

## 【背景】

- レアアース等の希少元素の供給を輸入に頼る我が国は、世界的な需要の急増や資源国の輸出管理政策により、深刻な供給不足に直面。昨年以降、資源国による輸出枠の大幅削減により、価格が高騰。  
※レアアース：希土類17元素の総称。ハイブリッド自動車のモーターに用いられる強力な磁石など、先端産業を支える部材に不可欠。
- 東日本大震災を契機として、**円高の進行にレアアース等の調達制約**も加わり、供給網（サプライチェーン）の中核を担う素材・部品分野等において、生産拠点を日本から海外に移転する動きが活発化しており、**産業の空洞化が加速**する恐れ。

## 【概要】

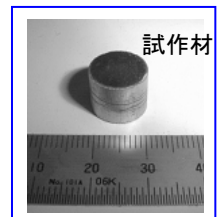
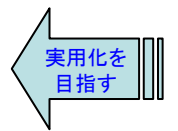
- 優れた成果を挙げつつある「元素戦略」を強化するため、**卓越した洞察力とマネジメント能力を備えた代表研究者が**  
**(i)電子論(ii)材料創製(iii)機能評価の3つのグループの若手研究者を結集した異分野協働研究拠点とそれを支える研究ネットワークを形成**し、国際競争の激しい物質・材料研究において強力な巻き返しを図る。※「元素戦略」：物質・材料の特性・機能を定める元素の役割を解明し利用する観点から材料研究のパラダイムを変革し、新しい材料の創製につなげる研究（「元素戦略検討会報告書」）
- 我が国の**産業競争力に直結する①磁石材料②触媒・電池材料③電子材料④構造材料**の4つの材料領域において、**希少元素を用いない全く新しい材料の開発**を目指し、**最先端の物理・化学理論を駆使して機能設計から部材試作までを一貫して実施**。
- 各学会及び産業界の有識者から構成される「**元素戦略運営統括会議**」を設置し、事業全体の運営を監督（指導、助言、評価等）。
- 経済産業省との間で「**ガバニングボード**」を設置し、緊密な連携（成果展開、問題解決のための協力等）を確保するよう監督。

## 【元素戦略の成果例】

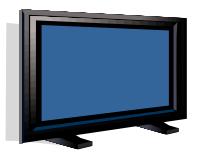
### 成果例1:ジスプロシウムを用いない鉄・ネオジム・ボロン系磁石



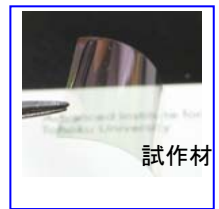
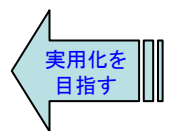
ハイブリッド自動車(現行)  
ジスプロシウムを用いたモーター用磁石を使用中



