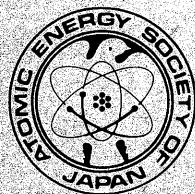


炉物理の研究

(第 48 号)

1999年 6 月

巻頭言	成田正邦	1
〈炉物理改編と関連組織の体制〉	中川正幸、若林利男	3
〈炉物理部会企画セッション〉 共用炉物理コードシステムの構築	小林啓祐、岩崎智彦、山本敏久、三澤 毅、奥村啓介、石川 眞 岩本達也、丸山博美、田原義壽、山本章夫、佐治悦郎	8
〈国際会議に参加して〉 日本の大学連合とフランス原子力庁との協力研究	代谷誠治	42
〈第31回炉物理夏期セミナー予告〉	阪元重康	47
〈学生会員の声〉	下 哲浩、佐野忠史	49
〈委員会報告〉		
1. 炉物理研究特別委員会「原子炉システム専門部会」	奥村啓介	55
2. 「原子炉炉心計算法の高度化」研究専門委員会	竹田敏一	58
3. 「消滅処理工学」研究専門委員会	若林利男	61
4. 「原子力と先端技術」研究専門委員会	山根義宏	63
5. 「核熱水力安定性」研究専門委員会	竹田敏一	65
6. 「炉雑音計測の高度化と新しい応用」研究専門委員会	橋本憲吾	68
7. 炉物理部会「若手・学生小委員会」の活動	北田孝典	71
〈研究室だより〉		
1. 名古屋大学中性子系制御工学講座	山根義宏	73
2. 大阪大学核エネルギー工学講座	竹田敏一	76
3. 日本原子力研究所 臨界安全研究室	外池幸太郎	78
4. コンピュータ・テクノロジー・インテグレイタ(CTI)	伊藤佳央	82
☆事務局だより		
国際会議 PHYSOR2000 の案内		85
平成11年度炉物理部会運営委員		86
運営委員会からのお願い		86
炉物理部会平成10年度収支報告		87
☆「炉物理部会」規約		88
☆部会員名簿		91



(社)日本原子力学会

炉物理部会

巻 頭 言

モンテカルロ時代の炉物理

北海道大学大学院工学研究科

成田 正邦

炉物理の中心は中性子輸送である。最近の中性子輸送計算はモンテカルロ計算が主流になりつつある。原研で開発されたMVPは原子力学会賞をもらったし、ほとんどの臨界計算はモンテカルロのようである。最近、京大炉の林さんが中性子寿命の定義に異議を述べたのも発端はモンテカルロ計算での平均の仕方にあっただように私は思っている。

昔、M.Clark と K.F.Hansen の原子炉の数値解析の本 (Numerical Methods of Reactor Analysis) を読んでいたとき、モンテカルロ法は、他の方法が使えるときには、使わない方がよいと書いてあったことを思うと、時の流れを感じる。

最近の複雑系や分子動力学の分野でもモンテカルロ法のようなシュミレーションが流行のようである。ミクロな粒子運動をシュミレーションして、何か新しいマクロな性質が出てこないかと探しだす“創発 emergence”がこれらの学問のようである。ミクロな粒子の運動からマクロな原子炉を作りあげるのが原子炉物理の特徴だといって、得意になっていたわれわれ炉物理屋にとって、まさにお株を奪われた感じがする。

もちろんこれは最近のコンピュータの進歩のおかげである。“Physics Today” (Oct. 1996)の特集「コンピュータと物理学者の50年」によれば少なくとも1960年代終わりまでは原子力研究がコンピュータ技術の最前線であった。モンテカルロ法は1947年にVon Neumann と Ulam がロスアラモスで始めたとある。面白いのはわれらが Fermi 先生が FERMIAC という機械アナログ式の“Monte Carlo Trolley” (写真が同誌の p.35 にある) を作って炉物理計算を行ったという。最初のデジタル計算機 ENIAC でモンテカルロ法を行う1年前のことである。それから52年経っている。

さてモンテカルロ時代だからといって、中性子輸送方程式や拡散方程式による炉物理教育が不要になるわけではない。現象を簡潔にわかりやすく説明するには方程式が一番であるからである。

もっともモンテカルロ法のように粒子を位相空間の中で追跡する手法はラグランジュ的方法(四因子公式はその一つ)といて物理的な直感にあっているからモンテカルロ法で炉物理を統一的に説明することもできるかもしれない。

中性子輸送方程式は、特異性を持つが線形であった。多くの粒子輸送方程式は非線形である。中性子のように希薄ではないからである。粒子間の衝突は粒子輸送を非線形にする。モンテカルロ法は非線形でもなんでもシュミレーションしてしまうので大変便利である。

現代の最先端研究分野はコンピュータの発達とともに非線形現象に移っていると私には思える。

こう考えてくると、炉物理は原子炉では炉心の中性子のふるまいを研究するのであるが、もう少し広げて粒子輸送の非線形現象までを含めてモンテカルロなどを扱ってはどうか。中性子以外の粒子線も扱う。熱輸送も粒子によるエネルギー輸送として扱う。

昨年から熱流動部会と共同で安定性の研究委員会も発足した。

原子炉でも燃料核種の運動も含めると非線形になるのは確かだから、モンテカルロコードの発展すべき方向であると思っている。

今年の部会セッションでは、「共用炉物理コンピュータコードの構築」のパネルディスカッションを行った。この運用には既製のコードに対しては、いろいろと問題ありそうである。しかし新しいコードであればあまり問題はないであろう。私の願いはコンピュータOSの世界で、Windowsに対して、LINACSが多くの人々によって成長したように、最初の原理的コードは公開すべきで、みんなが成長させるべきだと思っている。

こう考えると、モンテカルロ時代の炉物理は粒子輸送、もう少し格好よく量子輸送工学のようなのが、その姿ではないかと、原子力学会40周年記念号に部会の展望を書かせていただいた。

(1998年度部会長)

<組織改編と炉物理関連組織の体制について>

原研の組織再編と炉物理関連組織の体制

日本原子力研究所 エネルギーシステム研究部
中川 正幸

平成 10 年度の原研東海研究所の組織再編により、それまでのいわゆる基礎 3 部と呼ばれた原子炉工学部、燃料研究部及び材料研究部の 3 部が、「エネルギーシステム研究部」及び「物質科学研究部」の 2 部に再編された。この再編により、核分裂炉に係わる研究は、燃料、材料を含めてエネルギーシステム研究部に統合されることになった。平成 11 年度には、それまで燃料サイクル安全工学部臨界安全研究室に所属していた TCA グループがエネルギーシステム研究部に移管されると共に、部内の炉物理関連の研究室(炉物理研究室及び炉特性研究室)と合わせ「炉物理研究グループ」となった。これらの再編により、NUCEF を用いた臨界安全研究、中性子科学研究センターにおける消滅処理炉の設計研究及び大洗研究所の HTTR 関連の研究等に従事する研究者を除く、原研内の殆どの炉物理関係者がエネルギーシステム研究部炉物理研究グループに統合されることになった。現在、原研職員 15 名、出向職員等 4 名の計 19 名にて構成されている。

エネルギーシステム研究部の研究の位置付け・目的として、「原子炉、核燃料サイクル、地球環境等を含めた総合的な観点から、将来の原子力エネルギーシステムを構築すること。このため、エネルギー戦略分析に基づく将来型炉の概念構築、新しい概念の成立性の検証、新型燃料、原子力材料の開発等に係わる研究を体系的に実施すると共に、必要な施設等の有効利用を図る。」とされている。さらに、将来型炉として、低減速スペクトル炉、Na 以外の冷却材による将来型高速炉、加速器駆動型炉等を視野に入れている。炉物理研究グループでは、これらの研究を効率的に進めるため、炉概念の構築、FCA、TCA 等の臨界実験施設を用いた炉概念の実験による検証、解析手法の開発等に係わる基盤技術開発の一分野を担うこととなる。

上記の組織の再編と合わせ、原研内各種「研究委員会」の役割・運営の見直しも進み、多くの委員会の改廃・再編が行われた。炉物理研究委員会についても今後の組織形態、活動の活性化の方法に関する検討が行われた。その結果、炉物理部会の活動と連携を取りながら我が国の炉物理研究の向上に寄与するため、平成11年度から以下の様な体制にて運営していくことになった。

- (1) 炉物理研究委員会では、従来の OECD/NEA/NSC での炉物理に関する情報交換に加えて、我が国の炉物理研究に関する討議を行う機会を増やす。
- (2) 組織上は1つの専門部会を設置するが、実質的には、特定の課題について必要な活動を行う複数のワーキングパーティ (以下 WP) を設立する (図1参照)。なお、WP のテーマ・設立等は炉物理研究委員会で決定し、その活動は2年間を目処とする。
- (3) 原子力学会炉物理部会長は炉物理研究委員会委員になって頂く。
- (4) 運営については、従来の幹事会メンバー (委員長、幹事他) に加えて、炉物理部会長、各 WP のリーダー他が、相談を行って進める。

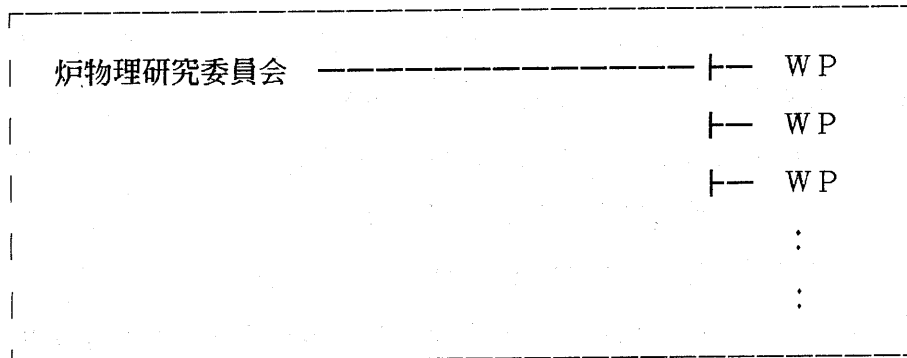


図1 炉物理研究委員会 組織図

上記 WP 活動については、炉物理部会員の積極的な参加に期待している。テーマ・参加者等については、現在アンケート等を実施し、広く意見を集めている。これらの結果を踏まえ、活動の内容・運営等についてはより良いものを目指して進めていきたいと考えている。

核燃料サイクル開発機構の紹介

核燃料サイクル開発機構 若林利男

核燃料サイクル開発機構（「サイクル機構」）は、平成10年10月1日に動力炉・核燃料開発事業団の業務を引き継ぐ特殊法人として設立されました。そして、平成11年3月31日に、今後の業務方針、内容、進め方等を示した中長期事業計画を策定しました。今回は、その内、高速増殖炉の炉心（一部燃料サイクル）に関連する内容について紹介します。組織については、平成11年7月を目処に、後で述べる実用化戦略調査研究を実施するために組織変更を準備中であり、次回以降に紹介したいと思います。

高速増殖炉及び関連する燃料サイクルの研究開発は、中長期事業計画では、経済性向上、ウラン資源の効率的利用、環境負荷低減、核拡散性抵抗性の確保を目標として、実用化に向けて競争力のある技術に仕上げることを目的としています。

そのために、革新的技術を積極的に取り入れて、高速増殖炉炉心及びプラント、燃料製造、再処理を含めた高速増殖炉システム全体の研究開発を進めていきます。

研究開発は以下のステップで進めることにしています。

- ①原子炉タイプ、燃料形態、再処理方式等の多様なオプションに対する実用化戦略調査研究（フィージビリティ・スタディ）を実施する。（2年間）
- ②次のステップでは、多様なオプションに対する基礎的試験及び設計研究の実施する。（5年間）そして、このステップの終わりに、幾つかの可能なオプションを提示する。
- ③商業高速増殖炉システム像を提示するため、選定されたオプションに対して、工学的実験や詳細設計の実施する。（5年間）
- ④最終的には、最適商業高速増殖炉システムを確立するとともに関連する技術データベースの整備を行う。

なお、長期的には、高速増殖炉システムを用いたMA燃焼及び長半減期FP消滅に関する研究開発（炉物理、プラント技術、MA及びLLFPの分離技術及び燃料製造技術等）の推進することになっています。

具体的な今後5年間の高速増殖炉炉心及びプラント、燃料の研究開発項目を以下に示します。

(1) 高速増殖炉炉心及びプラント技術

1) 商業高速増殖炉プラント概念

① 多様なオプションのフェージビリティ・スタディ (実用化戦略調査研究)

-炉心概念のフェージビリティ・スタディ

パラメーター例: 冷却材 (ナトリウム, 鉛, ガス等), 燃料タイプ(MOX, 金属, 窒化物), 等

-革新的技術を適用したプラント概念の設計研究 (建設費及び運転費は軽水炉並)

-小型モジュラー炉概念

②原子炉と燃料サイクルの調和した設計研究

-製造コスト低減を目指した燃料集合体設計

-固体廃棄物低減を目指した燃料集合体部品の簡素化と再利用

③高速増殖炉開発の共通基礎基盤技術の研究

-革新的設計ツールの開発 (計算機科学技術の進展を考慮)

-国際協力による炉心安全性試験、固有安全性実証

(Kazakstan の IGR 炉等の利用)

(2)燃料製造技術

①燃料製造技術のフェージビリティ・スタディ

-ペレット型燃料(高除染燃料)及び振動充填燃料(低除染燃料)の比較評価 (経済性等)

②経済的な MOX ペレット製造プロセスの開発

-ショートプロセス法の開発

③振動充填燃料の開発

-ロシア (RIAR)、英国(BNFL)、スイス(PSI)との国際協力による開発

-「常陽」 MK-III 及びロシア(BN-600) を用いた振動充填燃料の照射試験及び挙動評価

④高燃焼度燃料炉心のための材料開発

-燃料集合体平均 150 GWD/t を達成する被覆管材料開発

- 「常陽」MK-III での高燃焼度燃料照射試験データの蓄積及び挙動評価
- 長寿命制御棒の開発
- ⑤MA入り燃料開発
- Np 入り MOX 燃料ペレットの製造技術の開発 (グローブボックスでの製造、東海) 及び
- Am 入り MOX 燃料ペレットの製造技術の開発 (遠隔製造、大洗)
- Np 入り MOX 振動充填燃料の製造技術の開発 (PSI と共同研究)
- 「常陽」での Np 及び Am 入り MOX 燃料の照射試験

前に述べた実用化戦略調査研究は、国内の関係各機関と共同して実施するとともに、国際協力も活用して予定です。

<炉物理部会企画セッション>

共用炉物理コードシステムの構築に関するパネルディスカッション

京大工学研究科原子核工学教室

小林啓祐*

1. 序

現在炉物理コードとしては、原研で作られた SRAC が広く使われている。各大学、研究機関などでは SRAC による計算結果を更に自作のコードなどに入力して、SRAC だけでは行えない計算も多く行われている。SRAC コードの役割は非常に大きいですが、21 世紀への炉物理研究の発展を考えると、次のようなことが行えるコードシステムの構築が望まれる。

2. 目的

1) 各大学、研究機関その他で作成されたコードをコードシステムに容易に追加できるようにして、炉物理部会員が容易に使えるようにする。

2) すでにコードシステムに組み込まれているコードも新しいコードへのバージョンアップが容易に行えるようにする。すなわちモジュール形式のコードシステムにする。

3. 欧米のコードシステム

欧米の炉物理コードシステムには次のようなものがある。

- | | |
|------------|---|
| 1) アメリカ | ARC (ANL)、JOSHUA (SRL, DP-1380, 1975). |
| 2) イギリス | COSMOS (UKAEA) |
| 3) フランス | CCRR (CEA) |
| 4) ドイツ | KAPROS (KfK, KfK-2253, 1976) |
| 5) ベルギー | IANUS (Interatom) |
| 6) ヨーロッパ連合 | ERANOS (CEA, KfK, UKAEA, IA, NOVATOME, ENEA, CISI, DER, 1985) |

1977年にカールスルーエ原子力研究センターに滞在したとき、研究所にはカールスルーエプログラムシステム(KAPROS)があり、毎年研究所で作られる核解析用コードはそれに簡単に組み込まれ、研究所の誰もが利用できるようになっていた。また、1979年にイングランドのウィンフリス研究所を訪問したとき、英国では大学および国立研究所は回線で結ばれ、どこかの大学の学生が学位論文のために作ったプログラムは、作成後すぐにプログラムシステムに組み入れられ英国中のどの研究所からもすぐに使えるようになっていると言っていた。また1985年にはイギリス、フランス、ドイツなどEUの炉物理の専門家が集まり、ヨーロッパ共用の炉物理コードシステムを作成している。すなわち、ヨーロッパではコード開発の無駄な労力を省くためにお互いに協力し合うことは常識になっている。

4. 必要な特性

・拡張性 (Extendability) をもたせるためにモジュール構造(組立ユニット構造)にする。また、オペレーティングシステムにも依存しないようにする。古くなったモジュールを新しいものと容易に交換できること。

2) 移植性 (Portability) を良くするために FORTRAN で書く。Assembler は使わない。Window, Unix その他へ容易に移植できるようにする。

3) 保守の容易さ (Maintainability) のためにコード説明書を完備する。特に入出力のデータ形式を明記する。

このようなコードシステムがあれば今後の我が国の炉物理研究の発展に大きく寄与すると思われるが、この構築のためには各機関の協力と創意が必要である。勿論このコードシステムは公開のコードのみを含み、非公開コードの公開を求めるものではない。

原子炉の設計にも許認可のためには標準的な計算方法があり、また新しい計算法の発展と共にそのバージョンアップも必要である。これらを含めたコードを容易に使えるコードシステムは企業の立場からの実用的な見地からも有用であろう。

5. 検討事項

検討すべき点としては次の点が考えられる。

- 1) 必要性はどの程度か。作るとすれば何を期待するか？
- 2) ハードは何か、パソコンとワークステーションを考える？
- 3) システムは？ Windows と Unix 版を考える？
- 3) コードシステムの維持管理をどうするか？
- 4) どのシステムを参考にするか？
- 5) データの受け渡しのフォーマットは？
- 6) 今後どのような組織を作るか？

6. 結語

1) 炉物理部会に近いグループに核データグループがある。広く知られ、良く使われている核データファイル JENDLE は核データグループによる大きな成果である。

2) また目を他の学会へ向ければ、建築学会などでは建築方法について権威のある分厚いハンドブックを作っており、我が国の建築技術の成果を集めた建築方法の標準の集大成になっている。炉物理部会として本提案のシステムを構築できれば目に見える大きな成果になろう。

パネラーの方にはそれぞれの立場から共用炉物理コードシステムの構築について、率直な意見を述べて頂き、部会員の活発な討論をお願いしたい。

(1998年度学術交流小委員会)

司 会

北海道大工 成田正邦

パネラー

京都大工	小林啓祐*	東芝	岩本達也
東北大工	岩崎智彦	日立	丸山博美
大阪大工	山本敏久	三菱重工	田原義寿
京都大原子炉 原研	三沢 毅	東電ソフト	佐治悦郎
	奥村啓介	原燃工	山本章夫
核燃サイクル機構	石川眞		

*本年3月末定年退官

炉物理部会の財産を作っていこう

東北大学工学研究科 岩崎智彦

1. はじめに

炉物理部会で大事なものには、どんなものがあるのだろうか？

我々が一つの部会を組織し、それを維持発展させていくためには、みんなが大事だと思うものを共有化することは、もっとも有効な手段となると考える。「炉物理部会の共用コードシステムの開発」という観点からは離れてしまうが、ここでは、上記の観点から、一つの提案を行いたい。

2. 炉物理部会で大事なもの

極めて単純な発想で恐縮だが、炉物理部会として大事なものをまとめると、以下のようなものではないだろうか。(記号--->で、そのデータの管理の現状をまとめた。)

a) 核データ → [データ管理の現状]

ミクロ ---> 核データセンターで管理、配布

群定数 ---> コード依存、個々に管理

b) 計算コード → NEA, IAEA, USA コードセンター、USA-ORNL

(日本)高度情報科学技術研究機構 原子力コードセンタ

+

各機関の開発・改良コード、個々で管理

c) 炉物理実験データ

ベンチマーク問題 ---> 個々に管理

核データにミクロについては、核データセンターが管理、保守等を行って

る。また、主要なコードについて、各国あるいは IAEA 等でコードセンターが組織され、同じく管理、保守がなされている。user はその機関から、希望のものをすぐに入手できる状態にある。

これに対して、核データの群定数や主要コードの周りの処理コード並びに実験ベンチマークデータについては、原研をはじめとして、その作成から管理まで多くの努力が取られているものの、上記のマイクロ核データや主要計算コードほどには、管理がなされているとは言えないのではないだろうか。

3. 部会でデータバンク化

炉物理にとって、核データの群定数や主要コードの周りの処理コード並びに実験ベンチマークデータは、極めて重要であることを否定するものはないであろう。私は、以上の 3 つの項目に対して、炉物理部会でデータバンク化することを提案したい。

対象は、既存の「主要コードの群定数、個々の機関で開発した周辺コード、ベンチマーク問題」とし、部会内に working group を作成して、現在データを所有する各機関から、

- ・コード or データ or 問題記述
- ・開発者
- ・入手先 or 現在の管理者
- ・改訂の履歴
- ・説明書、reference

を入手し、炉物理データバンクに登録する作業を行ったかどうかを考える。

はじめから、データそのものを部会で管理するのは極めて難しいと考えられるため、その管理者と利用説明書をまず登録する事に限定したらと考える。それを、Web 上で常時公開し、user が容易に必要な情報を入手できる体制を構築できればと考える。

