

次世代革新的デバイス創成を指向した物理とテクノロジーの探索

北大 葛西誠也

本シンポジウムは応用物理学会と JST の共同企画として、我が国の研究戦略の一つである次世代革新的デバイス創成に関わり JST さきがけ「革新的次世代デバイスを目指す材料とプロセス」領域で進められている最先端研究の成果を中心に広くこれを公開し応用物理学の観点で議論する目的で開催された。9月15日終日にわたり基調・招待講演含め14件の講演が行われた。

はじめに佐藤勝昭総括 (JST) による基調講演が行われ、さきがけの領域に関する説明がなされた。基礎研究を純粋型と課題解決型に分けるならば後者のタイプとして進められていること、本領域で目指すデバイスイノベーションとは more Moore ではなくパラダイムシフトを起こす挑戦的なものとの考え方を示された。またシンポジウム講演者であるさきがけ一期生研究者11名の研究概要について紹介された。午後には招待講演として高梨弘毅先生 (東北大) より、さきがけ領域の中でも中心的話題であるスピン流についてその概念、歴史的背景から最近の研究成果まで、専門外の聴講者にも分かり易くレビューいただいた。以下にシンポジウムでのトピックスをテーマ毎に紹介する。

(1) スピントロニクス: 村上研究者 (東工大) は、Bi 系材料における理論的な考察からスピン流が関与する「トポロジカル絶縁体」における特異な熱電効果を予言した。谷山研究者 (東工大) は、チューナブルスピン源につながる $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{GaAs}$ でのスピン偏極伝導の電界制御に成功すると共に、Co/FeRh 系においてスピン注入による強磁性-反強磁性磁気相転移を見出した。高橋研究者 (NIMS) は、ハーフメタルを用いた GMR 素子の性能向上をめざし、点接触アンドレーフ法によるスピン偏極率測定を駆使した材料探索を行い、 Co_2MnGeGa 系においてホイスラー合金中最高のスピン偏極率 74% を得た。齊藤研究者 (東北大) は、電流とスピン流の相互変換が可能であることを実証、誘電体中のスピン流伝導を用いて電気信号をジュール損なしに伝送できることを世界で初めて検証するなど、スピン流を用いた新たなエレクトロニクス (スピントロニクス) のパラダイムを拓いた。塚本研究者 (日大) は、超高速光磁気記録技術として、円偏光パルス光を用いた GdFeCo フェリ磁性合金への超高速磁気書き込みを実験的に見出し、物理的解析から単なる磁氣的・熱的現象ではない新現象であることを示した。山口研究者 (慶応大) は、磁性体のナノスケール構造における新奇現象を探索し、磁気渦の運動の電氣的観察に成功したほか、磁性人工格子ナノワイヤにおけるスピンラチェット現象を見出した。

(2) ナノカーボン・有機半導体材料: 若林研究者 (NIMS) は、ナノカーボンのエレクト

ロニクス应用到資する基礎研究として、計算機科学手法によって不純物を有するグラフェンナノリボンにおける完全伝導チャンネル、ナノグラフェン接合系を介した電子伝導特性、エッジ修飾による磁性発現の可能性を示した。白石研究者（阪大）は、分子スピントロニクスの開拓をすすめて、単層グラフェンにおいて室温でスピン注入できることを世界で初めて明らかにしたほか、ルブレンなど有機材料への展開を図った。安田研究者（NIMS）は、有機トランジスタの性能向上をめざし、有機半導体を延伸することによって1000倍以上の導電率の向上が起きることを実験的に検証した。

（3）ナノエレクトロニクス：深田研究者（NIMS）は縦型トランジスタの高密度集積をめざし、良質のSiおよびGeナノワイヤを作製し、ラマン法とESR法によってナノワイヤにおけるドーパント不純物の結合・電子状態および濃度を評価する手法を確立した。葛西（北大）は、「確率共鳴」をエレクトロニクスに応用するための基礎研究を行い、実際に半導体ナノワイヤデバイスにノイズ重畳させ確率共鳴の電子的発現を実証したほか、単電子デバイスでの現象発現を理論的に指摘した。

クロージングトークでは、栗野祐二先生（慶応大）がITRS（国際半導体技術ロードマップ）におけるbeyond CMOSのテーマ設定と方向付けについて説明した後、ITRSの立場から本シンポジウムで取り上げた研究トピックスの位置づけを示した。いずれも次世代デバイスに資する重要な研究であることを指摘し、本シンポジウムを締めくくった。

シンポジウム会場は100席以上あったが常に満席であり、多いときは50名ほどの立ち見ができるほど大変な盛況であった。本企画の意図が十二分に達成されたといえる。なお会場に入らず聴講できなかった皆様方にはこの場を借りお詫び申し上げたい。最後に、本企画に多大なご協力を頂いた佐藤総括はじめ領域関係の皆様へ深く感謝申し上げます。