

ヴェトナム社会主義共和国ドンパオ地域  
資源開発協力基礎調査報告書

最終報告書

平成 14 年 3 月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

## は し が き

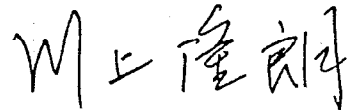
日本国政府はヴィエトナム社会主義共和国政府の要請に応え、同国北部に位置するドンパオ地域の鉱物資源、特にレアアース鉱床賦存の可能性及びその鉱山開発に繋がる可能性を調査するために、既存データの解析、地質調査、トレンチ調査、環境影響調査、ボーリング調査、選鉱試験、鉱山開発計画調査などの鉱床調査及び鉱山開発計画に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が主に地質・鉱物資源及び鉱山開発計画関係の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は平成12年度に開始され、平成13年度までの実質2年間にわたって実施された。現地調査は、ヴィエトナム社会主義共和国政府機関、ヴィエトナム国营鉱業公社（Vietnam National Minerals Corporation）の協力を得て予定どおり完了した。

報告書は、2年間の調査結果を取りまとめたものである。

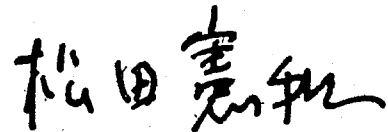
おわりに、本調査の実施に当たってご協力頂いたヴィエトナム社会主義共和国政府関係機関ならびに日本国外務省、経済産業省、在ヴィエトナム社会主義共和国日本大使館及び関係各位の方々に哀心より感謝の意を表するものである。

平成14年 3月



国際協力事業団

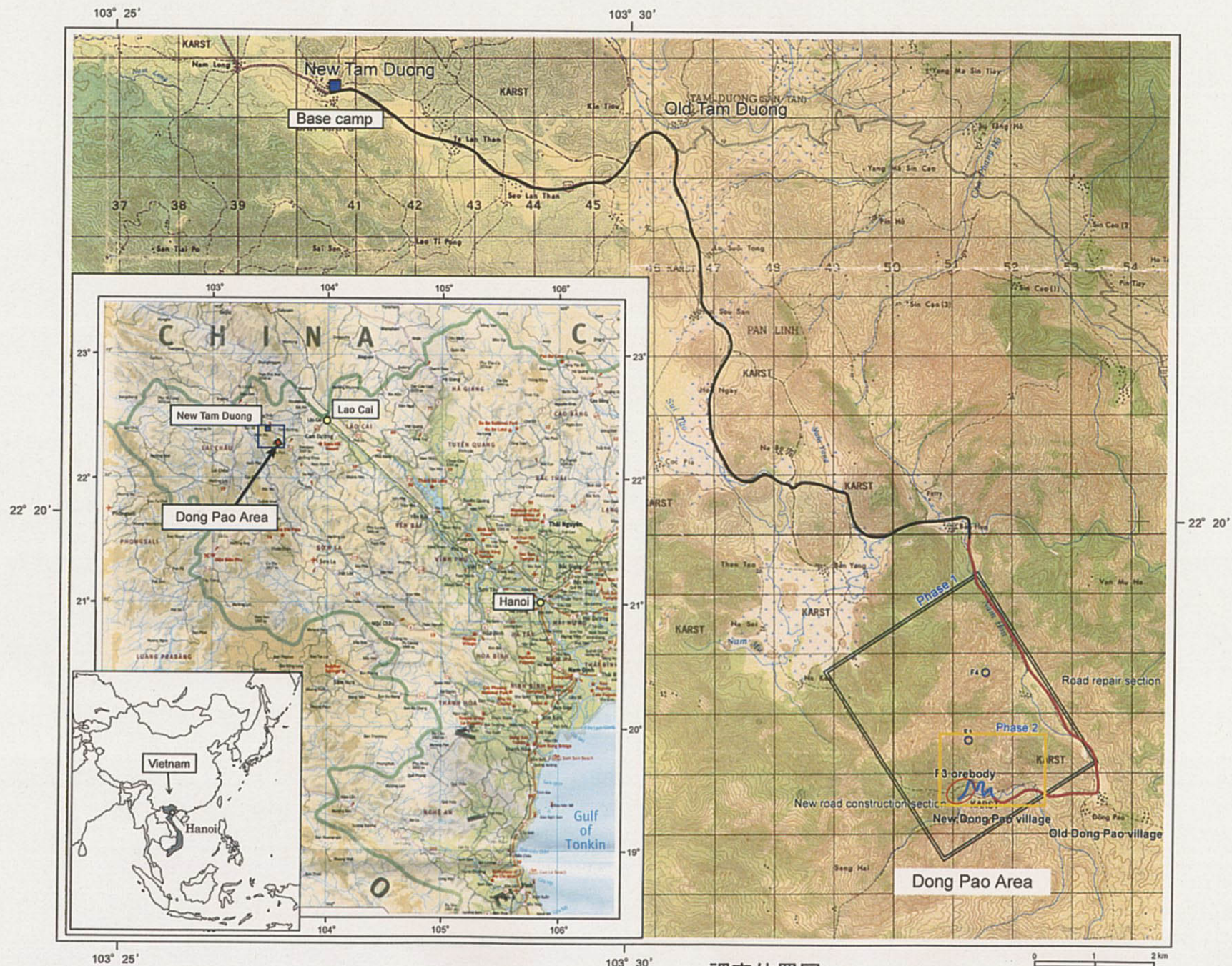
総 裁 川 上 隆 朗



金属鉱業事業団

理事長 松 田 憲 和





調査位置図



## 要 約

本調査は、ベトナム社会主義共和国のドンパオ (Dong Pao) 地域における資源開発協力基礎調査地域開発計画調査で、平成 12 年度を第 1 年次、平成 13 年度を最終年次とする第 2 年次の 2 年間のプロジェクトである。本報告書は第 1 年次と最終年次に当たる第 2 年次の調査結果をまとめた最終報告書の総括である。

現地調査は平成 12 年 11 月 21 日から平成 13 年 2 月 10 日の期間および平成 13 年 11 月 10 日から平成 13 年 12 月 21 日の期間に、ベトナム国営鉱業公社の協力のもとに、国際協力事業団および金属鉱業事業団が派遣した調査団によって実施された。

第 1 年次の調査では既存のデータ解析、全域の地質調査、環境影響調査および F3 鉱体を対象としたボーリング調査、選鉱試験を実施した。また、第 2 年次の調査では F3、F7 鉱体付近の地質調査、環境影響調査、トレンチ調査、F3 鉱体でのボーリング調査および鉱山開発の妥当性を検討するために、採鉱、選鉱、インフラ関係の現地情報収集を行った。これらの調査の目的は、Dong Pao 地域の鉱床賦存の可能性を明らかにする他、F3 鉱体が開発に繋がる可能性について検討することである。

既存資料によれば Dong Pao 地域のレアアース鉱床は 1959 年代に発見され、1967～1968 年にベトナム地質総局により、また、1984～1985 年には東ドイツの協力の下に地質調査、トレンチ調査、ピット調査等の探鉱が実施された。

本調査の結果、Dong Pao 地域の地質は三畳系の石灰岩、頁岩、砂岩、シルト岩およびこれらを貫く古第三系の閃長岩 (鉱床母岩) が広く分布する。一部に古第三系のアルカリ岩質火山岩・凝灰岩類および閃長岩を貫く小規模なミネット岩脈がある

地質構造は広域的には NW-SE 系の断層、N-S 系および E-W 系の断層やリニアメントがある。

環境影響調査の一環として実施した土壌地化学探査の結果では、 $T-RE_2O_3$  の分析値が 2% 以上を示す異常が本地区の多くの場所で検出された。その中でも  $T-RE_2O_3$  が 10% 以上の値を示す異常部は F3、F7、F9、F10 の鉱体に現れ、一部で有望な鉱化露頭も確認された。

当地域のレアアース ( $T-RE_2O_3$ ) は軽希土類元素との相関が高く、レアアース以外では Th, Sr, As, Pb, U, F, Ba との相関が高い。

水質試験の結果から、河川の pH は 6.98～8.52 を示し、中性から弱アルカリ性の水質を示す。Dong Pao 川および Nam Hon 川の本流は人為的な影響を受けて pH がやや高い傾向を示す。Dong Pao 川の最上流部付近の pH は、7.70～7.90 を示し、これらの値が本地域の pH の自然バックグラウンドと考えられる。水温は河川が 16.7～21.2℃で、Nam Hon 川横の湧水の温度は 28.9℃の温泉である。電気伝導度は 242～645  $\mu S/m$  を示し、一般の河川水の値に比べて高い値を示す。微量成分は一般的な河川水に比べて、砒素が 0.25～0.34mg/l、フッ素が 0.79～2.42 mg/l と多く含まれ、これらは本地区の鉱化作用の影響に起因するものと思われる。

地下水の流動調査の結果、Dong Pao 川は洞窟内に流入した後に地下河川として流下し、Nam Hon 川の最上流部で流出していることが確認された。しかし、Nam Hon 川横から流出する温泉水には Dong Pao 川の河川水は流入していない。

自動気象観測システムによる観測結果によれば、雨季には一週間当たり平均 60mm 以上の降雨が認められ、この間の 1 週間の最高降雨量は 154mm/week であった。1 時間あたりの最大降雨量は 32mm/h、最大瞬間風速は北東の風 8.0m/s、最高気温は 34.4℃、最低気温は 6℃である。New Tam Duong の気象観測所のデータでは、過去 2 年間の 1 日あたりの最大降雨量は 97mm、過去 5 年間の 1 週間あたりの最大降雨量は 384mm である。

植生調査の結果、主要な一般種 53 種、希少種 9 種の存在が明らかになった。当地域内のみ生育する希少種がないため、鉱山開発による植生への影響はないと考えられる。

F7 鉱体西端部には T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 平均 7~8% に達する鉱化露頭がある。この鉱化の連続性を明らかにするために行ったトレンチ調査によって、沢沿い、道路沿い、さらにその上部の鉱化帯と有望な 3 層準の鉱化帯の存在が明らかになった。沢沿いの鉱化帯から最上部の鉱化帯までの標高差は約 55m あり、本地区に有望な鉱化帯が潜在している可能性が高い。

ボーリング調査は F3 鉱体の下部探査を目的に、23 孔 (2,300m) を実施した。孔内地質はレアアース鉱石、鉱化変質を受けた閃長岩、閃長岩を貫くミネット岩脈、石灰岩のブロックや礫からなる。

ボーリング調査の結果、8 孔で T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が 10% 以上を示す富鉱部に着鉱し、さらに他の 5 孔では T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が 5~10% を示す有望な鉱化部を確認した。F3 鉱体の東側と西側は、石灰岩のブロックや礫が多く、レアアースの鉱化が閉塞される。また、この鉱体の富鉱部は南部から北部に向かって徐々に深くなり、北部ではレアアースの鉱化が弱くなる。F3 鉱体の産状は富鉱部 (T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ≥ 10%) とその近傍の中程度 (10% > T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ≥ 5%) の鉱化帯が不規則レンズ状の鉱体を形成し、その周辺部に低品位部が広範囲に分布する。F3 鉱体の富鉱部の平面的な分布範囲は東西約 150m、南北約 400m である。

F3 鉱体の鉱石は軽希土類元素に富み、Bastnaesite を主体する鉱石である。産出鉱物は Bastnaesite, Hydroxy bastnaesite, Synchysite, Barite, Fluorite および少量の Monazite, Pyrite からなり、脈石鉱物は Quartz, Calcite, K-feldspar および少量の Phlogopite, Illite, Kaolinite, Halloysite, Smectite, Boehmite 等である。Bastnaesite の産状は主に細粒の Bastnaesite が Barite, Fluorite, Quartz 等の結晶粒間を埋めており、一部では Barite や Fluorite の結晶粒の中に細脈状に産する。

Dong Pao 地域ではまだ稼行実績はないが、レアアースを主体とする有望な鉱体には F3 鉱体を始め F7, F9, F10 鉱体等がある。F1 および F4 は Fluorite を主体とする鉱体で、前者は現在稼行中、後者は休山中である。

本地区の鉱床形成過程を考察すると、中生代後期のアルプス造山運動の影響を受けて、NW-SE 系の断裂帯が形成され、三畳系がブロック化された。古第三紀になって、この断裂帯に沿ってアルカリ岩質のマグマの貫入が地下深部で起こり、本地区の閃長岩が形成された。このマグマの下部では希土類元素を含む高温・高圧のガスが形成され、このガスが閃長岩の岩体周縁部に発達した冷却節理帯や破碎された石灰岩からなる弱線帯に沿って上昇した。地下水の影響等から高温・高圧のガスは冷却されて、ある条件下でレアアース鉱物、重晶石、螢石等が沈殿して鉱床を形成した。その後、閃長岩体が侵食されて地表近くにレアアースの鉱化帯が現れたと推定される。現在見られるレアアース、重晶石、螢石の富鉱部は風化帯に

形成された二次富化帯か、または初生の富鉍部が風化したものかは明らかでない。

埋蔵鉍量計算はボーリング調査（23孔，2300m）の結果を基に、東西 20m，南北 20m，高さ 5m の 3次元ブロックモデルで実施した。各コンポジットの品位を孔長の加重平均で計算するため、垂直方向のブロック境界で区切られた 5m 長のコンポジットを設定した。比重は全鉍種，岩種とも 2.6 として計算した。

埋蔵鉍量計算では、カットオフ品位を 0% から 15% まで変化させてそれぞれ集計した。その内、カットオフ品位  $RE_2O_3$  が 3% から 8% における鉍量を下表に示す。

Cut off graid %	Insitu ore (BCMS)	Insitu ore (Tonnes)	Average Graid (%)		
			RE2O3	CaF2	BaSO4
3	2,836,391	7,374,617	5.23	9.87	34.50
4	1,833,175	4,766,256	6.19	12.06	34.01
5	1,221,250	3,175,249	7.06	12.80	34.97
6	789,018	2,051,446	7.93	13.59	35.40
7	520,980	1,354,549	8.69	14.24	36.16
8	294,291	765,156	9.63	12.74	39.72

この表からカットオフ品位が 1% 変るごとに鉍量が大きく変化することが分かる。この埋蔵鉍量計算には F3 鉍体のボーリング調査実施範囲より南側の鉍量は含まれていない

選鉍試験は F3 鉍体で掘削したピットから採取した鉍石試料で実施した。第 1 年次に行った選鉍試験では既存の選鉍フローシートで各種試験，検討を行ったが，レアアースの分離は出来なかった。その後の選鉍試験では新たに開発した浮選フローシートおよび浮選試薬条件を用いて検討した結果，現在では REO 品位 40% で実収率 70%，REO 品位 50% で実収率 50% など非常に良い成果が得られている。この手法はこれまで困難とされてきた風化変質希土類鉍石の浮選に対して非常に有効である。

