

正  
57.5.29  
5

200  
+ 18  
218冊

# 炉物理の研究

(第 31 号)

1982年5月

## 〈特別記事〉

- 1. FNS における実験の現況 ..... 前川 洋, 中村知夫 1
- 2. オクタピアンにおける実験の現状 ..... 高橋亮人 10

## 〈トピックス〉

- 1. ANS Meeting および ANL-W を訪問して ..... 竹田敏一 19
- 2. 「RTNS-II」について ..... 住田健二 27

## 〈研究室だより〉 ..... 33

(北大) 小川研, (北大) 井上研, (原研) 炉物理実験研究室,  
 (東工大) 山室・北沢研, (東大工) 放射線計測学研究室,  
 (名大工) 原子核工学第一講座, (京大工) 西原研, (九大) 神田研

- ◇ 炉物理連絡会「第29回総会」報告(57.4.3) ..... 43
- ◇ 事務局だより ..... 45
- ◇ 会員名簿 ..... 47

日本原子力学会  
 炉物理連絡会



# FNSにおける実験の現況

原研

前川洋, 中村知夫

## 1. はじめに

56年3月に完成した核融合炉物理用中性子源(FNS)は、慢速運転、トリチウム除去装置と接続、特性試験を経て、8月に入り初めてトリチウムターゲットが装着された。ターゲット性能テストも順調に進み、ニュートロニクス研究のための模擬実験が開始された。この3月までに、Li<sub>2</sub>O-C体系による積分実験およびFNS建設自身にあらかじめ準備した設備を利用した遠隔実験が実施された。以下その概要を述べる。

## 2. Li<sub>2</sub>O-C体系での積分実験

### 2.1 実験体系と計算モデル

実験体系はPNS-Aで行った一連の実験と関連づけるため、PNS-Aで最後に実施した<sup>(1)</sup>と同じ体系が選ばれた。水平断面図をFig. 1に示す。使用したLi<sub>2</sub>OブロックはLi<sub>2</sub>O粉末をコールドプレスで成形し、ステンレス缶に封入したもので、成形体の強度は理論強度の70%に達している。未知外半径は中心ボイド、酸化リチウム、黒鉛の各領域でそれぞれ22.4, 46.8 cmである。計算に用いた1次元モデルをFig. 2に、均質化した各領域の原子密度をTable 1に示す。

今回の実験では1KWの発熱に耐えるよう設計された<sup>(2)</sup>強制水冷ターゲットアッセンブリーが使用された。80°ビームラインで導かれたd<sup>+</sup>ビームは、体系の中心に置かれたトリチウムターゲットに当り、14MeVの中性を発する。中性子発生量の算定はターゲットからの約140cm離れたビームダクト内に設置したSSDにより、T(d, n)<sup>+</sup>He反応で発生するα粒子を検出することにより行った。

### 2.2 核分裂率分布

核分裂率分布の絶対測定はすでに報告した<sup>(1),(3)</sup>と同じ方法により<sup>232</sup>Th, <sup>238</sup>U, <sup>237</sup>Np, <sup>235</sup>Uの小型核分裂計数管を用いて行った。今回はd<sup>+</sup>ビームに対して90°方向の他に、0°方向にういて<sup>(4)</sup>ラバーシールドした<sup>235</sup>Uと<sup>238</sup>Uの結果と計算結果と共にFig. 3に示す。

ANISN<sup>(4)</sup>による計算はENDF/B-IVからNJJOYコード<sup>(5)</sup>により処理した100群の断面積セットを用いてP<sub>5</sub>-S<sub>16</sub>近似で行った。PALLAS-TS<sup>(6)</sup>は最近開発された直接積分法による輸送計算コードで、DDXのデータから求めた群遷移カーネルを用いている。この計算に用いた断面積セットは同じくENDF/B-IVからPROF-GROUCH-GII<sup>(5)</sup>で処理した118群のものである。現状ではANISNとPALLAS-TSとの計算結果の間には大きな差はない。FNSにおける実験結果はPNS-Aによる結果と誤差の範囲で一致している。<sup>235</sup>Uの結果には若干の差が見られるが、ターゲットの構造による差と予想される。PNS-Aのターゲットアッセンブリーは空冷型の比較的簡単な構造であった。0°方向と90°方向の差は中心付近を除いて実験誤差内であった。

### 2.3 トリチウム生成率分布

トリチウム生成率分布は炉設計側から強くその測定が要求されており、原研において

フランクット実験開始当時からその測定を目指していた。しかし、PNS-Aの中性子線では中性子流量が少く、FNSの完成でようやく測定が可能になったためである。次の4つの方法で測定を試みた。

- ①  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ペレットと液体シンチレータ<sup>(7)</sup>
- ②  $\text{Li}_2\text{O}$ ペレットと液体シンチレータ
- ③  $\text{LiF}$ のTLDの自己照射法<sup>(8)</sup>
- ④  $\text{Li}_2\text{O}$ ペレットをラジエータとしたSSD

③と④は今回初めて試みるものであって、測定法の確立が目標であり、③はフランクット実験で実際に応用するものは今回が初めてである。

$\text{Li}_2\text{CO}_3$ の測定結果(Totalに対応)を前述のANISNによる計算結果と共にFig.4に示す。<sup>(9)</sup> 15.5と20.6cmでは良く一致しているものの、中心付近では計算が過大評価となっている。

TLD-600( ${}^6\text{Li}$ :75.62%)、TLD-700( ${}^7\text{Li}$ :79.99%)を用いた測定結果を ${}^6\text{Li}$ 、 ${}^7\text{Li}$ 原子密度を考慮して処理し、天然組成として ${}^6\text{Li}$ 、 ${}^7\text{Li}$ の寄与及び総量を算出した。その結果をFig.5に示す。実験値は5.9cmの $\text{Li}_2\text{CO}_3$ の実験値に規格化してある。TLDによる結果と $\text{Li}_2\text{CO}_3$ の結果とは良く一致している。 ${}^6\text{Li}$ の実験値と計算値は比較的良く一致しているものの、 ${}^7\text{Li}$ は不一致が目立っている。これは計算でターゲットアッセンブリーの効果が考慮されていないとしても、 ${}^7\text{Li}(n, n\alpha)$ Tの断面積が大きすぎるためと考えられる。

#### 2.4 $\text{LiF}$ のTLDによるレスポンス分布

ホットプレス型の ${}^6\text{LiF}$ 、 ${}^7\text{LiF}$ を体系内に設置し、そのレスポンスを測定した。データ処理及び計算は以前行ったLi体系、Li-C体系の場合と同様である。<sup>(11)</sup> 結果をFig.6に示す。

実験と計算との間にはLi-C体系の場合と同様大きな不一致があり、今後の検討が必要である。

#### 2.5 放射化箔による体系内スペクトルの測定

##### ① 多数放射化箔法

5種の箔を用い、利用した反応は ${}^{27}\text{Al}(n, \alpha)$ 、 ${}^{24}\text{Na}$ 、 ${}^{46}\text{Ti}(n, p)$ 、 ${}^{46}\text{Sc}$ 、 ${}^{47}\text{Ti}(n, p)$ 、 ${}^{47}\text{Sc}$ 、 ${}^{48}\text{Ti}(n, p)$ 、 ${}^{48}\text{Sc}$ 、 ${}^{54}\text{Fe}(n, p)$ 、 ${}^{54}\text{Mn}$ 、 ${}^{56}\text{Fe}(n, p)$ 、 ${}^{56}\text{Mn}$ 、 ${}^{58}\text{Ni}(n, 2n)$ 、 ${}^{57}\text{Ni}$ 、 ${}^{58}\text{Ni}(n, p)$ 、 ${}^{58}\text{Co}$ 、 ${}^{65}\text{Cu}(n, 2n)$ 、 ${}^{64}\text{Cu}$ 、 ${}^{90}\text{Zr}(n, 2n)$ 、 ${}^{87}\text{Zr}$ 、 ${}^{90}\text{Nb}(n, 2n)$ 、 ${}^{92}\text{Nb}$ 、 ${}^{115}\text{In}(n, n)$ 、 ${}^{115}\text{mIn}$ である。

##### ② SUS J16放射化法<sup>(12)</sup>

利用した反応は ${}^{54}\text{Fe}(n, p)$ 、 ${}^{54}\text{Mn}$ 、 ${}^{56}\text{Fe}(n, p)$ 、 ${}^{56}\text{Mn}$ 、 ${}^{58}\text{Ni}(n, p)$ 、 ${}^{58}\text{Co}$ 、 ${}^{58}\text{Ni}(n, 2n)$ 、 ${}^{57}\text{Ni}$ の4つである。実験では放射化箔として反応断面積を考慮し、数10mg~数100mg、SUS J16は、 $10\phi \times 2^t$ のディスクを体系内に設置し、14MeVの中性子で照射した。照射後、寿命を考慮して順次、生成した放射化箔種からγ線を60ccGe(Li)検出器で測定し、検出効率、自己吸収、測定時間、原子核組成等の補正を行い、照射中の各反応による生成核数を求めた。得られた反応率から、ENDF/B-7のデータを主体としたライブラリーを用いて、SAND-IIによりUnfoldingしてスペクトルを求めた。多数放射化箔の結果をFig.7に、SUS J16の結果をFig.8に示す。それぞれ、Iterationは20回あり、得られたスペクトルによる各反応率は実験値と20%以内で一致した。ライブラリーを更に

整備すると共に、箔の種類を増やす予定であり、SUS 316についてはMoの反応も加える予定である。

## 2.6 SUS 316 の誘導放射能

炉計測用として開発された線量評価コードシステム THIDA<sup>(13)</sup> の妥当性を評価することを目的として、SUS 316 のサンプル (10φ × 20) と Li<sub>2</sub>O-C 体系の中心から 5.3 cm の所に置き、中性子発生率約 10<sup>14</sup> n/s で 4 時間照射した。サンプルからの誘導放射能は照射後約 15 時間おまじ3日後、60 cc の Ge(Li) 検出器で測定した。照射後 15 時間の測定結果と計算値と共に Fig. 9 に示す。実験と計算は 17 群 (810 ~ 900 keV) で規格してある。両者の比較から、<sup>94</sup>Mo (n, 2n) <sup>93m</sup>Mo の反応と計算において過大評価しているなどいくつかの問題が明らかとなった。今後のこの種の実験や新しい核データにまつて、放射能断面核ファイルや線データファイルの精度向上が必要であるとしても、THIDA コード自身は妥当であることが判明した。

## 3. 遮蔽実験

### 3.1 迷路実験<sup>(14)</sup>

加速器室とターゲット室の間に設けられた迷路構造の出入口を利用して、ダクトストリーミング実験を行った。迷路の断面図を Fig. 10 に示す。ビームラインに沿って発生する D-D 中性子の向きを最小とするため、入口側に 30 cm 厚のポリエチレンブロックによる一時的な壁を設置した。5.08 cm φ × 5.08 cm の NE 213 シンチレータを中心線に沿って移動し、中性子おまじ3線のスペクトルを測定した。また、中性子おまじ3線の線量率分布を Studavik Model 2202 D 中性子線量計と CaSO<sub>4</sub>(Tm) TLD により測定した。

高速中性子スペクトルの結果を Fig. 11 に、線量分布の結果を Fig. 12 に計算結果と共に示す。計算はモンテカルロコード MORSE<sup>(15)</sup> により、中性子 28 群、おまじ3群の断面核セックを用いて実施した。実験と計算はおまじ3線スペクトルを除いて、比較的良く一致している。現在、更に詳しい解析が進行中である。

### 3.2 貫通孔ストリーミング実験<sup>(16)</sup>

核融合装置では中性粒子加熱のためのポートなど大きな開口部があり、そこから放射能ストリーミングが問題となっている。FNS のターゲット室とターゲット室の間の壁に設けられた貫通孔を利用して、D-ビームラインの Tc-D 回転ターゲットから D-D 中性子でストリーミング実験を行った。

直径 14 mm の超小型環形 NE 213 検出器を 3 次元的に移動可能なカウンタドライブ装置に取り付け、貫通孔周辺の空間分布を連続的に測定した。検出器はパルスモータにまつて、1.28 mm/s の速度で動き、この計数を 1 ch/s にセックしたマルチチャンネルスケーリング法で記録した。検出器おまじ3貫通孔の断面図をそれぞれ Fig. 13 と Fig. 14 に示す。ターゲットは長さ 2 m の貫通孔入口にまつて 2.5 m の所にある。1 MeV にディスクリを設定した時の貫通孔出口での半径方向のトラバースの結果を Fig. 15 に示す。出口での開口部との境界が約 11 mm の中で鋭く落ちており、出口から離れると影になる部分で散乱線にまつて構

造の違いが現れている。貫通孔内での分布をコンクリート壁に種々の深さに向けられた実験孔内での分布についても測定した。

### 3.3 回転プラグストリーミング実験

ターゲット室と作業室の間の壁に設けられた回転プラグにはTDF用の25cmφの飛行管およびブラケット模擬体系内の角度依存中性子スペクトルを測定する目的に向けられた14本の26mmφコリメータ用の穴がある。このコリメータを利用し、細くて長い穴によるストリーミング実験をD-T中性子を用いて行った。

回転プラグの正面図をFig. 16に示す。回転プラグを適当に回転し、コリメータを送ることにし、ターゲットを直視する軸から平行にコリメータを移動させることができる。コリメータの出口付近の分布をふるの貫通孔実験と同じ検出器システムで測定した。検出器の移動速度は1.28 mm/s, マルチチャンネルスケーリングは1ch/sで行った。ターゲットは床上18m, コリメータの入口から5.5mの所にあり、ビーム電流 $\sim 1\text{mA}$ , 中性子発生率 $\sim 10^{11}\text{ n/s}$ で実験した。ディスクを2 MeVにした時の結果の例をFig. 17に示す。#8のコリメータはターゲットを直視しており、#7, #6, #5と順次、下向きに平行移動している。#8の結果は半径が28mmであり、非常に良くビームがコリメータに入っていることがわかる。#6ではすでに直接ターゲットを検出器がコリメータを通して見ることができずコリメータでの散乱線だけであり、#5 (-16.5cm) ではバックグラウンドの計数しかなかった。

## 4. おとめ

PNS-Aによるブラケット模擬実験を48年に開始してから、我々はすぐに、本格的に核融合炉のニュートロニクスの研究をするに必要な中性子源としてFNSの建設を計画した。52年にその計画が認められて以来、その建設に精力をさいた関係で、ブラケット実験を約2年間実施することができなかった。今後、完成した強力な中性子源であるFNSにより、核融合炉の炉物理・遮蔽の研究が飛躍的に発展するものも期待される。

FNSを用いたFirst Blanket Experimentと迷路実験の結果は56年9月、東京で内催されたIAEAのWorkshopで発表されており、<sup>(17)</sup>シグマ委員会の研究会等でも報告した。ここでおとめの研究の多くは57年度の原子力学会年会で報告されるものである。

参考文献

- 1) Maekawa, H., et al. : J. Nucl. Sci. Technol. 16 377 (1979)
- 2) Seki, M., et al. : ibid 16 838 (1979)
- 3) Maekawa, H., Seki, Y. : ibid 14 97 (1977)
- 4) Engle, W. W., Jr. : A User's manual for ANISN, K-1693 (1967)
- 5) MacFarlane, R. E., et al. : NJOY, A comprehensive ENDF/B processing system, ORNL/RSIC-41 (1978)
- 6) 鈴木友雄他 : 核融合炉物理用一次元中性子輸送コード PALLAS -TS, JAERI-M 9492 (1981)
- 7) Dierckx, R. : Nucl. Inst. Meth. 107 397 (1973)
- 8) 前川洋 : 熱蛍光線量計によるトリチウム生成率分布の測定法, JAERI-M 6055 (1973)
- 9) 井口哲夫, 他 : 原子力学会年会 C-47 (1982)
- 10) 前川洋 : 同上, C-48 (1982)
- 11) Maekawa, H., et al. : Response Distribution of  $^6\text{LiF}$  and  $^7\text{LiF}$  TLD in Spherical Lithium Blanket Assemblies, JAERI-M 6811 ; NEACRP-L-165 (1976)
- 12) 池田裕二郎, 他 : 原子力学会年会 C-52 (1982)
- 13) 飯田浩正, 五十嵐正仁 : THIDA --- 核融合装置線量率計算システム --- JAERI-M 8019 (1978)
- 14) 田中俊一, 他 : 原子力学会年会 C-55 (1982) JAERI-M レポート投稿予定
- 15) Straker, E. A., et al. : The MORSE Code -- A Multigroup Neutron and Gamma-Ray Monte Carlo Transport Code, ORNL-4585 (1970)
- 16) 中村知夫, 他 : 原子力学会年会 C-54 (1982)
- 17) Nakamura, T. et al. : Integral Experiments on Lithium Oxide Spherical Assembly with Graphite Reflector and on Duct Streaming, Third IAEA Technical Committee Meeting and Workshop on Fusion Reactor Design and Technology, Tokyo, Oct. 5-16, 1981

Table I Nuclide Densities of Each Region in  $\text{Li}_2\text{O}$ -C Assembly

Nuclide	Nuclide density ( $10^{24}$ atoms/cm <sup>3</sup> )			
	Void	$\text{Li}_2\text{O}$	Graphite	Lattice
$^6\text{Li}$		3.3547 $10^{-3}$		
$^7\text{Li}$		4.1857 $10^{-2}$		
O		2.2606 $10^{-2}$		
C			7.3445 $10^{-2}$	
Cr	1.827 $10^{-3}$	2.011 $10^{-3}$	1.827 $10^{-3}$	1.224 $10^{-3}$
Ni	7.964 $10^{-4}$	8.781 $10^{-4}$	7.964 $10^{-4}$	5.336 $10^{-4}$
Fe	6.652 $10^{-3}$	7.346 $10^{-3}$	6.652 $10^{-3}$	4.457 $10^{-3}$

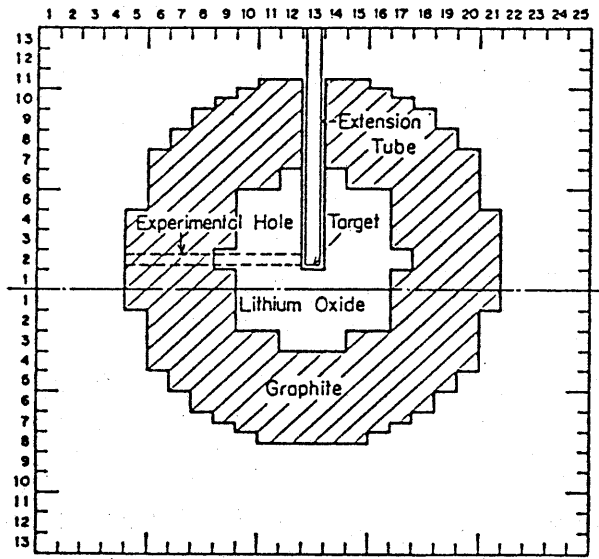


Fig. 1 Horizontal Section Across the Center of  $\text{Li}_2\text{O-C}$  Ass.

