レアメタルを含む金属資源の概要

北 良行^a, 大久保 聡^a

^a (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構(〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2-10-1 虎ノ門ツインビルディング西棟)

Rare Metal, Its Exploitation and Resource Policy

Yoshiyuki KITA^a and Satoru OKUBO^a

^a Japan Oil, Gas and Metals National Corporation (JOGMEC)(Toranomon Twin Building, 2-10-1, Toranomon, Minato-ku, Tokyo 105-0001)

Keywords : Rare Metals, Rare Earth, Exploration, Recycle, Mineral Strategy

1. はじめに

本稿ではレアメタルを含む金属資源の開発・生産および金属の利用といった産業構造につき概略的に述べ、金属資源を巡る現況、レアメタルの供給上の問題点と現在講じられている政策について若干ふれる。

2. レアメタルとは

近年、「中国・レアアース」という言葉が紙面を賑わせている。レアアースとはレアメタルといわれる金属の一種で、ランタノイド(原子番号 57 ランタンから、71 ルテチウムまでの 15 の元素)にスカンジウムとイットリウムを加えた 17 の元素の総称である。これらの元素は、磁石や蛍光剤など産業に欠かせない重要な金属である。

金属はベースメタル、貴金属などという呼び方がされている。ベースメタルには銅、アルミニウム、ニッケル、鉛、亜鉛が含まれる。鉄関係では鉄そのものと、鉄鋼を生産するのに不可欠な添加剤であるマンガンやステンレスの添加剤となるクロムやバナジウムなどがありフェロアロイ(合金として使われる)と呼ばれている。これらの金属は比較的需要量が多い。使用量が少ないが産業に欠かせない金属はマイナーメタルと呼ばれている。日本ではほぼ同意語としてレアメタルといわれる。貴金属(プリシャスメタルもしくはノーブルメタル)は比較的高価な金属で、一般には金、銀、プラチナ族金属(Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os)を指す。このほか、アメリカを中心に、産業に欠かせない金属の総称をクリティカルメタルと称し資源の議論が行われている。

なお、以上に説明した金属の呼び名は、資源や経済面から使われるようになったもので、貴金属以外の分類に科学的意味は無い。

3. 金属資源開発の流れ

金属資源開発は原油、石炭の場合と同様、資源の発見から生産開始まで早くても 10 数年を要するリードタイムの長いビジネスである。また、自然が相手のため、思わぬトラブル

が生じることも多い。金属を生産するにはそれが濃集して存在する集合体を確認しなければならない。この金属の存在を確認することを探鉱と呼んでいる。この地殻中において天然資源として有用な鉱物・流体などが特に濃集した集合体は鉱床と呼ばれる。探鉱で経済性のある資源が確認されると、生産のため鉱山として開発が進められる。ここでは、金属などが胚胎する鉱床がどのように探し出され、開発されるかについて説明を行う。

3. 1 金属資源探査

まず我々は、金属元素が経済的に採取できる金属資源の状態まで濃集した場である「鉱床」を探すことになる。例えば、鉱床を形成するためには、鉄、アルミなどは地殻存在度の数倍、その他の金属では数百倍～数千倍まで濃集されていることが必要となる。このような濃集は地質・地形など、一定条件下で起きる現象であるため、鉱床は特定の場所に形成され、結果として偏在することになる。

かつて、探鉱は、いわゆる山師といわれる技師が地面に金気という兆候を探すことから始まった。踏査(山を歩き回る)と言われる方法であるが、現在では踏査をきっかけにした直接地表に兆候が見える鉱床発見はほとんどしつくされたと言われている。そこで 20 世紀後半からは、科学技術を駆使し地表から直接見つけにくい潜頭性の鉱床の探鉱が行われるようになった。探鉱では対象となる地域にどれだけの情報が蓄積されているかで、個々の地域での探鉱手順は異なってくる。理論的には衛星や航空機などで取得されたデータ、地表部から物理的特性や化学的特性の測定を通じて行う調査、試錐調査、坑道調査をへて、事業化調査(FS)の評価を行い開発が始まる。また、開発の対象となる鉱石が経済的に加工可能であるかといった選鉱・製錬試験、環境影響調査も合わせて行われる。資源探査の流れを図 1 に示す。

