

炉 物 理 の 研 究

(第 21 号)

1976年7月

〈ニュートロニックス〉	1
核データ (JENDLとFP核データについて)	飯島俊吾
核融合炉ブランケットの炉物理	関泰
「弥生」における医療照射の基礎研究(II)	古橋晃他 9
	弥生医療用照射研究グループ
〈JPDR-IIの起動試験〉	内藤做孝 14
〈アメリカで学び働くについて〉	関本博 16
〈掲示板〉	19
第8回炉物理夏の学校	
〈研究室だより〉	20
(東北大工) 梶山研	
(原研) 高速炉物理研, TCAグループ, 数値解析研	
(動燃大洗工学センター) 重水臨界実験室	
(東工大原研) 山室研 (武藏工大原研)	
(住友原子力) 炉物理グループ (川崎重工) 原子力技術部	
(名大工) 玉河研 (京大原子エネルギー研) 若林研	
(京大工) 西原研, 兵藤研 (九大工) 大田研	
◇第17回炉物理連絡会総会の報告◇	39
◇新会員紹介◇	40
◇編集後記◇	40

核データ (JENDLとFP核データについて)

NAIG

飯島俊吾

1. はじめに

NSEやANS Transaction等を見ると核データについての発表がこの所、大変多い事に気が付く。測定の仕事が大部分であるが、理論的な評価や、積分実験によるデータ・テストも可成り出されている。この傾向の理由は幾つか思ひ当るが、一つは原子炉の安全性や環境への影響の配慮が深まつたことに起因しており、もう一つは、炉心、遮蔽等の数値計算法が進歩するにつれて、結局最終的なネットとなる核データ、物性値等の定数値の精度の問題がクローズアップされて来たのだろう。例えば大型高速炉の核設計を考えて見よう。現状の知識でもマージンを充分見込めば設計は出来るし、又、臨界集合体による工学的模擬実験を行えば設計の確実性は格段と良くなりマージンを可成り減らす事が出来る。しかし臨界実験ではPu高次同位元素やAm,Cmの生成、消滅のデータを得ることは難かしく、又、FPの蓄積効果のデータを得るのも容易ではない。これらの核データの知識へ得られれば、燃焼過程、燃料交換過程での炉心特性の計算はそれから如何に複雑であろうとも現在の、或は近い将来の計算機能力をもってすれば先づ満足の行く結果が得られるであろう。

こうした、核データの精度に帰すべき問題が原子炉設計においては未だ沢山あるのである。超アクチニド核種の核データは使用済燃料の輸送容器の設計に大きな影響を及ぼすし、近い将来は燃料リサイクルや環境評価上必要となるに違ひない。2次ガンマ線の生成データは除熱、遮蔽上必要であり現在諸外国で盛んに測定、評価が行なわれている分野である。FPの崩壊熱データは軽水炉の緊急冷却の基礎データとしてこの数年來、集中的に研究され、U-235については確かな値に収束する軌道が見えて来ている。高速炉設計に適用するさいは、マージンがあり過ぎると熱衝撃の問題も起るかも知れない。今後はPuやU-238のFP崩壊熱データも確実にする研究が續くのではないかと思う。核融合炉設計のための核データはまだこれからのが野だが、氣の早い人は已に可成り以前から始めている。

さて、この稿ではJENDLとFP核データについてのシグマ委員会の仕事を述べたいと思う。従って話題は可成り泥くさい理論・評価のこと限られる。最近、国内でも東北大、原研、東工大、京大炉、九大等で測定活動が盛んになっており、私達もFP核データの評価に東工大/京大炉のCs-133の最新データを利用して頂いた。今後は測定者と評価者との連絡の集まりを是非持てるようになる事を望んでいる。



2. JENDL

JENDL とは Japanese Evaluated Nuclear Data Library のことである。諸外国では国に応じて ENDF/B, UKNDL, KEDAK 等の評価核データファイルを作られている。ENDF/B はその初期の頃は米国内の研究者、技術者達から "全体主義的" だとの不平があつたが、照射用高速炉 FFTF の設計にソ連の ABBN 群定数セットを用いているとは何事だと時の AEC が激怒し、US の威信にかけて、微視データの測定と評価に基づく ENDF/B の作成と国内統一化に踏切ったのだと聞いている。

他方、積分実験データを使って核データを逆に調整する "adjustment" の手法があり、フランス、UK 等はこの手法を積極的に採用している。日本では原研の黒井、三谷さん達の DOYC システムとこれによる AGLI ライブライバーが世界でも第一級のものであろう。さて、この adjustment の立場と微視測定データの立場とは長年対立しあって来た。特に微視側の人達は adjustment を好まない。JENDL は現在、既、清教徒的な微視側であり、JAERI-FAST-2 は adjustment 側と云えるだろう。最近東工大から BNL へ移った高橋博さんの意見によると、この対立は米国の cross section center でも常に蒸返され、それが又良いのだということである。同じ cross section center の Pearlstein は、微視データと積分データとの間に優劣は無い、あるいは、良いデータか悪いデータかの違いがある丈であると云っている。

JENDL の計画がシグマ委員会で始まったのは 1970 年頃である。ENDF/B に劣らないものを、(GNP オズ位の面目に亘せて) 独自に作らなければならぬという民族主義的な情熱に基づいている。勿論、核データの仕事は国際協力が基本であるが、この協力は本来相互的なものであり、相手に与え得るものと云うのが独自のファイル JENDL を作る願いでもある。今年 3 月末に JENDL-1 の編集が完了した。原研核データ室を中心として多数のシグマメンバーが熱心に参加した。これに収められているのは 75 核種の中性子断面積であり、全体として、高速炉計算への適用を主目的としている。内容、約 70 % が国産評価データである。

JENDL-1 は積分実験と照合させてどの位良いのか、そのテストを現在ワーキング・グループで準備している。やり方は JENDL-1 から 70 群定数を作り一次元球形モデルで多数の高速臨界集合体実験と解析するのであるが、原研 FCA 炉心を大量に含めることを予定している。扱う測定値としては、実効増倍率、スペクトル・インデックス、サンプル反応度、 U_3O_8 反応度、Pu 同位元素反応度を予定している。このテストの結果、JENDL-1 の一部見直しを行ない、テストを再度繰り返して来年春に JENDL 公開を目指している。将来はテストの範囲をより工学的な高速臨界実験や、遮蔽、透過実験、熱中性子炉、核融合炉、Dosimetry 等に拡げる夢を持っている。

積分テストと並行して、原子炉計算に適用するさい、一つ大切な問題は、U, Pu 等の同位元素間の核分裂および捕獲断面積の相互の consistency である。又、これらの測定は B-10, Li-6, Au, In, U-235 等の標準断面積を基準として行なわれる事が多かつて、これらをひっくり返めた consistent evaluation が大切である。これは仲々野心的な仕事で

あり、方法論も定まっていなゝのであるが、早く始めの必要を感じてゐる。

終りに、JENDL-1 に adjustment 手法を適用したらどうなるかは興味があることである。黒井さん達の DOYC システムで adjust してみることは JENDL にとっても大変参考になることに違ひない。

3. FP 中性子断面積

こゝでは高速炉の炉心計算に必要な FP を対象とする。1964年英訳版の ABBN 群定数に U-235, Pu-239 の lumped FP 群定数が掲げられている。これは中性子束、照射時間に依存しない定数として与えられており、同時に、核分裂数に正確に比例して FP が蓄積するという "non-saturation" の扱いになつてゐる。Bondarenko 達はこの群定数の導出について何も述べていないのであるが、現在から見ても、定性的にも定量的にも實に良くポイントをおさえた優れたものと云える。

私は高速炉用 FP 核データの問題を 1969 年に挙げた。原研の能次さん、亡くなつた富岡さんも関心をかねてから持つておられ、我々がやるとこりうりで励ましと期待を寄せられた。もっともその後、我々は少し樂しそうに、進展の余りおそれて両氏とも若干あきらめいたようである。しかし、この時期に光学ボテンシャルを原研の五十歳、中川、NAIG の川合、村田さん達が管々と決定にこじめ、これがその後、強力な威力を發揮した。このボテンシャルパラメタは現在、フランス、オランダでも使われ始めてゐる。

FP 核データの評価を行なうさいの問題は、核種数が多いことと測定データが少ないことである。核種数を制限するために次のような条件をおいた。

(i) ベータ崩壊チエイン参考見る。(ii) 半減期が 10 日以上の核種参考見る。

(iii) cumulative yield が 1% 以上のもの参考見る。

これに、系統性の考察のために若干の non-FP を加えると約 90 核種となる。これで、高速炉中の FP による全捕獲、散乱反応の 95% 以上をつくすものと考えられる。

扱がう反応の重要性は捕獲反応がオーダーで、特に 100eV - 500keV の $\sigma(n,\gamma)$ 値が大型高速炉で主要な役割をする。現在、lumped FP の $\sigma(n,\gamma)$ 評価値の誤差は一瞬で 20% (10%) と見なされているが、この誤差は大型炉の燃焼反応度に対し 1% $\Delta k/k$ の予測誤差を生み、ナトリウムボイド反応度について 20~30% の予測誤差を生ずると考えられる。この予測誤差が FP 断面積の不確かさから生じてゐることが重大なりであり、我々のターゲットはこの不確かさを 1/2 以下に減らすことにある。

非弾性散乱と輸送断面積の精度は互にひどい矛盾がなければ実用面から云えば粗くとも良い。理由は、FP の反応度効果を ABBN の FP 定数を使って摂動論で眺めると、非弾性散乱と拡散項(渦れ)は各々約 10% の寄与をし、反対符号であるので互に旨く打ち消し合うからである。しかし、非弾性散乱断面積の評価は屢々 大変精度が悪い。極端な例として Sm-151 の場合、我々の評価と Benzi の評価とは 5 keV - 1 MeV の間で 50% 乃至 ファクター 3 程ぎでいる。(勿論、我々の方が reasonable と考えてゐる。) 又、サンプル FP 反応度測定値を使って FP のデータテストを行なう際には、炉中心サンプル

ならば拡散項は反応度には寄与しないので、非弾性散乱の影響が大きく表面化していくことになる。さて、非弾性散乱の計算には原子核のレベルスキームからすべく次山判つていることが必要だが、FP核種では10本以上のレベルが確実にassignされていることは極めて稀である。レベルスキームの評価は大変厄介な、地味な仕事であるが、法政大の中嶋さん、原研松本さん、NAFの村田さん等の理諭と実験の専門家がこつこつとやっており、世界的にも類の殆ど無い、良い編集を行なっている。もうとも90核種という大流石に大変で日々音をあげているようである。

下P断面積の評価は五十嵐さんのCASTHYコードを使って統計理論計算を行ない、測定値がある時は計算値を測定値に規格化するのであるが、測定値が少ないので、核種間のパラメタのsystematicsを最大限に利用する方法を探している。特に、複合核の平均レベル間隔 \bar{D}_{obs} の値の不確かさが大きく、 $\sigma(n, \chi)$ の計算値に容易に数10%の影響を与える。これが各国のFP核データ評価者の最も頭を痛め所である。又、大型高速炉では100eV-1keVは可成り重要なエネルギー領域であり、共鳴パラメタの測定値、有無が結果の精度に大きく影響する。しかしこれは現状、無いものねだりといふことでは止むを得ない。こうして、昨年3月にFP28核種の評価を終り、今は残りの60数核種の評価作業に力を入れている。28核種の結果はJENDL-1に収納して居り、原研の菊池、長谷川、西村秀さん達がオランダPetten研究所のSTEK炉で、FP反応度実験結果を解析した。STEK炉の種々のversionのうち、下表にSTEK-1000炉での結果をENDF/B-4と比較して掲げる。公平に見て我々の評価の方が良いと判断している。

終りに、本稿でreferしなかった多くの活動的なシグマメンバの方々にお許しを頂きたい。

Table 1. The C/E Values for F.P. Sample Reactivities in STEK-1000 Reactor

Isotope	JENDL-1	ENDF/B-4	Comment	Isotope	JENDL-1	ENDF/B-4	Comment
Zr-93	0.93	0.62	Abnormal core dependence	Cs-133	0.86	0.86	
Mo-95	0.98	0.97		Cs-135	0.4	-	Abnormal core dep.
Mo-97	1.07	0.91		Nd-143	1.22	1.20	
Tc-99	0.66	0.62		Nd-144	3.0	3.7	Small reactivity
Ru-101	0.85	0.62		Nd-145	0.76	0.69	
Ru-102	2.2	2.0	Small reactivity	Pm-147	0.74	0.85	
Ru-104	2.5	2.35	Small reactivity	Sm-147	0.94	0.65	
Rh-103	0.88	0.98		Sm-149	0.78	0.53	
Pd-105	0.72	0.82		Sm-151	0.49	0.50	Large inel. scattering
Pd-107	0.67	0.50		Eu-153	0.87	0.85	
Ag-109	0.82	0.59		U-235	0.94	-	JAERI-FAST-2
I-129	2.7	2.2		B-10	0.92	-	JAERI-FAST-2

核融合炉 フランケットの炉物理

原 研 関 泰

核融合炉としては様々な方式が考られますが、最も早期に実現が期待されるものは、D-T反応を利用するトカマク型トーラス炉である。そこで本文においては、トカマク型核融合炉におけるフランケット核設計とその基礎となるフランケット炉物理の概略と問題点を紹介する。D-T炉である限り炉型によらずフランケットが果す役割はほぼ同じであるのでここで述べることは一般性がある。

Fig. 1 に原研で設計を進めている核融合実験炉の概念図を示す。プラズマの周囲をオーリング、フランケット、遮蔽層が取り巻き、さらにその外側に超電導のトロイダル磁場コイルとポロイダル磁場コイルが配置されており、この図では真空壁は遮蔽層の位置にあり、この遮蔽層にプラズマ加熱用の中性粒子入射装置、機械式リミッター駆動装置、真空ポンプなどが設けられており、(1)

