

ナノテクノロジー・材料委員会 平成21年度研究評価計画（案）

平成21年5月25日
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・材料委員会

ナノテクノロジー・材料委員会では、「研究計画・評価分科会における評価の進め方（平成21年2月20日 研究計画・評価分科会）」（以下、「評価の進め方」）に則り、各課題の評価を以下のとおり進めることとする。

1. 平成21年度新規課題についての事前評価

○ 事前評価の進め方

- (1) ナノテクノロジー・材料委員会において、各課題の概要を説明。
- (2) ナノテクノロジー・材料委員会において、事前評価票案について審議を行い、適宜修正の上、とりまとめ。
- (3) 8月27日の研究計画・評価分科会において、事前評価票を審議・決定。

○ 評価票の様式

評価の進め方の別添様式1事前評価票を参考に、評価対象課題の特性等に応じた様式とする。

○ 評価対象課題

検討中（評価の進め方1. 事前評価（1）対象課題等を踏まえ決定）

2. 平成19年度開始課題の中間評価

○ 中間評価の進め方

ナノテクノロジー・材料を中心とした融合新興分野研究開発（元素戦略プロジェクト）については別紙1、先端研究施設共用イノベーション創出事業（ナノテクノロジー・ネットワーク）については別紙2のとおりとする。

○ 評価対象課題

- ・ナノテクノロジー・材料を中心とした融合新興分野研究開発（元素戦略）
 - ① 亜鉛に替わる溶融Al合金系めっきによる表面処理鋼板の開発
 - ② アルミ陽極酸化膜を用いた次世代不揮発性メモリの開発

- ③ サブナノ格子物質中における水素が誘起する新機能
- ④ 脱貴金属を目指すナノ粒子自己形成触媒の新規発掘
- ⑤ 圧電フロンティア開拓のためのバリウム系新規巨大圧電材料の創生
- ⑥ ITO代替としての二酸化チタン系透明電極材料の開発
- ⑦ 低希土類元素組成高性能異方性ナノコンポジット磁石の開発

・先端研究施設共用イノベーション創出事業（ナノテクノロジー・ネットワーク）

3. 平成20年度終了課題の事後評価

○ 事後評価の進め方

別紙3のとおりとする。

○ 評価対象課題

・次世代の電子顕微鏡要素技術の開発

- ① 電子ビームの高輝度化・単色化に関する要素技術の開発
- ② TEM用マイクロカロリメータ型X線検出システムの開発
- ③ 大面積、高画素CCDによる電子顕微鏡用撮像システムの開発
- ④ 力覚制御による体感型3Dナノ解剖バイオ顕微鏡の開発
- ⑤ 生体病理組織の三次元ナノ構造解析国産ソフトウェアの開発

4. 留意事項

- ・評価対象課題に関連のある委員は、当該課題について評価を行うことはできない。
- ・以下の課題については、上記2、3に該当しない継続施策であるため、原則評価対象としない。但し、評価の進め方1. 事前評価（1）等に基づき評価対象となる継続課題については、必要に応じて評価を実施する。

①ナノテクノロジー・材料を中心とした融合新興分野研究開発

（17、18、20年度開始課題分）

②ナノテクノロジーを活用した環境技術開発

「元素戦略プロジェクト」
平成 19 年度採択課題の中間評価の進め方について(案)

1. 評価の基本的考え方

中間評価においては、実施プロジェクトに関し、計画の進捗度、中間的な成果の価値等についての検討を行うとともに、これらを踏まえ、次年度以降の継続の可否、研究内容の見直しの要否等についての検討を行うものとする。

2. 評価票の様式

評価票は別添を基本とし、課題の特性等を踏まえて評価検討会で決定する。

3. 評価の実施方法

- (1) 外部有識者からなる評価検討会を組織する。
- (2) 研究代表者は、平成 19 年度採択課題の目標、平成 20 年度までの成果、および残期間の研究開発推進方針等をまとめた報告書を評価検討会に提出する。
- (3) 評価検討会は、報告書、研究実施者のヒアリング結果等により、評価を検討し、中間評価票案をとりまとめる。
- (4) ナノテクノロジー・材料委員会は評価検討会主査からの報告を受け、中間評価票案を審議し、適宜修正の上、とりまとめる。
- (5) 研究計画・評価分科会は、中間評価結果の報告を受け、中間評価票を審議・決定する。

4. 評価結果の取扱い

評価結果は、研究代表者に通知するとともに、個人情報や知的財産の保護に配慮して公表する。また、中間評価の結果は、実施プロジェクトの改廃、予算配分方針等に反映させる。

1. 亜鉛に替わる溶融Al合金系めっきによる表面処理鋼板の開発

東京工業大学 水流徹

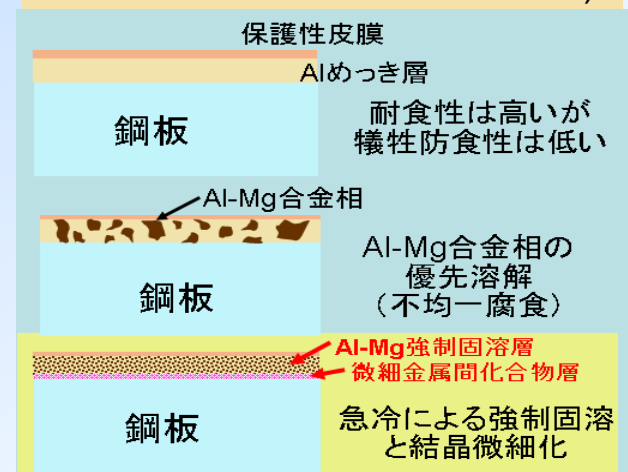
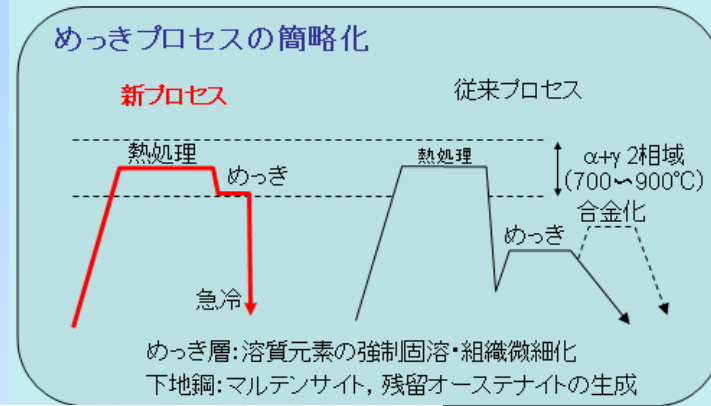
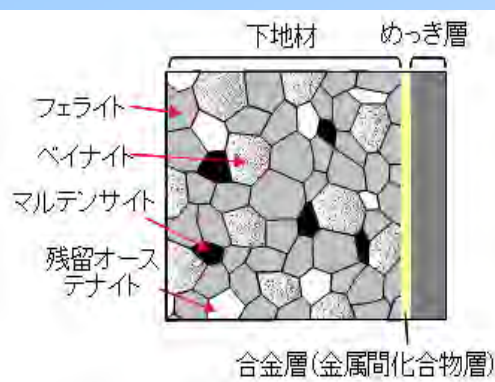
本研究の目標

