

ニッセイエブ 270部



日本原子力学会・炉物理連絡会 会報

編集(石大)三澤氏

炉物理の研究

(第 43 号)

1994年 3 月

巻頭言 「炉物理」という名の工学 高橋亮人 1

〈特別テーマ〉「今、炉物理の若手は」	3
特集1 「炉物理と私」	5
特集2 The アンケート「炉物理っておもしろい？」	27

〈第25回炉物理夏期セミナー報告〉

「これからのプルトニウム問題を考える」討論会 三澤 毅 (編集) 39

〈国際会議報告〉

- 1. 第7回未来型核エネルギーシステム国際会議 安田秀志 53
- 2. 「原子炉物理と原子炉解析」国際会議 竹田敏一 56

〈委員会報告〉

- 1. 炉物理研究特別委員会 土橋敬一郎 58
- 2. 遮蔽専門部会の活動 坂本幸夫 59
- 3. 核融合炉専門部会 前川 洋 60
- 4. 「臨界安全性」特別専門委員会 平川直弘 61
- 5. 「消滅処理」研究専門委員会 若林利男 62
- 6. 「放射線挙動」研究専門委員会 中村尚司 63

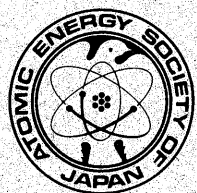
☆「炉物理部会」規約 65

☆炉物理夏期セミナー (旧 炉物理夏の学校) の歩み 69

☆事務局だより 70

☆平成五年度会計報告 72

☆会員名簿 73



(社)日本原子力学会

炉物理連絡会

巻 頭 言

「炉物理」という名の工学

大阪大学工学部 高橋 亮 人

30年前の学生時代、“炉物理研究のこれから”とか“活性化をいかにはかるか”というテーマで学会の特別会合等で盛んに議論されていたことを思い出す。Fermi-Amaldi, Weinberg-Wignerといった人達がすでに原理的に面白いことは食べ尽くしており、“炉物理はもう研究することがない”と言われたものである。当時の活発な“若手”は、それでも何か新しいものを求めて炉雑音・反応度理論・CA建設・中性子輸送・遮蔽研究・核融合中性子工学、等々へと展開をはかったように思える。そこから新しい物理はほんの少ししか生まれなかった、とういよりも「炉物理」はコード開発を中心とするソフト工学技術としての高機能化へと向い、CA等の実験はその補助となったと言えよう。炉物理の人達は何も新しい研究をしていないという“外部”からの批判は、この間も現在も根強く続いている。しかし、工学の基幹をなす学問領域の電気工学や機械工学の研究にどれ程“新しい物理”があるのであろうか？「炉物理という名の“工学”」であるともっと早くから認識しないといけなかったと思う。原子力工学とは、「核エネルギー開発という強力ミッションに支えられた総合理工学」にそのアイデンティティがある。炉物理はその中で、旗の色を決めている、即ち他の学問にはない原子力のみにある大切なものである。原子力が“核ヌキ”になったときはおしまいであろう。炉物理の消長はバロメータかもしれない。その健全なる維持と発展は、今後とも人類が原子力という人工エネルギーを必要とする限り不可欠である。「炉物理部会」発足をひかえて、工学としての炉物理の今後はどうあるべきか、“炉物理ルネッサンス”の与論を興す価値はあるだろう。

<特別テーマ>

「炉物理の研究」第43号 特別企画

「今、炉物理の若手は」

特集1 「炉物理と私」

— 執筆者一覧 —

青木保弘 (京大)、安藤真樹 (原研)、池田秀晃 (東電ソフト)、
石黒 智 (電源開発)、大井川宏之 (原研)、大木繁夫 (動燃)、
逢坂正彦 (名大)、岡野 靖 (東大)、小原 徹 (東工大)、
金子純一 (東大)、亀山高範 (電中研)、菊池 司 (東芝)、
木村 純 (京大)、黒木賢一 (九大)、小山淳一 (日立)、
須山賢也 (東北大)、タチアナ・ユーブレモビッツ (東大)、
辻本和文 (東北大)、原野英樹 (東大)、伏木勝己 (名大)、
水谷昭彦 (東工大)、山本敏久 (動燃) (あいうえお順、敬称略)

特集2 The アンケート 「炉物理っておもしろい？」

集計結果報告

特集「今、炉物理の若手は」

本連絡会は昭和43年発足以来、炉物理夏期セミナー開催、連絡会誌「炉物理の研究」の刊行などにより、炉物理を中心とする周辺分野の情報交換の場としての役割を果たしてきました。こうした活動を一層強化して21世紀に向けて新たな展望を開くために、本年4月より「炉物理部会」へ移行することになりました。

「部会」制の採用に伴い、円滑な活動ができるように種々の小委員会が新たに設置されます。その一つの「学生・若手小委員会」では、炉物理の研究を学生・若手研究者にとって魅力あるものとし、炉物理ひいては原子力の将来を担う研究者を育てて行くための活動を支援することになりました。

このような新しい動きを少し先取りして、連絡会として最後の会誌となる「炉物理の研究(第43号)」で、「今、炉物理の若手は」と銘打った特集記事を企画してみました。

ひとつは「炉物理と私」として、大学、研究所、電力、メーカー、ソフト関連で現在活躍している若手(部会の内規では若手を35才以下と定義している)の方々に、現在手がけている研究内容をいま流行の”萌芽的研究”の紹介といった性格も含めて紹介してもらい、併せて炉物理に対して抱いている抱負や、あるいは不安といったものを率直に語ってもらおうというものです。

もうひとつは「The アンケート<炉物理っておもしろい?>」を若手研究者の意識調査として、名古屋大学工学部・原子核工学科・仁科研究室の院生が企画してくれました。このアンケートは本連絡会に所属しておられる方々だけでなく、電力会社など関連のある機関にも配布してみました。

「炉物理と私」には21名の方から原稿を、また「The アンケート<炉物理っておもしろい?>」には131名の方々から回答を頂きました。結果はこの特集を読んでものお楽しみですが、若手研究者の卒直な気持ちが反映されていると思います。

この特集を通して、原子力の草創期からの大先輩を始め、炉物理に関与しておられる方々に若手の現状を知ってもらい、同感、反論など色々の意見交換が生まれ、炉物理分野の活性化の一助となればと考えております。

最後になりましたが、原稿をお寄せいただいた方々、また本連絡会には所属されておられませんが、アンケートに協力頂いた諸機関の方々に、この場を借りてお礼申し上げます。

「炉物理の研究」第43号 編集委員会

特集1 「炉物理と私」

京都大学大学院工学研究科原子核工学専攻
青木保弘 (京大・工・原子核・平成4年3月卒)

「軽水および重水による冷中性子の散乱断面積の計算」

熱中性子に比べてエネルギーの低い冷中性子および超冷中性子は、近年物性研究や基礎物理研究において需要が高まっている。冷中性子を大強度で生成するために大型加速器や高中性子束炉に付設されるのが冷中性子源であり、通常は軽水あるいは重水反射体中に液体水素や液体重水素などの冷減速材を設置する。従って冷中性子の大強度生成を見積もるためには、冷減速材の断面積とともに、軽水および重水の冷中性子エネルギー領域での断面積が必要である。この研究の目的は、冷中性子源の核設計への応用をめざして、軽水および重水の冷中性子領域から熱外領域において有効な断面積モデルを開発することにある。

実際の断面積モデルの開発において最も重要な部分は、炉物理的な観点からは少し離れて、ミクロなレベルでの水分子の運動を如何に適切に表現するかということである。特に水の場合は水素結合の影響が大きいため、他の液体に比べて複雑である。水分子は水素結合によってクラスターを形成するといわれているが、クラスター中に束縛された分子の運動やクラスターとしての拡散運動を適切に考慮しなければならない。これらの物理的な意味を考慮し、中性子散乱実験や分子動力学計算の結果とも比較しながら、分子運動を適切に表現するモデルを作成する。

また、重水の場合には、干渉性散乱も評価しなければならないため、ミクロなレベルでの水分子の配列を考慮する必要がある。ここでは、各種散乱実験から得られた各原子ごと(D-D, D-O, O-O)の動径分布関数を用いて干渉効果を評価する。

以上の考え方に従って断面積モデルを開発するのだが、前述の通り水分子の運動はかなり複雑なため、このモデルに基づく断面積の計算もかなり厳しいものとなる。従って、高速に高精度の計算を行うコードの開発も、断面積モデルの開発と同時に必要である。

現在、極冷中性子領域($\sim 10 \mu\text{eV}$)から熱外領域($\sim 10\text{eV}$)にわたる広範囲の入射エネルギーにおいて適用できる断面積モデルおよび計算コードを開発し、一部群定数化を進めている。今後は、冷減速材である液体水素および液体重水素の断面積の群定数化を進め、具体的に冷中性子源に関する計算を行う予定である。

「軽い気持ちで選んだのに…」

実は現在所属する研究室が炉物理をするところだと知ったのは、配属後一月ほど経ってからであった。それまで炉物理が苦手であったにも係わらずである。研究テーマも炉物理からできるだけ遠いものを選んだつもりだったが、現在研究室で最も炉物理に近いことをしている。炉物理の術中にはまってしまったのか、あるいは自分で気がつかないだけで本当は炉物理が好きなのか。いずれにしても、もうすぐ就職によって直接炉物理からは離れることになる。しかし、十年ほど経ってみると、結局炉物理の呪縛から逃れられずに、この分野の仕事をしているような気がしてならない。

日本原子力研究所原子炉工学部高速炉物理研究室
安藤真樹 (名大・工修・原子核・平成4年3月修了)

「MA と長半減期 FP の消滅処理の研究」

原研では、TRU (特に Np, Am, Cm 等のマイナーアクチナイド(MA)) を核分裂反応により消滅処理する MA 専焼高速炉 ABR(Actinide Burner Reactor) の研究が行われてきた。本研究では、毒性が強く半減期の長い核分裂生成物 Tc-99, I-129 に着目し、MA と同時にこれら FP 核種をも消滅処理させる発展型 ABR の核設計を行っている。すなわち、中性子エネルギー 700 keV 近傍に核分裂のしきい値を有する MA と、熱中性子捕獲反応により短半減期核種へと変換する長半減期 FP とを一つの原子炉で消滅させようというものである。この相反する2つの消滅処理方法を同時に達成するために、硬い中性子スペクトルを持つ炉心に、軟スペクトルかつ高中性子束である特定領域をつくる必要がある。「あまり無茶なこといわんといてや〜」という原子炉の悲鳴が聞こえてきそうである。現在検討を進めている方法は、

- 1) ABR 本来の硬い中性子場を乱さぬよう炉心周囲に FP ターゲット領域を設ける、
 - 2) ターゲットに ZrH や YH 等の水素化合物を混合しスペクトルを軟化させる、
- 等、である。また、MA を主とする燃料を用いると、実効遅発中性子割合、ドップラー効果が小さいなどの問題が生じるが、FP を装荷することによりドップラー効果の向上が期待される。

「炉物理に対する思い」

「炉物理」と一言で言っても、その中には実に様々な小分野がある。原子炉の理論としては、理路整然としていてそれでいて非常に奥が深いと感じる。私にとって苦手な数学を駆使しているので(ほかの学問でもそうだ)、取っつきにくいという印象もある。学生の頃あまりまじめに勉強していなかった(今でもそうだ)、まだ解らないことだらけというのが現状だ。

いって不安は抱いて
の先、真の炉物理屋
という不安の方が大きい

Fast Reactor Physics Laboratory
F C A
Japan Atomic Energy Research Institute

炉物理に対してこれと
いないが、自分がこ
になれるのだろうか
(それは自分自身の問題

だ)。抱負は、炉物理全体的には、高速炉の商業運転を早期に実現させることである。自分の考えた炉が実際に運転されるようになったらスゴいな〜などと勝手に思っている。とにかく作ってみるといえることができればいいのだが。．．． (何という恐ろしいことを！)。

東電ソフトウェア(株) 炉心管理システム部
池田秀晃 (阪大・院・工学研究科原子力工学専攻前期課程・平成5年3月卒)

「沸騰水型原子炉における周波数領域安定性解析の研究」

沸騰水型原子炉(BWR)では、冷却材の沸騰による2相化のため、その熱水力的メカニズムが複雑になり、過渡事象においてフィードバックを伴う非線形的な特性を有する。特に、低流量/高出力状態においては、核的なフィードバックと合わせて持続的な出力振動現象を発生させる可能性がある。この現象を摂動問題としてとらえ、周波数領域で原子炉過渡時の振動現象を解析する事をBWR周波数領域安定性解析と言う。

本研究の課題はこの周波数領域安定性解析における種々の熱水力モデル及び摂動モデルの影響を調査・改良し、より実現象を精度良く再現する解析モデルを構築する事にある。

次に、本研究の方針と現在までの成果について簡単に述べる。初めに、研究の方針については、以下の3点に大別される。

- (1) 各種熱水力モデルの周波数解析(過渡解析)への適応性の検証
- (2) BWR安定性解析メカニズムにおける各摂動モデルの検討/改良
- (3) 安定性実験を対象とした検証計算

最後に、現在までの成果について述べていくと、周波数解析コードの各種熱水力モデルの周波数解析への適応性を炉外ループ実験を用いて検証し、また、

- ・ボイド離脱点摂動モデルの検討
- ・2相摩擦圧損摂動モデルの改良

を試みた。現在までの成果として、Peach Bottom 2号機で行われた安定性実験を対象とした安定性解析結果を右図に示す。

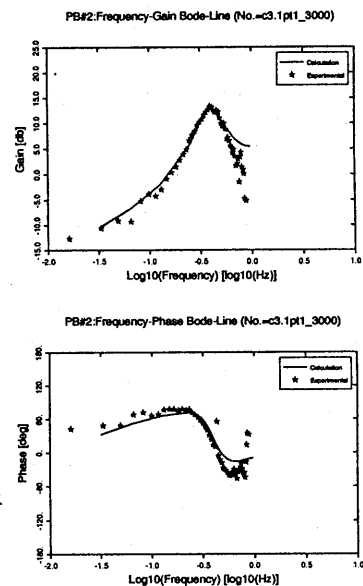


Fig. 炉心安定性伝達関数解析結果

「炉物理?」

大学時代は炉物理にどっぷり漬かっていた。と、言っても計算手法が研究の中心であったため、炉物理と言われると、自分はその道の研究者だったのかどうか自信がない。しかし、実現象をより精度良く解析するために、幾度となく物理モデル、理論の検討を繰り返した事は私に多大な影響を与え、短い期間ではあったが、炉物理を通じて様々な経験をすることができたと思っている。現在は、熱水力学的要素が大きいBWRの解析に取り組んでいるが、炉物理で得た経験は大きく活かされていると思うし、直接的ではないが、頭の中で炉物理的解釈をする事も多い。そんな私が、今、炉物理について感じているのは、炉物理は非常に特殊な、閉ざされた分野に見えてならないという事である。けれども、原子力研究に関わっている以上、常に、炉物理からは大きな影響を受けるであろうし、また、炉物理研究者の姿勢(心?)を保ち続けたいと思っている。

電源開発株式会社原子力部原子力技術課
石黒 智 (名大・院・工・原子核・昭和60年3月修了)

「新型転換炉実証炉における炉心・燃料の高度化」

電源開発(株)は、国、電気事業者、動燃事業団等の協力を得ながら、平成15年3月運開を目指して新型転換炉(以下、ATRと略称する。)実証炉の建設準備を進めている。ATRの炉心特性は、重水減速炉としての特徴から燃料経済性に優れるとともに、燃料選択の自由度が高いという特徴を活かし、ATR実証炉では原型炉「ふげん」と比較して、(1)全炉心MOX燃料の採用と富化するプルトニウムの増量、(2)ガドリニア添加燃料棒の採用による出力平坦化、(3)MOX燃料母材として天然ウラン及び回収ウランの使用、(4)統計的な手法による熱的評価など設計の高度化を行うとともに、「ふげん」の28本燃料集合体を多数本化し、36本燃料集合体を採用したことに伴う(5)臨界試験、(6)燃料の照射試験等を実施している。

上記高度化では、プルトニウム量を増加することにより、燃料寿命及び炉心平均出力密度の増加を図るとともに、軽水炉などの使用済燃料再処理によって取り出される回収ウランをMOX燃料の母材として利用することも可能としている。また、燃料集合体の軸方向及び各層間のプルトニウム富化度及びガドリニウム添加濃度を多領域化したガドリニア入り富化度多領域燃料を採用することにより、炉心出力分布の平坦化を図り、炉心を小型化している。燃料設計については、熱的健全性を確保するために燃料集合体スペーサ位置の最適化などの設計改善を図り、燃料の熱的健全性を示す指標としてMCPR(最小限界出力比)を評価するために必要なCHF(限界熱流束)相関式を実規模伝熱限界測定試験(動燃事業団大洗工学センターHTL(大型熱ループ))を実施して求めている。

現在、実証炉用燃料を原型炉「ふげん」で照射試験中であり、照射後試験を実施することにより燃料健全性を確認するためのデータを充実させる計画としている。また、ATR炉心の高性能化をさらに図るため、取出し平均燃焼度約48GWd/tを目標とした設計検討も実施している。

「炉物理に対する私感」

初めて、炉物理を学んだのは大学時代に学科で行われた仁科先生の講義である。テキストには「原子炉物理(ラマーシュ著)」を使用したのが、炉心のしくみに近づく思いで精読したものであった。これが、その後、大学では仁科研究室で炉物理を専攻し、これを社会において活用するため入社先を選ぶ基になったと考えている。入社後、出向先の動燃ふげん発電所で短期間炉心管理の実務に付いた他は、安全評価の分野での職務を中心に携わってきた。直接ATRの炉心設計を見てきたわけではないが、炉物理的な可能性を現実の原子炉設計の中で活かす難しさは、折りにつけ肌で感じている。また、すべての可能性もやはり炉物理に有るものと信じている。なお、今回、当社での炉物理関連の研究テーマ紹介という意味で代表して投稿させて頂いた。

日本原子力研究所 原子炉工学部 高速炉物理研究室
大井川 宏之 (京大・工修・原子核・昭和62年修了)

「FCAを使った高速炉の炉物理の研究」

日本原子力研究所の高速炉臨界実験装置 (FCA) を使って、高速炉の炉物理に関する実験的研究を行っている。FCAにおける最近の主な研究テーマは次の三つに大別できる。

- (1) 種々の燃料 (酸化物、金属、窒化物) を使った高速炉を模擬し、それぞれに関する炉物理特性を解明し、計算精度を評価する。冷却材としてナトリウムの代わりに鉛を使った高速炉の模擬実験も検討中である。
- (2) ドップラー効果、ナトリウムボイド効果、燃料膨脹・湾曲等高速炉の安全性に影響を及ぼす反応度価値の計算精度を評価する。ドップラー効果については、酸化ウランを2000℃まで加熱できる装置を開発して、実験を行なっている。また、反応度スケールとして重要な実効遅発中性子割合の測定を行ない、仏国で行なわれているNEAベンチマーク実験にも参加している。
- (3) TRU消滅処理炉の設計に必要なTRU核種の断面積データを、FCAを使った積分実験及び海外での微分実験に基づいて評価する。現在、 ^{237}Np 、 ^{241}Am 等の即発中性子収率測定を米国ミズーリ大学研究炉で行っている。

これらの研究テーマの内、筆者は金属燃料高速炉の模擬実験及び安全性に関する反応度価値の測定に主に携わっている。最近ではナトリウムボイド効果の測定に重点を置いており、中性子漏洩項と非漏洩項に分けて計算精度を評価している。この内、難しいと考えていた中性子漏洩項の計算が実験と案外一致することが分かってきた。今後、拡散理論の適用が難しい大きなボイドや炉心-ブランケット境界について実験を行い、計算精度の評価・向上に役立てたいと考えている。

「炉物理に対する思い」

輸送コード、断面積測定、臨界実験と一貫して炉物理に携わっている。そんな私は、「炉物理なんてもうやること残ってないんじゃないの」「今どき臨界実験なんて必要無い」「いつ実用化されるか分からない高速炉の炉物理なんて意味ない」「プルトニウムなんて増殖したって厄介なだけだ。」「放射性廃棄物を出すから原発は要らない」等の言葉を耳にする度に「そんなことはない」と思いつつも反論できないでいる。これらの声を一掃するような炉概念や実験を考え、沈滞気味の炉物理業界に活を入れたいと常々密かに思っているが、なかなかそうはいかないところが炉物理の手強いところだと思う。

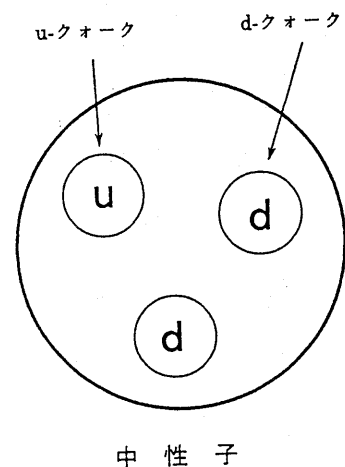
動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センター
大木繁夫 (広島大・理・物理・平成5年3月修了)

私は原子力の世界に身を投じてからまだ日が浅く、現在の研究内容を語るなど滅相もありません。ただいま炉物理の基礎を勉強中でございます。
そういう訳で、炉物理に対する思いに限り書かせていただきます。

「中性子に対するイメージの変化について」

学生時代に素粒子や原子核の分野をやったこともあって、炉物理という私はまず最初に中性子が頭に浮かびます。学生のころと今とでは中性子に対する自分のイメージが大きく変わりました。簡単にいうと頭の中で思い描く中性子の大きさと動く速さが「ずうたいがでかくてのろまなもの」から、「ものすごくちっちゃくて(高速中性子に関して)ちょこまかすばしっこいやつ」になったのです。

御存知のとおり現在の物理学において、中性子はクォークと呼ばれる素粒子からできていることがわかっています。図に示したように、中性子の内部にはuクォーク1つとdクォーク2つが含まれています。uクォークは電荷 $(2/3)e$ 、dクォークは電荷 $-(1/3)e$ を持っており(ここでeは電子の電荷の絶対値をあらわす)、udd合わせて電荷0となります。これらのクォークの間にはグルーオンという強い相互作用を媒介する粒子が飛んでおり、中性子を形づくれます。次に質量を見てみましょう。uクォークの質量は約4.5MeV、dクォークの質量は約8MeVです。すると、uddと合わせても中性子の質量約940MeVには到底足りません。残りの質量はクォークの運動エネルギーやグルーオンによる相互作用のエネルギーによって生み出されているのです。その機構を解明することが私の学生時代の目標でありました。それはともかく、このようにクォーク・レベルまで下がると、中性子というものはとても大きなものとして認識されるのです。



ところが、炉物理の勉強を始めてからは、中性子のイメージは巨大な球から小さなツブに変わりました。たくさんの中性子が炉心を飛び交い、いたるところで生成・消滅をし、雲のように分布する描像を思い描くようになりました。

つまらないことを書いてしまいましたが、このイメージの変化こそが研究フィールドを突然変えた私のようなものが、普段何気なく思っていることなのです。今まで知らなかった世界は何もかもが新鮮で、驚きの連続です。まだ原子力の分野では初心者ですが、これを読んでいる若手の皆様に早く追いつけるよう努力していこうと思います。

名古屋大学大学院工学研究科原子核工学専攻
逢坂正彦 (名大・工・原子核・平成5年3月卒)

