

話 題 (Ⅲ)

## 加速器による放射性廃棄物消滅処理の 会合に出席して

(日本原子力研究所) 水本 元治

加速器による放射性廃棄物の消滅処理に関する2つの会合が、6月24日から7月5日までの各1週間ずつスウェーデンとソ連で行われた。原研からはオメガ特別チームの滝塚貴和氏と筆者が双方の会議に参加し、スウェーデンの会合には金子義彦原子炉工学部長と高田弘氏がICENES会議(米国モントレールで開催)の後に合流した。そのほかの日本人参加者は、BNLの高橋博氏、東海大の古川和男氏、動燃の加瀬健氏(スウェーデンのみ)、電中研の笹原昭博氏(ソ連のみ)である。

出発前はスウェーデンの方は問題ないとしても、最近のソ連の情勢では、どのような準備があるかというのでかなり心配をした。ソ連へいった経験者からは生活必需品の不足に関するコメントやら”脅し”を受けていたし、ある程度の食料を持っていく必要があるかどうかでかなり悩まされた。しかし、ソ連の大きな研究機関が開催する会議であればそんなにひどいことになることもなかろうということで腹をくくって出かけることにした。

それぞれの会議についてその雰囲気や内容を述べることにするが、会議の技術的な内容に関しては原子力学会誌の“国際会議の窓”にも滝塚さんと共著で報告している。

スウェーデンでの“加速器による放射性廃棄物の核変換技術及び他の応用に関する専門家会議(1991年6月24~28日、ストックホルム)”は、ストックホルムの西方、中心街から電車で30分位のバルト海の入り江に臨むSaltjobadenで開催された。この会議の主催はスウェーデン使用済核燃料評議会、プログラムの編成、組織は米国のロスアラモス研究所(LANL)が行った。参加人員は約80名で、その内訳は約半分がスウェーデン人(各研究所や大学からの参加者を中心に、政策決定に係わっている人達もかなり参加)、その他12カ国から40名あまり、加速器の専門家とターゲットの専門家、群分離に関係した化学関連の専門家など多彩な顔ぶれで、核データの分野でおなじみのSalvatores、Cierjacks、Nordborg氏なども参加していた。

会議の主な目的は、LANLによって提案されている米国版オメガ計画とも言うべき陽子リニアックによる核廃棄物消滅処理システムの新しい概念(ATW: Accelerator Transmutation of Nuclear Waste)を紹介することである。また、このプロジェクトは、核データ屋でもあるArthur氏やBowman氏らが主要なメンバーとなって熱心に推進している。併せて、日本やソ連で検討されている消滅処理システム概念の説明と、この様なシステムの技術的成立性や、今後の研究課題についても活発な議論が行われた。会議は終始ロスアラモスの

Jameson氏が司会を行った。

ATWの概念を簡単に説明すると、大強度陽子加速器と鉛やビスマスなどの重い金属のターゲットと重水を用いた減速材で、非常に高い熱中性子束 ( $10^8$  n/cm<sup>2</sup>·s 程度) を発生させ、水溶液あるいは溶融塩ブランケット中のTRU及び核分裂生成物を効率的に消滅処理させようとするシステムである。短期的 (10~15年) には軍事関連の核廃棄物を消滅処理するプラントの開発を目的としているが、長期的には電力を発生させると共に、同一プラント内でトリウムを原料としたウラン233の増殖と、核廃棄物の消滅処理を並行して行う商用発電プラントを建設することを目標としている。

日本からは、原研で実施されている、高速中性子を用いたTRU消滅処理研究開発の現状、消滅処理プラントの概念設計、鉛ターゲットによる核破碎積分実験、大強度陽子加速器開発プログラムなどを発表した。KEKでの核破碎積分実験はこの専門家会議では唯一の核データ関連の報告であった。

会議のサマリーでは、熱中性子を用いるものと高速中性子を用いるシステムの比較、特にATW概念の技術的問題、今後の研究課題の抽出などについて討論が行われた。Cierjacks氏がターゲット壁材料の照射損傷に関して、核融合炉に要求される耐放射線強度を要求されると指摘を行い、その対応策について白熱した議論を戦わした。そのほか、構造、熱除去、安全性等の面からの意見もあった。これらの分野と核種分離の化学に関しては、今後かなりの研究開発が必要であろうとの意見が出された。