- 表面処理鋼板の亜鉛をユビキタス元素 (Al, Mg, Si etc.) で代替する
- 省エネ・省資源の観点から、高張力鋼への表面処理を拡大する
- 現状の生産プロセスに大幅な変更を必要としない技術の開発

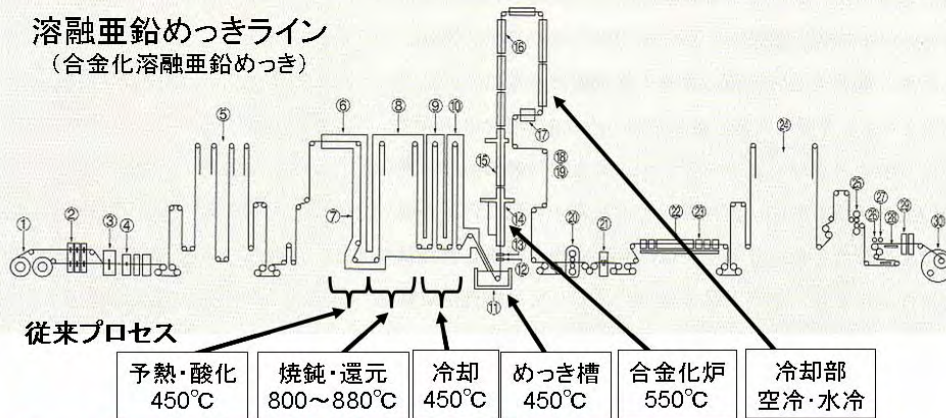
表面処理鋼板の背景

- 世界を牽引する高性能・高品質・高生産性
- 亜鉛資源 (可採年数22年), 中国の動向 (地金輸出から輸入国へ)

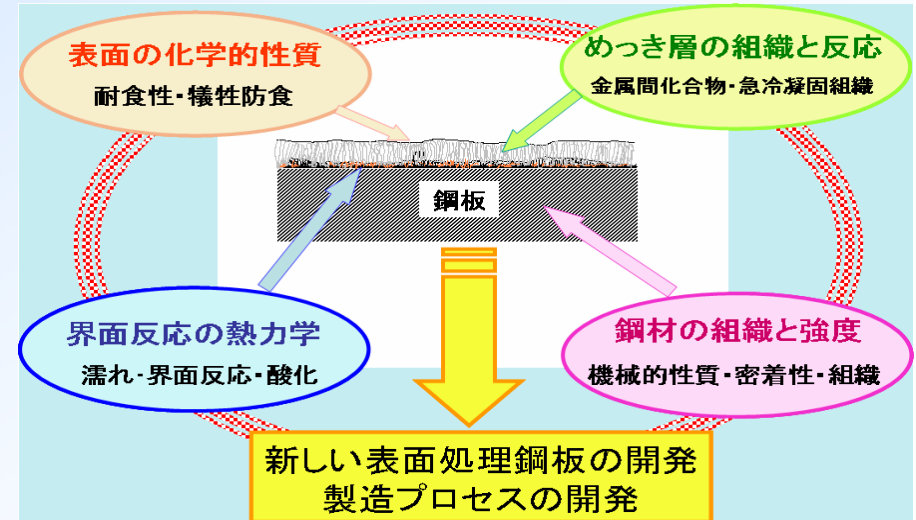
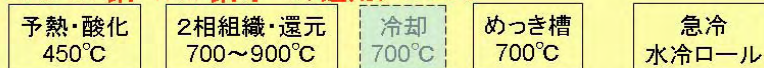
高張力鋼 (DP鋼, TRIP鋼) の熱処理・めっき過程の融合



溶融亜鉛めっきライン (合金化溶融亜鉛めっき)



新プロセス: DP鋼・TRIP鋼等への適用プロセス

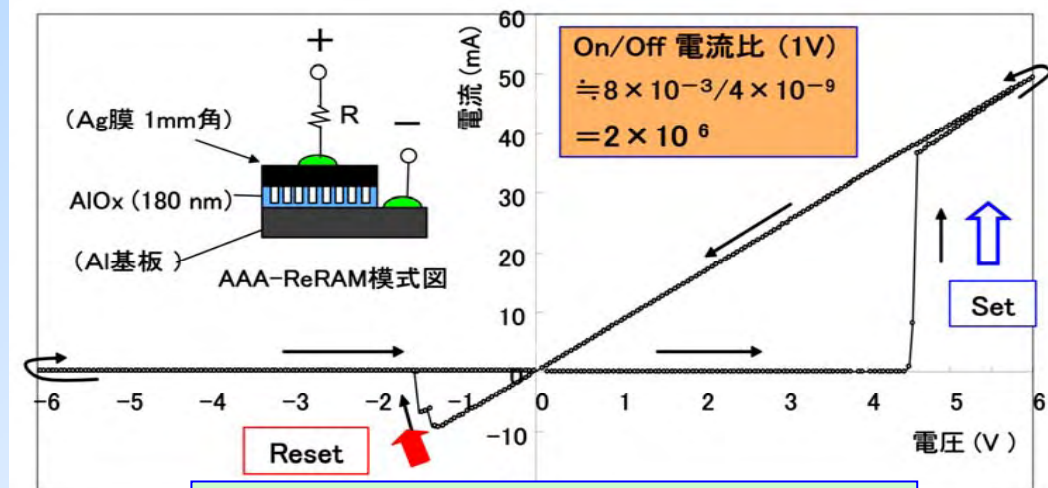
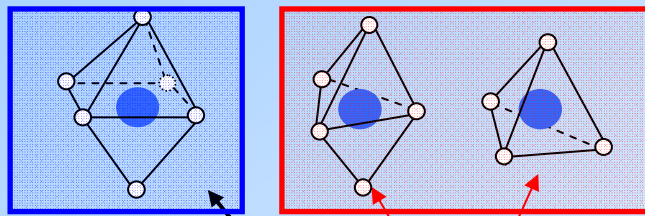


2. アルミ陽極酸化膜を用いた次世代不揮発性メモリの開発

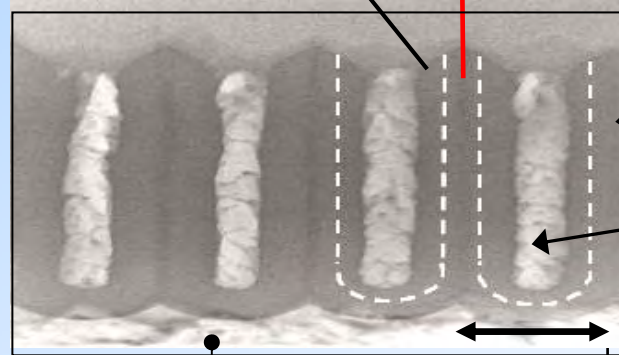
(独)物質・材料研究機構 木戸義勇

アルミ陽極酸化膜に出来るナノホール周辺のアモルファス状のアルミナで現れる電界誘起のON-OFF効果を利用した次世代不揮発性メモリを開発する。アルミというありふれた元素であっても、ナノ構造を形成することによって出現する特異な電氣的効果を利用することで、機能性素子になることを実証する。また、本技術は有害廃棄物を発生しないので、酸化物エレクトロニクス分野の発展と元素戦略に寄与する。

