

チリ共和国 第I州地域

資源開発協力基礎調査報告書

(総括報告書)

平成14年3月

国際協力事業団

金属鉱業事業団

は し が き

日本国政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国第I州地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、既存データ解析、衛星画像解析、地質調査、地化学探査、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、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11年度から平成13年度にわたって実施され、チリ共和国政府機関、チリ銅会社の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、3カ年の調査結果をとりまとめたものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたチリ共和国政府関係機関ならびに外務省、経済産業省、在チリ共和国日本国大使館及び関係各位の方々に衷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

要 約

第 I 州地域における 3 年間の調査は、GEOSCAN 画像解析を含む既存データ解析、衛星画像解析、地質調査、地化学探査、物理探査(重力法)、空中磁気探査、空中磁気探査再解析及びボーリング調査からなる。調査結果は以下のとおり要約される。

1. 既存データ解析、衛星画像解析結果から抽出された鉱床賦存有望地域 8 カ所を調査した。その結果、斑岩銅型鉱化作用に特徴的な産状を有し、鉱床賦存ポテンシャルのある地域として、モチャーソレダー、ラプラナダ、クイーンエリザベス、ティグナマール、カマローネス及びダイアナの 6 地域が抽出された。
2. 空中磁気探査の解析結果から抽出された鉱床賦存有望地域 14 ヶ所を調査した。その結果、斑岩銅型鉱化作用に特徴的な産状を比較的多く有し、鉱床賦存ポテンシャルのある地域として、チュスマサ及びカミーニャの 2 地域が抽出された。
3. チュスマサ地域より北では、主として、暁新世-始新世前期の斑岩銅鉱床ベルトが発達し、始新世後期-漸新世前期の斑岩銅鉱床ベルトは、NW-SE 方向に分布する新第三系-第四系火山岩類に切られるような形となる。チュスマサ北東地域~ティグナマール地域間では、始新世後期-漸新世前期の斑岩銅鉱床ベルトが、新第三系-第四系火山岩類の下に隠されているか、若しくはティグナマール地域の北方域のように存在しない可能性が考えられる。
4. カマローネス地域の重力異常が把握された。高重力異常は、基盤岩類が地表に露出するか地下浅部に広く伏在している場所、すなわち、イグニブライトが欠如するかその厚さが薄い場所を示し、一方、低重力異常は基盤面が相対的に深く、イグニブライトが厚い場所を表していると考えられる。3 次元 2 層構造解析の結果から、イグニブライトの厚さが推定された。
5. 調査地域全域で帯磁率が測定され、帯磁率と岩種又は変質との関係が明らかになった。
6. 残留磁気測定の結果、調査地域には多くの逆磁極を有する空中磁気低異常域が存在すると考えられた。同異常の一部は、空中磁気高異常の一部とともに、潜在する貫入火成岩や固結マグマを示している可能性がある。
7. 地質調査で確認したフリック又は酸性変質帯、又は鉱化帯は、中波長異常域の周縁部~付近、磁気中間強度帯の内部~付近、及び短波長異常域の周縁部~付近のいずれにも合致している。しかし、磁気異常があっても変質帯・鉱化帯または貫入火成岩が浅部にあるとは限らない。
8. 空中磁気解析に基づき調査地域全域の広域的又は局所的な磁気特性が把握され、潜頭性広域地質構造が推定された。
9. 空中磁気異常の付近で実施した 12 孔のボーリングのうち、カマローネス地域の 3 孔において斑岩銅鉱床の胚胎層準である漸新世前期以前の地層に到達した。このうち、MJC-1 及び MJC-11 孔は、斑岩銅鉱床型の鉱化・変質帯を捕捉したと考えられるが、いずれも鉱化帯の銅品位は低く、銅富鉱部は両孔の周辺部に存在する可能性がある。また、カッピングスの帯磁率変化の一般傾向は、坑井地質や変質とよく対応している。
10. 空中磁気データの周波数解析により、既知の斑岩銅型鉱化帯が特有の磁気異常パターンを有することを見いだした。この磁気異常パターンは斑岩銅型鉱化作用の前駆的活動産物のバソリス状深成複合岩体の中波長異常として、鉱床を含む深成~半深成岩類が短波長異常として、また、貫入火成活動に伴う熱水変質帯が磁気中間強度帯として表現されているものと考えられる。これらの磁気異常を用いたパターン分析により鉱床有望地域を絞り込んだ。絞り込みにあたっては、火山地域にも同様の磁気異常パターンが形成されること、大規模な変質帯では貫入火成岩が磁性を失い短波長異常として抽出されない場合があること、誘導磁化と残留磁化が打ち消しあって中波長異常が形成されない場合があること、地形や礫岩層によっても中波長異常が形成される可能性があることなどに留意する必要がある。

将来への提言：

3年間にわたる第I州地域資源開発調査により、空中磁気データや地質鉱化データ等の鉱物資源調査に有用な情報を得ることができた。未だ発見されていない優秀な斑岩銅鉱床が存在する可能性が高いと思われる本地域において、今後これらのデータを活用しつつ調査を実施することを提言する。

