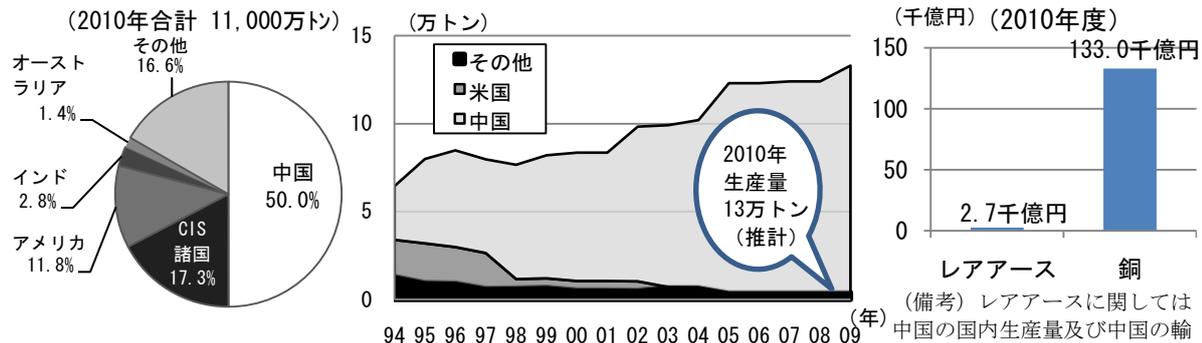


レアアースの需給動向と技術立国に向けた課題

1. 価格高騰の背景

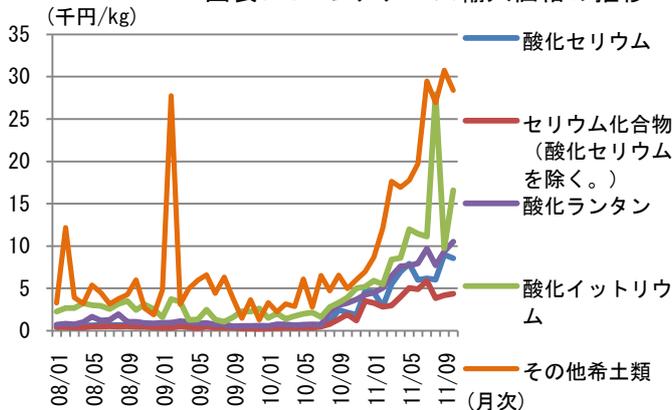
- ・鉄は「産業のコメ」と呼ばれるが、産業の維持・発展に不可欠なレアメタルは「産業のビタミン」と喩えられる。レアメタルの一種のレアアース（希土類）は17種類の元素の総称であり、原子量の大小により重希土と軽希土に分類される。代表的なものとしては、液晶ディスプレイのガラス用研磨剤に使うセリウム、家電や自動車に搭載するモーターの永久磁石に使うネオジム、ネオジム磁石の耐熱性を高めるために用いられるジスプロシウム、カメラの光学レンズに使うランタン等がある。
- ・レアアースの埋蔵量は2010年時点で1億1,000万トンあると言われており、中国の他、ロシア、アメリカ等にもレアアース鉱山が数多く存在する（図表1-1）。また、世界生産量は2010年時点で13万トンと推計されており、「レア」という言葉とは裏腹に可採年数は長い。しかし、90年代後半以降は中国の安値攻勢から諸外国の生産が駆逐されてきており（図表1-2）、特に重希土は中国への依存度が高い。また、数千億円程度とそれ程大きくない市場規模（図表1-3）に加え、少量多品種の採掘物を扱うマーケティングの難しさや環境問題等が新規参入を躊躇させる要因となっていた。
- ・そうした中、日中関係の緊迫化や、EL（輸出ライセンス）発給枠の削減もあり、レアアースの価格は高騰した（図表1-4）。中国国内では、2011年に入ってから採掘総量規制や環境規制が強化され（図表1-5）、今後も供給制約が強まる懸念がある。一方、足元では世界経済の減速に加え、過剰在庫の放出や、新規鉱山開発並びに省・脱レアアースの取り組みが活発化してきたことにより、レアアース価格は軽希土を中心に軟化の兆しも見せている。以下ではこれらの動きを中心に、日本が先行する技術も含め、説明していく。

