

第 56 回炉物理夏期セミナー開催報告

原子燃料工業(株) 兵頭秀昭

セミナー小委員会担当幹事

大阪大学 竹田 敏

原子燃料工業(株) 長野 浩明

第 56 回炉物理夏期セミナーは、2025 年 8 月 28 日(木)～29 日(金)の日程で、大阪大学中之島センターにて開催された。参加者は 67 名(社会人 29 名, 学生 24 名, 講師 6 名, 事務局 8 名)であった。社会人には若手技術者の参加が多く、学生とあわせて将来の炉物理分野を担う人材にも多く参加いただいた。

テーマは「燃料設計と炉物理」であった。新型炉・新型燃料の開発において炉物理技術者が果たす役割, 炉物理技術者とその他燃料開発に関わる技術者の関係について理解することを目的として, 燃料設計と炉物理の関係に着目し, 燃料設計(燃料仕様の設定, 燃料の安全設計)において, 炉物理がどのように活用されるかを, 座学及び演習で学ぶスタイルとした。詳細は次ページ以降に示す。

また今回, 次ページに示すように実施要領を変更している。新たな試みとして実施した内容については, アンケート結果を見ると, 概ね方向性は支持されたようである。

最後に, 講義をお引き受けいただいた講師の皆様, 参加いただいた皆様, 及び協賛いただいた各機関の皆様に深く御礼申し上げます。

項目	従来	今回	評価	補足
開催期間	2泊3日	1泊2日	概ね(約60%) 高評価	評価結果から、参加のしやすさ向上(スケジュール調整のしやすさの観点)につながったと考えている。 一方、少数であるが「講義以外での交流も含め、2泊3日の方が良い」という意見もあり。
参加費	数千円	無料	高評価	従来よりも多くの広告出稿(協賛金への賛同)をいただけた点が最も影響大(従来5~6社に対して今回10社)。加えて、大学施設利用(宿泊施設併設の会議室を借りるよりも低コスト)、テキストのペーパレス化による支出低減により実現。
若手研究 発表会	プレゼン形式 (2名程度)	ポスター形式 (10名)	概ね(50%)高評価 (プレゼン形式の方が良かったという意見はなし)	活発な議論ができたという意見が多数あり。
宿泊場所	会場宿泊施設	各自で手配 (昨年度から)	—	宿泊を伴うセミナー開催には観光業の認可取得が必要となることから、各自で手配いただく方針とした。(観光業の認可を取得すれば宿泊を伴うセミナー開催は可能、対応については学会事務局で検討中の模様)
軽食・飲料の 提供	コーヒーなど	なし	—	「学会が費用を負担する飲食費用等の支出に関する規約」の改訂に伴い、夏期セミナー予算(参加費、協賛金)から参加者への飲食物の提供は不可となった。
懇親会	セミナー公式行事として 会場施設で開催	セミナーとは別に開催 (昨年度から)	—	「軽食・飲料の提供」と同様。 「学会が費用を負担する飲食費用等の支出に関する規約」の改訂に伴い、夏期セミナー予算(参加費、協賛金)による懇親会開催は不可となった。(夏期セミナー予算とは別に、独立した独自会計で実施する必要あり)

1. セミナー概要

テーマ : 燃料設計と炉物理

会期 : 2025年8月28日(木)～29日(金)

会場 : 大阪大学中之島センター6E, 6F会議室

参加者 : 67名(社会人29名, 学生24名, 講師6名, 事務局8名)

主催 : 日本原子力学会 炉物理部会

幹事 : 大阪大学, 原子燃料工業

2. 参加費・宿泊費

参加費 : 無料

宿泊, 食事 : 各自で手配

3. プログラム

	スケジュール	内容	講師
1 日 目	12:30~12:40	開会挨拶	部会長(NFI 牛尾氏)
	12:40~12:50	事務連絡, セミナー趣旨説明	事務局
	12:50~13:50	1. 燃料の安全設計の考え方	MHI 坪田氏
	14:00~15:20	2. PWRにおける燃料の安全設計と炉物理の関係	四電 西岡氏
	15:30~16:50	3. BWRにおける燃料の安全設計と炉物理の関係	GNF-J 土田氏
	17:00~18:00	若手研究会(ポスター発表)	—
	18:00~18:30	写真撮影	—
2 日 目	18:30~20:30	懇親会(自由参加)	—
	8:45~10:15	4. 一点炉モデルによる燃料仕様策定①(座学)	スタズビック・ジャパン 山崎氏
	10:25~11:25	4. 一点炉モデルによる燃料仕様策定②(ツール作成)	NFI 山本氏(山崎氏)
	11:25~12:30	昼食休憩	—
	12:30~15:00	4. 一点炉モデルによる燃料仕様策定③(問題演習)	NFI 長野氏(山崎氏)
	15:00~15:10	閉会挨拶	事務局代表(阪大 北田先生)

