

# 鉍物資源安定供給論

平成14年7月12日

経済産業省鉍物資源課 児嶋秀平

## 目次

序章．鉱物資源政策の確立	2 頁
第 1 節．鉱業政策から鉱物資源政策へ	2 頁
第 2 節．鉱物資源政策プラットフォーム	3 頁
第 3 節．特殊法人改革と鉱物資源機構	4 頁
第 1 章．鉱物資源の安定供給の意義	6 頁
第 1 節．鉱物資源の安定供給はなぜ必要か	6 頁
第 2 節．安定供給とはいかなる状態か	7 頁
第 3 節．供給障害の発生要因（短期）	8 頁
第 4 節．供給障害の発生要因（中長期）	10 頁
第 5 節．供給障害発生の影響度	11 頁
第 2 章．鉱物資源供給の現状と鉱物資源産業の役割	14 頁
第 1 節．鉱物資源供給の現状（世界）	14 頁
第 2 節．鉱物資源供給の現状（日本）	17 頁
第 3 節．製錬業が国内に存在することの意義	19 頁
第 4 節．鉱物資源産業による鉱石確保	23 頁
第 5 節．鉱石と地金の安定供給確保	24 頁
第 3 章．安定供給確保のために講ずべき鉱物資源政策	25 頁
第 1 節．安定供給政策の体系	25 頁
第 2 節．廃止すべき鉱業政策	26 頁
第 3 節．探鉱開発の促進（中期的対策）	27 頁
第 4 節．市場機能の活用（中期的対策）	29 頁
第 5 節．レアメタルの備蓄（短期的対策）	30 頁
第 6 節．深海底資源の探査（長期的対策）	31 頁
（参考）	
「鉱物資源安定供給論」要約	32 頁
「鉱物資源政策プラットフォーム」他のテーマの議論	34 頁
「鉱物資源政策プラットフォーム」参加者	37 頁

## 序章．鉱物資源政策の確立

本稿の目的は、鉱物資源、とりわけ非鉄金属資源の安定供給が日本経済にとってなぜ必要なのか、及びその確保をなぜ日本政府が図らねばならないのかを論証するとともに、そのために講ずべき政策の体系と具体的方向性を提示することにある。その内容は、鉱物資源政策の確立を目指して開設された「鉱物資源政策プラットフォーム」における議論と、特殊法人改革における金属鉱業事業団に関する議論をベースとし、政策企画の任にある筆者の個人的見解を述べるものである。第1章以下の本論に移行する前に、本章ではこれらの議論の背景及び経緯について概説する。

### 第1節．鉱業政策から鉱物資源政策へ

戦後日本の鉱業政策は、終戦間もない昭和20年8月の商工省鉱山局の設置に端を発する。政府は、経済復興を担う重要産業として鉱業を位置付け、昭和20年代から30年代にかけて、国内に賦存する銅鉱や金鉱等の新鉱床探査を補助金政策によって奨励した。この時期、国内の金属鉱山数は800を上回った。

昭和38年に政府は金属鉱業事業団の前身である金属鉱物探鉱融資事業団を設立し、2年後の昭和40年には同事業団による広域地質構造調査、精密地質構造調査及び探鉱資金融資からなる「国内探鉱三段階方式」を確立した。また同年には国内探鉱を促す優遇税制である減耗控除制度も創設した。日本の高度経済成長を支えた鉱業政策の原型はこの時にできあがったと言える。更に、昭和40年代半ば以降、経済発展に伴う国内金属需要の急増に対応するため、政府は鉱業政策の各施策の適用対象を順次海外鉱山にも拡大していった。現在の日本の鉱業政策は、昭和58年にレアメタル備蓄制度を創設したことを除き、基本的には昭和40年代までの理念と体系を踏襲するものである。

しかしながら、平成13年6月に神岡鉱山が120年に及ぶ歴史に遂に幕を閉じ、国内の金属鉱山は実質的に豊羽鉱山と菱刈鉱山の2鉱山となった。今や日本は米国及び中国に次ぐ世界有数の鉱物資源の大消費国であり、そのほぼ全量を海外鉱山に依存する状況にある。加えて、製錬所における金属リサイクルの技術が進歩し、鉱物資源の供給構造を徐々に変えつつある。また、今後の日本経済を牽引すべきIT産業や環境関連産業の成長は、新たなレアメタルに対する需要を急増させている。

このように、日本の鉱物資源を巡る環境は近年急速に変化しつつある。したがって、政府としては、国内鉱山の振興を出発点として構築された鉱業政策の理念と体系を今一度見直し、現状を的確に踏まえた政策、すなわち鉱石も地金も、ベースメタルもレアメタルも更には非金属も含めて、純粋に日本への鉱物資源の安定供給確保を追求するため

の政策、かつ上流の探鉱段階から中流の製錬段階を経て更に下流の段階までをも視野に入れた政策へとゼロベースから再構築する必要がある。

かかる認識から、平成13年1月の中央省庁再編に際し、政府の鉱業政策担当部署は通商産業省鉱業課から経済産業省鉱物資源課へとまず名を改めた。そこで、次章以下に述べるこれからの政策を、我々は「鉱物資源政策」と呼ぶこととする。

## 第2節．鉱物資源政策プラットフォーム

それでは、鉱物資源政策とはいかにあるべきなのか。この設問は極めて深遠であり、経済産業省内の閉鎖的な検討で容易に解答が得られるものではない。むしろ、できるだけ多くの有識者の英知を総結集して取り組むことが望ましい。そこで、平成13年5月、経済産業省はこの課題をオープンに議論する場として、「鉱物資源政策プラットフォーム」を開設した。

鉱物資源政策プラットフォームとは、鉱物資源政策に関心と知見を有する産学官各界の自発的な参加者多数がインターネットを介して議論を行うバーチャルな会議体である。ある参加者が発言すると、その発言は参加者限定のウェブサイト <http://www.rieti.go.jp/pps/> 上に掲載されるとともに、メールで全参加者に配信される仕組みである。発言は参加者個人の立場からのものであり、所属する組織の見解を代表するものではないことが保証されている。参加には経済産業省の承認が必要であるが、既存参加者1名の推薦があれば特段の審査なく誰でも新規参加が認められる。

参加者数はプラットフォーム開設後2週間で100名を超え、3か月後には200名に達した。現在の参加者数は230名である。その内訳は、「産」が83名（非鉄製錬業51名、商社9名、資源開発コンサルタント9名、メーカー等14名）、「学」が47名（大学25名、産業技術総合研究所22名）、「官」が100名（経済産業省本省38名、地方経済産業局12名、金属鉱業事業団31名、地方自治体3名、公益法人等16名）である。巻末の参加者リストを参照されたい。この中には、海外各国在住の15名及び東京以外の地方在住の25名が含まれている。これだけの数と多様な所属と地域的広がりを持つ参加者が、時間と空間の制約を超えてネット上で一堂に会し、完全に同等の立場で、鉱物資源政策はいかにあるべきかを議論した。

議論はまず、鉱物資源政策の目的である鉱物資源の安定供給確保の意義、供給障害発生の影響度、これに対する政府の関与のあり方といった根本論から始まった。鉱物資源政策不要論者も含め、この問題について見解を異にする複数の論客の間で、正に甲論乙駁、百家争鳴、建前抜きに激しい政策論議が繰り広げられた。こうした議論にやや遅れて、金属リサイクルに関する議論や、コンクリート骨材の枯渇問題に関する議論も活発に行われた。平成13年5月から8月にかけては、プラットフォームの議論が最も白熱

した時期であった。

平成13年7月には約60名の参加者が経済産業省に集合し、互いに初顔合わせとなる「オフライン会議」を行った。8月から10月にかけては、多くの参加者から提案のあった個別企業ヒアリングを経済産業省鉱物資源課が行った。8月末には、総合資源エネルギー調査会鉱業分科会にプラットフォームの活動状況が報告され、その活動がオーソライズされた。9月に入ると大きなテーマに関する議論はほぼ一段落し、発言頻度は徐々に落ち着いた。その後、議論は途上国鉱山開発への円借款の活用、鉱山技術者の育成、鉱山開発におけるリスクコミュニケーションといった個別論に移行し、現在に至っている。現在、鉱物資源政策プラットフォームには約320件に及ぶ各界有識者の発言が蓄積され、それらはいずれも参照可能な状態になっている。

また、平成13年9月から平成14年3月にかけて、独立行政法人経済産業研究所の資金援助の下、社団法人資源・素材学会内に資源工学及び経済学の学者・研究者等からなるプロジェクトチームを設け、主要鉱物資源の供給障害の影響度に関する研究を行った。更に、今後は産業技術総合研究所を中心とするチームがリスクコミュニケーションに関する調査研究を行う予定である。

こうしたオンライン及びオフラインの両面にわたる鉱物資源政策プラットフォームの活動成果が、鉱物資源政策のあるべき姿を考察するための貴重な知的財産となった。これらは本稿の中に結実している。但し、金属リサイクル及び骨材枯渇問題については、非鉄金属資源の安定供給を論ずる本稿においては取り扱わない。これらに関する議論の概要については、巻末資料を参照されたい。

### 第3節．特殊法人改革と鉱物資源機構

鉱物資源政策プラットフォームが開設された平成13年は、特殊法人改革が断行された年でもあった。小泉内閣の強力な指導力の下、「全ての特殊法人は原則として廃止又は民営化し、例外的に独立行政法人化」との方針が定められ、現行の各事業を存続させるべきか否かが厳しく検証された。特殊法人である金属鉱業事業団も当然その対象とされた。

検証作業は、平成13年4月から12月にかけての内閣官房行政改革推進事務局と経済産業省鉱物資源課との数次にわたる議論に基づき行われた。金属鉱業事業団の現行の各事業の必要性を検証することは、すなわち現行の鉱業政策そのものの必要性を検証することとほぼ同義である。なぜなら鉱業政策のほぼ全ての部分は金属鉱業事業団によって実施されてきたからである。かかる観点から、行革事務局との議論は随時プラットフォームで紹介されるとともに、プラットフォームの議論は行革事務局への説明にフィードバックされた。

こうした密接な相互作用の中から、経済産業省は戦後鉱業政策の象徴的存在であった広域地質構造調査と精密地質構造調査の終了をはじめ、多くの決断を行った。そして平成13年12月の閣議決定「特殊法人等整理合理化計画」において、金属鉱業事業団は廃止される石油公団の一部機能を統合し独立行政法人化することが認められた。平成14年7月末までには、そのための法案が国会で成立する見込みである。平成15年度中に新たに設立される独立行政法人「鉱物資源機構」(正式名称:「独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構」)は、鉱物資源政策の主たる担い手となる。

## 第1章．鉱物資源の安定供給の意義

序章で述べたように、鉱物資源政策の目的は鉱物資源の安定供給の確保を図ることにある。そこで、まず本章では、「鉱物資源の安定供給」という概念の意味するところについて考察する。

### 第1節．鉱物資源の安定供給はなぜ必要か

鉱物資源の安定供給はなぜ確保されねばならないのか。それは、鉱物資源の安定供給が日本の産業競争力を維持する上で必要不可欠の前提条件となるからであり、かつ日本の産業競争力を強化することに寄与するからである。

近年、産業活動のグローバル化が進展する中で、日本に立地する産業の国際競争力は著しく低下を続けている。折しも平成14年4月に発表されたIMD（スイス経営開発国際研究所）による49カ国の競争力ランキングにおいて、日本は過去最低の30位にまで後退した。一応底入れしたとは言え、日本経済はデフレスパイラルに陥る危険性を依然として孕んでいる。こうした状況の下で、産業、とりわけ製造業の空洞化を回避し、国際競争力を維持強化することができるか否かは、日本という国家の盛衰に関わる問題であり、したがって最重要の政策課題である。

今後、日本が産業競争力を維持強化していくためには、例えばIT産業や環境関連産業のような、先端技術と不可分一体に結びついた高付加価値品を供給することにより日本経済全体を牽引することが期待される製造業が、日本国内において安定的に成長しうる環境を整えなければならない。産業技術力の強化はそのための大きな方策であるが、それだけでは不十分である。かかるリーディング産業において必須となる鉱物資源に対し、総合的な支配力を高めること、すなわち鉱物資源の安定供給を確保することは、産業競争力の維持強化に大きく寄与する。例えば、携帯電話等のキーパーツである大容量小型コンデンサにはタンタルが、液晶ディスプレイにはインジウムが、燃料電池の触媒にはプラチナが、水素吸蔵合金にはレアアースが、またあらゆる電子部品には銅がそれぞれ必須であり、かつ容易に他に代替できない。このため、技術力が同等なら原料を制する者が圧倒的に優位となるからである。

かかる議論は主としてレアメタルの安定供給確保についてより当てはまるものであるが、他方、ベースメタルすなわち銅、鉛、亜鉛の安定供給確保については別の議論が成立しうる。第2章に後述するように、日本国内に立地する製錬業は、その製品たる地金の品質、生産能力、技術力、環境対策等において世界最高水準の国際競争力を有する産業であるとともに、ベースメタル地金の安定供給を通じて電線、伸銅、家電、自動車