図表1-1 世界のレアアース埋蔵量 図表1-2 世界のレアアース鉱石生産量 図表1-3 市場規模（試算）



(備考)1. U.S. Geological Survey 「Mineral Commodity Summaries, January 2011」より作成
2. 酸化物量の重さ 3. 太平洋鉱床を除く

図表1-4 レアアース輸入価格の推移



(備考)1. 財務省貿易統計より作成 2. 「希土類金属、イットリウム又はスカンジウムの無機又は有機の化合物及びこれらの金属の混合物の無機又は有機の化合物」の輸入数量と輸入価額により計算

図表1-5 中国の規制強化の例

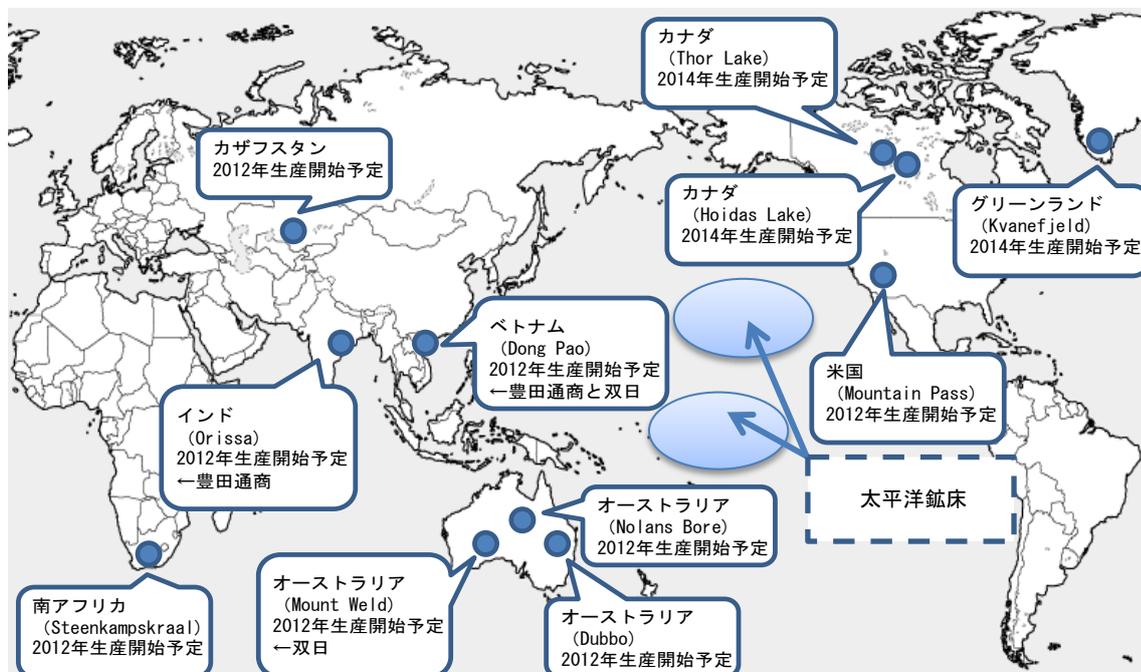
- 10年の海外輸出規制枠は前年比40%減、11年ELは前年比ほぼ横ばい(3万トン)だが、希土類10%以上の合金も対象となり、実質20%近い削減
- 中小業者が乱立し違法採掘が後を絶たない南部の一部を11/1に国家計画鉱区に指定し、乱開発防止を理由に江西省の一部では生産が停止(11/9)
- レアアースに関する環境汚染規制を強化(11/10)
- 大規模な資源開発を抑制するため、レアアースの資源税額を引き上げ(11/11)
- 中国政府が、希土類の取引に専用の納品証の添付を義務付ける制度の導入の方針を固める(11/11)

