

## Workshop on (In)Elastic Neutron Scattering 参加報告

2010年12月6~7日、Strasbourg、France

ロスアラモス国立研究所

河野 俊彦

[kawano@lanl.gov](mailto:kawano@lanl.gov)

2010年12月6日と7日の2日間、中性子弾性・非弾性散乱に関するワークショップが、雪が舞う Strasbourg で開催されたので、その様子を報告します。アルザスの冬の寒さはよく知っているのですが、押入れの奥から滅多に着ないコートを引っ張り出してこの出張に臨みました。寒さ対策は万全の筈でした。コートが入ったスーツケースがパリの空港に置き去りにされてしまうまでは。運良くホテルは Strasbourg の駅のまん前だったので寒い街中を歩く必要は無かったのですが、さすがにジャケット一枚である有名な Strasbourg のクリスマスマーケット Marche de Noel を見物に行く気にはなりません。

余談ですが、スーツケースの乗り継ぎ失敗はこれが二度目。数年前に一度、同じ Charles-de-Gaulle 空港から Wien Schwechat 空港への乗り継ぎで起こったのが最初。その時、同じ会議に出席していた人から「こういう事が稀にあるから、下着の着替えを一日分だけ手荷物に入れておく」と聞いていたのです。なる程これは良い考え。今回もリュックに予備のパンツを入れておいたのですが、一枚余分にあったところで防寒的には無意味。

このワークショップは、簡単に言ってしまうと、各地の研究機関で最近活発になってきた高速領域での中性子散乱断面積に対して、意見を交換しておこうという趣旨のもので、目的をかなり絞っていたためか、参加者20名程度の小さなものでした。主催は IRMM とワークショップ開催地である IPHC (Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien) で、そのせいか特に Geel の比重が大きかったように思います。

ホテルから IPHC までは、路面電車とバスを乗り継いで行く必要があります。どこそこ行きの電車に乗って、どこで乗り換えてという情報は予め伝わっていたのですが、それ

は本当に最小限情報。外国から来た殆どの参加者は、まず路面電車の切符の買い方で躓くことになりました。バスを降りた場所でも、どちらへ行けばいいのかわからず、全員逆方向に歩き出す始末。せめてバス停に会議の看板でもあれば助かったんですが。当然の事ながら、研究所内に入っても案内板はありませんでした。ここまで不親切な国際ワークショップは初めてです。兎に角自力で会議室まで来いと・・・

さて、高速領域の中性子散乱と言えば、系統的に多くの核種に対して散乱角度分布を測定してきた ANL が有名です。すでに多くの ANL/NDM シリーズのレポートが出版されていますが、噂によれば未だに過去のデータの解析が続けられているのだとか。加速器が停止され、ある意味この種の核データはもう十分であると宣言されたようなものですが、今回のワークショップ開催で明らかのように、現状は十分であるとは言いがたいようです。それにしても ANL に残された実験データと言うのが気になります。巨大な磁気テープに入っているのでしょうか。全て A.B. Smith 氏のパソコンにコピーされているのでしょうか。Phil Young から、「彼にメールしてみたらどうだ」と言われているのですが、流石に恐れ多いので躊躇しています。

それはともかく、JENDL-3.3 共分散ファイルが作られた際、当時サイクル機構の石川氏の主張を取り入れ、平均散乱余弦、つまり弾性散乱角度分布を Legendre 展開したときの L=1 成分の共分散を含めることになりました。それから 10 年が経過し、ようやく他国での核データ評価とそのベンチマークに於いて散乱角度分布の重要性が認識されるようになったわけです。ANL 後の新たな実験が計画され、OECD/NEA の WPEC では "Scattering Angular Distribution in the Fast Energy Range" という新しいグループが Subgroup 35 として発足しました。

今回のワークショップも、高速炉心体系に対する中性子散乱角度分布の感度の大きさの問題が底辺に存在します。オープニングセッションで Plompen 氏 (IRMM) が研究会の目的を述べた後、HPRL (High Priority Request List) に挙げられている重要な核種、国際協力の現状、そして主に欧州での各研究機関での測定と評価の現状が紹介されました。