調査の実施にあたっては、以下の点に留意することが望ましい。

(1) 調査手法について

本地域はその表層を厚く新期火山岩類が覆っており、その下に存在すると期待される斑岩銅鉱床の探知を困難にしている。このような地域における探査手法として、空中物理探査及び重力探査を実施した。それぞれについて可能性と課題を以下に述べる。

1. 空中磁気探査

マクロな視点で見ると、チリ北部の主要な斑岩銅鉱床の分布と横断性磁気異常(Transverse magnetic anomalies)との間に高い相関があることがCODELCOによって指摘されてきた。第I州の中～南部に位置する主要な斑岩銅鉱床はこれに当てはまるが、北部地域については横断性磁気異常が不明瞭になっているため、本調査では、横断性磁気異常に限定せずすべての磁気異常を解析・検討の対象とした。斑岩銅鉱床と磁気異常との関係を個々の磁気異常レベルで検討するため、周波数解析手法を適用した結果、既知斑岩銅鉱床分布域に中波長、短波長及び磁気中間強度帯のセットからなる共通の磁気異常パターンが存在することを見いだした。この磁気異常のセットについてパターン分析を行い、その結果を調査地域に適用して同じ磁気異常パターンをもつ地域の抽出を行い、探鉱上有望と考えられる磁気異常域を抽出した。

今後、抽出された磁気異常域を含む有望地域においては、変質帯、鉱化帯、関係火成岩体等を確認することが課題となるが、火成岩体の存在、規模等を把握する上で空中磁気データを用いた2次元あるいは3次元の精密モデリングが有効と思われる。なお、深度情報についてはモデリングで必ずしも高精度のデータが得られるとは限らないので、他の手法（ボーリング調査、重力探査、電磁探査等）によるデータを参考にする必要がある。

2. 重力探査

第2年次にカマローネス地域で実施した重力探査は、イグニンプライトの厚さ等の地質構造を推定するうえで有効であると思われる。実施に係るコストが比較的高いため、実施範囲を限定する必要がある。また、重力探査とジョイント解析を実施することで磁気データの利用価値も高まるとと思われる。さらに、将来、空中重力探査法等が低コストで実施可能となれば、本地域における有効な調査手法になるものと思われる。

(2) 斑岩銅鉱床ベルトについて

第I州における斑岩銅鉱床ベルトにつき、クイーンエリザベス鉱徴地以北での連続性は放射性年代測定データの不足により不明瞭であった。今回の放射性年代測定により、鉱床生成区がより明確になったことは、鉱床探査における有望地域の絞り込みに役立つものと期待される。

(3) 有望地域について

今回の調査によって抽出された有望地域の地質・鉱床を明らかにするため下記調査を実施することを提言する。

1. 空中磁気探査により抽出された磁気異常域

パターン分析により抽出された磁気異常域に対して衛星画像解析による地表鉱徴の抽出、及び現地踏査を実施する。

2. 地質調査により抽出された鉱化変質域

地質調査により抽出された7地域（モチャーソレダー、ラプラナダ、クイーンエリザベス、ティグナマル、ダイアナ、チュスマサ及びカミーニャ）に対し、さらに精密な地質調査等を実施する。

