

IMR NEWS KINKEN

2020 SPRING
VOL. 91

CONTENTS

■トップメッセージ

所長退任にあたって — 寺田寅彦に学ぶ科学者精神 —
所長 高梨 弘毅

■研究室紹介

金属物性論研究部門

■広報ビジット! —研究センターの今—

アルファ放射体実験室

■ロゴに秘められた思い—金研を支える人々—

■研究最前線

- キラルなペロブスカイト系半導体で実現されたバルク光起電力効果
- 高温で動作する酸化物界面ショットキーダイオードを開発
- 高耐久性ダイヤモンドライクカーボンの設計指針を提案
— スーパーコンピュータ「MASAMUNE-IMR」による成果 —

■退職の挨拶

- 高橋 嘉典

■SMS2019&GIMRT2019開催報告

■1枚の写真

■金研ニュース

- 受賞
- CROSS-金研ワークショップ開催報告
- 国際会議iLIM-4開催報告
- 愛知県岡崎市にて出前講義を行いました

■表紙について

■編集後記



SMS2019 & GIMRT User Meeting 2019
(2019.11.27-29)

所長退任にあたって

寺田寅彦に学ぶ科学者精神

月日が経つのは早いもので、私の所長任期は本年3月を以て終了します。トップメッセージを書かかせていただくのもこれが最後です。これまでお世話になったすべての方々に御礼申し上げますとともに、トップメッセージを読んでくださった皆様にも深く感謝いたします。

所長を退任するにあたって、将来の金研のために、私は特に2つのことを強調しておきたいと思います。一つは人事です。本所発展の帰趨はすべて人事にかかっていると一言でも過言ではありません。本所は、執行部主導の戦略的な人事を行う部門として、昨年新たに融合研究部先端萌芽研究部門を設けました。この部門は予算の許す範囲で機動的に運用するべきですが、一方で既存の研究部門については、従来どおりの教授会で選出された選考委員会による人事プロセスを行うことになっています。従来の人事プロセスは時間がかかり過ぎるという批判もありますが、多少時間がかかっても、徹底的な議論と検討を行い、妥協のないベストな人事を行うことが肝要だと、私は思います。また、選考委員に選ばれた教員はそれだけの責任と使命があることを、常に心に留めておくべきでしょう。もう一つは、理と工のバランスです。本所には、理学系の研究室と工学系の研究室がほぼ半々で共存していますが、理にも工にも偏していないことは本所の大きな特徴であり、初代所長の本多光太郎が残してくれた重要な遺産です。この特徴を活かし、理と工が連携・融合した研究成果を生み出していくことが、本所発展のキーだと思っています。

ところで、言うまでもなく、日本の国立大学の状況は、現在きわめて厳しく深刻です。このための解決策の一つは、自己収入を増やすことです。このことには東北大学の本部も積極的に取り組んでいますし、私もかつてのトップメッセージ(IMRニュースVol. 86, 2018年)で、1920 - 30年代の理化学研究所を例に取り、実用化によって得た利益を基礎研究の推進に環流させるシステムの必要性を述べました。一方で、限られた環境の中で独創的な成果を生み出すという観点から、私はここで一人の科学者を紹介したいと思います。それは寺田寅彦です。

私と同じか、あるいは上の世代の方々には寺田の名前はよく知られていますが、最近の若い人たちには残念ながらあまり知られていないようです。寺田は、東京帝国大学で本多光太郎の後輩にあたります。科学者にして、夏目漱石に師事した文学者でもあり、多くの随筆を書き残しています。私は学生時代、寺田の随筆集が愛読書の一つでした。

「天災は忘れた頃にやってくる」という警句は誰でも知っているでしょうが、寺田が残した言葉だと言われています。地震学や気象学などの地球物理学の分野で多くの功績がありますが、それだけには留まりません。寺田の研究の特徴は、日常生活で見られるあらゆる現象に好奇心と疑問を持ち、研究テーマにしたことです。金平糖の角、ガラスのひび割れ、茶碗の湯の対流、線香の煙、炎の伝搬など、すべて寺田にとって格好の研究テーマだったわけですが、それらは対称性の破れや非線形現象、複雑系といった後世の先端物理学に先鞭を付けたものと言えましょう。また、多くの門下生を育てましたが、北海道大学で雪の結晶を研究し、世界で初めて人工雪の作製に成功した中谷宇吉郎もその一人です。寺田の研究の根本は興味本位ということであり、面白いと思うことは何でも好奇心に任せてやってみる、たとえ高価な装置はなくても身近にあるものを使ってとにかくやってみる、というナイーブなチャレンジ精神です。その一方で、西洋の真似をして流行を追いかけるばかりではダメで、日本ならではの独創的な研究を行う重要性も強く説いています。寺田が生きた時代の日本の研究環境は、現在に比べれば遙かに貧弱であったと推察されますが、その中にあっても日本独自の研究を追求した姿勢には感銘を受けます。

寺田の研究に見られる自然現象に対する謙虚で優しい眼差しと、流行を追わずあくまで独自性を貫こうとする気概には、今を生きる私たちも学ぶことが多いでしょう。現在、日本の大学では、評価に関係して多くの数値目標が課せられています。数値目標が重要でないとは言いませんが、あまりに行き過ぎると、結局流行ばかりを追うような研究が蔓延し、寺田が切り拓いたような独創的な研究が影を潜めてしまうのではないかと危惧します。ときどきは寺田の随筆を読み、科学者本来の精神を呼び覚ますことは、決して無駄ではないと思います。

