

# Cordilleran Exploration Roundup 2002

## -特にアジアの鉱物資源のポテンシャル評価について

石原 舜三<sup>1)</sup>・渡辺 寧<sup>2)</sup>・内藤 耕<sup>3)</sup>

### 1. まえがき

カナダはオーストラリアと並んで鉱物資源の探査やポテンシャル評価に最も熱心で、世界の流れを作っていると言えるが、そのカナダでは毎年探査関係者の現場担当者の集まりが開かれている。一つはバンクーバーで1月に開催されるものであり、他の一つは3月にトロントで行われる。



写真1 バンクーバーの冬。かなり暖かい。雨が多く山では雪となる。

バンクーバーにおける会議はB.C. & Yukon Chamber of Minesと言う任意団体(NGO)が主催するもので、カナダで最も古い1912年設立の鉱業団体である。今年の会議は1月21日(日)～25日(金)にバンクーバー市の中心部のFour SeasonsホテルとホテルVancouverを会場として行われ、約2,300人



写真3  
フォーラムが開かれたFour Seasonsホテル。



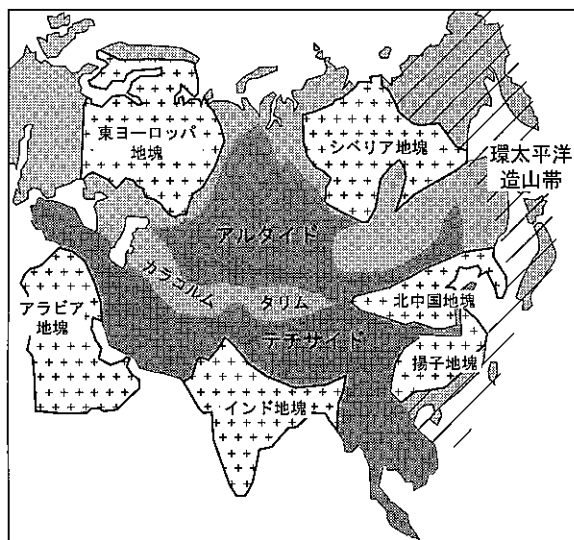
写真2 フォーラムについて説明するコンピューターのジェフヘデンキスト。



写真4 質問時間帯のフォーラム会場。質問はマイクに移動して行なう。

- 1) 産総研 特別顧問
- 2) 産総研 地圏資源環境研究部門
- 3) 産総研 国際地質協力室

キーワード: Cordilleran Exploration Roundup, アジア, 鉱物資源, 評価, 探査, ロシア, 中国, インド, インドシナ, インドネシア-フィリピン, トルコ-イラン



第1図 アジアのテクトニック单元 (Yakubchuk, 2001を簡略化)。

が登録した。日本の地質学会の年会参加者が600-800人程度であるから、その盛大さがわかる。

今年は第1日に日本の金属鉱業事業団が主催したアジアの鉱物資源のポテンシャル評価のフォーラムが実施され、関係者の注目を集めた。筆者らはこの会に参加し、かつては日本でも見られた現場担当者の熱気に接すると共に、僻地を厭わずに鉱物資源を求めて活躍する人達が多いことを知り、心強く思った。ここではアジアの鉱物資源討論会の講演の概要を紹介して現状を把握すると共に、会の発表から見たカナダの最近の探査状況についても述べてみたい。

## 2. アジアの鉱物資源ポテンシャル

このフォーラムはまず金属鉱業事業団の杉内直敏理事による歓迎の式辞とフォーラムの主旨説明によって始められた。演者はコンビーナであるJeff Hedenquistにより選ばれた13名で、一人の持ち時間は原則30分であった。各講演は全てパワーポイントを用いたカラースライドで準備良くなされた。講演者は鉱山会社5名、コンサルタント4名、国立研3名、大学1名であった。トピックスは現実的に西側から探査の入れる国を中心に選ばれたものと思われる。パキスタン、ミャンマー、朝鮮半島などは含まれていない。出席者は約140名であった。

第1表 アジアの主要な鉱種と鉱床様式。

鉱種	鉱床様式	地域
金	造山型	中央アジア構造帯
	砂金	中央アジア構造帯
	浅熱水性型	環太平洋火山帯
	カーリン型	中国
銅	斑岩型	中央アジア、モンゴル、中国、テチス帯
	セデックス型	ロシア、カザフスタン
鉛・亜鉛	各種	インド、イラン、中国、カザフスタン、ミャンマー
	正マグマ型	ロシア、中国
白金族元素		
ダイヤモンド		シベリア、中国北部、インド

その他に鉄、石炭、ラテライトに伴うニッケルあり。

### 2.1 アジアのメタロジェニーと鉱床の概要

Noel. C. WHITE (コンサルタント)

地球上の陸地の3分の1の面積を占めるアジアには、地球上の人口の約半分の人々が暮らしている。アジアには急速に成長している国もあれば、最貧国に分類される国も存在する。発展中の、または発展を遂げた地域の経済の維持、および未発展の地域の生活レベルの向上のために、アジアにおける鉱物資源に対する需要は大きい。アジアは一部の鉱物資源を輸出しているが、全体では消費の方が上回っており、現状ではその必要量を地域内から供給できていない。

アジアは多くのブロックから構成される最も若い大陸である。それぞれのブロックは、長く複雑な地史を持ち、異なる剝離レベルや風化程度にある。ブロックの接合部は造山帯からなり、数多くの造山帯が結合してアルタイド及びテチサイドの2大変動帯を構成している(第1図)。鉱床の様式は地質の特殊性やテクトニックセッティングにより異なるが、アジアにはすべての主要なテクトニックセッティングが含まれることから、すべての主要な様式の鉱床が期待され、実際、世界的な規模の鉱床が存在する(第1表)。

近代的な欧米型の探査が行われてきたインドネシアとトルコを除いては、アジアでの鉱床探査は散点的にしか行われていない。ソビエト連邦では系統的な探査が行われてきたが、そのほとんどは中央政府の経済計画により必要とされた鉱種に限定された。中国では広域的に綿密な探査が行われてきたが、鉱床発見につなげるだけの資金が投入さ

れてこなかった。その他のほとんどの地域は未探鉱か非効率的な探鉱しかされていない。

アジアでの民間会社の探査・開発活動がここ数十年間十分行われてこなかった主要な原因は政治的な問題による。特に探査への足がかりの欠如、鉱業関連法の不整備、安全性等の問題は資金投入をためらわせてきた。しかし過去10年間でこれらの問題点はほとんどの国で改善されており、現在も改善されつつある。

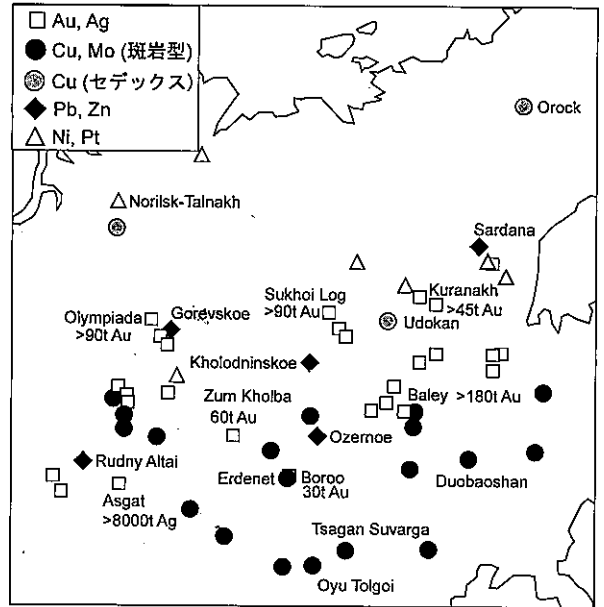
アジアが必要量の鉱物資源を供給できない地質上の理由は無い。アジア各国の政治・経済状況も改善されつつあり、これからアジアは探査家にとって新たな挑戦と興奮の場を提供するであろう。