「トリウム燃料溶融塩炉を用いたTRU消滅処理の検討」

トリウム燃料を有効利用できる溶融塩原子炉を用いて、TRUの消滅処理の検討を行っている。この溶融塩炉の既存の炉(PWR等)との最大の違いは液体燃料であることであり、トリウム燃料の特性と相まって熱炉で唯一燃料増殖が可能と言われている。この炉をTRU消滅に用いる理由としては、

- 1) 熱炉で燃料増殖が可能のためTRU消滅のための余分な燃料が少なくすむ
- 2) 燃料体の製作が必要ないため放射能・発熱量の高いTRUの装荷が容易
- 3) トリウム燃料を使用しているため、燃料からの新たなTRU生成が少ない

等が挙げられる。現在設計済みの炉心によるTRU消滅処理の結果ではTRU消滅率7.6%と低い、TRU専焼炉としてよりTRU消滅率の高い新たな炉心を考察中である。

「炉物理のほんの一端に触れて」

炉物理を初めて学んだのは学部3年生の頃の仁科先生の授業においてであった。その後4年生になって、友達に誘われてほとんど考えずに仁科研究室に配属になり、そこで本格的に炉物理を勉強するはずであったが、実際には卒論制作に追われコンピュータに向かう毎日であった。ここではSRACコードシステムを、その中で何が計算されているかを知らずに、ただパラメータを変えて動かしているのみであった。大学院に入学し少し余裕が出来ると本格的に炉物理を勉強しようと思ったが、結局だらだらと時間が過ぎ現在に至っている訳である。それでも最近になって炉物理のすばらしさのほんの一端を漠然と感ずることがある。学部3年生の頃は、炉物理といってもたかが原子炉1つに対する学問であろうとあって、教科書の数式を追って行っただけであるが、今では例えば「この式の導出の時にどうしたらこんな考え方が浮かんでくるんだ。凄すぎる」と思うことしばしばであり、まったくこの炉物理と言うのはよく考えられていると感心することがよくある。こういう様に思うようになっただけでも「炉物理」の一端に触れたのではないかとあってうれしくなる今日この頃である。

東京大学工学部附属原子力工学研究施設
岡野 靖 (東大・工・原子力・平成4年3月卒)

「超臨界圧軽水炉の設計研究」

直接サイクル型超臨界圧軽水炉 (SCLWR) の設計としては、これまでに水素化ジルコニウムあるいはウォーターロッドを用いることにより、その成立性が検討されている。しかし、水素化ジルコニウムは高価で、使用後に放射性廃棄物になるという問題点がある。また、ウォーターロッドを用いた炉心では、部分長燃料棒使用により平均出力密度の低下する事に加え、炉心が5.7mと高く耐震上問題となる恐れがある。本研究では、ガドリニア入り燃料棒及び二重管型ウォーターロッドを用いて、これらの問題の解決を目指している。

二重管型ウォーターロッドは、太いウォーターロッドの内部に細いウォーターロッドが配置された構造をもつ。炉心下部でウォーターロッド内側管に流入した冷却材は、炉心上部で外側管に移り下降流となり、炉心下部で燃料チャンネル内へ流入する。すべての冷却材は一度ウォーターロッドを通過した後に炉心へと導かれることとなる。燃料チャンネルからウォーターロッドへの伝熱およびウォーターロッド内側管と外側管の間の伝熱を考慮した超臨界圧水の単チャンネル熱水力学解析コードを作成し、ウォーターロッドおよび燃料チャンネル内の冷却材密度分布を求めた。限界熱流束比が高くなり、炉心高さを3.7mまで低くすることができた。最適な減速を与える減速材/燃料比(H/HM)より、燃料棒:ウォーターロッド比を決定した。ウォーターロッドを用いても、炉心上部ではなお減速材不足であるため、炉心上部、中部でウラン濃縮度を高め、炉心下部でガドリニア濃度を高めることにより、部分長燃料棒を使用することなく、軸方向出力分布の平坦化を行った。なお核計算には原研で開発されたSRACコードを用いている。

超臨界圧軽水炉の炉心設計に関するこれまでの研究により、炉の熱核的な成立性は示された。今後の課題としては、事故解析、異常な過渡事象の解析を通じて、安全系の設計を行うことが必要である。

「炉物理への道」

私は現在、新型炉の炉設計、安全解析の研究を行っているが、炉物理はその基礎となる学問の一つといえる。私が原子力と関わるようになったのは運命であったのだろう。私の生まれた昭和40年代前半、故郷の茨城県では、東海村に発電所ができ、現在私の所属する研究施設の原子炉「弥生」は臨界に達しようとしていた。小・中学校時代、朝礼時に校長先生が「第3の火」、「原子の火」が我が県に点ったことを、誇らしげに語ったのを今でもよく覚えている。そんな環境で育つうち、自然と原子力を志すようになっていた。今、原子炉に深く関わる仕事ができることは、非常に幸運なことだと思う。原子力工学は幅の広い学問であり、今後は今までの積み重ねをもとに、より広範囲を扱う学問として一層発展するであろう。その中で基礎となる学問、炉物理はより一層重要な学問となるであろう。

東京工業大学原子炉工学研究所

小原 徹 (東工大・原子核・平成3年博士中退)

「反応度事故実験炉の研究」

原子炉の動特性を考える場合において、反応度フィードバック効果は重要な役割を果たしている。原子炉内での中性子連鎖反応は、燃料、冷却材、減速材、構造材等の温度、相変化、変形、化学変化等のさまざまな要因によって影響され、出力の変化をもたらす。このため、反応度フィードバック効果は通常の運転制御上重要な要素であるのみならず、急激な過渡的变化を生ずる異常事象時の安全性の評価のうえで極めて重要な要素である。

このことは全ての型の原子炉に共通した性質であるが、なかでも液体金属冷却高速炉炉心では特に重要な問題である。

液体金属冷却高速炉炉心は何らかの原因によって冷却材ボイドの発生や炉心の変形、燃料の破損等が生じた場合、正の反応度が発生する可能性がある。この結果大規模な炉心の損傷や大きなエネルギー放出にいたる可能性がある。このためこのような状況での炉心反応度のフィードバック効果を正確に評価することは重要な問題である。現在に至るまで、高速炉心の炉内実験が数多く行われてきたが、これらの実験の多くは異常事象時の燃料破損の限界と破損後の破損事象の進展を観察する事を目的としたものであった。

そこで本研究では、特に高速炉の反応度事故時のフィードバック効果の測定を目的とした実験炉の成立の可能性の検討を行っている。現在検討している実験炉は小さい体積のテスト炉心とそれを取り囲むドライバ炉心からなるパルス炉である。未だ概念検討の段階で解決すべき問題は多くあるが、問題解決の可能性は高いと考えている。

「若手研究者の活動に思うこと」

すでに、昨年度の「炉物理の研究 (第42号)」に、「炉物理：出会いと抱負」というタイトルで炉物理研究への抱負の駄文を書かせていただいたので、今回は若手研究者の活動について思うことを述べたいと思います。

来年度の炉物理部会への移行と同時に、「学生・若手小委員会」が発足することになっています。また学会誌には「若い声」の欄が新設されるとのことです。これらは、若手研究者の活発な活動への期待の高まりの現れであろうと思います。しかしその期待とは、ただ単に先人のすぐれた仕事を引き継ぎ発展させることだけではないと考えます。先人の膨大なすぐれた仕事を引継ぎ、なおかつ自分達の世代と自分達に続く世代のために何ができるかまた何をなすべきかを自分達の問題として考えることが必要だと思えます。それぞれの若手研究者の活動の立場を越えそういった議論ができる場があったらいいのではないかと、最近そんなことを考えています。

東京大学大学院工学系研究科システム量子工学専攻博士課程
金子純一 (東大大学院・原子力・修士・1991年3月修了)

「大型磁場閉じ込めDT燃焼実験のための新型中性子検出器の開発」

1991年11月9日に世界初の燃焼実験がJET研で行われた。この実験は次に控える本格的なDT燃焼実験のための予備的なものであったが、制御核融合反応を地上で行えることを証明すると共に、MW級の核融合反応出力を得ることに成功した。これらの大型装置や現在計画が進行中の国際核融合実験炉 (ITER) でのDT燃焼実験では、DDプラズマ実験とは比較にならない中性子発生量の増加が見込まれている。そのため、これまで以上に核融合反応中性子の測定によるプラズマ診断法の重要性が増すものと考えられている。

本研究ではこれら大型装置におけるDT燃焼実験を対象とした中性子プラズマ診断系用中性子検出器の開発を行っている。中性子プラズマ診断系は中性子発生量計測、中性子発生プロファイル計測、中性子エネルギースペクトル計測の3つに大きく分けることが出来る。それぞれ中性子生成量、エネルギースペクトルなどを測定することで、核反応率、核融合出力、イオン温度、RF加熱分布などの情報を得ることを最終的な目的としている。中性子生成量計測には分裂炉でもおなじみの放射化法や核分裂電離箱などが使用され、比較的測定技術が成熟しているが、後者2つについては核融合炉固有の解決すべき問題点が多くあり、まだまだ開発途上と言える。具体的な問題点をあげると、中性子発生プロファイル計測については中性子発生密度再構成結果の高精度化 (結果がどこまで正しいのか把握するのが困難)、エネルギースペクトロメータに関しては厳しい要求性能を満たしながら十分な耐放射線性を確保することにある。後者に関してはある程度のめどを立てることに成功したが、前者に関してはなかなか決定打が出せないのが現状である。ITER計画ではこの診断系を大いに核融合炉物理の研究に使う方向で検討が行われているので、実機への適用を念頭においた研究の積み重ねが必要である。

「炉物理と核融合」

炉物理という言葉聞いて思い出すことと言えば、「仁科先生&ラマーシュ」であろう。私自身は核融合炉診断用中性子検出器の研究に携わっているので、一般に言う炉物理の分野とは直接関係の無い人間である。しかし中性子を相手にしている都合上、中性子輸送計算や断面積の取り扱いなどの知識を確かめるために、ラマーシュをはじめとした炉物理関係の教科書のお世話になることも多い。プラズマ・核融合の分野も、国際熱核融合実験炉計画などを見てもわかるように、「炉」というものを次第に意識する段階に入りつつある。核融合炉物理が現在の炉物理のような位置付けになるのはいつの日か……。

電力中央研究所 原子物理部炉 物理燃料工学グループ
亀山高範 (東大・修士・工・原子力・昭和63年3月卒)

「軽水炉心、軽水炉燃料の高燃焼度化のための評価技術の確立」

軽水炉発電では、燃料サイクル費の低減と使用済燃料体数の削減を図るため、燃料の高燃焼度化を進めている。当所では、現在の燃焼度を2倍(集合体平均燃焼度70-80MWd/kgU)まで燃焼度延長の効果があるという解析に基づき、燃料、炉心の高燃焼度化の研究を行なっている。また、プルトニウムをMOX燃料として軽水炉で利用することも計画されているが、MOX燃料についても高燃焼度化のために同様の研究を行なっている。

軽水炉で大幅な高燃焼度化を行なうためには可燃毒である Gd_2O_3 などを添加した燃料を装荷することが必要になり、燃料集合体が非均質となる。このため、集合体内の出力、燃焼度分布の変化が顕著になり、正確な中性子輸送計算が必要である。また、プルサーマルにおいてもMOX燃料を集合体内に離散的に配置するか、非均質に配置するため、2,3次元の中性子輸送計算を行なわなければならない。

当グループでは多次元の S_n 法輸送計算コードを開発し、非均質集合体の解析を行なっているが、その特徴は以下のようにまとめることができる。

- ①体系の表現方法に任意の凸四角形メッシュを用いる。
- ②メッシュを中性子が透過、漏洩する確率を用いて輸送計算を行なう。
- ③空間角度分布は S_n 法で表現し、異方散乱はルジャンドル展開で扱う。
- ④燃焼ルーチンを持ち、高燃焼度まで連続した解析が可能である。

多次元の輸送計算を行なうには膨大な計算量が必要であるため、複数の計算機(演算プロセッサ)による並列計算化を進めている。 S_n 分点数に応じた角度方向の計算は独立性が高く、並列計算化を行なうことができた。また、分割領域ごとの並列計算はアルゴリズム変更などが必要であるが、その検討と構築を行なっている。

また、当研究グループでは、炉物理の計算結果を燃料挙動の計算、解析に結びつけた研究を行なっている。軽水炉の燃料ペレットでは、高燃焼時に表面付近から結晶が細粒化することが知られている。これは ^{238}U の共鳴吸収とPu生成によって表面付近の燃焼度が大幅に増加すること(リム効果と呼ばれている)が要因である。リム効果の解析のために共鳴領域の断面積を詳細に扱った炉物理計算により、燃焼度、生成物質濃度を求め、この計算結果を燃料の挙動を解析する計算コードに取り入れる。これらの手順により燃料ペレットの結晶の細粒化現象を解明する研究を進めている。

「電力の安定供給のために」

原子力発電の最も特徴的な領域は炉心であり、それを支えるの炉物理である。燃料となるウラン、プルトニウムを効率よく、安全に利用するためには、炉心の解析と燃料評価が非常に重要である。これを行なうことが電力の安定供給の礎となるという気概を常に忘れずにいたい。

(株)東芝・原子力技術研究所 原子炉技術担当
菊池 司 (東北大・工・原子核(修士)・昭和62年3月卒業)

「BWR-MOX燃料の核設計手法の検討」

この研究では、BWRでのMOX燃料の利用を進める目的で、実際の燃料設計に使用される計算コードについて、MOX燃料への適用性を評価している。そのためのアプローチの一つとして、MOX燃料の臨界実験を行い、BWR燃料集合体の核設計コードによる解析を実施している。

臨界実験ではジルカロイ被覆の燃料棒を使って、BWR燃料集合体(現行8×8のバンドル形状)を4×4配列(合計16体)で装荷した状態を模擬している。このうち、MOX燃料集合体を模擬したバンドル2体を、炉心中心に配置している。ここで、MOX燃料棒としては、Puフィッサイル 3.4~9.9 w/o の4種類を使用している。なお、リファレンスとして、すべてウラン燃料棒で形成した炉心でも臨界実験を行っている。

測定項目は臨界水位とガンマ・スキャン等であり、臨界量および出力分布の実験データを取得している。解析にあたっては、8×8バンドル単位で核設計コードによる計算を実施して燃料棒セルごとの少数群核定数を作成し、水平方向二次元の拡散計算で全炉心の計算を行っている。ここで、炉心高さ方向の中性子の漏れは、臨界実験で求めた軸方向バックリングを利用している。今までのところ、MOX燃料棒を装荷した炉心の解析結果は良好で、リファレンス炉心に対して臨界量および出力分布とも、解析精度は同等なものとなっている。

核設計コードのMOX燃料への適用性を評価する上で、このようなMOX燃料の臨界実験データは貴重なものであり、現在は、さらに実験データを収集し、解析を進めている。なお、この研究はBWR電力6社とメーカー(東芝/日立)で行っており、臨界実験の実施は海外に依頼している。

「炉物理とのつきあい」

学生時代は炉物理の研究室に在籍していたものの、加速器実験に携わっていたので、炉物理との真面目なつきあいは、社会人となって当社の臨界実験装置(通称、NCA)の実験を担当するようになってからです。NCAでは、主にBWR燃料および炉心の改良設計について、実験的な検証と設計コードの適用性を検討しています。

さて、今後十数年の原子力界のメイン・テーマは、プルトニウムの有効利用と核燃料サイクルの確立であり、それは私達の世代の研究者・技術者が中心となって行うことであると思います。その中で、炉物理が果たす役割は重要であると思います。例えば、使用済み燃料の貯蔵施設や再処理工程において、燃焼度クレジット等を導入した現実的な臨界安全管理の技術は必須のものといえます。

最近、様々な面で日本の国際貢献が話題となることが多いですが、私自身はこのようなテーマで、微力なりとも世に貢献できれば、と思っています。炉物理は私にとって、まだまだ手強い相手ですが、未長くつきあっていくつもりです。

京都大学大学院工学研究科原子核工学専攻
木村純 (京大・工・原子核・平成4年3月卒)

「MOX 燃料 PWR を用いた マイナーアクチナイド* の消滅処理の研究」

核燃料サイクルにおける重要な問題の1つとして、高レベル放射性廃棄物の処理が挙げられるが、この中で特に問題となるのが Np, Am, Cm などの長寿命 マイナーアクチナイド(MA) である。これらの核種を PWR 用 MOX 燃料に混合して炉心に装荷することにより、消滅させることを目指している。一般に軽水炉を用いた消滅処理では、高速炉を用いる場合と比較して、MA の核分裂反応よりも捕獲反応が多く起こる傾向にあるので、新たな MA の生成が問題となる。また、プルトニウムを照射すると、容易に MA が生成するので、ウラン燃料のみの炉心の方が MA の再生は少ないと言われている。この研究の目的は MOX 燃料 PWR の種々のパラメーターを変化させて、消滅処理に適した炉心を探ることである。

そこで、 V_m/V_f 比や混合する MA の種類が異なる炉心を解析して、それぞれの炉心の MA 消滅能力および炉心特性を求める。具体的には、単ピンセルでのセル燃焼計算をそれぞれの炉心に対して実行し、MA 量の変化、無限実効増倍率の変化、反応度係数などを求めている。高減速炉心が、MA の消滅能力や温度係数、ボイド係数などの安全性の点で最も優れているが、照射終了後、再処理の段階で制限される Pu-238 の全プルトニウムに対する割合が大きくなるという欠点がある。

上記の計算は私がフランス留学中にフランスで使用されている核データと核計算コードを用いて行ったが、日本に帰った後、同じ計算を SRAC と JENDL-3 を用いて行った。現在、両計算コードによる結果を比較し、異なる結果について原因を解析しているところである。

私は現在、京都大学原子炉実験所で研究を行っている。この実験所に所属した頃は、KUCA での実験、解析を研究するつもりであったが、フランス留学というきっかけにより、消滅処理を研究することになった。研究室内で消滅処理を研究するのは、私が初めてなので、色々分からないことも出てきて困ることもある。しかし、消滅処理の研究はこれから盛んになるはずであるから、何年か後には、この研究室でもこのテーマを研究する者が出てくることだろう。研究対象が MA であったため、私は KUCA を利用した実験をすることができなかったが、将来何らかの形で KUCA での消滅処理模擬実験を行うことができれば、と思う。

「炉物理の重み」

私が「炉物理をやっている」と初めて実感したのは、京都大学原子炉実験所の学生実験に参加したときであった。教科書の中の言葉でしかなかった「臨界」や「反応度」が、現実の身近なものに感じられた。それ以来、炉物理の世界にはまりこんでしまった訳であるが、まだ分からないことばかりである。特に、炉物理の解析手法には難しい式や理論がたくさんでてきて、先人達の能力の高さ、凄さにただ感心するのみである。そんな偉大な人々の後を受け継いでいくことに責任の重さが感じられるが、せめてやる気だけは負けずに、と思う。

九州大学大学院工学研究科応用原子核工学専攻

黒木賢一 (九大・工・応用原子核工学・平成4年3月卒)

「トリウム-ウラン233燃料を装荷した原子炉の概念検討」

ウラン233は、中性子再生率 η が他の核分裂性物質と比較して中速中性子領域から熱中性子領域で高いという核的に優れた性質を有している。そのためトリウム-ウラン233燃料を装荷することで熱中性子炉で高い転換比を得ることができる（増殖の可能性もある）とされ、軽水炉をはじめとする様々な炉型の熱中性子炉に対して適用が検討されてきた。

我々の研究室では現在、国内で開発中の新型炉（高温ガス炉、新型転換炉など）にトリウム-ウラン233燃料を装荷した場合の燃焼特性を解析し、転換比、燃焼度の両面について最適と思われる装荷方法を検討している。現在までのところ、特別にトリウム燃料の特性を有効に生かすための工夫をしなくてもトリウム-ウラン233燃料を装荷することで従来のウラン燃料と比較して、転換比の面でも、また燃焼度の面でも改善されることが確認された。

現在検討中の課題は、ウラン233の高い η 値を余剰反応度を高める方向にではなく、転換比を高める方向に反映させるための工夫（例えばスペクトルシフトなど）をいかにして組み込むか、という点である。

「炉物理に対する思い」

まだまだ炉物理というものを理解しているとは言い難い私が炉物理について論じて良いものか、とも思うのですが、これまでの炉物理との出会いなどについて書いていきたいと思います。

私が「炉物理」という言葉と最初に出会ったのは、最近の原子力を専攻する学生の多くがそうであるように、学部2回生のときにラマーシュの「原子炉の初等理論」を手にしたときでした。「炉物理」という耳慣れない言葉から、いよいよ原子炉の勉強をするのだな、と実感させられたものです。

その後、研究室に配属される際には、原子力を専攻するからには原子炉を対象にした研究をしなければ、という思いこみから炉物理と関わっていくこととなりました。

こうして足掛け5年、炉物理と関わってきました。現在でも炉物理はかなり裾野の広い分野だと思いますが、今後も時代の要請に応じてその範疇を広げていくことになるでしょう。願わくばその変化に立ち会い、関わっていきたいと思っています。

(株) 日立製作所 エネルギー研究所

小山淳一 (東北大・工・原子核専攻・昭和61年3月卒)

「BWR炉心特性の数値解析手法に関する研究」

軽水炉時代の長期化に対応して、軽水炉の炉心や燃料集合体の高性能化が進められている。これに伴って、解析手法にも炉心の高度化への対応や、より一層の精度向上が要求されるようになってきた。たとえば、濃縮度差のある集合体どうし、あるいは、ウラン集合体とMOX集合体など中性子スペクトルが大きく異なる集合体が隣接すると、相互の干渉によって集合体内の中性子束分布は影響を受ける。炉心計算に用いる均質化核定数は単一集合体の計算で作成されるので、干渉効果が大きいと誤差が生じる。

そこで、スペクトルを精度良く評価するために炉心計算の多群化を図り、3群拡散モデルに基づく三次元核熱水力結合計算コードを開発した。欧米で開発された近代ノード法と、独自のベクトル化アルゴリズムやデータ構造の工夫により、従来の修正一群コードと同程度の計算速度が得られるようになった。

また、上記の干渉効果が燃焼特性へ与える影響のモデル化も重要なテーマである。スペクトルの時間積分値をパラメータとして用いる方法で、燃料の組成変化をおおよそ追跡できることがわかってきたが、さらに精度の高い方法を追求している。

近年の計算機の発達が目覚ましく、一昔前は計算能力の限界からあきらめていた方法でも、十分に実用化できるようになってきた。モンテカルロ法もその一例であろう。中性子の輸送拡散以外にも、照射変形の効果や複雑な形状の集合体中を流れる水・蒸気2相流の効果など、現実の物理現象には様々な要素が関連している。従来簡単にモデル化できていたことが今後も同様に扱えるとは限らず、常に見直していくことが大切と考える。

「炉物理とシミュレーション」

他の分野も同様であろうが、炉物理は最高の物理学者たちの知恵の結晶であると思う。特に、反応断面積があれだけ複雑な様相を呈するにもかかわらず、紙と鉛筆で実効断面積を議論するところなど大変な知恵である。日々、原子力の仕事に携わっているが、理論的には先人の足跡を一步も越えていない気がする。

それでは何をやっているかということ、具体的な対象に関する理解を深めていると言えそう。様々な核種がどういう性質を持っていて、それらを組み合わせて、どう配置するとどんな現象が起こるのか、それを調べていることになる。そして、具体的な対象の数値シミュレーション結果を分析することで、その知識を深め、おもしろさを知ったようだ。

