

談話室

Last Experiment —カドミウム同位体を用いた BNLのHFBR最後の 中性子非弾性散乱実験と ニューヨークの思い出あれこれ—

島根大学 次世代たたら協創センター；特任教授
島根大学名誉教授

大庭卓也

私がニューヨーク州マンハッタンの東、ロングアイランド島のアプトンにあるBNL (Brookhaven National Laboratory)のHFBR (High Flux Beam Reactor)へ中性子非弾性散乱の実験に出かけたのは、1994年12月と1996年12月二回である。それぞれ三週間余り、二週間余りである。BNLのHFBRは、中性子散乱で1994年にノーベル賞を受賞したBertram N. Brockhouseも一時期実験を行った施設である⁽¹⁾。実は私がBNLについて書くのは二度目である。以前、中性子コミュニティー情報誌「波紋」に2000年に書かせてもらった。中性子科学会の沿革を見てみると1991年1月に中性子コミュニティーの情報誌「波紋」を刊行とあり、2001年4月に中性子科学会誌「波紋」へ移行しているの、中性子コミュニティー情報誌としての「波紋」の最後の年に書かせてもらったようだ。今回は少し詳しく書いてみようと思う。

BNLへ行くきっかけになったのは国際会議である。当初、筑波大学でAuCdの研究を行っており、マルテンサイトの単結晶を用いて未知であった結晶構造の解析に成功した。結果からマルテンサイト変態のメカニズムを考察し、フォノンのソフト化という考え方で説明できるという論文を書かせてもらった。最初に学会で発表した時に、ある先生に、しばらくは確かめられませんね、と言われたのを記憶している。しばらくは確かめられませんね、と言われた意味は瞬時には理解できなかったが、その先生には、Cdは中性子の吸収材だから中性子散乱実験が難しいということが、すぐに浮かんだのであろう。当時、私はX線の回折を中心に行っており、物質の相変態のメカニズムについて、格子振動の特定の振動モードがソフト化し、原子の変位が戻らなくなり低温の構造へ変態するという考え方には、とても興味を持っていた。しかし中性子の性質まではすぐに頭が働かなかった。

1992年にアメリカ、モントレイで開催されたマルテンサイト変態の国際会議ICOMATでAuCdの結晶構造解析の話も含めて“Recent Work on the Determination of Crystal Structure”というタイトルで、上司であった大塚先生が私と共著という形でKey Note Lectureで話をされた。それを聞いたBNLのShapiroが我々の結果に興味を持って、声を

かけてくれたのだ。Cdは中性子の吸収材だけど、Cdの同位体が手に入ったのでAuCdで中性子非弾性散乱の実験をやらなかったというものだった。Cd入手の詳しいことはわからないが、ソビエトが崩壊したのが1991年のことである。私が大学院生の時にBNLのShiraneやShapiroの論文も目にしてはいたが、論文上の素晴らしい人々でしかなかった。会議での発表がきっかけになって次の研究につながる。コロナ禍の中でWeb会議が行われる昨今ではなかなか考えにくい。

私がBNLにでかけられたのは1980年に始まった「日米協力中性子散乱事業」のおかげである。日米協力事業については、遠藤先生や藤井先生の記述に経緯が詳しく述べられている⁽²⁾⁻⁽⁴⁾。アメリカ側ではBNLで白根元先生が中性子散乱で多くの成果を上げられ、日本では星埜禎男先生、山田安定先生、藤井保彦先生らの貢献が大きい。Shapiroからの話を受けた当時、私は筑波大学から栃木県宇都宮市に新しくできた帝京大学理工学部に移っていた。確か申請書を書いて採択され、(当時の記録を読みだそうと昔のHDDを読みだそうとしたが、残念ながら読みだせなかった。)筑波大学で単結晶を作製してもらい、アメリカへ出かけた。

