱物は石英・炭酸塩・緑泥石・緑レン石である。

一般に富鉱部はSEにplugeすると考えられてきたが、I-9、I-4には、4B~6線間で垂直に伸びる傾向もみられる。今後、短間隔坑内ボーリングや錘押し探鉱などで確認を要す。

⑤ III-1号鉱体

現在CNNCが直接坑道探鉱を実施している唯一の鉱体である。

III-1号鉱体は、炭酸塩-緑泥石-黄銅鉱脈型鉱床で、銅廠閃緑岩体中の剪断帯に雁行状に配列する小鉱体(単位鉱体)の集合体である。

剪断帯は、幅約50m・全体として走向N50°E・傾斜50°SEを示す。現在延長は不詳であるが、8・9号線中間から15号線付近までNE~SW方向約650m間は、ボーリング結果からほぼ同一帯と判断される。これ以東の断面でのボーリング捕捉点を、III-1号に対比することには疑問がある。また14線以東ではIII-1号鉱体を胚胎する剪断帯は、鉄鉱床下盤大断層に切られる可能性がある(図1-1-4、8、20)。

剪断帯中では、閃緑岩は葉片状~千枚岩状となり、著しく緑泥石化している。この

ため一見緑色片岩～千枚岩のような見掛けを呈する。

単位鉱体の集合体としてのⅢ-1号鉱体全体の“落とし”は不詳だがS75～85°E(45°～50°)位と考えられる。

単位鉱体：最も坑道が展開されている1139mLでは、NE-SW方向約220m間に4～5箇の比較的塊状鉱がまとまった部分が認められる。ここではこれらを“単位鉱体”と呼びA・B・C・D鍾と仮称する(図1-1-1～11、13)。これらの“単位鉱体”はNEに向かい下盤側に新しい鉱体が出現するような雁行配列を示す。

1188mL、1055mL坑道でも同様の傾向が認められるが、坑道展開が不十分でかつレベル間隔が離れ過ぎているので1139mLとの対比は困難である(図1-1-12、14)。

“単位鉱体”は、走向長15～20m、走向：N60°±E、傾斜：65～70°SEを示す。落としは不明であるが、鉱体全体と同様に東落してはいないと推定する。

“単位鉱体”の走向延長両側では硫化鉱物は消滅する。このため各所で上・下盤に立入れを切り、鍾先探鉱を実施している。

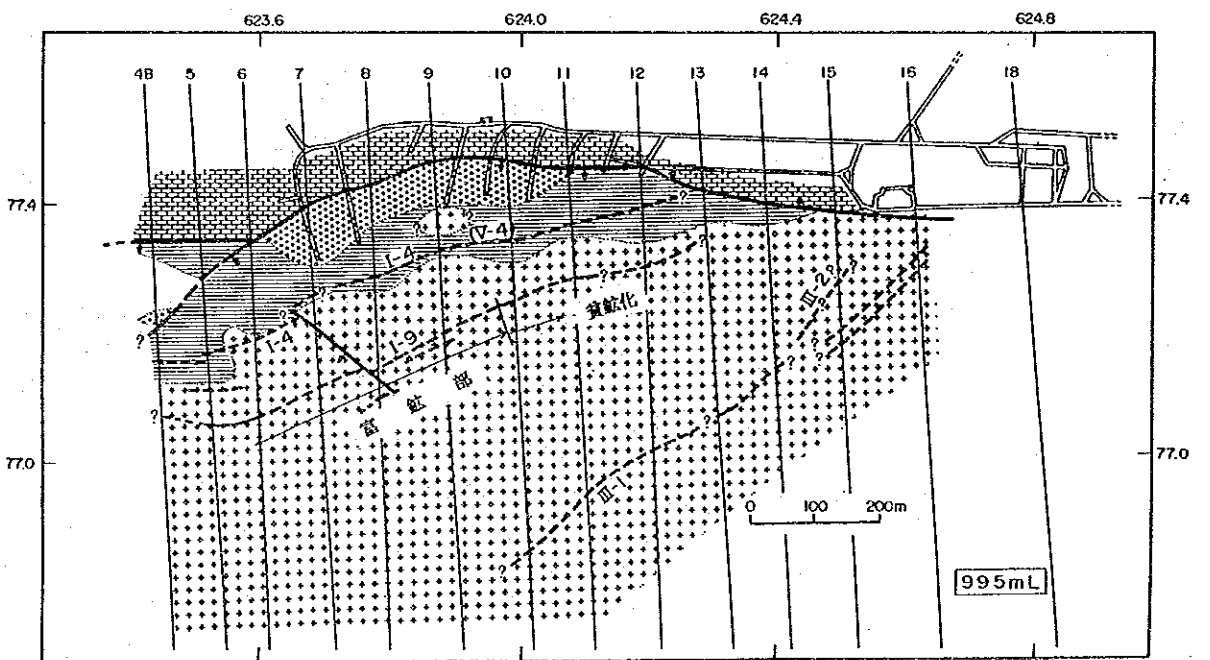
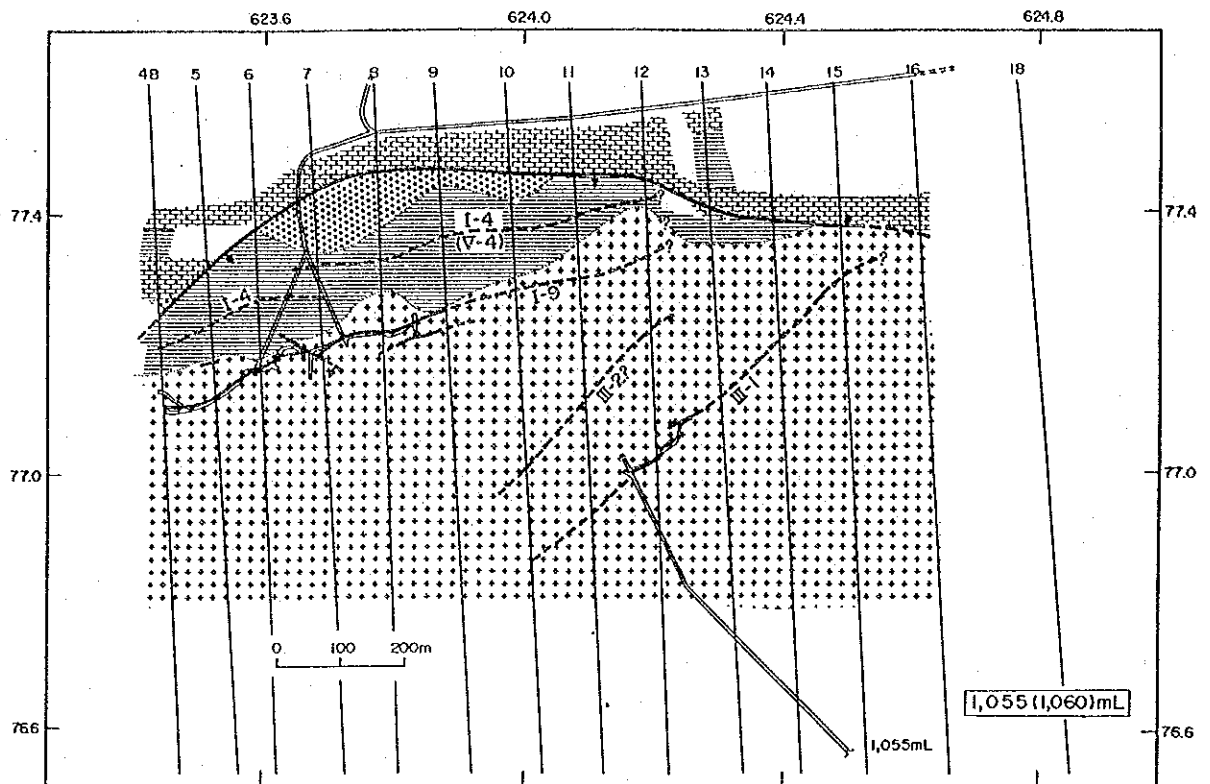
本鉱体は剪断帯中に胚胎するので、鉱体付近には多数の断層群が認められる。これらは走向N80°E～N70°W・傾斜60～80°NまたはSを示すものが多く、幅数～15cmの断層粘土を伴うため一見大きく見えるが、実際の転移量は小さい。雁行配列が逆断層による可能性は少ない。また急傾斜断層群と鉱脈は緩傾斜断層(20～30°)に切られる。

鉱石の主体は脈幅1～30cmの細脈塊状硫化鉱～半塊状硫化鉱である。20cm以上の膨大部に遭遇すると採掘するらしく、今回調査した範囲では30cm以上の膨大部は認められなかった。この鉱石はキースラーガーの塊状鉱に類似し、一般に高品位。時に10%Cu以上に達する。現場責任者によると手選精鉱1,000tの売鉱実績は7%という。

塊状硫化鉱～半塊状硫化鉱は剪断帯の緑泥石化した閃緑岩に“葉理”にはほぼ平行に産することが多いが、葉理に斜交する場合、不規則に分岐する場合もある(図1-1-15)。

塊状硫化鉱～半塊状硫化鉱の上・下盤の緑泥石化剪断閃緑岩中には鉱染鉱が産するが、一般に低品位で、これのみでは採掘品位に達せぬように見える。鉱染部で品位のかかる部分は、塊状鉱のstringer～細脈の影響と思われる。

