

IMRニュース

# KINKEN

2006  
SUMMER  
東北大学金属材料研究所  
VOL.50

## CONTENTS 目次

■ トップメッセージ／所長 井上明久  
「法人化3年目を迎えての金研の施策について」

■ 研究最前線／放射光X線を用いて高温超伝導体の電子構造を探る

■ 研究室紹介／長谷川研究室  
高梨研究室

■ 記念特集／IMRニュース第50号記念  
金研90周年によせて  
IMRニュースレター「KINKEN」発刊と金研広報室の誕生

■ 施設だより／計算材料学センター  
■ 金研ニュース／金研大阪センター

■ 金研物語／「天才的な異能の研究者・矢島聖使先生」

■ RESEARCH-INDEX／バルク金属ガラス

■ 金研INFORMATION／国際会議2006夏in仙台

「CuサイトにNi原子を部分置換した高温超伝導体 $YBa_2Cu_3O_y$ の低温STM像」写真提供：小林研究室

## 法人化3年目を迎えての 金研の施策について



所長 井上 明久

国立大学が法人化されて早くも3年目に入り、一期目の6年間の中期目標・中期計画も折り返しの年を迎えるに至り、当初の目標・計画の達成の正念場に差しかかっています。また、私自身の金研所長の在任も3期目を迎えるにあたって、ここでは金研における平成18年度の目標・方針について紹介し、所員を始めとする皆様方のご理解を深めて、さらなるご支援を賜ることが出来ればと思っております。

平成18年度中に達成させたいと計画している項目を列記しますと、

- (1)中期目標・中期計画の17年度までの達成度の把握と18年度項目の実施
  - (2)部局としての金研の評価書の補充・充実化
  - (3)金研ホームページの英語版の充実化
  - (4)学生支援室の設置と円滑な運営
  - (5)特別推進研究や特定領域研究などの大型科学研究費補助金申請数の増加
  - (6)新しい教員組織体制下における金研の小部門制、終身雇用制及び任期制の在り方
  - (7)金研の10~20年先の将来方針に関する外部諮問委員会報告内容への対策と実施
  - (8)5年毎の外部評価の実施
  - (9)平成18年度概算要求事項として認められた金研附属大阪センターの立ち上げ・充実・発展
  - (10)教育研究基盤技術センター充実の一環としての超
  - (11)平成18年4月創設の国際高等研究教育院への積極支援と研究教育院生の発掘・育成
  - (12)平成19年度概算要求事項である国際高等融合領域研究所構想への積極参加と融合領域研究に相応しい課題の金研発の発掘
  - (13)ポスト21世紀COEプロジェクトの企画・立案
  - (14)東北大学研究所間連携プロジェクトへの積極参加
  - (15)平成19年度概算要求事項案である医工学研究科への協力講座としての参加・支援ならびに東北大学歯学部、九州大学応用力学研究所、金研の3研究機関による連携プログラムへの積極参加
  - (16)日本学術振興会ポストドクター研究員数の増加
  - (17)金研海外共同研究センターの充実・発展
  - (18)金研と韓国延性大学とのナノ物質を基盤とするアジア研究教育拠点化プロジェクトの充実・発展などがあげられます。
- いずれの事項も金研の将来の発展にとって重要であると考えています。これらを実現させて、効果を發揮させるためには多くの方々の辛抱強い努力とご理解・ご支援が不可欠であると思っておりませんので、宜しくお願ひ申し上げます。

## 金属物性論部門 前川禎通

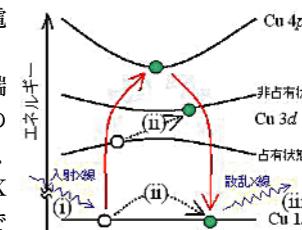
物理学には、自然界を構成する基本粒子とその本質を極めようする研究と、多数の基本粒子の集団が織り成す多様性を追求する研究があります。前者の代表格が素粒子物理学であり、後者の代表格が物性物理学です。電子は基本粒子の一つですが、膨大な数の電子の集合として生み出す性質が物質・材料の性質、物性です。また、多数の電子が物質中で集まってお互いに攻め合おう時、電子は個々の性質を保てなくなり、その断片に分裂したり、集団運動を起こしたりします。高温超伝導は銅酸化物中で攻め合おう電子の集団が示す多様性の一つです。そのため高温超伝導の解明には、電子の集団運動を捕らえる必要があります。

私たちのグループでは、第三世代の放射光X線を用いて、物質中の電子構造とその集団運動を捕らえる新しい手法、共鳴非弾性散乱法(RIXS)の観測理論の開発とそれを用いた高温超伝導体の電子構造を研究しています。

