

「新博士誕生」 学位論文と院生生活

日本原子力研究開発機構

J-PARC センター

中野 敬太

nakano.keita@jaea.go.jp

1. はじめに

2020年3月に九州大学大学院総合理工学府先端エネルギー理工学専攻の博士後期課程を修了し、博士(工学)の学位を取得しました。相変わらずの拙文ですが、在学中にお世話になった方々へのお礼の意も込めて、研究内容や今後の抱負をここに書かせていただきます。

2. 研究室と私の研究

私は渡辺・金研究室に所属しており、渡辺幸信教授のご指導の下で研究に取り組んできました。簡単に研究室の紹介をすると、核データ測定や放射線起因ソフトウェアの研究、医療用RI製造やミュオグラフィ等、放射線や量子ビームを応用した幅広い研究を基礎から応用まで、実験から理論まで幅広く行っている研究室です。学生は九大、他大、高専等多種多様なルーツを持つ人が集まっています。特筆すべきは博士課程の日本人学生が多いことで、私が修了後の2020年4月現在でも5人の博士学生が在学中とのことです。九州大学と言えば伊都キャンパスを想像する方が多いかもしれませんが、私は福岡県春日市にある筑紫キャンパスに通っていました。建物は新しくありませんが、アクセスが良かったり大学院のみのキャンパス特有の落ち着いた雰囲気があったりと、個人的には好きなキャンパスでした。伊都キャンパスには遠く及びませんが自然が豊かなキャンパスで、夜遅くに帰宅すると極稀にタヌキやイタチに遭遇することもあります。

折角なので何故この渡辺・金研究室を選んだかについてお話しさせていただきます。話は高校時代まで遡り、当時高校生だった私は素粒子や加速器に興味を持ち、物理学科



図1 2019年度研究室メンバー

を志望していました。何故、素粒子に興味を持ったか記憶は定かではありませんが、いろいろな大学のウェブページを見ているうちに興味がわいたのかもしれませんが。しかしその一方で、「物理学科は就職がない」という学生間の噂を鵜呑みにしてしまった私は、素粒子や原子核物理に近い内容を扱う工学部の学科を探すようになりました。こうした経緯で入学したのが九州大学工学部のエネルギー科学科です。無事に入学し研究室配属になったとき、私は加速器を使った工学研究ができると考えて渡辺研究室を選択しました。

ここで私の研究内容に触れておこうかと思います。博士論文は”Study of Isotope Production in Proton- and Deuteron-Induced Spallation Reactions on ^{93}Nb and ^{93}Zr ”という題で執筆しました。この研究では、長寿命核分裂生成物 (LLFP) の核変換技術確立に向けて、LLFPである ^{93}Zr やその近傍核の ^{93}Nb の核データ測定を行いました。修士1年から博士1年の間には、年に2回ほど理化学研究所 RIBF に1, 2か月滞在して実験準備と実験を行っていました。最先端の施設である理研 RIBF でこれだけの多くの実験に参加できたことは非常に貴重な経験だったと今更ながらに感じます。実験では水素や重水素を標的として設置し、そこに $^{238}\text{U} + ^9\text{Be}$ 反応で生成した ^{93}Zr や ^{93}Nb の2次ビームを照射する逆運動学法を用いました。標的と2次ビームの核反応で生成される核種をさらにスペクトロメーターで分析することで核種生成量を導出し、同位体生成断面積を求めます。RIBFの実験ではビームライン上に多くの検出器を設置しているため、大規模素粒子物理実験

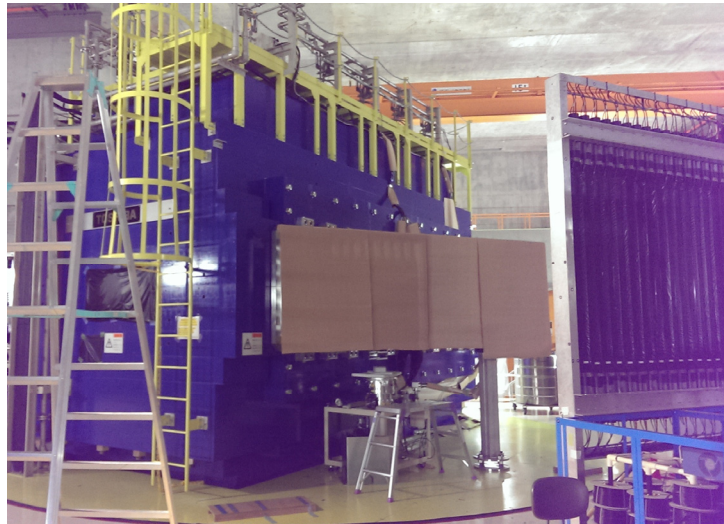


図2 理研 RIBF の SAMURAI スペクトロメーター

ほどではありませんが測定データが膨大な量になります。この測定データをひたすら解析し、図3,4に示す同位体生成断面積を導出しました。これを核反応モデルの計算値や核データライブラリの収録値と比較考察を行い、無事に学位をいただきました。研究内容の詳細については K. Nakano *et al.*, *Phys. Rev. C* **100**, 044605 (2019) を参照していただければと思います。理研での実験はビーム調整、生成から Physics run まで合計 12 日間の長丁場であり、毎度のように精神的にも肉体的にも疲弊したことをまだ鮮明に思い出せます。とは言えやはり実験は楽しいもので、立ち上げの際は無理がない程度にシフトの時間を延長して実験に参加したこともありました。