シミュレータは対象で起る物理現象に関する知識の集大成であると言える。何かの要素が含まれていないとしたら、それは大きな寄与がないという知識の現われともいえる。それらの知識の妥当性については懐疑的な態度が必要であり、常に、シミュレーションと現実の現象との比較が重要となる。これを踏まえて様々な要素を考慮し、できるだけ基礎的な過程から厳密解を得る努力を続けることは大切であると思う。これによって起っている現象をよく見ることが可能となり、炉物理の新しい展開を生み出すきっかけになるのではないかと思っている。

東北大学大学院工学研究科原子核工学専攻 (後期3年)

須山賢也 (東北大学大学院工学研究科原子核工学専攻 前期2年の課程 平成4年修了)

「燃焼計算の精度と使用済み燃料の臨界性に関する研究」

「原子炉の外では、絶対に臨界としてはならない。」これは再処理を始めとするバックエンドでは絶対的な条件です。この場合、燃焼した燃料では fissile が減少し、さらに核分裂生成物等が蓄積して、中性子増倍効果が減少していることを考慮して、施設等を設計することを「Burnup Credit」を考慮すると言います。その前提となるのが正確な燃焼計算であって、燃焼計算の基になる核データの改良が求められているわけです。

この考えに基づいて、「SWAT」という燃焼計算コードの開発とその計算精度の検証が、現在では主な仕事になっています。SWATは、SRACとORIGEN2という2つのコードをモジュールとして有し、燃焼中の中性子スペクトルの変化を考慮した燃焼計算を、JENDL-3あるいはENDF/B-VIのような新しいファイルを利用しつつ行います。もちろんSRACやORIGEN2は独立に利用も可能です。このコードは、特別な補正を行わずに核データを利用するため、これから新しい核データが出たとしてもすぐに利用が可能で、核データの検証の点からすれば、便利な「道具」になり得ます。今後は、それを利用して使用済み燃料の臨界性と、それ以外にも、中性子放出量など、核燃料サイクルの安全上重要な特性について調べていくつもりです。

原子炉物理をやろうと考えた理由は、やはりもっとも原子炉の根幹にかかわる学問であると考えたからでした。これまで炉物理は原子力の発展に大きな寄与をしてきたと思いますが、これから炉物理が生き残って行くには、新しい価値を作り出す事ができるかどうかにかかっていると思います。それには、まず第一に、貪欲にあらゆるモノを取り入れて行く姿勢が求められていると思います。「チャレンジャーになる事」。カッコを付けた言い方ですが、私自身にその力があるかどうかは別として、そのような仕事をやってみたいと思う訳です。

ところで

考えて見たら、同年代の炉物理をやっている人は少ない割には、コミュニケーションがないですね。mailing-listでも始めますか？人が集まるかな。

東京大学工学部附属原子力工学研究施設
タチアナ・ユープレモビッツ (東大・工・システム量子・平成5年9月卒)

「蒸気冷却高速増殖炉の設計」

液体金属冷却高速増殖炉 (LMFBR) は増殖性能には優れているが、化学的に活性なナトリウムを冷却材として使用するため、中間熱交換器やガバーガス系などの余分な機器が必要となり、建設コストが増大してしまう。超臨界圧軽水冷却高速増殖炉 (SCFBR) では、水を冷却材として用いるためのLMFBRに必要な余分な機器は削除でき、経済性の高いプラントが実現できる可能性がある。また、水-蒸気技術は軽水炉及び火力で豊富な経験がある。

炉心設計には次の条件を課した。(1) 燃料寿命にわたって負のボイド反応度を持つこと。(2) 複合システム倍増時間が30年未満であること。(3) 1000MWeクラスの出力を持つこと。燃料棒間隔1.3mmの稠密格子を用い、これらの条件をすべて満たす設計として、ブランケットとシードの間にステンレスで被覆した水素化ジルコニウム層を配置した径方向非均質炉心を設計した。これにより、大型炉で非扁平の炉心でありながら負のボイド反応度を達成することができる。また、水素化ジルコニウム層は出力分布の平坦化にも効果がある。増殖性能としては、再処理ロス 0.2% と仮定して、平衡炉心における複合システム倍増時間24年である。核計算には原研のSRACコードシステムを用いた。

熱効率は 41.5% と見積もられ、現行BWRと比較して相対的に 24% 向上する。さらに原子炉容器の30年間にわたる 1MeV 以上の高速中性子フルエンスが $2 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$ 未満になるように、ANISNコードによる解析を行い、ダウンカマー幅を 10cm 、熱遮蔽を 6cm と決定した。この場合に必要な原子炉容器厚さは 30.3cm である。

この研究により、超臨界圧水を冷却材とする高速増殖炉として、大型でありながら負のボイド反応度を有する炉心の実現可能であることが示された。超臨界圧水は気水分離の必要がないので、BWRと比べて炉容器が小型化し、制御棒も上部に挿入できる。再循環系も必要ないので原子炉建屋の重心が低くなり物量が低減する。この結果建設費も大幅に低減すると考えられる。

「炉物理との出会い」

私が12歳の時「Nuclear Physics」という本を読み、そのなかの放射線医療にふれた記述に心を打たれました。この本では主に、照射損傷に関する科学的な説明と、医療における効果的な照射の利用についての説明に重点が置かれていました。この本を読み終えたとき、私は、原子力工学、とりわけ放射線や原子炉の物理を志すことを決心したのです。

初めは放射線物理の研究「制動放射を考慮したモンテカルロ輸送計算による被爆評価の研究」に関わり、その後、現在の原子炉物理へと研究対象を移してまいりましたが、子どもの頃に抱いた志を忘れることなく、研究に邁進しております。

今後とも研究生活が続く間、炉物理と関わっていきたいと思っています。

東北大学大学院工学研究科原子核工学専攻
辻本和文 (東北大大学院・工学研究科・平成5年3月終了)

「ZrH添加による金属燃料高速炉の核的安全性の向上に関する研究」

金属燃料高速炉は、従来からのMOX燃料高速炉に比べて、利点が多いとされている。しかし、安全性の面では特にドップラー係数が小さいといった欠点がある。従って、本研究の目的は、金属燃料体系中に非均質に減速材(ZrH)を挿入することにより、安全性の向上を図ることである。目指すところは、従来のMOX燃料炉心程度あるいはそれ以上の安全性、なおかつそれよりも増殖比が高い炉心である。ZrHの挿入方法としては、幾つかの方法を検討した結果、集合体内の幾つかのピンをZrHだけのピンと置き換えることとした。予備的な解析の結果は良好で、今後としては以下の様な項目の検討を考えている。

- ① 集合体のモデル化
- ② 最適な炉心形状の検討

①に関しては、非常に非均質性の強い集合体をどうモデル化するかということである。予備計算の段階では、集合体そのものを模擬するのではなく、中心にZrHピンを1本だけ置いた六角状ピン格子配列でセル計算を行った。その際に、ZrHピンの割合は周囲の燃料ピンの本数で調整した。今後は、セルモデルの検証の意味も含め、モンテカルロ法を用いた集合体全体の計算をやりたいと考えている。②は、現在の段階では、すべての集合体に等しい割合でZrHを挿入したものを考えている。今後は、さらに安全性が高くなおかつ増殖比も高い最適な形状の炉心、また燃焼特性等の他の炉心特性について検討していくつもりである。

「なんで炉物理やってるの？」

そもそも、なんで原子核工学科を選んだのかというと、私の場合は学問的な興味もあったが、それよりも人の役に立ちたいという思いが強かった。入学した当時は、炉物理という言葉も知らず、私も含めた大多数の学生は核融合がやりたいとっていたような気がする。ところが、入学したその年の4月に、チェルノブイリで事故が起きた。これは、私にとって非常にショッキングな出来事であった。なぜなら、自分の根幹の部分が覆されたような気がしたからである。だから教養部時代は、原発に関する本、特に反原発の立場の本を読みあさり、本当に人のために役立つのだろうか、と随分悩んだような気がする。結局原子力があるかぎり、今ある原子炉を、また将来の原子炉をより安全なものにするのが技術者の役目と考え、そのまま原子核工学科での勉強を続け、炉物理を選んだ。最近、目の前の仕事に追われ、あまり考える時間もないが、炉物理を勉強する一人として、人類の生存に少しでも貢献できればと思っている。

東京大学大学院工学系研究科システム量子工学専攻
原野英樹(東大・工・原子力・平成4年3月卒)

「核融合 γ 線を用いたプラズマ診断法に関する研究」

中性子と同様に、高エネルギー即発 γ 線からも、核燃焼率を始め、プラズマ内部のさまざまな情報を得ることができる。特に D- ^3He プラズマの場合、中性子放出を伴わないので、核燃焼率を得るためには、D($^3\text{He}, \gamma$) ^5Li による γ 線(16.6MeV)を測定する必要がある。しかし、D($^3\text{He}, \gamma$) ^5Li 反応は分岐比が 10^{-5} 程度と非常に小さいのと、副反応である DD 反応により生じる 2.5MeV の中性子や中性子による 2次 γ 線が大量のバックグラウンドとして存在する為、これまで行なわれてきた中性子遮蔽用フィルターを付けた NaI や BGO 等の無機シンチレーターや中性子感度の低い NE-226 液体シンチレーター等による測定は、大きな問題を抱えている。

従って、本研究では、圧倒的に多いバックグラウンド γ 線や中性子が混在する場でも選択的に高エネルギー γ 線の検出が期待できる検出系の検討を行っており、実機に適用可能な核融合 γ 線検出系の候補として、対生成磁気スペクトロメーター方式の適用性を検討し、D- ^3He プラズマからの 16.6MeV γ 線を対象とした測定システムの設計を試みている。

対生成磁気スペクトロメーター方式では以下のプロセスで γ 線を測定する。

1. 炉心プラズマからの高エネルギー γ 線を、高Z材のターゲットに入射して、電子対生成反応により e^+, e^- 対に変換する。
2. e^+, e^- 対を、磁場で曲げて、2つの向かい合ったシンチレーターまで誘導し、それぞれを同時計数する。
3. 同時計数した e^+, e^- 対をそれぞれ波高分析し、エネルギーの和を求める。

同時計数により、対生成以外の事象(コンプトン効果等)は除去されるので、検出器の応答をシンプルにできる。シンチレーターをビームラインから離すことで、中性子の影響を抑えることが出来る。

これまでも、チェレンコフ検出器、コンプトンスペクトロメーター等が検討、設計されているが、検出効率、エネルギー分解能等が悪いために、プラズマ診断にフィードバックできる程の信号が取り出せるに至っていない状況であるが、対生成磁気スペクトロメーター方式は、現有の核融合実験装置で試みられているシンチレーター法に比べても、遜色のない検出器性能を有し、S/N比や耐放射線性の観点から、ITER等の核融合実験炉への適用において、より有利になると考えられる。

「炉物理の支援を目指して」

放射線、特に、中性子、 γ 線を用いたプラズマ診断法が本来の実力を発揮するのは、実験炉級の核融合炉以降の話であると考え。また、特に、私が研究している γ 線プラズマ診断技術は、現在、炉物理にまでフィードバックする結果を出すのは、極めて困難であると思う。しかし、D- ^3He 核燃焼率の評価を始めとして、早く炉物理を支援出来る日が来るのを期待し、研究を続けている。

名古屋大学大学院工学研究科原子核工学専攻
伏木勝己 (名大・工・原子核・平成5年3月卒)

「臨界安全管理における不均一燃料濃度分布の反応度効果の研究」

この研究の目的は、核燃料サイクルという大きな枠組みの中で、溶液状の使用済み燃料の再処理工程において、核分裂性物質のいかなる形態、条件の下でも臨界事故が起こらないような施設を設計することである。そこで、炉物理的なアプローチとして、

- (1)実効増倍率が最大となる、臨界安全上最も危険な燃料濃度分布を探る。
- (2)実効増倍率と燃料濃度分布を結びつけるパラメータを探る。

といった作業を行い、それぞれをフィードバックさせていくことになる。(2)に関する研究では、G. Geortzelの「熱中性子束分布の平坦化」の条件と、これを一般化した「燃料インポータンス分布の平坦化」の条件が良く知られている。当グループでは'87にKUCAのA架台を用い、高濃縮ウラン体系で均一分布と不均一分布の k_{eff} を比較し、炉心中央で燃料濃度が高い不均一分布の場合均一分布よりも k_{eff} が上がることを確認した。次に'90にはB架台を用い、高濃縮ウラン燃料板と天然ウラン板とを組み合わせた実効的な低濃縮ウラン体系で同様の比較を行ったところ、中央で濃度が高い不均一分布においても k_{eff} は均一分布よりも小さく、高濃縮体系とは異なる結果となることがわかった。

最近、「燃料インポータンス分布の平坦化」を利用した東芝の解析において、燃料体の外側で濃度が高い分布で k_{eff} がより大きくなることが報告されている。そこで、これをKUCAのB架台を用いた低濃縮体系での実験により確認すると共に、「燃料インポータンス分布の平坦化」の低濃縮体系への適用性を吟味することが私の研究の目的である。

「炉物理に対する思い」

私が初めて炉物理と出会ったのは、学部の3年生の時に開講した当研究室の教授である仁科浩二郎先生の講義でした。仁科浩二郎先生の懇切丁寧な講義をお聴きして、そこそこの炉物理がわかったような気がしていましたが、研究を進めていくに連れ、自分がいかに炉物理を知らなかったか、ということだけが明らかになっています。よく炉物理はもうやることがない、といった声を耳にしますが、それはかなり炉物理をこなしてきている方のおっしゃることであって、私はもっと炉物理を知らなければいけない、といった思いで一杯です。

東京工業大学大学院理工学研究科原子核工学専攻
水谷昭彦 (東京理科大・理・物理 平成4年卒 M2)

未来核平衡社会の研究

原子炉のセル構造が未来核平衡社会の特性に及ぼす影響

始めに、我々が研究を続けている未来核平衡社会について、核平衡社会という言葉の定義付けをはっきりさせておく。まず、長期的に安定して存続可能な状態にある社会のことを平衡社会と呼ぶことにし、さらに、炉内外での分裂炉に関連した核物質の生成と消滅がバランスしている変化の止まった状態を統括的に核平衡と考えることにする。我々はここで、エネルギー生産を行いながら放射性廃棄物量が増加せず、燃料も定常的に維持される核平衡にある社会のことを核平衡社会と定義することにした。例えば、放射平衡は崩壊定数という物理量で決定されるが、核平衡は中性子スペクトルや燃料の操作等によって人為的に操作することが可能である。

既に、我々の研究では、平衡方程式なる炉内外のバランス方程式を用いて高速炉及び熱炉に対し各々、ソフトとハードの2つのスペクトルを対応させて平衡計算を行っており、平衡組成が求まっている。ところがこのスペクトルはセル計算を用いて求められた正確なものではない。

そこで私が行っている研究は、この核平衡状態において平衡組成を決定付ける重要な因子の一つである中性子スペクトル及び対応する1群定数を、セル計算によって正しく求め、中性子増倍係数や平衡組成を調べることにより、セル設計の効果を検討しようというものである。

具体的には、平衡状態にある高速炉を考え、酸化物、金属、窒化物の各燃料に対しNa、Pb、PbBiの3種類の冷却材を用いた計9通りについて以下に述べるような解析を行っている。まず、平衡計算で得られた核種数密度をインプットとしてSRAROMコード(高速炉用格子均質化コード)でセル計算を行う。次に、出力された1群に縮約済みのミクロ断面積を平衡計算のインプットとして用い、再度平衡計算を行い数密度を求める。この繰り返し計算を無限増倍係数が収束するまで行うことによって、それぞれの燃料と冷却材の組み合わせに対する無限増倍係数やスペクトル、さらには重要なアクチノイド等の1群定数を評価するのである。

今後の課題としては、セル計算を行う際に燃料ピンの直径やピンのピッチを変化させて上記の繰り返し計算を行い、それによってスペクトルがどのように変わり、さらには無限増倍係数がどう変化するかを考察することがあげられる。

炉物理に対して

この原稿を書いている今、修論の締め切りが1ヶ月後に迫っています。炉物理に接してかれこれ2年になろうとしていますがいまだ暗中模索の毎日です。博士過程に進学して炉物理とは何かを正面から見据えてみたいと考えております。

動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センター
山本 敏久 (阪大・工・原子力・昭和59年3月卒)

「マイナーアクチナイド装荷高速炉の炉心特性への影響評価」

この研究の目的は、マイナーアクチナイドを高速炉に装荷した場合に生じる炉心特性への影響を評価し、安全性や経済性を犠牲にしないで効率よくマイナーアクチナイドを燃焼させる炉心概念を策定することを最終目的としている。マイナーアクチナイドを高速炉に装荷することは、特にフランスで実炉を用いた実験の段階まで具体的な検討が進められているが、考慮すべき炉心設計、燃料設計へのインパクトとして以下のようなものが上げられるであろう。

- 1) 燃料の融点および熱伝導率の低下による、最大線出力の低下
- 2) 燃料体積の増大、またはプルトニウム富化度の増大
- 3) ナトリウムボイド係数の中性子減速項の増大
- 4) ドップラー係数の低下
- 5) 遅発中性子割合の低下、即発中性子寿命の低下

この内、1)と2)は原子炉の建設コスト増大、3) - 5)は原子炉の安全マージンの低下にそれぞれ影響を及ぼす。また、2)はマイナーアクチナイドの大多数がプルトニウム-239等に比べてフィッサイルとしての能力(核分裂断面積、中性子発生個数)が低いため、これらを添加した状態で原子炉出力を保持するためには、炉心体積の増大を許すか、またはプルトニウム富化度の増大が必要となることに起因している。この結果、炉心からウランが排除され、4)および5)の原因となっていることが最近の検討でわかった。一方、マイナーアクチナイドの添加により、数keV付近の中性子寄生吸収が増大し、3)と4)を引き起こす原因となること、この効果もフィッサイルとしての能力が低いマイナーアクチナイドで顕著となることが明らかになった。結論として、炉心設計へのインパクトを小さく抑えるためには、マイナーアクチナイドのフィッサイルとしての能力を最大に発揮できる中性子場を提供すればよいことがわかったが、これを炉心設計にフィードバックし、具体的な原子炉概念を策定することが今後の課題である。

「さすらいの炉物理屋」

私の仕事は、概して炉物理屋と呼ぶには程遠く、炉物理屋のはしくれとして名乗りをあげたのは、キラ星のように高名をつらねる諸先輩方には大変失礼なことをしたと思っている。しかし、現状の原子力産業界で真の意味で「炉物理で一旗あげる」ことは可能であろうか？いつの時代でも本当にクリエイティブな仕事は生活の糧にならぬそう。業界全体が傾きかけている昨今はなおさらである。私自身も流れながれて日本の東の果てで(関西出身者から言うところなる)高速炉で糊口を凌いでいるが、「さすらいの炉物理屋」と(半ばヤケクソであるが)自称しても先輩方の顔を汚すことのないような成果を是非上げたいものである。

Theアンケート「炉物理っておもしろい？」 集計結果

名古屋大学工学部原子核工学科
仁科研究室アンケート編集委員

先日お願いしました炉物理についてのアンケートの結果を集計致しました。結果にはある程度予想されたものもありましたが、中にはユニークな答えも数多くありました。また皆様がいかに炉物理、ひいては原子力の未来に関して真剣に考えているかが分かり、若手研究者の炉物理に対する考えを知る上で非常に貴重な資料となりました。

以下に設問毎にその結果とコメントを示していきます。

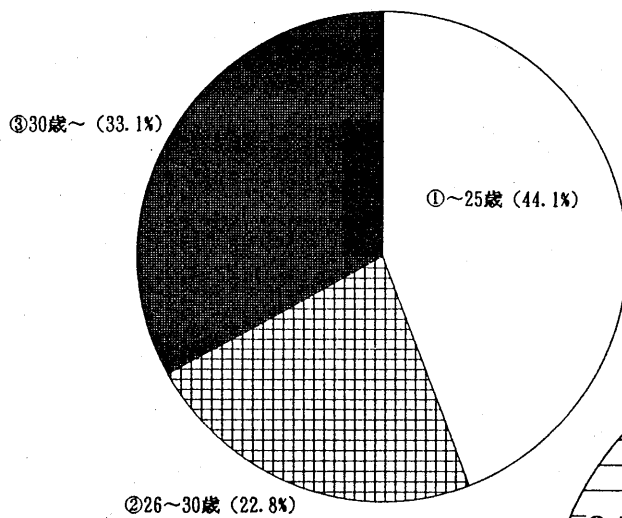
自分の中の炉物理

Q1 あなた自身について、年齢と職種をお聞きます。

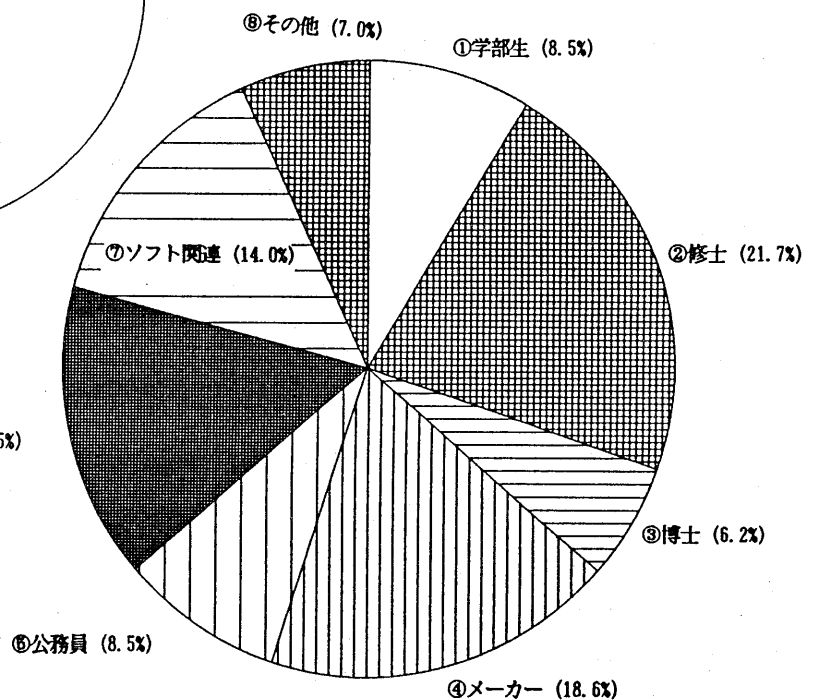
年齢 ①～25歳 ②26～30歳 ③30歳～

職種 ①学部生 ②修士 ③博士 ④メーカー ⑤公務員 ⑥電力 ⑦IT関連 ⑧その他 []

