

# ナノテク・部材イノベーションプログラム 環境安心イノベーションプログラム

## 「希少金属代替材料開発プロジェクト」(事後評価)

(平成21~25年度 5年間) ⑥-1、⑥-2(Pt排ガス触媒)

(平成21~24年度 4年間) ⑦-1、⑦-2(Ce研磨材)

(平成21~25年度 5年間) ⑧(Tb, Eu蛍光体)

## プロジェクトの概要 (公開)

NEDO

電子・材料・ナノテクノロジー部

2014年12月2日

I. 事業の位置づけ・必要性



II. 研究開発マネジメント



III. 研究開発成果



IV. 実用化、事業化の見通し

NEDO  
(電材部)



- ・プロジェクト開始の背景
- 1)社会的背景
- 2)事業の目的
- 3)国の政策における位置付け
- 4)NEDOが関与する意義
- 5)実施の効果
- 6)国内外の研究開発の動向

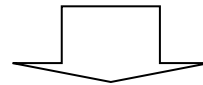
- 1)事業の目標
- 2)事業の計画内容
- 3)研究開発の実施体制
- 4)研究の運営管理
- 5)情勢変化への対応

- 1)開発目標と達成度
- 2)検討内容

- 1)実用化までのシナリオ
- 2)波及効果

### 社会的背景

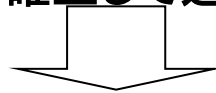
・希少金属(レアメタル・レアアース)は、現在、我が国産業を支える**高付加価値な部材の原料**であり、情報家電、ロボット、電池等の新たな産業分野の成長に伴い需要の増大が見込まれるが、その**希少性・偏在性・代替困難性**から、市場メカニズムが有効に機能せず、その需給逼迫が経済成長の制約要因となると懸念された。



・国として、(1)探鉱開発の推進、(2)リサイクルの推進、(3)代替材料の開発、(4)備蓄に対する取り組みを平成18年度より開始。

### 事業の目的

・「(3)代替材料の開発」を希少金属代替材料開発プロジェクトとして実施する。また、文部科学省/JSTの元素戦略プロジェクトと連携し、基礎から実用化までの開発体制を確立して進める。



・**代替材料開発**、**使用量低減技術**を確立する。実用化につながる技術の確立、供給懸念が実際に起こった時にその対応策となる技術の確立を目指す。

国の政策における位置づけ

・国のレアメタル確保戦略のうち「③代替材料開発」を担う。

「レアメタル確保戦略」のポイント



レアメタルを取り巻く課題

…さらに…

- 希少性、偏在性
- 世界規模の消費拡大
- 資源ナショナリズムの台頭
- 資源獲得競争の激化
- 新エネ、省エネ、環境対策分野等での需要拡大

新経済成長戦略フォローアップと改訂  
(平成20年9月閣議決定)  
『「資源大国」を目指した資源エネルギー供給革命』の実現、レアメタルは「資源確保のみならずリサイクル等をも含む総合的なレアメタル確保戦略を策定する」旨決定

我が国産業競争力を支えるレアメタルの安定供給のためには、総合的な戦略を策定し、我が国関係者の総力を結集し、中長期にわたり取り組む必要がある。

集中的・戦略的取組

- 優先度を見極めた集中的・戦略的な取組  
→レアメタルの優先度を見極め、優先度が高い重要なレアメタルについて、特性に応じた集中的・戦略的な取組
- 資源供給に直接関連する事項に加え、今後需要増大が見込まれる新エネ・省エネ製品の動向等からの評価  
→優先度を見極める上で、需要動向、鉱山開発動向、生産集中度、資源偏在性等に加え、新エネ・省エネ製品の動向、技術開発動向、企業戦略等から評価

レアメタル確保に向けた4つの柱の強化

<p>①海外資源確保</p> <p>＜資源外交の戦略的取組＞ ○資源国との戦略的互恵関係の構築 ○鉱山周辺インフラ整備等へのODAツールの活用 ○技術移転、環境保全協力等我が国の強みを発揮した協力</p> <p>＜資源開発＞ ○重要なレアメタル資源の権益確保 ○JOGMEC、J.B.I.C、NEXI、J.I.C.Aの連携によるリスクマネー供給 ○我が国周辺海域の海底熱水鉱床等への計画的な取組</p>	<p>②リサイクル</p> <p>○重要なレアメタルのリサイクルシステム整備 ○携帯電話、デジカメ等小型家電のリサイクルシステムの構築と強化 ○アジア大の資源循環システムの構築</p>	<p>③代替材料開発</p> <p>○重要なレアメタルの代替材料開発等の取組 ○ナノテク等我が国最先端技術の結集による取組強化 ○産業連携体制、研究開発拠点の整備</p>	<p>④備蓄</p> <p>○需給の動向等に応じた機動的な取組 ○コバルト、タングステン、パラジウム、モリブデンの備蓄増強 ○インジウム、ガリウムの追加</p>
---	--	---	--

レアメタル確保に向けた共通基盤の整備

- 資源人材育成**
  - 産学連携による国内資源人材の育成
  - ロードマップ策定等による計画的・戦略的な新興資源国の資源人材育成への貢献
  - 資源分野の国際的な人的ネットワーク構築
- 技術力強化**
  - 我が国技術力を強みとする権益確保
  - 資源分野の技術力強化のための技術開発の推進
- 一体的取組**
  - 関係省庁・関連支援機関との連携強化
  - ユーザーを含むサプライチェーンを構成する産業の一体的取組の強化

第3期科学技術基本計画

戦略重点科学技術

希少資源・不足資源  
代替材料革新技術

選択と集中の戦略概念

- 社会、産業からの要請が強く、しかも『True Nano』や革新的材料でなければ解決が困難な課題
- ナノ領域特有の現象・特性を活かし、不連続な進歩や大きな産業応用により国際競争の優位を確保する課題
- 『True Nano』や革新的材料技術によるイノベーションの創出を加速し国際競争の優位を確保する推進基盤

戦略重点科学技術

- 『True Nano』や革新的材料で困難な社会的課題を解決する科学技術
  - ① クリーンなエネルギーの飛躍的なコスト削減を可能とする革新的材料技術
  - ② 資源問題解決の決定打となる希少資源・不足資源代替材料革新技術
  - ③ 生活の安全・安心を支える革新的ナノテクノロジー・材料技術
  - ④ イノベーション創生の中核となる革新的材料技術
- 『True Nano』で次世代のイノベーションを起こす科学技術
  - ⑤ デバイスの性能の限界を突破する先端エレクトロニクス
  - ⑥ 超早期診断と低侵襲治療の実現と一体化を目指す先端ナノバイオ・医療技術
- 『True Nano』や革新的材料技術によるイノベーションの創出を加速する推進基盤
  - ⑦ ナノテクノロジーの社会受容のための研究開発
  - ⑧ イノベーション創出拠点におけるナノテクノロジー実用化の先導革新研究開発
  - ⑨ ナノ領域最先端計測・加工技術
  - ⑩ X線自由電子レーザーの開発・共用

経済産業省 「ナノテク・部材イノベーションプログラム」

エネルギー 資源環境領域

希少金属 代替材料開発

ナノテク・部材イノベーションプログラム

【平成21年度予算額：188億円】

※各プロジェクト毎の予算額は21年度予算(20年度予算)【20年度補正予算】

- あらゆる分野に対して高度化・不連続な革新をもたらすナノテクノロジー・革新的部材技術を確立する。
- 我が国産業の国際競争力の維持・強化や解決困難な社会的課題の克服を可能とする。

○ 一般会計 ○ 特別会計



IPGの目標

-ナノテクによる非連続技術革新-  
世界に先駆けてナノテクノロジーを活用した不連続な技術革新を実現する。

-世界最強部材産業による価値創出-  
我が国部材産業の強みを更に強化することで、他国の追随を許さない競争優位を確保するとともに、部材産業の付加価値の増大を図る。

-広範な産業分野での付加価値増大-  
ナノテクノロジーや高機能部材の革新を先導することで、これら部材を活用した情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどの幅広い産業の付加価値の増大を図る。

-エネルギー制約・資源制約などの課題解決-

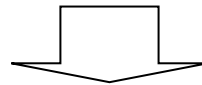
希少金属などの資源制約の打破、圧倒的な省エネルギー社会の実現など、解決困難な社会的課題の克服を目指す。

公開

## NEDOが関与する意義

希少金属の代替材料開発、使用量低減技術の開発は、

- 社会的必要性が大きな国家的課題であるが、研究開発の難易度が高く産官学(企業－研究機関)の連携による課題解決が必要
- 早期実用化のために産業の川上、川下連携を取った開発が必要
- 現在の電子機器、自動車産業の競争力強化、今後の電気・ハイブリッド自動車、モーター産業、情報家電産業等の拡大に対応



**政策的な位置付け、資源セキュリティ、技術開発の開発リスクの観点からNEDOが推進すべき研究開発プロジェクトである**

実施の効果 費用対効果

【定量効果】

プロジェクト最終年度であるH25の需要量に対する目標低減量から想定される金額効果を計算

テーマ名	元素	想定削減量	平均価格 (H25)	削減額	備考
⑥排ガス浄化向け白金族	Pt	1.7t/年	4,717円/g	81億円	1\$ = 98円
	Pd	0.7t/年	2,333円/g	15億円	
⑦精密研磨向けセリウム	Ce	720t/年	1,764円/kg	13億円	
⑧蛍光体向けテルビウム・ユウロピウム	Tb	14t/年	148,568円/kg	20億円	
	Eu	15t/年	148,568円/kg	23億円	
合計				152億円	

5年間の予算約44億円に対し、2013年平均価格で計算すると白金族96億円、セリウム13億円、テルビウム・ユウロピウム43億円 計152億円の削減効果となる。

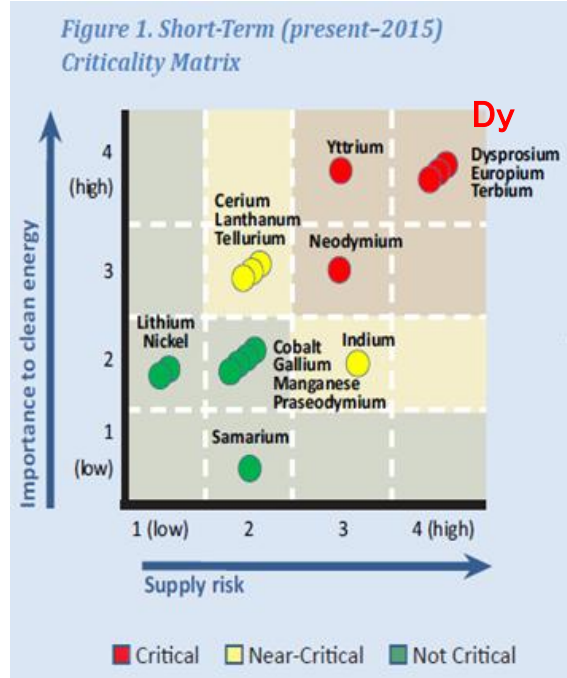
【定性効果】

本プロジェクトで研究開発している白金族、セリウム、テルビウム・ユウロピウムは、それぞれディーゼルエンジン向け自動車触媒、液晶ディスプレイ・ハードディスク・カメラ等のガラス・レンズ研磨剤、蛍光灯やPDP向け蛍光体のみならず、幅広く日本の産業競争力を支える製品(市場規模約20兆円)に使われており、その波及効果は大きい。実際に、2010年7月にはレアアースの供給懸念が顕在化したのが、この事態を先取りした研究開発を既に行って成果が出ており、実用化の動きも取っていることを国内外に示すことが、その後の価格安定化に寄与した。



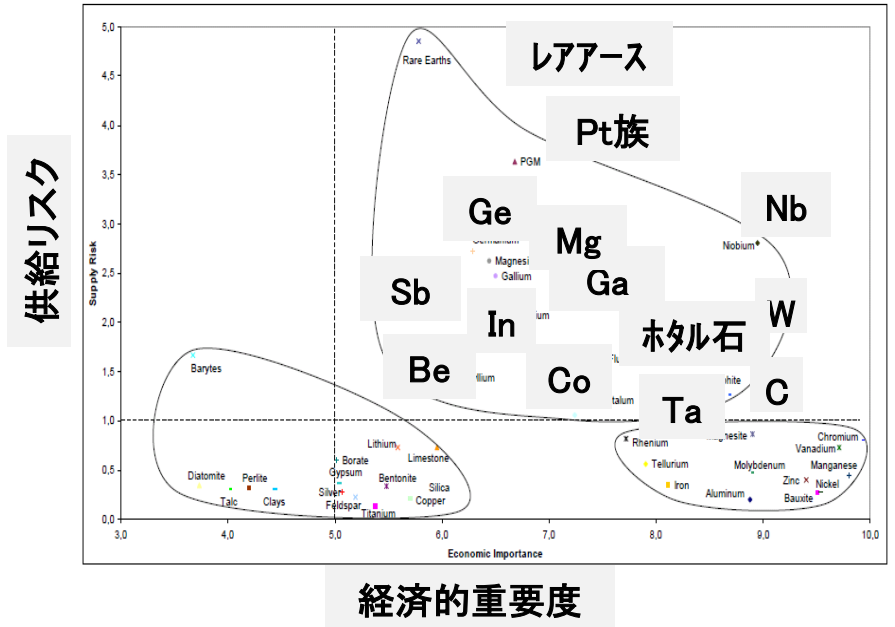
国内外の研究開発の動向

① (米国): 米国エネルギー省「Critical Materials Strategy(2010、2011)」においてはクリティカル物質多消費分野向け(永久磁石/先進電池/太陽電池薄膜/蛍光物質)の供給リスクに関する時系列データから重要鉱種を示している。



