

IMRニュース

KINKEN

2005
AUTUMN
東北大学金属材料研究所
VOL.48

CONTENTS 目次

■ トップメッセージ／所長 井上明久
金研における競争的資金(科学研究費補助金)の
最近の動向について

■ 研究最前線／厄介者がおもしろい

■ 研究室紹介／材料科学国際フロンティアセンター(IFCAM) 福山 秀敏
戦略室 佐藤 義幸

■ 金研物語／部局史の編纂で学んだこと

■ 施設だより／強磁場超伝導材料研究センター 渡辺和雄

■ 金研ニュース／「世界物理年2005」展への出展

■ 金研INFORMATION／第75回金研夏期講習会報告

■ RESEARCH-INDEX／分子デバイスの可能性

『人事ニュース』

「磁壁のローレンツ顕微鏡写真」写真提供：ナノ物質材料微細構造解析支援

金研における競争的資金(科学研究費補助金)の最近の動向について



所長 井上 明久

国立大学法人に職を得ている教員の研究・教育活動の財源として、運営非交付金による基盤経費と競争的資金とのデュアルサポート体制がとられていることは良く知られています。しかし、前者の基盤経費は平成16年4月に国立大学が法人化された後、平成17年度より毎年1%ずつ減額されることになっています。この基盤経費の重要性は文部科学省の科学技術・学術審議会からのさまざまな答申にも強く語られていますが、国の財政状況が厳しい今日において、近い将来大幅な増額に転じることは難しいと思われます。従って、東北大学附置研究所の教員としてはもう1つの研究・教育財源である競争的資金の獲得に努めることが、今後より一層重要になってくるのです。

競争的資金源としては、主として日本の政府関係機関(独立行政法人機関も含む)、民間企業および助成財団が考えられます。これらの中でも、国立大学法人の使命としての学術研究を自由な立場で推進できる観点と研究者による評価・審査体制が公正で充実しており、その獲得の有無が研究者としての評価に繋がる点で、文部科学省の科学研究費補助金が最も重要な競争的資金とみなされているのです。

文部科学省の科学研究費補助金は、平成16年度では1,830億円であり、平成17年度では1,880億円であり、対前年度50億円、2.7%の増となっています。国の厳しい財政状況下においても科学研究補助金は毎年着実に増額していることは、国の学術研究の重視政策の表れとみなすことができます。金研の科学研究費補助金の獲得額の最近5年間の推移をみると、間接経費を含まない科学研究費補助金の総獲得額は、平成13年度387,728千円、平成14年度419,300千円、平成15年度517,700千円、平成16年度529,900千円、平成17年度660,750千円(7月下旬現在)です。年度により増額の程度は異なっていますが、最近の5年間獲得額が着実に増加していることは喜ばしいことあります。特に、平成17年度の増加率が高くなっていることが注目されますが、これは大型科学研究費種目である特別推進研究と特定領域研究が各1件新規で採択されたことも大きく関与しているのです。

また、金研の科学研究費補助金獲得の状況を本学の他の部局と比較する時、総獲得額は平成17年度では理学研究科、工学研究科に次いで3位であり、また特に若手Aの採択件数は全部局中トップであることが特筆されます。

しかし教員1人当たりの獲得金額で整理すると、本学の主要部局中6位となり、今後改善に努めていく必要があると思っています。これらの結果は、本所の一部の教員は若手も含めて極めて活発に研究・教育活動を行い、その成果の1つとして科学研究費の獲得に成功しているのですが、一方では科学研究費を取ることが難しい、あるいは獲得額が小額となっている教員もまだかなりいることを示しています。

最近の5年間の科学研究費の着実な増額は、本所においても科学研究費補助金の重要性を各教員が身近に感じ取り、努力を重ねている証であり、大変好ましい傾向にあると思っています。今後も、金研から注目される研究成果が生まれ出て、その成果に基づいて自ずと世界から優秀な研究者が集い、また科学研究費をはじめとするさまざまな競争的資金も獲得できるような、好循環する研究・教育環境を今まで以上に強固に作り出しがたが、法人体制下で本所が発展を遂げていくために重要であると考えています。皆様方のご理解とご支援をお願い申し上げます。