(備考) 各種資料より作成

2. 供給リスク緩和を目指した動き

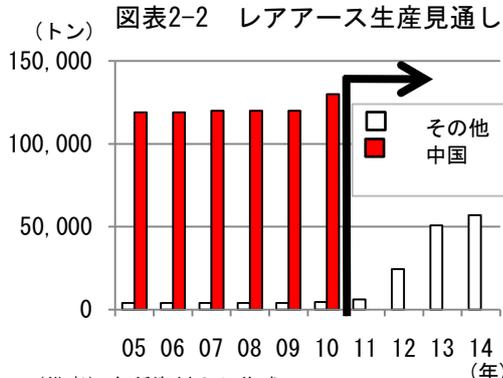
- ・中国依存のリスクを軽減するため、中国以外での新規鉱山開発等の動きが具体化してきている（図表2-1・図表2-2）。例えば、中国産に押されて2002年以降休止していた米Mountain Pass鉱山は、2012年に再開予定であり、品位・埋蔵量とも世界最大級と言われる豪Mount Weld鉱山は2012年に生産開始予定である（図表2-3）。
- ・日本政府の動きとしても、日米欧三極ワークショップの開催といった多国間の取り組みや、インド・ベトナムとのレアアース共同開発に向けた協力体制構築など二国間の取り組みが活発化している。また商社を始めとし、民間レベルにおいても、カナダ、ロシア、カザフスタン、ベトナム等での調達先の多様化に動いている。なお、潜在的には陸上の埋蔵量を遙かに凌ぐ太平洋鉱床の発見も報じられている。以上に限らず、今後も我が国主導での川上の開発に対する継続的な取り組みが期待される。
- ・他方、ジスプロシウム（Dysprosium）の供給は、現時点では中国の「イオン吸着型鉱床」等に限られるが、新規鉱山開発の一方、省・脱レアアースなどで活路を見いだす動きが出始めている。次頁以降では需要サイドに焦点を当てて、この動きを見ていく。

図表2-1 今後開発予定の主なレアアースプロジェクト



(備考) 各種資料より作成

図表2-3 主な新規鉱山開発による生産見通し (トン)



(備考) 各種資料より作成

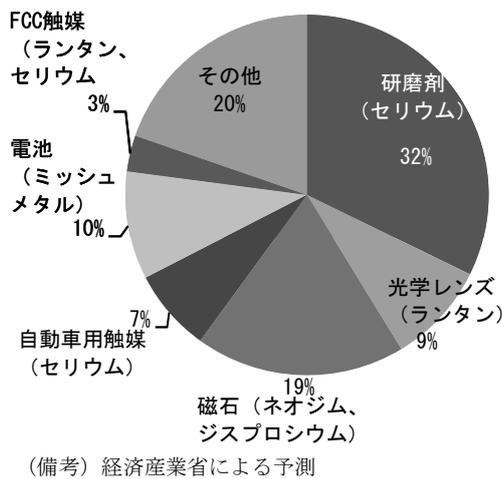
	年	ランタン	セリウム	ネオジム	ジスプロシウム	合計
		(軽)	(軽)	(軽)	(重)	
Lynas (オーストラリア)	12年	2,805	5,141	2,035	13	11,000
	13年	5,610	10,283	4,070	26	22,000
Molycorp Minerals (アメリカ)	10年	996	1,473	360	-	3,000
	11年	1,494	2,210	540	-	4,000~5,000
	13年	6,640	9,820	2,400	-	20,000
Lovozerskiy (ロシア)	10年	430	892	219	-	1,650
	12年	990	2,054	504	-	3,800
Indian Rare Earths (インド)	12年	960	1,840	820	-	4,000
双日・豊田通商とLARESCO の合弁 (ベトナム)	14年	2,375	2,515	755	-	6,000