等の下流産業の競争力維持にも寄与している。しかしながら、製錬業の高い競争力は必ずしも強固な基盤の上に成り立っているものではない。なぜなら、今や日本のベースメタル製錬業は原料鉱石たる精鉱のほぼ全量を海外に依存する「カスタムスマルター」であり、鉱石供給が絶たれば消滅する宿命にあるからである。したがって、国内製錬業の高い競争力を今後とも維持していくためには、原料鉱石が常に安定的に確保される状態を持続することがその前提となる。

以上から、鉱物資源の安定供給確保は、産業競争力の維持強化という国家的課題を達成するための、経済安全保障上の要請であると言えることができる。

なお、広義の「鉱物資源」には上述のレアメタルやベースメタルといった非鉄金属資源の他に鉄資源や非金属資源も含まれるが、第3節に後述するように、非鉄金属は他の鉱物資源に比べて供給障害発生リスクが高いので、その安定供給確保が特に重要となる。そこで、以下においては、引き続き非鉄金属資源の安定供給について考察することとする。

## 第2節．安定供給とはいかなる状態か

鉱物資源の安定供給確保は経済安全保障上の重要政策課題であるが、それでは、確保すべき「安定供給」とはいかなる状態を指すのか。安定供給とは、価格変動が全くない状態を指すのか。さもなくば、どの程度の価格上昇までなら安定供給と言いつけるのか。あるいは、価格がいかに高騰しようとも物理的にいつでも購入可能な状態であれば安定供給なのか。安定供給の定義論は、鉱物資源政策プラットフォームの初期段階において最も議論が白熱したテーマの一つであった。鉱物資源の安定供給は、それを確保する目的をどう捉えるかによって様々な定義が成り立ちうるし、その各々についていくらかでも厳密な定義を行うことは可能である。

しかしながら、第1節で述べたように、鉱物資源の安定供給確保の最大の目的が日本の産業競争力の維持強化であることに鑑みれば、鉱物資源政策により確保すべき安定供給とは、「通常の経済活動で許容される価格変動の範囲で必要な量の鉱物資源が国内産業に持続的に供給されている状態」であると考えることが妥当である。また、これ以上に厳密な定義を試みることは学術的にはともかく政策論としては不要である。

ここで、価格変動の範囲には価格の幅に加えてその状態が継続する時間幅も含まれる。その変動が産業にとって予測困難なものであればあるほど、また、産業がその鉱種に依存すればするほど、許容範囲は狭くなる。産業競争力の維持強化のためには、かかる安定供給の状態が中長期的に持続することが必要である。なお、許容範囲内の変動であれば、価格上昇は必ずしも全ての産業にとってマイナスになるとは限らない。例えば銅のLME価格の通常の上昇は、銅地金のユーザー産業にとっては好ましくないが、銅



製錬業にとっては鉱石加工収入であるTC/RCの若干の上昇につながるからである。

このように、鉱物資源の安定供給を「通常の経済活動で許容される価格変動の範囲で必要な量の鉱物資源が国内産業に持続的に供給されている状態」と定義すると、安定供給が破られた状態である「供給障害」の状態としては、价格的側面と量的側面の二つの側面が考えうる。すなわち、前者は通常の価格上昇を超える価格高騰の状態であり、後者は通常の品薄を超える量的途絶の状態である。

しかしながら、鉱物資源政策を考える上で両者を供給障害の異なる状態として殊更に分けて捉えることは議論のための議論であり、そこに大きな意義は存在しない。なぜなら、現在、鉱物資源は地金についても鉱石についても、それが完全であるか不完全であるかを問わず何らかの市場で取引がなされているため、鉱物資源の量的不足は時を経ず必ず価格上昇に反映する関係にあるからであり、どちらか一方だけが発生する状況は考えられないからである。したがって、鉱物資源の量的途絶と価格高騰とは、同じ供給障害状態における不可分な側面であると捉えるべきである。但し、100%の量的途絶により価格が無限大に上昇し定まらないという最も深刻な局面も短期的にはありうる。

### 第3節．供給障害の発生要因（短期）

鉱物資源の中でも非鉄金属資源には様々な鉱種が含まれている。例えば、銅、コバルト、タンタルについて、市場規模、価格、生産量の比較をすれば、コバルトは銅の30分の1、1.4倍、424分の1であり、タンタルは銅の9分の1、755倍、6870分の1であるというように、同じ非鉄金属資源の中でも大きな差異が認められる。このように多様性を有する非鉄金属資源であるが、その供給構造は総じて脆弱であり他の資源に比べて供給障害が発生するリスクが高い。それは非鉄金属資源全般にほぼ共通する複数の要因による。このうち短期的な要因は以下の4点である。

第1に、非鉄金属資源は極めて偏在しているからである。例えば、地球上の白金属の89%とクロムの73%が南アフリカ共和国に、ニオブの91%がブラジルに、タングステンの38%とレアアースの44%が中国に、コバルトの26%がコンゴ民主共和国に集中的に賦存している。このようにレアメタルは、政治体制や経済状態が不安定なアフリカ、中南米及び旧共産圏に偏在しているため、政変、暴動、地域紛争等に伴う短期的な供給障害が発生するリスクが高い。このため、第3章に後述する備蓄による対策が必要となる。他方、ベースメタルはレアメタルに比べれば分散しており、政治的に安定した先進国にも賦存しているが、それでも銅の25%は南米のチリに集中しており、偏在度は必ずしも低いとは言えない。なお、平成13年9月11日に米国で発生した未曾有の大規模同時多発テロ以降、政治的に安定した先進国が途上国に比べて必ずしも安全であるとは言えなくなったことに留意すべきである。また、当然のことながら自然災害

は先進国も途上国も関係なく発生する。平成12年には西オーストラリアにおける大規模サイクロンによる輸送路寸断により、同国から日本へのマンガン輸出が約3か月にわたり著しく遅延した。

第2に、非鉄金属資源は価格が変動しやすいからである。これは非鉄金属資源の偏在性に由来する特性である。特にレアメタルの価格変動は著しく、例えば古くは昭和53年の第2次ザイル・シャバ紛争によるコバルトの高騰から、近年では平成6年のステンレス鋼生産増大によるモリブデンの高騰、平成9年のロシアの減産によるバナジウムの高騰、平成12年のコンデンサ需要の急増によるタンタルの高騰が挙げられる。特にタンタルの高騰は年平均価格が前年比で10倍を超えるものであった。こうした価格変動の多くは投機を伴うものであるため、高騰と暴落を繰り返す乱高下がしばしば発生する。また、科学技術の進歩により予期せぬ鉱種の需要が急増し、価格が高騰することもしばしばある。希土磁石の開発に伴うレアアースはその一例である。他方、ベースメタルはレアメタルに比べればこれまで価格の変動幅は小さく、銅については最近の価格は低迷している。しかしながら、こうした中でチリではコストの低い銅鉱山が積極的に開発され増産されており、北米の既存鉱山は競争に耐えられず閉山を余儀なくされ、その結果として後述するようにチリの銅鉱山への寡占化が進行していることに留意すべきである。したがって、銅価格についても中期的には予断を許さない。

第3に、非鉄金属資源は供給の寡占化が進行しているからである。非鉄金属資源の多くが偏在していることに加えて、第2章に述べるように、近年非鉄メジャーの合従連衡による寡占化が加速している。この結果、例えば、生産上位5社の寡占率は、石油が41%であるのに対し、銅は64%、ニッケルは71%、プラチナは99%、タンタルは100%に達している。ベースメタルについては供給者による恣意的な価格コントロールが行われているとはまだ言えない状況であるが、寡占化が進めば進むほどそのリスクは高まる。

第4に、非鉄金属資源は他に代替することが困難だからである。非鉄金属資源の多くは各鉱種に特有の性質に基づき利用されているため、基本的に他の鉱種に代替することはできない。もちろん技術開発により代替が可能となる鉱種はありうるが、鉱物資源政策の目的である産業技術力の維持強化の観点からは、供給障害に直面した日本企業が代替材の開発でこれに対応しようとすることは望ましくない。その技術開発を日本企業が行っている間に、供給障害を回避しえた海外の競合企業が市場のシェアを拡大することが明らかだからである。また、技術開発以外の対応、例えばパソコンや携帯電話内の銅材を廉価だがかさばるアルミ材で代替するがごとき対応は、技術的には可能でも競争力のない製品を作ることになり無意味である。したがって、かかる代替を日本企業に強いがないためにも、鉱物資源政策による非鉄金属資源の安定供給確保が重要となる。

#### 第4節．供給障害の発生要因（中長期）

次に、供給障害の中長期的な発生要因は以下の3点である。

第5に、非鉄金属資源は極めて希少だからである。鉱物資源が地殻中に賦存する割合は、鉄が5.6%であるのに対し、銅は0.0055%、亜鉛は0.0070%、ニッケルは0.0075%、コバルトは0.0025%、タンタルは0.0002%と、むしろppm表記の方が適当である。また、地殻賦存割合に関する限り、ベースメタルとレアメタルの差は鉄との差に比べればほとんど無きに等しいレベルである。すなわち、鉱種や鉱床により濃集の程度に差があることを考慮しても、中長期的な入手困難性においてベースメタルとレアメタルに大きな差は存在しないことに留意すべきである。このことは、鉱物資源政策を考える上で、第3章に述べる中期的対策及び長期的対策においては、ベースメタルとレアメタルをあえて区別する必要性が乏しいことを意味する。

なお、非鉄金属資源の中でもアルミニウムは例外的に地殻賦存割合が8.2%と希少ではないため安定供給確保を図る必要はない。また、第3章で述べるように、非鉄金属資源のリサイクル可能量は経済的に限定されているため、基本的には他の鉱物資源と同様使用した分だけ減耗していく特性を有する。かかる減耗性を有することが、希少な非鉄金属資源の中長期的供給障害発生リスクを更に高めている。

第6に、非鉄金属資源は開発投資のフィージビリティが低いからである。鉱山開発事業は、他の通常のビジネスに比べて、投下資金が大規模であり、かつハイリスクであるとともに、投下資金を回収できるまでの懐妊期間が非常に長い。期間的には、探鉱段階に5～7年、開発段階に2～4年、開山後資金回収までに10～15年、合計で概ね20年強の長期間を要するのが通常である。また、開発は基本的に地表付近や平坦部に胚胎する容易な鉱床から順に行われるため、対象となる鉱床は時を追って必然的に深部化、奥地化が進むこととなる。このことは、鉱山開発に係る投資額の上昇とプロジェクト成功率の低下を意味している。したがって、非鉄金属資源はそもそも希少であることに加えて、中長期的には今よりより金属含有率の高い優良鉱床でなければ開発されなくなる傾向にある。

第7に、非鉄金属資源は開発投資のアクセシビリティが低いからである。投資家が鉱山開発へのアクセスを有しないため、経済的にはフィージビリティの高い優良鉱床であっても実際には開発されない場合が少なくない。例えばコンゴ民主共和国のテンケフングルメ銅鉱床やカザフスタン共和国のバジリコフスキー金鉱床等がそれである。非鉄金属資源の多くは途上国に賦存しているが、そこでは鉱業法規や地質情報が不備であることが多く、また、探鉱・開発に際し先住民による反対運動等の障害が発生する確率も高い。このように、資源賦存ポテンシャルが確実視され、経済的なフィージビリティが高いにも関わらず、探査投資のアクセシビリティが低い場合、かかるアクセシビリティの低さが中長期的な供給障害リスクを高めることとなる。

最後に、以上に述べた短期及び中長期的要因を供給障害発生の要因たらしめる根元的な要因として、あらゆる鉱物資源が「国家所有の原則」下にあるからであることに留意すべきである。すなわち、現在、ほぼ全ての資源保有国の憲法又は鉱業法第1条には、鉱物資源は国家に帰属する旨が明記されている。これは、鉱物資源が他の国際商品と本質的に異なる点である。この原則に基づき、資源保有国政府は第三者に探査権を付与し資源開発を行っている。このことは、探査の初期段階から資源保有国政府が開発事業に介入し、政治的理由による失敗を引き起こすリスクがあることを意味する。また、多くの資源保有国では「鉱業権の保証」すなわち鉱床発見者が開発できる保証を部分的にしか認めていないため、政府の資源開発政策の変更に伴い鉱業権が剥奪されるリスクも常にある。

したがって、非鉄金属資源の偏在性も希少性も、鉱物資源が国家所有であるからこそ問題となるのであり、日本が非鉄金属資源のほぼ全量を海外に依存しているという状況は、そのこと自体が供給障害の短期的かつ中長期的な発生要因となるのである。特に、現在日本がベースメタル調達の太宗を依存している中南米諸国において鉱業開発が成功したのは最近10年以内の事象であるに過ぎないことに留意すべきである。それ以前は政情不安、インフレ、資源ナショナリズム、債務危機、劣悪な治安等により民間投資による資源開発ができる状況にはなかったことを想起すれば、ベースメタルについても中長期的に供給障害が発生するリスクは必ずしも低くはない。

