

# ボリヴィア共和国ヤニ・ペレチュコ地域 資源開発協力基礎調査報告書 第1年次

平成 15 年 3 月  
(2003年)

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

鉱調資
CR(3)
03-060

## はしがき

日本国政府はボリヴィア共和国政府の要請に応え、同国のヤニ・ペレチュコ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、既存データ解析、衛星画像解析および地化学探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は平成 14 年度を第 1 年次とする初年度にあたり、金属鉱業事業団は 7 名の調査団を編成し、平成 14 年 11 月 17 日から平成 14 年 12 月 21 日まで既存データ及び地化学探査の現地調査・解析のため現地に派遣した。現地調査は、ボリヴィア共和国政府機関、鉱山冶金副省地質鉱山局 (Servicio Nacional de Geología y Minería ; SERGEOMIN) の協力を得て予定どおり完了した。

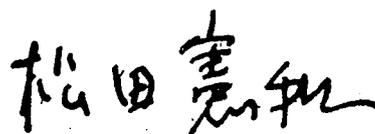
本報告書は第 1 年次の調査結果をとりまとめたものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたボリヴィア共和国政府関係機関ならびに外務省、経済産業省、在ボリヴィア日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成 15 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

資源開発協力基礎調査報告書  
第1年次

目 次

は し が き	
目 次	i
要 約	(1)
調査地域位置図	(3)

第 I 部 序 論

第1章 調査概要

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
1-4 調査期間及び調査量	2

第2章 調査地域の地理

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	5

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 既往調査の概要	9
3-2 地質概要	9
3-3 既知鉱床・鉱徴概要	9

第 II 部 各 論

第1章 衛星画像解析

1-1 解析の目的	15
1-2 使用データ	15
1-3 データ処理	15
1-4 解析結果	21
1-5 考 察	39

第2章 既存データ解析

2-1 解析の目的	45
2-2 地 質	45
2-3 地質構造	48
2-4 鉱 床	48
2-5 考 察	53

第3章 地化学探査	
3-1 調査の目的	55
3-2 調査の方法	55
3-3 調査結果	56

第4章 総合解析	87
----------	----

## 第 III 部 結論及び提言

第1章 結論	93
第2章 将来への提言	95
参考文献	97

### 【挿入図目次】

第1図 調査地域位置図	(3)
第2図 地質概略図	7
第3図 既知鉱物分布図	11
第4図 衛星画像解析範囲図	17
第5図 フォルスカラー画像	19
第6図 ASTER DEMによる地上開度図	23
第7図 リニアメント解析図(調査対象地域)	25
第8図 リニアメント密度分布図	27
第9図 鉱物分布図(調査対象地域)	31
第10図 リニアメント解析図(地化学探査範囲)	35
第11図 鉱物分布図(地化学探査範囲)	37
第12図 要調査区域抽出図(画像解析)	41
第13図 既存データ解析図	51
第14図 地化学探査地域地質図	59
第15図 沢砂試料解析図	71
第16図 パンニング試料解析図	81
第17図 要調査地域抽出図(地化学探査)	85
第18図 総合解析図	91

### 【挿入表目次】

第1表 現地調査団	2
第2表 調査期間	2
第3表 調査数量	3
第4表 月別平均降雨量	6

第5表	衛星画像データ一覧	15
第6表	模式層序表	57
第7表	鉍質別平均品位	65
第8表	沢砂分析値記述統計結果	67
第9表	主成分分析結果(沢砂)	68
第10表	重砂分析値記述統計結果	78
第11表	主成分分析結果(重砂)	79

【巻末資料】

巻末資料1	岩石薄片観察結果および写真
巻末資料2	年代測定結果
巻末資料3	全岩分析結果
巻末資料4	鉍石研磨片観察結果および写真
巻末資料5	X線回折分析結果
巻末資料6	流体包有物充填温度測定結果
巻末資料7	鉍石分析結果
巻末資料8	地化学探査試料採取地点データ集
巻末資料9	地化学探査試料分析結果(沢砂)
巻末資料10	地化学探査試料分析結果(パンニング)
巻末資料11	現場写真

【別添図】

別添図1	地化学探査域地質図(縮尺10万分の1)
別添図2	地化学探査試料採取位置図(縮尺10万分の1)
別添図3	地化学探査解析図(縮尺10万分の1)
別添図4	総合解析図(縮尺10万分の1)

