

「希少金属代替材料開発プロジェクト」

中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	2
評価概要（案）	12
評点結果	20

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会

「希少金属代替材料開発プロジェクト」(中間評価)

分科会委員名簿

(平成21年7月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	にいはら こういち 新原 皓一	長岡技術科学大学 極限エネルギー密度工学研究センター 特任教授
分科会長 代理	うちだ ひろひさ 内田 裕久	東海大学 工学部 エネルギー工学科 教授
委員	ばば こうぞう 馬場 孝三	住友金属鉱山株式会社 取締役 常務執行役員 技術本部長
	ふくなが ひろとし 福永 博俊	長崎大学 工学部 電気電子工学科 教授
	ふじた しずお 藤田 静雄	京都大学 大学院工学研究科 教授
	みうら ひでし 三浦 秀士	九州大学 大学院工学研究院 機械工学部門 教授
	みずがき よしお 水垣 善夫	九州工業大学 副学長(研究戦略担当) 大学院工学研究院 機械知能工学研究系 教授
	よしの ひろし 吉野 完	株式会社野村総合研究所 技術・産業コンサルティング部 上級コンサルタント

敬称略、五十音順

事務局：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価部

プロジェクト概要

		最終更新日	平成21年7月15日
プログラム (又は施策)名	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(資源制約克服/3R)		
プロジェクト名	希少金属代替材料開発プロジェクト	プロジェクト番号	P08023
担当推進部/ 担当者	ナノテクノロジー・材料技術開発部 三宅 倫幸(平成21年7月現在) ナノテクノロジー・材料技術開発部 坂田 雅史(平成18年8月~平成20年7月)		
0. 事業の概要	<p>希少金属は、我が国の産業分野を支える高付加価値な部材の原料であり、近年需要が拡大している。しかし、途上国においても著しく需要が拡大していることや、他の金属と比較して希少であることから、その代替性も著しく低いとともに、その偏在性ゆえに特定の産出国への依存度が高い等から、我が国の中長期的な安定供給確保に対する懸念が生じている。</p> <p>本プロジェクトは、透明電極向けインジウム、希土類磁石向けディスプロシウム、超硬工具向けタングステンを対象元素として代替材料の開発、または使用量低減技術の開発を目的とし、本プロジェクトを通じて持続可能な社会構築に貢献する。</p>		
I. 事業の位置 付け・必要性に ついて	<p>【NEDO が関与する意義】</p> <p>本研究開発は、「ナノテク・材料分野」に列挙されている「戦略重点科学技術」のうち「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」にあたるものであり、文部科学省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支援体制を確立して行うもので、我が国の科学技術力の向上という観点からも極めて意義が高いものである。</p> <p>よって、政策的な位置付けであること、資源セキュリティに係ること、高度な技術開発が必要であること、更に開発リスクが非常に高いこと等の観点からNEDOが推進すべき研究開発プロジェクトである。</p> <p>【実施の効果】</p> <p>(1) 透明電極向けインジウム(In)使用原単位低減 2006年実績でインジウムの生産量は全世界で480t生産されており、その大半が中国で生産されている。この内、FPD用の電極材料として430tが使用されている。FPD用の電極材料の需要が倍増した場合、本研究開発により50%削減が可能になり、将来的なInの供給量に変化がなかった場合、430tの削減効果がある。これは、2006年の地金相場価格(855\$/kg)では、368億円の削減効果がある。透明電極材の市場規模予測は2010年で781億円であり、この市場確保へも大きく寄与する。</p> <p>(2) 希土類磁石向けディスプロシウム(Dy)使用原単位低減 ハイブリッド車用の永久磁石モータは、国内生産108万個(2007年実績)、260万個(2010年予測)と予想されている。将来の希土類磁石向け国内Dyの供給量が2004年と同等の260t/年として、本技術開発により30%削減可能となった場合、Dy単独でおよそ110tのディスプロシウムの削減の効果がある。これは、2007年の価格で換算すると約12億円の削減効果がある。</p> <p>(3) 超硬工具向けタングステン(W)使用原単位低減</p>		

2004年度のWの需要量は5680トン(需要量)であり、その内、切削工具に使用されるWの需要量は5466トンである。本技術開発により、W原単位で30%の削減が可能となった場合、約2985トンの削減効果がある。タングステン鉱石が2005年6月の時点の価格の130\$／MTU(1MTU=W₃純分10kg)を採用した場合、鉱石換算で約39億円程度の削減効果がある。超硬工具の生産金額は、3340億円(2006年実績)であり、本技術はこれらの産業に適用可能である。

【実施の効果(費用対効果)】

以下のように、約8倍強の費用対効果が見込まれる。

- (1) 費用： 約50.0億円
- (2) 効果：総額 419億円
 - 368億円(うち透明電極向けインジウム原単位削減効果)
 - 12億円(うち希土類磁石向けディスプレイ用原単位削減効果)
 - 39億円(うち超硬工具向けタングステン原単位削減効果)

【事業の背景・目的・位置付け】

現在及び将来において我が国経済を牽引していく産業分野において、競争力を発揮し世界を勝ち抜いていくために、多様な連携(川上・川下産業の垂直連携、材料創製・加工との水平連携)による研究開発の推進により、当該市場のニーズに応える機能を実現する上で不可欠な高品質・高性能の部品・部材をタイムリーに提供し、又は提案することができる部材の基盤技術を確立することを目的とした「ナノテク・部材イノベーションプログラム」、及び環境・資源制約を克服し循環型経済システムを構築することを目的とした「環境安心イノベーションプログラム」の一環として本プロジェクトを実施する。

希少金属は、我が国産業分野を支える高付加価値な部材の原料であり、近年その需要が拡大している。しかし、途上国における著しい需要の拡大や、そもそも他の金属と比較して、金属自体が希少であり、代替性も著しく低く、その偏在性ゆえに特定の産出国への依存度が高いこと等から、我が国の中長期的な安定供給確保に対する懸念が生じている。これに対する具体的な対策として、平成18年6月、資源エネルギー庁から報告された「非鉄金属資源の安定供給確保に向けた戦略」において、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、等が整理され、現在それぞれにおける具体的な対策が進められている。本研究開発は、この総合的な対策の一部として非鉄金属資源の代替材料及び使用量低減技術の確立を目的としている。

II. 研究開発マネジメントについて

事業の目標	最終目標(平成23年度末)では、以下希少金属元素の使用原単位(一製品当たり)について現状と比較して以下の低減ができる製造技術を開発し、ユーザー企業、大学等の外部機関に対して機能評価のためにラボレベルで提供できる(試料提供)水準に至るまでの技術を確立する。		
	また、製品の機能や製造コストは少なくとも現状と同等を維持することを前提とする。		
	研究開発項目	対象元素	使用原単位の低減目標値
	①及び②	透明電極向けインジウム(In)	現状から50%以上低減
	③	希土類磁石向けディスプレイ用(Dy)	現状から30%以上低減
④及び⑤	超硬工具向けタングステン(W)	現状から30%以上低減	

