

ニッセイプロ 250部

日本原子力学会・炉物理連絡会 会報

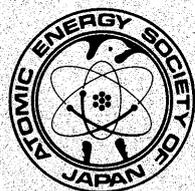
炉物理の研究

(第 41 号)

1992年 3 月



巻頭言 初心を踏まえて	中沢正治	1
〈特別テーマ〉 炉物理連絡会の名称と今後の活動内容について		
歴代委員長から		2
各機関の会員の意見		8
他の連絡会の動きと私見		
「核融合炉研究連絡会」からの提案について	工藤和彦	20
〈会議報告〉		
1. 第34回NEACRP会合報告	金子義彦, 若林利男	23
2. 第1回NEA科学委員会 (NEANSC) 会合報告	菊池康之	32
3. 第7回「原子力におけるソフトウェア開発」研究会	森 貴正, 秋濃藤義	37
4. SR/TIT 「美しい環境を守り安全な生活を保障するための 小型原子炉のポテンシャルに関する国際専門家会議」 -会議の概要と運営の裏話	小原 徹	41
〈トピックス〉		
1. Early Days in the Nuclear Industry	M. C. Edlund	45
2. NUCEF 臨界実験装置について	柳澤宏司, 竹下 功	53
3. 武蔵工大炉の現状	相沢乙彦	57
4. PSI滞在記	山根 剛	63
〈研究室だより〉		
1. 北大・工学部原子工学科原子炉工学講座		68
2. 名大・工学部原子核工学科第1講座 (仁科研究室)		69
3. 京大・原子炉実験所原子炉関連研究部門		71
4. 近大・原子力研究所原子炉工学研究室		73
5. 九大・工学部応用原子核工学科原子炉工学講座		75
6. 原研・高温工学試験研究炉開発部HTTR 原子炉開発室・炉心グループ		76
7. 東京電力・技術開発本部原子力研究所新型炉研究室		78
8. CRC総合研究所・技術開発本部先端技術部		79
☆事務局だより, 編集後記		80
☆平成3年度会計報告		81
☆会員名簿 (現 212名)		82



(社)日本原子力学会
炉物理連絡会

巻 頭 言

初心を踏まえて

東京大学工学部原子力工学科 中沢正治

本会報の裏表紙に「炉物理連絡会の概要」があり、約25年前に炉物理研究の国内体制について検討された結果、本連絡会設立に至った経緯が要約されています。私は、必ずしも当時の状況に詳しくはないのですが、国内における研究用原子炉の共同利用が開始され、研究者間の交流の必要性が増し、その常置組織として「連絡会」を設立すべしとの声が共通認識となったものと理解しております。そして、その後の活動経過や他分野における連絡会発足などを考えますと、本会は先導性を含め、その役割を十分に果たしてきていると自負してもよいものと考えております。

本号は、「炉物理連絡会の名称と今後の活動内容について」という特集記事を組んでおります。これは、「連絡会」という名称が、拡大しつつある「炉物理」研究の国内体制として適切かどうかについて、御意見や御提案をいただいたものです。

なお一例としましては、「核融合炉研究連絡会」が、「核融合工学部門」の設立を学会に要望していると聞いております。その「部門」としての活動目的案には、次のことが挙げられているようです。

1. 研究発表・討論のための集会の開催
2. 学会内での情報普及活動の支援
3. 会員間の相互親睦の促進
4. 国内外の関連学術団体との協力
5. 若年研究者の国際交流の促進

「炉物理」と「核融合」では、その状況がかなり異なりますが、当グループとしてどのように受け止めるかについての態度決定も必要になると考えております。

組織の名称は、その組織の活動にふさわしい名称であるべきことは当然のことです。4半世紀もの伝統を持ち、学会内の中核グループとしての本炉物理連絡会の今後の活動方針については、本連絡会発足当時の初心を踏まえて、国内体制のあり方を検討する時期にきたというのが私の考えであります。そして、現連絡会の良い点は更に継続発展させ、会員自身の期待する方向に展開していくことが重要であると考えています。会員の方々からの積極的な御提案をお願いする次第です。

〈特別テーマ〉

炉物理連絡会の名称と今後の活動の内容

元運営委員長

木村逸郎 (京大工)

原子力学会では、新たに核融合関係者を中心に、部会創設の動きがあり、一つの改革の口火が切られようとしている。三昔近く前に研究連絡会創設の口火を切った炉物理連絡会は、旧態依然として会員数も増えず、夏期セミナー、大会のさいのパンと牛乳の総会、赤い会報と黄色いニュースを繰り返して、年増も過ぎたという感じがしないでもない。しかし、本当に炉物理が衰退し、学問としての光彩を失い、世の期待と信頼まで失ってしまったのであろうか。そんなことは決してない筈である。では一体どうすべきか。

(1) 名称と内容について

名称を変えたら急に仕事ができ始めるというものではない。ただ中身については考え直してもいいかも知れない。もともと規約ではかなり広い範囲を示しているが、やたらに広げてしまうのはよくない。荷電粒子や光子の工学まで取り込まず、中性子の挙動を中心に原子炉の物理学、設計学をしっかりとやり、併せて中性子の応用くらいまでは包含してはどうだろうか。本来の原子炉の物理学にむしろ限定して、たとえ人数は減っても強い組織にすることも考えられる。

(2) 活性化するには

私は、原子力学会そのものがすこぶる厳しい局面に立っていると考えているが、とくに炉物理連絡会は、炉物理屋にとって、我がよりどころかつ我が棲み家となりきっていないように思う。他のギルド的あるいは農協的集団、例えば核融合グループに比べて、アクの強さにも欠けている。ここでは、夏のセミナーその他の会合で、研究の方向付けや具体的な計画作りを積極的に進めており、文部省科学研究費の分科作りでも凄い力で原子力を圧倒している。炉物理の方は、こうした活動が弱かったように思う。あまり政治的になってはいけませんが、研究の方向付けや将来の大型施設の計画作りなどに取り組むとよい。また、炉物理の国際会議の主催なども是非やるとよい。危機に瀕している大学の研究炉についても炉物理屋としての立場表明や支援もあろうし、今後の中性子源についてなど論ずべきところである。発電炉の将来については、炉物理屋がかなりリードしているが、炉物理連絡会とは別のところでのことが多い。高速炉をどうするか、高温ガス炉や新型転換炉をどうするか、核融合炉をどうするか、炉物理連絡会のやるべきことは山積している。

(3) 工学としての成熟化、波及効果の可能性

原子炉の内外における中性子の挙動を明らかにできるのが炉物理屋の特徴であり、物理が分かり、数学に強いということで、他の分野の人から一目置かれてきたのが炉物理屋だった。しかし、「炉物理屋、原子炉を知らず。」ということが多くなっているのではないか。また研究炉についても、炉物理屋はあまりこれに触れずにきて、今やや慌てているようなところも見受けられる。ここで、しっかりと地に着いた炉物理に目覚めるのがよい。

大きな研究開発について、その波及効果が論じられることが多くなった。炉物理の波及効果として何があるか。そんなことを考える必要はないとの意見もあろうが、新しい解析手法が他の分野に役立つことなどある筈である。そんな話が聞きたいものである。他の分野との学術的交流なども炉物理連絡会が主導するとよい。

今回の動きが炉物理連絡会(又は部会)の活性化の引き金になることを祈るとともに、若い委員長や委員諸氏のリーダーシップに期待する。

炉物理連絡会の名称、運営に関するアンケート

東北大・工 平川直弘

炉物理連絡会がどのような経緯で設立されたのかは知りませんが、私が炉物理連絡会と深く関わるようになったのは昭和49年だったと思いますが、東北大学が幹事校に指名されたときからです。その時その前年の幹事校の委員長であった西原宏先生から「幹事校の義務は”夏の学校”を主催することと、会誌”炉物理の研究”を発行することである」という引継ぎを受けたのを覚えております。多分私たち以外の幹事機関の方々も炉物理関係者間のコミュニケーションを図るといふ本来の主旨はともかく、この義務だけは果さねばならぬと努力された結果、今日まで炉物理連絡会を存続させることが出来たものと推察します。もっともその当時は今ほど旅費が窮屈でなく、京大炉を中心とした研究会活動が活発で、研究会の報告を中心に会誌を編集することができ、これは研究会に参加できなかった会員にその研究会の内容を伝えるという意味で意義があったと思います。しかし、”夏期セミナー”と”炉物理の研究”の発行だけが、連絡会の果す役割ではない、と思います。

American Nuclear Society(ANS)の場合は Division という制度があり、会員は2つまでの Division に 追加会費なしで入ることになっています。(私の場合は Reactor Physics と Mathematics & Computation という2つの Division に入っています) それ以上の Division に入ることも自由ですがその場合は追加会費がいります。Division が何をしているのかは運営に参画したことがないので分かりませんが、1年に1度 Board of Directors を選ぶ投票用紙が送られてくると、年に数回 炉物理連絡会ニュースのような会報(レターの形式をとっています)が送られてくるのが会員に対するサービスのようです。会報の内容は「次の ANS Meeting で我々の Division は〇〇のセッションを support している」とか、「いつどのようなテーマの topical meeting を計画しているので準備しておくように」といったような information です。これから見て、学会の企画委員会の役割を果たしているのが Division であるように思います。私個人としてはこれに習って炉物理連絡会は炉物理の分野について学会の企画委員会、あるいは編集委員会の役割を果たすのが望ましいと考えています。学会に炉物理連絡会しかなかった時代にはそれは不可能であったと思いますが、今や幾つもの連絡会ができたのですから、原子力学会の会員はそれらの連絡会の1つに属して各専門分野を通じてその意見を学会活動に反映させていくのが良いと思うからです。

さて、炉物理という名称ですが、私は今のままで構わないと思っております。というのは私の考えでは炉物理とは「中性子を含む体系中で、中性子の集団の振舞いを記述する Boltzmann 方程式の正しい解を求めること」であり、それにはその係数を定めるという意味で当然核データも含まれますし、解が正しいかどうかを調べる目的で行なわれる計測に関する研究も入ってきます。制御の問題は当然、時間依存 Boltzmann 方程式の応用ですし、他にこの概念を表わす適切な言葉はないように思います。もし炉物理という言葉があまりに限定的に使われているようでしたら、それこそ夏期セミナー等で大いに宣伝してその意図する範囲を広げる努力をすべきだと思います。

以上、アンケートの主旨に沿うかどうか分かりませんが私の見解を述べてみました。

当連絡会の今後の活動について

名古屋大学 仁科浩二郎

A. 名称: 「中性子工学部会」または「中性子システム部会」が良い。他の連絡会と話合って「(分野名) + 部会」というフォーマットの是非を決める。

B. 活動方針

I. カバーする研究分野 今までは、基本的に

- ①原子炉関連の中性子増倍の物理とその基礎としての中性子輸送理論
- ②核データとその基礎理論 ③関連計測技術とその基礎物理
- ④運転・制御

であった。基本線は今後も同じとしても、応用として次の分野が今後活発となる。

- (a)核燃料関連応用(TRU関連中性子増倍・燃料消滅工学、ダウンストリームの臨界安全、核融合とのハイブリッドサイクル、プルサーマル等)
- (b)核融合、核破砕に基づくエネルギー生産、同燃料サイクル周辺の中性子工学
- (c)医療関連応用(照射によるガン治療、画像処理)
- (d)中性子ラジオグラフィ

これら(a)~(d)の斬新な活動は、①~④におけるconventionalな方法並びに力点を、改めて見直す機会を与え、刺激となる。感違ひもあろうが例えば

- (i) (d)の技術が進展すると、低強度の中性子場において(d)と従来の③の方法の何れを採るか、場面によっては選択の余地が生まれる。
- (ii) ①の臨界安全での解析は、従来の①で前提として来た、1点炉の扱いに反省を促し、より普遍性のある解析手法を要請する。

などがある。この事実を次の運営方法に反映させねばならない。

II. 運営方法

会員の興味は多様化し、もはや牧歌的、仲良し集団的な会では対応できない。この多様な集団が効率良く、機能的に情報、意見の交換をなす方向を目指さねばならない。この点は会員相互の交流と、国外との交流、いずれでも、基本的に同じである。幹事役はどうしても大きな負担を背負い、大変である。これに対し建設的かつ決定的提案は困難ですが、次の幾つかを考えてみました。迷案かも知れません。

(1)さらに分化したサブグループを作る。(2)meetingは隣接連絡会(部会)との共同を多く取り入れる。(3)部会の取り上げる研究項目を隔年毎に変える。(4)分化した集団は思い切って独立する。(5)ネットワークの意識的活用

要は、新しい分野に如何に心を開き、その集団の社会での発展を願いつつ自分の分野にプラスに反映させるかで、解決すると思う。何でも自分の所へ取り込もうとする思考方式では結局死滅する。(以上)

炉物理連絡会の改善のために

日本原子力研究所

金子 義彦

本年、平成4年は原子力開発利用長期計画（以下長計）改定の年にあたっており、すでにこれまでその予備的検討が着手されています。前回のつまり62年長計作成にさいして、炉型戦略の根幹とされた軽水炉から高速増殖炉にいたるといふシナリオの実行には、残念ながら遅滞兆候が窺えます。一方、中・長期計画として位置づけられている先導的プロジェクトの高温ガス炉や核融合研究は一通り順調に進行しているものこれから研究開発の難度が厳しくなって来るものと考えます。このような認識のもとに炉物理連絡会の改善という命題をこれからの原子力研究開発の進行方向を指差する長計改定と重ね合わせてみると、おぼろげながら炉物理連絡会の役割が見えて来る気がします。

原子力研究開発へこれまで投入されて来た、またさらにこれからの投入分も考え合わせて、努力にバランスするだけのエネルギーを獲得しようとする高速増殖炉の達成は基本課題であり、現在の足踏み状態から再起動するには、現状MOX路線は堅持するとして一方では初心にかえり、炉物理的考原から概念を組み立てることも一つのアプローチかも知れません。また、核融合炉の実現にも炉物理の専門家の寄与が期待されるところであります。

このようなわけで、クリーンエネルギーとしての原子力を基礎から考えるフォーラムの一つとして炉物理連絡会を位置つけたらどうでしょうか。現在でも、炉物理連絡会は立派に活動していると思います。特に、炉物理夏期セミナーは若手研究者の啓発に効果的に働いていると考えられます。つけ加えるものとしては、具体的には、基盤研究から出発した新しいエネルギー生産システムであるとか、新分野の開拓を目指した講演会・討論会を春秋の原子力学会の機会を利用して開催するところから順次活動を広げていくのがよろしいかと考えます。次に名称ですが、連絡会というのが頼りなげであれば炉物理部会、あるいは炉物理分科会という案もあるかと思ひます。

炉“物理”考

神田 幸則 (九大・総理工)

本誌第39号の巻頭言に“炉物理の微と巨”という題で、私が“炉物理”をどの様に理解し、どう発展させるべきと考えているかを述べました。核分裂という極めて微視的物理現象を出発点として、原子炉という巨視的装置を作り出した理論体系が炉物理であろうとの理解を述べ、いわゆる最先端技術の多くが微視的・巨視的関係で同様の条件を備えている様に見えるので、その方への応用発展の可能性を秘めているのではないかとの論旨でした。

この外、私の考えつかない多くの独自の原理・表現法・解法・手法の導入や発展が今日の炉物理の体系を創り出してきたものと思います。このように炉物理にとっての学問的特徴を抽出すれば、他分野に応用して新規性のある研究を開拓し得る可能性は高いと思います。しかし、この方向は研究者個人が己の能力を発揮して、新分野に挑むことであって、炉物理研究者全体として研究テーマにする事とは別かと思えます。ただ、個人が挑戦して新分野の方向が見えれば、同様の能力ある人々が参加するでしょうから、結果として炉物理研究者多数のテーマになり得ると思えます。

この小文では、本連絡会の活性化のための方策と、それを意図した会の名称変更についての意見が求められております。連絡会員の今日的テーマとして、炉物理の拡大発展の方向を示唆する方策と名称は何かということだろうと思えます。いろいろと考えてみました。炉物理を説明するキーワードは何かも並べてみました。個々に書き出すには、私の発想が余りに貧弱なので止めます。むしろ、私は開き直す事にしました。会の名称として、“炉物理”はそのまま良いのではないか。以下が、私の提案です。

炉物理では“物理”として何が新しく、何を新たに解決した学問だったのかを考え直してみてもどうか。これは炉物理の専門家にしかできません。学会の講演に、この種の内容の発表を促す事にする。聴衆には炉物理以外の専門家が来て欲しい。しかし、それなら合同で、または特別会合で、と言う発想はしない。人為的な企画は永続きしません。自然発生・自然醸成を待たなければ、本物になりません。発芽だけは意図して促す必要があるので、ここ暫くは、上の様なテーマの発表件数を意図的に増やす努力をします。特に、他分野の研究者との共同研究が有効でしょう。今迄の感覚からすると、原子炉などの“物”との結びつきが希薄すぎて、学会講演に値しないと思われ勝ちな内容でも大いに奨励・歓迎する。討論時間を長めにとる。更に詳しく論じてもらいたい講演者には本誌への投稿を促す。そのためには、本誌の一次資料としての優先権の保証と権威の向上が必要ですが、本誌をそれまでにするには今迄のボランティア編集では無理かと思えます。むしろ、学会誌への投稿に値する議論を期待すべきかと思えます。

以上、私の考え方は、本連絡会の求心力を強める方策を期待する編集企画とは逆に向かっているかも知れません。また、上の提案は、本学会の雰囲気にはそぐわないかも知れないし、研究費導入の路にも遠いかも知れません。学生の卒業論文・修士論文にもなりません。研究所・企業からも講演が出し難いテーマかも知れません。一番心配なのは、自分自身がそれを為し得るかとの危惧であります。しかし、学問の発展には通じる可能性はあると信ずるので、学会として挑戦する価値はあるだろうと考えます。

「炉物理の定義」についての付言

京大原子炉 藤田 薫顕

昨年発行された本連絡会誌第40号の巻頭言の執筆を受け持たせて頂いたが、学生時代に大塚益比古先生から何処かで「炉物理」の定義について直接拝聴する機会があったこと、以来、その定義を心にとどめ必要な時には受け売りさせて頂いてきたことを述べた。私の記憶違いでないことを願っていたが、先日、その定義が文献に残っているのを発見した。日本原子力学会誌, Vol. 6, No. 8, p. 26(1964)に「炉物理研究5年の歩み」と題する総説の中で「物質中における中性子の(集団の)挙動に関する物理学」と定義されていることを紹介しておきたい。なお、その総説のなかで、「炉」という語感から炉物理の分野を狭く考えたり、当面の実用性ばかりを気にしてはならない、と戒められ、未来につながる研究という意識がなければ「物理」と呼ぶに値しないのではないかと述べておられる。

さて、炉物理研究者(概して本連絡会員である)が時代と共により多様な活動に携わるようになってきた。この状況は、一応規範的な炉物理が確立され、これを一層深める研究はあるものの、大半の研究者がこれを応用する分野の研究に携わっているためであろう。応用分野を取り込むために炉物理の定義を詮索するは如何なものかとも考えられるが、応用分野での研究が純学問的分野の内容を変化させていくと考えても良かろう。そうすれば、炉物理の定義の中へ、原子核反応により開放されるエネルギーの利用に対して原理的な魅力を感じた研究者が携わる研究分野であること、具象的或いは抽象的な対象を物理学における同様の方法で研究すること、原子核物理学が基盤にあること、原子核反応とこれに伴うエネルギーの発生・放射線の輸送・原子核反応にともなう元素転換と物性の変化などを扱うことを表現すること、を取り入れては如何か。定義の変更によって大きなご利益があるわけではなかろうが、本誌の裏表紙にでも載せておけば有意義と思う。大塚先生の定義は鋭すぎるように思います。

本連絡会の名称を変更してはとの提案ですが、炉物理の定義に工夫を凝らして使いなれた名称は変更しなくて良いと考えます。ただ、学会発表の1セッションで、主として臨界集合体に関する研究の発表を「炉物理」と名付けるのはよした方が良いと思います。相当狭い意味の炉物理を意味していますから。

夏のセミナーは勉強が主、総会は時間が短かすぎて連絡・セレモニー的なことが主になります。炉物理の将来や計画実現へ共同行動の持ちかけなどを気軽に話し合える集まりが不足していると思います。何らかの集まりを定期的に幹事にあまり手間をかけることなく持てるよう企画出来ないでしょうか。

炉物理連絡会の名称と今後の活動内容について

北大工学部 成田正邦

今後の活動分野

狭い意味の炉物理に限定する必要はないと思います。原子力の基礎分野や高エネルギー粒子を扱う広い意味に活動を広げて若い研究者を入会させたい。活動分野については流行のものは変化するので、その時代にあわせてよいと思う。むしろどのような内容にするかを考えてみると次のようなことが思いあたる。

- 原子力ソフトの研究と情報交換
- 実験研究の装置などの連絡
- 原子力の教育や法などの情報交換
- 国際会議や国内の研究会の連絡

情報ネットワークへの情報提供

「炉物理の研究」誌は、投稿原稿も載せることにして、思い付きとか、実験中の失敗、学生の教育に必要なメモ、修論や卒論の紹介など皆さんの興味のあるようなものがよいのではないかと思います。

名称

- いい名称があれば変更してもよいが、適当な名称が思い付きません。
- 他の連絡会の動向をみて部会なり、分科会にしてもよいだろう。

会の名称について

東京大学 岡 芳明

炉物理連絡会の東大の会員は4名で、うち近藤先生と中沢先生は元・現委員長としてこの会報に意見を述べられる。小佐古先生はおまかせしますとの事だったので、以下は私の個人的意見である。

連絡会の方向としては2つが考えられる。ANSのように興味とテーマに応じて細分化された会をいくつも作る方向と(ANSには17のDivisionがある)、お互いの興味の違いは少々がまんして従来の狭い炉物理にとらわれず関連分野まで手をのばして対象とする活動範囲を広げる方向とがある。日本原子力学会の会員数の規模から考えても、新しい研究分野に積極的に対応していくためにも後者の道がよいと思う。

名称として「システム物理」研究連絡会を提案したい。何だか内容のよくわからない名称だとのご意見はあろうが、新しい分野にはじめから内容のわかった名前などないのが通例で、提案する理由は以下の通りである。

1. 広い範囲をカバーできる。「炉」を「システム」と変更することで従来の炉工学を含み、さらに広い対象を扱える。従来の工学は伝熱や材料をはじめ、マクロな経験則にもとづいて成立している分野が大部分で、原子力発電プラントも炉物理・遮蔽以外はすべてこの経験則で出来ているといっても過言ではない。これらの分野をミクロな物理法則にもとづき数値計算も使って合理的に設計できるよう革新するのは工学の大きい課題の1つと考えられる。体系や条件が少し違うと実験しないとわからないではなくて、実験は最終的な精度の確認に必要という程度までにしたいものである。従来の炉物理・遮蔽の分野はミクロな法則(断面積と輸送方程式)からマクロな量が計算できる状態にまで発達したほとんど最初の工学分野であり、上記の方向に炉物理が発展するのは1つの必然である気がする。
2. 「物理」とすることで、中性子、量子などという名称よりも広い対象が扱える。また、ヒューマンファクターのように自然法則だけで説明できない分野と一線を画すことができる。
3. 核融合炉とか原子炉とか応用対象が限定されていないので、その分野の盛衰に左右されない。息が長く基礎的な研究対象を扱える。
4. 電子計算機とともにますます発展すると考えられる数値計算(Mathematics and Computation)に関する研究活動も取り込める。

炉物理連絡会の名称と今後の活動内容について

東工大・原子炉研 関本 博

学生や周りの人と雑談したようなことで名称を中心に感じたことを書くことにします。

炉物理という名称は他分野の人からよく不適切な名称だと指摘されます。ひとつは「物理と称しながら物理になっていない」というものです。物理とは「物の道理(広辞苑)」であり物理学とは「自然科学の一部門。物理法則を発見し、その帰結を研究して体系化することにより、世界像の形成に寄与すると共に、応用への道を開く学問分野(広辞苑)」であるというわけです。この話題になると私自身、色々の見直しの中で、物理の権威と自認する先生達と議論したのを思い出します。確かに現在我々が研究している炉物理を物理というのは冷や汗ものの気がします。

次は炉という言葉です。一般の人で炉を原子炉と解してくれる人は少ないようです。昔 Numerical Methods of Reactor Analysis という教科書を化学工学の先生が化学反応器のことだと思われ、「反応器計算法」といった題の訳本を出された(訳の途中で間違いに気付かれた)ことを思い出します。

最後に連絡会という名前ですが、これが炉物理の専門家(特に連絡会に入っていない人)の間ではよくないと言われているように聞いています。連絡会という以上、連絡するのが目的ということになりますが、何を連絡するのか疑問に思う人も多いわけで、連絡が目的なら各組織から1人連絡員が出ておればよいといった考えも成り立つようです。

ではどうすればよいかということですが、以上の問題点の指摘から考えますと、炉物理と連絡会の2つを分けて議論するのがよいと思います。炉物理に関しては原子炉理論(実験が抜ける)や中性子工学(中性子の工学・医学等への利用に重点が置かれているようなイメージがある)等の名前が出てきているとは言うものの、未だにこれに替わるべき良い名前が出てきていないように思います。炉物理のまま使うか、新しい名前を募集するか(英語名はどうするか?)、多少領域がずれるが既にある別の名前を使うか議論して決めていくしかないでしょう。

