

ブラジル、チリにおけるレアメタル生産動向及び企業動向

前サンチャゴ海外調査員 五十嵐吉昭報告

< ブラジルにおけるレアメタル生産の動向 >

1. 概要

日本の 22.5 倍にもおよぶ広大な国土を有するブラジルは、多様な地質環境に恵まれながら、表 1、2 に示すとおり近年の鉱業生産は低調である。特に 5 年前には年 70t を上回っていた金生産は、ガリンペイロによる生産が当時の 10 分の 1 以下に減少したため、遂にチリの産金量(1999 年で 48t) よりも下回ってしまった。かつては主要な産出鉱種であった錫も、ガリンペイロの活動低下から低落傾向に歯止めがかからず、母岩中の鉱床を開発するプロジェクトも錫価格の低迷から進んでいない。順調に増加する国内銅需要に対応して、国内唯一の Caraiba 銅製錬所では製錬量の倍増を計画しているが、リオドセ社のカラジャス地域の開発が進まない限り、不足分はチリ等から精鉱を輸入する必要がある。亜鉛についても、国内需要の半分強の鉱石生産しか無く、不足分は主にペルーから精鉱を輸入している。

一方、非鉄金属で順調に生産を伸ばしているのは、アルミニウム、ニッケル及びニオブである。ニッケルは 98 年に生産を開始した Rio Tinto Brazil 社の Fortaleza 鉱山が順調に立ち上がり、ニッケルの他に銅、コバルト、プラチナ等を含むマツトを年間 2 万 t 程度 Outokumpu 社に輸出している。また世界生産の 9 割以上(Sumarío Mineral 2000 : DNPM)を独占するニオブについては、内 8 割を占める CBMM 社が製造工程強化のためのプラント建設を完了し、生産供給体制は盤石である。

2. 組織別動向

(1) ブラジル政府

ブラジルでは軍政から民政に移管後、88 年に公布された現行憲法では外資を差別し内国企業を優遇するものであった(外資は 49%以下)。その後、外資導入の必要性に目覚め、95 年に憲法改正により鉱物資源の探査開発に対する外資規制は撤廃されたが、投機目的の鉱区保有や鉱物生産局(DNPM)の処理手続きの遅さから探査開発は遅々として進まず、手続き簡素化のための法案も議会と政府機関の関係の悪さから改革はほとんど実現しなかった。そのため、現在ブラジル政府は、“ブラジル鉱業セクターの改革(Remorma do Sector Mineral Brasileiro)”と呼ばれる一連の改革法案パッケージを作成し、2001 年 7 月頃までに議会の承認を得て各種改革を断行する予定である。改革法案の中には、投機目的の鉱区所有を防止するための鉱区管理の近代化、鉱山開発にインセンティブを与える税制改革、鉱山保安や鉱山の閉山規制の確立、及び政府機関の組織改革等を含んでいる。政府の組織改革では、DNPM を鉱区管理や鉱山保安業務を主体とする独立行政法人化し、ブラジル国営探査会社(CPRM)をアマゾン等未開発地域における地質や空中物理探査等の基礎データ提

表1 ブラジル主要鉱物生産量

鉱種	単位	1996年	1997年	1998年	1999年	98/99増減(%)
アルミニウム	ボーキサイト(10 ³ t)	10,998	11,671	11,961	12,880	7.7
カオリン	10 ³ t	1,058	1,280	1,374	1,517	10.4
銅	金属量(t)	46,203	39,952	34,446	31,371	-8.9
クロム	Cr ₂ O ₃ (t)	174,150	112,274	160,742	190,000	18.2
金	計(kg)	60,011	58,488	49,567	40,943	-17.4
	企業(kg)	41,142	41,062	37,787	38,387	1.6
	ガリンペイロ(kg)	18,869	17,426	11,780	2,556	-78.3
鉄	鉱石(10 ³ t)	174,200	184,970	197,500	194,000	-1.8
蛍石	t	59,040	78,032	72,082	44,926	-37.7
マンガン	精鉱(10 ³ t)	2,506	2,124	2,149	1,674	-22.1
ニッケル	金属量(t)	16,432	19,379	25,753	32,237	25.2
ニオブ	Nb ₂ O ₅ (t)	19,621	25,688	33,795	42,734	26.5
錫	金属量(t)	19,617	18,291	14,238	13,202	-7.3
亜鉛	金属量(t)	117,341	152,634	87,475	98,590	12.7

出典：SUMARIO MINERAL 2000(DNPM)

表2 企業別主要金属生産量

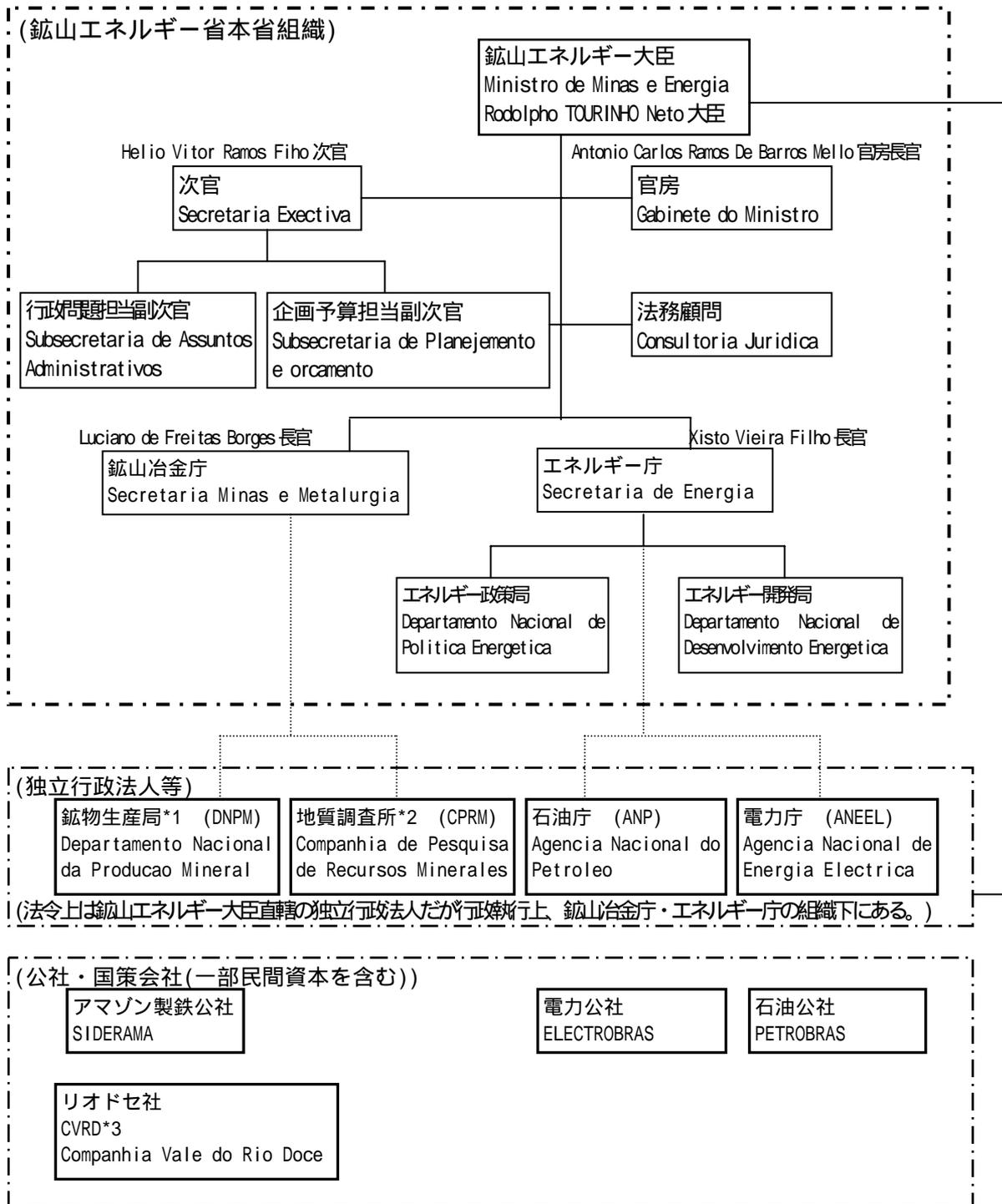
鉱種/会社	単位	1996年	1997年	1998年	1999年	98/99増減(%)
アルミニウム	千 t	1,197.4	1,189.0	1,208.0	1,249.6	3.4
Albras		339.0	338.0	344.7	361.2	4.8
Alcan		93.4	93.3	102.5	102.4	-0.1
Alcoa		283.4	279.7	281.4	289.0	2.7
Aluvale		50.2	50.6	51.5	50.2	-2.5
Billiton		210.7	206.5	206.9	212.9	2.9
CBA		220.0	221.0	221.0	233.9	5.8
銅	t	172,075	177,060	167,205	193,014	15.4
Caraiba		172,075	177,060	167,205	193,014	15.4
錫	t	18,361	17,525	14,342	11,989	-16.4
Paranapanema		15,242	14,763	11,429	10,112	-11.5
Cesbra		1,611	1,739	1,347	1,396	3.6
Best		1,085	1,023	853	481	-43.6
ニッケル	t	16,432	18,200	25,748	32,268	25.3
Codemin		6,223	6,751	6,891	6,503	-5.6
Niquel Tocantis		7,849	8,849	13,008	16,430	26.3
Morro do Niquel Fortaleza		2,360	2,600	1,184	0	-100.0
亜鉛	t	186,339	185,701	176,806	187,010	5.8
CMM		100,016	95,556	104,714	109,398	4.5
Inga		22,914	19,445	1,224	0	-100.0
Paraibuna		63,409	67,690	70,868	77,612	9.5

