

物性研を退任して

勝本 信吾

物性研をこの3月で退任し、1か月半ほど経った。物性研の皆さんは、新緑の中研究に励まれているところだと拝察する。私が物性研に着任したのは30年前の4月1日、風の強い日で、窓に吹き付ける風で桜の花びらが上方に吹き上げられていたのが映像として記憶に残っている。この30年間、色々なことがあったが、物性研の所員としての重責を十分に果たせたか、と言えば、甚だ心許ない。コロナに祟られた最後の3年は、制度的に研究室の人間を減らして行くことになった。とにかく、3月30日に離任式をしていただき、着任時同様、一人で物性研を出ることになった。

「退任して」という題目なので、退任後に所員時代を振り返って何らかの感想や意見を記すものだと思うし、実際私自身が「物性研だより」の編集をしていた頃も、退職された先生方にそのように依頼していた。が、4月1日に今度の大学から辞令をいただいて以来、予想していなかった忙しさの渦に巻き込まれ、「振り返り」の余裕がない、というのが現状である。一般的な私大では3月までは入試、4月は新入学生を迎えて通常でも多忙なところへ、今年は少し特別な事情が重なりこの状況となった。物性研では大学としては恵まれた環境で自由に研究をさせていただいたので、時間が経って頭が整理されれば、そのような感想が出てくるものと思う。が、今はとても無理なので、この30年に携った研究の潮流について簡単に復習(読者はとっくにご存じのことばかりなので)してお茶を濁したい。

30年前、物性研に着任して、覚悟はしていたが、何も無いゼロからのスタートを切ることになった。そんな時、III-V族の半導体に磁性イオンを混入するとキャリア誘起の強磁性が生じるという発見に関与することができ、そこからスピントロニクス分野に巻き込まれていった。フロンティアであり、マンパワーも含めそれほど重装備の実験インフラを持たずともオリジナルな研究ができるのは有難かった。しかし、希薄磁性半導体スピントロニクス分野は次第に衰退した。半導体という材料から期待される電荷自由度との強い結合や光学との結合もそれほど目覚ましいものではなく、実用につながらないことが要因の一つである。この点は、最近になって見直しの動きも出ている。金属系

のスピントロニクスは、スピン自由度に着目すると常磁性金属において半導体の少数キャリア物理と同様、少数スピン物理が成立することが大変面白く感じられた。が、私自身は「量子」スピントロニクスをやりたいと考えていた。

当初から考えていた微小超伝導接合を使ったマクロ量子系のコヒーレンスの実験を始めることができたのは、着任から2年も経過した後のことである。この実験の目標は、時間ドメインでのクーパー対あるいは量子渦のコヒーレンス振動を観測し、これが、超伝導接合をシャントする通常の抵抗の値に対してどのように変化するか調べることであった。解放量子系で量子ビットと環境の結合に一定のモデルを適用し、フィードバック効果が相転移を引き起こし、量子系と古典系とを多体系の異なる相として捉えることができる、という極めて魅力的な話であった。同時に頭にあったのは、量子ドットのように電子を局在させる系を、ABリングのような量子干渉計の中に置いたら、量子干渉効果がどうなるか、という実験であった。

この2つの内、量子ドット-量子干渉計の実験は95年に我々がようやく手を付けられる状態になった途端にHeiblumのグループから発表されてしまい、大いに落胆した。が、まだまだ多くのやることがあると考え、実験を継続した。結局、このテーマについては、多くの新しい知見を得ることができ、粘った甲斐のある結果になった。一方、超伝導微小接合の量子コヒーレンス振動も、99年に中村らが発表し、更に落胆することになった。ただ、その後研究の潮流はこれを量子ビット(現在はこの電荷量子ビットではなく、トランズモンが主流ではあるが)として量子情報処理に使う方へ向かっていった。Lindblad型の方程式で扱い得るような、環境(多数自由度系)が常にリセットされているような場合には、相転移は起こらないので我々のターゲットとはかなり異なっている。環境との相互作用頻度が高い領域ではまだやることがありそうに思っ色々と考え、実験的なトライアルも行ってきたが、「これ」というような結果は得られずじまいであった。いくつか、研究の分岐とも言えるところで誤判断もあり、後悔は大きい。後の祭りである。この方向の研究は、超伝導-絶縁体転移以降、あまり目立った進歩がないように思われるの