1. フランケット核設計の役割

D-T核融合反応に伴って放出される 14 MeV 中性子は、融合反応エネルギーの約 8 割を

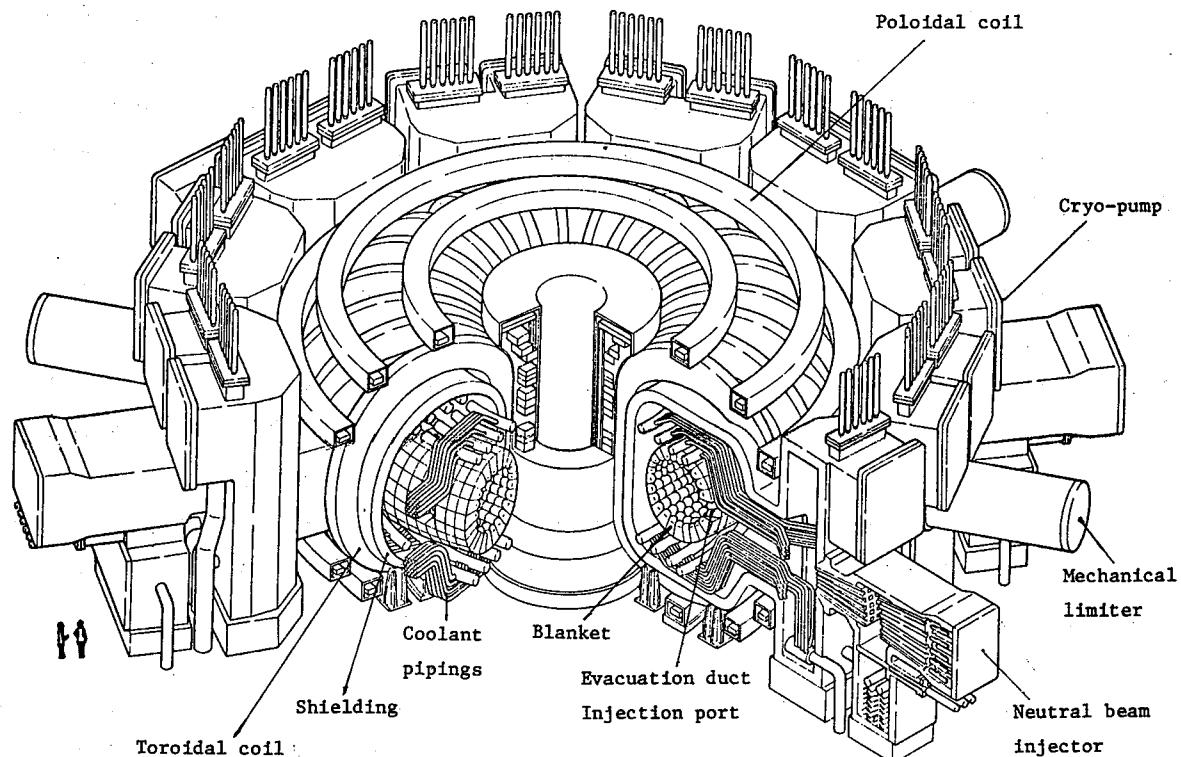


Fig.1 Overview of the JAERI Experimental Fusion Reactor (JXFR)

ブランケットで熱に変え、さらに発熱反応によりブランケット中の発热量を増加させる役割を果す。また中性子は、何らかの形でブランケット中に装荷されるリチウムと $^{6}Li(n,\alpha)$ および $^{7}Li(n,n'\gamma)$ 反応を起すことにより天然には存在しないトリチウム(T)を、プラスマ中に消費される以上に生産する。その反面中性子は炉の構成材料に放射線損傷を生せしめ、その機械的、電気的性質を変化させ、オーバー壁の加熱炉の一部の定期的交換を必要とするなどの多くの問題を惹き起す。また中性子により生成される誘導放射能は、炉の停止時にありても人向か炉に近接する際の制限条件となる。さらに中性子に起因する放射線は極低温に維持すべき超電導マグネット(SCM)中の熱源となり冷凍電力を増大させる。このように核融合炉の設計に重大な影響を及ぼすD-T中性子とこれに起因する放射線の炉の各コンポーネント中の挙動とその作用を明らかにすることか、ブランケット核設計の役割である。そしてこの核設計の基礎となるものが、ブランケット炉物理である。

2. ブランケット炉物理の特徴

ブランケット炉物理は 14 MeV Neutronics と言ひ換えられるようだ、その源中性子のエネルギーが約 14 MeV と高いことか最も著しい特徴である。そのため核分裂炉では問題とならなかった 10 MeV 以上に大きな断面積を有する反応が起る。特に $(n, n'\gamma)$, $(n, n'p)$ 反応などの荷電粒子生成反応が多く起るようになり、これらは気体生成を伴う核種変換を起すため極めて重要である。また非弾性散乱, $(n, 2n)$ 反応などを核分裂炉の場合よりもかなり多く起ることになる。

源中性子のエネルギーが約 14 MeV であるにまかからず、トリチウム生産と放射線発熱に最大の寄与を有する $^{6}Li(n,\alpha)$ 反応、あるいはブランケットの周辺部で誘導放射能の主成因となる (n, p) 反応などは、低エネルギー領域で 1/ n^2 特性を有するので、熱中性子がブランケット中で果す役割も大きい。そこで熱領域から 14 MeV までの広いエネルギー範囲の中性子の空間およびエネルギー分布を精度良く求めなければならぬことかブランケット炉物理の次の特徴と言える。

第 3 の特徴は、トーラス状のプラスマが D-T 中性子の発生源であることである。プラスマ中の D-T 反応率分布および D-T 中性子の方向依存性については現在のことばはつきりしたことはわかつてないが、これまでにしてもブランケットには、高エネルギーの中性子がプラスマから入射して来ることなる。そこで中性子の角度分布および散乱などの反応による 2 次中性子の異方性に特に注意して解析を行う必要が生ずる。

第 4 の特徴は、核分裂炉に較べてカソマ線が核特性に与える影響が大きいことである。ブランケット中の放射線発熱に占めるカソマ線による発熱の割合は大きく、特に冷却水困難と予想されるオーバー壁にありては中性子による発熱より数倍大きい場合もある。さらに、SCM 中の発熱を大半がカソマ線によるものである。

現在のことばどのようす材料が核融合炉に使用されるかは極めて流動的であるが、核分裂炉にありてあまり使用されなかつた Li, F, V, Nb, Mo なども用いられる可能性が大きい。このように核データが必ずしも十分に整備されておらず核種を取り扱うこともブランケット炉物理では必要となる。

3. ブランケット炉物理の問題点

このようだ多くの特徴を持つブランケット炉物理の問題点は、大別すると(1)核データの不確定、(2)計算法の不備および(3)核データと計算法の検証法の未開発とに分けられる。

(1) 核データの不確定

ブランケット炉物理の最大の問題点は核データの大きさの不確定にあると考えられる。ブランケット核計算において特に重要な $8 \sim 13 \text{ MeV}$ 領域の核データは適当な中性子源が少ないので、これに足りず著しくまた一般に精度が低い。とりわけ 10 MeV 以上にしきり値がある反応の断面積、非弾性散乱、 $(n, 2n)$ 反応断面積および *nonelastic neutrons* のエネルギー、角度分布データは、体系中の中性子スペクトルの計算値を大きく左右するにもかかわらず不確定が大きい。またガンマ線生成断面積と2次ガンマ線スペクトルデータの精度も不十分である。さらには誘導放射能の計算には核種毎の核データが必要であるが、これは極めて不足している。

(2) 計算手法の不備

ブランケット中の中性子束分布を求める問題は外部線源問題であるので、遮蔽計算のために開発された計算コードが利用できる。ブランケット核計算においては中性子の方向依存性に特に注意を払う必要があるので、 S_N 輸送計算コード、モンテカルロ法計算コードなどがあり、トータス座標を取り扱える計算コード、および複雑形状をしたブランケット体系を構造良く模擬できる3次元計算コードの開発が望まれる。これらのコードは適当な計算機時間と記憶容量にて、ray-effect, mesh効果など計算上の近似に伴う誤差を十分に小さくでき、且つ断面積入力法が容易で使い易い形に整備されなければならぬ。

またブランケット炉物理では対象とする中性子およびガンマ線のエネルギー範囲が広いので、それより 100 倍、 50 倍以上の多群断面積を用いることと希望される。^(多群の) 中性子断面積を核データファイルより作成する処理コードでは、現在のところ 3 *nonelastic neutrons* の角度分布を厳密に取り扱えるようになり、今後は特に問題である。

核融合炉材料に含まれる主要核種に対して、2次粒子の異方性を考慮するために P_3 成分までのカルジャンドルの展開項を含み、150群中性子—80群ガンマ線結合断面積を主体とした核融合炉用炉追数ライブラリーの作成が望まれる。このライブラリには、主要な反応断面積、発熱定数、放射線損傷係数および誘導放射能計算用データを収納すると便利である。

(3) ブランケット炉物理実験

核データと核計算法を検証するためのブランケット炉物理実験は全世界でもまだ数例しか行われたことなく、これからのが課題である。現在はブランケットのモックアップ実験を行うよりも、測定手法の開発と D-T 中性子およびこれに起因する放射線のブランケット材料中の挙動に関するデータの蓄積に重点を置く時期と考られる。トリチウムなどの荷電粒子の生成率、放射線発熱率、中性子およびガンマ線スペクトルなどの測定法の開発が必ず必要である。これらの測定法を用いて単純組成の球体系などにおける実験値と1次元

計算結果との一致が得られれば、より複雑で現実的なブランケット体系についての実験へと進むことになる。またブランケット炉物理実験の精度を上げ、且つ効率的にこれをを行うためには、強力な14 MeV中性子源の開発が不可欠である。

4. ブランケット炉設計の課題と問題点

核融合炉は入力エネルギー（電流立ち上げ、加熱、真空排気、冷凍などに要する電気エネルギー）がかなり大きく、パワーバランスが成立しないので、一融合反応あたりのブランケット中の放射線発熱量をなるべく多くするようにブランケットを設計する必要がある。炉の出力を定め熱設計を行うための基礎データとしてブランケット中の放射線発熱率分布を精度良く求めなければならぬ。

トリチウムの増殖材としては、液体の金属リチウム、リチウム溶融塩(Li_2BeF_4 , LiBeF_3)⁽²⁾⁽³⁾あるいは固体のリチウム化合物(Li_2O , LiAlO_2)⁽⁵⁾⁽⁶⁾などが考えられており、これが用いて下増殖比を1.0以上とすることが可能とされてる。しかししながら構造設計の進展に伴ってより多くの構造材がブランケットに必要となるものと予想され、冷却管壁への下の付着、インジェクター孔などによるブランケット領域の減少などを考慮した場合にも十分下増殖が得られるかは今後の課題である。

プラスマに面したオーナー壁の放射線損傷が最も厳しい。特にオーナー壁のプラスマ側には中性子のみならず荷電粒子、中性化したプラスマ粒子、電磁波などが入射してスペッタリング、ブリスタリングなどにより表面が削られプラスマへの不純物源となり問題である。オーナー壁材料の機械的性質の劣化の最大の原因は中性子であり、特にヘリウムの生成が問題と考られる。オーナー壁の寿命とその交換期間は炉の経済性を大きく左右するので、中性子による照射損傷を精度良く評価することは極めて重要である。

放射線損傷によるSCMの性能低下を一定の基準値以内に抑えようの遮蔽設計を行おうなければならない。現在のところSCMの構成材の照射効果としては安定化材としての銅の電気抵抗増大、電気絶縁材の電気的、機械的性質の劣化などが最も厳しいと言われてゐるが、極低温下の照射試験データは非常に不足している。組み立てられたSCMに対する極低温、高磁場下の照射試験か、明確な遮蔽設計の基準を定めるために最終的には必要なう。

構造材などの誘導放射能が深刻な問題であることを、次第に明らかになってきた。アルミニ合金、ベナジウムなどを構造材に用いて誘導放射能を小さくする試みもなされてるが、炉のどの地点まで人間が近づくことができると明確にするために精度良い誘導放射能の評価が要求されてる。

参考文献

- (1) 迫 淳, 他: JAERI-memo 6433 (1976)
- (2) MITCHELL, J. T. D. et al.: CLM-P319(1972)
- (3) BERTOLINI, E. et al.: Proc. 5th Conf. on Plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion Research, Tokyo, 1974(IAEA, 1975) CN-33/G1-1
- (4) PRICE, R. W. Jr.: ibid., CN-33/G1-4
- (5) SAKO, K. et al.: ibid., CN-33/G1-5
- (6) CONN, R. W., et al.: ibid., CN-33/G1-2
- (7) POWELL, J. R., et al.: BNL-18236 (1973)

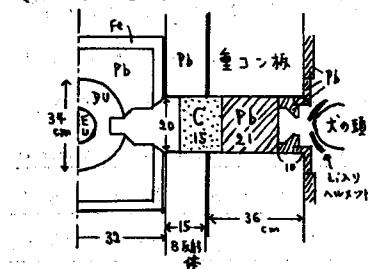
「弥生」における医療用照射の基礎研究、(II)

東京大学

古橋 晃, 他 弥生医療用照射研究グループ*

先に「炉物理の研究」第17号(1974年5月)において、49年1月期迄の所究情況について記したが、以降2年余を経過し、この間、口頭発表以外に公式な記録が殆どないまゝに来ていいので、51年5月迄の進捗状況を再び「炉物理の研究」に記して記録に留めることとする。この間49年度より科学研究所の一部がもう立派なところになつたので、ビスマス等を導入し、新しい体系を組むことができるようになつたが、「弥生」専心の中性子スペクトルが我々の目的のためには必要以上に硬すぎることや、マンパワー・マシンタイムなどの不足にもわざわざされて、現在まだ実用化に近い所迄は行っていない状態である。

[49年3月期ビーガル犬照射実験]



先報の最後に記したと同じ左図の体系において2.9枚の照射を行なつた。犬の状態は全身被曝をなるべく減らすよう配慮したのは、48年7月期とは、同様である。脳内部でのCd比を10と仮定して金箔より、ビーカー $\Phi_{th} \approx 2 \times 10^6$ 、又TLDにより $f \approx 10^9$ r/kr で、この値に関する限り先回より良かつた。犬体は背中で高さは各々は總じて $\Phi_{th} \approx 1 \sim 3 \times 10^6$ 、 $f \approx 5 \sim 30 \text{ r}/\text{kr}$ の場合である。

脳のフルエンスは $\Phi_{th} \approx 2.1 \times 10^{12} \text{ nut}$ 、 $f \approx 320 \text{ r}/\text{kr}$ 、實際の治療に必要な照射量の $2/3$ 程度であるたが、犬は照射後麻酔から覚醒悪く、氣管内分泌・頸面浮腫などで当初弱つてあり、半月後頃より一時回復したが、2ヶ月後頃より運動失調を起し、3ヶ月後に死亡した。脳の解剖所見によると照射野に清々壊死があり、おくれて深部迄認められたので速中性子の線量過大が原因とみられる由で、脳以外には大した変化は無く、全身被曝の過大によるものではないとされた。

この実験の結論—— Φ_{th} と f のまでは先回より相当良くなつたが、速中性子に対する留意が十分であつた。

[49年5月期線量測定実験]

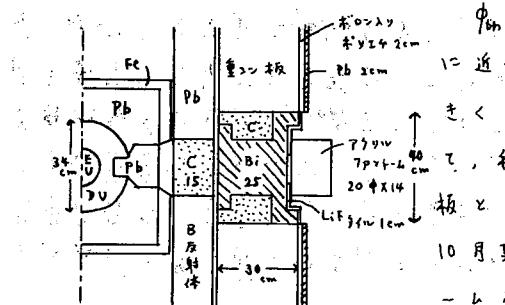
上図と同じ体系でアクリル管ファントームを置いて線量の確認実験を行なつた。Cd比は深度1.2~1.5 cmで確率に10になる。 Φ_{th} ビーカーは10 cm立方の小型ファントームでは 1.6×10^6 だが、20 cm $\phi \times 14$ cm の大型ファントームでは 2.8×10^6 とある。(Yは約50まで80 r/hr)。EUとNUのM.F.C.をファントームの前面にあって、両計数率を328 Uに帰セシ水をべき計数を求めてMET以上の速中性子率を求めようとしたが、誤差の範囲内で実効的にゼロとし

