

# 「元素戦略」に関する わが国の取り組み

2014年4月21日

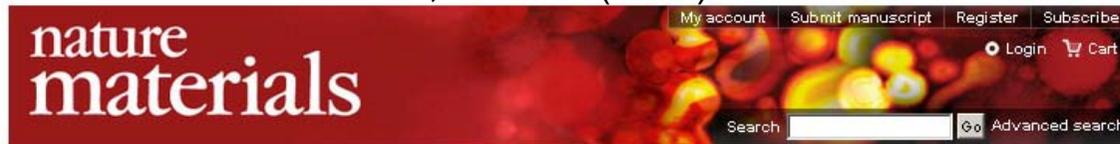
JST 経営企画部 次長

同 研究開発戦略センター フェロー／エキスパート

中山智弘

# 「元素戦略」10年：始まりは「箱根会議」から

Nature materials 10, 158-161(2011) E. Nakamura



nature.com > journal home > archive > issue > commentary > full text > figure 1

Figure 1: Science and Technology Future Strategies (a Materials Science division) Workshop participated in by leading Japanese materials scientists, held in April 2004 in Hakone (Japan).

From  
Managing the scarcity of chemical elements

Eiichi Nakamura & Kentaro Sato

Nature Materials 10, 158–161 (2011) | doi:10.1038/nmat2969

Figure 1: Science and Technology Future Strategies (a Materials Science division) Workshop participated in by leading Japanese materials scientists, held in April 2004 in Hakone (Japan).



JST・CRDS ワークショップ：夢の材料の実現へ  
2004年4月17日(土)–18日(日)  
村井眞二 JST上席フェロー主宰、玉尾皓平議長



産学・府省横断で連携して推進

文科省 元素戦略(産官学連携型)

経産省 希少金属代替材料開発

文科省 元素戦略(拠点形成型)

JST CREST、さきがけ等



2013年11月末刊行

元素戦略～科学と産業に革命を起こす現代の錬金術

著者：中山智弘(JST) 発行：ダイヤモンド社

# 「元素戦略」の意図するもの

## ● 資源限界を超えて持続可能な社会を目指す戦略

- 産業に資する材料セキュリティ、鉱物資源セキュリティ、省エネ・環境
- 「元素」に焦点 → サイエンスベースで目的を達成

## ● 5つのフォーカス

- 減量、代替、循環、規制、新機能

## ● 新たな物質材料基盤技術を拓く戦略

- 材料創成、理論・計算、計測・評価
- 日本発の研究開発戦略 → 世界の潮流へ
- 融合・連携・横断の推進 → 府省横断・連携のさきがけ

## ● 世界から尊敬され、かつ国益をもたらす戦略

- サイエンスをベースとした人類や世界への貢献

参考: JST研究開発戦略センター 戦略イニシアティブ「元素戦略」(2007年10月)

# 「元素戦略」に関連する研究開発政策

2007 (H19)	2008 (H20)	2009 (H21)	2010 (H22)	2011 (H23)	2012 (H24)	2013 (H25)	2014 (H26)	2015 (H27)	2016 (H28)	2017 (H29)	2018 (H30)
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------



JST・CRDS ワークショップ  
「夢の材料の実現へ」(2004年)



JST・CRDS ワークショップ  
「元素戦略」検討会(2006年)



JST CRDS戦略プロポーザル  
「元素戦略」(2007年10月)

希少元素の革新的な代替材料を創製する研究開発

**JST 戦略的創造研究推進事業(課題達成型基礎研究)**

CREST 元素戦略を基軸とする物質・材料の革新的機能の創出  
さきがけ 新物質科学と元素戦略

**JST 産学基礎基盤共創研究 (産学連携)**

産業界に共通する技術的課題の解決に資する基盤研究  
ヘテロ構造制御(H22-)・高性能磁石(H23-)

**JST 戦略的国際共同研究**

日本-EU 希少元素代替材料

**文科省 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>**

我が国の資源制約を克服し、産業競争力の強化や国土強靱化等を同時に実現するため、我が国の強みである部素材について、「強度」や「延性」を併せ持つ究極の構造材料など、レアアース・レアメタル等の希少元素を用いない、全く新しい代替材料を創製