また、鉱物資源が農産品や工業製品とは異なり供給側の国家所有であるからこそ、鉱物資源については需要側も国家としてその確保を図るべきなのである。

以上に述べた非鉄金属資源の4つの短期的要因及び3つの中期的要因並びに鉱物資源の国家所有の原則により、非鉄金属資源は供給障害発生のリスクが高いため、日本の産業競争力の維持強化を図るため、鉱物資源政策をもってその安定供給を短期及び中長期的に確保することが必要となる。

## 第5節．供給障害発生の影響度

非鉄金属資源に供給障害が発生した場合、それが現在の日本の経済活動とりわけ産業競争力や国民生活にいかなる影響を及ぼすかを正確に予測することは難しい。しかしながら、いくつかのレアメタルについては、過去に発生した供給障害の例からその影響を知ることができる。例えば、平成9年のバナジウムの供給障害の際は、入手困難な状況が約1年間にわたり継続し国内メーカーへの高張力鋼の供給に深刻な支障をきたしたため、初めて国家備蓄物資が放出された。ちなみに国家備蓄物資が現実に放出されたのはかつてこの1例のみであり、備蓄原油にも備蓄食糧にも未だ例がない。また、平成12年のタンタルの供給障害の際は、東南アジアに放置されていた錫スラグからの回収や

米国の国家備蓄物資放出等の一時的対応がなされたものの、日本企業が製品出荷停止すら余儀なくされる事態を惹起した。これらの例から、レアメタルの供給障害が日本企業の産業競争力に深刻な影響を及ぼすことは明らかである。

他方、ベースメタルについては、海外の自鉱山で発生したストライキや自然災害等により精鉱調達が数か月程度滞り、製錬所の計画操業に支障を来した例は過去に散見されるものの、日本の産業競争力を揺るがすような大規模な供給障害はこれまで発生していない。このことは、国内及び海外のベースメタル鉱山開発を主たる対象とするこれまでの日本の鉱業政策が一定の効果を上げてきたからであると考えたい。また、第2章に後述するように、自主開発や融資買鉱に伴い海外鉱山と国内製錬業との間に結ばれる長期契約という契約形態も、ベースメタルの安定供給に寄与してきたと考えられる。いずれにせよ、仮に鉱業政策や長期契約が存在しなかった場合の状況を実証することは不可能である。

そこで、序章に述べたように鉱物資源政策プラットフォームでは、資源・素材学会において、ベースメタルの代表鉱種である銅についてその供給障害発生の影響に関するシミュレーション分析を行った。このため、まず、銅鉱石（精鉱）と銅地金の二つの国際市場における需給構造を描く多国間一般均衡モデルを構築した（野村浩二「鉱物資源の多国間一般均衡モデルと資源政策」）。同モデルは平成11年の統計データを基準とし、銅鉱石輸出上位6カ国（チリ、インドネシア、オーストラリア、カナダ、パプアニューギニア、ペルー）と銅鉱石輸入上位5カ国（日本、中国、韓国、ドイツ、米国）の経済行動、特に鉱石輸出国の寡占的経済行動が鉱石と地金の相互依存的な二つの国際市場を形成し、両市場における需給均衡を達成するように国際鉱石価格と国際地金価格が同時決定されるメカニズムを、極力現実に即して克明に描写している。

このモデルを用いて、チリの鉱石生産減少、中国の地金消費拡大、日本の鉱石長期契約比率減少の3ケースについて複数のシミュレーションを行った。その結果、例えばチリの鉱石生産量が40万トンすなわち9.5%減少した場合は、鉱石価格は72.6%、地金価格は57.7%上昇した。中国の地金消費量が30%拡大した場合は、鉱石価格は46.3%、地金価格は37.1%上昇した。また、日本の長期契約による鉱石輸入が半減した場合は、鉱石価格は25.3%、地金価格は20.1%上昇した。もとよりこれらの価格上昇は全世界に等しく及ぶものであるが、世界最大の銅鉱石輸入国であり世界第3位の銅地金消費国である日本がその影響を最も被る立場にあることは言うまでもない。

次に、かかる価格上昇が国内の他の財の価格に及ぼす影響を分析するため、日本の産業連関表を拡張した資源分析用産業連関表を作成した（安達毅「資源分析用産業連関表の作成と分析」）。同表は現時点で最新である平成7年版産業連関表をベースとし、国内の銅の現実のマテリアルフローを反映しうるように、中分類に対して5部門（銅鉱石、銅地金、銅電線、伸銅品、銅素形材）を増設している。この表を用いて価格波及分析を

行ったところ、チリの鉱石生産量が40万トン減少した場合は、銅電線は14.5%、伸銅品は10.4%、重電機器は1.9%価格上昇した。また、中国の地金消費量が30%拡大した場合は、銅電線は9.3%、伸銅品は6.7%、重電機器は1.2%価格上昇した。

これらの価格上昇が日本の産業競争力をどの程度奪うのかについては、今後更なる分析が必要である。また、この分析は100%の量的途絶により価格が定まらない局面を想定していないことにも留意すべきである。資源・素材学会によるこの研究の詳細については、<http://www.rieti.go.jp/preview/newsite/jp/projects/koubutsu/index.html> を参照されたい。

## 第2章．鉱物資源供給の現状と鉱物資源産業の役割

第1章では、鉱物資源の安定供給の必要性と定義及び供給障害の発生要因と影響について論じた。また、第3章では安定供給確保のために講ずべき鉱物資源政策について述べることにしたい。そこで本章では、次章での検討が現状を的確に踏まえたものとなるよう、鉱物資源の供給を巡る現状を整理するとともに、その担い手となる鉱物資源産業の役割について考察する。

### 第1節．鉱物資源供給の現状（世界）

鉱物資源の供給を巡る状況について、日本の鉱業政策が確立した昭和40年代との比較において、現状の特徴として我々が特に認識すべきものは8点ある。このうち世界共通の状況については以下の5点である。

第1に、非鉄メジャーの寡占化の進行である。ここ数十年のタームで見れば、国際的に非鉄メジャーと呼ばれる企業間のM&Aは他の産業のそれを上回る極端なペースでは必ずしもなかった。しかしながら、近年はこれが活発に行われており、資源支配の寡占化傾向を強めている。例えば、平成11年には墨・グループメヒコが米・アサルコを買収し、世界第2位の銅地金生産企業となった。平成13年には、加・テックと同・コミンコが合併し、世界最大の亜鉛鉱石生産企業となった。同年には、豪・BHPと英・ピリトンの合併、南ア・アングロアメリカンによる同・デビアスの買収等、大規模なM&Aが相次いだ。かつての資源ナショナリズムの動きが反転し国営鉱山の民営化や外資への売却が進む一方で、国際金属価格が総じて低迷する近年の動向の下で、この傾向は更に続く可能性が高い。

但し、「寡占化」とは言っても、例えば3つのメジャーが世界の80%を占める鉄鉱石をはじめ、数社の寡占になっている石炭やアルミナとは異なり、あるいは石油におけるかつてのOPECとは異なり、非鉄メジャーはまだベースメタルの国際価格をコントロールできる立場には至っていない。むしろ、資源ナショナリズムの時代の方が現在よりも供給者寡占の影響が強かったことも事実である。鉱物資源政策プラットフォームによる個別企業ヒアリングにおいても、鉱石や地金の調達条件に非鉄メジャー寡占化の直接的影響を実感している企業は少なかった。既に国際取引市場が確立している鉱物資源において、将来かつてのOPEC並みの価格コントロールがなされる危険性は小さい。

しかしながら、現実に銅地金のローカルプレミアム価格については、チリ国営の非鉄メジャーであるコデルコが毎年一方的に発表し他社がこれに追随するという関係が数年前から確立しており、これは寡占化の現れであると言える。また、前章に述べた資源・

素材学会による調査研究における銅地金の需給予測においては、国際銅価格が引き続き低迷する中で生産コストの低いチリやインドネシア等の銅生産国が国策として増産を続けた場合、米国やカナダ等の大規模鉱山が閉山に追い込まれ、相対的にチリやインドネシアの寡占化が数年以内に更に進むことが懸念されている（西山孝、伊藤俊秀、新熊隆嘉「鉱物資源の多様性と安定供給」）。このような鉱石供給分野における寡占化の進行に日本の製錬業が対抗するには、第4節に後述するように、海外鉱山の自主開発を通じて自らの権益を開拓することが必要である。

第2に、中国における鉱物資源需要の急拡大である。世界の銅地金需要は平成22年（2010年）までは年平均2.4～2.6%で伸び、同年には1763万トンとなり、アジアのシェアは37.2%となる。特に中国のシェアは14.3%となり、平成10年に比し3.2ポイント拡大することが予測されている（社団法人日本メタル経済研究所：平成11年11月報告書）。中国の銅地金需要の拡大が国際銅価格を相当程度上昇させる効果があることは、前章に述べた多国間一般均衡モデルにより示されている。この10年強の間、中国は政府の積極的な開放経済政策の下で年平均10%を超える高い経済成長を達成した。これに伴い、中国の銅地金需要は、電力、通信、建設等のインフラ部門を中心に毎年10万トン程度の増加を示した。10万トンの銅地金は中規模銅鉱山1つの年間生産量に匹敵する水準である。特に平成12年には、中国の銅地金消費量は前年より44万トンも増加した。

このような消費の急増に生産能力が追いつかず、近年中国は大量の銅地金を輸入に依存する構造を強めている。平成11年に銅地金の消費量は生産量を31万トン上回ったが、それが平成12年に56万トン、平成13年に78万トンと年々拡大傾向にある。このような消費と生産のギャップを埋めるため、中国は数年以内に国内製錬所数及び生産能力を大幅に拡大することが当然予測される。現に中国企業は海外銅鉱山の自主開発に積極的に取り組み始めている。例えば、ザンビアのチャンビシ銅鉱山の権益の85%は中国有色建設集団会社が獲得した。中国政府は日本の金属鉱業事業団を通じた探鉱促進政策に多大な関心を寄せている。今後日本は隣国中国との間で鉱石獲得において競合関係を強めることは避けられない。但し、中国の銅需要のかなりの部分は日本の電線・伸銅メーカーの中国への生産移転によるものであることに留意すべきである。したがって、鉱物資源政策は中国が獲得すべき鉱石量を日本が奪うが如きゼロサムゲームを助長する類の政策であってはならない。日本企業による探鉱と開発を支援することによって、正々堂々と日本への鉱石安定供給を図るのが本道である。

他方、亜鉛については銅とは逆に、中国は地金生産が消費を大きく上回り世界最大の亜鉛地金輸出国となっている。中国は亜鉛鉱石を自給してきていたが、平成13年には初めて輸入量が輸出量を上回りネット鉱石輸入国に転じた。今後は亜鉛鉱石についても日中間で獲得競争が顕在化することが予想される。また、レアメタルについては、中国は世界のレアアース生産量の85%、タングステン生産量の79%を占めており、その



寡占的立場からスクイズすなわち売り惜しみを行うことが少なくない。このような中国のスクイズを抑止するためには、日中間の多様な分野で経済的相互依存関係を深める努力が必要である。

なお、アジアの一方の大国であるインドは、自国の製錬業を育成するため銅地金に対して過剰な高関税を課すことにより、近年銅鉱石の輸入を急増させている。平成14年現在の関税率は25%に達する。市場原理を歪めても貪欲に経済成長を追求するこの10億人国家を、我々は中長期的な供給障害の潜在的脅威として警戒すべきである。

第3に、先進国におけるテロリズムリスクの顕在化である。第1章で触れたように、平成13年9月11日の以前と以後で、先進国の安全性に対する世界の認識は一変した。それはパラダイムシフトと呼んでも過言ではない根本的な認識の枠組みの変更である。世界で最もセキュリティの高い国であるはずの米国の政治経済の中核部で、あれほど大規模なテロが発生することを事前に予測できた者は、一握りの犯行集団以外世界に誰一人としていなかった。したがって、先進国が途上国よりも安全であると考えるのはもはや誤りである。このことはもちろん鉱物資源の供給だけに関する問題ではないが、鉱物資源供給の現状を認識する上で避けては通れない大きな問題である。

米国のテロについては、ターゲットが鉱物資源の供給ルートと関連が薄かったが、それでも、例えば倒壊したWTCビルの瓦礫に埋もれて一時回収不能となった3000万オンスの銀地金はCOMEX全在庫の30%に相当する量であったことから、銀市場に品薄感が広がる等若干の影響はあった。今回のテロは鉱物資源の大きな供給障害を惹起しなかったが、それは単に不幸中の幸いであつたに過ぎず、次もそうであるとは限らない。テロリズムは時と場所を選ばず、国際社会がいかに努力しようとこれを完全に予測し回避することは不可能である。例えば、仮に日本が亜鉛鉱石輸入の過半を依存する豪州において鉱石供給ルート上で大規模テロが発生した場合、先進国産のベースメタル鉱石であっても深刻な供給障害が発生する可能性が十分にある。今やそのことを明確に認識すべき時代となったのである。