3. ボーリング調査により抽出された有望地

カマローネス地域で推定された斑岩銅型鉱化帯潜在部に対し、さらなるボーリング調査を実施する。

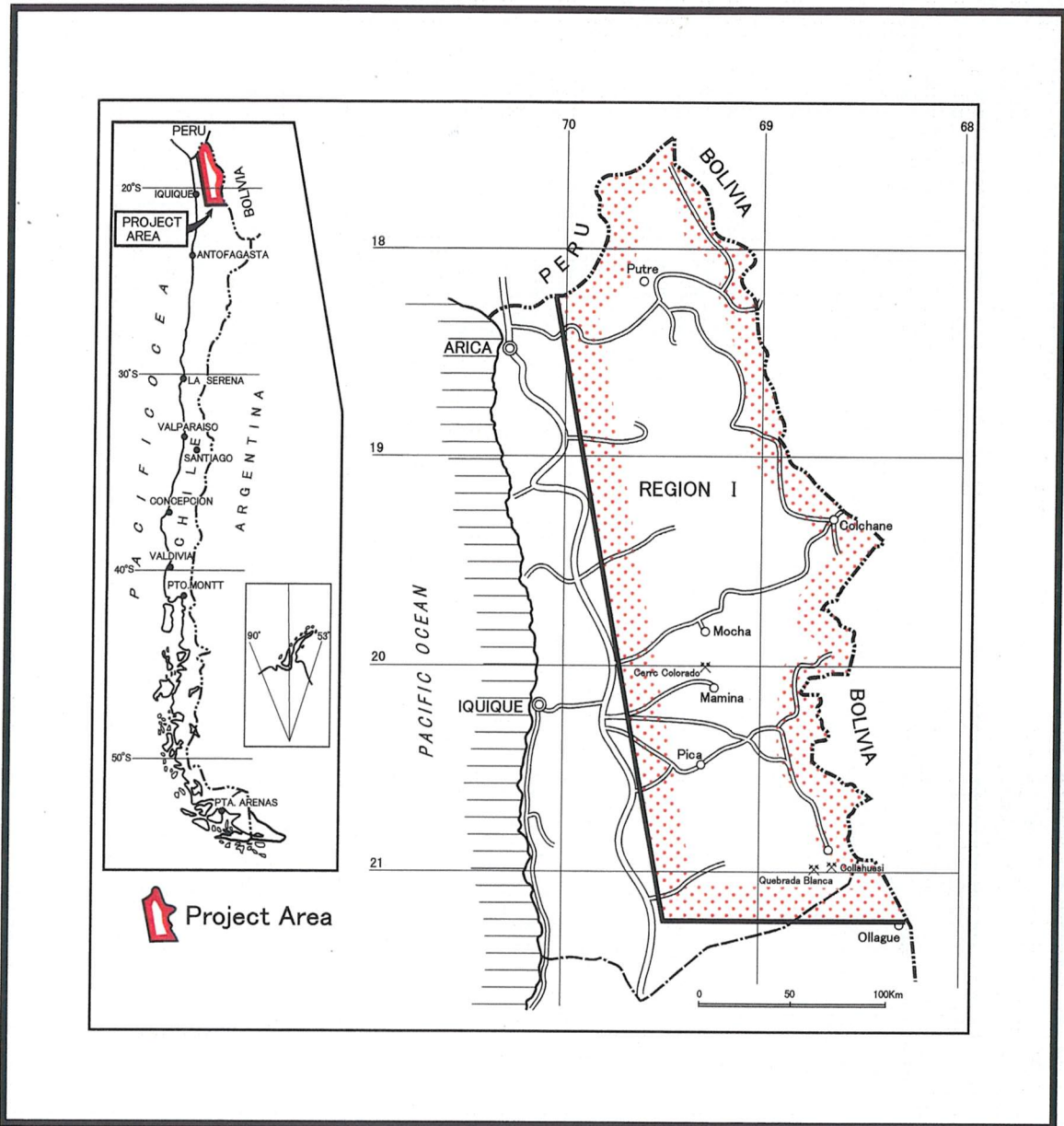


Fig. 1-1 Index Map of the Project Area

目 次

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 調査地域及び調査目的	1
1-2 調査方法及び調査量	1
1-3 調査期間及び調査員	1
第 2 章 従来 of 調査	1
第 3 章 調査地域の地質・鉱床概要	13
第 4 章 調査地域の状況	29
4-1 位置及び交通	29
4-2 調査環境	30
第 5 章 調査結果の総合検討	31
5-1 調査地域全体の地質構造，鉱化作用の特性	31
5-1-1 鉱化作用のタイプ	31
5-1-2 火成活動の時代性と鉱化タイプ	31
5-1-3 鉱床生成区について	32
5-1-4 貫入火成岩と鉱床・鉱徴地	32
5-1-5 地質層序と鉱床・鉱徴地	33
5-1-6 断層と鉱床・鉱徴地	33
5-1-7 リニアメントと鉱床・鉱徴地	33
5-1-8 変質帯と鉱床・鉱徴地	41
5-2 調査地区の地質，鉱化作用の特性	41
5-3 空中磁気異常と地質及び鉱化作用との関係	49
5-4 鉱床賦存のポテンシャルについて	57

第6章 結論及び提言	65
6-1 結論	65
6-2 将来への提言	70

第Ⅱ部 各 論

第1章 既存データ解析	73
1-1 地質・鉱床資料の編集及び解析	73
1-2 GEOSCAN データの画像作成, 地質判読及び解析	73
1-3 衛星画像解析	79
第2章 地質調査・地化学探査	79
2-1 モチャーソレダー地域	79
2-2 クイーンエリザベス地域	111
2-3 ダイアナ地域	137
2-4 ラ プラナダ地域	137
2-5 チャカリージャ地域	153
2-6 クイーンエリザベス西部地域	181
2-7 ティグナマール地域	199
2-8 カマローネス地域	217
2-9 パチカ地域	273
2-10 チュスミサ地域	273
2-11 チュスミサ北東地域	315
2-12 パイルカ地域	329
2-13 カミーニャ地域	329
2-14 カミーニャ北東地域	349
2-15 ミニミニ地域	349
2-16 コドバ北地域	365
2-17 ティグナマール北西地域	365
2-18 ティグナマール南東地域	383
2-19 プトレ南地域	383
2-20 プトレ南西地域	405
2-21 アリカ東地域	405
2-22 プトレ西地域	431

第3章 重力探査	452
3-1 探査方法	452
3-2 探査結果	456
第4章 空中磁気探査	489
4-1 探査方法	489
4-2 探査結果	494
第5章 ボーリング調査	497
5-1 調査目的, 孔位置及び地質境界位置	497
5-2 ボーリング孔の地質及び鉱化・変質作用	497
5-3 磁気異常と地質の関係	511
第6章 空中磁気探査再解析	513
6-1 作業概要	513
6-2 解析結果	513
6-2-1 磁気異常の分離	513
6-2-2 岩石磁性測定	518
6-2-3 磁気異常と地質との関係	551
6-2-4 2次元モデリング	565
6-2-5 既知斑岩銅型鉱化帯と磁気異常との関係	597
6-2-6 磁気異常の評価	597