金研が真に独創的な成果を世に発信し続けるべく、努力していきましょう。今後とも皆様のますますのご協力と、ご指導・鞭撻をお願い申し上げます。

*文中の人物の敬称は省略させていただきました。ご了承ください。

所長

高梨 弘毅



研究室紹介

Division introduction

金属物性論研究部門

Gerrit E.-W. Bauer

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

Theoretical Physics of Functional Spintronic Materials and Devices

We apply the methods of theoretical physics to understand the properties of condensed matter structures on the nanoscale, motivated by scientific curiosity, new experimental discoveries and potential applications, with emphasis on spintronics and magnetism.

The KINKEN Theory Group focuses on leading-edge research of spintronics. We strive to predict new physical phenomena and invent new concepts for devices, engines, and motors on the nanoscale with new functionalities. We employ a large spectrum of analytical and numerical methods to understand the spintronics of e.g. topological materials (spin topotronics), the interaction of the spin degree of freedom with heat (spin caloritronics), the crystal lattice (spin mechanics), and electromagnetic fields in cavities and resonators from GHz to PHz (spin cavitronics).

Concretely, we demonstrated that topological features lead to superior spintronic functionalities at the hand of the recently discovered magnetic Weyl semimetal $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ [1-3]. We predict high magnetic domain wall velocities driven by an applied electric field at very low power levels and a field-like current-induced spin transfer torque without intrinsic pinning.

We also demonstrated large and distillable entanglement in macroscopic samples of magnetic insulators in microwave cavities that establish the potential use of magnetic material in quantum information technologies [4].

機能性スピントロニクス 材料・デバイスの理論物理

当部門は、科学的新奇性、新しい実験的発見、潜在的な応用を期待して、スピントロニクスと磁性を中心とする凝縮系物質のナノスケール構造物性を、理論物理学的手法によって理解することを目指しています。

ムーアの法則として知られるように、過去数十年間の情報通信技術の性能指数の指数関数的増加は、Siベースのナノスケール電子機器の過剰な発熱のために、今後10年以内に崩壊すると考えられています。スピントロニクスは、これらの問題に対するムーア後またはムーア以上の持続可能な解決策を見つける有力な候補です。多くの重要な発見により、東北大学はスピントロニクスの分野を世界的に牽引してきました。

金属物性論研究部門は、スピントロニクスの最先端の研究に焦点を当て、新しい物理現象を予測し、新しい機能を備えたナノスケールのデバイス、エンジン、モーターの新しい概念を創生するよう努めています。私たちは、さまざまな解析的および数値的手法を駆使して、例えば、スピントロニクス分野のトポロジカル物質(スピントポトロニクス)、スピン自由度と熱との相互作用(スピнкаロリトロニクス)、結晶格子との相互作用(スピンメカニクス)、空洞(キャビティ)内や共振器におけるGHzからPHzの領域の電磁波との相互作用(スピンキャビトロニクス)の研究を進めております。

具体的には、最近発見された磁性ワイル半金属 $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ [1-3]において、トポロジカルな特徴によって優れたスピントロニクス機能が発現することを実証しました。非常に低い電力レベルの印加電場下でも、固有のピン止め無しに電流誘起スピン移動トルクによって高磁壁速度が得られることを予測しました。また、量子情報技術への応用が見込まれる磁性絶縁体について、マイクロ波空洞中に置いた巨視的サンプル中で利用可能な程度に大きな量子もつれが発生することを実証しました[4]。

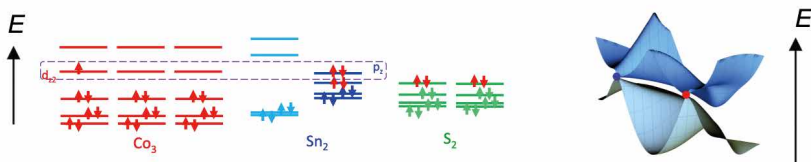


Figure 1. Electronic structure of the magnetic Weyl semimetal $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$. The model consisting of d orbitals of Cobalt and p orbitals of Sn leads to the predictions of new spintronic functions [1].

図1: 磁性ワイル半金属 $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ の電子状態の様子。Coの d 軌道とSnの p 軌道のみを含む有効模型を構築し、スピントロニクス素子への応用を提案した[1]。

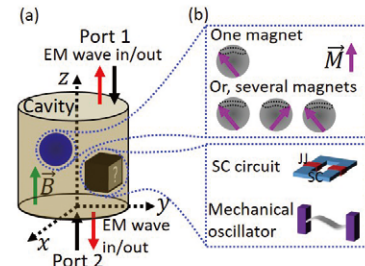


Figure 2. Hybrid spin cavitronics [4].

図2: ハイブリッドスピンキャビトロニクスの概念図[4]。

[1] "Two-orbital effective model for magnetic Weyl semimetal in Kagome-lattice shandite", A. Ozawa, and K. Nomura, J. Phys. Soc. Jpn. 88, 123703 (2019).

[2] "Electrically-driven domain wall motion in a ferromagnetic Kagome lattice", S. Kim, D. Kurebayashi, and K. Nomura, J. Phys. Soc. Jpn. 88, 083704 (2019).