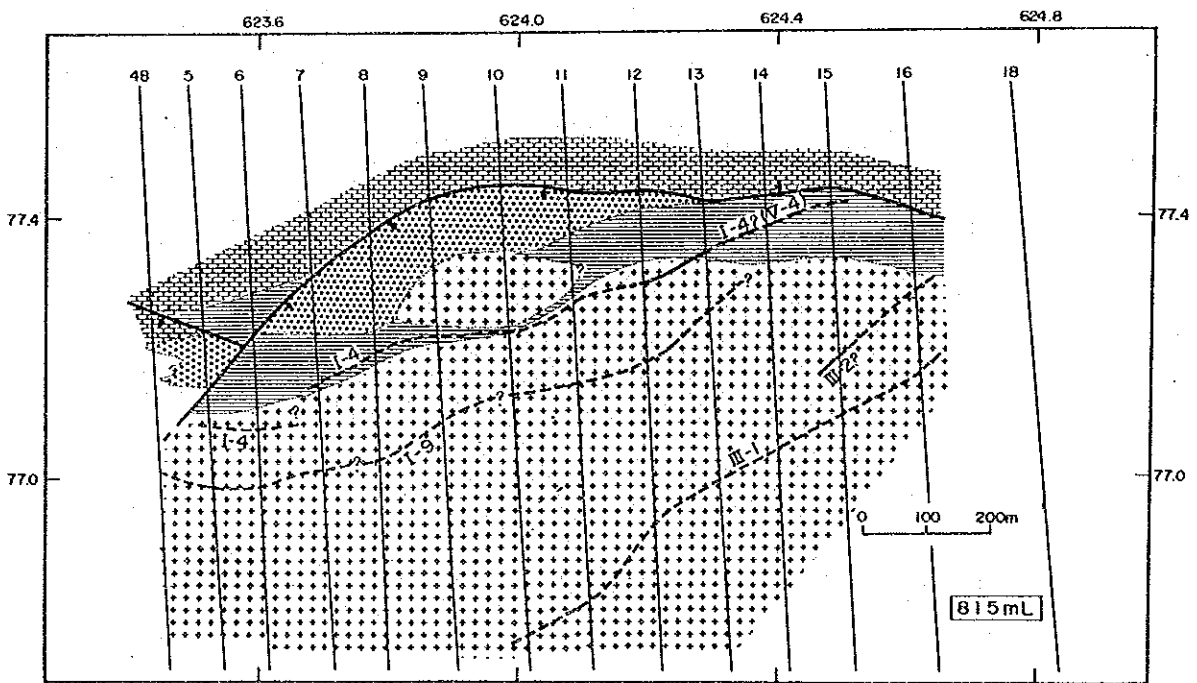
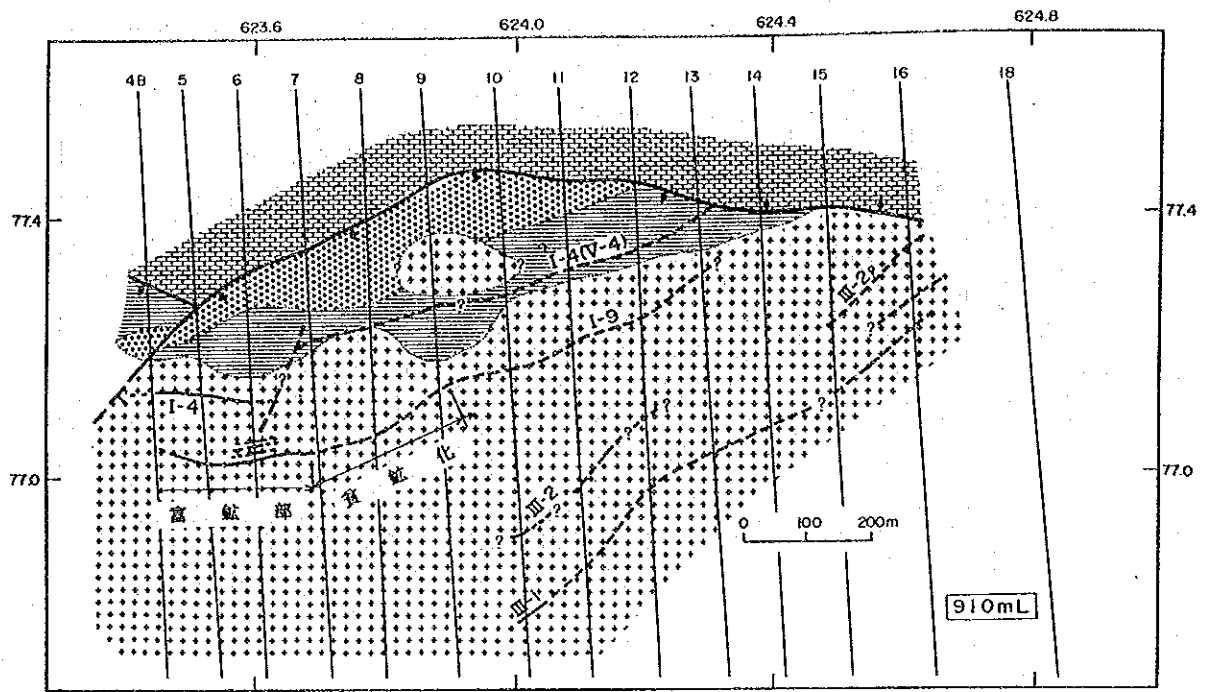
検鏡を実施していなので鉱石鉱物の詳細は不明。肉眼的には黄銅鉱、黄鉄鉱が主体と思われる。脈石鉱物は炭酸塩(方解石?)、緑泥石が主体である。



- 凡 例
- | | | | | | |
|--|------------------------------|--|--------------|--|------|
| | 鉄脈 | | 鉄鉱体、含磁鉄鉱・蛇紋岩 | | 閃緑岩類 |
| | スピライト質岩、粘板岩、これから由来する変質・変成岩類等 | | 苦灰岩 | | |
| | 岩層境界 | | 断層 | | |

図 1 - 1 - 4 銅廠銅鉱床坑内地質図

…1055mL・995mL…



凡 例

- | | | | | | |
|--|------------------------------|--|--------------|--|------|
| | 鉄脈 | | 鉄鉱体、含磁鉄鉱・蛇紋岩 | | 閃緑岩類 |
| | スピライト質岩、粘板岩、これから由来する変質・変成岩類等 | | 苦灰岩 | | |
| | 岩層境界 | | 断層 | | |

図1-1-5 銅廠銅鉄床坑内地質図

...910mL・815mL...

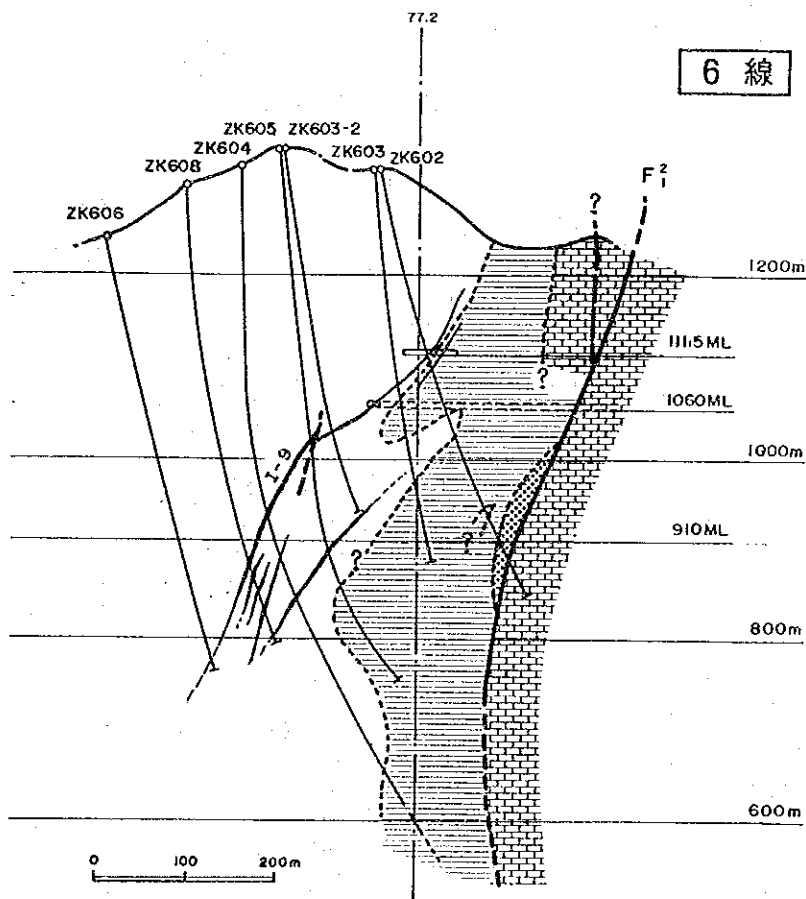
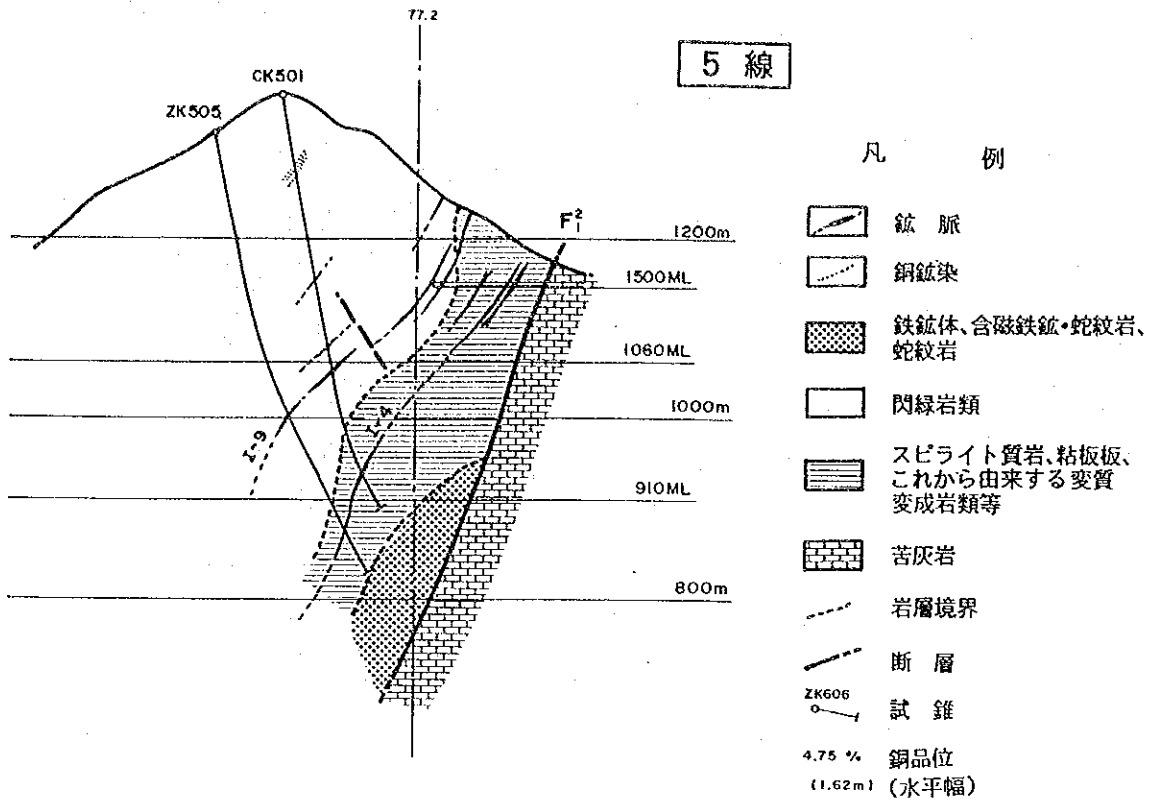