第Ⅲ部 結論及び将来への提言

第1章 結論	615
第2章 将来への提言	620
参考文献	622

巻末資料

FIGURES

- Fig. 1-1 Index Map of the Project Area
- Fig. 1-2 Location Map of the Survey Area
- Fig. 1-3 Location Map of Drill Holes with Geological Section Lines
- Fig. 1-4 Flowsheet of Survey
- Fig. 1-5 Exploration Flowsheet – Region I
- Fig. 1-6 Geological Map of the Project Area
- Fig. 1-7 Relationship among Granitoids, Ore deposits and Prospects in the Study Area
- Fig. 1-8 Relationship between Density of Ore Deposits & Prospects and Lineaments in the Study Area
- Fig. 1-9 Compiled Distribution Map of Radiometric Age in the Study Area
- Fig. 1-10 Hydrothermal Activity Zones of the Study Area
- Fig. 1-11 Magmatic and Metallogenic Province in the Region I Area (modified map)
- Fig. 1-12 Relationship Between Intermediate Magnetic Intensity Zones and Lineaments
- Fig. 1-13 Relationship Between Airborne Magnetic Anomalies and Alteration Zone
- Fig. 1-14 Integrated Interpretation Map of the Region I Area
- Fig. 1-15 Integrated Interpretation Map of the Camarones Area
- Fig. 2-1-1 Geological Structure of the Study Area
- Fig. 2-1-2 Magmatic and Metallogenic Province in the Region I Area
- Fig. 2-1-3 Location Map of Geoscan Images
- Fig. 2-1-4 Photogeological Interpretation Map of GEOSCAN Images
- Fig. 2-1-5 Location Map of Satellite Images
- Fig. 2-1-6 Photogeological Interpretation Map of TM Images
- Fig. 2-1-7 Photogeological Structure of the Study Area
- Fig. 2-1-8 Target Areas Plotted from Analysis of Satellite Images and Existing Data
- Fig. 2-2-1 Geological Map of the Mocha – Soledad Area
- Fig. 2-2-2 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Mocha – Soledad Area
- Fig. 2-2-3 Mineralization Map of the Mocha – Soledad Area
- Fig. 2-2-4 Distribution Map of Alteration Minerals at the Mocha – Soledad Area
- Fig. 2-2-5 (1) Geochemical Anomaly Map in the Mocha – Soledad Area (Au)
- Fig. 2-2-5 (2) Geochemical Anomaly Map in the Mocha – Soledad Area (Cu)
- Fig. 2-2-5 (3) Geochemical Anomaly Map in the Mocha – Soledad Area (Zn)
- Fig. 2-2-5 (4) Geochemical Anomaly Map in the Mocha – Soledad Area (As)
- Fig. 2-2-6 Geological Map of the Queen Elizabeth Area

- Fig. 2-2-7 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-2-8 Mineralization Map of the Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-2-9 Distribution Map of Alteration Minerals at the Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-2-10 (1) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Au)
- Fig. 2-2-10 (2) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Ag)
- Fig. 2-2-10 (3) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Cu)
- Fig. 2-2-10 (4) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Pb)
- Fig. 2-2-10 (5) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Zn)
- Fig. 2-2-10 (6) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Mo)
- Fig. 2-2-10 (7) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (As)
- Fig. 2-2-10 (8) Geochemical Anomaly Map in the Queen Elizabeth Area (Hg)
- Fig. 2-2-11 Geological Map of the Diana Area
- Fig. 2-2-12 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Diana Area
- Fig. 2-2-13 Mineralization Map of the Diana Area
- Fig. 2-2-14 Distribution Map of Alteration Minerals at the Diana Area
- Fig. 2-2-15 (1) Geochemical Anomaly Map in the Diana Area (Au)
- Fig. 2-2-15 (2) Geochemical Anomaly Map in the Diana Area (Cu)
- Fig. 2-2-15 (3) Geochemical Anomaly Map in the Diana Area (As)
- Fig. 2-2-16 Geological Map of the La Planada Area
- Fig. 2-2-17 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the La Planada Area
- Fig. 2-2-18 Mineralization Map of the La Planada Area
- Fig. 2-2-19 Distribution Map of Alteration Minerals at the La Planada Area
- Fig. 2-2-20 (1) Geochemical Anomaly Map in the La Planada Area (Cu)
- Fig. 2-2-20 (2) Geochemical Anomaly Map in the La Planada Area (Mo)
- Fig. 2-2-20 (3) Geochemical Anomaly Map in the La Planada Area (As)
- Fig. 2-2-21 Geological Map of the Chacarilla Area
- Fig. 2-2-22 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Chacarilla Area
- Fig. 2-2-23 Mineralization Map of the Chacarilla Area
- Fig. 2-2-24 Distribution Map of Alteration Minerals at the Chacarilla Area
- Fig. 2-2-25 (1) Geochemical Anomaly Map in the Chacarilla Area (Zn)
- Fig. 2-2-25 (2) Geochemical Anomaly Map in the Chacarilla Area (As)
- Fig. 2-2-26 Geological Map of the West Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-2-27 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the West Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-2-28 Mineralization Map of the West Queen Elizabeth Area
- Fig. 2-2-29 Distribution Map of Alteration Minerals at the West Queen Elizabeth Area

