

ナノテクノロジー・材料科学技術に関する 研究開発課題の中間評価結果

平成27年10月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

ナノテクノロジー・材料科学技術委員会委員

主査	三島 良直	東京工業大学長
主査代理	五十嵐正晃	新日鐵住金株式会社技術開発本部フェロー・先端技術研究所長
	射場 英紀	トヨタ自動車株式会社電池研究部長
	岡野 光夫	東京女子医科大学先端生命医科学研究所特任教授
	長我部信行	株式会社日立製作所理事・ヘルスケア社CTO
	片岡 一則	東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻教授
	加藤 昌子	北海道大学大学院理学研究院化学部門教授
	北川 宏	京都大学理学研究科化学専攻教授
	栗原 和枝	東北大学原子分子材料科学高等研究機構教授、 多元物質科学研究所教授
	小池 康博	慶應義塾大学理工学部教授
	小長井 誠	東京都市大学総合研究所教授
	瀬戸山 亨	三菱化学株式会社執行役員
	高梨 弘毅	東北大学金属材料研究所長
	常行 真司	東京大学大学院理学系研究科教授
	橋本 和仁	東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻教授
	馬場 章夫	大阪大学特任教授
	福島 伸	東芝株式会社研究開発センター首席技監
	御手洗容子	国立研究開発法人物質・材料研究機構 環境・エネルギー材料部門先進高温材料ユニット 構造機能融合材料グループリーダー
	山本佳世子	株式会社日刊工業新聞論説委員
	湯浅 新治	国立研究開発法人産業技術総合研究所 ナノスピントロニクス研究センター長
	吉江 尚子	東京大学生産技術研究所教授

元素戦略プロジェクト〈研究拠点形成型〉の概要

1. 課題実施期間及び評価時期

平成24年度～平成33年度

中間評価 平成27年度、平成30年度 事後評価 平成34年度を予定

2. 研究開発概要・目的・必要性等

元素戦略プロジェクト

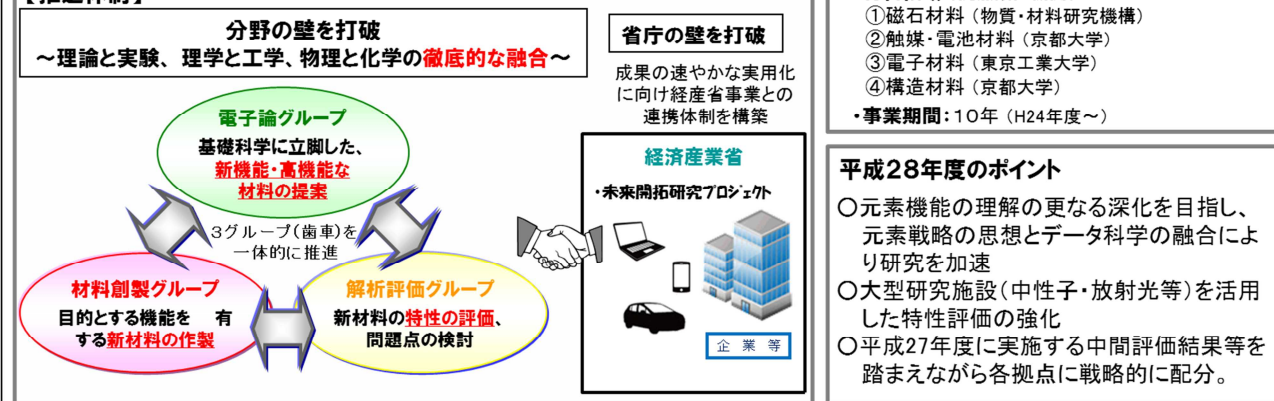
背景

- レアアース等の材料の高性能化に必須な希少元素※の世界的な需要急増や資源国の輸出管理政策により、深刻な供給不足を経験した我が国では、**資源リスクを克服・超越する「元素戦略」が必要不可欠**。
※ハイブリッド自動車のモーター用高性能磁石や、モバイル機器の大容量電池などあらゆる先端産業製品に利用されている。
- ナノレベル(原子・分子レベル)での理論・解析・制御により**元素の秘めた機能を自在に活用することが、未知なる高機能材料の創製、ひいては産業競争力の鍵**。