	主な実施事項	H 1 9 fy	H 2 0 fy	H 2 1 fy	H 2 2 fy	H 2 3 fy
事業の計画内容	①透明電極向けインジウム使用量低減技術開発	→	→	→	→	→
	②透明電極向けインジウム代替材料開発	→	→	→	→	→
	③希土類磁石向けディスプレイ用シウム低減技術開発	→	→	→	→	→
	④超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発	→	→	→	→	→
	⑤超硬工具向けタングステン代替材料開発	→	→	→	→	→
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位:百万円)(委託)	会計・勘定	H 1 9 fy	H 2 0 fy	H 2 1 fy	H 2 2 fy	H 2 3 fy
	一般会計	1,100	940	857		
	特別会計(一般)		500			
	総予算額	1,100	1,440	857		
開発体制	経産省担当原課	製造産業局非鉄金属課				
	プロジェクトリーダー	なし				
	テーマリーダー	①東北大学 未来科学技術共同研究センター 教授 中村 崇 ②高知工科大学 教授 山本 哲也 ③東北大学 未来科学技術共同研究センター 教授 杉本 諭 ④(独)産業技術総合研究所 グループ長 小林 慶三 ⑤東京大学 名誉教授 林 宏爾				
委託先	①東北大学 未来科学技術共同研究センター, 三井金属鉱業(株), DOWA 外ロクス(株), (株)アルバック ②高知工科大学, アルプス電気(株), カシオ計算機(株), ジオマテック(株), (株)ZnOラボ, ハクスイテック(株), 三菱カ瓦斯化学(株) ③東北大学 未来科学技術共同研究センター, (株)三徳, インターマトリックス(株), TDK(株), トヨタ自動車(株), 山形大学, (独)物質・材料研究機構, (独)日本原子力研究開発機構 ④(独)産業技術総合研究所, 住友電気工業(株) ⑤(独)産業技術総合研究所, (財)ファインセラミックスセンター, (株)タンガロイ, 富士ダイス(株)					
情勢変化への対応	本プロジェクトでは、総合的な対策の一環として非鉄金属資源の代替材料及び使用量低減技術の確立を目的として、平成19年度からインジウム、ディスプレイ用シウム、タングステンの3鉱種について研究開発を実施しているが、昨今の情勢変化を受けて、平成21年度から、新たに対象鉱種として、白金族、セリウム、テルビウム・ユウロピウムを追加することになり、採択審査段階である。					
評価に関する事項	事前評価	未実施(H19年度はMETI直執行)				
	中間評価	平成21年度 中間評価実施				
	事後評価	平成23年度 事後評価実施				

Ⅲ. 研究開発成果について

①透明電極向けインジウム使用量低減技術開発（目標達成度：◎）

(1)「スパッタリング法における透明電極向けインジウム使用量低減化技術開発」

第4元素添加による低インジウム新規組成ITO開発については、第一原理計算による添加候補元素の確定ならびにその結果を受けたコンビナトリアル手法を駆使した組成の確定がほぼ終わり、目標のインジウム60%組成ITOの組成が決定し、現在その新規ターゲットを作製し、ITO膜製造専用機で最終的な薄膜性の評価を行いつつある。一方金属薄膜積層化による一層の薄膜化については、Agの10nmの薄膜積層化により、当初の目標を達成した。

(2)「非スパッタリング法による透明電極向けインジウム使用量低減化技術開発」

インクジェット法で作製されたITO薄膜は、当初の目標を達成する性能を示した。また、現在、実験室レベルで少量の作製しかできないが、現在その大型化を図るための準備がなされ、一部小型ベンチスケールの設備が完成した。

②透明電極向けインジウム代替材料開発（目標達成度：◎）

平成19、20年度は、ZnO系透明導電膜の液晶ディスプレイへの応用可能性を検討する観点から、カラーフィルタ(CF)側電極にZnO系透明導電膜を実装した3インチの小型液晶パネルを試作し、液晶ディスプレイ製造プロセスにおける課題の抽出と、現行のITO透明導電膜との相違点を明確にすることに重点を置いて研究開発を実施した。その結果、抵抗率、透過率、耐熱性、耐湿性、耐薬品性等の諸特性において、透明電極として使用に耐えうる特性を満足する材料技術と成膜技術を確立する事が出来た。

③希土類磁石向けディスプロシウム低減技術開発（目標達成度：◎）

(1)2.7 μ mまで粉末粒径を小さくすることにより高保磁力を実現し、Dy20%~30%削減に相当する磁気特性を有するDyフリー焼結磁石の作製に成功した。

(2)Dyリッチシェル化率82%と界面制御することにより、Dy20%削減に相当する磁気特性を有する焼結磁石の作製に成功した。

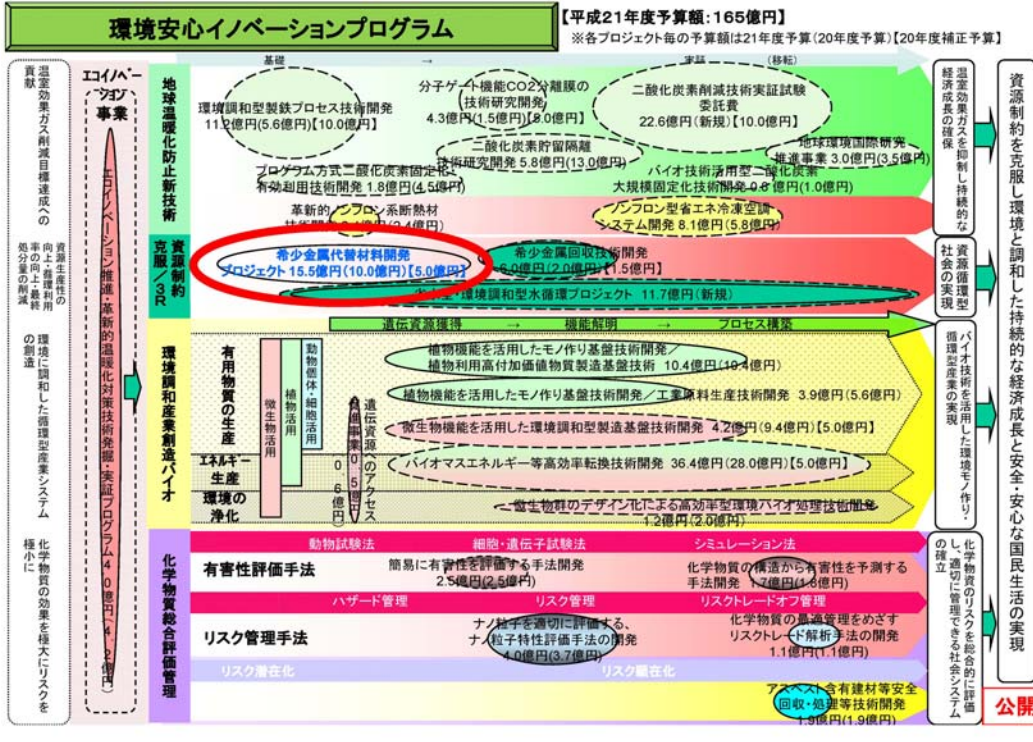
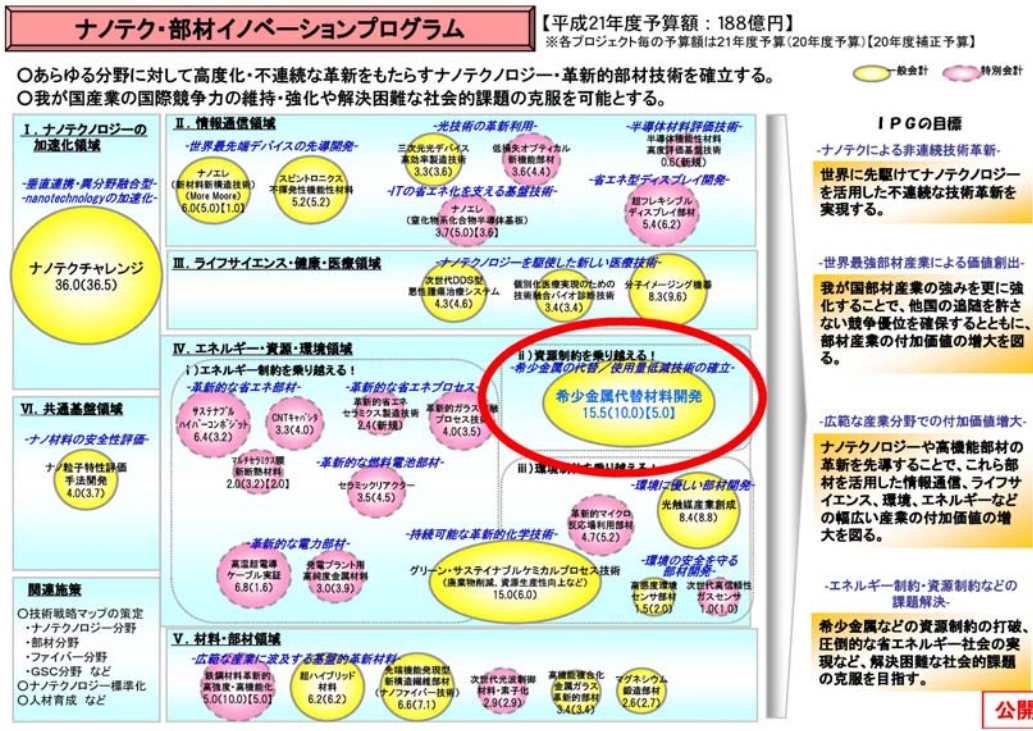
④超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発（目標達成度：◎）