**文科省 元素戦略プロジェクト<産学官連携型>**

希少元素・有害物質の代替、戦略的利用のための基盤技術の確立

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掘り

公募、評価、情報共有等における連携・協力  
文科省の成果の一部は、経産省・NEDO事業に  
発展的移行

**経産省 未来開拓研究プロジェクト**

次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発  
(レアアースに依存しない革新的な高性能磁石の開発を行う) 等

**希少金属代替材料開発プロジェクト(NEDO)**

代替材料及び使用量低減に寄与する実用化技術開発を実施

我が国の資源制約を克服し、  
産業競争力の強化や国土強靱化等を実現

# 「元素戦略」で繋がるネットワーク

元素戦略運営統括会議(ガバニングボード) 関連する学会・産業界を代表する有識者

## ◆文科省 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>



**磁石材料**  
 拠点設置機関: NIMS  
 代表者: 広沢哲



**電子材料**  
 拠点設置機関: 東京工業大学  
 代表者: 細野秀雄



**触媒・電池材料**  
 拠点設置機関: 京都大学  
 代表者: 田中庸裕



**構造材料**  
 拠点設置機関: 京都大学  
 代表者: 田中功

## ◆文科省 東北発 素材技術先導プロジェクト

◆最先端  
 共用施設



**J-PARC**  
 中性子・ミュオン



**SPring-8 / SACLA**  
 X線自由電子レーザー



**KEK-PF**

文科省 ナノテクノロジープラットフォーム



**京スパコン**



計算物質科学イニシアティブ

## ◆経産省 関係プロジェクト

- ・ジスプロシウム等のレアアースを使用しない高性能モーター
- ・二酸化炭素を原料化する基幹化学品製造プロセス



## ◆科学技術振興機構



**CREST**  
 (チーム型)  
 PO: 玉尾皓平

**さががけ**  
 (個人型)  
 PO: 細野秀雄

**産学共創(金属ヘテロ構造制御)**  
 PO: 加藤雅治

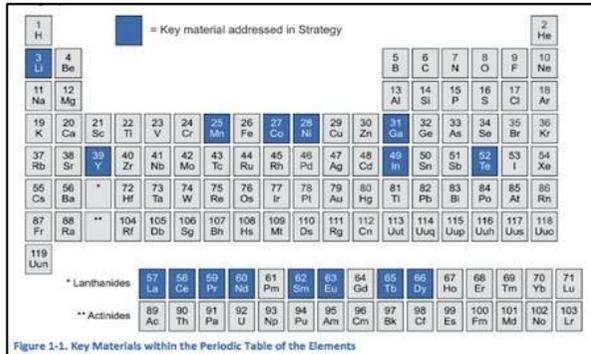
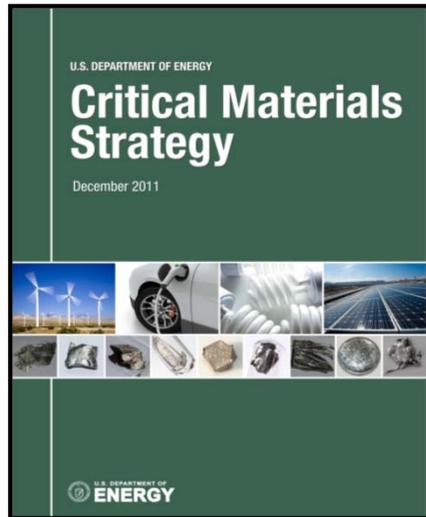
**産学共創(高性能磁石)**  
 PO: 福永博俊

