

KINKEN

IMR NEWS

2015 SUMMER VOL. **77**

CONTENTS

■トップメッセージ

「附置研究所のあり方」
所長 高梨 弘毅

■研究室紹介

- ランダム構造物質学研究部門
- 計算材料学研究部門

■センター紹介

先端エネルギー材料理工共創研究センター

■研究最前線

- 可視光からスピン流や電流を作り出す
新たな手法を発見
- 超強磁場・軟X線磁気円二色性測定により
LuFe₂O₄の価数選択磁化を観測

■金研物語

金研が創立75周年を迎えたころ
庄野 安彦

■お悔やみ

- 平林 眞 先生

■金研ニュース

- 第129回 金属材料研究所講演会
- 平成26年度 金属材料研究所最終講義
- 平成26年度 男女共同参画セミナー
- 金研共融会お花見会

■百周年事務局便り

■Research Index

■表紙について

■編集後記



附置研究所のあり方

来年度の国立大学第3期中期目標中期計画期間の開始に向けて、附置研究所のあり方も問い直されています。去る5月21日～22日に開催された国立大学附置研究所・センター長会議でもそのことが議論的でした。国立大学附置研究所・センター長会議は、全国の99の附置研究所・センター(5月21日新規加入分を含む)から構成されています。99もあれば、それぞれに置かれている立場や状況も違いますが、今共通して問題視されていることは、附置研究所・センターのビジビリティが低いということです。全国に100近い国立大学があることは多くの方々をご存じだと思いますが、100近い附置研究所・センターがあることは、あまり知られていないでしょう。同時に、附置研究所・センターが大学の研究活動において重要な役割を果たしていることもあまり知られていません。我々は附置研究所・センターの活動や貢献を世の中にもっともっと宣伝(「見える化」)していくべきであるということが当会議の共通認識です。

大学は人材育成の場であり、その意味で教育は大学の最も重要な活動の1つです。しかし、大学は単に既知の知識や技術を習得させるところではなく、最先端の研究を行い、それを伝える場でもあります。それが高等学校や専門学校とは明確に異なるところです。言うまでもありませんが、研究と学習とは全く違います。研究とは、まだ世界中の誰も知らないことを初めて明らかにし、誰も作っていないものを新しく作ることです。知の開拓であり、知の創造です。大学における教育とは、その現場に学生を立たせることによって、人間としての成長を促すことだと考えます。

附置研究所のミッションは、一言で言えば、当該分野(本所では材料科学)で世界最高水準の研究成果を生み出し、それを大学の教育に還元していくこと、そして我が国における当該分野のコミュニティー(アカデミア)を先導し支えていくことだと思います。もちろ

ん、研究科でも世界最高水準の研究成果が出されていますし、研究所でも学部教育までコミットしている場合が多く、両者の関係は現在ボーダーレスになっていますが、基本的には教育中心の研究科と研究センターの研究科が適切な役割分担と連携を行うことが、大学の効率的運営にも繋がるでしょう。研究科と研究所は、大学にとって言えば車の両輪のようなものです。

本所を含め多くの附置研究所は、共同利用・共同研究拠点として、全国の研究者に設備・施設を提供し、ハード・ソフト両面から我が国の研究を支えています。しかし、現在の運営費交付金の削減は深刻な問題で、特に最近では電気代の高騰などにより、共同利用・共同研究に提供している大型設備の稼働にも支障をきたしています。各研究者が競争的資金の獲得に努力し、間接経費の確保が重要であることは当然ですが、全国の研究者の共同利用・共同研究に提供している設備が、競争的資金に頼らなければ運営できないという状況は、我が国の学術研究にとって好ましいことではありません。共同利用・共同研究を担っている研究所の基盤経費削減は、我が国全体の学術研究の衰退につながりかねないことを、関係各位そして何よりもステークホルダーである国民の皆様方に理解していただけるよう、努力していきたいと思っております。

今後とも皆様方のご協力と、ご指導ご鞭撻をお願い申し上げます。

所長

高梨 弘毅



研究室紹介

Division introduction

ランダム構造物質学研究部門

杉山 和正

<http://www.xraylab.imr.tohoku.ac.jp/>

複雑な無機化合物の原子配列を決定する

金属物性学の初歩では、体心立方構造や面心立方構造などすべての金属材料の基本となる原子配列を学びます。半導体のシリコンはダイヤモンド構造、炭素鋼は高温ではオーステナイト(面心立方構造)が常温ではフェライト相(体心立方構造)が安定であるなど、これらの基本構造のことを学習すればほぼ十分であると考えます。しかし研究対象となる材料が酸化物や窒化物となると若干複雑構造を示すようになり、原子の配列を決定することが一つの研究分野を形成します。ランダム構造物質科学研究部門は、結晶・非晶質を問わず、材料素材の原子配列とその特殊構造がもたらす新規な物理化学的特性に興味を持っています。本稿では、本グループの最近の研究成果のいくつかを紹介したいと考えます。

原子配列に、局所的な5回対称を持つ合金結晶群に興味を持っています(図1)。 χ -AlPdRe合金では、Pdの20面体やAlの20-12面体配列を基本とする擬マッカイクラスタが存在します。 χ -相の擬マッカイクラスタの中心には、原子半径の小さなReが存在し、その周囲には約7個のAl原子がランダム配列をしていると考えられています。我々の研究グループの系統的な研究成果によって、中心部の化学組成や原子配列に自由度が高い擬マッカイクラスタは、最外殻の原子配列を大きく変化させることなく様々な化学組成に変化できる柔軟な構造ユニットとして、Al基準結晶や関連する近似結晶の化学組成の多様性や原子配列の特徴を担っていることが少しずつわかってきました。未解明の結晶構造をひとつひとつ着実に解明することは、我々の最も得意とする研究領域です。

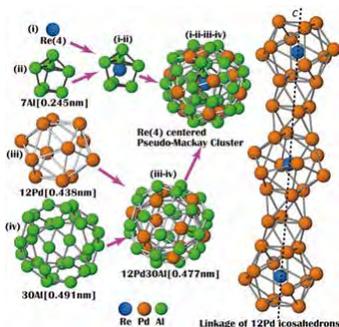


図1: χ -AlPdReに存在する擬マッカイクラスタ

バルク金属ガラスにみられる優れたガラス形成能は化学的秩序構造と密接に関わっていると考えられています。我々の研究室ではX線異常散乱(AXS)法とReverse Monte Carlo (RMC)法により非晶質金属の三次元構造モデルを構築し、幾何学的な解析による局所構造単位の評価を行っています。一例として、 $Zr_{45}Cu_{45}Ag_{10}$ 非晶質金属におけるAXS-RMC解析結果

を示します(図2)。得られた三次元構造モデルは実験結果である4種類の干渉関数をよく再現していることがわかります。Zr-Cu系へのAg添加の影響を調べた一連の解析から、Zr-Ag-Cu系合金の優れたガラス形成能は、Cu周囲の正二十面体局所構造と密接な関係にあることがわかりました。非晶質合金にみられる優れた巨視的な材料特性を化学的および幾何学的規則性の観点から解明していくことで非晶質材料の開発に貢献することを目指しています。

