

## <第39回炉物理夏期セミナー報告>

### セミナー概要報告

夏期セミナー事務局  
(財) 電力中央研究所

第39 回炉物理夏期セミナーは平成19年8月6日から8日までの日程で、東京・麻布のNTT麻布セミナーハウスで開催された。参加者は、83名（内、学生26名）で、近年では最高の参加者数であった。今回は、炉物理部会の運営担当機関の見直しの一環として、(財) 電力中央研究所が夏期セミナーの幹事機関を担当した。並行して、従来の保養地・温泉地などでの合宿の意味合いの強い夏期セミナーの意義を再検討する意味で、都心での開催を試行した。都心と言っても、閑静な研修用施設を利用し、夏期セミナーに集中できる環境を提供したことから、これまでのセミナーと同様に開催主旨を踏襲できた。

現在、世界的に原子力カルネッサンスと言われ、わが国でも、原子力立国計画が2006年8月に取り纏められた。このなかでも、高速増殖炉サイクルの早期実用化が謳われ、実用化シナリオが取り纏められた。併せて、「もんじゅ」の運転再開が進められている。軽水炉についても、安全確保を大前提とした既設原子力発電所の適切な活用、が謳われている。一方、総点検のなかで、志賀原子力発電所1号機の定期点検中（平成11年6月）に制御棒引き抜けによる臨界事故が発生していた事などが公表された。

今回のセミナーでは、「もんじゅ」の運転再開、軽水炉の起動時の安全確保、目に見える炉物理に着目して、「炉物理試験の基礎と実践」をテーマとして、高速増殖炉の最近の炉心設計と「もんじゅ」の運転再開、軽水炉および高速炉臨界集合体での炉物理試験の基礎と実機プラントでの実践に係わる講義をお願いした。また、代谷部会長を座長として「商用炉の臨界事故（炉物理的観点から）の討論」を実施した。更に、ITERの建設などで注目される核融合炉開発の進展について講演頂いた。

参加者からのアンケート回答によると、「テーマがタイムリーであった。」、「炉物理試験に関して多岐にわたる内容であり、役に立った。」、などの意見が寄せられ、本セミナーは概ね好評であった。

セミナーが行われた麻布セミナーハウスからは六本木ヒルズが間近に見え、周囲にはドイツ大使館、フランス大使館などの大使館が多く、懇親会などで麻布・六本木の雰囲気を感じていただけたと思われる。

最後に、本セミナーの開催にあたり、ご多忙のなか講演を引き受けて下さり、熱心に講義・講演下さった講師の方々と参加者の皆様に心から感謝を申し上げます。また、快く財政的支援を頂いた賛助企業の方々に深く感謝の意を表します。

## セミナー実施概要

日程： 2007年8月6日（月）～ 8月8日（水）

場所：NTT 麻布セミナーハウス（東京都港区南麻布 4 丁目 5-63）

テーマ：炉物理試験の基礎と実践

参加人数：83名（内訳：講師8名、部会員27名、学会員8名、非会員14名、

学生部会員13名、学生会員4名、学生非会員9名）

### ・ セミナープログラム

8 月 6 日（月）

|               |                                            |
|---------------|--------------------------------------------|
| 13：00         | 受付開始                                       |
| 13：30         | 開校式（部会長）                                   |
| 13：45 ～ 15：15 | 実用化時代を想定した高速炉の炉心・燃料設計と研究開発<br>：大木 繁夫（JAEA） |
| 15：15 ～ 15：30 | 休憩                                         |
| 15：30 ～ 17：00 | もんじゅの炉心設計と性能試験：宇佐美 晋（JAEA）                 |
| 18：00 ～ 20：00 | 懇親会                                        |

8 月 7 日（火）

|               |                                            |
|---------------|--------------------------------------------|
| 8：45 ～ 10：15  | 炉物理試験の基礎 1－炉物理の実体験－：島津 洋一郎（北大）             |
| 10：15 ～ 10：30 | 休憩                                         |
| 10：30 ～ 12：00 | 炉物理試験の基礎 2－逆増倍法および炉周期法に対する考察－<br>：中島 健（京大） |
| 12：00 ～ 13：30 | 昼休み                                        |
| 13：30 ～ 14：45 | PWR の炉物理試験：中野 誠（三菱重工）                      |
| 14：45 ～ 16：00 | BWR の炉物理試験：岩田 豊（日立 GE ニュークリア・エナジー）         |
| 16：00 ～ 16：15 | 休憩                                         |
| 16：15 ～ 17：30 | 商用炉の臨界事故（炉物理的観点から）の討論<br>：（座長）代谷 誠治（京大）    |
| 17：30 ～ 19：00 | 夕食                                         |
| 19：00 ～ 21：00 | 若手研究会／拡大幹事会                                |

