

理論と実験の協奏：スピントロニクス材料・現象・素子

11p-S302-1 オープニング「理論と実験の協奏：スピントロニクス材料・現象・素子」吉田博(CSRN)

吉田先生は、(1) 計算機ナノマテリアルデザイン手法とその半導体ナノスピントロニクス材料への応用、(2) 磁氣的機構の原子番号依存性と電場による磁氣的交換相互作用のスイッチング (3) 希土類原子、格子間欠陥、反位置欠陥を人工的に導入・制御した強磁性半導体の超高温強磁性転移温度のデザインと実証、(4) 交換相関相互作用による負の電子相関系のデザインと実証、(5) フント則による交換相関エネルギー利得を利用した超ワイドバンドギャップ強磁性半導体の新奇価電子制御法(EX-doping)のデザイン一般則と実証、などについて、計算機ナノマテリアルデザインを基軸にして、半導体や酸化物をベースに、新材料・新現象・新デバイスの開発研究へのデザインと実証実験の試みについて報告した。特に、ドーピングによって生じるスピノーダル分解、昆布相、格子欠陥、アンチサイト欠陥などが室温での強磁性に寄与することを紹介、実験との比較も述べた。



11p-S302-2 「マイクロマグネティックシミュレーション」仲谷栄伸 (電通大)

仲谷先生は、始めに「マイクロマグネティックシミュレーション」の様々な手法についてわかりやすく解説。その上に立って、実験と理論の協奏の例として磁気バブル磁区におけるブロッホラインの磁気構造のシミュレーションと光学実験結果の比較、カゴメ格子反強磁性体MnSnにおける磁壁移動機構をシミュレーションとAIの併用で解明するなど、最近の研究成果についても紹介した。



11p-S302-3 「Magnons versus ferrons」 Gerrit Ernst-Wilhelm Bauer (東北大)

Bauer先生は「強誘電体と強磁性体の電気双極子と磁気双極子の自発的秩序は、高温においても魅力的で有用である。スピントロニクスは、磁気秩序の輸送をスピン流の形で解釈しているのに対し、強誘電性秩序の分極電流については、注意を払われていない。ここでは、一次元フォノンモデルから導出されたパラメータを用いて、強誘電体デバイスにおける熱および分極輸送の理論を提示する。」として、熱電圧、ペルチェ効果、およびストレー磁場を介して観察できるであろう「分極の流れ(フェロン)」を提唱し、将来フェロニクスがマグノニクスを補完するであろうとしている。



11p-S302-4 「軌道と四極子による磁性薄膜の結晶磁気異方性の理論」 三浦良雄 (NIMS/阪大CSRN)

三浦先生は「磁性体デバイスにおいて重要な物性である磁気異方性は、スピン軌道相互作用から生じるが、電子構造の変化の解析からは本質的な理解は困難である」として、結晶磁気異方性と直接的に結びつき、かつ放射光によるXMCD性やXLCDで観測可能な、軌道磁気モーメントや四極子モーメントなどの局所的な物理量と結晶磁気異方性の関係を述べ、Co/Pd(111)多層膜、fcc-Ni/BaTiO₃、L1₀-MnGa およびD₀22-Mn₃Ga、Fe/MgO、Fe/MgAl₂O₄ 界面を例として実験結果と対比しながら、それらの結晶磁気異方性の起源について述べた。



11p-S302-5 「物質chirality を基軸とするスピントロニクス」 戸川欣彦(阪府大)

戸川先生は、「カイラリティが関与する現象はしばしば自然科学におけるブレイクスルーとなり、関連分野に大きな進展をもたらしてきた。物質が示すカイラリティの重要性は化学や生化学では認識されているが、物性物理学ではあまり積極的に議論されていない」とし、物質カイラリティとスピンの関係に焦点をあてて議論を展開した。カイラル磁性結晶では反対称交換 (Dzyaloshinskii-Moriya) 相互作用に代表される微視的なカイラリティの効果が結晶全体に波及し巨視的スケールで物質応答が制御される様子を CrNb_3S_6 , $\text{Cr}_{1/3}\text{NbS}_2$ などを例に述べた。また、カイラル物質に誘導される巨大なスピン偏極応答を紹介し、物質カイラリティが巨視的スケールでスピン応答を制御する鍵となることを示した。



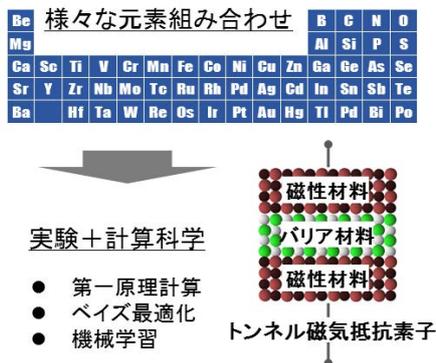
11p-S302-6 「自己組織化によるトポロジカル絶縁体の磁気拡張」 平原徹(東工大)

平原先生は、「トポロジカル絶縁体(TI)においてはTRS (時間反転対称性) の破れがない限りディラック点でのギャップが開かないとされているが、TRSとギャップの関係は未解明な点が多い」として、 $\text{MnSe}/\text{Bi}_2\text{Se}_3$ において、Mnは表面層になくTI内部にMn埋め込んだ構造となっていて強磁性を示し、80meVものギャップが開いているという例を紹介しながら、磁性層とTIのディラック表面電子状態の空間的重なりによる磁気相互作用などについて述べた。



11p-S302-7 「計算科学と連携したトンネル磁気抵抗素子材料の探索」 水上成美(東北大)

水上先生は「大きなトンネル磁気抵抗 (TMR) 効果を示す強磁性体/絶縁体/強磁性体三層構造からなるトンネル磁気抵抗素子(TMJ)はHDDの読み出しヘッド、MRAM、高感度磁気センサとして応用が進んでいるが、さらなる高速性や容量増大に向けたメモリ開発を進める上では、標準材料であるFeCoB やMgO バリア材料にとらわれない新しい材料の研究も求められる」として、第一原理計算+ベイズ推定等を取り入れた材料探索の手法、ならびに機械学習といったデータ科学に基づく計算科学主導の材料探索の手法、これら二つの手法により主にTMR 効果に着目した材料探索について述べた。



11p-S302-8 「スキルミオンのブラウン運動とそれを用いたゼロエネルギー計算の試み」 石川諒 (ULVAC協働研)

石川氏は、「磁性薄膜中に現れる磁気スキルミオンはトポロジカルに安定化した粒子状のドメインであり、室温で直径数十nm のものまで作れることが知られている。磁気スキルミオンを情報担体とすることによりBrownian 計算, Stochastic 計算, Reservoir 計算などが可能であることが議論されている」とし、Brownian 計算とスキルミオンボルツマンマシン (SBM) による超低消費エネルギー計算の試みについて紹介した。