F3 鉍体開発の妥当性について検討した結果，精鉍中の含有量で年産 3,000t RE2O3 程度の規模で 13 年強の生産が可能である。収益性の試算結果では，US\$15,000,000 強の企業費に対し，年率 16% 程度の収益率が見込まれる。ただし，この検討では精鉍と最終製品と想定されるミッシュメタルの価格差から計算した冶金工程のコストは考慮されているが，冶金試験結果に基づいた技術的パラメータの裏付けが得られていない。正当な経済評価を行うためには冶金試験が不可欠で，現在これを実施中である。冶金試験結果を考慮した F3 鉍体開発の妥当性についての検討結果は別冊で詳述する。

## 目 次

はしがき	
調査地域位置図	
要 約	
目 次	
付図・付表一覧	

### 第 I 部 総 論

第 1 章 調査概要	1
1-1 調査経緯	1
1-2 調査目的	1
1-3 調査内容	1
1-4 調査期間	1
1-5 調査員	2
第 2 章 調査地域の概要	6
2-1 位置および交通	6
2-2 地形および水系	6
2-3 気候および植生	6
第 3 章 地質・鉱床概要	8
3-1 地質・地質構造の概要	8
3-2 鉱床概要	8
第 4 章 既往調査	20
4-1 既往調査の概要	20
4-2 既往調査の解析	20

### 第 II 部 各 論

第 1 章 地質調査	31
1-1 地質・地質構造	31
1-2 鉱徴地調査	32
1-3 レアアース鉱床の形成モデル	33
第 2 章 環境影響調査	51
2-1 土壌調査	51
2-2 水文調査	51
2-3 気象観測調査	71
2-4 植生調査	76

第3章 F7 鉍体西部のトレンチ調査.....	81
3-1 調査目的.....	81
3-2 F7 鉍体西部の鉍化状況.....	81
第4章 ボーリング調査.....	95
4-1 調査の概要.....	95
4-2 F3 鉍体ボーリングコア調査結果および考察.....	99
4-3 レアアース鉍床の形成モデル.....	122
第5章 F3 鉍体の埋蔵鉍量計算.....	135
5-1 鉍量計算の基礎データ.....	135
5-2 鉍量計算の手順.....	135
5-3 鉍量計算結果.....	139
5-4 F3 鉍体の南部の概略鉍量.....	141
第6章 選鉍処理.....	142
6-1 選鉍試験の経緯および目的.....	142
6-2 選鉍試験成績.....	142
6-3 選鉍設備設計と件.....	151
第7章 F3 鉍体開発の経済的妥当性についての検討.....	154
7-1 目的.....	154
7-2 前提条件.....	154
7-3 経済性検討の与件.....	154
7-4 収支計算.....	161
7-5 環 境.....	163
7-6 検討結果の考察.....	164
第8章 結論および提言.....	166
8-1 結論.....	166
8-2 提 言.....	169

### 第Ⅲ部 第2年次調査結果

第1章 地質調査.....	173
1-1 調査方法.....	173
1-2 地質および地質構造.....	173
1-3 鉍化作用.....	173
第2章 環境影響調査.....	187
2-1 水文調査.....	187
2-2 気象観測調査.....	199
第3章 トレンチ調査.....	205
3-1 調査方法.....	205



3-2 調査結果.....	205
<b>第4章 ボーリング調査.....</b>	<b>227</b>
4-1 調査の概要.....	227
4-2 コア調査結果.....	233
4-3 F3 鉱体の考察.....	249
<b>第5章 F3 鉱体の埋蔵鉱量計算.....</b>	<b>291</b>
5-1 鉱量計算の基礎データ.....	291
5-2 鉱量計算の手順.....	292
5-3 埋蔵鉱量集計結果.....	301
5-4 F3 鉱体の鉱量.....	313
<b>第6章 選鉱処理.....</b>	<b>315</b>
6-1 選鉱試験経緯および目的.....	315
6-2 選鉱試験成績.....	315
6-3 選鉱設備設計と与件.....	333
<b>第7章 F3 鉱体開発の経済的妥当性についての検討.....</b>	<b>335</b>
7-1 目的.....	335
7-2 前提条件.....	335
7-3 経済性検討の与件.....	335
7-4 収支計算.....	347
7-5 環 境.....	349
7-6 検討結果の考察.....	351
<b>第8章 結論および提言.....</b>	<b>352</b>
8-1 結論.....	352
8-2 提 言.....	354

**参 考 文 献**

**Appendices**

## 付 図

### 調査位置図

- 図 I-1-1 調査フローシート
- 図 I-1-2 鉱床有望地区抽出フローチャート
- 図 I-3-1 ヴィエトナム北部地域地質図
- 図 I-3-2 カンボジア - ラオス - ヴィエトナムの地質区
- 図 I-3-3 時代別構造区および鉱化作用の分布図
- 図 I-3-4 ヴィエトナムの時代別主要鉱化作用
- 図 I-3-5 北部ヴィエトナムの鉱床分布図
- 図 I-3-6 Nam Xe レアアース鉱床の地質・鉱床断面図
- 図 I-3-7 Dong Pao レアアース鉱床分布図
- 図 I-4-1 F3 鉱体鉱量計算鉱画平面図
- 図 I-4-2 F3 鉱体鉱量計算鉱画断面図
- 図 I-4-3 F3 鉱床南部のクラス I 鉱量計算鉱画平面図
- 図 I-4-4 F3 鉱床南部のクラス I 鉱画対応断面図 (A-A' ~F-F')
- 図 II-1-1 地質図・地質断面図
- 図 II-1-2 模式柱状図
- 図 II-1-3 Dong Pao F3 および F7 鉱体付近の地質・地質断面図
- 図 II-1-4 主要鉱徴地位置図
- 図 II-1-5 (1) F1 鉱体
- 図 II-1-5 (2) F4 鉱体
- 図 II-1-5 (3) F16 鉱体
- 図 II-1-6 Dong Pao 地域の鉱床形成モデル図
- 図 II-2-1 T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 濃度分布図
- 図 II-2-2 BaSO<sub>4</sub> 濃度分布図
- 図 II-2-3 CaF<sub>2</sub> 濃度分布図
- 図 II-2-4 水系分布および第 1 年次の採水位置図
- 図 II-2-5 第 2 年次の採水およびトレーサーテスト位置図
- 図 II-2-6 Stiff 図
- 図 II-2-7 Piper 図
- 図 II-2-8 気象観測位置図
- 図 II-2-9 週間平均気温および降雨量変化グラフ
- 図 II-2-10 植生分布図
- 図 II-3-1 第 7 鉱体西部のトレンチ付近踏査図
- 図 II-3-2 (1) T1 トレンチスケッチ図
- 図 II-3-2 (2) T4 トレンチスケッチ図
- 図 II-3-2 (3) T6 トレンチスケッチ図
- 図 II-3-3 F7 鉱体西部の沢沿い鉱化露頭スケッチ図

- 図Ⅱ-3-4 F7 鉍体西部の道路沿い鉍化露頭スケッチ図
- 図Ⅱ-4-1 ボーリング調査位置図
- 図Ⅱ-4-2 (1/4) F3 地質鉍化帯断面図 (B-B')
- 図Ⅱ-4-2 (2/4) F4 地質鉍化帯断面図 (C-C')
- 図Ⅱ-4-2 (3/4) F5 地質鉍化帯断面図 (E-E')
- 図Ⅱ-4-2 (4/4) F6 地質鉍化帯断面図 (F-F')
- 図Ⅱ-4-3 (1/4) ボーリング孔の T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaF<sub>2</sub>-BaSO<sub>4</sub> 品位関係図 (B-B')
- 図Ⅱ-4-3 (2/4) ボーリング孔の T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaF<sub>2</sub>-BaSO<sub>4</sub> 品位関係図 (C-C')
- 図Ⅱ-4-3 (3/4) ボーリング孔の T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaF<sub>2</sub>-BaSO<sub>4</sub> 品位関係図 (E-E')
- 図Ⅱ-4-3 (4/4) ボーリング孔の T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaF<sub>2</sub>-BaSO<sub>4</sub> 品位関係図 (F-F')
- 図Ⅱ-4-4 T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%) 値のヒストグラムおよび累積頻度分布図 (ボーリング 23 孔)
- 図Ⅱ-4-5 F3 鉍体露頭部試料採取位置および分析結果
- 図Ⅱ-4-6 F3 鉍体露頭スケッチおよび分析結果
- 図Ⅱ-4-7 F3 鉍体付近の試料採取位置および分析結果
- 図Ⅱ-4-8 F3 鉍体 MJVD-17 付近の鉍化露頭スケッチ図
- 図Ⅱ-4-9 C1 隕石で企画化した REE パターン
- 図Ⅱ-4-10 Dong Pao 地域の鉍床形成モデル図
- 図Ⅱ-5-1 埋蔵鉍量計算のための断面線位置図
- 図Ⅱ-6-1 REO 精鉍の品位と実収率
- 図Ⅱ-6-2 選鉍試験フローシート (Locked Cycle Test)
- 図Ⅱ-6-3 鉍種別 REO 品位-実収率曲線
- 図Ⅱ-6-4 原鉍 REO 品位と実収率の関係図
- 図Ⅱ-7-1 鉍山施設配置図
- 図Ⅱ-8-1 精密ボーリング計画図
- 図Ⅲ-1-1 ドンパオ F3-F7 鉍体付近の地質・地質断面図
- 図Ⅲ-1-2 F3 鉍体付近の地質図
- 図Ⅲ-1-3 F3 鉍体付近の試料採取位置及び試料の分析結果
- 図Ⅲ-1-4 F3 鉍体の MJVD-17 付近の鉍化露頭スケッチ図
- 図Ⅲ-1-5 F3 鉍体の MJVD-17 付近の鉍化露頭写真
- 図Ⅲ-1-6 土壌試料による T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 濃度分布図
- 図Ⅲ-2-1 採水地点位置およびトレーサー試験位置図
- 図Ⅲ-2-2 ドンパオ地域の水系図
- 図Ⅲ-2-3 トレーサ試験試料の蛍光光度分析結果 (S1 地点)
- 図Ⅲ-2-4 トレーサ試験試料の蛍光光度分析結果 (S2 地点)
- 図Ⅲ-2-5 気象観測位置図
- 図Ⅲ-2-6 週間平均気温および累積降雨量変化グラフ
- 図Ⅲ-3-1 F7 鉍体西部のトレンチ位置及び試料採取位置図 (含分析結果)
- 図Ⅲ-3-2-1 (1) T1 トレンチのスケッチ図

- 図Ⅲ-3-2-1 (2) T2 トレンチのスケッチ図
- 図Ⅲ-3-2-1 (3) T3 トレンチのスケッチ図
- 図Ⅲ-3-2-1 (4) T4 トレンチのスケッチ図
- 図Ⅲ-3-2-1 (5) T5 トレンチのスケッチ図
- 図Ⅲ-3-2-1 (6) T6 トレンチのスケッチ図
- 図Ⅲ-3-3 F7 鉱体西部の沢沿い鉱化露頭スケッチ図
- 図Ⅲ-3-4 F7 鉱体西部の道路沿い鉱化露頭スケッチ図
- 図Ⅲ-4-1 ボーリング調査位置図
- 図Ⅲ-4-2 概略ボーリング柱状図 (MJVD-17~MJVD-23)
- 図Ⅲ-4-3 F3 鉱体付近の鉱化帯平面図
- 図Ⅲ-4-4 (1/7) F3 地質鉱化帯断面図 (A-A')
- 図Ⅲ-4-4 (2/7) F3 地質鉱化帯断面図 (B-B')
- 図Ⅲ-4-4 (3/7) F3 地質鉱化帯断面図 (C-C')
- 図Ⅲ-4-4 (4/7) F3 地質鉱化帯断面図 (D-D')
- 図Ⅲ-4-4 (5/7) F3 地質鉱化帯断面図 (E-E')
- 図Ⅲ-4-4 (6/7) F3 地質鉱化帯断面図 (F-F')
- 図Ⅲ-4-4 (7/7) F3 地質鉱化帯断面図 (G-G')
- 図Ⅲ-4-5 (1/7) T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub> の品位グラフ (A-A')
- 図Ⅲ-4-5 (2/7) T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub> の品位グラフ (B-B')
- 図Ⅲ-4-5 (3/7) T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub> の品位グラフ (C-C')
- 図Ⅲ-4-5 (4/7) T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub> の品位グラフ (D-D')
- 図Ⅲ-4-5 (5/7) T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub> の品位グラフ (E-E')
- 図Ⅲ-4-5 (6/7) T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub> の品位グラフ (F-F')
- 図Ⅲ-4-5 (7/7) T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub> の品位グラフ (G-G')
- 図Ⅲ-4-6 T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%) 値のヒストグラムおよび累積頻度分布図 (ボーリング 23 孔)
- 図Ⅲ-4-7 T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%) と放射線強度 (mR/h) の相関図
- 図Ⅲ-4-8 Th (ppm) と放射線強度 (mR/h) の相関図
- 図Ⅲ-4-9 ボーリングコアの近接写真
- 図Ⅲ-5-1 RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 品位の対数ヒストグラムおよび対数正規確立分布図
- 図Ⅲ-5-2 CaF<sub>2</sub> 品位の対数ヒストグラムおよび対数正規確立分布図
- 図Ⅲ-5-3 BaSO<sub>4</sub> 品位の対数ヒストグラムおよび対数正規確立分布図
- 図Ⅲ-5-4 RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> バリオグラム
- 図Ⅲ-5-5 CaF<sub>2</sub> バリオグラム
- 図Ⅲ-5-6 BaSO<sub>4</sub> バリオグラム
- 図Ⅲ-5-7 鉱量計算解析断面線位置図
- 図Ⅲ-5-8 鉱量-品位変化グラフ
- 図Ⅲ-6-1 精鉱中の REO 品位と実収率の関係図
- 図Ⅲ-6-2 選鉱試験フローシート (Locked Cycle Test)

- 図Ⅲ-6-3 鉍種別 REO 品位-実収率曲線
- 図Ⅲ-6-4 原鉍 REO 品位と実収率の関係図
- 図Ⅲ-7-1 鉍山施設配置図
- 図Ⅲ-8-1 精密ボーリング計画図