図 1 - 1 - 6. 銅廠銅鉍床地質図断面図
… 5・6 線 …

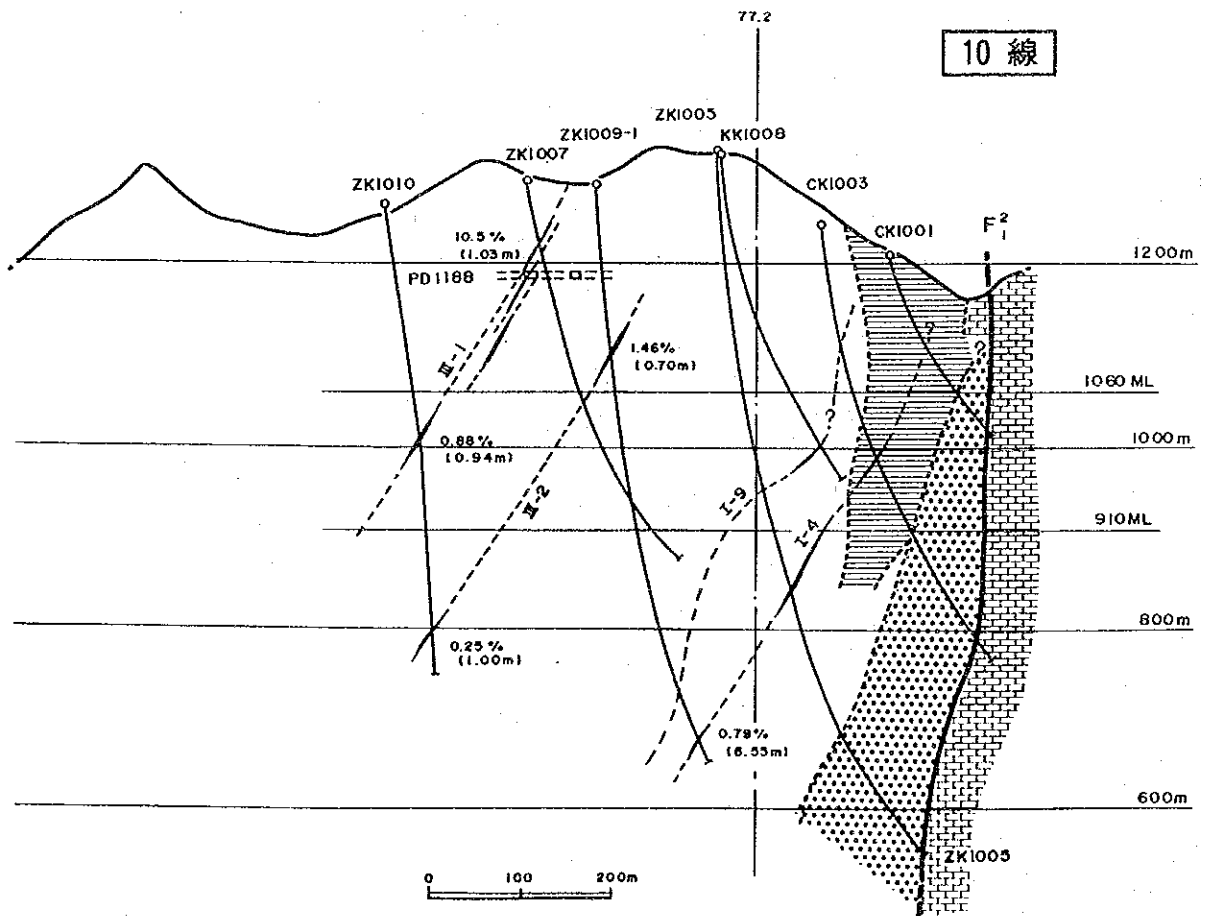
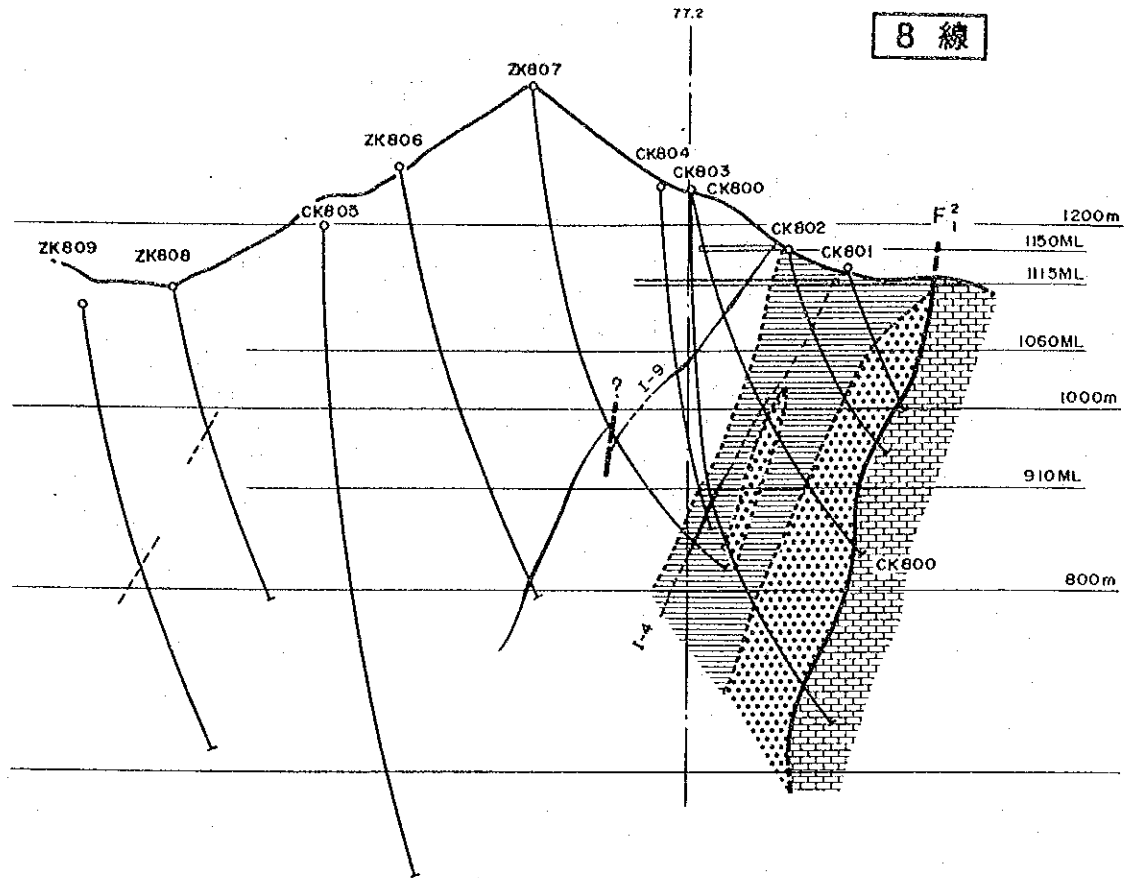
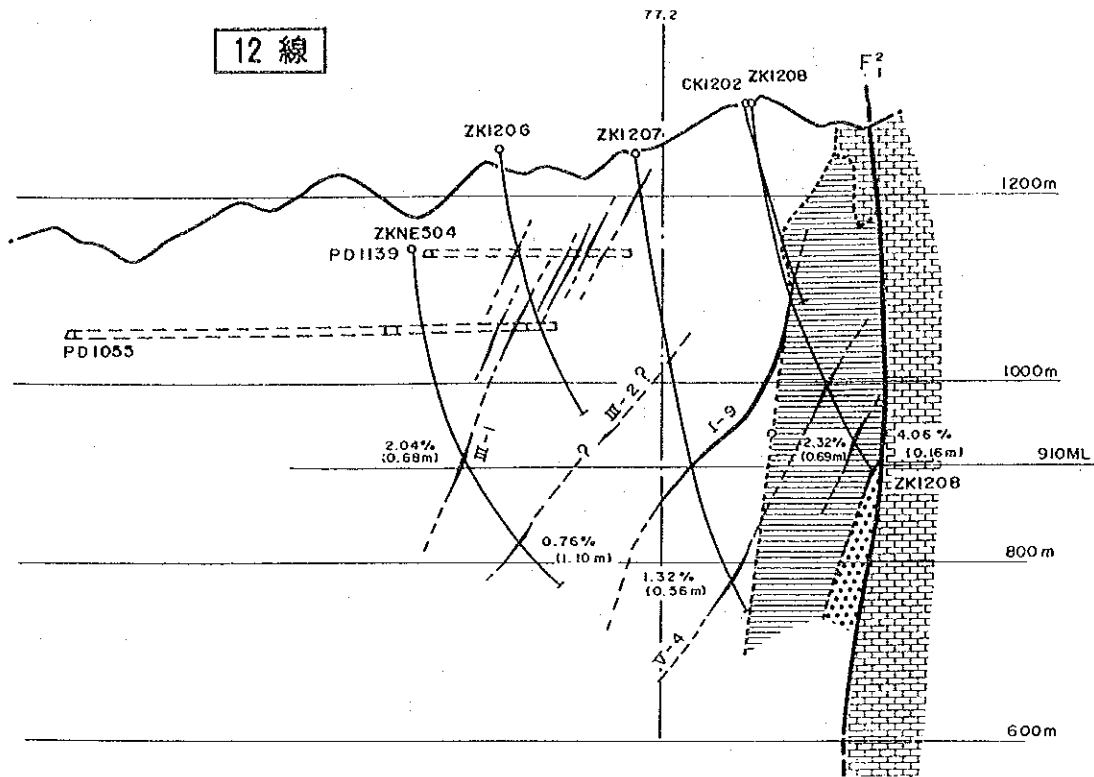


圖 1-1-7 銅廠銅鉢床地質圖断面圖

... 8 · 10線 ...



