

第 III 部 結論および提言

第1章 結論

本調査では2年次にわたり、既存データ解析、衛星画像解析、グラントルースを実施した。既存データ解析では、第1年次に相手国機関、各州政府、民間企業が所有する資料について文献調査を実施した。第2年次には相手国機関が Neuquen 州を対象に取得した空中物理探査データについて解析を行い、さらに、相手国機関が Neuquen 州にて過去に採取した沢砂試料 9242 個について、48 成分の再分析を実施し、その結果について考察を行った。衛星画像解析では、第1年次に 13 シーンのフォールスカラー画像を作成して地質判読を行い、比画像を作成して計 244 箇所の変質帯の抽出を行った。第2年次には有望地区を含む 6 シーンについて変質帯精密解析を実施し、中性変質帯と酸性変質帯の区分を行った。グラントルースでは既存データ解析と衛星画像解析の結果に基づいて現地踏査の対象を選定した。第1年次には既知鉱床または変質帯が分布する 31 地区を対象とした。第2年次には第1年次調査結果のフォローアップとしての 9 地区と、新規 7 地区の計 16 地区を対象とした。

既存データ解析に対する考察結果を Fig. II-4-2 に示す。既存データ解析の文献調査において、本地域における既知鉱床は鉱脈鉱床、斑岩銅鉱床、高硫化系金鉱床、砂金鉱床、堆積性鉱床、その他に分類される。これらのうち、探査の対象として重要なのは経済的に価値の高い、金および含金多金属鉱脈鉱床、高硫化系金鉱床、斑岩銅鉱床である。これらの鉱床は熱水の活動に関連して生成したものであり、その熱源としてマグマの活動が関与している。よって、鉱化作用の有望地を考察するためには、鉱化作用に関係したマグマ弧の分布を把握することが重要である。鉱化作用に関連している可能性のある花崗岩類と火山岩類の K-Ar 法年代測定値を検討した結果 (Table II-4-1, Fig. II-4-1)、北部の Neuquen 州では、Campana Mahuida 斑岩銅鉱床、Andacollo、Varvarco、Cerro del Diablo の鉱脈鉱床が白亜紀後期～暁新世に生成した可能性が高い。この時期は、アンデス造山運動によって旺盛な火山噴出が始新世に始まる以前の時期であり、火山噴出を伴わない貫入岩が鉱化作用をもたらしたことを示唆している。南部の Chubut 州では、Cerro Gonzalo 斑岩銅鉱床、Cerro Colorado 高硫化系金鉱床が白亜紀後期に生成した可能性が高い。Joya del Sol 金鉱脈鉱床の生成は白亜紀中期～後期の可能性が高いが、周辺の Laguna Sunica では古第三系 Ventana 層が熱水変質を受けており古第三紀の可能性も存在する。これら金鉱脈鉱床、高硫化系金鉱床、斑岩銅鉱床の生成年代が重複する時期として白亜紀後期が重要であると考えられる。この白亜紀後期は火山岩噴出の休息期であり、Neuquen 州と同様に火山噴出を伴わない貫入岩が鉱化作用をもたらしたことを示唆している。このことは Sillitoe (1980) が指摘しているように、火山噴出が旺盛な場合はマグマが保有していた揮発成分が逸散するために、有望鉱床が形成され難いことを意味していると考えられる。よって、白亜紀と古第三紀のマグマ弧と、金および含金多金属鉱脈鉱床、高硫化系金鉱床、斑岩銅鉱床、砂金鉱床が調和的に分布する箇所として有望地区が選定された。また、既存データ解析の沢砂地化探データの解析結果として、Aloto del Rio Barrancas 地区では 102~133ppb Au の地化学異常が散点的ながら広範囲に認められ、既知鉱床が存在していないことから新鉱床の賦存が期待される。

衛星画像解析に対する考察結果を Fig. II-4-3 に示す。衛星画像解析では地質判読とともに多種多様なリニアメントが判読された。全体的に南北方向、北東-南西方向、北西-南東方向のリニアメントが卓越するのは、本地域が白亜紀末から現世にわたってアンデス造山運動の影響下にあり、太平洋側からのプレートの沈み込みによって東西の圧縮応力場にあるためと考えられる。しかし、アンデス造山運動以前にも多様な構造運動があり、さらに、地塊の上昇と下降運動によっても多様なリニアメントが発生していると考えられ、リニアメントの方向を系統的に解析するのは困難である。また、鉱脈を胚胎する裂隙そのもののリニアメントは判読されなかった。一方、熱水変質帯は計 244 箇所も抽出されているが、すべてが鉱化作用に関連している訳ではない。しかしながら、鉱化作用には熱水活動とその熱水の通路となった断裂の存在が不可欠であることから、断裂に沿った熱水変質帯という観点で、リニアメント上もしくはリニアメント近傍に存在する変質帯が重要であると考えられる。よって、各リニアメントから 2km 以内に位置する変質帯を選別したところ、該当する変質帯と金および含金多金属鉱脈鉱床、斑岩銅鉱床、砂金鉱床が調和的に分布する箇所として有望地区が選定された。

