

研究室訪問記 2018年度 矢崎学術賞 功績賞

訪問日 2019年7月25日

東京大学 大学院理学系研究科 付属知の物理学研究センター 小林 研介 教授

研究題名：高精度ゆらぎ測定を用いた非平衡スピン依存伝導の研究

小林研介先生は、2014～2016年度の一般研究助成テーマの成果に基づいて、その後も

- ・カーボンナノチューブ量子ドットによる「非平衡近藤状態の解明」
- ・スピン流における新規概念を確立した「スピンショット雑音の実証」
- ・グラフェン pn 接合界面により予測理論を実証した「端状態のダイナミクス」

など数々の優れた業績を挙げられたことにより、当財団の学術功績賞を受賞されました。

先生は、この5月に、大阪大学大学院理学研究科教授から東京大学大学院理学系研究科付属「知の物理学研究センター」教授に転出されました。現在は、クロスアポイントメント教授として、大阪大学でも研究室運営を継続しながら、東京大学で研究室本格活動に向けた準備を進めていらっしゃるお忙しい最中に訪問させて頂き(図1)、受賞されたご研究の独自性や研究に対する想いなどをお伺いして来ました。

近年の数々の研究成果は『電流ゆらぎ測定』技術に基づくものですが、『電流ゆらぎ』に着目した切っ掛けは何だったのでしょうか

博士課程の学生で助手になる直前の1998年に、朝日新聞で「『パウリの原理』直接観察に成功」という記事を目にしました(出典はスタンフォード大学山本喜久教授(当時)の論文)。これは、有名な物理学の原理を『電流雑音』(=『電流ゆらぎ』)を測定することによって直接観察した、というものでした。物理学に携わる者として、この「原理を直接観察した」ということに、しびれるような感動を味わいました。当時携わっていた研究の分野とは関連が無かったため一旦はこれを忘れていたのですが、翌年東大物性研究所に異動しこの記事と近い分野で研究することになり、その時の想いが呼び起され関連する勉強をしていました。その数年後にスイス連邦工科大学で研究することになり、これを機に新しくこの『電流ゆらぎ』に関する研究に取り組み始めました。

スイスでの1年はあまり良い成果は出ませんでした。翌年、日本(京都大学化学研究所)に戻ってきた際には、「最近雑音の研究を始めました」というと、ある先生からは「雑音なんて邪魔者じゃないか。何でそんな研究しているの?」と笑われたこともありました。すぐには成果が出なかったこともあり、この頃は『雑音』なんか真面目にやる研究対象ではないと思われていたんです。しかし、その後良い成果が出る様になってきて、今では重要性が認知される様になりました(図2)。

『ゆらぎの研究』の意義を理解されなかったことについて、当時どう考えられていましたか

先の山本先生の論文から『ゆらぎの研究』は意味のあるものだということは、自分では確信していました。ですから、同じ分野の偉い先生でもこの研究意義に気づいていない、という事実は逆に独自性の高い良い研究になる、とポジティブに考えられました。ただ、科研費の申請では、「意義を知られていない『雑音』を

測る」などと尖がった主張したためか理解はされず、何回か不採択となりました。その後いろいろと学び、やはり面白いと思ってもらえる様な説明や話し方をすべきだと考え、「『ゆらぎ』には深遠な意味があります」という表現と説明に改め、成果と相まって徐々に理解を得られるようになりました。

世界最高水準の測定技術を確立できた要因は何だったでしょうか

低温アンプを工夫して高性能にするという点は要素としては大きいですが、何か大きなブレークスルーがあって確立したというものではありません。回路の工夫やグラドループの解消など一つ一つの改良の試行を積み重ねて、少しずつノイズを小さくしていくことで技術確立していったものです。学生やスタッフの中にはこのような技術の積み重ねに一生懸命な方がいて、この様な優れた人たちが頑張ってくれたおかげで今の技術が確立しています。

その前に、もっと重要なのは研究する学生のモチベーションを上げることです。研究室に配属になった学生は「大学院に来て、雑音を測るの？」と最初はへこんでしまうんですよ(笑)。だから、まずは学生に研究の面白さを説明することが必要なんです。「上手に測ると『パウリの排他律』を証明できる」などと研究の重要性が分かると、物理の好きな学生はこの研究に惹きつけられていきます。

