

RPHA2017 への参加とその報告

北海道大学 原子炉工学研究室

修士1年 二平 舜介

1、はじめに

旧くは三国志の時代から、温暖な気候の中で多くの歴史と文化を育んできた中国の内陸都市、成都。ReactorPhysicsAsia2017（以下RPHA2017と表記）の開催地となるその場所は、異国情緒を纏う八角の香りで降り立った我々を歓迎した。到着早々、言葉の通じないタクシーでホテルへと向かう夜道は、中国に来た実感を抱かせるには少々過剰なほどで、旅の土産話としては十分すぎる体験であったが、拙文はあくまでRPHA2017の参加報告書であるためここでは割愛させていただく。

さて、冒頭でも触れたRPHA2017とは日中韓の三国（※魏・呉・蜀ではない）が互いの研究成果を発表、意見交換、研究に携わる人々の交流などを通じ炉物理分野の更なる発展を志すべく開かれた会合である。第二回にして参加者は100名を超え、各国の大学関係者や原子力系の企業、炉物理にかかわる研究機関から多くの研究者が集まった。

私自身は北海道大学原子炉工学研究室の修士1年生として、原子力規制庁と共同で研究を行っている「Uncertainty Quantifications of Nuclides Number Densities after Fuel Depletion by Random Sampling Method（ランダムサンプリング法を用いた燃焼後核燃料の核種組成に対する不確かさ評価）」の成果報告に加え、初めて国際会議に参加するいち学生として、炉物理や会議そのものに対する経験を積むことを目的にこの会議へと参加した。参加の機会に対して、多大なる補助をいただいた日本原子力学会の炉物理部会には感謝してもしきれないほどである。今回は、そんな若手どころか若輩者である私が初の国際会議に参加し、発表や聴講を通じて得た経験を少しでも還元すべく筆を取った次第である。



非常に発展した成都の中心街
(名物のパンダがビルにしがみついている)

2、RPHA2017

RPHA2017とは前節でも触れたように日中韓の研究者が合同となる行方炉物理分野の国際会議である。この会議は『Reactor PHysics "Asia"』の名を冠するように、アジア圏における原子力利用を発展させるべく催されたものであり、それは急速な成長を見せるアジア経済（また、そこで懸念される環境汚染）の中で、原子力が重要な役割を持っていると考えられて

いるからに他ならない。事実、福島第一原子力発電所の事故を境に、原子力分野の研究や発展は衰えを見せたものの、二度とこのような事態が起きてはいけないう『より安全で進んだ原子力システムを構築する』べく、多くの研究者が研究を続けてきた。その情報交換の場として、二回目となる今回は、2017年8月24日～25日の二日間にわたって中国、成都の成都明悦酒店（成都明悦ホテル）にて行われた。提出された論文総数は107編のほり、基礎となるモンテカルロ法や核データ評価から、集合体計算、燃焼計算、またその不確かさ評価について、さらに発展的な分野としてADSの研究や革新的な原子炉の設計に至るまで、さまざまな発表がなされた。加えて、前述の件もあつてか、放射線防護など安全に関する発表分野が見られたことが印象に残っている。



参加者集合写真、数多くの研究者が参加した
（成都明悦ホテル前にて撮影）

3、Plenary Lecture

マンゴー寿司（レセプションにて提供された料理 ※レセプションについては後述）のは是非について首を捻りつつ迎えた翌朝、開会を前に浮足立つ会場には前日目にした人数を大幅に上回る参加者が詰めかけていた。特に浮足立^{そわそわした}た私も彼らに倣って高級ホテル特有の豪華な椅子に腰掛ける。このようなグレードの高いホテルを会場とした会議が初めてであった私は、用意されたミネラルウォーターとプログラムや筆記用具などが入った会議ロゴ入りのバッグにさえも驚き、赤子のような感動を内心見せていた。

などと余談はさておき、Opening PlenaryはRPHA2017の主催となるNPIC(Nuclear Power Institute of China)の方の挨拶から始まった。英語を得意としない私は話の大筋を掴むことしかできなかったが「多くの交流を通じ、成果や情報の共有交換を果たしてほしい」という本会議の目的を端的に示した言葉を聞いて、この二日間できうる限り他国での炉物理研究について見識を得ようと意気込みを新たにした。続いてPlenary Lectureと題して、各国4名の研究者による講演が開かれた。講演の先陣を切ったのは、NPICのQing Li氏(表記がわからないので、以後名称は英語で表示する)。中国国内で開発されているTORCH-2の紹介であった。燃料温度計算や燃焼計算など用途の異なる5つコードから構成される

TORCH-2 であるが、それらはすべて中国国内で開発されていると言う。所属組織の立ち位置から言っても、国産炉物理計算コードの開発と紹介が発表のメインだったのだろう。(※英語力の問題で、正確な内容は聞き取れていない)

続いて行われた二件目は KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology) の Yonghee Kim 氏による、ASMR (Advanced Small modular Reactor : 革新的小型原子炉) についての講演であった。相も変わらず乏しい私個人の英語力が課題となり、話を理解することができなかったことを非常に残念に思う。裏を返せば、非常に興味深い発表であったとも評せた。魅力的なテーマ (私的な話ではあるが、この講演を通じて小型原子炉に興味を持つようになった) は勿論のこと、氏本人のプレゼン能力も非常に高く、言語の理解に苦しみながらもつい興味を惹かれるような発表であった。また、ASMR の開発に絡めて、今後の原子力 (炉物理) 研究における人工知能利用などには言及しており、今からでも発表の内容を日本語で聞き直したい限りである。と、甘いことも言っていないので、英語を聴き取る力を少しずつでも伸ばしていくしかないのは自明である。