連絡会の名称については何をするのかとか何を期待するのかをはっきりさせ、それにふさわしい名称にするのがよいでしょう。ページが無いのでいきなり書きますと、ANSのように部会(Division)ということにして、その分野に関係する人や関心を持っている人全員に参加してもらうというのがよいかもしれません。ANSで採用されている Division費のルール(2つまでは免除、それ以上は払う)は部会の活動を活発にすると考えられます。専門分野が多岐にわたる原子力研究の現状から考えると、このような方向はこれから進むべき方向であるように思われます。但し、個々の分野はそれだけでは不十分で総合して初めて意味があるわけで、分散化しすぎないように工夫が必要という感じがします。なお、これは他の連絡会とも関係することで、変更するのならすべての連絡会と歩調を合わせてするのがよいと考えます。更に言いますと、現在ある連絡会は自然発生的に有志により作られたもので、全体としてのまとまりがないので、一度連絡会をすべて解散して、学会の企画委員会または特別委員会を設けて、そこで適切な複数個の部会を作るほうが適切なような気がします。

役にたつ会とか気楽な会とか色々検討すべき項目がありますが、ページの都合で省略します。

炉物理連絡会の名称と今後の活動内容について

東海大学 阪元重康

はじめにお断わりしておかなければならないことは、以下の内容は、必ずしも筆者の所属する機関の本会会員の意見を集約したものではないということです。言い替えれば、筆者の個人的意見がかなり含まれていることとなります。

今回われわれに求められていることは、いかにして炉物理連絡会の活動を活性化するかということでありますが、具体的には、会の名称と活動内容の関係ということになるでしょう。

まず第一に「…連絡会」という名称が、あたかも何かの連絡のための組織であるかの様な印象を与え、所属機関毎に1名の連絡員を出しておけばよいと考えられがちだとの指摘がございます。事実、会誌「炉物理の研究」(No.40)の会員名簿を見ますと、会員数が1名という機関が半数以上あります。しかし、こうした機関のかなりの部分は、所属を変わった会員の方が、そのまま本会会員として留まられているケースである点を考えますと、仮に連絡会という呼び方を変更したとしても、あまり会員増に結び付くとは考えられません。むしろこの点に関しましては、本会会員が1名だけ機関の方に、その方の所属する機関の中に、炉物理の分野で仕事をされている、原子力学会会員の方が何名おられるかを、問い合わせられてはいかがかと存じます。とはいえ、「…連絡会」という名称については、検討の余地があると思います。

次に、本会の活動と「炉物理…」の関係についてですが、これまでの会報「炉物理の研究」を見ますと、いわゆる炉物理に直接関連した内容以上に、中性子スペクトル、冷中性子、加速器中性子源、中性子遮蔽、中性子利用、中性子断面積などの記事が掲載されており、この傾向はさらに進みつつあるように思われます。このことは、所属する会員の研究分野並びに関心が、狭義の炉物理から中性子物理・工学などの分野に広がっていることを意味します。

このような状況を考え、狭義の炉物理を包含し、中性子物理・工学などの分野を含めた新しい組織を作り、本会を発展的に解消する時期かと思えます。

以前にも議論されたことですが、多くの会員は、納入する会費に見合う利益が得られるか否かにより、入退会を選択するわけですから(ボランティアとして会に留まる方もおられますが)、いかにして有益な情報を提供して行くか、あるいは、逆に情報提供の場を与えるかということが活性化の鍵になると考えます。

そのためには、会報で関連研究分野の速報的記事、関連する特別専門委員会・研究専門委員会の研究報告などを取り上げ、一般の学会員が得にくい情報を出来る限り速やかに伝えて行くことが不可欠と思えます。

炉物理連絡会の名称と今後の活動について

— 各機関の会員の声 —

名大・工・原子核 山根義宏

当機関では、表記の件に関してアンケート調査を行ない会員の声を調べた。

1. 名称変更について

現在の「連絡会」は、中沢委員長の提案通り会の性格を反映しておらず、改称が望ましい。活動の中心は炉物理だが炉に限定はされないのので、キーワードの「中性子」を冠して、連絡会を「部会」「協議会」等に変更という意見が多かった。例えば、「中性子工学部会」「中性子システム部会」「炉物理協議会」「中性子工学分科会」である。但し、「システム」は何のシステムか不明なので望ましくない、「ローシステム」といった略語・新語ではという意見もあった。

2. 活動方針

「炉物理」中心の現在の路線からあまりはずれないのが望ましい。但し、PAに関連する活動も積極的に取り上げてはという意見が目についた。また、夏期セミナー以外に学生間の交流を促進する活動を増やして欲しいという、若い人の意見もあった。

当機関として、まとまった名称案には絞りきれなかったが、本会の一層の活性化のために、斬新な名称が選定されることを望みます。

炉物理連絡会の名称と今後の活動内容について

— 各機関の会員の意見 —

京都大学原子炉実験所 代谷誠治

炉物理連絡会ニュース (No. 16) の「炉物理連絡会運営委員長からの提案 (「連絡会」の名称変更について)」に基づき、京都大学原子炉実験所の会員 14 名にアンケート調査を行いました。小生の怠慢のせいでアンケートの期間が極めて短くなってしまったためか、それとも現在、京都大学原子炉実験所は創設以来、最大の転機を迎えているためか、本件に関しましては意識が薄く、アンケートの回収率は極めて低くなりました。少数の回答をもとに小生の意見を述べさせていただきます。

アンケートの内容は、①名称変更賛成か反対か、②賛成、反対の理由、③名称変更に関する意見を聞くというものでした。アンケートの回答では「連絡会」の名称変更に関して、『どうでもよい』と回答した方もありましたが、積極的な反対意見はありませんでした。ほとんどの回答者が賛成意見を寄せており、『「連絡会」では、単に連絡するだけという感じを与えるので、変更する方がよい』と述べています。そして、『「研究協議会」、「研究部会」等という名称に変更するのがよい』としています。ここで特徴的なのは、いずれも「研究」という文字が入っていることです。本会が研究に資する組織であるとのイメージを与えようとしているものと推察されます。

小生も名称変更には賛成です。その理由は単に「連絡会」という言葉が与えるイメージに関連するばかりではなく、「炉物理」という言葉が往々にして狭い意味に取られるためです。藤田前委員長 (炉物理の研究、第40号、巻頭言) や中沢委員長が述べておられますように、現在の「炉物理」は以前には考えられなかったような分野にまで拡大・発展しており、原子炉とは直接には関係のない加速器や核融合炉等々に関連した研究にいわゆる「炉物理」の手法を適用するということが日常的に行われています。そして、現実に今の炉物理連絡会には狭義の「炉物理」では包含できない幅広い分野の方が入っておられます。「炉物理」が拡大・発展しているのは、以前からこの分野に携わっておられる方には自明のことではありますが、今後、会員をより一層拡大するためには、その名称からくる狭義のイメージを新たに会員になろうとする方々に与えない方がよいと思います。このような観点から、『炉物理関連研究協議会』等という名称に変更することが望ましいと考えます。

炉物理連絡会の名称と今後の活動内容について

阪大工 竹田敏一

◎炉物理連絡会の名称について

炉物理研究を活性化するため炉物理連絡会の名称を変える事に対しては賛成であるが、名称及びその活動内容については十分に議論する場を設ける必要があると感じています。特に他の連絡会組織との調整が必要です。これは現在では「炉物理」の定義がぼやけてしまっており専門部会として考えていない人が多いためと考えます。従来の「炉物理」から芽生えた他の分野（核融合、マンマシンシステム、等）を専門にしており、炉物理を過去のものと考えており、炉物理の実質はないと錯覚している人が多いように思います。

炉物理連絡会を実質のあるものにするためには、やはり「炉物理」の専門分野及び将来の発展を明確にし、国内及び国外も含め研究を通しての研究者間の相互啓発を図り、研究の質の向上、組織の拡大を考えるべきであります。

このように考えると炉物理連絡会ニュース（16号）に掲載されている「拡大炉物理部会」という名称は内容を抜きにしたものであり、この会を懇談会にするならそれでも良いが実質を考えると賛成できません。「炉物理」という言葉を大切に「炉物理部会」あるいは「炉物理協議会」にしてはどうかと考えます。

◎今後の活動内容について

炉物理の研究分野ごと、例えば各データ関連、炉物理実験、計算法開発、新型炉設計の各分野について今後どのような研究が必要かを考え、とくに基礎となる学問をベースにして新しい研究を進めていく必要があります。

現在、炉物理連絡会に出席する人は、大学、原研関連の人がほとんどであり、メーカー、電力の方の出席が少ない。これは、大学の狭い考えのため多くの人が参加してもあまり興味のない連絡会になっているのがその原因と考えられます。この点を反省して、国内の研究者の広い意見を聞き、より一般的な（大学の特殊性を排除した）会にすべきです。さらに、国際協力をこの会を中心として推し進め、炉物理研究の更なる発展を計画すべきと考えます。

炉物理連絡会の名称変更および活動方針について

近畿大学原子力研究所

近大原研内の連絡会会員の意見を以下に並記いたします。したがって、これは必ずしも近大原研としての統一した意見ではありません。

- 原子炉、新型炉等の実質的な研究に向かうよう留意する。これがこの分野の存在意義を高めることにもなり、活性化も自然にもたらされるものと考えます。名称はこのような考えに基づいて決めるのがよいと思います。
- 「連絡会」制に代えて「部門」制を導入することが一部で提案されていますが、その方向を検討してみるのもよいと思います。あるいは、単なる「連絡会」から一歩進め、炉物理周辺の分野も含めた「炉物理関連研究協議会」とすることも考えられます。
- 従来の「炉物理」より枠を広げて、原子力関連の物理を扱う分野を包括するようにはどうでしょうか。
- 現在の会員の顔ぶれは従来からの炉物理関係者に限られ、若い層が極めて少ないのに驚きます。対象分野を炉工学にまで広げて「炉物理・炉工学専門部会」と名称を改めてはどうでしょうか。大学院生・若手研究者に積極的に加入を勧める努力も怠ってはならないと思います。

以上

炉物理連絡会の名称と今後の活動内容について

—炉物理委員会幹事会メンバーの意見の集約—

—原研の会員に代って—

原研で働く37名の連絡会会員の意見を集約するよう依頼されましたが、原研内に連絡会の下部組織が無いので、折よく集った炉物理委員会の幹事会(委員長、各専門部会長、炉物理関係4つの研究室代表と幹事の集り)で表記テーマについて話し合いました。この集りの性格上どうしても炉物理委員会との関連が主な内容となりました。

炉物理委員会にとって本年は大きな変革の年となりました。炉物理委員会は国内の各研究機関の代表に集って頂いて NEACRP 会合への論文提出や各国の研究進展状況や論文の紹介等情報交換を主な活動としています。NEACRP は 欧米諸国の炉物理分野の代表が年一度会合して各国の計画の進展や設定したトピックスに関わる研究成果、ベンチマークのまとめ等を交換し、新トピックスの提案という形式で研究の方向を示唆してきました。炉物理と言っても、臨界安全、安定性、炉雑音、運転制御、燃料サイクル、新型炉開発や加速器関連技術の紹介と間口が広がってきたことが最近の傾向です。今年から NEA はこの NEACRP と NEANDC(核データ)、NEA DATABANK 運営委員会の3委員会を統合する NEANSC (Nuclear Science Committee)を発足させました。従来行ってきた技術的な内容に関する議論は今後はトピックス毎に別々に会合を開くこととなります。これらの会合に敏速に洩れなく対応するために、これからの炉物理委員会、3つの専門部会の運営や会合時期などを考え直し、またシグマ委員会、臨界安全委員会等 NEANSC に対応する委員会とより緊密な連絡をとる必要があります。また問題によっては原研以外の方に日本代表として出席して頂くことになりましょう。

さて炉物理連絡会ですが、現在夏期セミナーの開催、会報やニュースの発行と立派な活動を続けています。しかし前年度企画担当運営委員を順番で引き受けた経験からは、これらの活動のサポートはかなり重荷であり、今以上の活動の追加は難しいのではないかと感じます。それより春秋の学会のうちに総会に全会員が集ることに大きな意義があります。対象分野が広がった NEANSC 対応には直接会員の皆様のご意見を伺ったり、タイムリーにお知らせできるので今まで以上に期待しています。もし名称のせいで会員の増加が妨げられるとしたら、より相応しい名称(例えば分科会)を付けるべきです。

更に、炉物理という分野がかつての中性子工学というイメージから、NEACRP が変化したように、炉工学全般を扱う分野に変わりつつあります。最近は大学でも新型炉設計がテーマとして行われていますが、従来から炉設計という分野は学会では炉物理と一緒に大きなセッションに括られています。これには核設計だけでなく熱水力、燃料サイクル、プラント、制御等いろいろの分野を総合的に含んでいます。しかし、炉工学という余りにも広い分野を包含しますので、炉物理を中核とする意識を残しつつ、“炉心工学”に関連する分野の会員を包含する会合が時代の要求に沿った進展の方向ではないかと思えます。

一方、炉物理という“古典的、伝統的”学問分野をしっかりと継承、発展すべきであるという考え方もあると思えます。この二つをどう両立させることができるのでしょうか。

日本原子力研究所 土橋敬一郎 記

炉物理連絡会の名称と今後の活動内容について

㈱東芝 原子力技術研究所

水田 宏

現在東芝には、古くからの会員若干名(深井、野本、門田、青木、水田、植田、亀井)と比較的若い会員少数名がおります。民間の研究機関の中では会員数の多い方でしょう。

この原稿依頼は、昨年秋に高速炉エンジニアリング㈱に出向した亀井孝信さんから私水田 宏に回されてきました。二三の人に表題の件に関して意見を聞きましたが、あまりはっきりしたものは有りませんでした。と言うわけで、以下に記すのは多分に私の個人的意見、感想になります。

まず、「連絡会」の名称変更について

名称変更の趣旨などについては、炉物理の研究の巻頭言、連絡会ニュースでの提案で一応理解できますが、特に具体的な支障が無い限り今のままで良いのではないのでしょうか。強いて言えば、炉物理 核設計 中性子工学などの組み合わせが考えられますが、簡明なのが良いでしょう。連絡会 協議会 部会の部分についても、連絡会の名称が会員数の増加のブレーキになっているとは思えません。

今後の活動内容について

会誌・ニュースの発行、夏のセミナーの開催、春の年会・秋の大会での総会という現行の活動で基本的には良いように思います。活動内容を云々するよりも、むしろ、現在この分野で活躍している中堅、若手を会員にすることにより、会誌の内容、活動内容の充実がはかれるのではないのでしょうか。そのためにも、まず、社内で中堅、若手の研究者に声をかけてみるつもりです。

幹事校の方々にはいつもお世話になっております。この場を借りて御礼を申し上げます。

炉物理連絡会の名称と今後の活動内容について

— 各機関の会員の意見 —

(株) 日立製作所・エネルギー研究所

瑞慶覧 篤

昔のことになりますが、外部の人と電話で「私の研究分野は炉物理です」と伝えましたところ、「どんな釜ですか」と真剣に問いつめられた事があります。「炉」だけでは、化学反応炉を想定してもおかしくないの、正確には「原子炉物理」と伝えるべきでした。この事例から連想すると、「炉物理連絡会」とは「何を連絡するんだろう？」と学生さんや一般の人々が考えても不思議ではありません。

炉物理の現状を知るため、先の九州大学での原子力学会の予稿集を開いてみました。藤田委員長がご指摘のように、本会の研究対象となりうる分野が、多様化し、本来の(核分裂、核融合)炉物理が製品指向の分類法により、「炉物理」と核融合炉ニュートロニクスに分散し、「中性子応用」までが「炉物理」を離れていった。技術指向の分類法では、これらは「炉物理」そのものであり、核データも原子炉物理の一部である。従って、炉物理は正に多様化し、対象範囲が「核分裂炉」に限定されてきたように感じられます。まず、活動範囲の拡大が活性化の基本的な問題と考えます。

具体的な提案として、まず「炉物理連絡会」は改めるべきでしょう。新名称として、(1)「原子炉物理研究」、(2)「原子炉物理シミュレーション」、(3)「中性子システム」、(4)「中性子物理研究」等が考えられます。(2)はソフト面を重視した名称です。炉物理の主対象分野は原子炉核特性の理論的予測であり、広義のシミュレーション技術と考えられます。流体力学のように物理現象の可視化技術を取り入れていない欠点はあるが、炉物理は歴史的に一貫して物理現象のシミュレーションを行ってきており、その客観性を臨界実験等で確認してきた。ここにコンピューター・サイエンス的な要素を包含すれば、時機を得たものになるでしょう。

活動内容は現在の「炉物理夏期セミナー」を継続し、若い人達の関心を引く炉物理の興味ある現象や新分野を紹介し、研究の芽を見い出してもらうことです。消滅処理、加速器、核融合、核データ等の境界領域が新天地になりうると思えます。炉物理は地味な学問であり、若い人々には華々しさが無いように見えるでしょう。それ故に、消滅処理、加速器利用等々の夢のある分野に積極的に対象範囲を広げ、活気を取り戻すべきです。先にも触れたように、炉物理自体が衰退したのではなく、多分野に細分化されているので、これらを再度集約するように、原子力学会のプログラム編集上の工夫、イベントの設定などが必要です。例えば、現在の核分裂炉指向の「炉物理セッション」を核融合炉の炉物理と合体することによって、幅広い討論ができ、相乗効果が期待できます。さらに、「炉物理連絡会」を学会の昼休みに行うのではなく、一定時間をさいて、興味ある講演に引続き、懇話会を開き、最後に「親睦会」で終わりとすれば、活性化の一助になるのではないのでしょうか。こんな勝手な提案をすると、学会企画委員の方々にお叱りを受けるかも知れませんが、最後に、会員倍増の件ですが、学会の炉物理セッションのはじめに勧誘するのが効果的と考えます。ある若い人から「どうすれば入れるのかわかりません、学会誌に広告でも出したら」との意見があった事を付記しておきます。

炉物理連絡会の名称と今後の活動内容について

三菱原子力工業 駒野康男

これまで連絡会の活動にほとんど参加したことがない私が、本テーマについて適切な意見を述べる事が可能かどうか不安ではあるが、参考意見として以下にまとめた。

まず、未加入の炉物理に携わる若手メンバに連絡会の存在について確認したところ、

- ・原子力学会開催時の連絡会では、原子力界の壮々たるメンバが集まっておられ、お偉方による連絡会であり、普通の人が入会できるなんて知らなかった。
- ・原子力学会にも所属しており、学生時代に炉物理夏の学校には参加したことはあるが、それが炉物理連絡会の運営であること及びその存在すら知らなかった。

のような意見があり、会員が増加しない原因には、連絡会の存在及びその位置づけの宣伝不足（自分自身の努力が足りないことは別にして）、炉物理連絡会という名称より受ける“代表が会員になっておればよい”というイメージがあること、及び高尚なイメージが強く若干敷居が高く感じられる点にあるのではと考えられる。従って、名称としては委員長より御提案のあった通り「連絡会」を名称よりはらずし、炉物理の発展の為に炉物理関係者が集う会として原子力学会の中の「炉物理部会」のような名称に変更するとともに、もう少し会の存在及び意義付けを宣伝する必要があると考える。

活動内容については、炉物理研究及び原子力発展の原動力となるような活動として以下のように考える。春夏の学会は主として自分たちの成果を報告する場であるのに対して、「部会」は、炉物理関係者のレベルアップの場として①自分たちの成果のみならず海外等外部の成果の紹介、②関連研究分野の紹介、③各機関間の技術交流、④必要な研究基盤や研究環境の整備方策の検討等を行うのが望ましいと考える。①としては、国際会議・海外論文の炉物理関連の内容の紹介、専門部会での活動報告を、②としては例えば情報科学（コンピュータ技術等）の炉物理・原子炉への応用等関連研究分野の紹介に加え、時にはいろいろな分野の一流の専門家を招いた講演会を開き知識基盤のアップを行うことも重要と考える。③としては大学・研究所の公的機関の基礎的研究と電力・メーカーの民間機関の実用化研究の交流を、④としてはいわゆる必要な研究基盤や研究環境の整備方策の検討に加え、原子力界の基盤を確実とするためにも一般大衆への原子力の理解を得る為の諸活動（PA活動）の推進も行う必要があると考える。

上記が社内での意見も参考にして本テーマに対する私見を述べたものであり、難しい面も多々あると思いますが参考にしていただければ幸いです。

他の連絡会の動きと私見

—「核融合炉研究連絡会」からの提案について—

九州大学工学部

応用原子核工学科 工藤 和彦

(企画委員、炉物理連絡会担当)

1. はじめに

「炉物理連絡会」の名称変更、活性化についての議論が持ち上がっていますが、これは他の6連絡会についても同様の状況だと思われます。このきっかけとなったのは、おそらく少し前からの「核融合炉研究連絡会」における議論だと思います。

最近同連絡会は学会理事会および企画委員会に具体的な提案をおこないましたので、参考のためこの概要を報告して私見を述べさせていただきます。

2. 「核融合工学部門」設立要望書の提出とその概要、議論

昨年11月27日の学会理事会および本年1月9日の学会企画委員会に「核融合炉研究連絡会」運営委員長(森田健治氏)より表記の要望書が提出されました。この要望書は大略次のような内容です。なお、この要約は個人的なものであり、文責は工藤にあります。

- ・昨年10月15日の「核融合炉研究連絡会」において同連絡会を発展的に解消し、新たに「核融合工学部門」の設立を要望することを決定した。
- ・原子力工学は総合科学・工学を基盤としており、その中でもとりわけ核融合工学は本質的に技術集約型であり、従来の個別的専門分野の活動にのみ依拠しては、こんごの開発研究課題に十分に対応できない。
- ・この状況を改善するために、種々の学会に属する研究者を結集し、専門分野の統合化を促進する必要がある。
- ・この具体化のために、総合的視点と国際的活動能力を有しかつ中心となりうる学術組織として日本原子力学会に「核融合工学部門」を設置することが望ましい。
- ・同部門の活動目的の主なものは
 - ・広い関連分野を統合する学術組織の構築
 - ・社会に対する啓蒙活動、ならびに情報提供
 - ・国際会議をふくむ研究集会の主催・共催
 - ・他学会との協力事業の推進
 - ・若手研究者に対する国際交流の積極的推進

- ・上記の目的を積極的、効率的に推進するためには、新しい機能を持つ組織が不可欠であり、このため学会内に「部門制(division制)」の導入を提案する。
- ・参考資料として「核融合工学部門」の規約案を添付する。(略)

企画委員会にこの文書が提出されて、次のような質疑応答、議論がなされました。

質疑応答

- ・部門制に移行したときの規模は
 - －現在の連絡会員が約200名で、移行後増員に努力して400名程度になると思う
- ・プラズマ核融合学会との関連は
 - －移行後も協力学会として積極的に交流していきたい
- ・財政は
 - －部門会費、運営費は学会会則にしたがう。このほか部門に対する寄付金をあおぐが、取り扱いについては学会の手続きにしたがう。

議論

- ・現在の連絡会と部門制との性格のちがいがよくわからない
- ・部門制は他学会(機械学会、電気学会、化学会等)でも実施されているが、規模がかなり大きい
- ・部門制をとったときの原子力学会に対するメリット、デメリット(あるかもしれない)、をもう少し検討すべきだ
- ・他の連絡会の検討、要望も並行して考慮しては?