[3] "Theory of spin torque in Weyl semimetals with magnetic texture", D. Kurebayashi and K. Nomura, Sci. Rep. 9, 5365 (2019).

[4] "Resources of nonlinear cavity magnonics for quantum information", M. Elyasi, Y. M. Blanter, and G. E. W. Bauer, arXiv:1910.11130 (2019).

アルファ放射体を扱う研究の支援と 貴重な研究環境の維持に努める

アルファ放射体実験室

室長 白崎 謙次

金研の敷地内に唯一、表札のない建物がある。一見、研究施設かどうか見分けがつかないこの平屋の建物がアルファ放射体実験室だ。放射性物質の中でも特に取り扱いが厳しく規制されているアルファ放射体を扱うことができる国内でも貴重な施設として全国から研究者が集まる。規制強化によって、一層その重要性が高まる当室の役割と課題について、白崎謙次室長に話を聞いた。

— 放射性物質を扱う国内でも貴重な研究施設

アルファ放射体実験室は、約170種類の放射性同位元素(RI)及び核燃料物質の取り扱いが可能な国内でも貴重な研究施設で、1978年に青葉山に設立された東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターの片平サブセンターとして発足しました。当時は学内共通利用施設の役割を担っていましたが、1988年に現名称に改名後、1990年からは附属材料試験炉利用施設(現・附属量子エネルギー材料科学国際研究センター；以下大洗センター)の下部組織となり、全国共同利用に供されています。国内の大学・研究機関として随一の超ウラン元素の取扱量を誇る大洗センターと連携しながら、材料照射効果やアクチノイド化合物の物理的・化学的性質の研究拠点として、所内外の研究者に実験環境を提供しています。

当室の最大の特徴は、特に厳しく使用規制されているアルファ放射体(アルファ線放出核種、アクチノイド元素を含む)の取り扱いが可能な点です。近年、規制強化に伴い大学や研究機関でのアルファ放射体の使用が困難になっているため、当室には全国の研究者や学生が共同利用を通じて実験のために集まります。現在は、ウラン金属間化合物の物性研究、アルファ放射体の核医薬研究、アルファ放射体以外のRIを取り扱う研究(照射材料研究など)が精力的に行われています。

— 最先端の研究設備を複合的に活かせる環境

アクチノイド元素を含む物質は、5f電子と伝導電子間の強い相関によって伝導電子の有効質量が通常の100倍から1000倍にも達す

るため強相関電子系(重い電子系)と呼ばれ、これらの物質群では磁性と超伝導の共存・競合、多極子秩序、非フェルミ液体、量子臨界現象などの特異な物性が発見されています。物質科学の研究分野において、ウラン金属間化合物を含む強相関電子系における強相関超伝導は今最も注目されているトピックの一つです。当室には原料である純良ウラン金属のみならず、単結晶引き上げ用テトラーク炉、放電加工機、X線構造解析装置、物理特性測定装置(PPMS)など研究の主軸となる装置が備わっており、試料調製から測定まで一連の作業が可能です。

当室は、強磁場超伝導材料研究センターや極低温科学センターに隣接しており、試料移動が容易にできることもまた強みの一つです。これらのセンターには核燃料物質使用室を設けてあり、ウラン金属間化合物の極限環境下での物性測定が可能になっています。

— 基礎化学の研究から医薬への応用へ

当室発足当初の1990年代はアクチノイド元素の化学的性質そのものの解明が主な研究テーマでしたが、近年ではその応用に研究テーマが移っています。

応用例の一つはがん治療です。アクチノイド元素はその多くがアルファ放射体です。アルファ線はピンポイントな殺細胞能が非常に高い(体細胞にして2〜3個分の短い飛程と、高い線エネルギー付与により細胞中のDNAを効率よく切断可)ため、この特性を利用してがん細胞のみを殺す医薬品の研究がされてきました。2016年、アクチノイド元素の一つであるアクチニウム225を標識した放射性医薬品(^{225}Ac -PSMA-617)を転移性去勢抵抗性前立腺がんの終末期の患者へ投与すると、完全寛解し、副作用もわずかと報告が核医学専門誌に掲載されました。これをきっかけに、アクチニウム225に注目が集まり、ここ数年で利用希望が急増しています。アクチニウム225は特定核燃料物質であるウラン233の子孫核種であり、当室は国内でほぼ唯一のアクチニウム225の供給拠点として複数の大学・研究機関とがん治療薬開発の共同研究を進めています。また、アクチニウム225と同様にウラン233の娘核種であるトリウム229は、次世代の時刻基準を担うとされる超精密な原子核時計の要となる原子です。我々は原子核時計の実現にむけ、トリウム229の精密なエネルギー測定にかかる共同研究も進めています。

当室では、アルファ放射体以外にもRIを利用する材料研究が行われています。2019年からは大洗センターから移管された透過型電子顕微鏡(TEM)が稼働、さらに今年には笠田研により集束イオンビーム加工観察装置(FIB)が導入され、照射材料の研究設備の充実を図っています。