(備考) アルム出版社「工業レアメタル No.127」より作成

3. 需要の動向

- ・経済産業省によると、2010年の国内におけるレアアースの需要量は31,000トンとなっており(図表3-1)、世界生産の約3割を使用している。その用途は電機・電子や自動車を始め幅広い産業に及び、特に素材・部品、高度な加工製造段階を通じて新技術の開発等を支えている(図表3-2)。
- ・例えば、ハイブリッドや電気、プラグインハイブリッド等の自動車における高性能なモーターの開発においては、ネオジムに加え、微量に使われるジスプロシウムも大きな役割を果たしている。また、経済産業省の「次世代自動車戦略2010」では、今後の目標として、次世代自動車(ハイブリッド自動車、プラグインハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池自動車およびクリーンディーゼル自動車)の普及率(新車販売台数に占める割合)を2020年に20%~50%、2030年には50%~70%として掲げている(図表3-3)。こうした環境配慮型製品等の需要増加が見込まれるため、省・脱レアアース技術の開発が喫緊の課題となってきた。
- ・このような中、経済産業省、NEDOにより、産官学連携の研究開発が進められている(図表3-4)ほか、民間企業の独自の取り組みもあり、様々な代替技術が開発・実用化されつつある。

図表3-1 レアアースの用途別国内需要 (2010年合計 31,000ト)



(備考) 各種資料より作成

図表3-3 乗用車種別普及率の政府目標 (乗用車の新車販売台数に占める割合)

	現状	2020年	2030年
従来車	約90%	50~80%	30~50%
次世代自動車	約10%	20~50%	50~70%
ハイブリッド自動車	-	20~30%	30~40%
電気自動車	-	15~20%	20~30%
プラグイン・ハイブリッド自動車	-	~1%	~3%
燃料電池自動車	-	~5%	5~10%
クリーンディーゼル自動車	-	-	-

(備考) 経済産業省「次世代自動車戦略2010」、報道資料等より作成

図表3-2 レアアースの用途

用途	軽希土														重希土			
	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
磁石・磁性体材料						●	●	●		●	●	●						
光磁気ディスク										●	●	●						
蛍光体	●	●	●						●	●	●				●	●	●	
レーザー	●					●							●	●	●	●		
光ファイバ増幅器					●									●	●			
コンデンサ	●	●				●	●									●		
水素吸蔵合金			●															
超伝導材料						●							●	●	●		●	
光学ガラス		●	●															
メタルハライドランプ	●											●						
発色剤、塗料					●		●											
人工衛星用原子力電池							●											
MRI造影剤									●									
触媒	●	●	●															
研磨剤				●														

図表3-4 レアアース、レアメタルの代替技術等の開発に向けた政府の取り組み

■ 経済産業省の「レアメタル確保戦略」における4つの柱	海外資源確保 リサイクル 代替材料開発 備蓄
■ 経済産業省・NEDOのプロジェクト	
テーマ	対象
希少金属代替材料開発プロジェクト	インジウム、ジスプロシウム、タングステン、白金、セリウム、テルビウム、ユウロピウム、新磁石
次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発事業	省・脱レアアースモーター

(備考) 経済産業省資料、NEDO資料等より作成

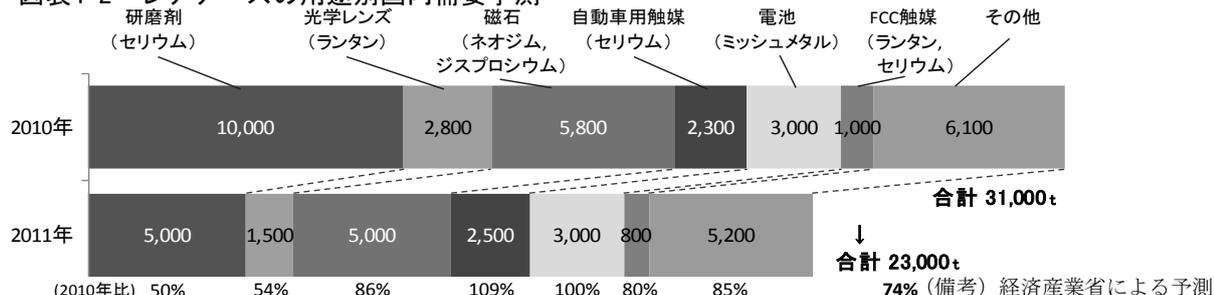
4. 代替技術等の開発状況および今後の見通し

- ・近年では使用量の削減の他、代替元素の利用や、従来と異なる原理での部品開発手法等のアプローチから数多くの開発がなされており、既に実用化に移行している技術もある（図表4-1）。また、廃棄部品や廃家電等からのリサイクル手法についても、実証研究が進められているが、現状では、回収システムの構築や事業採算性の改善が課題となっている。
- ・これらの省・脱レアアースへの取り組みに、足元、前述の需給の緩和材料も相まって、レアアース国内需要は前年の7割程度まで減少する見込みである（図表4-2）。このような見通しの中で、レアアースの価格は2011年夏以降既にピークアウトしており、変化の兆しも窺える。特に、セリウム、ランタンの価格下落が大きい。一方、ネオジム、ジスプロシウムの価格も一時期よりは低下しているものの、高止まりの状態となっており、二極化も見られる。