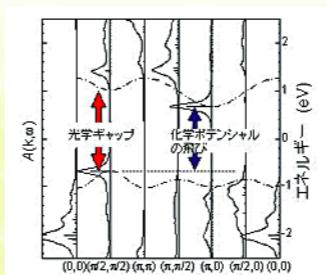
図1に示すように、放射光X線(Cu-K吸収端X線)を高温超伝導体にあてると、Cuイオンの1s軌道の内殻電子が4p軌道に励起され(I)、再び4p電子が1s軌道に戻ることにより散乱X線が放出されます(III)。この過程の中間状態で高温超伝導に関与する3d電子が励起されるため(II)、入射X線と散乱X線の違いを調べることにより、高温超伝導体の電子構造を探ることができます。この手法は、X線の波長が結晶格子定数と同程度であることから、波数に依存した電子の集団励起や電子の遍歴性など、他の方法では調べることのできない詳しい情報が得られます。

私たちは、原子力研究所のSPring-8の実験グループ及びStanford大学・Princeton大学の実験グループと共同で、高温超伝導機構にかかる電子構造のいくつかの性質を明らかにしました。二次元性を持つ高温超伝導体の親物質は絶縁体です。そして、そこに少量のキャリアをドープすることにより高温超伝導が現れます。私たちはこの手法を用いて、親物質が間接ギャップを持つ絶縁体であることを明らかにしました。図2はこの手法により得られた電子構造を示しています。また図3はRIXSで観測される電子およびホールがドープされた高温超伝導体の電子励起スペクトルの理論値です。灰色の部分がバンド内励起、黄色の部分がバンド間励起に対応します。このような励起スペクトル及び電子ドープ系とホールドープ系の違いは最近SPring-8での実験で確認され、高温超伝導機構解明に新しい知見が得られました。

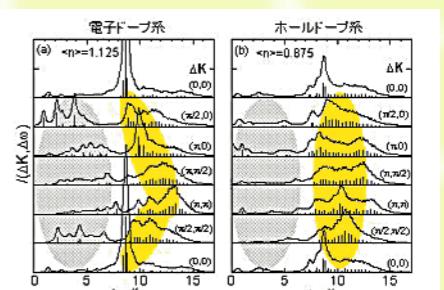
第三世代の放射光を用いた観測手法の開発は、高温超伝導体だけでなく、様々な物質・材料の開発に新しい視点を与えます。



【図1】銅K吸収端RIXSのプロセスの模式図



【図2】高温超伝導の親物質の電子構造。間接ギャップを持つ。



【図3】電子及びホールドープ系高温超伝導物質のRIXSスペクトルの理論値。灰色及び黄色の部分がそれぞれバンド内及びバンド間励起に対応する。



# 研究室紹介

## 長谷川研究室(材料照射工学研究部門) 原子炉材料劣化機構の 原子レベルからの解明 長谷川 雅幸

1960年代から稼働し始めた軽水炉型原子炉は、今後少なくとも数十年にわたり我が国の主たる電力源であり続けると考えられます。しかしながら、長年にわたる中性子照射による構造材料の劣化・脆化が、健全性を確認する上で重要な問題になります。

私たちは、陽電子消滅法や3次元アトムプローブ(3DAP)法などのユニークな解析手法を駆使して、劣化・脆化機構を原子レベルから解明し、その予測へ向けた研究を行っています。

### 原子炉圧力容器鋼の照射脆化機構の解明

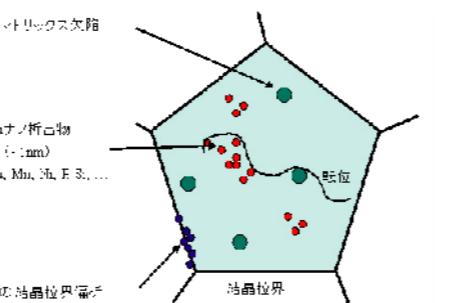
特に力を入れているのが、原子炉圧力容器鋼の照射脆化機構の解明です。圧力容器は、核燃料の核反応を起こすいわば“湯沸かし釜”で、絶対の健全性が要求されます。照射脆化の主な原因として、不純物銅の直径1nm程度以下のナノ析出物、不純物リンの粒界偏析、マトリックス欠陥(空孔や格子間原子の集合体)を考えられていますが(図1参照)、これらは最新の透過型電子顕微鏡でも観察が困難でした。

私たちは、電子の反粒子である陽電子を用いて、マトリックス欠陥のみならず、Cuナノ析出物の検出とその欠陥構造の解析に成功しました。従来、陽電子は、空隙型欠陥を敏感に検出できることが知られていましたが、私たちが見いだした「陽電子量子ドット状態」(図2参照)によって、Cuナノ析出物に対しても敏感であることが明らかとなりました。その結果、現在、海外を含めた多くのグループが陽電子を用いた同様の研究を始めています。