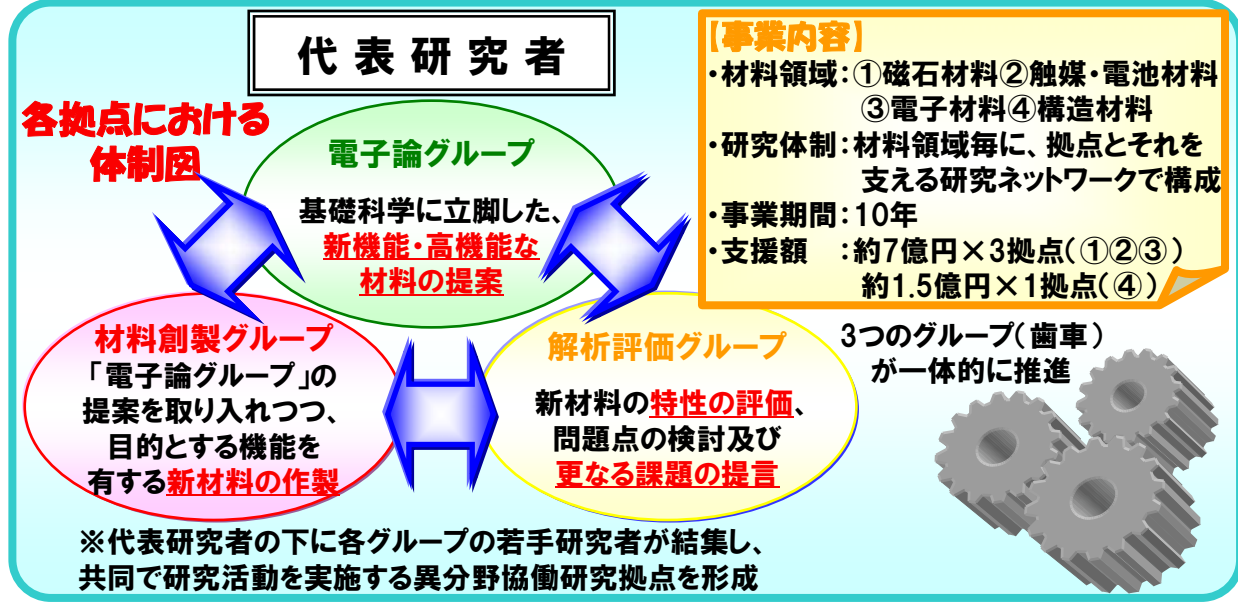
### 成果例2:インジウムを用いない二酸化チタン系透明導電膜



液晶テレビ(現行)  
インジウム酸化物を用いた透明ディスプレイを使用中



## 元素戦略運営統括会議



# 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>の狙い

## 【これまでの取組】

- 平成19年度から実施している「元素戦略プロジェクト<産学官連携型>」は産学官連携により基礎研究から実用化研究までの展開を推進。優れた成果を生み出しつつあり、そのアプローチの有効性を示唆。
- しかし、従来型の研究室レベルの連携による研究成果は2～3年もすればキャッチアップされてしまうのが実情。
- 常に一步先を歩み続けるために、**国家戦略として重要な高性能材料の創製を目標としつつ、関連する幅広い研究コミュニティの連携を深化させ、国際的にも高い水準にある学問分野の再構成によって全く新しい研究アプローチを生み出すことが必要。**



## 「元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>」の新規実施(平成24年度～)

- 自然体では協働が進みにくい材料創製と電子論について、拠点形成という枠組みによって強力な連携を図る。
- 拠点においては、異なる専門分野を持つ若手研究者が日々アイデアと問題意識をぶつけあい、切磋琢磨しながら、原理解明から材料創製、機能実証までの異なる段階に属する複数の課題に並行して取り組む。
- 世界最高性能を誇る、スパコン、放射光施設、中性子施設などの**先端解析手法を駆使。**