## 2.2 シベリアとモンゴルとのリンクおよび鉱物ポテンシャル

Alexander YAKUBCHUK (ロンドン自然歴史博物館)

シベリア地塊とモンゴルを合わせた地域はほぼ南米の面積に相当する。これまで、ベースメタル、石炭、モリブデン、金、銀、ウラン、蛍石の採掘が鉄道に沿って南部で行われてきたが、その他の地域ではニッケル、銅の他に金、白金、ダイヤモンドが生産されている。

シベリア地塊は原生代後期から古生代にかけてのバイカル-アルタイ造山帯に西部と北部は囲まれ、モンゴル-トランスバイカル造山帯が南部に、東部には環太平洋造山帯が位置する。シベリア地塊の始生代から原生代前期の基盤上にはデボン紀と二疊紀-三疊紀の洪水玄武岩を含む原生代-新生代の堆積盆が形成されている。周囲の造山帯は原生代後期から中生代にかけてのいくつかのステージの火成弧と付加体からなる。これらの火成弧は、古生代に起こったシベリア地塊の時計周りの回転運動と古生代後期～中生代前期の北中国地塊の西方への移動の間に変形を受け造山帯に取り込まれた。これらの造山帯を覆う中生代～新生代の堆積盆は、カナダ海盆の拡大と引き続くシベリア地塊との衝突により引き起こされた大規模な共役横ずれ断層運動により形成された。これらの断層は、インド地塊のアジアへの衝突により再活動し、以前に形成されていた鉱化帯を分断し、70-400kmにわたって変移させ現在に至っている。



第2図 シベリア-モンゴル地域の主要鉱床分布 (Yakubchuk et al., 2002).

この地域は19世紀以降、4,500トン以上の金を生産してきた。このうちのほとんどは堆積性鉱床起源である。1960年～70年代には、大規模(>90トン)な造山性(中熱水性)金鉱床(Sukhoi Log, Olympiada; 第2図)が地塊周辺部の原生代後期の黒色頁岩層から発見された。黒色頁岩中の同様の鉱床はシベリア南部の火成弧にも分布しており(ロシアのZum Kholba鉱床)、モンゴルでの金鉱床の存在可能性を示唆している。

中規模(Pokrovskoe)～大規模(Baley)の浅熱水性金・銀鉱床はロシアからモンゴルへと続く中生代の弧火成活動の際に形成し、モンゴル北西部のAsgat銀鉱床(8,000t)は古生代に形成している。斑岩銅鉱床(モンゴルのErdenet)も火成弧に形成している。新たに発見されたモンゴル南部のOyu Tolgoi斑岩銅鉱床は金に富んでおり、銅の二次富化が発達している。この地塊および造山帯は、また、年代と異なる様式の鉛・亜鉛(・銅)鉱床(Ozernoe, Kholodninskoe, Gorevskoe, Rudny Altai)を胚胎する。シベリア地塊北西部のNorilsk-Talnakhニッケル・白金族鉱床群は年間に世界の20%のニッケル、～24%の白金、～50%のパラジウムと3.5%の銅を生産している。これらの鉱床の鉱化作用は二疊紀～三疊紀にシベリアで起こった



写真5 2,600万トンの巨大金属銅量を持つロシアのウドカン。旧満州北方、標高二千数百mの山中にある(A. Edwards撮影)。



写真6 ウドカン、先カンブリア紀の砂岩に層状・鉱染状に胚胎する輝銅鉱層(A. Edwards撮影)。

3重会合点でのプレュームの上昇によるTunguska洪水玄武岩活動に関係している。プレュームに関係した鉱床は、中央部から縁辺部にかけて銅-ニッケル-白金族元素、鉄-チタン、ダイヤモンド鉱床の累帯構造を形成する。白金族元素の一部は地塊中の堆積性鉱床からも供給されている。デボン紀から白亜紀のキンバーライトパイプおよびその堆積物から供給されたダイヤモンドは2000年には16.2億米ドル分に相当する。

ソ連時代にコンパイルされたこの地域に関する膨大な地質データベースが存在するが、探査は十分に行われていない。この地域のポテンシャルを考えると、現代的な探査指針と技術により未知の鉱床を発見することは十分可能である。中国内モンゴル自治区のバイヤン オボ鉱床はレアアースの大きなポテンシャルを持っている。モンゴルからロシアにかけての白亜紀の引張構造は経済的なウランおよび螢石鉱床を胚胎する。シベリア地塊の南東部にはカーリン型金鉱床(Kuranakh, 50t)と造山性金鉱床のポテンシャルがある。

ベースメタル鉱床の探査に関しては、鉄路の存在する地域がまず重要である。現在の高鉄道運賃はシベリア南部の世界有数規模の石炭鉱床の開発の妨げとなっている。トランスバイカル北部のウドカン(写真5, 6)のセデックス型銅鉱床(20百万トン)やいくつかの原生代のニッケル鉱床(Ioko-Dovyrenskoe, Chiney)も同様の現状にある。それでも西洋資本によるいくつかの中規模の金鉱床探査プロジェクト(Kubaka, Zun-Kholba, Julietta, Pokrovskoe)

は、この地域での鉱物資源探査に成功を収めることが出来ることを示している。

### 2.3 ロシア極東部とアラスカの鉱床生成

Lance D. MILLER (ジュノー経済開発コンシル)

鉱業は常にフロンティアへ活動するがロシア極東も例外ではなく、19世紀末以来、大量のAu, Ag, Pt, Sn, W, B, F, U, Hg, Sbなどが採掘された。この地域の鉱物資源の開発は実際には旧ソ連邦の時代に入ってから行われ、1991年の旧体制崩壊までは旧ソ連産業界の要請に答えていた。但し金だけは外貨交換用に採掘された。従って市場経済性は無視され、政府要請により生産が進行した。現在では経済性は重要であり、クバカ(Au), ジュリエッタ(Au-Ag)などの有望鉱床が西側とのジョイン



写真7 極東ロシア最大の産金地帯、コリマ河沿いの採掘風景。谷は大きからず、小さからずが良い。

第2表 ロシアの幾つかの金鉱床の品位と含金量 (Miller et al., 2002).

