

## 7. 現地野外視察状況

本プロジェクトの研究対象は、天然における鉱床やそれから産する鉱石および鉱物である。したがって本プロジェクトを実施するにあたり 研究対象の鉱床調査や鉱石の産状など鉱床学の基礎的資料を詳らかにする必要がある、これらの野外調査は本プロジェクト遂行上不可欠なものである。プロジェクトの実施にあたり、チリにおける本調査対象になり得る鉱床や鉱石に関する学術的資料や協力を要請する鉱山会社の実情を、あらかじめ把握していることは重要であると考えられる。このためには現地（野外）視察を行なう必要がある、本長期調査期間中、すでに調査日程で述べたように、11月16日から25日まで鉱山調査を行った。

今回調査した鉱山は、期間と地理的な制約のためチリ全土にわたって行うことはできなかったが、可能なかぎり主要な鉱種（型）の鉱床を調査するように計画・実施した。すなわち、

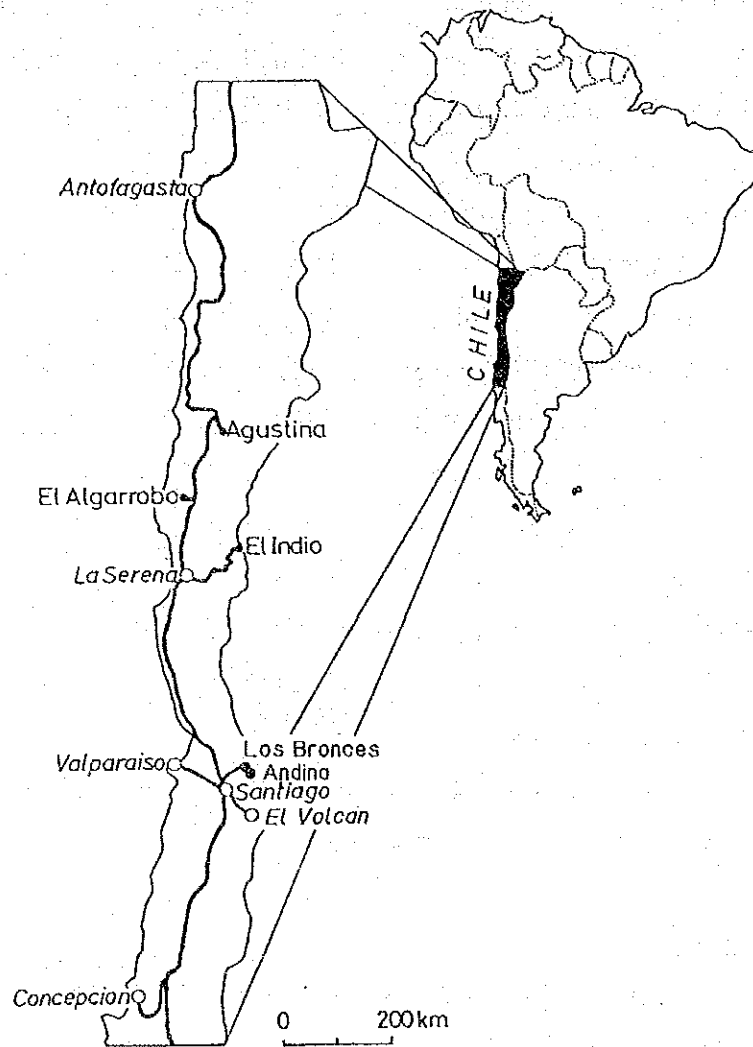
斑岩銅型鉱床	Los Bronces 鉱山
斑岩銅型鉱床	Andina 鉱山
熱水鉱脈型金銅鉱床	El Indio 鉱山
熱水交代型鉄鉱床	Algarrobo 鉱山
熱水鉱脈型銅鉱床	} Agustina 鉱山
層状（マント型）含銅硫化鉄鉱床	

の5鉱山の調査を行った（第5図）。これらの現地野外調査に要した移動走行距離は3,040kmに達する。以下に、その概略と鉱床の記載を述べる。

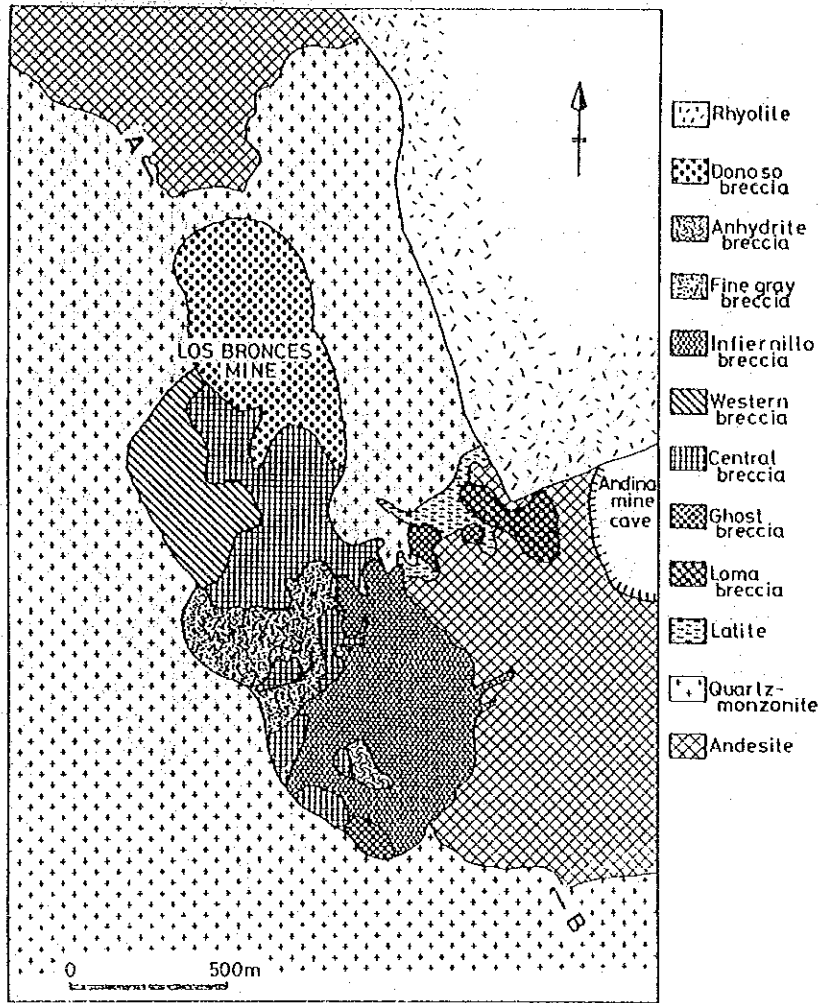
### Los Bronces 鉱山

首都サンチャゴの北東約70 km、標高3,500～4,000 mのアンデス山脈背稜近くにある。CIA Minera Disputada de las Condes によって稼行され、露天掘りで日産粗鉱40,000tを産している。その銅品位は1.0～1.3%で斑岩銅鉱床としては高品位の鉱石である。しかし、モリブデンの品位（0.1%以下）は低い。従業員約650名。埋蔵量10億t（品位1.0%Cu）。

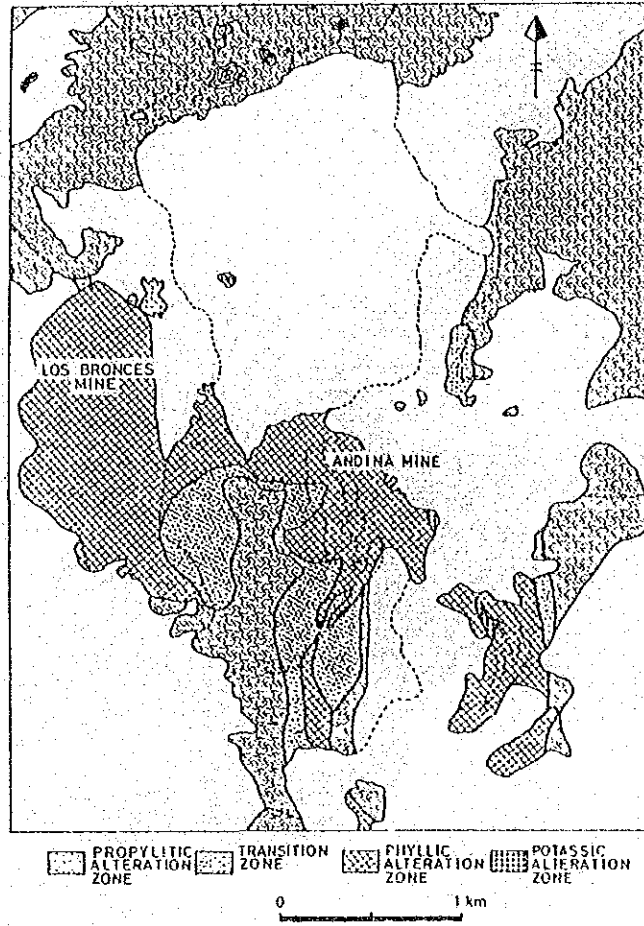
鉱山付近の地質は新第三紀下部中新世に属する安山岩熔岩、一部玄武岩質安山岩およびデイサイト（Farellones Formation）と、これを貫ぬくSan Francisco 深成岩（石英モンゾニ岩、閃緑岩など、13-15 ma）よりなる。深成岩体の上部および、これに接する安山岩中に生じた角礫帯が鉱床胚胎の場になっている。この拡がりは、ほぼ南北に延びた不規則楕円状を呈し、全面積は12km<sup>2</sup>に及んでいる。この角礫岩体はLoma, Ghost, Central, Western, Infiernillo, Anhydrite, Fine Gray および Donoso の8角礫体よりなり、そのうち主要なものは Donoso, Central, Infiernillo および Anhydrite などであり、今回は前3者を調査した（第6図）。これら角礫岩中の鉱床は黄銅鉱および黄鉄鉱の鉱染、細脈および網状体よりなり、これに普通赤鉄鉱（specularite）および電気石、ときに燃灰石を伴う。角礫は数 cm～30 cm 大の不規則集合で、著し



