

< 第 43 回 炉物理夏期セミナー 概要報告 >

炉物理夏期セミナー小委員会担当幹事

東北大学 岩崎 智彦

東北電力 高橋 利昌

1. 概要

第 43 回炉物理夏期セミナーを 2011 年 8 月 3 日から 5 日までの日程で、宮城県宮城郡松島町の日本三景・松島 花ごころの湯「新富亭」で開催しました。参加者は、のべ 86 名（うち学生 26 名）となり、盛況となりました。

今回のセミナーでは、福島第一原子力発電所事故を受け、「シビアアクシデントと炉物理」をテーマとし、シビアアクシデントやそれに関連する炉物理の項目について、当該分野の現状や最新動向について基礎から学ぶこととし、講義を中心に実施しました(別紙 1 参照)。

こうした講義ならびに若手研究会を通じて、東日本大震災を受けた原子力という分野における炉物理の役割等について、改めて考える場となるとともに、将来を担う若手（学生）の多数の参加により、幅広い世代間のコミュニケーションが実現したものと考えております。

2. 参加者感想について (別紙 5 参照)

(1) テーマ設定について

- ・若手が多く盛況な会合だった。テーマの選択もよかった。
- ・シビアアクシデント、アクシデントマネジメントにおける炉物理の立場をどのように位置づけるかが難しいと感じた。

(2) セミナー内容について

- ・プラントの知識が必要な講義があり、社会人向けのレベルを設定すべきではないか。
- ・パネルセッションを取り入れて欲しい。

参加者から得られたアンケート結果については、次回セミナーのテーマおよび内容等に反映するよう、次回幹事に引き継ぐことといたします。

3. 御礼

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、熱心に準備、講義下さった講師の方々、及び、本セミナーの開催に賛同頂き、ご協力頂いた企業の方々、先生方に深く感謝致します。

別紙 1 : セミナー実施概要

別紙 2 : 第 43 回炉物理部会夏期セミナー収支報告書

別紙 3 : 講義要旨

別紙 4 : セミナー写真

別紙 5 : アンケート集計結果

以上

セミナー実施概要

1. 開催日程

日程：2011年8月3日(水)～5日(金)

セミナー会場：日本三景・松島 花ごころの湯 新富亭

宿泊：同上

テーマ：『シビアアクシデントと炉物理』

福島第一原子力発電所事故を受け、シビアアクシデントやそれに関連する炉物理の項目について、当該分野の現状や最新動向について基礎から学ぶ。

参加人数：86名 (内訳：講師9名，部会員27名，学会員4名，非会員20名，
学生部会員18名，学生会員1名，学生非会員7名)

2. プログラム

8月3日(水) (13:00 受付開始・13:30 開校)

福島第一原子力発電所事故

14:00-15:30 (1) 事象概要 名大/山本先生

過去の事故

15:40-17:10 (2) TMI&チェルノブイリ 東北大/若林先生

◆懇親会

8月4日(木)

代表炉のシビアアクシデント

09:00-10:00 (3) BWR 東芝/小島先生

10:10-11:10 (4) PWR 三菱/竹内先生

11:20-12:20 (5) 高速炉 JAEA/飛田先生

.....昼食 エクスカーション【松島遊覧船ツアー】.....

シビアアクシデント・炉物理関連基礎

15:00-16:00 (6) 崩壊熱 東京都市大/吉田先生

16:10-17:10 (7) 被曝評価 JAEA/本間先生

17:30-19:00 夕食

19:30-21:30 若手研究会

8月5日(金)