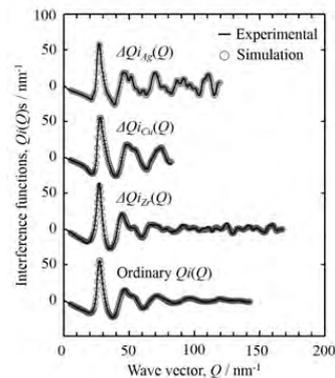


図2: X線異常散乱法を用いて得られZr₄₅Cu₄₅Ag₁₀金属ガラスの干渉関数の実験値と、RMC解析によって得られた構造モデルから計算した干渉関数。

材料科学の急速な進歩に伴い、特性向上のために要求される材料構造制御技術はますます高度化してきております。特性向上を実現するためには、最適な材料の選択をすると共に、それをサポートする解析技術の発展も不可欠です。図3は、GaNのc面エピタキシャル成長用基板として期待されるScAlMgO₄結晶の高温における構造変化です。半導体結晶が成長する高温域での単結晶X線構造解析を通じて、基板材料として適切であるかどうかを判断することができます。機能材料の開発過程において、目的とする機能特性を発現する「宝石」を発見し実用化するためには、材料構造制御技術の複雑化・高度化に対応した新しい解析手段の開発がキーポイントであると我々の研究グループでは考えています。最先端のX線技術を駆使した原子イメージング法および環境構造解析法の開発など、これまでの限界を超える新しい構造解析技術の研究開発も、我々の研究グループの大きな目標です。

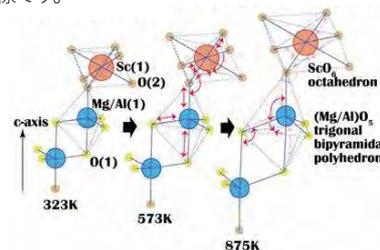


図3: ScAlMgO₄結晶構造の温度応答

研究室紹介

Division introduction

計算材料学研究部門

久保 百司

<http://www.simulation.imr.tohoku.ac.jp/>

「化学反応」と「摩擦、衝撃、応力、流体、光、電子、熱、電場」 などが複雑に絡み合ったマルチフィジックス現象の計算科学

世界的に早急な対応が求められているエネルギー・環境問題の解決、安全・安心社会の実現のためには、トライボロジー、航空・宇宙機器、電気自動車、燃料電池、太陽電池、二次電池、マイクロマシン、エレクトロニクスなどの多様な研究分野において、革新的な超精密・超小型化システムの開発が強く求められています。特に、近年のシステム・材料開発は、「化学反応」と「摩擦、衝撃、応力、流体、光、電子、熱、電場」などが複雑に絡みあったマルチフィジックス現象であるため、従来のシステム開発に用いられてきた連続体力学や材料開発に用いられてきた第一原理計算では全く対応できません。そこで本研究部門では、第一原理分子動力学法などの化学反応ダイナミクスを扱える計算科学手法に基づき、「化学反応」と「摩擦、衝撃、応力、流体、光、電子、熱、電場」などが複雑に絡みあったマルチフィジックス現象を解明可能なシミュレータを独自に開発することで、理論に基づく次世代のシステム設計・材料設計を推進しています(図1)。

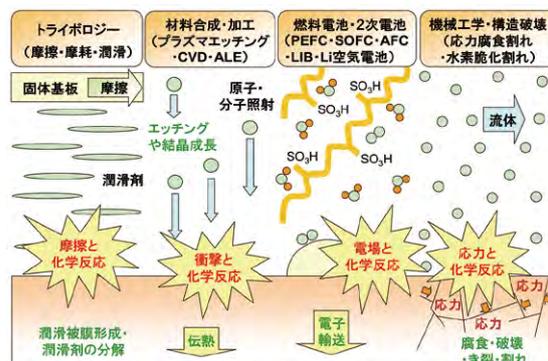


図1: マルチフィジックス計算科学のコンセプト図

1 「トライボロジー分野」におけるマルチフィジックス計算科学手法の開発

近年、低炭素社会の実現に対する強い要請から、摩擦、摩耗、潤滑などのトライボロジーに対する社会的期待が高まっています。具体的に自動車業界では、エンジン出力エネルギーの約30%が摩擦に消費されており、エンジン摺動部における低摩擦化、低摩耗化が急務の課題となっています。そこで本研究部門では、「摩擦と化学反応」が複雑に絡み合った現象を解明可能なマルチフィジックス計算科学手法を開発し、新規なトライボロジー材料、潤滑剤、添加剤の理論設計を実現しています。最近の成果としては、機械工学の教科書には、「摩擦係数は荷重に依存しない」と記述されていますが、「摩擦界面で化学反応が起こる場合には、摩擦係数は荷重に依存する」ことを理論的に示し、従来の教科書の記述を書き換える成果を得ています(図2)。

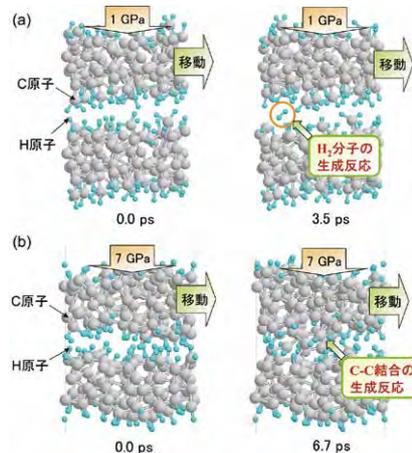


図2: ダイヤモンドライクカーボンの摩擦化学反応シミュレーション。(a) 荷重が1GPaの場合と(b) 荷重が7GPaの場合で異なる摩擦化学反応が起こる。

2 「燃料電池、太陽電池、リチウムイオン電池分野」におけるマルチフィジックス計算科学手法の開発

次世代エネルギーシステムとして期待される燃料電池、自然エネルギーを利用した太陽光発電、電気自動車に必須な大型リチウムイオン電池の開発には、材料科学、触媒化学、電気化学、機械工学、流体力学などの異分野の融合が強く求められています。そこで本研究部門では、「化学反応」と「電場、応力、流体、熱」などが複雑に絡み合った現象を解明可能なマルチフィジックス計算科学手法を開発し、新規な燃料電池、太陽電池、リチウムイオン電池の理論設計を実現しています。特に最近では、並列化による大規模計算の実現により約300万原子の分子動力学シミュレーションを可能とし、従来は不可能であった多孔度、屈曲度、粒径、組成比などの多孔質構造が、化学反応や劣化現象に与える影響を解明することに成功しています(図3)。

