

軽水炉実験の理論的解析

A Theoretical Analysis on Light-Water Moderated Reactor Experiments

山本和子* 寺沢昌一**
Kazuko Yamamoto Shoichi Terasawa

内 容 梗 概

軽水炉臨界計算のためのDeutschの方法に若干の拡張を加えて、サーベイ用コードを作り、軽水炉の実験解析を試みた。その結果、軽水炉のほとんどすべてのパラメータ範囲で、実験と良い一致をみた。一方温度係数の計算にまでこの方法を適用すると、計算値はいつも負側にずれることがわかった。

1. 緒 言

原子炉炉心の核的設計で知りたいのは

- (1) 臨界量 (臨界質量, 炉特性を示す格子パラメータなど)
- (2) 中性子束分布, およびそれを知るための群定数
- (3) 温度係数, ボイド係数, 制御棒, 燃焼度による反応度変化

などである。

炉心の核設計の際, 考慮しなければならない因子はきわめて数多いが, すでにこれまで積みあげられた膨大な計算結果や, 数多くの実験結果の解析から得られた知識によって, これらは比較的少数の因子にまとめあげられ, 上にあげた核的な諸量を相当な程度まで, 定量的に予言することが可能になった。たとえば軽水炉におけるDeutschの提唱した一連の計算方式⁽¹⁾は, これらの基盤の上に築かれた集大成とも言うべきものである。この計算方式は, 高濃縮均質水素減速炉および低濃縮 UO₂ 燃料を使用した軽水炉心のためのものであるが, さらにわれわれはこれに若干の拡張をつけ加え, サーベイ用コードとしてコード化を行なった結果, 計算が簡単な割に良い精度で軽水炉の広いパラメータ範囲の実験結果を破たんなく理解できることがわかった。ここでは上記三項目のうちおもに(1)について, その解析結果を示す。また, (3)の一部についても, 実験との比較を述べる。なおこのコードで1ケースに要する計算時間は中形電気計算機 650 で20秒程度である。

2. 解析のパラメータ範囲

4. で述べる解析のパラメータは下のような範囲にわたっている。

- (1) 燃料形状: UO₂ 棒状, 金属U棒状, 均質混合状 (液体燃料), (板状 (MTR 形))
- (2) 燃料被覆: Al, SS, (Zr)
- (3) 濃縮度: 低濃縮, (中濃縮 (~10%)), 高濃縮
- (4) 水対U²³⁵原子比: under-moderated から over-moderated まで

括弧をつけたものについてはここでは述べないが, 同方式により良い結果が得られたことが報告されている。

3. Deutschの方法とその拡張

3.1 Deutschの方法の概要⁽¹⁾

Deutschは中性子のエネルギーを3群に分け, 熱中性子核分裂はU²³⁵のみ, 高速核分裂と熱外吸収はU²³⁸のみ起こると仮定し, 中性子束φの従う方程式を次のように表わす。

$$\left. \begin{aligned} -D_1 \nabla^2 \phi_1 + \sum s_{11} \phi_1 &= \varepsilon \sum f_{13} \phi_3 \\ -D_2 \nabla^2 \phi_2 + (\sum a_2 + \sum s_{22}) \phi_2 &= \sum s_{21} \phi_1 \\ -D_3 \nabla^2 \phi_3 + \sum a_3 \phi_3 &= \sum s_{32} \phi_2 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

* 日立製作所中央研究所

** 日立製作所中央研究所 理博

- ここに, D : 拡散係数
- \sum_{s1} : マクロ減速断面積
- \sum_a : マクロ吸収断面積
- \sum_f : マクロ核分裂断面積
- ε : 速中性子分裂効果
- ν : 核分裂当たり発生する中性子数

添字 1, 2, 3はおのおの高速 (10 Mev~180 Kev), 熱外 (180 Kev~ E_c^*), 熱中性子群 ($E_c \sim 0$) を示す。

熱中性子断面積は, 硬化 Maxwell スペクトルについて平均する。非均質系では, disadvantage factor の計算を P_3 近似計算とほとんど一致する解析解を用いて行なう。

U²³⁸ の熱外 (共鳴) 吸収は, Hellstrand の共鳴積分実験式⁽³⁾を用い, Dancoff 補正などは含めない。

減速断面積 \sum_{s1} は拡散係数 D と Fermi 年令 τ の比と定義する。輸送断面積, 散乱断面積には中性子束についてのエネルギー平均が必要であるが, 高速中性子には, 純水中の核分裂中性子源に対する Boltzmann 方程式の解を, 熱外中性子には $1/E$ スペクトルを用い, 元素別に計算した値が表になっている。これらを使って拡散係数と Fermi 年令は次式で与えられる。

$$D_{1,2} = \frac{1}{3 \sum_{tr1,2}} \quad \text{ただし} \quad D_3 = \frac{1}{3(\sum_{tr3} + \sum_{a3})} \quad \dots \dots (2)$$