8 月 8 日（水）

|               |                           |
|---------------|---------------------------|
| 8：45 ～ 10：15  | 高速臨界集合体の炉物理試験：岡嶋 成晃（JAEA） |
| 10：15 ～ 10：30 | 休憩                        |

10:30 ~ 12:00 最近の核融合研究の進展—ITER 建設段階に入り—

: 池田 佳隆 (JAEA)

12:00 閉校式 (副部長)

・ 講義要旨

「実用化時代を想定した高速炉の炉心・燃料設計と研究開発」大木 繁夫 (JAEA)

軽水炉と比べたFBR炉心の特徴、炉心核設計、熱流体力設計、燃料設計の手順・実際の説明があった。また、実用化戦略調査研究 (FS) の成果および実用化研究開発 (FaCT) プロジェクト計画の概要が紹介された。特に、実用化燃料の開発として取り組んでいる、TRU酸化物燃料、ODS被覆管燃料ピンについて具体的な説明があった。講義内容に対して、炉心設計での工学的安全係数などの質疑があった。

「もんじゅの炉心設計と性能試験」宇佐美 晋 (JAEA)

もんじゅの炉心設計の特徴、核設計計算、熱流体力設計などの説明の後、前回 (1993~1995) の性能試験と解析結果の紹介があった。また、今後の燃料取替計画と性能試験工程 (案) の説明の他、国際的なMA含有燃料照射試験などの将来計画の紹介があった。これに対して、今後の燃料取替計画へのもんじゅの長期停止の影響 (Am蓄積など) の議論があった。また、先の性能試験での冷却材反応度の正負、測定精度と解析方法などについての議論があった。

「炉物理試験の基礎1—炉物理の実体験—」島津 洋一郎 (北大)

炉物理試験は炉物理を直接実感出来る貴重なチャンスとの導入から始まり、原子炉の臨界近接の基本原理、動特性方程式の導出、ラプラス変換による解法、逆時間方程式などの講義があった。また、キセノンの発生・消滅に伴うキセノン振動試験の紹介があった。講義に対し、 $\beta/1$  の測定方法 (事象が早すぎて測定困難)、Xe振動解析方法などの質疑があった。Xe振動解析については、Xe-135の崩壊時間は遅発中性子先行核の崩壊時間に比べ十分に大きいので、Xe振動の解析は数分~時間単位での燃焼計算を行えば充分であるとの回答があった。また、炉物理研究の今後の方向性についても意見交換があった。

「炉物理試験の基礎2—逆増倍法および炉周期法に対する考察—」中島 健 (京大)

臨界近接に使われる逆増倍法を用いて、深い未臨界状態から臨界量を精度良く推定する工夫について、TCAでの実データを交えて紹介があった。また、反応度測定 (ペリオド法) の精度について $\beta_{\text{eff}}$ の測定結果、解析結果を中心に紹介があった。 $\beta$ 値の見直しについて、吉田教授より、OECD/NEAでの、現行の6群を8群化する提案などの紹介があった。 $\beta$ 値の誤差、共分散データなどについて熱心な議論がなされ、 $\beta$ 値に係わる遅発中性子先行核収率、先行核崩壊定数のフィッティング誤差は、ウラン核種でも3~5%あり、なかなか改善が難しい

ことが説明された。

「PWRの炉物理試験」中野 誠 (三菱重工)

PWRでの燃料装荷時、高温零出力時、出力運転時に実施される炉物理検査の実施項目、頻度などの説明があった。また、炉物理検査の高度化として、ノイズ分析手法による減速材温度係数測定、動的制御棒価値測定手法などの紹介があった。特に、動的制御棒価値測定手法は従来のボロン希釈法で必要な十数時間の測定時間を大幅に短縮できるなどの説明があった。MOX燃料導入時の炉物理検査についての質問に対し、測定項目としては大幅には変わらないとの見通しが述べられた。

「BWRの炉物理試験」岩田 豊 (日立GEニュークリア・エナジー)

BWR炉心シミュレータとの対比を中心にBWRで実施されている炉物理試験(臨界CRパターン、炉周期など)の紹介があった。また、MISTRAL、BASALAのMOX臨界試験解析結果が説明された。最後に、原子炉の予期せぬ臨界事象として、志賀原子力発電所1号機での臨界事故などを例に紹介があった。臨界性に関する許認可で要求される予測精度などの質疑の他、MISTRAL、BASALAなどの臨界試験の意義について議論がなされた。また、PWR関係者から停止余裕検査方法の質問があり、BWRでは、サイクルごとの停止余裕確認は、最大反応度制御棒および所用制御反応度相当の制御棒引き抜きを行った炉心で未臨界が保たれていることをもって判定するとの回答があった。

「商用炉の臨界事故(炉物理的観点から)の討論」座長：代谷誠治(京大)