鉱床名	含金量(トン)	品位(g/t)	現 状
Kuranakh	468	1.0	開発待ち
Natalka	281	2.1	稼行中
Maiskoe	280	11.5	開発待ち
Nezhdannskoye	250	9.0	開発待ち
Bamskoye	186	9.0	開発待ち
Mnogovershinoye	155	8.0	稼行中
Ametistovoye	94	9.8	開発待ち

ト・ベンチャーで稼行されている。その生産計画は次の通りである。

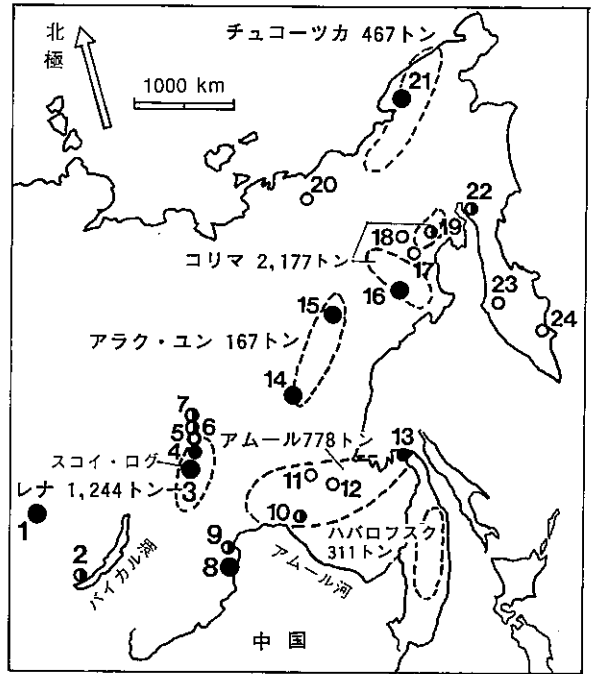
	年間生産量	品位資源量	産金コスト
クバカ	12.2トン	Au 15.9-18.1g/t Au93.6t	\$140/oz
ジュリエッタ	4.5トン	Au 20.0, Ag343g/t Au24.1t	\$100/oz

ロシア極東部の過去の砂金生産量はコリマ河上流域(写真7)を中心に4,600トンであり(第3図)、これは7年前に得た情報(約6,000トン、石原, 1995)と少し違う。鉱脈鉱床からの“山金”は200トンである。山金の既知鉱量は17鉱床からの3,000トンである。演者が関心を持つ鉱床の資源量を第2表に示す。

砂白金(主に Iso-ferroplatinum)は1984-2000年間にハバロフスクとカムチャッカーコリヤク地域から56.3トンが生産された。2000年の1年間では7.1トンであった。1992年までに20万トンの砂スズ石と山スズ石、5.9万トンのタングステンが生産された。沿海州では鉛・亜鉛スカルン鉱床、錫鉱脈鉱床などが重要である。チタ、マガダン、チュコーツカではポーフィリー型と層準規制型の銅鉱床が発見されている。沿海州のヴォツネセンカとダルネゴフスクの露天掘り鉱床は、それぞれ螢石とボロン(B)のロシア最大の供給者である。

ロシア極東部の鉱床群はアメリカとの共同研究(石原・神谷, 1994; Ratkin 1994)以降、環太平洋地域の付加体形成前後に二大別された。付加期前の鉱床は(1)原生代中期の層状斑れい-斜長岩体中のPGE-Ni-Cu鉱床、(2)チュコーツカ、プリモーリエの古生代大陸縁のSEDEX, MVT型の鉛・亜鉛鉱床、(3)付加期及び後付加期の金とベースメタル鉱床。

これにはジュラ紀-白亜紀のウルコヤンスク、ヤノーコリマ、チュコーツカ褶曲帯、白亜紀のモンゴル-オホーツク及びオホーツク-チュコーツカ火山-



第3図の付属資料

鉱床	品位(g/t)	資源量	鉱床	品位(g/t)	資源量
1 Olympiada	4.0	249	13 Mnogovershinoye	8.0	156
2 Zum Holba	9.6	93	14 Kuranakh	1.0	467
3 Sukoi Log	2.7	1,026	15 Nezhdannskoye	9.0	249
4 Chortova Konto	2.5	156	16 Natalka	2.2	249
5 Nevsky	2.5	40	17 Dukat	1.0	22
6 Verninsky	2.3	84	18 Julietta	5.0	31
7 Visochavsky	2.7	96	19 Kubaka	15.0	937
8 Baleskoe	6.0	311	20 Kuchus	5.0	124
9 Darason	8.0	78	21 Maiskoe	11.5	249
10 Pokrovskoe	6.0	62	22 Ametistovoye	9.8	93
11 Bamskoye	9.0	187	23 Aginskoye	30.0	23
12 Malomyr	2.1	187	24 Ashacha	19.0	25

第3図 極東ロシアの砂金と山金鉱床の分布 (Miller et al., 2002). 砂金生産量ではコリマ地域(2,177 t)が圧倒的に大きく、レナ地域(1,244 t)、アムール地域(778 t)と続く。山金資源量では前報(石原, 1995)と較べナタルカが減少している。

深成岩帯、白亜紀のシホテアリン島弧、第三紀のカムチャッカ島弧などが含まれる。ゾーニングを示すウラル-アラスカ型の超苦鉄質-苦鉄質はPGE資源の重要な供給源であり、コンデュア-イグナリとコリヤク帯、カムチャッカ帯に見られるが、これはジュラ紀と白亜紀後期の張力場に関係して見られる。カムチャッカの他のPGE-Ni資源は三疊紀-白亜紀のソレアイト玄武岩岩床に伴うものである。

ロシアの経済収入の約70%は現在天然資源に

依存しており、鉱物資源開発がこの地域の発展の命運を握っている。地方政府は鉱物資源開発に理解を示しており、この地域は21世紀において魅力的な探査対象である。

## 2.4 アジア中央の鉱物資源ポテンシャル：我々はどれだけ知っているか？

Reimar SELTMANN (ロンドン自然歴史博物館)

中央アジアのカザフスタン、キルギスタン、タジキスタン、トルクメニスタン、ウズベキスタンの5スタン(国)は旧ソ連邦から脱却して鉱業の発展を図っている。最大の難関は海に面していない地勢にあり、唯一の希望は絹の道(Silky way)鉄道計画である。

これらの諸国は旧ソ連邦の主要なメタル供給者であったが、現在でも鉱物資源開発は重要で、鉱業製品がそれぞれのGDPの1/3～1/2を占める。Auはウズベキスタンが世界生産量の3.4%(1996年)を占めるほか、キルギスタンでも重要である。カザフスタンは世界の20%のフェロクロームの他、Cu, Pb, Zn, Mo, W, Nb, Ta, U, Hg, Sbなども生産する。

トルクメニスタンはエネルギー資源で重要で、タジキスタンでは安価な電力で輸入ボーキサイトの精錬を行い鉱山業の収入を凌ぐがタジク天山とパミール地域にはAu, Ag, Cuが多い。

鉱物資源には東ヨーロッパ及びシベリアクラトンと断片的な先カンブリア紀スリヴァーに夾まれたアルタイ造山Collageに産出する。数時期の島弧火成活動が鉱物資源の生成に重要で、それは

Vendian-古生代初期、

古生代中期-石炭紀初期、

石炭紀-ペルム三畳紀に分けられる。

中生代には数回の後造山期マグマ活動があった。その結果、キプチャク島弧、カザフモンゴル島弧とその背弧リフト、ヴァレリアノフ-ベルタウ-ワラマ島弧、南天山-東ウラル-イリティシュ-サイサン逢合帯、ムゴザール-ルドニイ アルタイ島弧、サクマラ逢合帯などを生じた。

この地域は巨大な産金地帯である。ムルンタウ(写真8)、クムトア、バキルチクなど南天山-東ウラル-イルティシュ・サイサン逢合帯に沿う巨大な造山型(メソサーマル型)鉱床がある。ムルンタウは周



写真8 ユーラシア大陸最大、ムルンタウ金山の露天ピット。1999年9月。

辺域を含めて総金量3,200トンのユーラシア大陸一の巨大鉱床(石原, 2000)であるが、最近では5,246トンとも報告されている(Mining Jour., 2001, 3月号)。他にキプチャク島弧には花崗岩に関係するヴァシルコブスク、ベストベ、ゾリムベト鉱床、ムゴザール-ルドニイ;アルタイ島弧にはベレゾフスコエ、コチャカル、ユビライノエなどの同様な鉱床がある。古生代中-後期の島弧活動に関係してコチュブラクのAu-Ag浅熱水性鉱床があり、また低品位のポーフィリー型Cu鉱床でAu, Mo, PGEなどの副産物を産するコウンラド、カルマキル-ダルニー、ヌルカザガン鉱山がある。