米国エネルギー省「Critical Materials Strategy(2011)」より

② (EU): EU「Critical raw materials for the EU(2010.2)」においては経済的重要度(消費シェア/経済的重要度/EUのGDP)と供給リスク(生産国リスク/代替可能性/リサイクル可能性)を元に14鉱種を選定している。



EU「Critical raw materials for the EU(2010.2)」より

事業の目標

研究開発目標と根拠

1)白金族、セリウム、テルビウム・ユウロピウムの選定

・2008年度にリスク調査を実施。需給動向や価格変動等から10元素に絞り込んだ後、研究シーズ、今後の需要予測、政策を元に調査員会で審議。重要元素として、白金族、セリウム、ユウロピウム・テルビウムを選定した。

No	鉱種	区分	リスクの分析・今後の動向	今後の		鉱種選定
				供給	需要	
8	Nb	遷移金属	・主理蔵国・生産国はブラジル、カナダ、オーストラリア ・鉄鋼添加剤が主用途であり、国内需要(主に低合金高張力鋼)は安定している ・ブラジルCBMM社の供給安定性(量・価格)は長期間の実績がある	安定	安定	-
10	Sb	半金属元素	・世界需要が減少傾向にある(07/98比97%) ・プラスチック難燃助剤が主用途であり国内需要も漸減傾向にある(07/98比89%) ・欧州における規制強化圧力の増大により需要の減少が見込まれる	安定	減少	-
12	Pt	遷移金属	・輸入相手国はロシアから南アフリカに集中しつつある(2007年80%) ・南アフリカの供給懸念・減産が顕在化している ①安全・設備等の問題による鉱山閉鎖 ②電力供給不足による操業停止 ③人種問題に根ざす労働問題 ・世界需要の伸びが比較的低い(07/98比137%)要因は投資・宝飾向けの減少であり、産業用は急増(07/98比203%うち自動車触媒235%)している ・排ガス規制の強化により今後も自動車触媒用途の需要増が見込まれる ・さらに将来燃料電池触媒用途の需要増が見込まれる	懸念大	増加	◎
17	Li	アルカリ金属	・チリが主理蔵国であるがチリ、オーストラリア、アルゼンチン、中国、カナダ(2007の生産比率各々38、22、12、9、3%)ほかでも生産されている ・二次電池向け炭酸リチウム・水酸化リチウムの需要が増加(226~227%)しており今後も増加が見込まれる	安定	増加	-
31	Bi	半金属元素	・中国が主理蔵国であるがメキシコ、ペルー、カナダ(2007年の生産比各々53、21、17、3%)ほかでも生産されている ・世界需要は比較的安定している(07/98比125%) ・国内需要・輸入量とも2004年以降は頭打ち、需要減少が見込まれる	安定	安定	-
希土類		遷移金属	・資源は世界に分布しているが、低価格攻勢により中国以外の鉱山は生産を中止 ・中国が世界の供給を独占すると同時に価格が高騰 ・中国内需増加に伴う中国政府の資源保護・国内優先・輸出抑制政策等の強化 ①増値税還付廃止 ②輸出許可制度 ③E/L制度 ④加工貿易禁止 など			
32	La		・全体の需要が伸びている(239%) ・光学ガラス用途の需要は比較的安定している(139%) ・水素吸蔵(Ni水素電池)の需要はリチウムイオン電池への移行に伴い減少が見込まれる	懸念大	安定化	-
33	Ce		・全体の需要が伸び(154%)、特に研磨剤分野の需要が急増している(242%) ・FPDの需要増に応じ今後も需要増が見込まれる	懸念大	増加	◎
37	Eu		・Eu、Tb、Dy等の中希土・重希土資源は特に中国への偏在性が高い ・ほぼ全量蛍光体用途であり需要は引き続き堅調である ・欧州における白熱灯廃止の動きに伴いさらに需要増が見込まれる	懸念大	増加	◎
38	Tb		・37Euに同じ。蛍光体用途に加え、その他用途(磁石向け等)の需要も堅調である	懸念大	増加	◎
39	Y		・蛍光体・セラミックス・ジルコニア安定化剤など全体の需要が197%伸びている ・全体の35~45%を占める蛍光体用途の需要が234%伸びていると推定される ・今後も需要の増加が見込まれる	懸念大	増加	-

出典:「希少金属代替材料開発に関する最新動向調査」(平成21年3月)

事業の目標

研究開発目標と根拠

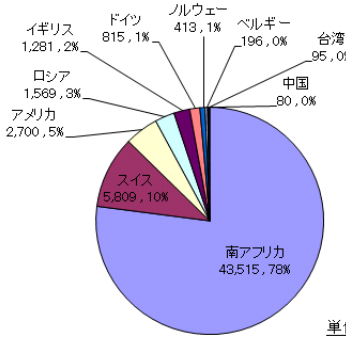
2) 白金族、セリウム、テルビウム・ユウロピウムの需給と用途

<白金族>

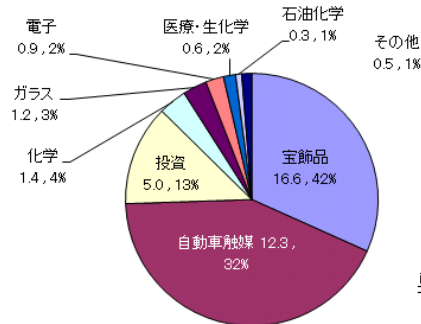
- 白金族は世界でも南アフリカとロシアに98%が埋蔵され、南アフリカとロシアで生産されている。生産されるプラチナのうち約30%、パラジウムの約27%、ロジウムの約40%を日本はそれぞれを輸入し使用している。
- 日本での主要用途は宝飾品や投資を除くと自動車触媒向けである。

<プラチナ>

プラチナの国内輸入状況(2009年)  
合計56,482kg

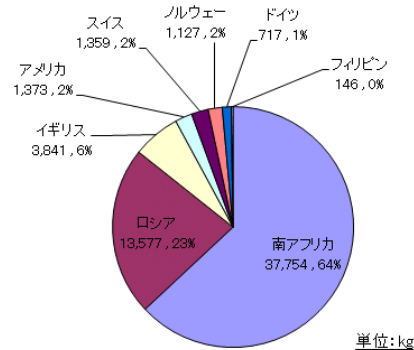


プラチナの国内需要(2009年)  
合計:38トン(純分)

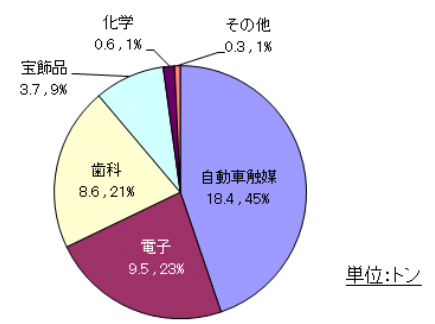


<パラジウム>

パラジウムの国内輸入状況(2009年)  
合計60,026kg

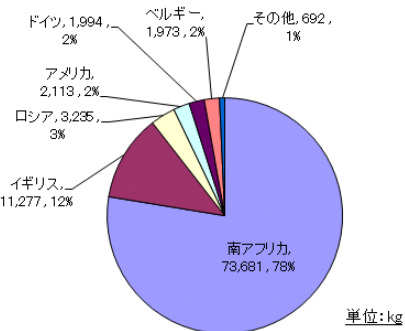


パラジウムの国内需要(2009年)  
合計:41トン(純分)

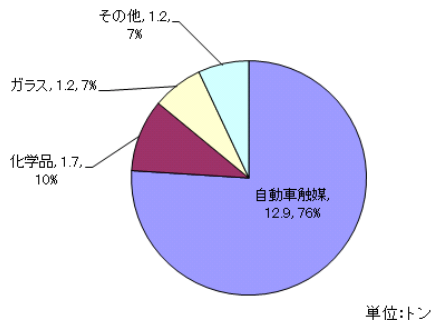


<ロジウム>

ロジウムの国内輸入状況(2009年)  
合計9,496kg



ロジウムの国内需要量(2009年)  
合計17トン



事業の目標

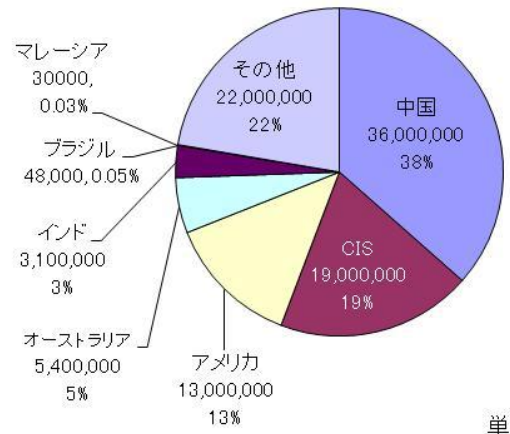
研究開発目標と根拠

2) 白金族、セリウム、テルビウム・ユウロピウムの需給の現状と用途

＜セリウム＞

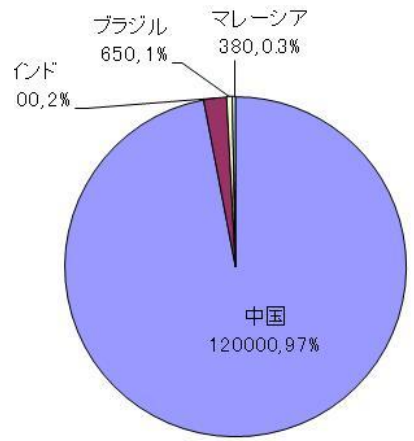
- ・セリウムを含むレアアースは世界各地に埋蔵されているが、商業ベースで生産しているのはほぼ中国1国(97%)。
- ・日本は中国の輸出するレアアースの約50%を輸入し使用している。
- ・日本が輸入しているレアアースのうち、約40%を酸化セリウム・セリウム化合物が占めている。
- ・酸化セリウム・セリウム化合物の79%がガラス・レンズ研磨向けに使われている。

レアアースの世界埋蔵量(2009年)  
合計 99,000,000トン



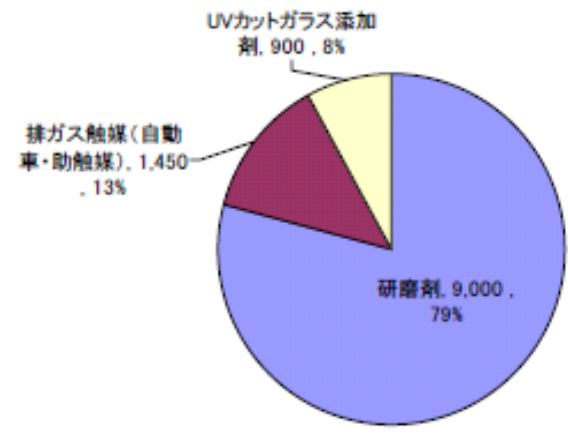
単位:トン

レアアースの世界生産量(2009年)  
合計124,000トン



単位:トン

酸化セリウム・セリウム化合物の国内需要(2009年)  
合計:11,350トン



単位:トン

事業の目標

研究開発目標と根拠

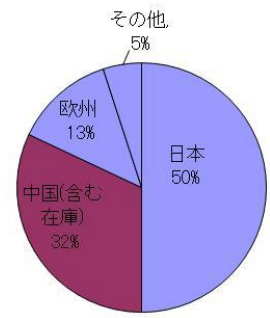
2) 白金族、セリウム、テルビウム・ユウロピウムの需給の現状と用途

<テルビウム・ユウロピウム>

- ・テルビウム・ユウロピウムはほぼ中国1国(99%)で生産されている。
- ・中国で生産されるテルビウムのうち日本は50%を輸入している。中国で生産されるユウロピウムのうち日本は36%を輸入している(2007年)。
- ・テルビウム・ユウロピウムの主用途は蛍光体。テルビウムは他にネオジム磁石の添加材等に使用されている。

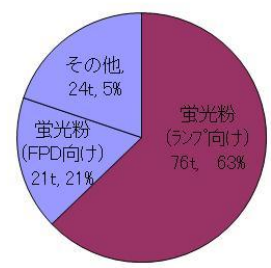
<テルビウム>

テルビウムの国別需要割合(2007年)



ユウロピウムの国別需要割合(2007年)

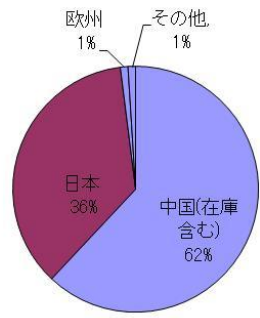
テルビウムの国内需要(2007年) 合計 121トン



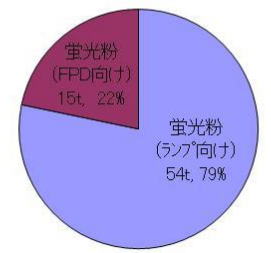
ユウロピウムの国内需要(2007年) 合計 69トン

単位:トン

<ユウロピウム>



単位:トン



単位:トン

出典:「希少金属代替材料開発に関する最新動向調査」(平成21年3月)