第4に、IT革命の進展等に伴う特定のレアメタル需要の急激な変化である。例えば、携帯電話やパソコンの小型軽量化のためには、電解コンデンサにタンタル、モーターに希土類磁石、コネクタにベリリウム、接点にパラジウム、液晶の透明電極にインジウムが必要であり、これらは近年の携帯電話や小型パソコンの急激な普及に伴い需要が急増した。これに伴い、液晶用ガラスの研磨剤に用いられるセリウムや電子材料を焼成する容器に用いられるジルコニウムも需要を増加している。これらIT分野の他、環境分野では自動車排ガス触媒や燃料電池触媒としてプラチナ、パラジウムが必要であり、窒素酸化物やダイオキシンの分解用光触媒として酸化チタンが注目されている。これらの中には、10年前にはベースメタル製錬の副産物として得られても使い道がなくスラグと化していたものすらある。

俗にドッグイヤーと呼ばれるように、IT産業分野の成長速度は従来他の産業分野

のそれとは次元が異なり、したがって必要となるレアメタル鉱種の移り変わりも極めて急速である。このように数年後にどの鉱種の需要が急増しているかを予測することは大変困難であるが、困難なるが故に政府としては精度の高い需要予測を行い、日本企業が必要なレアメタルを安定的に確保できる環境を整えることが重要である。

第5に、鉱山開発における「持続可能な開発」概念の世界的な普及である。持続可能な開発すなわちサステイナブルデベロプメントとは、将来の世代が享受する経済的社会的な利益を損なわない形で現在の世代が環境を利用していこうという概念であり、世界の環境意識の高まりとともに、全ての開発分野において論じられている。鉱山開発の分野においては、現在この概念の具体化とそのグローバルな合意形成に向けて、国連やOECD等の国際機関、世界鉱業省フォーラムや南北米鉱業大臣会議等の政府機関、また、グローバルマイニングイニシアチブ等の鉱業界がそれぞれの立場から活発な議論を展開している。更に、開発や貧困の問題についての市民社会の関心が以前にも増して強くなっている。

こうした動きを受け、今や新規鉱山開発は自然環境や地域社会を最大限に尊重したものでなければ行えなくなっている。また、鉱山開発に関心を持つ第三者の動向が無視できなくなっている。もとより「持続可能な開発」は疑う余地のない正しい概念であるが、鉱山開発分野におけるその具体化に当たって国際議論が過度に先鋭化しないよう、日本政府としてもこれに積極的に参加し貢献することが重要である。

## 第2節．鉱物資源供給の現状（日本）

次に、日本国内の現状について特に認識すべきは以下の3点である。

第6に、国内資源の枯渇である。序章に述べたように、国内で稼働する金属鉱山数は昭和26年の823鉱山をピークとして減少を続けてきた。これは、経済的に採算のとれる品位の鉱床の鉱量が徐々に枯渇していったためである。平成13年には神岡鉱山が閉山し、今や国内で従業員100人を超える金属鉱山は亜鉛及び鉛を主に産する豊羽鉱山と金を主に産する菱刈鉱山の2鉱山のみとなった。豊羽鉱山による平成12年の日本の亜鉛鉱石自給率は平成12年に11.0%である。銅については、昭和30年代から40年代にかけて黒鉱鉱床が盛んに開発されてきたがその鉱量も尽き、もはや国内に銅鉱山は一つも存在しない。この結果、同年の銅鉱石自給率は0.1%であり、したがって銅鉱石の輸入依存度は99.9%である。レアメタルについては、豊羽鉱山に世界最高品位の鉱床があるインジウムを特筆すべき例外として、いずれの鉱種も日本の鉱石自給率は限りなくゼロ%である。

政府の「国内探鉱三段階方式」による広域地質構造調査と精密地質構造調査は、既に平成13年度末までに37年間を費やし合計88地域において1837本のボーリン

グを行う等により、日本国内に鉱床賦存の可能性のあるほぼ全域を調査し尽くした。したがって、今後北方領土が返還されればともかく、現状では国内にはもはや未調査の地質構造の中から新たな優良鉱床が発見される資源ポテンシャルはない。すなわち、日本は永遠に鉱物資源供給を海外に依存し続けなければならない宿命にあるのである。

第7に、国内製錬業の「鉱物資源産業」化である。国内資源の枯渇に伴い、今や全ての国内製錬業は海外鉱山から鉱石を輸入してそれを製錬する「カスタムスマルター」である。その多くはかつて国内鉱山の山元製錬所として稼働していた歴史を有する。但し日本最大規模の小名浜共同製錬所は、昭和38年に海外からの鉱石輸入を前提に山元ではなく港湾地区に建設された生粋のカスタムスマルターである。第1章でも触れたように、カスタムスマルターは海外からの鉱石輸入が絶たれれば消滅する運命にあるため、その安定供給を必要とする。このため、第4節に後述するように国内製錬業は価格変動の大きいスポット市場からの単純買鉱の他に、程度の差はあれ海外鉱山に対する投融資を行っており、そこから長期契約による鉱石の安定供給を受けている。更に、鉱石を製錬して地金を国内産業に供給するだけでなく、自らその地金を加工して電子材料を生産するとともに、近年は製錬設備を活用した廃棄物処理や金属リサイクル等の環境事業も積極的に行っている。

このような、上流の海外鉱山開発・経営から中流の国内製錬所での地金生産を経て下流の電子材料生産や環境事業に至るまでを1つの企業が一貫して行う産業形態が、日本の鉱物資源供給の現状の特徴である。なお、環境事業は廃棄物やスクラップから地金を再生産する事業であるため、「下流」というよりも、下流から中流へのいわば「逆流」段階と位置づける方が適当であるかも知れない。

かかる現状に則して鉱物資源政策を検討するためには、標準産業分類上は複数の産業に分類されるこれらの事業を別々に捉えるよりも、1つの産業として包括的に捉える方が現実的である。そこで本稿では、このような非鉄金属資源に係る上流、中流、下流及び逆流段階までを包含する産業形態を「鉱物資源産業」と呼ぶこととする。現在、日本の鉱物資源産業は、三菱マテリアル、三井金属鉱業、住友金属鉱山、日鉱金属、同和鉱業、古河機械金属、東邦亜鉛、日鉄鉱業の8社を主な構成企業とし、平成13年の売上高は1兆7785億円、従業員数は17000人である。鉱物資源産業は、上中流では国際金属価格や為替変動の影響を必然的に強く受け、下流ではIT景気の浮沈に翻弄される産業である。平成13年度は国際金属価格の低迷とIT景気の低迷により8社とも大幅な減収減益を余儀なくされている。

第8に、鉱物資源産業における合従連衡の活発化である。日本の鉱物資源産業は非鉄メジャーに比べてあまりに小規模である。例えば、統計の前提が異なるため単純に比較することは適当ではないが、上述の鉱物資源産業主要8社の売上高の合計は合併前のBHP1社の売上高約2.5兆円に遠く及ばない。日本の石油開発企業と石油メジャーの間にも見られるこのような規模の格差は、非鉄メジャーの母国である欧米諸国政府が歴

史的にも地理的にも中南米やアフリカの資源保有国に強い影響力を有していることや、自国の資源セキュリティを守るためには軍事力の行使をも辞さない姿勢にあることと無縁ではない。なぜなら、第1章に述べたように鉱物資源は国家所有の下にあるため、国家間の力関係が民間企業の活動環境にも少なからぬ影響を与えるからである。このように、日本の鉱物資源産業はこのような自らの責任外の事情により大きなハンデを負わされている。

なお、鉱物資源産業と非鉄メジャーの間の規模の差の影響が最も現れるのは探鉱活動における実力差である。例えば、平成11年の日本の鉱物資源産業主要8社の探鉱費の合計27億円は、BHP1社の探鉱費134億円には比ぶべくもなく、中規模メジャーであるインコの26億円に匹敵する規模である。このような格差が発生するのは、規模の大きな企業ほど複数の探鉱プロジェクトを並行して進めることにより探鉱リスクをヘッジすることが可能となるからである。この結果、非鉄メジャーの利益率や資金負担能力も日本の鉱物資源産業に比べて必然的に強くなる。

こうした非鉄メジャーに少しでも対抗するため、また、現下の厳しい経済情勢に対応するため、近年、日本の鉱物資源産業においても合従連衡を活発化する兆しが見られる。例えば、日鉱金属と三井金属鉱業は平成12年に電気銅及び硫酸の販売事業で提携し、平成13年には銅精鉱の買鉱事業でも提携した。更にこの提携関係は平成15年春に銅地金生産に及ぶ予定である旨の発表が最近なされており、実現すれば銅地金の生産規模で見ればコデルコに次ぐ世界第2位の「和製メジャー」の誕生となる。また、亜鉛事業においては、三井金属鉱業と住友金属鉱山は平成14年秋に原料購入や製品販売等で提携する予定である。

以上に述べた鉱物資源供給の海外と国内における現状を的確に踏まえ、安定供給確保のための具体的な鉱物資源政策を検討する必要があるが、その前に更に、鉱物資源調達の担い手となる鉱物資源産業の果たす役割を整理し、認識しておかねばならない。第3節及び第4節でその作業を行うこととする。

### 第3節．製錬業が国内に存在することの意義

後述するように、ベースメタル製錬のバイプロで生産する場合を除き、レアメタルは国内で基本的に地金を生産しない。なお、便宜的に本稿において「レアメタル地金」とは製錬段階を経たレアメタルの形態を指し、いわゆるインゴットのみならず、酸化物等の中間品や合金も含む広義の概念とする。同様に、「レアメタル鉱石」とは製錬段階を経ていないレアメタルの形態を指し、レアメタルを主に含有する鉱石のみならず、ベースメタル鉱石中に微量含有するものもレアメタルに着目した場合にはレアメタル鉱石と呼ぶこととする。

国内で基本的に地金を生産することのないレアメタルとは異なり、ベースメタルについては鉱物資源政策の対象として鉱石と地金のどちらの安定供給確保を図るべきかを検討しておく必要がある。日本の製造業の産業競争力の維持強化という観点からは、直接的には地金の安定供給さえ確保されていればよいはずである。更に、例えば銅鉱石(精鉱)は不要物を60～70%含有しており、その処理プロセスから発生するスラグや硫酸は適正に処理しなければ環境に悪影響さえ及ぼすものであるのに対し、地金からはかかる副産物や残滓は当然ながら発生しない。にもかかわらず鉱物資源政策は、クリーンな地金だけでなく、なぜ鉱石の安定供給確保まで図る必要があるのだろうか。換言すれば、カスタムスメルターである国内製錬業の海外からの原料確保をなぜ国があえて支援する必要があるのだろうか。それは、製錬業が国内に存在することが日本の産業競争力にとって以下のような大きな意義を持つからである。

第1に、国内製錬業は、国内製造業への地金の安定供給に寄与するからである。仮に日本に製錬業が存在せず、全てのベースメタル供給を海外からの地金輸入に依存する場合、国内製造業への地金の供給構造は今よりも著しく脆弱となる。なぜなら、地金の売買契約において、フレートすなわち海上運賃は供給者側が負担するのが国際慣行であるため、チリ等中南米諸国にとっては日本に地金を輸出するよりも距離の近い北米や欧州に輸出する方が低コストである。このことは、ひとたびチリの製錬所に事故等が発生し地金生産が減少すれば、北米や欧州向けよりも先に日本向けからまず地金供給が止められるであろうことを意味するからである。かかる事態はベースメタル地金の安定供給を必要とする多くの日本の製造業にとって明らかにマイナスである。

したがって、製錬業が国内に存在し、「鉱物資源産業」として約8割に達する長期契約比率を背景に安定的に鉱石を確保することによって、安定的に地金を国内製造業に供給することの意義は大きい。もちろん地金輸入にも所謂「長期契約」は存在するが、それは海外製錬業と国内製造業との純粋なコマーシャルベースの単年契約であり、全ての契約条件は毎年交渉し直さなければならない。これに対し鉱石輸入における長期契約は基本的に国内製錬業の海外鉱山への投融資に基づくものであるため、毎年の引取数量は保証されている上に、契約期間も複数年が通常で長ければ10年に及ぶ契約も珍しくはない。このように、鉱石の長期契約は地金のそれとは安定度の次元が全く異なる。以上から、この問題についてよく聞かれる「安定供給確保は市場からの地金輸入で十分」という主張は短絡的であり誤りである。

第2に、国内製錬業は、国内製造業の地金供給ニーズにきめ細かく対応できるからである。仮に日本に製錬業が存在せず、全てのベースメタル供給を海外からの地金輸入に依存する場合、国内製造業が多様な形状や調合の地金を小ロットで迅速に調達することは難しい。なぜなら、地金の輸入は通常1件当たり1000～2000トン前後の大ロットで行われるからである。特に亜鉛は、国内需要の大半は調合亜鉛であり形状も極めて多様であるため輸入地金では対応不可能である。地金の品質については、例えば日本

