

Kinken

IMR NEWS

2007 AUTUMN
vol. 54



CONTENTS 目次

- トップメッセージ／中嶋一雄
- 研究最前線／磁性の本質は交換相互作用ではなく、
原子核-電子相互作用
- 研究室紹介／古原研究室／後藤研究室
- 金研物語／中国との学术交流2 金属学日中交流連絡会議
- 南極だより／昭和基地は外国？
- RESEARCH INDEX／鉄プラチナ薄膜の室温垂直磁化
- 金研ニュース／金研一般公開報告
- 金研INFORMATION／第77回金研夏期講習会報告



所長 中嶋 一雄

研究所の研究テーマ

金属材料研究所は、“金属をはじめ、半導体、セラミックス、化合物、有機材料、複合材料などの広範な物質・材料に関する基礎と応用の両面の研究により、真に社会に役立つ新たな材料を創出することによって、文明の発展と人類の幸福に貢献する”といった理念を有した、材料科学の学理の探求とその応用研究を目指す全国共同利用研究所であります。このため、研究者コミュニティをリードする中核的研究拠点(COE)として、本所で生まれ、将来大きく実を結ぶ、革新的で独創的な研究を活発に行い、真に社会に役立つ材料科学の研究成果を発信し続けていく必要があります。

春の金属材料研究所講演会の挨拶でも申しましたが、21世紀は、地球環境の破壊が進み、エネルギー・資源の枯渇が心配されるなど多くの課題を抱えており、エネルギー問題の解決や、枯渇する資源の再利用は、21世紀の人類・社会の発展・継続に貢献できる、材料科学の重要な研究分野になってくると考えます。さらに、情報化社会が高度に発達したため、科学技術の発展が世の中に決定的な変革をもたらす時代となってきました。つまり、本所で行っている研究の成果が、大きく世の中の変革に影響を及ぼす可能性が高くなり、その機会が増してきています。

本所では、基礎研究と応用研究の両面から総合的に材料開発を行った手法が、優れた研究成果を出す原動力になりました。本所の重要な特徴として、基幹材料や基礎材料の研究を行い、材料科学の研究所としての存在意義を示している研究群と、先進的・革新的研究を行い、国際社会や学会に広くアピールし、国際的な高い評価を得ている研究群といった、2つの研究群があることにあります。この2つの研究群を保持することを基本とし、10年後～20年後の社会を見据えて研究を行うことにより、研究所の取るべき方向が次第に明確に見えてくると考えています。研究所の研究は、あくまでも研究者個人の着想、知恵、創造によっていることが基本であると考えており、この基本を守ることにより、予想もしなかった優れた研究成果が出てくることを各研究所構成員に期待し、その可能性に全体として賭け、そのための研究環境を整備した組織が研究所であると考えます。そのため、企業の研究所のように明確な方向性を指定せず、緩やかに方向性を示す方策を取りたいと思います。あくまでも研究テーマを決める主体は個々の研究部門にあり、上記のような地球規模の社会環境や将来ビジョンを意識して研究を進めることにより、理念に掲げた“真に社会に役立つ新たな材料を創出することによって、文明の発展と人類の幸福に貢献する”を実現できる研究所になっていくと考えます。

一方、科学技術・学術審議会学術分科会研究環境基盤部会の学術研究組織の整備等に関する考え方の中で、

- ・大学の研究組織の設置や改廃は、各大学の主体性の判断で実施するのが原則、
- ・学術研究推進の観点から戦略的に研究を進めるために必要とされる拠点組織等については、研究者コミュニティの意向を踏まえ、国の学術政策として、整備を推進する必要がある、

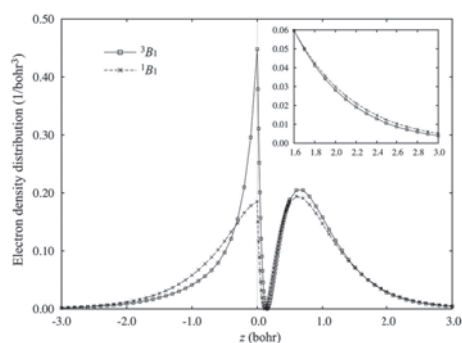
と纏めています。この国の学術政策として推進すべき研究組織として、

- ・大学の枠を越えた共同利用・共同研究の拠点となる組織、
- ・学際的・学融合的分野や新領域の研究の拠点となる組織、
- ・国内で他に当該分野の研究を行う所がなく唯一の拠点となる組織、