$$\tau_1 = \frac{25 \left(1 + \sum_{i=1}^N v^i \right)^2}{\left(\rho_{H_2O} + \sum_i v^i X^i \right) \left(\rho_{H_2O} + \sum_i v^i Y^i \right)} \quad \dots \dots (3)$$

$$\tau_2 = \frac{5.5 \frac{J_u}{11.75} \left(1 + \sum_{i=1}^N v^i \right)^2}{\left(\rho_{H_2O} + \sum_i v^i X^i \right) \left(\rho_{H_2O} + \sum_i v^i Y^i \right)}$$

$$\tau = \tau_1 + \frac{\sum s_{12}}{\sum s_{12} + \sum a_2} \tau_2 \quad \dots \dots \dots (4)$$

ここに, \sum_{tr} : 輸送断面積

ρ_{H_2O} : 水の密度

v^i : i 物質の水に対する体積比

X^i, Y^i は水に対する i 物質の輸送, 減速等価因子**で元素ごとに表になっている。純水の Fermi 年令としては I_n 共鳴までの実験値 30.5 cm² を選び, そのうち τ_1 に 25 cm² をわりふっている。

水反射体による反射体節約は炉心の輸送面積 M^2 のみで定まる。

* E_c : 熱中性子切断エネルギー, 中性子温度 T_n のとき $E_c = 4 T_n$ としている。

** $X_{1,2}^i = \frac{\langle \sum_{tr}^i \rangle_{1,2}}{\langle \sum_{tr}^{H_2O} \rangle_{1,2}}$
 $Y_{1,2}^i = \frac{\langle (\xi \sum_s)^i \rangle_{1,2}}{\langle (\xi \sum_s)^{H_2O} \rangle_{1,2}}$
 $\langle \rangle_{1,2}$ は各 (1, 2) エネルギー領域でのスペクトル平均

$$\delta(\text{cm}) = 7.2 + 0.10(M^2 - 40.0) \dots\dots (5)$$

簡単な幾何学形をした一様格子について、幾何学的バックリングを B^2 とすると、有効増倍率 k との関係は(1)式より

$$k = \frac{\epsilon \nu \sum f_3}{\sum a_3} \dots\dots (6)$$

$$(1 + B^2 \tau_1) \left(1 + B^2 \tau_2 + \frac{\sum a_2}{\sum s l_2} \right) (1 + B^2 L^2)$$

となる。本報の計算はすべて単純化した(6)式に基づいている。

次に本報で拡張した部分について簡単に述べる。

3.2 速中性子分裂効果

Deutsch は燃料領域を均質と考え、Klein 達の UO_2 燃料棒に対する実験値に相対的な ϵ を計算する式を提唱しているが、ここでは Wehmeyer の式⁽²⁾,

$$\epsilon = 1.004 + 0.137 \left(\frac{H}{U^{238}} \right)^{-0.764} \dots\dots (7)$$

ここに、 $\left(\frac{H}{U^{238}} \right)$: 炉心内水素対 U^{238} の原子比を使った。これは水素対 U^{238} の原子比に対して実験に合うように作られたもの(第1図参照)であるが、断面積はあらわにはしていない。

3.3 実効共鳴積分 σ_0

金属Uの場合には、 UO_2 の場合と同じ Hellstrand の実験式⁽³⁾を、また均質混合の場合には、よく使われている実験式⁽⁴⁾を用いる。

$$\sigma_0 = 3.8 + 25.0 \sqrt{\frac{S}{M}} \text{バーン: 金属U棒のとき} \dots\dots (8)$$

$$\sigma_0 = 3.8 \left[\frac{\nu^F \sum S^F + \nu_{\text{H}_2\text{O}} \sum S^{\text{H}_2\text{O}}}{N^{238}} \right]^{0.42} \text{(barn):}$$

ここに、 $\frac{S}{M} = \frac{2\pi a}{\pi a^2 \rho^F}$ (均質混合のとき) $(a$: 燃料棒半径 (cm), ρ^F : 燃料の密度 (g/cm³)) $\dots\dots (9)$

- $\nu^F, \nu_{\text{H}_2\text{O}}$: 燃料, 水の体積率(単位格子の体積を1とする)
- $\sum S^F, \sum S^{\text{H}_2\text{O}}$: 燃料, 水のマクロ散乱断面積
- N^{238} : 単位格子中の U^{238} の原子数