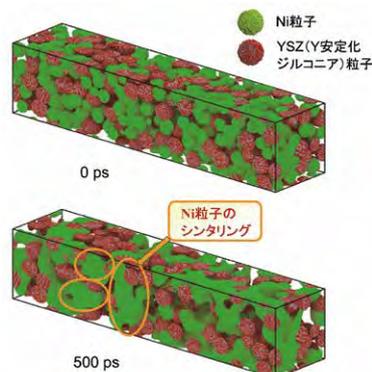


図3: 並列化による大規模計算が実現したNi/YSZ多孔質のシンタリングシミュレーション。

センター紹介

Center introduction

先端エネルギー材料 理工共創研究センター

折茂 慎一

<http://www.e-imr.imr.tohoku.ac.jp/>

原子レベルでの複合キャリア制御による 先端材料創成

クリーンで経済的な持続的社会を実現するためには、エネルギー変換や物質輸送において高い効率や性能を示す先端材料の開発が不可欠です。本センターでは、理学と工学とを融合した「理工共創」の研究を強力に推進することにより、スピン、電子、イオン、ホール、フォトン等の多様なキャリアを原子レベルで制御した先端エネルギー材料を創成します。理工共創研究のため、理学系および工学系研究者が新たな研究部門を構成していることも特徴です。このような取り組みにより、エネルギー材料分野での研究フロンティアを開拓して世界最高水準の材料研究を推進するとともに、異分野融合に関する高度な研究能力をもつ若手人材の育成にも努めます。

具体的な4つの研究部門とそれぞれの研究ターゲットは以下の通りです。

1 スピンエネルギー材料研究部

新概念の変換機能を持つエネルギー材料の実現を目指して、スピン流を介したエネルギー変換に関する学理を追求し、変換効率が高く経済性・耐久性にも優れたエネルギー材料の創成に取り組み、将来の創エネ・省エネ社会の構築に貢献します。

2 イオンエネルギー材料研究部

高性能・高機能な全固体二次電池や多機能型二次電池の実現に向けて、イオン輸送と化学エネルギー変換における学理を追求し新規な固体電解質と電極材料の開発に取り組み、新しい電池がもたらす快適な社会の構築に貢献します。

3 光エネルギー材料研究部

より多くの電気エネルギーを得ることのできる低コスト・高効率太陽電池の実現を目指して、シリコン多結晶の融液成長や薄膜成長に関する新しい学理と結晶成長技術の確立を理工共創で取り組み、太陽の光エネルギーを最大限に利用する創エネ社会の発展に貢献します。

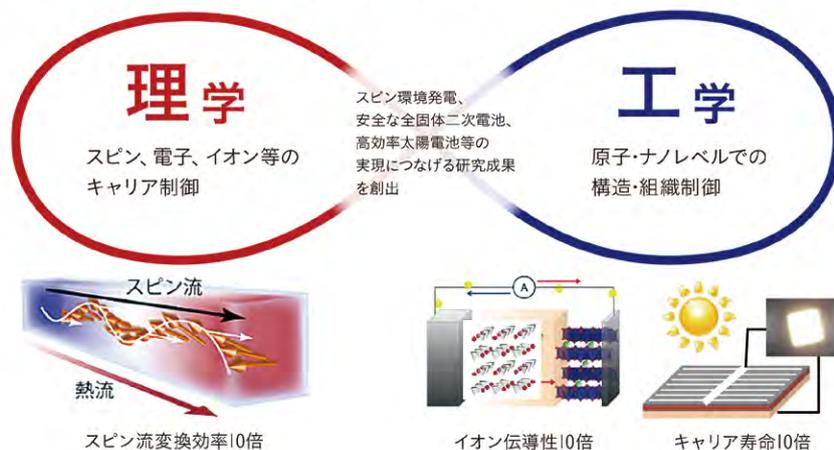
4 材料プロセス・社会実装研究部

本センターの研究成果である先端エネルギー材料の早期の社会実装を目指し、高い性能と品質を持ち経済性に優れた材料を製造する材料プロセス研究と、エネルギー材料の性能評価手法の開発、材料・デバイスの性能実証に取り組み、先端エネルギー材料を基盤とした新しいエネルギーシステムの構築に貢献します。

本センターは「高効率エネルギー変換・高速輸送現象の実現に向けた新しい学理の構築」、「社会実装を目指した材料創成の指導原理の確立」、「理工共創研究による新しい研究能力を持った人材の育成」を目標としています。今後の活動にご期待下さい。

原子レベルでの 複合キャリア制御

スピン、電子、イオン、ホール、フォトン等のキャリアを統合的に扱い制御することにより、キャリアの高効率変換、高速輸送を実現し、エネルギー生産を増大させる



研究最前線

可視光からスピン流や電流を作り出す 新たな手法を発見

量子表面界面科学研究部門
内田 健一・齊藤 英治(WPI-AIMR)

<http://saitoh.imr.tohoku.ac.jp/>

私たちの快適な生活はエネルギーの利用によって支えられています。世界のエネルギー需要は2040年には現在から37%増加すると見込まれており、その解決策としてより効率的なエネルギー利用を可能とする技術が求められています。

本研究部門では、この課題にスピン流を利用して取り組んでいます。スピン流とは、電子のスピンが物質中で流れる現象です。これは角運動量の流れであり、電流と同様に普遍的な物理現象で支配されていることがわかってきています。

スピン流は強磁性体中の磁化のダイナミクスを励起することで、隣接する常磁性体に注入することができます。この現象はスピンポンピングと呼ばれ、電流における電磁誘導の法則に対応します。また、スピン流が流れると、スピン軌道相互作用に基づく逆スピンホール効果によって、スピン流と垂直な方向に電圧や電流を取り出すことが可能です。これは電流におけるアンペールの法則に対応します。これらの原理を利用して、様々なエネルギーからスピン流を生成し、逆スピンホール効果を介して電気エネルギーに変換できます。例えば排熱などから得られる熱勾配を利用して電圧を取り出す「スピンゼーベック効果」は、次世代の熱電変換技術として期待されています。

スピン流を介したエネルギー変換は、逆スピンホール効果とスピンポンピングという普遍的な物理現象に支えられており、熱のみならず様々な入力エネルギーに適用できます。最近、私たちのグループでは、光からスピン流を生成することに成功しました。これは従来にないスピン流生成手法であり、可視光を含め様々な光からエネルギーを得られる新たな素子開発の可能性が開かれました。

今回用いた素子は、 $Gd_3Ga_5O_{12}$ 基板上にAuのナノ粒子を作製し、その上に磁性体である $BiY_2Fe_5O_{12}$ と大きなスピン軌道相互作用を持つPtからなる二層薄膜を積層させたものです(図1(a,b))。この素子に対して、二層膜面に静磁場を印加し、可視光領域の単色光を照射しながら、Pt層の両端に生じる電圧を測定しました。この電圧の波長依存性を見ると、波長690nmでピークを持つ振る舞いが観測されました(図2(b))。同時に素子からの透過光を観測すると、波長690nmの照射光が素子に吸収されていることがわかります(図2(a))。同様の測定をAuナノ粒子のない素子で行うと、発熱由来の電圧以外は生じず、光の吸収も生じません。ゆえに、この電圧生成と光吸収はAuナノ粒子の表面プラズモン共鳴吸収に由来するものと考えられます。また、観測された信号の磁場依存性は逆スピンホール効果の対称性と整合しており、スピン流に由来する効果であることが示されました。

