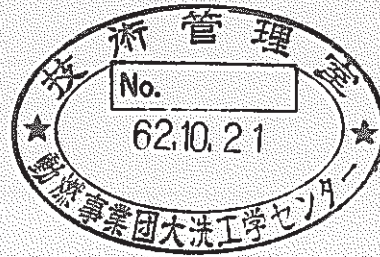


実験炉部技術課試験研究成果速報

Vol.4 No.1 昭和62年4月～6月の成果概要



1987年9月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

実験炉部技術課試験研究成果速報

Vol.4 No.1 昭和62年4月～6月の成果概要

溝尾 宣辰* 前田 清彦*

要 旨

本報告書は、実験炉部技術課が担当している試験研究のうち、昭和62年4月から6月の間に技術課内部資料（技術課メモ）として速報されたものの要旨をまとめたものである。

各成果速報は、その内容別に下記の項目に分類して編集されている。

- 高速実験炉の核熱特性の測定・解析と評価
- J2炉心への移行計画のための解析検討
- 設工認のための解析検討
- 炉心内の機械的特性の解析と評価
- MK-II炉心における自然循環試験の結果と解析・評価
- 高速実験炉のプラント諸特性の測定と解析
- 高速実験炉における中性子束・ガンマ線の測定と解析
- 計算機コード・マニュアルの作成と整備
- その他の試験研究および解析評価作業の成果

また、上記内容別の目次に加えて、技術課が担当する業務種別毎に分類した目次も設けた。

上記の通り、本報告書は多岐に亘る内容の要旨を速報するものである。よって、これらの各項目の詳細な解析、評価及び検討結果については、それぞれ別途報告書が発行される。

* 動力炉・核燃料開発事業団，大洗工学センター，実験炉部技術課

September, 1987

Preliminary Results on Experiments, Analyses and Evaluations
Performed by Reactor Technology Section, Experimental Reactor Division

Quarterly Report Vol.4, No.1

Nobutatsu Mizoo*, Kiyohiko Maeda*

Abstract

This report summarizes preliminary results on experiments, analyses and evaluations performed by Reactor Technology Section, Experimental Reactor Division during April through June, 1987. All results described in the report were released with internal memoranda of Reactor Technology Section, before detail analyses, evaluations, and/or discussions.

Each result is classified into the following categories according to its content.

- Results of measurements, analyses and evaluations for core characteristics of JOYO.
- Results of analyses and evaluations for transfer plan to J2 core.
- Results of analyses and evaluations for official permission.
- Results of analyses and evaluations for core mechanics.
- Results of measurements and analyses for natural circulation test in JOYO MK-II core.
- Results of measurements and analyses for the plant characteristics of Experimental Fast Reactor "JOYO".
- Results of measurements and analyses of neutron flux and gamma ray of JOYO.
- Production and/or arrangements of analysis codes and their manuals.
- Miscellaneous results.

Tables classified by kind of work are added.

After detail discussions, analyses and evaluations, the final report for each program will be published, respectively.

* Reactor Technology Section, Experimental Reactor Division, Oarai Engineering Center, PNC

目 次

1. まえがき	1
2. 高速実験炉の工程と技術課が担当した試験研究	2
2.1 高速実験炉の工程（昭和62年4月～6月）	2
2.2 実験炉部技術課が担当した試験研究	14
3. 高速実験炉の核熱特性の測定と解析・評価	17
3.1 炉内に装荷中の3B3, 3D3の回りの集合体崩壊熱 (技-62-13, 34) ...	18
3.2 “MAGI”用断面積ファイル作成システム“LTA”での発熱 断面積データ支給	(技-62-16) 19
3.3 INTAの中性子スペクトル及び核反応断面積のデータ支給 (技-62-29)	30
3.4 内側反射体中の中性子スペクトル及び ¹⁰ B核反応断面積のデータ 支給	(技-62-38) 37
3.5 MK-I中性子源(TTJNO1)放射線強度計算	(技-62-39) 40
3.6 フィードバック反応度特性試験結果(その1)	(技-62-47) 41
3.7 制御棒位置, 燃料の組成の違いによる炉内中性子束の比較 (技-62-51)	43
3.8 サーベイランス(I-02)放射化量計算結果	(技-62-52) 45
3.9 サーベイランス及び制御棒下部案内管の照射データ支給 (技-62-53)	46
3.10 第1次取替燃料, 第2次取替燃料の要素軸方向平均最高燃焼度 について	(技-62-54) 48
3.11 炉上部照射プラググリ格試験片(UPR1-1)放射化量計算結果 (技-62-62)	50
4. J2炉心への以降計画のための解析・検討	52
4.1 「常陽」第3次取替燃料の組成調整について (技-62-3, 8, 11) ...	53
4.2 第3次照射計画立案の為の炉心反応度及び置換反応度データ (技-62-6)	54
5. 設工認のための解析・検討	57

5.1	炉心燃料集合体の性能検査の考え方	(技-62-9)	58
5.2	性能検査の提出資料について	(技-62-19)	60
5.3	RTCB, RBCB及びPTM試験に対する米国の考え方	(技-62-21)	61
5.4	RTCB安全解析用の照射条件について	(技-62-26)	62
5.5	「FMF核燃料物質使用許可申請書の見直し」の為の特殊燃料 集合体の組成データ	(技-62-36)	63
5.6	試験安全評価の為の事故時の出力変動及び炉心流動変動	(技-62-41)	64
5.7	B型特殊燃料集合体改造設工認の核熱設計書	(技-62-48)	65
5.8	第1次取替燃料設工認変更に伴う核熱設計書の改訂	(技-62-58)	66
5.9	使用前検査要領書補足説明資料	(技-62-63)	67
5.10	「燃料取扱設備のドアバルブ改造」の為の使用済燃料のガンマ 線源強度評価	(技-62-67)	71
6.	炉心内の機械的特性の解析・検討		74
6.1	「常陽」炉心湾曲解析の為の中性子束、温度データ及び物性値(I)	(技-62-5)	75
6.2	炉心湾曲に起因する炉心構成要素の使用制限	(技-62-7, 32)	78
6.3	ファイバースコープによる炉内観察試験結果	(技-62-43)	79
6.4	炉心湾曲解析に関する炉外試験の調査	(技-62-49)	82
6.5	大型炉の設計主要目に関する研究(I)内作分報告会「大型炉炉心 湾曲解析」要約	(技-62-61)	85
7.	MK-II炉心における自然循環試験の結果と解析・検討		91
7.1	自然循環試験II-E(100MW過渡試験)プラント復帰時プラント 状態評価	(技-61-339)	92
7.2	“MIMIR-N2”コードによる自然循環試験II-E試験後解析 (その4)(1次系逆止弁圧損評価式の見直し)	(技-62-4)	93
7.3	自然循環試験解析モデルの改造についての今後の作業予定	(技-62-10)	95
7.4	“FPGS-3.5”による自然循環試験解析用崩壊熱計算	(技-62-20)	97
7.5	自然循環試験II-E, “MIMIR-N2”コードによる試験後解析 (その5)(崩壊熱データの見直し)	(技-62-27)	100

8.	高速増殖炉のプラント諸特性の解析・検討	102
8.1	燃料ピンの擦り痕問題について (INTA-1 雑音解析)	
	..... (技-62-15)	103
8.2	2次冷却系, 主補助プラグング計, 配管T字部の応力解析条件	
	..... (技-62-30)	106
8.3	"MIMIR-N2" による1次主ポンプ・トリップ及びスティ	
	ック時の1次主循環流量計算	..... (技-62-33)
		108
8.4	出力領域核計装補正式の係数の可変範囲について	
	..... (技-62-35)	110
8.5	異常反応度監視機能について (フィードバック反応度近似計算の	
	チェック)	..... (技-62-37, 59)
		111
8.6	CGCS・FP貯蔵シリンダー予備遮蔽計算結果	..... (技-62-40)
		113
8.7	炉心燃料及び反射体引抜時の系統圧損評価について	
	..... (技-62-56)	116
8.8	「常陽」運転支援システムにおけるプラント状態予測機能開発	
	の方向性について	..... (技-62-60)
		119
8.9	FFD・DN法 (Bループ) についての中性子検出器交換と特性試験	
	結果の速報	..... (技-62-65)
		122
9.	高速実験炉における中性子束・ガンマ線の測定と解析	127
9.1	II-02フラックスモニターの中性子照射量測定結果	
	..... (技-62-1)	128
9.2	C1Jドシメータの反応率測定結果	..... (技-62-55)
		132
9.3	AMIR-1の中性子照射量測定結果	..... (技-62-64)
		135
10.	計算機コード・マニュアルの作成と整備	137
10.1	崩壊熱簡易計算及び編集システムの作成	..... (技-62-34)
		138
11	その他試験研究及び解析・評価作業の成果	141
11.1	チェルノブイリ事故に関連した高速実験炉「常陽」の現状調査	
	..... (技-62-24)	142
11.2	スーパーフェニックス炉におけるNa漏洩に関する「常陽」の調査	
	..... (技-62-25)	143
11.3	崩壊熱測定装置の概要及び特性試験計画	..... (技-62-44, 45)
		144
11.4	データ収録装置用無停電電源装置 (CVCF) の増設	
	..... (技-62-57)	150

昭和62年4月から6月までの間に発行された技術課メモを、目的とする業務の内容に沿って分類した。

A. 炉心管理業務

タ イ ト ル	番 号	頁
3. 1 炉内に装荷中の3B3, 3D3の回りの集合体崩壊熱	技-62-13 , -34	18
3. 2 "MAGI"用断面積ファイル作成システムLTAでの発熱断面積データ支給	技-62-16	19
3. 3 INTAの中性子スペクトル及び核反応断面積のデータ支給	技-62-29	30
3. 4 内側反射体中の中性子スペクトル及び ¹⁰ B核反応断面積のデータ支給	技-62-38	37
3. 5 MK-1中性子源(TTJNO1)放射線強度計算	技-62-39	40
3. 7 制御棒位置, 燃料の組成の違いによる炉内中性子束の比較	技-62-51	43
3. 8 サーベイランス(I-02)放射化量計算結果	技-62-52	45
3. 9 サーベイランス及び制御棒下部案内管の照射データ支給	技-62-53	46
3.10 第1次取替燃料, 第2次取替燃料の要素軸方向平均最高燃焼度について	技-62-54	48
3.11 炉上部照射プラグリグ試験片(UPR1-1)放射化量計算結果	技-62-62	50
4. 1 「常陽」第3次取替燃料の組成調整について	技-62-3 , -8, -11	53
5. 1 炉心燃料集合体の性能検査の考え方	技-62-9	58
5. 2 性能検査の提出資料について	技-62-19	60
5. 9 使用前検査要領書補足説明資料	技-62-63	67
9. 1 II-02フラックスモニターの中性子照射量測定結果	技-62-1	128
9. 2 C1Jドシメータの反応率測定結果	技-62-55	132
9. 3 AMIR-1の中性子照射量測定結果	技-62-64	135

B. プラント健全性確認

タ イ ト ル	番 号	頁
8. 2 2次冷却系, 主補助プラグング計, 配管T字部の応力解析条件について	技-62-30	106
8. 7 炉心燃料及び反射体引抜時の系統圧損評価について	技-62-56	116

D. 改良・合理化

タイトル	番号	頁
10.1 崩壊熱簡易計算及び編集システムの作成	技-62-34	138
11.4 データ収録装置用無停電電源装置 (CVCF) の増設	技-62-57	150

F. 多目的利用 (特殊試験・解析)

タイトル	番号	頁
3.6 フィードバック反応度特性試験結果 (その1)	技-62-47	41
7.1 自然循環試験Ⅱ-E (100 MW過渡試験) プラント復帰時プラント状態評価	技-61-339	92
7.2 “MIMIR-N2” コードによる自然循環試験Ⅱ-E試験後解析 (その4) (1次系逆止弁圧損評価式の見直し)	技-62-4	93
7.3 自然循環試験解析モデルの改造についての今後の作業予定	技-62-10	95
7.4 “FPGS-3.5” による自然循環試験解析用崩壊熱計算	技-62-20	97
7.5 自然循環試験Ⅱ-E, “MIMIR-N2” コードによる試験後解析 (その5) (崩壊熱データの見直し)	技-62-27	100
8.1 燃料ピンの擦り痕問題について (INTA-1 雑音解析)	技-62-15	103
8.3 “MIMIR-N2” による1次主ポンプ・トリップ及びスティック時の1次主循環流量計算	技-62-33	108
8.4 出力領域核計装補正式の係数の可変範囲について	技-62-35	110
8.5 異常反応度監視機能について (フィードバック反応度近似計算のチェック)	技-62-37 , -59	111
8.9 FFD・DN法 (Bループ) についての中性子検出器交換と特性試験結果の速報	技-62-65	122
11.3 崩壊熱測定装置の概要及び特性試験計画	技-62-44 , -45	144

G. 計画検討

タイトル	番号	頁
4.2 第3次照射計画立案の為に炉心反応度及び置換反応度データ	技-62-6	54
5.3 RTCB, RCB及びPTM試験に対する米国の考え方	技-62-21	61
5.4 RTCB安全解析用の照射条件について	技-62-26	62

タ イ ト ル	番 号	頁
5. 5 「FMF 核燃料物質使用許可申請書の見直し」の為の特殊燃料集合体の組成データ	技-62-36	63
5. 6 試験安全評価の為の事故時の出力変動及び炉心流動変動	技-62-41	64
5. 7 B型特殊燃料集合体改造設工認の核熱設計書	技-62-48	65
5. 8 第1次取替燃料設工認変更に伴う核熱設計書の改定	技-62-58	66
5. 10 「燃料取扱設備のドアバルブ改造」の為の使用済燃料のガンマ線源強度評価	技-62-67	71
6. 1 「常陽」炉心湾曲解析の為の中性子束、温度データ及び物性値 (I)	技-62-5	75
6. 2 炉心湾曲に起因する炉心構成要素の使用制限	技-62-7 , -32	78
6. 3 ファイバースコープによる炉内観察試験結果	技-62-43	79
6. 4 炉心湾曲解析に関する炉外試験の調査	技-62-49	82
6. 5 大型炉の設計主要目に関する研究 (I) 内作分報告会「大型炉炉心湾曲解析」要約	技-62-61	85
8. 6 CGCS・FP貯蔵シリンダー予備遮蔽計算結果	技-62-40	113
8. 8 「常陽」運転支援システムにおけるプラント状態予測機能開発の方向性について	技-62-60	119
11. 1 チェルノブイリ事故に関連した高速実験炉「常陽」の状態調査	技-62-24	142
11. 2 スーパーフェニックス炉におけるNa漏洩に関する「常陽」の調査	技-62-25	143

1. ま え が き

本報告書は、実験炉部技術課が担当している種々の試験研究の成果のうち、昭和62年4月1日から6月30日の期間に技術課内部資料（技術課メモ）として報告されたものの概要を、その内容毎に編集したものである。

本報告書はあくまでも成果の速報性を主眼としているため、各作業の途中段階での中間報告も含まれている。これらについては、今後の試験研究の進捗に伴い、より詳細かつ正確な検討評価結果が各試験研究毎の報告書に記載される。したがって、本報告書に記載されている数値や記述の引用については、上記の点に留意されたい。

2. 高速実験炉の工程と技術課が担当した試験研究

2.1 高速実験炉の工程（62年4月～6月）

「常陽」の照射準備・改造工事・第6回定期検査は昨年12月10日から開始し、今年9月上旬完了の予定で現在計画どおり順調に作業を進行中である。

4月～6月まで定検モードを維持し、第6回定期検査、改造工事、照射準備等に係る各種のプラント操作及び燃料取扱設備に係る点検、改造工事等を実施した。

4月： プラントは、先月に引続いて1次・2次系及び1次・2次補助系ともナトリウムドレン状態を維持した。

炉心崩壊熱は先月に引続き予熱 N_2 ガス系にて除去中である。

5月： プラントは、炉内サーベイランスリグ取出し及び炉内観察等のため一時的に、1次主冷却系のナトリウム充填・ドレン操作を行った以外は定検モードに伴い1次・2次系及び1次・2次補助系ともナトリウムドレン状態を維持した。また、炉心崩壊熱の除去は予熱窒素ガス系にて引続き行った。

6月： プラント状態は、1次・2次冷却系へのNa充填が完了し、1次・2次主循環ポンプがともに運転状態となった。また、これに伴って1次系冷却材ナトリウムの予熱保持及び炉心崩壊熱の除去のため運転していた予熱窒素ガスブローを停止した。

本報告に係る期間中（昭和62年4月～6月）の原子炉運転実績を表1.1.1、1.1.2に、その工程表及びプラント状態表をそれぞれ表1.2.1～1.2.3と表1.3.1～1.3.3に示す。

図1.1に第6回定期検査時、図1.2～1.4に各炉心燃料取扱後の炉心構成図を示す。

表 1.1.1 月間の原子炉運転実績

期 間	昭和62年4月	昭和62年5月	昭和62年6月	S62年度第1四半期 期 間 S 62.4.1～6.30
原子炉起動回数（回）	0	0	0	0
運 転 日 数（日）	0	0	0	0
積算運転時間（h）	0	0	0	0
積算熱出力（MWh）	0	0	0	0
利 用 率（％）	0	0	0	0
平均熱出力（MW）	0	0	0	0
最大熱出力（MW）	0	0	0	0

参考文献 高速実験炉「常陽」プラント管理月報：1987年4月分 PNC SN 9320 87-004
1987年5月分 PNC SN 9320 87-005
1987年6月分 PNC SN 9320 87-006

表 1.1.2 積算原子炉運転実績

項 目	S 62年度累計 期 間 S. 62. 4. 1 ~ S. 62. 4. 30	MK - II 累計 (S. 57. 11. 22 ~)	MK - I, II 累 計 (S. 57. 11. 24 ~)	S 62年度累計 期 間 S. 62. 4. 1 ~ S. 62. 5. 31	MK - II 累計 (S. 57. 11. 22 ~)	MK - I, II 累 計 (S. 52. 4. 24 ~)	S 62年度累計 期 間 S. 62. 4. 1 ~ S. 62. 6. 30	MK - II 累計 (S. 57. 11. 22 ~)	MK - I, II 累 計 (S. 52. 4. 24 ~)
原子炉起動回数 (回)	0	142	404	0	142	404	0	142	404
運 転 日 数 (日)	0	-	-	0	-	-	0	-	-
積算運転時間 (h)	0	15,474	28,442	0	15,474	28,442	0	15,474	28,442
積算熱出力 (MWh)	0	1,358,029	2,031,359	0	1,358,029	2,031,359	0	1,358,029	2,031,359
利 用 率 (%)	0	-	-	0	-	-	0	-	-
平均熱出力 (MW)	0	-	-	0	-	-	0	-	-
最大熱出力 (MW)	0	-	-	0	-	-	0	-	-

