

平成26年度  
特許出願技術動向調査報告書（概要）

レアメタル関連技術

平成27年3月

特 許 庁

問い合わせ先  
特許庁総務部企画調査課 知財動向班  
電話：03-3581-1101（内線2155）

## 第1章 調査概要

### 第1節 調査目的

資源の乏しい我が国においては、社会・経済にとって不可欠な鉱物資源を安定的に供給していくことが必要であり、鉱物資源の中でもレアメタルについては先端技術を支える上で特に重要な資源となっている。しかしながら、安定供給対策である海外での上流権益確保やリサイクル等には時間がかかる上に、鉱種ごとに置かれている状況が異なっている。このため、我が国の今後の鉱物資源対策のあり方として、「鉱種ごとの需給構造（サプライチェーン）を分析し、実態を踏まえた戦略的な安定供給確保策の構築」が重要であることが取りまとめられているところである（総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会 鉱業小委員会（平成24年7月））。サプライチェーンを分析する上で重要なポイントとして、大きな需給増減をもたらす製品開発動向や将来的な需要量の見通しを把握することがあげられるが、企業等の研究開発動向や知財戦略を端的に把握できる特許情報を整理・分析することにより、このポイントについて検討することが可能となる。

本調査では、我が国にとって重要かつ調達上の問題が発生する懸念がある鉱物資源（レアメタル）を中心に、特許の動向を調査・分析し、技術開発の動向や今後の展望について検討を行い、鉱種ごとの製品開発動向や将来的な需要量の見通しを把握する上での基礎資料とすることを目指した。

### 第2節 レアメタルの種類と主な用途

レアメタルに類する用語として、マイナーメタル、希少金属等といった用語が存在するが、政策的には昭和62年8月に鉱業審議会レアメタル総合対策特別小委員会で定義された「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な金属のうち、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」を満たす31鉱種がこれに該当する。このうち、レアアース（希土類）は17元素を総括して1鉱種としている。

本調査では、上記の定義に基づくレアメタルのうち、日本国内に製造拠点を有する各種部素材製品の原料としてよく用いられていたり、またしばしば供給途絶リスクへの対応が論点になったりするレアメタル（リチウム、ベリリウム、ホウ素、チタン、コバルト、ニッケル、ガリウム、ゲルマニウム、セレン、ジルコニウム、ニオブ、パラジウム、インジウム、アンチモン、テルル、バリウム、タンタル、タングステン、レニウム、白金、ビスマス、レアアース）を特に抽出して調査対象としたほか、レアメタルではないが、調査対象としたレアメタルの需要を密接な関係がある元素（ロジウム）も調査対象とした。また、現状ではその利用が限定的であるものの、我が国非鉄製錬所等でその利活用の拡大が問題となっている元素（ヒ素、カドミウム）についても今回の調査対象とした。なお、レアアース（希土類）元素17元素のうち、工業レベルでの需要が存在しない元素（プロメチウム、ホルミウム、エルビウム、ツリウム、イッテルビウム、ルテチウム）については、有識者の助言等を得ながら今回の調査対象外とした。

また、本調査対象元素のうち、特に我が国の主要製造業と密接な関わりがあると思われる元素を有識者の助言を得ながら抽出し、これを重要元素として注目特許出願人や注目特許の分析を実施した。

図 1-2-1 レアメタルと本調査対象元素

族	1 (アルカリ族)	2 (アルカリ土族)	3 (希土族)	4 (チタン族)	5 (バナジウム族)	6 (クロム族)	7 (マンガン族)	8 (4周期:鉄族)	9 (5-6周期:白金族)	10	11 (銅族)	12 (亜鉛族)	13 (アルミニウム族)	14 (炭素族)	15 (窒素族)	16 (酸素族)	17 (ハロゲン族)	18 (不活性ガス族)
1	1 H 水素																	2 He ヘリウム
2													5 B ホウ素	6 C 炭素	7 N 窒素	8 O 酸素	9 F フッ素	10 Ne ネオン
3	11 Na ナトリウム	12 Mg マグネシウム											13 Al アルミニウム	14 Si ケイ素	15 P リン	16 S 硫黄	17 Cl 塩素	18 Ar アルゴン
4	19 K カリウム	20 Ca カルシウム	21 Sc スカンジウム	22 Ti チタン	23 V バナジウム	24 Cr クロム	25 Mn マンガン	26 Fe 鉄	27 Co コバルト	28 Ni ニッケル	29 Cu 銅	30 Zn 亜鉛	31 Ga ガリウム	32 Ge ゲルマニウム	33 As ヒ素	34 Se セレン	35 Br 臭素	36 Kr クリプトン
5	37 Rb ルビジウム	38 Sr ストロンチウム	39 Y イットリウム	40 Zr ジルコニウム	41 Nb ニオブ	42 Mo モリブデン	43 Tc テクネチウム	44 Ru ルテニウム	45 Rh ロジウム	46 Pd パラジウム	47 Ag 銀	48 Cd カドミウム	49 In インジウム	50 Sn スズ	51 Sb アンチモン	52 Te テルル	53 I ヨウ素	54 Xe キセノン
6	55 Cs セシウム	56 Ba バリウム	57 ~ 71 ランタノイド	72 Hf ハフニウム	73 Ta タンタル	74 W タングステン	75 Re レニウム	76 Os オスマウム	77 Ir イリジウム	78 Pt 白金	79 Au 金	80 Hg 水銀	81 Tl タリウム	82 Pb 鉛	83 Bi ビスマス	84 Po ポロニウム	85 At アスタチン	86 Rn ラドン
7	87 Fr フランシウム	88 Ra ラザンウム	89 ~ 103 アクチノイド	104 Rf ラザフォージウム	105 Db ドブニウム	106 Sg シーボーギウム	107 Bh ボーリウム	108 Hs ハッシウム	109 Mt マイトネリウム	110 Ds ダームスタチウム	111 Rg レントゲニウム							
ランタノイド	57 La ランタン	58 Ce セリウム	59 Pr プラセオジウム	60 Nd ネオジウム	61 Pm プロメチウム	62 Sm サマリウム	63 Eu ユウロピウム	64 Gd ガドリニウム	65 Tb テルビウム	66 Dy ジスプロシウム	67 Ho ホルミウム	68 Er エルビウム	69 Tm ツリウム	70 Yb イットルビウム	71 Lu ルテチウム			
アクチノイド	89 Ac アクチニウム	90 Th トリウム	91 Pa プロアクチニウム	92 U ウラン	93 Np ネプツニウム	94 Pu プルトニウム	95 Am アメリシウム	96 Cm キュリウム	97 Bk バークリウム	98 Cf カリホルニウム	99 Es アインスタインウム	100 Fm フェルミウム	101 Md メンデレビウム	102 No ノーベリウム	103 Lr ローレンシウム			

注1：上段：原子番号、中段：元素記号、下段：元素名

注2：着色部がレアメタル元素（濃い色はレアアース 17 元素）。本調査対象元素は赤太文字の元素

出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

図 1-2-2 本調査対象元素とそのうちの重要元素

<p><b>○調査対象元素（25 鉱種・35 元素）</b></p> <p>リチウム (Li)・ベリリウム (Be)・ホウ素 (B)・チタン (Ti)・コバルト (Co)・ニッケル (Ni)・ガリウム (Ga)・ゲルマニウム (Ge)・ヒ素 (As)・セレン (Se)・ジルコニウム (Zr)・ニオブ (Nb)・カドミウム (Cd)・インジウム (In)・アンチモン (Sb)・テルル (Te)・バリウム (Ba)・タンタル (Ta)・タングステン (W)・レニウム (Re)・白金族[白金 (Pt)・パラジウム (Pd)・ロジウム (Rh)]・レアアース[スカンジウム (Sc)・イットリウム (Y)・ランタン (La)・セリウム (Ce)・プラセオジウム (Pr)・ネオジウム (Nd)・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)・ジスプロシウム (Dy)]</p>
<p><b>○重要元素（上記のうち、特に注目特許出願人や注目特許の分析対象とした元素）</b></p> <p><b>(8 鉱種・18 元素)</b></p> <p>チタン (Ti)・ニッケル (Ni)・アンチモン (Sb)・タングステン (W)・レニウム (Re)・白金族[白金 (Pt)・パラジウム (Pd)]・レアアース[スカンジウム (Sc)・イットリウム (Y)・ランタン (La)・セリウム (Ce)・プラセオジウム (Pr)・ネオジウム (Nd)・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)・ジスプロシウム (Dy)]</p>

出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

本調査対象元素の主な用途としては、以下に示すようなものがある。なお、本調査で対象とする技術区分は極めて多岐にわたり、限られた時間内に効率的な調査を実施することは困難であることから、調査を効率的に進める観点から、本調査では有識者の助言を得ながら、需要量の大きい用途ばかりではなく、今後我が国の需要に変化が見られそうな用途（技術区分）、また新たな需要開拓の余地がありそうな用途（技術区分）を中心に特許動向調査の対象とした。

図 1-2-3 本調査対象元素（技術区分：大分類）と主な用途（技術区分：小分類）（1）

技術区分(大分類: 鉱種)		技術区分(小分類: 用途)			
元素	(参考) 左記元素を含む代表的原料(粗原料)	レアメタル関連技術を利用する用途 (中間製品)	(参考) 左記中間製品を使用する代表的な最終製品		
リチウム	Li	炭酸リチウム	リチウムイオン二次電池正極材(ニッケル系以外)	バッテリー(リチウムイオン二次電池: 電気電子機器等)	
			耐熱ガラス	耐熱ガラス食器等	
			コンクリート混和材(亜硝酸リチウム)	建築物(アルカリ防食機能の強化)	
			製鋼フラックス(連続製造用)	鋼材	
			釉薬(融点低下剤)	陶磁器	
	水酸化リチウム	リチウムイオン二次電池正極材(ニッケル系)	バッテリー(リチウムイオン二次電池: 自動車等)		
		グリス増ちょう剤(増粘性)	軸受グリス		
	塩化リチウム	炭酸ガス吸収剤	循環式空気清浄機(潜水艦、宇宙船等)		
		空調除湿剤(塩化リチウム40~50%溶液)	除湿装置(デシカント空調とは別)		
		溶接フラックス(アルミニウム溶接用)	溶接フラックス(アルミニウム溶接用)		
	金属リチウム	リチウム一次電池正極材	リチウム一次電池(ボタン電池)		
		有機合成還元剤(水素化アルミニウムリチウム)	有機合成還元剤(水素化アルミニウムリチウム: ケトン、アルデヒド、アミド、エステル等の還元用)		
	臭化リチウム	触媒(合成ゴム重合触媒: プチルリチウム)	触媒(合成ゴム重合触媒: プチルリチウム)		
	ベリリウム	Be	金属ベリリウム	放射線遮蔽材	医療機器(X線遮蔽窓)
				中性子減速材、制御棒等	原子炉
水酸化ベリリウム・酸化ベリリウム		音響スピーカー振動板	高級音響スピーカー		
		ベリリウム銅合金(展伸材)	電気電子機器部品(携帯電話、パソコン、家電等のスイッチ接点、コネクタ、ソケット、リレー、マイクロモーター等) 防振安全工具(ペンチ、ドライバー、スパナ等) 海底中継器(光信号増幅用中継器の筐体材料) 高速レーザースキャナー(スキャナ中の弾性変形部の材料として) 医療用ベースメーカー(非磁性材料が要求される部位) 電子レンジ(マグネトロン)・極超短波通信機器(非磁性材料が要求される部位) 放熱板(電子部品取り付け用のヒートシンク等)		
		ベリリウム銅合金(鑄造合金)	プラスチック等用射出成型金型		
		ベリリウムアルミニウム合金	航空機・宇宙衛星用構造材(軽量のアルミニウム合金を強化した上で放射線遮蔽能力を高める)		
		酸化ベリリウム	銅タングステン合金添加剤	放熱板(電子部品取り付け用のヒートシンク等)	
ホウ素		B	ボロン鉱石・ホウ砂	ホウケイ酸ガラス(長繊維)	FRP船、プリント基板(エポキシ樹脂で固化)
				ホウケイ酸ガラス(短繊維)	建築物、冷蔵庫ほか
				ホウケイ酸ガラス(その他)	自動車用ガラス、液晶ディスプレイ
	釉薬			陶磁器	
	フェロボロン			低合金鋼(変圧器鉄芯)	
	ホウ砂・ホウ酸	医薬品(目薬、消毒薬)	医薬品(目薬、消毒薬)		
		防虫剤	防虫剤		
		金属表面処理剤(溶融塩浴)	金属表面処理剤(溶融塩浴)		
		V線遮蔽ブロック	原子炉(遮蔽壁)		
		ファインセラミックス(窒化ホウ素、炭化ホウ素等)	切削工具(鉄鋼用)		
ファインセラミックス(窒化ホウ素、炭化ホウ素等)	潤滑剤(粉末)				

注：「技術区分（小分類：用途）」のうち、太文字の用途について特許動向を調査した。

出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

図 1-2-4 本調査対象元素（技術区分：大分類）と主な用途（技術区分：小分類）（2）

技術区分(大分類: 鉱種)		技術区分(小分類: 用途)		
元素	(参考) 左記元素を含む代表的原料(粗原料)	レアメタル関連技術を利用する用途 (中間製品)	(参考) 左記中間製品を使用する代表的な最終製品	
チタン	スポンジチタン	チタン地金(展伸材)	航空機(機体、ジェットエンジン(ブレード等))、宇宙衛星(構造材)、火力・原子力発電所(タービン、復水器)、石油・化学工業(タンク、バルブ、ポンプ等)、電解設備(電解槽)、プレート式熱交換器(化学、食品、船舶、空調、電力、産業機械、鉄鋼、金属製錬、プラント、半導体、紙・バルブ等)、建築・土木(高い防錆機能が求められる部位)、自動車(排ガス回り等)、医療(人工骨)	
		チタン地金(鑄造品)	食品・石油化学(バルブ、ポンプ、タンク、遠心分離機等)	
		チタン粉末	自動車・化学工業(絶縁顔料等)	
		触媒(ポリエチレン重合触媒、ポリプロピレン重合触媒、ポリエステル重合触媒: Ziegler-Natta触媒)	触媒(ポリエチレン重合触媒、ポリプロピレン重合触媒、ポリエステル重合触媒: Ziegler-Natta触媒)	
	フェロチタン	高張力鋼・耐熱鋼・ステンレス鋼(添加剤)	自動車 家電 電機 機械	
		酸化チタン	塗料・インキ(白色) 製紙添加剤 光触媒 感光体(オフセット印刷用) 日焼け止め 増感色素担体(電極) 誘電体(チタン酸バリウム)	塗料・インキ(白色) 上質紙 空気清浄機・脱臭フィルター・建材 感光体(オフセット印刷用) 日焼け止め 色素増感型太陽電池 セラミックコンデンサ
	コバルト	電気コバルト(コバルト地金)	高速度工具鋼・合金工具鋼	自動車 家電 電機 機械 切削工具・金型
			超硬チップ	切削工具
			LaCo磁石	モーター
			SmCo磁石	モーター
Co基スーパーアロイ			ガスタービン ジェットエンジン(ブレード等) ベアリング 齒科材料 溶融炉 反応炉(石油化学分野等) 鑄型 産業用バルブ 兵器(銃)	
二次電池正極材(コバルト酸リチウム箔)			リチウムイオン二次電池(電気電子機器用)	
酸化コバルト・水酸化コバルト・炭酸コバルト等		Coバルト合金・化合物粉末(or溶液)	触媒(石油精製脱硫触媒、エタン合成)	
		釉薬(陶磁器着色剤)	陶磁器	
		サーミスタ合金	温度検出用センサー	
		ステンレス鋼	自動車・鉄道車両・船舶 家電 電機 機械 日常什器・厨房機器・その他	
ニッケル	フェロニッケル	含ニッケル炭素鋼(インバー、エリンパー)	精密機械(ばね)	
		Ni基スーパーアロイ	ガスタービン ジェットエンジン(ブレード等) 金型 歯車・スクリュ・バルブ	
		チタン・ニッケル合金(形状記憶合金)	衣料品等	
		パーマロイ(Ni, Fe, Mo, Cr)	変圧器(鉄芯)・磁気ヘッド	
		白銅	硬貨	
	ニッケル地金・粉	ニッケル・ペレット(めっき用)	めっき製品(日常什器等)	
		水素吸蔵合金	バッテリー(ニッケル水素電池: 自動車用・電気電子機器用)	
	塩化ニッケル・硫酸ニッケル	触媒(石油精製水素化分解(ラネーニッケル)、石油精製水素化脱硫触媒、オクタン価向上異性化触媒)	触媒(石油精製水素化分解、石油精製水素化脱硫触媒、オクタン価向上異性化触媒)	
		リチウムイオン二次電池正極材(ニッケル系)	バッテリー(リチウムイオン二次電池: 自動車等)	
		めっき浴液	めっき製品(日常什器等)	

注：「技術区分（小分類：用途）」のうち、太文字の用途について特許動向を調査した。

出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

図 1-2-5 本調査対象元素（技術区分：大分類）と主な用途（技術区分：小分類）（3）

技術区分(大分類: 鉱種)		技術区分(小分類: 用途)	
元素	(参考) 左記元素を含む代表的原料(粗原料)	レアメタル関連技術を利用する用途 (中間製品)	(参考) 左記中間製品を使用する代表的な最終製品
ガリウム	Ga 高純度地金	化合物半導体(GaAs, GaP)	LED(可視光: 表示板、自動車ランプ等) LED(赤外線: バーコードリーダー等) LED(紫外線: 白色LED等) レーザーダイオード(DVD・CDのピックアップ、レーザープリンター、ブルーレイディスク等) 携帯電話送受信用ランプ、携帯基地局用パワーアンプ インバーター・コンバータ
ゲルマニウム	酸化ゲルマニウム	触媒(PET重合触媒、ガソリン改質接触助触媒、ポリエステル重合触媒) ドーパ材 蛍光体(Mg,F,Ge,Mn等)	触媒(PET重合触媒、ガソリン改質接触助触媒、ポリエステル重合触媒) 光ファイバー LED
	ゲルマニウム地金	ゲルマニウムレンズ 半導体(エピタキシャル結晶基盤) 化合物半導体(Si-Ge系) ゲルマニウムターゲット(熱電素子用) ターゲット(光ディスク用: GeSbTe, AgInSbTe等)	サーモグラフィ・暗視装置 太陽電池 半導体素子 熱電変換素子(高温用) 熱センサー・熱電素子(赤外線吸収型) CD・DVDプレーヤー
ヒ素	無水亜砒酸(三酸化二ヒ素)	ガラス板 木材防腐剤 綿花乾燥剤 綿花除草剤(メタンアルソン酸ソーダ) ハンダ	液晶パネルガラス(液晶テレビ、携帯電話、タブレット端末、事務機器等) 木工製品(アジア地域等を中心として。先進国ではほぼ皆無) 綿花乾燥剤(現在ではあまり使われていない) 綿花除草剤(メタンアルソン酸ソーダ) ハンダ
		高純度金属ヒ素	シリコン半導体 化合物半導体(GaAs) 赤外線透過ガラス添加剤(硫化ヒ素、セレン化ヒ素) 感光体ドラム(ヒ素・セレン合金の薄膜をアルミニウムドラムに形成) 超伝導材料(LnFeAsO <sub>1-x</sub> ・Fe <sub>x</sub> 等)
	普通純度金属ヒ素	鉛電極(Pb,Sb,As合金)	バッテリー(鉛蓄電池: 自動車用)
	金属セレン	感光体ドラム(ヒ素・セレン合金の薄膜をアルミニウムドラムに形成) 整流器(p型半導体としての性質を有するセレンとカドミウム等を接合したもの) ガラス着色剤(黄色、赤色) 快削鋼(切削性を高めるためにSe等を通常の普通鋼や特殊鋼に添加したもの全般)	コピー機(乾式複写機) テレビ(現在は使用されていないはず) ガラス製品 自動車 家電 電機 機械
ジルコニウム	ジルコニア(酸化ジルコニウム: ジルコニウムサンド)	タイル・衛生陶器 耐火レンガ 研磨材・研削材 顔料 触媒(自動車排ガス助触媒)	タイル・衛生陶器(便器、洗面台等) 溶鉱炉(製鉄、ガラス製造等) ガラス製品・光学レンズ等 陶磁器 触媒(自動車排ガス助触媒)
		ファインセラミックス	切削工具(カッター、切削チップ、ダイス等) 産業機械(軸受、ベアリング) 電子部品(絶縁用チューブ・ケース、電波吸収ケース等) 圧電素子(圧電セラミック膜) 医療器具(絶縁材、薬液ポンプ用シリンダ、コック、インプラント部品、手術用具等)
		固体電解質(ジルコニア)	酸素センサー(自動車エンジン用等)
		誘電体	セラミックコンデンサ
		電極材料	燃料電池(SOFC)
		摩擦剤	ブレーキパッド(自動車等)
		ジルコロイ合金(Zr,Sn,Cr,Fe,Hf,Ni等)	原子力発電所燃料棒
		ジルコニウム地金	

注: 「技術区分(小分類: 用途)」のうち、太文字の用途について特許動向を調査した。

出典: 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

図 1-2-6 本調査対象元素（技術区分：大分類）と主な用途（技術区分：小分類）（4）

技術区分(大分類: 鉱種)		技術区分(小分類: 用途)		
元素	(参考) 左記元素を含む代表的原料(粗原料)	レアメタル関連技術を利用する用途 (中間製品)	(参考) 左記中間製品を使用する代表的な最終製品	
ニオブ	Nb	フェロニオブ	高張力鋼・ステンレス鋼 ラインパイプ・油井管 建材(ビル、鉄鋼等) 自動車(外板パネル、排気系統部品等) 圧力容器	
		ニオブ地金	スーパーアロイ ガスタービン ジェットエンジン(ブレード等)	
		酸化ニオブ	超伝導材料(NbTi, NbSn)	超伝導磁石(リニアモーターカー等)
			誘電体 ニオブターゲット 光学レンズ、プリズム	セラミックコンデンサ タッチパネル デジタルカメラ、その他光学機器
		ニオブカーバイド(炭化ニオブ)	触媒(石油精製触媒、油脂加工触媒、アルコール、ポリマー等合成触媒) ニオブ酸リチウムウエハ(結晶) 超硬チップ	触媒(石油精製触媒、油脂加工触媒、アルコール、ポリマー等合成触媒) 高周波フィルター(携帯電話用等) 切削工具
カドミウム	Cd	カドミウム地金(粉末)	ニカド電池負極材(水酸化カドミウム)	バッテリー(ニカド電池: 玩具用、ガーデンライト、防犯灯)
			ハンダ・ウッドメタル(Bi, Pb, Sn, Cd)	低融点ハンダ、消防用スプリンクラー用感温材料
			顔料(黄色顔料)	顔料(黄色顔料)
			中性子減速材、制御棒等	原子炉
			特殊鋼添加剤(摩擦係数の低下を目的として)	産業機械(軸受、ベアリング)
			カドミウムめっき溶液(シアン化カドミウム)(クロメート処理前の防錆性向上のため等として)	航空機(脚部)、通信機器屋外アンテナ、自動車 ※現在はかなり減少か?
			安定剤(塩化ビニール用)	塩化ビニール製品
			光電素子感光部(硫化カドミウム)	露出計、自動点滅器
			触媒(ポリエステル重合触媒)	触媒(ポリエステル重合触媒)
			化合物半導体(CdTe)	太陽電池(化合物系太陽電池) 赤外線分光器・赤外線ガス分析装置
化合物半導体(CdTe, Clをドープしたもの)	放射線検出器(α線、β線、γ線、X線)			
インジウム	In	インジウム地金	Itoターゲット(液晶透明電極用)	フラットパネルディスプレイ
			ターゲット(光ディスク用: GeSbTe, AgInSbTe等)	CD・DVDプレーヤー
			化合物半導体(CIS)	太陽電池(化合物系太陽電池)
			化合物半導体(InP)	電子デバイス(携帯電話用MMIC、HBT、HEBT、インバータ、SBD、電気自動車用パワーデバイス)
			化合物半導体(InP、InGaN、AlGaInP)	光デバイス(LED(可視光、赤外線、紫外線)携帯電話用MMIC、HBT、HEBT、インバータ、SBD、電気自動車用パワーデバイス)
			蛍光体(ケイ酸塩等)	LED
			ハンダ(SnAgInBi系)	電子電気機器
			電池材料	電池
			歯科材料	歯科材料
			アンチモン	Sb
塗料	塗料			
顔料(黄色)	顔料(黄色)			
ガラス清澄剤	光学レンズ、プリズム等			
触媒(PET重合、フロンガス合成、アクリロニトリル合成)	触媒(PET重合、フロンガス合成、アクリロニトリル合成)			
摩擦剤	ブレーキパッド(自動車等)			
火薬	花火			
鉛アンチモン合金(硬鉛)	バッテリー(自動車)			
軸受鋼(バビットメタル・減摩合金)	化学装置(軸受部)			
硬鉛鋳物	化学装置(鉛管、ケーブル鉛被)			
ハンダ(Sn基系)	電子電気機器			
ターゲット(光ディスク用: GeSbTe, AgInSbTe等)	CD・DVDプレーヤー			

注：「技術区分（小分類：用途）」のうち、太文字の用途について特許動向を調査した。

出典：三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図 1-2-7 本調査対象元素（技術区分：大分類）と主な用途（技術区分：小分類）（5）