出典：Brasil Mineral, May 2000



図1 ブラジルの州及び州都、並びに主要な鉱山・鉱床位置図

供を主任務とする地質調査所とし、また、政府系企業の民営化の一環として、世界最大の鉄鉱石生産社である国営のリオドセ社を、一部普通株の売却により 97 年に一応民営化した。図 2 に現在のブラジル政府及び関連機関の組織図を示す。90 年代に外資導入による鉱山開発を進展させたチリやペルーに対して、ブラジル鉱業の出遅れの感は否めないが、遅滞きながらブラジル政府も外資導入の重要性を認識し重い腰を上げたと言える。日本に対する期待にも大きいものがあり、ブラジル政府関係者は日本まで自ら出向き、鉱山冶金庁長官らが鉱業分野の持つポテンシャルと外資導入策の進展について日本の鉱業関係者に直接説明したいとしている。金属鉱業事業団ではこの意向を受けて 2001 年 5 月半ば頃 “ブラジル鉱業投資ワークショップ” を開催した。一方、産業全体で見れば 90 年代後半の民営化推進もあり、電力や通信等、海外からの投資は大きく増加した。マラン蔵相が日経新聞に語ったところによれば、海外からブラジルへの直接投資は 1999 年に過去最高の 300 億ドルを記録し、2000 年も 8 月中旬までに 180 億ドルに達しており、民営化関係の投資が峠を越してから、積極的な海外からの投資が続いているとされる。



- *1 DNPM：エネルギー資源（石油、石炭、核燃料資源）以外の鉱物資源を所掌。以前は、鉱山振興部、地質鉱産部、岩石鉱物研究所と国内の支所を置いていたが、伯政府機構改革により、今後は、鉱区の登録管理、鉱山保安、鉱害対策等に主眼をおいた組織に転換（行政機関から独立行政法人化）。
- *2 CPRM：1968年政府関係機関の鉱物資源調査公社として探鉱事業等を実施、伯政府機構改革により同国の地質調査所として改組。
- *3 CVRD：1942年ミナスジェライス州の鉄鉱石開発操業を目的として設立された政府企業で、その後、非鉄金属鉱業分野、製紙業にも業務を拡大。1997年に株式売却により一部民営化。残りの政府保有普通株(32%)売却は未定。CVRD社は世界最大の鉄鉱石生産者。

図2 ブラジル連邦共和国・鉱山エネルギー省組織図
(1998.12.28組織令 No.2826による(資源エネルギー関係公社等を含む))

(2) リオドセ社(CVRD)

世界的に注目を浴びたリオドセ社(CVRD)の民営化は、2回に分けて政府保有株を売却する方式がとられ、同社の経営権を握ることになる第1回議決権付き普通株41.7%の入札の結果(1997年5月)、ブラジル最大の製鉄会社、ナショナル製鉄(CSN)を筆頭としてブラジル銀行、4大年金基金、米国National Bankの投資ファンド等からなるValeparコンソーシアムが、20%のプレミアムを乗せて31.4億ドルで勝ち取った。その結果、ブラジル最大の民間企業グループVotorantimとAnglo American社を軸に日本の高炉メーカー7社及び商社5社が参加していたValecomコンソーシアムは破れた。しかしながら、CVRDとしても日本は最も重要な鉄鉱石の販売先であることから、この入札の結果が今後のCVRDと日本企業の間には悪影響を及ぼすとは考えられていない。その後政府の保有する32%の権益をニューヨーク証券取引所に上場させることで民営化が完了する予定であったが、CSN社の株式をめぐる複雑な持ち合い関係などを理由に凍結されている。

民営化後のCVRDの動向については、経営の主導権を握るValeparの主体がCSNと年金基金や金融投資機関であったため、鉱業部門の将来計画より投下資本の回収が優先され、長期的な見通しに基づく投資は控えられていたとされる。実際、通貨レアル切り下げの影響があったにせよ、1999年までの投資額は低調で、大幅アップを計画している2000年についても、内訳は鉄鉱部門が63%を占め、非鉄部門は投資計画の1割に過ぎない。確かに民営化後の収益は鉄鉱部門を中心に強化されはしたが、非鉄関係では有望なカラジャス地域の銅資源も開発に至らず、金生産も主力金山であるカラジャスのIgarape Bahiaが後数年で鉱量が枯渇するため、生産量の減少は避けられない状況であった。こうした中で2000年に入って2つの大きな動きがあった。一つは、Valeparコンソーシアム筆頭のCSNを中心とする鉄鋼業界再編の流れを受けて、CSNとCVRDは株式持ち合い解消の動きに向かったこと。もう一つは、第1回民営化に競い勝ったコンソーシアム(Valepar)の一翼を担う投資会社Sweet River Investments社の株式の約3分の2を、大手金属鉱山会社Billiton社が7月26日に買い取り、マイノリティーながら(CVRD全体の2.1%)CVRDの経営に参画を果たしたことである。この2つの動きと関係があるかどうか定かではないが、10月27日、CVRDは以下のとおりカラジャス地域に2006年までに約20億ドルを投資して、年産銅量で63万t強の銅生産を目指すと発表があった。民営化以来長らく迷走していたCVRDの非鉄鉱物資源の開発が、ここで漸く実を結ぶことになった。

カラジャス地域の銅資源開発決定

カラジャス(Carajas)地域はアマゾン川河口の町ベレンの南南西500km内陸に位置し、CVRD発祥の地ミナスジェライス州のイタピラ鉄鉱山他(Southern System)を凌ぐ大規模鉄鉱山開発プロジェクトとして、1978年に周囲のインフラも含めてCarajas鉄鉱山(Northern System)の開発が始まった。サンルイス近くのPonta da Madeira港湾施設まで890kmの鉄道で結ばれており、今日では年

