


NO. 4

# アルゼンティン共和国 北西部地域 資源開発協力基礎調査報告書

第1年次

平成14年3月

LIBRARY  
  
J1169191(2)

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

02-857

**アルゼンティン共和国 北西部地域  
資源開発協力基礎調査報告書**

**第1年次**

**平成14年3月**

**国際協力事業団  
金属鉱業事業団**



1169191[2]

## はしがき

日本国政府は、アルゼンティン共和国政府の要請に応え、同国の Jujuy 州、Salta 州、Catamarca 州および Tucuman 州を含む北西部地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、衛星画像解析、地質調査、空中磁気・放射能探査データ解析、沢砂地化学試料分析結果解析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およ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 13 年度が第 1 年次にあたり、金属鉱業事業団は 4 名の調査団を編成して平成 13 年 9 月 20 日から平成 13 年 11 月 17 日まで現地に派遣した。現地調査は、アルゼンティン共和国インフラ・住宅省 エネルギー・鉱業庁 鉱業次庁 地質鉱業調査所の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力をいただいたアルゼンティン共和国政府関係機関ならびに外務省、経済産業省、在アルゼンティン共和国日本国大使館および関係各位に衷心より感謝の意を表するものである。

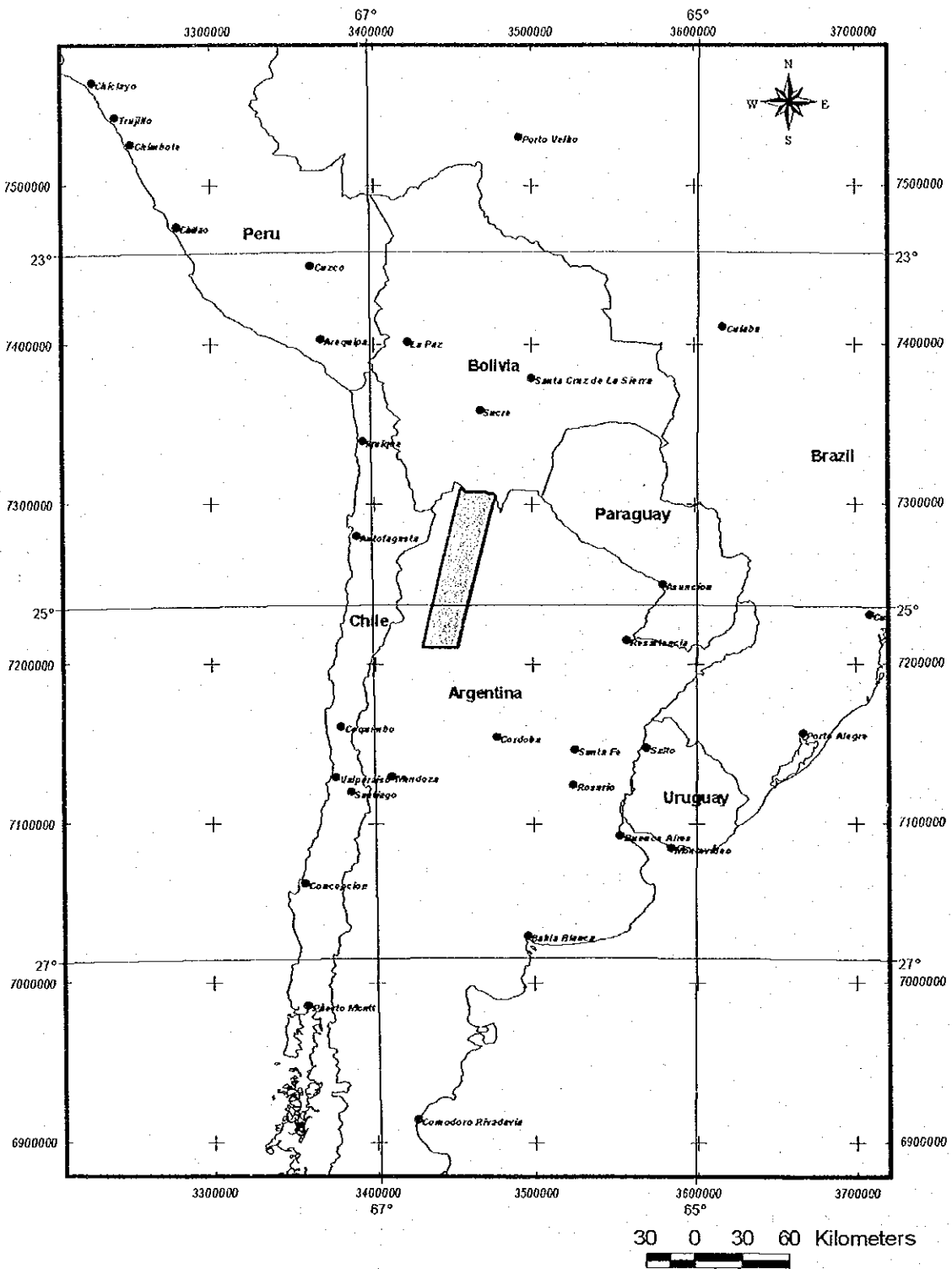
平成 14 年 3 月

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



Location map of the North West Area, the Argentine Republic.

## 要約

本調査は、日本政府とアルゼンティン政府の間で平成13年7月12日に締結された調査実施実務協定書（Scope of Work）に基づき、同国北西部地域において、非鉄金属鉱物資源を対象とし、将来、政府間ベースの調査への発展性、あるいは民間企業の新たな調査への参入の可能性を考慮した調査対象地域全域の鉱物資源ポテンシャル評価および有望地域抽出を目的として2ヶ年で実施するものである。

第1年次にあたる本年度は、既存データ解析、空中物理探査データ解析、川砂試料分析データ解析、衛星画像解析およびグラントルースを実施した。既存データ解析では、各種収集データに基づき解析を行なった。空中物理探査データ解析では、アルゼンティン側から提供されたデータの解析（垂直1次微分解析等）を行なった。川砂試料分析データ解析では、アルゼンティン側で過去に採取した川砂試料の化学分析および解析をおこなった。衛星画像解析では、ASTER画像を用いて変質帯の抽出、変質鉱物分帯、3D解析をおこなった。将来の開発の可能性を考慮して、ポーフイリー型銅および銅・金鉱床、浅熱水性金・銀鉱床、SEDEX型鉛・亜鉛鉱床および火山性塊状硫化物鉱床に重点を置いた。その結果、SEDEX型鉛・亜鉛および火山性塊状硫化物鉱床は、地域北部の非活動的大陸縁辺部およびマグマ弧での堆積物であるオールドビス系分布域に限定されること、また、ポーフイリー型銅、銅・金鉱床および浅熱水性金・銀鉱床は、チリ国境付近から南東方向にアーム状伸長する4本の新第三紀火山岩分布域、アーム間の貫入岩周辺部およびアームの延長上に限定されることが明らかとなった。これらのタイプの鉱床賦存有望地区として24地区が選定され、そのなかの40鉱徴地および変質帯においてグラントルースをおこなった。

その結果、探査の手掛かりの少ないSEDEX型鉛・亜鉛鉱床の鉱床胚胎層準の抽出には、特に泥質岩の岩石地化学探査が有効であることが判明した。SEDEX型鉛・亜鉛鉱床は、El Aguilar 鉱床から Pumahuasi 鉱床にかけての南北ゾーンが、火山性塊状硫化物鉱床は、地域西部のオールドビス系分布域のなかでも火山岩を伴うゾーンがポテンシャルの高いことが明らかとなった。今後これらの地区での基礎的調査が望まれる。

ポーフイリー型銅および銅・金鉱床は、比較的剝削の進んだ火山岩アームである Parallon Negro 周辺、アーム間の貫入岩周辺部に当たる Inca Viejo 周辺およびアームの延長部に当たる Tucuman 西部に発達することが明らかとなった。一方浅熱水性金・銀鉱床に関連した変質帯は、Agua Caliente カルデラ周辺のような剝削レベルの浅い箇所が存在する傾向が認められた。これらの鉱徴および変質帯は、1990年代後半に詳細な探査が実施されており、今後、ポーフイリー型銅、銅・金鉱床については火山岩アームの南東延長部、浅熱水性金・銀鉱床についてはカルデラ周辺部の変質帯での基礎的調査が望まれる。

また、ASTER画像解析結果は、既知ポーフイリー型銅、銅・金鉱床およびそれに関連した変質帯は、漏れなく変質帯として抽出されており、その有効性が確認された。ただし、未変質花崗岩分布域の一部を変質帯として捕らえる傾向が見られ、今後の課題として残された。

# アルゼンティン共和国北西部地域報告書

## 目次

はしがき	
調査地域位置図	
要約	
目次	
図表一覧	

## 第I部 総論

第1章 序論	1
1-1 調査実施の経緯	1
1-2 調査の概要	1
1-2-1 調査の目的	1
1-2-2 調査地域	2
1-2-3 調査方法	2
1-2-4 調査団の編成	2
1-2-5 調査期間および調査量	3
第2章 調査地域の地理	4
2-1 位置および交通	4
2-2 地形および水系	4
2-3 気候および植生	4
第3章 調査地域の地質鉱床および鉱業事情	6
3-1 地質鉱床概要	6
3-1-1 アルゼンティンの地質概略および調査地域の位置付け	6
3-1-2 調査地域の地質鉱床	14
3-2 鉱業事情	23
3-2-1 鉱業政策	23
3-2-2 鉱業生産	24
3-2-3 鉱業法	24
3-2-4 最近の探鉱・開発動向	25
第4章 調査結果の概要および総合検討	27
4-1 既存データ解析	27
4-2 空中物理探査データ解析	33
4-3 川砂試料分析データ解析	33
4-4 衛星画像解析	34
4-5 グラントルース	35
4-6 地質構造および鉱化作用の特性と鉱化規制	39
4-7 鉱床賦存ポテンシャルおよび有望鉱地区の選定	39
第5章 結論および提言	41
5-1 結論	41
5-2 第2年次調査への提言	42

## 第II部 各論

第1章 既存データ解析	45
-------------	----

1-1	既存データ収集	45
1-2	データベースの再構築	45
1-3	既知鉱床・鉱徴地の分布	45
1-4	既存データ解析結果	45
第2章	空中物理探査データ解析	48
2-1	調査概要	48
2-2	データ及び解析処理の種類	48
2-3	データ解釈結果	50
2-4	空中物理探査解析による有望地抽出指針	53
2-5	まとめ	53
第3章	川砂試料分析データ解析	72
第4章	衛星画像解析	78
4-1	LANDSAT TM 画像処理・作成	78
4-2	LANDSAT TM 画像判読・解析	80
4-3	ASTER 画像処理・作成	80
4-3-1	解析概要	80
4-3-2	使用データ	82
4-3-3	バンド間レジストレーション	83
4-3-4	擬似反射率変換	86
4-3-5	植生補正	95
4-3-6	フォールスカラー画像および比演算処理画像処理	96
4-3-7	変質鉱物同定	98
4-3-8	SiO <sub>2</sub> 含有量マップ	107
4-3-9	DEM (デジタル標高モデル)	113
4-3-10	本解析の今後の課題	116
4-4	ASTER 画像判読・解析	117
4-4-1	判読・解析方法	117
4-4-2	判読結果解析	139
4-5	総合解析	171
4-6	まとめ	172
第5章	グラントルース	173
5-1	調査対象地区の選定	173
5-1-1	地質鉱床データ解析結果に基づく調査対象地区選定	173
5-1-2	衛星画像解析結果に基づく調査対象地区選定	173
5-1-3	空中物理探査データ解析に基づく調査対象地区選定	175
5-2	調査結果	179
5-2-1	La Gateada 鉱徴地	179
5-2-2	La Belgica 鉱徴地	181
5-2-3	La Pumahuasi 鉱徴地	183
5-2-4	Sol de Mayo 鉱徴地	185
5-2-5	Santa Rosa 鉱徴地	187
5-2-6	La Ciénaga 鉱徴地	189
5-2-7	Pan de Azucar 鉱徴地	191
5-2-8	Tupiza 鉱徴地	195
5-2-9	Rachaita 鉱徴地	197
5-2-10	La Candelaria 鉱徴地	201
5-2-11	La Pricima-Rumicruz 鉱徴地	203
5-2-12	El Aguilar 鉱床	205



5-2-13	Rio Grande 鈹微地	220
5-2-14	La Colorada 鈹微地	222
5-2-15	Limeca 鈹微地	226
5-2-16	Tusca 鈹微地	226
5-2-17	Coiruro 鈹微地	228
5-2-18	Incachule 鈹微地	230
5-2-19	Organullo 鈹微地	235
5-2-20	El Acay 鈹微地	239
5-2-21	Pancho Arias 鈹微地	239
5-2-22	Centenario 変質帯	244
5-2-23	Vicuna Muerta 鈹微地	249
5-2-24	Inca Viejo 鈹微地	252
5-2-25	Diablillos 鈹微地	254
5-2-26	Condor Yacu 鈹微地	257
5-2-27	Brealito 鈹微地	258
5-2-28	Laguna Grande 変質帯	261
5-2-29	Laguna del Salitre 鈹微地	265
5-2-30	Lagna Blanca 変質帯	268
5-2-31	Vaca Vizcana 鈹微地	272
5-2-32	El Alisar 鈹微地	277
5-2-33	El Pago 鈹微地	284
5-2-34	Alto de la Blenda (Laborco, Nudo, Esperanza) 鈹床	285
5-2-35	Agua Tapada 鈹微地	291
5-2-36	Bajo de la Alumbreira 鈹床	296
5-2-37	Bajo El Durazno 鈹微地	301
5-2-38	Agua Rica 鈹床	302
5-2-39	Capillitas 鈹床	309
5-2-40	Capillitas NE 変質帯	313
5-3	泥質岩の岩石地化学(判別分析)による鈹床層準推定の予備的検討	316
5-3-1	目的	316
5-3-2	判別式の構築	316
5-3-3	判別結果	316
5-3-4	鈹床層準の推定	316
5-3-5	結論および提案	317
5-4	泥質岩・火山岩の岩石化学的特徴	318
5-5	SEDEX型鉛・亜鉛鈹床および鈹脈型多金属鈹床の硫黄同位体比	318
第6章	考察	324
6-1	地質構造および鈹化作用の特性と鈹化規制	324
6-2	鈹床賦存ポテンシャルと有望鈹微地の選定	333

### 第III部 結論および提言

第1章	結論	337
第2章	第2年次調査への提言	338
参考文献		341
巻末資料		

圖表一覽

Figures

Part-I

Fig.I-3-1-1-1	Accretionary terrane in the southern region of South America (taken from Zappettini, 1998) .....	7
Fig.I-3-1-1-2	Major segments of Southern Central Andes related to the Nazca Plate segmentation (taken from Ramos, 2000). .....	11
Fig.I-3-1-1-3	Topographic units in Argentina (taken from Ramos, 1999b). .....	13
Fig.I-3-1-2-1	Geological map of the survey area (compiled from mapa geologico de la provincia de "Jujuy", "Salta", "Tucuman" and "Catamarca"). .....	15
Fig.I-3-1-2-2	Geological structure map of the survey area (compiled from JICA and MMAJ,1998 and Riller et al., 2001). .....	16
Fig.I-3-1-2-3	Distribution of mineral deposits in the survey area (taken from Zappettini, 1998). .....	17
Fig.I-3-2-1-1	Idealised trends in mining sector reform in the 1990s and mineral activities in some selected successful countries (taken from Naito and Remy, 2001). .....	23
Fig.I-4-1-1	Location of mineral occurrences and deposits, and cluster of them listed on the Appendix. ....	28
Fig.I-4-5-1	Selected promising zones and survey points. ....	36
Fig.I-4-7-1	Flow chart for the selection of potential zones and recommended areas for the 2 <sup>nd</sup> year's survey. ....	40

