

### 有機・生命科学研究部門

一分子可視化、細胞内イメージング、構造解析を駆使した生命機能解明、ならびにそれらの機能情報と合成化学手法を融合したドラッグデリバリーシステム構築や、遺伝子診断デバイス開発などを行います。さらに生命機能と材料科学を融合したバイオメディックス材料創製など、生命機能解明と物質合成を有機的に結びつけることにより、世界をリードする材料・デバイス創製をも目指しています。

永次 研	生命機能分子合成化学研究分野
和田 研	生命機能制御物質化学研究分野
金原 研	生命類似機能化学研究分野
高橋 研	生命分子ダイナミクス研究分野
石島 研	生物分子機能計測研究分野
齋藤 研	タンパク機能解析研究分野

\*理学研究科化学専攻  
▶ 生命科学研究所分子生命科学専攻

### 高橋研究室：蛋白質の折り畳みをキーワードにした生命科学研究

「生命」と「蛋白質の折り畳み」

リボソーム → 折り畳み → 特定の構造をとり機能し生命活動を営む

蛋白質の合成 → 特定の構造をとり機能し生命活動を営む

蛋白質が機能を持つためには、特定の構造へ折り畳まることが必須！

蛋白質一分子の折り畳みを検出する

EM-CCD, 検出器, シリンジ, レーザ, 検出器, シリンジ

私達の開発した一分子蛍光観察装置

シトローム c-分子の折り畳み観測

蛋白質一分子の折り畳みを追跡する！

私達は、最新の単一分子観測手法を開発し、折り畳み問題の謎を解こうとしています。

### 無機材料研究部門

高純度材料研究分野	佐藤俊一(兼)
高温材料物理化学研究分野	福山 博之
機能材料微細制御研究分野	鈴木 茂
超臨界液体・反応研究分野	横山 千昭
スピ量子物性研究分野	佐藤 卓
ナノスケール磁気デバイス研究分野	北上 修

AIN, Sapphire, 10 nm, 5 nm, 1.1 nm (100 Å), 1000 nm

### 福山 博之 研究室

高純度材料研究分野 福山研究室

専門分野・キーワード: 材料プロセス / 化学熱力学 / 高温反応物性 / 結晶成長

材料プロセス / 化学熱力学 / 高温反応物性 / 結晶成長

SPECIALIZED FIELD: KEY WORD

High-temperature synthesis / chemical thermodynamics / thermophysical properties of high-temperature media / crystal growth

http://www.tycho.tohoku.ac.jp/~mshibata/Laboratory/index.php?taboid=17

### 高温反応場を用いた機能材料の創製と熱物性計測法の開発

当研究室では、化学熱力学をベースとする材料創製と高温反応場の熱物性計測を融合させた新しいものづくりを推進しています。例えば、窒化物半導体は、次世代照明や光触媒用光源など、環境、医療、バイオ、情報分野での応用が期待されていますが、当研究室では、窒化物半導体の結晶成長に関する課題を克服し、高子としての性能を向上させたため、結晶成長に関する物理化学的現象を解明しながら、高純度結晶成長プロセスを開発しています。また、材料プロセスにおける複雑な熱物性制御をシミュレーションするため、熱物性データのデータベース化を進めています。電磁浮遊装置と静電場を組み合わせて、金属材料の静電浮遊状態を実現し、融液の熱伝導、熱伝導率および放射率を高純度で計測する世界的な手法を開発しました。この技術を活かして、さらに密度および弾性力

Ga-Alフラックスを用いた液相成長法

窒化AIN薄膜 → 厚膜化に成功

Sapphire 10 μm, AIN 2 μm, Sapphire 1 μm

Ga-Alフラックスのメリット  
• Gaは低融点(303 K)、高沸点金属(2477 K)、リサイクルが容易  
• Ga-AIN系は熱伝導率高

東北大学・多元物質科学研究所

### 計測研究部門

研究室開発の装置と先端研究



- ・電子分子動力学(上田 潔研) 気体(光電子分光・各種レーザー分光)
- ・量子電子科学(高橋正彦研) 気体(電子運動量分光・多次元計測)
- ・量子ビーム計測(百生敦研) 固体・液体・生物(X線位相計測)
- ・分光化学(山内清語研) 液体・固体(電子スピン共鳴: ESR)
- ・ナノ界面化学(栗原和枝研) 固・液界面(表面力・ズリカ測定)
- ・表面物理プロセス(高桑雄二研) 固体表面(電子回折・光電子分光)
- ・構造材料物性(野田幸男研) 固体(極限下のX線・中性子回折)
- ・量子光エレクトロニクス研究分野(秩父重英研) 固体(半導体・レーザー分光)

