

今後のレアメタルの安定供給対策について
(案)

平成19年6月11日

総合資源エネルギー調査会鉱業分科会
レアメタル対策部会

目 次

1 . はじめに	1
2 . レアメタルの特性とその安定供給を巡る環境変化	2
(1) レアメタルとその特殊性	2
(2) レアメタルを巡る最近の諸情勢	6
3 . レアメタル安定供給確保対策について	10
(1) 重点的な海外探鉱開発の実施と資源外交	10
(2) 発生抑制・リサイクルの推進	16
(3) 代替材料開発	19
(4) レアメタルの備蓄	22
(5) 統計の整備・人材育成等	27
(6) レアメタル17鉱種毎の課題	28
総合資源エネルギー調査会鉱業分科会レアメタル対策部会委員名簿	40
総合資源エネルギー調査会鉱業分科会レアメタル対策部会の審議経緯	41

1. はじめに

レアメタルをはじめとする非鉄金属は、自動車、IT製品をはじめとする高付加価値・高機能製品の製造に必須の素材であり、その安定供給は、我が国製造業の国際競争力の維持・強化の観点から極めて重要である。また、レアメタルの消費量については、21世紀に入り、アジアを中心として急拡大を続けており、国際需給の逼迫や国際価格の高騰・高止まりを経験する等、我が国のレアメタルの供給確保を巡る環境は激変しており、中長期的なレアメタルの安定供給対策に向けた対策の検討が急務となっている。

特に、レアメタルの供給については、供給源の偏在、資源国における資源政策の変更、代替可能性の低さ、副産物として生産される特殊性等から、国際的な需給逼迫や供給障害が発生するおそれがある。また、レアメタルについては、個々の金属毎に利用実態が大きく異なることから、我が国の戦略産業分野における重要性やリサイクル体制の実情等を踏まえ、鉱種の特性に応じた安定供給確保のための取組を着実に行うことが必要である。

こうした状況を踏まえ、総合資源エネルギー調査会鉱業分科会は、平成18年10月13日、レアメタル対策部会に対して、「昨今の鉱物資源を取り巻く各種情勢の変化を踏まえ今後のレアメタルの安定供給対策はいかにあるべきか。」との内容の付託を行った。

レアメタル対策部会は、これに対応し、レアメタルの需給を巡る内外の環境の変化を踏まえ、鉱種毎に供給安定性を再度評価するとともに、今後、中長期的対策としてのレアメタルの探鉱開発、リサイクル対策、代替材料の開発などに加え、短期的供給障害対策としてのレアメタル備蓄制度のあり方について、検討を行い、とりまとめを行ったものである。

21世紀においては、多様な製造業が世界規模で拡大を続けるものと考えられる。高性能な工業製品の製造に必要な部品の開発・設計段階も含め、レアメタル等の供給可能性やリスクに関する十二分な評価を行いつつ、事業化を進める時代を迎えている。本報告書の提案する具体的な取組が、官民を挙げ推進され、我が国のレアメタルの安定供給に資することを期待する。

2. レアメタルの特性とその安定供給を巡る環境変化

(1) レアメタルとその特殊性

(ア) レアメタルの定義

レアメタルの定義については、国際的に一意的に定まったものはないが、一般的には、地球上の存在量が稀であるか、技術的・経済的な理由で抽出困難である鉱種等を指すものと考えられる。鉱業審議会レアメタル総合対策特別小委員会においては、現在工業用需要があり、今後も需要があるものと、今後の技術革新に伴い新たな工業用需要が予測されるものに限定し、31鉱種（但し、レアアースは17鉱種を総括して1鉱種）としたものである。当部会においては、引き続き、レアメタルの定義については、（図1）のとおり31鉱種を定義として利用する。

図1 レアメタル31鉱種の定義

元素の周期表

		レアメタル31鉱種 (レアアースは17元素で1鉱種)																	
族	A	A		B	B	B	B	B			B	B	A	A	A	A	A	O	
		アルカリ族	アルカリ土族	希土族	チタン族	バナジウム族	クロム族	マンガン族	鉄族(4周期) 白金族(5・6周期)		銅族	亜鉛族	アルミニウム族	炭素族	窒素族	酸素族	ハロゲン族	不活性ガス族	
1	1 H																	2 He	
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
6	55 Cs	56 Ba	57 ~ 71 ランタノイド	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
7	87 Fr	88 Ra	89 ~ 103 アクチノイド																

(注) レアアース17元素

軽希土；ランタン(La)、セリウム(Ce)、プラセオジウム(Pr)、ネオジウム(Nd)
 中・重希土；プロメチウム(Pm)、サマリウム(Sm)、ユウロピウム(Eu)、ガドリニウム(Gd)、テルビウム(Tb)、ディスプロシウム(Dy)、ホルミウム(Ho)、エルビウム(Er)、ツリウム(Tm)、イッテルビウム(Yb)、ルテチウム(Lu)、スカンジウム(Sc)、イットリウム(Y)

(イ) レアメタルの重要性

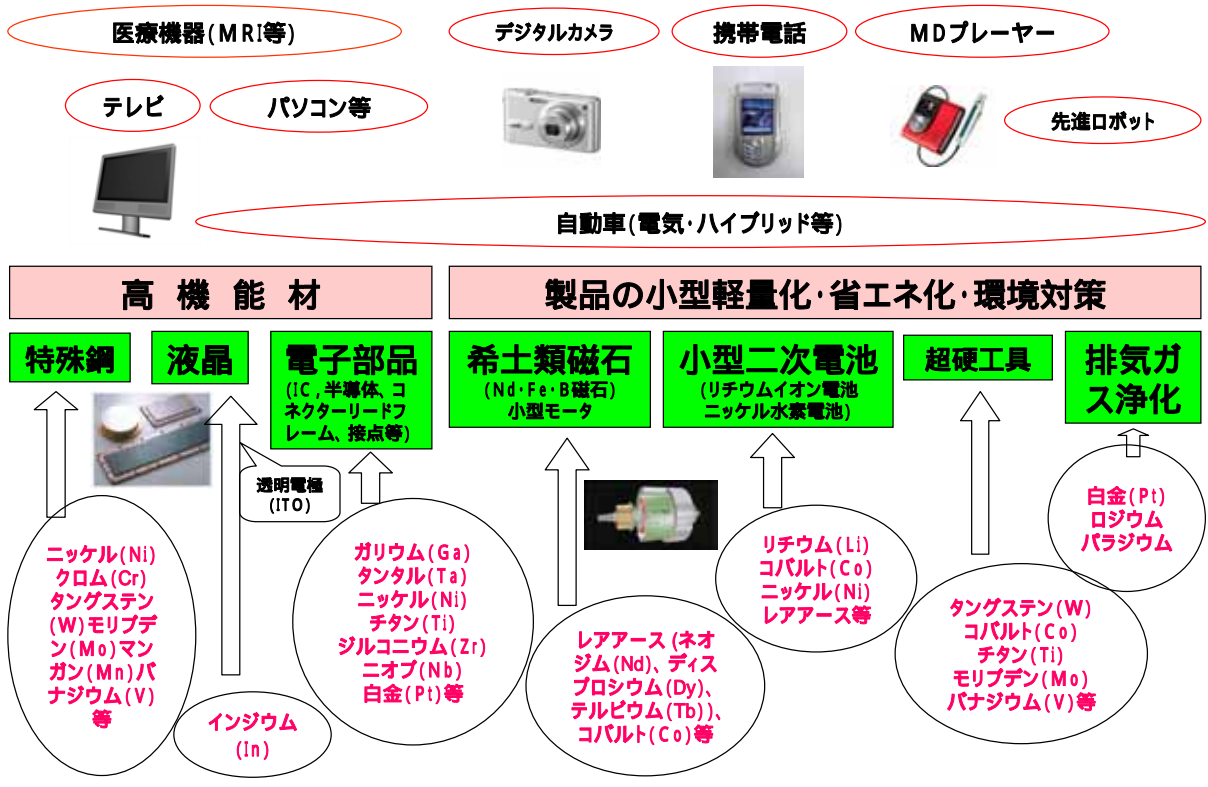
タングステン、インジウム、コバルト、プラチナ、レアアース等のレアメタルは、それぞれの持つ様々な特性により、製品中の含有量が少量であることが多いものの、極めて重要な機能を担う部品等として、IT、自動車など幅広い産業分野で利用され、我が国の産業競争力を支える。

具体的には、(図2)に示すとおり、ハイブリッド車や燃料電池車に不可欠の高性能モーターでは希土類磁石(ネオジム・鉄・ボロン磁石)、各種二次電池ではコバルト、マンガン、ニッケルが使用されている。また、液晶パネルの透明電極ではITO材(インジウム・錫・酸化物)が使用され、液晶パネル生産量の拡大により、インジウムの消費量は急拡大を続けている。さらに、これらの加工工具として、タングステン、コバルト、モリブデンを含んだ超硬工具が使用され、レアアースの一種セリウムが液晶用ガラスの研磨材、ジルコニウム等が電子材料に使用される。

環境・エネルギー分野においても、自動車用排ガス触媒として、プラチナ、パラジウムが使用される。今後、低公害車用として導入が期待されている燃料電池の触媒としてもプラチナが使用される。

我が国におけるレアメタルの最大の需要先である鉄鋼業では、ステンレス鋼をはじめ、耐熱性、耐食性等の機能を有する特殊鋼に各種のレアメタルが添加されている。

図2 レア金属の重要性; 産業競争力の向上に不可欠



(ウ) レア金属供給の特殊性について

レア金属は、いわゆるベース金属と比較し、一般に希少性や偏在性が強く、加えて、ベース金属等の副産物として産出される場合が多いという特殊性を有する。このため、レア金属の供給については、主産物であるベース金属の生産動向や、生産国の輸出政策、主要生産施設の状況等の影響を大きく受けることは避け難い。

偏在性・希少性

レア金属はベース金属と同様、減耗性の資源である上に、一般的に希少性が高く、供給国も中国、ロシア、南アフリカ等の少数の国に偏在する場合が多い。例えば、(表1)に示すとおり、レアアース及びタングステンについては中国の鉱石生産量は世界全体の約9割を占め、プラチナ、クロム及びバナジウムについては南アフリカの鉱石生産量はそれぞれ世界全体の約8割、4割及び4割を占める。また、バナジウムについては、南アフリカ、中国、ロシアの3カ国の鉱石生産量は世界全体のほぼ100%を占める。

表1 レアメタルの偏在性

	主要なレアメタルの上位産出国						上位三カ国の 合計シェア
レアアース	中国	93%	インド	3%	タイ	2%	[98%]
バナジウム	南アフリカ	42%	中国	34%	ロシア	21%	[98%]
タングステン	中国	90%	ロシア	4%	オーストリア	2%	[96%]
プラチナ	南アフリカ	78%	ロシア	12%	カナダ	4%	[95%]
インジウム	中国	55%	日本	15%	カナダ	11%	[81%]
クロム	南アフリカ	43%	インド	19%	カザフスタン	19%	[81%]
モリブデン	米国	34%	チリ	27%	中国	17%	[77%]
コバルト	コンゴ民	31%	ザンビア	17%	豪州	13%	[60%]
ニッケル	ロシア	22%	カナダ	15%	豪州	14%	[51%]
マンガン	南アフリカ	23%	豪州	14%	ガボン	13%	[50%]