—充実した研究環境を維持していくことの困難さ

当室での研究が広がりを見せるのとは対照的に、研究環境の維持はさまざまな要因により年々厳しい状況に置かれています。一つは、施設運営費の削減です。施設の老朽化による維持管理費の増大に反して予算は年々削減されており、経常的な施設運営が厳しくなりつつあります。RIや核燃料物質の取り扱いには負圧管理の必要もあり、実験するほど電気代の赤字が増えるという悩ましい現実もあります。

二つにRI及び核燃料物質の規制強化に伴う、事務作業の増加です。2018年の放射性同位元素等の規制に関する法律の改正に伴い、従来以上に書面による記帳・記録の保管が求められるようになりました。2020年度には核燃料物質の規制も強化され、さらなる対応が求められる見通しです。一方で、施設の管理・運営を担う人材は増えないため、研究支援に手が回らなくなりつつあります。

また施設の老朽化もさることながら、放射性廃棄物保管室には過去40年間のアルファ放射体の廃棄物が貯まっています。廃棄物の受け皿がないという国とともに解決しなければならない課題にも直面しています。

—高まる施設の存在意義 多くの研究者が利用できるように

東北大学のみならず国内のアルファ放射体(核燃料物質を含む)を取り扱う大型研究施設は厳しい状況にあり、実際の利用に制限を設けている施設が増えています。現在、アルファ放射体を比較的自由に取り扱うことのできる全国共同利用施設は金研(大洗センターとアルファ放射体実験室)の他ほとんどなく、その存在意義は高まっています。

当室でも一定の使用制限を設けたり、使用期間を短縮するなどして研究環境を維持している状態です。この研究分野の重要性が再認識されて基盤の施設整備が進むことを期待しますが、まずは放射性廃棄物の減容や、より効率的な運営方法や制度を構築することで、できるだけ多くの研究者に希少な設備を有効活用してもらえよう努力をしていきたいと考えています。



ロゴに 秘められた思い

—金研を支える人々—

Vol.9



金研ロゴマークのアンダーラインには、「金研の全構成員が一体となって金属材料の研究を支えていく」という意志がこめられています。金研を研究以外の面から支える人たちにも、是非ご注目ください。今回はアルファ放射体実験室を紹介します。



アルファ放射体実験室
技術一般職員

永井 満家さん

—永井さんの仕事内容を教えてください

アルファ放射体実験室を利用する研究者支援が主な仕事です。実験時の試料調整や実験装置の操作は基本的に研究者自身が行いますが、核燃料物質、放射性物質の保管や廃棄は我々実験室の教職員が行わなければなりません。研究者がすぐに実験を行えるよう装置のメンテナンスやトラブルにも対応します。

—仕事をする上で心がけていることはありますか

なによりも汚染や被ばくがないようにすることです。研究者が装置や試料を使う際には、実験前後に放射線量を測定して問題がないか確認します。ほこりがたまる場所では線量が高くなることがありますので、実験室のこまめな清掃も汚染を防ぐ重要な仕事です。

—いままで大変だった業務を教えてください

現在私が担当する数ある業務の中でも、報告書の作成は最も時間がかかる作業です。核燃料物質を扱う施設には、実験のたびに何を行い、どのくらいの廃棄物が出たかなどを報告することが義務付けられているためです。特に昨年12月に行われた規制庁の立ち入り検査は、私にとって初めての立ち会いだったこともあり、そのための書類準備はとても大変でした。10年前の検査以降の核燃料物質がきちんと管理されているか、書類上の記載と実物に相違がないかを確認するため過去10年分の資料を見直しました。値に間違いがないかすべて確認するなど、大変骨が折れる作業でした。



実験室の線量も毎月測定し、ボードに書きこむ

—やりがいとはどのようなときに感じますか

ぱっと思いつくのは、報告書に間違いがなかったときですね。書類の細部まで確認されるので、問題ないことがわかるとほっとします。あとは、共同利用研究者の役に立てた時です。私は発光分析装置(ICP)を長く扱ってきたので、この装置を使う実験は研究のサポートとして自分でデータを取ることもあります。そこで有意義なデータが出ると私もうれしく、やりがいを感じる瞬間です。

—今後の課題と展望を教えてください

喫緊の課題は廃棄物の減容です。すでに実験室の廃棄物保管庫は、なにも対策をしなければ2、3年でいっぱいになってしまうほどのスペースしか残っていません。廃棄物が保管できなければ、実験もストップせざるを得ないため、少しでもスペースを確保するために廃棄物の量や体積を減らす工夫をしていく必要があります。

また将来的には、汚染水から放射性物質を取り除く方法の研究にも取り組んでいきたいです。数年前まで取り組んでいた研究テーマなのですが、今は実験に取り組む時間がなかなかとれず進められていません。次年度から技術職員が私に加えもう一人配属される予定ですので、時間を見つけて研究を再開したいと思っています。

—どうもありがとうございました

インタビュー: 富松(2019年12月25日取材)

キラルなペロブスカイト系半導体で実現されたバルク光起電力効果

◎掲載論文: Journal of the American Chemical Society
◎タイトル: Bulk Photovoltaic Effect in a Pair of Chiral-Polar Layered Perovskite-Type Lead Iodides Altered by Chirality of Organic Cations