表 1.2.1 高速実験炉「常陽」実績工程表

項目	年月日																																			
	1	2	3	④	⑤	6	7	8	9	10	11	⑫	13	14	15	16	17	⑱	⑲	20	21	22	23	24	25	⑳	27	28	㉑	30						
一般事項								IAEA 科技厅 査察																												
照射準備 改造工事 第6回定期検査 その他	S. 61. 12. 10 ~ 照射準備・改造工事・第6回定期検査																																			
	エアロック設備点検										配管支持装置外観検査 配管(1次主冷却系)										計測線付特殊燃料集合体(INTA-1)撤去 材料照射用校正試験装置(INTA-S)装荷															
	燃料つかみ部 洗浄設備点検										計装線付缶詰付試験装置撤去 安全容器リークテスト										INTA-1 撤去															
	炉上部照射プラグリグ(UPR)試料部交換作業 準備										UPR-1-2, UPR プラグ装荷										INTA-S装荷															
	UPRプラグ, UPR-1取外し										1次主配管 ISI										後始末															
	1次純化系コールドトラップ掘付工事										2次主冷却器伝熱管点検窓取付工事																									
	2次主冷却器出口ダンパー点検										接触式L/D交換										2次主ポンプメカニカルシール点検															
	2次系オイルスナバ点検										2次主ポンプオイルプレッシャーユニット点検																									
	型式L/D点検										2次補助 EMP点検																									
	2次ブラギング計配管検査										2次補助系電気設備等の点検																									
	2次系(主, 補助, PL計)盤・計器交換										2次系ヒータ交換																									
	格納容器床上 CP 測定										格納容器床上, 床下系ファン, 空調機点検																									
	2次主配管サーベイランス材取出作業										2次系オーバーフロータンクサーベイランス取出作業																									
	2次系D/Tサーベイランス材取出作業																																			
	廃棄物処理系プロセス計器交換																																			

表 1.2.2 高速実験炉「常陽」実績工程表

年月日 項目	S. 62.5																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
一般事項			憲法記念日	振替休日	こどもの日							常陽核物質	実IABA 在庫調査	科技厅査察																	第五土休	
照射準備 改造工事 第6回定期検査 その他	S. 61. 12. 10 ~ 照射準備・改造工事・第6回定期検査																															
	INTA-S装荷 炉上部ピット蓋 取外し搬出																														定期検査 ◎	
												サーベイランスリグ 準備作業																				炉内観察
												サーベイランスリグ 取出							炉内観察													炉内観察
														炉内燃料取扱												炉内燃料取扱						

表 1.2.3 高速実験炉「常陽」実績工程表

年月日 項目	S. 62. 6																																						
	1	2	3	4	5	⑥	⑦	8	9	10	11	12	13	⑭	15	16	17	18	19	⑳	㉑	22	23	24	25	26	27	㉒	29	30									
一般事項	IAEA 科技厅 査察								IAEA 科技厅 査察																														
照射準備 改造工事 第6回定期検査 その他	S. 61. 12. 10 ~ 照射準備・改造工事・第6回定期検査																																						
				定期検査 ◎																																			
				サーベイランスリグ等の取出し																																			
											燃料取扱作業																												
											炉内燃料取扱 (1)																												
				</																																			

表 1.3.1 実験炉「常陽」プラント状態表 (実績)

	1987 4月																													
	1	2	3	(4)	(5)	6	7	8	9	10	11	(12)	13	14	15	16	17	(18)	(19)	20	21	22	23	24	25	(26)	27	28	(29)	30
	[照射準備・改造工事・第6回定期検査]																													
主要工程	UPR 試料部交換作業															INTA-1 撤去, INTA-S 装荷														
	1次純化系コールドトラップ据付工事										2次系サーベイランス材取出作業(主配管, D/T, OF/T)										INTA-1 撤去, INTA-S 装荷									
	炉上部ピット蓋取付										2次系サーベイランス材取出作業(主配管, D/T, OF/T)										新型C/T機能試験									
	炉上部ピット蓋取付										2次系サーベイランス材取出作業(主配管, D/T, OF/T)										新型C/T機能試験									
	炉上部ピット蓋取付										2次系サーベイランス材取出作業(主配管, D/T, OF/T)										新型C/T機能試験									
原子炉	停止																													
炉内状況	GL-8600																													
冷却系	予熱室系ガスブロー(A)運転																													
	系統温度(常温)															主配管通気開始 ▽(200℃)														
	1次系 Na 温度															1次系 Na ドレン中														
	1次系 Na 流量															1次系 Na ドレン中														
	2次系 Na 温度															2次系 Na ドレン中														
2次系 Na 流量															2次系 Na ドレン中															
⊗ 関係 E/H 床下雰囲気	開放																													
	空気																													
その他	1次系ガスクロ点検															2次Naサンプリング装置改造														
	1次系ガスクロ点検															2次Naサンプリング装置改造														
低レベル廃液移送															低レベル廃液移送															

炉心構成
 *ドライバー 65体
 A, B特 0体
 C特 1体
 INTA 0体
 SMIR 1体
 AMIR 2体
 (UPR) 1体

表 1.3.2 実験炉「常陽」プラント状態表 (実績)

実験炉部・原子炉第1課

項目	年月日																														
	1987 5月																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	【照射準備・改造工事・第6回定期検査】																														
主要工程	INTA-S装荷					1次系Na充填 Naドレン											1次系Na充填 Naドレン														
						サーベイランスリグ取出																									
						2次系サーベイランス材取出作業(主配管, OF/T)																									
	炉上部ピット蓋 取外し, 搬出					遮コン, ベDESTALプロア点検																									
						D/G機関, 発電機およびD/G盤点検																									
						新型C/T機能試験																									
						△(純化系充填)																									
原子炉																	停止														
炉内状況	GL-8600					GL-6100					GL-9540					GL-6100					-9540					GL-9435					
						↔										※↔◎															
冷却系	(A)運転					予熱室素ガスプロア(B)運転																									
	x					1次系カバーガス低圧運転																									
						系統温度(200℃)																									
	1次系 Na 温度					充填 ドレン											充填 ドレン					ドレン中									
	1次系 Na 流量					1次系Naドレン中											ドレン中					ドレン中									
2次系 Na 温度					系統温度(常温)																ヒータ投入 ▽ 200℃										
2次系 Na 流量					2次系Naドレン中																										
格 関係 E/H 床下雰囲気																	開放														
																	空気														
その他						1次Na SP																									
						低レベル廃液移送										「もんじゅ」モックアップ制御盤の検証					低レベル廃液移送										

- 炉心構成
- *ドライバー 65体
 - A, B特 0体
 - C特 1体
 - INTA 0体
 - SMIR 1体
 - AMIR 2体
 - (UPR) 1体
 - ※ドライバー 59体
 - A, B特 0体
 - C特 1体
 - INTA 0体
 - SMIR 1体
 - AMIR 2体
 - (UPR) 1体
 - ◎ドライバー 60体
 - A, B, C特 0体
 - INTA 0体
 - SMIR 1体
 - AMIR 2体
 - (UPR) 1体

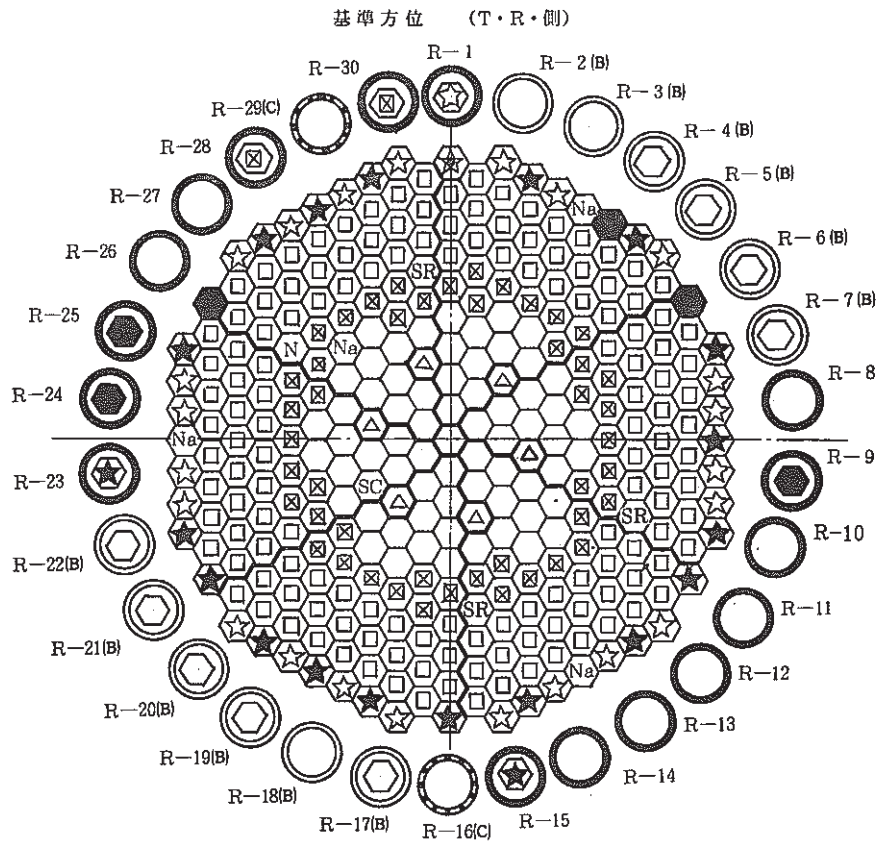
表 1.3.3 実験炉「常陽」プラント状態表 (実績)

実験炉部・原子炉第1課

項目	1987 6月																														
	1	2	3	4	5	(6)	(7)	8	9	10	11	12	13	(14)	15	16	17	18	19	(20)	(21)	22	23	24	25	26	27	(28)	29	30	
主要工程	(照射準備・改造工事・第6回定期検査)																														
	1次系Na充填										燃料取扱作業										CRD-M 掘付調整										
	2次系Na充填										燃料移送																				
	下部案内管(LGT)交換作業										炉内燃料取扱(1)										炉内燃料取扱(2)										
											遮コブ、ベデスタルフロア点検																				
	D/G 機関、発電機およびD/G 盤点検										新型C/T機能試験																				
原子炉	停止																														
炉内状況	GL-9435														GL-6100																
冷却系	予熱窒素ガスフロア(B)運転																														
	1次系カバーガス低圧運転																														
	Na 温度	200 250 200														Na 温度 250℃															
	1次系 Na 流量	ドレン中														Na 流量 20%															
	Na 温度	200 250 200														Na 温度 250℃															
	2次系 Na 流量	ドレン中														Na 流量 100%															
格 関係 E/H 床下雰囲気	開放														閉鎖																
	閉														空気																
その他	1次 Na SP														2次 Ar SP																
	高レベル廃液移送														燃交廃液移送																
														2次 Na SP																	
														高レベル廃液移送																	
														低レベル廃液移送																	

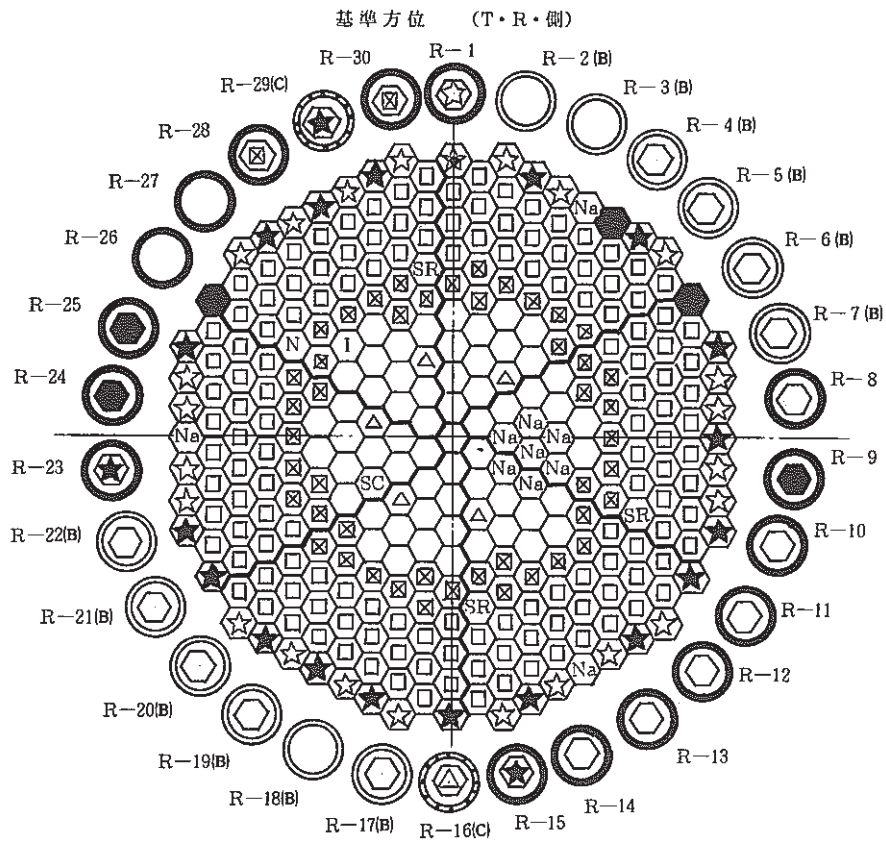
- 炉心構成
- * ドライバー 60体
 - A, B, C特 0体
 - INTA@ (1体)
 - SMIR 1体
 - AMIR 2体
 - (UPR) 1体
 - ※ ドライバー 65体
 - A, B特 0体
 - C特 1体
 - INTA@ (1体)
 - SMIR 0体
 - AMIR 2体
 - (UPR) 1体
 - ◎ ドライバー 66体
 - A, B特 0体
 - C特 1体
 - INTA@ (1体)
 - SMIR 0体
 - AMIR 3体
 - (UPR) 1体
- ◎()は、INTA 上端を示す。

PNC TN9410 87-103



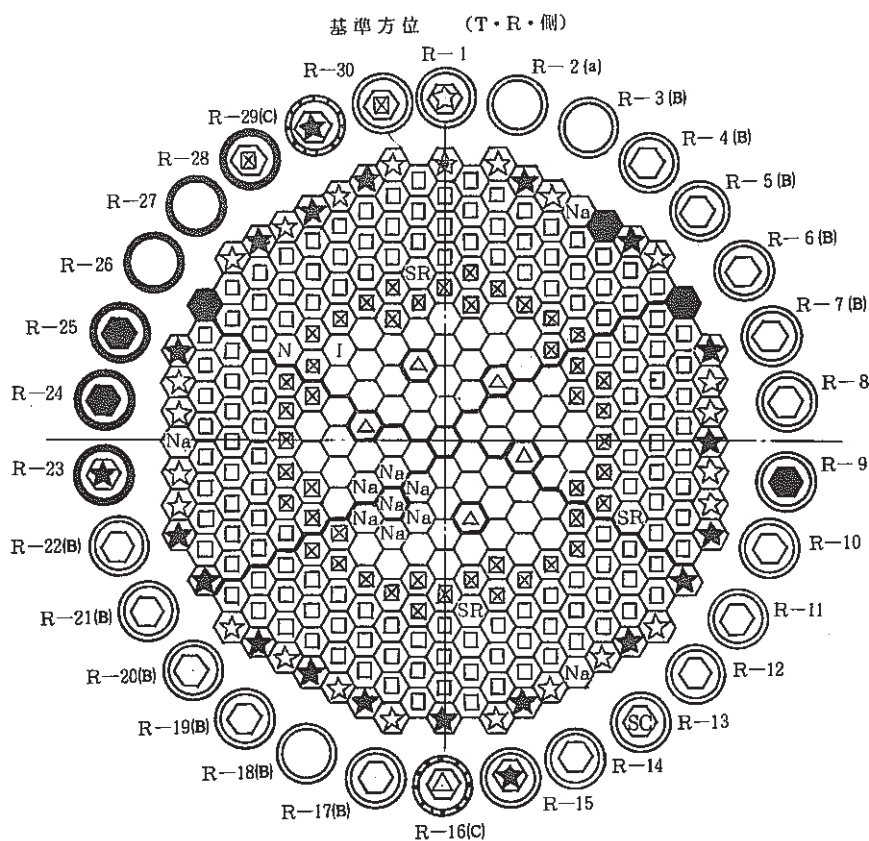
炉心構成要素名	炉心領域	炉内貯蔵ラッス	記号
	取替後本数	取替後(A,C/B)	
炉心燃料	65	0 / 9	⬡
制御棒	6	0 / 0	△
内側反射体	46	2 / 0	⊠
外側反射体 (A)	142	0 / 0	⬢
外側反射体 (B)[スリット無]	23	1 / 0	☆
外側反射体 (B)[スリット有]	1	0 / 0	★
中性子源	1	0 / 0	⬡
特殊燃料 B型	0	0 / 0	SR
C型	1	0 / 0	SC
INTA	0	0 / 0	I
MK-I 反射体 (サーベイランスを含む)	18	2 / 0	★
特殊反射体	3	0 / 0	SR
Na チャンネル	4		Na
サーベイランス	3	3 / 0	●
特殊要素名称	装荷位置		
C型特殊燃料	3E1		
制御棒材料照射用反射体	6C6, 6F6		
構造材料照射用反射体	7B7		

図 1.1 炉心構成図 (第 6 回定期検査時)