Part-II

Fig.II-1-3-1	Location of Mineralized zones in the Project area .....	47
Fig.II-2-2-1-1	Location of the airborne geophysical survey .....	49
Fig.II-2-2-1-2	Total Magnetic Intensity image (TMI) .....	54
Fig.II-2-2-1-3	Total Mangnetic Intensity(Reduced to the Pole:RTP) .....	55
Fig.II-2-2-1-4	First vertical derivative image of RTP .....	56
Fig.II-2-2-1-5	First horizontal derivative image of RTP .....	57
Fig.II-2-2-1-6	Second horizontal derivative image of RTP .....	58
Fig.II-2-2-1-7	Upward continuation (500m) of RTP .....	59
Fig.II-2-2-1-8	Total count(TC) image .....	60
Fig.II-2-2-1-9	Radiometric image(K) .....	61
Fig.II-2-2-1-10	Radiometric image(T) .....	62
Fig.II-2-2-1-11	Radiometric image(U) .....	63
Fig.II-2-2-1-12	Color composite image of K,T,U(RGB=KTU) .....	64
Fig.II-2-2-1-13	Ratio K/T image .....	65
Fig.II-2-2-1-14	Ratio K/(K+T+U)image .....	66
Fig.II-2-2-1-15	Digital terrain model image(DEM) .....	67
Fig.II-2-2-1-16	Geological map .....	68
Fig.II-2-2-1-17	Tectonic line, mineral occurrences, alteration zone .....	69

Fig.II-2-2-1-18	Airborne geophysical map from Chemicoff,C.J., Zappettine, E.O. 2000	70
Fig.II-2-2-1-19	Gravity model image	71
Fig.II-3-3-4-1	Geochemical anomaly map (Cu)	74
Fig.II-3-3-4-2	Geochemical anomaly map (Pb)	75
Fig.II-3-3-4-3	Geochemical anomaly map (Zn)	76
Fig.II-3-3-4-4	Geochemical anomaly map (Ag)	77
Fig.II-4-1-1-1	Image analysis area of Landsat TM	79
Fig.II-4-3-2-1	Index map of ASTER image over the survey area	82
Fig.II-4-3-3-1	A processing step for band to band registration	85
Fig.II-4-3-4-1	Dispersion diagrams of DN between Data012~017	88
Fig.II-4-3-4-2	Dispersion diagrams of DN, Data102	89
Fig.II-4-3-4-3	Distribution of surface materials selected by high correlation value	90
Fig.II-4-3-4-4	An example of "Pampa" area selected by high correlation pixels of ASTER bands (El Salvador, Chile)	91
Fig.II-4-3-7-1	Spectral pattern of mixed phase of Goethite – Sericite	99
Fig.II-4-3-7-2	Spectral pattern of alteration minerals and ferro-oxide minerals in acidic alteration zone	100
Fig.II-4-3-7-3	Spectral pattern of alteration minerals and ferro-oxide minerals in intermediate-alkali alteration zone	101
Fig.II-4-3-7-4	An example of spectral pattern mixing of two minerals	102
Fig.II-4-3-7-5	An example of mineral identification	103
Fig.II-4-3-7-6	Mineral identification(top: BGR=247, middle: ratio image, bottom: RGB=Aln,Kao,Ser)	105
Fig.II-4-3-7-7	Mineral identification(top: RGB=Aln,Goe,Ser, middle: RGB=Aln+Kao,Ser,Chl, bottom: RGB=Goe,Hem,Qtz)	106
Fig.II-4-3-8-1	Comparison with SiO <sub>2</sub> map and geology	112
Fig.II-4-3-9-1	Index map of ASTER image area for DEM	114
Fig.II-4-3-9-2	False color image(BGR=147) and ASTER DEM image(Scene 012-016)	115
Fig.II-4-4-1-1	BGR=147 (False color image)	119
Fig.II-4-4-1-2a	BGR=4/5,4/6,4/7 (Ratio image-1)	121
Fig.II-4-4-1-2b	BGR=4/5, 4/6, 4/7 (Ratio image-2)	123
Fig.II-4-4-1-3	BGR= Ser, Kao, Aln (mineral identification)	125
Fig.II-4-4-1-4	BGR= Ser, Goe, Aln (mineral identification)	127
Fig.II-4-4-1-5	BGR= Chl, Ser, Aln+Kao (mineral identification)	129
Fig.II-4-4-1-6	BGR= Qtz, Hem, Geo (mineral identification)	131
Fig.II-4-4-1-7	Alteration zone outlined by ASTER and Landsat TM	133
Fig.II-4-4-1-8	SiO <sub>2</sub> contents	135
Fig.II-4-4-1-9	Landsat TM false color image (BGR=145)	137
Fig.II-4-4-4-1	False color image of scene 012(BGR=147)	140
Fig.II-4-4-4-2	False color image of scene 013(BGR=147)	142

Fig.II-4-4-4-3	False color image of scene 014(BGR=147) .....	144
Fig.II-4-4-4-4	False color image of scene 015(BGR=147) .....	146
Fig.II-4-4-4-5	False color image of scene 016(BGR=147) .....	148
Fig.II-4-4-4-6	False color image of scene 017(BGR=147) .....	150
Fig.II-4-4-4-7	False color image of scene 101(BGR=147) .....	152
Fig.II-4-4-4-8	False color image of scene 102(BGR=147) .....	154
Fig.II-4-4-4-9	False color image of scene 103(BGR=147) .....	156
Fig.II-4-4-4-10	False color image of scene 201(BGR=147) .....	158
Fig.II-4-4-4-11	False color image of scene 202(BGR=147) .....	160
Fig.II-4-4-4-12	False color image of scene 203(BGR=147) .....	162
Fig.II-4-4-4-13	False color image of scene 6200(BGR=147) .....	164
Fig.II-4-4-4-14	False color image of scene 6201 (BGR=147) .....	166
Fig.II-4-4-4-15	False color image of scene 6601(BGR=147) .....	168
Fig.II-5-1-2-1	Alteration zone, Neogene Volcanics and promising area .....	174
Fig.II-5-1-3-1	Promising area outlined by airborne geophysical data (radiometric K/T image) .....	176
Fig.II-5-1-3-2	Promising area outlined by airborne geophysical data (radiometric K/(K+T+U) image) .....	177
Fig.II-5-1-3-3	RTP image and Neogene Volcanics (Galan cardera area) .....	178
Fig.II-5-1-3-4	RTP image and Neogene Volcanics (Vicuna Muerta area) .....	178
Fig.II-5-2-1-1	La Gateada mineral occurrence .....	180
Fig.II-5-2-2-1	La Belgica mineral occurrence .....	182
Fig.II-5-2-3-1	Pumahuasi mineral occurrence .....	184
Fig.II-5-2-4-1	Sol de Mayo mineral occurrence .....	186
Fig.II-5-2-5-1	Santa Rosa mineral occurrence .....	188
Fig.II-5-2-6-1	La Cienaga mineral occurrence .....	190
Fig.II-5-2-7-1	Pan de Azucar mineral occurrence .....	193
Fig.II-5-2-7-2	ASTER image around the Pan de Azucar mineral occurrence .....	194
Fig.II-5-2-8-1	Tupiza mineral occurrence .....	196
Fig.II-5-2-9-1	Simplified geological sketch, occurrence of hydrothermal alteration zones and old adit. ....	198
Fig.II-5-2-9-2	ASTER image around Rachite. (a) False color image, (b) Ratio image, (c) Iso-grain model image. ....	199
Fig.II-5-2-10-1	La Candelaria mineral occurrence .....	202
Fig.II-5-2-11-1	La Puricima-Rumicruz mineral occurrence .....	204
Fig.II-5-2-12-1	Geological map of the Aguilar mine area(provided by Mineral Aguilar S. A.) .....	207
Fig.II-5-2-12-2	El Aguilar mine .....	208
Fig.II-5-2-12-3	Relation between drill hole #3070 and SEDEX mineralized zone .....	210
Fig.II-5-2-12-4(1)	Geochemical variation diagrams of drill holes #3070 and a lower part of #3244 .....	211
Fig.II-5-2-12-4(2)	Geochemical variation diagrams of drill holes #3070 and a lower part of #3244 .....	212
Fig.II-5-2-12-5	Histograms of 29 elements for drill holes #3070 and a lower part of #3244 .....	213
Fig.II-5-2-12-6	Variation diagrams of discriminant values for drill holes #3070 and a lower part of #3244 .....	214

Fig.II-5-2-12-7	El Aguilar deposit(ASTER BGR=147) .....	215
Fig.II-5-2-13-1	SEDEX ore zone observed in the Rio Grande .....	221
Fig.II-5-2-14-1	La Corolada deposit .....	223
Fig.II-5-2-14-2	Drill core sample and photomicrograph of the sample .....	224
Fig.II-5-2-14-3	Cu-Pb-Zn diagram of typical SEDEX deposits (Goodfellow et al., 1993) and La Colorada deposit ( Pacific Rim internal report) .....	224
Fig.II-5-2-16-1	Tusca mineral occurrence .....	227
Fig.II-5-2-17-1	Coiruro mineral occurrence .....	229
Fig.II-5-2-18-1	Incachule mineral occurrence .....	233
Fig.II-5-2-18-2	Birds-eye view of Incachule and Organullo mineral occurrence .....	234
Fig.II-5-2-19-2	Organullo mineral showing and Incachule mineral showing (ASTER BGR=147) .....	238
Fig.II-5-2-20-1	El Acay mineral occurrence .....	240
Fig.II-5-2-21-1	Pancho Arias mineral occurrence .....	242
Fig.II-5-2-21-2	ASTER image around the Pancho Arias mineral occurrence .....	243
Fig.II-5-2-22-1	Centenario mineral occurrence .....	245
Fig.II-5-2-22-2	ASTER image around the Centenario alteration zone .....	246
Fig.II-5-2-22-3	Birds-eye view of the Centenario alteration zone .....	247
Fig.II-5-2-22-4	Birds-eye view of Vicuna Muerta and Inca Viejo mineral occurrence .....	248
Fig.II-5-2-23-1	Vicuna Muerta mineral occurrence .....	250
Fig.II-5-2-23-2	ASTER image around the Centenario, Inca Viejo, Diablillos, Condor Yacu mineral occurrence .....	251
Fig.II-5-2-24-1	Inca Viejo mineral occurrence .....	253
Fig.II-5-2-25-1	Diablillos and Condor Yacu mineral occurrence .....	255
Fig.II-5-2-25-2	Birds-eye view of Diablillos and Condor Yacu mineral occurrence .....	256
Fig.II-5-2-27-1	Brealito mineral occurrence .....	259
Fig.II-5-2-27-2	Landsat TM image around the Brealito mineral occurrence .....	260
Fig.II-5-2-28-1	Laguna Grande alteration zone (perspective view) .....	262
Fig.II-5-2-28-2	ASTER image around the Laguna Grande alteration zone .....	263
Fig.II-5-2-28-3	Birds-eye view of Laguna Grande alteration zone and Laguna del Salitre mineral occurrence .....	264
Fig.II-5-2-29-1	Laguna Salitre mineral occurrence .....	267
Fig.II-5-2-30-1	Laguna Blanca alteration zone .....	269
Fig.II-5-2-30-2	ASTER image around the Laguna Blanca alteration zone .....	270
Fig.II-5-2-30-3	Bird-eye view around Laguna Blanca alteration zone .....	271
Fig.II-5-2-31-1	Simplified geological map around the Vaca Viscana mineral occurrence .....	275
Fig.II-5-2-31-2	Vaca Vizcana mineral showing(Landsat TM BGR=145) .....	276
Fig.II-5-2-32-1 (a)	Geological map of around the Alizar mineral occurrence (taken from Martinez y Chipulina, 1996) ..	280
Fig.II-5-2-32-1 (b)	Schematic cross section of the El Alisar mineral occurrence (taken from Martinez y Chipulina, 1996)	280
Fig.II-5-2-32-2	Discrimination diagrams for volcanic rocks .....	281
Fig.II-5-2-32-3	El Alisar mineral showing(Landsat TM BGR=145) .....	282

Fig.II-5-2-33-1	Distribution of rock types and alterations, El Pago sector	285
Fig.II-5-2-33-2	Distribution of alteration zones extracted by ASTER data	286
Fig.II-5-2-34-1	Simplified geological map around the Zone-43	288
Fig.II-5-2-34-2	Alto de la Blenda (Laboreo, Nudo, Esperanza) deposit, Bajo de la Alumbreira deposit, Bajo El Durazno mineral showing (ASTER BGR=123)	289
Fig.II-5-2-35-1	Agua Tapada mineral occurrence	292
Fig.II-5-2-35-2	ASTER image around the Bajo de la Alumbreira deposit, Agua Tapada and Bajo El Durazno mineral occurrences	293
Fig.II-5-2-35-3	Agua Tapada occurrence, Bajo de la Alumbreira deposit, Bajo El Durazno occurrence, Agua Rica deposit Capillitas deposit, Capillitas NE alteration zone	294
Fig.II-5-2-35-4	Bajo de la Alumbreira deposit, Bajo El Durazno occurrence, Agua Rica deposit Capillitas deposit, Capillitas NE alteration zone	295
Fig.II-5-2-36-1	Geology of the Bajo de la Alumbreira mine (taken from Angera, 1999)	298
Fig.II-5-2-36-2	Geological cross section of the Bajo de la Alumbreira (taken from Angera, 1999)	298
Fig.II-5-2-36-3	Hydrothermal alteration zones of the Bajo de la Alumbreira mine (taken from Angera, 1999)	299
Fig.II-5-2-38-1	Simplified geological map of Agua Rica district (taken from BHP-Billiton and Northern Orion internal report)	306
Fig.II-5-2-38-2	Hydrothermal alteration in Agua Rica district (taken from Roco y Koukharsky, 1999)	307
Fig.II-5-2-38-3	Agua Rica deposit(ASTER BGR=123)	308
Fig.II-5-2-39-1(a)	Major lithologic units and location of the veins in Capillitas mine (taken from Marquez-Zavalía, 1999)	311
Fig.II-5-2-39-1(b)	Schematic profiles. A: from Nueva Esperanza vein to Isabel vein. B: from Nueva vein to Santa Luisa vein. (taken from Marquez-Zavalía, 1999)	311
Fig.II-5-2-39-2	Capillitas deposit and Capillitas NE alteration zone(ASTER BGR=123)	312
Fig.II-5-2-40-1	Capillitas NE alteration zone.(a)Distant view,(b),Closed view,(c)Outcrop of the fault zone	315
Fig.II-5-3-1	Distribution of the Ordovician rock samples discriminated to 3 groups	320
Fig.II-5-4-1-1	Chemical comparison slate in the survey area with the Shimanto accretionary prism (Fujinaga and Kato, 2001)	321
Fig.II-5-4-1-2	Chemical comparison slate in the survey area with the Shimanto accretionary prism (Fujinaga and Kato, 2001)	322
Fig.II-6-1-1	Environment of formation of SEDEX deposits.	325
Fig.II-6-1-2	Distribution of the Ordovician systems, Precambrian Puncoviscana Formation, SEDEX type deposits and volcanogenic massive sulfide deposits.	327
Fig.II-6-1-3	Distribution of Neogene volcanics, porphyry and epithermal type deposits and major faults.	329
Fig.II-6-1-4	Total magnetic intensity (reduced to the pole) and distribution of porphyry and epithermal type deposits.	330
Fig.II-6-1-5	Spatial relationship of major linements, and porphyry type deposits and epithermal type deposits in the central Chile and northeastern Argentina	331

Fig.II-6-1-6	Genetic models of SEDEX and MVT representing the mixing of basal metalliferous fluids with ambient anoxic waters at the sea floor (taken from Goodfellow et al, 1993). . . . .	326
Fig.II-6-1-7	General model of a zoned magmatic hydrothermal system and spatial relationship of porphyry and epithermal system (taken from Tosdal and Richards,2001). . . . .	332
Fig.II-6-1-8	Idealized model of caldera structure and mineralization (taken from Sillitoe, 1984) . . . . .	333
Fig.II-6-2-1	Selected promising area and recommended area for the survey of next year (SEDEX and VMS type deposits). . . . .	335
Fig.II-6-2-2	Selected promising area and recommended area for the survey of next year (porphyry and epithermal type deposits). . . . .	336

