

Newsletter by Department of Applied Physics, Tohoku University

東北大学 大学院工学研究科 応用物理学専攻
工学部電気情報理工学科 応用物理学コース

超伝導・強磁場・・・プラス思考

淡路 智

【はじめに】

2016年9月より金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センター(以下、強磁場センター)の教授に就任しました。淡路研究室は、渡辺研究室のメンバーをほぼそのまま引き継いでおり、強磁場センター内にあります。現在の研究室のメンバーは、自分の他に、木村准教授、高橋助教、岡田助教の

4人の教員と、博士3年1名、修士2年2名、修士1年1名、学部4年2名の計6名の学生、さらに技術職員2名、派遣職員1名、秘書2名の総勢15名ですが、来年度には公募中の准教授がもう一名増える予定です。強磁場センターは、強磁場を発生するマグネットの開発と、これを用いた強磁場物性研究を主なテーマとして研究活動を行っています。強磁場センターで最も高い磁場を発生するハイブリッドマグネットは、32mm径の室温空間に最大で30Tの磁場を発生できます。これ以外に、28T無冷媒ハイブリッドマグネット1台、最高18Tまでの液体ヘリウム冷却超伝導マグネット3台、25Tまでの無冷媒超伝導マグネット8台が稼働し、これらを用いた共同利用研究を実施しています。現在、約90件の登録ユーザーが全国から集まり日夜実験を行っています。ここでは、主に研究室の活動について紹介します。

【強磁場マグネット開発と超伝導研究】

超伝導材料は電気抵抗ゼロで、高い密度の電流を流すことができる画期的な材料です。比較的身近な超伝導機器は、身体や脳の断面写真を撮影するMRI(磁気共鳴イメージング)や、磁気浮上で高速走行するリニア新幹線などでしょう。これらはいずれも超伝導マグネットを用いています。強磁場センターでは、強磁場を発生する超伝導マグネット開発と、これに必要な超伝導材料の開発研究を行っています。最近では、高温超伝導材料が普及し始めており、その優れた性能を利用した新しい超伝導マグネットがすでに稼働しています。昨年には、無冷媒超伝導マグネットでは世界最高の24.6Tの磁場発生に成功しました。ここで得られた技術を生かして、さらなる強磁場超伝導マグネットを目指しています。そのためには、さらに優れた超伝導材料開発と、その超伝導特性を支配している様々な物理現象の理解が必要不可欠です。将来的に50Tを超伝導マグネットで発生することを目標に、世界中の先端超伝導材料および強磁場マグネット開発拠点としての強磁場センターを目指しています。

【強磁場物性研究】

研究室のもう一つの重要な研究テーマは、強磁場を用いた物性研究です。強い磁場を発生するマグネットがあるだけでは、先端研究は進みません。それを利用する実験環境があって始めて、強磁場が威力を発揮します。そのために、強磁場物性を評価するための装置開発や、これを用いた研究を実施しています。最近では、強磁場

光物性や電気磁気効果の研究を、木村准教授が中心となって推進しています。光物性測定では、最大30Tまでの強磁場中で、紫外から近赤外までの透過・反射光スペクトル実験が可能です。これらを用いた最近のトピックスとしては、磁気状態に起因して試料の表と裏で透過光の色が異なるマグネトクロミズム現象の観測に成功しました。また、磁場中で現れるスピニングレットとトリプレットの重ね合わせ状態によって、電気分極が出現する現象を新たに発見しました。これらの研究は、磁場を中心として、低温・光・電気分極・磁気状態などの実験技術により実現しています。このように開発したマグネットを用いて、世界最先端の強磁場物性研究を行っています。

【プラス思考のすすめ】

まとめに代えてちょっとソフトな話題を。多くの実験は、簡単に成果ができるようなことは滅多にありません。失敗をきっかけとして新発見に繋がったとのエピソードも数多くあります。それだけ実験には失敗がつきものと言うことです。このとき重要なのは、失敗をプラスと捉えるかマイナスと捉えるかです。極端な例として、実験のセットアップをやり終わって測定に入る前に、最終チェックをしたら内部で端子が切れていた時、どう考えるでしょうか。「またやり直しか。運がないな。」でしょうか？でも「もっと後で実験が進んでから見つかったら、さらに時間を費やすことになってたかも。今の時点で発見できて良かった。」と思えないでしょうか？これは無理矢理かもしませんが、その方が幸せであることは確かです。研究発表でも、「これこれの実験をやったが、これこれの理由でうまくいかなかった。今後は・・・」のようなまとめにしがちです。ですが、「これこれの実験で・・・の予想に反する結果が得られた。したがって、これこれでないことが分かった。」という方が良いと思いませんか？さあ、前向きになりましょう。一人では言いません。議論しましょう。それが研究です。



