

炉物理の研究

(第 44 号)

1995年 6 月

巻頭言 「炉物理部会員のより広範な健闘に期待する」	仁科浩二郎	1
特 集 「これからの炉物理」		3
〈部会員の声(自由投稿欄)〉		17
1. PHYSOR'96開催に向けて	土橋敬一郎	18
2. Portland炉物理Topical MeetingでのInvited Luncheon Speech... M. Salvatores		19
3. 炉物理の原点	深井佑造	25
〈委員会報告〉		
1. 炉物理研究特別委員会「原子炉システム専門部会」	土橋敬一郎	31
2. 炉物理研究特別委員会「遮蔽専門部会」の活動	坂本幸夫	33
3. 「消滅処理」研究専門委員会	若林利男	34
4. 「放射線挙動」研究専門委員会	中村尚司	36
5. 「次世代燃料」研究専門委員会の活動	古屋廣高	37
6. 平成6年度の「若手・学生小委員会」の活動について	小原 徹	38
☆「炉物理部会」規約		40
☆事務局だより		43
☆部会員名簿		47



(社)日本原子力学会

炉物理部会



巻 頭 言

炉物理部会員のより広範な健闘に期待する

Proposal for Wider Activities by Division Members

部会長 仁科 浩二郎 (名大・工)

NISHINA, KOJIRO

このところ、炉物理、ひいては原子力一般に関して、色々と困難な状況を随所に見聞する。いわく、複数企業において関連部門から「原子力」の名称が消滅。いわく、複数大学で「原子力関連学科」が他分野学科と統合し、「原子力」、「原子核」のタイトルが消滅、などなど。筆者は、事情に詳しくない。しかし冷静に考えてみると、この困難にはさまざまな要因があるに違いない。その分析は既に多くの方がいち早く示されたであろうから、いまさら時期おくれだろうが、話の順序として改めて考察し、私の主張をしたい。

まず社会全般が原子力に対して抱いている必要以上の恐怖感が、社会機構への原子力の順調な導入を妨げている。さらに原子力の研究分野が、特定の切り口ではすでに研究開発課題として掘り尽くされ、努力の対象として飽和しているかもしれない。しかもそのようなテーマ飽和の先入観は、当事者である我々以上に他分野の人が強く持っており、これが世間の各組織の変遷の過程で、原子力関係者の自己表現を困難にしている。一方、原子力関係装置を使う分野では、概して実験条件設定に長期間を要し、年間に完成できる論文数は少ないから、これを他分野と比べると業績的に不利で誤解を受けやすい。さらに、原子力関係企業は今まで多大の努力を払った結果、精緻で高い技術レベルに上り詰めたが、業務として今の原発増設ペースでは、必ずしも新しいR&D要員を必要としないという面があるらしい。

さて話を炉物理に限ると、研究テーマの飽和は、いかなる学問分野でもやがては到達する段階である。もしこの飽和の状況が炉物理全体を覆っているのなら、むしろ研究開発活動は他の原子力分野へ移って行くべきだろう。飛車(炉物理)と王様(原子力)とどちらが大切かと言えば、やはり王様だろう。だがそのように簡単に言い切れる状況だろうか。

従来の炉型や仕様に我々が固執するなら、確かにトピックは飽和状態かも知れぬ。だが長期のエネルギー資源論、環境論的に、筆者はどうしても原子力利用の努力を今後も維持し、長期の燃料サイクルの考慮まで含めた新しい展開を探って行くべきとしか思えない。とすると原子力は今後我が国はもちろん、地球全体を包含してさらに社会に深く、また多面的に浸透して行くに違いない。その際、社会との接点で今まで以上に生活感情と直接に対面するから、それからの制約をより強く意識することになる。それは新しい要請の形で原子力の各分野に整合を求めることを意味する。炉物理で言えば臨界安全、消滅処理、固有安全炉などが典型例であり、炉型に関しては今後さらに地球的思考からの、様々の要請があり得ると思う。

一方その際、炉物理に限らず原子力開発の他分野において、炉物理的方法論がそのまま活用できるような研究ニーズが起こるなら、炉物理屋は従来の守備範囲に固執せず、大いにその新しい分野に挑戦すべきである。その場合、新分野の活動を始める当人にとっては活動分野を変える訳だが、そこで現在までの炉物理の活動をしっかりと記録、伝承することが重要である。これは一定の時期を経て状況が変わり、各機関で再び次世代の人が現在の炉物理のState of Artを再現しようとした時のために必須の作業である。その一つのやり方が、私は炉物理部会の編纂によるTextbookの出版ではないかと思う。3月の炉物理部会総会で教科書について提案したのは、このような考えたからである。

以上のような事を改めて考えさせられたのは、最近、4月30日-5月5日に米国Oregon州 Portland市で開催された、ANSの「炉物理、数学・数値計算、環境解析の国際会議」に出席した際であった。会議の詳細については、近藤駿介先生の報告が学会和文誌に間もなく載る。筆者が感心したものを拾うと、まず輸送方程式の3次元4面体要素による数値解法では、1セッションで数篇の発表があったが、互いに他人の活動をよく把握した活発な討論があり、その熱気に圧倒された。またこの会議のプログラムは、地層処分に関連した地下水流動の解析、大気放射の解析などが含まれ、既存の炉物理概念に拘束されない、意欲的な編成となっていた。特に大気解析上の問題点紹介は Tutorial Sessionの形で取り上げ、炉物理屋のこの新分野での活躍を促していた。その他、3次元核熱水力計算、核医学療法の計算も含まれていた。

さらにSalvatores氏(フランス)は昼食のスピーチで、最近の炉物理の状況についてレビューし、計算手段の驚異的發展を歓迎する一方、学問上、あるいは安全性確認上での実験の重要性を強調し、臨界集合体などの実験装置が次々に停止に追い込まれている状況について危機感を以て警告した。そしてInnovativeな研究は必ずしもFashionableな研究とは限らないこと、次世代旗手の養成に当たっての国際的協力が必要なことを力説した。深い感銘と共感を覚えた筆者はこのスピーチの原稿を戴いてきたので、できれば本誌に掲載して戴きたいと思っており、編集担当の方に交渉する積もりである。

さて、米国における原子力への逆風は、大規模な汚染が一般市民から批判を浴びていること、電力会社の仕組みや安全規制の事情が我が国と違うこと、などが原因にある模様で、必ずしも日本が同じ状況にあると思ひ込む必要はないのだが、参考になることは確かである。逆風は日本よりも顕著のようで、友人から悲観的予想をよく聞かされるが、一方今回の会議では、そのような困難な状況にあってなお保持されている活動の奥行きの高さに感心した。

紙面もないので、いささか性急で飛躍した結論になるが、このような専門家集団の熱気を我が国にもたらし、炉物理研究の今後の可能性を探り、活発な次世代の炉物理研究者を育てるためにも、我々炉物理部会員は協力してPHYSOR'96を成功させるべきだと感じた次第である。

(平成7年5月17日)

特集 「これからの炉物理」

『炉物理の研究』第43号の巻頭言の中で、阪大の高橋先生が「炉物理という名の工学」と題して、炉物理の今後はどうあるべきかとチャレンジしておられます。編集生としては、炉物理関係の研究・業務に携わっていらっしゃる第一線の方々であれば、このチャレンジに対して、一家言や二家言あって然るべきと考えました。そこで、独断ながら、40代の方を中心に、20余名の第一線の方々を選ばせて戴き、それぞれご自身の立場から、「やりたいこと、やるべきこと、やって欲しいこと」、あるいはもっと大所高所から「炉物理研究のビジョン、期待、抱負」といった内容で、ご意見・主張を述べて戴くことにしました。高橋先生のチャレンジへの回答と次代を担う若者たちへの熱いメッセージになることを暗に期待した次第です。

回答回収率は、期待に反して、ただし予想通りに低調な約50%でした。現在の炉物理部会の盛り上がりぶりを象徴する数値と理解するのは編集生の偏見でしょうか？物言わぬマジョリティの声は聞く由もありませんが、多忙の中、鋭意執筆ご協力下さったのは、下記の11名の方々です。紙面を借りてお礼申し上げます。

さて、結果の方は、必ずしも高橋先生のチャレンジに対する回答になっているとは思えませんが、いろいろな声があって、これはこれで読み物としては楽しめるのではと思います。

(編集委員)

◇執筆者一覧(掲載は7位E順)

- 飯島 進(原研) …… プルトニウムの試料探し
- 岡嶋成晃(原研) …… 「これからの炉物理」における閑話
- 鬼柳善明(北大) …… 中性子工学と加速器中性子源
- 佐治悦郎(東電リト) …… 経済性を指向する炉物理
- 関本 博(東工大) …… 「これからの炉物理」について一言
- 竹田敏一(阪大) …… 炉物理界の大御所はいるのか？
- 築城 諒(東芝) …… 計算モデルを改良すると計算精度が悪化するのは何故か？
- 丸山博見(日立) …… これからの炉物理
- 森島信弘(京大) …… 波としての中性子
- 山根 剛(原研) …… 「やりたいこと、やるべきこと、やって欲しいこと」
- 山根義宏(名大) …… 炉物理の正式名称は「原子炉の物理」か？

プルトニウムの試料探し

原研

飯島 進

プルトニウムの核分裂性核種として、Pu-239とPu-241があるが、高速炉体系においてPu-241はPu-239に比べて核分裂を起こしやすく、より活性な核種と考えられている。この活性度を実験により評価したいと考えているが、FCAには、Pu-241の試料が無く、今だにPu-241/Pu-239核分裂率比が測定できていない。

積分実験では、反応率比と物質反応度値が、最も直接的に核データを評価できる物理量であるが、Pu-241について、これらの物理量を測定しようとする、核分裂率の測定には～10mg、反応度値には～10g程度の純粋なPu-241を必要とする。この数年来、これらの実験のための試料探しを行ってきたが、国内で供給してくれる所は皆無であることから、海外で探すことになる。以前だと米国のオークリッジ国立研究所が、最も頼りに出来たが、現在は関連施設の多くが閉鎖された状態にあり、状況が大きく変化している。そんな時、フランスとの取引を主に行っている商社から、高純度のPu-241 (mg単位) が在るとの情報が入った。Pu-239なら製造方法の想像もつくが、Pu-241となるとどのように製造するのか見当がつかないが、オークリッジ研究所が製造したものである。製造してからかなりの年月を経ており、Pu-241の半減期14年を考慮すると、相当崩壊が進んでいるものと考えられる。これをフランスでプルトニウムとアメリカウムに分離して試料を作るとのことで、純度としてPu-241の比率90%以上を保証するとのことであった。核分裂率の試料については、予算が認められれば入手できる目途がたった。さらに話を進めて反応度値の試料となると、現時点では、越えることが不可能とも思える、高い障壁が存在するというのが、実感である。

日本は核燃料サイクル路線を選択し、高速増殖炉の開発さらにはマイナーアクチノイドの消滅処理研究に取り組んでいる。プルトニウムをはじめTRU核種の試料は、核燃料サイクルに関する様々な研究分野で必要であり、今後さらにその必要性が高まると考えられる。核燃料サイクル開発研究の基礎を支えるものとして、日本独自のアクチノイド核種の試料供給体勢を真剣に検討する時期に来ているのではないだろうか。

「これからの炉物理」における閑話

原 研 岡嶋 成晃

「これからの炉物理について、考えろ！」と言われた時、炉物理に対してある種の危機は常々感じているものの、「では、どうすれば・・・？」と考えてみると、「パツとする考えがないな！」と思ってしまう。これが、小生の正直なところである。そんな小生が、これからの炉物理について意見を具申するなんて……。そこで、ふと思いつく戯れ言を記して、お茶を濁すことに決めた。

炉物理における重要性の一つは、「計算とどんなつき合い方をするか？」ではないだろうか。これまでの炉物理では、実験と計算は対峙関係にあり、両者の比較に重点が置かれていた。現在、3次元モンテカルロ計算が可能となり、モデル化に誤りがなければ、計算結果の信頼性は非常に高い。もはや、実験と計算は対峙する関係ではないと思う。「実験の補足として、如何に計算を利用するか」に移行しつつあるのではないだろうか。「そんな分かり切ったことを言うな！」と、たくさんの人から叱られるであろうが、実際には、炉物理において広く利用されているとは思えない。CRTの中では、宇宙船での船外活動や、恐竜が地球上を闊歩している様子、古の建築物の内側の様子、見返り美人の反対側の顔が見ることが出来る時代である。この、「実際には見えないものを、見たつもりにさせる技術」を炉物理に使えないだろうか？

例えば、炉心過渡解析において、温度上昇に伴う構造材等と炉心の膨張していく様子が視覚化されると、計算モデルの妥当性の検討や、新たな膨張効果の追加の必要性に利用できる。すなわち、これまでの実験において測定できなかった詳細な項目を、計算によって補足するのである。その結果、総合的現象である炉心出力変化等（実験結果）を、計算が精度良く再現するようになる。さらに、計算結果を視覚化すれば、過渡事象の推移が誰にでも理解し易くなる。（「うちのおかあちゃんにも分かる原子炉内の様子」が完成するのは・・・？）

炉物理における重要なキーワードとして、ボルツマン方程式がある。ボルツマン方程式で表される物理現象のシミュレーションに、炉物理が利用できないだろうか？ 具体的な物理現象について考えたことはないが、何かできるのでは・・・？ このアナロジーによる物理現象の把握にも、計算の介在が、スケーリング等において必要であろう。