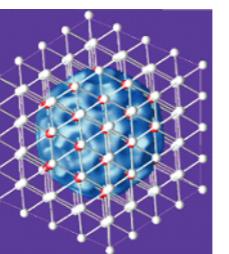
### 3DAP装置(局所電極型)を導入

昨年9月には、新方式の(局所電極型)3DAP装置を導入し、ナノ析出物の形態、銅以外の不純物・溶質元素の偏析、数密度などの詳細な解析も行っています(図3参照)。陽電子消滅と3DAPの情報を相補的に組み合わせることによって、Cuナノ析出物やマトリックス欠陥の研究が飛躍的に発展しつつあります。

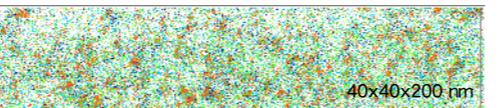
圧力容器鋼の照射脆化研究は、従来、モデル合金および実機模擬材に限られていたが、以上の実績から、海外の稼働中の商用発電炉の監視試験片を入手しました。図4はその3DAP元素マップの一例です。リンの粒界偏析と粒界上のCuナノ析出物形成が明瞭に観察されています。



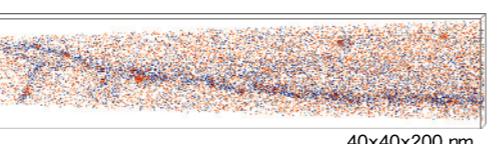
【図1】原子炉圧力容器鋼の照射脆化の主因



【図2】陽電子が鉄中の銅析出物に閉じ込められた  
「陽電子量子ドット状態」

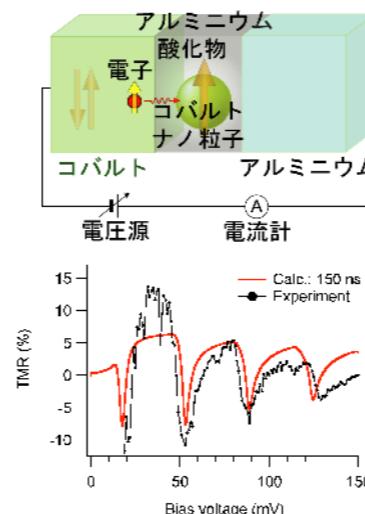


【図3】中性子照射したFe-Cu-Mn-Ni-Pモデル合金の3D-AP元素マップ。  
各点は、添加元素原子を表す。  
橙(Cu)、青(Mn)、紫(Ni)、黄(P)。

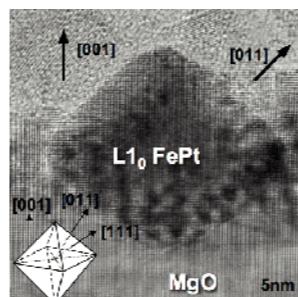


【図4】ベルギー炉(欧州原子炉)実機監視試験片の3D-APマップ。  
青(P)、橙(Cu)。

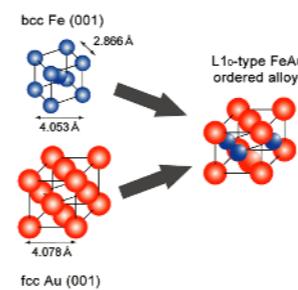
## 高梨研究室(磁性材料学研究部門) 人工ナノ構造制御による 先端磁気デバイス材料の創製 高梨弘毅



【図1】単一電子トンネルのモデル図と、  
TMRの電圧依存性



【図2】L10型FePt八面体ナノ粒子の  
電子顕微鏡写真



【図3】Fe単原子層とAu単原子層の積み重ねによって  
L10型FeAu規則合金が形成される模式図

磁性材料は磁石や磁心あるいは磁気記録などの磁気デバイスとして応用され、私たちの生活の中で重要な役割を果たしています。最近の磁気記録の大容量化への要求は留まるところを知らず、新たなブレイクスルーが求められています。また、磁気の根源である電子のスピント電気伝導を関係付けることによって、スピントロニクスと呼ばれる分野が開拓され、従来のエレクトロニクス

の限界を打ち破る新しい科学技術として注目されています。

私たちの研究室では、磁性体を人工的にナノ構造化することにより新しい機能性を追求し、先端磁気デバイスに有用な材料の開発とその基礎となる物理現象の解明を行っています。私たちが特に注目している材料は、「ナノ粒子」と「規則合金」です。

### ナノ粒子が示す特異なスピント電気伝導

ナノ粒子を介した電子のトンネル現象には、マクロスコピックな物質には見られない新たな効果が出現します。それは単一電子トンネルと呼ばれ、静電エネルギーの影響により電子が1つずつトンネルする現象です。これにスピント電気伝導が加わると、さらに興味深く多彩な伝導現象が観測されます。