13

23 学びサイエンス 2011年12月1日 | 第238号 | 電子分子動力学研究分野 上田研究室

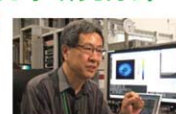


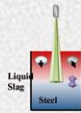
図1 単一分子構造を見る電子回折顕微鏡

図2 単一分子反応顕微鏡

レーザー励起再散乱電子を用いた高速分子イメージングと反応顕微鏡(図1)……X線自由電子レーザーを用いた高速分子イメージングと反応顕微鏡分子イメージングと反応顕微鏡のための荷電粒子分光法・同時計測法の開発(図2) 14

### プロセスシステム工学研究部門

- ▶ 基盤素材プロセス研究分野 北村 信也
- ▶ 機能性粉体プロセス研究分野 田中 俊一郎(兼)
- ▶ 高性能ナノ材料創成研究分野 田中 俊一郎
- ▶ 超臨界ナノ工学研究分野 阿尻 雅文
- ▶ 光物質科学研究分野 佐藤 俊一
- ▶ ハイブリッドナノ粒子研究分野 村松 淳司
- ▶ エネルギーシステム研究分野 中村崇(兼)



15

### 超臨界水熱合成法による有機無機ハイブリッドナノ粒子の合成

超臨界ナノ工学研究分野 阿尻研究室 (WPI)

超臨界水を反応場として有機無機ハイブリッドナノ粒子を合成し、電磁・光学材料、医療分野応用等、幅広い分野での新規複合ナノ材料の創製を行う

■ 超臨界水熱合成法による有機無機ハイブリッドナノ粒子の合成

■ 有機無機ハイブリッドナノ粒子と他材料との複合化

ナノ粒子表面への有機分子の複合化で、溶液中に高分散する無機ナノ粒子の合成に成功

ポリマー材料との複合化により、従来には存在しない新規複合ナノ材料を実現

### 先端計測開発センター

Center for Advanced Microscopy and Spectroscopy

電子線干渉計測研究分野(進藤研究室)

走査プローブ計測技術研究分野(米田研究室)

ビエノ駆動探針ホルダ

極低温STM-ESR装置

軟X線分光装置

電子回折・分光計測研究分野(寺内研究室)

透過型軟X線顕微鏡

軟X線顕微鏡計測研究分野(柳原研究室)

17

### 研究成果例

進藤研

ホログラムによる磁気テープの磁場分布計測

Reconstructed phase image of a cross section of magnetic tape showing magnetic flux distributions outside (yellow) and inside (red).

寺内研

分光収束電子回折による価電子分布計測

結合電子の分布(Si)

米田研

走査プローブによる単分子計測

単分子励起

スピン検出

柳原研

軟X線を応用した新規計測技術

軟X線顕微鏡

18

## サステナブル理工学研究センター

エネルギー・環境・資源・循環

**ANEZAWA Lab**

雨澤 浩史 教授  
八代 圭司 准教授

電気自動車、電力発電、太陽光発電

**HONMA Lab**

本間 裕 教授  
宇根 高 准教授  
吉原 高明 准教授

燃料電池、二次電池等の革新的エネルギー技術

**KAWAMURA Lab**

河村 純一 教授  
武野 幸雄 助教授  
桑田 直明 助教授  
高橋 純一 助教授

エネルギー・環境・資源・循環

**ARIYAMA Lab**

有山 達郎 教授  
井上 亮 准教授  
植田 滋 准教授

エネルギー・環境・資源・循環

**NAKAMURA Lab**

中村 崇 教授  
柴田 悦郎 准教授  
飯塚 淳 助教授

エネルギー・環境・資源・循環

## エネルギーデバイス化学研究分野 本間研究室

本研究分野では、21世紀の科学技術が取り組む最重要課題である地球持続技術・循環型社会の構築のために再生可能エネルギー技術のフロンティア開拓を行う。新デバイス・新材料開発を中心に、太陽電池、燃料電池、二次電池等の革新的エネルギー技術を推進し、地球温暖化対策のイノベーションを創出する。

