

研究室訪問記 2017年度 奨励研究助成 新材料

訪問日 2018年10月1日

東京大学 物性研究所 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

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

研究のポイントや独自性を易しく説明して下さい

【研究の背景】

この研究では「MRAM(磁気抵抗メモリ)」と呼ばれる磁気によるメモリの研究をしています。このメモリでは、内部の微小な磁石(磁極)の向きで抵抗が変わる効果「磁気抵抗効果」を利用して、信号のオンオフを記録します。この磁極の向きを変えるためには

- ①電流を流した導線からの磁場 : 微小になるほど大きな電流が必要
- ②スピン流(磁気を持った電流)を流す : ①よりは少ないが電流が必要

などの方法がありますが、どちらも電流を流す必要があります。

本研究では、電流を流さず、電圧をかけるだけで磁極の向きを変える方式を研究しています。

【従来研究からの知見】

金属と絶縁体の界面(図2)の金属1原子層には垂直に微小磁石が形成される性質「垂直磁気異方性」があり、この磁極の向きやすさは電圧をかけると変えられること(「電圧磁気効果」)がわかっていましたが、なぜこの様なことが起こるのかは明らかになっていませんでした。前の研究において、SPring-8(高輝度放射光施設)でこの現象を解析することによって、電圧磁気効果は、

(A機構) 軌道磁気モーメント機構 : 電子が増減することによる効果

(B機構) 電気四極子機構 : 電子分布の形が変わることによる効果

の二つの機構の重ね合わせの結果であることが解明されました。つまり、A効果とB効果が同じ方向を向いていない場合、効果が相殺されて電圧磁気効果は小さくなってしまふことが分かりました。

【研究の着眼点と独自性】

A効果とB効果は界面金属層の「合金の化学秩序(※1)」によって変化することが過去の研究から分かっています。そこで、合金の化学秩序を変化させた合金薄膜を作製し、二つの効果が最大限に重畳する最適な薄膜を見出していくことが、本研究の独創的な材料設計の考え方です。

また、所望の化学秩序薄膜を作製する原子層成長技術、接合したデバイスの作製技術、そして電圧磁気効果の評価技術は私たちの研究室の独自技術と言えます。

※1:合金成分(例:鉄と白金)が同じ元素で層を成しているか、無秩序に混ざり合っているかの程度

研究活動の面白さは何ですか？

自分が「一番最初」になれる、ということです。何かの現象を最初に発見するということだけでなく、なぜ

そうなるのかという現象の解明が最初にできれば、その次のステージの研究にも繋がるのです。

この分野の研究を進められた理由は？

実は、自動車メーカーで4年間働いていました。その後、修士時代の先生に大学に呼んでいただいて今に繋がっています。企業の開発が良いか、大学の研究が良いかは人によって向き不向きがあると思いますが、私は研究が向いていました。大学での研究は比較的小さい集団の活動ですが、研究成果のインパクトや学生や若手の教育など、世の中に与える影響が大きな仕事ができると思います。また、仕事の全体を見通せて、やることを全部自分で決められる、なかなかこの様な職業はないと思います。

後進の方に伝えたいことは何ですか？

「一生懸命やればいいことがある」ということでしょうか。がんばっている当時は分からないけど、5、10年くらい経って振り返ると「あのときがんばったから」今に繋がっているということがあるものです。そのときの損得だけで考えると、貴重な経験を捨てることになってしまうと思います。

後記

三輪先生は、話の途中々々で「MRAMって聞いたことありますか」など、私の理解を確認する配慮を交えながら、できるだけやさしい表現で研究内容を説明してくださいました。理論の深い部分は理解できたわけではありませんが、本研究がMRAMの今後の進展に与える重要性は十分理解できたと思います。また、本研究以外のテーマにおいても、社会実装される道筋とその効果をしっかり見据えたテーマになっている点は、企業での技術者としての経験も活かされているのではないかと感じました。

これからの社会では物事のあらゆる面でコンピュータが関わってくる時代になってきますが、現在のコンピュータは使えば使うほど、速ければ速いほどエネルギーを消費して多くの熱を出しています。三輪先生の研究から「ほとんど熱の出ないコンピュータ」が使われる日が早く来ることを期待したいと思います。

(技術参与 池田実)

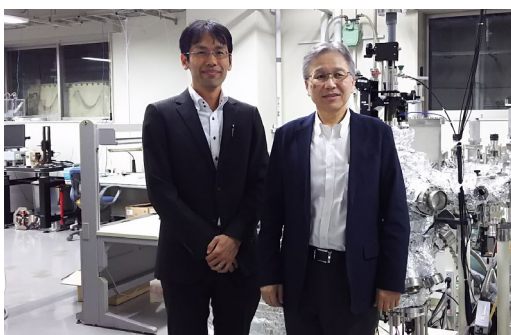


図1 左が三輪先生

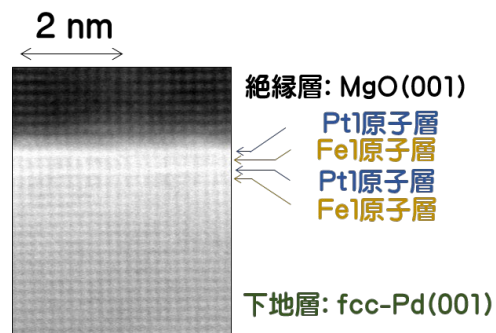


図2 金属／絶縁体界面