シビアアクシデント・炉物理関連基礎

09:00-10:00 (8) 核種組成(ソースターム関連) JAEA/須山先生

10:10-11:10 (9) 再臨界 京大炉/中島先生

意見交換会懇談

11:20-12:20 (10) 今後の原子力・炉物理

12:30 <閉校>

第 43 回 炉物理部会夏期セミナー収支報告書

開催場所：日本三景・松島 花ごころの湯 新富亭

開催期間：平成 23 年 8 月 3 日～5 日

参加人数：86 名（講師 9 名を含む）

1. 収入

	消費税の 取り扱い	予 算	実 績			実 績 内 訳	
			数 量	単 価	金 額	(部会で徴収)	(事務局に振込)
(14201) 参加費収入							
一般部会員	不課税	350,000	27	5,000	135,000	135,000	
一般非部会員	不課税	0	4	7,000	28,000	28,000	
一般非会員	課税	0	20	9,000	180,000	180,000	
学生部会員	不課税	0	18	0	0	0	
学生非部会員	不課税	0	1	1,000	1,000	1,000	
学生非会員	課税	0	7	2,000	14,000	14,000	
参加費 計		350,000	77		358,000	358,000	
(14201) 懇親会参加費収入							
一般	課税		50	4,000	200,000	200,000	0
学生	課税		26	1,000	26,000	26,000	
懇親会参加費収入 計	課税		76		226,000	226,000	
(14265) 見学会費収入	課税		72	1,500	108,000	108,000	
(14241) 広告料収入	課税	300,000	7	30,000	210,000	210,000	
(14361) テキスト売上収入	課税	10,000	15	3,000	45,000	45,000	
(14371) 宿泊費収入							
一般 2泊3日	課税		48	25,740	1,235,520	1,235,520	
一般 1泊2日(8/3)	課税		1	13,740	13,740	13,740	
一般 1泊2日(8/4)	課税		1	17,740	17,740	17,740	
学生 2泊3日	課税		25	23,740	593,500	593,500	
学生 1泊2日	課税		1	11,740	11,740	11,740	
	課税		0		0	0	
宿泊費 計		2,000,000	76		1,872,240	1,872,240	
(14381) 昼食代収入	課税	100,000	76	1,260	95,760	95,760	
(14551) 通常予算補助金収入	内部取引						
(14561) 内部共催金収入	内部取引						
(14691) 協賛金収入	特定収入(共通)						
(14711) 賛助金収入	特定収入(共通)						
(14721) 寄付金収入	特定収入(共通)						
(14731) 受取利息収入	非課税						
(14751) その他収入	課税						
収入 合計		2,760,000			2,915,000	2,915,000	

2. 支出

	消費税の 取り扱い	予 算	実 績			実 績 内 訳	
			数 量	単 価	金 額	(部会で支払)	(事務局で支払)
(15021) 臨時雇賃金	不課税						
(15041) 会議費	課税	300,000			388,529	388,529	
会議室使用料(コーヒー付)		0	1	265,965	265,965	265,965	
お茶代		20,000			17,984	17,984	
昼食代		80,000	83	1,260	104,580	104,580	
懇親会費		200,000					
(15051) 旅費交通費(実費)	課税	2,100,000			2,154,350	2,041,360	112,990
国内旅費		100,000			112,990	0	112,990
宿泊費(8/3)		1,000,000	82	12,800	1,049,600	1,049,600	
宿泊費(8/4)		1,000,000	78	12,600	982,800	982,800	
日帰り料金			1	8,960	8,960	8,960	
(15061) 通信運搬費	課税	10,000			6,210	6,210	
通信費		5,000			6,210	6,210	
運搬費		5,000					
(15091) 消耗品費	課税						
(15111) 一般外注経費	課税	300,000			193,552	193,552	
(15115) 会場費	課税						
(15121) 出展費	課税						
(15131) 委託費	課税						
(15141) 賃借料	課税						
(15151) 保険料	非課税				0		
(15161) 諸謝金(含む源泉税)	不課税				0		
物品諸謝金							
金銭諸謝金							
(15171) 雑費	課税				6,085	6,085	
(15181) 支払負担金	不課税				108,000	108,000	
(15191) 助成金	不課税						
(15291) 内部共催金	内部取引						
支出 小計		2,710,000			2,856,726	2,743,736	112,990
残金返却又は不足金額		50,000			171,264		