3. 2 金属資源の生産

金属の生産には鉱山から直接生産される 1 次生産と、いわゆるリサイクルなどの 2 次生産がある。

3. 2. 1 1 次生産(鉱山生産)

一般に鉱山から生産されるものをさす。採鉱、選鉱、製・

図1 資源探査の流れ

精錬を経て金属が生産される。ここでは銅の生産を例に説明する。採鉱では坑内掘りと露天掘りがある。また、製錬では従来法では乾式製錬(自溶炉)が主流であるが、現在は湿式精錬(化学的な手法)が取り入れられる場合がある。

これらの工程で金属は徐々に純度が高められていく。例えば銅の場合、採鉱の段階では鉱石に含まれる銅分は1%に満たないが、選鉱の段階で20～30%に濃縮され、製錬の段階で99%以上まで高められ、最終的には精錬で99.99%以上の純度(LME基準)にまで加工される。鉱山開発と金属生産の流れを図2に示す。

①採 鉱

採鉱では、金属含有量(品位)、鉱床の形状・場所・深度などに応じ、最適な方法が選定される。大きく分けて坑内採掘と露天掘りがあり、基本的には高品位濃集型の鉱床の開発が前者で、大型低品位型の鉱床の開発が後者となることが多い。銅鉱石の場合、鉱床での銅の含有量は一般的に1%程度以下であるため、年間50万トンの銅を生産する大規模な露天掘り銅鉱山では、一日で10万トン以上もの鉱石が採掘されている。この段階の鉱石を粗鉱と呼ぶ。なお、鉱石を採掘す

るためにはズリといわれる周辺の岩石なども採掘しなければならない。

②選 鉱

採掘された鉱石は選鉱場に送られ、粉碎、磨鉱のうえ有用鉱物とそうでないものに分離される。この工程を選鉱と言い、有用金属の回収率を高めるため鉱石を粒径数10 μ m程度まで細かくする。選鉱は磁力や重力などを活用して行われるが、銅鉱山の場合、浮遊選鉱という手法を用いる。分離された有用鉱物を精鉱と呼ぶ。銅精鉱の銅含有量(品位)は20～30%程度となる。有用鉱物は黄銅鉱など硫化物の集合体である。

なお、現在銅生産の主力であるポーフリーカッパー鉱山では、この段階でモリブデン精鉱を分離・回収している。

③製 錬

精鉱はさらに製・精錬工程に送られ金属に加工される。製錬は、精鉱を炉で溶かし、硫化物を物理的に有用金属濃集部(一般にマットと呼ぶ)と不要な金属(スラグと呼び一般には鉄とシリコンで構成される)に分離する。マットはさらに加工され、製錬の段階で銅分99%以上まで高められる。有用鉱物はほとんどが硫化物であるため、この工程では鉱物に含まれる硫黄がガスとして分離・排出する。これらは硫酸として回収されている。現在加工対象とする鉱石は黄銅鉱などが主流であるため、生産される銅と同量のスラグとはほぼ倍の硫酸が発生する。

④精 錬

製錬された有用金属は、さらに電気分解により(電解工程)、不純物を取り除き、金属(地金、化合物など)を抽出する。この工程によって銅は99.99%以上の銅地金となる。この後、各分野のメーカーでさまざまな最終製品に加工される。

日本国内には、現在、銅鉱山が存在しない。このため、日本で製・精錬を行うためには、主な鉱石生産地であるチリ、ペルーにおいて、鉱山から輸出港までのトラック・鉄道などによる陸上輸送、さらに日本までの海上輸送を経て精鉱の状態での輸入をしている。金属生産までには多くの時間とコスト

図2 金属の生産の流れ

表 1 生産される金属の関係

主産物	副産物	
	鉱山で分離される金属	製錬所で分離される金属
銅	モリブデン、コバルト	金、銀、セレン、テルル、白金族金属(プラチナ、パラジウム等)
亜鉛	鉛	金、銀、カドミウム、インジウム、ゲルマニウム、(ガリウム)
鉛	亜鉛	金、銀、ビスマス、アンチモン、ゲルマニウム
ニッケル	－	コバルト、白金族金属(プラチナ、パラジウム等)
鉄	バナジウム、レアアース	