事業の目標

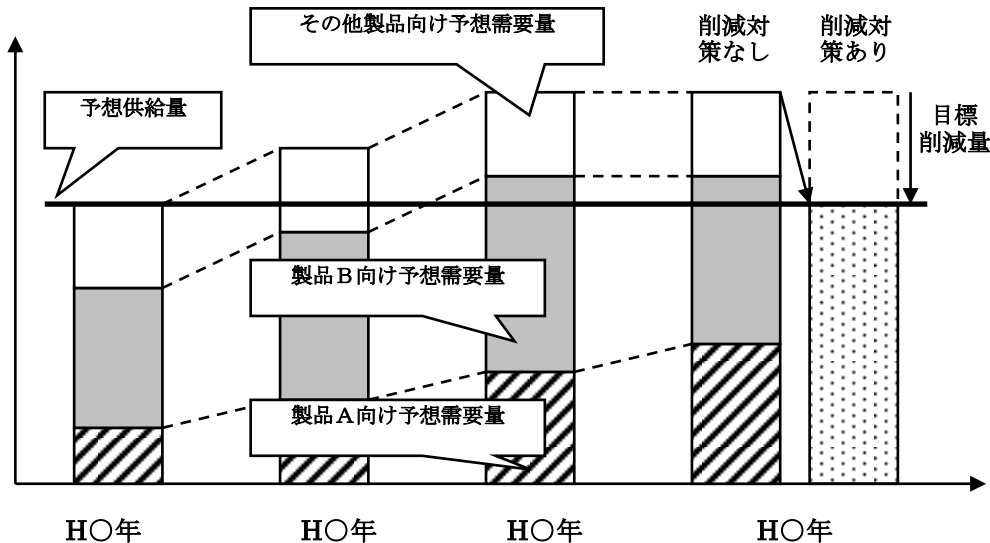
研究開発目標と根拠

3) 白金族、セリウム、テルビウム・ユウロピウムの目標の設定方法

・「希少金属代替材料開発プロジェクト」の目標年度を踏まえ、各レアメタルに係る代替材料及び使用量低減技術開発の目標は、目標年度の2013年度における各レアメタルの需給動向及び各レアメタルを削減可能なシーズ技術の積み上げにより、目標削減率を設定した。

【目標消費削減率の設定方法】

$$[\text{目標消費削減率} (\%)] = 100 \times \left\{ 1 - \left( \frac{[\text{予想国内供給量}]}{[\text{予想国内需要量}]} \right) \right\}$$



予想国内供給・需要量のイメージ

目標消費削減率 (%)  
(A + B + C + D (%))

削減可能なシーズ技術

- A技術 (削減率: ▲A%)
- B技術 (削減率: ▲B%)
- C技術 (削減率: ▲C%)
- D技術 (削減率: ▲D%)

積み上げ

事業の目標

研究開発目標と根拠

4)白金族、セリウム、テルビウム・ユウロピウムの削減目標

白金族

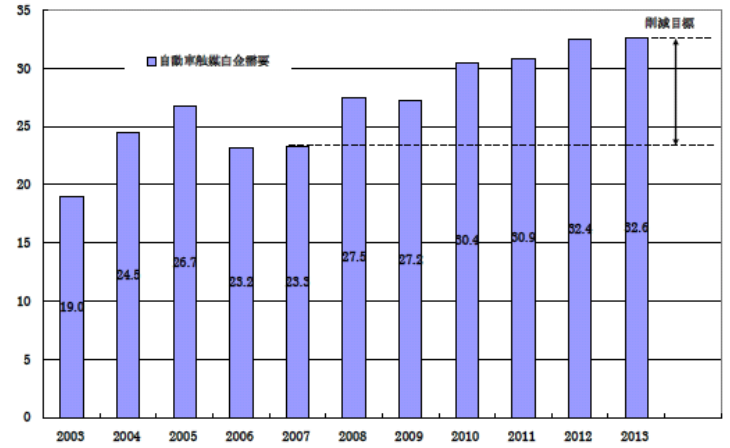
【需給動向】

・2013年における白金の予想国内需要量は32.6t、同年の予想国内供給量は23.3tと1.40倍になると想定。

【削減対策に有効なシーズ技術】

- ①触媒活性金属の組成・構造・サイズ等の最適化
- ②担体物性・担体構造の最適化
- ③代替金属・化合物を用いた触媒機能設計 等

⇒目標削減率は、代替材料開発、使用量低減技術開発を行うことで50%低減することを目標値と設定。



セリウム

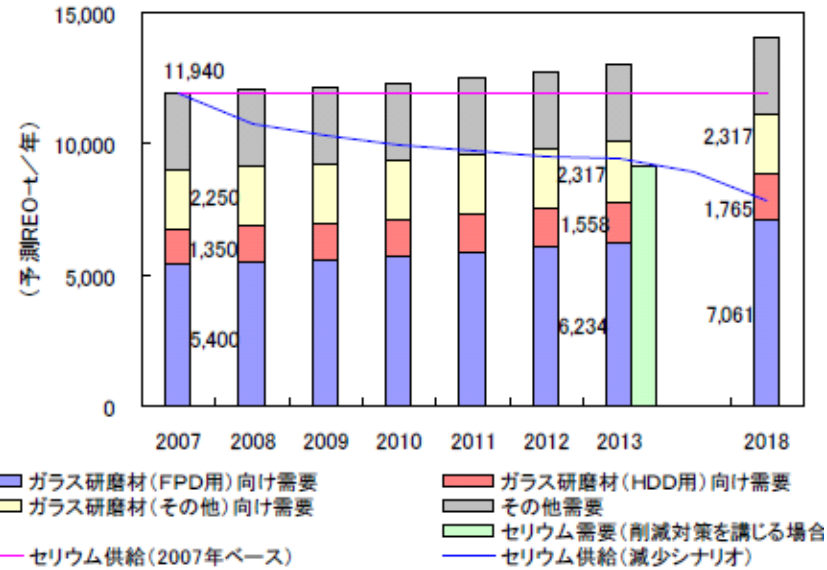
【需給動向】

・2013年におけるセリウムの予想国内需要量12,982t、同年の予想国内供給量は9,346tとの1.39倍になると想定。

【削減対策に有効なシーズ技術】

- ①研磨メカニズムの理論的解明と理想砥粒の開発
- ②セリウム砥粒の最適化
- ③研磨プロセス技術の開発 等

⇒目標削減率は、代替材料開発、使用量低減技術開発を行うことで30%低減することを目標値と設定。



事業の目標

研究開発目標と根拠

4)白金族、セリウム、テルビウム・ユウロピウムの削減目標

<テルビウム・ユウロピウム>

テルビウム

【需給動向】

・2013年におけるテルビウムの予想国内需要量は124t、同年の予想国内供給量は減少シナリオから63tと51%の確保に留まり、2018年には37tと約29%の確保に留まると想定。

ユウロピウム

【需給動向】

・2013年におけるテルビウムの予想国内需要量は71t、同年の予想国内供給量は減少シナリオから37tと52%の確保に留まり、2018年には21tと28%の確保に留まると想定。

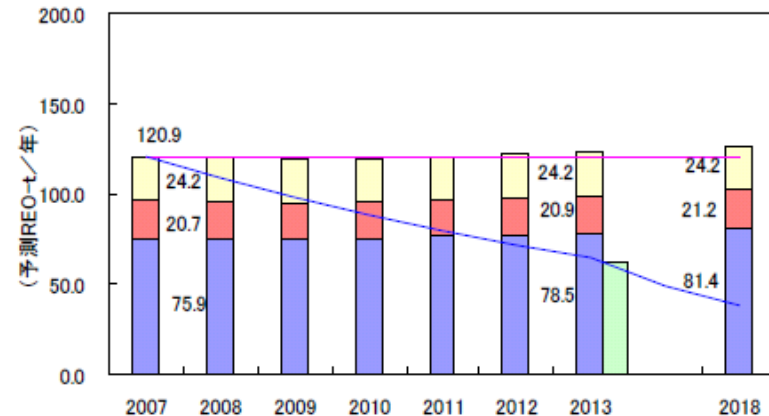
テルビウム・ユウロピウム

【削減対策に有効なシーズ技術】

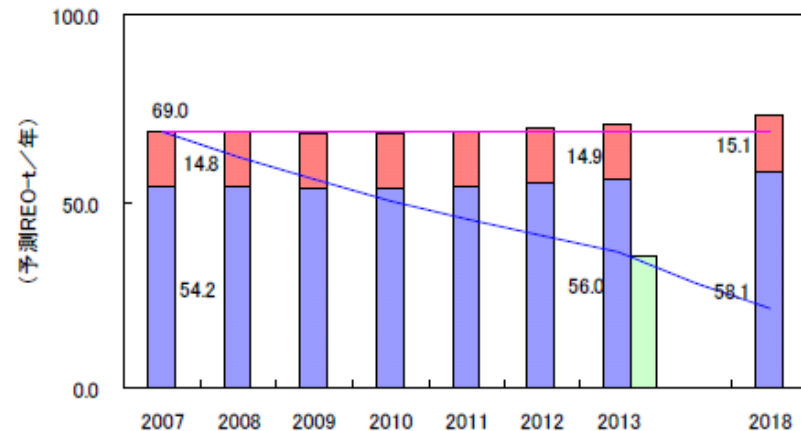
- ①発光メカニズムの理論的解明に基づく蛍光体の発光効率向上。
- ②励起光を効率良く吸収できる蛍光体の開発
- ③高効率で発光するガラスの開発
- ④蛍光体の工程内回収技術開発等

⇒目標削減率は、代替材料開発、使用量低減技術開発を行うことで80%低減することを目標値と設定。

(大きな削減が必要とされるため、2013年ではなく、2018年の目標を先取りしこの達成を目標とした)



■ 蛍光粉(ランプ用)向け需要 ■ 蛍光粉(FPD用)向け需要  
 ■ その他需要 ■ テルビウム供給(2007年ベース)  
 ■ テルビウム需要(削減対策を講じる場合) ■ テルビウム供給(減少シナリオ)



■ 蛍光粉(ランプ用)向け需要 ■ 蛍光粉(FPD用)向け需要  
 ■ その他需要 ■ ユウロピウム供給(2007年ベース)  
 ■ ユウロピウム需要(削減対策を講じる場合) ■ ユウロピウム供給(減少シナリオ)





## 事業の目標

## 研究開発目標と根拠

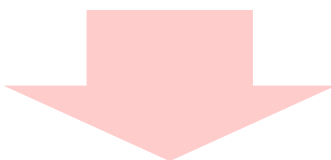
## 5) 使用量削減目標(まとめ)

- ・各鉱種の需給動向予測から、需給の逼迫状況を回避するために必要な使用量削減目標値を算定。機能、製造コストは現状と同等として、使用原単位(一製品当たり)の削減率を目標値とした。
- ・技術確立のレベルは、ユーザー企業、大学等の外部機関に対してラボレベル提供(試料提供)できる技術を確立することとした。

研究開発項目 (個別テーマ)	研究開発目標	根拠
⑥排ガス浄化向け白金族 (ディーゼル排ガス向け)	2009年度との比較で使用原単位を50%以上削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・白金族の産出は特定国に依存。</li> <li>・2007年の国内供給量は23.3t。2013年の需要は32.6tと調査より予測。2013年の供給量は2007年と同様と仮定し需給ギャップの9.3t(30%)の削減が必要。政策的判断を加え50%削減とした。</li> </ul>
⑦精密研磨向けセリウム	2009年度との比較で使用原単位を30%以上削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セリウムの産出は特定国に依存。</li> <li>・2007年の国内供給量は11,940t。2013年の需要は12,982tと調査より予測。2013年の供給量は2007年より少い9,346tと仮定し需給ギャップの3,636t(30%)の削減が必要。</li> </ul>
⑧蛍光体向けテルビウム・ユウロピウム (蛍光ランプ向け)	2009年度との比較で使用原単位を80%以上削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・テルビウム・ユウロピウムの産出は特定国に依存。</li> <li>・テルビウムの2018年の国内需要量は127t。この年の供給量は38tとなる予測が出ており、需給ギャップの89t(71%)の削減が必要と判断。</li> <li>・ユウロピウムも同様に試算し51t(71%)の削減が必要と判断。</li> <li>・政策的な積み増しの判断を加え、80%の削減を目標とした。</li> </ul>

希少金属代替材料開発プロジェクトでは、希少金属元素の低減目標値を達成する「代替技術」、「使用量低減技術」を実現し、代替・使用量低減対象製品と同等の機能・コストを有するサンプルを提供することを目指す。

同等の機能・コストであれば、企業による「代替技術」、「使用量低減技術」の採否の判断は、希少金属の価格・供給リスク動向によって大きく左右される。  
→ 希少金属が安く入手できるうちは、新たな材料、技術を導入する必要はない。  
実用化の見通しは外的要因に大きく影響される。



**供給懸念が実際に起こった時に、企業が採用できること(技術ストック)**

本プロジェクトにおける「実用化」とは、「当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されること」である。

## 採択機関

2009年4月15日～5月25日にかけて公募を行い12件の応募の中から5件を外部有識者による審査で決定

鉱種	技術	実施体制（青字はテーマリーダー所属機関）
⑥白金族 (Pt、Pd、Rh)	代替・削減	日産自動車、電気通信大学、名古屋大学、早稲田大学、
	代替・削減	産業技術総合研究所、三井金属鉱業、水澤化学工業、九州大学、名古屋工業大学
⑦セリウム (Ce)	代替・削減	ファインセラミックスセンター、三重県産業支援センター、京都大学、九州大学、東北大学、秋田県産業技術センター、小林機械製作所、サイチ工業
	代替・削減	立命館大学、アドマテックス、九重電気、クリスタル光学
⑧テルビウム・ユウロピウム (Tb・Eu)	代替・削減	産業技術総合研究所、東北大学、新潟大学、三菱化学、パナソニック