研究最前線

厄介者がおもしろい

放射線金属化学研究部門 塩川佳伸

プルトニウムやネプツニウムなどの超ウラン元素は、天然には存在しない人工放射性元素です。原子炉から放射性廃棄物として大量に出てくるほか、原子爆弾の材料となるなど、取り扱いがきわめて難しい、いわば厄介者です。しかし、この厄介者の化合物が高い温度で超伝導を示すなど、とても魅力的な物理を秘めていることがごく最近になって分かってきました。

私たちは、これら超ウラン化合物の高純度の単結晶をつくり、その磁性や超伝導など物性研究を行っています。このような研究ができる施設は、世界を見渡しても、東北大学金属材料研究所の他にロスマス国立研究所(米国)、欧州超ウラン元素研究所(ドイツ)の三ヵ所だけです。

私たちはまず、 NpRhGa_5 (ネプツニウム・ロジウム・ガリウム5)という物質の純良単結晶を育成し、ドハース・ファンアルフェン(dHvA)効果を測定することで、 NpRhGa_5 のフェルミ面を決定することに成功しました。フェルミ面とは、物質の電気伝導や熱伝導などの物性を支配している基本的な物理量です。「金属の顔」とも呼ばれており、物質によってさまざまな顔、形を取ります。

NpRhGa_5 は、四種類の円筒状フェルミ面から成り立っていて、二次元的な電気伝導を担っていることが分かりました。フェルミ面はネプツニウムの5f電子によって形成されていますが、この5f電子は結晶中を二次元的に雲のようにゆっ

くりとたなびいて遍歴しています。一方、同じ5f電子は、ネプツニウムの結晶格子の位置にとどまって、磁気モーメントも担っています。すなわち、5f電子は結晶中を動き回つて伝導を担う遍歴的な性質と磁気モーメントを担う局在的な性質の二重の性質を持っていますが分かりました。超ウラン化合物でフェルミ面の形状と5f電子の性質が決定できたのは世界でも初めてです。

次に私たちは PuRhGa_5 (プルトニウム・ロジウム・ガリウム5)の超伝導の性質について調べました。9K以下の超伝導状態で、核四重極共鳴(NQR)の観測に成功しました。その結果、超伝導ギャップが一様に形成されず、部分的に閉じていることが分かりました。さらに、超伝導は磁場をかけると壊れてしまいますが、その臨界磁場が結晶の方向によって大きく異なることを見出しました。これらの結果は、 PuRhGa_5 が通常の超伝導体とは異なって、新しいタイプの超伝導体であることを示しています。つまり、プルトニウムの5f電子が準二次元的なフェルミ面を形成して、その5f電子の磁気を媒介とした超伝導が実現しているのです。

このような超ウラン化合物の磁性、超伝導の研究は、磁性材料や一部で実用化されている高温酸化物超伝導体などの材料開発にも役立つことでしょう。

この研究は、日本原子力研究所、大阪大学との共同研究です。



図1 ネプツニウムの化合物

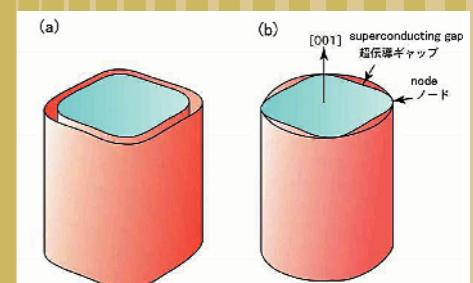


図2 PuRhGa_5 のフェルミ面と超伝導ギャップの模式図
(a)一様に超伝導ギャップが開いている状態
(b)ギャップにノードがある場合

研・究・室・緒・介

連携のコーディネーター役として、 将来を見据えたフォーラム活動を展開

材料科学国際フロンティアセンター(IFCAM) 福山 秀敏

2002年4月に設置され企画部2名、プロジェクト部3名のスタッフによって構成される本センターの役割は、所属メンバー各自の研究活動に加えて、金研内での研究・教育活動のシンクタンク、つまり「連携活動のコーディネーター」というユニークなものです。

2004年度当初より「物質・材料科学」研究における近未来での重要テーマについて検討し、2つのフォーラムを立ち上げ、2004年9月教授会で紹介しました。1つは「界面・接合における電子状態」(Electronic Properties of Interfaces and Contacts)、もう1つは「分子系の電子状態」(Electronic Properties of Molecular Assemblies)です。