技術区分(大分類: 鉱種)		技術区分(小分類: 用途)	
元素	(参考) 左記元素を含む代表的原料(粗原料)	レアメタル関連技術を利用する用途 (中間製品)	(参考) 左記中間製品を使用する代表的な最終製品
テルル	Te 金属テルル	快削鋼(切削性を高めるためにTe等を通常の普通鋼や特殊鋼に添加したものの全般)	自動車 家電 電機 機械
		感光体ドラム(ヒ素・セレン合金やテルルを添加したものの薄膜をアルミニウムドラムに形成)	コピー機(乾式複写機)
		化合物半導体(CdTe)	太陽電池(化合物系太陽電池) 赤外線分光器・赤外線ガス分析装置
		化合物半導体(CdTe, Clをドープしたもの)	放射線検出器(α線、β線、γ線、X線)
		触媒(二酸化テルル:有機合成触媒:アクリロニトリル等)	触媒(有機合成触媒:アクリロニトリル等)
		ゴム添加剤(亜テルル酸ソーダ:天然ゴム加硫工程添加剤)	ゴム製品
		ガラス着色剤(黄緑、桃色、紫、赤)	ガラス製品
		化合物半導体(Bi-Te系)	熱電変換素子(低温用)、車載用電子冷蔵庫、電子魔法瓶、光電子倍増管冷却装置、高温装置
		化合物半導体(Pb-Te系)	熱電変換素子(中温用)、車載用電子冷蔵庫、電子魔法瓶、光電子倍増管冷却装置、高温装置
		ターゲット(光ディスク用: GeSbTe, AgInSbTe等)	CD・DVDプレーヤー
バリウム	Ba 塩化バリウム・硫酸バリウム 塩化バリウム 炭酸バリウム 硝酸バリウム 硫酸バリウム	顔料・インク増量剤(黄色)	交通表示板、印刷物、自動車塗料
		熱処理焼入剤(高速度工具鋼等用)	焼き入れ剤(高速度工具鋼用)
		X線造影剤原料	X線造影剤
		バライタ紙(印画紙)下塗剤	バライタ紙(印画紙)
		ブラウン管ガラス添加剤	CRTテレビ
		誘電体(チタン酸バリウム)	セラミックコンデンサ
		火薬	花火
		バリウムガラス	眼鏡用レンズ
		摩擦剤	ブレーキパッド(自動車等)
		ゴム充填剤	食品用白色ゴム
タンタル	Ta タンタル(粉) タンタルカーバイド(炭化タンタル) 酸化タンタル	樹脂増量剤	自動車バンパ用等ポリエステル樹脂
		電極材添加剤(鉛蓄電池負極)	バッテリー(鉛蓄電池:自動車用)
		誘電体(五酸化ニタンタル)	タンタルコンデンサ(サーバー、携帯電話、ノートPC、自動車制御系、携帯基地局、デジタルカメラ、航空宇宙等)
		ターゲット(酸化タンタル薄膜形成用スパッタリングターゲット)	高集積DRAMタンタルキャパシタ
		ターゲット(タンタル薄膜形成用スパッタリングターゲット)	磁気ヘッド(CD・DVDプレーヤー、ノートPC等)
		Ni基スーパーアロイ	ガスタービン
		コンデンサ用ワイヤ	タンタルコンデンサ(サーバー、携帯電話、ノートPC、自動車制御系、携帯基地局、デジタルカメラ、航空宇宙等)
		タンタル板・棒	高温熱処理炉(炉壁材料等)、化学反応炉(炉壁材料等)
		超硬チップ	医療器具(人工骨、手術道具)
		光学レンズ、プリズム	切削工具
タングステン	W タングステンカーバイド(炭化タングステン) フェロタングステン タングステン粉(タングステン地金粉)	超硬チップ	切削工具
		高速度工具鋼・合金工具鋼	自動車 家電 電機 機械 切削工具・金型
		触媒(脱硫・脱硝触媒)	触媒(脱硫・脱硝触媒:発電所等向け)
		フィラメント	白熱電球 冷陰極管(液晶バックライト等)
		パイプレータースチール	携帯電話
		トリウム・タングステン合金(トリタン)	溶接棒・放電灯
		銅・銀・タングステン合金	電気接点、放熱板

注:「技術区分(小分類:用途)」のうち、太文字の用途について特許動向を調査した。

出典:三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

要約

図 1-2-8 本調査対象元素（技術区分：大分類）と主な用途（技術区分：小分類）（6）

技術区分(大分類: 鉱種)		技術区分(小分類: 用途)	
元素	(参考) 左記元素を含む代表的原料(粗原料)	レアメタル関連技術を利用する用途 (中間製品)	(参考) 左記中間製品を使用する代表的な最終製品
レニウム	過レニウム酸アンモニウム	触媒(石油精製接触改質助触媒(Pt-Re系)、GTL(Gas to Liquid)製造触媒)	触媒(石油精製接触改質助触媒(Pt-Re系)、GTL(Gas to Liquid)製造触媒)
	金属レニウム(粉末)	レニウムタングステン合金、レニウムモリブデン合金(タングステンの次に融点が高く、弾性率も高く高温でも強度を失わず、クリープ性が低いことからタングステン・モリブデンの強化剤として添加)	電子管(電子管用ヒーターのフィラメント)、耐震用電球・自動車用電球(フィラメント)、医療用X線管ターゲット
		Ni基スーパーアロイ 超硬チップ(タングステン添加剤として)	航空宇宙用構造材、原子力用容器、高温熱システム用構造材等 ガスタービン ジェットエンジン(ブレード等) 切削工具
ビスマス	ビスマス地金	ハンダ・ウッドメタル(Bi,Pb,Sn,Cd)	低融点ハンダ、消防用スプリンクラー用感温材料
		可鍛鉄添加剤(接種剤) チル化(セメント相の発生)を抑制 非鉄合金添加剤(快削性能を向上させる、従来Pbが加えられていたものを代替できる)	鉄鋳物製品 アルミニウム製品(切削加工品、簡易金型等)、真鍮製品(切削加工品) ※いずれも環境対応型快削品として
	酸化ビスマス	超伝導材料(Bi,Sr,Ca,Cu) ファインセラミックス(ビスマスフェライト:BiFeO3、チタン酸ビスマス:Bi4Ti3O13、チタン酸ビスマナトリウム:Na0.5Bi0.5TiO3) ※鉛フリーファインセラミックス(圧電材料)として	超伝導磁石(リニアモーターカー等) 圧電素子(圧電セラミック膜)
白金(白金族)	白金地金	触媒(自動車排ガス三元触媒、ディーゼルエンジン用酸化触媒)	自動車(ガソリン車、ディーゼル車)
		触媒(石油精製・接触改質触媒、水素化分解触媒、異性化触媒、有機合成触媒(接触還元))	触媒(石油精製・接触改質触媒、水素化分解触媒、異性化触媒、有機合成触媒(接触還元))
		触媒(脱臭触媒)	触媒(発電所、工場等)
		DPF(ディーゼル微粒子捕集フィルター)	自動車(ディーゼル車)
		電子材料	電気接点、メッキ材、導電ペースト、センサー、導電塗料等
		ターゲット(磁気ディスク用:Pt・Pd,Fe,Co合金)	CD・DVDプレーヤー、PCハードディスク
		白金ノズル(ガラス、樹脂繊維用)	白金ノズル(ガラス、樹脂繊維用)
		白金・ロジウム合金	るつぼ(フラット画面用溶融するば:プラチナ強度を高めるためにロジウムを10%ほど添加) 高温測定用熱電対(+極もしくは-極で使用)
パラジウム(白金族)	パラジウム地金	触媒(自動車排ガス三元触媒、ディーゼルエンジン用酸化触媒)	自動車(ガソリン車、ディーゼル車)
		触媒(石油精製・接触改質触媒、水素化分解触媒、異性化触媒、有機合成触媒(接触還元))	触媒(石油精製・接触改質触媒、水素化分解触媒、異性化触媒、有機合成触媒(接触還元))
		触媒(脱臭触媒)	触媒(発電所、工場等)
		DPF(ディーゼル微粒子捕集フィルター)	自動車(ディーゼル車)
		電子材料	電気接点、メッキ材(コネクタ用)、導電ペースト(MMLCコンデンサ)、集積回路(ハイブリッド集積回路)等
		ターゲット(磁気ディスク用:Pt・Pd,Fe,Co合金)	CD・DVDプレーヤー、PCハードディスク
		歯科材料(金銀パラジウム合金: Pd20%以上)	歯科材料(金銀パラジウム合金: Pd20%以上)
		宝飾品	宝飾品
ロジウム(白金族)	ロジウム地金	触媒(自動車排ガス三元触媒)	自動車(ガソリン車)
		触媒(硫酸製造触媒、接触改質触媒、酢酸製造触媒、オキシソール製造触媒)	触媒(硫酸製造触媒、接触改質触媒、酢酸製造触媒、オキシソール製造触媒)
		ターゲット(蛍光X線分析用)	蛍光X線分析装置
	白金・ロジウム合金	るつぼ(フラット画面用溶融するば:プラチナ強度を高めるためにロジウムを10%ほど添加) 高温測定用熱電対(+極もしくは-極で使用)	

注:「技術区分(小分類:用途)」のうち、太文字の用途について特許動向を調査した。

出典:三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図 1-2-9 本調査対象元素（技術区分：大分類）と主な用途（技術区分：小分類）（7）

技術区分(大分類: 鉱種)		技術区分(小分類: 用途)	
元素	(参考) 左記元素を含む代表的原料(粗原料)	(参考) 左記中間製品を使用する代表的な最終製品	
		レアメタル関連技術を利用する用途 (中間製品)	
スカンジウム (レアアース)	Sc 酸化スカンジウム	発光体(ScI3)	高輝度ハライドランプ
		固体電解質(ScWO4)	多価イオン固体電解質(二次電池等)
		アルミニウム添加剤(AISc合金)	航空宇宙構造材
		触媒(トリフルオロメタンスルホン酸スカンジウム:有機合成)	触媒(トリフルオロメタンスルホン酸スカンジウム:有機合成)
		ニッケルアルカリ蓄電池正極材添加剤	バッテリー(ニッケル水素電池:自動車、電気電子機器用)
イットリウム (レアアース)	Y 酸化イットリウム	超伝導材料(Y,Ba,Cu)	超伝導磁石(リニアモーターカー等)
		蛍光体(賦活体:赤色、緑色)	LED、蛍光灯(三波長)
		蛍光体(母体:YAG)	レーザー素子(YAGレーザー)
		ジルコニア安定化剤(イットリア安定化ジルコニアの添加剤として)	歯科材料(歯冠部)
			耐熱部品(ジェットエンジン)
			耐摩部品(自動車ブレーキパッド)
		人工宝石	
		固体電解質(ジルコニア安定化剤(イットリア安定化ジルコニアの添加剤として))	酸素センサー(自動車)
		固体電解質(Na2SO4-Y2(SO4)3)	燃料電池電極(SOFC空気極)
		固体電解質	SO2センサー(分析装置)
固体電解質(La0.8Sr0.2Ga0.8Mg0.15Co0.0085O3, CeO2-Y2O3)	酸化物燃料電池		
イットリウム・フェライト(Y3Fe5O12)	電子部品(マイクロ波吸収体、光アイソレーター)		
ランタン (レアアース)	La 酸化ランタン	ミッシュメタル	水素吸蔵合金
		光学レンズ、プリズム	デジタルカメラ、その他光学機器
		誘電体(チタン酸バリウム)添加剤	セラミックコンデンサ
		磁気センサ材料(La2-xSrxSr1+2xMn2O2)	磁気センサ
		蛍光体(母体:YAG)	レーザー素子(YAGレーザー)
		固体電解質(La0.8Sr0.2Ga0.8Mg0.15Co0.0085O3, CeO2-Y2O3)	酸化物燃料電池
		電池電極材(La0.8Sr0.2MnO3, La0.5Sr0.5Co3)	燃料電池空気極
		フッ素イオン感知体	フッ素イオンセンサー(分析装置)
		触媒(LaFe0.57Co0.38Pd0.05O3:インテリジェント触媒、La1-xSrxCoO3, La1-xSrxMnO3:CO酸化触媒、炭化水素酸化触媒)	触媒(自動車排ガス触媒・インテリジェント触媒、CO酸化触媒、炭化水素酸化触媒)
		圧電体(ランガサイト:La3Ga5.5Nb0.5O14)	圧電素子(自動車用等)
		光学ガラス(GdF3-BaF2-ZrF2-LaF3-AlF3-ZrF4-NaF)	光ファイバー
		電子ビーム陰極材料(LaB6)	溶接、半導体加工機械
		ショットキー電極材料(GaAs系)	半導体素子(LED等)
		超伝導材料(La1-xSrxCuO4-d)	超伝導磁石(リニアモーターカー等)
		セリウム (レアアース)	混合稀土
可鍛鉄添加剤(接種剤)	鉄鋳物製品		
チル化(セメント相の発生)を抑制	鉄鋳物製品		
酸化セリウム	磁性材料(CeCo5)		セリウムコバルト磁石(モーター等)
	発火合金		ライター
	研磨材・研削材		フラットパネルディスプレイ(液晶テレビ、携帯電話、タブレット端末)
	蛍光体(賦活体:青緑色)		蛍光体(LED、蛍光管)
	化合物半導体(Ce0.9Fe3CoSb12,CeNiSn,Ce2S3)		熱電変換素子
	顔料(赤色:Ce2S3)		顔料(赤色:Ce2S3)
	固体電解質(La0.8Sr0.2Ga0.8Mg0.15Co0.0085O3, CeO2-Y2O3)		酸化物燃料電池
ガラス清澄剤(Fe2+→Fe+3)	光学レンズ、プリズム等		
紫外線吸収剤(CeO2)	UVカットガラス、化粧品		
触媒(有機合成触媒:CAN(Ce(NO3)4·2NH4NO3))	触媒(有機合成触媒)		
触媒(自動車排ガス助触媒)	触媒(自動車排ガス助触媒)		

注:「技術区分(小分類:用途)」のうち、太文字の用途について特許動向を調査した。

出典:三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

要約

図 1-2-10 本調査対象元素（技術区分：大分類）と主な用途（技術区分：小分類）（8）

技術区分(大分類: 鉱種)			技術区分(小分類: 用途)	
元素		(参考) 左記元素を含む代表的原料(粗原料)	レアメタル関連技術を利用する用途 (中間製品)	(参考) 左記中間製品を使用する代表的な最終製品
プラセオジウム (レアアース)	Pr	金属プラセオジウム (Ndとの混合金属であるジウム)	磁性材料 (NdFeB磁石)	モーター(ハイブリッド自動車、電気自動車、産業機械、エアコン各種)、ボイスコイルモーター(ノートPC、CD・DVDプレーヤー等)、医療機器(MRI)等
			触媒(フタジエン重合触媒)	触媒(フタジエン重合触媒)
			顔料(セラミック用黄色顔料)	顔料(セラミック用黄色顔料)
ネオジウム (レアアース)	Nd	金属ネオジウム (Prとの混合金属であるジウム)	磁性材料 (NdFeB磁石)	モーター(ハイブリッド自動車、電気自動車、産業機械、エアコン各種)、ボイスコイルモーター(ノートPC、CD・DVDプレーヤー等)、医療機器(MRI)等
			発光体 (Nd <sup>3+</sup> (YAG: Nd <sub>3</sub> P <sup>+</sup> , Ndガラ ス, NdP5O14)、NdAl <sub>3</sub> (BO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> )	赤外線レーザーダイオード(CD・DVDプレーヤーのピックアップ、コピー機・レーザープリンター、高出力のものはレーザー加工機、歯科用レーザー加工機等)
			ガラス添加剤(シリコン太陽電池光コレクター体)	太陽電池(シリコン系)
			ガラス着色剤	ガラス製品
			誘電体添加剤(チタン酸バリウム)	セラミックコンデンサ
サマリウム (レアアース)	Sm	金属サマリウム	磁性材料 (SmCo磁石)	モーター(ハイブリッド自動車、電気自動車、産業機械、エアコン各種)、ボイスコイルモーター(ノートPC、CD・DVDプレーヤー等)、医療機器(MRI)等
			誘電体添加剤(チタン酸バリウム)	セラミックコンデンサ
			触媒(有機合成還元触媒: SmI <sub>2</sub> 、脱水素化触媒: (Sm(CF <sub>3</sub> SO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> 、(Sm(OTf) <sub>3</sub> ))	触媒(有機合成還元触媒: SmI <sub>2</sub> )
			赤外線吸収剤	ガラス製品・陶磁器
			発光体 (CaFへのドーパ材)	固体レーザー
ユウロピウム (レアアース)	Eu	酸化ユウロピウム	蛍光体(賦活体: 赤色)	蛍光体(LED、蛍光管)
			フッ素イオン感知体	フッ素イオンセンサー(分析装置)
			中性子減速材、制御棒等	原子炉
			造影剤 (Gd <sup>3+</sup> +DOTA錯体、Eu <sup>3+</sup> +(fod) <sub>3</sub> 錯体)	MRI造影剤、NMRシフト試薬
ガドリニウム (レアアース)	Gd	金属ガドリニウム	光アイソレータ用 ((GdBi) <sub>3</sub> (FeAlGa) <sub>5</sub> O <sub>12</sub> )	光アイソレータ(通信機器等)
			光磁気記録材料(アモルファス合金) (GdCo <sub>2</sub> 、GdFe <sub>2</sub> 、TbFe <sub>2</sub> )	MOファイル等
			磁気冷凍材料(ガドリニウムシリサイド: Gd <sub>5</sub> Si <sub>2</sub> Ge <sub>2</sub> )	小型冷蔵庫・冷蔵庫、空調(新型)
			中性子減速材、制御棒等	原子炉
			造影剤 (Gd <sup>3+</sup> +DOTA錯体、Eu <sup>3+</sup> +(fod) <sub>3</sub> 錯体)	MRI造影剤、NMRシフト試薬
	Gd	酸化ガドリニウム	蛍光体(母体: 赤色、緑色)	蛍光体(LED、蛍光管)
			光学ガラス (GdF <sub>3</sub> -BaF <sub>2</sub> -ZrF <sub>2</sub> -LaF <sub>3</sub> -AlF <sub>3</sub> -ZrF <sub>4</sub> -NaF)	光ファイバー
			圧電体(ランガサイト: La <sub>3</sub> Ga <sub>5.5</sub> Nb <sub>0.5</sub> O <sub>14</sub> )	圧電素子(自動車用等)
			固体電解質 (La <sub>0.8</sub> Sr <sub>0.2</sub> Ga <sub>0.8</sub> Mg <sub>0.15</sub> Co <sub>0.008</sub> 5O <sub>3</sub> , CeO <sub>2</sub> -Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	酸化物燃料電池
			蛍光体(賦活体: 緑色)	蛍光体(LED、蛍光管)
テルビウム (レアアース)	Tb	酸化テルビウム	磁性材料 (NdFeB磁石)	モーター(ハイブリッド自動車、電気自動車、産業機械、エアコン各種)、ボイスコイルモーター(ノートPC、CD・DVDプレーヤー等)、医療機器(MRI)等
			磁歪材料 (Tb <sub>0.3</sub> Dy <sub>0.7</sub> Fe, TbFe <sub>1.6</sub> Co <sub>0.4</sub> )	トランスデューサ(海洋音響トモグラフィ音源、ソナー音源、水中スピーカ、警報サイレン、クリーンルーム用スピーカ、地中探査用音源、骨振動式補聴器、パネルスピーカ等) アクチュエータ(燃料噴射バルブ、マイクロポンプ、自動車ディスクブレーキ、マイクロ振動制御、手術用メス、位置決めテーブル振動、ロケットのラッチロック、光ファイバ位相変調、自動フォーカス、レーザーミラー駆動、望遠鏡位置決め等)
				センサ(電動アシスト自転車、音波受音器、トルク・衝撃力、プレス成形加重、加速度等)
				マイクロマニプレーション(半導体製造装置用ワイヤクランパ、生化学研究用マイクロインジェクション) 超音波振動装置(洗浄、歯科用スクレーパー、金属超音波溶接、送液パイプ内攪拌、炭酸飲料の脱泡、冷凍食品調理等)

注：「技術区分（小分類：用途）」のうち、太文字の用途について特許動向を調査した。

出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

図 1-2-11 本調査対象元素（技術区分：大分類）と主な用途（技術区分：小分類）（9）

技術区分(大分類: 鉱種)		技術区分(小分類: 用途)	
元素	(参考) 左記元素を含む代表的原料(粗原料)	レアメタル関連技術を利用する用途 (中間製品)	(参考) 左記中間製品を使用する代表的な最終製品
ジスプロシウム (レアアース)	Dy 金属ジスプロシウム(フェロジスプロシウム)	磁気冷凍材料(ガーネット: Dy <sub>3</sub> Al <sub>5</sub> O <sub>12</sub> やGGG等、 Dy <sub>0.5</sub> Er <sub>0.5</sub> Al <sub>2</sub> )	小型冷凍庫・冷蔵庫、空調(新型)
		高臨界磁場超伝導材料 (Dy <sub>1.2</sub> Mo <sub>6</sub> S <sub>8</sub> 等)	超伝導磁石
	磁性材料(NdFeB磁石)	モーター(ハイブリッド自動車、電気自動車、産業機械、エアコン各種)、ボイスコイルモーター(ノートPC、CD・DVDプレーヤー等)、医療機器(MRI)等	
		磁歪材料(Tb <sub>0.3</sub> Dy <sub>0.7</sub> Fe, TbFe <sub>1.6</sub> Co <sub>0.4</sub> )	トランスデューサ(海洋音響トモグラフィ音源、ソナー音源、水中スピーカ、警報サイレン、クリーンルーム用スピーカ、地中探査音源、骨振動式補聴器、パナルスピーカ等) アクチュエータ(燃料噴射バルブ、マイクロポンプ、自動車ディスクブレーキ、マイクロ振動制御、手術用メス、位置決めテーブル振動、ロケットのラッチロック、光ファイバ位相変調、自動フォーカス、レーザーミラー駆動、望遠鏡位置決め等)
	酸化ジスプロシウム	発光体(DyI <sub>3</sub> -TII, NdI <sub>3</sub> -DyI <sub>3</sub> -CsI)	センサ(電動アシスト自転車、音波受音器、トルク・衝撃力、プレス成形加重、加速度等) マイクロマシニング(半導体製造装置用ワイヤクラムバ、生化学研究用マイクロインジェクション) 超音波振動装置(洗浄、歯科用スケラ、金属超音波溶接、送液パイプ内攪拌、炭酸飲料の脱泡、冷凍食品調理等)
			高輝度ハライドランプ

注：「技術区分（小分類：用途）」のうち、太文字の用途について特許動向を調査した。

出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成



## 第2章 レアメタル関連技術の市場環境

世界需要を各用途に分解し、各用途における過去の需要伸び率を踏まえつつ、今後の需要変動要因（需要先となる市場の動向、消費原単位の変化動向、等）を踏まえながら予測を行った。なお、これらは2013年現在における供給動向の見込みが今後大きく変化しないことを前提として予測を行った（需給逼迫により価格が高騰すれば需要に変化が起これると考えられるが、これは考慮しない）。また、供給については、具体的な鉱山開発計画や製錬所への投資計画を積み上げて予測を行った。ただし、中長期的な計画は稼働年や生産量見通しが明らかになっていないものが少なくないため、その場合は需要動向の予測を参考にしながら、需要に応じた資源開発及び増産が追隨して将来的に発生するものと考えて予測を行った。

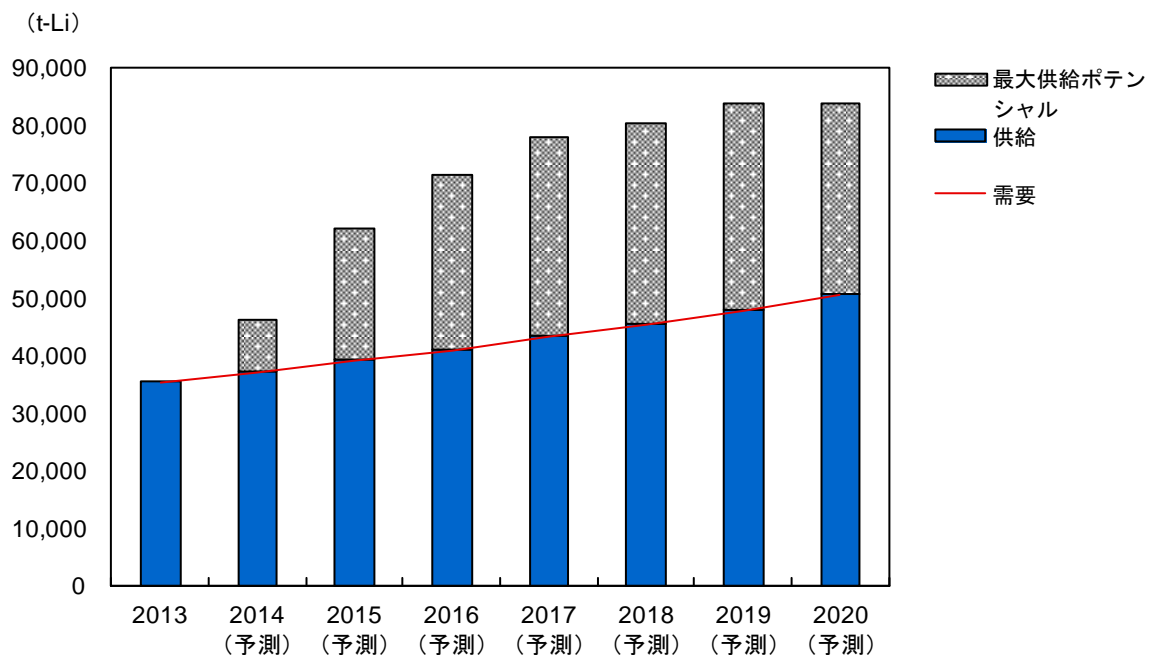
グラフについては、視覚的に判別しやすいように以下のような凡例をつけて表示した。

- ・ 供給：供給予測のうち、市場見通しにおいて推計した需要を満たす量
- ・ 最大供給ポテンシャル：供給予測のうち、市場見通しにおいて推計した需要を上回る量（実際には生産されないが、需要が増加すれば供給を増加させることができる量）
- ・ 需要：市場見通しにおいて推計した需要予測のうち供給によって満たせる量（仮に供給不足となった場合には潜在需要を下回る）
- ・ 潜在需要：市場見通しにおいて推計した需要予測

2020年までの予測で世界における需要予測が供給予測を上回る可能性がある元素としては、リチウム、コバルト、ガリウム、ゲルマニウム、ヒ素、セレン、ジルコニウム、ニオブ、カドミウム、インジウム、バリウム、タンタル、タングステン、ビスマス、白金、ロジウム、スカンジウム、イットリウム、ランタン、セリウム、サマリウム、ユウロピウム、ガドリニウム、テルビウムがある。