第 5 図 野外調査を行った鉱山の位置図



第6図 Los Bronces 鉱山の地質図 (鉱山資料)



第7図 Los Bronces - Andina 兩鉱山地域の熱水変質岩の分布図 (Cepeda, 1981)

く熱水質を蒙っており、一般に珪化、プロピライト化(緑泥石化)、粘土化、(絹雲母化、カオリン化)、カリ長石化などの作用がみられ、灰白色に淡色化されている(第7図)。鉍化作用の年代は早期(鉍染)が8~10ma、晩期(細脈ないし網状)が5~6maである。黄銅鉍細脈は普通黄鉄鉍を伴い、幅数mm~数cm、ときに10cm最大1mに達することもある。また電気石は変質角礫の間隙を充填する幅数mm~数cmの細脈あるいは不規則網状として多産し、本鉍床では特徴ある鉍物の一つである。一般に鉍床は地表より100~200m下部まで露天化作用を蒙り、孔雀石、珪孔雀石、藍銅鉍、赤銅鉍、黒銅鉍などの酸化帯や、銅藍、輝銅鉍を産する二次硫化帯が発達する。

本鉍床には多くの研究課題があり、たとえば角礫岩体の生成機構、熱水変質と鉍化作用との関係、流体包有物、鉍石および変質母岩の鉍物組成と同位体組成、熱水変質による物質移動、鉍床生成の条件などの観点から、本プロジェクトの研究の対象として適切な鉍床と考えられる。

当鉍山地質探査関係者 Carmen Holmgren D. (Chief Geologist, 女性) および Sergio Godoy P. (Geologist) などと本プロジェクトの内容について協議し、その協力を要請し、承諾を得た。先方より鉍山ではできない研究課題、たとえば鉍石および母岩の変質に関する鉍物学的、地球化学的な研究援助が求められるなど、鉍山側としても本プロジェクトの成果に大いに期待する旨の意向が述べられた。

#### Andina 鉍山

Los Bronces 鉍山の東隣に位置し、サンチャゴの東北方約163km、Los Andes、Rio BlancoおよびSaladilloを経て標高4,000mのAndina鉍山に至る。鉍山事務所はSaladillo(標高1,650m)にある。当鉍山は鉍山公社Corporacion del Cobre(CODELCO)に属し、露天掘り(Sur-sur open pit)および坑内掘り(Block caving)で、平均品位1.26%Cu(露天掘り1.4%、坑内掘り1.12%)の鉍石を日産36,000t採掘している。従業員1,750名。埋蔵量約20億t(平均品位0.9%Cu)。

鉍山付近の地質はLos Bronces 鉍山同様、新第三紀中新世のFarellones Formation(安山岩、玄武岩質安山岩、粗面安山岩、粗面岩、デイサイト)とこれらに進入したRio Blanco花崗閃緑岩、Cascada花崗閃緑岩、San Francisco石英モンゾニ岩、閃緑岩、アダメロ岩、微花崗岩、トナル岩などの複合火成岩体(8.2~13.6ma)より構成されている。

鉍床は上記の深成岩体中に生じた角礫岩体、すなわちRio Blanco breccia complexes(tourmaline breccia, North breccia, Anhydrite-specularite breccia) および Sur-sur breccia complexes (Sursur breccia, Monolite breccia, Castellana breccia, Palona breccia) 中に生じた熱水鉍化作用によって形成された斑岩銅鉍床で、黄銅鉍、黄鉄鉍の鉍染、副数mm~1cmの細脈および網状脈が発達し、これに輝水鉛鉍、赤鉄鉍(specularite)および電気石を伴う。

現在は主としてSur-sur breccia (花崗閃緑岩) 中の鈹体が露天掘りで採掘されている。その規模は南北約 700 m, 東西 250 m, 深さ 70~90 m 程度である。この角礫岩体はすべて熱水変質を蒙っている。Tourmaline (電気石) breccia の地質年代は約 5 ma であり、鈹化作用を蒙っていない Chimaenea デイサイトおよび流紋岩のそれは 4.2 および 4.6 ma である。

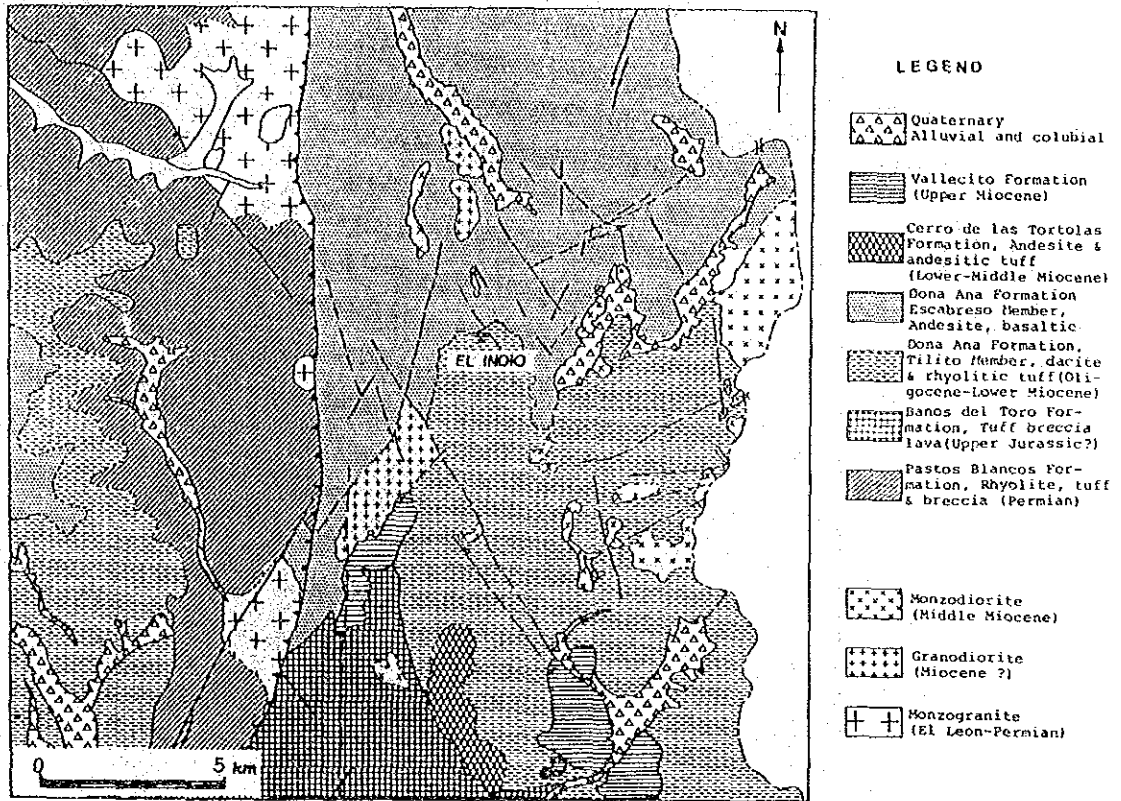
当鈹山の鈹床についても Los Bronces 鈹山で述べたように角礫岩の成因を含めて鈹床の生成機構、鈹化作用、熱水変質、鈹石鈹物および熱水変質鈹物など、これから研究しなければならない多くの課題がある。当鈹山地質探査課の Vid Stambuk C. 課長および Celso Aguilar A. (Geologist) らに本プロジェクトの目的とその内容を説明し、斑岩銅鈹床に関する研究の場として協力を要請し、承諾を得た。鈹山側としては、むしろ鈹床や鈹石および母岩の変質について鈹物学的および地球化学的な定量的資料が極めて乏しいこともあって、本プロジェクトの成果に期待しており、研究試料の提供に併せて大学外部からの参加を積極的に希望している。

#### El Indio 鈹山

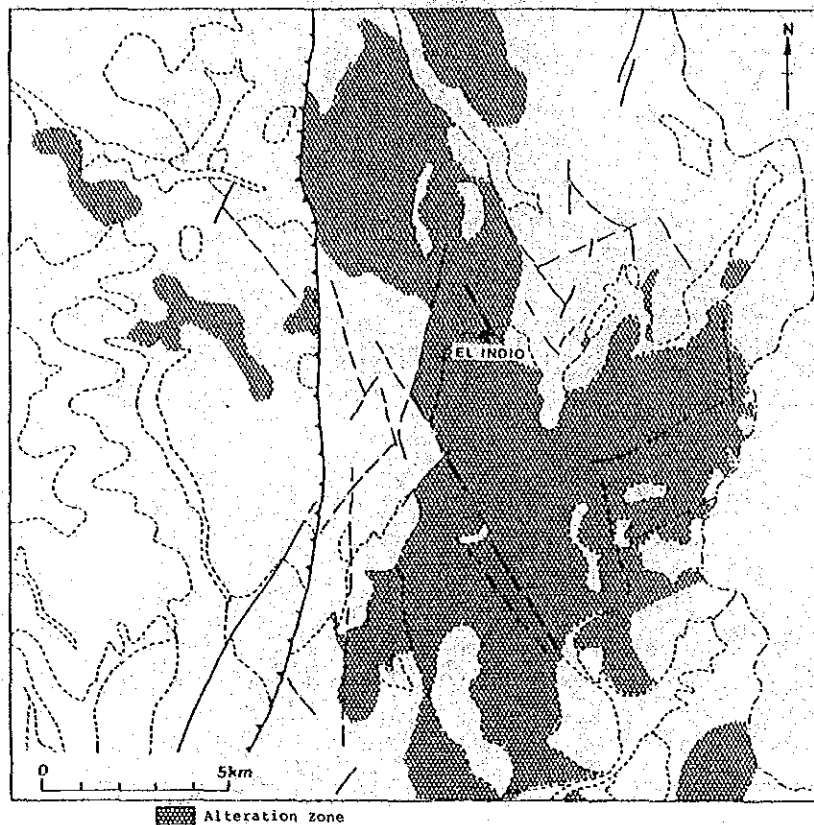
極めて高品位の金鈹を産することで世界的に有名になった新しい鈹山である。La Serena の東方約 175 km, アルゼンチンとの国境に近い (12 km) アンデス山脈の標高約 4,000 m に位置する。現在 Compania Minera El Indio によって稼働されており、1987年直送鈹 44,354 t (品位 193 g/t Au, 93 g/t Ag, 3.68% Cu), 浮選粗鈹 7,439,760 t (品位 6.3 g/t Au, 79 g/t Ag, 3.77% Cu) を産した。従業員約 1,500名, うち採鈹関係約 500名。鈹山事務所および選鈹場の南方約 5 km にホテル式従業員宿舎 (標高 3,500 m) がある。