グランドトルースに対する考察結果を Fig. II-4-4 に示す。第 1 年次の調査結果として、Andacollo, Huemules, Joya del Sol, Cerro Colorado, Cerro Blanco の 5 地区について既にポテンシャルの高さが証明されていると判断し、第 2 年次の調査対象としないことにした。Andacollo 地区では既に Minera Andacollo Gold 社による含金多金属鉱脈鉱床の採掘が行われている。Huemules 地区の含金多金属鉱脈鉱床と Joya del Sol 地区の含金石英脈鉱床については Minera el Desquete 社が F/S を実施中であり、インターネットの情報によると 2,451,700 oz の金量が計上されている。Cerro Colorado 地区の高硫化系金鉱床と Cerro Blanco 地区の含金多金属鉱脈鉱床については Billiton Argentina 社が探査を中断しているが、Cerro Colorado 地区の地表の熱水角礫について 7.95g/t Au が報告されており、Cerro Blanco 地区の石英脈について 1.575g/t Au が本調査で把握されている。

第 2 年次にはフォローアップが必要と判断された Varvarco, Campana Mahuida, Palau Mahuida, Nireco, La Voluntad, Condorcanqui, Epuyen, Cerro Gonzalo, Arroyo Cascada の 9 地区と、Villa Aguas Calientes, Carro Collocho, Cerro Mayal, Cerro de los Bueyes, Rio Foyel, Laguna Sunica, Cerro Cuche の新規 7 地区を対象とした。第 2 年次の調査結果として、Varvarco, Cerro Mayal, Epuyen, Cerro Gonzalo の 4 地区が有望であると考えられる。

Varvarco 地区の Varvarco 鉱床は Santos 鉱床と Santos West 鉱床からなり、花崗閃緑岩を母岩とする。Santos 鉱床の黄銅鉱と孔雀石を伴う石英脈は 14.04g/t Au, 524g/t Ag, 2.75% Cu, 2.69% Pb の分析値を示した。また、Santos West 鉱床の黄鉄鉱鉱染を伴う石英脈は 15.27g/t Au, 37g/t Ag の分析値を示した。Cerro Mayal 地区には下部白亜系の堆積岩類に貫入する白色変質した安山岩斑岩が分布し、断裂帯の褐鉄鉱化した方解石細脈は 59.14g/t Au, 3.4g/t Ag の分析値を示した。Epuyen 地区では白亜紀の花崗岩バソリスに貫入する石英斑岩中に幅約 20cm の石英脈が胚胎され、9.14g/t Au, 12.4g/t Ag の分析値を示した。これは本調査によって初めて記載されるものであり、Rio Blanco 鉱床と命名することにした。Cerro Gonzalo 地区は Sector 1~6 からなり、Sector 1 は Arroyo Luque と呼称される。Arroyo Luque では沢のレベルに深成型の斑岩銅鉱床が

露出し、1295～1655ppm Cu の品位を示す。丘の上では局部的に孔雀石を伴う酸化溶脱帯となっており、この丘の下部に二次富化帯の存在が期待される。また、Cerro Gonzalo 地区の Sector 6 は最も地形的高所に位置し、変質帯が浅成の酸化溶脱帯の様相を呈することから、やはり二次富化体が下部に存在する可能性がある。

また、Condorcanqui の銅鉛床について有望鉛床とは判断されないものの、本調査によって重要な地質学的知見が得られた。安山岩溶岩と同質火砕岩を母岩とする黄銅鉛、孔雀石などの鉛染鉛床について、従来は古第三系 Ventana 層を母岩とするマント型鉛床とされていた。しかし、本調査によって、鉛床母岩はジュラ系 Piltriquitron 層であり、ジュラ紀最末期～白亜紀前期の花崗岩類から派生したデイサイト岩脈が関係する交代鉛床であると考えられる。

既存データ解析、衛星画像解析、グランドトールスによる有望地区を重ね合わせた結果を Fig. II-4-5 に示す。グランドトールスにより選定された 9 地区は、Epuyen 地区を除いて既存データ解析と衛星画像解析の有望地区の双方もしくは一方と良く整合している。Epuyen 地区が既存データ解析の有望地と一部しか重複していないのは、今回初めて記載される Epuyen 地区の Rio Blanco 金鉛脈鉛床の存在が既存データ解析に反映されていないからである。グランドトールスの第 1 年次でポテンシャルの高さが証明された Andacollo, Huemules, Joya del Sol, Cerro Colorado, Cerro Blanco の 5 地区のうち、Andacollo, Huemules, Joya del Sol の 3 地区については既に鉛量計算が行われていることから、探査は十分であると考えられる。Cerro Colorado, Cerro Blanco の 2 地区は有望鉛徴が把握されながら、まだ鉛量計算がなされていないことから、さらに試錐調査などの探査を行うべきと考えられる。

グランドトールスの第 2 年次で選定された Varvarco, Cerro Mayal, Epuyen, Cerro Gonzalo の 4 地区については、今後、さらなる探査の実施が望まれる。

また、既存データ解析の沢砂地化探データの解析結果として、散点的ながら 102～133ppb Au の地化学異常を示す Alto del Rio Barrancas 地区については、新たな金鉛床の賦存が期待される。

