おうぶつ

2017年(平成29年)10月
第26号

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
工学部電気情報物理工学科 応用物理学コース

魅力ある「学生実験」を目指して

安藤 康夫
（平成21～27年度 学生実験担当）

応用物理学コースの講義のなかでも、最も重要なものの一つに応用物理学実験、いわゆる学生実験があります。応用物理学コースに配属直後の4セメスターから7セメスターの2年間にわたって応用物理学に係わる基礎および応用実験を学ぶ科目です。この科目のカリキュラムが平成27年度に大幅に改訂されました。本原稿を書いている時点で既に改訂後2年半が経過しており、改訂に伴う担当教員の指導要領の変化にも慣れ、周りからの評価も落ち着いてきたところです。本稿は学生実験の大幅改訂に至った経緯および目的と具体的な改訂内容について紹介したいと思います。

学生実験のカリキュラムは平成9年に全面改訂して以来18年間ほぼ同じ内容で行われていました。一方では、世の中の科学技術は著しく進歩し、学生の皆さんが修得すべき知識、技術は益々増加および高度化してきています。研究で用いる実験機器も高度化した実験に対応して複雑化してきています。世の中の実験技術が日々進歩してきているにもかかわらず、大学における基礎教育としての学生実験の内容が旧態依然としているのは好ましい状態ではありません。旧カリキュラムのもう一つの問題点として、実験課題の過度の細分化があります。改訂前の実験課題数は全部で27課題ありました。前半1年の実験ABの10課題は全員が全課題を履修することができるようになっていましたが、後半1年の実験CDの17課題に関しては約半数しか履修することができませんでした。折角多彩な実験カリキュラムを準備していながら、実験する機会を与えられていなかったことになります。

今回の改訂においては、旧27課題の内容を再検討して、前半（AB）、後半（CD）それぞれ8課題に集約しました。重複している、あるいは不要な課題を統廃合するとともに、学生実験として知っていて欲しい基盤技術、先端技術を新たに導入しました。学生実験で最先端の実験内容を取り入れることには賛否両論ありました。最先端の技術は高価な装置を導入すればよいということではありません。そこで各研究室に相談し、学生実験用に装置とオペレータを提供していただける実験テーマを募集いたしました。すなわち、研究用の実験装置を週一定時間TA付きで学生実験に提供いただくという内容です。この結果、エピタキシャル成長薄膜、原子間力顕微鏡、半導体量子井戸構造、微細加工のためのリソグラフィ技術などいくつかの先端技術テーマを設定することができました。

今回の改訂のもう一つの重要な変更点は、研究者、科学者として必要な知識、常識、技能に関する基本教育を加えたことです。導入教育は計3回分で構成され、学生実験の進め方に関するオリエンテーションの後に、レポートのまとめ方、データの取扱い方（計測工学の講義）のレクチャーと演習、学生実験をするうえでの安全教育、これから研究者となるための工学倫理で構成されています。平成26年に起きた不正事件以来、世間の研究機関に対する目は益々厳しくなってきていることから、特に工学倫理教育は重要な位置づけと考えています。全カリキュラムの最後にアドバンストと称する新項目を導入しました。学生実験は与えられたテーマをこなすだけという概念を破り、自分で実験内容を決定し、その結果を全員の前で説明する機会を設けました。これらにより自発的なテーマ設定能力とプレゼン能力の向上を目指しました。

構想を練っているさなかに東日本大震災が発生し、学生実験の改訂は中断を余儀なくされました。震災発生から約1年間は通常の講義、研究室の確保すらままならない状況で、学生実験も非常に狭い空間に押し込められて何とか実験設備が人数分確保できるという状況が続きました。あとから振り返ってみるとこれが改訂作業の大きなきっかけを生むことになりました。震災復興により、学生実験スペースが再配分されるにあたって、新しく実験装置を導入しやすくなりました。スペースだけでなく、予算面からも、同窓生からの寄付金など多くの支援をいただき、少なからず新しい実験装置を購入することが可能となりました。そこで、これまで学生実験に携わった方々からのアンケート調査を行うとともに、各研究室から代表を出していただき、学生実験改訂ワーキンググループ（WG）を形成し、1年間かけてどのような改訂を行えるのかを再検討いたしました。これと並行して学生実験指針書も最新版に更新いたしました。