世界的に著名なゼカザガン堆積性Cu鉱床は石炭紀の赤い砂岩に伴うものである。ムルンタウでは黒色頁岩中に、またボズシャコルの斑岩にはPGE鉱化が見られる。ルドニイ アルタイではPb-Zn (-Ag-Cu)が火山性硫化物鉱床、SEDEX、堆積性鉱床として見られる。

サクマラ逢合帯の古生代オフィオライトにはCr鉱床があり、花崗岩に関係してレアメタル(Sn, W, Mo, Nb, Ta, REE)が、グライゼン、網状、スカロン、ペグマタイト鉱床としてカザフスタンとキルギスタンに見られる。また堆積性のU, V鉱床はカザフスタン、キルギスタン、ウズベキスタンで重要である。表記地域は旧ソ連時代に組織的に探査され成果を挙げたが、1990年代は経済的、法的な困難さから活動の停滞を招き、加えてヨーロッパ全体に相当する地域に非常な複雑な構造運動が見られる複雑な地質的な要因から、今後の探査余地は充分に存在

する。特に中生代-新生代被覆岩下は重要なターゲットである。またキルギスタンの水銀鉱床やトルガイ沈降帯のFeスカルン鉱床のように既存モデルの再評価によって新鉱床発見の余地がある。カザフスタンのNiラテライト鉱床のような既知鉱床の鉱量拡大探鉱も魅力的なテーマである。

2.5 インドの鉱物資源探査：青年期の将来は？

David ISLES (Grenfell Resources, Perth)

インドでは最近の若々しい鉱床探査努力によって、特に先カンブリア系中の資源で世界クラスの存在が明らかになっている。インドは数千年の採鉱と精錬の歴史を持つが、技術的には世界のリーダー役となれなかった。インドは近年外国企業の参入を認める方向を指向しており、鉱床探査・採鉱・製錬分野でも非インド系企業でも参入できる。

インドの世界クラスの鉱物資源はまず金である。カラー産金地帯では平均品位16.0g/tの鉱石にAu 777.5トンが含まれる。最近発見されたパンナダイヤモンド地帯は世界的には大きくはないが、宝石用で高品質である。

ベースメタル鉱床ではラジャスタンのアラヴァリ帯が著名で、6,600万トン(Zn 12.1%, Pb 1.7%, Ag 30g/t)の鉱量を持ち、これは金属量にしてZn 798.6万トン、Pb 112.2万トン、Ag 198トンである。

第3表 テチス西部の主要鉱床の概要。

鉱床名	規模	年代	国名
<b>斑岩銅鉱床</b>			
Sar Cheshmeh	1200Mt (0.7% Cu, 0.03% Mo)	中新世	イラン
Meduk	140Mt (0.85% Cu)	中新世	イラン
Sungun	450Mt (0.74% Cu)	始新世	イラン
Gunushane	80Mt (0.5% Cu)	晩新世	トルコ
Guzelyayla	186Mt (0.3% Cu)	晩新世?	トルコ
Derekoy	221Mt (0.24% Cu, 0.03% Mo)	晩新世	トルコ
Ulutas	低品位	晩新世	トルコ
Saindak	440Mt (0.41% Cu, 0.5g/t Au)	中新世	パキスタン
Reko Diq	730Mt (0.64% Cu, 0.39g/t Au)	中新世	パキスタン
<b>塊状硫化物鉱床</b>			
Cayeli	25Mt (7.3% Zn, 4.7% Cu, 65g/t Ag)	白亜紀後期	トルコ
Kure	15Mt (1.9% Cu, 10.0g/t Ag)	ジュラ紀	トルコ
Maden	13Mt (1.8% Cu)	白亜紀後期	トルコ
Murgul	80Mt (1.1% Cu, 25.0g/t Au)	白亜紀後期	トルコ
Madenkoy	14.5Mt (3.0% Cu, 1.0g/t Au)	白亜紀後期	トルコ
Cerattepe	4.1Mt (4.9% Cu, 21.0g/t Au)	白亜紀後期	トルコ
<b>浅熱水性金鉱床</b>			
Ovacik	3Mt (10g/t Au, 9g/t Ag)	?	
Kisladag	金量 180t?	中新世	トルコ
Cukurdere	評価中	?	トルコ
Agh Darreh	金量 60t	鮮新世	イラン
<b>炭酸塩岩胚胎ベースメタル鉱床</b>			
Derekoy-Karligin	?	始新世	トルコ
Mehdiabad	96Mt (10% Zn, 2.5% Pb, 50g/t Au)	白亜紀	イラン
Goldaigon	多くの小規模鉱床	白亜紀	イラン

深度200m以深は未探鉱であり、将来性は高い。

鉄鉱石は北東部のオリッサ、ビハール州に豊富で、現在、生産量は世界第5位に位置し、高品位赤鉄鉱石が100億トン以上、磁鉄鉱石が50億トン以上確認されている。海岸砂鉄は驚異的で、特にチタン鉄鉱は2億トン以上で世界最大である。他にクロム鉄鉱、ボーキサイト、石炭、マンガンが豊富である。

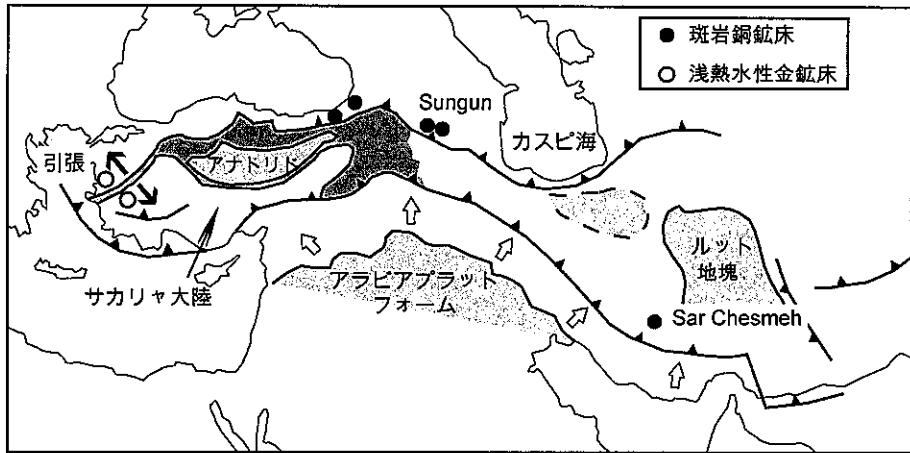
インドの鉱業法はイギリス統治時代に作られ、最近の事例はオーストラリアのものに従っている。しかしまだ実施の初期段階でいくつかの問題があり、その争点はプロジェクト中のインド企業の参加比率や州政府の関与である。現在州政府に払うロイヤリティは適正額に設定しており、外国企業にとって居心地は悪くない。

2.6 西部テチス(トルコ・イラン)のメタロジェニー  
Peter LEAMAN (BHP Billiton)

テチス海の最初の発達には中生代前期に先立っている。この海は地中海、南ヨーロッパ、北アフリカ、トルコ、イランおよびヒマラヤ地域に及んだ。テチス海はユーラシア大陸と Gondwana 大陸を分割し、旧テチス海と新テチス海に分けられる。その後テチスはアルペンとヒマラヤとの大陸衝突によりテチサイドと呼ばれる造山帯を構成するに至った。