錯体物性化学研究部門

谷口 耕治、宮坂 等

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

光起電力効果は、光を電気に変換する現象で、我々の身の回りでは太陽電池の動作原理として利用されています。この従来の太陽電池では、異なる物質をつなぎ合わせた界面で電位差を発生させ、これを光起電力の起源としています。一方で近年、強誘電体等の反転心を持たない物質で、界面を用いず光起電力を発生する“バルク光起電力効果”という現象が関心を集めていました。本研究ではこの効果を、新しい高効率太陽電池材料として脚光を浴びている有機・無機ハイブリッド型のペロブスカイト系半導体で発現させることを目指し物質開発を行ってきました。この半導体の有機部分へキラル分子を導入したところ、反転心を持たない物質が得られ、白色光照射下でバルク光起電力効果の観測に成功しました。有機・無機ハイブリッド系にキラル分子を導入するという本研究の手法は、今後、新たなバルク光起電力材料の開発に道筋をつけるものと期待されます。

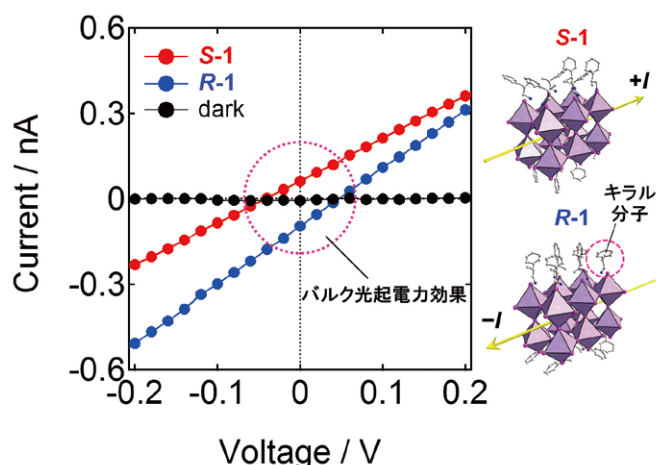


図: キラル層状ペロブスカイト型半導体の光電流特性(左)と結晶構造(右)

高温で動作する酸化物界面ショットキーダイオードを開発

◎掲載論文: Science Advances
◎タイトル: Electric dipole effect in $\text{PdCoO}_2/\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ Schottky diodes for high-temperature operation

低温物理学研究部門

原田 尚之、塚崎 敦

<http://mu.imr.tohoku.ac.jp/index.html>

IoT社会の発展には、多様な環境で動作する半導体デバイスや磁気デバイスの開発が欠かせません。たとえば、自動車の車載素子の動作温度に着目すると、従来のシリコン素子では動作困難な 200°C 以上の高温での安定動作が求められます。当部門では、高い耐熱性と耐久性を持つ酸化物半導体の一つである酸化ガリウム $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ に着目して高温動作素子を開発しました。層状金属 PdCoO_2 を原子レベルで堆積することで(図1 結晶モデル)、 350°C の高温で優れた電流の整流作用(ダイオード動作(図1 赤線))を実現しました。今後、この機能界面がパワーデバイスやセンサーなどに応用されることが期待されます。

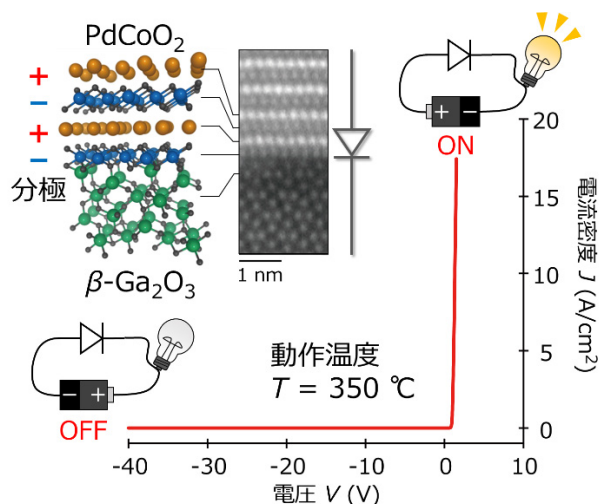


図1: 酸化物高温ダイオードの結晶構造と界面の電子顕微鏡像(左上)、動作温度 350°C での電流密度-電圧(J - V)特性(赤線)、イオン性酸化物を用いた分極界面形成により高温動作が実現。

高耐久性ダイヤモンドライクカーボンの設計指針を提案

— スーパーコンピュータ「MASAMUNE-IMR」による成果 —

◎掲載論文: Science Advances

◎タイトル: Triboemission of hydrocarbon molecules from diamond-like carbon friction interface induces atomic-scale wear

計算材料学研究部門

久保 百司、王 楊

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

ダイヤモンドライクカーボンは、超低摩擦材料として宇宙ステーションや航空機エンジン等への応用が期待されています。しかし、ダイヤモンドライクカーボンの「摩擦」は、材料寿命の低下のみならず、機械の故障、さらには予期せぬ事故を引き起こすため、安全・安心社会の実現に向けて、より摩擦しにくい材料の開発が重要となっています。本研究では、本所計算材料学センターに2018年8月に設置されたスーパーコンピュータ「MASAMUNE-IMR」を活用し、ダイヤモンドライクカーボンの摩擦を誘発する原因となるトライボエミッション現象のメカニズムを世界で初めて明らかにしました。さらに、ダイヤモンドライクカーボンの成分や周囲の環境を制御することで、低摩擦化を実現できるという設計指針を明らかにしました。