この光照射によるスピン流の生成メカニズムは次の様に説明できます。ま

ずAuナノ粒子の表面プラズモンによって生じる近接場光(図1(c))が $BiY_2Fe_5O_{12}$ 膜中のスピンダイナミクスを励起します。このスピンの非平衡性によって隣接するPt層中にスピン流が誘起され、Pt中の逆スピンホール効果によって電圧に変換されていると考えられます(図1(a))。

この様に、光によるスピン流励起を介して、電圧や電流を取り出す新しい手法が実証されました。今後微視的なメカニズムの探求と、変換効率の向上に向けた素子開発を進めていきます。

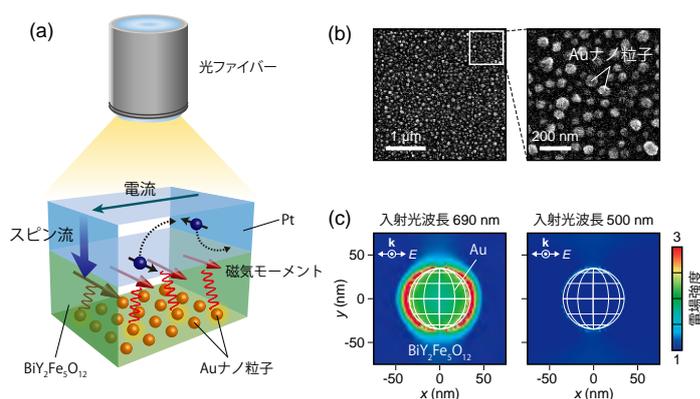


図1: 表面プラズモンを用いた光-スピン変換の実験原理とセットアップ
(a) 実験に用いた素子とセットアップの模式図。(b) 走査型電子顕微鏡により撮影したAuナノ粒子。直径100nm以下のAuナノ粒子が光アンテナとして作用する。(c) Auナノ粒子近傍の電磁場分布のシミュレーション結果。表面プラズモン共鳴が生じると、Auナノ粒子の周りに局在した強力な電磁場が発生し、スピンの運動を励起する。

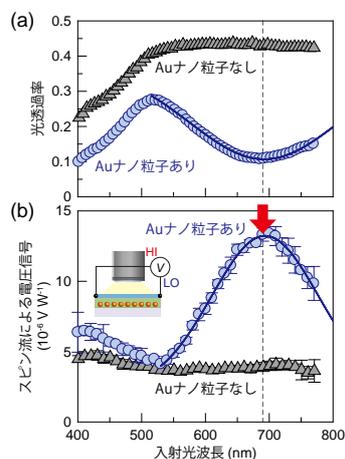


図2: 本研究で用いた素子の光透過率とスピン流による電圧信号の波長依存性
(a) Auナノ粒子を磁性ガーネット中に埋め込んだ素子では、入射光波長690nm近傍になると表面プラズモン共鳴によって光エネルギーが吸収され、透過率が大きく減少する。(b) 表面プラズモン共鳴が生じた際に、スピン流信号が大きく増大していることがわかる。

超強磁場・軟X線磁気円二色性測定により LuFe₂O₄の価数選択磁化を観測

—電荷秩序型マルチフェロイック物質における電気磁気相関の存在を証明—

磁気物理学研究部門

鳴海 康雄・野尻 浩之

<http://www.hfpm.imr.tohoku.ac.jp/>

新型の多値メモリやアクチュエーター材料としての期待から、磁性と誘電性が共存したマルチフェロイック物質が注目されています。マルチフェロイック物質では、磁場による電気分極の誘起や、電場による磁化方向の反転などが可能で、これは通常の誘電体や磁性体に無い特徴です。一般に、スピン秩序型のマルチフェロイック物質では、電気分極の発生と磁気秩序が同時に起こります。一方、電荷秩序型マルチフェロイック物質の1つとして知られるLuFe₂O₄(以下LFO)では、約330K(T_{CO})以下で電気分極が生じ、同時にFe²⁺とFe³⁺の電荷秩序が起こりますが、磁気秩序温度は約250K(T_{SO})で T_{CO} と大きく異なる事が知られています。このため、LFOにおいて電気磁気相関が本当に存在するかどうか、十分なコンセンサスが得られていませんでした。そこで我々はこの疑問に答えるために、独自に開発したパルス強磁場軟X線磁気円二色性測定装置を用いて、LFOの価数選択磁化測定をSPRING-8/BL25SUにおいて実施しました。

元素には電子構造の違いを反映した固有の特性エネルギー(吸収端)があります。この吸収端において、左右二種類の円偏光X線を物質に入射した場合、元素が持つ磁化の大きさに応じて吸収係数に差が生じます。この現象はX線磁気円二色性(XMCD)と呼ばれ、元素選択的な磁化測定法として利用されています。また吸収端の値は価数にも依存するため、価数選択的な磁化の評価も可能になります。

図1はFe-L₃吸収端のXMCDから求めた価数選択磁化過程です。220Kにおいてはフェリ磁性秩序を反映して、Fe²⁺とFe³⁺で正負逆の自発磁化を伴った磁化過程になっています。一方常磁性状態である260Kでは、自発磁化の消失に対応してゼロ磁場で磁化はゼロになりますが、驚くべき事に、依然として正負反対の磁場依存性が観測されました。この振る舞いは、秩序の無い常磁性状態にあっても、Fe²⁺とFe³⁺の間に短距離の反強磁性相関

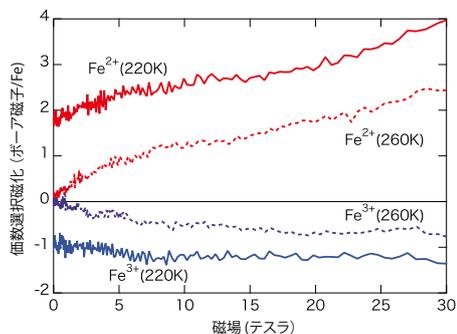


図1: LuFe₂O₄の価数選択強磁場磁化過程。各線はそれぞれ、磁気秩序温度 T_{SO} の上下260K(破線)および220K(実線)におけるFe²⁺(赤)とFe³⁺(青)の磁化を表しています。

が存在することを示す興味深い結果です。さらに我々は、より高温における価数選択磁化の振る舞いについても調べました(図2)。その結果、低温域で観測されていたFe³⁺の負の磁場依存性が、 T_{CO} を越えた340KからFe²⁺と同じ正の磁場依存性へと転

じることがわかりました。この結果は、電気分極の発生と反強磁性相関の発達が同時に起こっている事を示すもので、LFOにおける電気磁気相関の存在を裏付ける画期的な成果です。

