

日米欧原子力国際学生交流事業派遣学生レポート

Argonne National Laboratory 滞在記

東京工業大学原子核工学専攻
二ノ方研究室所属

藤木 尚

私はこのたび、日米欧原子力学生国際交流事業の援助をいただき、2006年2月から約3ヶ月間、Argonne National LaboratoryのNuclear Engineering Divisionに研究滞在させていただきました。滞在中は、主にsuper visorであるDr. James Caharanの下で直接さまざまなご指導をいただきました。

私の滞在中に行いました研究は、高速炉の自己制御性に関するものです。高速炉では事故時の炉停止は制御棒など能動的な炉停止機構に依存してきましたが、冷却材流量減少時スクラム失敗事象(Unprotected Loss-Of-Flow)や出力上昇時スクラム失敗事象(Unprotected Transient Over Power)時において炉心固有の特性、すなわち自己制御性により反応度を制御できれば、安全性が大きく向上できます。この自己制御性については、炉心固有の特性として炉心形状等の設計条件に大きく依存することが知られています。

そこで本研究では、ナトリウム冷却高速炉として、1,000 MW出力の金属燃料炉心を基準に炉心形状という観点から、自己制御性を有する炉心形状概念を追求してきました。そしてさらに、これら様々な金属燃料炉心に対し、金属燃料物性や冷却材の自己制御性に与える影響などを明らかにするために、動特性コードを用いた解析に着手していました。

ANLにおいては、金属燃料物性の自己制御性に与える影響を解明する第一段階としまして、主に、Dr. James Caharanの開発による、よりシンプルなコードを用いて、ANLの提唱しておりました一体型高速炉Integral Fast Reactorの基礎ともいえるEBR-IIタイプの炉心に対して、様々な金属燃料炉心を適用した場合の燃料物性の

変化に伴うAnticipated Transients Without Scram事象時の自己制御性への影響について評価を行いました。この炉型において計算を行いましたのは、日本においてはこのような炉型の評価を行ったことがなかったこと、アイダホにあります同様の米国国立の研究所、ANLwestにおいて過去に行われた自己制御性確認のための各種実験のデータを許可された範囲で利用することが可能であったためです。

最終的には、U-5wt%Zr, U-10 wt%Zr, U-20 wt%Zr, Oxide, U-15 wt%Pu-10 wt%Zr, U-Pu-30 wt%Alのタイプの燃料について、Unprotected Loss-Of-Flow, Unprotected Transient Over Power, Unprotected Loss-Of-Heat Sinkにおける各種炉心反応度や燃料、冷却材出口温度など様々なパラメータからAnticipated Transients Without Scram事象時における自己制御性に対する影響を検討しました。

また加えてUnprotected Loss-Of-Flow事象においては、設計条件の一

つであります冷却材流量半減時間を変化させて評価を行ったり、Unprotected Transient Over Power事象においては、反応度挿入速度を変化させた時の影響などについても検討しました。結果、自己制御性を有するための条件である、炉心各部において冷却材が沸騰に至らず、燃料溶融も起こらないという観点について、各燃料における炉心内部の温度変化の分析および自己制御性に対する有効性の比較を検討することができたことも収穫です。

当初、使用させていただければと考えていたコードが、守秘義務の関係で使えないことがわかり、当初とは異なったアプローチをすることにはなりましたが、Dr. James Caharanほか多くのアドバイスのもと、炉心における各設計条件について非常に多くのことを学ぶことができました。

一般的な研究および学習という面においては、ANLにおいての彼らの研究に対するスタイルや問題解決へのアプローチなど、様々な点で勉強になりました。彼らは問題が発生するとすぐ部屋まで出向いて議論をし、すぐ電話をして解決するまで議論します。先延ばしにせず解決しようとする姿勢は非常に勉強になりました。

また、私の所属するNE divisionに学生はほとんどいなかったのですが、多くの人が部屋を訪問するとにこやかに対応してくれたり、オリンピック期間中の滞在だったこともあり、日本人が金メダルを取ったぞ!と仕事の中にイ



Super visorのDr. James Caharanと筆者(滞在したANL内のNuclear Engineeringのディビジョンの建物前で撮影)

タリア人がやってきたりと(時差の関係で真昼にオリンピックの競技が行われていました), 大変良くしていただいたと思います。Super visorのDr. James Cahalanは, 私をつたない英語にも関わらず時間を割いて, 多くのdiscussionの機会を作ってくださいました。教わることが多く, いろいろな面で大変勉強になり大変感謝しています。