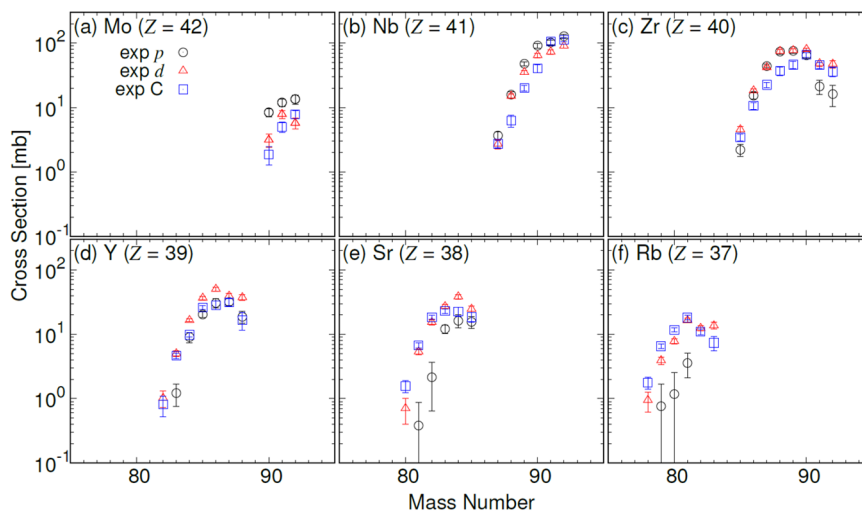


図3 ⁹³Nb に対する 113 MeV/u 陽子、重陽子、炭素入射反応の同位体生成断面積

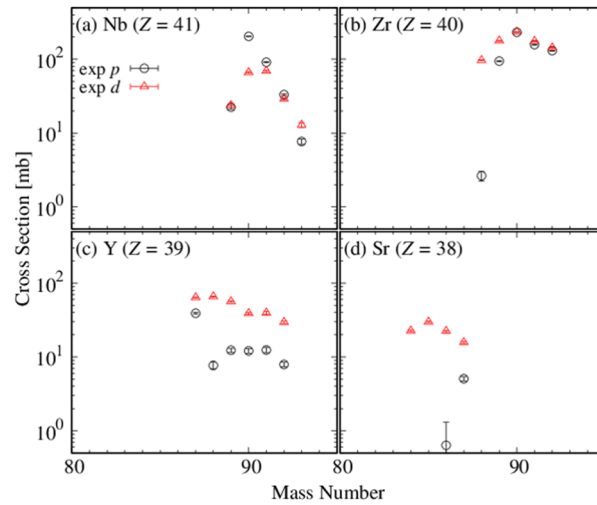


図4 ^{93}Zr に対する 50 MeV/u 陽子、重陽子入射反応の同位体生成断面積

3. 今後の抱負

2020年の4月より日本原子力研究開発機構のJ-PARCセンターに職を頂き、引き続き核変換の実現に向けた研究開発を行っています。これまではLLFPの核変換を研究していましたが、今後は加速器駆動核変換システムADSを用いたマイナーアクチノイド(MA)の核変換に主眼を置いた研究に移ります。機構ではADSターゲット試験施設の建設に向け、着実に準備を進めているところです。新施設は液体Pb-Bi合金に陽子ビームを照射し、ADSターゲットの技術開発や材料研究を行う施設です。過酷環境下でのビーム窓の材料損傷や放射線環境下におけるPb-Bi合金と構造材の振る舞い等、施設の稼働後に様々な研究が予定されています。

配属されて1月ほどしか経過しておらずまだまだ未熟ではありますが、できる限りの知識と経験を蓄えていきたいと考えています。これまでは理研RIBFや阪大RCNPのユーザーとして研究していましたが、J-PARCや新試験施設を提供する側としての経験も積んでいきたいと考えています。

4. おわりに

研究室に6年間、九州大学に9年間在籍し、ようやく博士号を頂きました。思えば9年前、九州大学に入学直前の3月11日に福島第一原発の事故が発生し、将来に対する強い不安を抱いていた覚えがあります。それと同じく日本原子力研究開発機構に入所直前の時期にCOVID-19のパンデミックが発生し、またしても不安を抱えています。先日、このような事象は時代を大きく変えるとの話を耳に挟みました。例えば大学の遠隔講義

やテレワークはあと一息のところまで普及していませんでしたが、それを COVID-19 が大きく前進させたというものです。思えば 9 年前の福島第一原発事故もそうだったのかもかもしれません。話が発散してしまいましたが、このような変化の時期は今後生きていく中で何度も訪れると思います。そのたびに変化に順応していける人間になればと思います。

最後に、お世話になった研究室の先生方への感謝の意を述べて終わりとさせていただきます。渡辺教授には研究に関してはもちろん、研究者とはどうあるべきかという哲学もご教授いただき、私の研究者としての基礎を築いてくださいました。また、共通の趣味である魚釣りに行ったことも良い思い出です。金准教授には進路や研究について、いつも親身になって相談に乗っていただきました。おかげさまで後悔のない進路を選ぶことができたと感じています。川瀬助教授には実験から解析まで、あらゆる面でご指導いただきました。物理への理解や洞察力には何度も助けられ、今でも私の目標となっています。さらに、研究室の先輩方、後輩、また理研や JAEA をはじめとする研究機関の方々のおかげでようやくここまで来ることができました。まだまだ未熟な私ですが、今後の成長も温かく見守っていただけると幸いです。今後どうぞよろしく願いいたします。