主に機能性材料を中心として温暖化対策のキーテクノロジー（電気自動車、電力発電、太陽光発電）でも高性能蓄電池・燃料電池、太陽電池等のエネルギーデバイスの基礎研究を行う。これらの革新的エネルギー技術に資する新材料であるグラフェン、ナノ結晶電極、表面修飾技術、プラズマ・超臨界技術の開発を中心として高エネルギー密度が狙える空気電池、燃料電池など次世代エネルギー変換デバイスの設計に取り組んでいる。

電気自動車

太陽光発電

風力発電

期待される再生可能エネルギー技術（温暖化対策のキーテクノロジー）

原子層シート電極として注目されているグラフェン、リチウム電池・燃料電池など次世代エネルギー変換デバイスの機能性材料として研究を行う。

東北大、レアメタルフリーの有機正極材料を用いたリチウムイオン電池を開発 2012年6月14日

レアメタルフリーの有機正極材料を用いた新タイプの高エネルギー密度型リチウムイオン電池の開発に成功。  
「Scientific Reports」に掲載の予定。

## 高分子・ハイブリッド材料研究センター

POLYMER-HYBRID MATERIALS RESEARCH CENTER

Carbonated mesoporous silica film

自己組織化ハニカム構造フィルム

高分子ハイブリッドナノ材料研究分野 宮下研究室

ハイブリッド炭素ナノ材料研究分野 京谷研究室

ハイブリッド材料創製研究分野 芥川研究室

光機能材料化学研究分野 中川研究室

有機ハイブリッドナノ結晶材料研究分野 及川研究室

自己組織化高分子ナノ材料研究分野 下村研究室

## ハイブリッド炭素ナノ材料研究分野 京谷研究室

京谷 隆 教授  
西原 洋知 准教授  
千川 康人 准教授

Carbon-coated mesoporous silica film

before coating  
after coating  
porous electrode film  
enzymatic electrode for biosensor

材料合成の反応場をナノメートルレベルで制御することでカーボン材料をはじめとする様々な新しい機能性材料とその複合体の開発を行っています。これまでに、直径と長さが均一であるカーボンナノチューブ、ゼライトのような規則正しい細孔構造と世界最大の比表面積をもつゼオライト（沸石）といったユニークなナノカーボンの合成に世界を先駆けて成功しているほか、メソポーラスシリカなど無機多孔体の細孔表面をグラフトコートすることで完璧に制御する技術を開発するなど、メソポーラス分野で世界をリードした研究開発を進めています。

均一なナノ空間を反応場としたハイブリッドナノカーボンの合成

Electrode of zeolite-templated carbon for high-performance electric double layer capacitor (EDLC)

Application of carbon nanotube for gene delivery

## 新機能無機物質探索研究センター (H24年4月発足)

本研究センターは、多元的新規無機物質の探索と創製を目指し、有機合成技術とナノ化学技術を駆使した創製型製造法の開発と新コンセプトに基づく物質機能探索・探査を行うと共に、それら新規無機物質を用いて高性能触媒、次世代発光材料、エネルギー変換材料などの産業応用を進める事を目的とする。