(出典):Mineral Commodity Summaries 2006、World Metal Statistics Yearbook 2006

生産形態

レアメタルについては、ベースメタルの副産物として生産されるケースが多いことに注意が必要である。このため、銅・亜鉛・ニッケル等、主産物の生産水準により、副産物として生産されるレアメタルの生産数量が決定される。このため、主産物として生産されるレアメタルに比べ、供給安定性は劣後する。例えば、(表2)に示すとおり、コバルト(銅・ニッケルの副産物)、モリブデン(銅の副産物)、インジウム(亜鉛の副産物)及びガリウム(アルミニウム・亜鉛の副産物)等が副産物として生産されるレアメタルに該当する。

表2 鉱種別の生産形態

生産形態	鉱種
主産物	タングステン、レアアース、ニッケル、クロム、マンガン、ストロンチウム ⁽¹⁾ 、アンチモン、ジルコニウム、リチウム ⁽¹⁾ 、ホウ素、バリウム、セシウム ⁽¹⁾ 、ルビジウム ⁽¹⁾
副産物	コバルト、ゲルマニウム、レニウム、ガリウム、セレン、テルル、ビスマス、インジウム、タリウム、ハフニウム
主産物の場合も、副産物の場合もある。	モリブデン、バナジウム、ニオブ、タンタル、プラチナ、パラジウム、チタン ⁽¹⁾ 、ベリリウム ⁽¹⁾

(注) 印は推定

(2) レアメタルを巡る最近の諸情勢

(ア) 市場の拡大と国際価格の動向

中国、インド等における経済発展を背景に、レアアース、タングステン、モリブデン、インジウムなど、レアメタルについては、ベースメタルと同様、生産・消費が世界規模で拡大する中で、国際需給は逼迫を経験している。また、世界のレアメタル市場の規模は、2000年以降急拡大を続け、2000年と2005年を比較すると（（表3）統計上の制約から、ここでは世界の鉱石生産量を示す。）、鉱石全体では1.2～2.2倍、タングステンでは2.2倍、コバルトは1.8倍に達している。我が国のレアメタルの消費量も、IT・自動車向けを中心として、主要な産業分野において、拡大傾向を示すものが多く、世界の消費量の上位（インジウム：1位、コバルト：1位、レアアース：2位、タングステン：4位等）を占める。また、レアメタルの国際価格は、1980年代以降、価格上昇と下落を繰り返してきたが、特に、2000年以降、多くのレアメタルについて過去最高水準を記録するに至っている。

このようなレアメタルの世界規模の需給逼迫、価格高騰の背景としては、我が国、中国等のアジア諸国を中心としたレアメタルの消費拡大があるほか、個別鉱種毎には、中国における生産障害（マンガン）、利用促進策の採用（バナジウム）及び輸出抑制策の採用（タングステン、レアアース、アンチモン、インジウム、モリブデン等レアメタル全般）、世界的な焙焼設備能力（モリブデン）の不足、中国の中小モリブデン鉱山の閉山等、様々な要因が指摘され、世界市場が急拡大する中で、我が国産業界は、レアメタルという特殊な原料の調達環境の激変に直面している。

表3 レアメタル等非鉄金属価格の変動と市場の拡大

	価格推移			鉱石生産量推移（純分トン）		
	2002年3月	2007年3月	対2002年3月比	2000年	2005年	対2000年比
白金地金（US\$/TroyOunce）	513.75	1,225.24	+238%	160.1	217	+136%
ニッケル地金（US\$/kg）	6.54	46.32	+708%	1,230,000	1,490,000	+121%
タングステン鉱（\$/MTU）	35.31	165.00	+467%	31,500	70,100	+223%
コバルト地金（US\$/kg）	15.24	66.92	+439%	32,300	57,900	+179%
モリブデン鉱（US\$/kg）	10.21	61.63	+603%	112,000	185,000	+165%
フェロマンガ（US\$/ton）	453.80	967.5	+213%	7,450,000	10,500,000	+141%
フェロバナジウム（US\$/kg）	6.38	39.50	+619%	42,000	58,000	+138%
インジウム（US\$/kg）	85.00	720.00	+847%	340	500	+147%
レアアース ネオジウム（US\$/kg）	7.3	31.0	+425%	83,500	123,000	+147%
レアアース ジスプロシウム（US\$/kg）	34	110	+324%	（レアアース全体）	（レアアース全体）	

出典 USGS Mineral Commodity Summaries 2007 等 インジウム及びプラチナは地金生産

（イ）資源国の政策動向

レアメタルの生産国における政策動向は、レアメタルを輸入に依存する我が国の資源供給に大きな影響を与える。例えば、中国は、レアアース、タングステン、インジウム、モリブデン、アンチモン等、多くのレアメタルの産出国であるが、近年の経済成長により、レアメタルの国内需要が増大し、レアメタルを含む多くの金属原料について、輸出増値税還付制度の廃止、輸出税の引き上げ、輸出許可制度の導入等、輸出抑制策を急激に講じている。

また、中南米・アフリカ諸国、モンゴル、ボリビア等の資源国では、資源価格の高騰が続く中で、ロイヤルティ制度や超過利潤税の導入など課税強化の動きが顕在化しているほか、ロシアでは、資源開発分野への外資参入規制、カザフスタンでは、地下資源法改正による地下資源ライセンス取得に対する国の優先権賦与など、新たな資源政策採用の動きが具体化している。中国等アジア諸国は海外資源確保に向けた取組を強化しており、我が国企業の海外資源開発権益の確保やその維持という観点で、国際環境はより厳しく、より競争的に変化を続けている。

< 主な資源国の鉱業政策の動向 >

中国

- ・資源保護の強化を国策として掲げており、外資企業の採掘を一部鉱種において禁止（レアアース等）及び制限（タングステン、アンチモン、モリブデン等）。
- ・また、2006年9月に多くのレアメタルについて輸出増徴税の還付制度の廃止、同年11月に輸出税の新たな適用。E/L制度（輸出許可のある者のみ輸出可能。対象品目の輸出数量も減少傾向）の対象品目を拡大等。

ボリビア

- ・モラレス政権下で、従来の鉱業ロイヤルティ（1～5%）の大幅な引き上げ等を内容とする新鉱業法につき審議中。

モンゴル

- ・2006年5月、モンゴル国内の資源開発に対し、銅や金の市況価格に応じて課税される「超過利潤税」を課する法案が議会で可決。また、戦略的鉱床については、国営企業が50%又は34%の権益の取得を可能とする鉱業法の改正を実施。

南アフリカ

- ・「超過利潤税」導入について検討する動きあり。
- ・2004年5月、「新鉱業法」を施行し、黒人への鉱山会社資産の譲渡（2014年までに26%を譲渡）、黒人の管理部門への登用を推進。
- ・課税強化を盛り込んだ「ロイヤルティ法」は業界等の反対で決着せず。現在、修正法案を検討中。

（修正法案） クロム鉱石：2% 4%、金地金：3% 1.5%、
PGM 鉱石：4% 6%、 PGM 地金：4% 3% 等

インドネシア

- ・2005年5月、「鉱物石炭鉱業法」が議会上程され審議中。業界等との調整により成立が遅延。

< 新鉱物石炭法案の内容 >

- 事業契約から事業許可制に：現存するC o W : Contract of Works は存続。
- 地方分権化：地方分権化に伴い、鉱業事業の許認可の発行主体につき、国から地方に移管。
- 製錬の義務化：生産した鉱石につきインドネシア国内で半製品、地金までの加工の義務化を検討。

（ウ）供給障害の状況

レアメタルは、地理的な偏在に加えて、特定の鉱山や少数の企業に生産が集中している。このため、資源国における紛争、鉱山事故、自然災害、労働争議、

企業戦略としての生産削減等により、供給障害が発生している。最近でも、（表4）に示すとおり、カナダ等における主要生産企業の大規模なストライキ、中国等における電力不足に起因する生産停止などが発生している。

表4 主たる供給障害発生の事例

資源国の政策・政情不安等

1989(6ヶ月)	タングステン	中国：天安門事件によって国内混乱
1991.1(4ヶ月)	タングステン	中国：鉱石の新規契約締結を一時中止
2001	タングステン	中国：輸出許可証の発給枠制限による輸出規制

事故・自然災害

1997.4(1.5ヶ月)	ニッケル	豪州：Western Mining社Kambalda製錬所の爆発事故
1999.11(2ヶ月)	クロム	インド：サイクロンによる冠水等で流通停滞
2000.2(2ヶ月)	クロム	ジンバブエ：サイクロンによるモザンビークの鉄道運行不能で流通停滞
2000.2(2ヶ月)	マンガン	豪州：サイクロンによる道路寸断で出荷停滞
2003.10(7ヶ月)	モリブデン	中国：遼寧省鉱山事故による生産休止

ストライキ・企業内トラブル

1997.6(1ヶ月)	コバルト	カナダ：INCO社Sudbury鉱山のスト
1997.6(1ヶ月)	ニッケル	カナダ：INCO社Sudbury鉱山のスト
1997.8(1ヶ月)	コバルト	カナダ：Falcombridge社Sudbury鉱山のスト
1997.11(1年以上)	クロム	カザフスタン：製錬企業の内紛による出荷停止
1999.9(3ヶ月)	ニッケル	カナダ：INCO社Manitoba製錬所のスト
2000	コバルト	コンゴ民主共和国：Gecamines社の運転資金不足、経営体制混乱による生産減 ザンビア：コバルト・プロジェクトの民営化による生産管理体制混乱
2000.8-(7ヶ月)	コバルト	カナダ：Falcombridge社Sudbury鉱山のスト
2003.5(3ヶ月)	ニッケル	カナダ：INCO社Sudbury鉱山のスト
2003.6(3ヶ月)	コバルト	カナダ：INCO社Sudbury鉱山のスト
2003.12	バナジウム	南アフリカ：通貨ランド高等による生産減 ロシア：Vanady Tula社の株主間紛争による生産停止
2004.10(4日)	コバルト	カナダ：Falcombridge社Sudbury鉱山のスト

その他（減産等）

1996	モリブデン	北米：Climax 鉱山の休止
2002	モリブデン	世界的な銅パイプロ鉱山の減産
2004	マンガン	中国：中国国内の電力不足、コークス不足による生産障害 仏：Eramet社工場の減産や操業停止

< 出典：（社）日本メタル経済研究所報告書 等 >

3. レアメタルの安定供給確保対策について

< 安定供給確保に向けた取組の方向性 >

レアメタルについても、他の資源・エネルギーと同様、国際需給の逼迫や国際価格の高騰を経験し、資源獲得に向けた国際環境は厳しさを増している。我が国の産業競争力の確保に不可欠なレアメタルについては、少数の資源国に偏在し、国内資源に乏しい我が国はその太宗を輸入に依存し、その安定供給の確保は、エネルギー資源の安定供給確保と同様、国家安全保障に関わる重要な政策課題である。

レアメタルの国際消費についてはアジアを中心として引き続き拡大が見込まれるところであり、我が国製造業の発展に必須のレアメタル資源の中長期的な安定供給確保に向け、戦略的な努力を積み重ねることが急務である。このため、レアメタル資源の供給源多様化に向けた探鉱開発の推進に加え、国内に存在するレアメタルの再利用を進めるリサイクルや、需要のシフトを通じた需給緩和に資する代替材料開発を戦略的に進める。また、鉱山ストライキや事故など短期的な供給障害に備える観点では、レアメタル備蓄により供給リスクの低減を図る。

(1) 重点的な海外探鉱開発の実施と資源外交

レアメタル探鉱開発の重要性・方向性

() レアメタル海外探鉱開発の重要性

我が国企業によるレアメタルに係る海外権益の確保は、生産される資源に係る権益を直接取得することで、長期的かつ安定的な資源の確保が可能となること、海外資源メジャー等との共同事業を進めることで、鉱山操業等に関するノウハウの取得が可能となること、資源国への直接投資であり、資源生産量の拡大を通じて相手国との相互依存関係の構築を可能とするものであり、レアメタルの安定供給確保に当たり、極めて重要な意義を有する。