3.4 Fermi age

新たにUの等価因子を下のように作ってつけ加える。

第1表 U の 等 価 因 子

	X_1	X_2	Y_1	Y_2
U(密度 18.9 g/cm ³)	1.928	1.237	0.702	0.0126

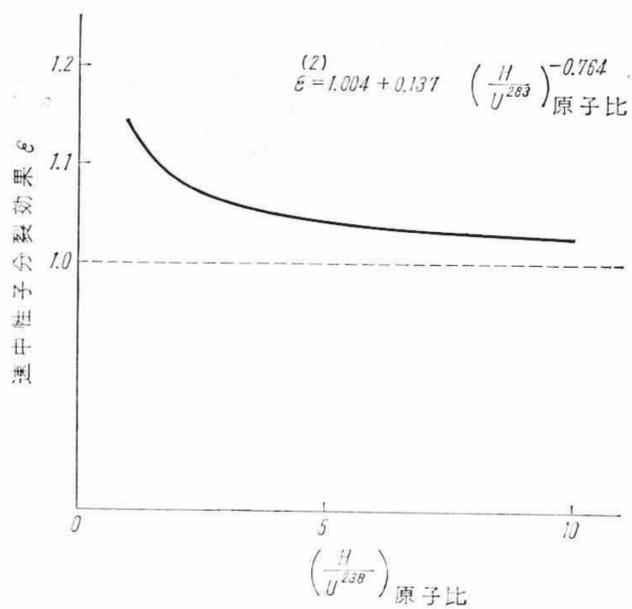
これらは、分子のミクロ断面積 ($\sigma_{\text{H}_2\text{O}}$ のような) を分子を構成する原子核の断面積の単純和として既知のデータから換算して求めたもので、 $X_{1,2}$ に関係しては、高熱外中性子群の輸送断面積 $\langle \sigma_{tr} \rangle_1 = 3.09$ バーン, $\langle \sigma_{tr} \rangle_2 = 3.64$ バーン, Y_1 に関係しては、 $[\langle \xi \sigma_s \rangle_0 / (\xi \sigma_s)_{\text{H}_2\text{O}}] = 0.018$, $(\xi \sum s)_{\text{H}_2\text{O}} = 0.353$ が用いられた⁽⁵⁾。 Y_2 は ANL-5800 の 30 群のデータをレサジー平均したものを使った。 $\langle \xi \sigma_s \rangle_0$, $\langle \xi \sigma_s \rangle_{\text{H}_2\text{O}}$ は、各々酸素, 水の減速能力の速中性子エネルギー領域での平均である。

3.5 反射体節約

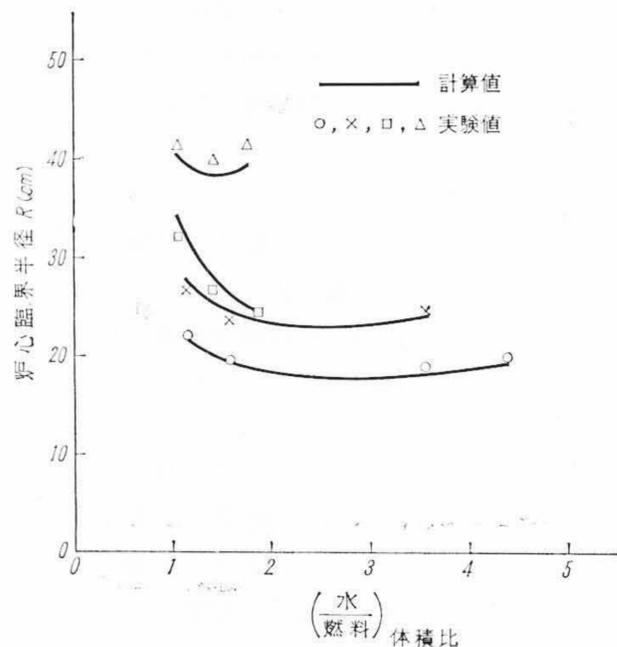
反射体節約と移動面積 M^2 との関係は、金属U燃料棒の場合にも UO_2 燃料の場合と同様に成り立つものとし、均質混合燃料の場合には Wehmeyer によると 7.0 cm とするのが良いとされているので、これを用いた⁽²⁾。

4. 軽水炉の実験解析

第2図は、水対燃料の体積化に対する低濃縮 UO_2 燃料使用の炉の臨界半径の実験と計算値の比較を示している。被覆は Al の場合



第1図 速中性子分裂効果



第2図 低濃縮 UO_2 棒状燃料炉心の臨界半径

	濃縮度 (%)	燃料(ペレット)半径 (cm)	被 覆	高 さ (cm)
○(s)	4.9	0.5640	SS	168.9
×(s)	2.9	0.5640	SS	168.9
□(s)	2.7	0.381	Al	121.9
△(s)	1.3	0.7635	SS	121.9