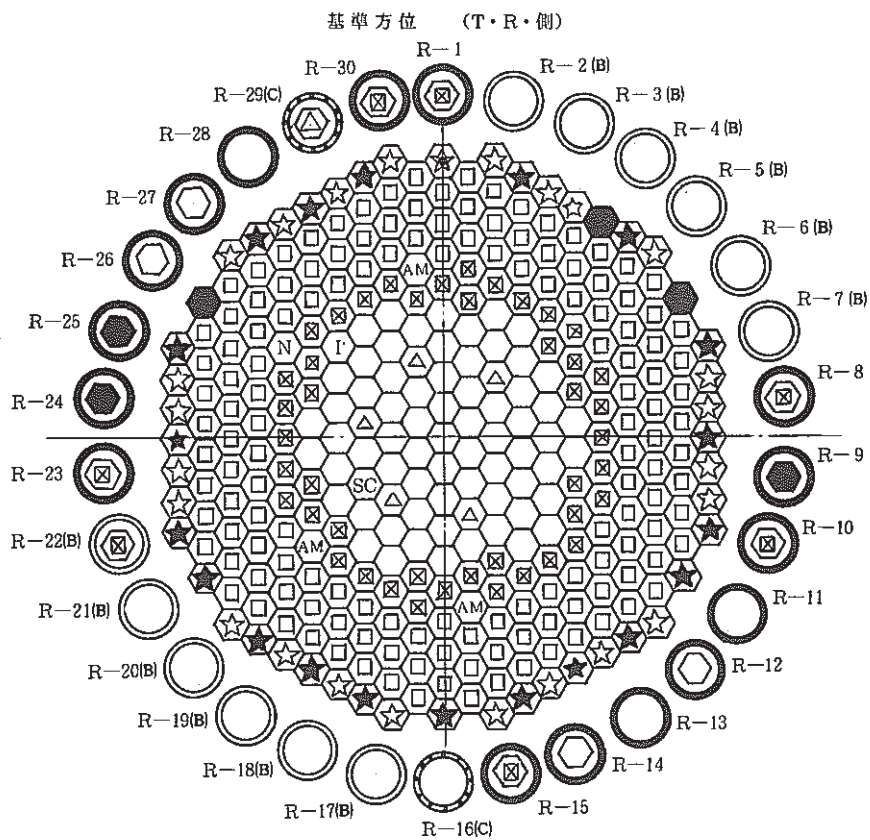
炉心構成要素名	炉心領域	炉内貯蔵ラック	記号
	取替後本数	取替後(A,C/B)	
炉心燃料	59	6 / 9	⬡
制御棒	5	1 / 0	△
内側反射体	46	2 / 0	⊠
外側反射体 (A)	142	0 / 0	⬢
外側反射体 (B) [スリット無]	23	1 / 0	☆
外側反射体 (B) [スリット有]	1	0 / 0	☆
中性子源	1	0 / 0	N
特殊燃料 C型	1	0 / 0	SC
MK-I 反射体	18	3 / 0	★
特殊反射体	3	0 / 0	SF
Na チャンネル	10		Na
INTA	1	0 / 0	I
サーベイランス	3	3 / 0	●
特殊要素名称	装荷位置		
C型特殊燃料	3E1		
制御棒材料照射用反射体	6C6, 6F6		
構造材料照射用反射体	7B7		
INTA-S	5F2		

図 1.2 5月14日炉内燃料取扱後の炉心構成図



炉心構成要素名	炉心領域	炉内貯蔵ラック	記号
	取替後本数	取替後(A,C/B)	
炉心燃料	60	5 / 9	⬡
制御棒	5	1 / 0	⬠
内側反射体	46	2 / 0	⊠
外側反射体 (A)	142	0 / 0	⬢
外側反射体 (B) [スリット無]	23	1 / 0	☆
外側反射体 (B) [スリット有]	1	0 / 0	★
中性子源	1	0 / 0	N
特殊燃料 C型	0	1 / 0	SC
MK-I 反射体	21	6 / 0	★
特殊反射体	3	0 / 0	SR
Na チャンネル	10		Na
INTA	1	0 / 0	I
サーベイランス	3	3 / 0	●
特殊要素名称	装荷位置		
制御棒材料照射用反射体	6C6, 6F6		
構造材料照射用反射体	7B7		
INTA-S	5F2		

図 1.3 5月23日炉内燃料取扱後の炉心構成図



炉心構成要素名	炉心領域	炉内貯蔵ラック	記号
	取替後本数	取替後(A,C/B)	
炉心燃料	66	3 / 0	⬡
制御棒	6	1 / 0	△
内側反射体	44	6 / 1	⊠
外側反射体 (A)	143	0 / 0	⬢
外側反射体 (B)[スリット無]	24	0 / 0	☆
外側反射体 (B)[スリット有]	1	0 / 0	☆
中性子源	1	0 / 0	N
特殊燃料 C型	1	0 / 0	SC
INTA	1	0 / 0	I
特殊反射体	3	1 / 0	AM
MK-I 反射体 [スリット無]	20	0 / 0	☆
サーベイランス	3	3 / 0	⬢

特殊要素名称	装荷位置
C型特殊燃料	3E1
制御棒材料照射用反射体	6C6, 6D6, 6F6
INTA-S	5F2

図 1.4 6月20日炉内燃料取扱後の炉心構成図

2.2 実験炉部技術課が担当した試験研究（昭和62年4月～6月）

(1) 昭和62年4月中の概略実施内容

第2回サーベイランス材取出しについて、2次冷却系に係る部分を終了した。また、格納容器床下において、主ポンプ、オーバフローカラム及び主配管における放射性CPの沈着量の測定を開始した。一方崩壊熱測定装置については、第2回目の工場立会検査を終了し、サイト内に搬入した。

フィードバック反応度特性試験の結果をまとめ、技術メモを作成した。自然循環試験については、解析コードMIMIRの改良を進めている。

J2燃料（3次取替）について余剰反応度を確保するため、組成調整案を作成し、検討中である。中性子計装へのグラファイト温度補正について原子炉等安全審査委員会に諮り、了解された（回路詳細は次回報告）。試験データ集録装置（ μ VAX）のアプリケーションソフトについては整備を進めている。

FFD/DN法についてA、B両ループにつき特性試験を実施している。

ルビジウム中の酸素分析法の開発を進めるとともに、ソースターム低減化研究関連の分析を実施した。またICP-MASが搬入され、試運転中である。

燃料性能実証試験実施のため、設置変更その他の準備を進めている。炉心湾曲検証試験計画について検討を進めている。耐震設計に関する電中研との共同研究成果について報告書を作成中である。

2重管SGの設置検討については作業を進めている。

〔試験項目〕

- 床下CP測定
- FFD特性試験
- サーベイランス試験

〔解析項目〕

フィードバック反応度解析

〔その他〕

自然循環コード“MIMIR”の改良

μ VAXの整備

(2) 昭和62年5月中の概略実施内容

格納容器床下において主ポンプ、オーバフローカラム及び主配管における放射性腐食生成物の沈着量の測定を行った。ひきつづき測定データにつき解析評価を行っている。

崩壊熱測定装置については据付調整中である。自然循環試験については、解析コードの改良、検証を進めている。J2燃料の使用開始に伴い遅発中性子割合の再解析を行った。常陽の計算機システム用無停電電源の増設工事を実施した。運転特性試験用計算機（ μ -VAX）用のデ

ータ収録プログラムを作成した。

ファイバ스코ープによる炉内観察により、炉心頂部変位の測定を行い、炉心変形挙動データを得た。DN法BループについてAm-Be線源を用いて特性測定を行った。

ルビジウム中酸素分析法の開発について報告書を作成中である。ソースターム低減化研究関連等の分析を実施した。X線回折装置が搬入され、据付、調整中である。

燃料性能実証試験実施のための設置変更その他の準備を進め、常陽の炉心湾曲解析について検討を進めている。

原研大洗と大洗地区における設計用地震波について打合せを行った。2重管SGの設置検討について作業を進めている。

〔試験項目〕

- 床下CP測定
- 炉心頂部変位の測定
- DN法Bループ特性測定

〔解析項目〕

遅発中性子割合の解析

〔その他〕

無停電々源の設置

“MIMIR”の改良及び検証

(3) 昭和62年6月中の概略実施内容

1次系主要機器配管における放射性腐食生成物の沈着量の測定結果についてまとめ作業を進めている。崩壊熱測定装置の据付を完了し、特性試験の準備を行った。

燃料性能実証試験の準備に関する委託作業が終了し、成果報告会を行った。

JOYDASにつきINTA-S用画面等のソフトウェア改造を行った。また、運転特性試験用計算機のソフトウェア整備を進めている。

ドシメータ測定によりAMIR-1の中性子照射量を求めると共に、C1Jグラジエントモニター、サーベイランスリグCA-02のγ線計測等を行っている。DN法Bループの特性試験結果のまとめを進めている。

「常陽」1次ナトリウムサンプリング装置の改良試験を進めている。「もんじゅ」1次アルゴンガスサンプリング装置につき設計助勢を行っている。IAEA主催による炉心湾曲コード国際ベンチマークに提出するため、我国で実施された関連実験データにつき調査を進めている。

「常陽」の構造健全性評価としてオーバフロー汲上げ配管、プラグング計配管につき解析を進めている。

2重管SG設置検討について技術会議で今年度計画が了承された。

〔試験項目〕

- ドシメータ・ γ 線測定

〔解析項目〕

「常陽」の構造健全性評価・解析

〔その他〕

崩壊熱測定装置の据付

燃料性能実証試験準備の成果報告

JOYDAS ソフトウェア改造

2重管SG設置計画の決定

3. 高速実験炉の核熱特性の測定と解析・評価

本章は、高速実験炉の炉心核熱特性解析のために実施された測定及び核計算で得られた成果の速報をまとめたものである。

3.1 炉内に装荷中の3B3、3D3の回りの集合体崩壊熱

報告者：原，長崎（炉心・運転計画 Gr）

1. 目的

昭和62年5月に行われる制御棒下部案内管の交換作業の際、回りの集合体を工程上Aポットに移動する計画である。その場合のAポットの健全性を評価する必要があるが、その為の資料とする。

2. 計算結果

計算は崩壊熱簡易計算システムを使用した。

冷却期間は第12'-3サイクル終了時から今日（4/23日）までの139日とした。

計算に使用した燃焼度は燃料部（55cm長）の平均の値とした。

計算結果の崩壊熱を下表に示す。

	集合体名称	列	燃焼度 (MWd/t)	崩壊熱 (W)
3B3 の 回 り	PFD 223	2 (2C1)	2.258×10^4	4.026×10^2
	PFD 224	2 (2B2)	2.351×10^4	4.123×10^2
	PFD 151	3 (3C1)	3.719×10^4	4.970×10^2
	PFD 236	3 (3B2)	6.993×10^3	1.949×10^2
	PFD 216	4 (4B3)	2.334×10^4	3.620×10^2
	PFD 228	4 (4B4)	1.152×10^4	2.499×10^2
3D3 の 回 り	PFD 220	2 (2E1)	2.223×10^4	3.988×10^2
	PFD 202	2 (2D2)	2.968×10^4	4.707×10^2
	PFD 152	3 (3D2)	3.989×10^4	5.136×10^2
	PFD 218	4 (4D3)	2.250×10^4	3.553×10^2
	PFD 208	4 (4D4)	2.718×10^4	3.907×10^2
	PFD 030	3 (3E1)	2.350×10^4	3.918×10^2

3.2 “MAGI”用断面積ファイル作成システム“LTA”での発熱断面積データ支給

報告者：原（炉心・運転計画 Gr.）

1. 目的

燃焼率計算の参考資料とする為、照射課より“MAGI”用断面積作成システム“LTA”計算結果の中性子発熱断面積及び γ 線発熱断面積のデータ支給依頼があったので対応した。

2. “LTA”で作成する発熱断面積の定義

(1) 中性子発熱断面積 $\sigma_{h,n}$

$$\begin{aligned} (\sigma_{h,n}^m) = & E_i (1 - e^{-\xi_i^m}) (\sigma_{e\ell}^m)_i + \frac{E_i}{A+1} [(\sigma_{n,r}^m)_i + (\sigma_{in}^m)_i] \\ & + (E_i + E_f) (\sigma_f^m)_i + \sum_{x=p,b,t,a} (E_i + Q_x) (\sigma_{n,x})_i \\ & + \sum_{j=i}^{25} \frac{(\sigma_{in})_{i-j}}{A} E_j \end{aligned}$$

ここで、 E_i : in coming neutron energy (MeV)

E_j : out going neutron energy (MeV)

E_f : fission product の kinetic energy と F.P の β decay によるエネルギー (MeV)

A : mass of target nuclide

Q_x : Q-value for reaction (n, x)

ξ_i : $\xi_i^m = \Delta u^i (\sigma_{r,i}^m / \sigma_{e\ell}^m)_i$

Δu_i : lethargy width

第4項の反応については制御棒吸収体を構成する ^{10}B (n, α) についてのみ考慮する。(n, α) 断面積はJF-2ライブラリの吸収断面積とする。

(2) γ 発熱断面積 $\sigma_{h,r}$

$$(\sigma_{h,r}^m) = E_i \sigma_{ti}^m - \sum_{j=i}^{15} E_j \sigma_{so}^{mi-j}$$

E_i : gamma ray energy (MeV)

σ_{ti}^n : gamma total cross section (barns)

σ_{so}^{mi-j} : Po-component of slowing down scattering (i \rightarrow j)

(3) 全発熱量の計算 (H_t)

$$H_t = C \{ \langle \sum_i (\sum_m \sigma_{h,n}^{mi}) \phi_n^i \rangle + \langle \sum_j (\sum_m N_m \sigma_{h,r}^{mj}) \phi_r^j \rangle \}$$

ここで、 C : Conversion factor MeV/sec to watt

3. 発熱断面積核種 iD 対応及び出典

断面積の核種は中性子断面積 28 核種, γ 線 20 核種であるが, 以下にコード番号と核種の対応を示す。

(1) 中性子

順序	コード番号	核種	データ・ソース
1	949	^{239}Pu	JFS-II
2	940	^{240}Pu	JFS-II
3	941	^{241}Pu	JFS-II
4	926	^{236}U	ABBN
5	925	^{235}U	JFS-II
6	928	^{238}U	JFS-II
7	999	LFP (^{239}Pu)	JENDL
8	942	^{242}Pu	JFS-II
9	105	^{10}B	JFS-II
10	115	^{11}B	JFS-II
11	6	C	JFS-II
12	8	O	JFS-II
13	11	Na	JFS-II
14	4	Be	JFS-II
15	24	Cr	JFS-II
16	25	Mn	JFS-II
17	26	Fe	JFS-II
18	28	Ni	JFS-II
19	1	H	ENDF/B-IV
20	42	Mo	JFS-II
21	22	Ti	ENDF/B-IV
22	23	V	ENDF/B-IV
23	402	Zircalloy-2	ENDF/B-IV
24	51	Sb	ENDF/B-IV
25	63	Eu	ENDF/B-IV
26	731	^{181}Ta	ENDF/B-IV
27	951	^{241}Am	JFS-II
28	995	LFP (^{235}U)	JENDL

(2) γ 線

順序	原子番号Z	元素
1	1	H
2	4	Be
3	5	B
4	6	C
5	8	O
6	11	Na
7	22	Ti
8	23	V
9	24	Cr
10	25	Mn
11	26	Fe
12	28	Ni
13	40	Zr
14	42	Mo
15	51	Sb
16	63	Eu
17	73	Ta
18	92	U
19	94	Pu
20	95	Am

4. 中性子及び γ 線のエネルギー群

“LTA”では中性子25群， γ 15群で計算を行い，MAGIではその断面積とスペクトルを用いて中性子束7群， γ 線3群に縮約して計算に使用している。

次項に25→7群，15→3群縮約の各エネルギー範囲を示す。

中性子エネルギー範囲

少数群番号		1	2	3	4	5	6	7
ABBN型 群番号		1→4	5→6	7→8	9→11	12→14	15→17	18→25
エネルギー 範囲	上限	10.5 MeV	1.4 MeV	0.4 MeV	100 KeV	1.0 KeV	1000 eV	100 eV
	下限	1.4 MeV	0.4 MeV	0.1 MeV	10 KeV	1 KeV	100 eV	0.215 eV

γ 線エネルギー範囲

Coarse group No.		1	2	3
Fine group No.		1 → 8	9 → 14	15
Energy range	upper	10 MeV	3 MeV	0.5 MeV
	lower	3 MeV	0.5 MeV	0.01 MeV

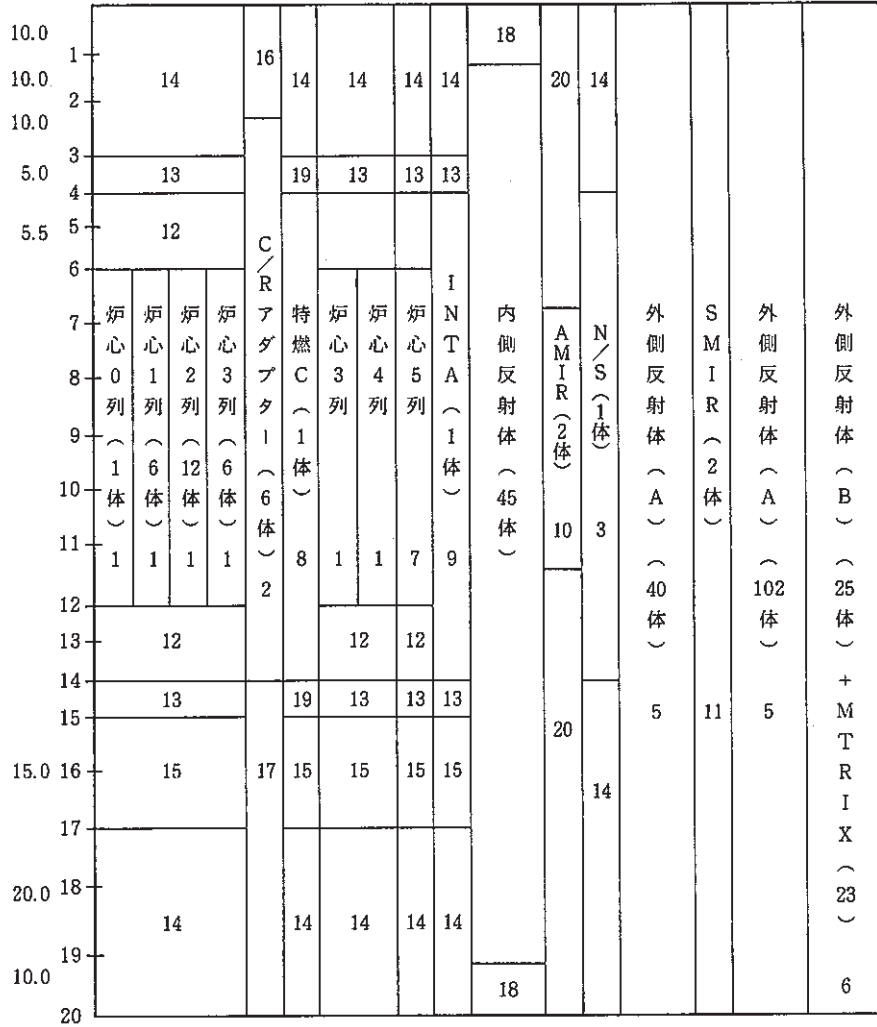
5. 計算体系 (R-Z) と領域の対応

次項に計算に使用した R-Z 体系での各領域番号に対する領域の対応を示す。

燃料領域 (55 cm 長) では軸方向は 3 領域 (領域番号 12/1/12) に分れて居り, 径方向は 0~4 列 (領域番号 1) と 5 列 (領域番号 15) の 2 領域に分かれている。

従ってここでは領域番号 1, 12, 7 についてのデータを支給する。

20℃ MK-II 第12サイクル 炉心 R-Z体系



- ①(3.56588)
- 21.39525
- ①(2.42949)
- 23.82474
- ①(0.381220)
- 24.20596
- ④(2.303623)
- 33.42045
- ①(2.88847)
- 36.30894
- ①(0.25128)
- 36.56032
- ④(2.48054)
- 46.48238
- ①(0.39326)
- 46.87464
- ①(0.19491)
- 47.06955
- ③(2.408483)
- 54.29506
- ①(0.33619)
- 54.63125
- ③(4.98255)
- 69.65789
- ③(7.69665)
- 92.66885