*「弥生」施設のメンバーとしては、宍成弘、古橋晃、若林宏明、秋山雅胤、岡芳明、岡村和夫、黄家憲彦、吉井康司、寺門勉によって構成されている。(このほか、現在は学外に去つたが、小野道宣、青木裕、坂本澤、田中治介が参加している。) 施設外からは、東大寺郷、阪大工、東大婦などとの応援を得てあり、また動物照射においては、東農、帝京大医、中央鉄道病院の方とのメンバーとの共同作業になつてゐる。

が検出できなかった。なお C と Pb の厚さを二・三倍にしてみると、C は 15~20 cm が良く、Pb は 21 cm 以上必要とする傾向がみられた。

この実験の結果、中和はアントーム(頭)の大きさによつて相当変り、尤も捕獲するた
めにこれに伴ひ、中和とすなはりと体重はいい線のようだが、
途中性子率は更に精密に測定する必要がある。

[体系の刷新と49年10月期総量測定実験]

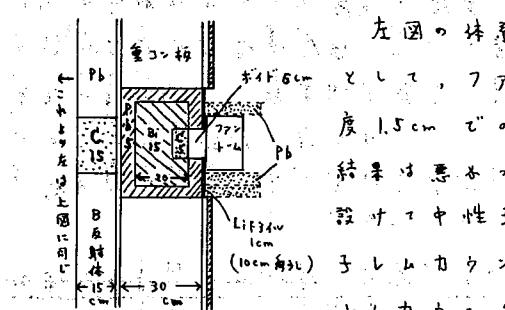


中更に稼ぐべく照射時間を短くできるようにするには虾心に近づくことが大切である。また途中媒質の横方向寸法を大きくして、虾心部を見込む有効立体角を大きくしようと考えて、斜研鑿を主力に、40cm角孔を有する30cm厚の重コン遮蔽板と、孔に詰めるべきビスマス等のブロック等を購入した。10月期は左図の体部を中心に、ビスマス層の厚さの変化、ビルホール壁部への鉛の詰め物の可否等をしうべた。

左図の体系でファンターム深度 1.5 cm の $\mu_{\text{in}} E = 1.8 \times 10^9$ を得たが、(Cd比 8.5)、 $t \approx 1480 \text{ A}_{\text{fu}}$ となり、m/f 比は反応悪く左。ビスマス層を薄くして炉心に更に近づくと μ_{in} は多くなるが、その上り方の方が激しく、Cd比も少し下る。

この実験の結論----中の値はぐんと上ったが、總じてあまり良くない。Collimating Scatterer の研究などまだ段階でない。なお圓の鉛の諸物質はある方より良く、重コン氷のすき透徹能力は前のものより向上したが、完全とは云ひえない。

[49年11月期線量測定実験]



左図の体系以前に、重コーン中孔内を Pb 5cm 及 Bi 20 cm 厚の單純鍍層として、ファントームを 5cm 近づけた体系について測定したが、深度 1.5 cm の $\phi_{\text{in}} \approx 1.6 \times 10^9$ (c/dst 7.1) に対する $\phi = 2050 \text{ r/sec}$ となり、結果は悪かった。図 2 はファントームは後退したが、前にボイドを設けて中性子束の落きを防いだ。ボイドは一部 C で埋めたのは中性子レムカウンターを見方から遠中性子を落すようにしたからである。レムカウンターは遠中性子の効率を実効的に取るために今回より採

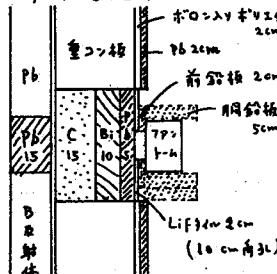
用したもので、ファントームの位置に置く。図のケ-2 の Cd カバー付 1350 rem/hr となり、各方向（前後左右）で 7 rem/hr 内で、中性ビ-3 $\approx 1.4 \times 10^9$ ($Cd \approx 7.2$)、 $\gamma \approx 1330 \text{ r/hr}^{-1}$ である。

ファンターム網廻りの Pb は「遮蔽のつもりで置いたが、ファンタムなしでは $\gamma \approx 100$ シリージ存在せず、強いても捕獲されずされるので効果は疑問である。

この実験の結論—重コシ板の中孔に頭を少し入てる形で芯心に 5cm でも近づきたいが、
なかなか良の体系は得らんやう。この場合でボイド内の C の詰め物
をとると、2000 rem/Ry にたるるので、中性子線量に対する黒鉛の効率は
大きいようである。従つてどの方向から來る中性子も必ず黒鉛層を
通つて來るようになると良のよもしやう。

本いす水素中、位出力での測定値を算出比倒として2kw出力時に換算して左値。

[50年1月期線量測定実験]



前回の結果に鑑み、49年10月期の体率に類似だが、中性子が必ず黒鉛層を通って来るよう逆に積み直した事と、左図の系について実験した。また体率刷新経本之つて $\eta/\eta_{\text{比}}$ 比が悪くなっているので、ファンタームの前面(10cm角孔付)に胴側板に遮蔽用鉛を着脱してめた。前者の率の中性子レムカウンタ一値は Cd カバー無しで 1200 rem/hr , 有りで 900 rem/hr , 後者の中性子レムカウンタ一値は 510 rem/hr であり、 ϕ_{th} 値は大差有ったので左図の系について述べる。ファンタームを裸で同位置にあつて、深度 1.5 cm のビーグ $\approx 1.7 \times 10^6$ ($\text{Cd 比 } 7.0$)、 $\eta \approx 990 \text{ t/hr}$ となり、前鉛板の厚さ(2 cm)分だけ後退したことによる ϕ_{th} 値が非常に悪い。これを前に胴側鉛遮蔽をつけると、 ϕ_{th} は 9%, η は 16% 下る。胴側鉛の着脱の効果ははつきりしない。体 M.F.C. で 1 MeV 以上の速中性子率を測定して $\approx 1.8 \times 10^6$ (約 230 rem/hr に相当) を得たが、計数が少く、確否でない。

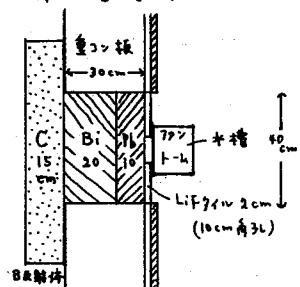
Cの実験の結論…前鉛板は若干 $\eta/\eta_{\text{比}}$ の向上には効かないが、厚さ分だけ外心から遠ざかるので、この効果は良くない。ファンタームなしの時 $\eta \approx 100 \text{ t hr}$ に過ぎないのが、胴側鉛も意味がないようだ。体率の選択は、あいだ見通し難になつたようだが、黒鉛層を全面に置くのは良さそう。

[50年2月期一次元輸送計算]

GGC-モードで 26 群定数を作り、ANISN コードで $P_3 - S_4$ 計算を行なつた。A 反射体出口のスペクトルのまゝ、中性子を直接水層に入射させると ϕ_{th} のビーグは深度 3.3 cm の所に出来る。そこで 0.82 MeV 以上の入射成分をカットしてもビーグ位置は変らず、9 keV 以上をカットしても 2.7 cm, 23 ev 以上をカットしても 1.7 cm と、軟化したスペクトルの下でもうまくビーグを生ずる。(粗い熱群での入射は無くしていい。) また黒鉛・ビスマス・水の積層への入射計算では、黒鉛層の位置順序が 15 ~ 20 cm の範囲の厚さの変化は水中の ϕ_{th} の分布と値に殆んど影響を与えないことが分つた。

この計算の結論…レム値の低いう熱外中性子減滅させずに生体に入射させても、結構ビーグをうまく生ずることは、好都合である。

[50年6月期線量測定実験]



B 反射体部分を黒鉛層に変え、1月期と黒鉛層の位置順を変えたことと、より大型で測定士確実にしたこの効果をみようとして左図の体率を組んだ。アクリル製ファンタームは捕獲力が強いうるので、アクリルの薄板箱(16 × 15 × 15 cm)に水を入水したものに変えて、遮蔽鉛を全廃した。 $In (> 1.3 \text{ MeV}) \times Rh (> 0.6 \text{ MeV})$ のしきい值を用いて速中性子率を測定した。 In では $\approx 3.7 \times 10^6$ (約 530 rem/hr 相当), Rh では $\approx 2.0 \times 10^7$ (約 2490 rem/hr 相当) を得たが、後者の中性子レムカウンタの値 2460 rem/hr (Cd カバー有無の差無し) となる。本ファンターム内 ϕ_{th} ビーグの深度 2.4 cm $\approx 8.1 \times 10^8$, η は $\approx 8.1 \times 10^8$ である。京大虾チームの全範同時計数

測定値は $\phi_{th} = 8.96 \times 10^8$ (CdE 0.05 rem/hr 5.90) である。TLDによるのは金属性ガドリウムの捕獲率を示すので正確ではないが、東大での測定値と合った。左より C をもつ 5cm 厚くし、Bi を多少だけ減らした体系を取り扱ったところ、 ϕ_{th} ピーカーは 8.18×10^8 (CdE 6.47) 以下であった。中性子レムカウンターの読みも 1680 rem/hr 以下で、比率は良くなかった。

この実験の結論 B 反射体位置に大型黒鉛板を置くことは、期待に反して良くなかった。しかし水によると遠中性子束値が大きくなれたこと、そしてこれよりレムカウンター値と比較的良く合うことは収穫である。左より C を多くするなどして水ファンタームにしても、あまり変わらない。

[50年12月期一次元輸送計算]

JOY058群 (n=39, f=19) 断面積を用いて ANISNコードで PS-S₈ 計算を行なった。B 反射体部分を黒鉛とするよりも左図の如く Fe 10 cm + C 5 cm とする方が、Fe の非弾性散乱が大きいので、水層への入射面でのスペクトルが、1 MeV 以上成分の少い形となる上、水中の ϕ_{th} の値及びピーカーの出方などが良くなることが算出された。

この計算の結論 Fe の非弾性散乱を利用する事を考慮すべきで、B 反射体位置の黒鉛化はあまり堅明でない。黒鉛は Fe の後に適当な厚さ設置すべきである。左よりの計算結果より、水中の ϕ_{th} は殆ど水自身による捕獲率であり、 ϕ_{th} には比例するとは当然といふ事だ。

[51年2月期線量測定実験]

B 反射体部分に Fe 10 ~ 15 cm、その後に C 5 ~ 20 cm、およびポリエチレン等を置く 6 種の体系について、サーべイ的実験を行なったところ、その範囲では最も減速を増した左図の体系が最良で、C の 4 20 cm の減速 (Fe 10 cm) ではまだ不足のようであった。図の条件で水ファンターム深度 1.2 cm で ϕ_{th} ピーカー $\approx 7.2 \times 10^8$ (CdE 5.5) を得、そこでの ϕ_{th} $\approx 340 \text{ r}/\text{hr}$ である。In 蘭による 1.3 MeV 以上の遠中性子束は $\approx 0.9 \times 10^6$ (約 135 rem/hr 相当)、Rb 蘭による 0.6 MeV 以上は $\approx 8.4 \times 10^6$ (約 10.6 rem/hr 相当) で、中性子レムカウンター (Cd カバー無) は 1000 rem/hr である。左より水無しの場合は $\approx 50 \sim 80 \text{ r}/\text{hr}$ で後位置ほど大きくなる。

この実験の結論 ようやく实用に近い体系が得られたようだ。上記 ϕ_{th} ピーカー値がそのまま得られる左図、 $^{10}\text{B}(n,\gamma)^{11}\text{Li}$ の RBE を 2.0 として ^{10}B -dose 2000 rem を得るには 1.5 hr ですべて n -dose, γ -dose の和は 2000 rem となります。左より重コニ版の γ 遮蔽能力はもう少し補強した方が良い。

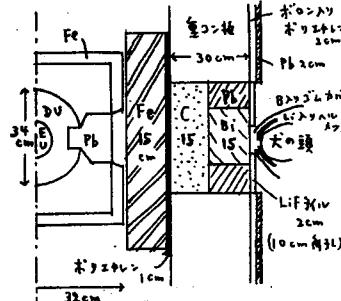
[51年2月期一次元輸送計算]

上期 12 月期の計算を引継いで、2 月期実験の諸体系の一次元シミュレーションについて検討した。上図体系での ϕ_{th} ピーカーは水深度 1.0 cm に生ずるが、水への入射面で特に熱中性子に加えて γ 成分を除くと、ピーカー深度は 3.5 cm 位になり、50 年 2 月期の計算を裏付ける。水への入射面での中性子スペクトルを各体系で比較したが、Fe で高速中性

子を落し、CとHでこれを更に中・他達に測定させる図の体系のやり方が、概ね妥当であることが分った。また ^{10}B -dose を含む線量分布と、含まぬ線量分布との差より、生体内深部治療可能距離を算出してみると、計算体系の範囲では、やはり少図の率が最も良(6.5 cm位)であり、中出ビーアが奥に出来る率の程良いといふわけではない。更にこれを單色中性子入射で計算してみると、rad/nvt 比の最も低い 50ev から 500ev 間の中性子にして生体に入射せると最も良いことが分った。

この計算の結論…理論的には、2月期実験体率より更に速中性子側を削り、又、生体入射前に既に熱中性子になつた成分までフィルター出来ると良くなる。
減速能力の大きさは右比較ではボリエタレン 1cm の黒鉛 10cm 強位に相当する。(これは実験子も立てる。) なお重コント遮蔽板の半遮蔽能力は Pb 15 cm より劣るといつて確めた。

[51年3月期ビーグル犬照射実験]



51年2月期実験の最良率と同じ左図の形で 1.45kr の照射を行なつた。犬はこれを同様、表皮のみ切開して頭蓋骨一部を露出出した形で麻酔してやつたが、Li入りヘルメット等の左の Bi 面より約 4cm 離れたのが、中性子率値がとれなかつた。金箔により頭蓋骨表面で、Cd 比 3.25 を仮定して $\phi_{th} \approx 2.4 \times 10^8$ 、そこでの TLD (BeO 等) により $\approx 110 \text{ r/hr}$ である。脳内ビーアは推算で $\phi_{th} \approx 3.5 \times 10^8$ であり、この値による限り、必要 ^{10}B -dose に対する $1/2$ の照射しか有なかつたことになる。(しかし人など大型の頭部をもつて來るならば線量測定実験に近い値をとれ、照射時間も立派不足ではなかつたことと考えられ、この時間中の n -系の γ -dose により犬の脳が異常に大きくなつたとすれば、実験の意味はあることになる。) 犬体は第二脳室清中にかけて $\phi_{th} \approx 10^7$ の所の他は 10^6 の所又はそれ以下の場所あり、それらで $\approx 50 \text{ r hr}$ 腹で $\approx 20 \text{ r hr}$ である。但し金の捕獲率を考慮しての値である。犬は照射以来特に異常は無く、傷口の合はりが遅く、左耳は臨床的にも問題なく、1.5ヶ月後現在全く元氣である。