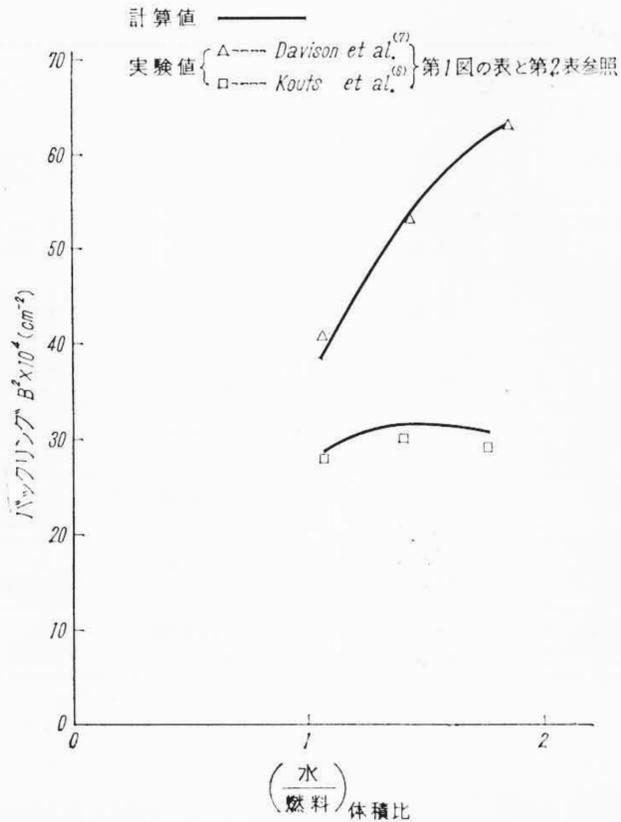
と SS の場合があるが、臨界半径の相対誤差はすべて3%以内(悪い場合で4%)におさまっていて、実験との一致は満足すべきものであるといえる。燃料半径が小さく(大きく)になると、計算値がいく分大きめ(小さめ)にずれる傾向が見られる。

臨界半径はその時の高さに依存してきまるものなので、一意的でない。その点、バックリングと比べる方が都合が良い。第3図は第2図にあげた実験のうち、バックリングが測定されているものを、グラフに書いたものである。

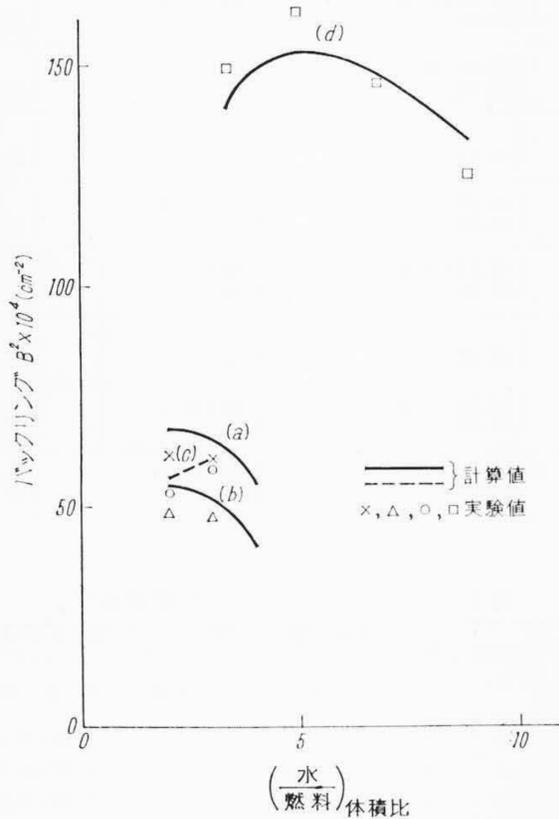
第4図は、低濃縮の金属U棒状燃料のバックリングである。燃料半径に対する臨界量は、この場合にも UO_2 の場合と同じ傾向を示し、計算値が小さめに出る。

均質燃料の場合もバックリングを第5図に示した。これは濃縮度93.2%のものであるが、臨界半径と高さの組み合わせが系統的になっていないので、実験の半径と高さを使って反射体節約を7cmとしてバックリングに換算したものを実験値として描き入れてある。計算値はいく分小さめに出ているが、やはりこの場合にも一致はきわめて良い。なお低濃縮(4.9%)の実験値(I点)も、計算との一致は良かった。