XMCD測定を用いた磁性体の研究は、これまで磁場環境の制約から、磁場をあまり必要としない強磁性体を中心に行われてきました。しかし、30Tを越える磁場印加が可能な強磁場XMCD測定装置の登場によって、磁場で価数と磁化が同時に変化する価数揺動物質や、強磁性体/反強磁性体界面における交換磁気異方性の等温反転など、本研究をはじめXMCD測定の新たな応用研究が始まっており、今後の研究展開にも期待がもたれます。

今回の成果は、JASRI、岡山大学、東京大学との共同研究によるものです。

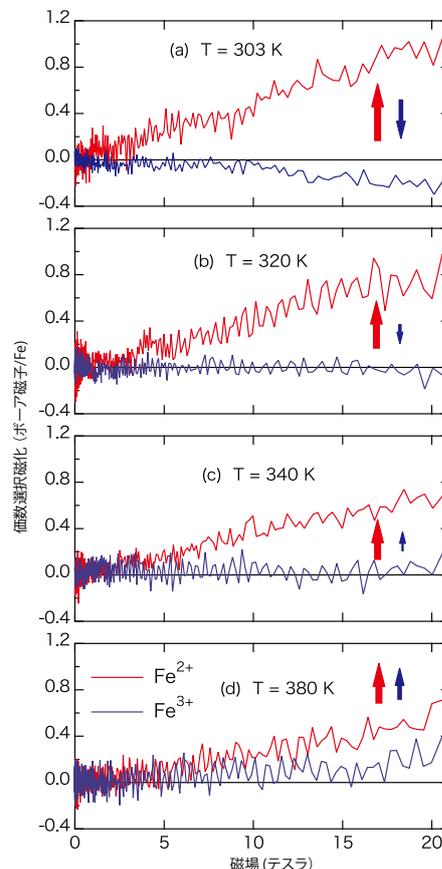


図2: 価数選択磁化過程の温度依存性。図中の矢印は2価(赤)および3価(青)のFeイオンそれぞれが担う有効磁化の方向と大きさを概念的に表しています。

金研物語

先輩達との出逢い

Kinken Story

きんけん
ものがたり

金研が 創立75周年を 迎えたころ

東北大学名誉教授

庄野安彦



今年は、久しぶりに金研恒例のお花見会に参加し、少し散り始めた桜の下で昔の仲間や若い人たちとの交流を愉しんだが、その席上、この「金研物語」を編集されている広報班の塚崎さんから75周年記念事業について執筆の依頼を受けた。来年の金研創立百周年を控え、ちょうど1年前にあたる本号で、前回の75周年記念事業と、記念誌だけでは推し量れない75周年当時の金研を紹介してほしいとのことであった。考えてみると、100周年と75周年の関係は、そのまま75周年と50周年のそれに対応しており、われわれ75周年記念事業に携わった者の大部分は50周年当時のことをあまり知らなかったと同じように、現役世代にとっては75周年のころは大昔という感じなのであろう。確かに25年という年月は研究者が代替わりする期間に相当し、記憶を直接伝えることが出来る限度なのかも知れない。今にして思えば、50周年と100周年の中間の75周年に記念事業を取り上げたのは大英断であったと思う。



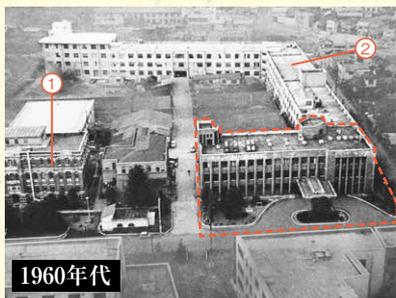
写真1: 金研共研会花見会にて(2015年4月18日)。筆者は最左列の前から三人目。

75周年記念事業委員会は、仁科委員長のもとに、式典(角野)、展示(橋本)、出版(中川)の3つの小委員会(カッコ内が委員長)が設置された。委員長を勤められた先生方は大変ご苦勞なされたと推察するが、小生は出版小委員会の一委員としてお手伝いしたに過ぎず、また事業全体に対する当時の記憶もかなり薄れている。ところで75周年にあたる1991年(平成3年)を挟んだ前後あわせて10年ぐらいは、新研究棟の建設と共同利用研究所への改組など、本所の曲がり角と言われた大きな改革と変動の時期にあたっている。執筆依頼の趣旨からはやや外れるかもしれないが、その概略について時間を追って記すと、75周年記念事業が占める位置や果たした役割を浮き彫りにできるのではないかと考えた。ここでは、2007年の東北大学創立百周年に当たって出版された『東北大学百年史 七 部局史 四』の中で、小生が編纂に携った「第一篇金属材料研究所」のうち、「第一章 通史第七節 共同利用研究所への改組と研究棟新築」を基にしているので、詳細を知りたい方は原文にも当たっていただきたい。

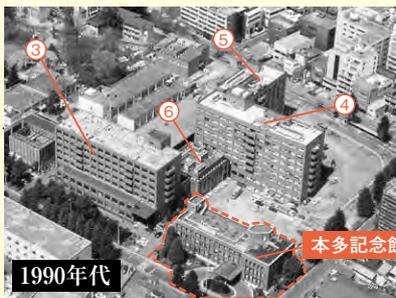
さて1987年(昭和62年)は、3月に高層化した新研究棟1号館(写真2-右③)が完成し、5月には、金研が全国共同利用研究所に衣替えして再出発した記念すべき年であった。建物の老朽化が進み、地震による倒壊が危ぶまれたことから、新

しい研究棟の建設が強く望まれていた中で実現した新1号館では、大型設備の設置を容易にするため、1・2階部分の天井を高くし、またヘリウム回収配管を設備して、低温での研究に役立てる配慮がなされた。これに先立つ1986年、かねて本所が鉄鋼研究所として発足したときに住友家の援助により建てられ、赤レンガとして親しまれてきた旧1号館(写真2-左①)と齊藤報恩会の寄付による低温棟が取り壊されたが、旧1号館の正面ファサード部分は、新1号館の玄関吹き抜けに移設して保存され、American Society for Metals(アメリカ金属学会)の歴史的記念建物に選定する旨の銘板が埋め込まれている。新1号館には、建設中の2年間、旧生物学教室の建物に一時仮住まいを強いられていた旧1・2号館の研究室を中心に、13研究部門が入居した。

一方、研究設備の更新や人事交流を盛んにするため、共同利用型の研究所に改組する計画は、鈴木進所長の時代から始められ、次期平林眞所長に引き継がれて、1987年5月に東北大学附置の全国共同利用研究所として実現した。金研の再出発に伴い、その設置目的は、材料科学に関する学理およびその応用の研究と改められ、研究所名の英語表記もInstitute for Materials Research(IMR)として、名実ともに材料科学の研究所に相応しいものとなった。この改組は、