「界面・接合」は、科学的な興味の対象である「物質」が社会に役に立つ「材料」へと変身する際に、避けて通れない乗り越えるべき「壁」です。「電極」がその良い例です。この種のテーマについて今まで系統的に取り扱われることがほとんどありませんでしたが、そこは「基礎研究」の宝庫であると同時に当然「応用」のフロントでもあるという、「物質科学」として大変“健全”な領域であることに気がづきます。

種類が異なる原子(ないしは分子)が接した環境での原子配置とそこで電子状態(波動関数・エネルギースペクトル)は大変多様で、強磁性金属・酸化物・分子性結晶をエレクトロニクス材料にするためには、まさにこのことを理解し制御する必要がありますし、バルク結晶である金属ガラスにおいても「局所電子状態」の理解が科学としてはポイントとなります。

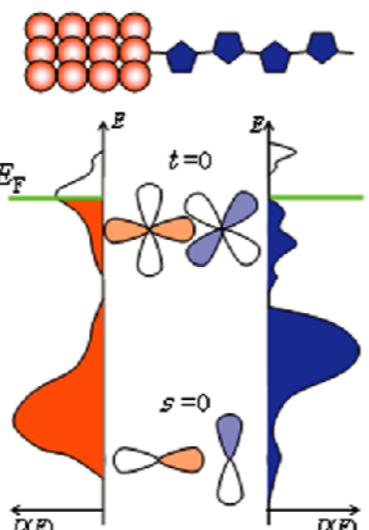
たとえば、「電極」を材料として見たときに、必ず力学的な安定性が望まれると同時に電気伝導性の確保も必須です。これを局所電子状態という観点から見ると、図のように、界面でのエネルギー的に深い準位での「結合性」とフェルミエネルギーで

の「連続性」、という「両面性の確保」という問題になります。固体内における「high energy & low energy physics」の問題です。このような「電極問題」で代表される「局所電子状態」の研究には、それをプローブする実験手段と電子状態計算が必要となります。

このテーマについての第1回国際フォーラムを、2004年11月秋保で開催しました。金研が持つ国際的な強みがはっきり出た印象的な会議でした。

一方、「分子系の物性」は、基礎科学としての「物質科学」の将来の大変大きなテーマ、DNA, ヘム蛋白、レチナール、ロドプシンなどのバイオ関連物質の物性物理的な研究がテーマですが、これは現在金研の枠を越えて、全国的な規模で活動が展開されています。

このような将来を見据えたフォーラム活動に加えて、若手育成にも力を注いでおり、国際若手学校を2005年3月(第1回)と8月(第2回)に秋保で開催しました。さまざまなバックグラウンドを持った大学院生・ポストドクが活発に意見交換する光景を見て、この経験は彼らにとって将来への「大きな宝物」となると期待しています。



我が国の科学技術・学術に係る最近の動向、特に人材養成について

戦略室 佐藤 義幸

戦略室は、中・長期的視点に立った研究推進や人材養成に係る金属材料研究所の戦略的方策を、所内外に提言する役割を負っています。私は、今年4月、本所に赴任し、まだ半年程度しか経っておりませんので、物質・材料研究のフロントランナーとして我が国の学術研究の進展に大きく貢献してきた本所に対し、今後の在り方などを述べることは出来ません。そこで、内閣府総合科学技術会議における第3期科学技術基本計画策定の動向、東北大学における研究推進面での全学的取り組みなどを踏まえ、今後、ますます重要な役割を担うと思われる人材戦略、特に若手研究者の養成について述べたいと思います。

第3期科学技術基本計画策定に向けた動向

総合科学技術会議では、第2期科学技術基本計画に掲げられた3つの理念を、第3期でも引き続き継承し、それらを実現するための6つの政策目標(詳細は図の通り)を基本計画に設定する旨の中間とりまとめを、本年6月に行ってています。その中で注目すべきは、科学技術戦略の重点化に加え、

- ・優れた人材養成の重視(「モノから人へ」)
- ・個々人の研究能力を十分に發揮させるための基盤を担う研究機関(機関における個人の重視)

に政策的視点を移していくことが重要であると示されている点です。

科学技術により切り拓く『6つの政策目標』



総合科学技術会議配付資料(平成17年6月)引用

東北大学における研究推進面での全学的取り組み

国立大学法人でも独自の研究戦略の策定が求められており、今後、本学では、「人材・組織戦略」、「研究資金戦略」、「研究基盤戦略」の3つの戦略から構成される『学術研究支援戦略』を構築する作業を執り行こうとしています。

