

# NIMS NOW

2008.Vol.8 No.4 April

## 萌芽ラボ ～ラボの紹介と最近の成果～

ナノ物質ラボ

超高圧環境を利用した強誘電性物質の探索

## Research Highlights

- ナノハーフメタルの発見
- 30テスラ級超強磁場プロセスで  
実現したメソ細孔の垂直配向

## フェイス interview

新しいコンセプトの  
脳型コンピュータにチャレンジ

ナノシステム機能センター長 中山 知信

座談会

## NIMS ナノテクノロジー拠点

最先端設備の共同利用を支援する

ナノテクノロジー・ネットワーク

ナノテクノロジー融合支援センター  
ナノ集積ライン クリーンルーム



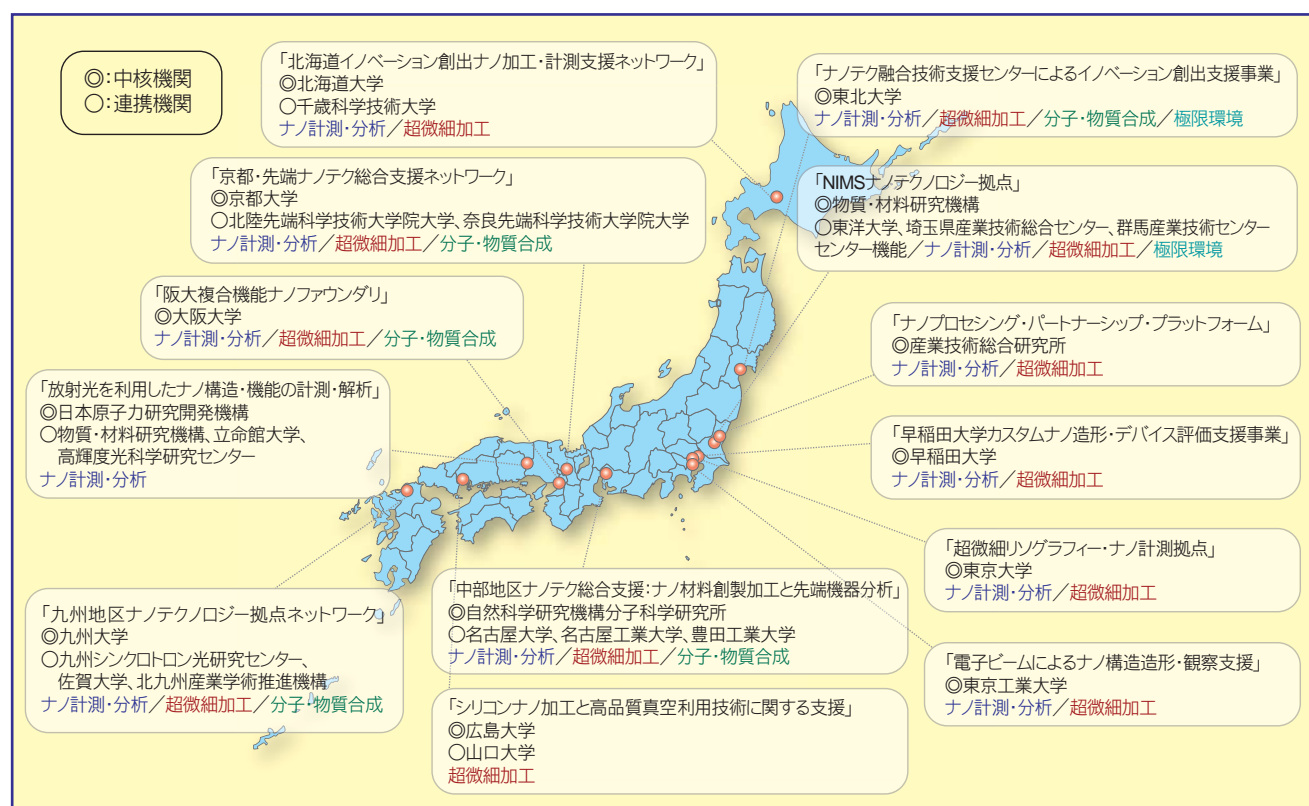
# NIMS ナノテクノロジー拠点

## 最先端設備の共同利用を支援するナノテクノロジー・ネットワーク

ナノテクノロジー・ネットワークは、最先端のナノテクノロジー施設・設備を有する国内の13拠点が全国のナノテクノロジー研究者に対して設備利用の機会を提供し、イノベーションにつながる研究成果の創出を目指す文部科学省の委託事業です。

NIMSに設立されたNIMSナノテクノロジー拠点は、『創る』『観る』『測る』を総合的に行う設備を整え、文部科学省が事業の対象とした4領域(「ナノ計測・分析」「超微細加工」「分子・物質合成」「極限環境」)のうち、「ナノ計測・分析」「超微細加工」「極限環境」の3領域において技術支援サービスを提供することを目的としています。

### ナノテクノロジー・ネットワーク



### プロジェクトの背景

小嶋 — このプロジェクトには前身があり、「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト」を引き継いでいます。平成14年に開始した前プロジェクトでは、ナノテクノロジーの研究開発で多くの研究者が必要としながら容易に取り組むことの出来ない「超微細加工・造形」、「分子・物質総合合成・解析」、「超高压電子顕微鏡」および「放射光」に係る大型施設を、それぞれ分野ごとの中心機関が、3から5の機関を取りまとめて支援を実施してきました。また、広い領域にわたるナノテクノロジーの研究に関する情報を、産学官の研究者にあまねく提供するとともに、研究者の交流促進、人材育成等を目的

に「ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンター」を設置し、海外から著名な研究者を招いてナノテクノロジー総合シンポジウムを開催したり、子供向けにDVDなどを作成し普及啓発を図りました。さらに、国際的なつながりを重視し、若手をアメリカ、フランス、スウェーデン、イギリスなどに派遣して海外との交流に力を入れました。