この実験の結論…線量測定実験よりどうしても ϕ_{th} 以下はまずまずだつたのである。一応見通しは立つたようだ。

以上により、中間に混迷期があり、余計な手間をかけた場面もあつたが、現在再び前進基調に立つてゐる。上記最後の体系から更に速中性子側を削りたが、それには Fe, Pb などの層をもつて厚くすると良いことが計算されてゐる。この時全体を厚くしないよう、黒鉛をすべてボリエタレンで置換する水を、又、全体をもう 5cm 位薄くして肺心に近づけたが等を、引続き実験してみる予定である。但し理想的には媒質厚をもつて取り、更に生体入射前に既に熱中性子となつた方を適宜フィルターするのが望ましく、そのためには「降生」では出力不足といふことに立つが、さうした医療用原子炉の設計につけても、各在り知識・情報が蓄積されて来たといえるであろう。

* 2月期の線量測定実験の結果の援用による。

JPDR-IIの起動試験

原研 動力試験炉部 内藤 敏秀

1. JPDR-II計画の概要

JPDR-Iとは熱出力45MWの自然循環沸騰水型の動力炉であり、昭和38年8月に臨界試験が開始され44年まで運転された。この間の燃焼度は約4430MWd/Tであった。JPDR-II計画とは、このJPDR-Iを改造し、冷却方式を強制循環方式にし出力密度を2倍に上昇させ試験燃料の照射ベッドに用いたため原研に設置されたプロジェクトである。JPDR-IIプロジェクトは40年6月に設置され、改造のための設計検討が進められ44年9月改造工事が着工された。JPDR-IIの起動試験はPhase 0～Phase VIIまで計画され、47年2月に燃料装荷が開始された。試験はPhase 0, I, II(炉出力50%)までは順調に進んだが、47年8月に炉心スプレー系の漏水事故が発生し中止された。その後、トラブルの検査補修に約3年間を費し、昭和50年6月に試験を再開した。現在(51年5月)試験はPhase IVまで終了している。

2. 試験内容の例

2.1 零出力炉物理試験

零出力炉物理試験(Phase 0 Test)は室温状態における燃料および吸収材の反応度係数を測定し設計値の妥当性を検討するための試験である。この試験における項目を重要なとおしては下記のものがある。

- ① 燃料装荷過程の末臨界の確認
- ② 最少臨界量の測定
- ③ スタッフ・ロッド・マージンの測定
- ④ 臨界制御棒位置の測定
- ⑤ 制御棒ワース・カーブの測定

炉心の反応度測定は、パルス中性子法と炉周期法により行われた。この結果は設計に使用した定数および計算手法の検証に役立つ。特に制御棒臨界位置に関する実測値は3次元中性子拡散の計算コードの検証に役立つものと考える。

2.2 温度上昇過程の試験

温度上昇過程の試験として重要なものは減速材温度係数の測定である。減速材温度係数の解析は、室温状態における炉物理試験の解析と運転温度における炉物理試験の解析をつなぐ意味を重要である。室温状態の解析結果と減速材温度係数の解析結果が実測値と良い一致を示せば運転温度における炉物理試験の解析は次の3点にしほられる。即ち、減速材木イド係数、ドアラ房数および核分裂率効果の解析である。

JPDRのように小さな炉心における温度係数の解析に 있어特に注意を要するのは、制御棒パターンの温度係数へ及ぼす効果である。制御棒パターンの効果を考慮した温度

係数の解析には多くの3次元中性子拡散計算が要求される。そのため現段階までに軽水炉
炉内の温度係数の解析に関する詳細な報告書はない。解析の過程において、反応度の臨界
調整を制御棒によって行なった場合、均一吸收材によつて行なった場合および材料バック
リングにより行なつた場合についての解析結果と実測値の関係をFig. 1に示す。

2.3 出力運転時の試験

出力運転時の原子炉の静特性の解析として重要なものは、炉内出力分布および冷却材流
量配分である。出力分布に関しては商用動力炉での実測値が多く出されているので、こゝ
では流量配分の測定について記す。JPDR-IIの流量配分は炉内に4体のIFA(Insta-
mented Fuel Assembly)を装荷し、各の入口流量をタービン式流量計で測定すること
により求められた。Fig. 2にJPDR-IIの流量配分の計算結果と実測値の例を示す。

3. 今後の予定

JPDR-IIの出力上昇試験は現在50%出力まで終了しており、今後100%出力まで
の出力上昇試験が予定されている。またその後種々の炉心特性の解析が予定され、それ等
の結果をもとに種々の運転状態のもとで起る炉内の現象の正確な把握のための研究が
続けられる予定である。

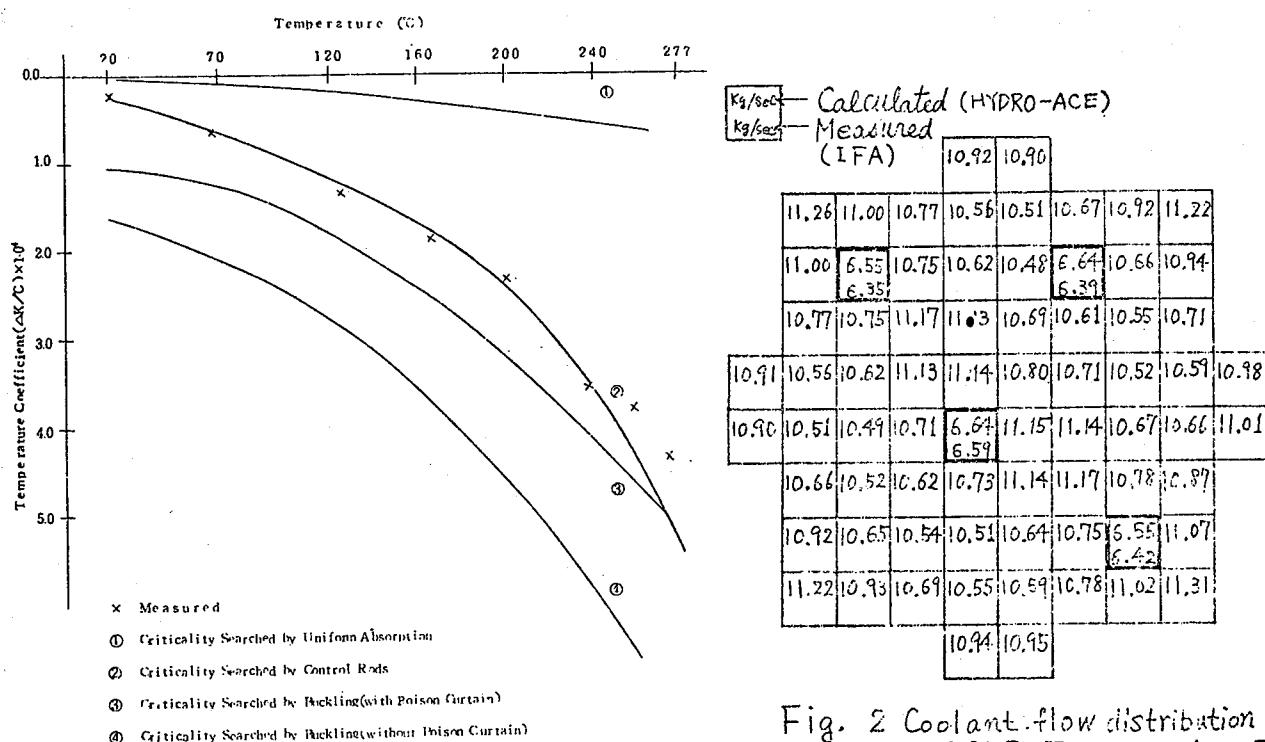


Fig. 1. Temperature Coefficient at JPDR-II

Fig. 2 Coolant flow distribution
in JPDR-II core at phase III.

アメリカで学び働くについて

東工大

関 本 博

私は丁度博士課程を半年経済ませたところでアメリカに渡り、その後大学と会社で合せて5年半程むこうの生活をおくってきました。その様なことから、何か面白いアメリカでの体験談を書けと頼まれてしまった訳です。

アメリカの大学や研究所の紹介といったことは今迄何度も日本から見学者が訪れ訪告書を書かれたりしておりますし、大学の事情等について色々の研究がなされて立派なレポートも出ているのではないかと思いますので書くのは止めさせていただきます。私の勤めておりましたゼネラル・アトミック社のことや、そこでやっておりました高温ガス冷却炉の話は、時期が時機だけに多くの人が興味を持っておられるかもしれません。しかし私は一社員として非常に狭い部分を担当していた訳であり、木を見て森を見ずの文を書きかねませんし、またこれらのことにつきましては日本において蝶るのに適任の方がおられますので、これらの人気が発表されるのを期待して、私は何も書かないことにします。アメリカでの一般生活、特に女性に関しては、非常に多くの人からしつこい程訊ねられますが、これとて色々な出版物に面白おかしく書かれていることであり、炉物理専門家の機関紙に載せることでもなく----。この様に考えていきますと書くことがまるで無くなってしまいますので、無理に書くことを考え出しました結果、どうすればうまい具合にアメリカの大学に入學でき、更には就職して高い給料をもらい、楽しく好きな研究ができるだろうかと考えておられる人に何か参考になりそうなことの幾つかを述べさせていただくことにしました。

留学するにあたって何故自分はその様なことをするのかという目的をはっきりさせておくことは、会社から派遣される様な場合を除いて、重要かもしれません。むこうへ行ってみると、留学生の多いのに驚かされます。しかし大部分は会社から派遣されてきた様な人達で、こういう人達の目的は自ずとはっきりしています。個人で来ている人達と話をしてもみると、会社を休職にして来ている様な人は、会社では勉強できないからこちらに来たといった勉強熱心な人が多い様であり、日本の大学を出てすぐやって来た様な人達は、日本にいても仕様がないからといった、大学紛争のあった時節にふさわしい解答をしてくれる人が多かった様です（私がアメリカに渡りましたのは1970年です。）。かくいう私もこの様なことでアメリカに渡ったといっても、それ程間違っていないと思います。その様な訳で、日本の大学を治まりだすと、学生等の海外旅行者は増えた一方、自費留学生の数は減ってきたのではないでしょうか。減ってきた理由を更に言いますと、留学してもあまりメリットが無いということを皆が意識する様になったことです。開国直後や終戦直後の様な、日本の文化は劣っていると国民が思っている時には、留学も非常に大きな意味が

あったのでしょうか、現代の様に経済大国になってしまい、自分達は間違っていたなって、また非常に優秀だと自負する様になってしましますと、何年も外国で生活してきた様な人はかえって邪魔で不用な人間になってしまうのだろうと思います。この様な意味から、留学する前にある程度人生の目標の様なものを定め、それに合わせて留学の目的をはっきりさせておくことが大切だろうと考えた訳です。もし日本のようなちっぽけな国のことば考へず、世界的な仕事をしてやろうと思っている人なら、なるべく早く、修士1年迄にアメリカに行き、大学卒業後もアメリカにとどまって仕事をされた方がいいと思います。きっと日本でとるよりもずっと早く学位をとることもでき、大きな研究所で充分の仕事ができるとおもいます。一方あくまで自分の生まれ育った日本で仕事をしたいという人は、博士1年位に留学された方が日本の様子等もわかつてくる頃でよいとおもいます。

いずれの時点で留学するにしましても、ともかくその1年前から願書を取り寄せたりして、準備を始める必要があります。どの大学もかなり立派なカタログを発行していて、それを見ると、どの様な授業がおこなわれているのかとか、どの様な手続きで学位をとるのかといったことを知ることができますし、どれだけ費用がかかりそうかということもわかります。これらのもの参考にして大学を決められるのがよいと思います。この際大学だけでなく、まわりの環境や気候風土も調べておくのが肝腎です。大学に入るのには通例、日本の様な入学試験は無く、内申書だけで入学が決定されます。原子核工学科を持つてゐる様な日本の大学のまともな学生でしたら、アメリカのどの大学でもすぐ入学を許してくれると思います。但し英語の試験を受けねばなりません。この試験は確かTOEFLと呼ばれていますが、ヒアリングが含まれていてかなり難かしいものです。しかし英会話学校でまだ中級に通っていた私でもパスした様な具合ですから、それ程心配されることはないのかもしれません。

大学に入るの先にも述べました様に、日本でちゃんとやってこられた人にとりましては、手続き上のことで簡単ですが、学位をとるのはこれよりは少しだけ難かしくなります。しかしこれにしても、沢山入学してくるアメリカ人はともかく、留学生の過半数は、生活さえ維持できれば、めでたく目的の学位をもらって出て行く様に聞いています。一番問題なのはお金をどうして得るかということです。これには奨学金(FellowshipあるいはScholarship), Teaching Assistant(TA), Research Assistant(RA)等がありますし、日本の育英会奨学金とよく似た借金制度もあります。私が留学しました頃は、フルブライトの様なたぐいの留学生の為の奨学金制度は工学系学生に対してはすべて打ち切られた頃で非常に苦労しましたが、今はまた復活した様ですので、調べてみられるとよいと思います。但しこの様な留学生向け奨学金は、学位を得た後アメリカで働いてはいけないといった様な幾つかの規則が設けられていることが多いですから、あらかじめ注意しておく必要があります。大学からの奨学金は通常何の義務も無く、ちらう方としてはこれ程いいものはないのですが、もらえる人数が非常に少いのが問題です。一般にこの様な基金は名を成した卒業生等から出ている場合が多く、歴史の浅い原子核工学科の様なところではひとつも無いのが普通で、工学部とか大学本部からの資金を使っているのが通例でな

(いか)と思います。私のおりました大学でも、年によって違いますが、在学生約100人中、1人から3人位しかもらっていないかった様です。またこれは1年おきの改約が普通で、在学中ずっともらい続けるというのは極めて難かしいことです。TAは一応大学の教職員として扱ってもらえます。しかしむこうの大学は宿題と試験がやたらに多く、その採点と学生からの質問攻めで非常に忙がしい仕事です。RAとは教授に彼の研究の助手として雇ってもらう制度で、金の出元は会社とか軍とか政府等です。いったん採用されたら、そのプロジェクトが終る迄使ってもらえるのが普通で、その間にその仕事と関連したことで論文を書きあげるのが一般におこなわれていることです。この口は工学部には非常に沢山あります。但し原子核工学科についてみると必ずしもそれ程多くなく、また学位論文を書き上げるのに適当な仕事ということを考えると、なかなかいい口はみつからない様です。奨学金やTAはその学校での成績等が評価の対象となりますので(特に奨学金の場合成績だけで評価される様です)、1年目からもらうというのはまず制度上だめです。RAにつきましては人を介して頼んでおくと1年目からもらえるということも可能ではないかと思います。なお学生がTAやRAといった以外の純然たるアルバイトをすることは禁じられたそうです(この法律は州によって違うかもしれません)。