非常に賑やかなコーヒープレイクを挟み、Plenary Lecture はさらにもう 2 件続いた。講演をしていただいた先生方の名前や所属、講演内容は RPHA2017 の公式ホームページから Booklet をダウンロードできるのでそちらを参考にさせていただきたい。



Plenary Lecture の様子

スライドの中では映画のワンシーンを使うなどの遊び心も見られた

3、Technical Session

四川の洗礼とも呼べる昼食を経て、続く1日目の午後から2日目にかけてはセッションが行われた。参加者は4か所に分かれ、その時間、その会場のテーマに沿ったプレゼンテーションと質疑応答が行う。会場に応じて人数や活気は異なるものの、それなりに活発な議論がなされているように感じられた。ここでも英語力の重要性を実感させられた話は、言わずとも伝わることと思う。特に日常会話ではなく専門用語や学術的に頻出する語彙を習得しておく必要があると理解できたことは大きな収穫と言えるだろう。

さて、ここで私自身の発表について軽く触れさせていただく、冒頭で述べた通り発表題は「Uncertainty Quantifications of Nuclides Number Densities after Fuel Depletion by Random Sampling Method (ランダムサンプリング法を用いた燃焼後核燃料の核種組成に対する不確かさ評価)」であり、これは従来用いられている感度係数を用いた不確かさ評価手法(入出力の線形性を前提とする)の妥当性をランダムサンプリング法と呼ばれる統計的な手法(入出力間の制限はない)を用いて評価することが目的となっている。実際には線形性を確認する一つの指標として、出力となる核種数密度分布(複数回計算を行って導出する)の正規性を確かめることを行っているわけだが、結果としては160のFPと核分裂性核種にのうち10程度の核種で非正規性を確認することとなった。これにより、残る150核種については線形性が担保される可能性が高いことを確認し、非線形性が表出した核種についてはその原因について考察を行うことができた。

以上の内容を2日目の不確かさ評価に関わるセッションで発表したわけだが、炉物理分野において不確かさ評価がホットな内容であったのか、比較的参加者の多いセッションとなった。対して同時刻に行われていた炉心解析のセッションが寂しい様相を呈していたのが印象に残っている、偶然かもしれないが。

閑話休題。学会の支部会と卒業論文の発表会程度の経験しか持たない私にとって、人数と緊張の度合いが正の相関関係にあるのは間違いなく、両手を挙げて成功したと呼べる発表ができたかどうかは怪しいところである。しかし、質疑において説明の足りていない前提や、新たな視点を得られたという点では有意義であったと言えるだろう。



炉心解析セッションの様子
(写真は同研究室の発表者)

4、交流会とそのほか

開会の挨拶でも述べられていたが、本会議の目的は交流にある。各国の学生、研究者の交流を目的に RPHA2017 では夕食の場が 3 回(前日夜のレセプション、初日のバンケット、最終日のディナー)、コーヒープレイクが各セッションやレクチャーの合間に設けられた。

ただし、初日のレセプションは参加者が非常に少なく、挨拶も曖昧なままに終わってしまったこともあり終始食事に徹さざるを得なかったのは残念であった。(例のマンゴー寿司が出たのもこのタイミングである。今後、会議に関わる食事には全て登場するわけだが、中国における”日本の寿司”のイメージなのだろうか……内陸ということもあり仕方ない面もあるが) また、レセプションに限らず、他国の参加者と交流することに積極的になれなかったのは後悔の一つである。強いて言うならば食事の際、同席させていただいた先生とお話しさせていただいたくらいだろうか。

上記の通り他国の参加者とは満足に交流できなかったが、それとは対照に日本から参加していた他大学の学生とは好く交流させてもらったように思える。異国の地ということもあり、特に固まって行動することが多かったのも大きいだろう。学生のみで会場のある街の外れから中心街へ繰り出すなどと、互いが互いを頼りにしていた節もあったように感じられる。こういった繋がりが、また国内での活動に良い影響を及ぼすのではないかと思いつつも、やはりもう少し話しかける積極性を持つべきだったかと悔いも残る。

5、最後に

ここまで、報告書を書くにあたって写真や発表資料などを読み返しているわけであるが、RPHA2017 から未だ一か月程度しか経っていないことに驚きを隠せずにいる。4 節においては交流できなかった悔いを、それ以前の節で英語力の至らなさを悔いたわけであるが、やはりそれ以上に得るものが多く、全体として濃い内容だったからだろう。交流とは人と人だけの間で為されるものではない。例えば、



夜の成都中心街
非常に賑わっている

会議参加の主目的とは外れるが、現地に赴きその目に映るものを見聞きしてこることも立派な文化交流に違いない。今回は中国のごく一部、成都に足を下したに過ぎないが、それだけでも想像の中にしかなかった中国の印象が大きく変わったことは間違いない。他にも、挙げればキリはないが今回の RPHA2017 参加で、目的に沿わない関係なく多くのことが生の情報として得られたと確かに感じている。

最後に、このような機会に恵まれるにあたって直接的、間接的を問わず助けてくださった多くの方々に感謝を。非常感謝。

6、おまけ (スナップ写真)



三国志の名所旧跡である「武侯祠」とそこに隣接する「錦里古街」清時代の街並みを再現したその通りには、何食わぬ顔で紛れる喫茶チェーンの看板が

昼食に訪れた街中の飲食店
本場の中華に舌鼓……と思いきや
馴染みのない辛さに舌を痺れさせる



「武侯祠」の内部
竹林と壁の配色に中国を感じる

本文には書き忘れてしまいましたが
Best Student Papers Award
をいただきました。ありがとうございます