シカゴパイルでの初臨界から50年余が経過し、炉物理研究は、初代のフロンティアの時代、二代目の軽水炉高性能化の地盤固めの時代を経て、現在、三代目の時代へと移行しつつあると感じている。俗に、三代目の出来・不出来によって、その家系の栄枯盛衰が決まると言われる。初代はアイデアの創出、二代目は初代のアイデアの実現と高性能化が主な仕事であった。では、三代目の仕事は・・・？ それは、二代目までが築き上げた財産をより増やすか？、あるいは財産を使い果たして野たれ死ぬか？、または、財産を元手に大博打を打って、これまでとは異なるものへ変化するか？ 「どれにしようかな・・・」と唱えながら、未だに「パツとする考えが浮かばない！」小生である。

中性子工学と加速器中性子源

北大工学部原子工学科

鬼柳善明

原子力の分野で放射線応用は一つの重要な分野である。特に、中性子は原子力に強く結びついた粒子であり、その発生と利用に関する研究は今後進めて行くべき一つの方向ではないかと思う。中性子による物質研究についてはノーベル賞の授与もあり、その重要性は広く認められている。しかし、今後は工業利用など実用分野での用途を広げていくことが非常に重要であると言われている。そのために用いられるであろう中性子源の開発について簡単に紹介する。

中性子源としては、センターとしての大型のものと、より地域に密着した小型のものに二つに分かれていく傾向が見られる。大型中性子源としては、研究用原子炉が大きな役割を果たしてきた。しかし、高中性子束炉の開発は技術的困難さもあって進んでおらず、アメリカのANS計画も中止となってしまった。それを補うものとして、陽子加速器を用いたスポレーション中性子源の建設および建設計画が世界的に進められている。スポレーション中性子源は日本の高エネルギー研を始めとして、アメリカやイギリスで既に稼働している。また、スイスでは現在建設中である。イギリスのISISは世界最強のスポレーション中性子源であり、加速器パワーは約0.16MW（プロトンエネルギー800MeV、電流約200 μ A）である。現在、ヨーロッパでは5MW級の、アメリカでは1MW級のスポレーション中性子源の建設計画を進めている。日本では、大型ハドロン計画の中のNアーレーナとして、スタート時にISISを上回り、段階的に1MWまで増強していく計画がある。さらに大きなものとして陽子工学センターも提案されている。一方、小型中性子源としては、サイクロトロンや電子加速器などを用いた中性子源がある。既存の施設も含め、もっと有効利用ができると思われる。

このような中性子源の設計には、原子炉物理で培われてきた中性子輸送の考え方が基本的に役に立つ。しかし、原子炉は一般に対称性が高い大きな体系の中心での中性子工学である。一方、加速器中性子源では小さな体系（ターゲット・減速材・反射体全体で約1 m³）で対称性があまり高くない複雑な系となっている。さらに、所要のエネルギー・時間分布を持った中性子を体系の外に取り出すことを目的としていることが本質的に違っている。そのため、実際に色々調べてみると、原子炉からの類推とはずいぶん違う結果が出てくることによくある。そのような意味で、加速器中性子源の中性子工学はまだ未完成であると言える。同じ加速器中性子源でも大型のものと小型のものではその設計思想が全く違ってくるので、それぞれについて最適化が必要とされる。加速器中性子源の建設は21世紀始めまで続く予定である。これらに対して中性子工学的にさらなる最適化が要求されているのが現状である。

現在、中性子の工業利用としては、中性子ラジオグラフィや残留応力解析などが行われている。大きな共鳴を持つ元素の微量分析法なども開発されており、このようなものも今後重要な手法となっていくと思われる。色々な分野で中性子の工業利用を進めることは、エネルギー源としての原子炉に対する理解を深めていくことにもつながるであろう。

経済性を指向する炉物理

東電ソフトウェア(株) 佐治悦郎

第43号の巻頭言、阪大の高橋先生の「炉物理という名の工学」を拝読し、まさに我が意を得たり、との感を強く持ちました。私共のような実用軽水炉の炉心設計管理に携わる者にとって、炉物理は「物理」が垣根を高くしていますが、これを例えば、原子炉核工学と言い替えば、もっと身近なものになるからです。原子力工学の平和利用における規模という点では、原子力発電の占める割合が圧倒的であり、またその大部分が軽水炉であることは誰の目にも明かですが、そうした中心的存在の更に中心であるべき軽水炉の炉物理の研究は、国内において現在、あまり盛んであるとは言えません。これを、広く実用化が完了していることから、文字通り研究すべき「新しい物理」が見あたらないと言えればそれまでですが、上記のように工学的センスで見れば、実用化が進んでいるが故に、やることはまだまだ存在していると思います。

原子力学会誌2月号の冒頭で、東電の池亀副社長も述べておられますが、昨今、原子力発電には経済性が強く求められています。炉物理が工学として認知されるならば、これからの炉物理のテーマのひとつとして、経済性を追求する炉物理を掲げてはいかがでしょうか。何やら大層な言い方ですが、要するに軽水炉の炉心核特性の予測精度を向上させれば、設計や管理上、考えなければならない余裕を少なくすることができ、その分、経済性を向上させることができるということです。もっとも、これは特段新しいことでも何でもなく、設計や管理の実務に携わる者にとっては、常日頃から考えなければならない命題です。米国の学会では、実用軽水炉の核設計コードの議論等が結構盛んですが、日本の炉物理研究において、そういったテーマが取り上げられることは、従来少なかったように思います。炉物理という名にそぐわないということかも知れませんが、それをいうなら、Reactor Physicsとしても同じことで、米国と日本では認識が違うということかも知れません。ただ、ここで考えなければならないのは、米国と日本では、学界と産業界の人的交流の密度が全然違うという事実です。そのため設計現場が抱えている様々な問題点が学界にフィードバックされにくいということが考えられます。また、もうひとつ、産業界側が反省しなければならないかもしれないこととして、軽水炉核計算コードの「良好な実績」を強調する事に熱心すぎる、ということに思いを致さなければなりません。これは、主に「安全性の確保」を念頭においた表現で、「経済性」の観点から見れば、改善の余地なしということではないと思います。但し、この辺りの切り分けを曖昧なままに「問題あり」、または「改善の余地あり」などという表現を不用意に用いると、大きな誤解を招きかねず、そうした事態を恐れるあまり、ただただ「問題なし」という表現になってしまうことがままあるということだと思います。もちろん、このような事態の抜本的改善をはかるためには、現在の「規制」のあり方を含めた議論が必要であるとは思いますが。

経済性向上の観点から軽水炉核特性予測精度を向上させるという地道な仕事も、冒頭の認識にたつて炉物理の範疇とすれば、その中から新たな炉物理のテーマが生まれてくる可能性は充分にあります。そのためには、学界と産業界の情報交換をいまよりもっと活発にする必要があるでしょう。炉物理部会発足時の会合で京大炉の神田先生が、「この部会は、産業界の人間が他の部会に比べ非常に少ないという点で異様である。」とおっしゃっていたのが印象に残っていますが、そうした事態は改善すべきであるという共通認識が醸成されていけば、今後の炉物理は面白くなる、と私個人としては思う次第であります。

「これからの炉物理」について一言

関本 博 (東工大原子炉研)

「これからの炉物理」の書き始めとして「今までの炉物理」に少し触れてみます。炉物理は新しい学問であるにもかかわらず、優れた教科書が多くて、丁寧に読めば必ず分かるようになっていました。(分からないところがあるとすれば、それは炉物理の範囲を越えた分野のことでした。)勉強を始めるものにとってこれ程快適な環境はなかった訳ですが、逆にこれから解決すべき問題を見つけるのが難しい学問でした。計算手法の改良や他分野での問題(特に核物理が多いようですが)が炉物理に及ぼす影響のようなものをテーマとして研究する人が多かったように思います。その過程で物理的な思考を展開することも多かったわけですが、物理そのものが研究テーマとなったことは久しくないように思います。教育や原子力の現場(設計、建設、運転等)において、炉物理の物理的考察は重要ですが、物理としての重要な研究テーマを今思いつきません。物理らしきテーマをひねりだすと、これが炉物理かなと首をかしげたくなるようなものです。

一方原子炉は既に多数が運転され、これからも新しいものがどんどん建設されていくと思われまふ。更に、現行の軽水炉には基本的な問題があり、将来に向かっては新しい型の原子炉とそれに伴う核エネルギーシステムが必要とされています。炉物理はその核となるべき知識であり技術です。この意味で、核エネルギーを将来のエネルギー源として理想的なものとするために、おおいに炉物理を使った研究がなされるべきだと考えています。ただ現実の原子力開発研究にもかなりの問題があるように感じられます。炉物理とおおいに関係ありとはいふものの今回求められている内容からは外れますので、この議論はさしひかえますが、炉物理の専門家も大いに関心を持つべきことだとおもいます。

まとめますと、炉物理には物理としての大問題は残されていないようですが、より人間生活で重要と考えられている原子力(原子核)工学には、これから解決されねばならない重要な大問題が多く残されていると考えています。時代の硬直化とともに人間のスケールも小さくなりつつあるといわれておりますが、これからの研究者にはぜひに大きな問題にもチャレンジしてほしいと希望しております。

炉物理界の大御所はいるのか？

(阪大工) 竹田 敏一

炉物理というのは他の分野に比べ、雑多な学問分野という気がするし、原子力の炉心を取り扱う意味では原子力の基礎学問であるという事もいえる。

今回の「これからの炉物理」というテーマを選んだ意図が、ある大学教授のチャレンジをうけて、大所高所から「炉物理研究のビジョンの期待、抱負を示し、炉物理の活性化を図ろう」と思っておられるようです。このような企画は炉物理分野の将来にとって重要であるし、結構なものだと思いますが、最近、いわゆる大御所、中堅、若手の間の意見の断層が感じられ、大御所が中堅、若手の意見をちゃんと聞いておられるのかどうか疑問に思うことがあります。

例をとると京大炉のある専門研究会では、中堅、若手は出席して、原研、動燃、メーカ、電力、ソフトウェアといった他の組織との議論の場を持っているが、その場に今回の投稿依頼に添付された会員名簿のv印で示されている大御所が誰一人として出席していないのはおかしいのではありませんか。確かに大御所ともなれば教授会、部長会、……でお忙しいでしょうが、これらの会議に出席し、会議で議論している炉物理分野でやろうとしている事、興味のあることを把握して欲しい。

私は何も大御所先生がすべて悪いと言いたくてこんなことを書いているわけではなく、炉物理分野で、中堅、若手が育とうとしている環境を大御所が認め、大事に育てるサポート役をして欲しいし、私自身していかねばと感じています。

炉物理研究ビジョン、期待、抱負について、私の考えは次の3テーマを進めていくべきと考えます。①安全性に関する炉物理、②Pu利用、高燃焼の炉物理、③TRU消滅等のリサイクル炉物理。これらが今後の重要な炉物理研究テーマになると思っています。特に、③の研究テーマに関しては大学間、あるいは他の組織との協力で進めなければならないし、研究者の協力が必要です。今後は、より具体的にどのように取り組んだらよいのか、誰が計画したプロジェクトに参加するのかといったより前向きの会報も企画していただきたく思います。

計算モデルを改良すると計算精度が悪化するの何故か?

(株)東芝 築城 諒

最近気付いたことを書きます。テーマは、多くの人が経験しているのではないと思いますが、"計算精度を改善しようとして計算モデルを改良すると、意図に反してかえって計算精度が悪化することがあるのはどうしてか?"という疑問についてのひとつの答です。皆さんはどうにご存知で私だけが知らなかったことかもしれないのですが、もしそうだったら没にして下さい(>編集長様)。

炉心の計算をする場合に、ただひとつの変数以外は全て分かっているということはまず無く、必ず多くの変数が未知であり、私たちはそれらの連立方程式を解くことになります。そのような場合の簡単な例として、

- p: 炉心上半分の熱出力の全炉心の熱出力に対する割合
- x: 炉心上半分のXe135量の全炉心のXe135量に対する割合

が未知量であるとして、ただしここでは平衡状態を仮定します。私たちは熱出力から平衡x●量を計算する手続き、およびx●量から熱出力を求める手続き:

$$x = g(p) \quad \text{および} \quad p = f(x)$$

を連立させて解き、pとxを求めます。で、答えを測定値と比較して精度を調べますが、通常測定するのはpの方だけで、xの方を測定することはめったにありません。そこでpだけを測定値と比較し、よく合っている場合にはつい、gもfも正しい手続き、あるいはモデルであったと結論しがちです。

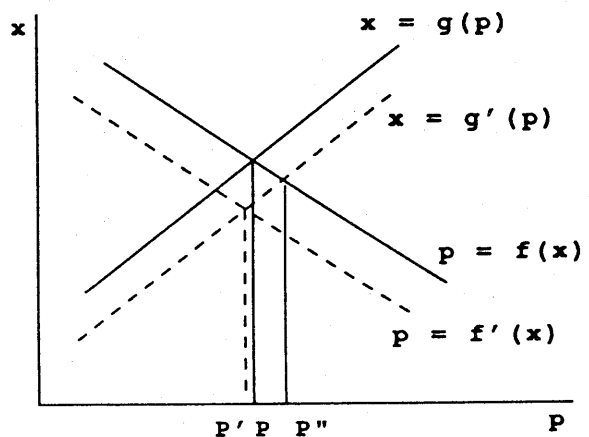
しかし、この結論が正しくない場合があることは下の図から明らかでしょう。図では"真の"モデルf, g(実線)に対して"誤差を含んだ"モデルf', g'(破線)を用いた結果、たまたま得られたpの値(p')が真のモデルによるもの(p)に極めて近いという状況を表しています。

さてこのような状況においてpとp'の差が気になって、これをさらに小さくしようとしてがんばり、f'をfに近付けた(群数を増やしたりメッシュを細かくしたりして臨界実験装置やベンチマーク問題で検証して)としましょう。ここでは極端に考えてf'がfに一致するところまで高精度化を極めたとします。すると私たちの得るp(それをp"とします)は図から明らかなようにp'よりもむしろ正解pから遠ざかってしまいます。

このようにしてせっかくの努力は(一見)水泡に帰する訳ですが、実はやろうとしたこと自体は成功しているのです。

"コードは元気で合えばよい"という立場からは、これは寝た子を起す余計なことであった訳だし、炉物理原理主義の立場からは、究極のモデル開発のための避けて通れない回り道であるということでしょうか。

"A conclusion is simply the place where someone got tired of thinking".