部会の web 上で公開するのを前提として考えるのであるから、登録されたデータや周辺コードの確かさを、ある程度部会が担保する必要があるであろう。データ内容を部会自身で check する事が必要なものも出てくると考える。working group でそれら内容の check or verify を行う方策についても合わせて検討していくことが必要と考える。

4. 終わりに

炉物理連絡会が、部会化されて数年ほど立つ。原子力学会は、明らかに部会の集合体として運営される方向に変わりつつあると考えられる。このような中、上記の様な提案が実現されれば、炉物理部会の連絡が強化され、結束が高まり、部会のますます発展につながると信じている。

みなで炉物理部会の財産を作って行きませんか。

共用炉物理コードシステムの構築に関するパネルディスカッション

大阪大学 山本 敏久

1.はじめに

最初に感想を述べさせて頂くと、最初から意見の統合は難しいことは予想していたが、予想通りの結果となってしまった、という感触であろうか。あのパネル・ディスカッションの後、何人かの部会員と意見交換する機会があり、本音の部分を含めた様々な意見を聞いて、改めていろいろと考えさせられた。パネルでの私の発表は、具体的なシステム構築への提言に関してであり、結果的にかなりの外れになってしまった。予稿では、システムの性格上、商業ベースを想定したコードシステムの実現は難しい、ということを書いていて、あの場ではむしろそういう意見を提示するべきであったかもしれない。その罪滅ぼしではないが、ここでは専らシステム構築の意義について意見を述べさせていただくつもりである。

2.商業ベースのシステム構築は難しい

当日、複数のパネラーから指摘があったが、商業ベースのシステムはそれぞれの私企業の所有物であり、たとえ「公益という錦の御旗」の下であれ、できる協力は限定されたものにならざるを得ない。逆に、公開コードだけで商業ベースのシステムを新たに作るとすれば、臨界実験解析や実機データなどを通じて、システム全体を含めた品質管理が必要となり、ボランティアで片付けられる作業量の範疇をはるかに超えてしまう。システムに不備があって実害が発生した場合の損害賠償の問題も気になるところである。また、このような活動が私企業のビジネスチャンスを奪い、長期的には私企業のソフト関連の研究開発にマイナスに作用するという指摘は重要である。これはシステム構築の基本理念に背く問題であり、方針を誤れば反って逆効果になるという危険の存在を指摘するものだからである。

3.賛同者だけのシステム構築？

では、商業ベースを諦めて、比較的自由に動ける国立研究所や大学だけでシステム構築を目指そう、というのは自然な発想であるし、正直な話、これしか落

とし所はなかろうと予想していた。しかし、大袈裟に言えばこれは炉物理部会の分裂であって、利害の違いから来る自己矛盾である。もともと原子力学会は、様々な立場の関係者が情報交換や問題提起を通じて、お互いに利益を得る集団であり、会員全員が奉仕者かつ受益者であるべきである。ボランティアという性格上、私企業よりも国立研究所や大学が動きやすいであろうし、最後は後者が中心となって作業をすることには変わりはないだろうが、部会の事業として進める限り、少なくとも理念だけは部会員全体の利益を目指すものであって欲しいと思う。利害の違いを解決するのは容易ではないが、全く策が無い訳ではない。これについては後述する。

4. 研究的、教育的システムにしても....

もうひとつの懸念は、コードとマニュアルさえ完備すれば、ユーザーはコードを使いこなせるのか、という問題である。西遊記にはこういうくだりがある。天竺からの帰り道、偶然に強風にあおられて、持ち帰ったお経が全部白紙であることに気づき、急いで引き返してお釈迦さまにクレームをつけたところ、「本当に有り難いお経は文字で書いたお経ではない」としぶりながら、結局は文字付きのお経を手渡した、というエピソードである。お経をマニュアルに置き換えてもこの教訓は生きるのではないか。元来、マニュアルに問題解決のための処方せんが書いてあることが皆無なのは、薬の効能書きに副作用が発生した場合の対処法が書いていないのと同じ理屈である。結局は、専門家の頭の中にある「文字で表せないマニュアル」にすがって、柔軟に対応していくしかない。

どんなコードでも、使い慣れてくるとマニュアルに書いていない裏オプションとか、ちょっとした「偽証」が見つかるのが常で、ようやく使いこなせる時分にはマニュアルは不要だ、という皮肉なことも起きる。実名を挙げて恐縮だが、SRAC システムは大変に親切なマニュアルが完備されており、ユーザーが多いことも頷ける。しかし、現実に自分の所の学生がこのシステムを使っているのを見るのはヒヤヒヤものである。こちらの教育の不備だと言われればそれまでだが、あまりにマニュアルを妄信していて、途中の結果を批判的に見るという姿勢に欠けている。マニュアルを自己流に解釈して、自分が望んでもいない計算モデルで出た結果に御満悦、という悲劇にも時々出くわす。これは、何の苦もなく結果(正しい結果とは限らない!!)が出る便利なシステムには共通する問題であり、マニュアル整備で対応できる問題ではない。むしろ、マニュアルが完備すれば安心感

から「イージーユーザー」を増やすだけである。システム化が本当に研究、教育の高度化につながるのか、についても議論が必要であろう。

5.他に道はないか.....

炉物理部会が協力し合って将来の原子力の発展のために「形ある成果」を残そうとするのは大切なことであるが、実際には利害関係のぶつかり合い、各機関の事情から部会員全体が満足するようなシステムの実現が困難な状況にある。また、システム構築によって「イージーユーザー」の増加など新たな問題が発生することも述べた。どうもシステム構築という枠内で考える限り、妙案は出そうにない。

そもそも、本当の意味での技術成果とは、新しい問題点の摘出とその解決であり、ダイナミックで実用性に富んだもののはずである。既成コードのシステム化だけでは、そういう迫力に欠けるのは確かである。どちらかと言えば、裏方のサービスの業務というマイナスイメージが強い。システム構築によって広く一般のユーザーにコードを提供することは、もちろん意義の大きいことである。しかし、どちらかと言うと後継者不足に悩む現状で、そのようなシステム構築をやる狙いは何か、もうひとつ釈然としない点が残る。

いっそのこと発想を転換して、開発者自らが積極的にコードを活用して、それこそ裏ワザまで駆使して現実の問題にぶつかるのであればどうであろうか。専門家が揃って、システム構築に投入する時間と労力を、現実問題そのものにぶつける方が効率がよいように思える。産業界にとっても計り知れない意義があるのではないか。システム構築にこだわることなく、最新の許認可での技術的な課題などを、産学共同となって解決する場として部会を活用できないであろうか。システム構築のように最後のアガリとして「形ある成果」が残るかどうか、疑問がないわけではないが、実質的な実りははるかに大きいものになるであろう。私としては、お経の話ではないが、「形なき成果が実は一番尊い」、とうそぶいてみたい気もしている。

共用炉物理コードシステムの構築について

京都大学原子炉実験所 三澤毅 Misawa Tsuyoshi

1. はじめに

共用の炉物理コードシステムを作ることにより炉物理研究の発展に寄与することは十分に期待できる。その計算コードをより良く、しかもより使いやすいものにするためには、多くのユーザーの意見を採り入れて改良を進めることが必要であり、そのために各コードを共用しやすい場を作ることが重要であると思われる。

ここでは、このようなシステムの問題点と、今後の進め方についての私案を述べる。

2. 問題点

- システムの維持管理：共用できるコードを格納するワークステーションなどのハードおよびソフトの管理は、地道な仕事であるが非常に重要である。誰がどのような予算で具体的な維持管理を行うかが問題となる。
- 各コードの管理：大学でしばしば見られるような、コードの作成者が卒業してしまうとそのコードが使えなくなるという問題が起きないように作成したコードを整備しておくことが必要である。また、公開した後にそのコードに問題点が生じたとき、それに対処できるかも重要となる。共用コードシステムの実現は、このコード管理を適切に行うことができるかどうかにかかっていると考える。
- 取りまとめ役：強い推進者がいなければ共用コードは実現できないと思われる。

3. 私案

- 今後、計算コードを作成する場合は、入出力について各コード独自のフォーマットと併せて、予め規定した共通のフォーマットの入出力ができるようにし、さらに利用のためのマニュアルを十分に整備するように努める。

- 既存の計算コードについて共通フォーマットに対応できる場合はコードの書き換えをお願いします。また、入出力に関するフォーマット変換のプログラムを自作している方には、その公開をお願いします。
- 上記のフォーマットに関する規定はワーキンググループ的な会にて検討する。
- 炉物理関係のコードについて議論できる場（メーリングリスト、掲示板等）を設ける。コードを公開する場合はこのような場を活用して多くの情報を提供する。
- コードを共有できるハード（ワークステーション等）が利用可能であれば、公開するコードをそこに格納し、利用希望者は外部よりftpにより入手できるようにする。
- SRACのようなデータの入出力を含めた総合的なコードシステムの作成を目指すことは今後の課題とする。

モジュラーコードシステム

日本原子力研究所 奥村 啓介

1. 共用コードシステムの必要性和開発体制について

炉物理コードを新規に開発できる人材は年々減少傾向にある。最小限の投資により最大限の成果を得るには、分散する稀少な人的資源、あるいは公開された研究成果を結集して共用炉物理コードシステムを構築することは賢明である。しかし、コードシステムの開発とその継続的利用は「ただ」ではない。特にシステム開発後の維持・管理・改良には開発そのもの以上の労力が伴う。これを怠るとシステムの寿命は極めて短くなる。必要性が「有るに越したことはない。有れば便利である。」程度のものであれば、当面の開発体制さえ望めない。なぜならば、業務として評価されない限り、研究者がサイドワークとして実施するにはあまりに荷が重すぎるからである。どのようなものを求めるか以前に、具体的な必要性和開発体制について十分に議論する必要がある。以下では、必要であり体制も整うことを前提にして、現在の公開コードの抱える問題点や今後の共用炉物理コードシステムの姿について述べる。

2. 研究用公開コードの特色

既存炉の炉心管理などの用途を目的とするコードは、炉型や適用範囲を限定することにより、簡便な手法を取り入れて計算の効率化やプログラムの単純化を図ることができる。一方、新しい研究を展開するためのコードは、より厳密なモデルや解析手法が要求され、同時に幅広い利用に供するため幾何形状などに対する汎用性も要求される。共用コードとして利用するためには、更に新しい解析手法や機能に対する拡張性と異種計算機間の移植性も要求される。

グラフィックユーザーインターフェイスなどのサービスプログラムはコードの利便性と普及には重要な因子となるが、これに対する研究機関での評価は一般的には低く、現状では表向きの開発対象とはならない。また、無償公開コードに市販のアプリケーションソフト等をバンドルすることはできない。

3. SRAC システムの問題点

SRAC の開発は 1978 年に始まり、その後、内外の要望に応えるための機能拡張や高精度化のための改良を継続的に行ってきた^{1),2)}。現在、同システムのサブルーチン数は周辺コードを加えると 800 以上であり、総ライン数は 13 万行以上である。システムの複雑化と巨大化に伴い、抜本的改良やプラットフォーム変更への対応が年々困難になってきている。特に構成プログラム間の絡みが煩雑なため、不用意に対処的な改良を加えるとその副作用が別の部分でバグとして現れる。オプションの組み合わせなどが豊富な反面、全ての計算フローについて動作確認をすることは困難である。また、システムの全体を熟知し、改良や修正に即応できる人材は少なくなる一方である。

4. モジュラーコードシステム(MOSRA)

「何でもできるコード」を目指すと、拡張性や管理性が悪くなる、小回りがきかない、利用方法が煩雑でマニュアルも分厚くなるなどの弊害を招きやすい。そこで、汎用コードの開発方法を従来の統合型コードシステムの構築からモジュラーコードシステムの開発へと転換する。前者は全ての計算機能を余すことなく統合するのに対し、後者は必要な小単位のプログラムモジュールを取捨選択し当面の目的に応じたコードを短期間で構築出来るようにするものである。

図 1 は、現在原研で開発を進めているモジュラー炉心解析コードシステム MOSRA(Modular Code System for Reactor Analyses) の概要を示したものである。

ここでは核熱結合炉心燃焼計算を例に MOSRA システムが目指すところを説明する。システムは、核計算、冷却材計算(一般には熱水力計算)、燃料温度計算、フィードバック断面積供給、移植・ファイル管理を担当する複数のモジュール群と計算全体の流れを管理する 1 つのフレームから構成される。各モジュールは

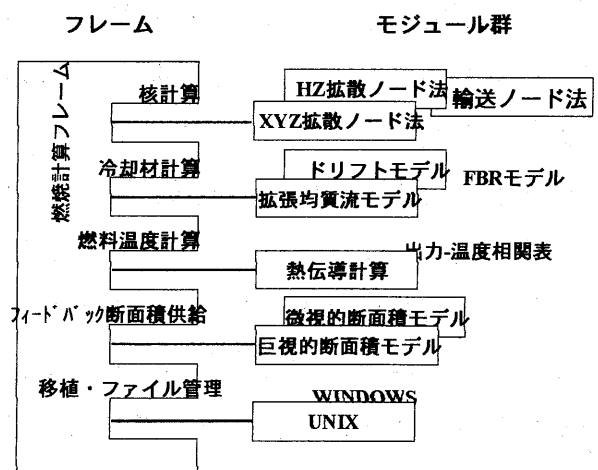


図 1 モジュラー炉心解析コードシステム

他のモジュールとは独立したプログラミングがしてあり、またフレームとの切断も容易になるよう設計してある。フレームとの結合や切断は、各プログラムの深部まで解析する必要は無く、表層部分だけの変更で対処できる。

現在の炉心燃焼計算コードは、核計算に拡散近似、熱水力計算に拡張均質流モデルを使用するものが多いが、近い将来計算機が進歩すると輸送計算やドリフトフラックスモデルなどのより高精度な手法へ移行するものと考えられる。MOSRA システムは、これに対し単にモジュールを入れ替えたり、新規に追加することにより対応することができる。また、単なる設計コードに留まらず、特定の部分に着目した計算手法の高精度化研究が可能である**(手法の汎用性)**。

原研や大学などの研究機関では、臨界集合体、研究炉、軽水炉、高速炉、ガス炉など多様な炉型を対象として研究が行われる。また、革新的な炉心概念(高転換炉、宇宙炉、超小型炉など)の設計検討が行われるような場合には、しばしば既存コードの仕様では間に合わないことも多く、早急な解析手段の提供が要求される。MOSRA では、必要なモジュールさえ揃っていれば、1週間以内の作業で再結合ができることを目指している**(多様炉型への即応性)**。

原研では、核熱結合炉心燃焼計算コードシステムの開発と並行して、高精度な核熱結合動特性解析コードシステムの開発も進めている。この場合、核計算やフィードバック断面積供給モデルなどのモジュールを、両システムに共通して利用することができ、開発作業が効率的となる**(モジュールの共用)**。更に、同じモジュールを使用することにより、燃焼履歴データなどの炉心燃焼計算により得られた出力ファイルを、そのまま動特性解析コードシステムの初期条件として与えることができる。

システムの維持管理は小規模なモジュール単位で行うことができ、統合型コードシステムのようにシステムの全貌を熟知する管理者は必要ない**(維持管理の容易性)**。また、一定のルールさえ決めておけば、多人数による分散開発が可能となる。

移植に関しては、会話型のインストーラが必要最小限のプログラムソースを書き換えて対処しており、UNIX を OS とする主要な計算機で動作確認をしている(FACOM/VPP300&500, AP-3000, NEC/SX4, Hitachi/SR2201, IBM/SP2, RS-6000, Sun, Hewlett Packard, PC/AT-Linux or FreeBSD など)。

MOSRA では同種の計算を担当するモジュールの入出力形式を可能な限り統

一するようにしている。これは、開発者にとってはプログラミングの労力(多くは入出力整備)を軽減できるメリットがある他、モジュールを入れ替えてもユーザーが混乱せずに入力作成やプリント出力の解釈ができるようにとの配慮である。MOSRA は、ユーザーと開発者と管理者が MOu-SUkoshi-RAku ができるためのシステムである。現在までに、XYZ 版拡散ノード法モジュール(MOSRA-Light)³⁾や軽水炉用定常熱水力計算モジュール(MOSRA-Hydro)などの開発を完了しており、MOSRA の初版は平成 12 年～平成 13 年頃に完成見込みである。

5. 結言

モジュラーコードシステムの考え方は、新しい炉物理プログラム開発のための予算や人的資源がたとえ将来欠乏するようなことになっても、質の高い解析ツールの提供を維持できる有効な手段である。

大学の学生は、大型コードシステムの開発や長期管理をすることはできないかもしれないが、新しい解析手法や要素コードの開発、実験による検証など小回りがきいた研究が可能である。産業界は、各自に良いコードシステムと実機の解析経験を持っているが、コード開発の投資対象は限定された炉型の範囲に限られる。原研などの国の研究機関は、大学ほどに人の出入りが頻繁ではなく、先駆的で大規模なシステムを業務として開発できる環境がある。これらは言ってみれば相補的なモジュールであり、官・学・民が協力するフレームが存在すれば世界に通用する共用コードシステムを開発できるはずである。

しかし最後に一言、研究者の端くれとして、私は管理者専従にはなりたくないものである。これが最大の問題であろう。

参考文献

- 1) Tsuchihashi K., Ishiguro Y., Kaneko K. and Ido M. : "Revised SRAC Code System", JAERI 1302 (1986).
- 2) 奥村啓介、金子邦男、土橋敬一郎 : "SRAC95 ; 汎用核計算コードシステム", JAERI-Data/Code 96-015 (1996)
- 3) 奥村啓介 : "MOSRA-Light ; ベクトル計算機のための高速 3 次元拡散ノード法コード", JAERI-Data/Code 98-025, (1998).

共用炉物理コードシステムの構築について —高速炉解析の立場から—

核燃料サイクル開発機構 石川 眞

高速炉における標準的な核特性解析システムは以下のような流れをとる。基本炉定数は、核データライブラリ JENDL を処理して作られた高速炉用の ABBN 型 70 群 JAERI Fast Set セットである。解析の最初のステップとしてまず、この基本炉定数から一次元非均質セル計算により少数群の均質化実効定数を作成する。引き続くステップでは、インタフェースシステム JOINT を介して、この実効定数を用いた拡散または輸送理論による 2 次元または 3 次元の炉心計算（及び必要なら摂動計算も）を行って、対象炉心の臨界性・反応率分布・各種反応度などを得る。このように高速炉の分野では、比較的標準的な解析の流れが確立されており、サイクル機構ではこの多数のコード群からなる解析システムを、大型計算機及び UNIX ワークステーション上で整備して、公開・配布を行っている。

またサイクル機構では、得られた実験解析結果をどのように核設計に反映するかという観点から、断面積誤差（共分散）や実験・解析誤差、炉心毎の感度などを統合して合理的な形で設計精度評価及びその向上を図るシステムを、阪大や原研などの関連機関からの協力も得て、新たに開発している。この設計精度評価・向上システムは、解析手法とともに、これに用いる物理データの信頼性によりその性能が定まるものであるため、核データライブラリ・共分散や臨界実験・実機運転データなどの積分実験解析データベースと一体となった開発整備が必要である。

これらの現状を踏まえ、共用システムを構築するための要件として、高速炉解析の立場から以下の 3 点を提言する。

- (1) 共用システム構成するコードやライブラリ、実験データ群などは、すべて公開のものであること。
- (2) 運用するプラットフォームは価格・性能の点から汎用的なもの（現時点では UNIX W/S が適当）であること。
- (3) 開発・整備の主体を、システム全体及び単体コード毎に明確化し、またインターネットを利用したユーザー会議などにより、一元的な管理体制を持つ

こと。

春の学会当日のディスカッションでは、共用コードシステムの技術的なスペックへの議論はなく、もっぱら、誰がどのような体制で行うのかに集中した。総体的に、メーカー及び電力は、その意義にすら懐疑的であり、大学や原研は、研究者への負荷が重いにも関わらず個人の論文として成果にならないということで、やはり消極的であったように思う。サイクル機構としては、現在でもすでに自主的に開発及び公開配布を行っていることもあり、当然このような共用コードシステムの構築には前向きであるが、気のすすまない機関を説き伏せてまで全日本的な体制を作ることはできない。今回の提唱者である小林啓祐先生の気持ちは非常によく理解できるが、やはり共用コードシステムの横断的な開発組織を作るのは、現状では難しいのかも知れない。

また共用コードシステムへの提言のひとつとして、全てのコード・データは公開とすべきであると述べたところ、電力の方から、Accountability の確保という趣旨は時代の流れであり理解はできるが、民間ではコード開発などの成果はその会社の財産であり、とても公開はできないとの反論があった。原子力業界全体が低調であることもあり、核データライブラリや共用コードシステムのような基盤的なものは、やはり原研やサイクル機構などの公的な機関が、社会への貢献及び品質保証の観点から開発を行い、公開していくべきなのであろうと感じた。

最後に、今回のパネルディスカッションを企画し議論の機会を与えていただいた主催者の皆様に、深く感謝いたします。

共用炉物理コードシステムの構築に関する パネルディスカッション

Panel Discussion on the Development of the Reactor Physics Code System for Common Use

