

科学と技術のための核データ国際会議 (ND2019)

(5) 核データ処理・検証および核データ応用

九州大学

総合理工学府先端エネルギー理工学専攻

金 政浩

kin@aes.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

私は今回、表題にあるセッションに関する記事の執筆を担当した。ただ、今回の会議は総じて講演が入れ子状態になっており、似たような講演がパラレルセッションになっていたり、あまり関係の無い講演が同じセッションに入っていたりしていたように思う。よって、集中的かつ網羅的に担当したセッションの講演を聴講できていないことをまずお詫びしたい。また、発表がキャンセルになった講演も平均的に各セッション1つないし2つあったため、楽しみにしていた報告もいくつか聴講できず、残念な気持ちになることも多かった。その中でも、いくつか興味深かった講演を取り上げていく。

2. Nuclear Data Processing and Validationに関するセッション

CEA Saclay の Cedric Jouranne 氏から、核データ処理コードの GALILEE-1 の現状について報告があった。私の知識不足で、十分に理解できていない部分もあるが、しっかりとオブジェクト指向で開発されているようで、例えば Doppler Broadening の計算についても、様々なカーネル(例えば、Free gas や結晶構造など)とあらゆる関数を組み合わせたコンボリューション計算ができるということである。

なお、他にもフランスの IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) の開発している核データ処理コード GAIA-2 や、NJOY21 に新たに取り込まれた R-matrix 計算、中国の西安交通大学の核データ処理コード NECP-Atlas に関する講演があった。NECP-Atlas は FORTAN 2008 で開発されているものの、しっかりオブジェクト指向となっているようで、拡張性が高そうなイメージを受けた。個人的な想いではあるが、本邦も FRENDDY の講演があれば...と感じた。ベルギーで行われた ND2016 にて講演が 1 件あったため、継続性の観点からの意見である。

核データ処理コードではないと思うのだが、本セッションでは中国で開発された SuperMC コードに関する報告が Lijuan Hao 氏 (Liqui Hu 氏から変更) からなされた。他

のセッション（特に CSNS がらみ）でも SuperMC はよく使用されていたし、実は個人的に私もユーザーである。ただし、PHITS の入力ファイルを作るときに CAD として使っただけなので、中身については実は今回初めて知った。講演者の Hao 氏と少し会話したが、どうやら九州大学出身の様である。SuperMC はこの会議中に Workshop も組まれているため、参加して欲しいとお願いされたが、諸々の事情より私は参加できなかった。いずれにせよ、かなり広報に力をいれているようである。OECD/NEA のデータバンクから入手できるほか、日本では RIST から配布されている。とにかく CAD ベースで色々なことができるので、「カッコいい」というのが印象である。解析したデータも Visualize 用のソフトが入っているようで、GUI を用いて 3 次元的なデータをマウスひとつで様々な方向から見る事ができる。体系内のある断面のデータを動的に切り出す機能もあり、データを直感的に理解しやすかった。個人的な希望としては、PHITS の出力を、SuperMC のデータ可視化ソフトで見れるように変換できるソフトなどがあると嬉しい。余談だが、SuperMC は、OECD/NEA のデータバンクでは、” Super Monte Carlo simulation program for nuclear and radiation process” の略称となっているが、会議では”Super Multi-functional Calculation program for nuclear design and safety evaluation” と紹介されていた。一瞬異なるソフトかと思ったが、OECD/NEA データバンクの ID が IAEA 1437 と一致しているため、正式名称を（ごく最近？）変えたのかもしれない。



バンケットの会場

3. Nuclear Data Application に関するセッション

第 2 日目は、原子炉ドシメトリに関する講演が多くあった。ベンチマークテストの話もあり、どちらかというと Validation に関連するセッションのようなイメージを受けた。3 日目以降はこれまでの ND で Application にアサインされていた内容が目白押しであった。

CAS (Chinese Academy of Sciences) の Pengcheng Long 氏の講演では、ITER の放射線輸送計算を SuperMC にて行った結果が示されており、やはりこのコードが売り込み中であ

