

# 経済産業省の 「希少金属代替材料開発プロジェクト」 について

元素戦略/希少金属代替材料開発 第3回シンポジウム  
平成21年1月27日

経済産業省  
非鉄金属課長  
ナノテクノロジー・材料戦略室長  
田端 祥久, Ph. D

# レアメタルの重要性

- ・我が国にとって、レアメタルの確保は、製造業の産業競争力確保のための大前提。
- ・我が国の競争力の基盤である高度部材・部品の産業の存立の基盤。

医療機器(MRI等)

デジタルカメラ

携帯電話

自動車(電気・ハイブリッド等)

テレビ

パソコン等

先進ロボット



高機能材

製品の小型軽量化・省エネ化・環境対策

特殊鋼

液晶

電子部品

IC、半導体、コネクタ、リードフレーム、接点等

希土類磁石

(Nd-Fe-B磁石)  
小型モータ

小型二次電池

リチウムイオン電池  
ニッケル水素電池

超硬工具

排気ガス浄化

ニッケル(Ni)  
クロム(Cr)  
タングステン(W)  
モリブデン(Mo)  
マンガン(Mn)  
バナジウム(V)  
等

インジウム  
(In)

ガリウム(Ga)  
タンタル(Ta)  
ニッケル(Ni)  
チタン(Ti)  
ジルコニウム(Zr)  
ニオブ(Nb)  
白金(Pt)等

レアアース  
(ネオジム(Nd)、  
ディプロシウム  
(Dy)、等

リチウム(Li)  
コバルト(Co)  
ニッケル(Ni)  
レアアース等

タングステン(W)  
コバルト(Co)  
チタン(Ti)  
モリブデン(Mo)  
バナジウム(V)等

白金(Pt)  
ロジウム  
パラジウム

# レアメタルの偏在性

	資源(鉱石)の上位産出国(2007年)			上位3国のシェア
レアアース	①中国 97%	②インド 2%	③ブラジル0.6%	【99%】
バナジウム	①南ア 39%	②ロシア 32%	③中国 27%	【98%】
タングステン	①中国 86%	②ロシア 5%	③カナダ 3%	【94%】
白金族	①南ア 80%	②ロシア 12%	③カナダ 4%	【96%】
インジウム※	①中国 49%	②韓国 17%	③日本 10%	【76%】
モリブデン	①米国 32%	②中国 25%	③チリ 22%	【79%】
コバルト	①コンゴ民 36%	②カナダ 13%	③豪州 12%	【61%】
マンガン	①南ア 20%	②豪州 19%	③中国 14%	【53%】
ニッケル	①ロシア 19%	②カナダ 13%	③豪州 12%	【61%】

※インジウムは地金ベース

(出典):Mineral Commodity Summaries 2008

# 中国の鉱物資源輸出抑政策

中国が強みを持つレアメタル等の鉱物資源については、「中華人民共和国国民経済・社会発展第11次5ヶ年(2006年～2010年)計画要綱」において、冶金工業の発展のため、希土類及びタングステン、錫とアンチモンの資源保護を強化し、希土類のハイテク産業への応用を推進する方針等を明確化。

中国政府の断続的なレアメタル貿易管理政策の実施

## 【輸出数量制限の強化】

一輸出許可証の発給により、輸出可能な者、輸出可能な数量をコントロール。

一対象品目の輸出数量枠は毎年減少。(数量は概数)

	2005年	2006年	2007年	2008年
希土類(t)	49,000	45,000	43,500	34,000
タングステン(t)	16,300	15,800	15,400	14,900
アンチモン(t)	65,700	63,700	61,800	59,900
モリブデン(t)	—	—	N.A.	26,300
インジウム(t)	—	—	N.A.	240

