

新博士誕生 ~アーユーロスアラモス?~

日本原子力研究開発機構
放射線防護研究グループ
野田 秀作
noda.shusaku@jaea.go.jp

1. はじまり

学位取得から 1 年以上経った今でも、博士課程在籍時のことを思い出してこの原稿を執筆するのは非常に暗く重たい気持ちになりました。今でもよい思い出として頭に浮かんで来るのはロスアラモスに滞在していた 1 年 5 ヶ月間と学位取得できた瞬間くらいでしょうか。



図 1 LANSCE の航空写真 (LANSCE Activity Report 2007~2009 より転載)



図 2 核分裂電離箱



図 3 FIGARO (Chi-Nu)

私は、2011年3月に九州大学大学院工学府エネルギー量子工学専攻の博士課程を修了しました。指導教官は石橋健二教授で、博士論文のテーマは核分裂に関するものでした。具体的には、 ^{235}U と ^{239}Pu へ入射エネルギー1~8 MeV の中性子を入射させ、それらの核分裂反応から放出される即発中性子を測定し、実験値に合うようにロスアラモスモデルのパラメータを調整しました。この実験は米国ロスアラモス国立研究所で行いました。LANSCE/WNR (図 1) の核破砕中性子を入射粒子として用い、サンプルは核分裂電離箱 (図 2) の白金膜に付与された ^{235}U と ^{239}Pu 、放出された中性子は FIGARO (Fast

neutron-Induced GAMMA-Ray Observer、現在 Chi-Nu に名称変更) (図 3) で測定しました。

図 4 のような核分裂中性子スペクトルを導出しました。

詳細は、S. Noda et al., Phys. Rev. C 83, 034604 (2011) をご覧ください。

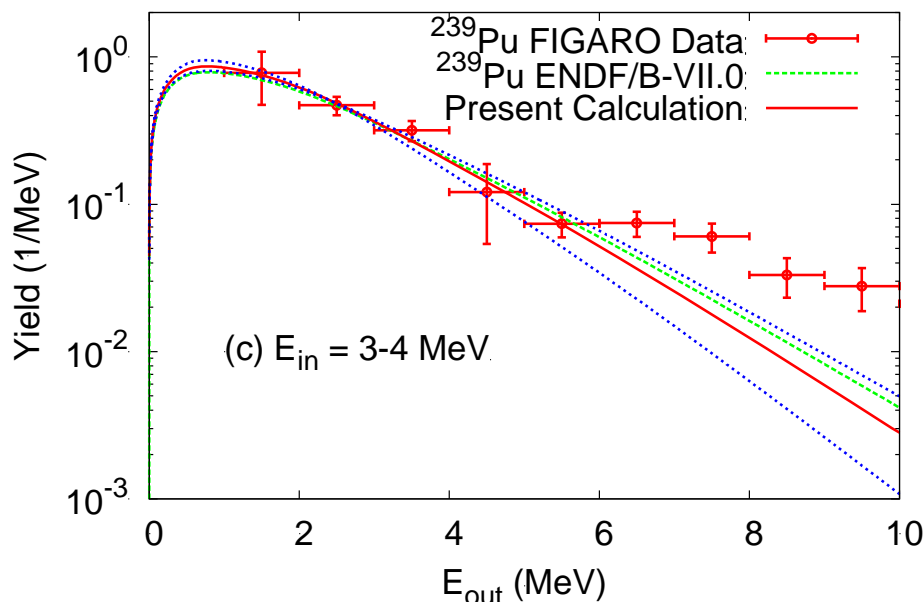


図 4 3~4 MeV 中性子入射による ^{239}Pu からの核分裂中性子スペクトル

赤いプロットが実験値、緑の破線が ENDF/V-II.0 の評価値、赤い線はロスアラモスモデルのパラメータを調整したもの、青い破線はロスアラモスモデルの計算値の誤差。