## Tables

### Part-I

Table I-2-3-1	Climate table of Salta and La Quiaca. ....	5
Table I-3-1-2-1	Simplified stratigraphy of the survey area. ....	18
Table I-3-1-2-2	Deposit type and mineral deposits in the survey area. ....	19
Table I-3-2-2-1	Investment of mining development in the Argentine Republic. ....	24
Table I-3-2-4-1	Recent mineral exploration around the survey area. ....	26
Table I-4-1-1	List of mineralized zones in the survey area. ....	29
Table I-4-5-1	Record of the ground truth. ....	37
Table I-4-5-2	Outline of survey results. ....	38

### Part-II

Table II-3-3-1	List of elements and detection limits. ....	73
Table II-4-1-1	Path/Row, data acquisition, sun azimuth and sun elevation of the Landsat TM image ....	78
Table II-4-3-1	Acquisition data of ASTER image ....	83
Table II-4-3-2	Data012 Pixel location error between band4 and band5(before registration) ....	85
Table II-4-3-3	Data012 Pixel location error between band4 and band5(after registration) ....	85
Table II-4-3-4	Regression coefficients of band to band registration based on band 1 to 3 ....	92
Table II-4-3-5	Regression coefficients of band to band registration based on band 1 to 3 for neighbor bands ....	93
Table II-4-3-6	Regression coefficients for band to band registration based on band1 ....	94
Table II-4-3-7	Regression coefficients for band to band registration based on METI(2001) ....	94
Table II-4-3-8	Result on the most fitted pseudo-reflectance of pixel(top three score) ....	103
Table II-4-3-9	Emissivity value of TIR ....	110
Table II-5-2-12-1	Characteristics of the Ordovician formations in the Aguilar range ....	216
Table II-5-2-12-2	Chemical analysis results of drill core samples ....	217
Table II-5-2-12-3	Result of discriminant analysis for 77 core samples collected from the holesdrilled intersecting the SEDEXore zone ....	218
Table II-5-2-12-4	Discriminant function coefficients ....	219



## Appendix

Table A-1	List of samples and laboratory test
Table A-2	Result of the laboratory test (microscopic observation of rock and ore samples)
Table A-3	Result of the laboratory test (X-ray diffraction)
Table A-4	Result of the laboratory test (geochemical analysis )
Table A-5	Result of the laboratory test (sulphur and oxygen isotope)
Table A-6	Result of the laboratory test (fluid inclusion)
Table A-7	Result of the laboratory test (K-Ar dating)
Table A-8	List of mineral occurrence in the survey area
Table A-9	List of collected printed data
Figure A-1	Location map of sample

# 第 1 部 総論

## 第1章 序論

### 1-1 調査実施の経緯

アルゼンティン共和国における日本政府による非鉄鉱物資源分野の技術協力は1977年から開始された。これらの調査は主としてアルゼンティン政府関連機関の保有する鉱区内での鉱物資源ポテンシャル評価と鉱床発見を目的としたものであった。しかしながらアルゼンティン共和国政府は、1990年代はじめに鉱業政策リフォームに着手し、1993年に鉱業関係法規（鉱業投資法、鉱業再建法）が改定され、官民の役割分担が明確に示されるとともに外国投資促進策が打ち出された。政府の役割は、基礎的情報整備提供におかれることとなった。これに伴い日本政府による支援も、鉱業投資促進のための基礎的調査に重点が置かれることとなり、1997年から鉱物資源広域調査が実施されている。

これまでにアルゼンティン共和国において実施された資源開発協力基礎調査は以下のとおりである。

地域名	スキーム	実施期間（日本の予算年度）
北部	資源開発調査	1977～1980年度
フアマティナ	地域開発計画調査	1980年度
パタゴニア	資源開発調査	1981～1983年度
アルトデラブレングラ	資源開発調査	1986～1989年度
ファラジョンネグロ	地域開発計画調査	1990～1991年度
西部	資源開発調査	1992～1994年度
東部アンデス	鉱物資源広域調査	1997～1998年度
南部アンデス	鉱物資源広域調査	1999～2000年度

このような状況下、アルゼンティン共和国経済省エネルギー・鉱業庁はこれまでの資源開発協力基礎調査を高く評価し、銅、金、鉛・亜鉛鉱床の存在する可能性の高い同国北西部の鉱物資源調査を2000年11月7日に我が国に要請してきた（公信F第408号）。日本政府は、同国鉱物資源のポテンシャルの高さおよび同国資源政策への貢献度の大きさに鑑み、2001年度から2ヶ年間にわたって鉱物資源広域調査を実施することを決定した。

### 1-2 調査の概要

#### 1-2-1 調査の目的

本調査は、アルゼンティン共和国北西部地域を対象として、既存データ解析、空中物理探査データ解析、川砂試料分析データ解析、衛星画像解析およびグラントルースを行ない、得られた結果を総合的に解析することにより、広範なエリアから効率的に鉱床賦存有望地区を抽出することを目的とする。また相手国機関に対して、技術移転を図ることを目的とする。

## 1-2-2 調査地域

調査地域は、アルゼンティン共和国北西部に位置する西経 64.5°・南緯 22°、西経 66°・南緯 22°、西経 67.5°・南緯 28°、西経 66°・南緯 28° に囲まれる面積 100,000 km<sup>2</sup> の範囲である。但しボリビア共和国は除く。行政区画上は Jujuy 州、Salta 州、Tucuman 州および Catamarca 州にまたがる。

## 1-2-3 調査方法

### 1) 既存データ解析

地質鉱物調査所 (SEGEMAR) 等アルゼンティン共和国政府および州政府関係機関出版物、学術出版物および鉱山会社内部資料を収集しデータベース化した (添付 CD-ROM 参照)。特に当地域内において経済性を有する鉱床タイプとしてポーフィリー型銅および銅・金鉱床、浅熱水性金鉱床、SEDEX 型鉛・亜鉛鉱床および火山性塊状硫化物鉱床にターゲットを絞り解析を実施した。

### 2) 空中物理探査データ解析

1998 年 SEGEMAR により取得されたデジタルデータの提供を受け、磁気データについては、全磁力図 (極磁気変換済み)、垂直 1 次微分解析図等を、放射能データについては Th, U, K 図等を作成し、地質学的解釈を行なった。

### 3) 川砂試料分析データ解析

過去にアルゼンティン側により採取された川砂試料 5000 個について 48 成分の分析を行ない解析を実施した。

### 4) 衛星画像解析

2001 年よりデータの提供が開始された ASTER 画像を用いて画像解析を実施した。現時点で解析可能な 15 シーンを選定し、フォールスカラー画像、比演算画像および等粒子モデル画像による変質帯抽出、変質帯分帯および 3D 解析を行なった。ASTER 画像でカバーされなかった範囲については、1998 年度に実施された LANDSAT TM 画像解析結果 (JICA・MMAJ, 1998) を使用して解析を行なった。

### 5) グランドトランス

上記 4 手法の解析に基づき、有望地区として鉱床・鉱微地クラスター 24 地区を抽出した。その中の代表的鉱微地・変質帯のうち、これまでの探査実績、アクセス、カウンターパートの希望を勘案して 36 鉱微地および 4 変質帯について調査を実施した。調査は、地質構造、変質、鉱化作用の特徴を把握するとともに室内試験用試料を採取し解析に供した。

## 1-2-4 調査団の編成

### (1) 日本側

団長 中山 健	(財) 国際鉱物資源開発協力協会
林 育浩	(財) 国際鉱物資源開発協力協会
大岡 隆	(財) 国際鉱物資源開発協力協会
大久保 隆太	(財) 国際鉱物資源開発協力協会

## (2) アルゼンティン側

団長	Jorge Guillou	Servicio Geologico Minero Argentono, Salta
	Oswaldo Gonzalez	Servicio Geologico Minero Argentono, Tucuman
	Eulogio Ramallo	Servicio Geologico Minero Argentono, Salta
	Raul Seggiaro	Servicio Geologico Minero Argentono, Salta
	Raul Becchio	Servicio Geologico Minero Argentono, Salta

## (3) 作業監理

藤井 昇 金属鉱業事業団

### 1-2-5 調査期間および調査量

#### 1) 調査期間

2001年8月21日～2002年3月15日（うち現地調査2001年9月20日～2001年11月17日）

#### 2) 調査量

既存データ解析：12日間

空中物理探査データ解析：67,000km<sup>2</sup>

川砂試料分析データ解析：5,000個

衛星画像解析：ASTER 画像 15 シーン

グランドツルース：36日間

## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置・交通

本調査地域は、アルゼンティン共和国の北西部に位置し、4つの行政区画にまたがる。地域内には Jujuy および Salta といった州都があり、ブエノスアイレスから定期航空便が運行されている。地域外ではあるが、周辺には、Tucuman, Catamaruca および La Rioja といった州都があり同様に定期航空便が運行されており、調査地域へのアクセスは至便である。地域東側には国道9号線をはじめとする舗装された国道、州道が発達し、南北方向の交通は容易である。一方西側の Puna では南北に走る国道40号線が主要道路となる。未舗装ではあるが整備状況は良好である。東西を結ぶ道路網は限られている。最北端の町 La Quiaca からボリビアに通じる。一方チリへは、San Antonio de los Cobres 経由で Antofagasta へ通じる。

### 2-2 地形・水系

調査地域の地形は地質をよく反映しており、Ramos (1999) によると、地域北部では、西から Puna, Cordillera Oriental, Sierras Subandinas および Sierras Pampeanas の4つの地形構造区に分けられている。Puna はボリビアの Altiplano の延長にあたり、標高3,500m前後の高原地帯である。内陸盆のため水系の発達は乏しく、塩湖が多く存在する。Cordillera Oriental もボリビアから続く標高4,000m～5,000mの南北に伸長する山岳地帯で南北系の水系が発達する。アクセスも悪く人口も極めて疎である。Sierras Pampeanas は標高1500mから5000mの沖積盆地と山岳地よりなり南北系の水系が発達する。

### 2-3 気候・植生

調査地域の気候・植生は地形に大きく支配される。標高3,500m～5000mの Puna、Sierras Pampeanas の北部および Cordillera Oriental は、内陸性の乾燥気候で、植生もほとんどない。ボリビアとの国境に位置する La Quiaca では、平均日格差が19℃と大きく、年間降雨量は322mm、平均湿度は50%である。特に、冬季5月～9月の月平均降雨量は1.2mmと極めて少ない。(Table I-2-3-1)。一方 Jujuy, Salta および Tucuman 市にかけての Cordillera Oriental の東縁部には標高2,000m前後のジャングル地帯が発達し湿潤である。Salta は比較的湿潤で年間降雨量は約670mm、平均湿度は70%に達する(Table I-2-3-1)。現地調査の最適時期は、夏季の初期10月および11月である。

Table I-2-3-1 Climate table of Salta and La Quiaca

(A) Salta

Latitude 24°51'S, longitude 65°29'W, elevation 1,226 m

Month	Mean sta. press. (mbar)	Temperature (°C)				Mean vapor press. (mbar)	Precipitation (mm)		Relat. humid. (%)	Number of days with			Mean cloud-iness (tenths)	Mean daily sun-shine	Wind		Clear days	Cloudy days
		daily mean	daily range	extreme max. min.			mean	max.in 24 h		precip. (>1mm)	thunder-storm	fog			prevail. direct.	mean speed		
Jan.	875.7	21.4	12.7	38.4	6.1	18.9	176	95	78	14	7	1	5.6	6.3	NE	1.4	0.3	15.2
Feb.	876.3	20.5	11.6	39.3	7.7	18.9	149	115	82	13	4	<1	5.8	5.3	NE	1.1	0.9	14.8
Mar.	877	19.2	11.7	34.7	2.6	17.7	94	75	80	12	3	2	5.4	4.4	NE	0.8	1.2	17
Apr.	878.1	16.5	13	33.6	-1.2	14.1	25	55	75	6	<1	3	5.3	4.8	NE	1.1	3	13.9
May	878.3	13.5	15.1	33.9	-4.6	11.5	6	35	74	3	<1	2	4.5	5.1	N	1.1	6.1	11.6
June	878.2	11.1	16.6	33.1	-9.5	9.8	3	15	74	1	0	2	4.1	4.6	N	1.1	7.4	9.7
July	878.6	10.6	18.3	35	-9.9	8.4	2	5	66	1	0	1	3.2	6	N	1.4	9.3	8.1
Aug.	878.5	12.4	19.4	36.3	-6.6	8.3	4	5	58	1	<1	<1	3	7	NE	1.4	12	7.4
Sept.	877.7	15.9	17.7	38	-3.6	9.6	5	15	53	3	<1	<1	3.5	5.9	NE	1.4	6.4	8.8
Oct.	876.6	18.4	15.6	38.8	-2.2	12.3	25	45	58	6	1	<1	4.5	5.5	NE	1.7	5.1	10.2
Nov.	875.7	20.7	14.4	39	1.8	14.8	61	45	61	8	4	<1	4.4	5.9	NE	1.7	2.1	11
Dec.	875.4	21.5	13.7	39.5	3.9	17.2	121	95	67	12	6	<1	4.5	6	NE	1.7	1.1	10.6
Annual	877.1	16.8	15	39.5	-9.9	13.4	671	115	69	80	26	12	4.5	5.6	NE	1.3	54.9	138.3

(B) La Quiaca

Latitude 22°06'S, longitude 65°36'W, elevation 3,459 m

Month	Mean sta. press. (mbar)	Temperature (°C)				Mean vapor press. (mbar)	Precipitation (mm)		Relat. humid. (%)	Number of days with			Mean cloud-iness (tenths)	Mean daily sun-shine	Wind		Clear days	Cloudy days	Mean evap. (mm)
		daily mean	daily range	extreme max. min.			mean	max.in 24 h		precip. (>1mm)	thunder-storm	fog			prevail. direct.	mean speed			
Jan.	672.2	12.4	14.3	27.1	-1.2	8.9	89	45	62	15	10	0	5.7	8.6	NE	3.6	0.7	16.7	184
Feb.	672.3	12.4	14.4	27	-1.2	9.2	77	35	64	12	9	<1	5.4	8.5	NE	3.3	0.3	13.2	158
Mar.	672.5	12.2	15.9	27.8	-3.1	8.2			58	8	7	<1	4.2	9.3	NE	3.1	3.2	8	182
Apr.	672.8	10.3	19.4	25.8	-8.7	5.6	5	35	45	2	2	<1	3	9.7	NE	2.8	8.7	4.2	150
May	672.8	6.6	21.7	25	-12.7	3.5	1	5	36	<1	<1	<1	2	9.8	S	2.8	15.2	2.9	121
June	672.8	3.9	23.3	22	-15.8	2.8	2	25	35	<1	0	<1	1.9	9.4	S	3.3	16.7	2.5	102
July	672.7	4	23.5	21.1	-15.2	2.9	1	5	36	<1	<1	<1	1.6	9.6	S	3.1	16.4	1.7	99
Aug.	672.4	6.4	23.4	22.8	-14.6	3.2	0	15	38	<1	<1	<1	2	9.8	S	3.6	15.5	2.1	132
Sept.	671.9	9.2	21.7	25.8	-12.2	4.4	2	5	38	1	1	<1	2.6	9.6	S	4.2	9.9	3.5	177
Oct.	671.5	11.1	20.2	27.4	-10.7	5.8	9	25	44	2	3	0	3.4	10	NE	4.4	6.5	5.8	212
Nov.	671.2	12.3	18.1	28.4	-4.7	7.3	31	25	51	6	9	<1	4.3	10.1	NE	4.4	2.2	6.1	208
Dec.	671.6	12.6	15.8	28.3	-1.2	8.4	63	25	57	12	12	<1	5.2	9.4	NE	4.2	0.5	12.5	196
Annual	672.3	9.5	19.1	28.4	-15.8	5.9	322	45	50	59	54	2	3.4	9.5	NE	3.6	95.8	79.2	1,921

