

## 研究室だより

日本原子力研究所原子炉工学部

### 「原子力炉システム研究室」

—夢多き研究室—

(日本原子力研究所) 土橋 敬一郎

#### 名 称

我々の研究室は縮めてシステム研と呼んでいる。経緯から言えば13年前核設計研究室と数値解析研究室とを統合して発足したときの命名である。原研のなかでは基礎的な研究を行っていると言われる原子炉工学部には、高速炉物理研、炉物理実験研、遮蔽研、核融合炉物理研と我がシステム研の5つの研究室があって、いわゆる炉物理を分担している。何を研究しているかは後述することにして、システム研のシステムとは何を指すのか改めて問うたことがある。① 炉物理とその周辺の分野を総合するシステム工学の意、② 単体コード作成のみならずコード統合(いわゆるコードシステム作成)へ目標の拡大を意図した、③ 原子炉に固定しないで核融合ブランケットや加速器等を含むよう対象の拡大を意図した、などが考えられる。当時の関係者に尋ねても明快な返事は返ってこなかった。推察するしかないが①②③のいずれも含み、期待と曖昧さをこめて名付けられたようである。はっきりしていることは目標・対象の移行ではなく拡大であることである。今立案中の東海研のRESTRUCTURINGの素案のなかで基礎と看做された他の炉物理関連研究室と異なり、我が研究室の担当分野は総合システム工学と分類されたことがあるのは名前からきた誤解であろう。RESTRUCTURINGには研究テーマの見直しの他、研究室の名前の変更も含まれるので、より相応しい名前はないかと考えている。

#### これまでの活動

名前はともかく研究室の中身の紹介に入りたい。先ず人員構成は総勢13人、実質約9人(この差は兼務の割合や病欠を考慮した)である。なかでも昨年10月システム研発足以来の室長であった石黒さんが次長に昇進して室を去られたのは悦ばしいが痛手である。主に研究2棟3階の南側に位置する計9スパンのオフィスで仕事をしている。他の炉物理関連研究室と異なり実験施設は無い。

これまでどんな活動をしてきたかを特徴づけるのに過去頂いた学会賞を挙げてみたい。

- ・旧くは '71年に「JAERI-FAST SET の作成」がある。これは従来の A B B N 型炉定数セットの概念を拡張・改良するとともに、主要核データを評価して多群定数を編集し検証したもので、この活動は JENDL-3 や ENDF/B-VI に至る最近の評価済ファイルを対象に継続している。
- ・'84年に授賞した「高速炉の核特性解析システムの開発」は高速炉体系に格子計算を行って非均質効果を取入れた炉定数を従来の炉心計算に供給する一連のシステムを開発したもので、上述の核定数セットと合せて、いまなお国内の高速炉核設計の基本システムとして活着している。
- ・'87年に授賞した「熱中性子炉体系標準核設計 S R A C コードシステム」は衝突確率法による種々の炉型を対象とする多群格子計算、超詳細群での共鳴吸収の取扱等原研で開発した手法を含むほか、よく用いられる炉心計算のための拡散・輸送コードが選択でき、一貫した核計算が可能である特長を有している。原研・大学の諸臨界実験解析、研究試験炉や次世代動力炉の核設計に広く用いられている。その後燃焼チェーン等ライブラリーの拡充、任意温度での計算機能の追加等の改良を行っている。
- ・'91年には「高転換軽水炉の核特性と炉心概念に関する研究」で奨励賞を頂いた。これは原研内で設立した研究計画に沿って数年来研究室で行ってきたパラメータサーベイに始り偏平多重炉心の設計に至る一連の活動を代表するものである。
- ・同年授賞した「14MeV 中性子源 F N S を用いた核融合炉の核特性の研究」は当研究室の成果ではないが、ここで行われた実験解析を支援する核定数や D D X を用いる輸送コード等当研究室の寄与は大きい。

