

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」(中間評価)

(2009年度～2013年度 5年間)

プロジェクトの概要 (公開)

NEDO

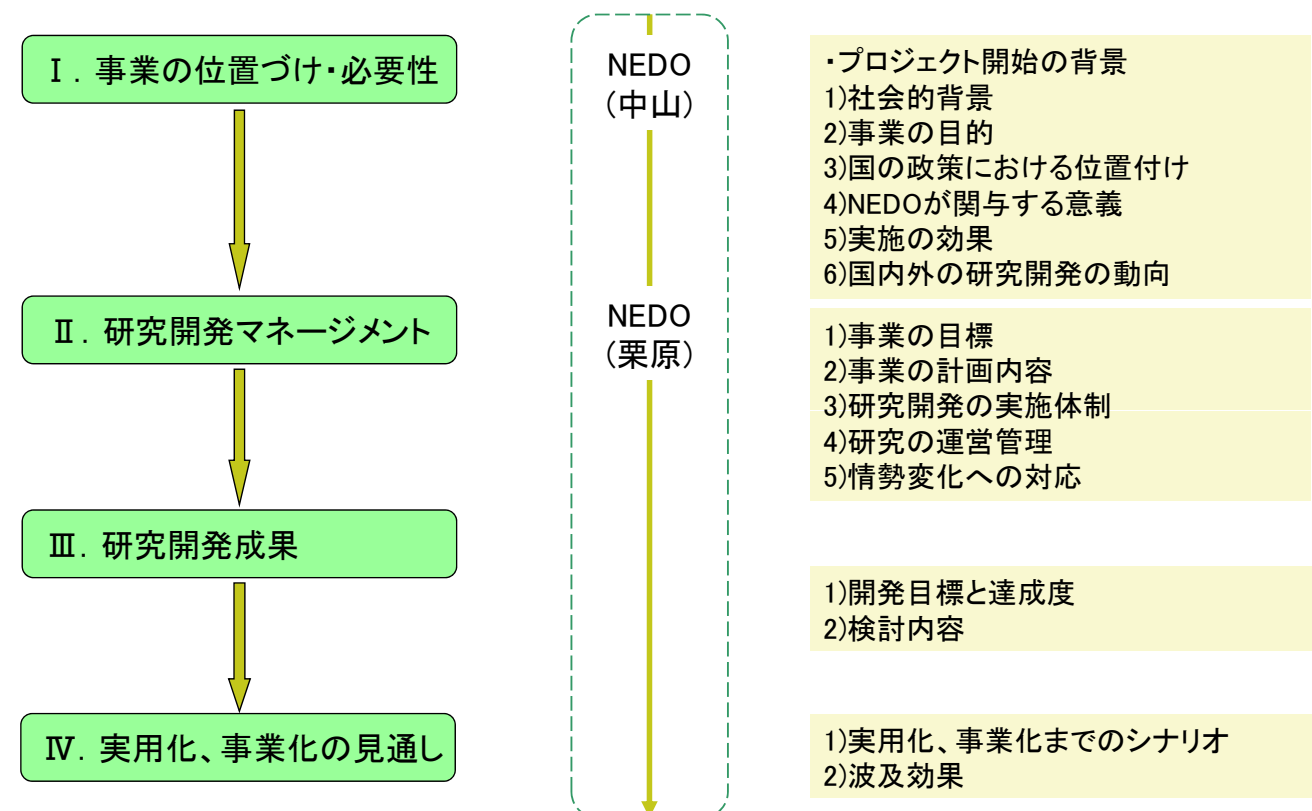
電子・材料・ナノテクノロジー部

2011年7月1日

1 / 32

発表内容

公開



2 / 32

希少金属プロジェクトで白金族、セリウム、テルビウム・ユウロピウムに取り組んだ背景(1)

1.希少金属プロジェクト開始の背景

- ・レアメタルの供給をめぐる情勢変化があり平成18年に安定供給確保のための戦略が立てられ実施される。
- ・NEDOは<代替材料の開発>を担当することとなる。

非鉄金属資源の多くは、自動車・IT関連製品などの製造に不可欠な原材料。特にレアメタルは、我が国製造業の国際競争力の源であるハイテク製品(ハイブリッド車・太陽電池等)等の原材料としても必須。また、レアメタルの多くは、中国、南アフリカなど、特定の資源国に偏在。

【主な用途】

タングステン	超硬工具、特殊鋼、フィラメント	レアアース	磁石、二次電池
プラチナ	自動車排気触媒	銅	電線、電子材料
インジウム	透明電極(液晶パネル)、太陽電池	亜鉛	自動車用メッキ鋼板、合金

【資源の偏在(主要国からの輸入比率(2004年))】

タングステン	中国87%、米国3%、韓3%	レアアース	中国92%、仏4%
プラチナ	南アフリカ77%、ロシア13%	銅(鉱石)	米50%、ペル-12%
インジウム	中国71%、加8%、米国6%	亜鉛(鉱石)	豪23%、ペル-21%

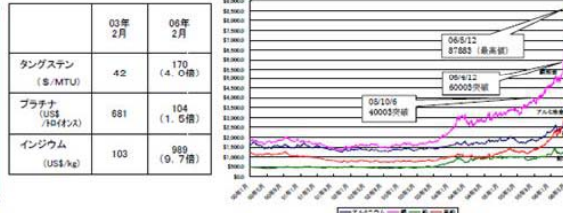
我が国の非鉄金属確保を巡る環境の変化と対応

国際需給の逼迫化を受け、非鉄金属の国際価格は急騰。

国際資源需給に大きな影響を及ぼす、以下のような構造変化を受け、国際需給の逼迫や国際価格の高騰を経験。資源獲得競争も激化。

- 中国等の新たな資源大消費国が出現し、世界市場が拡大。また、中国は資源輸入国化。
- BHPビルリトン、リオチント等海外資源メジャーが巨大化。市場支配力、資金力を拡大。
- 価格高騰を受け、資源ナショナリズムの動きが顕在化。

多様な非鉄金属の特性に応じ、資源セキュリティ確保のため多面的・総合的なアプローチを戦略的に展開。



出典: 「非鉄金属資源の安定供給確保に向けた戦略」(資源エネルギー庁平成18年6月)

<探鉱開発の推進>

激化する資源獲得競争の中で、資源確保に向けた、総合的・多面的な対策を強化する。
 >アフリカなどリスクの高い地域における探鉱開発に対する融資等を積極的に実施。(JOGMEC、JBIC等)
 >偏在の著しいレアメタルの供給源多様化に向け、JOGMECによる海外資源調査を推進。
 >我が国企業の資源権益確保上の交渉力向上に向け、鉱山における低コスト・高効率な資源生産技術を開発。
 >資源国における投資環境改善のため、APEC等のマルチ金合のほか、EPA等の政策協議の場を積極的に活用。

JOGMEC, JBIC

<リサイクルの推進>

使用済製品等からの非鉄金属資源の再利用を促進する。
 >製品中のレアメタル含有情報の提供・活用方策につき検討。
 >リサイクルコストを低減するため、最終製品から金属資源をリサイクルするための技術開発を推進。
 >民間企業が行う製品開発において、リサイクルが容易となる材料・構造の工夫を促進。
 >リサイクル原料の輸入円滑化のため、輸入手続の運用改善等につき検討。

JOGMEC

<代替材料の開発>

レアメタルの機能を代替する新材料の開発を拡大する。
 >タングステン、レアアース、インジウムの機能を代替する材料開発に向け、ナノテクの応用技術など、革新的基盤的研究開発に着手。
 >民間企業においては、性能向上、省使用化のための技術開発を推進。

NEDO

<レアメタル備蓄>

官民協議によるレアメタル備蓄について、備蓄物資の機動的な保有・売却を実施していく。(現在の保有日数は35日分(備蓄目標は60日分。))
 >レアメタル備蓄制度(国備、民備)における官民の役割分担について検討。
 >対象鉱種、機動的な備蓄物資の放出手順等につき検討。

JOGMEC

<その他の取組み>

>マテリアル・フロー調査により、国内におけるレアメタルの詳細な流れを把握する。
 >レアメタルの需給動向等に関する調査・統計を充実させる。
 >海外で資源開発に従事する人材を育成するため、JOGMEC、国際資源大学校等における研修関連事業を強化する。

希少金属プロジェクトで白金族、セリウム、テルビウム・ユウロピウムに取り組んだ背景(2)

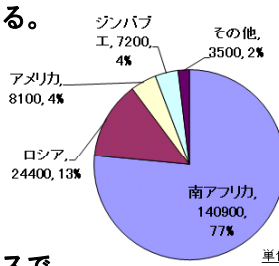
2.白金族、セリウム、テルビウム・ユウロピウムに取り組んだ背景

2.1 供給不安の解消

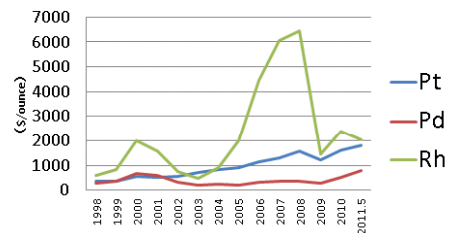
1)白金族の供給不安

- ・埋蔵量、生産とも南アフリカに集中している。
- ・南アフリカの供給懸念と減産の顕在化
 - ①安全、設備等の問題による鉱山の閉山
 - 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
- ・価格の高騰あり。

プラチナの世界生産量(2009年) 合計184,100kg



Pt, Pd, Rhの価格推移



2)レアアースの供給不安

- ・埋蔵は世界各国に分布しているが商業ベースでの生産は中国に集中している。
- ・中国はレアアースの輸出規制を強化している。
 - 企業→国への輸出の一元化(1984)
 - 国内での還付税の引き下げと撤廃(2004~2007)
 - 輸出制限(EL枠)の開始(2005)
 - 輸出税の導入(2006)
- ・EL発給枠の抑制の懸念がある。

2-1)セリウムの供給不安

- ・中国外での新規鉱山開発(米やオーストラリア、ベトナム)の動きはあるが需要動向により操業するかが左右され供給に対する効果は限定的。

2-2)テルビウム・ユウロピウムの供給不安

- ・生産は、中国南東部のイオン吸着鉱からほとんどで、新規鉱山開発による効果は限定的。

産出地	(単位:産出されるレアアース中の各種化合物比率%)				
	中国	アメリカ	オーストラリア	マレーシア	中国
産出地域	Bayan Obo	Mountain Pass	Mount Weld	Lahat Perak	Longnan
鉱石量(万トン)	5740(稼働中)	2900(休止中)	1540(開発中)	不明(稼働中)	不明(稼働中)
イットリウム	-	0.1	-	61	65
ランタン	23	33	26	1	2
セリウム	50	49	51	3	0.4
プラセオジム	6	4	4	1	1
ネオジム	19	12	15	2	3
サマリウム	1	1	2	1	3
ユウロピウム	0.2	0.1	0.4	-	0.1
ガドリニウム	0.7	0.2	1.0	4	7
テルビウム	0.1	-	0.1	1	1
ジスプロシウム	0.1	-	0.2	8	7
ホルミウム	-	-	0	2	2
エルビウム	-	-	0	6	5
ツリウム	-	-	-	1	1
イッテルビウム	-	-	0	7	3
ルテチウム	-	-	-	1	0.4

2.白金族、セリウム、テルビウム・ユウロピウムに取り組んだ背景

2.2 今後の需要増への対応

1) 白金族の需要

- ・需要は、投資/宝飾品向けが減少しているため全体での伸びは大きくない(07/98比137%)が、産業用の伸びは大きく(07/98比203%)、特に自動車触媒向けは大きく伸びている(07/98比235%)
- ・日本、欧州での排気ガス規制の強化により需要増が見込まれる。
- ・将来は燃料電池用触媒用途の需要も見込まれる。

図表6 デューゼル排ガス規制の概要 g/kWh

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
日本 NOx	4.5			3.38			2.0					0.7	
PM	0.25			0.18			0.027					0.01	
	長期			新短期			新長期			ポスト新長期			
NOx	-			-			5.90			3.60			
PM	-			-			0.49			0.20			
	NOx・PM法(大都市圏、使用中の自動車)												
NOx	-						-						3.60
PM	-						-						0.20
	オフロード												
NOx	5.0			-			3.5			2.0			
PM	0.1			-			0.03			-			
	Euro3			Euro4			Euro5			Euro6:2014~			
NOx	-			-			4.0			1.0			
PM	-			-			0.3			0.25			
	オフロード(3%)												
	(4%)												

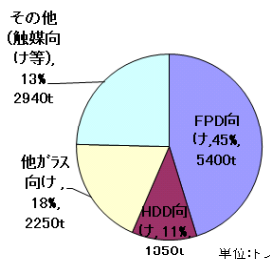
出典:経済産業省・環境省資料、規制値等は代表例、施行時期は概略

2) レアアースの需要

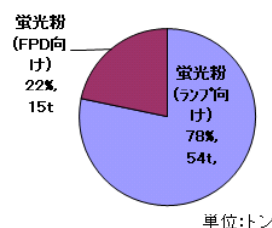
2-1) セリウムの需要

- ・需要は、全体の伸びは(07/98比154%)だが、特に研磨剤向けの伸びが大きい(07/98比242%)
- ・FPD、HDDの需要増に応じ今後も使用量の増加が見込まれる

酸化セリウム・セリウム化合物の国内需要(2007年) 合計:11,940t



ユウロピウムの国内需要(2007年) 合計 69t



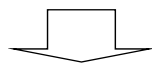
2-2) テルビウム・ユウロピウムの需要

- ・蛍光体用途の需要は引き続き旺盛であり供給がタイトな現状の需要が維持される見込みである。
- ・欧州では電力消費量の大きい白熱灯廃止の動きがあり電球型蛍光ランプ(3波長蛍光ランプ)の需要増が見込まれる。

1. 事業の位置付け・必要性について (1) NEDOの事業としての妥当性

1) 社会的背景

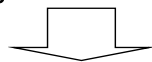
・希少金属(レアメタル・レアアース)は、現在、我が国産業を支える高付加価値な部材の原料であり、情報家電、ロボット、電池等の新たな産業分野の成長に伴い需要の増大が見込まれるが、その希少性・偏在性・代替困難性から、市場メカニズムが有効に機能せず、その需給逼迫が経済成長の制約要因となると懸念される。



・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。

2) 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間隙のない開発体制を確立して進める。

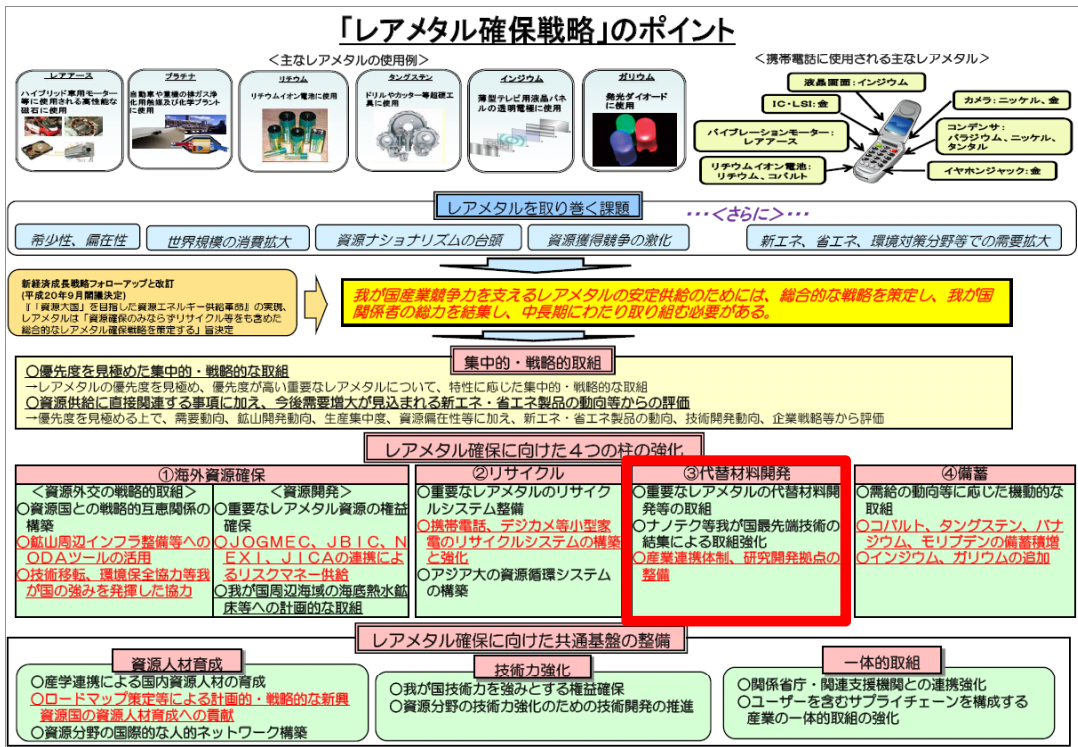


・代替材料開発、使用量削減技術を確立する。実用化、事業化につながる技術の確立、供給懸念が実際に起こった時にその対応策となる技術の確立を目指す。

1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

3)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。



1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

3)国の政策における位置づけ

・第3期科学技術基本計画(2006年3月28日閣議決定)

ナノテク・材料分野の戦略重点科学技術の一つ

「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」

・ナノテク・部材イノベーションプログラム

「IV.エネルギー・資源・環境領域 ii)資源制約を乗り越える！」

・環境安心イノベーションプログラム(資源制約克服/3R)

1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

3)国の政策における位置づけ

第3期科学技術基本計画

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のエレクトロニクス
 - 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のナノバイオ・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

1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

3)国の政策における位置づけ

ナノテク・部材イノベーションプログラム

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。

● 総会計 ● 特別会計



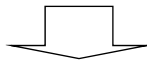
IPGの目標

- 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、他国の追跡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。

4)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(産一研究機関)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、川下の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

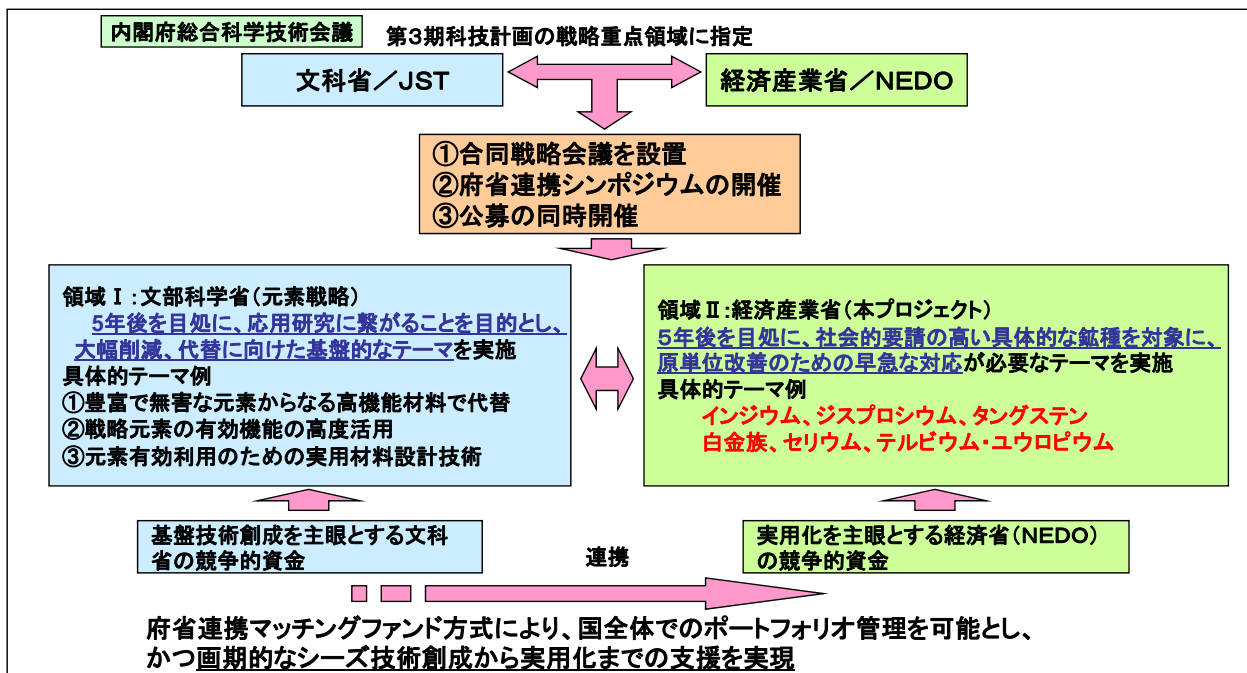


政策的な位置付け、資源セキュリティ、技術開発の開発リスクの観点からNEDOが推進すべき研究開発プロジェクトである

4)NEDOが関与する意義

文部科学省との府省連携

・公募の同時開催、公募内容の共有と振り分け、プロジェクト評価結果の共有、シンポジウムの共催(取り組みと成果の報告)等を行い、国として基礎から実用化までをカバーした研究開発を進める。



1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

研究開発と調査・今回の中間評価テーマ

- ・プロジェクトの特徴は、レアメタルに対するリスク調査を行い重要鉱種を決定し、研究対象として採用するサイクルをまわして進めていることにある。結果として2010年7月の大きな状況変化を先取りした動きにつながられている。
- ・今回の中間評価対象のプロジェクトは、2009年から研究開発を開始した⑥-1～⑧の5テーマである。

テーマ	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
第1回調査	調査1.1	調査1.2							
2007～実施プロジェクト ①②In(透明導電膜) ③Dy(Nd-Fe-B磁石) ④⑤W(超超工具)			公募・採択 中間評価						
第2回調査				調査2					
2009～実施プロジェクト ⑥-1, 2Pt族(排ガス触媒) ⑦-1, 2Ce(ガラス研磨) ⑧Tb・Eu(蛍光体)					公募・採択 中間評価 (予定)				
2009補正～実施プロジェクト ⑨-1新磁石(Dy代替)					委託事業:補正				
2010補正～実施プロジェクト ⑩-1Ce(排ガス助触媒) ⑩-2グラフェン(In代替) 2010補正～実施プロジェクト 2/3助成事業(59事業)						委託事業:補正			
第3回調査						調査3			