図

これからの炉物理

(株) 日立製作所 丸山 博見

パリのルーブル美術館に行ったとき、模写をしている人々を見て、絵画をよく知らない私は、模写されている絵はきっと優れた絵なのだろうと思った。

炉物理にかかわらず「物理」というのは、自然現象を人間がキャンバスに写取る行為なのだと思う。それは写実主義でなくてはならない。しかし、どんなによく写取れたとしても、絵はあくまでも絵であって現実のものとは違ったものである。違ったものであるから、更に現実のものに近づけようとたゆまない努力を続けられるのだと思う。したがって、現実の現象と描かれたものとの違いが分からなくなったり、先人の描いた絵を模写するだけになったとしたら、「物理」の進歩も停滞してしまう。

私は、沸騰水型原子炉の炉心解析手法の開発に携わっている。沸騰水型原子炉の中では、中性子の輸送現象、冷却材の沸騰現象、核種の生成崩壊現象など様々な現象が生じている。しかし、手法開発に携わっていると、ややもすると現象を注意深く見ることを忘れ、輸送方程式や二相流方程式を如何に解くかということに注力しがちになる。勿論、如何に解くかということも手段として必要なことであり、それを否定するものではないが、炉物理の「物理」的側面には何ら寄与していないように思う。

このようになりがちな原因はいくつかある。一つは、原子炉から得られるデータが限られており、これらのデータからは先人が描いた絵、即ち、輸送方程式や二相流方程式が実現象と異なることを明確に認識できないことである。また、既存の原子炉では現行の手法で設計や運転に大きな支障が生じていないため、新しい物理に対するニーズが少ないこともある。しかし、これを逆に考えると、私達は核エネルギーの利用技術を先人の描いた絵で代表できる程度にしか進展させていないともいえる。

私達は、今以上に効率よく、安全に、次世代に禍根を残さないように核エネルギーを利用する技術を開発していく使命がある。これを進めるには、新しい物理が必要となる。おそらく原子核の構造や核内の反応にもっと踏み込んだ物理になると思うし、炉物理もこのように変遷していくと考えている。

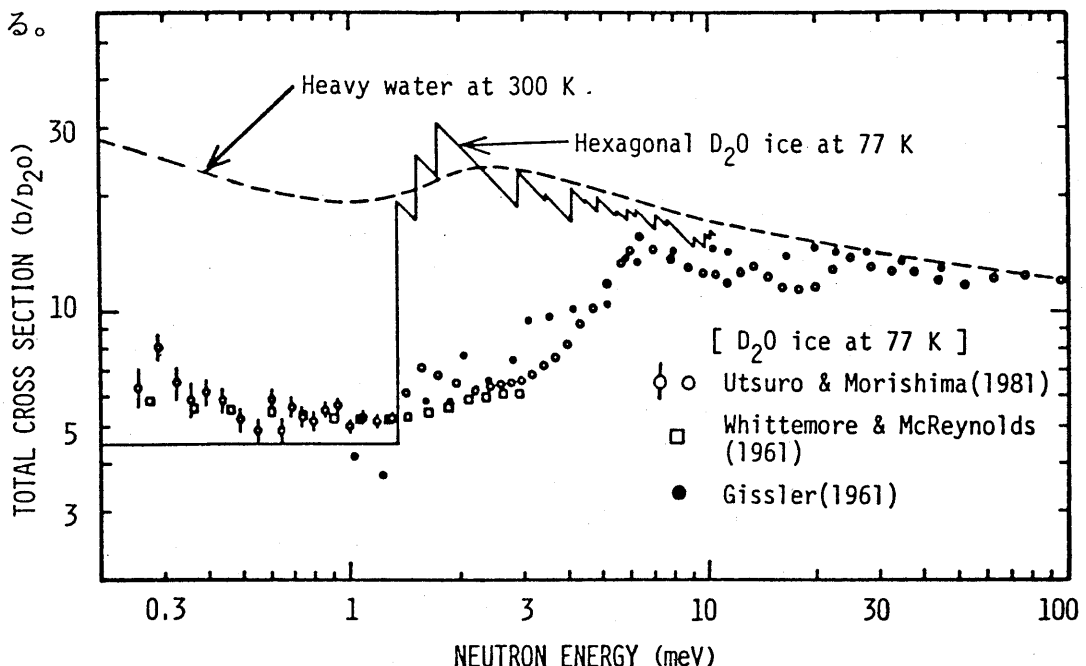
新しい現象を捕えるには実験的研究が重要な役割を担う。手法を検証するための実験だけでなく、新しい現象を捕えるような実験が是非必要である。また、計算機を利用した理論的研究も、計算工学的なアプローチから計算科学的なアプローチに変わっていく必要がある。現在携わっている炉心解析手法の開発から見れば程遠い話ではあるが、先人の絵を模写するだけでなく、人に模写されるような絵を描いてみたいと考えている。

波としての中性子

京都大学工学研究科 森島信弘

中性子は物質を構成する素粒子の一つであり、粒子性と波動性の性質を合わせもつことはよく知られている。中性子の運動エネルギーが熱中性子エネルギーよりも小さくなり、ドブロイ波長が物質を構成している原子や分子の平均的間隔と同程度になれば、波としての干渉性散乱が顕著になる。結晶によるブラッグ散乱はこの代表例である。

興味深い例として、水による中性子の散乱がある。水分子を構成する水素はスピン非干渉性散乱が顕著であり、散乱波の干渉をほとんど生じない。散乱強度も酸素より大きいため、水分子との散乱は水素からの散乱と見なせる。従って、散乱断面積の解析は水分子個々の運動に関する情報をもたらしてくれる。他方、水素を重水素で置き換えた重水を利用すると、より強い干渉性散乱により、分子配列と分子同士の互いに関連した運動を調べられる。参考までに、重水と重水を急冷して生成した氷の全断面積を下図に示す。局所的な分子配列による干渉効果が、重水では 3 meV 付近の幅広いピークに、氷では 6 meV 以下のなだらかな勾配として表れている。規則的な分子配列を有する六方晶氷の計算結果と比べれば、それぞれの特徴は明白である。重水の全断面積は微分断面積モデルの積分結果であり、分子内および分子間の様々な運動モードを考慮して求めた結果である。特に、1 meV 以下の全断面積は、水素結合による分子クラスターの形成と崩壊の過程を反映して決定されている。



液体や固体等に対して meV オーダーの中性子は波として振る舞い、その性質を利用すれば物質のミクロな構造と機能性を調べられる。こうした利用は高分子や生体分子系等のような新しい対象へと広がりつつある。このためには、高輝度の低エネルギー中性子が必要であり、その生成と利用開発が課題となっている(山田安定、科学、Vol. 65、No. 1、1995)。

「やりたいこと、やるべきこと、やって欲しいこと」

炉物理実験に関連して

日本原子力研究所

山根 剛

執筆依頼にある”自身の立場から”という意味に少し当惑を覚えながら、”原研で高温ガス炉臨界実験装置(VHTRC)を用いた炉物理実験に携わっている者の立場から”というふうに勝手に解釈して2、3雑文を書かせていただきます。

●日本で初めての高温ガス炉である高温工学試験研究炉(HTTR)は平成10年度の臨界をめざして現在建設が進められている。この初回臨界における炉特性試験では、高温環境、ブロック型炉心構造等の高温ガス炉特有の条件下において種々の炉物理量を測定・評価するために、新しい測定・評価方法の技術開発あるいは実験的な検証が必要となる。例えば、高温停止から低温停止に至る過程における反射体領域、炉心領域の制御棒の二段階挿入時の反応度測定方法等は興味のあるところである。また臨界後のHTTRにおいては、特に臨界実験装置では得られない燃焼特性に関する貴重な実測データの取得とその解析に重点を置いた研究が実施されるべきである。HTTRが予定どおり臨界に達し、所期の性能を十分に発揮することが、その後の関連研究の発展につながると考える。

●積分実験には種々の条件が複雑に折り重なった現実のシステムとしての振る舞いが観測できるという強みがある反面、観測量は積分された結果であるため微分的な諸量の変化が反映されにくく、それは特定の条件の成立を前提として(または計算等の助けを借りて)のみ関連づけられる。したがって、”偶然のキャンセレーション”が起こり易い。このため積分実験から工学的な意義または微分的な性質を議論する際にしばしば統計的な考え方が導入されるのは必然であり、実験データの取得にあたっては実験対象の単純化および系統的な測定に基づくデータベースの蓄積が重要と考えている(自分に言い聞かせていると言った方が妥当かもしれない)。この積分実験の特性に鑑み、できる限り目的とする物理量に対するS/N比が大きくなるような実験条件の設定に心がけるとともに、この”偶然のキャンセレーション”に隠された事実を見逃さないようにしたい。これによりソフトとハードとの関係として、理論的な予測に対する検証という関係だけに留まらず、隠された事実の発見に対する理論的な発展の促進という関係が生まれ、高橋先生が会報第43号の巻頭言「炉物理という名の”工学”」で述べられている「・・・CA等の実験はその補助となったと言えよう。」を打破することをひそかに期待している。

●諸先輩方が築き上げてきた貴重な経験に基づく実験技術の確実な継承のために、多岐にわたる炉物理実験法について、測定量の定義、基礎となる近似、実験等により検証された適用限界ならびに問題点等を明確にし、そのデータ処理法とともに理論的根拠に基づいた統一的な解釈を与えるべく整理されることが望まれる。

●計算機の発達により原子炉解析コードの高機能化をはじめとする進歩は著しいものがあるが、これはまた使用方法の複雑化をもたらし、個人的にはブラックボックス化による弊害を感じている。時代に逆行するかもしれないが、より簡単な手法であるが本質をとらえた計算方法の開発、また種々の計算コード間での入出力の標準化を検討していただければと常々感じている。

炉物理の正式名称は「原子炉の物理」か？

名古屋大学工学部原子核工学科 山根義宏

今を過ぐる25年前、理学部物理学科を飛び出して、名大大学院工学研究科原子核工学専攻の門を叩いた。その時、理学部の友達に、君の専門は何になったのかと問われて「炉物理」と答えたが、それがいかなる学問分野なのか直ちには理解してもらえず、「原子炉の物理をやる分野だ」と言って分かってもらった記憶がある。さらに、この話を研究室の先輩に話したら、「それは当たり前だ、そもそも『炉物理』などという分野はない。あくまでも『原子炉の物理』だ！」と言われたことを、併せて思い出す。

私の印象では、本来「原子炉を研究対象とした物理学」の分野であったものが、主として中性子のバランスに関する物理現象を扱う領域に、長い年月をかけて固定化してきた感がある。この責任の一端はこの期間の間、「炉物理」の研究領域を限定する方向に研究活動を導いてきた大学にあるだろう。またもう一方では、現実の軽水炉の安全性を強調する余り、原子炉の技術は完成の域に達したとして、新たな試みに積極性を示すことを躊躇させる社会からの圧力にも因るであろう。

しかし、一般論になるが「技術」は絶え間なく進展して行くものであり、これを支えるのは現状に対する反省と、絶えず何故と問う姿勢であるはずだ。従って、現実のあるいは将来の原子炉について想起し得るであろう全ての物理現象を研究対象とすることで、新しい分野が開けてくると期待したい。例えば、再処理工程で扱う溶液状燃料や熔融塩原子炉といった流動のからむ物理現象を丁寧に調べてみるのは、面白いかも知れない。

もうひとつの方向は、原子炉という形でエネルギー発生装置に結実した現実の原子炉の工学的課題から離れ、もう一度核分裂に始まる核反応の素過程を、現在の技術で問い直す方向である。例えば、TRUの生成・消滅に関する研究は、現実の消滅処理という工学的課題もさることながら、測定データの収集から始まってTRU理工学として新たに開拓して行くべき分野だと思われる。

ただ残念なのは自らの能力の無さが、新しい分野への一步を躊躇させ、ひいては自分がよく知った狭い分野に閉じ込められてしまうことにある。これからは、自らの能力不足は棚に挙げて、せめて若い人には足かせをはめないようにしたいと思う。

