

## 海外出張報告

### Petten炉訪問・「2008IEEE NSS 国際会議」参加報告

原子力研究所 納富昭弘

2008年10月にオランダ、ドイツに出張する機会に恵まれた。今回の海外出張の目的はふたつあり、ひとつはオランダ・ペッテン (Petten) のエネルギー研究所を訪ね二つの原子炉 (HFRとLFR) を見学すること、もうひとつはドイツ・ドレスデンで開かれる2008IEEE (米国電気電子学会) の Nuclear Science Symposiumに参加することであった。

はじめに訪れたオランダ・エネルギー研究所は、首都アムステルダムから北東に約60km離れたペッテンに位置している。あらかじめ見学を申し込んだところ、「アムステルダムから最寄りのアルコマール駅まで鉄道で来て貰えば、車で迎えに行く」とのことだったので、乗車する電車の時刻を連絡して待ち合わせることにした。アルコマール駅はそんなに大きな駅ではない。当日、少し早めに到着して駅舎の出口付近で待っていたのだが、どういわけか約束の時間になっても迎えらしき人が来ない。それでも待つしかなく、30分ぐらすぎて「どうしたものか」思っていたところ、地元の高校生 (中学生?) らしき少女の一団が現れて、隣で姦しくおしゃべりを始めた。やがて、そのうちの一人が私に近づいてきて、いきさつは分からないがこちらにデジカメをさしだし「私たちの写真を撮ってくれないか」と頼んできた。これはある種都合のよいことだったので、撮影を終えた後に「ここに電話をしたいのだが」と言って、エネルギー研究所の担当者の電話番号をみせたところ、すぐに自分の携帯電話で連絡を

とってくれた (オランダの若い人にも携帯電話は必須らしい)。これはこちらの思いどおりの成り行きで、つまりタダで電話を借りることになった。電話に出た担当者に私が名前を告げていきさつを説明したが、先方の言うことがよく聞き取れずにもたもたしていたところ、電話を貸してくれた女の子が代わりに (多分オランダ語で) 話をきいて、私に英語で説明してくれた。それによると、「研究所が手配したタクシーが少し離れたタクシー乗り場で待っている筈だ」とのことであった。女の子にお礼を言い、教えられた場所に行ってみると、運転手とおぼしき初老の男が、タクシーの傍らのベンチに腰をかけて紙コップのコーヒーを飲んでいて。名前を告げると立ち上がり「どこに行ってたんだ。1時間前から待っていたんたぞ。」といった。

ペッテンまで、40分ほどの車中で両側に広がる初冬の田園風景は、ゴッホの絵で見たことがあるようなどこか懐かしく感じられるものであった。その中にはドンキホーテが戦いを挑んだ如き風車や、古めかしい跳ね橋もいくつがあったが、そういうものの多くは文化財的な保存目的のものだという。運河もいたるところにみられたが、「以前はここら辺の運河は冬になると凍り付いて、みんなスケートをして遊んだものだが、最近ではめっきり暖かくなってそんなこともできなくなった」と運転手が嘆いた。ちなみに、この「以前は冬になると運河が凍り付いてスケートができたものだが」というフレーズは、この日だけで異なる4人からまったく独立に4回聞くこ

ととなった。国土の多くの部分がポルダー(干拓地)で、全体の四分の一が海水面より低く、堤を築いて国を維持しているオランダの人々にとって、冬に運河でスケートができなくなることの延長線上に見えるのは、水没した祖国の風景なのだろうか。

トラブルばかり書いて申し訳ないが、私は研究所入り口の守衛所で更に1時間待たされることになる。原子炉への道のりは、はるばると遠い。守衛所での入所手続きのチェックは極めて厳格であり、訪問を受け入れてくれた研究者とすぐにあわせてもらえるわけではない。促されてパスポートを提示したが、誰も迎えに来てくれる様子はなく、「今、確認をしているからしばらく待て」の一点張りで、しばし様子をうかがっていたあの運転手も帰ってしまったので、一人で待っていた。後でわかったのだが、このトラブルは私が通常用いている名前のローマ字綴りであるNOHTOMIが、パスポートに記載されている綴りNOTOMIと異なっていたことが原因であった。学生の頃にパスポートを作ったときに、申請に前者が認められなかったために仕方なく後者を採用し、以後ふたつの綴りを場合にに応じて使い分けてきたのだが、今回は論文などで使っているNOHTOMIで見学を申し込まざるを得なかった為、このような始末になった。先方に見ればパスポートの写真で本人確認するのも限界があるので、きっちりやると言っても国籍と名前の綴りを確認するぐらいしかないであろう。見学予定者の名前の綴りと、実際にやってきた男のパスポートに記載されている名前の綴りが異なっているのだから、本来ならば入所を拒否されても仕方がなかったのだが、見学申し込みの際に万が一に備えてパスポートのコピーを添付しておいたことが幸いし、それと照合することにより本人だと確認することができて、何とか事なきを得たのであった。ようやく巡り会うことができたモス博士からは、挨拶もそこそこに、「ところで君は、NOHTOMIなのか? それ