## 要 約

本報告書はボリビア共和国ヤニ・ペレチュコ地域を対象に実施した資源開発協力基礎調査資源開発調査の第1年次の調査結果をとりまとめたものである。本調査は対象地域において、衛星画像解析、既存データ解析および抽出された有望地域に対し地化学探査を実施し、得られた結果を総合的に解析して、短期的かつ効果的に広大な調査地域から鉱床賦存有望地区を抽出することを目的とする。

調査対象地域は面積約 18,400km<sup>2</sup>であり、10 万分の 1 地形図 13 図画におよぶ地域であるが、時点ではその内の 8 図画が公開されているのみである。地化学探査範囲は 2,500 km<sup>2</sup>である。対象地域の地形は中央部を東部アンデス山系が占め西縁および東縁をそれぞれアルティプラノおよびサブアンデス帯が位置する。地化学探査範囲は東部アンデス山系脊梁部に位置する。気候は東部アンデス山系の山岳地帯とその山麓地帯とは全く異なる。山岳地帯は高地寒冷型の気候に区分され、年間を通して平均気温の変化は乏しいが乾季には日較差が大きい。山麓部も年較差は小さく、平均気温は 10°C 程度である。11 月から 3 月までの雨期、4 月から 10 月までの乾季と明瞭に区分され、年間降雨量も山岳部で 1,900mm、山麓部で 900mm 程度と変化に富む。地質はオルドビス紀の堆積岩類から第四紀の堆積物までがアンデストrendに調和的に分布する。貫入岩類はバソリスを形成する上部古生界および下部中生界の花崗岩類と上部中生代の花崗閃緑岩および半深成岩の岩株とが分布する。

調査内容は、ASTER 画像と既存データの解析および抽出された地域での地化学探査である。総合解析として、衛星画像解析、既存データ解析および地化学探査結果を総括し調査対象地域の鉱床賦存ポテンシャル評価を実施し、有望地区を抽出した。

本調査の実施により以下のことが判明した。

### (1) 衛星画像解析

有効な地質情報を豊富に保持する ASTER 画像の解析に対応する精度の既存地質情報が不足しており、より精度の高い地質図の作成が望まれる。基礎情報の不備を考慮しても褐鉄鉱に重複する明礬石およびカオリナイトの分布域が要調査区域として抽出されると結論された。

### (2) 既存データ解析

調査地域には、オルドビス紀から第四紀までの堆積岩類、北西―南東の伸張方向を有して分布する。これらを通じて、上部古生界、下部中生界および新第三紀初頭の貫入岩類が分布する。これらの火成活動に伴い錫鉱床区、多金属鉱床区等が形成された。

従来多金属鉱床区に由来するとされていたサブアンデスの砂金鉱床は、オルドビス系の黒色頁岩中のマント状石英脈がその源であるとの知見が示され、マントを形成する含金石英脈の賦存様態も明らかにされた。マント型金鉱床賦存有望区域は、低変成度オルドビス系中の黒色頁岩分布域で、これに重複する褐鉄鉱ヤケ帯であると結論された。

### (3) 地化学探査

既存データでは上部古生代、下部中生代および新第三紀初頭の火成活動とされていた貫入岩

類は K/Ar 年代測定の結果、上部古生代とされる花崗岩からは古第三紀の若返り年代が得られ、下部中生代とされる花崗閃緑岩からは上部三畳紀および上部白亜紀の値が得られ、更に新第三紀とされる複合半深成岩体からは上部白亜紀の値が得られ、調査地域の火成活動の履歴が大幅に変更された。従って、鉍化作用の履歴についても今後再検討する必要がある。

調査対象地域南部に偏在する錫鉍床は鉍床に随伴する白雲母の K/Ar 年代から上部三畳紀の鉍化作用であることが確認されているが、北部域の多金属鉍床は上部白亜紀の火成活動に関連した鉍化作用に由来するものと考えられる。現時点ではヤニ近傍に集中するマント型金鉍床は広域変成期の鉍化作用であるとされているが、上部古生代とされる花崗岩の若返り年代を与えた熱水活動に由来する可能性も存在する。

沢砂地化学分析により、金成分の挙動は他の成分とは無関係であり、金鉍化作用は低温系の鉍化作用で特徴付けられることが明らかとなった。更にヤニに見られるマント型金鉍床が本調査地域の主たる金鉍化作用であり、かつヤニ-ゾンゴ花崗岩周辺の低熱変成帯に分布するとされていた鉍床賦存域も、北方へ大幅に拡大した。