出かけるまでは大変で、BNLで放射線管理区域に入るため試験を受け、確かその結果が80点以上でなければならなかった。試験のための資料が多量に送られてきた。まだまだ新米の助教授だったが、助手(当時は助教ではなく助手)のころと違って、私立大学では授業を結構持っていたので、資料を十分に読み込むことはできなかった。成田発のアメリカへの飛行機はオーバーブッキングしていたようで、ビジネスクラスに席を移らされて、なかなか良い待遇だったはずだが、試験勉強にフライト時間のほとんどを費やし、ビジネスクラスを満喫したという思いはない。結局ほとんど眠れないまま、ニューヨーク、ケネディー国際空港に着いた。

ケネディー国際空港に降り立ち、BNLからの迎えの車に乗り、車で高速道路495号を東へ。今はどうなのかは知らないが、当時、車からの風景に、昼間なのに煌々とハイウェイの電灯がともし、なんてもったいなかった記憶がある。BNLに入構するにはチェックが必要で、少し特別な気がして、わくわくしていた。いろいろな手続きのため、構内の物理系の建物へ行き、迷いながら別の建物へも出かけた。物理系の建物の北側には丸いドーム状の原子炉棟(HFBR)がある。翌日試験があることを聞き、宿舎に入った。試験で80点取らなければ施設に入れず、実験ができないという笑い話になるので、宿舎に入ってからも試験勉強をしていた。結局二日ほど寝ていない状態だったと思う。

BNLの構内はとても広く、近所にすぐ店があるわけでもなく、車が合ったほうが良いというのでレンタカーを借りた。一人では広すぎる宿舎に泊まり、朝、物理棟、HFBRへ出かけ実験をした。夜は時々宿泊エリアにあるコインランドリーで洗濯し、土日はカフェテリアが休みだったので、買い物に約6.5 km(4マイル)ほど離れたキング・カレンのスーパーマーケットに出かけた。巨大なスーパーだったが日本にはすでにあったレトルト食品がなく、仕方なく簡単に作れそ

うなパスタを買うと大量にできてしまい、毎食同じものを食べる羽目になった。キング・カレンの巨大な駐車場に面して、テイクアウトできる中華屋さんもあり、一人分の中華を買って帰り、夕食にしたこともあった。他人よりも食べると自負していたのだが、なかなかの量に参ってしまった。アメリカ人の胃袋に敬服。外食にはポートジェファーソンへ行ったりもしたが、一人で入るのに気後れして、入りやすい店に入ったり、ステーキが食べたいと思って入ったらとても硬いステーキだったりしたこともある。ロングアイランド島の東の端まで行って灯台を見に行ったりもした(写真が見つからない!)。アプトンから南に下って島の南側に沿って伸びている砂州まで行ったこともある。

ある晩、Shapiroに言われて音楽を聴きに行ったことがある。レンタカーで高速道路495号線を西に走り、マンハッタンの北にあるリンカーンセンターに行った。その冬初めての雪が散らつき始め、不安を感じながらミッドタウントンネルを抜け、マンハッタンに入った。一方通行の多い道を車で北上して、リンカーンセンターの近所の駐車場に車を置いて(白根先生に教えてもらって出かけたような記憶がある)会場で音楽を聴いた。しかし、雪が散らついていたのが気になって、後ろ髪を引かれる思いで、途中で帰ることにした。後で知ったことだが、私が帰りにミッドタウントンネルを通った後、雪のためトンネルが封鎖になったと聞いた。通常は1時間半程度の距離だが、高速道路に雪が積もり、途中で乗り捨ててある車も多数見かけながら、宿舎に帰りついたのは夜中の2時だった。翌日、Shapiroに聞くと心配していたらしい。携帯電話などない時代である。

