

炉物理国際会議 PHYSOR2010 に参加しました

日本原子力研究開発機構

千葉 豪

chiba.go@jaea.go.jp

二年に一度開催される炉物理の国際会議 PHYSOR2010 (5月9~14日)に参加してきました。開催場所は米国・ピッツバーグです。炉物理関係の国際会議はこの PHYSOR (International Conference on the Physics of Reactors) と M&C (Advances on Mathematics, Computational Methods, and Reactor Physics) というものがあります。後者は数学・計算科学がテーマで比較的敷居が高いものですが、PHYSOR は炉物理全般をテーマとしており、初心者も比較的参加しやすい会議と言えるでしょう (あくまで筆者の私見)。

「国際会議の参加報告」が私に与えられたテーマですが、核データニュースのそれは書きたいことを率直に書くのが流儀のように思いますので、そのようにさせていただきます。なお、炉物理的視点からの報告は炉物理部会の会報にいずれ掲載されるでしょうから、興味のある方はそちらを参考にして下さい。

1. WPEC/SG29 の非公式会合と「言ってること分かる？」

私は国際会議に参加することはあまり好きではありません。その理由は、そもそも出不精ということもあるのですが、英語でのコミュニケーションが苦手だからです (日本語でも?)。専門的な話はまだなんとかなるのですが、普通のおしゃべりになるとさっぱり意味が分からずお手上げになってしまいます。特に、海外の人は頻りにジョークを交えますが、それを解することができないときの微妙な雰囲気といったらありません。

そんな私ですから、成田出発時は心細く、誰か頼ることのできる知り合いが同じ飛行機に乗り合わせていないか、探していました。すると、居ました、見知った顔。それは、ORNL の Luiz Leal 氏でした。なんでも ND2010 の後、韓国にしばらく滞在していたとのことです。機内では 15 分ほど WPEC/SG29 のミニ非公式会合を開催しました。会合では、Leal 氏から U-235 の共鳴パラメータの計算に積分データを考慮してみるというような新

しいアイデアが提案されました（私の理解が間違っているかもしれませんが。なお、共鳴パラメータの調整は、しばらく前に CEA/Cadarache で Ribon 氏らが行っています）。それにしても、会合中、彼はしきりに「Do you understand what I mean?」と話すのですが、これは彼の口癖なのでしょうか、それとも私にだけなのでしょうか。Luiz 氏とは乗り換えのデトロイトで別れましたが、その後 JNES の山本氏とお会いすることが出来、安心してピッツバーグ市内に辿り着くことができました。



ピッツバーグの風景（写真提供：名古屋大学 伴氏）

2. これからは「オリジン」で

会議の前日にはいくつかワークショップが開催されました。筆者は、午前は SCALE のセミナーに、午後は中性子輸送計算法のセミナーに出席しました。

SCALE は ORNL が開発している臨界・遮蔽・燃焼のための統合コードシステムで、世界 40 カ国に 1,400 人のユーザを獲得しているとのこと。ORNL における開発チームは 25 人程度とのことですが、それは核データ・炉物理・インフラ整備全て含めてであり、炉物理の担当は 6 人くらいと言っていました（核データも 5 人くらい）。これにはちょっと驚きましたが、総合コード開発に炉物理の専門家はその程度いけば間に合うのかもしれませんが。セミナーの最後の方では簡単なピンセル体系の実効増倍率を計算する実演がありました。SCALE では、体系・媒質情報の作成を容易に行うための GUI ベースのソフトが開発されており、やはり万人に使われるコードというのはその辺がしっかりしているなど感じました。ちなみに、SCALE の燃焼計算を担当するモジュールは ORIGIN です

が、ORNL の人は「オリジン」と発音しているので、私もこれからは「折玄」はやめようかなと考えている次第です。

午後のセミナーは核データとは関係ないので詳細は省きます。ただ、最後のテーマの講師である CEA の Richard Sanchez 氏が、時間の関係上、普段よりも更に早く喋っていたのが印象的でした。普通の日本人では理解不能でしょう。



Plenary session の開始を待つ人々（写真提供：名古屋大学 藤田氏）

3. TENDL は「世界四大目ライブラリー」となるのか

会議自体は4日間で、8:00 から 17:30 まで5つのパラレルセッションが進行しました(ただし、1日目は13:30開始)。全てオーラルセッションで、発表時間に20分、質疑に5分が割り振られました。ポスターだと持っていく手間と印刷する手間がかかりますから、私としては大変有り難かったです。

核データ関連の発表は全14件とそれほど多くはありませんでした(しかもそのうちの3件は主催者の Westinghouse 社からだったので、参加者を集めるのに苦労したことが窺えます)。核データに関係する皆さんは、ND2010 への参加に集中されたのでしょうか。ただ、TENDL チームのように、ND2010 にもエントリーしつつ PHYSOR にも参加するところもあり、気合いの入り方(資金力?)が違うな、と感じました。私も JENDL-4.0 のベンチマークについて発表すれば良かったと後悔していますが、実際にそうしたらそうしたで後悔したのかもしれない(一会議二発表はそれなりに荷が重いでしょうから)。