快適な気候に恵まれたいい環境の立派な大学に入学できたら、後はとにかくいっしょにんわり勉強するのが一番です。いい成績をとれば奨学金がもらえたり、オナラリィ・ソサエティーに加入を許されたりします。この様な意味でなかなか勉強のしがいがあります。また他の学生も頑張って勉強していますので、皆が遊んでいる中で勉強すると何か後めたるものを感じるといった様な人は、アメリカに行かれたら、きっと存分に勉強できることと思います。

さてうまく学位もとってしまいますと、誰れしも少しアメリカで働いてみようと思うのが人情です。特に個人留学生の場合は、色々な形で資金援助されていましたが、やはり日本からのお金を相当アメリカに注いでしまったりしていることがあって、帰る迄に少し稼いでいこうと考えるのは極めて自然な経済感覚だと思います。但し現在アメリカで就職するのはたいへん難かしくなりました。例えばある会社に働きたいと思って問い合わせますと、労働許可証を持っていなければ採用できないという返事が返ってくるでしょう。そこで労働局に行って労働許可証を下さいと頼みます。するとアメリカでちゃんとした職業を持っていないと労働許可証をあげる訳にはまいりませんという返事が返ってくる訳です。スタインバックは、最初アメリカの東海岸にたどり着いたアンソロ・サクソン達が、遅れてやってきたアイルランド人やドイツ人達の顔を見て、「もういい、この国は満員なんだ！」と言って、水際から蹴落そうとしたと書いていますが、21世紀をひかえた今日、アメリカの労働者は同じようにこの国は満員だと言って外国人労働者を締め出している訳です。(偏見の無い様に付け加えておきますと、日本もこれ以上に外国人労働者を締め出しています。)但しどうか一部の会社、いくつかの国立研究所及び大学では労働許可証無しに採用してくれます。労働許可証をもらえる規準は、最近更にまたきびしくなった様です。例えばアメリカで現に働いていても、博士号を持っていないともらえず、働いているのは

非合法ということになります。ともかく現在アメリカで稼ぐということは、合法と非合法のすれすれをやることで、細心の注意を払うことが必要です。

就職口探しの詳しい手順については省きますが、このとき必ずあるインタビューは非常に面白いものです。色々と勉強にもなりますし、ひょっとするとその地の最上級のレストランで上等のフランス料理をごちそうしてもらえるかもしれません。

本格的にアメリカへの留学と就職について書くのなら、1冊の本になる位を書かねばならないでしょうが、そこ迄は要求されておりませんので、このあたりでペンを置きます。ともかくここに書かれた雑文だけでは簡単すぎますので、本当にアメリカに行ってみようという人は、アメリカ文化センターに行ってみたり、誰れか経験者に詳しい手続き等を開かれるのがよいと思います。

第8回「炉物理夏の学校」

今回は炉物理の基礎分野である中性子スペクトルと核データおよびブランケットを中心とした核融合炉の設計の2つのテーマを取り上げました。

時： 7月19日(月)～22日(木)

所： 東海大学白樺山荘（長野県茅野市北山字琵琶石3424 Tel. 02666-8-2443）

プログラム

7月19日(月) 夕刻集合

(オ1日) 7月20日(火)

閉校挨拶

(東工大) 山室信弘

I. 概論・熱中性子炉スペクトル

(原研) 金子義彦

II. 高速中性子スペクトル

(京大) 木村逸郎

III. 時間依存スペクトル

(京大) 藤田薰頭

IV. 討論会：中性子スペクトル

(オ2日) 7月21日(水)

I. 原子炉物理の問題点としての原子核データの理論と(NAIIG)飯島俊吾
II. 評価

(原研) 關泰

III. 核融合炉ブランケットの炉物理

IV. 討論会：核融合炉と核データ

(オ3日) 7月22日(木)

I. 核融合炉中性子実験

(阪大) 高橋亮人

II. 討論会：まとめと今後のあり方

閉会挨拶

〔研究室だより〕

1. 東北大学工学部 原子核工学科 梶山研究室

昭和50年度の活動概況

研究室の構成員は、梶山教授以下助教授1、助手3、大学院生9、四年生7である。研究内容を無理に一言で表わすなら“放射線計測法とその周辺”ということになるが、具体的には後述の発表項目に見られるごとく様々な領域について各研究者の個性を生かして研究が行われている。本年度の特色としては、念願の高連中性子発生装置の稼動開始に伴い、この装置を用いた研究活動が大きな割合を占めつつあることがあげられ、各種の断面積測定実験をはじめとする本研究室の仕事に今後一層加速がかかることが期待できる。また一方では、従来から行なわれてきた学外施設の利用も積極的に継続されており、東大核研、東大炉「弥生」、原研などに出張しての実験、研究が盛んに進められている。

研究成果報告

○発表論文(予定を含む)

1. K.Kotajima, S.Itagaki, S.Iwasaki (Tohoku Univ.)
R.Chiba, S.Shibasaki, T.Numao, H.Yokota, S.Yamada (Tokyo I.T.)
"Superallowed Fermi Decay of ^{62}Ga ", Submitted to Phys. Rev. Lett.
2. Y.Takeda, M.Kitamura, K.Kawase, K.Sugiyama, "A Study of Effects of Fitting Functions on Results of Gamma Ray Peak Analysis", Submitted to N.I.M.
3. M.Kitamura, Y.Takeda, K.Kawase, K.Sugiyama, "A Compact Fitting Algorithm for Accurate Analysis of Gamma Spectra", Submitted to N.I.M.

○学会発表

1. S.Iwasaki, K.Yana, S.Satoh, K.Sugiyama, "Delayed Neutron Spectrum of Photofission of ^{238}U ", Conf. on Nucl. Cross Sections and Tech., Washington D.C., March, 1975
2. T.Yamamoto, K.Sugiyama, "Statistical Estimation of Physical Quantities in Thermal-and-Fast-Neutron-Induced Fission", 同上
3. 北村, “原子炉最適化計算への統計的モデリングの応用” 日本原子力学会50年会 D16
4. 古田島, 武田, 田中, “薄膜ガラスケットシンチレーションカウンタの製作” 第12回理工学における同位元素研究発表会 19P-II-9
5. 山本, 梶山, “統計理論による核分裂生成物の質量收率の計算” 日本原子力学会 昭和50年炉物理、炉工学分科会 D7
6. 桜野, 菊藤, 板垣, 梶山, “C, Al, Fe, Cu の 14 MeV 中性子による線生成断面積の測定” 同上 D13
7. 武田, 北村, 川瀬, 梶山, “Random Search 法の γ 線スペクトル解析への応用” 同上 D12
- その他 以上の他に、核融合炉ブランケットの Neutronics, 有用同位元素生成, イオンソース, 原子力プラント動特性などに関する研究を行なわれており、これらが相互に影響し合って好結果を挙げることを期待しつつ活動している毎日である。 (梶山一典)

2. 日本原子力研究所・原子炉工学部・高速炉物理研究室

当研究室は現在室員数21名（内兼務室員5名）で高速炉の炉物理の研究、核融合炉の炉物理の研究を実施しているほか更に動燃団との研究契約により高速原型炉の模擬実験を実施している。

当研究室にある研究用施設としては高速炉臨界実験装置FCA、コッククロフトワルトン型中性子発生装置2台、小型計算器による多目的データ処理システムがありこれら装置の改良、運転、保守のための業務テーマがあり室員の内9名（内兼務者4名）がこれを担当している。

高速炉の炉物理の研究は、組成依存特性の研究、空間依存特性の研究、群定数及び解析法の研究のサブテーマに分かれているが、具体的には部分モックアップ手法の研究、特異点をもつ深い未臨界度測定法の研究、積分データによりその信頼性の確かめられた高速炉解析システムAGLI-DOTCの開発に最近の努力が集中されてきた。更に、大型炉の炉物理諸特性の研究、環境問題に関連した高速炉系によるアクチノイド核種の消滅処理のための炉物理の研究が現在緒につきつつある。

核融合炉の炉物理の研究に関しては、核融合ブランケットの研究、核融合炉基礎過程の研究の2つのサブテーマがあり、前者として中性子発生装置を用いてブランケット中のneutronicsの研究が行われてきたが、現在核融合炉ブランケット及び遮蔽の研究のため $3 \times 10^{12} n/sec$ 程度の中性子源を建設する為の予算要求が行われている。後者についてはレーザ核融合の炉物理の研究のため現在1名が米国ロッチャード大学のLLEに留学中である。

動燃団からの受託研究として現在もんじゅの部分モックアップによる出力空間分布及び制御棒効果の測定が勢力的に行われているが今年後半には周辺部分モックアップ実験が行われる予定であり、以後はクリーンコアより高燃焼炉心諸特性の研究へと移行してゆく予定である。

以上の項目のほか、中性子スペクトル測定法、パルス実験技術の改良、ドップラー効果及びナトリウムボイド効果、等の高速炉物理に関連するかなり幅広い研究も実施している。

50年度研究報告書類（口答発表は除く）

- 1) H. Kuroi, T. Tone ; SP-2000 : Program for calculating fine group neutron spectrum in multi-region cell and effective broad group constants, JAERI-1240
- 2) H. Kuroi, et al.; ARCADIA : A comprehensive semi-automated system for cross section evaluation utilizing integral measurements, JAERI-1241
- 3) H. Kuroi, H. Mitani ; adjustment to cross section data to fit integral experiments by least square method, J. Nucl. Sci. Tech., vol.12, No.11
- 4) Y. Seki, H. Maekawa ; Preliminary analysis of absolute fission-rate measurement in Lithium and Hybrid fusion blanket analysis, J. Nucl. Sci. Tech. (投稿中)
- 5) H. Mitani ; on the convergence and error estimate of perturbation method in reactor calculation, J. Nucl. Sci. Tech. (投稿中)
- 6) H. Mitani ; Estimation of multiple control rod worth with strong interaction effect in large fast reactors, J. Nucl. Sci. Tech. (投稿中)
- 7) K. Koyama ; Semi-empirical formula for shape factor of fast reactor, J. Nucl. Sci. Tech. (投稿中)
- 8) S. Miyasaka, T. Minami, H. Kuroi, J. Hirota ; Sensitivity and uncertainty analysis for Iron cross section, Specialist meeting of IAEA
- 9) N. Mizoo, M. Nakano, T. Mukaiyama ; Reactivity measurement on far-subcritical fast system, Specialist meeting of NEACRP
- 10) H. Maekawa, Y. Seki ; Preliminary results of integral experiment on fusion fission hybrid blanket assemblies, JAERI-M-6495

- 11) 中野, 溝尾, 向山, 趙; 高速炉体系における大きな負の反応度の測定(Ⅲ), 中性子源引抜き法, JAERI-M-6496
- 12) 金, 小山, 黒井; トリチウムの2群定数, JAERI-M-6494
- 13) 中野; 単一制御棒実験に基づく複数本制御棒反応度価値の推定法, JAERI-M-6504
- 14) 白方, 趙, 飯島; ダブルシンチレータ高速中性子スペクトロメータの開発, JAERI-M-6492
- 15) 黒井, 大部, 小山, 白方, 弘田, 笹本; FCA VI-3集合体による3Dベンチマーク実験と解析(受託研究), JAERI-memo-6202
- 16) 黒井, 小山, 白方, 弘田(受託研究); AGILIによるFCA VI-1及びVI-2集合体の解析(受託研究), JAERI-memo-6209
- 17) 山岸, 溝尾; MPDA-9を用いた反応率比測定用オンラインデータ処理システム, JAERI-memo-6312
- 18) 黒井; アクチノイド核種消滅処理に関する炉物理研究の現状, JAERI-memo-6490

3. TCA (軽水臨界実験室)

1. 研究室の現況

'TCA'は、本来はタンク型臨界集合体の略称であつて装置の名称であり、我々の部屋の名前ではない。我々が、「TCAの〇〇です」と、あたかも装置の付属物であるかのような言ひ方をするのは、それが一番よく通るからだけではない。臨界集合体としては、我が国で最も早くから動いているこの炉に対する敬愛の念がそり下せているのである。この頃ではわざとくに敬老の念も混じって来て、いかには言えないが——。しかし年の割には非常に故障率が低く、安心して使える炉である。

グループの構成員は47年以來6名である。1名は現在スウェーデンの Studsvik研究所へ長期出張中である。この人数で炉の運転、保守から報告書作成までの一切を遂行していく事は、なかなか大変な仕事で、炉の運転日を週2回程度におさえざるを得ない状況である。メンバーの各々があたためて研究テーマは、炉物理から物性まで多岐にわたり、実験スケジュールに葉せられるのは、1~2年待たねばならないのが普通である。

TCAが動燃と共に42年以來一貫して取組んできた研究テーマである「Puの熱炉利用に関する実験・解析」は、いよいよ本年度をもって終了することになった。本年度はこのテーマに関する研究結果の総合評価を進め、報告書にまとめる事と、残っている実験の遂行とが主な仕事になる。Pu燃料のJPDTRでの照射実験まで含んでいた当初の計画を変更して、臨界実験の段階で終了せざるを得なくなった事情を考えると、多少の心残りがある。このテーマに代って、今年度大幅に予算増加認められたテーマは、「照射済燃料の非破壊測定」である。これは、IAEAの受託も受け、47年から進めていた「スキャニング法による研究を更に発展させるものであり、同方法と並行してカロリメトリ法、ドジメトリ法を開発し、三者を比較検討することを目的としている。

2. 最近の活動状況

TCAの活動状況を物語る最も基本的な資料は、運動記録を記したログブックである。No. 24を数えるこの記録の51年5月19日付のところを見ると、「祝6000回」とある。よくも動かしたりと感心するが、アメリカのロス・アラモスでは18000回運転された集合体があるといふことなので、上には上があるのだと思う。

昨年の7月以来取組んでいるのは、Pu燃料格子中の吸收体効果に関する実験である。現在までに、(B + SUS) の吸收体と、Cd 吸收体を用いて、パルス法による反応度と Power, Flux および $\text{Cd}_{\frac{1}{2}}$ の分布が測定されている。吸收体反応度と分布の歪の間の関係を系統的につかめないかという事が、現在進めている解析の主眼である。次いで6月からは、ロッドドロップ実験、Pu燃料アセンブリ内出力平坦化実験が予定されている。解析の方では、Pu燃料炉心の計算における熱群切断エネルギーのとり方 (Pu^{242} 共鳴を熱弾で取扱うか否か) による顕著な差異に関して検討が進んでいる。報告書の作成が思うにまかせない事が悩みの種であるが、多方面から要望の強かったりおよび Pu 格子の臨界量に関する集積データが近日中に JAEA リポートとして発刊される予定である。

(須崎武則)