ANLでの生活面についてですが, 私は2月初めからという期間でANL内にありますロッジで滞在させてくださいました。このロッジでは, 学生などが共同生活できるような設備がそろっているので, 滞在している学生と買い物やレンタカーをシェアすることもできると聞いていたのですが, 残念ながらシカゴの冬は大変厳しいこともあるせいか, 学生はほとんど誰も滞在

していませんでしたので, 最初の滑り出しはかなり厳しいものとなりました。暖冬の今年でも, 真冬は歩いて通うことが厳しいほど冷えることもありましたが, もし, 今後行かれる方は, 3月以降か, できたら4月以降に滞在されるとよいと思います。

それでも2週目の途中からはアルゼンチン人が1月ほどの間, 滞在最後の1週間には米国人が一緒にシェアスペースにやってきましたので, 彼らと一緒に生活するなかでいろいろと世界の文化を感じるいい機会になったと思います。

最初の頃は大変でしたが, 自分の生活のためということもあり, 多くのネイティブの人に自分から話しかけていくという積極性がつくいい機会となったと思います。3月に, 東京大学の松岡さんがいらしてからはレンタカーを

借りることもでき, 最終週にはスプリングフィールドという都市まで内陸をドライブしたのもいい思い出となりました。

最後に, 今回の原子力学生国際交流事業のご援助をいただき, このような貴重な経験が得られたことに深く感謝するとともに, この経験を今後の研究活動に大いに生かしていこうと思います。本事業を担当する長谷川先生をはじめ日本原子力学会の諸先生方, ANLでのsuper visorでありましたDr. James Cahalan, Dr. James Cahalanを紹介していただいた二ノ方教授に深く感謝いたします。また, ANL滞在中にいろいろとお世話いただいた日本人の皆様, 東京大学から派遣された松岡さんに深く感謝いたします。

(2006年 5月10日 記)



新刊紹介

改訂・原子力安全の論理

佐藤一男著, A5判, 345 p. (2006), 日刊工業新聞社出版。
(価格3,570円, 税込), ISBN 4526055972

TMI原子力発電所の事故から4年目に発刊された本書初版は, 時宜を得た斬新な内容で注目を浴び, 著者は「エネルギーフォーラム賞」を受賞した。その3年後に発生したチェルノブイリ原子力発電所の重大事故を経て, 原子力発電の安全確保に本格的に取り組み始めたIAEAで, わが国の代表として活躍した著者は, やがて原子力安全委員に任命され, ここで美浜2号機事故やもんじゅ事故を経験した。さらに1999年には原子力安全委員長としてJCO事故に遭遇し, その対応に追われた。こうした数々の経験を通じて練り上げられたのが本書であり, 例えは悪いが「歴戦」を経て, 原子力安全の論理に筋金が入ったと言えるか。

本書の目次を初版と比べると, シビアアクシデントの章が入ったこと以外は似ているが, 本文はほとんどすべて書き直されている。また初版で入っていた写真や図が一, 二の例外を除いてなくなってすっきりし, 「例」が囲みで示されて読み易い。

まず第1章は安全の概念であり, 安全の定義, 原子力の安全とリスクの概念が示されている。第2章は原子炉の安全で

あり, 歴史的展望から始まり, チェルノブイリ事故を経て出されたセーフティ・カルチュアの概念が示され, 次いで, 安全確保の枠組み, 総合的安全目標および段階的目標とその役割について述べている。第3章は安全設計であり, 事故の性質, 設計基準事象(DBE)の考え方, 設計における多重防護および安全機能分類と重要度の順に説明している。第4章は新しく加わったシビアアクシデントであり, 最初に定義的なことがあり, シビアアクシデントの要因と経過およびアクシデントマネジメント関連のことが示され, さらに立地評価と防災対策にも触れている。第5章は確率論的安全評価(PSA)であり, 初版の2倍近い頁数を割いて詳しく論じている。オーソドックスな叙述の後で, PSAの問題点を明示している点が面白い。

最後の第6章では, 人的因子について, この問題の背景に始まり, 意思決定と行動, 適切な情報と状況判断, 人にやさしい機械系の順に進む。ただ欲を言えば, 保全における人的因子なども論じてほしかった。

いづれにしても, 改めて時宜を得た名著であり, 原子力安全に携わる人の必読書であるとともに, より広く原子力を考える人達や学生にもぜひ読んでほしい本である。残念ながら本屋であまり見かけないのが少し気になる。

(株原子力安全システム研究所・木村逸郎)