テチス西部(バルカン、トルコ、イラン、西パキスタン)は火成弧の複合体からなり、パキスタン西方からイラン、トルコを横切り、東ヨーロッパに延びる。この火成弧の形成はアフリカからの圧縮に端を発し、長期間続いた圧縮テクトニクスによりユーラシア大陸に火成弧が付加し続けた。この沈み込みおよび付加の過程は複雑であるが肥沃な鉱床生成環境をテチス帯にもたらした。

西部テチスでの最初の重要な鉱化イベントは白亜紀の東部ヨーロッパ、トルコ、イランでの海盆に形成された火山性塊状硫化物鉱化作用である。この期の主要な鉱床にはトルコの東 Pontides の Cayeli (第3表) が挙げられる。海洋の拡大は大陸縁辺部の沈降をもたらし、広大な大陸棚を産み出した。その前期~中期白亜紀の石灰岩にはイランの Mehdiabad に代表される鉛・亜鉛・銀ミシシッピーバレー型鉱床が形成された。白亜紀後期の海洋地殻の衝突・付加により、経済的に重要なポ



第4図 中新世前期(23-20Ma)のテチス西部のテクトニック セッティングと鉱床分布 (Leaman and Staude, 2002).

ディフォーム型クロム鉄鉱, マンガン, 石綿, 滑石鉱床が西部テチス全体に形成された。

第2の主要な鉱化期は白亜紀後期～暁新世であり, この時期には数多くの斑岩が先に大陸に付加していた塊状硫化物鉱床区に貫入した。この時期の鉱床には, トルコのThrace地域のDemirkoyやブルガリア南部の数多くの銅スカルン鉱床が含まれる。始新世-漸新世の同様の鉱化イベントは, 数多くの斑岩銅・金・モリブデン鉱床を東Pontidesに形成した。浅熱水性鉱化作用を伴うGumushaneが代表例として挙げられる。

漸新世後期から中新世に起こった主要な鉱化イベントは, 陸弧のテクトニクス及び火成活動に関連する。この時期にはイランのUromieh-Dohktar帯においてSar CheshmehとSungunの二大斑岩銅・モリブデン・金鉱床が形成した(第3図)。またパキスタン西部のBalochistanではReko DiqとSaindak鉱床が形成している。この火成活動帯はトルコから北アナトリア鉱化帯としてバルカンへと続いている。浅熱水性金鉱床もまたこの時期に, 特に広域的な引張場である西アナトリアで形成している(第4図)。

鮮新世-第四紀の重要な鉱化様式はトルコの世界規模のホウ酸塩および第四紀堆積盆中の重炭酸ソーダ石鉱床である。イランの明礬石とカオリン鉱床, そして恐らくTakabでのカーリン型金鉱化作用もこの時期に形成されている。

## 2.7 中国の鉱物資源ポテンシャル

K. YANG (トロント大学)

中国は鉱物資源に富んでおり, その総額は $11 \times 10^9$ 米ドルと言われ, 世界第3位である。1950年に始まった組織的な地質調査・探査によって171の鉱種が発見され, そのうち156鉱種で鉱量が確定された。20万カ所の金属・非金属鉱床の発見例のうち, 25,000がある程度の規模を持ち, 87が巨大鉱床である。今後は未調査地域が広い西部地域で新鉱床発見の可能性が高い。

既知鉱床の主要なタイプは,

- (1) マグマ性Cr, Ni-Cu-PGE, Ti-V, REE-レアメタル鉱床。
- (2) ポーフイリー型浅熱水性Cu-Mo-Au-Ag鉱床。
- (3) スカルン型Cu-Au-Pb-Zn-Sn鉱床。
- (4) 花崗岩関連REE-レアメタル鉱床。
- (5) 火山性塊状Cu-Zn-Pb-Au-Ag硫化物鉱床(VMS)。
- (6) 堆積性噴気Pb-Zn-Cu-Ag-Sn鉱床(SEDEX)。
- (7) ミシシッピーバレー型Pb-Zn鉱床(MVT)。
- (8) 堆積母岩Cu-Pb-Zn-Sb-Hg-Al-Mn-Sr-Ba鉱床。
- (9) 造山帯型Au-Ag鉱床。

Cr鉱床は超苦鉄質-苦鉄質岩に胚胎し, 主要造山帯の逢合帯に現れる。Ni-Cu-PGEとFe-V鉱床はシノーコリアと楊子西部プラットフォーム間, そしてアルタイの超苦鉄質-苦鉄質な深成岩・火山岩類に伴われる。

ポーフイリー型, 浅熱水性鉱床とスカルン型鉱床は燕山期火山深成岩帯, 天山造山帯, ヒマラヤ-



テチス帯に産出する。VMS鉱床の多くは中国西域の古生代-中生代造山帯に見られ、一部がシノーコリアと楊子プラットフォームの始生代-原生代変成火山岩類に産出する。MVTとSEDEX、堆積母岩鉱床はシノーコリア プラットフォーム北縁の原生界と楊子プラットフォームの上部古生界に胚胎する。造山帯型金鉱床は主に秦嶺西部と黄金の三角地帯(楊子プラットフォーム西端、天山帯とタリムプラットフォーム北西部)で発見された。

中国にはREE, Nb, Ta, W, Sn, Sb, Bi, Li, Beなどのレアメタルも豊富で、これらは主にシノーコリアプラットフォーム北縁のカーボナタイト、楊子プラットフォームの花崗岩に関係して産する。また工業原料用鉱物資源にも富んでいる。

以上の鉱床は主として過去20年間に発見されたものである。

最近の発見例で注目に値するものは天山東部のポーフィリー型銅鉱化帯(Xingjiang), Gandeseポーフィリー型-浅熱水性Cu-Au鉱化帯(Tibet), Qaidam西部の堆積母岩Cu-Co鉱化帯(Qinghai), ZhongdianポーフィリーCu鉱化帯(雲南)である。Baiyang ping堆積母岩Cu-Ag-Pb-Zn鉱化帯(雲南), Minle火山性赤色砂岩Cu鉱化帯(雲南)である。シノーコリア、楊子、タリムなどの古期地塊の周辺部のリフト帯がNi-Cu-PGE鉱床の今後の有望探鉱地と考えられる。ダイヤモンド、オリンピックダム式鉱床、堆積母岩鉱床はプラットフォーム地域に存在するであろう。西域のテチス、アルタイ地塊にはVMS, SEDEX, MVT, ポーフィリー型-浅熱水性鉱床が有望と考えられる。テチス、アルタイのフレッシュ堆積岩帯にはムルンタウ型の金鉱床や堆積母岩PGE鉱床の可能性がある。西域のジュラ紀-第三紀陸成赤色砂岩は、Cu-Ag-Au-Pb-Zn鉱床発見の可能性を秘めている。

中国政府は2000年以降新政策を発表し、資金量を増大させて西域の資源探査を活性化させている。

## 2.8 インドシナ地域の鉱物資源概観

### Douglas KIRWIN (Ivanhoe Mine Ltd.)

アジア大陸の南東部を占めるインドシナ地域は、ミャンマー、タイ、カンボジア、ラオス、ベトナム、雲南地域を含む。インドシナの地質およびテクトニク

ス史は複雑であり、あまり良く解明されていない。この地域の最も古い岩石は南部雲南地域の太古代後期変成岩類である。原生代の基盤ブロックは中央ベトナム、雲南金トライアングルとミャンマーのMogokに分布する。最古の造山運動は、東南アジアを構成する3-4の大陸地塊の中生代前期の衝突・付加に関係した三疊紀~ジュラ紀前期のインドシナ造山運動である。第三紀の横ずれ断層(ミャンマーのSagaing, ベトナムと雲南のRed River)は広域的な引張により活動した。