ることが伺えた。とにかく今回の会議では、SuperMC のアプリケーションとして、原子炉、核融合炉、核破碎中性子源など広く適用できることが戦略的に広報されていたように感じる。

個人的に興味があったので、ロシアの JINR の NICA (Nuclotron Ion Collider facility) で開発中の宇宙線検出器の講演を聴講した。Collider なのに宇宙線検出器？と感じたが、結局は LHC などでも行われているように、メイン検出器のテストが目的のようだ。講演は、Marcin Bielewicz 氏が行っていた。LHC のメイン検出器同様、NICA でも円筒状の飛跡検出器が設置されており、これを用いて宇宙線ミュオンを計測したようだ。目的は検出器のテストだと言いつつ切っていたが、シンチレータベースで数メートルの有感領域があるため、宇宙線ミュオンスペクトロメータとして内部で停止したミュオンエネルギー分布を測定して欲しいと個人的には感じた。

核データニュースの執筆を依頼されたときは、自分の発表も宣伝するようにしているので、お付き合いいただきたい。私は、加速器中性子源を用いた RI 製造研究の一環として、環境トレーサとして使用可能な ^{132}Cs の製造法とテスト実験について報告した。環境中のセシウムの動態は ^{137}Cs 自体がトレーサとして用いられることが多いが、半減期が長く、扱いづらいため、短半減期（7日弱）の本核種を提案している。セシウムの土壌への吸着は数日で起こることが分かっており、その動態を知るには十分な半減期なのである。30 MeV 重陽子による C(d,n) 反応からの中性子を用いれば、 $1\ \mu\text{A} \cdot 2$ 時間照射で十分な量かつ低放射性不純物の ^{132}Cs が得られる。製造したトレーサは直ちに土壌吸着実験を行い、黒ボク土（日本では一般的な畑に用いられる土）に 8~12 時間で吸着され、水で抽出できなくなることを示した。これはすでによく知られている現象だが、既往研究は安定 Cs を ICP-MS で分析することで行われており、 ^{132}Cs をトレーサとして用いた報告は世界初である。

また、スペインの Granada 大の Rafael Rivera 氏から、IFMIF-DONES Facility を用いた RI 製造研究の報告があった。IFMIF-DONES は核融合炉の材料照射用に開発されている施設で、125 mA の 40 MeV 重陽子加速器を 2 台用いたシステムとなっている。これからえられる高強度中性子を用いて医療用 RI を製造するという内容であった。例えば ^{99}Mo ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ のジェネレータ) や、 ^{177}Lu などが検討されているようだ。 ^{99}Mo については経済効果も試算しており、既存の手法よりかなり安く製造できるということであった。個人的には、初期投資（加速器本体や加速器施設）がかからないため、採算ラインに乗りやすいというのが実情だと考えられるが、魅力的な手法であることは間違いないだろう。加速器中性子応用は現在様々な領域に広がっているが、RI 製造はどの中性子場を用いても可能なものであるため、従来の目的外だったとしても検討すべきだろう。

その他、医療用 RI の製造の講演が予定されていたが、多くがキャンセルされてしまっており、RI 製造関連はあまり充実していないと感じる会議であった。

4. おわりに

会議の期間中、毎日とても暑い日々が続いたが、会場はきれいで空調も整っており、快適に過ごすことができた。ベルギーの時は、会場で大変暑い思いをしたので、対照的であった。日本からだの時差がほとんどないため、聴講中に眠くなってしまうこともなかった。食事についても物価は（高くなってきたとはいえ）やはり安いので、学生の分を多めに出しても懐のダメージはそこそこ・・・といったところであった。次回は米国オークランドということである。時差にも物価にも悩まされそうだが、会議自体は楽しみである。

最後に、最終日のプレナリーセッションをサボらずに聴講したあとに訪れた万里の長城の写真を紹介して記事を閉じたいと思う。（私、および九州大学の学生たち・・・本人の了解済み）



著者

当研究室の学生



当研究室の学生