が条件であるとされています。

本所は、このような環境を踏まえて発展するため、本所の明確な存在意義を示せる特徴ある価値の高い研究成果を常に発信する、といった基本を守する必要があります。優れた研究成果の国際的なアピール、研究成果の社会還元による明確な貢献、オンリーワンの資源の保持、高い競争的資金量の獲得・維持、財政面での黒字経営を行って体力をつけ、研究所が持つミッションを確実に果たす必要があると思います。

皆様の一層のご協力をお願い申し上げます。



メチレン分子CH₂の基底状態³B₁と励起状態¹B₁の波動関数の比較。スピン分極した³B₁状態は炭素の原子核位置(z=0.0)に向かってより収縮していることに注目されたい。

磁性の本質は 交換相互作用ではなく、 原子核-電子相互作用

計算材料科学研究部門 川添 良幸

古来、三体問題を代表とする多体問題は難しいことで知られています。身近な例を挙げれば、月は実は地球の衛星と言うよりは一緒に太陽の周りを回っている惑星なのですが、地球中心に「考える」と衛星の様に見えます。「考え」ても問題は解決しません！太陽、地球、月の間の重力を計算すると、2番目に強いのは太陽と月で、地球と月の間の重力はその約半分です。つまり、太陽と月の間の重力を摂動として扱って(月を衛星として)はいけないのです。

20世紀初頭、物質の性質が量子力学によって評価される電子状態によって決まることが分かりました。量子力学の「電子は皆同じ粒子であり、交換しても位相以外は変わらない」という事実が皆が驚いてしまい、磁性の説明は電子の交換相互作用によるハイゼンベルグ模型でなされて来ましたが、実は、鉄原子1個の状態を精密に解こうとするだけでも、26個の電子と原子核からなる27体問題を扱わなければならない、これまでは初歩的な変分計算によるざるを得ませんでした。最近ではスーパーコンピュータを駆使して格段と精巧な変分計算の実行が可能となりました。その結果、原子核と電子の間のクーロン引力相互作用が主役となって基底状態のフント則が成り立っていることが分かりました。これは、1929年のスレーターの摂動論的考えが根本的に間違っていることを示しています。さらに、固体の磁性の本質も見えるようになって来ましたが、磁性の根源は、原子核の作る正のクーロン静電場中にある多数の電子が「スピン状態をそろえることによって、より原子核に近寄れる状態を実現する」ことで系のエネルギーを稼いだ結果であって、電子間のクーロン相互作用とパウリ原理の組み合わせのみで説明出来る問題ではなかったのです。

クーロン量子多体系に対する数値計算の品質保証はどうやって行うのでしょうか？量子力学とクーロン相互作用の組み合わせの直接的結果であるビリアル定理を満たすことは理論計算の必要条件です。定理によれば物質の定常状態では、 $2T+V=0$ となります。つまり $E=T+V=-T=V/2$ なのです(原子核に電子が近寄ることでVを下げ、その半分だけTが上がる)。相関は小さいのですが、多体問題では重要な働きをしますので、それを如何に精密に計算するかが十分条件に近づく方策です。我々は、これらの枠組みを確立し、物質設計を実現するための道筋を明らかにしつつあります。我々の分子のフント則の解釈についてのごく最近の論文は、著名外国誌のレフェリーから「It sets the standard for future work on the interpretation of Hund's rule for molecular systems.」とお褒めの言葉をいただいております。図はスピンを揃えて電子が原子核により近づくことによって系が安定化していることを示しています。

