

名古屋大学原子核工学科

## 「原子炉工学研究室」

(名古屋大学工学部) 田坂 完二

今、大学の改革が進行しています。当学科の名前はそのままですが、研究室名が「原子核システム工学研究室」となります。さらに、所属も二重になって、工学研究科の独立専攻「エネルギー理工学専攻科」の基幹講座「エネルギーシステム工学研究室」という名前も持ちます。当研究室ではシステム研究と基礎研究を有機的に結合して取り組むのをモットーにして日夜研究に励んでいます。

研究室のスタッフは、私が教授で、それに玉置昌義助教授、辻義之助手、大久保興平技官を加えて合計4名です。大学院生14名(博士課程:2名、修士課程:12名)、4年生5名がそれぞれ研究に取り組んでいます。修士課程12名のうち2名は留学生で、博士課程の2名のうち1名は原研からの中村秀夫君(いわゆる在職ドクター)です。

わたしたちは核分裂炉から核融合炉へと移行する時代となる21世紀のエネルギーシステムの確立と長期炉型計画のためのシステム及び基礎に関する理工学的研究を行っています。核分裂炉システム、核融合炉システム、及び核融合-核分裂ハイブリッドシステムの概念設計のための基礎理工学研究を大型シミュレーション実験装置、小型基礎実験装置、及びコンピューター計算コードを相互に結合して総合的な研究を実施しています。

研究テーマの柱としては、(1)核分裂・核融合エネルギーシステムの総合理工学的研究、(2)核エネルギーシステムの固有安全性向上のための炉工学的実験と解析、(3)核融合炉-核分裂炉協働システム化のための基礎研究、(4)凝縮系核融合に関する基礎研究、(5)核エネルギーシステムにおける伝熱流動基礎研究、(6)中性子ラジオグラフィ研究、および(7)核分裂生成物の諸特性の解析、と幅広い分野の研究を行っています。大学の一研究室に限られた人員と予算で行うには大風呂敷を広げすぎていると思われることでしょう。人にもいわれます。その通りで限界の範囲内で四苦八苦というのが現状です。そのため研究室に閉じ籠らず多くの人々との交流と協力が必要不可欠でそれを楽しんでいます。特に核分裂生成物に関する研究ではシグマ研究委員会の崩壊熱評価WGのメンバーには大変お世話になっています。会議での討議とその後の恒例の酒席での話は研究と人生の泉となっています。中嶋先生、山田先生、吉田さん、片倉さん、今はなき飯島さん・・・皆さんありがとうございます。

当研究室の研究テーマの中で核データに直接的に関係するのは上で述べました核分裂生成物の諸特性の解析です。研究室では、FPグループと称し、M2が2名、M1が1名、4年が1名、私の指導のもと、総和計算と呼ばれる手法により、核分裂により生じた個々

の核分裂生成物（FP）核種の特性を積み上げることによりFP全体の特性を計算することをしています。主なテーマは、

- i) FP全体からの $\beta$ 、 $\gamma$ 線スペクトルの計算
- ii) FP全体からの崩壊熱の計算
- iii) FP全体からの遅発中性子の特性
- iv) 崩壊熱の誤差解析

の4項目です。

日本の最新FP核データライブラリーであるJND C-V2は、ベータ崩壊の大局的理論により未測定崩壊データを推定することにより、 $\gamma$ 線スペクトル、 $\beta$ 及び $\gamma$ 崩壊熱の計算精度を著しく向上できました。当研究室で行っている研究は、基本的にはJND C-V2で取り入れられた崩壊データ推定の方法論の改良、及び適用範囲の拡張であります。

i)  $\beta$ 、 $\gamma$ 線スペクトルの計算では、測定スペクトルの存在しない核種についてベータ崩壊の大局的理論による推定を行うのみならず、測定の存在する核種についても測定漏れが生じていると考えられる高エネルギー領域のレベルへの崩壊割合をベータ崩壊の大局的理論による推定を行うことにより、 $\beta$ 、 $\gamma$ 線スペクトルの測定と計算の一致度を向上できました。現在、さらなる一致度の向上を目指し個々のFP核種の核データ及び推定の方法論を見直しています。

ii) 崩壊熱の計算では、総和計算に必要なデータの中でも特に崩壊エネルギーデータを中心に検討を行っています。崩壊エネルギーデータは i) で得られるスペクトルの積分値として得られるため、崩壊熱計算は i) での方法論の積分的検証としての意味あいも持っています。

iii) 遅発中性子の特性の計算では、これまでおもにシステマティクスにより求められていた遅発中性子先行核のスペクトル及びその積分値である遅発中性子放出率を、i)、ii)と同様 $\beta$ 崩壊の大局的理論により推定し、FP全体からの遅発中性子の特性の計算精度を向上させることを目的としています。

iv) 崩壊熱の誤差解析は、過去にもいくつかのレポートが存在しますがその方法は複雑なものであります。当研究室では誤差解析手段の単純化を目的とし、誤差の理論式の導出と個々のFPの核データの誤差の検討を行っています。