これらの研究で解明されたことはどの様な応用につながると考えられますか

スピントロニクスに基づいた次世代素子の開発に必要な新しい原理や効果を発見することは、情報処理デバイスの高速化、小型化、低消費電力化、安定動作などに寄与します。例えば、長期的な視点では『スピン波』の解明ではエネルギーをロスしない情報通信デバイスの可能性を、『量子干渉』の解明では量子コンピュータの開発につながるものだと考えられます。

私たちの研究は物理の基礎的な領域で、直接実用化に繋がるわけではありませんが、広い発展の可能性を秘めています。しかし、人ひとりの想像力には限界がありますから、他の人が別の視野から見て違った面白さを見つける、ということも研究の発展には重要なことだと思います。

どの様なところに研究の面白さを感じますか

何か新しい知見を得た時に、「これってひょっとして世界で自分たちしか知らないんじゃないか」という感覚を味わえることが研究の醍醐味です。山に登って誰も見たことが無い景色を見ている感覚でしょうか。その山は小さな山でもいいんです。いつも歩いている道でも、ふと角を曲がってみると、その先にはみたことのない風景が広がっているかもしれません。「ほかの誰でもなく、自分が初めて見る」という景色に出会えることは、感動的なことでしょう。

学生さんの指導にあたって心がけていることは

私の役割は、学生が「物理の研究が面白かった」と思ってもらえることだと考えています。すべての学生が研究者になるわけではありません。むしろ、大学院に進学する大多数の学生は、企業や学校、官庁などに旅立っていき、その後は、大学で行うような研究とは直接の関わりがなくなります。ですが、あるいは、だからこそ、研究を通して得た満足感、自然科学を研究することに対するポジティブな感覚を持って大学を巣立って欲しい。その満足感や充実感が、その後のそれぞれの世界での活躍に繋がるし、長い目で見

と「科学の発展」をサポートしてくれることでもあります。大学は企業の様なものづくりはできませんから、世界に誇れる優れた研究成果を上げることとは言うまでもなく、「こういう人を育てました」ということによっても評価されるべきだと思います。次の世代を育てるといのは、大変重要なことでその責任を強く感じています。

後記

物理学の基礎研究は私にとって非常に難しい内容ですが、先生はこの6月に学部生に講義をされた際の「ゆらぎは語る-人工原子における非平衡量子液体-」という資料から基本的な点を抜粋して易しく解説して下さいました。その中では、「ゆらぎ(雑音)に対する意義の捉え方の違い」を同じ音楽を聴いても人によって「良い音楽と感じるか雑音と感じるかの違い」に例えられていたり、電子や光子など「粒子種の違いによるゆらぎ量の違い」を「駅の改札を通る人の流れ」に例えたりして、聴く人が研究の意義を良く理解できる様に様々な工夫が盛り込まれていました。また、その語りはとても穏やかでありながら、この研究に対する強い想いが伝わって来るものでした。

この秋からは東大の研究室にも学生さんが入り、阪大研究室との交流も行っていくとのこと。双方の違う視点からの新しい発見の機会も増え、『電流ゆらぎ測定』による今後の更なる研究成果が期待されるようです。

(矢崎財団技術参与 池田実)

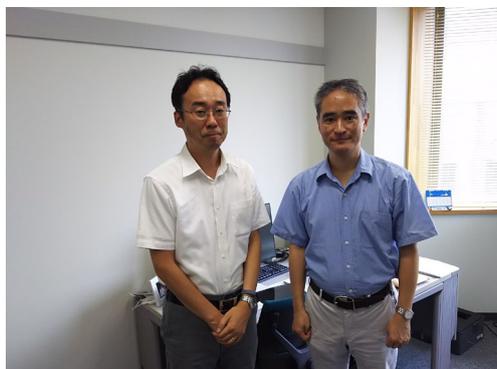


図1 右が小林先生

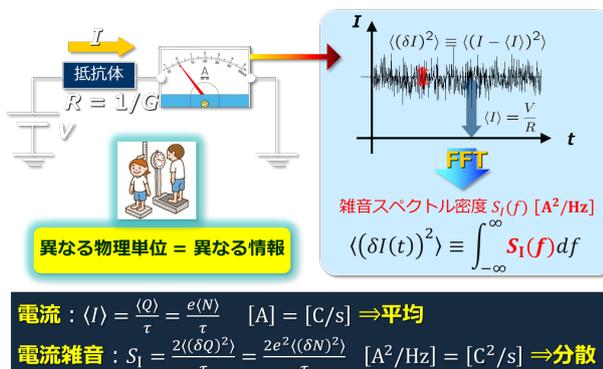


図2 電流雑音の物理的意味

(電流と異なる物理単位であり、異なる情報を持っている)