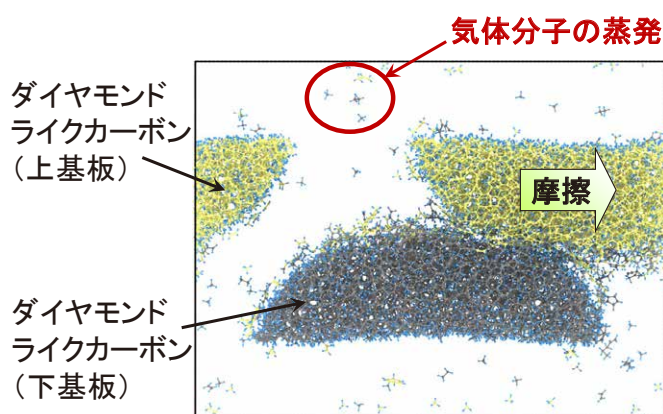


図: ダイヤモンドライクカーボンの摩擦シミュレーション
— 摩擦界面からメタン、エタン、エチレンなどの気体分子が蒸発するトライボエミッション現象により、「摩擦」が誘発されることを明らかにした。

退職の挨拶

大学33年間の軌跡

私自身、定年を迎えるということがまだ呑み込めていなかったのですが、ここ数か月において「退職の偏西風」が少し強くなってきており、退職に係る諸々の申請手続きや、先日は教職員生涯福祉財団から「教職員の退職前後の手続き」という分厚い冊子が届き、また広報室から退職の挨拶の執筆依頼の連絡をいただき、改めて大学を退職するという実感が湧いてきたところです。

想起せば東北大学等に33年間奉職したうち、事務局が13年間と一番長く、今回の執筆にあたって一番先に想いだしたのが、青葉山新キャンパス移転事業の室長を務めた時のことです。県有地の旧青葉山ゴルフ場跡地購入に係る価格交渉やキャンパスマスタープラン構想等、通常の大学職員では経験できない貴重な経験をしました。在職期間

には岩手大学、宮城教育大学、仙台高専にも出向し、お陰で東北大学と違った環境の中で貴重な経験をしました。

部局経験としては、採用時の工学部での3年間、事務長としての薬学部2年半、歯学部1年間、そして金属材料研究所では経理課長と事務部長として通算4年半を迎えます。事務部長登用時の総長面談のおり、当時の里見総長から希望部局はあるかと聞かれ、即答「金属材料研究所に奉職したい」旨申し上げたところ、4月の人事異動内示を総長より受け取った時には、本当に鳥肌が立ったことを思い出します。金研着任後の一番の大仕事は、やはり昨年10月の国際共同利用・共同研究拠点の文部科学大臣認定です。本学の各研究所間の諸事情もあり公募締め切り間近の申請となったため、構想を検討する時間も少なく、内心選定されるか心配しておりましたが、金研の今までの実績等が評価され、無事拠点認定に至りました。後に、申請した大学で一番評価が良かったと噂も聞

こえ、金研が積み重ねてきた成果が素晴らしいことを改めて認識しました。

あと数か月で金属材料研究所にて退職を迎える身ではありますが、先生方には物質・材料科学分野の常に“上昇軍団”として、この分野をリードしていかなければならない使命があると私は思っております。これからも金属材料研究所の軍団として益々のご発展を祈念いたします。

力不足でございましたが、教職員の皆様には大変お世話になりました。



事務部長 高橋 嘉典

SMS2019 and GIMRT User Meeting 2019 開催報告

副所長 古原 忠

2019年11月27日(水)～29日(金)に第138回金属材料研究所講演会も兼ねた国際会議Summit of Materials Science (SMS) 2019 and GIMRT User Meeting 2019を開催いたしました。本会議は、第1回が2012年に東日本大震災からの復興を期して開催され、2016年に本所の百周年を記念して第2回が、また2018年に国際外部評価と合わせて第3回がそれぞれ行われました。4回目の開催となる今回は、2018年11月に本所が材料科学国際共同利用共同研究拠点(Global Institute for Materials Research Tohoku: GIMRT)に認定されたことを受け、そのキックオフとユーザーからの意見収集などを目的として、秋の金研講演会との合同で企画されました。

会議は国際共同利用共同研究拠点の認定を記念したセレモニーからスタートしました。ここでは、高梨弘毅所長によるWelcome addressの後、東北大学の早坂忠裕副学長・理事によるご挨拶、文科省研究振興局の西井知紀学術機関課長からのご祝辞をいただいた後、本所担当よりGIMRTプログラムの紹介を行いました。

27日午後から28日午後に渡ってのアカデミックセッションでは、5つの研究領域(Spintronics and Electronics; Nuclear Engineering; Structural Materials; Energy Materials and Crystal Growth; Quantum Beam and High Field)における第一線の研究者やGIMRTプログラムのユーザーによる20件の招待講演がありました。さらなる国際共同利用研究の推進を目的として、研究部および共同利用センターの紹介(Recent

Activities in Research Divisions and Centers)、GIMRTでサポートする若手海外派遣の利用者による研究紹介(GIMRT Activities - Report from Young Researchers)のセッションも設けられました。参加者は講演に熱心に耳を傾け、闊達な質疑応答がなされました。

