川路紳治先生を偲んで

若林淳一

元物理学科教授の川路紳治先生が 2023 年 3 月 27 日に逝去されました。享年 91 歳でした。まだ新型コロナから抜け出せていない時期で、面会もままならず極めて残念でなりません。

この文章で私が伝えたいこと、それは川路紳治先生の人柄の「すごさ」です。しかし、それは極めて困難な事です。「ああなろうと思っても、とてもなれるものではない人柄」としか表現のしようがありません。川路先生が学内や物理学会などにおける役職を務めていらっしゃる時、先生と接した方々はきっとその人柄を感じたことと思います。卒業研究や修士論文研究の指導を受けてその人柄を身近に感じた卒業生の皆さんは、川路先生を慕ってたくさんの方が OBOG 会に来ています。

研究業績については、負磁気抵抗効果の発見や量子ホール効果が有名ですが、これらのように広くは知られていないけれど、川路紳治先生の「すごさ」を表すことを紹介します。

1960 年代中頃、二次元電子系が実在するかどうかが議論されていました。半導体表面の自然反転層と Si-MOS 反転層が候補でした。シュリーファー (BCS 理論で 1972 年のノーベル物理学賞受賞) は、表面(界面)散乱の影響で二次元量子化は起こらないだろうと予言していました。半導体(InAs)表面の自然反転層における、電子移動度の低温領域での振る舞いを、表面近傍原子の「串刺し原子モデル」(※1) を用いて電子系が二次元系であることを示そうとしたのが川路・川口です。一方、Si-MOS 反転層が二次元電子系であることを示したのが IBM のグループです。彼らは、極低温下の Si-MOS 反転層に垂直に強磁場を印加して、二次元電子系にランダウ準位を形成し、電気伝導に生じる量子振動効果を明確に示しました。これらの実験が二次元電子系の実在を示した最初の実験報告です。しかし、IBM グループの量子効果を用いた説明が明快であったので、川路・川口の論文は目立たないものとなりました。これらの論文は、1966 年、京都で開催された第 8 回半導体国際会議で発表されました。この国際会議の報告が、日本物理学会誌に掲載されていて、二つの論文について触れられています(※2)。その最後に「今回の会議では特に表面物理の session は設けられなかったが、上の 2 つの paper はそれぞれこの分野の同好者に寄与するところがあったと思う。」と述

べられています。その後、二次元電子系の物理が大発展して、この分野から三つものノーベル物理学賞（※3）が出ようとは誰も思っていなかった時代です。

（※1）後に江沢洋先生により（H. Ezawa: Ann. Phys. (N. Y.) 67 (1971) 438.），表面(界面)を持つ固体の格子振動モード，サーフオン，として理論付けされた。このいきさつについては，川路先生による解説「サーフオン由来記」（応用物理 第41巻 第10号（1972）p.1135）がある。

（※2）この国際会議の報告が，日本物理学会誌 第21巻，第12号に掲載されている。項目”Transport Phenomena(p.864)”に IBM からの報告と川路の報告について述べられている。「今回の会議では特に表面物理の session は設けられなかったが，上の2つの paper はそれぞれこの分野の同好者に寄与するところがあったと思う。」と述べられているように，他の論文はすべてバルク半導体に関するもので，まさに半導体二次元電子系の研究黎明期のことである。

（※3）一つ目は，1985年，K. フォン・クリッツィングに「(整数)量子ホール効果の発見」に対して。二つ目は，1998年，R. B. ラフリン，H. L. シュテルマー，D. C. ツイらに「分数量子ホール効果の発見」に対して。三つ目は，2010年，A. ギイム，K. ノボセロフに「二次元物質グラフェンの発見」に対して。一つの分野でこれだけの短期間に三つものノーベル物理学賞が出るは極めてまれと思われる。