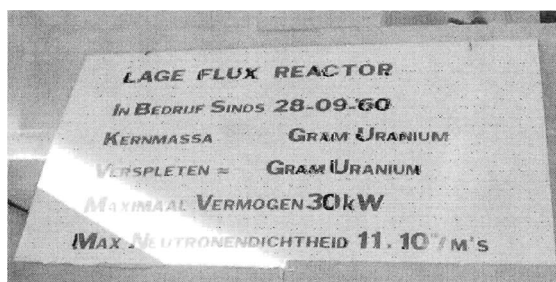
ともNOTOMIなのか?」と質問を受けることとなった。

オランダ・エネルギー研究所(ECN)はさまざまなエネルギー利用に関する総合的な研究を行っているが、その中で原子力に関してはEuropean CommissionのJoint Research Center(JRC)という位置づけで運営されており、予算措置も受けている。その中心となる施設がHigh Flux Reactor(HFR)と呼ばれる出力45MWの多目的材料照射炉で1961年に運転を開始した。原子力安全工学研究等の研究の他に、RI生産も盛んに行われており、現在ヨーロッパで使われているアイソトープのほぼ60%をここで製造していて、それを売って運転維持費のかかなりの部分を賄っているとのこと。そのなかで最も多いのが核医学検査用の<sup>99m</sup>Mo(<sup>99m</sup>Tc)だそうである。さらにここでは、硼素中性子捕捉療法(BNCT)による癌治療の先駆的な研究も続けられており、この分野でやはり世界をリードしている日本の研究者との交流も活発である。私が訪問した時は、予算の関係で治療を中断していたが、この施設の物理側の中心人物であるモス(R. L. Moss)博士が丁寧に案内して下さった。患者ベット等の設備は京大炉の設備に比べるとずいぶん立派に見えた。患者の血液を採取し、すぐに治療用のポートとは別のポートで中性子照射して放射化分析により成分を調べることも行われているとのことだった。これまで、ヨーロッパ各国から医師が患者を伴い臨床治療に訪れており、対象疾患は悪性のグリオブラストーマや頭頸部癌などのconventionalな放射線治療では難治性のものが主となっている。これら以外では、イタリアのグループが癌の罹患した肝臓を摘出しそれをまるごと原子炉内で照射した後に再び患者に再移植するという、ちょっと信じられないようなことも行っているそうで、照射時に肝臓を入れる特殊なホルダーを見せてもらった。噂には聞いていたが、実際にやっていると言う説明を現場で伺って、少な

からず驚いた。見学を終えてHFRから退出する際に、ゲートモニターで汚染検査を受けた。機械音声の指示に従って手をあげたり、後ろを向いたりして全身隈無く検査を受けた後、私は無事通過した。ところが、モス博士が出ようとしたところ「汚染しています!! 係員に知らせて下さい。」と大声で機械がのたまった。モス博士は、手を洗ったり、スリッパの底をサーベイメータで調べたりしては何度か再検査を試みたが、なかなか通してくれない。その度に、「汚染しています!! 係員に知らせて下さい。」が繰り返される。その傍らを当の係員が、「Notify the clerk! Notify the clerk! (係員に知らせろ!）」と連呼しつつ、ニヤニヤしながら通り過ぎて行った。まあ、からかって喜んでいるわけで、問題のないレベルの汚染らしい。数分間の格闘の後に何とか通して貰うことができたモス博士は「まったく、センサーの感度が高すぎるんだよ。」とボヤいていた。

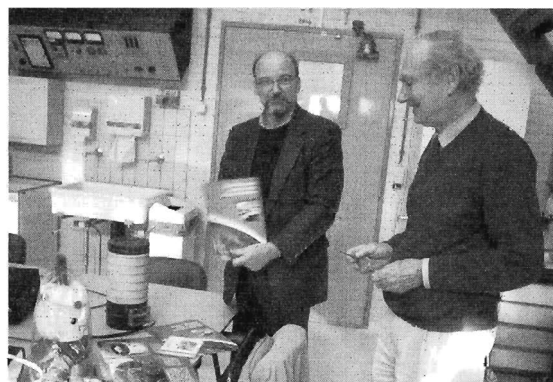
エネルギー研究所にあるもうひとつの原子炉であるLow Flux Reactor (LFR) は近畿大学炉と同じタイプのアルゴノート炉であり、現在世界で稼働中の同型炉4基のひとつである。しかしながら、その炉心形状は近大炉の二分割炉心とは異なる円環炉心であり、最大出力も30kWと近大炉の1Wに比べると桁外れに大きい。LFRは1960年の初臨界以来、他のアルゴノート炉と同様に教育や基礎研究