1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

5)実施の効果 費用対効果

【定量効果】

テーマ名	元素	金額	削減見込量	2011/5月価格	備考
⑥排ガス浄化向け白金族	Pt	114億円	4.5t/年	4,964円/g	1\$ = 85円
	Pd	53億円	6.6t/年	1,615円/g	
	Rh	87億円	3.0t/年	5,822円/g	
⑦精密研磨向けセリウム	Ce	600億円	3,780t/年	12,750円/kg	
⑧蛍光体向けテルビウム・ユウロピウム	Tb	53億円	52t/年	102,000円/kg	
	Eu	76億円	75t/年	102,000円/kg	
合計		983億円			

5年間の予算見込み約42億円に対し、2010年5月の価格で計算すると白金族254億円、セリウム600億円、テルビウム・ユウロピウム129億円 計983億円の削減効果となる。

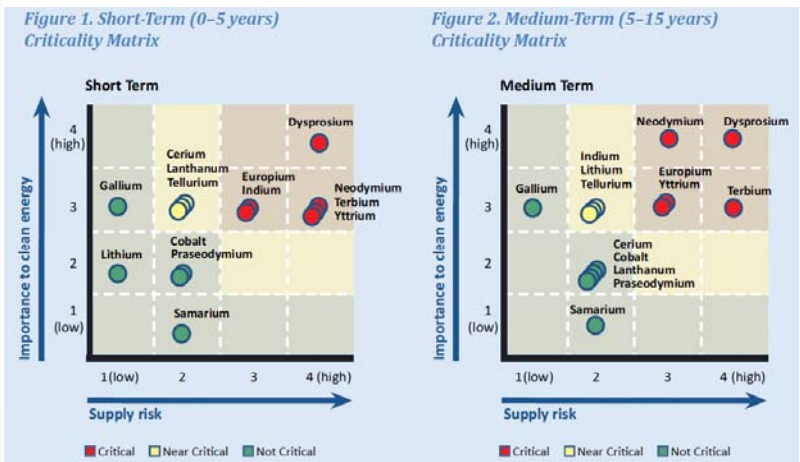
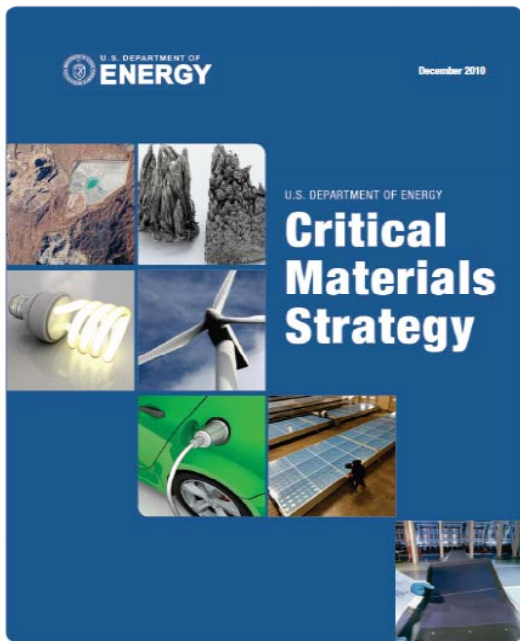
【定性効果】

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向け蛍光体等の日本の産業競争力を支える製品に使われている。本開発によるレアメタルへの依存リスクの軽減は、本対象のみならず、日本の産業競争力の向上に寄与する。実際、2010年7月にはレアアースの供給懸念が顕在化したが、この事態を先取りした研究開発を既に行っており、成果も出ており、実用化の動きも取っていることを国内外に示すことができた。

1. 事業の位置付け・必要性について (2)事業目的の妥当性

6)国内外の研究開発の動向

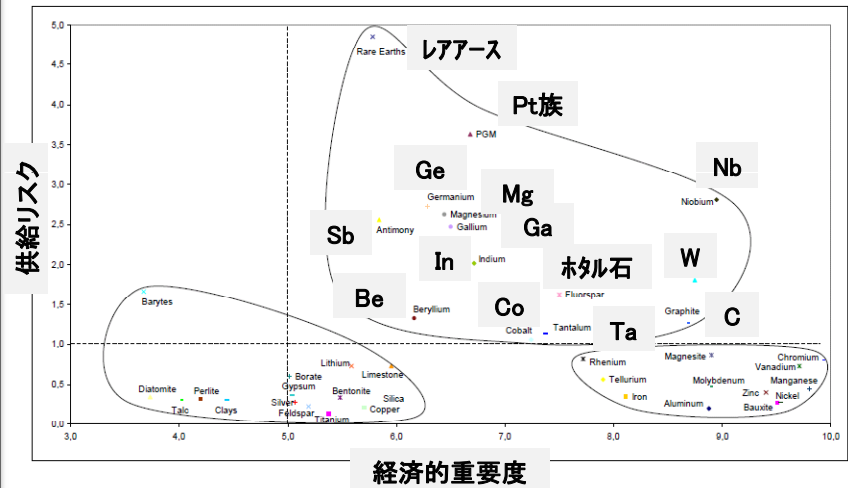
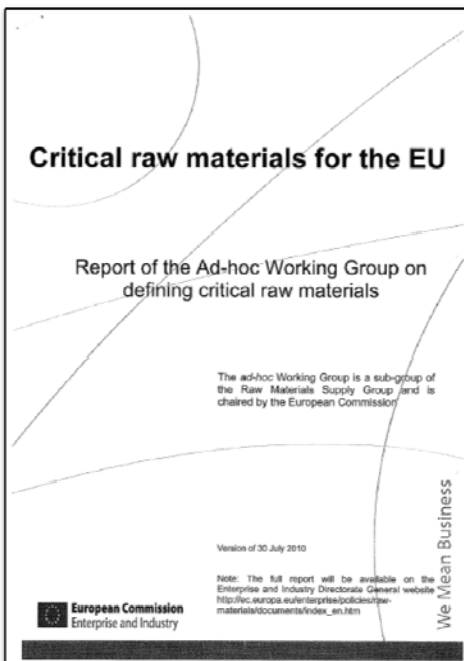
- ・米国からは、米国エネルギー省より「Critical Materials Strategy(2010.12)」が発行される。
- ・クリーンエネルギー向け(太陽電池/風力発電/車/照明)の供給リスクのある元素が、短期的(~5年)、長期的(5~15年)観点から示されている。



1. 事業の位置付け・必要性について (2)事業目的の妥当性

6)国内外の研究開発の動向

- ・EUからは、「Critical raw materials for the EU(2010.2)」が発行される。
- ・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。



2. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標の妥当性

研究開発目標と根拠

1)事業の目標

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	今後の供給	今後の需要	鉱種選定
8	Nb	遷移金属	主産国・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(主に鉄合金高張力鋼)は安定している ・ブラジルの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(07/08比97%) ・プラスチック難燃剤が主用途であり国内需要も漸減傾向にある(07/08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人権問題に根ざす労務問題 ・世界需要の伸びが比較的低い(07/08比137%) 要因は投資・宝飾向けの減少であり、産業用は急増(07/08比203%うち自動車触媒295%)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	・チリが主産国であるがチリ、オーストラリア、アルゼンチン、中国、カナダ(2007年の生産比率各々38、22、12、9、3%)ほかでも生産されている ・二次電池向け高純度リチウム・水酸化物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	中国が主産国であるがベネチア、ペルー、カナダ(2007年の生産比率各々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(07/08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	・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増産税還付廃止 ②輸出許可制度 ③EIL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 ・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(243%)	懸念大	安定化	-
33	Ce		・FPDの需要増に応じ今後も需要増が見込まれる ・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 ・ほぼ全量蛍光灯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需要増が見込まれる	懸念大	増加	◎
37	Bu		・ほぼ全量蛍光灯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需要増が見込まれる	懸念大	増加	◎
38	Tb		・STBと同じ、蛍光灯用途に加え、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		・蛍光灯・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%を占める蛍光灯用途の需要が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)

2. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標の妥当性

研究開発目標と根拠

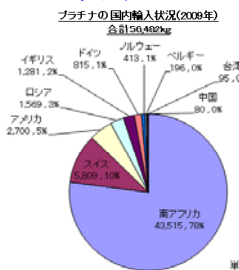
1)事業の目標

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

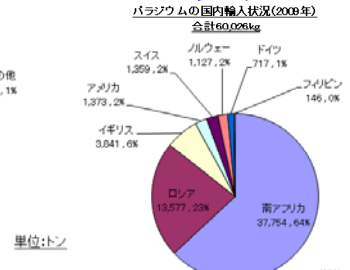
<白金族>

- ・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。

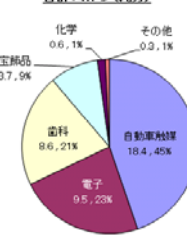
<プラチナ>



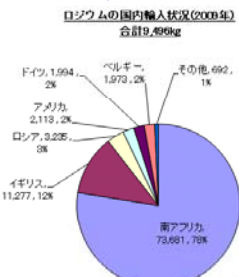
<パラジウム>



<ロジウム>



<ロジウム>



<パラジウム>



2. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標の妥当性

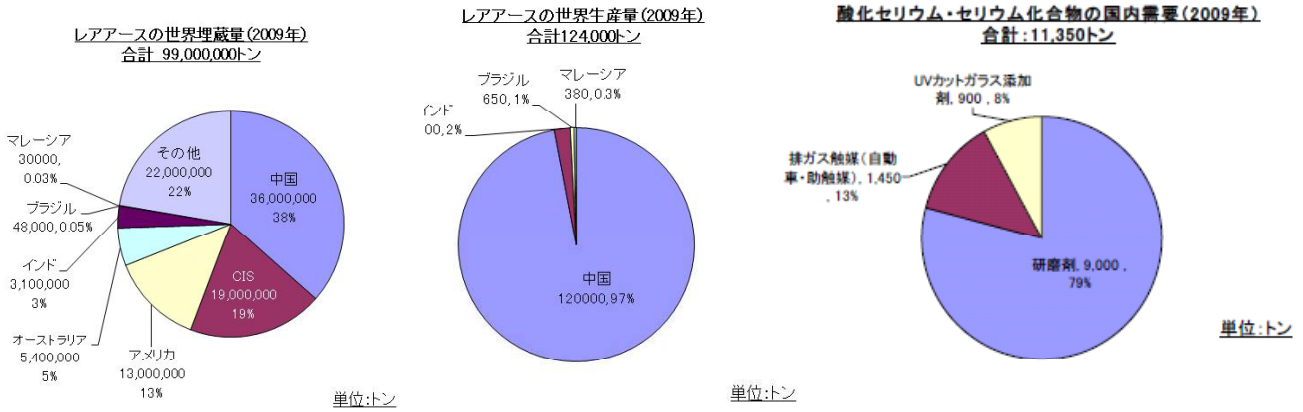
研究開発目標と根拠

1)事業の目標

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。



2. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標の妥当性

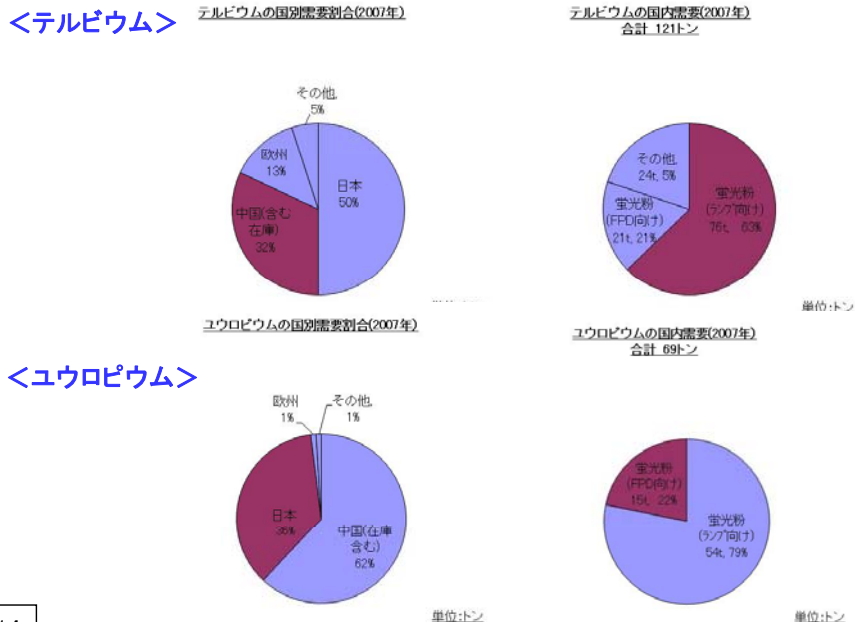
研究開発目標と根拠

1)事業の目標

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。



<ユウロピウム>

2. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標の妥当性

研究開発目標と根拠

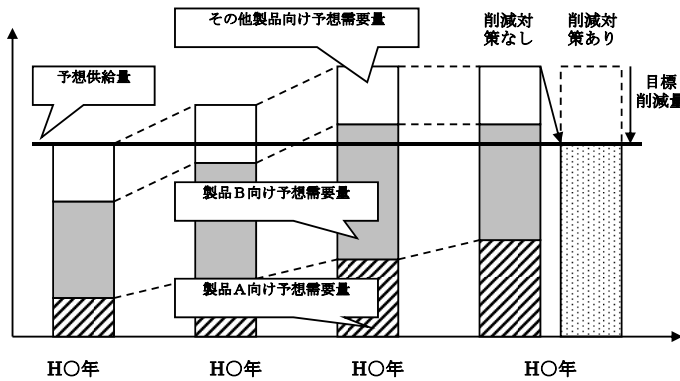
1)事業の目標

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】

目標消費削減率 (%) = 100 x { 1 - ([予想国内供給量] / [予想国内需要量]) }



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

2. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標の妥当性

研究開発目標と根拠

1)事業の目標

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

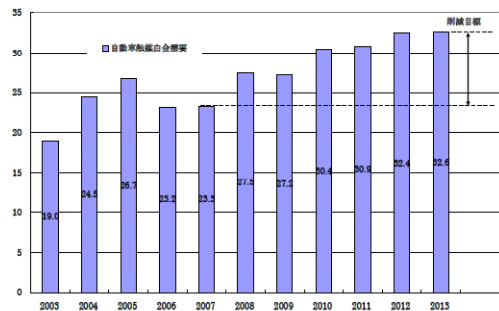
【需給動向】

・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

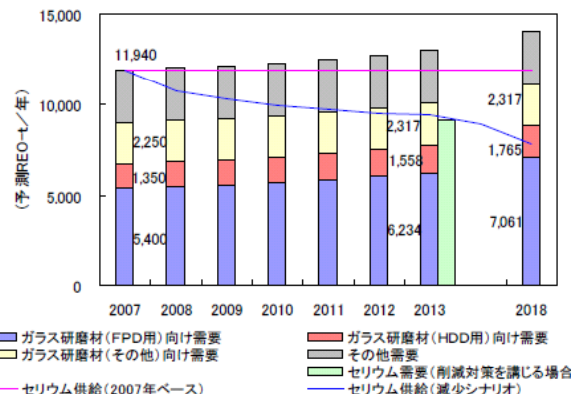
【需給動向】

・2013年におけるセリウムの予想国内需要量13,049t、同年の予想国内供給量は9,461tとの1.38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。



2. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標の妥当性

研究開発目標と根拠

1)事業の目標

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】

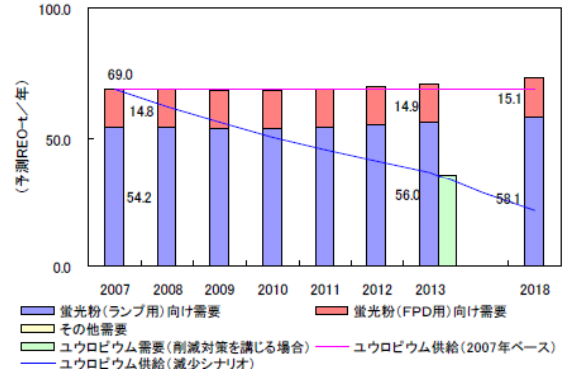
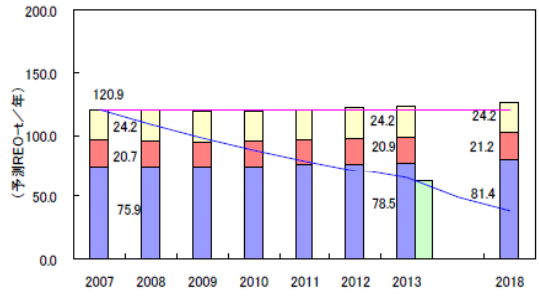
・2013年におけるテルビウムの予想国内需要量は71t、同年の予想国内供給量は減少シナリオから37tと52%の確保に留まり、2018年には21tと28%の確保に留まると想定。

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。
 (大きな削減が行われることが想定され、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)



2. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標の妥当性

研究開発目標と根拠

1)事業の目標

5)使用量削減目標(まとめ)

・各鉱種の需給動向予測から、供給量が変わらないとして需要予測を元に、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)できる技術を確認することとした。

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	・白金族の産出は特定国に依存。 ・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(40%)の削減が必要。政策的判断を加え50%削減とした。
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	・セリウムの産出は特定国に依存。 ・2007年の国内供給量は11,940t。2013年の需要は13,049tと調査より予測。2013年の供給量は2007年より少い9,461tと仮定し需給ギャップの3,588t(30%)の削減が必要。政策的判断を加え30%削減とした。
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	・テルビウム・ユウロピウムの産出は特定国に依存。 ・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。 ・ユウロピウムも 同様に試算し51t(71%)の削減が必要と判断。 ・政策的な積み増しの判断を加え、80%の削減を目標とした。

1)事業の目標

採択テーマと機関

・2009年4月15日～5月25日かけ公募を行う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

事業の開発予算

2)事業の計画内容

・希少金属代替材料開発プロジェクトは、各テーマとも2009年～2013年の5年間のプロジェクト期間で、予算総額約42億円の見込みで、各削減目標に対し研究開発を進めている。（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
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	(100)	(100)
⑥-2 Pt族使用量低・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	(100)	(80)
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	(130)	(130)
⑦-2 Ce使用量低・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	(140)	(140)
⑧ TbEu使用量低・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	(100)	(133)
合計金額		600 【503】	396 【1,082】	446	(570) 予定額	(583) 予定額

情勢変化への対応

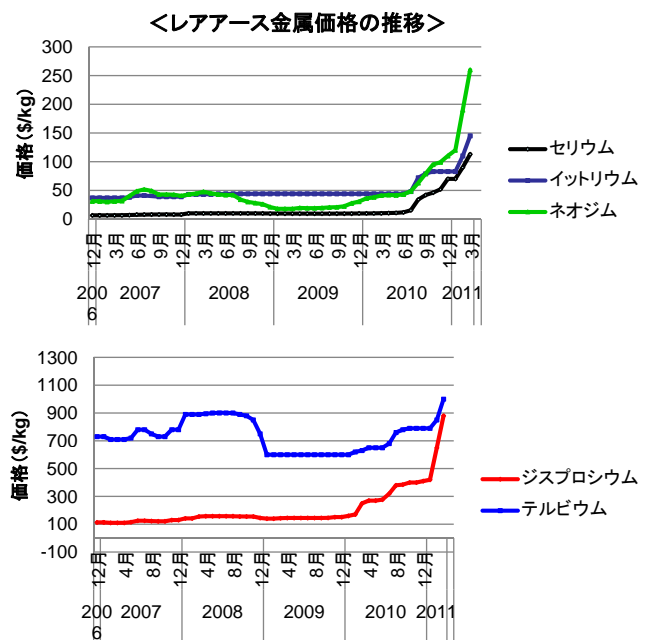
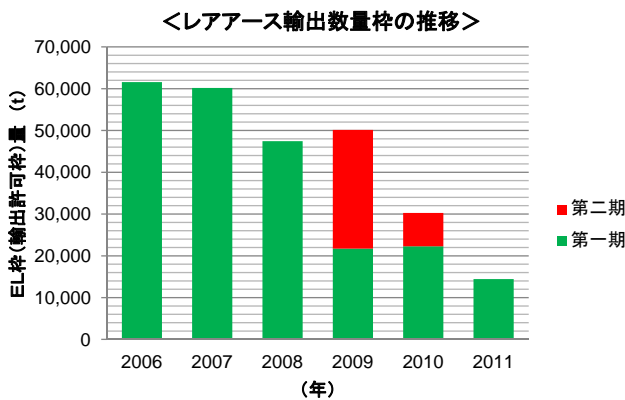
・2010年度はレアアースの供給懸念が顕在化。以下の対応を取る。

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) 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	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 ・ 新規テーマ追加(2010～2011年の研究期間) 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 ・ 既存のテーマの研究開発加速のための予算追加 ・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 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)

1)プロジェクトのマネジメント

レアアースの供給問題

・2010年7月を起点に、2010年9月に事態の深刻化が進み、価格の高騰や入手難が起こっている。2010年第2期の輸出枠は前年の28%に、2011年第1期の輸出枠も前年の65%に削減された。Ceの価格は1年前の\$5/Kgから\$150/Kgと30倍に高騰。現在も価格上昇中。

