



出張報告 ICFM2009

佐藤勝昭

さががけ「次世代デバイス」研究総括

兼務：基礎研究制度評価タスクフォース・研究広報主監

このたび、第5回機能性材料国際会議(ICFM2009)から基調講演を依頼され、ウクライナ共和国に出張した。この会議は、ウクライナの南部クリミア半島の中心都市シンフェロポリにあるシンフェロポリ大学のベルジャンスキー教授が主催者となり、2年に1回開催されている磁性学を中心とした機能性材料について議論する会議である。筆者は8年前に開催された第1回会議に「磁気光学効果研究の最近の進展」と題して招待講演を行ったことが縁になり、同会議の国際委員会に名前を連ねている。今回は、筆者が研究総括を務めるさががけのプロジェクトの紹介を兼ねて基調講演をするようプログラム委員会のベルジャンスキー委員長から依頼された。第1回会議以来の友人であるシンフェロポリ大学のビシュネフスキー准教授が空港への送迎、エクスクーシヨンの手配など親身に世話を焼いてくれた。



ベルジャンスキー



ビシュネフスキー



会議場となったシネマ

今回の会議の会期は、10月5日(月)から10月9日(金)

までの5日間にわたり、気候温暖なクリミア半島の南部にあるパルテニットにあるリゾート「クリム」にあるシネマ講堂で開催された。参加者は20ヶ国から約300名で、大部分がウクライナ、ロシア、ベラルーシ、グルジアなど旧ソ連圏からの参加者で、それ以外に少数ながら、日本、米国、英国、韓国、フランスなどからの出席者があった。論文数は430にのぼり、プログラムブックレットはなんと80頁に及んでいる。招待講演は基調講演をいれて23、一般講演(オーラル)が81、一般講演(ポスター)が336であった。

初日午後、開会式に続いて行われたセッションAAでは基調講演が2件行われた。1番目が筆者で、「革新的次世代デバイスを目指す材料とデバイス」というタイトルで、半導体のITRSロードマップからスタートして、beyond CMOSとして期待される emerging research materials を列挙し、その中から、参加者の関心が強いスピントロニクスを中心にチュートリアルな立場から歴史的研究経緯を述べ、さらにわがさががけ領域における最近の成果を紹介した。参加者の反応はすこぶるよく、講演後ベルジャンスキー委員長をはじめ、5・6名の重鎮の方々から、本国際会議のスコープにマッチしており素晴らしい基調講演だとの賞賛を受けた。

2番目の基調講演者である英国プリモス大学のマップス教授は、生体磁気センサの最近の進展について、私の紹介したスピントロニクスにも言及しながらわかりやすい報告を行った。心磁図は心電図よりもローカルな情報を得ることができるので、大変有用であるが、SQUIDを用いるため大がかりで高価であるが、毛利先生の開発されたMIセンサは、多少感度は落ちるものの安価で使いやすいということを紹介されていたのが印象に残った。



マップス



ペルノー

セッション BA(10/6)における招待講演で特に印象に残ったのは、フランスの LEMAC 研究所のペルノーによる MMEMS (マイクロ磁気・電気・機械システム) の講演であった。彼は、私の ITRS ロードマップの話を用いながら、その中でとりわけ More than Moore を目指した話をすると述べた。マイクロマシンの中でも Si のビーム(梁)と PZT の組み合わせによる MMEMS は高出力が可能で、水晶振動子に取って代わることができるという興味深い講演であった。2番目の招待講演者であるウ

クライナの国立工科大学のゴモーナイ教授は、反強磁性体に対するスピントランスファートルク(STT)の効果を理論的に調べ、臨界電流の低下、交換バイアスの人工的制御、歳差周波数の電流制御などの可能性があることを示した。このような基礎理論にもとづく新現象の予言は、ランダウ・リフシッツ以来、ロシアやウクライナの研究者の得意とするところである。今はやりのスピンホール効果にしても、もともとの提唱はロシアからであるので、彼女の提言も今後実験的に追試される可能性があると感じた。