概要

- ・我が国の資源制約を克服し、産業競争力を強化するため、**希少元素を用いない、全く新しい代替材料を創製**。
- ・産業競争力に直結する4つの材料領域を特定し、トップレベルの研究者集団により、**元素の機能の理論的説明から新材料の創製、特性評価までを一体的に推進する研究拠点を形成**。
- ・研究プロジェクトの更なる発展的推進のために物材機構の情報統合型物質・材料研究拠点との連携等によるマテリアルズ・インフォマティクスを導入や大型研究施設との連携により新材料の創製、特性評価の強化を図る。

【推進体制】



3. 予算（執行額）の変遷

年度	H 2 4 (初年度)	H 2 4 (補正)	H 2 5	H 2 6	H 2 7 予算額	H 2 8 見込額	H 2 9 見込額	H 3 0 見込額	H 3 1 以降
執行額 (億円)	22.5	17	22.6	20.2	20.5	25	25	25	25

4. 課題実施機関・体制

磁性材料研究領域

研究代表者 国立研発法人物質・材料研究機構 代表研究者 広沢 哲
主管研究機関 国立研発法人物質・材料研究機構
共同研究機関 国立大学法人東北大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東京大学物性研究所、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構、公益財団法人高輝度光科学研究センター、国立大学法人名古屋大学

触媒・電池材料研究領域

研究代表者 国立大学法人京都大学 教授 田中 庸裕
主管研究機関 国立大学法人京都大学
共同研究機関 国立大学法人東京大学、大学共同利用機関法人自然科学研究機構

電子材料研究領域

研究代表者 国立大学法人東京工業大学 教授 細野 秀雄
主管研究機関 国立大学法人東京工業大学
共同研究機関 国立研究開発法人物質・材料研究機構、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構、国立大学法人東京大学物性研究所

構造材料研究領域

研究代表者 国立大学法人京都大学 教授 田中 功
主管研究機関 国立大学法人京都大学
共同研究機関 国立大学法人東京大学大学院工学系研究科、国立大学法人大阪大学、国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、一般財団法人ファインセラミックスセンター、国立大学法人東京大学物性研究所

5. その他

特になし。

中間評価票

(平成27年9月現在)

1. 課題名 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>

2. 評価結果

(1) 課題の進捗状況

○事業の概要

元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>(以下「本事業」という。)は、我が国の資源制約を克服し、産業競争力を強化するため、競争力に直結する、「磁性材料」、「触媒・電池材料」、「電子材料」及び「構造材料」の4つの材料領域を設定し、トップレベルの研究者集団により、元素の機能の理論的解明から新材料の創製、特性評価を一体的に推進する研究拠点を形成することを目指し、平成24年度から10年度間の計画で開始された。本事業は「磁性材料研究拠点」、「触媒・電池材料研究拠点」、「電子材料研究拠点」及び「構造材料研究拠点」の4つの拠点から構成されている。

「磁性材料研究拠点」では、磁石の性能に与える元素の役割を基礎物理に遡って解明することにより、ハイブリッド自動車の駆動モーター等に用いられている現在の最高性能を有する希土類(レアアース)永久磁石と同等の性能を有する磁石を、希少元素を用いることなく作成することを目指す。

「触媒・電池材料研究拠点」では、今日の環境産業やエネルギー産業に欠かせない触媒及び二次電池の部材について、固体及び気体/液体との間での元素の複雑系反応を基礎科学と実験化学の緊密な連携を通じて解明することにより、触媒及び二次電池に対する元素の機能を予測し、貴金属や希少元素を用いない代替材料の開発を目指す。

