

# 1998 年炉物理夏期セミナー

---

## 1. まえがき

本年の炉物理夏期セミナー(主催;日本原子力学会炉物理部会,協賛;大学原子力教官協議会)は7月28日(水)から30日(金)までの3日間,横浜上大岡で開催された。30回目の節目のセミナーで,交通の便のよい都会で開催する新しい試みとなった。セミナーの内容は下記の2大テーマの他に,2つのトピックス講演を含める試みも行った。炉物理部会員の他に広く参加があり,講師の方々による熱意のある講演により,盛会でした。参加者は学生から中堅・ベテランまで65名でした。大学・原研・PNC,メーカー,ソフト会社等である。また,若手研究会(北田,伊藤幹事)には16名の参加があり,伊藤さんがとりまとめてくれました。セッションの座長は部会長以下の本年度運営委員の方々にお願いしました。

## 2. プログラム

テーマはつぎの2つとして,2日半にわたり15の講演と現状から今後の課題までのタイトなプログラムと意欲的な内容です。内容はテキストにまとめられています。原子力学会を通して購入することができる。

**テーマ1;原子力プラント保守技術・寿命評価に係わる炉物理的の現状と課題**

原子炉・関連機器の寿命評価/保全技術の実用化状況に鑑み,炉物理と周辺分野の境界である”材料照射効果に関する炉物理の応用”の現状と今後を話題として取り上げました。内容と講師方々は,木村逸郎教授(京大工)からのご推薦をいただき。

**テーマ2;プルトニウム利用炉の炉物理の現状と今後の方向**

軽水炉の高燃焼度化,1/3MOX炉心の着実な進展とその後のMOX炉,高燃焼度化炉心,低減速スペクトル炉,高速炉,未臨界炉などが議論されている。燃料サイクル確立の事業も進展してる状況のもと,その基礎をなす炉物理事項をまとめて取り上げた。今回は炉心概念よりは,これまでの実績をもとに新たな展開への基礎となる燃焼炉物理・手法と予測精度も含め,これからの炉物理について,いろいろな角度からレビューする機会と考えた。

# 「第30回 炉物理夏期セミナー」プログラム

場所;横浜市京浜急行上大岡駅ビル隣接 ウィリング横浜(横浜市の研修・宿泊施設);横浜市南区上大岡西1丁目6番1号ゆめおおおかオフィスタワー

7月29日セミナー(12時現地受付開始)

はじめの挨拶 成田 正邦(北大;部会長)

Session1 & 2 座長 成田 正邦(北大;部会長)

(1)原子力プラント保守技術・寿命評価に係わる炉物理的側面の現状と今後

- 材料への照射効果の素過程 (東大工)関村直人
- 構造材料への中性子・ガンマ線照射量予測計算法・予測精度 (原研)坂本幸夫
- 圧力容器材料の監視試験と健全性評価の現状 (三菱重工)富松 実

(2)トピックス講演(1)

- 微生物によるプルトニウムの捕集 (原研)北辻章浩

懇親会 山下公園から納涼船

7月30日セミナー

Session3 & 4 座長 沢村 晃子(北大;部会庶務幹事)

(3)原子力プラント保守技術・寿命評価に係わる炉物理的側面の現状と今後

- 「常陽」における高速炉ドジメトリーの現状と将来計画 (PNC)鈴木惣十
- ドジメトリー断面積と誤差評価法, 積分テスト (京大炉)小林捷平

(4)トピックス講演(2)

- 我国における軽水炉によるプルトニウム利用計画の状況 (東電)鈴木一弘

Session5 座長 青木 克忠(アイテル;副部会長)

(5)プルトニウム利用炉の炉物理の現状と今後の方向

- プルトニウム有効利用炉心及びMOX炉物理試験 (原機構)山本 徹
- 高転換軽水炉の炉物理とFCA実験 (原研)大杉俊
- 高速炉核特性の予測精度と燃焼感度解析 (PNC)石川 真

炉物理部会運営会

若手研究会 座長 伊藤 卓也(原燃工;若手小委員会)

## 7月31日セミナー

Session6 座長 工藤 和彦(九大;財務小委員会)

(6)プルトニウム利用炉の炉物理の現状と今後の方向(つづき)