1960年代



1990年代

写真2: 金研構内の変遷。

左: 50周年、1966年頃の金研。①旧1号館(通称・赤レンガ) ②旧3号館(コの字型)。旧3号館のうち、本多記念館にあたる部分が残されている(破線で囲んだ部分)。右: 75周年前後から激動の新棟建築を経た1998年頃の金研。③新1号館 ④新2号館 ⑤新3号館 ⑥接続棟。(写真はいずれも「東北大学百年史 七 部局史 四 第一編 金属材料研究所」より)

16研究部門の名称変更、3客員部門(翌年さらに1部門の追加)の新設、附属新素材開発施設(初代増本施設長)の設置など、大規模なものであった。この結果、研究所は凡そ300名の職員、150名の大学院学生、60名の企業派遣研究生などとなり、また、客員研究部門には国内外の大学、民間企業等から優れた研究者が招聘され、所全体の研究活動の活性化につながった。また、共同利用研究所の発足とともに、外部の意見を反映した評価を受けるため、所外の有識者による運営協議会が設置され、初代の議長は東京理科大学鈴木平教授が勤められた。また、公募による共同研究や、短期研究会・ワークショップが開催され、全国規模の交流が盛んになった。広報活動の一環としてIMRニュースが発行されるようになったのもこの時からである^(※)。さらに、情報端末室が設置され、翌年には材料科学情報室として情報ネットワーク環境の整備が始まった。このほか、大洗地区にアクチノイド元素実験棟が1989年になって建設され、翌年には鉄セルが増設されて、全国大学唯一のアクチノイド放射性物質を扱うことができる共同施設としての役割を果たすことになった。共同利用研究所への改組と新研究棟完成を祝う記念式典と祝賀会が仙台ホテルで1987年10月2日に開かれ、約300名が出席した。

このような動きの中で、金研は1991年



写真3: 金研創立75周年記念式典風景(記念誌「金研50年から75年」より転載)

(平成3年)5月21日に創立75周年を迎え、記念行事(式典・記念講演・記念誌出版・所内一般公開)が企画された。記念式典は、5月17日に来賓・所員・旧所員・大学院生・研究生など約650人が参列して、仙台国際ホテルで開催された(写真3)。増本所長の式辞、仁科75周年記念事業委員会委員長の経過報告、各方面からの祝辞の後、基礎化学研究所所長福井謙一博士およびスイスIBM特別研究員ハインリッヒ・ローラ博士の二人のノーベル賞受賞者による講演が行われ、一般市民を含め約900人の聴衆を集めた。また週末の18日・19日の両日にわたり、次代の材料研究を担うことが期待される高校生などを対象として、研究所の一般公開が行われ、1500人余の見学者があふれる盛会ぶりであった。創立75周年記念誌は、50周年の記念誌「金研50年」の復刻版と、これに体裁を合わせて新たに編纂された「金研50年から75年」という冊子を、一つの箱に収納する形で出版された(写真4)。記念事業の一環として、国内外との情報交換に欠くことのできない電話回線をダイヤルインとし、従来交換手を通して外線に接続していた不便を解消した。またファックスを設置したことも当時としては画期的なことであった。

これらの企画を実行するに当たり、増本教授を委員長とする募金委員会(発起人代表: 茅誠司先生)が結成され、関連する民間企業から5億円に及ぶ多額の基金が、金属研究助成会に寄せられ、研究助成事業の拡充と75周年記念協賛事業に当てられた。金属研究助成会では、これを機に従来の若手研究者を対象とした金属研究奨励賞を原田研究奨励賞と改称して充実させるとともに、中堅の研究者を対象とした金属材料科学助成賞を新設した。なお、金属研究助

成会は2002年になって、バブル経済の破綻のあおりを受けて苦境にあった本多記念会に併合されることにより、その財政基盤の強化が図られたことを付け加えておきたい。

新1号館の完成以来待ち望まれていた残りの研究棟の新築は、片平地区の青葉移転計画のために遅々として進まなかったが、増本健所長、事務長らの尽力により、1993年(平成5年)12月に地上8階、地下1階の新2号館が建設の運びとなった。新2号館(写真2-右④)は、旧3号館(写真2-左②)および本多記念館で囲まれた中庭に東西に伸びる形で建設され、1号館とは、その西縁で2階建ての接続棟(1階部分は大講堂(床面積194平方メートル)および会議室、2階部分は全床図書室)でつながれた(写真2-右⑥)。この結果、150名を収容できる講堂を持つことになり、従来の本多記念館3階の講堂は小規模のセミナーなどに使用されることとなった。また、快適な閲覧室や電動書棚を備えた書庫からなる、新しい図書室は1994年2月から業務を開始した。なお、2号館の3階から8階までを9部門が占め、2階から地階までが新素材開発施設に割り当てられた。さらに、翌1995年



写真4: 金研創立七十五周年記念誌(非売品)。

に8階建ての新3号館(写真2-右⑤)が、新2号館の西縁から北に伸びる形で建設され、ここに一連の建物の高層化が完成した。3号館には、残りの2研究部門および共通分析室に加えて、1号館から金属物性論部門が引越することなどにより、1部門あたりの床面積を平均320平方メートルまで増加させた。これらの建物の完成を待って、旧3号館は取り壊された。このほか1994年には、スーパーコンピューター導入による新棟が建設されている。また、由緒ある本多記念館の全面改修も行われ、所長室、事務部などの管理部門を収容するほか、2階に本多記念室と資料展示室が、3階部分に共同研究で来所する研究者のための宿泊施設が設けられた。1995年5月30日、東

急ホテルにおいて新研究棟竣工・スーパーコンピューター導入・本多記念館整備の記念式典を挙行、約300名が列席した。

共同利用研究所への改組の際に設置された新素材開発施設は、その後の金研の研究体制の中核を担った。1991年にはナノ構造制御機能材料およびマイクロ組織制御材料合成の2研究部制となり、教授1・助教授1・助手1の定員増と2客員教授、大型研究設備の設置によりその基盤を固めた。同時に新プロジェクトの創成的基礎研究として、ナノスケール構造制御機能材料の開発が仁科教授をリーダーとして発足した。一方、1993年には全国大学に先駆けて技術部の官制化が実現し、それまで研究室、工場、共通室、強磁場、分析などに所属していたものが、6班・17掛・62名の技官からなる技術室と、所内措置として技術業務に携わる助手および教務職員から構成される評価室を包含する研究支援組織に再編された。これにより技官の待遇改善が図られるとともに、より柔軟な配置が可能となって、新素材開発施設にも10名の技官が配属された。さらに1994年には材料設

