

原子力工学科で勉強していた頃を振り返って



随 筆

飯 田 敏 行*

Recollection of Learning in Department of Nuclear Engineering
Key Words : Nuclear Reactor, Nuclear Safety, Nuclear Education

筆者は昭和44年に大阪大学工学部原子力工学科に入学、同大学院修了後、引き続き大阪大学にお世話になり平成27年に定年退職いたしました。現在は、放射線関係の資格講習会等を実施している（一財）電子科学研究所に勤務しています。大学に入学してから今まで、約50年間に亘って原子力・放射線に関わってきました。

今回「随筆」の原稿依頼を頂き、良い機会と思い、これまでの原子力・放射線との関わり、特に阪大原子力工学科に入学した頃について振り返ってみることにしました。

原子力工学科に入学した昭和44年当時は“いざ

なぎ景気”で、巨大科学の3大開発、原子力開発、宇宙開発、海洋開発が注目されていました。筆者は、新しい原子力技術を勉強して社会に貢献したいと思っていました。父親が製鉄会社に勤めていたこともあり、特に原子力製鉄の技術者になりたいと考えていました。そのためでしょうか、入学して最初の頃ですが、原子力工学概論の授業で、高温ガス炉用の“炭団”のような炭素被覆ウランの核燃料の講義（井本正介先生の講義）をよく覚えています。当時とは異なる資料ですが、図1に原子力製鉄システムの概念図を示しています。内容は、黒鉛減速He冷却の高温ガス炉で、取り出す高温のHeガスで発電だけ

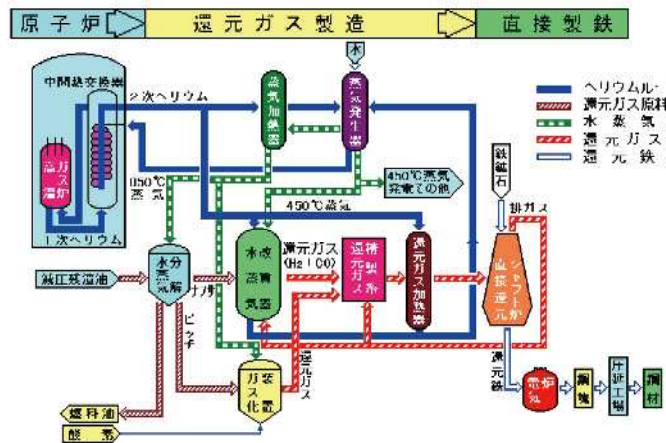


図1 原子力製鉄システムの概念図



* Toshiyuki IIDA
1949年5月生まれ
大阪大学大学院工学研究科原子力工学博士後期課程修了(1978年)
現在、一般財団法人 電子科学研究所 理事長 大阪大学名誉教授 工学博士 原子力工学 核融合炉工学 放射線工学
TEL : 06-6262-2410
FAX : 06-6262-6525
E-mail : iida@esi.or.jp

でなく製鉄にも利用する、熱利用効率の非常に優れた原子炉システムです。・・・阪大入学後は、早く原子力の専門の勉強をしたかったのですが、・・・

図2は、昭和44年阪大入試直前の東大安田講堂事件の新聞記事です。東京大学医学部の無給のインターン制度の改善要求に、教授会の強硬姿勢で反対学生の処分、またその処分に冤罪が加わり、どんどん問題が掘れて大きくなり、更に他大学の学生も加



図2 東大安田講堂事件 (1969年1月18日)



図3 作家三島由紀夫 陸上自衛隊市ヶ谷駐屯地で割腹自殺 (1970年11月25日)

わって、東大が封鎖されてしまう大学紛争に発展しました。国立大学の入試期日が迫ってきていることもあり、東大は遂に警察の出動を要請して、やっと学内封鎖が解かれる状況でした。このような状況下で、結局、東京大学の入学試験が中止される前代未聞の事態となりました。

阪大の入学試験は、大学キャンパス外に試験会場を借りて無事実施されましたが、大学紛争は阪大キャンパス内にも伝染していました。アラブの春の小型版のような感じでしょうか？ 70年安保闘争もあり、赤ヘル、黒ヘル、白ヘル等の血気盛んな学生グループができ、政治論議が盛んに行われました。

一方、このような左翼運動に対抗して、作家の三島由紀夫は、自衛隊駐屯地に立てこもり、憲法改正のために自衛隊員にクーデターの決起を促しましたが、ままたず割腹自殺しました (図3)。このような混沌とした中で、阪大豊中キャンパスでも多く