(株)東芝 岩本 達也
IWAMOTO Tatsuya

〔要約〕 企業側は現状の RIST(原子力コードセンタ)でも十分であり、また核データの場合のような共用システム構築に対する差し迫ったニーズは乏しい。しかし、社会的共有財産として共用コードが活用できれば、そのメリットは期待できる。実現方法としては RIST の活用が考えられる。

〔キーワード〕 共用炉物理コードシステム、RIST、原子力コードセンタ

〔緒言〕 日本の BWR メーカーやユーティリティでは、これまで一部の公開コードを除いて、自社で炉物理コードを開発したり、燃料・コードベンダーから導入して設計計算を行なっており、公共研究機関や大学などとの技術的交流は比較的少ない。実炉では扱う事象が複雑で経験的要素も多く、大学・研究機関で作られたコードは、一般に機能・使い勝手・品質などの面で企業での使用目的に合わないことが多い。また、企業で開発したコードを公開することはありえないから、企業側からは核データの場合のような共用システム構築に対する積極的な貢献もできない。しかしながら、最近の原子力産業界をめぐる厳しい情勢を考えると、社会的共有財産として共用コードが活用できれば、そのメリットは期待される。

〔企業と共用コード〕 企業においても、主に米国の国立研究所で開発された公開コード (ORIGEN,MCNP,NJOY,TWOTRAN など) が広く使用されている。また、複数の企業にわたる共同研究では、日本原子力研究所で開発された SRAC,MVP などのコードを統一コードとして使用する場合がある。このように、国レベルで開発されたコードは、既に共用システムとして存在しており、日本においては (財) 高度情報科学技術研究機構 (RIST) * の下の「原子力コードセンタ」から登録会員に対して無償で配布される体制が出来上がっている。

一方、大学との関係では、以前は大学で開発されたコードは詳細で精度がよくても、計算時間的に企業での使用に耐えない場合もあった。しかし、今日の計算機性能の向上により計算時間は問題でなくなりつつある。このため、米国など

では大学に補助金を出して依頼研究によりコードを開発するケースが多く、大学側もいかに企業から予算を取るかが重要となっている。もちろん、このコードは企業・大学の財産であり、一般には公開ではない。日本でも今後このようなケースが増えてくると考えられ、共用コードシステムの構築を難しくする一因となる。

〔共用システムの実現〕 共用システムが何の目的で誰のために必要かを明確にする必要がある。公共の研究機関・大学で開発されたコードは社会の共有財産であるという観点に立つならば、それらは一般に公開されてしかるべきである。共用コードが手法やソースまで合わせて公開され活用されれば、大学・研究機関・企業間の技術交流の広がりによる炉物理研究の発展にも役立つであろうし、企業としても自社コード開発への利用のメリットが期待される。

共用システムの目的にもよるが、実現への近道は、前述した RIST の下の原子力コードセンタの活用と考えられる。ここには既に、原研および幾つかの大学で開発されたコードが登録されている。共用コードシステムの実現と活用上のポイントとして、登録されたコードの著作権、品質保証などの問題を明確した上で、情報の編集・公開・配布など炉物理部会としてのフォロー活動が必要になると思われる。

* <http://www.rist.or.jp>

共用炉物理コードシステムの構築について

(株) 日立製作所 電力・電機開発研究所

丸山博見 (hiromi@erl.hitachi.co.jp)

はじめに

炉物理研究を含めて原子力の研究・開発に対する環境が変わりつつある。炉物理委員会の再編や共用炉物理コードシステムの構築についても、将来の原子力の研究・開発環境を踏まえて、その目的、意義を考えていく必要がある。

我国の原子力の研究・開発予算は、大幅な増加は見込めない状況にある。メーカーにとってはその状況は更に厳しく、特に、基礎研究への投資は減少する傾向にある。しかし、原子力発電が既に我国の発電に欠かせないものとなっており、将来とも大きな役割を持つ以上、このような状況下でも技術ポテンシャルを維持、向上していくことは、この分野に携わるものの責務であると考ええる。

最近では海外との競争が激化しており、コスト低減を図って国際競争力をつけることが我国のメーカーにとって共通の課題である。したがって、メーカーとしては、協力によってコストを削減できるところは極力協力して国際競争力をつけていく必要がある。

また、資源環境が外国と異なることから、将来、我国独自の炉型戦略を採っていく可能性がある。これまでMOX関連の臨界試験などはベルギー、フランスなどの試験施設を用いて実施してきた。しかし、独自の炉型戦略を採った場合、これまでのように外国の合意を得て海外の施設を使用できる保証はない。したがって、将来炉の場合には特に、国内で炉物理データを蓄積していく必要があるであろうし、国内の各機関、企業が協力して進めていくことになる。

共用炉物理コードシステムの要件

上述したように、これからの技術開発を考えると国内の各機関・企業が協力して進めて行ける条件は揃いつつあるように思う。また、そのような新しい状況の中で新しい協力関係を構築していかなければならない段階にもあると考える。そ

ここで、その一つとして共用炉物理コードシステムを考えたとき、メーカーの技術者が開発に参加できるコードシステムの要件として次のようなことが必要である。

- (1) 原子力産業に役立つこと。
- (2) メーカー開発コードとの役割分担の明確化。
- (3) 将来炉の設計検証や許認可への適用。

原子力産業に役立つことは、メーカーの技術者が参加することに対する産業界のコンセンサスを得る、必要な最低限の条件である。勿論、大学等で開発されたコードを自由に使える仕組みを作ることも原子力産業に役立たない訳ではないが、その仕組みは現在でもコードセンターや炉物理部会のホームページなどを利用すれば簡単にできる。しかし、私の考えていることはもっと積極的な意味で役立つコードシステム作りで、その中に炉物理の研究成果を原子力産業に役立つ形で集約できたらと考えている。

メーカー開発コードとの役割分担を明確にすることは、メーカーにとっては二重投資をなくし開発コストを低減していくことに繋がる。一方、共用コードにとってはその有用さ、開発の必要性を強調できるというメリットがあると考えている。

現行炉についてはメーカーそれぞれ実績データ等をもとにコードを検証してきており、その精度に自信をもっていると思う。しかし、将来炉については必ずしもそのような状態にはなく、これからデータを積み重ねていく段階にあるので協力体制を取り易いと考えている。また、設計検証や許認可への適用をターゲットに置くことで有用性が明確になり、予算の確保も可能になると思う。

メーカー開発コードと共用コード

メーカーでは、現在、設計コードは勿論のこと、設計検証や設計コードの計算モデルを構築するための詳細コードも開発している。しかし、メーカー本来の独自性は、社会ニーズにマッチした製品を、精巧かつ低コストで提供することであり、冒頭で述べた状況では、設計・製造の効率化、低コスト化を指向した生産手段の一部としての設計コードの開発に重点が置かれていくであろう。

設計コードは高速性が要求される。それを実現するため計算モデル上適切な簡略化が必要となる。また、設計効率化を進めるため最適化手法との結合を図ることも重要な要素となる。何れにしても、その簡略化のため適用範囲が限定され、実機データや詳細コードによる検証が不可欠となる。

私がイメージする共用炉物理コードシステムは、図1に示すように、計算時間よりも高精度に重点を置いた詳細コードからなるシステムであり、メーカー開発コードの検証や設計検証に役立つものである。詳細コードといっても、すべて連続エネルギーモンテカルロコードというのではなく、断面積の生成から炉心計算までその時点における炉物理の見地から妥当な方法、厳密なモデルを採用して構成するという意味である。

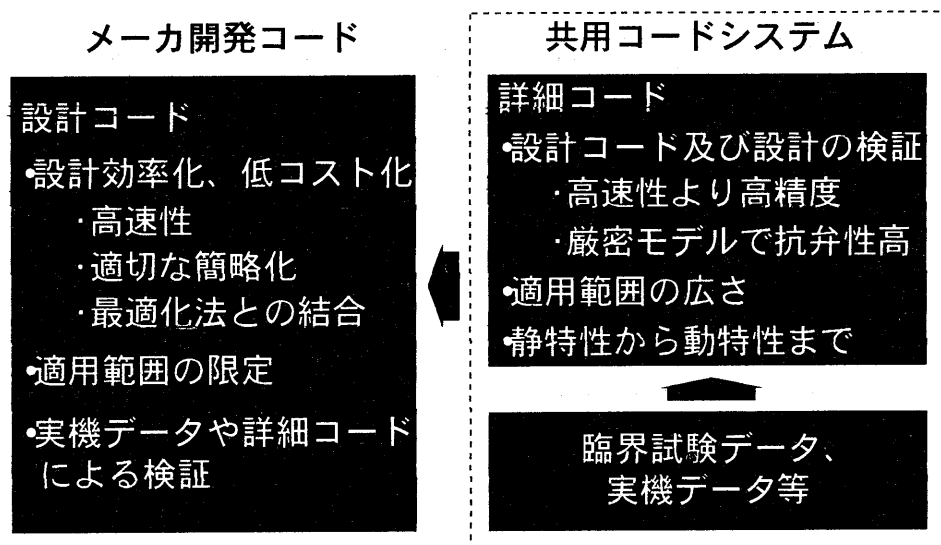


図1 メーカー開発コードと共用コードの役割

コードシステム構築の中では、是非、系統的に臨界試験等を実施しその精度を確認して欲しいと考えている。こうすることによりコードシステムとして計算モデルの観点からも、実験による裏付けという観点からも抗弁性の高いものとなる。したがって、少々虫のよい話しかもしれないが、たとえば許認可の際にこのコードシステムで確認すれば、あらためて臨界試験など新たな試験をしなくても認可して頂けるとなれば、企業としてもコスト的なメリットは大きいと思う。また、炉物理的にも系統的に実験データが取れることは意義のあることであり、現在、問題となっている国内の臨界試験装置等の利用についてもこのような産業界にも役立つシステムの構築という目的付けを明確にすればその利用価値もはっきりする。

おわりに

大学や原研等で研究に携わっている方々もやっている研究を役立てることに異論がないと思う。企業としても基礎研究は必要である。21世紀に向けて、そ

これらの新しい協力関係を構築していく必要があると考える。

実際の原子炉に適用するためには、単に炉物理だけでなく熱水力解析、構造解析なども必要であり、共用コードシステムにはそれらも含むべきである。しかし、炉物理は熱水力などと比べて適用先が狭いため、炉物理の理論や実験が明確な適用先を持たなければそれらの研究は埋もれてしまうし、予算も人材も獲得できない。その受け皿が共用コードシステム構築であって欲しい。私の考えていることを実現するには相当額の予算が必要となるが、国全体の研究開発費を最適化する、原子力発電を責任を持って継続するための必要な費用、と考えれば捻出できない額ではないであろう。

パネルディスカッションでもあったように共用コードシステム構築の意義、目的を具体化する前によく議論して欲しいし、そのときは大きな視点から考えて頂きたい。最後に、当社の設計部門から募った共用コードに対するユーザからの要望を列記する

- (1) 取りまとめ機関が明確で、アクセス性がよいこと
- (2) プログラム/マニュアル/検証情報等の改訂、管理がしっかりしていること
- (3) 最新の知見を反映、審議する場があること
- (4) 営業目的にも使用できること
- (5) 使用の費用が安いこと

共用炉物理コードシステムの構築に関するパネルディスカッション

Panel Discussion on the Development of the Reactor Physics Code System

for Common Use

三菱重工(株)

田原 義壽

YOSHIHISA TAHARA

共用炉物理コードシステム構築の提案に対し、原子炉メーカーである企業の立場からこれらの必要性和期待する点、その構築基盤、組織と運営方法について述べると共に、構築されるシステムのハードとOSについて言及した。

キーワード：炉物理、汎用コード、コードシステム、

1. 必要性

原子炉の炉心設計では多種多様な現象を、さまざまな観点から捕らえることにより行われ、もっぱら各社各様の設計コードが使用されている。このため最も必要とされるのは、理論的にも実験的にも十分検証され、しっかりとした参照解を与えることができるような計算コードである。一方、将来の原子炉の在りようを探るために、現状の炉心形状にとらわれない幅広い検討が可能な、適用性が高く且つ能力のあるコードである必要もある。炉心の多様化と炉物理の発展に伴って以上の必要性が増大すると考えられることから、共用炉物理コードシステムの構築が必要であろう。

2. 共用炉物理コード

コードシステムの構築基盤は、既に開発済みであるという利点を生かして、現在日本で広く使用されている公開コードを利用すべきであろう。まず、炉心解析の観点では①SRACや近代ノード法を基にしたMOSRAなどの確定論的手法である。臨界安全・遮蔽計算からは②モンテカルロコード MVP や SCALE に基づくシステムなどが考えられる。これらのコードに供給される③統一化された断面積ライブラリまたはその作成の標準手法の開発が必要となろう。更には安全解析との関連から④過度解析用コードも必要であろう。細かな点では共用コードの境界をどこに置くかが問題となろう。各コードが精緻で揺るぎ無いものであることは当然必要であるが、コード間の有機的な結合により、燃焼、臨界、遮蔽、炉心解析が可能であるオーバーオールな

機能を望む声もある。なおこれらのコードシステムの普及・発展のためには、使い易さに重点を置くべきであり、このための入出力の整備や Interface 機能の高度化、コードの質を管理する上での検証と適用範囲の明確化も重要である。

3. 組織と運営

組織は、大学、研究機関、企業からなる Steering Committee 方式で運営・管理を行い、原研等にその主体を置くのが現実的である。開発・整備方針、開発委託はこの委員会の決定により行い、作成または提供されたコードの検証を実施することにより QA 上の質も確保する(図-1,2参照)。これらは、配布後のユーザーサポートも含めて原研等の研究機関の Mission として実施される事が望ましいが、共用炉物理コードシステムの構築のためだけでなく、それら機関が本来実施する研究内容とリンクまたはその一部分を積極的に組織化することによりシステム構築に貢献する仕組みも考えられる。なお、この構築に学際的、研究的業務としての付加価値をつけ、これらの開発作業に携わる人の地位を保全する必要がある。作成されたコードは(財)高度情報科学技術機構 RIST を通して世界へ公開・配布されるが、従来の費用に加え、開発費の回収分や整備費を上乗せする必要があるだろう。

また、コード開発における計算手法の開発、ベンチマークなどを通して、積極的に他機関と交流を深めることにより炉物理の発展に今まで以上に貢献することができるであろう。

4. ハード他

全体のシステムを何の上にもどのように組んでいくかは、Interface 方式も含めて今後の協議によるものであろう。ただ、パソコンの高速化・大容量化を考慮すると、作成されたコード群やシステムは、安価に誰でも使えるパソコンを基本とするのが自然ではなかろうか？ また、しばらくの間炉物理分野のシステムは従来の延長線上にあるであろうから、システムとしては当面 Windows/Unix の両者が必要になろう。更に、計算機種に依存した機能等の使用を極力避けることがこれらシステムの普及には不可欠であろう。

5. 結言

今まで各研究機関、大学、メーカーがそれぞれの目的に応じて独創的で価値ある炉

物理研究が行われ、それに基づいて計算コードが作成されてきた。日本原子力研究所では日本における原子炉の建設当初より炉物理計算コードの開発を目指し現在普及されている立派なコード群を作成するにいたったと見聞している。原子力の建設が最盛期を過ぎ長期的成長の時代に入った今、将来を考えると、ここで終わってよいと言うものでもなかろう。今こそ現時まで開発・作成された理論・コード群を結集し更に新しいアイデアを発展追加させて有機的に機能させ、日本に適合したエネルギー供給システムとしての原子力を構築するために資するべきではないか。このような意味で、知識と知的財産を共有できる共用炉物理計算コードシステムは、その確固とした役割と価値を持つのである。今後このような仕事が国の job または project として取り上げられ、実施されることを望む。

図-1 共用炉物理コードシステムの構築
運営方式

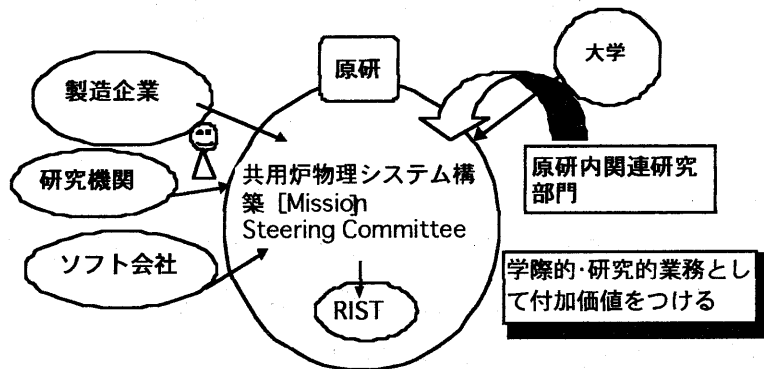
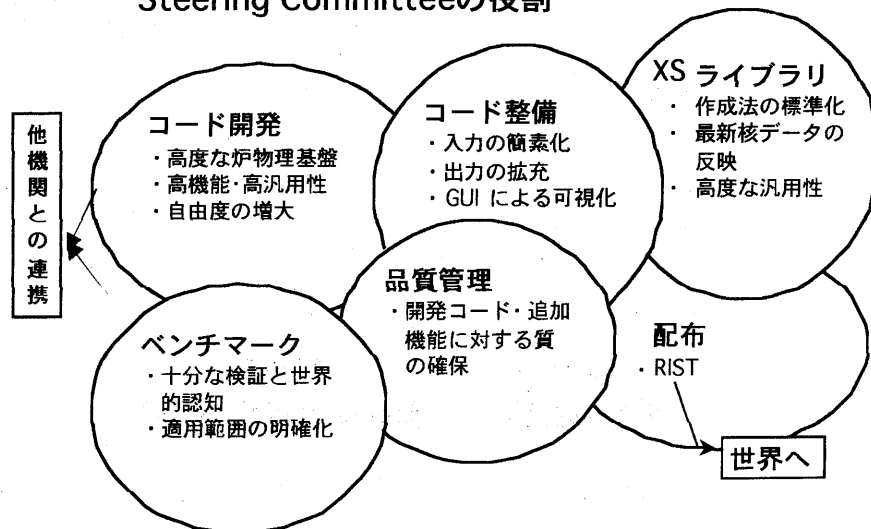


図-2 共用炉物理コードシステムの構築
Steering Committeeの役割



共用炉物理コードシステムの構築について

原燃工 山本章夫(a-yama@nfi.co.jp)

1.はじめに

「共用炉物理コードシステムが日本の炉物理界に有益であるか」という問いに対して、筆者は「有益である」と返答すると思う。しかし、問いが「・・・コードシステムの構築が・・・有益であるか」である場合、その答えは自明でなくなると考えている。

メーカーの立場から言えば、コードシステムの構築に要するコストと、それから得られるメリットを定量的に検討しない限り、後者の問いに対する答えは出てこないと思われる。

以下では、コードシステムを開発する際のコストに関連して、コード統合・システム化の方法論および問題点について、筆者の経験も含め簡単に考察してみたい。

2.コード統合の方法

図-1 に示すように、大きく"密結合方式"と"粗結合方式"に分類されるものと考えられる。それぞれ、長所、短所はあるが、粗結合方式(モジュラー型)が今後のシステム設計に際しての主流になるとと思われる。

統合方式	密結合	粗結合
概要	<ul style="list-style-type: none"> 全てのコードを関数として結合 引数でデータを受け渡す 	<ul style="list-style-type: none"> 機能単位でプログラムを作成 これらのプログラムを随時起動 プログラム間の通信などでデータ受け渡す
長所	<ul style="list-style-type: none"> 高速 一貫性 	<ul style="list-style-type: none"> 拡張性 デバッグやメンテナンス
短所	<ul style="list-style-type: none"> 拡張性 デバッグやメンテナンス 	<ul style="list-style-type: none"> 通信のオーバーヘッド
代表例	SRAC	SCALE

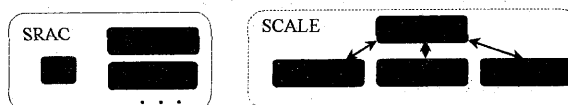


図-1 コードシステムの統合方法

その理由は、(1)計算プラットフォームとして UNIX が普及し、粗結合方式に不可欠な通信やコードの起動が容易になったこと、(2)拡張性の高さや、メンテナンスの容易さがより重視されつつあること、(3)計算コードの高度化が進み、内部の大幅な変更が必要となる密結合が一般に困難となりつつあること、などである。

なお、いずれの方法においても、汎用性を持たせつつシステム化するためにはかなりのインターフェース作成が必要となる。このことに関しては、後ほど考察を行う。

3.統合コードの例

INSIGHT システム⁽⁴⁾は、PWR の原子燃料運用に必要な解析を支援する目的で原燃工が開発したコードシステムである。燃料装荷パターン最適化、対話型装荷パターン作成など種々の機能を有しており、UNIX 上の X-window 環境下で動作する。本システムは、拡張性と保守性を重視して粗結合方式で設計されており、14 の独立したプログラムで構成されている。ソースコードのライン数は炉心計算コードを除き約 40 万であり、図-2 に示すように C++が主として用いられている。

本システムは比較的大規模なものであるが、これまでの経験では保守性に優れており、個々のコードの更新はスムーズに行なうことが可能である。例えば、装荷パターンの最適化を行うモジュールを完全に書き換えた際にも、最小限の労力でリプレースを行うことができた。

なお、図-2 には、最適化などの実計算に用いているコードと、インターフェース(コード間、コード—ユーザ間)に用いているコードのライン数の比率もあわせて示している。本システムは比較的 GUI が少ないが、それでもシステム全体の 75%がインターフェースに用いられている。

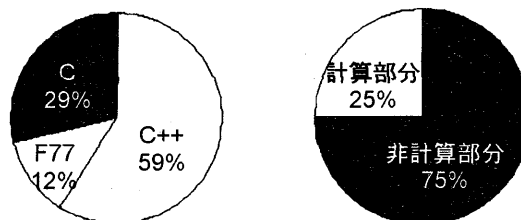


図-2 INSIGHT システムのソースコード内訳

4. 考察

INSIGHT システムの例で見たように、コードを統合・システム化し、汎用性を持たせ、使いやすくするためには、計算部分の数倍のインターフェース部分が必要となる可能性がある。これは、システム開発の分野では「 $3 \times 3 = 9$ 」の法則として知られている⁽²⁾。つまり、単体のコードを開発する労力を1とすると、システム化し、汎用性を持たせるために3倍、商品化にさらに3倍、合計で9倍の労力が必要であるとするものである。INSIGHT システムの例をみても、この法則はおおむね妥当なものであると判断できる。

すなわち、多くのユーザーにとって使いやすいシステムを開発するためには、単体のコード開発以上のコストが必要となる。まさに、奥村氏が指摘されたように「サイドワークで行える仕事ではない」ことを認識せざるを得ない。様々なシステム開発では、「 $3 \times 3 = 9$ 」の法則を無視したために開発コストの見積もりが甘かったケースが非常に多い。このことを十分に理解しておくべきと思われる。

筆者も SRAC や SCALE システム等の使用、並びに統合システムの開発経験から、その有用性は十分認識しているつもりである。そして、炉物理共用コードシステムの存在は、研究者やメーカーにとって有益なものであると考えている。しかし、その構築には以上のように想像以上の多大なコストがかかる。

これまでの経験で、使い勝手が良かったコードは、ほぼ例外なく詳細なドキュメントが完備しているものであった。従って、今後まずなすべきことは、既に開発・公開された単体コードを使いやすく整備することなのかもしれない。汎用的なシステムは様々なケース・組み合わせを想定せざるを得ないため、開発・検証に多くの労力を要する。これに対し、ある特定のニーズに応じた解析のために、複数の単体コードのインターフェースをとることは遙かに容易である。そのため、費用対効果を高く出来るものと考えられる。

参考文献

- (1) A. Yamamoto, et al., *J. Nucl. Sci. Technol.*, 34, 847 (1997).
- (2) フレデリック・フィリップス・ブルックス、「人月の神話～狼人間を撃つ銀の弾はない」、アジソン・ウェスレイ・パブリッシャーズ(星雲社 発売) 1996.