「電子材料研究拠点」では、エレクトロニクス産業を支える電子部材(半導体、透明電極・伝導体、誘電体等)を中心として、幅広い材料分野に有効な新しい材料科学を、基礎物理、計算科学、先端解析技術の協働により構築して、希少元素や環境負荷の高い元素を用いない代替材料の開発を目指す。

「構造材料研究拠点」では、材料の「強度」(変形への抵抗)と「延性」(破壊への抵抗)といった相反する性質を基礎科学の段階から解明することで、社会基盤を支え、安全・安心な社会に不可欠な構造材料において、現在大量に使用されている希少元素を抜本的に削減した代替材料の開発を目指す。

これらの拠点がそれぞれの特色を生かした研究者への支援を実施することにより元素戦略のコンセプトに基づいた物質・材料の研究成果の創出と新技術への応用を目指している。

○進捗状況及び評価

本事業は事業全体の推進状況、及び各拠点の進捗状況について、事業開始時に設定した目標達成に向け、事業開始後約3年間の取組として、概ね良好に進捗していると認められる。研究成果及び研究体制等に係る具体的な状況は以下のとおり。

（研究成果について）

平成27年度時点で、それぞれの拠点において以下のとおり、顕著な成果が出始めている。

磁性材料研究拠点においては、高い磁気物性値を持つ磁石の原料となり得る物質の存在を電子論で予測、薄膜法で物質創製、X線・電子顕微鏡により構造・組成解析を実施し物質の実在を検証、従来の物質よりも高特性であることを確認という流れで新物質の発見に至っている。

触媒・電池材料研究拠点においては、触媒に関して白金族1/10あるいは白金族フリーで高い触媒活性を示す触媒を探索するとともに、合成にも成功し、その触媒活性の指導原理検証を電子論と放射光、中性子等の先端計測を駆使し推進している。ナトリウムイオン電池に関しては、希少金属フリーの電極材料を開発し、リチウムイオン電池互換、もしくは、それ以上の特性発現の可能性を確認している。

電子材料研究拠点においては、毒性・希少性にとらわれず広く新奇な特性を発現する物質を探索し、鉄系超伝導体の超電導転移温度の高温化や高温でキャパシタとして動作が期待される誘電体の発見に至っている。

構造材料研究拠点においては、構造材料の強靱化メカニズムを電子論を中心とした取組で解明をめざし研究を推進し、例えば、チタン材料において結晶粒が1 μ mを下回る大きさになった時に特異な変形機構が働き、高強度・高延性が両立することを明らかにしている。

（研究開発体制について）

各研究領域において、研究ロードマップの作成と定量的なマイルストーン・目標を設定し事業を推進していると認められる。ただし、一部の研究領域においては目標の設定が定性的なものに留まっているものもあり、今後更なる検討が必要である。また、ロードマップやマイルストーンについては、研究の進捗や国内外の動向等を踏まえて不断の見直しを行うこととする。一方、事前評価においても指摘された「電子論」、「物質創製」、「解析評価」グループの連携については、「電子論」グループが物質の特性発現の原理説明の位置付けに留まっている例も見られるなど、必ずしも3グループが完全には一体化しているとは言えない拠点もあり、効果的・効率的な研究推進の観点から拠点内、更には拠点間の連携のあり方も含め、研究の推進方策については更なる検討・改善が必要である。

経済産業省等との連携については、ガバニングボード等により引き続き関連施策間の連携や情報交換を図ることが必要である。

（研究基盤の活用状況について）

研究基盤の整備・活用促進という観点からは、SPring-8等の大型研究施設との連携の推進等により着実に進展していると認められる。例えば、ナノビームを活用した種々のX線顕微鏡の整備・観察手法の確立等、ユーザーサイドとファシリティサイドの研究者の連携による相乗効果が発揮されている。また、拠点間で確立した技術の相互活用も一部進んでいる。

(その他)