研究開発スケジュールと研究開発体制の詳細は各実施者がプレゼン

事後評価テーマ

2. 研究開発マネジメントについて

テーマ	実施年度	目標	H17,18 年度	H19 年度	H20 年度	H21 年度	H22 年度	H23 年度	H24 年度	H25 年度	H26 年度
①② In(透明電極)		50%減				中間評価			事後評価		
③ Dy(磁石)		30%減									
④⑤ W(工具)		30%減									
⑥-1/2 Pt (排ガス触媒)		50%減						中間評価			事後評価
⑦-1/2 Ce (研磨材)		30%減									
⑧ TbEu(蛍光体)		80%減	リスク調査		リスク調査				リスク調査	リスク調査	
⑨-1,⑨-3-1 Nd,Dy 代替(新磁石)		100%減									
⑨-3-2 Nd,Dy代替 (新磁石)		100%減								事後評価	
⑩-1A/1B Ce (車-排ガス助触媒)		30%減									
⑩-2 In代替(新しい 透明極)		50%減									

今回対象

Pt 白金、Ce セリウム、Tb テルビウム、Eu ユロピウム

## 事業予算

・予算総額約38億円

・2009年度、2010年度に補正予算を投入し研究の加速を図った。

(単位:百万円)

	実施先 (青字:テーマリーダー所属機関)	2009 【+補正予算】	2010 【+補正予算】	2011	2012	2013	合計 【+補正予算】
⑥-1 Pt族使用量低減・ 代替材料開発	日産自動車、電気通信大学、 名古屋大学、早稲田大学	100 【93】	67	80	93	100	440 【93】
⑥-2 Pt族使用量低減・ 代替材料開発	産業技術総合研究所、三井金属鉱業、 水澤化学工業、九州大学、 名古屋工業大学	130 【104】	85 【170】	74	93	98	480 【274】
⑦-1 Ce使用量低減・ 代替材料開発	ファインセラミックスセンター、 三重県産業支援センター、京都大学、 九州大学、東北大学、 秋田県産業技術センター、 小林機械製作所、サイチ工業	130 【106】	84 【200】	104	87	0	405 【306】
⑦-2 Ce使用量低減・ 代替材料開発	立命館大学、アドマテックス、 九重電気、クリスタル光学	140 【108】	92 【712】	112	95	0	439 【820】
⑧TbEu使用量低減・ 代替材料開発	産業技術総合研究所、東北大学、 新潟大学、三菱化学、パナソニック*	100 【92】	68	76	97	98	440 【92】
	合計金額	600 【503】	396 【1,082】	446	465	296	2803 【1,585】

\*体制変更あり

## 知財マネジメント

### 1)プロジェクト開始前・・・事前調査

- ・2008年度実施の希少金属のリスク調査の一環で、どのような研究が行われているかを書誌及び特許情報を検索(特許電子図書館及びGoogle Scholar BETAをキーワード検索。2009年2月に実施)し、技術の確立状況を把握。プロジェクトの設計に反映させた。

### 2)プロジェクト開始時・・・契約・取り決め

- ・各プロジェクトは、各参画機関が研究を開始する前に、共同開発契約もしくは秘密保持契約を締結して進めるよう指示。
- ・この中で、知財の考え方、知財の配分、特許出願の判断、制約事項や、対外研究発表等の約束事(共願者への事前の相談、特許出願後の発表)等について、どのように扱うかを決め文書化。

### 3)プロジェクト実施中

- ・本研究の材料開発、製造プロセス開発から生み出される知財については、企業・大学・研究機関の技術をノウハウとして蓄積することを優先し、特許化については相談のうえ進めることとした。(特許化を進めると技術の公開につながる。公開されても技術として確保できる特許化は進める)
- ・メーカーでのサンプル評価にあたっては、メーカー担当にプロジェクトのアドバイザーもしくは技術委員に就任してもらうスキームを作成し委員委嘱を行うことで秘密情報の漏えいを防いだ。

### 4)状況変化への対応

- ・2010、2012、2013年度実施の希少金属のリスク調査の中で、シーズ研究調査・特許調査を行い、使用量低減や代替材料開発に関する研究や特許の状況調査を行っている。

## 情勢変化への対応

・2010年度はレアアースの供給懸念が顕在化。以下の対応を取る。

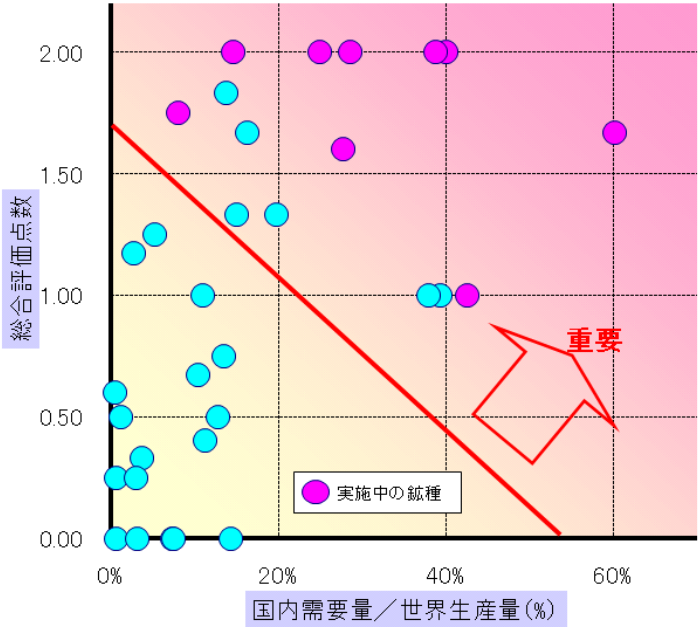
情勢	対応
2010年7月8日 ・レアアース生産国より2010年下期輸出許可枠の大幅削減発表 (以降レアアース入手難と価格高騰へ)	1. 2010年度補正予算対応 ・「希少金属の代替・削減技術開発(助成/委託)…120億円」 助成事業 ・ <b>新規テーマ追加(2010～2011年の研究期間)</b> 短期間での実用化/事業化を目指す 材料開発、リサイクル技術開発等…59件  委託事業 ・ <b>既存のテーマの研究開発加速のための予算追加</b> ・新規のテーマ追加(2010～2011年の研究期間) 自動車触媒向けセリウム…2件 透明電極向けインジウムを代替するグラフェン…1件
2010年9月 ・レアアースの産出国からの対日輸出stop	
2010年12月28日 ・レアアース生産国より2011年上期輸出許可枠の大幅削減発表	
2011年2月 ・レアアース生産国内の企業の集約を進める (5年間で100社→20社程度)	
2011年3月 ・採掘、生産に対し環境基準を策定 (10月～施行)	
2011年5月 ・レアアース生産国南部は80%を3社に集約	2. 成果の前倒し上市のスキーム作り (⑦セリウムテーマへの対応で作成) ・ユーザー企業で評価を進めるため、サンプル評価を行うメーカー担当を技術委員会の委員としてプロジェクトに参画へ ・研究開発項目の研究期間を短縮させ終了。 事業化の段階に早期に進める(上市の推進)

### リスク調査の実施

- ・2010年度および2012年度にリスク調査を実施
  - レアメタル供給懸念評価:5つの評価軸での調査対象鉱種のスクリーニング
  - 選定した鉱種の調査 :3つの政策評価軸での評価
  - を行い、詳細調査する鉱種を選定。プロジェクトのマネジメントへ活用。
- ・過去の調査と同じ手法を用いた調査会社の調査結果、各委員の意見反映、調査委員会で内容の検討、審議により重要鉱種を選定。

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

- ・2005年、2008年に実施したリスク調査と同じ手法を用い5つの評価軸によりリスクの高い元素を抽出。
- ・有識者委員会を開催し3つの政策評価軸を加え、内容の検討、結果の審議、委員の意見反映を行い重要鉱種を選定。



リスク鉱種を配置した評価結果マップの例 (2010年度)

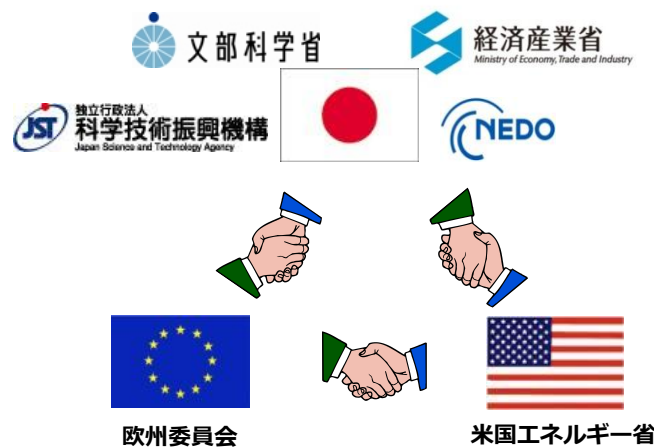


国際連携

☆ 日米欧三極 R & D ワークショップ

日・米・欧の三極を中心にレアアースに係る政策や研究開発・資源開発動向に関して情報交換することを目的として開催。

- 第1回 平成23年10月 ワシントン (米国)
- 第2回 平成24年03月 東京 (日本、NEDO事務局)
- 第3回 平成25年05月 ブリュッセル (ベルギー)
- 第4回 平成26年09月 アイオワ (米国)



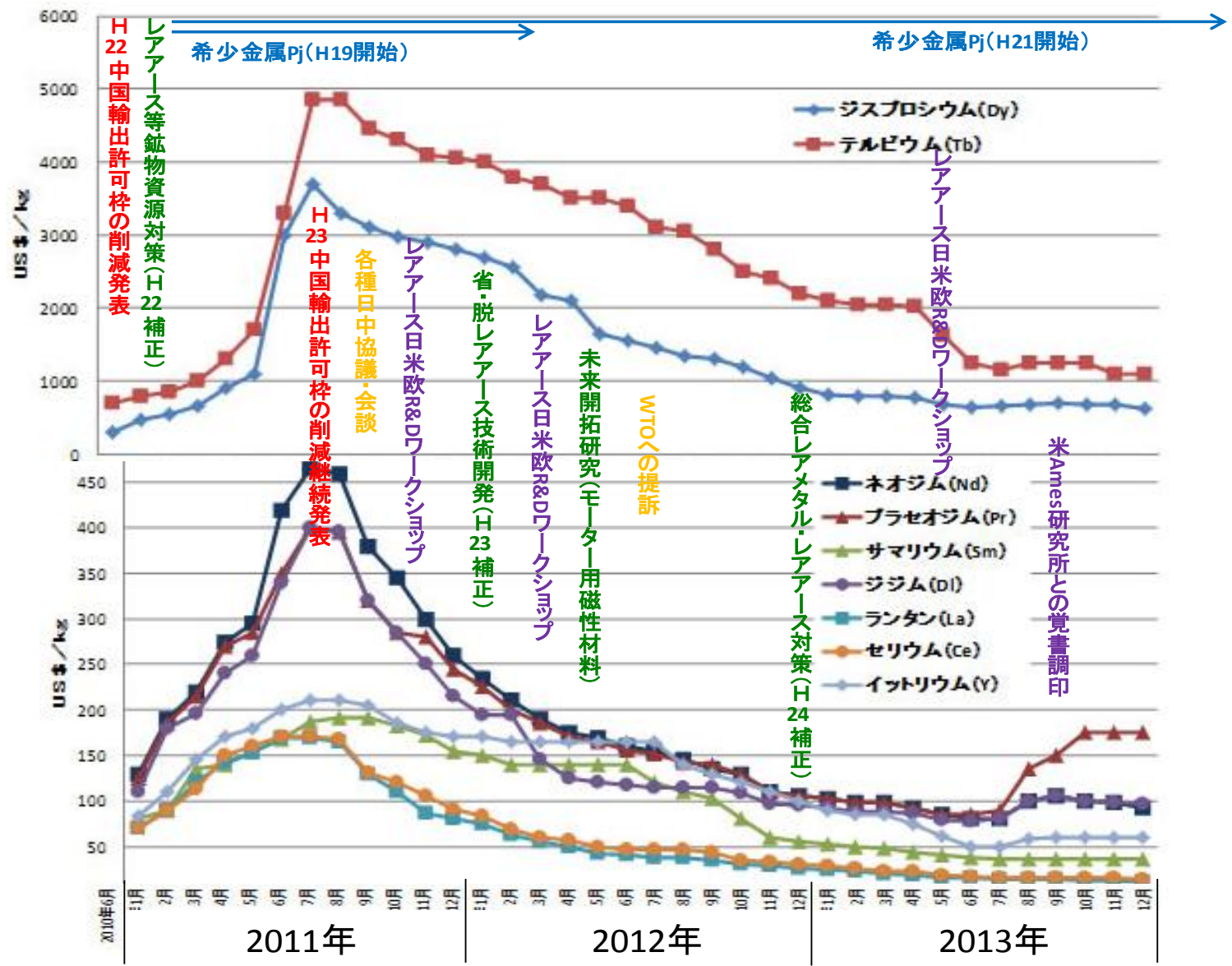
☆ 米国Ames研究所との協力協定締結

第3回ワークショップにおける成果の一つとして、平成25年9月9日、米国にて希少金属等材料開発で中心的な役割を果たしており、米国エネルギー省傘下のAmes研究所と希少金属の有効活用に関する協力協定を締結 NEDOが窓口となって、情報交換を行っている。