間 42.5 百万 t の鉄鉱石を生産する一大拠点に成長した。付近には Igarape Azul マンガン鉱山や CVRD 最大の金鉱山 Igarape Bahia(1990 年生産開始、年産金量約 10t)があり、1976 年に Salobo 大型銅金鉱床が発見されて以来、相次いで銅鉱床が発見された。開発が発表された鉱床は以下のとおりで、カラジャス地域の鉱山・鉱床位置を図 3 に示す。

[Sossego] 2001 年開発着手 CVRD:50%、Phelps Dodge 社:50% 銅年産 15 万 t

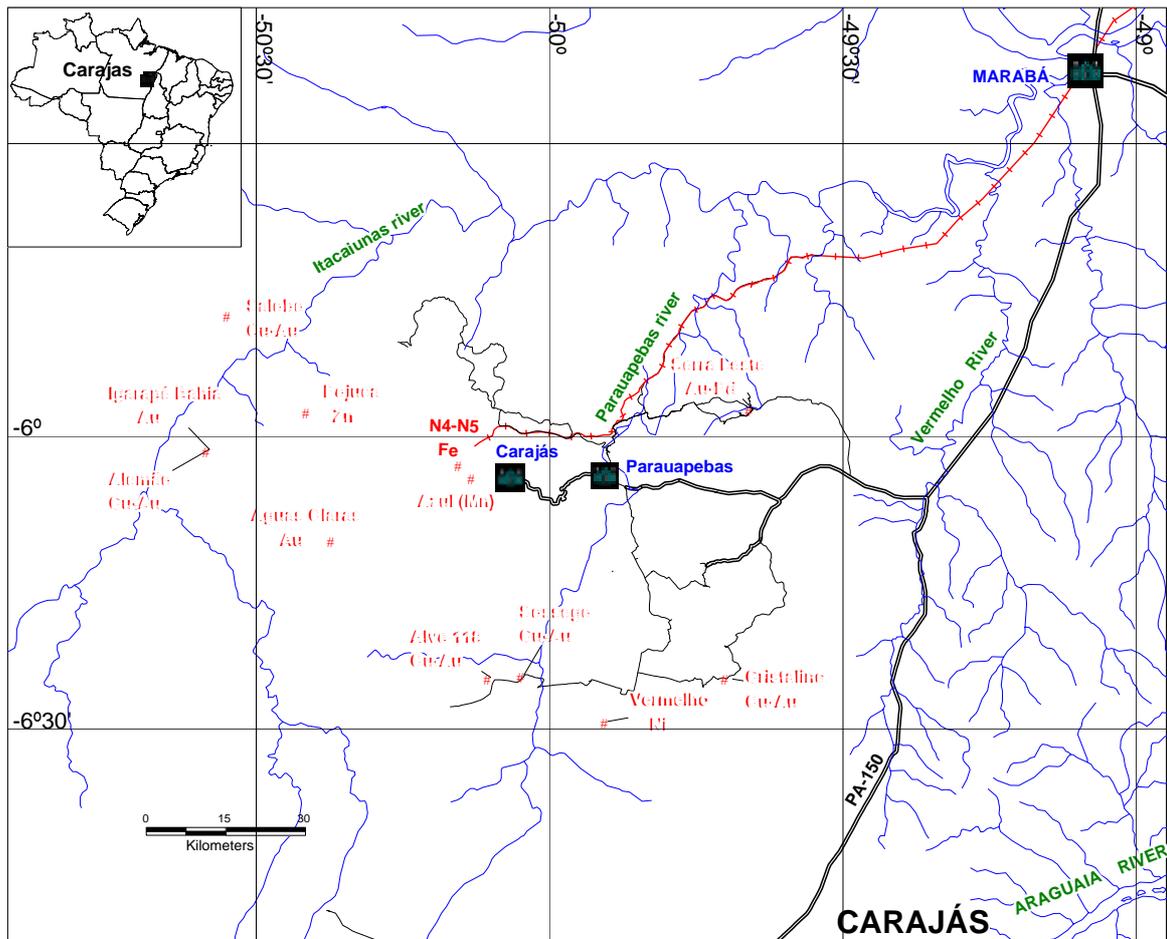
[Cristalino] 2002 年開発着手 CVRD:50%、BNDES:50% 銅年産 15 万 t

[Alvo 118] 酸化鉱 2003 年開発着手 CVRD:50%、BNDES:50% 銅年産 5 万 t

[Alemão] 坑内掘り 2004 年開発着手 CVRD:67%、BNDES:33% 銅年産 8 万 t

[Exploracion] 詳細未定 CVRD:50%、BNDES:50%

[Salobo] CVRD 及び AAC 社双方が 50%の権益を持ち、BNDES(国立経済開発銀行)も議決権無し株に変換できる社債を有する Salobo プロジェクトは、可採鉱量 7.84 億 t で銅品位 0.96%、金・銀も回収可能とされる大型の硫化銅鉱床である。当初 1994 ~ 1995 年の F/S に基づいた計画では、製錬所建設も含めて総額 20 億ドル以上の投資により毎年 20 万 t の銅と 8t の金を生産する予定であった。しかしながらこの計画は鉱石中の高いフッ素含有量が問題となり、銅・金価格の著しい低迷も相まって一時は開発断念の噂も流れた。ここで CVRD は計画を根本的に見直し、カナダの Cominco 社の子会社が有する CESL 法を適用し、精鉱中の硫化鉱を加圧酸化することで通常の SX/EW 法(溶媒抽出電解採取)によって銅カソード生産を行うことを検討している。選鉱と加圧酸化の前処理は必要であるが、通常のリーチング過程の残渣に金銀及び硫黄を残して回収できる利点がある。Cominco 社のラボに大量の鉱石試料を送り、18 か月にわたり実証試験を行った結果、低コストで銅を 98%、金を 92%回収が可能であるとされている。発表によれば、6 億ドルの投資で 2002 年に着手、2004 年に生産開始が見込まれ、年間銅 20t、金 11t を生産する。



鉱山及び主要鉱床

図3 カラジャス地域概略図

3. 鉱種別動向

(1) ニッケル

ブラジルのニッケル生産は、鉄ニッケル合金を Niquelandia(GO)で生産している Codemin(AAC 系列)、硫化鉱から含ニッケルマットを 98 年から生産している Fortaleza de Minas(RTZ 系列)、及び含ニッケル炭酸塩を Niquelandia(GO)でアンモニアリーチングにより湿式処理してから Sao Miguel Paulista(SP)で電気ニッケルを生産している Cia Niquel Tocantins(Votorantin)の 3 社である。AAC 系列の Morro do Niquel は 98 年に Pratapolis(MG)にあるニッケル鉱山を閉山し生産を停止した。

2000 年のニッケル生産量は、Codemin が鉄ニッケル合金で 7,000t、Cia Niquel Tocantins が電気ニッケル 20,000t で更に輸出比率を 75%から 55%に減らすとの見込み。Fortaleza de Minas は 20,000t のマット(Ni:61%)を生産し全量をフィンランドの Outokumpu 社に輸出する。

ブラジル国内の旺盛な需要を反映して(2001~2007 年に平均で 6.2%の伸びが予測されている)、ブラジルではニッケル生産拡張のため 13 億ドルの投資が計画されている。Codemin はプロセスの