なお、Varvarco 地区と Andacollo 地区を含み南北に伸長する範囲が衛星画像解析の有望地となっているが、両地区の中間に位置する Butalon Norte 地区 (Fig. II-3-1-1) がグランドトールスで有望地区に選定されなかった関係から、Varvarco 地区と Andacollo 地区の有望地はそれぞれの範囲に限定される。また、Joya del Sol 地区とその北方を含む範囲が衛星画像解析の有望地となっているが、Joya del Sol 地区で探査を行っている Minera el Desquite 社は Leleque など北方の鉛区を既に取得していることから、探査は十分に行われていると考えられる。

よって、グランドトールスの調査結果として有望地区と選定されるのは Varvarco, Cerro Mayal, Epuyen, Cerro Gonzalo, Cerro Colorado, Cerro Blanco の 6 地区であり、既存データ解析の沢砂地化探データの解析結果として有望地区と選定されるのは Alto del Rio Barrancas 地区である。

第2章 今後の調査への提言

グランドトルースの調査結果として有望地区と選定されたのは Varvarco, Cerro Mayal, Epuyen, Cerro Gonzalo, Cerro Colorado, Cerro Blanco の6地区であり、既存データ解析の沢砂地化探データの解析結果として有望地区と選定されたのは Alto del Rio Barrancas 地区である (Fig.III-1, Table III-1)。

Varvarco 地区の Varvarco 鉱床は Santos 鉱床と Santos West 鉱床からなり、花崗閃緑岩を母岩とする。Santos 鉱床の旧坑には最大幅約 50cm の黄鉄鉱鉱染を伴う網状石英脈が観察され、黄銅鉱と孔雀石を伴う石英脈は 14.04g/t Au, 524g/t Ag, 2.75% Cu, 2.69% Pb の分析値を示した。また、Santos West 鉱床の黄鉄鉱鉱染を伴う石英脈は 15.27g/t Au, 37g/t Ag の分析値を示した。これらについて地質調査、地化学探査、物理探査の精査を実施したうえで、鉱脈の規模を把握するための試錐調査を計画することが望まれる。

Cerro Mayal 地区には下部白亜系の堆積岩類に貫入する白色変質した安山岩斑岩が分布し、断裂帯に褐鉄鉱化した方解石細脈が発達している。これのチャンネルサンプル試料は 59.14g/t Au, 3.4g/t Ag の分析値を示した。よって、地質調査、地化学探査、物理探査の精査により褐鉄鉱化方解石細脈帯を丹念に追跡し、地下の鉱況を把握するための試錐調査を計画することが望まれる。

Epuyen 地区では白亜紀の花崗岩バソリスに貫入する石英斑岩中に幅約 20cm の石英脈が胚胎され、9.14g/t Au, 12.4g/t Ag の分析結果が得られた。これは本調査によって初めて記載されるものであり、Rio Blanco 鉱床と命名することにした。周辺には褐鉄鉱化した他の複数の露頭が遠望される。今後は、地質調査と地化学探査を組織的に実施して、鉱化帯の規模と性状をより正確に把握することが望まれる。なお、Epuyen 地区の西隣には Lago Cholila 地区が存在し、第1年次調査で変質帯から流下する川の転石に 2490ppm Cu の値が得られ、フォローアップ対象とされながらも地主の立ち入り許可が得られず、第2年次に調査を行っていない。よって、Epuyen 地区の探査を要する箇所は西方に拡大される可能性を有している。

Cerro Gonzalo 地区は Sector 1~6 からなり、Sector 1 は Arroyo Luque と呼称される。Arroyo Luque では沢のレベルに深成型の斑岩銅鉱床が露出し、1295~1655ppm Cu の品位を示す。丘の上では局部的に孔雀石を伴う酸化溶脱帯となっており、この丘の下部に二次富化帯の存在が期待される。なお、初生鉱が低品位であるため、二次富化によっても高品位化していないことが危惧されるものの、試錐調査によって下部の状況を確認することが望まれる。ここでは過去の IP 法物理探査が鉱化帯全域をカバーしておらず、試錐調査が未実施であることから、IP 法物理探査を補完したうえで試錐調査を実施することが望まれる。また、Cerro Gonzalo 地区の Sector 6 は最も地形的高所に位置し、変質帯が浅成の酸化溶脱帯の様相を呈することから、やはり二次富化体の可能性を把握するために IP 法物理探査を実施することが望まれる。

Cerro Colorado 地区にはジュラ系の安山岩類が分布し、地表の熱水角礫について 7.95g/t Au が報告されている。しかし、試錐調査はまだ1孔しか実施されていない。今後は、さらに試錐調査を継続して鉱量と品位を把握することが望まれる。