4. 日本原子力研究所原子炉工学部原子炉数值解析研究室 朝岡卓見

当研究室が発足以来3年経過した。前回49年10月までを報告したが、それ以後の研究活動は大きく分けて、以下に述べる有限要素法、モンテカルロ法、科学計算用サブルーチンライブラリーアルゴリズムの3つに分類している。その他としては、熱中性子炉核特性解析システムの開発に開発し、GGC-4 コードの整備 (JAERI-M-5991), 原子炉安全性研究炉 NSRR の特性解析 (原子力学会誌, 17, 314), 拡散近似擾動計算コード GURNET-2 の開発 (JAERI-M-6491) があげられる。又、時間依存輸送方程式の数值解法アルゴリズムとベンチマーク・テストの現状評価 (JAERI-M-6373), 金属結晶の電子顕微鏡像への多波効果の解析 (JAERI-M-5829) なども実施された。

1) 有限要素法の中性子輸送計算への応用

49年夏は有限要素法が高次近似の数值解法であることに着目し、2次元円柱体系に有限差分と同じような規則的空间要素をとり、有限要素 S_N コード FEMRZ を完成した。有限差分 S_N コード TWOTRAN との相互比較の結果、FEMRZ では、かなり粗い空間メッシュでも安定した収束結果が得られることが示された。

50年夏は有限要素法のもう1つ特長である複雑な幾何形状模擬に着目し、3次元炉心解析コードの開発を進めた。3次元有限要素として3角柱と4角柱の組合せを用い、各要素上で最低次ラグランジエ插多项式を使って、多群中性子拡散方程式をリツク・ガレルキン法で処理する。これにより作られた巨大な行列を含む方程式は、膨大な電子計算機コア・メモリを要求しないように、3次元体系を2次元平面の重ね合わせとして順次扱い、バニド構造となっており平面毎のサブマトリックスを単位として処理する。このアルゴリズムに従って計算プログラムが作成され、3次元有限差分コード CITATION との比較がなされている。

これら計算コードを時間依存問題へ拡張するため、1次擾動特性方程式をモデルにして時間変数に対する種々の近似法によるアルゴリズムを定式化した。そしてフィードバックのある非線型問題では、クランク・ニコルソン法と陰近似は厳密条件に安定な解法であるが、陽近似と1次内挿法については条件が必要なことを証明し、これら近似の誤差評価式を導出した (JAERI-M-6351)。

2) モンテカルロ法の応用開発

最初の応用開発として48年度から進められており、MORSE コードへの粗メッシュ再釣合の収束加速法の組込みと、それの有用性の評価は完了した。再釣合の法導入の結果、各空間メッシュについての中性子釣合の収束した量がより正確になり、原子炉臨界性の新しいサンプリング法として使えることが判明した (Nucl. Sci. Eng., 59, 326, 及び JAERI-M-6251)。

49年度がら開始されているトーラス・グラスマ中の中性粒子輸送解析については、まず円形断面トーラスの数学的表現、及び同心分割領域中の中性粒子の確跡をトレースするアルゴリズムを確立し、MORSE コードにその幾何モジュールを組んだ。又中性粒子の電離断面積、荷電交換断面積を多项式近似を用いて求める計算プログラムを作成した (JAERI-M-6119)。これによりトーラス表面から入射した中性粒子の空間分布を求り、円柱近

似トーラスに対する結果との比較検討を行なつた。更に中性粒子打込み方向なども考慮するため、トーラス小円の中心まわりの非対称分布を扱えるよう計算コードが改造され、これにより多群エネルギー・モデルでの詳細解析が進められた。クレオ・トカマクでなされた加熱に関する実験の解析にも应用され、プラズマ中の中性粒子スペクトルと、生成された高速イオンの熱化の関係が調べられた。

モンテカルロ法のもう1つの应用として、これも49年度に開始された、原子炉中の複雑な形態部分の振動による反応変化の精度良い評価法の開発が推進された。一般に相間標本抽出法が用いられており、振動による核分裂中性子源の変化まで考慮されていない。従つてこの影響による反応変化も、少なり統計誤差で求められる相間標本抽出法が考案され、MORSE コードに組込まれた。

3) 科学計算用サブルーチン・ライブラリのアルゴリズム調査研究

一般に大容量の電子計算機で長時間を要する計算では、SSL(科学計算用サブルーチンライブラリ)の性能が重要な役割を果すので、これを常に整備し、改良していくことが要求される。ある1つの数値計算の分野でも、計算時間や精度の兼ね合ひから万能のSSLではなく、従つていくつかの特色ある方法のサブルーチンを用意しておき、問題によって巧みに使い分けられるよう、実態を把握しておくことも必要である。最近の大型計算機の普及に伴つて、数値解析やアルゴリズムの面での発展が著しく、このため1970年前後の約10年間にについて文献調査を実施し、一連のレポートにまとめた。こゝサーベイの主眼は、新しいサブルーチンの作成、既存のものの改良のバックグラウンドとして、新しい数値解析理論やその数値計算への適用などを調査することで、以下12項目に分類して調査・執筆した。

- ① 一般・特殊関数 (JAERI-memo 5924), ② 代数・超越方程式 (JAERI-memo 6296), ③ 連立一次方程式 (JAERI-memo 5939), ④ 行列と固有値・固有ベクトル (JAERI-memo 6225), ⑤ 線型計画法 (JAERI-memo 6188), ⑥ 積分方程式 (JAERI-memo 5925), ⑦ 常微分方程式 (JAERI-memo 5973),
⑧ 偏微分方程式 (JAERI-memo 5953), ⑨ 微積分 (JAERI-memo 5974),
⑩ 高速フーリエ変換 (FFT) (JAERI-memo 5926), ⑪ 内挿法、最小自乗法、二乗法近似 (JAERI-memo 6147, 日本原子力学会誌, 18, 33, 及び情報処理, 17, 417), ⑫ 統計 (未刊)

5. 動燃・大洗工学センター 重水臨界実験室

当室(室員約20名)は新型転換炉「ふげん」および同大型炉に関する炉物理実験と核特性解析を行なっている。主たる研究はパルス中性子実験、マイクロ・パラメータ測定、炉心性能実験およびそれらの理論解析を中心テーマとしている。炉心構成は昭和50年度までクリーン炉心に於て主にフルトニウム燃料装荷炉心を用いた実験を行なった。51年度は减速材中に約5 ppmのボロンを添加した炉心に於て各種実験が計画されており、昭和50年度および51年度の主な研究テーマを次にあげる。

(昭和50年度)

1. 邊境法によるフルトニウム燃料装荷炉心の材料バックリシングの測定
2. パルス中性子流による冷却材ボイド反応度の測定
3. フルトニウム燃料装荷格子の各種マイクロ・パラメータの測定
4. 単位格子内熱中性子束分布の測定
5. 各種燃料クラスタ内局所出力分布の測定
6. 軸方向ステップ状ボイド炉心の中性子束分布の測定
(昭和51年度一ホロソ入り炉心)
 1. 上記1, 2, 3, 4および5の測定
 2. 制御棒効果の測定
 3. 減速材温度反応度の測定

その他、冷却材および减速材の温度反応度係数の解析が進行中である。また、詳細核設計コードMESSIAHコード(CLAMP-Aによる組定数を入力とするコード)を作製し、以下の実験との検証を行なっている。今後の実験として、60本燃料クラスタ(現在は28本燃料クラスタ)を用いた実験やガドリニヤ入り燃料クラスタを用いた実験が検討されている。

(口頭発表) ANS, 1975

1. Heavy Water Critical Experiments for FUGEN(I)
Void Reactivity in Plutonium Lattice
2. Heavy Water Critical Experiments for FUGEN(II)
Cell Flux Distribution in Plutonium Lattice

AECL, 1975

1. Heavy Water Critical Experiments on Plutonium Lattice

日本原子力学会

1. クラスタ型燃料格子にありする材料バックリシングの測定 昭和50年分科会 B20
2. ニ色PuO₂-UO₂混合型燃料クラスタの局所出力比-キック係数の測定 同 B19
3. Gd₂O₃入り短尺燃料を使用した軸方向燃料交換による燃焼度の増大 同 C39
4. Pu 燃料部分装荷炉心の冷却材ボイド反応度の測定(II) 昭和51年会 C16
5. Gd 金属ワイヤを装備したクラスタ燃料の燃焼特性 同 E13

(大塚剛宏記)

6. 東京工業大学 原子炉工学研究所 原子炉物理部門 山室研究室

本研究室は、これまで終始一貫して、中性子と物質の相互作用によって生じる基礎的な物理現象を微視的および巨視的な立場から研究し、研究成果を原子炉の開発に役立てることを目標としてきた。しかし、最近は高速炉および核融合炉をとりまく炉物理現象の研究へと移りつつある。構成人員は、山室教授以下助手2名、技官1名、秘書1名、博士一年1名、修士二年5名、修士一年4名、学部四年3名の計18名から成っている。最近の特色の一つは、GA社で核設計を担当していた若いファイトのある関本博氏が助手として我々の研究グループに加わり、炉物理の基礎・応用の両面からの充実した発展をめざしていることである。もう一つの大きな特色は、今年4月から3MeVヴァン・デ・グラーフ型加速器である米国NECのペレトロン粒子加速装置の建設が、本研究室と放射線物理部門の織田・一守研究室の協力によって進められていることである。ペレトロンが従来の低エネルギー・ヴァン・デ・グラーフと大きく異なる点は、①チエインによる電荷の運搬を用いて塵埃を除き、加速電圧のリップルを少なくし、②Dryな超高真空系にてウランまでの重イオン加速を可能にしていることである。また、この加速器はパルス中2ns、くり返し周波数2MHzのヒームパルス化装置とバンチング装置を備えており、パルス中性子を発生することができる所以これを用いた炉物理の基礎実験が計画されている。

現在行なわれている主な研究題目

1. 中性子捕獲断面積の精密測定
2. 中性子捕獲γ線に関する研究
3. 高エネルギー中性子による放射捕獲反応の研究
4. γ線生成断面積の研究
5. 核融合炉材料の核データの評価
6. 高速炉及び核融合炉ブランケットにおけるニュートロニクスの研究

発表論文

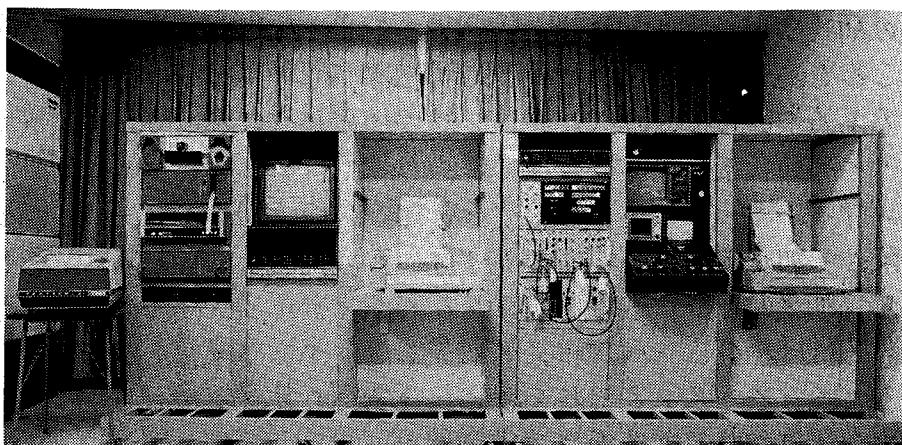
1. O. Aizawa; Dieaway Measurements of Fast Neutrons in an Iron Assembly Using Californium-252, Jour. Nucl. Sci. Technol. 12, 461, 1975.
2. H. Kitazawa, N. Yamamuro; Calculation of the Collective Radiative Capture Cross Sections for 5-to 20-MeV Neutrons, Proceedings of the EANDC Topical Discussion on Critique of Nuclear Models and Their Validity in the Evaluation of Nuclear Data JAERI-M-5984, 137, 1975.
3. N. Yamamuro, T. Doi, T. Hayase, Y. Fujita, K. Kobayashi, R. C. Block; Measurement of Neutron Capture Cross Sections Near 24 keV, Proceedings of a Conference on Nuclear Cross Sections and Technology, Washington, D. C. 802, 1975.
4. N. Yamamuro et al; Reliability of the Weighting Function for the Pulse Height Weighting Technique, Nucl. Inst. Meth. 133, 531, 1976.
5. H. Kitazawa and N. Yamamuro; Giant Quadrupole Capture of Energetic Nucleons, to be published in J. Phys. Soc. Japan, 41, No. 4, 1976.
6. H. Kitazawa and N. Yamamuro; Coupled Channel Calculation of the Direct and Collective Capture Cross Sections of Deformed Nuclei for Energetic Neutrons, to be published in Proc. Intern. Conf. on the Interactions of Neutrons with Nuclei, 1976.

(北沢日出男 記)

7. 武蔵工業大学 原子力研究所

当研究所は、研究・教育・訓練用。TRIGA II型原子炉を所有しており、研究所の諸活動は全てこの原子炉との関連において営なまわっていると云つてよい。現在、所員は研究職専任8名、非常勤4名、事務職専任8名、計20名であり、今年度の卒論生は大学院生1名、学部4年生9名の計10名である。

研究所の当面の活動の主柱は、i) 原子炉とミニコンを用いた放射線データ処理システム(オカ 図参照)を結合して行なわれる放射化分析、及び ii) 原子炉からの熱中性子の生物・医療照射への利用、並びに iii) 原子炉制御系の更新であり、上記 i), ii)を中心として今年度より全国大学の共同利用施設として共同研究が、東京工業大学を窓口としてスタートすることによつている。(*)



現在行なわれている研究活動としては、i) に関連する基礎研究、ii) に関連して精細な線量測定に関する研究、iii) に関連して原子炉の自動制御に関する研究等がある。

さて昨年度の活動報告としては、医療照射へ向けての原子炉施設の改修工事が昨年秋から冬にかけて行なわれ、昨年12月4日に原子力局の使用前検査に合格し、昨年末(2月16日～20日にかけて)オカ回線量測定共同実験(参加者：神田啓治、佐藤春司、小野光一、古林徹(京大炉)、田中治邦(東大)、服部洋、原沢進(立教大)、中井史郎他(阪大)、阪元重康他2(東海大)、武蔵工大原研所員8名)を、同じく昭和51年1月25日～29日にかけてオカ回共同実験を、同じく3月16日～18日にかけてオカ回共同実験を行ない、医療照射場所構造決定を人体ファントムによる全身被曝量の評価を行なった。現在これらのデータをもとにして、原子力局に対して「原子炉の使用目的の追加」の申請を行なっており、医療目的に使用出来るようになるのは8月頃になつて予定である。

尚最後になりましたが、これまで9回にわたつた「原子炉による医療照射」ワーキンググループ研究会で熱心に討論していただきました諸先生方、ならびに、3回にわたつた共同実験にこころよく参加下さいました諸先生方にこの場をかりて感謝申し上げますと共に、これからも一層の御支援をお願い申上げます。

(*) 現在の予定としては、今年度予算の成立をまって、5月末頃共同利用委員会を準備し、募集要項等の決定をし、7月～8月頃共同利用の申請受付を行なう予定です。その折は奮って御応募下さい。

(51. 4. 30 相沢参考記)