- Fig. 2-2-30 (1) Geochemical Anomaly Map in the West Queen Elizabeth Area (Au)
- Fig. 2-2-30 (2) Geochemical Anomaly Map in the West Queen Elizabeth Area (Cu)
- Fig. 2-2-30 (3) Geochemical Anomaly Map in the West Queen Elizabeth Area (Zn)
- Fig. 2-2-30 (4) Geochemical Anomaly Map in the West Queen Elizabeth Area (As)
- Fig. 2-2-31 Geological Map of the Tignamar Area
- Fig. 2-2-32 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Tignamar Area
- Fig. 2-2-33 Mineralization Map of the Tignamar Area
- Fig. 2-2-34 Distribution Map of Alteration Minerals at the Tignamar Area
- Fig. 2-2-35 (1) Geochemical Anomaly Map in the Tignamar Area (Pb)
- Fig. 2-2-35 (2) Geochemical Anomaly Map in the Tignamar Area (Zn)
- Fig. 2-2-35 (3) Geochemical Anomaly Map in the Tignamar Area (As)
- Fig. 2-2-35 (4) Geochemical Anomaly Map in the Tignamar Area (Hg)
- Fig. 2-2-36 Geological Map of the Camarones Area
- Fig. 2-2-37 Geological Profiles of the Camarones Area
- Fig. 2-2-38 Schematic Stratigraphic Columns of the Camarones Area
- Fig. 2-2-39 Flatness Ratio of Essential Fragments in Ignimbrite and Density of Rocks
- Fig. 2-2-40 Flatness Ratio Contour of Essential Fragments in Ignimbrite
- Fig. 2-2-41 Mineralization Map of the Camarones Area
- Fig. 2-2-42 Distribution Map of Alteration Minerals at the Camarones Area
- Fig. 2-2-43 (1) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Au)
- Fig. 2-2-43 (2) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Ag)
- Fig. 2-2-43 (3) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Cu)
- Fig. 2-2-43 (4) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Pb)
- Fig. 2-2-43 (5) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Zn)
- Fig. 2-2-43 (6) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Mo)
- Fig. 2-2-43 (7) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (As)
- Fig. 2-2-43 (8) Geochemical Anomaly Map in the Camarones Area (Hg)
- Fig. 2-2-44 (1) Scores of Principal Component Analysis in the Camarones Area (1st Comp.)
- Fig. 2-2-44 (2) Scores of Principal Component Analysis in the Camarones Area (2nd Comp.)
- Fig. 2-2-44 (3) Scores of Principal Component Analysis in the Camarones Area (3rd Comp.)
- Fig. 2-2-44 (4) Scores of Principal Component Analysis in the Camarones Area (4th Comp.)
- Fig. 2-2-44 (5) Scores of Principal Component Analysis in the Camarones Area (5th Comp.)
- Fig. 2-2-44 (6) Scores of Principal Component Analysis in the Camarones Area (6th Comp.)
- Fig. 2-2-45 Geological Map of the Pachica Area
- Fig. 2-2-46 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Pachica Area

- Fig. 2-2-47 Mineralization Map of the Pachica Area
- Fig. 2-2-48 Distribution Map of Alteration Minerals at the Pachica Area
- Fig. 2-2-49 (1) Geochemical Anomaly Map in the Pachica Area (Au)
- Fig. 2-2-49 (2) Geochemical Anomaly Map in the Pachica Area (Cu)
- Fig. 2-2-49 (3) Geochemical Anomaly Map in the Pachica Area (Zn)
- Fig. 2-2-49 (4) Geochemical Anomaly Map in the Pachica Area (As)
- Fig. 2-2-49 (5) Geochemical Anomaly Map in the Pachica Area (Hg)
- Fig. 2-2-50 Geological Map of the Chusmisa Area
- Fig. 2-2-51 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Chusmisa Area
- Fig. 2-2-52 Mineralization Map of the Chusmisa Area
- Fig. 2-2-53 Distribution Map of Alteration Minerals at the Chusmisa Area
- Fig. 2-2-54 (1) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (Au)
- Fig. 2-2-54 (2) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (Ag)
- Fig. 2-2-54 (3) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (Cu)
- Fig. 2-2-54 (4) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (Pb)
- Fig. 2-2-54 (5) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (Zn)
- Fig. 2-2-54 (6) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (As)
- Fig. 2-2-54 (7) Geochemical Anomaly Map in the Chusmisa Area (Hg)
- Fig. 2-2-55 Geological Map of the Area to the Northeast of Chusmisa
- Fig. 2-2-56 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the Northeast of Chusmisa
- Fig. 2-2-57 Mineralization Map of the Area to the Northeast of Chusmisa
- Fig. 2-2-58 Distribution Map of Alteration Minerals at the Area to the Northeast of Chusmisa
- Fig. 2-2-59 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northeast of Chusmisa (As)
- Fig. 2-2-59 (2) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northeast of Chusmisa (Hg)
- Fig. 2-2-60 Geological Map of the Pailca Area
- Fig. 2-2-61 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Pailca Area
- Fig. 2-2-62 Geological Map of the Camiña Area
- Fig. 2-2-63 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Camiña Area
- Fig. 2-2-64 Mineralization Map of the Camiña Area
- Fig. 2-2-65 Distribution Map of Alteration Minerals at the Camiña Area
- Fig. 2-2-66 (1) Geochemical Anomaly Map in the Camiña Area (Cu)
- Fig. 2-2-66 (2) Geochemical Anomaly Map in the Camiña Area (Zn)
- Fig. 2-2-66 (3) Geochemical Anomaly Map in the Camiña Area (As)