Q1 年齢



Q1 職業

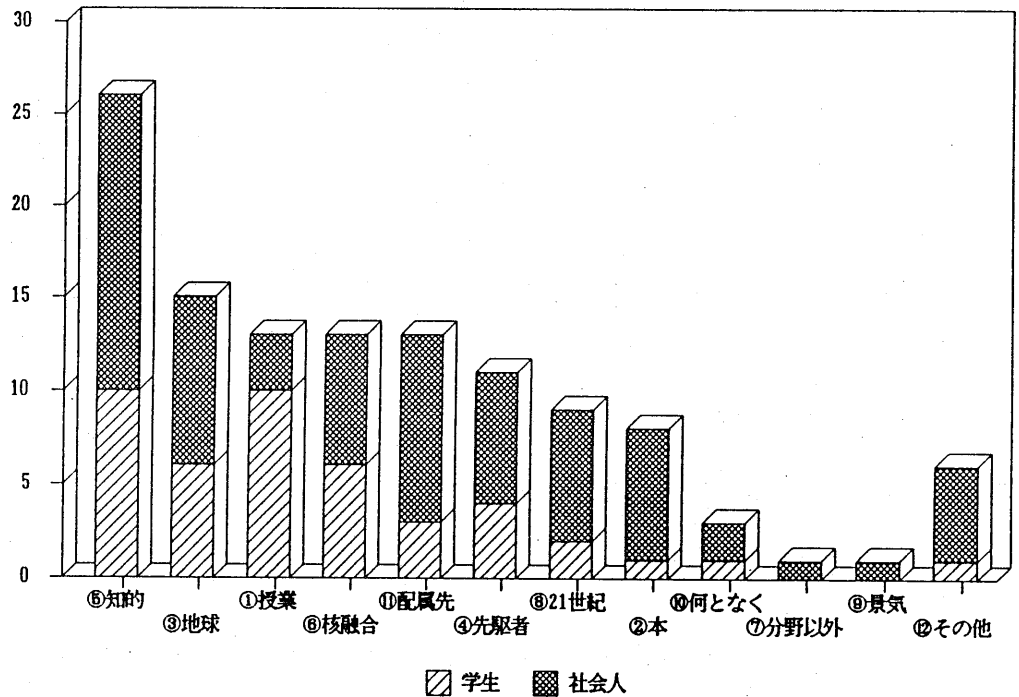


アンケート回答総数 131名

Q2 あなたが原子力分野に進んだきっかけは？

- ①授業または講義を聴いておもしろそうだったから
- ②本、図鑑などを読んで
- ③地球の将来を考えて(人類愛に燃えて)
- ④原子力研究の先駆者にあこがれて
- ⑤単なる知的好奇心で
- ⑥"核融合"に興味をもったから
- ⑦この分野以外あまりできなかったから
- ⑧21世紀の主力産業になると思ったから
- ⑨景気に左右されない産業と思ったから
- ⑩まわりの影響で、ただ何となく
- ⑪配属先が原子力関係の部局だった
- ⑫その他 []

Q2 原子力分野に進んだきっかけ

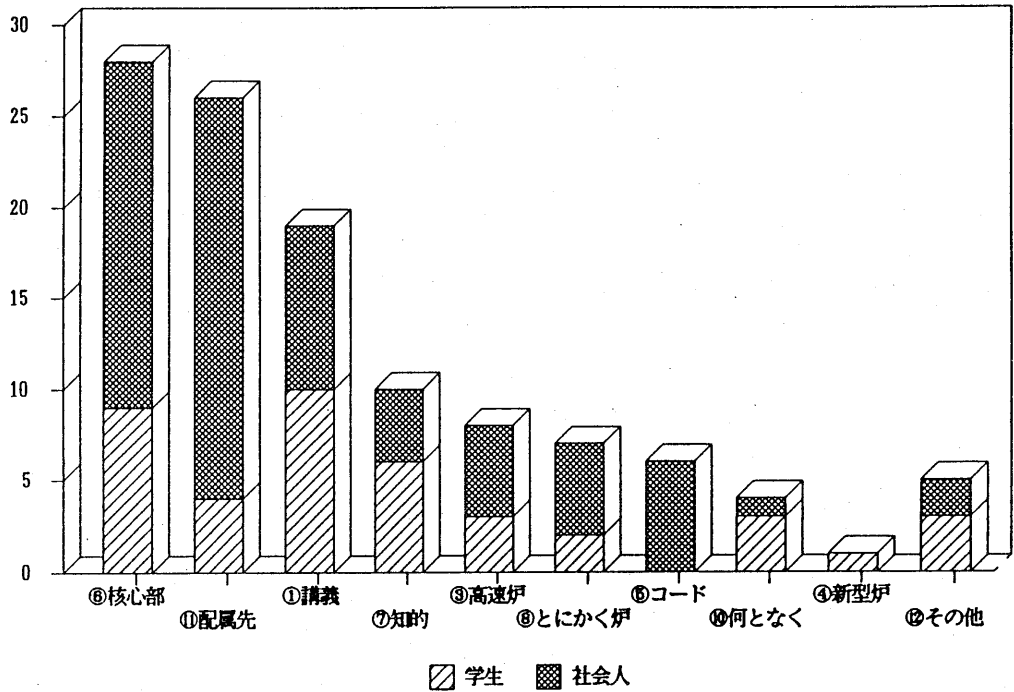


学生、社会人を合わせると「知的な好奇心から」が最も多く、原子力が知的な好奇心を刺激する分野であることが伺えます。学生は「授業を聞いて」という答えが多く、授業の重要性が浮かび上がっています。社会人では「知的な好奇心から」「核融合に興味をもって」という答えの他に「配属先がこの分野だった」という答えが多く、やや受け身の形でこの分野に進んできた人の多いのも目に付きます。

Q3 その中でも炉物理を選んだ理由は？

- ①炉物理の講義を聴いておもしろそうだったから
- ②軽水炉の改良に魅せられて
- ③高速炉の開発に "
- ④新型炉の開発に "
- ⑤計算コードの開発に "
- ⑥原子力発電の核心部だから
- ⑦単なる知的好奇心で
- ⑧とにかく"炉"がやりたかった
- ⑨この分野以外あまりできなかったから
- ⑩まわりの影響で、ただ何となく
- ⑪配属先が炉物理関係の部局だった
- ⑫その他 []

Q3 炉物理を選んだ理由は



学生、社会人とも原子力発電の核心部であるという理由で選んだ人が非常に多いという結果になりました。また、この質問でも社会人は配属先が炉物理の分野であったという人が多くなっています。

Q4 この分野に進んでよかった／悪かったと思うことは？

良かったこと

学生 (31)

1. 原子炉の仕組みが分かった 7人
2. 知的好奇心が満足した?? 5人
3. 仕事のスケールが大きい 3人

総合分野である。
 計算機コードに触れることができた。

社会人 (51)

1. 知的好奇心が満足した?? 14人
2. 原子炉の主要部を研究する分野である 12人
3. 分野が広い 8人

学生、社会人ともに結構、常識的な答えに集中しているようです。炉物理が面白い分野なのは当然(!?)ではありますが、むしろ、この分野特有の意見としては「景気に無関係(1人)」、「就職が容易(2人)」や「炉物理が特殊な知識である(3人)」という少数意見にも目を向けたいですね。

Q4 つづき...「この分野に進んで」

悪かったこと

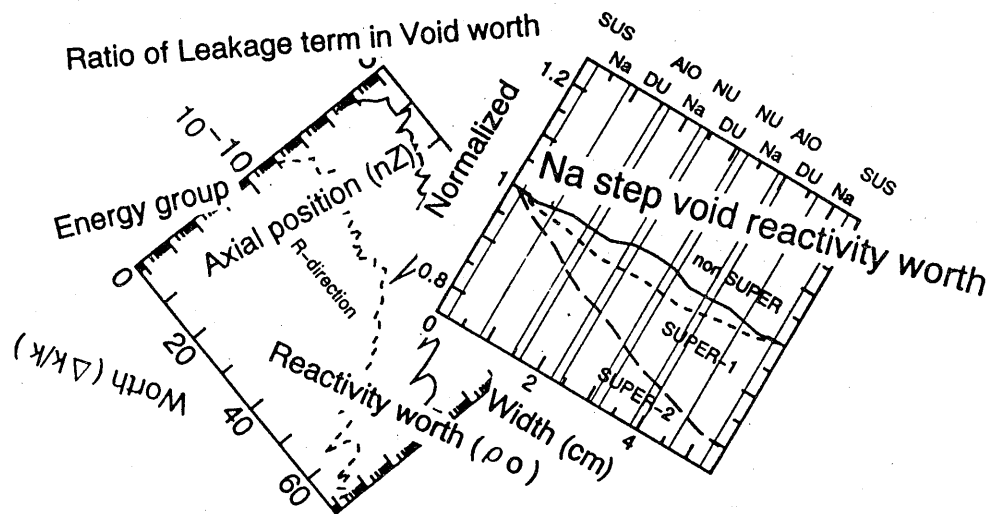
学生 (21人)		社会人 (52人)	
1. 一般の人に理解されない	6人	1. 将来性がない	17人
2. 他分野と交流が無い	4人	2. 分野が狭い	9人
この分野の将来性への不安	"	3. 一般の人に理解されない	7人
研究範囲が広すぎる	"	4. 難しい	6人

学生は自分の分野が他の人々から「理解されていない」点に不安を感じているようです。社会人はそれにも増して「将来性がない」という点に不安を示しています。これが現時点での真実だとすると、問題と言えるのではないのでしょうか。

Q5 尊敬する科学者または技術者を1人挙げるとすれば？

学生	社会人
1. フェルミ 5人	1. アインシュタイン 9人
2. ニュートン 4人	フェルミ "
3. アインシュタイン 3人	2. 西沢潤一 3人
その他 仁科浩二郎、エジソン、 ボーア (各2名)	その他 キュリー夫妻、 ハイゼンベルグ (各2名) 仁科芳雄 (1名)

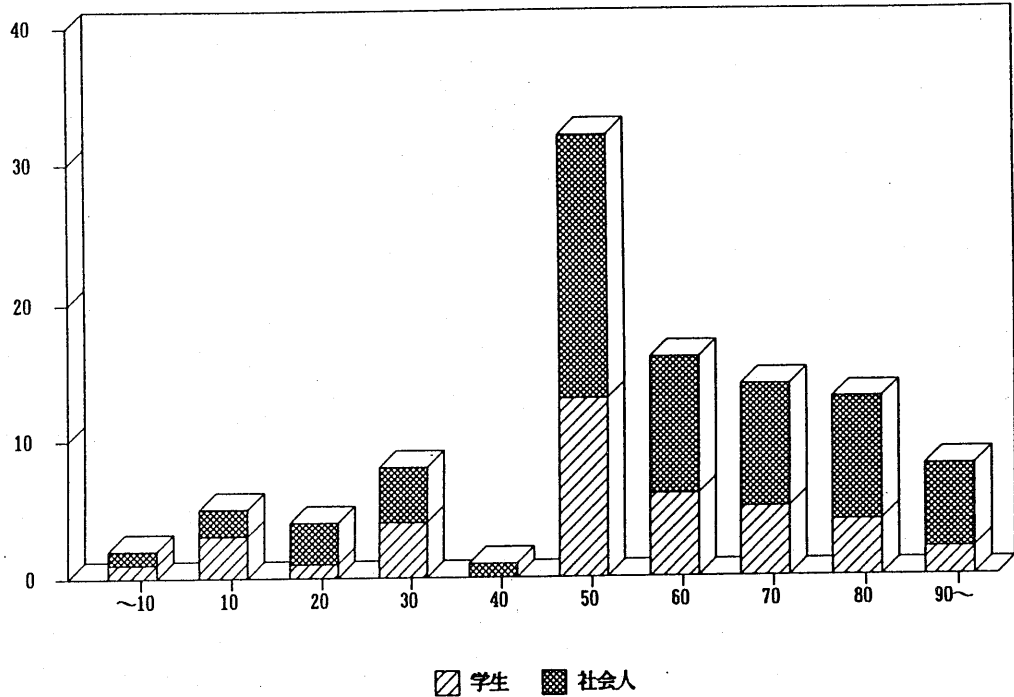
質問の意味をわざと取り違えた回答もありましたが、集計の結果をみると「なるほど」と思えるような結果がでています。ここには反映されていませんが、「特になし」と書いてきた回答が最多でした。



研究近況

Q6 自分の研究の満足度は100点満点で評価すると何点ですか？

Q6 自分の研究の満足度は



ほとんどの人が自分の研究に対して概ね50点以上の評価をつけています。50点という評価が多いのはアンケートの対象が若手ということもあり、まだ研究を長く続けていない場合が多いため、どこまで研究できれば満足かというラインが引けないのではないかと思います。

Q7 最近、研究に関して困っていることは？

学生

ない・・・10人 ある・・・22人

あると答えた人の内訳

- 1位 装置・設備の欠乏 5人
- ” 炉物理が難しい 5人
- 3位 〆切(時間)が厳しい 2人
- ” 計算がうまくいかない 2人
- ” 漠然とした不安 2人

その他「アイデアが浮かばない」
「雑用が多い」等

社会人

ない・・・31人 ある・・・18人

あると答えた人の内訳

- 1位 知識不足 4人
- ” 時間不足 4人
- 3位 日常業務と研究とのバランス 3人
- 4位 予算が少ない 2人

その他「人手不足」「今のテーマが嫌い」
「実験ができない」等

学生は「ある」の回答が多いのに対して、社会人は「ない」の回答が多いという特徴があります。研究に関して困っていることで、学生・社会人に共通して多いものに「知識不足」「時間不足」があります。また学生に多いものとして「装置・設備の欠乏」があります。研究の環境の内、ハード面では社会人の方が整っていると言えそうです。ここにも、「時間はあるが、お金(設備)がない」学生と「お金(設備)はあるが、時間がない」社会人といった図式が見受けられます。

Q8 もっと勉強しておけばよかったと思う分野は？

Q8 もっと勉強しとけばよかった...

学生			社会			計			学生ベスト			社会人ベスト		
1	英会話	17	33	50	1	英語	26	1	英会話	33				
2	英語	26	21	47	2	英会話	17	2	熱水力	32				
3	熱水力	13	32	45	3	輸送理論	16	3	輸送理論	29				
	輸送理論	16	29	45	4	量子力学	15	4	英語	21				
5	核物理	15	19	34		核物理	15	5	断面積	19				
6	断面積	13	19	32	6	断面積	13		核物理	19				
7	確率統計	12	16	28		熱水力	13	7	拡散理論	17				
8	拡散理論	9	17	26	8	確率統計	12	8	確率統計	16				
9	微積	7	16	23	9	計算機	10		微積	16				
	量子力学	15	8	23		統計熱力	10	10	計算機	12				

学生、社会人ともに一位となった分野は英語関係でした。しかし、学生は英語そのものを、社会人は特に英会話を挙げています。英語を使ったコミュニケーションの重要性が社会に出てから増してくるものと思われます。炉物理関係を見ると、どちらも上位に輸送理論を挙げています。つまり、輸送理論は学生の時だけでなく、卒業後も我々を悩ますということでしょうか？ また、社会人が2位に挙げた熱水力を、学生はそれほど挙げておらず、学生の視野は炉物理という狭い範囲に留まっているということが言えるようです。

Q9 最近、特におもしろいと思う研究分野は？ (炉物理、原子力に限らない)

学生			社会人		
1位	カオス	4人	1位	生物	7人
"	常温核融合	4人	2位	情報	6人
3位	TRU消滅	2人	3位	医学	4人
			"	核融合	4人
その他「人工生命」「宇宙論」等多数			その他「放射線の生物への影響」「炉材料」等多数		

社会人の回答としてはより実地的な(自分の研究に関連した)ものが多く、それに対して学生の回答は非常にバラエティーに富んだものが多数ありました(「FSXの開発」「中央アジアの歴史」等々)。これらは、社会人=「研究によってサラリーを得ている」、学生=「卒業のため、就職のため…」といった研究の必要性から来る余裕の違いと言えそうです。

炉物理の現状

Q10 今、原子力に必要なものは何ですか？

上位3位までと目に付いたものいくつかを下に示します。

学生		社会人	
1. PAの充実	15人(42.8%)	1. PAの充実	19人(34.5%)
2. 正確な情報の公開	6人(17.1%)	2. 目標の設定	9人(16.4%)
3. 教育の充実	3人(8.6%)	3. 再処理技術の開発	7人(14.7%)
その他 安全性の向上、環境との調和、 将来の展望(各2名)		その他 人材確保(5名)、安全性の向上 原子炉の低コスト化(各3人)	

まず、今後の原子力の発展のためにはPAの充実が最も重要であるという点で、学生、社会人の双方の意見が一致しています。原子力が世間ではマイナスのイメージで捉えられていることに対する問題意識、焦燥感があり、できるならばこれをプラスの方向へ転じたい、という切ない思いが見受けられます。

また、学生側は一般に公開されていない情報も含め、知りたいことを知る、または勉強したいことを勉強するための環境が整っていないと考えている様子が見受けられます。社会人側では2位となった「新たな目標(夢、展望など)の設定」というのが印象深いです。これがQ4の将来性への危惧につながっているものと思われます。

Q11 今、炉物理に必要なものは何ですか？

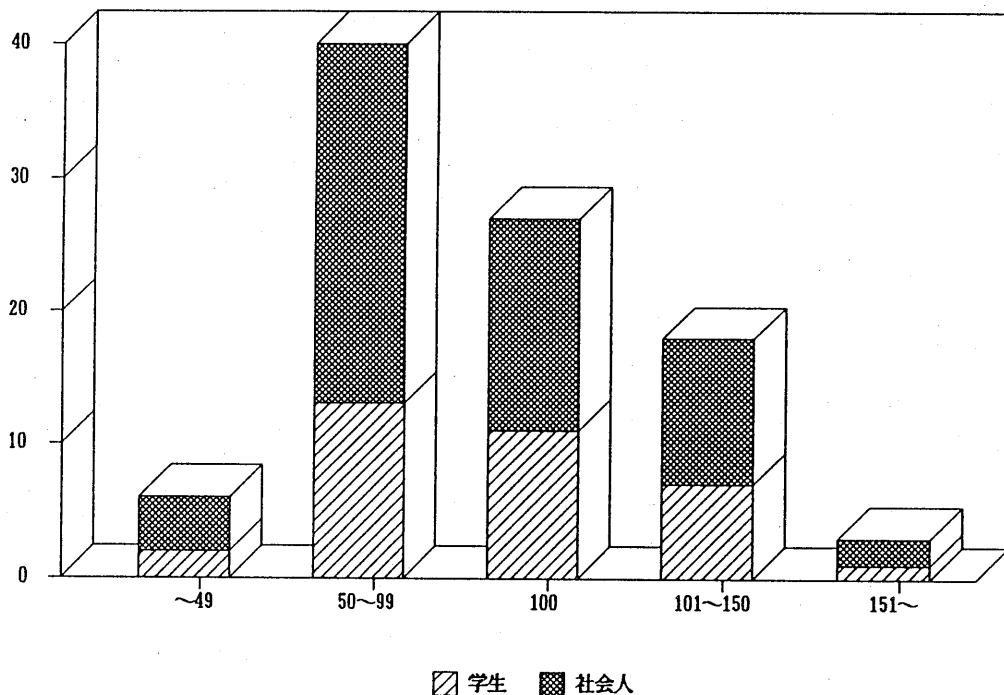
学生		社会人			
1位	新テーマ	6人	1位	新テーマ	7人
2位	若手研究者	3人	2位	人材	6人
"	他分野の研究	3人	3位	技術革新	4人
4位	援助	2人	4位	目標	3人
"	コードの標準化	2人	5位	国際交流、炉物理体系化	2人
				発展性、安全性	

学生・社会人とも1位となったのが「新テーマ」でした。また学生・社会人いずれの回答を見ても炉物理に対して「何か新しいもの」が必要だと言っています。つまり若手研究者は炉物理は完成に近づいた学問であるとみなしていることが伺えます。

近未来の炉物理

Q12 現在の炉物理の研究状態（活気など）の指数を100とすると10年後の予想指数とその根拠は？

Q12 10年後の予想指数

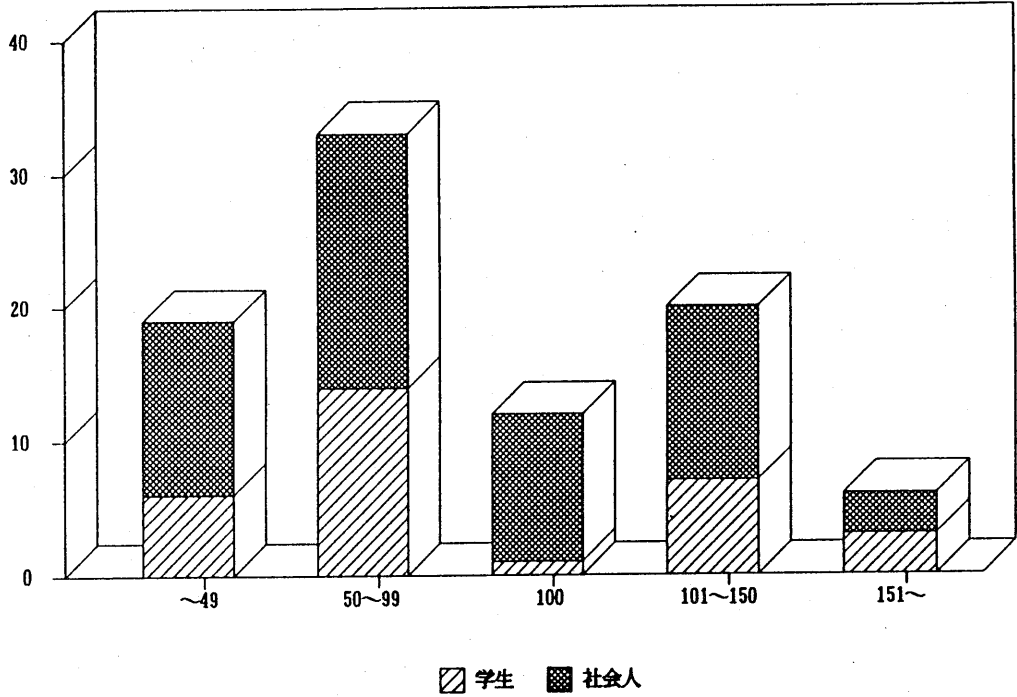


全体的に100以下、つまり研究が衰退するという回答が多いという結果になりました。根拠としては「テーマの減少」「理論の完成」などのいわゆる「炉物理はもう研究し尽くされている」というもの、「人気が無い」「若手の減少」「世論の流れ」などの原子力全体の衰退を危惧するものが多数あります。予想指数が100と答えた人の根拠の多くは「10年程度では変わらない」の他、衰退するものもあるだろうが「新型炉の開発」「原子力への依存が増す」等による研究の活性化もあり、トータルでは現状と変わらないであろうというものでした。一方、予想指数が100以上、つまり研究が盛んになると答えた人の根拠としては「分野の拡大」「高速炉・新型炉の発展」「エネルギー問題が大きくなる」「計算手法の高度化」などがありました。

ただ、全体的に炉物理が衰退するという意見が多いのは、若手研究者としては少し寂しい結果となってしまいました。

Q13 同じく50年後の予想指数、およびその根拠は？

Q13 50年後の予想指数



Q12の10年後の結果と比べて、学生・社会人とも予想指数が100を越えるものが若干増え、また予想指数が50未満のものも増えています。予想指数が100を越える根拠としては、「核融合の発達」「新技術の開発」「研究分野の拡大」等が挙げられており、逆に予想指数が100未満のものとしては「原子力に変わる新しいエネルギーの開発」「炉物理の完成」等が挙げられています。全体としては、炉物理が何らかの形で変わっていく、という意見が多いようです。私たち若手すら引退してしまう50年後にもやはり「希望」が残っていてほしいものですね。

$$\frac{\int_{E_1}^{\Sigma_T} \phi(E) \phi(\Sigma_T(E)) M(\Sigma_T(E)) dE}{\int_{E_1}^{\Sigma_T} \phi(E) \phi(\Sigma_T(E)) M(\Sigma_T(E)) W(\Sigma_T(E)) dE} = \frac{\int_{E_1}^{\Sigma_T} \phi(E) dE}{\int_{E_1}^{\Sigma_T} \phi(E) - \Sigma_T^* dE}$$

$$\Sigma_{T8}(r) \phi_g(r) = \int_{E_1}^{\Sigma_T} \Sigma_T(r, E) \phi(r, E) dE$$

$$W(\Sigma_T(E), \Sigma_0) = \frac{1}{\Sigma_T(E) + \Sigma_0} \delta(\Sigma_T(E) - \Sigma_T^*)$$