バックリング臨界半径などに比べると、その他の炉心の格子パラメータに関するデータは、はるかに数少ない。これらのパラメータ

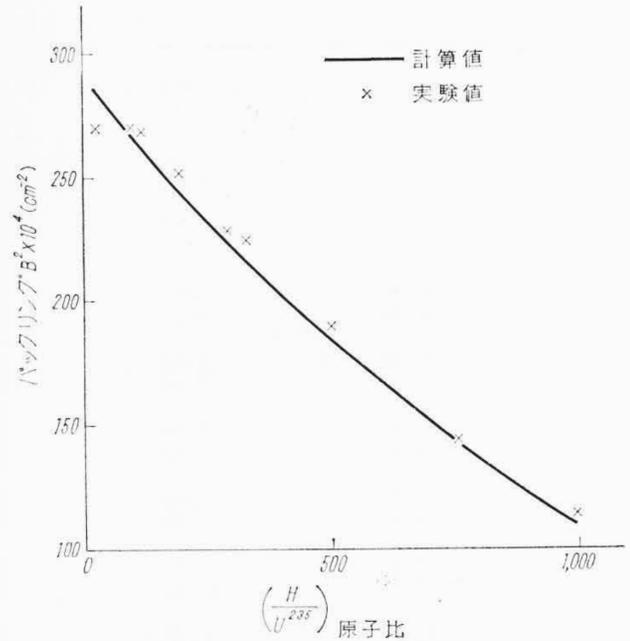


第3図 低濃縮 UO_2 棒状燃料炉心のバックリング



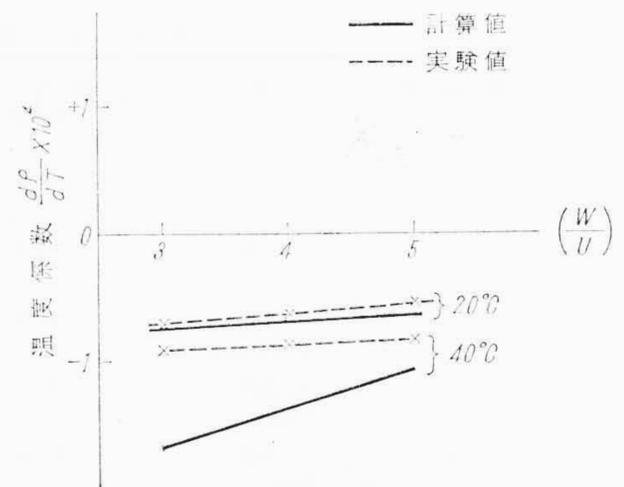
第4図 金属U棒状燃料炉心のバックリング

	濃縮度 (%)	燃料棒半径 (cm)	被覆
(a) x ⁽⁶⁾	1.3	0.762	Al
(b) Δ ⁽⁶⁾	1.15	0.762	Al
(c) ○ ⁽⁶⁾	1.3	0.4915	Al
(d) □ ⁽⁶⁾	3.1	0.381	なし



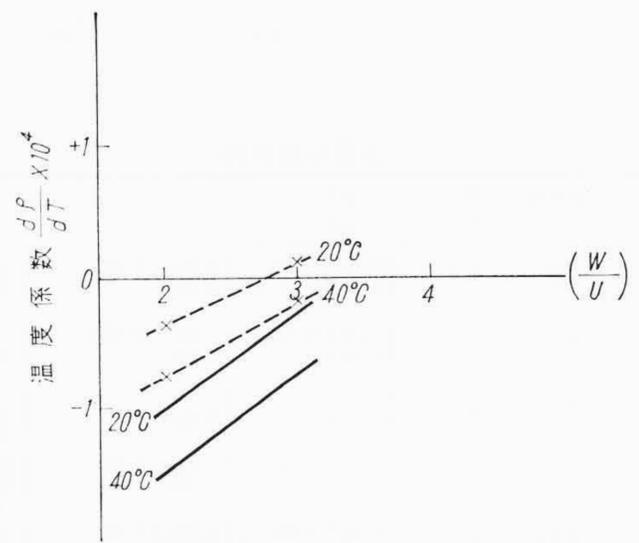
実験値は、反射体節約を7cmとして実験の半径と高さから換算した)

第5図 高濃縮液体燃料炉心のバックリング⁽¹⁰⁾



(濃縮度 1.3%, 燃料棒半径 0.7635 cm)

第6図(a) UO_2 棒状



(濃縮度 1.3%, 燃料棒半径 0.762 cm)

第6図(b) 金属U棒状

第2表(a) UO_2 燃料棒

	燃料レット半径 (cm)	燃料棒の半径 (cm)	被覆の厚さ (cm)	燃料密度 (g/cm^3)	濃縮度 (%)	$(\frac{H}{U^{235}})$ 原子比	$(\frac{水}{燃料})$ 体積比	$\frac{W}{U}^*$	高さ (cm)	臨界半径 (cm)	
										計算値	実験値
Kouts et al. ⁽⁶⁾	0.7635	0.8460	0.071A1	7.53	1.3	320	1.07	3.0	121.9	40.4	41.4
Kouts et al.	0.7635	0.8460	0.071A1	7.53	1.3	421	1.405	4.0	121.9	38.2	39.7
Kouts et al.	0.7635	0.8460	0.071A1	7.53	1.3	526	1.76	5.0	121.9	39.4	41.2
Kouts et al. ⁽⁶⁾	0.4930	0.5755	0.071A1	7.52	1.3	728	1.39	4.0	121.9	46.9	45.7
Kouts et al.	0.4930	0.5755	0.071A1	7.52	1.3	743	1.74	5.0	121.9	46.4	45.1
Davison et al. ⁽⁷⁾	0.381	0.429	0.041 S.S	10.2	2.7	239	1.06	2.2	121.9	34.2	32.01
Davison et al.	0.381	0.429	0.041 S.S	10.2	2.7	320	1.42	3.0	121.9	27.5	26.82
Davison et al.	0.381	0.429	0.041 S.S	10.2	2.7	417	1.85	3.9	121.9	24.6	24.27