動作原理の解明が集積メモリ開発の鍵



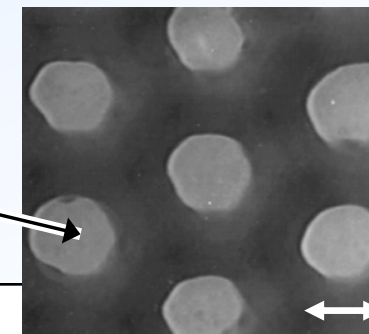
綺麗な垂直な穴の時現れるメモリー効果



アモルファス隔壁

ナノホール
40 nm Φ

平面TEM



3. サブナノ格子物質中における水素が誘起する新機能

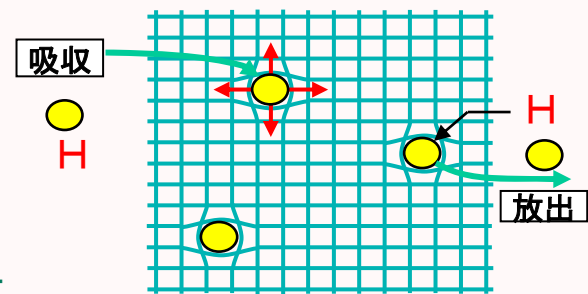
東北大学工学研究科 岡田益男

本研究の目的: 水素原子は従来金属材料に悪影響のみを与えてきたと考えられてきたが、近年数多くの未知のポジティブな機能の発現を期待されている。本研究は水素の効果を多面的に理解するとともに、それぞれの材料の特性を飛躍的に向上させることを目的として、Al系、Cu系、Ti系合金において、水素吸放出熱処理により結晶粒微細化による特性の向上を図る。またサブナノ格子物質中に固溶した水素が誘起する新機能について検討し、材料への応用の可能性を追求する。

1. 水素加工プロセス機能解明と材料特性の向上

Al、Cu、Ag、Au合金やTi合金などの構成材料において、水素吸放出熱処理により、結晶粒を微細化し、材料特性の向上を図る

- (1) Al、Cu基合金における水素熱処理によるナノ結晶粒化と特性の向上
 - ・Cu-Mg(Ti)系合金において、Cu-Be系合金並の特性の達成
- (2) Ti-V-Al合金における水素熱処理による超塑性
 - ・異なるチタン合金 (β rich $\alpha + \beta$ 型) への水素処理による微細粒化の可能性の検討

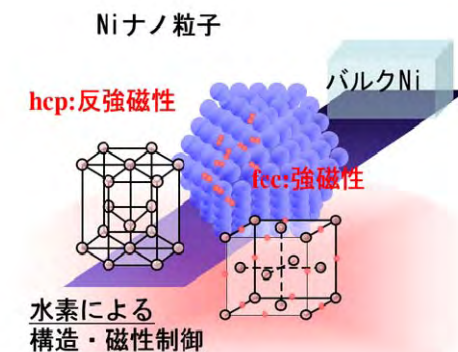


サブナノ格子物質中の水素原子

2. 水素誘起新機能発現と実用材料の適用可能性の検討

各種材料中への水素原子導入により、誘起される新しい機能の発現の追求と、実用材料への適用可能性を検討する。

- (3) 水素吸放出による光学特性変化を利用した窓用材料の開発
 - ・水素吸放出による光学特性制御による窓用材料の開発
- (4) メタ磁性材料における水素導入による磁歪・応力センシング機能応用
 - ・メタ磁性材料の非接触無指向性応力センサーへの応用
- (5) ナノ金属粒子における水素誘起高機能発現
 - ・ナノNi粒子による水素センサー、ナノPd、Pt系粒子の水素透過特性、触媒機能の改善



4. 脱貴金属を目指すナノ粒子自己形成触媒の新規発掘

(独) 日本原子力研究開発機構 西畑 保雄

本研究の目的: 自動車排出ガス規制が世界的に強化され、近年の中国やインドのモータリゼーションの幕開けとともに貴金属の供給不足が心配されている。貴金属(パラジウム、ロジウム、白金)の自己再生現象(インテリジェント触媒)を応用することにより、貴金属の使用量を低減し最終的に使用量ゼロにすることを旨とする。また自動車排出ガス浄化だけではなく、貴金属が工業的に広く使われている有機合成分野へも展開する。

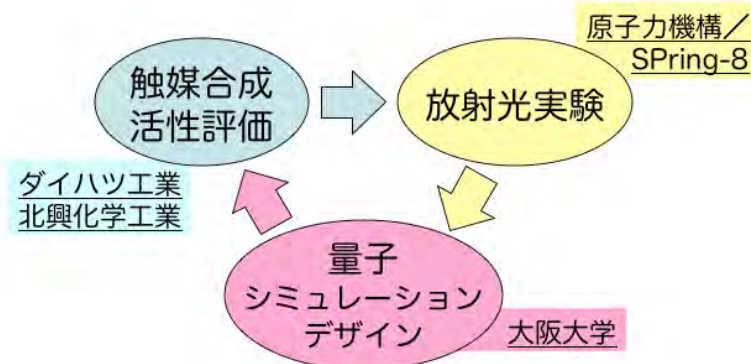
インテリジェント触媒とは?

周囲の環境変化(排出ガス中の酸素濃度の変化)に応じて触媒自身が自らの構造や機能を変え、常に最適な性能を発揮するもので、その結果として貴金属を劣化させない(貴金属粒子の肥大化を防ぐ)。すなわち常に貴金属をナノ粒子として生成・供給する能力を有する。

本研究のアプローチ

もともと非貴金属(鉄、ニッケル等)も触媒活性を有しているが激しく劣化してしまうため、自動車触媒としては、これまでほとんど関心を持たれなかった。そこで貴金属系インテリジェント触媒の貴金属ナノ粒子生成メカニズムをより詳細に解明し、その知見を活用することにより非貴金属系インテリジェント触媒の実現(脱貴金属)を目指す。

世界最高性能を誇る大型放射光施設SPring-8においてX線吸収、表面回折、共鳴非弾性散乱などの最先端の手法を駆使し、触媒の構造や電子状態のリアルワールドでの観察(物質が機能している状態でのその場観察)を行う。得られた実験データをもとに第一原理計算による量子シミュレーションにより触媒モデルを構築し、より進んだナノ粒子自己形成触媒の設計指針を得る。それにより新しい触媒を合成し触媒活性を評価する。このように実験/理論/開発の緊密な連携の下に研究を推進する。