このような議論の結果、企画委員会内でも不明な点を明らかにしていくとともに、学会の組織論に関わる重大な課題であるので継続して検討していくことになりました。

3. 私見

「炉物理連絡会」はその設置は古く、これまで長期間貴重な活動をしてきましたが、近年その活動がややルーティン化しているような感じがしています。これはその一員としての自分の反省も込めてですが。

新しい炉物理連絡会としての活動を考えるときのポイントとして、

- ・炉物理の範囲を広く考え、現在興味をもたれている分野に関する活動を強化する。たとえば研究専門委員会(消滅処理、量子工学、炉物理研究等)と協力した研究会開催、宇宙における炉物理(?)、新型炉、将来炉のための炉物理研究会等の企画。

- ・国際化時代において、日本の外国に対する貢献としての外国学会との積極的な交流企画
- ・若手研究者の国際交流の支援活動
- ・炉物理研究のための実験、研究設備の維持、新設に対する支援

などが考えられます。

連絡会の名称変更にあたってはその活動内容、組織の再検討も必要なこととは言うまでもありません。かりに炉物理連絡会への部門制の導入を考えるならば、つぎのような点のつめた議論が必要と思われます。

- ・部門制が学会にも、炉物理連絡会にも最もプラスになる組織の改革か
- ・部門制をゆるやかな組織とするか、全学会員をどこかの部門に所属した形の運営とするか。
- ・部門ごとの活動の自由度をどこまで求めるか。(部門内の組織、決定事項、予算等)

4. おわりに

原子力界が社会的に厳しい評価を受けている現状では、その研究および研究者育成の必要性の理解を求めていくために、学会員全員が努力すべきときであると思います。炉物理連絡会もこのため連絡会員のみに向けた活動に加え、他学会員との協力、一般人に向けた啓蒙活動(あまりよい言葉と思っていないが)、国際協力等を加味した運営を検討する必要があります。

今後これらのことを早急に議論し、他連絡会の検討を参考にしつつ結論を比較的急いだがよいと思います。

〈会議報告 1.〉

第34回 NEACRP 会合報告

日本原子力研究所
金子 義彦
動力炉・核燃料開発事業団
若林 利男

1. 日時及び場所
1991年9月3日～5日
Paul Scherrer Institute, スイス
2. 出席者
P. Wydler(スイス)を議長として、加盟国(ベルギー 1、カナダ 1、フランス 2、イタリア 1、日本 2、オランダ 2、スペイン 1、スウェーデン 1、イギリス 2、米国 3、NEANDC オブザーバ 1)より17名、国際機関(CEC 1、IAEA 1、OECD/NEA 2)より4名の21名
3. 議事次第
4. 関係機関の活動報告
NEA NDC
NEA DATA BANK (A-1130)
NEA-CSNI, NEA Nuclear Development Committee (A-1128, A-1129)
IAEA (A-1125)
5. Benchmark 活動の現状
 - 5.1 Radiation Shielding Benchmark Data Base (A-1126)
遮蔽計算検証用の実験データをデータベース化しようという活動であるが、実質的な進展がないリーダー不在の問題点が理解され、Ingersollが主導的立場でRSICの協力を得る方向が定まった。
 - 5.2 Criticality Safety : Burnup Credit (A-1124, A-1127)
濃縮度の高い燃料集合体の輸送並びに使用済燃料のコンパクトな貯蔵が今後の課題。1991年9月にイギリスで会合をもつ。燃焼のcreditの取扱いと水中の中性子減速が主たる議題となる。
 - 5.3 Shielding of Transport Casks (A-1131)
1991年4月に会合をもった。問題1～4は解が得られた。問題5～6は1991年終りまでに報告される。TN-12 caskについての実験ベンチマークは進行中。実験はフランスで行われた。
 - 5.4 雑音解析(A-1132)
人工的に計算機で合成した炉雑音の解析について Van Dam等が報告書を作成中である。
 - 5.5 Measurement of Tritium Production Rate
7研究機関と2大学がこの計画に参加し、2回目の照射を FNS/JAERIとLOTUS/EPFL-IGAで4月と5月に実施した。9月末までに測定結果を原研に報告予定。最終のこの計画のまとめは1992年の5月になる。トリチウム生成率の測定については、参加者間に一応の一致は得たものの、なお測定法の改善が必要という結論になることもある。
 - 5.6 Three-Dimensional Transport Benchmark (L-330)
第1期計画は阪大の努力によりL-330として予定通り発刊にこぎつけた。感謝したいとのことであった。第2期はWagnerがリーダーであるが、引退したので、後任を定める必要がある。第2期の主題は大型FBRの六角集合体からなる炉心とされているが、良く議論してから決定することが確認された。

5.7 Validation of Delayed Neutron Data (A-1129)

実験はマズルカで、実施時期は1993年になる様子。日本ではFCAで β_{eff} の測定が行われており、本計画に参加するつもりである旨発言した。

5.8 3D-Dynamics for LWR Cores (A-1122)

問題について参加者からcommentをもらっている段階である。日本から阪大及び原研(2件)他が参加の予定である旨発言した。全体で参加者は12名程度になりそうである。

5.9 Pin Power Distribution within Assemblies (A-1119)

参加者からのCommentを受けている。日本からは日立エネルギー研究所、三菱原子力工業、東芝、東電ソフト及び阪大等が参加の予定である旨発言した。全体で15名以上の参加者が得られそうである。

5.10 HCLWR Benchmark

スイス、フランス共新しい実験データの提供は難しく、このBenchmarkは当面実施しない。

5.11 Radial C/E Trends in Large FBRs

SalvatoresがANLと相談して問題を作っている段階である。原研に送付してくれれば日本でも検討したいと発言した。

また、NEACRP発足以来進めてきた全てのBenchmark活動を一つの報告書にまとめることが確認された。

6. Nuclear Science Committee について

Rosen NEA事務局次長から、Nuclear Science Committee(NSC)の構想が定まるまでの経緯とともに、対象領域は核科学であり、目標を明確にした運営がなされるという説明があった。(別添 3)

これに対して、米国、フランスからRe-structuringの意味があまり理解できないという発言があった。炉物理委員会はUniqueな存在で、炉物理の国際的なCommunityを構成し掘り下げた議論ができる唯一の場所であるので、存在意義は十分ある、という主張があった。また、委員構成が一国一名ということであれば、人選が大事でNSCの関連する広い専門領域において研究経験を有し、かつ現在責任ある立場にある人が適当で、会合の期間中に判断を下せることが不可欠という意見もあった。さらに、これまで炉物理委員会が果たしてきた役割を十分理解し、当委員会の独特の運営方式を体得している現委員を何人か残留させては、という発言もあった。

以上のような長時間にわたる議論の末、NSCを前向きにサポートする方向で意見がまとまり、現段階では、NEA炉物理委員会が新委員会に対して、ここ当分の間、活動の対象とするのが適当とする課題をまとめ、NEA事務局長に報告するのが妥当とされた。

また、課題としては、次のような項目が提示された。

- 1) 核エネルギー施設のオン・ライン監視技術
(プラント計測からの信号の解析と処理)
- 2) 新型炉の評価
- 3) 軽水及び重水炉におけるプルトニウムリサイクル並びに高燃焼燃料の物理的問題
- 4) 原子炉及び加速器を用いたTRU及びFPの核変換
- 5) 核融合技術
(遮蔽体中の放射線輸送、IC核融合)
- 6) 加速器とターゲットの物理的及び遮蔽上の問題
- 7) 照射施設の物理的及び遮蔽上の問題

以上の議論はNEACRP Statementの形で別添 / にまとめられた。

去る8月8日の第59回炉物理研究委員会で取りまとめたNSCの事業計画への要請事項(新型炉の概念の創出と評価、炉心計測制御・検証技術(炉雑音)、Puの利用、現用炉の性能の改善と安全性の向上)は、およそ上記の項目の中に含ませることができた。今後実際の実現への努力が必要である。

7. 各国の炉物理研究の現状

7.1 ベルギー

熱中性子炉では、VENUS-RPV (Reactor Pressure Vessel) 計画がある。これは、速中性子による脆化の検証を目的としており、PWRの一部MOX炉心について速中性子フルエンスのモックアップ実験を実施している。

LWRでのPuのリサイクルに対する炉物理研究計画VIPでは、VENUS施設でコードの検証実験を実施している。実験項目は第1期ではMOX集合体についての出力分布、臨界質量等であったが、1991年から始まる第2期では、反応度等の詳細な炉物理データの取得も行う。

EFRタイプの大型FBR炉心でのTRU (^{237}Np , ^{241}Am) 消滅可能性の研究がBelgonucleaireで行われた。EFRタイプでは少量のTRUを燃料に添加することにより、炉心特性にほとんど影響を与えずに消滅でき、かつ燃焼反応度低減のメリットがあることが分かった。 ^{208}Tl (^{237}Np の(n, 2n)反応で生成)の輸送、貯蔵、製造等への影響について評価した。再処理後の γ 線線量は、TRUを添加しないPuリサイクルの場合に比べ、 ^{208}Tl により2倍大きくなることが分かった。

7.2 カナダ

電力では、IAEAのCANDU炉のIn-Core Fuel ManagementのBenchmark及びLOCA解析に寄与がある。大学関係ではDRAGONという新しい格子計算コードの作成があり、AECLでは、小型炉MAPLE-X10の特性研究があげられる。さらに、AECLでは、ボイド反応度の小さい燃料集合体及びLWR/CANDU直接燃料サイクルの研究及びZED-2によるCANDU炉のボイド反応度を中心とする臨界実験がある。

7.3 イタリア

モラトリウムの設定から3年たって、これを政策的に見直す徴候が見えるものの、近い将来において大きな変革があるとは思えない。炉物理の研究は専ら受動的安全性を強調した新型炉を対象としている。PIUS炉の制御 (ABB社との共同) LMR PRISMでのTRUの燃焼 (GEとの共同) がこれにあたる。この他、手法の改良として、モンテカルロ法のバリエーションの低減、核データについてJEF/EFFの検証とDelayed Neutron Dataベンチマークへの参加がある。また、核融合炉物理ではNET/ITER計画においてBlanketの問題を対象としている。

7.4 フランス

原子力研究の一つの専門領域の極としての炉物理の役割が理解されている。データ・手法の領域では、まずデータについてはJEF計画への参加が中心でJEF-2の検証に主力が注がれている。手法については、格子コードAPOLLO-IIとECCOの開発と検証が主題となっている。臨界実験については、EPICURE計画がPWRでのMOXのリサイクルのためEOLEで実施中である。コンラッド計画がマズルカ炉でEFR設計のヨーロッパ協力の枠の中で進行中で、軸方向非均質炉心を検討している。また、 β_{eff} 実験が予定されている。

出力炉運転実験では、PWRでの燃料照射計画があり、濃縮度、燃焼度の変化を系統的に直している。1992年にはSt. Laurent B1で照射したMOX燃料の解析ができるようになる。また、PWRの压力容器サーベランス計画がある。Phenix炉への負の反応度の投入については、アルゴンの泡が入ったということではなく、現在では炉心で何らかの機械的な移動があったものと考えられるようになった。

新型炉の概念設計研究では、次世代炉(EFR-2000)が対象になっている。全炉心MOX装荷の特性が調べられているが、正のNaボイド反応度の減少が課題とされている。

TRUの燃焼については、今後研究が強化される方向にあり、Phenixを用いたTRU照射実験があり、現在、2%Am/Npと20%Am-45%Npを含むピンの照射後試験解析が実施されており1992年には完了する予定である。また、TRU核変換炉心設計研究では、均質及び非均質装荷の両ケースについて、最適化が検討されており、さらに陽子加速器の利用等の革新的な概念も提案するという。

7.5 スペイン

スペインの原子力発電所は1989年10月にVandellós Iが事故でShutdownしたため、9基のプラントが稼動中である。1990年の平均稼働率は85.2%である。

SEANAP PWR炉心コードシステムが6基のスペインPWRの燃料供給のための炉心解析に利用されている。各種燃料タイプ及び燃料装荷パターンに対する検証及び性能向上のための改良が実施されている。PWRの45運転サイクルに対して十分な精度で解析されている。

その他、新型PWRの設計、PWR用過渡解析コードLOFTRANの開発、新型ヨーロッパ燃料集合体の装荷に対する許認可の取得等が行われている。

7.6 スウェーデン

1995年に開始が予定されていた原子力発電所の廃止は実行できない見込みである。政府はエネルギー法案について議会を通過させた。5年計画で38億クローネにより再生可能エネルギー及びエネルギー変換技術を研究しようとするものである。

主たる研究活動はABB社で進められており、静・動特性計算コードの開発の他、PIUS炉の動特性解析がある。その他、StudsvikにおけるJFT-2.1の検証、LWRでの炉心燃料計画研究がある。

7.7 スイス

LWHCRについては、1985年から進めてきたPROTEUS-LWR Phase II計画は1990年末に完了した。

この後、IAEAのCRPの枠によるLEUを使ったペブル型高温ガス炉の安全性に係る炉物理実験計画により、近々炉心が構成される。

一方、コンパクトな燃料貯蔵プールの設計研究が開始された。プールの K_{eff} は0.95以下にされる。

SINQの核破砕中性子源は液体Pb-Biが予定されていたが、 ^{210}Po とBiの同位元素を生ずるため、別の型式が検討されている。すなわち、核破砕物質をポーラスにして重水で冷却する方式と液体Pbの方式とがこれにあたる。ビーム出力は1MWに制限されるが、ビーム窓の安全は保証されよう。1995年に運転開始の予定である。

また、加速器によるTRUの核変換の基礎研究を進めている。ここでは、毒性の減少はリサイクルと群分離の仕方に強く依存することを見いだした。

核融合炉の炉物理に関しては、最近のUSの設計のARIES-1を対象としている。また、LOTUSではLi及び $\text{Li}_{17}\text{Pb}_{83}$ について実験を行った。

7.8 イギリス

イギリスでは1994年の政府の原子力政策のレビューまで新しい原子炉は建設されない。1994年以降すぐに建設を始めないと、イギリスの原子力発電の全発電量に対する比率は現在の20%から10%に低下すると予想される。このため、原子力開発の主目的は、初期世代のマグノックス炉の寿命の延長、AGRの性能の改善に向けられている。

熱中性子炉物理の研究に関しては、核データ、格子計算手法、炉心計算手法及びモンテカルロ手法の開発が主に実施されている。

高速炉物理の研究に関しては、PFRの運転支援とBFR設計評価のため、試験データに基づいた核データと手法の開発に力を注いでいる。最近の評価には、燃焼反応度損失、温度係数、炉停止余裕が含まれており、予測と実績は不確かさの幅で一致しており、更に改良モデルが燃料装荷計画に適用されている。EFR設計のため、共通解析コードBRANOSの最初のバージョンが使用されている。

7.9 米国

米国のエネルギー戦略では2010年までに250GWe以上の新しい電力源が必要とされ、そのかなりの部分が原子力によるものと期待されている。DOEはこのため三つの炉型にR&Dの重点をおいており、ALWR、IFR及びMHTGRがこれにあたる。ALWRが最もプライオリティが高く、600MWeの設計がBWR(GE)とPWR(Westinghouse)について実施されている。

ALMRの設計は、GE、IFRの燃料サイクル開発はANLが主力、炉物理研究は以上の新型炉の開発を臨界、遮蔽実験、核データの改良、手法の改良を通して支援している。

臨界実験については、ZPPR-21はIFRの燃料処理(FCF)についての臨界安全実験を実施している。

新型炉の炉心設計研究では、ANLでLMRのトレードオフ研究で、ボイド反応度の低減化を狙っている。

手法開発では、A Measurement-based Methodにより、IFRの概念の安全余裕を調べている。

核変換については、WHCで高速炉による変換研究が実施され、MIPでのデータがTc-99とI-129の変換評価に使用されている。また、窒化物Fuelを用いたALMRでの変換が検討された。一方、BNLでは鉛ターゲットを用いた未臨界高速炉の概念が研究されている。ターゲットの周辺にはFFTF型のTRU燃料が配置され、さらにその外側は長寿命のFPを含んだ集合体で取り囲まれている。FPは年間6%、TRUは10%燃焼されるという。

JASPERはUSA及び日本での種々のLMRの概念に対して遮蔽の問題で提起し、特に B_4C を含んだ遮蔽設計について検討を深めている。軸方向のSUSと B_4C による遮蔽設計が終了した。次年度はIHXでの放射化量についてである。1992年に実験は終了の予定という。

JASPERは遮蔽の新技术の概念にも用いる予定であり、ORNLの3次元コードTORTが対象となる。JASPERでは、FeとBについてENDF/B-VIの改良が効果的である。

以上のほか、HTGRについてのPROTEUS実験への参加のほか、Advanced Neutron Science Reactor活動が挙げられる。

7.10 その他

関連会合のセッションの時に(別添え)により、ICENES '93日本開催の意向を述べ、NEACRP委員の協力を要請した。

別添 /

The NEA Nuclear Science Program and the NEA NSC

Statement by the NEACRP

The NEACRP commended the NEA, and particularly J. Rosen, and E. Sartori for their strong support of reactor physics technology development over the past several years. It was noted that many advancements would not have been possible without the unique framework of the NEACRP, which enabled in-depth technical discussion on an international level for a wide range of reactor physics problems. The NEACRP provided a forum for a rapid exchange of ideas and informations, helped organize cooperative efforts to resolve discrepancies in both calculations and measurements, and helped guide new methods developments to assure the accuracy and efficiency of advanced reactor core design. The NEA's role is well recognized by the reactor physics community and is greatly appreciated.

In several areas the NEACRP has in progress activities which must be continued since significant resources have already been allocated by a number of member countries. These areas and activities are:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| Nuclear data | <ul style="list-style-type: none">- US-European-Japanese Evaluation Cooperation- The Joint Evaluated File Project (the first version already distributed worldwide, the second being validated for use by industry and research organizations throughout Europe)- Validation of delayed neutron data (experimental benchmark) |
| Code verification | <ul style="list-style-type: none">- Benchmarks on pin-power distribution in LWRs, 3D space dynamics in LWRs with planned extension to LMFBRs, radial- C/E trends in large LMFBRs |
| Shielding and criticality studies | <ul style="list-style-type: none">- Radiation shielding experimental data base- Burnup credit data validation |
| Fusion technology | <ul style="list-style-type: none">- Benchmark on tritium production rate experimental techniques |

In addition, the committee has initiated a task to issue a report on all NEACRP benchmark exercises completed to date.

The NEACRP considers that the following additional areas need priority attention:

- On-line monitoring technology for nuclear systems and installations

(Analysis and processing of continuous and dynamic signals from plant instrumentation)

- Critical evaluation of advanced reactor concepts
- Physics issues of plutonium recycling and of high burnup fuels in LWRs and HWRs
- Transmutation of actinides and fission products using reactors and accelerators
- Fusion technology
(Radiation transport in shields, radiation transport in micro pellets could also be of interest)
- Physics and shielding aspects of accelerators and targets .
- Physics and shielding aspects of irradiation facilities

In addition the NEACRP strongly recommends for the Steering Committee's and the Nuclear Science Committee's consideration, several basic principles which the NEACRP has found provides efficiency and effectiveness in the conduct of its work.

First, the NSC should consider including among its membership persons who are personally in charge of broad areas of technical work in their country in fields of interest to the Committee. We have found that this provides the following benefits:

- The capability to discuss technical details of issues which come up spontaneously during the course of the meetings of the Committee.
- Most importantly, the capability to commit on the spot the technical resources to address action items and to assure their completion during the following year.
- In the case of countries with small programs this provides for cost effectiveness in that one individual can monitor the evolution of technology worldwide over broad areas and can serve as the point of contact for the whole program within his country.

Second, these technical members should be encouraged to retain continued involvement in the Committee's activities. We have observed that this provides the following benefits, as a result of interpersonal relationships which develop naturally:

- The ability to discuss informally the rationales which support the directions taken in national programs - which are not discussed in formal communications.
- The ability to disseminate key technical developments quickly and efficiently throughout the international committee - well in advance of formal publication.

Out-Line of ICENES 93' (Draft)

1. Scope

The main objective of the Conference is to discuss new concepts of nuclear energy production and utilization system, now just emerging, but foreseen to be realized in future. With perception of the world to be cultivated, the required key technologies are made clear. The Conference will contribute to identify the targets of the nuclear developments on which our efforts should be concentrated for future.

Topics

- (1) Roles of nuclear energy in a future energy system, which is most suitable to the prosperity of human society with accomplishing environment preservation.
- (2) Prominent energy production system, utilizing the fusion reactions.
- (3) Advanced energy production and utilization systems based on fission reactions.
- (4) Application of large scale accelerator.
- (5) Exotic energy storage and conversion.

2. Conference Organization

(1) Committee

Organizing Committee --- Scope and Organization

Programme Committee --- Programme

Scientific Advisory Committee --- Advisory

(Local Executive Committee)

(2) Organization

Sponsored by JAERI (Japan Atomic Energy Research Institute)

Co-sponsored by

PNC (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corp.)

The Institute of Physical and Chemical Research

Osaka University, Institute of Laser Engineering

NIFS (National Institute for Fusion Science)

In collaboration with ANS

CNS (Canada)

CNS (Chines)

Soviet Academy of Science

ENS

AESJ (Atomic Energy Society of Japan)

3. Place and Time

1993, Autumn

Mito (120km north of Tokyo) or Tokyo

Oral presentation 1 room

Poster Session 1 room

4. Participation

Outside Japan 100

Japan 100 - 150

5. Income and expenditure

(1) Income

Support of Government (Science and Technology Agency,
Japan), Registration fee

(2) Expenditure

Conference room charge

Committee's travel expense

Banquet
Documentation

6. Tour

Technical Tour : JT-60 (JAERI) ?

Sight-seeing : Nikko (160km north west of Mito)

7. Secretariat

Dr. Y. Kaneko

Director, Department of Reactor Engineering, JAERI

Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan

Phone 81-292-82-5517

Fax 81-292-82-6122

<会議報告 2.>

第1回NEA科学委員会 (NEANSC) 会合報告

(日本原子力研究所) 菊池 康之

1. 序

1988年10月に NEA 事務局長に就任以来、植松邦彦氏は NEA の科学プログラムの再編成を進めてきた。その目指すところは

- 1) NEA の科学プログラム全体を審議する場を設置したい。
- 2) NEA データバンクを NEA 全体のために使いたい。

であった。

この構想を受け、1991年10月の NEA 運営委員会において以下の内容を骨子とした NEA 科学プログラムの再編成案が承認された。

- 1) NEACRP、NEANDC、NEA データバンク委員会を廃止し、新たに NEA 科学委員会 (NEA Nuclear Scientific Committee: NEANSC) を設置する。
- 2) NEANSC は政策決定の場であり、各国の科学政策に責任を持てるジェネラリストで構成する。
- 3) NEA データバンクの運営には、NEANSC の中にエグゼクティブ・グループを設置して審議する。
- 4) 旧 NEACRP、NEANDC で行われて来た専門的タスクは、ワーキンググループを下に設けて行う。
- 5) 科学プログラムに限らず、今後の NEA の全てのタスクは3年以内の期限を設け、延長が必要な場合もその期限でチェック&レビューを行ってからにする。
- 6) 現行のプロジェクトを中止する事はなく継続する。

この決定を受け、第1回 NEANSC 会合が1991年12月18日～19日にパリの OECD本部で開催された。日本代表は朝岡理事であり、菊池が随行した。

2. 議事

まず議長を選出が行われ、事務局の案通り議長には仏の Bouchard、副議長には日本の朝岡氏が選ばれた。次いで、植松事務局長の挨拶、NSC の定款の説明があった。

2.1 従来の3委員会からの引き継ぎ事項

A. NEACRP

1991年9月3日～5日にスイスの PSI で開かれた第34回会合において、以下の勧告を行った。

○現在進行中のタスクで続けるべきもの

核データ

- 日米欧評価国際協力
- Joint Evaluated File (JEF)
- 遅発中性子ベンチマーク実験

コード検証

- LWR と LMFBR 3D 空間動特性ベンチマーク
- 大型 LMFBR 径方向 C/E 傾向ベンチマーク
- 遮蔽・臨界性
 - 遮蔽実験データベース
 - バーンアップ・クレジット検証
- 核融合炉工学
 - T 生成率実験ベンチマーク

○ 将来的課題

- 1) 核エネルギー施設のオン・ライン監視技術 (プラント計測からの信号の解析と処理)
- 2) 新型炉の評価
- 3) 軽水炉及び重水炉におけるプルトニウム・リサイクル並びに高燃焼燃料の物理的問題
- 4) 原子炉及び加速器を用いた TRU 及び FP の核変換
- 5) 核融合技術 (遮蔽体中の放射線輸送、慣性閉込め核融合)
- 6) 加速器とターゲットの物理的及び遮蔽上の問題
- 7) 照射施設の物理的及び遮蔽上の問題

また、過去のベンチマークのレポートを NEANSC で刊行すべきこと、NEANSC のメンバーは政策立案者のみでなく、その活動分野の専門家を入れ、かつそのメンバーが自らも活動に参加する事を勧告した。

B. NEANDC

1991年10月21日～25日に独カールスルーエ研究所で開催された第29回会合において、以下の勧告を行った。

○ 今後考慮すべき核データ適用分野

・ 核分裂炉

多くの問題は解決されたが、構造材の吸収、アクチノイドの非弾性散乱等残る問題も多い。

・ 低放射化材料

特に核融合材料で問題となっており、莫大な核データが必要とされる。

・ 消滅処理

超ウラン元素と長半減期 FP の核データ、加速器開発に必要なデータと計算コードが要求される。

・ 新型原子炉

経済性・安全性向上を目指す新型炉の開発で種々の新しい核データが要求される。

・ その他

20 MeV～1 GeV の高エネルギーデータが、RI 生産、加速器遮蔽、宇宙開発、核破砕中性子源で要求される。

非エネルギー分野の核データも重要となる。例としては、探鉱、爆発物検出等。

○ 継続すべきタスク

1)核データ評価国際協力

2年前より日米欧の3極間で進められており、現在11のサブグループで問題の残る核データの再評価を行っている。

2)実験活動の調整

今後予想される高度の実験要求に対処し、無駄なく効率的に実験活動を続けるためには、国際的な調整が不可欠である。

3)リソースの調査、モノグラフの発刊や専門家会議の開催等を含む情報交換

核データ活動のインフラストラクチャーを構成するタスクである。

C. NEAデータバンク委員会

1991年4月18日～19日の会合において、今回の再編成を先取りした形で、以下の1992年の活動を決めている。

○応用原子核物理

- ・核データ交換 (CINDA、EXFOR 等)
- ・核データ評価 (JEF)
- ・核データ評価国際協力
- ・中間エネルギー核データ
- ・ユーザーへのサービス

○原子力ソフトウェア

- ・ソフトウェア交換
- ・ユーザーへのサービス
- ・ソフトウェアの質と信頼度の向上

○原子力応用科学

- ・原子炉システム
 - 超ウラン専焼炉、加速器による消滅
 - 新型炉、高速炉
 - 核融合炉及び加速器の遮蔽、ブランケット
 - LWR の3次元オンラインモニターと動特性解析
 - LWR における Pu リサイクリング
 - 核燃料輸送容器
- ・加速器 (TRU 消滅、医療、照射損傷)
- ・核融合 (特に慣性閉込め)

○ NEA 全体への支援

- ・安全性
 - CSNI Code Validation Matrix (CCVM)
 - Sequenced Event Coding Tree (SECT)
- ・廃棄物
 - 熱化学データベース (TDB)
 - Probabilistic Systems Assessment Group (PSAG)
 - HYDROCOIN と INTERVAL project

- ・原子力開発
 - －核燃料サイクル関連コード

- 専門家会合とワークショップ
 - ・NEANDC FP 核データ専門家会合 (1992、東海)
 - ・NEANDC 共分散データ専門家会合 (1992、ORNL)
 - ・NJOY-91 ワークショップ
 - ・モンテカルロコード、MCNP、TRIPORI ワークショップ
 - ・TDB トレーニングコース