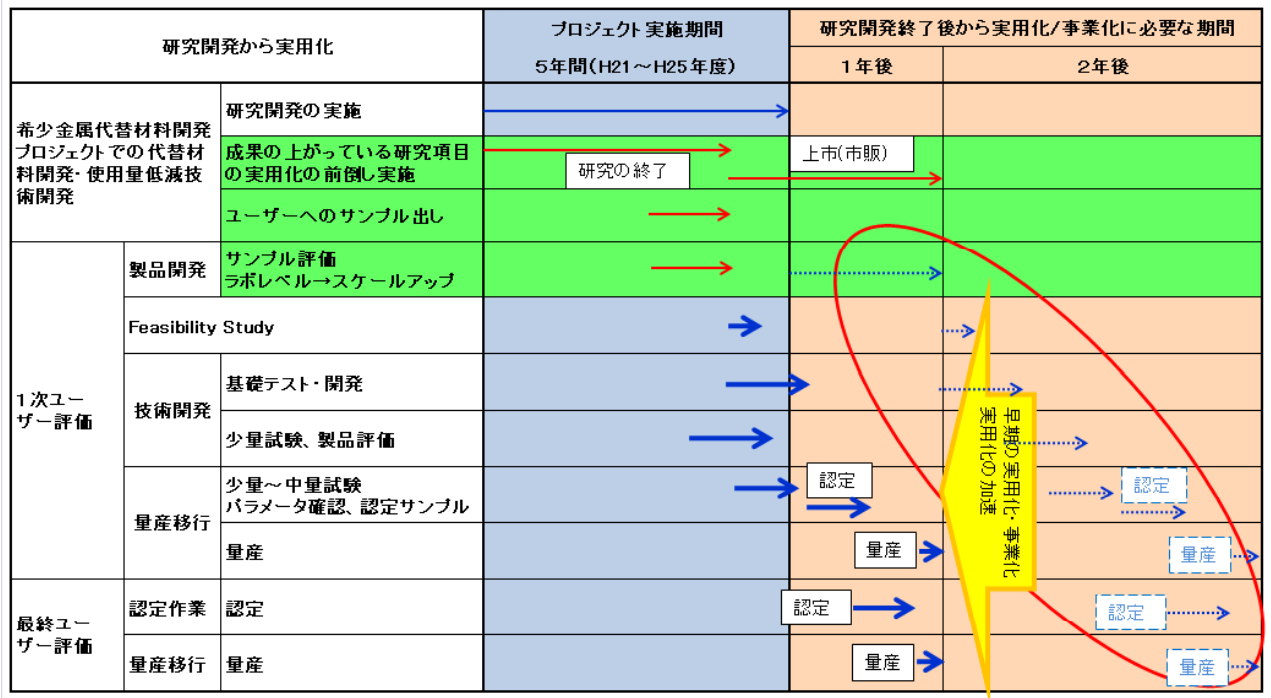


2. 研究開発マネジメントについて (4)研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性

1)プロジェクトのマネジメント

成果の前倒しスキームの作成と実施

・プロジェクト期間終了後のサンプル評価を、プロジェクト実施期間中に開始するスキームを作成し実施中。



2. 研究開発マネジメントについて (4)研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性

1)プロジェクトのマネジメント

補正予算による研究加速

・2009年度、2010年度に補正予算を投入し研究の加速を図る。

年度	件名	金額 (百万円)	目的	成果
2009	⑥-1Pt	93	各種排気ガス分析装置の導入、外注分析費	排ガス分析計の導入により、触媒の評価が早く進み開発した触媒の特性確認が進む。
	⑥-2Pt	104	担体物性評価装置、触媒特性評価装置、触媒調整装置、エンジン評価設備を購入する。	銀触媒のスス燃焼特性がわかりスラリー評価に早く進むことができた、また、担体の性能向上にむずぎつけることができた。
	⑦-1Ce	106	電界制御研磨の評価装置、ガラス表面加工装置、動的粘弾性測定装置を購入する。	電界制御研磨が研磨能率が高いこと、トライボとの組み合わせで効率良い研磨ができることが確認できた。また、砥粒が求めるパッドの表面特性が確認できた。
	⑦-2Ce	108	複合砥粒分析装置、製造装置、評価装置を購入する。研磨パッドでの研磨の仕上がり評価用評価装置を購入する。	各装置を導入することで、研磨特性の出る複合砥粒の開発が進み、また、研磨パッドの材質をエポキシパッドにした時の効果確認が早くでき開発が進んだ。
	⑧TbEu	92	蛍光体構造、部材からデバイスまでの統合解析ができるシミュレーションソフトを導入する。蛍光体合成のための特殊電気炉を導入する。	開発した材料・部材の最適な配置・組合せ法がわかるようになり実際のランプ試作の選択が行えるようになった。試料合成、溶融のための試料準備、後処理が行えるようになり試作点数が多くなった。
2010	⑥-2Pt	170	担体の試作量産設備導入と触媒製造設備の導入	2011年度に研究を実施。成果はこれから。
	⑦-1Ce	200	電界研磨の大型化検証用装置の導入	
	⑦-2Ce	712	外部ユーザー評価促進のための評価拠点整備とパッド研磨試験設備の導入	

2)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る。

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い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でいる。

4)状況変化への対応

・2010年度実施の希少金属のリスク調査の一環で、リスク調査で絞り込んだ20鉱種についてシーズ研究調査・特許調査を実施。研究や知財の状況を把握している。

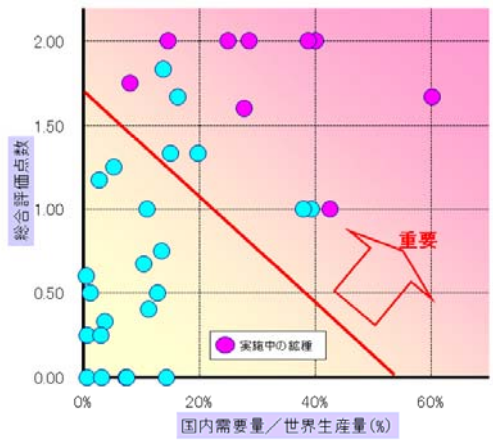
リスク調査の実施

・20010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(各項目の変動の大きさ)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、取り組むべき重要鉱種を選定。プロジェクトでの研究開発取り組みの検討中。
・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、調査委員会での内容の検討、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20元素を調査会社が抽出。

・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

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」(中間評価)

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

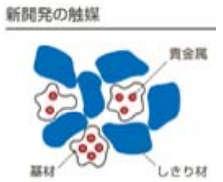
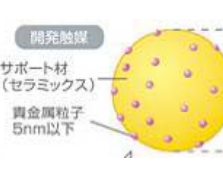
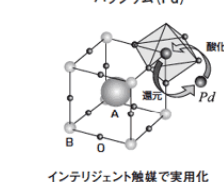
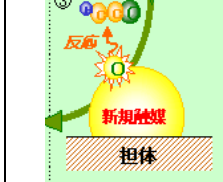
1/15

1. 研究開発の背景

公開

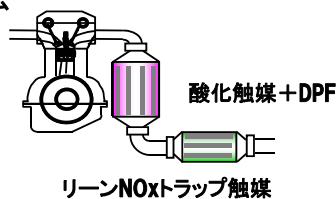
■耐熱性向上技術比較

■新規性 PGMを埋没させずに微粒子化、基材を物理的に隔離し、凝集抑制
■優位性 微粒PGMを有効に活用可能、基材凝集を抑制し機能低下しない

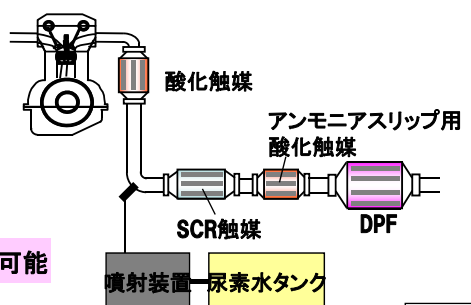
	日産 (提案技術)	マツダ シングルナノ触媒	ダイハツ インテリジェント触媒	ホンダ Mixed Phase Cat.
技術概要				
狙い	PGM、Feを基材に担持、 基材を仕切り微粒子維持	PGMを基材に埋め込むこ とで微粒子維持	PGMをヘロアスカイト中に組 み込むことで微粒子維持	PGMをヘロアスカイト中に組 み込むことで微粒子維持
PGM粒子	シングルナノ粒子(10nm以下)			

■ディーゼル排気浄化システム技術比較

提案システム



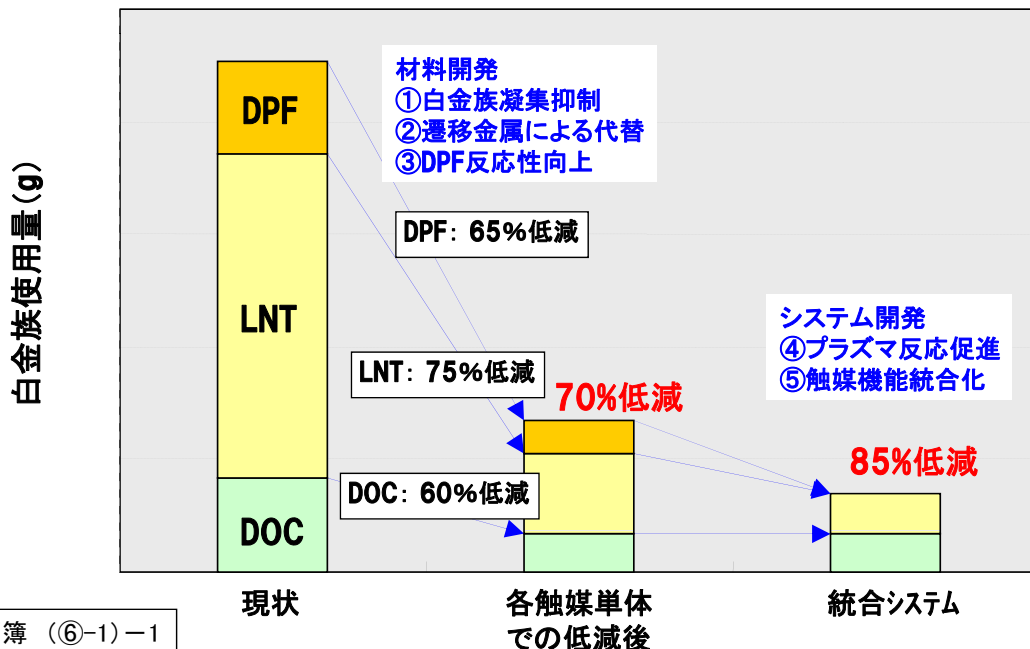
従来システム
(SCR)
日産ディーゼル



■優位性 小型システムにより大型だけではなく、中～小型に適用可能

2/15

時期	目標値
中間目標:平成23年度	・触媒材料および触媒システムに関する要素技術の確立
最終目標:平成25年度	・各触媒仕様開発による:白金族使用量70%低減の達成 ・プラズマおよび触媒統合化システムによる、85%低減の達成



中間時におけるプロジェクトの目標、及びプロジェクトとしての状況

触媒材料および触媒システムに関する要素技術を確立した。
最終目標達成に向けて実用化研究へ移行する

①遷移元素による白金族代替に関する研究開発

- ・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Fe化合物を高分散配置した材料)

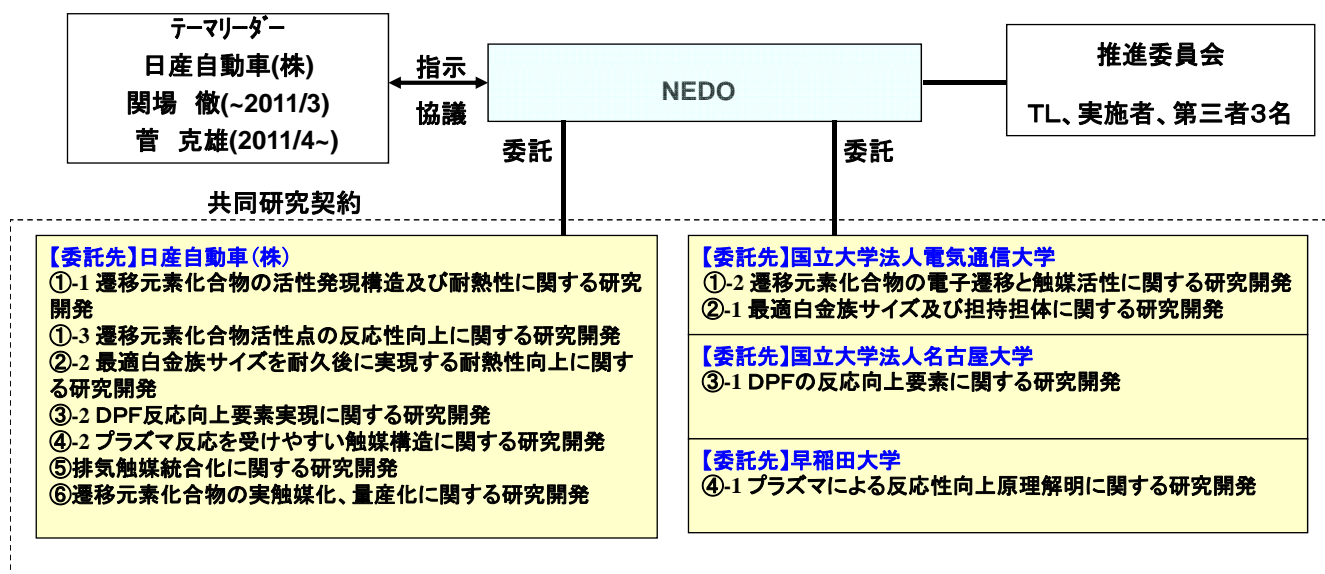
②プラズマによる活性向上に関する研究開発

- ・リッチスパイクが機能しない低温域においてもプラズマ添加でNOx浄化することがわかった。また、プラズマを連続的に添加しなくても間欠的に添加することで連続的なNOx浄化可能であることを実証した。

③排気触媒統合化に関する研究開発

- ・触媒機能を一体化することにより、コンパクトな触媒システムにできる可能性がある。

研究開発の実施体制



・日産自動車(株)主催による「推進委員会(年1回)」開催
外部有識者の意見を運営管理に反映

東京大学 堂免一成教授 東京工業大学 岩本正和教授
九州大学 石原達己教授

反映内容 (1) 材料構造と反応特性の関係を詳細に解析すること

- ・その他、以下の委員会を開催
- 「進捗フォローアップ会議(全体会議 年2回、日産一各大学間 毎月)」
研究内容の進捗状況確認と今後の方針を協議
- 「特許出願検討会(年4回)」出願内容の掘り起こし・ブラッシュアップ

2. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標の妥当性

研究開発項目	中間目標	最終目標	根拠
①遷移元素による白金族代替に関する研究開発	活性点の候補材料種を決定	耐久性(700°C100hr)のある遷移元素活性点の決定	左記の目標を達成することにより、白金族使用量の10~65%を代替可能
②白金族凝集抑制手段に関する研究開発	耐久後、Pt,Rhの最適な担体で最適粒子サイズを実現	耐久後、Pt, Rh, Pdの最適な担体で最適粒子サイズを実現	左記の目標達成することにより、白金族使用量を50~75%低減可能
③DPFの反応向上要素とその実現に関する研究開発	DPFの反応性を向上する触媒担持位置の明確化	最適な触媒担持位置を実現	DPFの最適な触媒配置を開発することにより、白金族を65%低減可能
④プラズマによる活性向上に関する研究開発	触媒の設計指針の明確化	約10%の活性向上アシスト分を達成する触媒を選定	左記の目標値を達成することにより白金族50%低減可能なプラズマ触媒反応システムの実現
⑤排気触媒統合化に関する研究開発	統合システムの課題明確化	耐久後に白金族使用量を85%低減可能なシステムを決定	①~③および⑥の研究開発を実施することにより、ディーゼルシステム全体で70%低減を達成(DOC:60%、LNT:75%、DPF:65%)
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	耐久前において白金族使用量低減仕様を決定	さらに④および⑤の研究開発を組合わせた触媒統合化システムにより、85%低減の達成

2. 研究開発マネジメントについて (2) 研究開発計画の妥当性 ▲:基本原理確認 ●:基本技術確立

研究項目	2009	2010	2011	2012	2013	最終目標
①遷移元素による白金族代替		遷移元素活性点の反応メカニズム解明と材料選定	▲	●	●	白金族使用量を10~65%代替できる単金属触媒粉末の決定
②白金族凝集抑制による使用量低減		励起電子測定によるPt, Rh, Pdの最適サイズおよび最適な担体の決定	●	●	●	白金族使用量を50~75%低減できる白金族触媒粉末の決定
③DPFの反応向上要素把握とその実現	PM反応モデルの決定		▲	●	●	DPFの白金族65%低減可能な触媒配置の実現
④プラズマによる活性向上と触媒の実現		プラズマによる反応向上の原理解明	▲	●	●	白金族50%低減可能なプラズマ触媒反応システムの実現
⑤排気触媒統合化		機能統合化の課題を明確にし、解決方策立案	●	●	●	85%低減可能な統合化システムの決定
⑥実触媒化、量産化		耐久前で目標を達成する実触仕様の決定	●	●	●	白金族低減触媒の実触媒化

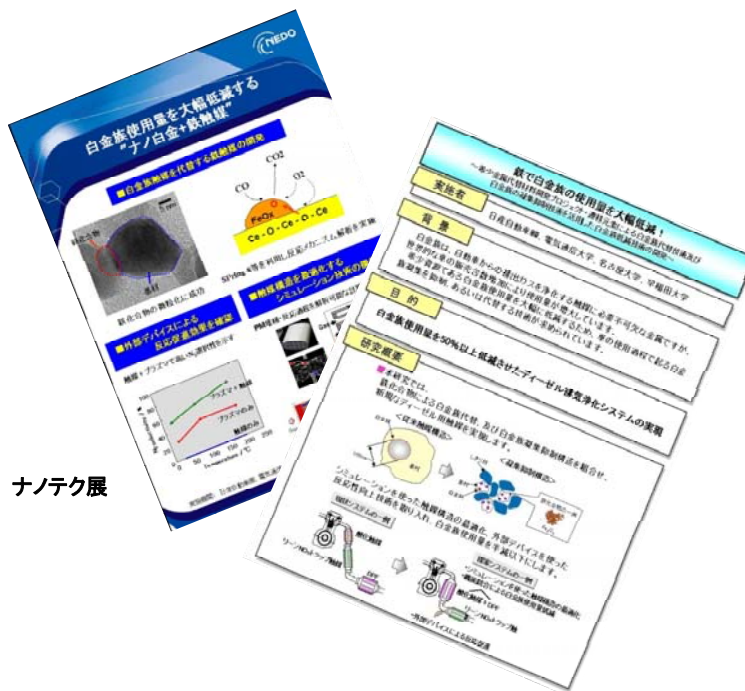
(単位:百万円)

研究項目	'09	'10	'11	'12	'13	合計額
①遷移元素による白金族代替	75 【37】	24.87	31.41	(38.68)	(42.07)	212.03 【37】
②白金族凝集抑制による 使用量低減	12	9.97	8.45	(5.1)	(0)	35.52
③DPFの反応向上要素把握と その実現	2	5	9.31	(8.61)	(8.61)	33.53
④プラズマによる活性向上と 触媒の実現	7	16.67	12.45	(13.72)	(12.57)	62.41
⑤排気触媒統合化	4 【56】	5.28	5.28	(5.28)	(6.24)	26.08 【56】
⑥実触媒化、量産化	0	5.2	13.1	(28.6)	(30.5)	77.4
合計額	100 【93】	66.99	80	(99.99) 予定額	(99.99) 予定額	446.97 【93】

※【】内は補正予算で外数

研究開発項目	中間目標	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	活性点の候補材料種を決定する	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の最適な担体で最適粒子サイズを実現	反応活性に有効なPt、Rhサイズが存在することがわかった	○
③DPFの反応向上要素とその実現に関する研究開発	DPFの反応性を向上する触媒担持位置を明確にする	各排ガス成分が混合した状態のPM堆積・燃焼反応モデルができた触媒担持位置の最適設計に着手	○
④プラズマによる活性向上に関する研究開発	触媒の設計指針の明確化	プラズマを連続的に添加しなくても間欠的に添加することで連続的なNOx浄化可能であることを実証した	○
⑤排気触媒統合化に関する研究開発	統合システムの課題明確化	大きな跳ね返りなく一体化でき、コンパクト化の可能性を実証した	○
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	実触媒化時の課題の明確化を進めている	△ (H24年3月達成予定)

2011.2 ナノテク展



2011.3 元素戦略／希少金属代替材料開発
<第5回合同シンポジウム>

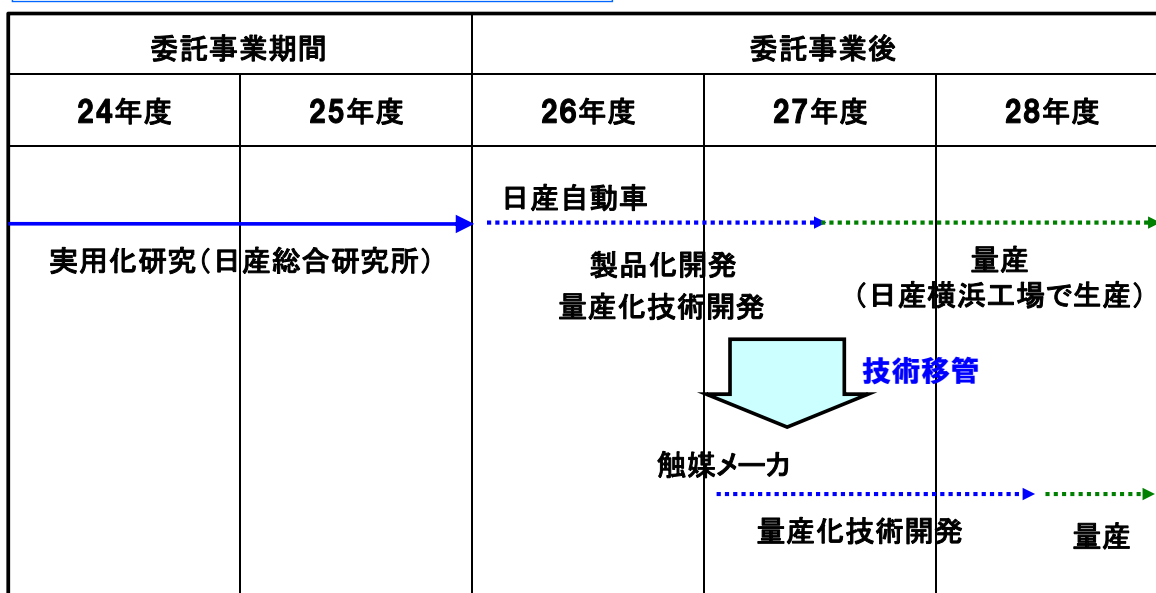
研究開発項目	最終目標(H25年度末)	達成見通し
① 遷移元素による白金族代替に関する研究開発	耐久性(700℃100hr)のある遷移元素活性点の決定	Fe化合物の活性向上および「耐久性確保の方向性が見えてきたため、耐久後のFe化合物の必要な機能を具現化することにより達成可能と考える。
② 白金族凝集抑制手段に関する研究開発	耐久後、Pt, Rh, Pdの最適な担体で最適粒子サイズを実現	各白金族の最適粒子サイズが見えてきたため、担持基材開発、粉碎技術および分散技術を開発することにより達成可能と考える
③ DPFの反応向上要素とその実現に関する研究開発	触媒の耐久性が確保できる最適な触媒担持位置の実現	DPFの反応モデルができる見通しのため最適な触媒配置位置の明確化と実現が可能と考える
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する	プラズマの効果が確認できたため10%向上は可能と考える。
⑤ 排気触媒統合化に関する研究開発	耐久後に白金族使用量を85%低減可能なシステムを決定	①～③および⑥の研究開発を実施することにより、ディーゼルシステム全体で70%低減を達成(DOC:60%、LNT:75%、DPF:65%)
⑥ 遷移元素化合物の実触媒化、量産化に関する研究開発	耐久後において、白金族量を低減可能な触媒仕様を決定(各触媒の白金族低減率DOC:60%、LNT:75%、DPF:65%)	