* $\frac{W}{U} = \frac{NU}{NUO_2} \times (\frac{水}{燃料(UO_2)})$ 体積比 NU, NUO_2 は各金属 U, UO_2 燃料の 1 cc 中に含まれる原子 (分子) 数⁽⁶⁾

第2表(b) UO₂ 燃料棒 (つづき)

燃料棒半径 (cm)	W/U	バックリング ×10 ⁴ (cm ⁻²)	臨界燃料本数	反射体節約 (cm)		M ² (cm ²)**	φ ^M /φ ^F ***	f***
				半径方向	高さ方向			
0.7635	3.0	{28.37±0.06 28.99}	{1,269±3 1,216}	{8.55±0.06 8.79 ₅ }	{17.82±0.23 17.59}	{53.4 55.9 ₅ }	{1.09±0.03 1.14}	{0.873±0.004 0.866}
0.7635	4.0	{30.17±0.06 31.77}	{1,027±3 952}	{8.36±0.06 8.37 ₅ }	{16.72±0.19 17.75}	{52.5 51.7 ₅ }	{1.14±0.03 1.15}	{0.837±0.005 0.834}
0.7635	5.0	{29.06±0.07 30.86}	{987±3 891}	{7.92±0.07 8.08 ₅ }	{15.90±0.22 16.17}	{46.7 48.8 ₅ }	{1.16±0.03 1.16 ₅ }	{0.805±0.005 0.801}
0.4930	4.0	{25.28±0.10 23.81}	{3,045±3 3,282}	{8.41±0.12 8.70}	{17.06±0.51 17.40}	{53.7 55.0}	{1.10±0.01 1.11}	{0.836±0.004 0.833}
0.4930	5.0	{25.21±0.10 24.42}	{2,784±3 2,858}	{8.08±0.12 8.36}	{15.37±0.26 16.72}	{54.9 51.6}	{1.10±0.01 1.12}	{0.804±0.004 0.803}
0.381	2.2	{40.7±0.4 38.86}	{3,043±1 3,455}	{8.19±0.18 7.29}	{13.84±0.66 14.59}	{— 41.2}	{1.11±0.02 1.118}	{— 0.837}
0.381	3.0	{53.2±0.7 53.58}	{1,851±1 1,933}	{7.04±0.37 7.12}	{13.58±0.83 14.23}	{— 39.45}	{1.12±0.02 1.131}	{— 0.824}
0.381	3.9	{63.3±0.4 63.32}	{1,301±1 1,332}	{7.32±0.10 6.99}	{13.72±0.84 13.97}	{— 38.2}	{1.13 ₅ ±0.01 1.145}	{— 0.808}

** 移動面積
*** disadvantage factor
**** 熱中性子利用率

第3表(a) 金属U燃料棒⁽⁶⁾

燃料棒の半径 (cm)	濃縮度 (%)	W/U	(H/U ²³⁵) 原子比	臨界燃料本数	バックリング ×10 ⁴ (cm ⁻²)	反射体節約 (cm)	
						半径方向	高さ方向
0.762	1.3	2.0	213.8	{— 305.8}	{61.08±0.32 67.41}	{7.04±0.06 6.52}	{— 13.04}
0.762	1.3	3.0	319.4	{— 243.7}	{60.99±0.26 65.47}	{6.70±0.05 6.52}	{— 13.04}
0.762	1.3	4.0	421.9	{— 472.9}	{— 55.14}	{— 6.54}	{— 13.08}
0.762	1.15	2.0	241.7	{— 408.4}	{48.22 54.59}	{7.10±0.08 6.53}	{— 13.06}
0.762	1.15	3.0	361.0	{— 336.2}	{47.12±0.33 51.78}	{6.68±0.10 6.53}	{— 13.06}
0.762	1.15	4.0	476.9	{— 418.3}	{— 41.03}	{— 6.55}	{— 13.10}
0.4915	1.3	2.0	217.8	{904±2 875.0}	{53.55±0.48 56.62}	{7.40±0.17 6.69}	{14.07±0.71 13.38}
0.4915	1.3	3.0	320.0	{630±2 616.2}	{58.2±1.00 61.17}	{7.22±0.31 6.64}	{14.23±0.82 13.28}

第3表(b) 金属U燃料棒(つづき)