に用いられてきた。案内をして下さったラスムッセン (F. Stecher-Rasmussen) 博士の説明によると、最近はおぼろ中性子捕捉療法の基礎研究に使われているようだ。博士から頂いた名刺にも、所属部門はNCT (Neutron Capture Therapy) Physics とあった。HFRと異なり炉心の組み替え等が容易であるため、フィルターを挿入するなどすることにより線質を調整して最適化することが可能で、照射野は小さいものの実効的に得られる熱中性子束はHFRの治療で得られるそれよりむしろ高いとのことだった。原子炉の本体は白いペンキで塗装してある。原子炉本体のネームプレートには「LAGE FLUX REACTOR」と記されている。注意しないと「LARGE FLUX REACTOR」と間違いそうだが、Lageはオランダ語で、「低い」という意味だそう。照射物は、炉の東側横合いに設けられている照射用の台車 (irradiation trolley) に載せて炉内に挿入できるようになっており、ネコ程度の小動物の照射は可能のようだった。私は、この“アルゴンヌ生まれ”の兄弟炉に敬意を表し、今回、近大炉マスコットの「1W君」のぬいぐるみを持参して贈呈した。ラスムッセン博士は大いに喜ばれ、お返しに Nuclear Research and consultancy Group (NRG) のロゴがデザインされたネクタイをプレゼントしてくださった。



2008年10月14日 撮影 納富

Low Flux Reactor本体のネームプレート

案内して下さったモス博士 (左) と  
ラスムッセン博士 (右)

旅の後半に訪れたドイツ・ドレスデンは旧東ドイツの古い街で、旧市街にはお城やオペラ劇場など歴史的な建物がたくさんある。その近くのエルベ川沿いの国際会議場で、2008 IEEE Nuclear Science Symposiumが行われた。この会議は毎年開催されており、以前はアメリカで行われることが殆どであったが、近年はイタリアやフランスなどのヨーロッパで開かれた実績がある。原子力や放射線等の原子核科学に関する広範な分野の研究者や技術者が集い、その最新の成果を発表する場となっている。今年は、五日間にわたり522件の口頭発表、481件のポスター発表が行われた。日本からの参加者が多いこともこの会議の特徴のひとつである。

今回、私はNuclear Measurements and Monitoring Techniques のセッションで、最近行っている「プラスチック・シンチレーションファイバーを用いた線量分布測定システムの開発」について発表を行った。これは、JAEA・「もんじゅ」と共同で行っている研究であるが、かなり多くの参加者が興味を示し、活発な議論をすることができた。なかでも、アメリカ・アイダホ国立研究所の研究用原子炉で放射線管理をしている研究者から、自分のところでも低線量率の場で使ってみたいとの要望があり、ファイバーの仕様や製作方法等についてかなり細かな技術情報を提供した。彼とは名刺を交換して帰国後も連絡をとりあい、最終的に日本のファイバー製作会社を紹介することとなった。間もなく、発注品がアイ

ダホに納入されテストが開始される予定であり、今後も共同研究を続けることになっている。この対応を通じて、我々自身もこのファイバー製作会社とあらためて話をする機会を持ち、次の研究開発への端緒を得ることができたことは非常に有益であった。この会議では一般発表以外にもいくつかのPlenary Session が企画され、興味深い講演を聴くことができた。その中には、スペースシャトルの宇宙飛行士の話や、最近建設が開始されたITER（国際熱核融合炉）の話もあったが、もっとも面白かったのは、元CERNのDavid W. Townsend が“Lost in Translation — From Basic Science to Clinical Reality”と題して行ったtalkであった。素粒子物理学等の純粋物理学の分野での実験の為に開発された様々な放射線関連技術が、医療に応用された事例について紹介し、そこで生じている問題点を指摘しそれを回避するために注意すべきことについて示唆に富んだ指摘がなされた。

ドレスデンの近くには焼き物で有名なマイセンもあり、エルベ川沿いをドライブしがてら訪れて工房を見学することができた。また、フランクフルト近郊に位置し、ロマンチック街道の起点として知られるヴェルツブルグにも滞在し、レントゲンが発見したヴェルツブルグ大学の研究室で人類と放射線の出会いに思いをはせることができたことも、今回の旅行のなかで強く印象に残っている。