27日には従来の金研講演会で恒例となっているポスターセッションも開催されました。若手研究者・学生を中心に67件の発表があり、参加者同士がポスターの前で熱い議論を交わしました。会議初日の全セッション終了後には、ラボツアーに引き続いて立食での懇親会が企画され、優秀ポスター賞(最優秀賞1名、優秀賞6名)の表彰とも合わせて活発な交流が行われました。27日～28日の延べ参加者数は184名でした。

3日目の29日(金)には、サテライトワークショップ「GIMRT x ISS-"Kibo" x AIRC Collaborative Research Platform on Ground and in Orbit」が開催されました。46名のご参加をいただく中、JAXA、本学流体研および金研の3機関の先端研究が交互に紹介され、宇宙航空・材料科学の推進や今後の連携について、活発な意見交換が行われました。

3日間に渡って開催された本会議およびサテライトイベントは、関係各位より多くの参加者をいただくことで大変有意義な会議になりましたこと、関係者一同より深く御礼申し上げます。今後とも本所の国際共同利用研究へのご支援のほどよろしくお願いいたします。



参加者集合写真(11/27 金研1号館ロビーにて)

1枚の写真 vol.8

アモルファス合金

アモルファス それは秩序の乱れ

散らかった部屋、バラバラのリズム、混乱する政治・秩序の乱れは、時に多くの人の心情や行動を揺さぶる。無秩序な状態は人間社会にとってあまり歓迎されるものではないが、材料の世界となると話は別だ。今回はこの“無秩序”を味方につけたアモルファス合金について紹介しよう。

無秩序がつくる 高機能材料

アモルファス合金は「高強度、超耐食性、軟磁性¹」という三大特性をもつ高機能材料だ。変圧器、自動車モーター、スマートフォンなどの部品に使用され、省エネ化・小型化に貢献している。そもそも“アモルファス”とはクリスタル、すなわち結晶の対義語で、非晶質とも呼ばれる。結晶は原子が規則的に並んだ物質を指し、金属や宝石がその代表例だ。一方、アモルファスは

原子が秩序なくランダムに位置したもので、ガラス、キャラメルなどがそれにあたる。アモルファス合金は本来結晶になりやすい金属を高度な技術でアモルファス化した特殊な材料であり、この無秩序な原子のならびが特性を生み出すカギとなっている。

液体の原子構造を 凍結した特殊な金属

金属をアモルファス化させる最も一般的な方法は、溶かした金属を“急冷”させることだ。金属が液体の時、原子は無秩序に動きまわるいわばアモルファス状態にある。通常は金属が冷やされ固体になる過程で原子は徐々に整列し結晶構造を成す。とはいえ、すべての原子がきれいに整列することはまれで、結晶性金属は原子配列の僅かなズレ(転位)

や、結晶粒²の境界(粒界)など種々の欠陥をもつことが多い。金属はこの転位の移動によって変形したり、金属表面にある粒界が腐食の起点になったりする。ところが、液体金属を0.001～0.01秒で急速に室温まで冷却すると、原子が整列する間もなく固体になる。転位や結晶粒界が形成しないので、アモルファス合金は結晶性金属に比べ何倍もの高強度・高耐食性を示すのだ。

三大特性を明らかにした 日本の研究と技術

アモルファス合金がアメリカで発見された当初は、試料が非常に小さく品質も悪かったため、その性質はよくわかっていなかった。1969年に金研の増本健博士らのグループはテープ状のアモルファス合金の製法を開発することに成功。これにより世界で初めてアモルファス合金の三大特性を明らかにすることができた。その後もさまざまなアモルファス合金の開発、大量生産可能な製法の考案など、基礎から応用にわたる研究を推進し、今なお世界各国で需要が拡大し続けるアモルファス合金の工業化に大きく貢献した。



「アモルファス合金」は金研の資料展示室に展示されています。

本多記念室・ 資料展示室 案内

金研がこれまでに携わった50点以上の発明品をご覧ください。ぜひお気軽にお立ち寄りください。

●見学可能時間: 9:00～16:30

●予約・見学方法: 【案内不要の場合】随時見学可能。本多記念館正面入口の窓口にお立ち寄りください。

【案内が必要な場合】希望日の10日前までにお申し込みください。エクスカーションにもご対応いたします。

●申込み・問い合わせ先: 情報企画室広報班 pro-adm@imr.tohoku.ac.jp

※「1枚の写真」では、本多記念室・展示資料室の展示品にまつわるエピソードを紹介していきます。紹介してほしい展示品がありましたら、ぜひ広報班までご連絡ください。



*1 軟磁性…小さな磁場でも磁石になりやすく、磁場が無くなると磁石の性質を失いやすい性質

*2 結晶粒…原子配列の向きがそろったひとつの微小な結晶。結晶性金属は、通常、結晶粒が多数集まった構造を持ち、結晶粒ごとに原子配列の向きが異なる。

参考資料: 増本健「アモルファス金属のおはなし改訂版」日本規格協会(2003)

増本健、深道と明 編「アモルファス合金 その物性と応用」アグネ(1981)