これまでの活動をまとめると、「かつては F B R、最近では高転換軽水炉を中心に新型炉の概念成立性の検討や概念設計を行ってきた。一方ではこれらの活動を支援する核設計・炉物理解析手法の開発やデータ整備を行い実験解析やベンチマークでそれらの検証を行ってコードシステムとして完成させ原研内外での利用に供してきた」と言える。次に現在取り組んでいる研究の内容を紹介する。

### 新型炉の提案

- ・次世代炉としての高転換 P W R ・ B W R の概念設計はほぼ取りまとめの段階にあり、早期導入低インベントリーを考慮した準稠密 P W R、またプルトニウム増倍をねらって軸方向非均質稠密型 B W R の提案を準備している。実現は先にならうが後者の親物質をトリウムに置き換え、加速器増殖との組合わせで、将来資源有効利用と高安全性を実現できる U-233・トリウム系の到来を狙うというシナリオも想定している。

・現在のMOX燃料FBRでは限界がある安全性、経済性、資源有効利用性を改善する革新的高速増殖炉概念を創出する目的で、炉心中央部に黒鉛減速材を分布させた金属燃料集合体を装荷して負の即効性温度係数を確保し、周辺部に稠密な金属燃料集合体を配置して高増殖性を達成する炉概念を固めつつある。さらに冷却材に鉛を使用して正のボイド係数を低減するとともに、ナトリウム火災対策や中間熱交換器を不要とする炉概念の検討を進めている。

### 知的原子炉設計システム I R D S (Intellectual Reactor Design System) の開発

現在種々の次世代型新型炉の炉概念の提起や概念成立性検討が行われている。ところが炉設計に関連する核、熱水力、燃材料、構造、遮蔽等の広範囲の分野でそれぞれ使用されている諸コードは、専門家の知識経験に頼って分野毎に使用されているのが現状である。効率的省力的に設計を進めるためには、これら諸コードを一つのシステムに統合し、しかも専門的な知識を要求しないことが必要である。幸いCAD、AIで代表される情報処理技術の最近の進歩は目覚ましいものがあり、これを駆使してソフトウェアを構築することは時代の趨勢となった。これを実現するものとしてワークステーション上で駆動する知的会話型設計システムI R D Sの構築を目指している。これまでの成果として、オブジェクト指向設計データベースマネジメントシステム(DBMS)を構築し、この上で設計モデル中心のプロセスを駆動することができる見通しを得た。またコード入力の実成については一般にメニュー画面で利用者が指示するようになっているが、特にS R A Cコードの入力については、簡易設計レベルに限るが、現存する21種の炉型のいずれかであれば、設計データベースに収容した情報から入力データを自動作成することに成功した。これは炉型分類を厳密に行ったため解析手法を特定でき、材料毎に代表的な断面積を用意したため自動メッシュ分割が可能となった。この機能は分野の非専門家がシステムを利用する上で重要である。当面はプロトタイプとして、対象とする分野は炉心設計に関連する核・熱・水力・燃料に絞り、設計モデルの構築、解析方法の指定、入力自動作成、演算実施、出力画像表示等I R D Sが目指す一連の設計プロセスをワークステーション上で稼働させる予定である。今後は多種多様な設計プロセスの駆動、知的支援が課題となる。

### ベクトル化モンテカルロコードの開発

多群及び連続エネルギーベクトル化モンテカルロコードを目指し、既製コードの

ベクトル化でなく、新規コードの作成として取り組んだ結果、多群コードKENOやMORSE、連続エネルギーコードVIMやMCNP等の持つ汎用の機能を有し、且つ世界最高のベクトル化効率を示すコードを開発した。特に多重格子形状機能により、これまで殆ど不可能であった詳細な燃料ピン形状まで考慮する全炉心非均質計算が実用化できた。対象とする幾何形状を図示する機能も備えている。多群コードはGMVP、連続エネルギーコードはMVPの名前で公開の準備を進めている。さらに取り扱う粒子の種類、エネルギー範囲を広げ、高エネルギー加速器系へ利用できるよう機能の拡張を進めている。

以上代表的なものを紹介した。それぞれのテーマ・目標が壮大で実現性を疑われるかもしれないが、よく言えば「夢多き」と言えるのではなかろうか。