研究室紹介

鉄は金の王なる哉

鉄鋼材料は、年間国内生産量が約 1.1 億トンを超え（金属総生産量の約 95%以上）、自動車、機械、電気機器等の日本の輸出産業を支える掛け替えのない素材です。その材料としての歴史は数千年の長きにわたるにも関わらず、物質としての性質も不明な点が多く、構造として機能材料として未だ計り知れない多くの可能性を秘めています。現在、鉄鋼材料においては、建築物の超々高層化や、自動車の省エネ、二酸化炭素の排出削減に不可欠な軽量化や衝突安全性設計等の面で更なる高強度・高延靱性化が求められています。この資源枯渇、低環境負荷がキーワードとなる困難な状況下で、更なる特性の向上の達成や新合金開発を行うために、今までにない精緻かつ新しい視点での材料研究が何よりも必要とされています。

金属材料はほとんどの場合多結晶体ですが、その性質は熱処理プロセスの中で起こる相変態・析出・再結晶現象によって形成される微細組織（結晶相の種類・サイズ・形態・分布等）により大きく変化するため、微細組織の制御法の確立が重要です。高純度金属材料学研究部門では、本多光太郎先生の時代から研究を続けられてきた鉄鋼材料の科学をさらに極めるべく、鉄鋼材料およびチタン合金の組織と特性の制御に関する基礎・応用研究を行っています。

1 結晶界面制御による結晶粒微細化

金属材料は一般に強度（例えば塑性変形に対する降伏応力）が上昇すると靱性（破壊に対する強度）が低下します。このトレードオフに如何に打ち勝つかが鉄鋼材料研究におけるあくなき使命です。近年の国家プロジェクトにおいて追求された加工熱処理による構造用材料の結晶粒微細化は強度-靱性のバランスを向上するための最も有効な手段です。

我々は、結晶界面（粒界や異相界面）を制御する新しい観点から相変態・再結晶を用いた結晶粒微細化の指導原理を構築するべく基礎的研究を行っています。

2 元素戦略を考えた鉄鋼・チタンの材料開発

我々の社会は、将来資源・元素危機に直面することが必然視されています。従って今後の材料研究・開発では、省資源、低環境負荷、希少元素代替は最重要課題です。結晶粒微細化の追求は、プロセス面からユピタキス元素のみを使った単純組成鋼の高機能化を目指す研究です。

我々は、新たな資源としてのガス元素に注目し、その有効利用による鉄鋼やチタン合金のさらなる高機能化および新材料開発の研究を行っています。

高純度金属材料学研究部門

古原 忠

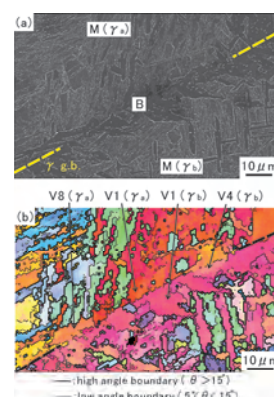


図1: 高強度鋼のベイナイト組織の局所方位解析。

母相粒界は相変態での最も優先的な核生成場所ですが、結晶方位を強く制限し粗大結晶粒組織を生む場合があります。我々は電子線を用いた局所方位解析と試料のセクションを組み合わせた組織の三次元解析を行い、粒界起点の相変態の微細化原理を説明しています。

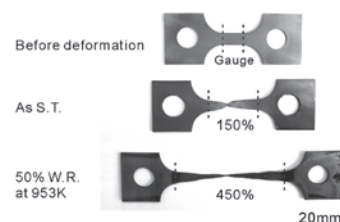


図2: 航空機用チタン合金 (Ti-10V-2Fe-3Al) の二相域温間変形処理による超塑性特性の改善。

温間変形中に起こる動的連続再結晶現象を利用して、熱処理で生成した二相組織中の低エネルギー界面を、界面領域の変形が容易な高エネルギー界面に変化させることで、3倍もの超塑性変形の改善を達成しています。

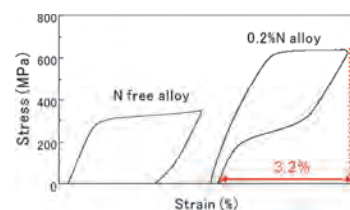


図3: 微量窒素添加による実用β型チタン合金 (Ti-10V-2Fe-3Al) での超弾性発現。

本来チタン合金では延性・靱性を阻害するため利用されなかったガス元素(窒素)を積極的に添加することで、超弾性という新機能を発現させ、3%を超える回復歪みを達成しています。