の講義室が封鎖され、教養部の本来の講義はほとんど行われず、筆者は遊び呆けていました。年度末が近くなって、全員留年の事態を防ぐための詰め込み授業が行われ、単位の大安売りでした。

3回生になったあたりから、大学紛争はようやく静かになりました。通常の状態に戻るのに、2年以上かかったように思います。

学部生時代は全くの勉強不足にもかかわらず、筆者は原子炉が見たくて仕方ありませんでした。4回生の時に、講義の一環の原子炉実習で、初めて原子炉に触りました。図4は、近畿大学の原子炉の写真です。今現在の近大マグロや鮪ほどではありませんが、近大原子炉も有名でした。最大出力1Wの超小型の原子炉ですが、必要な機能は全て整えられていました。原子炉の出力が上昇する様子は、中央制御盤のメーターで確認するだけでしたが、それで



図4 近畿大学の教育用原子炉 左：原子炉本体 右：原子炉制御盤



図5 京都大学原子炉 KUCA 臨界集合体

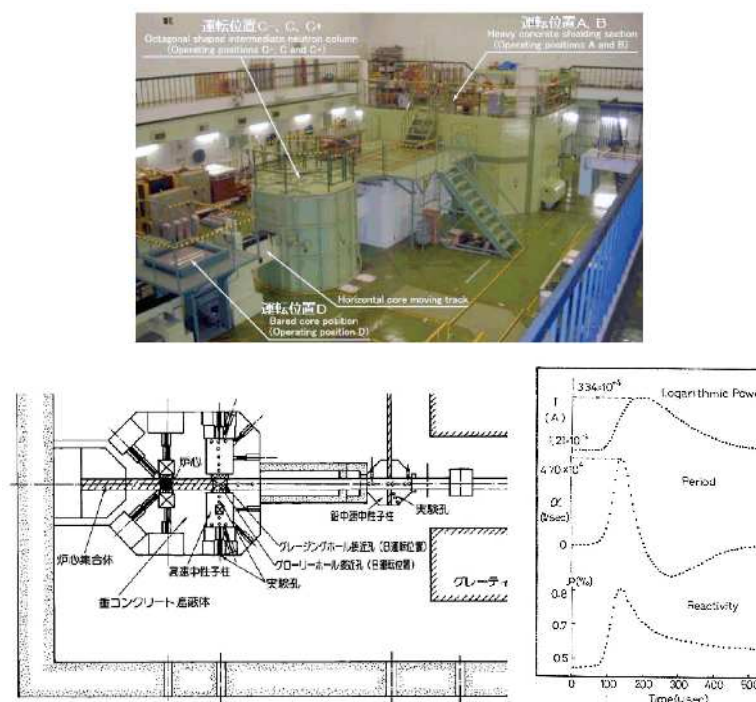


図6 東大高速中性子源炉“弥生”とパルス運転の例

も興奮しました。学生が一人ずつ交代で運転実習を行いましたが、手順を間違えたり、指示計を見誤り、不適切な操作で警報が鳴った時には、全員が叱られました。多くの指示計のある原子炉運転の安全確保には、このような全体の緊張感が非常に大切です。

大学院修士1年の時には、京都大学原子炉実験所の中高速中性子束炉 (KUHF) の開発研究に参加しました。当時は、京大原子炉実験所までは、JR阪和線の熊取駅から玉葱畑を横に見ながら徒歩で30分程かかりました。図5に、主要の実験装置であるKUCA 臨界集合体 (体系変更可能な超小型原子炉) の写真を示しています。軽水減速重水反射体2分割炉心の臨界集合体で、炉心の形状を様々な工夫変更

しながら、2分割炉の伝達関数の空間依存性について実験測定しました。KUHFの安全性評価のための実験です。反応度変化の周囲への伝搬の様子を測定し、理論計算と比較することで、原子炉の安全性を確かめました。原子炉の動特性の理解に大変良い勉強になりました。

図6は、東京大学原子炉—高速中性子源炉“弥生”です。“弥生”炉は2011年に廃止されましたが、この原子炉を用いた多くの動特性実験にも参加させていただきました。その一例が、即発中性子による超臨界の動特性の実験です。重コンクリート遮蔽体中の中央に、反射体を含めて約50cm角の炉心があり、この炉心の中心をプラスチックの反射体が高速で通