硬質な被削材を切削加工するためには、工具の刃先部へ鋼との親和性が低く、硬質な材料を超硬基材にロウ付けして使用されてきたが、基材をサーメットに置き換えても強固に接合する技術を新たに開発した。本技術はインサート材料に非平衡化した金属粉末を用い、局所的な加熱により実現することで基材や硬質材料への熱負荷を抑えることに成功した。また、実際の工具形状に適した装置の試作、改良を行うことで中間(自主)目標であった120秒以下(月産1万個/台の量産に移行できる生産性から換算)の処理時間で100MPaを超える接合強度(従来のロウ付け以上)を達成できた。この処理時間の中には接合雰囲気制御する時間、加熱時間、冷却時間も含まれており、月産1万個の量産に移行できる生産性、プロセスコストの低減効果を確認できた。得られたハイブリッド切削工具は外周研削も問題なく実施することができており、コーティングにおける成膜条件を確認の後、切削テストを実施する予定である。

	<p>⑤超硬工具向けタングステン代替材料開発（目標達成度：◎）</p> <p>サーメットの組織、特性及び焼結性などに関する基盤技術を確立するために、接着度・結晶粒径などの組織学的因子を評価する技術と共に、粒界・界面構造等を明らかにする微構造解析技術を確立した。また、サーメット焼結プロセス中に生じる組織変化を予測するために、固相焼結から液相焼結までの焼結・粒成長を一貫してシミュレーションする技術を開発し、中間目標である“サーメットの組織形成シミュレーション技術の確立”を達成することができた。</p> <p>新規サーメットを開発するために、新規固溶体粉末を合成する技術、および開発した固溶体粉末を用いて新規サーメットを作製する技術を確立し、中間目標である“新規固溶体粉末を用いたサーメット合成技術の確立”を達成することができた。</p> <p>新規コーティング技術を開発するために、レーザーCVDによるサーメット基材用コーティング技術の開発を行い、従来の熱CVDに比べ十分低い温度でα-Al₂O₃コーティングを合成する技術を確立した。これにより、中間目標である“新規なコーティング技術の確立”を達成することができた。</p> <table border="1" data-bbox="422 840 1404 1008"> <tr> <td data-bbox="422 840 662 884">投稿論文</td> <td data-bbox="662 840 1404 884">「査読付き」29件、「その他」17件</td> </tr> <tr> <td data-bbox="422 884 662 929">特許</td> <td data-bbox="662 884 1404 929">「出願済」15件、（うち国際出願3件）</td> </tr> <tr> <td data-bbox="422 929 662 1008">その他の外部発表 （プレス発表等）</td> <td data-bbox="662 929 1404 1008">「プレス発表」11件</td> </tr> </table>	投稿論文	「査読付き」29件、「その他」17件	特許	「出願済」15件、（うち国際出願3件）	その他の外部発表 （プレス発表等）	「プレス発表」11件
投稿論文	「査読付き」29件、「その他」17件						
特許	「出願済」15件、（うち国際出願3件）						
その他の外部発表 （プレス発表等）	「プレス発表」11件						
IV. 実用化、事業化の見通しについて	<p>①透明電極向けインジウム使用量低減技術開発</p> <p>省Inターゲット開発が完成することにより、海外（特に中国）への依存度が少なくなりITOターゲット価格の高騰を抑制できる。市場としては液晶TVを代表としたTFT-LCD、プラズマディスプレイが主流である。新規ターゲット、新規ターゲットを搭載したスパッタリング装置を販売する。実用化の課題としては、大型化基板でのターゲット、膜特性評価を行い、小型装置で作製した場合と同等の性能を確認することである。</p> <p>実用化のための大型化技術開発を行い、新規組成ターゲットで世界シェア50%以上（約800トン/年）を目指す。</p> <p>②透明電極向けインジウム代替材料開発</p> <p>携帯電話などの小型液晶パネルについては、本中間成果により事業化の可能性を示したと言える。しかし大型液晶パネルは小型パネルと構造および表示方式が異なる部分があるため、実用化および事業化は21年度から23年度に実施する大型液晶パネルへのZnO透明電極の応用研究開発成果にて実現させる。</p> <p>本研究開発はZnOの素材、製膜、エッチング液そしてパネル組み立てまで、すなわち液晶パネル製造における川上から川下までの企業が構成し、緊密な連携の下に一致団結して推進している。このため参画企業の製造レベルごとの事業化が可能であり、すでに事業化の計画を有する企業がある。</p> <p>③希土類磁石向けディスポシウム低減技術開発</p> <p>本体制によって製造される省Dy焼結磁石は、トヨタ自動車（株）によって自動車用磁石への応用が検討されるが、本研究により開発した焼結磁石を適用することにより、Dyの使用量を格段に抑えることが可能でとなると期待される。特に今後ハイブリッド自動車の普及が加速し、高保磁力=高Dy磁石の需要増加が予測されていることから、本研究成果はハイブリッド自動車の普及に大きく貢献すると</p>						

	<p>いえる。また、開発された省Dy焼結磁石がハイブリッド自動車だけでなく、各種工作機械、エレベータ、大型家電用モータ等にも採用されれば、エネルギー効率が飛躍的に向上することが考えられ、省エネルギー効果が極めて高くなり、これら産業においても即採用されると推定される。</p> <p>④超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発 プロジェクト期間内に最終目標を達成できれば、プロジェクト終了後直ちにサンプル供試でき、性能試験結果およびユーザー意見を反映した改善を行うことができる。このため、プロジェクト終了後3～5年程度の量産技術開発および実用化検討の後に事業化が行える見通しである。</p> <p>⑤超硬工具向けタングステン代替材料開発 切削工具用サーメット及びコーティング技術の開発については、切削工具用高靱性サーメットの開発および切削工具用サーメットの安定製造技術の確立を行うと共に実用化の検討を行い、2011年に最終目標試作を実施する。その成果を基にその後の事業化を目指す。 耐摩耗工具用サーメット及びコーティング技術の開発については、高靱性サーメットの開発および大型部材焼結技術、研削等加工条件の確立を行うと共に実用化の検討を行い、2011年に最終目標試作を実施する。その成果を基にその後の事業化を目指す。</p>	
V. 基本計画に関する事項	制定時期	平成20年3月 制定
	変更履歴	<p>(1) 平成20年7月、イノベーションプログラム基本計画の制定により、「(1) 研究開発の目的」の記載を改訂。</p> <p>(2) 平成21年3月、新鉱種追加により改訂。</p>