今回の新カリキュラムはこのように多くの方々の協力があってはじめてできあがったもので、ご協力いただいた皆様には本当に心より感謝いたします。また、運営に関しても、多くの新しい試みを入れていることから、担当する教員、TAの負担が以前よりも増加しています。このことに対する厳しい意見も頂戴しております。しかしながら、学生の教育は教員の本務であり、ここに最大限の努力を注ぐことが応用物理コースにおける教育の基本姿勢であると思っています。

以上のように、学生実験の新カリキュラムは、研究者が最低限知っておくべき基礎技術から、実際に研究で使用している最先端の技術、さらには報告書のまとめ方から効果的なプレゼンの仕方まで、皆さんが研究者として修得すべき課題を網羅したものとなっています。これらを全て履修することにより、皆さんが卒業後に社会で「応用物理学を修得してきました」と自信を持って言える研究者になることを切に願っています。

Bridge of Glory

Risdiana
平成 18 年博士修了
Department of Physics, Padjadjaran University, Professor

My name is Risdiana. I grew up in Tasikmalaya, a small city located in West Jawa Indonesia. I graduated Bachelor Degree in 1998 from Department of Physics, Padjadjaran University, Indonesia. I finished Master Degree in 2003 from Department of Applied Physics, Waseda University and earned Doctoral Degree from Department of Applied Physics, Tohoku University in 2006.

After graduation, I came back to Indonesia to pursue further experiences as a lecturer in Padjadjaran University. In 2008-2011, I had a chance to do some researches in The Physical and Chemical Institute (RIKEN), Japan as a Foreign Postdoctoral Researcher. I have became a full professor in Department of Physics, Padjadjaran University since September in 2016.

Reflecting back over the past several years, I realize that the best time for me feeling the best condition for research is when I became a doctor coures's student at Koike Laboratory. I studied crystal growth and investigation of the fundamental electronic properties of high-T_c superconducting cuprates (HTSC). All Koike laboratory's members especially Prof. Yoji Koike and my special mentor, Dr. Tadashi Adachi, always guided me in research and gave me a lot of opportunities to feel the best condition as a real researcher. Prof. Koike was also introducting me the muon spin relaxation technique to study magnetic properties in HTSC. I started to study about muon and its application for material sciences on 2003. I remember that on November 22, 2003, I did μSR experiment for the first time at the RIKEN-RAL muon facility at UK. Everything was exciting for me at that time.

Until now, I still keep in touch and collaborate with Prof. Koike. Every year, 3 or 4 students stay several weeks in Koike Laboratory for doing some research. In 10 years, some research funding also granted to support our research in the scheme of international research collaboration. I am lucky to meet a great supevisor like Prof. Koike who also supported me to become a leader in some international research collaboration after graduated from Tohoku University. 3 years in Tohoku University were a special time that became a new step in my life toward deeper and stronger scientific knowledge.

My favorite Japanese song by Yuzu "Eikou no Kakehashi", is always inspiring me to become a bridge of glory, a bridge of collaboration between Indonesia and Japan. "owaranai sono tabi e to….kimi no kokoro e tsuzuku kakehashi e to…".

あ、学生じゃなくて…　～着任のあいさつ～

岡田　達典（淡路研）

「あ、学生じゃなくて、助教です。」この1年弱の間に口にしたフレーズTOP5に間違いなくランクインするフレーズです。初めてお会いする先生方、他研究室の大学院生、極め付けは"職員証"を受け取りに行った先の事務の方にまで。教員ではなく学生と間違われることを「敗け」とするならば、目下26連敗中です…

ご挨拶が遅くなりました。昨年10月に金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センター（淡路研）の助教に着任しました岡田達典と申します。