34

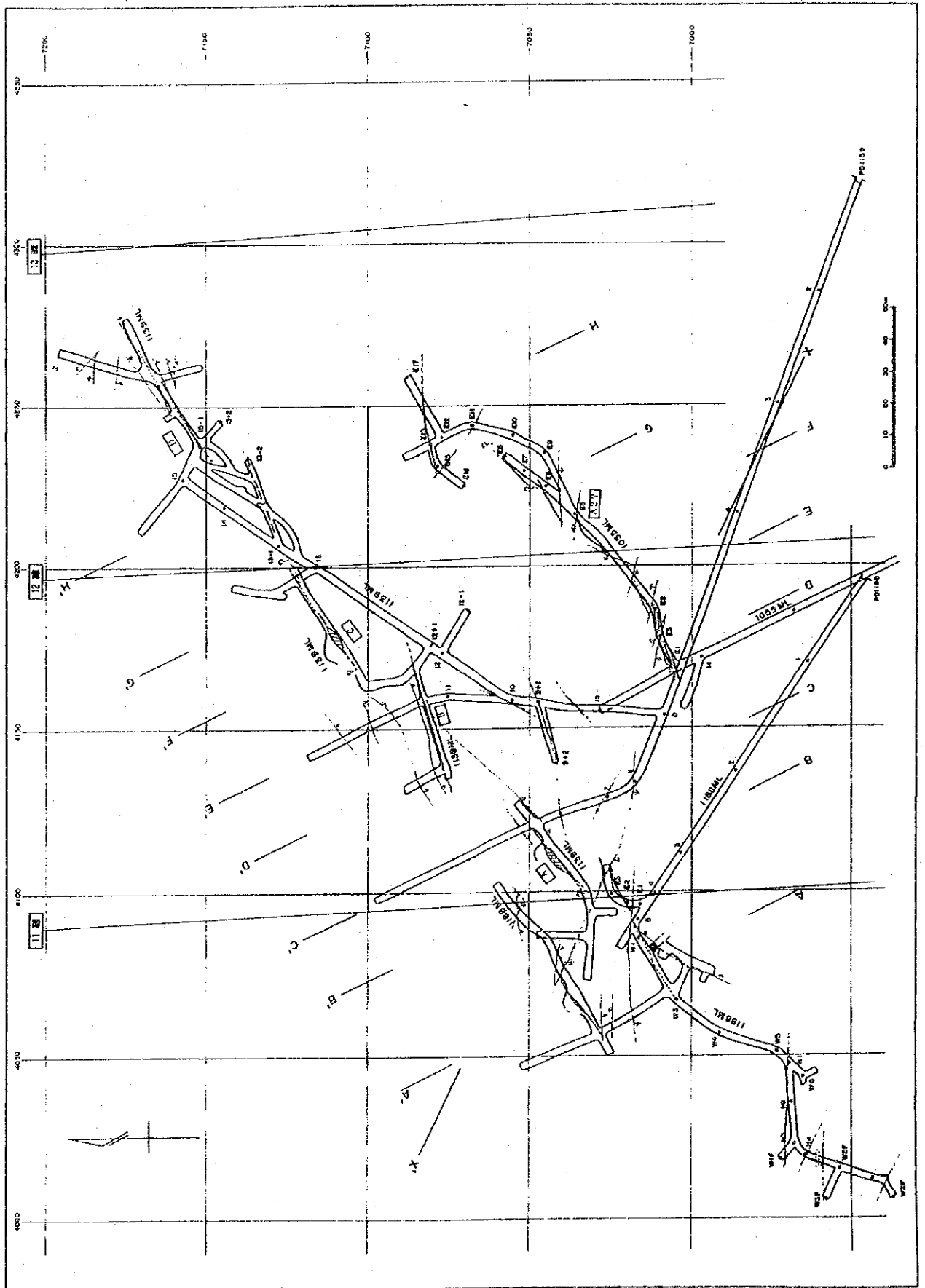


图 1-1-9 新铜厂地区 III-1 号矿体 综合坑内地质图

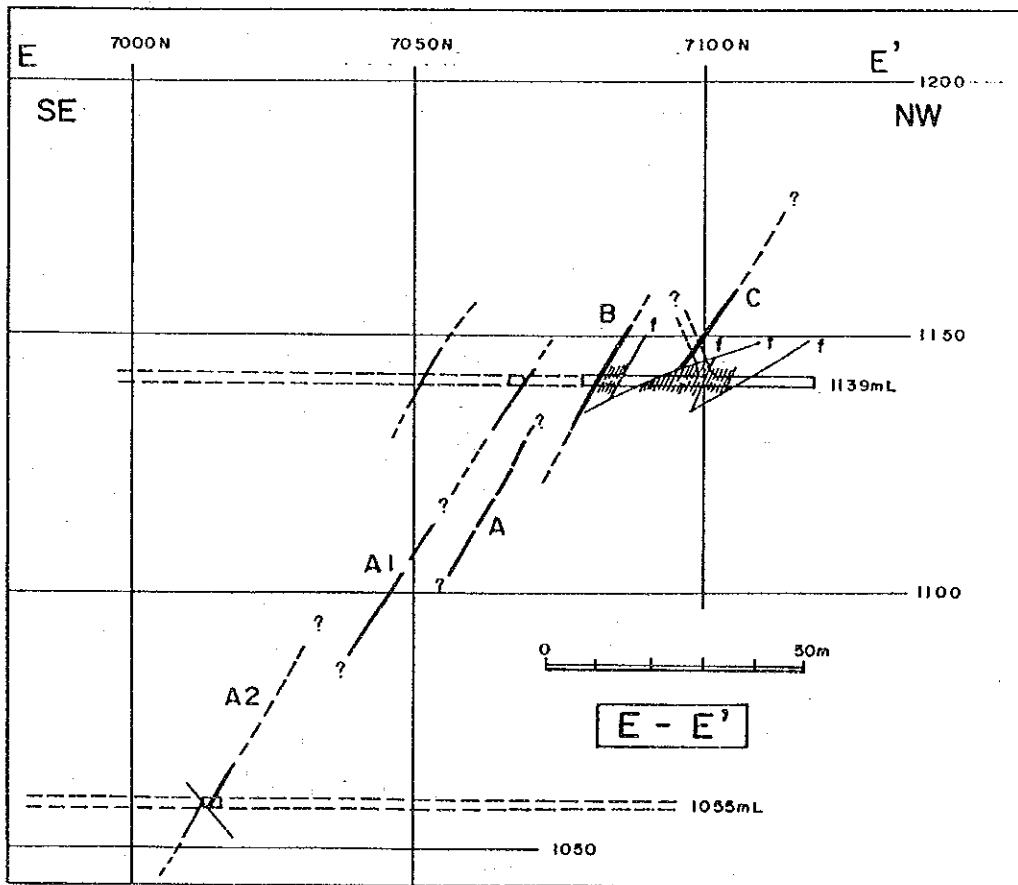
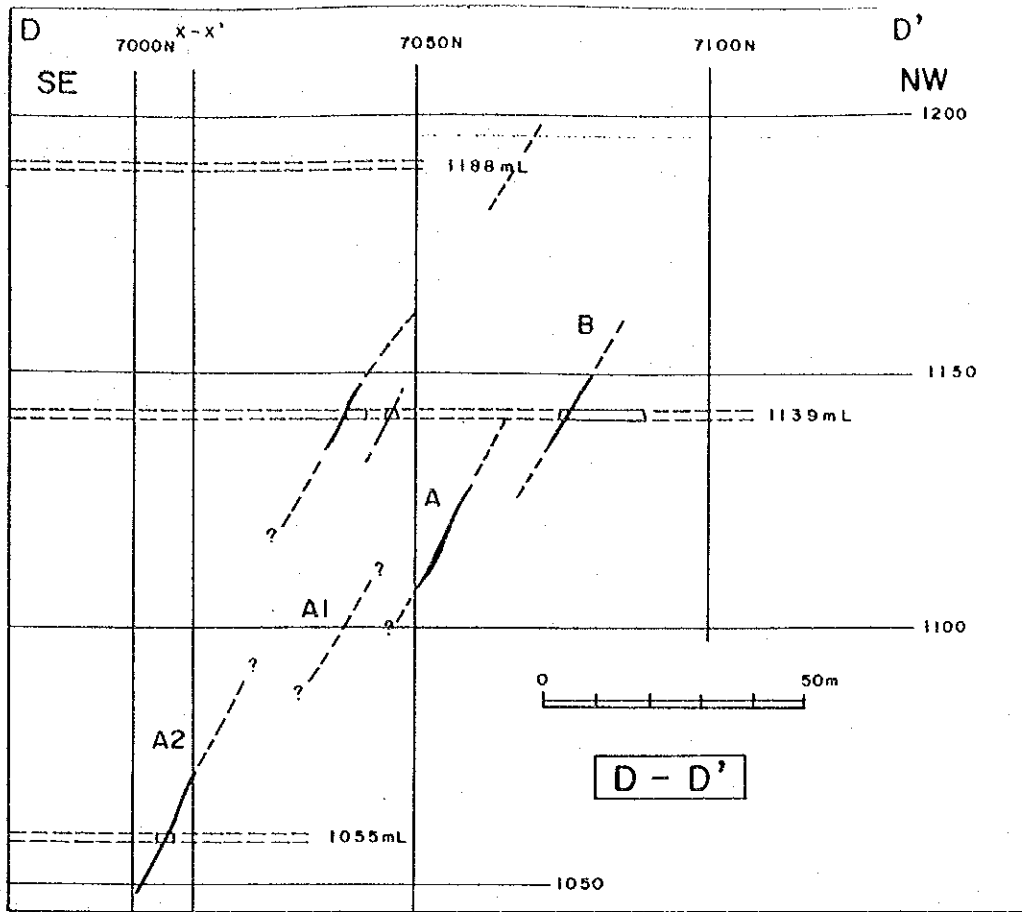


图 1-1-10 新銅廠地区Ⅲ-1号鈇体地質断面图
 ...D-D' · E-E' ...