ロングアイランド鉄道でマンハッタンに出かけたこともある。車でマンハッタンに行った経験もあり、車で行こうと思うと言うと、その日は鉄道がいいと言うのでその助言に従って、最寄りの駅まで車で行き、車をそこに置き、鉄道で出かけた。ロングアイランド鉄道に乗ってマンハッタンまで行くと終着駅はペンシルベニア駅。駅を出てエンパイア・ステート・ビルも近くにあり、5番街を北に向かって歩き、時節柄ロックフェラーセンターのクリスマスツリーも目にし、トランプタワー(当時はトランプ氏のことなど知っていたとは思えないので、情報をもらっていてビルに入ったのだろう)、ティファニー、FAOシュワルツという巨大なおもちゃ屋があった。今グーグルの地図を見て見ると、確かこの辺に思っていた場所には巨大IT企業が。Webで検索してみると、「FAO Schwarzは2015年にニューヨーク5番街にあったフラッグシップ店が惜しまれながら閉店し、2018年11月にロックフェラープラザに新店舗がオープン」とある。あれから25年以上経ったのだからと納得。白根先生にマンハッタンのデリカテッセンを教えてください、そこを目指して歩き、昼食をとったのだが、30cmはあろうと思われるバーガーが出てきて、どうやって食べようかと思案した。

さて、実験の話に戻ろう。毎回放射線のチェックをして

HFBRの入退室を行い、実験が順調に進んでいるかチェックし、データ整理を行いながら日々を過ごした。データがたまっていくと期待通りにソフト化が見え、うれしかったのも記憶している。当時、放射光の実験では、真夜中に実験条件を変えるという生活パターンになじまないこともよく行っていた。しかし中性子の実験では生活パターンに合うように実験を行うことができ、感心したものだ。夜、測定を仕掛け、一晩の測定ランにして、翌朝次の測定を仕掛ける。94年は順調に実験を終え帰ってきた。次の機会には特別のことを経験することになった。HFBRの退避訓練の後、クリスマス休暇に入った。退避訓練に合わせて実験を終了し、宿舎へ戻って、「クリスマス休暇があるんだ」と思い、なんとなく寂しい気持ちになった記憶がある。実験の終了とともに日本へ帰ってきた。1996年の12月の末である。しかし、思ってもみなかったことに、汚染水の水漏れが発見され、しばらくの間、原子炉の稼働ができなくなったという報告をもらった。実験の機会をもらい、いいデータも取れたので、私も再稼働への働きかけの手紙を書いたが、1999年に永久にシャットダウンということになってしまった。ということは、私の実験がHFBRでの最後の実験となったのである。もちろん多くのテーマが走っているのだから、最後の実験はいくつもあらずだが、何か運命的なものを感じる。

私は島根大学総合理工学部を退職し、現役最後の年に、立ち上げに携わった⁽⁵⁾次世代たたら協創センター(NEXTA)⁽⁶⁾で現在特任教授をしているが、改めてこのエピソードを書く機会を与えてくださった方々に感謝します。また、BNLに出かける機会を与えてくださった方々、実験に協力いただいた方々に、改めてこの場を借りて感謝します。論文上のすばらしい先生だった白根先生と直接話ができて、ご自宅でのパーティーにも呼んでいただき幸運でした。この研究を通じて出会った海外の方々と、その後もお付き合いがあり、その後いろいろな機会に恵まれたのも幸運でした。BNLでポストドクをしておられ、帰国後、将来を期待され若くして阪大教授になられたが、残念ながら亡くなられた廣田和馬氏には、その後も東海村の原研でのTiNiの実験でもお世話になりました。

文 献

- (1) Brookhaven National Laboratory HP <<https://www.bnl.gov/bnlweb/history/nobel/>> 閲覧日2022年2月1日
- (2) 遠藤康夫：日本物理学会誌，**70**(2015)，694-701.
- (3) 藤井保彦：日本の結晶学(II)，日本結晶学会編(2014)，58-60.
- (4) 遠藤康夫：日本物理学会誌，**60**(2005)，655.
- (5) 大庭卓也，荒河一渡，三浦哲也，秋重幸邦：産学連携学，**17**(2021)，17-23.
- (6) 次世代たたら協創センター HP <<https://tatara.shimane-u.ac.jp/>> 閲覧日2022年2月22日
(2022年2月1日受理)[doi:10.2320/materia.61.288]
(連絡先：〒690-0816 松江市北後町2番地)