の製錬業の生産する電気銅は、チリでSX-EW法により生産される銅地金に比べて不純物の偏差すなわちばらつきがはるかに小さく均質である。日本の電子部品等のハイテク産業にとって、かかる超高品質の銅地金を利用できることは海外企業に対する大きな優位となる。また、例えば半導体やハードディスクに用いる高純度ニッケルの生産も日本の製錬業の得意とするところである。このように、製錬業が国内に存在し、国内製造業の多様かつ高水準の地金供給ニーズに対応できることの意義は大きい。

第3に、国内製錬業は、高付加価値電子材料の供給源となるからである。例えば電解銅箔や高純度ガリウムのように、高い付加価値を持った電子材料の多くは製錬技術の蓄積なくして生産することは困難である。現実には、例えば電解銅箔は三井金属鉱業が40%、高純度ガリウム及びメタル粉磁性材料は同和鉱業がそれぞれ30%及び70%、高純度電解鉄は東邦亜鉛が60%の世界シェアを獲得し、この分野におけるグローバルトップ企業となっている。このように、製造業が国内に存在し、「鉱物資源産業」としてかかる高付加価値電子材料を自ら生産し、それを国内のIT産業に安定的に供給することの意義は大きい。国内製錬業の存在が、日本のIT産業の競争力の一端を担っているのである。

第4に、国内製錬業は、地金の対日プレミアム価格を抑制するからである。銅地金のローカルプレミアム価格は、毎年チリ国営コデルコ社が一方向的に決定するものではあるが、対日プレミアム価格については、日本国内に高品質の地金を供給できる製錬所が存在するが故に、必ずしも売り手市場とはなっていない。したがって、製錬業が国内に存在すること自体が、銅地金の対日プレミアム価格の抑制に貢献しているということができる。実際、アルミニウム地金の対日プレミアム価格は、昭和62年に国内製錬業が消滅した直後に急騰し、現在も銅地金以上の水準にある。

第5に、国内製錬業は、日本が循環型社会となる上で必須の存在だからである。仮に製錬業が国内に存在せず、「鉱物資源産業」として廃棄物処理や金属リサイクルを行わなければ他にこれを行いうる者は存在しない。今日、廃自動車のシュレッダーダストや廃家電からの金属回収が製錬所において行われているが、かかる環境事業はそれ単独で行うには高コストでありビジネスとして成立しないため、製錬業の本業たるベースメタルの製錬過程において、その設備と技術を活用した副業として行うことではじめて経済合理性が得られるからである。したがって、日本の環境に重大な負荷を与えないためにも、製錬業が国内に立地することには大きな意義がある。

第6に、国内製錬業は、それ自体が世界最高水準の国際競争力を有する産業だからである。この点については今後更に定量的な検証が必要であるが、いくつかの事実から明らかに推定される。すなわち、製錬業は巨額の設備投資を要する典型的な装置産業であるが、日本の製錬業は昭和30～40年代に酸素富化等に代表される設備投資を意欲的に行ったことにより、現在、日本のほぼ全ての製錬設備が償却を終えている。このことが日本の製錬業の競争力の大きな源泉となっている。また、銅地金については、成長が

見込まれる中国を含むアジア市場へのアクセス条件が南米など他の生産国に比べ優位であることも大きい。

地金の品質や技術力については既に述べたとおりであるが、特に、世界でも厳しい水準にある日本の環境規制をクリアできる環境対策を講じてなお、規制の甘い途上国の製錬業に伍して戦いうる日本の製錬業の実力は特筆すべきである。世界的な環境意識の高まりの下で、今後は途上国や中国の環境規制も強化されていくことが必定であることから、高い環境対応技術を既に有する日本の製錬業の国際競争力は相対的に優位性を強めていくことが予測される。このように今後の国際競争力向上が約束された貴重な産業が空洞化することは日本経済にとって大きな打撃であるので、国内に存続させなければならない。但し、この競争力は必ずしも強固な基盤の上に成り立っているものではない。第1章に述べたように、カスタムスメルターの命脈はひとえに海外からの鉱石の安定供給が確保されるかどうかにかかっている上に、非鉄金属資源は供給障害発生リスクが高く、鉱石供給が一定期間以上止まれば製錬業は倒れざるを得ないからである。

以上のように、ベースメタルについて製錬業が国内に存在することには大きな意義があり、日本経済全体にとってなくてはならない産業であるため、鉱物資源政策をもってその原料である鉱石の安定供給確保を図る必要があるのである。逆に、製錬業が国内に存在し鉱石の安定供給が確保される限り、国内産業への地金の安定供給はそれで確保されるので、政策をもって地金の安定供給確保を図らねばならない必要性は相対的に低下する。

他方、レアメタルについては需要の規模が小さく、かつその移り変わりも激しいため、ベースメタルのパイプロで生産する場合を除きわざわざカスタムスメルターがレアメタル鉱石を輸入して国内で製錬するメリットは小さい。したがって、レアメタルは基本的に海外鉱山の山元製錬であり、レアメタル鉱石の安定供給を図る意義は乏しく、日本の鉱物資源産業も海外のレアメタル鉱山開発には関心が薄い。そこで、レアメタル地金の安定供給確保において期待されるのはむしろ日本商社の役割である。現実には、カザフスタン共和国をはじめとする中央アジアにおけるレアメタルの山元製錬まで含めた鉱山開発に対し、今日多くの日本商社が高い関心を示している。このような商社の活動に対し、鉱物資源産業に比した商社の弱点である技術面での政策支援がありえないか検討する必要がある。これについては第3章に後述する。

なお、商社はベースメタルの鉱山開発にも積極的に参画している。例えば三井物産はスウェーデンのシンクタンクであるロウマテリアルズグループの選定する世界のトップ鉱山会社50に唯一名を連ねる日本企業である。特に海外における資源情報収集能力やプロジェクト形成能力において、商社は鉱物資源産業を遙かに凌ぐ実力を有している。こうした点に鑑み、これからの鉱物資源政策は商社の役割についても再認識すべきである。

#### 第4節．鉱物資源産業による鉱石確保

以上に述べたように、日本の産業競争力を維持強化するためには、国内に製錬業が存在するベースメタルについては地金よりむしろ鉱石の安定供給確保を図ることこそが重要である。そして、日本において海外のベースメタル鉱石を確保する主体は、「鉱物資源産業」としての製錬業である。鉱物資源産業が鉱石を確保する方法は次の3通りに分類される。すなわち、探鉱又は開発の段階から鉱山開発に投資し、一定の権益に基づいて鉱石を確保する「自主開発」、鉱山開発に必要な資金を融資することにより長期契約を結び、これに基づいて鉱石を確保する「融資買鉱」、スポット鉱石市場から鉱石を確保する「単純買鉱」である。このうち単純買鉱は調達価格の変動が激しく、また、長期的に鉱石を調達できる裏付けもない。更に、製錬業にとって、鉱石を供給する鉱山が一定していなければ、鉱石の不純物濃度やシリカ含有量等の品質に偏差が生じるため、製錬所の計画的な操業にとってマイナスとなる。したがって、鉱石の安定供給確保の観点からは、単純買鉱よりも自主開発や融資買鉱の方が望ましいことは明らかである。

それでは、自主開発と融資買鉱はどちらがより望ましいだろうか。どちらも長期契約に基づく鉱石確保である点に相違はない。また、自主開発により鉱山権益を保有すればキャピタルゲインはもちろん得られるが、その鉱山から産出する鉱石を他より廉価で調達できるわけではない。自主開発も融資買鉱も、買鉱条件は基本的に同じである。それでもなお、鉱石の安定供給確保の観点からは、自主開発による鉱山権益保有こそが最も望ましい。

なぜなら、第1に、鉱山権益を保有する者は、最低限そのシェア分の鉱石を引き取ることが保証されるからである。現実には、日本の鉱物資源産業の多くは自らの権益分を上回る鉱石を確保している。すなわち第2に、鉱山権益を保有する者は、権益分を上回る鉱石についてファーストリフューザルライトが通常与えられるからである。これは、競争者と同じ条件を提示すれば必ず鉱石を確保できる権利である。したがって、いくら高く買いたいという相手が出てきても、この権利を行使すれば少なくとも同価格で買えることが保証されている。第3に、鉱山権益を保有する者は、スポット鉱石市場の急な高騰等不測の事態の発生に際し、鉱石を優先的に割り当てられる場合が多いからである。

第4に、鉱山権益を保有する者は、鉱山経営への参加を通じて豊富な情報に接することができるからである。例えば、その鉱山の数年後までの経営計画、パートナーたる非鉄メジャーの現状、その鉱山と取引している海外製錬業の現状等、部外者には得難い情報を迅速に入手することが可能となる。第5に、鉱山権益を保有する者は、鉱山経営への参加を通じて鉱山技術を維持することが可能となるからである。探鉱、採掘、選鉱等の鉱山技術は現場経験でしか修得することができない。豊羽鉱山と菱刈鉱山を除き、日本の鉱物資源産業は国内鉱山を有しないため、海外鉱山において自社の鉱山技術を次の



世代の人材に継承する必要がある。

このような鉱山権益保有のメリットを日本の鉱物資源産業がより本格的に享受するためには、できれば権益のメジャー部分を保有し、そのことにより鉱山経営をコントロールできる立場に着くことが望ましい。そのためには、探鉱段階から鉱山開発に参加していることが必要である。開発が進めば進むほど、中途参入に要する費用は高くなる。少なくとも探鉱終了後の参加者がメジャー部分を獲得できることは極めてまれである。したがって、日本の鉱物資源産業に限られた資金で鉱山権益のメジャー部分を獲得するためには、グラスルーツ探鉱を積極的に行う必要がある。他方、S X - E W法の普及でチリ等中南米では山元製錬が活発化している。このことは、日本の鉱物資源産業がカスタムスマルターを中核とする現在の状況に安住することが将来的に難しくなるであろうことを意味する。

以上に鑑み、日本政府は鉱物資源政策によるバックアップを通じて、次のことを強くアピールすべきである。「ジャパニーズスマルターよ、探鉱に還れ」。

## 第5節．鉱石と地金の安定供給確保

以上をまとめると、鉱物資源政策が海外から日本への安定供給確保を図るべき対象は、基本的にベースメタル鉱石とレアメタル地金となる。鉱物資源産業は、国内の製造業に対するベースメタル地金の安定供給を通じて、日本の産業競争力の維持強化に貢献する基盤産業である。

戦後の日本政府が鉱業を経済復興のための重点産業と位置づけたように、平成不況下の日本政府は鉱物資源産業を産業競争力維持強化による経済復権のための重点産業と位置づけるべきであり、可能な限りの政策資源を投入して原料鉱石の確保と安定的操業を支援すべきである。例えば経済産業省の産業競争力戦略会議や内閣の経済財政諮問会議はこの点を強く認識すべきであるし、もし彼らの認識が甘ければそれを正すのが我々の義務である。もちろんこれは日本経済全体に寄与する政策であり、個別産業の振興を目的とするものではない。そのための具体的方策については第3章で述べる。

### 第3章．安定供給確保のために講ずべき鉱物資源政策

第1章及び第2章において、日本政府が鉱物資源の安定供給確保を全力で図らねばならない理由が明らかになった。これを踏まえ、本稿の締めくくりとして、本章では鉱物資源の安定供給確保のために講ずべき政策を体系化し、各々の政策の今後の具体的方向性を提示する。

#### 第1節．安定供給政策の体系

第1章に述べたように、非鉄金属資源の供給障害発生要因には、大まかに分類して短期的なものの中長期的なものがある。したがって、安定供給の確保を遺漏なく図るためには、短期、中期、長期それぞれの視点に立った対策を講じなければならない。すなわち、短期的あるいは突発的な供給障害への備えとしては、備蓄という直接的手段が最も効果的である。中期的な供給障害発生要因を除去するためには、日本の鉱物資源産業による探鉱開発を促進し、海外における日本の自主開発鉱山を拡大すべきである。あわせて、鉱物資源は国際商品であることに鑑み、市場機能を活用することによって供給の安定度を高めることも重要である。更に長期的な備えとして、陸上の鉱物資源量が枯渇したときのために、マンガン団塊に代表される深海底資源の排他的開発権を今から日本が確保しておくことは意義のある先行投資である。

これら4つの対策の中で、鉱物資源政策として最も重点を置くべきは「探鉱開発の促進」と「市場機能の活用」である。これらは一義的には中期的対策と位置づけられるが、短期的な効果と長期的な効果も兼ね備えるからである。探鉱開発の促進はこれまでの鉱業政策においてもその中核をなすものであった。鉱物資源政策においては、後述するようにその対象を完全に海外資源に絞った上で、引き続き最重点施策として位置づけるべきである。逆に、市場機能の活用は、これまでの鉱業政策においてはほとんど顧みられてこなかった政策手段であるが、鉱物資源政策においては、探鉱開発の促進と並ぶ重点施策として両者バランスをとって取り組むべきである。