燃料棒の半径 (cm)	濃縮度 (%)	W/U	φ ^M /φ ^F	f	M ² (cm ²)
0.762	1.3	2.0	{1.45±0.04 1.353}	{0.890±0.04 0.896}	{34.1 33.2}
0.762	1.3	3.0	{1.49±0.04 1.444}	{0.843±0.004 0.846}	{— 33.2}
0.762	1.3	4.0	{— 1.519}	{— 0.800}	{— 33.3 ₅ }
0.762	1.15	2.0	{1.45±0.04 1.406}	{0.881±0.004 0.889}	{30.9 33.3}
0.762	1.15	3.0	{1.45±0.04 1.406}	{0.835±0.004 0.837 ₅ }	{— 33.3}
0.762	1.15	4.0	{— 1.473}	{— 0.790}	{— 33.4}
0.4915	1.3	2.0	{1.21±0.04 1.219}	{0.904±0.003 0.905}	{34.2 34.9}
0.4915	1.2	3.0	{1.31±0.04 1.255}	{0.857±0.004 0.861}	{36.2 34.4}

第4表 棒状燃料炉心の温度係数⁽⁶⁾

燃料棒	燃料棒半径 (cm)	濃縮度 (%)	(W/U)	温度係数(dφ/dT ×10 ⁴) 20℃ のとき		温度係数(dφ/dT ×10 ⁴) 40℃ のとき	
				実験値	計算値	実験値	計算値
UO ₂	0.7635	1.3	3	-0.71±0.02	-0.73	-0.93±0.02	-1.65
UO ₂	0.7635	1.3	4	-0.66±0.02	-0.76	-0.87±0.02	-1.38
UO ₂	0.7635	1.3	5	-0.55±0.02	-0.62	-0.83±0.02	-1.06
UO ₂	0.4930	1.3	4	-0.85±0.02	-0.78 ₅	-1.02±0.02	-1.40
UO ₂	0.4930	1.3	5	-0.90±0.03	-0.70 ₅	-1.01±0.03	-1.16
金属U	0.762	1.3	2	-0.36±0.02	-1.00	-0.76±0.02	-1.47
金属U	0.762	1.3	3	+0.10±0.02	-0.24	-0.19±0.02	-0.70
金属U	0.792	1.15	2	-0.40±0.02	-0.97	-0.74±0.02	-1.40
金属U	0.762	1.15	3	+0.11±0.02	-0.19	-0.14±0.02	-0.58
金属U	0.4915	1.3	2	-0.46±0.04	-1.39	-0.82±0.04	-1.81
金属U	0.4615	1.3	3	-0.47±0.02	-1.00	-0.78±0.02	-1.54

は温度が高くなるほどずれが著しく、金属Uでは温度によらない一様なずれが見られる。

5. 結 言

Deutschの方法を拡張して、サーベイ用コードを作り、軽水炉の実験解析を試みたが、臨界質量に関しては、軽水炉のパラメータのそのほとんどの範囲で、臨界質量をはじめ炉の格子パラメータについても実験と良い一致を得た。また、この方法をそのまま温度係数にまで拡張して計算してみると、負側にずれる傾向を示した。

温度係数は、安全上、非常に大切な量であるが、非常に値が小さい (~10⁻⁴ Jk/k) 上に、多くの現象に関連して、温度係数をプラス

がそろっているものとして、UO₂ 棒状燃料の炉については、Kouts et al.⁽⁶⁾ (Al被覆)のものと、Davison et al.⁽⁷⁾ (SS被覆)のものを、第2表に、金属U棒状の炉については、同じくKouts et al.⁽⁶⁾のものを、第3表に計算と実験との比較を示した。

温度係数の実験はさらに数少なく、たとえば反射体効果(ここでは反射体節約の中に押し込められている)の影響など、計算式の方にも明瞭でない点があるが、あえて実験と比較してみたのが第6図、第4表である。いずれも計算値は負側にずれており、UO₂の場合に

にする効果とマイナスにする効果が競いあうため、このような簡単な理論のわくでは、処理しきれなかったものと思われる。この点に関しては、もっとつっこんだ詳細な理論的研究が残されている。

なお、ここで述べた実験データはすべて外国のものであるが、現在われわれの身近かには、すでに軽水実験炉 HTR(日立教育訓練用原子炉, 10%濃縮 UO_2 燃料), および OCF(王禅寺臨界集合体, 1.5%, 2.5%濃縮 UO_2 燃料)の運転が開始されており, これらによって得られたデータの解析から, さらにくわしいことが明らかになるであろう。

最後に本計算のプログラム作成にあたっては今井喜美子さん, 計算に際しては日立製作所中央研究所の五十嵐信一さん, 新井公雄さん, データ整理は小沢美智子さんにお世話になった。ここにつつしんで感謝の意を表する次第である。