本プロジェクトでは、文部科学省が事業の対象とする4領域「ナノ計測・分析」「超微細加工」「分子・物質合成」「極限環境」を総合的に同じ拠点の中で行なえるようにするために、地域ごとに拠点を創りました。そこに参加する機関がそれぞれの機能を受け持ち、その中で「創る」



小嶋 典夫  
NIMSナノテクノロジー拠点  
運営室長\*



古屋 一夫  
拠点コーディネーター  
超高压電顕共用ステーション長



花方 信孝  
ナノテクノロジー融合支援センター  
ソフトマテリアルライン統括マネージャー



清水 禎  
強磁場共用ステーション  
強磁場NMRグループリーダー

「観る」「測る」が完結するような支援を行なう試みです。「NIMSナノテクノロジー拠点」では「ナノ計測・分析」、「超微細加工」、「極限環境」の3つについて技術支援サービスを提供します。また、NIMSは「ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンター」での経験を活かし、全国13拠点26機関全体の連携を図る役割も担います。

古屋 — 前プロジェクトでは、我々の超高压電子顕微鏡とSpring-8の放射光の2グループだけが入っていました。ナノテックを知ってもらうため、公的研究機関や大学が持っている特殊で大型で高価な設備の門戸を幅広いユーザーに開き、研究のレベルや分野が多岐にわたる多くの課題に対して、できる限りのことをした5年間でした。このような活動は、このプロジェクト以前には公的にコーディネートされたことがなく不安もありましたが、うまくいったと評価され今回のプロジェクトにつながりました。本プロジェクトでは、電子顕微鏡だけではなく極限環境の強磁場も取り込んで、さらに超微細加工も含めた融合的な支援を行なう部分を加えて、全部をまとめる形で拠点を創り、共同利用を推進してイノベーションとなる研究成果の創出を目指しています。

清水 — 強磁場施設は、ナノテクノロジーという言葉が流行るずっと以前から、国内ではここにしかない非常に先端的な大型強磁場施設を開発し、共同利用施設として自主的に運営していました。その点ではこのナノテクノロジー拠点と似たような側面があり、共同利用で全国の約80機関が利用してきたというバックグラウンドがあります。強磁場施設で行っている研究は必ずしも全部が

ナノというわけではありませんが、NMRについて言えば、一般には分子構造を原子レベルの分解能で解析するための装置として産業界からのユーザーも多いので、強磁場施設ではこのNMRを中心としてこのプロジェクトに参加しています。

NIMSの強磁場NMRは国内では最高、世界でも有数の磁場ですが、従来ナノを分析してきた電子顕微鏡やX線との違いがないと新しい貢献ができません。NMRは感度が非常に低い装置なので、他の分析装置よりも1桁以上測定時間がかかり、効率が悪いという欠点があります。しかし、例えばアモルファスやガラスなど非晶質の物質においても完全な元素識別能があって、分子構造を正確に知ることができます。今まではX線や電子顕微鏡を中心にして研究されてきたので、結晶を使う材料は非常に発達していますが、非晶質であることに重要な機能が隠されているような材料は、開発効率が非常に悪くて、試行錯誤でしか開発ができていません。その典型例が、ガラス、触媒、ゴムなどで、今でも構造がよく分かっていません。なぜ今までこうした材料のNMRを用いた研究がなかったかと言うと、非常に長い間、磁場が10テスラくらいの既製品で普及が止まっていたからです。10テスラの磁場では水素核と炭素核などしか精密な測定ができず、無機物などの分析にはほとんど使えません。NIMSでは金属材料研究所時代から超伝導材料の開発をしてきた基盤があり、NIMS独自の超伝導材料や独自の線材を使ってマグネット最終製品まで開発しますから、他の既製品ではできない非常に強い磁場を達成できたのです。20テスラ以上の磁場を使うことによって初めて

\* 役職は取材時のものです。



アルミ、ホウ素、チタンなどの元素にNMR が使えるようになります。NIMSの装置の役割は、既成のNMRではできなかった元素を分析の対象にしてX線や電子顕微鏡と相補的な役割を担うことにより、いろいろな種類の材料の全貌を解明することだと思っています。

**花方** — ナノテクノロジー融合支援センターは、このプロジェクトに合わせて昨年4月に発足した一番新しいセンターです。このセンターのミッションである「融合」は、ナノテクノロジーと他の分野、例えば情報通信分野、環境分野、バイオ分野などの研究を技術的に融合するという意味があります。ナノテクノロジーはかなり以前から研究されていますが、社会に有効なものが目に見える形であり出てきていない要因として、他の分野との融合が足りないのではないかと考えられるからです。もう1つは人の融合です。バックグラウンドが異なる研究者、例えば大学の研究者、公的研究機関の研究者、企業の研究者がここに集まることで、いろいろな技術交流を実現することです。その両方の融合から、社会に還元できるイノベーションとなる成果を発信することが、このセンターのミッションの1つです。

ナノテクノロジー融合支援センターには3つの施設があります。「ナノ造形ライン」は以前からある設備を引き継いでいます。「ソフトマテリアルライン」は昨年10月にオープンし、すでに支援を受け付けています。「ナノ集積ライン」は4月からフル稼働します。ナノ集積ラインとソフトマテリアルラインは全て新しく作った施設で、「施設と設備の共用化」というNIMSの第2期中期計画のミッションも担っており、装置の配置なども一から決めました。これまでの微細加工の支援では



FIB:集束イオンビーム加工装置(ナノ造形ライン)

スポット的な使い方が多かったのですが、新しい施設ではアイデアを持って来た利用者が、そのアイデアに従って加工し、評価まで一貫してできるようなラインを作るというコンセプトで装置や配置を決めました。