特に、人材養成の観点からは、本学の次世代を担う若手研究者の萌芽的研究について、その育成を目的に、本年度から総長裁量経費を活用して、「若手研究者萌芽研究育成プログラム」を設定し、研究費の配分を行うこととしています。さらに、本学の若手研究者との懇談を目的として、研究担当理事を中心に、現在、各部局を訪問しており、人事制度をはじめとする研究環境などの現状やそれらに関する意見・要望を聴取しています。

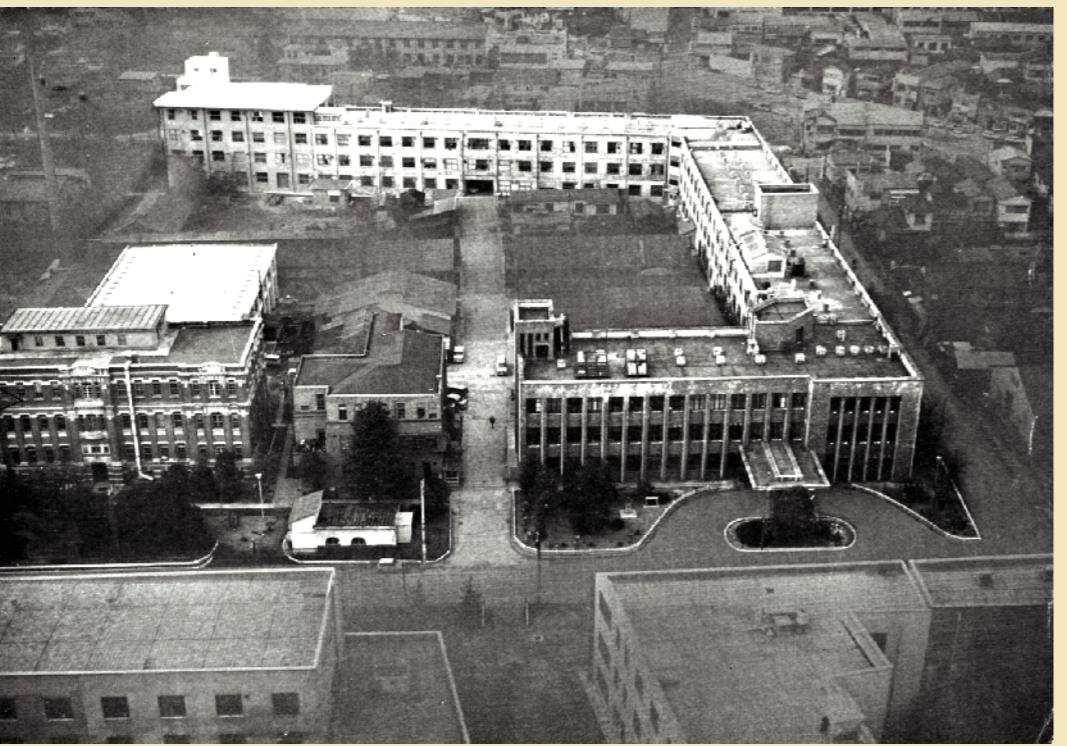
金属材料研究所の取り組みについて

本所におかれでは、所長のリーダーシップの下、「ナノマテリアル機能創製研究事業」を活用した本所の若手研究者に対する研究助成プログラムの設定」や、「全国の理学・工学研究科の大学院生などを対象とした『大洗原子力材料学生実習事業』、『物質・材料若手学校』など、時宜を得た人材養成プログラムが進行中です。

私見ではありますが、今後は、「ナノマテリアル機能創製研究事業」などの充実に加え、上記のような全国展開型の教育事業をさらに拡張・充実させることによって、我が国の物質・材料分野に係る後継者養成に貢献する必要があると思われます。これらにより、当該分野の研究・教育両面に係るフロントランナーとしての役割を果たしていくことも本所に課せられた責任なのかもしれません。戦略室においては、本学全体の「学術研究支援戦略」に則りつつ、金研オリジナルの「学術研究支援戦略」を策定する必要が今後生じてくると思われますので、皆様のご協力をお願い致します。