このように、中期的対策である探鉱開発の促進と市場機能の活用を鉱物資源政策の2本の主軸とし、これに短期的対策である「レアメタルの備蓄」と長期的対策である「深海底資源の探査」を加えて、あらゆる供給障害発生要因に対応する万全の備えを形成する。これを、鉱物資源政策における安定供給確保策の体系とすべきである。第3節以下に、探鉱開発の促進、市場機能の活用、レアメタルの備蓄、深海底資源の探査の順に、その具体的方向性を論ずることとする。

なお、鉱物資源の安定供給確保策としてはこれらの他に、国内の製錬所におけるスク

ラップ等からの金属リサイクルを促進することによって、海外の鉱物資源への依存度を下げるといった手段も考えうる。例えば、近年爆発的に増加している使用済み携帯電話からは1台あたり銅13g、金28mg、パラジウム14mgが効率よく回収されるため、「都市型鉱山」と呼ばれることもある。しかしながら、リサイクルは本質的に経済性を無視して行われるものではなく、金属リサイクルにおいては回収率を少し上げるとコストが著しく上昇するという特性を有しているため、金属リサイクルの資源確保への寄与は限定的である（西山孝、伊藤俊秀、新熊隆嘉「鉱物資源の多様性と安定供給」7頁参照）。かかる認識から、金属リサイクルを促進する技術開発等の政策は安定供給策としてではなく、むしろ鉱物資源産業を通じた環境貢献策として正面から位置付けるべきである。

## 第2節．廃止すべき鉱業政策

第3節以下で今後の安定供給政策の方向性を論ずる前に、現行政策の中で廃止すべきものを明らかにしておかなければならない。すなわち、第2章で述べた鉱物資源供給に関する海外及び国内の現状に鑑みれば既にその存在意義を失い、鉱物資源政策として存続すべきではない政策がいくつかある。戦後鉱業政策を象徴する国内探鉱三段階方式の「広域地質構造調査」と「精密地質構造調査」は、既に鉱床賦存の可能性のある国内のほぼ全域を調査し尽くしたため、その役割を全うしたと判断すべきである。そのための予算、人材等の政策資源は今後は全て海外鉱物資源の確保のために割り振るべきである。

また、国内鉱山の経営悪化に際し低利融資を行う「金属鉱業経営安定化融資制度」は、国内資源が枯渇し、対象となる国内金属鉱山が実質2鉱山のみとなってしまった現状においては、もはや存続すべき積極的理由はどこにも見あたらない。

これら国内鉱山対策の他に、銅、鉛、亜鉛及びアルミニウムの民間備蓄に必要な資金を低利融資する「非鉄金属輸入安定化備蓄制度」も、鉱物資源政策において存続すべきではない政策である。この政策は、レアメタルに比べて偏在度が低く短期的供給障害発生要因の少ないベースメタルについて短期的対策である備蓄を行うというコンセプト自体に当初から無理があった。実際にこの融資制度は昭和58年度を最後に今日まで19年間実績がない。かかる机上の空論的政策はここで一旦廃止すべきである。但し、第2章に述べたように、世界的なテロリズムリスクの高まりに伴い、今や先進国産のベースメタルであっても突発的供給障害が発生しないとは言い切れない状況となったことは動かしようのない事実であり、これに対応する政策をゼロベースで検討することは必ずしも無意味ではない。それについては、第5節で述べる。

これら廃止すべき施策以外に、現行施策の中には廃止はしないまでもその効果及び効率の観点から制度や運用の大幅な改変が必要なものも少なくない。それらについては第

3節以下で述べる。

### 第3節．探鉱開発の促進（中期的対策）

第2章で述べたように、本稿の強力な主張の一つは、日本の製錬業はカスタムスメルターとしての現状に安住せず、海外探鉱活動に還らなければならないということである。しかしながら、探鉱活動はあらゆる企業活動の中で最もリスクの高い行為である。またその一方で、現在の金属価格低迷下ではそのリターンは必ずしも十分に高いとは言えない状況にある。ハイリスク・ローリターンな産業に投資する者はいないので、探鉱リスクをリターンに見合う水準まで低減しなければ、探鉱開発はビジネスとして成り立たない。企業規模が大きくコネクションの豊富な非鉄メジャーであればそれを自ら行うことも可能だが、日本企業に同じことを求めるのは酷である。そこで、日本政府が企業の探鉱リスク低減を支援する必要がある。それには以下の3つのアプローチがある。

#### (1) 資源情報の提供

日本企業に対し海外の地質情報や投資環境情報を提供することにより、探鉱リスクを低減する方法である。

金属鉱業事業団の海外10カ所の拠点による情報収集提供は企業から一定の評価を得ているが、迅速性の面で改善の余地がある。資源保有国の政情等を正確に把握し、突発的供給障害の発生前に警報を発せるくらいが理想である。そのためには資源エネルギー庁と外務省、防衛庁の密な連絡体制の構築が不可欠である。金属鉱業事業団による衛星画像解析は辺境地域を対象とするのが建前だが、中期的に日本企業が投資しようのないあまりにも辺境過ぎる地域を対象とすべきではない。また、画像解析技術は不断に向上しなければならない。なお、これらの情報は日本企業だけに限定して提供すべきであり、海外メジャーに漏洩しないよう徹底した情報管理が必要である。

資源保有開発途上国に対する金属鉱業事業団のODA調査は、対象国政府に対する資源情報提供である。直接には日本企業だけの利益には結びつかないが、国際的資源量拡大の恩恵を最も受けるのは大消費国の日本である。この点で、国益と世界益は両立する。但し、途上国政府がODA調査を要請する地域は売れ残りの非有望鉱区であることが少なくない。貴重な政策資源を無駄にしないため、徹底的な事前調査が必要である。なお、ODAは見返りを求めないのが原則だが、供給障害発生時に日本に優先的に供給する旨の協定を対象国政府と結ぶことはドナー国として当然の要求の範囲内である。

これら資源情報の収集提供は、新たに設立される独立行政法人「鉱物資源機構」において、旧石油公団の情報収集機能との統合効果を十二分に発揮することによって、今よりも強力に実施されなければならない。

## (2) 直接的資金支援

日本企業に対する補助金、政策金融、税制措置等により、探鉱リスクを低減する方法である。

金属鉱業事業団による海外地質構造調査及び海外共同地質構造調査は、日本企業の海外探鉱活動に対する最も直接的な支援であり、探鉱開発促進策の中でも中核的な位置付けが与えられるべきである。鉱物資源機構においては、国内地質構造調査の終了に伴い、これら海外地質構造調査事業に予算及び人員を更に重点的に投入すべきである。また、日本企業にとってより活用しやすいものとなるよう、制度と運用を改善すべきである。すなわち、途上国の多くには雨季と乾季があり、また南半球では日本と季節が逆となる等のため、プロジェクトの実施期間が日本の会計年度と一致しない場合が少なくない。このため、年度をまたぐ予算の繰越しと企業からの年間を通じた応募を可能とすべきである。また、日本企業の100%子会社の子会社であれば孫会社も対象とすべきである。更に、日本商社による探鉱活動を促進するため、そのF/S費用を補助することにより技術面での商社の弱点をカバーすべきである。但しその際は将来その鉱山から産する鉱物資源の一定量を日本に輸入することを商社に義務づける必要がある。

金属鉱業事業団による海外探鉱融資については、現在その融資条件が財政当局により厳格に縛られているが、独立行政法人化後は鉱物資源機構の自主裁量に委ね、企業のニーズに即応した多様な商品開発を可能とすべきである。税制措置は会計年度や応募手続等の制約がない点が補助金に比べて優れている。減耗控除税制は今後とも継続すべきであるだけでなく、更に日本商社に適用を拡大すべきである。

なお、探鉱成功後の鉱山開発段階に対しては円借款の適用が可能である。途上国政府の保証があれば、対象鉱山は必ずしも国営である必要はない。個別プロジェクトに対し、円借款、J B I C 融資、貿易保険等の可能な政策パッケージを提案するのは政府の重要な役割である。

## (3) 探鉱環境の整備

日本企業が探鉱活動を行いやすい環境を整備することにより、探鉱リスクを低減する方法である。

最も早期に手を打たなければならないのは、鉱山技術者の育成である。若手技術者の現場経験の場である国内鉱山がほぼ消滅した現在、鉱物資源産業における鉱山技術の断絶は既に深刻な問題となっている。今や日本人技術者の現場経験の場は海外鉱山に求めざるを得ない。そのためにも政府は日本企業による海外鉱山の自主開発を積極支援すべきである。また、現在あらゆる技術分野について、民間組織 J A B E E による大学の教育課程のアクレディテーションが本格化しつつある。その中であって、鉱山技術につい

ては資源・素材学会がア krediteーションを試行しているが、その活動を早期に定着させる必要がある。また、企業の鉱山技術者に対しても、国際資源大学校等における継続的研修制度を充実させるべきである。

次に、リスクコミュニケーション技術の普及である。日本企業による探鉱投資のアクセシビリティの阻害要因となりうる現地先住民やスモールスケールマイニングに対しては、彼らとの適切なコミュニケーションが重要である。そのための技術は既に原発、化学プラント、廃棄物処理場等の建設分野での研究が先行しているが、探鉱や鉱山開発の分野でも有効であることは疑いがない。政府はこれまでの企業の成功例と失敗例を蓄積してその理由を分析し、それを一般原則に帰納する研究を行い、その成果を日本企業に提供すべきである。平成14年度には産業技術総合研究所による研究がスタートするが、当面これを拡大発展すべきである。

また、第2章で述べた「持続可能な開発」に関する様々な国際的活動に日本政府としても積極的に参加し、鉱山開発に係る国際的なルール作りに関わることにより、日本企業が探鉱開発を行いやすいルールにすることも重要である。

#### 第4節．市場機能の活用（中期的対策）

鉱物資源は国際商品である。ベースメタルにはLMEがあり、レアメタルも相対取引による国際相場が存在する。但し、第1章に述べたように鉱物資源は常時必要量を市場から調達できることが必ずしも保証されていない。だからこそ、第3節で述べた探鉱開発の促進政策が必要となる。しかしながら、鉱物資源市場をより完全なものに近づけることによって、安定供給確保を図ることもまた、有効な政策の方向性である。探鉱開発の促進と市場機能の活用は、安定供給確保策という車の両輪として互いに相補う関係にあるべきである。市場機能の活用には、以下の3つのアプローチがある。

##### (1) 国内市場の整備

成長著しいアジアのベースメタル需給を反映するターミナル市場を日本に設置する「JME構想」については、10年前の資源エネルギー庁の政策ビジョンにも提言されていたが、未だ実現に向けた動きすらない。LME価格がベースメタル地金及び鉱石の国際取引において絶対的な指標となっている現在、あえてJMEを設置するメリットは少ない。但し、ベースメタルではなく、タンタルやコバルトのように日本の消費量が世界全体の2～3割を占めるレアメタルについては、JME設置は有益である。なお、LME倉庫の日本国内への設置は、一種の備蓄倉庫としてベースメタルの不測の供給障害への対策となりうる。

カナダ及び豪州には、「ジュニア」と呼ばれるグラスルーツ探鉱専門のベンチャー企

業が無数に存在する。ジュニアが存在するのは世界でもこの2カ国だけであり、それは、ジュニアが探鉱資金を調達しやすいハイリスク・ハイリターン型の専門市場を国内に持つからである。非鉄メジャーはジュニアを積極的に活用しているが、主に企業文化の違いから日本の鉱物資源産業による利用は少ない。このため、国産のジュニアを育成することは有益であり、政府はまずカナダ及び豪州のジュニア市場のメカニズムを徹底的に研究すべきである。

## (2) 地域統合の推進

地域的に近接した国々が市場を統合し域内貿易の自由化・円滑化を図ることは、鉱物資源の供給障害リスクの低減に有効である。英国及びフランスがEU統合を機に鉱物資源の国家備蓄政策を廃止したことはその証左である。現在、経済産業省は20億人の巨大な自由貿易市場を形成するため、中国、韓国及びASEAN各国とのFTAを通じた「東アジア自由ビジネス圏」を構想しているが、鉱物資源の安定供給確保を図る観点からもこの構想を推進すべきである。したがって、これら域内の国々との間であれば、銅地金の関税を相互に撤廃することも検討に値する。但し、第2章で述べたように、日本の産業競争力強化の観点から国内製錬業は存続させなければならないので、域外国に対しては必要最低限の関税率である現行の3%を維持すべきであり、WTO新ラウンド交渉での安易な譲歩は許されない。

## (3) 市場への情報提供

鉱物資源市場における不必要な価格の乱高下を抑止するため、その鉱物資源の信頼できる中期的な需給予測を市場参加者に提供することは有効である。現在、ベースメタルの需給予測については、日本メタル経済研究所をはじめとする国内外の様々なシンクタンクが発表しているが、レアメタルについては不備である。そこで、30数鉱種に及ぶレアメタルの各々について、その生産とマテリアルフローの現状を詳細かつ緻密に調査分析し、市場に対して説得力のある需給予測を提示できる強力な研究機関を日本は持つべきである。その母体としては鉱物資源機構が最もふさわしい。

