

## スピントロニクス・マグネティクス

名大 飯浜賢志、東芝 白鳥聡志  
 東北大 窪田崇秀  
 阪大 小山知弘  
 神戸大 植本光治  
 日大 伊掛浩輝

「スピントロニクス・マグネティクス」大分類は、大会期間内の3月15日(日)～3月18日(水)に口頭発表セッション(92件)、15日午前に分科企画チュートリアル、同日午後にポスターセッション(57件)、16日午後に10.5並びに12.7共催シンポジウム、17日午後に分科企画シンポジウムを開催した。大分類10への投稿は合計149件あり、2025年の春季学術講演会における講演件数(口頭・ポスターあわせて138件)から若干の増加傾向がみられた。日程の制約により、16日は2会場のパラレルセッションとなったが、両会場合わせた聴講者数はピーク値(現地・オンライン合計)で190名程度に達し、本大分類に対する関心の高さがうかがえた。大分類10では英語発表を推奨しているが(英語発表の場合も質疑は日本語可としている)、口頭講演では全92件のうち76%にあたる70件が英語での発表となった。質疑においては日本語を母語としない参加者からの発言も多くみられ、英語発表推奨による議論活発化の効果が一定程度現れていると思われた。

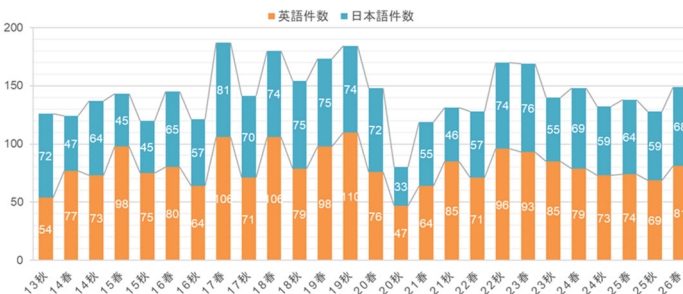


図1: 大分類10における講演件数の推移

15日午前には、鈴木義茂先生(情報通信研究機構・産総研・大阪大学・大阪工業大学)を講師にお招きし、「新スピントロニクス入門—スピン流から最新の基礎・応用まで—」と題したチュートリアルを開催した。チュートリアルの冒頭では、電磁気・エレクトロニクスの歴史と単位の話や、量子力学の基礎に関する解説があった。その上で磁性の基礎、スピントロニクスの歴史、近年の発展から将来展望までを基礎と応用の両面からまんべんなく講義して頂いた。登録参加者数は58名であり、質疑の時間には学生を含む若手からの発言が多く見受けられ活発な議論が交わされた。17日午後には「AI時代における大規模ストレージ・不揮発性メモリ技術の将来展望」と題したシンポジウムを開催した。AI技術の社会実装が本格化し社会に様々な変化をもたらす中で、仮想空間におけるデータの創出・蓄積・流通量は増

加の一途を辿っている。情報通信技術(ICT)の持続的発展が期待される一方で、その土台たるデータセンターに対しては機能向上とともに膨大な電力需要への対応も課題とされる。本シンポジウムでは、学术界、産業界の双方から招待講演者を迎え、AI時代における大規模ストレージと不揮発性目盛り技術の現状と将来展望についてご講演いただいた。ピーク時の参加者数は現地152名、オンライン90名の合計242名と盛況で、活発な議論が行われた。今後もスピントロニクスの魅力を他分野の方々にも十分に発信できるよう、魅力的なシンポジウムを企画していきたい。

10.1「新物質・新機能創成」では口頭講演18件とポスター発表21件の計39件の報告がなされた。ピーク時の参加者数は現地70名、オンライン44名の合計114名であった。講演内容は、水素化による磁気特性の変調効果、カイラル反強磁性体を用いた交換バイアス効果や磁性多層膜の磁気スキルミオンや異常ネルンスト効果等の新機能創成に関する内容、 $\text{Co}_3\text{Mo}_{1-x}\text{Pt}_x$  薄膜、 $\text{DO}_3\text{-(FeMn)}_3\text{Si}$  薄膜や  $\text{Mn}_4\text{N}$  薄膜といった新規磁性材料の電気・磁気・熱特性等の新物質の特性評価に関する内容、さらにカイラル高分子を用いた円偏光電流検出、STEM/EELS 測定を用いた界面特性の評価、X線吸収分光を用いた薄膜磁気特性の評価や磁気光学イメージングを用いた磁束・磁区観察技術といった評価技術に関する内容と多岐にわたる発表が行われた。多種多様な新物質や評価技術をはじめ、磁気特性に関わる絶縁層材料や下地材料などについても、実験から第一原理計算に至るまで多岐にわたる報告がなされ、中分類10.1で対象とするべきスピントロニクス・マグネティクス分野における新物質とその物性について活発に議論が行われた。