最近こんな事を考えている。「適当な平均濃度の溶液状核燃料を静置する。重力に因って沈降し、不均一濃度分布が生じ局所的に核分裂が盛んになる。温度が僅かに上がり自然対流が生じ、濃度分布に揺らぎが生ずる・・・そして系はどんな状態に落ちつくのか？」こんな事は既に分かっている、知らないのは多分私の不勉強のせいであり、またこれが分かっても原子力には直接関係が無いであろう。つまりこれは「原子炉の物理」ですらないかもしれない。でもひょっとしてグレートウォールの発見でビッグバン理論にも再検討の加えられつつある宇宙物理学に、大局的構造を作り出すひとつの例として、少しは関係しないかなーなどと夢みている。

〈部会員の声(自由投稿欄)〉

部会報であるからには、内容不問で、部会員が自由に投稿できる場が必要と考え、当欄を設けました。

投稿募集の案内は、各機関の代表的な方々、三十数名にお送りし、近傍の部会員への投稿勧誘をお願いしました。お立場上、部会活動の支援のためならば、当然動いて下さるものと暗に期待した訳です。また、学会の部会総会の席でも、同様のお願いを致しました。編集生としては、少なくとも数件の投稿はあるだろうと予想し、期待した次第です。

結果は、無惨にも「全くのゼロ」応答でありました。この予想外に厳しい結果は、現実として受けとめざるを得ませんが、今回はPR不足が原因であると無理矢理に納得し、次回への反省材料とすることにしました。

さて、今回ここに掲載する記事は、編集生が無理にお願いし、執筆戴いたものですが、内容的には本欄の趣旨に相応しいものと考えます。

1. PHYSOR'96開催に向けて (土橋敬一郎)
2. Portland炉物理国際会議でのCEA/Salvatores氏の昼食会スピーチ原稿
(仁科浩二郎)
3. 炉物理の原点 (深井佑造)

PHYSOR'96開催に向けて

Secretariat代表 (原研) 土橋敬一郎

ただいま炉物理国際会議PHYSOR'96を平成8年9月16-20日水戸プラザホテル開催へ向けて準備中です。開催規模としては発表100件参加者200名以上を目指しています。昨年10月組織委員会、今年2月国内プログラム部会と企画運営部会を一回づつ開きました。1月末に国際プログラム委員会、国際諮問委員会メンバーの候補に組織委員長松浦祥次郎(原研理事、東海研所長)の名で招待状を送りました。ほぼ全員から承諾の返事が届きました。アナウンスではSponsorは日米両原子力学会、Cosponsorは日米両炉物理部会としていましたが、近日ANS本部からこの種の会議ではANSの名前の使いかたはCooperationに限ると言ってきたのでSponsorは日米両炉物理部会になると考えています。国際国内両プログラム委員会ともに委員長は炉物理部会会長の仁科浩二郎名大教授なので相応しいと思います。なお原研動燃はOrganizerとの位置付けです。今年6月にFirst Call for Paper、8月に2nd Call、来年1月Summary締切り、5月末Full Paper締切りとする予定です。トピックスは以下のように考えています。ふるってご参加ください。

- New or Improved Computational Methods
 - Nodal- Transport- Monte Carlo
- Advanced Software for Reactor Design and Management
- Benchmarks and Validation of Code
- Nuclear Data
- Advanced Reactor Design
 - Fast- Thermal-Research-Reactors
 - Any Reactor closely related with new Fuel Cycle
- Experiments, Measurements, and Analysis
- Perturbation and Sensitivity Analysis
- Pu Recycle
- Pu disposition
- Transmutation
- Fuel Management
- Kinetics Methods, Codes, and Experiments, Transient Analysis
- Reactor Operation Performance
- Criticality Safety
- Neutron Beam Utilization
- Artificial Intelligence and New Computer Architecture

**AMERICAN NUCLEAR SOCIETY
INTERNATIONAL CONFERENCE ON
MATHEMATICS AND COMPUTATION,
REACTOR PHYSICS,
AND ENVIRONMENTAL ANALYSES**

PORTLAND, (May 1-5, 1995)

INVITED LUNCHEON SPEECH

M. SALVATORES

本稿は、95/5月に米国Portlandで開催された炉物理国際会議の昼食会での仏CEAのM. Salvatores氏の招待講演原稿です。名大/仁科教授が氏の了解を得て、転載するものです。(編集)

2

COMPLEXITY, MODELS AND THE ROLE OF EXPERIMENTS
AND INNOVATION IN REACTOR PHYSICS

M. SALVATORES
(Nuclear Reactor Directorate,
Commissariat à l'Energie Atomique,
CADARACHE, FRANCE)

Despite maturity in reactor physics and in the related applied mathematics domain which has given rise to effective calculation tools for industry, new developments are underway to improve the models which describe the typical complexity of a non-conservative system.

Super computing is the frame for these developments, and often also its driving force: however, systematic experimental validation is still essential, although in danger due to decrease in funding. Innovative vs fashionable approaches are also to be aimed at.

The difficulties experienced in other fields (e.g. nuclear data) should warn on the challenges to keep alive an effective expertise in a strategic domain for the future of nuclear energy.

3

1. MATURITY AND NEW CHALLENGES IN REACTOR PHYSICS

If we look back to the last twenty years, the trend in the development of reactor physics has been, after having reached a remarkable maturity in basic phenomena understanding, to develop reliable tools for industry.

The challenge has been to apply quality assurance principles to these developments, to enlarge data bases for validation and to provide robustness to these tools.

Besides, there has been a new wave of theoretical developments. A few examples will be enough to confirm this statement:

- the development of generalised perturbation theories in the seventies-eighties,
- the new developments in the theory of the diffusion coefficient by Gelbard, Deniz, Benoist, Fischer and others,
- the development, still underway, for the ultra fine energy treatment of resonance self-shielding in heterogeneous lattices.

4

Theoretical developments, but also new calculational methods such as:

- the generalisation of nodal methods,
- the three-dimensional treatment of the deterministic transport,
- the new development in Monte-Carlo methods to handle core problems and full energy treatment of the resonance and high energy domain,
- the new advanced thermohydraulics methods, and the coupling with neutronics, critical flux and turbulence treatment, the development of new sensitivity and uncertainty analysis and its application to safety analysis.

Some investigations have been made in new fields, such as stochastic transport theory, or chaos theory and its application to the analysis of BWRs stability.

Finally, new applications are envisaged at the frontier with other disciplines, such as the transport and migration of radioactive nuclei in the geologic environment of a waste deep storage.

5

2. A MAJOR FACTOR: SUPERCOMPUTING

A major factor has been the new computer generations development. Super computing has been the frame for these developments. I would say that it has been its driving force too.

To illustrate this point let me make an example. Late in the seventies an attempt was made in the frame of the OECD Nuclear Energy Agency Committee for Reactor Physics, to promote an international benchmark for a 3-Dimensional kinetics calculation intercomparison related to time-transient configurations of LWRs. This attempt failed at that time, essentially for lack of sufficient participation.

A new attempt in the early nineties has been on the contrary a major success, with a large international participation of R and D organisms and industries. A classical rod-ejection configuration description gives rise today to spectacular visual images related to the post-treatment algorithms of powerful kinetics codes.

6

3. A TREND : WILL IT CONTINUE ?

Will this trend for development continue in the next decade ?

The answer is : probably yes, for the following reasons :

- the industry-oriented tools can become even more effective, with improved user friendliness,
- the trend to reduce approximations implies the reduction of to-day's margins and this in turn implies improved economy,
- better answers can be given to safety issues,
- improved adaptability is required to new problems and potential new requirements related to innovative reactor concepts.

7

There are a few indications of this continuous trend :

- at some institution, a new generation of computer codes is being planned (for example in the field of neutronics) to cope with the probable evolution of the computer environment of the year 2000 and with the more tight requirements in terms of quality, portability and reliability of the code systems at that time horizon.

The trend, as I said, is probably there, but I do not think that it is all the story.

In particular, will reactor physics development in the next decade be essentially focused on the "computing" reactor physics aspects ? The typical complexity of the non-conservative systems which are the object of investigation by reactor physics, does it still require innovative approaches to understanding. Does it still require experimental verification ?

8

4. THE NUCLEAR DATA FIELD EXAMPLE

Before attempting an answer to these questions, let me turn to a different field to see if there are lessons to be learned.

And let me make a flashback to the International Conference on Nuclear Data and Applications, held in Washington DC in 1975 (I still remember the remarkable contribution of Eugene Wigner at the roundtable on accomplishments and future trends, a little bit disappointed since he was missing "crazy ideas").

The Nuclear Data domain was an area of scientific maturity, but at that same time its success gave rise to a sense of changing of priorities and no urgency was seen in a further development (and funding) of nuclear data activities.

At the middle of eighties, new challenges, partly unexpected, partly due to new requirements for new data or for reduced uncertainties, generated some attempts to reverse the trend for declining interest.

9

Today, even industry in some country begins to worry of the loss of expertise in the nuclear data field and some steps to revive it are taken.

In the meantime however, experimental facilities have been closed down for lack of funding and most expertise is gone with them. We rediscover today that to inject new blood, it is necessary to launch the training of new scientists before all expertise will be lost. And we discover also how difficult it is to motivate young scientists in what is a long training in a shaky environment in terms of clear commitments and funding.

5. REACTOR PHYSICS AND EXPERIMENTS

In reactor physics, there will always be, in my opinion, the need for simplified methods, both for design needs or for survey of new ideas and concepts. In this respect, I remember that Peierls has written somewhere in his book "Surprises in Theoretical Physics", that "... a simple-minded approach which does not probe too deeply gives for most purposes the right answer... This is not an uncommon situation, which Wolfgang Pauli liked to call the law of conservation of sloppiness".

We need to understand the physics with simplified models but we definitely need both validation against more sophisticated analytical methods and against experiments.

As an example, when we look at the coolant void reactivity coefficient in a PWR with mixed U-Pu oxide (MOX) fuel, we think that we understand the physics, but when one says: due to the physics of Pu behaviour in a MOX PWR lattice, we have to limit the Pu content in the fuel to, say, 10%, safety authorities will certainly ask for the experimental evidence to do so.

Or if one envisages to use new burnable poisons (like Erbium) in a PWR lattice to optimise the irradiation performances, experimental validation is needed, to cope with incomplete knowledge of new materials basic data.

In a different field, when weapon-Pu disposal is envisaged in new reactor cores which use Pu w/o U fuels, who will trust even sophisticated calculations to demonstrate the safety characteristics of these cores without some experimental validation?

If we want to optimise the storage of irradiated fuel in existing facilities, criticality-safety calculations will benefit from sophisticated Monte-Carlo methods, but in the meantime extended validation experiments have been planned and are performed in several countries.

New ideas are being developed to handle the back-end of the fuel cycle. New reactor systems are proposed to minimize fuel cycle radiotoxicity risks.

An example is the class of hybrid systems based on the coupling of a particle accelerator and a subcritical fission reactor.

As you all know, one of the promoters of these systems is the Nobel prize winner Carlo Rubbia. After one-two years of debates, he has set up a limited demonstration experiment (at CERN in Geneva) that, significantly enough, he did call "FEAT", and he introduced a first seminar to announce the experimental results recalling that "the proof of the pudding is... in the heating!".

More experimental validation is certainly needed for these peculiar source-driven subcritical systems: will we have available the necessary experimental facilities and the associated fundings?

Nothing is less assured. In fact, in front of these needs, which will very probably continue to arise, we have been experiencing a dangerous trend to close experimental facilities for zero-power integral experiments. Cost-benefit analysis are more often required before new funding decisions are taken and all of us know how difficult it is to establish this type of analysis on sound basis.

Safety requirements are becoming at the same time more stringent and, when applied to ageing installations, they can induce new costs and burdens.

Moreover, there is a problem of continuity of expertise and of scientific development in experimental techniques.

To cope with the requirements to improve reactor performances and to reduce operation margins, the focus is on the reduction of uncertainties on physics parameters. As we have seen, a first step is certainly related to the elimination of method approximations and to the development of more sophisticated models.

But we will be left with the problem of the limited knowledge of nuclear data and with the inherent experimental limitation of basic microscopic cross-sections measurements.

Integral experiments can supply the missing information, at the condition that their accuracy be comparable or better than the target accuracy on the physics parameters for which an improved knowledge is required.

To achieve this result, only high accuracy integral experiments will be useful.

14

A high accuracy integral experiment, will need the use of improved and sometimes innovative experimental techniques to meet the requirements. You have a good example of this approach in a paper presented at this conference on delayed neutron integral experiments and their analysis.

The message is clear: it is difficult to conceive reactor physics (as any other applied physics field) without a sound experimental activity in support of it.

15

6. INNOVATIVE VS FASHIONABLE APPROACHES

Let me turn now to what I have taken up to now for granted: we can improve our analytical tools, taking advantage of the spectacular development of computer software and hardware. Super computing, parallel computing etc. are potentially transforming our approach to physics problems and our methods of work.

However, are there evident guidelines to streamline the improvement of theoretical reactor physics methods towards a kind of "adaptation" (in a sense) of physics to the new computer environment?

Should one use the paradigms imposed by a kind of "utilitarian science" approach?

This is general problem of to-day scientific development, and it is encountered in many other fields and disciplines.

For its opening issue of 1995, the "Nature" magazine has chosen to deal with this type of problems.

16

In an article with a title conceived in the form of a question: "The year of utilitarian science?", the authors stress the limitation of the "utilitarian" approach. They argue that the implementation of a strictly utilitarian approach will prove more difficult than its advocates believe and they add that "the danger that the effect on young people already (and at least in the West) uncomfortably unwilling to follow technical careers, could be even more damaging".

