

第 84 回応用物理学会秋季学術講演会 シンポジウム開催報告
「磁性・スピンと超伝導が織りなす新物理現象とデバイス応用」

世話人：三輪真嗣(東大)、大兼幹彦(東北大)、安藤裕一郎(京大)
野村光(東北大)、菅大介(京大)

一般にスピン・磁性と超伝導は共存しにくい関係にある。しかし、最近はこの共存を積極的に生み出すことによる新しい物理現象の発見やデバイス応用への試みが精力的に行われている。本シンポジウムではスピン・磁性と超伝導の協奏について分野を牽引されている先生方にご講演いただき、最近の進展および今後の展望について議論した。なお、聴講者は会場参加が約 110 名、オンライン参加が約 80 名であり、質疑応答は現地及びオンラインから活発に行われ、シンポジウムを大盛況のうちに終えることができた。

「超伝導ダイオード効果」小野輝男 (京大化研)

(Nb/V/Ta)_n といった膜面垂直方向に対称性を破った超伝導を示す多層膜の磁気伝導特性が報告された。特に外部磁場を印加することにより超伝導転移温度が電流方向に依存する、超伝導ダイオード効果の発見からその後の進展に関する詳細な報告が行われた。最近では強磁性層を多層膜に埋め込むことにより、磁場を印加しなくても超伝導ダイオード効果が発現することがわかっており、今後のさらなる進展が期待される。

「極性イジング超伝導体における超伝導整流効果」中野匡規 (東大工、理研 CEMS)

遷移金属ダイカルコゲナイドとよばれる二次元材料を、多くの研究者が行うスコッチテープ法でなく分子線エピタキシー法を駆使した最近の研究が報告された。特に 3R-TaSe₂ という面内の臨海磁場が極めて大きな極性イジング超伝導体に関する詳細な議論があり、この物質における巨大な超伝導ダイオード効果の報告もあった。遷移金属ダイカルコゲナイドの研究は世界的に盛り上がっており、今後のさらなる進展が期待される。

「Bi/Ni 超伝導リングにおける半整数磁束量子シフトの観測」新見康洋 (阪大理)

超伝導を示す Bi/Ni 膜に関する報告がなされた。特に超伝導体を直径 1 μm 程度のリング形状に加工し、磁場を印加することで電気抵抗が振動する Little-Parks 振動の異常に関して詳細な議論がなされた。有限磁場下でリングを通過する磁束量子が半整数シフトする現象は、非自明な超電導が Bi/Ni で発現していることを強く示唆しており、非常に興味深い。今後も非従来型超伝導の物性研究の進展が期待される。

「New superconducting phenomena in Sn-based quantum structures」Le Duc Anh, K. Ishihara, T. Hotta, D. Nishigaki, M. Tanaka (東大工)

Sn の超伝導に関する報告がなされた。特に低温基板に分子線エピタキシー法で成長した α-Sn 薄膜に対して収束イオンビームを用いることにより、超伝導を示す β-Sn を作り込む

ユニークな研究が紹介された。本物質は大きな超伝導ダイオード効果や非従来型非相反伝導を示すなどとても興味深い。今後も単体でありながらトポロジカルディラック半金属である Sn の研究の進展が望まれる。

「超伝導体/強磁性体界面におけるスピン三重項近接効果と超伝導交換結合」小森祥央 (名大理)

主に超伝導体 Nb と強磁性金属 Fe の多層膜である Nb/Fe/Nb をベースとした多層膜に対し、収束イオンビームでデバイスを作り込んだ系の超伝導に関する報告がされた。このような系ではトリプレット超伝導電流が流れること、そして超伝導による強磁性金属の磁化曲線制御と言った興味深い現象が報告された。多層膜系は材料に幅があり、今後の研究の進展が期待される。

「超伝導磁束量子ビットを用いた電子スピン検出」齊藤志郎、ブドヨ ランガ、樋田啓、角柳孝輔 (NTT 物性基礎研)

超伝導磁束量子ビットを用いた電子スピンの検出について、詳細な報告がされた。超伝導量子ビットは有限の大きさを持つため、高感度でありながらある程度の深さにある電子スピンを検出できるという特徴がある。講演では磁束量子ビットを用いて 12 スピンを検出するという高感度測定が紹介された。今後もこのような量子技術の進展が期待される。

「超伝導スピントロニクスによるスケーラブルな超伝導量子回路」山下太郎 (東北大工)

NbN を用いたジョセフソン接合に関する報告がされた。特に超伝導体と磁性体を組み合わせた II 接合 NbN/CuNi/NbN や NbN/PdNi/NbN では、後者の方が広い II 状態領域を示すという興味深い報告がされた。また、NbN/AlN/NbN のエピタキシャル接合を用いた系をもちいた磁束バイアスフリー量子ビットの研究開発が紹介された。今後もこの新規量子技術の進展が期待される。