当鈹山付近の地質 (第 8 図) は古生代二疊紀の Pastos Blancos Formation, これを貫ぬくモンゾニ花崗岩および中生代上部ジュラ紀の Banos del Toro Formation を基盤とし、その上部に累積した新方三紀漸新世~下部中新世の Dona Ana Formation, 下部ないし中部中新世の Cerro de Las Tortolas Formation, 上部中新世の Vallecito Formation などよりなる。これらのうち Dona Ana Formation は下部の Tilito 層と上部の Escabreso 層に分けられ、前者は主として流紋岩質凝灰岩, デイサイトおよび流理状流紋岩熔岩よりなり、一方後者の Escabreso 層は安山岩質熔岩, 同角礫, 玄武岩質集塊岩および凝灰角礫岩より構成されている。この Formation は鈹山付近に広く露出し、著しく珪化, 絹雲母化, 粘土化 (カオリン化), 明礬石化鉄明礬石化し、また、局所的にプロピライト化の熱水変質作用を蒙っている (第 9 図)。この熱水変質帯は鈹山付近で南北に 30~40 km, 東西に 2~9 km にわたり発達するが、広域的にはこの変質帯は南北 100 km, 東西 2 km の広範囲に分布している。

El Indio 鈹山の鈹化作用は Inca Norte, Central および Inca Sur などの断層によって規制され、これらの断層破碎帯中の裂隙に沿って行われている。鈹床は浅熱水性の鈹脈で、早期の鈹化作用による塊状硫化物脈と後期の含金石英脈の 2 種類よりなる (第 10 図, 第 11 図)。

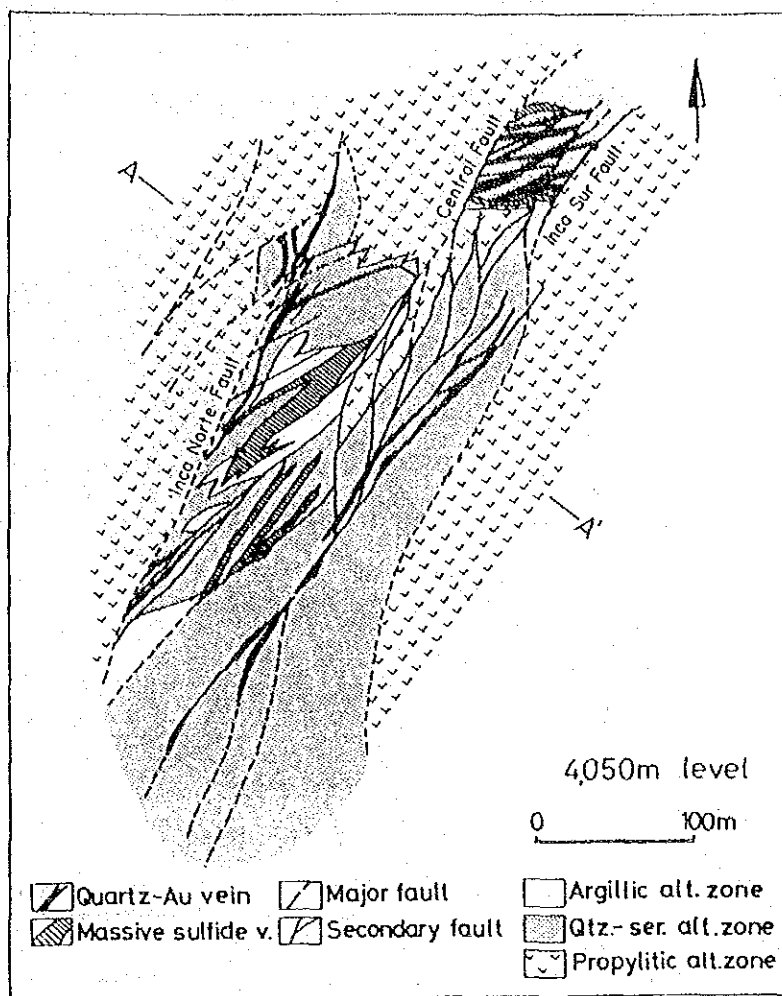


第8図 El Indio 鉱山付近の地質図 (Nasi et al., 1983)

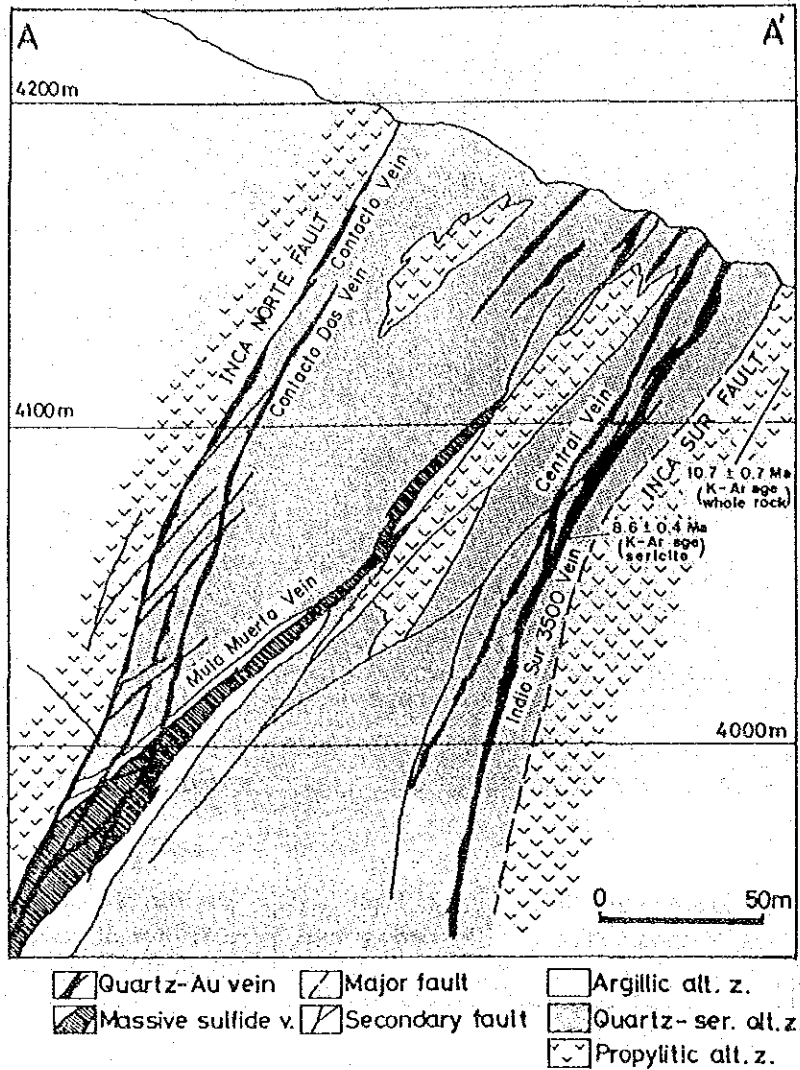


第9図 El Indio 鉱山付近の熱水変質帯 (Araneda, 1982)





第10図 El Indio 鉱山 4,050m 地帯における鉱脈と熱水変質帯 (Araneda, 1982)



第11図 El Indio 鉱山における鉱床断面図，第6図中のA - A'断面 (Araneda, 1982)

そのうち前者は主として硫砒銅鉱よりなり、これに黄鉄鉱、黄銅鉱、石英、砒四面銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱およびエレクトラムを随伴する。この最主要鉱脈はMula Muerta Veinで走向N45°~60°E、傾斜45°NW、延長150m、脈幅10mとき14m、深さ180m(傾斜深230m)に達する。この鉱脈の平均品位は8~10g/l Au, 140~160g/l Ag, 8~14% Cu, 5% SiO<sub>2</sub>である。この硫化物脈に接する母岩の熱水変質は主として粘土化作用である。

含金石英脈は大部分石英よりなるが、これに少量の硫砒銅鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱、砒四面銅鉱およびエレクトラムを伴う。この主要鉱脈としてContacto, Contacto Dos, Central, Indio Sur 3,500などがある。Contacto Dosを除き含金石英脈は走向N20°~50°E、傾斜60°~70°NW、とき80°~90°急傾し、延長160~300m、上下深さ180~270m、脈幅普通1~2mとき2.5m程度の規模を有し、その平均品位は15~20g/l Au, 200g/l Ag, 1.5% Cu, 80% SiO<sub>2</sub>である。しかしIndio Sur脈の富鉱部(bonanza)は100~300g/l Auの高品位を有し、その規模は延長50~150m、脈幅1.0~1.5m、上下深250mに達し、直送鉱として採掘されている。含金石英脈に接する母岩は一般に砒化および絹雲母化作用の熱水変質を蒙っている。鉱床の開発は主として坑内、一部露天掘りによって行われており、地表下約100mまでは二次的富化帯があり、20g/l Au, 200g/l Ag程度の品位を呈する。本鉱山から産するエレクトラムの組成は83.7~87.6at.% Au (EPMA分析)で含金率が高い。また硫砒銅鉱の組成は93.3~100mol.% Cu<sub>3</sub>AsS<sub>4</sub>で、砒四面銅鉱のそれは3.5~61.0mol.% Cu<sub>12</sub>Sb<sub>3</sub>S<sub>13</sub>、その含銀率は0.0~0.8wt.% Ag (0.0~0.4at.% Ag)の範囲で低い。