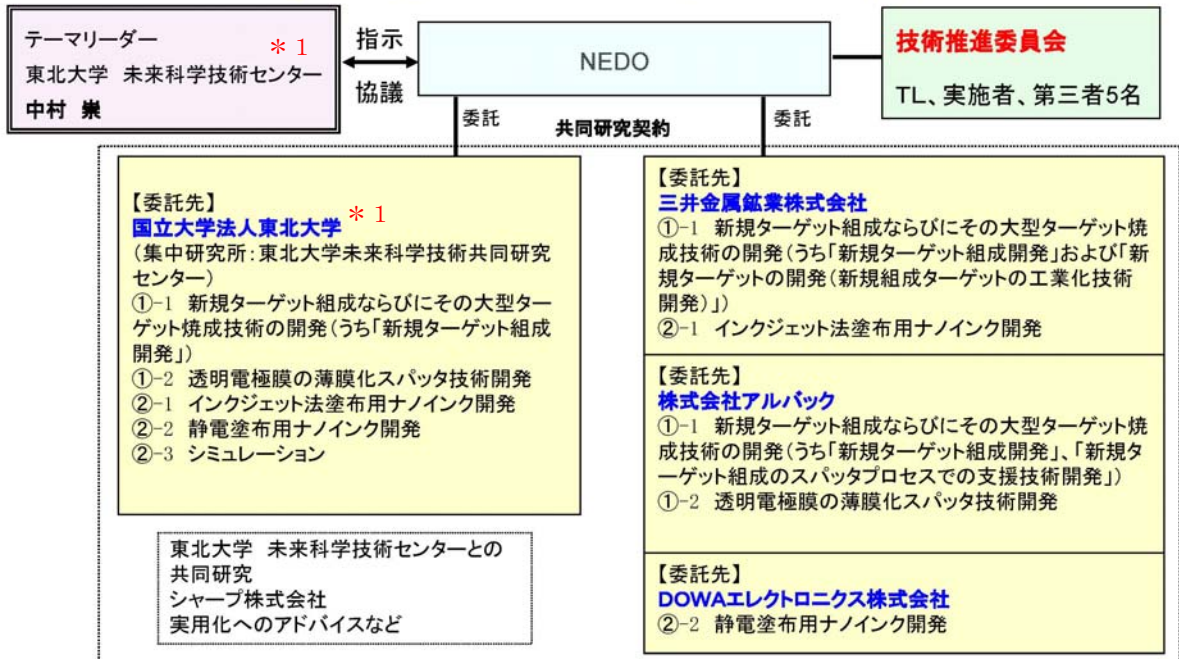
技術分野全体での位置づけ (分科会資料6-1より抜粋)