最適化や燃料の見直しによるコスト削減を図ると共に Barro Alto(GO)で新たに酸化亜鉛を開発する。Cia Niquel Tocantins の生産量拡大のため 1997 年から 1.3 億ドルの投資をしており、また、Fortaleza de Minas 亜鉛山は 2.3 億ドルかけて露天掘りから坑内掘りに移行する。ブラジルの亜鉛山冶金庁 Luciano 長官によれば、ブラジルは地質環境的にニッケル資源に恵まれ、国内の需要もあることから、ニッケル生産量を 2010 年には現在の 4 万 t 程度から 8 万 t に倍増するポテンシャルがあるとしている。

CVRD のニッケルプロジェクト

Carajas 地域(PA)に Vermelho ニッケルラテライト亜鉛床等、1 億 t の酸化亜鉛(Ni:1.23%)を持つとされる。90 年代初頭に"Red Project"として開発を検討したが、当時は採算に合わないと言われた。近年のオーストラリアにおける湿式製錬(PAL)による開発を受けて、再度開発のため過去の F/S を再評価していると発表した(2000.11.24 Mining Journal 他)。

Fortaleza de Minas 亜鉛山

RTZ が 233 百万ドルを投じて MG 州都ベロオリゾンテ南西 350km に建設したブラジル最大の硫化ニッケル亜鉛山である。亜鉛床は蛇紋岩を母岩として BIF や化学堆積物を挟む中 6m の厚さで膨縮を繰り返して 1.7km 続いている。亜鉛石は隙間充填、プレッチャ、亜鉛染状、BIF 中等、様々なタイプがあり品位も Ni 0.5~7%と幅がある。粉碎された亜鉛石は選亜鉛により硫鉄ニッケル亜鉛(Pentlandite)が濃縮されるが、共生する磁硫鉄亜鉛が発火しやすいため精亜鉛のまま輸出することはできない(選亜鉛のフローシートを図 4 に示す)。このためスマルターでマットを生成し(Ni:60%の他 Cu:10%、Fe:20%、S:8%、Co、PGM、Ag を含む)、このマットを Outokumpu 社に輸出してフィンランドで精錬している。スマルターはフラッシュ炉と電気炉の 2 段階に分かれ、それぞれ総マット生産量の半分ずつを生産する。粗亜鉛処理が月に 9 万 t、年産 2 万 t のマットを 16 年間生産する予定で、1998 年に露天掘りで生産を開始したが、既に坑内掘り移行の準備を進めておりサブレベルストーピングが採用される。同亜鉛床の品位及び亜鉛量は CPRM の報告書によれば以下のとおりである。

	Ni (%)	Cu (%)	Co (%)	PGM+Au (ppm)	亜鉛量 (千 t)
硫化亜鉛	2.6	0.4	0.06	1.33	5,300
酸化亜鉛	0.74	0.48	0.03	1.76	445

PGM : Pt、Pd、Rh、Ir、Os、Ru

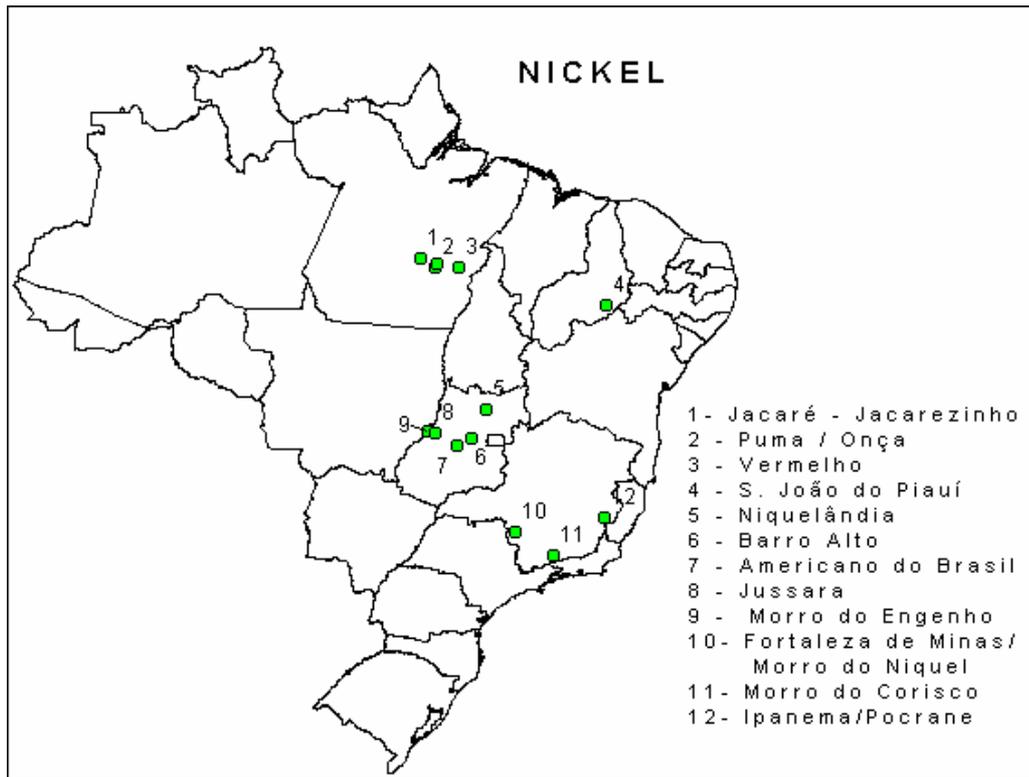


図5 ブラジルのニッケル鉱床位置図

(2) クロム

1997年に大幅に落ち込んだブラジルのクロム生産は1998年に16万tと持ち直し、1999年には更に18%増の19万tに達した(Cr_2O_3 換算)。これは通貨レアルが対ドルで大幅に下落したことで、ブラジルのクロム生産が海外の生産国に対して競争力を持つようになったためで、同年の生産量の55%を占めるアマパ州は、生産物を全て輸出した。残りの45%はバイア州の生産で、生産物はブラジル国内の鉄合金に専ら使用されている。ブラジルでクロムを産出している企業グループは3社に絞られ、それはアマパ州のCia Ferro-Ligas(CFA)と、バイア州のCia Ferro-Ligas(FERBASA)及びMagnesita S/Aである。2000年にはFERBASAグループと州鉱山公社CBPMのJ/V探鉱が実施されたが、鉱体が深いため採算に合わないとして開発は見送られた。

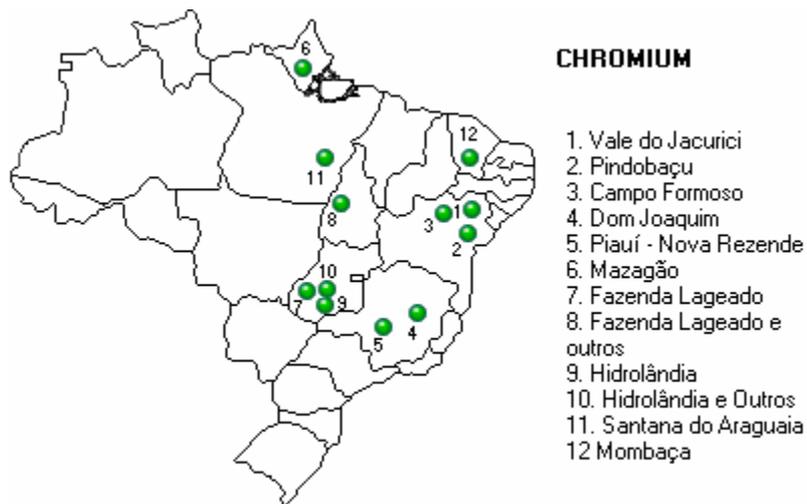


図6 ブラジルのクロム鉱床位置図

(3) マンガン

1999年の生産量は前年比22%減の167万t(処理鉱石)に留まり、内69%はCVRDのMina do Azul(PR)とUrucum(MS)の両鉱山による生産である。鉱石の内50.7万tは輸出され、残りは国内及び海外の鉄鋼産業向けマンガン合金鉄の材料となる。CVRDは鉱山のみならず3つのマンガン合金鉄プラントも所有し、これら子会社の再編成を進めつつ引き続き主導的な地位を保っている。