強磁場センター着任以前は、卒研・修士・博士・学振PDまで、東大総合文化研究科（前田研）にて、主に鉄系超伝導体のマイクロ波応答を研究していました。より具体的には、マイクロ波（～10GHz）を用いて磁場侵入長（マイスナー相の準粒子励起スペクトルを反映）を評価したり、マイクロ波で磁束量子を揺さぶって磁束フロー抵抗（磁束量子コア内部の電子状態を反映）を調べたりしていました。興味のある方は解説記事[固体物理2016年9月号]をご参照ください。研究の主眼は、超伝導波動関数の対称性（超伝導発現機構）や磁束量子の性質など、基礎物理的な観点が中心でした。因みに、東北大応物との関連としては、小池研で盛んに合成されていたFe(Se,Te)や、土浦宏紀先生らが計算していたLiFeAsなどが測定対象であり、佐々木一夫先生がポスドクされていた真木和美先生は磁束フローに関する理論研究の大家、といった接点があります。

着任以降の現在は、高温超伝導線材の臨界電流密度測定を通じた磁束ピン止め機構の解明や、機械特性評価、超伝導コイルの特性評価などに取り組んでおり、超伝導体をより"使える"ものにするための「応用物理」「工学」的な観点での研究が色濃くなってきています。これまで取り組んできた研究から見ると、測定手法は「高周波」→「直流」、物質は「純良単結晶」→「不純物を多量添加した"汚い"線材」、研究対象は「駆動された磁束」→「ピン止めされた磁束」と大きく方向転換（ほぼ逆向き）しています。一から勉強する事項も多々あり、処理すべき情報量の多さに苦しみつつも、新たな知識を吸収できる楽しさを味わいながら充実した日々を送っています。

思い切って分野を変えてみて改めて実感したことですが、基礎物理の研究では、物理現象としての面白さを追求するあまり、「この現象が実生活にどう役立つのか」という意識が薄れてしまいがちです。一方で、超伝導線材・コイル応用の研究では、実用化を重視する反面、現象論での説明で済ましてしまっていること（中には適用範囲外の条件に対してまでも適用していることも）がチラホラ見受けられます。基礎物理に育ち、応用物理に足を踏み込んだ身としては、各々の観点の優れた点・不十分な点を強く意識して、今後の研究の幅を拡げ、発展させていきたいと考えています。

最後になりましたが、この着任の挨拶によって、少なくとも応物の方々に私の顔と名前が認識され、連敗記録がストップすることを願ってやみません。金研に在籍しているため青葉山の先生方・学生さんとお会いする機会は少ないですが、見かけた際にはお気軽にお声がけください。

LT28旅行記

平成29年8月9日(水)から16日(水)に、「28th International Conference on Low Temperature Physics (LT28)」がスウェーデンのヨーテボリで行われました。基礎物性物理学研究室からは、助教の吉岡匠哉さんと浅岡類さん、博士1年の山崎国人さん、そして私(土浦)の合計4名が参加しましたので，みんなでLT28やスウェーデンの印象を振り返ってみました。(土浦宏紀)

LT28って？

山崎： 3年に1度開催される国際学会ですよね。
吉岡： 超伝導、量子相転移、磁性、量子液体と量子固体、極低温技術と応用の5つの分野に分かれていたな。
浅岡： 昼は口頭発表、夕方はポスター発表がありましたね。
吉岡： 日本の学会とは違って、学会のスケジュールの中にランチタイムやコーヒータイムが設けられていて、お酒やコーヒーを飲みながら、色々な人と話すことができて、実際に、昔の知人やまだ話したことがない他の研究室の人と話せた。話を聞くだけじゃなく、話すこともできる学会で、いい雰囲気だったね。また、学会の中間日にFree dayが設けられていて、学会主催のヨーテボリ観光に希望すれば参加することができたけど、研究室からは誰も行かんかったね。
土浦： お祭りみたいな学会だよね。
山崎： 普段では足を運ぶことができない海外に、学会に参加するという目的を持っていくことができてよかったです。論文で見たことある人の話を聞くことができました。
吉岡： 論文で見ていた人と実際に会って、「こんな人やったんか」って思ったり(笑)
浅岡： 日本の学会に来ていない海外の日本人研究者に会うことができたり、自分の分野だけど論文で見たことがない研究者にも会えました。
土浦： 当然ながら、講演を聞く時も自分でポスター発表する時も英語だったけど、どうだった？
山崎： ポスター発表は台本を準備し、丸暗記しましたが、聞きに来たのは全て日本人でしたね。
吉岡： 学会参加者の3～4割は日本人だったから、日本人が聞きに来る確率は高くなるよな。
浅岡： 僕は外国人が数人聞きに来てくれて、合計10人ほどと情報交換したり、苦手な英語をたくさん話したりすることができましたね。
山崎： 5～6人としか話せませんでしたが、1人1人と濃い時間を過ごすことができました。
吉岡： 講演を聞く機会が7日間ある中で、後半になるほど自然と英語が入ってくることを実感できた。英語は聞いていると慣れるもんやなって改めて思ったな。また，セッションが5つに分かれているから自分が興味ある話を聞きに行けるのが楽しかった。
浅岡： 自分が知らなかった研究者の話を聞くことができましたね。ネイティブではない人の英語を聞き取るのが難しかったな。
山崎： 分からない単語もあったりするのに、話す速度が速かったり、訛りがすごかったりすると、もう無理ってなる(笑)
浅岡： 山崎はこれからスイスに留学して、スーパー山崎になって帰ってくるんじゃない？
山崎： スイスの公用語はドイツ語です(笑)