沢砂による金の地化学異常はオルドビス系分布域を主体に連続して分布しており、異常地点の後背地が要探査地域として抽出された。

#### (4) 総合解析及び提言

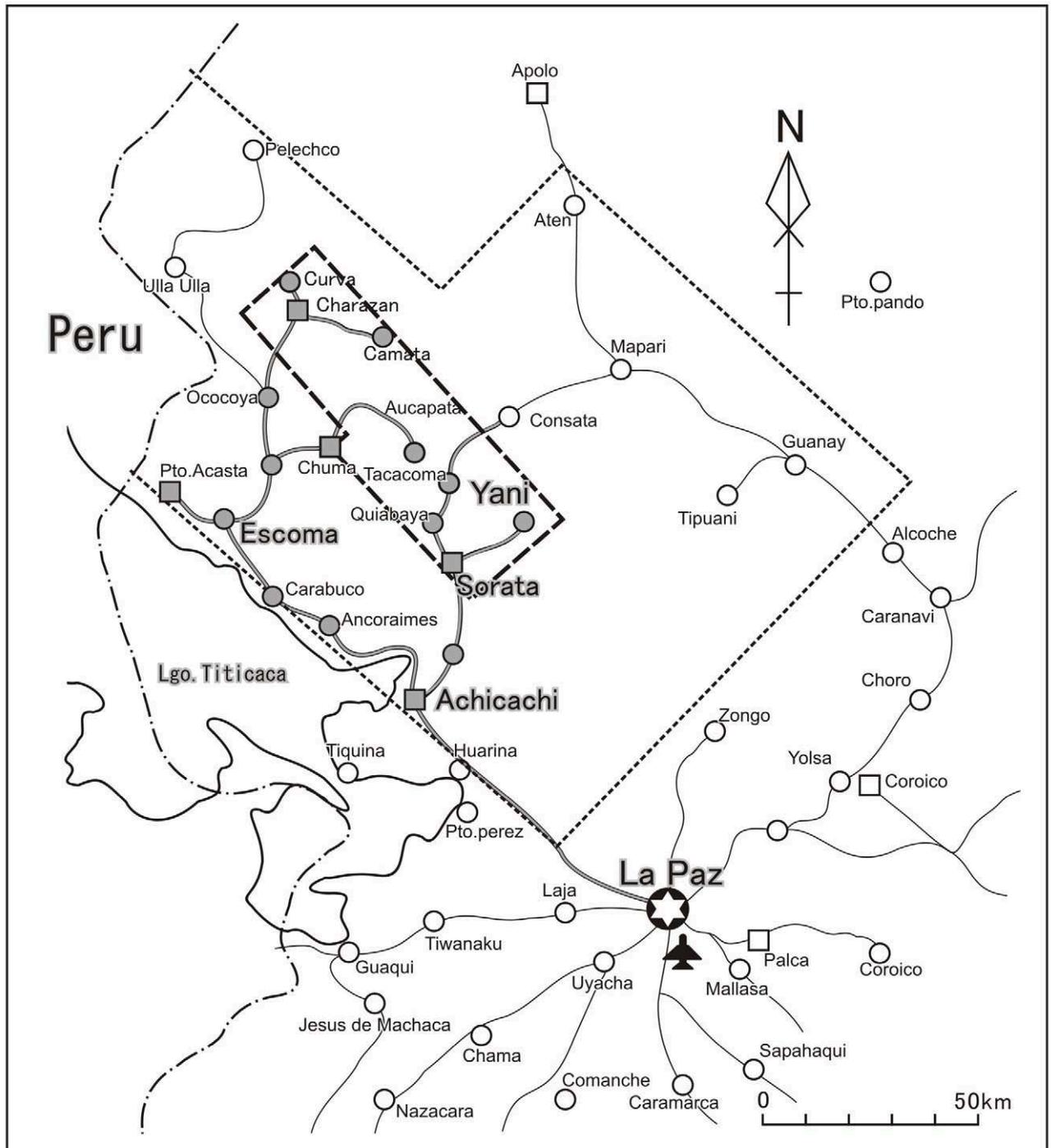
衛星画像解析、既存データ解析および地化学探査の結果に基づく総合解析により

- ①衛星画像解析により抽出された褐鉄鉍をベースとした諸鉍物の重複域、
- ②オルドビス系泥質岩の分布域に褐鉄鉍等の変色帯重複部、
- ③沢砂地化学異常地点の後背地、

を判断基準として、調査地域から以下の 4 地区が有望地区として抽出された。

1. ケジュワコタ川流域地区
2. アウカパタ地区
3. タカコマ(チルチンパヤ川流域)地区
4. ヤニ南部地区

これらの地区を対象に、地質及び鉍化・変質作用確認のための岩石地化学探査を併用した地質調査の実施が望まれる。



第1図 調査地域位置図