8. 住友原子力工業(株) 技術部 炉物理グループ

当社の炉物理グループは極めて小人数(4名)であるため、大きなプロジェクトを手掛けれる能力は無く、極めて限定された範囲での活動しか行なっていない。微力ながら、こゝ数年来、力を入れて行なって来た仕事と云えば、基礎的な分野では核データ、実用的な分野では船用炉の炉心設計を挙げる事が出来ると思うので、この二つに就て御紹介したいと思う。

1. 核データ関係

核データとは原研シグマ研究委員会発足以来の“つきあい”で年月から云うと可成り長いものになるが、こゝ数年来比較的時間をかけてやったのは²³⁵Uの核データ評価である。これは始めは同委員会核データ専門部会の中の核データ評価ワーキンググループの研究テーマとして採り上げられた重い核(²³⁵U, ²³⁸U, ²³⁹Pu, ²⁴⁰Pu, ²⁴¹Pu)の評価の一部として筆者が分担し、シグマ委員会固有のボランティア精神に則って、実験データの收集から始めて依頼を進めていたが、原研核データ研究室(6月1日より原子核データ室)がJENDL-1 (Japanese Evaluated Nuclear Data Library) の作成を計画・実施するに際して、原研の委託業務となった。委託業務となると、タイムスケジュールに追われて可成り忙しいもでしたが、なんとか予定通りの作業を消化し、本年1月には評価結果を核データ研究室へ提出した。評価を行なった quantity は σ_t , σ_f , α , σ_{nr} , σ_{el} , σ_{in} , $\sigma_{n,2n}$, $\sigma_{n,3n}$, ν_p と $d\sigma_{el}/d\Omega$ のルジャンドル係数、及び非弾性散乱の excitation function であり、エネルギー範囲は 1 keV ~ 15 MeV である。²³⁵U は核分裂炉(特に軽水炉)に於ては重要且つ基本的な核種であり、それ丈に測定データも豊富であるが、よく調べてみると、その豊富さは当然ながら quantity の重要さに略比例している。即ち σ_f を筆頭に σ_t , α , ν_p 等は多数の測定データを有するが、 σ_{el} , σ_{in} , $\sigma_{n,2n}$, $\sigma_{n,3n}$ に関しては測定データは乏しい。そこで σ_{el} 及び σ_{in} の評価に於ては、原研五十嵐氏等が開発した計算コード ELIESE-3 及び TOTAL を使用して理論計算を行い、測定データの不足をカバーした。此等の評価値は総て微分測定データに基づいて求めたものであり、従って此等の評価値から作られた炉定数が適切なものであるか否かは判らない。これに就ては現在“JENDL-1 豊富評価ワーキンググループ”がベンチマーク炉心を使ってチェックすべく準備を進めている。評価をした者が評価される立場になった次第である。

次に²³⁵Uと平行して作業を進めたものに核分裂生成物(FP)の σ_{nf} がある。これも上記核データ専門部会の中の“高速炉用FP核データワーキンググループ”的作業の一部である。原子炉内に蓄積するFP核種による中性子捕獲は炉心特性、特に燃焼特性に重要な影響を及ぼすが、FP核種の σ_{nr} に就ては、特に 1 keV 以上の高速領域に於ては意外な程測定データが少ないので、昨年春に同ワーキンググループがまとめた最重要FP 27核種の評価に於ても、27核種中 σ_{nf} の測定データが在るのは 11核種に過ぎなかった。現在、この 27核種に次ぐ重要核種として約 60核種を選定し、此等の核種の σ_{nf} データを調査、収集しているが、上記の如くデータの集りは悪い。従って測定データが 1点も無い核種に対しては、測定データが存在する前後の核種の σ_{nf} の値から推定する事が必要となるので、 σ_{nf} のデータ收

集と共に、 $O_{n\gamma}$ の systematics に就ても検討を進めている。

最後に、これも S 50 年度の原研委託業務であるが、核融合炉の材料として使用される SV の核データの調査、収集を行なっている。対象が核融合であるので、エネルギーは 14~15 MeV を中心にし、又、quantity は O_t , $O_{n\gamma}$ は当然ながら、 (n,p) , $(n,2n)$ 等の 国值反応に重点を置いて、効率の良いデータ収集をすべく努力している。

2. 船用炉関係

炉心設計に関する主な業務としては、S 46 年度より船用炉の炉心設計を現在迄一貫して行なっている。即ち、S 46 年 4 月に日本造船研究会に原子力船第 7 研究部会が設置された時、これに参加し、“むつ”に続く原子力船 2 船の概念設計の一部を分担した。もう少し詳しく書くと、これは“船舶用一体型加圧水炉の概念設計に関する試験研究”なるテーマで、日本造船研究協会を通して政府委託費を受けて S 48 年度迄 3 年間継続して実施された。

この概念設計を開始するに当って想定された第 2 船の主な仕様は、軸馬力：12 万馬力、長さ：268 m, 中：32.2 m, 深さ：19.5 m, 排水量：42,700 t, 載貨重量：21,200 t, 速力：最大 33 ノット、原子炉熱出力：最大 330 MW であり、船種は高速コンテナ一船である。又炉心は等価直径：約 2 m, 炉心有効高さ：2 m で “むつ” と同じ 32 体の燃料集合体で構成され、燃料集合体の寸法は $30.45 \text{ cm} \times 30.45 \text{ cm} \times 200 \text{ cm}$ 、燃料集合体当たりの燃料棒本数：356 本、可燃性吸收棒：36 本、制御棒 48 本である。又、燃料交換周期はシャッフルイング無しで、船の定期検査に合わせ 4 年とした。

初年度は核熱予備設計を担当し、上記炉心に就て炉心特性を計算し、要求された条件を満たす炉心領域数と燃料濃縮度及び可燃性吸收棒のボロン濃度、炉心寿命等を求めた。しかし船用炉炉心は陸上炉に比べて小型であり、出力分布の平坦化が難かしい上、炉心寿命は稼動率 80% で 4 年間を要求されるので、経済性も考慮した炉心の最適化は非常に難かしい問題である。そこで、S 47, 48 年度は初年度の結果を基にして炉心サーベイ計算を行ない、燃料濃縮度とボロン濃度の最適組合せを求めた。このサーベイ計算で得られた最終結果は初年度の結果と比べて大幅に改良となった。又、可燃性毒物としては吸收棒の他に、ケミカルシムに就てもサーベイを行なった。

統合 S 49 年度には“船用炉型式の技術的評価に関する研究”の中で、中性子源の設計を担当した。中性子源はその挿入位置によって detector に到達する中性子束の大きさが大巾に変化するので、輸送コードを用いて、中性子源の経済性も含めてその最適挿入位置を決定した。1 次線源としては Cf, 2 次線源としては Sb-Be を採用した。

S 50 年度には、年度末になって原子力船開発事業団より “むつ” の炉心再解析の業務が委託され、現在これを実施中である。今回の再解析の対象となっている炉物理量は、冷態、温態、定格出力に於ける実効増倍率、制御棒反応度係数、出力分布等であるが、“むつ” は御承知の通り定格出力での実験を行なっていないので、これに関するデータが無い。従って計算値は信頼性の高いものでなければ意味が無い。そこで計算手法や炉定数の信頼性をチェックする目的から、前段階として、原研 TCA で得られている実験データの解析を行なっているが、現在迄のところ極めて良好な結果が得られている。（松延広幸 記）

9. 川崎重工業(株) 技術本部原子力技術部

1. 核設計関係

過去一年間の主要作業項目と、その作業時間の割合は以下のとおりであった。

1) 原子力研究所殿向 多目的高温ガス実験炉設計作業 (~40%)

3次元拡散計算による燃焼特性の把握を中心として検討した。

2) ガス炉設計技術の詳細化 (~30%)

a. 非均質性の評価

高温ガス炉は元来均質的であるとされてきたが、固有の燃料の二重非均質を含め、非均質の取扱いが重要である。

b. 実験との比較による計算法、ライブラリーデータの評価

c. 燃焼解析精度の向上

可燃性毒物の解析法の改良

d. ガス高速炉

この作業の一環として、E委員会FFPWGの作業に参加し、データの調査を行った。

3) 設計作業効率の向上のための作業 (~30%)

2. 遮蔽設計関係

1) 多目的高温ガス実験炉設計作業

2次元除去-拡散計算（ボイド領域はLine-of-Sight法適用）による原子炉本体の核発熱量、線量等の評価と、一次冷却系機器・配管へのFP沈着量評価など。

2) LMFBR関係

a. 輸送計算用54群 P_3 中性子-ガンマ線結合群定数ライブラリーの作成と高速炉体系への適用

ENDF/B-IV核データを群定数作成コードAMPXで処理し、中性子54群、ガンマ線20群の P_3 群定数ライブラリー（18核種）を作成し、高速炉体系で十分健全な解析結果が得られるこことを確認した。

b. 2次元除去-拡散コード・システムの改良と高速炉体系への適用

JAE RI-FAST-70から31群の拡散スキーム群定数を作成し、25群の除去断面積と合わせて、高速増殖原型炉への適用を実施中。

3) 鉄の微分アルベド計算

原子力安全研究協会の作業の一環として、ANISNによる鉄の中性子微分アルベドを計算した。

4) 材料の照射効果に関する研究

3. その他

この他、多目的高溫ガス実験炉に関しては工学的安全系に関連した安全解析を実施しており、また核融合炉関係ではブランケット設計法の確立とトリクアム技術の調査研究を実施している。

(渡辺 隆, 東原義治 記)

10. 名古屋大学工学部 原子核工学教室 玉河研究室

50年度に引続き、3つのグループで活動している。昨年炉物理連絡会の当番校の役目を果したことは、名大外の学会員との連携意識する上でプラスであった。3,4年前までの劇激の少しだけ自己満足的雰囲気が一掃された感はあるのは、他の原因もあるが、偶然の一一致ではなかろう。

I. 重イオン加速器グループ [玉河教授, 大森助手, 寺浦(M1)] 重イオン加速器の完成を目指し、玉河が陣頭指揮をとっている。ORNLのイオン源 INTEREMで得た経験をもとに、目標は加速電圧 500 kV, イオンとしては N^{3+} , Ar^{4+} までを目指している。

II. 高速中性子スペクトルグループ [伊藤只行助手, 中岡(M2), 赤井(研), 三橋(4), 村里(4)] 50年度まで東大炉「やよい」のスペクトル測定に主力を注ぎ、(a)有機シンチレータ → FERDO-Rによる unfolding, (b)ダブルシンチレータ法, の2方法を採用して来た。さらに50年度からは、原研高速炉物理研究室との協力で、(a)の手法によるLi₂体系スペクトルの測定を開始した。本年も7月上旬から同測定を行つ。昨年度のデータ処理経験を生かすべく、好結果を期待している。また、核融合炉工学特定研究=2-トロニクス班のメンバーとして、他大学と合同で購入したLi₂供試体を用いての測定も、6月中旬～7月下旬に名大の番が回つて来る。この供試体は、いくつも東北大まで運搬しなければならぬが、その運搬法に關係者は頭をしぼっている。

III. 中性子波実験、KUCA実験グループ [仁科助教授, 若松技官, 山根(獎勵研究員), 藤城(M2), 伊藤寿一郎(M2), 新川(M2), 田中(M1), 八木(研), 伊東雅晴(4), 小林(4), 赤井(4)] 50年度は、KUCAの諸量の測定、データ解析、各種モデル計算の一端を、同装置共同利用者として分担したが、貴重な経験、データの集積が得られた。今年度は、この成果を踏まえ、京大HFR炉のCAによる模擬実験の内、特に動特性解析を主目標として、これに関連したテーマに皆が力を合わせ取り組んでいる。この結果、3～4年前には、しばしば問題となつた、「各人のテーマ間の関連がない」という声が聞かれなくなつた。仁科の眼から見れば、各人のテーマ間の距離は、以前と殆ど変わらがないのだが。

一方黒鉛2領域体系中の中性子波実験については、京大小林氏らの方法(NSE 31, 91(68), NSE 55, 320(74))を採用した定常源×次元コードが2種類作成できたので、実験解析の定量化に一段進むことになる。

IV. 上記以外の活動。 昨年9月12日に原子核工学教室にTSS端局が設置された。若松技官は、その管理および同装置効用の周知徹底のため、中岡、田中と教室内説明会を企画中である。小倉(M2)は、原研FCAでのU-Pu燃料体系実験への参加を終えて、3月に帰国した。日下地の研究室員は、彼が盡みようとしている密度係数法実験データを理解すべく、努力中である。彼が報告書完成の後、何を続けるかは、昨年、核融合炉プラントの計算をした前川(M1)と共に決めるところである。

[発表論文]

Yamane and Tamagawa, "A New Method of Neutron Wave Measurements," JNST 12, 772 ('75).

[投稿中]

Yamane and others, "The Neutron Wave Interference Associated with the Neutron Slowing-Down in Graphite," JNST.

S. Itoh and Tamagawa, "Rigorous Treatment of the Spectral Distortion Caused by the Use of Time-to-Amplitude Converter," Memoirs of the Faculty of Engineering, Nagoya Univ. (1976)

[口頭発表]

1. Tamagawa and others, "Use of the Hot-Electron Mirror Machine INTEREM as a High-Z Ion Source," International Conf. on Heavy Ion Source (Gatlinburg, Tenn., 1975).