**日本-EU共同(希少元素代替材)**  
 PO: 黒田一幸

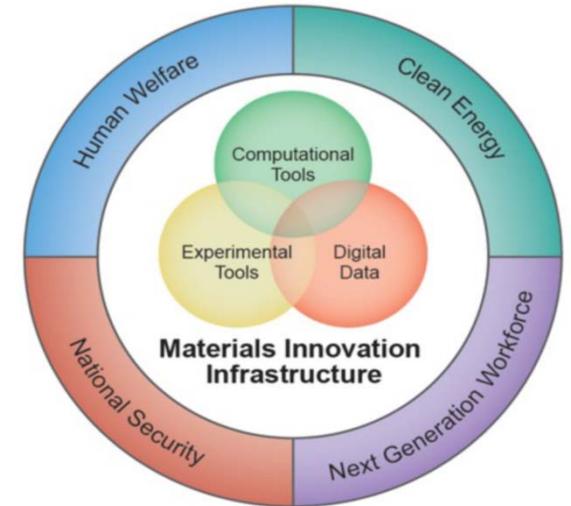


# アメリカの2つの物質・材料研究開発戦略

## クリティカル・マテリアルズ戦略 (Critical Materials Strategy/DOE 2011年)



## マテリアル・ゲノム・イニシアティブ (Materials Genome Initiative/NSTC2011年)



- **“Innovation Hub for Critical Materials ” (2012)**
- **5年間で\$120M**を計画。希少元素には、磁性、触媒、および発光性などの特性があり、拡大する多くのエネルギー技術にとって重要とDOEが判断
- 国際的な供給途絶の危機に対し、確実な供給と、需要を減らす効率性や代替物質開発の探究
- 電気自動車、風力発電、省エネ照明等のエネルギー産業における米国のリーダーシップ
- 日本の元素戦略(文科省)、希少金属代替材料開発(経産省)に対応する国家戦略

- **ゲノム:「設計情報を含んでいる」の意味**
- **2012年予算\$110M** (DOE, DOD, NSF, NIST)
- 実験室での材料発見から、開発、製造までのスピードを2倍にする野心的計画
- 材料設計、コンピュータ能力、データ共有・管理・解析の統合的アプローチ。計算科学と情報技術がkey
- 国の競争力維持、先端材料の発見に貢献する
- クリーンエネルギー、国家安全保障、生活向上、人材育成のために必須の戦略。雇用の創出も掲げる。
- 日本の材料研究を強く意識し言及(元素戦略等)。

## 2010年度(平成22年度) 戦略目標

レアメタルフリー材料の実用化及び超高保磁力・超高靱性等の新規目的機能を目指した原子配列制御等のナノスケール物質構造制御技術による物質・材料の革新的機能の創出

「希少元素・有害元素の代替、戦略的利用のための技術基盤を確立する」という目標達成に向け、目的とする材料機能の発現原理を検証・把握し、ナノスケールの物質構造(原子配列、磁区構造、分子構造等)を制御することによって、単なる「希少元素・有害元素の代替」にとどまらない、「革新的機能材料」の創成を目指す



元素戦略を基軸とする  
物質・材料の革新的機能の創出

研究総括 玉尾皓平  
(独)理化学研究所 研究顧問  
グローバル研究クラスター長



新物質科学と元素戦略

研究総括 細野秀雄  
東京工業大学  
フロンティア研究機構教授  
元素戦略研究センター長

第一期(2010年度)採択 5課題  
第二期(2011年度)採択 4課題  
第三期(2012年度)採択 3課題

第一期(2010年度)採択 13課題  
第二期(2011年度)採択 12課題  
第三期(2012年度)採択 10課題

# CREST 研究成果の代表例

## 研究概要

### 希少元素ジスプロシウムを使わないネオジム磁石の高保磁力化

◎希少元素DyにたよらないNd-Fe-B磁石の高保磁力化  
→希少元素を使わないHV, EV駆動モータ用高性能磁石

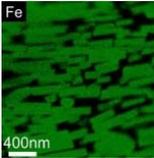


宝野 和博

(物質・材料研究機構)

## 代表的な成果

◆**Dyフリー**で保磁力2TクラスのDy含有ネオジム磁石の特性を凌駕



## 研究概要

### Fe基新規磁性化合物の探索

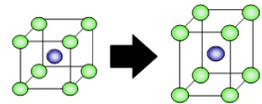
◎磁性相のナノ複合化による  
ナノコンポジット磁石の作製  
→ Nd・Fe・B磁石の次の世代の  
超高性能磁石の創製へ