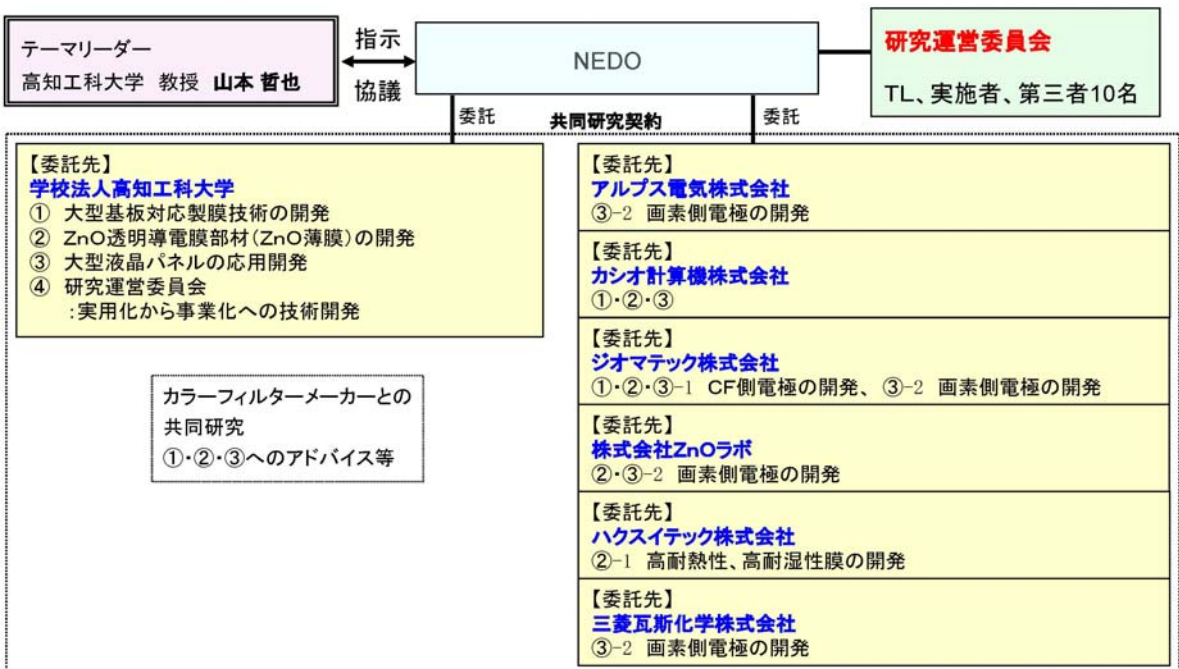
「希少金属代替材料開発プロジェクト」

全体の研究開発実施体制

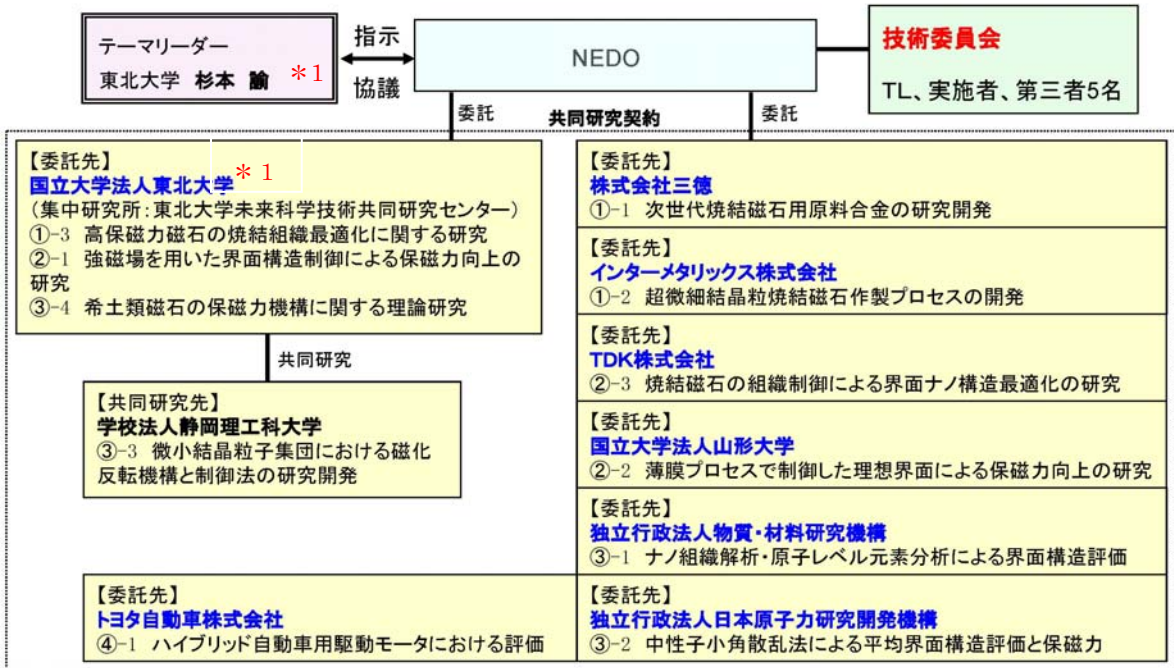
実施体制 ①透明電極向けインジウム使用量低減技術開発



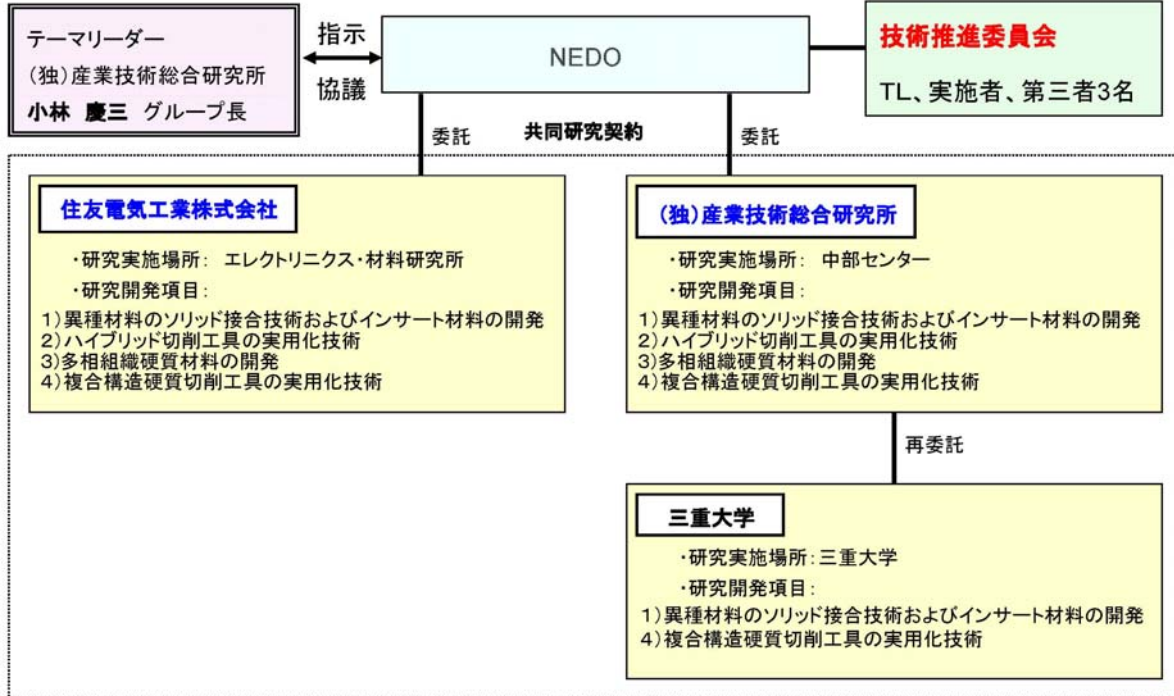
実施体制 ②透明電極向けインジウム代替材料開発



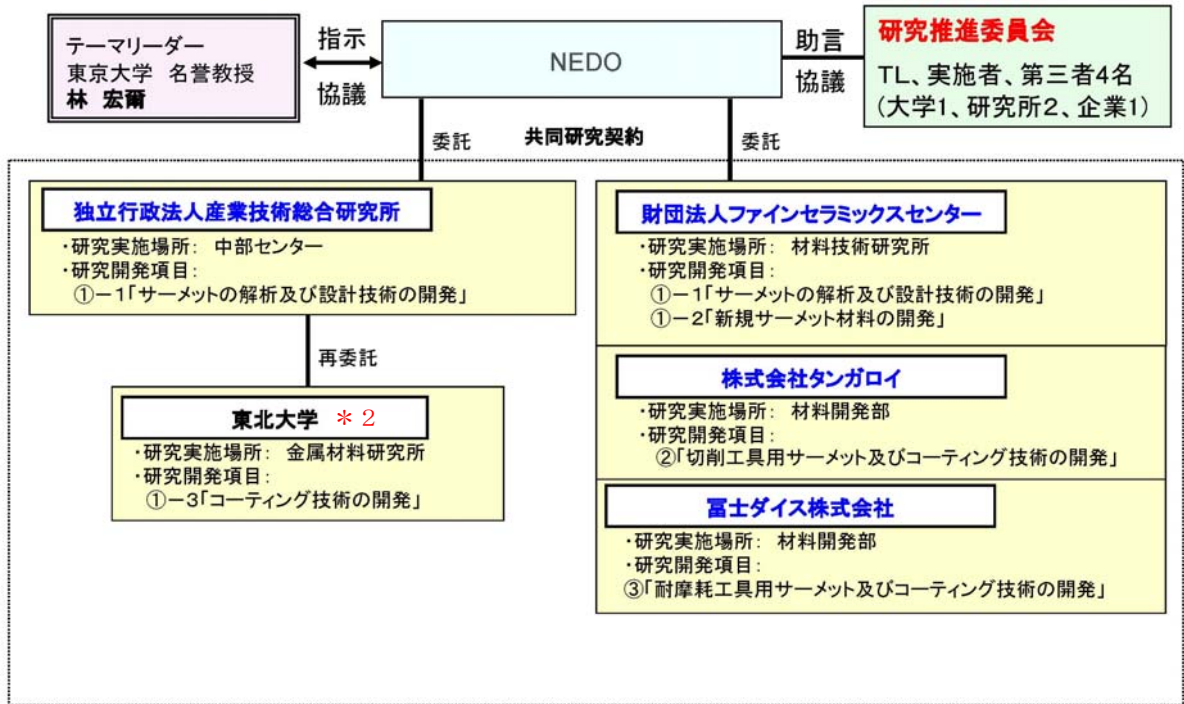
実施体制 ③希土類磁石向けディスプロシウム使用量低減技術開発



実施体制 ④超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発



実施体制 ⑤超硬工具向けタングステン代替材料開発



* 1 東北大学 未来科学技術共同研究センター

* 2 東北大学 金属材料研究所

「希少金属代替材料開発プロジェクト」(中間評価)

評価概要(案)

1. 総論

1) 総合評価

希少金属の確保、効率的な利用方法の開発は我が国にとって極めて重要な課題である。本プロジェクトは、その意義が明確で、また目標値の設定も妥当であり、日本企業が持続的に世界をリードし続ける為に不可欠な国レベルのプロジェクトであると評価できる。産学官が連携し、各研究開発項目において、具体的最終目標が設定され、設定された中間目標が概ね達成されている。最終成果に向けた計画も適切で、順調な進展が期待される。

本プロジェクトが、資源供給が不安定となる可能性のある希少金属を扱う事業であることを考慮すれば、目標と実用化時期の分析、設定が不十分な個所が見られる。常に最新の情報収集に努め、情勢の変化に対応し、早期の実用化シナリオの更なる精査を期待する。現在の希少金属使用量を削減する研究が多く見られたが、資源の全量が禁輸されるリスクなどを考えると、従来ない新素材開発や研究アプローチなどのより革新的な研究に関しても、文部科学省「元素戦略プロジェクト」との更なる連携のもと実施することに期待する。今後のプロジェクトの推進においては、「希少金属代替材料開発プロジェクト企画委員会」が全体を取り纏め、より一層強力なマネジメントを行うとともに、グループ間の連携にも期待する。

