

物工同窓会だより

第 34 号

令和元年 10 月発行

2018 年度の物理工学科、物理工学専攻の近況報告

物理工学専攻 2018 年度 学科長・専攻長
求 幸年

2018 年度の物理工学科、物理工学専攻についてご報告いたします。
最初に人事異動から報告します。

2018 年 11 月 1 日付で、藤田貴啓氏が川崎研助教に着任されました。2019 年 1 月 1 日付で、渡辺悠樹氏が工業力学講座の准教授に昇任されました。同 2 月 1 日付で、関真一郎氏を総合研究機構の准教授に、中島多朗氏を量子相エレクトロニクス研究センターの特任准教授にお迎えし、中野匡規氏が量子相エレクトロニクス研究センターの特任准教授に昇任されました。また 4 月 1 日付で、森本高裕氏を工業力学講座の准教授に、橋本顕一郎氏を新領域創成科学研究科物質系専攻の准教授にお迎えし、武田俊太郎氏が総合研究機構の特任講師に昇任され、蘆田祐人氏が沙川研助教に、遠藤護氏が古澤研助教に、北村想太氏が森本研助教に、高木里奈氏が関研助教に、藤陽平氏が渡辺研助教に着任されました。

一方、物工で活躍され、新たなステップを踏まれるべく転出された先生方も多数おられます。2018 年 9 月 30 日付で、山本倫久特任准教授が理化学研究所創発物性科学研究センターユニットリーダーとして転出されました。同年 10 月 15 日には、塩見雄毅特任講師が東京大学大学院総合文化研究科准教授として転出されました。2019 年 3 月 31 日には、今田正俊教授と樽茶清悟教授が定年退職され、現在は、今田正俊教授は早稲田大学理工学術院研究院教授・上級研究員として、樽茶清悟教授は理化学研究所創発物性科学研究センター副センター長としてご活躍されています。また同日付で、石渡晋太郎准教授が大阪大学大学院基礎工学研究科教授として、伊藤伸泰准教授が理化学研究所計算科学研究センターチームリーダーとして、千葉大地准教授が大阪大学産業科学研究所教授として、伊與田英輝助教が東海大学理学部講師として、高橋英史助教が大阪大学大学院基礎工学研究科助教として、野村悠祐助教が理化学研究所創発物性科学研究センター研究

員として、松尾貞茂助教が理化学研究所創発物性科学研究センター基礎科学特別研究員として、大越孝洋特任助教が早稲田大学理工学術院研究院講師・次席研究員として、それぞれ転出されました。また同年4月15日付で、小山知弘助教が大阪大学産業科学研究所助教として転出されました。みなさま、新天地での益々のご活躍をお祈りしております。

今年も多くの方々が表彰の栄誉に輝いていらっしゃいます。2016年6月には、井手上敏也助教が第31回安藤博記念学術奨励賞を、同9月には、野本拓也助教が第2回高温超伝導フォーラム若手研究奨励賞を、高橋英史助教がマツダ財団マツダ研究助成奨励賞を、沙川貴大准教授が第8回フロンティアサロン永瀬賞特別賞を、同11月には、荒井俊人講師が第7回エヌエフ基金研究開発奨励賞を授与されました。2019年2月には、大門俊介助教が第35回井上研究奨励賞を、賀川史敬准教授が第40回本多記念研究奨励賞を授与されました。2019年4月には、今田正俊教授と鹿野田一司教授が科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞（研究部門）を、沙川貴大准教授が科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞を、井手上敏也助教と大門俊介助教が第18回船井研究奨励賞を授与されました。このように、物工では数々の名誉ある賞の受賞が続いております。

また学生も大変活躍しており、2018年度には6名の学生が物理工学科優秀卒業論文賞を受賞し、7名の学生が田中昭二賞（物理工学優秀修士論文賞）を受賞しました。また、恒川翔氏（齊藤研）は工学部長賞を、修士課程の荻野槇子氏（高橋研）と博士課程の安田憲司氏（十倉研）の両氏が工学系研究科長賞をそれぞれ受賞しました。安田憲司氏はさらに、東京大学総長賞を受賞されています。また、学部3年の山田陸氏は東京大学総長賞（課外活動）を受賞しました。