が費やされている。

これらの生産工程では、採掘・選鉱工程でズリ、製・精錬工程ではスラグが不要物として大量に発生する。一方、製錬工程では硫酸が、電解工程からは、さらに処理が必要ではあるが、金、銀、テルル、セレンなどが含まれ、副産物として回収されている。

3. 2. 2 2次生産(リサイクル)

リサイクルは、精製工程でのマテリアルや一度市中に出回った製品などから回収するシステムがある。これらは都市鉱山と呼ばれる場合がある。対象とする金属、回収したい製品ごとに大きく流通形態が違い、現在でも開発の余地が大きい金属がある。ちなみに、銅や鉛はリサイクルからの供給率が比較的高く、一方、同じベース金属でも亜鉛は低い。

3. 2. 3 副産物としてのレアメタル

鉄鋼関係の金属(フェラスメタル)は単独で開発されることが多いが、非鉄金属はそのもの単独で開発することは稀で、複数の金属が組み合わされて生産されることがほとんどである。上述したように、マイナーメタルの多くがベース金属の副産物として生産されている。副産物には主に鉱山で分離される金属(主に選鉱過程)と、精錬所で分離される金属がある。表 1 に生産される金属の関係の一例を示す。

銅を例にすれば、モリブデンは山元の選鉱所で分離・生産され、セレン、テルルなどは精錬所で分離される。また、亜鉛精錬ではインジウム、ガリウム、カドミウム、ビスマスなどが分離される。ニッケルからはコバルトのほかプラチナ族金属が生産される。

4. 金属の消費

鉄、アルミニウム、銅、鉛、亜鉛、錫などのベース金属は産業の基礎資材として利用され、日本の産業基盤および経済のために極めて重要である。日本が得意とする自動車やエレクトロニクス産業や、再生可能エネルギー産業やそれらを支える部素材には、環境性能の向上や省電力化、小型・軽量化、高機能化、耐久性向上などが求められており、これらの実現のためには、レアメタルなどの安定確保が必要不可欠である。産業分野に必要なレアメタルを表 2 に示す。

以下、主要な金属の用途を述べる。

4. 1 ベースメタル

①鉄は最も多量に、また広く利用されている金属で、建築・土木、自動車、船舶、産業機械など多岐にわたり基礎材料として用いられる。耐食性、耐酸性を錆びやすかったり、用途によっては強度が十分でないため、バナジウムやモリブデン、クロムやニッケルを添加してステンレスとして使用されることもある。

②アルミニウムは軽い金属の代表で、工業生産されて約 100 年と実用の歴史が比較的浅い金属である。自動車、航空機、サッシ、飲料容器に用いられる。電気を多量に消費する製造工程から「電気の缶詰」と呼ばれ、またそのためリサイクルが進んでいる。

③銅は人類が最も古くから利用している金属で、導電性、熱伝導性が高く、加工性に優れている。電線、伸銅品銅箔として使用されている、電力、建築のほか、電子機器の基盤や、自動車のワイヤーハーネスなど、広い産業分野で用いられて