図1は、Co電極/Coナノ粒子/Al電極の微小接合で観測された、トンネル磁気抵抗効果(TMR)の電圧依存性です。磁気抵抗効果とは、電場を印加したときに電気抵抗が変化する現象で、通常は変化率(%)で表されます。TMRはナノ粒子中の電荷の蓄積状態に応じて電圧とともに振動します。

また、詳しい解析から、ナノ粒子中には電荷だけでなくスピント電気伝導があること、蓄積したスピント電気伝導が平衡状態に緩和する時間(スピント緩和時間)は、マクロスコピックな物質に比べ著しく長いこともわかりました。これらの知見はナノ粒子がスピントロニクス素子として有用であることを示す重要な成果であると考えています。

### 規則合金に秘められた新たな可能性

先端磁気デバイスといっても、実際に使われている材料の多くは今でもFe, Co, Niを中心とした、従来から使われている合金です。これら従来材料の限界を超えるものとして注目されるのが、構成元素が組成的に規則正しく配列した規則合金です。例えば、ホイスラー合金の多くはスピント電気伝導率が100%のハーフメタルで、それらを用いたトンネル接合や多層膜は巨大な磁気抵抗効果を示すことが期待されています。

L10型と呼ばれる規則構造を有する合金の多くは、磁気異方性が高く、ナノスケール化しても磁化が熱ゆらぎの影響を受けない材料として注目されています。私たちは特にL10型FePt合金のナノ構造化プロセスや、ナノ構造と磁気特性の関係などを詳しく調べました。図2に私たちが見出したFePt八面体ナノ粒子の写真を示します。

また、単原子層単位で異なる元素の積層を行うことにより、人工的に規則合金を作る方法も開拓しました。図3に示すように、FeとAuを積み重ねることによって、自然界には存在しないL10型FeAu合金の合成に成功しました。自然界にはない種々の規則合金を人工的に作り出すことによって、新奇な機能性材料の創製が期待できます。

# IMRニュース第50号記念

(広報班 石本賢一)

IMRニュースは本号で第50号を迎えました。IMRニュースV01-1(1987年12月発行)は、金研が全国共同利用研究所に改組された年に誕生しました。その後V01-50(2006年6月発行)に至っています。現在、東北大では本部を除き、12の部局で広報誌が発行されています。昨今言われている広報の重要性にいち早く着目した人の早見に頭が下がる思いです。また、奇しくも本年は金研創立90周年にも当たっています。そこで、本号では、仁科雄一郎、遠藤康夫の両先生に金研とIMRニュースについて振り返っていただきました。

## 金研90周年によせて

仁科 雄一郎 (研友会会長・東北大名誉教授)

本年2006年をもって、金研は90歳となりました。何故100周年よりも10年早く特別にこの記念日を強調しなければならないのかというと、それは、過去数年の間に国立大学さらに一般的には国立研究機関が法人化によって、その運営方式に顕著な変更があったことに注目せねばならないからです。

NO. 1



大正11年12月3日、アインシュタイン博士来仙の折の写真(前列左から2番目は本多光太郎博士)

この改革は金研に於ける材料研究の歴史を振り返るには良い機会となります。

研究所の発足当時、本多光太郎先生の指導によりその研究は鉄鋼材料を中心としていましたが、同じ頃1917年、理化学研究所が東京で発足しており、長岡半太郎、大河内正敏、両先生の指導のもとに基礎物理学、工学の英才を集めつありました。折から第一次世界大戦の時局の要請に応える必要性もあり、種々の温度環境下での金属の耐熱性、即ち熱的、力学的性質が研究の対象となりました。本研究所ではX線による構造解析、示差熱測定による磁性構造上の相転移現象が研究されていました。

一方、1905年に特殊相対性理論がA.アインシュタインにより提唱され、それを契機として、基礎物理学に関する理解は一変しました。1911年N.ボアーが原子の模型を発表して以来、1926年にW.ハイゼンベルグによる不確定性原理の公式化により、量子力

NO. 19

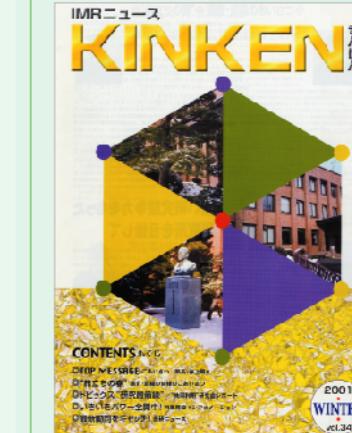


太平洋戦争後に於ける固体物性の発展に大きく貢献したものは、半導体の物理の解明と超伝導の理論でありましょう。この二つの固体電子物性上の発展は、トランジスターの製作や、磁気浮上など工業的な応用電子素子を生み出しました。それに並行して金研では定常強磁场の発生装置の建設とナノメーター( $10^{-9}$ m)領域での電子及びイオンの運動解析機器が開発されました。