## 付 表

- 表 I-1-1 調査内容一覧表
- 表 I-1-2 室内試験および数量
- 表 I-1-3 調査団員名簿
- 表 I-4-1 F3 鉍体の鉍量計算集計表 (1986)
- 表 I-4-2 F3 鉍体のクラス I カテゴリー-C1+C2 の鉍量計算結果表
- 表 II-1-1 主要鉍体一覧表
- 表 II-2-1 相関係数一覧表
- 表 II-2-2 第 1 年次の水質分析一覧表
- 表 II-2-3 第 2 年次の水質調査結果一覧表
- 表 II-2-4 水の化学分析結果一覧表
- 表 II-2-5 1 日当たりの最大降雨量
- 表 II-2-6 1 週間当たりの最大降雨量
- 表 II-2-7 調査地域の代表的な植物種
- 表 II-2-8 調査地域の代表的な植物種 (希少種)
- 表 II-4-1 ボーリング掘削実績表
- 表 II-4-2 レアアースの主要鉍化状況
- 表 II-4-3 しきい値による鉍化の分類
- 表 II-4-4 蛍石の主要鉍化状況
- 表 II-4-5 重晶石の主要鉍化状況
- 表 II-5-1 埋蔵鉍量集計表
- 表 II-5-2 鉍種別埋蔵鉍量集計表
- 表 II-5-3 F3 鉍体のクラス I カテゴリー-C1+C2 の鉍量計算結果表
- 表 II-6-1 粉碎-分級による濃縮
- 表 II-6-2 REO および BaSO<sub>4</sub> の選鉍試験結果
- 表 II-6-3 4 種類の鉍石試料とその分析結果表
- 表 II-6-4 可採鉍石の鉍種別割合
- 表 II-7-1 ピット内の鉍石と捨石の比較表
- 表 II-7-2 年次別生産計画表
- 表 II-7-3 収支評価およびキャッシュ・フローの一覧表
- 表 III-2-1 第 2 年次の水質調査結果一覧表
- 表 III-2-2 水の化学分析値



- 表Ⅲ-2-3 タムドン地域 6 年間の気象データ
- 表Ⅲ-2-4 1 日当たりの最大降雨量
- 表Ⅲ-2-5 1 週間当たりの最大降雨量
- 表Ⅲ-4-1 ボーリング調査実績表
- 表Ⅲ-4-2 掘削機械別の掘進工程表
- 表Ⅲ-4-3 分析成分と検出限界値
- 表Ⅲ-4-4 レアアースの主要鉱化状況
- 表Ⅲ-4-5 しきい値による鉱化の分類
- 表Ⅲ-4-6 T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, U, Th および放射線強度の相関係数一覧表
- 表Ⅲ-4-7 螢石の主要鉱化状況
- 表Ⅲ-4-8 重晶石の主要鉱化状況
- 表Ⅲ-5-1 試錐データ一覧表
- 表Ⅲ-5-2 ブロック設定範囲
- 表Ⅲ-5-3 バリオグラムパラメータ
- 表Ⅲ-5-4 埋蔵鉱量集計表
- 表Ⅲ-5-5 F3 鉱体のクラス I カテゴリー C1+C2 の鉱量計算結果表
- 表Ⅲ-5-6 F3 鉱体ボーリング実施範囲以南の鉱量
- 表Ⅲ-6-1 粉碎 - 分級による濃縮
- 表Ⅲ-6-2 各産物のレアアース品位および放射性元素品位
- 表Ⅲ-6-3 従来法による浮選結果
- 表Ⅲ-6-4 従来法に抑制剤添加量増加による試験結果
- 表Ⅲ-6-5 BaSO<sub>4</sub>, CaF<sub>2</sub> および RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の選鉱試験結果
- 表Ⅲ-6-6 製品価格表 (USGS, Commodity Summary 2001)
- 表Ⅲ-6-7 精鉱中の REO 品位とその Ore Values の検討表
- 表Ⅲ-6-8 REO 品位 - 選鉱実収率曲線から求めた REO Value の比較
- 表Ⅲ-6-9 TC/RC 概略計算結果
- 表Ⅲ-6-10 4 種類の鉱石試料とその分析結果表
- 表Ⅲ-6-11 可採鉱石の鉱種別割合
- 表Ⅲ-6-12 BaSO<sub>4</sub>, CaF<sub>2</sub>, REO の浮選工程の滞留時間
- 表Ⅲ-7-1 ピット内の鉱石と捨石の比較表
- 表Ⅲ-7-2 年次別生産計画
- 表Ⅲ-7-3 (1) 主要重機およびその価格 (US\$)
- 表Ⅲ-7-3 (2) 補助機器およびその価格 (US\$)
- 表Ⅲ-7-4 主要選鉱施設およびコスト
- 表Ⅲ-7-5 収支評価およびキャッシュ・フローの一覧表

## Appendices

- Apx.1 Weather data
- Apx.2 Drilling equipment, amounts of consumed materials and diamond bits of drilling survey
- Apx.3 Drilling progress results of drill hole (MJVD-17~23)
- Apx.4 Drilling column of MJVD-17~23 (1/200)
- Apx.5 Assay results of T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, BaSO<sub>4</sub>, CaF<sub>2</sub> and Rare Earth Elements (Core and Trench samples)
- Apx.6 Assay results (57 elements) of Drilling core and Trench samples
- Apx.7 Results of the microscopic observation of thin sections
- Apx.8 Results of the X-ray diffraction analysis
- Apx.9 Results of the radio activity measurements
- Apx.10 Horizontal section of T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> grade distribution (7 layers)
- Apx.11 Vertical section of T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> grade distribution (11 layers)
- Apx.12 Results of the specific gravity measurements of rock and ore samples in the F3 orebody
- Apx.13 Results of the P wave velocity of rock and ore samples in the F3 orebody
- Apx.14 Vertical section of 4 kinds of ore distribution (11 layers)
- Apx.15 Results of the ore reserve calculation
- Apx.16 Photographs of the works
  - (1) Water sampling and tracer test
  - (2) Trench survey
  - (3) Drilling survey
  - (4) Ore dressing (Floatation)

# 第I部 総論

# 第 I 部 総 論

## 第 1 章 調査概要

### 1-1 調査経緯

日本国政府は、ヴィエトナム社会主義共和国政府からの資源開発協力基礎調査に対する要請に応え、2000年9月に事前調査団を派遣し、同年9月27日に国際協力事業団及び金属鉱業事業団とヴィエトナム国営鉱業公社 (Vietnam National Corporation) との間で署名された「Scope of Work」に基づいて、ヴィエトナム社会主義共和国 Dong Pao 地域で資源開発協力基礎調査を実施した。

本調査は、ヴィエトナム社会主義共和国 Dong Pao 地域において平成 12 年度及び平成 13 年度の 2 年間にわたって実施された。

### 1-2 調査目的

本調査はヴィエトナム社会主義共和国 Dong Pao 地域において既存データ解析、地質・鉱床調査、トレンチ調査、ボーリング調査、環境影響調査、選鉱試験を行うと共に、当地区の特に F3 鉱体がレアアース鉱床として鉱山開発に繋がる可能性の有無を明らかにするために鉱山開発計画調査を実施することを目的に実施された。

### 1-3 調査内容

第 1 年次の調査は既存データ解析を含む地質・鉱床調査、環境影響調査として土壌地化学探査、水文調査、植生調査及び気象観測、F3 鉱体におけるボーリング調査、ピットから採取した鉱石試料による選鉱試験からなる。

第 2 年次の調査は F3, F7 鉱体を含む地区の地質・鉱床調査、環境影響調査 (トレーサー試験、水質調査、気象観測)、トレンチ調査 (F7 鉱体西部)、ボーリング調査 (F3 鉱体)、選鉱試験、鉱山開発計画調査 (Pre-F/S) からなる。

本調査における 2 年間の作業内容および室内試験数量の概要は表 I-1-1、表 I-1-2 に、また、本調査の調査フローシートを図 I-1-1、鉱床有望地区抽出フローチャートを図 I-1-2 に示す。

### 1-4 調査期間

各年次の各調査期間は以下のとおりである。

#### (1) 第 1 年次

*現地調査	自：平成 12 年 11 月 21 日	至：平成 13 年 2 月 10 日
*解析報告書	自：平成 13 年 2 月 11 日	至：平成 13 年 3 月 23 日

#### (2) 第 2 年次

\* 現地調査 自：平成13年10月10日 至：平成13年12月21日  
 \* 解析報告書 自：平成13年12月22日 至：平成14年3月15日

### 1-5 調査員

本調査の計画・折衝、現地調査及び鉱山開発計画調査に参画した人員を表1-1-3に示す。

表 1-1-1 調査内容一覧表

年度	調査内容	調査項目	調査数量
平成12年	地質調査	地質・鉱床調査	調査面積：11km <sup>2</sup>
	ボーリング調査	道路造成	道路拡張及び補修：Ban hongからNew Dong Pao間 道路造成：New Dong Paoからボーリング地点
		ボーリング掘削	合計16孔，総掘削長 1,480m コア分析試料：1,481試料採取
	環境影響調査	土壌調査	対象面積 11km <sup>2</sup> ，1,606試料採取
		水文調査	調査箇所 5ヶ所；水温，気温，導電率，pHおよび流量（現地），水分析（22成分）
		植生調査	対象面積 11km <sup>2</sup> ，代表植物種のリストアップ
		気象観測	温度，湿度，雨量，風向，および風速（年間を通じて観測），Tam Duongの気象観測所からデータ入手
	選鉱試験	試料採取	ピット掘削4ヶ所，総掘削長15m，ピットスケッチ， 試料採取 1,431kg
		選鉱試験	試料調整，鉱石性状試験，選鉱試験
	平成13年	地質調査	地質・鉱床調査
環境影響調査		トレーサー試験	資料採取：50試料
		水質分析	資料採取：14試料
		気象観測	気温、湿度、雨量、風速、風向
トレンチ調査		トレンチ掘削	掘削ヶ所：6個所，掘削総延長：120m
ボーリング調査		道路造成	平成13年度実施地点間
		ボーリング掘削	合計7孔，総掘削長 820m コア分析試料：819試料採取
選鉱試験		試料採取	平成12年のコア資料 鉱種4種類 計80kg
		浮遊選鉱試験	試薬、手法を変えての試験1式
鉱山開発計画調査		現地情報収集	採鉱、選鉱技師による現地調査及び資料収集
	国内作業	埋蔵鉱量、可採鉱量計算、鉱山開発に関する検討	



表 I-1-2 室内試験及び数量

平成年度	試験内容	数量	単位
12年度	全岩分析	10	件
	化学分析(鉱石)	50	件
	岩石薄片作成	20	件
	鉱石薄片作成	20	件
	X線回折試験	17	件
	放射年代測定(K-Ar法) (新鮮岩無し)	0	件
	流体包有物(均質化温度, 塩濃度)	5	件
	地化学探査試料分析	1,606	件
	コア試料分析	1,481	件
	水質分析	5	件
13年度	ピット試料分析	70	件
	鉱石薄片作成	10	件
	X線回折試験	10	件
	河川水の水質分析	14	件
	トレーサー試験用の分析	50	件
	トレンチ試料の化学分析	127	件
	ボーリングコアの化学分析	819	件
	地表路頭部試料の化学分析	58	件

表 1-1-3 調査団員名簿

日本側	ベトナム側
協定, 折衝(平成12年度)	
団 長 逆瀬川敏夫 金属鉱業事業団 杉浦孝志 通商産業省 梅津 径 国際協力事業団 鈴木哲夫 金属鉱業事業団 金属鉱業事業団 守屋 猛 (バンコック海外調査員)	Nho Van Troi Vietnam National Mineral Corporation Pham Trung Luong Ministry of Industry Nguyen Van Chung Vietnam National Mineral Corporation Ngo Manh Hung Vietnam National Mineral Corporation Duong Trong Bong Rare earth Corporation
現地指導監督員	
鈴木哲夫 金属鉱業事業団 神田慶太 金属鉱業事業団 本庄鉄弥 金属鉱業事業団	
現地調査団(平成12年度)	
団長・総括 中島清治 住鉱コンサルタント(株) 地質, 環境 上田晃司 住鉱コンサルタント(株) ボーリング 上野孝志 住鉱コンサルタント(株)	Nguyen Van Chung Vietnam National Mineral Corporation Ngo Manh Hung Vietnam National Mineral Corporation Hoang Van Cong Rare Earth Corp.-TERRAPRODEX
現地調査団(平成13年度)	
団長・総括, 地質 中島清治 住鉱コンサルタント(株) ボーリング, 環境 上田晃司 住鉱コンサルタント(株) 環境 奥村雅男 金属鉱業事業団 鉱山開発計画調査 長東宏文 住鉱コンサルタント(株) 水落洋一 住鉱コンサルタント(株)	Nguyen Van Chung Vietnam National Mineral Corporation Hoang Van Cong Rare Earth Corp.-TERRAPRODEX Ngo Manh Hung Vietnam National Mineral Corporation