## 第5節．レアメタルの備蓄（短期的対策）

第2章に述べたように、平成13年9月11日の米国同時多発テロ以降、鉱物資源の短期的供給障害発生リスクは、先進国産のベースメタルも含めて劇的に高まったと認識すべきである。したがって、短期的対策である備蓄政策を行う必要性は以前に増して高まっている。第3節に述べたように、将来、EUのような地域統合に日本が参加できれば備蓄政策を廃止することも可能だが、当面は少なくとも現行のレアメタル備蓄は継続

する必要がある。

但し、備蓄対象鉱種については、主に特殊鋼用途のマンガンやニッケルは廃止し、日本経済を牽引するIT産業や環境産業により直結し、かつ特定国への偏在度が大きく、かつ近年市場価格が実際に大きく乱高下したタンタルやパラジウム等に交換すべきである。また、現行のスキームは、備蓄レアメタル304億円分の調達を市中銀行からの借入金で賄うものであるため、毎年度約15億円に及ぶ利子補給金を予算負担しなければならない。ランニングコストの過大なこのスキームは不合理であり見直すべきである。

## 第6節．深海底資源の探査（長期的対策）

鉱物資源が賦存するのは陸上だけではない。深海底はマンガン団塊、コバルトリッチクラスト鉱床、海底熱水鉱床、リン酸塩鉱物等、優良なレアメタル資源の宝庫である。陸上の国内資源が枯渇した現在、日本は中期的には海外資源を求めるべきである。しかしながら、国内資源と海外資源を比べれば、自国領土内に賦存する国内資源の方が、海外資源に比べて供給安定性が高いことは明らかである。したがって、深海底に「国内資源」を確保することは長期的に意義が高い。日本は島国であるため、鉱物資源を独占的に開発できる排他的経済水域の面積が諸外国に比べて極めて広い利点がある。また、公海上であっても、マンガン団塊のように深海底探査を行えば国連海洋法条約の下で排他的な鉱区を獲得することが可能である。

但し、深海底資源探査は陸上の探鉱に比べて特殊な装備を搭載した船舶を必要とし、かつ実際にリターンを得るまで50年近く要する超長期的な投資であるため、企業がこれを行うことは不可能である。したがって、100%国が自ら行う必要がある。

深海底資源探査における当面の課題は、マンガン団塊に次ぐ公海上の排他的鉱区をコバルトリッチクラスト鉱床と海底熱水鉱床についても獲得することである。そのためには金属鉱業事業団及び鉱物資源機構の保有する第2白嶺丸による探査を今後数年以内に集中的に行い、鉱床賦存データの詳細な収集分析を世界に先駆けて完了させることが重要である。あわせて、両鉱床について国連海洋法条約を適用するためのマイニングコードの作成作業に日本政府として積極的に参加し、日本の誇る世界最先端の深海底ボーリング技術に基づく探査結果が十分なアドバンテージとなるような内容とすべきである。

（了）



## (参考)「鉍物資源安定供給論」要約

本稿の目的は、鉍物資源(非鉄金属資源)の安定供給がなぜ必要なのか、その確保をなぜ政府が図らねばならないのかを論証するとともに、そのために講ずべき政策の体系と具体的方向性を提示することにある。

### 序章．鉍物資源政策の確立

国内鉍山の振興を出発点として構築された従来の鉍業政策を、近年の鉍物資源をめぐる環境の急激な変化に応じ、純粋に鉍物資源の安定供給確保を追求する「鉍物資源政策」へとゼロベースで再構築する必要がある。

このため、平成13年に「鉍物資源政策プラットフォーム」が開設され、活発な議論と研究が行われた。それは同時期の特殊法人改革にも大きな影響を与えた。鉍物資源政策は、独立行政法人「鉍物資源機構」がその担い手となる。

### 第1章．鉍物資源の安定供給の意義

鉍物資源の安定供給が必要なのは、それが日本の産業競争力を維持強化するための前提条件となるからである。したがって、その確保は経済安全保障上の要請である。

政策によって確保すべき安定供給とは、「通常の経済活動で許容される価格変動の範囲で必要な量の鉍物資源が国内産業に持続的に供給されている状態」である。供給障害の状態には価格高騰と量的途絶の2側面があるが、両者は通常相伴って発生する。

供給障害の発生要因は、短期的には非鉄金属資源が偏在しているから、価格変動しやすいから、供給の寡占化が進行しているから、他に代替困難だからであり、長期的には希少かつ減耗性を有しているから、開発投資のフィージビリティが低いから、アクセシビリティが低いから、「国家所有の原則」下にあるからである。

供給障害発生の影響について、銅に関する多国間一般均衡モデルによるシミュレーションでは、チリの鉍石生産減少、中国の地金消費拡大、日本の鉍石長期契約比率減少のいずれのケースも国際価格は大きく上昇した。

### 第2章．鉍物資源供給の現状と鉍物資源産業の役割

鉍物資源供給の現状は、世界においては非鉄メジャーの寡占化の進行、中国における鉍物資源需要の急拡大、先進国におけるテロリズムリスクの顕在化、IT革命の進展等に伴う特定のレアメタル需要の急激な変化、鉍山開発における「持続可能な開発」概念の世界的な普及、日本においては国内資源の枯渇、国内製錬業の鉍物資源産業化、鉍物資源産業における合従連衡の活発化に特徴づけられる。

「鉍物資源産業」とは、海外鉍山開発から国内製錬所での地金生産を経て電子材料生

産や環境事業までを一貫して行う産業形態である。その中核となる製錬業が国内に存在することには大きな意義がある。それは、国内製造業への地金の安定供給に寄与するから、国内製造業の地金供給ニーズにきめ細かく対応できるから、高付加価値電子材料の供給源となるから、地金の対日プレミアム価格を抑制するから、金属リサイクルを経済的に行えるから、世界最高水準の国際競争力を有する産業だからである。したがって、ベースメタルは地金ではなく鉱石の安定供給を確保すべきである。

鉱物資源産業による海外鉱石の確保は、単純買鉱や融資買鉱よりも自主開発が望ましい。自主開発により鉱山権益を保有する者は、シェア分の鉱石を引き取ることが保障されるから、権益分を上回る鉱石についてファーストリフューザルライトが与えられるから、不測の事態の発生に際し鉱石を優先的に割り当てられるから、豊富な情報に接することができるから、鉱山技術を維持することができるからである。

### 第3章．安定供給確保のために講ずべき鉱物資源政策

安定供給政策は、探鉱開発の促進(中期的対策)と市場機能の活用(中期的対策)を2本の主軸とし、これにレアメタルの備蓄(短期的対策)と深海底資源の探査(長期的対策)を加えて、あらゆる供給障害発生要因に対応する万全の備えとすべきである。

探鉱開発の促進のうち、資源情報の提供においては、外務省、防衛庁との密な連絡体制構築と徹底した情報管理をすべきである。ODA調査では有事の際の優先供給協定を結ぶべきである。直接的資金支援においては、海外地質構造調査や探鉱融資の運用を弾力化すべきである。減耗控除税制は商社に適用拡大すべきである。鉱山開発に対して、円借款、J B I C 融資、貿易保険等のパッケージを提示すべきである。探鉱環境の整備においては、鉱山技術者を育成すべきである。リスクコミュニケーション技術を普及すべきである。鉱山開発に関する国際ルール作りに積極参加すべきである。

市場機能の活用のうち、国内市場の整備においては、J M E はタンタルやコバルトについて設置すべきである。L M E 倉庫を国内に誘致すべきである。カナダ及び豪州のジュニア市場を研究し国内導入すべきである。地域統合の推進においては、F T A を通じた「東アジア自由ビジネス圏」を形成すべきである。W T O 新ラウンドでは銅地金の現行関税率は維持すべきである。市場への情報提供においては、レアメタルの需給予測を市場に提示しうる研究機関を設置すべきである。

レアメタルの備蓄においては、対象鉱種をIT産業に直結するものに交換すべきである。備蓄物資の調達を借入金で賄う現行スキームは改めるべきである。

深海底資源の探査においては、コバルトリッチクラスト鉱床と海底熱水鉱床の探査を数年以内に完了すべきである。マイニングコードの作成に積極参加すべきである。

(参考)「鉍物資源政策プラットフォーム」他のテーマの議論

鉍物資源政策プラットフォームにおいては、本稿で取り扱った「鉍物資源の安定供給」というテーマの他に、「環境への貢献」と、「骨材危機の回避」という2つの大きなテーマについても活発な議論がなされた。その議論の概要を以下に記す。なお、議論の原文は、<http://www.rieti.go.jp/pps/> 上で常時参照可能である。

1. 環境への貢献

(1) 金属リサイクルに経済合理性はあるか

鉍物資源のリサイクルすなわち廃棄物からの金属回収は、多くの場合、金属回収のみではビジネスとして成り立たない。今日、廃自動車のシュレッダーダストや廃家電からの金属回収が行われているのは、廃棄物の廃棄費用すなわち最終処分場の受入費用が日本においては高額であるため、製錬所において廃棄物処理に併せて金属回収を行うのが次善の策として経済合理的であるからである。

廃棄物処理に伴う金属回収は、金属の毒性による環境インパクトとエネルギー消費による環境インパクトとのトレードオフの関係にある。環境負荷を増大させるリサイクルはナンセンスである。最終処分場に埋め立てられている廃自動車や廃家電は、シュレッダー業者が銅・アルミ等を回収した後、他の燃えないゴミと混合される。この鉍物資源を再処理するためには過大な費用とエネルギーがかかるため、いつまでもリサイクルされない状態にある。したがって、廃棄物の資源としての品位を上げる観点から、ゴミの分別回収の徹底は実は重要である。

(2) 製錬業をいかに捉えるべきか

日本の非鉄製錬業は日本の循環型社会形成のために、廃棄物処理やリサイクルのために重要な位置を占めている。日本での金属リサイクルは収集・運搬・分別の人件費コストが高く、1次製錬プロセスの活用がなければ経済的に成立しない。製錬所は重金属を処理する技術と場所及び回収した金属の販路を持ち、一部は最終処分が可能な土地も有している。したがって、もはや日本の製錬所は単に1次原料から金属素材を製造しているだけの場所ではない。仮に日本の製錬業が外国で操業することで企業としては生き残ったとしても、国内で操業が止まれば廃棄物処理やリサイクルに重大な支障をきたす。

以上から、非鉄製錬の現場がなくなれば循環型社会構築など絵に描いた餅である。かかる重要機能を有する国内製錬所を今後とも維持するために、政府は資源戦略すなわち探鉱支援等を通じた精鉱確保を行うことが必要であるとも考えうる。このことは、国内

製錬所が消滅した場合の重金属処理コストの試算をシミュレーションすることにより明らかとなる。

### (3) 鉱物資源政策はいかにあるべきか

廃棄物の無意味・不合理な品位低下や異物混入を防止するため、政府はリサイクル法等の制度を拡充強化し意図的に消費者、自治体及びメーカーに分別廃棄と収集を義務づけるとともに、減税等の措置によりリサイクル事業への支援を行うべきである。現時点でリサイクルすることが経済合理的でない廃棄物については、無理にリサイクルせずに貯蔵すべきである。現在、廃棄物については統計がほとんど未整備であるので、政府は廃棄物に関する基礎的調査と分析を通じ将来展望を示すべきである。

廃棄物処理とリサイクルの要としての国内製錬所を維持するため、政府は国内製錬所が国際競争力を身につける技術開発を支援すべきである。乾式製錬は硫酸の問題が大きいのので、これからは湿式製錬が中心となる。スラグ等副産物の徹底した有効利用技術も重要となる。技術開発支援以外では、最終処分場の技術基準を大幅に強化することにより処分費用を引き上げ、製錬所における廃棄物処理とリサイクルの採算性を向上させることも有効である。但し、これを我が国だけが過度に推し進めると、将来的に諸外国との比較において国内経済へのマイナス要因となりうることに留意すべきである。

欧州では、鉱山への環境規制強化の動きを鉱山協会が積極的に捉え、逆にビジネスチャンスを拡大するような対応をしている。環境適応型鉱山開発を進めるためには、政府は単に廃棄物処理技術等による対応だけでなく、探鉱開発から始まるサイクルの中で常に環境対策を意識し、これと結びついた探査、開発、生産等を促進することが必要である。それが結果として資源国のカントリーリスクを低減し、ひいては鉱物資源の安定供給にも寄与する。