共用炉物理コードシステムの構築に関するパネルディスカッション — パネラーの感想 —

東電ソフトウェア(株) 佐治悦郎

はじめに：本パネルディスカッションは、全体で1時間半の枠の中で11人ものパネラーがしゃべるという事態となり、「これじゃ、ディスカッションは無しかな」と思っていたところ、皆さん、時間厳守でしゃべられ、ちゃんと予定通りに30分近くのディスカッションの時間が確保できた。これは特筆すべき成果である(笑)。皆さん、座長経験者であり、タイムキープに対する当事者意識が強いというのもあろうが、この企画から、ディスカッション時間が不足することに致命的な問題を感じていたというのが、共通の感覚ではなかろうかと想像する。自分の言いたいことより、人が何を言うかのほうが興味津々。それほどに、このテーマは、意見が割れると思われた。

(なお、当日お話しした内容は、既に予稿として書き残したものと同等であるので、本稿の内容を当日の感想とさせていただいた。)

パネラーの講演：もとより総論としては反対する理由はないが、手をつければ大変なことが自明である共用コードの構築に対し、その困難さを乗り越える強い動機がどこにあるのか、という点が他の方の講演に対する筆者の興味であった。しかし、発表内容では、そのことに触れず、実務的な側面を論じられた方もおられ、これはむしろ、期せずしてうまく発表の役割分担ができたと捕らえるべきであろう。11人ものパネラーが講演した割には、内容の重複から来る冗長感もなく、これは人選の妙と言うべきか、はたまた、各人が相互の内容を予想して、自分の講演内容に個性を持たせようとした、打ち合わせ無しの暗黙のチームワーク(?)であるのか、いずれにせよ、そもそも論から、実務的なレベルまで、議論すべきテーマが11人のパネラー講演によって、結果的に網羅されたのではないかと思われる。ただ、各講演が(自分も含め)概ね無難にまとめられていたという事実を割り引いても、その主張において、真っ向から対立するような意見のぶつかり合いは見られず、全体のベクトルは、そうばらばらではないように思えた。

つまり、パネラーの講演から浮き彫りになったことは、共用コードの構築は、何をおいても強力に推進すべき、極めて重要なテーマであるという主張が見えてこなかったという事実であった。

その後の議論：国の機関であれ、民間であれ、組織で活動する者にとって、あるプロジェクトを起こすに当たっては、その意義、目的、具体化方策、コスト等はじめに厳しく問われるのが常である。このテーマについても、そうした観点から洗い直すべきと捕らえた方が多かったように思える。幾人かのパネラーの方の指摘を待つまでもなく、計算コードの維持、管理というのは非常に手間のかかる仕事である。受け皿となる組織は？そのためのマンパワーは？お金は？等々、至極当たり前の懸念が存在するわけで、それを誰かの負担でまかなう限りは、その必要性に明確な説得力が求められる。総論賛成やベター論では、実現困難なプロジェクトであると言わざるを得ない。飽くまで筆者の感想であるが、当日の議論の中で、この問いに対し、明確な答えが得られたという感触はない。もちろん、そうした議論を抜きにして、どなたかがボランティアでやって下さるのなら、できる範囲での協力を惜しむつもりはない。しかし、その場合ですら、組織が「できる範囲」を検討するための材料が必要となり、似たような議論に帰着してしまうのである。

当日の議論のなかで、筆者自身、本当にやるのであれば、共用コードの意義、ねらい等についての議論に時間を惜しむべきでないと主張したが、組織人としてこのプロジェクトに関与する可能性のある方々は、概ね同意見ではないかと推測する。それがないと、皆、腰が定まらないはずである。

もっとも、「共用コードシステムの構築」という言葉から想像する一大プロジェクトのイメージに捕らわれて、構えているのも事実である。ある大学の先生がおっしゃっていたように、「そう難しく考えず、とりあえず集めてみる」程度のことから始めて、それで何か付加価値がついてくれば上出来といった見方もあるのかもしれない。いずれにせよ、今後の議論のなかで、その性格を明確にしていけることが望まれる。

おわりに：共用コードの重要性を説き、強力に推進すべしという意見と、その必要性の薄弱さと現実的な難しさから消極的な立場を取る意見のぶつかり合いがあれば面白いなと密かに期待したのだが、残念ながら、前者の声がほとんど聞けなかったように思われ、図らずもそのこと自身を明確にした企画であった。

ある大先輩の方がおっしゃっていた。「なんで、シグマは民間の協力が得られたか分かるかい？ 核データまでは民間では手に負えないと考えたからさ。炉物理計算コードは、十分、自分達の手合うものとしてやってきたから、シグマと同列に論じることはできないよ。」なるほど、納得である。

共用炉物理コードシステムパネルディスカッションのまとめ

京大工学研究科原子核工学教室

小林啓祐*

11名のパネラーから幅広い意見が出された。時間は短かったが、会場からの質疑応答も活発にあり、現時点で炉物理部会員の持っている積極的および消極的な意見はほぼ出されたと思う。出された意見は大きく分けると次のように分類できよう。

1. 大学、公的研究所、企業から見た必要性、目的
2. コンピュータおよびオペレーティングシステム
3. コードシステムの維持管理の機構、予算
4. コードシステムの維持管理から見たシステムの構造
5. その他

項目 1.については、大学および公的研究所からは各大学および公的研究所で作られたコードを集めて共通に使えるようにし、無駄な労力を減らすことへの期待が述べられた。企業からは自社開発のコードは当然のことながら公開できないし、必要なコードは自社で作るのでそれほどの必要性を感じないとの意見があった。他方、最近企業において研究開発予算が削減され、基礎研究の縮小、海外との競争の激化等に対応するために、官民協力による技術力の維持・向上、二重投資の防止を避けるために必要とするとの意見もあった。そこで共用コードに期待されることは、核設計の効率化などの実用性よりも厳密な解が得られて核設計コードの検証ができること、現状の炉だけでなく将来炉の検討ができるような取り扱える体系の自由度が大きいこと等であった。また、米国の ANSI/ANS(American National Standards Institute/American Nuclear Society) が定めている Reactor Physics Standards のような標準的に用いるべき計算手法の指針があれば産業界には利用価値があるとの意見もあった。

質疑応答では、米国においても核データ ENDF の作成には強力なリーダーシップが必要であった、そのような強いリーダーシップは日本では到底期待できず、

初めから失敗すると分かっていることを始めるのは無駄であるとの意見もあった。これに対する反論として、1970年代の終わりからアメリカでは JOSHUA、イギリスでは COSMOS、フランスでは CCCR、旧西ドイツでは KAPROS 等の炉物理コードシステムが作られており、1980年代にはコード開発をより効率的にするために、イギリス、フランス、ドイツ、ベルギーなど各国が共同してヨーロッパ共用炉物理コードシステム ERANOS を作成している。

我々が日本国内でさえ協力できなければ、とても欧米の進歩に対抗できないのではないか、また、原研の炉物理、原子炉システム委員会等は今までは単なる情報の交換の場であったが、今後は具体的な目に見える成果が無いと予算が付かなくなる可能性がある、原子力コード委員会では最近では分子動力学関連の理学部系の方のコード開発が主で、炉物理関係のコード開発の話は殆ど無い、現状のままでは従来からの活動の場も無くなってしまおうとの意見があった。

項目2については、現在広く使われている UNIX または WINDOWS と UNIX の両方のコードシステムが必要との意見があった。現在は EWS よりもパソコンの方が安価であり、クロックが 500MH でハードディスクが 10GB のパソコンが 20 万円台で買えることを考えると、ハードはパソコンの方がコストパフォーマンスは高い。パソコンを UNIX または WINDOWS で使う者も使えるシステムが望ましいと思われる。

項目3については、コードシステムの維持管理には相当にしっかりした維持管理機構と予算が必要との意見は共通の認識と思われる。その中心になるところとしてはやはり、原研および核燃料サイクル機構が期待されている。研究者のサイドワークとしてやってもらうなどの考えでは到底維持できない、その組織の本来の業務としての位置づけでないといけないとの意見はそのとうりと思われる。

項目4. コードシステムとして、どのような構造にすべきかについては、現在使われている SRAC はそのサブルーチンは 800 個以上あり、これらが密に結合していてどこかを変更すると他のコードとの関連でエラーが発生し、その維持は非常に困難であるとの指摘があった。多数のコードの密結合の反対の方法として、機能単位でコードを作成し、それらを疎に結合するモジュラー形式の方が維持管理がずっと容易であるとの指摘は共通の認識と思われる。この場合、お互いのコ

ード間で交換するデータのフォーマットの作成は重要な問題の一つであろう。

項目 5.のその他の意見として、大学では必要最小限の機能のプログラムを作るのがやっとなで、とても他人に使ってもらえるような一般的な機能のコードは提供できないとの意見があり、これは今までの実状であろう。しかし、ある機能しかないコードでも、使用した式およびその式で使われた記号とプログラム上の記号の対応表があれば、他の者が新しく似たようなコードを作るよりもより容易に自分のやりたい事ができるように機能を追加できよう。このような機能の追加が多数の人によって行われそれが蓄積できれば、個人でコードを抱えているよりもより便利なコードへ発展してゆくであろう。多数の人々の無償の努力の積み重ねで発展しているプログラムで有名なものに LINUX があり、これがマイクロソフトを脅かしているというのは最近の話である。OECD/NEA のコードセンターも国際的な規模でコード開発の無駄を無くそうとの意図で活動している。

日本原子力学会誌および NSE に掲載される論文の平均引用回数は、0.4 - 0.5 である、すなわち平均すると 2 編の論文の内、1 編は引用されることは無い。論文を書いたときに、コードが登録されそれが他人に利用されれば、論文引用回数は上がり、書かれた論文も真に役立つものとなろう。

パネルディスカッションで出された意見を出発点として、コードシステム構築の目的、維持管理の組織、システムの構造等について今後より詳細な検討を行い、具体的な案を作っていく必要がある。議論の場として原研の炉物理委員会のワーキンググループを期待したい。

* 本年 3 月末定年退官

＜国際会議に参加して＞

日本の大学連合とフランス原子力庁との協力研究

— 日仏セミナー —

京都大学原子炉実験所 代谷 誠治

京都大学臨界集合体実験装置(KUCA)における共同利用研究に参加する大学連合(JUA, Japanese University Association)とフランス原子力庁(CEA, Commissariat à l'Energie Atomique)との間で3年を期限とした「次世代型原子炉、特に高転換軽水炉(HCLWR)の物理の研究開発分野に関する協力協定」が締結されたのは1993年4月16日のことである。協定締結に際して、JUAは大学研究者の自発的意志に基づく任意団体であり、確固とした組織体ではないので、誰が協定に調印すべきかということがKUCA共同利用委員会で議論された。その結論として、全国大学の共同利用研究所でKUCA共同利用研究のお世話をしている京都大学原子炉実験所(KURRI)の所長が大学連合を代表することになり、当時の所長であった西原英晃京大名誉教授が協定書に署名して協力研究が開始される運びとなった。

協定締結に至る経緯については参考文献[1]に詳しいが、協力研究について日仏双方が真剣に検討を開始し始めたのは1990年にマルセイユで開催された炉物理国際会議PHYSOR90の頃であり、それ以前から下準備が行われていたこともあって、当初はHCLWRの物理が主題として採り上げられた。その後、協定は1996年に「次世代型原子炉、特に軽水炉の物理の研究開発分野に関する協力協定」と改定されて、3年間延長されることとなった。この時期には、高速増殖炉(FBR)の開発が遅れ気味となっていることの影響もあり、軽水炉からFBRへの橋渡し役として期待されていたHCLWRの開発研究が世界的にも一段落し、また、核兵器解体に伴うプルトニウム(Pu)をはじめとする余剰Puを核兵器への転用が困難となるように軽水炉を用いて燃焼させようとする動きが起こりつつあった。したがって、協定もプルサーマルなどのPuの軽水炉利用・燃焼という流れを反映して、広く次世代型軽水炉に関する炉物理を主題とする形に変更された。ちなみに、協定の改定前にフランスが核実験を強行したため、JUA加入者全員

の名前でフランス政府に抗議文を送るとともに、協定の延長に際しては、前文に「協力研究は平和利用の目的に限る」ことを明確に謳うこととなった。1999年は協定の改定期にあたるが、昨年度末、既に日仏双方は協定延長について合意に達しており、現在、協定文の細部の詰めを行っている段階にある。

研究協力は参考文献[2]に紹介されているような日仏セミナーを中心に据えて行われている。日仏セミナーは、原則として毎年、日仏で交互に開催され、今年の秋にフランスで第8回が開催される予定となっている。ちなみに、第1回は協定締結前の1993年1月にKURRIで、第2回は同年9月にコルシカ島で、第3回は1994年10月にKURRIで、第4回は1995年9月にCEAカダラッシュ研究所で、第5回は1996年9月に水戸で開催された炉物理国際会議PHYSOR96に続いて東京工業大学原子炉工学研究所で、第6回は1997年9月にCEAカダラッシュ研究所及び本部で、第7回は1998年6月にKURRIで開催された。日仏セミナーでは、協力研究課題に関する双方の研究成果発表と討論が中心となるが、この他にも双方が独自に行った研究の内容が紹介され、これらに関する討議に基づいて適宜協力研究課題の追加や変更が行われている。また、できる限り多く研究現場の関連研究者に参加を促し、中身の濃い議論が行えるよう双方が配慮している。さらに、日仏セミナーで課題として残されたものについては、メールやファクシミリによる連絡を密にして研究を遂行するとともに、必要に応じて技術会合を適宜開催し、協力研究の効率的な遂行に努めている。なお、本協力研究については、協定締結以前から関西原子力懇談会の技術委員会から支援を受け、1994年以来、文部省科学研究費補助金の助成を受けており、KURRIの専門研究会制度を活用して開催されている。

当初の協力研究課題は、① HCLWR のボイド反応度係数計算法、② 共鳴の重なりがある場合の自己遮蔽効果計算法、③ NEACRP ベンチマーク問題の UO_2 と MOX の subassembly がある場合の pin-power 分布の計算、④ LWR の減速材温度係数の実験と計算であった。第2回日仏セミナーにおいて、日本側から⑤ Pu の燃焼やマナーアクチニド(MA)の消滅を含む超ウラン元素(TRU)関連実験と計算を研究課題に加えることが提案され、了承された。第3回日仏セミナーでは、上記①のボイド反応度係数の結果を共同論文にまとめることが合意された。第4回日仏セミナーでは、上記の共同論文をPHYSOR96で発表すること[3]、上記③の pin-power 分布については当分の間研究課題から除くこと、

⑥ 格子計算における中性子漏洩効果の取り扱い法を研究課題に加えることが合意された。第5回日仏セミナーでは、上記①、④の課題については共同論文を学術誌に投稿して終了し、これらの研究課題の延長上に新たに⑦ MOX 燃料セルの感度解析を研究課題に加えることが合意された。第6回日仏セミナーでは上記の共同論文の原稿が提示され、日仏双方でレビューした後、Nucl. Sci. Eng. 誌に投稿することが合意された。第7回日仏セミナーでは、⑧ ドップラー反応度係数を研究課題に加えることが合意された。なお、第6回日仏セミナー以降は年度末近くにフランスで技術会合を開き、研究の進展状況のチェックを行っている。

前述のボイド反応度係数及び減速材温度反応度係数に関する共同論文は、1999年2月にやっとCEA側の許可が下り、4月に投稿を完了した。PHYSOR96などの国際会議に共同論文を発表する場合、ハードルは余り高いと感じなかったが、国際的な学術誌に投稿する段階を迎えてハードルの高さを痛感するに至った。これは、CEAでは核計算コード APOLLO-2 の開発を含め、ほとんどの研究開発が電力公社の EDF 及び原子炉メーカーの FRAMATOME と共同で行われており、CEAの上層部のみならず、これら共同研究に関連したものについても許可を取りつける必要があったためである。この許可を取りつけるため、ほぼ最終的な投稿原稿を用意してから1年半程度の歳月を要してしまった。この共同論文の筆頭著者が JUA 側の者であったため、許可が下りるのが遅れたとは考えたくないが、今後もこのようなことになるのかと思うと気が重くなる。初めての共同論文であったため、フランス側が慎重になっただけだと思いたい。JUA 側としては共同研究の成果をできる限り学術誌に発表したいと考えており、今後の共同論文の投稿に際しては、速やかに手続きが進行することを切に祈っている次第である。

参考までに、第7回日仏セミナーで発表された研究の表題を紹介すると以下のようなであった。JUA から「マルチバンドパラメータに対する IR 効果」、「燃料棒中の温度分布を考慮したドップラー反応度計算」、「KUCA における $^{237}\text{Np}/^{235}\text{U}$ 核分裂率比の測定と解析、一実験と計算の結果一、一格子モデルの効果一」、「KUCA と KUR における $^{237}\text{Np}/^{235}\text{U}$ 捕獲反応率比の測定と解析」、CEA から「MOX 燃料ピン格子の感度解析」、「感度係数に対する随伴中性子束の微細スペクトル構造の効果」であった。また、昨年12月にカダラッシュ研究所で

行われた技術会合で発表された研究の表題は、JUA から「MOX 燃料ピン格子の感度解析の比較」、「PIE 新ベンチマーク問題の解析結果」、「MA 消滅のために LMFBR 中に装荷した減速ターゲットの最適化」、「JENDL-3.2, JEF2.2, ENDF-B/VI の自己遮蔽断面積の比較」、「共鳴領域に対する IR 近似に基づくマルチバンド法」、「characteristics 法の MOX 燃料への適用」、「モンテカルロ法による燃焼計算における誤差伝搬の推定」、CEA から「EOLE における MOX ピン格子実験に関する representativity 研究の結果」、「ドップラー反応度効果ベンチマーク計算問題の提案」、「PIE 新ベンチマーク問題の解析結果」、「 γ 線スペクトル測定法による ^{238}U 捕獲率及び全核分裂率の測定」、「APOLLO-2 で用いられている自己遮蔽計算法」、「EOLE と MINERVE 施設における実験の紹介(施設見学)」であった。さらに、今年 3 月にカダラッシュ研究所及びサックレー研究所で行われた技術会合で発表された研究の表題は、JUA から「京都大学原子炉実験所将来計画としての中性子ファクトリー計画に関連した核設計研究」、CEA から「MASURCA における加速器駆動未臨界炉実験計画」、「EOLE と MINERVE における実験の概要紹介(施設見学)」、「サックレー研究所における核計算コード開発を中心とした研究活動の概要紹介」、「ORPHEE と OSIRIS における実験の概要紹介(施設見学)」であった。

昨年 12 月の技術会合で、KUCA における MA 反応率実験の結果が CEA 側の実験と同様な傾向を示したこともあり、協力研究において積極的に実験技術を含めたいという態度を明確に示したことは注目に値する。これまで、CEA 側はともすると実験面での協力研究を行うことには消極的な姿勢を示してきたが、今後は核計算法の開発のみならず、実験技術開発面での協力研究に発展する可能性があり、大いに期待したい。なお、CEA 側に KUCA で D-T 中性子を用いて熱及び熱外中性子体系の加速器駆動未臨界炉実験を開始する旨を伝えたところ、MASURCA において D-T 中性子を用いた高速中性子体系の加速器駆動未臨界炉実験を開始していることもあって、協力研究の課題に追加してくれないかとの申し出があった。現在、協定の延長に向けて遅ればせながら協力研究課題を詰めている段階にあるが、加速器駆動未臨界炉に関する共同実験にまで発展する可能性もあり、大いに期待したい。

参考文献

- [1] 西原英晃, “「大学連合」とフランス・CEA の協力研究”, 原子力誌, 35[5], 416

(1993).