2) 今後に対する提言

世界をリードする成果、日本企業が持続して発展するために不可欠な成果を得るために、「希少金属代替材料開発プロジェクト企画委員会」を活用し、その強力なリーダーシップの元にテーマ間のみでなく、産学官の連携を強化することを薦める。文科省プロジェクトとの連携も重要である。本プロジェクト開始の3年前と比べるとコスト競争や資源への危機感が一層進展したことを考えると、情勢変化に応じた最終目標の再設定や開発および実用化のスピードアップが必要である。そのためには、到達点におけるコスト的課題を含む技術総合的な切り口の設定も不可欠である。また、知財問題をクリアした上で早い段階から広く技術を公開して試験を求めることや、代替材料をユーザーが受け入れ易くするような国として行政的な支援を含めた何らかの仕組みなどを検討してはどうか。希少金属に関しての国際的な動向を加味して、本プロジェクトの位置

付け、得られた成果の国内外における優位性を明確にすることも必要である。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

非鉄金属資源を持たない我が国にとって、使用量の削減或いは代替材料開発は、資源の探鉱開発、リサイクル、備蓄と並んで推進すべき重要案件である。特に、タングステン (W)、インジウム (In)、ディスプロシウム (Dy) は、我が国の産業を支える上で重要な材料であり、カントリーリスクが生じる可能性の大きい、局在する希少金属で有ることを考えると、資源国家戦略の観点から、NEDOの事業として妥当である。

一方で、公的資金を使ったプロジェクトである以上、公共の利益という観点が必要であり、ノウハウの開示に繋がる場合を除き、特許出願及び論文発表に積極的に取り組んで欲しい。NEDO事業ではなく、民間企業だけで実施すべき部分も有るよう感じられる。代替材料開発と言いながら、現在の材料の使用量を減らす開発が主たる内容であり、部材イノベーションとは言い難い面もある。また、内外の技術動向や政策との関連性、国際貢献などが明確でなく、さらに、国際競争力への寄与や費用対効果の説明も十分ではない。

2) 研究開発マネジメントについて

3要素に対象を絞り、目標が定量的に設定されており、対象とする要素技術、事業体制、スケジュール等は明確で適切に設定されている。本研究開発のマネジメントについては概ね妥当である。情勢の変化に対応し、計画の追加が行われている点も評価できる。

また、InとWそれぞれにおける「低減」と「代替」の2グループ間の連携やユーザーとなりうる企業の協力が成果の加速と普及のためには重要である。コスト的課題を含む総合的な到達点の設定も不可欠である。全体的に成果をまとめ、今後の展開に繋げて行くようなNEDOの総合的なマネジメントが一層求められる。従来にない独創的な代替素材の適用、新たな製造法へのアプローチなど、より革新的なテーマに関しては、文部科学省「元素戦略プロジェクト」との、さらなる連携のもと実施することを期待する。

3) 研究開発成果について

全ての研究開発項目において設定された中間目標が達成されている。大学、研究所の基礎研究成果、また企業における実用化を視野に入れた研究開発成果の意義は高く、現状の進捗は概ね良好である。近い将来に実用化が可能な成果や世界トップクラスの成果も見られ、本プロジェクトの成果が我が国主導の技

術推進に繋がるものと期待出来る。最終目標の達成の可能性も高いと判断する。

一方で、成果は得られているものの、成果が本当に国際競争力に寄与できるレベルかどうか、客観的に示すエビデンスが欲しい。本事業が総合的なレアメタル対策の一つとして位置付けられるものであることから、常に最新の情報収集に努め、設定された目標・実用化及び波及効果の期間についても必要に応じて柔軟に見直すべきである。また、目標値の達成のみにこだわらず、本プロジェクト終了後の高いインパクトをもたらすことに繋がるようなさらなる技術開発に取り組んで欲しい。既存技術の改良のみでなく、抜本的な材料技術の開発や根本的に製造プロセスも変えるような研究に関しては、文部科学省「元素戦略プロジェクト」との連携を密に実施することを期待する。各グループに知的財産権獲得に関する戦略はあるものの、知的財産権の獲得が少なく、特に、外国出願が極めて少ないのも問題である。成果の普及に関しては、最終ユーザーの声が非常に大切であり、成果を早い時点で多くのユーザーに開放し、試験を求めるようなマネジメントが望ましい。

4) 実用化、事業化の見通しについて

全てのチームで実用化を見据えた成果が得られている上、参画企業の事業化意志も見受けられることから、全般的に実用化及び成果の波及効果が期待される。

一方で、「実用化検討」がプロジェクト終了後に始まる検討項目も多く存在しており、現段階では実用化・事業化へのシナリオが分かりにくい例もある。掲げられている事業化、波及効果の時期が、本プロジェクト終了時期に比べて相当遅い時期に設定されていることが気になるものもある。本プロジェクト終了後の実用化、波及効果の計画について再検討することが望ましい。さらに、成果のレベル、期待される商品のレベルが国際的な水準かそれ以上なのか、標準技術ともなりうるのか、という国際競争力の視点が今後は必要である。

個別テーマに関する評価

	成果に関する評価	実用化、事業化の見通しに関する評価	今後に対する提言
(1)透明電極向けインジウム使用量低減技術開発	<p>スパッタリング及び非スパッタリング法による透明電極向けインジウム使用量低減化技術開発の両方において、中間目標を達成する大きな成果が得られている。スパッタリング法において、既存の DC スパッタを生かした実用的な手法を用い、新規ターゲット組成の導入、スパッタ膜の薄膜化で、ITO を上回る特性が得られる可能性を示した。非スパッタリング法では、立方体状ナノ粒子を開発し、小型ベンチスケールの設備の設置にも成功しており、実用化への動きの加速を期待する。基礎研究、理論計算などで大学は独創的な研究を行い、成果も得ている。</p> <p>一方で、粒子形状の影響に関しては、更なる検討が必要であり、新規ターゲット組成開発は大学に任せ、ターゲット大型化は企業に任せるな</p>	<p>中間時点での成果を基礎にすると、予定の期間での実用化・事業化は可能と判断できる。大学・企業の連携体制は十分であり、研究成果が実用に繋がりやすい体制で研究開発が進められている。薄膜化スパッタ技術開発においては、プロジェクト終了時直ぐに事業化検討が進められる状況にあり、早期の商品化が期待できる。</p> <p>一方で、事業化検討時期が 2017 年～2020 年と相当遅い研究開発項目があるが、本プロジェクトの趣旨に鑑みて、また、既存技術の改良、改善であることを考慮すると、事業化に向けたよりスピード感のある展開が望まれる。波及効果の実用化においても同様である。いずれの項目においても、プロセスの安全性・大量生産能力・コストの低減など実用化に向けた課題をもっと具体的に検討し、課題解決の道</p>	<p>開発競争に勝つためには時間の短縮が必要不可欠であり、これを達成するために、シミュレーション技術を活用すること、実用化に必要なデータを取得するためにユーザー参画による膜の評価を行うこと、他のグループとの連携や関連企業との情報交換を進めることなどが望ましい。また、本開発の透明電極膜が商品化された場合の国際的なレベル、経済効果の見込み、イノベーションの波及効果、といった将来を見据えた視点も必要である。さらに、研究発表・講演に比べて論文が少な</p>