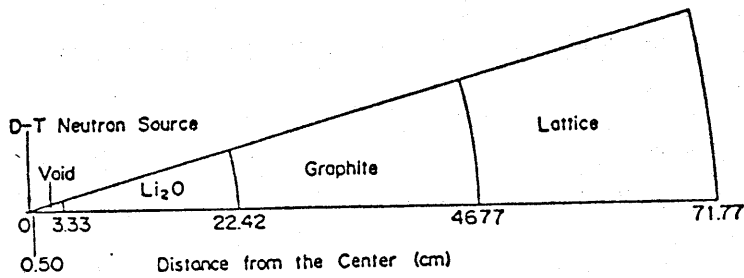


Fig. 2 Calculational Model of  $\text{Li}_2\text{O-C}$  Assembly

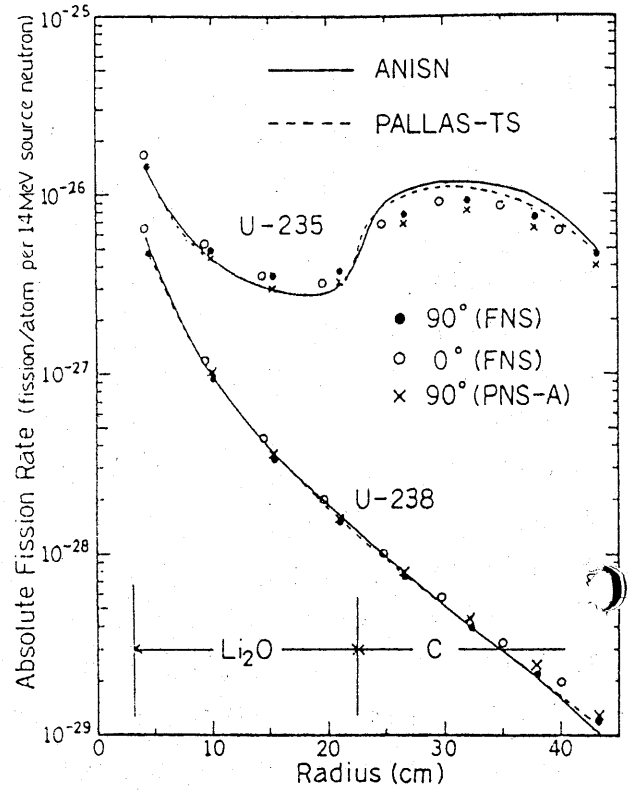


Fig. 3 Absolute Fission-Rate Distributions in  $\text{Li}_2\text{O-C}$  Assembly

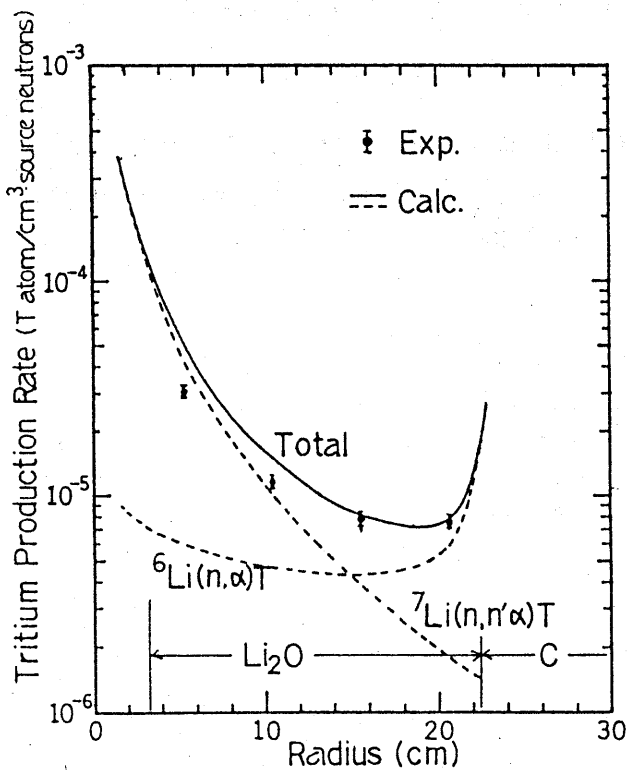


Fig. 4 Tritium Production Rate Distribution in  $\text{Li}_2\text{O-C}$  Assembly Measured by  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  Pellets

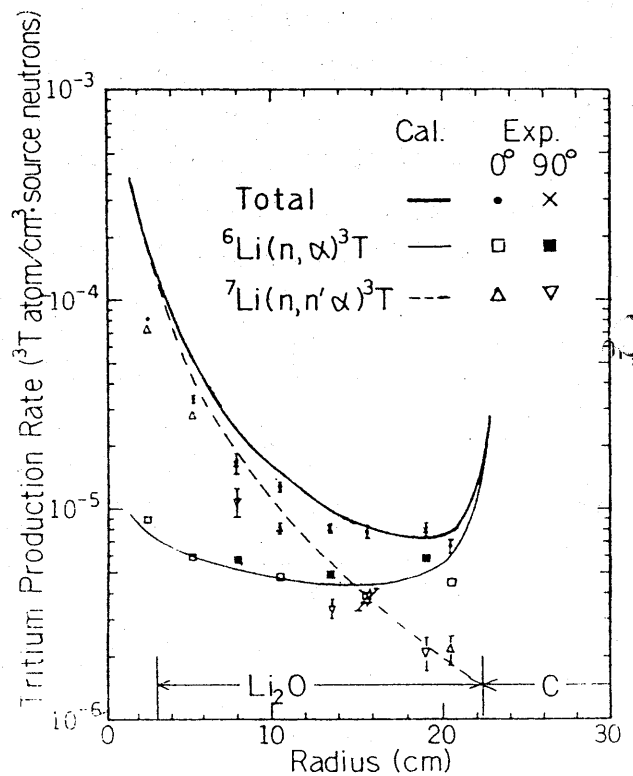


Fig. 5 Tritium Production-Rate Distribution in  $\text{Li}_2\text{O-C}$  Assembly Measured by  $^6\text{LiF}$  and  $^7\text{LiF}$  TLD's



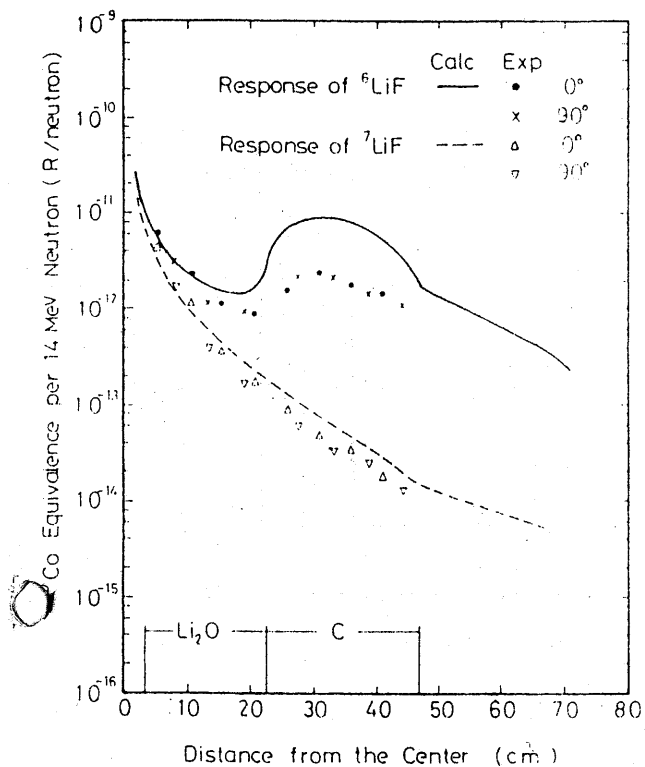


Fig. 6 Response Distributions of  ${}^6\text{LiF}$  and  ${}^7\text{LiF}$  TLD's in  $\text{Li}_2\text{O-C}$  Assembly

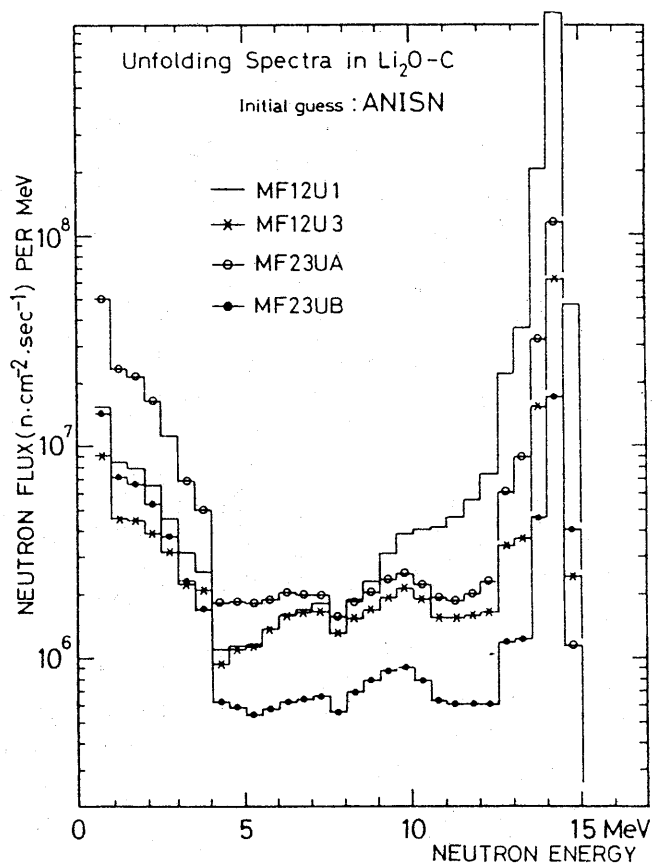


Fig. 7 Neutron Spectra in  $\text{Li}_2\text{O-C}$  Assembly Measured by Multi-Foil Method

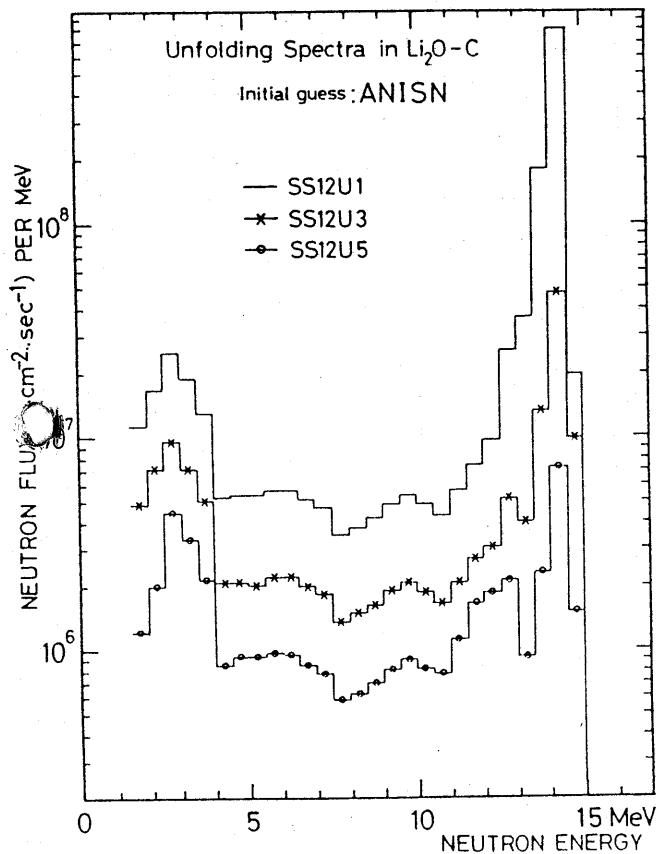


Fig. 8 Neutron Spectra in  $\text{Li}_2\text{O-C}$  Assembly Measured by SUS 316 Disks

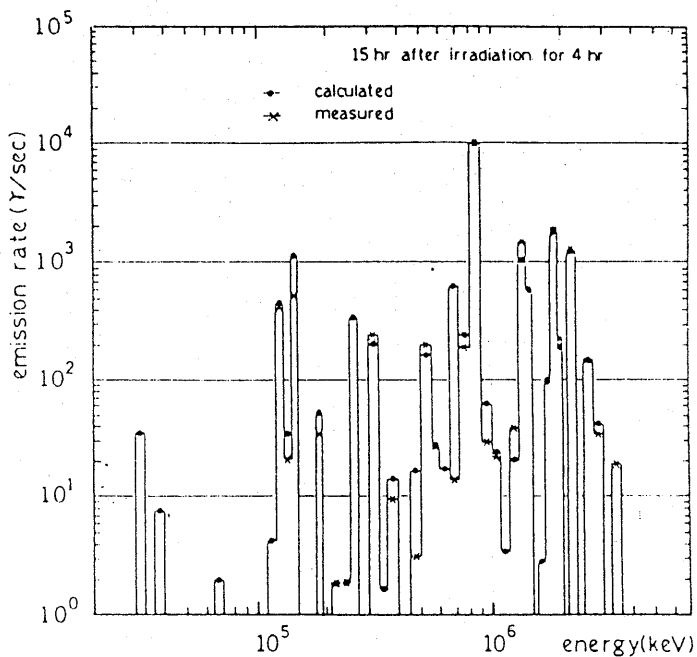


Fig. 9 Comparison of Gamma-ray Emission Rates between the Measured and the calculated Values



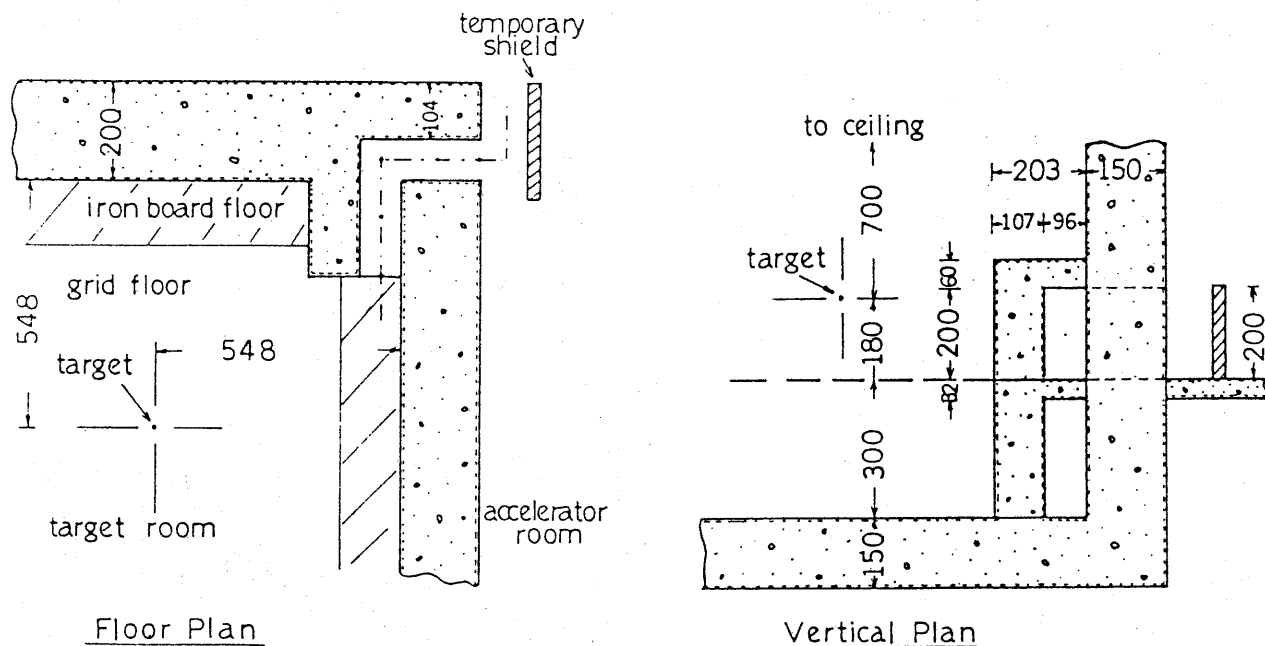


Fig. 10 Duct Streaming Experiment Layout  
( Personnel Access-way )

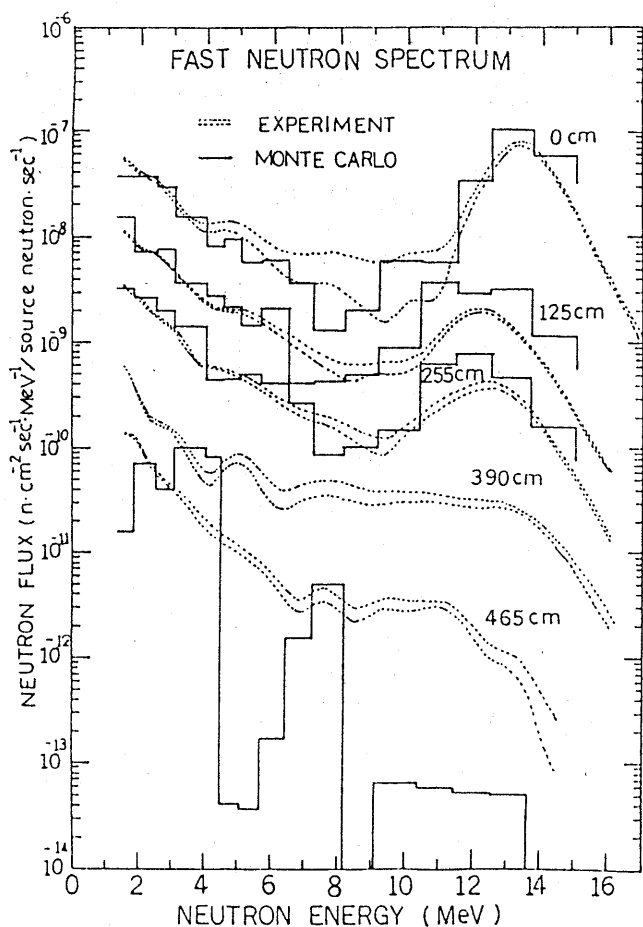


Fig. 11 Fast Neutron Spectrum at the Various Points  
in the Personnel Access-way (Duct)

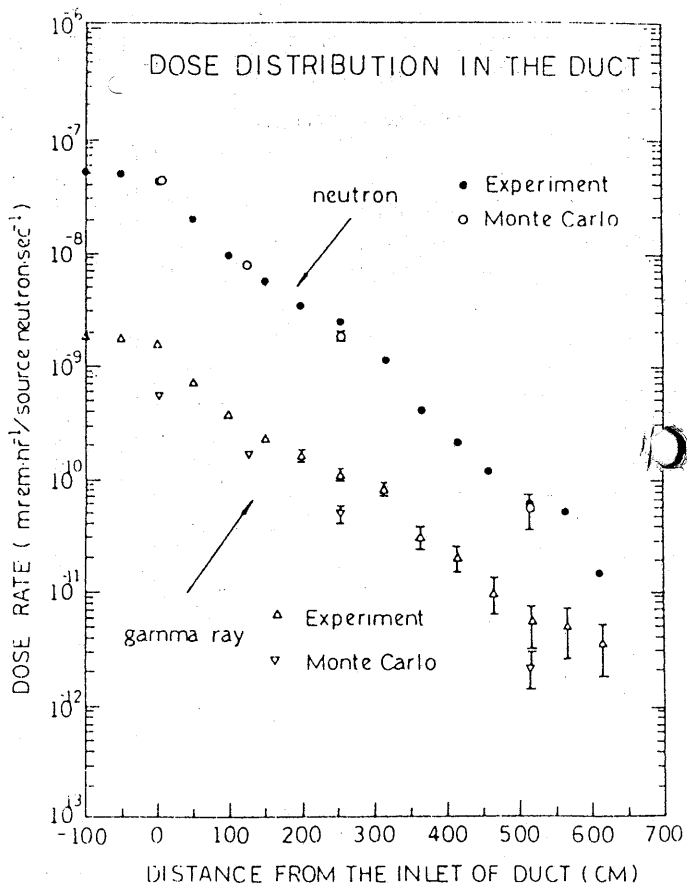


Fig. 12 Dose distributions in the Personnel  
Access-way (Duct)