計研究部を加えて3研究部制となった。

金研は伝統的に小部門制を維持してきたが、このころから部門間の協力によってより効率的に研究を進める機運が盛り上がってきた。1970年から始められたアモルファス合金の研究は、部門(増本、鈴木(謙)、橋本、藤森)間の協力によって発展し、本所の研究活動の重要な柱になっていたが、これに引き続き1985年に発見された合金準結晶(増本、井上、平賀ら)やバルクアモルファス合金(増本、井上ら)などの研究が進められた。特筆すべきこととしては、1986年末にベドノルツとミュラーにより酸化物高温超伝導体が発見され、国際的なフィーバーとなったが、金研でも多数の研究者が参加して国内外の高温超伝導研究の一翼を担った。その際、超電導材料開発施設の全面的バックアップのもと、研究室間の壁を越えた所内の共同研究や討論会が活発に行われた。1988年からは、文部省科学研究費の重点領域研究として「高温超伝導」が3年間にわたり設定され、武藤施設長が領域代表となったが、その後、物理・化学・工学を総合した「高温超伝導の科学」の領

域設定に発展し、立木教授が代表となった。このほか「金属人工格子」(藤森領域代表)や「金属間化合物」(花田領域代表)などの金研が中心になった重点領域研究が次々と設立されている。また、科学技術庁のプロジェクトのセラミックス傾斜機能材料の開発(平井代表)も採択され、注目された。

このように金研が75周年を迎えたころを振り返ってみて、今更ながら疾風怒涛の時代であったと感じている。これは単に建物の高層化や研究組織の増強にとどまらず、研究者間の協力関係や若手育成など意識改革という面でも大きな前進があったと思う。その後1994年ごろから大学院の重点化が始まり、学部が教育と研究の両面を担い、附置研究所は協力講座として参加する形となった。これは附置研究所の存在意義を問われかねない大きな出来事であり、2004年の大学法人化と併せて大きな課題となった。これらの荒波を潜り抜けて来年迎える百周年はどのような形になるか、楽しみに待ちたい。(本文中一部敬称略)

(※)IMR ニュースNo.1は1987年12月10日に発行された。表紙を飾っているのは創刊当時所長であった平林眞先生。当初は、金研と国内外の「共同研究者」との情報交換や交流促進を目的としていた。

お悔やみ



平林 眞 先生

金属材料研究所第14代所長、東北大学名誉教授、平林眞先生(元不定比化合物物性学研究部門教授)は、平成27年3月5日に逝去されました。89歳でした。

平林先生は、昭和26年本所助手に採用された後、講師および助教授を経て、昭和38年8月原子炉材料相学研究部門教授へ昇進、昭和51年4月に不定比化合物物性学研究部門に移られました。昭和50年から百万ボルト電子顕微鏡の室長として、また昭和61年4月から本所第14代所長を務められ、平成元年3月に退官されました。

先生は物質の結晶構造および欠陥構造の研究を精力的に進め、その成果により、昭和62年8月に行われた第13回国際結晶学会のメインスピーカーとして招待されており、この分野の第一人者として世界に認められています。また、日本金属学会の功績賞と谷川ハリス賞、日本顕微鏡学会瀬藤賞、本多記念賞など多くの賞を授与されています。

東北大学退官後は、いわき明星大学理工学部教授、北見工業大学学長として、教育・行政に尽力されてきました。それらの業績により平成13年に勲二等瑞宝章を授けられました。

先生は、研究には厳しくも温厚篤実なお人柄で、多くの門下生に慕われてきました。ここに先生の在りし日のお姿を偲び、心よりご冥福をお祈り申し上げます。

(東北大学名誉教授 平賀 賢二)

第129回 金属材料研究所講演会

野島 勉



東芝マテリアル株式会社
代表取締役社長 小林 薫平氏



山梨大学大学院総合研究部教授
鳥養 映子氏

2015年5月29日(金)、金属材料研究所2号館講堂にて、第129回金属材料研究所講演会(2015年春季)を開催しました。午前中は金研の加藤秀実教授、藤原航三教授、佐藤和久准教授の3名による一般講演があり、各研究分野での最新の成果と今後の展望が紹介されました。午後からは、東芝マテリアル株式会社代表取締役社長の小林薫平氏による「材料が創る新しい世界」、山梨大学大学院総合研究部の鳥養(とりかい)映子教授による「超低速ミュオン顕微鏡が拓く物質・生命・素粒子科学のフロンティア」と題した2つの特別講演が行われ、集まった参加者からは講演終了後や夕方の懇親会まで活発な質問が寄せられました。その後のポスターセッションは、例年会場となる会議室が改修工事となる都合上、講堂前のロビーとそこに続く2号館一階の廊下に会場を設営して行われました。互いの距離が近くなったこともあり、至るところで密な議論が交わされる様子が見られました。昨年度より春季講演会は一日開催となりましたが、約130名の来場者があり、盛会のうちに終了しました。



ポスターセッションの様子

平成26年度 金属材料研究所最終講義

古原 忠

本年3月31日付で定年になられた四竈樹男先生(原子力材料物性学研究部門)と早乙女康典先生(関西センター)の最終講義が、2015年2月27日(金)、金研講堂にて開催されました。

四竈先生は「研究炉と私の研究生活」と題するご講義の中で、原子炉技術と材料開発に関わる研究生活の中で多数訪問された海外の研究炉について紹介されるとともに、原子力研究の今後についても貴重なお言葉を頂きました。

早乙女先生には「金属ガラス、実用化技術の現状と展望」と題し、先生の研究歴と金研発の新物質「金属ガラス」との出会い、その実用化に関わる様々な取り組みや成果、評価装置の開発、産学連携のご苦労話なども盛り込んだご講義をいただきました。

それぞれ1時間という短い時間でのご講義でしたが、両先生のすばらしいお人柄や研究生活を偲ばれ、内外から多くの方々にご参加いただき大変濃密な時間を過ごすことができました。講義終了後は、両先生を囲んでのパーティが和やかな雰囲気の中で行われました。



四竈樹男先生



早乙女康典先生

平成26年度 男女共同参画セミナー

金研男女共同参画ワーキンググループ 淡路 智



2015年3月9日(月)、名古屋工業大学教授の川島慶子先生をお迎えし、男女共同参画セミナーを開催しました。前半は、金研教職員及び学生有志が川島先生を囲んでランチミーティングを行い、男女共同参画の在り方について議論をしました。「子育てだけでなく介護を支援する事業もあったらよい」、「家事補助も欲しい」などの意見が出され、予定していた1時間が瞬く間に終了してしまいました。後半は会場を移し、「ジェンダーと科学イメージの問題 - マリー・キュリーの1911年 -」と題し、川島先生に講演いただきました。先生曰く、女性研究者が少ない背景には、マリー・キュリーの時代に存在した「科学は男性的である」という認識が関係しているとのこと。現在でも、理系女子を敬遠する文系男子など、理系に関する偏見などは中学生くらいからあるようです。今回のセミナーを通じて、理系に対する偏見を払拭することが、科学におけるジェンダー問題解決の糸口になるのではと感じました。講演は、「人間の営みとしての科学という視点」という言葉で締め括られました。すでに人類の生活に密着している科学には男女差がないことを、意識的に認識することが重要なかもしれません。