This last statement seems to me of particular value for the scientific disciplines related to nuclear energy.

If the "utilitarian" paradigm is to be taken with care, it seems that an innovative approach to the theoretical and analytical development of reactor physics should be favoured.

In this respect, however, I think that a clear difference should be made between true "innovative" approaches in a scientific discipline (like reactor physics) and "fashionable" approaches.

17

As far as innovative approaches one of my favourite examples is taken from the remarkable book of d'Arcy Thompson "On Growth and Form", originally published in 1917 and which retains still today its relevance.

D'Arcy Thompson in a chapter devoted to "falling drops" remarks that "to let a drop of ink fall into water is a simple and most beautiful experiment... The descending drop turns in a complete vortex-ring; it expands and attenuates; it waves about etc".

But "instead of letting our drop fall freely, one may use a hanging drop, which while it sinks, remains suspended to the surface". The text goes on with a marvellous intuition: "the figure so-produced is closely analogous to that of a medusa or jelly fish".

And "not only do we recognize in a vorticoid drop an analogue of medusoid form, but we seem to be able to discover various actual phases of the splash or drop in the all but innumerable living types of jelly fish...".

D'Arcy Thompson adds that "of course it is hard to say how much these analogies imply but they indicate how certain simple organic forms might be naturally assumed by one fluid mass within another, when gravity, temperature, chemical composition etc., play their part".

How often do we play in our daily research work with "drops and medusas" ?

It is only a pure academic point of view ?

In this respect, I think that chaos theory and fractals applications in reactor physics seem to point to the right direction.

Moreover, are we sure to have fully exploited the potential of eigenvalue separation measurements in a large decoupled core ?

The full description that we have developed of the reactor as a non-conservative system by means of adjoint systems and neutron importance functions, could it be applied to other non-conservative systems ? And can we learn more from the behaviour of these different systems ?

To conclude on this particular point, and to put in the form of an allegory the potential risks associated to the combination of "utilitarian science" and "fashionable" approaches, let me tell you the theme of a story of Arthur Clarke about the nine billion names of God.

A community of Tibetan monks is devoted since many centuries to the task of writing down the 9 billion names of God, at the end of which, the world will be accomplished and will disappear.

The task is obviously cumbersome and the monks, tired at last, ask for help IBM software engineers.

The task is completed in few months. But suddenly the promise of the end of the world is realised, and the IBM technicians discover with dismay, that during their night trip back to the valley, the stars are disappearing one after the other in the sky.

Clearly, the monks had chosen an utilitarian approach, looking for the fashionable to cope with it !

The lesson can be that, having forgotten the sense of the original task, no room was left for a sensible and innovative approach !

7. A FEW CONCLUSIONS

My conclusion is that to keep alive experimental facilities for reactor physics development is an urgent priority and also that there is a need to explore multidisciplinary and innovative approaches.

But both these points indicate a third domain of relevance to maintain alive reactor physics and related disciplines.

I mean here the adequacy of training and teaching of young reactor physicists within Universities and Research and Development Institutions.

It has always been an indication of vitality, the fact that for a particular discipline the teaching methods and contents were adapting quickly to new needs and directions in the application field.

Moreover, it seems to me that efforts in the training and teaching domain cannot be afforded by a country in isolation. Reactor Physics schools are decreasing in a dangerous way and international cooperation seems to me to be the only valuable way to go.

The exchange of teachers and post-doc students should be organized and fostered, as the set-up of international courses to favour not only the exchange of experiences and approaches but also to provide a wider range of opportunities for young reactor physicists.

Moreover, the international cooperation can trigger the establishment of "centers of excellence" (from nuclear data to applied mathematics), which can achieve a better visibility in front of policy makers.

I am sure that much can be accomplished in this way to keep the highest scientific standards throughout the reactor physics community, having in mind that these high standards can only be achieved if the true objective of our activity is more than technical accomplishment ; that is, if our objective is true understanding. And, to quote Roger Penrose, "understanding is, after all, what science is all about - and science is a great deal more than mere computation".

炉物理の原点

東芝 原子力事業部 深井 佑造

炉物理の原点は言うまでもなく、1942年12月2日の世界で初めての中性子による核連鎖反応の成功を指すであろう。炉理論の立場からすれば、核連鎖反応実証の基となった理論の展開が興味の対象になろう。E. Fermi自身は連鎖反応を、どのように理論的に記述していたのであろうか？。S. Glasstone-M. C. Edlund、または伏見—大塚訳の「原子炉の理論」に説明されている炉理論の内容は、そこでも述べられているように“Fermiとその仲間達”によって完成されたものである⁽¹⁾。しかし、Fermi自身の手で書かれた論文を読むと、我々が炉理論と考えているGlasstone-Edlundの内容とは僅少の差がある⁽²⁾。結論を言うと、その差とはFermi自身は“Buckling”という概念を用いていない、という事実である。

ここでは、その僅少の差を具体的に述べると同時に、炉理論形成の歴史を振り返って見ることによって山本宗也編集委員からの依頼に答えることにしよう。

1. 原子炉理論形成の歴史

連鎖反応理論を実際に用いられるような形で示したのは、1940年1月のL. Szilardの論文であると言われている。同じ頃にFermi、v. Halbanやドイツの物理学者等によって、同じようなアイデアが発展していた。日本では、1943年(昭和18年)7月19日、日本数学物理学会年会に彦坂忠義のno. 36「U分裂エネルギーの問題」が発表されている。

Fermiの考えた方法はSzilardよりも厳密ではなかったが、結局現在の炉理論の流れを溯れば、Fermiのアイデアに行き着く⁽³⁾。Smyth報告には、1941年末にはJ. A. Wheeler、C. H. Eckart、G. BreitがFermiに協力して連鎖反応実証のための理論的研究を殆ど終了させたと言われている⁽⁴⁾。しかし、その後も炉理論発展に対する物理学者の努力は続けられ、内容的にGlasstone-Edlundに代表される現在の炉理論の形になるのは、1942年中頃から1945年中頃まで約3年間に亘って、Chicago大学冶金研究所(Manhattan District所属)のEckart Hallの4階に集まった約20名のE. P. Wigner、A. M. Weinberg、F. L. Friedman、G. Young等の物理学者：彼等がいわゆる“Fermiとその仲間達”により発展させられたものである⁽⁵⁾。

第二次世界大戦が終結した後には、日本では占領軍の統制政策によって原子力情報の入手は全く不可能であったが、米国では完成しつつある原子炉理論の内容は順次公表されている。これを年代順に追って見る。

- ・ 1945年10月 4日、H. D. Smyth: Atomic Energy for Military Purposes⁽⁴⁾
- ・ 1945年 Autumn、Seminar at Univ. of Pennsylvania 世話人: W. E. Stephens⁽⁶⁾
- ・ 1946年 6月21日、the American Physical Society at Chicago Meeting
E. Fermi: Elementary Theory of the Chain-reacting Pile⁽²⁾
- ・ 1946年 6月22日、the American Physical Society at Chicago Meeting
E. P. Wigner: Theoretical Physics in the Metallurgical
Laboratory of Chicago⁽³⁾
- ・ 1946年10月、Seminar at MIT 世話人: C. Goodman⁽⁶⁾
E. P. Wigner: Nuclear Chain Reaction
- ・ 1946年10月
~1947年 6月、Lecture at Oak Ridge Laboratory
H. Soodak-E. C. Campbell: Elementary Pile Theory⁽⁷⁾
- ・ 1952年、S. Glasstone-M. C. Eidlund: the Elements of Nuclear Reactor
Theory⁽¹⁾

周知のように熱中性子炉に対する炉理論では、炉心格子系での中性子微細構造： k_{∞} の計算と有限炉心体系の中性子数の平衡関係：臨界性の計算の2部分から構成されている。これが連鎖反応理論を形成した Fermi のアイデアである。Smyth 報告には k_{∞} の計算についての記述はあるが、臨界性評価の具体的な方法には触れていない。Pennsylvania 大学の Seminar でも、有限炉心内中性子数の平衡関係の計算には殆ど言及していない。この時期は核連鎖反応の成功後であるから、炉理論は現在の形ではないにしろ、その骨格は完成していたものと考えられるが、多分戦時中の原子力情報管制が米国でも残っていた結果と思われる。MIT の Seminar での Goodman 講演論文に掲載されている原子力発電のシステム構成図に米国陸軍省の許可を得たと注意書きがある点からも明らかである。しかし、1946年6月21日に開催された American Physical Society Chicago Meeting での Fermi の公表講演以降では、ほぼ現在の形の炉理論が述べられている。

周知のように臨界性の計算では、Glasstone-Eidlund に見られるように熱中性子束に対する拡散方程式と Fermi の年令方程式を連立させ、空間と年令の関数に対して変数分離を仮定して臨界方程式を導くという方法を採用する。この変数分離の手順の際に、空間と年令の関数に対する表示に共通の係数を導入する。この係数が、いわゆる“Buckling”である。Wigner はこの係数を κ と表し、reciprocity of critical length と呼んだ。特に、何とも名付けていないが、Soodak-Campbell は Δ と表している。Glasstone-Eidlund は、時期を明確にしてないが、名付親は Wheeler であり、この事について次のように述べている。

The name “Buckling” is originated from the fact that $-\nabla^2 \Phi(r) / \Phi(r) = B^2$ is a measure of the curvature (or buckling) of the neutron flux at any point r in the critical reactor.

2. Fermiの臨界方程式の導出

前に述べたように、Fermiは“Buckling”という概念を導入することなく臨界方程式を導出している。ここでは、1946年6月21日 American Physical Societyで発表したFermiの論文を掲げるが、表示は出来るだけ現在用いられているGlasstone-Edlundによった。

炉内の点Oで高速中性子が発生したとすると、それが与えられた場所で熱中性子になる確率は点Oの周りで Gauss分布になると仮定する。減速されて共鳴を逃れる確率pによって、発生高速中性子に対してp個が熱エネルギーになるとすると、その時の熱中性子分布は

$$q = \frac{p}{(4\pi\tau)^{3/2}} e^{-r^2/4\tau} \quad (1)$$

で表わされる。これはいわゆる点状源による減速積分核である。点Pで発生しようとしている熱中性子密度q(P)はP'点での中性子源Q(P') d r'の寄与を加え合わせることによって表わされる。ここで、d r'はP'点での単位体積である。

$$q(P) = \frac{p}{(4\pi\tau)^{3/2}} \int Q(P') e^{-|P'-P|^2/4\tau} d r' \quad (2)$$

すなわち、q(P)が熱中性子源である。

一方、熱中性子束は次のような拡散表示で表わされる。

$$D \nabla^2 \Phi(P) - \Sigma_a \Phi(P) + q(P) = 0 \quad (3)$$

注(深井)：媒質内での遅い中性子の振る舞いが“拡散”という現象で記述出来ると最初に考えたのは、E. Amaldiと Fermiである⁽⁸⁾。実験によりパラフィンの中で中性子の吸収を考えて、中性子は数多くの自由行程で動き回ることが出来るのが“拡散”に似ているとして導入された。

(2)式のQ(P')は核分裂で発生した高速中性子の寄与： $k_{\infty} \Sigma_a \Phi(P')/p$ と外部中性子源からの寄与： $Q_0(P')$ の和である。そこで、これらを(3)式に代入して整理すると、

$$\begin{aligned} \Phi(P) - L^2 \nabla^2 \Phi(P) = & \frac{k_{\infty}}{(4\pi\tau)^{3/2}} \int \Phi(P') e^{-|P'-P|^2/4\tau} d r' \\ & + \frac{p/\Sigma_a}{(4\pi\tau)^{3/2}} \int Q_0(P') e^{-|P'-P|^2/4\tau} d r' \end{aligned} \quad (4)$$

ここで、対象とする炉心は一辺 a の立方体とし、 $\Phi(P)$ と $Q_0(P)$ を Fourier 級数で展開する。その結果、 Φ に対する展開の一般項は、

$$\Phi = \Phi_0 \sin \omega_1 x \sin \omega_2 y \sin \omega_3 z \quad (5)$$

$$\omega^2 = \omega_1^2 + \omega_2^2 + \omega_3^2 \quad (6)$$

$$\Phi_0 = \frac{\rho Q_0 / \Sigma_a}{(1 + L^2 \omega^2) e^{-\tau \omega^2} - k_\infty} \quad (7)$$

炉心の大きさは有限であるが、平均自由行程に比べて非常に大きい時には、中性子束の境界条件は全ての表面で 0 でなければならぬので、

$$\omega_1 = n_1 \pi / a \quad \omega_2 = n_2 \pi / a \quad \omega_3 = n_3 \pi / a \quad (8)$$

ここで、Fermi は臨界条件を次のように考えて得ている。(波線は深井による)

・体系が臨界の大きさの時は、 $n_1 = n_2 = n_3 = 1$ として (7) 式の分母は 0 にならなければならない。これは、その時に 中性子束が無限大になるからである。従って、臨界方程式はお馴染みの次の式で表される。

$$\frac{k_\infty e^{-\tau \omega^2}}{1 + L^2 \omega^2} = 1 \quad (9)$$

ここまでの Fermi による臨界方程式の導出である。

Glasstone-Edlund では (7) 式に似た式を求めて、次のように述べている、

- ・余分の中性子源が存在する限り (中性子束は) 無限大になる。それ故に、定常状態を実現させようとするれば、この 余分の中性子源は取り去らねばならない。
- 私としては、(7) 式に関して更に次の 1 言を付け加えたいと思っている。
- ・分母が 0 で、且つ、 $Q_0 = 0$ ならば、 $\Phi_0 = 0 / 0 =$ 不定になる。すなわち、臨界条件での中性子束は臨界方程式からは定まらないという事を示している。