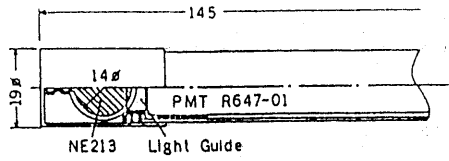


Fig. 13 小型NE213検出器

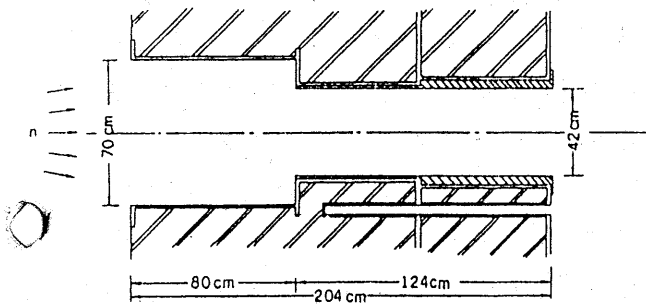


Fig. 14 貫通孔断面図

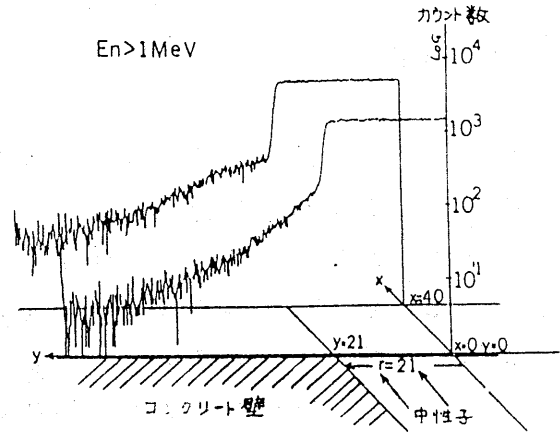


Fig. 15 貫通孔出口の中性子の広がり

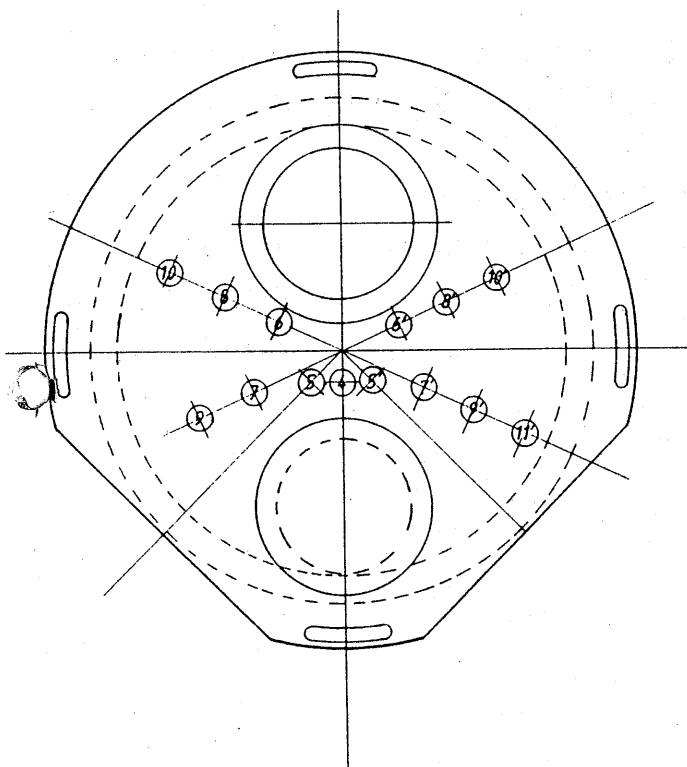


Fig. 16 Layout of Revolver-Type Plug with TOF Tube and Narrow Collimators

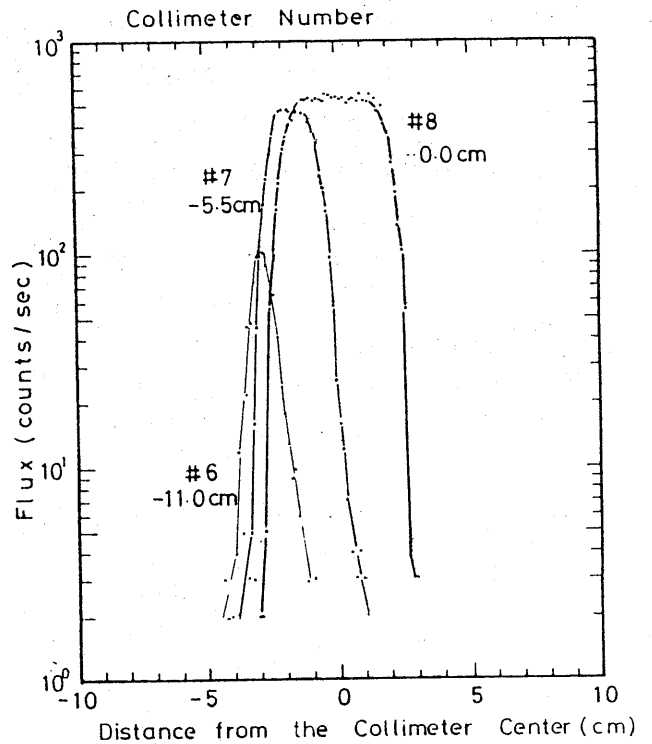


Fig. 17 Fast Neutron Flux Distributions Outside of Narrow Collimators

# オクタビアンにおける実験の現状

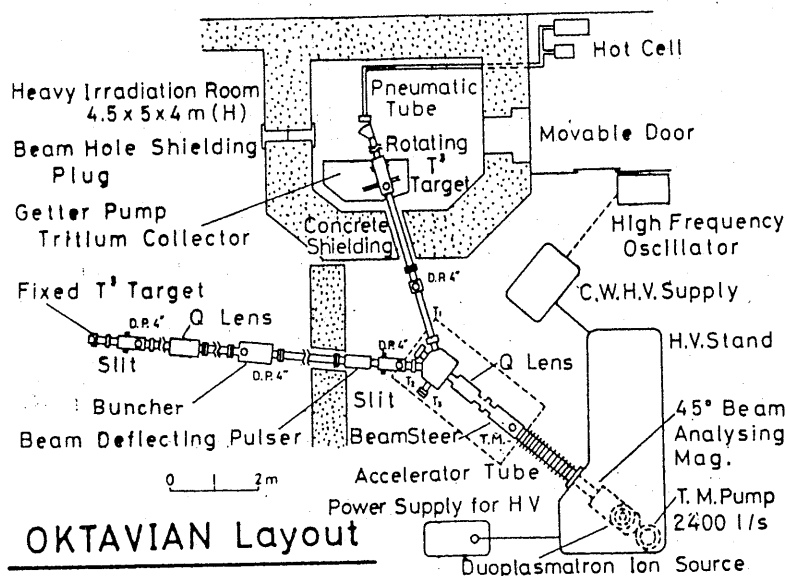
大阪大学工学部 高橋 亮 入

## 1. はじめに

O K T A V I A N (大阪大学強力14 MeV中性子工学実験装置)は、核融合炉及び核分裂炉の中性子関連工学の研究のため大阪大学工学部原子カ工学教室に設置された装置である。1975年4月より計画立案を開始し、1978年度より3ヶ年計画でルーズパーツ提供方式による発註・建設が始められた。1980年3月に加速器部(開放型式コッククロフト型、デュオプラズマトロンイオン源)の建設を終了し、トリチウム回収系などの付帯設備の整備が続行された。1981年3月よりD-Tパルス中性子による核融合中性子工学実験が開始されるとともに、直流運転系回転ダミーターゲットによるテスト運転・トリチウム回収系性能テストが続けられた。1981年10月頃より運営委員会を発足させスケジュール運転による利用を開始する予定である。

研究計画は、中性子工学、材料損傷、トリチウム技術を柱としているが、当面の研究テーマとして次のものがあげられている。

- 1) D-T炉ニュートロニクス基礎実験：DDX測定、バルク体系内及モレ中中性子スペクトルの測定、反応率分布測定、遮蔽基礎実験、等。
- 2) パルス状高線束14 MeV中性子計測の研究
- 3) 核融合実験用診断・計測系部品の放射線損傷の研究
- 4) D-T炉ブランケットにおけるトリチウム生成・分離回収及ハンドリング



- 5) 14 MeV中性子による核融合炉オ-壁材料損傷素過程の研究
- 6) 軽イオン照射による核融合壁材料の表面物性の研究
- 7) 核融合炉材料放射化の研究

テーマ1)と3)の研究がすでにスタートしているが、ここでは1)に関するもののみについて才三章で現状を紹介する。

図1 オクタビアン主部略図

## 2. オクタビアン の 性能

OCTAVIAN の主仕様は ; 300 KV 加速の D<sup>+</sup> イオン電流最大 20 mA を 800 Ci の T<sub>2</sub>T 回転ターゲットにあてて  $3 \times 10^{12}$  n/s の 14 MeV 中性子を連続的に発生すること, および, パルス中 3 ns 以下でピーク D<sup>+</sup> 電流 28 mA 以上のパルス運転性能を持たせることである。 現在パルスラインはほぼ仕上がって利用実験可能な状態であるが, 直流ラインについては少々のテスト運転と放射線管理上の整備が残っている。 またターゲットポンプ系とモレキュラーシープ系が異なる直列系システムのトリチウム捕集系を備えている。

### 2.1) パルス運転

図 1 に示すように, OCTAVIAN は 2 つのビームラインを持っている。 一方はパルス運転専用であり, 他方は回転ターゲットを用いたの直流運転専用である。 パルス用ビームラインはバンチャーから固定ターゲット (10 Ci T<sub>2</sub>T, 2 cm φ) までの長さが約 10 m で, 床からの高さは 2.35 m となっている。

加速後の直流ビームを, 2 MHz 正弦波による偏向と 2 MHz から 1 KHz までカウントダウン出来る補助チョッパーによる偏向 (X-Y 偏向) のチョップにより, パルス中 30 ~ 50 ns (可変) のパルスビームを発生する。

このパルスビームを 4 MHz バンチャーによりターゲット位置でパルス中 3 ns 以下にバンチする方式を用いている。

直流 D<sup>+</sup> 電流としては 4 mA までをターゲット位置に導くことが可能である。 しかし現状の D-T 中性子パルスの発生条件は, ターゲット用ビーム延長管

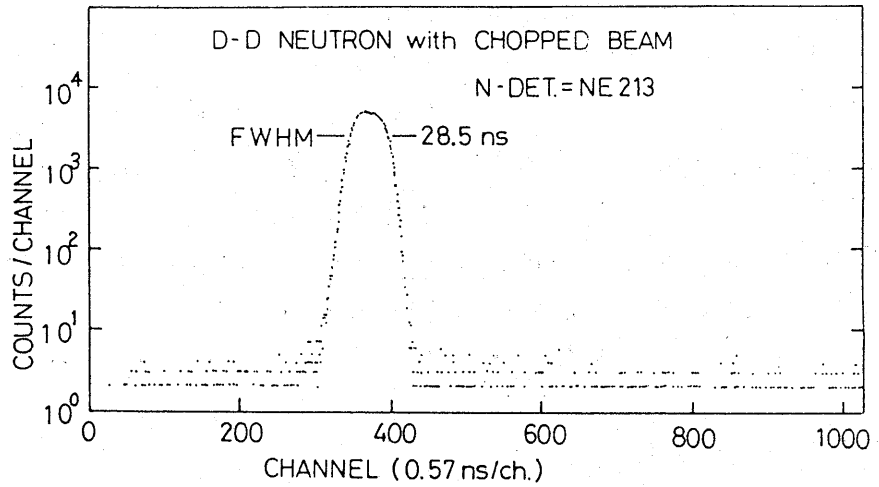


図 2 チョッパーのみによる最小中パルス

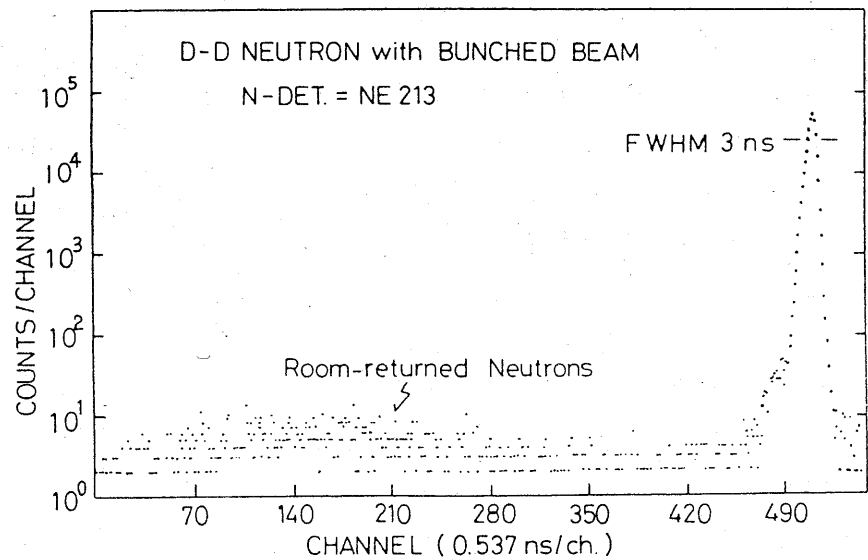


図 2 バンチャー併用によるパルス

寸法(内径35mmφ, 1.2m)で押えられており, 50nsパルスを2ns中にバンチした場合のピーク電流は約16mA, 30nsパルスを1.5ns中にバンチした場合約12mA程度が最大であり, これらがTOF実験に用いられている。当初仕様(28mAピーク)に近づけるには短い延長管が大きいターゲットを要する(OKTAVIANのビーム輸送チューブは100mmφである)。

パルス中及びON/OFF比の観測例を図2及3に示す。これはターゲットより20cmの位置にNE-213検出器を置いてD-D反応中性子を測定したものである。T-ターゲットを用いた場合に, 9m離れたTOF用シールド中で観測したTOFスペクトルの例を図4に示す。これがOKTAVIANで最初にとったD-T中性子のデータである。この位置で $\sim 10^4$ のON/OFF比が得られ精度良いTOF実験が可能である。現在までにNE213 2"φ×2"中性子検出器で観測された最小パルス中は1.3nsである。(測定系の分解能を含めて)

アークパルス方式によるより広い( $\mu s \sim ms$ )中のパルスの発生も計画中である。

## 2.2) 直流運転

20mA D<sup>+</sup>電流と800Ci回転ターゲットにより,  $3 \times 10^{12}$  n/s D-T中性子発生100時間連続運転をめざしている。現在までに, H<sup>+</sup>及D<sup>+</sup>ビームを用いて回転ターゲット位置で14mA弱までのテストが行われた。図5にH<sup>+</sup>ビームでの初期の測定例を示す。同じイオン源パラメータのとき, ターゲット位置で得られる電流は, H<sup>+</sup>, D<sup>+</sup>ともほぼ等量であることが観測されている。

現在までに, 固定DターゲットによるD-D中性子発生テスト, 固定DターゲットへのH<sup>+</sup>ビーム照射によるD離脱の測定(T<sub>2</sub>TターゲットからのT離脱の模擬実験), H<sup>+</sup>ビームによる回転ダミーターゲットの運転, トリチウム回収系性能テ

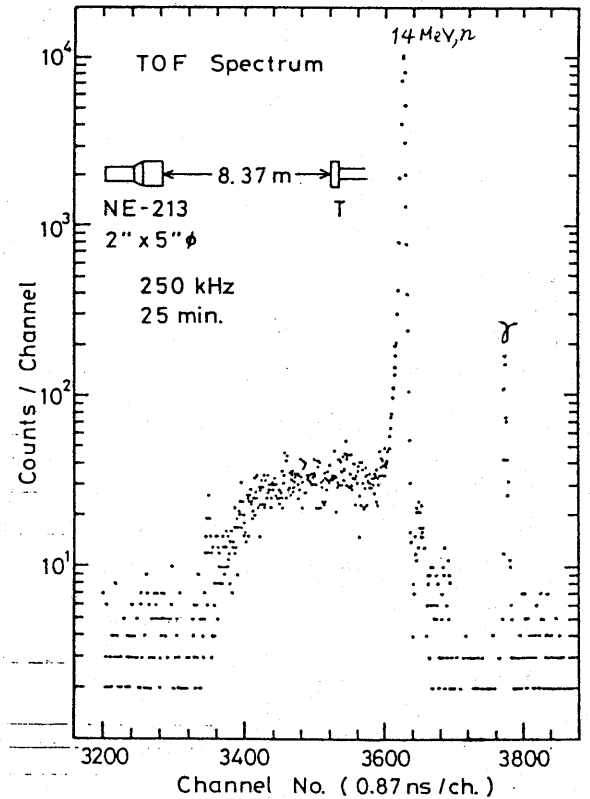


図4 D-Tパルス中性子のTOFデータ

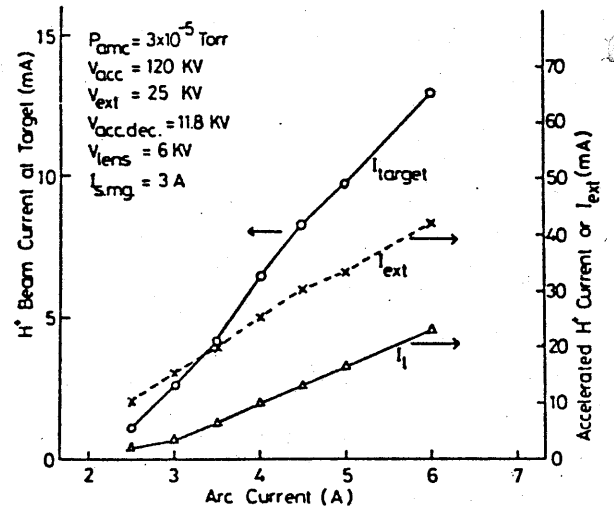


図5 Beam Currents vs. Arc Current

ストが終了した。引き続き、回転T-Dターゲットを用いたのH<sup>+</sup>ビーム照射によるトリチウム離脱の模擬実験、D<sup>+</sup>ビームによる自己ターゲットD-D中性子発生試験を近日中に終了した後、200 Ci回転ターゲットによるD-T中性子発生試験に移る計画である。800 Ciターゲットの装着は、研究実験計画に添って行う。中性子フルエンスモニター等計測手段の整備が現在行われている。

### 3. ニュートロニクス基礎実験の現状

1981年3月にハルス系にトリチウムターゲットを装着して以来、二重微分断面積(DDX)の測定、平板状ブランケット候補材からの放出高速中性子スペクトルの測定、科研ニュートロニクス班共同実験等が行われてきた。これらの実験は、TOF関連設備を整備していく目安をうるために、予備的なTOFステーション(室内)と低出力(ピーク電流5~6 mA)運転及び予備実験用ビーム延長管を用いて行われたものである。それにもかかわらず、すでにかなり良質のデータが得られている。詳しくは、この後口頭発表(A10~12, B10, B28)や近々の科研ニュートロニクス班の成果報告にゆずるとして、簡単に以下に紹介してみる。

#### 3.1) DDXの測定

オフタビアンはD-T中性子発生を専らとしているため、測定出来るDDXは入射中性子エネルギーが14 MeVぶきんのもののみである。またビームラインが床上2.35 mと高いために、通常行われているようなゴニオメータの使用は難しい。そこで図6に示すようなコリメータとシールドの配置で、リング状(リング直径約20 cm, 太さ2~3 cm)のサンプルによる散乱中性子スペクトルをTOF法で測定する方法を採った。

散乱角はターゲットとリング中心の距離をビームラインに添って変えることにより選ぶために、散乱角により入射中性子エネルギーが15 MeV(0°)~13.5 MeV(180°)くらい変ること及びD-T中性子の発生量に角度依存性があることが、不利な点となる。(これらの実測値を用いて補正を行う)

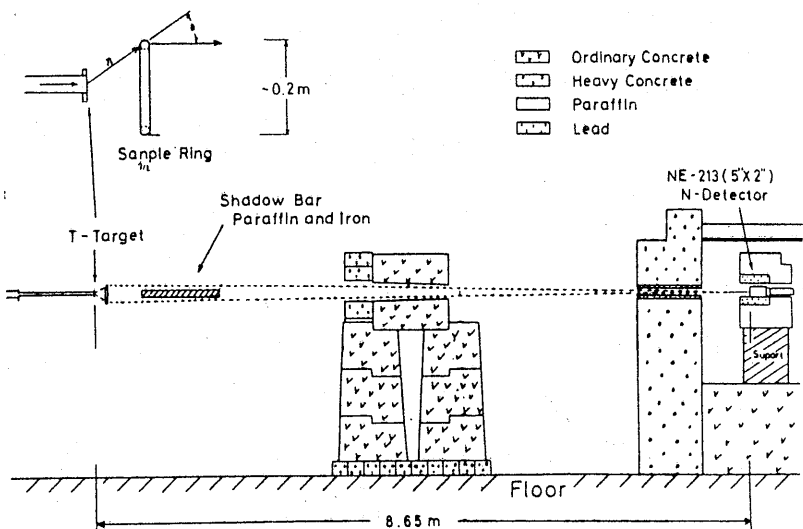


図6 DDX測定用体系配置(TOF実験)

シグレリングサンプルの採用によりターゲットガスサンプルを比較的離すことができるので散乱角の分解能を上げることが出来ること、比較的大型のサンプルを用いることができること、検出器固定のまま比較的長い(現在8~9m)TOF距離で実験できるのでエネルギー分解能が高いこと、等の利点がある。

実験のネックポイントは、  
 コリメータ・シールドの性能にあると思われる。図6の配置で実験が難しい方に入るLiサンプルの測定で図7のようなS/Nと統計(3ns中パルス, 0.5MHzくり返しで約1時間半の測定)が得られている。図7で右側の2つのピークはターゲット及びリチウムサンプルより出たα線によるものであり、その左最大のピークが弾性

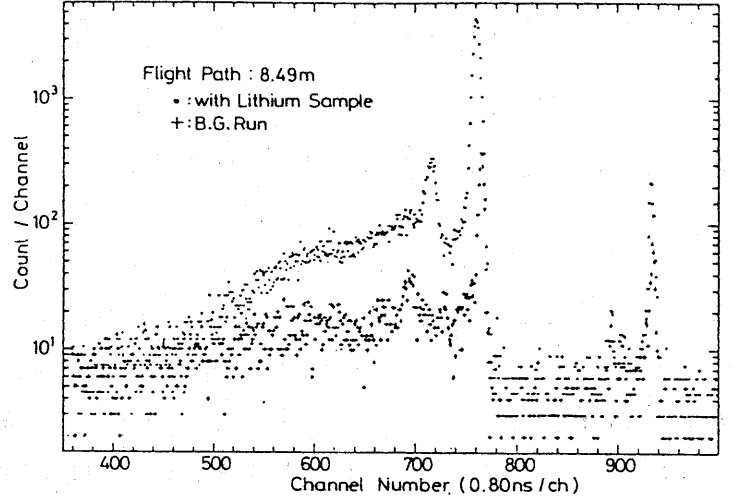


図7 TOF生データ(上:サンプル有,下:サンプル無)例

散乱によるもの、その左のピークは $\alpha$ 線による非弾性準レベル散乱によるものである。散乱角は $5^\circ \sim 170^\circ$ くらいの範囲で選ぶことが可能である。

予備実験として、Li, C, Al, Pbについて $15^\circ < \theta_L < 160^\circ$ , 5~7角度度の測定が行われた。実験結果とENDF/B-IVの単微分断面積のデータからNITRANで合成したDDX

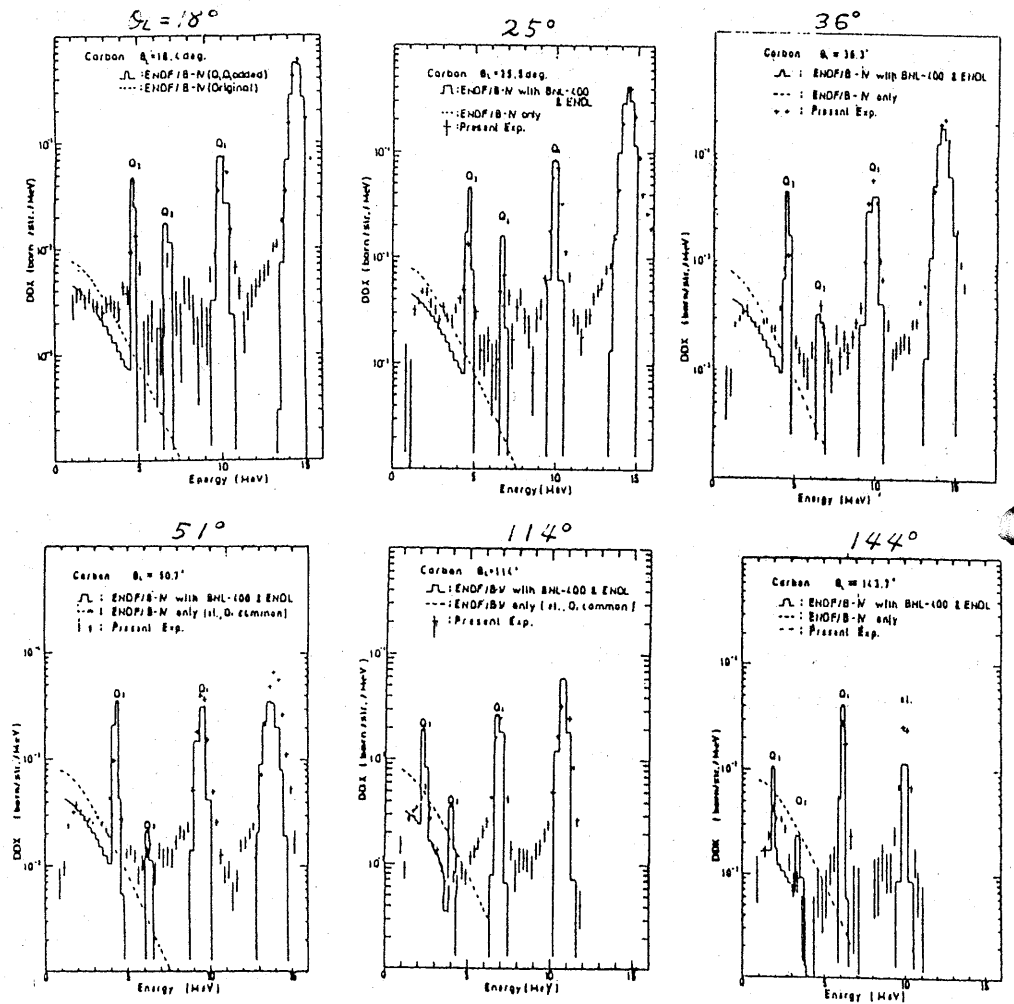


図8 炭素のDDX測定例とENDF/B-IVからの合成DDX( $\theta_L$ 以下実線)