### 第3章 調査地域の地質鉱床および鉱業事情

#### 3-1 地質鉱床概要

##### 3-1-1 アルゼンティンの地質概略および調査地域の位置づけ

###### 1) アルゼンティンの地質構造区分

アルゼンティンの国土は元々は独立していた異地性テレーンが衝突・付加することによってテクトニック層序的に形成されたことが、Ramos et al. (1986)、Ramos (1988) および Ramos (1996) によって示されている (Fig. 1-3-1-1-1)。アルゼンティンの国土は、Rio de la Plata クラトン、Pampia テレーン、Cuyania テレーン、Chilenia テレーン、Patagonia テレーンに大きく5分される。

Rio de la Plata クラトンはさらに細分されるいくつかの小テレーンから構成されており、それらの付加は2300-1900Ma 頃に起こった。これら小テレーンは原生代前期までにはトランスアマゾンク造山運動(またはタンディリア造山運動)によって融合、固結したとされている。

Pampia テレーンは基本的に炭酸塩岩基盤から構成されており、結晶片岩、片麻岩を伴う。これらは1000-900Ma 頃に安定な縁海に堆積したシークエンスが変成したものであり、750Ma 頃(原生代後期)に Rio de la Plata クラトンに衝突・付加した。Rio de la Plata クラトンとの縫合に先立つカルクアルカリマグマ弧はトータル岩、正片麻岩としてコルドバ州に分布している。縫合線は衝上したオフィオライトまたは塩基性-超塩基性岩帯によって示され、その最大のものは恐らく古生代前期の Famatina の付加に対応している。

Pampia テレーンの北西境界側には Arequipa-Antofalla テレーンが付加しており、Puna (Puna de Atacama、ボリビア、チリ、アルゼンティンに跨る標高3,500~4,000mの高原)の基盤を形成している。その現在の位置関係は原生代後期に形成された。北側の Arequipa は原生代前期-中期、南側の Antofalla は原生代後期-古生代初期に形成されており、アルゼンティンの北西端からチリ、ボリビア、ペルーへと続く。古生代前期に Arequipa-Antofalla テレーンはリフティング過程を通して Pampia テレーンと分離し、間は縁海を形成していた。その後 Oclöyic 造山運動によって再び衝突し、縫合線を再構築した。Puna 西部の火山岩ベルトは、縫合に先立つマグマ弧を代表するものと考えられる。

Cuyania テレーンは Cuyania-Precordillera テレーンとも呼ばれ、900-1100Ma に変成を受けた高~低変成度の変成岩および古生代初期の堆積岩で形成されている。堆積シークエンスおよび基盤の変成年代から、これらはローレンシア東部のグレンビル帯にその起源を有すると考えられる。原生代における Cuyania と Precordillera との付加を示すと思われる縫合線は Pie de Palo 山脈の西斜面に出現している。Cuyania テレーンはオルドビス紀の末期頃に Pampia テレーンに付加したとされている。

Chilenia テレーンの基盤の特徴は古生代後期のマグマ活動と変成作用によって覆い隠されている。基盤の一部には500-415Ma の変形と変成作用の証拠があり、シルル紀の堆積物に覆われる。

Chilenia テレーンはデボン紀後期に Cuyania テレーンに対して付加した。その縫合線は多くの断片的なオフィオライト岩体によって示される。Cordillera Frontal を形成する深成岩と安山岩質火山岩が縫合に先立つマグマ弧を代表している。



Patagonia テレーンは2つのテレーン—Somuncura と Deseado—から構成されている。それらは古生代前期のファマティナ造山運動の時期に衝突したものであり、それに先行して Deseado 地塊の沈み込

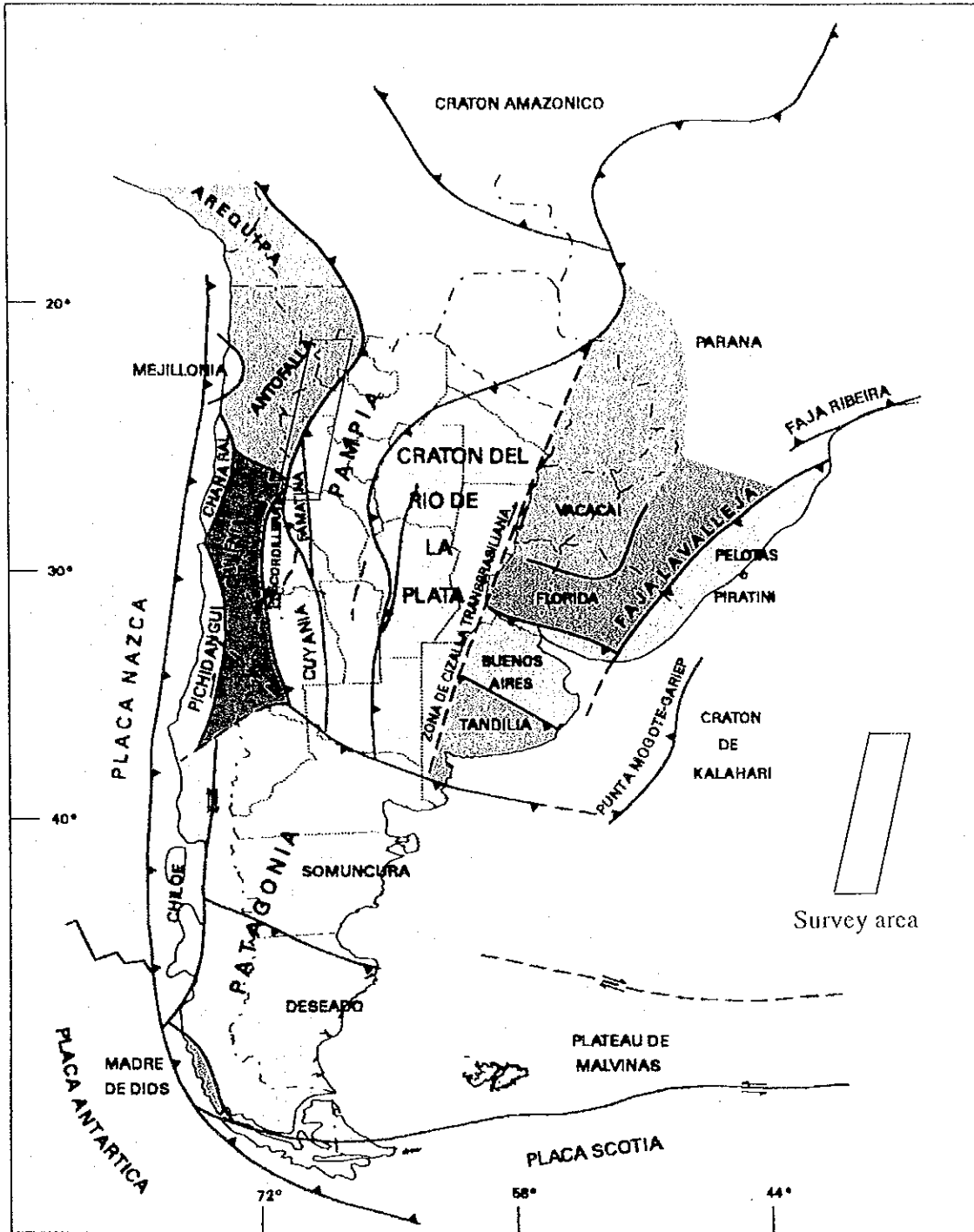


Fig. I-3-1-1-1 Accretionary terranes in the southern region of South America (taken from Zappettini, 1998)

みに関連するマグマ弧が形成された。Patagonia テレーンは古生代後期にアルゼンティン本体に付加した。ベルム系 Somun Cura 層群の深成岩活動は縫合に先立つマグマ弧に相当している。

## 2) アルゼンティンの構造運動史

Ramos (1999a)によればアルゼンティンでは大きく次の7つの造山運動サイクルが認められる。

サイクル	年代 (Ma)	山脈
・アンデス	45-0	Andes 山脈
・パタゴニア	98-75	Fueguina 山脈
・ゴンドワナ	290-250	Ventania および Cordillera Frontal
・フアマティナ	465-385	Precordillera および Pampeanas 西部山脈
・パンピア	600-520	Pampeanas 東部山脈
・グレンビル	1,100-1,050	Proto-Pie de Palo
・タンディリ	2,000-1,800	Tandillia

また、広域的な引張運動によって、多くのリフト堆積盆を形成した時代が中生代に2回あり、ゴンドワナ引張サイクル(三疊紀-ジュラ紀)、パタゴニア引張サイクル(白亜紀)と呼ばれている。

### ・先カンブリア時代(タンディリアサイクル~グレンビルサイクル~パンピアサイクル)

アルゼンティンで最古の岩石は原生代前期のタンディリアサイクルに相当し、ブエノスアイレス州中南部、また Martin Garcia 島に断片的に露出している。岩種は主に花崗岩質~トータル岩質片麻岩、ミグマタイト、角閃岩からなり、結晶片岩、大理石、酸性~塩基性岩脈を伴う。また、高度に変形されたマイロナイト帯の発達で特徴づけられ、これは Tandilia テレーンが Buenos Aires テレーンに衝突した際に形成されたものと考えられている。

グレンビルサイクルは Cuyania テレーンの基盤を形成したサイクルと考えられており、San Juan 州の Pampeanas 山脈西端の Pie de Palo 山脈の変成基盤岩として確認されている。この基盤は 1,050Ma から 950Ma 間の島弧の付加によって形成された若い地殻から構成されている。

パンピアサイクルは原生代後期に Pampia テレーンが Rio de la Plata テレーンに衝突したことに関連するサイクルと考えられ、多様な変形、変成作用を受けた堆積岩類、変成岩類、花崗岩類、火山岩類から構成される。沈み込みに関連した花崗岩類から、このサイクルの年代は原生代後期からカンブリア紀初期に相当する。これらの岩石は Puna 帯、Cordillera Oriental 帯、Sierras Pampeanas 帯の基盤を構成しており、本調査地域内では、Santa Victoria 山脈(Cordillera Oriental) および Puna に分布する Puncoviscana 層および相当層のタービダイト性変堆積岩が代表的であり、また Farallon Negro 地区の南部、東部にも同時代の変堆積岩、片麻岩が分布している。Puncoviscana 層は原生代後期~カンブリア紀初期に褶曲を受け、軽微に変成され、Canani や La Quesera の花崗岩類の貫入を受けた。Puncoviscana 層と上位のカンブリア紀堆積岩との間には傾斜不整合がみられ、Tilcaric 変形イベントと呼ばれている。

## ・古生代（ファマティナサイクル～ゴンドワナサイクル）

ファマティナサイクルはオルドビス紀中期～デボン紀中期にかけて、アルゼンティン北部および中部に影響を及ぼしたサイクルに相当し、2つの地殻変形イベント＝オルドビス紀中期～後期の Ocloyic 造山運動とデボン紀前期～中期の Chanic 造山運動＝から構成される。

アルゼンティン北西部地域では、カンブリア紀初期に Arequipa-Antofalla テレーンがゴンドワナ大陸に衝突したが、カンブリア紀後期～オルドビス紀前期にかけてリフティングによって再び切り離された。このリフト堆積盆において、カンブリア紀中～後期 Meson 層群の珪質砂岩やオルドビス紀前期～中期 Santa Victoria 層群の泥質岩などが堆積した。Cordillera Oriental では、Santa Victoria 層群上部にデイサイト・玄武岩のバイモーダルなマグマ活動による 476～467Ma のアレニグーランピル統の火山岩、火山砕屑岩が挟在し、また浅所貫入岩が見られる。このマグマ活動は La Puna 東部噴出帯 (Paja Eruptiva Oriental) として認識されている。その後、オルドビス紀中期～後期にかけて堆積盆が閉じて、Arequipa-Antofalla テレーンと Pampia テレーンは再合併した。それとともに、これら砕屑岩シークエンスと火成岩、火山砕屑物シークエンスは、Ocloyic 変形運動とよばれる西向きフェルゲンツをもった造山運動イベントによって激しく変形された。

Precordillera-Pampeanas 山脈においては、ファマティナサイクルの岩石は Precordillera、Pampeanas 西部山脈などに分布し、これらは現在 Cuyania テレーンを構成している。Cuyania テレーンはカンブリア紀前期にローレンシア大陸と分離し、460～470Ma 頃に Pampia テレーンと衝突したとされている。Pampeanas 西部山脈では、沈み込みと関連する花崗岩類、火山岩類が 510 と 470Ma の間で認められ、465Ma 頃に終息した。その後、衝突時花崗岩の貫入活動と激しい変形作用をもたらした Ocloyic 変形運動が始まった。デボン紀初期以降の Chilenia の衝突と合併は、デボン紀中期～後期の前地堆積盆の発達や Precordillera の基盤の変形、隆起を引き起こした。デボン紀に起こった変形作用のエピソードは、デボン系と石炭系堆積物との間の不整合の原因である Chanic 運動としてグループ化される。

ゴンドワナサイクルはペルム紀にゴンドワナ大陸の西縁に沿って広く発達したアンデスタイプの造山運動で、激しいマグマ活動が特徴的であり、大規模な火山岩・深成岩エピソードを含む。このサイクルの火山岩は Choiyoi 層群が代表的である。Choiyoi 層群の基底はソレイト質マグマ弧に関連した塩基性シークエンスから始まって、中部は安山岩、デイサイトが続き、最上部には流紋岩質火山岩と火山砕屑物が広範囲に見られる。最上部の流紋岩シークエンスはゴンドワナサイクルの変形作用後に重要な引張イベントがあったことを示している。Choiyoi 層群の流紋岩～デイサイトは同様な組成の浅所貫入岩に関連しており、それらは閃長花崗岩～モンゾ花崗岩から構成されている。これら二疊紀～三疊紀の後造山期の花崗岩類はカタマルカ州の南からラリオハ州の西側部分にかけて広がっており、そこからサンファン州とメンドーサ州の Cordillera Frontal において広範囲に認められる。ネウケン州ではこれら花崗岩類は Viento 山脈や Cerro Granito に分布する。

## ・中生代（ゴンドワナ引張サイクル～バタゴニア引張サイクル～バタゴニアサイクル）

ゴンドワナ引張サイクルの時代（三疊紀～ジュラ紀）、アンデス山脈の基盤の広範な地域および隣接地域は著しい引張状態に置かれた。北西方向に顕著に発達したいくつかのリフト堆積盆が、Las

Malvinas 高原、San Julian 盆地、Cuyo 盆地、Neuquen 盆地、パタゴニアなどで出現した。これらのリフト系は三畳紀の陸成堆積盆として始まったが、これらのうちの多くはジュラ紀に入り海成堆積盆へと引き続いた。

パタゴニア引張サイクルの時代（白亜紀）には、マリアナタイプの沈み込み帯の発達に伴い、背弧地域はマグマ弧に沿った広範な引張プロセスによって規制された。この引張系は Gondwana リフト系につづく南大西洋のオープニングと関連している。パタゴニアリフト系はアルゼンティン中北部にいくつもの南北性のリフト堆積盆を発達させている。Salta 層群に代表されるいくつものリフト亜堆積盆はこのサイクルに属している。Puna の東部および Cordillera Oriental では、これらの引張イベントはプレート内の花崗岩類の貫入および小規模なカーボナタイトの貫入に関連している。

パタゴニア造山運動サイクル（白亜紀後期）に関連する岩石は、パタゴニアの Fueguina 山脈と Fuego 島南側の島嶼地域に観察される。そこではタービダイトが変形作用を受けており、これらに伴って分裂したオフィオライト複合岩体が見られる。

#### ・新生代（アンデスサイクル）

アンデスサイクルはアンデス山脈沿いで起こった中生代末期～現在まで続く造山運動サイクルである。このサイクルはアンデス山脈の隆起、褶曲構造、斜め沈み込みに伴う断層運動および広範に分布する火山岩・貫入岩類、また多くの熱水性鉱床によって特徴づけられる。このサイクルは古第三紀サブサイクルと新第三紀サブサイクルに大きく分けられる。両サイクルともにナスカプレートと南米プレートとの相対的な収束速度の変化に規制されている。