現在CVRDは、燐含有量の低いマンガン鉱床の探査をカラジャス地域とBarreiras(BA)で行っており、後者は2001年に鉱石で年13万t程度の生産を始める見込みである。

(4) ニオブ

世界のニオブ市場はブラジルのCBMM社(MGのAraxa鉱山)とAAC系列のCatalao鉱山(GO)で9割以上を独占されており、1999年の生産量はパイロクロア精鉱中の Nb_2O_5 量で42,734tと1998年に比べて26.4%の増加となった。CBMM社はフェロニオブの生産能力増強と環境対策強化のため、乾式精錬炉を一基新設し、ボールミルや浮遊選鉱設備等の前処理設備を増設・拡張した。従来に比べてリンや鉛、硫黄等の不純物を低減すると同時に、フェロニオブの生産能力を約5割増の年間45,000tに引き上げた。世界のフェロニオブの総需要は3万t程度のため、同社は単独で大幅な余剰生産能力を持つことになり、ユーザーである鉄鋼メーカーに対して安定供給を確保した。一方、Catalao鉱山では1999年に3,661tのフェロニオブを生産し、2000年には25%増の生産を予定している。その他、前述の2鉱山と同じカーボナタイト鉱床であるCopebrasのリン採掘の副産物として回収される及び後述の(6)タンタルにあるPitinga鉱山の副産物として回収される可能性がある。ニオブは鉄鋼生産に添加すると低温下で強い耐性を発揮するため、自動車(0.03%)やパイプライン(0.04%)に用いられ、今後需要の増大が見込まれている。圧倒的な生産量と生産技術を併せ持つCBMM社を

含め、ブラジルのニオブ生産の寡占状態は揺るぎ無く、供給上の不安は見あたらない。

Araxa 鉱山(MG 州)

Araxa 鉱山はMG 州都ベロオリゾンテから 360km 南西の Araxa 市にあり、ブラジルの Moreira Sales グループ(55%)と米国の Molycorp(45%)の J/V である。鉱床は珪岩と片岩からなる Araxa 層群に白亜紀中期に貫入した直径 4.5km に及ぶ Araxa 複合岩体(カーボナタイト)で、ラテライト風化作用を強く受け、この風化帯にリン鉱床、ニオブ鉱床(パイロクロア)、レアアース鉱床等が発達している。Nb₂O₅ 品位 2.5%で鉱量は 4 億 6 千万 t あり、年間 80 万 ~ 120 万 t の鉱石を採掘しても、400 年以上の操業が可能である。パイロクロアを含む風化した鉱石は、湿式ミル、磁選、サイクロニング、浮遊選鉱を経て Nb₂O₅60%程度のパイロクロア精鉱となり、ペレット化、焼結、電気炉等の乾式精錬工程でフェロニオブ(年産 45,000t)が生産される。一方、純度を高められた酸化ニオブ(2,400t)からはバキュームグレードの高純度ニオブ合金(1,000t)、レンズ用の特別酸化ニオブ(150t)、及び金属ニオブ(60t)が得られる。製品の販売先は 1999 年で北米 35%、アジア 26%、西欧 30%、ブラジル国内 5%となっている。

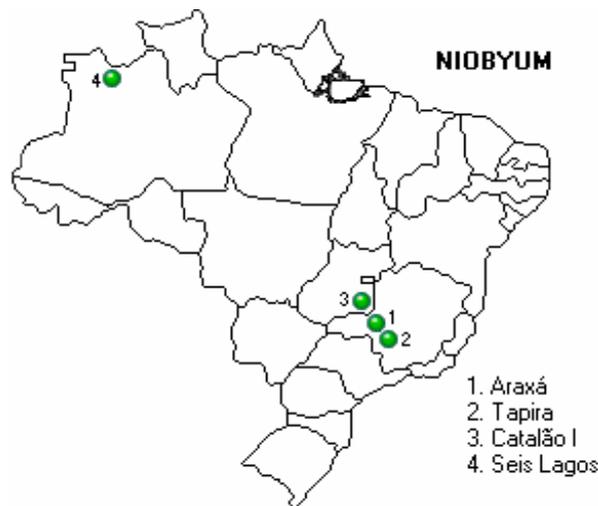


図 7 ブラジルのニオブ鉱床位置図

(5) バナジウム

ブラジルでは鉄鋼産業向けに少量のフェロバナジウムを生産しているが、五酸化バナジウムの生産は無い。バナジウム資源はバイア州に賦存し、同州の Maracas 地域における探鉱活動が進められている。

(6) タンタル

錫やニオブと共に産出するタンタルはブラジルが世界一の埋蔵量となっており、主にアマゾナス州の Pitinga 鉱山のものである。生産量も 1999 年に世界の 3 割を占め 426t で世界一とされ、Industrial Fluminense 社(MG)が 72t、残りは Panamanema 系列の Mamore グループが Pitinga 鉱山で精製した精鉱中に含まれる Ta_2O_5 が 350t である。近年 IT 産業の好況から電子部品材料としてコンデンサーの需要が高まり、タンタルの原料鉱石の価格が急騰していることもあり、Panamanema は Rocha Sa プロジェクト((12)錫で後述)に加えて Aluminotermia プロジェクトを Pitinga 鉱山で計画しており、Fe-Nb-Ta 合金を酸化鉱プロデューサーに売却する予定。但し、同プロジェクトには州政府の環境影響に関する許可が必要となっている。

(7) ベリリウム

ベリリウムは低密度など特異な物性から電子工業、航空・宇宙産業等の先端産業に重要な役割をはたしている。銅合金としての用途が 2/3 程度を占めるとされるが、電子部品のばね材料に使われるため、昨今の IT ブームで品薄感が強まっている。ベリリウム銅を生産しているのは日本ガイシと米ブラッシュ・ウェルマン(Brush Wellman Inc.)2 社のみで、特に米国の強い需要から原料となるベリリウムの調達が困難となり、頼りは中国産となっている。ブラジルにはペグマタイト鉱床が多く存在することから、米国に次ぐ埋蔵量があるとされるが、国内の市場がほとんどなく生産量は極僅かで、1999 年の輸出は記録されていない。ベリリウム資源はセアラ州と MG 州で 9 割を占めている。

(8) PGM(白金族)

ブラジルは広大な国土に塩基性 - 超塩基性の地質環境を多く有することから、CPRM は 1992 年から 1995 年まで Platinum-Group Metals Prospecting National Program を実施し、PGM 鉱床胚胎の可能性のある 5 つの地質環境を抽出し、主に地質調査並びにパン・コンセントレート及び河砂を対象とした地化学探査を実施した。その結果、Fortaleza de Minas 鉱床と同じグリーンストーン帯の超塩基性相におけるパン・コンセントレートで ppm オーダー(最大 10ppm)の PGM を一か所のみ確認したが、鉱床発見には至っていない。

一方、Altoro Gold Inc.社は RTZ の後をうけてセアラ州の Pedra Branca プロジェクトを再探鉱し、5~20g/t のプラチナを含む試料を数多く採取したと発表しているが、現段階で大規模な PGM 鉱床の存在を予想するのは時期尚早とされる。従って、今後 Fortaleza de Minas 鉱山のようにニッケル・銅鉱床の副産物として回収されることはあっても、大規模な PGM 鉱床が開発されるとは考えられていない。