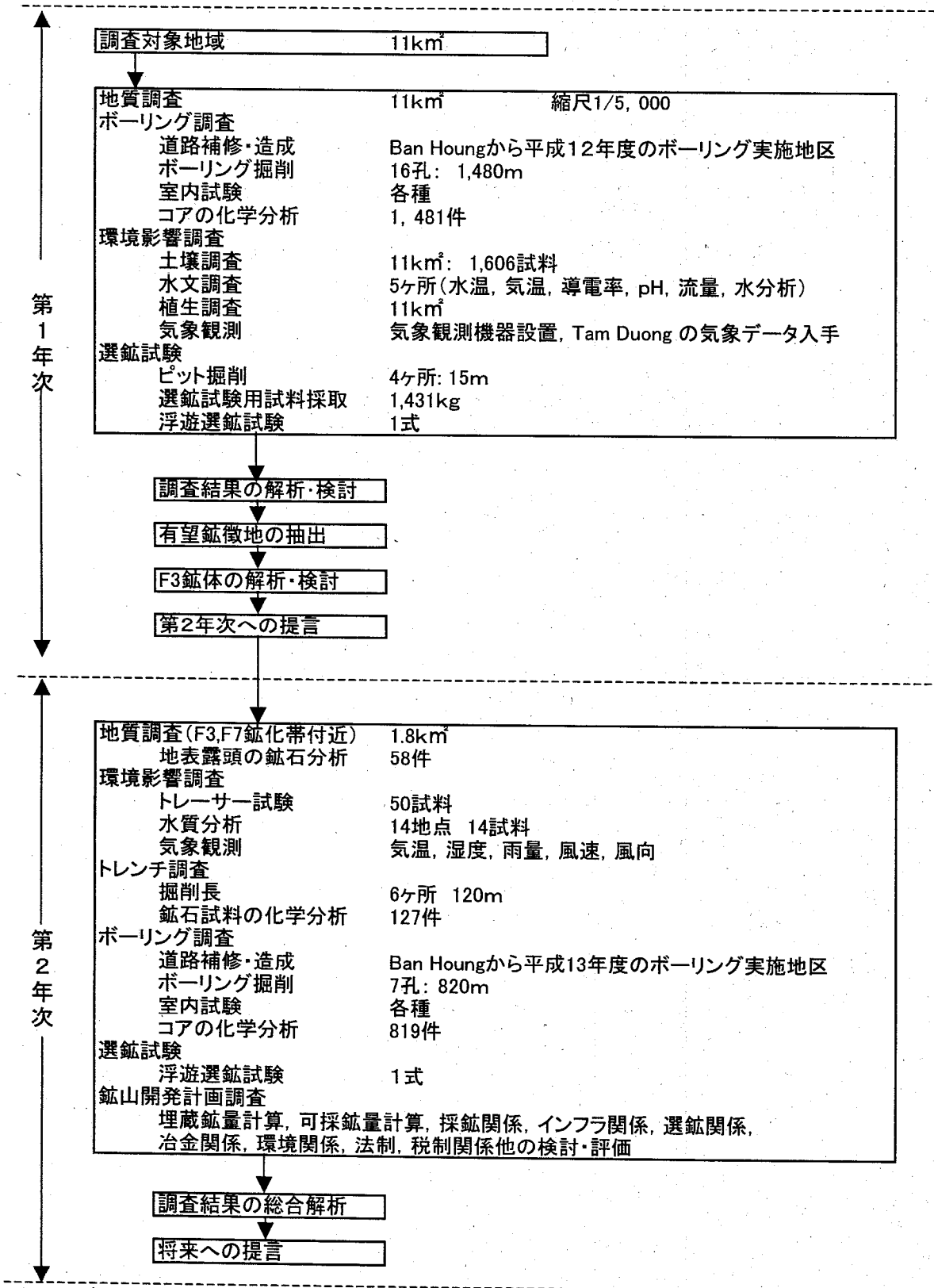


図 I-1-1 調査フローシート

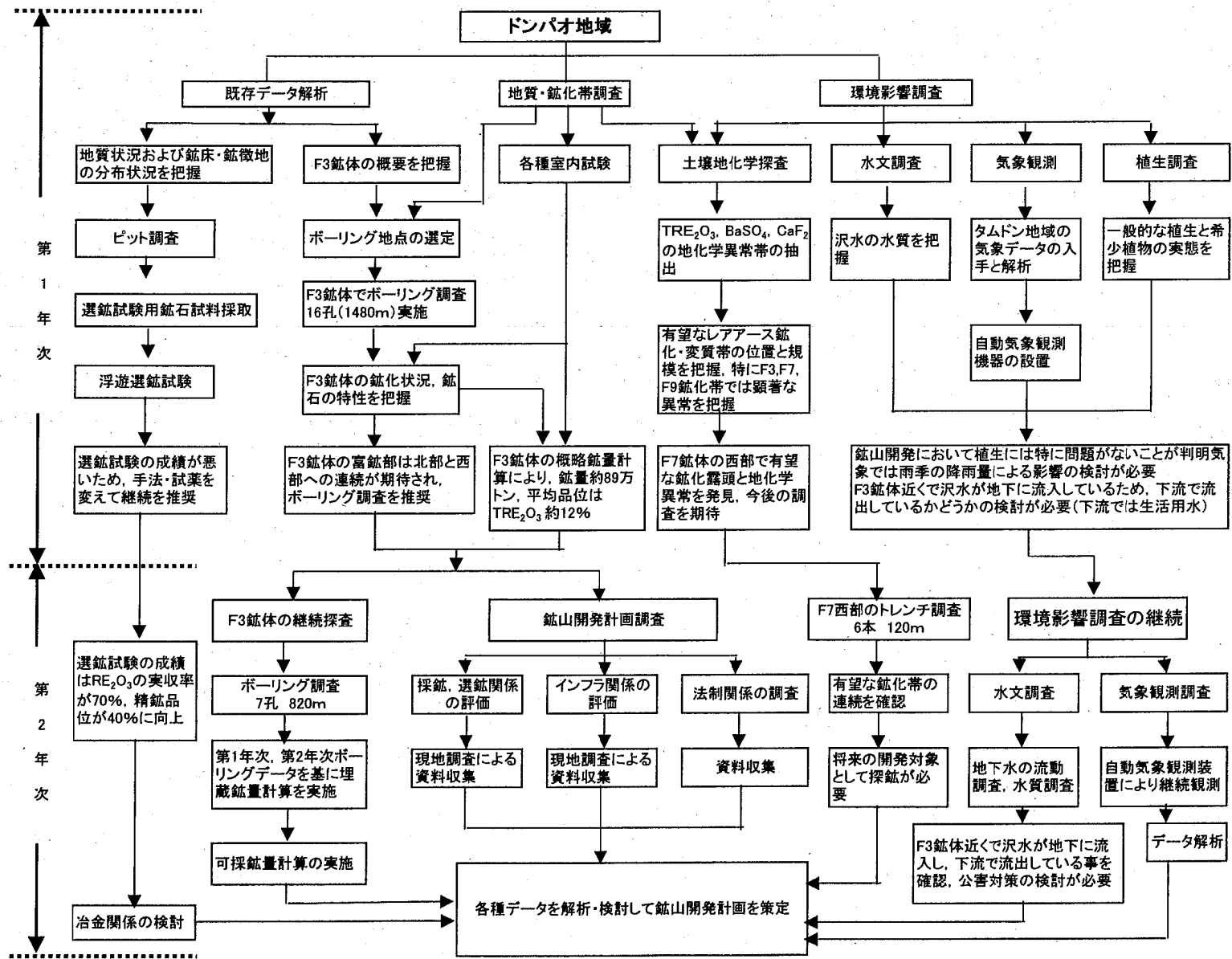


図 1-1-2 鉱床有望地区抽出フローチャート

## 第2章 調査地域の概要

### 2-1 位置および交通

調査地域は、ハノイ (Hanoi) 市の北西約 300km で、中華人民共和国との国境に近いラオカイ (Lao Cai) 市の西南西約 47.5 km (直線距離)、旧 Tam Duong 部落の東南東約 13 km にある Dong Pao 部落の北西側に位置する。

調査範囲: 北東端: 北緯 22° 19′ 28″, 東経 103° 33′ 28″  
南東端: 北緯 22° 17′ 46″, 東経 103° 34′ 37″  
南西端: 北緯 22° 16′ 56″, 東経 103° 33′ 07″  
北西端: 北緯 22° 18′ 38″, 東経 103° 31′ 58″

現地調査ベースキャンプとした新 Tam Duong 部落は、旧 Tam Duong 部落の西方約 8km にある。この部落に至るには、ハノイ市からラオカイ (Lao Cai)、サパ (Sapa)、ビンルー (Binh Lu) を經由して車輛で約 13 時間を要する。

調査地域の南部にある F3 鉱体に至るには、新 Tam Duong から旧 Tam Duong 部落へ行き、そこから南方の Ban Hon (バンホン) 部落を通過してドンパオ (Dong Pao) 部落の北側から西方に約 2km 進むと新 Dong Pao 部落に入り、この部落の西側に F3 鉱体がある。この間の車輛による移動距離は約 26km で、その所要時間は約 50 分である。

### 2-2 地形および水系

調査地域は Fan Si Pan 山脈に連なる Pu Sam Cap 山 (標高 2,111m) の北東側に位置する急峻な山岳地帯である。

調査地域は、標高が 700m から 1,133m の山地で、石灰岩のカルスト地形からなり、地区南部にはドリーネ (漏斗状の落ち込み) や一部にカッレン (墓石地形)、また、地区外北側ではポリエ (Ban Hong 部落付近の平坦地) が見られる。

広域的には NW-SE の方向性を持つ構造線 (後述) が発達しているが、調査地区の北東側にはこの構造帯に支配されたと思われる Nam Hon 川が南東から北西に流れ、この川はバンホンから方向を変えて東方に約 3.5km 流れた後に、南東に流れて Nam Ma 川に合流する。

地区内には前記構造線に平行する NW-SE 系の沢、また、これに斜交する NE-SW および E-W 方向の沢や小沢が発達する。

地区南部の Dong Pao 川は、地区南部で地下に流れ込み、Nam Hon 川の上流部で湧出する。地区北東には温泉 (29℃) が湧出しているが、Dong Pao 川の水は混入していない。

### 2-3 気候および植生

気候は亜熱帯性のモンスーン気候で、雨季は 5 月～8 月、乾季は 11 月～翌年 2 月で 3 月、4 月と 9 月、10 月は雨季と乾季の中間期に当たり、年によって変化する。

気温は乾季の11月～2月には13～18℃、3月から10月までは20℃から23℃である。湿度は乾季に70～80%、雨季に80～94%の多湿である。一般に湿度は高いが、気温はさほど高くない。

植生は、原生林が少なく、急傾斜地では灌木や雑木が比較的密集し、緩傾斜部では休耕地に雑草や低灌木が生えている他、一部ではキャッサバの一種が栽培されている。また、河川沿いの平坦地では稲作が行われている。



## 第3章 地質・鉱床概要

### 3-1 地質・地質構造の概要

ヴェトナムの北部地域の地質は基盤岩が原生界の地層からなり、これらを覆って古生代、中生代、新生代の地層がこれらを覆って分布する(図 I-3-1)。

ヴェトナム北部(北緯 20° 以北)の地質区は, LITTORAL BACBO, VIET BAC, WEST BACBO, TRUONG SON, NORTH WEST LAOS に分類されている(図 I-3-2)。

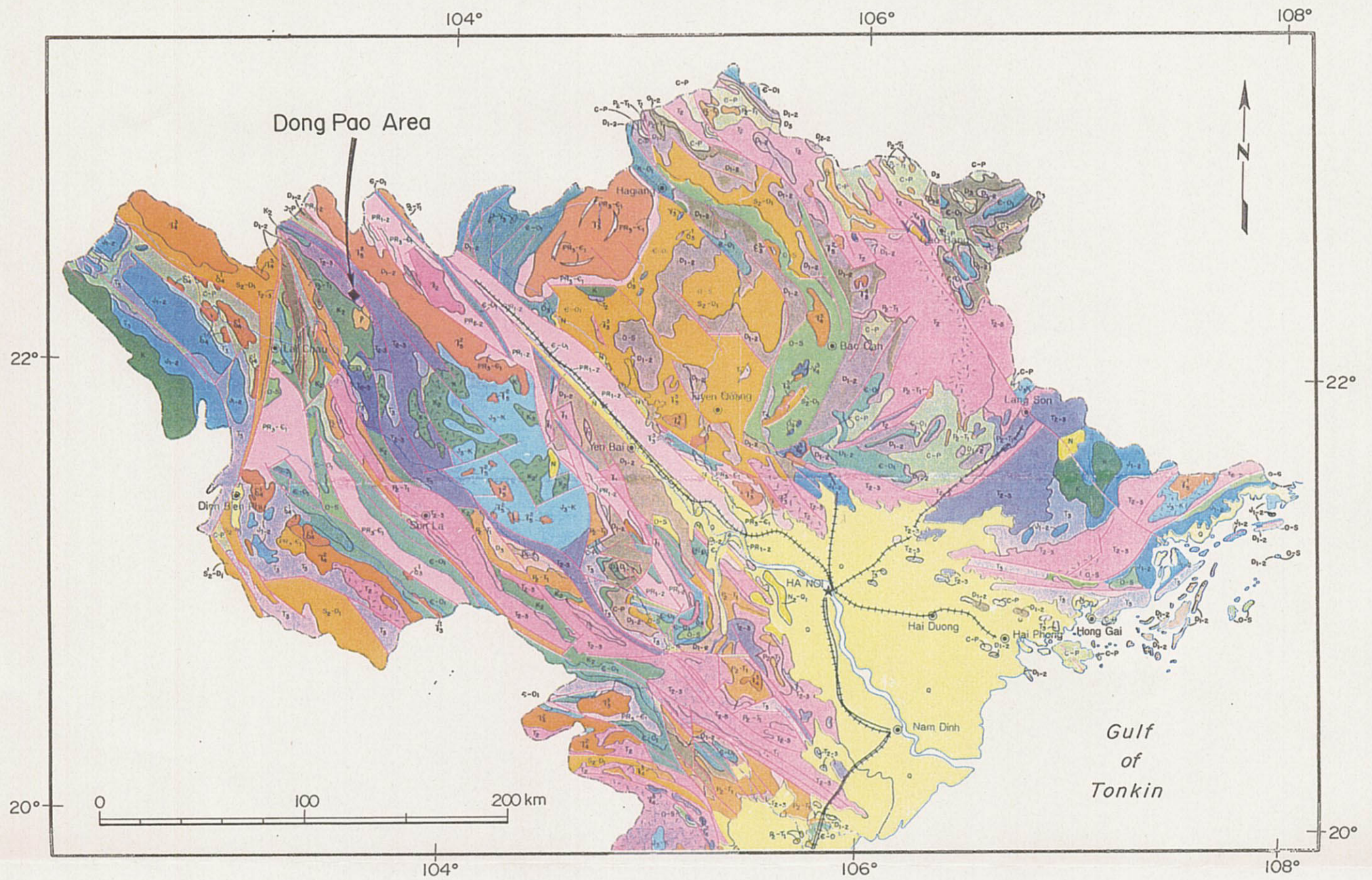
北部地域に発達する断層構造は NW-SE 系が最も顕著で、次いでこれらの NW-SE 系の断層を切る NE-SW 系の断層が発達する。

### 3-2 鉱床概要

ヴェトナムで産出する鉱物資源は、金属鉱物には金、銅、鉛、亜鉛、鉄、チタン、錫、タングステン、クロム、ボーキサイト、イルメナイト、ニッケル、マンガン、レアアース等があり、非金属鉱物には石炭、石油、天然ガス、燐酸鉱物、石英、珪砂、リン、黒鉛などがある。石炭、石油、天然ガス等を除く鉱物資源の大半は、資金不足とインフラストラクチャーの未整備により未開発のままである。

ヴェトナムの鉱床生成期の地質構造と鉱床の分布は図 I-3-3 に、また、各鉱種の鉱床生成期は図 I-3-4 に示す。また、ヴェトナム北部の主要鉱床を図 I-3-5 に、Nam Xe および Dong Pao レアアース鉱床を図 I-3-6 および図 I-3-7 に示す。