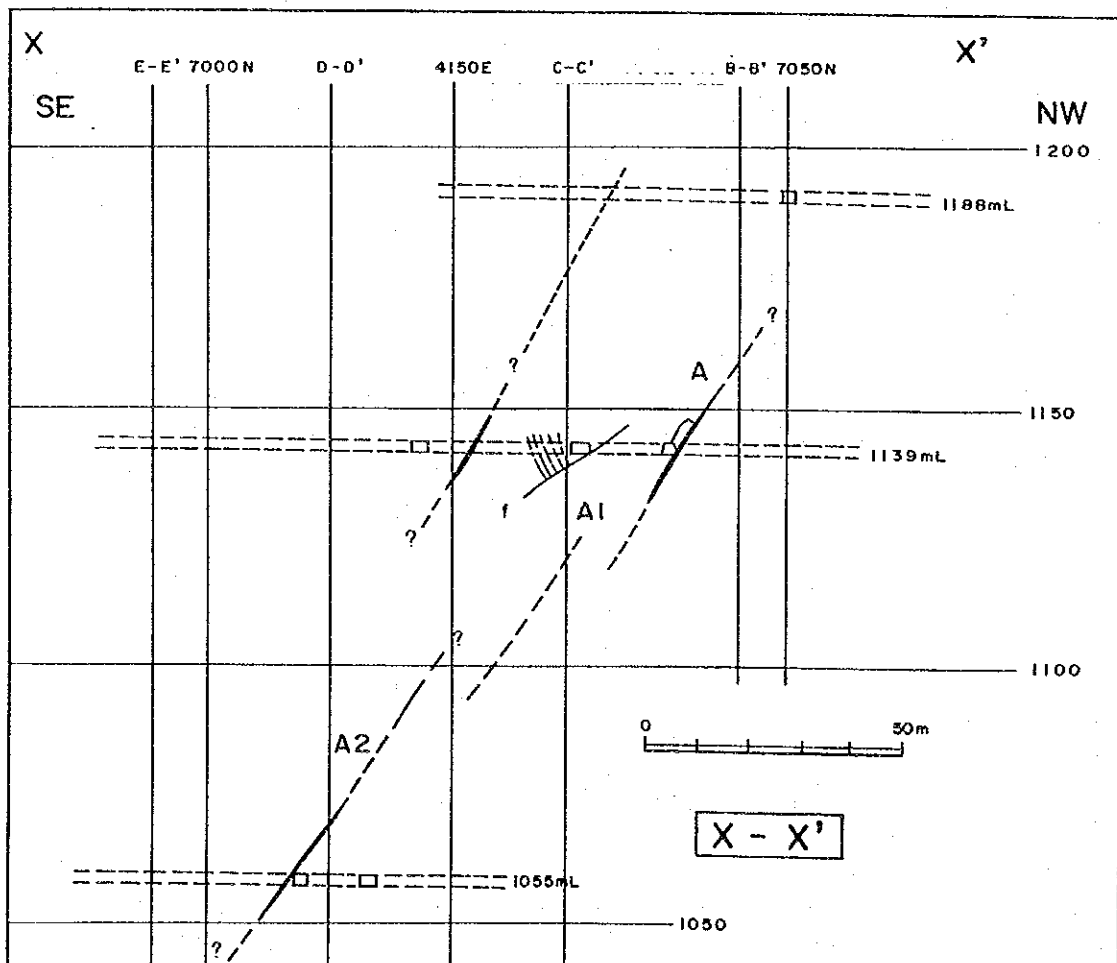
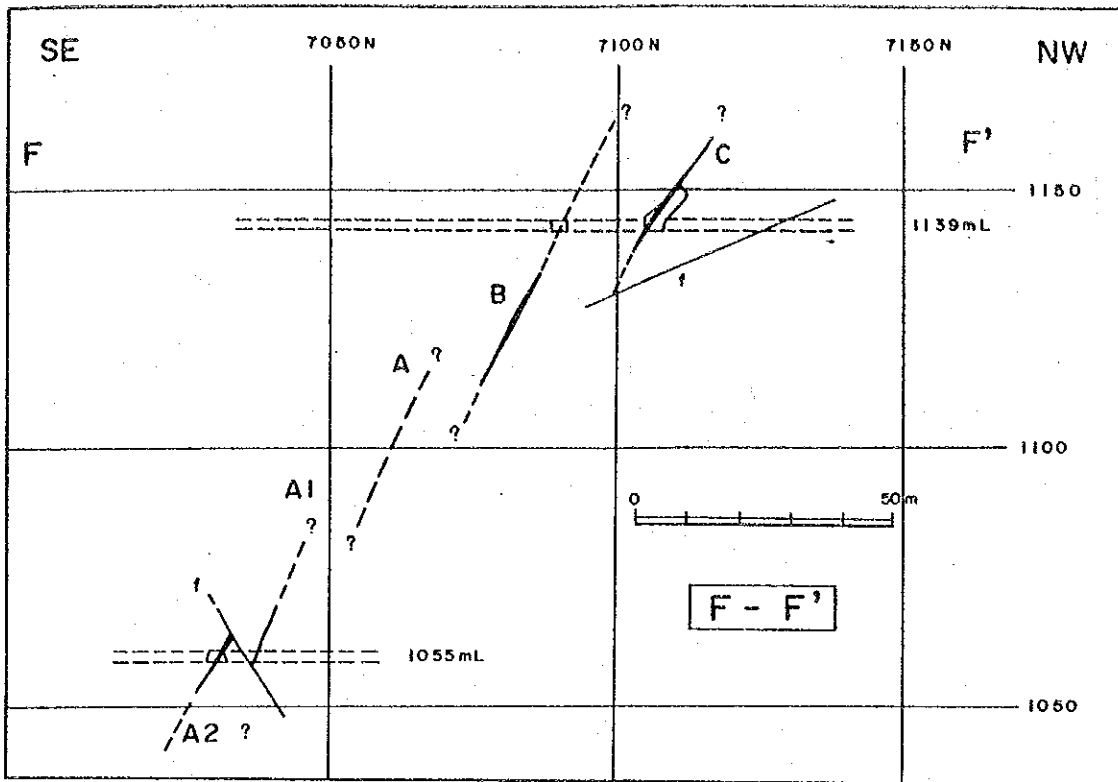
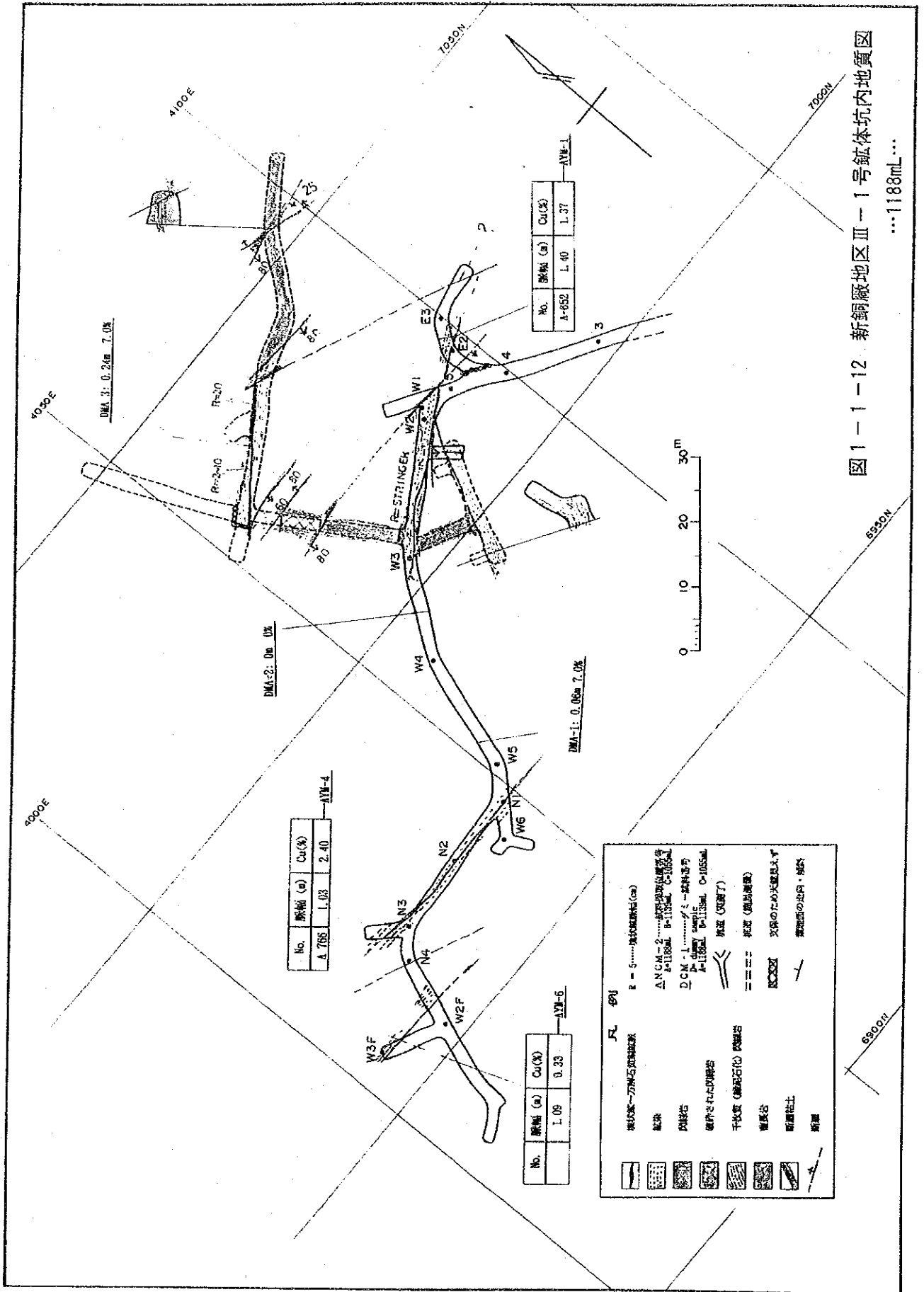


图 1-1-11 新铜厂地区Ⅲ-1号磁体地质断面图

... F - F' • X - X' ...



No.	脈幅 (a)	Cu (%)
A-652	1.40	1.37

No.	脈幅 (a)	Cu (%)
A-765	1.03	2.40

No.	脈幅 (a)	Cu (%)
A-1188	1.09	0.33

凡例

	地質図に示す地質		R = S..... 断層線 (m)
	脈		△ NCM-2..... 断層線 (m)
	内脈		△ NCM-1..... 断層線 (m)
	掘り出された内脈		D.C.M. = L..... 断層線 (m)
	干渉帯 (断層石化) 断層石		A = [1188]..... 断層線 (m)
	断層谷		A = [765]..... 断層線 (m)
	断層柱土		A = [652]..... 断層線 (m)
	断層		

図1-1-12 新鋼廠地区Ⅱ-1号鉞体坑内地質図

...1188mL...

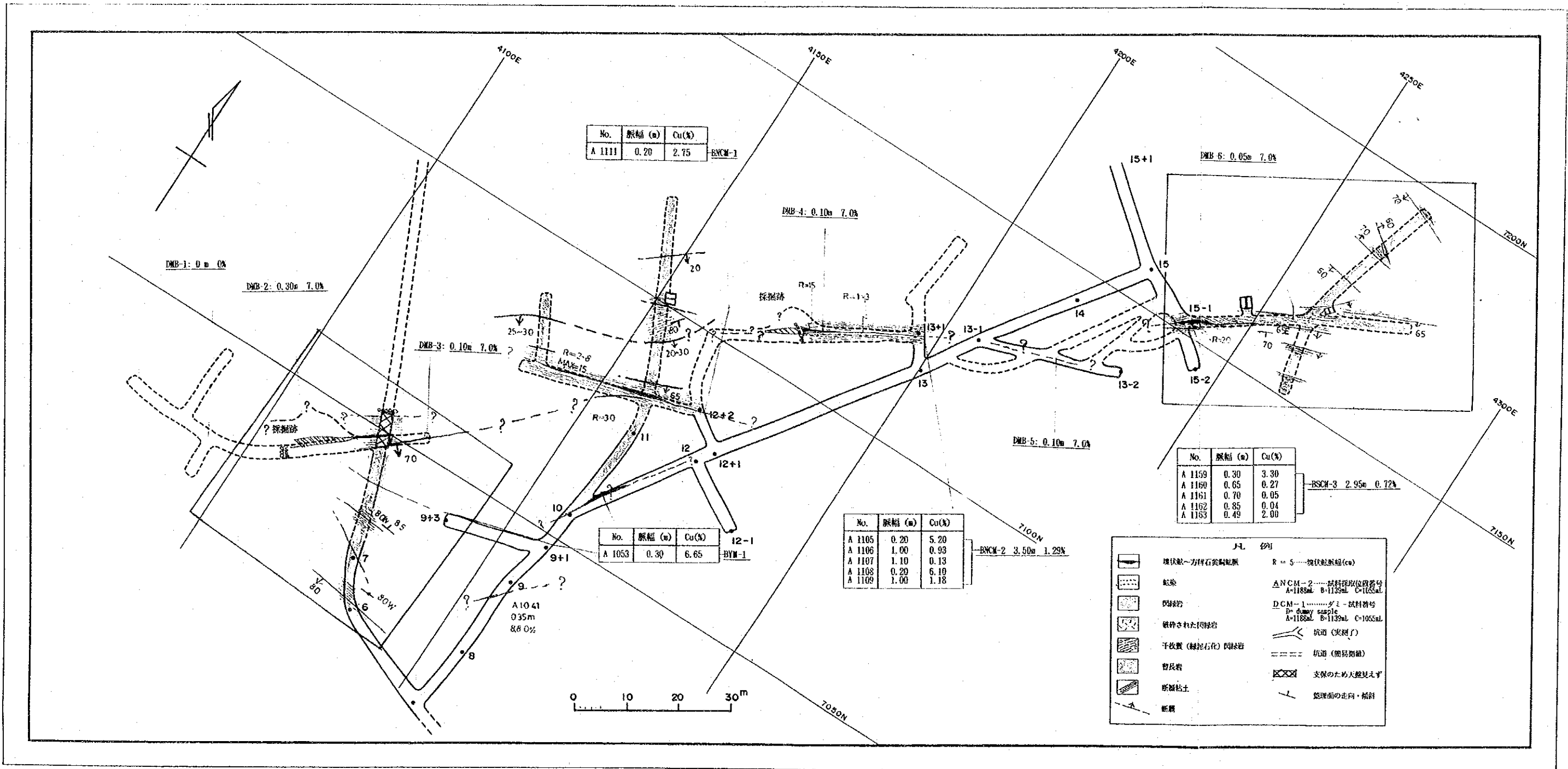


图 1-1-13 新銅廠地区Ⅲ-1号鉱体坑内地質図

...1139mL...