(9) 金

1999年のブラジル全体の金生産量は約41tで、94年からついに6年連続生産量減となった。この傾向はガリンペイロによる生産減少に歯止めがかからないため、99年は2.5t程度にまで落ち込んだ。これは採掘しやすい地表部の金鉱床の鉱量枯渇による生産コストアップ、及び国の環境規制強化等が原因で、近年の金価格低落は益々この傾向に拍車をかけている。一方、企業の生産も僅かに減少し、特にブラジル最大の生産社であるCVRDは2000年までに年30tの金生産の構想をあきらめている。また、主要な金鉱山Igarape Bahia(近くのAgua Clarasも含む)は2、3年で鉱量が枯渇し、CaeteとAmasの2小金山も終掘をひかえている。こうしたCVRDの低落傾向を打開する方法は、前述のカラジャス地域の銅鉱床開発であり、Sossego、Salobo、Cristalino等が予定通り開発されれば、副産物として金の生産量は年間20t程度に達すると見込まれる。一方、積極的な生産拡大に着手しているのはAngloGoldで、アマパ州のAmapari(埋蔵金量38t)で年間4.5tの金生産を2001年から、Cuiaba鉱山(MO)では今後4年間に240百万ドルを投じて深部鉱体を開発して生産量を現在の年6tから12tに倍増する計画である。同社の2000年の産金量は18.4tと1999年に比べて14%増加した。

Morro do Ouro 鉱山(MG州)

RTZ(51%)とTVX Normandy America社のJ/VであるRio Paracatu社(RPM)が操業するMorro do Ouro鉱山は世界で最も低品位な金鉱山として知られ(Cut-off: Au 0.425g/t)、1999年は約5.8tの金をドーレで生産した。1988年に生産を開始し、当初はCタイプと呼ばれる浅成風化帯を対象としていたが、現在では下部の黄鉄鉱や硫砒鉄鉱等の硫化物をより多く含むB1及びB2タイプを採掘している。B1とB2を併せて282百万tの鉱量(Au 0.425g/t)が確保されており2013年まで採掘可能とされるが、均質で自由金の多いCタイプと異なり、鉱物学的に複雑な鉱石からいかに効率よく金を回収するかが課題となっている。2000年も6.2~6.5tの金生産を予定。同鉱山はMG州北部のパラカツ市に隣接することから環境面に気を配っており、雨期の大量な降水にも耐えるように排水もクローズサーキットとなっている。これは3年程前に小規模ながら鉱山排水の流出事故があったため、特に砒素とシアンにはAVRと呼ばれる処理施設で大半を回収するシステムが採用された。

PRINCIPAIS PROVÍNCIAS E DEPÓSITOS ISOLADOS DE OURO NO BRASIL

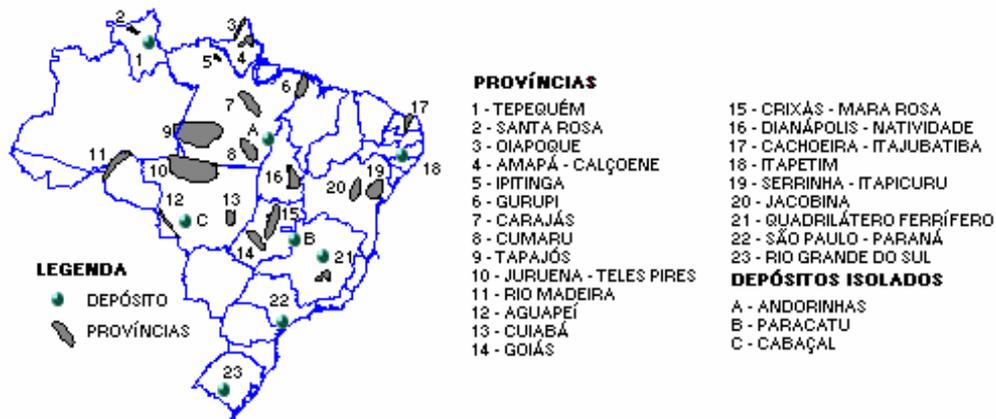


図8 ブラジルの産金地帯及び鉱床位置図

(10) 銅

ブラジルは多様な地質環境に恵まれながら、現在操業中の銅鉱山は、東北部のバイア州内陸の Caraiba 鉱山のみである。同鉱山は 1998 年に 102,416t の銅精鉱(銅量で 34,446t)を生産したが、露天掘り鉱量がほぼ枯渇しており、1999 年は銅量で 31,371t であった。そのため年間 3~4 万 t の生産レベルを今後 6 年間維持するため、坑内掘りに移行する計画である。一方、同鉱山の権益を持つ Caraiba Metais 社は、バイア州の州都サルバドルから 60km 北 Camasari の石油化学コンビナートの一角に Caraiba 製錬所を持つ。同製錬所は Caraiba 鉱山からの鉱石の他、1998 年銅量で 138,148t の精鉱を、チリ、ペルー、アルゼンチン等から輸入している。1998 年の銅カソード生産量は 167,205t と、メンテナンス作業のため前年に比べて 5.6%減少したが、1999 年は 193,014t と回復し、更に 2000 年には 14 百万ドルを投資して生産力を年間 21 万 t に増強した。1999 年には 130 万レアルの収益をあげたこともあり、CVRD が提示した買収(4 億ドルをかなり下回るとされる)に依拠していない。CVRD としては前述のとおりカラジャス地域の銅鉱床が順調に開発される場合、少なくとも Sossego 及び Cristalino で精鉱を生産するため、製錬所の買収を狙っていると見られる。なお、Salobo は硫酸加圧浸出による湿式製錬のため SX/EW によるカソード生産を予定している。

その他の動きとして、Echo Bay 社とブラジルの Santa Elina 社の J/V であるゴイアス州の Chapada 銅金鉱床は、低品位ながら鉱量 4 億 t 以上といわれ、年間銅 6 万 t、金 5t の生産量が見込まれている。同プロジェクトは 300 万レアルの開発費の内、BNDES から 180 百万ドルの融資を認められ、2003 年の開発を目指している。