表 2 産業分野に必要なレアメタル

産業分野	構成部品	構成材料	主要レアメタル
製鋼業	普通鋼		Mn
	特殊鋼(ステンレス等)		Ni, Cr, Mn, Mo, Nb, Ti
	スーパーアロイ		Ni, Cr, Co, Mo
原子力	設備(炉心容器、構造物等)	炭素鋼、低合金鋼、チタン合金、スーパーアロイ	Cr, Ni, Mn, Ti, Mo
	燃料被覆管	ジルコニウム合金	Zr
航空機	機体、エンジン、機構部品	チタン合金、スーパーアロイ、アルミ合金等	Cr, Ni, Mn, Ti, Mo, Nb, Mg, V, Zr
宇宙	ロケット(エンジン、推進薬タンク)	スーパーアロイ、アルミ合金、チタン合金	Cr, Ni, Mn, Ti, Mo, Nb, Mg, V, Zr
ロボット	サーボモータ	ネオジム磁石	Nd, Dy
超伝導	電送ケーブル、産業用モータ等	超伝導材料(Bi 系、Y 系、NbTi 系、NbSn 系)	Bi, Y, Gd, Ce, Nb, Ti
自動車	既存自動車(部品、金型、工具) (三元触媒)	普通鋼、特殊鋼、アルミ合金 触媒及び助触媒	Ni, Cr, Mn, W, Co, Mo, V, Mg, Nb Pt, Pd, Rh, Ce, La, Zr
	次世代自動車(モータジェネレータ) (二次電池)	ネオジム磁石 正極材、負極材、電解質	Nd, Dy Ni, Co, Mn, Mn, Li, Y
電気・電子機器	MLCC	誘電体(BaTiO ₃ 、添加剤)、Ni 電極	Ti, Ni, Ho, Dy, Ce, La, Y, Er, Gd
	白色 LED	蛍光体(YAG、その他)	Y, Ce, Gd, Sm, Eu
	LCD パネル	透明電極(ITO)、ゲート電極	In, Cr, Ta
	リチウムイオン二次電池	正極材、電解質	Ni, Co, Mn, Li
	振動モータ、VCM、コンプレッサモータ	ネオジム磁石	Nd, Dy
ライフサイエンス	生体材料	チタン合金、純チタン、コバルトクロム合金	Ti, Co, Cr
	歯科金属材料	金銀パラジウム合金、コバルトクロム合金、人工歯根(チタン合金)、銀合金	Pd, Pt, In, Co, Cr, Ni, Ti, V, Mo, Nb

いる。

④鉛は自動車用など鉛蓄電池の原料として重要な金属である。その他、無機薬品にも用いられる。

⑤亜鉛は鉄の防食に欠かせない金属で自動車用防錆鋼板、亜鉛めっきに用いられる。

4. 2 レアメタル

①ニッケルは大部分がステンレス鋼向けで、その他スーパーアロイ(耐熱合金)、電池材料としても用いられる。多くの素材のめっきにも不可欠である。

②マンガン、クロム、モリブデン、バナジウムはフェロアロイ(合金鉄)と呼ばれ、鉄鋼添加元素として重要である。マンガンは製鋼や張力鋼生産に、また、クロムはニッケルとともにステンレス生産の重要原料となっている。モリブデン、バナジウムは鉄の防食性、耐熱性などを増長させるために不可欠である。

③タングステンは最も融点が高く硬い金属(3,400℃)で、中国が世界の約80%を生産している。かつては白熱電球に使われていたが、自動車部品や電気機器などの作製・加工に使われる超硬工具、鉱山・土木用機材として産業一般に利用されている。

④レアアース(希土類)はランタノイド17元素の総称で、光学特性や電磁特性など、その特異な物理特性に着眼して、希土類磁石(Nd, Dy)、研磨材(Ce)、蛍光体(Y, Eu, Tb)、光学ガラス(La, Y)、触媒(Ce, La)に用いられる。重希土類と軽希土類に分類され、一部の高性能希土類磁石に必要なDyは現在中国でしか経済的な生産がされていない。全体でも中国が世界生産の約90%を超える。

⑤金属チタン(チタン展伸材)は軽くて強い金属で、耐熱、耐食性が優れており、航空機、宇宙産業、海水淡水化プラント、人工関節に用いられる。現状では、アルミニウム以上に精錬に多大なエネルギーを要する。航空産業、特にボーイング787や、中東の淡水化プラントでの需要が伸びている。

⑥リチウムは炭酸リチウムとして、リチウム・イオン電池の原料(正極材、電解質など)として需要が急増している。主に、かん水鉱床から生産される。中国を除くとチリ、アルゼンチン、オーストラリアに生産が集中、生産企業も3社と寡占化が進んでいる。

⑦プラチナ族金属(PGM: Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os)は、

自動車廃棄ガスなど触媒(Pt, Pd, Rh)、宝飾品(Pt, Pd)、HDDなど電子産業(Pd, Ru)、歯科用(Pd)材料として用いられる。また、LEDのサファイヤ基盤製作に使うるつば(Ir)や精密ガラス生産機材(Pt)に不可欠な元素である。生産国が限られ、特にプラチナは南アフリカに生産が集中している。