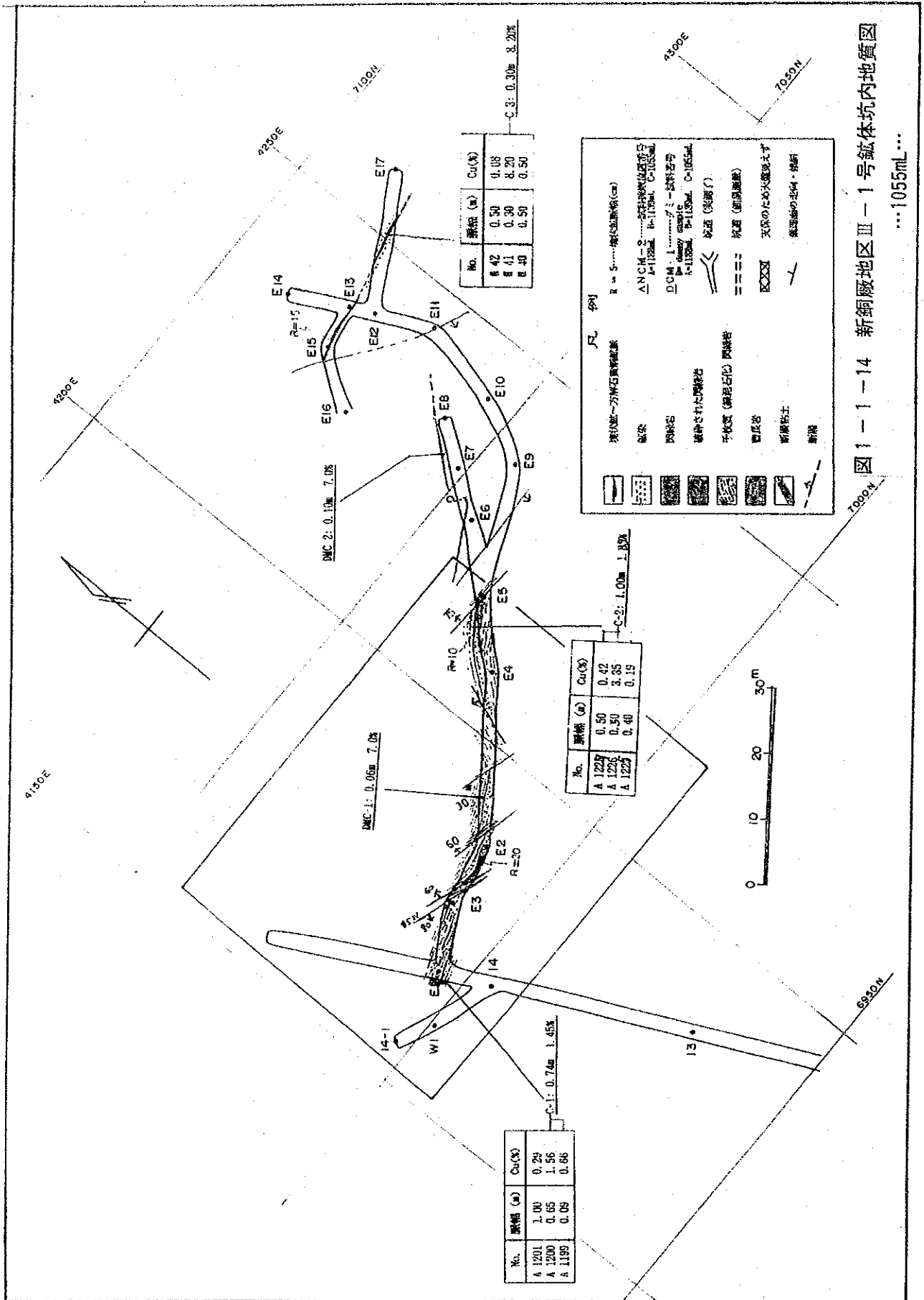


图 1-1-14 新銅廠地区III号磁体坑内地质图

...1055mL...

① 点付近の坑道北壁の磁石産状



WSW → ← ENE



凡 例

	灰岩～方解石質砂岩	R - 5.....坑道断面 (ca)
	磁鉄	ANC.M-2.....資料採取位置番号 A=1188d, B=1136d, C=1055d
	砂岩	DCM-1.....タミ-鉄料番号 D=dummy sample, A=1188d, B=1136d, C=1055d
	磁鉄された砂岩	坑道 (4.4mT)
	千枚岩 (磁鉄石化) 砂岩	坑道 (他高測區)
	砂岩	支体のため天幕見えず
	断層粘土	断面面の走向・傾斜
	断層	

No. II 47 試料採取点付近の側壁 (準備は均等してある)

緑泥石化した千枚岩質砂岩

H47

R-15

3m



刀削と部脈が不明に入る

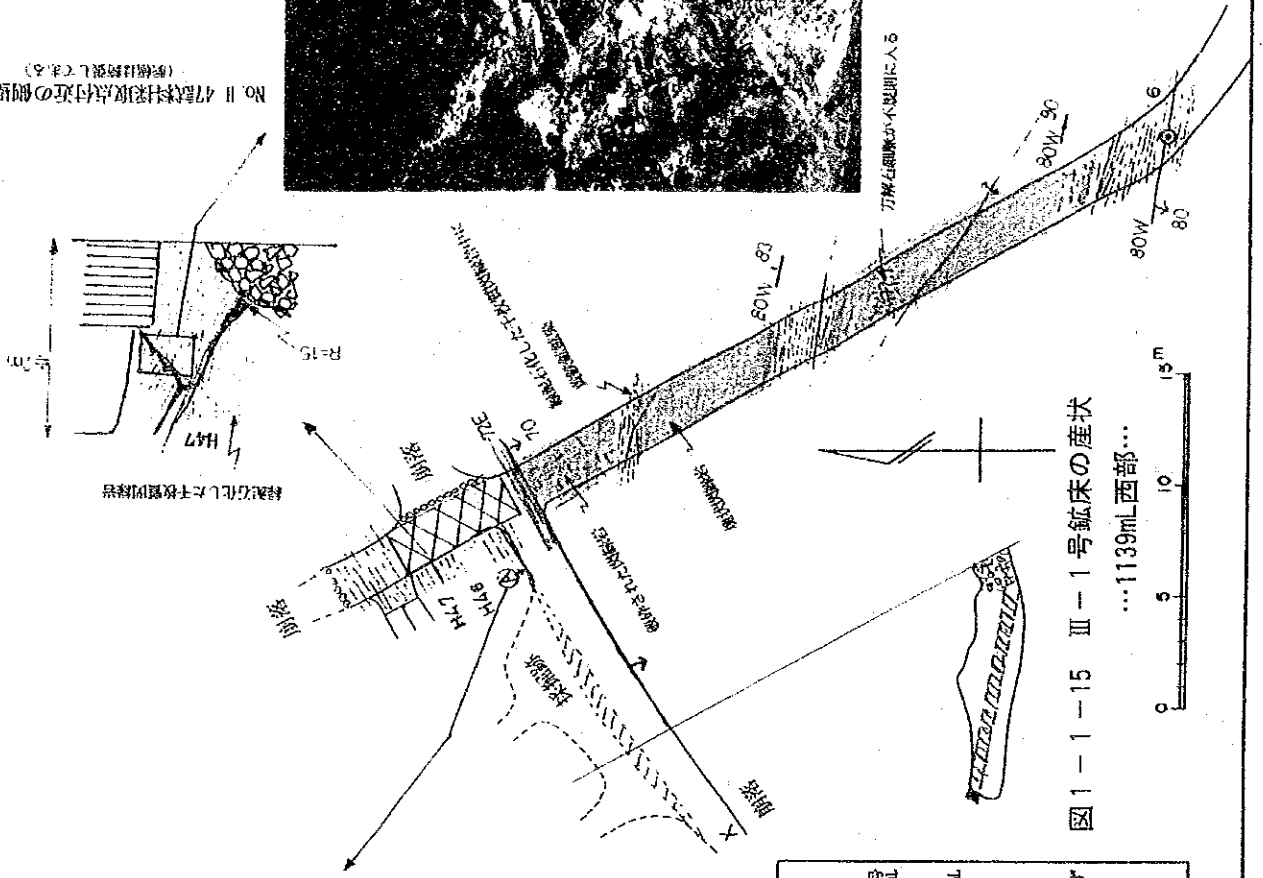
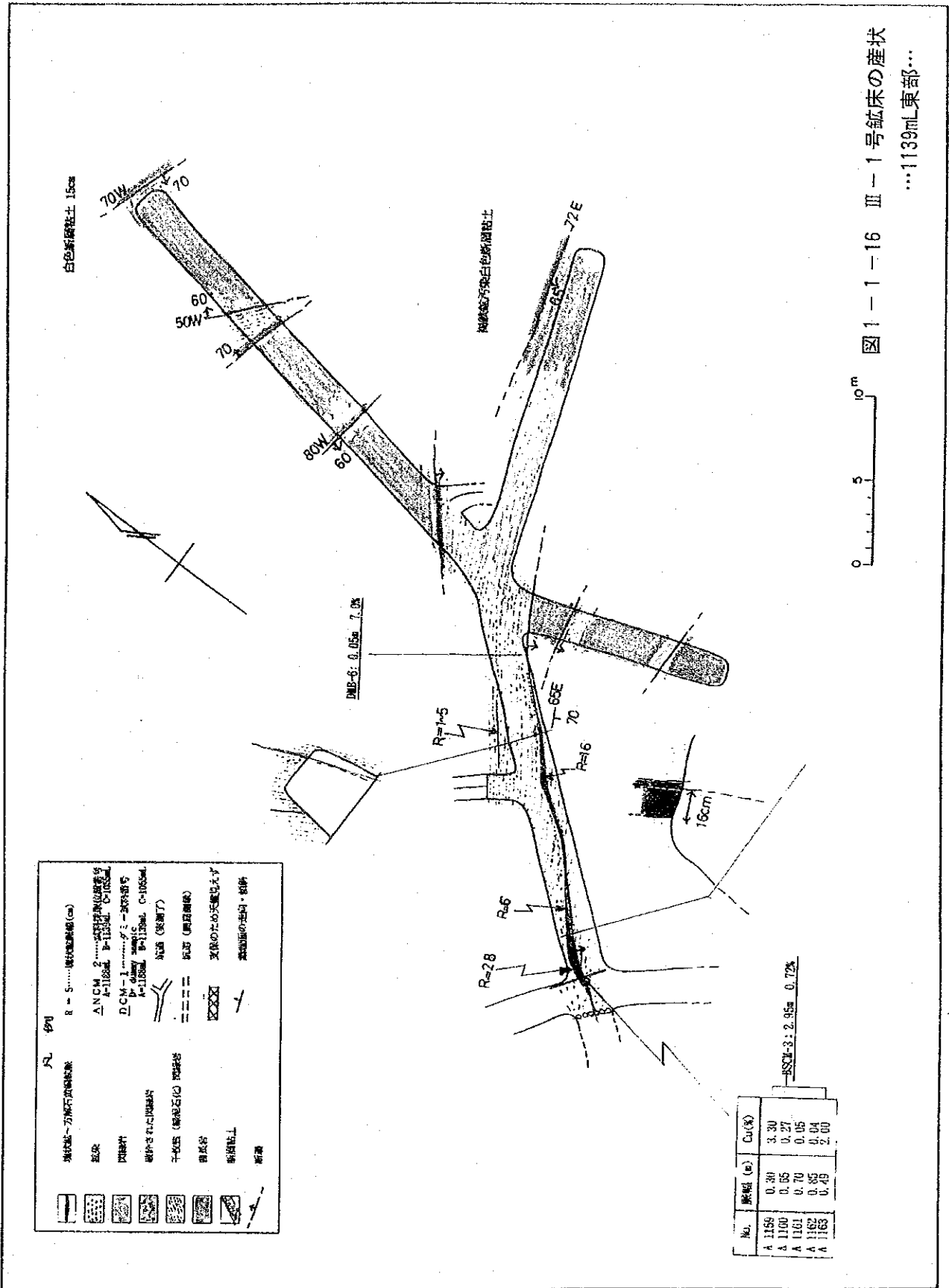


図 1-1-15 III-1 号鉱床の産状
...1139mL 西部...