4. 各講義の概要

4.1. 燃料の安全設計の考え方(MHI 坪田氏)

日本原子力学会報告書「発電用軽水型原子炉の炉心及び燃料の安全設計に関する報告書 第1分冊：炉心及び燃料の安全設計 (AESJ-SC-TR009-1:2021)」の記載を参考に、原子燃料に求められる機能として、以下の説明がなされた。

1. 原子力発電所の安全確保の観点から燃料に対して求められる機能
2. 安全確保のための機能が喪失に至る要因と、要因に対して評価又は制限すべき項目
3. 評価項目に対する具体的な考え方、評価すべき事象と解析手法

特に、PWR を例にとり、評価すべき事象（安全解析、燃料棒健全性解析）と核設計・炉物理の関係についてまとめた。

4.2. PWR における燃料の安全設計と炉物理の関係(四電 西岡氏)

PWR 燃料仕様の設定について説明した後、燃料の安全設計と核設計・炉物理の関連について説明があった。PWR 燃料仕様の設定の説明では、まず PWR の仕組み・特徴、PWR 燃料の変遷について説明したのち、燃料仕様（ウラン濃縮度、燃料棒ピッチ、可燃性毒物の濃度・本数・配置）の設定について、炉物理の観点からこれら仕様を設定する必要があることを説明した。

燃料の安全設計と炉物理の関連については、各種評価事象に対して核設計・炉物理から解析に必要なデータが提供されるという流れについて、代表的な事象に対する説明がなされた。

最後に今後の展望として、現在行われている燃料開発（ATF (Cr コート, EnCore 燃料), 長期サイクル運転向け燃料) の紹介があった。

4.3. BWR における燃料の安全設計と炉物理の関係(GNF-J 土田氏)

基本的な流れは PWR に関する説明と同様であり、BWR 燃料仕様の設定について説明した後、燃料の安全設計と核設計・炉物理の関連について説明があった。

BWR 燃料仕様の設定の説明では、まず BWR の仕組み・特徴、BWR 燃料の変遷について説明したのち、燃料仕様（集合体の形状・寸法、ウラン濃縮度・配置、可燃性毒物の濃度・本数・配置）の設定について、炉物理の観点からこれら仕様を設定する必要があることを説明した。特に PWR と異なる BWR の特徴として、軸方向にボイド率分布が生じることを踏まえて、3 次元的に燃料仕様を検討する必要があることが説明された。

燃料の安全設計と炉物理の関連については、各種評価事象に対して核設計・炉物理から解析に必要なデータが提供されるという流れについて、代表的な事象に対する説明がなされた。また BWR の特徴として、重要な評価事象である核熱水力安定性（熱水力計算とのカップリング）に関する説明があった。

また、核設計が全ての評価の中心（各評価の入力）となることから、炉物理エンジニアは自身の範囲にとどまらず安全評価全体をリードする役割が求められるというメッセージが伝えられた。

4.4. 一点炉モデルによる燃料仕様策定(座学, 演習)(スタズビック・ジャパン 山崎氏, NFI 長野氏, 山本氏)

まず座学による理論の説明、評価ツールの説明の後に、ツールを用いた演習という流れで講義が行われた。

理論の説明では、炉心設計の基礎的な内容（中性子の生成・消滅、核計算の流れ）について説明した後、燃料運用と経済性に関する説明があった。経済性については、経済性評価の指標として発電原価の内訳（主に

資本費, 運転維持費, 燃料費) に関する説明があった。また, 燃料運用の重要なポイントであるサイクル長と取出燃焼度の関係について, 一点炉モデルの理論と評価例を交えた説明がなされた。

また, 現在開発・検討が行われている炉心・燃料の紹介として, SMR, HALEU について, 国ごとの特徴 (米国と欧州の違いなど) を踏まえた説明があった。

評価ツールの説明では, 一点炉モデルを用いて濃縮度と運転期間から必要な新燃料体数・バッチ数・取出平均燃焼度を算出するツールについて, 使い方, 各パラメータの見方・考え方, ツールの内部処理の説明がなされた。演習に先立ち, ツールの使用方法 (濃縮度・運転期間を変更した際の挙動) の確認が行われた。