生産量は鉄鉱石が20億トン弱と群を抜いているが、アルミニウム、クロム、マンガンは原料ベースで3~4千万トン、代表的なベースメタルである銅、亜鉛、鉛は金属ベースで1~2千万トン程度、ニッケルが170万トン程度である。これに対して、タングステン、コバルトなどのマイナーメタルは、数万~十万トンである。また貴金属である金は2,500トン、プラチナは200トン程度とぐっと少量になる。表3に世界の金属消費量、鉱山からの生産量を表4に示す。

5. 金属の取引

一般になじみがある金属の取引は貴金属取引である。これには現物取引と先物取引がある。実際に商品の移動をとまなう受渡しが行われるケースもあるが、一般的には倉荷証券と呼ばれる、有価証券と代金の授受をもって受渡しを行うなど現物商品の移動をとまなわない取引が多い。現在、金の主要な現物市場では、相対取引によりロンドンやニューヨークなどに事務所を置く取引業者間で活発な商いが行われている。一方、主要な先物市場はニューヨークのマーカンタイル取引所: NYMEX (New York Mercantile Exchange)と東京工業品取引所である。

このような取引のベースメタル版がロンドン金属取引所(LME)である。LMEは、銅・鉛・亜鉛・ニッケル・錫・アルミニウムなど非鉄金属取引の世界的な中心であり、その取引価格を公表することにより、非鉄金属の国際価格をリードする役割(機能)を担っている。

一方で、このような公開された取引の他に、供給者と需要家の契約ごとに値決めを相対で実施する金属も少なくない。多くのフェラスメタル、マイナーメタルがこれに属する。需給状況、契約期間、取引量、直近の他社などが行った取引情報などを加味して、決定する。取引に関する情報を調査し毎週、取引価格(スポット)をMetals Weekなどの金属専門誌が掲載、価格指標とされている。

表3 世界の金属消費量

鉱 種	単位	年	消費量 (A)	第1位消費国			第2位消費国			第3位消費国			上位五ヶ国計	
				国 名	消費量	(%)	国 名	消費量	(%)	国 名	消費量	(%)	消費量(B)	B/A(%)
ニッケル	千MT	2010	1,511.5	中 国	561.5	37.1	日 本	177.0	11.7	韓 国	118.8	7.9	1,058.8	70.0
クロム	千MT	2007e	21,017	アジア	9,405	44.7	CIS	4,794	22.8	アフリカ	4,458	21.2	20,653	98.3
マンガン	千MT	2006	19,062	中 国	10,300	54.0	南アフリカ	2,100	11.0	ブラジル	1,900	10.0	16,349	85.8
コバルト	MT	2010	61,000	中 国	20,000	32.8	日 本	14,000	23.0	欧 州	10,000	16.4	54,000	88.5
タングステン	MT	2010	69,000	欧 州	18,000	26.1	アメリカ	7,000	10.1	日 本	6,000	8.7	31,000	44.9
モリブデン	千MT	2010	159.6	欧 州	51.9	32.5	アメリカ	33.9	21.2	日 本	25.1	15.7	110.9	69.5
バナジウム	MT	2010	102,965	中 国	27,442	26.7	西 欧	16,239	15.8	アメリカ	14,515	14.1	76,476	74.3
アンチモン	MT	2005	145,000	中 国	35,000	24.1	アメリカ	28,000	19.3	韓 国	17,300	11.9	103,600.0	71.4
プラチナ	MT	2010	246.0	欧 州	67.0	27.2	中 国	63.5	25.8	北 米	43.5	17.7	209.9	85.3
パラジウム	MT	2010	302.8	北 米	93.6	30.9	中 国	56.0	18.5	欧 州	56.0	18.5	251.6	83.1
チ タ ン	MT	2010e	146,600	中 国	57,600	39.3	CIS	32,000	21.8	アメリカ	25,000	17.1	146,600	100.0
希 土 類	MT	2006e	108,000	中 国	59,000	54.6	日本/東南アジア	25,750	23.8	アメリカ	11,500	10.6	106,000	98.1