# 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>の対象とする技術領域

## 磁石材料領域

高キュリー温度、高保磁力をもたらすレアアース代替

磁石特性を解明すべき磁性物理学に基づき、

**磁気モーメント**: 伝導電子に電子相関を持たせた概念として記述し、キュリー温度の起源を特定

**結晶磁気異方性**: 電子状態が影響する保磁力の源として記述

**マイクロマグネティクス**: 保磁力発生機構として結晶磁気異方性と結晶組織の相互作用を設計

**保磁力**: 結晶組織制御によるジスプロシウム代替技術を開発

## 触媒・電池材料領域

高い触媒・電池特性をもたらす貴金属、リチウム、コバルト等の代替

触媒・電池物質である固体と、反応物質である分子、イオンの相互作用を解明すべき量子化学に基づき、

**反応のダイナミクス**: 触媒・電池物質の物理特性を量子化学記述し、反応における電子の移動プロセスを解明

**反応の温度効果**: 反応の温度効果を格子振動、電子エネルギーに基づいて解析し、実用機能を設計

**触媒・電池物質の安定性**: 酸化などの界面劣化制御による、貴金属・リチウム代替技術を開発

## 電子材料領域

ユビキタス元素の性質をフル活用した新機能電子材料創成  
～透明電極、誘電体、超電導、記録材など～

特定の希少元素で発現する機能の一般化＝ユビキタス元素での同等機能発現を解明すべき普遍的な物性物理に基づき、

**革新的電子物性**: 元素の物性の一般化に基づく導電性、光物性、誘電率、超電導など諸電子物性をバンド構造で記述

**新物質の合成プロセス**: 革新的新物質の合成プロセスの設計指針となりうる反応熱力学、統計力学の整備・深化

**デバイス実装**: 新物質を加工・実装によりデバイス化し、素材物性を部材として発揮させるための実用化開発＋知財戦略

## 構造材料領域

高強度と良加工性を両立できる添加元素の抜本代替

強度をもたらす原子結合力と、加工性をもたらす格子欠陥の動的挙動を解明すべき電子結合論に基づき、

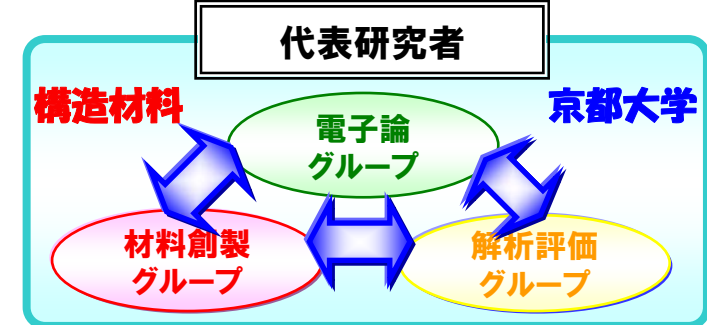
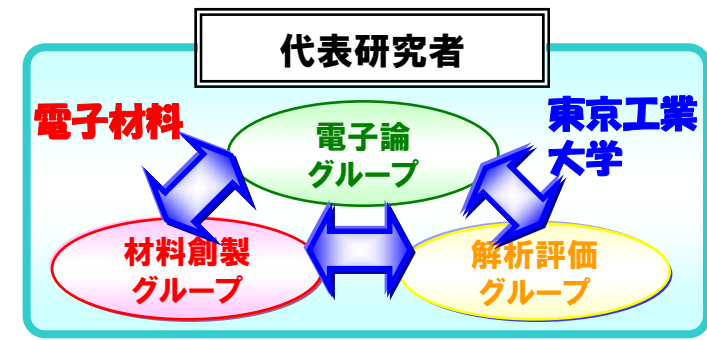
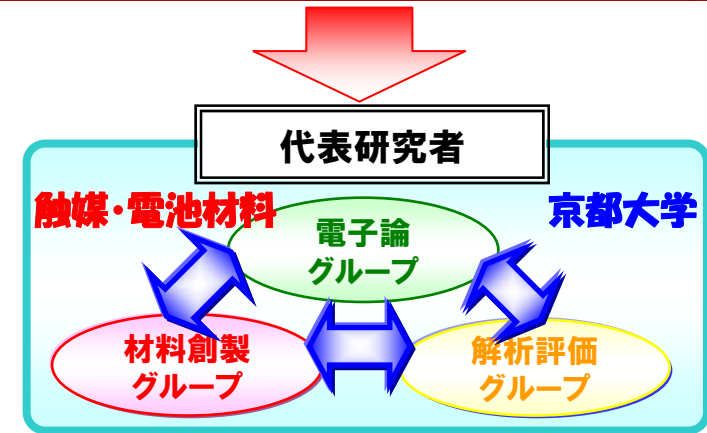
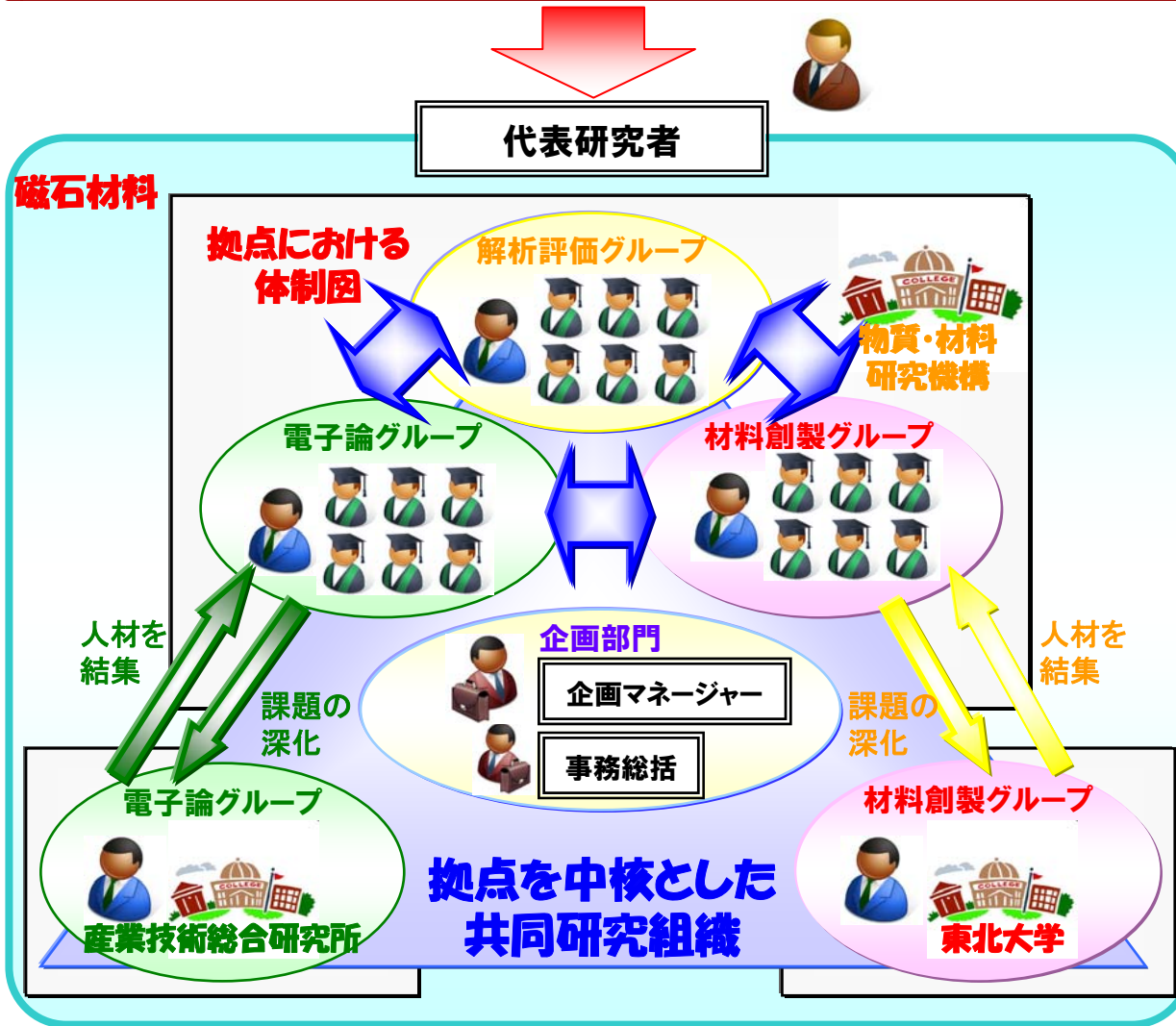
**結合の温度依存**: 格子振動と電子結合の競合による物質強度の温度依存性の記述