- ・ Ames研究所 (The Ames Laboratory) : レアメタルを中心とした材料開発の米国随一の研究所。レアメタル等の選鉱・製造・代替・有効利用・リサイクル等に関する革新的な技術開発
- ・ CMI (Critical Material Institute) : 米国のエネルギー安全保障に不可欠なレアメタル他重要原料の米国内供給不足を解決するためのAmes研究所率いるエネルギー革新拠点。3つのDOE国立研究所の他に、7大学、民間企業7社がパートナーとして参加



# レアアースの価格推移



## 中間評価結果への対応

中間評価では、「リスクが顕在化する以前からの取組」として先見性が高く評価された。下記は、主な指摘事項に対する対応。

指摘		対応
1	特定国の施策などにより目標設定の見直しが必要となる可能性があり、世界の動向を先取りした素早い対応を求めたい。	平成22年度、24年度には、これまでと同様手法により各鉱種毎のリスクを評価し、重要元素については詳細な調査を行い、マネジメントに活用した。平成24年度より、毎年リスク評価を実施し、平成25年度の調査では、環境変化に合わせて評価項目の見直しを行っている。
2	文科省との連携を強め基礎研究へのフィードバックで学術的成果や基礎的研究課題の構築にも還元できるよう工夫すべきである。	継続して元素戦略との合同シンポジウムを開催し、研究内容や成果の積極的な広報、ポスター発表での意見交換を行っている。
3	本事業の先見性や進歩性について世界に向けて積極的に発信すべきであり、その成果も広く公開すべきである。	日米欧3極R&Dワークショップを継続して実施し、各種最新動向の情報交換を行うとともに、NEDOでの取組を積極的に発信した。また、米国AMES研究所とは希少金属の有効活用に関する協力協定を締結し情報交換を進めている。

◆個別研究開発項目の目標と達成状況

	目標	成果	達成度	内容
⑥-1Pt	75%減 (政策目標 50%減)	73%減	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄化合物による白金族の代替</li> <li>DOC、DPFは大幅低減</li> </ul>
⑥-2Pt	50%減	50%減	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>高耐久性Ag-Pd触媒の開発</li> <li>表面ポリオール還元担持法の開発</li> </ul>
⑦-1Ce	30%減	100%減	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>計算と実験の融合による研磨機構解明</li> <li>Ceフリー新規砥粒、電界砥粒制御技術</li> </ul>
⑦-2Ce	30%減	30%減	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>4BODY概念による研磨技術の開発</li> <li>新規砥粒と新規研磨パッドの開発</li> </ul>
⑧Tb, Eu	80%減	80%減	○ <small>(足しあわせのみ、 部材レベルも含む)</small>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高磁場勾配磁選による蛍光体分離</li> <li>性能予測によるLED用蛍光体開発</li> </ul>

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

ナノテク・部材イノベーションプログラム  
環境安心イノベーションプログラム

「希少金属代替材料開発プロジェクト」(事後評価)

研究開発項目⑥-1 遷移元素による白金族代替技術及び白金族の凝集  
抑制技術を活用した白金族低減技術の開発

研究開発成果・実用化の見通しについて (公開)

日産自動車株式会社

電気通信大学

名古屋大学

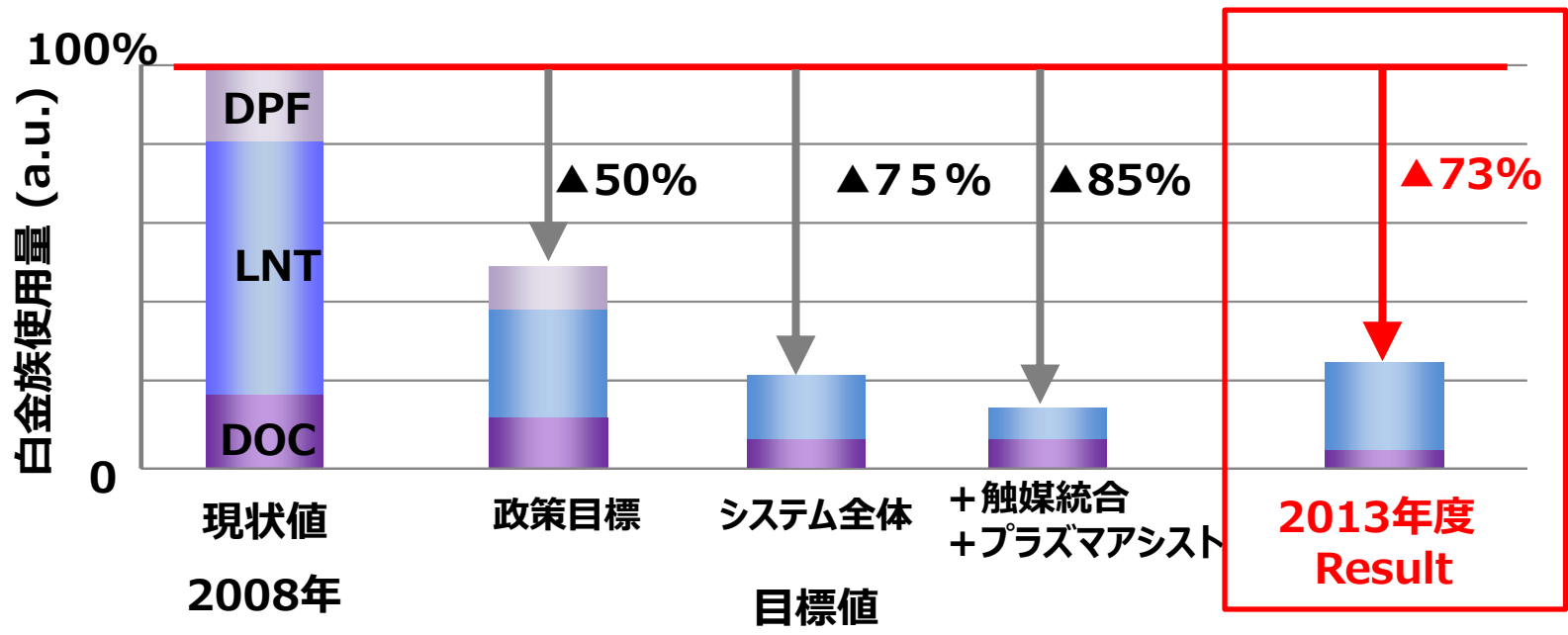
早稲田大学

## 5-3 研究開発成果について (⑥-1) (1) 目標の達成度

研究開発項目	最終目標	成果	達成度
①遷移元素による白金族代替に関する研究開発	耐久性 (700°C100 h r) のある遷移元素活性点の決定	触媒活性点の材料候補種を決めた。CeZr酸化物のナノ粒子間にナノサイズのFe化合物を高分散配置することで耐久後もナノサイズを維持	◎
②白金族凝集抑制手段に関する研究開発	耐久後、Pt, Rh, Pdの最適な担体で最適粒子サイズを実現	Pt, Pd, Rhは微小サイズを維持することが重要である。耐久後でもナノ粒子サイズを維持	○
③DPFの反応向上要素とその実現に関する研究開発	最適な触媒担持位置を実現	計算および実験により最適な触媒配置を見出し、実現可能な工法を開発した	○
④プラズマによる活性向上に関する研究開発	約10%の活性向上アシスト分を達成する触媒を選定	テストピースであるが、白金族50%低減可能なプラズマシステムを見出した	△
⑤排気触媒統合化に関する研究開発	白金族使用量を85%低減	触媒統合化システムによる低減効果は見られなかった	×
⑥遷移元素化合物の実触媒化および量産化に関する研究開発	耐久前において白金族使用量低減仕様を決定 ディーゼルシステム全体で75%低減 (DOC : 60%、LNT : 75%、DPF : 100%) 政策目標 : 50%	DOC : 75%	◎
		LNT : 65%	×
		DPF : 100%	○
		ディーゼルシステム全体 : 73%	○

5-3 研究開発成果について (⑥-1) (1)目標の達成度

目標値	結果	達成度
各触媒仕様開発による白金族使用量	75%低減 (政策目標：50%低減)	73%低減 ○
プラズマおよび触媒統合化システム化による削減	85%低減	テストピースで82% ×



→ サンプルをメーカーに供試し、評価中。

## (3) 知的財産権、成果の普及

		H21	H22	H23	H24	H25	計
特許出願	国内	0	3	4	4	6	17件
	外国	0	0	0	4	1	5件
論文（査読付き）		0	0	2	3	11	16件
研究発表・講演		0	6	7	9	4	26件
受賞実績		0	0	1	0	1	2件
新聞・雑誌等への掲載		0	0	0	0	0	0件
展示会への出展		1	2	2	2	2	9件



ナノテク・部材イノベーションプログラム  
環境安心イノベーションプログラム

「希少金属代替材料開発プロジェクト」(事後評価)

研究開発項目⑥-2 ディーゼル排ガス浄化触媒の  
白金族使用量低減化技術の開発

研究開発成果・実用化の見通しについて(公開)

(独)産業技術総合研究所

三井金属鉱業(株)

水澤化学工業(株)

九州大学

名古屋工業大学

再委託:UDトラックス(株)(旧 日産ディーゼル工業(株))

## 成果の最終目標の達成度

	目標	成果	達成度
<b>実用触媒性製造術の確立</b>	(最終目標)平成21年10月に施行される排出ガス規制(ポスト新長期対応ディーゼル排気ガス基準)をクリアし、白金族使用量を50%以上低減した触媒システムを開発する。		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車両寿命相当以上の耐久性を有するディーゼル酸化触媒およびDPF用触媒を開発する。</li> </ul>	<p><u>ディーゼル酸化触媒</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高性能メソ孔拡大型Si-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Zr-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>担体を開発</li> <li>・高活性PtPdナノ粒子触媒を調製できる表面ポリオール還元担持法と高級脂肪酸添加担持法を開発</li> </ul> <p><u>DPF用触媒</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐久性と酸化活性を飛躍的に向上させたAg-Pd合金触媒を開発</li> </ul>	○
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロトタイプ触媒の試作に向けて有望な実用候補触媒を大量に調製するための技術を確立する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・酸化触媒については、担体コート層のマクロ孔の形成技術と白金族の濃淡コート技術、DPF用触媒については機能分離コート技術を開発。</li> <li>・担体製造装置の製作との最適化により触媒担体の大量製造技術を確立</li> </ul>	○
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・開発した触媒について、実機サイズのハニカムとDPFを用いた触媒システムでトラックエンジンを用いたベンチ評価を行い、課題を確認する。この課題を解決し、実用性をもった触媒システムを開発する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・要素技術を組み合わせて作成した実スケールの酸化触媒とDPFの評価により、最終目標の白金族50%低減を達成</li> </ul>	○

## 展示会とシンポジウム

## 代表的なプロジェクト成果発表

<b>ナノテク展</b> ・2010.2.17-19 ・2011.2.16-18 ・2012.2.15-17 ・2013.1.30-2.1 ・2014.1.29-31
<b>レアメタル合同シンポジウム</b> ・2010.3.1 ・2011.3.4 ・2012.2.29 ・2013.3.29 ・2014.2.25

番号	発表者	所属	タイトル	紙名、掲載日	発表年 (年度)
1	濱田 秀昭	(独)産業技術総合研究所	大型ディーゼル車排ガス浄化触媒の白金族低減化	環境触媒シンポジウム「自動車触媒における希少元素戦略」	2012年11月8日
2	大道中・古川孝裕	三井金属鉱業(株)	Improvement of Thermal Durability and PM combustion Performance of DPF by Ag-Pd Alloy Catalyst	The Sixth Asia-Pacific Congress on Catalysis (APCAT-6)	
3	濱田秀昭	(独)産業技術総合研究所	ディーゼル排出ガス浄化触媒技術	第49回触媒フォーラム「自動車を取り巻く触媒技術 今とこれから」	2013年12月6日
4	羽田政明	名古屋工業大学	第一回 元素戦略に基づいた触媒設計シンポジウム	第一回 元素戦略に基づいた触媒設計シンポジウム	
5	多井豊	(独)産業技術総合研究所	ディーゼル排ガス浄化触媒における白金族省量化技術開発	第9回産総研レアメタルシンポジウム	

## H26年度プレス発表

NEDO・産総研共同プレス発表化学工業日報、鉄鋼新聞、日刊自動車新聞、日経テクノロジーオンライン等

## 知的財産権、成果の普及

	H21	H22	H23	H24	H25	H26	計
特許出願(うち外国出願)	0	5(0)	2(0)	1(0)	5(0)	0	13(0)件
論文(査読付き)	0	2(0)	9(9)	9(9)	5(3)	6(6)	31(27)件
研究発表・講演	4	16	23	29	23	12	107件
受賞実績	0	0	0	0	0	0	0件
新聞・雑誌等への掲載	2	4	0	1	0	9	16件
展示会への出展	2	2	2	2	2	0	10件

※ : 平成26年度10月28日現在

ナノテク・部材イノベーションプログラム  
環境安心イノベーションプログラム

「希少金属代替材料開発プロジェクト」(事後評価)

研究開発項目⑦-1 代替砥粒及び革新的研磨技術を活用した  
精密研磨向けセリウム低減技術の開発

研究開発成果・実用化の見通しについて **(公開)**

(財)三重県産業支援センター、京都大学、九州大学、東北大学、  
(財)ファインセラミックスセンター、秋田県産業技術センター、  
(株)小林機械製作所、サイチ工業株式会社