El Indio鉱山の東南方(約5km)に新しくTambo鉱山が開発中である(同一会社に所属)。熱水変質を受けたデイサイト、同質凝灰岩累層(Dona Ana Formation, Tilito層)中の角礫パイプ中の鉱床で、平面積約250m×200m、上下深100m+程度の規模を有し、石英および重晶石を伴い、2カ所に高品位(12.3g/l Au)部を有する。その規模は径約50m、深さ100m+で、その周縁部で金品位は1.2g/lと急に劣化している。露天掘りによる開発が進められている。

El Indio鉱山の発見とその開発は、これまで銅産国であったチリに、銅以外の金資源でも世界的高品位の大鉱床が存在することを内外に示した。El Indioの熱水変質帯は国境を越えてアルゼンチン側にも延びていることから、両国にまたがるこの地域には、El Indio鉱山はもちろんのこと、内外の鉱山会社の注目を浴び、第二のEl Indioを見い出すべく懸命の努力が払われている。したがって当鉱山では鉱床探査に関する一切の資料が外部へ漏れるのを恐れ、その公開を拒み、鉱石、岩石などすべてのサンプルの採取を禁じ、その持ち出しについてはX線などによる厳重な検査がある。見学や学術的調査の許可を得ることも容易でない。

当鉱山の鉱床については裂罅系の研究、母岩の熱水変質、鉱化作用、とくに鉱床生成の機構、鉱石鉱物、変質鉱物の研究など鉱床の成因に関する多く課題があり、本プロジェクトの研究の場としても重要な鉱山と考えられる。今後この種の鉱床の発見がチリにおいて高い確

率で期待されるだけに、本プロジェクトとしても、この種の鉄床の成因的究明を手がけないわけにはいかない。しかし上記のような鉄山側の利権にかかわる複雑な事情があるので、今後さらに本プロジェクトへの理解を得るべく十分な話し合いが必要であろう。

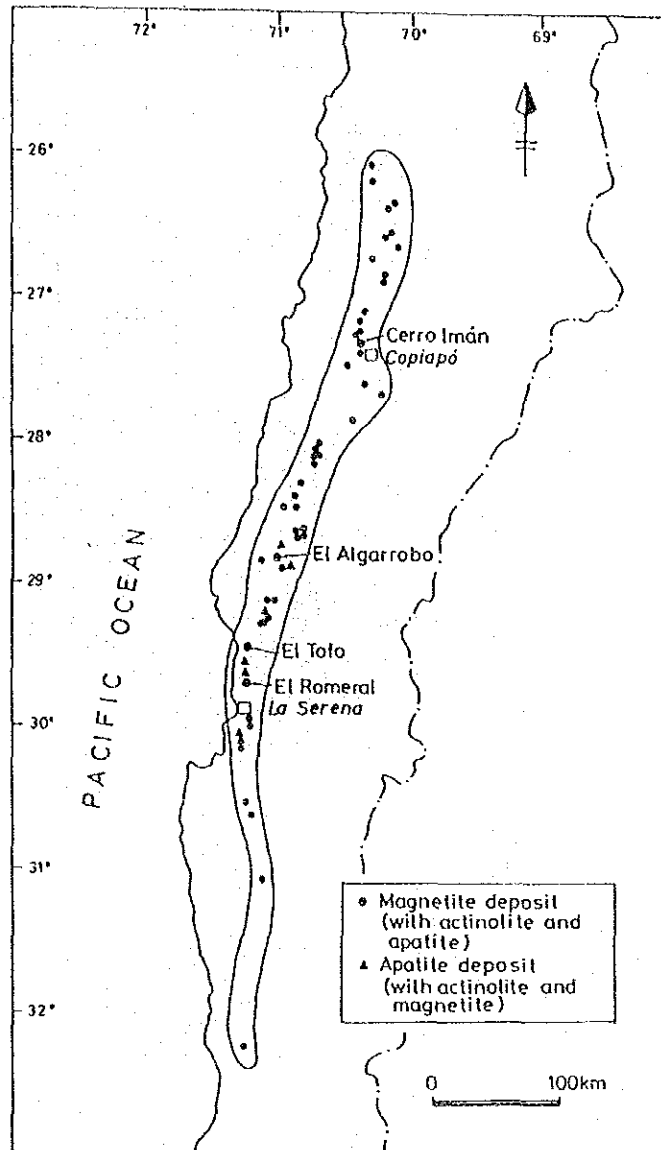
El Indioの北西地域 (Apolinario) に同種の鉄床がLac Prospect に開発されつつある。この鉄床の研究はさほど困難でない。El Indioの代わりにこの鉄床の研究を行うのも一つの方法である。El Indio鉄山で本プロジェクトについて協議し、その協力を要請した地質探査関係者はJose I. Pinochet C. (Chief Geologist) である。

### Algarrobo 鉄山

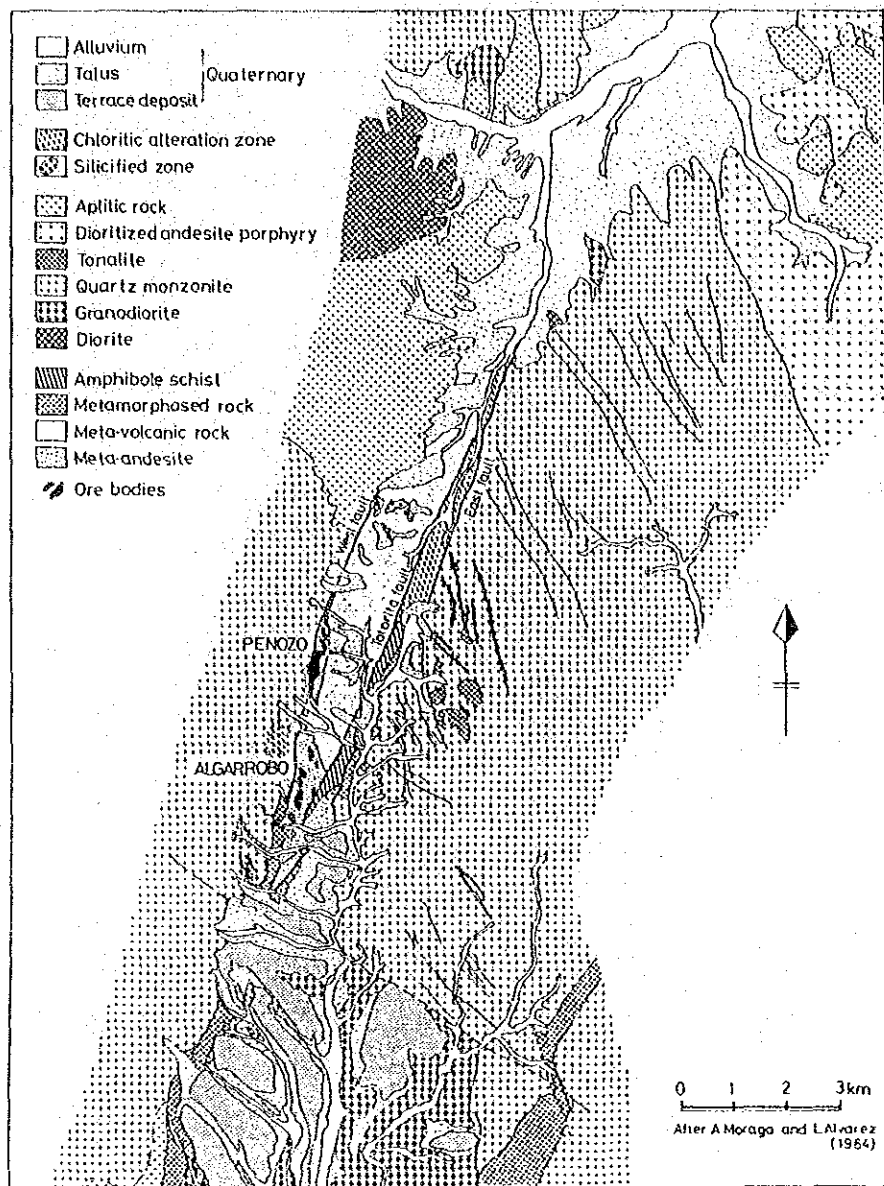
本鉄山は鉄床を露天掘りで採掘している鉄山である。鉄床はチリにおける重要な鉄物資源で、白亜紀の磁鉄鉄-燐灰石鉄床として知られ、チリ北部のCoastal Iron Provinceに南北700kmに連なる幅30kmの帯状に細長く分布している(第12図)。Algarrobo鉄山はその代表的な鉄床で、La Serenaの北方120km(道路に沿って230km)に位置し、Compania Minera del Pacificoによって稼行され、年産4,500,000t(品位52% Fe)、従業員1,500名、うち採掘関係者500名。鉄床石(磁選精鉄)は約50km西海岸のHuascoに鉄道輸送され、ペレットにしてConcepcionの鉄床所へ船で運んでいる。