() レアメタル資源開発環境の変貌

近年、海外資源メジャーの資金力の拡大、中国の資源輸入の急拡大や海外資源確保に向けた活動の強化、資源国における鉱業課税の強化や資源ナショナリズムの動きの顕在化等から、レアメタル資源権益確保を巡る環境は厳しくなりつつあり、我が国企業は探査活動そのものに伴うリスクや資源投資環境の変化に伴うリスク等、様々なリスクに直面している。

()レアメタル探鉱開発の特殊性

レアメタルの探鉱開発に当たっては、地質学的に資源が偏在していることやベースメタルの副産物として生産されるケースが多いこと等の特殊性を踏まえることが必要である。

第1に、レアメタルについては、中国（タングステン、レアアース、インジウム等）、南アフリカ（プラチナ、クロム、マンガン等）、ロシア（プラチナ、バナジウム、ニッケル等）、チリ（銅、モリブデン）等に生産が大きく偏る。一方で、レアメタルの種類によっては、世界規模で探査活動が不十分で資源賦存ポテンシャルを期待できる特殊な地質環境がこれらの地域以外にも期待できるケースや、これと異なり、資源生産が偏る特定の資源国以外には新たな資源開発プロジェクトの形成を期待しがたいケースがあることに留意が必要である。

第2に、レアアース、タングステン、白金族（プラチナ、パラジウム、ロジウム、ルテニウム等の元素を白金族と総称する。）等のように、レアメタルが主産物として生産され、特定のレアメタルをターゲットとして探鉱開発を進めることができるケースと、インジウム、モリブデン、コバルト、ガリウム、ビスマス等、ベースメタルの副産物として生産されるため、ベースメタル鉱山に対する権益確保を推進することがレアメタルの安定供給源確保につながるケースがあることに留意が必要である。

()レアメタル海外探鉱開発の推進に関する関係機関等との戦略的な連携

国際的に資源獲得競争が激しさを増す中、我が国への資源の安定供給確保に当たり特に重要と考えられる開発権益取得案件、資源調達案件を支援していくため、関係機関を含む政府全体の指針として、「資源確保指針」が今後、策定されることとなっている。レアメタル資源確保についても、その他の重要なエネルギー資源の確保政策と同様、ODA、政策金融、貿易保険などの経済協力との戦略的な連携を確保しつつ、推進を図ることが必要である。同時に、レアメタル探鉱開発に対する具体的な支援策の検討に当たっては、個別案件ごとに政府と関係機関とが緊密な連携を図り、時宜にかなった支援策の具体化を図ることが重要である。

()レアメタル自由貿易の促進及び円滑な投資環境の確保

レアメタル資源確保に当たっては、資源国における透明性が高く安定した投資環境を確保することが重要であり、レアメタル貿易についても、自由貿易の促進を図ることが重要である。このような観点からは、資源国において採用される貿易制限措置等は、WTOルールに整合的でありごく例外的な場合にのみ導入されるものとするべきである。このため、我が国としては、レアメタル資源の安定供給確保の観点から、資源国におけるレアメタル貿易への障害及びレアメタル探鉱

開発投資への障壁について情報収集を行い、レアメタル分野における自由貿易及び円滑な投資環境が確保されるよう努力すべきである。

具体的な取組

() 資源外交の積極的な展開

レアメタルの偏在性から、我が国がそのレアメタルの供給の多くを依存する資源国は限られており、こうした資源国における鉱業投資に関する法制度の変更、鉱業活動に対する課税の強化、鉱山権益の国有化等は、我が国企業の探鉱開発活動に重大な影響をもたらす。このため、ハイレベルでの資源外交を行い、資源国と総合的友好関係を構築する必要がある。例えば、我が国が様々なレアメタルの輸入の太宗を依存する中国との間では、2007年4月の日中閣僚対話において、「レアメタル・レアアースの安定供給確保の重要性」、「政府レベルでのレアメタル政策に関係した意見交換の重要性」を確認したところであり、今後、日中レアアース交流会議等を通じて、戦略的互惠関係の確保を図ること等が重要である。

また、中央アジア、アフリカ、東南アジア等、国際的に見ても探査活動が必ずしも十分に行われてこなかった地域が存在しており、資源獲得競争が厳しくなる中、資源外交を積極的に進め、官民一体となった戦略的な政策展開が必要である。特に、我が国企業の鉱業投資実績に乏しい地域における事業展開に当たっては、2007年4月の経済産業大臣中央アジア訪問時に締結した「資源分野に係る協力に関する基本合意書」((独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構とカザフスタン地質・地下資源利用委員会、ウズベキスタン地質鉱物資源国家委員会)等、新たな協力枠組の合意、資源国のニーズに応じた技術協力の実施や関連インフラの整備などを目的としたODAの供与など、資源国との関係強化を通じ、厳しい条件下で進められる民間の資源権益確保努力を支えることが重要である。

< (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構と「カザフスタン地質・地下資源利用委員会」と「ウズベキスタン地質鉱物資源国家委員会」(2007年4月)における主な合意事項>

- レアメタル等の鉱物資源に関する共同地質調査の実施
- 未開発低品位鉱床の開発における日本企業の投資機会の検討
- 鉱物資源及び探査技術の情報交換
- 人材育成分野における相互協力

() レアメタル鉱山開発

レアアース、タングステン、白金族等のレアメタル鉱山は、中国、南アフリカ、ロシア等一部の資源国に生産が偏在しているが、(図3)に示すとおり、これら

以外の資源国においても探査活動の余地が十分にあると考えられるため、我が国企業としても、安定供給源の確保に向け資源開発努力を強化すべきである。

また、従来の調査実績や（独）産業技術総合研究所における最新の鉱床地質学の成果等を活用しつつ、民間の事業活動を支援することとし、

- （独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構は、レアメタル資源の賦存ポテンシャルに関する基礎的な情報収集や当該資源国における先行的な権益確保を含めた地質構造調査事業を積極的に展開するとともに、海外探鉱向け出融資制度等の活用等により、安定供給に向けた民間の事業活動を支援することが必要である。また、ODA事業としての該当性を見極めつつ、ODA等を活用した鉱山開発基礎データの整備やマスタープランの作成、あるいは環境対策に係る協力等を通じて、探鉱開発の推進に資する支援がなされることが望ましい。
- （独）日本貿易保険による海外事業資金貸付保険（民間事業者の鉱山開発資金の貸付を対象）や海外投資保険（出資を対象）、国際協力銀行による鉱山開発に係る資金の貸付といった支援策との有機的連携も積極的に図ることが重要である。

（個別鉱種別のアプローチ）

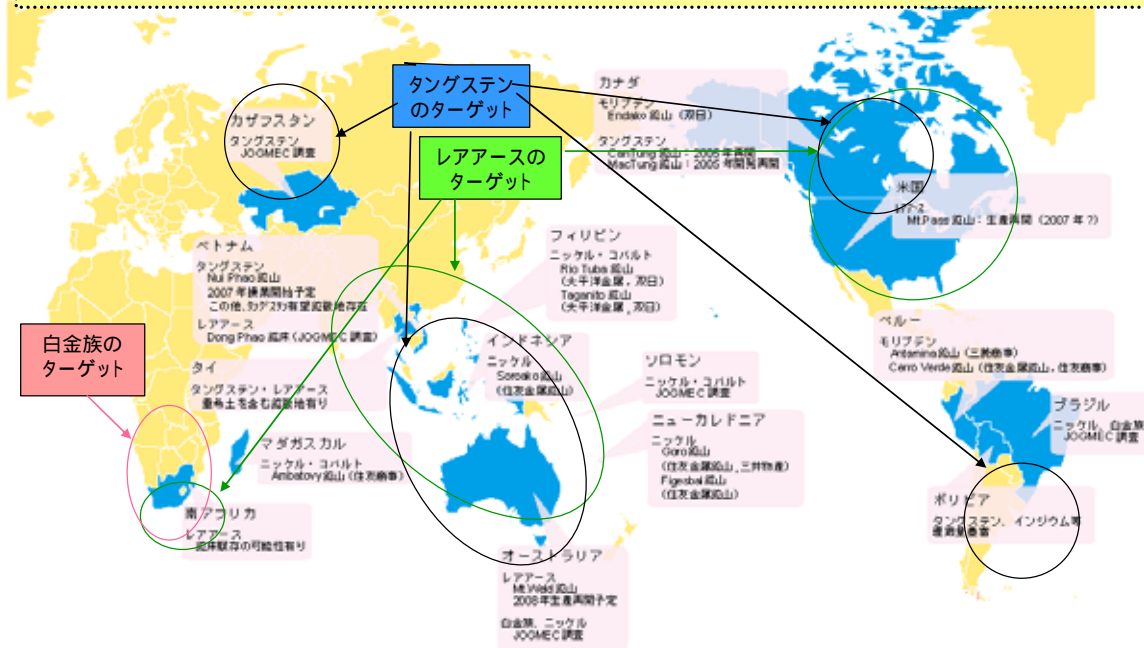
レアアースについては、その供給の約9割を中国に依存し、大消費国の一つである我が国としては、レアアースの中国の埋蔵量は約3割と必ずしも高くないため、南アフリカ、中央アジア、東南アジア等、中国以外における探鉱開発を行うことで、グローバルな供給力を拡大させることが課題である（特に、高性能磁石向けに需要量が増すネオジム鉄ボロン磁石用のネオジム（軽希土）及びディスプロシウム（中重希土）に注目することが必要である）。その際、放射性物質や環境保全上問題のある物質の含有が少なく、ディスプロシウムを含む中重希土を多く含む鉱床の発見に努めることが重要である。また、米国等における休止鉱山の生産再開の動きに注目することが必要である。

タングステンについても、中国に著しく偏在する金属であり、中央アジア、ロシア、東南アジア、豪州、カナダ等で、地質的なポテンシャルが知られ、価格低迷により生産を休止した鉱山も多数存在する。国際的に見てもタングステンに対する探査活動が十分に行われていない新鉱床の発見や休止鉱山の生産再開等、世界の供給力の拡大、安定供給源の確保に向け、我が国としても積極的な対応が求められる。このため、資源外交と国内対策を進め、官民一体となった戦略的な政策展開が必要である。

白金族については、南アフリカに偏在している一方、排気ガス浄化触媒や、燃料電池用触媒等、将来にわたり消費量の拡大が見込まれる。このため、白金族の一大消費国として、探鉱開発の取組強化が求められる。

図3 レアメタルの新たなターゲット地域

- レアアース、タングステン、プラチナなど、少数国に偏在するレアメタルについては、今後、供給力拡大、供給源多角化に向け取組強化が必要。新たな探査開発事業の発掘では、投資環境としての評価が低く、探査開発の優先地域となつてこなかった、中央アジア・アフリカ等についても、積極的な事業展開の可能性を探ることが必要。



() ベースメタルを産出する鉱山の開発

ベースメタル鉱山は、銅・ニッケルの副産物であるコバルト、銅の副産物であるモリブデン、亜鉛の副産物であるインジウム、ガリウム等、多様なレアメタルを産出するため、レアメタルの安定供給とベースメタルの安定供給は一体的な問題として捉える必要がある。国際的な規模で進む資源獲得競争の中で、我が国企業による優良な資源開発権益の取得を実現するためには、海外資源メジャー等との提携による優良案件への参画の機会の模索、海外資源ジュニア（探鉱専門会社）とのネットワークの構築による探査事業への参入、グラスルーツ案件などリスクの高い探鉱開発事業に積極的な展開を図る必要がある。