2.2 事務局からの中期の展望の提案

- 核データの需要とレビュー
 - ・核データ需要の一般的レビュー
 - ・核反応データセンターネットワーク
 - 荷電粒子、高エネルギー、照射損傷等を含む
 - ・炉廃棄物核変換データ
 - 超ウラン元素
 - 加速器開発用データ
- ソフトウェア検証
 - ・ライセンスのための設計・モデルコード検証
 - 一つのコードを選んで Q.A を行う
 - ・プロセスコントロールシステム検証
 - 航空・宇宙の経験を開くワークショップ。ハルデンの経験を生かす。
 - ・計算技術
 - ベクトル、パラレル、グラフィカルワークステーション活用
 - 1993 Karlsruhe スーパーコンピュータ会議の共催
- 原子力システムの科学
 - ・MOX燃料データ
 - 炉内燃料挙動解析のデータ
 - 群定数、アクチニド及び FP インベントリーコード、崩壊熱ライブラリー
 - ・高速炉
 - Na ボイド、バーンアップ・スウィング減少のためのベンチマーク・スタディー
- 化学・環境問題
 - ・廃棄物処理リスク評価用高品位データ
 - NEA 熱化学データベース (TDB) を非放射性危険物 (Pb、Cd、Hg、Sn、化学毒物) へ拡張
 - ・ソープションプロセスの機構モデル評価の研究所間協力の調整 (1992年に予定)
 - ・放射性核種の大気中拡散モデル
 - トレーサー実験データを集めモデル検証

2.3 今後の活動計画

今後の活動にはワーキング・パーティーを設置して行うが、NEACRP で進められているベンチマーク活動等はタスク・フォースを設けて継続していく。また研究所間協力も活用する事にする。事務局作成のチェックリストを基に議論して以下のように決定された。

(a) ワーキング・パーティー設置

- 1992年から・核データ需要レビュー (1年間)
 - ・核データ評価国際協力 (3年間)
 - ・最新計算技術 (3年間)
- 1993年から・臨界安全研究レビュー (3年間)

(b) 核データ関係の活動 (研究所間協力活用)

- ・測定の国際的調整
- ・高エネルギーデータの取得

(c) 計算コード検証のベンチマーク活動 (タスク・フォース中心)

- ・3次元 LWR 動特性
- ・Pu リサイクル炉物理
- ・LMFBR 炉物理
- ・遮蔽問題 (加速器遮蔽、ターゲット物理を含む)
- ・燃焼燃料の臨界安全
- ・核融合炉の トリチウム生産

(d) 新型炉に関する活動 (タスク・フォース中心)

- ・原子炉システム監視技術
- ・高速炉の Na ボイド係数低減ベンチマーク
- ・新型炉特性評価

(e) 群分離・消滅処理の基盤活動 (タスク・フォース)

3. 結語

植松事務局長の努力が実り、NEA の科学プログラムの再編成が一応軌道に乗ったと言える。しかし、この再編成を NEA の科学プログラムの活性化に結びつけるには、関係者の一層の努力が必要である。

〈会議報告 3.〉

第7回「原子力におけるソフトウェア開発」研究会

原 研 森 貴正、秋濃藤義

「原子力コード研究委員会」と「炉物理研究委員会」の共催による標記研究会が、平成3年10月30日～31日の2日間、日本原子力研究所東海研究所において開催された。今回の研究会では、コンピューター・アーキテクチャーの進歩をテーマに、“計算機シミュレーションの新展開及び超並列計算機とその応用”として12件（パネル討論“原子力分野における専用計算機への期待”を含む）、“原子炉における3次元核熱計算のシミュレーション”として3件の講演を中心に討論が行われた。また、今回新たに企画したポスターセッションには7件の発表があった。出席者は約130人と盛況であり、密度の高い討論が行われ成功裡に終わった。

研究会の詳細なプロシーディングはJAERI-Mレポートとして刊行される予定となっているので、ここでは各発表と討論の要旨を簡単に紹介する。

計算機シミュレーションの新展開（その1、その2）

このセッションでは、はじめに原研の蕪木英雄氏が「原子蒸気流の数値シミュレーション」と題し、各種蒸着過程、原子分光学、原子法レーザー同位体分離過程等で要求される原子蒸気流のシミュレーションに直接シミュレーションモンテカルロ法を適用して2次元の数値シミュレーションを行った結果を紹介した。具体的な問題は円形領域から噴出する対称原子蒸気ジェットであった。大量蒸発をとまなう場合は、連続流に近い領域から希薄気体領域に至る幅広い領域の流れが対象となり、直接シミュレーションモンテカルロ法が蒸発面近傍の流れの詳細な解析に有効であることが示された。また、2次元キャビティ流れに対して衝突過程でBird法と修正南部法の2種類のアルゴリズムを用いたシミュレーションの結果の比較から、連続流に近い流れのシミュレーションにおける粒子数とサンプリング数の計算結果に与える影響が明らかにされた。さらに、種々の連続流に近い流れに直接シミュレーションモンテカルロ法を適用した結果が紹介された。本講演に関して中性子・光子の輸送計算にモンテカルロ法を用いてきた研究者から統計誤差の評価及び分散低減法に対する質問とコメントがなされた。また、比熱比等の物理概念のモデル化や、直接シミュレーションモンテカルロ法と分子動力学法の比較等が議論された。

次に、高エネルギー物理学研究所（KEK）の加藤隆夫氏が「陽子リニアック設計の為にコンピューターコード」と題して、陽子リニアックの設計・制作・運転と言う一連の流れの中で、その設計にコンピューターコードを利用する時の問題点を説明した。KEKにおける経験（40 MeV陽子リニアックの設計と制作とチューニング及び1 GeV陽子リニアックの設計）から目的に応じて3種類に分類された計算コードの内容と相互の関係が詳細に示された。さらに、スーパーコンピュータの利用と3次元計算に関連した話題として、次の3つの事例が紹介された。1) 3次元電磁場計算コードMAFIAのベクトルスーパ

ーコンピュータ用のチューニング、2)加速管の電磁場計算へのMAFIAの応用例、3)空間電荷効果を取り込んだビーム輸送計算コードの開発。こうした経験から、現在のコンピュータの10倍の計算速度、ファジー的、エキスパート的なコンピュータの出現と言った、将来のコンピュータへの期待が述べられた。

3番目には原研の伊藤伸泰氏が「知能ロボットにおけるセンサー融合による状況認識」と題し、自律型ロボットの外界の状況認識の実現に不可欠な複数のセンサーからの信号を分析統合(センサー融合)するための新しい考え方”物理空間法”を紹介した。物理空間法では外界のモデルとセンサーのモデルを用意し、センサーのモデルからの出力信号が現実のセンサーからの信号と同じになる様に外界のモデルを調節することによって外界のコピーを知能エンジンの内部につくる。この方法を二眼立体視問題に適用した例が紹介され、本方法の可能性と限界が議論された。

本セッションの最後として、京都大学の宮下清二氏が「固体物性の計算物理」と題し、物性の分野における計算物理の現状を紹介した。この分野の主な研究対象である相転移をはじめとする強い相互作用を持つ多体系の熱力学的性質と強く相互作用している固体内の電子系の量子力学的性質の解明に、計算機がどのように用いられているかが示され、それぞれの特徴と問題点が議論された。特に、磁性体モデルの研究を例として、古典系及び量子系でのモンテカルロ法、対角化の方法による量子系の基底状態の研究、系の動的性質の研究方法が紹介された。また、最近の計算機の進歩とともに急速に進んでいる電子状態から固体物性を第一原理的に解明する方法とその成果の一部が報告された。

超並列計算機とその応用

本セッションの最初は、米国ボストン大のClaudio Rebbi教授による「Massive Parallel Supercomputing as the Centerpiece of a Diversified, Multidisciplinary Research Program」と題する招待講演であった。ボストン大計算センターの中心リソースとして超並列スーパーコンピュータ Connection Machine CM-2が選ばれた経緯、CM-2の仕様と性能、並びにボストン大における超並列アーキテクチャーによる広範囲の計算の可能性追及の研究の現状が紹介された。計算対象としては、数値計算の主要な3つのクラスの問題(solution of field equations、molecular dynamics type of simulations、optimization problems)が含まれており、それぞれに対して、ボストン大で得られた成果が超並列計算の適用範囲の広さを示す例として紹介された。本講演は超並列計算の可能性と一つの方角を示すものとして興味深かった。

次に、原研の高野誠氏が「並列計算機による遮蔽安全評価用モンテカルロコードMCASEの高速化」と題し、2つのモンテカルロコード、遮蔽計算用MCACEと臨界安全解析用KENOの並列計算機への適用性を検討した結果を紹介した。各コードを並列化した後に、高並列計算実験機AP-1000上で実行し並列化による処理速度向上に関する測定を行っている。基本的なプログラムフローを変更することのない比較的単純な方法によって並列化を行っているが、最大64台のセルを使用した場合、400粒子、128バッチの問題に対しMCACEコードでは最大52倍の処理速度の高速化が達成されている。高速化を妨げる主要因はセル数が多い時に問題となる並列化不可能な部分に要する計算時間、及びランダム

ワークを行う粒子数が少ない時に顕著となるセルのアイドル時間であることが示された。また、疑似乱数発生には線形合同法を用いているが本方法では結晶構造性が避けられずいずれはトースワース法等が必要であると述べられた。

本セッションでは、引続いて「原子力分野における専用計算機への期待」と題するパネル討論が6人のパネリストによって行われた。まず、ユーザー側パネリストとして原研の谷啓二氏と高野誠氏から超高速計算の必要性、その実現のためのメーカーへの要望等が述べられた。それに答える形で、メーカー側パネリスト小池誠彦氏(日電)、栗田康男氏(IBM)、浅川和雄氏(富士通)、梅谷征雄氏(日立)から、今後のスーパーコンピュータの動向、超並列コンピュータとソフトウェア開発への展望が示された。これらの講演に基づいて、並列化コンパイラの必要性と可能性、カスタム化、モジュール化等による専用超並列計算機実現の可能性、並列計算機の標準化の必要性等に関して討論された。そして、現在はコンピュータのアーキテクチャーを知らないとその能力を十分引き出すことができず、特に超並列計算機に関してはそうである。ユーザー・メーカーとも今は迷いの時期であり、しばらくすれば将来の方向が見えてくるだろう、と当セッションの座長である原研の浅井清氏がまとめて討論会を終了した。

原子炉における3次元核熱計算のシミュレーション

このセッションでは、はじめに大阪大学の錦織毅夫氏から「3次元輸送コードの開発とベンチマーク計算」と題する講演で、大阪大学から提案されたNEACRP 3次元中性子輸送ベンチマークテストの結果と現在開発中の3次元中性子輸送コードの現状が紹介された。ベンチマーク計算には20機関より22の結果が寄せられ、計算手法としてはモンテカルロ法、Sn法、Pn法、合成法、ノード法等が用いられている。実効増倍率、制御棒反応度価値、領域平均中性子束についての結果の比較から、(1)XYZ体系ではSn($n=8$)法はモンテカルロ法と良く一致する、(2)Pn法では空間メッシュ効果が大きい、(3)六角-Z体系ではSn法には問題がありより高精度の輸送計算法の開発が必要である、等が明らかにされた。さらに、3次元中性子輸送コードの開発の一環としてベンチマークテストで明らかにされた六角-Z体系での問題を解決するために行っている、三角メッシュの採用、ダイヤモンド差分法の改良、ノード法の適用等について報告された。

次に、東芝の瀧川幸夫氏が「3次元動特性解析コードによるBWRの安定性の解析」と題し、近年話題になっているBWRにおける2種類の異なったモード(炉心一体振動モードと領域振動モード)の中性子束振動現象のメカニズムと3次元動特性解析コードTOSDYNによる検討の結果を紹介した。これらの振動現象は核熱水力的な不安定事象であり、振動の検出性や燃料健全性への影響を十分評価する必要があること、特に、領域振動は局所的に振幅の大きい出力振動を引き起こす可能性があるために3次元解析による検討が不可欠であることが述べられた。そして、TOSDYNによる解析結果に基づいた領域振動の発生条件の同定と2つのモードの中性子束振動時における熱的余裕について議論された。TOSDYNにおける核熱結合3次元動特性解析では一般に熱水力計算のほうが修正一群ノード法による核計算よりも計算時間を要するとのことであった。

次に、動燃の近藤悟氏が「SIMMER-IIIコードと高速炉の空間依存動特性」と題し、高

速炉のシビアアクシデントに対する安全裕度を合理的に評価するために動燃事業団で開発を進めている次世代安全解析コードSIMMER-IIIの概要を紹介した。SIMMER-IIIコードは炉心損傷事象推移を解析するために、多相多成分流体力学モデルを空間・エネルギー依存動特性モデルと結合した総合コードである。核計算部では、空間・エネルギー依存性についてはTWOTRANを基礎とした多群Sn輸送理論を用い、時間依存性については改良型準静近似を採用するとともに、流体力学計算部との有機的な結合を図っている。講演では、断面積処理と空間依存動特性の取り扱い方を含む核計算部に重点をおいて、安全評価上重要となる炉物理上の課題が示された。なお、本コードでは代表的な問題に対して、計算時間の2/3から3/4を流体力学計算に費やしているとのことであった。

ポスターセッション

今回新たに企画した本セッションでは、次の7件の発表があり、密度の濃い議論が行われた。

1. 3次元炉心ヒートアップおよびFP放出源評価コード：SHAPE (原工試、芳賀暢、他)
2. LESによる乱流数値シミュレーション (東京理科大、佐竹信一、他)
3. イオンビーム引き出しシミュレーションにおける並列化手法 (埼玉大、久保田昌晴、他)
4. MIND型並列計算機の物理シミュレーションへの応用 (埼玉大、彦坂聡、他)
5. 標準遮蔽計算コードシステムINTEL-BERMUDAの開発 (原研、長谷川明)
6. 知的原子力設計システム(IRDS)の開発 (原研、久語輝彦、他)
7. ベクトル化モンテカルロコードの開発と応用 (原研、森貴正、他)

研究会の最後に炉物理研究委員会を代表して、石黒幸雄原子炉システム専門部会長が閉会の辞を述べた。今後の原子力開発の進展にしめるソフトウェアの役割は高く、次世代原子炉の開発研究のためにも創造的な新原子力ソフトウェアの開発を期待すると述べて研究会を終了した。

〈会議報告 4.〉

S R / T I T

美しい環境を守り安全な生活を保障するための
小型原子炉のポテンシャルに関する国際専門家会議
International Specialists' Meeting on Potential of
Small Nuclear Reactors for Future Clean and Safe Energy Sources
— 会議の概要と運営の裏話 —

東京工業大学原子炉工学研究所 小原 徹

標記国際会議が東京工業大学原子炉工学研究所の主催、日本原子力学会及日本原子力産業会議の後援で1991年10月23日より3日間、東京工業大学百年記念館で開催されました。

恐ろしいことに、大学助手1年目の私がこの会議の裏方の責任者をする事になりました。準備から開催までいろいろなことを経験しましたが、はじめにこの会議の概要を御紹介した後、準備運営にまつわるお話をしようと思います。なお会議の概要については日本原子力学会誌においても報告される予定です。

小型原子炉に関する国際会議は一昨年頃から世界各地で相次いで開催されるようになりました。国内では東工大原子炉工学研究所が主催した今回の国際会議が小型原子炉についての初めての国際会議となりました。

会議の参加者は、海外から17名、国内から102名で予定よりかなり多数の参加となりました。海外からの参加は、アメリカ、ドイツ、インド、インドネシア、ブラジル、中国、ハンガリー及び国際原子力機関 (IAEA) で、エネルギーと環境の問題に直面しつつある開発途上国からの積極的な参加が目立ちました。また、旧ソ連からの参加予定者がビザ発給手続きが間に合わず会議に参加できなかったのは残念でしたが、前の週にモスクワで開催された「小型炉に関する国際会議」に出席していた東工大原子炉研の関本教授によって講演予定だった論文が紹介され、今後のソビエトの原子力開発の動向を知ろうとする参加者の関心を集めました。

会議の詳細な内容については、プロシーディングが Elsevier 社から発売される予定なのでそちらにゆずることにして、会議のセッションと講演件数を御紹介いたします。

Session 1, 4, 11 : Small Reactors and Future Nuclear Energy Systems	10件
Session 2 : Small Reactor Deployment Plans	3件
Session 5 : Small Reactors for Developing Countries	2件
Session 3 : Water Cooled Small Reactors	4件
Session 6, 7 : Liquid Metal Cooled Small Reactors	10件
Session 8 : Gas Cooled Small Reactors	3件
Session 9 : Applications of Small Reactors	7件

また一般講演とは別に、「The Elements of Nuclear Reactor Theory」の著者である M. C. Edlund 教授、東海大学安成弘教授による Special Speech も行われ参加者の強い関心を集

めました。

準備運営については、私自身に国際会議の経験がないうえ、大学職員になって日も浅かったため、今思うともう少しスマートにできるのになあと思う面が多々ありますが、当時は毎日のように発生する問題に対処するのが精いっぱいという感じでした。今回はその準備運営にまつわる話を4つほど御紹介したいと思います。

準備運営にまつわる話 1 準備期間

この会議は開催のほぼ1年前から準備が始められていましたが、私がこの仕事を受け持ったのは助手に採用された91年の4月からで会議までの時間は6カ月半でした。その時点では会議の名称、内容、会場、招待講演者の概略などが決まっていた程度で、First Announcement も送っていない状態だったと思います。普通国際会議の準備は開催の2、3年前より行われるものと人から聞かされて、本当に開催できるものかと、私自身かなり心配な日々を送りました。この年は7月に開催された炉物理連絡会の炉物理夏期セミナーの幹事もやっていたので、しばらく各方面への電話連絡と郵便物の発送作業に追われる日々が続きました。

私の助手になって最初の仕事はこの会議の First Announcement の作成と発送となりました。会議の日程が迫っていたので一刻も早く各方面に送付するため、印刷屋を通さずに DTP で原稿を作成し XEROX コピーするという超特急手作り First Announcement を作成しました。発送作業は、研究室の学生を酒で釣って人海戦術で行いました。数百通の航空便を突然持ち込まれた大学最寄りの大岡山駅前郵便局は一時窓口が麻痺しました。

会議の参加者のための宿泊ホテルの確保も頭を悩ました問題でした。外国人の対応が可能と思われる都内のめぼしいホテルをあたって見たところどこも既に大口の予約はとれないとのこと。それも会議日程の後半だけダメとのこと。いったいどうしてかと不思議に思いましたが、それはどうもモーターショーが原因らしいとわかりました。会議の直後から東京モーターショーが開催されるためどうも旅行代理店が都内のホテルをほとんど抑えてしまったようでした。とりあえず大学近くのマイナーなホテルを抑えておいて、宿泊者数がほぼ確定した時点でもう一度予約をいれることで何とか切り抜けましたが、かなり冷や汗ものでした。

とにかく万事日程が詰まっていた、会議参加の方々にも十分な対応ができていたのだろうか、ということを見ると今でも不安に思います。

準備運営にまつわる話 2 通信事情

海外との連絡でのダイヤル直通のFAXのありがたみは今回本当に実感しました。時差を気にする必要がなく、記録が残るので多数の方面と同時に連絡をとりながらの準備も混乱や手違いを起こす事なくできました。国際通信網の完成は意義が大きいと今更ながら思いましたが、一カ国だけ例外がありました。ソ連(今や旧ソ連ですが)との連絡です。とにかく電話もFAXもまず通じませんでした。時間帯を変えれば通じるのではないかといろいろな

時刻に送信を繰り返しました。唯一比較的確実に連絡ができたのはテレックスでした。しかしそれも場合によっては送信後、該当するテレックスがないだの先方の機械が故障しているだのメッセージがKDDから帰ってくる有り様でした。

そのうえ東工大にはこの過去の遺物となりつつあるテレックスは一台しかなく、その場所は原子炉研から数百メートル離れた事務棟の4階でした。テレックスが届いた旨の電話があると出向いて受け取りに出かけ、また送信の際には原子炉研の事務で手続きをしたのちにやはり機械のあるところまで出向き、旧式のエディターを使って送信文を1字ずつ打ち込まなければならないのでした。テレックスは事務の開いている夕方5時までしか使用できないので、5時近くになって急いで回答する必要があるテレックスが入るとかなりあわてました。

ソ連とは、当方の会議と前の週にモスクワで開催される会議に互いの研究者を派遣し合うことで話がついていたのですが、結果的には当方の関本教授はモスクワの会議に出席できませんでした。この通信事情の悪さとソ連側派遣研究者の決定の遅れ、日本側のビザ発給手続きの遅れなどでソ連側研究者は当方の会議に出席することができませんでした。事前の対応にいちばん苦労した私としては非常に残念だったのですが、クーデターまで発生した当時のソ連の国内情勢を考えると、むしろそのような状況の中でも国際会議を開催しさらに研究者を海外へ派遣しようとするソ連側の姿勢を学ぶべきかもしれないと思いました。

準備運営にまつわる話 3 記念撮影

折角の国際会議なのだから参加者全員の記念写真を撮ってはどうかということになりました。はじめはプロの写真屋さんに頼もうかと思っていたのですが、研究所の職員で本格的に写真を撮っている人がいるということがわかって、お願いすることにしました。撮影は会議1日目の午後の休憩の時でいいだろうということになったのですが、どこで撮ったらよいだろうということになりました。人数は100人ぐらいになるはずだったのでとりあえず会場の外へ全員を誘導する必要があるだろう。しかし、外に出てただ横に並んだだけでは全員の顔が入りそうにありません。修学旅行の記念撮影の時に使うような踏み台を使うか、せめて地面がスロープになっていればいいのですが、あいにく会場の周辺には坂はありません。どうしたものかと周辺を見渡しているうちに学内の通りをはさんで会場の向かい側に建つ図書館が目に入りました。図書館の2階か3階の窓から撮影すれば全員の顔が写る写真が撮れるのではないか。写真撮影をお願いした人に相談すると、望遠レンズを適当に選べばうまく撮影できそうだということなのでこれでいくことにしました。

当日は時間を見計らって、通りに放置してあった自転車を移動して場所を確保した後、会議の立て看板もすえて参加の方には会場内から移動してもらいました。そして通りを通る車も人も一時通行止めに協力してもらって撮影を無事終わりました。学会誌の国際会議報告に使われている写真がその写真です。後で聞くと、大学の図書館に写真機材と三脚を運びいれて窓から外を撮影するというのが、静粛な館内ではかなり目だって周囲の目がとても気になったそうです。

準備運営にまつわる話 4 レセプション・バンケット

国際会議にはレセプションやバンケットのような歓迎行事はつきもの。普通は高級ホテルで豪華にやるものらしい。国際会議は会議そのものよりもレセプションなんかの方で印象が決まってしまうなあ、などとプレッシャーをかける人もいる。レセプション等については企画から運営まで私と原子炉研の助手会に全面的にまかされてしまったので相当悩んでしまった。

今回の会議は大学主催ということもあって、予算についてはいかにお金をかけないで国際会議を行うかということに挑戦しているのではないかと感じられる程でした。会議も使用料の安い学内施設の記念館でやることになっていました。当然レセプション等に割り当てられている予算もわずか。どうしようか。

結局レセプション・バンケットも記念館でやることになった。食べ物飲物は記念館のレストランにお願いした。しかし、変化に乏しいので何かアトラクションをしようということになった。ではどうせなら、大学であることを全面に打ち出して学部学生のサークルに依頼して何かやらしてもらえばいいのではないか。その方が大学を挙げて歓迎しているという雰囲気になるし、第一謝礼を払ったとしても安上がりでできそうだ。さっそく交渉。学生は原子炉研から食堂に行く途中にあるサークル棟にいる。

会場の都合と学生との交渉の結果、レセプションでは弓道部（弓道場も原子炉研のすぐ近くにある）による礼射（2メートル程離れた巻藁に矢を放つ儀式、矢を射る前に和服の肌脱ぎ動作などもあり日本風雰囲気十分）及びコーラス系サークルによる混成コーラス（全国大会2位の実力）、バンケットではジャズ系サークル（頼まれて外で度々演奏しているとのこと）によるジャズミニコンサートを行うことになった。アマチュアの学生であることを印象づけるため学生さんの代表には、自分の専攻している学科や学年さらに最近のサークル活動などについて紹介してもらった。

果たして思惑どうりうまく行くかかなり気をもんだが、結果は大成功といってもよかったと思う。大学にいても学生のサークル活動に直接ふれる機会は少ないので、今回彼らの演奏や演技に直接接し、理工系単科大学とはいえ彼らのサークル活動のレベルの高さを知ることができたのは思わぬ収穫であった。海外からの参加者からは今回の会議の印象について非常に at home であるという声が多かったが、これにはレセプション等の寄与が大きいのではないかと密かに自負しています。

以上準備運営のエピソードを四つ御紹介させていただきました。いかにもすべて一人で準備したような書き方をしてしまいましたが、実際には原子炉研の助手会、技官会、事務官の方々の総力戦による準備運営でした。また学外の関係各方面の方々の深い御理解、御協力があってこそ会議は実現しました。改めて深く感謝申し上げます。この小さな国際会議が今後の原子力開発に何らかの意味を持つことを願ってやみません。

<トピックス 1.>

Early Days in the Nuclear Industry

M. C. Edlund
Professor Emeritus
Mechanical and Nuclear Engineering
Virginia Polytechnic Institute and State University
Blacksburg, Virginia, USA

I went to Oak Ridge National Laboratory (ORNL) after receiving my degree in physics during 1948. Of course, I am only going to talk about those things with which I was directly connected. My first job in the nuclear field was on the aircraft nuclear propulsion project (ANP). At that time the reactor system plus shield was limited to about 40 metric tons. I remember meeting Hans Bethe, a consultant to ORNL, and we were discussing how we could predict the shield weight. Dr. Bethe's reply was simply to hang a swimming pool reactor up in the air and make direct measurements. And we did that at ORNL during the years 1950-1953. Can you imagine our ever doing this today?

