

ウルグアイ東方共和国サンホセ・アロジョグランデ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成 13 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調資
CR(3)
01-072

はしがき

日本国政府は、ウルグアイ東方共和国の要請に応え、同国の南部に位置するサンホセ・アロジョグランデ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査、物理探査及びボーリング調査等の鉱物探査に関する資源開発調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は、平成12年度を1年次とし、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して平成13年1月から平成13年3月まで現地に派遣した。

現地調査は、ウルグアイ東方共和国及び国家鉱山地質局（DINAMIGE）の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、本年度の調査で実施した地質調査及び地化学探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いただいたウルグアイ東方共和国政府関係機関ならびに外務省、経済産業省、在ウルグアイ東方共和国日本国大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成13年3月

国際協力事業団
総裁 齋藤邦彦

金属鉱業事業団
理事長 田代直弘

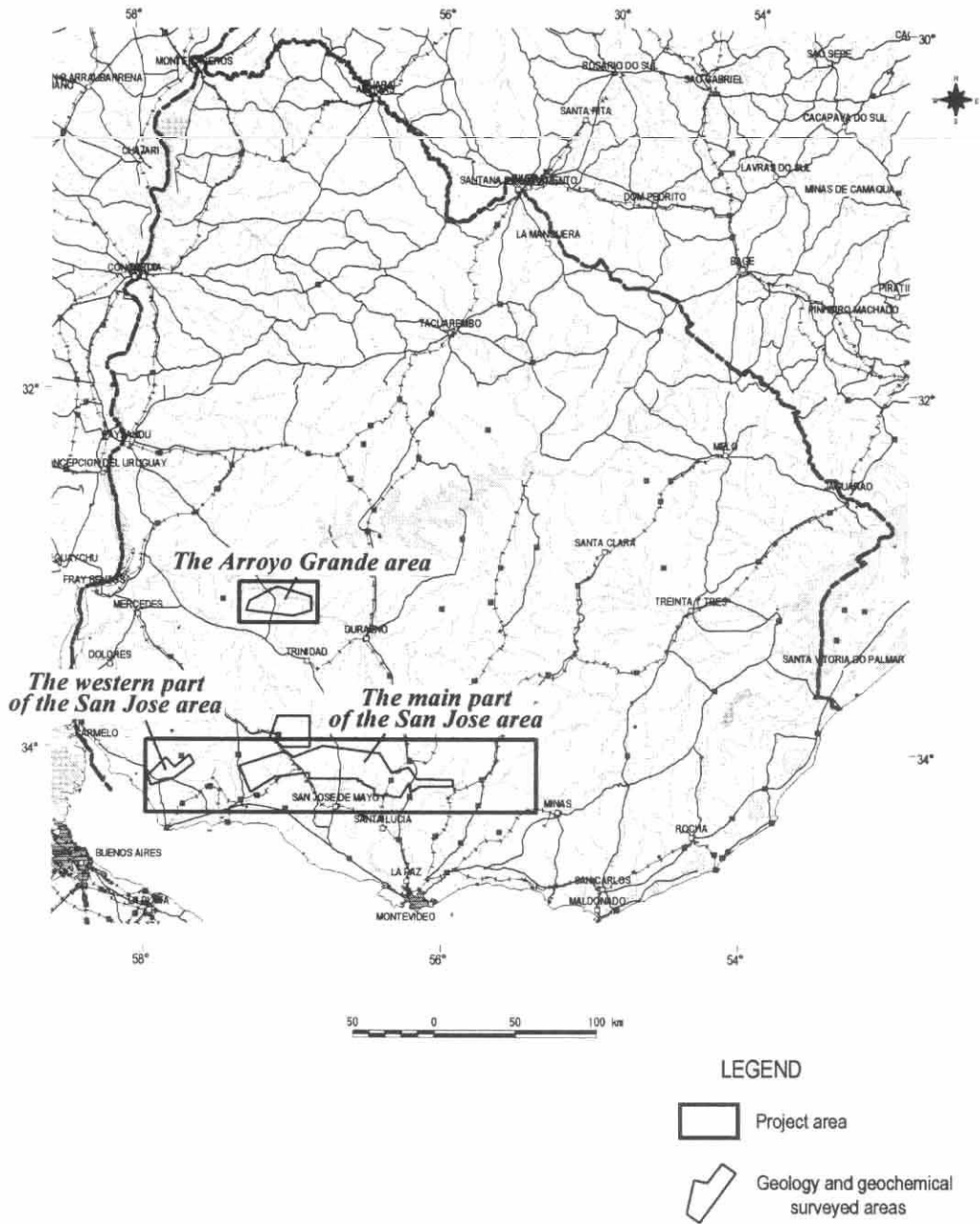


Fig.1 Location map of the project area

要 約

本調査は、日本国政府とウルグアイ東方共和国との間で 2000 年 11 月 24 日に締結された実施細則に基づき、同国サンホセ・アロジョグランデ地域において地質状況及び鉱床賦存状況を解明することにより、新鉱床を発見することを目的とする。また、相手国機関に対し、技術移転を図ることを目的とする。

本調査は、平成 12 年度を初年度とする 3 ケ年で行う計画であり、本年度はその 1 年次にあたる。

本年度の調査は、既存データ解析、衛星画像解析及び地質調査・地化学探査からなる。既存データ解析及び衛星画像解析により、調査の対象とする 12,000km² の地域からグリーンストーンが分布する地域 (2,500km²) を選定し、地質・地化学探査を実施した。現地調査結果は下記のとおりである。