1	炉心 (0~4列)	6	外側(B)反射体	11	SMiR	16	C/R B ₄ C
2	C/R adap	7	炉心 (5列)	12	炉心 (Z方向)	17	C/R OUT
3	N/Z	8	特燃, C型	13	インシュレーター	18	内側反射体上・下部反射体
4	内側反射体	9	INTA	14	上・下部反射体	19	特燃Cインシュレーター
5	外側(A)反射体	10	AMiR	15	下部空間	20	AMiR (スパーサ etc)

6. 縮約用スペクトル及び発熱断面積

(1) 領域1での中性子縮約用25群スペクトル

*** NEUTRON SPECTRUM ***

1	1.282E-01	2	6.004E-01	3	1.448E+00	4	2.954E+00	5	3.906E+00
6	5.319E+00	7	6.666E+00	8	5.815E+00	9	4.668E+00	10	3.785E+00
11	2.035E+00	12	8.906E-01	13	4.525E-01	14	4.108E-01	15	1.710E-01
16	5.309E-02	17	1.594E-02	18	4.024E-03	19	1.687E-03	20	4.060E-04
21	2.354E-04	22	2.229E-04	23	7.519E-05	24	2.805E-06	25	3.386E-08

(2) 領域1での中性子発熱断面積

*** NEUTRON HEATING ***

GROUP	²³⁹ Pu 949	²⁴⁰ Pu 940	²⁴¹ Pu 941	²³⁶ U 926	²³⁵ U 925	²³⁸ U 928	LFP(²³⁹ Pu) 999	²⁴² Pu 942	¹⁰ B 105	¹¹ B 115
1	4.256E+02	3.908E+02	3.824E+02	2.901E+02	3.210E+02	1.873E+02	1.811E-01	3.820E+02	5.326E+00	9.132E-01
2	3.462E+02	2.911E+02	2.769E+02	1.751E+02	2.133E+02	1.116E+02	1.331E-01	3.400E+02	3.589E+00	5.110E-01
3	3.619E+02	2.828E+02	2.869E+02	1.694E+02	2.300E+02	1.030E+02	8.306E-02	3.117E+02	1.170E+00	3.420E-01
4	3.674E+02	3.007E+02	3.255E+02	1.437E+02	2.406E+02	8.650E+01	2.740E-02	2.556E+02	1.630E+00	1.255E-01
5	3.237E+02	2.526E+02	2.915E+02	7.815E+01	2.246E+02	4.695E+00	1.277E-02	2.523E+02	1.008E+00	3.758E-02
6	2.984E+02	1.201E+02	2.785E+02	5.572E+00	2.138E+02	2.196E-01	4.969E-03	7.575E+01	1.821E+00	1.193E-01
7	2.870E+02	2.949E+01	3.262E+02	1.778E-03	2.401E+02	1.883E-03	2.107E-03	1.302E+01	3.073E+00	4.321E-02
8	2.827E+02	1.870E+01	3.729E+02	6.351E-04	2.756E+02	7.543E-04	1.133E-03	5.982E+00	4.457E+00	2.511E-02
9	2.922E+02	1.906E+01	4.132E+02	2.954E-04	3.237E+02	2.190E-04	5.540E-04	6.064E+00	6.269E+00	1.167E-02
10	3.034E+02	2.711E+01	5.009E+02	1.461E-04	3.740E+02	8.692E-05	2.946E-04	8.464E+00	8.990E+00	5.851E-03
11	3.263E+02	2.841E+01	6.056E+02	8.671E-05	4.834E+02	4.236E-05	1.636E-04	1.123E+01	1.327E+01	2.510E-03
12	3.969E+02	2.852E+01	7.457E+02	5.574E-05	6.349E+02	2.623E-05	9.527E-05	3.885E-05	1.913E+01	1.227E-03
13	5.283E+02	1.247E+01	1.109E+03	3.884E-05	8.843E+02	2.234E-05	5.519E-05	2.650E-05	2.842E+01	5.724E-04
14	7.426E+02	1.051E+01	1.555E+03	2.751E-05	1.248E+03	9.035E-06	3.146E-05	1.970E-05	4.188E+01	2.647E-04
15	1.119E+03	2.454E+01	2.004E+03	1.886E-05	1.799E+03	4.295E-06	2.231E-05	1.576E-05	6.147E+01	1.210E-04
16	1.736E+03	7.156E-06	3.489E+03	1.437E-05	2.665E+03	2.588E-06	1.527E-05	9.473E-06	9.016E+01	5.729E-05
17	2.659E+03	6.894E-06	5.310E+03	9.215E-06	3.595E+03	1.808E-06	9.600E-06	7.309E-06	1.322E+02	2.648E-05
18	7.287E+03	3.748E-06	6.395E+03	8.328E-06	4.603E+03	7.599E-07	6.456E-06	1.233E-05	1.938E+02	1.211E-05
19	1.463E+04	3.411E-05	1.191E+04	5.716E-05	6.742E+03	8.012E-06	4.394E-05	6.450E-06	2.852E+02	5.730E-05
20	1.002E+04	1.915E-03	2.331E+04	1.983E-08	7.569E+03	4.857E-07	3.863E-06	2.151E-08	4.191E+02	2.648E-06
21	2.779E+03	5.929E-03	3.894E+04	7.639E-06	9.616E+03	4.072E-07	3.818E-06	3.063E-08	6.102E+02	1.231E-06
22	2.119E+03	2.318E-01	2.055E+04	4.132E-08	2.913E+03	1.133E-08	3.243E-07	1.819E-05	8.838E+02	5.731E-07
23	4.769E+03	7.219E+00	4.531E+03	9.546E-09	6.303E+03	4.043E-09	6.072E-07	9.522E-08	1.280E+03	2.649E-07
24	1.169E+04	3.618E+01	9.032E+03	5.319E-09	1.231E+04	2.021E-09	2.157E-07	1.865E-08	1.865E+03	1.231E-07
25	1.891E+05	4.545E+00	1.315E+05	3.014E-09	2.859E+04	1.146E-09	1.061E-07	8.841E-09	2.732E+03	4.200E-11

GROUP	C 6	O 8	Na 11	Be 4	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Ni 28	H 1	Mo 42
1	6.190E-01	6.443E-01	5.443E-01	1.158E+00	3.297E-01	3.319E-01	2.969E-01	2.516E-01	4.781E-01	2.132E-01
2	4.473E-01	2.682E-01	3.593E-01	8.558E-01	2.297E-01	2.468E-01	2.135E-01	1.966E-01	3.801E-01	1.570E-01
3	2.329E-01	5.488E-02	1.615E-01	5.971E-01	1.004E-01	1.107E-01	9.010E-02	9.997E-02	3.915E-01	9.019E-02
4	1.130E-01	1.016E-01	5.582E-02	1.594E-01	3.490E-02	3.657E-02	2.737E-02	2.407E-02	2.742E-01	3.405E-02
5	9.758E-02	8.421E-02	4.999E-02	1.874E-01	8.155E-03	1.808E-02	1.075E-02	5.081E-03	3.235E-01	1.140E-02
6	5.481E-02	1.039E-01	1.988E-02	1.079E-01	4.999E-03	9.804E-03	7.472E-03	1.445E-03	2.785E-01	3.411E-03
7	3.177E-02	2.401E-02	1.693E-02	7.288E-02	2.435E-03	9.925E-03	2.461E-03	3.645E-03	1.970E-01	1.521E-03
8	1.401E-02	1.017E-02	5.216E-03	4.341E-02	1.020E-02	1.444E-03	8.181E-04	4.797E-04	1.509E-01	8.333E-04
9	8.603E-03	4.924E-03	5.322E-03	2.057E-02	2.920E-04	3.674E-04	4.207E-04	4.162E-04	9.580E-02	3.787E-04
10	4.156E-03	2.226E-03	1.233E-03	9.797E-03	1.653E-04	1.305E-03	8.192E-06	1.163E-03	5.179E-02	2.000E-04
11	1.927E-03	1.019E-03	7.423E-04	4.580E-03	3.907E-04	4.930E-04	2.117E-04	7.958E-05	2.591E-02	1.166E-04
12	8.904E-04	4.680E-04	1.073E-03	2.127E-03	3.837E-04	2.469E-05	3.592E-05	6.881E-04	1.280E-02	7.127E-05
13	4.198E-04	2.173E-04	2.352E-04	9.865E-04	2.155E-05	5.146E-03	4.394E-05	6.036E-05	6.046E-03	4.353E-05
14	1.936E-04	1.008E-04	2.850E-05	4.574E-04	1.530E-05	9.825E-05	2.587E-05	3.809E-05	2.813E-03	2.636E-05
15	8.926E-05	4.687E-05	2.002E-05	2.127E-04	6.050E-06	7.422E-05	1.288E-05	1.835E-05	1.329E-03	1.966E-04
16	4.204E-05	2.175E-05	9.329E-06	9.865E-05	2.835E-06	3.538E-05	6.176E-06	8.684E-06	6.172E-04	6.370E-06
17	1.937E-05	1.008E-05	4.315E-06	4.574E-05	1.344E-06	1.902E-06	2.886E-06	4.094E-06	2.841E-04	6.728E-06
18	8.929E-06	4.688E-06	2.016E-06	2.127E-05	6.482E-07	7.105E-07	1.355E-06	1.941E-06	1.335E-04	3.206E-06
19	4.205E-05	2.175E-05	9.391E-06	9.866E-05	3.178E-06	3.628E-06	6.422E-06	9.241E-06	6.196E-04	4.483E-05
20	1.938E-06	1.008E-06	4.392E-07	4.575E-06	1.587E-07	2.054E-07	3.066E-07	4.437E-07	2.851E-05	2.252E-07
21	8.930E-07	4.688E-07	2.089E-07	2.127E-06	8.171E-08	1.259E-07	1.486E-07	2.167E-07	1.340E-05	3.153E-08
22	4.205E-07	2.175E-07	9.963E-08	9.868E-07	4.347E-08	8.041E-08	7.321E-08	1.078E-07	6.231E-06	1.712E-08
23	1.938E-07	1.008E-07	4.785E-08	4.576E-07	2.378E-08	5.187E-08	3.674E-08	5.474E-08	2.873E-06	9.608E-09
24	8.933E-08	4.688E-08	2.352E-08	2.128E-07	1.357E-08	3.429E-08	1.901E-08	2.874E-08	4.133E-06	5.638E-09
25	2.415E-11	9.677E-13	2.057E-09	8.776E-11	5.418E-09	2.209E-08	4.162E-09	7.092E-09	1.528E-08	2.526E-09

GROUP	Ti 22	V 23	Zircalloy-2 402	Sb 51	Eu 63	¹⁸¹ Ta 731	²⁴¹ Am 951	LFP(U ²³⁵) 995
1	3.496E-01	2.868E-01	1.335E-01	1.890E-01	1.696E-01	1.443E-01	2.092E+01	1.846E-01
2	2.341E-01	2.238E-01	1.252E-01	1.309E-01	1.331E-01	1.090E-01	9.857E+00	1.349E-01
3	1.010E-01	1.351E-01	7.393E-02	7.481E-02	8.078E-02	6.654E-02	5.518E+00	8.411E-02
4	3.211E-02	3.171E-02	1.612E-02	2.383E-02	3.394E-02	3.014E-02	2.633E+00	2.671E-02
5	1.014E-02	1.269E-02	4.807E-03	9.594E-03	2.037E-02	1.879E-02	1.264E+00	1.222E-02
6	1.596E-03	7.882E-03	2.192E-03	4.167E-03	9.315E-03	6.977E-03	9.266E-02	4.692E-03
7	2.360E-03	4.988E-03	1.311E-03	1.912E-03	4.206E-03	2.212E-03	3.324E-03	2.171E-03
8	1.311E-03	9.670E-05	7.839E-04	8.601E-04	2.116E-03	8.690E-04	4.307E-03	1.179E-03
9	2.452E-04	2.152E-04	9.114E-04	3.978E-04	1.128E-03	4.425E-04	1.811E-03	5.614E-04
10	7.990E-03	8.015E-03	1.104E-04	2.050E-04	7.722E-04	2.464E-04	7.048E-03	2.881E-04
11	4.195E-04	2.652E-03	4.316E-05	1.229E-04	5.395E-04	1.617E-04	1.228E-02	1.571E-04
12	8.791E-05	2.026E-03	6.320E-05	7.439E-05	4.181E-04	1.169E-04	4.229E-03	9.063E-05
13	1.909E-05	1.489E-05	1.220E-05	4.532E-05	3.203E-04	7.793E-05	3.482E-03	5.169E-05
14	1.536E-05	1.752E-05	6.314E-06	2.272E-05	2.400E-04	6.462E-05	2.050E-03	2.873E-05
15	7.422E-06	8.464E-06	3.319E-06	1.707E-05	1.756E-04	5.232E-05	1.094E-03	2.034E-05
16	3.567E-06	3.628E-06	2.847E-06	8.684E-06	1.300E-04	4.406E-05	4.862E-04	1.320E-05
17	1.731E-06	1.922E-06	7.371E-07	1.261E-05	9.326E-05	2.774E-05	1.322E-04	8.929E-06
18	8.582E-07	8.015E-07	2.718E-07	4.504E-06	6.605E-05	1.190E-05	6.965E-05	5.148E-06
19	4.359E-06	4.054E-06	1.269E-06	1.409E-04	3.422E-04	2.118E-04	3.773E-04	3.166E-05
20	2.268E-07	2.071E-07	5.933E-08	1.111E-05	2.195E-05	9.480E-06	1.355E-05	2.678E-06
21	1.225E-07	1.094E-07	2.793E-08	4.624E-06	1.130E-05	5.950E-07	1.399E-05	3.009E-06
22	6.880E-08	6.000E-08	1.320E-08	4.128E-08	1.751E-05	1.048E-05	4.553E-06	2.522E-07
23	3.972E-08	3.385E-08	6.223E-09	1.396E-08	3.075E-06	4.373E-08	1.173E-05	3.020E-07
24	2.386E-08	1.991E-08	2.985E-09	7.684E-09	8.300E-06	2.013E-08	4.108E-06	1.483E-07
25	1.163E-08	9.003E-09	2.082E-10	4.331E-09	7.893E-06	1.173E-08	5.913E-06	7.241E-08

(3) 領域1でのγ線縮約用15群スペクトル

*** GAMMA SPECTRUM *** (領域1)

1	7.634E-04	2	8.758E-04	3	1.043E-03	4	2.205E-02	5	1.400E-01
6	5.337E-01	7	6.462E-01	8	9.896E-01	9	1.846E+00	10	3.318E+00
11	5.566E+00	12	9.509E+00	13	6.995E+00	14	8.581E+00	15	8.791E-01

(4) 領域1でのγ線発熱断面積

*** GAMMA HEATING ***

GROUP	H 1	Be 4	B 5	C 6	O 8	Na 11	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25
1	5.361E-01	3.780E-01	5.362E-01	9.581E-01	0.000E+00	1.654E-01	3.366E-01	3.427E-01	3.583E-01	3.899E-01
2	4.254E-01	6.031E-01	1.088E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.119E-01	4.330E-01	4.434E-01	4.718E-01	2.559E-01
3	6.894E-01	1.258E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.810E-01	5.776E-01	5.974E-01	3.168E-01	3.385E-01
4	1.492E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	3.905E-01	8.093E-01	4.166E-01	4.356E-01	4.686E-01
5	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.789E-01	6.034E-01	6.127E-01	6.383E-01	6.916E-01
6	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.446E-01	8.572E-01	8.663E-01	9.069E-01	1.008E+00
7	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.911E-01	1.139E+00	1.157E+00	1.240E+00	1.480E+00
8	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	8.232E-01	1.587E+00	1.626E+00	1.837E+00	1.142E+00
9	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.223E+00	2.359E+00	2.470E+00	1.439E+00	1.859E+00
10	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.999E+00	3.861E+00	2.022E+00	2.416E+00	4.936E+00
11	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	3.824E+00	3.708E+00	3.760E+00	7.195E+00	0.000E+00
12	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.499E+00	6.984E+00	1.097E+01	0.000E+00	0.000E+00
13	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	8.534E+00	1.867E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.038E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
15	4.813E-01	3.402E-01	4.826E-01	8.561E-01	1.327E-01	2.693E-01	2.730E-01	2.823E-01	3.003E-01	3.328E-01
GROUP	Fe 26	Ni 28	Zr 40	Mo 42	Sb 51	Eu 63	Ta 73	U 92	Pu 94	Am 95
1	2.153E-01	2.365E-01	2.674E-01	3.147E-01	3.929E-01	5.418E-01	3.820E-01	5.419E-01	9.683E-01	0.000E+00
2	2.778E-01	3.106E-01	3.616E-01	4.472E-01	6.120E-01	4.299E-01	6.095E-01	1.099E+00	0.000E+00	0.000E+00
3	3.724E-01	4.269E-01	5.207E-01	7.044E-01	4.921E-01	6.968E-01	1.271E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
4	5.253E-01	6.271E-01	8.330E-01	5.763E-01	8.137E-01	1.508E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
5	7.979E-01	1.027E+00	6.980E-01	9.791E-01	1.852E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
6	1.250E+00	8.302E-01	1.153E+00	2.224E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
7	9.580E-01	1.315E+00	2.577E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
8	1.535E+00	3.063E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
9	3.777E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
10	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
11	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
12	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
13	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
15	1.363E-01	2.065E-01	2.355E-01	2.792E-01	3.510E-01	4.365E-01	3.438E-01	4.378E-01	8.552E-01	3.620E-01

(5) 領域7での中性子縮約用25群スペクトル

*** NEUTRON SPECTRUM *** (領域7)

1	1.418E-02	2	6.649E-02	3	1.613E-01	4	3.390E-01	5	4.560E-01
6	6.580E-01	7	8.282E-01	8	7.385E-01	9	6.670E-01	10	6.015E-01
11	3.156E-01	12	1.430E-01	13	7.812E-02	14	8.431E-02	15	4.609E-02
16	2.234E-02	17	1.132E-02	18	5.326E-03	19	3.318E-03	20	1.362E-03
21	8.685E-04	22	6.497E-04	23	2.501E-04	24	2.493E-05	25	1.083E-06