### NIMSナノテクノロジー拠点の目標

**古屋** — 設備の共用は、外部から来た人がNIMSの装置を使って研究を行うので、効率的に成果に結び付けることが簡単ではありません。相手の研究を自分の研究と同じくらいのレベルで理解していないと支援ができません。特にナノテクノロジーは、分野が広範だけではなく難しい技術をたくさん含んでいます。それを全部理解した上で、新しい研究成果をどのように出していくかということが一番難しいのです。電子顕微鏡の場合、外部から研究テーマを受け入れる際、審査をして受け入れが決まると、受入れ研究者が1人、電子顕微鏡用の試料を作製するテクニシャンが1人、さらに電顕のオペレーションを行う研究者が1人と、1課題に対して必ず3人のプロが付いて、試料作製から電顕のオペレーション、データの取りまとめまでを一貫して行います。私達の目標は、利用者がきちんとした成果を出せるような支援を行なうことです。

超高压電子顕微鏡では、原子分子が観られるだけではなく、原子の動きや組織が変化していく様子を観ることができます。これはその場観察と言われ重要ですが、技術的には難度の高い手法です。また、電子線トモグラフィでは、3次元解析をするために、電子顕微鏡の中で試料を回転させて3次元の画像を得ます。こうした研究をしているところはあまりありません。しかも、超高压電顕ですから大きな試料を高分解能で観ることができるのです。

**清水** — NMRの目標ですが、先ほどお話したように、

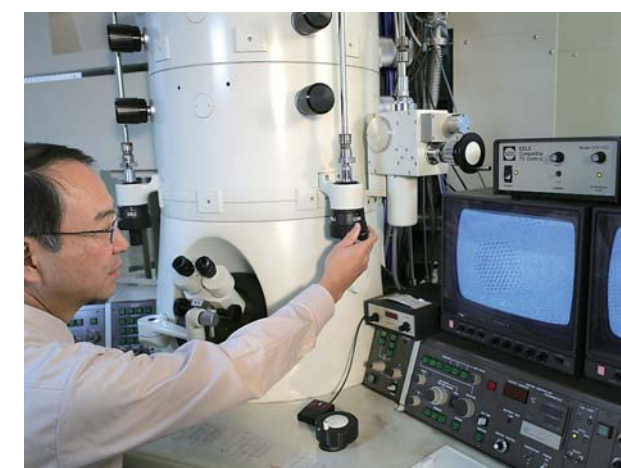
20テスラ以上の磁場になればNMRで材料の新しい研究が可能になり、日本が得意とする材料のものづくりに貢献することができます。本当に最先端の材料開発をするには、装置も最先端でないと二番煎じになります。最先端のNMR装置を純国産技術によって開発し、世界競争力のある新しい材料開発に貢献したいと思います。

**花方** — 我々が考えている成果は2つあって、1つはイノベーションに結びつくようなアウトプットを出すこと、もう1つは融合分野を非常に意識しているので、ナノテクとバイオの融合分野である新しい学問領域を確立していくことです。これに関連して「NIMS-Leica バイオイメージングラボ」を設立しました。バイオイメージングという領域ですが、NIMSにはナノバイオの研究者はほとんどいませんでした。そこを早く立ち上げるために民間会社の力を借りたのです。ここではライカの人が常駐してオペレーションも全部行っています。バイオイメージングとは、まだ応用には至っていませんが、診断において癌病巣だけを光らせて、非常に初期の癌を見つけ出すようなものです。細胞レベルでのバイオイメージングにおいて、私達はある細胞の中の1つの生体分子が細胞の中でどういう分布をしているのかを解析するシステムを作っています。そのような新しい分野における装置の使い方についてもユーザーに提案していきたいと思います。また、ここから出てきたNIMSの成果を支援項目に加えて発信し、普及させることもできるのではないかと考えています。

**古屋** — このような活動では、課金の問題が出てきます。設備を使うことに対して、ユーザーにお金の支払いをどこまで求めるか。成果をユーザーが専有するのか、あるいは国に戻して公開するのか。その内容いかんで経費の分担は当然違ってきてもいいだろうということが議論されています。



共焦点蛍光顕微鏡(NIMS-Leicaバイオイメージングラボ)



イオン注入その場観察超高压電子顕微鏡

**花方** — 融合センターの場合は何も無いところからスタートしたので、装置を全部揃えるために、最小限の投資で最大限の効果を得るにはどうしたらいいかと考えて民間と組んだのです。

**小嶋** — 課金は本プロジェクトにおける大きな課題です。国からの支援は未来永劫は続かないので、このような支援を利用してイノベーションに繋がるような研究をいろいろな人にやってもらう体制をどのようにしたら続けていけるのかを、13拠点を試行錯誤している状況です。その中で一番大きいのが課金の話ですし、それとは別に、共同研究以外に企業が行なう自主事業とうまく組み合わせて利用してもらうために、13の拠点が知恵を出し合い、良い方向を探るお手伝いをすることも運営室の大きな役割です。プロジェクトが終わって国からの補助が途絶えた後のあり方を、外国の例なども検討しながら進めていきます。それが民業圧迫にならないように、民間とは一線を画した支援を確立する必要があります。

**古屋** — この拠点がどのくらい使われて、どのような成果が出たのかは当然問われますし、ややもするとそればかりになってしまいそうですが、それだけでは話は終わりません。

**清水** — ものづくりや材料開発は、いつ、だれが、どこで、どのような発明・発見をするのか全く予想がつかないのが特徴なので、みんなでやるしかありません。経費のかかる大型特殊装置については、少数の拠点があって、みんなが利用できる環境が必要ですね。