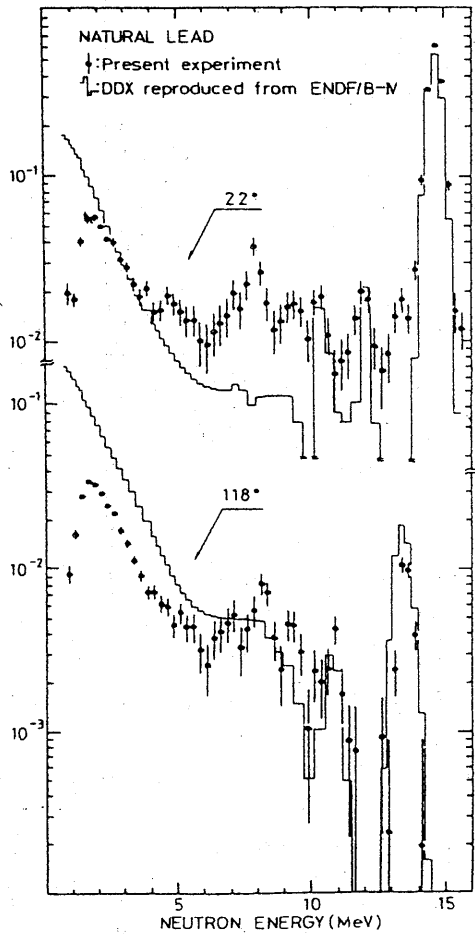


図9 鉛のDDX測定例

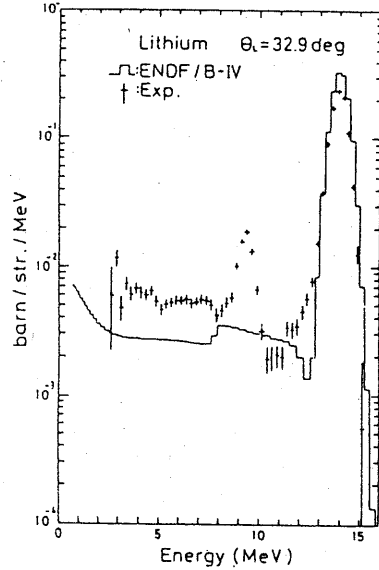


図10 天然リチウムの中性核分断面積の一例

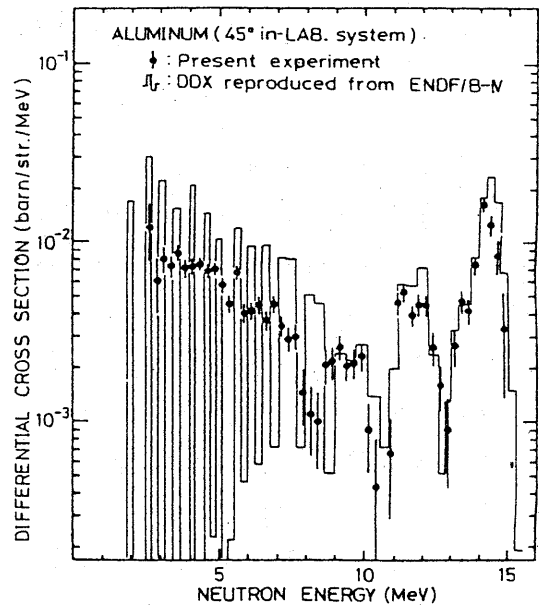


図11 アルミのDDX測定例

の比較の例を図8～11に示す。

これらの予備実験の成果に基づき、D-T核融合炉用炉に必要な核種についての一連のDDXデータを測定することが計画されている。

### 3.2) 平板体系からの放出高速中性子スペクトルの測定

オクタビアン建設以前に小型D-T源を用いて関連粒子法で行った一連のTOF実験の追試が行われた。1時間弱の測定時間で高精度のデータが得られることが明らかとなった。この実験は、図6の仮設コリメータ・シールドを用いて(シャドウバーは取りはずす)ターゲットより50cmくらい離れたところに平板体系をおいて実験したものである。メインシールドには2本のTOF孔があけられている。1本はビームラインと一致しているが、他方はビームラインと平行に40cm離れてあけられている。この“40cmライン”上に平板体系をおくことにより、30°、45°、135°方向の放出スペクトルが測定された。0°方向の放出スペクトルは、ビ-

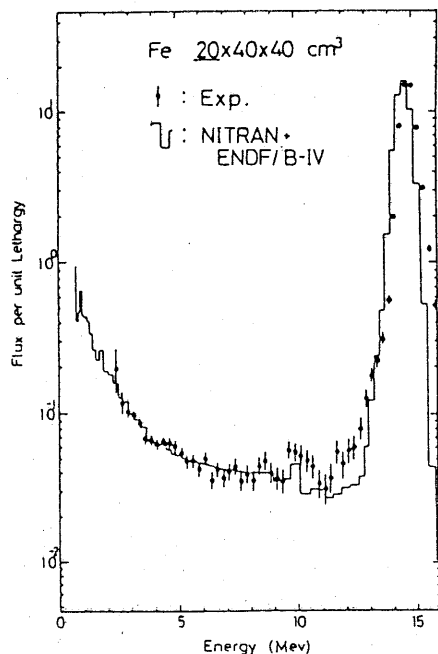


図12 厚さ 20 cm の鉄透過中性子スペクトル

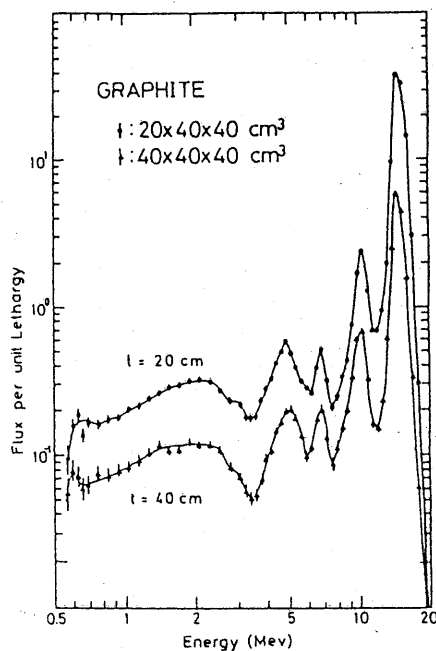


図13 厚さ 20 cm, 40 cm のグラファイト透過中性子スペクトル (実験値)

ムライン上に体系を置いて測定された。

鉄, 黒鉛, 鉛について平板の厚さを変えて, 4つの角度方向の放出スペクトルが測定された。透過スペクトル(0°方向)の実験例及び輸送計算コードシステム NITRAN に ENDF/B-IV のデータを用いて計算した結果を比較して図12~14 に示す。鉄ではかなり良い一致がみられるが, 鉛では大きな不一致がみられる。この傾向は, 図9のDXデータにみられるものと一致している。

その他のD-T炉候補材料を用いた同様な実験や中速エネルギー領域のスペクトル測定, 体系内部から引き出した中性子スペクトルの測定, 球状体系からの放出スペクトルの測定(鉛による中性子増倍実験等)が計画されていて, トリチウム生成率分布等の反応率分布の測定・解析と合せて, D-T炉ブランケット・シールド中の中性子輸送現象を明らかにし, 核設計用計算法の確立をはかることをこれらの実験の研究目的としている。

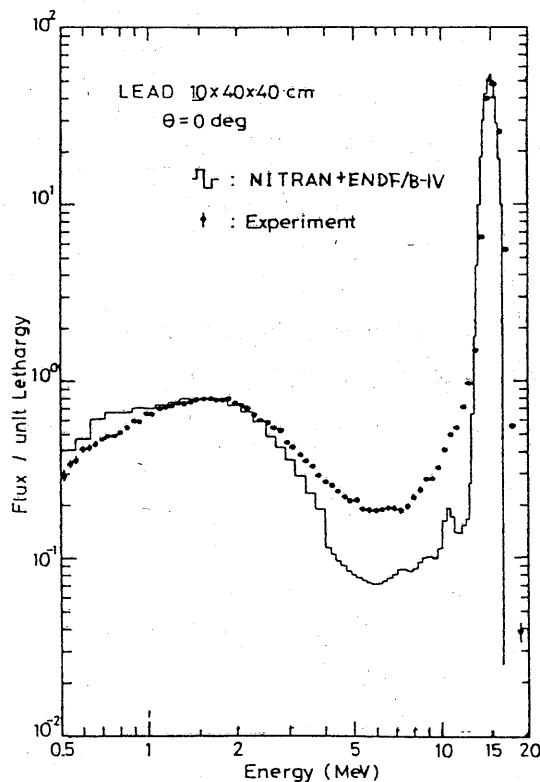


図14 鉛平板透過スペクトル

### 3.3 科研ニュートロニクス班共同実験

1981年の3月と8月の2回にわたりパルスラインを用いて実験が行われた。これは、オクタビアンを使ってのこれからの共同実験の可能性と問題点をさぐるためもあって予備的に行われたものである。

参加校は、東北大(神田,他1名), 東工大(関本,他3名), 名大(伊藤), 京大(秦,他3名), 京大炉(藤田,他1名:リコイルカウンタテスト), 阪大(高橋,山本,他4名)である。この共同実験(班リーダー:京大兵藤教授)では,1)供試体(本年度は,SUSとコンクリート板)透過スペクトルの測定による遮蔽コードベンチマークテスト, 2)NE213によるPHS(波高分布)アンホールディング法によるものとTDF法によるスペクトル測定法の,両者の同一検出器・同時測定による比較を通じてのPHSアンホールディング法の問題点の解明をめざし

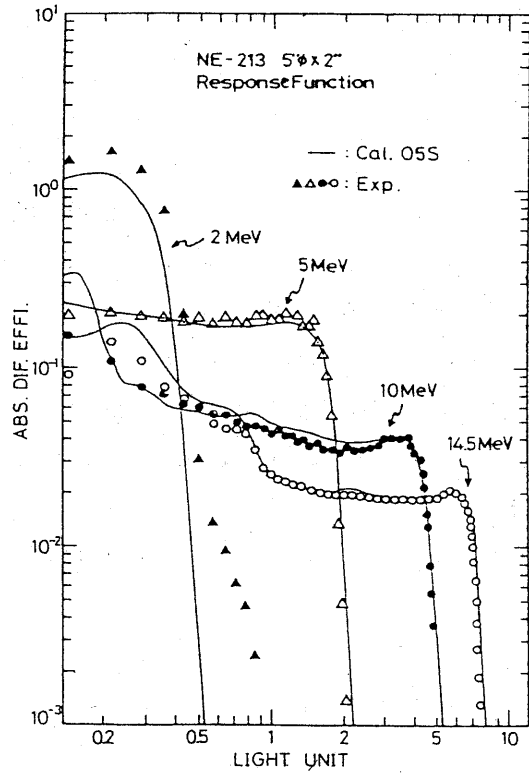
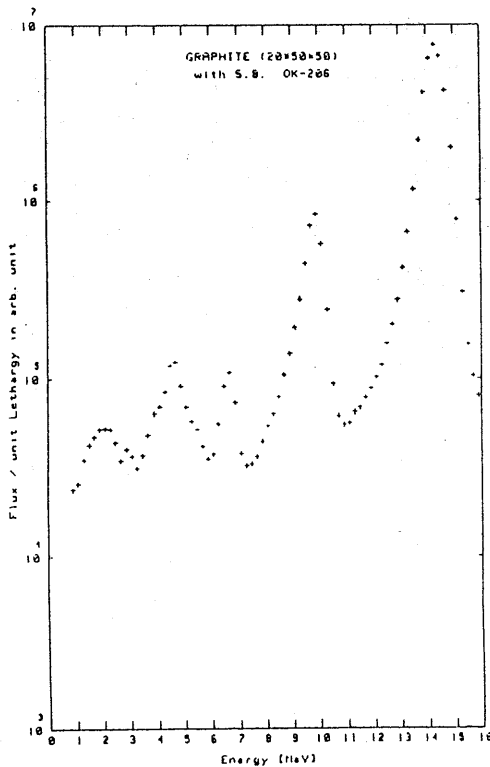
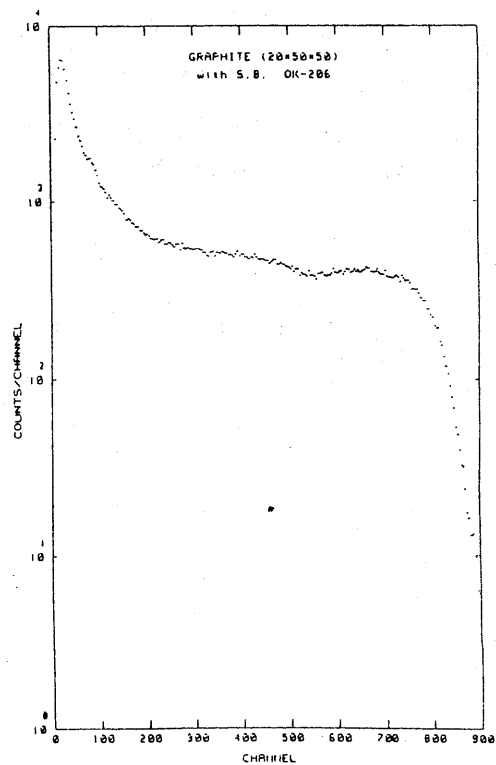


図16 レスポンス関数測定例



a) TOF法によるエネルギースペクトル



b) パルスハイトスペクトル

図15 TOFとPHS同時測定(同一検出器)のデータ例

ている。2回の実験によるデータ整理は各大学において進行中であるので、詳しい報告が近い将来なされるであろう。ここではこのテーマについて整理途中で得られているデータを少例紹介しておく。図15は、黒鉛平板からの透過スペクトルを5"φ×2" NE-213検出器を用いて、PHSとTOFの同時測定をした場合の比較である。PHSスペクトル(b)で、TOFスペクトル(a)の右から2番目のスペクトルピーク( $^{12}\text{C}$ のオーレバル非弾性散乱の寄与)に対応する、ディップが生じているのが見える。アンホールディング結果がどのようなようになるか興味ある。

図16は、鉛とパラフィンブロックの組合せで作った体系から生ずる中性子スペクトルを源として、PHS(X軸)とTOF(Y軸)の二次元(128cm×128cm)分析データを測定した結果得られた、上記NE213検出器のレスポンス関数のうち少例を抽出して、05S計算値(東北大、高橋英氏計算)と予備的な比較を行って見たものである。当グループでは、レスポンスの段階とアンホールディングの段階に分けて、PHSアンホールディング法の問題点を解明しようとしている。

#### 4. おわりに

OKTAVIANはルーズパーツ提供方式でメーカーと契約した経緯により、性能はユーザー(阪大原子力教室)自ずからが出すことになっている。そのために、ユーザーの都合上、装置全体の完全な完成を待たずに、出来上がったところから使用していくこととし、並行して未完の部分の整備を進める方針を採ってきた。パルスラインは、すぐ使いたいユーザーが多かったためと放射線管理面で直流ラインより容易であることが重って、たまたま先に使える状態となり、紹介したようなデータが出はじめている。しかし、ユーザーの努力でもって、近々直流ラインが完成してくれば、第一章の3)~7)にあげた研究テーマについても実験成果がでてくるのも遠いことではないと思われる。

# ANS Meeting および ANL-W を訪問して

阪大工

竹田 敏一

昨年末サンフランシスコで開催された米国原子力学会に出席する機会を得て、学会後にアルゴンヌ・アイダホ研究所並びにハンフォード工学開発研究所を訪問したのでその印象に残った事柄並びに興味深かった発表論文について簡単に紹介する。

## I. ANS Meeting に出席して

ANS Meeting は Tower Top からの展望のすばらしい Hilton Hotel で 11 月 30 日 ~ 12 月 3 日にわたり開催され、800 件余りの論文が発表された。会場では炉物理分野の発表を聴講し、また高速臨界集合体のナトリウムボイド反応度の解析手法に関する発表をした。炉物理分野では核データ、FFTF 炉心特性、熱中性子炉物理、熱中性子炉のキー・プロブレム、炉心パラメータの測定 (I) および (II)、炉理論とその応用と題する 7 セッションが持たれ、炉物理と関連性のあるテーマである Mathematics and Computation 分野では炉理論に関するポスターセッション、数値計算のためのベンチマーク問題、核融合モデル化、熱振動および安全解析計算法、および流体計算法の 5 セッションが持たれた。これらのセッションのうち炉物理分野の発表について簡単に説明し、炉物理分野で現在問題になっているいくつかの点を示す。

熱中性子炉物理のセッションでは PWR 炉心計算法に関する発表が 4 件、BWR に関する発表が 2 件、重水炉に関する発表が 1 件、その他一般的数値計算法に関する発表が 2 件あった。MIT の Henry は PWR 炉心の 2 次元詳細メッシュ計算を半解析的に行なう方法について述べた。図 1 に示される詳細メッシュ中性子束分布  $\phi_0^{het}(x, y)$  を集合体計算で求めた中性子束  $A_g$  とグローバル中性子束  $F_g$  に分解すると、 $F_g$  は図 2 に示されるように集合体ではほぼ一定であるので、その解析式が求められる事を示した。S. Levy Inc. の Mosteller は Electric Power Research Institute (EPRI) の PWR 炉心計算システム

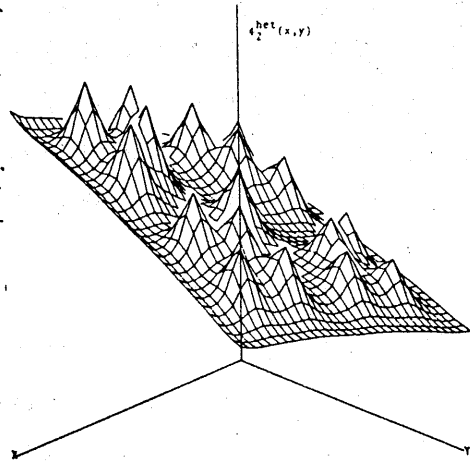


図 1 Thermal flux shape  $\phi_0^{het}(x, y)$ ; off-center PWR assembly (rods out).

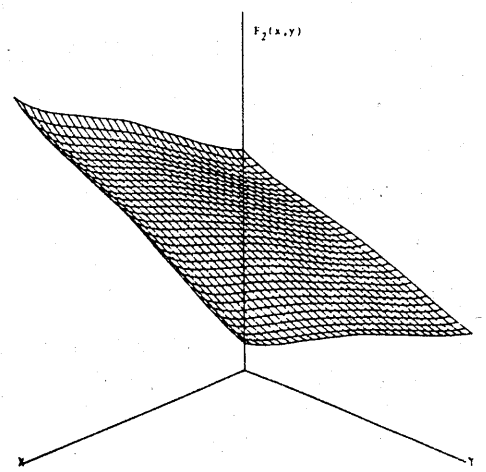


図 2 Thermal form function  $F_g(x, y) = \phi_0^{het}(x, y) / A_0^{het}(x, y)$ .