(注)モリブデン、インジウムは07年6月から対象品目に追加。

## 【輸出税の導入】

一06年11月以降、4度にわたり引き上げ。

一多くのレアメタルについて、**5-25%の税率を適用**。

## 【増値税の還付撤廃】

一増値税は付加価値税の一種で、通常輸出の場合には還付。

→一04年1月以降、還付率引き下げ、撤廃。

輸出税引き上げと同様の効果

## 【海外からの委託製錬の禁止】

更なるレアメタル輸出量の削減の可能性

(注)なお、中国は、一部鉱種において外資企業の採掘を禁止(希土類、タングステン、アンチモン、モリブデン等)。

# レアメタルの安定供給のための政策

## 【鉱物資源の安定供給確保】

非鉄金属資源の探鉱・開発、リサイクルの推進、代替材料等の開発、レアメタル備蓄等により、中長期的かつ持続的に鉱物資源の安定供給の確保を図る。

### <探鉱開発>

激化する資源獲得競争の中で、資源確保に向けた多面的・総合的な対策を実施。

### <リサイクル>

技術開発により、国内で収集された使用済製品等に含有する非鉄金属の回収率向上を促進。

### <代替材料の開発>

希少金属の使用量低減技術及び希少金属の機能を代替する新材料の開発を実施。

### <備蓄>

7鉱種。60日分保有目標。官民協調。備蓄物資の機動的な保有・売却を実施。

# レアメタル等鉱物資源確保対策の全体像

地質構造調査・解析・提供

探 鉱

開 発

製 錬

利 用

リサイクル

レアメタルフォーラム（上流から下流にわたる民間及び官が一体となった取組み）

リモートセンシング解析技術の開発  
ASTER・PALSER・ハイパー等の衛星画像を活用した  
（新規）

地質調査・基礎探鉱

○レアメタル資源基礎調査（一般）  
10.0億円【2.8億円】  
(10.0億円)

○省エネレアメタル資源基礎調査（特会）  
4.2億円(2.4億円)

※新タイプの鉱床、残渣中の未回収レアメタル等の評価、解析、新製錬技術調査を含む。

○途上国におけるベースメタル資源基礎調査（ODA）  
11.8億円(11.5億円)

民間企業の探鉱を支援  
(1/2助成金)  
1.5億円  
(1.5億円)

JOGMEC  
出資・融資  
産投61億円  
【135億円】  
(12億円)

JOGMEC  
債務保証  
産投  
【45億円】  
(88億円)

産投追加出資  
61億円【180億円】  
(100億円)

○企業/権益買収型  
出資・融資  
(新規)

○鉄鉱石を  
追加  
(新規)

○鉄鉱石を  
追加  
(新規)

JBIC  
融資

新タイプの鉱床、残渣中の未回収レアメタル等の評価、解析、新製錬技術調査  
(基礎探鉱に含む)

NEXI  
保険

低品位・難処理  
鉱石製錬技術開発  
1.0億円（特会）  
(新規)

革新的製鉄  
プロセス技術開発  
(低品位原料対応)  
3.8億円（特会）  
(新規)  
<鉄鋼課要求>

レアメタル備蓄 4.3億円(4.5億円)

希少金属代替材料開発 <非鉄金属課>  
15.5億円【5億円】(10億円)  
○ジスフロシウム、タングステン、インジウムの代替・使用量低減技術の開発

<拡充>○白金、テルビウム等の鉱種追加

レアメタルリサイクル対策  
6.5億円【2.5億円】(2.0億円)

○希少金属等高効率回収システム開発（特会）  
廃小型電子機器、超硬工具からのレアメタル回収技術 5.0億円(2.0億円)

○小型電子機器からのレアメタルリサイクルシステム構築調査 環境省との連携事業  
0.5億円【1.0億円】（新規）

○製造工程で発生するレアアースのリサイクル技術開発  
1.0億円【1.5億円】（新規）

○鉄スクラップの不純物除去技術開発  
【H20~H21】  
<NEDO事業として実施予定>

鉱物資源人材育成 17.1億円の内数(19.7億円の内数)

★資源開発加速化のための体制整備

資源開発の多様なステージに対応し複数の支援機関（JOGMEC、JBIC、NEXI、JICA）と支援施策（FS調査、ODA、技術協力、人材協力等）を一体的・戦略的に活用

21年度予算額  
【20年度補正予算額】  
(20年度予算額)

：21年度新規事業

# 関連する閣議決定等における位置付け

- ・ 代替材料開発の必要性は「新経済成長戦略のフォローアップと改訂」などに位置づけられている。

## 新経済成長戦略のフォローアップと改訂 (平成20年9月19日閣議決定)

- I. 「資源生産性競争」時代における新たな経済産業構造の構築
- 4. 具体的施策
- (3) 「資源大国」を目指した資源エネルギー供給革命
- レアメタルのリサイクル、代替材料開発等の推進