図表4-1 国内におけるレアアース代替技術、リサイクル技術の主な開発状況

使用減/不使用	用途	内容	企業・団体等
セリウム、ランタン 使用減	鑄鉄の球状化剤	代替材料によるセリウム、ランタンの使用量削減	-
	ハードディスク、液晶ディスプレイ用ガラス、レンズ用ガラス等の研磨剤	多孔質エポキシ樹脂パッドの利用や、酸化ジルコニウム等代替研磨剤により、セリウムの使用量を削減	立命館大学、(株)アドマテックス、(株)クリスタル光学、九重電気(株)(NEDOプロジェクト)
ネオジム、ジスプロシウム 使用減・不使用	次世代自動車用モーター、他モーター	ネオジムの粒界に選択的にジスプロシウムを濃集させる手法を開発し、使用量を削減	信越化学工業(株) TDK(株) 日立金属(株)
	次世代自動車用モーター	ネオジムの粒子を微細化することで、ジスプロシウムの使用量を約40%削減	インターメタリクス(株)、東北大学(NEDOプロジェクト)
	ポディ系(シート、パワーウィンドウ、リアワイパー用)自動車用小型モーター	ジスプロシウムを使わず、ネオジムだけで抗磁力を高めた磁石を開発、2011年から量産開始	愛知製鋼(株)
	次世代自動車用モーター	ジスプロシウムを使わず、ネオジムだけで保磁力を高める技術を開発	(独)物質・材料研究機構 磁性材料センター
	産業機器、カーエアコン、ウォーターポンプ等の自動車用小型モーター	鉄心にレアアースではなく、アモルファス金属、回転子にフェライト磁石を使用する小型モーターを開発	(株)日立製作所
	次世代自動車用モーター	ネオジムを使わず、鉄と窒素からなる強磁性窒化鉄を開発	戸田工業(株)、東北大学(NEDOプロジェクト)
	次世代自動車用モーター	新構造のフェライト磁石モーターを開発	北海道大学(NEDOプロジェクト)
	産業機械、電動バス、自動車モーター	永久磁石を使用しないSRモーターを開発	日本電産(株)
次世代自動車用モーター	永久磁石を使用しないコイル界磁式同期モーターを開発	三菱電機(株)(NEDOプロジェクト)	
リサイクル	内容		企業・団体等
ネオジム、ジスプロシウム	HDDのモーターやエアコンのコンプレッサー等の使用済み製品から、乾式(液体を使わない)でレアアース磁石をリサイクルする装置を開発		(株)日立製作所 三菱マテリアル(株)
	非破壊検知技術でHDD内のネオジム磁石部を物理選別する装置を開発		(独)産業技術総合研究所、近畿工業(株)
	磁石製造段階の加工くずに加え、最終製品から回収した磁石をリサイクル		信越化学工業(株)
セリウム	使用済み研磨剤のリサイクル試験をスタート		三井金属鉱業(株)
	酸化セリウムの再利用率向上および使用量削減		旭硝子(株)
イットリウム、ランタン、セリウム、テルビウム、ユーロピウム	使用済みの三波長蛍光管から、蛍光体を回収・再資源化する技術を開発		(株)ジェイ・リライツ、福岡県リサイクル総合研究センター、日本イットリウム(株)、三井金属鉱業(株)、九州大学
	レアアースを含む蛍光体を種類ごとに分離する技術を開発		(独)産業技術総合研究所