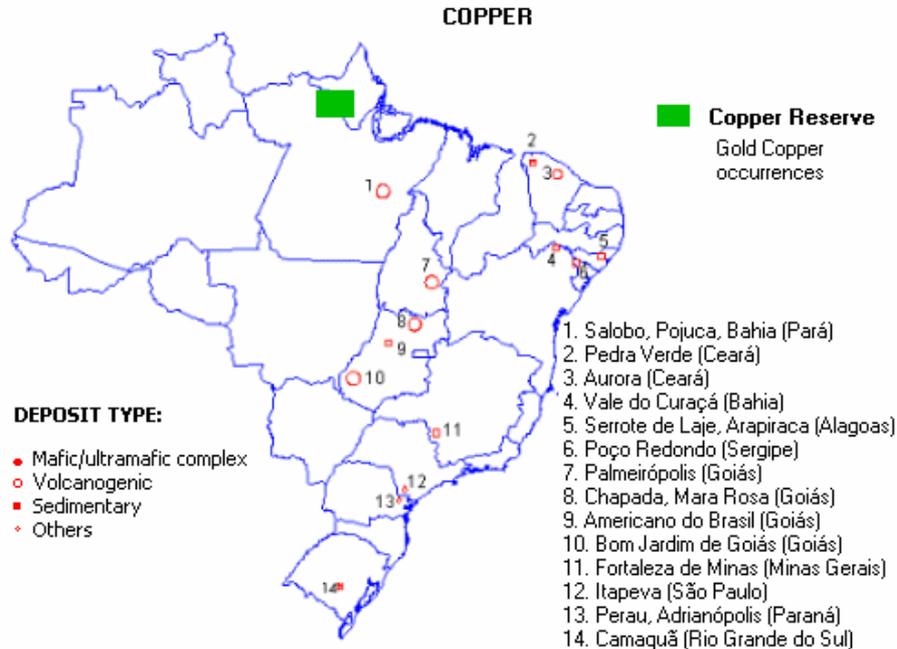


図9 ブラジルの銅鉱床位置図

(11) 亜鉛・鉛

ブラジルの亜鉛資源は MG 州に 8 割以上が集中しており、現在生産している鉱山も MG 州北西のパラカツ周辺にある CMM 社(Votorantim グループ)の Morro Agudo 及び Vazante の 2 鉱山のみである。前者は硫化鉱で年間 2.6 万 t 程度、後者は珪酸亜鉛鉱等を年間 7.3 万 t 産出している(金属量)が、各々 3.8 万 t 及び 10 万 t に増産する見込み。CMM 社は MG 州の Tres Marias に亜鉛製錬所を所有し、年間 11 万 t の亜鉛を生産している。同社はブラジルの順調な亜鉛消費の伸びを見越して、同製錬所を拡張する計画である。また、Panarapanema 社系列の Paraibuna 社も MG 州の Juiz de Fora に製錬所を操業しており、年間 7.7 万 t 程度生産している。但し、こちらの製錬所は亜鉛精鉱を全量輸入に頼っており、その 95%をペルーから買っている。その他の動きとして CVRD は Riacho dos Machados(MG 州)における探鉱で亜鉛鉱床の良好な兆候をつかんだとされる。

一方、ブラジルの鉛の生産は主に亜鉛を生産している CMM 社の Morro Agudo 鉱山(MG 州)のみで、1999 年は金属量で 1 万 t 程度産出した。なお、1996 年以降鉛の製錬はブラジルで行われていない。

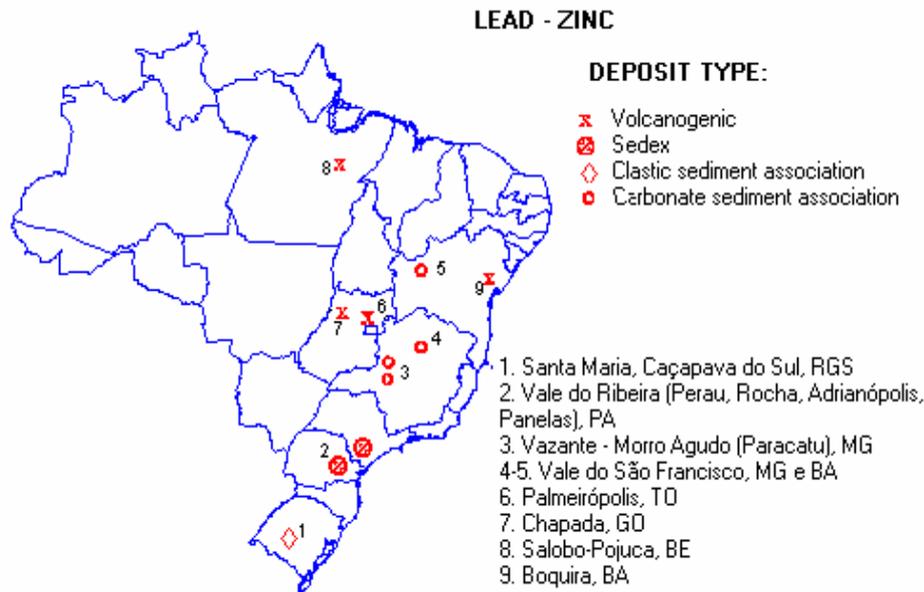


図 10 ブラジルの亜鉛・鉛鋳床位置図

(12) 錫

1985 年に錫価格が暴落して以来、錫生産国同盟(ATPC)に加盟していない中国及びブラジルが更に台頭して生産調整が難しかった錫市場であるが、1994 年の中国加盟に引き続き、ブラジルも 1999 年議会の承認を受けて ATPC に加盟した。1979 年のアマゾナス州における Pitanga 鋳床と 1987 年の Rondônia 州における Bon Futuro 鋳床の発見により飛躍的に増大したブラジルの錫生産であるが、漂砂鋳床故に採掘しやすくガリンペイロの生産が主力で、生産物の管理が難しく密輸出が横行し、国際錫価格低落の原因の一つとなっていた。しかしながら金生産同様、政府の規制が近年厳しくなり、ブラジルの錫生産量は漸減しており、1999 年のブラジル錫生産量は金属量で 13,202t と低落傾向が続いている(2000 年は 13,773t と若干増加に転じた模様)。一方、Panamanema 社等の企業はガリンペイロが生産した錫を市況に合わせて買うばかりでなく生産量を伸ばしつつあり、Panamanema 社の子会社 Mineracao Taboca 社は、Pitanga 鋳床近辺でハードロック中の鋳床 Rocha Sa プロジェクトを進めている。同鋳床は 195 百万 t の埋蔵量(Sn の他 Ta、Nb を含む)を持ち、15 年間に亘り毎年 130 万 t の鋳石を採取する計画。また、Pitanga に備蓄されている粗粒のテイリングを利用して錫、タンタル、ニオブ及び 2001 年からニオブ鉄合金を生産する予定。更にこのような Pitanga の複雑鋳床を利用するため 2000 年 8 月に Sao Tiago(MG 州)に酸化鋳処理プラントを建設した。アマゾン地域には開発可能な錫漂砂鋳床が未だ多く残されていると見られ、今後もブラジルが錫生産国として主要な立場にとどまるものとみられる。

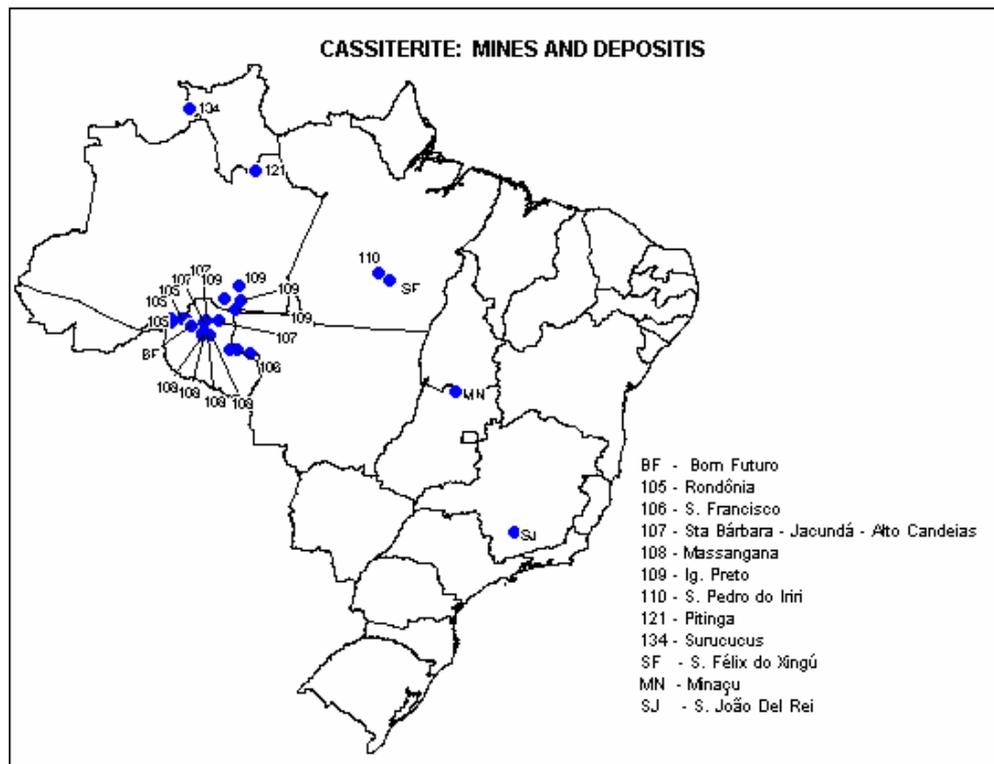


図 11 ブラジルの錫鉱床位置図

< チリにおけるモリブデン生産の動向 >

1. 概要

チリのモリブデン生産は全て銅生産の副産物であるため、チリの主要産業である銅生産の動向がモリブデンの生産量を左右する。1990年代の銅生産の増加率は実に174%に達し、80年代の増加率50%を大きく凌駕し、1999年の銅生産量は436万t、2000年は約460万tに到達し、世界全体の1/3を占めるようになった。1990年代の銅生産増加の特徴としては以下の2点が挙げられる。