## 2. 骨材危機の回避

### (1) 骨材資源は枯渇するのか

現代日本の社会基盤はコンクリートで整備されている。コンクリート中の83%は骨材（粗骨材＝砕石、細骨材＝天然砂及び一部砕砂）である。骨材消費は昭和47年の列島改造論以降急伸し年間8億トンに達している。短期間にこれほど大量に消費された単一の資源は他に例がない。コンクリート構造物は劣化するため60～70年で再構築しなければならない。近い将来、第2次コンクリート社会の構築に伴い、莫大な骨材需要が発生することは間違いない。これに対し、現時点で既に国内の天然砂（海砂、山砂、陸砂）は枯渇寸前の状況にある。例えば、関西の骨材需要の太宗を賄ってきた瀬戸内海の内海砂は、沿岸県の採取禁止措置により今後は供給が見込めない。千葉県の上野川も北海

道の陸砂も採取場の確保が困難化している。したがって、骨材の需給問題はコンクリートに依存する日本社会の根底を揺るがしかねない重大問題と認識すべきである。

### (2) 天然砂に代替しうる骨材資源はあるか

今後、天然砂の需給が逼迫し価格が上昇すれば、中長期的には中国等近隣諸国からの輸入、砕石からの砕砂、廃コンクリートからのリサイクル骨材等、代替資源の供給が経済的に成立することが考えうる。しかしながら、以下の理由によりその可能性は低い。

鉱物資源を輸入資源と自給資源に大別すれば、両者の差を決定づけるのは価格であり、経験上その境界は概ね4000円/トンと推定されるので、砂が輸入資源となるには現在の2～3倍の価格高騰が必要となる。すなわち社会基盤の整備は現在の1/2～1/3となる。コンクリート社会を維持するための大原則は骨材の低価格大量供給であるので、輸入による代替は現実的ではない。また、骨材に使用できる高品位の砂は地形的に日本のような島弧に最も豊富にあり、中国や韓国には豊富には存在しない。既に中国を除くアジア諸国では砂問題は深刻化しており、中国においても今後急速な社会基盤整備に伴うコンクリート需要増が予想されることから、近隣諸国からの輸入に長期間大量に依存できるかどうかは疑問である。

また、砕石からの砕砂や廃コンクリートからのリサイクル骨材は、ある程度は代替しうるが、現在の天然砂需要の全量を代替するには規模が小さすぎる。砕砂の生産には相当高額の設定投資が必要であり、高品位の砕砂を生産するための基礎研究も不十分な状態である。リサイクル骨材は埋め立てや路盤材には利用できるが、コンクリートに用いるには強度が不十分である。そもそもリサイクル骨材の最大の問題はいつどこでどれだけの廃材が発生するかの見通しが立たないことにある。

現実の骨材市場は複雑な因習や伝統や人間関係等に縛られた世界であり、市場原理が通用しない面が多々ある。このような骨材市場が近代化・正常化するには長い年月を要するため、市場原理に任せるだけでなく政府として対策を講ずる必要がある。

### (3) 鉱物資源政策はいかにあるべきか

骨材用の天然砂が枯渇寸前であり代替も現実的でないのであれば、政府や地方自治体は環境配慮の一方で、砂利採取地の確保を積極的に行うべきである。このため、まずは高品位骨材資源の分布を調査すべきである。また、国内資源の限界がいつ来るのか、骨材価格がどう上昇していくのかの見通しを国民に示し、過度の混乱を未然防止すべきである。骨材供給に対する地域住民の合意形成や、採石場の誘導・指導に行政の強い取り組みが必要である。砕砂の供給を増大するためには、景観を害さないような砕石場の建設を促すことが重要である。具体的には、中小の砕石業者に対し将来計画に基づく協調採掘を指導すべきである。これまで無理な採取が行われてきたことに伴う跡地整備や環境保全問題も政府として取り組むべきである。

(参考)「鉱物資源政策プラットフォーム」参加者

敬称略、参加登録順、カッコ内は参加時の所属

児嶋 秀平(経済産業省)、本城 薫(経済産業省)、井上 幹邦(経済産業省)、武田 龍夫(経済産業省)、千葉 明(経済産業省)、大和田 秀二(早稲田大学)、笹田 政克(産業技術総合研究所)、大塚 尚寛(岩手大学)、守屋 猛(金属鉱業事業団)、葉梨 益弘(日本メタル経済研究所)、小林 幹男(産業技術総合研究所)、吉野 潤(経済産業省)、渡部 芳夫(産業技術総合研究所)、木野 正登(経済産業省)、中島 英史(石油公団)、日高 俊信(金属鉱業事業団)、水谷 順二(日本鉱業協会)、國友 宏俊(多治見市役所)、田和 一浩(三井金属鉱業)、永田 禎彦(日本鉱業協会)、鈴木 洋介(金属鉱業事業団)、長 久(日鉄鉱業)、奥田 義久(産業技術総合研究所)、匂坂 政幸(産業技術総合研究所)、水田 義明(山口大学)、細井 義孝(金属鉱業事業団)、森脇 久光(金属鉱業事業団)、岸本 清行(産業技術総合研究所)、松永 烈(産業技術総合研究所)、青木 正博(産業技術総合研究所)、外池 廉太郎(日鉱金属)、宮川 朋子(経済産業省)、秋山 義夫(三菱マテリアル)、沢田 登志子(経済産業研究所)、田中 良幸(経済産業省)、野口 康二(早稲田大学)、四元 弘毅(産業技術総合研究所)、藤田 豊久(秋田大学)、渡辺 寧(産業技術総合研究所)、野村 久夫(日本鉱業協会)、矢島 敬雅(経済産業省)、戒能 一成(経済産業省)、朝日 弘(金属鉱業事業団)、佐藤 憲隆(三菱マテリアル)、小笠原 正継(産業技術総合研究所)、三上 善功(経済産業省)、納 篤(金属鉱業事業団)、澤田 賢治(金属鉱業事業団)、須藤 茂韶(資源・素材学会)、佐々木 忠則(経済産業省)、内藤 耕(世界銀行)、川崎 正士(三井金属鉱業)、鎌田 和子(経済産業省)、名久井 恒司(金属鉱業事業団)、金田 博彰(東京大学)、泉田 裕彦(国土交通省)、茂木 源人(東京大学)、岡島 弘二(金属鉱業事業団)、西山 孝(京都大学)、中村 仁(経済産業省)、亀井 隆徳(経済産業省)、伊藤 敬幹(日本政策投資銀行)、木原 昌二(経済産業省)、九二 則和(経済産業省)、岡本 信行(金属鉱業事業団)、沖畠 弘芳(金属鉱業事業団)、浦辺 徹郎(東京大学)、安永 裕幸(経済産業省)、増田 信行(金属鉱業事業団)、野田 徹郎(産業技術総合研究所)、高岡 秀俊(住友金属鉱山)、山口 靖(名古屋大学)、西田 紀男(日商岩井)、福島 洋(経済産業省)、塚本 修(経済産業省)、横山 雄二(住友金属鉱山)、小粥 保英(丸紅)、村上 博之(JETRO)、植野 泰治(住友金属鉱山)、杉浦 孝志(経済産業省)、大迫 次郎(金属鉱業事業団)、北 良行(日本メタル経済研究所)、大坪 泰典(三井金属鉱業)、恒川 昌美(北海道大学)、増田 勝彦(三菱マテリアル)、塩川 智(金属鉱業事業団)、上木 隆司(金属鉱業事業団)、櫻井 繁樹(金属鉱業事業団)、逆瀬川 敏夫(金属鉱業事業団)、須藤 定久(産業技術総合研究所)、有田 正史(日鉄鉱コンサルタント)、内野 健一(九州大学)、山富 二郎(東京大学)、中村 崇

(東北大学) 広田 博士(経済産業省) 新井 俊彦(古河機械金属) 佐藤 公一(経済産業省) 村尾 智(産業技術総合研究所) 宮地 安雄(日本鋳業協会) 清野 一治(早稲田大学) 梅津 實(日本保安用品協会) 松藤 雅伸(三井金属鋳業) 伊藤 正(金属鋳業事業団) 鈴木 哲夫(金属鋳業事業団) 久保田 隆(経済産業省) 熊谷 輝雄(東京理科大学) 新井 昌代(日本商工会議所) 綾田 研三(神鋼リサーチ) 西川 信康(金属鋳業事業団) 西川 有司(三井金属資源開発) 棚橋 滋雄(海洋開発産業協会) 田上 清明(金属鋳業事業団) 中澤 保延(三井金属資源開発) 辻本 崇史(金属鋳業事業団) 小野寺 幹男(真空冶金) 宮武 修一(金属鋳業事業団) 妹尾 浩一郎(三菱マテリアル) 大木 久光(三井金属資源開発) 井上 和義(東邦亜鉛) 萩尾 憲三(経済産業省) 加賀美 忠和(三菱マテリアル) 高柳 悟(三菱マテリアル) 奥村 直士(省エネルギーセンター) 佐藤 興平(産業技術総合研究所) 平野 英雄(産業技術総合研究所) 佐々木 隆文(経済産業省) 岡田 和也(住友金属鋳山) 矢ヶ崎 行彦(経済産業省) 佐土 晴夫(三井物産) 揖斐 敏夫(経済産業省) 小寺 豊(経済産業省) 宮崎 光旗(産業技術総合研究所) 小野塚 徹(同和鋳業) 神谷 夏美(金属鋳業事業団) 白井 政幸(三菱マテリアル) 松村 潤(国際協力銀行) 吉野 恭司(秋田県庁) 藤田 実(金属鋳業事業団) 渡瀬 研一(三菱マテリアル) 小島 健太郎(住友商事) 廣川 満哉(金属鋳業事業団) 米光 郁文(住友金属鋳山) 武富 義和(経済産業省) 米澤 敏男(竹中工務店) 野村 浩二(慶應義塾大学) 島村 健司(三菱マテリアル) 長谷 紘和(海外鋳物資源開発) 鷺見 新一(産業技術総合研究所) 山澤 茂行(日鉄鋳業) 渡辺 美樹男(三菱マテリアル) 伊藤 純逸(砕石協会) 佐藤 徹雄(新東北化学工業) 佐々木 弘(早稲田大学) 森下 祐一(産業技術総合研究所) 小沢 映児(日鉄金属) 馬場 洋三(海外鋳物資源開発) 松本 勝時(深海資源開発) 田川 和幸(経済産業省) 橋本 紀子(経済産業省) 後藤 敬一(日本メタル経済研究所) 豊田 真弓(経済産業省) 尾西 明夫(住鋳コンサルタント) 近藤 敏(JETRO) 山本 邦仁(金属鋳業事業団) 安達 直隆(金属鋳業事業団) 大野 克久(経済産業省) 藤山 文造(経済産業省) 久恒 政幸(住友金属鋳山) 児玉 直美(経済産業省) 半田 啓二(産業技術総合研究所) 木村 富雄(経済産業省) 神門 正雄(経済産業省) 西川 章(三菱マテリアル) 五老 晴信(興銀第一ライフアセット) 野口 和彦(三菱商事) 高橋 俊朗(経済産業省) 宗元 輝久雄(経済産業省) 坂本 雄三(住友金属鋳山) 今井 康弘(新金属協会) 河野 正樹(同和鋳業) 牧野 進(住友金属鋳山) 手島 達也(東邦亜鉛) 水溜(日鉄鋳業) 神尾 悟(三菱マテリアル) 関沢 洋一(経済産業省) 松田 憲和(日本メタル経済研究所) 田所 久造(住友金属鋳山) 山本 正樹(三菱商事) 佐藤 良夫(経済産業省) 田里 友三(経済産業省) 斉藤 薫(経済産業省) 脇 昌之(松田産業) 河村 信行(金属鋳業事業団) 森川 玲一(日鉄鋳業) 安田 克義(三井金属鋳業) 桑山 章司(丸紅) 豊田 富士夫(丸紅) 林田 栄男(昭和キャボットスーパーメタル) 渡辺 弘美(経済産業研究所) 渡辺 吉博(同和鋳業) 宇野 智(日鉄金属) 藤井 佳

昭（日鉱金属）、高多 明（日本環境コンサルタント）、水落 洋一（住友金属鉱山）、近藤 比呂志（三菱マテリアル）、吉野 篤（石灰石鉱業協会）、伊藤 俊秀（関西大学）、安達 毅（東京大学）、山本 高稔（経済産業省）、福本 恵至（国際協力銀行）、山崎 美恵（産業技術総合研究所）、村上 進亮（東京大学）、宮島 弘（住友商事）、島田 正典（日本メタル経済研究所）、入野 泰一（経済産業省）、内藤 康弘（経済産業省）、阿部 一郎（住友金属鉱山）、岡田 英治（資源・素材学会）、吉川 肇子（慶應義塾大学）、根岸 義光（三菱マテリアル資源開発）、津田 和康（三菱マテリアル資源開発）、大串 正樹（北陸先端科学技術大学院大学）、中戸川 稔（古川機械金属）、高橋 明（三井金属鉱業）、三浦 章（日鉱金属）、松浦 明一郎（パンパシフィックカッパー）、保田 輝一（資源産業新聞）、岡本 金一（秋田県庁）、早川 智雄（金属鉱業事業団）、下館 拓章（経済産業省）

計 2 3 0 名（平成 1 4 年 7 月 1 2 日現在）