ヨーテボリって？

吉岡： アジア人も観光客も少なくて、いい意味で海外に来た感があった。
浅岡： 人口密度が低いからか、人がナチュラルに優しかった感じがしましたね。
吉岡： 店員さんが優しかったな。買い物をしている時、レジでまごまごしていても待っていてくれたね。
山崎： 最初英語を話すのが怖かったけど、簡単な単語レベルで通じたので、日常生活は大丈夫でした。
吉岡： 他の国と比べて、スウェーデンは英語が通じやすいと思う。
浅岡： ネイティブを除けば、英語が1番上手い国らしいですね。
吉岡： Gothenburg(ヨーテボリ)が行く前読めなくて、英語が通じるのか不安だったが、大丈夫だったな。
浅岡： 文法は英語と同じでしたね。現地でやっているテレビ番組は、英語が多かったし、英語慣れしているんでしょうね。
山崎： 今回海外に初めて行って、英語の必要性を感じました。あと、白夜で22時くらいまで明るかったですね。
浅岡： 夜まで明るいとお得感があったね。
吉岡： ヨーテボリの遊園地も23時まで開いていて、そんなに遅くまでやっている遊園地って珍しいと思いますね。
土浦： 食事はどうだった？
吉岡： スウェーデンはお酒のアルコール度数が低くて、びっくりしたな。ほとんどが、3.5%以下。
浅岡： 日本でいう、「ほろ〇い」くらいだったね。
山崎： 料理はしょっぱかった。
吉岡： ラーメンを見つけたので食べてみたけど、まずかった。焼きそばは美味しかったな。あとは、とにかく寿司屋が多かったよな。
浅岡： 海が近いからですかね。

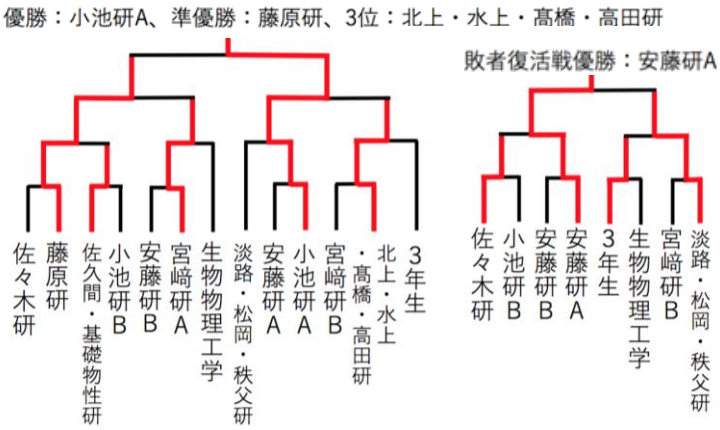
最後に・・・

外国で開催される学会に参加する機会があったら、皆さんもぜひ積極的に参加してみてください。ここでの3人のように、研究以外のこともたくさん学ぶことができるかもしれません。

(LT28の会場前にて。右から、土浦、山崎さん(D1)、吉岡助教、浅岡助教。)