**LEGEND**

**STRATIFIED ROCKS**

- Quaternary: Alluvium with marine deposits in coastal area, BQ: Basalt
- U.Neogene-Quaternary: Gravel, clay, pebble, laterite
- Neogene: Conglomerate, sandstone, claystone, lignite
- Paleogene: Trachyte, leucitophyre
- U.Cretaceous: Red continental deposits - conglomerate, sandstone, siltstone
- Cretaceous: Red continental deposits of conglomerate, sandstone, siltstone, rhyolite
- U.Jurassic-Cretaceous: Orthophyre, tuff, basalt, rhyolite
- L-M.Jurassic: Continental deposits of conglomerate, sandstone, siltstone
- U.Triassic: Conglomerate, sandstone, marly shale, coal
- M-U.Triassic: Shale, limestone, conglomerate, sandstone, basalt, rhyolite
- M.Triassic: Conglomerate, sandstone, shale, limestone, rhyolite
- U.Permian-L.Triassic: Conglomerate, siltstone, siliceous limestone, shale, coal, basalt
- Carboniferous-Permian: Shale, coal, limestone, chert with andesite and basalt
- U.Devonian: Limestone, chert, shale
- L-M.Devonian: Conglomerate, sandstone, shale, limestone
- U.Silurian-L.Devonian: Sandstone, shale, limestone, rhyolite, chert
- Ordovician-Silurian: Conglomerate, sandstone, shale, chert, rhyolite, orthophyre
- Cambrian-L.Ordovician: Limestone, shale, quartzite, greenstone, chert
- U.Proterozoic-L.Cambrian: Schist, quartzite, dolomite
- L-M.Proterozoic: Gneiss, amphibolite, quartzite, marble

**INTRUSIVE ROCKS**

- LATE MESOZOIC - EARLY CENOZOIC**
- Granodiorite, granite, granosyenite / Diorite, granodiorite, granite
- LATE PALEOZOIC - EARLY MESOZOIC**
- Biotite granite, granophyre, granodiorite, diorite
- Gabbro, granophyre / Diorite, granodiorite
- Dunite, peridotite
- EARLY - MIDDLE PALEOZOIC**
- Biotite granite
- Nepheline syenite, granosyenite
- Gabbro-diabase, gabbro / Serpentinite, dunite
- PROTEROZOIC**
- Granodiorite, granite, migmatite / Plagiogranite, granodiorite, granite, migmatite
- Felsic volcanics
- Fault
- Railways
- Roads

U: Upper    M: Middle    L: Lower

図 I-3-1 ヴィエトナム北部地域地質図



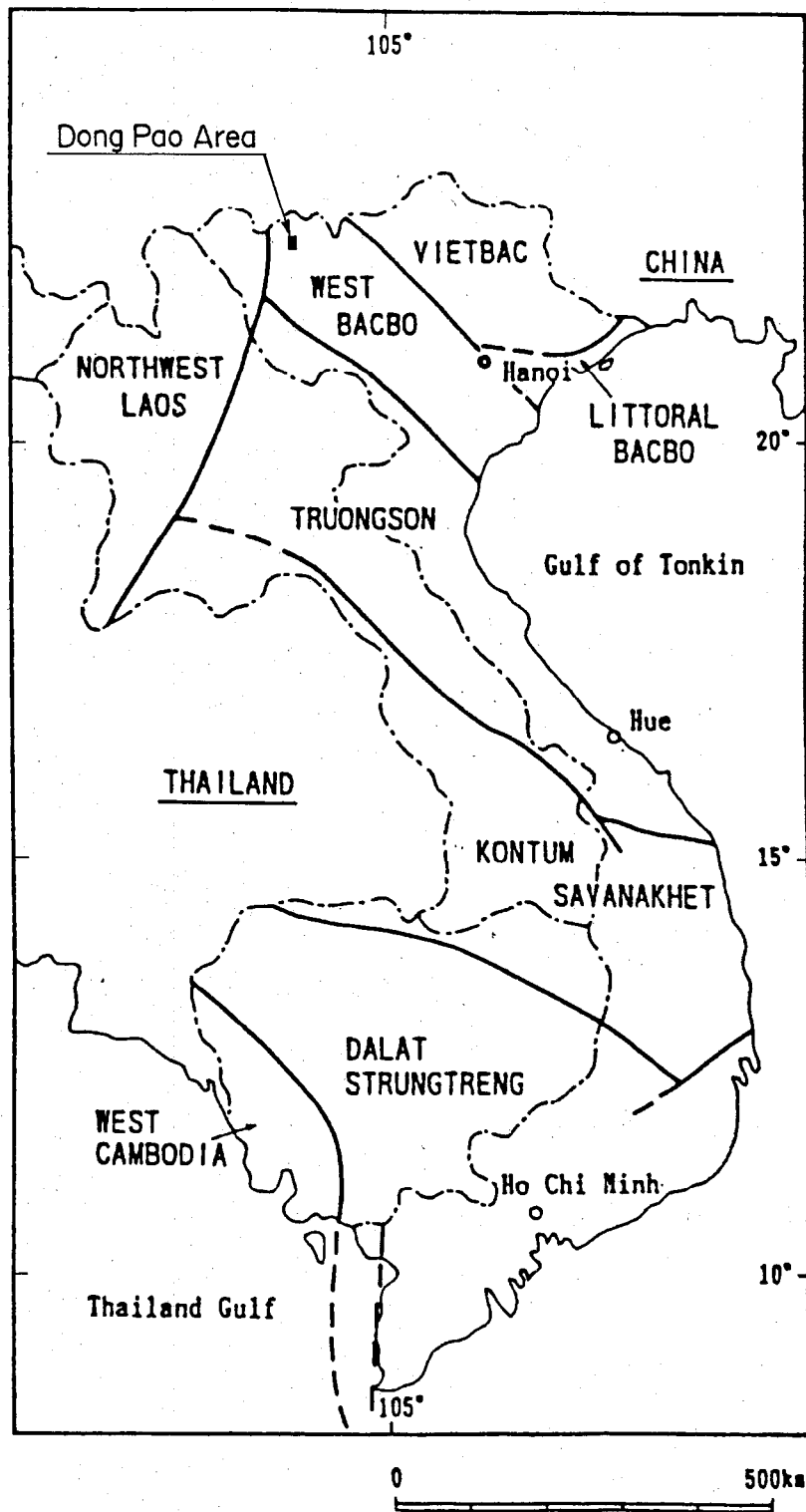
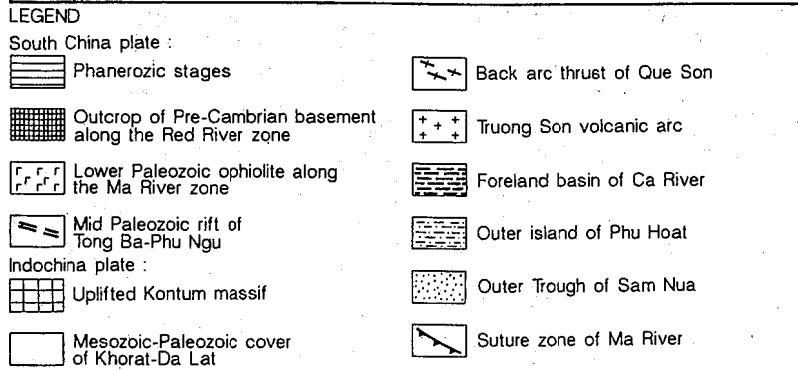
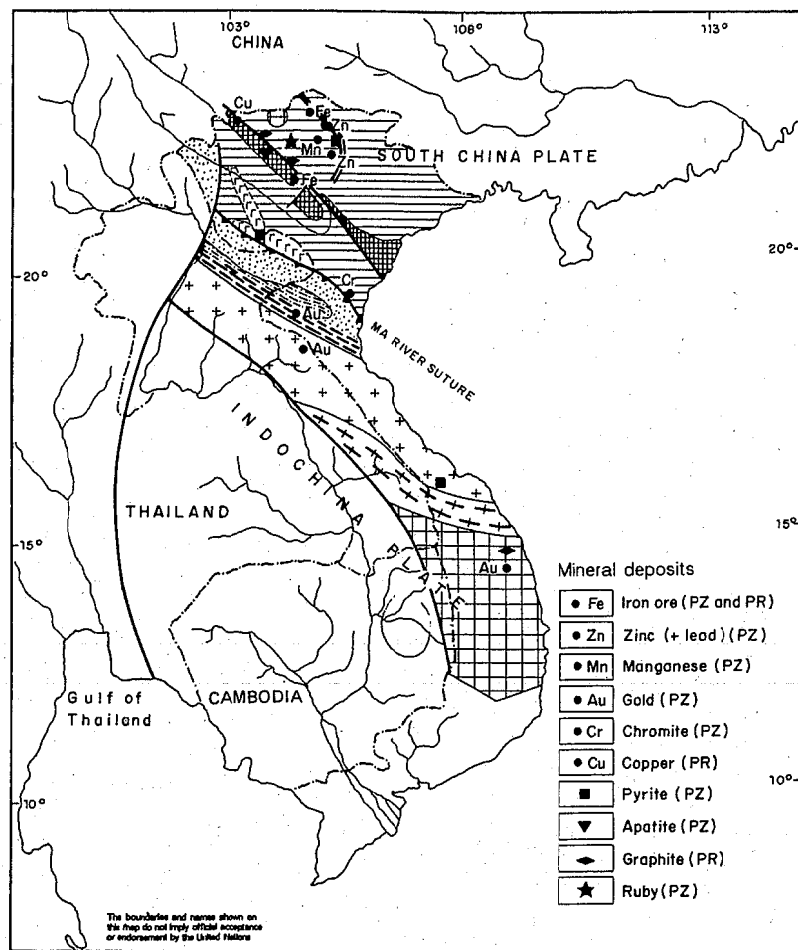
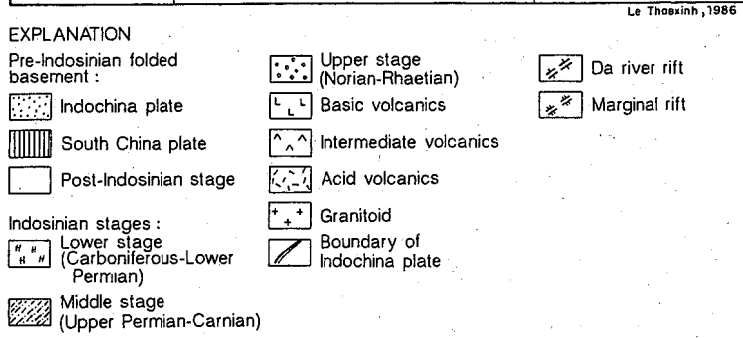
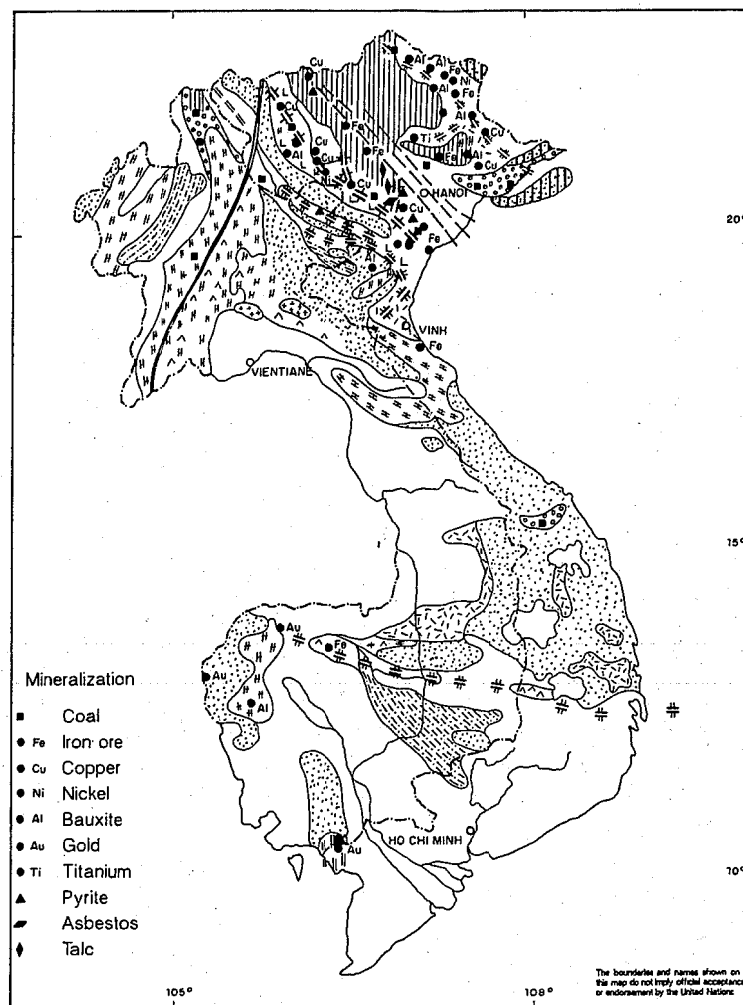


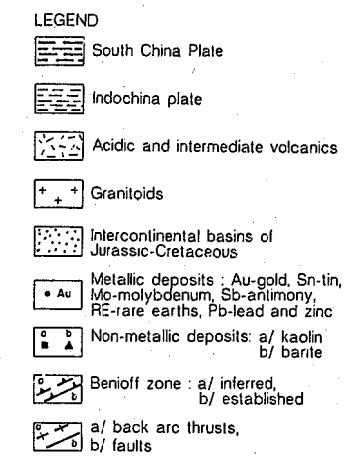
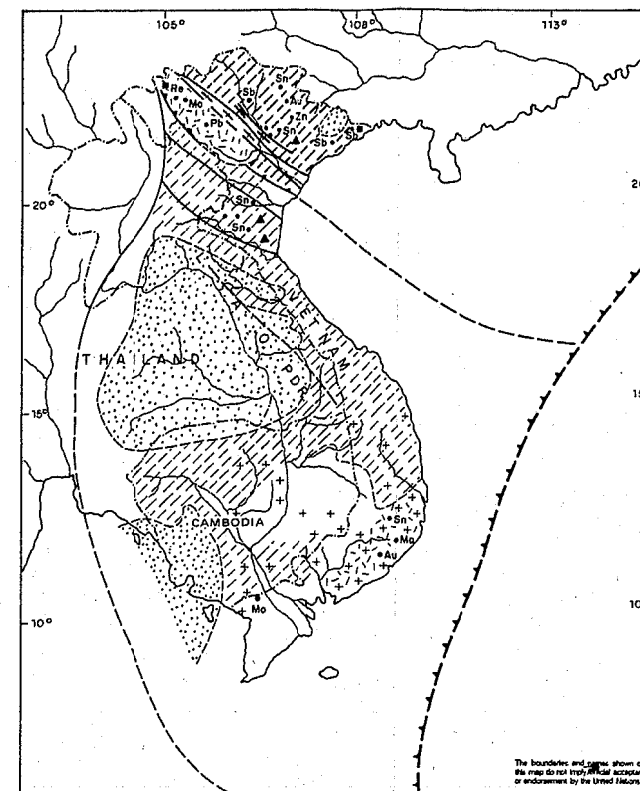
図 I-3-2 カンボジア-ラオス-ヴィエトナムの地質区