- Fig. 2-2-67 Geological Map of the Area to the Northeast of Camiña
- Fig. 2-2-68 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the Northeast of Camiña
- Fig. 2-2-69 Distribution Map of Alteration Minerals at the Area to the Northeast of Camiña
- Fig. 2-2-70 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northeast of Camiña (As)
- Fig. 2-2-70 (2) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northeast of Camiña (Hg)
- Fig. 2-2-71 Geological Map of the Minimiñe Area
- Fig. 2-2-72 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Minimiñe Area
- Fig. 2-2-73 Geological Map of the Area to the North of Codpa
- Fig. 2-2-74 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the North of Codpa
- Fig. 2-2-75 Geological Map of the Area to the Northwest of Tignamar
- Fig. 2-2-76 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the Northwest of Tignamar
- Fig. 2-2-77 Distribution Map of Alteration Minerals at the Area to the Northwest of Tignamar
- Fig. 2-2-78 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northwest of Tignamar (Pb)
- Fig. 2-2-78 (2) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northwest of Tignamar (Zn)
- Fig. 2-2-78 (3) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Northwest of Tignamar (As)
- Fig. 2-2-79 Geological Map of the Area to the Southeast of Tignamar
- Fig. 2-2-80 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the Southeast of Tignamar
- Fig. 2-2-81 Distribution Map of Alteration Minerals at the Area to the Southeast of Tignamar
- Fig. 2-2-82 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the Southeast of Tignamar (As)
- Fig. 2-2-83 Geological Map of the Area to the South of Putre
- Fig. 2-2-84 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the South of Putre
- Fig. 2-2-85 Mineralization Map of the Area to the South of Putre
- Fig. 2-2-86 Distribution Map of Alteration Minerals at the Area to the South of Putre
- Fig. 2-2-87 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the South of Putre (Zn)
- Fig. 2-2-87 (2) Geochemical Anomaly Map in the Area to the South of Putre (As)
- Fig. 2-2-88 Geological Map of the Area to the Southwest of Putre
- Fig. 2-2-89 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the Southwest of Putre
- Fig. 2-2-90 Geological Map of the Area to the East of Arica

- Fig. 2-2-91 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the East of Arica
- Fig. 2-2-93 Mineralization Map of the Area to the East of Arica
- Fig. 2-2-94 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (Au)
- Fig. 2-2-94 (2) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (Ag)
- Fig. 2-2-94 (3) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (Cu)
- Fig. 2-2-94 (4) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (Pb)
- Fig. 2-2-94 (5) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (Zn)
- Fig. 2-2-94 (6) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (Mo)
- Fig. 2-2-94 (7) Geochemical Anomaly Map in the Area to the East of Arica (As)
- Fig. 2-2-95 Geological Map of the Area to the West of Putre
- Fig. 2-2-96 Schematic Stratigraphic Columns and Profiles of the Area to the West of Putre
- Fig. 2-2-97 Mineralization Map of the Area to the West of Putre
- Fig. 2-2-98 Distribution Map of Alteration Minerals at the Area to the West of Putre
- Fig. 2-2-99 (1) Geochemical Anomaly Map in the Area to the West of Putre (Au)
- Fig. 2-2-99 (2) Geochemical Anomaly Map in the Area to the West of Putre (Ag)
- Fig. 2-2-99 (3) Geochemical Anomaly Map in the Area to the West of Putre (Cu)
- Fig. 2-2-99 (4) Geochemical Anomaly Map in the Area to the West of Putre (Pb)
- Fig. 2-2-99 (5) Geochemical Anomaly Map in the Area to the West of Putre (Zn)
- Fig. 2-3-1 Location of Rock Sample
- Fig. 2-3-2 Bouguer Anomaly Map (F.A.G=0.3000 mgal/m) $\rho = 2.25 \text{ g/cm}^3$
- Fig. 2-3-3 Trend maps and Residual maps (F.A.G=0.3000 mgal/m, $\rho = 2.25 \text{ g/cm}^3$)
- Fig. 2-3-4 Residual Gravity Map (F.A.G=0.3000 mgal/m) $\rho = 2.25 \text{ g/cm}^3$
- Fig. 2-3-5 Aeromagnetic Maps (Reduction to the Pole)
- Fig. 2-3-6 Panel Diagram of Aeromagnetic Map and Gravity Map
- Fig. 2-3-7 Gravity Analysis Profile (A-A')
- Fig. 2-3-8 Gravity Analysis Profile (B-B')
- Fig. 2-3-9 Gravity Analysis Profile (C-C')
- Fig. 2-3-10 Topography of Basement
- Fig. 2-3-11 Estimated Thickness of Upper Layer
- Fig. 2-3-12 Gravity Interpretation Map
- Fig. 2-4-1 Survey Area of Airborne Magnetic Survey
- Fig. 2-4-2 Location of the Detailed 1:100 000 "Solid Geology" Interpretation Area
- Fig. 2-5-2 Geological Map with Section Lines of the Camarones Area
- Fig. 2-5-3 Geological Profiles of the Camarones Area
- Fig. 2-5-4 Histogram of Assay Results of Drill Holes