**古屋** — 大型で先端的な誰もが買えるわけではない設備を誰もが使えるようにサポートするために、そこにプロの力が必要になり、拠点が重要なのです。



930MHz z 固体高分解能NMR装置



## ナノ物質ラボ

イノベーションの種を探す萌芽的研究の推進



## 超 高圧環境を利用した 強誘電性物質の探索



前ラボ長  
室町 英治\*

Alexei Belik\*

ナノ物質ラボでは、ナノ関連物質を中心として、イノベーションの種を探す萌芽的研究を行っています。私たちが大切にしている研究上の理念は「異分野の融合」と「セレンディピティー」です。‘思わぬ拾い物(発見)’を意味する後者は、前者によってこそ生み出されるものと考えています。そのため、以下に述べる8つの研究グループが、それぞれ先端的な物質・材料研究を実施すると共に、相互に連携・融合しつつ、視野の広い基礎研究を推進していくことを目指しています。

### 新物質発掘グループ

超高圧合成、超高酸素圧合成、ソフト化学など多彩な合成手法を駆使して、新たな機能性物質の発掘、開発を進めます。

### ホウ化物グループ

ホウ素骨格と金属よりなる高融点ホウ化物を研究対象として、高品質試料の作製とその物性評価を行い、新しい特性や現象の発見および材料の開発を行います。

### インターコネクト・デザイングループ

半導体/MEMSデバイス等の集積化、高密度実装などに適用されるべき次世代のインターコネクト界面(接着、接合界面)を、低エネルギーで可逆的な環境調和型の手法および自然を模倣した手法に基づいてデザインし実現します。

### 超分子グループ

有機合成をベースにして、様々な超分子性相互作用を介した機能性新規ナノ物質の開発を目指します。また、そのような超分子構造を鋳型として、ナノ構造を作製することにも取り組みます。

### 独立研究グループ

萌芽的研究や外部との連携が主となる研究などを実施するため、個人の発想に依拠した複数のテーマを、独立研究という形で進めます。

### 超高圧グループ

超高圧力下の物質合成技術および超高圧力下の物質状態の研究を通じ、新高密度物質・高機能材料等の探索を推進するための超高圧力研究システムを開発します。

### ナノバイオデバイスグループ

ナノ加工技術・自己組織化・界面化学修飾などの原理に基づき、無痛針や各種診断デバイス、光応答性培養基板などを開発します。

### フラーレン工学グループ

フラーレンからなるナノウィスカー、ナノチューブ、ナノシートなど多様な先端ナノ物質を合成し、それらの性質の解明と応用開発、さらに標準化と安全性評価を進めます。

高圧下では高密度構造が安定になります。例えばスピネル型( $AB_2X_4$ )、ペロブスカイト型( $ABX_3$ )、コランダム型( $A_2X_3$ )などの最密充填構造は高密度構造です。一般的に言えることとして、高密度構造においては電子軌道の重なりが大きくなり、電子間の相関がより顕著な形で効いてきます。これが物質の伝導性や磁性に重大な効果を及ぼすことは想像に難くありません。私達の経験からも、高圧下で作製された物質の方が、常圧下で作られたものより面白い物性を示す確率が高いように思います。私達のグループは新物質発掘研究に対する高圧合成手法の有用性にいち早く注目し、NIMSが有する世界有数の高圧装置(図1)を活用して、超伝導体、磁性体、誘電体などについて、新規物質の開発を進めてきました。ここではその一例を紹介します。

強誘電体はメモリーなどに使われる応用上重要な物質です。また、最近、強誘電性と強磁性や強弾性などの特性を併せ持つ「マルチフェロイック物質」も、基礎研究のみならず、応用面からも注目されています。しかしながら、そのような物性を示す化合物の数は限られているのが現状です。強誘電体やマルチ

フェロイック物質を探索するための一つの有力な指針は、PbやBiのように不対電子があり、結晶構造をひびくませる傾向を持つ元素が $ABX_3$ 構造のAサイトを占めるペロブスカイト物質に焦点を当てることです。私達はこのような観点から、ペロブスカイト系を中心に、固溶体を含めて高圧下における系統的な探索を実施しています。

$PbVO_3$ 、 $BiCoO_3$ はともに強誘電体ですが、最近、私達はこれらの固溶体である $PbVO_3-BiCoO_3$ が非常に大きい自発分極を示すと共に、ある組成域では反強磁性を示すことを見出し、新しいマルチフェロイック物質であることを実証しました。また、マルチフェロイック物質として有名な $BiCrO_3$ の良質試料を合成することに成功し、中性子回折実験を実施して磁気構造を明らかにしました(図2)。これらの研究は、新たなマルチフェロイック物質を探索するための指針を与えるものとして重要です。さらに強誘電体についても、 $BiAlO_3$ が鉛フリーの強誘電体であり、高いキュリー温度と矩形に近い分極-電場ヒステリシスを有することを発見し、メモリー応用に有望であることを明らかにしました。

