



カレル橋と王宮 (佐藤画)

MORIS2019(磁気と光の研究に関する国際シンポジウム) 参加報告

JST CRDS 特任フェロー 佐藤勝昭

はじめに

標記会議が、2019年6月23日(日)から26日(下)の4日にわたり、チェコ共和国のプラハにあるカレル大学(英語では Charles University)の大講義室で開催された。本国際シンポジウムは、第一回が1991年に日本応用磁気学会(当時:現、日本磁気学会)の主催で東京市ヶ谷の日大会館で開催された Magneto-optical Recording International Symposium という光磁気記録の国際会議であったが、MO ディスクの限界が見えた2009年(第12回)から、Magnetics and Optics Research International Symposium(磁気と光の研究に関する国際シンポジウム)と略称 MORIS はそのままにして中身を磁気と光の研究と変えて続けている。今回は第17回目である。シンポジウムの組織委員長は加藤剛志名大教授、現地実行委員長はカレル大のマーチン・ヴァイスである。

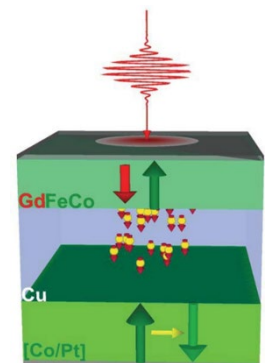


第1日(6/23) チュートリアル

6/23の午後、2件のチュートリアルと、1件の招待講演があった。



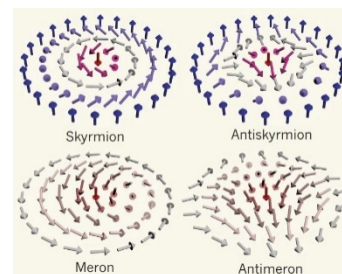
・チュートリアルの1つめは S.Mangin (ロレーヌ大)による「全光学的磁気スイッチ」で、右図のようなスピンバルブ構造において GdFeCo にパルス光照射すると、スピン偏極した熱い電子が銅に注入され、対向電極の Co/Pt の磁化を反転させるという内容で、磁化反転をポンププローブ法で検出する全光の磁気スイッチとなっている。この過程にはスピン軌道トルク+ヘリシティ駆動磁壁移動が関与するという。



・2つめは G.D.Beach (MIT)による「磁気スキルミオン:トポロジーからテクノロジーへ」で、スキルミオンはトポロジカルに保護された磁気構造で磁気ストレージへの応用が期待されるが、強磁性体においてはスキルミオンがスキルミオンホール効果のため電流と平行に移動しない(細線の壁にぶつかる)という弊害がある。この解決策としてフェリ磁性体および反強磁性体におけるスキルミオンの応用を提唱している。



・3つめは、招待講演で O.A. Tretiakov (The University of New South Wales) は「反強磁性スピントロニクス、(アンチ) スキルミオンとバイメロン」と題して、DMI(ジャロシンスキー守谷相互作用がある反強磁性体において、スキルミオンの代わりにアンチスキルミオンが安定であること、さらに面内での磁気渦であるメロンとアンチメロンの対であるバイメロンが反強磁性体における最安定な構造であることをのべた。



★初日の講演を聞いて、今回のシンポジウムでは、トポロジー、(アンチ)スキルミオン、反強磁性体、AO-HD 磁気スイッチ(All Optical Helicity Driven Switching)がキーワードであることを強く印象づけられた。

第2日(6/24) 通常セッションは招待講演(30分)と一般講演(15分)の構成で、初日は、次の4つのセッションがあった。

Mo-01 Magneto-optical Phenomena and Devices I & Optics and Photonics

Mo-02 New Concepts and New Materials / Devices I

Mo-03 Magnetic X-ray Application

Mo-04 Ultrafast Dynamics / Reversal

肇の3つのセッションの招待講演を中心に紹介する。

招待講演 Mo-01-1 は、Caroline A. Ross (MIT) による**集積型アイソレーター**についてである。

「磁気光学、スピントロニクスのためのフェリ磁性ガーネット薄膜」と題して、Si 基板への Bi:YIG, Ce:YIG, Tb,Bi,Ce:YIG のレーザー堆積による薄膜成長と導波路デバイスの作成について話した。Bi:YIG では、1550 nm において 576 °dB-1 の性能指数を得た。これらの材料をクラッドとして用い、Si あるいは SiN 導波路によるリング共振器とマッハツェンダー干渉計(MZI)を用いた集積型アイソレータを構成した。TM モードにおいてリング共振器・MZI ではそれぞれ 40dB および 30dB の高いアイソレーション比を得た。