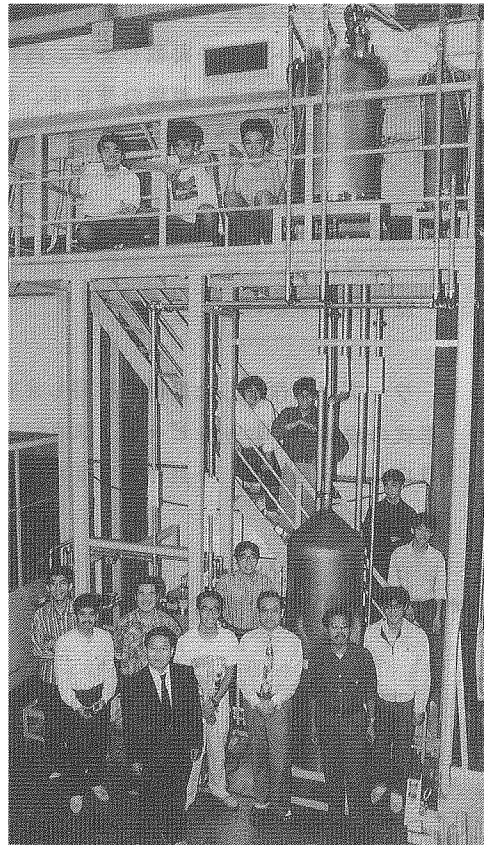
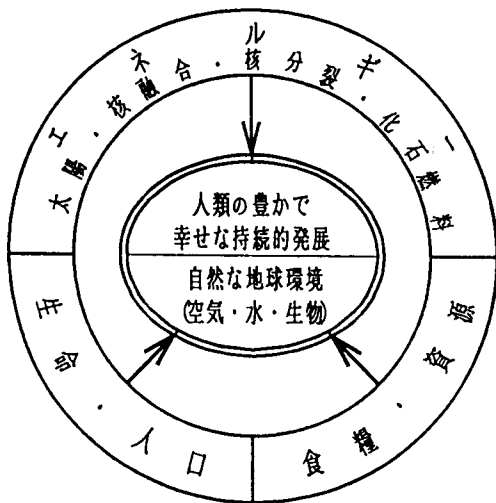
今後、アクチナイドの利用が本格化した場合、これらのFPの特性に対する需要が増加するものと考えられますが、アクチナイドを用いた実験が困難な現在、当研究室で行われているこれらの研究の成果が貢献できることを期待しています。

さらに、核データ関連の崩壊熱解析の延長線上では、受動的固有安全炉PIUSの伝熱流動実験を中心とする安全性研究を行っています。異常時には1次系とポイズン水系の圧力バランスが崩れ、重力による自然対流でボロン水が密度ロックを通過して炉心部に流入し連鎖反応を止めます。かつ自然対流によりFP崩壊熱を除去し続けるというシステムで

す。写真に示したような装置を使用して、安定な定常運転と出力変動追従運転のための制御系を開発し、かつそれと本来の固有安全性を損なうことなく両立させるための方法の確立をめざしています。また、崩壊熱除去系信頼性向上のために、ヒートパイプを利用するための基礎実験も進めています。

他方、少し流れは違いますが、中性子ビームを用いるラジオグラフィ技術の高度化を目指し、原研JRR-3M、京大炉、立教炉、弥生炉の冷中性子・熱中性子・高速中性子ビームを利用し、科学研究手段に応用できるレベルのシステム開発や解析法の研究を進めています。ここにおいても冷中性子から高速中性子に至る広い中性子スペクトルに対する断面積に関する核データを利用しています。応用としては、パラジウム中の水素挙動やヒートパイプ中の2相流挙動の可視化解析を中心とする研究に取り組んでいます。

これらの研究を通じて、21世紀の人類全体の持続的発展に不可欠な究極の核エネルギーシステムの開発とその安全性の確立に向けて寄与することを目指しています。



PIUS熱流動実験装置 The EARTH  
(The Experimental Apparatus for Reactor  
Thermal-Hydraulics)