- Fig. 2-6 Transverse Magnetic Anomalies and Known Porphyry-Cu Deposits & Prospects
- Fig. 2-6-1 Flowchart of Airborne Magnetic Interpretation
- Fig. 2-6-2 Total Magnetic Intensity Map
- Fig. 2-6-3 Reduced to the Pole Map
- Fig. 2-6-4 Short Wavelength Reduced to the Pole
- Fig. 2-6-5 Medium Wavelength Reduced to the Pole
- Fig. 2-6-6 Long Wavelength Reduced to the Pole
- Fig. 2-6-7 SW Magnetic Anomalies and Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects
- Fig. 2-6-8 MW Magnetic Anomalies and Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects
- Fig. 2-6-9 LW Magnetic Anomalies and Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects
- Fig. 2-6-10 Histogram of Susceptibility by Geologic Formation
- Fig. 2-6-11 Histogram of Susceptibility by Alteration Type
- Fig. 2-6-12 Distribution of Classified Susceptibility (Northern Part)
- Fig. 2-6-13 Distribution of Classified Susceptibility (Southern Part)
- Fig. 2-6-14 Susceptibility Profiles of Drill Hole
- Fig. 2-6-15 Remanence Sample Location
- Fig. 2-6-16 Remanence and SW & MW Magnetic Anomalies
- Fig. 2-6-17 SW & MW Magnetic Anomalies and Quaternary Volcanics
- Fig. 2-6-18 SW & MW Magnetic Anomalies and Tertiary-Quaternary Ignimbrites
- Fig. 2-6-19 MW & LW Magnetic Anomalies and Intrusive Rocks
- Fig. 2-6-20 MW & LW Magnetic Anomalies and Basement Rocks
- Fig. 2-6-21 Location of 2D Modelling Line and Total Magnetic Intensity
- Fig. 2-6-22 Geology of 2D Modelling Area
- Fig. 2-6-23 Reduce to the Pole and Magnetic Structures of 2D Modelling Area
- Fig. 2-6-24 Line 1 - 2D Model Profile
- Fig. 2-6-25 Line 2 - 2D Model Profile
- Fig. 2-6-26 Line 3 - 2D Model Profile
- Fig. 2-6-27 Line 4 - 2D Model Profile
- Fig. 2-6-28 Line 5 - 2D Model Profile
- Fig. 2-6-29 Line 6 - 2D Model Profile
- Fig. 2-6-30 Line 7 - 2D Model Profile
- Fig. 2-6-31 Line 8 - 2D Model Profile
- Fig. 2-6-32 Line 9 - 2D Model Profile
- Fig. 2-6-33 Line 10 - 2D Model Profile
- Fig. 2-6-34 Line 11 - 2D Model Profile

- Fig. 2-6-35 Line 12 – 2D Model Profile
- Fig. 2-6-36 Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects , 24,475-24,525 nT RTP Zone and SW, MW & LW Magnetic Anomalies
- Fig. 2-6-37 Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects , Lineaments and 24,475-24,525 nT RTP Zone
- Fig. 2-6-38 Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects, Lineaments and Magnetic Anomalies
- Fig. 2-6-39 Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects, Lineaments and Magnetic Anomalies
- Fig. 2-6-40 Existing Porphyry-Cu Deposits & Prospects, Lineaments and Magnetic Anomalies
- Fig. 2-6-41 Schematic relations between SW and MW Magnetic Anomalies
- Fig. 2-6-42 Evaluation of Magnetic Anomalies for Porphyry-Cu Prospecting