続いて今年度の学生の動向を報告します。2019年4月には、駒場より56名が物工に進学しました。また修士課程には48名、博士課程には21名の進学者がありました。これまで、修士課程学生の一部と、博士課程学生の多くは、文部科学省・博士課程教育リーディングプログラム「統合物質科学リーダー養成プログラム(MERIT)」及び「フォトンサイエンス・リーディング大学院(ALPS)」による経済的支援を受けていました。このうち、ALPSは2017年度末、MERITは2018年度末をもって当初計画通り文部科学省のプログラムとしては終了しましたが、本学独自の恒久化策の一環として、両プログラムの採用学生には2019年度も奨励金がこれまで通り支給されています。このように支援体制としては過渡期を迎えていますが、後述の新たな施策や、工学系研究科によるリサーチアシスタント（SEUT-RA）制度などによる支援もあり、一時代前との比較で言えば、博士課程学生は恵まれた経済的環境にあると言えます。

次に、学内の動きについても手短にご報告します。

2018年度は五神総長就任の4年目にあたり、これまでと同様、
「東京大学ビジョン 2020」

(http://www.u-tokyo.ac.jp/president/b01_vision2020_j.html)

をベースに、様々な施策が進められています。なかでも、「知の協創の世界拠点」の形成に寄与し、東京大学、さらには日本の国際求心力を高めることを目的として「東京カレッジ」が設立されました。2017年3月に東京大学初の卓越教授の称号を授与された十倉好紀教授は、2019年3月31日に工学系研究科の教授を定年退職され、同4月からは卓越教授として、東京カレッジのメンバーとされています。物工における研究活動と学生の教育には、これまで通り携わっていただいております。また、全学的に展開している国際卓越大学院(WINGS)では、様々な分野のコースが創設され、学生の受け入れを開始しています。文部科学省からも、卓越大学院プログラムの公募が始まっておりますが、本学のWINGSプログラムと組み合わせることで、高い志と意欲にあふれる学生に対する高度博士人材の育成を展開しています。今後の恒久的な学生支援体制の維持のためには、様々な工夫が必要であり、同窓生の皆様からのお知恵を頂きたいと思っております。

最後に、その他近況をお知らせします。以前の同窓会だよりでもお伝えしましたが、最近修士課程の入試合格者の中から多数の辞退者が出るという事態が発生しております。現行の制度の見直しを含め、様々な働きかけを行っておりますが、今後の推移を注意深く見守るとともに、物工をより魅力ある専攻としてゆく取組みが必要です。また、昨年度もご父母向けのオープンキャンパスを実施し、非常に多くの方々にご参加いただきました。博士課程進学率が高い物工の教育と研究の内容に多大なご興味をいただいていることを再確認いたしました。鳩貝さんを中心とした就職への手厚いケアも継続しております。今後も、物工が意欲ある学生を惹きつけ、高いレベルの教育・研究を通じて優秀な人材を輩出していくためには、様々な検討と対策を重ねていく必要があります。同窓生の皆様のお知恵を、是非お聞かせください。

同窓生の皆様には、物理工学科・物理工学専攻へのさらなるご支援を賜りますようお願いいたします。10月19日(土)のホームカミングデーには、ご家族もお誘い合わせのうえ、是非ご参加ください。

ナノテクノロジーから量子情報へ

理化学研究所創発物性科学研究センター
量子機能システム研究グループ
副センター長 樽茶 清悟

私は物理工学専攻に13年間在籍し、この3月に定年退職しました。多くの皆さまにお世話になりました。大変ありがとうございました。

私は1978年に東大物理工学専攻の修士課程を出て、当時の日本電信電話公社の研究所（現在のNTT基礎研究所）に約20年間勤めた後、東大物理学専攻での7年を経て物理工学専攻に異動しました。この間、とくに大学では半導体ナノテクノロジーから量子情報という世界の流れの中で研究を行ってきました。