インドシナには何千年もの間採掘されてきたさまざまな鉱物資源が存在する。最も早期に開発された鉱山の一つにメコン川堆積盆がある。ここでは青銅器時代にタイのPhu Lonの斑岩銅-スカルン鉱床からの銅と鉄、ラオスに近いNam Patheneの錫鉱石が精錬された。その後、9-12世紀にクメール朝が設立され、Angkor WatとBaganが東南アジアでの金属精錬と宝石の交易の中心地となった。過去千年の間には地域全体を通して砂金が生産されてきた。ミャンマーのBawdwin鉱山は15世紀から銀を供給し、その多くは交易のための貨幣として使用された。1890年代後半には英仏の植民者がインドシナを訪れ、ベトナムとタイの金鉱床、ラオスの錫、ミャンマーの銀・銅鉱床を開発した。1960年以降のほとんど鉱物資源はタイにより生産され、ここでは錫・タンゲステンとアンチモン、螢石、重晶石などの工業用原料鉱物が開発された。

この地域での近年の重要な開発は、ミャンマーのMonywa銅鉱床、タイのPadaeng亜鉛鉱床、Chattri金鉱床である。カンボジアを例外として鉱物資源政策が改善され、探査活動は地域全体で活発化している。進行中のプロジェクトとしてはラオスでの斑岩銅-金鉱床(Xepon, Phu Lek)、雲南での巨大な堆積岩胚胎Lanping亜鉛鉱床がある。ベトナムではPhuoc Son中熱水性金鉱床とNui Phao多金属タンゲステンスカルン鉱床の開発プロジェクトが進行中である。タイでは銅、亜鉛、金を求めて、Loei地域で探査が行われており、Udon Thaniカリウム鉱床で鉱量評価が行われている。ミャンマーではMomi Taung中熱水性金鉱床の探査が行われている。

インドシナはインドネシアやフィリピンと比べてボーリングによる探査があまり行われていない。鉱物

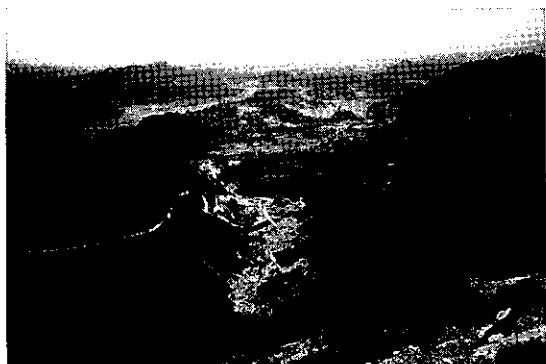


写真9 ベトナム北部, Lang Hich 鉛・亜鉛鉱床の全景。鉱脈鉱床で仏植民地時代に開発された。年間15,000t (Zn 10-15%, 4-7% Pb)の鉱石を生産。140,000t (10% Zn)の埋蔵量がある。



写真10 フィリピンのポーフィリー銅鉱床, デイゾン ピック。1995年2月。

資源ポテンシャルは幅広い鉱種にわたり存在する。インドシナ地域は国際的な鉱業界からはリスクの高い地域とみなされており、将来の探査は海外資本、鉱業政策、鉱物資源価格により左右される。探査ターゲットとしては、ミャンマー・タイ・ベトナム・雲南の火山性塊状硫化物およびミッシシッピーバレー型鉛・亜鉛鉱床、雲南とベトナムの鉄酸化物銅-金鉱床、雲南・ラオス・タイ・カンボジアの斑岩銅-金鉱床、雲南・ラオス・タイの堆積岩胚胎金-銅鉱床、雲南とベトナムのダイヤモンド鉱床が挙げられる。

## 2.9 インドネシアとフィリピンにおける金、銅鉱床の地質的背景、スタイルと発見の可能性

Steve GARWIN (Newmont Mining Corp.)

標記の鉱床は非常に若く新生代の30-1Maの年代を持ち、鉱床のスタイルとしてはポーフィリー型、スカルン型、高-低硫化型の浅熱水性、堆積岩中の鉱染型、VMSなどである。過去の生産量+現在の確定鉱量はAu 8,300トン、Cu 6,000万トンである。金の65%はポーフィリー型、15%が低硫化浅熱水性鉱脈、10%がスカルン型から生産された。

ユーラシア地塊に属するスンダーランド地塊からオーストラリア北縁部にかけては、14の新生代火成島弧が配列しており、台湾からフィリピン、インドネシア、ミャンマーにかけてその総延長は12,000km以上である。各島弧は大洋地殻と大陸地殻から構成され、沈み込み、コリジョン、各種の断層運動、火成活動などから非常に複雑な地質を示してい

る。

両国における重要な金、銅鉱床は鮮新-更新世の若い年代を持ち、その最大の理由は削剥が進んでいないことである。第四期後期(完新世)のものはまだ露出しておらず、逆に白亜紀や古第三紀のものは浸食されてしまっている可能性がある。主要鉱床はフィリピン海プレートが5Maにユーラシアプレートに衝突して生じた事件とオーストラリアプレートとバンダ島弧の3-4Maの衝突による火成活動によって生成したものである。

これら銅と金鉱床は時空的に貫入岩帯と火山体センターに関連している。鉱化作用は斜交または直交応力の構造場で発生した走向移動断層に規制される傾向がある。ポーフィリー型、スカルン型、高硫化浅熱水性鉱脈は浅い貫入岩体に関連し、低硫化型鉱脈は火山センターの近傍に産出し、稀にはダイヤモンドに伴われる。

西部インドネシアではスンダーランド地塊の大陸地殻にマグマ活動が見られるが、ここでは低硫化浅熱水性鉱脈が見られ、付近に貫入岩体は認められない。これと逆に東部インドネシアとフィリピンの大部分は海洋地殻で構成され、そこには貫入岩に付随するポーフィリー型や高、低硫化型の浅熱水性鉱脈が分布する。この事実は厚みが少ない海洋地殻はより厚みのある大陸地殻において、貫入マグマと熱水系が浅所まで到達することを示している。

これに対する例外はオーストラリア プラットフォームの北縁のイリアンジャヤ島弧にあって、グラスベルグ ポーフィリー型、エルツベルグ スカルン型の

Cu-Au 鉱床を形成している。これらの鉱床は新第三紀の前弧における褶曲-衝上断層期に活動した島弧方向に平行な走向横ずれ断層がマグマと鉱液上昇の通路を提供した。この構造的特性により、スノーランドとは異なり、ここではマグマ熱水系が浅所まで上昇し、巨大な鉱床を形成したものである。

従って筆者は鮮新-更新世の島弧で、構造解析により地殻の弱体化部分とそこに上昇した貫入体を発見することが、今後とも重要と考える。両国の鉱業法では外資100%で鉱業活動を行うことは出来るが、成功するためには現地パートナーを持つことが不可欠である。



写真11 鉱山開発と経済を論ずる演者、内藤 耕。

### 3. アジアの鉱業投資と資源開発政策

今回のフォーラムはアジアの鉱物資源貯存ポテンシャルであり、議論は地質や鉱床と言った技術的なものを中心であったが、資源開発は当然ながら鉱床の経済的側面やその国の政策的側面も重要である。今回のフォーラムが多くのジュニアカンパニーやメジャー鉱山企業が本拠を置くバンクーバーで開催されたことから、テーマであるアジア諸国の資源開発政策動向や具体的な投資家の視点からの問題点や課題についても4講演が行われた。