資源確保のみならずリサイクル等をも含めた総合的なレアメタル確保戦略を策定し、レアメタルのリサイクル、代替材料開発を強化する。

## 安心実現のための総合対策 (平成20年8月29日：閣議決定)

- 4. 低炭素社会実現対策
- (3) 資源価格上昇に対する国際協力の強化等
- <具体的施策>
- 資源開発の推進

・ 海底熱水鉱床等海洋資源の探査やレアメタル確保対策の強化。

## 革新的技術戦略 (平成20年5月19日：総合科学技術会議)

- 1. 革新的技術の戦略的推進
- (1) 革新的技術によって目指す成長
- 革新的技術を推進することによって国として取り組むべき課題は、大きく以下の3点に集約される。
- (iii) 日本と世界の安全保障

これまでの蓄積の上に、食料制約を緩和できる技術、希少な資源を代替・回収する技術、（略）。

## 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(平成19年6月)

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。

# 希少金属代替材料開発プロジェクト

## 研究開発の目標

平成23年度までに、**希少金属元素の使用原単位を低減**ができる製造技術を確立することを目指す。

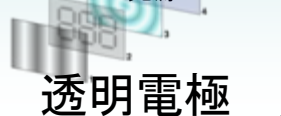
- ・ **透明電極向けインジウム(In)** : 現状から50%以上低減
- ・ **希土類磁石向けジスプロシウム(Dy)** : 現状から30%以上低減
- ・ **超硬工具向けタングステン(W)** : 現状から30%以上低減

### 【研究開発中の鉱種】 (平成19年度～)

#### インジウム(In)

薄型テレビ用  
透明電極に使用

1. 偏光フィルタ(垂直)
2. ガラス板
3. 透明電極に挟まれた液晶
4. ガラス板
5. 偏光フィルタ(水平)
6. 光源



透明電極

#### ジスプロシウム(Dy)

ハイブリッド車用モーター  
等に使用される希土類磁石に使用



各種モーター

#### タングステン(W)

超硬工具に使用



切削工具

### 【新規追加の鉱種案】 (平成21年度～)

#### プラチナ(Pt)

重機・化学プラント  
の排ガス浄化用  
触媒に使用



排ガス  
浄化触媒

#### セリウム(Ce)

液晶ディスプレイ等用  
ガラス精密研磨等に  
使用



精密研磨等

#### テルビウム(Tb)、ユーロピウム(Eu)



蛍光体

+



# 新規鉱種の選定方法

産業用途として重要で、供給・需要・価格、偏在性等において安定供給リスクの高い「元素トップ10」

5年後を目処に、社会的要請の高い鉱種の代替・使用量削減技術の確立を図る

【H19-H23】

- W
- In
- Dy (希土類)

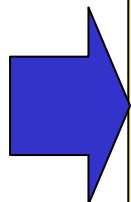
+

【H21-H25】

- Pt
- Ce (希土類)
- Tb等 (希土類)

<新規鉱種案>

5つの評価軸
供給 (可採年数)
需要
価格伸長率
一国集中度
リサイクル率



- W(超鋼材料等)
- Sb(難燃材料等)
- Pt(触媒材料等)
- In(透明電極材料)

既に代替技術が企業で開発 → X

- 希土類 (各種機能性材料)
- Y(レーザー材料等)
  - La(蛍光材料等)
  - Ce(研磨材等)
  - Nd(磁石材料等)
  - Sm(磁石材料等)
  - Eu(蛍光材料等)
  - Gd(蛍光材料等)
  - Tb(蛍光材料等)
  - Dy(磁石材料等)

3つの政策評価軸  
カントリーリスク  
我国産業競争力への影響  
代替・使用量削減技術の有無

- Nb(超張力材添加材等)
- Ta(電子材料等)
- Mn(合金添加材・電池材料等)
- Ni(合金添加材等)
- Co(合金添加材・電池材料等)

カントリーリスクが比較的少ない → X

【選定理由】  
**南ア事情による生産量低下による供給量大幅減**  
自動車および産業用環境触媒の需要拡大により2015年での需要予想が2008年の1.5倍。(Nedcor社資料より)  
○カーボンナノアロイ触媒による白金代替技術等