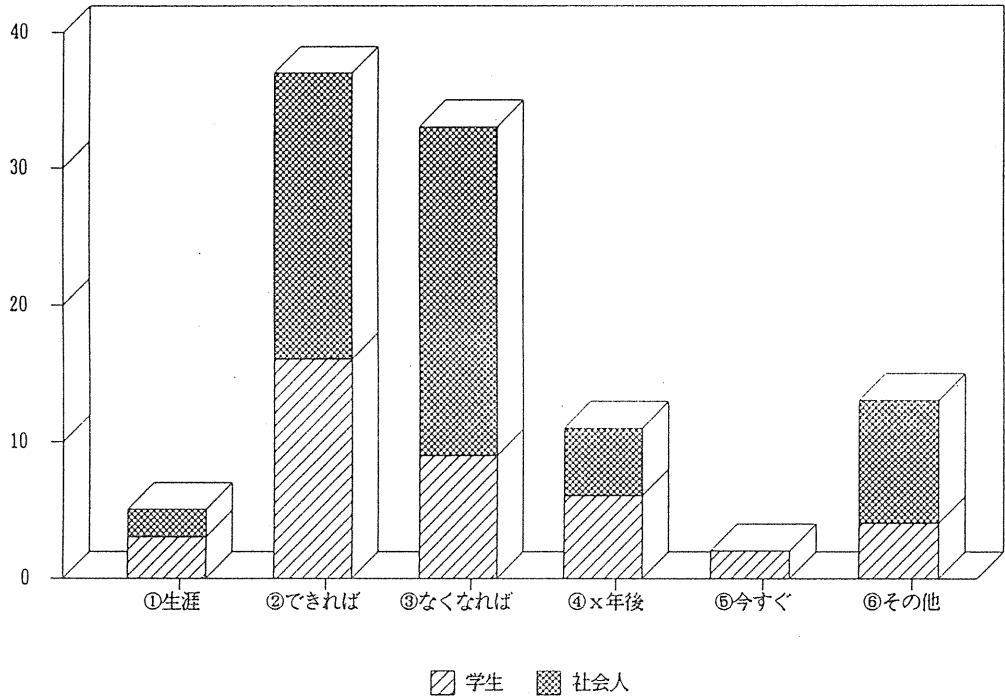
$$\sigma_0 = \frac{1}{N} \sum \sigma_i N_i + \frac{g(c)(1-c)}{1-N}$$

$$\int_{E_1}^{\Sigma_T} \phi(r, E) dE = (c) \phi$$

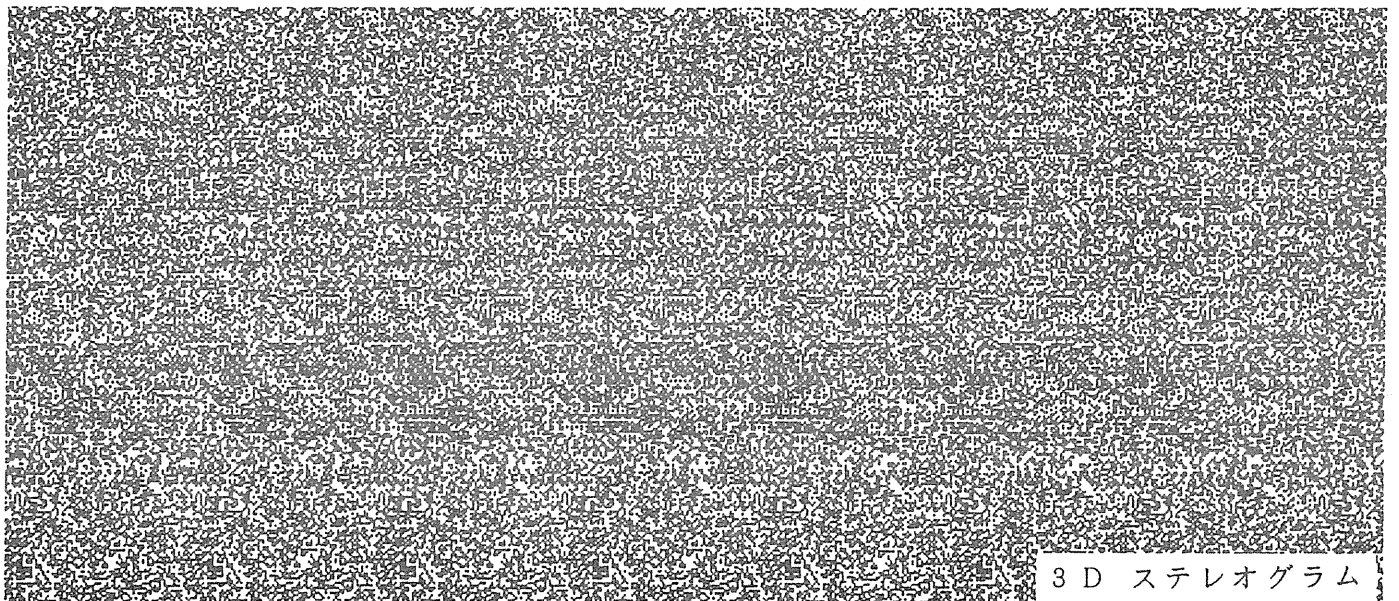
Q14 今後も炉物理研究を続けるつもりですか？

- ① 炉物理に生涯を賭けている
- ② できれば続けたい
- ③ 研究対象がなくなれば移る
- ④ X年後には移る予定 [] 年後
- ⑤ 今すぐにでも移りたい
- ⑥ その他 []

Q14 今後も炉物理研究を続けるか



学生は「できれば続けたい」「なくなれば移る」の順で多く、一方、社会人では逆になっています。これは、社会人の場合研究は仕事であるため研究対象がなくなれば次を探せばいいや、と悠長に構えてはいられないからであろうと思われます。若手研究者の場合、炉物理に生涯を賭けるという人は少なくなっています。

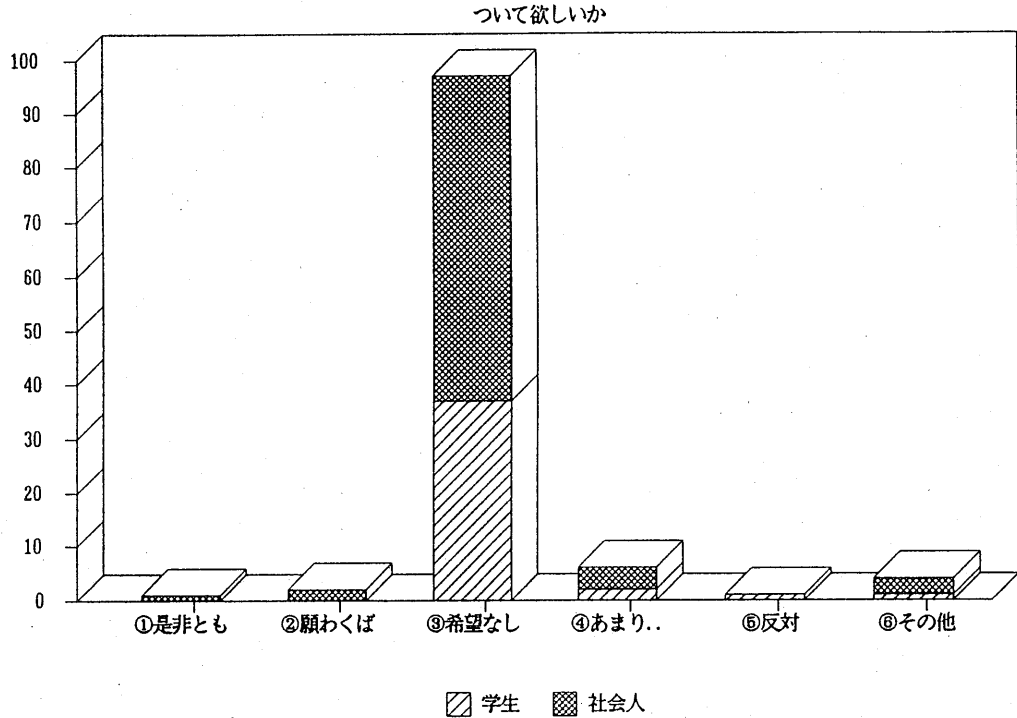


3D ステレオグラム

Q15 自分の子供にも原子力関係の職業に就いてほしいと思いますか？

- ①是非、進ませたい
- ②願わくば進ませたい
- ③とくに希望はない
- ④あまり進ませたくはない
- ⑤進むことには反対
- ⑥その他 []

Q15 自分の子供にも原子力関係の職業に



特に希望無しという答えが圧倒的に多く、これは若手であるため「自分の子供」に対する具体的なイメージが湧きにくい為ではないかと思われます。

⋮

学生・社会人の立場の違いはあれ、若手研究者の特徴は以下に挙げられるように思います。すなわち、まだ炉物理の研究に従事している期間が短いため

- 自分の研究に対する満足度は概して低い
- もっと研究しておけば良かったと思う分野がたくさんある

などです。これらの印象は、まだ私たちの研究の度が浅いためかも知れませんが、逆に言えば色々な知的好奇心や意欲に燃えている証拠であり、とにかく努力次第といったところでしょうか。

しかし、全体的な意見としては

- 炉物理はほぼ完成されており、何か新しいものが必要

と考えているようです。ここは一つ「魅力ある炉物理」を再確認し、全国の若手炉物理研究者は奮起して炉物理研究をもっともっと盛んにしていこうじゃありませんか。

最後になりましたが、アンケートにご協力頂いた皆様に深くお礼申し上げます。全国の若手炉物理研究者のさらなるご活躍を期待しております。

炉物理アンケートに協力して頂いた(回答のあった)各機関

機関	所属
北海道大学	工学部原子工学科
東北大学	工学部原子核工学科
東京大学	工学部システム量子工学科
〃	工学部原子力工学研究施設
東京工業大学	原子炉工学研究所
名古屋大学	工学部原子核工学科
京都大学	工学部原子核工学教室
〃	原子炉実験所
九州大学	工学部応用原子核工学科
日本原子力研究所	東海研究所 F C A
動力炉核燃料開発事業団	大洗工学センター
(株)東芝	原子力技術研究所
東電ソフトウェア(株)	炉心管理システム部
電源開発(株)	原子力部
(株)日立製作所	エネルギー研究所
富士電機(株)	原子力システム設計課
電力中央研究所	狛江研究所原子物理部
北海道電力(株)	原子力部技術燃料グループ
東北電力(株)	原子力技術課
中国電力(株)	原子力部
四国電力(株)	原子燃料技術課

上記各機関の関係者の皆様、ご協力ありがとうございました。

「第25回炉物理・夏期セミナー」報告

「これからのプルトニウム問題を考える」討論会

本年度の炉物理夏期セミナーは1993年7月27日～29日に長野県菅平高原の菅平高原国際リゾートセンターで開催されました。

今回はこれまでの炉物理夏期セミナーと異なり、テーマを1つに絞って期間を3泊4日から2泊3日に短縮しました。テーマは92年の「あかつき丸」のプルトニウム輸送以降、何かと話題の多いプルトニウムを取り上げ、「これからのプルトニウム問題を考える」と題しての開催でした。プルトニウムの問題についてはこれまでにいろいろな委員会、研究会等で取り上げられているため参加者が少ないのではないかと心配しておりましたが、講師の先生方を含めて64名（大学17、院生・学生15、原研・動燃11、電力6、企業15名）と、予定していた定員以上の方に参加して頂き、盛況のうちに3日間の日程を終了することができました。

セミナーでは、講師の先生方にプルトニウムに関する様々なテーマでの講義をして頂き、3日目にはプルトニウム問題についての討論会を行いました。

プルトニウムの利用に関してはまだまだ多くの問題点を抱えていることは事実であります。これら問題を解決するためには、今後多くの人々による幅広い視点からの活発な議論が必要であると思います。

そこで、炉物理連絡会の方々に先の討論会の議論の内容を知って頂くために、講師の先生方の承諾を得て、この討論会の内容を今回の炉物理連絡会誌に載せることに致しました。この討論会の記録がこれからのプルトニウム問題の議論のために少しでも役立てばよいと思っております。

討論会のパネリストをお引き受け頂きました講師の先生方に、改めて深く感謝申し上げます。

名古屋大学 三澤 毅

日時：1993年7月29日(木)

場所：菅平高原国際リゾートセンター会議室

パネル側講師：神田啓治(京大炉)、松岡理(電中研)、内藤倣孝(原研)、
徳永弘倫(元日本原燃)、古川和男(東海大)

司会：相沢乙彦(武工大)、代谷誠治(京大炉)

[相沢乙彦氏]

それではさっそく今日の討論会に入りたいと思います。「これからのプルトニウム問題を考える」というテーマで今年のセミナーがスタートしたのですが、今日のパネルの進め方といたしましては、もう皆さんご存じの講師の先生方5人に、最初にお一人ずつ3分程度で言い残されたこと、あるいは強調したいこと、あるいは問題提起等をお話頂いた後、会場のほうから質問して頂いて、それぞれ担当の先生より答えて頂きたいと思いますので、よろしくお願い致します。最初、神田先生お願い致します。

[神田啓治氏]

こちらに来てプログラムを見せて頂いたら、「プルトニウム利用の国際情勢とわが国の政策」となっていて、ぼくが最初もらったのと変わっていて、国際情勢のことについて話さなかったために、最後のNPT(Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons、核不拡散条約)のこととかが抜けてしまったわけです。それで、「これからの国際社会との関係における日本のプルトニウム」というほうが、問題として明らかにできたのではなかったかと、少し反省しております。

先ほど、NPTのことについて少しお話致しましたが、現在わが国が抱えている問題の1つに、やはり「外国の質問が集中した」というところでもお話ししたように、日本が核兵器を持たなくてプルトニウムをやるというのは、非常に特異的な国に見えてるわけです。昔はプルトニウム仲間にドイツがいたわけですが、ドイツはどんどん脱落してきていまして、世界のいろんな外国の人たちに、日本は核兵器を持たなくてプルトニウムをやっているということはどういうことか、というのをより良く理解してもらおうということが重要なことではないかと考えています。

その手段として、マスメディアを使うということもありますけれども、このところIAEA(International Atomic Energy Agency)という言葉のニュース性が高まりまして、ちょっと前までは出張計画書に「IAEAのなんとか会議に出席のため」と書いていたら、事務官にIAEAの次に国際原子力機構と書けと毎回言われていたのが、最近はIAEAだけでいいとみんなが知るようになりました。北朝鮮査察とかイラク査察なんかがあって、IAEAという言葉が普通に使われるようになった。そうすると逆に、IAEAなるものがどんな不完全な団体であったかということが分かり始めまして、今、日本がもしこの社会で生きていこうとするならば、何らかの保証書みたいなものがある。その保証書みたいなものは、日本の国連主義ということから言えば、IAEAというものを使っていかなくてはいけないんじゃないか。これからはIAEAと日本というようなものも、NPTと日本というようなものとの絡みと同じような意味で、重要性を増してくるんじゃないかと思います。このことをちょっと講義で言いそびれましたので付け加えます。

[相沢乙彦氏]

どうも有り難うございました。続きまして、松岡先生をお願いします。

[松岡理氏]

何をお話ししていいかわかりませんが、私の立場から言いますと、プルトニウムの利用についての国際的合意と国内的合意が必要だということはよく言われていますが、それを実際に我々は何をしたら国際的合意が得られ、何をしたら国内的合意が得られるかについて考えるべきだと思っています。

私なんか外国の友人がいっぱいいるわけですが、その人たちから聞かれたことに、日本の国際的な立場っていうものをどう説明したらよいかを、しょっちゅう考えざるを得ません。それはともかくとして、そのときに、日本の国内事情というものが、あまりにも外国に知られていないということがあるかと思えます。例えば、銃の問題なんかでも、日本ではアメリカと違って武装集団がたくさん存在するということはあるわけではあり得ないわけで、少なくともテロリストの問題なんかに関しては、日本は武装集団による奪取ということを、ほとんど考えなくてもいいと思うのです。このあいだの銃の問題で、アメリカ中で2億兆の銃があるとかって話ですけど、そういうようなことに対してお互いに知る必要があるのではないかと思います。

国内的な合意に関しては、かなり一方では反宣伝がなされているわけですから、それに対抗してということになりますと、やはり真実をみんなが知っているということが大切で、そのためには昨日も申しましたように、原子力学会の皆さん方が一般の人に聞かれたときに答えられないようでは、やはり国内的合意はとてもおぼつかないということで、そういう意味でここで協力したい思います。

もう1つは国内的な合意の中で今一番社会的に問題となっているのは、核燃料の国内輸送だと思います。これは住民運動などでずいぶん考えられています、それらに対して十分答えられるような体制を作る必要がある。実は核防護という名前との関連で非常に情報が制限されており、それをどのように取り組むかという問題。もう1つは、核燃料の輸送に関しては、原子炉のようなシビアアクシデントというようなシナリオを全然今まで考えたことが無くて、輸送容器の安全性さえ担保されていれば、もう洩れないんだという1点で押してきていますが、大衆はそれでは満足しないんで、そのへん、洩れるとすればどんなケースがあるかといったことも、やはりこれから考えなくてはならないと思います。

[相沢乙彦氏]

どうも有り難うございました。それでは引き続いて内藤先生お願いします。

[内藤倣孝氏]

2つのことを言いたいと思います。1つは、これからこのまま進んでいくと、どうなるんだろうかということなんです、多分FBRの建設の進ちょく状況などを見ると、プルスーマルということが現実になってくるのではないかなと、そういう感じがしています。気になるのは、プルトニウムを使うんだということを言わないと、今のいろんなところでのシナリオができなくなって、しょうがないから使うんだというような発想になってしまっているんじゃないかなということを心配しています。この調子でいくと多分、電力が今の軽水炉にプルトニウムを使って、昨日関西電力の井上さんがお話になったような形の進め方になっていくんじゃないかなという感じがしていますが、それでいいんだろうかということを考えています。もう少し積極的に、どのように使ったらいろんな意味で有効かということ、しょうがないから使うんだというのではなく、積極的に考える発想にする必要があるのではないかなと。どこかの時点で、誰かがやらなくてはいけません。

そして、もう1つは、今、日本原燃の再処理工場がやっと安全審査を通過して設工認の段階なんで、その先の話をするのはおかしいですが、プルトニウム、すなわちMOX燃料を再処理する場所がどこかに出来て、それは今の日本原燃の再処理工場を改良するかということも1つですが、そのような再処理工場を作ってその近くにMOX加工工場が出来て、そのそばにプルトニウムを使う施設が出来る、ある意味でIFR (Integral Fast Reactor) に近い考え方ですが、そのようなことも含めて、うまくプ

ルトニウムの使い方を考えたらよいのではないか。

以上述べたことと関連して、最近気になっているのは、プルトニウムとかマイナーアクチニド。あれは悪い贈り物だと非常に毛嫌いする傾向があって、なんとか早く消すにはどうしたらよいかという話が最近やけに耳に入ってきます。僕らが若い頃、皆さん方のような学生さんの若さの頃は、いかに high conversion にするかということを考えており、ウランの0.7%位の ^{235}U を使って fission するだけの原子炉だったら、そんなものは開発するのにエネルギーを使って青春を賭けることはない。しかし、実際はプルトニウムにして燃料になるのだから conversion のよいのを作ってやればよい。だから fission は先が長いんだというような話を聞いて育ってきた人間です。でもこの年になったらそれをひっくり返されて、如何にプルトニウムを潰すかという話になってきて、かなり違和感を感じています。それは多分一時的な話で、大筋は我々が若い頃に習ってきたことが正しいんじゃないか、そのように感じます。それから似たような意味で、ぼくは power reactor を若い頃にやったんですが、high power density という言葉があって、如何に power density を達成して、それで経済性を上げるかという話があったわけですが、それも最近あまり言われなくなってしまった。プルトニウムをどんどん作ってどんどん利用して、しかも経済的なものを作るという開発的な発想、そういう元気さというベクトルがこの頃しておれて、若い人は原子力に対して斜に構えてというような感じがあるので、あまりいい風潮ではないと感じています。

[相沢乙彦氏]

どうも有り難うございました。それでは、引き続きまして徳永先生お願いします。

[徳永弘倫氏]

2点ほどコメントさせて頂きたいと思います。最初は、昨日時間があれば話をしなければならなかったのですが、プルトニウムの chemistry ということです。私は燃料の加工でウランは多少扱って感じがつかめますが、プルトニウムは全然触ったことはありませんので、いわば文献で勉強する評論家のようなものです。実は、社内向けのテキストで「再処理の化学」というのを書いてみたのですが、そのときに受けた印象ですが、非常に文献が少ない。クリーブランドという人が "The Chemistry of Plutonium" という本を書いています。あとは GUMELIN、その辺が教科書的なところですが、ものがあるから、発表論文も少ないんです。サバンナリバーあたりのペーパーが多少あるだけです。昨日からの話を聞いて、プルトニウムに取り組む以上、プルトニウムの chemistry というものをもう少し体系的にやっておく必要があるんじゃないかというのが私の実感です。ついでに申しますと、プルトニウムはある条件で重合するんです。これは溶液の話ですが、重合するんですけども、ウランがありますと、あるところで重合が止まるんだそうです。これはサバンナリバーの人がペーパーを出したのを見てああそういうものかと教えられました。プルトニウムは重合するから危ないよという話だけではいけないので、定量的な話をしなければいけません。現場ではこんなことが重要なのです。

それから昨日の松岡先生の話をお聞きすると、フランスから来たプルトニウムのパウダーは $10\ \mu\text{m}$ のところにピークがある。日本の場合はもう少し荒い。フランスの場合はシュウ酸プルトニウムを熱分解します。有機の塩を分解しますと割と低温でしかも微粉になる。昨日お話ししましたように我々の工場では硝酸プルトニウムを熱分解する。スタートの物質が違うわけですね。この場合はどうしても荒くなる。そのようなことが chemistry と関係してしまっていて、意外とそういうことが問題になるわけです。もう少しそういうことを、できれば意図的に研究する必要がある。今日おいで頂いている方は炉物理の方ですので、ここで申し上げても仕方ありませんが、問題点としてはそういうことがあります。

2点目は、たまたま私が資源産業に従事しておりましたから申し上げますが、一昨日の神田先生の

お話とか古川先生のお話の中に資源の話が出て参りました。資源の話をする場合に頭の隅に置いて頂きたいことをちょっと申します。石油とかウラン、トリウムにもいえることですが、資源としての埋蔵量についての数字が出ています。この数字は当然根拠があつての数字ではありますが、必ず政治的な思惑、経済的な思惑が入つての数字だということを、頭の隅っこには是非置いておいて頂きたい。我が国は平和国家ですから、例えばニッケルですとかクロムとかいうのは、もちろん日本の国内にはありませんから全部外から買うわけですが、アメリカ、ヨーロッパの先進国、旧ソ連、そういうところでは軍事物資なんですね。軍事物資のような一旦戦争になったときに入手できない場合に困るものは、普段から備蓄しておきます。軍事備蓄です。国によって置かれている状況が全然違います。今日の古川先生のお話の中にありましたように、確かに南北関係になっている。かつては資源が結構北半球にもあつたのです。しかも先進諸国にもありましたから間に合つていたのですが、だんだん北半球に無くなってきて、今はおおざっぱに言ひまして、南のほうが資源を抱えている。そうしますと、いわゆるナショナリズムがもろに出てきて、数字を発表するときに、必ずいじられると思つて見なければならぬ。もう1つはそうではなくてもコマーシャルリズムにも影響を受ける。あまりたくさん有るようだと市況のほうに響く場合があるので、数字を出さない。私はその典型は石油だと思う。この30年間、あと40年有ると言ひ続けている。理屈から言ひますとその年使つたものがその年に新しく発見されるとそれでバランスするわけです。そんなにきれいにマッチするはずはない。将来のエネルギー資源を議論する時はそういう裏の事情があるということを承知しておいて頂きたいと思ひます。