鉄山付近の地質は、中生代下部白亜紀のArqueros Formation(海成安山岩熔岩を主とする)が白亜紀末期に活動した花崗閃緑岩、石英モンソニー岩などを主体とする一連の深成岩類(底盤)と、これらの侵入による変成作用で生じたメタ安山岩、メタ火山岩類、角閃片岩などの変成岩類によって構成されている(第13図)。メタ安山岩類はその西側を北北東に走るWest断層、またその東側をこれとほぼ平行するTotorita断層によって断たれている。鉄床はこの両断層によって規制されたメタ安山岩層中に胚胎し、北部のPenozo鉄体(Sector A)および南部のAlgarrobo鉄体(Sector C)の2鉄体よりなる。ともに露天掘りにより採掘されているが、その主体は後者のAlgarrobo鉄体である。この露天掘りの規模はほぼ南北に1,000m、東西に400mにわたり、その深さは180mに及ぶ。露天掘りの東側に沿ってTotorita断層が現われ、幅約200mの破碎帯がみられる。

鉄床石は塊状の磁鉄鉄を主とするが、これに黄鉄鉄、緑泥石を伴い、燐灰石、透角閃石-緑閃石の細脈によって切られている。燐灰石はまた斑点状、鉄染状としてみられる。燐灰石の鉄化作用は磁鉄鉄のそれとは無関係である。含燐量の高い鉄床石は鉄体中NW方向の裂隙に沿って分布している。鉄床石は組織上鉄染状鉄床石(品位20~40% Fe)角閃状鉄床石40~54% Feおよび塊状鉄床石(54% Fe以上)の3種に区分され、28% Feを採掘の対象にしている。鉄床石はまた燐の含有量によって分類され、0.2% P以下、0.2~0.45%、0.45~0.70%及び0.7%以上のようにマッピングされている。普通0.3% P以下を鉄体とし、この鉄床石よりつくられたペレットの燐分は0.040%程度である。バナジウムはほとんど含まれていない。



第12図 チリ北部Coastal Iron Provinceにおける鉄鉱床の分布



第13図 Algarrobo 鉱山地域の地質図 (鉱山資料)

本鉱床の成因としてはKiruna型鉱床説(正岩漿鉱床説)、接触交代説、熱水交代説などがあり、まだ解決されていないが、熱水交代の考えが今のところ有力である。この成因を明らかにするためには鉱石の産状、共生鉱物関係、鉱石鉱物および脈石鉱物の鉱物学および地球化学的研究など多くの定量的資料が必要であり、本プロジェクトの研究の場として適当であり、その成果が期待される。当鉱山地質探査責任者である Roberto Elgueta (Mining Geologist Manager) と本プロジェクトの役割について協議し、同氏は本プロジェクトに非常な関心を示し、協力を約束した。

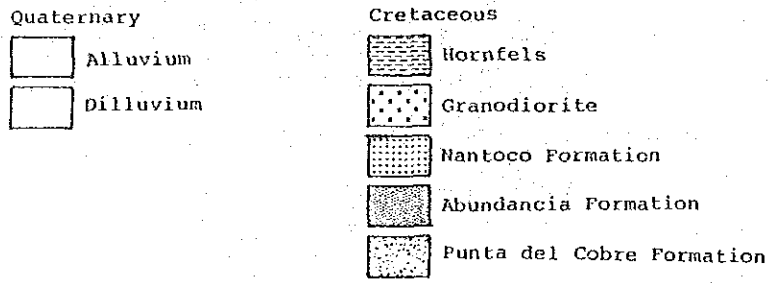
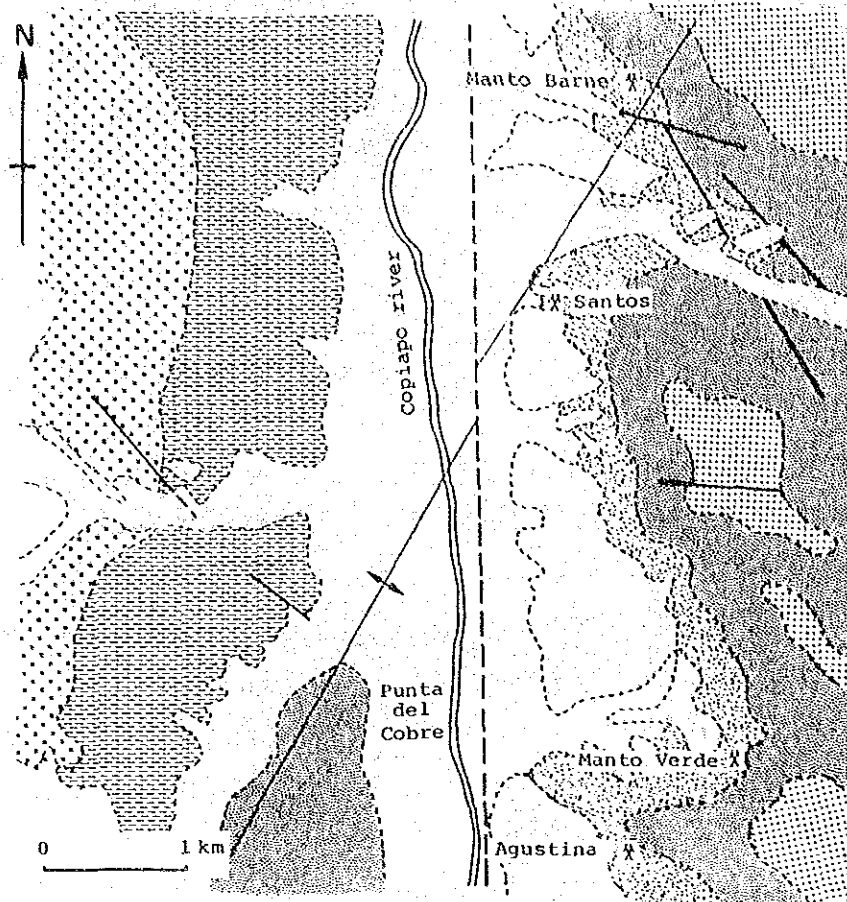
### Agustina 鉱山

当鉱山はCopiapo (サンチャゴの北方約800km)の東南方約30kmにあり、南北に走る標高600~1,200mの山系の西麓に位置する。現在粗鉱月産20,000t (品位1.6~1.8%Cu) 従業員約500名(坑内450名)。1989年には生産を月45,000tに倍増する計画である。

付近の地質は中生代白亜紀に属するPunta del Cobre Formation, Abundancia FormationおよびNantoco Formationと第四紀堆積物よりなり、北流するCopiapo川を隔てて、その西側には白亜紀後期の侵入による花崗閃緑岩、この接触変成によるホルンフェルスが分布している(第14図)。これらのうちPunta del Cobre Formationは主として玄武岩および玄武岩質安山岩の熔岩、これらの凝灰岩、凝灰角礫岩、石灰質砂岩、石灰岩及び礫岩などよりなり、前者の熔岩中には枕状構造を呈するものがある。玄武岩質安山岩熔岩は著しく緑泥石化作用を蒙っており、当鉱床の主要な母岩になっている。

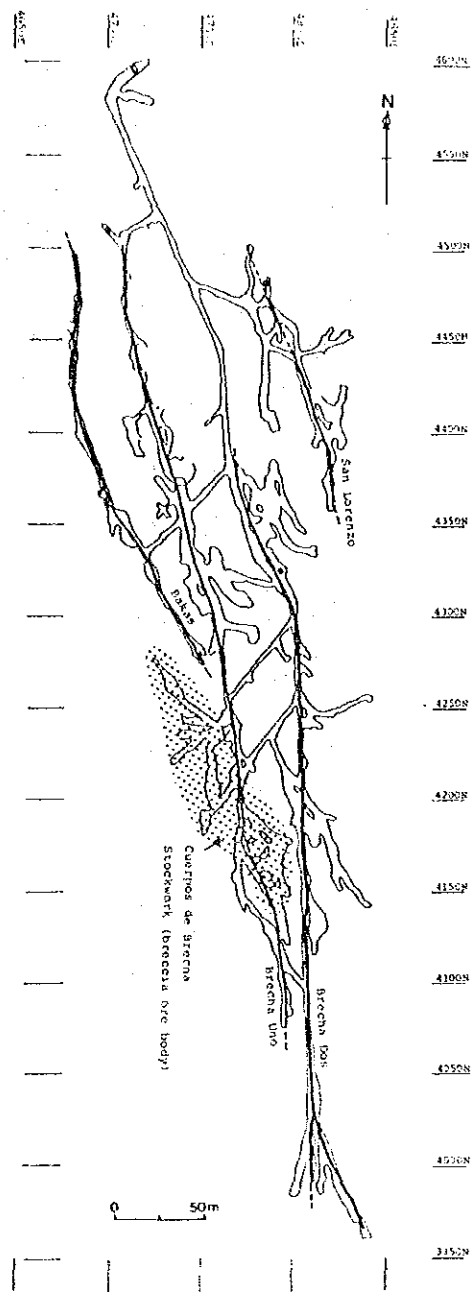
当鉱山の鉱床には鉱脈型、角礫ないし網状型および層状(マント)型の三つの種類があり、地表(標高600m)から下へ12地並(標高305m)まで深さ約300m開発されている(次年度は15地並あるいはそれ以下まで開発の予定)。鉱脈型としてはSan Lorenzo, Brecha Uno, Brecha Dos, Bakas脈などがあり、Punta del Cobre Formationの変質玄武岩質安山岩、同質凝灰岩中の南北系裂隙を充填している(第15図)。これらのうちSan Lorenzo脈は走向はほぼ南北、70°~80°Wに急傾斜し、長さ70m、脈幅30~100cm、ときに4.0m、上下深300mの規模を有する。鉱脈は塊状緻密の黄銅鉱を主とし、これに黄鉄鉱、少量の磁鉄鉱、赤鉄鉱、閃亜鉛鉱を伴う。脈石鉱物としては石英、方解石および緑泥石が普通みられる。この鉱脈はときに分岐脈を有し、また網状帯を伴うことがある。鉱脈中には変質安山岩(玄武岩質)の角礫やブロック(3~30cm大)が中石として普通にみられ、黄銅鉱や方解石の細脈によって切られている。また脈中には晶洞が存在し、方解石及び赤鉄鉱の自形結晶がみられる。Brecha UnoおよびDos脈はSan Lorenzo脈と平行して走り、ともに黄銅鉱-黄鉄鉱質鉱脈で、延長450m、脈幅25~30cm、80°Wに急傾斜している。

