

MORIS (Magnetic and Optical Research International Symposium) 2011 に出席して

さきがけ「次世代デバイス」研究総括

佐藤勝昭

はじめに

私が、国際組織委員の1人である標記国際会議が、2011年6月21日から24日のオランダのナイメーヘン(Nijmegen)の音楽ホール(コンサートヘボウ)の2階にある会議センターで開催された。この国際会議は、日本磁気学会が主催して、ほぼ1.5年間隔で日→米→欧の順番で開催されている小規模の国際シンポジウムである。もともとは光磁気記録を主なテーマとしていたが、現在では磁気と光にかかわるさまざまな物理現象とその応用というところに焦点を当て、極めて深く議論する場を提供している。

Radbout 大学訪問

今回、会議を主催したのは、NijmegenにあるRadbout大学のTheo Rasing教授の研究室で、非線形磁気光学効果や超短パルス光を用いて磁性体の研究をしているグループである。私は、会議の前日の6月20日に同研究室を訪問した。この研究室には今から14年前に2ヶ月あまり滞在したので思い出深い研究室である。昔の面影はなくモダンなビルにすっかり立て直されていた。あいにく教授は不在で、当時助手だったAndrei Kirilyuk准教授が応対してくれた。超高速の光現象を扱うラボやレーザを用いた金属クラスタの作製装置などを見せてもらった。また、さきがけの成果について議論した。

MORIS2011の統計

今回の参加者数は125名、講演は、チュートリアルが4件、口頭講演数40件、ポスター講演数103件(実際には22件キャンセル)であった。口頭講演のうち、 1Tb/in^2 を超えるエネルギーアシスト記録が4件、高密度記録材料7件、超高速磁気ダイナミクス4件、プラズモニクス6件、スピントロニクスと磁気光エレクトロニクス10件、新磁気情報処理のためのナノ材料4件、グラフェンのスピントロニクス4件、であった。このようにMORIS2011では、基礎的な磁性ダイナミクスと Tb/in^2 超の高密度記録を目指す応用研究が平行しており、基礎と応用の融合が行われているのが特徴的である。



チュートリアルセッション

会議初日（6月21日）は、参加登録とチュートリアルセッションがあった。チュートリアルでは、米国 IBM 研究所の Stuart Parkin 博士による「磁気記録情報処理のための新技術」、東工大の宗片比呂夫教授による「スピントロニクス」、米国 SLAC 国立加速器研究所の Hermann Dürr 博士による「磁性基礎および応用のための X 線磁気光学」、スウェーデン Uppsala 大学の Peter Oppeneer 教授による「磁気光学から光磁気学へ：理論から何がわかるか」の4講演であった。

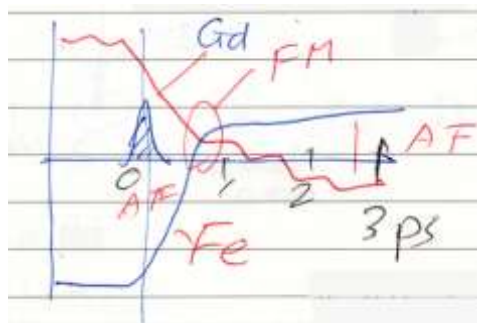
- Parkin 博士は、電流注入磁壁移動による磁気書き込みを用いた Racetrack Memory の磁気ダイナミクスと、ナノ磁性体を並べその双極子相互作用を用いて磁気情報を処理する Nano Magnetic Logic の動作原理とその問題点について述べた。
- 宗片教授は、Beyond-CMOS のために光と磁気の相互作用を使うことが有用であると説き、彼の研究室で見いだした GaMnAs における光誘起ピコ秒磁気歳差運動について説明し、この現象が光通信用バッファメモリとしての可能性をもつことを述べた。
- Dürr 博士は放射光を用いて、いかに小さなものをいかに短い時間で観測できるかについて述べた。特に、自由電子レーザー(FEL)について解説した。SLAC にある 3km の直線加速器の最後の 1km を用い、132m のアンジュレータで自由電子レーザーを取り出す。超高速（フェムト秒分解能）かつ高輝度（1mJ、 10^{12} 光子/パルス）、コヒーレンス向上によりレンズなしで数 nm の領域を照射可能である。自由電子レーザーを用いた MRAM セルの磁化反転機構、超高速減磁現象解明が行われている。
- Oppeneer 教授は、磁気光学効果については、電子構造の第 1 原理計算からほとんど完全に予測できるが光誘起磁気効果についてはまだ第 1 原理計算から導くことができていないと述べ、光誘起超高速減磁現象と、逆ファラデー効果について、これまでのモデルを検証し線型モデルでは説明できないことを示し、トランジエントな時間応答に高次の項を入れることで逆ファラデー効果を導くことを述べた。