ゴモーナイ

セッション CA (10/7) は筆者とロシア科学アカデミー金属研究所のベバーニン教授が座長を務めた。印象に残った講演を紹介しておく。最初の招待講演者であるロシア マイクロ構造物理研究所のフライエルマン教授は、磁性トンネル接合(MTJ)において絶縁物をはさむ2つの磁性層の磁化ベクトルが非コリニアな場合を考察し、ダイオード効果、光電気効果、光学活性、磁気ポンピングなどを予想した。



フライエルマン

Co/Si/Co/Si/Co の2重トンネル接合ドットにおいて交換相互作用と静磁的相互作用の相乗効果のために巴のマーク状のスピン構造が現れることを予測し、実験的に確認している。2番目の招待講演者であるベバーニン教授は、ペロブスカイト型マンガランタナイトの光学的な研究をレビューし、漆原らのデータを引用しながら、Tc 以下において光学的導電率は Drude 則に従う振る舞いを示し、低温ほど増大するにもかかわらず直流導電率は低いままである効果を、金属相が 0.03% という少ない割合で混在している試料の不均一性が原因であるとプローブ顕微鏡の結果より論じ、均一な試料作製の困難さを示し



ベバーニン



レチーノフ

た。3番目の招待講演者であるロシアの分子及び結晶物理研究所のレチーノフ教授は、ポリマーを絶縁層とした非磁性金属/強磁性金属トンネル接合デバイスにおいて、10桁にわたる巨大磁気抵抗効果を見出したと述べたが、会場からは、試料作製の問題への疑問等実験結果を疑問視する声相次いだ。著者は再現性を強調した。このセッションの一般講演では、ロシアモスクワ大学のグラノフスキー教授による

TiO_{2-δ}:Co および Si:Mn の室温強磁性の話が興味深かった。TiO_{2-δ}:Co については、

佐藤領域の福村研究者の研究成果も引用しながら、室温強磁性の起源について、さまざまな角度から論じた。特に L3 吸収端の XANES および XMCD から Ti を置換した Co が磁性をもっていることが確かであること、および、磁気光学スペクトルからも金属コバルトの析出ではないことが明らかであるが、

XMCD から見積もった Co 1 個あたりの磁気モーメントが、 $0.3\mu\text{B}\sim 3.0\mu\text{B}$ と研究者ごとに大幅にばらついていることの説明ができないことを指摘した。また、全く遷移元素を含まない TiO_{2-x} や Bi 添加 TiO_{2-x} で室温強磁性が見られるなど未結合手による強磁性の可能性も否定できないことを述べた。また、 $\text{Si}\cdot\text{Mn}$ については、微量の $\text{Mn}_{15}\text{Si}_{26}$ 合金相の存在が疑われること、および、アニール試料における XMCD からは未結合手による磁性の可能性が示唆されることを述べた。

セッション EA (10/8) の最初の招待講演で、豊橋技科大の井上教授が、磁気光学空間光学変調器(MOSLM)について総合報告を行った。特に磁性フォトニック結晶を用いた MOSLM について詳細に述べ、圧電素子との組み合わせで電圧駆動が可能になったこと、さらにマルチフェロイック素子を用いることによって、電圧駆動で 150° に及ぶ大きなカー効果の変調が得られることを報告し、会場から大きな反響を呼んだ。



井上光輝

ポスターセッションでは、磁気光学効果を用いたドル紙幣の偽造発見器、および、ナンバープレートの改造発見器の実物展示があり注目をあびた。紙幣偽造発見器はすでに多くの国に出荷されているということで、非常に簡便かつ高感度なセンサーヘッドと、バックグラウンドの除去、画像の鮮明化などに多くの工夫が見られた。また、ナンバープレート偽造発見器では、 CoNi テープをローラーでナンバープレートに押しつけて転写し、それをテープ読み取り機で磁気光学的に読み取ることで、改造のあとが明確に表示され観衆の驚きを呼んだ。アルミ製のナンバープレートでも反磁性磁化を利用した転写が可能であることが実演された。

紹介しきれなかったが、今回の会議は、ロシア・ウクライナに局在しているとはいえ、機能材料に関する幅広い話題をカバーしており、興味深く聞くことができた。

最後にエクスカージョンとしてクリミア西南部にある自然保護区カラダッグのトレッキングに参加した。科学アカデミーのレンジャー十数名が全域を監視して、動植物、地質試料等の保存を行っている。澄んだ空気と美しい秘境の風景を満喫することができた。