にガドリニア入り PWR 燃料格子の拡散パラメータの計算ルーチンを作成し組み込んだ。このルーチンは 2 群拡散燃焼コード PDQ-7/HARMONY に対する入力を作成する。EPRI の Eich は ENDF/B-V に基づき PWR バッフルー反射体の少数群定数を輸送コードを用い作成し、他の方法による結果と比較した。その他 PWR ノード平均中性子束を Borresen の粗メッシュ法を改良して精度よく計算する方法についての発表があっ

た。また、日本からは島根1号機にWNS炉心用燃料を用いた場合の特性についての発表があった。

また、このセッションに関連したテーマである「Material Science and Technology」の中のセッション「LWR制御材料」でPWR炉心に対するガドリニア入り燃料ピンの特性に関する発表があり、Exxon NuclearのSkogen, Stout, Sofer等はPallisades炉およびPrairie Island Unit 1, 2号機でガドリニア入り燃料ピンを装荷した燃料集合体を最高20000 MWD/MTUまで燃焼した結果に基づき集合体平均出力密度、局所出力分布等に対する測定値および計算値の比較をした。また、S. M. Stoller Corp.のGoldstein, StrasserはPWR炉心でのボロンおよびガドリニア入り燃料の特性比較を行なった。

「熱中性子炉キー・プロブレム」のセッションは発表された5件がすべて招待講演であり内容も興味深かった。熱中性子炉を対象とした断面積ライブラリーのテストのためのソチマーク問題、断面積処理過程での問題点、熱中性子炉のキー・プロブレムおよび将来の炉物理に関する発表があった。BNLのRose等はENDF/B-IVによるウランおよびプルトニウム燃料熱中性子臨界炉の計算および測定結果を用い、これまでに指摘されているB-IVの問題点を明確に説明し、B-IV→B-Vへの改良点についてその概要を述べた。ORNLの $^{235}\text{U}-\text{H}_2\text{O}$ 集合体を例にとりH/ $^{235}\text{U}$ 比を増加させ炉をleakyにした場合 $k_{\text{eff}}$ の計算値がB-IVを用いると増加した理由を、核分裂スペクトルがsoftである事および熱領域における $^{235}\text{U}$ の $\nu$ 値が小さい事により明らかにした。(図3)

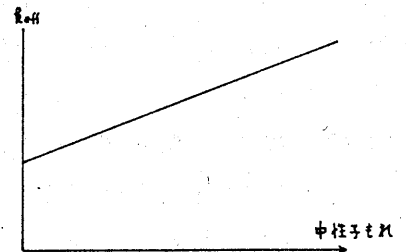


図3 ORNL  $^{235}\text{U}-\text{H}_2\text{O}$ 集合体の $k_{\text{eff}}$ と中中性子増倍率

またEPRIのOzer等はENDF/B-Vが完成した現時点で、核データ処理の不確かさを計算モデルの不確かさと分離して評価すべきであり、簡単なモデルで連続エネルギーモンテカルロ計算、超詳細エネルギー群輸送計算および核設計計算による結果の比較が望まれると主張した。AEE-WのAskewは炉物理のキー・プロブレムを大型炉心、高燃焼炉心等の経済性に繋がる研究、安全性の研究、および高転換率熱中性子炉、新しい高速炉等の開発研究に分類し、特に原子炉シミュレーターに学習効果を取り入れ、時間依存問題をオンラインでフォローする方式について述べた。Rensselaer Polytechnic InstituteのBeckerはAskewと同じテーマ「炉物理のキー・プロブレム」について発表し1980年代には原子炉運転に使用できる空間動特性(例えばゼノン振動)を扱えるシミュレーターのモデル開発、および燃焼オンライン計算に対する適用理論の応用に対する要望が増しつつあり、また燃焼サイクル長の増加に伴う研究も増している事を述べた。Combustion Engineering, Inc.のLee等は炉物理の将来として、1980年代の炉設計および運転方式からくる問題点に対する解決法として、3次元ノード計算に基づくピン出力密度の計算方式、測定値および計算値の差による炉心異常診断方式、燃料貯蔵容器の臨界計算等の開発が望まれると述べた。

「炉心パラメータの測定」のセッションではArgonne National Labo.の人が発

こをボイコットしたため各講演は発表時間を延長して30分程度発表する事ができ詳細な議論ができた。このセッションの中で特に General Electric 社の Choong が発表した「Cell Modeling Influence on ZPPR Criticality Analysis」に興味を持った。この発表は非均質炉心で特に問題となる格子定数作成の際の中性子漏洩取り入れ方の開発に関する研究で、Zero Power Plutonium Reactor (ZPPR) 7 および 1 集合体の実験解析に応用しその方法の妥当性を調べている。格子計算法として次の3方法を取り上げている。(1) エネルギーに依存しないバックリングを疑似吸収項に取り入れる方法 (2) エネルギーおよび空間依存のバックリングを疑似吸収項に取り入れる方法 (3) 互いに隣接する異種ドロワーを集めたマルチドロワーで格子計算を行なう方法。非均質炉心の燃焼サイクル初期および末期を模擬する ZPPR-7B, 7C の  $k_{eff}$  に対する C/E 値が表1に示されるように方式(2)では0.6%違っていたのが方式(3)で0.1%となり consistency が取れた事が分る。また、ZPPR-11B と C でも表2に示されるように方式(3)を使うと  $k_{eff}$  の C/E 値に対する consistency が得られ、この方法の有効性が確かめられた。

表1 ZPPR-7の  $k_{eff}$  に対する C/E 値

格子計算法	ZPPR-7B	7C	C/E 値の差
方法(2)	0.9850	0.9910	0.0060
方法(3)	0.9879	0.9878	-0.0001

表2 ZPPR-11の  $k_{eff}$  に対する C/E 値

格子計算法	11B	11C	C/E 値の差
(1)	0.9826	0.9884	0.0058
(3)	0.9870	0.9865	-0.0005

「Reactor Physics Method」のポスターセッションでは興味深い論文が多数発表された。Northwestern Univ. の Lewis は2次元R-Z体系輸送計算に中性子ストリーミングを取り入れる方法を導出した。Benoist の異方拡散係数が中性子ストリーミング項の重みとして用いられる。有名な拡散コード CITATION を作成した Oak Ridge 研究所の Vondy, Fowler は3次元拡散方程式の差分計算法としてメッシュ端およびメッシュセンター差分を軸方向と径方向で mix して使用することにより粗メッシュ誤差を取り除く方式を考えた。この方法は簡単にコードに組み入れる事ができ、図4に示されるように少くとも固有値計算には有効であるので簡易設計計算法として有望と思われる。Univ. of Michigan の Martin は有限要素法を用い格子内の詳細計算と格子間の粗メッシュ計算を結合する方法を発表した。輸送計算を加速する際の outer iteration として拡散方程式を応用する合成加速法について Gelbard が発表する予定であったが筆者自身も興味あったのであるが ANL の不参加により残念ながら聞けなかった。

## II. ANL-W を訪問して

ANS Meeting のあと、Idaho Falls に飛

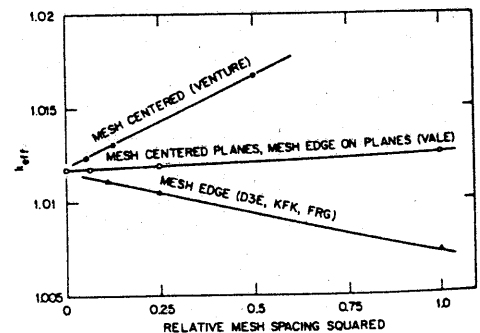


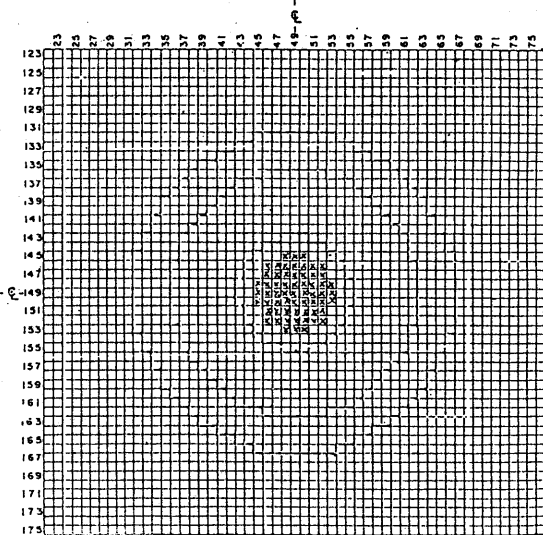
図4 Dependence of  $k_{eff}$  on mesh spacing for three differencing methods.



びANL-Westを2日間訪問した。ANS Meetingが金曜日に終わったので土曜日にPeter Collinsの家にやっかいになり、Yellow Stone National Parkの南側にあるGrand Teton Parkに行った。西ドイツカールスルーエ研究所のHelmも同じ日にANL-Westを訪問したので、ANLのZPPR装置の見学のと大型高速臨界集合体の解析結果について討論し合おうという事になり、表3に示したようにまずANS Meetingに提出した論文について詳細に議論したあと、表3のAgendaに示されているようにANLはZPPR-12および13炉心での研究計画についてAssociate DirectorのLineberryが説明し、HelmはSNEAK計画、BIZET計画および独佛共同のRACINE計画について説明した。ZPPR-12は丁度実験途中であり格子非均質効果および中性子ストリーミング効果の計算法を評価するための炉心体積338ℓの小型臨界炉心であり中性子ストリーミングの評価のためにフロー内のNaプレートバンキングさせた実験を行なっている。またピンとプレート非均質効果の差についての実験も含まれる予定との事であった。ZPPR-13集合体での実験は1982年4月頃より始まる予定で13集合体は炉心容量が約4000ℓの非均質炉心で炉心の1/3程度の内部ブランケットを含み、大型非均質炉心の特性を測定するためのものであるとの事である。(図5,6)

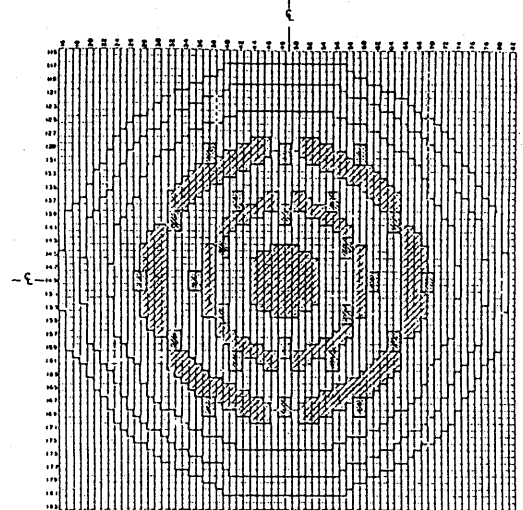
表3 AGENDA

Seminars:	1:00 p.m.	"Critical Experiments on Accident-Related Configurations for Fast Reactors", F. Helm
	1:45 p.m.	"Analysis of Sodium-Void Worth by the Use of a Unified Diffusion Coefficient", T. Takeda
1. Programs		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ZPPR-12 program</li> <li>✓ ZPPR-13 plans</li> <li>• SNEAK programs</li> <li>• BIZET summary</li> <li>• Status of German/French critical experiment cooperation</li> <li>• Diagnostic core program</li> </ul>
2. Control Rod Worths		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Issues @ KFK</li> <li>• Recent results @ ZPPR</li> </ul>
3. Central Worth Discrepancy		<ul style="list-style-type: none"> <li>• New method to calculate sample worths</li> <li>• Results from diagnostic cores</li> </ul>
4. Pin/Plate Issues		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reactivity</li> <li>• Sodium void</li> </ul>
5. Reaction Rate Intercomparisons/Mass Spectrometer Comparison		
6. Neutron Leakage Methodologies		
7. NSE papers (Lineberry/Helm)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pin control rod details (Collins/Takeda)</li> </ul>
8. Sensitivity of Sodium Void to Leakage		



ZPPR HALF I

図5 ZPPR-12 断面積



ZPPR HALF I

Control Rod Position  
 Internal Blanket Zone

図6 ZPPR-13

SNEAK-12集合体の実験はPhase A, Bに分かれており, 12AではUを燃料として用いた小型の1領域炉心で仮想事故時にSteelが軸方向に拘動した場合を模擬した実験を行ない反応度変化を測定している。(図7)

12B集合体では色々のタイプの燃料を用いてスラノピング反応度を測定する予定である。BIZET十画は'76~'80年の間に行なわれた独英協力の高速臨界実験計画であり, 2トンのPu fissileを用いて均質炉心及び非均質炉心を作成し種々の実験が行なわれた。BIZET-A, Bは均質炉心でありAは制御棒なし, Bは制御棒チャンネルを含んだ集合体で, BIZET-C, Dは非均質炉心でC) Salt-and-Pepper coreでDは中心に内部ブランケットを持つannular coreである。BIZET-Aでは $k_{eff}$ , 反応率分布, Naボイド反応度等が測定され, 中心反応率比  $^{238}\text{U capture} / ^{239}\text{Pu fission}$  のC/E値は英国とKFKで2~3%の差が生じたことである。炉中心のピンとプレート形状でのNaボイドワースには差はなく, 制御棒ワースのC/E値も1.05~1.1であった。

RACINE計画はドイツ-フランスの非均質炉のための臨界実験であり約10cmの内部ブランケット層が2層あり, 中心にも内部ブランケット層がある2リング燃料炉心であり,  $k_{eff}$ の計算値はBIZET-Dの値よりいく分大きかったという報告であった。このようにアメリカ, ヨーロッパでは非均質炉心の炉物理実験が数多く行なわれているが我国ではFCA VII集合体での実験があるのみであり非均質炉心に関する炉特性情報の収集および解析手法の開発についてはかなりのおくれがあると痛感した。反応率比についてANL側から  $^{238}\text{U capture} / ^{239}\text{Pu fission}$  比に対するC/E値は0.7~1.10となっており現在, ①計算によるエラーの原因として基本断面積のチェックおよび断面積処理過程の検討(特に非分離共鳴の取扱い) ②実験によるエラーの原因として基本Foilデータとセルデータの見直しを行なっている。また, ZEBLA集合体でAEEWとANLが  $^{238}\text{U capture}$ ,  $^{239}\text{Pu fission}$ ,  $^{238}\text{U fission}$  等の反応率の比較を行なったが大きな差はなかったとANL側が報告した。その他 制御棒反応度に関する解析についての発表もあった。

格子計算法に中性子もれの効果を取り入れる方式は筆者が格子表面でのアルベドを衝突確率に組み込んだ方式について発表し, ANL側はClarence Beckがバックリングによる方式を発表した。ANLではZPPR-7Bおよび7C集合体を対象とした28群格子定数をSDXコードを用い, 以下の中性子もれの取扱い方法により計算し格子内のPuプレートのピーキング(セル因子)を計算した。

- 1) 炉心燃料/ブランケットを結合した2領域格子モデル

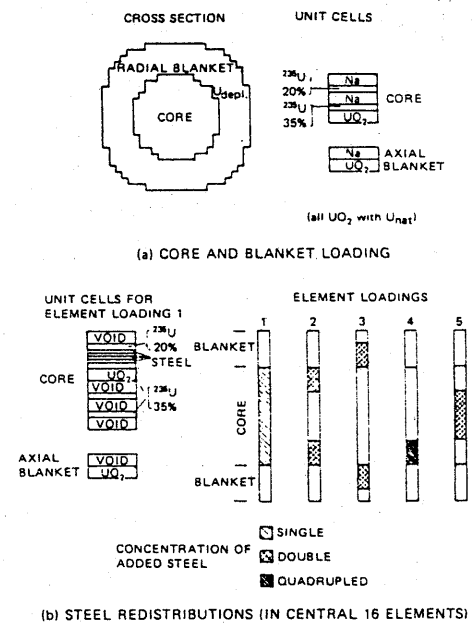


図7 SNEAK-12 A

2) 一定のバックリングを疑似吸収として用いる方法

3) エネルギー・空間依存バックリングを疑似吸収として用いる方法

その結果、方法(1)、(2)は同等の結果を生じさせるので、より簡単な(3)の方法によりバックリングを取り入れる方針とした。ZPPR-7B, 7C集合体の $k_{eff}$ を計算し、(2)の方法では両体系のC/E値の差が0.2%  $\Delta k/k$ あったが、(3)の方法では0.05%程度になった事を示した。(表4)

表4 ZPPR-7B, 7Cの  $k_{eff}$

	拡散計算による $k_{eff}$ の C/E		Transport補正後の $k_{eff}$ の C/E	
	方法 2)	3)	方法 2)	3)
ZPPR-7B	0.9798	0.9786	0.9858	0.9846
ZPPR-7C	0.9848	0.9819	0.9879	0.9850

この結果は表1に示したC/Eの結果とは大幅に異なるが、中性子もれを取り入れると体系のC/E値の差がなくなるという点では一致している。

Kord Smith は高速臨界集合体におけるサンプル反応度価値を1次摂動論で求める際の計算法の改良について発表した。通常、サンプル反応度価値は格子の均質断面積を用いて得られた中性子束および随伴中性子束を重み関数とした1次摂動論(FOP)により計算され、サンプルを装荷するプレート位置でのインポートランスが無視されている。Kord Smithは格子内の非均質効果を取り入れた随伴中性子束を簡単に求める方法を導出し、ZPPR-6/7集合体等の物質反応度価値に対する非均質効果による補正を求めた。(表5) この表より $^{235}\text{U}$ の反応度価値は5%程度も減少し、これまで fissile materialワースが5~10%も過大評価されている原因の1つがこの効果によるものである事を示した。

表5 Corrections for Broad-Group Homogenized FOP Calculations in ZPR-6/7, ZPR-9/34, and ZPR-9/36

Quantity	Assembly			
	ZPR-6/7	ZPR-9/34	ZPR-9/36 <sup>a</sup>	ZPR-9/36 <sup>b</sup>
$^{235}\text{U}$ worth <sup>c</sup> (sample spanning cell)	-5.6%	-6.2%	-2.4%	-7.3%
$^{235}\text{U}$ worth <sup>c</sup> (sample parallel to plate at drawer edge)	-6.1%	-6.7%	--	-10.5%
$\beta_{eff}$	+1.0%	+1.1%	+1.0%	+3.0%

<sup>a</sup>Uniformly-spaced fuel plates.

<sup>b</sup>Clumped fuel plates.

<sup>c</sup>Includes  $\beta_{eff}$  correction, all calculations are 29-group, except ZPR-6/7 heterogeneous reference (114-group).

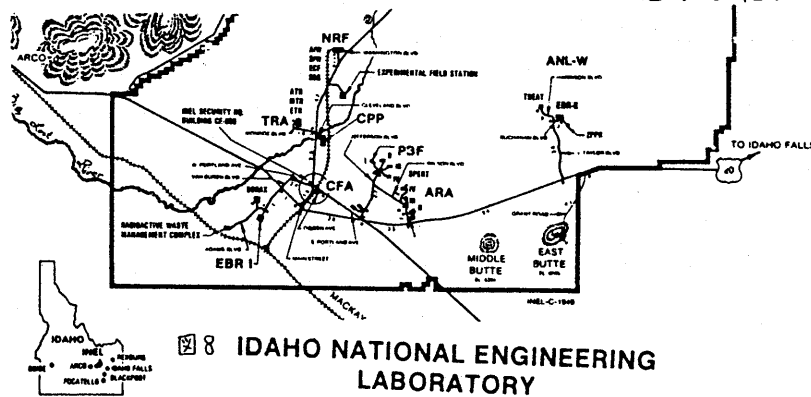
また、ANL-Eastでは高速臨界集合体の実験解析におけるC/Eのくい違いの原因を詳細に調べるためにDiagnostic Coreプログラムを行っており、主に物質反応度価値、 $\beta_{eff}$ および $C^{28}/f^{49}$ の解析に焦点を当てZPR-9/35を用いた実験をPhase

I, IIに分けて行なっている。Phase Iでは主にサンプルチューブを装荷するための格子変更, チューブにより中性子ストリーミング等の測定の方法に基づく効果を把握し、その効果はサンプル反応度価値に対し2%以内の効果しかない事を確かめた。Phase IIでは表6に示されるように単純な体系でのスペクトルの違いによるバイアス因子の変化を調べ、C/Eの断面積依存性を検討する予定である。この実験計画はFCAで予定されている計画と似かよったものである。

高速炉におけるピンプレート非均質効果のうちナトリウムボイド反応度に対するピン並びにプレート形状の差についてFCA VI-2集合体で測定された実験の解析結果について筆者が発表した。

Collinsが中性子ストリーミングの補正方法について質問した程度で、詳細な議論は時間の都合上できなかった。

議論のあとANL-WのEBR-II, TREATを見学し、その後Henry Harperの案内でANL-Wより30マイル程離れた所にあるETRを見学した。(図8)



### III. HEDLを訪問して

Idaho FallsからSeattle経由で小型機に揺られてPascoに到着し、翌日にFFTFの炉物理セクションを訪問した。Pascoに着いた日にホテルでAgendaを受け取り(表7), MONJUの設計計算法についてのスピーチが予定されていたが用意していなかったためその日慌ててOHP用原稿を作成し何とか間に合わせた。午前中にFFTFの設計計算に用いたバイアスについての討論をし、午後はFFTFプラントを見学した。丁度運転を中止していたので炉容器内に入る事ができた。HEDLで議論した内容については詳

表6 DIAGNOSTIC PROGRAM - PHASE II

GOALS & FEATURES	
GOAL:	INVESTIGATE SOME LONGSTANDING C/E DISCREPANCIES BY DETERMINING DEPENDENCE OF DISCREPANCIES ON COMPOSITION & SPECTRUM,
BY	A) ISOLATING KEY FBR ISOTOPES
AND	B) PLACING UNUSAL ENERGY EMPHASIS WITHIN FBR ENERGY RANGE
WE WILL	A) IMPLICATE OR EXONERATE SPECIFIC ENDF DATA
AND	B) MAKE INTERCOMPARISONS WHICH WILL
	1) CHECK FOR CONSISTENCY AMONG EXPERIMENTS
	11) POINT TO PROBLEM AREAS
MAIN BIASES ATTACKED:	A) SMALL SAMPLE CENTRAL WORTHS
	B) $\rho_{EFF} \neq \rho_{12}$
	C) $C^{28}/F^{49}$ OR $C^{28}/F^{25}$
FEATURES:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FOCUS ON <math>Pu^{49}</math>, <math>U^{23}</math>, <math>U^{28}</math>, (Fe, C)</li> <li>• MINIMUM COMPLEXITY OF COMPOSITION AND GEOMETRY</li> <li>• SYSTEMATIC CHANGES BETWEEN CASES</li> <li>• EXPERIMENTS TO FULLY CHARACTERIZE NEUTRONICS OF ASSEMBLIES</li> <li>• COLLECTIVE EFFORT OF EXPERTS, ADJUSTMENT, ANALYSIS, EXPERIMENTS</li> </ul>