これらの測定手段による実験結果をスーパーコンピューターを用いて解析すれば、種々の高速粒子の運動解析や、化学反応の追跡が可能になります。金研はこのような方向に進出するとともに、材料の多様性を広げて行きました。そして、1987年、全国共同利用研究所として再出発するとともに、研究対象を金属だけでなく、それ以外の材料に広げて金属を中心とした材料科学の研究所となりました。

これは、世界の動向をいち早く捉えた英断です。材料科学の真髄は、材料を通して、物理学、化学、生物学医学、工学、などの諸学門領域の専門家たちが、共通の研究目的のために学問領域の境界を越えて協力するところにあります。金研が、眞の学際性をめざして、本体だけでなく附属センター、世話役を担っている学際科学国際高等研究センターなど、所内外を問わず多くの施設を活用することによって、新たなステップを踏んでくれることを切望します。

NO. 34



IMRニュースレター

## 「KINKEN」発刊と金研広報室の誕生

遠藤康夫 (国際高等研フェロー・東北大名誉教授)

私の短い金研在籍中の一つの活動は情報室から分離して新しく広報室を創設し、初代の室長を引き受けたことです。大学の附置研究所などの研究活動を社会に知らせる情報手段として一般向けのパンフレットやインターネット上にホームページを開示するのがごく当たり前になってきた時代に遅れを取らずに、金研が情報発信する手段を確立したことや、弛まぬ広報室の努力で豊富な記事の詰まったホームページやニュースレターに成長していることを誇らしく思っています。

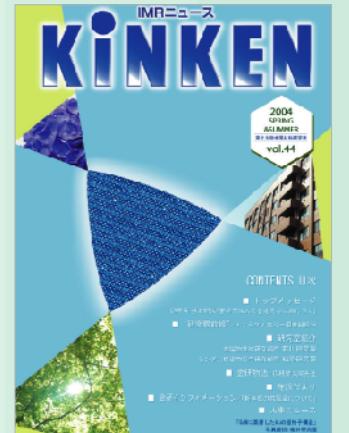
私が広報活動に関わるようになったのは、当時のIMRニュースが論文名や共同利用、所内研究会リストなどの収録、研究活動の記録のための出版物ではあっても、一般の人は言うに及ばず、金研の所員であってもこれを読んで金研の研究活動を理解するには編集されていないことを教授懇談会か教授会で批判したことになります。とかく発言をすると仕事が増えるのが世の習いで、当然仕事が舞い込んで来て、しかも

情報ネットワークの整備もからむ厄介な問題を背負いこみそうになりました。

これを避ける方向を模索した結果、広報室を設けて、金研に何たるか、つまり、金研にはどのような人種が何を研究しているかなど外に向かって情報発信する専門家を育てる 것을目標にしました。手に入る大学機関の広報誌、パンフレット、ホームページを参考に、無い知恵を絞って出来るだけ金研の独自性を出す印刷物を考えました。東北大の広報誌を編集しておられる田邊いづみさんに仙台市民が金研をどうrespectしているかとか、どのような内容を知りたいかななど基本的な意見を見ねたり、高梨教授を口説き落として広報室を手伝ってもらい、広報室の事務担当として原稿の編集や印刷所、事務との渉外用務を担当する糸山奈央子さんが来て下さって、3人寄れば文殊の知恵で手づくりの情報誌としての今の様式のニュースレターの原型とホームページを作りました。

「きんけん」という言葉を残し(わざわざローマ字にした)たの私が立ち上げたことがどれだけ役立っているか結論を出すのは早計でしょうが、このような地味な活動は息永く続いていることを期待しています。基本的なスタイルを保ちつつ、より読み易く、魅力あるスタイルに進化している現在のニュースレターやホームページを造って下さっている岩佐前室長、石本さん、相澤さんのご努力に謝意を表すると共に、私の我慢に付き合って頂いた高梨教授と糸山さんに感謝する次第です。

NO. 44



**金研教授に赴任後、めざましい活躍**

矢島聖使先生は、1946年9月京都大学理学部化学科を卒業になり、広島大学理学部化学科助手、講師そして日本原子力研究所に入所されました。当時の研究は、(I)放射化分析、(II)核分裂生成物の高温における挙動の基礎的研究でした。