(3) 知的財産権、成果の普及

		H21	H22	H23	H24	H25	計
特許出願	国内	0	5	1	特許事務所手続き中5件		6件
	外国	0	0	0	特許事務所手続き中2件		0件
論文(査読付き)		0	0	0			0件
研究発表・講演		0	6	0			6件
受賞実績		0	0	0			0件
新聞・雑誌等への掲載		0	0	0			0件
展示会への出展		1	2	0			3件

※ : 平成23年度7月1日現在

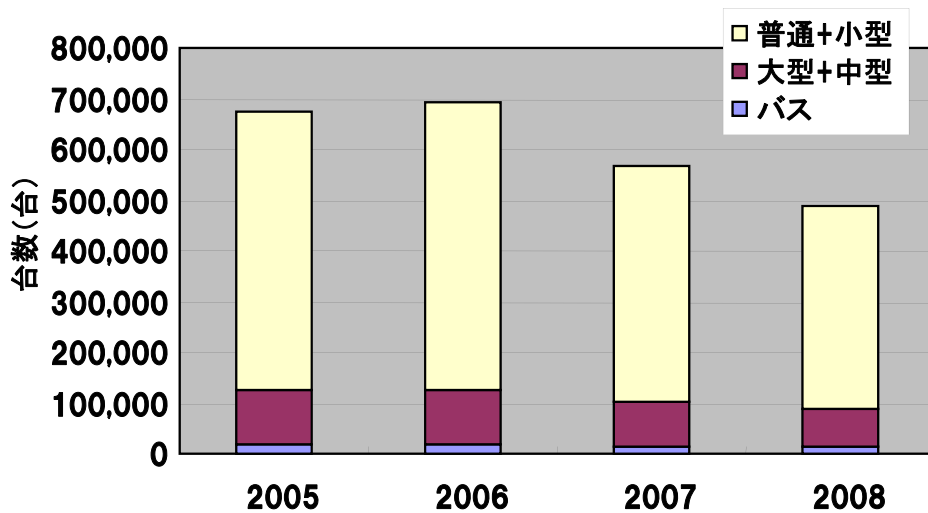
(1) 実用化可能性とシナリオ



- ・本事業化モデルは過去及び現在実施中のモデルと同じものになるため実現性は高い。
- ・日産自動車(株)への適用は当初は日産横浜工場にて製造。
- ・プロジェクト終了後に触媒メーカーへ移管し、自動車、トラックメーカー、重機各社へ展開。

★事業化時の市場創出効果

- ・CO₂低減が低コストで実現できるディーゼル車の拡大
- ・尿素水の適用が困難な寒冷地でもディーゼル車の普及が可能
- ・SCRのような大型システムではなく、小型の本システムにより、小型ディーゼル車へも積載量を減らすことなく適用可能(最大 40~55万台/年)



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」(中間評価)

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

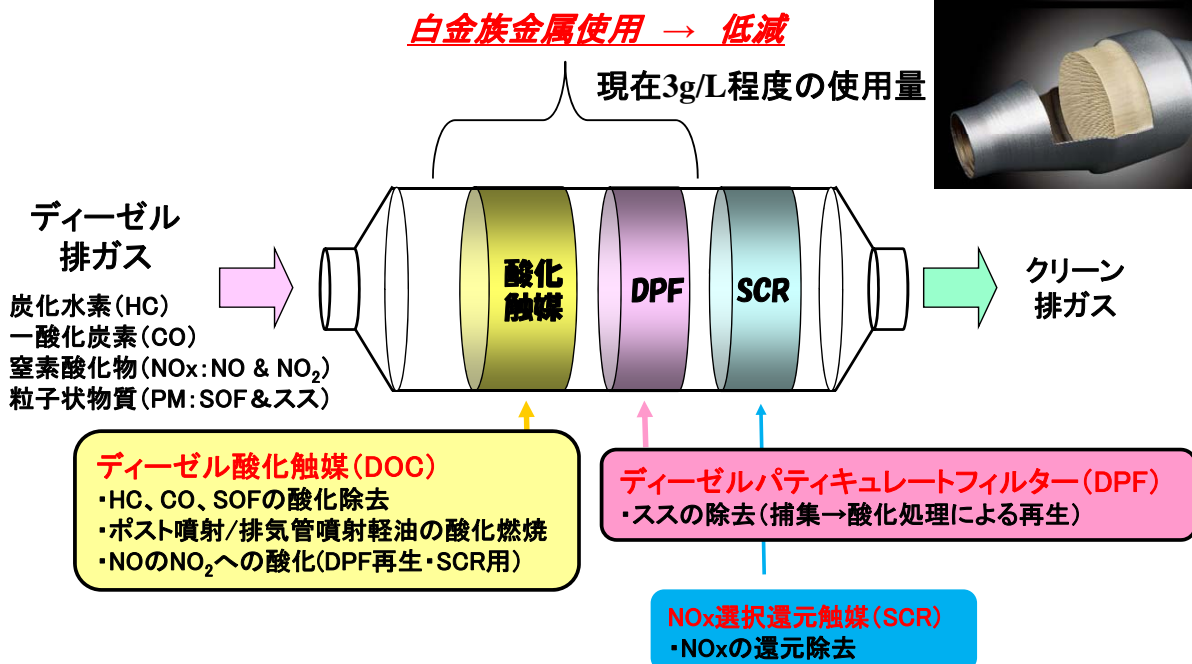
再委託:UDトラックス(株)(旧 日産ディーゼル工業(株))

1/20

1. 研究開発の対象

公開

大型ディーゼル車用排ガス浄化触媒システム



	⑥-1 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	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
対象車種	ディーゼル乗用車	大型ディーゼル車 (バス・トラック)
NOx除去触媒方式	吸蔵還元触媒(Pt使用)	尿素SCR触媒(Pt非使用)
排ガス雰囲気	空燃比変動	常時酸化雰囲気(リーン)
要求される触媒寿命	10万km相当	50-100万km相当

事業原簿 (⑥-2)-1

3/20

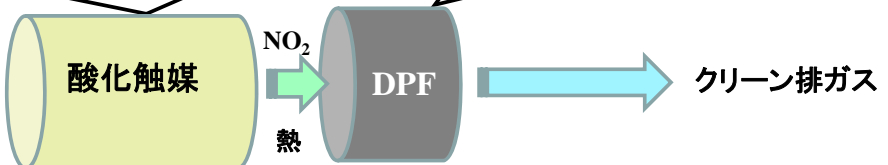
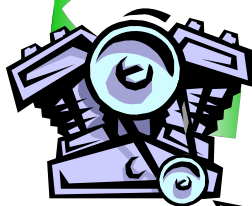
研究項目①: 白金族使用量を低減したディーゼル酸化触媒の開発

- ①-1 触媒活性種の探索と高度設計 (産総研・名工大)
- ①-2 触媒種複合化技術の開発 (九州大・産総研)
- ①-3 担体の設計と高度化 (水澤化学・産総研)
- ①-4 要素技術統合による実用候補触媒抽出 (全機関)

研究項目②: 白金族代替DPF用触媒の開発

- ②-1 非白金族系DPF用触媒の開発 (三井金属)
- ②-2 DPF用銀触媒の機能発現要素の解明 (産総研)

実ディーゼル排ガス



- ③-1 コート技術
- ③-2 触媒のシステム構築 (三井金属・UDトラックス)

研究項目③: 触媒の部材化技術とシステム構築

- プロトタイプ触媒の試作
- 実エンジン排ガス評価 (三井金属・UDトラックス・全機関)

研究項目④: 実用触媒製造技術の確立

参加研究機関:
産総研、三井金属、水澤化学、九大、名工大、
再委託: UDトラックス(旧日産ディーゼル)

事業原簿 (⑥-2)-1

4/20

2. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標の妥当性

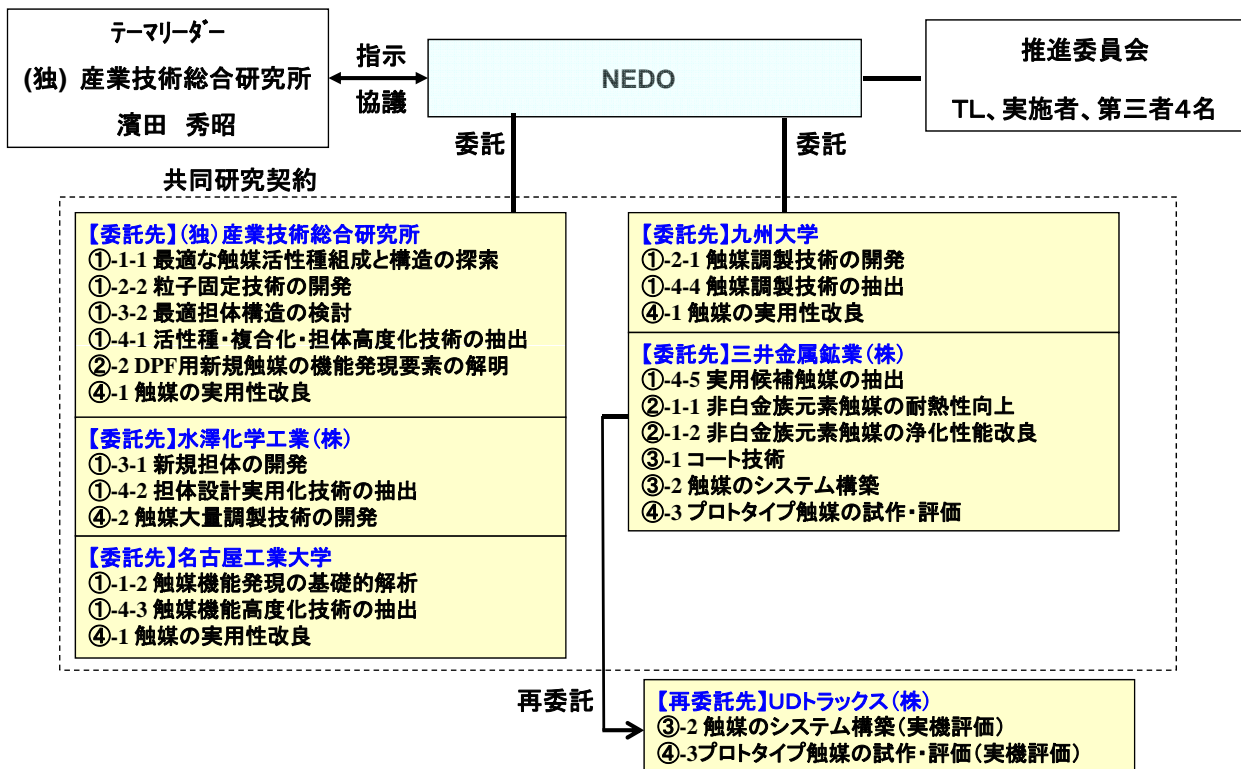
事業の目標

研究開発項目	中間目標(平成23年度)	最終目標(平成26年度)
①白金族使用量を低減したディーゼル酸化触媒の開発	模擬排ガスを用いた評価で白金族使用量を40%低減。	最終目標を達成するための要素技術の深化と確立
②白金族代替DPF用触媒	400℃以下で酸素によりすす燃焼が可能な非白金系(Ag系)DPF用触媒の開発。白金族40%低減。	
③触媒の部材化技術とシステム構築	機能分離コート技術により白金族使用量を10%低減。 高性能ディーゼル排ガス触媒システム提案。	
④実用触媒製造技術の確立	(24年度以降に立てる研究項目)	自動車排ガス浄化触媒として一般的に使用されている形態で、現行のディーゼル排ガス浄化触媒と同等以上の性能をもち、白金族金属使用量を50%以上低減。 実車エンジン試験による開発触媒の性能確認。

基本計画
に反映

2008年度(PJ前)
・事前検討委員会
・ワークショップ

2. 研究開発マネジメントについて (3)研究開発実施の事業体制の妥当性



・「推進委員会(年2回)」開催

外部有識者の意見を運営管理に反映

豊橋技術科学大学副学長 角田教授 セレス企画 松本博士

(財)日本自動車研究所 土屋次長 九州大学 若林名誉教授(有識者)

研究の進捗報告を行い、研究計画について意見をいただく

アドバイスの内容 ①比較対象の選定や具体的目標など、研究のターゲットを明確にすべき

②各研究項目での開発触媒の共通評価を行い、成果の統合を急ぐべき

③共同研究の相乗効果を発揮できるように、各項目の成果を他の項目に適用すべき

・その他、以下の会議を開催

「プロジェクト全体会議(年2回)」研究内容の進捗状況確認と今後の方針を協議

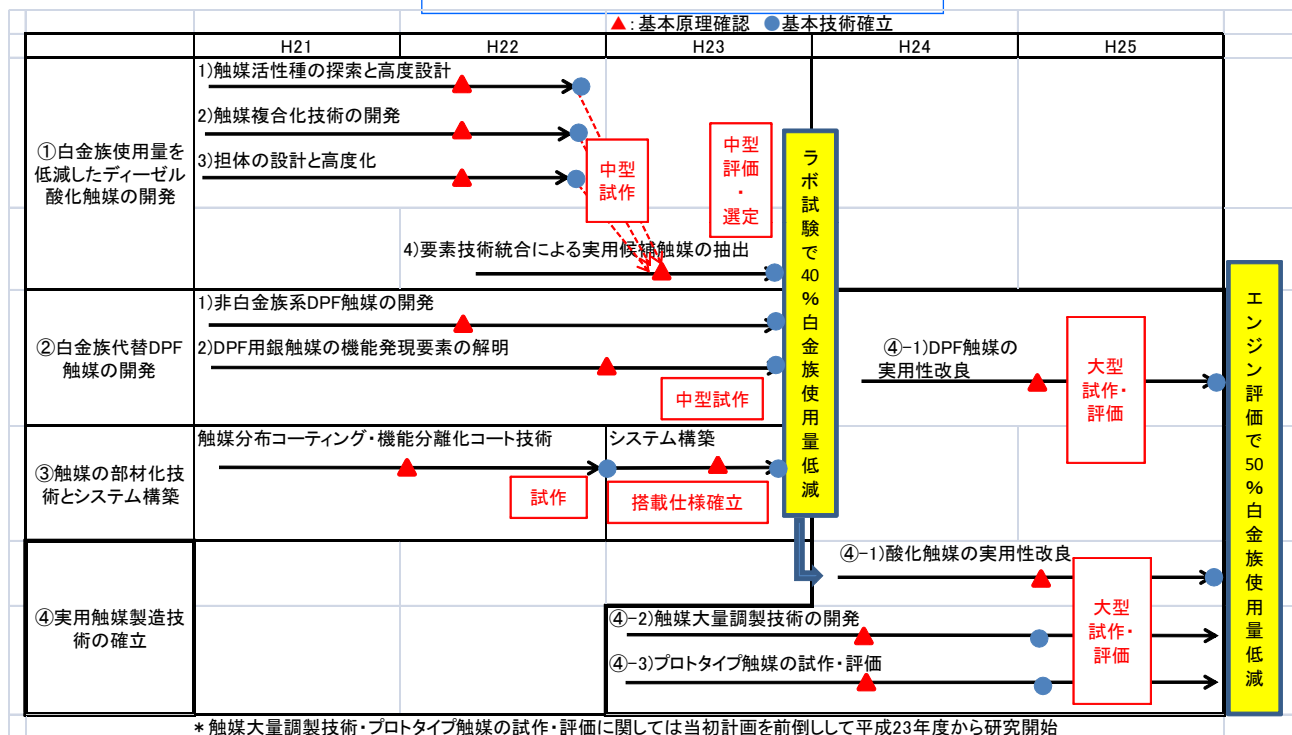
「プロジェクト研究打合せ(年3回程度)」研究進捗報告(テレビ会議も活用)

「グループ検討会」グループ内の研究進捗状況と研究計画を協議

研究開発目標と根拠

研究開発項目(個別テーマ)	研究開発目標	根拠
①白金族使用量を低減したディーゼル酸化触媒の開発	模擬排ガスを用いた条件で白金族使用量を従来より40%低減した酸化触媒を開発する。(中間目標)	最終目標達成の目途がつくレベルの触媒性能として、粉体状酸化触媒自体での白金族低減40%を目指す。
②白金族代替DPF用触媒の開発	・非白金族系DPF用触媒のスス燃焼温度400℃以下を達成し、白金族使用量を40%低減したDPF用触媒を開発する(中間目標)。	最終目標達成の目途がつくレベルの触媒性能として、DPF用触媒自体での白金族低減40%を目指す。
③触媒の部材化技術とシステム構築	従来と比較して白金族使用量を10%低減できる機能分離コート技術を開発するとともに、各研究項目を総合した実用的なディーゼル排ガス触媒システムを提案する(中間目標)。	触媒単体レベルでの40%低減に加えて、部材化技術でさらに10%低減を達成し、最終目標の50%低減の目途をつける。
④実用触媒製造技術の確立	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(最終目標)。	排出ガス規制をクリアしながら、相当程度の白金族使用量低減を達成する実用触媒の提供。

研究開発のスケジュール



開発予算

(単位:百万円)

	'09	'10	'11	'12	'13	合計
1) 白金族使用量を低減したディーゼル酸化触媒の開発	62.7 【35】	61.5	40.2			(164) 【35】
2) 白金族代替DPF用触媒の開発	47 【17】	12	15.8			(75) 【17】
3) 触媒の部材化技術とシステム構築	20.3 【52】	11.5	18			(50) 【52】
4) 実用触媒製造技術の確立		【170】 (装置前倒し整備)		(100)	(80)	(180) 【170】
合計	130 【104】	85 【170】	74	(100) 予定額	(80) 予定額	(469) 【274】

【 】内は補正予算で外数

(1)個別研究開発項目の目標と達成状況

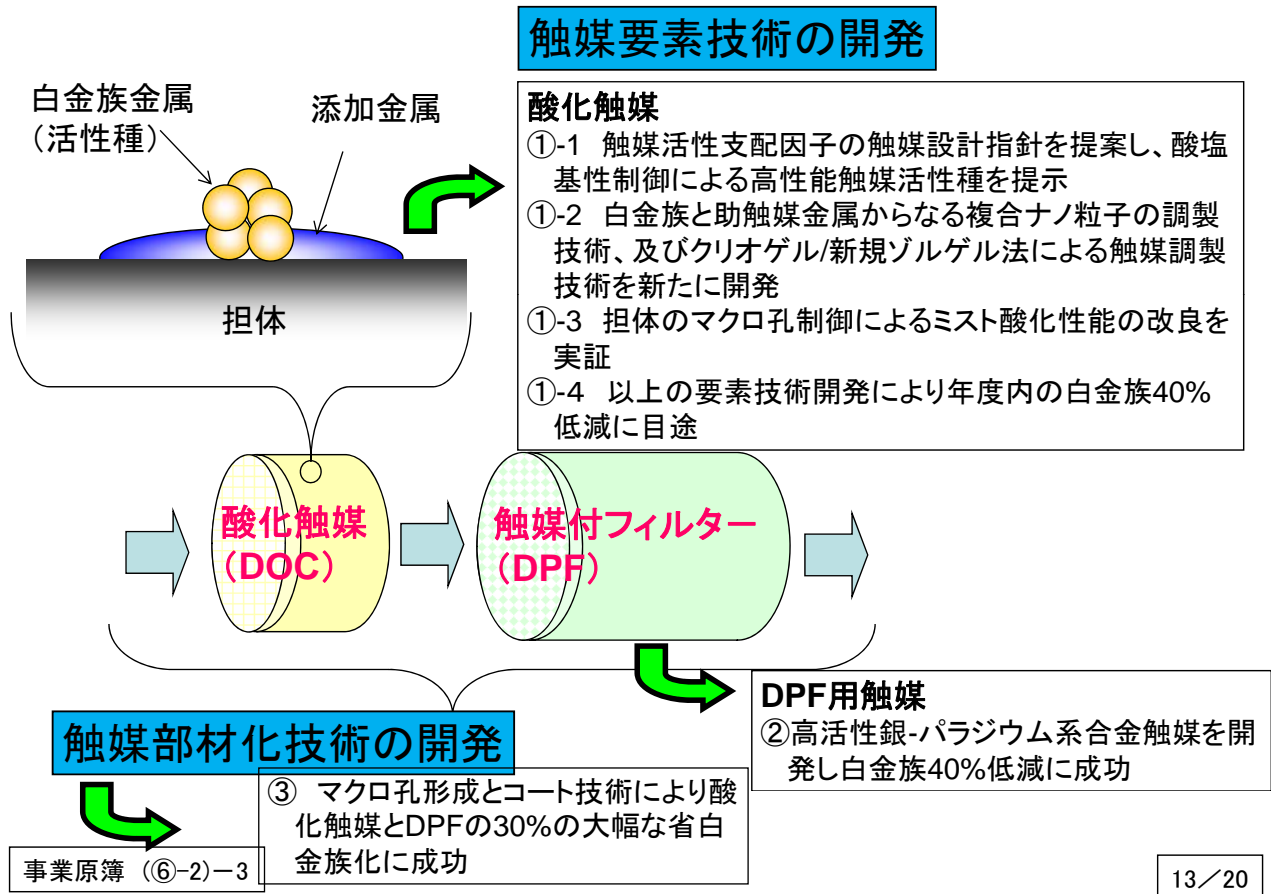
	目標	成果	達成度	今後の課題
①-1 触媒活性種の探索と高度設計	・解明された触媒活性の制御因子に基づいた白金族使用量低減につながる触媒設計指針を提案する。 ・活性・安定性が高く、実用的な反応条件の変動にも対応できる触媒活性種を提案する。	・担持白金触媒の性能改良のために、白金分散度および担体酸化物の固体酸性の制御が重要であるという触媒設計指針を提案した。 ・修飾アルミナ担体に担持し白金とパラジウムを複合化させた性能の高い触媒活性種を提案した。	○	・各研究項目の成果との統合技術の確立 ・触媒の大量合成
①- 触媒種複合化技術の開発(1)	解明された触媒成分金属の複合化に関する知見に基づき、白金族使用量低減につながる触媒設計指針を提案する。	白金族を効果的に低減できる触媒設計指針として、白金族と助触媒金属からなる複合ナノ粒子を相互の配置を制御しつつ合成する手法を提案した。	○	本技術の触媒活性向上に有効な金属種の組み合わせに対する適用
①- 触媒種複合化技術の開発(2)	複合ナノ粒子を担体に固定化する技術を開発する。	白金族の固定化に最適な骨格構造を有する凍結乾燥ゲル(クリオゲル)のプロセッシング技術を確認した。また、耐熱性の高い白金-パラジウム複合ナノ粒子を新規ゾルゲル法により担持調製する方法を開発した。	△(H23年8月達成見込み)	クリオゲルプロセスの適用によるナノ粒子の固定化、および大量合成に向けてのプロセス全体の最適化
①-3 担体の設計と高度化	・担体の長期性能改良の指針を得るとともに、触媒活性種を効果的に担持する技術を開発する。 ・担体用粉末粒子の試作規模をパイロットレベルに高めて実証試験を行うと共に、実排ガス試験用の担体用粉末を提供する。	・第2成分添加により長期的に高活性を保持するシリカ及びアルミナベースの担体を開発した。またマクロ孔形成により高いミスト酸化活性を保持するとの担体開発の指針を得た。 ・実用候補触媒として選定されたアルミナ系担体について、7t/年の規模を有する設備を計画し設備の選定を行った。	△(年度内達成見込み)	・担体への活性種担持手法の検討 ・設備の構築