最後にスウェーデンの大学の先生から、若い研究者の原子力研究に対する意欲の低下に関する問題が取り上げられ、原子力研究の将来に関する危惧が述べられた。放射性廃棄物の有効利用や、消滅処理の実現が彼らの研究意欲を鼓舞してくれることを切に臨むとの発言がなされた。この点に関しては科学技術に関する世界共通の問題点であるようで、特に、社会福祉の進んだスウェーデンの様な国にしてみれば、理学や工学などの面倒で頭が痛くなるような分野で苦勞するより、もっと楽な職業に付いた方がずっと良いとの風潮があり、何人ものスウェーデン人の研究者が同じ危惧を述べ、自国のシステムの持つ問題点として深刻に受けとめていた。

忙しかった会議の内容とは別に、会議の合間に味わった旅の楽しさや、この国の雰囲気、を少し述べたい。スウェーデンでは、昼が最も長いこの時期、夜の12時になってもまだ薄ぼんやりと明るい。また朝の3時頃にはもう夜明けであるところから、生活のリズムという点で日本にいるのとかかなり勝手が違っていた。会議の途中のアトラクションは、水曜日の夕方に行われたボートのツアーと、木曜日の夜のストックホルムの観光と食事である。その何れもが6時過ぎに出発して深夜に戻ってくるというスケジュールが立てられていた。最も、日暮れ時の帰還という意味では健康的ではある。

ボートツアーは、バルト海にあるArchipelago群島まで片道1時間半ほどの船旅と、島の

中でのピクニック、その後ワインを飲みながらスウェーデン風弁当を楽しむといった趣向である。ストックホルムの郊外は至る所、湖や入り江で、季節の良いこの時期、沢山のレジャー用のボートがのんびりと航行していた。島の余りの多さに、ボートの船長自身が行く先を見失い、突如エンジンを停止して運転を止め、舳先に出て行って島ばかりの載った大きな地図と首っ引きで盛んに頭を傾げている。前方に見える島々はみんな同じように見えるし、かなりの数の島が松の生い茂るだけの無人島ということでは、道に迷う（海に道があればの話だが）のも仕方がないかもしれない。やっとたどり着いた島は、公園を管理するレンジャーが一人居るのみで、船着き場と、島の歴史を紹介した写真や地図が展示してある展示場、島のまわりを周回する散歩道があるのみの至ってのどかな島であった。しかし、島の景色はさすがに見事で、遠くにはフィンランドやノルウェーなどの北欧の国の間を往復する大型のフェリーの偉容が臨まれた。

観光と夕食に出かけたストックホルムの町も、やはり湖に囲まれた町で、大小あまたある船の中には、ピクニックでも見たフェリーの他にも、冬季には大活躍するであろう大型の砕氷船が2隻港に停泊していた。ストックホルムの町自体の人口は約150万人弱とのことだが、町の中心地域は歩いて見物できる程度の広さで、観光の町らしく極めて清潔で整っていた。イタリアなどの南欧からの観光客らしい団体を多く見かけた。また町のあちこちには観光の名所である博物館や美術館が点在している。特にバイキングの国らしく、全長70mにもものぼる木造戦艦Vasaの実物が展示して有る博物館は壮観である。しかし、これが少々滑稽なもので、1600年代、ロシアとの戦争に明け暮れていたスウェーデン国王グスタフⅡ世が、海軍力を充実するために作らせたものだが、余りにも大きな船を作りすぎて進水（浸水？）式の時に出航してすぐ湾内で沈没してしまった。1961年になってやっと、潜水技術と大型クレーンを駆使して引き上げることが出来たという代物である。（これから30年後にも残るモニュメントを作成するためには、失敗を恐れず、実働しないものを製作し海中に沈めておくというもの一つアイデアかも知れませんね）。この、快適なストックホルムの町も冬はかなり厳しい状況のようで、2～3時間しか昼が無く、まわりの湖が全て凍ってしまうというのは、比較的温暖な地方にすむ我々には想像を絶するものがある。しかし、また、機会をあらためて厳しい冬にでも訪問してみたいものである。