10.2「スピン基盤技術・萌芽的デバイス技術」では、25件の口頭発表(うち1件は講演奨励賞受賞記念講演)および18件のポスター発表が行われた。ピーク時の参加者数は現地81名、オンライン35名の合計116名であった。講演内容は、スピンホール効果、スピン軌道トルク、共鳴・発振現象を利用した磁化ダイナミクスの研究、スピンカロリトロニクスといった領域が主であり、近年の傾向を踏襲しつつ、幅広く、中分類名にふさわしい話題が展開された。スピン軌道相互作用が現象の根源となるいわゆる軌道流やダイナミクス関連の講演においては、スピン基盤技術となりうる物理機構解明を目指す方向性は維持されているが、対象とされる系は金属、酸化物、トポロジカル物質、二次元物質、積層膜と多様

化が進んでいる。スピントロニクスについては、材料研究に加えてその幾何構造の最適化による出力向上の実証にも進展があり、応用への出口を意識した研究も見られた。また、磁気スキルミオンのブラウン運動を利用することでマクスウェルの悪魔の実証を試みるテーマなど、非ノイマン型計算機応用を意識したテーマもあり今後の展開に興味もたれる。これまでの講演会と同様に基礎応用の両面が織り交ざった応用物理学らしいセッションであった。

10.3「スピンドバイス・磁気メモリ・ストレージ技術」では口頭発表 19 件、ポスター発表 9 件の発表があった。ピーク時の参加者数は現地 72 名、オンライン 38 名の合計 110 名であった。会場の都合上、講演は 2 日に分けて行われた。初日は主にスピントランスファー・スピン軌道トルク磁化反転に関する講演が行われ、2 次元層状物質 MXene やトポロジカル絶縁体などを用いた研究成果が報告された。特に軽元素からなる MXene を用いて効率的な磁化反転を実現できれば、これまで重金属に頼ってきたスピン起動トルク MRAM の開発において大きな進展であり、今後の展開が期待される。2 日目はトンネル磁気抵抗(TMR)効果を利用したセンサー開発の現状と、強磁性体/半導体あるいは絶縁体の接合構造における磁気特性に関する研究が報告された。絶縁体としてスピネルやハイエントロピー材料といった新しい材料を用いることで大きな界面磁気異方性が得られており、スピントロニクス材料開発にもまだまだやるべきことが残されていることを改めて実感した。初日は夕方、2 日目は早朝からというスケジュールであったにもかかわらず、両日とも活発な議論が交わされていた。

10.4「半導体・トポロジカル・超伝導・強相関スピントロニクス」では 24 件の口頭講演、5 件のポスター講演、計 29 件の報告が行われた。ピーク時の参加者数は現地 47 名、オンライン 32 名の合計 79 名であった。当セッションの前半では、磁性体・超伝導体・トポロジカル物質やスピン系デバイスに関する最新の研究成果が多数報告された。強磁性半導体、最近とくに注目を集める交代磁性体、超伝導体/半導体・金属のヘテロ界面系など、多様な物質系の作成と観測についても報告があった。また、後半では、フォトニクスとの融合領域にあたる不スピンフォトダイオード、ナノ細線内のスピン波のダイナミクスの観測、こうそくスピン注入など、将来の情報処理技術に結びつく研究、SrTiO<sub>3</sub> と金属界面などの新しいタイプの二次元電子ガス物質系の実験研究の報告もあった。このように、スピントロニクス、量子デバイス、環境応用に向けた幅広い展望が示された。今回も前回同様、現地参加とオンライン参加を併用したハイブリッド形式で開催されたが、各発表後には活発な質疑応答や意見交換が行われ、全体として非常に充実した議論が展開された。

10.5「磁場応用」では、ポスター発表 4 件および口頭発表 6 件（うち英語発表 2 件）が行われ、磁場を活用

した材料創製、構造制御、計測技術および応用展開に関する研究が報告された。ピーク時には現地 20 名、オンライン 14 名の計 34 名が参加し、活発な議論が行われた。磁場を用いることで、材料の配向や構造、機能を非接触かつ選択的に制御できる点が本分野の特徴である。ポスターセッションでは、反磁性を利用した磁気浮上技術を中心に、磁場勾配設計や磁石配置の工夫に基づく基盤技術が報告された。粒子配向による浮上力の最適化や低損失振動子の実現に加え、磁気力を利用した微小液滴の生成・操作などが示され、磁場設計の重要性が明らかとなった。口頭発表では、磁性ナノ粒子や複合材料を対象に、磁場による機能発現や評価に関する研究が展開された。磁気粒子イメージング特性の向上や、スペクトル解析におけるノイズ影響の検討、磁場誘起配向に基づく異方性評価などが報告され、さらに配向制御や相形成に対する磁場の役割について理解が進められた。また、12.7「医用工学・バイオチップ」との共催により T14 シンポジウムが開催され、磁場を基盤とした医工融合の可能性について議論が深められた。今後、分野横断的な連携の進展が期待される。