部局史の編纂で学んだこと

東北大学名誉教授・部局史編纂室 庄野安彦



創立50周年(1966)頃の金研キャンパス。
手前左から、旧1号館／鉄鋼研究所(住友家 1921)、旧2号棟低温棟(齊藤報恩会 1929)、本多記念館(本多教授在職25年記念会 1941)とそれに接続して北に、さらに西に延びる旧3号館／工業化研究棟(1957-63)。括弧内は寄付元および竣工年。

部局史編纂室では、2年後の創立百周年に向けて本学の記念事業の一環として企画された東北大学百年史の出版が進行中です。本所の分はその『第七卷部局史四』に収録されることになっており、来年3月に刊行の予定です。小生はたまたまその編集に携わることとなり、金属材料研究所89年の歴史を勉強する機会を得ましたが、その過程で多くのことを学んだと改めて感じています。ここではその一端を記してみたいと思います。

創立者本多光太郎の発想と先見性

いまさら言うまでもないことです、創立者本多光太郎の発想と先見性に改めて驚かされました。量子力学の黎明期であった大正5年に、理学部物理学教室に基礎を置きながら、実用に直結する鉄鋼の研究を目的とした独自の研究所を設立して、いわゆる物理冶金学なる学際領域を開拓しました。世界的に見てもこの時期の金属物理、後の固体物理の研究所は、ドイツ、イギリスなど数えるほどしかありません。また、このことによって、金研の最大の特徴のひとつである理工共存の伝統が築かれましたと見ることができます。

さらに戦前の早い時期に、低温・強磁場といった先駆的な極限分野を導入したことにも、そ

の先見性が見られます。この伝統は、戦後の経済発展期における工業化研究部の充実、原子力関連部門の増設、化合物材料部門への進出、さらにはアモルファス金属材料の開発、共同利用研究所への改組などに活かされてきました。

優秀な人材によるナショナルセンター

研究所の設立が民間資金の導入によってなされたことも全く新しい試みでした。創立50周年を迎えた頃の金研キャンパスの写真に見られるほとんどの建物は、民間からの寄付によって建設されています。しかし同時に、産業界に対する技術指導や講習会の開催、「金属の研究」に代表される啓蒙活動など、数多くの見返りに努力していたことを忘れてはなりません。

また、創立に当たっては、有望な人材を全国規模で集め、本多スクールを形成して黄金期を築きました。これは戦後も引き継がれ、ちょうど電子論と転位論に基づいた金属物理学の発展期に、本所はナショナルセンターの役割を果たしました。

この時期に在籍したスタッフをみると、どの部門もまことに錚々たる顔ぶれで、壯觀としか言いようがありません。しかも戦後民主主義の流れに呼応して、部門の枠を超えた自然発生的な協力関係が豊かな実りをもたら

しました。人材の供給源として重要な役割を果たしたことは、戦前にも本学金属工学科や名古屋帝大の創設の際にもありましたが、昭和30年代に相次いで設立された原研・物性研・金研には助教授クラスを中心に十数名が転出していることにもよく現われています。

自由な雰囲気の研究風土

原稿の準備段階で貴重な助言と叱正を賜った多くの先輩の先生方は、金研の良い点として自由な雰囲気での研究ができたことを異口同音に挙げられています。このことは本所の構成が学閥にとらわれることなく、また民間企業の研究者も積極的に受け入れるなど、多彩な人材を登用してきたことと無関係ではないと思います。いわば、雑種の強みを生かした懐の深さです。もちろん創業以来90年に及ぶ長い時間の中で対立・抗争が全くなかったわけではありませんが、それを止揚して前向きな運営を心がけてきたと感じました。

本多スクールないしは金研創設自体が科学史の研究対象となっている今、本多光太郎を神格化した時代は過ぎ去ったにしても、その精神は失いたくないものです。

施設だより

強磁場超伝導材料研究センター

渡辺和雄

本センターが世界に先駆けて開発に成功した無冷媒超伝導マグネットは、大発展しています。最近では、世界で初めての27.5T(テスラ)無冷媒ハイブリッド・マグネットや18.1T無冷媒高温超伝導マグネットの開発に成功して脚光を浴びております。これ32mm室温ボアの水冷銅マグネットと組み合わせた27.5Tを発生する世界初の無冷媒ハイブリッドマグネット。