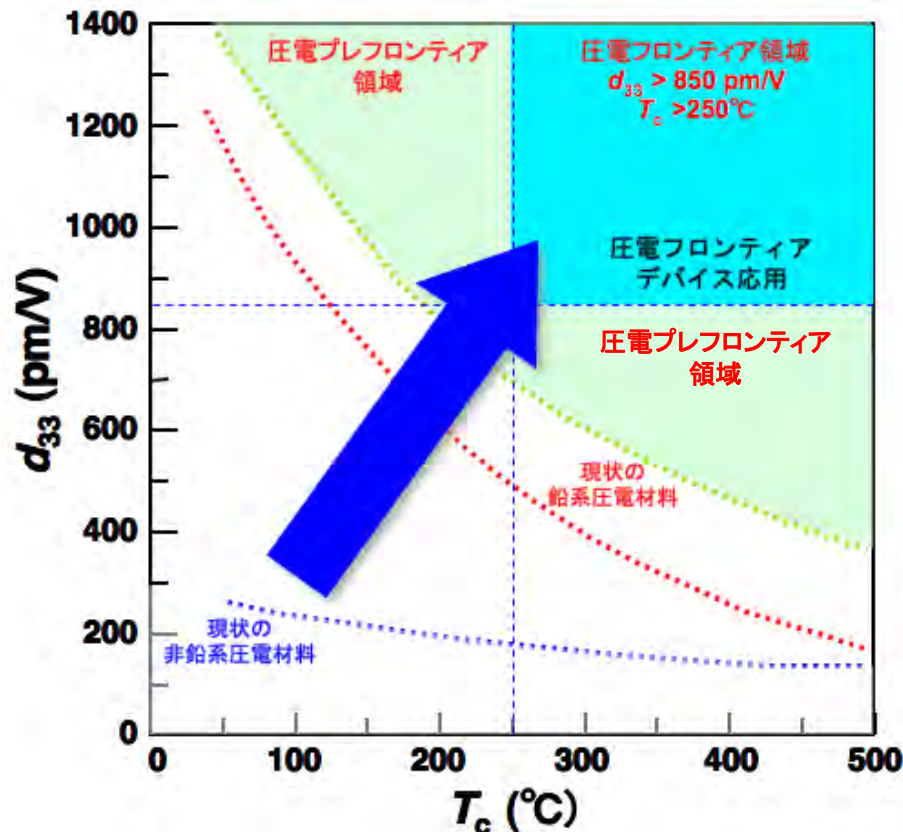


5. 圧電フロンティア開拓のためのバリウム系新規巨大圧電材料の創生

山梨大学 和田 智志

圧電体は電気エネルギーを機械的な力に変換する材料です。多くの電子機器に搭載され、今後もMEMS等幅広い分野での応用が期待されていますが、現在は環境に有害な鉛を主成分としたものが主流です。

本プロジェクトでは、現在幅広く用いられている鉛系圧電材料を凌駕する圧電特性を有し、かつ環境に有害な元素やシリコンプロセスに不適応な元素を含まない、**バリウム系新規圧電材料**を創生します。



本プロジェクトは、図に示すように、従来トレードオフの関係にあった圧電定数とキュリー温度の両方を上昇させ、これまでいかなる材料も到達できなかった**”圧電フロンティア領域”**を開拓するものであり、材料科学に革命を起こすとともに環境問題の解決に大きく貢献することを目指しています。

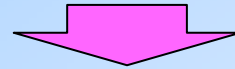
この目的を達成するために、新規バリウム系圧電材料を用いた新しい組成相境界(MPB)の設計や探索に加えて、ドメイン構造・結晶方位の制御を行い、研究開始3年後に**”圧電プレフロンティア領域”**へ、研究終了時には**”圧電フロンティア領域 ($d_{33} > 850 \text{ pm/V}$ 、 $T_c > 250 \text{ °C}$)”**への到達という高い数値目標をかかげています。

同時に、得られた**バリウム系新規圧電材料**の能力を十分に発揮できる革新的デバイスの設計・開発を行うことで、材料・電気・機械にまたがる融合的新分野を切り開くことができます。

6. ITO代替としての二酸化チタン系透明電極材料の開発

神奈川科学技術アカデミー(KAST) 長谷川 哲也

スズを添加した酸化インジウム(ITO)は、フラットパネルディスプレイ用透明電極としての利用が爆発的に拡大していますが、主成分であるインジウムは希少元素であり、今後の安定供給が危惧されています。



本プロジェクトでは、豊富で安価なチタンを主成分とするニオブ添加二酸化チタン(TNO)をITO代替透明電極材料として確立することを目指します。

1. ITO代替材料としての確立

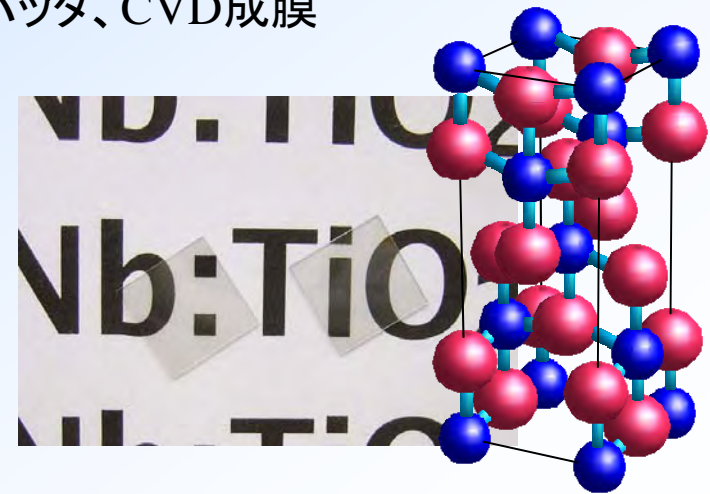
透明性、導電性に優れたTNO膜をガラス上にスパッタ、CVD成膜するためのプロセスを開発します。

2. 新たな応用の開拓

TNOの高い屈折率を生かした新しい応用として、青色発光ダイオード用の透明電極を作製します。

3. 基礎物性の解明

理論計算の力を借り、新しい添加物の探索や伝導機構の解明を行います。



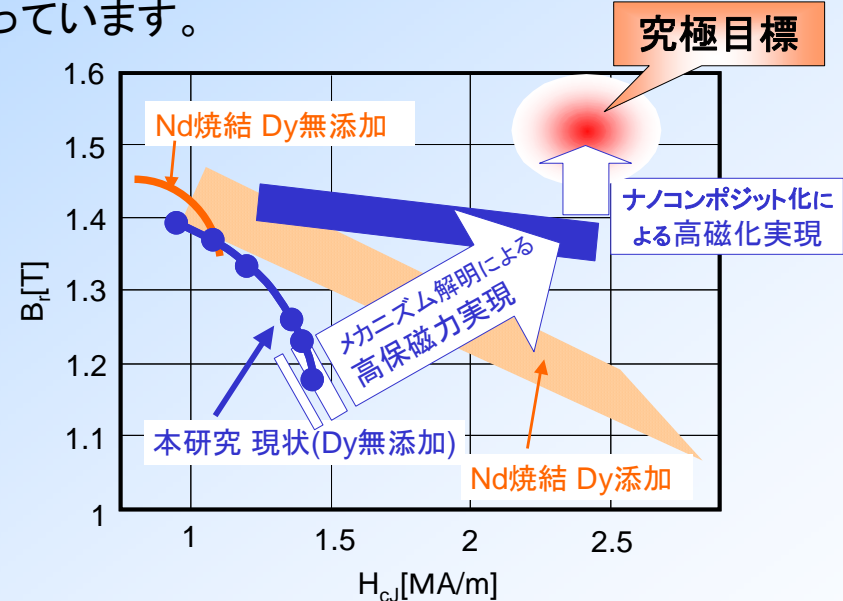
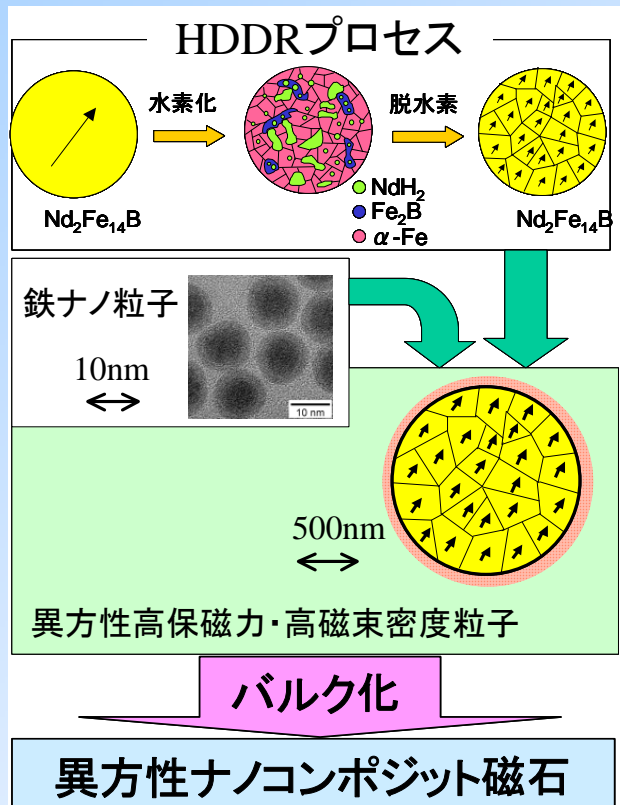
ニオブ添加二酸化チタン系
透明導電膜