応物春季ソフトボール大会報告

平成29年度春季の応物研究室対抗ソフトボール大会が、去る6月15日(木)に開催されました。結果は、優勝が小池研A(小池研)、準優勝が結晶化ガラスのハート(藤原研)、3位が片平(北上・水上・髙橋、高田研)、敗者復活戦の優勝が安藤研A(安藤研)でした。各個人賞は、ホームラン賞が加藤大樹さん(佐々木研)と髙野宏輝さん(小池研)、奪三振賞が齋藤亘さん(宮崎研)、そしてMVPには大ベテランの小池洋二教授が選ばれました。(土浦宏紀)



【MVP談話：小池洋二教授】

平成8年と14年にMVPをいただいて、もうMVPには縁がないものと思っていました。今年は私が参加できる最後の年ということで、幹事が気を利かしてくれたのかもしれません。ありがたくいただきます。しかし、もう一回参加できますので、厚かましくも4度目のMVPを狙います。

研究トピックス　～高感度・高信頼性の車載用TMR磁気センサの開発に成功～

大兼　幹彦（安藤研）

磁気センサは、磁場の大きさや方向を測定するための素子であり、様々な用途で使用されています。例えば、電子コンパス（地磁気センサ）、電化製品などの開閉検出、モータの回転検出、電流の計測、生体（脳や心臓）磁場の計測など、ここでは挙げきれないぐらい多岐にわたります。普段は存在を感じることが少ないですが、磁気センサは日常生活に欠かすことのできない重要な電子デバイスの一つです。用途が多岐にわたることもあり、磁気センサは用途に応じて使い分けられています。低感度でもよいので、広い磁場範囲を手軽に計測するためにはホール素子が向いています。逆に、超高感度が要求される場合には、超伝導量子干渉効果素子（SQUID）が用いられます。安藤研究室では、両方の特性（高感度＋広磁場範囲）を兼ね備えた磁気センサを実現するための研究を行っています。

高感度かつ広磁場範囲を実現するための技術が、我々応用物理学専攻がパイオニアとなった、トンネル磁気抵抗（TMR）効果です。図1に示すように、TMR効果は強磁性体/絶縁体/強磁性体という、3枚の薄膜を積層した強磁性トンネル接合素子で発現します。TMR効果は2つの強磁性体の磁化の相対角度によって、流れる電流（つまり抵抗）が変化する現象です。TMR効果を磁気センサとして用いるためには、図1のように外部磁場がゼロの状態で磁化の向きが直交している状況を作る必要があります。この状態で磁場を印加すると、自由層と呼ばれる強磁性層（弱い磁石と考えればよい）の磁化が磁場方向に向くので、固定層と呼ばれる磁化の向きが変化しない層（強い磁石と考える）との相対角度が変化します。その結果、磁場に対して直線的な抵抗変化が得られます。磁気センサの性能として重要なのは、この直線の傾き（感度）が大きいこと、直線が得られる磁場の範囲（ダイナミックレンジ）、どのぐらい真の直線に一致しているか（非線形性）、の3つです。TMR磁気センサは、感度が高いことは従来から知られていましたが、広い磁場範囲と良好な直線性を得るための研究はあまり行われていませんでした。

しかし、非常に高い信頼性が求められる車載のような環境では、ダイナミックレンジと非線形性が大変重要になります。例えば、突発的に大きな磁場が印加されて、磁気センサのダイナミックレンジを超えてしまうと、誤動作が生じてしまいます。また、非線形性が大きければ、誤差が大きくなってしまい、回転角や電流値を精密に制御することができません。今後、電気自動車が広く普及することが想定されており、それを精密に制御するための磁気センサの役割が益々大きくなっているのが現状です。

本研究では、垂直磁化膜材料を用いた新しい強磁性トンネル接合を独自に考案し、上述の広いダイナミックレンジと非常に小さい非線形性を実現しました。図2に、ダイナミックレンジと非線形性の関係を示します。開発した素子は次世代車載用途でターゲットする領域を満足するとともに、従来の強磁性トンネル接合素子よりも圧倒的に高い性能を誇っていることがわかります。さらに、従来車載で用いられていたホール素子に比べ、感度が高いことはもちろんのこと、非線形性が約1桁改善しています。開発に成功した本研究の素子は、次世代の車載用磁気センサに応用されることが期待されます。