- ・ 国営銅公社 CODELCO の生産量は120万tから162万tに増加したが、CODELCO 以外の民間鉱山は39万tから274万tに増加した。
- ・ SX/EW(溶媒抽出・電解採取法)による生産は12万tから136万tに増加し、総生産量に占めるSX/EWの比率も7%から31%に増加した。

この2点から、1990年代のチリの飛躍的な銅生産の増加は、外国資本を主体とする民間鉱山会社の貢献とSX/EW技術の普及が大きな役割を果たしたといえる。しかしながら97年に端を発した銅価格の大きな下落によって相次いで大型プロジェクトが凍結された影響で、2000年以降の銅生産の増加は小幅に留まる見通しである。チリ銅委員会(COCHILCO)によれば、2000年は前年度比4.8%、2001年には1.1%と予測している。最近相次いで発表された大型鉱山の拡張計画により、数年後にはまた増加率は回復すると見られるが、新規鉱山開発が一巡し、その後新たな銅鉱床の発見が少な

いことから、過去のように 10%を越えるような伸びは期待できないとされる。また、SX/EW 鉱山の対象となる酸化亜鉛の発見も少なく、SX/EW の占める割合も 3 割を大きく越えることはないと思われる。逆に酸化亜鉛の埋蔵量は限りがあることから、今後 SX/EW 生産を維持していくためには、バイオリーチング等、一次硫化亜鉛も含む硫化亜鉛の湿式製錬技術の開発が重要となると予想される。従って、プライマリー鉱山の生産が減り、銅のバイプロとして生産されるモリブデンの比率が高まる中、バイプロとしてモリブデンを回収できない SX/EW 鉱山の急伸が与えるモリブデンの供給不安は、少なくともチリにおいては SX/EW 生産の頭打ちから考えにくいといえる。

2. モリブデン

COCHILCO の資料によれば、チリの 1999 年のモリブデン生産量はモリブデン含有量で CODELCO が 23,787t、Los Bronces 鉱山を持つ Disputada 社が 3,522t で、計 27,309t と前年より約 2,000t の増となった。CODELCO 生産量の内、Chuquicamata 鉱山は精亜鉛と焙焼炉による三酸化モリブデンの生産があり、残りは Salvador 鉱山、Andina 鉱山及び El Teniente 鉱山における精亜鉛生産である。自ら鉱山を持たないカスタムロースターである Molymet 社は、チリ国内でバイプロとして産するモリブデン精亜鉛を焙焼すると同時に、米国、ペルー等海外から精亜鉛を輸入して焙焼し、三酸化モリブデンとフェロモリブデンを年 18,000t 程度生産している。同社の 2000 年の収益は、中国のモリブデン市場への攻勢に伴う価格下落により、前年比で 2 割近く低下している。

[今後の見通し]

チリにおけるモリブデン生産の増大は銅生産の拡張に他ならず、一時期の価格低迷を脱して近年銅価が上昇傾向にあるため、しばらく凍結されていた銅生産拡張プロジェクトが続々と実施に移されつつある。先ず CODELCO については、1999 年に年産銅量で 25 万 t 体制に拡張工事を完了したばかりの Andina 鉱山が、システム最適化により亜鉛処理量を日量 64,000t から 74,000t に拡大することを検討中で、承認されれば 2003 年末に年産 2~3 万 t の銅の増産となる。また、世界最大の坑内掘り鉱山である El Teniente 鉱山では、凍結されていた Teniente2000 プロジェクトが COCHILCO 及び企画計画省の承認を得て、2001 年から 2005 年までに 4 億ドルを投資して年間銅生産量を現在の 346,000t から 490,000t に大幅な拡張を行う。Chuquicamata 鉱山及び Salvador 鉱山においても拡張計画があるが、いずれも SX/EW 等の湿式製錬プロジェクトであるためモリブデンの増産には繋がらない。一方、Disputada 社も Los Bronces 鉱山の拡張を総額 2 億ドルかけて実施すると 2000 年 4 月に発表しており、銅精亜鉛は銅量で年間 4 万 t 増の 22 万 t となる。1999 年末に生産を開始した Los Pelambres 鉱山は順調に生産を伸ばし、2000 年には精亜鉛中の銅量で年間 30 万 t 生産し、モリブデン精亜鉛もモリブデン含有量で 5,500t を生産した(2001 年は 5,940t の見込み)。同鉱山は大幅な拡張計画を検討中で、モリブデン精亜鉛の供給に大きな影響を与える可能性がある。Collahuasi

鉱山は粗鉱品位 Mo 0.012~0.015%程度を含み、精鉱中の銅量で年 38 万 t 生産しているが(別に銅カソードを 58,000t)、現在モリブデンは回収していない。Ujina 鉱体から Rosario 鉱体への移行に伴う総額 8 億ドルの拡張計画の環境影響評価を提出するところであり、モリブデン回収も検討されている。世界最大の銅鉱山 Escondida もある程度モリブデンを含んでいるが、現在回収していない。最近相次いでバイオリーチング、フェーズ 4 の拡張及びノルテ鉱床の開発を発表しているが、モリブデン回収の計画はない。今後開発が予定される大型の銅鉱山では唯一 Billiton 社(Rio Algom 社を買収)Spence プロジェクトがモリブデンを回収する可能性があり、モリブデン精鉱量で年間 2,700t 程度回収する計画があるが詳細は今後の F/S 次第である。同プロジェクトは 2004 年生産開始が見込まれ、銅精鉱と銅カソードを併せて年 20 万 t 以上の銅生産が予想されている。また、将来的には Los Pelambres 鉱山に隣接するアルゼンチン側の El Pachon 鉱床の開発もモリブデン増産に繋がる可能性がある。権益保持社である Cambior 社は、El Pachon 売却をめぐって Los Pelambres 鉱山を持つ Luksic グループと交渉を進めており、噂されるように 2001 年中に売却が完了すれば、将来的には Los Pelambres 鉱山と一体となって開発され、モリブデン精鉱の一大生産拠点となる可能性を秘めている。

「本稿で使用されている略号」

会社名：

BNDES: 国立経済開発銀行
COCHILCO: チリ銅委員会
CODELCO: チリ銅公社
CPRM: ブラジル国営探査会社(ブラジル地質調査所)
CVRD: リオドセ社
DNPM: ブラジル鉱物生産局

ブラジルの州名：

BA: バイア州
GO: ゴイアス州
MG: ミナスジェライス州
MO: マットグロッソ州
MS: 南マットグロッソ州
PR: パラ州
SP: サンパウロ州