今回の国際会議は、超短時間の磁気ダイナミクスが中心議題となったが、上記の講演は、まさにこの会議を象徴するチュートリアルとなり、主催者の意図がよくわかるものであった。このチュートリアルを聞いただけでも、遠路ナイメーヘンまで来た甲斐があると思った。

本会議で印象に残った話題

反強磁性結合のスピントロニクス

- Radboud 大の I.Radu は、FEL のフェムト秒 X 線パルスとパルス光とを組み合わせたポンププローブ時間分解実験で、フェリ磁性体 GdFeCo において反強磁性結合している Gd の副格子磁化と FeCo の副格子磁化の時間ダイナミクスが異なり、サブピコ領域で一時的に強磁性結合していることを紹介したことである。交換結合が時間変化することの初の発見である。
- 英国 Nottingham 大／チェコ物理研の T. Jungwirth は、反強磁性体のスピントロニクスを紹介した。反強磁性体である MnIr 合金超薄膜をトンネル電極として用いた Pt/MgO/MnIr/Permalloy の構造において MR 比 100%を超えるスピンバルブ的なトンネル AMR 曲線が得られることを紹介した。第 1 原理計算によって I-Mn-V 材料(例えば LiMnAs)がスピントロニクスのための高温反強磁性半導体の候補となること、黄銅鉱 CuFeS₂ も候補になることを述べた。



1Tb/in²を超える磁気記録

- 日立 GST の B. Stipe は、熱アシスト磁気記録(TAR)により、FePt グラニューラー媒体 (NIMS 媒体) へのビット幅 14.5nm (550Gb/in²) の書き込みに成功、Pd/Co 多層膜を用いたビットパターンドメディア(BP)への熱アシストにより 1.5Tb/in² の記録に成功したことを報告した。
- 日立中研宮本は、TAMR 用の集積ヘッドの作製について述べ、27.5nm のスポットサイズを実現、記録シミュレーションにより 2.5Tb/in² の記録の可能性を示した。
- 東芝の鎌田は、直接自己組織化ビットパターンドメディア (DSA-BPM) にサーボ信号を記録する方法を開発、9nm ドット 17nm ピッチ BPM の実証実験を行い、2.5Tb/in² を実現した。
- NIMS の高橋(さきがけ佐藤領域の 1 期生)は、規則度の高い FePt-Ag-C で直径 6.1±1.8nm のグレインサイズのグラニューラー媒体を作製し、Hc=35kOe を達成、TAR 媒体として有望であることを示した。

超高速磁化ダイナミクス

- 日大塚本(さきがけ佐藤領域の 1 期生)は、アモルファス GdFeCo の角運動量補償点を用いて、レーザアシスト歳差運動を用いた磁化反転を用いて、非常に高速にスイッチングできることを報告した。
- 円偏光誘起磁化反転のメカニズムに挑むいくつかの理論的アプローチが報告された。

充実した social program

- 6月21日には、市庁舎において市長によるレセプションがあった。女性の副市長が歓迎のメッセージを述べ、飲み物と乾き物だけの簡素なパーティが開催された。その後、聖スチーブンス教会でのパイプオルガンコンサートに招待された。
- 6月23日の午後には、エクスカージョンがあり。ワールス川をはさんで北側にあるアーネム(Arnhem)市にある広大なホーゲフェル・ヴェ国立公園に行き、そのど真ん中にあるクローラー・ミュラー美術館(Kröller-Müller Museum)を見学した。
- カンファレンスディナーは、同じアーネムにあるランドグロート・フロート・ヴァルンスボルン(Landgoed Groot Warnsborn)という邸宅ホテルの大庭園を望むレストランで行われた。

