

## 研究室訪問記 2020年度 矢崎学術賞 奨励賞

訪問日 2021年6月15日

東京大学 物性研究所 量子物質研究グループ 三輪 真嗣 准教授

研究題名：界面磁性の電界変調に関する研究

オンラインインタビュー(図1)で、助成対象テーマの内容や研究に対する考え方などをお伺いしました。

先生の研究を簡単に説明してください。

私は、ナノサイズの磁性体を利用するスピントロニクスの研究を行っています。助成テーマはこの磁性体の磁化方向を電氣的に制御することを目的としたものです。これは、古くは電磁誘導による電流磁場による制御、2000年頃にはデバイス中に電流を流すスピン流による制御が行われていました。近年は界面への電界印加により磁化方向を制御する研究が行われています。

界面には磁気異方性という性質により、薄い磁石があるとN極とS極は水平方向を向きますが、界面はN極を垂直に立てようとします。この界面の特性を利用して磁性体の磁化方向を制御しようとしています。

しかし、この界面を電界により制御する電圧磁気効果は、原理がわからない、その効果が小さいという2つの課題がありました。そこで、界面で何が起きてるのか機構の解明と大きな電圧磁気効果を有する材料の創成を行っています。

対象となる研究の応用領域を教えてください。

電子デバイスの応用例として、不揮発性磁気メモリMRAMがあります。電圧磁気効果を利用したデバイスは、電流を流さずに、磁性体の磁化の方向を動かすことができるので、従来の電磁誘導やスピン流を利用したものと異なり、消費電力を小さくすることが期待できます。トランジスタは電界効果トランジスタが開発されることで、消費電力が大きく下がったという歴史があります。スピントロニクスデバイスも、将来は電圧磁気効果を利用することで、消費電力を大きく下げることが実現でき、普及に寄与できると思います。

この研究の独自性のポイントを教えてください。

放射光X線設備SPring-8と非常に薄い膜を高精度に成膜することができる分子線エピタキシー装置を組み合わせることで、その機構を解明することができました。放射光X線設備を利用して、初めてデバイスを駆動させながら動作挙動の解析を行いました。

電圧磁気効果の機構解明では、従来理論をもとに軌道磁気モーメント機構によるものとして実験を進めましたが、それでは説明できないことがわかりました。そこで、それ以外の機構に着目し、新たに電気四極子による機構を発見することができました。これは、従来の概念から外れるもので、従来理論ありきで研究を進めていたら発見できなかったと思います。

結果として、電界をかけると界面にプラスが帯電されて、磁性体の電子数と電子雲のプロファイルが変形することで、界面の磁気異方性エネルギーが変わることがわかりました。そして、このバランスを変えるために、界面の原子の並び方を変えた試料を作製して、目標の界面磁気異方性エネルギー300fJ/Vmまで高くすることができました。(図2)

### 研究に対する想いを教えてください

おそらく今までの研究者も、放射光X線設備を使ってデバイスを動作させながら観察することは試みていたと思います。スピントロニクス研究者は、実験室で電界をかけて磁気モーメントがどうなるかという研究をしています。一方、放射光研究者は、磁性体の研究をしていますが、何かを動作させながら測定するということはあまりしていませんでした。

私はスピントロニクス研究者ですが、測定するために放射光の方に色々教えてもらって勉強しました。この研究では、全く違う分野の放射光研究者と一緒に研究を行うことができたことがよい成果が出た一因だと思います。

また、研究対象を探すのは、理論的に決定する、あまり考えずにとりあえずやってみて探す、世の中の要求により決定するのは3種類あると考えています。どれがいいかは答えはありませんが、この放射光X線設備を用いた実験では、理論的に決定するだけでは成果が出なかったと思います。いろんな人や自分の過去を見て思うのは、手当たり次第ではないですけど、少しだけ理論を知った上で一生懸命に実験するとよい発見に出会える気がします。

### 研究者になったきっかけは何ですか？

大学時代は、鈴木義茂教授の研究室に入って研究を行いました。研究が面白く、論文も書きましたが、なんとなく就職するものだと思い、大学院修了後に某自動車メーカーに就職しました。そして、4年目だったと思いますが、大学の鈴木先生から助教になる誘いがありました。私はある程度、やることを自分で決めることを好みます。自動車メーカーはとても規模が大きな組織のため、世の中への影響力は大きいですが個人ではあまり多くのことを決められません。大学の教授は、研究室で行うことを比較的自由に決められ、グループの人数規模の割には世の中への影響力があります。これは面白いと思い、大学教授を目指すことにしました。幸いなことに今は東京大学で准教授ながら自分の研究室をもって、自分で決めた研究を行えるので大学の先生になって正解だったと思っています。

### 研究の面白いところ、学生へつた言いたいことを教えてください

自分が何かを新しい効果を発見したり、わからなかったことがわかるようになった時に、他の人と話をして共有するのが好きです。そのため、研究者は実験が好き人や解析が好き人、論文を書くのが好きな人や講演が好き人、様々なタイプがありますが私は論文を書いたり講演するのが好きです。

また、学生にも自分で考えて、楽しくやることを望んでいます。私の研究室で人生の一部を過ごした方々が、その後に楽しい人生を送ることを願っています。

### 後記

今回のインタビューでは、電圧磁気効果の研究以外に量子物質スピントロニクス、キラル分子スピントロニクスの説明を頂きました。これらの研究もスピントロニクスの研究者でありながら、それ以外の分野の研究をうまく取り込みながら、研究を行っています。とかく我々は、見えない壁により活動を制限してしまいます。先生のように枠を取り払って新しい技術を他の研究分野の先生と議論しながら研究を進めることは、重要だと思いました。

また、インタビューでは研究をうれしそうに教えていただきました。それを見ていて先生は研究を楽しんでいると実感しました。将来、電界効果を利用した MRAM がパソコンに搭載されることを楽しみに待ちたいと思います。多くの素晴らしい研究に多くの成果の出ることをお祈りしております。

(矢崎財団常務理事 砂山竜男)



図1 三輪先生

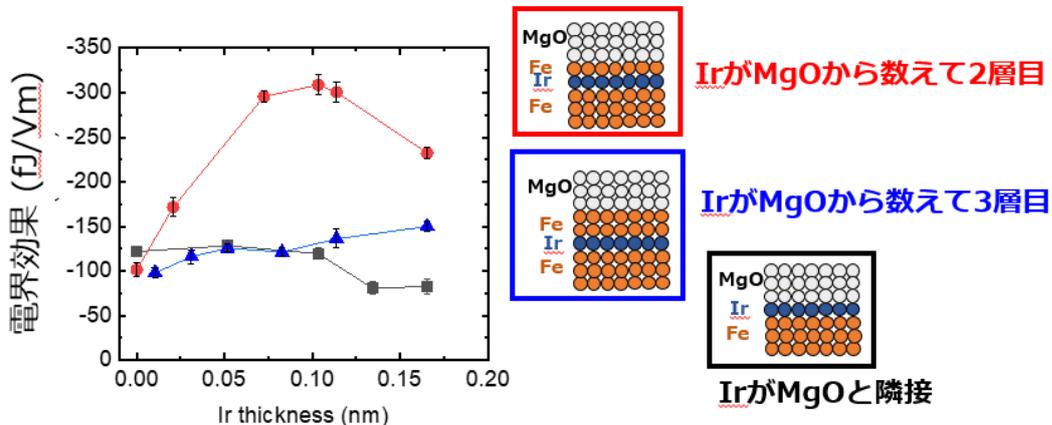


図2 界面制御による材料探索を用いた巨大電解効果