招待講演 Mo-02-1 では、Kyung Jim Lee (Korea University)が**フェリ磁性体を用いたスピントロニクス**について述べた。従来、スピントロニクスは強磁性体をベースに進められたが、磁壁移動速度には限界があった。反強磁性体を用いることで高速のスピントロニクスが実現することを実験的に示した。FeCoGd の補償温度で最大磁壁移動速度 1.7km/s を得たという。



招待講演 Mo-03-1 では、Stephan Bonetti (Stockholm University)が**テラヘルツのスピンダイナミクス**について述べた。ここでは、0.1-10THz の領域での電磁波放射を用いて強磁性薄膜におけるスピンダイナミクスの制御・検出を行うための基礎と最先端を述べた。また、メタマテリアルを用いた近接場における THz 磁場の増強の実験結果を示し、これが、最速の歳差あるいはバリスティックな磁化反転のテーブルトップで実現をめざす。



第2日(6/24)ポスターセッションでは

Magneto-optical Phenomena and Devices, Ultrafast Dynamics / Reversal, Optics and Photonics に関する 32 件のポスター展示が行われた。このうち、優秀ポスター賞を受賞した 2 件の発表を紹介する。

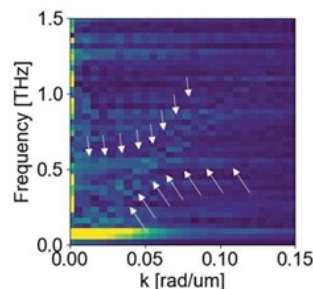
Mo-P-22 K. Matsumoto(九大。佐藤琢哉研学生)：ビスマスフェライトにお



K. Matsumoto

けるコヒーレント・マグノンおよびコヒーレント・フォノンの超高速生成
ポンプ・プローブ法を利用、1300 nm の直線偏光でフォノンとマグノンを励起、800nm の円偏光プローブで 2.4THz フォノンと 560 および 740 GHz マグノンを検

出、分散関係も示すことに成功した。

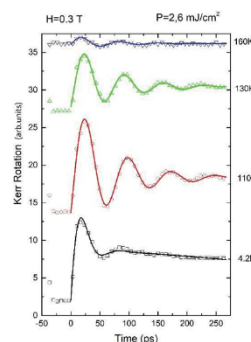


Mo-P-24 I.O.Karpovsky：マグネタイトにおける超短レーザー誘起スピン再配列



I.O. Karpovsky

磁鉄鉱 Fe_3O_4 におけるレーザー誘起スピン再配列転移をポンプ・プローブ法で検出した。10ps という超短時間での転移は、レーザーによる加熱ではなく、超高速非熱的金属・絶縁体転移が起きているとしている。



第3日(6/25) オーラルセッションでは次の 4 セッションあった。

- Tu-01 New Concepts and New Materials / Devices II
- Tu-02 Antiferromagnetic Materials and Antiferromagnetic Spintronics I
- Tu-03 Energy Assisted Magnetic Recording
- Tu-04 New Recording Media / Nano Magnetic Materials II

招待講演 Tu-01-1 では C. Ciccarelli (University of Cambridge) が「超伝導体へのスピンプンプによる超伝導純スピン流の実証」という興味深い講演をした。