- [2] 神田啓治, 代谷誠治, 竹田敏一, “第3回「次世代炉の炉物理」日仏セミナー”
「大学連合」とフランス・CEAの協力研究”, 原子力誌, 37[3], 207 (1995).
- [3] S. Cathalau, H. Unesaki *et al.*, “Caluculation of Void Coefficient in
HCLWR Cells”, Int'l Conf. on Physics of Reactors PHYSOR96, Sept. 16-20,
1996, Mito, Jpn., Vol.2, pp.C-1-C-10.

<第31回炉物理夏期セミナー予告>

1999年度「炉物理夏のセミナー」

日時： 1999年8月30日(月)～9月1日(水)

場所： 山梨県南都留郡山中湖村山中 323-1
東海大学山中湖セミナーハウス

交通： JR 御殿場線 御殿場駅より富士急バス(40分)山中湖村役場前下車 15分
新宿より中央高速バスターミナルから富士急バス(2時間30分)山中湖村役場前下車
東名高速 御殿場 IC より R-138
中央高速 河口湖 IC より R-138

1999年度炉物理夏期セミナー日程

第1日 [8月30日(月)]	第2日 [8月31日(火)]	第3日 [9月1日(水)]
	テーマ1 高速炉の行方を探る 講演 I～III	テーマ2 工学的安全性 講演 I～III
	12:00 昼食	12:00 昼食
13:00～ 参加登録 14:00 開会式 トピックス I, II	講演IV～V 自由討論	討論会 15:00 閉会式*
19:00～ 懇親会	18:00 夕食 19:00～若手研究者の集 い	

*解散時間は、交通機関の時間を現地調査し決定致します。

講師とテーマ(敬称略、一部講師と演題は変更される場合があります)

トピックス I 湯川・朝永とアインシュタイン 小沼通二 (武蔵工大)

トピックス II チェルノブイリの現状 青木克忠 (アイテル)

高速炉の将来を探る

講演 I 課題とそのブレイクスルー 平岡 徹 (電中研)

講演 II Na 冷却炉の炉物理 若林利男 (サイクル機構)

講演Ⅲ	Na 冷却炉の安全性	丹羽 元 (サイクル機構)
講演Ⅳ	Na 以外の冷却材の炉	岡嶋成晃 (原研)
講演Ⅴ	技術確立に向けての展望	吉見宏孝 (富士電機)

工学的安全

講演Ⅰ	確率論的安全評価法—システム信頼性解析を中心に—	松岡 猛 (船舶技研)
講演Ⅱ	原子力システムの安全	秋本正幸 (原研)
講演Ⅲ	軽水炉の安全	藤城俊夫 (原研)

募集人員： 70 名

参加費(予定)：部会員	6000 円	学生部会員	3000 円
(テキストを含む) 正会員	8000 円	学生会員	4000 円
非会員	10000 円	学生非会員	5000 円

宿泊費(概算)：全期間	2泊3日(6食、含む懇親会)	16,000 円	
	8月30, 31	1泊2日(3食、含む懇親会)	9,500 円
	8月31, 9月1日	1泊2日(3食)	6,500 円

部屋は、定員4名の洋室相部屋となります。

学生部会員には、旅費の一部を補助いたします。

問い合わせ先

〒259-1292 平塚市北金目 1117
東海大学 工学部 原子力工学科 阪元重康
TEL 0463-58-1211 (EXT4140)
FAX 0463-50-2017
E-mail sakamoto@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

セミナーの申し込みには、本部会報に同封した参加登録用紙をご利用ください。

<学生会員の声 1>

京都大学大学院 博士課程3年

代谷研究室 卜哲浩

毎年、炉物理部会の会報「炉物理の研究」を陰ながら楽しみにしている者として、まさか自分自身が投稿することになるとは思ってもいませんでした。学生会員の声ということで思いつくままに自分の意見を述べさせていただきます。

炉物理を勉強するようになり数年が経ちませんが、学部および修士課程は名古屋大学の仁科研究室（現山根研究室）で学び、現在は京都大学原子炉実験所の代谷研究室に所属しております。そもそも炉物理を学ぶようになったいきさつですが、学部3年生の夏に某重工会社で原子核工学科系の学部学生の実習生を募集しているということで、おもしろそうだったので応募することにしました。当時学部3年生の夏といいますと、4年生の研究室配属をめぐって友人たちといろいろと情報交換をしたり研究室の噂話をしていた時期で、当時わたしは何となく化学系の研究室を希望していました。夏期実習の研究テーマを選ぶ際も当然化学系を希望しており、そのときに目にしたテーマが「Xe 振動の解析…」で、これはきっと化学系のテーマと思い、学年主任の先生にお聞きしてもたぶん化学系であるとおっしゃっていたので、そのテーマに決めました。ところが、実習初日に実習テーマが炉物理であることを知らされ、そこから私と炉物理とのはじまりでした。特に抵抗感を感じることなくすんなりと取り組むことができました。当時大型計算機を使って計算を行い、得られた結果について考察することが楽しく思えるようになり、その後4年生の時の研究室配属では躊躇なく炉物理講座を選びました。

現在までの研究テーマは、高次摂動理論を用いて炉心内に生じる反応度および中性子束分布の変化の解析を行っております。具体的には、従来の高次摂動理論とは異なる新たな理論を導出し、その理論に基づいて高次摂動計算コードの開発を行いました。計算コードの適用例として実機 PWR 炉心の摂動体系における反応度変化を解析し、今は KUCA でのサンプルワース摂動実験を通して計算コードの計算精度の検証を行っております。

これまで原子力学会や炉物理夏期セミナーを通して他大学や産業界、研究機関の多くの方々と知り合うことで大学の研究室では学ぶことができない知識を得ることができたと思います。また国際会議等では、炉物理のみならず様々な分野についての知識を吸収し見識を広めることができました。特に海外での国際会議は私自身にとって英語によるプレゼンテーションやディスカッションの貴重な訓練の場であったこと、そしてそれを通して海外の研究者たちとの交流ができたことで研究を進める上でも大きな助けとなりました。

他方、ここ数年の原子力学会での学生の発表件数や、炉物理夏期セミナーへの学生の参加が極端に減少しているように思えます。これも現在の炉物理が置かれている状況を反映しているようにも思えます。たとえば、毎年夏休みに実施される全国大学院実験に参加する大学院生との話を通して炉物理についての印象や意見を聞いてみると、「難しい、格好悪い、おもしろくない…」などの意見が多数聞かれます。プロ野球の某監督の言を借りると、最近は「簡単で、楽で、楽しい」ものに興味を持ち、その逆のことには見向きをしない傾向にあるとのことです。次世代の炉物理、または魅力ある炉物理についての議論が学会や部会の会報で盛んに行われて久しいですが、もう少し炉物理をわかりやすく、みんなに理解してもらえる言葉をわれわれは持つ必要があると思います。特にわれわれ学生がそのような努力を平素からする必要がありますし、夏期セミナーの若手発表会などの場でも議論されていい議題だと思えます。

次に学会・産業界について意見を述べさせていただきます。先の国際会議等の参加を通して感じたことと関連しますが、国内での学会の雰囲気は海外でのそれとは幾分異なるように思えます。研究テーマや発表内容も海外と日本の大学間に大きな差を感じます（もしかするとわたしの勉強不足かもしれませんが）。海外の大学の研究内容は解析の適用例が実機を対象したものが多く、実用的な研究内容が目につきます。おそらく大学と産業界の交流が盛んなためではないかと思われまます。一般に工学研究において、基礎研究の重要性は言うまでもありませんが、さらにその成果をいかに現実に起こっている現象や解析対象に適用させるかということも重要ではないかと思えます。したがって、大学や企業を問わずこのような研究スタンスを保つことが重要であることは当然のことと考えます。この

ような点から考えますと、日本の大学と産業界との間に若干の隔たりがあるように思えます。様々な原因が考えられますが、私が思うに研究内容や人の交流が少ないせいではないかと思ひますし、それらの交流がもう少し盛んに行われてもいいのではないかと思ひます。ただし、企業側には業務上の守秘義務がありますので大学との情報交換には慎重にならざるを得ませんが、企業との交流はわれわれ学生にとっては実践的な訓練の場を提供し、研究についての視野を広め、知識を深めることができます。研究室内だけの活動ではともすると研究の目的や方向性が見えにくくなり、研究に対する幅広い見方を見失いがちになるのではと考えます。そこで学会や夏期セミナーばかりではなく日常的な交流があることで研究に対する取り組み方や方向性が明確になり、双方が有益な研究成果を共有できるのではと考えます。いくつかの大学ではすでに企業との共同研究を通して活発な研究活動が行われており、その課程で学生は訓練され卒業後も優秀な人材として各企業や大学、研究機関で活躍されていることと思ひます。原子力業界を取り巻く環境は厳しいものがありますが、このような交流も若い研究者の育成や炉物理を今以上に魅力ある研究分野とする一助となるのではと考えます。

最後に今後の抱負ですが、現在博士課程の3年生でいよいよ博士論文の作成に向けて追い込みをかける時期でありますので、まずは学位論文の完成に全精力を注ぐことは言うまでもありません。その後の進路としては、できることならば引き続き原子力に携わっていきたいと考えております。炉物理についての十分な知識が身につけていないために今以上にもっと幅広く、そして深く学ぶ必要があり、自信を持って炉物理を勉強したと言えるようになりたいと思ひております。今後は、炉物理の研究を通して得た経験や知識を他の分野に幅広く応用できるようにがんばって行きたいと思ひます。

<学生会員の声 2>

大阪大学大学院工学研究科原子力工学専攻

佐野 忠史

E-mail tsano@nucl.eng.osaka-u.ac.jp

自己紹介

私は大阪大学にて炉物理を研究している博士後期課程 1 年の学生です。研究テーマは原子炉の過渡解析です。これまでに軽水炉格子体系において燃料ペレット内の自己遮蔽の空間依存性を考慮した過渡時のドップラー反応度を研究してきました。

私は近畿大学原子炉工学科出身ですが、炉物理という分野を選んだ理由は、学部 3 年生の時に受けた原子炉工学という講義を受けたことがきっかけでした。元々、原子炉に関することを勉強したくて入学したのですが、この講義で炉物理の魅力が十分に感じ取れました。例えば、拡散方程式の解き方や解の物理的意味だけではなく、フェルミらが今のような計算機が無い時代に如何にして輸送方程式を解いたか等も講義の中にあったと記憶しています。

現在、私は竹田研究室に在籍しています。大学院進学の際にこの研究室を選んだ理由は工学としての炉物理を更に勉強したいと思ったからです。

今、炉物理を研究されておられる先生方や諸先輩方は素晴らしい研究者ばかりと思っております。この方達に一步でも追いつきたし、少しでも脅威を与える存在になりたいと思っております。

今思うこと

残念ながら、世間では原子力に対して否定的な見方が強まっています。特に核兵器やチェルノブイリ事故によって原子力は人を死に至らしめてしまうという見方が強くなっています。また、我が国では原子力施設の事故に関する情報公開が後手を踏んでしまったために原子力に対する信頼が薄らいでいます。私も原子力に携わる人間ですので反原子力の声が強まっていることにととても悔しい思いをしています。最近では政府や電力会社も原子力の必要性を強くアピールするようになっており、また原子力学会も中学高校での教育に役立つ本を配布したと聞きまし

て心強く感じています。

現在は、原子炉＝発電というイメージが成立しており、また大部分の原子炉はあまり人が住んでいないところに設置されています。そこで私は将来、都市近郊に中性子源としての小型原子炉を設置してはどうだろうかと思います。周辺には医療照射専用の病院や材料、食品などの研究・開発施設を建設します。また、原子炉の施設を資料館や博物館の様に、いつでも誰でも施設を見学できるようにすれば、原子力のイメージは良くなると思います。原子力は「難しい」や「得体の知れないモノ」というイメージがありますが、この様にすれば「百聞は意見にしかず」の言葉があるように世間の人達だけではなく、私達学生もよく勉強できると思います。また、身近に原子炉があれば私達も研究の励みになると思います。

更に私は研究用の大型炉も必要だと思います。数年間炉物理を勉強してきて感じたことですが、動力炉として用いられている大型炉の動特性はどこまで解明されているのでしょうか。私の知識では動特性関係の実験は小型炉や臨界集合体で行われているのですが、大型炉ではほとんど行われていないと思います。もし、動特性実験も可能な研究用の動力炉が存在すれば炉物理として興味ある現象が新たに発見できると思います。

学生同士の議論について

私は修士1年の時に KUCA の大学院生実験に参加しました。この時、私が一番心に残ったことは他大学で研究している学生達と知り合えたことです。もちろん実験の解析方法についても多くを学びましたが、多くの知り合いができたことは私にとって大きな財産です。実験結果や解析についてほぼ毎日、明け方まで班員達と議論しました。これはとても勉強になりました。今の炉物理部会に欠けていることは、この様な学生同士の議論がほとんど無いことだと思います。学生や若手の研究者の間で活発な議論が行われれば、炉物理部会は更に発展すると思います。そこで学生同士が議論をする場として、例えば、各大学の炉物理専攻学生を一堂に集めて、学生主催で修士論文や博士論文の発表会を催すというのは如何でしょうか？もちろん議長も学生が行います。失礼ながら先生方や諸先輩方にはできるだけ質問を控えていただき、主に学生や若手研究者の方が質問するという形式にします。無茶な意見だとは思いますが、この様にすれば他大学の学生がどのような研究をしているのかを知り、議論ができるのではないだろうかと思いま

す。

最後に

21世紀では、エネルギー問題の解決に対して原子炉の役割はますます重要になると思います。私は炉物理の研究に対しやりがいと誇りを持っています。これからも、私の研究が原子力界の役に立つように日々勉強に励んで行きたいと思っています。

<委員会報告 1 >

炉物理研究特別委員会「原子炉システム専門部会の活動」

原研 奥村 啓介

原子炉システム専門部会では、OECD/NEA/NSCでの活動を報告すると共に、主として将来のエネルギーシステム、炉心解析法、炉物理実験に関する国内諸機関の最近の研究成果や今後の計画を紹介して頂いている。平成10年度部会は、大杉部会長の下に25名の専門委員と13名のオブザーバーで構成され、第48回と第49回の計2回の会合が開催された。なお、第48回会合は親委員会である炉物理研究委員会の第68回会合との合同開催であった。

第48回会合 (平成10年7月3日 富国生命ビル28階 第2会議室)

(1) OECD/NEA/NSC 関連報告 (中川委員長、奥村専門委員、野村委員)

1998年6月にOECD/NEA/NSCの第9回会合が開催され、その概要について中川委員長より紹介があった。NEA関連事項では、NEAの将来の役割に対する高級諮問グループのレポートに対する対応として、活動の優先順位の明確化が求められていることが報告された。NSC関連事項では、深く議論するトピックスとして、1)動力炉高度シミュレーション技術、2)原子炉におけるモンテカルロ法の利用、3)加盟国におけるセミナー及びトレーニングコースの現状と核データトレーニングイニシアティブ、が採り挙げられたことが報告された。1)に関しては、ワークショップを次のビューロー会合で提案するために日本のメーカーの協力が要請された。2)については、国際会議M&C'99(スペイン)でモンテカルロの特別セッションが設立されることが報告された。

奥村専門委員より、WPPR(Working Party on Physics of Pu Recycling and Innovative Fuel Cycle)の活動内容と今後の予定が紹介された。1999年はMOX-BWR燃料集合体計算ベンチマークとVENUS-2炉心解析ベンチマークを中心にWPPRの活動が行われる。

WPNC(Working Party on Nuclear Criticality Safety)の議長である野村委員より、各タスクフォース活動の現状、新規提案、今後の予定等が紹介され、日本の産業界からの参加・協力が期待されている旨が報告された。

(2) 各専門部会報告と今後の委員会活動について

(大杉専門部会長、池田専門部会長、中川委員長)

大杉専門部会長と池田専門部会長より、原子炉システム専門部会と高エネルギー粒子工学専門部会の活動内容と今後の計画が報告された。特に、高エネルギー粒子工学専門部会については、原研内の組織変更と委員会の統廃合に伴ない、炉物理研究委員会を母体とする実質的な活動は終了する旨が報告された。

中川委員長より、炉物理研究委員会の改組の経緯について説明がなされた。炉物理部会との関連、運営方法及び将来予想される委員会活動の外部評価等を勘案して、炉物理研究委員会の今後について委員各位の意見交換が行われた。

(3) トピックス1 「FCA β_{eff} 国際ベンチマーク実験結果」 (岡嶋委員)

NEA の WPEC プロジェクトである β_{eff} 国際ベンチマーク実験の経緯と FCA における実験結果の概要が紹介された。FCA での 3 つの炉心に関する実験には、5ヶ国 6機関が参加し、それぞれ独自の方法で β_{eff} を測定した。実験は 1998 年 3月に終了し、その後 5月に専門家会合が開催され、各参加機関による測定結果の比較及び最終実験値を確定するための検討が行われた。3つの炉心ともに当初の測定精度目標 3%以内を達成しており、精度の良い実験データが得られた。

(4) トピックス2 「Th サイクル計画について」 (三澤専門委員)

トリウム燃料サイクルの特長や課題、KUCA におけるこれまでの関連実験、加速器駆動未臨界炉による Th 利用の概念、及び京大炉の将来計画について紹介された。Th を使用した実験は KUCA において 1970 年代に行われており、JENDL-3.2 と MVP を使用した解析結果では、臨界性について天然ウランに比べてスペクトル依存性が存在することが報告された。より本格的な実験を KUCA で行うため、米国より U-233 試料の購入を検討しているとのこと。また、KUR の将来利用計画として、強度、エネルギーなどについて多様な中性子の取り出しが可能で多くの用途に利用できる施設とする中性子ファクトリー計画が紹介された。

第 49 回会合 (平成 11 年 2 月 9 日 原研本部第 3 会議室)

(1) 今後の炉物理研究委員会とシステム専門部会の活動について

中川委員長より、平成 11 年度の炉物理研究委員会の組織再編と活動方針についての素案が示され、これに関して質疑応答と意見交換が行われた。素案では、炉物理研究委員会の下に1つの専門部会を設置し、その中で実質的な作業を行う3~4程度のワーキングパーティ(WP)を設けることとしている。各 WP は 10 名程度で構成され、メンバーは専門委員として年 2~3 回の会合に必要な旅費が支給される。また、WP の活動期間は原則として2年としている。WP の候補として、以下のテーマが挙げられた。

- 1) 加速器駆動炉の炉物理
- 2) 核熱結合動特性
- 3) 中性子寿命
- 4) 標準的な炉物理計算コードシステムとベンチマークデータ、
- 5) 軽水炉に必要な今後の炉物理実験
- 6) 高燃焼度化に関わる炉物理
- 7) MOX 燃料に関わる炉物理
- 8) 新型炉概念の検討

次回の炉物理研究委員会(6月頃の予定)までに、委員選任、WP のテーマと参加者の募集、WP 活動計画案の作成を行いたいとのことであった。

(2) トピックス 「HTTR の臨界試験」(山下専門委員、藤本望氏、秋野藤義氏)

原研の高温工学試験研究炉(HTTR)が1998年11月10日に初臨界を達成した。その後、環状炉心及び全燃料装荷炉心で、過剰反応度、炉停止余裕等の測定が行われ、臨界試験を1999年1月21日に終了した。これらの経緯と実験及び解析結果について、HTTR 技術開発室の山下専門委員と藤本氏により報告された。一連の計算には、MVP と HTTR 核特性解析コードシステム(Delight、TWOTRAN、CITATION)が使用されている。また、秋野氏からは高温ガス炉臨界実験装置(VHTRC)の実験解析の経験とその手法(SRAC)に基づく HTTR 臨界計算の結果について報告があった。

＜委員会報告 2＞

「原子炉炉心計算法の高度化」研究専門委員会 平成 10 年度活動報告

大阪大学 竹田敏一

本委員会は、各炉型で用いられている既存の解析手法間の比較検討、モンテカルロ法と決定論的手法の相互比較、炉心計算の並列演算とベクトル演算の検討等を通して、今後の研究課題を明らかにすることを目的として、1997年4月に発足し、現在46名の委員で活動を行っている。本研究専門委員会は平成9年度までに4回の会合を行っており、平成10年度は第6回の会合を開催した。

第5回会合（6月1日開催）では、Characteristics法とCCCP法の2つの手法について、それぞれの計算手法の基礎とその改良手法が述べられた。Characteristics法では、少ない角度分点で精度の良い解を得るための方位角方向および仰角方向の選択方法、輸送補正・非等方散乱の効果、臨界実験解析に基づく安定な解を得るために必要なエネルギー群数やトレース数について報告され、さらに今後の応用・発展としてマルチバンド法と取り入れることによる共鳴領域での断面積誤差の低減、ピンセルまでを考慮した炉心体系への適用性について報告された。CCCP法では、境界面上での中性子スペクトルの方向依存性、非均質性の強い集合体では実効群定数の位置依存性が重要となる事、非等方成分の導入方法およびその効果が述べられた。またCCCP法の応用としてマルチバンド法との結合について報告された。