7. 低希土類元素組成高性能異方性ナノコンポジット磁石の開発

日立金属株式会社 NEOMAXカンパニー 広沢 哲

希土類を含む高性能永久磁石材料は磁力を発生する機能材料として近代産業を支える基盤材料のひとつです。しかし、ハイブリッド自動車などに希土類磁石を大量に使用する時代が到来し、Dyなどの稀少希土類元素の使用を低減できる技術の研究開発が必要になっています。

焼結磁石よりも一桁微細な異方性微結晶組織を有するNd-Fe-B系磁石粉末を基材に用い、その組織生成機構と磁化反転機構の解析に基づいて高保磁力を発現させるための研究、および、高磁化ナノ粒子と複合化したナノコンポジット磁石作製技術の研究を推進します。



本プロジェクトの研究開発手法

I. 基材: 異方性高保磁力磁石粉末

1. $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ の水素化再結合プロセス

II. 複合材: 高磁化強磁性ナノ粒子

1. 単分散Feナノ粒子の製法開発

III. 指針: 組織生成・保磁力メカニズム解明

1. マルチスケール構造解析
2. 深紫外光一顕微鏡の開発

「ナノテクノロジー・ネットワーク」中間評価の進め方について(案)

1. 評価の基本的考え方

中間評価は、本事業の目標に対する進捗状況、支援体制を評価するのみならず、支援計画の見直し（廃止を含む）及び本事業全体としての政策的方向性を見直しの可能性も含め、検討を行うものとする。

2. 評価票の様式

評価票は別添を基本とし、事業の特性等を踏まえて評価検討会で決定する。

3. 評価の実施方法

- (1) 外部有識者からなる評価検討会を組織する。
- (2) 中核機関代表者は、支援業務体制、平成20年度までの支援状況、イノベーション創出に繋がる具体的な成果、利用者アンケート結果および残期間の支援計画方針等をまとめた報告書を評価検討会に提出する。
- (3) 評価検討会は、報告書、中核機関代表者等のヒアリング結果等により、評価を検討し、中間評価票案をとりまとめる。
- (4) ナノテクノロジー・材料委員会は評価検討会主査からの報告を受け、中間評価票案を審議し、適宜修正の上、とりまとめる。
- (5) 研究計画・評価分科会は、中間評価結果の報告を受け、中間評価票を審議・決定する。

4. 評価結果の取扱い

評価結果は、中核機関代表者に通知するとともに、個人情報や知的財産の保護に配慮して公表する。また、中間評価の結果は、実施事業の改廃、予算配分方針等に反映させる。

概要

全国の13拠点(26機関)の大学や独立行政法人等が所有する最先端のナノテクノロジー研究施設を共用化し、産業界などへ広く開放することによって、ナノテクノロジー研究基盤の整備・強化や研究分野間の融合を図り、ナノテクノロジー研究基盤の整備・強化を図る事業。

独法・大学等の先端研究施設の共用を進め、イノベーションを加速

共用促進

産学官の先端
研究ニーズ

○我が国の先端研究施設の
ポテンシャルを最大限活用
○産学官の知の融合

独法・大学等が有する
先端研究施設

ナノテクノロジー研究の特性にふさわしい機器を配し、ナノテクノロジー研究環境として求められる研究機能(「ナノ計測・分析」、「超微細加工」、「分子合成」、「極限環境」)を有する機関(群)を採択し、全国の産学官の研究者に最先端の研究環境を提供

平成19年度利用実績:1,316件
(うち、産業界は257件)

九州大学
九州シンクロtron光研究センター
北九州産業学術推進機構
佐賀大学

広島大学
山口大学

京都大学
北陸先端科学技術大学院大学
奈良先端科学技術大学院大学

大阪大学

名古屋大学
名古屋工業大学
豊田工業大学
分子科学研究所

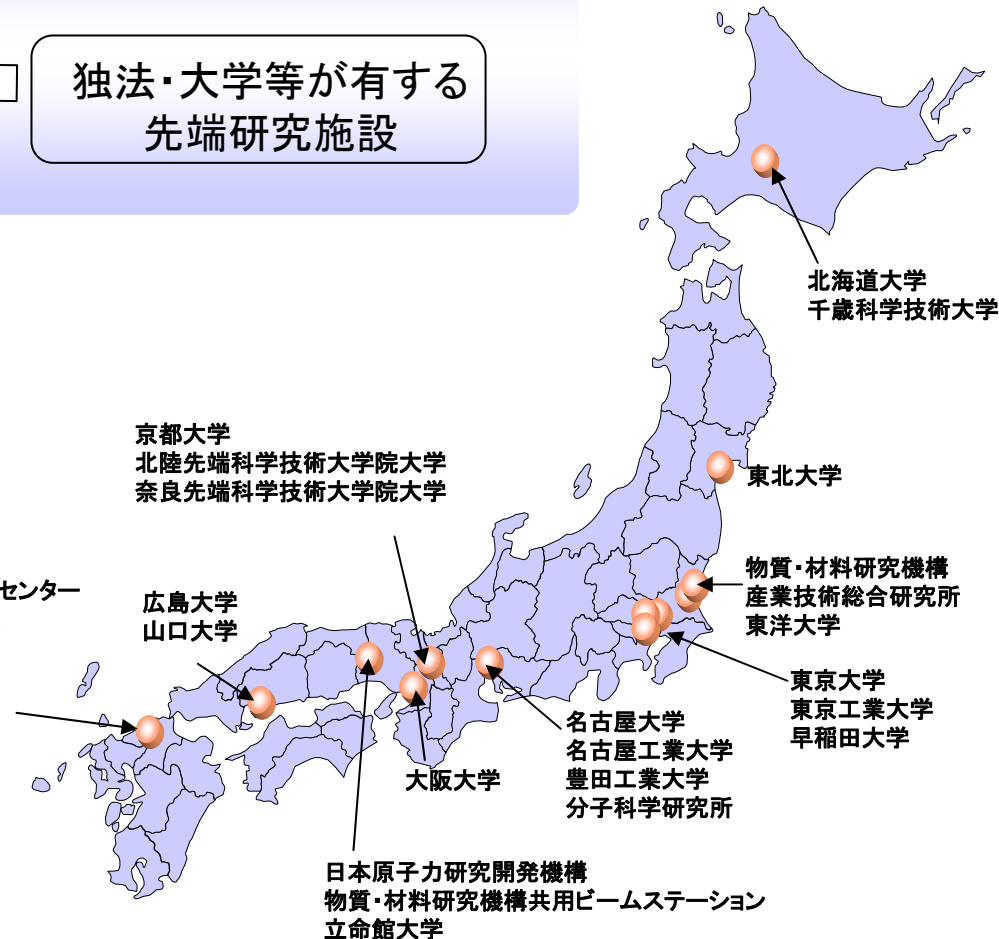
日本原子力研究開発機構
物質・材料研究機構共用ビームステーション
立命館大学

物質・材料研究機構
産業技術総合研究所
東洋大学

東京大学
東京工業大学
早稲田大学

東北大学

北海道大学
千歳科学技術大学



「次世代の電子顕微鏡要素技術の開発」
平成20年度終了課題の事後評価の進め方について(案)