強磁性共鳴で歳差運動する強磁性体から隣接する非磁性材料に純スピン流が注入できる。強磁性共鳴スピンプンプ効率は、スピン一重項ペアリングの場合、結合超伝導体の臨界温度 (T_c) 以下で低下する。強いスピン軌道相互作用を持つスピン・シンク (Pt, Ta, W) の層を超伝導体に付加した強磁性共鳴実験の場合、誘起されたスピン流は抑制されるのではなく、超伝導状態では、常伝導状態よりかなり増強される。おそらく三重項純粋スピン超電流であることを示す。



C. Ciccarelli

招待講演 Tu-02-1 では T. Jungwirth (チェコ科学アカデミー物理研) は、「反強磁性スピントロニクス: テラヘルツからニューロモルフィクスまで」という挑戦的講演を行った。

最近の研究から、電流によって磁気秩序ベクトル(Neel vector)の方向を変えることが出来ることがわかってきた。反強磁性体 CuMnAs を用いたバイナリーおよびマルチレベルメモリー特性をもったコンセプト USB デバイスを実現した。反強磁性共鳴周波数が高いことから ps の高速スイッチングができ、マルチレベル動作はニューロモルフィクスへの応用が期待される。



Jungwirth

招待講演 Tu-03-1 では、Christoph Vogler (Univ. Vienna) が「光アシスト磁気記録 (HAMR) の新概念」の講演を行った。Seagate が今年中に発売されるという状況の中で、注目された。HAMR にはレーザーによる高温が信頼性とノイズの点で問題になっている。Vogler は、交換スプリング結合メディアの場合、熱ゆらぎによって、シングルメディアより遷移ノイズを減少させることを明らかにした。



第 3 日(6/25) ポスターセッションでは

Energy Assisted Magnetic Recording、Magnonics、New Concepts and New Materials / Device、Antiferromagnetic Materials and Antiferromagnetic Spintronics に関する 34 のポスター発表があった。

このうち、優秀ポスター賞を受賞した 2 件の発表を紹介する。

TU-P-33 Freya Johnson (Imperial College London) : 2 軸歪のもとでの反強磁性 Mn_3NiN 薄膜の磁気相図を磁気輸送と中性子回折を使って明らかにした。面内 2 軸歪によって、低温のキャント反強磁性から高温相のフェリ磁性に相転移する



F. Johnson

TU-P-34 Nina Meyer (University of Greifswald) : 3D トポロジカル絶縁体における光電流、ホールバーとナノワイヤデバイス

$(Bi, Sb)_2Te_3$ 薄膜ホールバー構造と Bi_2Se_3 コアシェルナノワイヤに可視光レーザーを照射、高電流を測定した。いずれの試料においても偏光依存の光応答が観測されたが、円偏光依存性は小さかった。ホールバー構造では、スピネルンスト効果によるラテラルのスピンの蓄積が見られた。



N. Meyer

第 4 日(6/26) オーラルセッション

We-01 Magneto-optical Phenomena and Devices II

We-02 Magnonics

We-03 Antiferromagnetic Materials and Antiferromagnetic Spintronics II

招待講演 We-01-1 では、J. Hamre (カレル大) が「bcc Fe の 1 次および 2 次の磁気光学スペクトル」と題して講演。特に反強磁性ネールベクトルのための 2 次の磁気光学カー効果 (QMOKE) について詳述した。特に複雑な誘電テンソルを用いた解析からスピン軌道相互作用で交差するバンドの分裂がこの効果に寄与していると明らかにした。



招待講演 We-02-1 では、K. Schutheiss (Helmholtz-Zentrum Dresden) が「ウィスパリング・ギャラリーモードのマグノンが発生するには」という新規な着想の講演があった。ブリルアン散乱法を用いてウィスパリングモードの観測に成功。3 マグノン散乱を考慮することによって説明された。



閉会の辞 最後に実行委員長の加藤剛名大教授から、締めくくりの挨拶があった。今回の MORIS2019 では Tutorial 2, Invite 12, Special 1, 一般講演(Oral) 39, 一般講演(Poster) 67、計 121 の講演があった。参加者は 19 の国から計 130 名であった。論文集は JJAP の特集として発行される。次回の MORIS は 2021 年 5 月に松江で開催されることが発表された。