() 資源加工段階への国際展開

元来、レアメタルは、著しい資源の偏在性等を背景として、探鉱開発権益確保が困難なケースがある。このため、資源国における資源の加工段階の生産活動に関与することも、原料の安定供給を通じ、レアメタル資源の安定確保につながるも

のである。このような観点から、南アフリカにおけるフェロクロム、フェロマンガ、フェロバナジウム、中国におけるレアアース、タングステンの加工事業等、資源国におけるレアメタル加工への資本参加についても積極的に実施することが必要である。

また、レアメタルの新規探鉱開発の推進に当たっては、国内の加工工程の設備能力等を勘案し、適切な場合は、鉱山開発に加え、加工工程も含めた事業化を検討すべきである。この結果、我が国は、レアメタルの安定供給体制を構築するとともに、資源国は付加価値を高めることができる。

() 技術開発

近年、ベースメタルの探鉱開発案件において鉱石品位の低下、鉱床の深部化の傾向がみられる中で、レアメタルの産出を伴うニッケル、銅等の鉱山開発を効率的に実施するためには、湿式製錬の技術を活用した生産手法の確立等、生産性の向上に向けた努力が重要であり、引き続き、生産コスト低減に向けた技術開発努力が求められる。

(2) 発生抑制・リサイクルの推進

レアメタルのリサイクル事業は、ベースメタルに比べ一般に資源価格が高く、製品におけるレアメタル含有量が多いなどの諸条件から、事業として成立しやすいケースがある一方、製品における含有量が少ない、あるいは、多種多様なレアメタルを含有する等、回収が困難であるため事業化しにくいケースも多い。エネルギーと異なり、鉱物資源は、製造工程で生じる副産物や使用済製品から物質を抽出してリサイクルすることが原理的に可能であり、レアメタルについても、個々の鉱種毎の特性を踏まえつつ、「工程くず」の発生抑制や「使用済み」製品からの回収を進め、鉱石等からの新原料供給を補完していくことが重要である。

また、主要なレアメタルを原材料とする製品に関し、原料や材料の我が国への輸入状況、製品の製造・販売状況、製造プロセスにおける「工程くず」の発生・処理状況、「使用済み」製品からの金属回収状況、国内及び海外でのリサイクル原料の輸出入の状況といった、原料から製品、リサイクルに至る国際的な資源循環も含めたマテリアル・フローを把握することは、レアメタルの「工程くず」の発生抑制やリサイクルの推進による新たな原料の確保という観点からも極めて重要である。

平成18年度に実施した鉱物資源供給対策調査(マテリアル・フロー調査)では、我が国競争力の観点から、液晶パネル等、ネオジム磁石、触媒、超硬工具、リチウムイオン電池、特殊鋼、自動車の7品目を対象に調査を実施したところであり、その調査の結果等を踏まえると、以下のとおり、個別のレアメタルや製品分野毎に状況が異なるため、個別に対応を推進することが適切である。

製造プロセスから発生する「工程くず」については、大半が国内でリサイクルされているケースが多い一方で、国内外における処理コストの差等の理由からその多くが海外へ輸出されるケースもある。また、「使用済み」製品についても、廃棄されるか、国際的なリサイクルコストやリサイクル能力の違い等を背景として、海外に輸出されるケースがあるが、こうした形で海外に輸出された「工程くず」や「使用済み」製品から、レアメタルが海外においてリサイクルされ、再度原料として我が国に還流するケースは必ずしも多くはない。また、これらの海外に輸出される「工程くず」や「使用済み」製品のうち、海外での処理が技術的に困難なものについては、そのまま廃棄されるケースもある。こうした「工程くず」や「使用済み」製品から回収されるレアメタルや回収されずに廃棄されるレアメタルについては、豊富な国内資源と考えられるため、国内で適切にリサイクルするか、海外でリサイクルされる場合も、リサイクル後の再生資源が我が国企業向けに安定的に供給されるよう、回収ルートを整備や回収量確保、経済性のあるリサイクル技術の確立等が必要である。

レアアース、タングステン、インジウム、コバルトについては、これらのレアメタルを主原料として用いる製品のリサイクルの推進が重要であり、これらに関する課題をまとめると以下のとおり。

- 《レアアース：ネオジウム鉄ボロン磁石》高性能なネオジウム鉄ボロン磁石製造に投入される合金原料の35%程度が「工程くず」としてリサイクルされるため、歩留まり向上等による「工程くず」の発生抑制が課題。また、「工程くず」のうち、国内における処理能力を超える分は海外へ輸出されていることから、国内におけるリサイクル能力の増強も含め、経済性のあるリサイクルプロセスの開発・整備が課題。「使用済み」製品中の磁石に含まれるレアアースのリサイクルについては、ネオジウム磁石単体の回収は行われておらず、また、他の金属くずと併せてリサイクルされている。このため、国家研究開発プロジェクト（平成19年度着手・希少金属等高効率回収システムの開発プロジェクト等）の推進を通じた、（ ）製品からの分離・剥離技術、（ ）表面メッキ層の除去技術、（ ）スラグを含む含レアアース金属の固体粉碎技術、（ ）粉体固化技術等の要素技術の開発・高度化とこれらのシステム化が課題。
- 《タングステン：超硬工具》超硬工具の製造段階における「工程くず」については、製造原料の約10%が工程くずとして排出され、「工程くず」は国内タングステンカーバイトメーカーに超硬工具用途等としてリサイクル。また、「使用済み」超硬工具については、国内にメーカー・ユーザー間の回収ルートが存在するものの、リサイクル設備の処理能力の問題やリサイクルコストの問題から、国内でのリサイクルは進展しておらず、「使用済み」製品の約75%が中国、ドイツ等に輸出されていると推定される。国内で「使用済み」超硬工具のリサイクルの拡大を図るためには、回収ルートの整備と回収量の確保、国家研究開発プロジェクト（平成19年度着手・希少金属等高効率回収システムの開発プロジェクト）の推進を通じた、より高度で経済性のあるリサイクルプロセスの開発・整備等が課題。
- 《インジウム：液晶パネル》液晶パネルの製造に係る使用済みITOターゲット材（ターゲットに使用されるインジウム量の70%程度）については、海外輸出分を含めてリサイクルが進展。一方、ITOターゲット製造プロセスでは相当量の「工程くず」が発生しており、その発生抑制が課題。また、「使用済み」液晶パネルに含有されるインジウムは極めて少量（ディスプレイパネル製造工程に投入されるインジウムの3%程度）であるため、その回収については、現時点では経済性の問題が存在。国家研究開発プロジェクト

(平成19年度着手・希少金属等高効率回収システムの開発プロジェクト)の推進を通じ、インジウムの回収率向上、リサイクルの効果・効率性の検討や液晶パネルからのインジウム抽出コストの低減を検討することが必要。

- 《コバルト：リチウムイオン電池》電池正極材料や電池製造段階における「工程くず」や、資源有効利用促進法に基づき回収された「使用済み」二次電池は、磁性材料としてリサイクルされており、再度電池材料としてリサイクルするためには、リサイクル制度に基づく更なる回収率向上、官民の協力を通じた、コバルトの高純度回収技術の開発の検討が課題。

原料として使用されるレアメタルが多種類に及び、単一鉱種の視点では十分に捉えることができない触媒、特殊鋼に係るリサイクルの現状の課題をまとめると、以下のとおり。

- 《レアメタル全般：触媒》触媒製造において「工程くず」はほとんど発生しないが、国内で発生した「使用済み」触媒は、国内においてリサイクルされている。海外で発生した「使用済み」触媒についても技術的には国内でリサイクル可能であるが、バーゼル条約の規制対象となった場合、円滑な輸入が出来ないといった事例も見られることから、海外からの「使用済み」触媒の輸入拡大に向けた対応が課題。
- 《レアメタル全般：特殊鋼》特殊鋼の製造時に発生する「工程くず」は、ほぼ100%リサイクルされているが、「使用済み」製品中のレアメタル含有部品(特殊鋼)については、レアメタル含有量が僅かであること、正確な含有情報が把握されていないこと等の理由により、レアメタルとしてのリサイクルはなされていない。レアメタルの有効利用の観点から、レアメタル含有部品(特殊鋼)のリサイクルにおいては、きめ細かな分別による品質確保が課題。

また、「使用済み」製品のうち、特に貴金属やレアメタル等の有用金属を高品位に含有する製品に関しては、その回収・リサイクルを促進するため、有用金属に関する情報提供の方策について検討する必要がある。更に、有用金属を含有する製品や部品における有用金属の使用合理化や易リサイクル設計の促進等についても検討が必要である。

なお、レアメタルのリサイクル技術は主として非鉄金属の製錬技術の応用によることを踏まえ、リサイクルを推進するに当たり、民間企業における製錬関連設備の活用等が重要である。

(3) 代替材料開発

我が国製造業の競争力の源として、広範な工業製品の製造に使用されるレアメタルは、ベースメタルに比較して必要量は少量であるにしても重要な機能を発現させる場合が多い。

現時点で産業利用が進むレアメタルのうち、資源の供給制約が極めて高いレアメタルについては、世界規模で拡大するレアメタル消費の動向を勘案し、代替材料の開発可能性がある場合は、当該資源の安定供給の観点から、代替可能性を追求するとともに、技術的に代替が困難であっても、その省使用化について検討することが必要である。

更に、高度な機能を発現する材料の開発であればあるほど、希少性の高いレアメタルの利用の可能性が高まると考えられるが、工業活動が真にグローバル化する21世紀の材料開発では、その資源としての量的供給可能性や供給リスクも含めた総合的な評価を十二分に行うことが求められるものと考えられる。

レアアース、タングステン、インジウムのように資源の偏在や供給制約の可能性のあるレアメタルについては、特有の機能的特性を満たす画期的な材料の開発が求められる。このような技術開発については、代替材料の開発において原理解明レベルからの抜本的な基盤研究が課題となるとともに、早期の実用化が期待される。このような研究開発活動は、資源の安定供給に直結する課題であるため、政府が中心となって産学官連携によりこれを推進し、ひいては、民間企業における応用開発を促していくことが重要である。

なお、インジウム、レアアース、タングステンについては、平成19年度から開始された希少金属代替材料開発プロジェクトにおいて、社会動向及び目標となる製品・サービスを整理した「導入シナリオ」、要素技術や周辺技術の種類・性能等の目標を整理した「研究開発ロードマップ」を策定しており、それぞれのロードマップに基づいたプロジェクトの着実な推進が必要である。

- 《レアアース：ネオジム鉄ボロン磁石（ロードマップ概要：図4）》小型モーター用耐熱磁石等、レアアース（ネオジム、ディスプロシウム）以外では性能が発揮できない製品が非常に多い。ネオジム鉄ボロン磁石に添加されるディスプロシウムの代替技術の開発は重要な課題であり、ネオジム鉄ボロン磁石に代わる磁石の安定相（金属間化合物）を見つけることがひとつの課題。ただし、過去の研究成果を踏まえると、新しい材料の発見には困難が伴うため、ネオジム鉄ボロン磁石の保持力を理論値に近づけるべく、磁気欠陥を制御する技術や磁石結晶を微細化する技術の開発、省使用化技術開発の着実な実施が重要。