■ 古原研究室URL <http://www.st-mat.imr.tohoku.ac.jp/>

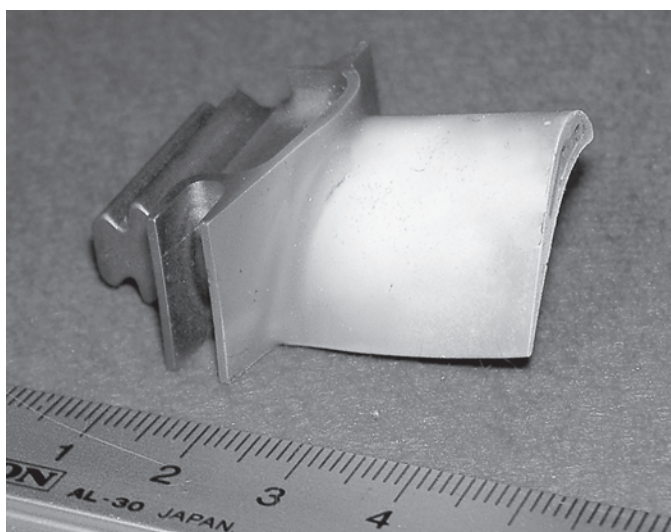
レーザーCVDによる 熱遮蔽コーティング

複合機能材料学研究部門
後藤 孝

航空機のエンジンや発電機の高スタービンの動作温度は、エネルギーの高効率利用や高出力を目指して年々上昇し、最近では1500℃以上に達していますが、タービンプレードの基材となる金属材料の耐熱温度は1000℃程度であることから、基材表面の温度が上昇しないよう遮熱性が高く、基材との密着性に優れた熱遮蔽コーティング(TBC)を形成することが必要です。TBC用の材料として、熱伝導度が小さく耐熱衝撃抵抗に優れ、熱膨張係数が比較的金属基材に近いイットリア部分安定化ジルコニア(YSZ)が広く用いられてきました。これまで種々のプロセスを用いてYSZコーティングの組織制御による高性能TBCの開発が試みられてきましたが、本研究室では、プラズマ溶射、電子ビーム物理蒸着(EBPVD)などの実用プロセスに代わる新しいコーティングプロセスとして、レーザーCVDを提案しています。

CVDは、成膜反応が基材表面で原子・分子レベルの化学反応・結晶成長によって起こるため、段差被覆性や密着性に優れたコーティングが可能です。しかし、CVDの成膜速度は通常数 $\mu\text{m}/\text{h}$ 以下で、膜厚も10~20 μm 以下がほとんどでした。CVDのTBCへの適用のためには高速成膜が不可欠です。プラズマCVDなどによる高速成膜も試みられていますが、タービンプレードなどの大型複雑形状の基材に均一にコーティングするのは大変困難です。

レーザーの材料プロセスへの応用が70年代以降、レーザー溶接、レーザーアブレーション、レーザーアニーリング、レーザーCVDなど広範に研究され、特に、レーザーCVDは光CVDの一種として、半導体デバイスの製造プロセスとして多くの研究が行われてきました。しかし、これまで、レーザーCVDをTBCなどの大面積の厚膜コーティングに適用した例はありません。図に本研究室でレーザーCVDによりYSZコーティングしたタービンプレードの外観を示します。複雑な形状の基材の全面にはほぼ均一に300 μm の厚みのYSZがコーティングされている様子がわかります。CVD原料を変化させることにより、 TiO_2 、 Y_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2 など種々の酸化物厚膜を高速で合成することができます。特に、今年度から経産省による元素戦略「希少金属代替材料開発プロジェクト」が開始しますが、本研究室では、W代替超硬工具用の表面コーティングとして、レーザーCVDによるコランダム型 Al_2O_3 の低温高速成膜の研究テーマで参画することになりました。他の材料でも幾つかの企業と共同でこのレーザーCVDの実用化のための研究を行っております。