一週間のスウェーデンでの専門家会議が終了し、いよいよ、ソ連で行われるワークショップへ向けて旅だった。会議の名称は“長寿命放射性核種の核変換に関する問題解決のためのワークショップ（1991年7月1～5日、オブニンスク）”である。モスクワのITEP（Institute of Theoretical and Experimental Physics）の主催で開催された。オブニンスクは、白樺の林が点在する田園の中にあり、IPPE（Institute of Physics and Power Engineering）とINPE（Institute of Nuclear Power Engineering）の両研究所を中心とした

人口約10万人の町である。IPPEには世界で初めて運転された原子力発電所や、高速未臨界実験装置があり、核データに関しても世界に4つある、ご存知の主要4センターの一つである。また、INPEは研究機関であると共に多くの学生を有する原子力工学の高等教育機関でもある。

ワークショップでは、英語／ロシア語の通訳を介して、原子炉や加速器による消滅処理システムの研究及び加速器開発と核データの研究等の分野での講演が行われた。また別途にポスターセッションの名のもとに30件近くの発表が行われた。ポスターセッションでは、約5分間の口頭発表だけで、不思議なことに、指定された場所には数人が資料らしきものをもってたむろしているだけで、発表内容を表示するポスターは展示されていなかった（あれは何だったのだろう）。今回のソ連の発表では、ソ連式発表ということか、またテーマが新しいということのためか、一般的に、研究目的や方針を説明する堂々たる講演が相次ぎ、具体的な検討結果を示す数値や図表を表す時間的な余裕が無くなってしまったらしい。

発表の中で中心的かつ具体的だったのは、加速器の開発に関するものと、核データの研究であった。特に、核データの分野においては活発で実質的な研究が行われており、実験的研究では、ITEPやKhlopin Radium Instituteを中心に高エネルギー（0.8、1、1.2GeV）の陽子ビームを用いた、中性子発生量、放射化断面積、核分裂の研究などが進められている。また、理論や評価の研究も、ITEPやIPPEなどで精力的に行われ、評価済みデータファイルの作成や、計算コードの開発が進められている。

ワークショップでは、核廃棄物消滅処理の重要性を確認し、情報交換や共同研究など国際協力の必要性が強調された。ソ連では、政治、社会改革に伴う研究機関の独立採算制の導入で、各機関毎に外国の研究機関と直接的な研究協力を推進したいとの意向を強く持っている。協力研究を呼びかける個別的な働きかけがかなり寄せられた。

会議での経験以外のソ連での様子を述べることにする。スウェーデンの会議から引き続いて参加したのはLANLのSchriber氏、Bowman夫妻、チョークリバーのMcMichael氏と、日本人の4人である。全員がスカンジナビア航空の同じ飛行機でモスクワのシェレメチェボ空港へたどり着いた。空港は入国者で混雑しており、さっそく長い列を作って入国手続きを待った。そこで早速問題が起きた。カナダで出発まぎわにとったという、McMichael氏のソ連入国ビザにクレームがつけられた。何でもビザのサインが正しい位置にないとかで、悶着のあったあと事務所の方へつれて行かれてしまった。残りの全員はしかたなく、外で待つことにした。空港には、スウェーデンの会議で一緒に、一足先に帰国していた、ITEPのLazarev氏ら数人がマイクロバスで迎えにきてくれていた。混雑する空港の中（照明が暗く、最近のソ連の情勢を反映してか、治安にも問題がありそうな雰囲気の中で）待つこと約一時間、ついにしびれをきらしたLazarev氏（彼は50過ぎの年輩で、なかなか押し出しの立派な人である）が通関に掛合に行き、数分して何とかMcMichael氏を救出してきた。彼の話に

よると、このワークショップの国際的な意味を説明し、また自分が如何に重要な人物であるか説明した。その際、たまたま胸に付けていた、スウェーデンの専門家会議のInternationalのバッジが役に立つたと愉快そうに話をしていた。期せずしてソ連の官僚主義的一面を垣間みたと感じたのは、先入観のなせる技か？