本地域の地質は、主として基盤の複合岩類(pCCcb)及びグリーンストーン(pCCps, pCCsj, pCCag, pCCsjo), 古期花崗岩類(pCCG)及び新期花崗岩類(pCC)からなる(Fig.II-3-2, PlateII-3-1~PlateII-3-4)。

基盤の複合岩類は、片麻岩、片岩類、ミグマタイト、角閃岩等から成る。花崗岩類は、pCCG 及び pCC 共に、中粒～粗粒で等粒状の角閃石－黒雲母花崗閃緑岩、中粒で斑状の角閃石－黒雲母花崗閃緑岩、中粒～粗粒の優白質花崗岩から成る。後者が多少不均質である。それぞれ、部分的にマイロナイト化を被り、面構造が認められる。

グリーンストーンは変火山岩類及び変堆積岩類からなる。変火山岩類は、変玄武岩や緑色片岩を主体とし、角閃岩、変流紋岩を伴う。変堆積岩類は、石英片岩、珪岩、変砂岩、スレート～千枚岩から成る。San Jose 層 及び Arroyo Grande 層にはこれらのほかに片麻岩を、また、Cerros de San Juan 層には石灰岩及びドロマイトを僅かに挟在する。

現地調査の結果、石英脈が発達する箇所は、次の 13 箇所である(Fig.I-5-1, Fig.II-3-7)。それぞれの記載は、Tab.I-5-1 に示した。

① サンホセ地域主要地区 (10 箇所)

A: マホマ鉱山周辺 (東西 20km×南北 15km), B: Nueva Helvecia (地域西端部: 10km×18km), C: Arroy del Medio(6km×15km), D: Canada de Cabrera(8km×4km), E: Arroyo Charruzo(10km×12km), F: Tala I(3km×4km), G: Tala II(9km×14km), H: West of 25 de Mayo (6km×8km), I: South of 25 de Mayo (10km×10km), J: San Ramon (地域東端部: 10km×5km)

② サンホセ地域西部 (1 箇所)

K: San Carlos (21km×13km)

③ アロジョグランデ地域 (2 箇所)

L: Rio Negro I (10km×15km) , M: Rio Negro II (25km×10km)

本地域でこれまでに確認されている主要な鉱床は含金石英脈鉱床であり、基盤岩類 (pCCcb) , 古期花崗岩類 (pCCG) , グリーンストーン (pCCps, pCCsj, pCCag, pCCsjo) に発達する。