古第三紀サブサイクルは、サルタ州 Puna の Arizaro 塩湖西方の始新世～鮮新世前期火山岩類で代表される。これに関連し、Arizaro 付近では堆積盆が沈降し、いくつもの厚い山間堆積盆が発達した。メンドーサ州南部、ネウケン州西部ではこのサブサイクルに関連して、始新世の一連の造山運動時堆積物といくつもの火山および貫入岩のセンターが知られている。このサブサイクルのマグマ弧は北部ではチリ側に分布し、ネウケン州北西部あたりからアルゼンティン側に侵入し、リオネグロ州 Baliruche～チュブット州中西部まで続いている。火山岩シークエンスは安山岩優勢であるが、メンドーサ州、サンタクルス州では玄武岩が卓越する。古第三紀サブサイクルの期間、南米プレートとナスカプレートのプレート収束速度は比較的遅く、また斜め沈み込みの成分を伴っていた。これはチリでは南北性の Domeyko 断層系の横滑りとなって出現し、これに沿って多くのポーフィリー型銅、銅・金鉱床、浅熱水性鉱床が分布している。一方、アルゼンティン側では北西-南東系の多くのリニアメントが発達した。これらの内 El Toro-Olcapato リニアメントは El Acay などの花崗岩類を貫入させる要因となった。

新第三紀サブサイクルは、中新世から現在まで続いているサイクルであり、緯度によって異なる様式の造山運動、マグマ活動を呈する (Fig. 1-3-1-1-2)。

北部区域（南緯 22°～27°）はほぼ Puna の領域に相当し、チリ側アンデスにおいて 26Ma 頃に火山活動が始まった。その後 17～12Ma にかけて、ナスカプレートの沈み込み傾斜が緩くなるのに伴い、マグマ弧は東方のアルゼンティン側に拡大した。この拡大は選択的な構造的回廊 (corredores

preferenciales) に沿って起こり、これら沿って成層火山、溶岩ドーム、カルデラ、火山円錐丘および火山底岩体などを規制するリニアメントが決定された。成層火山は安山岩～デイサイト溶岩、火山

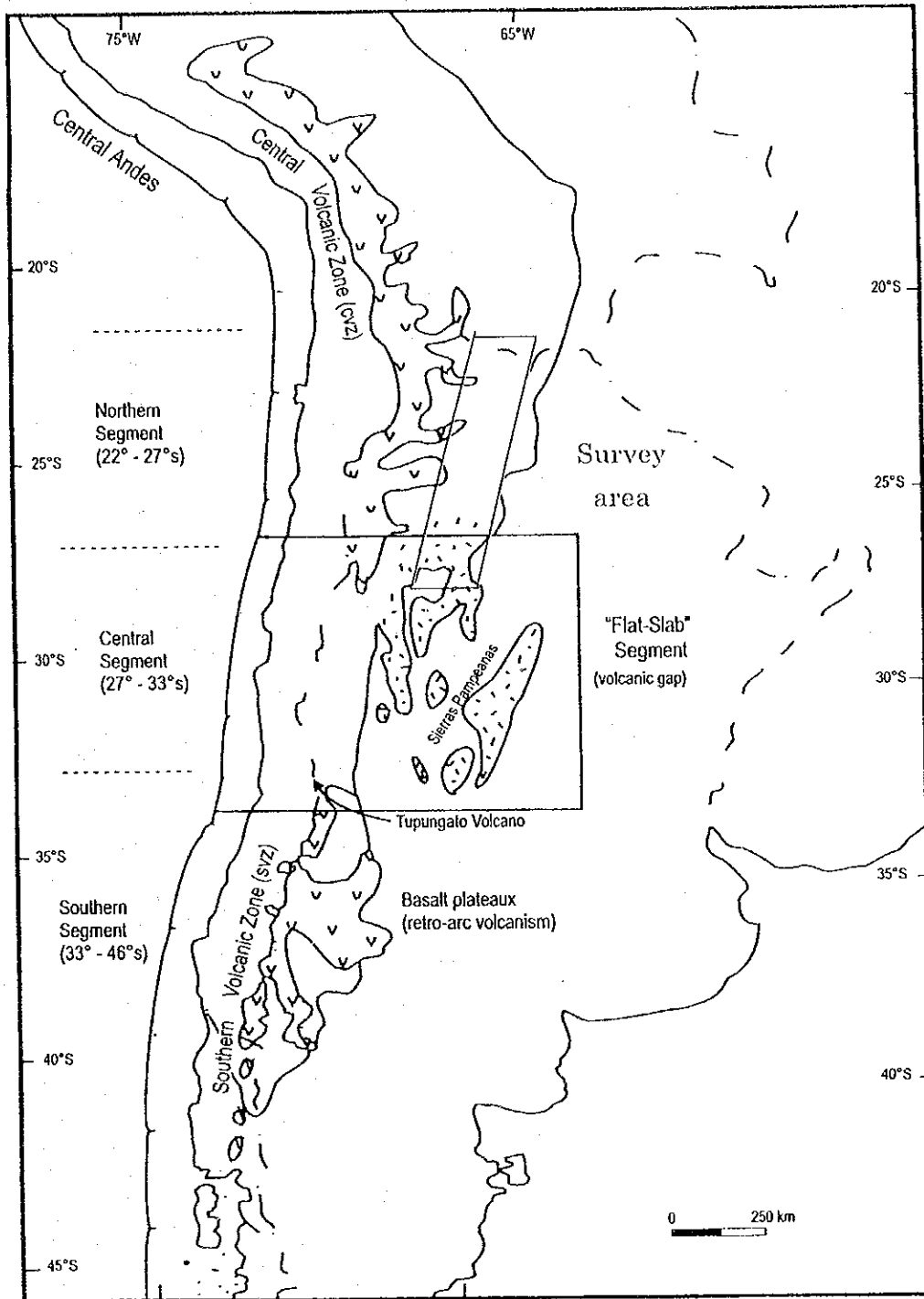


Fig. 1-3-1-1-2 Major segments of Southern Central Andes related to the Nazca Plate segmentation (taken from Ramos, 2000).

砕屑流で、火山ドームはデイサイト～流紋デイサイト質岩で構成されている。マグマ弧の拡大は、地滑りフロントの移動とそれに続く前地堆積盆の形成を伴った。この移動は Puna、Cordillera Oriental および Subandinas 山脈までの間で中新世前期から第四紀まで引き続いた。南緯 24°～25° の Cordillera Oriental や Subandinas 山脈では、Salla 層群などを形成した白亜紀正断層のインバージョンテクトニクスによって基盤が変形作用を受けた。12Ma 以降は、沈み込むプレートが再び急傾斜になるのに伴い、主要なマグマ活動は西方へ移動し、大規模な ignimbrite 流として地表に流出した。鮮新世前期～現在ではこの緯度帯のマグマ弧はチリ側に位置している。

中央区域（南緯 27°～33°）は、ラリオハ州、サンファン州およびメンドーサ州のアンデス山脈の最も高い部分を含み、中新世最末期～現在にかけて火山活動が欠如していることで特徴づけられる。これはこの区域の沈み込みの傾斜が 18Ma 以降に緩くなり、地殻が厚層化したことと関連している。この区域では漸新世の間、火山活動が存在しなかったが、26Ma になってチリ側で火山活動が開始した。15～16Ma ころに火山活動は Cordillera Principal のアルゼンティン側へ拡大し、中新世中期～後期にかけて Precordillera の方へ拡大して、Pampeanas 山脈に達した。それと共に褶曲とスラストによって特徴づけられる造山フロントも東方へ移動した。沈み込みに関連するこれらマグマ活動が休止するのは、東方ほど遅くなり、Cordillera Principal や Precordillera では 6Ma、Pampeanas 山脈では 4.9～1.9Ma である。

南部区域（南緯 33°～46°）では、中新世にプレート沈み込み速度が増加して、圧縮場が形成された。この圧縮場は南緯 36°より北で顕著で、南緯 36°～40°では軽微になり、これより南では認められない。新生代後期のマグマ弧は2つの異なる特徴を示し、南緯 33～37°では安山岩～デイサイトが卓越し、南緯 37～46°では玄武岩が卓越する。この区域の沈み込みの傾斜は約 30 度であるが、南緯 35～36°付近では約 40°になっている。南緯 36°より北では新第三紀の前地堆積盆がよく発達しており、厚い造山運動時堆積物が分布している。

### 3) 調査地域の位置づけ

今回の調査対象地域は、テレーン区分から見ると大部分が Pampia テレーンに含まれ、北西部の一部が Arequipa-Antofalla テレーンに含まれる (Fig. 1-3-1-1-1)。また地形構造区分では北西-西部が Puna 地域、北-中部が Cordillera Oriental 地域、南部が Pampeanas 山脈地域、北東部が Subandinas 山脈地域、東部が Santa Barbara 系地域に属する (Fig. 1-3-1-1-3)。

新第三紀サブサイクルのプレート沈み込み角度に関する3つの緯度帯で分ければ、本調査地域は北部区域にほとんど含まれ、南側の一部のみ中央区域に属する (Fig. 3-1-1-2)。本調査地域西方のチリ側アンデスには、古第三紀のマグマ弧が分布し、El Abra、Chuquicamata、Zaldivar、Escondida、El Salvador など多くの大規模なポーフイリー型銅鉱床が胚胎し、また中新世マグマ弧には Maricunga ベルトに代表されるポーフイリー型金鉱床が胚胎している。

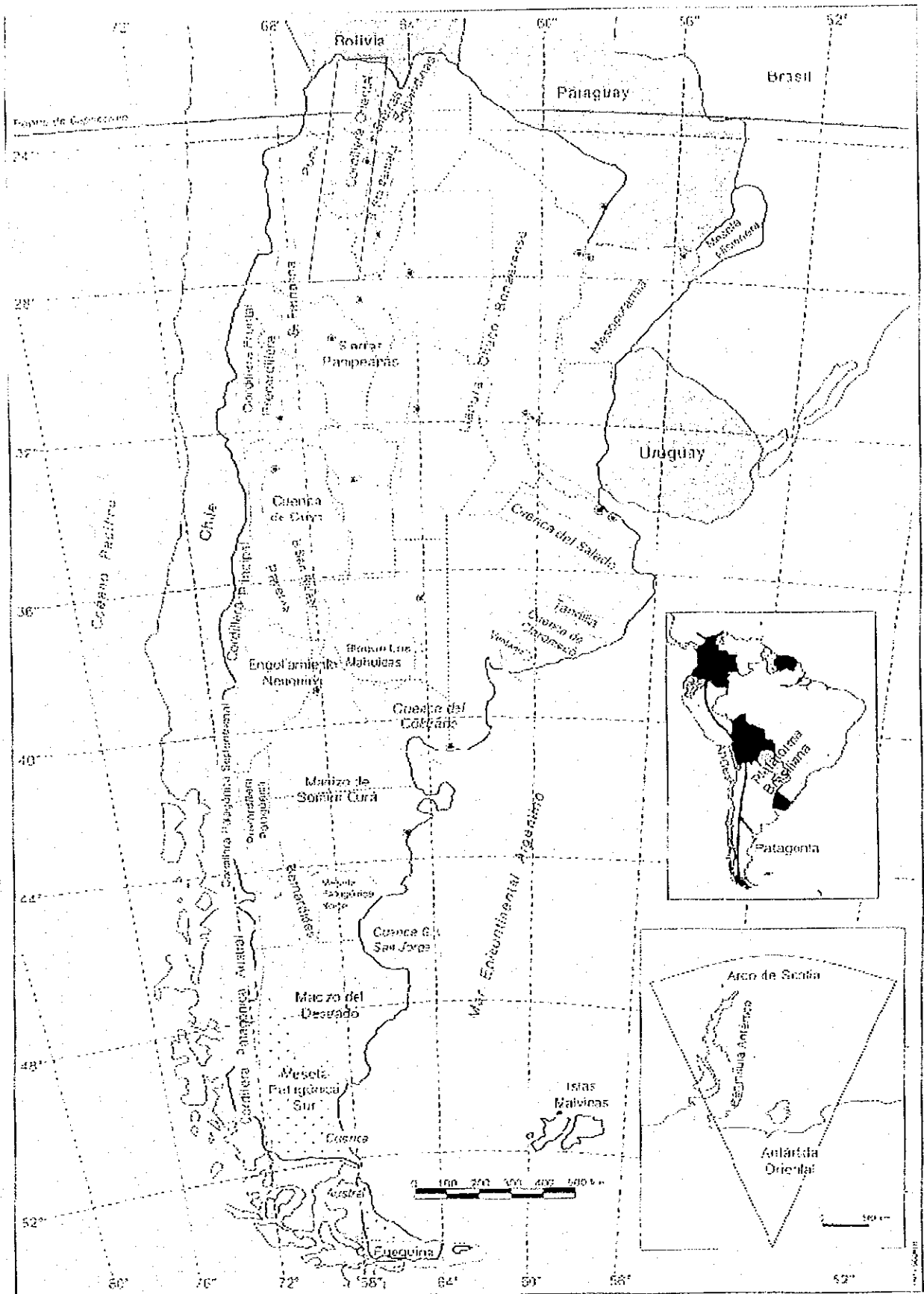


Fig. I-3-1-1-3 Topographic units in Argentina in Argentina (taken from Ramos,1999b)

### 3-1-2 調査地域の地質鉱床

#### 1) 調査地域の地質

Table 1-3-1-2-1 に本調査地域の地質層序の概略を示す。層序は Puna 地域、Cordillera Oriental 地域、Pampeanas 山脈地域にわけて示してある。また調査地域の地質概略図を Fig. 1-3-1-2-1 および Fig. 1-3-1-2-2 に示す。本調査地域には Subandinas 山脈地域、Santa Barbara 地域が含まれるが、それらは北東-東部の一部であり、それらの中には重要な鉱徴地が存在しないという理由から層序表には載せていない。調査地域内の地質の概略を、Table 1-3-1-2-1 に基づいて説明する。

調査地域の基盤をなしているのは、原生代末期~カンブリア紀初期にかけての堆積岩-変成岩類であり、Cordillera Oriental 山脈 (Santa Victoria 山脈)、Cachi 山脈、Quilmes 山脈、Aconquija 山脈などに分布している Puncoviscana 累層およびその相当層である。Cordillera Oriental 地域、Pampeanas 山脈で比較的分布が広く、Puna 地域では僅かである。岩種は非変成-弱変成堆積岩類、片麻岩類 (トータル岩、花崗岩)、結晶片岩類、ミグマタイト、大理石、珪長岩、変塩基性岩などから構成される。

これら基盤岩類はカンブリア紀初期に、Cachi 西方のトロニエム岩に代表される花崗岩類によって貫入を受けた。これら花崗岩類は Cachi 累層、Canani 累層、Tipayoc 累層、Quesera 累層などと呼ばれており、主に Cordillera Oriental 地域に分布している。岩種はトロニエム岩、花崗岩、トータル岩、花崗閃緑岩などから構成されている。

先カンブリア系とカンブリア系の地層との間にはしばしば傾斜不整合が見られ、パンピアサイクルの Tilcaric 変形運動に対応している。Cordillera Oriental 地域のカンブリア系は海成の珪質砂岩、頁岩、粘板岩などであり、Meson 層群と呼ばれている。Meson 層群は Canani 累層の深成岩体の上位を不整合で覆っている。Pampeanas 山脈地域にも同時代の片麻岩、粘板岩、結晶片岩などが調査地域南西端の Penon 山脈、Laguna Blanca 山脈、Altohuasi 山脈などに分布している。

オルドビス紀前期の地層は Cordillera Oriental 地域の Santa Victoria 層群に代表される海成の頁岩、粘板岩、珪質砂岩などであり、Meson 層群の上位を部分的に整合で覆っている (Table 1-3-1-2-1)。Santa Victoria 層群は SEDEX 型鉛・亜鉛鉱床である El Aguilar 鉱床をはじめ、多くの鉱脈型鉛・亜鉛鉱床を胚胎している。Santa Victoria 層群の上部 (Acoite 累層) には Faja Eruptiva (Oriental) と呼ばれる火山-半深成岩類が広範に挟在・貫入している。これらはデイサイト-流紋岩、玄武岩のパイモーダルなマグマ活動によるアレニグーランビルン統の火山岩、火山砕屑岩であり、同様な組成の浅所貫入岩を伴っている。これら堆積岩類と火山・火山砕屑岩類はファミティナサイクルの Oclayic 変形運動によって圧縮変形を受けて褶曲・断層運動を被り、その結果、原始 Puna は隆起し、上位のシルル紀堆積物との間に不整合を形成した。