出典 WMSK ; World Metal Statistics Yearbook 2011, 工業レアメタル

Roskill Information Service 他

注 e : 推定値

6. 資源の偏在と生産の集中

多くの金属資源は生産国が偏り、企業による生産の寡占化も進んでいる。

6. 1 資源の偏在と資源国の動向

表 4 鉱山からの生産量をみると、ほとんどのレアメタルは生産国が集中しており、上位 5 カ国の生産を合計すると概ね 80～90 % を超える。レアアース(中国 97 %), タングステン(中国 90 %), アンチモン(中国 89 %), ニオブ(ブラジル 92 %), プラチナ(南アフリカ 75 %)と 1 カ国に偏在している資源が多くもあり、供給源としては脆弱といえる。また、これら生産国では資源の国家管理や課税強化、資源の高付加価値化という動きが活発化しており、資源の安定低廉な供給に支障が出ている。

6. 2 資源メジャーによる生産の寡占化

金属資源の分野では、Rio Tinto (英国), BHP-Billiton (英国), Vale (ブラジル), Anglo American (英国), Xstrata (スイス) など、資源メジャーと言われる大企業が存在する。これらの大企業は全世界において、それぞれが得意な金属資源を対象

として、鉱山開発・生産を手がけてきている。最近の活発な M&A もあり、これらのメジャーを含めた資源の生産企業寡占は進んでいる。たとえば 2010 年の鉄鉱石の生産を見ると、Vale, BHP-Billiton, Rio Tinto の上位 3 社シェアと中国の生産を含めると 52 % (39.2 %)となる。その他の鉱種での上位 5 社(中国を含む)による生産集中は銅 40 % (38 %), 鉛 65 % (49 %), 亜鉛 53 % (44 %), ニッケル 53 % (49 %), ポーキサイト 49 % (46 %)となっており、日本を始めとした需要家が資源を有利に調達することが極めて困難になっている(括弧内は 2000 年のシェア)。

7. 鉱物資源における日本の置かれた立場

7. 1 レアメタル資源の問題点

これらを背景に、資源を輸入に依存している日本では、資源国の動向や企業動向の影響を強く受けることになる。表 5 に「我国のレアメタル輸入量」を示す。カナダ、オーストラリアなども輸入の上位を占めているが、中国が多くの資源で上位国として存在する。特にタングステン 86.7 %, アンチモン 96.6 %, レアアース 87.1 % など中国への依存率が異常

表 4 国別生産量

鉱 種	単位	年	生産量 (A)	第 1 位生産国			第 2 位生産国			第 3 位生産国			上位五カ国計	
				国 名	生産量	(%)	国 名	生産量	(%)	国 名	生産量	(%)	生産量(B)	B/A (%)
ニッケル	千 MT	2010	1,539.7	ロシア	274.1	17.8	インドネシア	203.3	13.2	フィリピン	186.4	12.1	992.2	64.4
クロム	千 MT	2010	27,387	南アフリカ	10,820	39.5	カザフスタン	5,092	18.6	インド	3,852	14.1	23,279	85.0
マンガン	千 MT	2010	39,367	中国	11,000	27.9	南アフリカ	7,172	18.2	豪 州	6,464	16.4	30,678	77.9
コバルト	MT	2010	76,371	中国	32,930	43.1	フィンランド	9,299	12.2	ザンビア	5,134	6.7	56,191	73.6
タングステン	MT	2010	82,342	中国	74,800	90.8	ロシア	1,800	2.2	ボリビア	1,518	1.8	79,914	97.1
モリブデン	MT	2010	241,100	中国	93,600	38.8	アメリカ	58,700	24.3	チ リ	37,200	15.4	217,300	90.1
バナジウム	MT	2010	56,000	中国	23,000	41.1	南アフリカ	18,000	32.1	ロシア	14,000	25.0	55,000	98.2
ニオブ	MT	2010	63,000	ブラジル	58,000	92.1	カナダ	4,400	7.0				62,400	99.0
タンタル*	MT	2010	670	ブラジル	180	26.9	モザンビーク	110	16.4	ルワンダ	100	14.9	495	73.9
ゲルマニウム	KG	2010	120,000	中国	80,000	66.7	ロシア	5,000	4.2	アメリカ	4,600	3.8	89,600	74.7
ストロンチウム	MT	2010	420,000	中国	200,000	47.6	スペイン	180,000	42.9	メキシコ	30,000	7.1	418,000	99.5
アンチモン	MT	2010	209,789	中国	187,400	89.3	タジキスタン	5,370	2.6	ボリビア	4,980	2.4	204,350	97.4
プラチナ*	MT	2010	195	南アフリカ	148	75.6	ロシア	25	12.9	カナダ	9.6	4.9	194.1	99.3
パラジウム*	MT	2010	197	ロシア	87.0	44.2	南アフリカ	73	37.1	アメリカ	12	5.9	187.6	95.2
チタン	千 MT	2010	4,875.4	豪 州	1,186	24.3	南アフリカ	800	16.4	カナダ	780	16.0	3,535	72.5
希土類	MT	2010	124,000	中国	120,000	96.8	インド	2,700	2.2	ブラジル	650	0.5	123,730	99.8