参考文献

- (1) R. W. Deutsch: Nucleonics., 15, 47 (1957); J. N. E. Part A/B., 14, 168 (1961)
- (2) D. B. Wehmeyer et al.: J. N. E. Part A/B., 14, 189 (1961)
- (3) E. Hellstrand: J. Appl. Phys., 28, 1493 (1957)
- (4) A. M. Weinberg and E. P. Wigner: The Physical Theory of Neutron Chain Reactors
- (5) ANL-5,800, 松岡私信
- (6) H. Kouts et al.: PICG., 12, 446, P/1841
- (7) P. W. Davison et al.: YAEC-94 (1959)
- (8) A. L. MacKinney and R. M. Ball.: Transactions A. N. S., 3-1 (1960)
- (9) R. C. Lloyd et al.: Transactions A. N. S., 2-1, 62 (1959)
- (10) C. K. Beck et al.: K-343 (1949)



特許の紹介



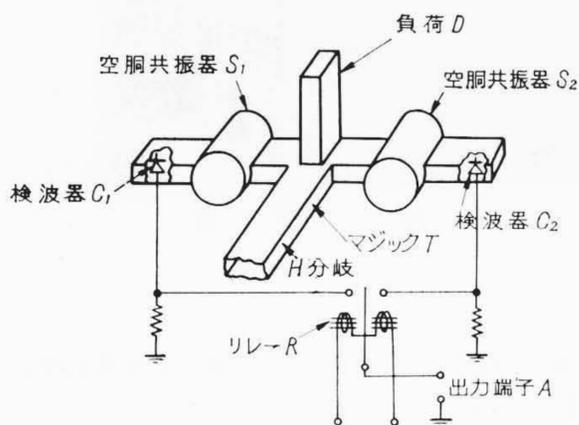
特許第 275246 号 (特公昭 35-13569)

宇佐美 囊

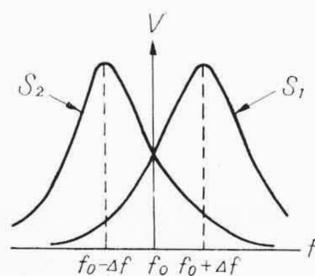
マイクロ波周波数弁別装置

従来広く用いられているマイクロ波周波数弁別装置は、第1図に示すようにマジック T の H 分岐に加えられた被弁別波を二分し、第2図示の特性を有する空洞共振器 S_1 および S_2 を経て検波器 C_1 および C_2 に加えると、交差的に切り替えられるリレーによって端 A には被弁別周波数 f が $f > f_0$ か、 $f < f_0$ に応じて位相が反転する出力(第3図参照)がえられるから、この出力の位相測定によって周波数弁別を行なうようになされてある。しかしこの方式では、実際問題として両検波器 C_1 および C_2 の特性を完全に一致させることが困難であるから、正確な弁別を行なうことができなかった。この発明は第1図示の S_1 および S_2 の出力を第4図示の方形導波管 G_1 およ

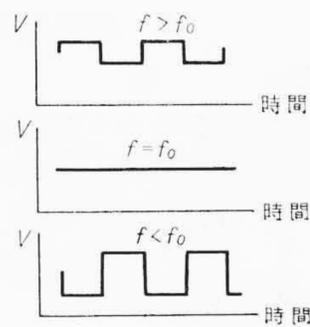
び G_2 に加えるようにしてあるから、導管波 B 内には第5図示の E_1 および E_2 なる偏波面をたとえば ± 45 度交互に回転せしめるようにコイル M に交番電圧を印加すると、ある半周期では E_1 は L に直交しかつ C に平行であるから検波出力としてとり出されるが、 E_2 は L に平行であるため吸収される。同様の理により次の半周期には E_2 が検波出力としてとり出され、 E_1 は L に吸収される。したがって C には半周期ごとに E_1 および E_2 、すなわち S_1 および S_2 の出力が得られることとなるから、この発明はただ1個の検波器をもって第3図示のように所望の弁別特性を得て、正確な周波数弁別を行ないうる点、効果大なるものである。(水本)



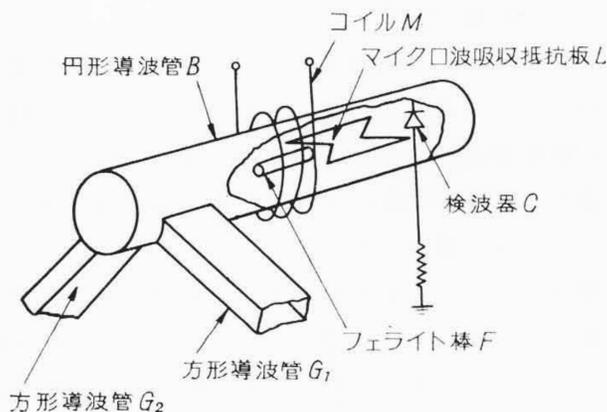
第1図



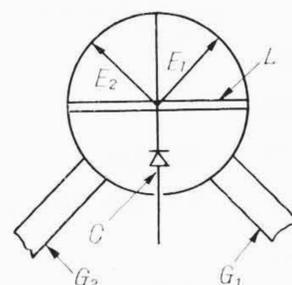
第2図



第3図



第4図



第5図