**格子欠陥のエネルギー**: 加工性をもたらしつつ強度低下を抑制できる欠陥運動の解析、エネルギー評価、温度依存性評価

**破壊のプロセス**: 変形をもたらす外力への応答としての破壊、加工プロセスのメソスコピックシミュレーション適用し材料開発

# 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>における異分野協働の研究体制

元素戦略運営統括会議  
 関連する学会・産業界を代表する有識者



※科学的新規性と目的指向性を兼ね備えた達成目標の下、代表研究者が(i)電子論、(ii)材料創製、(iii)解析評価の3つのグループの若手研究者を結集した異分野協働研究拠点を中核とした共同研究組織を運営

# 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>を通じた優れた研究環境の構築

- 拠点設置機関は、中長期的な計画に拠点を位置付け、全面的に支援。  
人事や予算執行等に関し、**代表研究者が実質的に判断できる体制**の整備等。
- 拠点には**代表研究者を支える企画部門**を設置し、主任研究者に準ずるバックグラウンドを持つ企画マネージャーや、事務総括を配置。管理事務をサポートするためのスタッフ機能を充実。
- 若手研究者について、任期終了後のテニユアポストの確保、他の大学や企業等での活躍も可能となるような**キャリア形成の支援**。
- 我が国を代表する拠点にふさわしい居室、実験室などの施設・設備環境を整備。
- 学会連携元素戦略シンポジウムの企画など、学際的交流の中心的役割を担う。



**学会連携により基盤の深化と実用化への展開をはかる**

# 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>における省庁連携のスキーム

## 文部科学省

### 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>

#### <磁石材料>

磁力発生原理を理論的に解明し、希少元素を全く使わない磁性材料を試作

#### <触媒・電池材料>

固体表面反応を理論的に解明し、希少元素を全く用いない電池・触媒を試作

#### <電子材料>

電子状態の理論設計を精緻化し、汎用元素のみからなる電子部材を試作

#### <構造材料>

原子結合・格子欠陥を理論的に解明し、日本における希少元素の総使用量を抜本的に削減できる構造部材を試作

### 元素戦略運営統括会議

代表研究者

電子論  
グループ

材料創製  
グループ

解析評価  
グループ



### ガバニング ボード



両者のプロジェクト間の緊密な連携（成果展開、問題解決のための協力等）を確保するよう監督

成果の実用化に向けた研究開発

産業界の課題に対する科学的深堀り

知的財産・研究設備の活用促進

## 経済産業省

(検討中)

### 次世代自動車向け高効率モーター用 磁性材料技術開発

高性能磁石

軟磁性(鉄心)

ジスプロシウム等のレアースを使用しない高性能モーター

(ユーザー)自動車、電機メーカー

### 革新的触媒による二酸化炭素原料化 基幹化学品製造プロセス技術開発

革新的光触媒

分離膜

合成触媒

二酸化炭素を原料化する基幹化学品製造プロセス

(ユーザー)化学メーカー

等