#### 3.1 依然低調な資源開発投資

世界の探査投資の動向を調査している鉱業シンクタンクのメタルズ・エコノミクス・グループ(カナダ、ハリファックス)のBakes Mitchell氏の講演によれば、1997年にピークを迎えた世界の鉱山企業の探査投資は依然として低落し続けている。世界の鉱山探査会社による探査投資は1997年に52億米ドルであったものが、2001年には22億米ドルまで連続的に減少した。地域別に見ると、アジアやアフリカ諸国への投資の減少が大きく、一方、カナダやラテンアメリカ諸国は減少の量が小さく、逆に相対的に増加させている。これはBre-X社のブサンプロジェクト(インドネシア)の虚偽情報開示の発覚による鉱業ベンチャー・キャピタルへの信用失墜(いわゆるバブルの崩壊)、金や非鉄金属市況の低迷の開始、アジアからロシアそして南米諸国へ飛び火した金融危機が連続して発生したためである。また探査ターゲットは、価格が長期に渡って低迷し

ている金から非鉄金属へシフトし、またダイヤモンドや白金族グループ元素が、一部諸国で探査ブームになっている。

アジア域内では、インドネシアとフィリピンで約40%が投資され、それ以外にはロシア、中国、トルコなどが主要な探査投資先となっている。探査ターゲットの主体は金であったが、2001年では非鉄金属やダイヤモンドへと主体が移りつつある。今回のフォーラムの講演を通じてアジア地域の鉱床貯存ポテンシャルは高いという事には明確なコンセンサスが得られたと思うが、これまで開発されてきた鉱山はインドネシアのグラスベルグ鉱山(銅、金)やバトゥヒジャウ鉱山(銅、金)、ミャンマーのモニワ鉱山(銅)、ロシアのクバカ鉱山(金)などその数は少ない。これはアジアの多くの国々の資源開発政策が依然として民間資本による鉱業投資に必ずしも最適では無いことに原因があるかもしれない。

#### 3.2 資源開発政策と鉱業投資

本稿の筆者の一人(内藤 耕、写真11)は、鉱業政策の改革が民間企業の探査投資にどのように影響を与えるか、またアジアの資源開発政策の改革動向について講演を行った。1990年代の資源保有発展途上国を中心に、それまでの資源ナショナリズムという国有化政策から、一転して民間資本による鉱業開発という解放路線へ転換した。特にラテンアメリカ諸国の成功は、地質学的ポテンシャル以外に、改革自身が税法体系の修正にとどまらず、鉱業

に関する行政機構、国有企業の民営化や政府保有の鉱区の解放、さらに明確な鉱業環境管理規則の制定といった、包括的なアプローチによるところが大きい。また、鉱業投資の誘致に成功した国を見た場合、高度で質の高い地質情報自身が十分に政府の地質調査機関によって投資家に提供されていることも重要な要素となっている。

このラテンアメリカの経験を検証するために、アジアやアフリカの資源保有発展途上国の資源開発政策の改革動向と探査投資の関係を調べるべく、世界銀行グループの鉱業局と我が国の金属鉱業事業団が1999年に調査を行った。その結果、包括的なアプローチを採用している諸国は、探査投資の誘致に成功し、改革が遅れている国々の探査投資額は限定的であることが明らかにされた。また改革が進んでいる国でも、内陸国だったり、地質情報の提供が限定的だったり、地質情報事体が時代遅れの場合は投資額が期待よりも少ないことも判明した。さらに1997年以降、世界の探査投資が減退して行く中、改革が遅れている国からはより多くの投資が退避し、一方、改革が進んでいる国は相対的に増加していることが判明した。これは、探査ブーム時は鉱山会社がより改革が遅れている投資リスクの高い諸国へ投資を行うが、ブームが去れば投資の意志決定がより保守的になるという事を意味している。

アジアにおいても1990年代以降、ほとんどの国で鉱業関連の法律を改正し、外資導入策を取っている。しかし、改革アプローチがまだ包括的では無く、鉱業投資の誘致の成功には至っていない。特に1997年以降は先に述べたように、アジアはアフリカとともにより多くの鉱業投資を失っており、この結果と整合する。一方、アジア地域における世界の鉱業界にとって新しい動きは、資源ポテンシャルが高いイランと中国にある。イランはここ数年、解放路線をとり外資導入に積極的であり、また中国は世界貿易機関への正式加盟が決定した、とくに中国が世界貿易機関のルールに従い投資の自由化をどこまでも進め、あわせて包括的な資源開発政策の改革を行えば資源開発がより促進されるものと期待されている。

#### 4. Exploration Roundup 2002の概要

この学会は既述のように鉱物資源探査の関わっている実務家にとって年に一度の大会である。従ってその概要を示すことは、カナダにおける鉱物資源探査の在り方、また現在の注目されている探鉱ターゲットなどを知る上でも重要であるので、以下に全体の概要を紹介しよう。

##### 第1日

私達のフォーラムと同時に別会場(ホテルバンクーバー)では一日使ってDiamondex Resources社によるダイヤモンド探査のワークショップが開かれた。ダイヤモンドが依然として人気ターゲットであることが解る。プログラムによる講師とその演題は次の通りである。

1. R. Turner (Diamondex Resources社) : 序論。
2. B. S. Smith (コンサルタント) : キンバーライト岩石学の進歩。
3. T. McCandless (Ashon Mining社) : マントル起源指示鉱物の外形と表面の特徴。
4. H. Grutter (Mineral Services社) : スレーヴ地塊下のマントルルートの広域マッピング。
5. M. Kopylora (B. C.大学) : スレーヴ地塊の深部構造。
6. B. Doyle (Kennecottカナダ社) : スレーヴ地域における地質温度・圧力計とキンバーライトの定置、探査への応用。
7. J. Armstrong (コンサルタント) : スレーヴ地塊のノースウエスト準州内のダイヤモンドの発見例：錯綜する探査データから探査指針を見つける試み。
8. D. Buther (Whytecliff物探社) : 土壌解析レーダー：キンバーライト探査の有効手法。
9. 発光キンバーライト：キンバーライトの確認、分布域探査と電磁法によるターゲット探査。
10. Fugro Airborne社 : キンバーライトの物理探査。
11. M. Thurston (MRDI社) : マイクロダイヤモンドを使った品位予想。
12. M. Whittall (BHP Billiton社) : ファルコンシステム：ダイヤモンド探査への応用。

### ᐱᓯᖃᕐᕋᕋᕐᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐᕋᕐ

ᐱᓯᖃᖃᖃᖃ ᐱᓯᕋᕐᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ  
ᐱᓯᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ. ᕐᕆᕋᕐ ᐱᓯᖃᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ  
ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐᕋᕐ.

ᕐᕆᕋᕐ 31, 2001ᕐ ᐱᓯᕋᕐᕋᕐᕋᕐ, ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ  
ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ, ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐ  
ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ  
ᕐᕆᕋᕐ. ᐱᓯᖃᖃᖃ ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ  
ᐱᓯᕋᕐᕋᕐᕋᕐ, ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ  
ᐱᓯᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐ ᕐᕆᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐᕋᕐ.

第5図 イヌイット語で書かれた標語: 豊富な資源で前進しよう.