**中国依存性高**  
2015年に向けて大型ディスプレイ用の需要が10%以上拡大。大型ディスプレイ向けガラス研磨材の需要も拡大による価格急高騰(旭硝子社資料より)  
○電解スラリー制御によるCe使用量低減・代替技術等

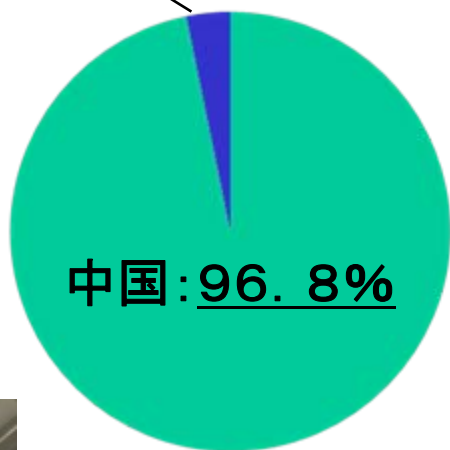
**中国依存性高**  
2012年での省エネ型照明への切り替え、液晶バックライト、プラズマディスプレイ用の三波長型蛍光材料等の需要向上、生産量が少ないTb, Eu等の供給不安での価格高騰(JEITA資料等より)  
○高度ナノ分散技術による蛍光体使用量低減技術等

# ジスプロシウムの重要性と生産の偏在

- 高性能磁石及びモーターは、ハイブリッド自動車、家電(エアコン、洗濯機等)、パソコン、産業機械(エレベータ、ロボット等)に幅広く使用。我が国産業競争力を支え、地球温暖化対策にも貢献する重要部品。
- 他方、磁石・モーター原料(特にジスプロシウム(Dy))の供給リスクは大きい。Dyは、ほぼ100%中国に依存。中国は輸出規制を強化。

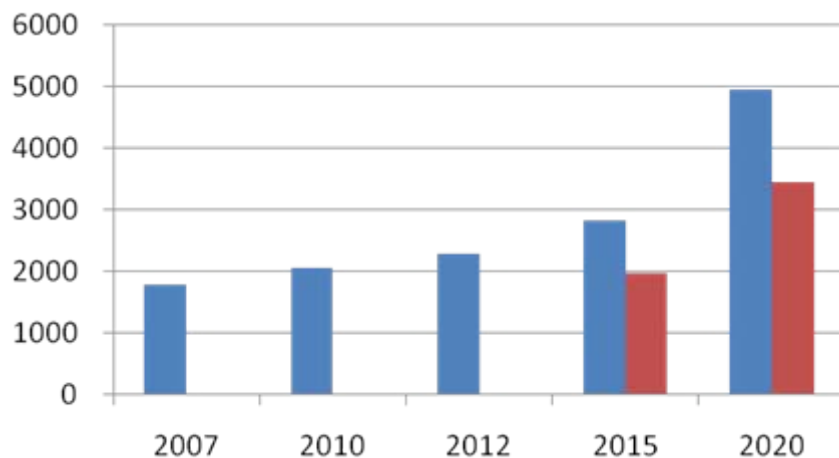
世界のレアアース生産に占める中国の割合  
(2007年)

その他3.2%



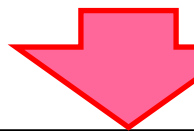
中国: 96.8%

ジスプロシウムの需要見通し (単位:トン)