その後、全員マイクロバスでモスクワ市にある主催者の一人Kiselev教授の家に立ち寄り、先に着いていた電中研の笹原氏と、BNLのVan Tuyle氏を同道しモスクワの南方オブニスクへと向かった。若干舗装に問題のある国道を、それでも80kmを越しそうな、かなりなスピードで突っ走った。マイクロバスは高級車と言う訳には行かず、後部座席を占拠して積んであった荷物が盛んに踊り出している。Kiselev教授がかなり気にして何度も位置を直しにいった。道の両わきは白樺の生い茂る広々とした田園で、日曜日の夕方ということで、行楽帰りでモスクワへ向かうところだと思われる車がひっきりなしに走っており、まるでどこかの国のラッシュアワーの様な状態である。しかし、100kmの距離でやっと2~3軒見かけたガソリンスタンドでは、給油を待つ車の長い列が出来ていた。また、ほぼ2~3kmおきに故障車と思われる車がボンネットをあけて止まっており、運転手が困った顔を覗かせているのは、ソ連独特の風景だったかも知れない。

10時過ぎにやっと宿舎に着くと、さすがに少し空腹になった。宿舎の最上階にある小さな食堂に案内されて、残業を命ぜられたと思われるおばさんたちの世話で夕食を食べることになった。この夕食が興味深い代物で、パンが2切れ、肉2切れ、ジュースがコップ一杯、キュウリとトマトをその場でナイフで2~3切れに切って皿に盛るといったものである。また、同時に1週間分の食券（朝と夕食が黄色、昼食がピンクできっかり計15枚）と、多分使う機会のないだろうとの注釈付きで50ルーブルの紙幣を全員に手渡された。自分ではわりと順応力はあると思っているし、食事の内容には比較的無理が利くと自負しているので、それはそれで空腹にさえならなければ我慢のしようもあるものと覚悟を決めた。また、それより以前マイクロバスの中では、ビンにはいったミネラルウォーターを1人1瓶ずつ渡されて、何となくこれを確保しておかないとこれから明日の朝まで飲み水にも事欠くよ、という暗黙の注意を受けた（と思った）。（これは後で考えると疑心暗鬼と言わざるを得ない）。そのため、比較的涼しかったストックホルムとは一変したモスクワでのこのところ異常な暑さに、喉の乾きが一層激しくなった。しかし、自分の部屋へ戻ると4~5才位のかわいい女の子をつれたおばさんが良く冷えたミネラルウォーターを各室に配って歩いてくれた。これにはかなり感激して、覚えてのスパシーバ（ありがとう）を何度も繰り返した。明るる日は、食いはぐれないようにと指定された時間きっかりに、昨夜とは別のもっと広い食堂に食券を握りしめて出かけた。しかし、前日の心配とは裏腹に、食事は豪華なご馳走とは行かないまでも、何皿かの料理も自分で選べるといった極めて満足できるもので、引き続きその後の一週間も食事に関してはいっさい心配する必要が無かった。また、

火曜日に催された晩餐会では、オブニンスク市の迎賓館とも言うべき立派な建物で、ウォッカを始めグルジャのワインなど盛りだくさんの料理が出されて、甘党の滝塚さんはデザートケーキに舌鼓を打った。初日の夕食でみんなを驚かしたのはロシア流作戦だったのかもしれない。先入観からくる思いこみには注意をする必要があることを身を持って体験した、良い例だったのだろうか。

ソ連国内の現状に関しては、かなり興味を持っていたのだが、会議が行われたのが、オブニンスクという特殊な土地であることと、実際の生活に接する機会が限られていたこと、1週間という短い期間では十分な報告をすることがもちろんとても出来なるはずがない。しかし、何人かの人と話した様子では、日本での報道などにも伝えられているように、生活必需品の不足などによる市民生活への影響についてはかなり厳しいものが有るようであった。しかし、日本へ出発する金曜日の午後、モスクワのITEPを見学した後、飛行機が出るまでの短い間に、研究所の車で見物したモスクワの古い町並は極めて印象的であった。町を歩く人々や多くの観光客の有り様は、外見からだけではヨーロッパの他の町と何等異なるものはなかった。

先日のクーデター騒ぎには、長続きしなかったとはいうものの驚かされた。クーデターが空振りに終わって喜ぶと共に、ソ連の自由化、経済発展が一步一步スムーズに行われることを切に臨む次第である。先にも述べたように、核データ研究や加速器開発の分野ではソ連の研究は独創的であると共に着実である。国と国との関係が正常化し協力関係が発展することは両国にとって望ましいことは言うまでも無い。



赤の広場にて、左は聖ワシリー寺院、右がクレムリン