○:達成済み、◎:目標値を超える達成、△:年度内達成見込み

(1)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
①-4 実用候補触媒の抽出	以上の技術に基づき、模擬排ガスをを用いた条件で白金族使用量を従来より40%低減した酸化触媒を開発する。	上述の研究項目を総合し、模擬排ガス条件で白金族を現市販品に対して40%低減できる酸化触媒開発の目的を得た。	△(年度内達成見込み)	技術の統合
② 白金族代替DPF用触媒の開発	非白金族系DPF用触媒のスス燃焼温度400℃以下を達成し、白金族使用量を40%低減したDPF触媒を開発する。	400℃以下のスス燃焼性能を有し、白金族金属を現市販品に対して40%低減したDPF用触媒を開発した。	○	50%以上の白金族低減とHC/CO酸化性能の維持
③ 触媒の部材化技術とシステム構築	従来と比較して白金族使用量を10%低減できる機能分離コート技術を開発するとともに、各研究項目を総合した実用的なディーゼル排ガス触媒システムを提案する。	白金族使用量を現市販品に対して30%低減できる機能分離コート技術やマクロ孔形成技術を開発した。	◎	触媒システムでの検証と実用化
④ 実用触媒性製造技術の確立	(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。	H24以降の研究項目	最終目標	触媒の実用性改良・コスト低減

○:達成済み、◎:目標値を超える達成、△:年度内達成見込み



公開

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	希少金属の代替材	日経産業新聞 2010年1月27日	2010年(H21年度)
2	濱田秀昭、阿部 晃	(独)産業技術総合研究所 / 三井金属鉱業(株)	希少金属代替材料開発① 大型ディーゼル用排ガス触媒～Ag系代替材料開発と効率的利用で白金族半減	レアメタルニュース 2010年2月8日	2010年(H21年度)
3	濱田 秀昭、阿部 晃	(独)産業技術総合研究所 / 三井金属鉱業(株)	三井金属・産総研-Ag系代替材などで白金族半減、大型ディーゼル車に適用	工業レアメタル Annual Review 2010年7月	2010年(H22年度)
4	濱田 秀昭	(独)産業技術総合研究所	排ガス触媒(Pt/Pd)浄化システムとして捉え全体最適を目指す	日経ものづくり 2011年1月	2011年(H22年度)
5	濱田 秀昭	(独)産業技術総合研究所	代替・使用量削減に本腰:安定供給とコスト削減を両立	日経エコロジー 2011年2月	2011年(H22年度)
6	濱田 秀昭	(独)産業技術総合研究所	貴金属半減・代替の自動車・燃料電池用触媒開発進むーディーゼル車に適用	Yano E plus 2011年2月	2011年(H22年度)

ナノテク展
 ・2010.2.17-19
 ・2011.2.16-18
レアメタル合同シンポジウム
 ・2010.3.1
 ・2011.3.4

白金族使用量を大幅に低減した触媒の開発に目途
 「本研究開発では、4つの項目を立て、連携して研究を実施しています。これまでに得られた各要素技術の研究成果を組み合わせることで、目標の白金族低減触媒の開発に目途をつけました。」

(5) 成果の最終目標の達成可能性

研究課題	最終目標(平成25年度末)	達成見通し
①白金族使用量を低減したディーゼル酸化触媒の開発 ②白金族代替DPF用触媒の開発 ③触媒の部材化技術とシステム構築	現行のディーゼル排ガス浄化触媒と同等以上の性能をもち、白金族使用量を50%以上低減した触媒の開発	○ ・①酸化触媒、②DPF用触媒、③部材化技術の要素技術の統合を行い、23年度末に廉価で耐久性の高い触媒材料としての基本技術を確立。 ・中間評価後、三井金属を中心にシステム化を中心とした開発を開始。並行して、各機関の協力で触媒材料と触媒製造技術の改良と実用化検討。プロジェクト終了時に、技術開発の集大成となる実機試作品を製作し、最終目標をクリアできる見通し。 ・26年度から実用化検討に移行し、排ガス規制等が強化される28年度に国内メーカー向けの触媒として商業生産を開始予定。
④実用触媒製造技術の確立	排出ガスポスト新長期規制をクリアし、白金族使用量を50%低減した触媒システムを開発する。	○

事業原簿 (6-2)-8

15/20

(3) 知的財産権、成果の普及

	H21	H22	H23	H24	H25	計
特許出願(うち外国出願)	0	5				5件
論文(査読付き)	0	0	(15)			(15)件
研究発表・講演	3	14	(1)			(18)件
受賞実績	0	0				0件
新聞・雑誌等への掲載	2	4				6件
展示会への出展	2	2				4件

※ : 平成23年度6月9日現在

事業原簿 (6-2)-8

16/20

(1) 本PJの実用化では白金族金属を50%以上低減した触媒システムを市場に提供することを目指す。

実用化に向けた技術的課題

酸化触媒

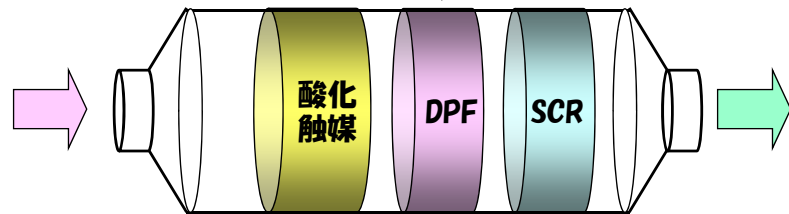
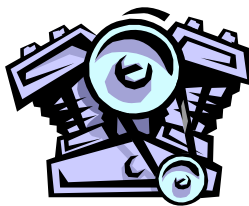
- ・メカニズム解明と組成の最適化
- ・複合ナノ粒子の調製・固定化技術確立
- ・触媒構造のシミュレーション応用設計
- ・実用担体製造技術の確立
- ・触媒コート技術/評価技術の確立

⇒白金族金属 50% 低減

DPF触媒

- ・メカニズム解明と組成の最適化
- ・実用担体製造技術の確立
- ・触媒コート技術/評価技術の確立

⇒白金族金属 50% 低減



<NEDOのミッション>

- ・産業技術の国際競争力強化
- ・エネルギー・地球環境問題の解決

1. 製品イメージ:

希少金属使用量を半減した国際競争力のある廉価な排ガス触媒システム

2. 実用化・事業化シナリオ

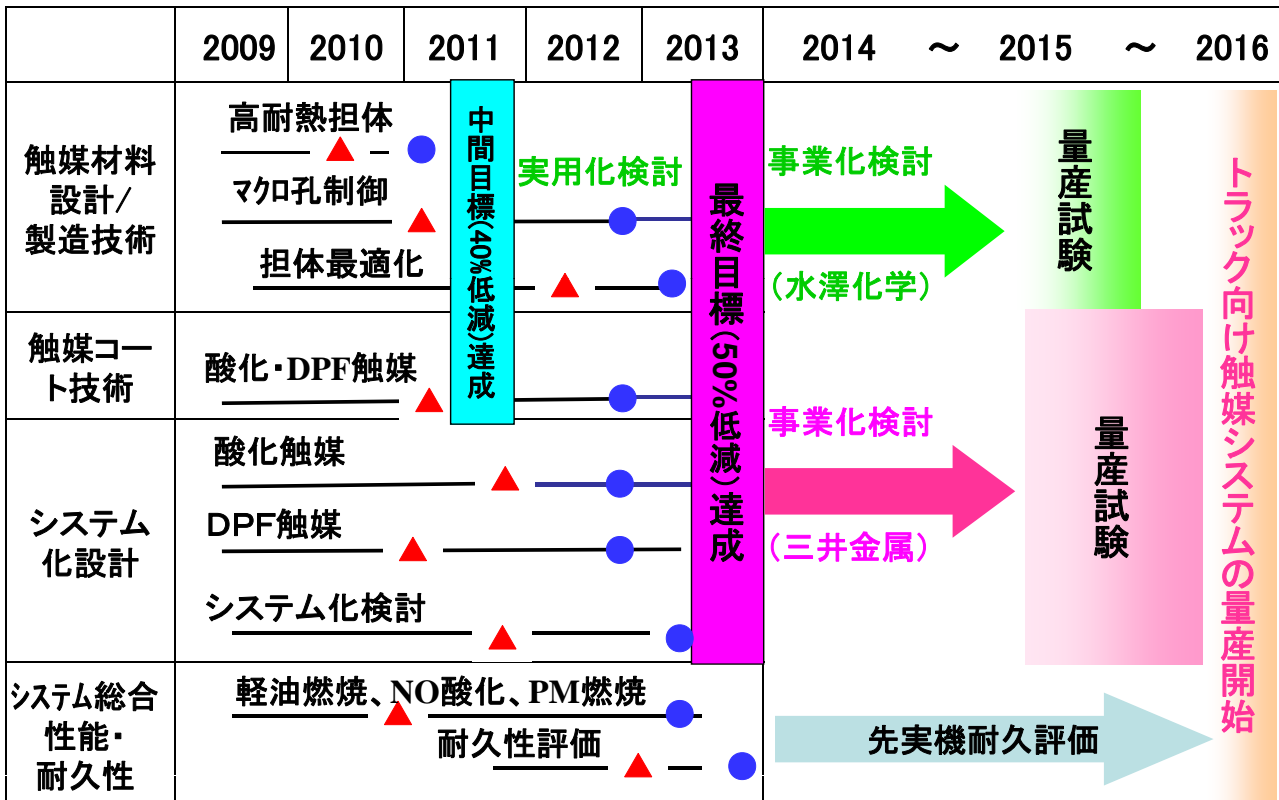
- ・中間評価を受け、平成24年度にPJと並行で新酸化触媒の商品化技術の開発に着手
- ・平成25年度にはシステム化やDPF用触媒に関する商品化技術の開発を行う。
- ・ディーゼル車に関する排ガス規制と燃費規制が強化される平成28年度までに、国内メーカー向けに触媒の商業生産を開始する。

3. 効果

- ・年間で3トンの白金族金属の使用量削減が可能となる。
- ・流通コストの低減(ディーゼル車利用拡大)による経済活動の活性化
- ・触媒技術のライセンス供与及び関連事業の拡大
- ・触媒のスス燃焼性の高効率化による燃費改善でCO₂の低減が可能。
- ・触媒輸出(市場規模国内の10倍以上)増加による国内産業の活性化
- ・オフロード等の他分野への適用(特殊自動車 新規市場)による拡販・新規雇用創出

4. 実用化、事業化の見通しについて (2)事業化までのシナリオ

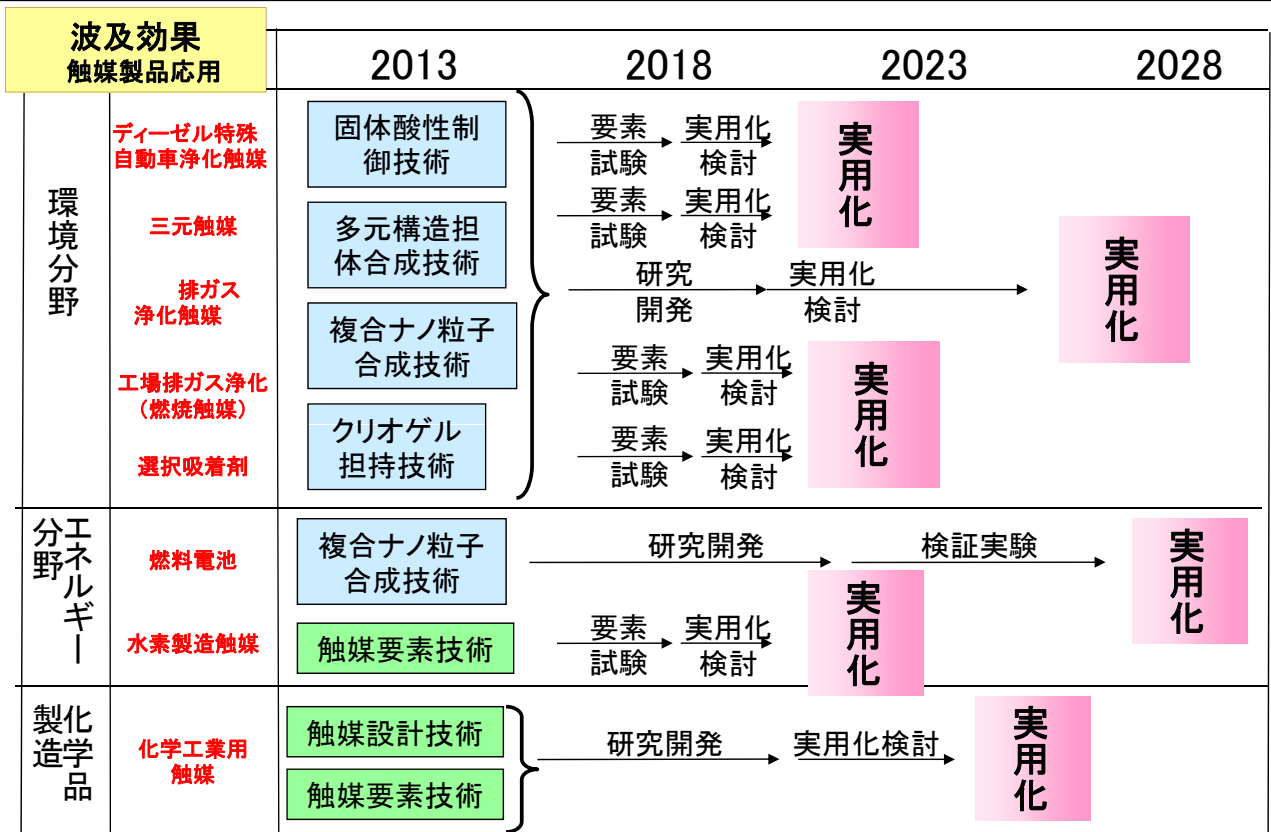
公開



▲: 基本性能確認 ●: 基本技術確立

4. 実用化、事業化の見通しについて (3)波及効果

公開



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」(中間評価)

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、秋田県産業技術総合研究センター、
(株)小林機械製作所、サイチ工業株式会社

1 / 11

I. 個別研究開発項目と背景

公開

セリウム使用量低減技術開発

セリウムは、ハードディスク(HD)用基板やフラットディスプレイ(FD)用ガラスの研磨材として多量に使用されているが、供給量、供給価格に対して大きな懸念がある。そこで、平成25年度に**精密研磨向けセリウム使用原単位を30%以上低減**するために、代替砥粒の要求特性解明、代替砥粒の開発、研磨要素技術開発、研磨プロセス技術開発を行うことを目的とする。



HDガラス基板



FD用ガラスの例



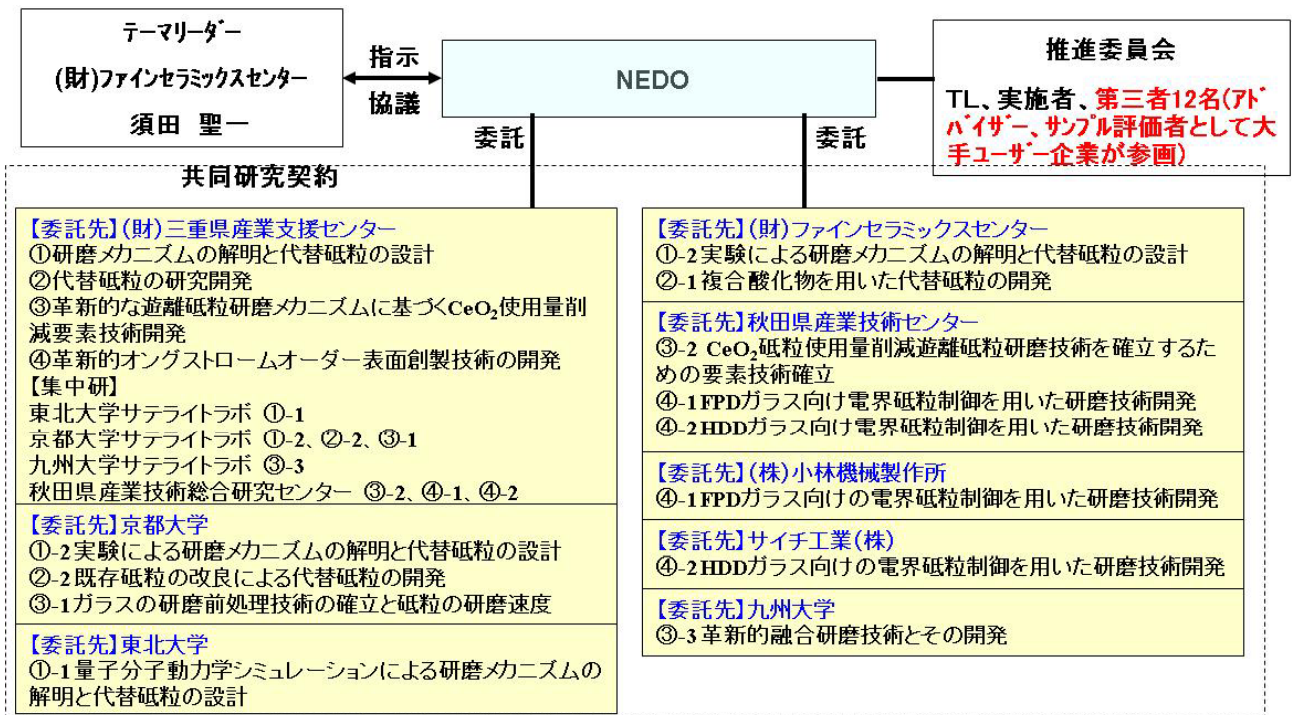
セリア鉱物(バストネサイト)の
産出地域が世界的に局在している

2013年度および最終目標

研究開発内容	中間目標(平成23年度)	最終目標(平成25年度)
代替砥粒開発 (研究実施項目②)	5%	10%
酸化セリウム使用量低減技術 (研究実施項目③)	10%	20%
削減率合計	15%	30%

II. 研究開発マネジメントについて (1)

実施体制



外部からの指導及び協力

- ・(財)三重県産業支援センター主催による「技術推進委員会(年2回)」開催

外部有識者の意見を運営管理に反映

三井金属鉱業(株)、昭和電工(株)、日本板硝子(株)、日本電気硝子(株)、旭硝子(株)、HOYA(株)、ニッタハース(株)、フジボウ愛媛(株)、シャープ(株)、(株)東芝、パナソニック(株)、(株)齊藤光学製作所

- 反映内容 (1)本テーマの成果とニーズとの整合性
 (2)酸化セリウムに関する内外情報の収集
 (3)代替材料のサンプル評価

- ・その他、以下の委員会を開催

「進捗フォローアップ会議(年2回)」 研究内容の進捗状況確認と今後の方針を協議

「代替材料開発検討会(年4回)」 研磨メカニズム、代替材料の開発・実用化を協議

「低減技術開発検討会(年4回)」 セリウム使用量削減技術の開発・実用化を協議

研究開発のスケジュール

▲: 基本原理確認 ●: 基本技術確立

	2009	2010	2011	2012	2013	最終目標値
①研磨メカニズムの解明と代替砥粒の設計		▲	●			・計算科学手法による酸化セリウム代替砥粒の理論的最適化 ・モデル材の解析による研磨機構の解明
②代替砥粒の研究開発			▲		●	・ラボレベルで酸化セリウム使用量の10%代替
③遊離砥粒研磨メカニズムに基づきCeO ₂ 使用量削減			▲	●		・精密研磨要素技術として従来研磨効率の40%向上
④オングストロームオーダー表面創製技術		▲		●	●	・ラボレベルで酸化セリウム使用量を20%削減する精密研磨システム技術を開発 (実用化検討)