本研究は、昨年度博士課程を修了した中野貴文君を中心に、（株）デンソーと共同で行われました。成果は論文発表（Appl. Phys. Lett. **110** (2017) 012401）されたばかりですが、世界中から注目を集めています。また、中野君は工学研究科長賞、応用物理研究奨励賞を受賞し、現在は英国のエクスター大学で日本学術振興会の研究員として活躍しています。優秀な学生さんとともに、大変よい仕事ができたことを光栄に思います。

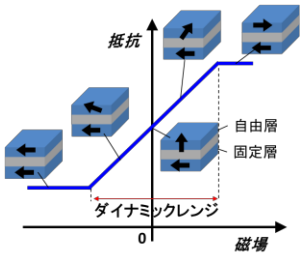


図1. TMR磁気センサの動作原理。

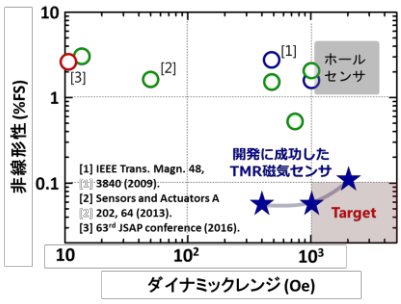


図 2. ダイナミックレンジと非線形性の関係。

受賞〈AWARD〉 2017年5月1日～2017年8月31日
（受賞者の身分は受賞当時のもの）

- ・谷川智之　**第42回(2017年春季)応用物理学会講演奨励賞**
  「二光子励起フォトルミネッセンス法によるGaN中の貫通転位の三次元分布評価」 2017年5月
- ・大橋昌立（修士1年）　**日本セラミックス協会2017年年会優秀ポスター発表賞**
  「生体温度センサーを指向した残光体開発：ZrO_2における光物性の温度依存性」 2017年5月
- ・岩渕拓也（博士3年）　**第133回金属材料研究所講演会優秀ポスター賞**
  「GaNのMOVPE成長用$ScAlMgO_4$基板の裏面保護膜に関する研究」 2017年5月
- ・秩父重英　**第11回応用物理学会フェロー表彰**
  「InGaN系半導体の発光メカニズムの解明に関する先駆的研究」 2017年7月
- ・林久美子　**日本医療研究開発機構・ニューヨーク科学アカデミー第2回合同ワークショップInterstellar Initiative, 1st Place Outstanding Early Career Investigator Team Presentation**
  「Quantal modes of organelle transport during axonal growth and regeneration」 2017年8月

平成 29 年度　行事予定（後期）
応用物理学コース、応用物理学専攻

10/2(月)～2/2(金)	授業及び補講
10/12(木)・13(金)	学部2年生川渡合宿セミナー
10/24(火)	秋季ソフトボール大会(予備日：10/31(火))
10/28(土)	テニス大会(予備日：11月(土))
11/3(金)～5(日)	大学祭
11/6(月)～8(水)	集中講義(対象：学部4年生および大学院生)
11/25(土)	駅伝大会(予備日：11/26(日))
11月下旬～12月上旬	学部3年生研究室見学
12/27(水)～1/3(水)	冬季休業
1/12(金)	月曜日の授業又は補講
1/25(木)・26(金)	博士論文本審査会
1/30(火)	金曜日の授業又は補講
2/8(木)・9(金)	修士論文本審査会
2/14(水)・15(木)	学部4年生卒業研修発表会
2/28(水)・3/1(木)	大学院入学試験
3/5(月)～8(木)	工場見学
3/26(月)	卒業祝賀会・謝恩会
3/27(火)	学位記授与式

編集後記

工明会運動会が2年連続中止になり、川渡合宿におけるミニ運動会の成果が発揮できないのが残念です。ところで、研究室の学生は、Newsletterが配布されると、研究の手を止めて読み始めます。その姿を見ると、Newsletterを作ってよかったと思います。Newsletterが応物の憩いの場として永く続くよう、皆様の御協力をお願いします。（小池洋二）

おうぶつ　第25号　2017年10月1日発行
発行者　東北大学大学院工学研究科応用物理学専攻 Newsletter 編集委員会
（大兼幹彦、川股隆行、小池洋二、佐藤文隆、高橋儀宏、土浦宏紀、中村修一、林慶、吉留崇）
〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-05　TEL 022-795-7980　FAX 022-795-7203　URL http://www.apph.tohoku.ac.jp/