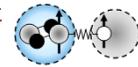
杉本 諭

(東北大学)

1. 結晶構造制御(新規化合物)  
→高磁気異方性・高保磁力



2. ナノコンポジット  
→高磁気特性



## 代表的な成果

◆高磁化 & 高異方性のFe系合金の可能性

✓Fe-Coナノ合金粒子と酸化物の複合化により、保磁力を制御した。

## 研究概要

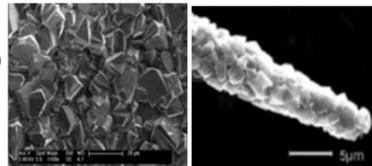
### レアメタルフリーの炭素材料「ホウ素ドープ導電性ダイヤモンド」の合成・機能評価・物性評価・デバイス創製

◎革新的な環境改善材料としての機能開発、機能解明  
→環境改善デバイス創製を行い、  
次世代グリーンイノベーションへの  
貢献を目指す



栄長 泰明

(慶應義塾大学)



ホウ素ドープ・ダイヤモンド電極

## 代表的な成果

◆簡便かつ正確にオゾン濃度を測定

✓ダイヤモンドマイクロ電極を利用し、電解質を必要としない簡便かつ正確なオゾンセンサーを実現

◆二酸化炭素を原料とした有用物質合成法を開発

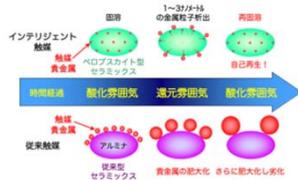
✓ダイヤモンド電極で、二酸化炭素を有用物質であるホルムアルデヒドへと高効率に変換することに成功

# 元素戦略プロジェクト<産学官連携型>成果の代表例

日本原子力研究開発機構  
西畑主任研究員



パラジウム(Pd)、ロジウム(Rh)、白金(Pt)を大幅削減するため酸化銅を触媒物質に用いた自動車向け触媒開発。ダイハツが自社プロジェクトに展開。



**Pd、Rh→Cu**

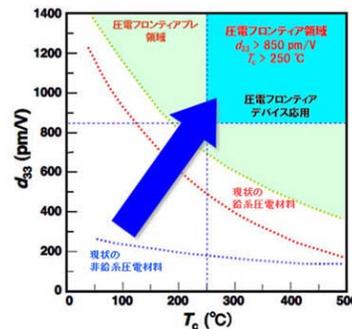
脱貴金属を目指すナノ粒子  
自己形成触媒の新規発掘

大阪大学 森田准教授

有機分子を活物質に用いた二次電池  
の高性能化と充放電機構の解明

ポストリチウムイオン電池を目指し、  
有機化合物を電極活物質とした二次電池を検討。  
自動車会社と連携し、システムの最適化に取り組む。

**Co、Li→有機分子**



Bi系圧電材料開発について、キャンソンのプロジェクトに移行。高誘電材料についても展開を検討中。

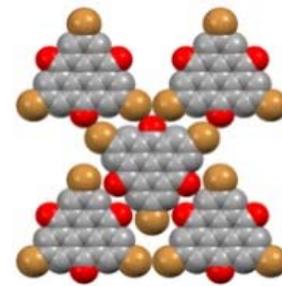
**Pb→Bi**

複合界面制御による白金族元素  
フリー機能性磁性材料の開発 筑波大学 喜多教授

HDD磁気記録媒体におけるPt合金に代わる物質として、Fe-Coを開発。民間エレクトロニクス企業における展開を検討中。



**Pt→Co、Fe**



九州大学 岡田教授

エコフレンドリー  
ポストリチウムイオン二次電池の創製



電荷移動担体をLiからNaに、正極のレドックス対をCoからFeに置き換えを目指し、自動車会社にて実用化研究を推進中。



**Li、Co→Na、Fe**