1. 評価の基本的考え方

事後評価においては、実施プロジェクトに関し、どのような成果を得たか、所期の目標との関係、研究結果を踏まえた今後の展望等についての検討を行うものとする。

2. 評価票の様式

評価票は別添を基本とし、課題の特性等を踏まえて評価検討会で決定する。

3. 評価の実施方法

- (1) 外部有識者からなる評価検討会を組織する。
- (2) 研究代表者は、文部科学省主催のシンポジウムにおいて、平成20年度終了課題の成果、所期の目標との関係等について報告を行い、評価検討会メンバーは同シンポジウムに出席し、報告を聴取する。
- (3) 評価検討会は、研究代表者等の報告、ヒアリング結果等により、評価を検討し、事後評価票案をとりまとめる。
- (4) ナノテクノロジー・材料委員会は評価検討会主査からの報告を受け、事後評価票案を審議し、適宜修正の上、とりまとめる。
- (5) 研究計画・評価分科会は、事後評価結果の報告を受け、事後評価票を審議・決定する。

4. 評価結果の取扱い

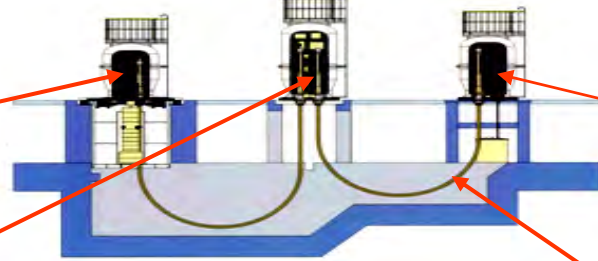
評価結果は、研究代表者に通知するとともに、個人情報や知的財産の保護に配慮して公表する。また、事後評価の結果は、今後の研究推進等に反映させる。

1. 電子ビームの高輝度化・単色化に関する要素技術の開発

期間: 平成18~20年度

研究代表者: 理化学研究所 外村 彰

FE電子銃・加速部 Fe電子銃制御部 高電圧発生部(C-W)



Cold FE電子銃
放出電子線のエネルギー分布: ~0.3eV
(0.22ppm at1350kV)

高電圧発生装置(C-W)
電圧: 1350kV(最大1450kV)
リップル電圧: 45Vp-p(基本周波数)

高性能基準抵抗器(開発項目)
安定度: $3 \times 10^{-7}/\text{min}$ 以下

基準抵抗器評価電源(開発項目)
出力電圧: DC-10KV
ノイズ特性: 0.1ppm以下

高電圧抵抗ケーブル(開発項目)
1,350kV用、抵抗値100~300kΩ/m

成果の概要

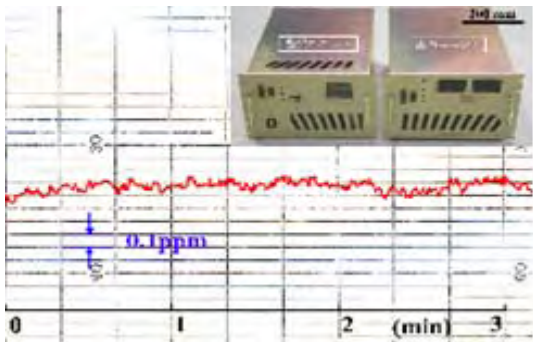
格子分解能の追求
試料ステージの耐振強化、振動源への遮蔽強化、冷却水量の最適化、電磁ノイズの低減などを行い、その効果の評価方法として格子分解能を追求した。

1MVホログラフィー電子顕微鏡を用いて
格子像: 25.9pm (Au{12 10 2})確認
露光時間45秒で27.7pmを記録

高性能基準抵抗器
安定度: 0.2ppm以下達成

基準抵抗器評価電源
出力電圧: DC-10kV
ノイズ特性: 0.1ppm達成


高電圧抵抗ケーブル
1,350kV用抵抗ケーブル(100m)を試作した
目標抵抗値: 100~300kΩ/mを確保できる目途を得た
曲げ試験で抵抗値が変化しないことを確認した





基準抵抗器評価電源

○試作抵抗における10[kV]印加時の特性評価
・高精度電源による評価

型式	抵抗値	分類	ノイズ特性	温度係数 (10%V印加時)	表面温度
		標準品	<0.2 ppm	17.0ppm/°C	61.0°C
FP50A3	50MΩ	通電処理品	<0.2 ppm	19.5ppm/°C	62.0°C
		SiE-ールド品	<0.2 ppm	8.9ppm/°C	36.0°C
RH3HVD	50MΩ	従来品	1.3 ppm	-4.4ppm/°C	55.0°C


標準品


SiE-ールド品


従来品

高性能基準抵抗器



1, 350kV用試作ケーブルの外観写真

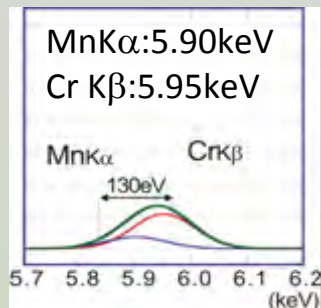
2. TEM用マイクロカロリメータ型X線検出システムの開発

期間: 平成18~20年度

研究代表者: 物質・材料研究機構 原 徹

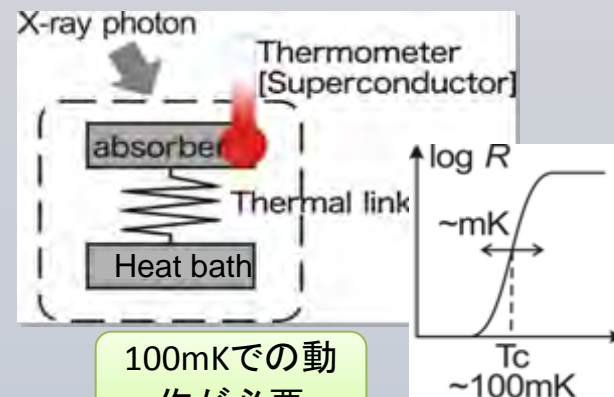
従来のTEM-EDS分析の問題点

- エネルギー分解能が低い($\sim 130\text{eV}$)ため、ピーク同士が重なる。
- 微量元素の検出が不可
- 低い検出限界



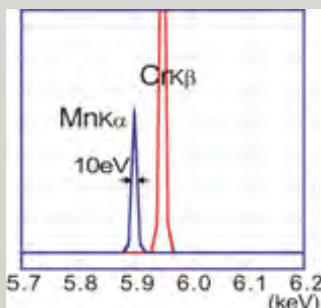
測定原理

超伝導遷移端センサ(TES)を用い、X線光子1個による温度上昇を計測し、エネルギーに換算する。



目的・目標

- TEMにマイクロカロリメータEDSを搭載し、従来より桁高いエネルギー分解能でほぼ全元素のEDS分析を実現する。
- 目標値:
エネルギー分解能10eV, 計数率2-3kcps