母岩の変質については、石英脈脈際から外側に向かって、石英-セリサイト-(黄鉄鉱)帯、緑泥石-緑レン石-(アルバイト)帯の帯状分布が確認された。

石英脈の卓越する方向は NE-SW~E-W 系及び NW-SE 系であり、前者は本地域で卓越する左横ズレを示す大規模な破碎帯とほぼ調和的である。一方、後者の NW-SE 系はその雁行配列から右横ズレのセンスが予想され、同じセンスの断層も発達することから、両者は共役な関係にある可能性が考えられる。石英脈及び鉱床母岩の鉱石研磨片観察結果によれば、石英脈中には少量の褐鉄鉱、一部のごく微量の黄鉄鉱以外の鉱石鉱物はほとんど認められなかった。グリーンストーン及び一部の石英脈に微量の黄鉄鉱-(黄銅鉱) 鉱染が認められた。鉱石分析の結果、Au の最大値は 19,890ppb を示した。

石英脈の脈質は、①乳白色の半透明石英、②無色~白色透明な石英及び③暗灰色透明石英に分類される。石英脈内部に局部的に認められる帯状分布やその産状から、①、②、③の順に新しくなる関係が推定される。

流体包有物測定の結果、均質化温度は最大 447.7℃、最低 85.6℃を示した。均質化温度のピークは 300℃、250℃、200~150℃の 3 つがあり、それぞれ①乳白色半透明石英、②無色~白色透明石英、③暗灰色透明石英に対応する傾向が認められる。塩濃度は 4.2~35%を示し、高い圧力下で生じたものと、低い圧力下で生じたものが混在していることがわかる。

土地化学探査の単変量解析の結果、Au 異常帯を鉱化帯 H , L において捕捉した。また、As 異常帯を鉱化帯 B, E, G, G 北方, H, I, K 東方 L 及び M で捕捉した。多変量解析 (因子分析) により、Au 鉱化作用に関連すると考えられる因子 (Factor4: Au,As,K,V) を抽出し、土地化学異常と鉱化帯との関係を検討した結果、Au, As 及び Factor4 が重複する箇所は、鉱化帯 A, B, E, G, H 及び L と重なることが判明した。

岩石地化学探査の単変量解析の結果、Au 異常帯はマホマ鉱山周辺の鉱化帯 A のほかに、鉱化帯 B, E, G, J, K, L 及び M において抽出された。多変量解析 (因子分析) により、

Au 鉱化作用に関連した因子 (Factor2: Au,Ag) を抽出した。岩石地化学異常と鉱化帯との関係を検討した結果, Au, As 及び Factor2 の異常帯が重複する箇所は, 鉱化帯 A, E, G, H, K 及び L と重なることが判明した。

鉱床には断裂系に伴う構造規制が認められること, 複数の鉱化ステージが存在すること, 岩石の種類と Au の含有量との間に関係が認められないこと, 関係火成岩が特定しにくいこと等から, 破碎帯に関連した含金石英脈鉱床が期待される。つまり, 共役なセットとしての NE-SW~E-W 系及び NW-SE 系の断裂帯に沿って, Au を含有する鉱化流体が上昇し, ある酸化還元条件で Au が沈殿した可能性が考えられる。

各鉱化帯の産状, 規模等の地質的記載, 室内試験・分析結果, 総合的な評価について Tab.I-5-1 にまとめた。各鉱化帯の位置を Au 異常とともに地質図上に示した (Fig.I-5-1)。調査対象範囲のうち, 得られたデータを総合的に解析し, 抽出された鉱床賦存の可能性のある有望地区を, 赤枠で示した (Fig.I-5-1)。これらの有望地区に対して, 次の探査手法が有効であると考えられる。