## 個別目標と達成状況(代替砥粒開発)

研究実施項目	目標	成果概要	達成度
①-1 計算による研磨メカニズムの解明と代替砥粒の設計	研磨プロセスの電子論的メカニズムの解明	Ce <sup>3+</sup> /Ce <sup>4+</sup> の酸化還元によって、Si-Oの結合を切断することを解明。さらに、明らかにした研磨メカニズムをもとに代替砥粒を設計。	◎ 世界初
①-2 実験による研磨メカニズムの解明と代替砥粒の設計	既存砥粒と単純ペロブスカイト酸化物をモデル材とした研磨メカニズムの解析	固溶させた酸化セリウム及びSrFeO <sub>x</sub> ペロブスカイト等を用いて研磨における化学作用について明らかにした。さらに、酸化鉄、酸化ジルコニウム、酸化チタンについて研磨特性との関係を明らかにした。	○
②-1 複合酸化物を用いた代替砥粒の開発	ラボレベルで酸化セリウム使用量10%削減を可能にすること(使用原単位10%低減)	以下の新規砥粒を開発 ・SrZrO <sub>3</sub> -ZrO <sub>2</sub> 系ナノ分散砥粒 既存砥粒との比較: 80%の研磨速度 上回る表面平滑性 → 事業化 ・SrZrO <sub>3</sub> -CeO <sub>2</sub> 系ナノ分散砥粒 既存砥粒との比較: 同等の研磨速度 上回る表面平滑性 → 使用量57%低減を達成	◎ プレス発表
②-2 既存砥粒の改良による代替砥粒の開発		100%酸化セリウム系砥粒の10%を最適化したカルシウム含有ジルコニア系代替砥粒に置き換えた結果、酸化セリウム系砥粒と同等の研磨速度と表面平滑性を実現。 → 事業化	◎

個別目標と達成状況(低減技術開発)

研究実施項目	目標	成果概要	達成度
③-1 フェムト秒レーザーを使用したガラスの研磨前処理技術の確立	フェムト秒レーザーによる高度な精密研磨要素技術を構築	ガラスに対する前処理に非熱的アブレーションが可能。砥粒表面の活性化については液中照射装置により砥粒表面に効率よく照射可能。	○
③-2 酸化セリウム砥粒使用量削減遊離砥粒研磨技術を確立するための要素技術確立	化学反応の援用によって研磨効率を40%向上(使用原単位40%低減)	<ul style="list-style-type: none"> <li>電界印加条件の最適化により研磨速度が20%向上。さらに、トライボケミカル研磨技術に電界環境を取り入れることで、<b>約2倍の研磨速度</b>。 → <b>使用量90%低減を達成</b></li> <li>研磨寿命に関する要素技術をもとに砥粒リサイクル装置を開発 → <b>事業化</b></li> </ul>	<div style="border: 2px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">プレス発表</div> <div style="border: 2px solid blue; padding: 2px; display: inline-block;">世界初</div> ◎
③-3 ラジカル環境場を考える革新的融合研磨技術とその開発	ラジカル反応場を醸成した高度精密研磨要素技術を構築	酸化マンガンについて検討し、低スラリー濃度領域において、既存酸化セリウムスラリーと同等以上の研磨特性を実現。さらに、 <b>高圧空気環境下では約2倍の研磨速度を実現</b> 。	○
④-1 電界砥粒制御技術融合研磨技術を導入する片面大型迅速精密研磨の開発	大型機に向けた検討をすすめ、酸化セリウムの使用量を20%削減するシステム技術を確立	電界印加およびスラリー投入方式等を最適化することで従来の研磨方法と比較して、 <b>約20%研磨速度が向上</b> 。 → <b>実機で使用量20%低減を達成</b>	○ <div style="border: 2px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">プレス発表</div>
④-2 両面超精密研磨技術の開発並びに電界砥粒制御技術融合研磨技術の確立		電界印加部分を最適化することによって従来の研磨方法と比較して、約16%の研磨速度の向上を実現。	○

# 代替砥粒開発

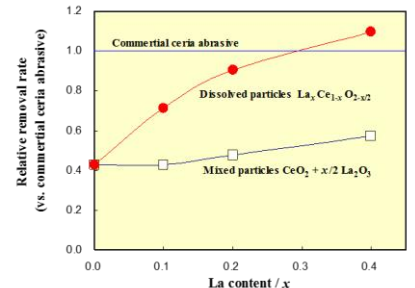
## 研究実施項目①-1 計算による研磨メカニズムの解明と代替砥粒の設計

成果概要:  $Ce^{3+}/Ce^{4+}$ の酸化還元挙動ならびにその局在によって、Si-Oの結合を切断することを解明。さらに、実験で得られた新規代替材料の化学研磨メカニズムを計算により明らかにすることによって、**実用化、事業化を加速した。**

従来から提案されているCMPメカニズム

$$Ce-OH + Si-O \leftrightarrow Si-O-Ce + OH^-$$

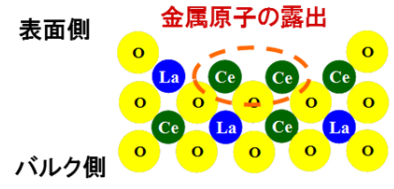
T. Hoshino, Y. Kurata, Y. Terasaki, K. Susa, J. Non-Cryst. Solids, 283, 129-136 (2001)など



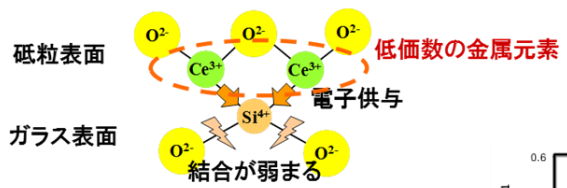
上記モデルでは、例えばLa固容量と研磨特性との関係(実験データ)を説明できない

## 新たに提案する「電荷移動を伴うCMPメカニズム」とCMP材料設計指針

### ① 表面構造の設計指針

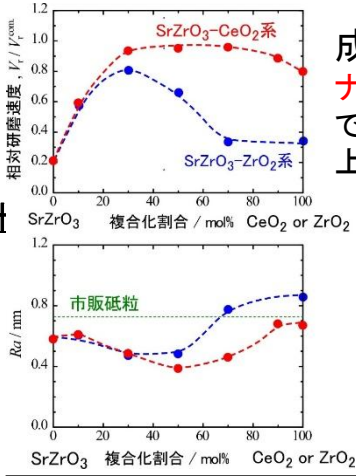


### ② 電子状態の設計指針



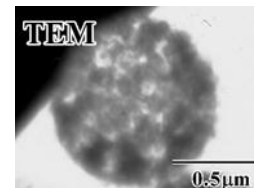
蛍石型の $ZrO_2$ はガラスに対して化学的に不活性だが、ペロブスカイト型の $CaZrO_3$ は活性であることを明らかにした。  
→新規材料の構造から実用化を加速

## 研究実施項目②-1 複合酸化物を用いた代替砥粒の開発



成果概要: 化学性材料と機械性材料のナノ分散化するという世界初の取り組みで、市販セリア系砥粒と同等の研磨速度と上回る表面平滑性を実現。

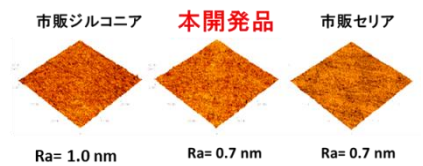
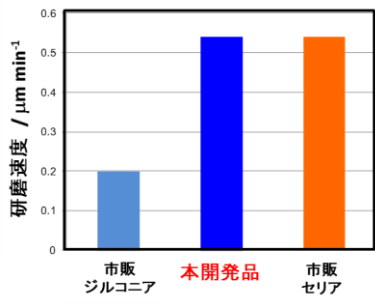
→ セリウムの使用量を**57%低減可能**(SrZrO<sub>3</sub>-CeO<sub>2</sub>系)



今後、サンプル出荷を実施予定

## 研究実施項目②-2 既存砥粒の改良による代替砥粒の開発

成果概要: カルシウム含有ジルコニアをベースに様々な最適化を検討した結果、酸化セリウム系砥粒と同等の研磨速度と表面平滑性を実現。 → 完全代替(100%低減)可能



日陶顔料工業よりサンプル出荷中



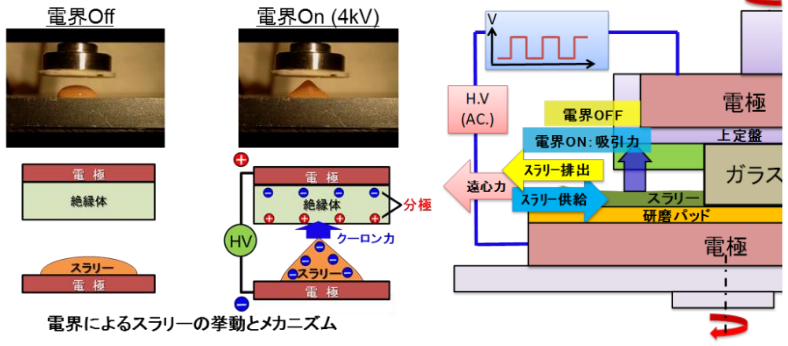
# 低減技術開発

## 研究実施項目③-2 酸化セリウム砥粒使用量削減遊離砥粒研磨技術を確立するための要素技術確立

### 電界砥粒制御技術

成果概要： 電界印加条件の最適化により研磨速度が20%向上。さらに、トライボケミカル研磨技術に電界環境を取り入れることで、約2倍の研磨速度。本技術を大型機に導入した結果、約20%研磨速度向上を実証。

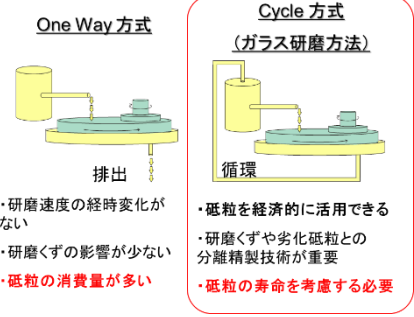
#### 電界印加方式と制御メカニズム



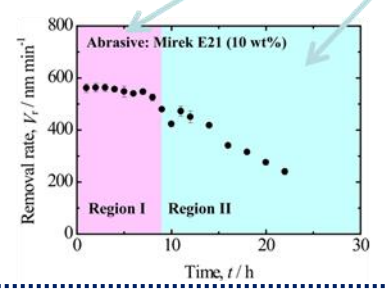
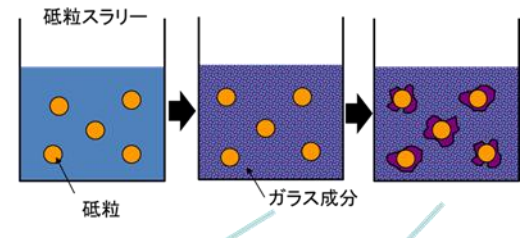
### 砥粒リサイクル技術

成果概要： 研磨寿命に関する要素技術をもとに **砥粒リサイクル装置を開発**

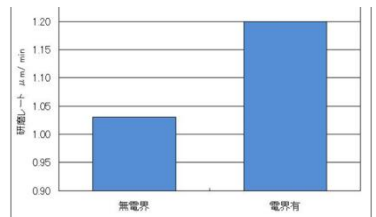
#### ガラス研磨における寿命評価の重要性



#### 砥粒劣化プロファイルと提案する砥粒劣化メカニズム



#### 電界制御の有無による研磨特性の違い



サイチ工業にて、本技術開発の成果をベースとした試作機を製作することで実用化を図る予定

本リサイクル装置の実用化を準備中

#### 成果発表及び普及に向けた取り組み(4年間)

- ・学会及び講演(含む招待講演): 127件
- ・論文: 15報、 特許: 7件
- ・プレス発表など: 42件(毎日新聞, 読売新聞, 日経新聞など)
- ・展示会への出展(Nanotech展のほか、国際セラミックス総合展 2011、Neo Ceramics 2013など)
- ・研究会創立(「先端表面創成工学の新展開」)

## 知的財産権、成果の普及

		2009	2010	2011	2012	計
特許出願	国内	0	4	3	0	7件
	外国	0	0	0	0	0件
論文(査読付き)		0	2	4	9	15件
研究発表・講演		8	40	53	26	127件
受賞実績		0	0	0	0	0件
新聞・雑誌等への掲載		2	29	3	8	42件
展示会への出展		1	1	2	2	2件

ナノテク・部材イノベーションプログラム  
環境安心イノベーションプログラム

「希少金属代替材料開発プロジェクト」(事後評価)

研究開発項目 ⑦-2 精密研磨向けセリウム使用量低減技術開発及び代替材料開発  
4BODY研磨技術の概念を活用したセリウム使用量低減技術の開発

研究開発成果・実用化の見通しについて (公開)

