

スピントロニクス・マグネティクス

名大 飯浜賢志、東芝 中川裕治
 東北大 窪田崇秀
 阪大 小山知弘、産総研 中山裕康
 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9月8日（火）～9月11日（金）に口頭発表セッション（134件）、9日午後にスピントロニクス研究会企画シンポジウム、10日午後にポスターセッション（84件）を開催した。大分類10への投稿は合計218件あり、2013年以降で最高の講演件数となった。日程の制約により、ポスターセッションとシンポジウムを除くすべての時間帯がパラレルセッションとなったが、聴講者数は最大で190名程度に達し、従来に引き続き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る。

9日午後に開催されたシンポジウムは、「層状物質を用いたスピントロニクスの最前線」と題し、7名の招待

する内容、ひずみによるキュリー温度の制御に関する内容、熱磁気効果を用いたイメージング等多岐にわたる現象が報告された。これらの報告において様々な物質が用いられており、トポロジカルホール効果を示す $\text{Co}_3\text{Mo}_1-x\text{Pt}_x$ 薄膜やトポロジカル表面状態を有する TaSi_2 といったトポロジカル物質やカイラル MnAu_2 薄膜、フェリ磁性 Mn_4N 薄膜、 NiCo_2O_4 薄膜といった新規磁性材料、 $\text{FePt}/\text{NiO}/\text{CoFeB}$ や $\text{MgO}(111)/\text{CoFeB}$ 、 FeCo/VN 多層膜といった積層構造を用いた発表も数多くあり、物質の観点からも多種多様な報告がなされた。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磁気・電気・光・熱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、29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29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88名、オンライン33名の合計121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。スピンカロリ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をもたれる。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「スピンデバイス・磁気メモリ・ストレージ技術」では口頭発表21件、ポスター発表18件の発表があった。ピーク時の参加者数は現地46名、オンライン37名の合計83名であった。前半は主に、スピン軌道トルクによる磁化反転、トンネル磁気接合(MTJ)およびCPP-GMRデバイスの基礎物性やその応用技術に関する研究成果が報告された。特に、従来はMTJのトンネルバリア材料として着目されてこなかったハイエントロピ

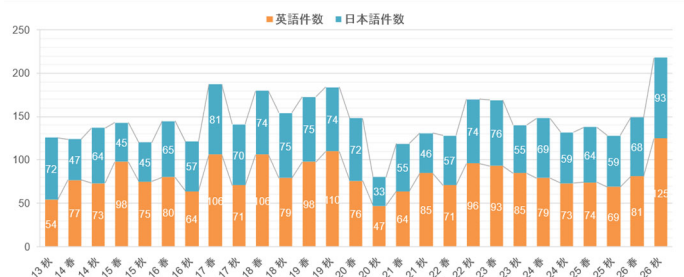


図1：大分類10における講演件数の推移

講演者から層状物質についての新奇な物理現象に関する講演をして頂いた。層状物質における磁性やスピン依存伝導等のスピントロニクスに関連する話題について、理論・実験双方の観点から議論が行われた。ピーク時の参加者数は現地83名、オンライン51名の合計134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40件とポスター発表21件の計61件の報告がなされた。ピーク時の参加者数は現地69名、オンライン38名の合計107名であった。講演内容は、Zak phaseを用いた表面強磁性状態の発現に関する内容や、トポロジカル表面状態を用いたスピン軌道トルクに関する内容、カイラリティを有する薄膜の電気的なカイラリティの制御と検出に関

一酸化物を用いた MTJ において、界面制御によって室温で 130%を超える大きなトンネル磁気抵抗比が報告され、新規材料を用いた高性能スピントロニクスデバイス開発の可能性が示された。後半は、トンネル磁気抵抗 (TMR) センサーおよびその機械学習応用、アナログ磁化制御技術、ならびに電圧磁気異方性制御 (VCMA) 効果に関する研究が発表された。特に、磁気トンネル接合において、絶縁体上に強磁性体薄膜を作製する際に低温成膜プロセスを用いることにより、大きな垂直磁気異方性と顕著な電圧磁気異方性制御効果が報告されており、次世代スピントロニクスデバイスへの展開が期待される。本セッションは講演会最終日の開催であったが、終始活発な質疑応答が行われ、本分野への関心の高さがうかがわれた。

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」セッションは、例年を大幅に上回る講演申し込みがあったため、2 日間にわたって開催された。報告件数は、口頭講演 37 件（うち招待講演 1 件）およびポスター発表 9 件の計 46 件であった。参加者数はピーク時に現地 76 名、オンライン 62 名の合計 138 名に達した。セッション前半では強磁性金属・半導体ヘテロ界面や、超伝導体と多様な物質系を組み合わせた作製および観測、スピン系デバイスへの応用について報告がなされた。また、最近関心をもたれているミクロな物質構造のカイラリティとスピン物性を結びつけた研究について報告があった。さらに、Fellow International 2026 Special Lecture として、Claudia Felser 氏によりトポロジカル物質とカイラリティに関する招待講演が行われ、多くの聴講者が集まった。本セッションは前回に続き、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、全体として極めて充実した議論が展開された。

10.5「磁場応用」では、口頭発表 6 件、ポスター発表 7 件の計 13 件が行われた。口頭セッションの参加者数は、現地ピーク 20 名、オンラインピーク 8 名、延べ 28 名であった。ポスター発表では、反磁性物質の移動制御や永久磁石の配列構成と磁場分布の関係、ハルバッハ配列と比較した強磁場配列の設計、有限非均等配列による磁場の増強などが報告された。また、鋼材を用いた磁石の直並列接続、画像認識による磁場測定の自動化、閉磁路構造による磁石の高温減磁抑制など、磁場の生成・計測に関する技術も示された。口頭発表では、複合粒子を用いた PLA ハイブリッドフィルムの磁場配向、永久磁石による反磁性微粒子の三次元配向など、磁場を利用した材料の構造制御が報告された。さらに、磁性粒子の二次粒径と交流磁場下での発熱効率の関係、高勾配磁気分離における粒子堆積過程のその場観察、磁場中で作製した尿素結晶の評価、永久磁石のみによる直径約 1 mm の水滴の反磁性浮上など、磁場応用の幅広い展開が示された。磁場の形成・配置そのものを追究する研究から、材

料の配向制御や分離・計測への応用まで、多様な視点から議論が交わされた。永久磁石を活用した発表も複数あり、身近な磁場源を用いた研究の広がりが印象的であった。