凡例

白色珪砂土 15cm
 70W
 60
 50W
 70
 80W
 80
 72E
 R=15
 R=16
 R=28
 R=6
 16cm
 DMB-6: 0.05m 7.0%
 SSCII-3: 2.95m 0.72%

No.	層別 (e)	Ca (%)
A 1159	0.30	3.30
A 1100	0.65	0.27
A 1161	0.70	0.05
A 1162	0.85	0.04
A 1163	0.49	2.00

図 1-1-16 Ⅲ-1号鉢床の産状
...1139ml 東部...

1.1.4 銅廠銅鉍床の鉍量概算

A. はじめに

“銅廠北帯”の探査の現状は、いまだ精度の高い鉍量計算が出来る段階ではない。しかし今までに実施された地表ボーリングと一部の錘押し探査により、本地区に埋蔵される鉍量の大枠は概略把握されたと考えられる。

今回、銅廠銅鉍床の鉍量の大枠とそのレベル別の分布を知り今後の探査・開発の指針を得るため、現在最も探査の進んでいる下記3鉍体につき日本側の鉍体解釈に基づく鉍量試算を行った。なお以下の記述で“前回”は、1992年11～12月のMMAJ調査団(J-MEC 1993)による調査/報告を指す。

① 試算対象鉍体

- * I-9号鉍体(主脈) : 新資料無し。前回計算(旧座標系)をそのまま使用。
- * I-4 (V-4)号鉍体 : 前回計算の誤りを訂正(旧座標系)。
- * III-1号鉍体 : 今回新たに試算(前回は資料入手が不十分で実施せず)。

② 結果の要約(標高760m以上/鉍画品位0.4%Cu以上)

* 全鉍画合計 粗鉍量 2,740,000t Cu 2.30% 含有銅金属量 63,000t

* I-9号とI-4号鉍体の1055mL以上を“楊家坝鉄鉍山が採掘”として除外した場合

粗鉍量 1,850,000t Cu 1.96% 含有銅金属量 36,200t

* 上記のように、高品位の1055mL以上を除外すると、金属量は激減する。もし、さらに920mL以上の高品位部を“民採”に選択採鉍されることになれば、既確認部分の鉍量は劇的に減少しよう。

鉍況変化の激しい鉍脈型鉍床にもかかわらず、錘押し探鉍は一部しか実施されていない。そのため、現在計算に利用できる基礎資料の大部分は、間隔の粗い地表ボーリングの結果である。将来のF/S用の鉍量計算には、今後の錘押しや密度の高い坑内ボーリングが必要不可欠である。

B. CNNC側の鉍量計算について

CNNCも当然毎年鉍量試算を実施し、1992年11～12月のMMAJ現地調査(前回調査)の段階では“銅量30万tを確認した”としていた(下記)。そして開発を前提に、通洞(大院子)案と斜坑(徐家溝)案を比較し、選鉍場立地・精鉍運搬などから後者が好ましいとしていた(CNNC 1992b)。

しかし前回調査時、事前資料検討と現地調査の結果から、中国側の鉍量計算は経済性を考慮しない旧ソ連方式に準拠しており、下記の問題点があることが判明した。そのため、市場経済体制を前提としたポテンシャルの評価には、日本側の自前の鉍量試算を基

礎とすることとした。従って本報告書には前回調査時前までの推移のみ記し、その後のCNNC側試算は収録しない：

- ① 鉱体対比の解釈に疑問がある。
- ② 計算範囲がボーリング・坑道の無い部分を広範囲に含み、標高 600m及び／またはそれ以下までも対象としている。
- ③ 大鉱画による埋蔵鉱量でレベル別の鉱量・品位の分布が不明。
- ④ 品位割付けが過大評価になり易い方法を採用している。
- ⑤ 含有金属量で表示され粗鉱量・粗鉱品位の概念がない。生産費や選鉱場の設備能力などの検討は粗鉱量で考えねばならない。

前回調査以前のCNNC側鉱量の変遷は下表の通りである。これに対して、“1992 a 鉱量”を92年2-3月に資料検討した結果(J-MEC 1992b)、CNNC側の評価はかなり楽観的であることが判明した：すなわち『初歩方案(CNNC 1992a)』では、“I-9号鉱体で金属量18万t、I-4・V-4・Ⅲ-1・Ⅲ-2号の計で同12万t、合計30万tを確認した”としている。しかし、添附された『I-9号鉱体縦投影図』記載のC・D・E各級の鉱画別数値を全部合算しても金属量9.41万tにしかならず、18万tはいまだボーリングもされていない部分に既知部分と同様な鉱化が存在すると仮定した数値と思われた(J-MEC 1992b. p. 45)。

この点を指摘したためか、中国側は1992年7月の設計書で金属量合計を 211,300 t に減少させている(CNNC 1992b)。

出典	CNNC 1992a		CNNC 1992b	
	金属量	J-MEC 1992b のチェック		
I-9号鉱体	180,000t	94,100*	115,100t	
I-4号鉱体		チェックせず	*CNNC 1992a添附の “I-9号鉱体縦投影図” 記載鉱画別の数値を合 算したもの(C+D+E)	64,600t
V-4号鉱体			—	
Ⅲ-1号鉱体			31,600t	
Ⅲ-2号鉱体				
	300,000t		211,300t	

C. 前回調査時の日本側鉱量試算について

1991年11~12月のMMAJ調査団は、I-9及びI-4(V-4)号鉱体については調査団解釈に基づく試算を実施したが、Ⅲ-1号鉱体については、資料入手が不十分であっ

たので、CNNC鉱量図（1992年12月18日受領）からC級鉱量（600mL以上逆算粗鉱量716,000 t. Cu 2.57% 金属量 18,400 t）を利用した（J-MEC 1993. p.49）。

結果は、今回の計算結果と対比して次項に記した。

D. 今回の鉱量試算

今回は、前回日本側独自の試算が実施できなかったⅢ-1号鉱体に対して、新規鉱量計算を実施するとともに、I-4号鉱体の一部を見直した。I-9号鉱体については新規試料が無いので、前回の値をそのまま利用した。

結果の内、0.4% cutoffの埋蔵粗鉱量（ズリ混入前）を次頁の表1-1-2に、また粗鉱量図を図1-1-18~20に示した。使用試料・計算方法・計算結果の詳細、関連図面などは巻末資料1にまとめた。

下表に3鉱体の『全鉱画の合計』と『I-9及びI-4号鉱体の1060mL以上が楊家垣鉄鉱山による採掘のため除外した場合』を、前回鉱量と対比して記した。前回との差は、Ⅲ-1号鉱体が（高品位ではあるが）細脈のため、粗鉱量とした場合に（最低採掘水平幅を1mと仮定）品位が低下したためである。なお、粗鉱量に15%のズリ混入を加えたものを“可採粗鉱量”とし、下段に記した。

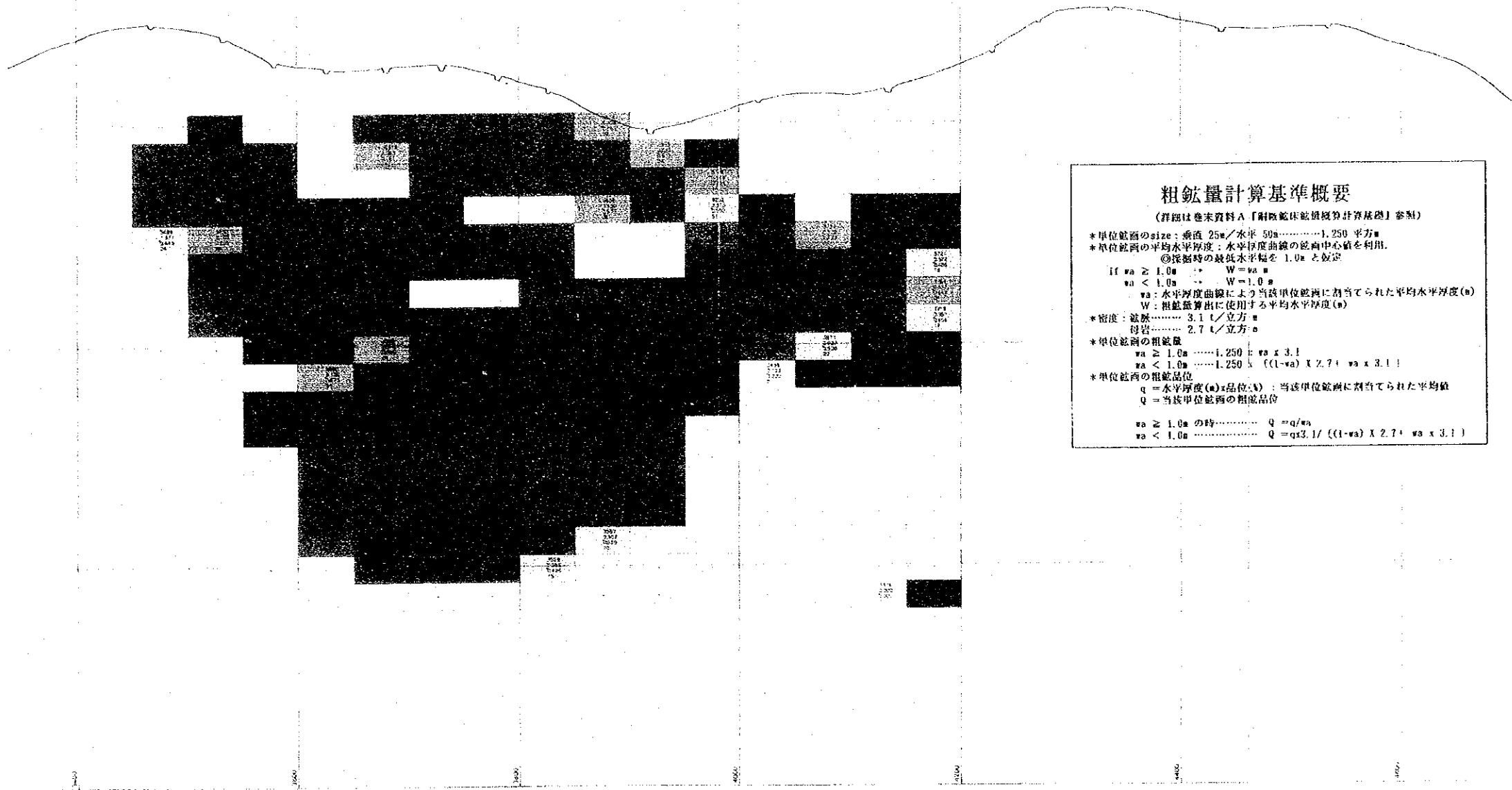
なおこの数値は0.4%以上の鉱画全部を対象としているが、0.4%鉱画では直接生産費も賄えぬことは明白である（巻末資料1B）。Cutoffを上げれば対象鉱量は当然さらに減少する。今後既知部分の鉱量の確認とともにまず鉱量の増加を目標とする探鉱が重要である。

I-9+I-4+Ⅲ-1 鉱量対比…今回 1994 VS. J-MEC 1993

（下段は鉱量にズリ混入重量15%を加えた可採粗鉱量）

	今回 (1994)			前回(J-MEC 1993)*		
	粗鉱量 (t)	Cu %	金属量(t)	粗鉱量 (t)	Cu %	金属量(t)
760mL以上の 全鉱画合計*	2,740,000	2.30	63,000	2,710,000	2.77	75,000
	3,151,000	2.00	63,000	3,117,000	2.41	75,000
1060mL以上の I-9とI-4を 除外*	1,850,000	1.96	36,200	1,812,000	2.67	48,300
	2,127,500	1.70	36,200	2,084,000	2.32	48,300