Cerro Blanco 地区には白亜系の堆積岩類が分布し、石英斑岩の貫入を受けている。堆積岩類中

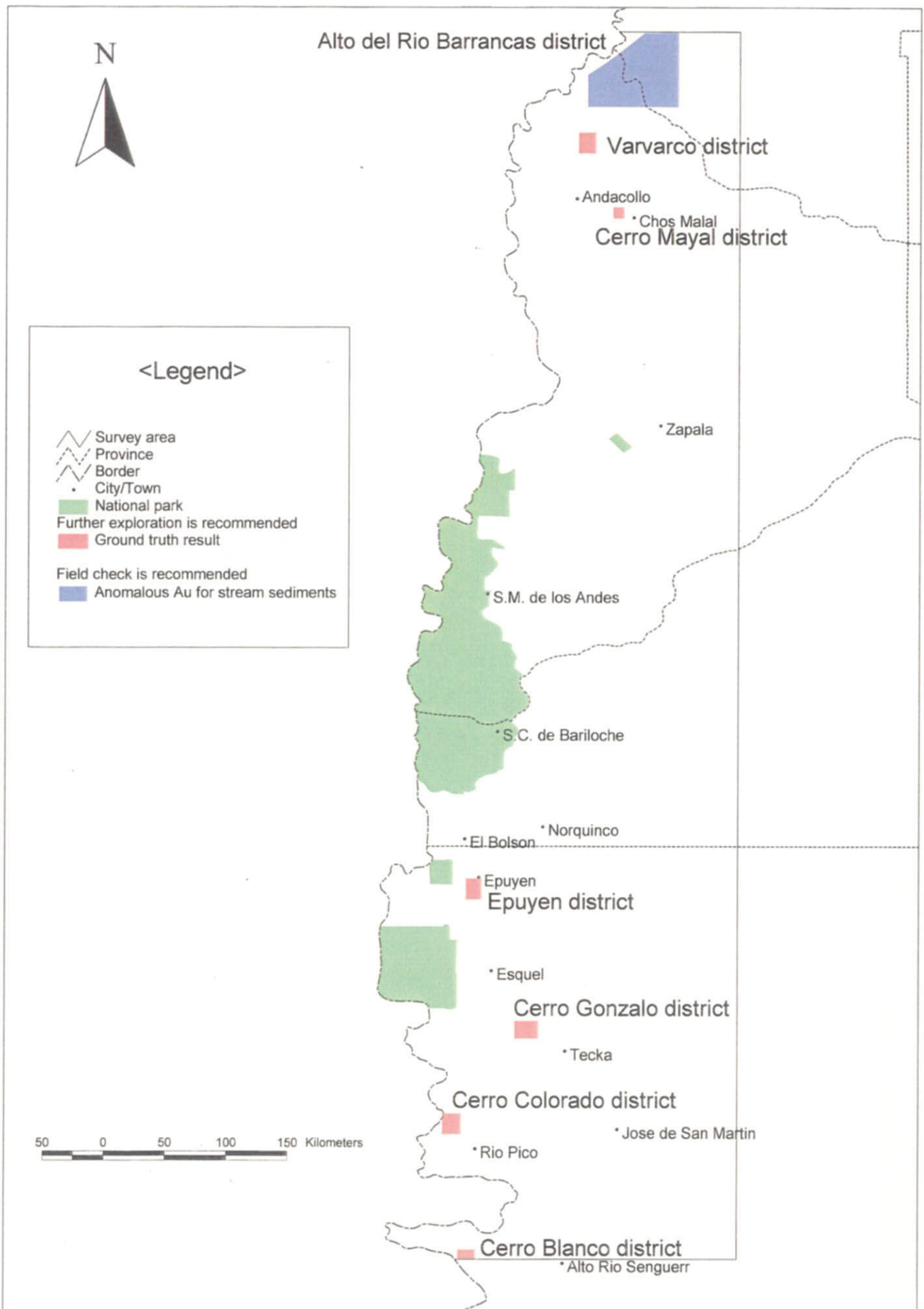


Fig. III-1 Location map of the recommended districts for further exploration in the survey area.

Table III-1 Recommendation for further exploration in the survey area.