強磁場センターの実験室例。
手前は30Tハイブリッドマグネット。奥の青いマグネットが28T無冷媒ハイブリッドマグネット。

応用物理の脇で歩んだ会社での研究生活

平 和樹

応用物理学科 第23回卒業生
(平成3年修士修了)

東芝テック(株) 商品・技術戦略企画部 専門主幹



応物を卒業して25年余り、就職以来お世話になった川崎市にある(株)東芝研究開発センターから、3年ほど前に静岡県三島市にある東芝テック(株)の研究開発部門に移りました。私の会社生活は、研究室のテーマに近い材料系の部門を志望したはずが、蓋を開けたら思いもよらぬ液晶ディスプレイの研究グループに配属されたのがスタートでした。今でこそ苦戦を強いられている国内の液晶産業界ですが、当時は新しい産業として製品が市場に本格普及し始めた時期。国内主導で技術が日々進歩していく時期を多くの先輩、同僚と共に歩めたのは幸運な経験でした。

最初に与えられたテーマは液晶プロジェクターやバックライトなど光学分野での応用研究で、反射型ディスプレイや反強誘電性液晶による高速時分割表示の研究を経て、液晶事業の再編に伴い立体ディスプレイの研究に進みました。そのため、研究所でも非常に珍しい材料・デバイス領域からヒューマン・インタフェース系の研究領域への部門転属を経験しました。その後、本社スタッフを経て応物とは畑違いの画像認識や生体計測、ユーザインタフェースを研究する部門の部門長を経験し、その間所属する映像情報メディア学会の理事も担当させていただきました。

思い返せば就職前に思い描いていた、物性物理、機能材料分野

の研究者になる、という希望は全く叶いませんでしたが、新しい研究テーマ、日々の課題に取り組む中で、応物で学んだ履修科目、知識を足掛かりに、更に知見を広げ、新しいアイデアや課題解決の着想を得る、ということの繰り返しでここまで進んできた、という思いが強くなります。特に、応物系の履修範囲が非常に広く、大概は何かしら学生時代に少しは触れたことがある、という点は会社での研究を進めていく上で大いに役立ちました。

現在所属する東芝テックでは、研究部門で画像認識技術の応用研究を行う研究員としての業務に加え、技術管理部門を兼務し全社の中長期的な研究開発計画を策定する業務に携わっています。国内・海外に大きな市場を持つPOS*端末と、海外市場が主の複合機が主な製品ですが、POSは昨年末に大きな話題を集めた”Amazon Go”など、最先端の技術が次々と提案される競争が活発な市場でもあり、複合機は約8千もの部品から成り電気・機械・化学・情報など各分野の要素技術が擦り合わされ成立している技術の集合体でもあります。そういった技術分野、製品にチャレンジしてみたい、という方がいらっしゃれば、是非ご一報いただければ幸いです。

ところで、毎年ほぼ応物からの就職者がいる東芝とは異なり、さすがに応物出身者は居ないだろう...と思っていたところ、数年まで役員を務めていらした応物出身の大先輩に遭遇。応物の懐の広さに改めて感じ入った次第です。

【用語の説明】

*POS: point of sales (販売時点情報管理)の略です。POS端末を簡単に言ってしまうとレジのことです。コンビニやスーパーのレジで、“TEC”というロゴがあれば東芝テック(株)の製品です。

日本磁気学会学術奨励賞を受賞して ~高速磁化ダイナミクスの測定~

飯濱 賢志

応用物理学科 第45回卒業生
(平成25年修士修了・平成28年博士修了)
(独)産業技術総合研究所 学振PD 研究員



かなり前の内容になりますが、有り難いことに日本磁気学会2015年の学術奨励賞を受賞させていただきました(前に佐久間研の兵頭君の受賞が掲載されていましたがそれと同じです)。