角礫ないし網状型鉱体は当鉱山では一般に東北部に産し、楕円漏斗状のパイプ形を呈し、その楕円の径は大略150m×50m、上下深約20m程度である。パイプ内の変質安山岩角礫集合

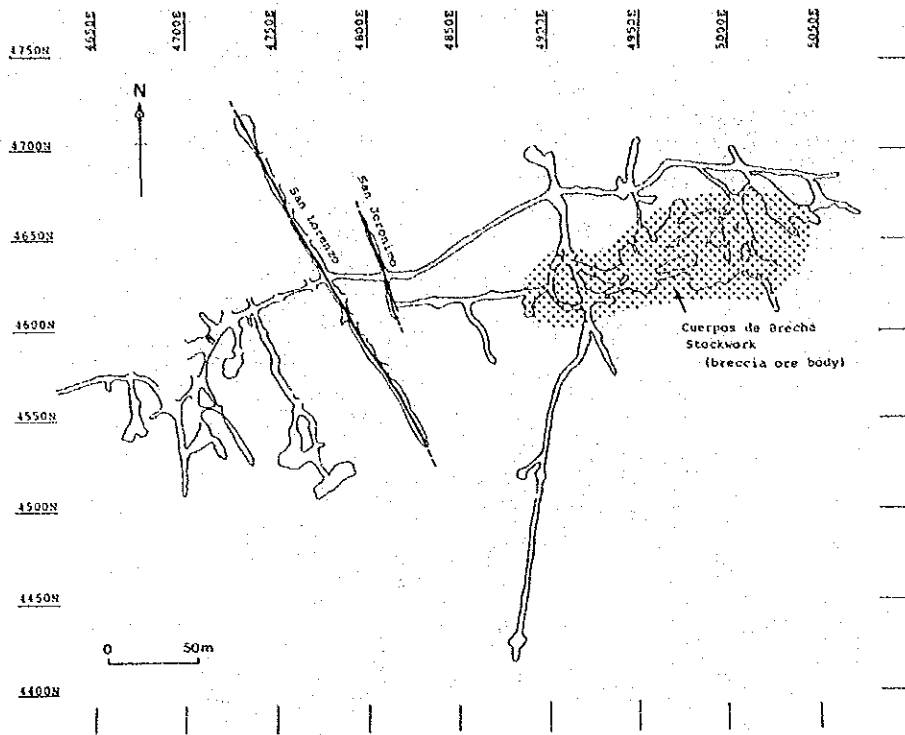


第14図 Punta del Cobre - Agustina 地域の地質図

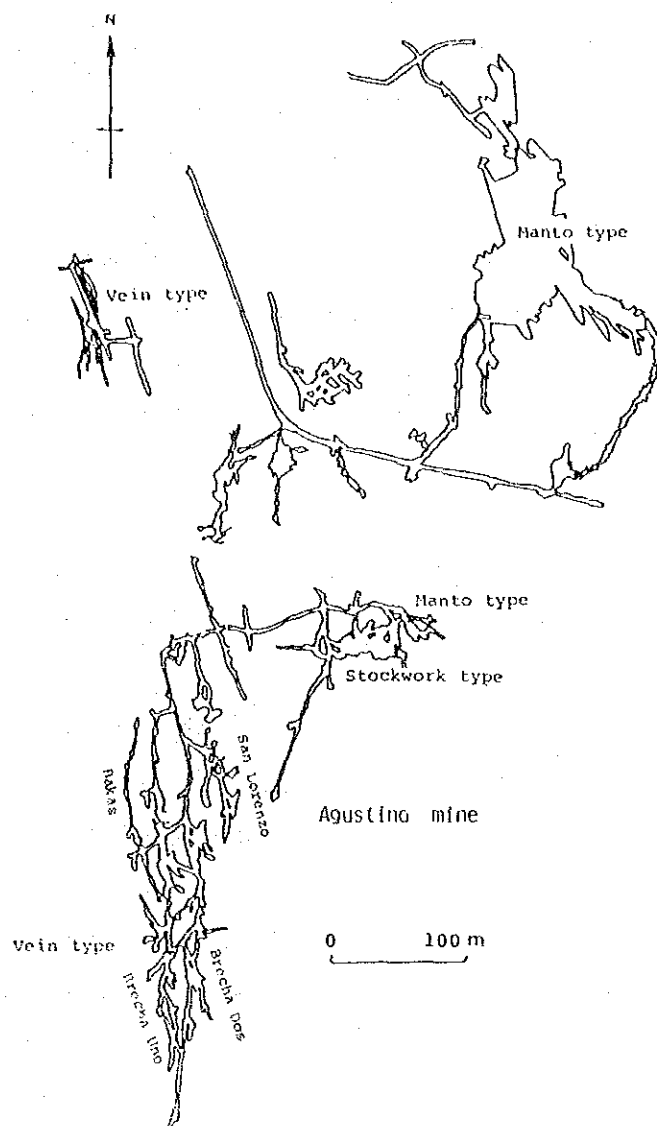




第15図 Agustina 鉱山 10地並 (標高 365 m) における鉱床図



第16図 Agustina 鉱山No.7 地並 (標高 455 m) における鉍眼, 角礫・網状鉍体及び層状 (マント型) 鉍体の分布



第17図 Agustina 鉱山地域における鉱脈、角礫・網状鉱体及び層状（マント型）鉱体の分布

体の間隙を黄銅鉱および黄鉄鉱が満たし、さらに0.3~1.0cm幅の黄銅鉱—黄鉄鉱網状細脈が発達している(第16図)。この角礫鉱体は第15図で見られるように、ときに鉱脈型鉱体に伴う場合もある。

層状(マント型)鉱体は当鉱山の東北部に産し、その縞状鉱層の厚さは約5m程度である。鉱層は変質安山岩熔岩を整合に覆う暗緑色砂岩層中に産し、黄銅鉱および黄鉄鉱を主とし、これに少量の石英、方解石および緑泥石を伴い、厚さ0.3~1.0cm硫化鉱縞が厚さ0.3~2.0cmの緑色砂岩縞と互層を呈する。鉱脈型鉱体は当鉱山の西南部に、層状鉱体は東北部にそれぞれ発達し、その中間に角礫ないし網状鉱体が見られる(第17図)。当鉱山No7地帯の東北地区で角礫—網状鉱体が硫化物縞状鉱層(厚さ1.80m+)によって覆われているのが直接観察できる。層状鉱体を胚胎する砂岩層はAbundancia Formationとの境界に近いPunta del Cobre Formationの上部にあたり、鉱脈型鉱体はそれより層位的に下部の変質安山岩熔岩層中に存在する。これらの地質学的資料、とくに各鉱体の産状、層位的関係、産出鉱物、鉱物組合せ、鉱物共生などから、層状鉱体は玄武岩質安山岩の海底火山活動に伴う熱水溶液による海底沈澱性の同生鉱床であり、鉱脈および角礫・網状鉱体は海底下部の熱水溶液の通路に相当したと考えられる。このうち鉱脈の方が角礫・網状鉱体より深い(下部)割れ目(通路)にあたり、角礫・網状鉱体のそれは海底に近い破碎帯であった可能性が強い。

上記の成因的關係は新しい鉱床を探索するうえにも極めて重要な事柄で、この考え方の信憑性を明らかにする必要がある。本プロジェクトの課題として取り上げる価値は十分ある。これらの研究のためには各型の鉱石や母岩の変質について詳細な鉱物学的資料をはじめ、微量成分、硫黄同位体組成などの地球化学的資料が重要な役割を果たすことが考えられ、本プロジェクトの成果が期待される。当鉱山地質探査責任者Ruben Godoy M. (Chief Geologist)と本プロジェクトの目的や内容を話し、当鉱山における鉱床学的課題について協議した。当鉱山では人員不足から鉱床学の基礎的資料を得る研究はほとんどできず、本プロジェクトによって、この分野の資料が得られることを強く望んでおり、本プロジェクトを歓迎する旨の表明があった。

## そ の 他

上記の鉱山調査のほか、チリにおける一般地質に関する資料を得るために鉱山休業日の土曜、日曜を利用して、チリ中央部を西海岸よりアンデス山脈のアルゼンチン国境近くまで横断し、多くの知識を得た。すなわちサンチャゴより東方約100kmのEl Volcan (Valdes)間の地形や地質とくに中生代白亜紀層(輝緑凝灰岩、泥岩、砂岩、凝灰岩)およびジュラ紀層(石灰岩、石膏)、両層間の押しつぶせ断層、石灰岩、石膏などの概査を行い、またサンチャゴより西方、西海岸(Valparaiso)まで、110km間の海岸山脈を横切り、その地形と中生代白亜紀および古生代火成岩類の地質状態を観察した。途中Lo Pradoトンネルの東側に露天掘りで採掘中のVudahul鉱山銅鉱床とその二次酸化鉱石をLeachingするために堆積したPileを観

察した。この地帯は古くから銅資源の存在が知られており、かつアメリカの Anaconda 社によって開発された Africana 鉱山など高品位の銅鉱脈が発達する地域である。

La Serena において La Serena 大学 (Universidad de La Serena) の鉱物博物館 (Museo Mineralogico, Escuela de Minas de La Serena) を訪問し, Coleccion "Don Ignacio Domeyko" を見学した。チリにおける主要な鉱物と鉱石がよく整理され陳列されており, 多くの貴重な資料を得ることができた。また同大学鉱山学科の地質学鉱床学研究室を訪れ, 研究設備を視察し, また研究課題などを知ることができた。さらに鉱床学の教授 Dr. Jorge Oyarzun M. と本プロジェクトについて話し合い, 外部からのカウンターパートとしての参加を要請し, 承諾を得た。La Serena はチリ北部の鉱床地帯にあり, 距離的に鉱山にも近いこともあって, 本プロジェクトの野外調査の拠点として La Serena 大学の研究室を使用してもよいとの申し入れがあった。鉱石・岩石などの研究用採集試料の保管や発送にも協力するというので, 必要な場合には依頼することにした。

#### 参考文献

Araneda, R. G. (1982) : El Indio, Yacimiento de Oro, Plata y Cobre.  
Coquimbo, Chile.