1964年東北大金属材料研究所に教授として赴任され、上記(II)の研究と(III)化学気相析出法による熱分解黒鉛および含ケイ素熱分解黒鉛の合成とその諸性質に関する研究、および(IV)新しい希土類化合物の合成とその物性に関する研究を推進されました。

1965年「セラミック核燃料物質中の核分裂生成物の拡散に関する基礎的研究」で松永賞、1966年「核燃料物質中の核分裂生成物の挙動に関する研究」で日本金属学会功績賞、1970年「高温領域における種々の黒鉛材料に関する研究」で日本金属学会谷川ーハリス賞を受賞されました。

**大洗施設の運営と研究開発を両輪に**

先生は、1971年、茨城県大洗町に在る日本原子力研究所(JAERI)大洗研究所の敷地内に設置された東北大金属材料研究所附属材料試験炉利用施設(略称:大洗施設、現在:量子エネルギー材料科学国際研究センター)の施設長になりました。

JAERI大洗研究所は太平洋に面し、広々とした松林の中にあり、大洗施設もその一画にあって、研究環境のすばらしい施設でした。

研究室の構成は、大洗施設と矢島研究室からなり、無機化学がご専門の矢島先生をリーダーとして、そのスタッフの専門分野は、原子炉材料工学、金属材料学、物性物理学、無機合成化学、有機金属化学、回折結晶学など多岐にわたり、若い研究者の集まりでした。

矢島's Methodは無機化学者だけでなく有機化学者からも国際的に注目されました。最近、研究の評価の基準として、発表論文に対して米国ISI社から文献引用度が示されていますが、矢島教授の論文

# 天才的な異能の研究者 矢島聖使先生

岡村清人



## ◎矢島聖使先生略歴

1946年 9月 京都帝国大学化学科卒業  
1946年 10月 京都帝国大学化学科副手  
1948年 4月 広島大学化学科助手  
1956年 4月 広島大学化学科講師  
1956年 6月 日本原子力研究所研究員  
1958年 4月 日本原子力研究所副主任研究員  
1964年 3月 東北大金属材料研究所教授  
1971年 4月 東北大金属材料研究所附属  
材料試験炉利用施設長  
1976年 1月 朝日賞  
1981年 10月 逝去  
1981年 11月 勳三等瑞宝章  
有機ケイ素ポリマーを溶融紡糸しておられる矢島先生

たスタッフと共に、上記の(III)、(IV)の研究に加えて、(V)材料照射と(VI)有機金属重合体の無機材料への転換に関する学際的な新しい研究を始められました。また、企業などとの共同研究も盛んに行われ、研究員の参加も積極的に推進されました。

## 矢島法(Yajima's Method)の誕生

このようなすばらしい研究環境のもとで、1975年に、高強度を有し、耐熱性のある、直径約10μmの炭化ケイ素(SiC)系繊維が、有機金属化学が専門の林丈三郎博士、大森守博士の協力の下、有機ケイ素ポリマーの溶融紡糸した糸を不融(ポリマー糸を不溶、不融の状態にする工程)した後、1000°C以上の不活性雰囲気中で焼成による方法で開発されました。

この方法は、「有機金属ポリマーからセラミックへの転換」という矢島先生の独創的発想によるものでした。これは、ポリマーの特徴である、成形性を活かして、SiCのしなやかな繊維を合成する方法であり、矢島法(Yajima's Method)あるいはブレーカーサー法などと呼ばれており、新規なセラミック材料合成法の一つとして位置付けられています。

さらにこの方法は、繊維材料ばかりでなく、コーティング材料や、焼結助剤、そして連続繊維を強化材とする複合材料などへと、大洗施設のほぼ全員の研究者が参加して展開されました。

そして、朝日新聞社から1976年、「耐超高温・超強度連続繊維の合成」の研究に対して、東北大金属材料研究所附属材料試験炉利用施設研究グループ(代表矢島聖使)に朝日賞が授けられました。同年には「有機金属重合体の無機材料への転換」で岩瀬賞を受賞されました。

矢島's Methodは無機化学者だけでなく有機化学者からも国際的に注目されました。最近、研究の評価の基準として、発表論文に対して米国ISI社から文献引用度が示されていますが、矢島教授の論文

の引用度は高く、200以上のものが3報、100以上が3報、50以上のものも多数あります。

## 独創的発想による研究を追求

先生は、ロジックによる認識ではなく、パターン認識のものでの独創的発想をされる、天才的な異能の研究者とも呼ばれています。大変残念なことに、1981年10月矢島先生は逝去されました。同年に勲三等瑞宝章を受章されました。

先生は、オリジナリティを尊び、アイディアが浮かぶと自らも昼夜を問わず実験を行われました。写真は、ご自身が有機ケイ素ポリマーを溶融紡糸しておられる御姿です。

SiC系繊維はその後、産官学の研究者により発展を続け、日本カーボン株式会社(NCK)、さらには宇部興産株式会社(UBE)で連続繊維として工業化され、現在ニカラロンやチラノの商品名で製造販売されています。