- 《インジウム（ロードマップ概要：図6）》透明電極用ITOについては、亜鉛がインジウムの代替品の候補ではあるものの、インジウムと同等の透過率と導電性を有する代替材料の開発は困難な状況。このため、すべての分野でインジウム代替を目指すのではなく、画面サイズや用途に合わせた適切な代替材料の開発が求められる。また、機能発現の理論研究、界面制御等の材料開発関連技術研究、プロセス関連技術研究の推進、省使用化技術開発の着実な実施が重要。

図6：希少金属代替技術開発ロードマップ：透明電極向けインジウム

導入シナリオ	現状	短期					中期	長期
		2007	2008	2009	2010	2011	平成24年 平成28年 (2012年) (2016年)	平成29年～ (2017年)
社会動向 （レアメタル供給動向、関連製品の需要動向（最終消費者、中間消費者）、法規制動向など）	インジウム需給(日本) <供給> 721 t /年 <需要> 541 t /年 平成16年				パソコン生産 世界：2.5 億台 中国： - 億台 日本： - 億台 液晶テレビ生産 世界：78.3 億台 中国：15.4 億台 日本：8.9 億台			
目標となる製品・サービス （施策目標、最終製品・サービスの種類、性能動向など）	透明電極向け国内In需要量 470 t /年(平成16年)				透明電極向け国内In目標消費削減率 ：5.0% 需要量：470 t /			
研究開発ロードマップ ロードマップ （要素技術、周辺技術の種類・性能等の時系列的变化）		2007	2008	2009	2010	2011		
		材料組成決定技術 成膜技術 新規ITOターゲット焼成技術の開発 インジウム使用量低減技術（塗布法）					材料組成決定技術 成膜技術	希少金属を用いない新しい透明電極用材料の開発

また、特殊鋼用途等としての需要が高いマンガン、クロム、ニッケルなどのレアメタルや、自動車排ガス触媒、燃料電池向けでも消費拡大が見込まれる白金族についても、特定の化学的・物理的特性に着目して、原料として使用されるため、同一の物性を持つ代替材料が存在することは稀であり、代替材料開発に当たっては基礎的な段階からの研究開発を含めた対応が重要となる。

(4) レアメタルの備蓄

レアメタル備蓄については、短期的な供給途絶リスクへの対応を目的とするものであり、上記に述べた中長期的な観点からの諸施策とともに、我が国のレアメタルの安定供給上、着実に実施していく必要がある。

今後、備蓄制度を効果的に運用して行く観点から、官民の役割分担、対象鉱種、備蓄目標、放出のあり方等について検討を行った結果は以下のとおり。

備蓄対象鉱種、備蓄目標等

レアメタル備蓄対象鉱種については、現在、鉱種毎の供給安定性や供給リスク等を踏まえ、ニッケル、クロム、マンガン、バナジウム、コバルト、タングステン、バナジウムの7鉱種としている。また、レアメタル備蓄の目標については、現在、国内消費量の60日分を基本としているが、相対的に供給安定性が高いニッケル、クロム、マンガン、モリブデンについては、備蓄数量を30日分まで低減することを可能とした(注)。

(注)平成12年12月、レアメタル対策分科会(当時)において、効率的な制度運営を図る必要性が指摘されたのを受け、これらの4鉱種については、備蓄数量が30日分を超える部分について、備蓄数量の低減を行ってきた(備蓄目標(国内消費量の60日分)自体は変更せず)。

備蓄対象鉱種にかかる短期的な供給リスクについては、前回検討時以降、モリブデンについて供給リスクの増大を経験(世界的な焙焼設備の能力不足による精鉱供給の遅延)する一方で、ニッケルについては、資源開発権益の確保、ステンレスのリサイクル体制の進展等を通じ、供給の安定化がみられる。また、クロムについては、生産国である南アフリカへの日本企業の現地投資やステンレス製品リサイクルの進展、マンガンについては、市場規模が大きく消費量が比較的安定しており、供給は安定化しているものと考えられる(備蓄7鉱種の供給安定性の評価は表5)。

なお、レアアース、インジウム、プラチナについては、亜鉛製錬からの生産量の増加及び工程くずのリサイクルの進展(インジウム)、工程くずの発生抑制や製品リサイクルの進展(プラチナ)、長期保存の技術的課題や市況への影響等(レアアース)を考慮し、備蓄対象鉱種とするには慎重な対応が必要と考えられる。

表5 備蓄7鉱種の供給安定性の評価

鉱種	供給安定性の状況
コバルト	主用途の電池向けでは、マンガン等代替物の利用が可能。ニッケル・銅の副産物として増産の可能性あり。我が国企業の権益保有が進む。一方、電池向け等で、消費量は堅調に拡大。引き続き、備蓄積み増しの優先度は高いものと評価。
タングステン	希少性、中国依存度が極めて高く、中国政府は国内消費が拡大する中、輸出抑制策を採用。引き続き、備蓄積み増しの優先度は高いものと評価。
バナジウム	希少性が高く、南アに最も依存する鉱種であるが、中国依存も高い。引き続き、備蓄積み増しの優先度は高いものと評価。
モリブデン	平成12年の段階では、リスクは低下したと評価したものの、その後の銅鉱山の減産・焙焼設備不足等で、厳しい需給逼迫を経験。供給リスクが高まっており、備蓄積み増しの優先度は高いものと評価。
ニッケル	我が国企業の権益保有が進み、供給源も多角化したことから供給リスクは、他のベースメタル同等と評価。ステンレスとしてのリサイクルも可能。備蓄対象としては、優先度は高くないものと評価。
クロム及びマンガン	南ア依存度が高いが、日本企業の現地投資も進展。クロムについてはステンレスとしてのリサイクルも可能。マンガンについては、非鉄金属の中で、アルミニウム、銅に次ぐ市場規模を有し、消費量は安定。備蓄対象としての優先度は高くないものと評価。

こうした点を踏まえ、今後の備蓄対象鉱種、備蓄目標等については、以下のよう
に運用することが適当である。

● 備蓄対象鉱種

備蓄対象鉱種については、引き続き現行の7鉱種とする。また、従来、要注視
鉱種としてその需給動向を注視してきた7鉱種を含め、その他のレアメタルにつ
いても、その利用実態の変化に注目しつつ、市場動向の把握やリサイクル体制の
構築などに関する評価を続けていく。

● 備蓄目標等

備蓄目標については、引き続き60日とし、備蓄目標に係る官民の比率につ
いても、引き続き7：3を原則とする。ただし、備蓄数量に係る運用については、
現行の備蓄数量を踏まえつつ、備蓄対象鉱種に応じ、以下のとおりとする。

◇ バナジウム、タングステン及びコバルトについては、引き続き、60日
目標の達成に向けて価格動向、需給動向等を勘案し市況に影響を与えな
いよう、慎重に積み増しを行うことに努める。

- ◇ 備蓄数量の削減を可能とした4鉱種のうちのモリブデンについても、市場の逼迫動向、副産物としての生産制約等を勘案し、バナジウム、タングステン及びコバルトと同様の対応を進める。
- ◇ 一方、備蓄数量の削減を可能としたニッケル、クロム、マンガンの3鉱種については、供給体制の実情、海外鉱山開発の進展等を踏まえ、更なる備蓄数量の削減が可能な鉱種と位置付け、需給動向、価格動向を見つつ、引き続き、機動的な売却を進める。

基準消費量

備蓄対象鉱種に係る基準消費量については、備蓄目標設定時の直近の4年間における平均消費量を用いてきたが、最近、備蓄対象鉱種7鉱種の中には、クロム、モリブデン、マンガン、バナジウムのように過去4年間における国内消費量が現行の基準消費量（平成8～11年平均）と大きく乖離するものが出てきている（レアメタル備蓄対象物資消費量の推移は表6）。

このため、適正な備蓄水準を確保する観点から、平成19年度以降の基準消費量については、平成8年から平成17年までの直近10年間の平均消費量を基準消費量とすることが適当である。

表6 レアメタル備蓄対象物資消費量の推移

(単位:トン、%)

	平成8～11年平均(A)	平成12年	平成13年	平成14年	平成15年	平成16年	平成17年	平成8～17年10年平均(B)	(B) / (A)
ニッケル	169,508	157,625	153,150	161,054	165,666	168,096	152,789	163,642	96.5
クロム	824,322	877,813	838,986	841,653	893,580	908,251	922,799	858,037	104.1
タングステン	5,036	5,404	3,774	3,421	4,078	5,095	5,571	4,749	94.3
コバルト	2,178	2,403	2,146	1,782	3,235	3,006	2,535	2,382	109.4
モリブデン	15,395	20,166	20,840	19,777	20,683	22,300	23,859	18,920	122.9
マンガン	375,283	387,067	403,166	408,696	393,914	396,575	418,977	390,953	104.2
バナジウム	5,573	6,568	6,714	7,252	6,341	6,671	7,182	6,302	113.1
合計	1,397,295	1,457,046	1,428,776	1,443,635	1,487,497	1,509,994	1,533,712	1,444,985	106.4

(注)ニッケル、コバルトは純分換算

備蓄目標期間

備蓄目標については、従来、その適用期間（備蓄目標期間）を5年間としてきたところである。当該期間は、備蓄対象鉱種の見直し等の頻度においても適用されることから、備蓄対象鉱種に係る需要変化等の状況変化を適切に反映できる期間とすることが望ましい。

こうした観点から、現行の目標期間と同じ期間とすることとし、平成19年度から平成23年度までの5年間を備蓄目標期間とすることが適当である。

国家備蓄の運営

（売却スキーム）

従来の「高騰時売却」及び「平常時売却」は、両者の区別が実態上必ずしも明確とはなっていない。こうしたことから、二つの売却方式を区別する必要はなく、「緊急時放出」以外の備蓄物資の売却方法を緊急時に対する平常時の売却方法として広義の「平常時売却」に統合することが適当である。

なお、新たな「平常時売却」を円滑に実施する観点から、「平常時売却マニュアル（仮称）」を整備することが適当である。（注）

（注）「緊急時放出」に関しては、レアメタル対策部会中間報告（平成16年7月）において、「備蓄放出のシミュレーションを行い、新たな問題点の抽出及びその解決策について検討を行い、その結果をマニュアルとして整備」することが求められ、（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構において、平成17年3月に「緊急時放出マニュアル」を作成した。

（国家備蓄物資の形態等）

備蓄物資の形態は、需要者の利便性を考慮して決定されるべきものであるが、現在の備蓄物資の形態は、制度創設時における備蓄物資の形態を継承しているものであり、これまでの需要変化、生産技術の進歩・改善等により、必ずしも需要者の利便性を満たす形態ではない場合もある。特に、緊急時放出においては、放出された物資が速やかに利用される必要があることから、備蓄物資の形態の変更を速やかに実施する必要がある。

備蓄物資の形態が需要者の利便性を満たさなくなっているケースとしては、例えば、現在、鉱石の形態で備蓄されているタングステンについては、鉱石での輸入はほとんど無く、中間製品であるAPT（パラタングステン酸アンモニウム塩）又はフェロタングステンとして輸入され利用されていることや、ニッケルのうち、大型のインゴットで備蓄しているフェロニッケルについては、熱効率の制約から小型のショットの利用が進んでいることが挙げられる。

(国家備蓄物資の売却益の取扱い)

備蓄物資の売却益については、備蓄制度の効率的な運用の観点から、引き続き、国家備蓄物資の積み増しや買い戻し、備蓄物資の形態変更、備蓄に要する管理費用、備蓄物資を購入した際の借入金の返済等に活用することが適当である。