- ①マホマ鉱山周辺を含む鉱化帯 A : 地質精査・岩石地化学探査, 精密土壌地化学探査
- ②鉱化帯 H~G : 地質精査・岩石地化学探査, 精密土壌地化学探査
- ③鉱化帯 L~M の一部 : 地質精査・岩石地化学探査, 精密土壌地化学探査
- ④鉱化帯 B : 地質精査, 精密土壌地化学探査
- ⑤鉱化帯 E : 地質精査, 精密土壌地化学探査

初年度の調査は限られた露頭データに基づくものであり, 潜頭性の鉱化帯や鉱化規制構造を把握する目的で, 空中物理探査により広域調査を実施する必要がある。また, マホマ鉱山南西方へもポテンシャルが広がっており, 約 100km² の地域に対して, 河川沿いの堆積土壌を対象とした地化学探査の実施を提案する。

目 次

はしがき

調査地域位置図

要約

目次

第 I 部 総 論

第 1 章 序論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 第 1 年次調査の範囲及び作業の概要	1
1-3 調査団の編成	2
1-3-1 調査計画及び折衝	2
1-3-2 現地作業監理	3
1-3-3 現地調査団	3
1-4 調査期間	3
第 2 章 調査対象地域の地理	5
2-1 位置及び交通	5
2-2 地形及び水系	5
2-3 気候及び植生	6
第 3 章 調査対象地域の地質関連既往情報	7
3-1 資源に関する既往情報	7
3-2 調査周辺地域の一般地質	7
3-3 調査地域の地質的位置付けと鉱化作用	8
3-4 地質調査・地化学探査の対象地域の抽出	10
第 4 章 調査結果の総合検討	20
4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制について	20
4-2 地化学異常と鉱化作用との関連について	21
4-3 鉱床賦存のポテンシャルについて	21

第5章 結論及び提言	23
5-1 結論	23
5-1-1 地質鉱床	23
5-1-2 土壌地化学探査	25
5-1-3 岩石地化学探査	25
5-1-4 鉱床賦存のポテンシャル	26
5-2 第2年次調査への提言	27

第II部 各論

第1章 既存データ解析	33
第2章 衛星画像解析	34
2-1 重点課題	34
2-2 対象地域	34
2-3 使用画像データ	34
2-4 画像作成	34
2-4-1 モザイクング	34
2-4-2 TM フォールスカラー画像	35
2-4-3 TM 比演算画像	35
2-5 画像判読の内容	35
2-6 画像判読結果	36
2-6-1 JERS-1/SAR 画像データ	36
2-6-2 LANDSAT/TM データ	37
2-7 リニアメント解析結果	40
2-7-1 リニアメント抽出	40
2-7-2 リニアメント解析	40
2-8 変質帯の抽出	41
2-9 画像解析結果	41

第3章 地質調査	60
3-1 調査位置及び目的	60
3-2 調査方法	60
3-3 室内試験結果	60
3-4 地質調査結果	61
3-4-1 地質層序	61
3-4-2 貫入岩類	63
3-4-3 変成作用	66
3-4-4 地質構造	67
3-4-5 鉱床	67
第4章 土壤地化学探査	96
4-1 調査位置	96
4-2 調査方法	96
4-2-1 試料採取	96
4-2-2 試料処理	96
4-2-3 化学分析	96
4-3 解析方法	97
4-4 解析結果	97
4-4-1 統計処理結果	97
4-4-2 単変量解析結果	98
4-4-3 多変量解析結果	98
4-4-4 考察	99
第5章 岩石地化学探査	141
5-1 調査位置	141
5-2 調査方法	141
5-2-1 試料採取	141
5-2-2 試料処理	141
5-2-3 化学分析	141
5-3 解析方法	141
5-4 解析結果	142

5-4-1 統計処理結果	142
5-4-2 単変量解析結果	142
5-4-3 多変量解析結果	143
5-4-4 考察	144

第III部 結論及び提言

第1章 結論	169
1-1 地質鉱床	169
1-2 地化学探査	171
1-3 鉱床賦存のポテンシャル	172
第2章 第2年次調査への提言	173
参考文献	175
図表一覧	177
巻末	
付図	