以下にその受賞内容に関する僕がやっていた研究について紹介したいと思います。

磁性体薄膜の磁化が膜面に対して垂直方向を向いた垂直磁化膜はハードディスクドライブに用いられており、近年その記録密度を著しく向上させています。また垂直磁化膜は大容量の磁気ランダムアクセスメモリ(MRAM)にも応用されようとしていて注目を集めています。磁性体の材料に必要な特性として、熱揺らぎに対する耐性を上げるため大きな垂直磁気異方性を持つ材料が望まれています。また磁化を反転させるために必要なエネルギーを低減させるため、磁気摩擦定数が小さい材料が好まれています。

磁化は磁場の方向を向きますが、向くまでの短い時間の間に回転するコマのように磁場のまわりを才差運動します(図(a))。才差運動の周波数は非常に早く数十GHzになります。その才差運動の減衰時間から上記した材料として必要な特性である磁気摩擦定数が評価できます(図(b))。

今回は大きな垂直磁気異方性を有するFeとPdの合金である $L1_0$ -FePdの非常に高速な磁化の才差運動をフェムト秒パルスレーザーを用いたポンブプローブ法によって観測し、磁気摩擦を評価しました。様々な作製条件によって作製したFePd薄膜の磁気摩擦を評価

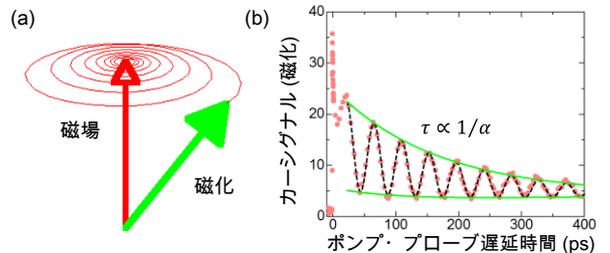


図. (a)磁化の才差運動。(b)磁化の才差運動の観測結果。減衰時間(τ)から磁気摩擦定数(α)が評価できる。

し、結晶構造、垂直磁気異方性との関係を明らかにしました。そしてFePd薄膜が大きな垂直磁気異方性を有し、かつ小さな磁気摩擦定数を有することを明らかにしました。これらの内容が今回の受賞に貢献してくれたのではないかと考えています。

(磁気学会で発表した論文はJ. Magn. Soc. Jpn. **39**, 57 (2015)になります。最近内容をまとめた以下の論文が出版されました。Phys. Rev. B **94**, 174425 (2016))

ここで、僕の経歴を少し書きたいと思います。僕は安藤研究室に在籍し、実験を行うため水上研究室にも通っていました。安藤研で博士課程卒業後、今は日本学術振興会特別研究員として産業技術総合研究所でポスドクをしています。今の所属している研究グループではいろいろな経歴、バックグラウンドを持つ研究者が集まっていて、研究の進め方、価値観も多様です。そういった環境の中でも今までの経験を生かして、何か価値のある仕事ができればいいなと思っています。

最後になりましたが、このような賞をいただけたのもお世話になった安藤先生、水上先生をはじめ研究室の方々のおかげだと思っています。ありがとうございました。

応物スポーツ大会報告

ソフトボール大会

平成28年度秋季研究室対抗ソフトボール大会が、10月18日(火)に開催されました。結果は、優勝が宮崎研A、準優勝が小池研A、3位が2年生、敗者復活戦の優勝が安藤研Aでした。各個人賞は、ホームラン賞が佐藤和輝さん(小池研D1)、奪三振賞が倉嶋晃士さん(小池研D3)、そしてMVPには本田竜介さん(宮崎研B4)が選ばれました。また本大会では、3年生チームが若さ溢れるプレーで盛り上げてくれました。(高橋儀宏)

【MVP 談話: 本田竜介さん】

皆さん、こんにちは！本田です。MVPの文字が何かの実験方法名に見えますね！MBEとかPVDとか！閑話休題、今回の大会で宮崎研究室は念願の優勝を勝ち取ることができました。大会を振り返ると、メンバー一人ひとりが勝利に貢献し、文字通り全員で手にした優勝だと思います。また、戦った他のどの研究室も手ごわく、応物ソフトボール戦国時代の到来を予感させます。次回大会も白熱した大会になると思いますが、ぜひとも二連覇・二連続MVP賞を狙ってきたいと思います。