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 ³⁺ /Ce ⁴⁺ の酸化還元によって、Si-Oの結合を断することを解明。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 _x ロブスカイトについて検討し、研磨特性との関連性を明らかにした。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	ラポレベルで酸化セリウム使用量5%削減を可能にすること(使用原単位5%低減)	SrFe _{0.8} Co _{0.2} O _x 砥粒を用いた場合、約1.5 μmの砥粒が得られ、既存砥粒を超える表面平性と研磨速度を有する可能性が高い。	△ プレス発表 (平成23年度中に達成見込み)
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レートと表面平性を実現。 →使用量10%低減を達成	

大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

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30%向上(使用原単位10%低減)	電界加条件の最適化により研磨レートが20%向上。また、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、表面品位を維持したままで、スラリー濃度を従来の1/5で、約2倍の研磨レートを実現 →使用量90%低減を達成	△ プレス発表 世界初
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、高圧空気環境下では約2倍の研磨速度を実現。	◎
④-1 電界砥粒制御技術融合研磨技術を導入する面大型速精密研磨の開発	大型機に向けた検討をすすめ、酸化セリウムの使用量を10%削減するシステム技術を確立	電界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、約20%研磨速度が向上。	○
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	大型機へ展開することを目指し、使用量を10%削減できるシステム技術を確立	電界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。	△ プレス発表

開発予算

(単位:百万円)

	'09	'10	'11	'12	'13	合計
1) 研磨メカニズムの解明と代替砥粒の設計	50 【50】	27	36	(27)	(27)	(168) 【50】
2) 代替砥粒の研究開発	45 【49】	23	29	(32)	(32)	(162) 【49】
3) 遊離砥粒研磨メカニズムに基づきCeO ₂ 使用量削減	23 【8】	22	26	(41)	(41)	(152) 【8】
4) オングストロームオーダー表面創製技術	12	12 【200】	14	(31)	(31)	(99) 【200】
合計	130 【106】	84 【200】	104	(130) 予定額	(130) 予定額	(580) 【306】

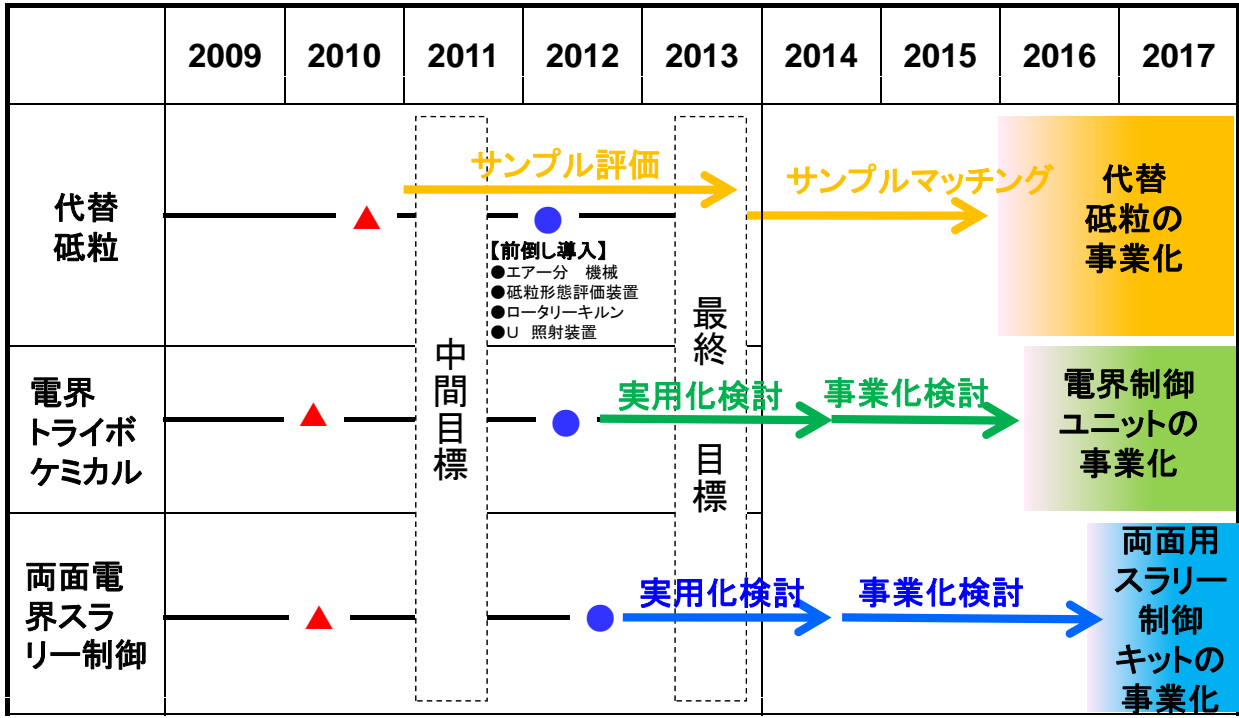
【 】内は補正予算で外数

的財産権、成果の普及

		H21	H22	H23	H24	H25	計
特許出願	国内	0	4	1			5件
	外国	0	0	0			0件
論文(査読付き)		0	2	0			2件
研究発表・講演		8	40	0			48件
受賞実績		0	0	0			0件
新聞・雑誌等への掲載		1	29	0			30件
展示会への出展		1	1	0			2件

※ : 平成23年度7月1日現在

事業化までのシナリオ



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」(中間評価)

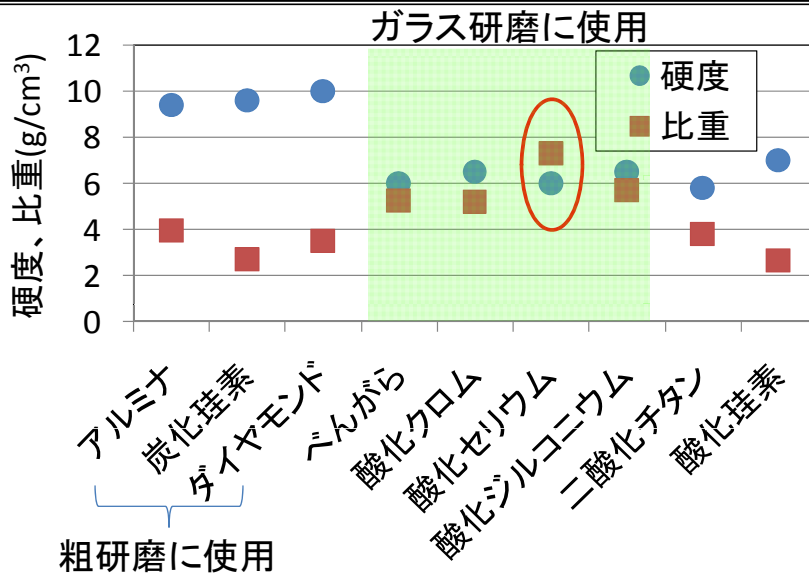
研究開発項目 ⑦-2 精密研磨向けセリウム使用量低減技術開発及び代替材料開発
4BODY研磨技術の概念を活用したセリウム使用量低減技術の開発

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

個別研究開発項目と背景(1)

事業原簿 (⑦-2)-1 (公開)



遊離砥粒研磨に使用される各種砥粒



研磨盤への付着

酸化セリウムの特徴

特性	長所	短所
比重が大きい	滞留性に優れ、研磨能率が高い	沈殿が早い・再分散性に劣る
ガラスとの親和性が高い	ガラスの研磨能率が高い	砥粒が工作物に付着し洗浄性に劣る



酸化セリウムの使用量削減のため、①砥粒、②メディア粒子、③研磨パッド、④プロセス技術の4つの観点から研究開発を遂行する。

①複合砥粒の研究開発

コアシェル型複合砥粒を開発し、分散性を高め、加工圧を集中させることで、研磨能率を向上

②複合粒子研磨法の適用

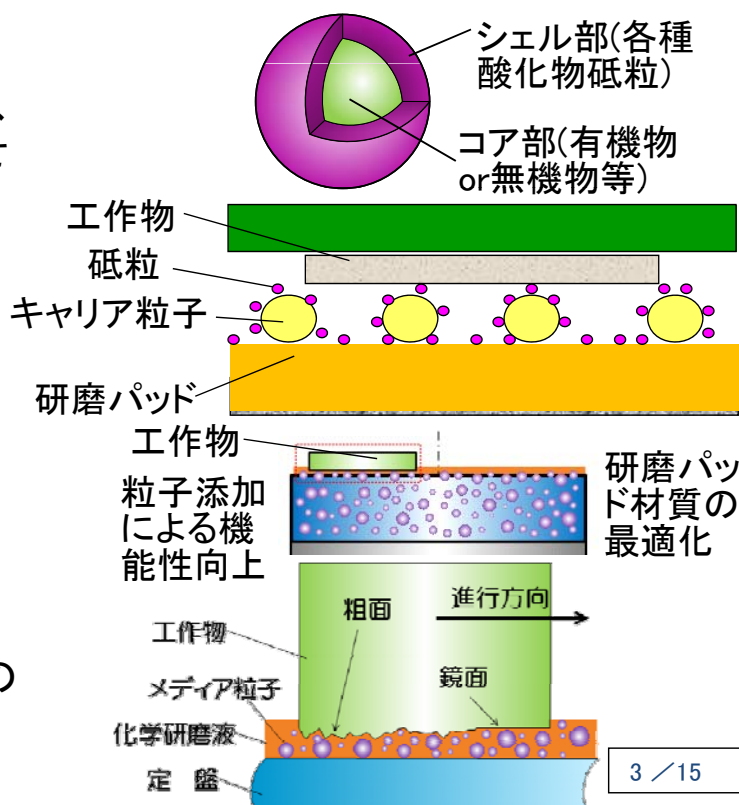
4BODY研磨の適用で解空間を増加させ、トレードオフの関係を打破し、研磨特性を向上

③高機能研磨パッドの開発

研磨パッド材質の最適化による研磨特性の向上および粒子添加による高機能化

④新プロセス技術の研究開発

化学研磨による代替の可能性の検討および化学複合研磨による代替砥粒の選択



事業の目標

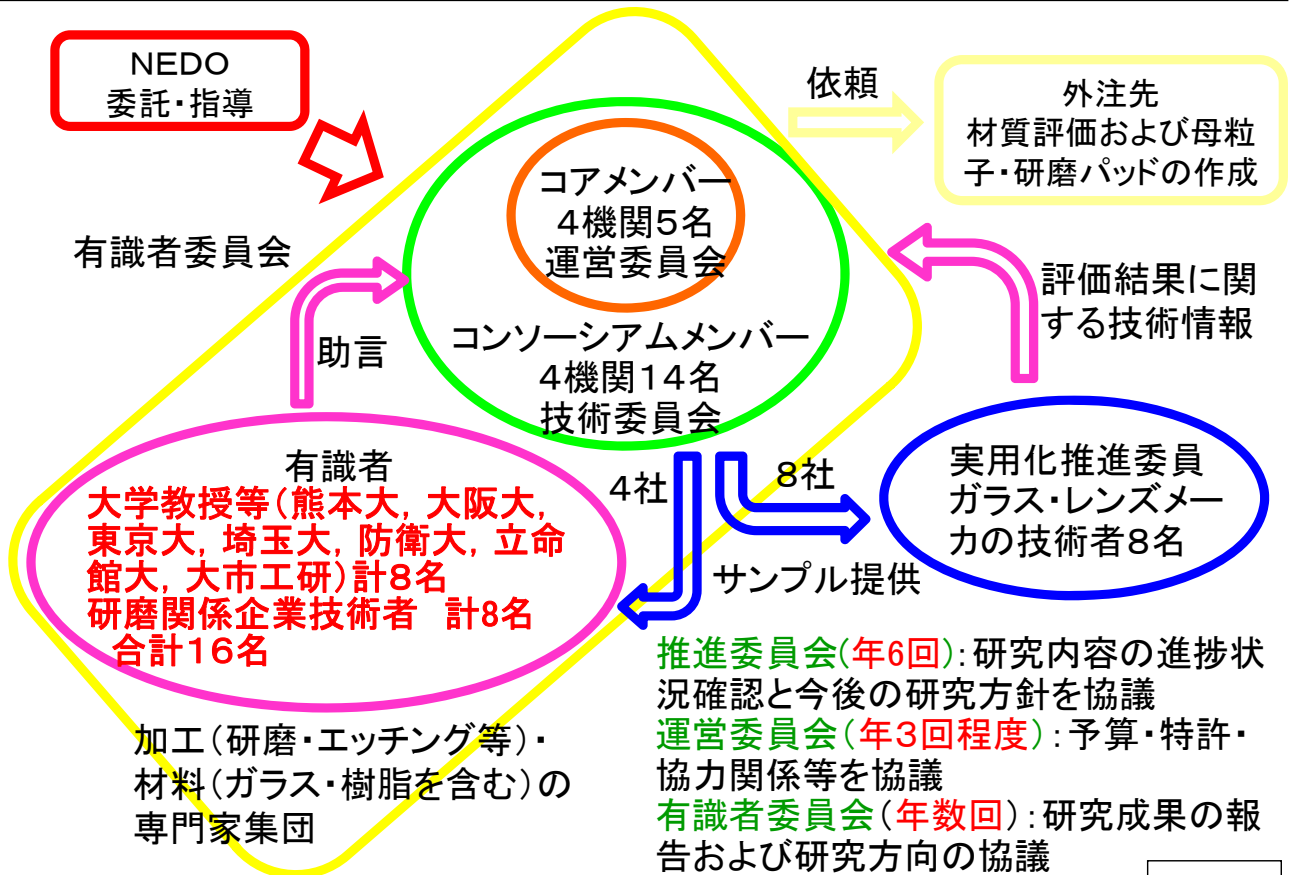
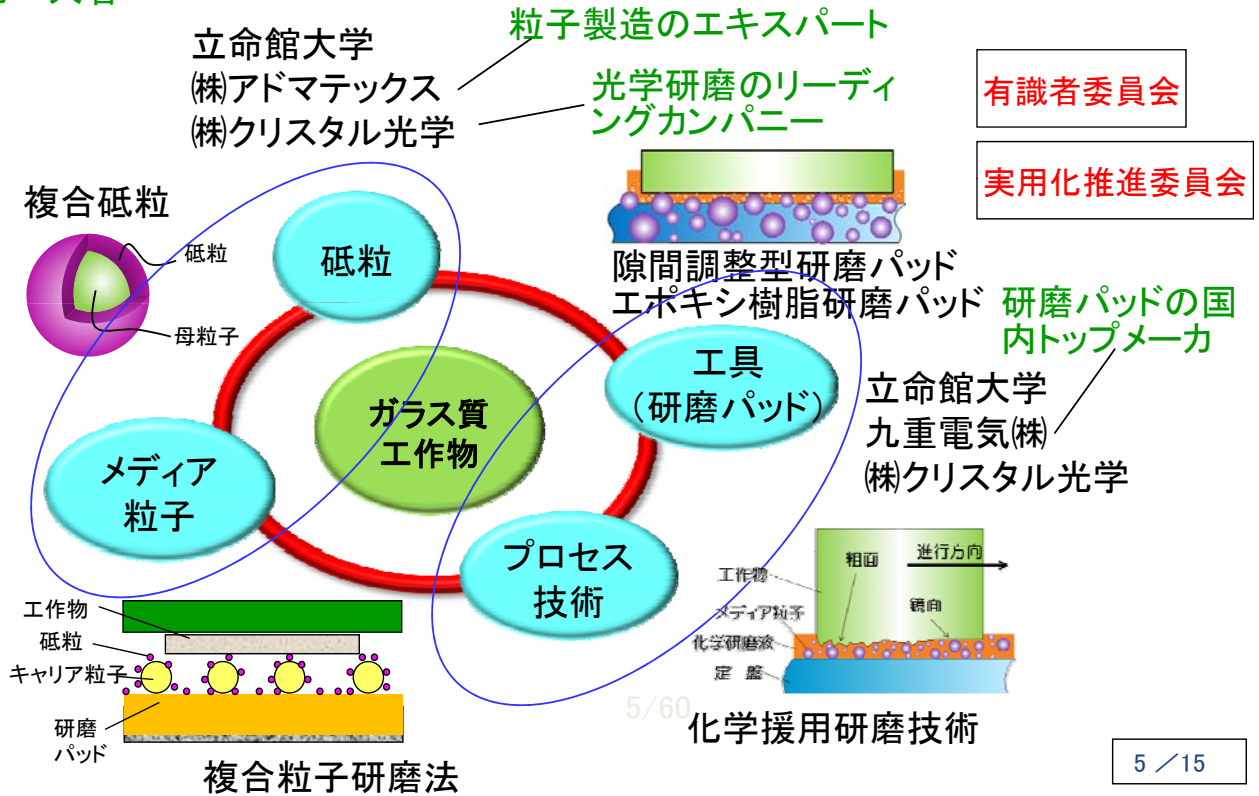
平成25年度末までに、精密研磨向けセリウムの使用原単位を現状から**30%以上低減**する技術を開発し、外部機関に対して評価のための試料提供を可能とする

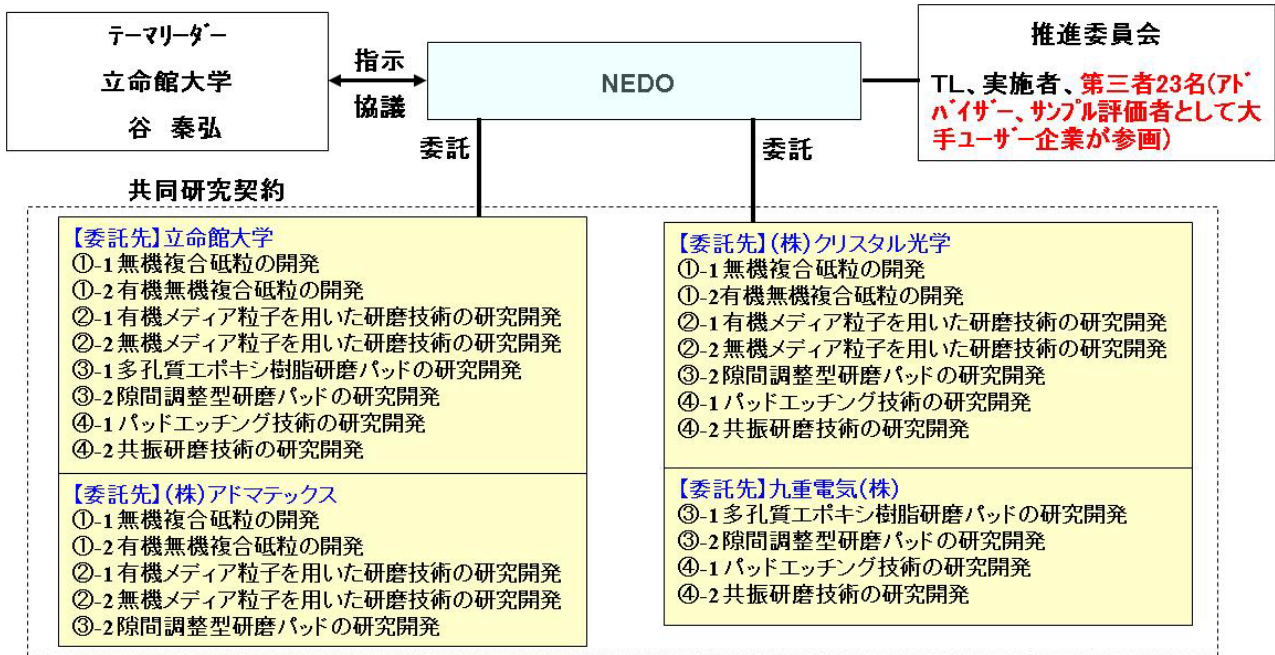
研究項目		研究目標
砥粒	無機有機無機複合砥粒	表面セリウム層の厚み1/3以下のコアシェル砥粒開発
	有機無機複合砥粒	
メディア粒子	有機メディア粒子	研磨能率40%以上向上
	無機メディア粒子	
工具	多孔質エポキシ樹脂研磨パッド	大型工作物の均一研磨実現
	隙間調整型研磨パッド	
プロセス技術	化学援用研磨	軟質工作物に対して代替砥粒提案
	研磨パッドの表面処理	大型研磨パッドで取替時間の短縮・研磨能率40%以上向上