細な炉物理的議論がなかったのてここの紹介は省略する。

表7

TENTATIVE AGENDA

For Visit of

DR. TOSHIKAZU TAKEDA  
Osaka University

December 10, 1981

Thursday, December 10, 1981

7:30 am - 8:15 am	Meet at hotel for breakfast	J.W. Daughtry
8:15 am - 8:30 am	Travel to 300 Area	
8:30 am - 8:45 am	Stop at HEDL Security for Visitor Badge	J.W. Daughtry
8:45 am - 9:00 am	Welcome, introductions and review of agenda(337 Building, 1S72)	R.A. Bennett
9:00 am - 10:00 am	Discussion on preparation of group constants and analysis of ZPPR fast critical experiments	T. Takeda
10:00 am - 11:00 am	Discussion on preparation of group constants and analysis of FTR-EMC fast critical experiments	R.B. Rothrock P.A. Ombrellaro K.D. Dobbin
11:00 am - 11:45 am	Discussion of core design of prototype fast breeder reactor, MONJU	T. Takeda
11:45 am - 12:15 pm	Lunch, 337 Cafeteria	
12:15 pm - 1:00 pm	Core design of the FFTF	R.B. Rothrock
1:00 pm - 1:15 pm	Travel to FFTF Visitor Center	J.W. Daughtry
1:15 pm - 2:00 pm	Briefing on FFTF and tour of model area	(TBD)
2:00 pm - 3:30 pm	Tour FFTF Plant	(TBD)
3:30 pm	Travel to Richland and return to hotel	J.W. Daughtry

最後にANL-Wへの紹介状を書いていただいたPNC白方氏, ANL-Wでお世話になったCollins氏およびHEDLでお世話になったPNC吉野氏に厚く感謝の意を表します。

# 「RTNS-II」について

大阪大学 工学部

住田 健二

## 1. RTNS-II 日米協力

RTNS-II (Rotating Target Neutron Source - II) は、1976年から米国カリフォルニア州リヴァモアのローレンス・リヴァモア研究所(LLNL)において建設に着手され、1978年秋に完成した(図1参照)。翌1979年からは週80時間程度の連続運転に入り、現存する世界最強のD-T中性子源として、主に核融合炉材料関係の基礎研究に使用されており、最近の運転特性は表1と註に示す通りである。最高中性子出力は、日本が見有しているFNS(原研)、OKTAVIAN(阪大)より1桁以上高い値の $2.2 \times 10^{14}$ 秒<sup>-1</sup>を示しているとはいえ、第1壁材料の直接的な選択試験を行ない得るようなものではなく、高エネルギー中性子損傷の基礎的過程の理解に主力が注がれているのは当然である。したがって、いわゆる核分裂炉における材料試験炉に相当するものは、次期段階での超強カウ- D-T中性子源として別途計画されるべきものと考えた方がよい。

さて、「この中性子源を日米共同利用の場に提供したい」と、アメリカ側からの打診があったのは随分古い話で、1979年秋のことになる。そして、米国側から2回、日本側から2回の調査団が往復し、RTNS-IIに関係した日米協力についてのDOE-文部省間の最終的な日米対等の共同利用への成案が得られたのは、1981年初夏の頃であった。また、外務省所管の日本全体としての核融合全体についての研究協力に対する一般協定の交渉が難行し、当初の予想よりはるかに遅れ、その制約から、一時は当分着手不能かと思われた時期もあった。しかし、ようやく本年5月には上記一般協定が調印される見通し

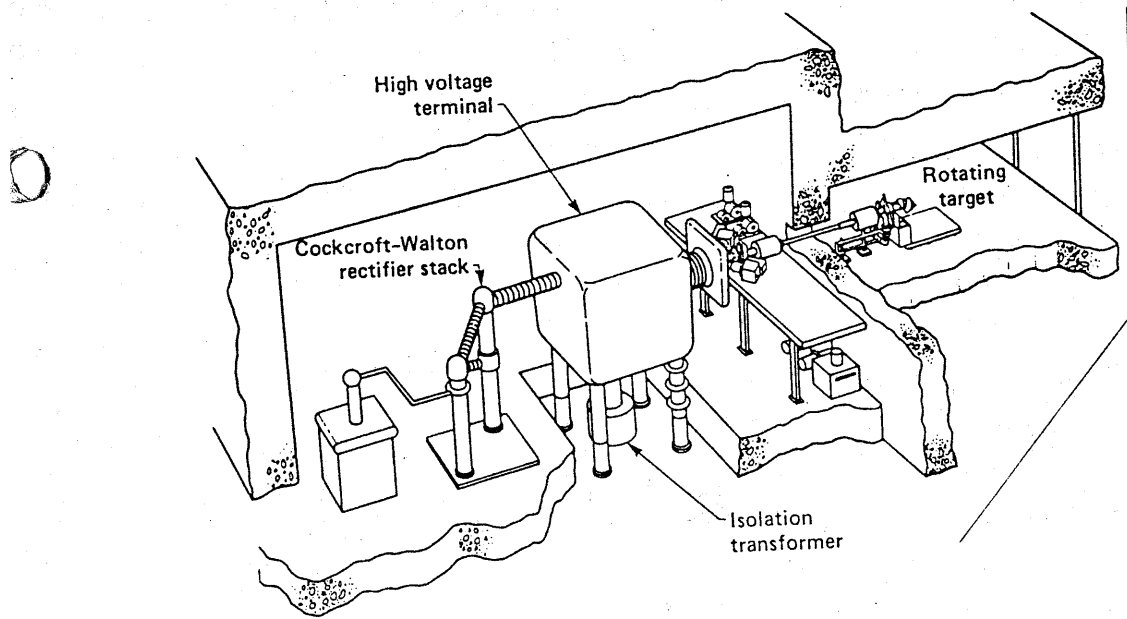


図1. RTNS-II 概観図 (同規格のものが多い) 基ある)

となったので、これにそなえて準備的実験を開始することとなり、「RTNS-IIの日米協力に関するDOE-文部省間の交換書簡への調印が、去る2月9日東京で行なわれた。筆者は1月中旬から渡米してLLNLに滞在しており、最終折衝後もそのまま現地に残り実験開始に備えていたので、日本からの調印終了の第一報を現地でRTNS-IIの職員や関係者と共に聞き喜び合う立場となった。正直な所、朝令暮改のエネルギー政策と、不況のあおりで予算削減の大嵐の吹きまくる米国の国立研究所にあって、このような長期的展望をもったJOINT PROJECTとしての日米協力の成立が、当事者もどれ位元気づけることになるかは、ちょっと日本では想像しにくいことであろう。個人的な事ではあるが、調印成立後にあるテクニシャンから“Prof. SUMITA 本当に有難う”と握手を求められたことは忘れ難い思い出となっている。もっとも、研究所の上層部の方は、電話で“もし調印不成立ということになれば、お前さんを人質にとるつもりでいたが、これで日本に帰らせてやるよ”と冗談めかしてきた。

これらの手続きに併行して、2月1日からは私の研究室の飯田敏行助手が10ヶ月滞在の予定で着任し、さらに1ヶ月後には名大・I・原3核の松井尚之助手が3ヶ月の予定で到着している。また、これらの準備段階の一つとして、4月14日~16日・名大フラ研において、Experimentors Workshopが開かれた。これには米国側からの7名の参加を含み、計50名の関係者が参加した。会合では、装置の現状報告やUS・DOEと文部省の基本的方針の説明の後、両国からRTNS-IIを利用した研究計画が次々と発表され、さらに10名程度の4グループに分れて討論が行なわれた。この数時間の小グループ討論を経て実験計画の総括は、ワーキンググループがまとめを行なった。これらのWorkshopでの成果は、その後開かれた第1回運営委員会へ実験計画を含む勧告として提出されている。

Workshopと異なって、フォーマルな、かつRTNS-IIの今後の運営についての全責任を負う第1回運営委員会は、4月19日~21日に東京・文部省で開かれた。これには日米両国の運営委員とPoint of Contact、RTNS-II管理責任者に若干のオブザーバーが出席した。これは、これまでの日米核融合協力研究では前例のない会議であったかもしれない。というのは、「equal support・equal share」という原則の下に、日米が完全に対等の発言・決定権を持ち、かつ開催国側ということに第1回に早くも日本側が座長団となってリ-

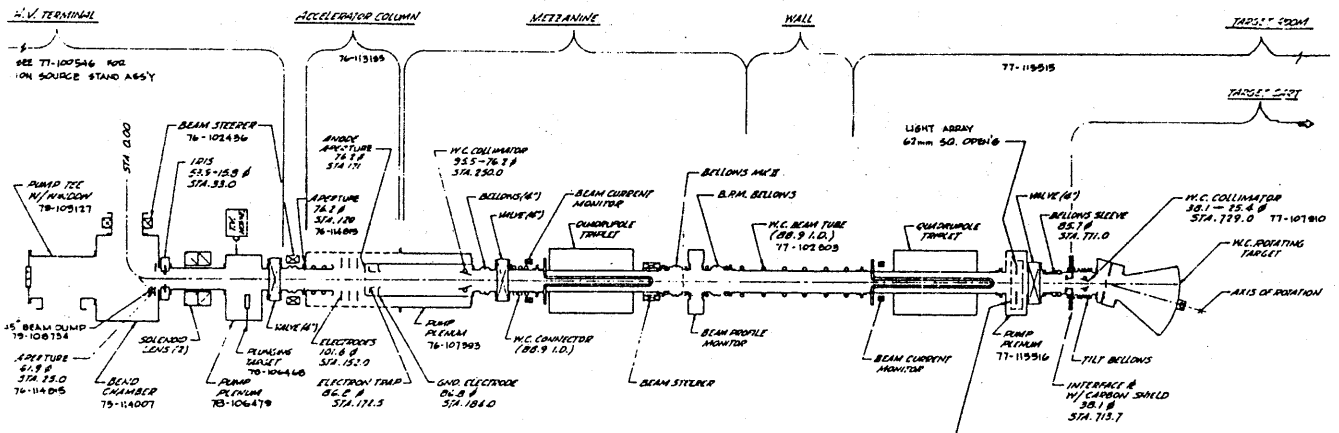


図2. RTNS-IIのビーム・トランスポート系構成



シップを持ったということがあったからである。

運営委員会は、82年5月中旬からの長期的実験課題の選定や、短期課題の取扱い方、今後の日米両国の利用申込の決定、さらには本格的協力研究への取り組み方の検討などを行い、次回を今秋LLNL開催予定として散会した。

## 2. 中性子工学から見たRTNS-II

さて、総論はこれくらいにして、話題を私達の仕事に近い所にしぼってRTNS-IIから中性子工学への協力要請にどのようなものがあるかをみてみたい。

材料照射装置としてのRTNS-IIで直ちに必要となってくるのは、照射場での中性子ビシメトリ-の開発である。これらの仕事は米国側では、LLNL中心というよりはANLのGreenwoodやLockwell社の協力で進められてきているのが現状で、RTNS-IIのスタッフは受身の状態である。なにしろ原子炉での照射とちがひ、図3・4に示すRTNS-IIにおける照射場では、中性子源から少し離れると急激に中性子束が変動するので、小さな照射サンプルといえども空間分布の測定は不可欠であり、Nb-Fe箔などを使った測定が行なわれている。また、これと併行して、材料試験という観点から生成Heガスの測定という手段も進められている。これらは、いづれも日本で既に科研費による研究が進められているので、近い将来にこれらの成果をRTNS-IIで確かめうる事が期待される。

次に兼ね兼ね我々中性子工学畑の人間が指適してきたにもかかわらず、プラズマ畑や材料畑の人々には問題点として十分認識されていなかった誘導放射能の問題がある。これは、核融合装置の建設が進むにつれて次第に深刻化し、プリンストン・プラズマ物理研のTFTRの運転計画が大変更を強いられるに致って、ようやくこれらの人々にも共感を持たれるようになったようである。もっとも、個々の元素に対する14MeV中性子の放射化核断面積などは既にあらかた測定されているので、いわば組成さえ与えてもらえば大体の所は推定できる筈だというのが私の判断であるが、材料畑の人に聞くと仮にSUS 304, 316とい

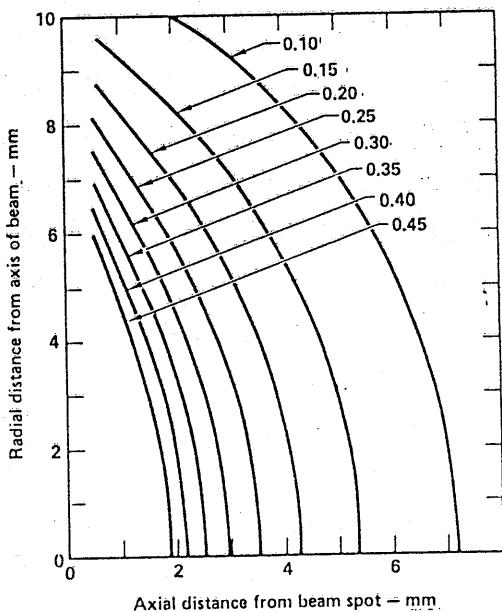


図3. RTNS-II ターゲット近傍の中性子束比

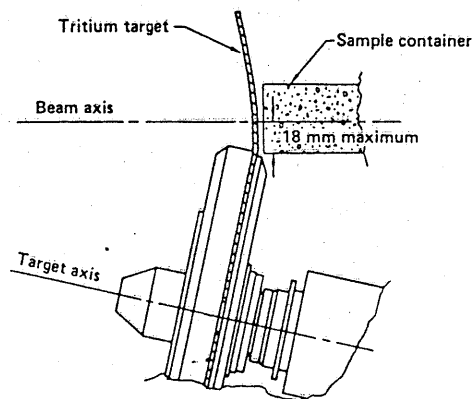


図4. RTNS-II ターゲット近傍での照射可能体積概要

表1. RTNS-II 運転特性\*  
(\*80.7.1 ~ \*81.12.31の平均値)

中性子強度	$1.1 \times 10^{13}$ n/秒
中性子生成率	$5.8 \times 10^{14}$ n/mA.hr(6A電流)
稼働率	75%

\* この値は22cmφ回転ターゲットによる。'82年1月からは50cmφターゲットの使用が開始され、1.5~2倍程度の出力増が期待されている。

表2. RTNS-II 日米協力関係分担表

運営委員会委員	M. Cohen (DOE) R. Borchers (LLNL) 河野岩根(原子力研究所) 河村和孝(東京工大)
Point of Contact (POC)	D. Doran (HEDL) 佐田健二(阪大・I)
RTNS-II施設責任者(FM)	C. Logan (LLNL)

でも、各社の品々によって微妙に組成は異なるようで、必ずしも一樣なものではなく、放射させた時にどうなるかは保証の限りではないとか。一方で、14MeVから数MeVあたりまでの断面積測定を進めると共に、材料のエンジニアリング・テストの一部として、マクロな測定は是非やってほしいという声が強くなり、私達の所にもプラ研のR計画用のAl, Al合金などかなりのサンプルの照射依頼が持ち込れている。これらの測定は、国内のFNSやOKTAVIANで不可能というわけでもないが、なるべくなら中性子束の高いRTNS-IIでやる方が高精度となるのは自明だろう。

中性子工学に含めてよいのかどうか分からないが、プラズマ工学やレーザー工学面での諸物理量の測定にTOF法で中性子エネルギー分布を測定したり、空間分解能のよいコリメータを使ってD-T反応の生じている部分の大きさの常時観察をしたいという要求がある。また、これらの測定手段は比較的高中性子束場での測定となるので、検出器や信号増幅・変換・伝送の手段に対するD-T中性子による放射線損傷の問題は非常に難問を持ち出してくる筈である。ところが、意外にもユーザー側の人々はあまりこの種の問題には経験がないので、これまでは大したことはないとたかをくくっていたのが、米国でもそろそろ本当に大量のD-T中性子が出ると分り始めてかなりあわてている感がないでもない。ライナックなどの加速器とか高速炉で数MeV以下の中性子による損傷はかなり分ってはいるが、なにしろ微量の不純物の効果が非常に問題となるような材料を使った測定系で、最初から甘い見通しを持つことはやめた方がよい筈である。目下、RTNS-IIにはTFTRやFMIT関係の測定系とかその部品の照射依頼がかなり出てきている段階だが、日本ではユーザーより放射線計測の研究者とか計測器メーカーが心配して我々の所へ相談にくるといふことになっている。よく言えば、この種の心配こそが日本の技術水準を向上させているのかもしれない。なお、前述のような中性子測定を手段とした諸測定の準備実験にRTNS-IIを利用することは可能で、非公式ではあるが、筆者の身辺ではコリメータ法でのD-T反応域測定をRTNS-IIを使って日米協力でやってみようかとの話も出てきている。私自身の判断では、核分裂炉での中性子ホドスコープの技術の転用でやれると

う気がするので、不変乗気になっ

てい。ところが、中性子工学自体のためというが、本命的なブランケット設計のためのRTNS-II利用実験題目はと考えると、意外に今すぐ着手できるものは少ないような気がする。これには、元来積分中性子量をかせぐための照射用の装置だから使いにくいという言い訳もできるが、それよりも、まだまだ準備不足であることは否めない。これが、RTNS-II・FNS・OKTAVIANクラスの強ナノ秒パルス中性子源であれば、時間依存スペクトル実験への利用もできるのだが、連続ビームしか出せない上に、100時間立は連続運転し、停止直後の2日~3日はターゲット・ルームへ立入りできないとなると、実験に採用できる測定手段には随分制約が強のである。勿論、ブランケット模擬体系や遮蔽体系を組み上げ、空間的・エネルギー的な情報を得るため、箔放射化法やTLDをまわって中性子束分布や反応率分布を測定することはできる。RTNS-IIのつくり出すターゲット付近の束値は実際の核融合炉の第1壁表面中性子束に近いし、14MeV中性子の減衰は空間的に急激だから、その状況を再現し、数m厚み位のブランケット遮蔽・モックアップ体系で実験するには良いかもしれない。ただ私の考えでは、この種のデータをとり、質量分析や化学的手法でのトリチウム生成量の測定値と中性子工学的データの比較をするのは最後のつめであって、核分裂炉流にいえば、臨界集合体レベルの話だろう。その前にやるべきこと、つまりDDXのような中間積分データを含む核データの収集、計測手法の確立、空間・エネルギー両面で精度の高い中性子場測定技術の確立 etc. といったものの蓄積と、これらを駆使したより単純な体系と、FNS・OKTAVIAN級中性子源での検討実験が前提実験となる苦である。とすれば、5年間の共同実験の最後の1~2年間にこの種の実験をしようと考えると、我々は今からすぐ準備に入ることが望ましい。つまり、RTNS-IIがらみて言えば、ここ数年間は本体の場では持出しサービスをしつつ腕を上げる一方、他の場でも大車輪の準備研究をすることがstratagy的に必要だということになる。ただ残念なことに、この私の説明は、中々核融合炉の人々には理解と共感を得ることがあつかしく、なにか義務を放棄して安全な基礎研究へ逃れるようにうつら

い。しかし、中性子工学畑の我が仲間には、分っていただけようかと期待したい。

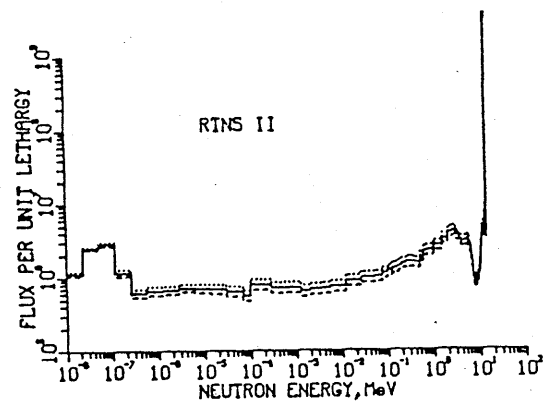


図5. RTNS-II ビーム方向・ターゲット表面より30cm位置での中性子エネルギー分布

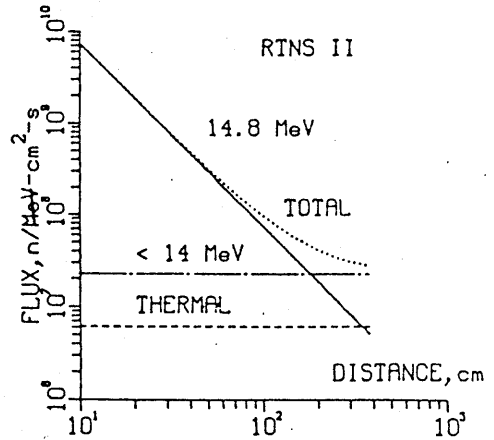


図6. RTNS-II. エネルギー別中性子束分布とターゲット面からの距離の関係

以上は私のアツヤかな個人的な経験と浅智恵による判断やコメントであって、多くの方々が検討して下さい。もっと上手な利用計画や実験方法を考えて下さると考えて、あえて恥をさらすことにした次第である。今後5年間もあるという時間スケールを考えると、十分に御批判なり、御提案をいただくことができれば取り入れて行けると思うので、活発な反応を期待してやまない。なお、日本側からのRTNS-IIの利用は表3の順序によって申し込みを受け付け、そのカテゴリーに応じて認可・実施に移る段階が異なる。もし利用を考えられた方があれば、改訂英文利用ガイドは6月中旬出版予定であるが、なにはともあれ先ず小生宛御連絡をいただければ幸である。

表 3. RTNS-II 実験分類と日本側からの実験申込取扱.