金研共融会お花見会

佐藤 充孝



2015年4月18日(土)、金研共融会お花見会が三神峯公園にて開催され、共融会員および名誉会員併せて497名の参加がありました。今年は4月3日に開花宣言があり、4月18日には花が散ってしまっているのでは、と危惧する声も多かったのですが、当日の三神峯公園の桜はちょうど見頃を迎えており、青空の下でやわらかい風に桜の花びらが舞い散る中、お花見会を開催することが出来ました。高梨所長より開会のご挨拶を頂戴した後、各グループが思い思いにブルーシートを広げ、おいしいお弁当や温かい豚汁、ビールやこの日のために厳選された日本酒とともに、グループ・世代の枠を越え、研究の話をはじめ様々な会話を楽しみました。また、茶道部による野点(のだて)会も同時に開催され、40名を超える参加者が集まり、大盛況のうちに終了いたしました。



本多邸の桜 共融会のお花見のはじまり

米ヶ袋の閑静な住宅街の一角に本多先生が仙台での生活を送った住まい「本多邸」があります。「本多会館」の名称で東北大学の職員集会所や宿泊施設としても親しまれているこの屋敷は、背後に広瀬川の清流を見下ろす広い敷地をもっています。先日、共融会のお花見がこの本多邸の庭から始まったという記事を古い研友誌に見つけ、桜が満開となった4月上旬に本多邸へと足を運んでみました。

研友第35号(1977年)の浅川勇吉氏の寄稿によれば、「…たしか共融会の誕生は、大正12年春4月の末かと思える。…それで第一回の会が本多先生宅のお庭で開かれた。桜の花の下で先生が手拭を首に巻いて…」とのこと。玄関脇を通って母屋の裏の庭へぬげると、様々な種類の木々が生い茂っている庭のちょうど中央に、浅川氏の文章どおりに空

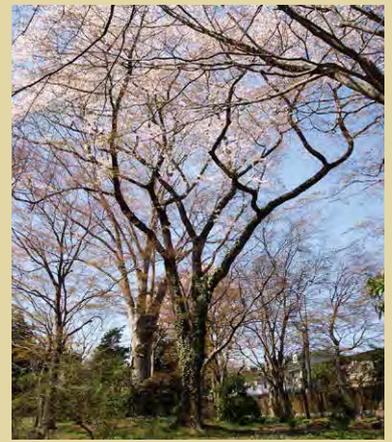


写真1

に向かって真っすぐに伸びる大きな桜の木を見つけました(写真1)。あまりの大きさに目を見張りながら歩を進めて木を見上げると、そこには透き通る青空を背景に見事な桜の花が枝いっぱいに咲いていました。そしてその木の先にもう一本、それは母屋に寄り添うようにたたずみ、こちらもまばゆい光をうけながら薄紅色の花を咲かせていました(写真2)。

大正12年一鉄鋼研究所を金属材料研究所へと改称した翌年ーに共融会の初めてのお花見会は確かにこの桜の下で行われていました。春のうらかな日差しに揺れる花を眺めていると、本多先生が弟子たちと語らい桜を愛でる姿が目浮かぶようでした。



写真2



Research Index

計算機実験による凝固過程の解明

凝固や融解など液体-固体相変態のメカニズムの解明は、材料物性を制御するために重要です。そして、粒子の微視的な挙動を詳細に解析することができる計算機実験は、相変態過程の研究に非常に有効です。近年のスーパーコンピュータと計算物質科学の進展により、大規模・長時間の計算による長時間の非平衡過程や液体と固体の界面等の研究も進みつつあります。図1は、ブラウン動力学法で計算した移流によってコロイド粒子が凝集し凝固する過程のスナップショットです。均一な大きさのコロイド粒子98%に、大きさの異なるコロイド粒子(不純物)2%が添加されています。凝固過程における不純物粒子のダイナミクスや、液体や固体のバルク領域や界面での不純物粒子近傍の空間構造等を解析することにより、粒子サイズの違いが凝固過程にどのように影響を与えるのかがわかります。材料形成過程の一つである凝固過程を解明することで、将来的には高機能材料開発を目指した応用等が期待されます。

(寺田 弥生)

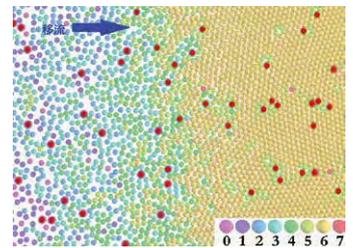
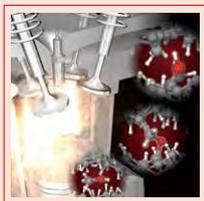


図1: コロイド層膜の凝固過程でのスナップショット。粒子の色の違いは、最近接粒子数を示す。大きな赤粒子が不純物コロイド。

表紙について



トライボロジー分野の企業研究者からは、「なじみ」と「焼付き」が企業の現場で起こる最も大きな課題」との話をよく聞きます。これまで、「なじみ」「焼付き」などの現象は、非常に泥臭く、なかなかサイエンスにはなりにくい研究テーマであると考えられてきました。これに対し本研究部門では、「量子化学」を活用することで、自動車エンジンで使用される水素終端ダイヤモンドライクカーボンに対して、初期に短時間だけアルコール環境下で摩擦を行う「なじみ」プロセスを施すことで、低摩擦が得られることを見出しました。これは、ダイヤモンドライクカーボン表面がOH終端される化学反応が、いわゆる「なじみ現象」であることを明らかにしたものです。従来は企業の現場で起こる泥臭く、サイエンスにはなりにくかった「なじみ」「焼付き」といった現象に対して、最もサイエンス寄りの「量子化学」を活用することで、そのメカニズム解明と理論的設計が可能なる方法論を開拓することに成功したことを意味します。(計算材料学研究部門 久保百司)



編集後記

金研は来年創立100周年を迎えます。本号の金研物語では、庄野安彦先生から「金研が創立75周年を迎えたこと」と題し、往時を紹介して頂きました。金研の英語表記変更、研究部門名称変更、新素材開発施設設置、新棟建設など、所がダイナミックに変貌を遂げた時代であることがわかり、所員の意識は高揚していたと窺えます。そのような中、金研を社会に紹介し、その歴史をつぶさに記録すべく様々な取り組みが紹介されています。現役の私たちは、本所の研究マインドを継承して学術の発展と社会貢献を目指すと共に、先達が築き上げた有形無形の財産を後世に伝える義務があることをあらためて認識しました。広報活動は金研アクティビティの紹介だけでなく、関係する方々との交流の手段でもあります。皆様方からの忌憚のないご意見やご要望をお待ち申し上げます。(正橋 直哉)



東北大学金属材料研究所
http://www.imr.tohoku.ac.jp

IMR ニュース KINKEN vol.77 (2015 SUMMER)

【発行日】平成27年7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 E-mail: pro-adm@imr.tohoku.ac.jp



このパンフレットは環境に配慮した「水なし印刷」により印刷しております。



環境にやさしい植物油インキ「VEGETABLE OIL INK」で印刷しております。