レーザーCVDによりYSZコーティングした
ガスタービンプレード

■後藤研究室URL <http://www.goto.imr.tohoku.ac.jp/index.html>

金研物語

先達との
出逢い

きんけんものがたり

中国との学术交流 2 金属学日中交流連絡会議

京都大学名誉教授 (1964-85 金研に勤務)
小岩 昌宏

1972年9月29日、日本の田中角栄首相、大平正芳外相、および中国の周恩来総理・姫鵬飛外相らの間において、日中共同声明が署名され、日中の国交が回復された。この時期以後、学术交流が次第に盛んになっていった。しかし、国交回復以前においても、それぞれの学問分野で門戸を開こうとする努力がなされた。金属学の分野では金研の研究者が中心となって表記の会議を結成し、訪中代表団を送るなどの活動が行われた。手元にこの「会議」の会報があるので、それを眺めながら足跡を辿ってみよう。

1964年8月に開催された北京科学シンポジウムに参加した下平教授(写真1金研)、渡辺浩教授(金研)は仙台地区の金属研究者の要望をもとに中国側関係者と接触し、日中学術交流のきっかけを探った。その結果、北京鋼鉄学院副校長 張文奇、東北大金研 広根徳太郎 をそれぞれの窓口として金属学分野での交流を促進することが合意された。この年の秋には中国から科学院金属研究所 韓耀文 教授、北京鋼鉄学院 李振南 教授が金研を訪問され、日本金属学会と中国金属学会の間で学会誌の定期的交換が実現した。

以上の背景をもとに、北大、東北大、東大、明大、京大、名大、阪大、広大、九大、理研などからの56人を発起人として、金属学日中交流連絡会議が結成され、1966年4月、第1回総会が東京で開かれた。その際、会長

には広根徳太郎教授(金研所長)が推薦され、下平三郎教授(写真1)が事務局長となった。また、B5版8頁の「会報」No.1(写真2)がこの年の5月に発行され、会長挨拶、発足までの経過報告、会則案、中国科学院金属研究所の紹介、などが掲載されている。

この会議の事業の一つとして企画された訪中代表団は1967年7月に実現した。一行は20日間にわたって、広州、北京、瀋陽、撫順、上海などを訪れ、2つの大学、1研究所、6工業施設などで8回の学術講演、施設見学などを行った。団員は以下の6名である。

足立彰(団長。阪大工)、川野豊(秘書長。京大工)、辛島誠一(東北大工)、丸山益輝(広大工)、山路賢吉(日立電線)、安達健五(名大工)。

ところで、中国では1965年11月10日、姚文元が上海の新聞「文匯報」に「新編歴史劇『海瑞罷官』を評す」を発表し、毛沢東から批判された彭徳懷を暗に弁護した戯曲『海瑞罷官』を批判したことをきっかけに、いわゆるプロレタリア文化大革命が始まり、1966年8月以降中国共産党中央は麻痺し、陳伯達・江青らの文化革命小組がそれに代わった。代表団の訪中は文革が激化するさなかに行われたのである。その後、訪日代表団の招聘、第2次代表団の派遣が企画されたが、中国側の体制が整わないために



写真1: 下平三郎名誉教授
(事務局長を務めた)

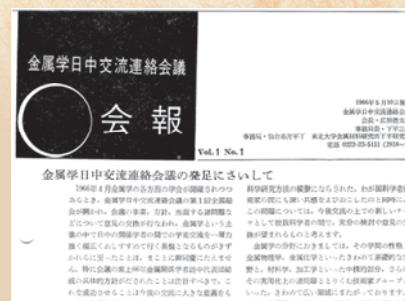


写真2: 金属学日中交流連絡会議の会報 No.1
(1966年5月発行)

しばらく静観することになった。会報の最終号は、1969年10月発行のNo.11である。筆者はこの会議の事務局の一人として活動を支えたが、1969年9月から2年間、海外出張し、この間にこの会議は休業状態のまま自然消滅した。1972年の国交回復後、さらには1977年の文革終結宣言以降、両国政府間の合意に基づく交流が進む中でこのような有志による活動は不必要になった。しかし、会議に参加していた人々がその後中国との学术交流において積極的な役割を果たしたことは、この活動の大きな遺産であるといえよう。

この会議の活動に際しては、長崎誠三氏(写真3: アグネ技術センター、金研OB、故人)が終始支援を惜しまれなかったこと、事務局活動には橋本功二、中道琢郎氏をはじめとする金研の教官・院生が協力したことを記しておきたい。



写真3: 長崎誠三氏
(元金研助教。アグネ技術センター社長。
金属学日中交流推進の陰の功労者)



南極だより

No. 3

3

昭和基地は外国?