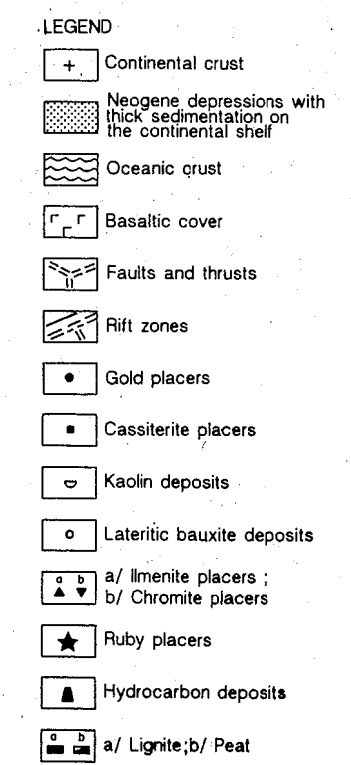
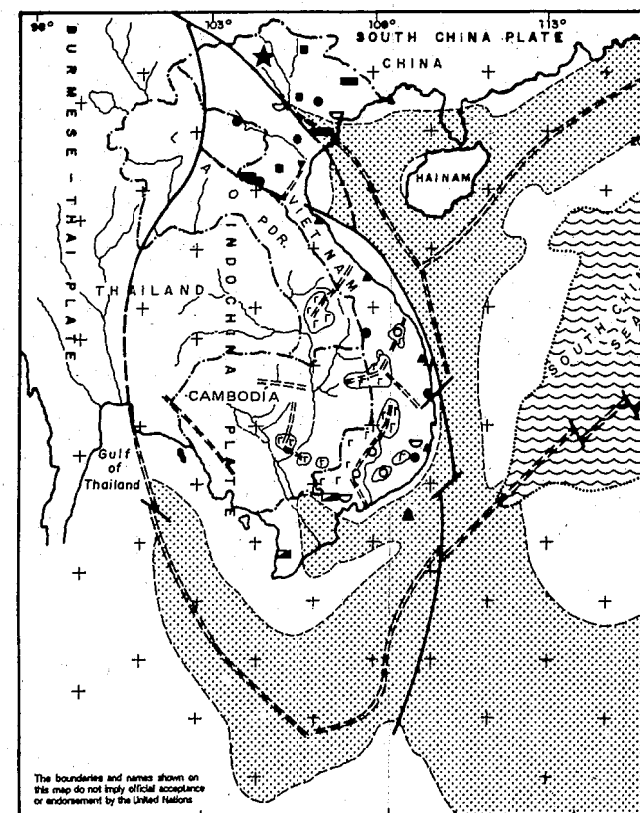
**Tectonic setting and mineralization of the Lower - Mid Paleozoic and Pre-Cambrian epochs**



**Tectonic setting and mineral distribution during the Indosinian epoch in Indochina**



**Tectonic setting and distribution of mineralization during the Mesozoic - Early Cenozoic epoch**

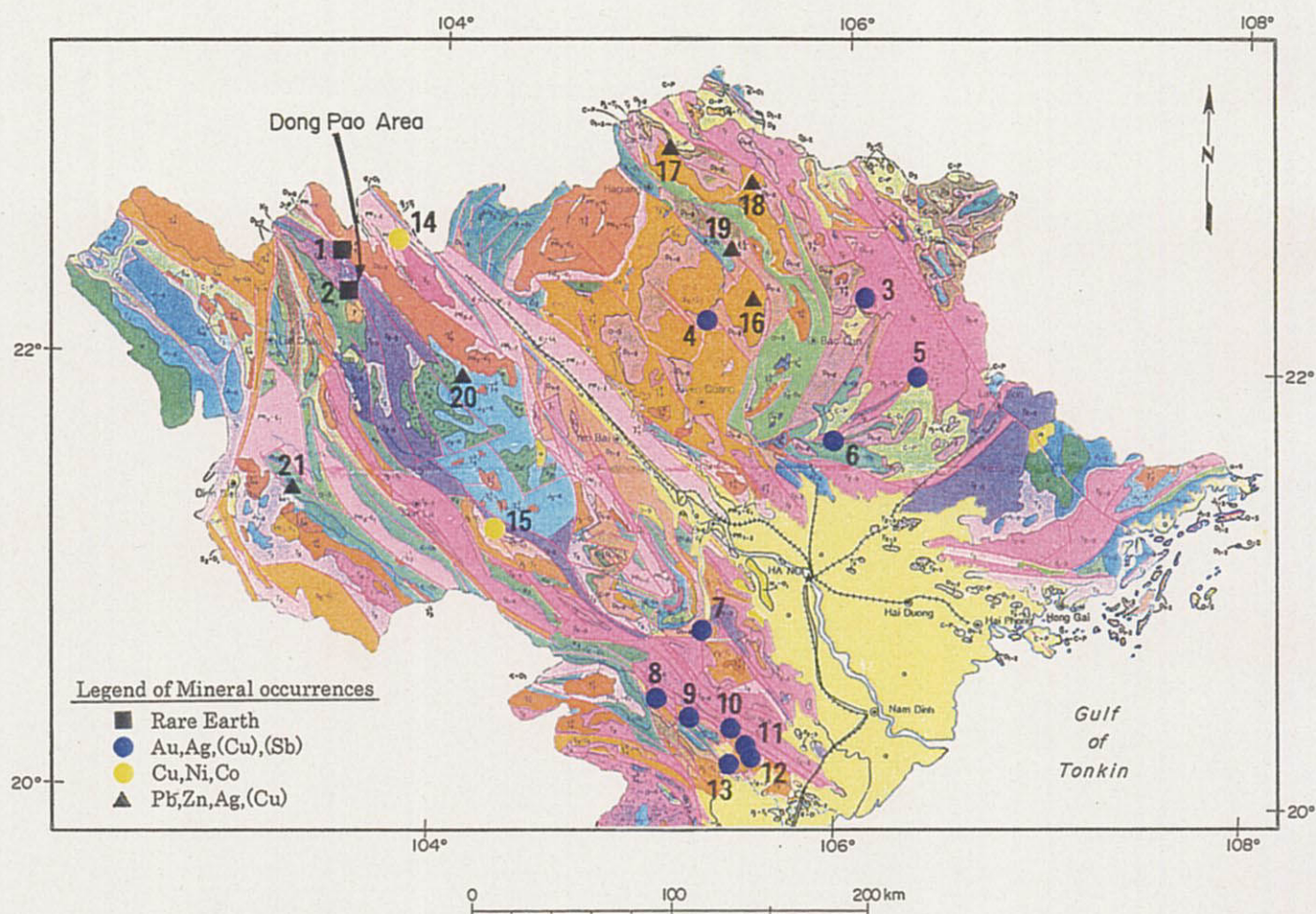


**Tectonic setting and distribution of mineralization in the Neogene - Quaternary epoch**

Mineral Resources	Metallogenic epoch	Neogene-Quaternary	Late Mesozoic- Early Cenozoic	Late Paleozoic- Early Mesozoic	Early-Middle Paleozoic	Pre-Cambrian
Hydrocarbons		██████████				
Coal		██████████		██████████		
Iron ore		██████████		██████████	██████████	██████████
Manganese ore		██████████			██████████	
Chromite		██████████			██████████	
Ilmenite		██████████		██████████		
Copper			██████████	██████████		██████████
Nickel		██████████		██████████		
Molybdenum, tin and tungsten		██████████	██████████	██████████		
Rare earths, lead and zinc			██████████	██████████	██████████	██████████
Antimony			██████████		██████████	
Gold		██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
Bauxite		██████████		██████████		
Ruby and sapphire		██████████			██████████	
Phosphate		██████████			██████████	
Kaolin		██████████	██████████			
Barite			██████████			
Fluorite			██████████			
Pyrite			██████████	██████████	██████████	
Graphite						██████████

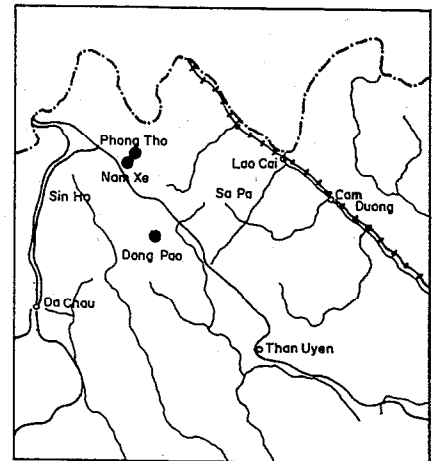
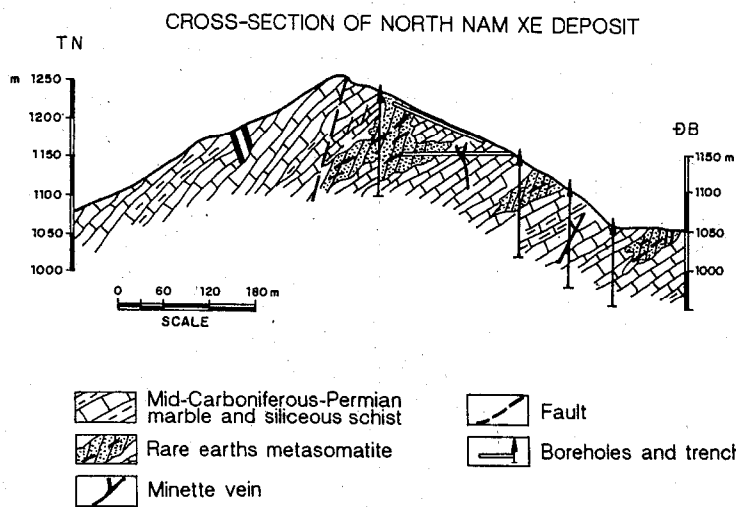
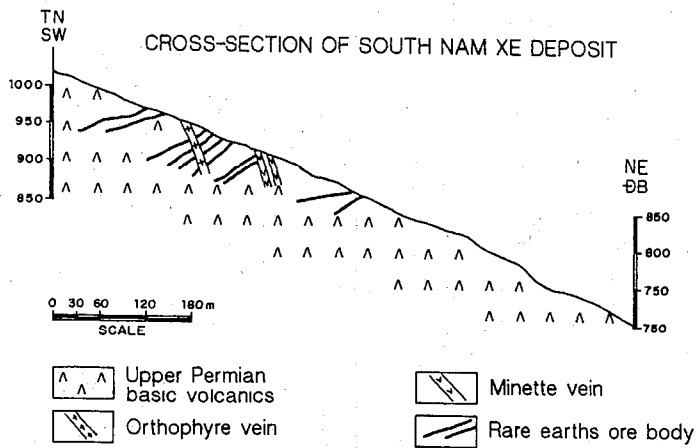
図 I-3-4 ヴィエトナムの時代別主要鉱化作用





No.	Project	Province	Commodity	Type of Ore
1	Nam Xe (N,S)	Lai Chau	REE	Hyd.
2	Dong Pao	Lai Chau	REE	Hyd.
3	Pac Lang	Coa Bang	Au,Ag	Hyd.Qz-vein
4	Lang Vai	Tuyen Quang	Au,Ag,Sb	Hyd.Qz-vein
5	Na Pai	Lang Son	Au,Ag	Hyd.Qz-vein
6	Bo Cu	Thai Nguyen	Au,Ag	Hyd.Qz-vein
7	Kim Boi Area	Hoa Binh	Au,Ag	Hyd.Qz-vein
8	Lang Neo	Thanh Hoa	Au,Ag	Hyd.Qz-vein
9	Lang Buong	Thanh Hoa	Au,Ag	Hyd.Qz-vein
10	Lang Mo	Thanh Hoa	Au,Ag	Hyd.Qz-vein
11	Khe Mon	Thanh Hoa	Au,Ag	Hyd.Qz-vein
12	Thach Kam	Thanh Hoa	Au,Ag	Hyd.Qz-vein
13	Kam Tam	Thanh Hoa	Au,Ag	Hyd.Qz-vein
14	Sin Quyen	Lao Cai	Au,Ag,Cu	Hyd.(vein/lenses)
15	Ban Phuc	Son La	Cu,Ni,Co	Mam.Lay
16	Cho Dien	Bac Thai	Ag,Pb,Zn	Strf(oxide & Sulfide)
17	Na Son	Ha Giang	Pb,Zn	Strf
18	Tung Ba-Bac Me	Cao Sang & Ha Giang	Au,Pb,Zn,Cu	Strf(Pb,Zn),Hyd.(Au,Cu)
19	Ngan Son District	Cao Bang	Pb,Zn	Hyd.
20	Tu Le	Lao Cai	Ag,Pb,Zn	Hyd.
21	Phu Ta	Lai Chau	Pb,Zn	Hyd.