1. Fusion Long Term	日米核融合関連・1週間以上主実験空間を占有するもの。	日米 POC, FM で協議準備運営委員会での日米合意が必要。 (EPL 緊急の場合は両国 POC の合意と、書面による全運営委員の承認)
2. Fusion Short Term	日米核融合関連・1週間未満主実験空間を占有するもの。	日米 POC の合意と FM の許可が必要。
3. Add-On	主実験空間に影響を与えない付加的実験。	日本側 POC と FM の許可のみで可能。
4. Non Fusion	日米, 1~3 以外の研究。	日本側 POC と連絡し、その指示による。
5. Foreign Fusion	日米以外で、1~2 担当。	FM の判断。(ただし、実費を徴収する)

## <研究室だより>

北海道大学工学部原子工学科原子炉工学講座(小川研究室)

久し振りで本稿に便りを寄せることになったが、一言で言えば本研究室は内外共に近年こない多忙な一年であったと言える。これはひとえに講座担当の小川が学内においては学科主任として学科の運営や学生の就職業務等に忙殺される傍ら、学外にあっては日本原子力学会の企画委員長、原子力総合シンポジウム運営委員長さらに大学原子力教官協議会幹事等の役を務める羽目になり、忙しさに一層の拍車がかかったためである。このような中で学科主任として、学部学生44名、修士課程生18名、博士課程生1名の計63名を学科から庶事に世に送り出すことが出来、一応安堵しているところである。

当講座では研究室開設以来の主テーマである原子炉の動特性、制御、安全解析に加えて、近年、高速炉や核融合炉材料の核データや計算法の評価の為の積分実験の一環として、MeV電子線直線加速器を利用したTOF法による高速中性子スペクトルの測定研究を続けられている。最近制御関係では、結合型原子炉の非干渉制御、原子炉の学習制御、同定、状態推定及びこれらに基づく異常診断等の研究を手掛けている。また高速炉関係では飛行時間分析器における計数損失の補正、透過実験による鉄の共鳴領域群定数の評価等を行っている。さらに原研で進められている核分裂生成物の核データ評価の研究に参加している。

本年3月に本講座を巣立つ学生は修士2名、学部学生5名の計7名であるが、修士論文題目は次の通りである。

- ・高・中速中性子透過実験による共鳴領域群平均断面積の評価
- ・オブザーバーによる原子炉系の定時同状態量推定
- ブロック・パルス関数展開法を用いた推定計算処理法 —

また本講座では毎年、年2回にわたって京大原子炉実験所の臨界集合体装置で進められているHFRの為の基礎研究やトリウム集合体の炉物理の実験研究に、教官、院生全員で協力参加している。本年はHFR関係の研究の一環として、中濃縮ウラン燃料炉心におけるボイドやバーナブルポイズンの反応度効果の測定を行った。

○ 最近の主な発表または発表予定の研究論文は次の通りである。

- 秋本、村井、中田、小川 A Correction Formula for the Counting Loss in Using a Time to Pulse Height Converter and Experimental Verification of the Formula  
Nucl. Instr. and Meth. 184(2,3) (1981)
- ・秋本 北大におけるライフックTOF実験の現状 東京大学工学部原子力工学研究施設  
UTNLレポート UTNL-0/22 (1982)
- ・辻、小川 Approximated Decoupling Control of a Coupled-Core Nuclear Reactor  
J. Nucl. Sci. Technol. 19(4) (1982)
- ・辻、小川 Approximated Noninteractive Power Regulation of a Coupled-Core Nuclear Reactor IEEE NS (投稿中)

(秋本 記)

## <研究室だより>

井上研究室 (北海道大学工学部・原子工学科・放射線源工学講座)

我々の研究室では、加速器中性子源と中性子分光器の開発、およびそれによる低分子から高分子までの凝集体の分子運動の研究を行っている。

研究用原子炉の中性子強度増強の炉工学的制約やその他の理由により、最近では、加速器強中性子源計画が各国で推進されている。我が国では、高エネルギー物理学研究所のKENSがあり、すでに2年近く稼働している。この冷中性子源には、北大方式の20K固体メタン冷減速材が設置されている。スパレーション型冷中性子源としては、KENSが最初のもので、当初、放射線分解に対する懸念が海外から表明されていたが、これは杞憂であった。KENSでは、さらに強度増強の計画をもっており、その為の冷減速材集合体の研究も当研究室が分担している。平面減速材の放出面に溝をつけたグループド減速材にすることによって、放出中性子強度をかなり増加させることができる。熱減速材について、炉物理的なパラメータ、サーベイを行い、最適設計のためのデータを集めている。また、冷減速材についても測定を開始しており、2月初めにグループドメタン冷減速材について予備実験を行った。この時には、ANLのCarpenter博士が共同研究のために来札し、実験に参加した。グループド冷減速材の実験を行える所が、世界でも殆どなく、Carpenter博士も非常に関心を持っていた。予備実験の結果、冷減速材においても、熱減速材と同様に、それ以上に大きな強度増加が期待できることがわかった。

KENSに設置された中性子準弾性散乱分光器LAMは、当研究室が担当しており、昨年夏に改造を行い、性能の大幅な向上をはかった。第1の改良点は、エネルギー分析ミラーを4台から8台にしたことである。この変更によって、ピーク感度がそれ程落ちることなく、エネルギー・運動量分解能が向上した。準弾性散乱では、99度の散乱角のデータが必要であるが、今回、4点から8点になったことと、遠隔操作で任意の中間点の測定ができるようになったことによって、今まで、あまりはつきりしなかった、散乱ベクトルの運動量変化に対する依存性が明確にわかるようになり、データの質が飛躍的に向上した。第2の改良点は、分光器全体を真空容器に収納したことである。準弾性散乱では、ピークの裾が重要であり、空気による準弾性散乱が特に問題となる。この改良によって、ノイズレベルは千分の一以下となり、 $\% \Delta$ が極めて良好なデータが得られるようになった。

LAMを用いた研究は、共同利用体制で行われており、各部署のクループが99度のテーマについて研究を進めている。主なテーマは、分子液体の運動、高分子のセグメント運動や拡散、磁気散乱、プラスチック結晶における回転、金属内水素拡散などであり、成果があらがり始めている。

昨年は、また、下方散乱型中性子非弾性散乱分光器を、KENSの熱中性子セーム孔に設置して、予備実験を開始した。この分光器は、 $1000 \text{ cm}^{-1}$ 付近から数 $10 \text{ cm}^{-1}$ までの非弾性散乱を測定でき、ラマンや赤外などの光学的分光器と十分対抗できる感度をもっている。この装置も水素結合を有する分子液体や各種状態の高分子、その他の分子系の研究にLAMと一体となって活用されようとしている。

(鬼柳記)

# <研究室だより>

## 原研 炉物理実験研究室

### 金子 義彦

原研では高温ガス実験炉の研究開発を進めているわけですが、炉物理部門を担当しているのが当研究室であります。中性子炉の炉物理の研究はもう大分歴史を重ねてきたわけで、既存の知識だけで炉が設計できないか検討してみたわけですが、この炉の本来もっている特性がこれまでの炉とかなり違っているため研究課題が相当あることがわかりました。そのため、SHE改造しまして、実験炉の $1/2$ モックアップ実験を行うことが決定され、今、基本設計を終り安全審査にかかっている最中であり、改造の目的と内容の概略を次に記しますが、炉物理に課せられた使命は甚だ大きいものでありますので、高温ガス炉に興味をお持ちの方が倍増し御協力を得られたい所願しています。

#### 1. 目的

高温ガス実験炉の詳細設計において、炉停止余裕等の安全基準が満足されるためには、炉心核設計精度が極めて優れていることが要請される。この精度を検証し、詳細設計の実験的裏付けを行い、高温ガス実験炉の核的安全性を実証するためSHE改造し、 $1/2$ スケールの核的模擬炉心を構成して臨界実験を行う。

##### (1) 炉停止余裕・運転余裕の実証

核設計上課題となっている制御棒・可燃性毒物の反応度係数及び炉心の温度係数について重点的に実験を行い、実験炉の炉停止余裕等の反応度バランスについての安全性の実証を行う。

##### (2) 出力分布の実証

実験炉は炉心温度が高いこと及びブロック構造のため、炉心内の出力分布及び温度分布の出力運転時の測定が困難であり、炉心の出力や温度分布などはすべて核計算を基礎にした伝熱計算によって推定することになる。したがって、臨界実験にて、出力分布の計算精度を検証しておく必要がある。

##### (3) 実験炉の運転特性の予測

SHEにおける昇温実験から反応度温度係数の測定などを通して、実験炉の零出力から100%出力までの運転特性を段階的に予測する。

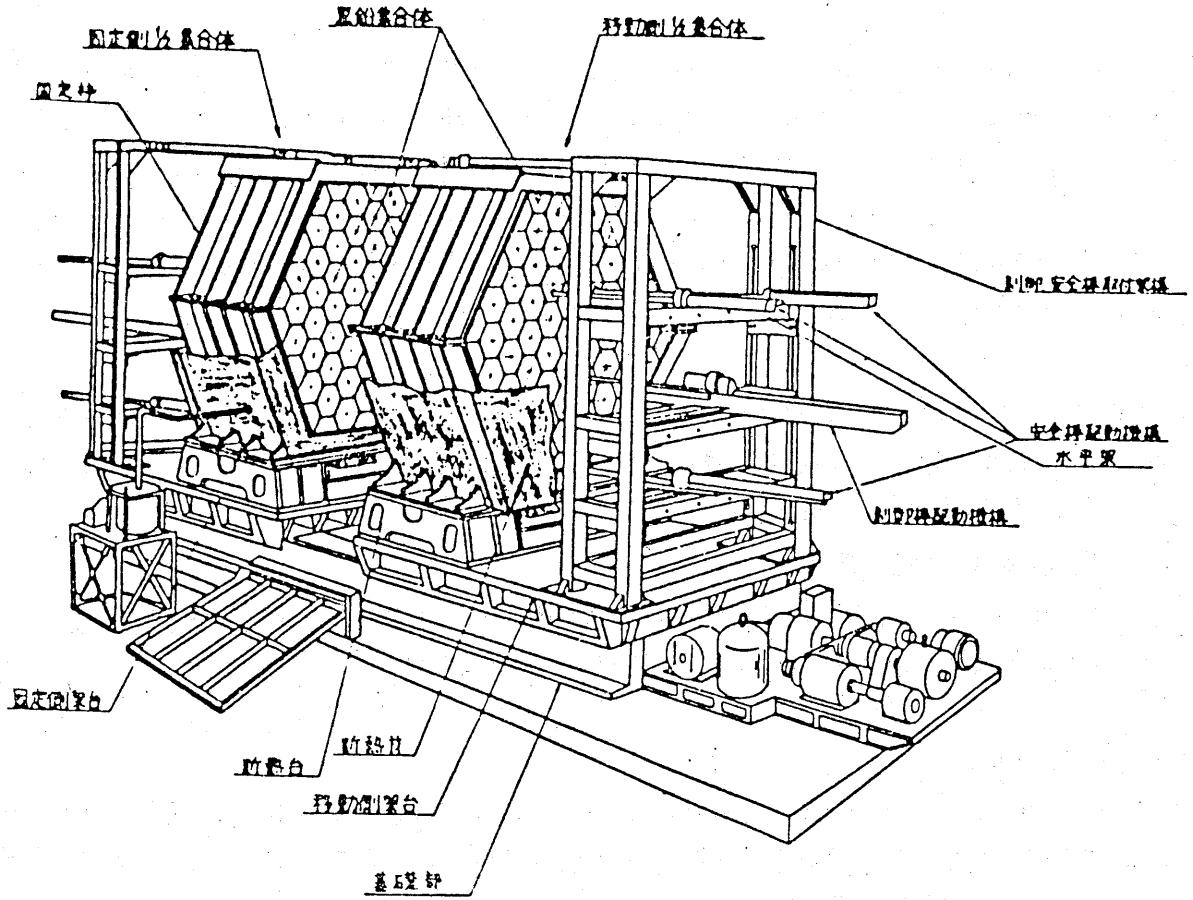
## 2. 改造内容

炉心は二つの $1/2$ 黒鉛集合体から構成されている。各 $1/2$ 黒鉛集合体は炉心黒鉛ブロック並びに反射体黒鉛ブロック積み上げた構造の半径24cm、軸長約1.2mの横置六角柱形状のものである。各 $1/2$ 黒鉛集合体は固定棒で締付け、階テールに固定した断熱台上に設置する。各 $1/2$ 黒鉛集合体の周囲には、相互が密着する側面、及び断熱台に接する端面を除いて断熱材を充填した断熱層を配し、外表面を外装部で覆っている。炉心黒鉛ブロックには被覆粒子燃料コンパクトを装填した燃料棒を装荷すると共に、制御安全棒を挿入する孔が明けられている。炉心黒鉛ブロックは六角柱状のもので半径約30cm、長さ120cmであり、燃料棒の挿入孔が格子ピッチ6.5cmで明けられている。

燃料コンパクトは、被覆ウラン粒子を黒鉛中に分散し中空円筒形に成型焼成したものである。燃料コンパクトは最高温度約1300℃の高温ガス炉用に開発されてきたもので、常温から200℃までの炉心温度であるSHEでは、核分裂生成物をほとんど放出しない。改造炉心では二重被覆のBISO粒子もしくは四重被覆のTRISO粒子を用いた燃料コンパクトを使用する。このうちTRISO粒子を用いた燃料コンパクトは高温ガス実験炉に使用を予定しているものとはほぼ同じ。



仕様のものである。また、炉心黒鉛ブロックも高温ガス実験炉とほぼ同じ形状寸法のものである。



附 改造 SHE の概念図

以上のほか当研究室では原研における研究炉の中濃縮化のための炉物理面でのとりまとめを行って、紙面の都合で次回にのべてさせていただきます。

## <研究室だより>

東京工業大学 原子炉工学研究所 原子炉物理部門 山室・北沢研究室

我々の研究室には現在3つのグループがあり、3種類の中性子源を用いて、それぞれ研究を行っている。

ペレット加速器を用いたグループでは、ようやくその成果が出始めている。4年前にこの“研究室だより”で報告した際には、まだペレットの調整に明け暮れていたが、2年前からほぼ所期の性能(パルス中 $\sim 2\text{ns}$ , 繰返し $2\text{MHz}$ , 平均陽子ビーム電流 $2\sim 4\mu\text{A}$ )に達し、現在は ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ 反応により中性子を発生させ、3種類の実験を行っている。アンチコンプトン型 $\text{NaI(Tl)}$ 検出器を用いた数百keVの中性子に対する捕獲 $\gamma$ 線スペクトル測定では、 $\text{Sn}, \text{Mo}, \text{Nb}$ についてかなり精度の良い $\gamma$ 線スペクトルが得られた。今後他の元素について、又中性子のエネルギーを変えて測定を行う予定である。pure Ge 検出器を用いた $\gamma$ 線捕獲 $\gamma$ 線の測定では、部分放射中の絶対値を得ることが目的で、 ${}^{56}\text{Fe}$ について結果が得られたが、まだ不十分な点があり、装置を改良して精度の良い測定を行う予定である。もう一つは環状NE-213液体シンチレーション検出器を用いたパルス波高重み法によるkeV中性子捕獲断面積の測定で、Auとの相対測定によって、 ${}^{133}\text{Cs}, {}^{165}\text{Ho}$ について結果が得られた。今後他の元素についても測定を行う予定である。

京大・原子炉実験所のLinac中性子源を用いたグループでは、3 $\sim$ 80 keVの中性子に対する捕獲断面積の測定を行ってきた。最近では捕獲 $\gamma$ 線スペクトルの測定に重点を移し、まず $\text{C}_6\text{D}_6$ 液体シンチレーション検出器で $\text{Cs}, \text{Ta}, \text{Au}$ などの測定をし、その後新たに製作したBG0検出器による測定を開始した。

ニュートロニクスグループでは、小型中性子源を用いて14MeVの中性子を発生させ、体系内での中性子及び2次 $\gamma$ 線スペクトルの測定を行っている。中性子検出器として25mm中の球状NE-213液体シンチレータ、 $\gamma$ 線検出器としては同じく24mm中の球状BG0を用いている。今までに黒鉛、リチウム及び水の体系について結果が得られており、今後は、ハイブリッド体系などについて実験を行う予定である。又このグループは、昨年から阪大でのタビアシの実験にも参加している。

以上の研究は山室教授、北沢助教授、関本・井頭両助手をはじめとして、技官2名、博士課程3名、修士課程7名によって行われている。又北沢助教授は約1年半アメリカのDuke Univ.において研究を行い、偏極中性子ビームの ${}^{40}\text{Ca}$ における捕獲 $\gamma$ 線に関するデータ解析に大きな成果を上げてきた。今後ペレット加速器を用いて、この種の実験を行うことを計画している。最後に最近の主な発表論文を下記に紹介する。(駒野治樹記)

- N.Yamamuro et al.: "Gamma-rays from Capture of 400-keV Neutrons" A contributed paper to the Inter. Conf. on Nuclear Data for Science and Technology (Antwerp, Belgium, 1982)
- H.Komano et al.: "Gamma-rays from Resonance Neutron Capture in  ${}^{56}\text{Fe}$ " Progress Report (1981), NEANDC(J)-75/U, INDC(JAP)-62/U
- N.Yamamuro et al.: "Fast Neutron Capture Cross Section Measurement with Pulse-height Weighting Technique" A Contributed paper to Specialist Meeting on Fast-neutron Capture Cross Sections (Argonne, U.S.A. 1982)
- N.Yamamuro et al.: "Neutron Capture Cross Section Measurements of Nb-93, I-127, Ho-165, Ta-181 and U-238 between 3.2 and 80 keV" J. Nucl. Sci. Tech., 17, 582 (1980)
- H.Sekimoto et al.: "A Miniature Fast-neutron spectrometer for Scalar Spectrum Measurement" Nucl. Inst. Meth., 189, 469 (1981)

## <研究室だより>

### 東大・工・原子力工学科・放射線計測学研究室

当研究室の構成は、関口晃教授，長谷川賢一助教授，持木幸一，井口哲夫助手，細野米市技官以下，ドクター2名，マスター4名であり，又，教育研究は東海村原子力工学研究施設の中沢助教授と協同で進められている。又，研究内容は，関口教授，中沢助教授，井口助手を中心とする中性子計測グループと，長谷川助教授，持木助手，細野技官を中心とする計測回路グループに大別されるが，ここでは主として中性子計測グループの最近の様子を報告する。

現在の研究の中心は，①原子炉中性子計測の標準化及び②核融合炉ニュートロニクスにある。①では，高速実験炉「常陽」 $\sim 10^{15}$   $n/cm^2 \cdot sec$  の flux 領域から弥生炉の  $10^{13}$   $n/cm^2 \cdot sec$  更には，建屋外スカイシャイン中性子場等の  $0.1 \sim 10^2$   $n/cm^2 \cdot sec$  (約数  $\mu rem/hr \sim$  数  $mrem/hr$ ) の微弱線量領域という極めて高範囲の測定を対象としており，使用する中性子測定器も，放射化箔，各種中性子スペクトロメータ (NE-213 シンチ，反跳陽子ガス比例計数管，He-3 検出器)，減速材付中性子検出器等を対象に，応答関数の評価，データ処理法，実際の測定手順，更には不確定性解析，相互比較研究等を通じて，標準化を企んでいる。全体的にみて，やはり Intermediate flux-level の測定精度は，極めてよく，測定法も完備されているが，high-flux 又 low-flux level に，この標準値の移行をどのように行ない，全体としての整合性を保つかというあたりに問題があると感じられる。

②の核融合炉ニュートロニクスでは，東海の核融合炉ブランクート設計基礎実験装置の中性子実験室を用い，実験手法の確立 (放射化箔による体系内中性子スペクトル， $Li_2CO_3$  ペレットによるトリチウム生成率，TLDによるγ線発熱測定) から進め，LiF 平板体系のベンチマーク実験をほぼ終了している。又，原研 FNS (中村室長，前川氏) グループとの協力研究では， $Li_2O$  体系の実験に参加している。現在は，特に 14 MeV 中性子絶対測定法の確立に着手しており，カウンターテレスコープの試作，共役粒子検出システム或いは Double Crystall TOF 法などの検討を進め，核融合炉計装システムとしてのプラズマ温度測定用高分解能中性子スペクトロメータとしての評価も行なっている。なお，より広い観点から光ファイバー信号通信ケーブルの高速中性子損傷効果の実験，又，原子力グループで進めている慣性核融合炉 (UTLIF & ADLIB-I) の概念設計への参加更には，原研核データセンターの二重微分断面積検討グループへの参加なども行なっている。

(文責 中沢，井口)

## <研究室だより>

名古屋大学工学部 原子核工学教室 第一講座

本誌<研究室だより>に先回報告したのは、オ26号(昭53・12)であるから、それからざっと3年経っている。この間に研究室の様子は大きく変わった。まず昭和55年9月には、玉河教授が慶応義塾大学理工学部へ移られ、ついで1年後の昭和56年8月には、玉河教授と重イオンの研究を続けておられた大森助手も、玉河教授の下に移られた。従って、見在の研究室は仁科助教授を柱として、伊藤助手・山根教務員・若松技官の新体制で炉物理中心の研究が進められている。今はちょうどこの新体制で1年を終え、2名の院生と2名の学部学生を送り出し、後に残った4名の院生と1名の研究生に、新に4名の学生を添えて、昭和57年度の活動を開始する直前という状況である。

さて研究活動の様式は、以前と特に大きくは変わらず、実験を京大炉KUCA・原研TCA阪大OKTAVIANとの協力研究で行い、主としてその解析面に工夫を凝らすというのが特長となっている。但し、研究テーマの方は、3年前には主に結合炉動特性解析が中心であったのに対して、この成果を踏まえつつ、次の様なテーマに取り組んでいる。

1) 高未臨界度の測定法の開発、燃料集合体貯蔵の際の燃料集合体ユニット間の相互干渉効果の解明が、原研臨界安全研究室(TCA)との協力研究により、昭和55年度から続いている。具体的には、結合炉動特性解析で重要な役割を演じた結合係数の概念を、臨界安全の問題に利用する事を検討してきた。また、従来のパルス中性子減衰実験・中性子相対実験による反応度評価法に、高未臨界度の測定という視点から反省を加える作業に取り組んでいる。さらにこの過程で派生した、固有関数展開法を深い未臨界体系に適用する原の問題点一特に高次固有関数の振舞い一が解明されつつある。

2) 京大炉KUCAとの関係では、中濃縮ウラン燃料に関する実験に協力しつつ、炉物理解析の基礎となる群定数作成の仕事を、熱中性子炉を対象として進めている。特に、原研内藤徹孝氏が開発されたNUCLEAR-ACEコードシステムを導入し、UGMG-THERMOSの従来のシステムによる群定数との比較検討作業が進行中である。この仕事は地味ではあるが、着実に基礎を固めつつあると判断している。

3) 原研FCAの黒鉛反射体付Li体系・科研費Li供試体を利用したNE213によるスペクトル測定に関連して研究されて来たアンフォールディング問題は、阪大OKTAVIANを利用した系統的な実験を通して、さらに詰められつつある。特に最近では、最尤法に基礎をおいたアンフォールディング法の検討が進んでいる。

4) 以上の他には、核融合炉ブランケット内の中性子輸送計算、結合炉のXe振動の解析なども手掛けている。前者は、核融合炉オ一壁への入射中性子束を精度よく計算するコードの作成が、一応の成果をみた段階にある。また後者は、制御方式・結合係数等に着眼して、結合炉のXe振動に関するパラメータ・サーベイが進行中である。これらは、今後の発展が期待されるテーマである。

以下に、ここ3年間の主な成果のうち論文としてまとめられたものを示す。

- 1) Y.Yamane, M.Shinkawa, K.Nishina, "The Derivation of Neutron Generation Time for Reflected Systems and Its Physical Interpretation," Nucl.Sci.Eng., 72, 244 (1979).
- 2) Y.Yamane, K.Tanaka, K.Nishina, H.Tamagawa, S.Shiroya, "The Determination of Coupled-Core-Reactor Kinetic Parameters Through Frequency Response," Nucl.Sci.Eng., 76, 232 (1980).
- 3) 若松 進, 仁科浩二郎, 橋本憲吾, 「京都大学臨界集合体(KUCA)軽水減速単一炉心の群定数」日本原子力学会誌, 22, 860 (1980).
- 4) S.Suzuki, S.Watanabe, K.Nishina, "Upper Bound Power of a Nonlinear, Space-Dependent Reactor by Comparison Function Method," Atomkernenergie Kerntechnik, 38(3), 185 (1981).
- 5) N.Murata, Y.Yamane, K.Nishina, "Derivation of Pál-Bell Equations for Two-Point Reactors, and Its Application to Correlation Measurements," Annals Nucl. Energy, 8(9), 407 (1981).