(6) 領域7での中性子発熱断面積

*** NEUTRON HEATING ***

GROUP	²³⁹ Pu 949	²⁴⁰ Pu 940	²⁴¹ Pu 941	²³⁸ U 926	²³⁵ U 925	²³⁸ U 928	LFP(Pu ²³⁹) 999	²⁴² Pu 942	¹⁰ B 105	¹¹ B 115
1	4.256E+02	3.908E+02	3.826E+02	2.901E+02	3.210E+02	1.873E+02	1.811E-01	3.820E+02	5.326E+00	9.132E-01
2	3.462E+02	2.911E+02	2.769E+02	1.751E+02	2.133E+02	1.116E+02	1.331E-01	3.400E+02	3.589E+00	5.110E-01
3	3.619E+02	2.828E+02	2.869E+02	1.694E+02	2.300E+02	1.030E+02	8.306E-02	3.117E+02	1.170E+00	3.420E-01
4	3.674E+02	3.007E+02	3.255E+02	1.437E+02	2.406E+02	8.650E+01	2.740E-02	2.556E+02	1.630E+00	1.255E-01
5	3.237E+02	2.526E+02	2.915E+02	7.815E+01	2.246E+02	6.695E+00	1.277E-02	2.523E+02	1.008E+00	3.758E-02
6	2.984E+02	1.201E+02	2.785E+02	5.572E+00	2.138E+02	2.196E-01	4.969E-03	7.575E+01	1.821E+00	1.193E-01
7	2.870E+02	2.949E+01	3.262E+02	1.778E-03	2.401E+02	1.883E-03	2.107E-03	1.302E+01	3.073E+00	4.321E-02
8	2.827E+02	1.870E+01	3.729E+02	6.851E-04	2.756E+02	7.543E-04	1.133E-03	5.982E+00	4.457E+00	2.511E-02
9	2.922E+02	1.906E+01	4.132E+02	2.954E-04	3.237E+02	2.190E-04	5.340E-04	6.064E+00	6.269E+00	1.167E-02
10	3.034E+02	2.711E+01	5.009E+02	1.461E-04	3.940E+02	8.691E-05	2.946E-04	8.464E+00	8.990E+00	5.351E-03
11	3.263E+02	2.841E+01	6.056E+02	8.671E-05	4.834E+02	4.235E-05	1.636E-04	1.123E+01	1.327E+01	2.510E-03
12	3.969E+02	2.852E+01	7.458E+02	5.574E-05	6.350E+02	2.622E-05	9.527E-05	3.885E-05	1.913E+01	1.227E-03
13	5.283E+02	1.247E+01	1.109E+03	3.884E-05	8.843E+02	2.233E-05	5.519E-05	2.650E-05	2.842E+01	5.724E-04
14	7.424E+02	1.051E+01	1.555E+03	2.750E-05	1.247E+03	9.029E-06	3.146E-05	1.970E-05	4.188E+01	2.647E-04
15	1.119E+03	2.452E+01	2.004E+03	1.883E-05	1.800E+03	4.290E-06	2.231E-05	1.576E-05	6.147E+01	1.210E-04
16	1.735E+03	7.150E-06	3.491E+03	1.428E-05	2.667E+03	2.584E-06	1.527E-05	9.473E-06	9.016E+01	5.729E-05
17	2.658E+03	6.883E-06	5.320E+03	9.145E-06	3.561E+03	1.805E-06	9.600E-06	7.309E-06	1.322E+02	2.648E-05
18	7.279E+03	3.739E-06	6.402E+03	8.206E-06	4.609E+03	7.582E-07	6.456E-06	1.233E-05	1.938E+02	1.211E-05
19	1.461E+03	3.403E-05	1.194E+04	5.630E-05	6.752E+03	7.999E-06	4.394E-05	6.450E-06	2.852E+02	5.730E-05
20	1.000E+04	1.915E-03	2.347E+04	1.983E-08	7.581E+03	4.848E-07	3.863E-06	2.151E-08	4.191E+02	2.648E-06
21	2.773E+03	5.923E-03	3.908E+04	7.465E-06	9.622E+03	4.058E-07	3.818E-06	3.063E-08	6.102E+02	1.231E-06
22	2.119E+03	2.317E-01	2.056E+04	4.132E-08	2.910E+03	1.132E-08	3.243E-07	1.819E-05	8.838E+02	5.731E-07
23	4.768E+03	7.196E+00	4.532E+03	9.546E-09	6.308E+03	4.043E-09	6.072E-07	9.522E-08	1.280E+03	2.649E-07
24	1.169E+04	3.618E+01	9.036E+03	5.319E-09	1.231E+04	2.021E-09	2.157E-07	1.865E-08	1.865E+03	1.231E-07
25	1.890E+05	4.545E+00	1.318E+05	3.014E-09	2.859E+04	1.146E-09	1.061E-07	8.841E-09	2.732E+03	4.200E-11

GROUP	C 6	O 8	Na 11	Be 4	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Ni 28	H 1	Mo 42
1	6.190E-01	6.443E-01	5.443E-01	1.158E+00	3.297E-01	3.319E-01	2.969E-01	2.516E+01	4.781E-01	2.132E-01
2	4.473E-01	2.682E-01	3.593E-01	8.558E-01	2.297E-01	2.468E-01	2.135E-01	1.966E-01	3.801E-01	1.570E-01
3	2.329E-01	5.488E-02	1.615E-01	5.971E-01	1.004E-01	1.107E-01	9.010E-02	9.997E-02	3.915E-01	9.019E-02
4	1.130E-01	1.016E-01	5.582E-02	1.594E-01	3.490E-02	3.657E-02	2.737E-02	2.407E-02	2.742E-01	3.405E-02
5	9.758E-02	8.421E-02	4.999E-02	1.874E-01	8.155E-03	1.808E-02	1.075E-02	5.081E-03	3.235E-01	1.140E-02
6	5.481E-02	1.039E-01	1.988E-02	1.079E-01	4.999E-03	9.804E-03	7.473E-03	1.445E-03	2.785E-01	3.411E-03
7	3.177E-02	2.401E-02	1.693E-02	7.288E-02	2.435E-03	9.925E-03	2.461E-03	3.645E-03	1.970E-01	1.521E-03
8	1.401E-02	1.017E-02	5.216E-03	4.341E-02	1.020E-02	1.444E-03	8.181E-04	4.797E-04	1.509E-01	8.333E-04
9	8.603E-03	4.924E-03	5.323E-03	2.057E-02	2.920E-04	3.674E-04	4.207E-04	4.162E-04	9.580E-02	3.787E-04
10	4.156E-03	2.226E-03	1.233E-03	9.797E-03	1.653E-04	1.305E-03	8.193E-04	1.163E-03	5.179E-02	2.000E-04
11	1.927E-03	1.019E-03	7.423E-04	4.580E-03	3.907E-04	4.930E-04	2.117E-04	7.958E-05	2.591E-02	1.166E-04
12	8.904E-04	4.680E-04	1.073E-03	2.127E-03	3.837E-04	2.469E-05	3.592E-05	6.881E-04	1.280E-02	7.127E-05
13	4.198E-04	2.173E-04	2.352E-04	9.865E-04	2.155E-05	5.147E-03	4.394E-05	6.036E-05	6.046E-03	4.353E-05
14	1.936E-04	1.008E-04	2.350E-05	4.574E-04	1.530E-05	9.825E-05	2.587E-05	3.809E-05	2.813E-03	2.636E-05
15	8.926E-05	4.687E-05	2.002E-05	2.127E-04	6.050E-06	7.422E-05	1.288E-05	1.835E-05	1.329E-03	1.966E-04
16	4.204E-05	2.175E-05	9.329E-06	9.865E-05	2.835E-06	3.538E-05	6.176E-06	8.684E-06	6.172E-04	6.370E-06
17	1.937E-05	1.008E-05	4.315E-06	4.574E-05	1.344E-06	1.902E-06	2.886E-06	4.094E-06	2.341E-04	6.727E-06
18	8.929E-06	4.688E-06	2.016E-06	2.127E-05	6.482E-07	7.105E-07	1.355E-06	1.941E-06	1.335E-04	3.206E-06
19	4.205E-06	2.175E-05	9.391E-06	9.866E-05	3.178E-06	3.628E-06	6.422E-06	9.241E-06	6.196E-04	4.483E-05
20	1.938E-06	1.008E-06	4.392E-07	4.575E-06	1.587E-07	2.054E-07	3.066E-07	4.437E-07	2.851E-05	2.252E-07
21	8.930E-07	4.688E-07	2.089E-07	2.127E-06	8.171E-08	1.259E-07	1.486E-07	2.167E-07	1.340E-05	3.153E-08
22	4.205E-07	2.175E-07	9.963E-08	9.868E-07	4.347E-08	8.041E-08	7.321E-08	1.078E-07	6.231E-06	1.712E-08
23	1.938E-07	1.008E-07	4.785E-08	4.576E-07	2.378E-08	5.187E-08	3.674E-08	5.474E-08	2.873E-06	9.608E-09
24	8.933E-08	4.688E-08	2.352E-08	2.128E-07	1.357E-08	3.429E-08	1.901E-08	2.874E-08	4.133E-06	5.638E-09
25	2.415E-11	9.677E-13	2.057E-09	8.776E-11	5.418E-09	2.209E-08	4.162E-09	7.092E-09	1.528E-08	2.526E-09

GROUP	Ti 22	V 23	Zircalloy-2 402	Sb 51	Eu 63	¹⁸¹ Ta 731	²⁴¹ Am 951	LFP(U ²³⁵) 995
1	3.496E-01	2.868E-01	1.335E-01	1.890E-01	1.696E-01	1.443E-01	2.092E+01	1.846E-01
2	2.341E-01	2.238E-01	1.252E-01	1.309E-01	1.331E-01	1.090E-01	9.857E+00	1.349E-01
3	1.010E-01	1.351E-01	7.893E-02	7.481E-02	3.078E-02	6.654E-02	5.518E+00	8.411E-02
4	3.211E-02	3.171E-02	1.612E-02	2.383E-02	3.394E-02	3.014E-02	2.633E+00	2.671E-02
5	1.014E-02	1.269E-02	4.807E-03	9.594E-03	2.037E-02	1.879E-02	1.264E+00	1.222E-02
6	1.596E-03	7.882E-03	2.192E-03	4.167E-03	9.315E-03	6.977E-03	9.266E-02	4.692E-03
7	2.360E-03	4.988E-03	1.311E-03	1.912E-03	4.206E-03	2.212E-03	3.324E-03	2.171E-03
8	1.311E-03	9.670E-05	7.839E-04	8.601E-04	2.116E-03	8.690E-04	4.307E-03	1.179E-03
9	2.452E-04	2.152E-04	9.114E-04	3.978E-04	1.128E-03	4.425E-04	1.811E-03	5.614E-04
10	7.990E-03	8.015E-03	1.104E-04	2.050E-04	7.722E-04	2.464E-04	7.048E-03	2.881E-04
11	4.195E-04	2.652E-03	4.316E-05	1.229E-04	5.395E-04	1.617E-04	4.229E-03	5.169E-05
12	8.791E-05	2.026E-03	6.320E-05	7.439E-05	4.181E-04	1.169E-04	4.229E-03	9.063E-05
13	1.909E-05	1.489E-05	1.220E-05	4.552E-05	3.203E-04	7.793E-05	3.482E-03	5.169E-05
14	1.536E-05	1.752E-05	6.314E-06	2.272E-05	2.400E-04	6.462E-05	2.050E-03	2.873E-05
15	7.422E-06	8.464E-06	3.319E-06	1.707E-05	1.756E-04	5.232E-05	1.094E-03	2.034E-05
16	3.567E-06	3.628E-06	2.847E-06	8.684E-06	1.300E-04	4.406E-05	4.862E-04	1.320E-05
17	1.731E-06	1.922E-06	7.371E-07	1.261E-05	9.326E-05	2.774E-05	1.322E-04	8.929E-06
18	8.582E-07	8.015E-07	2.718E-07	4.504E-06	6.605E-05	1.190E-05	6.965E-05	5.148E-06
19	4.359E-06	4.054E-06	1.269E-06	1.409E-04	3.422E-04	2.118E-04	3.773E-04	3.166E-05
20	2.268E-07	2.071E-07	5.933E-08	1.111E-05	2.195E-05	9.480E-06	1.355E-05	2.678E-06
21	1.225E-07	1.094E-07	2.793E-08	4.624E-06	1.130E-05	5.950E-07	1.399E-05	3.009E-06
22	6.880E-08	6.000E-08	1.320E-08	4.128E-08	1.751E-05	1.048E-05	4.553E-06	2.522E-07
23	3.972E-08	3.385E-08	6.223E-09	1.396E-08	3.075E-06	4.373E-08	1.173E-05	3.020E-07
24	2.386E-08	1.991E-08	2.985E-09	7.684E-09	8.300E-06	2.013E-08	4.108E-06	1.483E-07
25	1.165E-08	9.003E-09	2.082E-10	4.331E-09	7.893E-06	1.173E-08	5.913E-06	7.241E-08

(7) 領域7でのγ線縮約スペクトル

*** GAMMA SPECTRUM *** (領域7)

1	7.630E-04	2	8.754E-04	3	1.042E-03	4	2.204E-02	5	1.399E-01
6	5.334E-01	7	6.459E-01	8	9.891E-01	9	1.845E+00	10	3.316E+00
11	5.563E+00	12	9.504E+00	13	6.992E+00	14	8.577E+00	15	8.789E-01

(8) 領域7でのγ線発熱断面積

*** GAMMA HEATING ***

GROUP	H 1	Be 4	B 5	C 6	O 8	Na 11	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25
1	5.361E-01	3.780E-01	5.362E-01	9.581E-01	0.000E+00	1.654E-01	3.366E-01	3.427E-01	3.583E-01	3.899E-01
2	4.254E-01	6.031E-01	1.088E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.119E-01	4.330E-01	4.434E-01	4.718E-01	2.559E-01
3	6.894E-01	1.258E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.810E-01	5.776E-01	5.974E-01	3.168E-01	3.385E-01
4	1.492E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	3.905E-01	8.093E-01	4.166E-01	4.356E-01	4.686E-01
5	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.789E-01	6.034E-01	6.127E-01	6.383E-01	6.916E-01
6	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.446E-01	8.572E-01	8.663E-01	9.069E-01	1.008E+00
7	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.911E-01	1.139E+00	1.157E+00	1.240E+00	1.480E+00
8	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	8.232E-01	1.587E+00	1.626E+00	1.837E+00	1.142E+00
9	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.223E+00	2.359E+00	2.470E+00	1.439E+00	1.859E+00
10	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.999E+00	3.861E+00	2.022E+00	2.416E+00	4.936E+00
11	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	3.824E+00	3.708E+00	3.760E+00	7.195E+00	0.000E+00
12	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.499E+00	6.984E+00	1.097E+01	0.000E+00	0.000E+00
13	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	8.534E+00	1.867E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.038E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
15	4.813E-01	3.402E-01	4.826E-01	8.561E-01	1.327E-01	2.693E-01	2.730E-01	2.823E-01	3.003E-01	3.328E-01
GROUP	Fe 26	Ni 28	Zr 40	Mo 42	Sb 51	Eu 63	Ta 73	U 92	Pu 94	Am 95
1	2.153E-01	2.365E-01	2.674E-01	3.147E-01	3.929E-01	5.418E-01	3.820E-01	5.419E-01	9.683E-01	0.000E+00
2	2.778E-01	3.106E-01	3.616E-01	4.472E-01	6.120E-01	4.299E-01	6.095E-01	1.099E+00	0.000E+00	0.000E+00
3	3.724E-01	4.269E-01	5.207E-01	7.044E-01	4.921E-01	6.968E-01	1.271E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
4	5.253E-01	6.271E-01	8.330E-01	5.763E-01	8.137E-01	1.508E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
5	7.979E-01	1.027E+00	6.980E-01	9.791E-01	1.852E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
6	1.250E+00	8.302E-01	1.153E+00	2.224E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
7	9.580E-01	1.315E+00	2.577E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
8	1.535E+00	3.063E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
9	3.777E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
10	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
11	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
12	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
13	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
15	1.863E-01	2.065E-01	2.355E-01	2.792E-01	3.510E-01	4.865E-01	3.438E-01	4.378E-01	8.652E-01	3.620E-01

(9) 領域12での中性子縮約スペクトル

*** NEUTRON SPECTRUM *** (領域12)

1	6.566E-02	2	3.078E-01	3	7.423E-01	4	1.531E+00	5	2.035E+00
6	2.360E+00	7	3.602E+00	8	3.214E+00	9	2.721E+00	10	2.366E+00
11	1.298E+00	12	5.781E-01	13	3.033E-01	14	3.160E-01	15	1.603E-01
16	7.051E-02	17	3.055E-02	18	1.246E-02	19	7.097E-03	20	2.678E-03
21	1.551E-03	22	1.481E-03	23	6.647E-04	24	6.618E-05	25	4.754E-06

(10) 領域12での中性子発熱断面積

*** NEUTRON HEATING ***

GROUP	²³⁹ Pu 949	²⁴⁰ Pu 940	²⁴¹ Pu 941	²³⁸ U 926	²³⁵ U 925	²³⁸ U 928	LFP(Pu ²³⁹) 999	²⁴² Pu 942	¹⁰ B 105	¹¹ B 115
1	4.256E+02	3.908E+02	3.824E+02	2.901E+02	3.210E+02	1.873E+02	1.811E-01	3.820E+02	5.326E+00	9.132E-01
2	3.463E+02	2.911E+02	2.769E+02	1.751E+02	2.133E+02	1.116E+02	1.331E-01	3.400E+02	3.589E+00	5.110E-01
3	3.619E+02	2.328E+02	2.869E+02	1.694E+02	2.300E+02	1.030E+02	8.306E-02	3.117E+02	1.170E+00	3.420E-01
4	3.674E+02	3.007E+02	3.255E+02	1.437E+02	2.406E+02	8.650E+01	2.740E-02	2.556E+02	1.630E+00	1.255E-01
5	3.237E+02	2.526E+02	2.915E+02	7.815E+01	2.246E+02	6.695E+00	1.277E-02	2.523E+02	1.008E+00	3.758E-02
6	2.984E+02	1.201E+02	2.785E+02	5.572E+00	2.138E+02	2.196E-01	4.969E-03	7.575E+01	1.821E+00	1.193E-01
7	2.870E+02	2.949E+01	3.262E+02	1.778E-03	2.401E+02	1.883E-03	2.107E-03	1.302E+01	3.073E+00	4.321E-02
8	2.827E+02	1.870E+01	3.729E+02	6.851E-04	2.756E+02	7.543E-04	1.133E-03	5.982E+00	4.457E+00	2.511E-02
9	2.922E+02	1.906E+01	4.132E+02	2.954E-04	3.237E+02	2.190E-04	5.540E-04	6.064E+00	6.269E+00	1.167E-02
10	3.034E+02	2.711E+01	5.009E+02	1.461E-04	3.940E+02	8.691E-05	2.946E-04	8.464E+00	8.990E+00	5.851E-03
11	3.262E+02	2.841E+01	6.056E+02	8.671E-05	4.834E+02	4.234E-05	1.636E-04	1.123E+01	1.327E+01	2.510E-03
12	3.968E+02	2.352E+01	7.457E+02	5.574E-05	6.348E+02	2.622E-05	9.527E-05	3.885E-05	6.147E+01	1.227E-03
13	5.282E+02	1.247E+01	1.109E+03	3.884E-05	8.843E+02	2.233E-05	5.519E-05	2.650E-05	2.842E+01	5.724E-04
14	7.421E+02	1.051E+01	1.555E+03	2.752E-05	1.248E+03	9.028E-06	3.146E-05	1.970E-05	4.188E+01	2.647E-04
15	1.118E+03	2.452E+01	2.004E+03	1.888E-05	1.799E+03	4.288E-06	2.231E-05	1.576E-05	6.147E+01	1.210E-04
16	1.732E+03	7.149E-06	3.488E+03	1.443E-05	2.661E+03	2.581E-06	1.527E-05	9.473E-06	9.016E+01	5.729E-05
17	2.654E+03	6.883E-06	5.310E+03	9.259E-06	3.557E+03	1.803E-06	9.600E-06	7.309E-06	1.322E+02	2.648E-05
18	7.269E+03	3.743E-06	6.395E+03	8.405E-06	4.590E+03	7.587E-07	6.456E-06	1.233E-05	1.938E+02	1.211E-05
19	1.455E+03	3.403E-05	1.191E+04	5.770E-05	6.726E+03	7.993E-06	4.394E-05	6.450E-06	2.852E+02	5.730E-05
20	9.948E+03	1.915E-03	2.329E+04	1.983E-08	7.539E+03	4.837E-07	3.863E-06	2.151E-08	4.191E+02	2.648E-06
21	2.757E+03	5.917E-03	3.892E+04	7.741E-06	9.602E+03	4.036E-07	3.818E-06	3.063E-08	6.102E+02	1.231E-06
22	2.119E+03	2.318E-01	2.055E+04	4.132E-08	2.909E+03	1.132E-08	3.243E-07	1.819E-05	8.838E+02	5.731E-07
23	4.767E+03	7.183E+00	4.531E+03	9.546E-09	6.294E+03	4.043E-09	6.072E-07	9.522E-08	1.280E+03	2.549E-07
24	1.168E+04	3.618E+01	9.032E+03	3.319E-09	1.231E+04	2.021E-09	2.157E-07	1.865E-08	1.865E+03	1.231E-07
25	1.899E+05	4.545E+00	1.316E+05	3.014E-09	2.859E+04	1.146E-09	1.061E-07	8.841E-09	2.732E+03	4.200E-11