シルル紀~ジュラ紀までの地層は分布範囲が限られており、浅海性~陸成の堆積層が Cordillera Oriental 山脈の東部または Subandinas 山脈に局地的に分布しているのみであり、鉱床とも関連性をもたない。

ジュラ紀最末期から白亜紀前期にかけて、Puna 東部および隣接する Cordillera Oriental 地域ではパタゴニア引張サイクルに関連した花崗岩類の貫入を受けた。これらのうち代表的なものは Aguilar



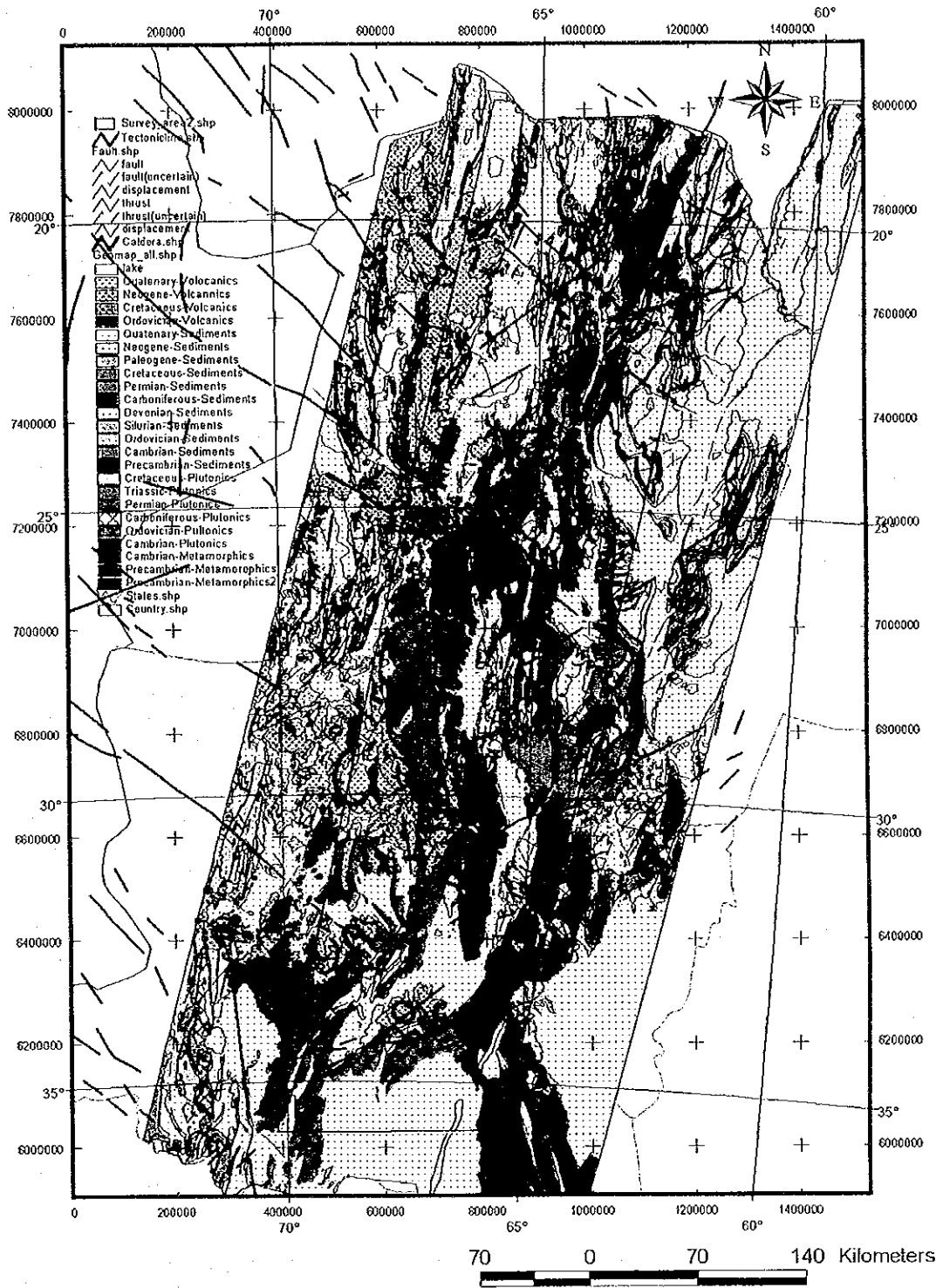


Fig. I-3-1-2-1 Geological map of the survey area (compiled from mapa geológico de la provincia de "Jujuy", "Salta", "Tucuman" and "Catamarca")

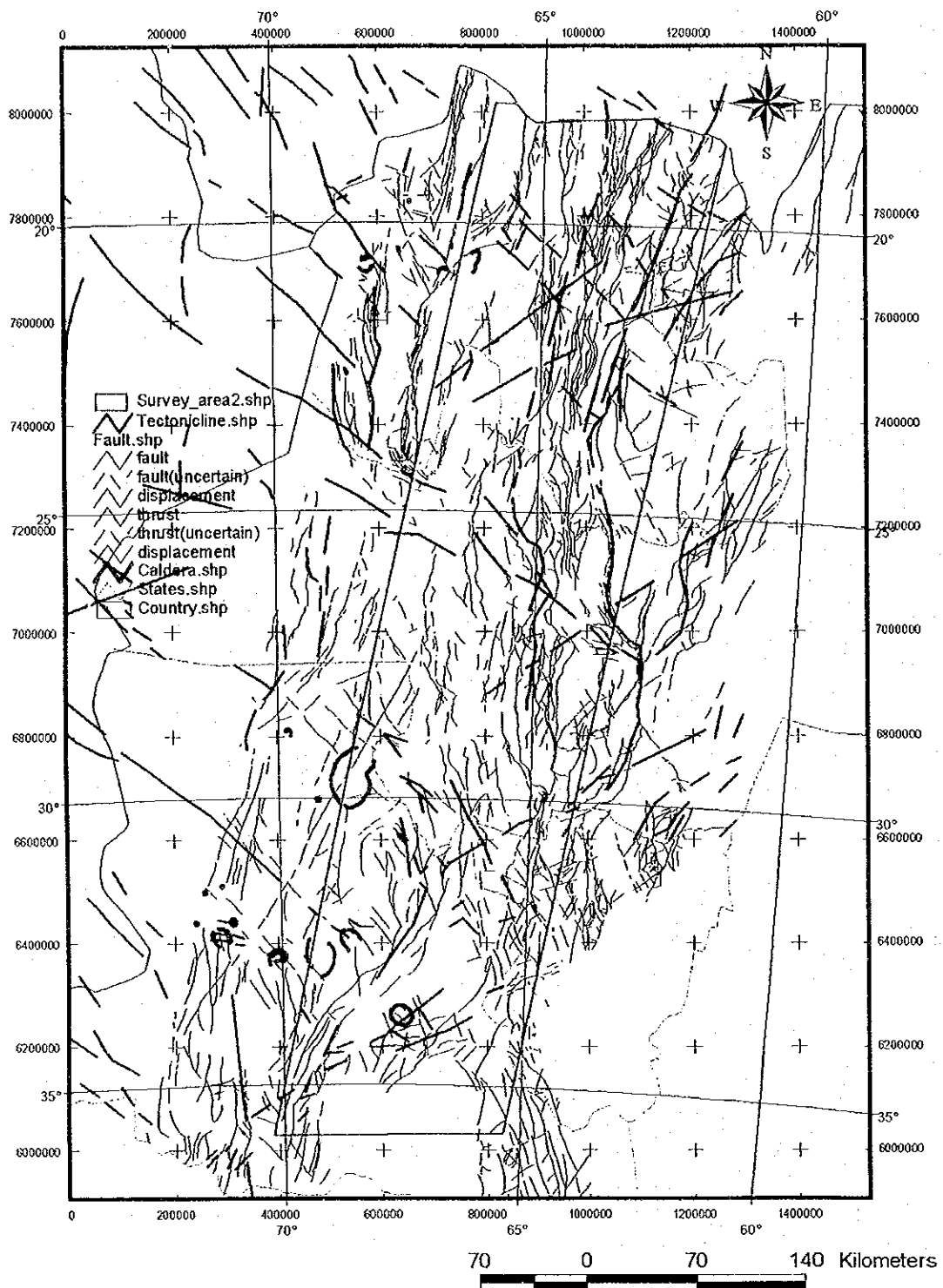


Fig. I-3-1-2-2 Geological structure map of the survey area (compiled from JICA and MMAJ,1998 and Riller et al., 2001)

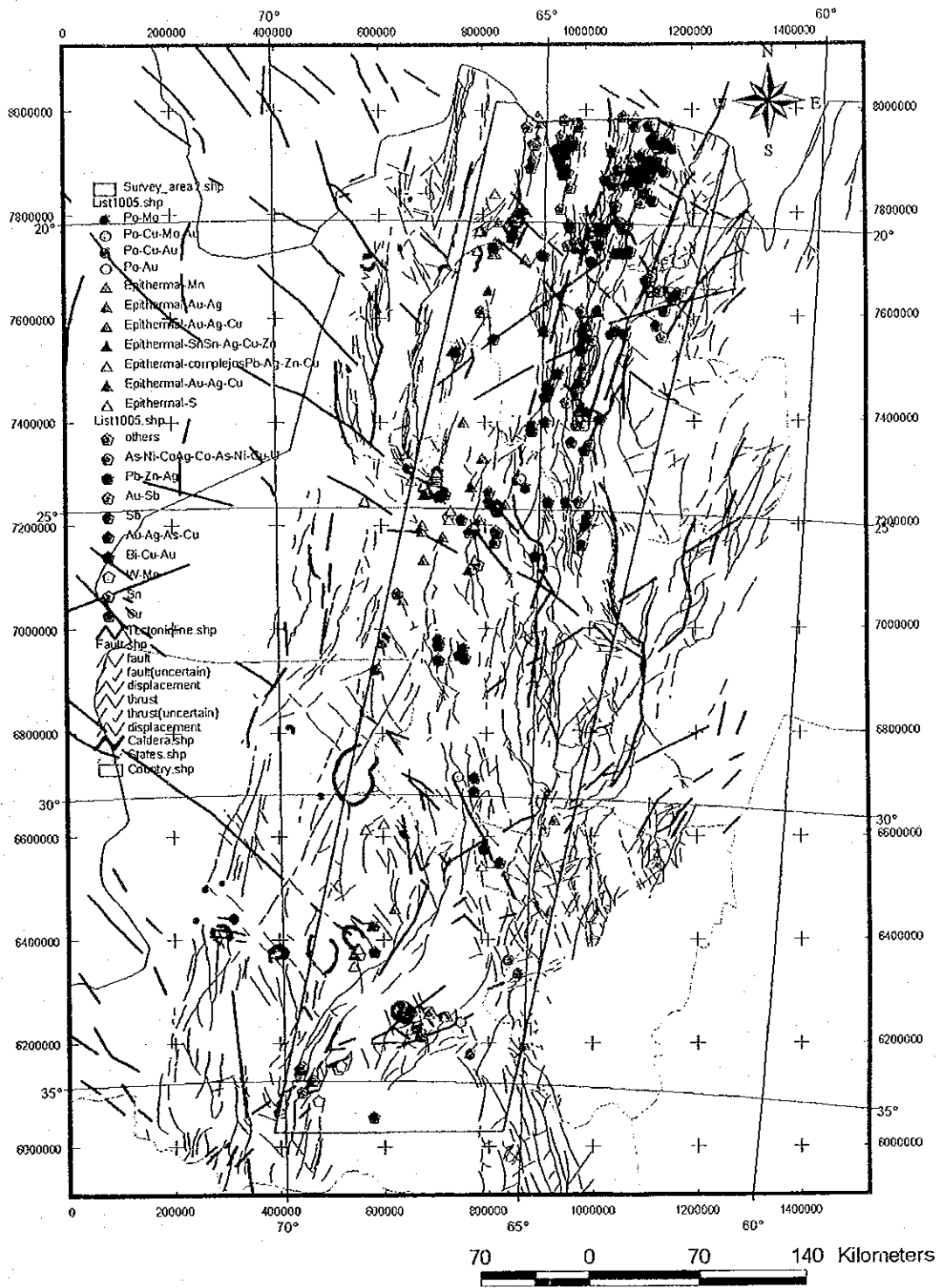


Fig. I-3-1-2-3 Distribution map of mineral showings and deposits (taken from Zappettini, 1998)

Table I-3-1-2-1 Simplified stratigraphy of the survey area.

		Puna Region		Cordillera Oriental Region		Sierras Pampeanas Region			Tectonic Cycles	
		Stratigraphy		Intrusive		Stratigraphy		Intrusive		
Neogene	Quaternary	Modern detrital accumulation, evaporite of salar, modern volcanic center(basalt)		Modern detrital accumulation, modern volcanic center(basalt)		Tuzgle effusive complex (dacite, rhyodacite, andesite porphyry, rhyodacitic tuff)		Modern detrital accumulation, evaporite deposits, monogenetic center (andesite, basalt)		Neogene subcycle  Andes cycle  Paleogene subcycle  Patagonia cycle  Patagonia extensional cycle  Gondwana extensional cycle  Gondwana cycle  Chanic movement  Famatina cycle  Ocleoic movement  Tilcaric movement  Pampia cycle
	Pliocene	Fm.Rumbola (andesite, basalt)	Ignimbrite, dacite - andesitic lava	Fm.Uquia, Fm.Maimara	Travertine limestone Fm.Rumbola (andesite, basalt)					
		Miocene	Clastic and volcanoclastic sequences: Cr.Pastos Grandes, Fm.Puertas de San Pedro, Fm.Cara Cara, Fm.Tiomayo, Fm.Moreta	Volcanic complex (dacitic - rhyolitic ignimbrite, andesitic - dacitic lava, tuff, breccia)	Fm.Inca Viejo (Rhyolitic - dacitic porphyry)	Clastic and volcanoclastic sequences: Cr.Oran, Cr.Puyogastilla, Fm.Pisungo, Fm.Luracatao		Clastic sequence: Cr.Pastos Grandes, Cr.Santa Maria, Cr.Aconquija, etc. (indifferentiated continental sediments with marine intercalations)	Volcanic associations (dacitic - rhyolitic ignimbrite, andesitic-basaltic stratovolcano, andesitic - dacitic stratovolcano)	
	Oligocene				Fm.Rio Grande (continental conglomeratic arenite, siltstone)	Fm.Acay (granite, monzonite)				
	Eocene				Fm.Casa Grande (continental arenite, marly siltstone, claystone)					
	Paleogene	Paleocene	Cr.Salta (continental conglomerate, pelite, arenite, limestone), Subgr.Santa Barbara, Subgr.Balbuena, Subgr.Pirgua		Gr.Salta (continental conglomerate, pelite, arenite, limestone), Subgr.Santa Barbara, Subgr.Balbuena, Subgr.Pirgua					
		Cretaceous			Fm.Aguilar (granitoids) and equivalents	Fm.Hornillos (syenite, monzonite, pulaskite, alkali-lamprophyre, tinguaites)			Papachaca Granite (monzogranite)	
	Jurassic				Permian dioritic - granitic stock complex	Gr.Mandiyuti (arenite, pelite, diamictite)				
		Silurian	Postordovician - precretaceous clastic sequences		Gr.Machareti (arenite, pelite, diamictite)				Granite of Los Ratonés, Sauce Guacho, Las Juntas, etc.	
			Fm.Salar del Rincon (fluvial conglomerate, marine arenite)		Fm.Pescado, Fm.Cerro Piedras, Fm.Porongal, Fm.Baritu	Fm.Lipeon (marine diamictite, lutite), Fm.Mecoyita (marine diamictite, arenite, lutite)				
Ordovician			Magmatic sequences (Faja Eruptiva) (plutonic, volcanic, subvolcanic rocks)	Gr.Santa Victoria (marine arenite, quartzite, pelite) and equivalents	Magmatic sequences (Faja Eruptiva) (plutonic, volcanic, subvolcanic rocks)					
	Fm.Tolillar (metagreywacke, metavolcanite), Fm.Falda Cienaga (lutite, pyroclastite, greywacke, lava)									
Cambrian				Gr.Meson (marine quartzite, pelite)	Fm.Cachi, Fm.Canani, Fm.Tipayoc, Fm.Quesera (granitoids)					
Precambrian										
	Fm.Pachamama, Centenario igneous metamorphic complex, Rio Blanco complex, Fm.Antofallita			Fm.Puncovicana (greywacke, pelite, schist, slate, shale, phyllite), Fm.La Paya, Tolombon complex, Fm.Tienditas, Fm.Sancha, Fm.Medina		Fm.Puncovicana (greywacke, pelite, schist, slate, shale, phyllite), Fm.Suncho (greywacke, pelite, conglomerate), Suncho gneiss, Piscocoyacu gneiss, Tolombon complex, Fm.Medina				