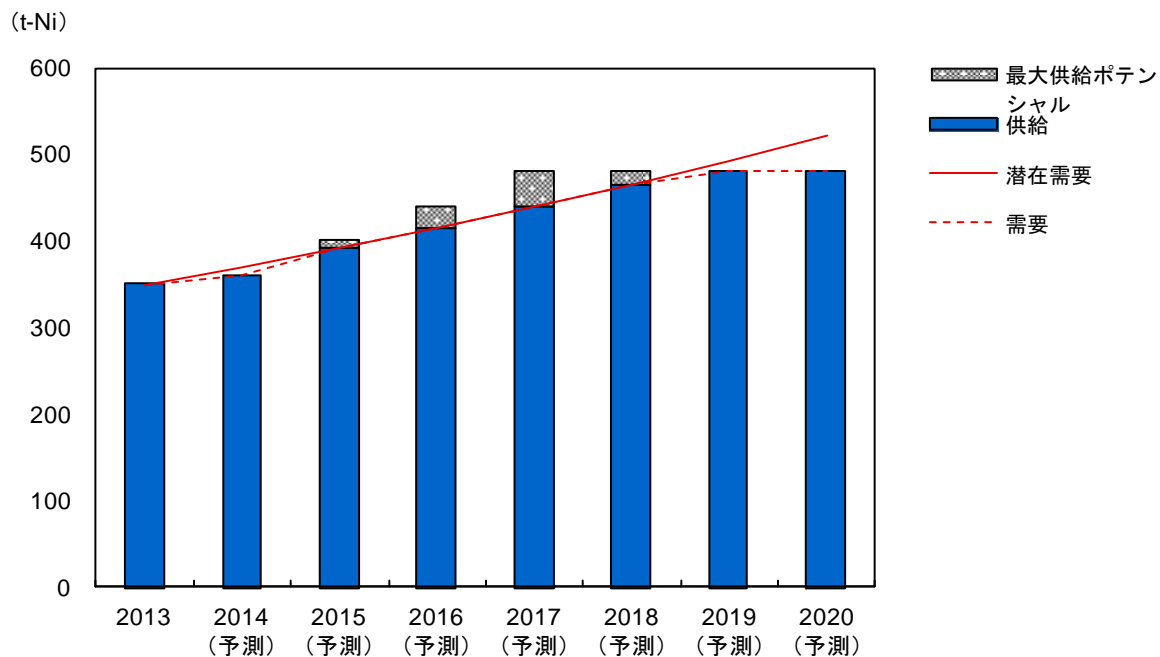
一方で2020年までに供給予測が需要予測を下回り、一時的、もしくは中長期的に需給がタイトになる可能性がある元素としては、ベリリウム、ホウ素、チタン、ニッケル、テール、アンチモン、レニウム、パラジウム、プラセオジウム、ネオジウム、ジスプロシウムがある。なお、本予測では2015年4月以降に発生する地政学的な要素が世界経済の極端な変動までは加味しておらず、あくまで2014年2月時点における分析である。

図 2-1 リチウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



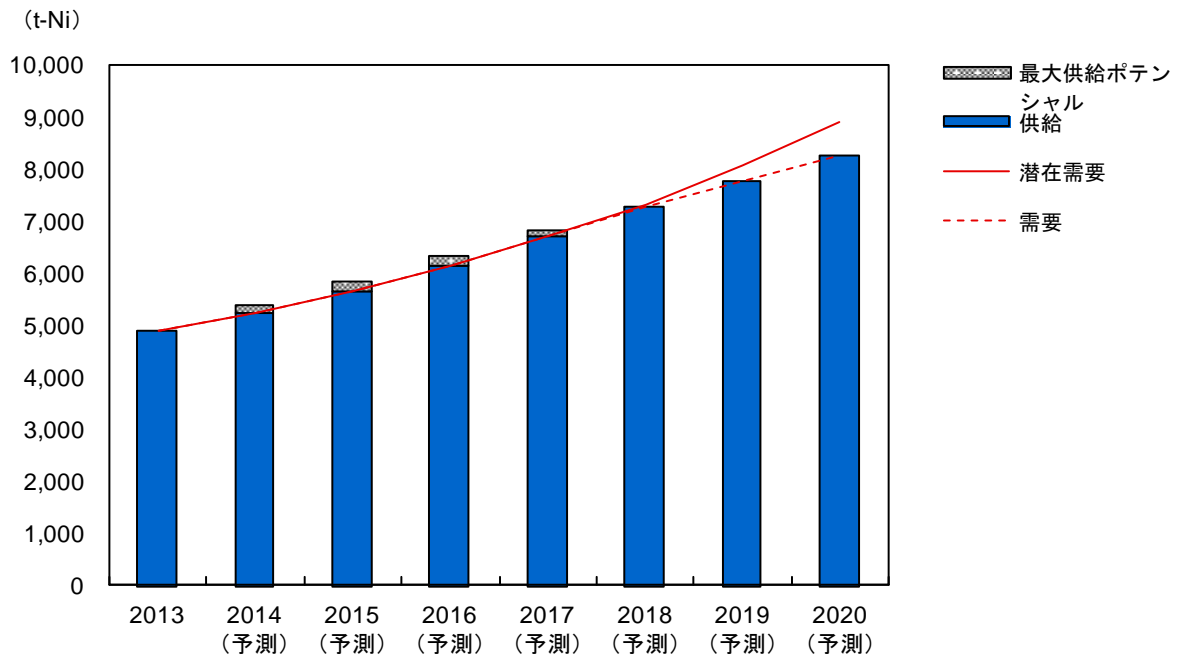
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-2 ベリリウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



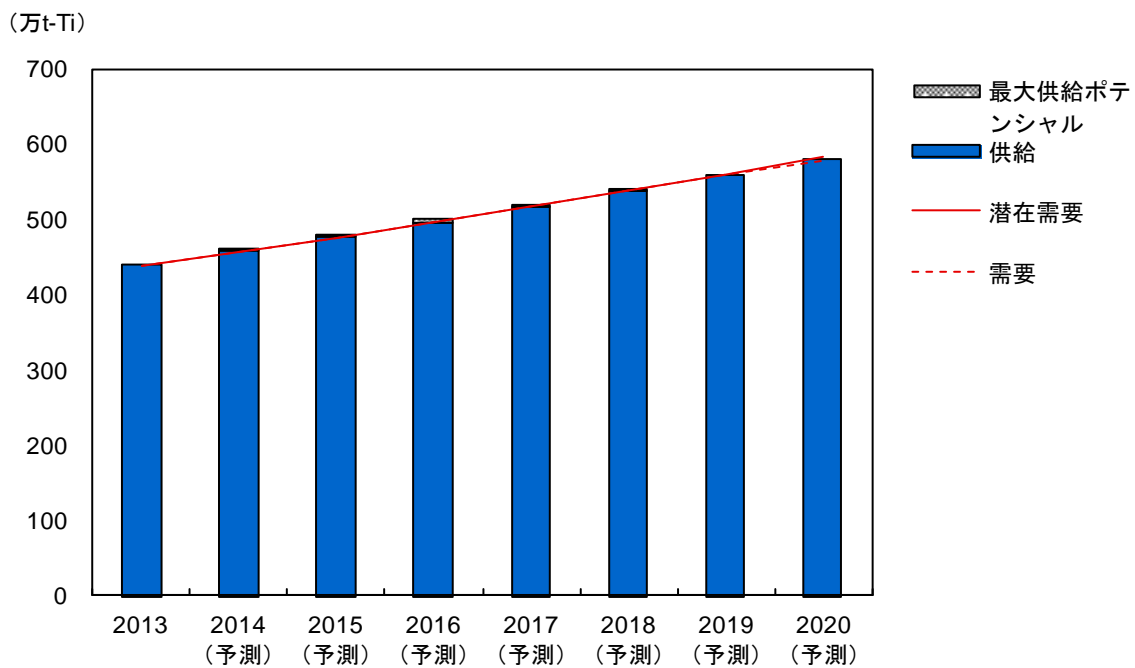
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-3 ホウ素の供給見通し（世界需要見通しとの対比）



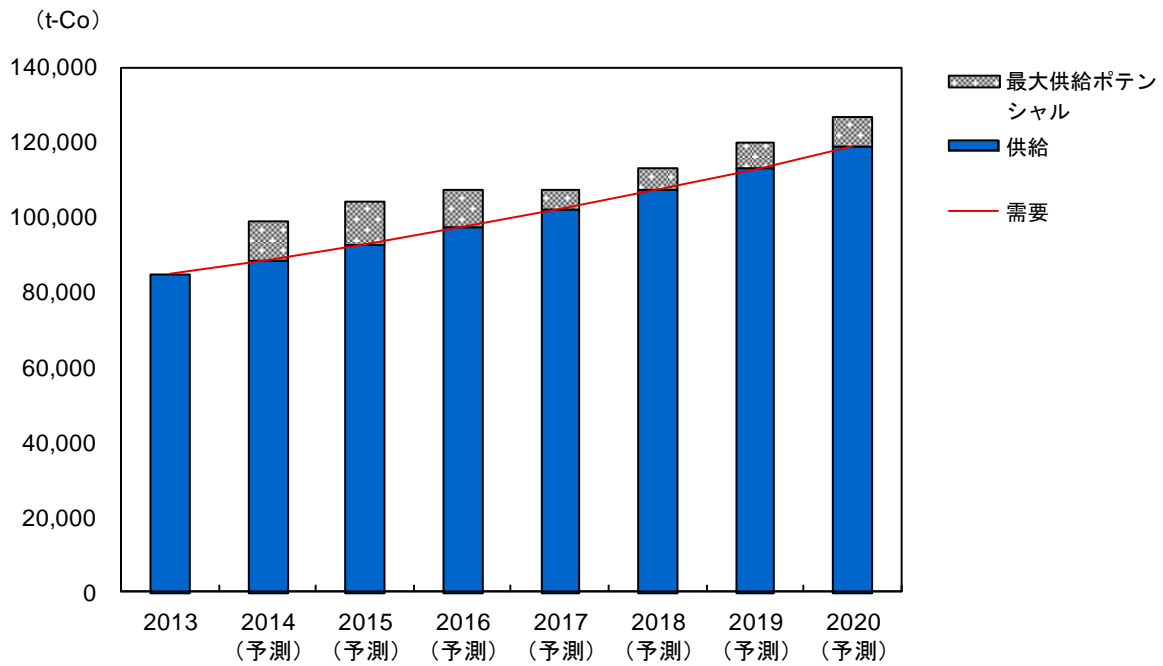
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-4 チタンの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

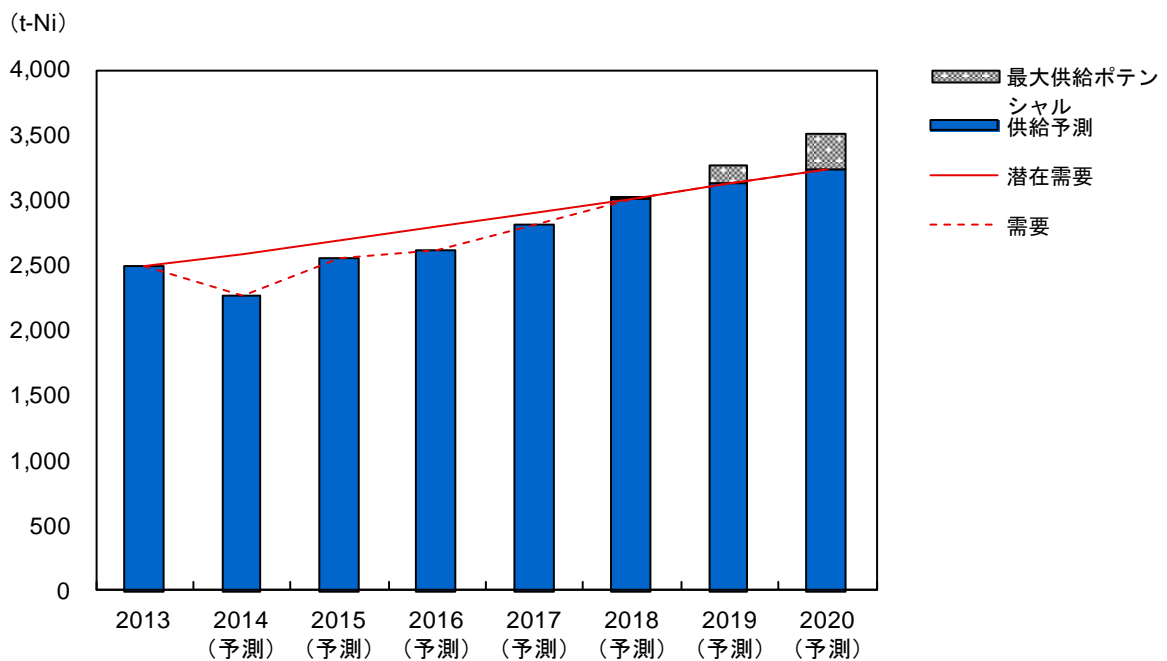
図 2-5 コバルトの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



注：コバルトの供給量は鉱石生産と地金生産で大きく異なる。ここでは地金生産ベースで推計している。

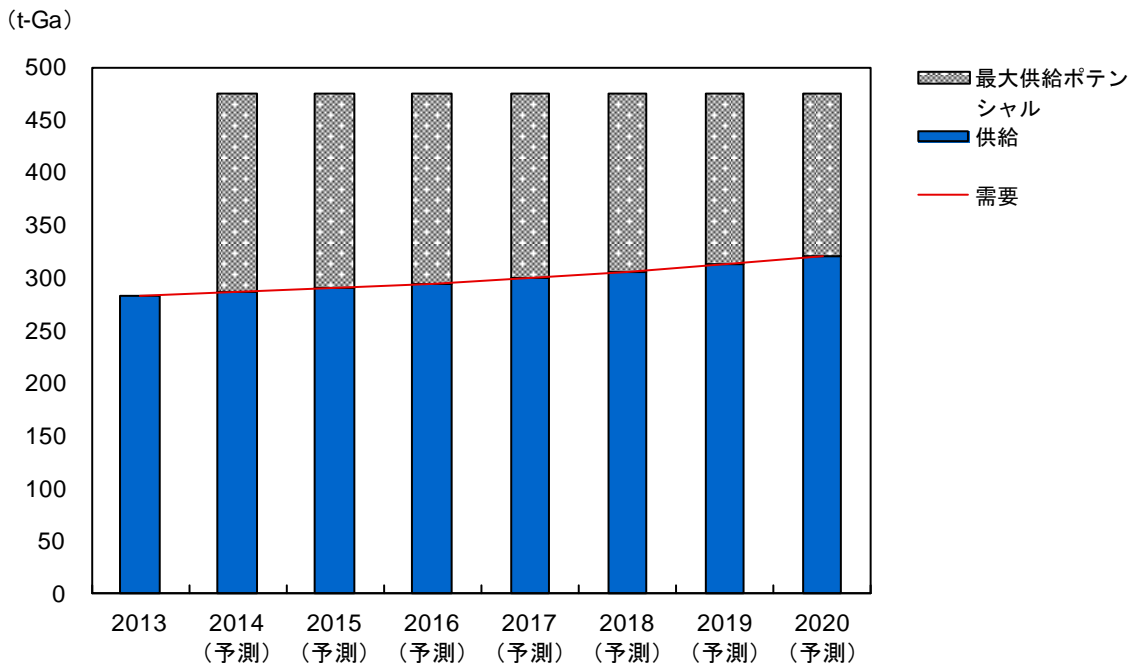
出典：三菱UFJリサーチ&コンサルティング推計

図 2-6 ニッケルの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



出典：三菱UFJリサーチ&コンサルティング推計

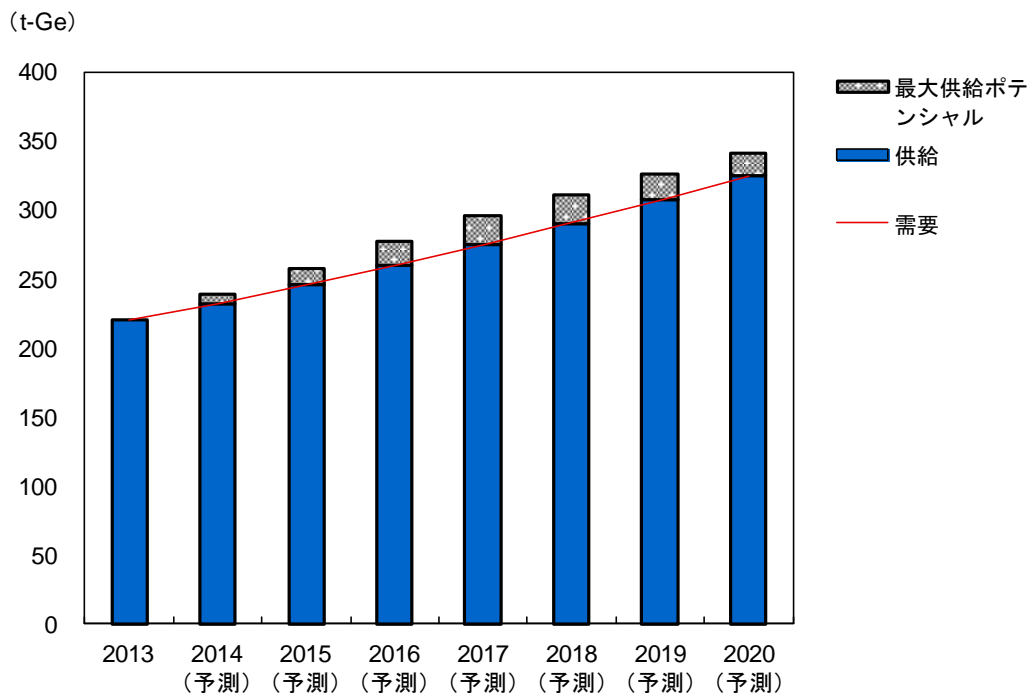
図 2-7 ガリウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



注：ガリウムは副産物として生産するため、2014年以降の供給ポテンシャルは、世界の生産能力をもとに推計している。

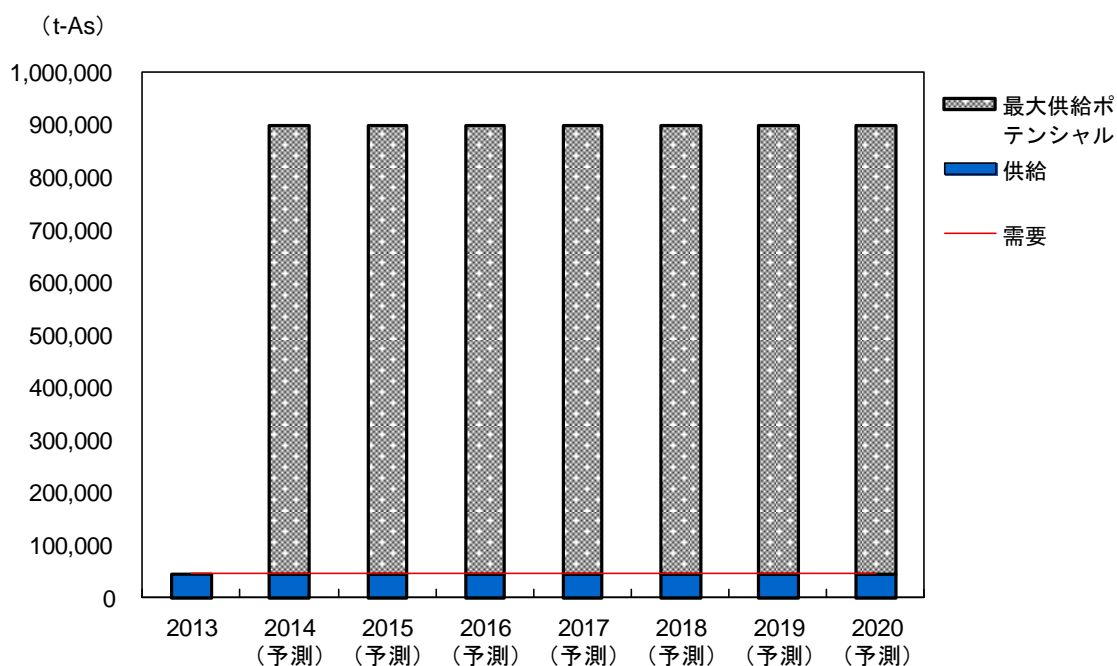
出典：三菱UFJリサーチ&コンサルティング推計

図 2-8 ゲルマニウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



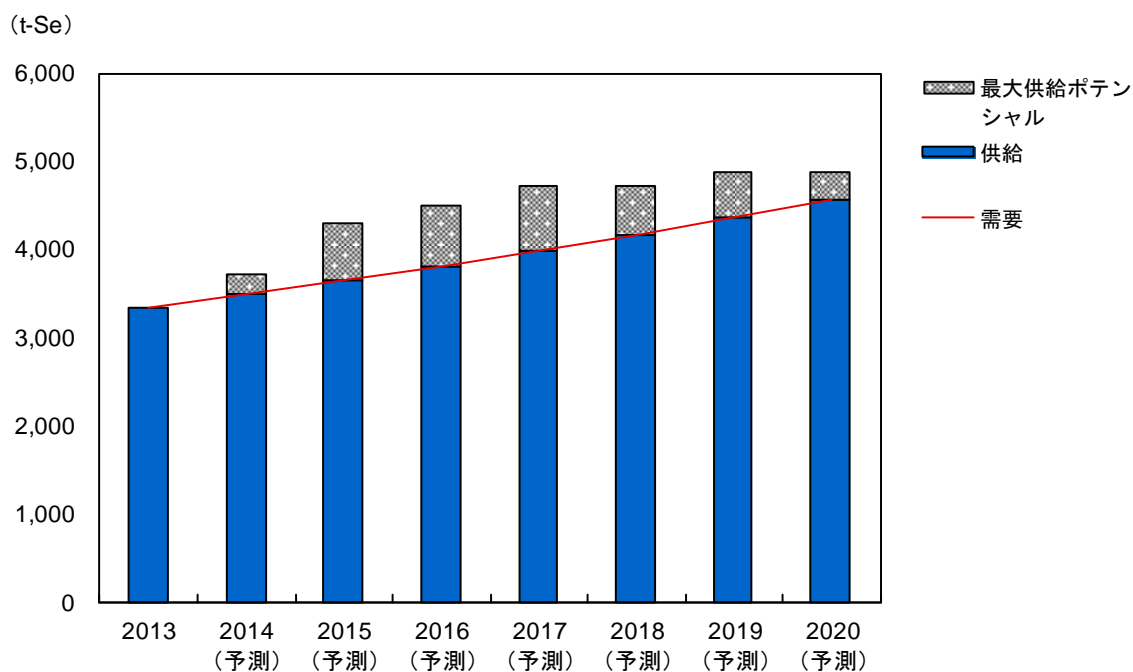
出典：三菱UFJリサーチ&コンサルティング推計

図 2-9 ヒ素の供給見通し（世界需要見通しとの対比）



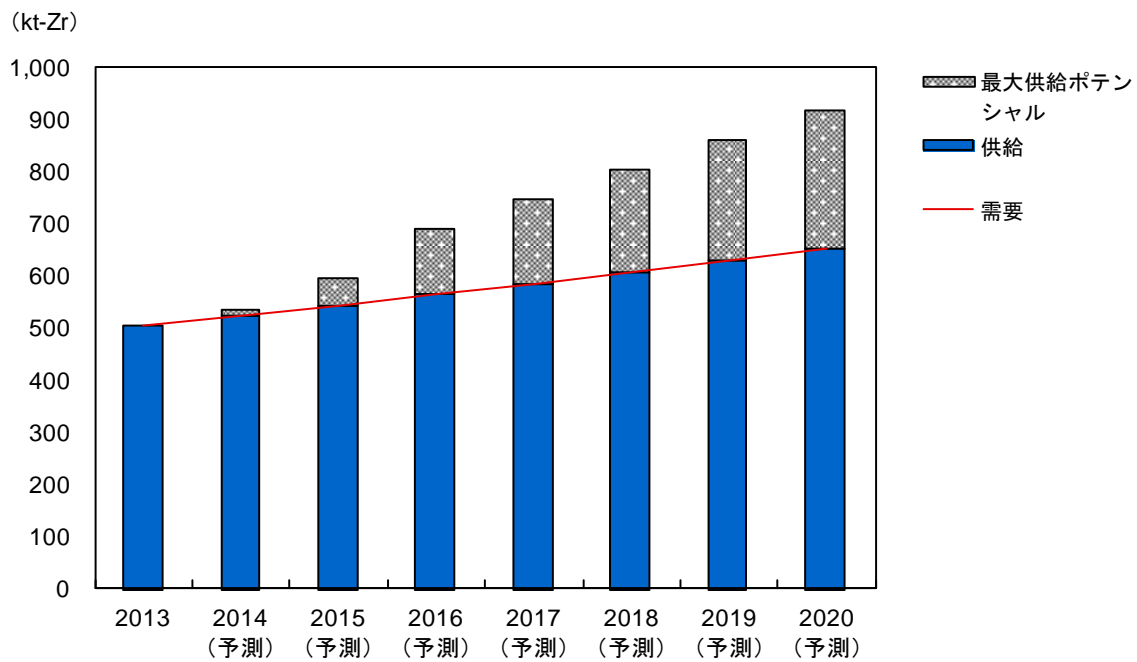
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-10 セレンの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



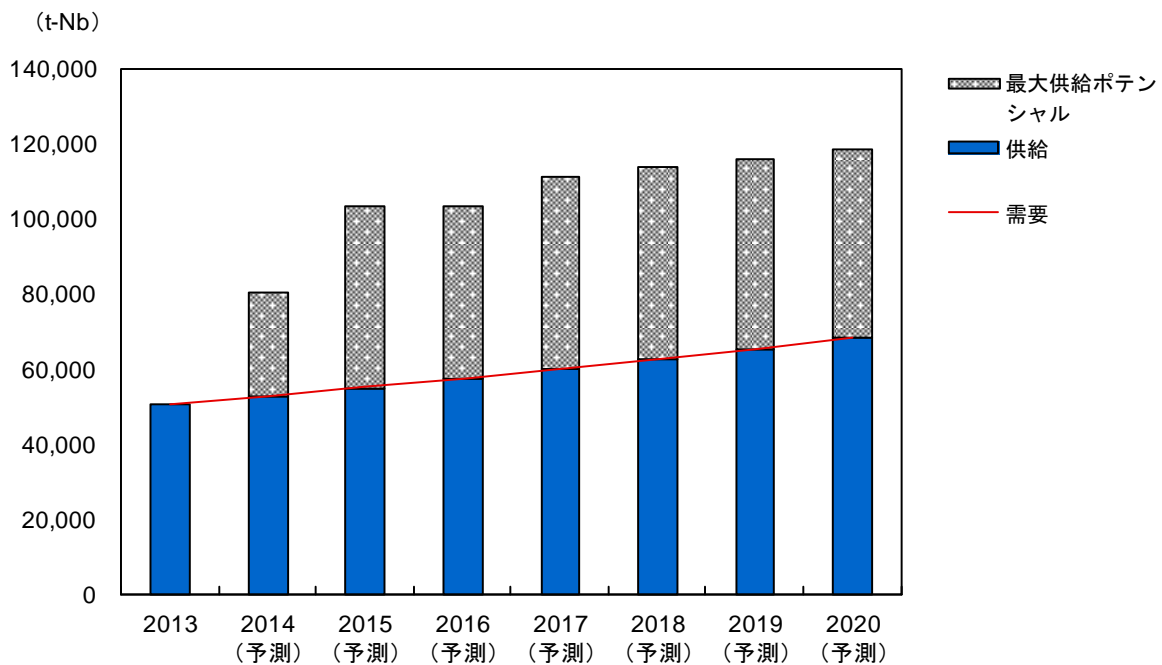
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-11 ジルコニウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