今後とも高圧環境の特徴を最大限に活用して、新規機能性物質の発掘を進めていきたいと考えています。

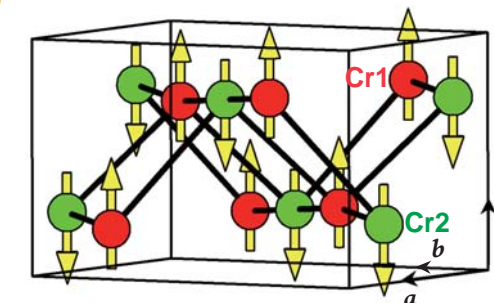
\* 現在、国際ナノアーキテクトニクス研究拠点に所属しています。

図1

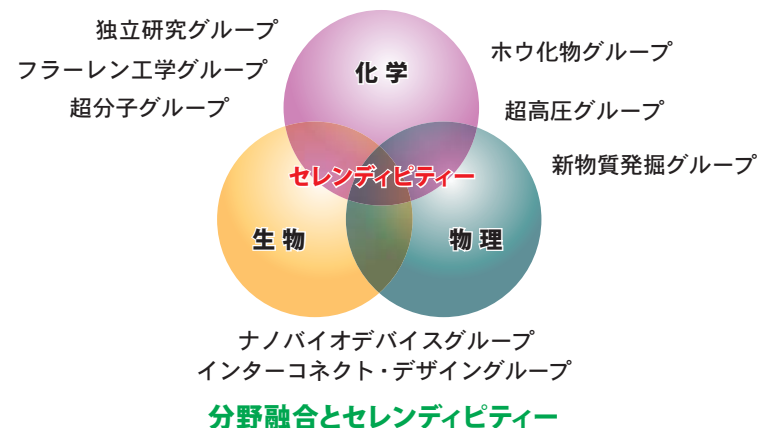


3万トン高圧合成装置。10GPa程度までの圧力範囲で大容量の高圧合成実験が可能。

図2



粉末中性子回折により決定した $BiCrO_3$ の反強磁性磁気構造。矢印は磁気モーメントの方向。



分野融合とセレンディピティー



# ナノハーフメタルの発見

—新物質発掘研究—

- ・超伝導材料センター 新物質探索グループ
- ・計算科学センター 第一原理反応グループ\*1
- ・共用基盤部門 分析支援ステーション\*2
- ・ルイジアナ州立大学物理教室 (LSU)
- ・ロスアラモス国立研究所 (LANL)
- ・オークリッジ国立研究所 (ORNL)



山浦 一成 新井 正男\*1 佐藤 晃\*2 室町 英治  
他 A.B. Karki(LSU), D.P. Young(LSU), R. Movshovich(LANL)  
S. Okamoto(ORNL), D. Mandrus(ORNL)

新物質発掘グループは先進的な物質合成、精密構造解析、物性評価を通して、中長期的に重要な新物質の開発に努めています。例えば、非従来型超伝導、巨大磁気抵抗、特異な量子磁性、誘電性、マルチフェロイック性、ハーフメタル性などに着目し、応用が見込める新物質や学術的インパクトが高い新物質を発掘しています。

私達は特にハーフメタル\*に注目した研究を進めています。ハーフメタル物質は、その特殊な電子状態を利用したスピントロニクス分野での応用が期待されており、例えば高機能なハードディスク用磁気ヘッド、不揮発性磁気メモリ、スピントランジスタの開発に役立つと考えられています。

私達のこれまでの研究の結果、従来にない特徴を備えたハーフメタル物質が最近合成されました。この新結晶は長く伸びる微小な鎖を束ねたような結晶構造(図1)を有し、それぞれの鎖状の構造単位がハーフメタルとなり、隣接するハーフメタル鎖と反平行\*に並んでいると考えられます(図2)。このようなナノスケールでハーフメタルと反平行ハーフメタルが交互に並んだ状態は新しく、また現象的にもこれまでのハーフメタルと異なる性質を示すため、

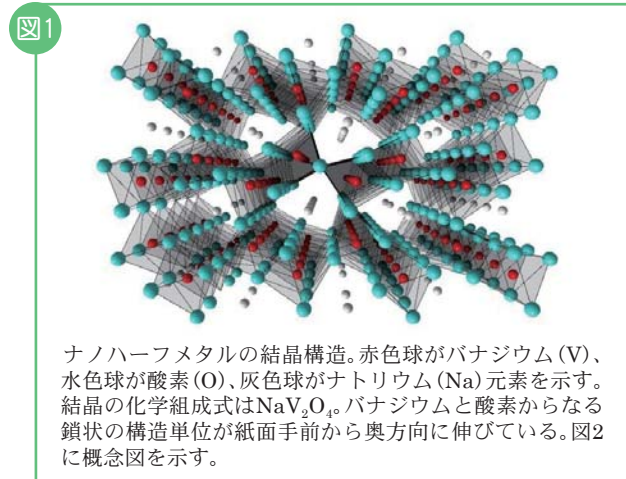
この新結晶に“ナノハーフメタル”と名前を付けました。

ナノハーフメタル状態は、かつて計算機実験からその可能性を指摘されたことがありますが、実際に合成されたのは、今回が初めてです。この新結晶を報告した論文は国際的評価が高い米国物理学会連報誌に掲載され、さらにその掲載号を代表する注目論文に選ばれました。

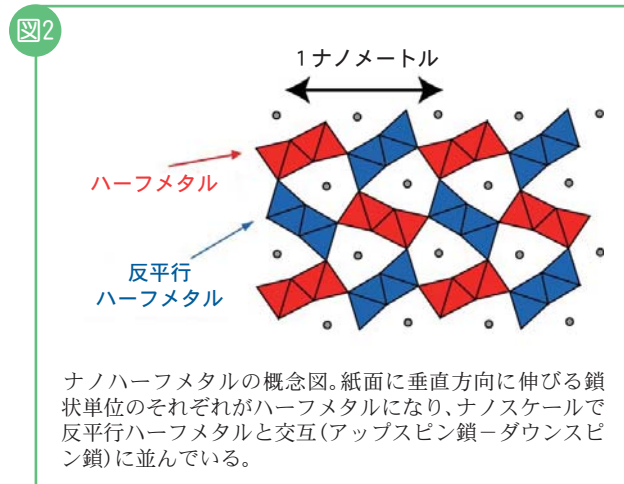
今後は、この新結晶を利用したスピントロニクス研究を進める予定です。この新結晶は-130℃以下まで冷却しないとナノハーフメタル状態になりません。応用を容易にするためには室温で動作するように新結晶を改良することが必要です。また、この結晶が現在確認されている唯一のナノハーフメタル物質であるため、第2、第3のナノハーフメタル結晶を発掘することが重要です。

\* 元素の電子がもつスピンは量子化によって“アップスピン”か“ダウンスピン”かのどちらかの状態になる。アップスピン状態の電子のみが流れる理想的な物質をハーフメタルという。相対的にダウンスピン電子だけが流れる物質を反平行ハーフメタルと呼ぶ。

K. Yamaura, M. Arai, A. Sato, A.B. Karki, D.P. Young, R. Movshovich, S. Okamoto, D. Mandrus and E. Takayama-Muromachi, Phys. Rev. Lett. 2007, 99, 196601.