構造材料研究拠点においては、事業開始時点において予算規模を他拠点と比べ小さく抑え、電子論を主体に取り組んできたが、限られた研究資金の中で、得られた結果を十分に物質創製、解析評価の各グループにフィードバックできていなかったため、研究体制の見直しを前提として適切な予算規模の配分を含めた検討による研究加速が必要と評価する。

(2) 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

◎各観点の再評価

(必要性の観点)

○プロジェクトを取り巻く環境

平成27年度現在、レアアースを含むレアメタル市場の高騰は一服しているものの、中国におけるレアアースの供給過剰に端を発した価格の急激な下落により米国鉱山が経営破綻するなど、供給の中国依存は未だ解消されていない。このような背景に鑑みて、レアメタル市場の再高騰に備える必要があることから、「科学技術イノベーション総合戦略2015」においても「クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現」のために重点的に取り組むべき課題として「希少元素の代替・使用量削減」が位置付けられている通り、本プロジェクトは科学技術政策上必要である。ただし、産業界が真に必要としている材料の持つべき要件に関して、情報の共有をより一層進めることが重要であり、この点において行政側からの支援も含めて改善が必要と評価する。

(有効性の観点)

○研究体制等

各研究拠点において電子論・材料創製・解析評価の3グループからなる研究体制の整備を進め、3グループの連携・協働の下、研究を推進している。先述のとおり、3グループの連携が一部いまだ十分でないと思われる研究拠点はありますが、3グループの効果的な連携により顕著な成果が出始めている例もあり、この研究体制は全体として有効に機能し得ると判断できるため引き続き本体制での研究推進を継続しプロジェクトを運営すべきと考える。

(効率性の観点)

○運営

今後のプロジェクトの更なる推進・加速のため、PD・POが方針決定等をする際に、有識者から成る「元素戦略運営統括会議」等の場を活用し、ロードマップ・マイルストーン・研究進捗を総合的に検討できる体制とすべきである。

各拠点の研究推進体制に関しては、拠点ごとに推進委員会を開催し、PD・PO及び運営統括会議のメンバーを有識者として招聘し、研究の方向性を検討する体制は適切であると評価でき、継続すべきである。

知財運営に関しては、知財を担当するPOを置いており、今後、特許の出願・登録に係る状況を運営統括会議毎に確認するなど知財面の取組の強化を進めることが期待される。

◎今後の展望

産業界の先端的なニーズに関しては、ガバニングボードを活用し、産業界のエンジニア等を招聘し、ニーズに関する情報提供を促すなど、行政側からの働き掛けとシンポジウム等を活用した産学官の情報共有活動を行うことが求められる。また、本プロジェクトで得られた成果についても、ガバニングボードを活用し、経済産業省等のプロジェクト、あるいは産業界といった次のフェーズへの引き渡しを適切にかつ積極的に行っていくことを期待する。

電子論、物質創製、解析評価の一体化に向けては、拠点ごとにPD・POと研究体制の見直しについて継続的に議論を行い、必要に応じた対策を講じることが必要である。また、情報統合型材料研究等の手法の活用を促し、各グループを繋ぐ研究活動を促進することを図るべきである。

構造材料研究拠点に関しては、電子論から物質創製・解析評価に重点を移し、これまでに得られた成果をフィードバックした研究展開を推進するための研究体制変更を行うべきと評価する。

各研究拠点の進捗状況等を踏まえ戦略的な予算配分を行い、効果的な研究推進体制を再構築すべきである。

今回の中間評価を基に、拠点の再編も含めた、ロードマップ・目標設定の再定義をPD・PO、研究拠点の間で行い、PDより研究拠点に対して拠点の評価と研究推進方針、拠点運営方針に係る通知を行うことが必要である。その通知に基づき運営統括会議による定期的な運営状況の監査を引き続き実施すべきと考える。

(3) その他

今回の中間評価結果等を踏まえ、各研究拠点において研究体制等の見直しを積極的に行うことが重要である。また、それらの対応状況等については次回の中間評価（平成30年度を予定）において事業の拡大・一部廃止等の可能性も含め検討することとする。