

訪問日 2018年9月6日

東京大学 物性研究所 平井 大悟郎 助教

研究題名：強いスピン軌道相互作用を利用した省エネメモリデバイス材料の開発

研究室を訪問し(図1)、助成対象となった研究の独創性や先生の研究に対する考え方などをお伺いしました。

この研究の独創性・独自性を易しく説明して下さい

【研究の背景】

この研究の基本となる概念は、強磁性と強誘電性を併せ持つという意味の「マルチフェロイック」というもので、2000年代から盛んに研究されるようになりました。通常材料では、『磁場で磁性を制御』・『電場で誘電性を制御』することができますが、『電場で磁性を制御』・『磁場で誘電性を制御』(これを「交差相関」といいます)することはできません。しかし「マルチフェロイック材料」では、この「交差相関」が可能になります。これができると、メモリデバイスがとて小さくなったり省エネにできたりと、とても大きな効果があるので、これまで多くの研究がされてきました。

【従来技術の課題】

しかし、マルチフェロイック材料は、並んだ原子の磁性の向きが螺旋状に少しずつ変化している様なとても複雑な構造を持っていないと成立せず、このような構造は多くの場合マイナス200℃以下でしかできません。これでは、室温で使う機器には応用できず、用途がとて限られてしまいます。

【本研究の着眼点】

この課題を新たな観点から解決するために、この研究では、原子核のスピンと電子のスピンが影響を及ぼし合う性質「スピン軌道相互作用」(図2)に着目しています。スピン軌道相互作用は原子核電荷が大きな元素で起こりやすいため、原子番号の大きな元素として「5d遷移金属」の化合物(72番ハフニウム～79番金)で「交差相関」を発現させることを狙っています。

【この研究での強み】

5d遷移金属化合物は天然には少なく、研究する上でのデータベースも整っていませんので、候補物質を選択する段階で手探りになります。その点で、当研究室では5d遷移金属研究の蓄積があり、合成のノウハウを持っていることが、この研究を進める上での強みであると言えます。

研究の進展状況はいかがですか？

レニウム酸化物(図3)が-60℃で「スピン軌道相互作用」が明確に現れるということが磁化と電気抵抗の測定から確認されました。これによって、「交差相関」を起こすことができるのではないかと推測され、今後この計測を行っていきます。

この分野の研究を志された契機は？

実は、大学院で配属になった研究室は第一希望でなかったのですが、博士課程まで指導して下さった先生から、数式が単なる数学的表現ではなく起こっている物理現象を表している、という重要性を理解させて頂き、研究が一層面白くなって研究者になろうと考え、これが今に繋がっています。

研究活動の面白さは何ですか？

研究では無機化合物の合成を行っていますが、物質合成をやっていると予想もしていなかった新しい物質が偶然に見つかることがあります。これがこの研究をやっている面白いところです。

1年ほど前にレニウムの酸化物で研究を進めていたところ、結晶を縦から見たときと横から見たときで全く色が違う「多色性物質」(図4)を発見しました。磁性に関する研究として進めていたので思ってもいないものができて、見つけた瞬間はとても驚きました。(この研究は2017年CEMS-QPEC Symposiumで、Best Poster Award及びJPSJ Poster Prizeを受賞しています)

後進の方に伝えたいことは何ですか？

誤解を恐れずに言うと、実は「サイエンス」はあまり役に立たなくてもいいかな、と思っています。実用的に役に立つことは当然大事なことで、特に物質科学は役に立つことが多いのでそちらにフォーカスされがちですが、[人間らしさ=好奇心]なので誰も知らない面白いことを見つけて伝えることも「サイエンス」として大事なことだと考えています。

また、前述の様な新しいものを発見するためには、研究の中で起こった「ちょっと変なコト」に興味をもって、それを放っておかず掘り下げてみるのが大切だと考えます。

後記

平井先生は今回の私たちの訪問に際し、磁石や電池の絵なども使って研究内容をとても平易に表現した資料を用意しておいて下さいました。おかげさまで、研究の核心部分にはとても理解が至りませんが、研究の意義や面白さなどは大変良く理解できました。

また、助成対象の研究とは違いますが、偶然見つかった「多色性物質」は素人から見ても興味深い物質でした。一つはその見た目の面白さですが、更にこの発見が「思いがけない偶然」と「好奇心による深掘り」という先生の研究の考え方そのもの、という点に感じ入りました。このレニウム酸化物の本来の研究目的であった「磁性」に関しても近々日本物理学会で発表されるとのことです。

本対象の研究が将来の電子デバイスの発展に寄与することと共に、先生の研究が私たちの好奇心を刺激する更なる発見を伝え続けてくれることを期待しています。

(技術参与 池田実)

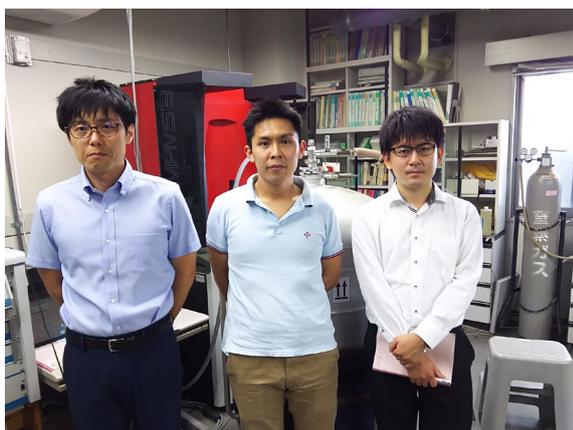


図1 中央が平井先生

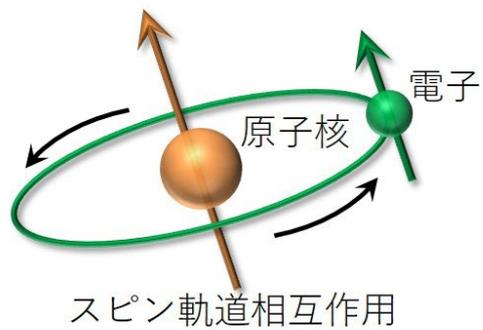


図2 概念図

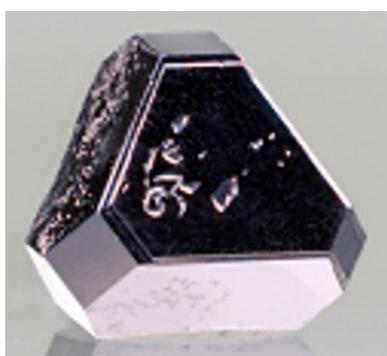


図3 レニウム酸化物



図4 多色性結晶