受 賞

第35回(令和元年度)
日本磁気学会 学会賞

高梨 弘毅

規則合金を中心とした
スピントロニクス材料の先進的研究

このたび、公益社団法人日本磁気学会(MSJ)の学会賞を受賞し、大変光栄に思います。
今回の受賞は、規則合金と呼ばれる異種の金属原子が規則正しく配列した物質が、スピントロニクスに有用な材料であることにいち早く着目し、約20年近くわたって進めてきた研究を評価していただいたものです。過去から現在にわたる研究室の所属スタッフ、学生、そして所内外の共同研究者の皆様のご協力の賜物であり、感謝の気持ちでいっぱいです。

MSJは比較的歴史の浅い学会ですが、日本金属学会や日本物理学会などの既存の学会を縦糸に喩えるならば、「磁気」をキーワードにそれらを横断する横糸的な役割を果たし、規模は小さいものの活発な活動を行っています。私は入会して30年ほどになりますが、研究者としてまさにMSJに育てられたと言っても過言ではありません。学会賞の名に恥じぬよう、今後もますます研鑽を積み、MSJに恩返しをしたいと思っています。



CROSS-金研ワークショップ開催報告

南部 雄亮

2019年8月22日(木)ー23日(金)の日程で、総合科学研究機構(CROSS)と共催でワークショップ「J-PARCとJRR-3の相補利用による偏極中性子科学の新展開」を開催いたしました。本ワークショップは4月4日に金研とCROSSが締結した研究協力協定に基づき、今後さまざまな面での連携を進めていく上で、その端緒として企画したものです。今回のワークショップではCROSSと金研の共同研究の推進、偏極中性子に特化した中性子科学研究の深化、若手育成を大きな目的としました。ワークショップは偏極中性子に関するチュートリアル講演から始まり、サイエンスや中性子施設の話、装置群の紹介の口頭発表が行われました。また、施設と大学の交流を意識したポスター発表やCROSSのインターンシップ紹介では、新たな共同研究の芽がで、学生の研究テーマに対する中性子実験の提案もありました。参加者からは有意義であったと好評をいただきました。



国際会議iLIM-4開催報告

学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクトリーダー 加藤 秀実

2019年10月3日(木)ー4日(金)、学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクトならびに東北金属材料研究所、歯学研究科、医工学研究科を主体とし、生体材料研究の発展を目的とするインターフェース研究会と合同で The 4th International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-4) in conjunction with The 14th International Workshop on Biomaterials in Interface Science Innovative Research for Biosis-Abiosis Intelligent Interface Seminar 2019 を開催しました。高梨所長、文部科学省学術機関課学術研究調整官 降旗知宏氏の開会挨拶に続き、香港大学Jukka Matinlinna先生より、歯科インプラント表面の最新技術について基調講演をしていただきました。2日間に渡り、当該プロジェクトで取り組む3研究分野(環境保全・持続可能材料分野、生体医療・福祉材料分野、要素材料・技術開発分野)を中心とした13件の招待講演と92件のポスター発表が行われました。中国、韓国、インドネシアをはじめとする国外からの参加者も多く、活発な意見交換が行われると共に貴重な国際交流の場となりました。



愛知県岡崎市にて出前講義を行いました

情報企画室広報班

2019年12月1日(日)、愛知県岡崎市岡崎げんき館にて科学教室「極低温と磁石のふしぎ」を開催しました。本イベントは本多光太郎博士生誕150周年を記念して岡崎市と本多記念会が企画したもので、抽選で選ばれた小学4ー6年生の児童計120名が参加しました。子供たちは高梨所長と佐々木副所長による磁石と極低温の講義を受けた後、体験ブースにて電磁石や超伝導ジェットコースターなどに実際に触れ、時おり歓声をあげながら科学がおりなす不思議な現象に見入っていました。翌2日(月)には、本多博士の母校でもある岡崎市立矢作南小学校で5年生131名を対象に出前授業を行いました。矢作南小学校での金研出前授業は今回で3回目となり、児童たちだけでなく教員の方々も一緒に授業を楽しんでいました。両イベントの様子は、地元のテレビ、ラジオ、新聞に取り上げられました。



岡崎市立矢作南小学校で行われた出前授業の様子

岡崎市岡崎げんき館で行われた科学教室の様子



表紙について

今回の表紙は2019年11月27日ー29日に開催された国際会議 Summit of Materials Science (SMS) 2019 and Global Institute for Materials Research Tohoku (GIMRT) User Meeting 2019 の様子です。SMSは最先端の材料科学研究について議論しあう金研主催の国際シンポジウムです。今回は2018年に本所が認定された材料科学国際共同利用共同研究拠点GIMRTのキックオフとして、第一線で活躍する研究者やユーザーらの講演が行われ、活発な議論が交わされました。(情報企画室広報班)



編 集 後 記

この号が発刊される頃にちょうど2年間の広報委員の任期を終えることになります。約3年前に金研に着任した新参者(当時)としては、広報活動の中で、普段目にする機会が少ない他研究室の動向や金研の歴史を知ることができたのは有益でした。広報活動にどれだけ貢献できたかは??ですが、共に携わった広報委員会メンバーの皆様へ感謝いたします。広報委員として一大イベントである2年に1度開催の「さんげん一般公開」が、昨年は台風19号の影響で中止になってしまったことは非常に残念でした。ちょっと気が早いですが、次回のさんげん一般公開には、小学生の娘や将来材料研究をしたいと言っている中学生の甥っ子連れて、材料科学の面白さを堪能してもらいたいと思っています。(岡本 範彦)