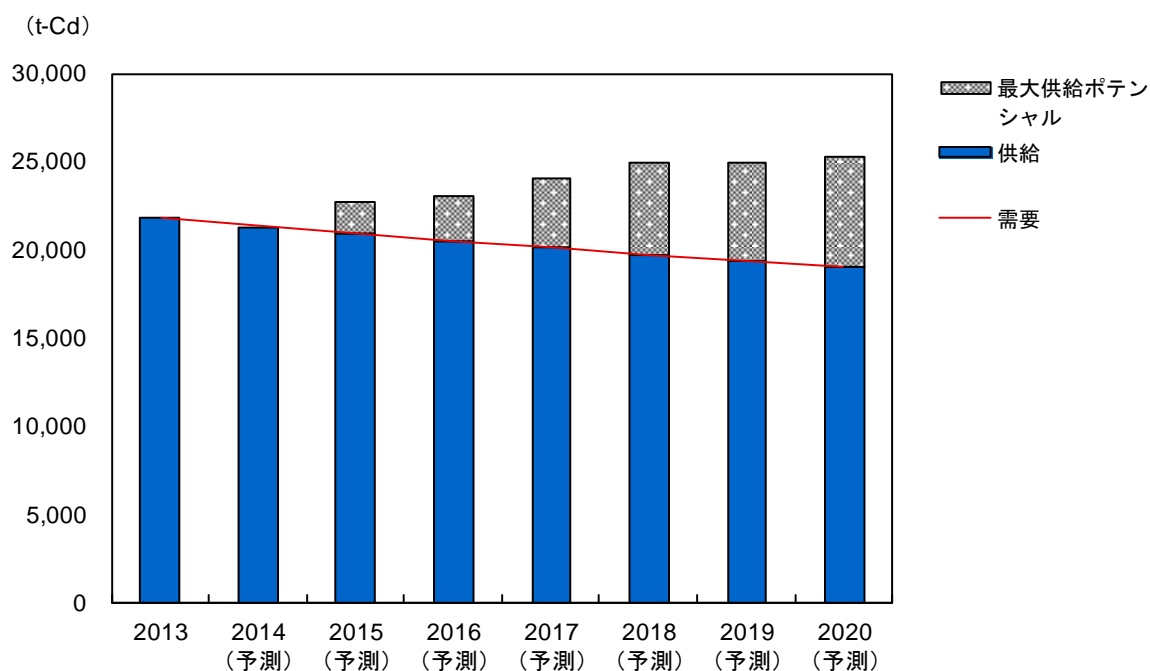
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-12 ニオブの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



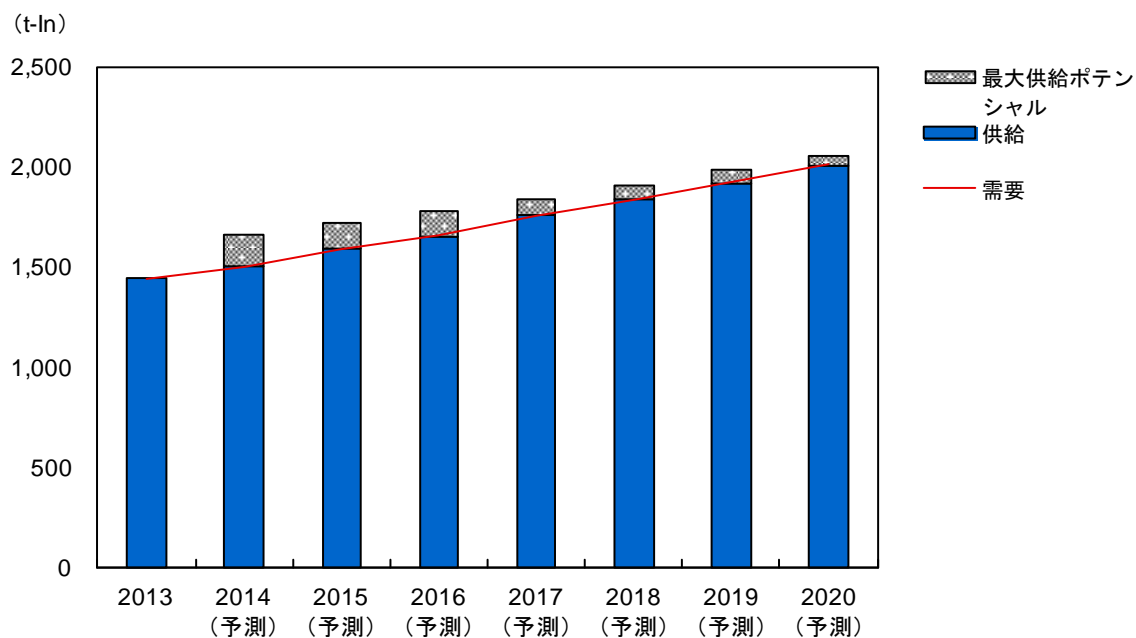
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-13 カドミウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

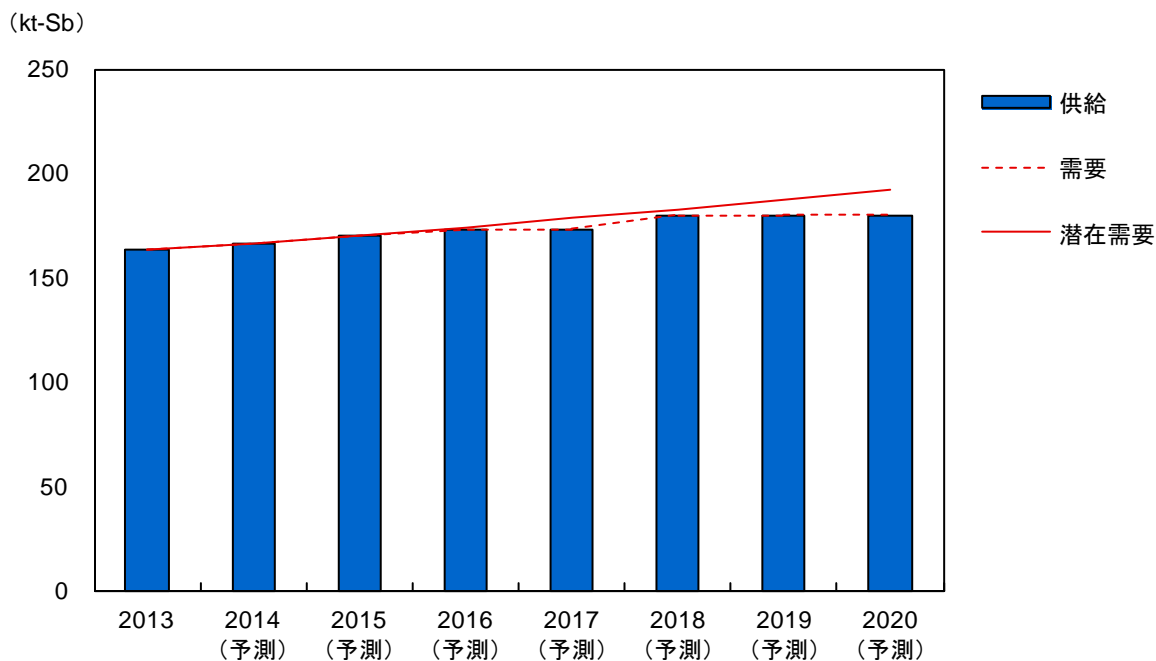
図 2-14 インジウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



注：中国の投資需要を除く。

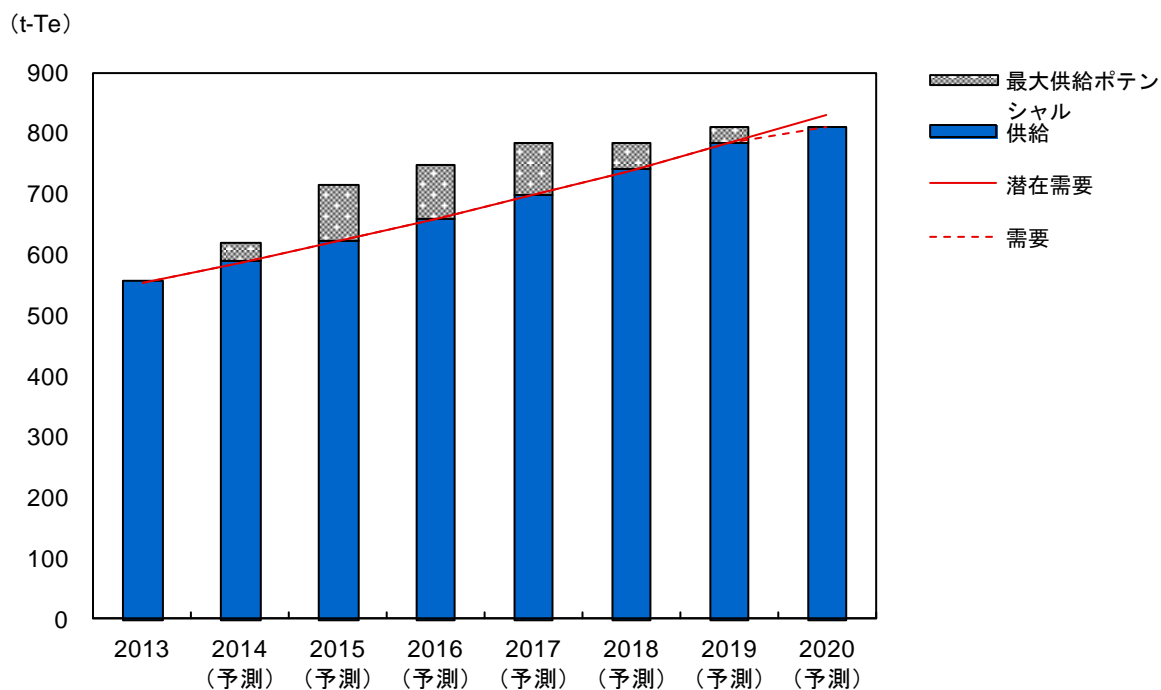
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-15 アンチモンの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



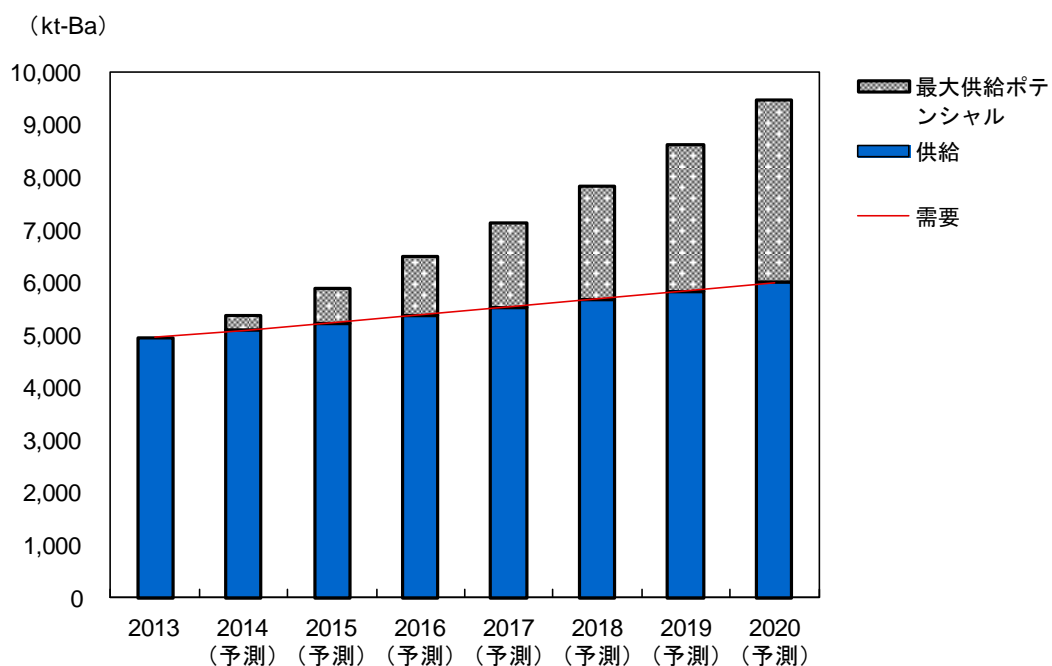
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-16 テルルの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



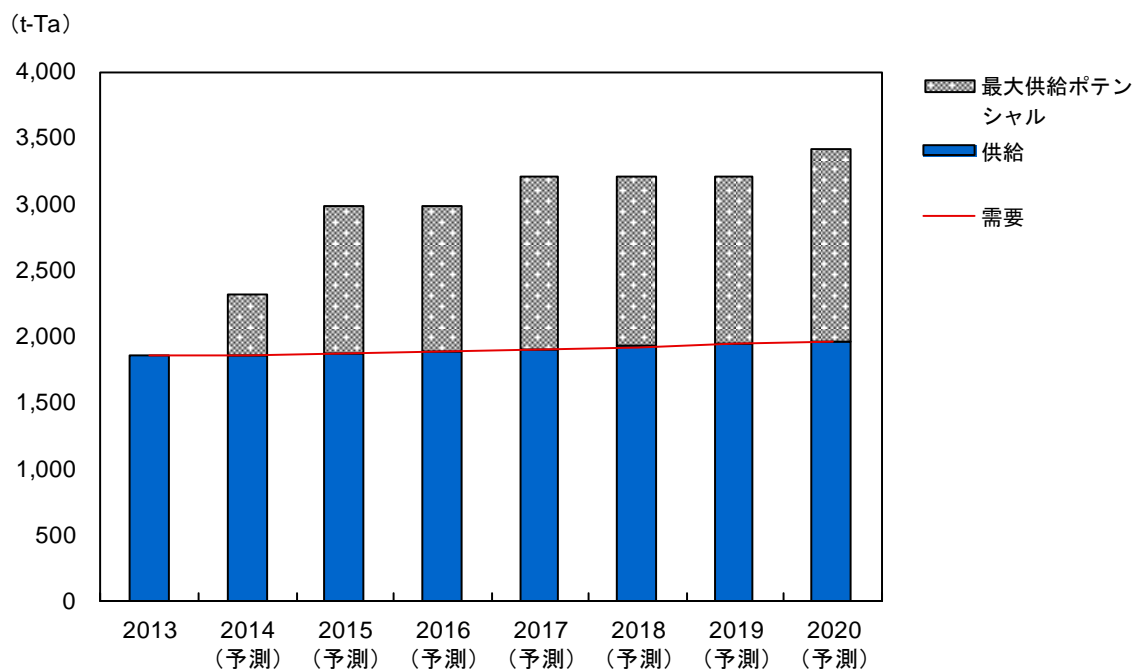
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-17 バリウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



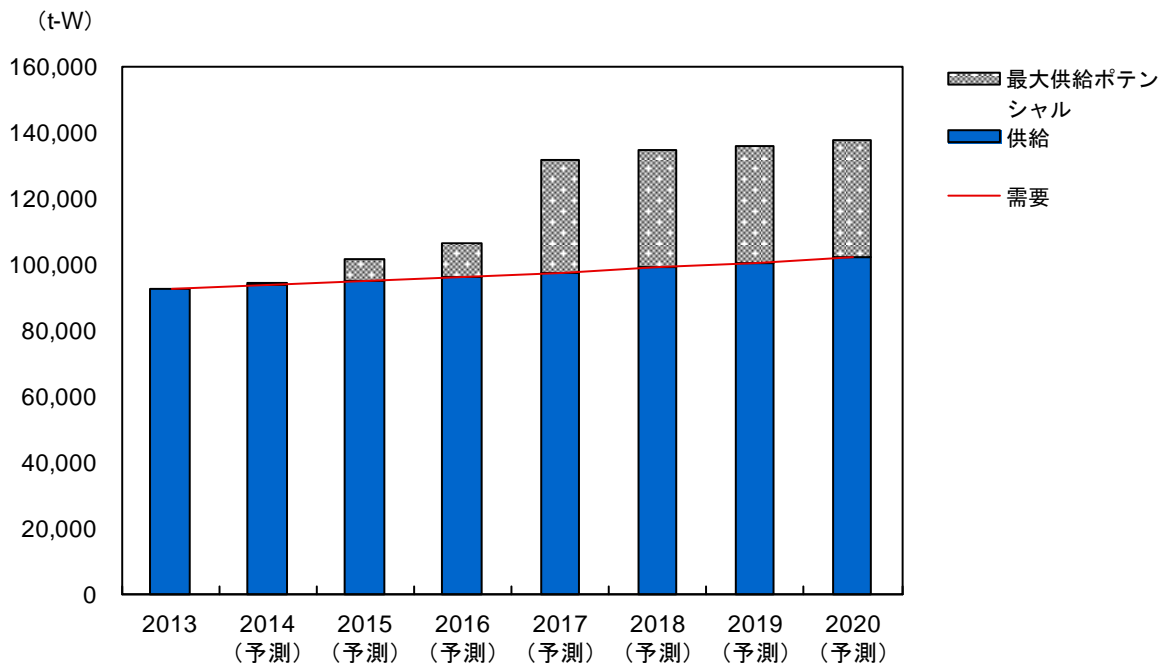
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-18 タンタルの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



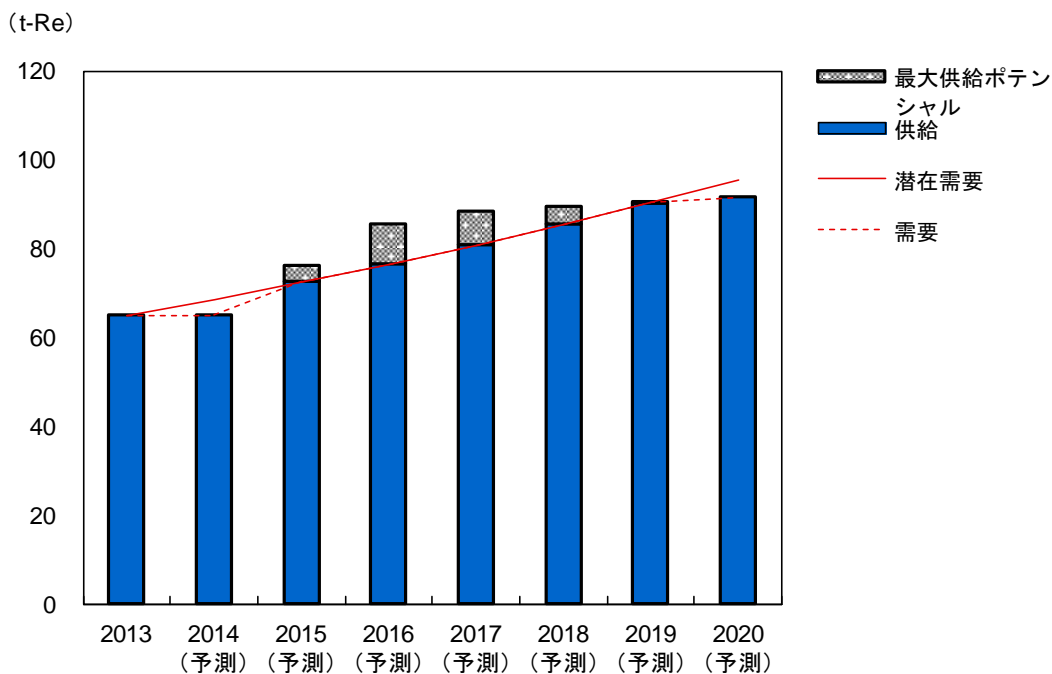
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-19 タングステンの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



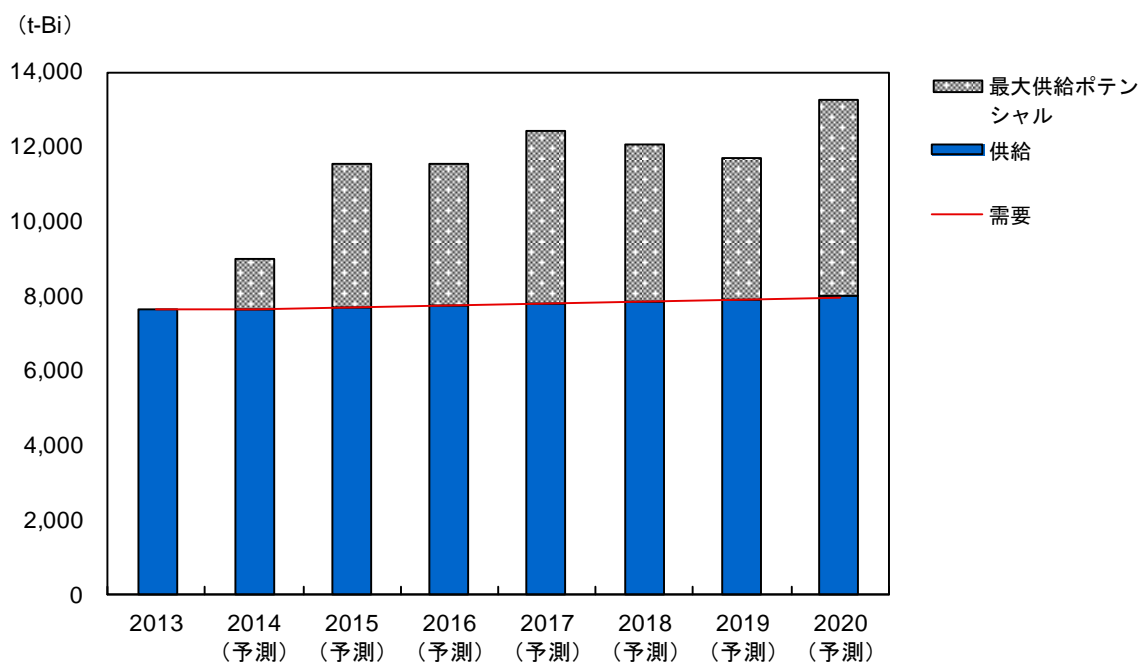
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-20 レニウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



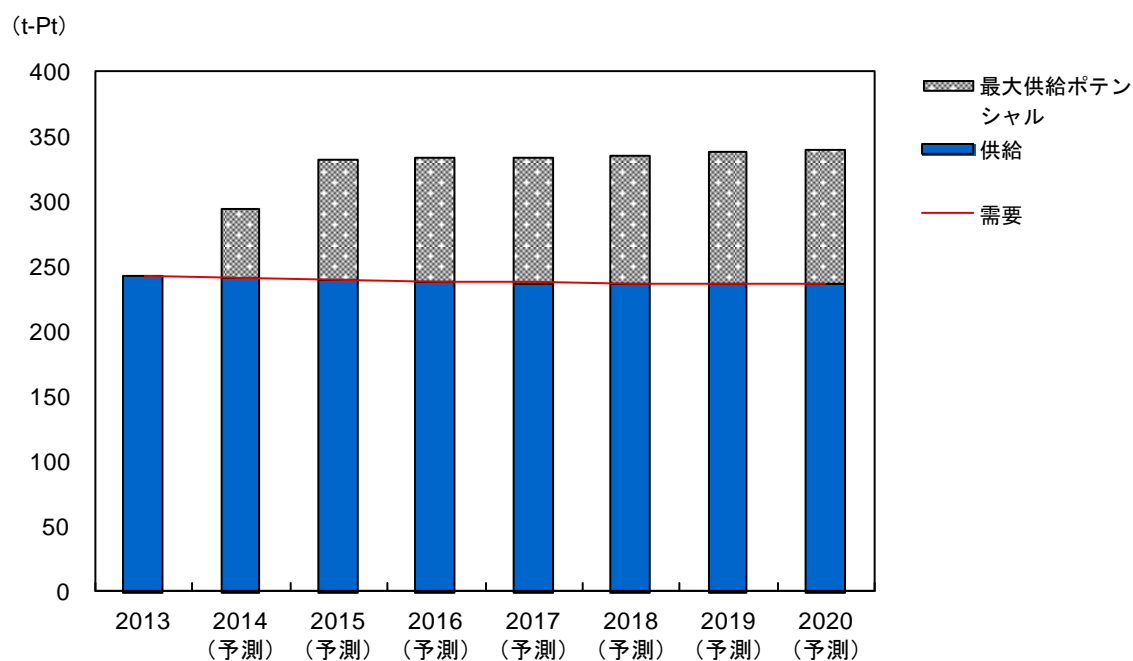
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-21 ビスマスの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



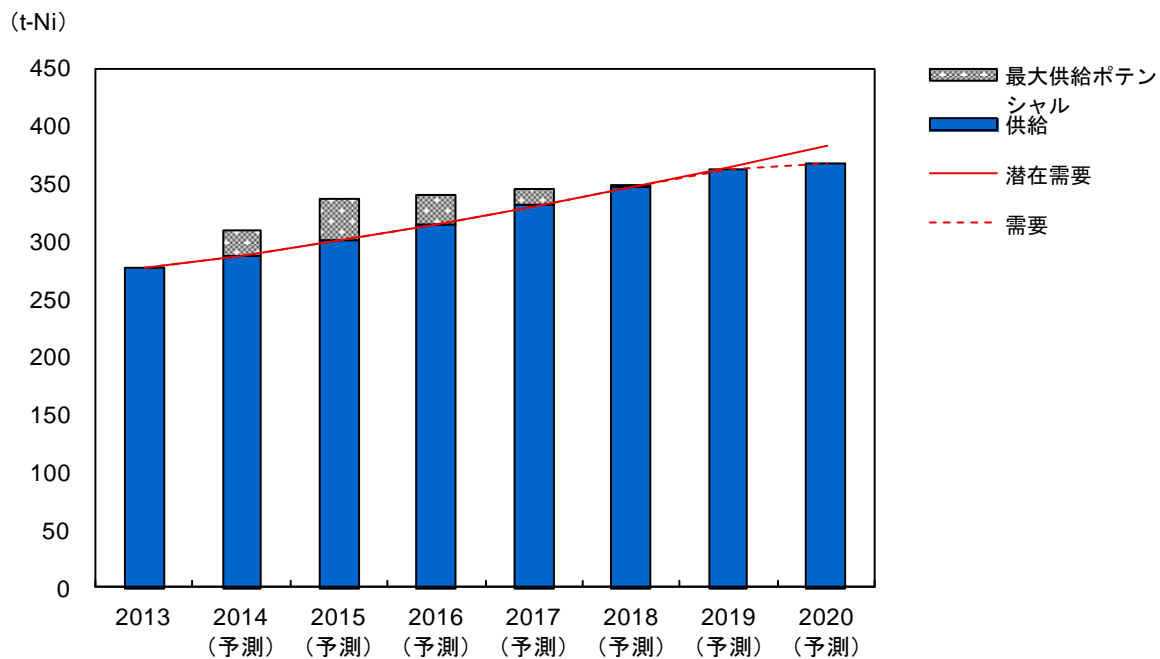
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-22 白金の供給見通し（世界需要見通しとの対比）