第6回会合（8月20日開催）では、第7回日仏セミナー、水冷却型高速炉の概念、BWRにおける反応度投入事象解析についての報告がなされた。第7回日仏セミナーでの発表内容の概要として、フランス側での感度解析での検討内容、日本側での共鳴干渉効果の取り扱い手法、KUCAでの N_p 反応率測定実験とその解析結果などが報告された。水冷却型高速炉の概念では、PWRプラント改良・開発の流れから増殖型PWR開発の現状・開発上の課題について報告され、さらに現在検討中の項目について述べられた。

BWRにおける反応度投入事象解析では、反応度投入事象の試験・解析に関し

て、SPERT 試験、NSRR 試験、国内安全評価基準、BWR における安全解析等についての報告がなされた。

第7回会合(10月20日開催)では、第6回の内容をふまえ、PWR における反応度投入事象の概要として、安全審査で評価すべき事象とその判断基準、安全設計上評価すべき具体的な事象等について報告された。PWR における動特性解析として制御棒価値の測定法としてこれまで使用されてきているボロン希釈法と PWR での動特性解析を応用した DRWM 法についての報告がなされた。ノードル法に基づく3次元動特性コードについて、ノードルコードの動特性化手法の詳細および作成された動特性コードによる2次元および3次元ベンチマーク問題の計算結果について報告がなされた。

第8回会合(11月27日開催)では熱流動に関する数値解析、「もんじゅ」における反応度投入事象安全評価および等温温度係数測定・解析、三次元核熱水力動特性解析コードによる反応度投入事象の評価、3次元多群動特性解析コード STAND の開発と検証についての報告がなされた。熱流動に関する数値解析では、熱流動の数値計算法の基礎式および解法、さらに解析例について述べられた後、相関式を基礎方程式から得る機構論的解析に向けた研究の現状などについて報告された。「もんじゅ」における反応度投入事象安全評価および等温温度係数測定・解析では、等温温度係数の測定手順等とあわせて解析結果についての報告がなされた。三次元核熱水力動特性解析コードによる反応度投入事象の評価では、解析にもちいた RIA 解析コードの概要と検証結果、さらに解析モデルを変更した場合の影響などについて報告された。3次元多群動特性解析コード STAND の開発と検証では、開発されたコードで使用されている計算法・計算アルゴリズムの詳細、コードの検証結果、そしてコードの応用として制御棒操作自動化アルゴリズムの開発について報告された。

第9回会合(1月11日開催)では、日仏テクニカルミーティングの概要、中性子動特性方程式の離散解法における数値安定性、近代拡散ノード法による摂動計算手法の検討と改良準静法による動特性計算への応用、ドブブラー効果測定と解析、の計4件の報告がなされた。日仏テクニカルミーティングの概要では主に CEA 側の発表内容について述べられ Representativity の数式やその値が持つ意

味等が討議された。中性子動特性方程式の離散解法における数値安定性では、数値計算で用いる陽解法、陰解法、半陰解法について評価された数値安定性についてボード線図を用いて説明された。近代拡散ノード法による摂動計算手法の検討と改良準静法による動特性計算への応用では、近代拡散ノード法の計算方法およびノード法における随伴問題での問題点とその解決方法や影響について具体的な数値を挙げて説明された後、ノード法を動特性計算に適用する場合の留意点について報告された。ドップラー効果測定と解析では、ドップラーの測定方法、FCAでの測定例、測定結果の解析結果との比較、さらに熱中性子炉体系でのドップラーの測定について検討された結果について報告がなされた。

第10回会合(3月11日開催)では、ノード法に基づく軽水炉過渡解析、加速器駆動トリウム系未臨界炉研究と京大炉の将来計画、加速器駆動トリウム系未臨界炉の3件の報告がなされた。ノード法に基づく軽水炉過渡解析において、近代ノード法を時間依存問題への拡張方法、SCM法の有効性についての説明がなされ、加速器駆動トリウム系未臨界炉研究と京大炉の将来計画および加速器駆動トリウム系未臨界炉の報告では、加速器駆動トリウム系未臨界炉に関する最近の海外の動向、陽子ビーム加速器を中心とした実験装置の概念検討結果の報告や水素化ジルコニウムと内部ブランケットを組み合わせた炉心概念による増殖率の向上や出力ピーキングの大幅な低減を達成できる事などが報告された。

以上、本年度は6回の会合を行っており、各報告に対して活発な質疑がなされてきている。また本年度では計算手法高度化として期待される手法について、熱流動解析手法など幅広い内容を対象として検討を進めた。

今後、本専門委員会を通し、原子炉高度化に伴う炉心複雑化を正確に取り扱える手法の提案・確立を目的として将来の原子炉計算法の精度向上を図る。

また本専門委員会は当初の予定を更に2年間延長する事になっており、平成12年度まで行われる予定になっている。

<委員会報告 3>

「消滅処理工学」研究専門委員会

核燃料サイクル開発機構 若林利男

「消滅処理工学」研究専門委員会は1999年3月で4年間の活動が終了した。本委員会は、1991年に設置された「消滅処理」研究専門委員会に引き続き1995年に設置され、分離・消滅処理に関する海外を含めた研究状況の紹介、情報交換、地層処分分野の専門家との討議等を行ってきた。この間、1994年には報告書「消滅処理研究の現状」を刊行し、さらに、8年間の活動の集大成として、分離・消滅に関する教科書を出版するための準備を現在進めている。4年間の活動を通して、分離・消滅処理技術開発に関するそれぞれの分野の進展、課題が明らかになった。また、分離・消滅処理と地層処分との関連についてより幅広い分野の研究者と討議ができ、非常に有意義であった。また、1999年原子力学会春の年会で、「消滅処理工学」研究専門委員会の活動のまとめとして総合報告を行った。

本委員会は今年度で終了したが、今後この分野の研究は益々盛んになることが考えられ、学会とし、も新たにこの分野の委員会の設置することが望まれる。1998年3月以降に開催された委員会の主要な議題を以下に示す。

(1) 第14回、1998年3月31日、日本生命新橋ビル

- ・プルトリウム有効利用炉心及びMOX炉物理試験、(原子力発電技術機構、山本徹氏)
- ・Global'97 会議概要報告(湿式群分離、乾式分離、加速器駆動システム、消滅システム、戦略)、(久保田委員、滝塚幹事、井上幹事、高木委員)
- ・OECD/NEA/NDC 分離消滅に関するシステムスタディ専門家会合報告、(若林幹事)
- ・消滅処理工学委員会報告書作成

(2) 第15回、1998年5月12日、原研本部

- ・鉛スペクトロメータを用いたMAの核分裂断面積測定(京大炉、小林捷平氏)
- ・水素化物ターゲット燃料を用いたMA消滅高速炉炉心概念の検討(三田幹

事)

- ・ロシアの放射性廃棄物管理 (電中研、神山弘章氏)

(3) 第16回、1998年7月23日、電力中央研究所大手町

・「廃棄物処分問題と地球システム科学の役割—自然から学ぶ環境保護の知恵—」、

(動燃・東濃地科学センター、湯佐泰久氏)

・国際会議報告：①OECD/NEA 群分離・消滅処理のシステムスタディ報告書の紹介 (若林幹事、井上幹事)、②ISTC/SAC 燃料サイクルに関する会議 (アルザマス16におけるセミナー) (川島幹事)

- ・群分離・消滅処理の研究開発の方向性に関する自由討論
- ・報告書作成について

(4) 第17回、1998年9月24日、東電技術開発センター

・原子力活性化委員会の活動状況と成果の概要、(東芝：鈴木聖夫氏、東電：滝沢昭彦氏)

・窒化物燃料／高温化学再処理研究の現状 (原研：小川委員)

・国際会議報告「ゴードン・リサーチ会議に出席して」他、(電中研：常磐井守泰氏)

(5) 第18回、1998年12月10日、原研本部

・BWR 技術と乾式再処理の組合せシステム (川島幹事)

・国際会議報告：①HLMC'98 会議 (関本委員)、②OECD/NEA 群分離・消滅処理情報

交換会議 (若林幹事、井上幹事、滝塚幹事)

・群分離・消滅処理の研究開発の方向性に関する自由討論 (井上幹事、高木委員、柴山委員)

(6) 第19回、1999年3月3日、電力中央研究所大手町

・オメガ計画 C&R について(原子力バックエンド専門部会への報告)、原研、サイクル機構、電中研

・高レベル処分と群分離・消滅処理についての討論(前回の討論を受けて)

・会議報告：①ATWS に関する国際会議 (向山主査)、②炉物理国際会議 (高野委員)

・その他：OECD/NEA システムスタディ フェーズ2の紹介 (向山主査)

<委員会報告 4>

「原子力と先端技術」研究専門委員会 平成10年度活動報告

本委員会は平成10年度から2年間の延長が認められ、新主査に松井恒雄（名大・工）を迎え、「原子力技術を支える技術」と「原子力が先導する技術」の動向を調査するとともに、これら先端技術の現状を広く知ってもらうことを目指して、中部地区を拠点として活動を続けている。平成10年度も夏のシンポジウムと、研究専門委員会を各1回開催した。

毎年夏に名古屋で開催し、年を重ねるにつれて評価も定まり、本研究専門委員会の恒例行事として定着したシンポジウムは、平成10年8月21日に開催した。例年は2日間で開催していたが、平成10年度は1日に絞って行った。今回は以下に掲げた演題に示されているように、多方面の分野の今日的な話題を、その道の第一線のかたがたにうかがった。

(1)材料からみた核融合炉開発の歴史と展望（名大・理工科学総合研究センター・田辺哲朗）、(2)新しい核燃料リサイクルシステムの展望（名大・工学研究科・榎田洋一）、(3)確率論的破壊(RFM)の技術研究動向（東大・工学系研究科・吉村 忍）、(4)原研の中性子科学研究計画（原研・中性子科学研究センター・大山幸夫）、(5)原子炉事故時における広域汚染の予測（原研・環境安全研究部・茅野政道）。

平成11年3月19日に研究専門委員会を開催した。平成9年度のこの委員会で、原研・高崎研で放射線グラフト重合法により開発した、新しいウラン捕集材の話が大変興味深くうかがった。今回は三菱原子燃料で開発された、タンニンを利用したウラン吸着材の話、(1)不溶性タンニンによる重金属吸着および放射性廃液処理について（三菱原子燃料・中村康雄）としてうかがった。これも、新しい技術が新しい産業を創製したすばらしい話で、活発な質疑応答があった。これ以外に、(2)名古屋大学難処理人工物研究センターの目指すもの（名大・難処理人工物研究センター・松田仁樹）として、いわゆる「負の遺産」としての環境汚染物質から環境を守るための技術を研究する目的で、平成9年4月に名大に新設されセンターの概要と抱負が語られた（尚、この難処理人工物とは化合物半導体、不燃性化合物を意味し、放射能に関連するものは含まれていない）。さらに

(3)レーザー共鳴イオン化分光法の原子力計測への応用 (名大・工・井口哲夫)
では、最も優れた原子・分子検出法であるレーザーをプローブとする分光法の原子力計測分野への応用が、高速炉の破損燃料検出・位置決めシステムへの興味深い開発例を交えてあった。

本研究会は、平成11年度も中部地区からの情報発信を念頭において、活動を続けていく予定である。

(文責 名古屋大学大学院工学研究科原子核工学専攻・山根義宏)

＜委員会報告 5＞

「核熱水力安定性」研究専門委員会

監事 竹田 敏一

1998年6月に設立された本委員会は、沸騰水型原子炉における核熱水力が連成する安定性の問題を中心に、関連する核熱連成効果を考慮した炉心設計や蒸気発生器等の機器における熱水力不安定流動等を視野に入れながら、炉物理と熱流動の安定性に関する国内外の研究状況の調査を行うとともに、現状のレビューと今後の研究課題について議論を進めてきた。

第1回会合(6月5日開催)では、まず、成合主査より本委員会設立の趣旨説明と全体計画の概要の説明、須田委員より、過去に原子力安全専門審査会第64部会の安定性検討ワーキンググループで行われた研究成果の紹介があった。次に、姉川委員から、核熱水力安定性に関する海外の事例、解析等の現状と題して、現在までの安定性に関する研究開発や試験、不安定事象等を時系列的に整理した解説が行われた。近年、海外のプラントで散見される不安定性現象は、大出力化や燃料棒の細径化等により伝熱遅れが減少しているところに、再循環ポンプトリップ等に起因して発生している等の指摘があった。次に、竹田幹事より、炉物理から見た核熱水力安定性と題して、BWR炉心安定性・領域安定性に関する動特性解析式、パラメータの計算方法、および実験による評価について解説があった。最後に、安濃田幹事より、原研における核熱結合模擬試験計画と題して、原研で進められている核熱結合模擬試験計画について説明があった。試験は平成11年度より実施される予定とのことである。

第2回会合(7月7日開催)では、まず姉川委員より、OECD/NEA State of Art Report on Boiling Water Reactor Stabilityと題して、標記報告書のとりまとめに到る経緯、参加メンバー、活動期間、報告書の概要について説明があった。次に、江畑委員より、チャンネル安定性試験の概要と題して、BWR電力共研として実施された並行チャンネル安定性試験の概要についての報告があった。試験結果より、安定限界出力から沸騰遷移出力まで10%程度の出力余裕があること等が示された。最後に、武内委員より、東芝における3次元安定性解析手法の概略と題して、東芝で使用している3次元安定性解析コードにより、発振後の挙動評価(燃料健全性、振動検出性等)や、振動抑制操作の有効性評価を行った結果の報告があった。現行の解析コードにより、実機振動現象が十分な精度で模擬できることが示された。

第3回会合(8月6日開催)では、まず、茶木委員により熱水力チャンネル安定性に関する周波数領域解析手法について、現象の説明を含めて概要の紹介があった。また、核熱結合炉心安定性の周波数領域での解析手法の概要も紹介した。さらに、様々な設計パラメータがチャンネル、炉心安定性に与える影響について示した。周波数領域解析手法は1960年代に確立されたもので、熱水力、炉心安定性ともに十分な検証がなされている。続いて、福田委員が一点炉動特性モデルを用いて、単一流炉系での核熱結合不安定性について行った解析について報告した。本不安定現象が核的ボイド反応度フィードバックと、熱水力的流動-圧力損失フィードバックとが対称的に結合した構造を持っていること、ラサール事故では前者が大きな役割を果たして発生した可能性があることを示した。いわゆる領域不安定性に関し、ノード展開法によるモデルを提案し、それに基づいた解析結果についても報告した。近接した流路間では同位相に、離れた流路とは逆位相で振動する傾向があることなどを示した。

第4回会合(9月22日開催)では、まず堀田委員と池田秀晃氏より、Ringhals1号機安定性コードベンチマークの紹介と題して、OECD/NEA主催の標記ベンチマークの紹介、ならびにTSIにおける周波数領域モデル、時間領域モデルによる解析結果について紹介があった。TSIによる周波数領域解析結果では、全般的な予測結果と共に、領域振動が不安定化する炉心条件に関する考察として、出力が極端に下歪みとなる条件下での熱水力的メカニズムが支配的との見解が紹介された。次に、橋本委員より、BWRリミットサイクルの非線形理論解析と題して、ボイドフィードバック効果に起因する非線形性を考慮したBWRリミットサイクル理論解析の紹介があった。熱流動方程式の時間発展モデルとして、クランクニコルソン法を適用した場合の振幅が理論解析結果と一致するのに対して、陽解法・陰解法の適用は振幅を大きく過大・過小評価する可能性があることが指摘された。

第5回会合(11月13日開催)において、まず、新谷委員から、原研で実施したラサール2号炉中性子束振動事象の再現解析結果が紹介された。炉心入口サブクール度の増大と出力分布の大きな歪みが事象発生原因として考えられる。

続いて、瀧川委員より、BWR安定性を支配する重要因子である炉心部の熱水力結合効果と核的結合効果の概要、及び周波数領域での領域安定性解析手法について報告があった。福田委員から、仮想的に分割した部分炉心領域のそれぞれに固有な中性子波動関数を与えそれで全中性子束を展開する動特性を記述する多点炉モデルと、小林のモデルとの対比について説明があった。

第6回会合(12月21日開催)において、まず、芳賀委員が、Peach Bottom 2号

炉をモデルに、LaSalle-2号炉の運転状態を入力条件として行った3次元不安定事象の解析経験を報告した。武内委員から、ノイズ解析による安定性評価についての報告があった。自己回帰法による伝達関数推定、相関次元・リアプノフ指数・秩序パラメータに基づく非線形手法が紹介された。茶木委員から、チャンネル安定性への核的フィードバックの影響に対する見解が示された。安濃田幹事が、OECD NEA/CSNIの報告書("SOAR on BWR Stability")の結論と勧告を紹介した。

第7回会合(3月26日開催)において、平野委員より、RAMONA-3によるRinghals-1号炉安定性試験の解析について報告があった。サイクル14における試験#9の解析では、初期に与えた同位相の擾乱が一旦おさまった後、領域振動が発生し、振幅が増大する様子が再現された。続いて、浅香委員から、原研で進めている3次元核熱水力解析コードTRAC-SKETCHの開発の現状と核熱水力実験計画について報告があった。このコードシステムの原型版が完成し、国際標準問題において参照解との一致を確認した。また、炉心安定性や領域安定性の実験的研究を行うための実験装置についてもほぼ整備を完了した。

<委員会報告 6 >

「炉雑音計測法の高度化と新しい応用」研究専門委員会

幹事 近畿大学 橋本憲吾

1. 本委員会の特徴

本委員会は的場優（九大・工）を主査として1997年4月より発足し、設置期間の2年間が経過した。この委員会は、我が国の原子炉雑音研究に関わる研究者が集まって最近の研究の進展を整理し、新しい展開を図ることを主たる目的として設立された。更に、臨界実験装置の在り方あるいは今後の研究テーマ、カオスなどの新しい情報分析との関わりも視野に入れて、幅広い活動を行っている。具体的な研究・活動項目を以下に掲げる。

- (1)各機関の実験施設及び炉雑音計測技術の現状の調査
- (2)原子炉物理研究及び臨界安全監視技術における雑音計測法の役割の再評価
- (3)炉雑音時系列の電算機直接入力技術の確立とデータ加工ソフトの開発
- (4)熱中性子検出器の高速化と高感度の検討
- (5)原子炉雑音計測技術と新しい情報科学の概念との関わりの調査

なお、本委員会の設置期間は1999年4月より1カ年延長され、報告書作成を中心に活動して行く予定である。

2. 平成10年度の活動状況

第6回 平成10年5月26日 東京大学システム量子工学会議室

- (1)非線形動力学による原子炉安定性の解析（筑波大・金野委員）

BWRの安定性判定指標としての利用を目的に、中性子ゆらぎの観測から減幅比を推定する問題を非線形システム論的観点から検討した結果を報告。特に、有色雑音がシステムの安定性や相関関数に及ぼす影響について検討した。

- (2)炉雑音を用いたBWR空間依存安定性解析技術（東芝・武内豊氏）

中性子束空間高次モード解析法を利用したBWRオンライン安定性モニタの開発と安定性試験データによる解析モデルの検証、および安定性判定指標として相関次元や秩序パラメータを採用することの有効性について報告。

- (3)中性子ゆらぎを用いた炉心流量推定（東芝・兼本委員）

高さ方向に配置された2つの中性子検出器からの信号のゆらぎに観測される時間遅れ情報と二相流の気相・液相の移動速度の関係を利用して、検出器周辺の燃料チャンネル流量を計測する技術を紹介。

(4)高速実験炉「常陽」における炉雑音計測の現状 (核燃サイクル・青山委員)

性能試験時や定格出力運転時に実施している炉内異常検知法などの炉雑音計測技術について報告。

(5)報告書のとりまとめについて (的場主査)

第7回 平成10年9月29日 福井工大会議場

(1)今後の活動方針について (的場主査)

第8回 平成10年10月5日 近畿大原子力研会議室

(1)ゆらぎ信号解析による原子力発電プラントの監視と診断 (京大・森島信弘氏)

過去30年間にわたる炉雑音解析法の進展を概観した後、最近の発展の概要を紹介。特に運転中の発電炉における主雑音源推定、核熱結合安定性解析、機器・構造材振動解析等の幅広い解析例の報告があった。

(2)ノイズ分析手法による減速材温度係数測定法の実証 (三菱重・中野委員)

ノイズ分析手法を利用した、PWRの零出力炉物理試験における減速材温度係数測定法の開発と実証について報告。

(3)プログレスレポート (名大・山根委員、京大炉・北村委員、的場主査)

山根委員より「加速器駆動未臨界炉の未臨界度測定法の検討」、北村委員より「中性子検出事象の時間-空間相関同時測定」、的場主査より「加速器炉制御を念頭に置いた未臨界度制御測定技術の検討」と題する簡単な報告があった。

第9回 平成11年2月9日 日本原子力研究所東海研究所

(1)出力炉の信号ゆらぎ解析と情報獲得 (東北大・北村正晴氏)