立命館大学

株式会社アドマテックス

九重電気株式会社

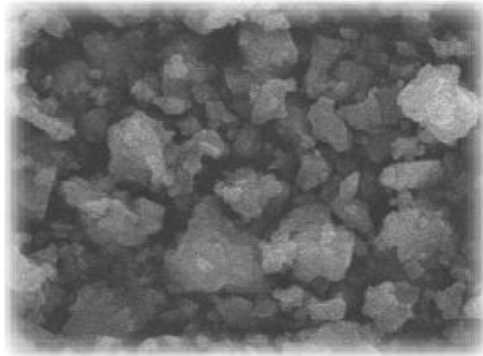
株式会社クリスタル光学

## ◆ 個別研究開発項目の目標と達成状況

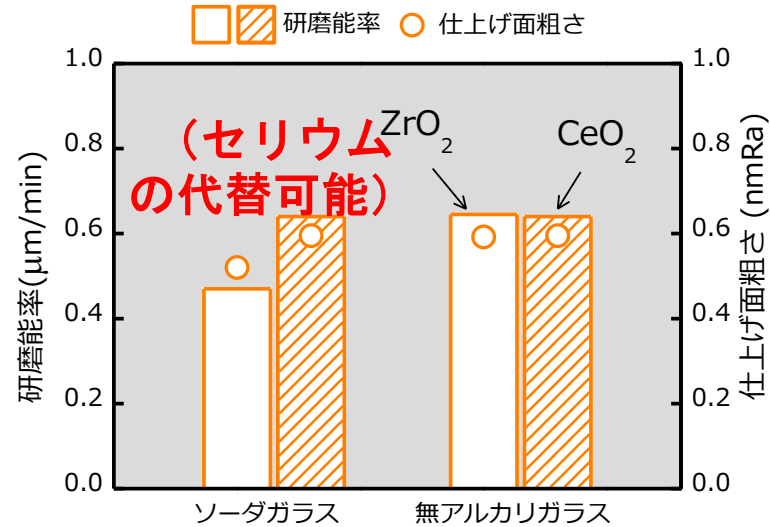
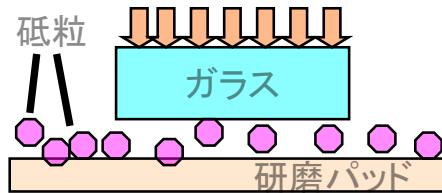
	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
1) 複合砥粒の研究開発	酸化セリウムの成分割合を30%以上減じ、ソーダガラスに対して従来の酸化セリウム砥粒と同等以上の研磨特性を実現する複合砥粒を見出す。	酸化セリウムの成分割合を30%低減した複合砥粒を開発。従来研磨比で50%の研磨特性向上。有識者委員および実用化推進委員にサンプル提供を実施。	○	
2) メディア粒子を用いた研磨技術の研究開発	ソーダガラスに対して従来の酸化セリウム砥粒の研磨特性の1.4倍以上の研磨特性を実現するメディア粒子を見出す。	従来研磨の1.4倍の研磨特性。一部を有識者委員および実用化推進委員にサンプル提供を実施。	○	
3) 研磨特性を向上させる研磨パッドの開発	ソーダガラスに対して従来の多孔質ウレタン研磨パッドに比較して、1.4倍以上の研磨特性を実現する多孔質研磨パッドを見出す。また、大口径のソーダガラスの工作物に対してうねりを発生させることなく均質に研磨することが可能な研磨パッドを見出す。	エポキシパッドにより研磨特性を2倍に向上。酸化ジルコニウムにより酸化セリウムを代替。有識者委員および実用化推進委員にサンプル提供を実施。高い評価が得られたため平成24年4月に上市化を達成。隙間調整型研磨パッドにより大型工作物の均質な研磨を達成。	◎	
4) プロセス技術の開発	ソーダガラスに対して従来の酸化セリウムを用いた研磨の研磨特性と同等の研磨特性を実現する化学援用研磨技術を確立する。また、水晶の研磨特性を従来の1.1倍以上に対する共振研磨技術を実現する。	化学援用研磨では、砥粒を用いず鏡面仕上げ可能であることを確認。滞留性を高める添加物により酸化ジルコニウム代替砥粒を開発。共振研磨は解決困難な物理現象が発生したこと、電場の作用で加工現場の受け入れに対する抵抗が強いことから平成22年度に中止。	○ (化学援用研磨) × (共振研磨)	共振研磨技術の開発に代わり、平成24年度から前加工法の高機能化の研究開発を実施し、通常砥粒よりも高い研磨特性を発揮するラッピング用砥粒を開発

研究項目②メディア粒子を用いた研磨技術の開発

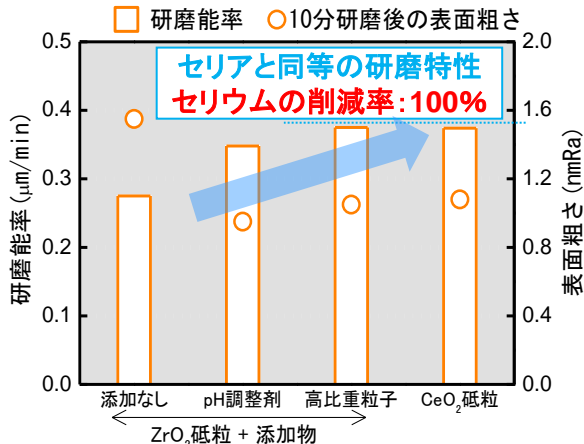
達成度: ○



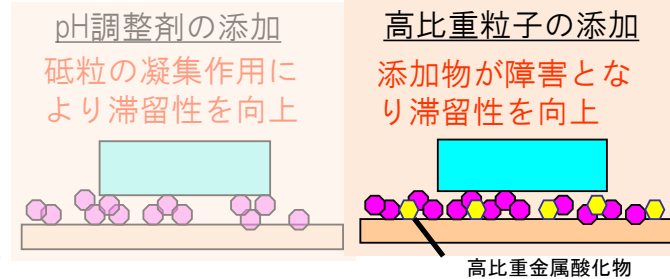
粒子表面の形状を精密に制御したジルコニア砥粒を新開発  
世界初の新概念



無アルカリガラスではセリアと同等の研磨特性が得られる。

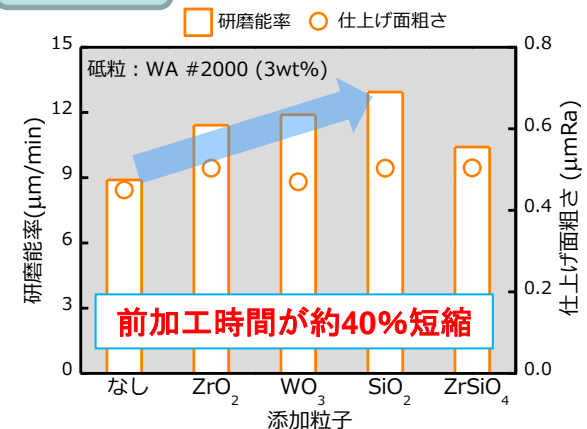


添加物による研磨特性(鏡面研磨)



砥粒の滞留性を向上させるpH調整剤や高比重粒子を添加した砥粒の開発により、研磨特性の向上を実現した。

展開



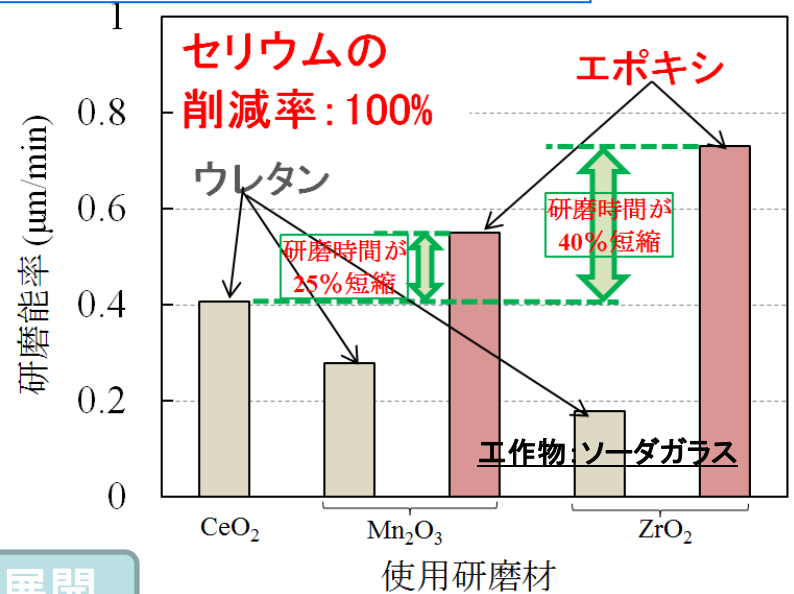
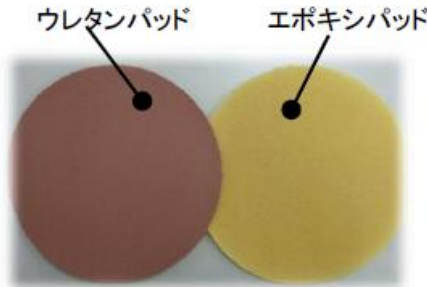
添加物による研磨特性(粗研磨)

# 5-3 個別研究開発項目③の成果

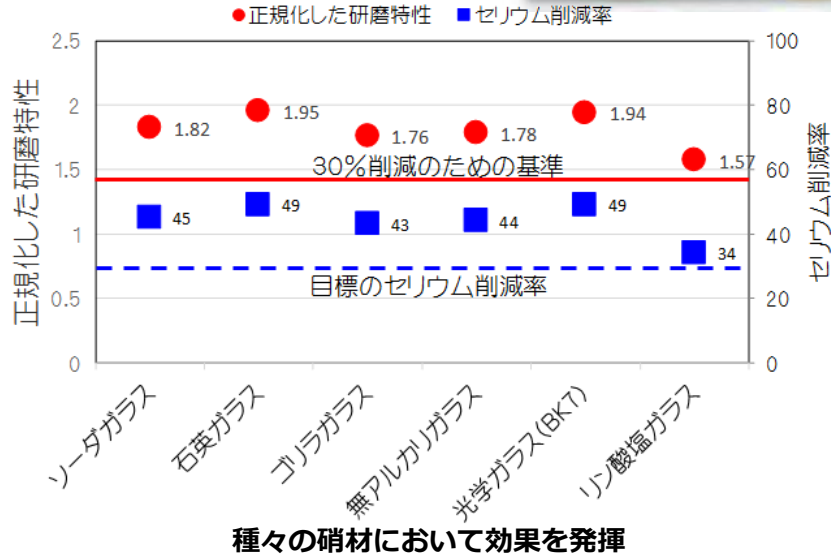
## 研究項目③研磨特性を向上させる研磨パッドの研究開発 達成度: ◎



従来のウレタンより親水性に優れるエポキシを採用し、酸化ジルコウムにより酸化セリウムを代替可能



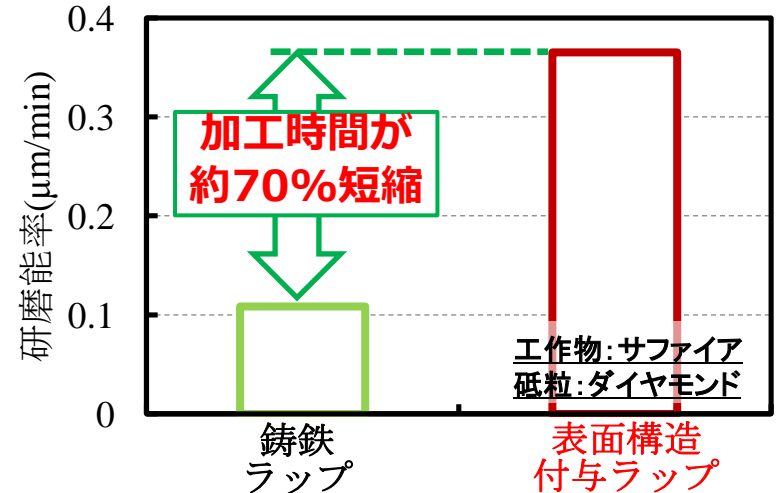
**2012年4月に上市化**



種々の硝材において効果を発揮

展開

### 砥粒滞留性を向上させた粗研磨工具



## ◆知的財産権、成果の普及

	H21	H22	H23	H24	計
特許出願(うち外国出願)	1	8	2	6	17件
論文(査読付き)	1	1	2	3	7件
研究発表・講演	5	7	18	29	59件
受賞実績	0	0	0	1	1件
新聞・雑誌等への掲載	15	3	0	8	26件
展示会への出展	2	2	3	3	10件

ナノテク・部材イノベーションプログラム  
環境安心イノベーションプログラム  
「希少金属代替材料開発プロジェクト」(事後評価)

研究開発項目⑧

蛍光体向けテルビウム・ユウロピウム使用量低減技術及び代替技術の開発

「高速合成・評価法による蛍光ランプ用蛍光体のTb, Eu低減技術の開発」

研究開発成果・実用化の見通しについて (公開)