NTT研究所に入った頃は、光通信の発展期で光ファイバー網が敷設され、また、1970年に二重ヘテロ接合の半導体レーザの室温連続発振が達成され、同レーザの開発に拍車がかかっていました。私は、学生の頃から漠然と光に関係する仕事をしたいと思っていたので、光通信の技術開発を進めていたNTT研究所に職を求め、種々の光デバイス、その後、量子井戸の光物性、量子井戸レーザの研究を行いました。当時高価な半導体レーザ装置を購入して実験していましたが、ある日レーザが壊れていることに気づいて、どう報告しようか悩んだことを覚えています。

その後、1990年に入って、ナノテクノロジーの時代が到来しました。2000年のクリントン前大統領の演説は、その象徴として有名です。彼は、3つの項目を上げましたが、その中には、ファインマン教授が1959年に提唱していた微小媒体への記録という情報関係も含まれています。この項目はSTMによる原子操作というボトムアップ技術をベースにしていますが、最近では、同技術を用いて、シリコン中に極微小な単一電子トランジスターや電荷計が作られています。このナノテクの流行の少し前、1986年に私はNTTから1年半位ドイツStuttgartにあるMax-Planck固体研究所に客員として滞在する機会を得ました。受け入れ条件として、学位を持っていることが必要でしたので、急いで書き上げ、国府田教授にお願いして主査を引き受けていただきました。当時は、ワードプロセッサが出始めの頃で、頻繁に起こるバグに苦労しながら、論文を書いたことは懐かしい思い出です。Max-Planck固体研は、固体物理研究のメッカと呼ばれており、錚々たる教授陣が揃っていました。余談ですが、この7月に同研究所の創立50周年式典があり、招かれて列席しました。会場を見渡すと多くの著名な研究者の姿が見られ、同研究所の重みを感じました。とくにQueisser教授、von Klitzing教授のお元気な姿を拝見できたことは大きな喜びでした。なお、現在、高木教授が研究所の主任教授として活躍されており、式典では司会をつとめ、研究所の歴史と現況を見事なドイツ語で紹介されていました。

Max-Planck固体研究所での滞在は、私にとって、光から電気伝導へと研究対象を変え

る機会となりました。固体研では von Klitzing 教授が整数量子ホール効果の業績でノーベル物理学賞を受賞された直後であり、2次元電子ガス研究の熱気が感じられました。この刺激もあって、私は新しく多重量子井戸における光励起電子の共鳴トンネルの研究を行い、受け入れ先の Ploog 教授、von Klitzing 教授を連名とする論文を書きました。帰国後は、このテーマを発展させて零、一次元電子の電気伝導の研究を始めました。1980年代の終盤は、単一電子トンネル、量子ポイントコンタクトといった、ナノ構造の電気伝導が華やかに登場した時期です。私は、これらを基盤として、単一量子やその相互作用を高精度に制御することで、量子状態、量子伝導の新しい研究手法を開発したいと考えました。その思いは、1996年、デルフト工科大において、Kouwenhoven 教授と共に行った、希釈冷凍機による極低温の実験を経て結実し、人工原子、分子として知られている、量子ドットの開発に至りました。現在のスピン量子情報の研究は、この時期の成果に端を発しています。このほか、私には希釈冷凍機の経験がほとんどなかったので、デルフト工科大での実験は技術面でも大変勉強になりました。また、博士学生の献身的な協力に助けられたことも良い思い出です。

デルフトから帰国して、2年経った頃、東大物理学専攻に呼んでいただき、人工原子分子の研究を本格化しましたが、同時に研究環境も大きく変わりました。当時、ナノ構造の実験は、試料作製に微細加工を必要としたので大学ではあまり進んでいませんでした。このため私は、大学での研究は念頭にありませんでしたが、次第に大学の若い人たちと一緒に研究をしたいと考えようになりました。その結果として、たくさんの優秀な学生、ポスドク、助教、講師、准教授の皆さんと、東大の物理学専攻、物理工学専攻という素晴らしい環境の中で研究できました。私にとってかけがえのない財産です。