- (1) ポリポリアル反応によるセラミックスのバネコック創製(有機研究室)  
セラミックスのバネコック創製を「有機バネコック」に創製することによる機能性の高度化が期待されている。本研究では、高温水や水溶液を利用する「有機バネコック」の反応条件を最適化し、高圧水や水溶液を利用する有機バネコックの創製・機能性向上に関する研究を進めている。
- (2) 活性反応場を利用した多元素複合化合物の合成(有機研究室)  
多元素の複合化合物からなる無機化合物には未開拓の物質群が数多く存在し、既知の材料にない特性を持つ物質の発見が期待されている。当研究室では、金属ナトリウムなどの金属元素を活性反応場とする新たな合成法を開発し、従来では合成が困難な化合物の創製や、多孔体など様々な形態の無機材料合成とセラミックス新素材の開発を進めている。
- (3) 無機物質の創製と新コンセプトに基づく金属材料の創製(無機研究室)  
導電性は、導電率に由来する興味深い性質が期待されている新しい導電物質である。当研究室では、新しい導電性化合物の合成、導電性の評価・構造解析およびその機能性向上に関する研究を進めている。無機物質と金属材料の創製・機能性向上に関する研究を進めている。
- (4) 藍調にシフトした新しい発光体の開発(塩化研究室)  
天然に存在する藍調の発光体は数多くあるが、機能性物質としての用途は限られている。当研究室では、藍調にシフトした発光体の創製・評価・構造解析を進めている。このことにより、白色LEDの性能向上が期待されている。

東北大学多元物質科学研究所・新機能無機物質探索研究センター所属教授

佐藤 隆 教授  
山根 貴 教授  
成 亮 教授  
塩田 人 教授

環境無機材料化学研究分野  
無機材料創製研究分野  
無機材料創製プロセス研究分野

## 溶液法によるナノフォトセラミックスの創製

東北大学多元研・垣花グループ

光触媒や蛍光体に代表されるナノフォトセラミックスを研究対象とし、溶液法を用いた高機能化を目指すと共に、新しい光機能物質の探索を行う

水溶液グリーンプロセスによるナノフォトセラミックスの合成と高機能化

新規水溶性チタン錯体  
水溶性グリーンプロセス  
フォトセラミックス

ルチル型TiO<sub>2</sub>

水を溶媒とする低環境負荷グリーンプロセスによる高活性光触媒系ナノフォトセラミックスの開発

溶液並列合成法による新規ナノフォトセラミックスの探索と高度機能開拓

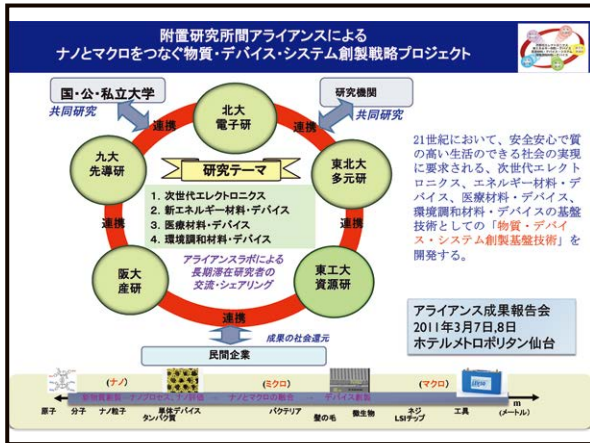
各金属水溶液  
クエン酸  
プロピレングリコール  
組成ライブラリー

水溶液プロセスによる並列合成  
ゲル形成体  
乾燥400nm  
新規蛍光体

るつぽに移し  
仮焼成、本焼成

並列合成による新規フォトセラミックスの迅速スクリーニング・次世代照明用蛍光体の開発





### IMRAM

INSTITUTE OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH FOR ADVANCED MATERIALS TOHOKU UNIVERSITY

## その他の活動

グローバル30、低炭素研究ネットワーク拠点  
レアメタル・グリーンマテリアル拠点、東北大学産学連携材料研究開発拠点

### Future Global Leadership at Tohoku University

Global 30 Project: Future Global Leadership

理学部化学科先端物質科学コース

多元研の関係教員

清水教授、山内教授、齋藤(正)教授、及川教授  
上田教授、米田教授、永次教授、和田教授、金原教授  
高橋教授、関連講座の准教授、講師、助教

Izabela Rzeznicka准教授(国際教育院)