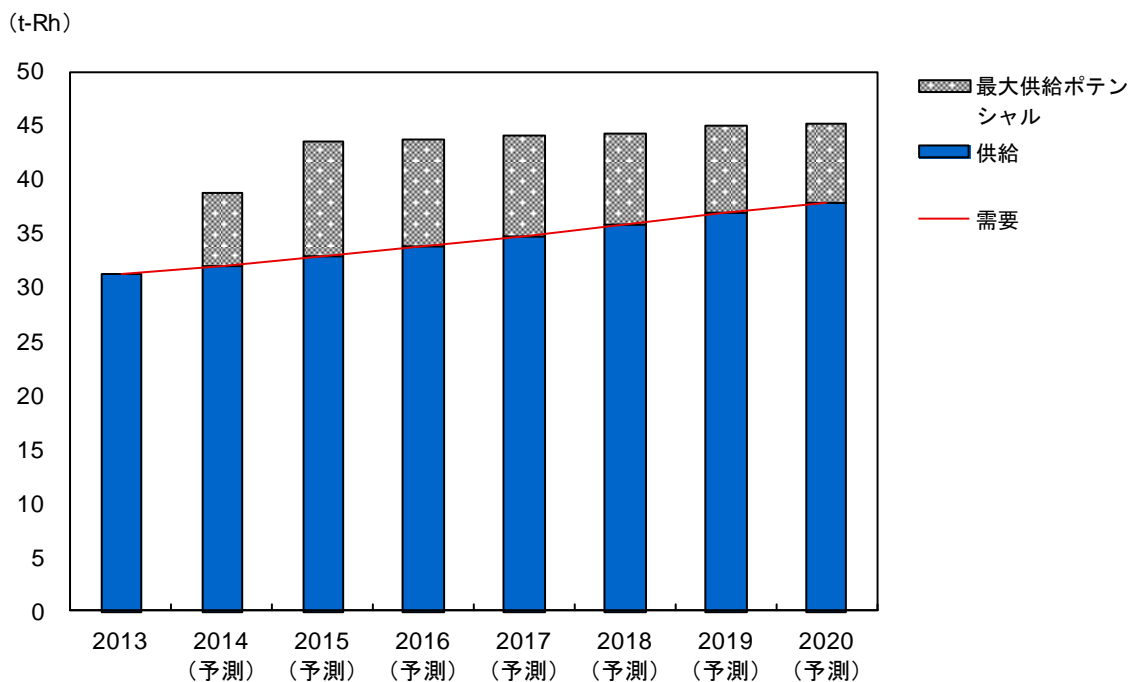
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-23 パラジウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



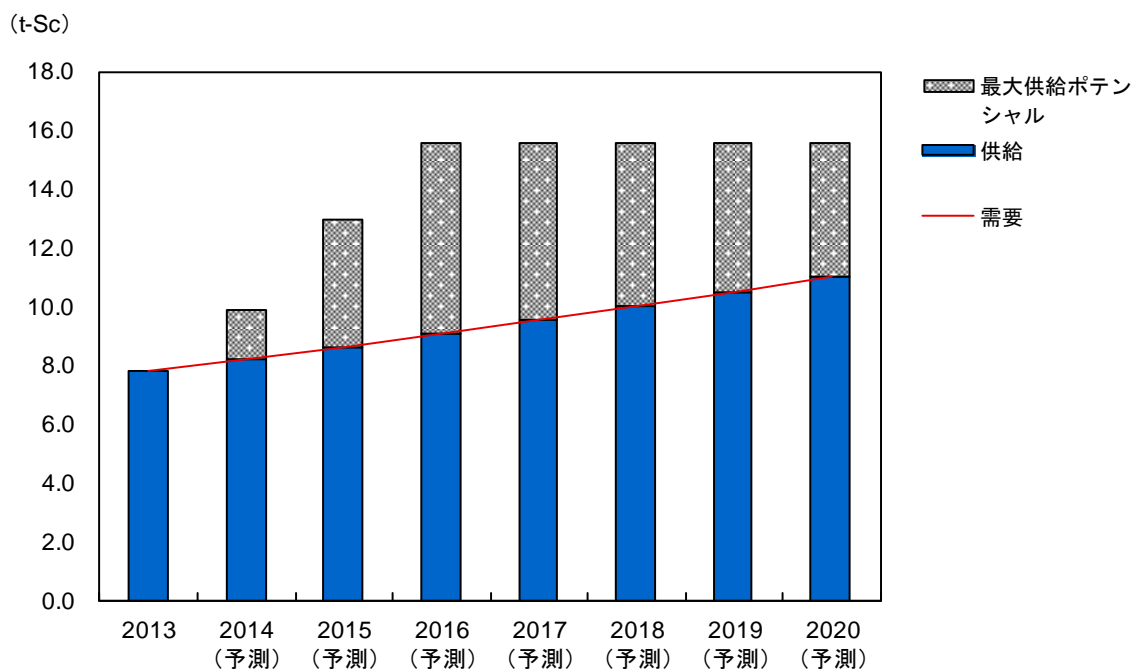
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-24 ロジウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



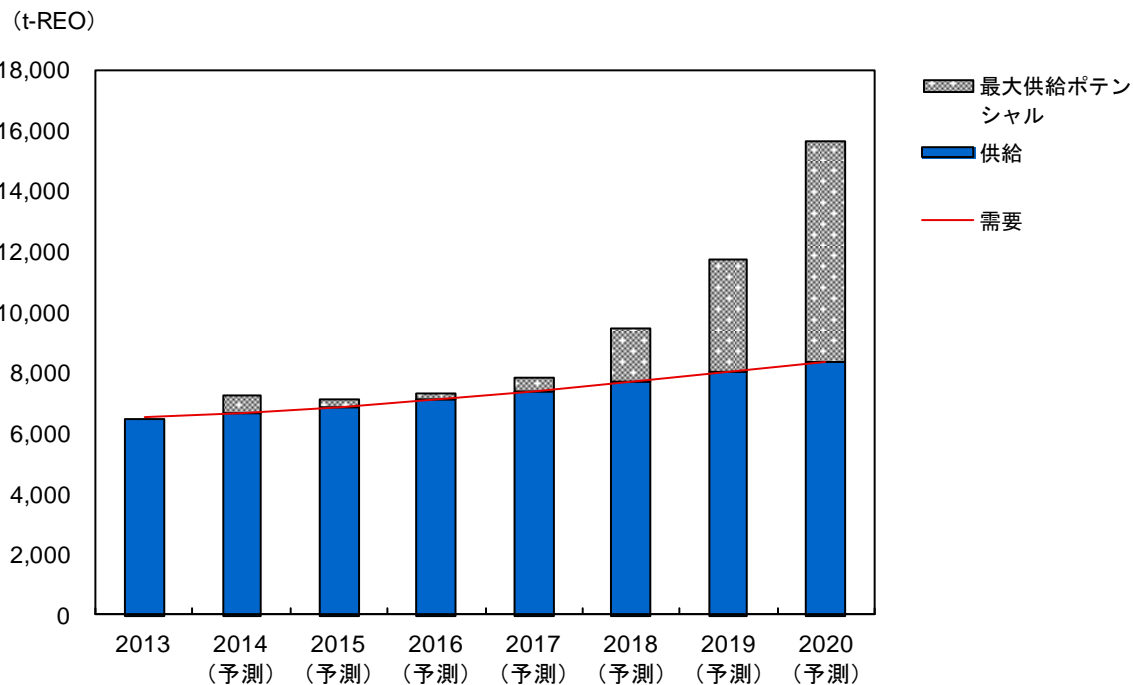
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-25 スカンジウム の供給見通し（世界需要見通しとの対比）



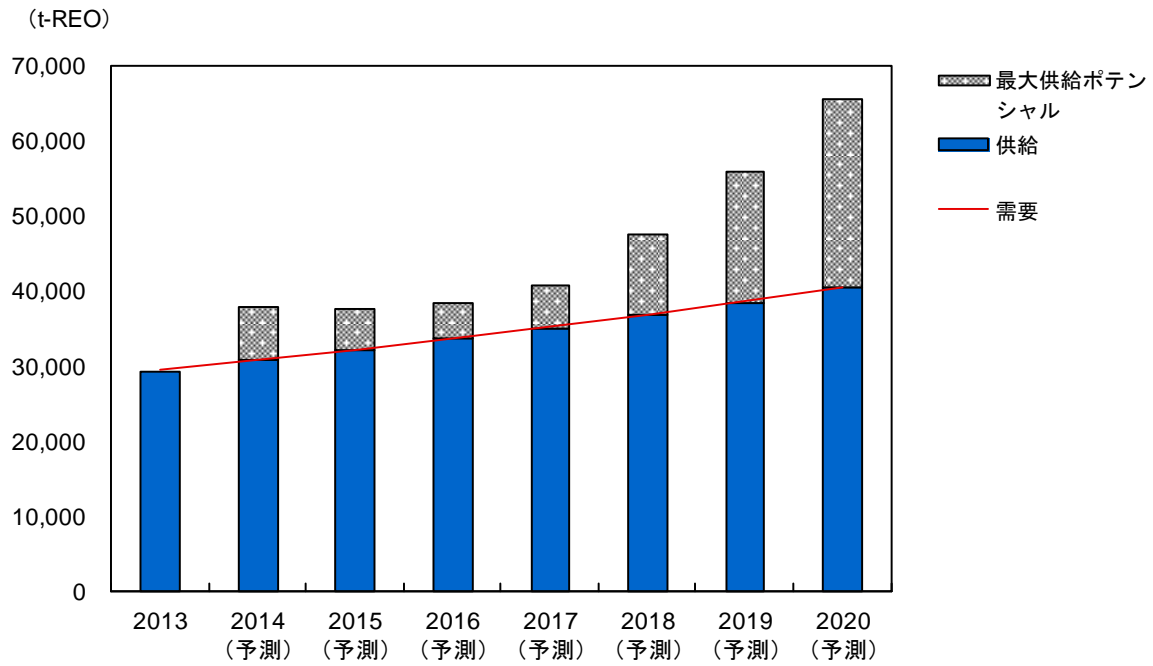
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-26 イットリウム の供給見通し（世界需要見通しとの対比）



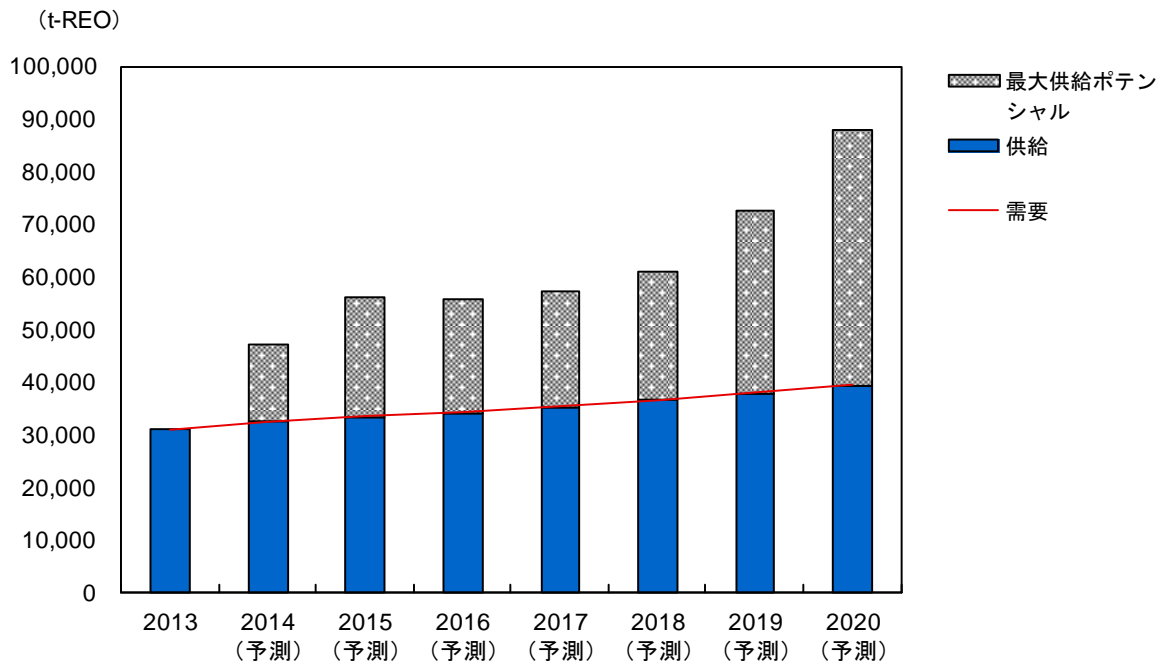
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-27 ランタンの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



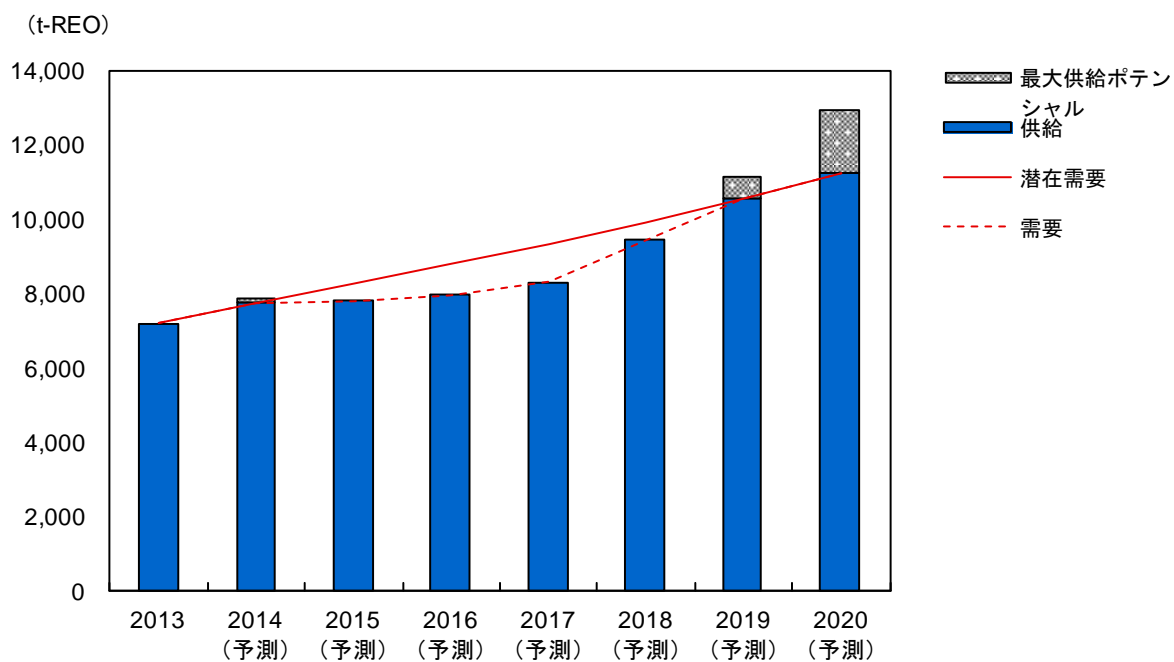
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-28 セリウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



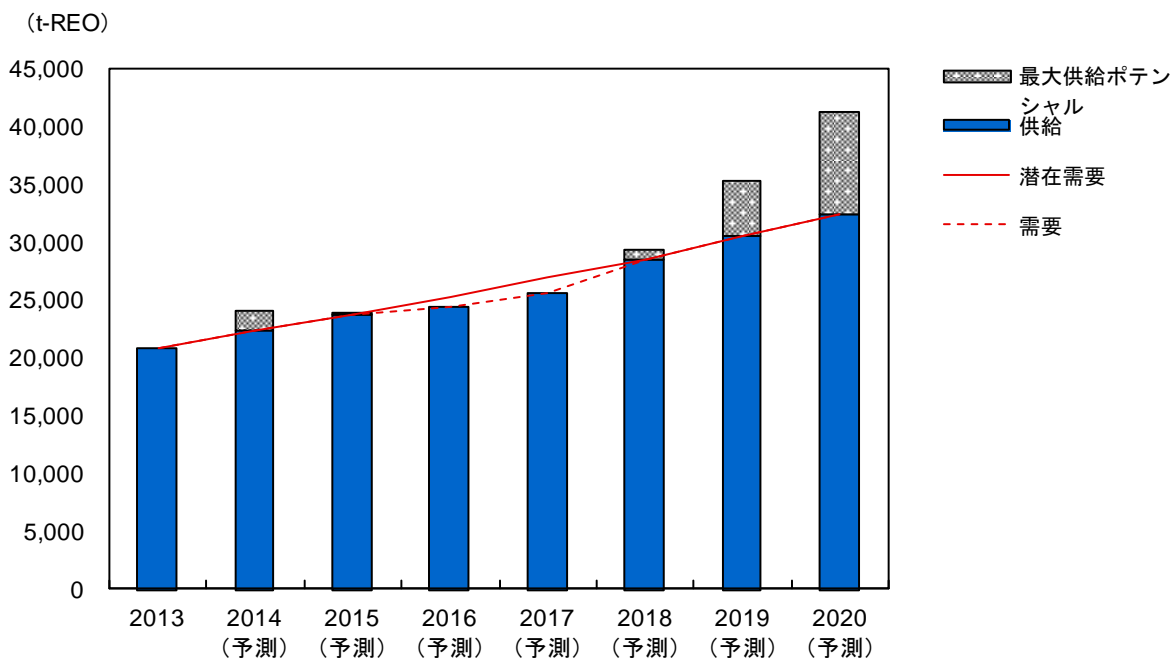
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-29 プラセオジムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



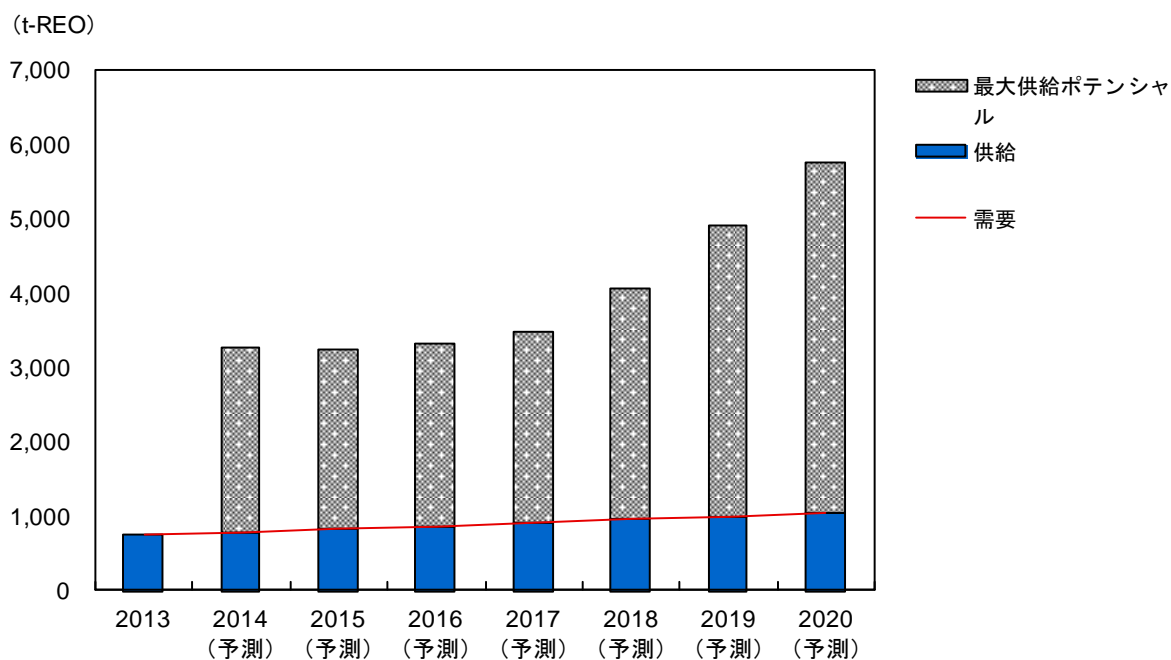
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-30 ネオジムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



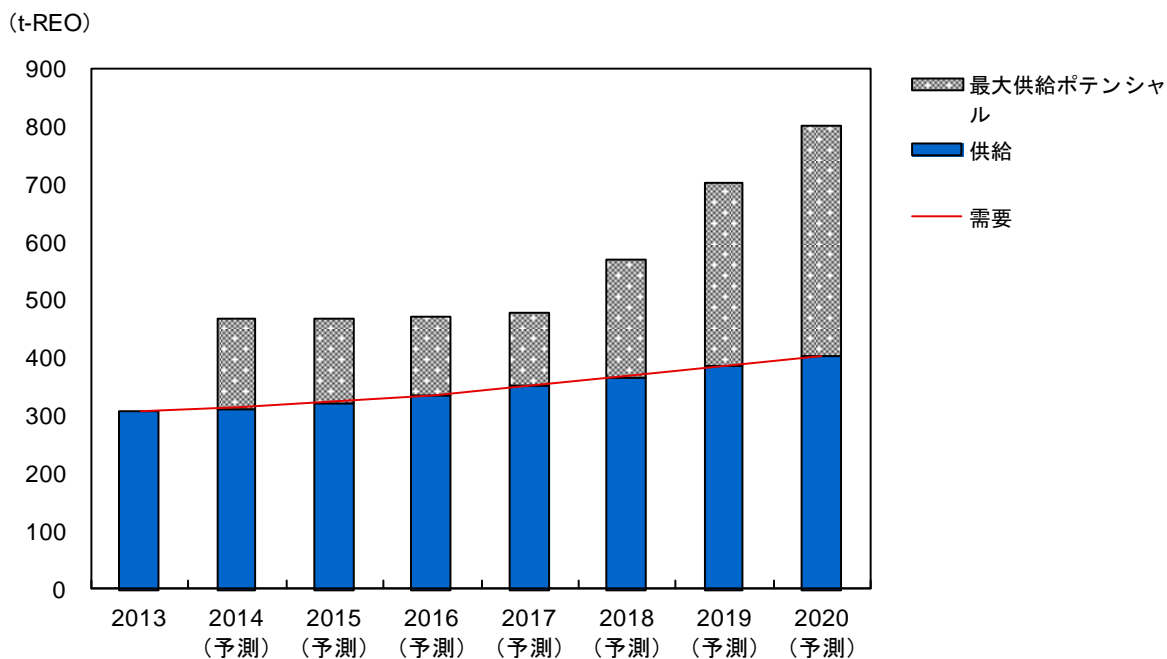
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-31 サマリウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



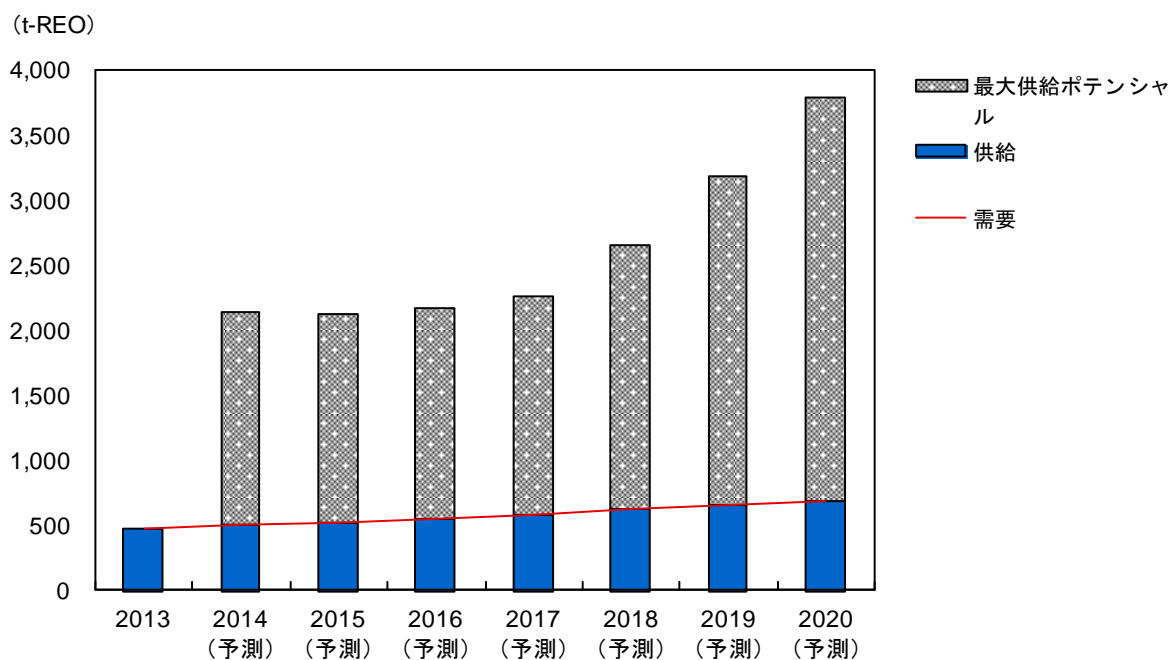
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-32 ユウロピウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