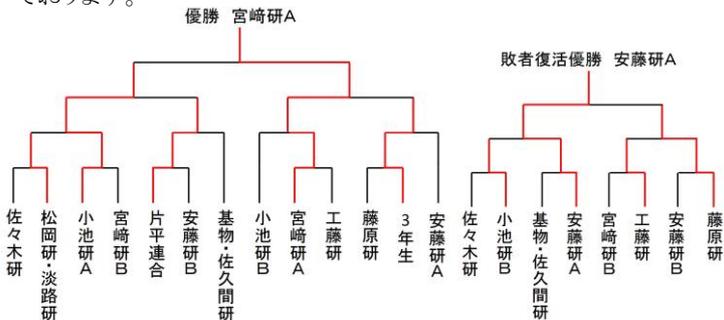
【ホームラン賞談話: 佐藤和輝さん】

ホームラン賞は4大会ぶり2度目の受賞です。大変嬉しく思っております。私に追い抜かれまいと、膝に爆弾を抱えながらも懸命に走っていただいた、前走者の野地助教に感謝申し上げます。決勝戦では、宮崎研に雨天コールドで惜しくも敗れ、小池研の連覇記録は10でストップしてしまいました。悔しい気持ちもありますが、正直なところ「絶対王者・小池研」から解放された安堵感の方が大きいです。次回からは挑戦者として再出発し、宮崎研にリベンジを果たしたいと思います！

【3年生談話: 加藤大樹さん】

今回は去年一緒に出場したメンバーに4人加わって参加しまし

た。去年は準決勝で3年生チームに負けてしまい、3位という結果でした。今回は去年より良い成績を目標に大会に臨みましたが、相手に強いチームが多かったので、またも3位でした。目標には届きませんでしたが、チームメンバーは口を揃えて楽しかったと満足していました。ソフトボール大会を通して、横と縦のつながりを持つことができ、参加して良かったと心から思っています。また熱中のあまり野次を飛ばして迷惑をかけてしまい、大変申し訳なかったと思っています。来年からは研究室のメンバーとして、楽しく参加したいと思います。



テニス大会

恒例の応物研究室対抗テニス大会が、10月1日(土)に川内北キャンパステニスコートで開かれました。幹事研究室としてはいつも天気が気になるころですが、10月にしてはかなり気温の高い晴天となり、みなさん楽しい時間を過ごされたようです。近年の錦織選手の活躍をきっかけに、テニスに興味を持ち始めた方もいるのではないのでしょうか。来年も一層盛り上がることを期待しています。(中村修一)



1位 小池研, 2位 安藤研, 3位 佐久間研, 4位 宮崎研, 5位 基礎物性

駅伝大会

第48回応物駅伝大会が、11月5日(土)に開催されました。今年は3年ぶりに、従来のコースで走ることになりました。このコースは、青葉台から川内キャンパスまでの広い範囲を使うため、区間によって距離と高低差が大きく異なります。そのため、大会前から「どの区間を誰が走るか」を決めることが勝利への秘訣となり、非常におもしろいレース展開になります。今年も、安藤研Aと小池研Aの激しい争いになりました。



しかし、安藤研Aが4区以降からの怒濤の追い上げと突き放しによって、見事に優勝を飾りました。(川股隆行)



1位: 安藤研A	36分08秒	区間賞	
2位: 小池研A	37分55秒	1区: 横田和也	(小池研A, B4)
3位: 宮崎研A	39分26秒	2区: 田中真二	(強磁場・松岡研A, M1)
4位: 強磁場・松岡研A	39分50秒	3区: 小松栄輝	(小池研A, B4)
5位: 工藤研	42分04秒	4区: 滝川真弘	(安藤研A, B4)
6位: 小池研B	43分55秒	5区: 佐々木悠太	(安藤研A, D1)
7位: 基物・佐久間研	46分50秒	6区: 遠藤哲哉	(小池研A, M1)
8位: 安藤研B	47分11秒	7区: 井村周平	(強磁場・松岡研B, M1)
9位: 宮崎研B	47分37秒		
10位: 強磁場・松岡研B	49分39秒		
11位: 佐々木研	50分01秒		
12位: 藤原研	53分29秒		

川渡合宿報告

毎年恒例の川渡合同合宿が、10月13日と14日に、鳴子温泉近くの東北大学川渡共同セミナーセンターで開催されました。これは、新たに応用物理学コースに配属された2年生を対象としたもので、運動やゲームなどを通して、学生同士や教員との親睦を深めることが目的です。