らの装置は、全国的規模の共同研究に供されています。

高温超伝導体の基礎研究や実用線材開発に重点が置かれていますが、無冷媒超伝導マグネットの特徴を生かして、強磁場を積極的に用いた材料開発プロセスなど新しい磁場応用の研究にも活用されています。



18.1T無冷媒高温超伝導マグネット。
52mm室温ボアに18.1Tは冷凍機冷却超伝導マグネットの世界記録。

KINKEN NEWS 金研ニュース

「世界物理年2005」展への出展

淡路 智

仙台市科学館からの要請により「世界物理年2005」展(7月16日(土)~10月16日(日)・仙台市科学館3F WOODSコーナー)に、東北大物理学部、多元研、通研、RIセンターとともに金研から出展しました。

科学館の要望で、金研からは、ハイブリッドマグネットを用いた磁気浮上に関連した展示を行うことになりました。展示期間が長期にわたるため、常設に近い展示品を出してほしいとの希望でした。これに対応するため、アニメーションを用いた磁気浮上の説明と、水や米粒といった身近なものの磁気浮上ムービーを組み合わせたビデオを作製し、30Tハイブリッドマグネットの模型と一緒に展示を行いました(右下写真)。ビデオでは反磁性体が強磁場中でどのように振る舞い、浮き上がるかがわかりやすく解説されています。

科学は人間の知的好奇心によつてこれまで発展してきました。これらの企画によつて、子供達だけでなく大人達の知的好奇心が少しでも刺激されればと思います。



KINKEN INFORMATION 金研インフォメーション

金研インフォメーション

第75回

金研夏期講習会報告

我妻和明

本年度夏期講習会を7月27日・28日に、7件の講義、29日に5班に分かれた実習という内容で開催しました。受講者は47名で、その内訳は学外企業などから34名、学内から13名でした。受講者には最終日に受講証を授与しました。

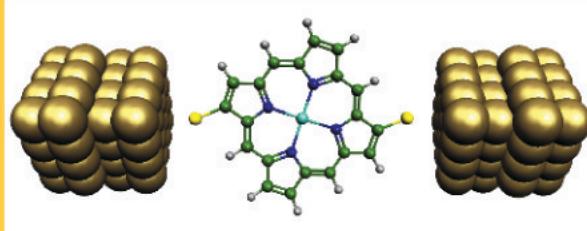
講習内容に関しては概ね好評でしたが、特に実習の拡充については参加者の希望が多く、来季以降の講習会の内容に反映させるべき課題となりました。さらに、企業参加者の本所講習会への関心は当初の予想を超えるものがあり、今後、講習会日程などに関する広報のやり方や受講者の募集方法を検討して、本所の社会貢献を担う事業としてさらに発展させたいものです。

電子デバイス中の素子のサイズがnmオーダーにまで微細化されると、従来のトップダウン型の手法では物理的、設備的な問題から限界が来ると考えられています。将来のデバイス技術の一つとして有機分子を用いた分子デバイスの可能性が議論されています。

私たちの研究室では、図のような金属ポルフィリンを金電極にはさんだ系での電気伝導特性を第一原理計算とグリーン関数法を用いて算定しています。

電子の導電性算定はナノサイエンスだけでなく、生化学の分野においても重要な課題です。

本研究によりポルフィリン分子に内包された金属原子の軌道の影響による分子の導電性の変化が予測されました。(水関博志)



計算に用いられた系。左右両側が金電極、中央が金属ポルフィリン。

編・集・後・記

仙台市内でも、虫の音がよく聴こえる時節となりました。さて、本誌の記事にもありますように、7月16日(土)～10月16日(日)の期間、仙台市科学館におきまして「世界物理年2005」展が開催されました。これは仙台市科学館からの依頼による展示で、淡路先生を中心とする強磁場超伝導材料研究センターの皆様には大変お世話になりました。この場を借りましてあらためてお礼申し上げます。いつも言えることですが、一般公開は研究所教職員の皆様のご理解

とご協力に支えられているということです。これらを抜きにして、一般公開の開催は考えられません。来年には、隔年開催の「片平まつり・きんけん一般公開2006」が予定されております。前回の反省から、少し早めに具体的な取り組みを始めようと考えております。広報班も一層努力して参りますので、今後ともよろしくお願いいたします。

(広報班 石本賢一)



東北大学金属材料研究所

発行日：2005 vol.48 平成17年10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>