TABLES

- Table 1-1 Amount of Work
- Table 1-2 Duration of Survey and Participants
- Table 1-3-1 Stratigraphy of the Study Area
- Table 1-3-2 List of Ore Deposits and Prospects in the Study Area
- Table 1-4 Monthly Mean Temperature and Precipitation Observed at Arica
- Table 1-5 Characteristics of Geology, Alteration and Mineralization at the Survey Areas
- Table 2-1-1 Photogeological Interpretation of Geoscan Images (1)~(2)
- Table 2-1-2 Photogeological Interpretation of TM Images
- Table 2-2-1 Basic Static Value of Rock Samples in the Survey Area
- Table 2-2-2 Basic Static Value of Rock Samples in the Camarones Area
- Table 2-2-3 Geochemical Correlation Coefficients of Rock Samples in the Camarones Area
- Table 2-2-4 Results of Principal Components Analysis
- Table 2-3-1 Average densities of Rock Sample
- Table 2-5-1 Location of Holes and Geologic Boundaries
- Table 2-5-2 Assay Results of Alteration Zones and Mineralization Zones of Drill Holes
- Table 2-6-1 Average Magnetic Susceptibility of Formation by Alteration Type
- Table 2-6-2 Average Magnetic Susceptibility of Non Alteration Rocks
- Table 2-6-3 Variation of Magnetic Susceptibility in Tertiary Intrusive rocks (Tgd) and Cretaceous Intrusive Rocks (Kgd)
- Table 2-6-4 Results of Remanent Magnetization Measurement
- Table 2-6-5 Characteristic Relations between Porphyry-Cu Deposits and Magnetic Anomalies

APPENDICES

- AP-1 Results of Radiometric Age Determination (surface survey)
- AP-2 (1) Results of Microscopic Observation of Thin Sections (Phase 1)
- AP-2 (2) Results of Microscopic Observation of Thin Sections (Phase 2)
- AP-2 (3) Results of Microscopic observation of Thin Sections (Phase 3 surface survey)
- AP-2 (4) Results of Microscopic Observation of Thin Sections (Phase 3 drilling)
- AP-3 (1) Results of Microscopic Observation of Polished Sections (Phase 1)
- AP-3 (2) Results of Microscopic Observation of Polished Sections (Phase 2)
- AP-3 (3) Results of Microscopic Observation of Polished Sections (Phase 3)
- AP-4 (1) Results of X-ray Diffractive Analysis (Phase 1)
- AP-4 (2) Results of X-ray Diffractive Analysis (Phase 2)
- AP-4 (3) Results of X-ray Diffractive Analysis (Phase 3 surface survey)
- AP-4 (4) Results of X-ray Diffractive Analysis (Phase 3 drilling)
- AP-5 (1) Results of Fluid Inclusion Analysis (Phase 1)
- AP-5 (2) Results of Fluid Inclusion Analysis (Phase 2)
- AP-5 (3) Results of Fluid Inclusion Analysis (Phase 3)
- AP-6 (1) Results of Ore Assaying (Phase 1)
- AP-6 (2) Results of Ore Assaying (Phase 2)
- AP-6 (3) Results of Ore Assaying (Phase 3 surface survey)
- AP-6 (4) Results of Ore Assaying (Phase 3 drilling)
- AP-7 Results of Geochemical Analysis of Rock Samples (Phase 3 drilling)
- AP-8 Pb/Cu Contours in the Southern Camarones Area
- AP-9 Total Magnetic Intensity (Reduced to the Pole)
- AP-10 First Vertical Derivative of Total Magnetic Intensity
- AP-11 Depth to the Magnetic Source
- AP-12 Regional Structural Framework
- AP-13 Principle tectonic Elements & Exploration Target Zones
- AP-14 Solid Geology Interpretation from Airborne Magnetic Data
- AP-15 Target Priorities for Detailed Solid Geology
- AP-16 Image of Radiometric Intensity

第 I 部 総論

第 I 部 総 論

第 1 章 調 査 概 要

1 - 1 調 査 地 域 及 び 調 査 目 的

日本国政府は、チリ共和国政府からの資源開発協力基礎調査に関する要請に応え、1999 年 12 月、事前調査団を派遣し、チリ銅公社(Corporación Nacional del Cobre de Chile; CODELCO)と第 I 州地域(Fig. 1-1)の資源開発調査に関する協定書(Scope of Work)を締結した。調査の概要は、同地域の鉱物資源に対する賦存可能性の評価及び探査を目的とし、1999 年度から 3 年間にわたり既存データ解析、衛星画像解析、地質調査、地化学探査、物理探査及びボーリング調査を実施するものである。

第 1 年次調査は平成 11 年度に既存データ解析、衛星画像解析及び地質調査・地化学探査が実施された。

第 2 年次調査は平成 12 年度に地質調査・地化学探査、物理探査(重力探査・空中磁気探査)が実施された。

第 3 年次調査は平成 13 年度に地質調査、ボーリング調査(12 孔, 5,326m)及び空中磁気探査再解析が実施された。

各年次調査の主目的は、対象地域において地質状況及び鉱床賦存状況を解明することにより新鉱床を発見すること、及び相手国機関に対して技術移転を図ることであった。

1 - 2 調 査 方 法 及 び 調 査 量

調査方法は、既存データ解析(地質鉱床資料の編集及び解析、GEOSCAN 画像解析)、衛星画像解析、地質調査、地化学探査及び物理探査(重力法、空中磁気探査)からなる。各年次ごとの調査方法及び調査量は、Table 1-1 に示した。

1 - 3 調 査 期 間 及 び 調 査 員

各年次ごと及び調査手法ごとの調査期間及び調査員を Table 1-2 に示した。

第 2 章 従 来 の 調 査

調査地域の地質・鉱床は、鉱業地質局(Servicio Nacional de Geología y Minería: SERNAGEOMIN)により調査され、下記のとおり公表されている。