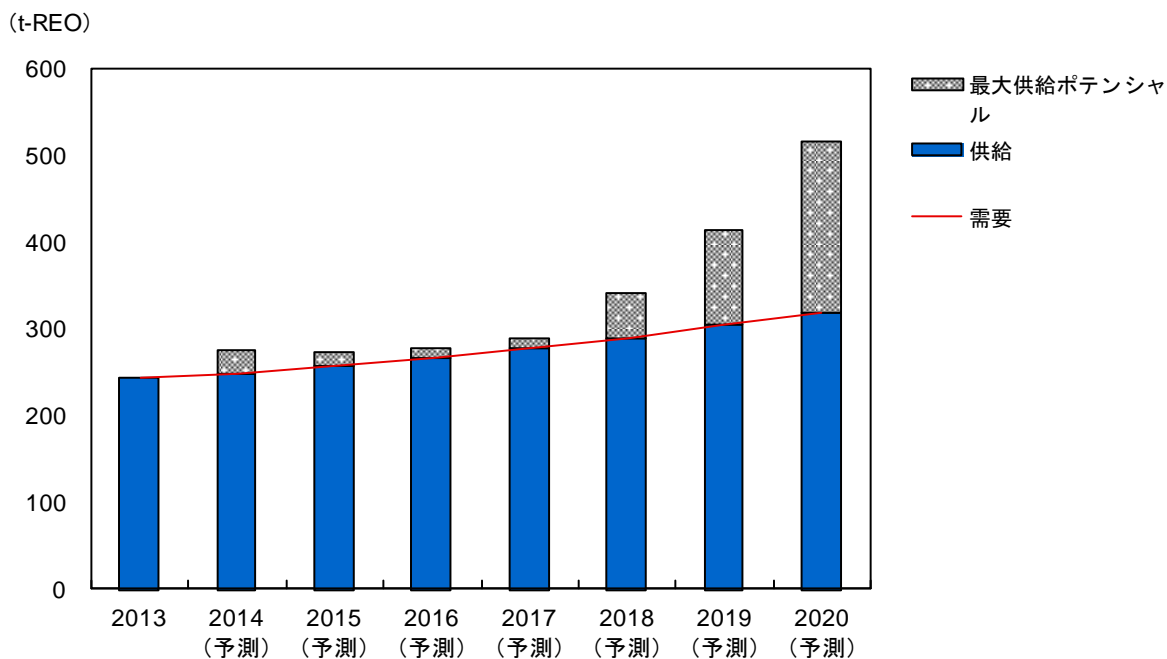
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-33 ガドリウム（Gd）の供給見通し（世界需要見通しとの対比）



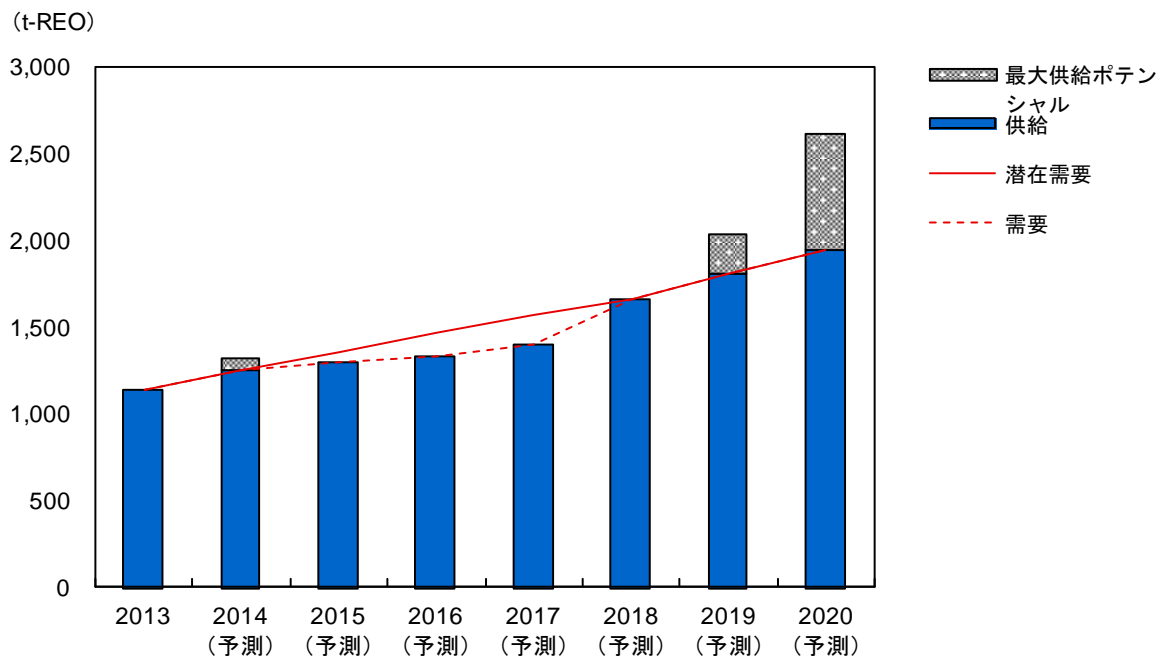
出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-34 テルビウム（Tb）の供給見通し（世界需要見通しとの対比）



出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング推計

図 2-35 ジスプロシウムの供給見通し（世界需要見通しとの対比）



出典：三菱UFJリサーチ&コンサルティング推計

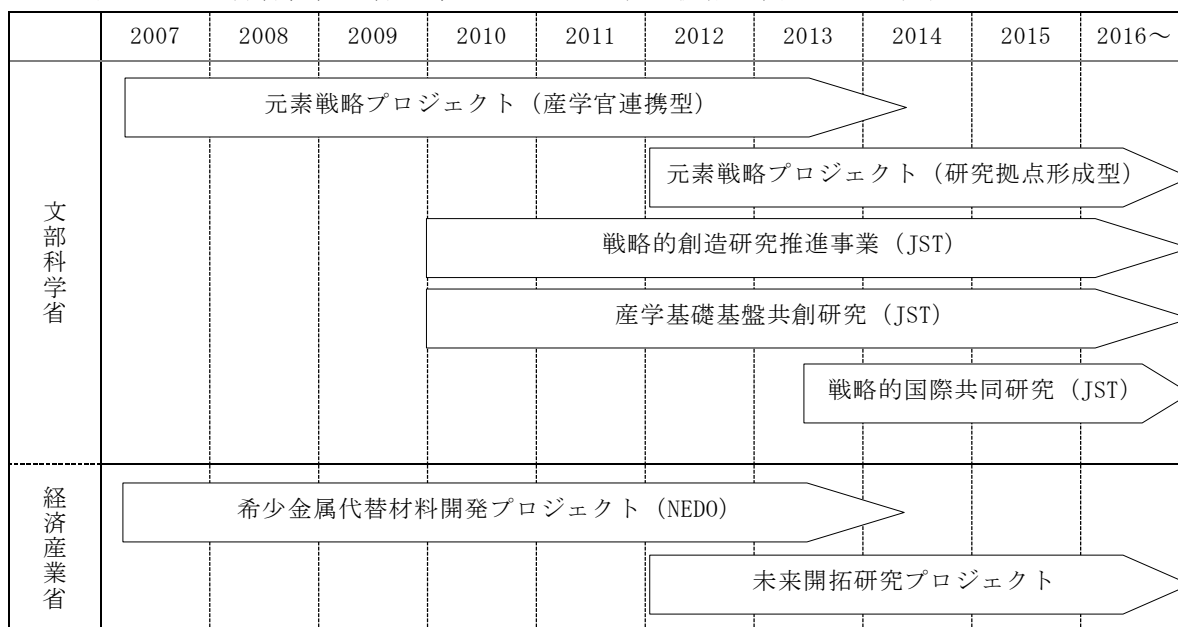
### 第3章 主要各国の政策動向

#### 第1節 日本の政策動向

日本のレアメタル利用技術に関わる政策は主として、文部科学省及び経済産業省が推進している。文部科学省では、2007年に開始された元素戦略プロジェクトや、独立行政法人科学技術振興機構による2010年からの戦略的創造研究推進事業などの研究プログラムが実施されている。これらにおいては、主として大学や研究機関を中心とした、レアメタル利用技術に関する基礎研究が実施される。

経済産業省の主な施策として、2007年に開始された希少金属代替材料開発プロジェクトや2012年からの未来開拓研究プロジェクトなどが挙げられる。これらのプロジェクトでは、産業界や大学が連携し、実用化に向けた各種レアメタル利用技術の研究開発が遂行されている。

図 3-1 文科省、経産省主導のレアメタル利用技術に関わる研究開発プロジェクト



出典：独立行政法人科学技術振興機構「元素戦略に関する我が国の取り組み」をもとに作成

#### 第2節 諸外国の政策動向

諸外国でも、レアメタル利用技術等素材関連の技術開発及び素材産業に対する各種産業政策が実施されている。

米国では、科学技術及び産業政策の基本方針のひとつである「米国イノベーション戦略」（2011年に改定）をベースに、「先進製造パートナーシップ」や「国家先進製造戦略計画」などが定められている。レアメタル利用技術をはじめとして、米国が研究開発を強化する具体的な部素材や研究開発の方向性などが示されている。研究開発を掌握する省庁は、国防総省（Department of Defense）やエネルギー省（Department of Energy）及びそれらの傘下の機関などである。特にエイムズ研究所内に設置された Critical

Material Institute には、重要物質の供給多様化、代替物質の開発、再利用・再資源化の向上等の研究開発に多額の予算が充てられている。

欧州は、2010年に発表された「欧州2020戦略 (Europe2020)」を基本戦略とし、それを踏まえた具体的な科学技術、産業政策として、2014年までの「第7次フレームワークプログラム」、2014年からの「ホライズン2020 (Horizon2020)」などが策定されている。欧州では加盟各国が科学技術分野において独自の研究開発を進めてはいるが、こうした欧州全体としての政策は、各国の共同研究など EU 域内外の連携を促し、科学技術基盤の強化が図られている。

ドイツのレアメタル利用技術をはじめとする科学技術政策の基本方針として、「ハイテク戦略2020 (High-Tech Strategy 2020)」が2010年に発表されている。基本方針を受けた具体的な素材関連の科学技術政策として、2011年に発表された「Action Plan Nanotechnology 2015」が挙げられ、「ハイテク戦略2020」にて示された重点領域の強化に向けた研究開発支援策などが示されている。

中国は5ヶ年ごとに政府の重点事業や経済運営の基本方針として、5カ年計画を発表しており、最新の計画は2010年に発表された「第12次5ヶ年計画」である。この基本方針に基づき、政府は順次下位政策を発表している。

レアメタル利用技術を含む素材関連の主要な科学技術、産業政策として、戦略性新興産業の育成と発展の加速に関する決定、中国非鉄金属工業第12次5カ年計画、第12次5カ年新材料産業発展計画、中西部地区外商投資優勢産業目録などが挙げられる。これらの決定、計画の中では、研究開発を強化する具体的な素材や産業分野、目標、また研究開発拠点などが示されている。これらの計画の策定や各種支援を実施する省庁は、国家発展改革委員会や科学技術部、工業・情報化部などが主として挙げられる。また研究開発機関には、大学のほか、国務院直属の中国科学院や中国工程院ならびにそれらの傘下の機関などがある。

韓国の科学技術政策における基本方針は、5年ごとに策定される科学技術基本計画に示されている。最新の科学技術基本計画は、「第3次科学技術基本計画（‘13～‘17）」である。この基本方針の中で、国家として戦略的に解決すべき技術課題などが示される。

科学技術基本計画の下位計画として、「産業技術革新計画」や「素材・部品発展基本計画」などが策定されている。これらには今後研究開発を重点的に実施する具体的な部素材やその目標、担当する省庁などが示されている。これらの計画を主として担当する省庁は、産業通商資源部（旧知識経済部の一部）、未来創造科学部（旧教育科学技術部の一部）などである。

ロシア政府の産業政策の基本方針として、「2020年までの産業発展及び産業競争力向上」がある。この下位政策として17つのプログラムが策定されており、ロシアが今後戦略的に強化を図る産業分野が示されている。その中のひとつにレアメタル・レアアース産業の発展が掲げられている。

また産業政策の一環として、資源を豊富に有する、ロシア中央部のスヴェルドロフスク州において Titanium Valley 経済特区が設置され、チタン産業の振興が進められている。この経済特区には、航空機製造・宇宙・造船・自動車製造・電力・医療分野向けチタンの加工企業や、エンジン製造企業等、海外のチタン関連企業を集積させる予定としている。

上記の各国・各地域では、レアメタルが多く利用される電気・電子製品における化学物質規制が策定されている。欧州で 2006 年から施行された RoHS 指令は、2011 年に改正され、対象機器が拡大した。現在は規制対象物質の拡大も検討されている。中国、韓国などでも同様の規制がすでに始まっており、ロシアでも化学物質の規制に向けて議論が進められているところである。米国は、連邦法として定められた電気・電子製品の規制は存在しないが、州法により RoHS 指令と同様の規制が定められている。

## 第4章 レアメタル関連技術の特許出願動向

### 第1節 調査範囲・方法

#### 1. 調査範囲

日本及び海外に出願・登録されたレアメタル・レアアースの特許出願に関して、全体動向、技術区分別動向、出願人別動向、注目出願人の出願動向調査、注目特許の調査を行った。

##### (1) 調査対象国

出願先国別の出願・登録状況の調査対象国としては日本、米国、欧州、中国、韓国とし、これら5か国・地域での出願、登録を調査した。その場合、各国・地域の出願を個別にカウントする「出願単位」で集計を行った。

「欧州への出願」については、欧州特許庁(EPO)への出願及び欧州特許条約(EPC)加盟国38か国(2011-11月時点)と拡張国(Extension State)2か国の合計40か国・機関への出願を対象としている。

##### (2) 調査対象期間

出願及び登録動向の解析は、出願年(優先権主張年)が2003年から2012年までを対象に行った。

##### (3) 使用データベースと検索式

特許検索にはデータベース: THOMSON INNOVATION(トムソン・ロイター社の登録商標)を使用し、IPCとキーワードを用いて検索式を立て2014年11月から12月にかけて検索を行った。具体的な検索式は個別の鉱物種毎に「資料編 検索式一覧」に示した。

#### 2. 調査方法

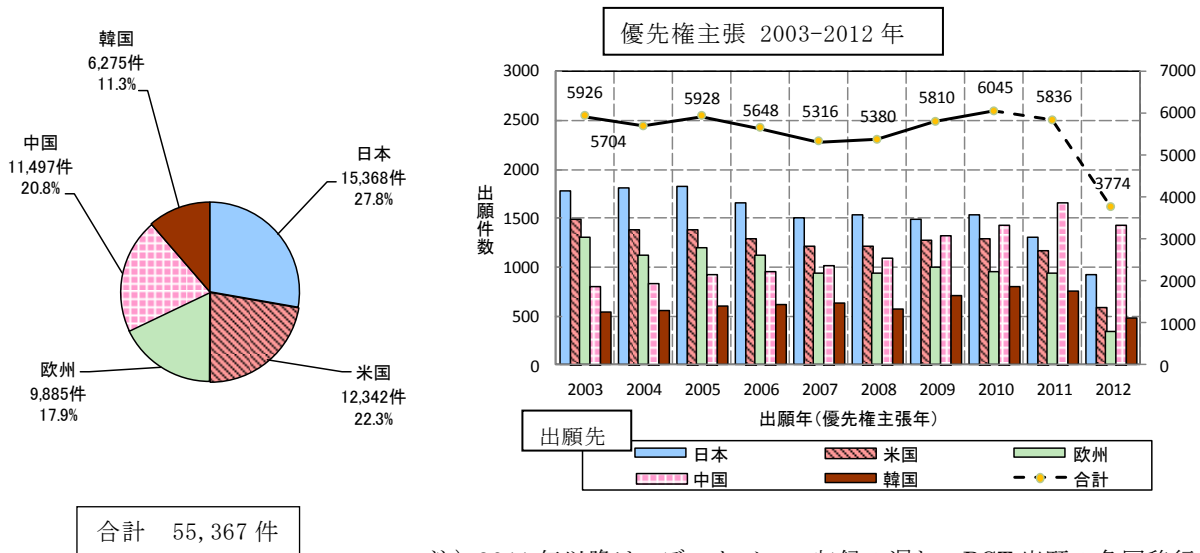
検索された公報の要約、請求の範囲、詳細な説明等を参考にノイズ落としを行い技術区分の解析を行った。1パテントファミリー内の各公報には、同じ技術区分を付与した。

解析の対象とした出願人国籍は、日本、米国、欧州、中国、韓国の5か国・地域であり、それ以外の国は「その他」とした。欧州国籍の定義は、欧州特許条約(EPC)加盟の38か国と拡張国2か国とした。出願人の国籍は、パテントファミリーの中で最先の出願日の公報に記載されている出願人の住所を出願人の国籍とした。出願が共同出願で複数の出願人がいる場合は、筆頭出願人の住所を出願人国籍とした。また、米国公開公報に多く見られる出願人の記載のない公報については、パテントファミリーに出願人の記載がある場合はその国籍を、無い場合は筆頭発明者の住所を出願人の国籍とした。この結果、調査対象とした特許文献は、日本公報を含むファミリーで19,993件、外国公報のみのファミリーで21,376件となった。

## 第2節 出願・登録動向

### 1. 出願先別出願件数推移及び出願件数比率（日米欧中韓）

図 4-1 出願先別出願件数推移及び出願件数比率（日米欧中韓）  
 （日米欧中韓への出願、出願年（優先権主張年）：2003-2012年）

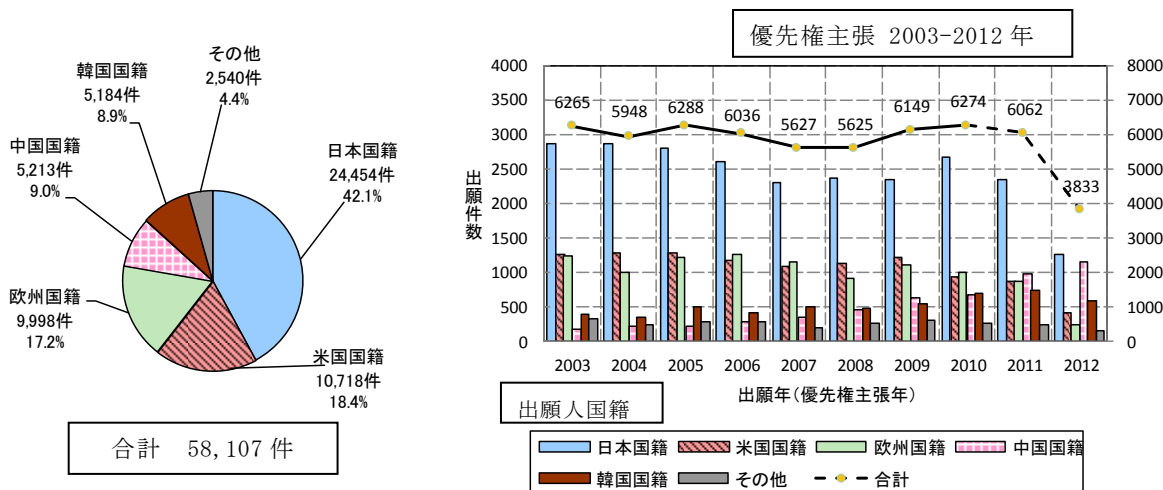


注) 2011年以降は、データベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 4-1 に出願先別出願件数推移及び出願件数比率（日米欧中韓）を示す。日本、米国、欧州への出願件数が 2003 年頃から減少傾向にあることに対し、中国への出願が急速に増えており 2011 年には 1656 件と最高値となりさらに増えることが予測される。韓国への出願も僅かながら増加傾向にある。合計出願件数比率は韓国への出願が 11% と少ないが、他の 4 極への出願はほぼ同比率である

2. 出願人国籍別出願件数推移及び出願件数比率（日米欧中韓）

図 4-2 出願人国籍別出願件数推移及び出願件数比率（日米欧中韓）  
 （日米欧中韓への出願、出願年（優先権主張年）：2003-2012 年）

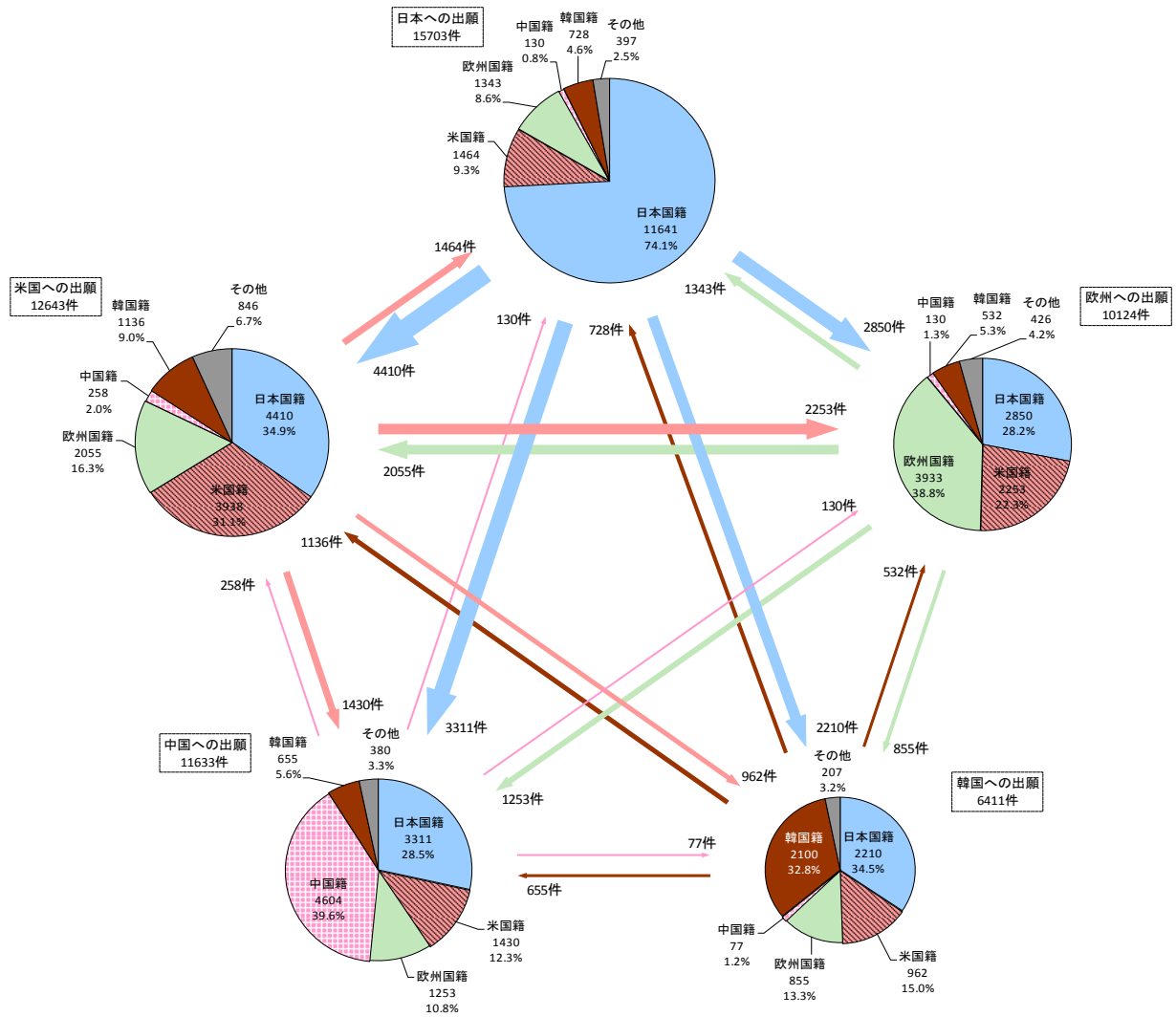


注) 2011 年以降は、データベース収録の遅れ、PCT 出願の各国移行のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 4-2 に出願人国籍別出願件数推移及び出願件数比率（日米欧中韓）を示す。5 極への出願件数は毎年ほぼ 6000 件程度の出願がある。出願人国籍別に見ると日本国籍による出願が年による変動があるものの年 2500 件程度の件数があり、その次に米国国籍と欧州国籍が 1000 件強のほぼ同数の出願がある。韓国国籍と中国国籍による出願は毎年着実に件数が増加しており、2011 年には韓国国籍が 737 件、中国国籍は 2012 年に 1168 件とそれぞれ過去最大値を示している。過去 10 年間の累計では日本国籍が 24454 件、42%、米国国籍が 18%、欧州国籍が 17%とほぼ同程度、次いで中国国籍と韓国国籍が 9%と同じ比率となっている。

3. 出願先国別—出願人国籍別出願件数収支（日米欧中韓）

図 4-3 出願先国別—出願人国籍別出願件数（日米欧中韓）  
 （日米欧中韓への出願、出願年（優先権主張年）：2003-2012年）

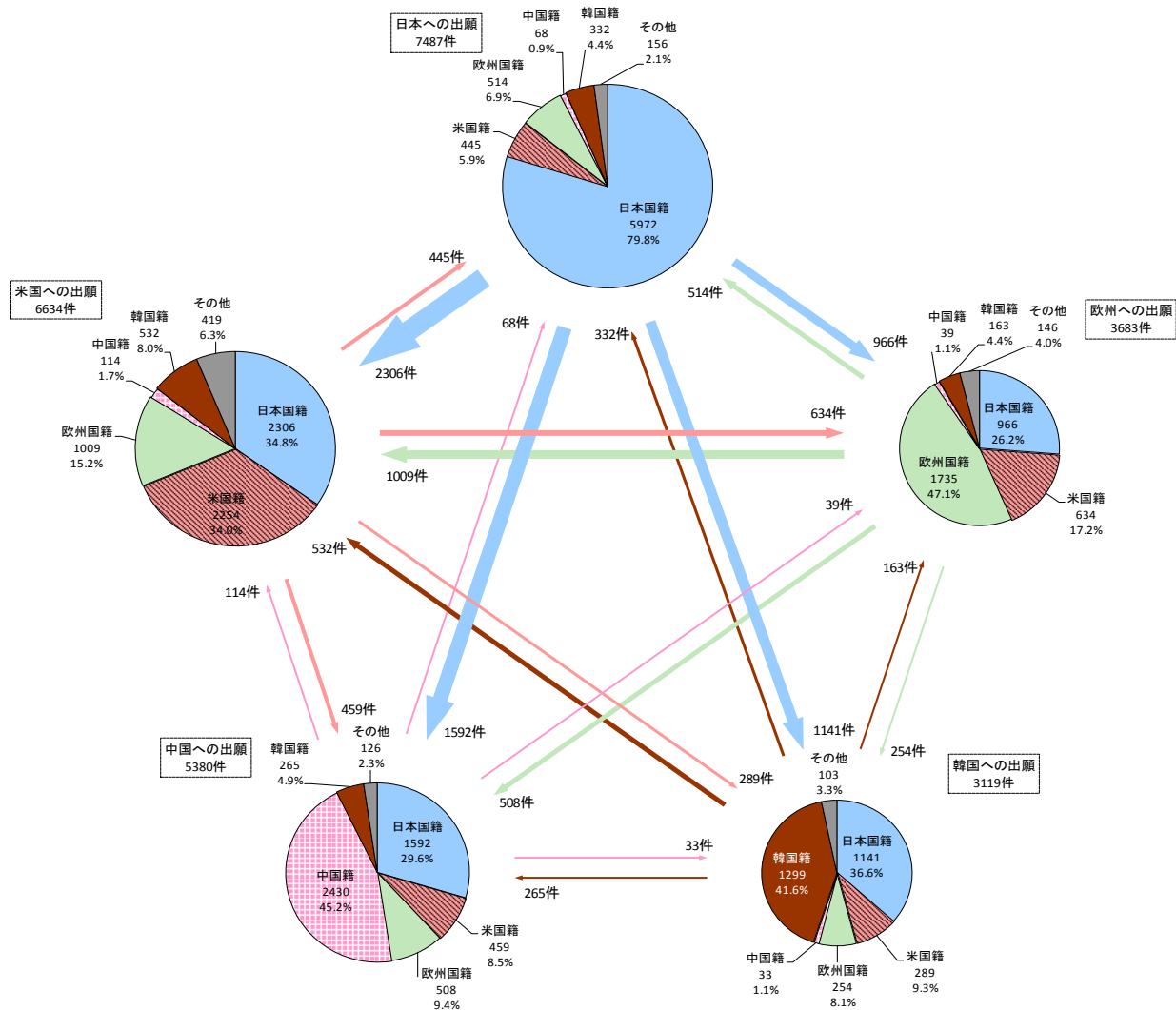


注) 図中の「日本への出願 (円グラフ)」は、日本へ出願を行っている出願人の国籍内訳 (日本へ向かう矢印) を示す。日本から他の国・地域へ向かう矢印はこの円グラフに含まれていないことに注意。日本以外の国・地域についても同様。