[相沢乙彦氏]

有り難うございました。それでは最後に古川先生お願いいたします。

[古川和男氏]

言い忘れたなと思つていることがきりなくあります。今まさにディベートを進めておりますけれども、こういった論議がかねがねあまりにも不十分なんだと思ふんです。それを如何に改善するかを皆さん具体的に提案し、論じ、また実効的に改善してほしいと思ふんです。これは3年前に日経に書いたことですが、それはどういうことかお教えします。カーターの時だと思ふんです。カーターはリコーバーの配下の燃料化学屋だったんです。研究者なんです。だから、たまじめ過ぎたんですか、結果的にあつた変な玄人が出てきたのが逆にいつたのか、あの時代からアメリカはディベートをやめちゃったんです。それまではすばらしいディベートをしてくれました。とにかく本格的にやりました。私が接触し出しました1961~2年来、膨大な勉強をアメリカのディベートから学びました。これでもか、あれでもかつてくらい彼らはやってくれたんです。実に誠実な連中だった、見事な国家だったと思ふんですよ。ところが、彼がエレクトリオンされた1976年~78年頃、神田さんが言われたINFCE (International Nuclear Fuel Cycle Evaluation) あたりから非常にまずいです。あれですべての話が終わっちゃったんです。それ以後はまともなディベートはゼロです。それは、彼らはもう平和利用をやめるんだという姿勢で今日に来ているのにも裏打ちされているんです。

しかしそれがどうであろうとですね、過去は非常にディベートをやつていて急に消えた。それを日本はどう受けとめるか非常に大事です。言うまでもなく、今度は日本がやらなくてはまずいんです。ところが、恥ずかしいんですけど、体質はとてアメリカ人に及びません。彼らだって悪いところは山ほど有りますが、その認識は非常に大事だと思ひます。若い方々に是非遺言したいことは、やっぱり一番大事なのは歴史です。我々は歴史のどこにいるか、過去の歴史はどうであつたのかから学ぶべきだと思ふんです。

去年の3月あたり石田原子力局長に会つたら、彼は開口一番、「古川さんは、科技厅ももっとディ

べートしろというのが一番の言い分だと思うんですが、うちもやぶさかでないですよ」と言ったんですね。たまげました。「ああ結構ですね」と言ったのですが、この頃だいぶ良くなったようです。それで、昨日の話では情報公開も実はもうやっているんだそうです。是非、本質的に官僚側も体質を変えて欲しい。

もう1つ、申し訳け有りませんが、炉物理屋さんたちに言いたいのは、昨日も言わせてもらいましたが、原子炉、これは本質的に核化学反応装置なんです。名実ともに。宇宙もそうですけどね。だからですね、chemical plantとして捉えることで、皆さんすばらしい仕事ができます。だから化学屋を利用してやらなくてはいけない。でも、化学屋は世界中で滅びてしまっているんですね。この話も言いたいです。アメリカはベネディクト、ピグフォードのあと一人も炉化学屋が居ないんです。これは非常に重大な事態です。それはさっきのことと一緒に、日本が改善すべきです。炉物理屋の皆さんが仲間をencourageして今の欠点を補うことで、皆さんいい仕事ができるし、して欲しいと思います。一見脱線しましたが、そこいらがちゃんしないとプルトニウム問題なんかは絶対解けません。

[相沢乙彦氏]

どうも有り難うございました。時間があまり有りませんが、今から討論に移りたいと思います。いろいろな分野の先生方がいらっしゃるの、是非、能率的に質問して頂きたいと思います。どなたでも結構です。特に、若い人よろしく。

[質問者]

神田先生に質問ですが、もう1度聞き直しておきたいことは、用語集で、高減速MOX炉心とあるんですが、この日本語がよく分からないんです。

[神田啓治氏]

一昨日、高減速MOXだけ用語集を使って説明したのはあまり使われていないからです。高減速MOX炉心というのは、現在の軽水炉よりも、もっと中性子を減速させてスペクトルを柔らかくした炉心です。高減速MOX炉心というのは、プルトニウムの fissile の量あたり一番たくさんエネルギーを出す。だから、プルトニウムが非常に大事になってきた場合に、電力が必要になってきたときに、持っているプルトニウムだけでそのときを乗り切るというデザインとしては多分一番いいんだろう、というアイデアなんです。

[質問者]

これはプルトニウムのインベントリーを少なくして、それを最大限に利用しようというのですか。

[神田啓治氏]

そうです。

[相沢乙彦氏]

ほかにございますか。

[質問者]

松岡先生の国内合意の問題について。これはプルトニウムに関わらず原子力エネルギーの問題について絶えず付きまとっている問題だと思うんですが、最近特にプルトニウムの問題で国内合意が問題となっていますが、昨日の松岡先生のスライドの中で、プルトニウムの社会的毒性という言葉があり

ましたが、実はこの社会的毒性を作り上げているのは、ナショナルプロジェクトの推進役である国側ではないかと思っています。具体例として、エネ協側の出されたプルトニウムに関するQ & Aのパンフレット、これは一般向けですから非常に大勢の人が読むためにエネ協が出していると思いますが、その中のプルトニウムの輸送容器、今回のプルトニウムの輸送に関して、浸水試験、要するに耐圧試験ですね。これで、なんと、深さ15mの水中で8時間と、このデータしかないんですね。これは一見して、フランスから日本まで船で運んでくるのに、水の中の15mの水圧試験でもって大丈夫ですよといっても誰も信じないと思うんです。こういうことが平気で出されている、というのをお役人のせいにしてしまえばそれで済むのかもしれませんが、そうではなくて、やはりこれは、関わりを持っているこの先生方の責任の一端ではなかったかという気がします。昨日のお話ですと、過去に、プルトニウム爆弾の海底に沈んだそうしたデータとかありますので、実際のデータを示すだけでいいんだと思います。

もう一つ、軽水炉でも燃えているプルトニウムという話で、現在の原子炉で発生するエネルギーの半分以上はプルトニウムによるものだという表現があります。このエネルギーという言葉がちょっとくせ者だと思うんですが、こういう表現があるとすると、現在の軽水炉ではウランじゃなくてプルトニウムだと普通の人は印象を持つと思います。

[神田啓治氏]

パンフレットについて私どもは関与しなかったものですから、1つは体質で悪い点を正直に我々も感じています。下北について昨日お話があった1つの中に、実際のジェット機を使って90センチの壁の衝撃試験が下北のために行われました。さらにその後、エンジンだけをロケットに付けて90センチの壁にぶつける実験も行われました。その試験はものすごい見事な試験なのになかなか公表しないんですね。裁判の絡みもあってのことですが。

例えば、浸水試験の問題にしても、いろんなデータがあったときにも、今までは社会党対策でしたから、ちょっとでもパンフレットの間違いがあるとそこばかり攻られてきて議論が全然進まなかったんですね。それがこれからは本質的な議論ができるようになる時代が来るかもしれないし、もうああいう体質ではなくなってきた。今までは裁判のために押さえるという資料があまりにも多すぎるから、もっと出してこうじゃないかという議論はこのところ盛んに行なわれています。それがさっき言いましたように、今までの原工試の新型炉のデータなんかも、とって外に出なかったんですが、それが出るようになった。これまで、小さいことだけに我々は神経を使い過ぎて大きいところをやったなかったという点は、非常に反省されていると思います。

それから最後のエネルギーはプルトニウムという表現はよく知りませんが、現実に取り出し時の炉心は60%がプルトニウムで燃えてまして、ご存じの通り、1%のウランが燃えますと約8270MWd/tですね。それでいきますと、33000MWd/tですと4%のものが完璧に消えてなくてはならない。そういうことはゼロになっているということは、そんなことでは臨界になるはずがありませんから、それは残りはプルトニウムでやっているわけです。そうすると、fissileの80%が使われるとするならば、終わりは60%はプルトニウムで燃えてなくてはならない。プルトニウムは危ないといったことに対して、プルサーマルではプルトニウムはもう既にこのように使われているといったことが分かったために、以後、役人がきっと喜んでパンフレットに書いたと思うんです。プルトニウムをあまりにも恐れすぎたために逆反動で出てきたんじゃないかという感じがします。

[古川和男氏]

先ほどの御指摘は、ディベート不足であるわけです。そういうものが見つかったとき我々はすぐに行動を起こすべきだ。ちょっと電話したらその反応で、しかるべき人がどんどんと対応して、財産を

改善し、悪いものを排除し、良いものを増やしていったらいいんです。私は素人でよくわかりませんが、体験的に言うと、僕が知っている限りは、例えば情報を管理して国民にどうのと言っている原子力振興財団は大衆ばかりを向いている。ところが、我々には向いてこない。本気で我々と論議しているかという僕が知っている限りでは過去にはゼロです。

だけど、あらゆる意味で時代も変わったし、石田さんもディベートしましょうと言っている。もちろん谷川大臣も同じ姿勢でした。そこいらを大いに改善して、我々のものにしないでいけないと思います。あんなものは金はどこから出ようと、我々皆が主人なんですから、それが民主化ってことだと思うんですね。えらいお説教を言いますが、ぼくが言わんとしていることはお互いにディベートの再確認です。是非一つ一つそこいらを処置して、改善することに努力して欲しいですね。

[相沢乙彦氏]

有り難うございました。他に質問はないでしょうか。

[質問者]

松岡先生にお伺いしたいんですけども、核燃料の国内の陸上輸送ということに関して、現在は情報を公開しないということになっていますが、実際にはマスコミとかに情報が出ていまして、ほとんど有名無実になっているんじゃないかと思えます。現実には、あらかじめ情報が公開されていなければ、それはそれでいいんじゃないかと、そういう話を聞いたことがあるんですが、このことについてはどのようにお考えでしょうか。

[松岡理氏]

私は、一昨日お話しした久保さんとは全く違って自由な立場なんですけど、今の状態に非常に不満を持っています。なぜもっと公表しないのか。例えば久保さんのお話にあったような話が、なぜ事前に日本のマスコミには流されなくて、全く終わってしまってから出てきたのか、というのが大いに不満です。私は、幸いなことに民間人になりましたので、情報を出来るだけ公開しようということで、色々やっています。

そういう意味では、国内輸送というのはプルトニウムが直接公衆に触れる可能性が僅かでもあるという意味で非常に重要だと思っていますし、また先ほど浸水試験にもありましたが、今までの前提は原子炉の最初の頃と同じで、とにかく燃料棒は穴があかないという前提でスタートしたわけですね。それと同じように核燃料容器の安全性というのは、こういうところで担保されているから、それで運んでいる限りはどこへ行っても、何を言っても問題はないというんで、一切、個々のケースについては安全審査は論議していないわけです。そういうことではやっぱりダメなんで、シビアアクシデントにあたるような、もしも容器が何万メートルのところに沈んで割れたらどうなるのか、というのもこれからは大いにやっていかなくてはならないというのが私の意見です。

特に陸上輸送の場合は、そのケースバイケースで、場所の問題、時間の問題、みんな絡んでいるにも関わらず、核燃料施設の安全審査では必ず site specific な問題が議論されるのに、核燃料輸送に関しては、輸送容器の安全性だけがいわゆるスペックとして審査されて、それが通ればもう後は…、ということで核防護の名前の元に秘されているわけですけど、実際にはそういうことではダメで、これからはやはり核燃料物質のリークのシナリオ、そのリークしたものが公衆に被曝するまでのシナリオといったものをやはり考えなくてはならないと思います。これからそれを少し勉強しようと思います。

[神田啓治氏]

僕は役人ではないし、役所では役人と対立することがよくありますが、今は弁護しなければいけないですね。情報が出ていないというのはどういう意味で言っておられるのか。それから、安全審査はキャスクではありませんし。現実に行なわれることをちょっと簡単に説明します。

国内輸送する場合に、まず通過する都道府県の公安委員会に1~2週間前までに出します。それから関連する市町村に出します。市町村の届け出は法律的に決まりはありませんで、そこを通過するまでに届けばいいということにしています。というのは、妨害事件というのがたくさんあったからです。一番典型的な例が京都で行なわれました、名神高速道路での妨害というのがありました。そのために、名神高速道路が反対運動のために混乱して、結局輸送計画がぐちゃぐちゃになってしまった。それから、最近では東京都の東京港の事件がありまして、東京港で荷物を積み上げるときに、それから荷物を積み替えるときの妨害事件がありました。そういう妨害事件にたびたび重なってきて、それで地方自治体も警察側も参ってきて公表しないといったことになってきたわけですが、最初から公表しないといったわけではなくて、最初は公表していたんです。そのころは皆さん関心がなかった。そのうち事件が次々起きたから都道府県に出すようになりました。

それから、キャスクの審査というのは、キャスクの審査権というのは、多分、先生が言われたのは科学技術庁側の審査のことだけについて言われたと思いますが、これは運輸省と科学技術庁の二つに審査が分かれておりまして、科技庁はキャスクを担当します。運輸省のほうは昔の自動車局、今は自動車交通局といいますが、そこが安全を審査します。道路の保安に関しましては、警察庁警備局の警備課が中心になりまして道路の保安をやります。今やっているのが、縦割り行政であるから、どっかだけを見ていると抜けていると思われるかもしれませんが、その3つの連絡調整会というのはかなり頻度高く、よくやっております、私は他のものに比べて極端に安全審査が悪いという感じは今のところ受けていないんですけれども。

[松岡理氏]

私は、燃料キャスクにもなんにも関係していないわけですがけれども、核燃料の安全審査だけは何十年もやっているわけですね。そういう立場から言うと、情報がやっぱりもっと必要なんじゃないかなと思います。

[神田啓治氏]

まず、やっていないと言うことに対しては反論しておきます。

[松岡理氏]

洩れたということを考えられたことはありますか。

[神田啓治氏]

あります。日本坂トンネルをモデルにしまして、日本坂トンネルの中で使用済み燃料を輸送中に火災事故が起きたという解析です。さらに、実験もやりました。

[松岡理氏]

それは全部洩れないという結論が最終的に出されたわけでしょう。

[神田啓治氏]

いえ洩れます。解析をして、洩れることが分かったんです。その結果、阪神高速道路、名神高速道路の道路規定が変わりました。それは公表していませんから、公表をしていなきゃしていないって言

われると困るんですけども、やってあります。

[コメント者]

I A E Aの輸送規則No. 6を国内法令に取り入れ、実際に評価しています。これは交通事故の場合、輸送容器が壊れて環境に出たとき、そのときの被曝評価を実は私はやっていたわけで、やられていないと言うわけではなく、やられております。中身が例えば spent fuel である場合とプルトニウムの輸送である場合とやっています。ただそれが、神田先生がおっしゃるように公表という言葉の中で、どれだけ一般の人たちに役に立つかということです。

[相沢乙彦氏]

この問題に関してはこのくらいにしまして、他に何かございませんか。

[質問者]

内藤先生と徳永先生にお聞きします。例えば内藤先生のこの(テキストの)66ページに書いてある、プルトニウム燃料を使用する場合の経済性の大きな問題は、MOX燃料の成形、加工、輸送、再処理などの燃料サイクルコストが高くなる、と書かれていますが、昨日の話で、輸送は非常に高くなるということがよく分かりましたが、成形と再処理に関連して、普通のウランの処理に比べてどういう点で高くなっていくのでしょうか。MOX燃料を作るときも含めて、再処理もですが、成形のこともできたらお聞きしたいんですが。

[内藤倣孝氏]

ご存じのようにウラン加工は基本的に手で触っていいわけですね。ところがMOXになって、特にそれを再処理するような話になると、かなりアクティブになるので、すべてがほとんどリモートになる可能性があります。あと遮蔽の増設にとかでかなり高くなるんじゃないかと思います。

[徳永弘倫氏]

再処理のコストは工場全体にかかったお金をウランに振りかけるか、プルトニウムに振りかけるかで全然計算が変わってしまいます。今はそういう計算をやっていないんです。電力会社から再処理の委託を受けた燃料集合体の重量当たりいくら掛かるかという感じになっていますから、プルトニウムだけを取り上げて、これがいくら掛かりますという計算はされていないわけです。

加工の段階になりますと、ウランとプルトニウムでは扱う量が全然違います。今、内藤先生がおっしゃいましたように、例えば住友は、東海村に核燃料コンバージョンの工場を造りましたが、あそこはたしか年間500トンくらいじゃないかと思います。そこでは酸化ウランのパウダーがどんどん走っていて人も近づける。ところが、プルトニウムになりますと量がぐっと小さくなります。小さくなりますけれど、工場を建てる金額は結構高いと思います。ということは、単価的に高くなってしまいます。

[質問者]

将来的に、大量生産するようになれば、ほとんど同じくらいになると考えてよろしいのでしょうか。ロボット化とかも含めて。

[神田啓治氏]

経済評価はやっていないと言われると困るんですが、OECDで89年版のMOX燃料の加工基準

というのがありまして、これはコスト評価ばかりやっているレポートが89年に出ました。それによりますと、トータル炉心当たりのフルMOXにした場合が1.4倍です。それから再処理を含めたプルトニウム経済全体の場合、フローだけを調べますと4倍に上がります。その根拠が論文に挙がっています。日本でも公表されまして、黄色い表紙のほうがコスト評価です。赤い表紙のほうが資源評価です。88年版と89年版が出まして、89年版のほうが現在日本で使われています。

今、MOX燃料の経済評価というレポートを実は公表させてくれないんで残念なんですけれども、MOX時代になった場合に、原子炉の値段がどうなるかというのを数十ケースくらいに分けてケーススタディーをやりました。そのうち重要な10ケースくらいにつきましては、さらに、詳細な計算をしてレポートを出しているんですけども、それによると1.4倍というのはプルトニウム燃料サイクル全体にずっと引きずります。さっき言われたみたいに、トントン位かと言われると、トントンより高くなります。そういうのを全部含めてロボット化とかも含めて、OECDが出した1.4というのはあまり悪い数字ではないのではなかろうかと。

[相沢乙彦氏]

そろそろ時間なんですけど、是非というのを。

[質問者]

あかつき丸の問題で、グリーンピースの情報などがよく新聞に報道されるんですけども、それに対する反論というか、実はこれは間違いなんだという話は実は昨日初めて聞きました。マスコミというのが自分の報道に責任を持たないのが悪いんですけども、それに対する討論とかは今まで全然なされていないんです。テレビは今だにプルトニウムは世界中で、地球上で人類が作り出した一番猛毒なものだと出ている。今のような情報伝達がいいものか。それに対する新しい組織とか対策とかを考えていらっしゃるかをお聞きしたいんですけども。

[神田啓治氏]

まさに、さっきの核物質管理検討会も一番激しい議論は情報をどこまで出すかということ、それから、グリーンピースなんかは誰もあまりはっきりとは言わなかったと思うんですけど、彼らこそブラジルの環境会議といい、鯨会議といい、グリーンピースは営利団体ですからね。今回のグリーンピースの場合も全くの営業組織であって、収支決算さえ合えば何でもすると。それを相手にするかどうかということで、みんな嫌なんです。みんなグリーンピース対策の話になると嫌になる。資金源がどこから出てきたか、それまでは調査が済むんです。誰がいくら出したか、一人当たりいくらもらって、船の建設費がいくらだったか、すぐに調査ができる。だけど、その団体とまともにやるかということ、新聞社が相手にしているからしょうがない、やらなきゃいけないかもしれないけれど手を付けたくないというのがみんなの感じなんです。情報公開に関して今まで、1つは日本の国会の体質にあったと思うんですけど、今後は、米ソもああい関係になりましたし、国会も少しは変わるようですから、もうちょっと積極的にやるということを是非提言しようと思います。必ずやそうなると思います。この2~3回のそういう種類の検討会、みんな公開側のほうの意見に主力が移っていますから、多分そうなると思います。お答えになっておりませんが。

[代谷誠治氏]

それではほとんど時間になったんですけど、最後に、言いつばなしでいいからこれだけは言っておきたいという方がおられましたら。

[質問者]

要するにイメージとしてグリーンピースというのは、ものすごく清く正しいってイメージが浸透している。そんなダーティーなんだったら、何でそれをダーティーだということを攻撃できないんですか。おそらく、日本人の持っているグリーンピースに対するイメージというのは、ものすごく清く正しく美しいってイメージだと思うんです。それが今おっしゃったように、僕らは、石油資本とか何とかというのが相当流れているというのを聞いているけれども、なぜ、カウンターアタックをしないで、あのイメージのまんまにやられっぱなしなんですか。

[代谷誠治氏]

それについては今も申しましたようにここまでにしたいと思います。

多分この議論を続けていきましてもきりが無いかと思います。時間ということもありますので、これで終わりたいと思います。プルトニウムに関しましてはやはり国際的な視野で考える必要があるということ、それからプルトニウムの利用については合意を形成するために努力していかなければいけないのではないかと、というのだいたい結論と申しますか、だいたいの合意としておきたいと思えます。

どうも、長時間有り難うございました。

当日の討論会の録音テープの内容に若干修正を加えたもの。

<国際会議報告 1.>

第7回未来型核エネルギーシステム国際会議の裏話 Seventh Int. Conf. on Emerging Nuclear Energy Systems ICENES '93

1993年 9月 20~24日 (幕張メッセ国際会議場)

日本原子力研究所 安田秀志

はじめに： 本会議は、核分裂、核融合を含めて、将来において実現が期待される核エネルギーの発生、……であったが、ここでは分野毎の発表件数を示すに留め、会議運営に纏わった裏話を紹介する。表話については日本原子力学会誌NGEGAL 36(1)(1994)をお読み頂きたい。

分野及び発表件数

招待講演

原子力一般、核融合 (日本の核融合研究) 2 件

レビュー講演

核融合 (慣性核融合、トカマク、ミューオン触媒核融合) 3 件

加速器関連 (廃棄物消滅処理) 1 件

一般口頭発表

核融合 (重イオン、レーザー慣性核融合、ミューオン触媒核融合) 3 件

核分裂 (新型炉、熱利用原子炉、宇宙炉、消滅処理) 5 件

エネルギー変換 (核融合炉での発電等) 1 件

ポスター発表

核融合 (プラズマ挙動、トカマク、 $D-^3He$) 19 件

(慣性核融合、ニュートロニクス) 20 件

(ミューオン触媒核融合、常温核融合他) 5 件

核分裂炉 (安全炉、新型概念炉) 11 件

(高速炉、特殊用途炉、廃棄物消滅処理) 11 件

核融合-核分裂ハイブリッド (安全性、核変換) 7 件

加速器関連 (核変換システム、廃棄物消滅処理) 9 件

(加速器システム) 5 件

その他 (直接エネルギー変換、レーザー利用、プラント効率) 9 件

核子分裂炉 1 件

パネル討論 (21世紀のための地球環境と原子核エネルギー) 1 件

合計 113 件

会議の準備運営に纏わった裏話

1. 専門分野が広いことに起因する大変さ

ICENESは核融合、核分裂、加速器、一般、その他の分野を含むことになっていたため開催準備関連機関が多様であり、調整に配慮が必要であった。準備のための各種委員会等で互いに而