炉内構造物の振動監視と異音発生位置推定における課題と、これらについて統一的視点とモデル化の方法論が未解決であることを指摘。次に監視・診断・制御問題のフレームワークを示し、逆問題求解ツールとしてのArtificial NNの高い潜在能力について説明。

(2)BWRデジタル化中性子計装 (日立・有田節夫氏)

BWRプラントにおける核計装系の信号処理の高度化の一環として実施した、制御

棒引抜監視用デジタルフィルタの開発について報告。

(3) ウェーブレット変換による音響診断 (三菱電・犬島委員)

プラントなどの生産設備における故障発生要因の早期検出・除去を目的として開発した、ウェーブレット変換による音響診断技術について報告。炉雑音計測と類似の周波数領域にあるエンジン音の観測への適用結果が示された。

(4) 活動の現状、その他 (的場主査)

第10回 平成11年3月9日 九州大学大学院工学研究科

(1) 炉雑音信号解析によるBWR安定性診断 (北大、辻 雅司氏)

非線形動力学解析によるBWR安定性診断法の診断原理、研究の動向、並びに Ringhals 1号機安定性試験データへの適用解析例を報告。局所出力領域モニター信号のような局所炉雑音信号に対する、相関次元、リヤプノフ指数、測度論的エントロピー、尖度等の解析結果を示し、これらの値が安定から不安定状態への遷移の際変化すること、特に尖度の変化が顕著であり、安定性変化の指標として極めて有効であること等を明らかにした。

(2) 加速器駆動未臨界炉のFeynman法について (山根委員)

加速器駆動臨界炉の検討の重要性を述べた後、炉の未臨界度の把握について、公式の整理及び計算機シミュレーションによる検討結果を報告。特に、炉に新たな中性子源を持ち込まない分散対平均法 (Feynman法) の適用可能性及び加速器駆動原子炉では本質的なパルス繰り返し入射の影響について議論、問題点を明らかにした。

(3) 加速器駆動原子炉の実現に向けての問題点 (代谷委員他)

加速器駆動原子炉について、検討の中で明らかになりつつある問題点、今後の検討の進め方等について、簡単に報告後、出席者による討論を行った。

第11回 平成11年3月18日 九州大学大学院工学研究科

(1) デジタル時系列直接計測装置とその多様な応用 (出席者全員の討論)

九州大学で開発製品化した標記装置の使用について、ワークショップ方式で検討、炉雑音計測のオンライン化について議論を深めた。

(2) 今後の活動について (的場主査)

平成11年度は専ら研究成果報告書の作成を行うことを確認、その作成方針を最終的に確定した。

<委員会報告7>

平成10年度「若手・学生小委員会」の活動について

大阪大学大学院工学研究科・原子力工学専攻 北田孝典

e-mail : kitada@nucl.eng.osaka-u.ac.jp

この小委員会は平成6年度からはじまり、あまり大きな活動はおこなっていないかもしれないが概ね順調に活動をおこなっている。そして平成10年度では、委員長を阪大・北田、副委員長を原燃工・伊藤がなり、例年通りではあるが

- ・「炉物理夏期セミナー」での若手研究者発表会および若手の集いの開催
- ・「炉物理学生若手ネットニュース」の配信

を主な活動内容とし、また学術交流委員会との共同（お手伝い？）ではあるが、平成9年度に始まった

- 1) 学会における部会のコンパ開催も活動内容の一つとなった。

- ・「炉物理夏期セミナー」での若手研究者発表会および若手の集いの開催

毎年の恒例となった「炉物理夏期セミナー」での若手研究者発表会では、発表者の勧誘を行い、東北大学および大阪大学からの参加学生各1名に発表していただきました。その後の若手の集いでは「1、原子力の将来性に関して（学生と社会人(電力&メーカー)等の違った立場から）」及び「2、特に学生からみでの「若手」とは何歳ぐらいまでなのか？」ということについて、1、ではその前に竹田研究室の学生にとったアンケートなども使用しつつ、自由に意見交換していただきました。ただ、今回の夏期セミナー開催地が町中であることも手伝って、夕食後の時間に開催されたこれらの会への出席者が例年になく少なかった。（委員長が夏期セミナーに欠席のため、以上はほとんど伝聞であることを申し添えさせていただきます）

- ・「炉物理学生若手ネットニュース」の配信

平成10年度では第21号から第24号の計4号の配信をおこなった。

内容としては、「原子力若手技術者勉強会」開催のお知らせ、ORIGENは「オ

リゲン」or「オリジン」?、原子力関連書籍の紹介、そしてもう一つの活動内容にも関わりますが、炉物理部会懇親会開催について、といったものとなっております。これまでこのメールの配信を行い、皆様に情報を伝えるだけでなく、気軽に意見交換もしていただきたく始められたメール配信ですが、一部の方から若手に限ったメール配信にしてほしいという要望があり、一方で部会のホームページが立ち上がっていることがあるため、次年度以降メール配信先について若手ということ念頭に置いていきたいと考えている。

・学会における部会のコンパ開催

学会における炉物理部会懇親会の開催は、これまでも企画しようという話があったのだが、平成9年度の3月に近畿大学においてはじめて開催され、その後、平成10年度では福井工大(秋)、広島大(春)とこれまでに3回開催されている。この間、学术交流委員会が中心になって懇親会を開催していくこと、そして学生若手小委員会では、部会員にメールを配信していたことから、懇親会への参加勧誘および連絡係としてお手伝いすることが決まっている。懇親会には各回とも30~40名の参加があり、かなり好評を頂いているのは嬉しい限りである。「学生若手小委員会」の委員長として恥ずかしいことではあるが、この会への学生の参加が少なく、もっと学生に対して勧誘を凶る等の必要があると思われる。

以上平成10年度の活動内容を簡単に記したが、学会における炉物理部会懇親会を開催できるようになったのは、裏方ではありましたが一番大きな事であったと思う。いろいろと思案・検討する点もあろうとは思いますが、「学生・若手小委員会」の活動を通じて、より一層、学生・若手研究者間での活発な意見交換・討論がなされるよう、また若手でない方々には、そのような学生・若手を暖かく見守って頂けるようお願いする次第であります。

最後に、委員長として全くの力不足ではありましたが、回りの方々のお力添えもあり何とか次の方に委員長を引き継ぐことが出来ましたことへの感謝の意を、この場を借りて述べさせていただきます。

〈研究室だより1〉

名古屋大学大学院工学研究科原子核工学専攻 中性子系制御工学講座

山根義宏

(I) はじめに

- (1) 講座名称の由来 当講座は、平成9年度の大学院重点化の時に「中性系制御工学講座」と名称を改めた。大学院重点化という組織改変に伴って行われた名称変更ではあったが、むしろ積極的に今後「中性子集団を見る、その挙動を予測する、そして制御する」ことを目指す研究分野を担う意気込みで、この名称とした。つまり中性子が集団として関与する現象には、積極的に取り組もうという心算である。
- (2) 講座の構成 この講座は、仁科浩二郎教授（現在、愛知淑徳大学）が平成8年3月に定年退官された後、井口哲夫教授（現在、名大・原子核・原子核計測学講座）が2年間担当された。平成10年4月から山根義宏が担当することになり、1年が経過したところである。今年3月末には伊藤只行助手が定年退官され、新しい体制に立て直しつつ、今後の発展を模索しているところである。学生は現時点で、博士3年1名、修士2年2名、修士1年3名、4年生4名という陣容である。

(II) 研究の特徴

- (1) 中性子系制御工学 より信頼性が高く、そしてよりエネルギー効率の高い新しい核分裂炉や、核融合炉の開発には、物質内を輸送していく中性子集団を精密に制御する工学が必要である。また核分裂原子炉、核燃料再処理工場の核的安全性に関する研究を通して、核エネルギーの社会的受容性の増強に貢献したいと考えている。
- (2) 相関粒子理工学 上に述べた中性子系制御工学を、中性子集団が時間軸上で、あるいは空間座標上で垣間見せる相関現象に着目し、精密な測定、詳細な理論さらには計算機シミュレーションを利用して達成したいと考えている。具体的には、従来炉雑音実験として広く用いられてきた実験手法の新しい展開である。

(3) 「新しい目は、新しい物理を拓く」 これまで位置検出型比例計数管、光ファイバー検出器(名大・原子核計測学講座で開発)の原子炉物理、工学への応用を探ってきた。これからも、新しい計測法の開発とその応用を計測屋さんとの共同作業を通して、積極的に進めて行きたいと考えている。

(Ⅲ) 最近の研究課題

(1) 加速器駆動未臨界原子炉の動特性研究

大電流陽子加速器と未臨界炉とを組み合わせた原子炉は、エネルギーを生成しつつ長寿命の核燃料廃棄物を消滅させうる将来炉として有望視され、最近活発な研究が国内外で展開されている。この炉は未臨界炉をベースとするので、反応度事故が原理的に起こらず安全性の高い炉であると考えられている。しかしわれわれは、この炉の成立性を見極める上でも、動特性研究が不可欠と考えている。そこで、未臨界度の常時監視系の開発と、この炉型として核燃料が循環する流動型未臨界炉を想定した場合の動特性研究を、当面の目標としている。現在は、核破碎反応で生ずる1次中性子の大きな揺動が未臨界度監視法に及ぼす効果を、確率過程論に基づく理論解析およびモンテカルロ・シミュレーションで検討している。

(2) 核燃料再処理工場の臨界安全管理技術の開発

当講座では仁科教授の時代から、核燃料サイクルの達成に中性子系制御工学の立場から貢献できるものとして、核燃料再処理工場等の設計・運転にとって重要な臨界安全性の研究を進めて来ている。これまでに核燃料の不均一分布に起因する反応度変化を、燃料インポートランス法に基づいて予測する実用的な計算コードの作成等の実績を挙げてきた。最近は、この問題に遺伝的アルゴリズムを導入し、混合酸化物燃料貯蔵の臨界安全解析に取り組んでいる。また迅速に中性子空間分布が測定できる位置検出比例計数管の利点を生かし、中性子束の空間プロファイルに着目した未臨界度および不均一燃料濃度分布の推定法の開発に努力を集中している。

(3) 核廃棄物の低減化を目指した原子炉の研究

核エネルギーの社会的受容性を高めるために、核廃棄物の低減化を目指した原子炉の研究が、各種の炉型概念の提案とともに国内外で進められている。われわれもこの問題に積極的に関与したいと考えているが、現在は具体的な炉型概念を提案するまでにいたっていない。これまで当

講座に蓄積されてきた研究実績を踏まえて、この問題に対する切りこみを模索している状態である。

(IV) 「眼高手低」

冒頭に述べた「核エネルギーの社会的受容性の増強」といった今日的な問題を扱いながら、大学としては「半減期制御？」と言った夢で「遊ぶ」ことも重要と考えている。さらに遺伝的アルゴリズム、ニューラルネットワークを越える、汎用性のある新しい解析技術が原子力から芽吹くことを、夢みている。

理想は高く、しかし足元は確実にと学部時代の恩師の教え「眼高手低」を念頭に、若い学生諸君とともに進んで行こうと思っている。

<研究室だより2>

大阪大学大学院工学研究科原子力工学専攻 核エネルギー工学講座 竹田研究室

竹田敏一

1、はじめに

大阪大学においても他の大学と同様に大学院重点化が行われ、所属も工学研究科・原子力工学専攻となっている。また学部においては大学科制となり、以前の原子力工学科は、各学年約 200 名を擁する電子情報エネルギー工学科という大学科の中の原子力工学科目となっており入学後1年で学科目への分属が行われている。また原子力工学専攻においては大講座制に変更したため、上記のように当研究室も大講座の中の一研究室となっている。

2、研究室のスタッフ

当研究室のスタッフは 1999 年 4 月現在、竹田敏一教授、山本敏久助教授、北田孝典助手、星山志織秘書となっている。また大学院生は、博士課程 2 年に 2 名、博士課程 1 年には 3 名、修士課程 2 年に 4 名、修士課程 1 年に 4 名となっている。ちなみに博士課程の大学院生のうち 3 名は企業からのいわゆる社会人ドクターである。また、今は新 4 年生の研究室配属が未定であるが、今年度も 4～5 名を新たに迎え入れる予定となっているため、総勢 20 名以上という大所帯となる予定である。

3、研究の内容

大まかに言えば、数学や物理学をベースとして、中性子輸送・拡散理論や動特性理論に関する基礎研究のみならず、それを原子炉設計に応用し、安全性に優れた新型炉概念を提案するなど、基礎から応用まで幅広く研究を行っている、ということになりますが、以下に各研究テーマ毎に少し詳しく述べることにする。

(1) 燃料集合体および炉心解析法の研究

燃料集合体の解析手法として、共鳴エネルギー領域での自己遮蔽効果や異核種間の共鳴干渉効果を正確に取り扱うことを目的にマルチバンド法の応用や改良を進めている。また炉心解析法として四角形状や六角形状での輸送ノード法・拡散ノード法計算手法の開発・改良およびそのその理論に基づいた計算コードの開発

を進めている。

(2) 新型炉の設計

減速材を内部ブランケットに配置し高増殖率と高安全性を両立しうる高速炉、マイナーアクチニド消滅処理炉、加速器駆動未臨界原子炉、減速材対燃料体積比の変更また軽水炉内に親物質を配置することに依る高転換率化などについて、炉心概念の検討などを行っている

(3) 軽水炉運転特性の解析

原子炉出力振動を定量的に分析するため、核熱カップリングを考慮した動特性解析法の開発や空間高長波に関する研究を、周波数領域だけでなく時間領域でも検討を進めている。

(4) モンテカルロ法

モンテカルロ法を燃焼計算に適用した場合に問題となる誤差の伝播や、微少な固有値変化を小さな偏差で求めうる摂動モンテカルロ法について、手法の開発や検討だけでなく、計算コードの開発をあわせて進めている。

(5) KUCA での実験・解析

KUCA を用いて、 Np237 や Am241 の U235 に対する核分裂率比を、炉心スペクトルを変更しながら測定を行っており、測定結果と解析結果の比較から解析手法の検討、さらには核データの検証を行っていこうと考えている。

4. おわりに

竹田研究室となって約5年ではあるが、それ以前の旧第5講座の時代から、この講座の出身者は計算機の使用経験が豊富なため、計算機分野の職に就くことも少なくなく、また原子炉の核設計部門、熱設計・安全解析部門でソフトウェアの仕事に従事するものが多いことが、この研究室の特色としてあげられる。

今後は大講座制の特徴を生かして、原子炉物理を中心とした、より幅広い原子力分野での研究活動を行っていきたいと考えている。

<研究室だより 3 >

日本原子力研究所 燃料サイクル安全工学部 臨界安全研究室

外池幸太郎

1. はじめに

臨界安全研究室では、東海研究所の NUCEF に設置されている定常臨界実験装置 STACY と過渡臨界実験装置 TRACY を用いて、臨界安全性に関する実験的な研究を行なっています。NUCEF は、核燃料サイクルのバックエンド分野のさまざまな研究活動の拠点となっている大型の実験設備で、臨界安全性研究のほか、再処理プロセス、群分離、TRU といった化学分野の研究、廃棄物処理・処分の研究などが行われています。

これらの研究の内容については、すでに多くの場所で紹介されていますので、繰り返すことはしません。ここでは、あまり明らかにされたことがない、NUCEF における炉物理研究の日常を紹介したいと思います。

2. メンバーの顔ぶれ

臨界安全研究室には、三好室長を筆頭に 10 名の研究員が在籍しており、NUCEF で研究している者は 7 名、残りの 3 名は TCA を拠点としています。さらに、実験作業やデータ整理の支援のため、3 名の方が契約により研究室に常駐し、苦労を共にしていただいています。また、庶務担当の女性に、労務管理をはじめ多くの事務サービスと提供してもらっています。

では、NUCEF で活動する 7 名の作業分担を見てみましょう。三好室長は、室長として研究活動を統括・指導する立場にありますが、研究室外との連絡・交渉に多忙を極める毎日であり、実験現場に赴く時間がないことが悩みになっています。中島氏は TRACY を用いた過渡臨界実験に中心的な役割を果たしており、また、研究室のナンバー 2 として室長を補佐する立場にあります。山本氏は解析、理論に長じており、計算機を用いた解析作業において欠かすことのできない、MCNP マイスターとも呼ぶべきメンバーです。山根氏は、当研究室に入って初めて炉物理に接した「ルーキー」ですが、急速に知識を伸ばし、今年の STACY

実験の進行を勤めました。今後、TRACY 過渡実験の解析に必要な、核・熱水力モデルに取り組む予定です。外池は、昨年7月に研究室の最も新しいメンバーとして加わりました。STACYで動特性パラメータ β/Λ の測定を担当しており、平成11年度にはSTACYの相互干渉体系の実験進行を勤めます。中村氏は、東京ニュークリアサービスから出向職員として研究活動に参加している最年少のメンバーで、実験準備、測定装置の操作、データ整理、納品された検出器のテストなど、広い守備範囲で精力的に仕事を進めています。

ここまで紹介したメンバーは、三好室長と中島氏を除いて、みな30代以下の年齢であり、実験経験の不足がネックになっています。このような中、本年4月に東芝NCAから、実験と解析両面で豊富な経験を持つ渡辺氏をあらたに出向職員として迎えたことは、研究室として大きな戦力アップになっています。

3. 運転担当課室

ここまで、研究室のメンバーを紹介してきましたが、STACYとTRACYの実験は、多くの方々の力によって支えられています。このこと抜きに、NUCEFにおける炉物理研究を語ることはできません。本来なら、ここでも個々人の紹介をすべきところですが、人数が多すぎてかなわず、残念ながら割愛せざるを得ません。

NUCEFの設備の運転と維持管理は、安全試験部（昨年度までNUCEF試験部と呼ばれていましたが、改組により名称が変わりました。竹下部長）が担当し、臨界安全研究室が所属する燃料サイクル安全工学部（藤根部長）とは独立しています。この中で、臨界技術課がSTACYとTRACYの運転と維持管理を行っています。大野課長を筆頭に13名の職員を擁しており、この課だけでも臨界安全研究室の人数を凌いでいます。STACY班とTRACY班に分かれており、臨界安全研究室の研究者とそれぞれの班が連携して臨界実験を進めています。

また、再処理工場に似た機能を持ち、実験条件に応じて溶液燃料を調整してSTACYやTRACYに供給する燃料調整設備というプラントがNUCEF内にありますが、杉川課長が率いる燃料技術課（15名）が担当しています。すでにウラン硝酸水溶液の調整で十分な経験が蓄積され、現在、MOXを溶解してウラン・プルトニウム混合の硝酸水溶液にし、さらに、分離、精製する準備が進められています。

さらに、溶液燃料の分析や保障措置に係る管理を行い、また、運転計画を統括している試験計画課(13名)があります。溶液燃料は、いわば「なま物」で、積極的な組成変更の操作を行わなくても日々経時変化します。この変化を追跡することは臨界実験を行う上で重要であり、臨界実験の結果は、高精度な分析によって支えられています。STACY、TRACY、さらに燃料調整設備などは、複雑かつ大規模な設備であり、運転や維持管理に大きな額の予算を必要とします。また、プルトニウムの取り扱いにはさまざまな社会的な配慮も必要です。このような業務も試験計画課の重要な担当分野で、佐藤課長が采配をふるっています。

加えて、プルトニウムを非密封で取り扱う NUCEF では α 廃棄物の処理が重要であり、前多課長の指導の下に技術試験課(15名)が処理の準備を進めています。また、技術試験課は、NUCEF の設備のうち STACY や TRACY (すでに紹介した関連設備を含む) 以外の実験設備について、維持・管理を担当しています。

最後に、NUCEF 建家内の環境維持、すなわち放射線管理や、電源、空調(負圧管理)、水などの供給を行っている放射線管理課や施設課も、臨界実験を行う上で不可欠なサービスを提供しています。

このように、STACY や TRACY を用いた臨界安全研究室の研究活動は、契約により常駐していただいている業者の方も含めて、100名近くの関係者によって支えられています。このような形態の臨界実験装置は国内外でも大変珍しい例と言えるでしょう。

4. 新しいスタイルの研究活動

このように、臨界安全研究室は、多くの関係者と日々連携をとりながら研究活動を行っています。古くは TCA のように小規模な設備で小回りのきく研究を行っていた研究室にとって、NUCEF における研究活動のスタイルは、まったく新しいチャレンジであると言って過言ではありません。実験に必要とする人員の数が大規模になればなるほど小回りがきかなくなり、長期的な視野を持って、関係者と話し合いを継続しながら実験計画を立てる必要性に迫られています。

重要なことは、研究室のメンバーが炉物理の視点だけを持って話し合いに臨んでも、関係者との議論が成立しないということです。臨界実験の結果をまとめるときに、溶液燃料の化学や分析の方法論を理解できなければなりません。実験ス

ケジュールの立案には、溶液燃料を調整する化学プロセスの内容や、炉心構成（設備が大規模なため作業の「手順」ではなく、「工程」です。）に必要なマンパワーを把握できなければなりません。プルトニウム硝酸溶液の臨界量測定については、研究室のメンバーはもちろん、運転を担当する部署、ひいては日本原子力研究所自体、「臨界になるような量」のプルトニウム硝酸溶液を取り扱うことは初めての経験であり、解決すべき技術的な課題が数多くあります。このような課題を関知しないまま、プルトニウムを用いた実験の計画を立案することはできません。

逆に、運転担当課室が整えてくれる環境の範囲内で、受け身に立って、実験を「させてもらう」という立場も可能ではありますが、これでは消極的であり、炉物理的に意味のあるデータが得られるかどうかさえ、疑わしくなります。