Table 1-3-1-2-2 Deposit type and main deposits in the survey area

Deposit type	Province	Zone	Name of mine	Elements	Type	Age	Lithology
Precambrian vein	SALTA	Z-12	Esperanza (Esther)	Cu-Pb-Zn-Ag-U-Co	Polymetallic vein	Precambrian, Cambrian	Schists, slates and quartzites
	JUJUY	Z-23	9 de julio	Pb-Ag-Zn	Polymetallic vein	Precambrian	Schists, slates, greywackes, phyllites
	JUJUY	Z-24	Coiruro	Sb-Au	Epithermal	Precambrian	Schists, slates and greywackes, rhyolitic dikes
	JUJUY	Z-24	Chorrillos	Cu-Ag-Sb-Pb	Vein and brecciated vein	Precambrian	Schists, slates, limestones, phyllites
	SALTA	Z-34	Brealito	Cu	Unknown	Precambrian, Cretaceous	Metasediments, Porphyritic body
Ordovician SEDEX (VMS)	JUJUY	Z-15	Esperanza	Pb-Ag-Zn	SEDEX	Ordovician	Shale
	JUJUY	Z-15	El Aguilar	Pb-Ag-Zn	SEDEX	Ordovician-Cretaceous	Quartzites, granite
	SALTA	Z-18	La Colorada	Cu-Pb-Zn-Fe	SEDEX? (VMS)	Ordovician	Quartzitic sandstones, greywackes, shales and granites
Ordovician polymetallic vein	JUJUY	Z-01	La Gateada	Pb	Vein	Ordovician	Sandstones, shales
	JUJUY	Z-02	Pumahuasi	Pb-Zn	Vein	Ordovician	Sandstones and shales
	JUJUY	Z-02	Sol de Mayo	Pb-Zn	Vein	Ordovician	Sandstones and shales
	JUJUY	Z-02	La Bélgica	Pb-Zn	Vein	Ordovician	Sandstones and shales
	SALTA	Z-03	La Niquelina	Ni-Pb-Zn-(Co-As-Cu-U)	Polymetallic vein	Cambrian, Ordovician	Quartzite, shale and sandstone
	SALTA	Z-05	La Ciénaga	Pb-Cu-Ag-Zn-Barite	Polymetallic vein	Ordovician	Shales and sandstones
	SALTA	Z-05	Vizcachani	Pb-Ba-Ag-Cu	Polymetallic vein	Ordovician	Shales and sandstones
	JUJUY	Z-11	La Purísima (Rumicruz)	Cu-Pb-Barite	Polymetallic vein	Ordovician	Sandstones, shales and siltstones
Miocene porphyry Cu-Au-Mo	SALTA	Z-27	Organullo	Au	Porphyry Au	Tertiary	Dacitic and andesitic flows, Dioritic stock
	SALTA	Z-28	Pancho Arias	Mo-Cu-Au	Porphyry Mo-Cu	Precambrian, Miocene	Leptomorphous rocks, Dacitic porphyry dikes swarm and intrusive and hydrothermal breccias
	SALTA	Z-31	Inca Viejo	Au-(Cu-Mo)	Porphyry Au	Tertiary (Miocene)	Monzonitic and dacitic porphyries, intrusive and collapse tourmaline-bearing breccias
	SALTA	Z-31	Diablillos	Au-Cu	Porphyry Au-Cu	Miocene	Granitic intrusive, intrusive breccia
	CATAMARCA	Z-43	Bajo de la Alumbra	Cu, Au	Porphyry Cu-Au	Upper Miocene	Andesitic breccia, Andesitic tuff, Andesitic dikes and sills, Quartz andesitic stock and dikes
	CATAMARCA	Z-43	Bajo de Agua Tapada	Cu-Au	Porphyry Cu-Au	Upper Miocene	Dacitic porphyry stock, andesitic breccia, qz-andesite
	CATAMARCA	Z-43	Agua Rica	Cu, Mo, Au	Porphyry Cu	Upper Miocene	Syenodiorite, porphyries
	CATAMARCA	Z-43	Filo Colorado	Cu, Au, Mo	Porphyry Cu	Ordovician, Upper Miocene	Granite, Dolerite and Dacites
	TUCUMAN	Z-46	El Alisar	Cu-Au	Porphyry Cu-Au	Miocene	Andesitic porphyry, andesites and intrusive and hydrothermal breccias
	TUCUMAN		El Pago	Cu-Au-Pb-Zn	Porphyry Cu-Au	Precambrian upper, miocene?	Gneiss/Migmatite
Miocene epithermal vein	SALTA	Z-26	Incachule	Sb	Epithermal vein	Tertiary (Miocene)	Dacite
	SALTA	Z-31	Diablillos	Au-Cu	High sulfidation epithermal	Miocene	Granitic intrusive, intrusive breccia
	CATAMARCA	Z-43	Agua Tapada	Au-Ag	Low sulfidation epithermal	Upper Miocene	Andesitic breccias and Quartz andesites
	CATAMARCA	Z-43	Farallón Negro (Alto de la Blenda)	Au, Ag, Mn	Low sulfidation epithermal	Upper Miocene	Andesitic breccias and Monzonite
	CATAMARCA	Z-43	Mina Capillitas	Cu-Au-Pb-Zn-Ag	Disseminated, veinlets, filling, massive, chimney and vein (High sulfidation)	Upper Miocene	Volcanic breccia/Rhyolite/Tuff
	CATAMARCA	Z-43	Agua Rica	Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, Au	High sulfidation epithermal	Upper Miocene	Igneous breccia, hydrothermal breccias
Miocene polymetallic vein	JUJUY	Z-07	Pan de Azúcar-Potosí-España	Pb-Ag-Zn-Sb	Epithermal polymetallic	Middle Miocene	Dacites and andesites
	JUJUY	Z-09	Rachaite	Pb-Zn-Ag-Mn	Epithermal polymetallic	Miocene superior	Dacites, andesites, tuffs, breccias
	SALTA	Z-26	Concordia	Pb-Ag-Zn	Epithermal polymetallic	Cretaceous, Miocene-Pliocene	Conglomerates, dacites and dacitic breccias
	SALTA	Z-26	La Poma	Pb-Ag-Zn	Epithermal polymetallic	Tertiary	Dacites and dacitic tuffs
	SALTA	Z-27	Organullo	Au-Bi-Cu-Pb-Zn	Epithermal polymetallic	Tertiary, Precambria	Slates and schists
	SALTA	Z-27	El Acay	Fe-Cu-Pb-Zn	Skarn and vein	Cretaceous, Oligocene	Garnetiferous skarn, limestone, calcareous sandstone, marl, granite
	CATAMARCA	Z-39	Languna del Salitre	Pb, Zn, Ag, Au	Epithermal polymetallic	Miocene	Monzodiorite
Cretaceous Stratabound Cu	SALTA	Z-38	Vallecito	Cu	Impregnation, disseminated (stratabound)	Ordovician (Cretaceous)	Migmatites, granites (conglomerates, sandstones)
	SALTA	Z-39	Margarita, Zoriquin	Cu	Stratabound Cu	Cretaceous	Sandstones and conglomerates
	SALTA		Custodio, San Martín, Salamanca	Cu	Stratabound Cu	Cretaceous	Conglomerates and arcose sandstones
	SALTA		Doña Inés	Cu-Fe	Stratabound, impregnation, vein	Cretaceous	Conglomerates and sandstones
	SALTA		Elba, María, León	Cu-Pb	Stratabound Cu	Cretaceous	Calcareous sandstone, oolitic limestone, sandy limestone
Alluvial placer Au	SALTA	Z-04	Pueblo de Minas	Au	Alluvial gold	Pleistocene, Holocene	Alluvial-colluvial deposits
	SALTA	Z-04	Santa Cruz	Au	Alluvial gold	Pleistocene, Holocene	Alluvial plane deposit
	SALTA	Z-04	Pucará	Au	Alluvial gold	Pleistocene, Holocene	Alluvial plane deposit
	SALTA	Z-04	Santa Rosita, Pucará, Cerros Bravos	Au	Alluvial gold	Pleistocene, Holocene	Alluvial plain deposits
	SALTA	Z-04	Cerros Bravos	Au	Alluvial gold	Pleistocene-Holocene	Alluvial plane deposit

山脈に沿って分布する Aguilar 花崗岩類であり、黒雲母電気石花崗岩、モンゾ花崗岩、花崗斑岩、白雲母花崗岩、ホルンブレンド花崗岩などから構成されている。Aguilar 花崗岩類は El Aguilar 鉱山の SEDEX 鉱床に接触変成作用を及ぼしている。

白亜紀前期から始新世にかけてパタゴニア引張サイクルによる南北性のリフト堆積盆が Cordillera Oriental 地域、Salta 市南方など各地で形成された。それら陸成の堆積盆において Salta 層群の礫岩、泥岩、砂岩、石灰岩などが堆積した。

アンデスサイクルの時代にはアンデス造山運動に伴う局地的な前地堆積盆が各地に形成され、堆積心を東に移動させながら現在でも続いている。

漸新世には、アンデスサイクル-古第三紀サブサイクルのプレート斜め沈み込みに関連する El Toro-Olacapato リニアメントなどのいくつかの北西-南東リニアメントがチリからアルゼンティンにかけて形成された。Acay 山 (5716m) の頂部に貫入している Acay 花崗岩類 (花崗岩、モンゾナイト) はこの El Toro-Olacapato リニアメント上に位置している。

中新世になって、沈み込むプレートの傾斜が緩くなるのに伴い、マグマ弧がアルゼンティン内陸側に拡大しており、主に安山岩-デイサイト-流紋岩質からなる火山岩-火山砕屑岩-貫入岩シーケンスを形成した。これらは一様に拡大した訳ではなく、およそ北西-南東に伸びた帯状に拡大しており、調査地域内ではこのような帯が 4 本観察される (Fig. 1-3-1-2-1)。この 4 本の帯の内最も南側にあるものは Farallon Negro 火山コンプレックスを含んでおり、多くのポーフイリー型銅・金鉱床、浅熱水性鉱床を胚胎している。その他の帯においても同様な鉱床の胚胎が確認されている。

中新世後期から第四紀にかけて主要なマグマ弧はチリ側に縮小しながら、局地的に安山岩、玄武岩質溶岩、デイサイト-流紋岩質イグニンプライトを形成した。これはプレート沈み込み角度が再び急になったことに関連するプレート内の背弧カルクアルカリマグマ活動によるものと考えられる。

## 2) 調査地域の鉱床

本調査地域の主要な既知鉱徴地の分布を Fig. 1-3-1-2-3 に示す。これらの既知鉱徴地の内、主要なものを Table 1-3-1-2-2 に示す。本調査地域内には、ポーフイリー型銅・金鉱床、浅熱水性金銀鉱床、中熱水性金鉱床、SEDEX 型鉛・亜鉛鉱床、火山性塊状硫化物鉱床、多金属型鉱脈鉱床、スカルン鉱床、ペグマタイト鉱床、堆積性銅・ウラン鉱床など様々なタイプの非鉄金属鉱床・鉱徴地が知られており、その数は 500 以上に及ぶ。これらの内で経済的観点から重要なのは、ポーフイリー型銅・金鉱床、浅熱水性金・銀鉱床、SEDEX 型鉛・亜鉛鉱床、鉱脈型多金属鉱床である。ポーフイリー型銅・金鉱床、浅熱水性金銀鉱床は主として新第三紀マグマ活動によって形成されたものであり、SEDEX 型鉛・亜鉛鉱床はオールドビス系 Santa Victoria 層群に胚胎された同生鉱床である。多金属型鉱脈鉱床は各時代にわたっているが、先カンブリア時代、オールドビス紀、新第三紀などに多い。以下に主な鉱床タイプについて概略をのべる。

### ・先カンブリア界を母岩とする鉱脈型多金属鉱床

Zone-12 の Esperanza (Esther 地区、Pb-Ag-Zn-U)、Zone-23 の 9 de Julio (Pb-Ag-Zn)、Zone-19 の Pueblo Viejo (Au)、Zone-24 の Coiruro (Sb-Au)、Chorrillos (Cu-Ag-Sb-Pb)、Zone-34 の Brealito (Cu)

などがこのタイプに相当する。これらは様々な成因の鉱脈鉱床を含んでいると考えられるが、すべて先カンブリア系岩石に胚胎されている。鉱床生成時代はもっと新しい可能性もある。

#### ・オールドビス紀 SEDEX 型鉛・亜鉛鉱床（または VMS 鉱床）

このタイプの鉱床は地域内には Zone-15 の El Aguilar, Esperanza, Zone-18 の La Colorada のみである。これらはオールドビス系に胚胎する塊状硫化物鉱床とされている。El Aguilar, Esperanza は SEDEX 型鉛・亜鉛鉱床であり、現在、鉛、亜鉛、銀を生産している。La Colorada は多くの資料では SEDEX とされているが、今回収集した資料・試錐コア試料から火山性塊状硫化物鉱床に分類されるものと考えられる。

#### ・オールドビス系を母岩とする鉱脈型多金属鉱床

このタイプの鉱床は調査地域北部に多く、Zone-1 の La Gateada (Pb-Ag-Zn)、Zone-2 の Pumahuasi, La Belgica, Sol de Mayo (Pb-Zn)、Zone-3 の La Niquelina (Ni-Pb-Zn)、Zone-5 の Vizcachani (Pb-Ba-Ag-Cu)、La Cienaga (Pb-Cu-Ag-Zn-Ba)、Zone-11 の Rumicruz-Purísima (Cu-Pb-Ba) など多数存在する。これらの鉱脈鉱床の中には過去に小規模に採掘されていた鉱山も多い。しかし規模が小さく現時点で銅、鉛、亜鉛などのベースメタルを対象とした開発を行うのは困難と思われる。これら鉱脈鉱床は SEDEX 型鉱床との関連性を持っている可能性もあり、SEDEX 型鉛・亜鉛を探索する指針として今後重要になるかもしれない。

#### ・中新世ポーフイリー型銅および銅・金鉱床

このタイプの鉱床は調査地域南部および中部に分布しており、Zone-27 の Organullo (Au-Bi-Cu-Pb-Zn)、Zone-28 の Pancho Arias (Cu-Mo)、Zone-31 の Inca Viejo (Cu-Mo)、Diablillos (Au-Cu)、Zone-43 の Bajo de la Alumbreira, Bajo de Agua Tapada (Cu-Au)、Agua Rica (Cu-Mo -Au)、Filo Colorado (Cu-Au - Mo)、Zone-46 の El Alisal (Cu-Au)、Zone-47 の El Pago (Cu-Au-Pb-Zn) などが含まれる。Bajo de la Alumbreira では現在、露天採掘が行われており 1999 年は 215,000 t の銅精鉱が生産された。これらのポーフイリー型鉱床は次の中新世浅熱水性鉱床とともに、チリ側から南東方向に伸びてきた中新世火山岩分布ゾーンに沿って分布している。

