

巻頭言

フラックスと共に歩んだ研究活動

Research Activities with Flux

長尾 雅 則*



2009年に日本フラックス成長研究会に入会させていただき、概ね10年経ちました。フラックスを用いた結晶育成を行っているということで、本研究会に入会いたしました。私の研究活動は、フラックスと切り離せない(運命にあった??)ものになりました。学部4年生で行った最初の研究テーマが銅酸化物超伝導体に異種元素を添加し、超伝導特性の改善を試みるといった内容でした。ここで選んだ元素がTeで、その酸化物である TeO_2 を添加した試料を作製したところ、銅酸化物超伝導体の針状単結晶(ウィスカー)が得られてしまいました。特性の改善を目的に添加した TeO_2 がフラックスとして働いたのが原因でした。私のフラックスとの出会いは、まさにセレンディピティー(Serendipity)でした。構成元素数が多く単結晶を育成するには、相応の設備と技術が必要であった銅酸化物超伝導体の単結晶が軽微な設備で気軽に作れる手法として、特に物性研究の分野では多くの方に興味を持っていただきました。現在も銅酸化物超伝導体の単結晶が必要なきときには、この方法が重宝しています。次にフラックスにおけるSerendipityが起こったのは、硫化物系の化合物について研究を行っているときでした。2012年に発見された BiS_2 系層状超伝導体の層間にできるだけ大きなイオン半径を有する元素をインターカレーションしようと研究を行っておりました。そこで着目したのが、アルカリ金属でした。しかしながら、単体では、非常に活性で、これを扱える設備が研究室にありませんでした。その中、何か化合物として反応させることはできないかと考えた結果、熔融したアルカリ金属塩化物に至りました。そして、イオン半径が最も大きいCsの塩化物である CsCl を反応させるべく、石英管に真空封入し、試料を作製しましたが、超伝導転移温度の上昇は見られず、面白いことはないように思われました。しかし、別の研究者の方にSEM(走査電子顕微鏡)で試料を見てみては?と促され、観察したところ、数十マイクロメートル程度よく発達した四角の結晶が確認され、これが、 BiS_2 系超伝導体であることがわかり、これまた、 CsCl がフラックスとして働いていることがあきらかとなりました。当時、私は無知で、一般的にアルカリ金属塩化物(主に LiCl や NaCl)の熔融塩が石英と反応するというを知りませんでした。もし、この事実を知っていたら、この実験は行わなかったと思います。石英と反応するイメージが強いアルカリ金属塩化物ですが、意外にも CsCl や RbCl は石英との反応性が小さいということを知りました。さらに、 CsCl フラックスは、他の硫化物や同族のSe系化合物の単結晶育成にも用いることができ、特に合成の際に石英管封入が必要な化合物の単結晶育成には、極めて有効であることがわかりました。

私の研究活動は、フラックスから逃れられない?ものでした。そして、現在は、これを受け入れて?研究活動を進めております。しかし、フラックス成長は、その結晶成長の過程やフラックスの選定条件に関して、ほとんどわかっていないように思います。最近、*in situ*での計測技術やこれまでに蓄積したビックデータと融合した計算科学的なアプローチも可能になってきました。このような新しい技術やアプローチを導入することで、これまで、見るができなかったフラックスの姿や長年の経験から導き出されたフラックス選定の条件について新たな知見があきらかとなり、今後フラックス成長を行うための道標が得られるのではないかと考えております。令和という新しい時代になり、フラックス成長も計測やビックデータと新たなステップに入りつつありますが、本来のモノづくりや結晶育成という観点を忘れずに挑戦を進めていきたいと思っております。

*Masanori NAGAO, 山梨大学クリスタル科学研究センター