したがって、臨界安全研究室が主導権を持って臨界実験を立案し、運転担当課室と協調してスムーズに実験を実施していくために、研究室のメンバーには、より多彩な視点を持つことが要求されていると言えるでしょう。

5. おわりに

今までに炉物理部会報に掲載された研究室紹介とは、かなりトーンの違ったものになりましたが、その分、NUCEFにおける炉物理研究の特異性を強調したかったわけです。運転担当課室との関係の記述について、配慮が不足していたり、認識の誤りがあれば、ひとえに筆者の責任であり、よりよい研究活動を行うために正されるべきでありましょう。部会関係者をはじめ、皆様のご指導ご鞭撻をお願い申し上げます。

<研究室だより4>

(株) コンピュータ・テクノロジー・インテグレイタ (CTI)
電力技術事業部 炉心技術部

伊藤 佳央

1. はじめに

私は昨年 CTI に入社したばかりの新人です。そのような若輩であるため、研究室だよりを書くのは適切ではないかも知れませんが、ご容赦願います。

ここでは、研究室だよりの場を借りまして、CTI 炉心技術部の概要と私が 1 年間経験した炉心技術部の業務について紹介させていただきます。

2. CTI 炉心技術部の概要

CTI 炉心技術部は 1995 年 7 月に中部電力の炉心管理自主化に向けて、電力技術事業部の中に新設されました。設立されて、まだ 5 年足らずの若い部署であり、部と呼んではいますが、総員 10 名の所帯です。

最初に、炉心技術部で行っている「炉心管理自主化」の炉心管理についてご説明します。

炉心管理は大別すると取替炉心設計と運転管理に分類できます。

取替炉心設計は、計画された運転長さに必要な新燃料体数と燃料装荷パターンを決定し、線出力密度等の熱的制限値、炉停止余裕等の反応度要求を満足するように、基本的な運転計画を作成するものです。

運転管理は、炉心性能監視用オンラインシミュレータを用いて炉心状態を監視し、原子炉の安全性を確認することで、運転の支援をするものです。中部電力では 90 年代より炉メーカーの協力を得て、浜岡原子力発電所の原子炉の起動工程や制御棒パターンの解析等を電力内で実施してきました。

これまでは、炉メーカーに取替炉心設計を解析、評価を委託していましたが、取替炉心設計も電力自ら実施するために、CTI に炉心技術部を設立するに至りました。また、取替炉心設計に用いる解析コードは、Siemens 社と技術提携する原子燃料工業(株)のものを使用しています。

中部電力では、浜岡 3 号機については 2000 年度の定期点検後の原子炉起動以降から本格的な自主化運用を行い、続いて 2 号機へと拡大していく計画です。

これに先立ち、1997 年末から約 2 年間、現在の炉心管理システムと平行して、本格運用を想定した試行運用を行っています。

この様に炉心管理全てを自主化することで、原子炉内や燃料の状況を熟知することによる管理レベルの向上、運転上の要求への即応、炉心管理費用のコストダウンが期待でき、さらに将来は燃料の自由調達への選択肢を拡大することが可能となります。

3. 炉心技術部の業務 (私の 1 年間)

私が炉心技術部に配属されたときには、浜岡 3 号機は試行運用中であり、2 号機は準備段階という時期でした。当部は小さい所帯で、業務の初期段階ということもあり、系統的に仕事を学ぶのではなく、私を待っていたのは、即実践の仕事でした。

例えば、私は大学で炉物理を勉強していましたが、入社してすぐに、C 言語や Motif を勉強することになり、炉心解析用の GUI を設計、プログラミングしたりと、新しい経験の連続でした。

少し業務に慣れてきた頃に、浜岡 3 号機の取替炉心設計をすることになりました。とは言っても、取替炉心設計の指標となるものを作成するという業務でした。過去の実績の燃料装荷パターンから特徴を把握し、物理的な考察を取入れて、取替炉心設計を試みました。新燃料の体数及びガドリニア配分や、継続使用する燃料は、燃焼の履歴に差があるため、約 700 体にも及ぶ燃料の配置を決定するためには、高度な技術が必要とされると実感したものです。

準備段階の浜岡 2 号機については入力定数の整備、核定数計算、炉心設計等を行いました。入力定数を初めから作成するという機会は殆ど無いと思われます。こういった希な業務に係わることができ、さらに原子炉の形状、燃料の形状等を知り、それぞれのデータが、どのような計算をするために必要となるのかを理解するための良い機会となりました。

核定数は冷温や高温、さらに BWR 特有の減速材密度や制御棒の部分挿入に対しての燃焼履歴の違い等の条件をカバーしなければなりません。しかし、厳密にこれらを取扱えば膨大な量となってしまうため、現実的ではありません。そのために、炉心計算のために用意する核定数は、ある状態変数の関数として取扱っており、いかにして制御棒の履歴等を考慮した等価な核定数をつくるかという技術には、大変興味を抱きました。

炉心技術部は新しい部署なので、殆どの業務が定型化されていません。すごくやりがいのある仕事だと、身をもって実感しました。また、業務の他に原子力学会の「原子炉炉心計算法の高度化」研究専門委員会に出席させてもらっています。このために今回の研究室だよりを書く機会を得たのだらうと思います。

4. 最後に

簡単ではありますが、CTI 炉心技術部の概要と私が1年間を通して係った業務について紹介させていただきました。今後とも、よろしくご指導お願い申し上げます。

<事務局だより>

国際会議 **PHYSOR2000** の案内

The 2000 ANS International Topical Meeting on Advances in Reactor Physics
and Mathematics and Computation into the Next Millennium

開催日：2000年5月7日～11日

開催地：ピッツバーグ (米国)

本国際会議は、米国原子力学会炉物理部会(ANS, RPD)が主催するトピカルミーティングのシリーズで、前回は水戸(PHYSOR96)で開かれた。本会議に関する詳しい情報は、<http://ans-pgh.commerce.wec.com/rp2000.htm>をご覧ください。

This meeting will provide a forum for review of recent developments in physics methods and applications, for nuclear power and associated technologies. Papers are being solicited in design, applications, R&D needs, analytical methods, data, safety, and licensing.

KEY DATES

- 1) **August 31, 1999** : Submission of 1000-word summaries in English to Technical Program Chair
- 2) **August 31, 1999** : Draft of full papers for the session "Computational Methods for Criticality Safety"
- 3) **October 15, 1999** : Notification to authors of summary acceptance/ invitation for full papers
- 4) **January 15, 2000** : Full papers in English to the Technical Program Chair
Summaries and full papers should be submitted as email attachments:
rp2000@cnfd.pgh.wec.com

Instructions for authors can be found at <http://ans-pgh.commerce.wec.com/auth.htm>

If you've received a printed copy of this page, you can find it on-line at <http://ans-pgh.commerce.wec.com/rp2000.htm>

平成 11 年度炉物理部会運営委員

平成 11 年度 炉物理部会運営委員			
部会長	(1年)	アイテル	青木 克忠
副部会長	(1年)	武蔵工大	相沢 乙彦
庶務幹事	(1年)	東芝	三橋 偉司
財務小委員会	(1年)	日立	三田 敏男 (留任)
〃	(2年)	名大	山根 義宏
編集小委員会	(1年)	近畿大	橋本 憲吾 (留任)
〃	(2年)	原研	中島 健
セミナー小委員会	(1年)	東海大	阪元 重康
〃	(1年)	東海大	長瀬 慎一郎
〃	(1年)	東海大	朝岡 卓見
学術研究交流小委員会	(1年)	原研	大杉 俊隆 (留任)
〃	(2年)	東北大	岩崎 智彦 (ホームページ担当 兼務)
学生・若手小委員会	(1年)	原燃工	伊藤 卓也 (留任)
	(2年)	原研	大井川 宏之

運営委員会からのお願い

①炉物理部会のホームページについて

e-mail 名簿の見直しと会員への e-mail 発送を容易にするシステムの導入を実施中です。掲示板システムは、作成運営済みですが、一部見にくい箇所があるので、現在改良中です。炉物理部会ホームページについてのコメントやご意見がございましたら、ホームページ担当の岩崎までお知らせ下さい。

②編集小委員会からのお願い

編集小委員会では、部会報原稿として、「部会員の声 (自由投稿欄) : 内容不問で、自由に投稿、意見を述べられる場」を常時募集しています。また、部会ニュース掲載の原稿 (国際会議論文募集、他) ございましたら、お知らせ下さい。

連絡先：編集小委員会 橋本憲吾 (E-mail: kengoh@pp.iij4u.or.jp)

中島健 (E-mail: nakajima@melody.tokai.jaeri.go.jp)

(ホームページ担当) 岩崎智彦 (E-mail: tomo@rpl.nucle.tohoku.ac.jp)

「炉物理部会」平成10年度収支報告
 平成10年4月1日～平成11年3月10日

(単位：円)

収 入		備 考
前年度繰越金	5,900,579	含古橋基金 1,882,597.-
会費	107,000	
前受金	20,500	平成11年度会費
第30回夏期セミナー残部売上	19,225	古橋基金へ繰入
第30回夏期セミナー残金	113,883	
合 計	6,161,187	含古橋基金 1,901,882.-

支 出		備 考
会議費	16,000	総会昼食代
通信費	134,453	会報、他発送費
「会報」印刷費	168,630	第47号280部
「ニュースレター」印刷費	35,427	Vol. 8,9 310部
雑印刷費	9,773	セミナー案内、コピー代
会員事務管理費	60,000	オフコリース料 (@5,000×12ヶ
合 計	434,283	

残高 5,726,904 円 含古橋基金 1,901,822.-

「炉物理部会」規約

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

(目的)

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

(部会員)

第2条 学会正会員及び学生会員は本部会員となる資格を有する。

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

(運営費、部会費)

第4条 本部会の運営費には、部会費、事業収入、寄付、その他をもってあてる。

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

(総会)

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

第7条 本部会の運営は、学会正会員の本部

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

第8条 事業の実施のため、運営委員会のもとに小委員会を設けることができる。

(事業)

第9条 本部会は次の事業を行う。

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

(変更)

第10条 本規約の変更は、運営委員会の発議に基づき、総会での承認を要する。

日本原子力学会「炉物理部会」内規

1. [趣旨]

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

2. [総会]

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

3. [部会費]

本部会の部会費は、正会員及び学生会員につき、それぞれ年額1500円、1000円とする。尚、学生会員会費については、平成7年4月1日を以て、年間500円に減額する。

4. [運営委員会の構成]

本部会に次の役員からなる運営委員会をおく。

部会長	1名
副部会長	1名
幹事	若干名

5. [運営委員会の職務]

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

括する。

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

6. [運営委員会委員の選任]

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

7. [小委員会]

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

8. [小委員会の活動]

当面、本部会に以下の小委員会を設置し、各事項を掌握、分担する。

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

支出に関する事項

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

(2) 編集小委員会……技術情報提供のため定期的に出版物の発行業務を行う。

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

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

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

(4) 学術研究交流小委員会

- (1) 国内連合学術集会の企画・開催

(2) 国外連合学術集会の企画・開催

(3) 対外協力事業の企画・実行

(4) その他

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

(1) 若手セミナーの開催

(2) その他

9. [変更]

本内規の変更は、運営委員会の発議に基づき、総会での承認を要する。

付記

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

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

(3) 炉物理研究連絡会の財源は本部会が引き継ぐ。

「炉物理部会」 会員名簿 (機関別)

○印は新入会員 会報No.47以降

(計 289名 平成11年6月10日現在)

- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|--|-------------------|---|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------------------|---|------------------------------|--|---|---------------|--|----------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------|---------------------|---|--|---|------------------------|-------------------------|
| 清瀬 量平
小五 林啓
後藤 博
嶋山 頼男
武田 栄典
夕ン ウィン
築城 康諒
中村 知明
中村 久夫
西原 英晃
野村 孜
平川 直弘
弘田 実弥
深水 井佑
安野 武彦 | 北海道大学 (9名)
秋本 正文
板垣 正洋
○北野 彰明
鬼柳 善晃
沢村 雅子
辻田 正邦
成田 富士夫
平賀 高明
松本 高 | 東北大学 (10名)
○茨木 正信
岩崎 智彦
北村 正晴
○多田 徳広
田部 高志
馬場 護孝
○平沢 義豪
平野 勉子
○廣石 孝子
三浦 孝子 | 東京大学 (7名)
岡橋 芳明
倉藤 智彦
近藤 駿介
高田 英治
程田 英治
中沢 正民
向原 民 | 東京工業大学 (12名)
井頭 政之
小原 徹
○金井 克太
北沢 日出男
白井 浩嗣
○鈴木 一寿
関本 博和
立原 秀和
トシキ タカシ
○村上 龍敏
龍 浩一
○ワリス アブドル | 東海大学 (5名)
朝岡 卓見
阪元 重康
砂子 克彦
中土井 昭三
永瀬 慎一郎 | 武蔵工業大学 (4名)
相沢 乙彦
金子 義彦
松本 哲男
吉田 正 | 立教大学 (1名)
林 脩平 | 名古屋大学 (8名)
井口 哲夫
石谷 和己
市瀬 潤行
伊藤 只康
今井 富樹
○片岡 宏寛
片桐 康宏
山根 義宏 | 名古屋工大 (1名)
梅野 正義 | 岐阜医療短大 (1名)
加藤 敏郎 | 岐阜大学 (1名)
岸田 邦治 | 愛知淑徳大学 (2名)
親松 和浩
仁科 浩二郎 | 近畿大学 (9名)
大沢 孝明
小川 喜弘
○近藤 寛一
柴田 俊一
○高須賀 弘志
橋本 憲吾
堀口 哲男
○三浦 肇記
○光元 里香 | 京都大学 (2名)
○津村 真吾
森島 信弘 | 京都大学原子炉実験所 (21名)
○池内 祥隆
市原 千博
宇津呂 雄彦
宇根崎 博信
海老沢 徹治
神田 啓平
小林 捷二
小林 圭徹
古林 良憲
桜代 谷浩
茶谷 良廣
中込 博友
長谷 正俊
林田 孝仁
原下 哲浩
藤田 薫頭
三澤 毅一
○山田 公憲
米田 憲司 | 大阪大学 (9名)
○阿萬 剛史
北下 孝典
○木下 剛史
○儀宝 明德
佐野 忠史
高橋 亮人
竹田 敏一 | 村田 勲
山本 敏久 | 九州大学 (4名)
阿知波 紀郎
石橋 健二
工藤 和彦
中島 秀紀 | 大分工業高専 (1名)
神田 幸則 | 大阪国際女子短大 (1名)
堀江 淳之助 | 岡山理科大学 (1名)
関谷 全 | 吉備国際大学 (1名)
錦織 毅夫 | 静岡産業大学 (1名)
角谷 浩享 | 帝京大学福岡短大 (1名)
大田 正男 | 東和大学 (1名)
片瀬 彬 | 放送大学 (1名)
○荻野 宏泰 | 日本原子力研究所 (39名)
秋濃 藤義
安藤 真樹
安藤 良平
飯島 武進
伊勢 武治
大井川 宏之
大杉 俊隆
大野 秋男
岡嶋 成晃
奥村 啓介 | 小田野 直光
久語 輝彦
黒沢 一男
佐々 敏信
嶋田 昭一郎
新藤 隆一
杉山 輝夫
須関 賢也
曾野 浩樹
高野 秀機
田中 俊一
辻本 和文
外池 幸太郎
中川 正幸
中島 宏健
中島 健亨
中塚 佳洋
長尾 美春
西原 健司
藤原 統一
前川 洋次郎
松浦 祥太郎
水本 元治
向山 武彦
明午 伸一郎
森貴 正剛
山根 剛 | 核燃料サイクル開発機構 (11名)
飯島 一敬
○宇成 昭
大木 繁夫
岡野 靖生
岡村 信明
重留 義章
白方 敬司
中村 隆司
山口 隆治
○横山 賢利
若林 利男 | 原子力安全委員会 (1名)
住田 健二 | 電子技術総合研究所 (1名)
工藤 勝久 |
|--|--|--|---|--|--|--|-------------------|---|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------------------|---|------------------------------|--|---|---------------|--|----------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------|---------------------|---|--|---|------------------------|-------------------------|

- | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------------------|
| <u>電力中央研究所</u>
(4名) | <u>電源開発</u> (1名) | 景平克志 | <u>田丸屋</u> (1名) | <u>日立造船</u> (1名) |
| ○名内泰志 | 木下豊 | ○木本達也 | 望月恵一 | 山田毅 |
| 平岡徹 | <u>海外再処理契約</u> | ○高田直之 | <u>データ工学</u> (1名) | <u>フジタ</u> (1名) |
| 松村哲夫 | <u>委員会</u> (1名) | 巽雅洋 | 松延廣幸 | 石川敏夫 |
| 横尾健 | 村田尚之 | 山崎正俊 | <u>東芝</u> (13名) | <u>三井造船</u> (1名) |
| <u>原子力発電技術機構</u>
(1名) | <u>日本原子力発電</u>
(5名) | <u>原子力安全システム</u>
<u>研究所</u> (2名) | 猪野正典 | 伊藤大一郎 |
| 芳賀暢 | 植松眞理 | 木村逸郎 | 馬野琢也 | <u>三菱重工業</u> (6名) |
| <u>放射線教育フォーラム</u>
(1名) | 高木直行 | 西原宏 | 川島正敏 | 菅太郎 |
| 三木良太 | 武田充司 | <u>(株)原子力エンジニアリング</u>
(1名) | 黒澤正彦 | 木村純 |
| <u>放射線利用振興協会</u> (1名) | 立松篤 | 川本忠男 | 小林裕司 | 駒野康男 |
| 土橋敬一郎 | 長沖吉弘 | <u>原子力エンジニアリング(株)</u>
(1名) | 櫻井俊吾 | 千田康英 |
| <u>日本原子力文化振興財団</u> (1名) | <u>中部電力</u> (2名) | 小林岩夫 | 桜田光一 | 田中豊 |
| 大山彰 | 金井英次 | <u>高速炉エンジニアリング</u>
(1名) | 瀧川幸夫 | 田原義壽 |
| <u>エネルギー総合工学研究所</u> (1名) | ○渡邊将人 | 亀井孝信 | 中隆文 | <u>三菱総研</u> (2名) |
| 松井一秋 | <u>東京電力</u> (1名) | 志賀章郎 | 肥田和毅 | 岩崎裕典 |
| <u>核物質管理センター</u> (1名) | 市村鋭一 | <u>コンピュータソフト開発開発</u>
(1名) | 松村和彦 | 金田武司 |
| 古橋晃 | <u>ANL</u> (1名) | 志賀章郎 | 三橋偉司 | <u>三菱電機</u> (1名) |
| <u>核融合科学研究所</u> (1名) | 丁政晴 | <u>コンピュータテクノロジ・インテグレイタ</u> (2名) | 山本宗也 | 路次安憲 |
| ○宇田達彦 | <u>アイ・イー・エー・ジャパン</u>
(1名) | ○磯部武志 | <u>東電設計</u> (1名) | |
| <u>高度情報科学技術研究機構</u> (3名) | 末広祥一 | ○伊藤佳央 | 遠藤信隆 | <u>東電ソフトウェア</u>
(2名) |
| 飯島勉 | <u>アイテム技術サービス</u> (2名) | <u>コンピュータテクノロジ・インテグレイタ</u> (2名) | 小坂進矢 | 佐治悦郎 |
| 能澤正雄 | 青木克忠 | <u>CRC総合研究所</u> (1名) | 内藤淑孝 | <u>日本アドバンステクノロジー</u>
(1名) |
| 吉田弘幸 | 植田精 | 志子田恵治 | 日本原燃 (1名) | 中野正文 |
| <u>若狭エネルギー研究センタ</u> (1名) | <u>石川島播磨重工業</u> (1名) | <u>清水建設</u> (1名) | 須田憲司 | <u>日本ニュークリアサービス</u>
(1名) |
| 清水彰直 | 倉重哲雄 | 大石晃嗣 | 中村剛実 | <u>日立エンジニアリング</u>
(1名) |
| <u>原子力システム研究懇話会</u> (2名) | <u>ウッドランド</u> (1名) | <u>昭和建物管理</u> (1名) | 山口正男 | <u>日立製作所</u> (9名) |
| 安成弘 | 梅田健太郎 | ○小林正春 | 青山肇男 | 青山肇男 |
| 大塚益比古 | <u>エイ・ティ・エス</u> (1名) | <u>情報数理研究所</u> (1名) | 内川貞夫 | 内川貞夫 |
| <u>資源エネルギー庁</u> (1名) | 荻谷昇司 | 磯野彬 | 大西忠博 | 大西忠博 |
| 居島一仁 | <u>エス・アンド・エー</u> (1名) | <u>住友原子力工業</u> (1名) | 三田敏男 | 三田敏男 |
| <u>防衛庁</u> (1名) | ○井上英明 | 奥田泰久 | 瑞慶覧篤 | 瑞慶覧篤 |
| 佐久間雄平 | <u>きんでん</u> (1名) | <u>総合技術情報機構</u> (2名) | 竹田練三 | 竹田練三 |
| | 近藤育朗 | 桂木學 | 別所泰典 | 別所泰典 |
| | <u>原子燃料工業</u> (8名) | 野本昭二 | 丸山博見 | 丸山博見 |
| | 井出秀一 | | 三木一克 | 三木一克 |
| | 伊藤卓也 | | | |