その功績により1987年井上春成賞が矢島聖使先生とNCK社長石川敏功博士に、1993年石川カーボン賞が矢島聖使先生に授与されました。

また、先生の研究に産業界からサポートがあり、財團法人特殊無機材料研究所が1976年3月に公益法人として設立され、現在も矢島先生の御意志を受け継いで研究事業の活動を続けています。

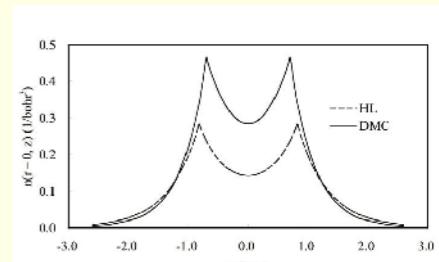
開発されてから30年になる今日、耐熱性、耐酸化性が大幅に改善された高性能SiC系繊維が開発され、耐熱材料、宇宙航空用材料、エネルギー関連材料だけでなく、ディーゼルエンジン排気ガス微粒子フィルターや電波吸収体にも使用されています。Yajima's Methodにより開発されたSiC系繊維は日本発の独創的材料の一つであり、今後とも進化続けることを願っています。

[参考文献]  
1)山内繁、化学35[3]210-214(1980)  
2)宗宮重行、Materials Integration 18[3]58-62(2005)

# 施設だより

## 計算材料学センター

川添良幸



平成5年度の設置以来、本センターでは、一環して、材料設計専用スーパーコンピューターを活用した超大規模シミュレーション計算用プログラム開発支援、およびその実行支援を行ってきました。単なるCPU稼働率ではなく、カタログ性能を有効に引き出すための努力も絶えず行い、現システム導入から5年を経過した現在においても、有効に利用され続けています。

最近では、安原洋名誉教授を中心とした研究グループの拡散量子モンテカルロ法を活用した超大規模計算により、従来の物性物理学の教科書の基本的な記述内容を書き換えるレベルの成果が次々と生まれています。

特に、電子の交換相間相互作用を完全に取り込んだ真の意味での第一原理計算を実施することにより、分子や結晶の安定性には原子核と電子の引力相互作用の違いが一番重要であることを、クーロン力で相互作用している量子力学系に対する基本原理であるビリアル定理( $2T+V=0$ )を完全に充たしながら厳密に数値計算することによって証明することに成功しました。また、磁性の根源であるフント則の起源も同様の理由であることを突き止めました。

これらは、電子と原子核の作る多体系の構造や物性を正しく理解するには、従来のモデル計算とは根源的に異なる厳密な理論計算が必須であることを示しています。材料設計開発の迅速化・高度化の支援に限らず、物性物理や化学の世界での最重要事項までに関係した大きな寄与を行うことが出来たと自負しています。

### 水素分子の正しい電荷密度分布

原子に比べ、分子の方が、電子が原子核の周りに集中し引力のポテンシャルを稼いで安定化します。運動エネルギーは増大しますが、ビリアル定理により全エネルギー $E=T+V$ は低下します。これが分子や結晶の安定化の根源的理由であり、分子軌道法やハイドロ・ラーロンソン模型では説明できません。

## KINKEN NEWS

金研ニュース

## 附属研究施設大阪センター Osaka Center for Industrial Materials Research

正橋直哉

大阪センターは東北大金属材料研究所と連携し、ナノ金属材料の学術研究とその工業的視点に基づいた実用化を目的として、2006年4月に東北大金属材料研究所附属研究施設として大阪府立大学構内に設立されました。

センターの研究は、大阪府立大学や大阪府産業技術総合研究所など関西地区の研究機関との学術交流を通じて、ナノテクノロジーを駆使した、金属材料の基礎的特性の把握と理解を深めることに取り組みます。あわせて、これらの知見をベースに考案・創製した材料を産業界、とりわけ大阪地区の企業のニーズに答えた具体的なターゲットを設定し、その実用化を目指します。また将来的には、ここで得た実績を、地元東北地区の素材産業の育成へと発展させることも視野に入れています。対象分野としては、構造用およ

び環境用の金属材料を重点に据え、その高機能化と製造技術の開発を行います。また、金属材料の開発を目指した学術研究教育を実践することで、高度研究者および技術者の養成を行います。

センターは初年度、井上明久センター長のもと、新素材創製(正橋教授担当)、新素材製造(未定)、新素材加工(高杉隆幸併任教授担当)、そして新素材企画部(今野豊彦兼任教授担当)の4部門からスタートします。