最後に, より理解を深めることを目的として, 以下項目について, 評価ツールを用いた演習で体験したのちに解説を行った。

1. 新燃料体数／取出平均燃焼度と運転期間 (サイクル長) の関係
2. 新燃料体数／取出平均燃焼度と濃縮度の関係
3. Gd 有無の影響

上記項目について説明したのちに, 仕上げとして与えられた条件 (濃縮度と燃料の最高燃焼度を固定) に対する最適な運転期間の検討と, その条件から運転期間を変更 (長期サイクル運転を想定した変更) した際に, 最適な濃縮度と必要な取替体数の検討を行い, 演習のまとめとした。

5. 若手研究会

今回、より活発な議論が行われることを期待して、ポスターセッション形式での開催とした。大学、研究機関の協力により10件の発表をいただいた。活発な議論がなされていたことから、時間を予定よりも10分延長したが、それでも議論が尽きない様子であり、非常に好評であったと感じている。

第 56 回炉物理夏期セミナー若手研究発表会

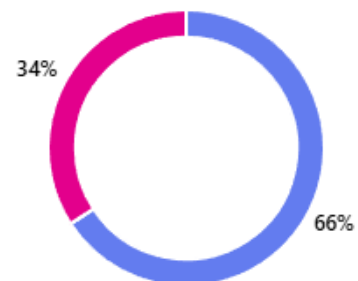
発表リスト

名前	所属	発表タイトル
加藤賢一	大阪大学	原子炉照射による In-115 をターゲットとした核医学検査及び治療用 Sn-117m の生成検討
奥田子龍	大阪大学	ケミカルシム制御の排除を目的とする可燃性毒物を用いた小型 PWR 用燃料の検討
岡垣昌樹	JAEA	高速炉における炉心管理及び燃料管理の実際 高速実験炉「常陽」
横山祐貴	東北大学	加速器駆動未臨界炉におけるビーム電流低減のためのポイドを用いた反応度制御
廣田諒我	名古屋大学	遅発中性子成分を利用した炉雑音解析による未臨界度絶対値測定手法の開発
森部太陽	名古屋大学	低中性子計数率条件下で利用可能な臨界近接監視手法の開発
浦瀬勇希	名古屋大学	炉外検出器信号を用いた固有直交分解に基づく炉内出力分布再構成法
汲田翔吾	名古屋大学	粒子法に基づいた中性子拡散計算の高速化に関する検討
嶋倉海倫	名古屋大学	CAD データを用いた モンテカルロ計算による形状変化が 実効増倍率に与える影響評価
Carren Li ong	名古屋大学	決定論的汎用核特性解析コード Genesi sRPC の開発(2)核熱結合計算への適用