No.	Promising district	NE corner	SW corner	Survey for conclusion	Unit	Formation	Rock	Intrusive	Lineament	Alteration (Phase 1, TM image)	Alteration (Phase 2, TM image)	Known mineralization	Survey results	Recommended program
1	Alto del Rio Barrancas	S36°00'00", W69°54'00"	S36°24'00", W70°36'00"	Existing data analysis for stream sediments geochemistry	Tu2, TQ8	Cajón Negro Fm., basalt lavas	Andesite, basalt		NE, NW	ML002-005, 008-010	Neutral, acid		122 to 133ppb Au for stream sediments	Geological survey, geochemical survey by medium of rock and soil, re-interpretation of satellite image in scale of 1/100,000
2	Varvarco	S36°44'24", W70°33'36"	S36°53'24", W70°41'24"	Ground truth (Phase 2)	PTR	Choiyoi Fm.	Tuff, tuff breccia	Granite, Granodiorite	NE, NW, N-S	CM004-007	Neutral, acid	Vervarco (Au-Cu vein), 16.97g/t Au, 302.25g/t Ag, 2.04% Cu	14.04g/t Au, 524g/t Ag, 2.75% Cu at Mina Santos, 15.27g/t Au, 37g/t Ag at Mina Santos West	Detailed geological, geochemical and geophysical survey, then drilling survey
3	Cerro Mayal	S37°17'24", W70°21'00"	S37°22'12", W70°25'48"	Ground truth (Phase 2)	JK	Mendoza Gr.	Sandstone, shale	Andesite porphyry			Acid	Cerro Mayal (Au vein), 75.84g/t Au	59.14g/t Au, 3.4g/t Ag, >25% Fe for limonitic calcite veinlets	Detailed geological, geochemical and geophysical survey, then drilling survey
4	Epuyen	S42°12'54", W71°22'48"	S42°22'12", W71°30'00"	Ground truth (Phase 2)	Jm, Kg	Piltriquitron Fm., granitoids	Silt - sandstone, dacite - andesite, granite	Quartz porphyry	NE, N-S	SB081-083	Neutral	Arroyo Pedregoso (Placer Au)	9.14g/t Au, 12.4g/t Ag for quartz vein in quartz porphyry	Detailed geological, geochemical and geophysical survey, then drilling survey
5	Cerro Gonzalo	S43°15'36", W70°57'36"	S43°23'24", W71°08'24"	Ground truth (Phase 2)	Kg	Granitoids	Granite, granodiorite	Quartz porphyry				Cerro Gonzalo (Porphyry Cu)	Max 0.17% Cu for hypogene porphyry Cu along the streams, and areas on hills are limonitized at Arroyo Luque	IP method geophysical survey and drilling survey
6	Cerro Colorado	S43°55'48", W71°31'48"	S44°05'24", W71°40'12"	Ground truth (Phase 1)	Jba, Kg	Lago la Plata Fm., granitoids	Andesite	Porphyrite		LM033	Neutral, acid	Cerro Colorado (High sulfidation Au)	Average 7.95g/t Au was reported for 66 samples from 2,200km ²	Detailed geological, geochemical and geophysical survey, then drilling survey
7	Cerro Blanco	S44°55'48", W71°25'12"	S45°00'00", W71°33'00"	Ground truth (Phase 1)	Kim, Ka	Apeleg Fm., Divisadero Fm.	Sandstone, Mudstone, Volcanics	Qz porphyry, Andesite		SE006	Not conducted	Cerro Blanco (Au-Pb vein)	Hydrothermal alteration is developed, 1.575 g/t Au for quartz vein	Detailed geological, geochemical and geophysical survey, then drilling survey

の石英脈について 1.575g/t Au が本調査で把握されている。これについては既にトレンチ調査が実施されている。今後は、物理探査などを行ったうえで試錐調査を実施することが望まれる。

Aloto del Rio Barrancas 地区では、散点的ながら 102~133ppb Au の沢砂による地化学異常が把握されている。ここでは古第三紀~新第三紀のマグマ弧が分布し、衛星画像解析による変質帯が分布するものの、既知鉱床が存在しておらず、新たな金鉱床の賦存が期待される。よって、地質調査、岩石・土壌を媒体とした地化学探査の概査を実施することが望まれる。この際には、縮尺 1/25 万で判読がなされた衛星画像解析を、縮尺 1/10 万程度で詳細に再判読することが望まれる。

<References for Geology and Mineralization>

- Ametrano, S., Coipa, B., Donnari, E. and Pezzutti, N. (1979) Mineralización de cobre asociada al plutonismo Terciario en la zona de la Condorcanqui, Provincia de Chubut. Secretaría de Estado de Minería, Ministerio de Economía.
- Beltramone, C.A. (1978) Informe preliminar proyecto 04 HA "Lago Epuyen". Plan Patagonia Comahue, Subsede Los Alamos 7-12-78.
- Caminos, R., Cordani, V. y Linares, E. (1979) Geología y geocronología de las rocas metamórficas y eruptivas de la Precordillera y Cordillera Frontal de Mendoza, República Argentina. Actas del 2º Congreso Geológico Chileno, 1(6): 43-61, Santiago.
- Caminos, R., Cingolani, C., Herve, F. y Linares, E. (1982) Geochronology of the pre-andean metamorphism and magmatism in the Andean Cordillera between latitudes 30° and 36°S. Earth Science Review, 18: 333-352, Amsterdam.
- Cayetano, P. and Francisco, B. (1993) Mapeo de Semidetalle y Muestreo de las Zonas de Alteración del Cerro Bayo (Cordillera de Sakmata) Apeleg; Chubut.
- Cominco (1996) Informe Final Pino Andino.
- CORMINE (1996) Prospectos y Area de Alteración Hidrotermal Provincia del Neuquen. CORMINE S.E.P., Gobierno de la Provincia del Neuquen.
- CORMINE (1998a) Sector Norte Distrito Minera Andacollo. CORMINE S.E.P., Gobierno de la Provincia del Neuquen.
- CORMINE (1998b) Prospecto Pino Andino. CORMINE S.E.P., Gobierno de la Provincia del Neuquen.
- Danieli, J.C., Ronconi, N., Case, A.N. and Gingsins, M. (1979) Estudio Comparativo de los Distritos Mineros "Andacollo" y "Cerro Atravesada", Pcia. Del Neuquen, Argentina. Segundo Congreso Geológico Chileno 6-11 Agosto 1979, Artica-Chile.
- Emparan, C., Suarez, M. y Muñoz, J. (1992) Carta geológica de Chile, Hoja Curacautín. Servicio Nacional de Geología y Minería, inédito. Santiago.
- Genini, A. (1976) Reconocimiento geológico area Epuyen, Provincia del Chubut. Servicio Nacional Minero, Plan Patagonia Comahue.
- Genini, A. (1988) Proyecto Arroyo Cascada, Provincia de Chubut. SEGEMAR.
- Genini, A. and Grizinic, M., (1999) Informe Preliminar Proyecto 04 HA Epuyen Provincia del Chubut, Area No 8. Cerro Coihue, Delegación Regional Patagonia, SEGEMAR.
- Giacosa, R.E. (1982) Informe Geológico Minero Proyecto 15 AF Bariloche, Mosaico 4172-IV-10a, Zona : Nacientes del Rio Foyel, Prov. De Rio Negro. Servicio Minero Nacional - Plan Patagonia Comahue, Subsede Los Alamos-Río Negro.