地方自治体と国立大学法人の連携を通して、国内産業を支援するという取り組みは国内でも初めての事例です。このセンターの活動を通して、国内の金属素材産業の活性化と、学術研究の推進に取り組んでいく予定です。



大阪センターが設置される大阪府立大学の建物

私たちの身の回りに存在するバルク材料では、いわゆるガラスと呼ばれているもの以外の大半が結晶材料です。ガラスとは分子・原子の配列が結晶のように規則的・周期的でなく、無秩序な状態であるものを指します。

30~40年前の古い教科書では、“金属材料は結晶である”と記述されておりましたが、液体を超急速冷、つまり液体状態を無理矢理凍結することで数10 μm厚さのアモルファス(非晶質=結晶でない)合金薄帯が見出されました。

さらに10数年前にmm級以上の厚さをもつバルク金属ガラス(酸化物のようないわゆるガラス状態)が見出されるに至り、金属材料の新たな時代の幕開けが告げ



7.7mm径の  
強磁性バルク金属ガラス

られたと言えます。

その後、新規な物性や優れた特性をもつ種々の合金系のバルク金属ガラスが見出され、幅広い分野での応用も研究されています。しかし、新しい材料であるが故に未だ多くの課題があり、例えばFe基の金属ガラスでは1cm径のバルク材は作製されていません。

写真は最近、私たちが作製した7.7mm径の強磁性バルク金属ガラスです。近い将来cm級のバルク材が実現され、現在の結晶金属と同じようにあらゆるサイズの金属ガラスが作製できる時代が来る事を願いつつ研究を続けています。

(牧野彰宏)

## KINKEN INFORMATION

金研インフォメーション

# 国際会議2006夏in仙台

今夏は、本所の教員が関係する磁性、強磁場に関する国際会議が数多く開催され、そのいくつかは仙台で開催されます。また、この機会にあわせて本所では、材料科学国際フロンティアセンターと21世紀COEプログラムの共催で、第3回物質・材料若手学校(KINKEN-WAKATE 2006)が行われます。今回は、磁性関係の国際会議の開催に合わせ、この分野で活発に研究されている講師を招いて“Physics and Applications of Advanced Magnetic Materials”を主題として開催されます。

本多光太郎先生以来の磁性と強磁場研究における“from SENDAI”的伝統と実績が、今夏、世界に向けた“in SENDAI”での最先端研究発表、次世代若手育成として結実しています。各国際会議、学校の詳細につきましては、以下のホームページをご参照ください。

◇19th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS2006) 2006年8月14~18日 仙台国際センター  
URL <http://icmfs2006.apph.tohoku.ac.jp/> (問い合わせ先:前川禎通)

◇Yamada Conference LX on Research in High Magnetic Fields (RHMF2006) 2006年8月16~19日 仙台市民会館  
URL <http://rhmf2006.imr.tohoku.ac.jp/> (問い合わせ先:本河光博、小林典男)

◇International Conference on Magnetism (ICM2006) 2006年8月20~25日 京都国際会館  
URL <http://icm2006.com/> (問い合わせ先:前川禎通、高梨弘毅)

◇3rd Materials Science School for Young Scientists (KINKEN-WAKATE 2006) 2006年8月26~28日 仙台市秋保温泉 ホテル岩沼屋  
URL <http://www.ifcam.imr.tohoku.ac.jp/School2006/> (問い合わせ先:川崎雅司)

## 編・集・後・記

2004年に高梨先生の後を受けて、約2年間、広報班を担当し、本記念号の編集が、私の最後の仕事になりました。金研の広報班は、常任班員を2名かかえる、他部局と比べても恵まれた組織です。そのおかげで非常に充実した担当期間を過ごすことができました。いわゆる「雑用」に數えられる所内担当委員の中でも、もっとも楽しく創造的な仕事ができる役割ではないかという印象を持ちました。ただし、充実した組織であるからこそ、いかなる目的を持ち、どのような広報活動を

展開するべきかという戦略性をより持たせねばならないと強く感じます。大学評価に耐えうるホームページへの進化をめざし、今年度は広報担当教授が3名に増員され、広報班はさらに充実されました。この機を捉えて、今後、金研広報活動の更なる充実を図っていただきたいと思います。また所内外の皆様にも、思うこと、やってほしいことを積極的にご連絡いただき、よりいっそう広報へのご支援をお願いしたいと存じます。

(岩佐義宏)



## 東北大学金属材料研究所

発行日：2006 vol.50 平成18年6月発行  
編集：東北大学金属材料研究所 情報企画室広報班  
〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1  
TEL.022-215-2144  
pro-adm@imr.tohoku.ac.jp  
<http://www.imr.tohoku.ac.jp/>



古紙配合率100%  
再生紙を使用しています