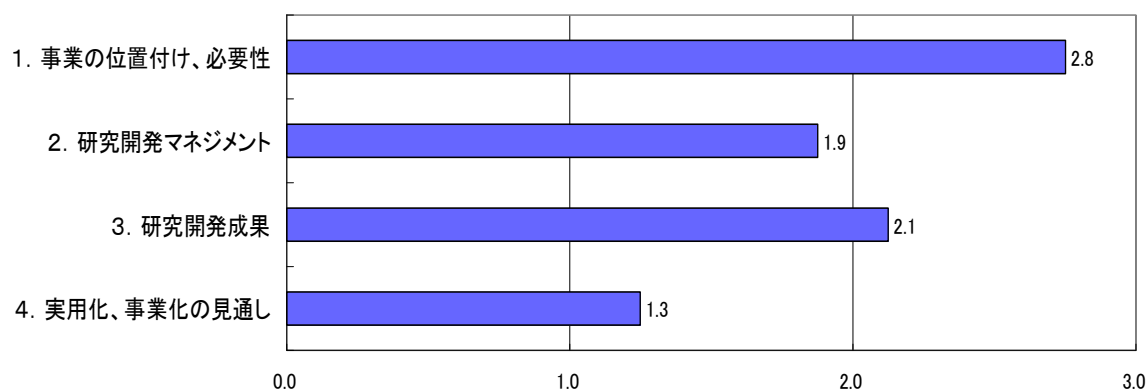
	<p>どして技術開発を加速させる必要がある。企業の成果、企業の役割が見えない。成果に対して特許、論文発表が少ない。</p>	<p>筋を明らかにすべきである。</p>	<p>く、知財確保と合わせて努力されたい。</p>
<p>(2)透明電極向けインジウム代替材料開発</p>	<p>In 代替という抜本的な開発にチャレンジするもので、大学と企業（液晶パネルメーカー等）が効果的に連携し、全てにおいて中間目標を超え、論文発表、特許申請においても十分な成果を得ている。特に、4インチレベルのパネル試作で ZnO 透明導電膜を LCD パネルのカラーフィルター側透明電極へ適用させる技術開発に世界で初めて成功しており、世界をリードする成果と言え、今後の展開が大いに期待できる。</p> <p>一方で、大型パネルでの実用化に向けて、耐熱性や耐湿性といった使用環境への耐性に関しては、更なる検討が必須であり、1000時間以上のテストで信頼性を確認することや透明電極の抵抗率などの高い設定目標をクリアする必要がある。</p>	<p>企業を多面的に取り込み産学連携が効果的に実施されている。実用化に向けた取り組みが整理され、既に実用化に向けて動き始めており、目標期間内に実用化できる見通しが高い。展示会においてインパクトの強いインジウム使用原単位削減率 75%の液晶ディスプレイパネルを示したことは、非常に高い成果である。世界標準を狙った標準化戦略は、実用化・事業化の今後の展開として妥当であり、In 削減効果が大きい ZnO 系に期待できる。</p> <p>一方で、事業の趣旨に鑑みれば、大型パネルの事業化を加速することが望ましく、事業化の検討年度が 2016 年からというのは問題である。実用化に向けた課題をもっと具体的に検討して対応策を明確にし、また、より多くのメーカーによる技術評価でこの</p>	<p>産学連携を生かし、商品化へとスピードアップを図る必要がある、この際、プロセスの簡略化・コストダウンに関しても積極的に取り組んで頂きたい。大型液晶パネルについては、従来材料を取り替える大胆な開発なので、もっと最終ユーザーからの評価を貰うことも必要である。</p>

		技術の価値を客観的に明確にし、早く実用化への目処を付けるべきである。波及効果の実用化においても同様である。	
(3) 希土類磁石向けディスプレイ用シウム使用量低減技術開発	<p>Dy 使用量削減を可能にする磁石保磁力発現の原理に基づく結晶粒の微細化と粒子界面制御の両面からのアプローチで、中間目標をクリアする成果を得ている。日本が独走している超強力磁石分野のリーダーシップを更に強化するものであり、研究発表や論文も多く、新規性が強い世界トップクラスの成果である。</p> <p>一方で、個別グループ間の連携については、一部グループ間で既に始まっているものの、特に共同研究企業間における連携の効果が見えにくい。研究成果や論文に比べ特許出願が少ない。Dy が特定の国に偏在し、より緊急性・重要性が増加してきているので、プロジェクトの最終目標達成及び事業化を優先する一方で、大幅な Dy 使用量低減を目指す文部</p>	<p>実用的な点で中間目標をクリアし、共同研究企業の積極的な寄与もあり、ハイブリッド車やその他の重要な分野で実用化が可能と考えられる。次世代焼結磁石用原料合金は、プロジェクト終了時から事業化検討が進められる状況にあり、早期事業化のシナリオは評価できる。</p> <p>一方で、多くの検討項目において事業化の検討年度が研究終了年度より遅いが、本プロジェクトの趣旨に鑑みれば、事業化を急ぐ必要がある。この際、保磁力の他に機械的強度、安定性、耐熱性、コスト等実用化に向けた課題をもっと具体的に検討する必要がある。また、高性能化した磁石から期待できる省エネ効果、経済効果、波及効果なども具体的、定量的に示すことが望まれる。</p>	Dy の必要性について理論的な根拠を明確に示し、この面での研究を加速することが、コントリビューリスクの低減に寄与する。検討項目の間の連携が十分ではない部分も見受けられるので、参画機関の交流と連携をより強めた体制の下で研究を推進することも必要である。自動車への出口には相当の高いレベルが求められるので、より近い時期に実用化できる分野も探索しておく必要がある。

	科学省「元素戦略プロジェクト」等の基礎研究とも必要に応じて連携を強化することも望まれる。		
(4)超硬工具向け タングステン 使用量低減技 術開発	<p>ハイブリッド構造化、複合構造化という比較的簡単な工具の形状デザインで使用量を低減する戦略で、中間目標を前倒した成果を上げ、着実な進歩が見られている。2 構造共に、十分に革新的で、特に、サーメットと WC の同時焼成は画期的である。</p> <p>一方で、本開発は、企業でこれまでに培われてきた経験則も活用できると思慮され、研究開発費の大きさも鑑みれば、実用化に向けたスピードアップが望まれる。切削部分だけを硬質材料にするハイブリッド工具では、さらなる高速切削時の欠損性等を詳細に評価する必要がある。また、他の材料と硬質材料との接合の可能性も検討する価値がある。今後、知財獲得に向けた努力が必要である。</p>	<p>主要な課題は研究開発が順調に推移しており、中間目標の達成度が高いことから、設定されている期間前での実用化が可能であり、事業化へ向けた進展も期待できる。最終目標の前提として、「既存材料と同等以上の性能を同等以下のコストで」という実用化と普及を見据えた目標を掲げていることは極めて望ましい。</p> <p>一方で、従来技術の活用も期待できることから、実用化、事業化をもっと急ぐべきであり、そのためには、競合技術との比較を明らかにすることや実用化までのロードマップで実用化のために必要な課題をもっと具体的にし、対応策を明確にすることが必要である。</p>	<p>材料と形状設計の両面からのアプローチを再考し、本プロジェクトに更なる独創性を加味し、知財獲得を目指すと同時に、論文発表を増やす努力をして欲しい。企業と研究所の協力の効果がもっと出て来てもいいし、実用化と普及に向けて、海外メーカーを含めたより広範なユーザーにテストされ、評価される体制作りが望ましい。ハイブリッドでのリサイクル性や、コスト低減の前提であるサーメットチップリサイクルなどを検討しておくことも重要である。</p>