テクニカルセンター 若生 公郎

本所技術職員の若生公郎氏は、第48次南極地域越冬隊の一員として極地観測業務に参加されています。今回は、外国らしからぬ外国：南極大陸について語られます。(広報担当)

越冬生活も極夜を過ぎ、折り返し点にきました。日本の季節とは反対に冬本番を迎え厳しさが加速しています。ここ昭和基地でも、7月23、24日に参議院選挙の期日前南極投票がFaxで行われました。南極から第1号投票で国政へ参加出来、生涯の思い出になりました。

この様に外国：南極大陸に住んでいるのですが、昭和基地での生活は住民、ことば、文化(正月、お花見会、ひな祭りなど季節行事)にいたる全てが日本流です。日本から14,000kmも離れた異国の地とは感じられません。基地上陸に際しても入国審査は無く、南極大陸での観測行動のために、各隊員が日本の環境大臣よりすでに許可をいただいています。

基地での生活全般は、国内と変わらぬ日本人35人の共同体です。インターネットで毎日、日本の地元の新聞が読めて情報が入ってきます。「どこか外国へ行ってみたいね」と発する隊員も現れるほど、ここには外国の匂いがありません。現在、南極大陸の領土権主張は凍結されています。凍結以前は大陸に複雑な主張ラインが引かれていました。南米の某国が国策により既成事実を残すため南極生まれの「南極ベイビー」がいるらしいと聞きます。なんとも不思議な大陸です。

観測行動以外に、自然科学や環境問題に関心を持ってもらう目的から、全国の小中高等学校を対象にテレビ会議システムを利用した南極教室が行われています。子供達はリアルタイムで南極の映像を見て驚嘆し、質問やクイズを通じて南極の自然について興味を示します。子供達の中から南極大陸の研究や観測を引き継いでくれる後継者が出ることを期待します。

さて、このように日本国内での生活とあまり変わらない基地ですが、ごみに関しては、各国が共通の認識の下、貴重な南極の自然を守るため、生活ごみや排水処理は厳しく管理されています。排出される生活ごみは細かに分別され、基地内処分可能物と、国内への持ち帰り物とに選別されます。もちろん野外観測パーティーのトイレ、ごみに至るまで基地へ持ち帰り処分されます。今後も南極大陸を人類共有の財産として残す努力が続いて行きます。



写真1:参議院選挙はFax投票



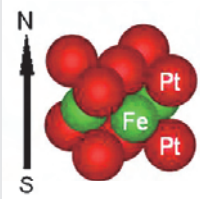
写真2:氷河によって運ばれてきた岩石: moraine (とつぎ岬にて)

■テクニカルセンター(トピックス)URL <http://www.tech-div.imr.tohoku.ac.jp/topics.html>

鉄プラチナ薄膜の室温垂直磁化

磁石が薄膜になると、多くの場合磁化は膜面内を向きます。言い換えると、磁極(N極、S極)は薄膜の表面には現れません。しかし、材料を選び、さまざまな工夫を施すことによって、磁化が膜面に対して垂直を向いた、すなわち磁極が表面に並んだ、いわゆる垂直磁化膜を作製することができます。垂直磁化膜は、磁気記録をはじめさまざまな用途で重要です。鉄(Fe)とプラチナ(Pt)は1対1の組成比で、図に示したような規則的な原子の配列構造を形成します。すなわち、Fe原子とPt原子が1層ずつ交互に積み重なった構造となります。このとき、原子が積み重なった方向に磁化が生じ、磁化は容易に方向を変えることができません。したがっ