残金が出た場合 (源泉徴収分) + (残金通常予算へ繰り入れ) = 送金額

不足分の場合 (実際の不足分) + (源泉税分) = 通常予算より補填額

講義要旨

1. 講義要旨

講義 1 「福島第一原子力発電所事故：何が起こったのか」

名古屋大学 山本 章夫

福島第一原子力発電所の事故進展について講義が行われた。BWR について構造や安全設計についての考え方、工学的安全設備の紹介が行われ、3号機の地震発生から水素爆発に至る経緯、1～6号機のプラント状態の概要について説明された。想定外、想定を超える事象に対するキーワードとして「深層防護」、「独立性」、「多様性」が挙げられた。

質疑応答では水素ガスの移動経路とその対策について、ベント操作とからめて議論が交わされた。

講義 2 「過去の事故事例 TMI&チェルノブイリ事故」

東北大学 若林 利男

事故の原因、再発防止策を検討する上で参考となる、過去の事故事例として TMI 事故及びチェルノブイリ原子力発電所について講義が行われた。事故の経緯、事故原因、被害規模、再発防止策、教訓についてそれぞれ紹介があり、炉物理的な観点からチェルノブイリのポジティブスクラムについて説明があった。また、チェルノブイリ原子力発電所の事故後の状況について映像を用いて紹介が行われた。

質疑応答では事故後の処理について現在の状況や終結までの時間、福島原発に応用できることはないのか等の議論が交わされた。

講義 3 「代表炉のシビアアクシデント BWR」

東芝 小島 良洋

代表的な原子炉として、BWR についてのシビアアクシデント現象やアクシデントマネジメントについて説明された。事故シナリオは PSA に基づいて求められていると紹介され、事故における炉心損傷後の物理現象は圧力容器健全時、圧力容器破損後それぞれについて挙げられていた。質疑では、福島第一原子力発電所の事故に関連して、今後の事故対策のために抑えなければならない検証実験の有無に関する質問などが出された。

講義 4 「代表炉のシビアアクシデント PWR」

三菱重工業 竹内 恵子

PWR のシビアアクシデントについて、BWR と共通のものが多いため、PWR 特有の物理現象である温度誘因蒸気発生器伝熱管破損(TI-SGTR)に焦点を当てた説明が行われた。TI-SGTR の発生要因や防止方法が説明された。アクシデントマネジメントは US-APWR を例にとって紹介された。質疑では、原稿の PWR と US-APWR の違いや事故時の現象に関する質問が出された。

講義 5 「代表炉のシビアアクシデント 高速炉」

JAEA 飛田 吉春

高速炉と軽水炉の比較が行われ、安全上の特徴の違いについて紹介された。炉心崩壊事故に関して、LOHRS、ATWS が挙げられ、起因過程、遷移過程、事故後物質移動過程それぞれに分類して説明が行われた。遷移過程では燃料の挙動が重要であり、不確かさ解析が重要になること、遷移過程以後は熱流動現象が主な問題となっていくことが説明された。質疑では高速炉の安全性や国内での実験に関する質問が出された。

講義6 「崩壊熱」

東京都市大学 吉田 正

崩壊熱の基本的な内容や計算方法について紹介された原子炉停止後はFP崩壊熱が崩壊熱の主要因であり、時間が経過するとアクチノイド崩壊熱が主要因になることやウラン燃料とMOX燃料の崩壊熱の違いが述べられた。計算方法について、公式を用いる方法と総和計算コードを用いる方法が紹介され、計算コードに関連してパンデモニウム問題の説明が行われた。崩壊熱計算精度向上のための取組について紹介された。質疑では冷却時間に関する質問やコードによる計算の精度に関する質問が出された。