炉物理の専門家にとっては全く当たり前の事を言っていると思うであろう。しかし、私が原子力に興味を持ち、独学で炉理論の勉強していた昭和 28~29 年頃、既に「原子炉」という言葉を聞いていた。原子「炉」であれば、当然反応は発熱または温度上昇によって進行するはずである。当時、この点が炉理論に対する私の理解を困難にしていた記憶がある。「連鎖反応システム」を日本語で原子「炉」と表現するのは少々おかしいのではないか。この違和感が「原子炉」語源問題の調査に入る動機になった。結果は学会誌今年の 4 月号

の「談話室」、または原産発行の「原子力資料 2/3」(1955 no. 286)を参照されたい。

3. Fermiについて

Fermiが炉物理の原点の、しかも頂点に立っていたことは周知の事実である。しかし、一般には知られていないのではないかと思われる Fermiに関する2点を最後に述べよう。

先ず、私が目に付いた限りでは、特許の文書を除いて Fermiは“連鎖反応システム”を“pile”とのみ表現し、米国原子力委員会が“reactor”を正式名称に制定しても“pile”を用いていたらしい。Fermiは1949年1月から6月まで Chicago大学で nuclear physics について講義をしているが⁽²⁾、その講義録には前掲の American Physical Society での論文が一字の変更もなく収録されている。講義録全体は日本では小林稔らによって「原子核物理学」として翻訳されて1954年12月10日に刊行されている。その序文に小林稔は刊行直前の1954年11月28日の Fermiの訃報を述べている。Fermiは自分の講義録の日本翻訳に際して自己の署名付きの短い手紙を寄せているが、前掲の論文については全く言及していない⁽²⁾。1950年に刊行された Soodak-CampbellのElementary Pile Theory の出版物は、本文で“連鎖反応システム”を“pile”と表現しているが、その序文で F.Seitzはこれを“reactor”と表現している⁽⁷⁾。すなわち、Fermi にとっては「原子炉理論」は“pile theory”であっても“reactor theory”ではなかった。大胆な想像が許されるとすると、Fermiは“Buckling”という概念の下に綺麗に展開されている現在の原子炉理論を認めていなかったのではなかろうか。

第二の点を述べる。1942年12月2日の初めての核連鎖反応の成功50周年記念として、米国原子力学会が1992年9月に記念出版物を刊行している⁽⁹⁾。この目次を見ると、第1章にCP-1の史実が書かれ、次に動力炉の開発記事になっている。すなわち、現在の動力炉の原点は Fermiが成就したCP-1であるという認識である。これは世界の原子力関係者の大方の認識であり、それはそれとして全面的に間違っているとは思わないが、本当に Fermiが現状のような動力炉の発展を予測して努力を傾けたのであろうか。Fermiは1946年10月に発足した米国原子力委員会の下部組織：General Advisory Committeeの委員を1946年12月12日から1950年8月1日まで勤めて、米国原子力開発の政策について意見を述べているが、全般的に動力炉開発には消極的であった⁽¹⁰⁾。更に、Pittsburghで1946年5月16日～17日に開催されたWestinghouse生誕100周年記念会で「Future of Atomic Energy Power Phase」という講演を行っている。ここで、Fermiは“耐熱性の材料の開発が重要で、原子力発電は20年から30年後であると考えている”と言明している⁽¹¹⁾。当時の米国の最新鋭火力発電（勿論、石炭焼き）の蒸気温度は～500℃であった。従って、蒸気タービンによる発電を考える以上、炉心温度は500℃を超えていなければならない。所が、当時の原子炉では200℃以上の運転実績がなかった。この事実から Fermiは動力炉開発は長期間を必

要とし、むしろ、原子炉は当面中性子照射設備としての機能しかないと結論していたようである。当時、動力炉開発を希望し計画を立案して、政府 (Manhattan District)の資金で具体的な設計を進めていたのは、F. Danielsであった。この詳細は「科学朝日」1994年1月号『幻の発電用原子炉』とN A I C懇談会発行の「ないくぶらざ」誌1994年春季号に書いたので、ここでは省略する。世界で最初の原子力発電は1951年12月20日の EBR-1による成功であるから、Fermiの予測より10年以上も早まった (注: EBR-1は Danielsの考えた炉型とは全く異なり、米国にとっては2番目の発電炉計画であった)。これらの事実を考えると、現在の動力炉の原点に Fermiを据えるよりも、Danielsを持ってくる方が正当なる歴史的認識ではないかと考えられる。

参 考 文 献

- (1) S. Glasstone, M. C. E. Edlund: D. Van Nostrand co. (1952). 伏見康治、大塚益比古訳: みすず書房(1955).
- (2) E. Fermi: Science 105, 27(1947). Nuclear Physics Univ. of Chicago Press (1949). 小林稔ら訳: 物理学叢書 I 吉岡書店(1954).
- (3) E. P. Wigner: J. of Applied Physics 17, no. 11, 857(1946).
- (4) H. D. Smyth: Rev. of Modern Physics 17, 351(1945). 杉本朝雄ら訳: 原子爆弾の完成 岩波書店(1951).
- (5) W. E. Stephens: Nuclear Fission and Atomic Energy the Science Press(1948).
- (6) C. Goodman: Introduction to Pile Theory Addison-Wesley Press Inc. (1952).
- (7) H. Soodak, E. C. Campbell: John Wiley & Son Inc. (1950).
- (8) E. Amaldi, E. Fermi: On the Absorption and the Diffusion of Slow Neutrons Phys. Rev. 50, no. 15, 899(1936).
- (9) Controlled Nuclear Chain Reaction the First 50 Years ANS(1992-9).
- (10) R. G. Hewlett, O. E. Anderson, Jr: Atomic Shield A History of the USAEC II. Univ. of California Press(1969).
- (11) E. Fermi: Chem. & Eng. News 24, no. 10, May 25, 1357(1946).

<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

原子炉システム専門部会では会合を開いて国内諸機関の研究成果や計画を紹介している。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を各機関に紹介しているが、平成5年3月開催した第39回会合では、その2として三菱における炉心設計及び炉心管理コードシステムを田原義壽氏より説明をうけた。炉心管理には主に、プラント運転データから基準運転時の臨界ほう素濃度を求めるCBCFと炉内核計装データから出力分布等の各種炉心特性値を求めるINFANTコードが用いられている。炉心設計コードとしては、従来からのLEOPARD (MUFT-SOFOCATE型) とHAMMER/AIM (MUFT-THERMOS型) の2つのセル定数計算コード、2次元2群拡散コードHIDRA・1次元2群拡散コードPANDAからなるシステムに加えて、最近では複雑化多様化するPWR炉心設計に対応するために、非均質2次元輸送計算による燃料集合体解析コードPHOENIX-Pと3次元拡散ノード法コードANCからなるシステムを導入・改良し使用しているとのことである。

次に中性子場の利用というタイトルのもとで

- ①代谷誠治氏から「KUCAにおけるスペクトル可変場実験計画」と題して照射効果の研究等からの要求(中性子スペクトルの制御・可変性)に応えるために、KUCAを利用して行う基礎実験の概要と結果の一部が紹介された。これまでにKUCA固体減速架台を使用して、炉心の上部反射体に、スペクトルシフターとしての5種類の物質(ポリエチレン、ベリリウム、黒鉛、アルミニウム、天然ウラン)を使用したときの裸金線、カドミカバー付き金線等の反応率分布が測定されている。
- ②神田啓治氏から「医療照射の現状と専用炉計画」と題して医療照射の歴史と現状が、照射中性子場の改良とほう素中性子捕獲療法の技術の進歩とともに紹介された。深部腫瘍の治療に有効な熱外中性子の利用の課題として、高速中性子・ γ 線の混入を抑えることの重要性が指摘された。さらに、大学と企業の共同研究「医療用原子炉についての調査・研究」によって設定された、医療専用炉の主要仕様と性能が紹介された。
- ③中野佳洋氏(原研)より「JRR-4濃縮度低減化計画」と題してが、この計画のためにウラン濃縮度約19.7%の板状シリサイド燃料と棒状トリガ燃料を対象として行っている核設計計算とJRR-4における医療照射計画の概要が紹介された。(注:結局板状シリサイドが選択された)

最後に事務局よりNEANSCのワーキングパーティやタスクフォースの活動状況の紹介を行った。

平成5年6月開催した第40回会合ではプルトニウムの炉物理という大きなタイトルのもとで、

- ①NEA/NSCのPuリサイクルの物理に関するワーキングパーティ(WPPR)が行っている

るベンチマークの中間報告を受けた。池上哲雄氏(動燃)から高速炉ベンチマーク、高野秀機氏(原研)からPWRベンチマークの説明を受けた。各国参加機関の間のバラツキが両問題ともに大きいことが報告された。

②中川庸雄氏(原研)から「高次プルトニウム核種の断面積データの現状」と題して、JENDL3、ENDF/B-VI、JEF-2の評価済み核データの現状が、実験値とともに紹介された。

③石川眞氏(動燃)より「JUPITERにおける高次化プルトニウム置換実験の解析評価」としてJUPITER実験の中から置換反応度実験を取り上げ、解析と結果、ならびに、炉定数調整法の適用による改善についての報告があった。

④飯島進氏(原研)より「FCA実験による高次プルトニウム核種の評価」として、燃料板あるいは円筒化サンプルの反応度値及び反応率比の測定の概要と、酸化物燃料炉心の実験と解析によるPu-241の計算精度評価の試みが紹介された。

⑤佐治悦郎氏(東電ソフト)より「軽水炉MOX燃料装荷炉心における核計算手法について」として、プルトニウム及びMOX燃料の核特性の特徴とともに、MOX燃料の炉心核計算手法への影響が紹介された。

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その3として「東芝におけるBWR炉心設計手法」と題して岩本達也氏(東芝)より、従来からの炉心・燃料設計システムの概要とともに、最近高度化あるいは開発の進められている、集合体核特性計算コードTGBLA、炉心核熱水力特性計算コードLOGOS、燃料配置決定支援エキスパートシステムCORESで用いられている手法が紹介された。TGBLAの高度化に関しては、新L-反復法、ガドリニア入り燃料棒径方向燃焼モデル、実効共鳴断面積計算法の改良についての説明、LOGOSに関しては、スペクトル干渉効果モデル、燃料棒出力計算モデル、燃料履歴効果モデルの説明があった。CORESでは、推論機能とLOGOSとを組み合わせしており、燃料装荷パターンの探索において技術者の設計に近い結果が得られている例が紹介された。

次回平成7年3月には

(1) 重水臨界実験装置(DCA)の概要と実験解析 (相原永史氏-動燃)

(2) 実機のための炉心設計・燃料管理用ソフトウェア: その4

「東電ソフトにおける炉心設計管理コードシステム」(佐治悦郎氏-東電ソフト)

(3) 境界要素法を用いた中性子拡散方程式の解法 (板垣正文氏-原研)

(4) Puリサイクルの物理に関するワーキングパーティ報告 (高野秀機氏-原研)

(5) その他(連絡報告を含む)

を予定している。

会合はオープンなのでご希望の向きはご出席ください。予めオブザーバーとして登録した方には案内をさしあげている。トピックの選択についても遠慮なくご意見を寄せて頂きたい。

〈委員会報告 2.〉

「遮蔽専門部会」の活動

原 研 坂本 幸夫

遮蔽専門部会では専門部会（第36回会合）及び加速器遮蔽WGを開催し、原研大洗研で建設中の高温工学試験研究炉（HTTR）の遮蔽設計法及び加速器の遮蔽問題に関する調査・検討を行った。

1. 高温工学試験研究炉（HTTR）の遮蔽設計法の調査

HTTRの遮蔽設計について新藤氏・村田氏（原研大洗研高温工学試験研究炉開発部）から紹介があった。ガス炉では軽水炉と異なり炉心内に遮蔽体となるべき水が存在しないため、プラント建設のコストダウンを図るためにも精度を上げた遮蔽設計計算が必要とされる。そこで、基本的な設計手段として中性子21群・ γ 線7群の群定数を用いたANISN及びDOT3.5コードを利用し、一部計算精度を確認するためにMCNPコードによるモンテカルロ計算を行っている。制御棒駆動パイプからのストリーミングの評価や炉心周りの遮蔽設計結果の安全裕度・妥当性の確認に行ったDOT3.5とMCNPの比較結果と合わせ、高温ガス炉の遮蔽設計における今後の検討課題が紹介された。

2. 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課題を討議するため、NEANSCの「加速器、ターゲット及び照射施設の遮蔽」に関する専門家会合が炉物理委員会「遮蔽専門部会」、NEANSC、ORNL/RSICの主催で1994年4月28、29日に米国アーリントンで開催された。会合には7カ国の26機関及び2国際機関から45名（日本から12名）が出席し、日本、米国・カナダ、欧州及びロシアにおける主な加速器施設についての計画等のレビュー、重イオン加速器を含む陽子加速器及び放射光施設を含む電子線加速器施設についての放射線遮蔽計算法の現状と課題のレビュー、加速器遮蔽に係わる最近の研究成果の発表、今後の検討課題と取り組み方が議論がされた。