大学法人 工学院大学

国立大学法人 新潟大学

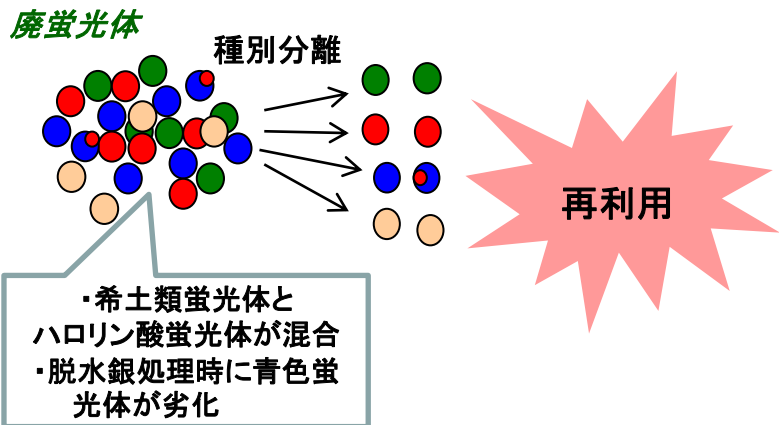
独立行政法人 産業技術総合研究所

[共同研究]野村貿易株式会社/野村興産株式会社

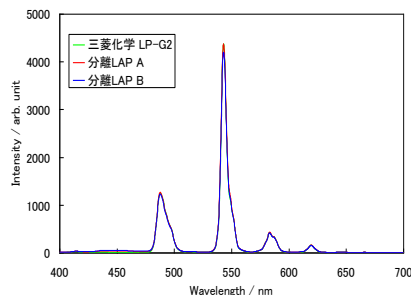
パナソニック株式会社



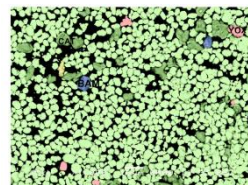
		課題	目標	達成度	状況等
蛍光ランプ 用蛍光体 80%	足し合 わせ ○	蛍光体の Tb,Eu低減	30%低減	× 20%	後半の開発を中止したため、 個別項目としては未達成
		ランプ部材の 開発	30%低減	○	部材レベル
		省使用製造プ ロセスの開発	20%低減	◎ 30%以上	市中蛍光体に適用できる技術 となったために大幅に低減可 能率が向上
	組み合 わせ ×	× 上記技術の組み合わせと細管化との組み合わせで80%低減を蛍光ラン プ*で提示する計画については、新規商品設定が難しくなったため中止  * 平均演色評価数 Ra 80, エネルギー消費効率 90lm/W 以上のもの			
LED用蛍 光体		・蛍光体の性能 予測手法を開発 ・酸化物または酸 窒化物系の赤色 蛍光体を開発	Eu濃度 6mol%以下 内部量子効 率50%以上	◎	・蛍光体の発光波長を精度よく予 測する手法を開発。 ・内部量子効率80%以上を示す酸 化物蛍光体を開発



**回収した緑色蛍光体  $LaPO_4:Ce,Tb$  (LAP)**



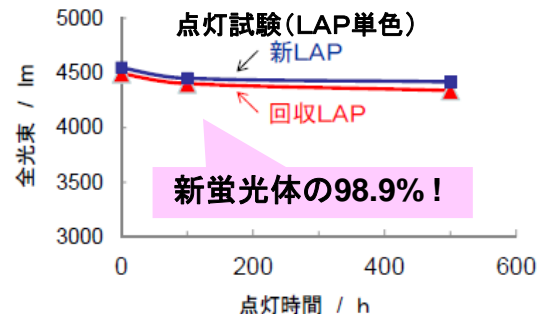
分離したLAPの蛍光スペクトル



分離・回収されたLAP

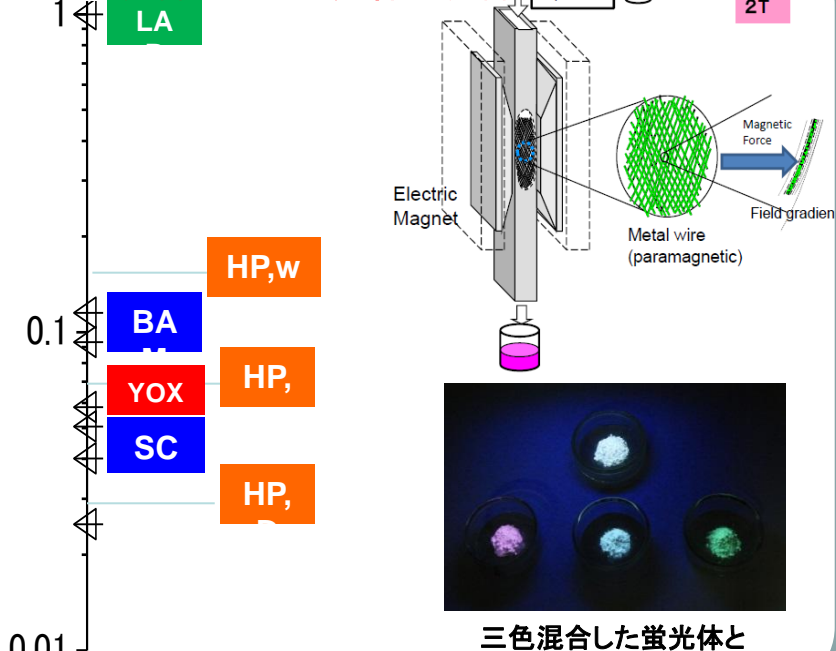
(EDSの組成を元に蛍光体の色で提示)

直管蛍光ランプ(FHF32)による回収LAPのランプ性能試験



三波長ランプ型ランプでほぼ新品とほぼ同等レベル

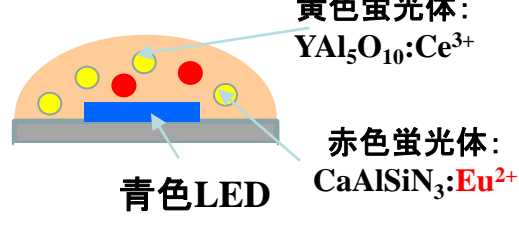
**磁気力分離による蛍光体の分離**



量産用連続分離装置を開発

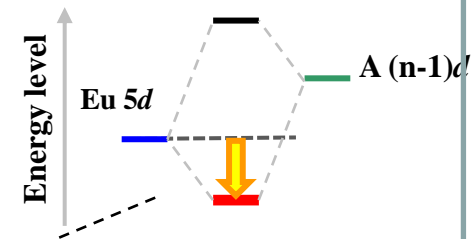
実用化をめざし、量産実証試験へ

**白色LED用蛍光体**



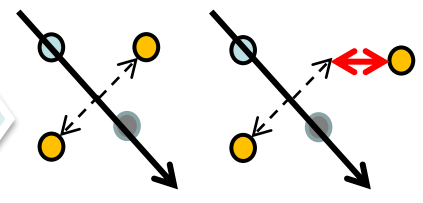
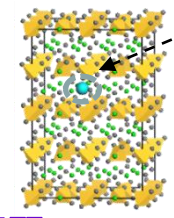
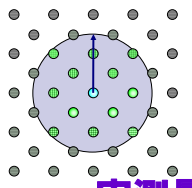
Ce<sup>3+</sup>またはEu<sup>2+</sup>の4f-5d遷移の5d軌道のエネルギー準位が周囲の結合で変化することで発光位置がシフト

赤色は窒化物結晶を母体に用いてEuと周囲との共有結合性を高め赤色領域までシフト。低コストで製造できる酸化物を母体とした赤色蛍光体の実現は容易ではない

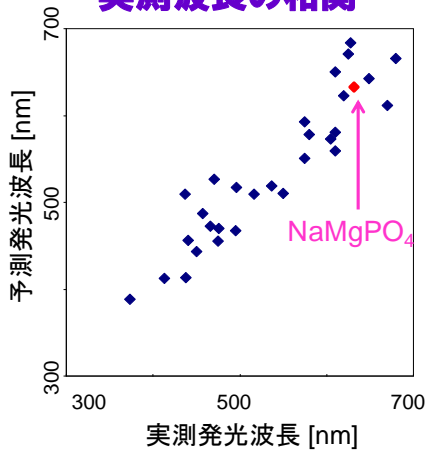


**結晶構造と発光特性との相関**

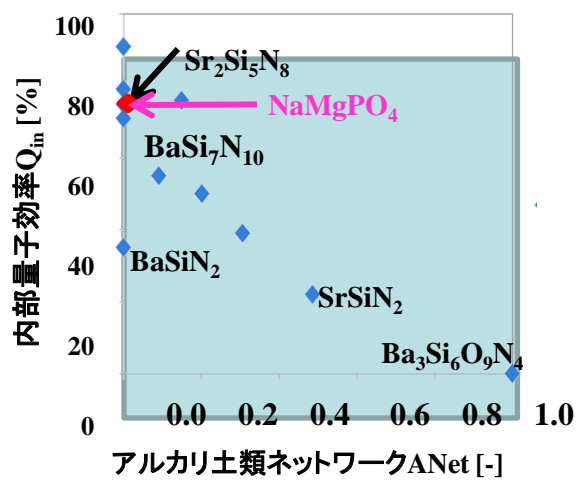
構造指数SIを用いた構造相関解析



**Eu<sup>2+</sup>予測波長と実測波長の相関**



**実測量子効率と対称性の相関**



作業仮説に基づいて無機結晶構造データベースからの網羅的探索を実施

抽出組成範囲	検索構造数	提案構造数
アルカリ金属 (Sr,Ba)+アルカリ土類金属 を含む酸化物かつ7配位	894	53
アルカリ土類(Sr)を含む酸化物かつ6配位	4133	853
アルカリ土類(Sr)を含む酸化物 4~7配位	8669	赤 860 黄 197

Eu周囲の酸素、アルカリ土類の距離と対称性に相関 ⇒ Eu<sup>2+</sup>が赤色発光と予測される酸化物あり。

新潟大Gによる実証試験で多数の新蛍光体を発見

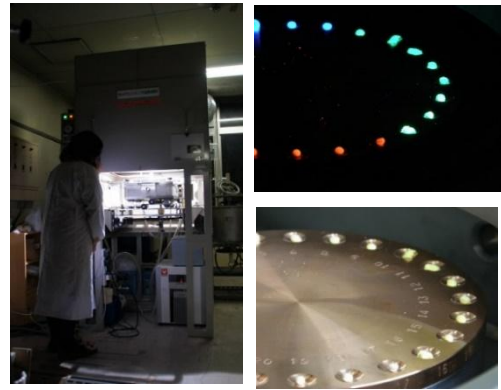
低コストで製造できる酸化物を母体とする赤色発光LED用蛍光体を開発

結晶構造DBから陽イオン周辺が特定配位数のものをコンピュータープログラムで抽出



Sr又はBaを含む6配位、7配位結晶 (860種類)

合成可能な結晶を集光炉で高速に合成



イメージ炉の外観(左図)と24サンプルが合成可能なサンプルホルダー(右図)

・青色LEDで励起可能な酸化物赤色蛍光体複数を見出す  
Euドーブ 2基本組成 特にNaMgPO<sub>4</sub>:Euは高効率  
Ceドーブ 2組成で赤色発光

新規赤色蛍光体 NaMgPO<sub>4</sub>:Eu

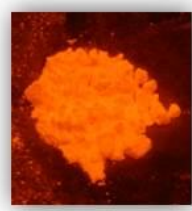
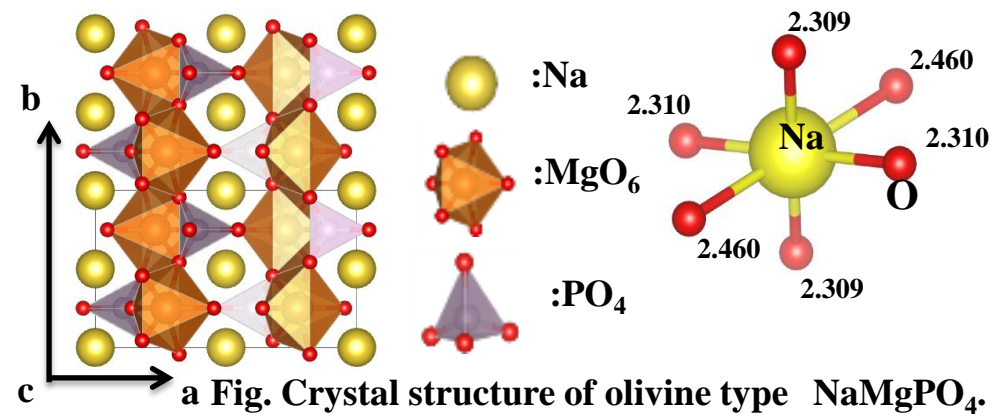
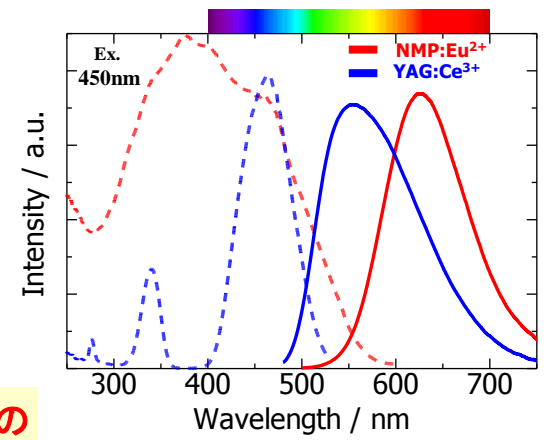


Fig. NaMgPO<sub>4</sub>:Eu emitting red luminescence

450nm励起時に80%以上の内部量子効率を示す!



	H21	H22	H23	H24	H25	H26	
特許出願 ( )内外国出願数	0	1	5 (1)	4	7	2 (1)	19 (2)
論文 (査読つき)	1	3	2	3	5	7	20
研究発表講演	7	28	29	20	24	23	131
受賞実績	0	1	0	0	0	0	1
新聞・雑誌への掲載	0	2	4	1	1	1	9
展示会への出展	2	2	5	4	2	0	15

## ◆本プロジェクトにおける「実用化」の考え方

本プロジェクトにおける「実用化」とは、

「当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されること」

である。