講義7 「シビアアクシデントのリスク評価手法とその適用」

JAEA 本間 俊充

原子力発電所のPSAの手順と特徴について説明された。特に、周囲へのリスクを評価するレベル3PSAの手順についてOSCAARコードシステムを用いて説明され、人への健康影響や経済への影響が出力として求められることが述べられた。モデルプラントに対するレベル3PSA解析による個人リスクの解析結果や安全目標との比較についての説明がなされた。また、事故発生時において緊急事態宣言解除と防護措置解除の関係が今後の検討課題であることが述べられた。質疑では、福島第一原子力発電所の事故に関して、事故後の最善の措置や今後の防護措置の解除についての質問が出された。

講義8 「シビアアクシデント時のインベントリ計算と核種組成」

JAEA 須山 賢也

原子炉に内蔵されている放射エネルギーを計算する方法について、緊急時の対応も含めて講義が行われた。炉心とプールに存在する燃料の燃焼履歴や比出力等の計算条件決定の経緯や、インベントリ計算結果について、短半減期核種は停止直前の比出力によって決まるという説明がなされた。また、評価における計算の確からしさについて、用いた計算コードの検証として照射後試験データやその解析例の紹介がなされた。

質疑応答では福島第一の事例における計算結果の精度や、インベントリ計算で用いた条件と実際の状況との差が、結果に与える影響についての議論が交わされた。

講義9 「再臨界について」

京都大学原子炉実験所 中島 健

福島第一原子力発電所事故後の再臨界の可能性について講義が行われた。周辺の状況証拠を含めて、炉心の熔融過程、再冠水過程、冷却過程や使用済み燃料プールにおける再臨界可能性について、検討した結果の紹介がなされた。炉心において制御棒のみが溶けている状態で、再冠水過

程となったとき即発臨界を大きく超える可能性がある等の指摘があった。また、放散水注入等の実際の対応策について解説がなされた。

質疑応答では炉心が損傷したときの損傷モデルの立て方について、MOX燃料の影響の有無について、測定系が全滅しているため再臨界したかどうか分からないのでは等の議論がなされた。

2. 意見交換会 (座長 JAEA 岡嶋先生)

今回の夏期セミナーについて感想や意見の交換が行われた。抜粋して箇条書きとする。

(1) 若手研究会

- ・誰が言っているのか顔が見える形で情報発信すべき。
- ・判断材料だけを出すべき。
- ・勉強するべき。

(2) 全体

- ・信頼性が大事。
- ・40年の安心に慢心していた。
- ・どこまで安全が安全か、受容できる危険性を理解してもらおう。
- ・もっと勉強する分野を増やすべき(土木、電気等)。炉物理以外に無頓着であった事は反省すべき。しかし、炉物理の重要度が薄れていきやしないか心配だ。
- ・福島では津波の検討を行っていたはずだが反映されなかった。これは大いに反省すべき。
- ・何を勉強するかという具体性をしっかり持たせるべき。
- ・実験をやっている人は強い、解析で数字を追うばかりだと実感がわからない。実験を見直し、スケール感を養い、センスを磨くことが大事。
- ・うちは違うという訳ではない。自分だったらという視点が欠けていた。
- ・これから原子力の本当の実力が試される。本当に必要かどうかを試されている。

(3) 佐治部会長

- ・原子力に対する誇りと愛着を持てば我々が揺らぐことは無い。

写真



(初日, 全体記念写真)



(講義の様子)

(若手研究会の様子)

アンケート集計結果

(1) あなたは？ 学生です 社会人です

	(人)	(%)
学生	29	39
社会人	45	61

(2) 参加費・宿泊費と次回以降の開催場所・開催時期について

参加費は？	高いと思う	6	9
	適当だと思う	59	91
	安いと思う	0	0
宿泊費は？	高いと思う	16	25
	適当だと思う	52	80
	安いと思う	0	0
開催場所は？	都会がいい	20	31
	海のそばの地方がいい	32	49
	山の中の地方がいい	15	23
開催時期は？	8月上旬が適当	52	80
	8月中旬が適当	4	6
	8月下旬が適当	7	11
	7月がいい	2	3
	9月がいい	5	8