ナノハーフメタルの結晶構造。赤色球がバナジウム(V)、水色球が酸素(O)、灰色球がナトリウム(Na)元素を示す。結晶の化学組成式は $\text{NaV}_2\text{O}_6$ 。バナジウムと酸素からなる鎖状の構造単位が紙面手前から奥方向に伸びている。図2に概念図を示す。



ナノハーフメタルの概念図。紙面に垂直方向に伸びる鎖状単位のそれぞれがハーフメタルになり、ナノスケールで反平行ハーフメタルと交互(アップスピン鎖-ダウンスピン鎖)に並んでいる。

# 30テスラ級超強磁場プロセスで実現したメソ細孔の垂直配向

—強磁場が作用する反磁性物質への磁場効果—

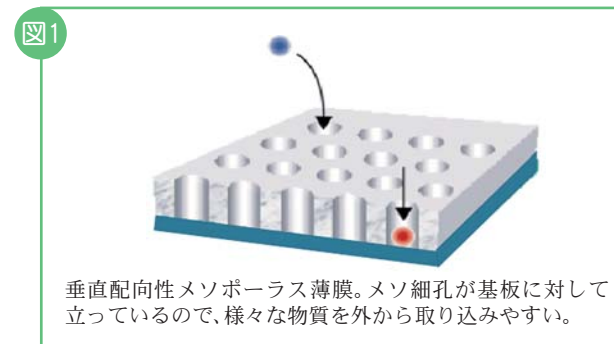
国際ナノアーキテクニクス研究拠点  
早稲田大学 理工学術院\*



副拠点長 目 義雄 山内 悠輔 廣田 憲之 教授 黒田 一幸\*

メソスケール(2~50 nm)の微細な細孔が無数に開いたメソポーラスシリカは、二酸化ケイ素(シリカ)を材質とした多孔質セラミックスであり、界面活性剤ミセルを鋳型にして簡単に合成できます。規則配列した界面活性剤の周りをシリカ成分で固め、これを焼成することで内部の界面活性剤が除去され、シリカ骨格のみが残ってサイズの揃ったメソ細孔が形成されます。このような規則的な細孔構造を持つメソポーラスシリカは、吸着剤や触媒担体などへの応用が期待されています。また、巨視的な形態をファイバー状や薄膜状や球状などに容易に制御できることも特徴であり、その中でもメソポーラス薄膜は非常に高い透明性を有しており、光学材料や電子材料への応用が期待されます。この薄膜中の細孔構造は、用いる界面活性剤や合成条件などの制御により、多様な構造を作ることができます。

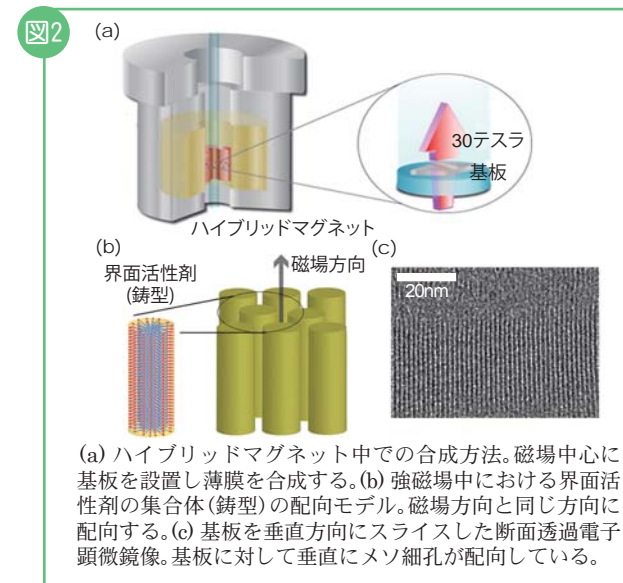
一般に、チューブ状のメソ細孔を有する薄膜中では、メソ細孔の方向は基板に対して寝てしまっています。もし、メソ細孔が基板に対し垂直に立ってくれば、その基板に磁性粒子をナノスケールで埋め込むことで、次世代の超高密度磁気記録媒体が実現するでしょう(図1)。また、様々な物質が薄膜中へアクセスしやすい構造となっていることから高活性触媒・高感度センサーなどへの応用の道も開けます。



垂直配向性メソポーラス薄膜。メソ細孔が基板に対して立っているため、様々な物質を外から取り込みやすい。

そこで、私達はハイブリッドマグネットを使った超強磁場プロセスを提案しました(図2a)。磁場の力を利用して、メソ細孔の鋳型となる界面活性剤分子の配列を操ります。有機分子である界面活性剤は鉄などのような磁性体ではないので、通常の磁場の大きさでは配向しませんが、30テスラ級の超強磁場のもとでは磁性体のように振る舞い、磁場方向に配向させることができるのです(図2b)。そこで、界面活性剤分子が自己集合する過程で強磁場を印加し、界面活性剤鋳型をあらかじめ基板と垂直に配向させ、その周りをシリカで固めます(図2c)。大きさの異なる様々な界面活性剤に適用でき、細孔径も精密に制御することができます。メソ細孔の垂直方向への配向性はまだ完全ではありませんが、さらに配向度の高い薄膜を目指して現在合成条件の精密化を行っており、この薄膜を用いた応用研究へとシフトしています。詳しい研究内容に関しては下記の論文を御覧ください。