全ての研究項目の合算にて30%以上の低減を達成する

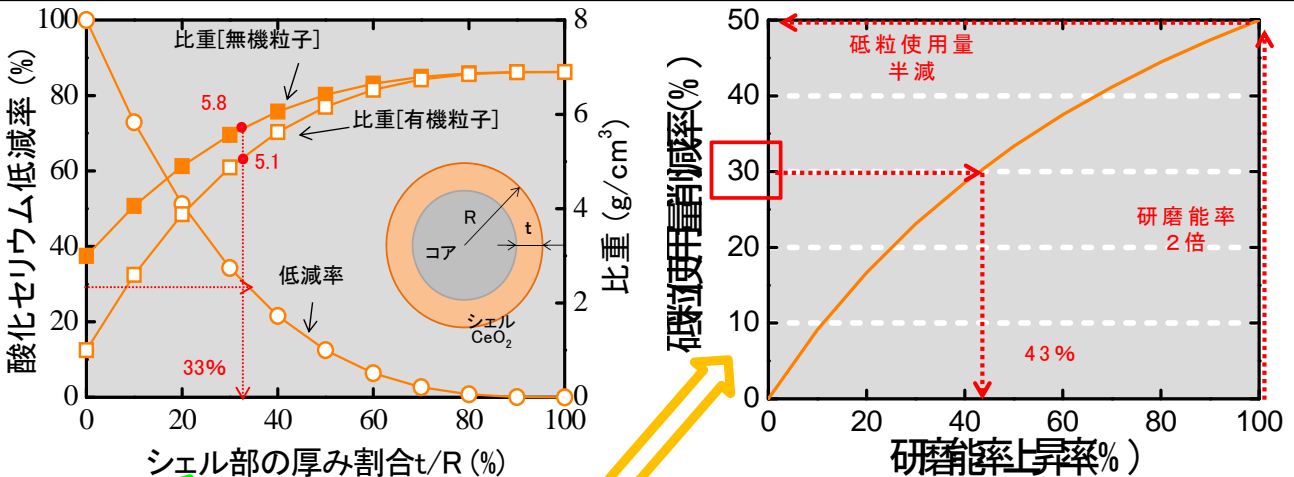
複合粒子研磨法の
発案者、工具研究
の第一人者

谷@立命館大学:リーダー
桐野@株クリスタル光学:サブリーダー

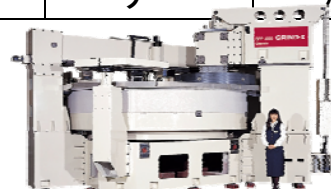




Ⅱ. 研究開発マネジメント(3) 各研究開発項目の目標及び設定根拠



複合砥粒	メディア粒子	研磨パッド		プロセス技術	
		エポキシパッド	隙間調整型パッド	化学援用研磨	表面処理
1/3の成分割合	43%研磨特性向上		溝の悪影響除去	セリアフリー	張替時間短縮

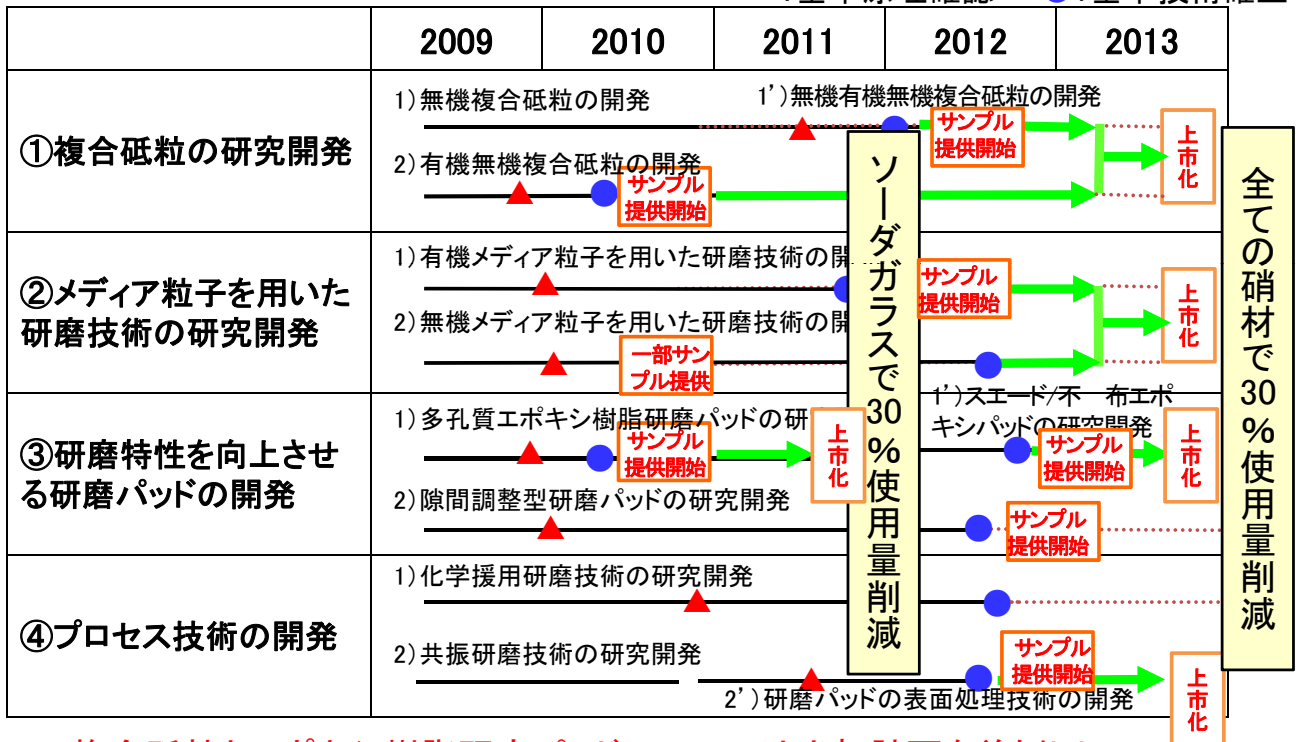


Ⅱ. 研究開発マネジメント(4) 研究開発スケジュール

事業原簿 Ⅱ-34

公開

▲: 基本原理確認 ●: 基本技術確立



複合砥粒とエポキシ樹脂研磨パッドについては当初計画を前倒しして平成22年にサンプル提供開始

副資材は生産現場に えられるのが一番

9 / 15

Ⅱ. 研究開発マネジメント(5) 開発予算

事業原簿 Ⅱ-37

公開

基本的には研究項目に均等配分

(単位: 百万円)

	09	'10	'11	'12	'13	合計
1) 複合砥粒の研究開発	35 【28】	23 【88】	28	(40)	(40)	(166) 【116】
2) メディア粒子を用いた研磨技術の研究開発	35 【28】	23 【87】	27	(20)	(25)	(130) 【115】
3) 研磨特性を向上させる研磨パッドの開発	38 【30】	25 【112】	30	(38)	(30)	(161) 【142】
4) プロセス技術の開発	32 【22】	21 【425】	27	(42)	(45)	(167) 【447】
合計	140 【108】	92 【712】	112	(140) 予定額	(140) 予定額	(624) 【820】

【 】は補正予算で外数

上市化のための重点化

装置開発のため

加工設備や評価設備は共用



10 / 15

最終目標では全ての硝材に拡大

※研磨特性 研磨能率/ 上げ面粗さ

	中間目標 対象硝材:ソーダガラス	成果	達成度
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、従来研磨比が同等以上の研磨特性を持つ複合砥粒を開発	有機無機複合砥粒の開発により50%以上研磨特性改善。サンプル提供開始。	◎
2) メディア粒子を用いた研磨技術の研究開発	従来研磨比で40%以上の研磨特性を達成するメディア粒子を見出す	親水性無機メディア粒子の開発で、従来研磨比で1.4倍の研磨特性を達成。一部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	・従来研磨比で40%以上研磨特性を向上させる研磨パッドを開発。 ・隙間調整型研磨パッドを開発し大型工作物の均質研磨実現。	エポキシ樹脂研磨パッドの開発で従来研磨比2倍の研磨特性を達成。また代替砥粒としてジルコニアを提案。サンプル提供実施。隙間調整型研磨パッドに関しては基本原理確認。	◎
4) プロセス技術の開発	・従来研磨比が同等の研磨特性の化学援用研磨技術を確立。 ・大型研磨パッドの表面処理技術を提案。	ジルコニアで代替可能な化学援用研磨技術を確立。エポキシプレーの噴 による表面処理技術を開発、40%以上の研磨特性向上実現。	

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

	H21	22	計
特許出願(うち外国出願)	1	8	9件
論文(査読付き)	1	1	2件
研究発表・講演	4	24	28件
受賞実績	0	0	0件
新聞・雑誌等への掲載	0	17	17件
展示会への出展	1	2	3件

2010年9月17日NH ニュースにて



新聞5紙で

2010年9月29日テレビ東京
ワールドビジネスサテライトにて



2011年2月26日NH サイエンス EROにて



Focus NEDO 40号レアアース特集号にて「注目の技術1」として

注目の技術1 > ガラス研磨のセリウム使用を削減

希少金属代替材料開発プロジェクト
4BODY新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

立命館大学 工学部 機械工学科 谷 幸弘 教授 / 株式会社アステル光学 桐野 信治 氏

消耗品交換だけでセリウム使用量低減
ガラス研磨の新技术を確立

ガラス研磨に不可欠なセリウムの使用量を削減すべく、新しい研磨技術が確立された。このプロジェクトは、従来の研磨剤とプロセス技術の概念に取り組み、異なる二人に目を付けた。

研磨の仕上がり状態を変えずに、研磨能率を高める

ガラス表面を研磨する際、加工域には、工具、除去作用を担う砥粒、研磨を助す工作物の3つが存在する。従来

(単位時間当たり)に研磨できる量)が高い。その分、研磨剤の消費量も多くなり、研磨後の洗浄も必要となる。加工後の研磨剤とプロセス技術の概念を取り組み、異なる二人に目を付けた。

研磨の仕上がり状態を変えずに、研磨能率を高める

ガラス表面を研磨する際、加工域には、工具、除去作用を担う砥粒、研磨を助す工作物の3つが存在する。従来

図2 代替砥粒の研磨能率

図3 代替砥粒の研磨能率



技術で可能になるポイント

- 1 酸化セリウムの使用量が削減できる
- 2 研磨能率が向上する。研磨時間の短縮につながる

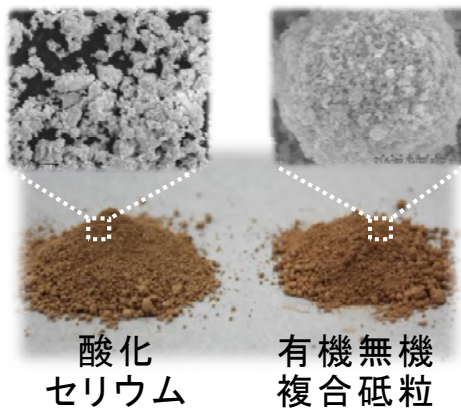
第4の要素、砥粒の核となる

有機無機複合砥粒およびエポキシ樹脂研磨パッドについては平成22年9月から大手ガラスメーカー等12社にサンプル提供を実施

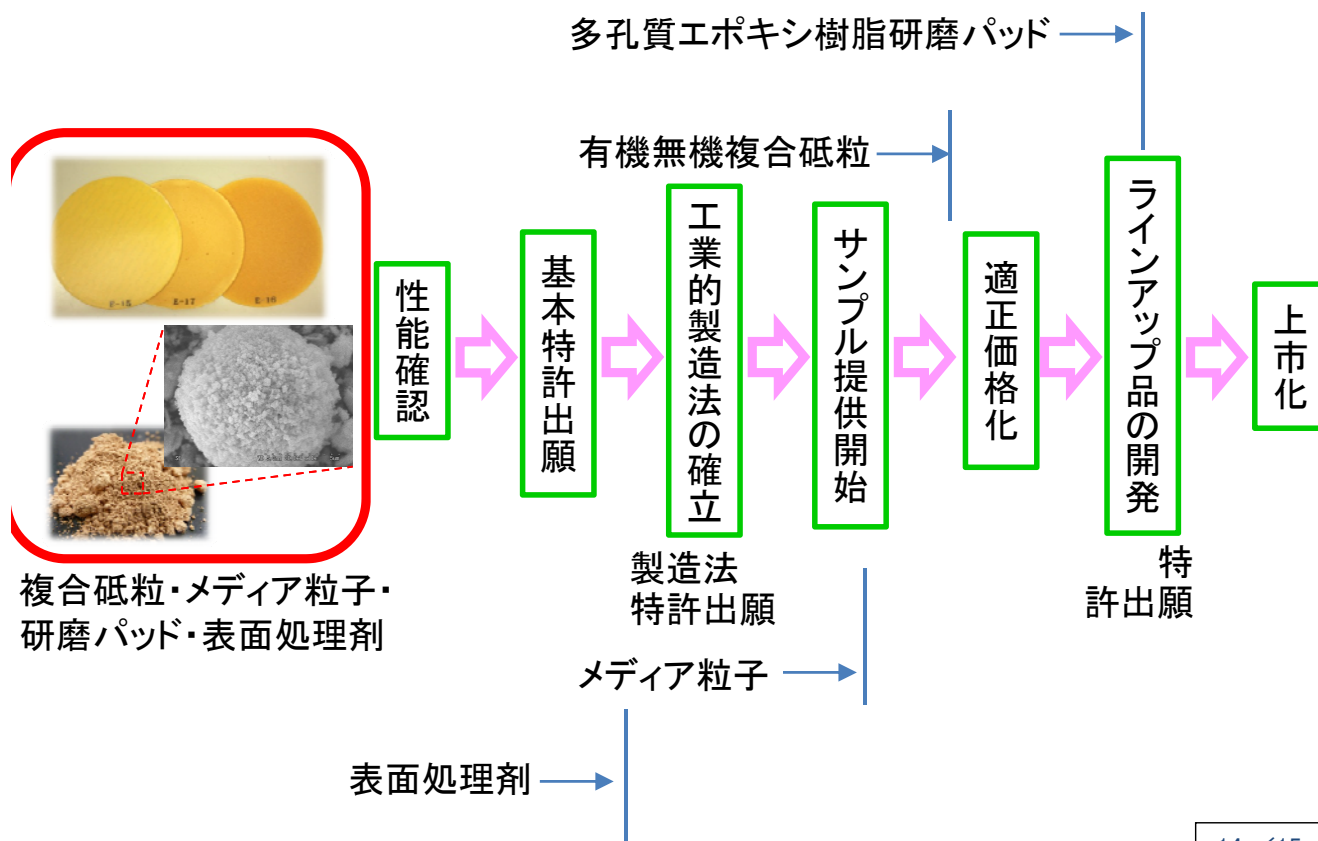
多孔質エポキシ樹脂研磨パッドについては、サンプル提供した企業から早期市販化の要

従来パッド	エポキシパッド
	
価格	同等かそれ以下
研磨能率	1.5~2倍
学的精度	1.2~1.4倍
寿命	同等
備考	ジルコニアとの組合せでも従来研磨をしのぐ

平成24年4月の上市を目指し開発を続

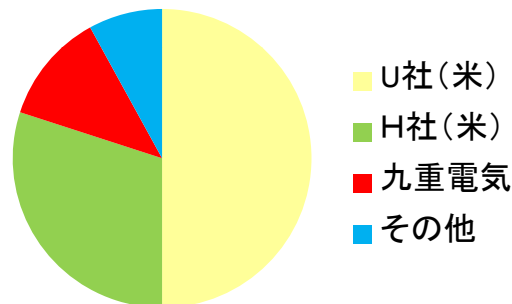
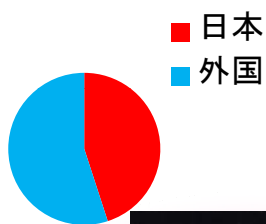
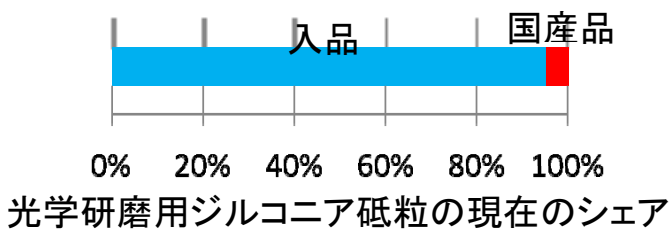


※複合砥粒は低コスト化と別化のため検討を続



研磨パッド・複合砥粒等の開発で

- 研磨能率1.5~2倍向上
- 学的精度5~8割に向上



各種ガラス製品の低コスト化・高品質化 国際競争力の向上

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」(中間評価)

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)

国立大学法人 東北大学
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
三菱化学株式会社
パナソニック株式会社ライティング社

1/18

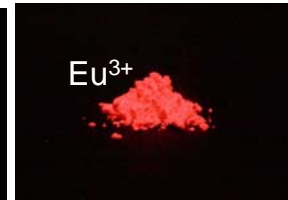
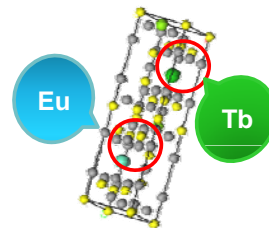
公開

I. 研究開発の背景(I)



高性能蛍光体

・・・色、輝度から発光元素としてTb, Euを多用



蛍光体・・・電気から変換された電子・光を必要な色に変換

照明・ディスプレイの色・エネルギー効率を決定する重要な部材

I. 研究開発の背景(Ⅱ)

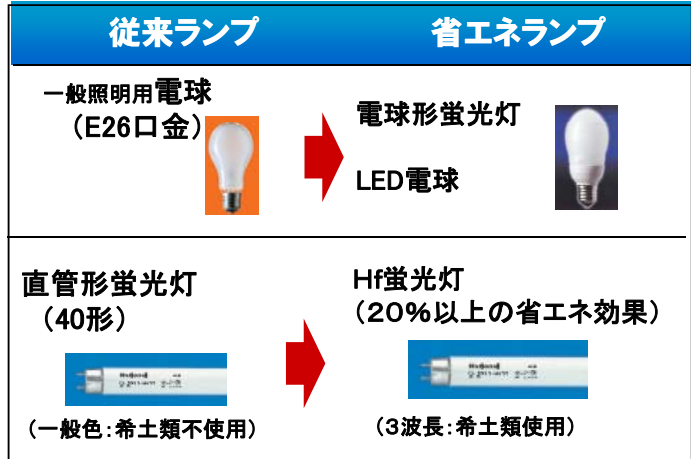
供給側の強い制約

供給が中国偏在する中重希土類Tb, Euを
発光元素として多用

蛍光 ランプ	BaMgAl ₁₀ O ₁₇ :Eu (青) (略称BAM) (Sr,Ca,Ba,Mg) ₁₀ (PO ₄) ₆ Cl ₂ :Eu (青) LaPO ₄ :Ce,Tb(緑) (略称LAP) Y ₂ O ₃ :Eu (赤) (略称 YOX)
PDP	BaMgAl ₁₀ O ₁₇ :Eu (青) Zn ₂ SiO ₄ :Mn (緑) (Y,Gd)BO ₃ :Tb (緑) (Y,Gd)BO ₃ :Eu (赤)
LED	Y ₃ Al ₅ O ₁₂ :Ce (黄) CaAlSiN ₃ :Eu (赤)

省エネ要請による需要

- ・希土類を使用した蛍光ランプは安価で効率の良いあかりとしてベース照明において当面省エネ照明で多用
- ・現在、蛍光体使用量の大部分を占めるのがベース照明蛍光ランプ



蛍光ランプ用蛍光体のTb, Euの対策

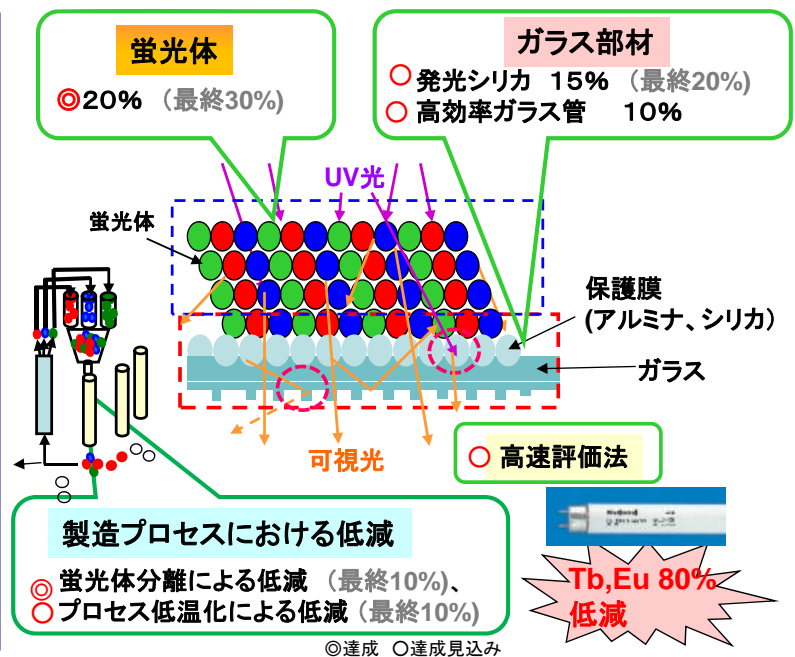
米国等でも対策はじまる

Ⅲ. 研究開発成果について (1) 中間目標の達成度

本開発の目的

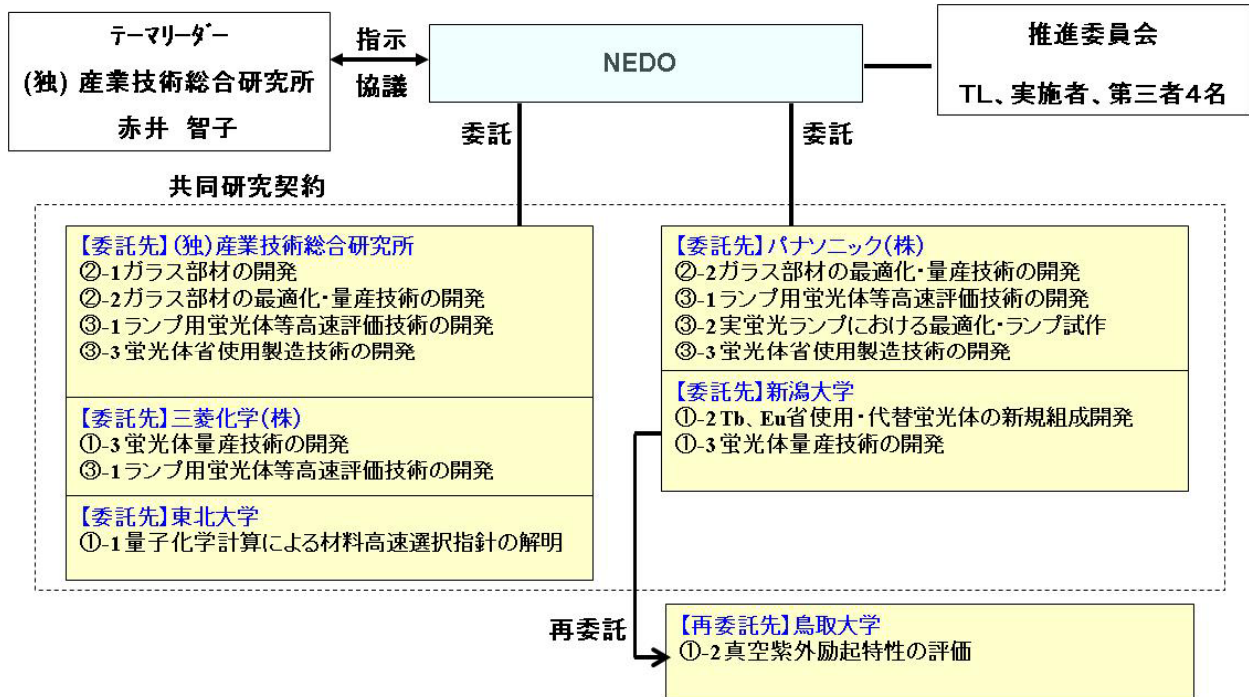
- ① 蛍光体のTb, Eu使用量低減技術
- ② ランプの光利用効率を可能にする部材開発による蛍光体使用量低減
- ③ ランプの材料構成最適化及び蛍光体省使用製造プロセスにおける蛍光体省使用技術