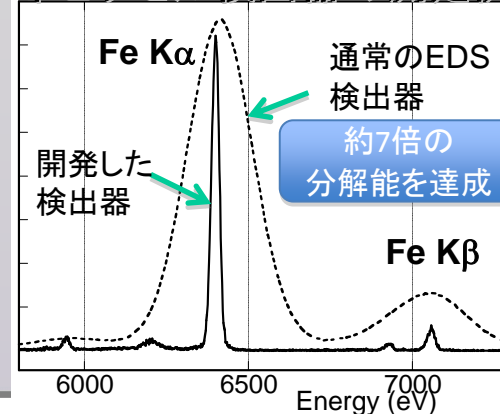


成果の概要

- 動作実証のための実験機を製作し、エネルギー分解能20eVを達成。
→Si(1.740keV)とW(1.775keV)の分離測定が可能に。
- 計数率向上を目指し、複数素子の同時並行検出に成功。



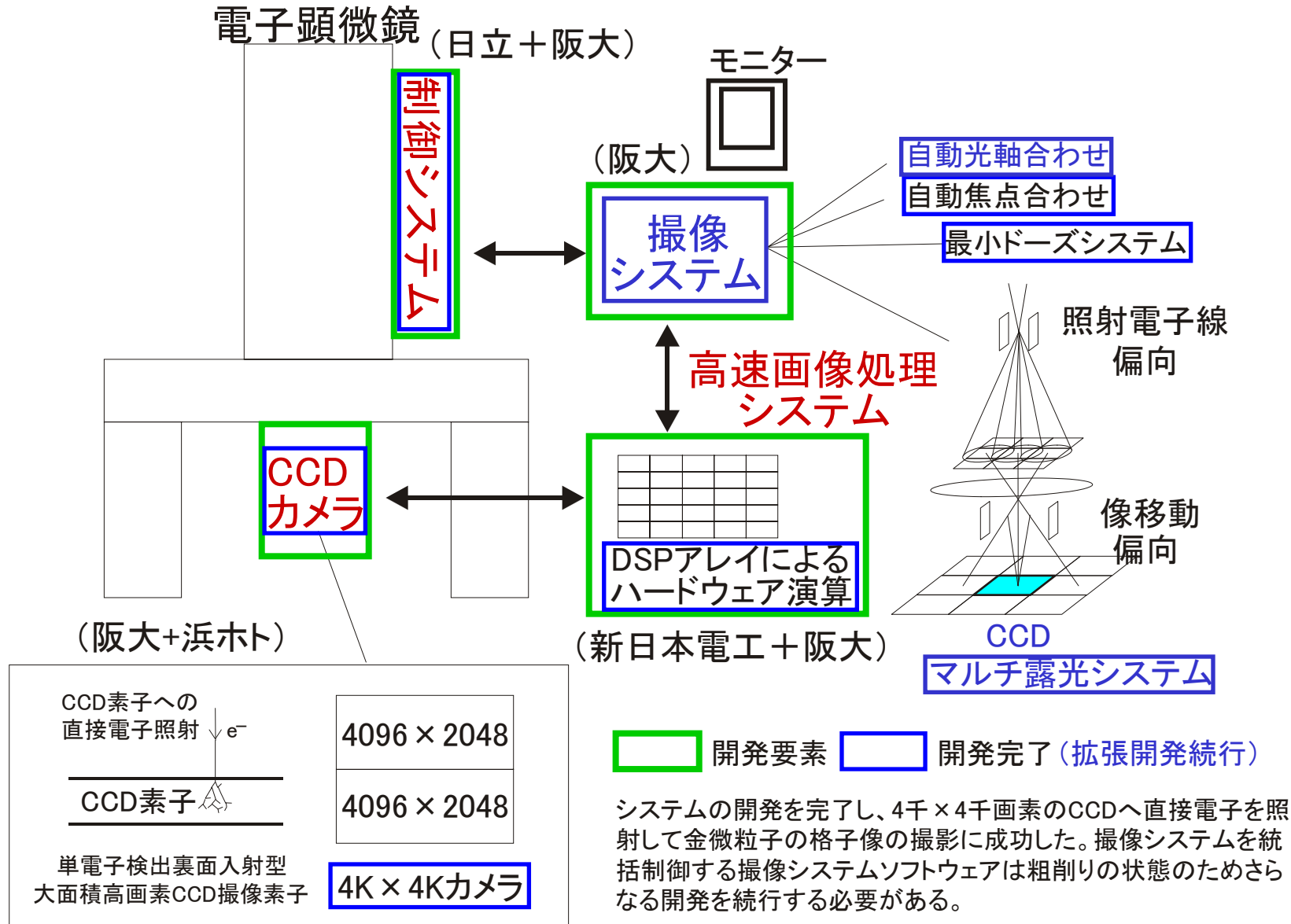
単ピクセル検出器の測定例



3. 大面積、高画素CCDによる電子顕微鏡用撮像システムの開発

期間：平成18～20年度

研究代表者：大阪大学 木村 吉秀



4. 力覚制御による体感型3Dナノ解剖バイオ顕微鏡の開発

期間: 平成18~20年度

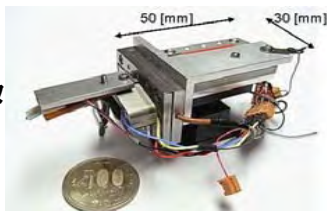
研究代表者: 新潟大学 牛木 辰男

1. リアルタイムステレオSEM法の開発

- リアルタイム3Dイメージングのための電子線制御法の開発
- 3Dデータの裸眼対応3D液晶モニタ表示

2. 高精度マニピュレータの開発

- マイクロロボット技術を利用したインチワーム駆動型xy粗動ステージの開発
- 小型の原子間力顕微鏡 (AFM) 型マニピュレータの開発

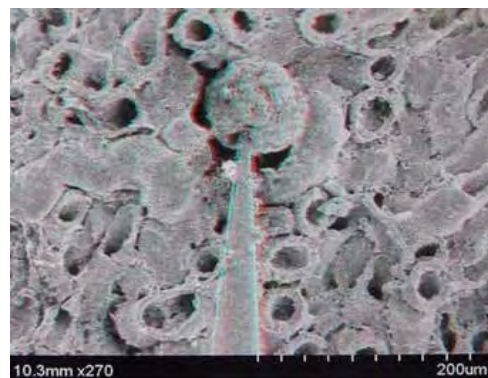
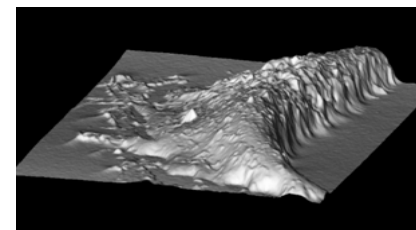


