

東レ科学技術賞受賞者挨拶

理化学研究所基礎量子科学研究プログラム
プログラムディレクター

永 長 直 人



この度は、栄えある東レ科学技術賞を賜り、大変光栄に存じます。東レ科学振興会の皆様、選考委員長の相原博昭先生をはじめとする選考委員の先生方、そして私を推薦して下さいました日本物理学会に深く感謝申し上げたいと思います。

この場をお借りして、私の研究の内容を簡単に紹介させていただきます。私たちの身の回りには無数の物質が存在していますが、そのいろいろな性質、例えばどんな色をしているか、電気を流すのか、磁石にくっつくか、などの性質は、主として物質の中に膨大な数存在する電子が決定しています。その中でも、磁石の発見は紀元前約 3000 年に遡り、ギリシャのマグネシア地方の岩石の中から、鉄を引き寄せる磁鉄鉱と呼ばれる天然磁石 Fe_3O_4 が見出されたのがその最初と言われております。ところが、その磁石の理解は、20 世紀初頭に建設された量子力学を待たねばならなかったので、約 5000 年の時間を必要としたことになります。また、電流は電子の流れですが、その本質的な理解もやはり量子力学を必要としました。このように量子力学はこの 100 年の間に私たちの自然観を一変させる革命を引き起こしましたが、私はその後半、約 50 年にわたってこの量子力学と付き合ってきました。そこで、私の仕事の内容ですが、物質の磁気的性質を担う電子の自転運動であるスピンと電子の流れである電流の関係を明らかにすることに尽きると申し上げて良いかと思えます。

より具体的に申し上げますと、代表的な磁石はスピンの向きが一方向に揃った強磁性と呼ばれる秩序によって発現しますが、それ以外のスピンの秩序も存在しています。その中で代表的なのは、電子スピンが一つ置きに反対方向を向いた反強磁性というのですが、最近の研究により、物質によってはさらに複雑なスピンの配置を持った秩序が存在すること、あるいはスピンの秩序が溶けて液体になってしまう場合もあること、などが明らかにされてきました。私は、これらの一般のスピン配置がもたらす磁性と電気的な性質の関係を、量子力学の言葉、具体的には量子幾何学と呼ばれる数学的な構造を用いて解明することに注力しました。その結果、電流の垂直方向に電圧が現れる異常ホール効果、スピンの秩序によって電気分極が現れるマルチフェロイクス、などを始めとする多くの現象を予言したり、理解したりすることができました。これらの現象・効果は磁性と電気的な性質が密接に関わっていることを示しているとともに、電子スピンが物質の中で量子ビット (Qubit) と呼ばれる量子情報を担っていることを意味しています。

最後に、以上の研究は、多くの共同研究者や研究室のメンバー、大学院生の皆様のご協力により成しえたもので、これらの方々にこの場を借りて感謝申し上げます。この度は誠にありがとうございました。