2011.10 学生受け入れ開始

### 低炭素研究ネットワーク

LOW-CARBON RESEARCH NETWORK JAPAN

## Nanointerface Design Technology

ナノ界面デバイス研究拠点は二次電池と低炭素技術の研究開発、ナノ界面設計技術の確立により、高効率二次電池と低炭素技術の実用化の加速を目指します。

ナノテク・低炭素化材料技術研究会

多元研に事務局  
代表: 栗原和枝 教授  
コーディネータ: 田邊匡生 准教授

文部科学省 平成21年度第2次補正予算  
「成長戦略への布石」である「環境・エネルギー技術への挑戦」

### 東北大学レアメタル・グリーンイノベーション研究開発拠点

(平成22年度 先進技術実証・評価設備整備費等補助金)  
(「技術の創出」拠点整備事業)

#### レアメタル資源の確保

- Ⅰ. 資源開発
- Ⅱ. 精製・選別・分離
- Ⅲ. クリーンエネルギー・環境友好型システムの開発

レアメタル・イノベーション拠点イメージ

青葉山: 工学研究科に建物(549m<sup>2</sup>)  
片平: 多元研素材棟3号館(R施設)改修(993m<sup>2</sup>)

### 東北大学産学連携材料研究開発拠点

平成23年度産学連携研究開発施設整備費補助金

「材料と言えば東北大！」  
世界の共通認識を具現化するマテリアルバレーの形成!

例: 生体材料 体内流体シミュレーション 相乗効果を期待  
例: 紡織・複合学 ナノ粒子の分散・固定 相乗効果を期待

10年先を担う未来材料の創出

★産学共同スペースの整備  
★拠点における産学連携マインドの醸成

### 都市鉱山からの希少元素の回収・再生技術の高度化による元素循環の実現

（東北大学 金属材料研究所が中心として、平成24年度予算額：1,425百万円）の第一

**【背景】**

- レアメタルや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。
- 「リサイクル」は、「海外資源確保」、「代替材料開発」、「資源」と並び、経済産業省において取りまとめられた「レアメタル確保戦略」における4つの柱の一つ。
- 我が国は世界有数の「都市鉱山」（使用済製品に含まれる有用金属を鉱石に見立てたもの）を有する一方、ベースメタルや貴金属に対し、レアメタルを経済的に回収する技術が未確立。

**【概要】**

- 世界に先駆け、「電子抽」抽出・分離（反応解析）の強固な連携の下、レアメタル等回収・再生技術を支える元素循環に関する科学を確立し、資源問題の解決に貢献。
- （東北地域の企業・研究分野の優れた研究ポテンシャルを最大限活用）
- 内閣府の総合戦略の下、経済産業省、理研等と協働に連携し、成果の実用化を図るとともに、産業界及び社会システムの課題を科学的に深掘りすることで、「3R政策」の推進及び「循環型社会」の形成を牽引。
- 資源問題という地球規模の問題の解決に先導的に取り組むとともに、日本型ビジネスモデルを世界に発信。

**平成24年度 科学技術関係予算 重点領域パッケージ**

**【目標】**

- 国際的な資源獲得競争が激化する中、第4期科学技術基本計画で掲げられた「地球規模の問題解決への貢献」の実現に向けて、レアアース等の希少元素の供給リスクに対応し、希少元素の機能・挙動解明に基づいたリサイクル研究に積極的に取り組むことにより、2022年度までに希土類鉱石からのDy2O3システム回収技術などの希少元素高効率抽出技術を確立する。

**希少元素高効率抽出技術の確立に向けたロードマップ**

2012	2017	2021
<p>希少元素の機能・挙動解明</p> <p>量子化学に立脚した抽出技術構築 溶融塩・イオン液体の物性・構造解明</p> <p>微量レアメタルの分析手法確立 顕微鏡・レーザー分光装置の開発 抽出反応プロセスの最適化</p>	<p>抽出・分離の選択性高度化 理論・実験・溶融塩による抽出・抽出技術高度化</p> <p>溶融塩・イオン液体精練のプロセス確立 反応速度論と量子化学の連携 量子化学による入出力の最適化</p> <p>安定で電力効率が低い装置構築</p>	<p>新規模溶融塩によるレアメタル分離回収技術</p>

37

東北大学 多元物質科学研究所  
**IMRAM**  
INSTITUTE OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH  
FOR ADVANCED MATERIALS TOHOKU UNIVERSITY

これから多元研を宜しく願っています。

Tohoku University, Katahira Campus, Sendai, Japan