ところで、幸いにも大学への異動に相前後して科学技術振興機構の大型プロジェクトを NTT の中にスペースを借り受けて行うことになり、学生の皆さんにも NTT で実験をしてもらいました。ただ距離的に大学から遠かったので、学生の皆さんは行き来に苦労したことと思います。この間に、量子ドット、量子細線をプラットフォームとして、量子効果や相互作用を単一電子の単位で厳密に制御する、量子制御の手法を開発し、さらに、その応用として、スピンを用いた量子コンピュータの研究基盤を構築しました。この時期の研究項目は、少数電子のスピン状態制御、近藤効果、パウリ効果などです。とくに量子ドットの近藤効果の研究に関連してたくさんの面白い結果が得られ、その報告会には、近藤先生に来ていただき、色々な当時の話を伺いました。さらに最近では、新しい2経路干渉計による位相測定法を開発し、これを用いて近藤散乱位相の観測に成功しました。

物理学専攻に7年在籍の後、私は物理工学専攻に異動し、電子の量子制御と量子コンピュータの基盤技術の研究を重点化しました。同専攻は出身専攻なので、何か学生時代に戻った気分でした。なお異動に当たっては、当時の専攻長が挨拶に来られて、「建物の地下階に穴を掘って、水が出なければ低温専用の実験室が作れます。」と言ってくださった言葉が忘れられません。

最後に量子コンピュータの研究に言及します。量子コンピュータに関しては、1999年、

当時 NEC に在籍されていた中村教授、蔡教授によって、超伝導回路の量子ビットが初めて実現され、世界に衝撃が走りました。一方スピンに関しては、1998 年量子ドットの電子スピンを用いた量子コンピュータが提案されましたが、技術的なハードルが高く、実験が進んでいませんでした。私たちはこれまでの経験から、電子スピンの量子ビットが優れた性質をもつことに気づいていました。しばらくして、微小コイルを用いた実験がデルフト工科大から報告されましたが、操作速度が遅く、拡張性に乏しいという問題がありました。そこで、新しい方法として、微小磁石による傾斜磁場を利用する方法を提案しました。これにより、量子ビットの高速操作、2 量子ビット化、非破壊量子測定などを達成しました。この方法は、今では単一、2 量子ビットの有力な操作法として広く使われています。

一方、大学での研究と並行して、2012 年に理化学研究所内に新設された創発物性科学研究センターの中で、量子情報の研究グループを兼務することになり、大学院生も加えて量子コンピュータの技術開発を本格化させました。同センターには、スピン量子コンピュータの提案者である Loss 教授の研究チームもあり、積極的に共同研究を行っています。私たちは量子ビットの作製には、当初、GaAs 量子ドットを用いていましたが、ここ数年は、Si/SiGe 量子ドットにその技術を移植しています。現在は、シリコンをベースとして、誤り耐性のある量子計算の開発を目指しています。

世界的にみれば、Google、IBM、Intel などの大規模投資による超伝導量子コンピュータの開発が先を走っています。一方、スピンに関しても、Intel による大規模投資のほか、フランスやオーストラリアで国家支援によるプロジェクトが進んでいます。スピン量子ビットは超伝導量子ビットに比べて技術開発が遅れていますが、ビットあたりの物理面積が 3 桁以上小さく、コヒーレンス時間が 2 桁以上大きい、また 1 ケルビンを超える温度で動作が可能、という高い潜在能力をもっています。このさき大規模化という課題がありますが、その解決に向けて、シリコン集積回路技術の導入に大きい期待がかけられています。

量子情報エレクトロニクスは間違いなく私の研究の中心でしたが、この 10 年ぐらい、同概念を複合量子系やトポロジカル量子系に広げることで、複合粒子系（スピン-光子、クーパ対など）やトポロジカル量子計算などの新しい実験も行ってきました。この 4 月から私は理化学研究所に異動して、同様なスタイルで研究を継続しています。これまで開発してきた量子技術は、非平衡系の量子ダイナミクスや局所的な量子性、トポロジカル超伝導といった新奇な物理を探索するためのツールとしても有用です。今後もこのような新しい方向性に関心を持ちながら、量子情報エレクトロニクスの研究を展開したいと考えています。

最後に、人工原子分子に関連する研究においては、東京大学、NTT 研究所、理化学研究所、デルフト工科大、そして外部資金によるプロジェクトの皆さんと協同研究をしてきました。たくさんの素晴らしい人たちと出会えたことを幸運に思っています。