

# 客員所員を経験して

物質・材料研究機構 今中 康貴

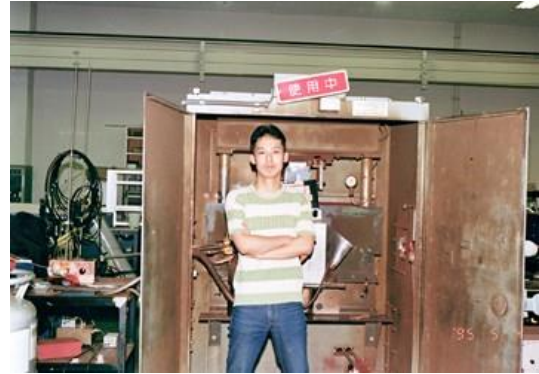
コロナの嵐が吹き荒ぶ昨年度、物性研究所の客員所員を経験するという貴重な機会を得ることができました。まさかこのような1年になるとは当初予想しておりませんが、おおよそ四半世紀ほど前に六本木キャンパスで心血注いで行っていた一卷きコイル法によるサイクロトロン共鳴の測定を、当時三浦登先生の助手をされていた松田康弘先生と共に再び行うというのは、ある種感慨深いものもありました。

右の写真は私が学生の頃の六本木のC棟の横型一卷きコイル装置の前でとった写真です。当時は最高磁場 150T での半導体のサイクロトロン共鳴や磁気分光、磁性体の磁化測定、電子スピン共鳴、ファラデー回転などの計測が非常に高度に整備され、国内外の研究者の多様な研究に供されており、世界でも唯一物理の議論に絶えうるメガガウス領域での様々な成果がこの一卷きコイル超強磁場発生システムによりもたらされていました。

今思えば三浦先生のおかげで、世界中の強磁場物性研究のトップランナーたちと一緒に実験する機会にも恵まれました(当時は入れ替わり立ち替わりよく来るなど思っていました。。)、破壊型特有のショット後のなんとも言えない焦げた匂いとともに顔も手も真っ黒にしながら実験をしていたことを懐かしく思い出す次第です。

一卷きコイル装置においては、柏の葉キャンパスに移ってから縦型も追加され、横型のヘリウムフロー型クライオスタットでは難しい 4K 以下の測定や 200T 近い測定が安定的に可能となるなど、六本木時代では叶わなかった測定が可能となったことは大変大きな発展と思います。

逆に時代の流れであまり行われなくなった測定もあり、その一つが今回取り組みましたサイクロトロン共鳴という測定かもしれません。100T 領域での共鳴を観測するため、いわゆる遠赤外領域のレーザーラインが必要となりますが、発振強度が大きいラインが少ないことや、遠赤外光をミラー系で一卷きコイルの中に設置されたフロー型クライオスタットの中にあるわずか 1.5mmΦ 程度の試料に集光し、さらに反対側の検出器まで導くことなど、非常に難しいアライメントが求められることもあり、人の移り変わりやテーマの変遷に伴い、実験の機会が減ってしまったことは



自然の流れだったのかもしれませんが。

しかしながら近年、これまで研究しつくされたはずの狭ギャップ半導体や半金属試料において、トポロジカル絶縁体やグラフェンのような従来にも増して興味深い物質が発見されるに至り、遠赤外光を使って非接触に輸送の情報が見られるサイクロトロン共鳴の測定が非常に有効ではないかという内容で提案させていただき、今回客員所員としての活動をさせていただくことになりました。

春先はいきなりコロナによる日常事態宣言があったことから、実際にはなかなか柏の葉には出向けずにおりましたが、少し状況が落ち着いてきた秋口よりまとまったマシンタイムを何回か取っていただき、遠赤外レーザーの調整や様々な関連装置の立ち上げのための調査などから始め、当時の記憶を部分的にたどりながら松田先生やポスドクの Yang 君との協力のもと、最終的には当初の予定通りにサイクロトロン共鳴の実験をいくつかの試料について進めることができました。

いくつか測定を行った試料の中にビスマスがありますが、ビスマスは六本木時代に強磁場で重点的に研究され、強磁場中での半金属-半導体転移など非常に興味深い成果が得られた物質でもあります。近年では ARPES による表面状態の研究も進んでいましたが、サイクロトロン共鳴については、半金属の高いプラズマ周波数のため、バルク試料では限定的な測定が行われていました。

今回東京大学理学部の長谷川研から提供していただいた薄膜試料を使うことで透過型のサイクロトロン共鳴測定が可能となり、一卷きコイル法で測定を行ったところ、非常

に複雑なサイクロトロン共鳴とその膜厚依存に関する興味深いデータを初めて得ることができました。

特に試料膜厚による急激な共鳴吸収強度の変化はキャリア濃度の変化と直接関係し、フェルミエネルギーと電子や正孔バンドとの相対的なエネルギー位置の変化によるものと考えられ、現在、薄膜試料における膜厚による金属絶縁体転移の可能性について検討しているところです。

今回久しぶりに行わせていただいた超強磁場サイクロトロン共鳴測定ですが、ある意味非常に強力なオンリーワンツールともなりますので、このままで立ち止まることなく、是非ともさらなる発展を、特に若い強磁場研究者に目指していただければと個人的には思っております。

最後に今回の客員所員の活動を受け入れていただいた松田康弘先生、ハードな実験を毎回お手伝いいただいた Yang Zhuo 君、強磁場関係者の皆様に感謝いたしまして、私の客員所員の体験談を終わらせていただきたいと思います。ありがとうございました。