Y. Yamauchi, N. Hirota, Y. Sakka, K. Kuroda et al., Chemistry - An Asian Journal 2007, 2, 1505-1512 .



(a) ハイブリッドマグネット中での合成方法。磁場中心に基板を設置し薄膜を合成する。(b) 強磁場中における界面活性剤の集合体(鋳型)の配向モデル。磁場方向と同じ方向に配向する。(c) 基板を垂直方向にスライスした断面透過電子顕微鏡像。基板に対して垂直にメソ細孔が配向している。



昨年10月にナノシステム機能センター長に就任してから中山センター長が目指しているのは、いろいろな人と日常的に会話すること。新しいアイデアを出していくためには、コミュニケーションが重要と考えています。これまで関わってきた研究や、現在目標としている研究テーマについて話を伺います。



**中山 知信 (Tomonobu Nakayama)**  
ナノシステム機能センター長

## 新しいコンセプトの脳型コンピュータにチャレンジ

どのような研究をされてきましたか。

大学時代は、電子顕微鏡を使って半導体表面の構造を調べる基礎的研究を行ないました。その後、素材メーカーの研究所でデバイス応用を目指した化合物半導体の成長に取り組みました。当時は企業が多角化をしている最中で、高温超伝導が脚光を浴びていたこともあり、私も超伝導の応用研究チームで脳磁界の計測をする国家プロジェクトに参加することになりました。このプロジェクトに参加していたのが、当時理化学研究所(理研)の主任研究員だった現在の青野NIMSフェローです。その縁で、青野フェローのアトムクラフト(原子制御表面)プロジェクトに参加し、その後、理研に移ったのです。1992年に理研に走査型トンネル顕微鏡を導入し、イオン散乱分光、マルチプローブの研究を始めました。そして青野フェローと同時に2002年からNIMSでの研究を開始しました。

センター長に就かれていかがですか。

当センターは5つのグループから構成されています。前任の青野センター長からは、これは実は面白い組み合わせだという話をよく聞いていましたが、本当にその通りです。ナノ機能集積グループは、プローブ顕微鏡とナノファブリケーション、さらにナノバイオを含んでいます。原子エレクトロニクスグループは、原子スイッチをはじめ原子分子を扱うナノです。残りのナノ量子輸送グループ、ナノ量子エレクトロニクスグループ、ナノフロンティア材料グループの3グループは基本的に超伝導を研究しています。高温超伝導体は自己組織的に形成された複雑な結晶構造の中で超伝導という機能を発現し、それはナノスケールで積み上げられた材料機能ともとらえられます。超伝導というのは巨視的な量子現象ですが、実際はナノのところが大切です。そのような観点で物質・材料を観ると非常に面白いのです。今はそういうことを勉強して、活用する方向を模索しています。

中山さんのグループはどのような研究をされていますか。

NIMSの技術として世界に誇れるマルチプローブ顕微鏡の開発と応用研究、ナノから原子スケールの極微細構造の構築やその特性計測研究などを行なっています。最近、特に力を入れているのがバイオ関係への展開です。これは医療指向で

はなく、新しいコンセプトの脳型コンピュータを目指しています。以前からニューラル・ネットワークの理論やアルゴリズムがありますので、シリコンのコンピュータの中にソフトを入れたら脳型の処理が「ある程度」できます。ところが、脳はそういうプログラムを、細胞という非常に複雑な物質・材料系に組み込んでネットワーク化して、材料レベルで実現しているのです。この物質・材料科学をきちんと理解することが第一歩だろうと思います。

そういう意味で細胞には非常に興味があって、そこに我々が得意とする手法で切り込むための基本技術を開発しています。その1つが新しいタイプのナノプローブ開発です。広く普及している原子間力顕微鏡を用いて細胞の形を観ることはできますが、機能を観ることはできません。何より細胞への入出力を一度に扱うことが難しいのです。そこで我々のマルチプローブの技術と新しいナノプローブを駆使して、脳型コンピュータを目指した研究を行なっています。

夢は何ですか。

私が開発の当初から携わってきたマルチプローブ顕微鏡を世の中に広めることです。非常に有用な技術であることは間違いありませんが、装置としてはちょっと使いにくいという印象があります。従来の方法では電極を引き出せないほど小さい構造の機能を測ることができますし、またベースとなっている走査型プローブ顕微鏡の機能は全て使えるので、例えば原子を動かして何か構造を作ることができます。しかし、それでLSIや脳型コンピュータを作ることではできません。そのプローブを何万本、何百万本も並列にして使えばそれを解決することができ、実際の加工技術としても、評価技術としても、ナノテクノロジーの基盤技術となります。我々のマルチプローブ技術は、世界中のどの機関も到達していないレベルにあると自負しています。これをぜひ普及し発展させたいと思っています。

## MANA International Symposium 2008 & ICYS Workshop 2008 開催報告

平成20年3月10日～13日、国際ナノアーキテクニクス研究拠点(International Center for Materials Nanoarchitectonics, MANA)および若手国際研究拠点(International Center for Young Scientists, ICYS)は、NIMSの千現地区において講演会を開催しました。

MANAシンポジウムでは、MANAが設立された平成19年10月からの成果と今後の研究計画についての発表と、サテライト研究機関の主任研究者4名の講演が行われました。

ICYSワークショップでは、本年3月のプロジェクト終了にあたり、平成15年9月の設立以来ICYSに滞在した27ヶ国81名の研究者と、NIMSの新人研究員および萌芽研究資金獲得者52名のうち、87名の研究成果が発表されました。

この会期中に、MANAの第1回評価委員会およびICYSの最終機関評価委員会も開催されました。4日間にわたる発表と活発な議論により、ICYSプロジェクトの成果とMANAプロジェクトの船出を印象づけることができました。