- Giacosa, R., Heredia, N., Cesari, O., Zubia, M. and Gonzalez, R. (1999) Geología y Recursos Minerales del Sector Rionegrino de las Hojas 4172-IV, San Carlos de Bariloche y 4172-II, San Martin de los Andes. Información Geológico Minera de la Provincia de Río Negro. Gobierno de la Provincia Río Negro y SEGEMAR.
- Gordon, A. y Ort, M. (1993) Edad y correlación del plutonismo subcordillerano en las Provincias de Río Negro y Chubut. Actas del 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 4: 120-127, Mendoza.
- Greco, E. A. and Bernabó de Greco, E. (1973) Estudio geológico de la mina de plomo, zinc, plata y cobre "María", Dept. Ñorquinco, Pcia. de Río Negro. Dirección General de Minería-Centro Minero "Los Alamos", Provincia de Río Negro.
- Hayase, K. (1970) Informe sobre las minas de caolín, alunita, y minerales metalíferos en la Provincia del Chubut. Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur.
- Herrero, J.C. (1977) Informe geológico minero del Mosaico 4172-IV-10a. Proyecto 15 AF Bariloche. Servicio Minero Nacional – Plan Patagonia Comahue (inédito), Comodoro Rivadavia.
- Herrero, J.C. (1981) Informe preliminar sobre la prospección regional del Cordón de Esquel. Mosaicos 4372 II, C4, D4. Plan Patagonia Comahue.
- JICA (1984) Report on the geothermal energy development in the north of Neuquén Province. (in Japanese)
- JICA/MMAJ (1981) Report on mineral exploration in the Northern area, Argentine Republic (in Japanese and Spanish).
- JICA/MMAJ (1983) Report on mineral exploration in the Patagonia area, Argentine Republic (in Japanese and Spanish).
- JICA/MMAJ (1984) Report on mineral exploration in the Patagonia area, Argentine Republic. (in Japanese and Spanish)
- Leanza, H.A. (1985) Descripción geológica de la Hoja 36b, Cerro Cachil, Prov. del Neuquén. Serv. Geo. Nac. (Informe inédito).
- Lepeltier, C. (1969) A simple statistical treatment of geochemical data by graphical representation. *Econ. Geol.* 64, p538-550.
- Lizuaín, A. (1981) Características y edad del plutonismo en los alrededores del Lago Puelo, Provincia del Chubut. VIII Congreso Geológico Argentino, San Luis. Actas III:607-616.
- Lizuaín, A. (1983) Geología de la Cordillera Patagonia entre las localidades de Lago Puelo y Leleque, Provincia del Chubut. Tema de Tesis, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Llambías, E.J. y Rapela, C.W. (1989) Las volcánicas de Colipilli, Neuquén (37°S) y su relación con otras unidades paleógenas de la Cordillera. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, Vol. 44, No. 1-4, 224-236.

- Maiza, P.J. (1981) Estudio de los yacimiento de caolin del oeste de la Provincia del Chubut, Minas Susana, Gato y Estrella Gaucha. VIII Congreso Geologico Argentina, San Luis, Actas IV: 471-484.
- Marquez, M.J. (1980a) Informe Preliminar, Proyecto 04 HC, Area Cordon Caquel, Sector entre Arroyo Luque y Arroyo el Rapido. Plan Patagonia Comahue. SEGEMAR.
- Marquez, M.J. (1980b) Informe geologico preliminar, proyect: 04 HB Esquel y 04 HC Trevelin. Plan Patagonia Comahue, Servicio Minero Nacional.
- Marquez, M.J. (1989) Informe de avance, exploracion por sondeos de sector Cerro Gonzalo, Proyecto Cordon Caquel – Tecka, Provincia de Chubut. SEGEMAR.
- Marquez, M.J. and Giacosa, R.E. (1989) Mineralizacion asociada a diques Teciaros de dacita –andesita–basalto en la Cordillera Patagonica Septentrional y Central, Provincias de Rio Negro y Chubut. Correlacion Geologica, 1989, No.3:83-90.
- Marquez, M.J. and Parisi, C. (1995) Informe de Avance Programa Cordillera Patagonica Area Arroyo Canogas. Secretaria de Minería de la Nación Direccion Nacional del Servicio Geologico Delegacion Regional Patagonia.
- Méndez, V., Zanettini, J.C. and Zappettini, E.O. (1995) Geología y Metalogenesis del Orogeno Andino Cenral, República Argentina. Dirección Nacional del Sevcio Geológico, Secretaría de Minería de la Nación, Buenos Aires.
- Mining Secretary (1993) Directory of Minig Investiment Opportunities in the Argentine Republic (Preliminar Edition-1993). Mining Secretary, Ministry of Economy and Public Services.
- Munizaga, F., Hervé, F., Brook, M., Pankhurst, R. and Snelling, N. (1985) Geochronology of granitoids of the lake region, Chile (39°-42° Lat. S). Universidad de Chile, Departamento de Geología, Comunicaciones, No. 35, 167-170. Santiago.
- Pancetti, N. (1984) Informe geofisico, Area de reserva No. 29 Cordon Caquel, Provincia de Chubut. Servicio Minero Nacional, Secretaria de Minería.
- Page, R. (1980) La edad del Cautivalitense en su área tipo, Provincia del Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 35 (1): 151-155. Buenos Aires.
- Page, S. (1984) Los gabros bandeados de la sierra de Tepuel, cuerpos del sector suroeste, Provincial del Chubut. In Congreso Geológico Argentino, No. 9, Actas, Vol. 2, 584-595. San Carlos de Bariloche.
- Pages, C. (1951) Inventario minero de la Patagonia para la Defensa Nacional Fabricaciones Militares. Inédito.
- Parica, C.A.(1986) Resultados geocronológicos preliminares de las Formaciones Colohuincul y Huechulafquen, Provincia del Neuquen. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 41 (1-2): 201-205, Buenos Aires.