を総合的に開発することで、蛍光ランプ等のTb, Eu使用量を80%低減。



現時点での中間目標達成度

- ① 蛍光体については既存品改善により数値目標達成、新規蛍光体が残課題
- ② ガラスについては、材料作製技術をほぼ完成、予備評価終了、最終数値目標の達成が課題
- ③ 評価技術、プロセス技術については残課題が一部あるが目標達成直前



推進委員会を年2回 開催

研究計画・成果・マネジメントについて蛍光体、ガラス・無機材料、電子デバイス、放電デバイス、製品等の各分野の有識者の先生方のご意見を反映

委員長	山元 明 先生 … 蛍光体 (ルミテクノロジー、東京工科大学名誉教授、蛍光体同学会会長)
委員	小川 久仁 先生 … 電子デバイス製品開発 (大阪大学ナノサイエンスデザイン研究センター 特任教授)
委員	田中 勝久 先生 … ガラス、無機材料 (京都大学大学院工学研究科)
委員	神野 雅文 先生 … 放電デバイス、照明 (愛媛大学大学院理工学研究科電子情報工学専攻)

- 反映事項**
- (1) マネジメントの方法 (各課題の連携、理論と実験の連携)
 - (2) 既存技術も含めて確実な開発も追加
 - (3) 新しい開発技術の意義や広がり の明確化

最終目標蛍光ランプにおけるTb,Euの使用量原単位で80%以上低減可能な技術を開発する。

※エネルギー効率 80 lm/W、平均演色評数 80 以上(グリーン調達基準準拠)のランプとすること

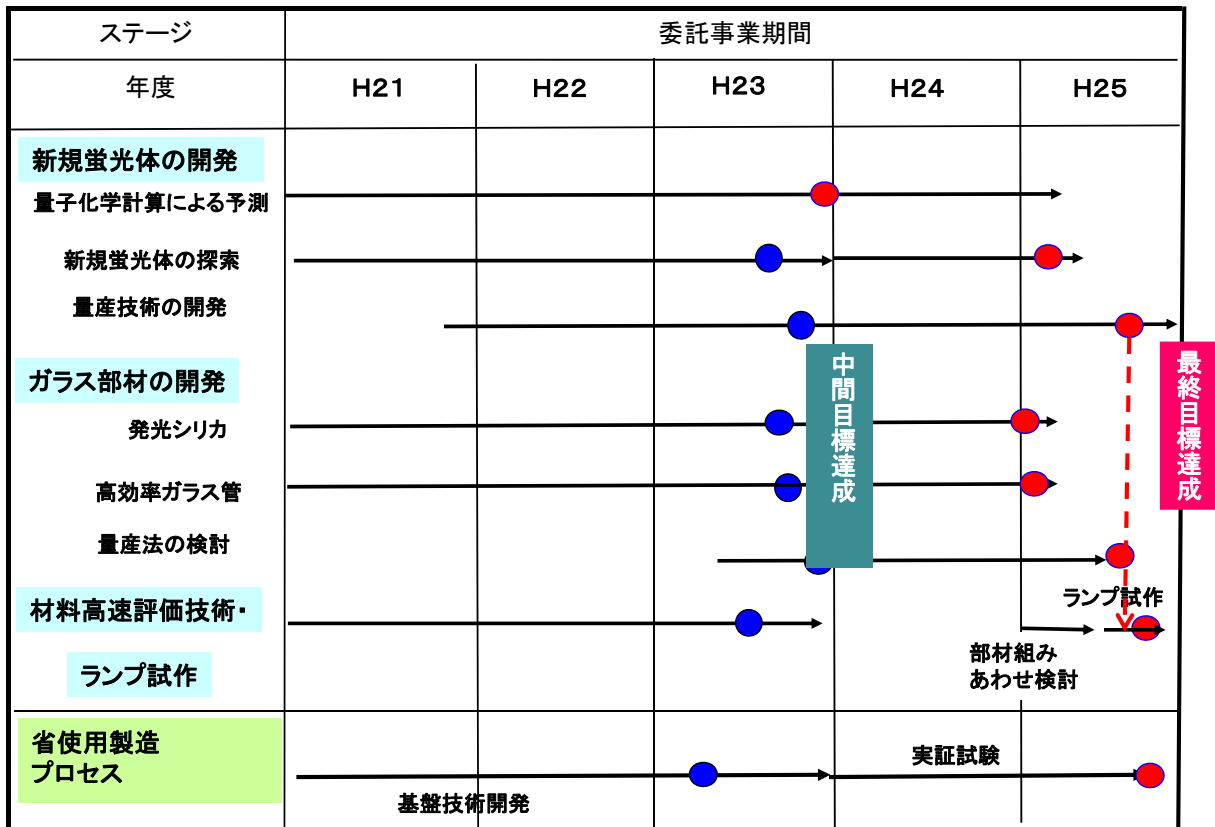
※サンプルは蛍光ランプとする(部材の相互影響があるため)

タイトな供給制限から必須値として当初から設定されたもの

項目 (削減目標)	個別技術目標	設定根拠
蛍光体 (30%)	Tb,Euを30% 低減	蛍光体の輝度のTb,Eu濃度依存性から可能であると推定される最大量
ガラス (30%)	発光シリカによる光束20%向上	既存研究からシリカが蛍光体の半分程度の輝度となったときの想定される光束向上が20%である。
	ガラスからの光取り出し効率向上により光束10%向上	回折光学の理論計算から最低限向上すると予測される光束
製造プロセス (25%)	混合蛍光体の分離による蛍光体再利用 10%	工程で発生するロスのおおよその量が全部回収されたと仮定
	プロセス低温化 10%	シンタープロセスでの劣化量から見積もり
	部材設計 5%	従来の部材変更等で生じた値から可能な範囲として設定

※光束の向上が蛍光体の使用量低減に比例すると考えて換算

部材の組み合わせ効果があるため、最終的にはランプでの低減値を目標値とした



(単位:百万円)

研究開発項目	'09	'10	'11	'12	'13	合計
①蛍光体のTb,Eu低減技術の開発	44 【69】	19	27	(43)	(46)	(179) 【69】
②ランプ部材の開発	11	37.5	20	(23)	(30)	(121.5)
③-1 ランプ等における材料高速評価技術の開発	37 【23】	6.5	5	(6)	(5)	(59.5) 23
③-2 実蛍光ランプにおける最適化・ランプ試作	0	3	10	(23)	(31)	(67)
③-3 蛍光体省使用製造技術の開発	8	2	15	(5)	(20)	(50)
合計	100 【92】	68	76	(100) 予定額	(133) 予定額	(477) 【92】

【 】内は補正予算で外数

	H21	H22	H23	合計
特許出願	0	1	0 (4)*予定	1 (4)
論文	2	3	2	7
研究発表 講演	7	27	2 (6) 予定	36(6)**
受賞実績	0	1	0	1
新聞・雑誌への 掲載	0	2	4	6
展示会への 出展	2	2	0	4

*4件が出願手続中

**このうち予定も含めて9件が国際学会 講演
(理論予測(5)、代替技術開発全般(3)、ポーラスガラス蛍光体 (1))

課題	目標	達成度	課題
① 蛍光体のTb, Eu低減技術の開発	Tb, Euを20%低減	◎	数値目標は既存蛍光体の改良により達成したが、少なくとも一つ新規蛍光体の開発が必要
② ランプ部材の開発	Tb, Euを25%低減	○	シリカについては実材料系での 布試験と評価、取り出し効率向上膜は最終的なパターン設計と試作
③-1 高速合成・評価法の開発	評価技術の確立	○	各種材料の試験と手法の確立
③-2 ランプ試作	られた新規材料についてランプ試作を行う。	◎	①の新規材料については追加試作が必要
③-3 省使用製造プロセス	蛍光体種別分離法の原理確立、低温化プロセスの調査	○	蛍光体分離については達成、低温化プロセスについては方針の明確化

◎ 達成 ○本年度中に達成見込み

各個別テーマの成果

(1) 蛍光体Tb, Eu低減技術の開発

★ 蛍光体性能予測手法を開発、既存蛍光体の改善による20%の低減

(2) ランプ部材の開発

高効率発光シリカ、大面積化が可能な無機パターン 膜を開発

(3)-1 高速評価技術の開発

254nmの量子効率を高精度で決定、加速劣化装置を開発

(3)-2 ランプ試作

既存改良蛍光体を用いて実ランプでも同等性能が得られることを実証

(3)-3 製造工程における低減化

★ 蛍光体の磁気力分離技術を開発

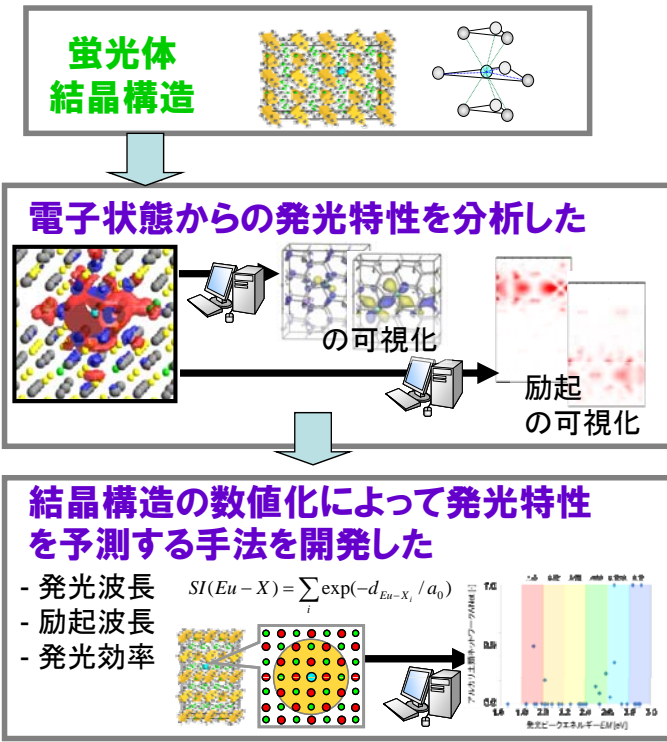
①-1 量子化学計算による材料高速選択指針の解明

高速量子化学計算手法で得られた知見から、Eu²⁺/Mn付活蛍光体の発光特性を結晶構造から予測する手法を開発

新規蛍光体材料探索への活用

Eu²⁺付活蛍光体として未知の25母体結晶に適用

界初の予測手法



蛍光体	EM予測値 [e]	E 予測値 [e]	ANet [-]	A _{avg} [-]	予測値 [nm]
Ba ₂ Al ₂ Si ₂ O ₁₂	2.71	3.03	1.000	0.150	0.00
Ba ₂ Si ₂ O ₂₁	2.83	3.14	1.000	0.147	0.00
aAl ₂ Ge ₂ O ₈	2.89	3.20	0.249	0.077	56.51
BaB ₂ Al ₂ O ₇	2.90	3.21	0.000	0.083	76.76
BaB ₂ Ge ₂ O ₇	2.87	3.18	1.000	0.083	0.00
BaBe ₂ Si ₂ O ₇	2.87	3.18	0.000	0.083	76.76
BaGa ₂ Ge ₂ O ₈	2.90	3.21	0.038	0.077	74.12
BaSi ₄ O ₉	2.88	3.19	0.000	0.071	77.75
Ca ₂ Al ₂ O ₅	2.29	2.64	1.000	0.222	0.00
a ₂ BeSi ₂ O ₇	2.54	2.88	0.000	0.167	69.82
Ca ₂ Ge ₂ O ₅	2.36	2.71	1.000	0.222	0.00
Ca ₂ Ge ₂ Si ₂ O ₁₂	2.57	2.90	1.000	0.150	0.00
Ca ₂ Mg ₂ P ₂ O ₁₈	2.74	3.06	1.000	0.115	0.00
Ca ₂ Si ₂ O ₁₄	2.30	2.66	1.000	0.250	0.00
Ca ₂ Si ₂ O ₈	2.86	3.17	1.000	0.077	0.00
CaB ₂ Al ₂ O ₄	2.58	2.91	1.000	0.143	0.00
CaGa ₂ O ₇	2.87	3.18	1.000	0.083	0.00
Ca nSi ₂ O ₈	2.44	2.78	1.000	0.100	0.00
Ca nSi ₂ O ₈	2.64	2.97	1.000	0.077	0.00
SrB ₂ Ge ₂ O ₇	2.83	3.13	0.000	0.083	76.76
SrB ₂ O ₄	2.63	2.92	0.262	0.143	49.93
SrGa ₂ Ge ₂ O ₈	2.90	3.21	0.197	0.077	60.85
SrGe ₂ Si ₂ O ₈	2.88	3.19	1.000	0.077	0.00
Sr nP ₂ O ₈	2.74	3.04	1.000	0.077	0.00
r ₂ P ₈ a ₂	2.48	2.82	0.000	0.130	72.84

Ca₂BeSi₂O₇, BaSi₄O₉, Sr₃P₆O₆N₈が高效率で可視光発光することを予測。

Ⅲ. 研究開発成果について (4) 成果の最終目標の達成可能性

研究課題	最終目標 (平成25年度末)	達成見通し
① 蛍光体のTb、Eu使用量低減技術	30%低減 ランプでの適合性、量産性に問題のないTb、Euの使用量を30%以上低減できる蛍光体の組み合わせを提示	赤色もしくは青色についてどちらかで新規材料が見出され 達成できる見込みであるが、いくつかの候補材料が見出されており、23年度は開発がにのるため、達成される可能性は高い。
② ランプ部材	30%低減 20%以上高い光束が得られるシリカ保護膜、従来のガラス管より10%以上の取り出し効率を有するガラスを開発、量産方法について目途をつける。	おおよその数値は達成できるが、シリカの 布法、取り出し効率向上膜の最適化により、目標数値の達成が必要。
③ ランプシステムにおける最適化・蛍光体省使用製造技術	25%低減 ランプ構成の最適化、製造工程での省使用により25%低減	・分離技術は中間で達成しているが、分離された蛍光体のランプでの性能確認が必要。 ・材料の構成最適化については新しい材料で確認することが必要。 ・プロセス低温化については材料以外の部分を検討
PJ全体の最終目標	製造工程を含めてランプにおいてのTb、Euの使用量を80%以上低減	希土類を大幅に低減した場合の課題は、若 の色、輝度の不足であり、その性能がガラス部材で補える可能性があることから、それらを組み合わせることと蛍光体の 量等で、総合的に80%低減を達成できる見込み

受賞

Merck Grand Award (IMID/IDMC/ASIA DISPLAY 2010)
2010.10、東北大

各種の展示会への出展

ナノテク2010, 2011
元素戦略、希少金属合同シンポジウム
ライティングジャパン 新潟大学ブースにて
PJ関係ポスター (2010)



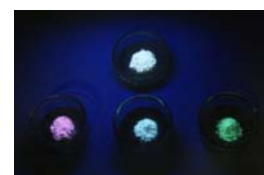
関連学協会での成果講演依頼への対応

照明学会 (2011.9)、(社)ニューガラスフォーラム(2011.6)、蛍光体同学会(2011.8)

プレス広報等

レアアースを含む蛍光体を種類ごとに分離する技術を開発 (2011.5)

日経新聞、日経産業新聞、日 工業新聞、鉄 新聞、
マイコミジャーナル(WEB)、つく サイエンスフォーラム(WEB)にて

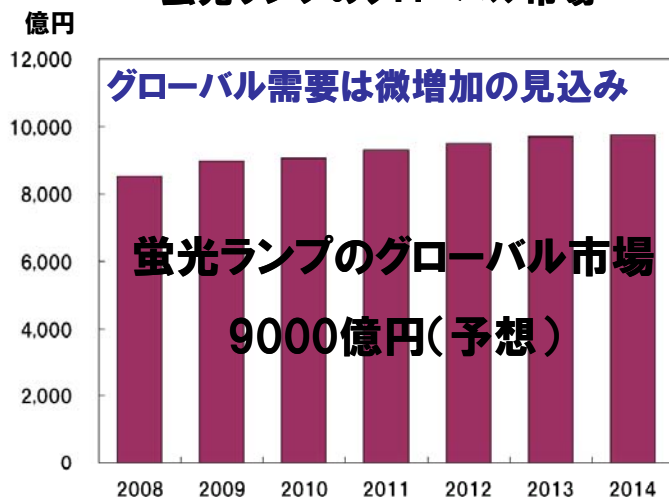


その他、関連雑誌等での

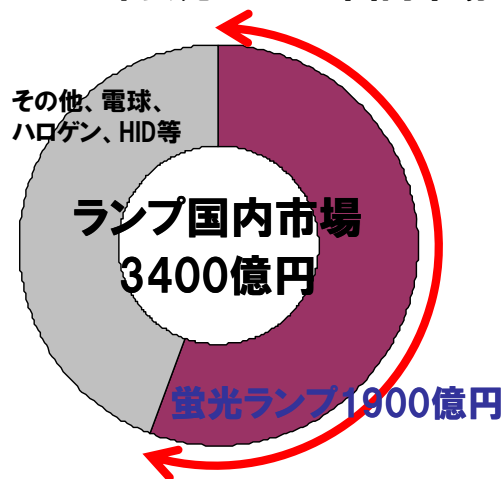
レアメタルニュース(2011.7) 日経エレクトロニクス(2011.1)

蛍光ランプの国内市場は1900億円(2009年)
電球型蛍光ランプが牽引してグローバル需要は今後も増加予測
→希土類使用量削減技術によりランプ価格の大幅変動を抑制

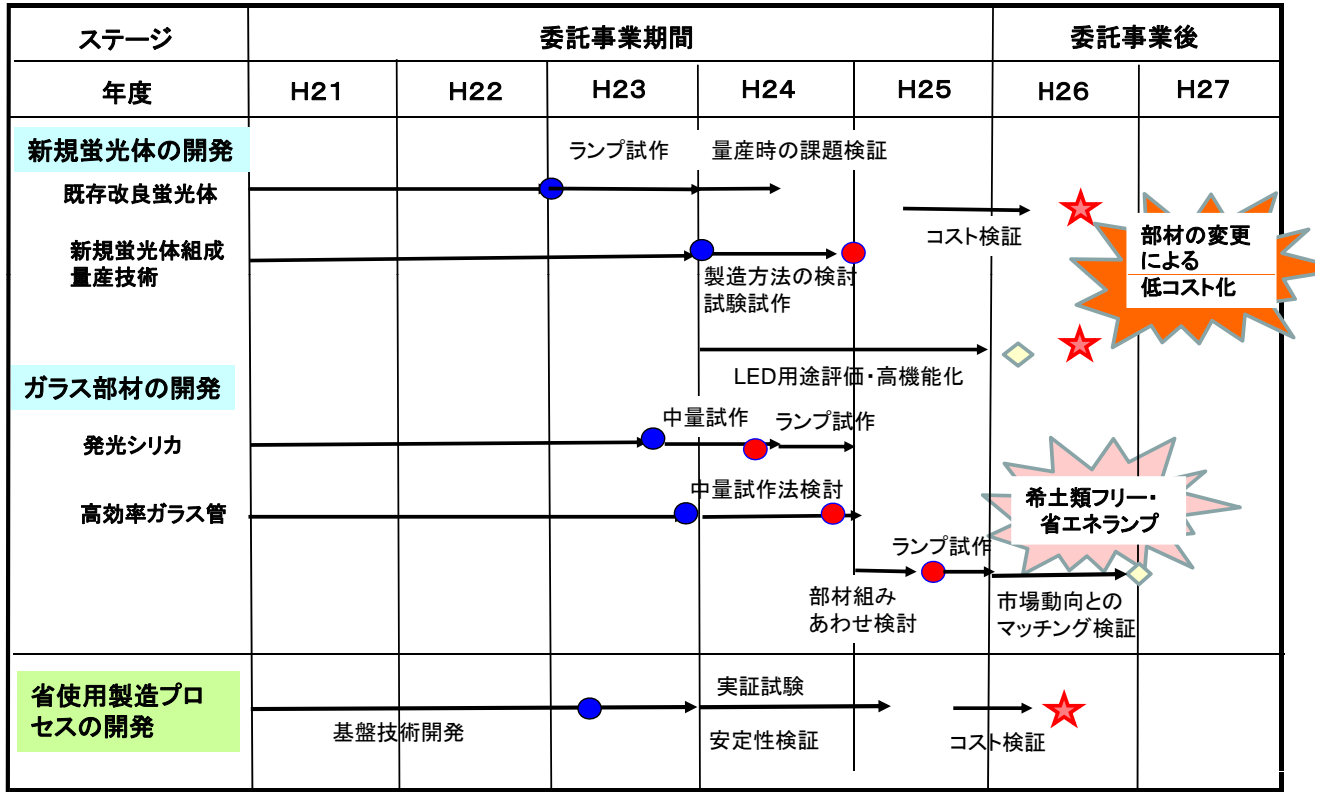
蛍光ランプのグローバル市場



2009年蛍光ランプの国内市場



日本電球工業会HPより



- 中間目標達成
- ★ 事業化検討時期
- 最終目標達成
- ◇ 実用化検討時期