て、Fe原子とPt原子が1層ずつ交互に積み重なった薄膜を作れば、良好な垂直磁化膜になります。FePt垂直磁化膜は、実用的な観点から、現在大きな注目を集めています。しかし、一般に薄膜は薄ければ薄いほど磁化が弱くなり、室温では磁化が生じなくなってしまいます。最近私たちのグループは、大阪大学の研究者と共同で、Fe原子とPt原子の6層の積み重ね(つまりFe-Pt-Fe-Pt-Fe-Pt)で、室温垂直磁化が得られることを突き止めました。(高梨弘毅)



KINKEN NEWS

金研一般公開報告

金研一般公開実行委員 小山佳一

平成19年7月28日(土)、29日(日)の両日、金研一般公開「きんけん・たんけん・大発見! キッズラボ」を開催し、過去最高の2256人の来場者を迎えました。各室には金研での最先端研究をベースとしながらも、小学生のお子さんに楽しんでもらえるイベントや工夫をこらした展示をしていただきました。今回の展示件数は本多光太郎展を含め30件になりました。超伝導ジェットコースターや人力発電と太陽電池、燃料電池車の試乗、薄膜作成などの体験型展示はとても好評でした。一方で本多光太郎展やセンター、実験室の公開も印象に残ったとの感想をいただいております。また、29日



にはサイエンストークとして、金研川崎教授とTBC斎藤気象予報士にご講演もいただき、こちらも大盛況でした。

このように、今回の一般公開が事故もなく好評のうちに閉幕できましたことは、ご参加いただいた金研職員、学生、関係者の皆様のご協力のおかげに他なりません。心よりお礼申し上げます。

KINKEN INFORMATION

「第77回金研夏期講習会報告」

高梨弘毅・三谷誠司

今年で77回という長い歴史と伝統を誇る金研夏期講習会が、7月25日から27日まで開催されました。例年どおり、2日間にわたる講義と1日の実習という構成で行われました。講義は、中嶋、牧野、高梨、折茂、後藤、新家、川添(敬称略、プログラム順)の7人の

講師によるもので、実習は4テーマのうちから受講者が1つ選択しました。参加者数は21名(うち民間9名)とけっして多いとは言えませんが、参加者の意欲は高く、講義の後に多くの質問がありました。また、アンケートにおいても、「仕事の参考やヒントになった」、「有意義だった」、「興味深かった」という回答が多く、満足度の高いものであることがわかります。「実習を2日間にしたい」、「もっと基礎的な講義も含めて欲しい」という内容のさらなる充実を求める声もあり、本講習会の有用性をあらためて認識しました。ただし、参加者が少ないことに関しては、仙台という場所の不便性や開催時期など、いくつかの問題点が考えられ、今後検討していく必要があります。最後に、ご協力くださった関係の方々にこの場を借りて深く感謝いたします。

編集後記

今年の夏は、金研一般公開や100周年記念まつりなど、多くの行事が催され、そのお手伝いをさせていただく中で、金研での最先端の材料科学研究をベースとした体験に、純粋な驚きを示す子供たちや、市民の方の多くの笑顔に触れることができました。

さて、本誌のトップメッセージにおいて、エネルギー問題の解決や、枯渇する資源の再利用が、重要な材料科学の研究分野となると、中嶋所長は述べられています。その「エネルギー・環境材料」が、毎年恒例となったIFCAM若手学校のテーマとなり、淡路先生、折茂先生と一

緒にお世話させていただくことになりました。グローバルCOEプログラム「材料インテグレーション国際教育研究拠点」の支援もいただき、12月12-14日の日程で秋保温泉にて開催いたします(詳細は、本所のホームページを参照ください)。参加された若手研究者に、この夏の子供たちと同じような笑顔を与えられるような、実りある会になるよう努めてまいります。次号で、その様子もご報告したいと思います。今後も、広報へのご意見、ご支援などよろしくお願い申し上げます。

(宇佐美徳隆)



東北大学金属材料研究所

発行日: 2007 vol.54 平成19年10月発行

編集: 東北大学金属材料研究所 情報企画室広報担当

〒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/>