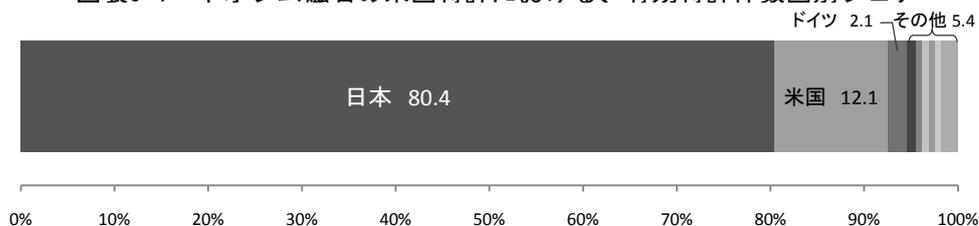
図表4-2 レアアースの用途別国内需要予測



5. ネオジム磁石の保有特許から見た日本の技術力

- ・優れたイノベーション全てが特許という形をとるわけではないが、日本企業の技術力を定量的に推し量るため、以下では特許データに着目する。次世代自動車において重要な役割を担うネオジム磁石を例にとると、米国におけるネオジム磁石の有効特許の8割以上は日本企業が保有しており（図表5-1）、特許件数の上位を占める企業数、被引用回数でも日本企業が海外勢を圧倒している様に日本勢の技術研究は先行している（図表5-2）。
- ・また、2014年以降、ネオジム磁石の基本特許やその周辺特許等、被引用回数の多い重要な技術の特許の多くについては期限切れを迎えるが、前述の省・脱レアアース技術の動き（図表4-1）を始め、2005年頃から日本企業は、ジスプロシウムを効果的・効率的に利用する技術の特許も多く出願しており、この分野において日本企業は先進的な取り組みを続けている。
- ・レアアースを巡る一連の問題は、市場規模が限定される中、需給を巡る様々な動きが絡み合い、多分に政治的な面も孕みながら複雑化してきたとも言えるが、その中であっても日本企業の技術力は、レアアースへの依存度を低減させる可能性を有している。今般のレアアース問題を契機として、今後はこれまで培ってきた技術力を強みとしてさらに育てることで、資源小国の弱点を克服し、国内の新たな産業基盤を構築していくことが期待される。

図表5-1 ネオジム磁石の米国特許における、有効特許件数国別シェア



(備考) 1. エヌユー知財フィナンシャルサービス(株) 提供データより作成
2. 2010年12月31日時点のデータ

図表5-2 ネオジム磁石の米国特許における、企業別有効特許の保有件数ランキングおよび各種累計

順位	企業名	有効特許件数	(有効特許の)		
			被引用回数(自社)	被引用回数(他社)	被引用回数(合計)
1	日立金属	199	292	437	729 (3.7)
2	信越化学工業	46	75	102	177 (3.8)
3	TDK	44	69	203	272 (6.2)
4	セイコーエプソン	43	36	101	137 (3.2)
5	三徳	25	20	141	161 (6.4)
6	パナソニック	17	12	20	32 (1.9)
6	昭和電工	17	41	40	81 (4.8)
8	日立製作所	16	38	17	55 (3.4)
9	MAGNEQUENCH INT INC (US)	14	15	101	116 (8.3)
9	アルプス電気	14	8	82	90 (6.4)
9	東芝	14	26	59	85 (6.1)
12	DOWA HD	11	7	24	31 (2.8)
12	日産自動車	11	2	8	10 (0.9)

(備考) 1. エヌユー知財フィナンシャルサービス(株) 提供データより作成

2. 2010年12月31日時点のデータ

3. 被引用回数(合計)の()内数値；有効特許1件当たり被引用回数(合計) = 被引用回数(合計) / 有効特許件数

4. 網掛けは日本企業・団体

【産業調査部 白井 雅夫、吉岡 聡美】

- ・本資料は、著作物であり、著作権法に基づき保護されています。著作権法の定めに従い、引用する際は、必ず出所：日本政策投資銀行と明記して下さい。
- ・本資料の全文または一部を転載・複製する際は著作権者の許諾が必要ですので、当行までご連絡下さい。

お問い合わせ先 株式会社日本政策投資銀行 産業調査部

Tel: 03-3244-1840

E-mail: report@dbj.jp