Minerales, 37 (160), 5-13

Cepada, A. (1981) : Geologia economica del distrito Rio Blanco - Disputada.  
Inst. Invest. Geol., Chile, Boletin, 36, 46

Nasi, C., Moscoso, R., Maksaes, V. (1983) :

Hoja Banos del Toro, SERAGEOMIN (Unpublished).

## 8. 機材等の現地調達

チリ共和国は南米の他の開発途上国に比べれば、経済は安定しており、流通物資も豊富である。必要な資機材がチリ国内で調達可能であれば、プロジェクト運営上望ましいことである。もちろん大型機材をチリ国内で調達することは困難であるが、十分に普及した資機材については現地調達の有利さを考えておかねばならないし、また、液体窒素や各種ガス類のような特殊な消耗品目については、むしろ積極的に現地調達の道を切り開かなければならない。さらに、調査用自動車などについては現地のアフターサービスやメンテナンスの状況を把握しておくことも必要である。これら想定される資機材に関し、コンセプション市内とサンチャゴ市内の主な取扱店をリストアップし、一部については直接に訪問し調査を進めた。十分とはいえないが、ここでは野外調査用自動車（ジープ）、試料処理関係、化学実験室関係および事務機器関係について記す。

### 1) 野外調査用自動車（ジープ）

取扱店：

Automotriz TOYOTA（トヨタ取扱店）

San Martin 73, Concepcion (Fono 22-2201)

Jorge Schfferli Villiger（ニッサン取扱店）

Maipu 1058, Concepcion (Fono 22-7795)

日本車ではトヨタ製とニッサン製が普及しており、コンセプション市内には大きなものとして上記の整備工場がある。チリ国内ではニッサンパトロールが普及しており、コンセプション大学では現在2台のニッサン製ジープを供用している。ニッサン整備工場のメンテナンス体制は十分であるが、高速長距離走行時に故障が多いという理由から、現地サイドではトヨタランドクルーザーを希望している。コンセプション市内のトヨタ整備工場メンテナンスを行っているランドクルーザーは総計50～60台とのことである。ただし、トヨタランドクルーザーの在庫はサンチャゴを含めてほとんどなく、价格的にも日本から輸送するよりも不利である（標準仕様で7,600,000 pesos; 約3,900,000円相当）。

### 2) 試料処理関係

取扱店：

G. Busch and CIA. Ltda（薄片・研磨片作成用資材商社）

Los Plananos 2466, Varparaiso (Fono 6-8425)

Gleisner（工具関係）

Lincoyan C/Barros Arana, Concepcion

コンセプション大学に納入実績のあるものは研磨片作成用の消耗資材で、U. S. A. Bueler製品を上記の商社を通じて輸入している。発注から納品まで約2カ月を要し、現地調達は必

ずしも有利ではない。

電気工具のほとんどは上記のところで取り扱っており、特に不便をすることはない。ただし、工具規格が供与機材のものと合致しなければならない。万全を期すためには、最低限必要な工具は供与機材に合わせ、ひととおり日本から購送するほうがよいと判断する。

水道管・ガス管の径およびネジ規格は機材据付上、十分な配慮を要する。今回、日本からこれらのサンプルを持参して調べたかぎりでは、ネジ規格は日本製のものと一致しており、据付時におけるトラブルは特に生じないものと思われる。

### 3) 化学実験室関係

取扱店：

Equipamentos Interiores (実験室・ドラフト等)

Avenida El Bosque 424, Santiago (Fono 31-0996)

Merck Quimica Chilena Soc. Ltda (化学薬品商社)

Francisco de Paula Taforo 1981,

Santiago (Fono 25-5797)

Reactivos Ltda (化学薬品商社)

San Isidro 1839, Santiago (Fono 51-5512)

Indura S. A. Industria y Comercio (ガス製造販売)

Gran Bretania 5061, Talcahuano (Fono 58-8028)

実験室用の化学実験台、ドラフトおよび器具保管庫をチリ国内で製造しており、購入可能である。しかし、カタログで見るかぎりでは、製造品目は少ないうえに、質的にも落ちるので、実際の使用に際して、どの程度役に立つかは疑問である。塩酸、硫酸、ガラス器具などの普及品目については発注後2週間で入手可能であるが、特殊品目に関しては長期間の納期を要する。

原子吸光分析に用いるアセチレンガスおよびアルゴンガス、質量分析用試料処理や冷却顕微鏡に用いる液体窒素などはコンセプションに隣接するタルカウアノで製造しており、入手可能である。ただし、今回は調査期間の都合上、納期・価格等を調べるまでに至らなかった。なお、液体窒素製造機はコンセプション大学内理工系に装備されているが、1960年にドイツから供与されたもので、旧式で、かつ故障が多く、稼働率・製造効率も低く、実用に耐え得るかどうかは疑問である。

### 4) 事務機器

取扱店：

Dimacofi (リコー製品取扱店)

Remngo 566, Concepcion (Fono 22-5575)

10 de Julio 391, Santiago (Fono 22-4718)

Greic Ltda (IBM 製品取扱店)

B. Arana 565 , Concepcion (Fono 22-5754)

Cromolux (家具取扱店)

Mairn C/Colo -colo, Concepcion

CIC (家具取扱店)

Barrow Arana C/Rengo, Concepcion

複写機、印刷機とその消耗品類はリコー製が普及しており、コンセプションにおいても大店舗を構え、各機種の販売と印刷サービスを行っている。一般に日本に比べ高価であるが、消耗品類の補充に際しては便利である。タイプライターとその消耗品はIBMとオリベッティの代理店から購入できる。また、事務用机や椅子などについては、数箇所の販売店を調べたが、多くは家庭用のものが主体で、研究室・実験室に適したものを見つけることは容易ではない。必要に際しサンチャゴから取り寄せるか、もしくは現地で注文製作することになるが、事務用品ならともかくも、実験室用機材として適切なものが入手できるのかどうかは不明である。



## 9. そ の 他

### 9-1 カウンターパートの日本研修に対する要望

日本研修に際して、家族（とくに妻）同伴が、現制度のもとで認められていないことに対する疑問と不満が述べられた。仮に家族向けの旅費が支給されない場合であっても、自費で同伴することを認めてほしいといった要望である。このことは、せっきくの日本研修の機会が用意されても、諦めたり、また、出たがらない理由の一つにもなっている。家族（妻）同伴であっても、年齢、職位、業績、性格等から判断して、そのことが研修成果にネガティブに作用することがないとみなすことができる場合は、何らかの手続きを経て、同伴を許可するほうが得策と考えられる。

本プロジェクトにかかわるカウンターパート候補者は全員が既婚者であり、かつ平均年齢も高い。すでに、欧米に留学して学位を収めたものが多く、研究意欲は旺盛であり、かつ国民性からくるものでもあるが、ひた向きに勤勉である。その彼らの多くが一様に訴える要望に対し、単に現在の研修制度を提示することだけでは、到底、説明に窮する事柄である。時世に合った取り扱いが考えられてしかるべきであろう。少なくとも、この点に関してコンセプション大学のカウンターパートが提起する問題は違和感なく受けとめることができる。

### 9-2 プロジェクトの社会的反響

コンセプション大学当局の期待と関心は当然のこととして、チリ南部の大都市、コンセプション市の文化・教育の指導的役割を果たしているといえるコンセプション大学に寄せる市民の関心は大きなものがある。「ハイレベルの鉱床学研究協力」として、前後3回にわたって新聞に取り上げられ、プロジェクトのマスタープランが詳細に報道された（El Sur, 11月8日・9日および12月3日）。また、併せてテレビ取材によるプロジェクトの宣伝も行われ、鉱業立国として鉱床学に対する関心の深さを感じさせた。新聞記事の切り抜きを以下にあげて、参考に供する。

### 9-3 大使館からの要望

在チリ国日本大使による要望事項を以下にあげる。これは前後2回の表敬懇談の際に直接話題に出されたことであり、さらに、その後の伝言により重ねて要望されたものでもある。この件は倉持チリJICA事務所長からもほぼ同様の要望を受けた。以下に記す要望事項は、調査団としても意を得たものとして受けとめており、プロジェクトの将来にとって好結果を生むであろうと考える。

- 1) 大学内部に閉じることなく、広くチリ国内の研究者に開放したプロジェクトの体制を作り、積極的に他研究機関との連携をとるための方策を考えてほしい。その意味からも、R/

Dにその精神を生かした記述を盛り込むことを考慮してほしい。

- 2) R/Dのサインに際しては、コンセプション大学長と並べ、チリ国文部大臣または次官クラスの人物による共同署名がなされるよう要望する。



Ricardo Sanhueza

### Geología de alto nivel

• Durante 30 minutos estuvieron conversando con el vicerrector académico de la Universidad de Concepción, Alberto Gyhra, los integrantes de la misión japonesa que vienen a afinar detalles del convenio para desarrollar un programa de geología económica. Los japoneses trabajarán en esto durante un mes en el plantel de estudios superiores. El proyecto denominado Programa de Geología Económica Aplicada tendrá como centro a la Universidad de Concepción y permitirá el desarrollo de una tecnología de alto nivel para el descubrimiento de nuevos yacimientos y elementos menores.