日本は①厚いターゲット測定及び深部透過実験データの文献調査、②減弱距離及び③高エネルギー放射線に対する線量換算係数の検討を分担し、第2回の専門家会合（1995年10月にフランスのニースで開催予定）で報告することになった。

3. 加速器遮蔽WG

遮蔽ベンチマーク問題集として、当WGが"Benchmark Problems for Intermediate and High Energy Accelerator Shielding"をJAERI-Data/Codeとして公刊し、各国に配布すると共にORNLのSINBADデータベースに登録した。今後、加速器遮蔽専門家会議で検討課題となった①の最新データの文献調査は原子力学会「放射線挙動」研究専門委員会で行い、各種遮蔽ベンチマーク実験の解析を本WGで行うことになった。また、上記の②及び③の課題についても引き続き検討を進めている。

〈委員会報告 3.〉

「消滅処理」研究専門委員会

動燃 若林利男

本委員会は、平成7年3月で4年間の活動が終了した。委員会は4年間に22回開催され、当初の目標であった2ヶ月に1回、に近い開催頻度で活動ができた。平均の出席者は約26人で委員会メンバーの6割程度の人が毎回参加した。4年間の活動を通して、群分離・消滅処理技術開発に関するそれぞれの分野の特性、課題が明らかになった。

1994年3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17回 1994年4月19日 東芝大和生命ビル会議室
 - ・スペクトルシフト高速炉でのマイナーアクチニド消滅計算 (竹田委員)
 - ・Np等の体内代謝と生物影響 (放医研 稲葉次郎氏)
 - ・核燃料とアクチニド処理に関する現状 (動燃 小泉益通氏)
 - ・国際会議報告: Actinide'93 (動燃 小泉益通氏)

SAFEWASTE'93 (北本幹事)
- (2) 第18回 1994年6月7日 電中研会議室
 - ・マイナーアクチニド酸化物の金属への転換 (電中研 笹原昭博氏)
 - ・プルトニウムリサイクル炉物理研究の国際状況 - NEA/NSC WPPRでの検討 (動燃 池上哲雄氏)
 - ・動燃における加速器開発の現状 (動燃 谷 賢氏)
 - ・原研における加速器開発の現状 (原研 水本元治氏)
- (3) 第19回 1994年7月25日 霞山会館
 - ・群分離・消滅処理が燃料サイクルに与える影響について (三菱マテリアル 大場一鋭氏)
 - ・アクチノイド核種の科学 (都立大 中原弘道氏)
 - ・ロシアにおける燃料サイクル開発に関する所感 (安 委員)
- (4) 第20回 1994年10月6日 原研本部会議室
 - ・軽水炉におけるMA消滅の検討 (森田委員)
 - ・遠心抽出器によるアクチノイド抽出分離実験 (TUIにおける経験) (森田委員)
 - ・群分離・消滅処理への期待 (原安協 大塚益比古氏)
 - ・国際会議報告: RECOD'94 (第4回) 報告 (北本幹事)

加速器消滅処理関連 - SATURNE会議及び国際ADTT会議 (滝塚幹事)
- (5) 第21回 1994年12月20日 日立本社会議室
 - ・次世代リサイクル技術とその課題 (動燃 中島一郎氏)
 - ・軽水炉使用済燃料中の核種組成データの実測と燃焼計算との比較 (分析センター 安達武雄氏)

- ・ プロセス技術から見た群分離 (原子力安全委員 内藤奎爾氏)
 - ・ 国際会議報告: NEA/NSC Puリサイクルの物理に関するワーキングパーティ (若林幹事)
- (6) 第22回 1995年3月31日 電中研会議室
- ・ 電気核反応による核変換 (北大 松本委員)
 - ・ OECD 情報交換会議報告 (向山主査、井上幹事、滝塚幹事)
 - ・ 4年間における群分離・消滅処理の進展と今後の計画 (森田委員、小沢委員、井上幹事、小川委員、若林幹事、滝塚幹事)
 - ・ 委員会4年間の活動のまとめ (若林幹事)

<委員会報告 4.>

「放射線挙動」研究専門委員会

主査 東北大学マイクロフュージョン・プラズマ・センター
中村 尚司

1992年4月に発足した本委員会は向こう二年間の延長が認められ、物質内での放射線挙動に関する諸問題の調査検討・情報交換の場として3年目の活動を行った。

第9回会合では、1994年4月24～28日米国テキサス州アーリントンで開催された第8回放射線遮蔽国際会議の概要が報告された。発表論文の総数は195件、14カ国と国際機関から261名が参加し、日本からの参加者は前回並の29名であった。前回の会議に比べて原子炉関係の発表が減少し、加速器関係の発表が増加していること、会議の論文集が配布されるなど会議の進行が円滑であった。また、引き続いて開催されたOECD/NEAの加速器遮蔽に関する専門家会合では6カ国2国際機関から42名（日本からは12名）が参加し、加速器遮蔽に関する問題点の洗い出し等が行われた。日本は遮蔽データの収集等3項目の検討を分担し、本委員会の「加速器遮蔽・遮蔽定数」合同WGで作業に協力することになった。

第10回会合では、河内委員（放医研）より重粒子線がん治療装置（HIMAC）の概要が報告され、加速器及び照射室の構成、ビームの特性等が紹介された。重粒子線を用いたがん治療は、速中性子より優れた治療効果と陽子線と同様のシャープな患部集中照射特性を合わせ持っている。治療では患部を覆う均一の照射ビームが要求されるとともに、体内患部での線量が大きくなるようにビームを制御しなければならない。このため、体内での物理的な吸収線量と生物効果を考慮した線量の深さ方向での詳細分布の測定と計算が行われている。1994年秋から本格的な治療が始ったが、がんを早期に発見することがなにより重要である。また、放射線物理実験等の共同利用も開始された。

第11回会合では中性子放射化研究の現状が報告された。低放射化コンクリートの開発に関しては、金野委員（フジタ）よりコンクリートの素材となる骨材、セメントをJRR4等において照射を行って放射化量を評価することにより10種類の低放射化コンクリートの製品化に成功したことが紹介された。また、核融合材料の放射化研究の現状については、大石委員（清水建設）より核融合炉においてもコンクリートが遮蔽材として使われる可能性があり、コンクリート構成原子の断面積測定、B₄C入りコンクリート等が紹介された。さらに、上養委員（理研）より20MeV以上の中性子放射化断面積の測定について報告があり、入射中性子モニターとしてのターゲット中Be-7の放射能測定、C、Al及びBiの高エネルギー中性子に対するスペクトロメータとして有用な反応断面積の測定結果が紹介された。

WG活動としては、「加速器遮蔽・遮蔽定数」合同WGにおいて加速器遮蔽データに関する文献調査を行うとともに、「遮蔽計算法」WGにおいて宇宙線に対する遮蔽など遮蔽計算の新しい応用等の検討を行っている。

放射線遮蔽、放射線計測、放射線防護と線量評価に関する情報交換や研究協力の推進を図るために設置された「放射線工学連絡会」では、「加速器中性子を利用した中高エネルギー中性子の実験と解析計算」のテーマで夏期セミナーを行うとともに、年会及び大会において連絡会企画セッションを開催した。なお、11月の企画委員会において研究連絡会から部会への移行が承認された。

〈委員会報告 5.〉

「次世代燃料」研究専門委員会の活動

主査 九州大学工学部 古屋 廣高

本研究専門委員会は、プルトニウム利用を始めとする次世代の燃料についての研究開発の現状、将来の方向を調査、討議することを目的として、平成5年4月に始まり、本年4月よりさらに2年延長する予定である。 構成員は52名で、主な調査、討議内容は下記の通りである。

- (1) 現行軽水炉燃料の高燃焼度化の問題点
- (2) プルトニウム燃料の利用の現状と技術的問題点
- (3) TRUリサイクルとTRU燃料についての基礎的調査・討議
- (4) 革新的核分裂エネルギー利用体系における革新燃料の模索

これまでの2年間は主に(1)、(2)のテーマを中心に調査、研究を進めてきた。

まず、(1)についてはBWR、PWR燃料における高燃焼度化の歴史、技術開発の経緯を調査した後、個々の問題点として炉心設計、燃料被覆管の腐食、大粒径燃料ペレット、高燃焼度まで照射した燃料中でのリム効果、等について調査、討議した。LWR燃料に比べ燃焼度の大きいFBR燃料についても、100GWd/t以上に燃焼させるための研究開発の方向について議論した。(2)については、燃料固有の問題だけではなくプルトニウムサイクルに関連した問題点を本年度集中的に審議した。世界のプルトニウム燃料製造施設の詳細、製造、照射実績さらにはわが国の水炉での照射実験の詳細をまず調査、討議した。次いで、従来の UO_2 燃料に比較したときの燃料設計の基本的違いとBWR、PWR、ATRの個々の炉での設計について詳細に討議した。さらには、プルトニウムサイクルを支援するプルトニウムの生物学的毒性、輸送問題、保障措置上の分析技術等の問題も調査、議論の対象とした。この他、期間中世界各地で開催された燃料研究にも関連ある国際会議(ICENES93、GLOBAL93、ANSTOPICAL MEETING ON LWR FUEL PERFORMANCE、ACINIDES-93等)の内容も紹介され、議論した。

次年度以降は、主に(3)、(4)のテーマを中心に調査、議論を行う予定である。この領域の燃料については、各種の動力炉でのウラン資源の有効利用、TRU核種の発生、消滅と密接な関連があるので炉物理関係者の協力が是非とも必要である。したがって、貴部会の会員の積極的なご助言、支援を期待する。

〈委員会報告 6.〉

平成6年度の「若手・学生小委員会」の活動について

東工大・原子炉研 小原 徹
e-mail: tobara@cc.titech.ac.jp

平成6年度より「炉物理連絡会」が炉物理部会となるのにあわせて「若手・学生小委員会」がつくられ、委員長に東工大小原、副委員に名古屋大学三澤がなった。初めてのことで三澤、小原の2人で何をしたらよいかいろいろ相談しながらいくつかの活動を行った。この若手・学生小委員会の1年目の活動について報告する。

・若手研究者への炉物理夏期セミナーへの参加の勧誘

昨年度(平成5年度)の炉物理連絡会会報で若手研究者の研究紹介と抱負のコーナーがあったが、これに原稿をよせた若手の研究者(除く学生)に、「若手・学生小委員会」の発足と次に述べる「若手のつどい」を炉物理夏期セミナーで行う旨を知らせる案内を送付し、セミナーへの参加を小委員長名で勧誘した。若手が自由に出張するのは難しいためか勧誘した人が全員参加したというわけにはいかなかったがそれでも何人かの参加があった。また、自分は参加できなくても社内の後輩の参加を勧めてくれた人もいたようである。

・炉物理夏期セミナーでの「若手のつどい」の開催

例年夏期セミナーでは、夜に幹事機関の学生等の運営による「若手研究者発表会」が行われていたが、この時間枠を使って若手・学生小委員会主催の「若手のつどい」を平成6年度の夏期セミナー2日目の夜に行った。内容は、前半が従来行っていた若手研究者発表会で京大院生の桜井君の司会で東北大、東工大、名大の各大学院学生による研究発表が行われた。後半は「学会に若手の場をつくろう」というテーマで若手座談会を行った。どちらも参加は35歳以下の制限付きである。例年思うことであるが年長者がいないと気軽に発言できるせいか昼間のセミナーより若手研究者発表会の方が質疑に活気が出るようである。座談会ではセミナーのテーマである消滅処理研究についての考えを述べあった。またネットワークによる若手会報の計画を紹介して、それぞれの機関でのネットワーク環境と利用頻度について紹介してもらったが所属機関や個人によってかなり差があるようであった。

また、これとは別に夏期セミナー最終日の討論会の司会も若手委員の三澤、小原で行った。

・学生会員の会費の引き下げの提案

炉物理部会の若手の新規会員を増やすため学生会員の会費の引き下げを夏期セミナー期間中に行われた部会の拡大幹事会で提案した。その結果、今まで学生年会費1000円であったが半額の500円とする案が決められ、94年9月の部会総会で了承された。

・インターネットを利用した会員報の発行

この活動の主旨は要は若手の活動といっても集まって何かをすることはなかなか難しいので、インターネットを利用してネットワーク上で若手の交流を図ろうというものであ

る。現在すでにインターネットの機能は多岐にわたっているが、まずネットワークで一番基本的な機能といえるメールシステムを使って定期的に会報を発行することとした。はじめは、部会に入っている人だけを対象にして部会加入のメリットの一つとすることで若手の新規会員を増やすのを促進させることを考えたが、94年9月の総会でむしろ配布の対象を広くする方が活動のPRにもなり良いのではという意見があったので配布先には特に制限をつけないことにした。

会報の名前は「炉物理若手ネットニュース」とした。ネットニュースという名前はインターネットの機能の一つである「Net News」と紛らわしいが、一応名前を見ただけだけでだいたい何をしているものかがわかるように考えたつもりである。会報のスタイルは小原が編集長となり、編集長宛に電子メールで投書を送ってもらいそれを編集して一月に1回メールアドレスを登録してある人に送信するというスタイルをとっている。学会の名簿にはメールアドレスがないのはじめにアドレスのリストをつくるのに少し困った。とりあえず、夏期セミナーの若手の集いと94年9月の部会総会で計画を紹介し、メールアドレスを寄せてくれるように呼びかけた。集まったリストをもとに、まず94年12月に第0号として、会報の開始と投書の募集を呼びかけた。そして、95年1月に第1号を発行し、その後95年3月までに第3号までの発行を行った。95年3月現在の配付先は38名で、それぞれの所属は、東北大、名大、京大炉、阪大、武蔵工大、東工大、原研、電中研、三菱重工、東芝、学会事務局の11の機関にわたっている。実際にはニュースを受け取った人が機関内の他の人に転送をしているようなので実質の配付先はもっと多いようである。民間の機関に所属している若手からのより多くの参加が望まれるが、企業内からの外部のネットワークへのアクセスは機密保持等の観点から制限があるところが多いようである。