2. 事の発端

学部 4 年生時の研究室配属から石橋研究室に在籍しました。このときは中性子入射中性子生成(n,xn)二重微分断面積の測定に関わっていました。修士課程 1 年の終わりごろ、初めて(n,xn)二重微分断面積測定のためにロスアラモス研究所を訪問し、修士 2 年のときに 2 度目の(n,xn)二重微分断面積測定のため再びロスアラモスを訪れました。その後、博士課程へ進学し、博士課程在籍時に原子力学会主催の日米欧交換留学生に採用され、米国アルゴンヌ国立研究所へ行く事になりました。アルゴンヌでは eV から keV 領域の中性子入射による断面積測定を行いました。アルゴンヌ派遣が決まり、準備をしている際に前畑京介准教授から、「せっかくアメリカまで行くのだからロスアラモスの河野俊彦さんにお願ひし、アルゴンヌ滞在終了後に続けて、ロスアラモスにも行かせてもらってはどうか」と勧められ河野さんと連絡を取っていました。そうこうしていたら、KITEC (九州産業技術センター) から 1 年間海外留学をするための奨学金をもらえることになり、LANSCE (Los Alamos Neutron Science Center) で R.C. Haight 博士と 1 年間実験をできるチャ

ンスに恵まれました。交渉中の河野さんから、「せっかく1年間実験するのだから LANSCE での研究を博士論文にした方がよい」と進言を頂き、予定の留学期間に5ヶ月追加して河野さんの指導の下 T-2 で解析を行いました。このようないきさつで大学の研究室時代の研究を放り出し、LANSCE で核分裂中性子の測定をすることになりました。



図5 ロスアラモスにあるアシュリーポンド

3. ロスアラモス

LANSCE-NS (~ Neutron and Nuclear Science) には1年間滞在し実験に参加させていただきました。この後、実験データをさらに解析するために河野さんのいらっしゃる T-2 には5ヶ月ほどお世話になりました。ロスアラモスについてはさんざん語り尽くされたことと思いますが、私なりに語りたと思います。

私が米国へ出発した当時は1ドル=125円に迫る円安の時期、もらった奨学金が日本を出発する前から目減りし、お金のことには少し不安がありました。日本に戻る直前はちょうど100円。現在80円くらいで、隔世の感があります。私はロスアラモス滞在中、マンハッタン計画の時に建てられたというアパートに住んでいました。建物そのものはマンハッタン計画のときのものですが、部屋の中はきれいに改築・改装されており、普通のアパートです。水道水は、配管が古いのか、かなり強い金属臭がし、滞在中に試しに2度飲んでみましたが2回ともおなかを壊してしまいました。台所、洗面台、シャワーなどすべて水回りは、水が硬水のため塩水が乾いたように白くミネラルが付着しています。



図6 ロスアラモスでよく見かける風景

空気が非常に乾燥しているため、体中がかゆくなります。入浴後に保湿クリームを塗らないとかゆくてどうにもならなくなりますが、塗ったところで気休めです。標高が高く空気が乾燥し、日差しは強烈なため日焼け止めとリップクリームは必携です。「リップクリームなんて女の子じゃないんだから」と思っていると、ひどい目に合いますよ。

ロスアラモスの町を紹介するときには、Chile Works の話題は避けて通れません。ブリトーやエンチラーダなどのニューメキシコ料理を提供するファーストフード店です。注文すると、“Red or Green ?”（レッドチリか、グリーンチリかどっちにする？）と、食事にかけるソースを聞かれるので、好きな方を教えてください。レッドチリは赤い唐辛子（ハラペーニョ）で作られた真っ赤なソースが注文した品に掛けられます。グリーンチリは、青い唐辛子をローストして薄皮をはぎ、さいの目状に切ったものがどっさりのせられて出てきます。私はグリーンチリの方が好きです。グリーンチリには、ピーマンのような苦さが多少あり肉の味によく合います。完熟したレッドチリの少し酸味のあるソースもよいですが、私の口には辛すぎます。レッドが辛いのかグリーンが辛いのか永遠に尽きることのない議論が存在しますが、通常レッドの方が辛いです。しかしこの辛さは間違いなく日によって異なります。唐辛子が植えられた畑の土壌や雨の具合、ソースを作っている料理人のさじ加減か、はたまた、唐辛子の保存容器の底の部分に近づくにつれて辛みが増すのか。食べる人の体調だけでは説明の付かない辛さの変化があります。絶対。Chile Works での昼食はロスアラモスに来た人が必ず通る通過儀礼です。この試験に落第すると Long-lasting effect に悩まされることとなります（2～3 日間お尻がひりひり