- Perez, H.D and Sureda, R.J. (1999) El Prospect aurifero Cerro Colorado, Chubut. XIV Congreso Geologico Argentino, Actas II, Salta. 323-326.
- Pesce, A.H. (1981) Estratigrafía de las nacientes del río Neuquén y Nahuever, Provincia del Neuquén. In Congreso Geológico Argentino, No. 8, Actas, Vol. 3, 439-455. San Luis.
- Petersen, C.S. and Bonorino, G. (1947) Observacion geologica en el Chubut occidental. Rev. Soc. Arg. II, 177-222.
- Placer Dome Exploration Inc.(1994) Zona de reserva "Quebrada del Bronce". Report.
- Ramos, V. (1983) Evolución tectónica y metalogénesis de la Cordillera Patagónica. Actas del 2º Congreso Nacional de Geología Económica, 1: 108-124, San Juan.
- Ramos, V. (1996) Evolución tectónica de la Plataforma Continental. En V. A. Ramos y M. A. Turic (Eds.). Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio 21: 385-404, Buenos Aires.
- SEGEMAR (1997) Mapa Geologico de la Republica Argentina (1:2,500,000).
- Sillitoe, R.H. (1976) Permo-Carboniferous, upper Cretaceous, and Miocene porphyry copper-type mineralization in the Argentinian Andes. Econ. Geol., Vol. 72, 99-103.
- Sillitoe, R.H. (1980) Cauldron subsidence as a possible inhibitor of porphyry copper formation. Mining Geology Special Issue, No. 8, p85-93.
- Sinclair, A.J. (1974) Selection of thresholds in geochemical data using probability graphs. J. Geochem. Explor. 3, p129-149.
- Sinclair, A.J. (1976) "Probability Graphs." Assoc. Exploration Geochemists, Spec. Vol. No. 4, p95.
- Stern, C.R., Mukasa, S.B. and Fuenzalida, R. (1992) Age and petrogenesis of the Sarmiento ophiolite complex of southern Chile. Journal of South American Earth Sciences, Vol. 6, No. 1-2, 97-104.
- Swinden, H.S. (1996) The application of volcanic geochemistry to the metallogeny of volcanic-hosted sulphide deposits in Central Newfoundland. Ed. Wyman, D.A., Short Course Notes, Volume 12, Geological Association of Canada.
- Tabacchi, H. H. (1953) Estudio Geologico-Minerro del yacimiento cuprifero "Condorcanqui", Departamento Chshamen, Chubut. DGFM.
- UNDP (1983) Exploracion minera en la Provincia de Chubut, Argentina. Informe Final : Parte I y II. Fondo Rotatorio de las Naciones Unidas.
- Viera, R.L.M. and Hughes, G. (1999) El Prospect Huemules, Cordon Oriental del Futalaufquen, Chubut, Argentina, Recursos Minerales de Argentina.
- Zanettini, J.C.M., Marquez, M.J., Gonzalez, R.A., Vivallo, W.P., Gardeweg, M.C. and Tassara, A.H. et al. (1999) Mapa de Recursos Minerales del Area Fronteriza Argentino-Chilena entre los 34º y 56ºS. Publicacion Geologica Multinacional, Escala 1:1,000,000.

Zappettini, E.O. ed. (1998) Mapa Metalogénico de la República Argentina (Versión Preliminar). Proyecto de Asistencia Técnica para el Desarrollo del Sector Minero Argentino P.A.S.M.A.

Zubia, M. (1985) Planillas de evaluación previa. FONEM. Project Lago Fontana. Dirección de Nacional de Minería y Geología. Inedito.

<Reference for Satellite Image Analysis>

Hiroi, T. et al. (1985) A method to determine mineral assemblage of asteroidal surfaces by their spectral reference -29 Amphitrite as an example of applications-, Proceedings of the 18th ISAS Lunar and Planetary Symposium, p52-53.

Hiroi, T. and Takeda, H. (1989) A method of converting reflectance spectra into absorption coefficient spectra of mineral mixture for application to asteroidal surface mineralogy, Lunar and Planetary Science.