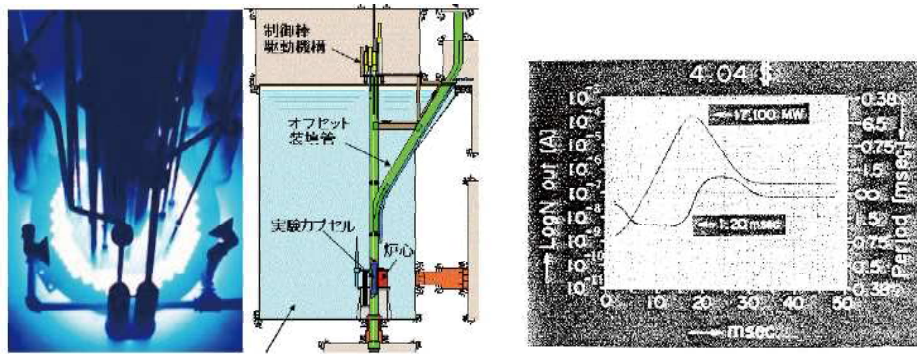


図7 JAEAの原子炉安全性研究炉 NSRR と即発臨界超過の暴走運転の例

過する間、即発中性子で臨界超過になるように工夫されていました。具体的な超臨界の実験方法は、炉心中を機関銃で発射したプラスチックの銃弾で通過させました。右のグラフが原子炉出力の測定結果とそれを基に求めた反応度変化の計算結果の例です。原子炉出力や投入反応度が高速で変化していることがわかります。図5の KUCA 臨界集合体による原子炉制御の研究と対比すれば、これが全てと言うわけではありませんが、図6の“弥生”炉の実験は、原子炉暴走、極限事故の研究ということになります。

図7は、日本原子力研究所（現日本原子力研究開発機構、JAEA）の原子炉安全性研究炉（NSRR）です。“弥生”炉と同様、反応度事故に対する原子炉の安全性を研究するために建設された原子炉です。炉心が水中にあり、炉心中の制御棒、トランジエント棒（大きな負の反応度を持つ安全棒）を一気に引き抜くことで、即発臨界超過の反応度事故、所謂、原子炉暴走を模擬することができます。そして、原子炉暴走に伴う温度上昇により負反応度のフィードバックがかかり、暴走が自動的に停止します。図7の水中で炉心が輝いているのは、暴走の瞬間に大量に発生する放射線誘起のチェレンコフ光によるものです。この原子炉でも、多くの動特性、パルス運転についての実験をさせていただきました。右のグラフは、動特性実験の測定結果の一例です。横軸が時間で、縦軸左が炉出力、右が原子炉ペリオドです。この例は、約15msで炉出力が約5桁上昇、ピーク値で17GWに達し、炉ペリオは約1.2ms、4.04\$の即発臨界超過の暴走運転でありました。1\$が即発臨界の反応度です。

“弥生”炉とNSRR炉の動特性実験には、高速応答の中性子検出器が必要でした。原子炉出力を示す

中性子バーストを正確に測定するには、検出器として十分な統計精度と高速応答性が必要です。電流電離箱の平均値型検出器が有効ですが、気体電離の電離箱では生成イオンの移動速度が遅く、応答速度に限界があります。そこで、イオンの遅い成分を除くため、中性子核反応で電極から発生する2次電子のみを平均電流とする真空型電流検出器の開発を行いました。詳細は省略しますが、その開発には、“弥生”炉、NSRRの他に日本原子力研究所の3号炉やJMTR炉を利用させていただきました。

先にも述べましたが、原子炉に直接接触りたくて、修士の1年の時には、日本原子力研究所東海研究所の夏期実習生に応募し、東海村に40日間滞在しました。その後、恩師の住田健二先生のお蔭で、大学院時代のM2からD2までの3年間を、東海研の原子炉計測制御研究室で共同研究することができました。

日本原子力研究所の外の東海村は、のどかな田舎でとても健康的でした。毎日、研究所の真砂寮から松林を抜けて、4号炉、3号炉の前を通過して研究2棟の研究室に通いました。研究室は設備も充実し、図書館は立派で、書籍や文献はほとんど簡単に入手できました。原子力の勉学には最適でした。ただ、娯楽施設は皆無で、常磐線の東海駅までは遠いし、バスも本数が少なく、非常に不便でした。車を持たない者にとっては、水戸に出るのも一苦勞でした。しかし、筆者には、原子力工学科の学生時代のこの期間に非常に感慨深いものがあります。人、物、時間、環境、お金・・・、人にとって大切なものは沢山ありますが、筆者には、大学紛争も含めてこの原子力工学科学生のこの時代に、非常に沢山の大切なものを得ることができたと思っています。