以下、核データ関連の発表について紹介しますが、ND2010 で発表されたものもあるでしょうから、以下にタイトルと発表者のみを列挙することにします。

- Sigma web interface for reactor data applications (B. Pritychenko)
- $^{235}\text{U}(n,F)$ prompt fission neutron spectra (V.M. Maslov)
- Commissioning of the n_TOF-Ph2 facility (S. Andriamonje)
- Proposal for improvement of the resonance cross section description (N. Koyumdjieva)
- TENDL-2009 (D. Rochman)
- Paragon library with 4.0 eV upscattering cut-off (V.N. Kucukboyachi)
- ENDF/B-VII.0 based library for PARAGON (H.C. Huria)
- Generation of 69 group cross section library based on JEF data for TRIGA reactor calculations and its validation (S.M.T. Islam)
- ENDF/B-VII.0 versus ENDF/B-VI.8 in CANDU calculation (D. Altiparmakov)
- Impact of difference of neutron cross section libraries to isotopic concentration of actinoids (S. Matsuoka)
- Thermal spectrum critical experiments using ENDF/B-VII.0, JEFF-3.1 and JENDL-3.3 (H.C. Huria)
- Reactivity and flux calculations using MCNP for heavy-water experiments in the ZED-2 critical facility using low-enriched uranium fuel bundles (F.C. Wong)
- Measurements and analysis of reactivity worth of rare-earth elements at Kyoto university critical assembly (K. Shimozato)
- Validation of the JEFF-3.1.1 library for the calculation of the physical measurements in the N4 Chooz-B1 PWR using the continuous energy monte carlo code TRIPOLI4 (P. Leconte)

筆者はこのうち、TENDL-2009 の話を興味深く聴きました。発表では、TENDL は ICSBEP ハンドブックの 700 程度の臨界データに対して、ENDF/B-VII.0、JEFF-3.1、JENDL-3.3 よりも実験値の再現性が良いことが示されました。いろいろ聞いてみると、不確かさの分布に基づいてパラメータを振ったライブラリーを核種あたり 1,000 程度作成し、それで積分データを計算して最終的に採用するものを決めているとのことでした。なお、そのプロセスは共分散評価には反映されないとのことでした。発表とは直接関係ありませんが、筆者は TENDL の FP の共分散データを利用しています。この際、核種間の相関は（ファイルに与えられていないので）無視していますが、Rochman 氏によると、この相関はそれなりに強いはず、とのことでした。そうなると FP 核データの不確かさはずっと大きくなり、原子炉の核特性に与える影響は意外と大きいのかもしれないな、と感じました。今度、時間があるときに定量的に評価してみたいと思います。いずれにしろ、共分散データが揃っている TENDL は、ユーザ側からすると非常に有難いライブラリーです。

Westinghouse 社の Huria 氏の発表では、ENDF/B-VII.0、JEFF-3.1、JENDL-3.3 についての ICSBEP ハンドブックのベンチマーク計算結果が紹介されました。聞くところによると、Westinghouse 社など海外のメーカーでも、JENDL を比較のためよく使用しているとのこ

とです。また、今回の会議に参加された日本のメーカーの方には JENDL-4.0 の宣伝を海外の方に積極的に行っている方もおられ、目に見えないところでの JENDL へのサポートがあることを知りました。

その他、核データに関連しないセッションではありますが、

- LANL の Mosteller 氏が BigTen の簡略化ベンチマークモデルを作ったという話
- 実験装置 FKBN-2 で測定されたタングステン反射の HEU の臨界データが ICSBEP ハンドブックに掲載された話 (タングステンに感度のある積分データは幾つかあるのですが、それら積分実験値の全てを良く再現することはなかなか難しいので、積分データが増えるのは有意義なことです)
- FFTF のベンチマークデータが IRPhEP ハンドブックに掲載される話 (高速炉の良い積分データになるでしょう)
- 仏国 CEA の JEFF-3.1.1/ERANOS による核データ積分テストの話 (Na の非弾性散乱は JEFF-3.1.1 の評価が良いと彼らは考えている模様)

も核データの積分テストという観点から興味深いものでした。

4. 敗北感を明日への活力に

サンタフェでの ND2004 とシカゴでの PHYSOR2004 では重度の時差ぼけに悩まされたので、今回はその点に留意して乗り込んだのですが、完敗でした。ある夜などは、NJOY を流す夢を一瞬見ただけ、ということもありました。ひどい夢です。ウェブで調べると、時差ぼけは「日常的に規則正しい生活をしている人がひどい」という説と「規則正しくない生活をしている人がひどい」という説があるようです。これは確実に前者が正しいでしょう。また「年をとる程ひどくなる」という説もあるようですが、これも正しいと思います。会議の終盤は、体力の関係上、米国時間に体を馴らすことは断念しました(注、会議をさぼったわけではありません)。すると、だいぶ身体は楽になりました。日本の首相や閣僚、外交官などは頻繁に外遊しますが、彼らはその度に時差ぼけに悩まされるわけで、そういった方々には頭が下がる思いです。

六年前の PHYSOR2004 では何も分からず全く歯が立ちませんでした。今回の会議では 3 割程度は話していることもやっていることも理解できたので、自らの進歩を感じました。ただ、会場の前のほうに陣取る炉物理界の重鎮たちの議論に仲間入りするには、まだまだであることも痛感しました。海外の若手ではそのような議論に参加している人もたくさんおり、敗北感も味わいました。次回の PHYSOR は、もし時差ぼけに対応する術を会得できるのであれば、是非参加してリベンジを果たしたいなと思っています。

そうは言いつつも、私の発表を聞いて「面白かった」と言ってくれた中国の人もいましたし、JNST に掲載された論文を読んで「Good paper!」と声をかけてくれた人もいました。私のように、ビジネスではなく「研究」として対象に取り組んでいる人間は、と

にかくなんでも論文として成果を公表し、その意義を世界の研究者に問うことが大事なのだ、と痛感しました。年齢的には中堅として職場や業界で少しは偉そうな顔をしてもよいかと思っけていましたが、まだまだ自己研鑽が足りないということを痛感した会議でした。



Reception で歓談する人々（写真提供：大阪大学 北田先生）