出典 MCS ; Mineral Commodity Summaries 2011 (estimated) * コンゴ民 : コンゴ民主共和国(旧ザイール)
WMSY ; World Metal Statistics Yearbook 2011

表 5 我国のレアメタル輸入量

鉱 種	単位	年	輸入量 (A)	第 1 位輸入国			第 2 位輸入国			第 3 位輸入国			上位五カ国計		備考
				国 名	輸入量	(%)	国 名	輸入量	(%)	国 名	輸入量	(%)	輸入量(B)	B/A (%)	
ニッケル	MT	2010	283,628	インドネシア	122,645	43.2	フィリピン	59,437	21.0	ニューカレドニア	28,852	10.2	242,864	85.6	
クロム	MT	2010	502,992	南アフリカ	213,756	42.5	カザフスタン	160,845	32.0	インド	83,663	16.6	486,484	96.7	
マンガン	MT	2010	853,722	南アフリカ	340,250	39.9	豪 州	171,758	20.1	インド	88,777	10.4	750,750	87.9	
コバルト	MT	2010	13,196	フィンランド	4,501	34.1	豪 州	2,384	18.1	カナダ	1,610	12.2	10,609	80.4	
タングステン	MT	2010	3,113	中国	2,697	86.7	豪 州	127	4.1	韓 国	76	2.4	2,974	95.6	
モリブデン	MT	2010	26,353	チ リ	13,033	49.5	米 国	3,846	14.6	中国	1,852	7.0	22,199	84.2	
バナジウム	MT	2010	4,834	南アフリカ	2,387	49.4	中国	1,558	32.2	韓 国	558	11.5	4,704	97.3	
ニオブ	MT	2010	4,929	ブラジル	4,669	94.7	カナダ	167	3.4	中国	89	1.8	4,929	100.0	
タンタル	MT	2010	695	米 国	336	48.3	ドイツ	176	25.4	タ イ	89	12.8	669	96.3	
ゲルマニウム	KG	2010	19,991	中国	11,316	56.6	カナダ	7,852	39.3	ロシア	341	1.7	19,834	99.2	
ストロンチウム	MT	2010	18,302	中国	8,163	44.6	ドイツ	5,141	28.1	メキシコ	4,969	27.2	18,297	100.0	
アンチモン	MT	2010	14,109	中国	12,451	88.2	ベトナム	547	3.9	タ イ	307	2.2	13,740	97.4	
プラチナ	KG	2010	54,409	南アフリカ	46,756	85.9	米 国	3,241	6.0	スイス	1,425	2.6	53,161	97.7	
パラジウム	KG	2010	69,966	南アフリカ	34,748	49.7	ロシア	20,310	29.0	英 国	5,144	7.4	66,822	95.5	
チタン	MT	2010	218,879	南アフリカ	47,687	21.8	インド	46,206	21.1	豪 州	39,711	18.1	176,398	80.6	
希土類	MT	2010	26,126	中国	21,907	83.8	フランス	1,967	7.5	ベトナム	697	2.7	25,306	96.9	R ₂ O ₃ 量

出典 : 日本貿易月表 2010 年 12 月号
出典* : 工業レアメタル 2011 (参考値)

に高いことが伺える。

2000 年になると、資源市場は、特に中国の需要が急増し、金属市場への投機資金が流入したことで、それまでの買い手有利の市場から、売り手市場に変化し、また契約が年単位の長期から四半期単位の短期、スポットへと変化した。2010 年 9 月の尖閣諸島問題では、レアアースを中心とした中国の資源輸出に対する態度は大きく世界を震撼させ、資源の国家コントロールという形で供給障害を引き起こす政治的問題としてチャイナリスクが顕在化した。中国では、自国が有利な立場にある鉱産物である、レアアース、タングステン、アンチモンなどについて、生産制限や輸出制限を行っており、現在 WTO の場で貿易公正性の議論が行われている。