識が薄い方々も居られて忌憚のない意見を十分に頂けたかどうか心配であった。アブストラクトの査読はプログラム部会の委員の範囲ではカバーしきれず応急に個人的に他の方々にもお願いした。プログラム編成も大変であった。事務局で原案を作って委員会の審議効率を高めたがい事務局の少数の専門家では分野分類さえも困難であった。

2. 日本からの核分裂分野の発表件数

事務局は主に核分裂分野の研究を行っている原研原子炉工学部であったことからこの分野の論文が日本から十分多く投稿されるかどうか心配であった。現存の炉の改良でなく極めて独創的なInnovativeな炉システムの研究が日本ではあまり行われていない感じがしていたための危惧であった。蓋を開けてみた結果では核分裂関係での投稿件数は全体の1/4程度でまあまあであった。

3. 招待講演者の選出

事務局での取り掛かりの遅さのため、招待講演者・レビュー発表者の選出が会議開催の半年前くらいになった。このため、すでに予定でつまっているとか旅費の調達ができないという理由で辞退された候補者も居られた。また、目玉商品とっては失礼だがノーベル賞受賞者のC. Rubbia氏からは講演受諾を得られて喜んでいたが会議開催1週間前にキャンセルされたためプログラム改編に苦労した。期待していたジャーナリストをもがっかりさせたようだ。

4. 口頭発表者の決定

ICENES '93では投稿論文は原則としてポスター発表の形式を取ることにし、ポスター発表に適しない内容のみを口頭発表の形式にすることに決めていた。また、ポスター発表も口頭発表も同等の重要度であるとも決めていた。しかし、実際の候補者選定はいろいろの思惑がぶつかりあって頭を悩ませた。

5. プロシーディングスの発行方法

前回の会議(ICENES '91)のプロシーディングスはFusion Technology誌の特別出版物として発行されたこともあって、ICENES '93についても同じ方法が良いと提案された。世界中への配布も十分に確実に行えることが大きなメリットであった。ところが上の案では読者層がFusionに偏るという難点が指摘されて事務局等でもっと広く、深く検討した結果、World Scientific Pub. 社に落ち着いた。(1部1万円程度の予定。購入ご希望の方は次のアドレスへどうぞ: World Scientific Pub. Co Pte Ltd, Farrer Road, PO Box 128, Singapore 9128; Fax: 65 382 5919)

6. ポスターアナウンスセッションの進行方法

プレナリーセッションの中でポスター発表予定者が2分間の持ち時間でその概要をアピールするセッションを設けた。90分間に40数件の発表を円滑に進めるために次の様な工夫をした。20人くらいの発表者に部屋の横壁に沿って並べた椅子に発表順にかけて待機してもらう。アシスタントは次の発表者を確認して演壇に送り出す。使用するOHPは2枚以内に制限する。座長による発表者紹介は発表番号、所属、発表者名(1名)だけとする。補助OHPスクリーンには発表番号、タイトル、発表者名(1名)を示す。スタッフは十分なりハーサルを行う。(これにはトップバッターの座長の1人にも参加して頂いた。)経過時間を大きめのCRTにアナログ表示する。30秒超過者には座長から発表中止を促す。実際のセッションはこれで万事がスムー

ズに運んだ。検討段階には時間が切れたら演壇灯を消そうとか、マイクのスイッチをリモコンで切る等の案も出たが採用されなかった。経過時間表示を大きなアナログ表示で示すことは分りやすく好評であった。このセッションのおかげで多くの発表を短時間に把握でき、後のポスター発表での議論にとっても便利だと好評であった。

7. 開発途上国からの発表者への支援

日本への会議誘致を決定して準備を始める時点で、科学諮問委員から、アジア諸国等の経済事情の厳しい研究者の革新的なアイデアも発表されるように配慮することが求められていた。このため、中国、ロシア等の40人を超す発表希望の研究者と交信をもち財政支援の希望を調査し、さらに発表内容の質を審査した結果、定められた予算内(200万円)で旅費/滞在費を14人(実際には11人となった。)に支給することにした。ビザを要する人達に対しては事務局側から取得申請を早く実施するように連絡していたが必ずしも対応が早くなかったり、連絡が届くのが遅かったりして、直前には事務局側も発表者側も相当やきもきした。J方式で申請する場合は3ヵ月くらい前から手続きを行うのがよいようだ。M方式やP方式では1.5ヵ月くらい前からがよいだろう。それら以降では郵便事情や先方の国内事情等でビザが事前に下りないリスクが日増しに高くなる。今回の例では3人がビザが間に合わなくて来られなかった。ビザ申請用の身元保証書に添付する滞在予定についても本人の希望が会議期間をかなり超えている例もあり、超えた日々を誰が保証するかを決めるのも厄介な問題であった。

8. ファクシミリの活用、E-Mailの導入

昼夜を分かたず自分で直接利用できるファクシミリが備っていることは電話と手紙の両方の長所を有することから極めて便利であるが、ロシア等との交信にはE-mailが希望されることがあった。事務局側の対応の遅れによってこのラインの開設が会議2ヵ月前になってしまったため数人との交信に利用したに留った。先方がE-mailを希望する理由は、ファクシミリは設備がまだ十分に整備されていないとか、ノイズ等に邪魔されてうまく交信できないとかの他、使用料金が嵩むのでこれを避けたいためらしい。今回の場合は原研の計算機のサービスタイムが制限されたり、担当者が不慣れなこともあってE-Mailは威力をあまり発揮しなかった。

9. ポスター等のデザイン

会議を特徴付け、参加をアピールするデザインをポスターやアナウンスメントに採用することは易しくない。こま、凧、富士山、舞妓、浮世絵等の日本調や宇宙ステーション、天体等の未来の夢を髣髴とさせるものはすでに陳腐である等と、十人十色の意見がでて収拾がつかない時期もあった。結局平岡事務局長の推薦による上品な歌舞伎絵が採用された。その後、これは親しみが出てきた所為もあって、好評となった。

10. 従来国際会議の事務局資料集の利用

国際会議の準備を行った経験のない人、少ない人にとってこれを担当するのは荷が重い。今回の準備に当っては核データ国際会議の資料集(JAERI-memo 01-316)等を参考にし、また、日本コンベンションサービス社から提供された各種書類の様式、要領書を利用した。これらは大変役に立った。ICENES '93についても目下資料集を編集中であり、今後利用したい方は原研原子炉工学部までお問い合わせください。

〈国際会議報告 2.〉

「原子炉物理と原子炉解析」国際会議

Int. Conf. on Reactor Physics and Reactor Computations

1994年1月23～26日 (テルアビブ、イスラエル)

大阪大学 竹田敏一

イスラエル原子力学会とヨーロッパ原子力学会共催の標記国際会議には28カ国から155名が参加し、94編の論文が発表された。イスラエルからの参加者が47名と当然一番多く、ついでフランス(12名)、チェコ(9名)、ロシア(8名)、イギリス(8名)と続いており、日本からは相沢、関本、佐治、辻本、竹田の5名が参加した。

オープニングセッションではイスラエル電力会社のKatz、イスラエル原子力学会会長のTepper、ヨーロッパ原子力学会会長Silvennoinenがオープニングトークを行なったが、この中でヨーロッパの原子炉はロシアの原子炉と異なり安全性、信頼性の点で問題ないと話し、日本人から見てもロシア人は嫌な印象を持ったのではなかろうかと思った。この事によりロシア人が会議をボイコットすることはなく、和やかな雰囲気の中で順調に発議が進んで幸いであった。技術セッションのうち印象に残っている発表について以下にまとめる。

技術セッション

感度解析と摂動論

この分野はWeisbin、Wagschall、Ronenといった有名なイスラエル人が活躍している分野であるのでパラレルセッションにせず大会場でオープニングに引き続き行なわれた。ENEAのGandiniはユーリスティックな一般化摂動論の発展について、Hebrew UniversityのPerelがモンテカルロ法による感度について述べた。FRAMATOMEのWillermozは燃料製造の不確かさが炉心パラメータへどう影響するかについて研究する方式を感度理論に基づき開発した。この方式によりMOX装荷PWR炉心局所出力の不確かさを評価しており興味深い。

モンテカルロ計算

MITのHenryはオークリッジ研究所で設計中の改良型中性子ソース炉(ANS)の全炉心ノード計算用少数群定数をモンテカルロ法により導出した。阪大の北田らは軽水炉燃料集合体の燃焼計算を決定的手法とモンテカルロ法を結合させて実行するハイブリッド手法について発表した。この結合法ではモンテカルロ計算のみの場合と比べ計算時間が約1/5となっている。また軸方向拡散係数のモンテカルロ計算による決定手法がカナダAECL研究所のMilgramにより発表された。この計算はCANDU炉を対象としたものであり、Benoistの異方性拡散係数は漏れを過小評価することが示され、より中性子漏れの大きい炉心のBenoistモデルの再検討が望まれる。インディラ・ガンジー原子力研究所のReddyはFBTR炉におけるGas Expansion Modules (GEM)の反応度をモンテカルロ法に基づいて計算した。

核データ

まずKfKのFrohnerが不確かさについての基礎理論についての招待講演をした。イスラエルのRothensteinは重核の共鳴での上方散乱をモンテカルロコードMCNPに取り入れる発表をした。同じくイスラエルのBen-gurion大学のRonenはアクチニドの核分裂特性を2Z-Nの相関式を用いて検討する方式について述べた。

輸送理論

このセッションでは韓国KAISTのChoらが発表したCASMO-3の修正についての発表が興味深かった。集合体計算と炉心計算の反復により集合体計算で集合体表面の中性子流を考慮する方式を提案し、テスト計算ではこの効果が大きいことを示した。但し、Henry(MIT)はこの結果に疑問を持っているようであった。カリフォルニア大学のPomraningは統計的手法に基づき粒子輸送の閉じた方程式を導出した。

また、アリゾナ大学のGanapolらは1群の3次元無限体系での中性子輸送方程式の解析式を導出した。これは、輸送ベンチマーク問題を作成するために行なわれた研究である。

まとめ

以上、本会議の内容のうち興味を持った内容の一部を紹介したが、すべてをカバーすることはできていない。興味ある方はProceedingsを参照していただきたい。本会議はイスラエルで開催されたこともあり、感度解析などのテーマが多かったがそれなりに特色のある会議と感じられた。

(1994年2月10日)

<委員会報告 1.>

炉物理研究特別委員会

(1)原子炉システム専門部会の活動

(原研) 土橋敬一郎

今年度は原研の都合で例年3回開く会合が2回となった。第1回会合(通算38回)(7月22日開催)では、(1) C8/F(転換比)の測定をトピックスとして先ず岩崎智彦委員(東北大)が最近原研の3つの臨界集合体で行われた C8/F の燃料測定法(燃料棒、燃料板、燃料コンパクトの γ 線スペクトロメトリ)による測定の利点と問題点が、箔放射化法と対比してレビューされた。特に前者は相対測定であることから測定誤差を小さくできることであった。その他実験上重要となる因子、 γ 線検出効率、 γ 線自己遮蔽係数、捕獲量の導出、核分裂量の導出に対する考察から、注意すべき事項が指摘された。引続き TCA における実験について中島健氏(原研)により、燃料測定法による炉心中心の漸近スペクトル場を対象とした C8/F 比測定の概要と測定結果が JENDL-3+連続エネルギーモンテカルロ計算および箔放射化法の結果とともに紹介された。さらに大野秋男氏(原研)から FCA-XVII-1 炉心および VHTRC-6 において行われた燃料測定法による C8/F 比の空間分布測定の概要と計算値との比較が紹介された。また箔による実験として桜井健氏(原研)が FCA において酸化物燃料高速炉を模擬した炉心 FCA-XVII-1 に対して行ったセル平均の C8/F₉ の測定が紹介された。

(2)実機のための炉心設計・燃料管理用ソフトウェアシリーズとして丸山博見委員(日立)が日立エネ研で開発使用されている BWR 炉心設計システムを紹介された。本システムは、核断面積処理システム、燃料集合体核設計のためのモンテカルロコード・決定論的コード、炉心設計のための多群ノード法炉心核熱水力特性解析コード・多群ノード法動特性解析コード・修正1群炉心核熱水力特性解析コード、および熱的余裕評価のための局所炉心解析(サブチャンネル解析)コードによって構成されている。各ステップでの手法とともに、ベンチマーク計算の結果、詳細モンテカルロ計算および実機データとの比較等が紹介された。次回には MAPI のシステムの紹介を田原義寿委員(MAPI)にお願いする。

(3)国際会議からの話題として、竹田敏一委員(阪大)から M&C+SNA'93(カルスル-I)会議から改良型数値計算、ノード法、動特性、輸送・拡散理論関連、数値ベンチマーク、モンテカルロ法について、各国の activity と動向が紹介された。また中川正幸委員(原研)から NEA主催 Monte Carlo 法セミナー(サクル-)からセミナーの概要と各国のモンテカルロ法コード(MCNP, TRIPOLI-3, MORESE, MCANO, PRESTO)開発と新しい計算機アーキテクチャの適用への傾向が報告された。

次回会合は3月28日に予定している。上記ソフトウェアシリーズ以外に、中性子場の利用をトピックスとして KUCA における可変スペクトル場実験計画を代谷誠治委員(京大炉)に、医療照射の現状と専用炉計画を神田啓治氏(京大炉)に紹介して頂く。また医療照射計画を含む JRR-4 炉心改造計画を中野佳洋委員(原研)に説明して頂く。また NEANSCで行われているワーキングパーティ、タスクフォース、ベンチマーク等関連する会合の情報報告を受ける予定である。

〈委員会報告 2.〉

遮蔽専門部会の活動

原 研

坂本 幸夫

遮蔽専門部会では加速器の遮蔽問題を中心とした調査・検討を行った。

①大型加速器施設における放射線安全設計の紹介

兵庫県西播磨に原研一理研が共同で建設中の大型放射光施設Spring-8における施設の概要、放射線安全設計を行う上での高エネルギー加速器遮蔽の特長、遮蔽設計基準、放射線源、ビームパラメータ、ビーム損失の仮定、バルク遮蔽設計、放射光ビームラインの遮蔽設計等が笹本委員（原研）より報告された。

②T I A R Aでの加速器遮蔽実験の紹介

原研高崎のイオン照射研究施設(T I A R A)における加速器遮蔽実験が紹介された。

最初に田中(進)委員(原研)より宇宙材料、核融合材料、バイオ及び基礎基盤の研究を目的とした複合ビーム実験も可能な4台の加速器からなる施設の概要が紹介された。

引き続き原研一大学プロジェクト共同研究としての加速器遮蔽実験の全体スコープが中村委員(東北大)より紹介され、 ${}^7\text{Li}(p, n)$ 反応による単色中性子の発生、カウンターテレスコープによる単色中性子スペクトル測定及び $\text{C}(n, p)$ 反応等の二重微分断面積測定、有機シンチレータ及びボナボールによる遮蔽体後方でのスペクトル測定、放射化断面積の測定等の結果が報告された。

さらに、中島氏(原研)より鉄及びコンクリートの中性子透過実験と解析についての紹介があり、核分裂計数管の反応率計算値が実測値を30%以内で再現している反面、線量当量率の比較において中性子レムカウンタのエネルギーレスポンス上の問題により鉄透過体系のような数10~数100keVの中性子が支配的な場においては実験値と解析値との一致度が悪いことが報告された。

③加速器遮蔽WG

加速器WGが中心となって加速器遮蔽のためのベンチマーク問題を作成した。

線源評価問題として、厚いターゲットに256MeV陽子、710MeV α 粒子及び150-270MeV電子線が入射した時の中性子発生強度に関する実験、遮蔽透過問題として、52MeV陽子及び65MeV陽子を用いた中性子 $\cdot\gamma$ 線の遮蔽透過実験、ならびに500MeV陽子を用いた鉄ビームストップの中性子透過実験に基づくベンチマーク問題をまとめると共に、これらのベンチマーク問題の解析に必要な500MeVまでの中性子反応断面積データを整理した。

④加速器遮蔽専門家会合について

将来の大型加速器の放射線遮蔽の課題を討議するNEANSCの専門家会合が炉物理委員会「遮蔽専門部会」、NEA/NSC、ORNL/RASICの主催で1994年4月28、29日米国テキサス州アーリントンにおいて第8回遮蔽国際会議に引き続いて開催される。遮蔽専門部会では本専門家会合に向けて、上記ベンチマーク問題のまとめと解析、高エネルギー加速器遮蔽の課題に関する議論を行ってきた。

〈委員会報告 3.〉

核融合炉専門部会

(原研) 前川 洋

本部会は現在、委員19名、オブザーバー10名から構成されている。昭和54年度の部会発足以来年2-3回のペースで会議が開催されており、既に40回を数えている。56年からの原研FNS及び阪大OKTAVIANの両強力D-T中性子源の運用開始と相まって、原研、大学、産業界との情報交換の場として、核融合炉開発研究に大いに役立ってきた。1992年7月日本、アメリカ、ロシア、ECの4極で国際熱核融合実験炉の工学設計活動(ITER/EDA)が調印され、核融合炉開発研究に新たな段階を迎えた。ITER/EDAの中性子工学に関連したR&Dでは遮蔽性能、超伝導電磁石での核発熱、誘導放射能、絶縁材や計測機器の放射線損傷が重要な研究課題である。ECの都合で遅れているIEAの下での「核融合炉工学」の国際協力も近く調印の予定であり、そのサブタスクの1つ「中性子工学」は日本が幹事で本部会が受け入れ母体とみなされている。以下過去1年の主な活動及び情勢について報告する。

平成5年3月19日の第39回部会では、ITER/EDAの現状やIAEA本部で開催された第19回INDC会議の報告があった。トピックスとして、ベクトル化高速モンテカルロ輸送計算コードGMVP及びMVPの紹介と常温核融合研究の現状と今後の動向の紹介があった。また、JENDL-3.2及びJENDL-Fusion Fileの積分テストを実施するため、再度シグマ委員会及び本部会の下でのワーキンググループの設置が承認された。

8月18日の第40回部会では、5月に米国サンディエゴで開催された「核融合核データ」に関するワークショップについて報告され、世界な退行傾向にある核データ活動のてこ入れを核融合炉開発に求めることが会議の性格であると説明された。本ワークショップに先立って開催された「長寿命放射性核種生成断面積」に関するIAEA-RCMも報告され、FNSの貢献により、一部を除き要求精度を満足しつつあると説明された。引き続き、19日まで核融合中性子工学に関する日米協力ワークショップが開催された。18日は日本の大学及び米国の最近の研究状況が報告された。19日は10年間続き10月に終了する原研/USDOEの研究協力「核融合ブランケット中性子工学」の成果報告会として開催された。なお、同様の報告会は第4回中性子工学ワークショップ(10月20-22日、UCLA)の一部として開催され、着実に成果をあげたことを世界に印象づけた。

11月には原研/東海でIAEAのFENDL諮問会議が開催された。FENDLはIAEAが推進している核融合用の核データライブラリーで、5月の「核融合核データ」に関するワークショップでITER/JCTから標準の核データとして認知され、核設計用のライブラリーの整備が急がれている。

平成2年度に作られたベンチマーク問題集作成のためのワーキンググループの活動は一段落した。FNSとOKTAVIANでの成果を中心にまとめた問題集はJAERI-M 94-014として公開され、国内外で広く利用されるものと期待される。

〈委員会報告 4.〉

「臨界安全性」特別専門委員会(終了報告)

「臨界安全性」特別専門委員会は、核燃料加工工場、再処理工場、輸送・貯蔵施設等原子炉以外の核燃料取扱い施設における臨界安全性に関する諸問題を、中性子物理、核燃料取扱いプロセス、放射線計測などの専門家により幅広く検討し、合理的な臨界安全設計・管理に資することを目的として1988年11月に発足し、以後2年間の延長を含めて1992年9月までに計7回の会合を持ち、報告、討論を行なってきた。

以下に主要な検討項目について述べる。ただし各項目は相互に関連があるので分類は便宜的なものである。

1. 基礎的な臨界実験データの評価

この項目では動力炉核燃料事業団(以下動燃)が米国Pacific Northwest Laboratoryと共同で行なった「臨界安全性実験」、京都大学原子炉実験所KUCA、日本原子力研究所(以下原研)TCA等を用いて行なわれた臨界安全性研究を目的として行なわれた実験のデータとその解析結果に関しての報告と検討が行なわれた。

2. 臨界安全性実験技術の検討

この項目は2つに大別される。1つは複数個の炉心の相互干渉効果、結合炉の理論を中心とする実験解析手法とMihaltzo法、2分割炉の固有値間隔測定法等の未臨界度測定のための技術開発とその適用性に関して新しい提案がなされた。もう一つは動燃が計画している重水臨界実験装置(DCA)を溶解燃料を用いるように改造するための計画並びにそれを用いる未臨界度測定についての理論的検討である。この点に関しては、実験上の誤差を考慮すると、テスト領域の未臨界度を測定するためには、実験の前に十分模擬解析を行なう必要のあることが指摘された。

3. 核燃料取扱いプロセスにおける臨界安全性の検討

動燃の再処理工場の臨界管理、Purex工程における臨界安全性の問題、再処理時の溶解プロセスにおける臨界解析モデル等についての現状報告が行なわれ、今後NUCEF等の実験計画設定に関し課題となる問題が指摘された。

4. 臨界安全性に関する諸外国との交流

この項目に関して、一つは1991年9月に英国で開催された臨界安全性国際会議(ICNC'91)における発表論文のレビューを行なった。また1992年9月には米国からの専門家の参加を得て、主に輸送容器を対象にした使用済み燃料のバーナップクレジットの問題についての報告を受け、また日本側からバーナップクレジットに関する原研の活動と実験計画、下北再処理工場に設置予定のバーナップモニターに関連した試験の概要、最近原研から報告された照射後試験データの新しい燃焼計算コードによる解析等について報告した。

本委員会において発表された資料は第1回についてはJAERI-M 89-70として公表されているが、第2回～第7回に関してはJAERI-Mとして1994年度始めに公表の予定である。

なお本委員会は、原研NUCEFの実験計画の具体化、動燃DCAの改造の安全審査通過等、臨界安全研究が新たな局面を迎えたことに鑑み、92年度末を以て終了することとなった。委員会活動に御協力を頂いた委員、委員以外の講演者の各位に深く御礼申しあげる次第である。(主査 平川直弘)

〈委員会報告 5.〉

「消滅処理」研究専門委員会

動燃 若林利男

本委員会は、平成5年4月から2期目に入り、主査が安成弘東大名譽教授から向山武彦原研高速炉物理研究室長に代わった。会員数は、オブザーバーも含めて43名となった。2期目に入るに当たって、今後の研究開発の参考とするために、今まで委員会で発表された内容をまとめた報告書を作成することとなった。報告書は、会員の協力を得て本年3月頃に学会より発刊される予定である。報告書には、消滅処理システム研究の現状(高速炉、熱中性子炉、加速器等を用いた消滅)、消滅処理関連データ研究の現状(核データ、TRU燃料データ等)、群分離研究の現状(湿式群分離、乾式群分離等)、核燃料サイクル(高レベル廃棄物処分、放射性廃棄物のリスク等)、国際的動向(国際会議の紹介も含む)等が含まれている。

1993年2月以降に開催された委員会の主要な議題を以下に示す。

(1)第11回 1993年2月24日 電中研会議室

- 我が国における高レベル廃棄物の処理処分の現状(東大:鈴木委員)
- 会議報告:IAEA[核種分離・消滅処理コンサルタント会議](原研:向山幹事)

(2)第12回 1993年5月25日 東電原子力研究所会議室

- アクチニド高速完全消滅をめざして(東北大:岩崎智彦氏)
- 放射性廃棄物の相対的リスク評価(東大:牧野祐子氏)