民間備蓄

現行のレアメタル備蓄制度においては、国家備蓄と民間備蓄の併用により、備蓄物資の保有がなされてきたところであるが、両者の性格は大きく異なっており、民間備蓄は、レアメタルの短期的供給途絶が発生した場合において、取引先への製品等の安定供給確保を図るためのものである。(社)特殊金属備蓄協会の会員企業が民間備蓄参加者として、常に一定量(国内消費量の18日分又は9日分)を在庫の外数として保有するものであり、緊急時においては、民間備蓄参加者自らが消費するもの。現行備蓄制度において機動性の高い放出体制を維持する観点から、民間備蓄は引き続き重要である。また、民間備蓄の規模については、国家備蓄の放出に至る期間において、主要生産活動の停滞を避ける観点から設定されたものであり、引き続き、現状の水準を維持すべきである。

一方、民間企業が保有する民間在庫については、生産工程内等にあり通常の生産活動を維持するために必須の在庫に加え輸入船の運航遅れや鉱山ストライキなどの供給障害リスクに対応する在庫を含むものであり、民間備蓄参加者においては、民間在庫と民間備蓄との重畳的な保有により、こうした供給障害による緊急時対応に備えている。

したがって、こうした民間在庫が有する供給リスク対応上の意義を考慮し、現行の民間在庫と民間備蓄をリスク対応能力の全体像として捉えることが望ましく、このため、民間企業における在庫の保有状況を定期的に確認することとし、民間企業における緊急時対応の状況を把握するシステムを構築することが適当である。

(5) 統計の整備・人材育成等

統計の整備

レアメタルの国内需給統計については、国が行う「貿易統計」、「生産動態統計」、「非鉄金属等需給動態統計」、「レアメタル生産動態統計」、「貴金属流通統計」などに加え、業界統計が存在するが、レアメタルの輸入形態の変化やIT産業、自動車産業など新たな消費分野が拡大する中で、レアメタルの需給構造に即した生産から消費までの実態を把握するためには統計調査の拡充を検討する必要がある。

この様な状況を受け、国が行っている統計調査や業界が行っている調査について、調査対象、調査項目などについて確認し、レアメタルの需給動向の実態を把握できるような統計調査の体制整備を検討する。

人材育成等

レアメタルの探鉱開発やリサイクルの促進を図るためには、レアメタル鉱床の探査に必要な専門知識を持った地質技術者やリサイクル技術に関する専門家の育成・確保が必要である。このため、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構による情報収集や(財)国際資源大学校による国内技術者に対する研修の実施(海外レアメタル鉱山開発、リサイクル製錬・リサイクル技術)・拡充が必要である。

(6)レアメタル17鉱種毎の課題

上述の(1)～(5)までを踏まえ、レアメタル備蓄対象7鉱種、要注視7鉱種、その他、我が国競争力の向上を図る観点から重要な製品に含まれるリチウム、アンチモン、チタンの各鉱種の課題をまとめると以下のとおり(数値は一部推計値)。

マンガン

【国内消費量(2005年)】90万ト

【鉱石生産国(2005年)】南アフリカ(23%) オーストラリア(14%) ガボン(13%)

【輸入国(2005年)】南アフリカ(47%) オーストラリア(23%) 中国(19%)

【国内主要用途】普通鋼、特殊鋼

() 需給動向、資源確保の動向と課題

マンガンは鉄鋼生産時の脱酸・脱硫剤などに利用される他、マンガン鋼に添加される。南アフリカ、オーストラリア、ガボン等比較的多様な生産国が存在する。中国における電力、コークス不足等を背景に国際価格の上昇を経験した。中国を中心に鉄鋼の生産が拡大し、それに伴い脱酸及び脱硫剤として必要不可欠なマンガンの需要が増加傾向を示す。フェロマンガンは、南アからの輸入鉱を製錬しており、南ア産の高品位鉱の確保が課題である。一方、低品位鉱を原料とするシリコマンガンは、低品位鉱の産地である中国に生産拠点が移行、日本企業の投資先を含む中国等からの輸入が拡大している。

() リサイクルの動向と課題

特殊鋼の製造工程における「工程くず」(自家発生くず)は、ほぼ100%リサイクルされている。資源価格に対してリサイクルコストが見合わないため、単体としてのマンガンのリサイクルは実施されない。

() 代替材料開発

マンガンは脱酸・脱硫作用を発揮するために、製鋼プロセスで必須であり大量に消費される。粗鋼生産において、マンガンのように安価で鋼材の性能を低下させずに脱酸・脱硫作用を発揮する代替材料の開発が課題とされる。

() 備蓄

マンガンは、比較的南ア依存度が高いが、日本企業の現地投資も進展している。マンガンは、非鉄金属の中で、アルミニウム、銅に次ぐ市場規模を有する金属であり、消費量は安定的に推移している。生産国も多様であり、備蓄対象としての優先度は現状では高くないものと評価できる。なお、中国の需給動向が国際価格へ影響を与えることが考えられることから、引き続き、中国の動向を注視することが必要である。

クロム

【国内消費量(2005年)】63万ト

【鉍石生産国(2005年)】南アフリカ(43%)、インド(19%)、カザフスタン(19%)

【輸入国(2005年)】南アフリカ(49%)、カザフスタン(26%)、インド(9%)

【国内主要用途】特殊鋼

() 需給動向、資源確保の動向と課題

クロムは、ステンレス鋼や耐熱合金等に利用される。南アフリカに偏在する鉍種である。欧州及び日本のフェロクロムメーカーが国際競争力を喪失し、自国内生産から撤退する中、フェロクロムの生産は、コスト競争力のある南アフリカ(55%)、カザフスタン(14%)等で拡大している。ステンレス鋼の増産により、世界のクロム消費は拡大している。我が国企業は、電力多消費のフェロクロム生産(中間製品)を、電力が安価かつクロム鉍産出国である南アに移転しており、更なるフェロクロム海外生産体制の強化等が課題である。

() リサイクルの動向と課題

特殊鋼の製造工程における「工程くず」(自家発生くず)は、ほぼ100%リサイクルされている。マンガン同様、資源価格に対してリサイクルコストが見合わないため、単体としてのリサイクルは実施されない。「使用済み」製品のうち、クロム系ステンレスは、スクラップとして回収されたもののほぼ全量がステンレスとしてリサイクルされる。

() 代替材料開発

ステンレス鋼は、クロムとニッケル価格の変動を受け、クロム系とニッケル系で代替関係がある。現時点では、ニッケル価格の相対的な高まりを受け、クロム系ステンレス鋼の利用が進展している。

() 備蓄

南ア依存度が高いが、日本企業の現地投資も進展していることに加え、クロムについてはステンレスとしてのリサイクルも可能であるため、備蓄対象としての優先度は高くない。

ニッケル

【国内消費量(2005年)】21万ト

【鉍石生産国(2005年)】ロシア(22%) カナダ(15%) オーストラリア(14%)

【輸入国(2005年)】インドネシア(44%)、フィリピン(14%)、ニューカレドニア(13%)

【国内主要用途】特殊鋼

() 需給動向、資源確保の動向と課題

ニッケルは、約7割がステンレス向けであり、その他は合金鋼、磁性材料、電池等多様な目的で利用される。近時、中国の経済成長等によって、ニッケルの世

界消費量は拡大している。今後、ニッケルの大型鉱山開発プロジェクトの2008年以降の生産開始が見込まれることから、中期的には供給量の増加が期待できる。中国は、2000年からニッケルの輸入国化し、世界の需給の逼迫化要因となった。また、日本のステンレス鋼関連分野では、ニッケル消費は堅調に増加している。

日本企業は、インドネシア、ニューカレドニア、フィリピン等の鉱山及び製錬所（中間製品）に投資し、供給国は多様化した。海外投資先からの原料輸入割合は25%程度であり、更に拡大する見込みである。更なる、自主開発の推進、輸入多角化が課題である。

（ ）リサイクルの動向と課題

特殊鋼の製造工程における「工程くず」（自家発生くず）は、ほぼ100%リサイクルされている。「使用済み」製品のうち、ニッケル消費の70%を占めるニッケル系ステンレスは、スクラップとして回収されたものは、ほぼ全量がステンレスとしてリサイクルされる。

（ ）代替材料開発

ステンレス鋼は、ニッケルの高騰を受け、クロム系ステンレスに用途に応じた代替が進展している。

（ ）備蓄

我が国企業の権益保有が進み、2008年以降順次、生産に移行する計画である。ニッケルの供給源も多角化しつつあり、供給リスクは、他のベースメタルと同等と考えられる。ステンレスとしてのリサイクルが存在する他、クロム系ステンレス鋼との代替も可能である。このため、備蓄対象としては、優先度は高くない。

モリブデン

【国内消費量(2005年)】3万ト

【鉱石生産国(2005年)】 アメリカ(34%)、 チリ(27%)、 中国(17%)

【輸入国(2005年)】 チリ(45%)、 中国(15%)、 メキシコ(12%)

【国内主要用途】特殊鋼

（ ）需給動向、資源確保の動向と課題

モリブデンは、構造用合金、ステンレス鋼等鉄鋼向けで利用が進む。世界のモリブデン生産の約8割が、銅の副産物としての生産であり、モリブデン供給量は、銅の価格変動に伴う生産量の変動に左右される。現在、中国等の経済成長に伴う世界的なステンレス鋼需要の拡大により、モリブデンの需要も増加傾向にある。日本のモリブデンの需要は、鉄鋼の需要に支えられ1999年以来拡大している。

過去から銅鉱山の事故や銅の減産等の影響によって国際価格の高騰を経験している（2005年の平均価格は2001年の平均価格の1.3倍(US\$69.9/kg)を記録）。日本企業が進出する中南米の銅鉱山でも生産される。モリブデンの焙焼設

備が不足しており、銅鉱山の新規探鉱開発の検討や焙焼能力も考慮した供給ルート
の確保が課題である。

() リサイクルの動向と課題

特殊鋼の製造段階における「工程くず」(自家発生くず)は、ほぼ100%リ
サイクルされている。鋼材中のモリブデン含有量は、特殊鋼で1%以下、ステン
レスでも5%以下と少なく「使用済み」製品からの単体としてのリサイクルはな
されていない。特殊鋼のリサイクルではきめ細かな分別が品質確保の大きな要因
となるため、特殊鋼ユーザー等による分別促進が課題である。

() 代替材料開発

需要の9割は特殊鋼である。耐酸、耐熱性を必要とする特殊鋼に不可欠な金属
であり、モリブデン調達が困難化した場合、スーパーアロイ生産に影響が出るお
それがある。

() 備蓄

平成12年の段階では、モリブデンの供給リスクは低下したと評価したものの、
銅の副産物としての主産物である銅の生産により、モリブデンの生産量が決定さ
れるという特殊性があり、特殊鋼向けモリブデン消費の拡大が続く中、銅鉱山の
減産・焙焼設備不足等で、厳しい需給逼迫を経験した。国際需給がタイト化する
中で、供給障害のリスクがあり、備蓄積み増しの優先度は高いものと評価できる。

コバルト

【国内消費量(2005年)】12,000ト

【鉱石生産国(2005年)】 コンゴ民主共和国(31%) ザンビア(17%) オースト
ラリア(13%)

【輸入国(2005年)】 フィンランド(30%)、 豪州(17%)、 カナダ(15%)

【国内主要用途】リチウムイオン電池

() 需給動向、資源確保の動向と課題

コバルトは、ニッケル及び銅の副産物で、供給量は主産物の生産量に依存して
決定される。コバルトは中国の経済成長等を背景にコバルトの世界消費量は増加
傾向にある。ニッケルに係る今後の鉱山開発等の大型プロジェクトが2008年
以降、生産を開始する計画であることから、今後、コバルトの需給緩和の可能性
がある。日本のコバルト消費量は、二次電池(リチウムイオン電池)の伸長によ
って拡大傾向を示す。

