

有機化学者がミュオンを始めたわけ

筆者がミュオン（ミュー粒子、ミューオン）というものをはじめて耳にしたのは、リン複素環ピラジカルと呼んでいた有機化合物の新しい合成法を見つけて数年ほど経過した 2006 年春頃だった。この化合物にはスピン多重度が一重項でありながら開殻性をもつという難解な性質があるが、同じような性質はペンタセンという有機半導体物質でも知られている。このピラジカルの研究にミュオンを使ってはどうかと提案してくださったのが阿部二郎先生だった。ミュオンとは何なのかと気になって軽く調べてみると、それまで化合物の構造式をいじることが中心だった筆者にとってミュオンとそれを用いる分光測定はまるで別世界で、自分が登るには高すぎる山だなど思った。が、それと同時に、加速器施設で実験するというところに魅力とか憧れの類いも抱くようになった。

それから 6 年ほど経ったある日、どういうわけか J-PARC の共同利用実験の案内に目がとまった。研究していたリン複素環ピラジカルが p 型トランジスタになることを見つけて間もない頃で、ミュオンをつかうことでピラジカルの半導体機能の起源とともにその本質を明らかにすることが出来そうだという拙いプロポーザルを提出した。幸運にも採択され、2014 年に最初のミュオンスピン分光測定を行った（予定では 2013 年だったがハドロンの事象のため 1 年遅れだった）。最初に J-PARC の実験ホールに入るとその巨大さに圧倒され、複雑そうな測定装置をそれなりに理解してやっつけられるのだろうかという不安を抱いたが、普通の有機化学の研究ではあり得ない大規模研究施設での実験をすることにある種の優越感もあった。当時の測定結果はいま見ると中々であったが、より確かなデータを得るには超伝導磁石をつかって数テスラの外部磁場の条件で測定実験を行う必要があった。

そのような経緯から、今度は TRIUMF という海外施設での μ SR 実験に突き進むこととなった。いま考えると、筆者にとって全くの異分野の実験を、しかも海外の大型研究施設で行うというとてもないチャレンジをよくやったと思う。当時の TRIUMF では申請課題の審査でインタビューを受ける必要があり、少々怖じ気づいたが、何とか申請した課題は採択された。TRIUMF はバンクーバーにあって、1968 年につくられた加速器施設である。幾つかの困難はあったけれども、“it would be a shame not to pursue studies on these interesting open-shell singlet molecules”と Percival 先生から励まされ、また、日本とカナダの研究機関から多くのサポートを受けることもできた。そして 2016 年に、リン複素環ピラジカルの特徴を反映した常磁性ミュオニウム付加体の生成を示す小さな μ LCR シグナルを観測することに成功した。ミュオンと電子の束縛状態と言われるミュオニウムから生成する常磁性ラジカルのスペクトルを理解するには大変苦労したが、2018 年に初めてのミュオン論文をどうにか世に出すことができ、リン複素環ピラジカルのミュオン研究は一区切りつけることができた。

そして、「私はミュオンを使って研究しています」と堂々と言うことができるようになった。