GROUP	C 6	O 8	Na 11	Be 4	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Ni 28	H 1	Mo 42
1	6.190E-01	6.443E-01	5.443E-01	1.158E+00	3.297E-01	3.319E-01	2.969E-01	2.516E-01	4.781E-01	2.132E-01
2	4.473E-01	2.682E-01	3.593E-01	8.558E-01	2.297E-01	2.468E-01	2.135E-01	1.966E-01	3.801E-01	1.570E-01
3	2.329E-01	5.488E-02	1.615E-01	5.971E-01	1.004E-01	1.107E-01	9.010E-02	9.997E-02	3.915E-01	9.019E-02
4	1.130E-01	1.016E-01	5.582E-02	1.594E-01	3.490E-02	3.657E-02	2.737E-02	2.407E-02	2.742E-01	3.405E-02
5	9.758E-02	8.421E-02	4.999E-02	1.874E-01	8.155E-03	1.808E-02	1.075E-02	5.081E-03	3.235E-01	1.140E-02
6	5.481E-02	1.039E-01	1.988E-02	1.079E-01	4.999E-03	9.804E-03	7.472E-03	1.445E-03	2.785E-01	3.411E-03
7	3.177E-02	2.401E-02	1.693E-02	7.288E-02	2.435E-03	9.925E-03	2.460E-03	3.645E-03	1.970E-01	1.521E-03
8	1.401E-02	1.017E-02	5.216E-03	4.341E-02	1.020E-02	1.444E-03	8.180E-04	4.796E-04	1.509E-01	8.333E-04
9	8.603E-03	4.924E-03	5.322E-03	2.057E-02	2.920E-04	3.674E-04	4.207E-04	4.162E-04	9.580E-02	3.787E-04
10	4.156E-03	2.226E-03	1.233E-03	9.797E-03	1.653E-04	1.305E-03	8.190E-06	1.163E-03	5.179E-02	2.000E-04
11	1.927E-03	1.019E-03	7.423E-04	4.580E-03	3.907E-04	4.930E-04	2.117E-04	7.957E-05	2.591E-02	1.166E-04
12	8.904E-04	4.680E-04	1.073E-03	2.127E-03	3.837E-04	2.469E-05	3.592E-05	6.881E-04	1.280E-02	7.127E-05
13	4.198E-04	2.173E-04	2.352E-04	9.865E-04	2.155E-05	5.146E-03	4.394E-05	6.036E-05	6.046E-03	4.353E-05
14	1.936E-04	1.008E-04	2.850E-05	4.574E-04	1.530E-05	9.324E-05	2.587E-05	3.809E-05	2.813E-03	2.636E-05
15	8.926E-05	4.687E-05	2.002E-05	2.127E-04	6.050E-06	7.422E-05	1.288E-05	1.835E-05	1.329E-03	1.966E-04
16	4.204E-05	2.175E-05	9.329E-06	9.865E-05	2.835E-06	3.535E-05	6.176E-06	8.684E-06	6.172E-04	6.369E-06
17	1.937E-05	1.008E-05	4.315E-06	4.574E-05	1.344E-06	1.902E-06	2.886E-06	4.094E-06	2.841E-04	6.725E-06
18	8.929E-06	4.688E-06	2.016E-06	2.127E-05	6.482E-07	7.105E-07	1.355E-06	1.941E-06	1.335E-04	3.206E-06
19	4.205E-05	2.175E-05	9.391E-06	9.866E-05	3.178E-06	3.628E-06	6.422E-06	9.241E-06	6.196E-04	4.480E-05
20	1.938E-06	1.008E-06	4.392E-07	4.575E-06	1.587E-07	2.054E-07	3.066E-07	4.437E-07	2.851E-05	2.252E-07
21	8.930E-07	4.688E-07	2.089E-07	2.127E-06	8.171E-08	1.259E-07	1.486E-07	2.167E-07	1.340E-05	3.153E-08
22	4.205E-07	2.175E-07	9.963E-08	9.868E-07	4.347E-08	8.041E-08	7.321E-08	1.078E-07	6.231E-06	1.712E-08
23	1.938E-07	1.008E-07	4.785E-08	4.576E-07	2.378E-08	5.187E-08	3.674E-08	5.474E-08	2.873E-06	9.608E-09
24	8.933E-08	4.688E-08	2.352E-08	2.128E-07	1.357E-08	3.429E-08	1.901E-08	2.874E-08	4.133E-06	5.638E-09
25	2.415E-11	9.677E-13	2.057E-09	8.776E-11	5.418E-09	2.209E-08	4.162E-09	7.092E-09	1.528E-08	2.526E-09

GROUP	Ti 22	V 23	Zircalloy-2 402	Sb 51	Eu 63	¹⁸¹ Ta 731	²⁴¹ Am 951	LFP(U ²³⁵) 993
1	3.496E-01	2.868E-01	1.835E-01	1.890E-01	1.696E-01	1.443E-01	2.092E+01	1.346E-01
2	2.341E-01	2.238E-01	1.252E-01	1.309E-01	1.331E-01	1.090E-01	9.857E+00	1.349E-01
3	1.010E-01	1.351E-01	7.893E-02	7.481E-02	8.078E-02	6.654E-02	5.518E+00	8.411E-02
4	3.211E-02	3.171E-02	1.612E-02	2.383E-02	3.394E-02	3.014E-02	2.633E+00	2.671E-02
5	1.014E-02	1.269E-02	4.807E-03	9.594E-03	2.037E-02	1.879E-02	1.264E+00	1.222E-02
6	1.596E-03	7.382E-03	2.192E-03	4.167E-03	9.315E-03	6.977E-03	9.266E-02	4.692E-03
7	2.360E-03	4.988E-03	1.311E-03	1.912E-03	4.206E-03	2.212E-03	3.324E-03	2.171E-03
8	1.311E-03	9.670E-05	7.839E-04	8.601E-04	2.116E-03	8.690E-04	4.307E-03	1.179E-03
9	2.452E-04	2.152E-04	9.114E-04	3.978E-04	1.128E-03	4.425E-04	1.811E-03	5.614E-04
10	7.990E-03	8.015E-03	1.104E-04	2.050E-04	7.722E-04	2.464E-04	7.048E-03	2.881E-04
11	4.195E-04	2.652E-03	4.316E-05	1.229E-04	5.395E-04	1.617E-04	1.228E-02	1.571E-04
12	8.791E-05	2.026E-03	6.320E-05	7.439E-05	4.181E-04	1.169E-04	4.229E-03	9.063E-05
13	1.909E-05	1.489E-05	1.220E-05	4.552E-05	3.203E-04	7.793E-05	3.482E-03	5.169E-05
14	1.536E-05	1.752E-05	6.314E-06	2.272E-05	2.400E-04	6.462E-05	2.050E-03	2.873E-05
15	7.422E-06	8.464E-06	3.319E-06	1.707E-05	1.756E-04	5.232E-05	1.094E-03	2.034E-05
16	3.567E-06	3.628E-06	2.847E-06	8.684E-06	1.300E-04	4.406E-05	4.862E-04	1.320E-05
17	1.731E-06	1.922E-06	7.371E-07	1.261E-05	9.326E-05	2.774E-05	1.322E-04	8.929E-06
18	8.582E-07	8.015E-07	2.718E-07	4.504E-06	6.605E-05	1.190E-05	6.965E-05	5.148E-06
19	4.359E-06	4.054E-06	1.269E-06	1.409E-04	3.422E-04	2.118E-04	3.773E-04	3.166E-05
20	2.268E-07	2.071E-07	5.933E-08	1.111E-05	2.195E-05	9.480E-06	1.355E-05	2.678E-06
21	1.225E-07	1.094E-07	2.793E-08	4.624E-06	1.130E-05	5.950E-07	1.399E-05	3.009E-06
22	6.880E-08	6.000E-08	1.320E-08	4.128E-08	1.751E-05	1.048E-05	4.553E-06	2.522E-07
23	3.972E-08	3.385E-08	6.223E-09	1.396E-08	3.075E-06	4.373E-08	1.173E-05	3.020E-07
24	2.386E-08	1.991E-08	2.985E-09	7.684E-09	8.300E-06	2.013E-08	4.108E-06	1.483E-07
25	1.165E-08	9.003E-09	2.082E-10	4.331E-09	7.893E-06	1.173E-08	5.913E-06	7.241E-08

(11) 領域12でのγ線縮約用スペクトル

*** GAMMA SPECTRUM *** (領域12)

1	7.614E-04	2	8.736E-04	3	1.040E-03	4	2.199E-02	5	1.396E-01
6	5.324E-01	7	6.448E-01	8	9.874E-01	9	1.842E+00	10	3.311E+00
11	5.554E+00	12	9.487E+00	13	6.976E+00	14	8.551E+00	15	8.789E-01

(12) 領域12でのγ線発熱断面積

*** GAMMA HEATING ***

GROUP	H 1	Be 4	B 5	C 6	O 8	Na 11	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25
1	5.361E-01	3.780E-01	5.362E-01	9.581E-01	0.000E+00	1.654E-01	3.366E-01	3.427E-01	3.583E-01	3.899E-01
2	4.254E-01	6.031E-01	1.088E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.119E-01	4.330E-01	4.434E-01	4.718E-01	2.559E-01
3	6.894E-01	1.258E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.810E-01	5.776E-01	5.974E-01	3.168E-01	3.385E-01
4	1.492E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	3.905E-01	8.093E-01	4.166E-01	4.356E-01	4.686E-01
5	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.789E-01	6.034E-01	6.127E-01	6.383E-01	6.916E-01
6	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.446E-01	8.572E-01	8.663E-01	9.069E-01	1.008E+00
7	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.911E-01	1.139E+00	1.157E+00	1.240E+00	1.480E+00
8	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	8.232E-01	1.587E+00	1.626E+00	1.837E+00	1.142E+00
9	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.223E+00	2.359E+00	2.470E+00	1.439E+00	1.859E+00
10	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.999E+00	3.861E+00	2.022E+00	2.416E+00	4.936E+00
11	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	3.824E+00	3.708E+00	3.760E+00	7.195E+00	0.000E+00
12	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.499E+00	6.984E+00	1.097E+01	0.000E+00	0.000E+00
13	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	8.534E+00	1.867E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.038E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
15	4.813E-01	3.402E-01	4.826E-01	8.561E-01	1.327E-01	2.693E-01	2.730E-01	2.823E-01	3.003E-01	3.328E-01

GROUP	Fe 26	Ni 28	Zr 40	Mo 42	Sb 51	Eu 63	Ta 73	U 92	Pu 94	Am 95
1	2.153E-01	2.365E-01	2.674E-01	3.147E-01	3.929E-01	5.418E-01	3.820E-01	5.419E-01	9.683E-01	0.000E+00
2	2.778E-01	3.106E-01	3.616E-01	4.472E-01	6.120E-01	4.299E-01	6.095E-01	1.099E+00	0.000E+00	0.000E+00
3	3.724E-01	4.269E-01	5.207E-01	7.044E-01	4.921E-01	6.968E-01	1.271E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
4	5.253E-01	6.271E-01	8.330E-01	5.763E-01	8.137E-01	1.508E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
5	7.979E-01	1.027E+00	6.980E-01	9.791E-01	1.852E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
6	1.250E+00	8.302E-01	1.153E+00	2.224E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
7	9.580E-01	1.315E+00	2.577E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
8	1.535E+00	3.063E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
9	3.777E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
10	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
11	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
12	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
13	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
15	1.863E-01	2.065E-01	2.355E-01	2.792E-01	3.510E-01	4.865E-01	3.438E-01	4.378E-01	8.652E-01	3.620E-01

3.3 INTAの中性子スペクトル及び核反応断面積のデータ支給

報告者：原（炉心・運転計画 Gr.）

1. 目的

FP ガス放出生成量を算出するためのデータとして照射課よりINTAの中性子スペクトル及び核反応断面積のデータ支給依頼があったので対応した。

2. INTA中性子スペクトルについて

(1) 25群エネルギー群構造とINTA中性子スペクトルを以下に示す。

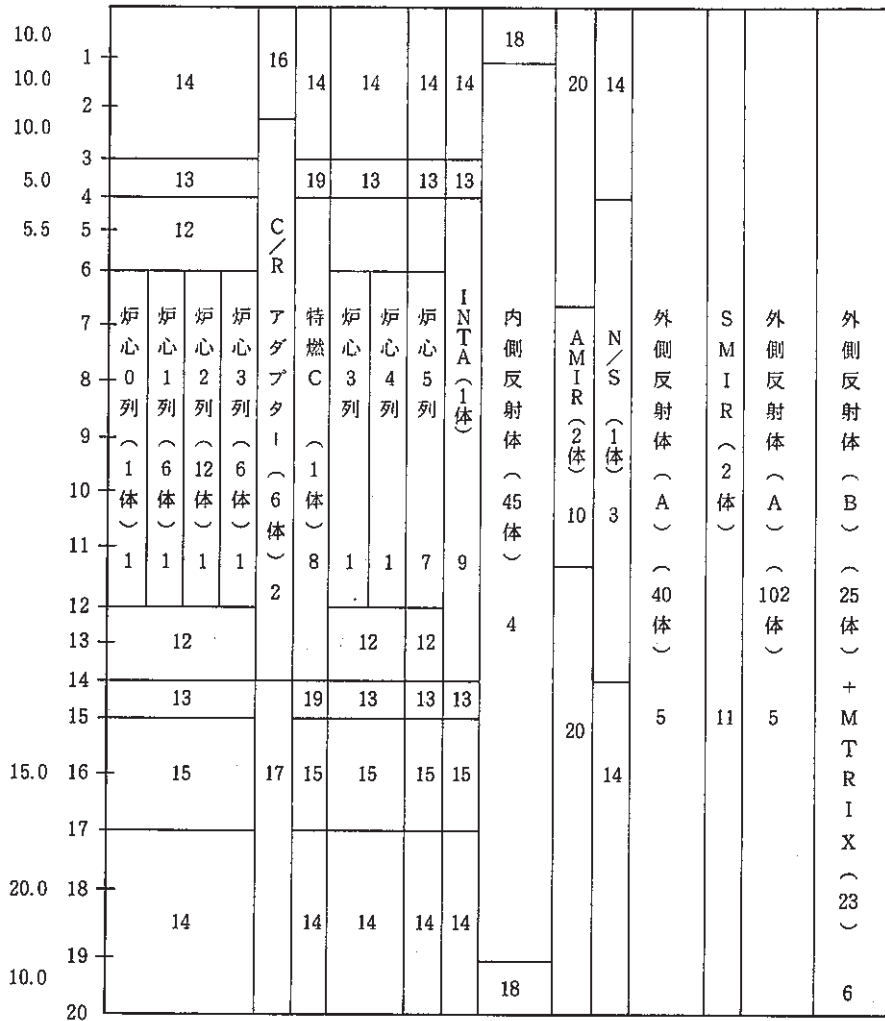
Group	Upper energy	Lower energy	中 性 子 ス ペ ク ト ル
1	10.5 (MeV)	6.5 (MeV)	1.530×10^{-3}
2	6.5 (MeV)	4.0 (MeV)	7.175×10^{-3}
3	4.0 (MeV)	2.5 (MeV)	1.766×10^{-2}
4	2.5 (MeV)	1.4 (MeV)	3.851×10^{-2}
5	1.4 (MeV)	0.8 (MeV)	5.306×10^{-2}
6	0.8 (MeV)	0.4 (MeV)	8.047×10^{-2}
7	0.4 (MeV)	0.2 (MeV)	1.017×10^{-1}
8	0.2 (MeV)	100 (keV)	9.236×10^{-2}
9	100 (keV)	46.5 (keV)	8.882×10^{-2}
10	46.5 (keV)	21.5 (keV)	8.372×10^{-2}
11	21.5 (keV)	10.0 (keV)	4.262×10^{-2}
12	10.0 (keV)	4.65 (keV)	1.988×10^{-2}
13	4.65 (keV)	2.15 (keV)	1.183×10^{-2}
14	2.15 (keV)	1000 (eV)	1.382×10^{-2}
15	1000 (eV)	465 (eV)	8.415×10^{-2}
16	465 (eV)	215 (eV)	4.808×10^{-3}
17	215 (eV)	100 (eV)	2.967×10^{-3}
18	100 (eV)	46.5 (eV)	1.833×10^{-3}
19	46.5 (eV)	21.5 (eV)	1.202×10^{-3}
20	21.5 (eV)	10.0 (eV)	7.138×10^{-4}
21	10.0 (eV)	4.65 (eV)	4.466×10^{-4}
22	4.65 (eV)	2.15 (eV)	2.819×10^{-4}
23	2.14 (eV)	1.0 (eV)	1.341×10^{-4}
24	1.0 (eV)	0.465 (eV)	6.137×10^{-5}
25	0.465 (eV)	0.215 (eV)	2.323×10^{-5}