参加者の皆さん

参加者:総数191名

・ICYSワークショップ発表者: 招待講演 3名  
口頭発表 34名  
ポスター発表 87名

(発表者の内31名は15ヶ国より招待されたICYS卒業生)

・MANAシンポジウム発表者(口頭発表): 主任研究者 18名  
若手研究者 10名

## 米国ケント州立大学とMOUを調印

平成20年1月10日、国際ナノアーキテクニクス研究拠点および燃料電池材料センターは共同で、米国オハイオ州のケント州立大学(KSU)と新しいナノポーラス材料の設計に関するMOU(覚書)を調印しました。これによりNIMSとケント州立大学は、ナノポーラス材料の開発と構造分析に関して、研究者の交換制度や研究情報交換を促進するほか、研究セミナーの開催、共同研究提案書の作成、および共同研究を実施することに合意しました。

ケント州立大学は米国の材料科学、化学分野においてトップクラスの大学のひとつとして認められており、多数の優秀な研究者が在籍しています。このMOU調印により、数多くの優れた研究成果を得られることが大いに期待されます。



左から Mietek Jaronec教授(KSU)、Roger Gregory 教授(KSU)、Ajayan Vinu主任研究員(燃料電池材料センター)

## 中国科学院と国際連携大学院協定を締結

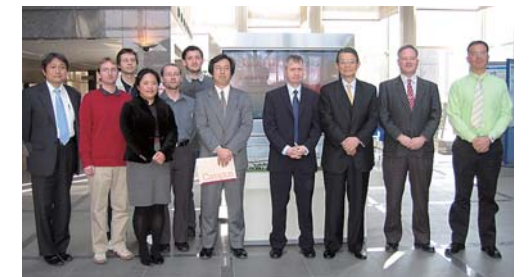
平成20年2月19日、中国科学院の施尔畏副院长のご一行9名が来構され、北川理事、野田理事らと懇談した後、ナノテクノロジー融合支援センターを視察されました。また、同行された中国科学院寧波材料技術与工程研究所(NIMTE)の崔平(Cui Ping)所長が、岸理事長と国際連携大学院協定を締結しました。この協定に基づき、NIMSは年間数名の博士課程院生を受け入れます。



左から 岸輝雄理事長、崔平所長、施尔畏副院长

## チェコ大使館参事官がNIMSに来訪

平成20年2月27日、チェコ共和国大使館のフランチシェク・トロヤーチェク参事官、経済・商務部担当が来構されました。並木地区と千現地区のラボを見学の後、岸理事長との懇談では、チェコの科学技術政策の新しい動きとNIMSにおける研究の展開について情報の交換を行うとともに、チェコからの研究者、国際連携大学院生とお会いになりました。



チェコ共和国大使館のフランチシェク・トロヤーチェク参事官(中央)ご一行とNIMSで研究するチェコからの研究者、国際連携大学院生ほか



## 原田令嗣文部科学大臣政務官がNIMSをご視察

平成20年3月3日、原田令嗣文部科学大臣政務官がNIMSに来訪されました。岸理事長の概要説明に続き、ナノセラミックスセンターの広崎グループリーダーより携帯電話の液晶画面などへの応用が進んでいる蛍光体の説明を受けられた後、NIMSが力を入れて取り組んでいる若手国際研究拠点、ロールス・ロイスと連携して開発を進めている超耐熱材料センターのほか、NIMS最新の施設であるナノ融合支援センターナノ集積ライン、ソフトマテリアルラインをご視察されました。



超耐熱材料センターをご視察する原田令嗣文部科学大臣政務官(左)と原田広史超耐熱材料センター長



ナノ融合支援センター ナノ集積ラインをご視察。説明するのは小出康夫センサ材料センターグループリーダー

## 「文部科学省 情報ひろば」がオープン！

平成20年3月26日、旧文部省庁舎内に「文部科学省 情報ひろば」がオープンしました。「情報ひろば」は文部科学省の今と昔をテーマとした展示・イベント空間です。昭和8年の創建時の姿に復元された旧大臣室をはじめ、どなたでも自由にご覧になれます。

科学技術・学術の展示室では、時代・世相と科学技術の関わりを実物展示を交えて振り返るほか、NIMSをはじめ、関係研究機関の企画展示を行います。

### ご利用案内

開館時間 10時～18時(入館は17時半まで)  
 休館日 土・日・祝日  
 入館料 無料  
 所在地 東京都千代田区霞が関3-2-2 旧文部省庁舎内  
 最寄駅 地下鉄銀座線虎ノ門駅、千代田線霞ヶ関駅  
 問合せ 文部科学省大臣官房総務課広報室 電話:03-5253-4111(内線2170)

情報ひろばホームページ <http://www.mext.go.jp/joho-hiroba/index.htm>



昭和8年の創建時の姿に復元された旧大臣室の展示

## 平成20年度 科学技術週間 一般公開のご案内 4月18日(金)～20日(日)

NIMSは科学技術週間の一般公開を下記のとおり実施します。研究室や実験施設を公開し、研究者が分かりやすく実験や説明を行います。お子様にも楽しんでいただける体験型の実験も多数ございますので、ご家族そろってご参加ください。入場は無料です。

### 開催日・開催場所・主なイベント内容(各日とも10時～16時)

4月18日(金)	目黒地区	・材料データベースの紹介とデモンストレーション ・クレープデータシートの長時間クレープ試験	
4月19日(土)	桜地区	・強磁場の世界 ・低温の世界を体験しよう	ほか
	並木地区	・人工ダイヤモンドの不思議 ・ジャボン玉で遊ぼう! ・生体材料ってなあに? ・結晶ってなあに?	ほか
	千現地区	・ちびっこ科学工作教室 ・材料って面白い! 楽しいものづくり教室	ほか
4月20日(日)	千現地区	・ピュータークラフト ・鉄鉄の溶解・鋳造実演 ・化学実験でイオンを学ぼう!	ほか