1970年代は、旧ザイール銅山が、大供給源であったが、現在は、ニッケル
湿式製錬技術の発展の結果、低品位のニッケルラテライト鉱床からの産出が拡大
している。中国の輸入急増で、世界ニッケル需給はタイト化している。コバルト
を副産物として生産するニッケル鉱山に対する新規の探鉱開発、調達ルート確保
に向けた着実な努力が課題となる。

() リサイクルの動向と課題

電池正極材料・電池製造時の「工程くず」や資源有効利用促進法に基づき回収された「使用済み」二次電池は、現状では電池材料として要求される純度を達成できないため、磁性材料としてカスケードリサイクルされ、再度電池材料としてリサイクルするためには、コバルトの高純度回収技術の開発が課題である。「使用済み」二次電池の多くは、最終製品に組み込まれたまま排出され、電池として分離・回収される量は少なく、二次電池のリサイクル制度に基づく更なる回収率向上が課題である。

() 代替材料開発

1970年代後半のシャバ紛争で、日本ではICリードフレームや磁性材料分野でニッケル合金等への代替を進めた。リチウムイオン電池向けは技術革新が進み、マンガン等に代替が進展している。

() 備蓄

コバルトについては、ニッケルの生産拡大により増産される可能性がある。ニッケル鉱山に対する我が国企業の権益保有が進むが、一方で、二次電池向けを含め、コバルトの消費量は堅調に拡大を続けていること、モリブデン同様、副産物という生産実態も勘案すると、引き続き、備蓄積み増しの優先度は高いものと評価できる。

バナジウム

【国内消費量(2005年)】6,400ト

【鉱石生産国(2005年)】南アフリカ(42%)、中国(34%)、ロシア(21%)

【輸入国(2005年)】南アフリカ(49%)、中国(25%)、ロシア(8%)

【国内主要用途】特殊鋼

() 需給動向、資源確保の動向と課題

バナジウムは、鉄鋼向け添加剤として利用が進む他、工業触媒として、石油の脱硫等で幅広く利用される。鉱石生産国上位3カ国(中国、南アフリカ及びロシア)のシェアは99%であり、最大の生産国である南アフリカの為替事情による意図的な供給停止などから国際価格が高騰した事例もある。バナジウムの主要輸出国かつ消費国である中国では、経済成長等を背景にバナジウム消費が拡大し、輸出抑制策と相俟って、中国からの輸出は減少する傾向にある。日本は中間製品(フェロバナジウムとその原料である五酸化バナジウム)で輸入しており、一部は南アの我が国合弁企業により生産される。新規探鉱開発の検討とともに、重質高硫黄原油やオイルサンド等、多様な供給源の確保が課題である。

() リサイクルの動向と課題

特殊鋼の製造工程における「工程くず」(自家発生くず)は、ほぼ100%リサイクルされる。鋼材中のバナジウム含有量は、モリブデン同様少なく、「使用済み」製品からの単体としてのリサイクルはなされない。特殊鋼のリサイクルにおいては、ユーザー等による分別促進が課題である。

() 代替材料開発

高張力鋼に添加されるバナジウムの特性全てを満足する元素はない。母材の靱性向上にはマンガン、モリブデン、結晶の細粒化向上にはニオブ等、一部の特性を補う元素は存在する。今後、代替材料の開発に向け、基礎的な研究開発の促進が課題である。

() 備蓄

希少性が高く、南アに最も依存する鉍種であるが、中国依存度も高い。今後の中国の需給動向によって、需給逼迫が発生する可能性が高く、供給障害も発生する懸念があることと、さらに消費の90%以上を占める特殊鋼向けについて代替が困難であることから、引き続き、備蓄積み増しの優先度は高いものと評価できる。

タングステン

【国内消費量(2005年)】7,000ト

【鉍石生産国(2005年)】 中国(90%) ロシア(4%) オーストラリア(2%)

【輸入国(2005年)】 中国(87%)、 アメリカ(11%)、 韓国(4%)

【国内主要用途】超硬工具、特殊鋼(工具鋼)

() 需給動向、資源確保の動向と課題

タングステンは、鉄鋼向け、超硬工具等の用途で利用される。地域偏在性が極めて高く、中国の生産量が世界生産量の90%を占め、同国から日本への輸入量も総輸入量の87%となっており、中国への依存度が極めて高い。世界最大のタングステン供給国である中国は国家保護鉍種に指定し、輸出抑制策を採用している。日本企業は中間製品(中国)及び鉍石(ロシア)の形態で原料を調達している。中央アジア、ロシア、東南アジア、豪州、カナダ等に供給拡大の可能性がある。海外には休止鉍山が存在し、一部鉍山では生産再開も検討が進んでいる。新鉍床の発見や、探鉍開発への取組強化が課題である。

() リサイクルの動向と課題

「使用済み」超硬工具は、国内に一定のリサイクルルートが存在するが、リサイクル設備の処理能力やリサイクルコスト等から、「使用済み」超硬工具のうち約8割が欧州、中国へ輸出、又は廃棄に回されている。国内において超硬工具のリサイクルを拡大するためには、リサイクル技術の開発、回収ルートの整備や回収量の確保、経済性のあるリサイクルプロセスの開発・整備等が課題となる。

() 代替材料開発

タングステンを完全に代替する物質の確保は困難であり、省タングステンの取組が進む。高品質超硬工具に対するユーザーの要求水準が高く、代替材料の開発には困難が伴う。サーメットの特性改良と他硬質材料のハイブリッド化、コーティング工具の微粒子化等による省使用化技術開発の着実な実施が重要である。

() 備蓄

希少性、中国依存度が極めて高く、中国政府は国内消費が拡大する中、輸出抑制策を採用しており、世界需給が逼迫する可能性があり、そのような状況では供給障

害が発生するリスクは高まる。我が国のタングステン消費量については安定的に推移しているものの、備蓄積み増しの優先度は高いものと評価できる。

インジウム

【国内消費量(2005年)】600ト

【生産国(2005年)】 中国(55%)、 日本(15%)、 カナダ(11%)

【輸入国(2005年)】 中国(70%)、 韓国(9%)、 カナダ(7%)

【国内主要用途】透明電極

() 需給動向、資源確保の動向と課題

インジウムは、液晶パネル製造用ITOターゲットの製造に不可欠の原料である。インジウムは、亜鉛の副産物として生産される。国内に亜鉛製錬所があるため、亜鉛の副産物としての生産が国内で可能である。輸入量の6割は中国から輸入される。供給源の多角化のため、亜鉛鉱山の探鉱開発や亜鉛鉱さいなどからの回収が課題となる。具体的には、ロシアやカナダの塊状硫化物鉱床や、ボリビア、ペルー、アルゼンチンの多金属鉱床の亜鉛鉱石中のインジウム回収等が課題となる。

() リサイクルの動向と課題

液晶パネル製造用ITOターゲット中のインジウムの約70%が使用済ターゲット材として排出され、再度ターゲット原料としてリサイクルされるという特殊な体制である。液晶パネル製造時の「工程くず」の発生抑制や回収プロセスの収率、経済性の向上が課題である。「使用済み」製品中のインジウム含有量は、少量であり、更なる含有量の削減努力が進展していることから、リサイクルには困難が伴うため、その効果・効率性を検討した上で、インジウムの抽出コスト低減に係る取り組むことが課題となる。

() 代替材料開発

透明電極用ITOについては亜鉛が代替品の候補ではあるものの技術的な制約が大きく、インジウムと同等の性能を得るに至っていない。抜本的代替材料開発等の可能性について、機能発現の理論研究、界面制御等の材料開発関連技術研究、プロセス関連技術研究の推進が課題となる。

プラチナ

【国内消費量(2005年)】50ト

【鉱石生産国(2005年)】 南アフリカ(78%)、 ロシア(12%)、 カナダ(4%)

【輸入国(2005年)】 南アフリカ(81%)、 アメリカ(6%)、 ロシア(4%)

【国内主要用途】自動車排ガス浄化触媒

() 需給動向、資源確保の動向と課題

プラチナは金を上回る希少性を示し、宝飾品の他、パラジウム、ロジウムとともに自動車排ガス浄化触媒や燃料電池の電極として利用される。プラチナの埋蔵量は南アフリカが約9割を占め、生産量でも約8割と世界最大の資源国としての地位を

確保している。地質的には、南アフリカの巨大鉍床（ブッシュフェルト岩体）で数多くの鉍山が操業する。我が国の輸入量の7割を南アフリカが占める。南アフリカ等における探鉍開発の促進が課題であり、供給量の更なる拡大に向けプラチナ鉍山の尾鉍等未利用プラチナ資源からの回収技術開発も課題となる。また、南アフリカ等における我が国の鉍山・製錬・製造業の投資交流の促進も、重要なアプローチとなる。

（ ）リサイクルの動向と課題

触媒製造段階においてプラチナの「工程くず」はほとんど発生しない。工業用触媒や自動車用触媒等の「使用済み」製品からの回収・リサイクルは進展している。海外で発生した「使用済み」自動車用触媒は回収・リサイクルされていない可能性があるため、引き続き実態の把握が必要である。

（ ）代替材料開発

白金族の触媒としての機能を代替することは相当な困難が伴う。代替材料の開発と、省使用化については、燃料電池のプラチナ原単位を低減するための技術開発等が課題である。

レアアース

【国内消費量(2005年)】20,000ト

【鉍石生産国(2005年)】 中国(93%)、 インド(3%)、 タイ(2%)

【輸入国(2005年)】 中国(90%)、 フランス(5%)、 エストニア(2%)

【国内主要用途】ネオジウム：磁石 ディスプロシウム：磁石

（ ）需給動向、資源確保の動向と課題

レアアースは17種類の希土類元素の総称であり、構成の磁石、蛍光体、ニッケル水素電池、研磨剤、触媒など、多様な用途で利用される。レアアースの埋蔵量は中国に約3割に加え、中央アジア、米国、豪州、インド等、広く存在するが、生産では中国が世界の約9割を生産する。軽希土類は世界に分布する一方、重希土類に富むイオン吸着型鉍床は、中国江西省等で稼働するのみである。中国は外資によるレアアース鉍山企業の設立を禁止(2002年)する等の外資規制や輸出抑制策を実施している。

我が国へのレアアースの安定供給確保のためには、南アフリカ、中央アジア、東南アジア、インド等、中国以外の資源産出国における探鉍開発が課題である。その際、放射性物質や環境保全上問題のある物質の含有が少なく、中重希土を多く含む鉍床を見つけることが重要である。これまで注目されてこなかった未利用(残さ)レアアース資源からの供給についても、検討課題である。

（ ）リサイクルの動向と課題

ネオジウム鉄ボロン磁石製造に投入される合金原料のうち、35%程度が「工程くず」として回収・リサイクルされるが、歩留まり向上等による「工程くず」の発生抑制により、新原料の投入を低減させる取組も課題。一部の「工程くず」は、国内

の処理能力を超える分は輸出されることから、国内におけるリサイクル能力の増強も含め、経済性のあるリサイクルプロセスの開発・整備が課題である。「使用済み」製品中の磁石からの希土類のリサイクルには、製品からの分離・剥離技術、表面メッキ層の除去技術、含レアアース金属の固体粉碎技術、粉体固化技術等の要素技術の開発・高度化やシステム化が課題となる。