図 4-3 に出願先国別—出願人国籍別出願件数 (日米欧中韓) を示す。日本国籍出願人は他国への出願件数は多いが、これに比し他国籍出願人から日本への出願件数は少ない。米国国籍出願人と欧州国籍出願人とは他国への出願を積極的に行っていることが窺える。中国国籍出願人と韓国国籍出願人による他国への出願よりも他国籍出願人からの中国、韓国への出願が格段に多い。

4. 出願先国別—出願人国籍別登録件数収支（日米欧中韓）

図 4-4 出願先国別—出願人国籍別登録件数（日米欧中韓）  
 （日米欧中韓への出願、出願年（優先権主張年）：2003-2012年）

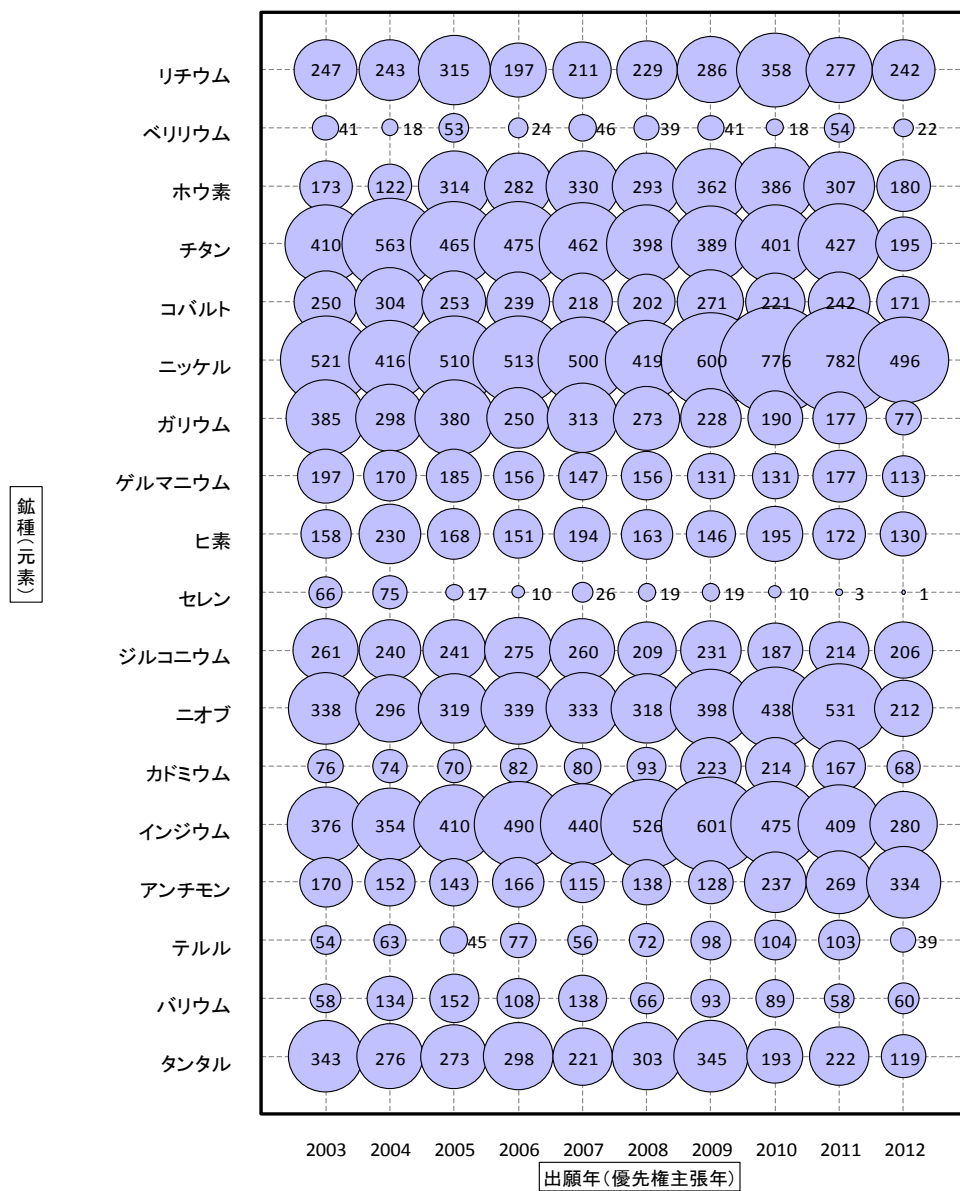


注) 図中の破線枠内の「日本への出願」は、日本国籍および日本国籍以外の出願人からの日本への出願のこと。日本以外の国・地域についても同様。

図 4-4 に出願先国別—出願人国籍別出願件数（日米欧中韓）を示す。日本国籍出願人による他国における登録件数が他国籍出願人による日本における登録件数を大幅に上回っており、積極的に海外出願していることが窺える。米国国籍出願人並びに欧州国籍出願人による中国での登録件数が日本における登録件数を同程度か上回っているのが特徴的である。

5. 鉱種別出願件数推移および鉱種別出願件数比率（日米欧中韓）

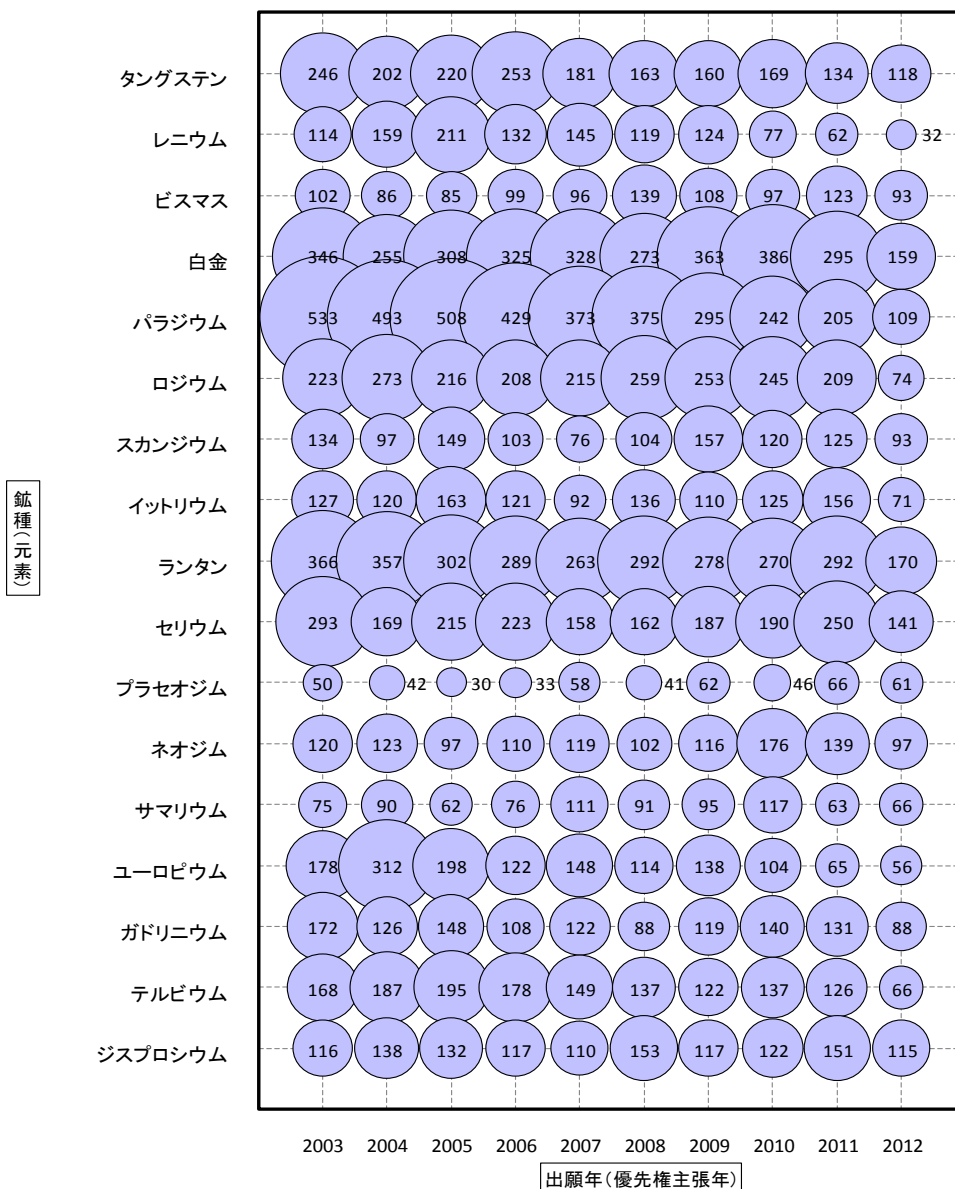
図 4-5-1 鉱種別出願件数推移（日米欧中韓）（その 1）  
 （日米欧中韓への出願、出願年（優先権主張年）：2003-2012 年）



注) 2011 年以降は、データベース収録の遅れ、PCT 出願の各国移行のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 4-5-1 および図 4-5-2 に鉱種別出願件数推移（日米欧中韓）を元素別に 2 分割して示す。過去 10 年間、年 200 件以上の出願がある元素は、白金、パラジウム、ロジウム、ランタン、リチウム、チタン、コバルト、ニッケル、ジルコニウム、ニオブ、インジウム、タンタルである。

図 4-5-2 鉱種別出願件数推移（日米欧中韓）（その 2）  
 （日米欧中韓への出願、出願年（優先権主張年）：2003-2012 年）



注) 2011 年以降は、データベース収録の遅れ、PCT 出願の各国移行のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

また、年 200 件以上の出願があり増加傾向にある元素は、リチウム、ニッケル、ニオブ、インジウム、タンタルである。ビスマス、ホウ素、アンチモンも増加傾向にある。

年間 200 件以上の出願があり減少傾向にある元素は、パラジウム、ジルコニウム、タンタルである。タングステン、レニウム、ユーロピウム、テルビウム、セレンも減少傾向にある。カドミウムは 2009 年頃から 200 件を越す特許が出願され、それまでの 2 倍程度の特許が出願されている。

6. 鉱種別一出願人国籍別出願件数（日米欧中韓）

図 4-6-1 鉱種別一出願人国籍別出願件数（日米欧中韓）その 1  
 （日米欧中韓への出願、出願年（優先権主張年）：2003-2012 年）

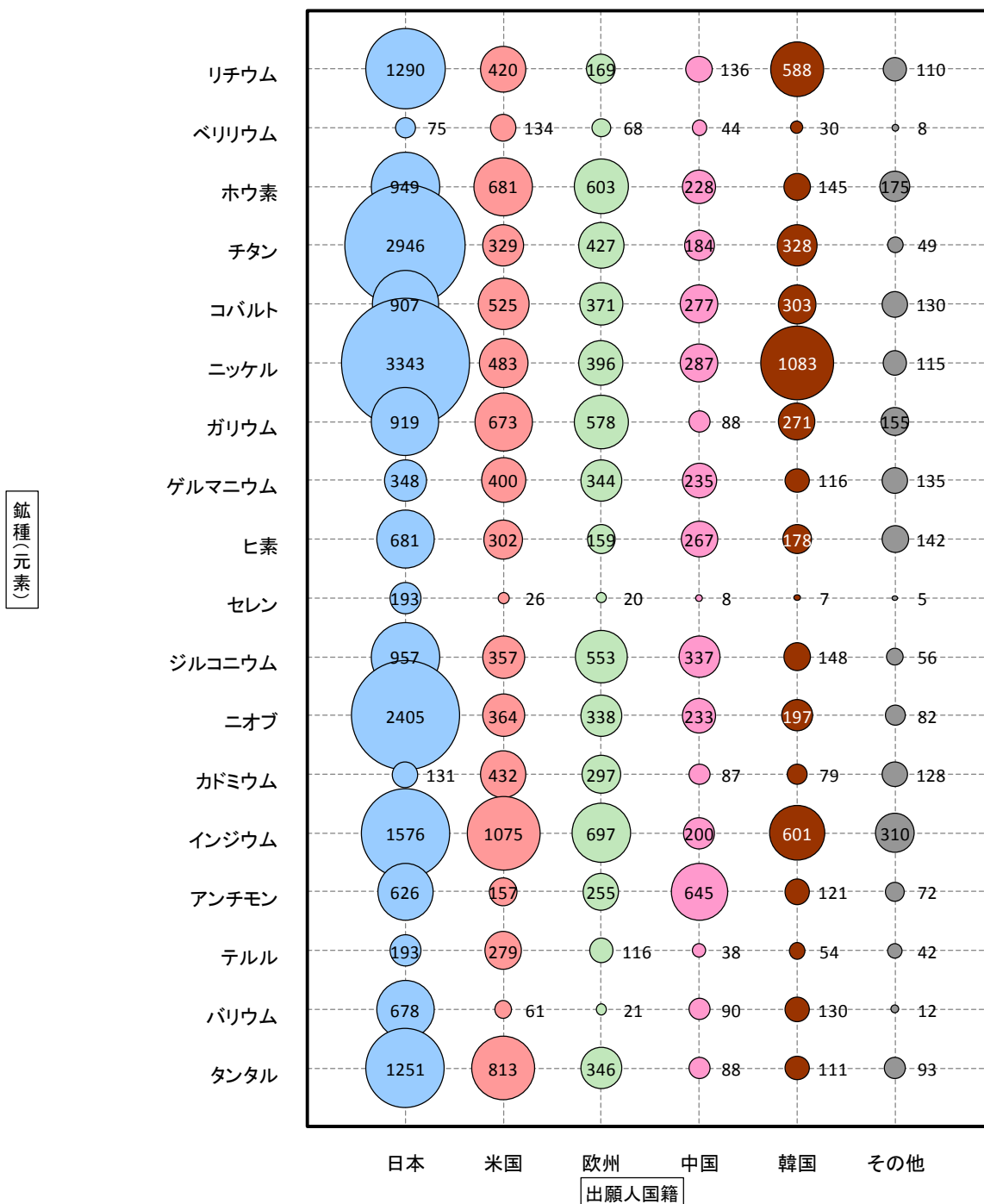
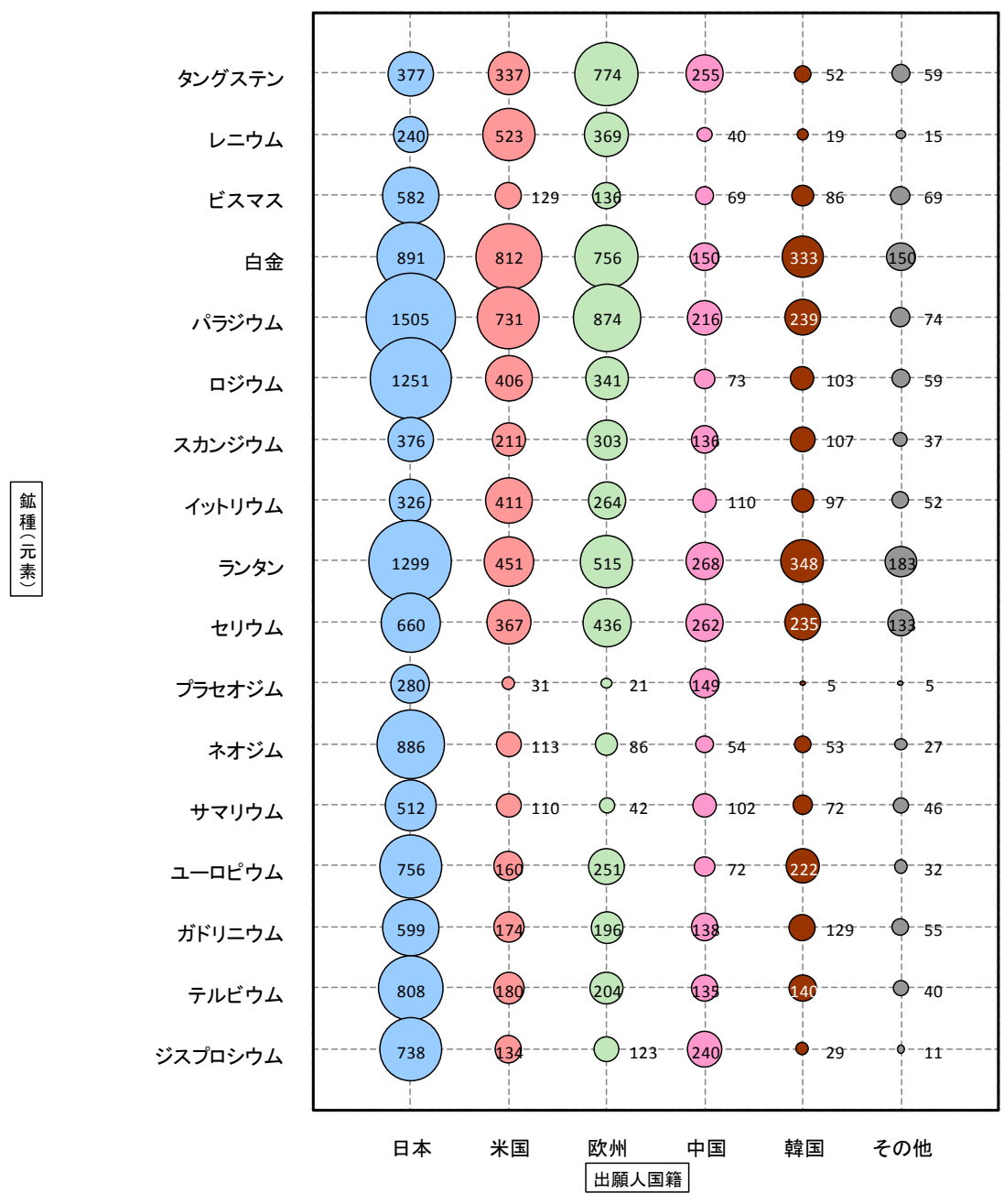


図 4-6-1 および図 4-6-2 に鉱種別一出願人国籍別出願件数（日米欧中韓）を示す。多くの元素において、出願件数が最多の国籍は、日本であり、次いで、米国籍、欧州国籍となる場合が多い。

図 4-6-2 鉱種別—出願人国籍別出願件数（日米欧中韓）その 2  
 （日米欧中韓への出願、出願年（優先権主張年）：2003-2012 年）



なかでも、チタン、ニオブ、ネオジウム、サマリウムなどは日本国籍の出願人からの出願が多国籍の出願人からの出願より 5~10 倍程度と著しく多い。逆に、タングステン、レニウムにおいては、日本国籍の出願人からの出願は、米国籍または欧州国籍の出願人の半分程度、カドミウムにおいては、米国籍および欧州国籍の出願人の 1/3~1/4 程度である。また、韓国籍出願人からの出願が多い元素は、リチウム、ニッケルなどであり、中国籍出願人からの出願が多い元素は、アンチモンである。

7. 出願先国別－出願人国籍別出願件数（日米欧中韓加露）

図 4-7 出願先国別－出願人国籍別出願件数（日米欧中韓加露）  
 （日米欧中韓加露への出願、出願年（優先権主張年）：2003-2012 年）

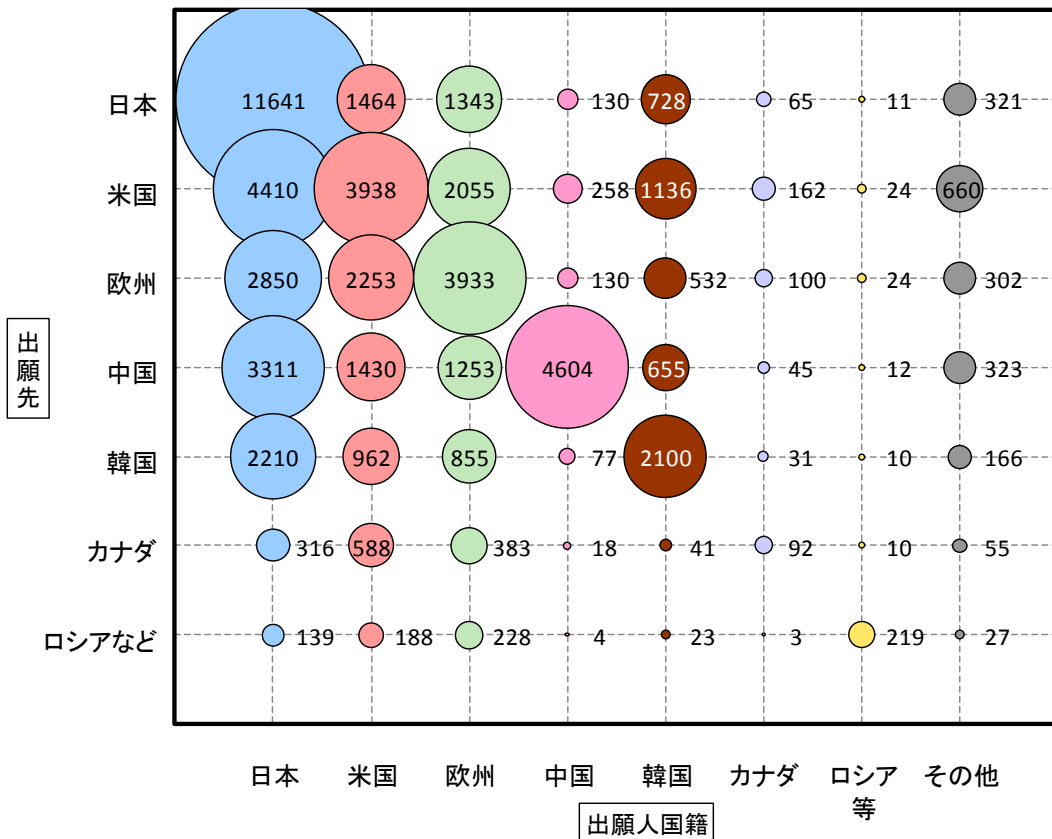


図 4-7 に出願先国別－出願人国籍別出願件数（日米欧中韓加露）を示す。カナダ国籍では自国への出願よりも米国、欧州への出願が多く米国への出願 162 件、欧州への出願 100 件に対し自国への出願は 92 件である。ロシア等国籍では他国への出願が少なく米国と欧州への出願が 24 件ずつであり、後の国へは 10 件程度でしかない。

## 第5章 総合分析

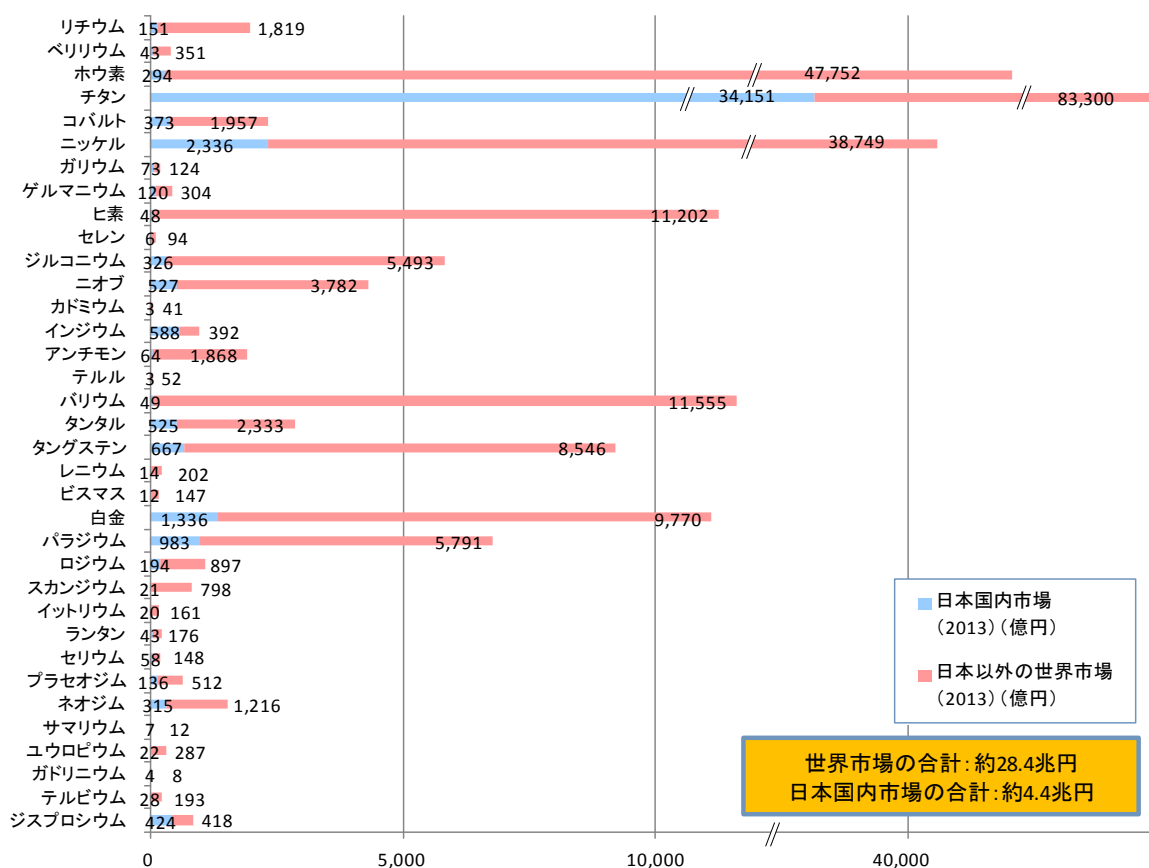
### 第1節 総括

本調査では、「特許の動向を調査・分析し、技術開発の動向や今後の展望について検討を行い、鉱種ごとの製品開発動向や将来的な需要量の見通しを把握」することを念頭に置きながら、①今後のレアメタル需要に影響を与える可能性がある技術の整理、②今後、日本が目指すべき技術開発の方向性の整理を目指した。