赤色は、「希少金属代替材料開発プロジェクト」における、Dyの使用量低減目標が達成される場合の見通し。

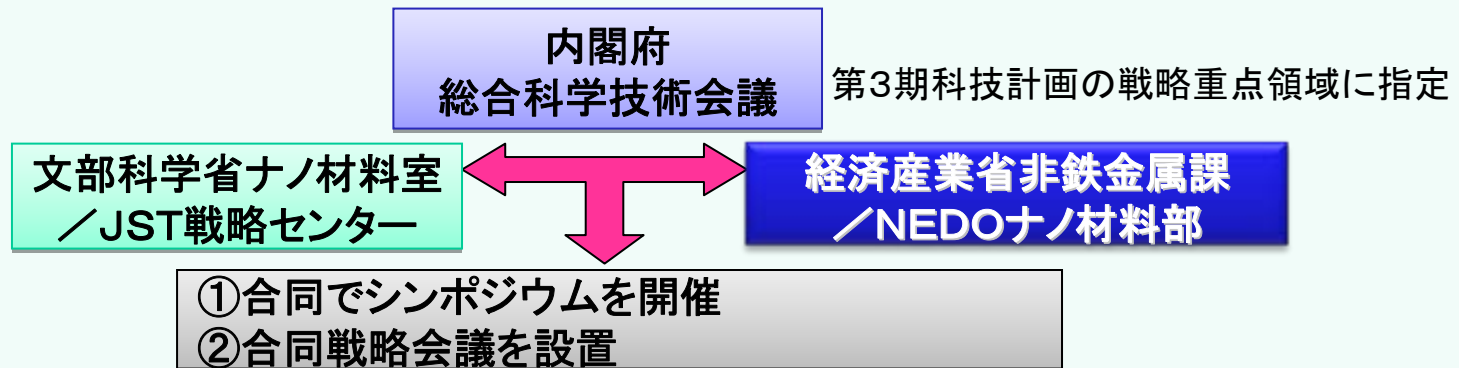
青色は、対策を講じない場合の見通し。



- ✓ジスプロシウムの使用量低減に関する技術開発が必要
- ✓ネオジウム系磁石粒子の微細化による磁性保持力向上で使用量低減を目指す

# 経済産業省と文部科学省の連携

- ・ 企画段階からの内閣府、文部科学省と連携し、提案プロジェクトの技術段階に応じて振り分ける等、基礎から実用化までのシームレスな支援を図る。



## 文部科学省

(元素戦略)

5年後を目処に、応用研究に繋がることを目的とし、大幅削減、代替に向けた基盤的な研究テーマを実施

具体的テーマ

- ①豊富で無害な元素からなる高機能材料で代替
- ②戦略元素の有効機能の高度活用
- ③元素有効利用のための実用材料設計技術

## 経済産業省

(希少金属代替材料開発プロジェクト)

5年後を目処に、我が国の産業に大きく影響する具体的な鉱種を対象に、原単位改善のための早急な対応が必要な実用化技術開発テーマを実施

具体的な鉱種

- ①透明電極向けインジウム
- ②希土類磁石向けジスプロシウム
- ③超硬工具向けタングステン
- ④重機・化学プラント用白金触媒
- ⑤精密研磨剤等向けセリウム、
- ⑥蛍光体向けテルビウム、ユーロピウム等

# 希少金属等高効率回収システムの開発

## プロジェクトの概要

廃小型電子・電気機器、廃超硬工具等の一部は、収集後、既存の非鉄製錬工程で処理され、主要な非鉄金属が回収されている。現在の処理工程は、回収可能な金属が銅、金などに限定されており、その他の希少金属は廃棄処分されている。

このため、高温によらない湿式製錬方式による回収工程の開発等を通じて、省エネルギーの達成及び希少金属（インジウム、ニッケル、コバルト、タンタル、タングステン、レアアース）の回収率向上を図る。

### ① 廃小型電子・電気機器等からの希少金属の回収

- ・希少金属を含有する部品の選択的分離・分解（セパレーション）技術の開発。
- ・最適酸浸出（リーチング）技術の開発

### ② 廃超硬工具からのタングステン等の回収

- ・最適酸浸出（リーチング）技術の開発

## プロジェクトイメージ



多くのレアメタル・レアアース等を含有

<現状>

既存溶鋳炉  
(乾式製錬炉)

スラグとして廃棄処分  
インジウム、コバルト、  
タンタル、タングステ  
ン、レアアース

<現状課題>

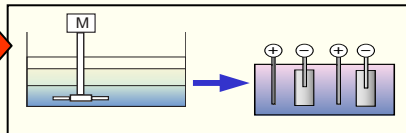
- ・一部の非鉄金属（銅、金等）を除き  
多くの希少金属は廃棄処分

<技術開発要素>

経済的に回収可能な

- ① 選択的分離・分解（セパレーション）技術の開発
- ② 最適酸浸出（リーチング）技術の開発

溶媒抽出-電解採取法(SX-EW法)等



インジウム、ニッケル、  
コバルト、タンタル、  
タングステン、レアアースを回収

廃棄物減容化による最終処分場逼迫解消

低温処理によるエネルギーの使用合理化

回収率の向上、供給源の多様化による非鉄金属鉱物資源の安定供給