2. 昭和51年春学会年会

A 18 相良、前川、核融合炉の放射線発熱(II)

C 15 山根ほか、黒鉛体系中の中性子波干涉

C 19 藤城ほか、KUCA軽水减速炉心の温度係数

C 20 若松ほか、KUCA軽水减速炉心の質量係数、微分水位反応度

D 20 新川ほか、結合炉の動特性解析

(文責 仁科浩二郎)

11. 東京大学原子工学研究室・若林研究室(原子炉計測工学部門)

1. 最近の活動状況および現在の研究テーマ

我々の研究室では動力炉プラント、核融合炉、原子力システムの動特性、制御、安全性に関する基礎的研究を行なっており、文部省科研費、総合研究「高速パルス炉炉心の安全性に関する基礎研究」等による学外との共同研究も含め、研究分野は多岐に渡っている。現在、研究メンバーとして、若林教授、星野助教授、山口助手、大西助手、佐藤技官の外に、大学院修士1名、学部学生2名が在籍している。なお、吉川栄和氏は昨年動燃事業団に移籍された。現在までにまとまりつつある研究成果は以下に掲げたが、研究テーマの主なものと概略を述べておく。

- 1) "原子炉冷却系の異常診断に関する研究"; 冷却系模擬実験装置を用い、流路一部閉塞、サブクール沸騰時の流れの解析から、異常診断技術を開発目的とした実験的研究を行なう。
- 2) "非線形フィルタを用いた原子炉異常診断システムに関する研究"; 多変量統計解析法や非線形フィルタを用いて、原子炉炉心内の内部状態量を推定し、異常時の状態推定および異常診断システムの開発を行なう。
- 3) "繰り返し型高速パルス炉の動特性・制御に関する研究"; 高速パルス炉の動特性解析法を確立するとともに、平常運転時、起動時および運転条件変更時の制御方法を明らかにする。
- 4) "動力炉の燃料変換と電力系統の最適化に関する研究"; 電力系統内の複数基の原子力発電所の燃料交換を、長期的に見た燃料コストを最少にする様に計算する、大規模非線形計画法を用いた計算コードを開発する。
- 5) "核融合炉の動特性・制御に関する研究"; D-T反応の結果生じたα粒子より打ち込んだ高速イオンの炉心プラズマ中の熱化過程を解析し、プラズマ密度、温度の動特性を研究する。

2. 発表論文

星野、高橋、藤井; "Optimization of In-core Fuel Management, Cycle Period and Power Scheduling of Nuclear Power Plants by Large Scale Nonlinear Programming"

A.N.S. Topical Meeting on Computational Methods in Nuclear Engineering, April (1975)

若林、山口、伊奈、近藤; "Study on Diagnosis System of Nuclear Reactor and Power Plant" 2nd Power Plant Dynamics, Control and Testing Symp. Sept. (1975)

若林、吉川(PNC); "Simulation Study on the Dynamics and Control of Japan Linac Booster" US/Japan Seminar on Fast Pulse Reactors, Jan. (1976)

大西、徳永、若林; "Loss of 3.52 MeV Alpha Particles in a Tokamak Reactor" Nuclear Fusion, 投稿中

大西、若林; "Analysis of the Thermal Instability due to a Transfer Function Considering the Slowing-down Process of α Particles" Nuclear Fusion, 投稿中

原子力学会50年年会 D-15(別所、山口、西原、岐美), D-19(星野、高橋)

同上50年分科会 A-2(大西、徳永、若林), C-33(山口、堀、佐藤、若林)

同上51年年会 A-2(徳永、大西、若林), A-6(大西、若林), D-43(山口、堀、佐藤、若林), (文責山口)

12. 京都大学工学部 原子核工学教室 西原研究室

最近の活動状況については既に今年1月の20号に報告している。その後特にめざつに変化はない。人員の移動としては3月に3人が就職のため卒業、中退し、新たに3人が炉物理に関する研究を進めるために進学してきた。研究室の研究内容は以前と同様に、拡散方程式、輸送方程式の解法、群定数の評価、結合炉の動特性、炉雑音の理論と解析、液体水素及び重水素の特性の研究を中心に進められている。

拡散方程式については、有限フーリエ変換による解法の研究が勢力的に進められている。また級数展開による解法も一応の成果を得ている。これらの研究の結果は下に示してあるように論文の発表がなされている。輸送方程式の解法に関しては、変分法を応用した厳密数値解法の研究が引き続き進められ、近く論文の発表も予定されている。また定常及び時間依存 P_N 近似の数値解の研究が始まられている。高速中性子に対する群定数(特に鉄)の評価は、熊取における LINAC-TOF 法の実験データの解析であり、京大炉との共同研究である。つぎに炉雑音の研究について説明すると、我々が炉物理実験を行なう際に観測される量は、空間的、エネルギー的に見て局所的あるいは測定系の特性を経るものである。そこで観測量が従う方程式を求めれば、系のもつ情報が測定量にどのように伝達されたのかがわかる。現在この理論作りと結合炉への応用を行なっている。また KUCA での実験もすでに進行している。なお今後ますます問題になると思われる高出力炉での雑音についてもモデル解析の面から研究している。最後に冷中性子源材料としての液体水素及び重水素の特性の研究について説明する。この研究では、自由気体として記述された Young-KoppeI model に液体としての特性と coherent な効果を含めることを行なっている。今後中性子エネルギー計算も行なう予定である。なお金属材料中における水素の挙動についても統計的な取り扱いにより調べている。

前回報告後の発表論文を下に示す。

- 1) K. Kobayashi, "Solution of two-dimensional diffusion equation for hexagonal cells by the finite Fourier transformation", Atomkernenergie, 26 (1975) 249
- 2) N. Ohtani, "Solutions of diffusion equations in two-dimensional cylindrical geometry by series expansions", J. Nucl. Sci. Tech., 13 (1976)

(堀江淳之助 記)

13. 京都大学工学部 原子核工学教室 幸藤研究室

当研究室は現在16名で構成されている。当研究室が発足した当時、主要な研究課題はガンマ線の後方散乱であった。しかし十数年を経て今日、それは高エネルギー電子、重荷電粒子のカスケード現象を中心性子及びガンマ線の輸送全般にかけたものとなつてゐる。これは遮蔽研究対象が実験室段階では内の一二次元モデルから充分取り扱うる基礎的段階から原子炉における各種加速器(ビーム実験用、照射用)等実用的段階可能なうち三次元モデルの取り扱いを不可欠とする段階へと変化して来たのにに対応している。エネルギー的には單色から数十 MeV以下全領域を含む連続スペクトルへの展開であり、計測といふ側面からすれば中性子・ガンマの混在場での測定という困難性を持つ局面へと進んでいる。同時に遮蔽計算コードの開発も大きく進歩し三次元計算へと並行してある。これらの発展は同時に遮蔽研究が従来意味での遮蔽研究にとどまらず、放射線による遮蔽構造体物性の変化及び安全と保健物理学的課題に接続するトジメトリーハの広がりをもたらすところである。

以下、現在当研究室で取り組まれている個別テーマを並記し若干の説明を付記する二点に就いて研究室紹介をしたい。

1) 中性子及び二次ガンマ線の複雑な体素中の輸送透過問題

ダクトや迷路も含む二次元(三次元)の遮蔽構造体における透過スペクトル及び二次ガンマ線の測定と体素中の中性子・ガンマ線の輸送計算。測定は有機液体シンチレータを使用し、計算は計算時間が比較的速いことや計算で問題となるray effectからの理由から二次元輸送計算としては透過確率法を又より精密な計算結果を得るために多群モンテカルロ計算法を使用。

この研究課題は同時に中性子・ガンマ線混在場での同時計測に用いられる有機シンチレータの応用例がほとんどないためレスポンスの正確な作成やUnfolding法の検討が重要な前課題であった。

2) 数十 keV ~ MeV領域の中性子スペクトル測定

この領域の測定には反弾陽子比例計数管を使用することを計画し、機器の有効性の検討をはじめている。さらに軽中性子～数十 keV中性子についてはボースフィア等検討。

3) ベンチマーク実験(東大工学部原子力工学研究施設共同研究)

東大高速中性子源の「弥生」を使用しての遮蔽ベンチマーク実験に参画し、得られた結果は国際会議で発表。有機シンチレータによる測定値と各種の計算(CYGNUS, MORSE 及び当研究室開発の多群モンテカルロコード使用)による値との比較検討。

4) 単色中性子実験及び解析

単色中性子の透過問題について二、三十年来の一貫した当研究室の研究課である。これは中性子に関する基礎的研究上の基礎的データを得るものであると共に融合炉が今日的課題として登場しつゝある現在、ブランケット及びマグネットシールドの問題に直接的に結合する重要な課題である。最近より精密な結果を得るため Associated particle 法を用いてバフタグランドの有効的除去を行なうなど測定技術の向上を試み、単色中性子及びリチウム体素からの散乱中性子の測定及び有機シンケレータのペーと同時測定を利用して非弾性散乱ガンマ線の測定を行なっている。

5) 制動放射、光中性子の測定と解析(東大核研との共同研究)

東大熊取原子炉ライナーフクの利用で放射化法による制動放射線及び光中性子の測定と近似数値計算コード及びモンテカルロコードによる計算との比較検討。今後東北大ライナーフクを利用して確実化検討。

6) スカイシャイン及び厚リターゲットからの高エネルギー中性子、ガンマ線測定(東大核研との共同研究)

東大核研サイクロトロン(52MeV陽子線)を用いて厚リターゲットから発生する中性子、ガンマ線測定用有機シンケレータの利用法の確立をめざすが、この領域での中性子断面積データ、発光量等データ類不確かなためニの収集が重要な課題となつてゐる。

7) 高温水銀ループ中のステンレススチールの腐食実験

長時間の実験期間を必要とする課題であり、重頭及び重量欠損測定法による解析を行なう。今後電子線照射等計画。

8) 制動放射線及び電子線(高エネルギー、バースト状電子線)の線量測定のための検出器の確立。

今後高エネルギープロトン及び中性子線ドジメトリーの検討。

(1976年5月25日、丸橋晃記)

14. 九州大学工学部原子核工学教室・大田研究室

当研究室には現在、学生としてDC 2名、MC 4名、研究生1名が在籍しているほか、学部学生5名が配属され卒業研究に着手しはじめたところである。職員7名（教授、助教授、助手、教務員、秘書各1名）とあわせて総勢17名が、それぞれのテーマのもとに活動し始めている。

現在の研究対象領域は次の通りである。

1) 核データの評価・計算

今春完成された核データ・ファイル JENDL (Japanese Evaluated Nuclear Data Library)-1 に収録された核種のうち ^{232}Th を担当して評価作業を実施した。今後も ^{232}Th 核データのさらに詳しい検討を進めるとともに、シグマ委員会・核データ評議会等とも連携して研究を発展させてゆく予定である。

2) 核融合炉スランケット工学

D-D 炉のスランケット核特性の計算が、種々のスランケット物質構成につき、精巧的に行なわれている。

(口頭発表) 「D-D核融合炉の検討(IV)」 中島他 51年年会 A8

(発表予定論文) "Nuclear Characteristics of D-D Fusion Reactor Blankets"

H. Nakashima, Y. Seki, and M. Ohta (J. Nucl. Sci. Tech. 投稿中)

"Nuclear Characteristics of Thermal Blanket Concepts in D-D Fusion Reactor" H. Nakashima, M. Ohta and Y. Nakao (J.

Nucl. Sci. Tech. 投稿中)

"Dependence of Nuclear Heating in D-D Fusion Reactor

Blanket on Neutron Source Condition" Y. Nakao, H. Nakashima

and M. Ohta (in preparation).

3) 高速炉核特性を中心とした炉物理計算

有限要素法、数理計画法を利用した高速炉燃料分布の最適化計算および、Xe 振動の燃焼に伴う変化の解析的研究が行なわれた。後者についてはさらに研究が続行されている。

(口頭発表) 「有限要素法を用いた高速炉燃料分布の最適化計算」 池田、翼、工藤
大田、51年年会 D49

4) 音響解析による原子炉異常診断

水中マイクでとらえた沸騰音の解析から沸騰位置の検出を行なうための基礎実験が継続されている。

なおこのほか、高温ガス炉システムの動特性解析、および京大原子炉実験所の臨界集合体を用いた共同利用研究「高中性子束炉設計のための実験」も実施されている。

(大澤孝明)

第17回炉物理連絡会総会の報告

日時：昭和51年3月26日 12時～13時

場所：東海大学湘南校舎（原子力学会年会E会場）

昭和51年度の当番校である東工大原子炉工学研究所の山室教授の司会によって議事が運営された。議題は次の通りである。

1. 幹事選出結果の報告（東海大・阪元氏）

2. 夏の学校について（東工大・北沢氏）

3. 報告

(1) 企画委員（原研・松浦氏）

(2) 編集委員（京大・木村氏）

(3) 未臨界実験装置（阪大・住田氏）

(4) 炉中性子専門委員（阪大・住田氏、京大・宇津呂氏）

(5) 京大炉CA（京大・神田氏）

4. 連絡会誌の発行

各議題の簡単な内容を以下に要約する。

1. 山室、高橋（東工大）、古橋（東大）、仁科（名大）、阪元（東海大）の5氏が今年度の幹事として選出された外、相沢氏（武藏工大）が当番校によって幹事に指命されたことが報告され、承認された。

2. 夏の学校について当番校から幹事の諸氏に依頼されたアンケートの内容が報告された。その結果、炉中性子専門委員の報告書の中の炉中性子スペクトルを中心とした新型炉の炉物理を夏の学校の主要テーマとして採り上げ、講師は主として執筆者に依頼することに決定した。

期日は京大炉CAの大学院生合同実験の都合も加味して 7月20日から7月22日までとされた。この外に、夏の学校は大学院生が自主的に企画すべきもので、先生が企画し学生を招待するやり方は改めた方が良いという意見があった。

3. (1) 秋の分科会を指定テーマにする案が企画委員から出され、これに対して反応度、反応度係数等はどうかという意見があった。

(2) 今年度から学会誌に投稿された論文は2名の査読委員にみてもらう方式を採用し、欧文誌の short note を letter にする案が編集委員から出された。また、近日中、任期切れの編集委員の入れ換えがあることが報告された。

(3),(4) 炉中性子専門委員によってまとめられた報告書が回覧された。この報告書は専門委員に配布される外、学会員には 2000 円で販売される。また、各大学にある未臨界実験装置の位置づけに関する作業が行なわれているが、今後、未臨界実験装置を基礎に新たな研究を展開するに必要な予算を各大学でまとめて要求

してはどうかとの提案があった。

(5) 京大炉CAでは本年度、2分割炉心の動特性を中心に約40名の共同利用を受け入れると報告された。

4. 夏の学校までに炉物理連絡会誌オ21号を発行する予定であると当番校から報告された。

(東工大 北沢日出男)

新会員紹介

九大工

工藤和彦

編集後記

炉物理連絡会誌のオ21号を発行するに当り、どのような内容にしたらよいか判断しかねましたが、結局、編集者が興味を抱いている研究分野の方々に記事を依頼するようになってしましました。その結果、核データと核融合炉フランケットの炉物理に関する飯島さん(NAIG)と奥さん(原研)に記事を依頼しましたところ、心よくお引き受け下さいまして本当に有難うございました。また、弥生における医療用照射に関する貴重な研究論文をお寄せくださいました 古橋さん(東大)には心からお礼申し上げます。GA社を退職されて、5月から東工大の山室研究室の助手になられた奥本さんには、アメリカで学び仰った経験に関する記事をお願いしました。これはこれから外国に出て仕事をしようという意欲を持っておられる若い学生諸君にお役に立つであろうと思ひ採り上げました。これらの諸氏及び研究室たよりを積極的にお寄せ下さいました方々に重ねてお礼申し上げます。

最後にオ21号を編集しながら感じた事を述べさせて頂きます。会誌の記事を依頼するに当り、原稿料について原子力学会事務局に問い合わせますと、一笑に付されました。多分、機関誌だから当然原稿料など払わないということなのでしょう。もしそのように理解するのでしたら、編集者が平身低頭して記事を依頼しなくとも編集者が悲鳴を上げるくらい沢山の論文が集まってくるはずですが、ここにあらず。「炉物理の研究」という機関誌には、炉物理の研究に関する論文、研究体制、その他広義の炉物理研究に關係する諸問題について意見、研究、情報等を掲載するはずですが、この中で、この機関誌の最も重要な研究者生の研究成果に関する情報交換という役割に寄せる各研究者の期待が失われつつあるのではないかどうかという危惧を感じました。もしこれが杞憂でしたら新参者の意見としてお聞き流しを。次号には尚一層の御協力をお願ひします。

(北沢日出男)

5人8.1~

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、前金切れと一緒に失格する。