中国のほか、オーストラリアの資源税、インド鉱石輸出税、インドネシアの鉱業法改正、南アフリカでの高付加価値化や鉱山国有化の議論、ジンバブエでの資本現地化比率の引き上げなど資源ナショナリズム(Resource Nationalism)に関する動きが活発化している。

7. 2 資源安定供給策

以上述べたように、資源の安定供給が困難になってきている。経済産業省は、従来総合資源エネルギー調査会の中の鉱業分科会 レアメタル対策部会で総合的なレアメタル安定供給対策について検討している。現在、鉱物資源戦略の強化の方策として資源安定供給対策の 4 本柱として、①海外探鉱開発の推進(供給源の多角化)、②リサイクルの推進、③代替材料開発、④レアメタルの備蓄をとりあげている。

供給源の多角化については、日本企業への鉱区継承を目的として、世界各地でベースメタル、レアメタルの探鉱プロジェクトを JOGMEC が主体的に実施するとともに、資源国と日本政府間での資源開発に関する協力的関係の構築が進められている。リサイクルについては経済性を勘案したレアメタル・リサイクルに関する技術開発が経済産業省主導の下実施されている。代替材料開発についても経済産業省主導の下、レアアース、白金族金属などを対象により安定的な供給が可能な材料利用に関する技術開発を行っている。また、日本の産業に重要なレアメタルの一部は国家備蓄が行われている。

平成 22 年 6 月にはエネルギー資源政策の見直しが行われ自主調達率を含め、2030 年までにベースメタル 80%、レアメタル 50% に自給率の向上数値目標が設定された。

さらに、平成 24 年 6 月には 23 年末にとりまとめられた「日本再生の基本戦略(2011 年 12 月 24 日閣議決定)」において

「官民あげた資源獲得に戦略的に取り組む」ことが定められた。また、エネルギー・環境会議「基本方針」(2011 年 12 月 21 日)において「資源の安定的な確保のための取組も一層強化する」と定められ、以下の 5 点に重点的に取り込むとなった。

- (1) 資源獲得の重要供給国・地域に対する政府一体となった働きかけ
- (2) 資源ユーザー産業の上流開発への関与の促進
- (3) 資源国に対する協力のパッケージ化
- (4) 資源権益獲得に対する資金供給の機能強化
- (5) 国際的なフォーラムやルールの積極活用

8. ま と め

2000 年以降、中国を始めとする BRICs 諸国の需要の高まりにより金属を含む天然資源の需給構造は激変した。その結果、資源価格は高騰し、2010 年代に入っても多くの資源の価格は高止まりした状態である。

特に、資源国として資源を安価で輸出してきた中国は、新興国として内需拡大で資源を必要とし、多くの金属で輸入ポジションとなった。さらに、これまで中国では国内で見過ごされてきた安全対策、環境対策などを求められるようになった。これらを考慮すれば資源価格のベースラインはしばらく現状が継続すると考えられる。

眼を日本の産業に転じると、東日本大震災により 2 つの大きな課題を突き付けられることになった。一つは将来のエネルギーが不透明となったことである。もうひとつは、ハイテク素材の MATERIAL FLOW の問題が顕在化し日本拠点の生産・流通はリスクが大きいと膺炙され、より強く BCP(事業継続計画)がもとめられるようになったことである。これまで自動車や電機産業など資源の需要側は、資源の供給途絶に関して自ら策を講じるという認識をしていなかった。これには資源は供給メーカーが手配するもので、自らが在庫を持たずリスクを納入側に頼って生きた日本のサプライチェーンのあり方が反映している。このあり方を業界側から改善してゆくことが求められる。

資源の太宗を輸入する日本にとって資源の確保は国際問題として取り組む必要もあり、相手国との協調が益々重要となってくる。JOGMEC をはじめとした官が最大に貢献してゆくためには供給源の多角化、リサイクルの推進、レアメタルの備蓄分野での尽力が求められる。

(Received July 31, 2012)