The ANP project used 65 w/o LiF and 35 w/o BeF₂ as the carrier solution with highly enriched uranium. The melting temperature was about 400°C. At about 800°C we could drive a jet engine with about 15% efficiency. The metallurgy part of the ANP project developed INOR 8 which is over 90% nickel, 7% chromium and the rest is molybdenum.

The molten salt reactor came out of the ANP project except that it used thorium and uranium-233 in the carrier solution. Graphite is the moderator. It is also a breeder with a breeding ratio of 1.05-1.08. The funds to build a

prototype of this reactor at ORNL were removed and no prototype has ever been built; as a result Alvin M. Weinberg, Director of ORNL, resigned in protest in 1974.

During 1950-1951 I was the first lecturer in nuclear reactor theory at the Oak Ridge School of Reactor Technology. Out of these lectures came the book, The Elements of Nuclear Reactor Theory by Glasstone and Edlund. As a result, I met Sigvard Eklund who invited me to give a six-week course in Stockholm, Sweden at AB Atomenergi during 1953. One of my students was Kare Hannerz, the inventor of PIUS.

In the meantime, I had become a section head of nuclear reactor physics. In 1954, I worked on a desalination plant using a nuclear reactor. Part of the output was to generate electricity and the rest was used in a salt water distillation plant. I also worked on the aqueous homogeneous reactor. The homogeneous reactor test was operated at ORNL in the mid-1950's.

As a result of the Atomic Energy Act of 1954 which allowed utilities to lease enriched uranium from the United States government I had decided to leave ORNL and seek my fortune elsewhere. I told Manson Benedict, a consultant to ORNL of my plans, and he told me that they were planning a nuclear engineering department at MIT and invited me to come to MIT and present a lecture to the engineering college. At about the same time William Shoupp, technical director of the Atomic Power Department at Westinghouse wanted me to visit him and consider taking a position with Westinghouse. I

arranged a trip to Boston where MIT was located and a trip to Westinghouse at Pittsburgh. I gave my talk at MIT and received an offer to teach and to become director of their research reactor which was under construction at that time. The reason I did not accept their handsome offer was that I would have had to commute one to two hours to find decent housing that I could afford.

Since I was born near Buffalo, New York, I stopped to see my parents. My mother had a heart attack that night and I called Dr. Shoupp that I would see him later. After my mother was out of danger, I received a call from John Landis of the Babcock & Wilcox Company (B&W). I agreed to meet him the next day in their New York office. Later on I talked to Mr. Iddles, President of B&W and Mr. Gay vice president of the Atomic Energy Division of B&W. They were both engineers and they made me a salary offer that I couldn't refuse. That is how I ended up in the Nuclear Industry.

B&W had the first commercial contract from Consolidated Edison of New York to build a thorium 135 MW(e) nuclear reactor at a fixed price of \$45,000,000. This included containment. The fuel assemblies are similar to those used by the United States Navy in submarines. The fuel assemblies contained a plate of highly enriched uranium containing about 65% zirconium clad with zircaloy. Every other plate was thorium metal clad with zircaloy. The water layer between the plates was about 3 mm.

During 1955 B&W received the first license for a critical experiment laboratory (CEL) which was built near Lynchburg, VA. We mocked up the

experiment using alternate plates of thorium and highly enriched uranium in zirconium which were placed in a water tank. We achieved criticality in early 1956. I had talked with Alvin Weinberg, the research director of ORNL, in mid-1956 and he pointed out that zircaloy was perhaps not a good cladding for the thorium metal plates.

Since thorium and zircaloy metals do not stick together, a small hole in the zircaloy cladding may lead to the formation of oxides of thorium and could swell into the water gap and lead to multiple failure of the fuel assemblies. When I told B&W that this could possibly happen tests were run at the Alliance Research Center and what I had predicted did indeed happen.

In late 1956 B&W received a contract to build a nuclear reactor for the merchant vessel NS Savannah under President Eisenhower's "Atoms for Peace Program." In Lynchburg, VA we added another bay and a swimming pool research reactor in 1957 to B&W's CEL.

Nobody had done critical experiments at high temperatures. So at one end of the research reactor we built a pressure vessel and did exponential experiments at temperatures up to 250°C. The research reactor was used on many projects including a thermionic device for Radio Corporation of America, a test reactor which B&W was trying to sell in Italy and also hot exponentials with mixtures of D₂O and H₂O.

B&W also had a contract with the Atomic Energy Commission (AEC) to do research with a bismuth coolant carrier of highly enriched uranium and

graphite as a moderator. A large number of critical experiments were done at the CEL in 1957-59. This was also a high temperature reactor concept since the melting temperature of bismuth is about 271°C.

In 1956 I had the idea that we could improve the neutron economy by using a spectral shift control concept. The concept is to start out with a ratio of D₂O to H₂O and gradually reduce it to 98% H₂O. Since D₂O is not as effective as a moderator as H₂O the neutron spectrum is shifted towards the resonance region and hence the term "spectral shift control." Our original concept was to do this with thorium and uranium-233. However, to do this quickly we had to use the fuel available which was low enrichment uranium oxide fuel rods. B&W wanted to protect its patent rights and finally after four years the Atomic Energy Commission gave up and we obtained a contract from AEC to do a series of critical experiments on this concept. We started in June 1960 and finished all the criticals done at the CEL by July 1963. Unfortunately they were done on low enrichment uranium. If the original idea had been carried out, we believe that a conversion ratio about 0.9 could have been obtained. Since there is no reprocessing in the US, the net advantage for using low enrichment is about 10% increase in lifetime for the same enrichment. It turns out now, with a displacement of H₂O only, we can increase the lifetime by about one-third for the same enrichment. I am now working on this with the B&W Fuel Company to see if we can do this with one of their existing nuclear reactors.

In 1958 we had a new president, the chairman of Consolidated Edison had died and our president renegotiated our contract with Con Edison. B&W was reduced to supplying the normal steam supply system at cost under the direction of Con Edison.

When I first received the offer from B&W, the Company was a member of Atomic Power Development Associates which was formed to design and build Fermi I. B&W had W. T. Moore and W. C. Gumprich on the Fermi I project. Moore became our division manager and Gumprich became our chief engineer. Today W. T. Moore is about 88 years old and W. C. Gumprich has been dead for almost twenty years. I also worked on Fermi I. This was a sodium cooled highly enriched uranium reactor which started up in 1965. This was a forerunner of the breeder reactor. But it had an accident and the Atomic Power Development Associates failed to come up with enough money to restart it. Again no one was hurt, except the Project.

Right after we had received our order from Consolidated Edison, there were many companies in competition with B&W. The two prime competitors were General Electric and Westinghouse. The others were Allis-Chalmers, American Machine and Foundry, Atomics International and General Dynamics. About 1959, Combustion Engineering bought out General Nuclear Engineering Company and Walter Zinn became a vice president in charge of their nuclear division. Walter Zinn was formerly Director of Argonne National Laboratory.

Westinghouse received a contract in 1956 from the Yankee Atomic

Electric Company to construct 167 MW(e) pressurized water reactor (PWR) at Rowe, Massachusetts. They were first on line with commercial operation in July 1961. At about the same time General Electric received a contract from Commonwealth Edison located in Chicago, Illinois for Dresden I, a boiling water reactor (BWR). They came on line about a year later. The great break through in nuclear power was when General Electric bid a turnkey BWR to General Public Utilities for \$64,000,000. This plant would produce 620 MW(e). Of course Westinghouse followed General Electric and bid turnkey PWR's in competition with General Electric. Finally, Combustion Engineering got its first nuclear project with Omaha Public Power District. It is a 480 MW(e) PWR. Finally, B&W got its contract to build three PWR's from Duke Power. This occurred about two years after I had left the company.

The High Temperature Gas Cooled Reactor (HTGR) was designed in the early 1960's and was sold by Frederick de Hoffmann, President of General Atomics as a part of General Dynamics to Public Service of Colorado. Well Gulf Oil bought General Atomics and my friend John Landis became president of General Atomics. Part of his duty was to build Fort St. Vrain reactor to fulfill the contract with Public Service of Colorado. According to Landis, the design of the components was not the best, but the reactor core design was excellent including the fuel pellets. John Landis has been a Senior Vice President and Director of Stone and Webster Corporation for 16 years.

As you all know the Three Mile Island accident put the nuclear steam

supply corporations out of business in the United States. Westinghouse and General Electric have continued to sell a few reactors in other parts of the world since the accident occurred. In the United States we hope that we will see utilities ordering new nuclear power plants within the next year or so. This depends very much on whether the US Congress will pass an act that essentially allows the US Nuclear Regulatory Commission to hold all hearings before construction is started. I believe it will be done this year and shortly thereafter some nuclear utilities will be ordering nuclear power plants again.

本講演は、1991年10月に東京で開催された国際会議SR/TITの Special Speech として行われました。なお、日本語訳が日本原子力学会誌平成4年3月号に掲載される予定です。

<トピックス 2.>

NUCEF 臨界実験装置について

日本原子力研究所 NUCEF 建設室
柳澤宏司、竹下 功

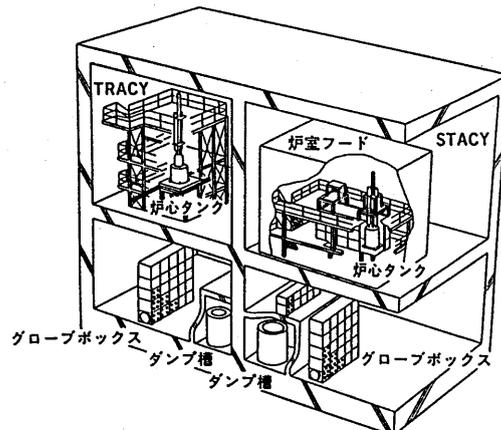
1. はじめに

現在、日本原子力研究所東海研究所では、我が国の「原子力開発長期計画」並びに「原子力施設等安全研究年次計画」に沿って核燃料サイクル施設に係わる研究開発を実施することを目的として、燃料サイクル安全工学研究施設 (NUCEF: Nuclear Fuel Cycle Safety Engineering Research Facility) の建設・整備を進めている。NUCEFでは、「臨界安全性に関する研究」、「高度化再処理プロセスに関する研究開発」及び「TRU廃棄物の処理処分に関する研究」を主たる研究開発の課題としている。「臨界安全性に関する研究」では、硝酸ウラン及び硝酸プルトニウムの水溶液燃料と二基の臨界実験装置を用いて臨界ベンチマークデータ及び超臨界事象に関するデータを取得し、将来の大型再処理工場の合理的な臨界安全設計及び安全評価に資する。「高度化再処理プロセスに関する研究開発」では、少量の使用済核燃料と $\alpha\gamma$ セル及び各種のグローブボックスを用いてピュレックス再処理工程の改良及び高度化に関する研究開発を行うとともに高レベル放射性廃液の群分離に係わる技術開発を行う。「TRU廃棄物の処理処分に関する研究」では、二基の大型グローブボックスを用いてTRU廃棄物の処分に係わる各種の人工・天然バリアの健全性評価試験及び廃棄物固化体中のTRU核種の非破壊測定技術の開発が行われる。

本稿では、上記のテーマのうち炉物理に関連が深い「臨界安全性に関する研究」について、研究に使用する臨界実験装置の概要を述べるとともに装置の安全審査及び保障措置に関する話題をいくつか紹介してみたいと思う。

2. 臨界実験装置の概要

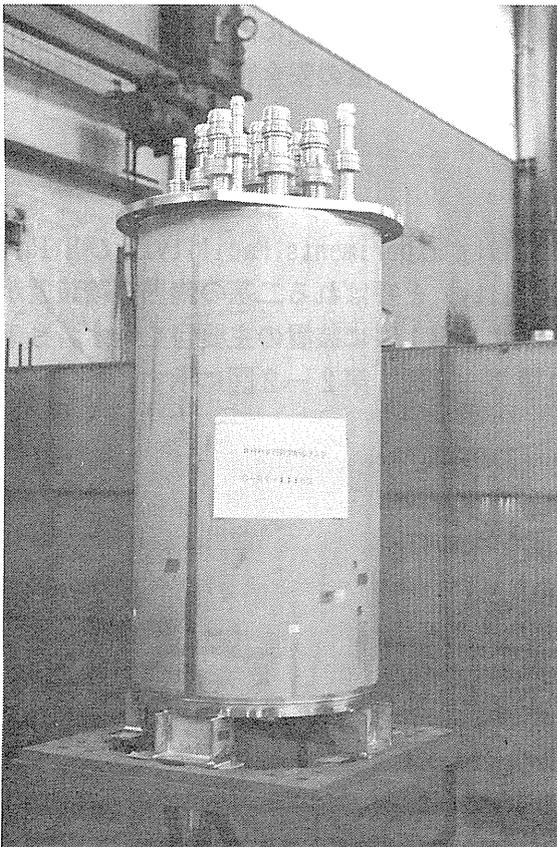
NUCEFには、STACY (Static Criticality Experiments Facility) 及びTRACY (Transient Criticality Experiments Facility) と呼ばれる二基の臨界実験装置が設置される。第1図にこれらの装置の鳥瞰図を示す。第1表に装置の主要目を示す。STACY及びTRACYの炉心タンクをそれぞれ第2-1図、第2-2図に示す。



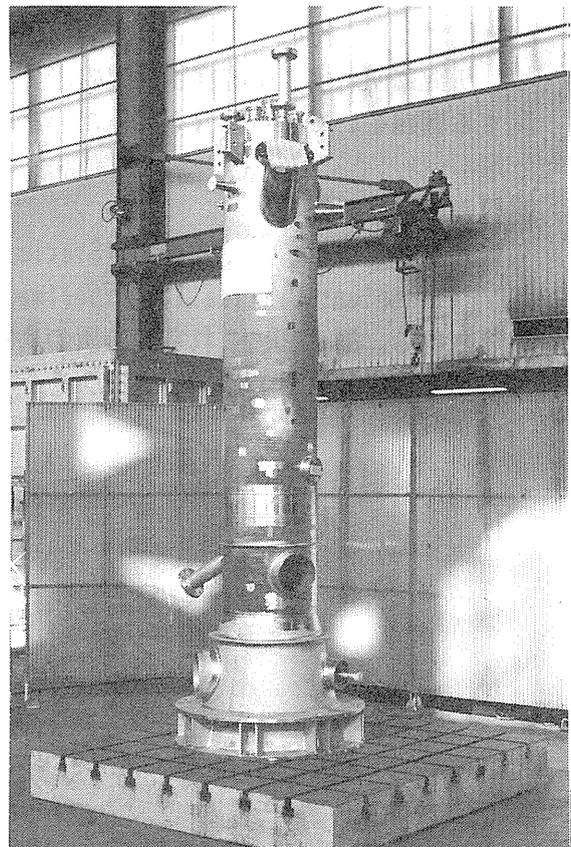
第1図 STACY及びTRACYの鳥瞰図

第1表 STACY及びTRACYの主要目

項 目	STACY	TRACY
最大出力及び積算出力	200W 0.3kWh/週、3kWh/年	10kW (定出力運転時) 5000MW (過渡出力運転時) 32MWs/1実験、18kWh/週、 230kWh/年
燃料条件	硝酸ウラン水溶液 濃縮度: 10, 6, 4%, NU 濃度: ~500gU/ℓ 硝酸プルトニウム水溶液及び混合溶液 富化度: ~100% 濃度: ~300g(Pu+U)/ℓ 二酸化ウラン燃料棒 濃縮度: 5%(PWR型) 可溶性毒物 B, Gd等	硝酸ウラン水溶液 濃縮度: 10% 濃度: ~500gU/ℓ
炉心の形状寸法	均質体系 (高さ40~140cm) 円筒型 直径21~100cm 平板型 厚さ10~50cm 幅 70cm 非均質体系 (高さ40~140cm) 円筒型 直径60cm	円筒型 直径50, 80cm 高さ40~100cm
核的制限値	最大過剰反応度 0.8ドル 最大反応度添加率 3セント/s 停止時実効増倍率 安全棒全挿入時 0.985 1ロッドスタック時 0.995	最大過剰反応度 0.8ドル (定出力運転時) 3ドル (過渡出力運転時) 最大反応度添加率 3セント/s (定出力運転時) 停止時実効増倍率 安全棒全挿入時 0.985 1ロッドスタック時 0.995

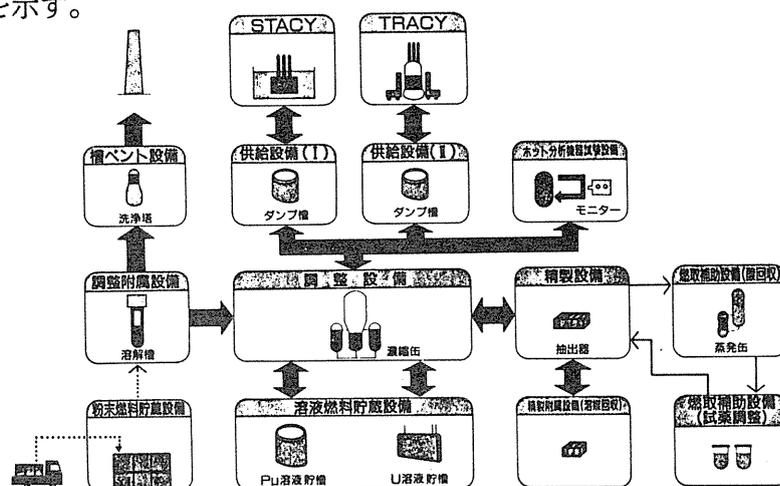


第 2-1図 STACYの炉心タック(直径80cm)



第 2-2図 TRACYの炉心タック(直径50cm)

第1表に示されているように、STACY及びTRACYでは実験目的に応じて高範囲に燃料条件を変更する必要があるため、再処理施設に類似しているが小規模な化学プロセスから構成される設備（以下、核燃料取扱設備という）が設置される。核燃料取扱設備は、主として6つのプロセス（溶解、濃縮、精製・分離、酸回収、溶媒回収、リサイクル試薬調整）から構成され、STACYとTRACYで共用して使用される。これらプロセスの主要機器の多くは、グローブボックスあるいはフード内に設置される。これは、臨界実験装置の出力が極めて小さいため、装置の運転に伴い生成する核分裂生成物による放射線量が低いことによる。第3図にSTACY、TRACY及び核燃料取扱設備のフローダイアグラムを示す。



第3図 STACY、TRACY及び核燃料取扱設備のフローダイアグラム

3. 安全審査うらばなし

STACY及びTRACYは、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき、昭和62年8月に原子炉施設としての設置変更許可申請を行い、監督行政庁による一次審査及び原子力安全委員会による二次審査を経て昭和63年10月に許可を得た。本施設は、溶液状の核燃料物質を用いた特殊な臨界実験装置であり、現在の法体系の下では前例のない施設であることから、申請に当たっては先ず施設の法的な区分を確定することが必要となり、この検討には1年近くの期間を費やした。特に、核燃料物質取扱設備については、この設備が「原子炉施設」に該当するものなのか「使用施設」に該当するものなのか検討を重ね、最終的に行政庁の指導により設備本来の目的（原子炉で使用する燃料を取り扱うこと）を考慮して「原子炉施設」の一部として申請することとなった。

安全審査では、当時試験研究用原子炉に関する指針類が存在しなかったため（「水冷却型試験研究用原子炉施設に関する安全設計審査指針及び同施設の安全評価に関する審査指針」は、平成3年7月に原子力安全委員会決定）、基本的に発電用軽水型原子炉施設に関する指針類を参考として進められた。しかし、本施設の特異性より軽水炉の指針のみでは施設全体をカバーすることが不可能であるため、別途「核燃料施設安全審査基本指針」も参考として、独自の方針を作成することとなった。このように、軽水炉ベースで審査されたこと、さらに臨界実験装置の新設は久しくなかったことから、安全設計及び安全評価の考え方は従来の臨界実験装置よりも軽水炉あるいは研究炉に近いものとなった。

また、臨界実験装置では炉心構成が頻繁に変更されるため、臨界近接での安全対策は手

順によるところが大きい。STACY及びTRACYでもその例外ではなく、この手順については申請書に明記することとなった。この点については、臨界実験装置の基本設計で、ハードウェアだけではなく手順による安全対策の妥当性がある程度公に認められたものと考えている。

4. 「性悪説」に対する保障措置手法

STACY及びTRACYでは、有意量（プルトニウムの場合8kg）を大きく超えるプルトニウムを溶液状で使用するため、国及びIAEAの査察下で厳重な計量管理が要求される。また、本施設は改定日米原子力協定の包括同意施設にエントリーされているため、米国の了解を取得することも必要である。これら三者との協議は、安全審査とほぼ同時期より開始し、現在のところ国、IAEA及び米国とも基本的に理解を示している。IAEAの保障措置基準では、査察対象施設をいくつかに分け、それぞれについて詳しい査察の方法が規定されている。この区分には、溶液燃料の臨界実験装置に該当するものがないため、安全審査の時と同様に施設区分の協議を繰り返し行い、現在も継続中であるが、基本的には年1回の棚卸しとともにプルトニウムについては月1回の頻度で在庫を測定して査察を受けることで同意が得られている。

我が国の場合、原子力基本法上核物質の核兵器への転用はあり得ないが、湾岸戦争後の世界情勢からも分かるように、国際保障措置では国家の姿勢そのものを疑うことから始まり、核物質の転用がなかったことを第三者（査察官）が検認するための手段として計量管理及び封じ込め監視などの手法を適用する。このような「性悪説」に基づいた考え方の例として、過去の対米説明で米当局者に、NUCEFには群分離プロセス設備と臨界実験装置があるのでこれらを用いて兵器用の超プルトニウムの臨界実験を行うのではないかと疑念をもたれたことがある。もちろん、このような実験は計画されないし、実験しないことは施設の計量管理及びこれに対する査察によって明白となると回答して疑いを晴らした経緯がある。

臨界実験に使用する溶液状のプルトニウム及びウランの計量管理は、予め定められた複数の貯槽に集めた溶液の体積測定とサンプリング・分析による核物質濃度の測定による核物質在庫の評価に基づく。ここで、溶液の体積は差圧式液位計の測定値と液位/体積の検量データによって算出される。平成3年度には、工場で作成中の計量貯槽の検量データを予備的にいくつか取得し、本方法の有効性を明らかにした。

5. 今後の建設・整備予定

現在、NUCEF実験棟の躯体は9割方完成し、工場で作成された各種実験機器が続々と搬入、据え付けられている。今後も機器の搬入は引き続き行われ、平成5年度末に予定されているホット運転開始を目標に各種のコールド試験が実施される予定である。

工事と平行して、原子炉施設の設工認に基づく使用前検査及び保障措置対応上の協議も継続し、後者については平成4年度には本格的な政府間交渉に入る予定である。

また、実験計画の詳細についても産官学関係者の意見を踏まえつつ引き続き検討を行う予定である。

最後に、安全審査及び保障措置の検討において、御指導賜りました関係諸氏に改めて謝意を表します。

<トピックス 3.>

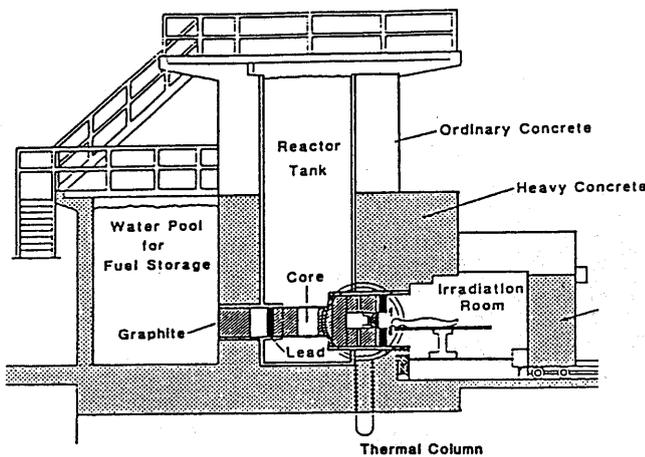
武蔵工大炉の現状

武蔵工業大学・原子力研究所
相沢 乙彦

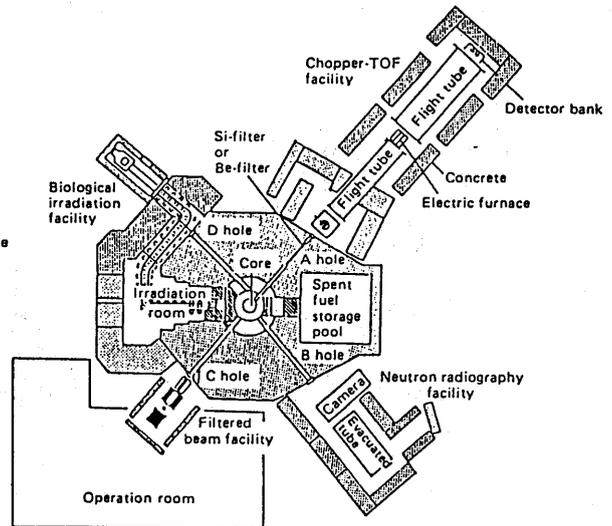
1. 研究用原子炉の概要

武蔵工業大学の研究用原子炉（「武蔵工大炉」という）は、米国GA社製のトリガⅡ型、熱出力100kWの研究用原子炉で、昭和34年10月、研究・教育訓練並びにアイソトープ（放射性同位元素）生産を使用目的として、設置が許可された。設置者は、申請当初から学校法人五島育英会理事長であり、この原子炉は、当初から同法人に属する武蔵工業大学が保有する形を取っていたが、実質的にはこの原子炉の導入を計画し実行したのは、東急電鉄（株）であり、設置の費用も、運転開始後数年間の運営経費も全て同社を中心とする東急原子力グループ（当時14社で、五島育英会も含まれていた）によって賄われた。その後、運営の責任は、名実共に五島育英会に帰属することになり、研究所は当初から開かれた施設を目標とし、広く門戸を開放することを方針としていた。