(3)第13回 1993年7月23日 商工会館会議室

- 加速器の応用分野における現状(放医研:平尾委員)
- TRUの高速炉における利用-ブランケット装荷の例(東芝:川島正俊氏)

(4)第14回 1993年9月28日 原研本部会議室

- 高レベル放射性廃棄物の地層処分の研究開発(動燃:佐々木憲明氏)
- WH HanfordにおけるCURE計画とFFTFを用いた ^{99}Tc 及び ^{129}I 消滅実験
(WH:D. Wootan氏)

(5)第15回 1993年9月28日 三菱原子力工業会議室

- FPの消滅処理研究-理論研究及び核データ測定(動燃:原田委員)
- Global'93報告(原研:向山主査、動燃:若林幹事、原研:小川委員)

(6)第16回 1994年1月25日 電中研会議室

- 高レベル放射性廃棄物地層処分の安全評価の国際動向と消滅処理
(東海大:安俊弘氏)
- プルトニウム燃料の特徴とMA燃料(動燃:上村勝一郎氏)

<委員会報告 6.>

「放射線挙動」研究専門委員会

主査 東北大学マイクロン・ラジオアイソトープセンター

中村 尚司

1992年4月に発足した本委員会では2年目の活動として4回の会合が開催された。

第1回会合(通算5回)では、清水委員(東工大)より Invariant Embedding法を用いたアルベド及びビルドアップ係数に対する計算方法と結果について、秦委員(京大)よりガンマ線・中性子のアルベドデータ及び二重層ビルドアップ係数の現状、上衰委員(東大)より英国サフォード研究所 I S I S 施設での中性子遮蔽実験の概要が報告された。

第2回会合(通算6回)では、一宮氏(アイソトープ協会)よりアイソトープ利用の許可申請・変更申請の際に行われている遮蔽計算の現状が報告された。

第3回会合(通算7回)では、大型電子加速器における遮蔽実験及び計算法の現状が伴委員(高エネ研)より紹介された。

第4回会合(通算8回)では、谷内氏(神戸製鋼)より米国の最近の遮蔽計算法の動向として輸送容器解析用のSCALEコードシステム及びモンテカルロコードMCNPの最新版4Aでの収束判定条件が紹介された。また、宇宙飛行や荷電粒子による癌治療の分野で必要とされる高エネルギー放射線の線量換算係数の計算法について岩井委員(三菱原子力)より紹介があり、10MeV~1GeVの光子に対しては人体ファントムモデルから算出した実効線量はICRU30cm球の1cm深部線量当量より過大になることが報告された。

また、前委員会の「放射線挙動工学」研究専門委員会で作成された「中性子遮蔽設計ハンドブック」が1993年4月に原子力学会より刊行されるとともに加速器遮蔽ベンチマーク問題集がKEKレポート(92-17)として公刊された。

今までの加速器遮蔽ワーキンググループに加えて、点減衰核法等の遮蔽簡易計算法に用いるビルドアップ係数、アルベド等の信頼性の高い遮蔽定数を一般ユーザーに提供することを目的とした「遮蔽定数」、及び宇宙線に対する遮蔽など遮蔽計算の新しい応用や従来からの遮蔽計算コードの使用方法を検討することを目的とした「遮蔽計算法」の2つのワーキンググループが設置された。

第3回夏期セミナーは1993年7月21~23日箱根で「遮蔽計算の実際」というテーマで開催された。これは前回までのアンケートで希望の多かった遮蔽計算コードの入力データに重点を置いた内容で、Sn計算コードANISN、DOT3.5、ガンマ線点減衰核コードQAD-CG、G33及びモンテカルロ計算コードMCNPを取り上げ、さらに、QAD-CG及びG33についてはパソコンによる実習も併せて実施し好評であった。

本委員会は向こう二年間の延長が認められ遮蔽に関する諸問題を引き続き調査検討・情報交換するとともに、ワーキンググループ活動を行う予定である。

最後になるが、放射線計測と関連する放射線物理、放射線と物質のマクロな相互作用、放射線の工業利用、放射線遮蔽、放射線防護及び線量評価等の放射線に関連する工学研究に関する情報交換や研究協力の一層の推進を図るために「放射線工学研究連絡会」が設置されることになった。

「炉物理部会」規約

専門分野別研究部会規程（規程第11号）により、炉物理部会を本規約により設置し運営する。

（目的）

第1条 炉物理部会（以下本部会）は、炉物理に関連する専門分野の研究活動を支援し、その発展に貢献することを目的とする。

（部会員）

第2条 学会正会員及び学生会員は本部会員となる資格を有する。

第3条 本部会に参加を希望する会員は、所定の事項を記入した入会申込書に部会費を添えて、事務局に申し出る。なお、退会の際はその旨を事務局に通知する。

（運営費、部会費）

第4条 本部会の運営費には、部会費、事業収入、寄付、その他をもってあてる。

第5条 運営費については、企画委員会を経て理事会に報告し、その承認を得ることとする。

（総会）

第6条 総会を年1回以上開催し、本部会の事業、予算、運営等の重要事項について承認を得るものとする。

第7条 本部会の運営は、学会正会員の本部

会員より選ばれた部会長、副部会長各1名及び幹事若干名からなる運営委員会が行なう。運営委員の任期は別に定める。

第8条 事業の実施のため、運営委員会のもとに小委員会を設けることができる。

（事業）

第9条 本部会は次の事業を行う。

- (1) 定期的に部会報を発行する。
- (2) 随時、技術情報提供等のためのニュースレター等を発行する。
- (3) 学会の学術講演会に積極的に参加する。
- (4) 関連する研究専門委員会、特別専門委員会等の活動を積極的に支援する。
- (5) 討論会、研究発表集会等を開催し、優秀な発表論文については、学会誌への投稿を積極的に奨励する。
- (6) 関連する国内外の学協会、諸機関との共催による研究集会の企画、実施を行い、国内および国外研究協力を積極的に進める。
- (7) 年1回以上、セミナーを開催する。
- (8) 炉物理の理解を一般に広めるため、随時、講演会、見学会等を開催する。
- (9) その他、適切な事業は随時、実施する。

（変更）

第10条 本規約の変更は、運営委員会の発議に基づき、総会での承認を要する。

日本原子力学会「炉物理部会」内規

1. [趣旨]

この内規は、炉物理部会規約に基づき、炉物理部会（以下、本部会）の具体的な運営の方法について定めるものである。

2. [総会]

- (1) 本部会の総会を、年2回、学会春の年会及び秋の大会時に開催する。
- (2) 総会では、本部会の事業、予算、決算、運営に関する重要事項について、審議する。

3. [部会費]

本部会の部会費は、正会員及び学生会員につき、それぞれ年額1500円、1000円とする。

4. [運営委員会の構成]

本部会に次の役員からなる運営委員会をおく。

部会長	1名
副部会長	1名
幹事	若干名

5. [運営委員会の職務]

- (1) 運営委員会は、本部会の運営の中心となり、運営に関する事項を分担する。
- (2) 部会長は、本部会を代表し、本部会の業務を総括する。
- (3) 副部会長は、部会長を補佐し、部会長に支障があるときは部会長の職務を代行する。
- (4) 幹事は、庶務及び各小委員会委員長の職務を分掌する。
- (5) 各小委員会委員長は、各小委員会を統

括する。

- (6) 庶務幹事は、本部会運営の庶務を担当し、学会企画委員会等の窓口となる。

6. [運営委員会委員の選任]

- (1) 部会長、副部会長、及び幹事は、学会正会員の部会員の選挙で選ばれる。
- (2) 正副部会長の任期は、2年とする
- (3) 幹事の任期は2年とし、約半数を毎年改選する。

7. [小委員会]

- (1) 本部会の事業の実施のために、運営委員会のもとに、小委員会を設ける。
- (2) 部会長は学会正会員の部会員より、小委員会委員を委嘱する。
- (3) 運営委員は、小委員会委員を兼務できる。

8. [小委員会の活動]

当面、本部会に以下の小委員会を設置し、各事項を掌握、分担する。

- (1) 財務小委員会……健全な部会運営のための財源確保と支出を分担する。
収入に関する事項
 - (1) 部会費
 - (2) 一般向け特別セミナー参加料
 - (3) 学術集会開催参加料
 - (4) 連合講演会予稿集販売
 - (5) セミナー資料集・啓蒙資料集販売
 - (6) 専門技術情報販売
 - (7) 寄付
 - (8) その他

支出に関する事項

- (1)部会報出版
- (2)ニュースレター発行
- (3)若手セミナー開催
- (4)学術交流経費
- (5)通信連絡事務経費
- (6)その他

(2) 編集小委員会……技術情報提供のため定期的に出版物の発行業務を行う。

- (1)部会報出版
- (2)ニュースレター発行
- (3)集会資料集、予稿集、資料集などの編集・発行
- (4)その他

(3) セミナー小委員会……会員を対象とした炉物理研究情報提供の企画・開催業務を行う。

- (1)セミナーの企画・開催
- (2)セミナーテキスト・資料集の企画・作成
- (3)その他

(4) 学術研究交流小委員会

- (1)国内連合学術集会の企画・開催

- (2)国外連合学術集会の企画・開催
- (3)対外協力事業の企画・実行
- (4)その他

(5) 学生・若手小委員会……若手研究者及び学生の活動を企画実行する。また、若手・学生の入会を促進する。

- (1)若手セミナーの開催
- (2)その他

9. [変更]

本内規の変更は、運営委員会の発議に基づき、総会での承認を要する。

付記

(1) 本内規は「平成6年日本原子力学会春の年会」における炉物理研究連絡会総会での議決を経て施行するものとする。

(2) 炉物理研究連絡会は、本内規の施行をもって廃止し、炉物理研究連絡会会員は、本部会会員となる。

(3) 炉物理研究連絡会の財源は本部会が引き継ぐ。

炉物理夏期セミナー (旧炉物理夏の学校) の歩み

炉物理夏の学校

↑
↓

炉物理夏期セミナー

開催回(年度)	開催地	幹事機関	主要テーマ	出席者数
第1回('69)	木曾	京大炉	高速炉、核データ、熱・冷中性子について	70
2 ('70)	東海村	原研	燃焼特性、最適化問題、 高速炉・軽水炉実験	102
3 ('71)	諏訪湖	阪大	将来の動力炉	48
4 ('72)	松本	東大	高速炉	40
5 ('73)	清里	京大工	核分裂断面積計算法	38
6 ('74)	河口湖	東北大	核融合炉・高速炉	51
7 ('75)	妙高高原	名大	炉雑音解析と原子炉診断技術	46
8 ('76)	長野	東工大	中性子スペクトル	40
9 ('77)	神戸	九大	核データ	31
10 ('78)	北海道	北大	コンピュータ計算法、将来炉(トリウム炉)	67
11 ('79)	高野山	京大炉	実用原子力数学	60
12 ('80)	憩いの森	原研	JT-60、JENDL-2	62
13 ('81)	高野山	阪大	放射線と人間環境、高速炉、新型炉	48
14 ('82)	宮城県 川渡町	東北大	炉心事故解析手法、核計測	54
15 ('83)	河口湖	東大	「炉物理にとって何が問題であるか」 核燃料サイクル・核融合・FBR・放射線遮蔽	63
16 ('84)	御岳	名大	計算機システム	52
17 ('85)	札幌	北大	確率論的リスク評価・核データファイルと その臨界実験解析への応用	62
18 ('86)	箱根	武蔵工大	固有安全炉と高転換軽水炉	67
19 ('87)	修善寺	東大	チェルノブイリ発電炉の事故 知識工学	52
20 ('88)	高野町	九大	「臨界安全」、「核データ」	48
21 ('89)	比叡山	京大	拡散及び輸送方程式の解法	72
22 ('90)	日立市	原研	積分型輸送方程式の解法	80
23 ('91)	河口湖	東工大	「放射性廃棄物を無くすこと」および 「安全な原子力エネルギーシステムの構築に 炉物理はどれだけ貢献できるか？」	75
24 ('92)	宮城県 川渡町	東北大	「炉物理計算における新技術・高度化」、 「知的情報処理と原子力」、 「宇宙環境と放射線計測」	66
25 ('93)	菅平	名大	「これからのトリウム問題を考える」	64

<事務局だより>

第25回炉物理夏期セミナー(菅平高原)の会計報告

収入 (円)		支出 (円)	
参加費	224,000	宿泊料、朝・夕食代	725,120
ｷｷﾞ代	84,000	昼食代	64,272
宿泊代	612,000	懇親会	193,125
懇親会	132,000	会議室使用料	25,000
昼食代	54,600	OHPスクリーン借用料	19,055
ｷｷﾞ広告料	210,000	講師謝礼、講師旅費	204,000
連絡会からの補助	150,000	ｷｷﾞ印刷費	123,600
その他	20,000	茶菓子代	13,089
利息	384	通信費	14,098
		写真代	11,665
昨年度繰越金	180,097	大学院生発表補助	50,000
		雑費	18,654
		次年度繰越金	205,403
合計	1,667,081	合計	1,667,081

平成6年度炉物理部会運営委員の紹介

投票の結果、以下のように運営委員が信任された。括弧内は任期を示す。

○印は各小委員会委員長

部会長	(2年)	名大工	仁科浩二郎
副部会長	(1年)	原研	平岡 徹
庶務幹事	(2年)	東北大工	平川直弘
財務小委員会			
	(1年)	東工大原子炉研	○関本 博
	(2年)	日立エネ研	内川貞夫
編集小委員会			
	(1年)	名大工	○山根義宏
	(2年)	東芝	山本宗也
セミナー小委員会			
	(1年)	京大炉	○神田啓治
	(1年)	京大炉	代谷誠治
学術交流小委員会			
	(2年)	原研	○土橋敬一郎
	(2年)	阪大工	竹田敏一
学生・若手小委員会			
	(1年)	東工大原子炉研	○小原 徹
	(1年)	名大工	三澤 毅

《編集後記》

94年度から「炉物理連絡会」から「炉物理部会」へと変更されることに伴い、この「炉物理の研究」もある意味で1つの節目の時期になったと思います。そこで今回の特集は、「今、炉物理の若手は」と題して、これからの炉物理を担う若手研究者の方々の考えを知るための寄稿文とアンケートをお願いしました。後で、「若手でない研究者に対しても同じアンケートを実施すれば良かったのに……」という意見を何度か耳にしました。今後、もしこのようなアンケートを計画する場合には、是非参考にさせていただきたいと思います。また今回は、これまで炉物理連絡会が開催してきた「炉物理夏期セミナー(旧、炉物理夏の学校)」の歩みを載せました。

御多忙中、原稿をお引き受け下さいました多くの方々に厚く御礼申し上げます。

(三澤 毅 記)

「炉物理連絡会」平成5年度中間収支報告

平成5年4月1日～6年2月28日

(単位: 円)

収 入		備 考
前年度繰越金	2,657,701	(含 古橋基金 1,803,942円)
会 費	267,000	
「夏期セミナー誌」残部売上	28,310	① 2,000円×1冊 (28000円は古橋基金へ繰入) ② 2,000円×1冊 ③ 2,000円×2冊 ④ 2,000円×10冊, 送料310円
第25回夏期セミナー残金	205,403	
合 計	3,158,414	

支 出		備 考
会 議 費	13,390	第52回会員総会 (於:神船大)
通 信 費	54,662	ニュース, 投票, 他発送費
「会報」印刷費	165,830	No. 42 (93年3月発行)
「ニュース」印刷費	25,632	Nos. 19~21 各250部
雑 印 刷 費	2,800	セミナー申込書, 役員投票用紙, 他コピー代
第25回夏期セミナー補助金	100,000 50,000 180,097	古橋基金より 第24回セミナー繰越金より
会 員 事 務 管 理 費	60,000 5,800	パソコン料 (5000円×12ヶ月分) パソコン備品代
合 計	658,211	

残高 2,500,203円 (含 古橋基金 1,781,942円)

「炉物理連絡会」会員名簿 (機関別)

○印は新入会員 会報No.42以降
(計 230名 平成6年3月4日現在)

- | | | | | |
|---|--|--|---|--|
| 梶山 一典
武田 栄一
西原 宏
野村 孜 | 東海大学 (5名)
清瀬 量平
阪元 重康
砂子 克彦
永瀬 慎一郎
中土井 昭三 | 宇根崎 博信
海老沢 徹
神田 啓治
小林 捷平
小林 圭二
古林 徹
代谷 誠治
茶谷 浩
中込 良広
西原 英晃
長谷 博友
林 正俊
藤田 薫頭
米田 憲司 | 東和大学 (1名)
片瀬 彬 | 明午 伸一郎
村田 勲
森 貴正
山田 毅
山根 剛
吉田 弘幸 |
| 北海道大学 (6名)
秋本 正
鬼柳 善明
辻 雅司
成田 正邦
○平賀 富士夫
松本 高明 | 武蔵工業大学(2名)
相沢 乙彦
松本 哲男 | 大阪大学 (4名)
住田 健二
高橋 亮人
竹田 敏一
錦織 毅夫 | 九州帝京短期大学 (1名)
大田 正男 | 動燃事業団 (7名)
飯島 一敬
長沖 吉弘
中村 詔司
望月 恵一
○山口 隆司
山本 敏久
若林 利男 |
| 北海道自動車短期大学 (1名)
小澤 保知 | 立教大学 (1名)
林 脩平 | 近畿大学 (7名)
大沢 孝明
小川 喜弘
柴田 俊一
辻 良夫
橋本 憲吾
堀部 治
三木 良太 | 日本原子力研究所 (46名)
秋濃 藤義
安藤 真樹
飯島 武進
伊勢 武治
板垣 正文
大井川 宏之
大杉 俊隆
大部 誠
岡嶋 成晃
金子 義彦
川原井 照男
菊池 康之
久語 輝彦
黒沢 一男
五藤 博
後藤 頼男
小林 岩夫
近藤 育朗
桜井 淳一
新藤 隆夫
杉 暉
関野 秀機
高田 中俊
土橋 敬一郎
外池 幸太郎
長尾 美春
中川 正幸
中島 健
中島 宏
中田 宏勝
中野 正文
中野 佳洋
中原 康明
平岡 徹
藤村 統一郎
前川 洋
松浦 祥次郎
水本 元治
向山 武彦 | 原子力委員会(1名)
大山 彰 |
| 弘前大学 (1名)
葛西 峯夫 | 第一工業大学(1名)
佐久間 雄平 | 舞鶴工業高等専門学校 (1名)
若林 二郎 | 川原井 照男
久語 輝彦
黒沢 一男
五藤 博
後藤 頼男
小林 岩夫
近藤 育朗
桜井 淳一
新藤 隆夫
杉 暉
関野 秀機
高田 中俊
土橋 敬一郎
外池 幸太郎
長尾 美春
中川 正幸
中島 健
中島 宏
中田 宏勝
中野 正文
中野 佳洋
中原 康明
平岡 徹
藤村 統一郎
前川 洋
松浦 祥次郎
水本 元治
向山 武彦 | 原子力安全技術センター (1名)
天野 文雄 |
| 東北大学 (7名)
岩崎 智彦
北村 正晴
須山 賢也
辻本 和文
馬場 護
平川 直弘
松山 成男 | 名古屋大学 (9名)
逢坂 正彦
伊藤 只行
加藤 敏郎
○重留 義明
曾野 浩樹
仁科 浩二郎
伏木 勝己
三澤 毅
山根 義宏 | 大阪国際女子短期大学 (1名)
堀江 淳之助 | 神戸商船大学(1名)
中島 雅 | 船舶技術研究所(1名)
小田野 直光 |
| 埼玉工業大学 (1名)
関口 晃 | 岐阜大学 (1名)
岸田 邦治 | 神戸国際大学(1名)
関谷 全 | 吉備国際大学(1名)
関谷 全 | 電子技術総合研究所 (1名)
工藤 勝久 |
| 東京大学 (6名)
井口 哲夫
岡 芳明
○岡野 靖
小佐古 敏莊
近藤 駿介
中沢 正治 | 京都大学 (8名)
神野 郁夫
木村 逸郎
木村 純
小林 啓祐
桜井 良憲
○西尾 勝久
○松浦 重和
森島 信弘 | 九州大学 (4名)
石橋 健二
神田 幸則
工藤 和彦
中島 秀紀 | 電力中央研究所(2名)
松村 哲夫
横尾 健 | 原子力発電技術機構(2名)
駒田 正興
芳賀 暢 |
| 東京工業大学 (6名)
井頭 政之
小原 徹
北沢 日出男
清水 彰直
関本 博
山脚 裕之 | 京都大学原子炉実験所 (17名)
石岡 邦江
市原 千博
宇津呂 雄彦 | 林研-総合工学研究所 (1名)
松井 一秋 | 核物質管理センター(1名)
古橋 晃 | 原子力データセンター (3名)
飯島 勉
中村 知夫
能沢 正雄 |

<u>放射線計測協会</u> (1名) 朝岡卓見	<u>石川島播磨重工業</u> (1名) 倉重哲雄	<u>住友原子力工業</u> (1名) 松延廣幸	<u>東電リワークス</u> (1名) ○佐治悦郎	<u>三井造船</u> (1名) 伊藤大一郎
<u>高エネルギー物理学 研究所</u> (1名) 山口誠哉	<u>川崎重工業</u> (1名) 田中義久	<u>CRC総合研究所</u> (1名) 角谷浩享	<u>日本原燃</u> (1名) 須田憲司	<u>三菱原子力工業</u> (6名) 大谷晋司 菅太郎 駒野康男 千田康英 田原義寿 弘田実弥
<u>原子力システム研究 懇話会</u> (2名) 安成弘 大塚益比古	<u>原子燃料工業</u> (1名) 伊藤卓也	<u>東芝</u> (18名) 青木克忠 ○安藤良平 猪野正典 植野精也 ○馬野琢也 ○黒澤正彦 小林康弘 小林裕司 ○櫻井俊吾 ○桜田光一 ○築城諒 ○肥田和毅 深井佑造 松村和彦 ○三橋偉司 水田宏 門田一雄 ○山本宗也	<u>日本総合研究所</u> (1名) 桂木学	<u>三菱電機</u> (2名) 後藤豊一 路次安憲
<u>特許庁</u> (1名) 居島一仁	<u>原子力エンジニアリング</u> (2名) 川本忠男 杉田裕	<u>高速炉エンジニアリング</u> (1名) 亀井孝信	<u>日立エンジニアリング</u> (1名) 山口正男	<u>ANL</u> (1名) 丁政晴
<u>電源開発</u> (1名) 木下豊	<u>コンピュータ総合研究所</u> (1名) 間庭正樹	<u>清水建設</u> (1名) 大石晃嗣	<u>日立製作所</u> (6名) 大西忠博 三田敏男 瑞慶覧篤 丸山博見 三木一克 山中章広	
<u>日本原子力発電</u> (3名) 白方敬章 武田充司 立松篤	<u>情報数理研究所</u> (1名) 磯野彬	<u>ウッドランド</u> (1名) 梅田健太郎	<u>フジタ</u> (1名) 石川敏夫	
<u>中部電力</u> (2名) 金井英次 村田尚之			<u>富士電機</u> (2名) 中村久 安野武彦	
<u>東京電力</u> (2名) 市村鋭一 高木直行				

「炉物理部会」第1回会員総会のお知らせ

来る「1994年春の年会」の折、下記の通り第1回会員総会を開催いたします。
多数のご参加をお願いします。

日時： 3月30日(水) 12:00~13:00

場所： 「1994年春の年会」G会場 (於：筑波大学第3学群)

※昼食の用意をいたします。