- 高燃焼度炉心における高次アクチニド燃焼の課題 (原研)高野秀
- 新しい計算法によるMOX燃料核特性評価 (阪大工)竹田敏一

Session7 座長 伊藤 卓也(原燃工;若手小委員会)

(7)核設計・最適化手法のトピックス

- BWR燃料軸方向設計の最適化 (東芝)肥田和毅
- 炉設計解析法の開発トピックス (日立)丸山博見
- PWR炉心設計手法の高度化 (三菱重工)田原義寿

終わりの挨拶 成田 正邦(北大;部会長)

## 3. セミナー概要

### (1)成田会長の挨拶

第1回は昭和44年岐阜県の御岳山麓で炉物理夏の学校として開催されてから第30回の記念セミナーです。第1回に参加した私が部会長としては今回参加して感無量のものがあります。今年のセミナーは、初めて企業である東芝にお世話していただきました。また1回目の田舎の畳の上の寺子屋ムードとはうって変って、冷房装置の効いた都会の研修センターでありました。時代の変化も感じさせられました。

炉物理には、「炉の核設計」という側面と、「原子力工学の基礎」という側面があります。成熟した原子力工学において炉物理をどうしようか、という特集が部会報である「炉物理の研究」に、最近相次いで特集されています。これを人に当てはめると「原子炉」に物理的研究を見つけようという人と「物理」研究を原子炉に見つけようという人の両方のタイプがあるように思えます。

私はこの二つの側面の両方ともが必要と思っています。今回のセミナーも、両側面の代表である企業と大学の結び付けの場になればとよいと考えています。そのためには企業がお世話していただけたのは大変よいことであるとおもいます。



## (2)各セッション概略

### (a) Session 1 & 2

今回の第1テーマは、材料照射効果に関する問題で、材料損傷の素過程を東大の関村直人氏、照射量の予測の計算法を原研の坂本幸夫氏、実際の監視試験の現状を三菱重工の富松実氏に話していただきました。それぞれ熱の入ったいい話でした。以前、私は高名な先生から軽水炉寿命のクリテカルパスは何ですか、と聞かれたことがあります。私はそのとき圧力容器が脆性破壊温度になったときですよ、と答えたことを思い出しました。今回の話題は、現場と大学の結び付ける話題としてよいテーマであると思いました。

第一日目のトピックス講演「微生物によるプルトニウム捕獲」(原研北辻章浩氏)のウランや超ウラン元素を吸着する話は、炉物理から離れているようでも大変面白く、いろいろ応用が有りそうである。炉物理に関連させてオクロ現象のウラン堆積の理由の一つの説明にもなりそうな話である。(成田)

### (b) Session 3 & 4

テーマ1の保守技術・寿命評価データの横軸というべき、中性子ドジメトリーに関する二つの講義が行われた。近年の照射技術の進展に伴い中性子・ $\gamma$ 線照射量の増大、評価精度の向上が期待されている。講義では、照射量・スペクトル評価に関する状況が紹介された。「常陽」における高速炉ドジメトリーの現状と将来」(動燃, 鈴木惣十氏)では、照射量評価計算と測定、測定値を用いた計算スペクトルの解析、更にヘリウム蓄積型フルエンスモニターの導入、解析法の改良等の将来計画が紹介された。「ドジメトリー断面積と誤差評価法、積分テスト」(京大炉, 小林捷平氏)では、はじめに例題を

用いた共分散法の丁寧な説明があり、次いでJENDLドシメトリーファイル、標準場による積分テストとその有効性について述べられた。

トピックス講演「我が国における軽水炉のプルトニウム利用計画の現状」(東電, 鈴木一弘氏)で, 1994年の原子力長計改定後の状況が紹介された。電気事業におけるプルサーマル計画, 電力会社として一般の人々との接点において将来計画をどのように説明するか等が興味深かった。(沢村)

