The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	研究室紹介 : 工学部　原子力工学部　第5講座
Author(s)	竹田, 敏一
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 1989, 72, p. 87-89
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/65821
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

工学部　原子力工学部　第５講座

当研究室は、「原子炉物理学講座」であり、原子炉内の物理的挙動に関する基礎研究を行っている。研究室編成は現在のところ、教授、助教授、助手２名に加えて、大学院博士過程後期生１名、前期生１１名と学部生４名である。本研究室はソフトウェア開発を主にしているので大型計算機を駆使して、次のような課題を対象として研究活動を進めている。

（１）高速炉炉物理

（２）高転換炉炉物理

（３）断面積アジャストメント

（４）輸送・拡散理論

以下、これら研究の概要を述べる。

１．高速炉炉心特性研究

高速炉と一口に言っても電力供給が目的の実機原子炉の特性研究するためのゼロ出力の臨界集合体から、熱出力発生を伴う研究炉、原型炉、実証炉から実機まで種々の段階の炉が存在する。これらはすべて実機の原子炉の特性を段階的に把握・実証するためのものであり、実機高速炉の開発に不可欠である。

臨界集合体は実機の臨界性、反応率分布、反応度等の核特性を把握するためのものであり、本研究室ではアメリカの臨界集合体ＺＰＰＲのデータを日米共同研究プロジェクトのもとに取得し、その詳細な解析を行っている。特に非均質炉心での新しい格子計算法、中性子ストリーミングの新しい計算法、自己遮蔽の非均質効果の取入れ方式等を導出し、その精度の向上を図っている。また、３次元の輸送計算法の開発を行い炉心特性の予測値に対する信頼性を向上した。これらの研究成果は日本の方式として取り入れられており、日本の実験解析への大阪大学の寄与は非常に大きいものとなっている。また、実験解析のほか将来の高速炉の高度化に関する研究として、金属燃料のほか窒化物、炭化物燃料の高速炉の研究、軸方向非均質炉心の最適化に関する研究も進めている。

現在、日本の高速炉炉心計算コードとして採用されている格子計算、炉心計算コードのうち当研究室で開発されたものが数多くあり、これらは、基礎研究が応用面にまでつながる有益な研究となっている。また、高速炉研究に関しては日本のみならず、米国アルゴンヌ国立研究所（ＡＮＬ）、フランスＣＥＡ等の世界の研究者が当研究室を訪問し、情報交換により世界の高速炉研究の質を向

上させる活動を行っている。特にフランスでは１２０万ｋＷ電気出力の実証炉Ｓｕｐｅｒ－Ｐｈｅｎｉｘが運転されている。このＳｕｐｅｒ－Ｐｈｅｎｉｘの炉心特性を阪大－ＣＥＡで共同で解析する計画を進めており、実機炉心の研究にも乗り出す予定である。

２．高転換炉炉物理

高転換炉とは従来の軽水炉の中性子スペクトルを硬くして^{238}Ｕから^{239}Ｐｕへの転換率を高め、核燃料物質の有効利用を図る炉である。

高転換炉ではスペクトルが硬くなるため１ｅＶ～１ＭｅＶの中性子が増加する。中性子と核との相互作用を表す断面積がこのエネルギー領域で共鳴現象を示すため、その解析が非常に困難となる。本研究室では高転換炉の基礎研究として京都大学臨界集合体を用いた積分実験を阪大及び京大・京大炉・名大・近大の５大学連合で行っており、稠密格子炉心特性を把握するための基礎特性データの取得をしている。このデータの解析を通じ、高転換炉心の計算法の確立を図っている。具体的には、格子計算の際の非均質共鳴領域における自己遮蔽効果の取り扱い方法、輸送断面積の計算方法、制御棒の輸送効果計算法の開発・改良をしている。

また、高転換の炉心特性計算値は、計算に使用される核データに強く依存するので、核データの信頼性を調べるための感度解析を行っている。このため、格子内の特性に対する断面積の影響、即ち感度を輸送理論を用いた一般化摂動論により計算する方式を開発し、種々の格子に応用している。

３．断面積アジャストメント

以上に説明したように当研究室では、高速炉および高転換炉の炉心特性データを取得し、その詳細な解析を行っている。実験値と計算値の一致はおおむね良いが、その差が無視できないものもある。高速炉の例では臨界性の一致は良いが、制御棒反応度価値、^{238}Ｕ捕獲／^{239}Ｐｕ核分裂率比、ナトリウムボイド反応度等に対しては実験値と計算値との不一致がみられる。この不一致の原因として、計算手法の誤差も考えられるが、主な原因は核断面積（原子核データ）の誤差である。このため、当研究室では、積分データを用いて断面積をアジャストする手法を導出した。この手法には計算法の誤差も考慮されている。また、日本で作成された核データＪＥＮＤＬを対象とした断面積アジャストメントを行い、ＪＥＮＤＬを改良する上での情報を与える研究も行っている。

断面積アジャストメントの研究は核データへのフィードバックのみでなく、実機原子炉を設計する上での不確かさを評価することも可能である。高速臨界集合体の積分データをもとに、どの様な方法を用いると実機原子炉の特性を最も高信頼度で予測できるかについても検討している。

４．輸送・拡散理論

高速炉・高転換炉の研究をささえる基礎として輸送・拡散計算理論の開発およびコード化を行っている。

拡散理論では、当研究室で開発された修正粗メッシュ法が国内の種々の機関で拡散コードに用いられている。最近は、３次元ＸＹＺ、ヘキサーＺ体系用のノード法に基づく研究を行っている。ヘキサーＺ体系に関しては、スイス原子力研究所ＰＳＩとの共同研究を行っている。

輸送理論関係では、拡散合成法に基づく３次元ＸＹＺ輸送コードＴＲＩＴＡＣを作成した。アメリカＡＮＬでの輸送コードＤＩＦ３Ｄ－Ｎｏｄａｌと比べ、本コードがより正確に炉心特性を計算できることが分かり、現在ＡＮＬ以外にもドイツカールスルーエ原子力研究所もＴＲＩＴＡＣコードを導入して使用している。３次元体系での高精度の輸送コードを作成したので、次の段階としてＯＥＣＤのＮＥＡＣＲＰにベンチマークを阪大から提案し、世界中の輸送コードの比較検討を行う予定である。

また現在、原子炉の異常を予測するための道具として３次元動特性解析法の改良を目指している。これは大型炉での従来の動特性コードは、計算時間が長くかかり使いものにならないためである。空間分布計算には修正粗メッシュ法およびノード法を適用し、時間的変化に対しては即発跳躍近似の改良案を考えている。

現在、研究室にはＮＥＣ　ＰＣ－９８０１が８台、ＥＰＳＯＮ　ＰＣ－２８６が３台あり、このうち本学大型計算機センターのＡＣＯＳ２０００およびＳＸ－２用のＴＳＳ利用端末機として４台使用している。

当研究室の特色は研究成果を実機発電炉までつなげようという目的意識を持ち教官、学生が一致団結して研究を続けていることで、このため基礎研究を積み上げてきた成果が各方面から注目されるようになった。また、海外から国際協力を求められるケースが増え、大学院生の海外協力には特に力を入れている。当然の事ながら、これらの研究成果は大型計算機に負う所が多く、大型計算機センターの諸氏には技術上の面などでかなりお世話になった。この点も併せて、センターに対してここに厚く御礼を申し述べる次第である。

（竹田敏一　記）