今後のレアメタル需要に影響を与える可能性がある技術の場合、当該レアメタルの世界市場に占める日本市場（日本国内の需要）の割合は、製品単価や単位数量あたりの当該レアメタル含有量に極端な差がないかぎり、そのまま当該レアメタル関連技術製品（素材や部品等）の世界市場に占める日本製品シェアにおおよそ等しいと考えることができる。そのため、日本国内で生産数量の増える可能性がある（もしくは減少する可能性がある）製品の技術が、今後のレアメタル需要に影響を与える可能性がある技術ということになる。

市場調査の結果を踏まえると、現状、世界のレアメタル市場で日本が大きなシェアを占めている元素には（20%以上）、Ti・Ga・Ge・In・Ce・Pr・Nd・Sm・Gd・Dy などがある。

図 5-1-1 世界のレアメタル市場における日本のシェア（1）



主要取り使い形態で換算した市場規模(2013年: 億円)

注：第2部市場環境調査に各元素の主要取扱形態の相場（2013年末）を乗じて概算推計。なお、各元素の主要取扱形態は、それぞれ炭酸リチウム、Be-Cu 母合金（Be4%）、天然ほう酸塩（ホウ砂形態）、純チタンプレート、コバルトメタル（99.8%）、ニッケル地金（溶解用）、ガリウム地金（99.9999%）、金属ゲルマニウム（99.99%）、ヒ素（99.9999%）、セレン（99.9%:小口）、酸化ジルコニウム（窯業用: 97

～99%)、ニオブメタル（インゴット：99.8%以上）、カドミウム地金、インジウム地金（99.99%）、三酸化アンチモン（99.65%）、テルル（99.9%）、硫酸バリウム（バリウムの硫酸塩）、タンタル（キャパシタ・グレード中低圧用）、タングステンメタル粉（2～4 $\mu$ ：99%）、レニウム（LMB：触媒グレード）、ビスマス（大口：99.99%）、白金地金、パラジウム地金、ロジウム地金、酸化スカンジウム、酸化イットリウム、酸化ランタン、炭酸セリウム、酸化プラセオジウム、金属ネオジウム、金属サマリウム（その他のレアアース金属）、酸化ユウロピウム、金属ガドリニウム（その他のレアアース金属）、酸化テルビウム、金属ジスプロシウムを想定し、これらの2013年末時点における国際相場に同年末の為替相場を乗じて円換算した。

図 5-1-2 世界のレアメタル市場における日本のシェア（2）

	元素名	重要 元素	単位	世界需要 (2013)	日本国内需要 (2013)	日本シェア (2013)
1	リチウム		t-Li	35,320	2,707	7.7%
2	ベリリウム		t-Be	350	38	10.8%
3	ホウ素		kt-B	4,900	30	0.6%
4	チタン	○	kt-Ti	4,396	1,278	29.1%
5	コバルト		t-Co	84,725	13,556	16.0%
6	ニッケル	○	kt-Ni	2,490	142	5.7%
7	ガリウム		t-Ga	282	105	37.2%
8	ゲルマニウム		t-Ge	220	62	28.3%
9	ヒ素		t-As	45,000	193	0.4%
10	セレン		t-Se	3,334	203	6.1%
11	ジルコニウム		kt-Zr	506	28	5.6%
12	ニオブ		t-Nb	50,700	6,204	12.2%
13	カドミウム		t-Cd	21,800	1,455	6.7%
14	インジウム		t-In	1,442	865	60.0%
15	アンチモン	○	kt-Sb	163	5	3.3%
16	テルル		t-Te	555	34	6.1%
17	バリウム		kt-Ba	4,952	21	0.4%
18	タンタル		t-Ta	1,844	339	18.4%
19	タングステン	○	t-W	92,590	6,700	7.2%
20	レニウム		t-Re	65	4	6.3%
21	ビスマス		t-Bi	7,600	591	7.8%
22	白金	○	t-Pt	243	29	12.0%
23	パラジウム	○	t-Pd	277	40	14.5%
24	ロジウム		t-Rh	31	6	17.8%
25	スカンジウム	○	t-Sc	8	0	2.6%
26	イットリウム	○	t-RE0	6,516	725	11.1%
27	ランタン	○	t-RE0	29,523	5,741	19.4%
28	セリウム	○	t-RE0	31,078	8,807	28.3%
29	プラセオジウム	○	t-RE0	7,198	1,507	20.9%
30	ネオジウム	○	t-RE0	20,920	4,307	20.6%

31	サマリウム	○	t-REO	743	265	35.7%
32	ユウロピウム	○	t-REO	306	22	7.1%
33	ガドリニウム	○	t-REO	468	166	35.4%
34	テルビウム	○	t-REO	245	31	12.6%
35	ジスプロシウム	○	t-REO	1,140	574	50.3%

注：第2部市場環境調査から整理

これらのうち、調査期間中における日本の出願件数が相対的に多く、また横ばいもしくは件数が増加するなどして、積極的に技術防衛や新商品の開発に取り組んでいると思われるものには、以下のようなものがあり、これらについては、今後のレアメタル需要に影響を与える可能性がある技術（技術区分）となることが見込まれる。

図 5-1-3 日本国内のレアメタル需要を大きく増減させる可能性がある技術

元素	用途（技術区分）
チタン (Ti)	高張力鋼・耐熱鋼・ステンレス鋼（添加剤）、チタン地金（展伸材）、光触媒、誘電体（チタン酸バリウム）
ガリウム (Ga)	化合物半導体（GaAs、GaP）
ゲルマニウム (Ge)	ドーパ材（光ファイバー）、半導体（エピタキシャル結晶基板）
インジウム (In)	化合物半導体（InP、InGaN、AlGaInP）
セリウム (Ce)	紫外線吸収剤、固体電解質、水素吸蔵合金、触媒（自動車排ガス触媒）、研磨材・研削材、磁性材料（CeCo5）
プラセオジウム・ネオジウム・ジスプロシウム (Pr・Nd・Dy)	磁性材料（NdFeB 磁石：Pr・Nd・Dy 共通） 誘電体添加剤（Nd）
サマリウム (Sm)	磁性材料（SmCo 磁石）、誘電体添加剤（BaTiO3 及びそれ以外）
ガドリニウム (Gd)	圧電体（ランガサイト）、光学ガラス、固体電解質、磁気冷凍材料、光アイソレータ

また、レアメタル需要に影響を与える要素の一つとして、化学物質規制が考えられ、過去には鉛の規制が強化されたことで、鉛を用いないハンダの研究開発が促されたこともあった。現下、こうしたレアメタル関連技術で化学物質規制の対象になりそうなものとして、欧州 RoHS 規制があり、この規制に追加される可能性があるレアメタルとして、Sb（第2優先物質：三酸化アンチモンとして）、Be（第4優先物質：地金・酸化物として）、Ni（同：硫酸塩、スルファミン酸塩として）、In（同：リン酸塩として）、As（第5優先物質：亜ヒ酸として）、Co（第5・6優先物質：地金、硫酸塩、塩化物として）があるが、第2優先物質に関係するアンチモンを除き、今回の特許動向調査をみるかぎり<sup>1</sup>、いずれの国籍についても出願増加等の傾向を読み取ることはできなかった。なお、アンチモン（規制物質と

<sup>1</sup> ただし、調査対象とした技術区分、また今回使用したデータベース（Thomson Innovation）の制約を受けていることに注意を要する

しては難燃助材の原料となる三酸化アンチモンが該当) については、出願が増加する傾向にあるが、有識者ヒアリングによれば、この傾向は規制強化の可能性があることの影響ではなく、米国等の先進国で出願された特許の有効期限を狙った中国勢が類似内容の出願を行ったことによるものが大きいと指摘されている。出願人国籍別にみると、アンチモン関連技術では、中国国籍出願人が突出して伸びており、この指摘を裏付ける可能性がある。今後、レアメタルの需要に影響を与えるような技術開発の動きを現在のところ十分に確認することはできなかった。ただし、こうした規制強化の動向によっては、当該レアメタルに関する研究開発が加速する可能性もあり、今後も注視が必要である。

次に今後、日本が目指すべき技術開発の方向性についてであるが、現在、日本が世界市場において高いシェアを保持していながら、日本以外で関連技術の出願が急増している技術については、技術的な比較優位を失う可能性もあることから、今後も比較優位を維持するための取り組みを実施する必要がある。特許動向調査の結果、日本以外で出願が急増している技術としては、韓国国籍による出願が急増しているリチウムイオン二次電池正極材（ニッケル系）、固体電解質や圧電体等に関する技術、また中国国籍によって出願が急増している難燃助材、水素吸蔵合金やNdFeB磁石などがある。こうした技術については、主だった市場において防衛のための知的財産戦略、また比較優位に立つための高機能化のための研究開発などが求められる。

上記の用途は、これまで日本に最終製品産業が集積していたことで、ユーザーと協力しながら必要な仕様を満たすための技術開発に取り組んできた経緯があり、そうした用途については、今後もユーザーのニーズを細かく読み取りながら、より付加価値の高いレアメタル関連技術を上市していくための技術開発を継続することが重要である。そのような技術としては、以下から判断する限り（日本のレアメタルシェアが高く、また最終用途として日本に生産拠点を有する最終製品産業が多いもの）、鉄鋼に関係することの多いとみられる用途（Ti）、半導体に関係することが多いとみられる用途（Ga・Ge・In）、自動車部材に関係することが多いとみられる用途（Ce・Pr・Nd・Dy、その他Pt・Pd・Rh等の排ガス触媒）、各種電子部品材料に関係することが多いとみられる用途（Ga・Ge・In・Pr・Nd・Dy、その他Ta・La等の光学レンズ）などがある。

図 5-1-4 世界のレアメタル市場における日本のシェアと特許出願動向

	元素名	レアメタル市場 の日本シェア (2013)	本調査対象技術区分 内における日本国籍 出願の割合 (%) (2003-2012)	左記のうち、日本国籍出願人が集中する 技術区分
1	リチウム	7.7%	47.3%	リチウムイオン二次電池正極材（ニッケル系）
2	ベリリウム	10.8%	16.9%	ベリリウム銅合金
3	ホウ素	0.6%	31.7%	ファインセラミックス
4	チタン	29.1%	67.8%	高張力鋼・耐熱鋼・ステンレス鋼（添加剤）
5	コバルト	16.0%	36.6%	正極材

6	ニッケル	5.7%	60.1%	正極材
7	ガリウム	37.2%	34.2%	化合物半導体 (GaAs、GaP)
8	ゲルマニウム	28.3%	21.8%	ドーパ材
9	ヒ素	0.4%	41.4%	化合物半導体 (GaAs)
10	セレン	6.1%	68.7%	感光体ドラム薄膜
11	ジルコニウム	5.6%	35.6%	誘電体
12	ニオブ	12.2%	66.7%	高張力鋼・ステンレス鋼
13	カドミウム	6.7%	10.5%	ニカド電池負極剤(水酸化カドミウム)
14	インジウム	60.0%	33.5%	化合物半導体 (InP 等)
15	アンチモン	3.3%	34.6%	ハンダ
16	テルル	6.1%	22.5%	快削鋼
17	バリウム	0.4%	69.0%	誘電体
18	タンタル	18.4%	46.3%	光学ガラス
19	タングステン	7.2%	20.3%	触媒
20	レニウム	6.3%	18.9%	Ni 基スーパーアロイ
21	ビスマス	7.8%	53.3%	ハンダ・ウッドメタル
22	白金	12.0%	27.4%	電子材料
23	パラジウム	14.5%	40.7%	触媒 (三元触媒・酸化触媒等)
24	ロジウム	17.8%	55.9%	触媒 (自動車排ガス)
25	スカンジウム	2.6%	29.0%	固体電解質
26	イットリウム	11.1%	26.1%	超伝導材料
27	ランタン	19.4%	39.0%	光学レンズ
28	セリウム	28.3%	31.1%	紫外線吸収剤
29	プラセオジウム	20.9%	55.7%	NdFeB 磁石
30	ネオジウム	20.6%	73.2%	NdFeB 磁石
31	サマリウム	35.7%	57.8%	誘電体添加剤 (BaTiO3 以外)
32	ユウロピウム	7.1%	49.5%	蛍光体 (賦活体)
33	ガドリニウム	35.4%	43.3%	圧電体 (ランガサイト)
34	テルビウム	12.6%	51.4%	蛍光体 (賦活体)
35	ジスプロシウム	50.3%	57.0%	NdFeB 磁石

注：第2部市場環境調査及び第4部特許動向調査から整理

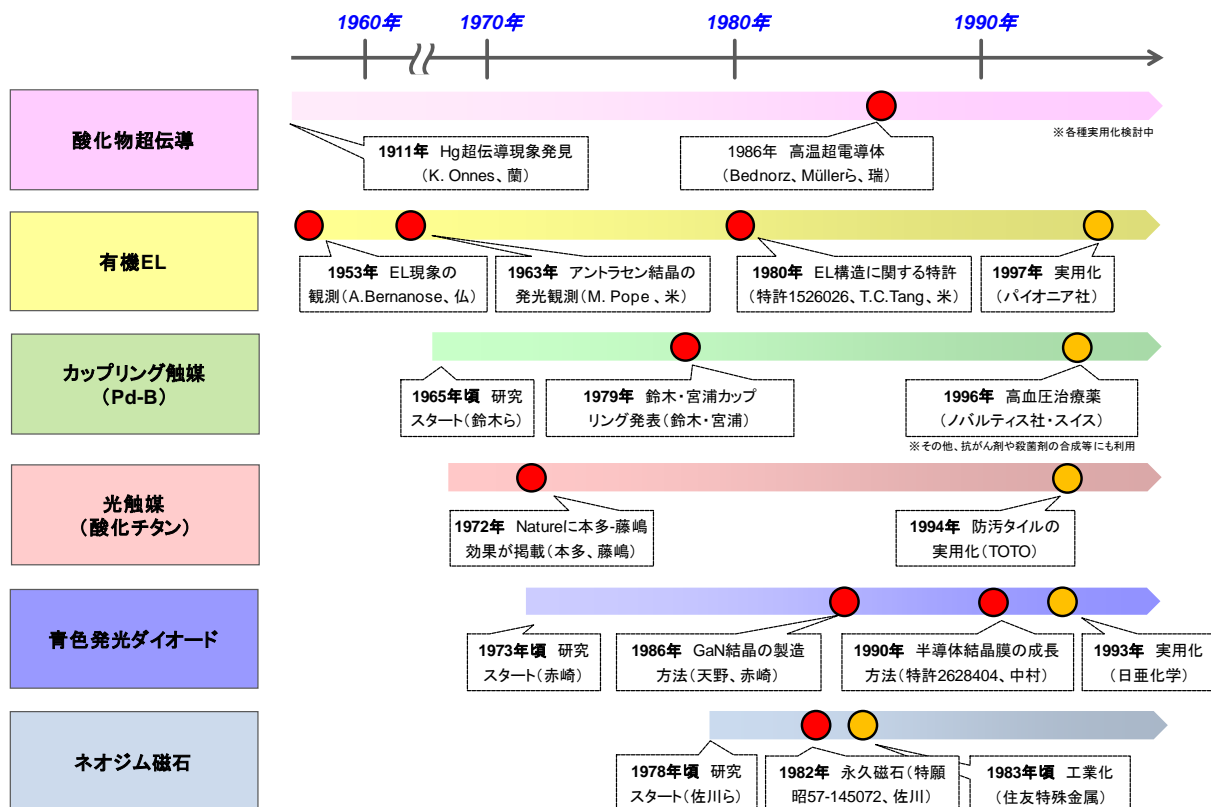
なお、本調査では、過去の特許出願動向と各鉱種の市場動向について相関があるかどうかの検証を試みたが、分析対象とした2003年から2012年までのデータ<sup>1</sup>では、対象期間が短く、特許の出願動向と各鉱種需要との相関性については、十分な検証ができなかった。そのため、本調査においては、出願件数が相対的に多く、また横ばいもしくは件数が増加するなどして、積極的に技術防衛や新商品の開発に取り組んでいると思われる技術を、今後

<sup>1</sup> ただし、2011年及び2012年はまだ完全に収録されていない特許もあるため、分析に耐えられるデータという観点では、実質、2003年から2010年までの特許が対象となる。

のレアメタル需要に影響を与える可能性がある技術（技術区分）として整理したが、十分な検証を行うためには、今後、特許出願動向の分析期間を長くするなどして分析することが必要である。一例として、基礎研究から製品上市に結び付く事例（図 5-1-5）や、クロスカップリング反応に関する技術開発から製品上市するまでの事例（図 5-1-6）を調べたところ、基礎研究から製品化までには、少なくとも 20 年、長い場合は 30 年以上という年月を要していることを確認できた。ここから、特許出願動向と各鉱種需要との関係性を検証するためには、少なくとも 20～30 年の長期間にわたる特許出願動向の分析が必要であると考えられる。

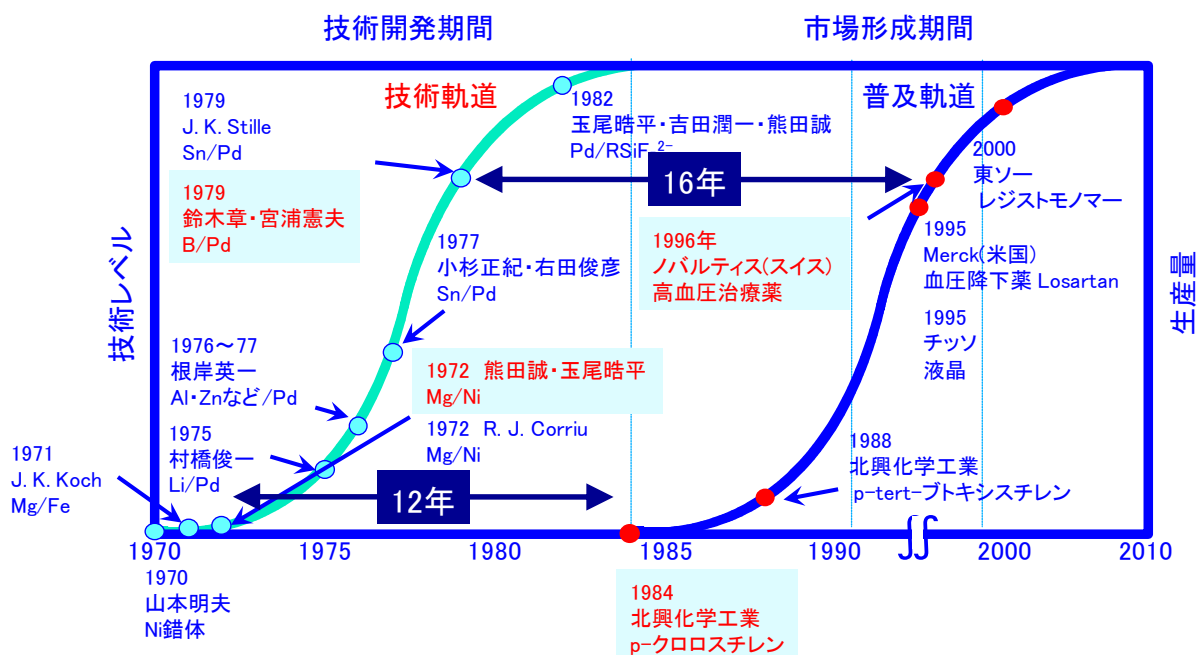
また、上記を踏まえると、レアメタル関連技術で基礎研究から上市までに要する時間というのは、少なくとも 20～30 年ということも言えることから、レアメタル関連技術の研究開発については、今後も基礎研究からしっかり時間をかけて、維持、拡大させていくことが必要になると考えられる。また、そのためには、中長期的な視点に基づく研究開発計画とそれに対する支援が求められる。

図 5-1-5 中長期的な基礎研究が製品上市に結び付く事例



出典：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

図 5-1-6 クロスカップリング反応の工業化の事例



出典：北川副委員長提供資料

図 5-1-7 その他触媒における工業化の事例

光触媒			
	研究機関 企業	開発者	詳細
	1965 日本 東京大学薬学部	管孝男	日本(世界)において光触媒に関する最初の総説が発表された
	1969	本多、藤嶋	本多・藤嶋効果「工業化学雑誌」に発表。注目されず。
	1972	本多、藤嶋	本多・藤嶋効果 Natureに発表
	1977 米 コロラド大	ノジク	光化学ダイオードを発表(酸化チタン光電極と白金電極を接触させたデバイス)
	1978 米 テキサス大	バード	半導体光触媒 Pt/TiO <sub>2</sub>
1980年代中頃～			汚染水や大気浄化の研究→大量の水や空気の浄化は困難
1990～	日本 TOTO 東大	橋本和仁	酸化チタンの実用化研究開始
25年	1994 日本 TOTO 東大	橋本和仁	光触媒抗菌・防汚タイルの実用化
	1995 日本 TOTO 東大	橋本和仁	光励起超親水化発見→光触媒市場が急速に形成される
	1997 日本 TOTO 東大	橋本和仁	光励起超親水化現象 Natureに発表
不斉触媒			
	研究機関 企業	開発者	詳細
	1966	野依良治	不斉シクロプロパン化反応
	1974	野依良治	不斉合成触媒研究開始
	1978	野依良治	BINAPの合成に成功 BINAP-Rh触媒
	1980	野依良治	BINAPに関する論文発表
	1983 日本 高砂香料工業	野依良治ら	メントールの量産化に成功 現在、世界需要の3分の1を生産中
	1986	野依良治	BINAPの触媒をRhからRuに変更(論文発表は1987年)
17年	1987	野依良治	野依不斉水素化反応 β-ケトエステルを不斉還元する化学反応
	2001	野依良治ら	ノーベル化学賞受賞

出典：北川副委員長提供資料

なお、有識者ヒアリングでは「すでに素材開発が済み、その加工プロセスの研究開発に移行しているような場合は出願が盛んではなくとも、技術的な強み（≡世界のレアメタル市場における日本のシェアが大きい）を維持している場合がある。」との指摘も得られており、請求項に各種レアメタルの名称等が含まれるような特許出願数の多さや、世界における日本国籍の割合の高さをみても、日本国内におけるレアメタル需要を維持・増加させるための必要条件になり得るかもしれないが、十分条件とはならない可能性がある。これは特許の出願、登録動向を調査範囲としている本調査の限界でもあり、今後議論の余地が残されている。

このほか、レアメタル関連技術に特有の問題として、原材料の安定調達が競争優位に立つための大きな一要素になっていることにも注意する必要がある。そのため、原材料の供給が今後過剰になることが見込まれ、中長期的に安価かつ安定した原材料調達が可能になりそうなレアメタルについては、高機能化のための研究開発、また新規用途の開発（従来技術の代替等も含む）などを促していくことが求められる。

## 第2節 提言

総合分析を踏まえ、世界市場における我が国レアメタル関連技術の比較優位を維持・拡大させるため、以下のとおり提言する。

### 【提言1】日本国内のユーザーニーズを取り込んだ高機能化・新製品開発への注力

日本国内に拠点（特に研究開発等拠点）を有する等の理由で、ユーザー（最終製品産業）のニーズを取り込んだ開発が比較的容易であり、また世界的な比較優位を確保している我が国のレアメタル関連技術については、鉄鋼、自動車、電子部品等といった国内ユーザーのニーズを積極的かつ先行して取り込みつつ、今後も引き続き高機能化・新製品の開発に注力することが望まれる。

（該当する可能性が高いレアメタル関連技術のユーザー）

鉄鋼（Ti）、半導体（Ga・Ge・In）、自動車部材（Ce・Pr・Nd・Dy、その他 Pt・Pd・Rh 等の排ガス触媒）、各種電子部品材料（Ga・Ge・In・Pr・Nd・Dy、その他 Ta・La 等の光学レンズ）

### 【提言2】国外で競争力を高める技術についての知財・国際標準化戦略の導入

我が国が世界的な比較優位を確保しているレアメタル関連技術のうち、海外の企業や研究機関が研究開発等を急速に拡大させているものについては、特許出願等による防衛策を促すと共に、併せて引き続き比較優位を確保し続けることができるような国際標準化等も視野に入れる。並行して、当該レアメタル関連技術の素材生産プロセスだけではなく、素材の加工プロセスについても技術開発も促す。特に基本特許の期限が切れているか、また切れそうな特許技術については、その後もこれに代わるような知財戦略を打ち出していくことが必要である。

（該当する可能性が高いレアメタル関連技術）

韓国国籍による出願が急増しているリチウムイオン二次電池正極材（ニッケル系）、固体電解質や圧電体等に関する技術

中国国籍によって出願が急増している難燃助材、水素吸蔵合金や NdFeB 磁石など

### 【提言3】化学物質規制を視野に入れた研究開発の強化

化学物質規制が今後強化される見込みがあるレアメタルについて、その情報収集を強化し（特に欧州の RoHS 規制）、またルール形成の場に国際標準化の専門家を派遣する等して、世界市場で劣後しないための取り組みを促す。並行して代替技術開発なども促す。

（該当する可能性が高いレアメタル関連技術）

Sb（第2優先物質：三酸化アンチモンとして）

Be（第4優先物質：地金・酸化物として）、Ni（同：硫酸塩、スルファミン酸塩として）、In（同：リン酸塩として）

As（第5優先物質：亜ヒ酸として）、Co（第5・6優先物質：地金、硫酸塩、塩化物として）

**【提言4】 更なる高度化や新たな用途開発の強化**

今後、中長期的な供給過剰の可能性から安価な原料調達が可能になると見込まれるレアメタル関連技術については、現在ある用途の更なる高度化や新たな用途開発を促す。  
(該当する可能性が高いレアメタル等)

Li・Ga・As・Zr・Cd・Ba・Bi・Y・La・Ce・Sm・Eu・Gd・Tb

**【提言5】 中長期的な視点に基づく研究開発の実施**

レアメタル関連技術を含む材料技術全般に言えることとして、基礎研究から上市に至るまでには、ユーザーのニーズを深く読み取りながら長い時間をかける必要がある。こうした利益に直結しづらい基礎研究については企業が単独で取り組むのが難しいため、国として研究開発計画を立て、積極的に支援を行う必要がある。