近年のカナダにおけるダイヤモンドブームはノースウェスト準州からヌナヴト準州にかけて発見されたものに刺激された。ヌナヴト準州は1999年4月に現住民のイヌイットによる土地請求権交渉の結果成立したものであるが、ダイヤモンド発見と無関係ではなかろう。ノースウェスト準州の北東部が分割されて「独立」したものでパフィン島を含む総人口2.5万人。その85%はイヌイットである。したがってここではイヌイット文字(第5図)と英語とのバイリンガルである。首都はパフィン島南端のイカルイットで、ヌナヴトは因みに「私達の土地」という意味だそうある。

### 第2日(火)

午前中は地質調査ハイライトと題してカナダ地質調査所とB.C州地質調査所の過去1年間の成果が公表された。7講演中、中生代の塊状硫化物鉱床が4件、PGEが1件、その他が2件であり、圧倒的にVMSに集中していた。また午後のポスター発表は実に95件という多さであった。

また同日の午後にはケネコットカナダ探鉱社主催による先住民との関係を取り上げるセッションがFirst Nations and Industry-Growing Togetherとして設定され、6講演とパネルディスカッションが行われた。

### 第3日(水)

午前中はEmerging Trends In Mineral Explorationと題して民間による2001年度の探査・資金活動のレビューが行われ、新発見鉱床の紹介も行



写真12 緑の三角屋根が特徴的なホテル パンクーバー。コア シャック会場。

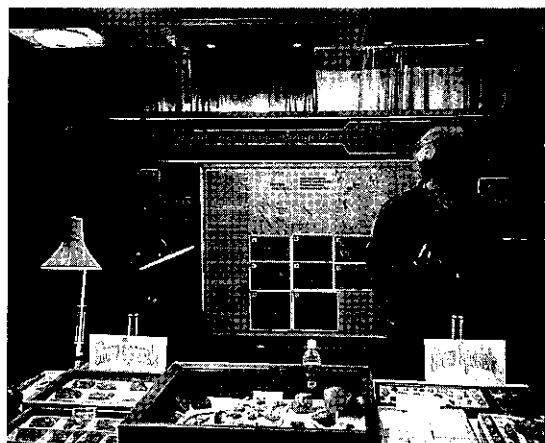


写真13 地質図、サンプル、コアなどで鉱山の状態が解るコア シャック。

われた。フィリピン、ベトナム、メキシコの成果も1件ずつ含まれていた。

午後にはPGE Break Away SessionとしてPGEに関する5件の講演があった。古典的な層状岩体に伴うものの他、カーボナタイト、更にはコルディレラ深成岩帯特有の花崗岩体中の(超)苦鉄質に付随する鉱床も調査・再評価された。

Core Shackと称するボーリング コア サンプルを

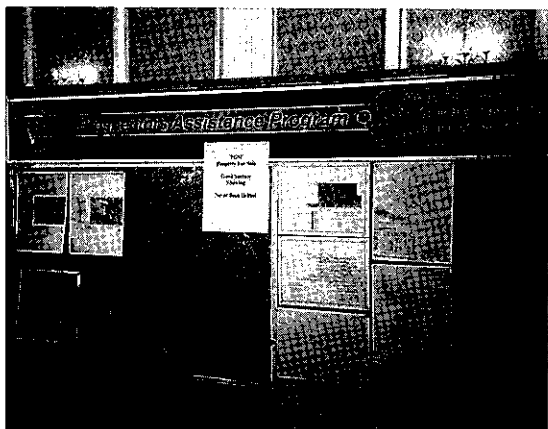


写真14 カナダらしくプロスペクター基金援助を得た探鉱の成果発表。

含む現場の展示が継続的に行われ、居ながらにして鉱山見学の雰囲気を楽しめた。出典は、

1. Clarence Stream (カナダ) : Au, 石英脈, 鉱染型.
2. Barreal Seco (チリ) : Cu, 角礫パイプ.
3. Julietta (ロシア) : Au, 鉱脈.
4. Kansanshi (ザンビア) : Cu, Au, 層準規制型.
5. Las Arsenault (カナダ) : Au-Ag-Pb-Zn, 多金属鉱脈.
6. Nuestra Senora (メキシコ) : Au, Ag, Cu, Zn, マント型.
7. Panantza (エクアドル) : Cu, ポーフイリー型.
8. Tenke Fungurume (コンゴ) : 層準規制型, Cu, Co.
9. Oyu Tolgoi, Turquoise Hill (モンゴル) : ポーフイリー型, Cu, Au.
10. Vicuna (アルゼンチン) : ポーフイリー型, Cu, Au.

#### 第4日(木)

午前中はBack to Canada: Exploration Returnsと題して、カナダにおける主要な探査成果が8件発表された。鉱種的にはCu-Auが2件、PGE-Niが2件、Au3件、リモセン探査手法1件であった。

午後はNunavut Break Away Sessionとして8件の講演が行われた。

Core Shackの展示場では次の鉱山が展示された。

- (1) Greywacke North Zone (カナダ) : Au, 破碎帯型.

- (2) Katie Deposit (カナダ) : Au, 鉱脈.
- (3) Kena Property (カナダ) : Au, ポーフイリー型.
- (4) Nui Phao (ベトナム) : W (-Au-Cu-Bi-F), グライゼンヌスカレン型.
- (5) Pebble Deposit (アラスカ) : Cu-Au, ポーフイリー型.
- (6) Rio Tabaconas (ペルー) : Au, 鉱脈-交代-網状鉱床.

#### 第5日(金)

午前中は「ダイヤモンド-カナダの次の10年間」と題して、スレーヴ地塊を中心に8講演があった。午後は燃料資源の講演がオイル砂岩・頁岩(2件)、ウラン(1件)、石炭(1件)、炭田起源のメタンガス(1件)について行われた。Core Shackはダイヤモンド2件, Ni-Cu, PGE-Cu-Ni, Cu-Au-PGMがそれぞれ1件ずつであった。

謝辞: このフォーラム出席に際しては金属鉱業事業団には大変お世話になった。杉内理事を初めとする関係各位に厚くお礼申し上げる。また、ウドカンの写真を提供の労を取られたヤクブチュク氏に感謝する。

#### 文 献

- 石原舜三(1995): 北東ロシアの金銀鉱床。地質ニュース, no.489, 31-48.
- 石原舜三(2000): ウズベキスタンの金鉱床: 破碎帯型, 多金属型, そしてポーフイリー型。地質ニュース, no.552, 7-22.
- 石原舜三・神谷雅晴(1994): 極東ロシア北部の金属鉱物資源。地質ニュース, no.480, 6-13.
- Leaman, P. and Staude, J.-M. (2002): Metallogenic evolution of the western Tethys of Turkey and Iran. In An MMAJ Forum: Mineral Potential of Asia. MMAJ, 9 p.
- Miller, L.D., Bundtzen, T.K., Edwards, A.C., Galey, J., Goldfarb, R.J., Goryachev, N.A., Nokoleberg, W.J. and Strujkoov, S.F. (2002): Metallogenesis of the Russian Far East and Alaska. In An MMAJ Forum: Mineral Potential of Asia. MMAJ, 16 p.
- Ratkin, V.V. (1994): 極東ロシア南部の金属鉱物資源。地質ニュース, no.480, 14-18.
- Yakubchuk, A. (2001): The Altai: Tectonic evolution and metallogeny. SEG Newsletter, 46, p. 1 & 7-14.
- Yakubchuk, A., Edwards, A., Diakov, S. and Kirwin, D. (2002): Siberia and Mongolia: How they are linked, and mineral potential. In An MMAJ Forum: Mineral Potential of Asia. MMAJ, 16 p.

ISHIHARA Shunso, WATANABE Yasushi and NAITO Koh (2002): Cordilleran Exploration Roundup 2002, with special reference to the Mineral Potential of Asia Forum.

<受付: 2002年2月14日>