### (c) Session 5

テーマ2に関してはいずれのテーマも, 日本の原子力産業界や炉物理の研究者にとって関心が高く, 今後も重要度の高いものであり, セミナーでの講義として良い選択であったと思う。また, 講師の方もそれぞれ今までの知識や経験をうまく整理し, テキストにまとめた上で現状と将来の方向を講義されたので, 若手研究者へのバトンタッチという意味でも今回の講義やテキストは有意義と思われる。さて, 「プルトニウムの有効利用」という言葉が, 最近の世情を反映して, ニュアンスの異なるいくつかの意味で用いられているのは世界的な傾向であり, しばしば混乱のもとになっているようである。この混乱を防ぐためには, その仕事や研究の目的を明確に提示してから内容を説明するという努力が必要であるし, また, 聞く方も相手の立場を読み取る努力が必要なのではなかろうか。産業技術としての原子力開発が, その時代の社会の要請に左右されるのは自然のなりゆきではあるが, 一方では, 長期的かつ世界的視野に立った開発の方向を見失わないことが重要である。この混乱や迷いから早く脱却して, 本来の意味での「有効活用」に向けて足並みのそろった活動の早期到来を希求している炉物理屋は多いと思う。この意味でも, 石川氏の講演は数十年来の日本の炉物理屋の努力とその成果がまとめられており, 心強く感じた次第であった。是非若手研究者に引き継いでもらいたいものである。(青木)

### (d) Session 6

「高燃焼度化とPu及びMAのリサイクル燃焼の課題」(原研高野秀機氏)は燃焼度及び冷却時間によるPu, MAの組成変化, ならびに軽水炉, 高速炉, 加速器駆動炉によるこれらの燃焼についての報告である。軽水炉によるMAの消滅は比較的小さいこと, MAの組成が燃焼度とともに変わっていくことが議論された。また核データ(JENDL-3, JEF-2.2, ENDF/B6)によりMAの核分裂断面積が大きく異なる問題が再認識された。

「新しい計算法によるMOX燃料特性評価」(阪大竹田敏一氏)は特性法およびCCCP法を用いて非等方散乱を考慮した中性子輸送方程式を計算するものである。燃料セルの各方向への中性子角度分布はこの手法で非常に精密に計算できる。セルの位置

(格子中心,あるいはコーナー部)により非等方性が大きくなることが示され興味深い。CCCP法はFBR計算への応用が可能であることが示唆された。またマルチバンド法についてもわかりやすい説明がされて,この講演は炉物理に関する計算の面白さを強く印象づけるものであった。(工藤)

#### (e) Session 7

最後のセッションでは商業炉の解析技術に関する最新の状況について紹介があった。東芝の肥田氏より「BWR燃料軸方向設計の最適化」が紹介された。これは,燃料の軸方向の濃縮度分布等を最適化するアプローチであり,最小濃縮度を達成する最適解の例では上部,下部各々に濃縮度等がピークを持つ興味深い設計が紹介された。BWRでは設計に自由度が大きく,このような最適化手法はBWRの経済性向上に非常に有効であると思う。次に日立の丸山氏より「炉設計解析法の開発トピックス」が紹介された。核定数計算コードの高速化,多群炉心計算コードのスペクトル履歴の取扱,多群動特性解析コードの検出器位置毎の出力上昇への応答解析の精度等,多岐にわたる内容であった。炉設計解析法と計算機技術の高度化とが相まって進歩しており,炉物理と計算機科学との融和について興味深かった。最後に三菱重工の田原氏より「PWR炉心設計手法の高度化」について紹介された。核定数計算コードにおけるStoker-Weissの手法適用,炉心計算コードでのスペクトルミスマッチの効果考慮等が紹介された。MOX燃料の採用による共鳴核種の増加や,炉心内の核的な非均質性の増大に対するコードの対応が多々紹介された。

全体的に計算機の高速化に伴う,解析手法の高度化が実現され,それらがMOXを機会にさらに加速している印象が強く,確実な技術力の進歩が感じられる講演であった。(伊藤)

#### (f) おわりの挨拶(成田部会長)

講師の話を聞いていると,「面白い」,「喜びを感じた」,「感動した」,「役立った」などという言葉がしばしば聞かれました。結局,講演の良さは,文章と違って感情がでることにあるようで,論文では面白いとか喜んだとは書けない。役に立つというのは,企業の研究事始めであるが,大学は面白そうだから始まる。どちらにしても研究がうまく行くと,面白いものである。役に立つものを生む材料が面白さである。東芝からでて原研などの理事を勤めた初代南極越冬隊長の西堀栄三郎先生は,「役に立つ研究はない,研究は役に立たせるものである」と私たちに言ったことを思い出します。今回のセミナーも,出席者が役に立たせていただけると主催者としては「喜び」であるわけです。