Hiroi, T. and Pieters, C. M. (1992) Effects of grain size and shape in modeling reflectance spectra of mineral mixtures, Proceedings of Lunar and Planetary Science, 22, 312-325.

Saito, M., Murakami, T., Kumagaya, J., Kato, M., Kawakami, T., Tsukada, Y., Matano, Y. and Iida, K. (1998) Development of soil mapping method by the satellite data of ASTER. Society of Remote Sensing, 24th Proceedings, p147-150. (in Japanese)

Tsuchiya, K. ed. (1993) Outline of the remote sensing. Asakura Book Store. (in Japanese)

ERSDAC (1990) Handbook of data application for the earth observation, -LANDSAT, Second edition-. (in Japanese)

<References for Appendix-15>

Boynton, W.V. (1984) Cosmochemistry of the rare earth elements: meteoric studies. In Rare Earth Element Geochemistry (P. Henderson ed.). Elsevier. Amsterdam, 63-114.

Christiansen, E.H. and Keith, J.D. (1996) Trace elements systematics in silicic magmas: A metallogic perspective. Trace element geochemistry of volcanic rocks: Applications for massive sulphide exploration. Ed. Wyman, D.A., Short Course Notes, Volume 12, Geological Association of Canada.

Craig, H. (1963) The isotopic geochemistry of water and carbon in geothermal areas, in Tongiorgi, E., ed., Nuclear geology on geothermal areas: Pisa, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Laboratorie di geologia Nucleare, 17-53.

- Gromet, L.P. and Silver, L.T. (1983) : Rare earth element distribution among minerals in a granodiorite and their petrogenetic implications. *Geochem. Cosmochem. Acta*, 47, 925-939.
- Field, C.W. (1966) Sulfur isotope abundance data, Bingham district, Utah. *Econ. Geol.*, Vol. 61, p850-871.
- Field, C.W. and Fifarek, R.H. (1985) Light stable-isotope systematics in the epithermal environment. *Geology and Geochemistry of Epithermal Systems*. Berger, B.R. and Bethke, P.M. ed., *Reviews in Economic Geology*, vol. 2, p99-128.
- Friedman, I. and O'Neil, J.R. (1977) Compilation of stable isotope fractionation factors of geochemical interest. USGS Professional Paper, Data of Geochemistry, Chapter KK, KK1-KK12.
- Hattori, K. and Sakai, H. (1979) D/H ratios, origins, and evolution of the ore-forming fluids for the Neogene veins and Kuroko deposits of Japan. *Econ. Geol.*, Vol. 74, p535-555.
- Hedenquist, J.W., Matsuhisa, Y., Izawa, E., White, N.C., Giggenbach, W.F. and Aoki, M. (1994) Geology, geochemistry, and origin of high sulfidation Cu-Au mineralization in the Nansatsu district, Japan. *Econ. Geol.*, Vol. 89, p1-30.
- JICA/MMAJ (2000) Report on regional survey for mineral resources in the Central North area, Mongolia. Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan. (in Japanese and English)
- Kieffer, S.W. (1982) Thermodynamics and lattice vibrations of minerals: 5. applications to phase equilibria, isotopic fractionation, and high-pressure thermodynamic properties. *Reviews of Geophysics and Space Physics*. Vol. 20, No. 4, p827-849.
- Lang, J.R. and Titley, S.R. (1998) Isotopic and geochemical characteristics of Laramide magmatic systems in Arizona and implications for the genesis of porphyry copper deposits. *Econ. Geol.*, Vol.93, p138-170.
- Matsuhisa, Y., Goldsmith, J.R. and Clayton, R.N. (1979) Oxygen isotopic fractionation in the system quartz-albite-anorthite-water. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v.43, 1131-1140.
- MITI (1999) Report on the development for geochemical exploration technique. Ministry of International Trade and Industry of Japan. (in Japanese)
- Mizota, C. and Kusakabe, M. (1994) Spatial distribution of δD - $\delta^{18}O$ values of surface and shallow groundwaters from Japan, south Korea and east China. *Geochemical Journal*, Vol. 28, p387-410.
- Ogasawara, M. (1989) Geochemistry of rare-earth elements. *Mining geology*, 39(2), 166-176. (in Japanese with English abstr.)
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W. and Tindle, A.G. (1984) Trace elements discrimination diagram for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, Vol. 25, Part4, p956-983.

- Rye, R.O. and Ohmoto, H. (1974) Sulfur and carbon isotopes and ore genesis: A review, *Econ. Geol.*, 69, 826-842.
- Sakai, H. and Matsubaya, O. (1974) Isotopic geochemistry of the thermal waters of Japan and its bearing on the Kuroko ore solutions. *Econ. Geol.*, Vol. 69, p974-991.
- Sakai, H. and Matsuhisa, Y. (1996) Stable isotope geochemistry. University of Tokyo Press, 1996. (in Japanese).
- Sasaki, A. and Ishihara, S. (1979) Sulfur isotopic composition of the magnetite-series and ilmenite-series granitoids in Japan. *Contrib. Mineral. Petrol.* 68, 107-115.
- Taylor, H.P., Jr. (1974) : The application of oxygen and hydrogen isotope studies to problems of hydrothermal alteration and ore deposition. *Econ. Geol.*, 69, 843-883.