*前回(J-MEC 1993)合計に含まれるⅢ-1号鉱体のCNNCの数値は600mL以上。



粗鉱量計算基準概要
(詳細は巻末資料A「銅鉱体粗鉱量概算計算基礎」参照)

* 単位鉱面のsize: 縦横 25m/水平 50m 1,250 平方m
 * 単位鉱面の平均水平厚度: 水平厚度曲線の鉱面中心値を利用。
 ◎ 探掘時の最低水平幅を 1.0m と仮定

if $wa \geq 1.0m$ $W = wa$
 $wa < 1.0m$ $W = 1.0m$
 wa : 水平厚度曲線により当該単位鉱面に割当てられた平均水平厚度(m)
 W : 粗鉱量算出に使用する平均水平厚度(m)

* 密度: 鉱脈 3.1 /立方m
 母岩 2.7 /立方m

* 単位鉱面の粗鉱量
 $wa \geq 1.0m$ $1,250 \times wa \times 3.1$
 $wa < 1.0m$ $1,250 \times ((1-wa) \times 2.7 + wa \times 3.1)$

* 単位鉱面の粗鉱品位
 q = 水平厚度(m) × 品位(%) : 当該単位鉱面に割当てられた平均値
 Q = 当該単位鉱面の粗鉱品位

$wa \geq 1.0m$ の時 $Q = q/wa$
 $wa < 1.0m$ $Q = q \times 2.1 / ((1-wa) \times 2.7 + wa \times 3.1)$

LEGEND

Cu grade(%)

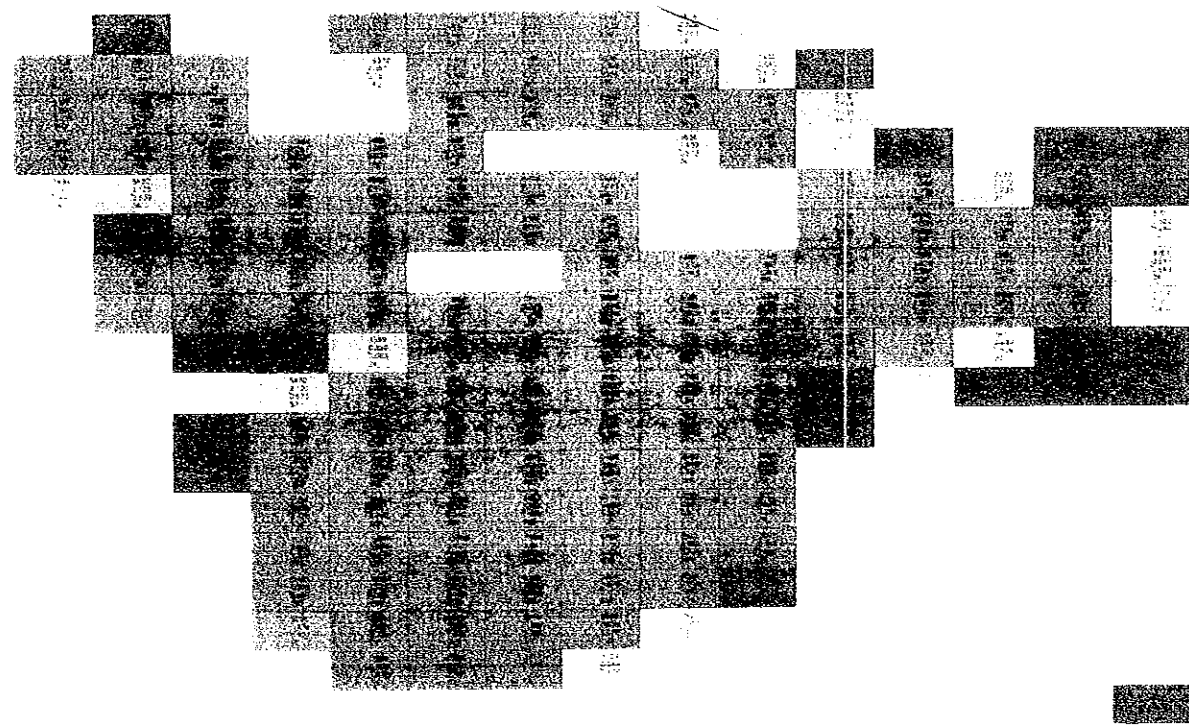
■ > 10
 ■ 0.8-10
 ■ 0.6-0.8
 ■ 0.4-0.6
 ■ < 0.4

○(X) Ore Reserve (I)
 * Quarry With Inv
 □ Tunnel Cu grade (%)
 △ Fracture Metal Content (I)

*注1: 水平厚度×品位曲線(F-4図)と水平厚度曲線(E-2図)を基礎に作成した鉱面別粗鉱量図。
 *注2: 探掘時の最低水平幅を 1m と仮定し、粗鉱量および粗鉱品位は「粗鉱量計算基準概要」に記載の方法で算出した。
 *注2: 1993年11~12月現地調査時現在、試掘孔位置の新座標系への変換がやっと終了した段階で、試掘着床点や坑道試料採取点の座標の変換は間に合わなかった。また前調査(1992年11~12月)以後の新dataは入手出来なかった。そのため、前回の資料(J-NEC 1993)を旧座標のまま使用した。
 *注3: 未だ着床点が少なく、鉱脈対比解釈に次のような相違がある: CNMCが I-9号としたZK-1005, ZK-1009-1, CX-1207, ZK-1407等の着床部をI-4/V-4号と解釈したが、CNMC縦断面図(鉱量図)に見られるSE方向深部へのplungeは無く、その分の鉱量がI-4/V-4号解として増加している。
 *注4: 断面図の検討により、鉱脈予想位置を通過するが不着床の点は、縦横・品位ともに0とし、計算上は縦横 0.01m、品位 0.01%として扱った。
 *注5: 今後、新座標へ変換するとともに、探査の進展により改訂を要す。

図1-1-18 銅廠銅鉱床I-9号鉱体 粗鉱量図

0 100 200(m)
SCALE (1:2000)



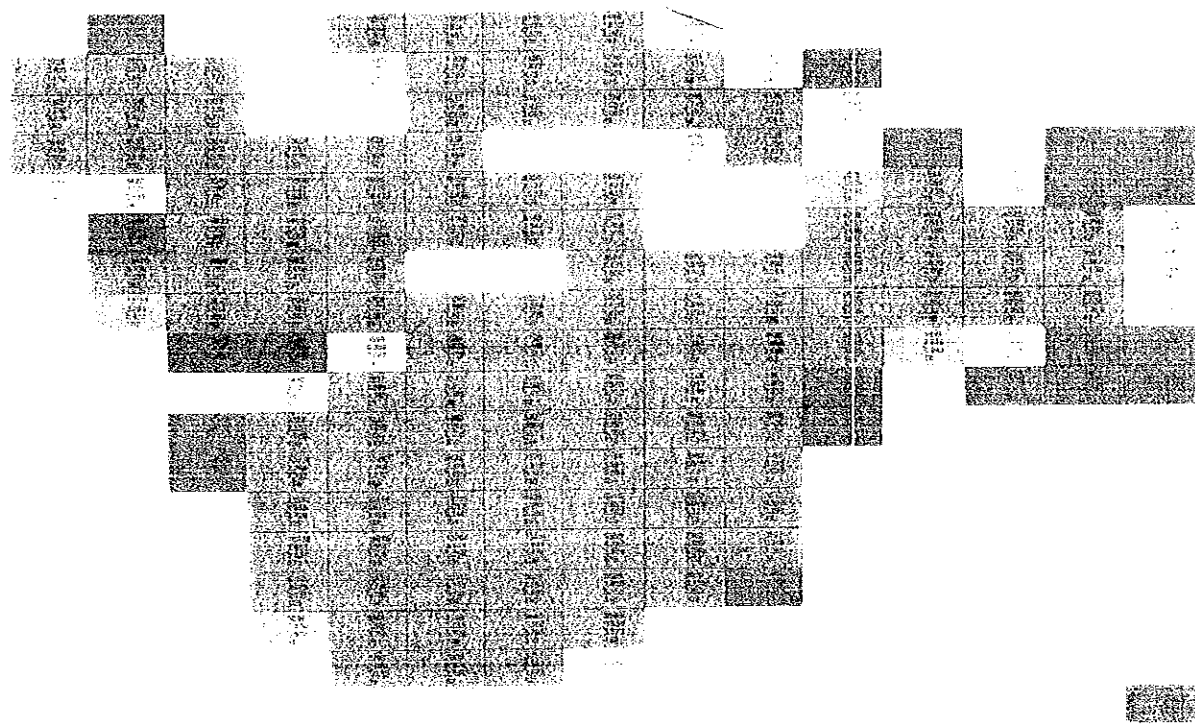
粗鉞量計算基準概要

非特許技術資料「銅鉞粗鉞量計算基準」要約

- 粗鉞量測定は、測定対象の表面を測定ヘッドで走査し、測定ヘッドの位置を高精度で記録することによって行われる。
- 粗鉞量計算は、測定された表面の凹凸を数値的に表現し、その凹凸の深さを測定ヘッドの移動距離で割ることで求められる。
- 粗鉞量計算には、測定ヘッドの移動速度、測定ヘッドの径、測定ヘッドの傾斜角などのパラメータが必要となる。
- 粗鉞量計算の結果は、測定対象の表面の凹凸の深さを数値的に表現した粗鉞量として求められる。

- 粗鉞量測定は、測定対象の表面を測定ヘッドで走査し、測定ヘッドの位置を高精度で記録することによって行われる。
- 粗鉞量計算は、測定された表面の凹凸を数値的に表現し、その凹凸の深さを測定ヘッドの移動距離で割ることで求められる。
- 粗鉞量計算には、測定ヘッドの移動速度、測定ヘッドの径、測定ヘッドの傾斜角などのパラメータが必要となる。
- 粗鉞量計算の結果は、測定対象の表面の凹凸の深さを数値的に表現した粗鉞量として求められる。

図 1-1-18 銅鉞銅鉞床 1-9 号鉞体 粗鉞量図



相劍量計算法概要

相劍量計算法概要

1. 相劍量計算法の目的

2. 相劍量計算法の原理

3. 相劍量計算法の適用範囲

4. 相劍量計算法の手順

5. 相劍量計算法の注意点

6. 相劍量計算法のまとめ

相劍量計算法の概要

相劍量計算法は、相劍量計測の精度を向上させるための方法である。この方法は、相劍量計測の原理に基づき、相劍量計測の精度を向上させるための方法である。

相劍量計測の原理は、相劍量計測の精度を向上させるための方法である。この方法は、相劍量計測の原理に基づき、相劍量計測の精度を向上させるための方法である。

相劍量計測の適用範囲は、相劍量計測の精度を向上させるための方法である。この方法は、相劍量計測の原理に基づき、相劍量計測の精度を向上させるための方法である。

相劍量計測の手順は、相劍量計測の精度を向上させるための方法である。この方法は、相劍量計測の原理に基づき、相劍量計測の精度を向上させるための方法である。

相劍量計測の注意点は、相劍量計測の精度を向上させるための方法である。この方法は、相劍量計測の原理に基づき、相劍量計測の精度を向上させるための方法である。

相劍量計測のまとめは、相劍量計測の精度を向上させるための方法である。この方法は、相劍量計測の原理に基づき、相劍量計測の精度を向上させるための方法である。

図 1-1-18 相劍量計測の精度向上のための方法