昭和48年頃より、徐々に私立大学の原子炉を使用する機運が熟し、日本学術会議の勧告を受けた形で、武蔵工大炉についても、昭和51年度から東京工業大学を窓口とする全国国公立大学の共同利用研究が発足した。これに先だって、この共同利用研究に特色を持たせるため原子炉の熱中性子柱を改造して、医療用照射場を付設すると共に、照射室を新設し、これによって昭和51年7月、原子炉の使用目的に「医療」を追加する変更許可を取得した。また、昭和52年8月には、原子炉に隣接して外科手術のための施療室を設置した。武蔵工大炉の縦断面図と水平断面図を第1図と第2図にしめす。



第1図 武蔵工大炉の縦断面図



第2図 武蔵工大炉の水平断面図

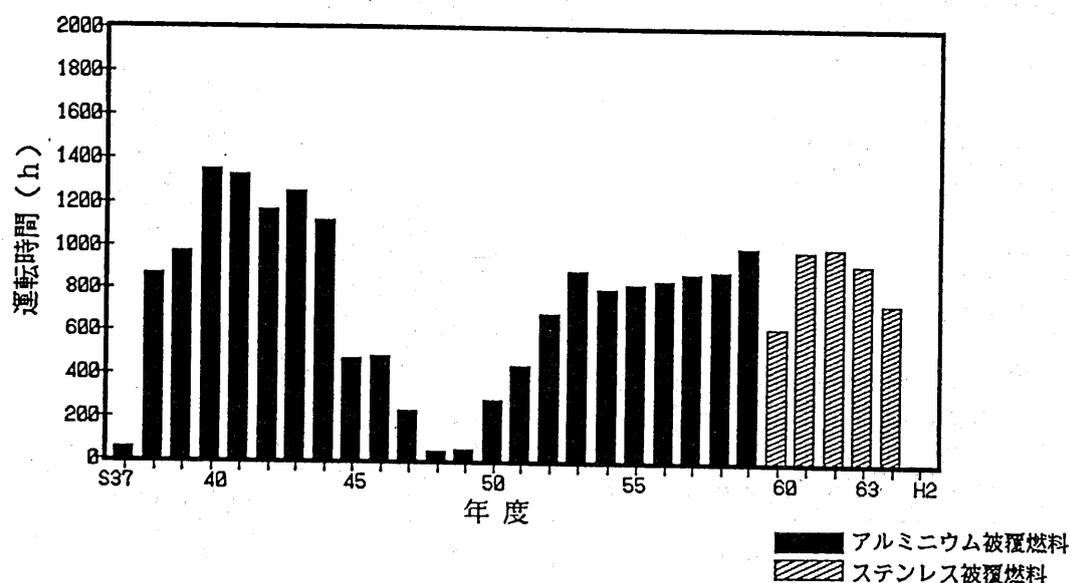
昭和56年には、当研究所を基盤として、大学院原子力工学専攻修士課程を開設した。これは、大学院生が常時原子炉と接しながら学修し、研究することができるという点で、全国でも稀な特色を有し、これまでに延45名の修士修了生を世に送り出している。

また、昭和60年7月に、核燃料をそれまでのアルミニウム被覆のものから、ステンレス被覆の新燃料に全数更新したので、燃料に関しては原子炉の今後の長期使用に不安はないわけであるが、残念なことに平成元年12月末に原子炉タンク水の水漏れが生じ、現在原子炉は停止中である。

2. 運転と利用の現状

(1) 運転体制、利用体制

前述のとおり、現在は原子炉停止中であるが、通常運転時の運転体制は、週5日(月-金)、1日5時間(医療照射を除く)運転を繰り返していた。年1回の定期検査期間中及び年2回の定期自主検査期間中並びに夏季及び冬季休暇中を除いて、年間平均800時間程度の運転が行われていたが、運転員は女性3名が交替あたり、当直運転責任者は助手以上の教員が当番制であっていた。当原子炉は運転が極めて容易で、安全性も極めて高い(負の反応度温度係数が大きい)ので、特に大きいトラブルもなく運転管理業務が研究活動に大きな影響を与えることはなかったといえる。ただ、医療照射のときは原子炉の運転が夜になる場合もあり、特別な運転体制で対処していた。これまでの運転履歴を第3図に示す。



第3図 年度別運転時間

(2) 研究利用分野およびテーマ

武蔵工大炉の水平断面図を第2図に示すように、4本の水平実験孔と照射室を有し、炉心内には中央実験管、気送管、照射溝を有しており、これらの実験孔または照射管を利用した多目的の研究が行われていた。

まず、照射室においては、原子炉治療が行われており、これを支援する色々な技術の開発が第1の研究分野である。例えば、治療中の患者の全身被曝量をオンラインで監視する検出器系の開発、更に腫瘍部の線量を正確に評価するための各種ファントムを用いた実験とその解析などである。

次に、水平実験孔を用いては、最初にチョッパー・TOF法により炉心の中性子エネルギー・スペクトルの測定を行った後、熱中性子領域のエネルギー依存の中性子全断面積の測定がシステムティックに行われ、解析されてきた。これらは基礎的な物理量の測定であるが、応用例としては、透過法によりボロン・ステンレス鋼内のホウ素濃度の定量及び均質検査に利用されたことがある。

更に、他の水平実験孔を利用して、中性子ラジオグラフィ法の研究が行われており、中性子テレビジョンによるコンピュータ・トモグラフィ(CT)の研究が行われていた。

更にまた他の実験孔では、keV領域の単色中性子ビームを取り出し、高精度の全断面積の測定が行われたのち、熱中性子フィルター(Siフィルター)に変えられて、捕獲ガンマ線を利用した細胞内ホウ素濃度の測定などにも利用されていた。

もちろん、気送管による短寿命核種の照射と分析、更に中央実験管による中・長寿命の核種の照射と分析は、環境科学、材料科学、医学、農学、生物学、考古学、地球科学、薬学などの各分野で利用されていた。

(3) 全国国公立大学共同利用研究

昭和51年度より、東京工業大学を窓口とする全国国公立大学の共同利用研究がスタートしたが、平成元年12月末に原子炉停止後も、実験設備の利用の形で続けられ、平成2年度まで実施された。その間の実績を第1表にまとめてある。この表より明かなように、この共同利用研究は極めて着実に進展し、その柱である医療照射に関しては、脳腫瘍患者に対して99回、悪性黒色腫(メラノーマ)の患者に対して9回、合計108回の治療照射を実施した。この実績は世界を完全に先導するもので、海外からの患者の治療も多数行われており、現在米国・欧州・豪州における原子炉治療を本格的に推進するのに役だっている。

第1表 武蔵工大炉を利用した共同利用研究実績

年度 利用区分	昭和51年度			昭和52年度			昭和53年度			昭和54年度			昭和55年度		
	採択件数	採択人数	共同者人数 (人×日)												
I. 医療	1	6	42	1	9	181	1	7	197	1	6	91	1	6	70
II. 生物	4	21	16	3	20	13	3	12	27	2	14	36	3	22	22
III. 実験	2	7	32	7	31	63	6	27	96	8	31	11	10	39	22
IV. 一般	13	47	27	23	87	86	20	78	38	24	85	275	22	69	176
計	20	81	117	34	147	343	30	124	358	35	136	413	36	136	290

年度 利用区分	昭和56年度			昭和57年度			昭和58年度			昭和59年度			昭和60年度		
	採択件数	採択人数	共同者人数 (人×日)												
I. 医療	1	9	50	1	6	118	1	9	143	1	9	99	1	5	5
II. 生物	2	10	6	11	47	174	3	29	304	3	12	52	3	28	143
III. 実験	6	27	50	5	18	24	5	19	11	5	31	4	5	14	37
IV. 一般	24	66	181	22	72	127	29	88	170	33	98	309	34	119	349
計	33	112	287	39	143	443	38	145	628	42	150	464	43	166	534

年度 利用区分	昭和61年度			昭和62年度			昭和63年度			平成元年度			合 計		
	採択件数	採択人数	共同者人数 (人×日)	採択件数	採択人数	共同者人数 (人×日)	採択件数	採択人数	共同者人数 (人×日)	採択件数	採択人数	共同者人数 (人×日)	採択件数	採択人数	共同者人数 (人×日)
I. 医療	1	5	31	2	10	60	2	41	254	2	24	85	17	152	1426
II. 生物	2	29	132	3	29	253	2	27	9	3	33	198	47	333	1385
III. 実験	7	26	9	5	21	7	7	26	30	8	83	17	86	400	413
IV. 一般	34	122	175	32	105	215	30	100	164	36	112	107	376	1248	2399
計	44	182	347	42	165	535	41	194	457	49	252	407	526	2133	5623

この共同利用研究に提供されている原子炉の利用に関する最近9ヶ年の利用実績を第2表にまとめてある。この表の中で、一般利用というのはこの共同利用研究とは関係なく、武蔵工大・原研との直接契約で原子炉を利用するものをいう。数字は利用の件数を表しており、一般利用でも国立大学の利用の方が多く、共同利用研究では更に国立大学による利用の方が多く、私学の原子炉とは云え、国立大学の研究者にも大いに役立っていることを示すものである。第3表は、国立大学による原子炉利用が原子炉の全運転日数に占める割合を示しているが、国立大学による利用に運転時間の半分以上が使用されていたことが分かる。

第2表 国立・私立別原子炉利用件数の推移 (最近9ヶ年)

年度	一般利用		共同利用		合 計	
	私立大学	国立大学	私立大学	国立大学	私立大学	国立大学
S56	27	31	12	48	39	79
57	18	15	16	47	34	62
58	21	22	17	58	38	80
59	25	11	12	66	37	77
60	37	22	13	55	50	77
61	24	35	15	73	39	108
62	21	56	13	69	34	125
63	14	48	14	69	28	117
H元	8	36	10	51	18	87

第3表 国立大学利用の運転日数の占有率

年 度	全原子炉運転時間に占める 国立大学利用の割合 (%)	備 考 (全運転日)
昭和56年度	44	178
57	34	180
58	44	180
59	38	205
60	66	117*
61	57	189
62	68	185
63	65	180
平成元年度	59	147**

*燃料更新による原子炉停止により運転日数減少
**年末の故障発見で下4半期運転停止による減少

(4) 学生教育上の役割

本学の原子力工学専攻では、基礎実験及び特別実験の中で、原子炉を中心とした教育を行うと同時に、修士論文のテーマに関しても原子炉を利用した研究の指導を行ってきた。現在までに45名の修士修了生を世に送り出し、更に年間10名程度の卒論希望者（本学の学部4年生）を当研究所に受け入れて、教育を行っている。

また、平成元年度までは東京工業大学の大学院原子核工学専攻の学生に対しても、原子炉の運転実習をはじめ、特性測定や原子炉を利用した各種の実験に利用されていた。更に、東大の弥生炉が出来るまでの間、東大の原子力工学科の学生の原子炉運転実習を行っていた。また、外国からの研究員あるいは研究生としては、インド、チェコスロバキア、インドネシアから受け入れたことがある。

(5) 原子炉停止のいきさつと現状

平成元年12月21日、原子炉の運転停止後に、照射室内の点検を行った際、熱中性子取り出し口下部の台上に小さな水溜りを発見した。その後、運転を停止し、水を回収しながら、原子炉タンク水位との相関を調査の上、科学技術庁に報告し、漏洩箇所の特定と原因究明に着手した。その結果、原子炉照射室からの水漏れは、照射室内原子炉タンク表面において生じたピンホールによるものと特定された。その後、原因調査がある程度進んだ段階で、新たな少量の水溜りを発見した。その起源調査を行ったところ、これは原子炉タンクに隣接する燃料貯蔵プールの水が、壁面のコーティング劣化部分より漏洩したものと判断された。

3. 問題点と現状

平成2年12月に、「今後の方針」を決定するために、本学の学長を委員長とする「原子力研究所基本問題検討委員会」が発足し、平成3年12月まで合計13回の会合をもったが、「修復」か「閉鎖」かの結論は得られていない。

もちろん、問題点は「今後の方針」を早急に決定して必要な措置をとることである。その第1は、燃料が一時的に保管されている状態が長期にわたってしまうのは良くないので、早急に新しい燃料貯蔵設備を設置することである。第2に、原子炉タンクを安全が確保できるように抜本的に修理し、早急に「再開」することであると私は思っている。

しかしながら、大きな障害は多額に達する見込みの修理の費用及び運転再開後の運転経費に係わる財政上の問題である。18才人口の減少期を控えて、長期的な財政の安定が至上の命題である私立大学にとって、負担できる経費の額には限度があり、その面からみれば、この原子炉の「再開」の道は極めて厳しいものがある。

しかし、ここで重要視したいのは、もしこの原子炉が「閉鎖」されるようなことになれば、わが国では二度と再びこのような恵まれた立地条件で原子炉を持つことは不可能になるという事実である。これは今後の原子力教育・研究の展開並びにPAの確立にとって重要な拠点が永久に失われることを意味し、21世紀でのわが国のエネルギーの供給、ひいては人々の生活に重大な不安が生ずることにつながるものである。こうした見地から、この原子炉の存続は単に一私学の財政事情の範囲を越えた大きな問題であると認識している。

こうした状況の中で、この問題の財政面での障害は、わが国の原子力の研究・教育の振興及び開発・利用の推進の観点から、それぞれに責任のある機関や当事者である方々から、特段のご配慮を頂くことで解決していくほかはないと考えている。

<トピックス 4.>

P S I 滞 在 記

日本原子力研究所原子炉工学部炉物理実験研究室 山根 剛

昨年3月末より1年間の予定で、原子力留学生としてスイスのポールシェラー研究所 (Paul Scherrer Institut, P S I) で研修しています。昨年度からの流れでしょうか、このたび標記題目で当地での最近の話題について紹介するようにとのことですが、ウィークデーは研究室とアパートとの往復だけという私の行動範囲から推して知るべく、最新の情報に乏しいのが現状です。そこで当地の様子を気ままな雑感をまじえながらご報告します。

P S I というところ

ご存じの方も居られるかと思いますが、このP S Iは1988年に旧スイス連邦原子炉研究所 (E I R) と旧スイス原子核研究所 (S I N) とが統合された新しい研究所です。新しいというのは、新しく生まれ変わった、あるいは生まれ変わろうとしているといったほうが正しいのかも知れません。

組織的には5つの研究部 - F 1 (原子核・素粒子物理)、F 2 (放射線を利用した生物科学)、F 3 (固体物理と材料科学)、F 4 (核エネルギー)、F 5 (核以外の一般エネルギー) - と2つの研究支援部 B 8 (計算機センター等の専門技術部)、B 9 (管理部) およびチューリッヒ支部 (半導体利用技術等) から構成されており、各研究部は2~3のラボからなり、各ラボはさらに幾つかのセクション、そしてグループにわかれています。また、このほかに研究部によってはプロジェクトあるいはプログラムと称する特別チームが組織表の上ではラボと同格に位置づけられています。最小単位であるグループは数人~十数人で構成され、規模的には日本での研究室に相当するかと思います。

推測するに、各研究部の母体としては、F 1~F 2が主に旧S I N、F 4~F 5が旧E I R、F 3については両方のようですが、それまで両旧研究所において境界領域等されていた分野のF 3とF 5が従来に比べると大きなウェイトが置かれているのが新しい研究所の特徴のようです。実際に発足当時からマンパワーの推移を見ても、この2つだけが増加傾向にあり、約2倍になっています。F 3は超伝導や核融合関連の材料科学を含み、最近の加速器工学関連で引用される590 MeVリングサイクロトロン加速器を用いたスプレーション中性子源S I N QはプロジェクトとしてF 3に属しています。このためか1990年の研究テーマ別予算ではF 3が全体の32%を占めています。また先の国民投票による新規の核エネルギー開発計画のここ10年間の凍結決定にみられる原子力に関するP A上の動向ならびに地球温暖化問題を反映して、太陽エネルギー等の非核エネルギーおよび環境問題を扱うF 5が同予算の14%を占め、将来的にはF 4と同ウェイトにする計画とのこと。ちなみに、F 1は15%、F 2は13%、F 4は22%となっています。

私の所属するF 4は、F 4 1 (炉物理・システム工学)、F 4 2 (熱水力)、F 4 3 (材料工学・核プロセス) という3つのラボからなり、F 5の分野を除く旧E I Rの研究主体 (原子炉学校を含む) にほぼ相当し、他の研究部に比べて大きい (200人以上) のが

特徴です。したがって1つのラボが大きく、たとえば、F41は約80名を擁し、規模的には研究部に近いものとなっています(旧EIRではそれぞれが研究部だったので当然ではありますが)。ただしF4はF3とは対照的に人員、予算ともに減少傾向にあります。統計のうえではF4のPSI職員数は確かにこの4年間で40~50人減少しているのですが、これを補償するように第3者機関からの派遣が増加し、全体のマンパワーとしてはほぼ横ばいの状態です。人員削減を含む合理化を進めつつ適正な研究のレベルを維持するためには、第3者機関の参入を増やすことが不可欠であったようで、PSI発足当時のF4年報の冒頭所見でこれが方針として述べられています。さらに同所見には、「このためにも原子力におけるノウハウをもとに、原子力以外の分野からの参入にとって魅力のある新しい研究テーマの発掘が必要である」と唱われています。1990年の年報ではF4のメインテーマは、スイスの(既存)原子炉プラントの安全性とそれに関連した運転上の問題、放射性廃棄物処分、将来炉となっています。実際、F4には廃棄物管理及びLWR安全性という2つのプログラムがあり、これらに関連したテーマがラボ内のプロジェクト(全体組織上のプロジェクトとは異なる)となっています。特に炉物理関係のラボF41についてみると、高温ガス炉(HTR)、新型PWR(FDWR)、軽水炉の過渡解析(STARS)、FBRの安全性という4つのプロジェクトがあります。しかし、ある研究者にF41のメインテーマは何かと尋ねたところ、上記の2つのプログラムに関連したテーマを挙げ、将来炉という言葉は聞かれませんでした。

ラボF41は炉物理・数値計算法、システム工学、研究炉、原子炉学校の4つのセクションからなっています。ラボ内プロジェクトはこれらセクションの枠を越えた横方向の協力により進められており、プロジェクトリーダーはラボまたはセクションのヘッド相当が担当しています。F41の施設としては、研究炉SAPHIR(スイミングプール型、10MW)および臨界実験装置PROTEUS(1kW)があります。前者は主にRI製造、中性子散乱実験に用いられているとのこと。後者では1990年の終わりまで高転換軽水炉に関する臨界実験を行っていたことは記憶に新しいところかと思えます。年報に記されたF41の約30近くの国際協力協定のうち、日本との間では、高温ガス炉に関するIAEAの協力研究計画のほか、日本の某メーカーとの共同としてSiの照射実験の一件が目にとまりました。

<雑感1: Ostか、Westか>

もともとEIRとSINとはアーレ川をはさんでそれぞれ東(Ost)と西(West)という対岸に位置し、地理的には統合される素地はあったと言える。着任した当初、朝の通勤バスやKantineと呼ばれるレストランで、見かけない日本人(東洋人?)という物珍しさのせいか、初対面の方によく話しかけられ、スイスと日本の違いについて尋ねられたが、その際まず「どこから来たのか」に次いで、「どの部門に属しているのか」という質問の前に、必ず「おまえはOST(東、旧EIR側)の住人か、WEST(西、旧SIN側)の住人か」と聞かれるのがしばしばであった。はじめはあまり気にとめていなかったが、どうも所員の潜在意識の上ではこの区別が大きなウエイトを占めているようだ。

<雑感2: クーリングタワーからの煙>

F4のある研究者に、向こうの丘の上にもくもくと立ち昇る白煙について、あれはLeibstadt原子力発電所からものかと尋ねたことがあった。そして、Leibstadtに住む日本語

を話すあるスイス青年が私のアパートを訪ねてきたことを話したところ、ある研究者曰く、「私はあそこには住みたくない。青空の見えないところには住めない。」ということであった。スイスでは現在5基の発電所が稼働しており（その発電量は全体の約40%にあたること）、これら発電所のうち古いものは河川による水冷であるが、新しいものはこれが許されず大気による空冷とのことである。新規建設の難しさは原子力という理由ばかりではないかもしれない。

PSIでの研修

PROTEUS施設では低濃縮ウランを用いたペブルベット型炉の臨界実験が行なわれようとしています。この実験はIAEAの「低濃縮高温ガス炉の安全性に関する炉物理計算の精度検証」という協力研究計画(CRP)にもとづくものですが、本CRPの詳細については原子力学会誌の国際会議の窓(安田, Vol.33, No.8, 1991)をご参照ください。

私の研修の主たる目的はこの臨界実験の実施とその解析です。”…でした。”と言ったほうが正しいかもしれません。というのも、昨年夏に実験開始予定でしたが、肝心のペブル燃料が未だ入手できず、私の滞在期間中の実験実施が不可能となったためです。この燃料はAVRの残存燃料なのですが、ドイツ国内での輸送規則の更新により当初予定の輸送容器での燃料輸送に待ったがかかり、技術的な追加資料の提出が必要となったのが主な原因です。この紙面で実験の状況を紹介できないのが残念です。そこで必然的に、PROTEUSでの実験にパルス中性子源(PNS)法による動的測定を導入するにあたっての実験方法論ならびにPSIの計算コードシステムを用いたペブルベット型炉心の核特性解析というサブテーマの方に重点をおくことになりました。なお、燃料装荷前の実験として黒鉛の2体系（それぞれ上部反射体ユニットおよび黒鉛ペブルを用いた円柱状体系）で、不純物量の積分的チェックを目的に、PNS法により即発中性子減衰定数の測定を行ないましたが、体系が小さく実験スペースが狭い等の実験条件の制約から、測定精度としては十分とはいえず、定量的な議論は難しいという状況です。

PNS法に関する実験方法論では、実験データ処理方法の検討と負の反応度測定における空間依存性の補正因子の計算が主テーマです。もちろん、PNS装置および測定系の整備等の準備作業も含まれます。特に、実験データ処理方法については、PSIで開発したコードと原研VHTRCで用いているコードとの比較をとおして、来るべき実験のデータ解析のベースを揃えることが目的であり、このためにVHTRCでの実験データおよび前述の黒鉛体系での実験データについて双方のコードによる解析がおこなわれました。当初見られた即発中性子減衰定数 α についての不一致は、PSIコードの改良により解消されました。しかし次ぎに、反応度の小さな未臨界体系でのSjostrand流の面積比について差があることがわかり、この原因究明を急ぐことになりました。結局我々のコードでは、小さな負の反応度を持つ体系での面積比を決定するには遅発中性子の時間減衰に対する補正が十分ではない場合があることがわかりました。この原因究明には、PSIで開発された1点炉動特性方程式にもとづくPNS実験シミュレーションコードを用いた系統的解析が大きく役立ちました。もともと、我々の用いているコードは小さな負の反応度を持つ体系の α を精度よく決定するために開発されたものであり、面積比の決定に応用するにあたっての検討が不十分であったと言えます。

現在PSIのHTR関係の核計算では、NJOYにより作成されたJEF-1に基づく多群核データライブラリを用いて、PEBBLE (ダンコフ因子計算)、MICROX-2 (格子計算)、TWO DANT (炉心計算)、PERT-V (感度解析) 等が用いられています。特に米国LANLで開発されたTWO DANTは拡散加速を取り入れた2次元ディスクリットオーディネートSnコードであり、確かに収束が速いようです。計算機事情としては、現在PROTEUS施設に設置されている3台のワークステーションおよびマイクロVAX、研究所内のVAXクラスター、またこれを経由したCRAY-YMPおよびCRAY-2 (それぞれチューリッヒおよびローザンヌの連邦工科大学に設置) の各システムが利用可能で、各研究者の机上の端末によりこれらすべてのシステムへのアクセスならびにファイルの相互転送ができ、所内および国内外へのメール網もよく整備されています。なお、今春からNEC-SX3 (コモに設置) が供用に入ることです。

<雑感3: 入出力ファイルの標準化>

多くのユーザも同感ではないかと推測するが、計算コードの入出力となる、核データライブラリ、群定数、幾何形状、中性子束等のファイル形式の統一がなされないものかと感じる。少なくとも、新しく開発もしくは整備されようとしているものについては、この点を考慮してしかるべきであり、これはまた核データおよび計算コードの相互検証が効率的に進むことにつながる。なお、現在このような作業が進んでいるのであれば、私の勉強不足をお許し願いたい。

<雑感4: 多国籍研究室>

PSI研究者の半数近くが外国人ではないかと思えるくらい、スイス以外の国籍を持つ研究者が多いことに驚く。私の所属するPROTEUSグループおよびプロジェクトHTRに関連したPSI研究者の国籍をみると、スイス、インド、米国、英国、オーストリア、アルゼンチンとなり、これにCRPメンバ国からの参加者を考えると、まさに多国籍企業ならぬ多国籍研究室といった感がある。

<雑感5: 研究費のみかけと実質>

PNS装置が日本での約半額で買えるのに驚いた。測定機器も日本よりは安価で手に入るようだ。研究費の比較はみかけと実質で。

<雑感6: 逆輸入>

ある研究会議でのPNS法に関する議論の際に、F41のヘッドが「30年前にもこのような議論をこの場所で行なっていたなあ」ということを口にした。つまり、これは彼のGozaniがPSIにいた当時のことを言ったのであり、彼はSAPHIRおよびDIORIT (重水炉で、20年前に停止したとのこと) を用いて動的測定方法の研究を進め、修正PNS法 (外挿面積法) を提案しており、当時の詳細な研究報告書がEIRレポートとなっている。PSIではしばらくPNS法を用いた測定を行なっておらず (どくらいかわからないが)、今回はある意味でこの実験技術の逆輸入と言えるかもしれない。実際に使われない技術は消え去るのみであり、使われない技術は技術足りえない (あるいは重要でない)。では、「当面は必要ないがそのうちに」という場合は?