新たに散乱断面積測定を行おうというプロジェクトがアメリカでも進行中なのですが、これは諸外国の核データのコミュニティではあまり知られていないかもしれません。Hill 氏 (INL) が中心となり、DOE における核エネルギー研究計画として、弾性散乱・非弾性散乱の測定、及び核分裂中性子スペクトル測定が開始されています。今回のワークショップは、アメリカでの実験計画を紹介し、今後の研究協力体制を作る上で良い機会となりました。

2 日間にわたって 18 件の講演がありました。小さなワークショップの利点として一件当たりの発表時間が 30 分も取られており、内容的にも濃い議論が活発に行われました。実験関係の講演としては Geel のものが一番多く、重水素、遮蔽材核種、それに重核をターゲットとしています。Time Projection Chamber を用いて反跳重水素を測定、及び Li ガラスシンチレータを用いた重水素散乱断面積測定が紹介されました。また GELINA での非弾性散乱実験は即発  $\gamma$  線測定による間接測定で、Na, Fe, Pb, U に対するデータ解析の結果が報告されています。

その他の欧州での測定関連講演としては、光中性子源 nELBE を用いた非弾性散乱断面積測定、PTB のサイクロトロンによる散乱角度分布測定、変わったところでは  $\alpha$  粒子入射反応を用い、これを代理反応の手法で中性子非弾性散乱断面積測定に応用しようというものもありました。でもさすがにこれは無理があるでしょう。

アメリカでの測定関連は 2 件で、先に述べた Hill 氏によるプログラムの他、LANL から、GEANIE (Germanium Array for Neutron Induced Excitations) を用いた Fe, Cr の非弾性散乱断面積測定、及び FIGARO (Fast Neutron-Induced Gamma-Ray Observer) を用いた即発核分裂中性子スペクトル測定の発表が行われました。FIGARO は現在 Chi-Nu と名前が変更され、即発  $\gamma$  線と中性子の相関を測定する計画です。いずれも即発  $\gamma$  線を捉えるため、統計モデル計算を用いたデータ解析が必要になると思われます。誰がやるんだろう。

理論と評価に関する講演としては、炉物理での重水素散乱核分布の重要性と、重水の熱散乱断面積計算、Faddeev 理論による中性子-重陽子散乱、チャンネル結合法を用いた軽核からの散乱断面積計算、Fe の核データのベンチマークと共分散評価、共鳴領域での散乱角度分布、さらには統計モデル計算を用いた重核データ評価一般的な話題など。面倒なのであまり深くは立ち入りません。

たった 2 日間の小さなワークショップでしたが、クロージングセッションでは有用な会議であったという声が多く上がりました。数百人規模の国際会議に比べ、議論にゆったりと時間を割くことができるので、私自身もこういう会合は好きです。数年後、もう一度開催したいという声も出ていました。

ただ、フランスでの会議で困る事が一つあって、それは昼食。美食大国フランスの意地なのか、主催者側がワイン付きのフルコースのランチを用意してくれることが多く、それが重いんですよ。特に今回のように少人数でのワークショップの場合、夢見心地で午後のセッションに臨むわけにもいかず、畢竟折角のワインをセーブすることになって

しまいます。かといってアメリカで会議をやれば、コーヒーとドーナツしか出てこないんですけど。

今回の出張では、最初の晩のコート未着事件もあり、市内を見て回る時間が殆どありませんでした。Strasbourg は、かれこれ 15 年前、Karlsruhe に滞在していた時に遊びに来たのが最後です。会議終了後、クリスマスのイルミネーションが美しい市内を散歩してみました。

町は既に暗く、今の時期はクリスマスマーケットの屋台がずらりと並んでいるせいか、覚えていた風景は観光の中心地である Petit France の一角と Notre-Dame 大聖堂付近のみ。それでも、クリスマスマーケット名物のグリューワイン（Gleuwein、Vin Chaud）を飲みながら歩くと、アルザスはフランス側と頭では理解しながらも、ドイツの Weihnachtsmarkt を思い出します。そう言えば数年前にウィーンのクリスマスでも、IAEA の大塚氏らとグリューワインを飲みながら歩いたのを思い出しました。結局、昼も夜もワインを飲んでいるということですね。



写真 1 Petit France 付近のクリスマスマーケット



写真2 大聖堂付近のクリスマスマーケット



写真3 大聖堂付近のクリスマスマーケット