() 代替材料開発

小型モーター用耐熱磁石等、レアアース以外では性能が発揮できない製品が非常に多い。代替材料開発の可能性について、機能発現の理論研究、界面制御等の材料開発関連技術研究等の推進が課題である。特に、ネオジム鉄ボロン磁石に代わる磁石の安定相(金属間化合物)を見つけること、ネオジム鉄ボロン磁石の保持力を理論値に近づけるための、研究開発の実施も重要である。

ニオブ

【国内消費量(2005年)】5,000ト

【鉱石生産国(2005年)】 ブラジル(88%)、 カナダ(10%)、 オーストラリア(1%)

【輸入国(2005年)】 ブラジル(92%)、 カナダ(8%)、 ドイツ(0.2%)

【国内主要用途】特殊鋼

() 需給動向、資源確保の動向と課題

ニオブは、自動車用鋼板、高張力ラインパイプ用厚板、ステンレス鋼等に添加される。埋蔵量については、9割以上がブラジルに集中し、生産についても88%がブラジルに存在する。このため、ブラジル国外での探鉱開発の実施は困難が伴うと考えられる。ニオブ原料は、フェロニオブ又は金属ニオブの形で輸入される。安定供給確保という観点からブラジル生産者との安定した取引関係維持が重要である。

() リサイクルの動向と課題

特殊鋼の製造段階における「工程くず」(自家発生くず)は、ほぼ100%リサイクルされている。主用途は特殊鋼向けであるが、特殊鋼中のニオブ含有量は少なく、「使用済み」製品からの単体としてのリサイクルはなされていない。

() 代替材料開発

低合金高張力鋼ではモリブデン及びバナジウム、ステンレス鋼ではタンタル及びチタンが代替可能である。

タンタル

【国内消費量(2005年)】210ト

【鉱石生産国(2005年)】 オーストラリア(63%)、 モザンビーク(14%)、 ブラジル(11%)

【輸入国(2005年)】 中国(37%)、 アメリカ(24%)、 ドイツ(17%)

【国内主要用途】コンデンサ

() 需給動向、資源確保の動向と課題

タンタルは、プラチナと同様耐食性や絶縁体として優れた特性を示し、電解コンデンサ向けで広く利用される他、超硬工具、光学レンズ、電子部品、スパッタリングターゲット等としての利用が進む。世界の埋蔵量は豪州に93%が存在し、生産量については、豪州が63%を生産する。我が国は、中国、米国、ドイツから輸入し、コンデンサ等として利用する。

() リサイクルの動向と課題

コンデンサ製造段階における「工程くず」は、リサイクルが進展し、ほぼ100%回収されるが、電子部品分野では、2~3割程度、スパッタリングターゲットでは、7割程度が回収される。一方、「使用済み製品」からのタンタルコンデンサのリサイクルは困難で、リサイクルは殆ど実施されていない。

() 代替材料開発

コンデンサー分野では、性能は劣るが炭化ニオブ等が利用可能である。

ストロンチウム

【国内消費量(2005年)】2万ト

【鉱石生産国(2005年)】スペイン(31%)、メキシコ(28%)、中国(27%)

【輸入国(2005年)】中国(56%)、メキシコ(30%)、ドイツ(13%)

【国内主要用途】ブラウン管

() 需給動向、資源確保の動向と課題

ストロンチウムは、主として、ブラウン管のX線遮蔽材として利用される。ストロンチウムは、スペイン、メキシコ、中国で8割強を生産する体制である。我が国は、中国、メキシコ、ドイツから輸入を行う。我が国のカラーテレビブラウン管の製造量が減少しており、消費量は縮小傾向にある。

() リサイクルの動向と課題

家電リサイクル法に基づいて「使用済み」テレビから回収されたストロンチウムガラスの一部については、海外におけるブラウン管製造用途として輸出・リサイクルされている。ブラウン管はカレットとしてブラウン管として再生され、ストロンチウムはガラス中に含まれたままである。

() 代替材料開発

カラーテレビブラウン管用等では、バリウム利用の可能性はある。

ガリウム

【国内消費量(2005年)】140ト

【鉱石生産国】オーストラリア(24%)

【輸入国(2005年)】アメリカ(27%)、台湾(21%)、フランス(18%)

【国内主要用途】LED

() 需給動向、資源確保の動向と課題

ガリウムはガリウムヒ素半導体として利用が進む他、窒化ガリウムは青色発色ダ

イオードとして活用される。ガリウムは、亜鉛・ボーキサイトの副産物であり、資源供給は主産物である亜鉛・ボーキサイトの生産水準に依存する。我が国は、米国（27%）、台湾（21%）、フランス（18%）から輸入。国内リサイクルの体制等からの供給割合も高い。

（ ）リサイクルの動向と課題

ガリウムヒ素半導体製造段階の「工程くず」は使用量の6割と大量に発生するため、その一部は回収され、再利用する体制が整っている。使用済ガリウム製品からのリサイクルは低率に止まっており、使用済み製品からのメタル回収技術の開発が課題となる。

（ ）代替材料開発

多くの半導体分野では、高性能のガリウム砒素半導体を代替することは困難が伴う。

リチウム

【国内消費量(2005年)】2,000ト

【鉱石生産国(2005年)】 チリ(39%)、 オーストラリア(20%)、 中国(13%)

【輸入国(2005年)】 チリ(65%)、 アメリカ(24%)、 アルゼンチン(7%)

【国内主要用途】二次電池

（ ）需給動向、資源確保の動向と課題

リチウムは金属中最も軽くイオン化傾向が大きいという特性から、リチウムイオン電池としての消費量が伸びている。リチウムイオン電池は、ノートパソコンなどモバイル用電源として欠かせない存在となっている。電池以外の用途では、耐熱ガラス製品、冷媒吸収剤等として利用される。リチウム資源は、チリに偏在し、世界の埋蔵量の約7割が偏在し、生産量でも約4割と世界をリードしている。我が国は約65%の供給をチリに依存している。チリを含む、資源国からの原料確保が重要である。

（ ）リサイクルの動向と課題

リチウムはガラス添加剤等として利用された場合、ほとんどリサイクルされない。電池の製造段階における「工程くず」については、スクラップとして回収リサイクルされるが、使用済み電池からのリチウム回収は実施されていない。

（ ）代替材料開発

リチウムはイオン化傾向が大きく、電池として利用する場合に、特別なレアメタルであり、同等の能力を持つ金属を探すことは困難である。

アンチモン

【国内消費量(2005年)】12,000ト

【鉱石生産国(2005年)】 中国(86%)、 南アフリカ(4%)、 タジキスタン(3%)

【輸入国(2005年)】 中国(95%)、 メキシコ(4%)、 台湾(1%)

【国内主要用途】難燃助剤

() 需給動向、資源確保の動向と課題

アンチモンは古くから利用されてきた金属であり、難燃助剤が最大の用途であり、蓄電池、特殊鋼、触媒等でも活用される。アンチモンは、中国に偏在し、世界の埋蔵量の44%が存在し、生産量では86%を占める。我が国は、タングステン、レアアース等と同様、中国に供給を依存する。安定供給確保の観点からは、中国以外の供給源（ロシア・ボリビア等）の確保も課題となる。

() リサイクルの動向と課題

難燃助剤として三酸化アンチモンを少量添加されるものであるため合成樹脂からのアンチモンのリサイクルは、現状では技術的にも経済的にも困難である。経済性のある樹脂の分離・分別技術の可能性の検討が必要と考えられる。

() 代替材料開発

難燃助剤については、有機化合物及び水酸化アルミニウムの利用の可能性がある。

チタン

【国内消費量(2005年)】160,000ト

【鉍石生産国(2005年)】 オーストラリア(31%)、南アフリカ(20%)、アメリカ(16%)

【輸入国(2005年)】 オーストラリア(23%)、ベトナム(18%)、南アフリカ(17%)

【国内主要用途】塗料、展伸材、触媒

() 需給動向、資源確保の動向と課題

チタンは強度、耐熱性、耐食性に優れ、金属疲労を起こしにくいことから、航空機、熱交換器、化学、電力等の幅広い分野で使用されるとともに、耐食性に着目した海水淡水化プラント、形状記憶合金、人工関節などの用途も広がっている。最近では、航空機産業向けの国内需要が伸びており、1995年には航空機分野でのチタンの使用は200トン程度であったが、2004年には1200トン程度まで拡大している。チタン資源は、豪州、中国、インド等に偏在し、主要生産国は、豪州(31%)、南ア(20%)、米国(16%)である。我が国は、豪州(23%)、ベトナム(18%)、南ア(17%)等から輸入している。

() リサイクルの動向と課題

「工程くず」はリサイクルされていると推測されるが、リサイクル量・フローの把握については不十分な水準であるため、引き続き実態の把握が必要である。

() 代替材料開発

航空機用のチタン合金の機能を代替することには相当の困難が伴うと考えられる。

総合資源エネルギー調査会鉱業分科会レアメタル対策部会 委員名簿

平成19年6月現在

部会長	縄田 和満	国立大学法人東京大学大学院工学系研究科 地球システム工学専攻教授
委員	大和田秀二	早稲田大学理工学術院教授
	落合 俊雄	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構副理事長
	小畠 徹	社団法人特殊金属備蓄協会副会長
	重西 孝仁	タングステン・モリブデン工業会理事長
	家守 伸正	住友金属鉱山株式会社常務執行役員金属事業本部長
	高塚 敏夫	触媒工業協会理事
	竹林 義彦	社団法人新金属協会会長
	佃 榮吉	独立行政法人産業技術総合研究所研究コーディネータ
	靄間 満生	社団法人電子情報技術産業協会電子部品部部長代理 (電子材料担当)
	中村 崇	国立大学法人東北大学多元物質科学研究所教授
	西濱 秀樹	社団法人電池工業会広報・資材担当部長
	松田 英三	読売新聞東京本社論説副委員長
	松田 憲和	社団法人日本メタル経済研究所理事長
	山下 雅也	社団法人日本自動車工業会調達委員会委員長
	和気 洋子	慶應義塾大学商学部教授

計 16名(敬称略:委員は50音順)

【総合エネルギー調査会鉱業分科会レアメタル対策部会審議経緯等】

第5回レアメタル対策部会開催 平成18年10月23日（月）

議 題： 今後のレアメタル安定供給対策について
最近における鉱物資源需給の動向と鉱物資源政策の状況について
資源戦略研究会報告書について
レアメタルの需給について（備蓄対象7鉱種）

第6回レアメタル対策部会開催 平成18年11月7日（火）

議 題： レアメタル需給について（要注視7鉱種）
マテリアル・フロー調査の実施について
レアメタルの探鉱開発について
希少金属代替材料開発プロジェクトについて
レアメタル備蓄と主な論点について
レアメタル対策部会中間報告に於ける検討課題について

第7回レアメタル対策部会開催 平成18年11月22日（水）

議 題： レアメタルのリサイクルを巡る課題について
レアメタルに関する統計の課題について
中国のレアメタル政策について
論点整理について

第8回レアメタル対策部会開催 平成18年12月21日（木）

議 題： 中間とりまとめ（案）について

第9回レアメタル対策部会開催 平成19年4月27日（金）

議 題： レアメタルを巡る最近の状況について
マテリアル・フローの現状と課題について
その他

第10回レアメタル対策部会開催 平成19年5月11日（金）

議 題： レアメタルの安定供給に向けた検討課題について
レアメタルの探鉱開発ターゲットと我が国の資源戦略について
レアメタル備蓄と主な論点について
今後のレアメタルの安定供給確保について

第11回レアメタル対策部会開催 平成19年6月11日（月）

議 題： 報告書（案）について