するってこと)。滞在中、毎週金曜日は LANSCE-NS グループみんなこの店で昼食をとっていました。真冬、周りが雪に覆われ、雪の降っている中でも、屋外のビーチパラソルが取り付けられたテーブルで食事をしていました。当然普通の人は真冬に屋外で食べていません。お店の人も、『お前らタフだな』と言っていました。ロスアラモスにいとチリが好きになり、中でも LANSCE-NS グループは重度のチリ中毒です。ロスアラモスを離れてしばらくの間はこのグリーンチリが恋しかったのですが、今ではすっかり辛いものがあまり得意でない体に戻ってしまいました。どうしてあんなジャンクフードを好んで食べていたのか不思議でなりません。

ロスアラモス研究所の LANSCE-NS と T-2、実験部門と理論部門両方に滞在した経験から実験屋と理論屋の人たちには違いがあることを私は発見しました。それはトイレに行った後、手を洗うか洗わないかです。手を洗う方が実験屋、洗わない方が理論屋です。もちろん全員には当てはまりません。実験する人は検出器のセッティングをしたり、遮蔽のためのブロックの積み降ろしをしたりして、自分の手が汚れることを知っています。しかし、理論の人たちは 1 日中パソコンと本しか触りません。自分の手が汚いとは思っても見ないのです。けれども、身なりは一目瞭然、汚い方が実験屋、小綺麗な方が理論屋です。実験屋は首からたくさんの線量計をじゃらじゃらぶら下げ、ポケットがたくさん付いているジャケットを羽織り、見るからに汚れてもいい服で全身を覆っています。片や理論屋は仕事で服が汚れることがありませんから、綺麗な洋服を身につけています。さらりとカッターシャツなどを着ている印象です。人は見た目によらないとはまさにこのことです。綺麗な格好をしていても手は洗っていないのですから・・・

ロスアラモスはへんぴな所で何もなく、うっかり普通の人がアメリカ旅行として行くのがっかりしてしまうと思います。しかし、高エネルギー中性子の実験をする者にとっては、世界中にこれ以上の場所はそう滅多にあるものではありません。僕の記憶にあるロスアラモスの景色は常に抜けるような青い空の下、陽を受けて輝いています。アパートを出発し、Trinity Dr.へ出て、Diamond Dr.と交差するところで左折し、Omega bridge を渡って、E Jemez Rd.を駆け抜けて LANSCE へ・・・、目を閉じると今でもはっきり思い出されます。ロスアラモスのことならいくらでも書けそうな気がしますが、この辺でやめます。

4. ロスアラモス、その後

九大に戻ってからの研究生生活が大変よくありませんでした。その原因はすべて私の心の持ち方にありました。毎日議論をしていた身近な仲間がいなくなり、研究に対して責任を共有していた人もいなくなり、完全に精神的に参ってしまい、すっかりやる気をなくしてしまいました。自分一人ではこんなにも研究が進まないものかと打ちのめされました。そのような中でもロスアラモス時代の恩師 Haight 博士や河野さんに励ましてもら

いながら、なんとか投稿論文を仕上げました。博士論文の執筆にあたっては、石橋先生や執行信寛助教に大変お世話になりました。九大に戻ってからの私を援助してくださった皆さま本当にありがとうございました。すっかり元気になりました。

5. 現在

2011年4月から日本原子力研究開発機構 放射線防護研究グループにて、博士研究員として働いています。粒子・重イオン輸送計算コード PHITS (Particle and Heavy Ion Transport code System) 開発グループの一員としてミューオン輸送の組み込みに取り組んでいます。ミューオン輸送の取りかかりとして、現在は光核反応の組み込みをやっていきます。PHITS は原子核反応も出る及び核データを用いて、広いエネルギー範囲にわたり、核子、重イオン、中間子、光子、電子といった様々な粒子の輸送を取り扱うことができます。PHITS の出力として、熱付与、飛跡、生成収率といった様々な量を導くことができます。現在 PHITS は加速器遮蔽、宇宙開発、放射線治療といった様々な目的に使用されています。PHITS に関する質問、講習会開催の依頼など phits-office@jaea.go.jp にて随時受け付けております。公式ホームページ <http://phits.jaea.go.jp/> もご覧ください。

6. おわりに

新博士誕生と銘打って長々と書いてきましたが、現在のポスドクの任期も2年目に突入し仕事探しの時期に入りました。博士号は取得したものの、職がなければ何もできません。ポスドクという不安定な雇用状態ですが、ポスドクならではの軽やかな身のこなしを利用してキャリアアップしながら、もうしばらく原子核反応の研究を続けたいと考えています。