<p>(5)超硬工具向け タングステン 代替材料開発</p>	<p>(Ti,X)(C,N)固溶体粉末合成による新規サーメット開発について、従来のサーメットを超える性能を持つ材料技術が得られ、また高靱性層付与というサーメットの改良技術の展開も見られる。中間目標は概ねクリアし、参画研究機関の連携が順調で、目的に対して着実な研究開発の進展が感じられる。知財獲得に関しても成果を得ており、プロジェクト終了時の目標達成が期待できる。</p> <p>一方で、サーメットの本質的弱点である破壊靱性値を如何に上げ得るかが、今後の一番の問題であろうが、新規サーメット材料の開発においては、やや試行錯誤的な手法で研究開発が進められている感があるので、基礎的な検討も考慮して欲しい。</p>	<p>サーメットベースの工具では経験のある企業が中心的に動いており、実用化を念頭に置いた検討が十分になる体制であることは評価できる。炭窒化物固溶体によるサーメット開発技術は、応用分野の拡大が期待できる。</p> <p>一方で、実用化の可能性において、熱伝導率の向上、破壊靱性の向上、硬度の向上など、まだ基本的な材料特性の問題点が残っており、より高度な組織設計および実加工試験の実施が必要である。公的資金を使っているという意識をもっと強く持って、事業化への検討を前倒しすべきである。波及効果で設定される各種用途での早期実用化への展開も期待する。</p>	<p>日本企業が世界でリーダーシップを確保し続けるために、研究グループ間の連携の強化や他企業からの支援を含む体制の見直しを検討し、早く問題点を解決し、この分野でインパクトのある世界一流の成果を得るとともに、事業化を急ぐべきである。また、海外メーカーやユーザーとの情報交換を行い、少しでも市場を広げる工夫も必要である。</p>
--	--	---	--

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	A	A	A	A	B	B
1. 事業の位置付け・必要性について	2.8	A	A	A	A	A	A	B	B
2. 研究開発マネジメントについて	1.9	A	B	A	C	B	B	C	C
3. 研究開発成果について	2.1	A	A	B	B	B	B	B	C
4. 実用化、事業化の見通しについて	1.3	A	C	C	B	C	C	C	D

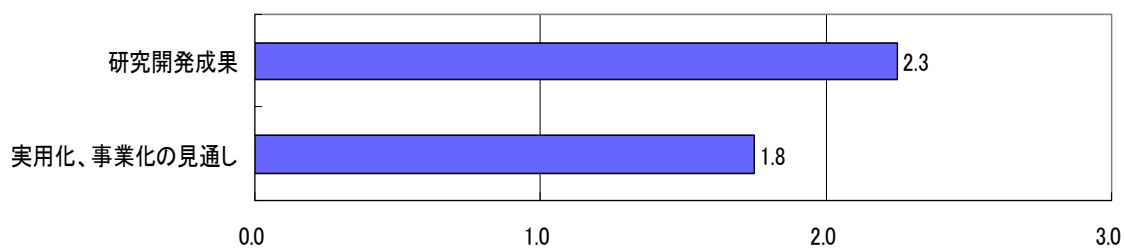
(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

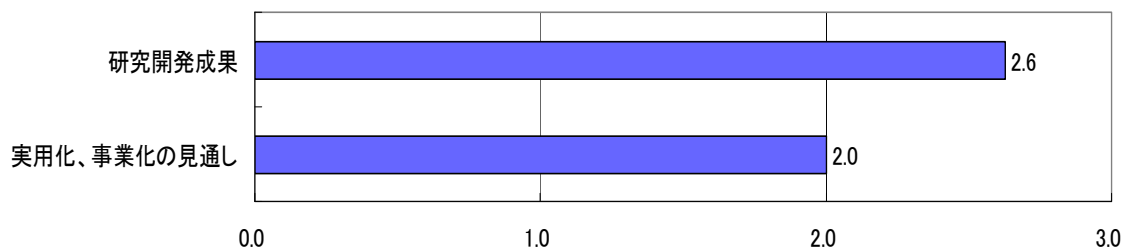
1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化、事業化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

評点結果〔個別テーマ〕

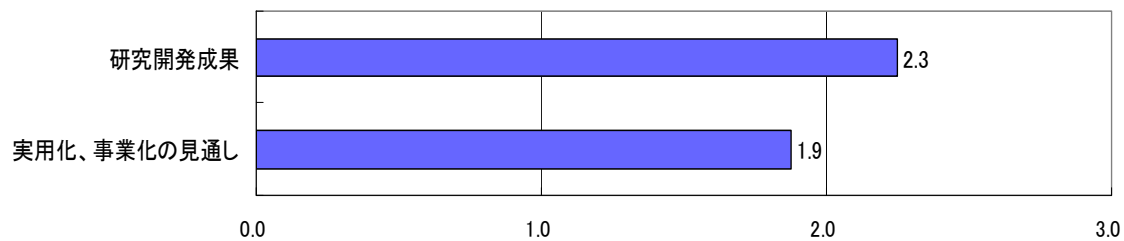
(1) 透明電極向けインジウム使用量低減技術開発



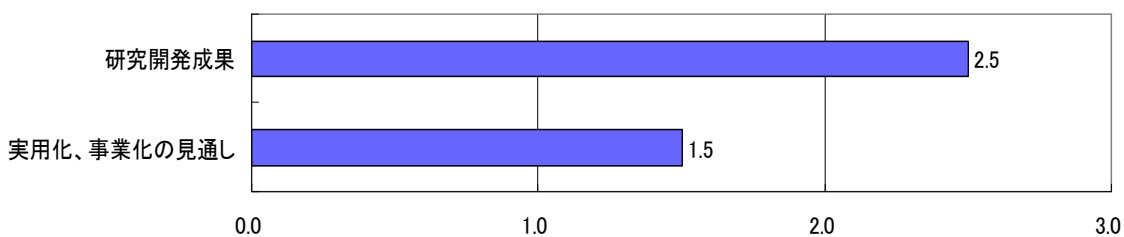
(2) 透明電極向けインジウム代替材料開発



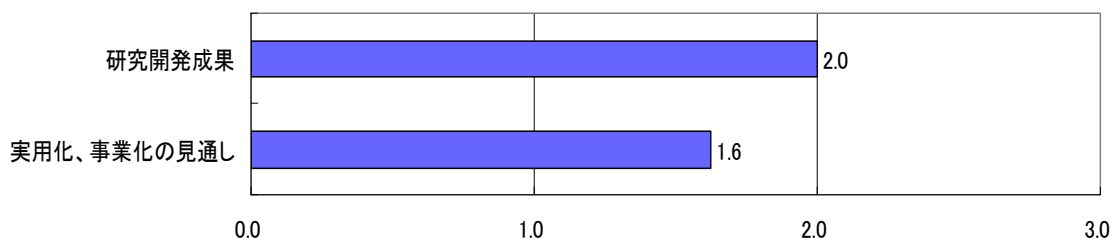
(3) 希土類磁石向けディスプレイ用シウム使用量低減技術開発



(4) 超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発



(5) 超硬工具向けタングステン代替材料開発



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)							
(1) 透明電極向けインジウム使用量低減技術開発									
1. 研究開発成果	2.3	A	A	B	B	A	B	B	C
2. 実用化、事業化の見通し	1.8	A	B	A	B	B	B	D	D
(2) 透明電極向けインジウム代替材料開発									
1. 研究開発成果	2.6	A	A	A	A	B	B	B	A
2. 実用化、事業化の見通し	2.0	A	B	B	A	B	B	C	C
(3) 希土類磁石向けディスプレイ用プロシウム使用量低減技術開発									
1. 研究開発成果	2.3	A	A	B	B	C	B	A	B
2. 実用化、事業化の見通し	1.9	A	B	B	B	C	B	B	C
(4) 超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発									
1. 研究開発成果	2.5	A	B	A	A	A	B	C	A
2. 実用化、事業化の見通し	1.5	B	A	C	B	B	C	C	D
(5) 超硬工具向けタングステン代替材料開発									
1. 研究開発成果	2.0	A	B	B	A	B	B	C	C
2. 実用化、事業化の見通し	1.6	B	B	B	B	B	B	C	D

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について	2. 実用化、事業化の見通しについて	
・非常によい	→A ・明確	→A
・よい	→B ・妥当	→B
・概ね適切	→C ・概ね妥当であるが、課題あり	→C
・適切とはいえない	→D ・見通しが不明	→D