1988 年 11 月 8 日 ( E L S u r )

Mediante convenio con Universidad local

# Japón estudiará recursos geológicos en Concepción

La Universidad de Concepción será centro de un Programa de Geología Económica Aplicada que se pondrá en marcha el próximo año mediante un convenio que se prepara en estos momentos en sus partes finales con el Japón a través de su agencia de cooperación internacional, Jica. La idea es realizar desde aquí, con la participación de científicos y profesionales de la especialidad de todo el país, estudios del más alto nivel, buscando, entre otros objetivos, el aprovechamiento de subproductos de los metales, conocidos como elementos menores y el desarrollo de tecnologías que permitan la detección de yacimientos bajo tierra.

Así lo declararon a EL SUR el doctor Asahiko Sugaki, profesor Emérito de la Universidad Tohoku, y el doctor José Frutos, docente-investigador del Departamento de Geociencias y coordinador del programa, al término de una vi-

sita que realizaron al vicerrector académico Alberto Gyhra. El doctor Sugaki encabeza una misión de su país integrada por los académicos, Munetomo Nedachi y Morihiko Aoki, que inició un mes de trabajo en la Universidad de Concepción afinando los últimos detalles para la firma de este convenio que se llevará a efecto en abril del próximo año con la presencia del embajador del Japón en Chile y otras autoridades.

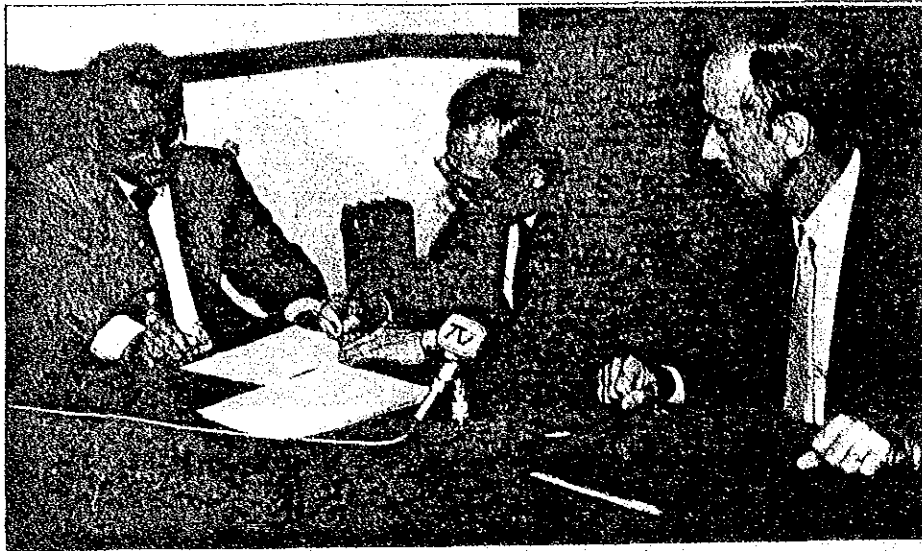
El doctor Sugaki subrayó, a través del intérprete, que este es un proyecto académico, pero también muy importante para el desarrollo de los recursos minerales en Chile, que los tiene en abundancia, pero a veces no tiene la tecnología para detectar la existencia de minerales debajo de la tierra.

El profesor Frutos dio a conocer a manera de ejemplo algunos aspectos

operativos que contendrá el programa. Se piensa que vendrán 4 expertos japoneses cada año y otros profesionales por periodos cortos. Lo mismo investigadores chilenos viajarán a Japón a entrenarse, dos personas cada año, con residencia durante un año y otros profesionales por periodos más cortos para entrenamientos específicos, con apoyo financiero de Jica.

En estos momentos se trabaja en la habilitación de la Cabina 12, donde tendrá la sede central el programa y quedarán instalados los equipos que lleguen y que deberán ser accionados por personas especialmente preparadas. Entre otros, mencionó aparatos analíticos para detección de minerales, incluidos algunos cuyos análisis no se hacen hoy en Chile, por ejemplo algunos elementos conocidos como de Tierras Raras", cuerpos químicos de gran uso industrial en nuestros días.

1988 年 11 月 9 日 ( E L S u r )



## Convenio U.-Japón

• Durante la firma del protocolo de avance de la puesta en marcha del proyecto de investigación en Geología Económica Aplicada, se observa al doctor Asahiko Sugaki, de Japón y al rector de la Universidad de Concepción, Carlos von Plessing. Más detalles, en la página 15.

## Convenio con Japón

# Centro geológico de alto nivel en la U.

La Universidad de Concepción y el Japón, a través de su Agencia de Cooperación Internacional, JICA, dieron ayer un nuevo paso en los esfuerzos que desarrollan en conjunto para crear en Chile, con sede en la Casa de Estudios Superiores penquistas, un Centro de Geología Económica Aplicada, que permitirá a Chile disponer del equipamiento necesario para efectuar investigaciones nunca antes realizadas en nuestro medio y Latinoamérica, en busca especialmente, de minerales desconocidos, otro que se denominan de "tierras raras" y elementos trazas. El rector Carlos von Plessing y el doctor Asahiko Sugaki, jefe de una misión japonesa que inició un

trabajo en Concepción a comienzos de noviembre afinando aspectos del programa, firmaron un protocolo de avance para la puesta en marcha de este proyecto. Tanto el rector Von Plessing como el doctor Sugaki destacaron la importancia de este convenio entre ambos países y el éxito de las dos misiones japonesas que han venido hasta el momento para avanzar en la preparación de todos los detalles del programa de Investigación.

El profesor Sugaki anticipó que de regreso al Japón se esforzará ante los organismos gubernamentales correspondientes para obtener el mayor número de recursos que permitan asegurar el éxito del programa.

1988 年 12 月 3 日 ( E l S u r )

## 10. 結 語

今回調査を行った主な項目は、

- a) 本プロジェクトとコンセプション大学の組織との関係、とくにその位置づけ、
- b) 本プロジェクトを実施するために必要な建物の確保、とくに供与機材を収納する実験室及び研究室の配置と内部設計、
- c) カウンターパートの確保とその問題点、
- d) 現地野外視察、

の4点である。そのうち項目 a) および b) については、相手側との協議の結果、学長と取り交わしたミニッツに明記されているように、本プロジェクトは大学組織中、研究部門系列に所属し、日本人専門家チームは同部門の研究部門長、コーディネーター（カウンターパート・リーダー）、カウンターパートと並列して位置づけられ、日本人リーダーは、相手側研究部門長と同格とし、学長、研究部門長およびコーディネーターとの交渉権を有することとした。またプロジェクト運営のために学長を委員長とする合同運営委員会（Joint Committee）を設置し、少なくとも2回開催することにした。これらの取り決めにより本プロジェクトと大学組織との関係は明確になり、円滑な運営が期待できる。

本プロジェクトを実施するために必要な建物についても、上記のミニッツや大学内の決定令（Decreto）に明記されているように、現在理学部地球科学教室に所属する全建物3棟（ただし講義室を除く）を使用できるようになった。この総面積は780 $m^2$ である。これに基づいて本プロジェクトで使用する実験室・研究室の配置、供与機材のレイアウト、使用電力量、水道およびガス栓の位置などを室ごとに決めた計画図をつくり相手側の同意を得た。この計画図は供与機材を設置する場合の基礎的な資料になるものである。以上のようにプロジェクト実施のための一応の建物（面積）は確保したことになるが、建物の構造上、各実験室や廊下の面積は狭く、一般にゆとりがない。しかし効率的な機材配置を行えば、プロジェクト遂行には差し支えないと判断する。できれば、将来若干の増築か、あるいは別棟への騒音機器（カッター、グラインダー、クラッシャーなど）の移動が必要になるかもしれない。

c) のカウンターパートの人数については日本人専門家1名についてカウンターパート3名以上を予定している。したがって本プロジェクトの場合、計12名以上のカウンターパートが必要である。このことについては上記ミニッツに明記され、同意に達している。なお、プロジェクトに関係する分野には、現にカウンターパート予定者として12名程度配属している。しかし、このカウンターパートは現在、理学部地球科学教室に所属し、学生の講義をはじめ教室の運営、学内の他の研究プログラムに参加しており、本プロジェクト開始後、はたしてどの程度カウンターパートとしてこのプロジェクトの課題に専念できるか、この点にやや問題がある。カウンターパートの、学生の講義や大学運営の業務を軽減するため、新たに教官を任用する計画などがあ

るが、未だ確答は得られていない。本調査団としてはJICA技協プロジェクトのカウンターパートは専任であることを強く申し入れ、上記ミニッツにもこの点を明記し、合意に達しているが、大学首脳部、とくに新しく任命された副学長および研究部門長などは、まだJICAプロジェクトに関する認識が低く、この進展はあまりみられていない。今後早急に改善しなければならない課題である。

d)の現地野外視察は約10日間の短い期間であったが、チリの主要な鉱床の調査ができ、プロジェクトを実施するうえで極めて重要な資料を得ることができた。また鉱山会社側の多数の地質探査関係者と協議し、意見を交換するとともに、本プロジェクトへの協力を要請し、承諾を得た。鉱産国チリとしては、重要でしかも基礎的なこのプロジェクトに対して、大学外の部外者ではあるが、不定期ながらも、ぜひこのプロジェクトに参加したい、という希望者が多く、本プロジェクトの成果を期待する旨の回答がほとんどであった。









JICA