## 4. 若手研究会

今年度の若手研究会の参加者は16名であった。研究発表とその質疑応答、全員参加の自由討論を以下のテーマで行った。研究発表2件(東北大学 平沢善孝さん, 大阪大学 佐野忠史さん) 討論「原子力の将来性についての意見交換」 研究発表は、非常にリラックスした雰囲気の中で発表及び質疑応答がなされ、各30分の割当時間は簡単にオーバーし、非常に基本的な質問から、核心部分にふれる質問まで多岐にわたる議論がなされた。

「原子力の将来性」についての議論は炉物理に携わるものとして、原子力と炉物理の関連についてどのように考えているのか？を各自再考察するきっかけになればとの意図から選択したテーマである。議論の材料として、「原子力は他の工学分野と比較し魅力があるか？」というアンケートを実施した。その結果、「原子力は他の工学分野と比較して魅力がある」という回答が多数であり、理由は「技術的に面白い」「社会的貢献度が高い」が多数であった。逆に「原子力に魅力がない」という回答は少数であり、理由は「技術的に成熟している」「社会的に受け入れられにくい」が主であった。かなり近い立場の参加者の回答がこのように分極化する理由について会場で討論した。論点のまとめは以下のようである。

技術面では「新型炉心、新型燃料等開発、解析コードの高度化、実用化という点で、面白さは多い。」これに対し「魅力が無い理由は、従来炉心に従来燃料でこれまで通りの軽水炉の運転を続けるのであれば、技術は成熟している。」というものであった。前者の意見の参加者が多く炉物理が原子力の発展に大きく寄与すると前向きに考え、研究、業務に励んでいることが表れており、心強い印象を受けた。社会面では「原子力はエネルギーの基盤となり得るので、社会的貢献度が高い」が、「マスコミに不要に叩かれ過ぎ、上手につきあう必要がある。一般の方から理解されていない。低年齢から客観的な原子力の知識を持ってもらうことが大事」という声が多いようであった。原子力自体の意義を自分は理解していても、一般の方に客観的理解が浸透しない苛立ちがあるようであった。また、学校教育の中で原子力もっと積極的に取り扱うべきだと考えている方が多かった。こういった状況で炉物理屋が単なる技術者から社会に貢献する炉物理屋となるためには、炉物理の原子力全体に対する役割、今後の役割を再認識し、社会に客観的知識を提供できる素養を持つことが重要であろう。議論を通じてこのような感想が得られた。この研究会では様々な意見をお互いに交換しあい、有意義な時間を持てた。(伊藤)



## 5. おわりに

最終日に行ったアンケートには今後のセミナーの方向について示唆に富んだコメント等があり、次回に反映していきたい。今回の様な街中のセミナー会場利用については、参加しやすくよいという意見と、コミュニケーション機会が少ない点が不満との意見に分かれたようだ。テーマ選択と「気軽に参加」が新たな参加層に夏期セミナーを機会に、炉物理コミュニティーへの参画機会を与えることにつながると期待でき、やりかたとテーマの選択を組み合わせしていくことの重要性が示唆されている。

テーマについては、テーマ1は炉物理関係者の多くは詳しくないが参考となったという意見、テーマ2は広くカバーしていて全体として具体的なものもあり業務に役立つというものが多かった。プルサーマルに関する状況などとの関係で、鈴木一弘氏のトピックス講演は好評であった。また、異分野講演の北辻章浩氏の話の目新しさはアンケート回答者の半数が興味をもったとの回答であった。・参加してよかった、勉強の意欲につながったとの意見をいただき主催者として有難い意見もいただきました。講師の方々の講演の熱意によるところが多く、この場をかりてお礼申し上げます。

懇親会は、天候に恵まれ横浜ベイクルーズ納涼船で行った。港の夜景・ビール・歌と演奏・ビンゴゲームなどを楽しんだ。

原子力学会炉物理部会H10年度セミナー小委員会  
東芝 川島正俊, 三橋偉司