図 1-3-5 北部ヴィエトナムの鉱床分布図



LOCATION MAP

図 I-3-6 Nam Xe レアアース鉱床の地質・鉱床断面図

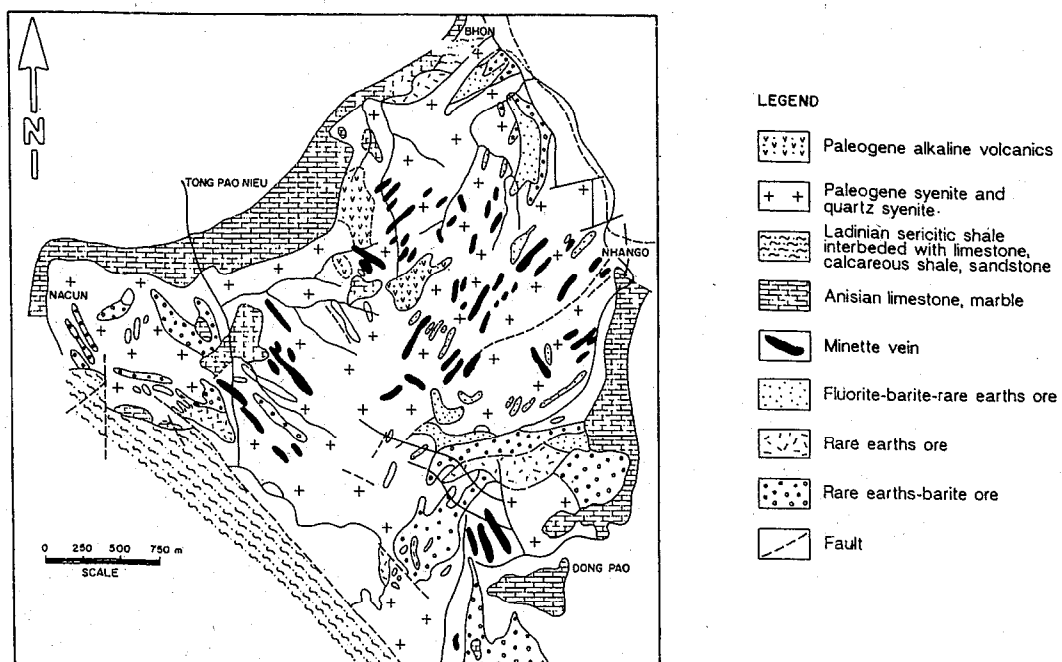


図 I-3-7 Dong Pao レアアース鉱床分布図

## 第4章 既往調査

### 4-1 既往調査の概要

Dong Pao 地域付近の探鉱経緯の概略は以下のとおりである。

1950年代：フランスの地質技師による地質概査が実施された。

1950年代：ヴェトナム連邦地質技師による地質調査が実施された。

1959年：レアアースおよびFluoriteの鉱化帯の存在が発見された。

1964～1968年：地質総局（General Department of Geology）の指導の基で、組織的な地質・鉱床調査が実施された。この結果は1972年に報告書としてまとめられた。

1984～1985年：東ドイツの協力でF3 鉱体南部の精査および鉱量計算を実施した。この報告書は1986年にまとめられた。

1995年：VIMICOが小規模にレアアース鉱を採掘（合計50t）し、鉄の圧延原料としての使用を試みた。また、ヴェトナム地質鉱物局（DGMV）傘下のINTERGIOが、Dong Pao 地域周辺部の地質・鉱床調査を実施して5万分の1地質図を作成した。

1997年：韓国のLG社がレアアース鉱床に興味を持ち、ヴェトナム政府と協議して、VIMICOと合弁企業を設立した。年産6千～1万トン規模の操業を計画したが、アジアの経済危機でこの計画は解消された。LG社は4箇所ピットから3tの鉱石を韓国に持ち帰り選鉱試験を実施したと言われているがその資料は無い。

### 4-2 既往調査の解析

#### 4-2-1 地質・地質構造

Dong Pao 地域では地質・鉱床調査が約10km<sup>2</sup>の範囲で実施された。この地域の地質は中部三疊系の石灰岩および片岩主体層からなり、これらを貫く古第三紀の閃長岩～石英閃長岩、さらにこれらを覆う古第三紀のアルカリ火山岩類からなる。岩脈にはミネット岩脈がある。

地質構造は広域的な構造と同様にNW-SE系の断層構造が顕著で、これに斜交するNE-SW系の小規模な断層がある。

#### 4-2-2 鉱床

1964～1968年に実施された多数のトレンチとピット調査によって、本地域内で60箇所のレアアース、Fluorite、Bariteの鉱体が確認された。これらの中で比較的に規模の大きな鉱体はF3、F7、F9、F10、F15、F16、F17等がある。また、1984～1985年にはF3 鉱体を対象に深堀ピットやトレンチ等による精査が行なわれた。

これまでに当地域で採掘された鉱体はF1、F4、F5 鉱体で、これらは主にFluoriteを対象に採掘され、F1 鉱体は現在採掘中、F4 鉱体は休止中、F5 は採掘が完了している。

鉱床は大半が閃長岩体中に胚胎し、一部は周辺部の石灰岩中にも鉱化が及んでいる。比較的規模の大きい鉱体は閃長岩の岩体の周辺部に分布する。鉱体の産状はレンズ状、鉱染状、

一部細脈状等である。産出するレアース鉱物は、Bastnaesite, Synchysite, Lanthanite, Prusite, 燐酸イットリウム鉱, モナズ石で, その他の鉱物には Fluorite, Barite, 方解石, 石英, 菱鉄鉱, Hollandite 等の報告がある。

#### 4-2-3 既往調査による F3 鉱体の鉱量計算の検討

##### (1) 1984~1985 年の調査による鉱量計算結果

1984~1985 年の調査結果をまとめた 1986 年の報告書によれば, F3 鉱体南部の風化帯の鉱量計算結果は以下のとおりで, その鉱画平面図および鉱床断面図を図 I-4-1, 図 I-4-2 に, 詳細は表 I-4-1 に示す。

クラス I のレアース-Barite-Fluorite 帯のカテゴリー C1+C2 の総鉱量は 422,359t, 品位および鉱物量は T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が 13.89%, 58,673t, CaF<sub>2</sub> が 22.81%, 96,360t, BaSO<sub>4</sub> が 42.46%, 179,301t である。

クラス I+II+III のカテゴリー C1+C2 の総合計鉱量は 1,068,257t で, 品位および鉱物量は T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が 8.79%, 93,953t, CaF<sub>2</sub> が 19.54%, 208,709t, BaSO<sub>4</sub> が 47.29%, 505,136t である

表 I-4-1 F3 鉱体の鉱量計算集計表 (1986)

Ore class	Reserve category	Reserve of dry ore (t)	T-RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	T-RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (t)	CaF <sub>2</sub> (%)	CaF <sub>2</sub> (t)	BaSO <sub>4</sub> (%)	BaSO <sub>4</sub> (t)
I (rare earth - barite - fluorite)	C1	374,745	14.01	52,502	22.10	82,819	43.46	162,864
	C2	47,614	12.96	6,171	28.44	13,541	34.52	16,436
	Sub-total	422,359	13.89	58,673	22.81	96,360	42.46	179,301
II (rare earth - barite)	C1	79,065	4.66	3,684	6.13	4,847	60.91	48,158
	C2	260,470	5.09	13,258	6.12	15,941	56.85	148,077
	Sub-total	339,535	4.99	16,942	6.12	20,787	57.80	196,236
III (rare earth - fluorite)	C1	39,363	7.72	3,039	30.00	11,809	38.59	15,190
	C2	267,000	5.73	15,299	29.87	79,753	42.85	114,410
	Sub-total	306,363	5.99	18,338	29.89	91,562	42.30	129,600
Grand-total		1,068,257	8.79	93,953	19.54	208,709	47.29	505,136

##### (2) 1986 年の調査報告書による鉱石のクラス I 鉱量の再計算

既存データ解析の一端として, 1986 年に実施された鉱量計算結果の一部を見直して, 今回, 新たに再計算を行った。

1986 年の報告書による F3 鉱体の地質・鉱床断面図で分類された鉱石のクラス分類 I, II, III の内, クラス I (Rare earth - barite - fluorite) に分類された範囲について, 今回, 鉱量の概略を再計算して検討を行った (図 I-4-3, 図 I-4-4)。

#### F3 鉱体のクラス I の鉱量計算結果

計算結果は表 I-4-2 示す。

地表下 30m 付近までの風化帯中のクラス I の鉱量は 510,233t, 平均 T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は 13.81% で



T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量は70,458tと計算された。

レアアース鉱体の連続性から安全率を10%~20%考慮すると、

安全率 10% : 鉱量 459,209T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量 63,412 t 品位 13.81%

安全率 20% : 鉱量 408,186t T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量 56,366t 品位 13.81%

1986年の計算結果によるクラスIの鉱量422,359T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>品位13.89%およびT-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量58,673tは、今回の計算結果で用いた安全率10%~20%の計算結果に含まれる。

表I-4-2 F3 鉱体のクラスI カテゴリー-C1+C2の鉱量計算結果表

	Volume (m <sup>3</sup> )	Gravity	Reserve (t)	TRE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	TRE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (t)	Pit,Tunnel
CI-1	6,305	1.93	12,169	14.80	1,801	L2
CI-2	54,800	1.93	105,764	12.90	13,646	L2, G7
CI-3	19,850	1.93	38,311	12.73	4,876	G2,G4,G7
CI-4	21,735	1.93	41,949	12.73	5,340	G7
CI-5	2,770	1.93	5,346	12.73	681	G7
CI-6	504	1.93	973	12.70	124	G2
CI-7	2,585	1.93	4,989	15.20	758	G2,G8
CI-8	13,360	1.93	25,784	12.29	3,168	G2,G6,G8
CI-9	802	1.93	1,547	9.90	153	G6
CI-10	22,008	1.93	42,476	15.68	6,661	G3,G8
CI-11	35,656	1.93	68,816	14.29	9,832	G3,G5,G6,G8
CI-12	23,419	1.93	45,199	12.87	5,816	G5,G6
CI-13	19,013	1.93	36,694	15.71	5,765	G3,G10
CI-14	23,153	1.93	44,684	15.09	6,744	G3,G5,G10,G11
CI-15	17,533	1.93	33,839	14.26	4,825	G5,G11
CI-16	203	1.93	391	17.77	69	G10
CI-17	625	1.93	1,206	15.46	187	G10,G11
CI-18	50	1.93	97	12.00	12	G11
		Ore reserve	510,233	Total	70,458	
				Ore grade	13.81	
Case of safety factor 10%		Ore reserve	→ 459,209	TRE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (t)	→ 63,412	
Case of safety factor 20%		Ore reserve	→ 408,186	TRE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (t)	→ 56,366	
				Ore grade	13.81	



