

「スピントロニクスはこれから何を実現するのか（スピントロニクス研究会企画）」

東北大学 好田 誠

標題のシンポジウムは、「スピントロニクス・マグネティクス」分科の分科企画シンポジウムとして、10-20年後に産業に結び付けられるスピントロニクス技術と将来像を議論するために企画され、講演会2日目の2012年9月12日の午後に開催された。

スピントロニクスは、不揮発性磁気ランダムアクセスメモリや垂直磁気記録ハードディスクドライブなど量産化されているデバイス開発とスピン流やスピンホール効果などの新たな概念を生み出す基礎研究を同時に網羅する分野であり、この基礎と応用の両輪が同時に動くことで、発展を遂げてきたと言える。これは、基礎研究を如何に発展させ10年後そして20年後の産業に結び付けられるかが、今後のスピントロニクス分野を発展させる上でも極めて重要であることを意味する。このような背景から、本シンポジウムでは、未来を担うスピントロニクスデバイスに着目し、シリコン半導体から光、熱、生体と幅広い分野における将来のスピントロニクスデバイスに重点を置き、各研究領域で大きな成果を挙げられている8名の先生方を招待し、ご講演いただいた。以下にハイライトを報告する。

イントロダクションとしてシンポジウム企画説明が東北大、安藤康夫先生から行われた後、オーバービュートークとして、産総研 安藤功児博士にニーズとシーズの観点からスピントロニクス技術の現状と今後の課題について講演していただいた。産業に結びつかなければ分野そのものが衰退してしまうことを念頭に、ニーズを考えながら基礎研究を行う重要性を説かれた。またスピントロニクスは、コイルマグネットによる磁性の制御を、より直接的な量子力学によるスピンと軌道の制御へ置き換えることである、と述べられた。その後、強磁性トンネル接合(MTJ)やスピントランジスタを利用したスピンロジック回路・アーキテクチャに関して、2件の講演を東工大 菅原聡先生と東北大 羽生貴弘先生からいただいた。菅原先生からは、スピン MOSFET のデバイス原理から省電力化に向けどのように不揮発性回路をロジックアーキテクチャに組み込めば良いのかについて講演をいただいた。また、羽生先生からは、MTJ を組み込んだ3値連想メモリ(TCAM)によりセル回路のコンパクト化と TCAM の不揮発性の両立が出来ることが示され、今後ロジック回路の不揮発化が集積回路の省電力化において極めて重要であることが示された。次に、東工大 宗片比呂夫先生より光版の不揮発メモリに関する講演をいただいた。磁化方向の変化を利用して光情報を蓄積し、必要なときに読み出す光不揮発メモリのアイデアが紹介され、強磁性半導体(Ga,Mn)As やフェリ磁性体 GdFe における光パルスを利用した磁化歳差運動の高速制御に関する報告がなされた。シンポジウム後半では、今後10年から20年ほど先の応用研究のためのシーズとなるであろう興味深い新現象についての講演が相次いだ。まず東北大 安藤康夫先生からはスピントロニクス技術による生体磁場センサに関する講演がなされた。MTJ を用いて脳磁場・心磁場の高感度検出を行うことで MRI を置き換える技術が紹介された。MTJ を用いて300ピコテスラの微小磁界検出に成功し、さらなる高感度化にむけた並列 MTJ アレイの開発現状が示された。引き続き MTJ を用いた超高密度磁気記録技術に関して、東芝 佐藤利江博士より講演をいただいた。異なる透磁率を有する磁性薄膜の積層化とスピントルク発振の共鳴磁場シフ

トを利用したハードディスクの多層書き込み技術と 10Tbit/in^2 の超高密度磁気記録に向けたシナリオが示された。その後、東北大 内田健一先生よりスピンゼーベック効果を利用したスピン流の生成とその起源に関する講演がなされた。スピンゼーベック効果の起源は、マグノンと電子の有効温度の差によって生み出されることが示されるとともに、塗布プロセスを利用した磁性体コーティングによる熱電変換素子の可能性について実験結果と共に示された。最後に東大 樽茶清悟先生より、電子スピンを用いた量子情報素子に関する講演がなされた。固体中での量子ビットに関する基本的な説明の後に、量子細線構造を利用した集積可能な 2 経路干渉計と固体飛行量子ビットの制御に関する報告がなされた。

今回のシンポジウムはスピントロニクス研究会分科内シンポジウムとして企画し、2 日目に行われたこともあり、参加者は 150 名を超えた。スピントロニクスが得意とする不揮発メモリ・固体電子デバイスの集積化から、光通信、生体応用、熱電素子、そして量子情報までスピンが活用できる研究分野が確実に広がっていることを実感でき、スピントロニクスの可能性を再認識できる良い場となった。このような将来のスピントロニクスに関わるシンポジウムはほぼ 2 年毎に開催されて、そのたびに新しい分野に出会うことができる。次の 2 年後に、今はまだ見ぬ新しい分野に期待し、スピントロニクス分野の更なる発展に努力していきたい。