#### ・中新世浅熱水性鉱床および鉱脈型多金属鉱床

浅熱水性金・銀鉱床は中新世ポーフイリー型鉱床に伴って主に調査地域南部および中部に分布する。鉱脈型多金属鉱床は多数存在し、南部、中部、北部すべてに分布している。浅熱水性鉱床の代表としては、Zone-26 の Incachule (浅熱水性アンチモン)、Zone-31 の Diablillos (高硫化系金・銀)、Zone-43 の Agua Tapada (低硫化系金・銀)、Farellon Negro (Alto de la Blenda, 低硫化系金・銀・マンガン)、Agua Rica (高硫化系金・銀)、Capillitas (高硫化系 Cu-Au-Pb-Zn-Ag) などが含まれる。鉱脈型多金属鉱床の代表としては、Zone-7 の Pan de Azucar, Potosi, Espana (Pb-Ag-Zn-Sb)、Zone-9 の Rachaita (Pb-Zn-Ag-Mn)、Zone-26 の Concordia (Pb-Ag-Zn)、La Poma (Pb-Ag-Zn)、Zone-27 の Organullo (Au-Cu-Bi-Pb-Zn)、El Acay (スカルン, 脈, 斑岩, Cu-Pb-Zn)、Zone-39 の Laguna del Salitre (Pb-Zn-Cu) など多数の鉱床が広範囲に分布している。

#### ・白亜紀堆積性銅鉱床

このタイプの鉱床は調査地域中部の白亜系～古第三系 Salta 層群中に胚胎し、Zone-38 の Vallecito、Zone-39 の Margarita (Zorriquin)、今回 Zone 分けされていない Custodio (San Martin, Salamanca)、Dona Ines、Elba (Maria, Leon) などが含まれる。いずれも規模が小さく経済的価値は低いものと考えられる。

#### ・第四紀砂金鉱床

このタイプの鉱床は調査地域北部の Zone-4 の Santa Cruz 川沿いに数多く分布し、Santa Cruz、Pucara、Santa Rosita、Pueblo de Minas、Cerros Bravos など過去に生産実績のある鉱床が数多く存在する。砂金自体の経済的重要性は低いと思われるが、その供給源としての鉱脈金鉱床には意義があるかもしれない。

#### ・第四紀蒸発鉱床

このタイプの鉱床は現世の塩湖堆積物中に胚胎する蒸発鉱床であり、今回の対象鉱物には含まれていないが、硼素、岩塩など現在生産中の鉱山が、Zone-21、Zone-29、Zone-30 に数多く存在する。調査範囲外には、リチウム鉱山の Salar del Hombre Muerto が調査地域中部西方に存在する。

以上のアンデス地域の地質・鉱床概要については、多くの総括的な文献があるが、以下に挙げた資料を主に参考にした。

- ・ Zappettini, E.O. (1998): Mapa metalogenetico de la Republica Argentina, Version Preliminar (CD-ROM): SEGEMAR.
- ・ Zappettini, E.O. (1999): Evolucion geotectonica y metalogenesis de Argentina: Recursos Minerales de la Republica Argentina Vol.1 (Ed. E.O. Zappettini), SEGEMAR, Anales 35, pp.51-73.
- ・ Ramos, V.A. (1999a): Ciclos orogenicos y evolucion tectonica: Recursos Minerales de la Republica Argentina Vol.1 (Ed. E.O. Zappettini), SEGEMAR, Anales 35, pp.29-49.
- ・ Ramos V.A. (1999b): Las provincias geograficas del territorio Argentino: Geologia Argentina (Ed. R. Caminos), SEGEMAR, Anales no, 29, pp.41-96.
- ・ Ramos, V.A. (2000): The southern central Andes: Tectonic evolution of South America (Ed. Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz, F.A., Campos, D.A), pp561-604, Rio de Janeiro, 2000.

また、地域的な地質については Jujuy 州、Salta 州、Tucuman 州、Catamarca 州各州の州別地質図、縮尺 1/25 万地質図なども参考にした。

- ・ SEGEMAR (1995): Mapa Geologico de la Provincia de Catamarca, 1:500,000.
- ・ SEGEMAR (1994): Mapa Geologico de la Provincia de Tucuman, 1:500,000.
- ・ SEGEMAR (1998): Mapa Geologico de la Provincia de Salta, 1:500,000.
- ・ SEGEMAR (1996): Mapa Geologico de la Provincia de Jujuy, 1:500,000.



- ・Direccion Nacional del Servicio Geologico(1996): Hoja Geologica 2566-I, San Antonio de los Cobres.
- ・Direccion Nacional del Servicio Geologico(1999): Hoja Geologica 2766-II, San Miguel de Tucuman.
- ・Direccion Nacional del Servicio Geologico(1999): Hoja Geologica 2366-II y 2166-IV, La Quiaca.
- ・Direccion Nacional del Servicio Geologico(1998): Hoja Geologica 2566-III, Cachi.

### 3-2 鉱業事情

#### 3-2-1 鉱業政策

アルゼンティン共和国は、1990年代はじめから世界銀行の支援を受けて抜本的な経済改革プログラムに着手した。この鉱業政策リフォームにより、世界スタンダードに合致した法整備がなされ、鉱業投資環境が整備された。その内容は、鉱業開発に必要な法的制度の整備と民間の投資リスク軽減、有利な投資のための競争市場を生み出すことである。MMAJ and World Bank (2001) による分析では、

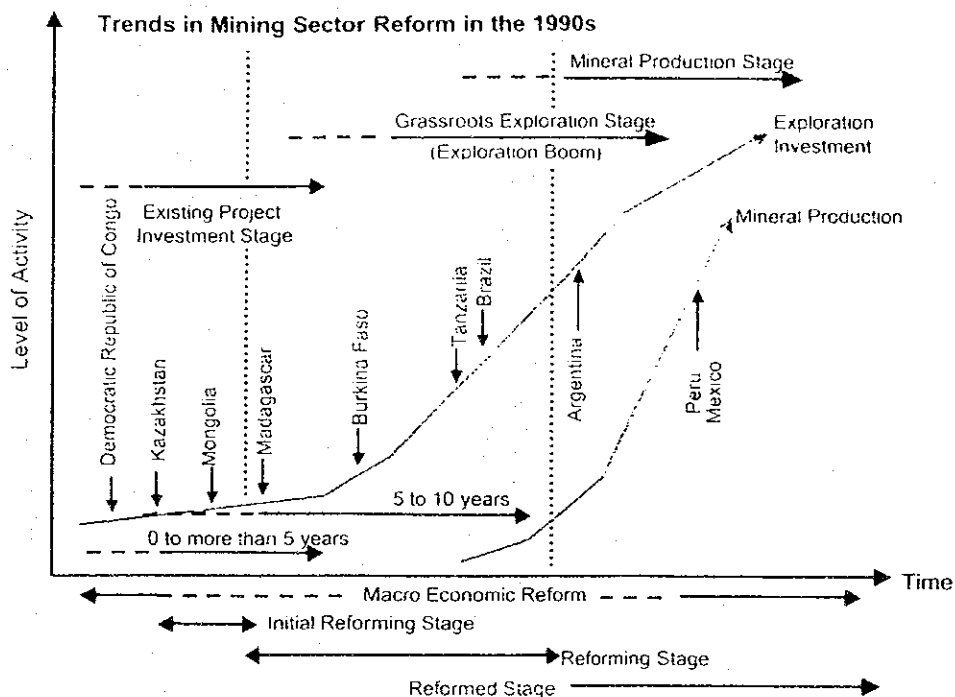


Fig. I-3-2-1-1 Idealized trends in mining sector reform in the 1990s and mineral activities in some selected successful countries (taken from Naito and Remy (2001))

アルゼンティン共和国はリフォーム途上国に分類されている (Fig. I-3-2-1-1)。ちなみにリフォーム完了国はチリ、ペルー、メキシコおよびインドネシアである。これらの国では鉱業生産が飛躍的に上昇した。

### 3-2-2 鉱業生産

鉱業生産活動に鉱業政策リフォームの効果が如実に表れ、1993年以降鉱業分野における投資額、生産額、輸出額の増大は目を見張るものがあった（Table I-3-2-2-1 参照）。特に生産額および輸出額の増大は、Bajo de la Alumbreira, Cerro Vanguardia, Salar del Hombre Muerto の世界的規模の3鉱山の生産活動開始によるところが大きい。

Table I-3-2-2-1 Investment of mining development in Argentine Republic

(MMUS\$)

year	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Mining Investment	-	23	101	708	658	249	156
Mining Production	481	468	513	543	665	1151	1329
Export of Mineral Products	16	24	30	36	113	565	791

(Source: Secretaria de Energia y Minería)

### 3-2-3 鉱業法制度

記述のようにアルゼンティン共和国政府は、1990年代に鉱業投資促進のために総合的な法整備を行った。現在、次の鉱業関係の法律がある。

- ・ 鉱業法 (Mining Code: enacted in 1886, revised in 1997)
- ・ 鉱業投資法 (Mining Investment Law No. 24,196: established in 1993)  
安定した税制、資産税の免除、輸入税の免除・減額、ロイヤリティーの最高限度 3%
- ・ 鉱業再建法 (Mining Reorganization Law No. 24,224: established in 1993)  
地質図の作成、COGEMIN の設立、探鉱・採掘地域の拡大
- ・ 連邦鉱業協定法 (Federal Mining Agreement Law No. 24,228: established in 1993)  
州毎の鉱業生産者の協会、大規模探査事業の公開入札、鉱山の競売、鉱業登記最新化の促進
- ・ 鉱業近代化法 (Mining Updating Law No. 24,498: established in 1995)  
排他的地域での探査、消滅した許可を持った鉱山の登記からの削除
- ・ 環境保護法 (Environmental Protection for Mining Industry Law No. 24,585: established in 1995)  
環境的に持続ある生産の促進、環境保護メカニズムの促進

これら鉱業関連法律の詳細は省略するが、

- ・ 鉱物の所有権は、それが産出する土地の属する国または州のものである。
- ・ 国または州は、その探鉱、開発、探掘を行なう権利を民間に付与する。
- ・ 鉱業権は、土地の所有権とは異なる別個の独立した権利である。
- ・ 鉱山開発は、外資を含めた民間に委ねる。

という基本理念に立脚して、国内外からの鉱業投資促進および保証が重要視されている。すなわち、外資の中立性、取得された鉱業権の法的保証、天然資源の開発に対する民間の主導性、国有および民間鉱区の開放、探査および探掘面積の拡大、環境保護および探鉱費、企業費ならびに操業コスト低下のための税制上の優遇措置がはかられている。

### 3-2-4 最近の探鉱・開発動向

1990年代、南米は最も鉱業投資が拡大した地域である。その背景は南米における鉱物資源ポテンシャルの高さもさることながら、資源保有各国の鉱業政策リフォームによる鉱業投資環境の改善によるところが大きい。アルゼンティンは、1983年に鉱業法を制定したチリに遅れはしたものの、1993年鉱業投資法、鉱業再建法、連邦鉱業協定の3法を制定し民間投資環境が整備された。その結果同国における探鉱投資額は1992年の0.7億ドルから1997年の7.9億ドルに飛躍的に増加し、Bajo de la Alumbrera 鉱山 (Catamarca 州、ポーフィリー型銅・金鉱床)、Cerro Vanguardia 鉱山 (Santa Cruz 州、浅熱水性金鉱床)、Salar de Hombre Muerto 鉱山 (Catamarca 州、リチウム鉱床) 等の大型鉱山開発につながった。特に1996年から1998年にかけて外資が殺到し探鉱ブームを引き起こした。しかし1999年以降、探鉱の一巡、世界経済の悪化、金属市況の低迷等により外国の探鉱会社は撤退の傾向にある。その中で、鉱業政策リフォーム以降開発に至った鉱床として上記3鉱山があり、順調に生産を続けている。

金属市況の低迷、財務的理由から開発が凍結されている鉱床としては、El Pachon (San Juan 州/ポーフィリー銅・モリブデン鉱床/Cambior (50%):Campania Minera San Jose (50%))、Agua Rica (Catamarca 州/ポーフィリー型銅鉱床/BHP Biliton (70%):Northern Orion (30%))、San Jorge (Mendoza 州/ポーフィリー型銅・金鉱床/Northern Orion(100%))、Del Carmen (San Juan 州/浅熱水性金・銀鉱床/Barick :Homestake)、Manantial Espejo (Santa Cruz 州/浅熱水性金・銀鉱床/Black Hawk (80%):Barrick (20%))、Pirquitas (Jujuy 州/多金属鉱脈銀・亜鉛・錫鉱床/Sunshine Argentina (100%)) がある。

現在開発準備中の鉱床としては、Veladero (San Juan 州/浅熱水性金・銀鉱床/Barrick(40%):Argentina Gold (60%))、Pascua-Lama (San Juan 州/浅熱水性金・銀鉱床/Barrick(100%))、Esquel (Chubt 州/浅熱水性金・銀鉱床/Brancote (74%):その他(26%)) があげられる。

調査地域周辺においても同様で、1996年～1998年に積極的な探鉱が実施されたが現在はほとんどが撤退している。この期間の主な探鉱状況を Table 1-3-2-4-1 に示す。探鉱のターゲットは、主にポーフィリー型銅・金鉱床および浅熱水性金・銀鉱床におかれている。

Table I-3-2-4-1 Recent exploration around the survey area

Name of Project	Province	Company	Deposit type	Duration	Methodology	Status
Agua Caliente	Jujuy	MIM Argentina Exploration S. A.	Epithermal (Au, Ag)	1998	GS, GC, DR	abandon
Centenario North	Salta	Aranlee Resources (USA)	Epithermal (Au, Ag)	1999	GC, GP, TR, DR	abandon
Centenario South	Salta	Lapacha Mineral SRL	Porphyry (Cu, Au)	2001	GS, GC, DR	?
Cerro Gordo	Salta	Mansfield Minera S. A. and RTZ	Epithermal (Au, Ag)	1997	GC, TR, DR	?
Cerro Juncal	Salta	Mansfield Minera S. A.	Epithermal (Au, Ag)	1999		
Cerro Samenta	Salta	Mansfield Minera S. A.	Porphyry (Cu, Au)	1996-2001		abandon
Chincillas	Jujuy	Aranlee Resources (USA)	Porphyry (Cu, Au)	1996-1997	GA, GC, TR, DR	abandon
Condor Yacu	Salta	Cardero Resource Corp. (USA)	Epithermal (Au, Ag)	2001	DR	under exploration
Diablillos	Salta	Pacific Rim (Canada) and Barrick Exploration Argentina (Canada)	Epithermal (Au, Ag)	1989-2001	GS, GC, GP, TR, DR	start development from 2002?
El Acay	Salta	Aranlee Resources (USA), RTZ	Epithermal (Au, Ag)	1996-1997		abandon
El Alisar	Tucuman		Porphyry (Cu, Au)		GC	?
El Oculito	Jujuy	Aranlee Resources (USA)	Epithermal (Au, Ag)	1996	Dr	abandon
Inca Viejo	Salta	High American Gold	Porphyry (Cu, Au)	1997-1999	DR	?
La Colorada	Salta	Pacific Rim (Canada)	VMSD	1993-1998	GS, GC, GP, TR, DR	abandon
Mina Concordia	Salta	Mansfield Minera S. A. and RTZ	Epithermal (Au, Ag)	1995-1998	GS, GC, GP, TR, DR	?
Organullo	Salta	Triton Mining (Canada)	Epithermal (Au, Ag)			
Pancho Arias	Salta	Aranlee Resources (USA)	Porphyry (Cu, Mo)	1995		abandon
Socompa	Salta	RTZ	Porphyry (Cu, Au)	1997-1998		abandon
TacaTaca Bajo	Salta	Corrientes Resources and RTZ	Porphyry (Cu, Au)			
TacaTaca Sur	Salta	Mansfield Minera S. A. and Teck Corporation	Epithermal (Au, Ag) ?	1998	?	abandon

GS:Geological survey

GC:Geochemical exploration

GP:Geophysical exploration

TR:Trenching

DR:Drilling