F3 鉍体南部クラスI 鉍量計算平面  
 BÌNH ĐỒ TÍNH TRƯ LƯỢNG QUẶNG LOẠI I

KHOẢNG SANG ĐẤT HIỆM ĐÔNG PAO THÂN QUẶNG F.III  
 +9.900 +50.000 +50.100

F3 鉍体南部クラスII, III 鉍量計算平面  
 BÌNH ĐỒ TÍNH TRƯ LƯỢNG QUẶNG LOẠI II III

KHOẢNG SANG ĐẤT HIỆM ĐÔNG PAO THÂN QUẶNG F.III  
 +9.900 +50.000 +50.100

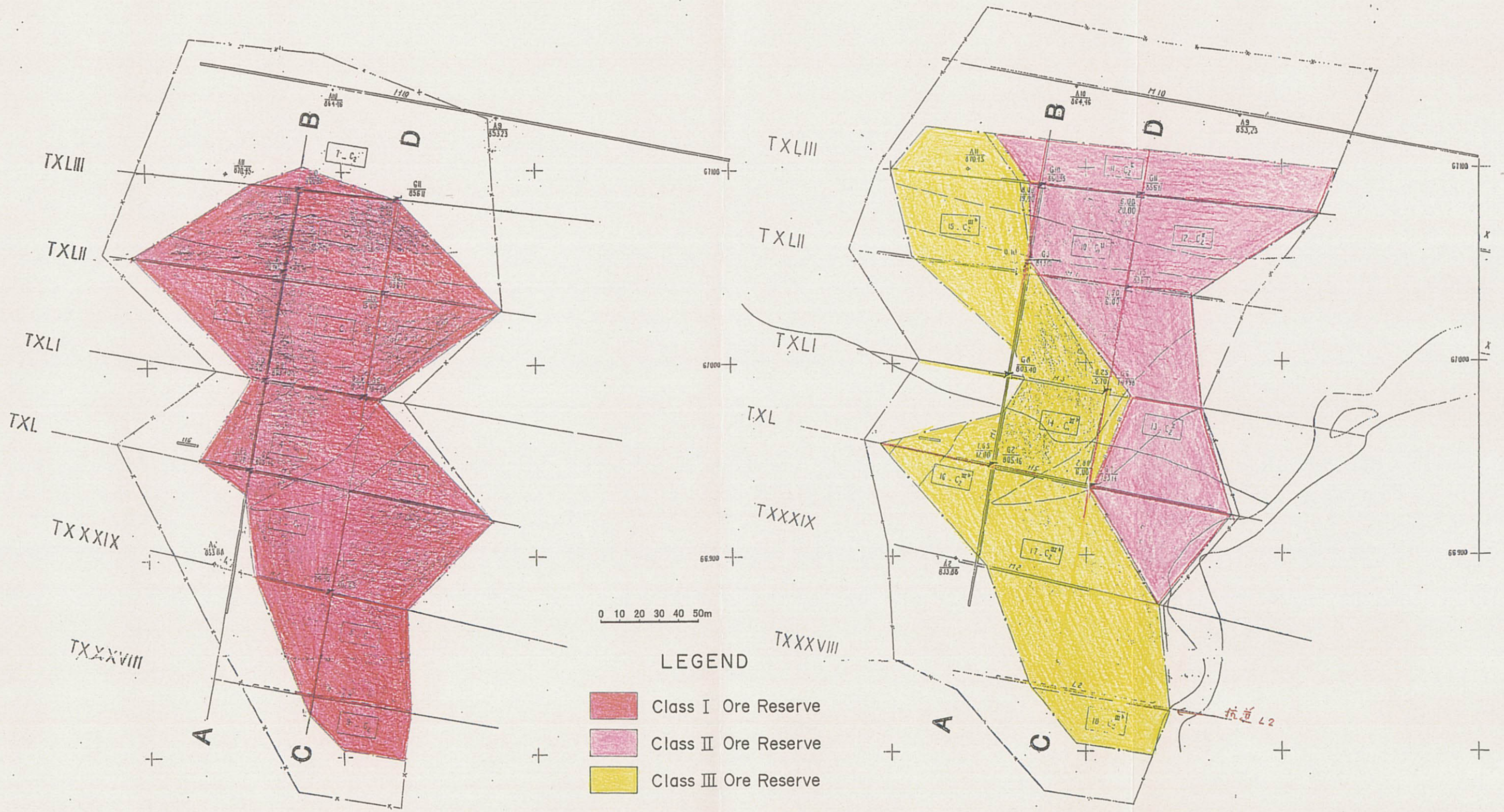


图 I-4-1 F3 鉍体鉍量計算鉍画平面图



MIỆT CẮT ĐOẠC A-B, C-D  
 MỎ ( " NIỆM ĐÔNG PAO - TRẦN QUANG F. III

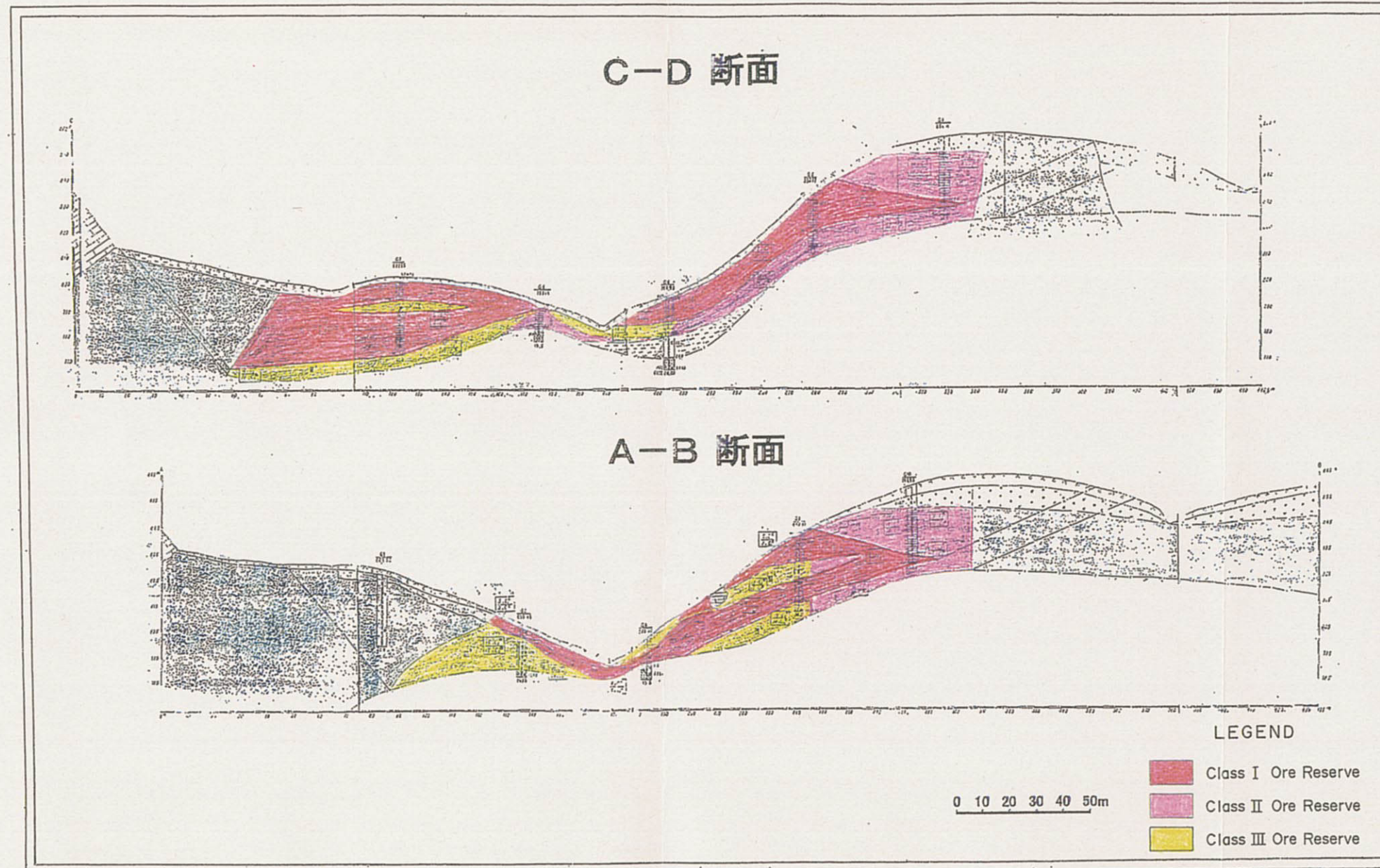


图 1-4-2 F3 磁体磁量计算磁画断面图



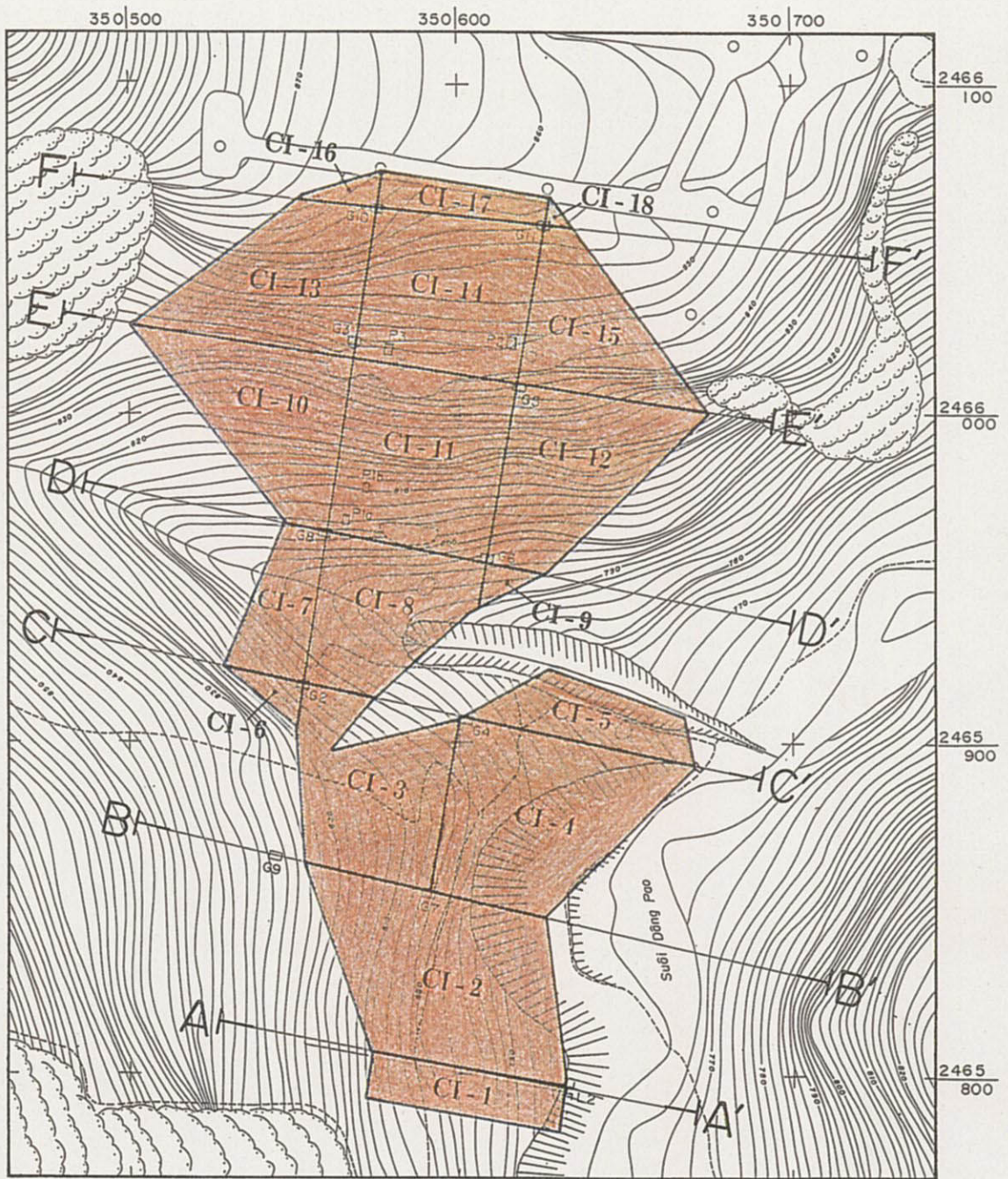


図 I-4-3 F3鉱床南部のクラスI鉱量再計算鉱画平面図



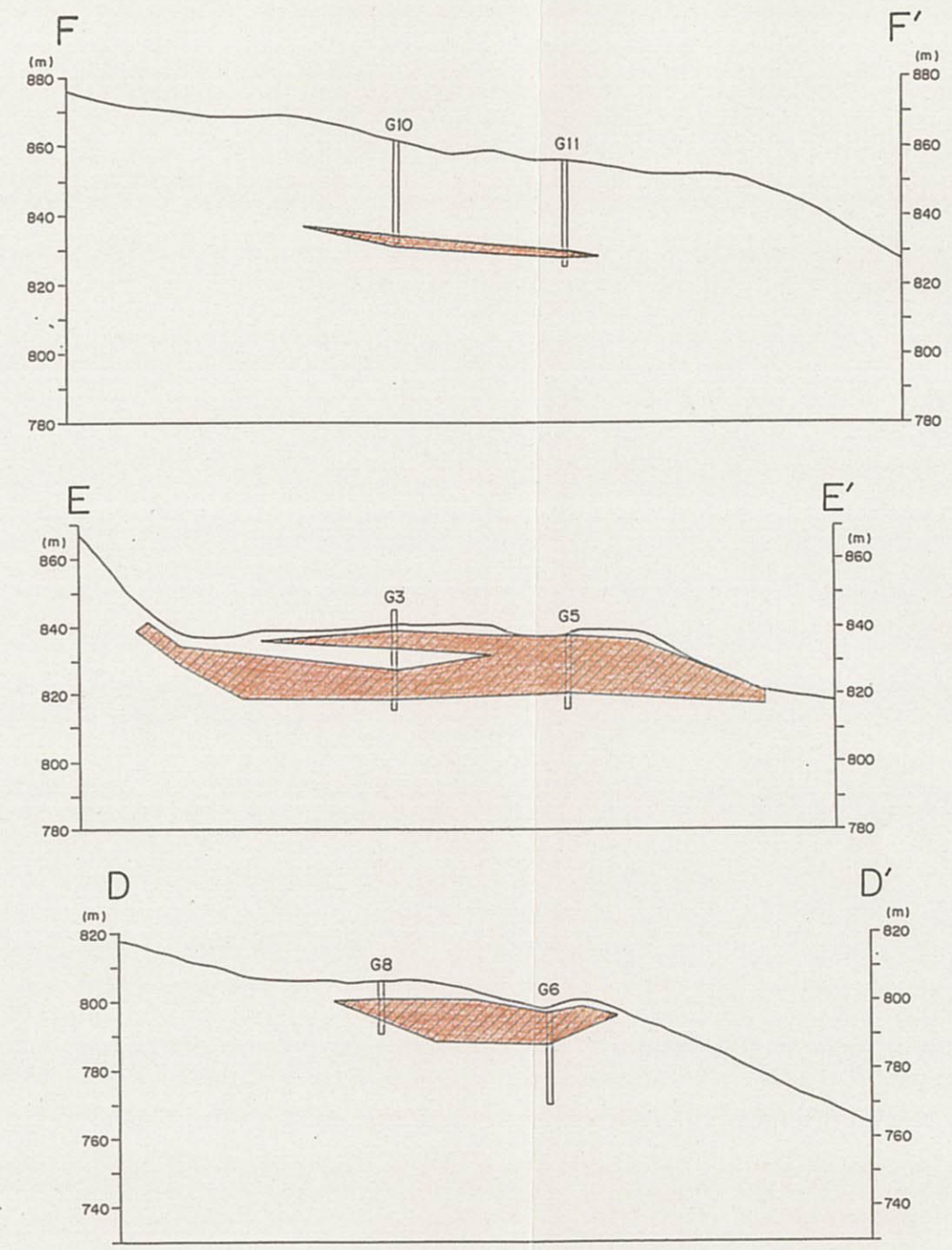
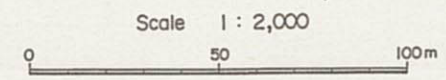
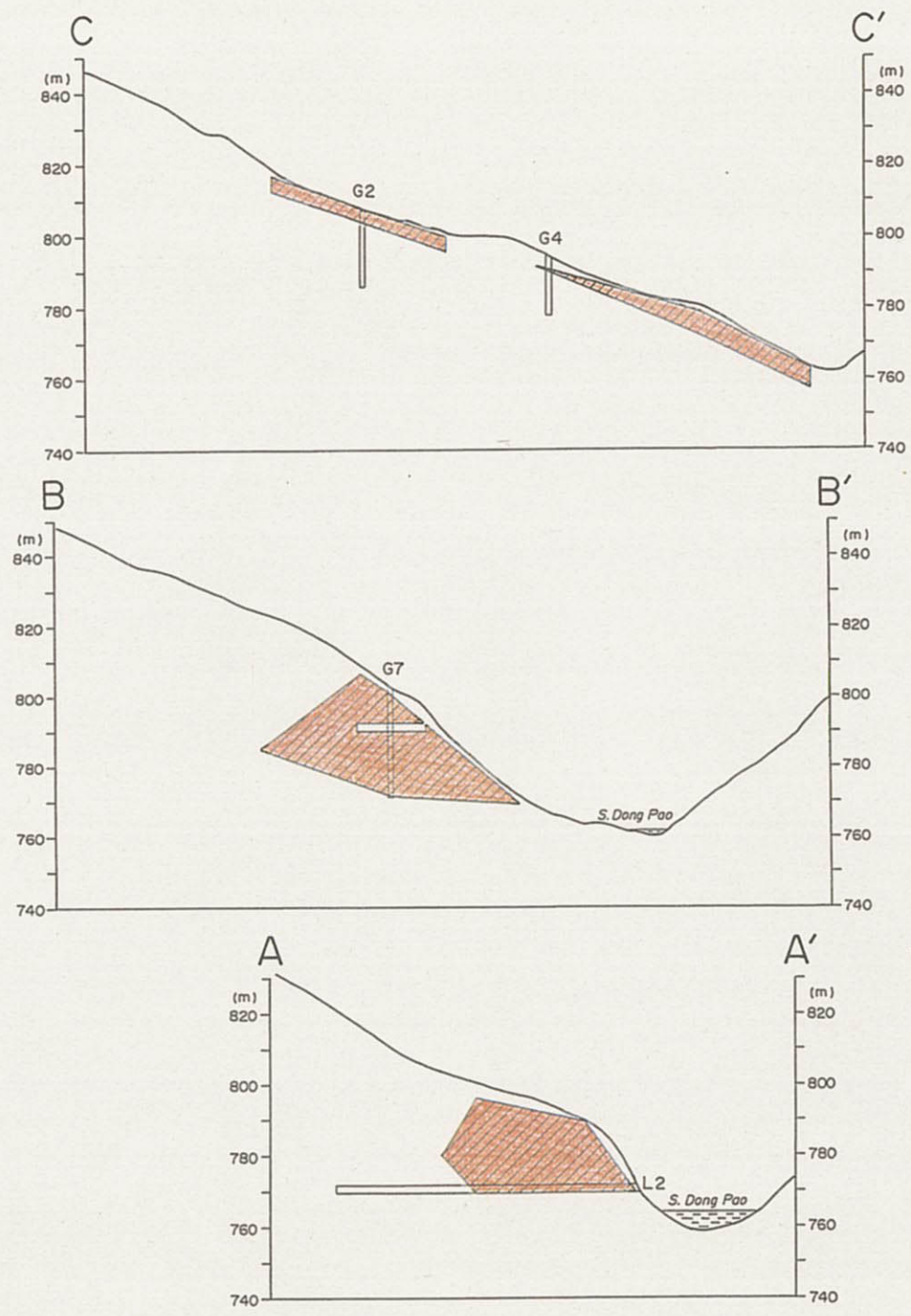


図 1-4-4 F3磁体南部のクラスI鉱画対応断面図(A-A'~F-F')