はじめはとにかくスタートさせることが肝心と考え、内容は、思ったこと、興味のあること、自分の周辺のネットワーク環境についてなどについて自由に書いたものを送ってもらい掲載している。ネットワークによる情報の交換はネットワークの利用方法や内容をさらに工夫することでまだまだ大きな可能性を持っていると思う。

なお、活動のPRとより多くの参加者を募る目的で、この会報の主旨と活動の紹介を学会誌の「若い風」のコーナーに投稿して95年3月号に掲載された。

以上平成6年度の「若手・学生小委員会」活動を簡単に記したが、一番大きいのは「炉物理若手ネットニュース」の開始であると思う。私自身はネットワークにはあまり詳しくなかったので、はじめは何をどのようにやって良いかよくわからず手間もかかったが、会報の発行をやっているうちネットワークが非常に強力な手段であることを実感した。若手の中にはネットワークに強い人がたくさんいるので今後炉物理分野でのネットワークの利用はますます活発になっていくものと思う。

「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。尚、学生会員会費については、平成7年4月1日を以て、年間500円に減額する。

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。

〈事務局だより〉

第26回炉物理夏期セミナー収支決算報告

とき : 1994年7月25日(月)~27日(水)

ところ : 高野山大学(宿坊:報恩院)

参加者 : 69名

◇収入の部

参加費		320,000円
内訳: 炉物理部会員	4,000×20	
学会正会員	6,000×22	
学会非会員	8,000×10	
学生部会員	1,000×10	
学生会員	2,000×3	
学生非会員	3,000×4	
テキスト代	2,000×69	138,000円
宿泊費	7,000×116+3,000×4	824,000円
懇親会費	2,000×59	118,000円
弁当代	600×62	37,200円
寄付	10,000×2	20,000円
広告料	30,000×14	420,000円
預金利子		147円

合計 1,877,347円

◇支出の部

宿泊費及び懇親会費用	1,041,124円
テキスト印刷費	133,900円
弁当代	37,200円
講師謝礼	130,000円
学生参加費援助	50,000円
会場費	20,000円
写真代	9,579円
茶、菓子代等	17,444円
通信費等	1,648円

合計 1,440,895円

残額 436,452円

炉物理部会ニュースNo. 2 (1995年5月1日発行) への追記のお願い

第2回「炉物理部会」総会(1994年9月28日、於北大)において、学生会員の年会費を変更いたしました。この承認事項の公式な記録が無い事を、財務委員の関本先生(東工大)より、ご指摘戴きました。これに対応するために、下記の文章を、

2. 第3回「炉物理部会」総会報告、 1. 財務小委員会の項に追記致します。

編集担当の不手際で、ご迷惑をおかけしました。

平成6年度編集小委員会委員

山根義宏(名大・工)

記

『第2回「炉物理部会」総会(1994年9月28日、於北大)において、学生会員の部会加入を促すために、学生会費を年額1000円より年額500円に下げる提案があり、これを承認した。これは、平成7年4月以降の入会者に対して適用される。尚、平成7年度分部会費を、旧部会費(1000円)で納入済みの学生会員への補償措置については、1995年秋の大会における炉物理部会総会に諮り、決定する。』

平成7年度炉物理部会運営委員一覧 (括弧内は任期)

部会長	(1年)	名大・工	仁科浩二郎
副部会長	(2年)	原研	土橋敬一郎
庶務幹事	(1年)	東北大・工	平川直弘
財務小委員会	(1年)	日立	内川貞夫
	(2年)	近大炉	大沢孝明
編集小委員会	(1年)	東芝	山本宗也
	(2年)	原研	森 貴正
セミナー小委員会	(1年)	阪大・工	竹田敏一
	(2年)	阪大・工	北田孝典
学術研究交流小委員会	(1年)	原研	土橋敬一郎
	(1年)	阪大・工	竹田敏一
学生・若手小委員会	(1年)	京大炉	宇根崎博信
	(2年)	原研	安藤正樹

《編集後記》

インターネットで瞬時に情報が飛び交うご時世に、年1回発行の部会報にぴったりくる情報って何があるのでしょうか。部会に固有な情報、時期を選ばない情報、...? 編集に先立って、内容をどうするか悩んでしまいました。国際会議報告や夏期セミナーの報告など学会誌と重複するものをカットするところまでは決めたのですが、さて他に何か新しいものはないかと考え始めたところで行き詰まってしまいました。いいアイデアも無く、結局、定番の特集を組むことに。それから、「部会員の、部会員による、部会員のための部会報」である筈だから、部会員が自由投稿できる欄が不可欠と考え、「会員の声」と称して自由投稿欄を設けることにした次第。編集生としては、そこいらのミニコミ誌のように、同好の士の声が集まり賑やかになることを薄々期待した訳です。結果はご覧の通り、全くの当て外れでした。この点、次回の編集委員へのノウハウとして、最も伝授したいポイントになりました。部会規約にある以上、止める訳にもいかないし、あまりペラペラでも、編集生としては気が引けるので、急遽深井氏にお願いし、記事を書いて戴き、何とか体裁を整えた次第です。部会報の発行が単なるタテマエのためということになってはならないと思うのですが、終わってみて若干空しさを覚えているのが正直なところです。

尚、末筆ながら、ご多忙の中、原稿をお寄せ下さいました方々に厚く御礼申し上げます。

(山本宗也 記)

「炉物理連絡会」平成6年度収支報告

平成6年4月1日～7年3月31日

(単位: 円)

収 入		備 考
前年度繰越金	2,377,473	(含 古橋基金 1,789,942円)
会 費	354,000	
第26回夏期セミナー残金	436,452	
㊦「夏期セミナー誌」残部売上	45,580	2,000円×21冊 (古橋基金へ繰入) 送料3,580円
合 計	3,213,505	

支 出		備 考
会 議 費	13,920	第3回会員総会
通 信 費	24,000	ニュース, 他発送費
「ニュース」印刷費	16,480	No.1 260部
雑 印 刷 費	25,665	コピー代, 他
会 員 事 務 管 理 費	60,000	オフコース料 (5,000円×12ヶ月分)
合 計	140,065	

平成7年度繰越金 3,073,440円 (含 古橋基金 1,831,942円)

「炉物理部会」会員名簿 (機関別)

○印は新入会員 会報No.43以降
(計 252名 平成7年6月30日現在)

大山 彰
杉山 一典
武田 栄一
西原 宏
後藤 頼男

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

北海道自動車短期大学 (1名)

小澤 保知

東北大学 (6名)

岩崎 智彦
北村 正晴
辻本 和文
馬場 護
平川 直弘
松山 成男

埼玉工業大学(1名)

関口 晃

東京大学 (7名)

井口 哲夫
岡 芳明
岡野 靖
○倉橋 智彦
近藤 駿介
高田 英治
中沢 正治

東京工業大学(7名)

井頭 政之
小原 徹
北沢 日出男
関本 博
竹村 一仁
○トランス-ラジ-ル
山 脚 裕之

東海大学 (6名)

朝岡 卓見
清瀬 量平
阪元 重康
砂子 克彦
永瀬 慎一郎
中土井 昭三

武蔵工業大学(2名)

相沢 乙彦
松本 哲男

立教大学 (1名)

林 脩平

早稲田大学 (1名)

並木 美喜雄

第一工業大学(1名)

佐久間 雄平

名古屋大学 (18名)

逢坂 正彦
○石谷 和己
伊藤 只行
○大竹 浩志
○岡村 信生
○児山 昌司
○竹本 吉成
○田尻 英幸
○渡嘉 敷幹郎
仁科 浩二郎
○下 哲浩
伏木 勝己
○古橋 貴之
三澤 毅
○免取 学
山根 義宏
○吉井 貴
○渡 達将人

岐阜医療短大(1名)

加藤 敏郎

岐阜大学 (1名)

岸田 邦治

京都大学 (6名)

神野 郁夫
木村 逸郎
小林 啓祐
○小橋 昭夫
松浦 重和
森島 信弘

京都大学原子炉

実験所 (18名)

市原 千博
宇津呂 雄彦
宇根崎 博信
海老沢 徹
神田 啓治
小林 捷平
小林 圭二
古林 二徹
桜井 良憲
代谷 誠治
茶谷 浩浩
中込 良広
西尾 勝久
西原 英晃
長谷 博友
林 正俊
藤田 薫
米田 憲司

大阪大学 (4名)

○北田 孝典
高橋 亮人
竹田 敏一
村田 勲

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
○堀口 哲男
三木 良太

神戸商船大学(1名)

中島 雅

大阪国際女子短期大学 (1名)

堀江 淳之助

吉備国際大学(2名)

関谷 全
錦織 毅夫

九州大学 (4名)

石橋 健二
神田 幸則
工藤 和彦
中島 秀紀

東和大学 (1名)

片瀬 彬

九州帝京短期大学 (1名)

大田 正男

日本原子力研究所 (45名)

秋濃 藤義
安藤 真樹
飯島 進
伊勢 武治
板垣 正文
馬野 琢也
大井川 宏之
大杉 俊隆
○大野 秋男
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 博朗
近藤 育淳
桜井 隆一
杉 暉夫

原子力安全委員会(1名)

住田 健二

須山 賢也

関 泰
曾野 浩樹
高野 秀機
田中 俊一
土橋 敬一郎
外池 幸太郎
○内藤 淑孝
長尾 美春
中川 正幸
中島 健宏
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
明午 伸一郎
森 貴正
山田 毅
山根 剛
吉田 弘幸

動燃事業団 (10名)

飯島 一敬
○大木 繁夫
○重留 義明
白方 敬章
長沖 吉弘
中村 昭司
望月 恵一
山口 隆司
山本 敏久
若林 利男

科学技術庁 (1名)

市村 鋭一

船舶技術研究所 (1名)

小田野 直光

<u>電子技術総合研究所</u> (1名) 工藤勝久	<u>原子力システム研究懇話会</u> (1名) 安成弘	杉田裕	野本昭二 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	三田敏男 瑞慶寛篤 ○別所泰典 丸山博見 三木一克 山中章広
<u>電力中央研究所</u> (2名) 松村哲夫 横尾健	<u>特許庁</u> (1名) 居島一仁	小林岩夫	○志賀希金属化学 工業 (1名) ○志賀清人	<u>フジタ</u> (1名) 石川敏夫
<u>原子力発電技術機構</u> (2名) 駒田正興 芳賀暢	<u>宇宙開発事業団</u> (1名) 奥野功一	<u>高速炉エンジニアリング</u> (1名) 亀井孝信	<u>ウッドランド</u> (1名) 梅田健太郎	<u>富士電機</u> (2名) 中村久 安野武彦
<u>ILRI総合工学研究所</u> (1名) 松井一秋	<u>電源開発</u> (1名) 木下豊	<u>清水建設</u> (1名) 大石晃嗣	<u>東電リサーチ</u> (1名) 佐治悦郎	<u>三井造船</u> (1名) 伊藤大一郎
<u>核物質管理センター</u> (1名) 古橋晃	<u>日本原子力発電</u> (2名) 武田充司 立松篤	<u>情報数理研究所</u> (1名) 磯野彬	<u>東電設計</u> (1名) ○遠藤信隆	<u>三菱重工</u> (7名) 菅太郎 ○木村純 駒野康男 ○田中豊 千田康英 田原義寿 弘田実弥
<u>高度情報科学技術研究機構</u> (4名) 飯島勉 中村知夫 能沢正雄 吉田弘幸	<u>中部電力</u> (2名) 金井英次 村田尚之	<u>住友原子力工業</u> (1名) 松延廣幸	<u>日本原燃</u> (1名) 須田憲司	<u>三菱電機</u> (2名) 後藤豊一 路次安憲
<u>高エネルギー物理学研究所</u> (1名) 山口誠哉	<u>東京電力</u> (1名) 高木直行	<u>CRC総合研究所</u> (1名) 角谷浩享	<u>日本総合研究所</u> (1名) 桂木学	<u>ANL</u> (1名) 丁政晴
<u>若狭ILRI研究センター</u> (1名) 清水彰直	<u>アイ・イー・エス・エル</u> (1名) ○末広祥一	<u>東芝</u> (19名) 青木克忠 安藤良平 猪野正典 植田精 ○川島正敏 黒澤正彦 小林裕司 櫻井俊吾 桜田光一 築城諒 ○中隆文 野村致	<u>ニュークリア・デベロップメント</u> (1名) 嶋田昭一郎	
<u>原子力安全研究協会</u> (1名) 大塚益比古	<u>石川島播磨重工業</u> (1名) 倉重哲雄	<u>原子燃料工業</u> (2名) 伊藤卓也 ○景平克志	<u>日立エンジニアリング</u> (1名) 山口正男	
	<u>原子力エンジニアリング</u> (2名) 川本忠男		<u>日立製作所</u> (8名) ○内川貞夫 大西忠博	