13日午後は、大学からバスでセミナーセンターに移動後、早速スポーツ大会を行いました。スポーツ大会では、4チームに分かれ、バレーボールとキックベースで対戦しました。スポーツが得意な学生が中心となってチームをまとめ、珍プレー・好プレーに、大いに盛り上がりました。スポーツ後は、希望者は鳴子温泉に移動し、温泉で汗を流しました。夕食のバーベキューでは、ジンギスカンを堪能しました。その後のゲーム大会では、6チームに分かれ、メンバービンゴ、じゃんけん大会、利きジュース・利き酒で対戦しました。利きジュース・利き酒では、正解に一喜一憂し、盛り上がりました。ゲーム大会後も、それぞれ飲みながら、麻雀やジェンガをやりながら、夜遅く(朝早く?)まで、和気藹々とした雰囲気の中で、親睦を深めておりました。

14日午前には、朝食・清掃後に、工明会運動会を想定した「応用物理学コース大運動会」を行いました。3チームに分かれ、三人三脚リレー・学生リレー・ミックスリレー・綱引きの4種目で競い合いました。三人三脚リレーのように珍しい競技もあり、はじめは戸惑っていましたが、皆で協力して挑み、白熱した戦いになりました。最後の綱引きの結果に納得がいかず、「もう一戦!」という声も上がりましたが、残念ながら大学に帰る時間となり、終了となりました。帰りのバスでは、遊び疲れたのか、皆寝ていました。大学に到着後すぐに学生実験でしたので、ハードなスケジュールだったかもしれません。

コース配属直後はやや固かった学生の表情も、写真のように楽しげでしたので、この合宿を通して親睦が深まったのではないのでしょうか。これをきっかけにして、さらに友達の輪を広げてもらえればと思います。最後に、川渡共同セミナーセンターの皆様、準備からご協力頂きました教員の皆様のご協力により、本合宿を無事に終えることが出来ました。ここに厚く御礼申し上げます。(吉留崇)



受賞 <AWARD> 2016年9月1日~2016年12月31日 (受賞者の身分は受賞当時のもの)

- ・窪内将隆 (博士3年) 日本金属学会2016年秋季(第159回)講演大会第27回優秀ポスター賞 「単結晶X線回折を用いた $Mg_2Si_{1-x}Sn_x$ における格子間Mgの定量的評価」 2016年9月
- ・中沢駿仁 (博士1年) 第13回日本熱電学会学術講演会優秀ポスター賞 「還元拡散法を用いた $CrSi_2$ およびMo置換 $CrSi_2$ の合成と熱電特性」 2016年9月
- ・細野雅貴 (修士2年) The 12th Asian International Seminar on Atomic and Molecular Physics, Student Best Poster Award 「Development of a highly sensitive atomic momentum spectrometer: Towards momentum-space imaging of atomic motions during a chemical reaction」 2016年9月

- ・山崎優一 第9回分子科学会奨励賞 「多次元電子分光による分子軌道イメージング」 2016年9月
- ・向山広記 (平成27年度博士修了) SSDM Young Researcher Award 「Millimeter-Wave Detector Using Magnetic Tunnel Junctions With Perpendicularly Magnetized $L1_0$ -Ordered FePd Free Layer」 2016年9月
- ・澤田祐也 (博士3年) 低温工学・超電導学会東北・北海道支部第21回超電導・低温若手セミナー若手奨励賞 「トロイダル起源の方向二色性」 2016年9月
- ・高橋良輔 (修士2年) 平成28年度日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会優秀発表賞 「スピン熱伝導性 $La_5Ca_9Cu_{24}O_{41}$ 結晶薄膜の熱拡散率と構造の相関」 2016年10月
- ・村本 圭 (修士2年) 平成28年度日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会優秀発表賞 「新規蓄熱材料に向けた二酸化バナジウム分散ガラスの創製」 2016年10月

人事異動 (2016年9月1日~12月31日)

- 2016年9月1日
[昇任] 淡路 智 金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センター 教授 (同センター准教授より)
- 2016年10月1日
[採用] 岡田達典 金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センター 助教 (東京大学大学院総合文化研究科PDより)

編集後記

「おうぶつ」ニュースレターを創刊してから8年目に入りました。その間、応物では、学生や教職員が入れ替わり、校舎も新しくなりました。よいものを引き継ぎながら、よりよく変化していく姿を「おうぶつ」で伝えていきたいと思っています。(林慶)