志賀原子力発電所1号機の臨界事象などの公表を契機に発足した、原子力学会の制御棒引き抜け事象調査委員会の委員を務める中島教授、代谷教授より、調査委員会の検討状況の報告があり、参加者で議論が行われた。臨界事故では、最大添加反応度、反応度添加速度、初期反応度が主要なパラメータとなるが、最大添加反応度が「即発臨界」状態であったかどうかは、残された記録では判断できないとのことであった。一方、過渡解析の手法、妥当性などについて議論が行われ、炉物理的な観点では北陸電力、日本原子力技術協会など、現在公表されている幾つかの解析、事象の理解は概ね妥当であるとの意見が多かった。

「高速臨界集合体の炉物理試験」岡嶋 成晃 (JAEA)

高速炉開発の歴史、高速炉の特徴、世界の高速炉臨界試験装置などの紹介の後、FCAでの常陽モックアップ実験、ベンチマーク実験(IRMA,  $\beta_{\text{eff}}$ )の説明があった。また、ドップラー効果測定、炉心溶融模擬実験、ADS模擬実験などの講義があった。これに対して、特にドップラー効果測定技術について質疑があり、ドップラー反応度の測定では、サンプルの熱膨張の影響や、サンプル燃料の周囲の燃料の温度の影響については注意深い考察が必要

で、それを実施してきたことが紹介された。

「最近の核融合研究の進展－ITER 建設段階に入り－」池田 佳隆 (JAEA)

トカマク方式の原理から始まり、長いエネルギー閉じ込め時間、高プラズマ圧力など核融合炉に必要な炉心プラズマ研究と、プラズマの第 1 原理による乱流シミュレーションにより自己組織化現象を発見するなど最前線技術の紹介があった。また、ITER 計画、JT-60SA 計画などが説明された。さらに 10PFLOPS 以上の超高速な計算機が実現すると、発電実証炉での様々な物理現象が計算機でシミュレーションできる期待が述べられた。材料開発など核分裂炉と共通の事柄もあり、興味深い内容であった。

若手研究会：8月7日（火）19：00より開催された夏期セミナー若手研究会では、以下の発表があった。参加者は30名で、研究会終了後も宿泊施設で深夜まで議論、情報交換が継続された。

- ・ 「詳細メッシュ BWR 炉心計算手法への多項式解析的ノード法の適用とその精度」多田 健一（名大）
- ・ 「Pu を用いた熔融塩炉の中性子束分布平坦化のための検討」本間悠斗（北大）
- ・ 「改良バイアス因子法について」野中伸仁（阪大）

第 39 回炉物理夏期セミナー決算

単位：円

| 収入        |            | 備考                                                                                                          |
|-----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 参加費       | ¥339,000   | ¥5,000×27(部会員)、¥7,000×8(学会員)、<br>¥9,000×14(非会員)、¥1,000×4(学生会員)、<br>¥2,000×9(学生非会員)、学生部会員13名は無<br>料、講師8名は無料。 |
| 懇親会参加費    | ¥250,000   | ¥5,000×50                                                                                                   |
| 追加テキスト代   | ¥54,000    | ¥3,000×18                                                                                                   |
| 広告掲載料・賛助金 | ¥440,000   | ¥30,000(広告)×14+¥20,000(賛助)                                                                                  |
| 部会補助金     | ¥0         |                                                                                                             |
| 雑収入       | ¥16        | 口座利息                                                                                                        |
| 収入合計      | ¥1,083,016 |                                                                                                             |

単位：円

| 支出        |            | 備考                                                                                                    |
|-----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| テキスト印刷費   | ¥291,375   | 150部                                                                                                  |
| 会場使用料     | ¥198,345   | ¥163,800(506研修室:1日+半日×2), ¥21,000<br>(304研修室:半日×1)¥6,300(マイク×1),<br>¥4,725(机セット×1), ¥2,520(追加イス×4)    |
| 宿泊費       | ¥163,725   | (宿泊:実費)¥5775×2×13(講師×3,学生×10)(2<br>泊3日), ¥5775×1×1 (講師×1)(1泊2日)<br>(講師食事:実費)¥600×7(朝食)、¥900×4(夕<br>食) |
| 懇親会費      | ¥240,000   |                                                                                                       |
| 若手研究会懇親会費 | ¥11,330    |                                                                                                       |
| 部会収入へ     | ¥124,769   | 収支差額10万円以上400万円までは30%を、<br>学会全体収入とする。                                                                 |
| 学会全体収入へ   | ¥53,472    |                                                                                                       |
| 支出合計      | ¥1,083,016 |                                                                                                       |



第 39 回炉物理夏期セミナー（平成 19 年 8 月 6 ～ 8 日 東京）

< 集合写真 >



< 講義風景 >





<若手研究会>