さらに、学内報にまとめられたものとしては、次の論文がある。

- 6) K.Nishina, S.Itoh, Y.Yamane, Y.Ohmori, H.Tamagawa, "Neutron Diffusion and Thermalization Parameters: Measurements with Graphite and Theoretical Review," Memoirs of the Faculty of Engineering, Nagoya University, Vol.31, No.1, 47 (1979).
- 7) S.Wakamatsu, K.Nishina, K.Hashimoto, T.Fujishiro, "Reactor Physics Group Constants for the C-Core of the Kyoto University Critical Assembly," *ibid.*, Vol.31, No.2, 196 (1979).
- 8) 仁科浩二郎, 石川敏夫, 小野幹訓, 「拡散方程式固有値計算における困難解決の例」, 名古屋大学大型計算機センターニュース, Vol.11, No.3, 301 (1980).
- 9) K.Nishina, Y.Shimada, "Parameter Domains for the Existence of Neutron-Wave Discrete Eigenvalues," Memoirs of the Faculty of Engineering, Nagoya University, Vol.32, No.1, 158 (1980).
- 10) H.Tamagawa, K.Nishina, "Determination of Fundamental Mode Decay Constant out of a Decay Curve with Higher Mode Contamination," *ibid.*, Vol.32, No.2, 299 (1980).

(山根 記)

京大 原工, 西原 石

炉物理グループでは、昨年原子炉の結合炉モデルで、セノン振動の解析をする手法を研究した結果は、近く学会誌に出る予定である。有限フーリエ変換法の応用は、現在も続けられている。2次元3角メッシュでの多群拡散方程式の解法への応用は、高速炉体系でのベンチマーク計算の結果、良い結果を与えることがわかり、ORNLのベンチマーク係へ投稿の予定である。また、 $r-z$ 座標での輸送方程式の球面調和関数法への応用は、現在進行中で、この方法では、真空境界条件を合理的に取り入れられる利点がある。これは、四月の年会で発表の予定である。また、以前になされた仕事であるが、2次元3角メッシュでの離散座標方程式への応用は、近く学会誌に掲載の予定である。この定式化の利点は、中性子源の項が正である限り、角度中性子束が正で得られることである。(小林)

炉雑音解析関係では、ここ二年間ほど、SMORN-III炉雑音解析ベンチマークテスト(昨年秋に実施)に関連した仕事が多であった。周知の通り、今回のテストには実炉のデータ2種の他にBWR雑音と模擬した人工雑音が用いられたが、この人工雑音の作成に参加した。作業内容は、①「炉雑音モデルの作成」とベンチマーク雑音としての検討、②原研アナログ計算機を用いた炉雑音シミュレーション実験による人工雑音の作成、③人工雑音のスペクトル解析と「シミュレーションで用いた炉雑音モデルの解析」そして④ベンチマークテスト用課題の検討であり、主に「...」の部分を担当した。

今回のベンチマークテストは、PSDおよび相関関数等を求めるスペクトル解析に重点が置かれたため、我々は、FFT法による結果を提出した。データレコーダの手配、解析プログラムの作成等の手間を要したが、多次元アナログデータをデジタル処理できる態を築けたのは大きな収穫であった。既に、今回のテスト結果の比較検討を終え、現在我々の時系列解析プログラムの改良に役立つつある。(森島)

プラズマグループでは、主にトカマクプラズマを対象として、実験および計算機シミュレーションの研究を進めている。実験は、トカマク型装置NOVA II(主半径 $R=30$  cm, 小半径 $a=6$  cm, トロイダル磁場 $B_t(\text{Max.})=1.5$  T)を中心に行われている。テーマは、粒子ビームプローブによるプラズマ診断法の研究、トカマクプラズマ中の残留中性粒子密度分布と粒子閉込めに関する研究、などである。計算機シミュレーションは、トカマクの定常運転の点から興味を持たれている高周波によるトロイダル電流駆動の研究を中心に進められている。低域混成波(LHW)に続いて、電子サイクロトロン共鳴加熱(ECH)による電流駆動のシミュレーションを準備中である。また、輸送方程式によるプラズマ中の中性粒子密度分布の計算、逃走電子不安定性のシミュレーションコードの開発、等も行われている。その他、1次元輸送コード、Fokker-Planckコード、テアリング不安定性の解析、などのコードも整備されている。(政宗)

## < 研究室により >

神田 幸則 (九大・総理工)

九州大学大学院総合理工学研究科エネルギー変換工学専攻核エネルギー変換基礎工学講座。これがこの講座の正式名称である。一々名称の説明をしたいが、それだけで紙数が尽きてしまうので簡単に言うと、大学院だけの原子力関係の講座である。学生定員は1学年修士課程5名、博士課程2名なので、定員全部居れば、16名の学生ということになる。実際には、昭和56年度10名(修士8、博士2)の院生が居た。この他に、工学部から卒論の4年生が3名来て居た。学生は全部で13名であった。以下に、研究テーマの説明をする。

以前から手掛けていた核データの評価は、一時その方法に行詰りと疑問を持ち停滞していた。しかし、スプライン関数と統計学的手法を結びつけると、行詰りが解決され、しかも、最近の評価済み核データに要求される共分散も評価値と同時に求められることがわかった。現在、この方法の基礎の確立と応用を考えている。この問題は統計学の分野でも解決されていはいりものを含まうで、厳密な方法論の展開は仲々難しそうであるが、核データへの応用という観点から研究を進め、重い核の重要な核の反応断面の同時評価を試みている。これをそのまま実行しようとする、現在ある計算機の容量では足りないので、実用上も工夫を必要とする。

核データに関しては、評価をしながら、重要なのに測定が不足しているデータを原研との協力研究で測定している。その一例が $^{238}\text{U}$ のkeV領域における全断面積の測定である。

核融合に関する核データに関連して、中性子照射試料中のHe生成量測定を目指して、その測定系を製作中である。照射試料を融解してHeを放出させ、質量分析計で測定する方式のことであるが、絶対測定でしかも数が少いので思わぬ困難が出て来て、現在装置の大幅な改良を考えている。このテーマは、14 MeV中性子束照射量測定に適当であろうと考えて始めたのだが、原子炉内の照射量測定にも使えよとか、最初考えていたよりも応用範囲が広がり率がわかって来た。一方、この方法は核融合材料にとって問題となっているHe生成断面積の測定にも使える。物理的にも、材料損傷量計算の核データとしても、He生成量のところからHeのエネルギー・スペクトルや角度分布も測定したり。この有効な方法として、最近四重極磁気スペクトロメータが開発され、2台ばかり作られているが、その一つがOhio大学にある。実は、今そこに来て実験に参加して、この原稿もそこで書いてある。

この他、一見関係のなさそうなイオンによるスパッタリングの研究をしている。出発点は14 MeV中性子によるスパッタリングの研究にある。核融合炉オー壁の問題として出て来たチタニウム( $\mu\text{m}$ 程度の物領域)放出に、まだこだわりがある。非常に稀な現象で、存在が否定されたわけでは無い。試料表面が特殊な条件にある時に起こると考え、その条件をイオンのスパッタリングによる表面侵食で意図的に作り出せようかと思っている。

本年の夏、南に10数軒離れた筑紫地区という新キャンパスに引越すことになっている。建物が新しく、少し広くなること以外は何も良いことは無さそうで、むしろ、小規模キャンパスで必要経費の負担増で、研究費が無くなってしまいうる。(57.4.4記)

## 炉物理連絡会 第29回 総会報告

日時 : 昭和57年4月3日(土) 12:00 ~ 13:00  
場所 : 昭和57年原子力学会年会(阪大・I)C会場  
出席者 : 25名  
配布資料 : 56年度収支報告, 古橋基金報告, 入退会者

### 議 事

57年度幹事校(東北大・I)平川教授の司会により, 以下の議事が行なわれた。

#### 1. 56年度幹事校(阪大・I)の報告 及び 会計報告

- ・ 高橋幹事より, 第13回夏の学校を高野山で行なった以外ほしたる活動が出来なかったこと, 連絡会誌はNo.31を4月発行予定で原稿を集めていることが報告された。  
一会員より, 連絡会誌は会員間のコミュニケーション上重要であるから, 必ず年2回は発行するよう要請が出された。
- ・ 配布資料に基づき, 56年度収支報告, 古橋基金報告が行なわれ, 了承された。

#### 2. 57年度炉物理夏の学校(第14回)について

- ・ 幹事校の東北大より, 以下のような計画が報告された。  
日時 : 8月11日(木) ~ 8月14日(土)朝  
場所 : 東北大川渡セミナーセンター  
(1泊3食付で2000円程度)  
テーマ : 原子炉事故解析用核熱コード, NSRR関係, 軽水炉核設計, 異常診断, 放射線医学, 等今までに行なったことのないテーマを中心とするよう考えている。

- ・ 若干の会員より, 第13回で行なったような, 大学院生研究対論会のようなものを是非検討してほしいとの要請があった。

#### 3. 各種委員会報告

##### (1) 編集委員会(松浦委員)

若干の会員から, 欧文誌の英語のチェックを査読委員がやるのは困難であるので善処してほしいとの要請があった。編集委員会としては, 吉田さん以外に人がいないので, できるだけ各研究機関でしかるべきチェックを行なってほしいとの事であった。

##### (2) 企画委員会(下橋委員)

- ・ 学会のプログラム編成を改善するため, プログラム編集委員を20名程度新たに任命し, 当面は企画委員30人と協力してプログラム編成にあたることとなった。



- ・ 若干の会員よりの意見として ; 同種のもので並行しないように見渡してほしい。Σ-炉物理の合同会合は、招待講演とすることも考慮して、正規の時間帯(昼休み以外)とするよう努力してほしい。
- ・ 秋の分科会は10月9~11日となっている。

(3) 炉物理委員会(朝岡委員長)

弘田氏定年退官のため、委員長が朝岡氏となった。システム・核融合炉物理・遮蔽の三部会についてチェックアンドレビューをするため、8月末までに課題の抽出をするつもりである。NEACRP代表は、朝岡氏となる。

(4) KUCA大学院実験(神田会員)

実施週が、夏休みの真中頃となる。第1・第2週の大学の組み合わせを変える。実験体系は、中濃縮ウラン研究の一貫としての円筒炉心を用いることとし、院生実験のデータが研究に生かされるよう配慮する。また、参加院生全員が炉起動運転を経験出来るようなスケジュールを組みたい。

(記録, 高橋)

昭和57年度幹事の選挙結果 (S. 57. 5. 7)

投票総数51で以下のような結果となりました。上位7名(0印)が幹事当選者です。

○ 平川直弘	29票	中原 康明	4票
○ 中沢正治	16	大沢 孝明	4
○ 梶山一典	13	香藤 慶一	4
○ 仁科浩二郎	12	木村 逸郎	4
○ 神田啓治	10	伊藤 只行	4
○ 高橋亮人	9	神田 一隆	4
○ 若林忠明	9	中野 正文	4
		小林 捷平	3
関本 博	7	秋山 雅胤	3
阪元重康	6	金子 義彦	3
相沢乙彦	6	中込 良広	3
成田正邦	5	森島 信弘	3
任田健二	5	飯島 俊吾	3
松浦祥二郎	5	岩崎 信	3
小林啓祐	5		

(以下 略)

56年度 収支報告 (56.3.25 ~ 57.3.27)

収 入		備 考	支 出		備 考
前年度繰越金	149,223	(含、古橋基金残5万円*)	会議費	11,100	27回総会(昭和56年3月29日) 28回総会(昭和56年10月17日)
会 費	138,000	54年度 1,000×1名, 55年度 1,000×6名 56 + 1,500×83名, 1,000×4名(学生) " 不足分 1,000×1名, 500×3名	通信費	19,000	案内送付用, 他
57・58年度 会費前受金	81,500	57年度 1,500×4名, 同年(不足分) 500 ×4名, 1,000×3名. 58年度 1,500×1名, 1,000×1名. 同年(不足分) 500×1名.	雑印刷費	4,120	コピー代, 他
			原稿用紙費	1,240	「会報」執筆用(1031.4月発行予定)
			第13回「夏の学校」補助	50,000	古橋基金外(残 32,000)
			次年度繰越金	317,763	(内、古橋基金 32,000)
「夏の学校」テキスト売上げ	34,500	1,000×32冊, 送料2500. <small>テキスト1冊古橋基金返済</small>	合 計	403,223	
合 計	403,223				

(備考) \* 古橋基金報告

収 入		支 出	
(52.11.1)	500,000	第11回「夏の学校」テキスト	200,000
「夏の学校」テキスト売上げ (57.3.29)	32,000	第11回「夏の学校」立替金	50,000
		第12回「夏の学校」テキスト	200,000
		第13回「夏の学校」補助	50,000
合 計	532,000	合 計	500,000

差引残高 32,000

56年度 入退会者 (敬称略) (会員現況 188名)

入会者 (3名)

退会者 (6名)

氏 名	所 属	氏 名	所 属
大 村 博 志	石川島播磨重工業(株)	宮 坂 駿 一	核管センター
神 野 郁 夫	京大・原子核工学科(学生)	大 友 詔 雄	北大・原子工学科
神 田 一 隆	東北大・原子核工学科	斉 藤 正 之	日立製作所
		武 田 征 一	日立製作所・工礼研・研究所
		鵜 飼 正 二	大阪市大・応用数学
		吹 田 徳 雄	(56.12.18 逝去)

<事務局だより>

12月発行予定が大幅に遅れ、特別記事にあらこんでいた56年分科会の工・炉物理合同会合の講演も少し新鮮味を失ってしまいました。兎え、56年度は幹事校にとっては多難の年であったとはいえ、夏の学校以外はよく活動出来ず、会員の皆様に深くおわびいたします。57年度幹事校の東北大学の皆様の御健闘を祈ります。

(高橋, 記)

「炉物理連絡会」会員名簿 (◎は57年度幹事, ○は新入会)  
(1982年5月20日現在)

(北大・工)	(東海大・工)	(京大炉)	片瀬 彬	(動燃事業団)
秋本 正	石田 正次	市原 千博	工藤 和彦	飯島 一敬
井上 和彦	黒田 義輝	宇津呂雄彦	中島 秀紀	倉重 哲雄
小川 雄一	阪元 重康	海老沢 徹	(原 研)	須藤 収
小沢 保知	砂子 克彦	◎神田 啓治	朝岡 卓見	中村 邦彦
成田 正邦	永瀬慎一郎	木村 逸郎	石川 寛	野本 昭二
松本 高明	中土井昭三	小林 捷平	伊勢 武治	古橋 晃
(弘前大)	(都立大・理)	小林 圭二	桂木 学	宮脇 良夫
葛西 峯夫	久世 寛信	古林 徹	金子 義彦	村松 精
(東北大)	(武蔵工大)	柴田 俊一	菊池 康之	望月 恵一
○神田 一隆	相沢 乙彦	代谷 誠治	黒沢 一男	湯本 鏡三
◎梶山 一典	武田 栄一	中込 良広	五藤 博	(原子力安全委員会)
◎平川 直弘	松本 哲男	西原 英晃	後藤 頼男	大山 彰
本多 毅	(早大・理工)	林 脩平	小林 岩夫	(原子力局)
(筑波大)	並木美喜雄	林 正俊	近藤 育朗	天野 文雄
斎藤 慶一	(名大・工)	藤田 薫頭	新藤 隆一	(原船団)
星野 力	石川 敏夫	森 貴正	杉 暉夫	板垣 正文
(東大)	伊藤 只行	山田 修作	関 泰	(船舶技研)
秋山 雅胤	加藤 敏郎	米田 憲司	田次 邑吉	伊従 功
安 成弘	◎仁科浩二郎	(阪大・工)	中川 正幸	竹内 清
清瀬 量平	山根 義宏	住田 健二	中田 宏勝	布施 卓嘉
小佐古敏荘	(岐阜大)	関谷 全	中野 正文	(電総研)
近藤 駿介	岸田 邦治	◎高橋 亮人	中原 康明	工藤 勝久
関口 晃	(京大・工)	竹田 敏一	中村 知夫	(防衛庁)
谷口 武俊	青木 一彦	錦織 毅夫	能沢 正雄	佐久間雄平
都甲 泰正	○神野 郁夫	(近大)	平岡 徹	(原電)
◎中沢 正治	小林 啓祐	堀部 治	弘田 実弥	武田 充司
◎若林 宏明	秦 和夫	三木 良太	古田 悠	立花 昭
(東工大)	西原 宏	水本 良彦	前川 洋	(電源開発)
井頭 政之	兵藤 知典	(神戸商船大)	松浦祥次郎	大塚益比古
北沢日出男	森島 信弘	中島 雅	三谷 浩	平田 昭
関本 博	(京大・原研)	(九大・工)	向山 武彦	(中部電力)
山室 信弘	吉川 栄和	大沢 孝明	安野 武彦	金井 英次
	若林 二郎	大田 正男		村田 尚之

(NAIG)

青木 克忠  
飯島 俊吾  
植田 精  
亀井 孝信  
黒沢 文夫  
角山 茂章  
野村 孜  
水田 宏  
門田 一雄  
(日立)  
大西 忠博  
金沢 信博

小林 節雄  
駒田 正興  
三田 敏男  
瑞慶覧 篤  
三木 一克  
(日立エンジ)  
堀江淳之助  
(MAPI)  
荒木 勉  
片岡 巖  
小林 隆俊  
駒野 康男  
坂田 薫

渡海 親衛  
(石川島播磨)  
○大村 博志  
(川崎重工)  
田中 義久  
田中 良侖  
橋本 憲吾  
(木村化工機)  
豊田 道則  
(京大炉研G)  
石黒九州男  
(呉羽化学)  
松井 一秋

(原燃工)  
川本 忠男  
(住友原子力)  
松延 広幸  
(CRC)  
角谷 浩享  
(東芝)  
深井 佑造  
(東洋エンジ)  
木邨 祐二  
(日揮)  
上野 茂樹  
(JNF)  
清水 康一

(日立造船)  
小林 徹二  
山田 毅  
(富士重機)  
中村 久  
(三井造船)  
八谷 雅典  
(三菱電機)  
路次 安憲  
(韓国原研)  
趙 満  
(ANL)  
丁 政晴  
(計182名)

## 炉物理連絡会の概要

(1968年4月)

1. **趣意** 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に急であったため、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6回連絡会報として、『炉物理』（B5判オフセット印刷20～30頁）を編集刊行する。『炉物理』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。また、春秋に総会を開催し、討論会・夏の学校なども計画して、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 原子炉遮蔽
- 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** 理事1名のほか、企画・編集両委員より各2～3名および加入会員より選出した幹事若干名により運営する。

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。