(技-62-29)

(2) 中性子スペクトル計算に使用した R-Z 体系図

図 3.3.1 に INTA 中性子スペクトル計算に用いた R-Z 体系図を示す。

図 3.3.1 での領域 9 の値を記載した。



- ⑥(3.56588)
- ①(2.42949) 21.39525
- ①(0.381220) 23.82424
- ④(2.303623) 24.20596
- ①(2.88847) 33.42045
- ①(0.25128) 36.30894
- ④(2.48054) 36.56032
- ①(0.39326) 46.48238
- ①(0.19491) 46.87464
- ⑥(2.408483) 47.06955
- ①(0.33619) 54.29506
- ③(4.98255) 54.63125
- ③(7.69665) 69.65789
- 92.66885

1	炉心 (0~4列)	6	外側(B)反射体	11	SMIR	16	C/R B ₄ C
2	C/R adap	7	炉心 (5列)	12	炉心 (Z方向)	17	C/R OUT
3	N/S	8	特燃, C型	13	インシュレーター	18	内側反射体上・下部反射体
4	内側反射体	9	INTA	14	上・下部反射体	19	特燃Cインシュレーター
5	外側(A)反射体	10	AMIR	15	下部空間	20	AMIR (スベーサ etc)

図 3.3.1 20°C MK-II 第12サイクル 炉心 R-Z体系

3. INTA 核反応断面積について

(1) 次項に記載した断面積についての記号説明

反応の種類

```
***** CROSS SECTION ID *****
SSIN1 = EFFECTIVE INELASTIC      X SEC.
SSC1  = EFFECTIVE CAPTURE        X SEC.
SSF1  = EFFECTIVE FISSION        X SEC.
SSFNU = EFFECTIVE NEUTRON PRODUCTION X SEC.
SST1  = EFFECTIVE TRANSPORT      X SEC.
SSTO  = EFFECTIVE TOTAL          X SEC.
SSS   = EFFECTIVE SELF-SCATTERING X SEC.
SELPH = EFFECTIVE NEUTRON HEATING X SEC.
```

核種ID及び出典

```
***** NUCLIDE ID *****
CODE NO.  NUCLIDE      DATA-SOURCE
  949     PU-239      JFS-II
  940     PU-240      JFS-II
  941     PU-241      JFS-II
  926     U-236       ABBN
  925     U-235       JFS-II
  928     U-238       JFS-II
  999     LFP(PU-239) JENDL
  942     PU-242      JFS-II
  105     B-10        JFS-II
  115     B-11        JFS-I
    6      C           JFS-II
    8      O           JFS-II
   11     NA          JFS-II
    4      BE          JFS-II
   24     CR          JFS-II
   25     MN          JFS-II
   26     FE          JFS-II
   28     NI          JFS-II
    1      H           ENDF/B-IV
   42     MO          JFS-II
   22     TI          ENDF/B-IV
   23     V           ENDF/B-IV
  401     ZIRCALLOY-2 ENDF/B-IV
   51     SB          ENDF/B-IV
   63     EU          ENDF/B-IV
  731     TA-181     ENDF/B-IV
  951     AM-241     JFS-II
  995     LFP(U-235) JENDL
```

(2) 断面積データ (単位 barn)

① ²³⁹Pu

----- TEMP 300.C REGION 9									
NCODEL 949									
GR	SSIN1	SSC1	SSF1	SFNU	SST1	SST0	SSS	SELPH	
1	9.854E-01	1.116E-03	2.198E+00	8.482E+00	3.711E+00	2.200E+00	4.565E+00	4.251E+02	
2	1.429E+00	1.658E-03	1.820E+00	6.342E+00	4.052E+00	1.822E+00	6.096E+00	3.462E+02	
3	1.291E+00	3.307E-03	1.923E+00	6.266E+00	4.361E+00	1.927E+00	6.111E+00	3.619E+02	
4	1.142E+00	1.187E-02	1.969E+00	6.117E+00	5.053E+00	1.981E+00	5.524E+00	3.674E+02	
5	1.093E+00	4.223E-02	1.740E+00	5.234E+00	5.129E+00	1.782E+00	5.546E+00	3.237E+02	
6	1.022E+00	1.027E-01	1.608E+00	4.728E+00	6.372E+00	1.711E+00	6.811E+00	2.984E+02	
7	7.494E-01	1.751E-01	1.549E+00	4.539E+00	8.530E+00	1.724E+00	8.447E+00	2.870E+02	
8	5.417E-01	2.272E-01	1.527E+00	4.459E+00	1.044E+01	1.754E+00	9.845E+00	2.827E+02	
9	3.969E-01	2.708E-01	1.579E+00	4.595E+00	1.204E+01	1.850E+00	1.088E+01	2.922E+02	
10	3.462E-01	5.061E-01	1.640E+00	4.756E+00	1.333E+01	2.146E+00	1.177E+01	3.034E+02	
11	2.618E-01	9.348E-01	1.766E+00	5.115E+00	1.404E+01	2.701E+00	1.177E+01	3.267E+02	
12	1.834E-02	1.473E+00	2.167E+00	6.260E+00	1.533E+01	3.640E+00	1.194E+01	4.009E+02	
13	0.000E+00	2.490E+00	2.903E+00	8.365E+00	1.824E+01	5.393E+00	1.267E+01	5.371E+02	
14	0.000E+00	3.734E+00	4.236E+00	1.217E+01	2.023E+01	7.970E+00	1.242E+01	7.837E+02	
15	0.000E+00	5.164E+00	6.742E+00	1.935E+01	2.366E+01	1.191E+01	1.257E+01	1.247E+03	
16	0.000E+00	9.351E+00	1.096E+01	3.146E+01	3.192E+01	2.031E+01	1.328E+01	2.028E+03	
17	0.000E+00	1.102E+01	1.651E+01	4.739E+01	3.493E+01	2.753E+01	1.267E+01	3.054E+03	
18	0.000E+00	1.918E+01	4.781E+01	1.373E+02	6.806E+01	6.699E+01	1.464E+01	8.846E+03	
19	0.000E+00	2.503E+01	1.211E+01	3.477E+01	3.785E+01	3.715E+01	1.097E+01	2.241E+03	
20	0.000E+00	4.461E+01	7.498E+01	2.152E+02	9.723E+01	1.196E+02	1.164E+01	1.387E+04	
21	0.000E+00	1.572E+01	2.199E+01	6.311E+01	3.453E+01	3.771E+01	3.576E+00	4.067E+03	
22	0.000E+00	7.168E-01	1.148E+01	3.295E+01	2.107E+01	1.219E+01	8.984E+00	2.123E+03	
23	0.000E+00	2.802E+00	2.612E+01	7.497E+01	3.834E+01	2.892E+01	9.588E+00	4.831E+03	
24	0.000E+00	3.933E+01	6.551E+01	1.881E+02	1.149E+02	1.048E+02	1.116E+01	1.212E+04	
25	0.000E+00	7.246E+02	1.293E+03	3.712E+03	1.892E+03	2.018E+03	1.624E+01	2.393E+05	

② ²⁴⁰Pu

----- TEMP 300.C REGION 9									
NCODEL 940									
GR	SSIN1	SSC1	SSF1	SFNU	SST1	SST0	SSS	SELPH	
1	1.168E+00	1.698E-02	2.021E+00	7.625E+00	3.725E+00	2.038E+00	4.693E+00	3.908E+02	
2	1.743E+00	2.438E-02	1.530E+00	5.343E+00	4.069E+00	1.554E+00	6.234E+00	2.911E+02	
3	1.629E+00	3.516E-02	1.503E+00	4.928E+00	4.281E+00	1.538E+00	6.302E+00	2.828E+02	
4	1.481E+00	9.203E-02	1.612E+00	5.038E+00	5.078E+00	1.704E+00	5.781E+00	3.007E+02	
5	9.658E-01	2.295E-01	1.358E+00	4.112E+00	4.822E+00	1.587E+00	5.569E+00	2.526E+02	
6	1.208E+00	2.428E-01	6.461E-01	1.921E+00	6.143E+00	8.890E-01	7.631E+00	1.199E+02	
7	1.184E+00	2.440E-01	1.590E-01	4.661E-01	8.432E+00	4.030E-01	9.880E+00	2.947E+01	
8	7.279E-01	3.581E-01	1.010E-01	2.941E-01	1.053E+01	4.591E-01	1.140E+01	1.870E+01	
9	1.033E-01	3.918E-01	1.030E-01	2.986E-01	1.159E+01	4.948E-01	1.187E+01	1.906E+01	
10	0.000E+00	4.030E-01	1.464E-01	4.237E-01	1.316E+01	5.494E-01	1.330E+01	2.708E+01	
11	0.000E+00	6.693E-01	1.547E-01	4.479E-01	1.443E+01	8.240E-01	1.417E+01	2.863E+01	
12	0.000E+00	8.980E-01	1.552E-01	4.492E-01	1.576E+01	1.053E+00	1.524E+01	2.871E+01	
13	0.000E+00	1.210E+00	6.742E-02	1.951E-01	1.695E+01	1.277E+00	1.586E+01	1.247E+01	
14	0.000E+00	2.308E+00	5.399E-02	1.562E-01	2.030E+01	2.362E+00	1.881E+01	9.987E+00	
15	0.000E+00	3.908E+00	1.426E-01	4.127E-01	2.034E+01	4.050E+00	1.734E+01	2.638E+01	
16	0.000E+00	6.011E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.449E+01	6.011E+00	2.151E+01	8.193E-06	
17	0.000E+00	1.402E+01	0.000E+00	0.000E+00	2.966E+01	1.402E+01	2.377E+01	8.702E-06	
18	0.000E+00	1.690E+01	0.000E+00	0.000E+00	2.300E+01	1.690E+01	3.029E+01	4.901E-06	
19	0.000E+00	3.536E+01	0.000E+00	0.000E+00	3.876E+01	3.536E+01	3.842E+01	4.766E-05	
20	0.000E+00	2.050E+01	1.035E-05	2.993E-05	1.883E+01	2.050E+01	1.079E+01	1.915E-03	
21	0.000E+00	5.447E-01	3.247E-05	9.393E-05	1.112E+01	5.448E-01	1.046E+01	6.007E-03	
22	0.000E+00	7.910E+00	1.262E-03	3.651E-03	2.316E+01	7.912E+00	1.532E+01	2.335E-01	
23	0.000E+00	4.433E+02	7.150E-02	2.068E-01	2.801E+02	4.434E+02	7.075E+01	1.323E+01	
24	0.000E+00	1.213E+03	1.955E-01	5.656E-01	1.262E+03	1.213E+03	4.929E+01	3.618E+01	
25	0.000E+00	1.525E+02	2.457E-02	7.105E-02	1.529E+02	1.526E+02	3.314E-01	4.545E+00	

③ ²⁴¹Pu

----- TEMP 300.C REGION 9								
NCODEL 941								
GR	SSIN1	SSC1	SSF1	SFNU	SST1	SSTO	SSS	SELPH
1	1.448E+00	2.789E-02	1.978E+00	8.019E+00	3.913E+00	2.006E+00	4.366E+00	3.824E+02
2	2.004E+00	4.310E-02	1.456E+00	5.308E+00	4.201E+00	1.499E+00	6.073E+00	2.769E+02
3	2.110E+00	6.539E-02	1.525E+00	5.160E+00	4.677E+00	1.590E+00	6.207E+00	2.869E+02
4	1.632E+00	9.409E-02	1.744E+00	5.594E+00	5.184E+00	1.838E+00	5.515E+00	3.255E+02
5	1.805E+00	1.068E-01	1.567E+00	4.844E+00	5.690E+00	1.673E+00	6.173E+00	2.915E+02
6	2.114E+00	1.029E-01	1.501E+00	4.530E+00	7.277E+00	1.604E+00	7.756E+00	2.785E+02
7	1.533E+00	1.413E-01	1.760E+00	5.240E+00	9.335E+00	1.902E+00	9.020E+00	3.262E+02
8	7.264E-01	2.867E-01	2.014E+00	5.954E+00	8.989E+00	2.301E+00	9.955E+00	3.729E+02
9	2.997E-01	4.250E-01	2.233E+00	6.577E+00	1.255E+01	2.658E+00	1.057E+01	4.132E+02
10	1.157E-02	5.996E-01	2.707E+00	7.960E+00	1.370E+01	3.306E+00	1.095E+01	5.009E+02
11	0.000E+00	7.329E-01	3.273E+00	9.617E+00	1.477E+01	4.006E+00	1.122E+01	6.056E+02
12	0.080E+00	1.451E+00	4.033E+00	1.185E+01	1.534E+01	5.484E+00	1.016E+01	7.462E+02
13	0.000E+00	1.980E+00	5.999E+00	1.762E+01	1.796E+01	7.979E+00	1.017E+01	1.110E+03
14	0.000E+00	3.046E+00	8.436E+00	2.477E+01	2.198E+01	1.148E+01	1.060E+01	1.561E+03
15	0.000E+00	5.062E+00	1.089E+01	3.198E+01	2.672E+01	1.595E+01	1.086E+01	2.015E+03
16	0.000E+00	7.516E+00	1.903E+01	5.587E+01	3.703E+01	2.655E+01	1.064E+01	3.521E+03
17	0.000E+00	1.022E+01	2.938E+01	8.625E+01	4.933E+01	3.960E+01	1.005E+01	5.435E+03
18	0.000E+00	1.825E+01	3.509E+01	1.030E+02	6.273E+01	5.334E+01	9.894E+00	6.491E+03
19	0.000E+00	1.088E+01	6.637E+01	1.949E+02	8.581E+01	7.726E+01	9.283E+00	1.228E+04
20	0.000E+00	4.833E+01	1.367E+02	4.012E+02	1.893E+02	1.850E+02	1.389E+01	2.528E+04
21	0.000E+00	3.100E+01	2.206E+02	6.476E+02	2.576E+02	2.516E+02	8.696E+00	4.081E+04
22	0.000E+00	5.659E+01	1.126E+02	3.307E+02	1.675E+02	1.692E+02	6.564E+00	2.084E+04
23	0.000E+00	2.751E+00	2.450E+01	7.194E+01	3.423E+01	2.725E+01	7.003E+00	4.533E+03
24	0.000E+00	1.397E+01	4.896E+01	1.437E+02	7.063E+01	6.293E+01	7.742E+00	9.058E+03
25	0.000E+00	3.268E+02	7.213E+02	2.118E+03	1.052E+03	1.048E+03	9.011E+00	1.334E+05

④ ²⁴²Pu

----- TEMP 300.C REGION 9								
NCODEL 942								
GR	SSIN1	SSC1	SSF1	SFNU	SST1	SSTO	SSS	SELPH
1	1.423E+00	4.508E-03	1.975E+00	7.684E+00	3.749E+00	1.980E+00	4.528E+00	3.820E+02
2	1.938E+00	7.767E-03	1.787E+00	6.274E+00	4.216E+00	1.795E+00	5.570E+00	3.400E+02
3	1.997E+00	2.115E-02	1.657E+00	5.398E+00	4.467E+00	1.678E+00	5.748E+00	3.117E+02
4	1.717E+00	4.190E-02	1.370E+00	4.219E+00	4.392E+00	1.412E+00	5.604E+00	2.556E+02
5	1.209E+00	5.732E-02	1.356E+00	4.021E+00	4.709E+00	1.413E+00	5.738E+00	2.523E+02
6	1.209E+00	1.107E-01	4.082E-01	1.183E+00	5.586E+00	5.189E-01	7.387E+00	7.575E+01
7	1.006E+00	1.209E-01	7.028E-02	2.005E-01	7.069E+00	1.912E-01	8.975E+00	1.302E+01
8	6.732E-01	1.425E-01	3.230E-02	9.139E-02	9.020E+00	1.748E-01	1.052E+01	5.982E+00
9	2.727E-01	2.356E-01	3.276E-02	9.232E-02	1.133E+01	2.684E-01	1.219E+01	6.064E+00
10	1.836E-05	4.148E-01	4.574E-02	1.287E-01	1.386E+01	4.606E-01	1.404E+01	8.464E+00
11	0.000E+00	5.789E-01	6.068E-02	1.705E-01	1.642E+01	6.396E-01	1.603E+01	1.123E+01
12	0.000E+00	8.828E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.934E+01	8.828E-01	1.851E+01	3.885E-05
13	0.000E+00	1.402E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.358E+01	1.402E+00	2.224E+01	2.650E-05
14	0.000E+00	2.472E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.972E+01	2.472E+00	2.732E+01	1.970E-05
15	0.000E+00	4.585E+00	0.000E+00	0.000E+00	3.866E+01	4.585E+00	3.417E+01	1.576E-05
16	0.000E+00	6.931E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.061E+01	6.931E+00	3.378E+01	9.473E-06
17	0.000E+00	1.179E+01	0.000E+00	0.000E+00	3.405E+01	1.179E+01	2.232E+01	7.309E-06
18	0.000E+00	4.315E+01	0.000E+00	0.000E+00	1.226E+02	4.315E+01	7.965E+01	1.233E-05
19	0.000E+00	4.604E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.362E+01	4.604E+00	9.044E+00	6.450E-06
20	0.000E+00	9.845E-02	0.000E+00	0.000E+00	1.059E+01	9.845E-02	1.052E+01	2.151E-08
21	0.000E+00	7.300E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.270E+01	7.300E-01	1.200E+01	3.063E-08
22	0.000E+00	1.362E+03	0.000E+00	0.000E+00	1.483E+03	1.362E+03	1.209E+02	1.819E-05
23	0.000E+00	1.530E+01	0.000E+00	0.000E+00	2.080E+01	1.530E+01	5.512E+00	9.522E-08
24	0.000E+00	6.348E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.394E+01	6.348E+00	7.617E+00	1.865E-08
25	0.000E+00	6.623E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.466E+01	6.623E+00	8.091E+00	8.841E-09