(3) スケジュールについて

講義時間は？	短いと思う	1	1
	適当だと思う	65	97
	長いと思う	1	1
講義のコマ数は？	少ないと思う	5	7
	適当だと思う	64	96
	多いと思う	0	0
パネルセッションは？	次回も取り入れてほしい	33	49
	講義形式の方がよい	26	39

(4) テキストについて

どちらがよいか	論文形式	19	26
	スライド割付	31	43
	特にこだわらない	22	31
モノクロ印刷でしたら？	十分読みやすかった	40	56
	見づらいところがあった	20	28
	カラーの配布資料が必要	8	11

(5) 今後、炉物理夏期セミナーで取り上げてもらいたいテーマは？

- a. 炉物理と他のトピックとの関連について
 - ・エネルギー源としての原子力について、その中における炉物理の役割について
 - ・炉物理と安全性のかかわり
 - ・炉物理とかかわりのある法律
 - ・炉物理を含めたシステムとしての原子力のとらえ方
- b. 原子力発電所関連について
 - ・BWRの運転と原子炉の中の核反応やボイドなどの変化について
 - ・原子炉・発電所全体に関する話。たとえば照射材料の材料力学、熱水力分野と炉物理
 - ・既存の炉心解析コードについて
 - ・今後既設炉に対し、どのような安全施設をとるべきか、どのように運用していくべきなのか
 - ・プラント挙動、安全解析など幅広いテーマを取り上げてほしい
 - ・感度解析、不確かさ評価
 - ・次世代原子炉の物理、設計思想、安全技術の紹介
 - ・V&V、炉心解析コード認証
 - ・炉工学、材料工学など
 - ・核-熱カップリングor動特性
- c. 規制について
 - ・規制の話。公開文献をベースに制限値の根拠等を知る機会がほしい。(今回の事故後に規制が固ま)
 - ・原子炉の解体、廃炉
- d. その他
 - ・ジャンルにとらわれず、原子力に少しでも関わることを取り入れて幅広く学びたい
 - ・ホットでクリティカルな内容を聞きたい
 - ・プルトニウムの利用、MAの処分
 - ・核データ
 - ・他分野と合同で開催してみてもどうか
 - ・事故の詳細な解析結果、対策
 - ・トリウム原子炉
 - ・再臨界
 - ・炉物理実験
 - ・炉物理基礎
 - ・SPEEDI

(6) 感想

- a. テーマ、セミナー内容について
 - ・久しぶりの参加でしたが、若手が多く盛況な会合でした。テーマの選択もよかった。
 - ・講義の内容は学生と社会人では求めているレベルが違いすぎると思う。
どちらに向けた内容かを明確にしてほしい。
 - ・シビアアクシデント、アクシデントマネジメントにおける炉物理の立場を
どのように位置づけるかが難しいと感じた。
 - ・プラントの知識が必要な講義があり、社会人向け、学生向けのレベルを設定すべきでは
若手研究会のフリーディスカッションは非常に刺激になった
- b. セミナー運営について
 - ・次回もツアーなどを組み込んでもらいたい
 - ・もう少し会場が広いほうがよい
 - ・論文とスライドの両方の資料がほしい。(後ろの席ではスライドが見えない)
 - ・事前にテキストを配布し、予習してからセミナーに臨みたい
 - ・部屋割りについて、組織中心にまとめていたが、こういう機会を通して、
ネットワークを広げる意味でも、組織にこだわらない部屋割りであるほうがよい
 - ・次回以降も東北で開催すべき(福島など)
 - ・宿の地図を配布してほしい
 - ・土日を混ぜてほしい
- c. その他
 - ・被災者である東北大、東北電力の方々の努力ありがとうございました