3. 力覚制御による体感的解剖・マニピュレーション

- ハプティックデバイスによる力覚フィードバック機構を備えたマニピュレータの開発
- ステレオ画像と一致した力覚記録

4. 3D画像定量計測と3D復構

- 多眼視SEM画像による高精度の3D復構

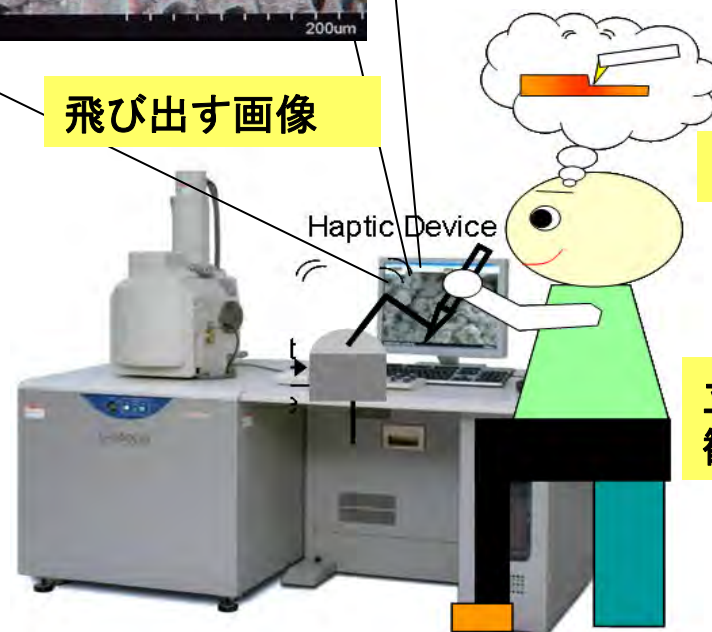


飛び出す画像

5. バイオへの応用

触れる画像

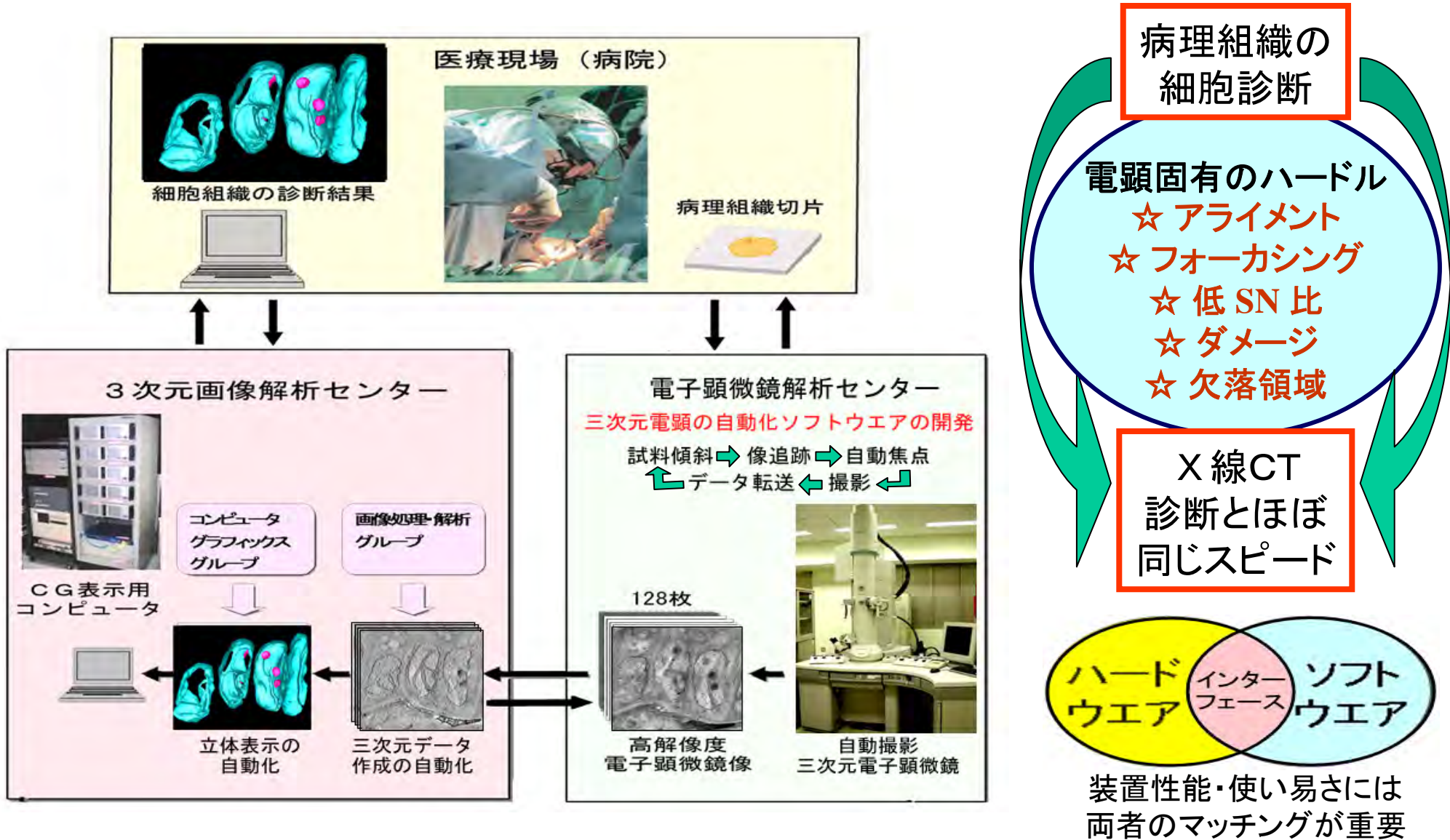
立体を体感した観察・操作



5. 生体・病理組織の三次元ナノ構造解析国産ソフトウェアの開発

期間：平成18～19年度

研究代表者：大阪大学 鷹岡 昭夫



事後評価票

(平成〇〇年〇〇月現在)

1. 課題名 〇〇……

2. 評価結果

(1) 課題の達成状況 ※達成度の判定とその決定根拠を明確にする

※ 所期の目標は達成したか

※ 事前評価あるいは中間評価において設定された「必要性」、「有効性」、「効率性」における各評価項目について、その評価基準を満たしたか

(2) 成果

※ どのような成果を得たか、その所期の目標との関係は

※ 波及効果があったか

(3) 今後の展望

※ 研究結果を踏まえた今後の展望、予想される効果・効用の明示

中間評価票

(平成〇〇年〇〇月現在)

1. 課題名 〇〇
2. 評価結果
(1) 課題の進捗状況 ※進捗度の判定とその判断根拠を明確にする ※ 事前評価において設定された「必要性」、「有効性」、「効率性」における各評価項目について、その評価基準の要件を満たしているか ※ 所期の目標の達成に向けて適正な進捗が見られるか
(2) 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性 ※ 最新の社会情勢を踏まえた上で、当初設定された「必要性」、「有効性」、「効率性」の各観点における評価項目およびその評価基準の妥当性を改めて評価し、必要に応じてその項目・基準の変更を提案する ※ 新たに設定された項目・基準に基づき、課題の「継続」、「中止」、「方向転換」を示す
(3) その他