最後に当地の紹介をさせていただくと、PSIは地図の上ではチューリッヒから東に30kmに位置し、ドイツ国境に近く、車で十数分も走りライン川に架かる橋を渡れば、も

うドイツ国内に入ります。したがってP S I職員の中にはドイツから通っている人もいて、この地域では珍しいことではありません。私のアパートはブルック(Brugg)という町の市街から北1.5 kmのところ、P S Iへ向かう道路沿いにあります(P S Iはここからアーレ川沿いに北へ7 kmほど)。住民の散歩コースとなっているアーレ川の河岸の林までは数百メートルといったところです。この地域はアールガウ州(Canton Aargau)に属し、その州都はアーラウ(Aarau)です。歴史について疎い私ですが、あるスイス人から聞きかじったところによると、このアーラウはその昔スイスの首都になったことがあるのだそうです。というのも、18世紀末まではこの地域は女帝マリア・テレジアでおなじみのオーストリアのハプスブルグ家の勢力下であり、これがナポレオンによりライン川以南を割譲させられ、当時ナポレオンにより一時的に遷都されたとのことでした。そのため、近くの小高い丘にはハプスブルグという名の村があり、その頂上には当時の城跡が残っています。ブルックの町自体はたいへん古い町らしく、町中には中世(16世紀)の旧市街が残っていて、近くにはローマ時代の軍営跡(ミシュランのグリーンガイドによると1世紀頃のスイスでのローマ軍の司令部とのこと)や当時を偲ばせる小さな博物館があります。毎年8月1日の建国記念日には、スイス発祥の地とされる中央スイス(四森州湖周辺の3州)をはじめとして各地でかがり火を灯すのが恒例のようで、昨年はスイス建国700周年ということもあってか、このかがり火がブルック周辺の丘の中腹、頂上そして断崖の岩肌で燃えている様子はたいへん厳粛な雰囲気を感じさせました。

<雑感7: スイスの物価は高いのか>

スイス人もスイス以外の人もスイスの物価は高いという。そしてスイス人は日本の物価は高いという。どちらも真実であろう。ただしスイスにも他のヨーロッパ諸国に比べて安いものがある。その一つがガソリンである。一方食料品については、国境近くのドイツの町で(品質の違いについてはわからないが)スイスの価格の約半分で買えるものがある。正確には、スイスでは安いものが少ないといったほうがよいのかもしれない。ちなみに、駐車違反は州によって異なるが、20~30 S F rである。

(1992年1月31日記)

〈研究室だより 1.〉

北海道大学工学部原子工学科原子炉工学講座

当研究室は、原子炉および原子炉システムの解析や制御、計測など原子炉関係の基礎分野の教育、研究を担当している。前回の研究室だよりの報告後、当研究室の大きな変化は、昭和38年以来長年講座を担当してきた小川雄一教授が、平成3年3月に定年退官され、成田が担当となったことである。現在研究室構成は教授、助教授、助手2名に加えて、大学院博士課程後期生1名、前期生6名、学部生4名である。大学院生の中には大韓民国、インドネシアからの留学生がそれぞれ1名おり、当研究室もささやかながら国際化が進んでいる。

近年取り組んでいる主な研究課題は、(1) 原子炉および原子力発電プラントの動特性解析や安定性解析、(2) 原子炉物理に関する研究、(3) 高・中速中性子スペクトルの研究、(4) 放射線被曝線量の実験的評価、(5) 常温核融合に関する研究等である。簡単に各テーマについてふれる。

(1) 研究室開設以来この分野のテーマを手がけてきた。近年中小型の原子炉が見直されてきており、自然循環型のBWRなど興味もたれている。BWRの自然循環冷却時におけるリミットサイクル振動が問題となっているが、この炉の動特性解析に分岐理論を適用して、安定性解析を進めている。

(2) 原子炉物理のテキストの中には、中性子の減速過程における $\xi^{-1} \ln(E_0/E)$ を平均衝突回数とよんでいるものがあるが適切ではない。この平均衝突回数は群定数をつくる時に用いられているので、小数回の衝突が問題となる場合は、正しい値が重要になる。そこで確率過程の議論より衝突回数の母関数を求め、その母関数から正しい平均衝突回数の解析式を求め、さらに数式処理を使って確率分布関数を求めた。種々の媒質についての検討を進めている。

(3) 長年LINAC-TOF法による原子炉材料体系の中性子スペクトル測定を行ってきた。ここ数年はスペクトル測定システムの改良に取り組んでいる。近年その性能が飛躍的に向上しているパソコンを放射線計測システムの主要なハードウェアの要素として組み込み、大量のデータの収集、記録をおこない、インテリジェントなコントローラの役割をするシステムを作製してきた。開発した装置は高速MCSや2次元MCAである。今後最適遮蔽配列などの遮蔽問題にも手を染めたいと考えている。

(4) ICRPの勧告に則り我国の被曝線量限度等の規定も変わってきた。光子の外部被曝に対する人体の実効線量および臓器線量は、放射線場における照射条件に依存する。そこで放射線の角度依存による実効線量評価のための実験を進めている。個人モニターの着位や実効線量の評価にその成果を反映させたいと考えている。

(5) 89年に突如登場して、フィーバブりが話題になった常温核融合研究も、ようやく地道になってきた。当初より微弱放射線測定の視点で、中性子スペクトルの測定を行ってきた。最近では常温核融合検証の3点セットとも言うべき中性子、トリチウム、熱の測定に対象を広げている。また別の視点から、多体核融合反応など考慮した核融合の発生機構モデルをたて、乳剤感光等による実験も別個に進めており、その実験データの解釈や工学的利用などに刺激的な提案をしている。

(成田正邦、秋本正)

〈研究室だより 2.〉

名古屋大学 工学部 原子核工学科 第1講座 (仁科研究室)

現在、当研究室は職員5名、大学院生および学部生11名で構成されている。研究室内では大きく分けて、「原子炉特性解析」、「臨界安全」、「中性子スペクトル計測」と呼ばれる3つの研究グループがあり、個々に活動を行うと共に週1回全員が参加する研究会を通して各グループ間での連絡を行っている。(実際にはほとんどの職員、学生が同じ大部屋を居室としているため、普段は各自が研究グループに分かれているという意識は無いようである。)

当研究室には特別の実験装置が無い場合、名古屋大学内ではもっぱら理論あるいは計算機を使った解析での研究を行っている。しかし、共同利用等による他の大学、研究所などの大型装置を使わせて頂いての実験も積極的に行っており、この点は当研究室の大きな特徴と言えるであろう。

さて、これら3つのグループの研究内容の概要は次の通りである。

1) 原子炉特性解析グループ

ここでは主に原子炉の静特性、動特性に関して実験、計算の両面から研究を行っている。以下に最近行っている主な研究テーマとその概要について述べる。

① 高転換軽水炉の模擬実験 : 京都大学臨界集合体実験装置(KUCA)を用いた高転換軽水炉の基礎研究を阪大・京大・京大炉等との共同研究で行っており、実験解析手法の検証、無限増倍率の測定などを行ってきた。特に金線の反応率分布に関しては実験と解析結果との不一致が問題となったため、新たにベンチマーク的な実験を行い他大学と共同でこの問題の解決に取り組んでいる。

② 扁平二重炉心型高転換軽水炉の研究(結合炉の研究) : 高転換軽水炉のボイド係数が従来の軽水炉と比べて悪化するという問題点を解決するために日本原子力研究所から扁平二重炉心型高転換軽水炉が提案されたが、この炉型の研究を一部原研と共同で行っている。例えば、この炉心が結合炉であるという特徴を持つことに着目して、2つの炉心間の結合係数を理論的に求めるための研究、パルス中性子が入射したときの中性子束応答の解析、熱水力を含めた各種の周波数応答解析などを行っており、この炉心の静的あるいは動特性的な安定性を調べると同時に、結合炉の新たな応答解析手法の研究を行っている。また、これらの理論的な研究と平行して、扁平二重炉心を模擬した実験をKUCAを用いて行っており、結合係数の測定をなどこの炉心の様々な特性を実験的に調べるための研究を行っている。

このように結合炉に関する研究、及びここでは述べていないが中性子束のモード展開を利用した研究は以前より精力的に行っており、当研究室の特徴的なテーマと言える。

2) 臨界安全グループ

このグループは核燃料の臨界安全性に関する研究を行っている。最近ではTRUの消滅処理など必ずしも臨界安全性とは関係の無い内容の研究も行っているが、今のところ研究室内ではこの名称で呼ばれている。

① 核燃料の不均一分布による反応度効果の研究：核燃料の再処理施設において核燃料が不均一に分布したとき、体系全体にどのような反応度効果を及ぼすかを研究している。反応度が最大となる燃料分布に関する理論の導出、あるいはモンテカルロ法などの計算コードを用いての計算による研究を行い、さらにKUCAで板状の燃料板と減速材とを組み合わせて溶液系の不均一燃料分布を模擬した炉心を構成し、反応度効果等の測定実験を行って不均一分布の問題を調べている。

② 炉雑音解析法の研究 (未臨界度測定法などへの応用)：原子炉の中性子雑音解析を利用した研究は当研究室の重要なテーマである。例えば、炉雑音解析による未臨界度測定手法であるMihalczko法に関する研究、結合炉の結合係数の測定法についての研究などを行ってきた。また最近では、KUCAおよび原研のTCAの炉心を用いてBennett法と呼ぶ原子炉の実効遅発中性子割合 β_{eff} を測定する新しい手法に関する研究にも手がけている。

3) 中性子スペクトル計測グループ

このグループは中性子エネルギースペクトルの測定・解析手法の研究を行っており、ここ数年は核融合科学研究所と共同で新しいタイプの反跳陽子テレスコープ型中性子エネルギースペクトロメータの開発に力を注いでいる。この検出器は、核融合により発生する中性子のエネルギースペクトルを測定することによりプラズマのイオン温度を診断することを目的として考案されたもので、これまでの実験結果からこの新しい検出器が高いエネルギー分解能、検出効率を達成できるとの見通しがついた。

また、これとは別に医学部と共同で医療用高速中性子場の開発研究にも着手する予定で準備を進めており、予備的な中性子エネルギースペクトル測定実験も開始している。

(三澤 毅 記)

〈研究室だより 3.〉

京都大学原子炉実験所 原子炉関連研究部門

京都大学原子炉実験所（以下、実験所という）には14名の炉物理連絡会会員がいます。そして、その内の13名が原子炉関連研究部門（原子炉研究部門、原子炉熱特性管理研究部門、原子炉核特性研究部門、原子炉計測制御研究部門、原子炉物理学研究部門を一まとめにして、このように呼ぶ）に属しています。以下に、大きな転機を迎えている実験所の現状と当研究部門の最近の活動について簡単に紹介します。

1. 実験所の現状

実験所は、昭和38年に「原子炉による実験及びこれに関連する研究」を行うことを目的として設置され、研究炉（以下、KURという）等を主要施設として共同利用研究を進めてきました。平成2年7月、学術審議会において「大学における研究用原子炉の在り方について」と題する報告が行われ、①昭和48年の学術審議会建議に基づき進められてきた2号炉計画を撤回すること、②今後3年の内に、KURを整備するか又はその運転を休止するか、並びにそれをいつ行うかについて決定すること、③組織運営の見直しを行うことなどが求められることとなりました。上記①については平成2年12月に2号炉計画を撤回し、②、③については平成2年末に京都大学として学内外の有識者で構成される「京都大学原子炉実験所の在り方検討委員会（以下、「在り方検討委」という）」を組織し、審議・検討が行われました。平成3年9月に「在り方検討委」は、従来の量的拡大を追求する傾向を改め、今後は質的向上をより重視し、新しい『原子炉実験所』ではKURを用いて行う研究を中心としつつ、その発展としての核融合を含む核エネルギーの新利用方式に関連した原子核エネルギー研究の分野と放射線・粒子線の高度利用研究の新しい研究動向に対応する研究を開始することを基本方針の根幹とする報告書を取りまとめました。この報告書を基に京都大学は文部省と折衝を行うことになっています。何れにせよ、新しい『原子炉実験所』の実現に際しては、所員の相当な覚悟が必要となることは明らかです。

2. KUR

わが国唯一の大学の持つMW級研究炉であるKURでは、これまで中性子散乱、放射化分析、照射効果、放射線計測、原子核理工学、原子炉設計及び運転管理工学等の分野の研究が行われてきました。「在り方検討委」は、今後、これらの原子炉利用研究の基盤に立脚し、KURを整備・充実して、①極冷中性子・超冷中性子の生成と利用に関する研究、②制御照射場による諸材料・試料等の特性研究、③短寿命RIの分離と高度利用、④超ウラン元素の核的特性に関する実験的研究、⑤粒子線高度医療を目的とする生物・医学的基礎研究等を特徴的研究領域として推進するよう提言しています。

昭和39年8月に初臨界を達成してから27年余を経過したKURは、昭和63年に約1年間運転の停止を余儀なくされたことを除いて、順調に稼働し続けています。現在のところ、平成3年11月末から平成4年5月末にかけて、重水給排水設備更新等の特別改修工事、2体の20%低濃縮シリサイド燃料要素の導入に関連した低濃縮化対応工事、通常のオーバーホール及び定期検査が行われています。また、上述のKURの整備に関連して、超音波探傷法を用いた炉心タンクの健全性調査が行われています。現在、

炉心タンク下部についての調査が行われていますが、炉心タンク上部について昨年行われた調査では何の異常も認められず、その健全性が確認されています。KURの整備については、実験所の「研究用原子炉の機能整備」ワークショップにおいて、共同利用者の声を取り入れながら検討が進められています。

3. 京都大学臨界集合体実験装置 (KUCA)

KUCAでは、毎年夏に行われる京都大学学部学生と全国他大学大学院生を対象とした実験授業の受講者総数が1千名を突破しました。KUCAにおける最近の研究テーマとしては、①高転換軽水炉の開発に関連した稠密格子炉心の核特性研究、②臨界安全性に関連した不均一燃料分布炉心や2分割炉心の核特性研究及び燃料板バンチング反応度効果に関する研究、③動特性パラメータとして重要な実効遅発中性子分率 β_{eff} の測定、④核分裂-核融合ハイブリッド炉に関連したトリウムサイクルの基礎研究等が行われています。なお、上記①に関連して、フランス原子力庁 (CEA) から研究協力の申し出があり、現在折衝中です。KUCAでは、今後ともこれらの研究を引続き行うとともに、KURの整備に関連したスペクトル可変領域や実験・照射設備設計のための臨界実験、トリウムサイクルの開発に関連した本格的な臨界実験等を行うことが計画されています。また、昭和47年に初臨界を達成してから17年余が経過したKUCAでは、昨年より、実験所に設けられた「KUCAの改造に関するワークショップ」で実験精度の向上等を実現するための方策について検討が行われています。

4. 電子線形加速器 (ライナック)

ライナックでは、共鳴エネルギー領域の中性子核データに関する研究が続けられています。これに関連して、最近、東京大学より鉛スペクトロメーターを譲り受け、その整備が終了しました。鉛スペクトロメーターを用いると、超ウラン核種等の微量試料や中性子断面積の小さい試料についての測定が可能となります。今後の研究成果が期待されます。この他、ライナックを用いて陽電子を大量に発生させるための実験が行われており、新たな研究への足がかりが作られています。

5. その他

冷中性子源設備の測定室が現在建設中です。これが完成すれば、冷中性子を用いた実験が本格的に開始されることとなり、その成果が期待されます。この他にも、中性子捕獲療法に用いる中性子場の開発、中性子ラジオグラフィーの高度画像処理法の開発や応用、核分裂の機構解明等の研究が行われています。また、熱流動研究についても、熱特性実験装置の共同利用が昨年より開始され、沸騰伝熱・二相流等の研究が行われています。この二相流研究には中性子ラジオグラフィーが応用され、成果を挙げています。

なお、実験所には設置以来かなりの年数を経た実験装置が多く、文部省から支給されるこれらの装置に対する維持費が年々削減されつつあります。このため、研究活動に支障をきたすという状況も生じつつあります。実験所にとって、厳しい状況がこしばらく続くものと考えられます。新しい実験所としての一刻も早い再出発が待たれています。

文責 代谷誠治

〈研究室だより 4.〉

近畿大学 原子力研究所 原子炉工学研究室

当研究室は、柴田俊一教授、大澤孝明助教授、橋本憲吾助手および数名の卒論生で構成されており、新型研究炉の設計、原子炉材料の腐食の研究、トリウムサイクルの研究、近畿大学炉を用いた炉物理実験、中性子核データの評価、大型高速炉の動特性等の研究を進めるとともに、研究所内の他のグループとの協力のもと、中・高校教員を対象とした原子炉研修および原子力教育に関するプログラムを実施している。以下に、ここ二、三年内におこなった研究の主な内容を紹介する。

1. 新型研究炉の共同設計

文部省科学研究費補助金により、米国の大型設備計画の一つである超高中性子束炉 (Advanced Neutron Source; ANS) の設計研究を、国内諸大学の研究者の協力を得て、米国側幹事機関であるオークリッジ国立研究所との間で共同で行なってきた。この研究炉は 10^{16} n/cm².sec という人類未踏の高い中性子束を目標とするものであり、これを利用することにより中性子実験、照射実験、R I 製造に新局面を切り拓くことが期待されているものである。これまで延べ8名の研究者をORNLに派遣し、炉心核特性解析、熱水力設計、中性子ビーム実験孔の設計等を行ない、幾多の成果を挙げた。¹⁾

2. 原子炉材料の腐食に関する研究

原子炉一次冷却水中の微量不純物を検出することにより、原子炉材料の腐食の様子を調べている。現在はステンレスをpH3~4程度の種々の腐食液につけ、溶け出した物質を原子炉を利用した放射化分析法およびプラズマ分光分析法により測定する試みを行なっている。これによりどの元素がどのような条件の下でどの程度溶出するかを知ることができ、原子炉の保全、水質管理等に有用な情報が得られるものと期待している。

3. トリウムサイクルに関する研究

昭和55~61年にわたって実施された科研費エネルギー特別研究トリウム燃料班(代表:柴田俊一)を引き継ぐ形で、現在、同総合研究(A)「21世紀以降の有望なエネルギー源としてのトリウムサイクルに関する総合的研究」グループ(代表:木村逸郎京大教授)が活動を続けているが、その中で主に核データ関係の研究を担当している。トリウムサイクル関連核種の核データの評価については「トリウム利用に関する日印セミナー」(ボンベイ,1990)で発表した。²⁾このほか、²³²Uの核データ評価³⁾、溶融塩燃料からの(α ,n)反応による中性子放出の計算⁴⁾等を行なった。

4. 中性子核データの解析評価

原研シグマ委員会で長年重核を担当してきた関係もあり、アクチニド核種の核分裂断面積や中性子非弾性散乱の解析法の研究を行ってきたが、その他に核融合炉材料、バーナブルポイズン物質の中性子断面積の評価も手掛けている。最近では、核分裂中性子スペクトルの解析法を検討しており、Madland-Nixモデルに両核分裂片の核温度の非同等性を取り入れた非等温モデル^{5,6)}をIAEA専門家会議(ウィーン,1990)、核データ国際会議(ユーリッヒ,1991)で提案した。これを応用して²³²Thの核分裂中性子スペクトルの解析を行なうとともに、消滅処理で重要になってくるTRUの核分裂中性子スペクトルと $\bar{\nu}(E)$ の問題も手掛けてみたいと考えている。

5. 近畿大炉を用いた炉物理実験

近畿大原子炉は熱出力1W・燃料装荷量3kgと小型ではあるが、二分割炉心となっているため空間結合度の観点から見ると大型炉特有の空間依存動特性に関する基礎研究には非常に適している。この特徴を生かして、様々な反応度測定実験、炉雑音実験および中性子束歪み(Flux tilt)実験等を実施し、大型炉にも適用しうる測定手法・データ解析法の検討を行ってきた。⁷⁻⁹⁾ また、残留放射能と炉固有の機械的ノイズが極めて少ない近畿大炉の利点を生かして、現在、原子炉異常診断に関する基礎研究を進めている。今後は、近畿大炉で培った理論や実験法の有効性をKUCA等で系統的に確認していきたいと考えている。

6. 大型炉の動特性研究

高速炉炉心の大型化に伴うデカップリング特性(空間結合度の低下による空間依存核特性)に関する研究を動燃事業団と共同で進めてきた。この結果、これら一連の特性がモード法(高次固有値・固有関数を用いて空間依存性を定式化し解釈していく方法)によって説明され、それら現象の発現の程度は固有値間隔という空間結合度指標により支配されることが明らかになった。¹⁰⁻¹¹⁾ 現在、モード法を熱流力フィードバックを有する系に拡張するための検討を行なっている。

7. 中高校教員のための原子炉実験研修

高校の物理教科書執筆者からの要望が契機となって、1987年末から近畿大炉を利用した教員のための原子炉実験研修を実施している。これは原子力に対する賛否のいかんにかかわらず、学問的なベースに立って原子炉を用いた実験(臨界実験、反応度測定、中性子束分布測定、放射化分析、空間線量測定、中性子ラジオグラフィ等)を経験してもらい、その上で討論を通じて認識を深め、それを現場での教育に生かしてもらうことをめざすものである。現在は、物理・化学教員に限らず、中学校も含めた生物、家庭科、社会科等の教員に対象を拡大して実施している。これはとかく表面的に流れがちなPA活動に一石を投じたものであると自負している。

<発表論文等>

- 1) 「超高中性子束炉に関する調査及び設計研究」研究成果報告書(昭和62年度～平成元年度)
- 2) T.Ohsawa and T.Shibata, Proc. of the Indo-Japan Seminar on Thorium Utilization, Bombay, Dec. 1990, in press.
- 3) T.Ohsawa and T.Shibata, Ann. Report of Kinki University Atomic Energy Research Institute, 25, 1 (1988)
- 4) T.Ohsawa and M.Inoue, to be submitted for publication.
- 5) T.Ohsawa, Proc. IAEA Consultants' Meeting on Nuclear Data for Neutron Emission in the Fission Process, Vienna, Oct. 1990, to be published.
T.Ohsawa, Proc. of the 1990 Seminar on Nuclear Data, p.383 (1991)
- 6) T.Ohsawa and T.Shibata, Proc. of the Int. Conf. on Nuclear Data for Science and Technology, Juelich, May 1991, in press.
- 7) K.Hashimoto et al., Ann. nucl. Energy, 17, 667 (1990)
- 8) K.Hashimoto et al., Ann. nucl. Energy, 18, 131 (1991)
- 9) K.Hashimoto et al., Ann. nucl. Energy, 18, 317 (1991)
- 10) & 11) K.Hashimoto et al., Ann. nucl. Energy, to be published.