6. アンケート結果

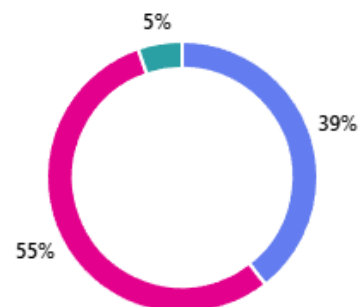
1. セミナー全体の満足度

● とても満足	25
● 満足	13
● 普通	0
● 不満	0
● とても不満	0



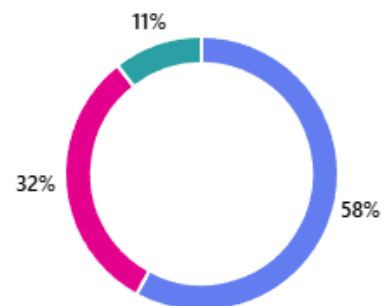
2. 内容の理解度

● よく理解できた	15
● ある程度理解できた	21
● 難しかった	2
● ほとんど理解できなかった	0



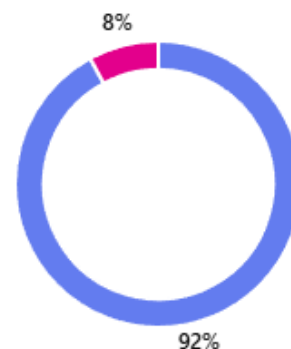
3. 講師の説明のわかりやすさ

● とてもわかりやすかった	22
● わかりやすかった	12
● 普通	4
● わかりにくかった	0
● とてもわかりにくかった	0



4. セミナーの時間配分

● 適切だった	35
● 長すぎた	3
● 短すぎた	0

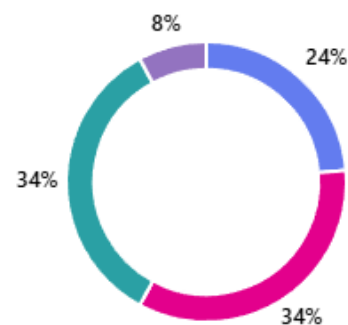


5. その他、セミナーに関するコメントはありますか（参考になった・難しかった・改善が必要など）？

- もう少し小まめに休憩を取った上で、3日間開催の方が自分は良かったです。
- どの講義も理解し易く、面白かったです。
- 各講義はとても分かりやすく参考になる内容でしたが、被りが多かったため独立しているとさらに良いと思いました。
- 教科書から先の適用について学べる良い機会だった。
- 一点炉モデル評価について、実際に手を動かして評価することで理解が深まりました。
- 若手研究会をポスターセッションにした試みは議論ができて非常によかったです。
- 経済性を考慮すると、取替本数など様々な考慮が必要となる点について、納得しつつも難しい点が多かった。
- とても参加した意義が大きかった。前回は今回も少し会場が窮屈だった。
- 燃料設計と炉物理の関連を初めて勉強ができました。特に、最後の一点炉モデルの演出を行えて良かったです。

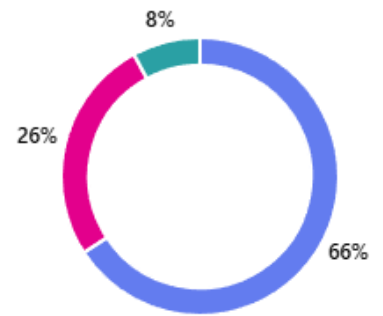
6. 例年は2泊3日の日程であるところを1泊2日としましたが、それに対する評価をお聞かせください。

● 非常に良かった	9
● 良かった	13
● どちらとも言えない	13
● あまり良くなかった	3
● 良くなかった	0



7. 例年は参加費を徴収していたところを「参加費なし」としましたが、それに対する評価をお聞かせください。

● 非常に良かった	25
● 良かった	10
● どちらとも言えない	3
● あまり良くなかった	0
● 良くなかった	0



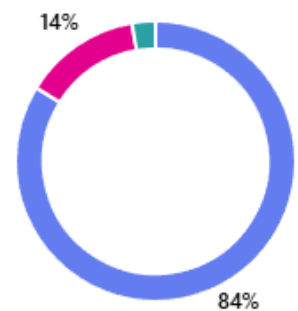
8. 若手研究発表会にポスターセッション形式を採用しましたが、それに対する評価をお聞かせください。

● ポスター形式の方が良かった	19
● どちらとも言えない	19
● 従来形式の方が良かった	0



9. 若手研究発表会のポスターセッションにおける意見交換の状況について、従来と比較してどう感じましたか？

● 意見交換が活発に行えた	31
● 従来と同じくらいであった	5
● 意見交換がしづらかった	1



10. その他、セミナー形式変更に関するコメントはありますか？

- 講義以外でも交流ができる点も含め、炉物理夏期セミナーは楽しい印象があるので 2泊3日の方が嬉しいです。
- ポスターセッションでは学生でも気軽に質問できるのが良かったが、質問者と発表者が一対一で長時間議論するという場面もありました。

11. 今後も炉物理夏期セミナーに参加したいと思いますか？

● 毎年参加したい	21
● 内容によっては参加したい	17
● あまり参加したくない	0
● 今回限りの参加予定	0



12. 今後の炉物理夏期セミナーで学びたい内容・テーマは何ですか？

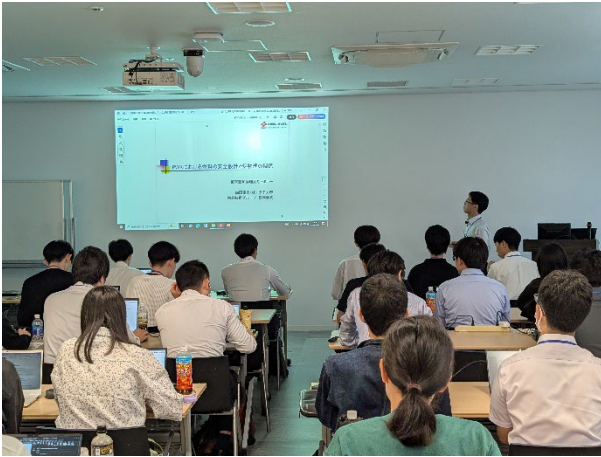
- 機械学習 (同様のコメントが 2 件)
- 計算コードについて
- 燃焼計算
- 今回のテーマを学べたことで満足しました。
- 動特性・過渡解析、安全解析
- モンテカルロ法
- 産業界、アカデミアの間にある知識ギャップを埋められるものなら全て
- 炉心設計の知見交流
- 核熱結合計算に関する内容を勉強したいと思い、特に革新炉における核熱結合計算はどのように取られているかを知りたいと考えています。

集合写真



セミナー状況





以上