(大澤記)

〈研究室だより 5.〉

九州大学 工学部 応用原子核工学科
原子炉工学講座 工藤和彦

当研究室は職員、大学陰性、学部学生を合わせて現在17名おり、核分裂炉および核融合炉のグループで教育、研究を行っている。工藤が主として核分裂炉を、中尾が主として核融合炉に関する指導を行っている。

核分裂炉に関しては高温ガス炉の動特性、制御系に関するシミュレーションによる検討、KUCAを利用した炉物理実験を行っており、また核融合炉ではプラズマの燃焼における衝突・核反応素課程および制御に関する検討を行っている。このうち核分裂炉に関する状況を述べる。

(1) 京大炉KUCAを用いた箔反応率の測定

KUCAのB架台に濃縮Uおよび天然Uからなる臨界炉心を組み、その中央部にアルミ製円筒で空洞を構成し、この標準場に各種の放射化箔をおいて照射実験を行った。これまで東北大学と協力してAu, Dy, In, W, Cu, Th, EUおよびDUについて測定した。このうち共鳴領域において大きい吸収を持つものについてのCd比の計算値と実験値がかなりくい違ふことがわかった。

このため放射化にさいして箔を重ねる、いわゆるサンドイッチ法を用いて内側と外側箔の反応率の違いを測定した。この結果内側箔について計算値と矛盾しない結果が得られた。

このようにこれまで各種の放射化箔についてのデータが得られたので、今後炉心を変更して実験を継続する予定である。具体的には、H/U比の小さいThを含む炉心について各種臨界実験を行い、放射化法により中性子スペクトルについても検討したいと考えている。

(2) 高温ガス炉に関する研究

高温ガス炉の制御系に知識工学を応用することを検討している。ガス炉は熱容量が大きいため事故時における安全性が高い反面、負荷変動に対する追従性が悪い。また起動停止時における温度制御も工夫する必要がある。

このことについて、炉心ガス出口温度制御にファジイ理論を応用することを検討している。学習機能を持ったファジイ制御を行うと出力100%から30%まで滑らかに温度の制御が行えた。今後任意の負荷変動に対する応答の解析を行う。

またガス炉の配管破断事故時に炉心に流入する空気とヘリウムとの流動についての数値解析を行っている。空気が高温の黒鉛炉心に流入すると黒鉛の酸化が問題になるが、ヘリウムより重い空気は層流状になって上昇し、出口ではチャンネルにそって流れ落ちることがわかった。

〈研究室だより 6.〉

日本原子力研究所 高温工学試験研究炉開発部 H T T R原子炉開発室・炉心グループ

1. はじめに

当グループは高温ガス炉 (H T G R) の出口冷却材温度を高温化 (950°Cの達成) するための各種照射試験を行う高温工学試験研究炉 (H T T R) の炉心設計及び建設を担当するグループである。研究の対象は炉物理・核設計、熱流動設計、遮へい設計、燃料体や炉心構造物の設計等である。本稿では、これらの分野のうち、特に炉物理・核設計を担当するグループで進めている H T T R の核設計について紹介する。

2. H T T R の核設計

H T T R は原研大洗研究所に建設中の我国唯一の高温ガス炉であり、既に一昨年安全審査を終了し、「設計及び工事の方法の認可」作業を進める一方で、同時に建設も進めている。ここでは、これまで行った「H T T R の核設計の概要」と、その過程で行った「核設計コードシステムの開発とその検証」について紹介する。

1) 核設計の概要

H T T R は原子炉出口冷却材温度が950°Cと極めて高く、従って、核設計においては炉心内の出力分布を適切に定め、燃料最高温度が、制限値を超えないようにしなければならない。さらに、燃焼期間中の制御棒の動きをできるだけ抑え出力分布が初期に定めた分布の形状をその期間中大きく変化しないように設計しなければならない。

H T T R ではこのため、径方向及び軸方向とも4領域に分けた領域別燃料装荷を定めることにより燃料温度分布を平坦化して燃料最高温度を低く抑えている。軸方向については、軸方向温度分布を平坦化し燃料最高温度を低減するため炉心上部の出力が相対的に高くなるようにした。径方向については、中性子の漏れによる炉心外周部の出力の低下を防ぎ、径方向燃料温度分布を平坦化するため炉心外周部のウラン濃縮度を高くした。また、燃焼期間を通して過剰反応度を適切に保つため反応度調整材 (B_4C) を各々の燃料体に装荷した。炉心の主要な核熱特性を第1表に示す。

2) 核設計計算コードシステムの開発

H T T R は減速材に大量の黒鉛を使用しており、更に燃料として低濃縮ウランの燃料核をセラミックの被覆層で被覆した被覆燃料粒子を用いている。このため、通常軽水炉で用いられている核設計手法をそのまま転用することはできない。そこで、H T G R 炉心の核設計のためのコードシステムを開発し、V H T R C (J A E R I) の実験結果により検証のうえ使用した。核設計計算の手順を、第1図に示す。核設計計算に使用している計算コードは、D E L I G H T, S R A C, T W O T R A N 及び C I T A T I O N である。燃料体及び反射体の中性子スペクトル計算と少数群定数の作成には、被覆粒子燃料を使用する黒鉛減速の高温ガス炉用燃料格子特性解析のために当研究室で開発した D E L I G H T を使用する。核データとしては、主に E N D F / B - I V のデータを処理して作成した多群核定数ライブラリーデータを用いている。制御棒及び後備停止系の遮へい効果の計算と少数群定数作成には、2次元輸送計算を行う T W O T R A N を使用している。

D E L I G H T 及び T W O T R A N を用いて得られた炉心計算用少数群定数セットを使用し、H T T R の全炉心の3次元解析が可能なように改良した C I T A T I O N - 1 0 0 0 V P により炉心特性解析を行っている。

3) 核設計計算コードシステムの検証

計算コードの検証は V H T R C による実験データの解析により総合的に行い、コードシステムの設計精度を評価した。結果は核設計の設計誤差として設計に使用した。誤差を第2表に示す。V H T R C により検証した項目は以下のとおりである。

a 実効増倍率

V H T R C における炉心等価直径が H T T R に近い約 104 ~ 140 cm の臨界近傍の複数の炉心体系の室温あるいは 200°C における実効増倍率の解析を行った。

b 制御棒反応度評価

VHTRCにおいて炭化ホウ素と黒鉛粉末を混合焼結した中性子吸収体からなる制御棒を炉心に挿入して得られた反応度値の解析を行った。

c 反応度調整材反応度値

VHTRCにおいて2種の反応度調整材について炉心内の燃料体に挿入して得られた反応度値の解析を行った。

d 出力分布

VHTRCにおける銅反応率分布を用いて出力分布の実験値と計算値の誤差を評価した。炉心温度が常温及び200℃の臨界炉心より得られた炉心の半径方向銅反応率分布の解析を行った。

3 あとがき

HTRは原子炉からの発熱を発電以外の用途への直接熱利用を図る高温ガス炉の開発のための各種照射試験を行う試験研究炉である。

本炉は平成7年の臨界達成を目指しており、今後は建設後の臨界及び出力上昇試験に対する内容、方法及び手順についての炉物理上のつめが必要になるため、その準備に入る予定である。

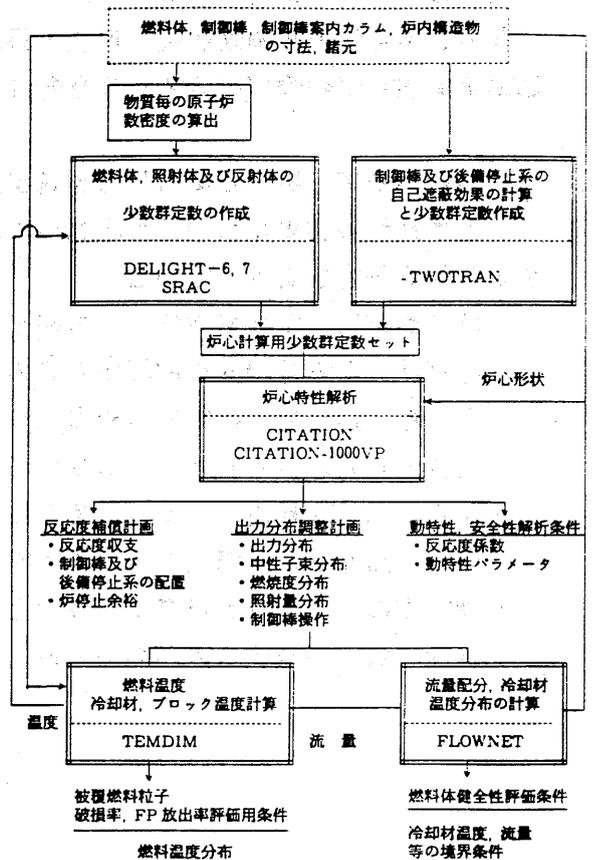
[新藤隆一、山下清信、村田勲]

第 1. 表 基準炉心主要核熱特性

項目	諸 元	
核特性		
熱出力	30 MW	
炉心平均出力密度	2.5 MW/m ³	
ウラン燃料平均濃縮度	6 wt%	
燃料交換方式	バッチ方式	
燃料炉内滞在時間	660 日	
出力ピーキング係数, 軸方向/径方向	1.7/1.1	
平均燃料度	22 GWd/t	
最大熱中性子束	7.5 × 10 ¹⁷ n/m ² ·s	
最大速中性子束	7.9 × 10 ¹⁷ n/m ² ·s	
ドブラ係数	-(4.6~1.5) × 10 ⁻⁵ Δk/k/°C	
減速材温度係数	(-17.1~+0.99) × 10 ⁻⁵ Δk/k/°C	
反応度出力係数	-2.4 × 10 ⁻³ ~ -4 × 10 ⁻⁴ Δk/k/MW	
即発中性子寿命	0.67~0.78 ms	
実効遅発中性子割合	0.0047~0.0065	
熱流動特性	850 °C 運転	950 °C 運転
原子炉出口冷却材温度	850 °C	950 °C
原子炉入口冷却材温度	395 °C	395 °C
冷却材質量流量	12.4 kg/s	10.2 kg/s
冷却材圧力	4.0 MPa	4.0 MPa
冷却材圧力損失	8.8 kPa	6.5 kPa
燃料棒線出力		
平均値/最高値	11.5/21.3kW /m	11.5/21.3kW /m
公称燃料最高温度	1190 °C	1320 °C

第 2. 表 核設計計算手法の検証結果

項目	計算値の実験値 に対する誤差	設計誤差
実効増倍率	1.0% Δk	1% Δk
制御棒反応度値	2.6%	10%
反応度調整材反応度値	1.2%	10%
出力分布	2.9%	3%



第 1. 図 炉心設計計算手順の概略図

〈研究室だより 7.〉

東京電力 技術開発本部 原子力研究所 新型炉研究室

1. はじめに

当社は昭和40年に原子力発電に関する技術調査、経済調査、研究開発並びに社外研究機関との関係を図る観点から、原子力開発研究所を開設し原子力研究体制を確立した。その後、昭和60年に将来の技術開発課題へ主体的に取り組む体制を強化するため技術開発本部を設け、原子力研究所と改名した。現在、新型炉研究室の他、軽水炉研究室、原子燃料サイクル研究室、耐震研究室、材料研究室およびヒューマンファクター研究室の6研究室が、原子力技術開発の方針及び計画の策定、プラントメーカ等との共同研究の企画・実施並びに自ら行う研究の企画・実施に取り組んでいる。以下に当研究室における研究開発の概要を述べる。

2. 高速増殖実証炉の開発に関する研究

高速増殖炉の研究開発においては、動力炉・核燃料開発事業団が原型炉「もんじゅ」の建設を終え、現在試運転中である。これに続く実証炉を電力が中心となって設計・建設を進めることとしており、当社を含む9電力および日本原子力発電(株)ならびに電源開発(株)の11社の共同研究により、トップエントリー方式ループ型炉の成立性評価を主たる目的とした予備的な概念設計研究、ならびに広く革新的技術の適用を含め実用化への道を総合的に探ることを目的とした実用化展望の評価研究などを平成2～3年度実施している。当研究室では、これらに対する支援・協力を実施している。

なお、実証炉の炉物理研究の現状と課題について、日本原子力発電(株)池上哲雄氏(現在動燃事業団)が炉物理の研究第39号(1990年4月)に報告している。

3. 高速増殖炉の実用化に向けた調査研究

高速増殖炉の実用化に向けた課題への取組みとして、以下のような基礎的な技術の開発および調査研究を実施している。

- ・原子炉容器、主要構造物などの健全性評価や冷却材の熱流動現象の解明に資するため、計算機による基礎的な解析研究等の実施。
- ・安全性、運転性、保守性の観点を重視したプラント設計要求の調査などの実施。
- ・安全性評価に資するため、事故時の事象把握などの基礎調査の実施。
- ・プルトニウム利用の考え方の策定に資するため、原子燃料サイクル諸量計算コードの開発、高速増殖炉導入シナリオの検討および各国の開発状況などに関する調査の実施。
- ・設計支援・評価を計算機により行う総合支援システムの開発を目指し、設計者、研究管理者などの有する専門知識の取入れなど支援機能の拡充を実施。

(新型炉研究室 二口 政信)

<研究室だより 8.>

CRCでの仕事と研究のはざま

CRC総合研究所 技術開発本部先端技術部
角谷浩享

一ソフトウェア会社において、ソフト開発以外の分野で研究的な仕事をサポートしていくことは容易なことではない。CRC総合研究所では幸いなことに、われわれが行なっている様な会社の業績に少なくとも短期的にはあまり関係しないと思われるタイプの仕事が、認知されている。先端技術部は、今年3月で5年を経過したがこの間6人体制で(途中1年間8人)作業を実施してきた。6人の専門は、4人が基本的には原子力(物理系)で、のこりの2人は、構造(主として原子力構造)と、流体の専門家である。ここでは、物理系の部員の活動を中心に述べたい。なお、われわれの活動の一部は弊社発行のPR紙CRCコミュニケーションでも紹介しているので参考にしていただければ幸いである。

1. 大型物理モデルの開発

弊社で所有しているスーパーコンピュータの利用できる領域の拡大を目指して大型の計算モデルの開発をおこなっている。現在までに発表したモデルには、レーザー濃縮のシミュレーション、放射性核種の地球規模での循環モデル、原子力に関するPAモデル、将来のエネルギー需要に於ける原子力の割合の予測、等である。

2. 断面積

高エネルギー陽子により引き起こされる核反応のモデル、光核反応、核子・核子反応の現象論的ポテンシャル、等に関する研究を行なっている。この部分の作業では一部原研のシグマ委員会への協力も行なっている。

3. 古典的原子炉物理

臨界・遮蔽問題を中心に技術力の向上にも心掛けている。例えば、昨年臨界安全に関する国際会議でモンテカルロ法に関して発表した。

上のような研究活動のなかからメシの種を見つけるのがわれわれに課せられた使命ということになるのだが、この部分がかつても困難な使命ということになる。

教訓：人は、研究のみにより生きるにあらず。

〈事務局だより〉

☆ 第23回炉物理夏期セミナー（河口湖）の会計報告

収入（円）		支出（円）	
参加費	226,000	テキスト印刷費	370,800
正会員 27名 x 4000		講師謝礼（15名）	150,000
学生会員 14名 x 2000		会議室使用料	120,000
非会員 13名 x 6000		懇親会費	224,600
学生非会員 4名 x 3000		宿泊費及び食費	794,000
テキスト代	133,500	写真代	7,161
広告料 9社	269,382	雑費	18,838
懇親会費	265,500	来年度繰越金	65,620
宿泊費及び食費	743,600		
寄付	12,200		
学会からの補助	100,000		
利子	837		
合計	1,751,019	合計	1,751,019

今年はテキストの印刷費が例年よりかなり多くかかったが、各社よりテキストの広告料を多く出していただいたのでまかなうことができた。参加者が多かったので全体の経費も多くなっている。

☆ 次期（平成4年度）の幹事機関は東北大学にお願いすることになった。

☆ 平成3年度炉物理連絡会運営委員

委員長	中沢正治（東大・工）	副委員長	関本 博（東工大・原子炉研）
企画	井頭政之（東工大・原子炉研）		小原 徹（東工大・原子炉研）
編集	錦織毅夫（阪大・工）		岩崎智彦（東北大・工）
総務	井口哲夫（東大・工）		宇根崎博信（京大炉）

《編集後記》

本号は、秋に行われた総会での議論を受けて、特別テーマとして炉物理連絡会の名称や今後の活動内容についての各方面の意見を掲載した。このため例年とやや異なる編成の会報となった。特別テーマでは特に全体の意見の集約等を行わず、寄せられた原稿をすべてをそのまま掲載することとした。今後これらの意見をもとに議論が進められるものと思う。最後に、御多忙のなか多大な御尽力をいただいた各原稿の執筆者の方々に深く御礼申し上げます。

（小原 徹 記）

「炉物理連絡会」平成3年度中間収支報告

平成3年4月1日～4年2月29日

(単位: 円)

収 入		備 考
前年度繰越金	975,525	(内 古橋基金 293,642円)
会 費	316,000	
セミナーテキスト残部売上	58,165	第22回 2,000円×2冊 第23回 2,000円×24冊 送料6,165円(52,000円は古橋基金へ)
第23回夏期セミナー残金	65,620	
古橋基金寄付	1,500,000	古橋 晃 氏
合 計	2,915,310	

支 出		備 考
会 議 費	21,525	第48回会員総会
通 信 費	13,516	「ニュース」発送費
「ニュース」印刷費	30,441	Nos. 15, 16 各250部
雑 印 刷 費	2,200	「案内」等コピー代
第23回夏期セミナー助成金	100,000	
そ の 他	5,150	会員管理費
合 計	172,832	

残高 2,742,478円 (内 古橋基金 1,845,642円)

「炉物理連絡会」会員名簿 (機関別)

○印は新入会員 会報No.40以降
(計 212名 平成4年2月29日現在)

片岡 巖	東海大学 (6名)	京大・原研 (1名)	九州大学 (4名)	松浦 祥次郎
武田 栄一	安 成 弘	若林 二郎	石橋 健二	○水本 元治
北海道大学 (5名)	清瀬 量平		神田 幸則	向山 武彦
秋本 正	阪元 重康	京大・原子炉	工藤 和彦	村田 勲
鬼柳 善明	砂子 克彦	(17名)	中島 秀紀	森 貴正
○辻 雅司	永瀬 慎一郎	○石岡 邦江	東和大学 (1名)	安野 武彦
成田 正邦	中土井 昭三	市原 千博	片瀬 彬	山田 毅
松本 高明	武蔵工業大学(4名)	宇津呂 雄彦	九州帝京短期大学	山根 剛
北海道工業大学	相沢 乙彦	宇根崎 博信	(1名)	吉田 弘幸
(1名)	長尾 美春	海老沢 徹	大田 正男	動燃事業団 (5名)
小川 雄一	松本 哲男	神田 啓治	日本原子力研究所	飯島 一敬
北海道自動車短大	向井 徹	小林 捷平	(43名)	白方 敬章
(1名)	立教大学 (1名)	小林 圭二	秋濃 藤義	望月 恵一
小澤 保知	林 脩平	古林 徹治	朝岡 卓見	○山本 敏久
弘前大学 (1名)	早稲田大学 (1名)	代谷 誠治	飯島 進雄	○若林 利男
葛西 峯夫	並木 美喜雄	○茶谷 浩広	石黒 幸雄	原子力委員会 (1名)
東北大学 (7名)	第一工業大学	中込 良晃	伊勢 武治	大山 彰
岩崎 智彦	(1名)	西原 英友	板垣 正文	原子力安全技術センター
北村 正晴	佐久間 雄平	○長谷 博友	伊藤 大郎	(1名)
梶山 一典	名古屋大学 (7名)	林 正俊	大杉 俊隆	船舶技術研究所
須山 賢也	居島 一仁	藤田 薫顕	大部 誠晃	(1名)
辻本 和文	伊藤 只行	米田 憲司	岡嶋 成彦	伊従 功
馬場 護	加藤 敏郎	大阪大学 (4名)	金子 義彦	電子技術総合研究所
平川 直弘	仁科 浩二郎	住田 健二	菊池 康之	(1名)
埼玉工業大学	三澤 毅	高橋 亮人	久語 輝彦	工藤 勝久
(1名)	山根 義宏	竹田 敏一	黒沢 一男	電力中央研究所
関口 晃	吉岡 博貴	錦織 毅夫	五藤 博	(1名)
東京大学 (5名)	中部大学 (1名)	近畿大学 (7名)	後藤 頼男	松村 哲夫
井口 哲夫	西原 宏	大沢 孝明	小林 岩夫	原子力工学試験センター
岡 芳明	岐阜大学 (1名)	小川 喜弘	近藤 育朗	(2名)
小佐古 敏荘	岸田 邦治	柴田 俊一	桜井 淳	駒田 正興
近藤 駿介	京都大学 (9名)	辻 良夫	笹本 宣雄	芳賀 暢
中沢 正治	神野 郁夫	橋本 憲吾	新藤 隆一	エネルギー総合工
東京工業大学	木村 逸郎	堀部 治	杉 暉夫	学研究所 (2名)
(6名)	小林 啓祐	三木 良太	関 泰	大塚 益比古
井頭 政之	坂本 修一	帝国女子短期大学	高野 秀機	松井 一秋
小原 徹	桜井 良憲	(1名)	田中 俊一	核物質管理センター
北沢 日出男	秦 和夫	神戸商船大学	土橋 敬一郎	(1名)
清水 彰直	外池 幸太郎	(1名)	○中島 健宏	古橋 晃
関本 博之	森島 信弘	中島 雅	中島 宏勝	
山岬 裕之	山中 章広	吉備国際大学	中野 正文	
		(1名)	中原 康明	
		関谷 全	平岡 徹洋	

<u>原子力センター</u> (3名)	<u>東京電力</u> (3名)	<u>清水建設</u> (1名)	<u>東芝ファクト建設</u> (1名)	丸山博見
○飯島勉	○市村鋭一	大石晃嗣	山中武	三木一克
藤村統一郎	渡邊史紀			
能沢正雄	巻上毅司	<u>情報数理研究所</u> (1名)	<u>ナサック</u> (1名)	<u>BWR運転訓練センター</u> (1名)
	<u>石川島播磨重工業</u> (1名)	磯野彬	梅田健太郎	野村孜
<u>高エネルギー</u> <u>物理学研究所</u> (1名)	倉重哲雄	<u>住友原子力工業</u> (1名)	<u>日産自動車</u> (1名)	<u>フジタ</u> (1名)
山口誠哉	<u>川崎重工業</u> (1名)	松延広幸	小机わかえ	石川敏夫
<u>高輝度光科学研究</u> <u>センター</u> (1名)	田中義久	<u>CRC総合研究所</u> (1名)	<u>日本原燃サービス</u> (1名)	<u>富士電機</u> (1名)
中村知夫	<u>原子燃料工業</u> (1名)	角谷浩享	須田憲司	中村久
<u>電源開発</u> (1名)	青木一彦		<u>間組</u> (1名)	<u>三菱原子力工業</u> (5名)
木下豊	<u>原子力エンジニアリング</u> (1名)	<u>東芝</u> (10名)	○奥野功一	大谷晋司
<u>日本原子力発電</u> (2名)	川本忠男	青木克忠	<u>日本総合研究所</u> (1名)	駒野康男
武田充司	<u>高速炉エンジニアリング</u> (1名)	猪野正典	桂木学	千田康英
立松篤	亀井孝信	植田精	<u>日立エンジニアリング</u> (1名)	田原義寿
<u>中部電力</u> (2名)	<u>コンピュータ総合研究所</u> (1名)	小林康弘	○山口正男	弘田実弥
金井英次	間庭正樹	小林裕司	<u>日立製作所</u> (5名)	<u>三菱電機</u> (2名)
村田尚之		野本昭二	大西忠博	後藤豊一
		深井佑造	三田敏男	路次安憲
		松村和彦	瑞慶覧篤	<u>ANL</u> (1名)
		水田宏		丁政晴
		門田一雄		

平成4年度役員候補者の通知

来る3月29日(日)に1992年学会春の年会のH会場で12時より開催される炉物理連絡会総会にて、運営に関わる内規第(6)項に基づき、平成4年度の役員を選出することになります。ここに、同内規第(6)項その1により役員候補者名をお知らせいたします。

委員長 関本 博 (東工大・原子炉研)

副委員長 高橋 亮人(阪大・工・原子力工学科)

企画

(夏期セミナー) 馬場 護 (東北大・工・原子核工学科)

(炉物理研究) 松山 成男(東北大・工・原子核工学科)

編集

(ニュース担当) 岩崎 智彦(東北大・工・原子核工学科)

神野 郁夫(京大・工・原子核工学科)

総務 小原 徹 (東工大・原子炉研究所)

井口 哲夫(東大・工・原子力工学科)

炉物理連絡会の概要

(1968年4月)

(1989年10月 第44回総会 一部改定)

1. **趣旨** 原子力研究の最近の進歩は誠に目ざましいものがあり、本学会の責任もますます大きくなってきた。また、とくに原子力研究においては、諸外国との交流がきわめて重要なものとなってきた。このような情勢に対処するためには、まず、国内における研究者間の十分な情報交換や連絡・調整が大切である。この点については、従来わが国の原子力研究体制の進展があまり急であったため、必ずしも適当な現状にあるとはいえない。かねて炉物理関係研究者の間において、約2年前より4回にわたる“炉物理研究国内体制のインフォーマルミーティング”を初め、いろいろの機会をとらえて、意見の交換が重ねられた結果、本学会内に常置的な組織を設け、その活動を通じてこれらの問題を解決して行くべきであるという方針により、この連絡会が設置された。

2. **事業** 国内における炉物理研究者間の相互連絡、調整の役割りを果たすため、年間約1回連絡会報として、『炉物理の研究』(B5判オフセット印刷)を編集刊行する。『炉物理の研究』はオリジナルペーパーの前段階としての報告・発表、検出器・試験装置など研究に関する情報交換、研究を進める上で必要な各種の意見発表および討論等を活発に行うためのもので、さらに、関連するニ

ュースをも含ませ、また諸外国からのインフォメーションも伝わるように努める。(別途に(季刊)『炉物理連絡会ニュース』を年間2回発行)また、春秋に総会を開催し、「炉物理夏期セミナー」なども計画して、学会行事として実施する。

3. **対象** 対象とする専門分野の範囲は、つぎのとおり。

- ① 原子力の基礎としての核物理
- ② “ ” 中性子物理
- ③ 原子炉理論
- ④ “ ” 実験
- ⑤ “ ” 核計算 (Burnup Physicsを含む)
- ⑥ “ ” 動特性
- ⑦ “ ” 遮蔽
- ⑧ 関連する計測
- ⑨ その他の関連分野

(たとえば、エネルギー変換の基礎反応)

4. **運営** 委員長1名・副委員長1名・委員若干名により組織される運営委員会が行う。

(任期1年)

5. **連絡会員** 本連絡会に加入する本会会員は、氏名・専門分野・所属・連絡先を明記して書面で事務局へ申込み、連絡会費を前金で納付する。なお、前金切れと同時に失格する。