⑤ 235 U

----- TEMP 300.C REGION 9									
NCOOEL 925									
GR	SSIN1	SSC1	SSF1	SFNU	SST1	SSTO	SSS	SELPH	
1	1.271E+00	2.387E-03	1.660E+00	5.734E+00	3.462E+00	1.663E+00	4.872E+00	3.210E+02	
2	1.808E+00	4.486E-03	1.121E+00	3.401E+00	3.700E+00	1.126E+00	6.273E+00	2.133E+02	
3	1.795E+00	1.061E-02	1.222E+00	3.392E+00	4.145E+00	1.233E+00	6.520E+00	2.300E+02	
4	1.656E+00	3.848E-02	1.289E+00	3.393E+00	4.728E+00	1.328E+00	5.675E+00	2.406E+02	
5	1.393E+00	9.284E-02	1.207E+00	3.074E+00	4.887E+00	1.300E+00	5.403E+00	2.246E+02	
6	1.159E+00	1.458E-01	1.152E+00	2.870E+00	5.917E+00	1.298E+00	6.420E+00	2.138E+02	
7	7.805E-01	2.240E-01	1.296E+00	3.196E+00	7.967E+00	1.520E+00	7.938E+00	2.401E+02	
8	4.762E-01	3.806E-01	1.489E+00	3.645E+00	9.960E+00	1.869E+00	9.177E+00	2.756E+02	
9	1.786E-01	5.999E-01	1.749E+00	4.267E+00	1.201E+01	2.349E+00	1.033E+01	3.237E+02	
10	1.880E-02	8.229E-01	2.129E+00	5.194E+00	1.333E+01	2.952E+00	1.095E+01	3.940E+02	
11	1.245E-04	9.493E-01	2.613E+00	6.372E+00	1.416E+01	3.562E+00	1.105E+01	4.834E+02	
12	0.000E+00	1.556E+00	3.446E+00	8.402E+00	1.593E+01	5.002E+00	1.114E+01	6.376E+02	
13	0.000E+00	2.248E+00	4.784E+00	1.166E+01	1.833E+01	7.031E+00	1.115E+01	8.850E+02	
14	0.000E+00	3.321E+00	6.887E+00	1.679E+01	2.138E+01	1.021E+01	1.125E+01	1.274E+03	
15	0.000E+00	4.961E+00	9.684E+00	2.360E+01	2.593E+01	1.465E+01	1.134E+01	1.792E+03	
16	0.000E+00	7.045E+00	1.448E+01	3.528E+01	3.226E+01	2.153E+01	1.125E+01	2.679E+03	
17	0.000E+00	1.302E+01	1.918E+01	4.672E+01	4.193E+01	3.220E+01	1.136E+01	3.549E+03	
18	0.000E+00	1.839E+01	2.649E+01	6.450E+01	5.390E+01	4.488E+01	1.187E+01	4.900E+03	
19	0.000E+00	2.227E+01	3.656E+01	8.902E+01	6.663E+01	5.883E+01	1.105E+01	6.764E+03	
20	0.000E+00	3.204E+01	4.083E+01	9.939E+01	7.016E+01	7.287E+01	1.107E+01	7.554E+03	
21	0.000E+00	3.425E+01	5.085E+01	1.238E+02	7.797E+01	8.510E+01	1.034E+01	9.407E+03	
22	0.000E+00	8.231E+00	1.578E+01	3.840E+01	3.325E+01	2.401E+01	1.036E+01	2.920E+03	
23	0.000E+00	1.216E+01	3.403E+01	8.279E+01	5.668E+01	4.619E+01	1.123E+01	6.296E+03	
24	0.000E+00	8.913E+00	6.650E+01	1.617E+02	8.737E+01	7.541E+01	1.210E+01	1.230E+04	
25	0.000E+00	3.052E+01	1.546E+02	3.758E+02	1.979E+02	1.851E+02	1.311E+01	2.859E+04	

⑥ 238 U

----- TEMP 300.C REGION 9									
NCOOEL 928									
GR	SSIN1	SSC1	SSF1	SFNU	SST1	SSTO	SSS	SELPH	
1	2.065E+00	9.477E-03	9.683E-01	3.357E+00	3.558E+00	9.777E-01	5.577E+00	1.873E+02	
2	2.483E+00	1.402E-02	5.858E-01	1.792E+00	3.858E+00	5.998E-01	6.999E+00	1.115E+02	
3	2.505E+00	2.025E-02	5.475E-01	1.531E+00	4.169E+00	5.677E-01	7.142E+00	1.030E+02	
4	2.531E+00	5.303E-02	4.640E-01	1.218E+00	4.945E+00	5.170E-01	6.719E+00	8.659E+01	
5	2.311E+00	1.287E-01	3.578E-02	8.997E-02	5.312E+00	1.644E-01	6.680E+00	6.669E+00	
6	1.747E+00	1.239E-01	1.130E-03	2.432E-03	6.412E+00	1.251E-01	7.960E+00	2.145E-01	
7	1.221E+00	1.321E-01	0.000E+00	0.000E+00	8.140E+00	1.321E-01	9.656E+00	1.883E-03	
8	7.778E-01	1.635E-01	0.000E+00	0.000E+00	9.894E+00	1.635E-01	1.101E+01	7.544E-04	
9	2.225E-01	2.469E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.166E+01	2.469E-01	1.220E+01	2.190E-04	
10	2.252E-04	4.012E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.193E+01	4.012E-01	1.228E+01	8.895E-05	
11	0.000E+00	5.515E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.229E+01	5.515E-01	1.250E+01	4.467E-05	
12	0.000E+00	7.832E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.301E+01	7.832E-01	1.291E+01	2.750E-05	
13	0.000E+00	1.162E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.698E+01	1.162E+00	1.677E+01	2.908E-05	
14	0.000E+00	1.409E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.442E+01	1.409E+00	1.499E+01	1.087E-05	
15	0.000E+00	1.992E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.351E+01	1.992E+00	1.429E+01	6.176E-06	
16	0.000E+00	2.504E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.367E+01	2.504E+00	1.335E+01	3.786E-06	
17	0.000E+00	5.051E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.770E+01	5.051E+00	2.224E+01	3.157E-06	
18	0.000E+00	3.982E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.172E+01	3.982E+00	1.159E+01	1.219E-06	
19	0.000E+00	8.739E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.703E+01	8.739E+00	1.826E+01	1.275E-05	
20	0.000E+00	1.265E+01	0.000E+00	0.000E+00	1.180E+01	1.265E+01	9.595E+00	7.993E-07	
21	0.000E+00	2.633E+01	0.000E+00	0.000E+00	2.079E+01	2.633E+01	8.794E+00	7.666E-07	
22	0.000E+00	6.680E-01	0.000E+00	0.000E+00	7.150E+00	6.680E-01	6.483E+00	1.107E-08	
23	0.000E+00	5.003E-01	0.000E+00	0.000E+00	7.399E+00	5.003E-01	6.899E+00	4.065E-09	
24	0.000E+00	6.144E-01	0.000E+00	0.000E+00	7.569E+00	6.144E-01	6.961E+00	2.025E-09	
25	0.000E+00	8.439E-01	0.000E+00	0.000E+00	7.740E+00	8.439E-01	6.891E+00	1.146E-09	

3.4 内側反射体中の中性子スペクトル及び ^{10}B 核反応断面積のデータ支給

報告者：原（炉心・運転計画 Gr.）

1. 目的

高速炉用遮蔽材照射試験に供する B_4C の発熱量を求めて照射キャプセルの構造検討を行うため、照射課より内側反射体中の中性子スペクトル及び ^{10}B 核反応断面積のデータ支給依頼があったので対応した。

2. 支給データ

(1) 内側反射体中中性子スペクトル

25群エネルギー群構造と内側反射体中中性子スペクトルを以下に示す。

Group	Upper energy	Lower energy	中 性 子 ス ペ ク ト ル
1	10.5 (MeV)	6.5 (MeV)	2950×10^{-2}
2	6.5 (MeV)	4.0 (MeV)	1.328×10^{-1}
3	4.0 (MeV)	2.5 (MeV)	3.704×10^{-1}
4	2.5 (MeV)	1.4 (MeV)	1.042×10^0
5	1.4 (MeV)	0.8 (MeV)	1.967×10^0
6	0.8 (MeV)	0.4 (MeV)	3.560×10^0
7	0.4 (MeV)	0.2 (MeV)	4.882×10^0
8	0.2 (MeV)	100 (keV)	4.537×10^0
9	100 (keV)	46.5 (keV)	5.079×10^0
10	46.5 (keV)	21.5 (keV)	5.556×10^0
11	21.5 (keV)	10.0 (keV)	2.634×10^0
12	10.0 (keV)	4.65 (keV)	1.266×10^0
13	4.65 (keV)	2.15 (keV)	8.853×10^{-1}
14	2.15 (keV)	1000 (eV)	1.269×10^0
15	1000 (eV)	465 (eV)	9.900×10^{-1}
16	465 (eV)	215 (eV)	7.481×10^{-1}
17	215 (eV)	100 (eV)	5.907×10^{-1}
18	100 (eV)	46.5 (eV)	4.642×10^{-1}
19	46.5 (eV)	21.5 (eV)	3.392×10^{-1}
20	21.5 (eV)	10.0 (eV)	2.403×10^{-1}
21	10.0 (eV)	4.65 (eV)	1.600×10^{-1}
22	4.65 (eV)	2.15 (eV)	9.739×10^{-2}
23	2.15 (eV)	1.0 (eV)	5.119×10^{-2}
24	1.0 (eV)	0.465 (eV)	2.297×10^{-2}
25	0.465 (eV)	0.215 (eV)	1.316×10^{-2}

(技 - 62 - 38)

(2) 断面積縮約用中性子スペクトル計算に使用した R-Z 体系図

図 3.4.1 に内側反射体中性子スペクトル計算に用いた R-Z 体系図を示す。

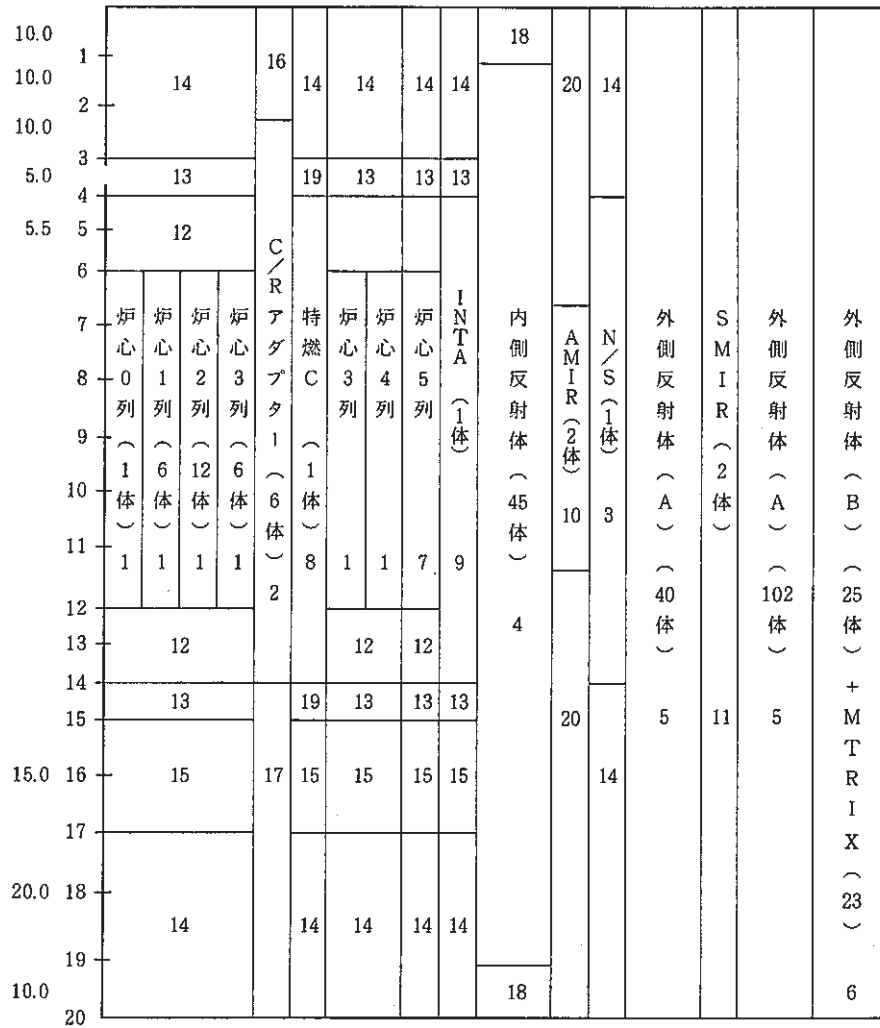
図 3.4.1 での領域 4 の値を記載した。

(3) ¹⁰B 断面積データ

以下に MK-II 炉心第 12 サイクル “MAGI” 記録計算に使用した、内側反射体の ¹⁰B 25 群断面積を示す。

GR	反応の種類							
	SSIN1	SSC1	SSF1	SFNU	SST1	SST0	SSS	SELPH
	(barn)							
1	3.357E-01	4.139E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.180E+00	4.139E-01	1.261E+00	5.326E+00
2	1.591E-01	3.973E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.304E+00	3.973E-01	1.304E+00	3.589E+00
3	2.799E-02	1.430E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.446E+00	1.430E-01	1.659E+00	1.170E+00
4	2.178E-04	3.748E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.608E+00	3.748E-01	1.598E+00	1.630E+00
5	0.000E+00	2.550E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.994E+00	2.550E-01	2.081E+00	1.008E+00
6	0.000E+00	5.566E-01	0.000E+00	0.000E+00	3.524E+00	5.566E-01	3.206E+00	1.821E+00
7	0.000E+00	1.085E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.525E+00	1.085E+00	3.682E+00	3.073E+00
8	0.000E+00	1.678E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.583E+00	1.678E+00	3.110E+00	4.457E+00
9	0.000E+00	2.437E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.871E+00	2.437E+00	2.606E+00	6.269E+00
10	0.000E+00	3.549E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.746E+00	3.549E+00	2.352E+00	8.990E+00
11	0.000E+00	5.276E+00	0.000E+00	0.000E+00	7.378E+00	5.276E+00	2.251E+00	1.327E+01
12	0.000E+00	7.629E+00	0.000E+00	0.000E+00	9.689E+00	7.629E+00	2.206E+00	1.913E+01
13	0.000E+00	1.135E+01	0.000E+00	0.000E+00	1.338E+01	1.135E+01	2.172E+00	2.842E+01
14	0.000E+00	1.674E+01	0.000E+00	0.000E+00	1.875E+01	1.674E+01	2.152E+00	4.188E+01
15	0.000E+00	2.458E+01	0.000E+00	0.000E+00	2.658E+01	2.458E+01	2.141E+00	6.147E+01
16	0.000E+00	3.606E+01	0.000E+00	0.000E+00	3.806E+01	3.606E+01	2.138E+00	9.016E+01
17	0.000E+00	5.287E+01	0.000E+00	0.000E+00	5.486E+01	5.287E+01	2.135E+00	1.322E+02
18	0.000E+00	7.754E+01	0.000E+00	0.000E+00	7.953E+01	7.754E+01	2.133E+00	1.938E+02
19	0.000E+00	1.140E+02	0.000E+00	0.000E+00	1.160E+02	1.140E+02	2.133E+00	2.852E+02
20	0.000E+00	1.676E+02	0.000E+00	0.000E+00	1.696E+02	1.676E+02	2.133E+00	4.191E+02
21	0.000E+00	2.441E+02	0.000E+00	0.000E+00	2.461E+02	2.441E+02	2.133E+00	6.102E+02
22	0.000E+00	3.535E+02	0.000E+00	0.000E+00	3.555E+02	3.535E+02	2.133E+00	8.838E+02
23	0.000E+00	5.118E+02	0.000E+00	0.000E+00	5.138E+02	5.118E+02	2.133E+00	1.280E+03
24	0.000E+00	7.459E+02	0.000E+00	0.000E+00	7.479E+02	7.459E+02	2.133E+00	1.865E+03
25	0.000E+00	1.093E+03	0.000E+00	0.000E+00	1.095E+03	1.093E+03	2.133E+00	2.732E+03

出典 JAERI-FAST-SET II



- ⑥(3.56588)
- 21.39525
- ①(2.42949)
- 23.82424
- ①(0.381220)
- 24.20596
- ④(2.303623)
- 33.42045
- ①(2.88847)
- 36.30894
- ①(0.25128)
- 36.56022
- ④(2.48054)
- 46.48238
- ④(0.39326)
- 46.87464
- ①(0.19491)
- 47.06955
- ③(2.408483)
- 54.29506
- ①(0.33619)
- 54.63125
- ③(4.98255)
- 69.65789
- ③(7.69665)
- 92.66885

1	炉心 (0~4列)	6	外側(B)反射体	11	SMIR	16	C/R B ₄ C
2	C/R adap	7	炉心 (5列)	12	炉心 (Z方向)	17	C/R OUT
3	N/S	8	特燃, C型	13	インシュレーター	18	内側反射体上・下部反射体
4	内側反射体	9	INTA	14	上・下部反射体	19	特燃Cインシュレーター
5	外側(A)反射体	10	AMIR	15	下部空間	20	AMIR (スペーサ etc)

図 3.4.1 20°C MK-II 第12サイクル 炉心 R-Z体系

3.5 MK-I 中性子源 (TTJN 01) 放射線強度計算

報告者：長崎 (炉心・運転計画 Gr.)

1. 目的

燃材部でMK-I 中性子源の照射後試験を行うにあたり燃材部各施設でSb及びBeの取り扱い量を見極めるために、照射課より計算依頼があったので対応した。

2. 計算条件

- (1) 計算コード；“ORIGEN 79”
- (2) 照射履歴；計算に用いた中性子束はMK-I 運転監視コード“SMART”記録計算結果を使用した。又、照射期間はMK-I各サイクルのEFPDを合計した。
- (3) 装荷量；技術課メモ (技 51-13, 25-21) の原子数密度と認可申請書 No.53 の中性子源外形図を基に作成した。

3. 計算結果

MK-I 中性子源 (TTJN01) のBe部及びSb部の計算結果を以下示す。

(1) Be

崩壊熱 W/SA	62年10月14日時点	β	5.76 - 2	γ	7.34 - 3	$\beta + \gamma$	1.31 - 2
構造材放射化量データ	核種毎放射化量			⁵⁵ Fe	3.68 + 0	1.47 - 3	
62年10月14日時点	核種	Ci/SA	grams/SA	⁵⁸ Co	7.22 - 8	2.28 - 12	
総放射化量 Ci/SA	4.36 + 0	³⁵ S	6.52 - 16	1.54 - 20	⁵⁹ Fe	5.39 - 15	1.10 - 19
備考		⁵¹ Cr	1.16 - 21	1.26 - 26	⁶⁰ Co	4.23 - 1	3.73 - 4
64.5 cm 対象		⁵⁴ Mn	2.13 - 1	2.67 - 5	¹⁸² Ta	—	—

(2) Sb

崩壊熱 W/SA	62年10月14日時点	β	3.68 - 4	γ	5.29 - 4	$\beta + \gamma$	8.97 - 4
放射化量データ	核種毎放射化量			⁵⁵ Fe	2.24 - 1	8.96 - 5	
62年10月14日時点	核種	Ci/SA	grams/SA	⁵⁸ Co	4.40 - 9	1.39 - 13	
総放射化量 Ci/SA	3.00 - 1	³⁵ S	3.97 - 17	9.35 - 22	⁵⁹ Fe	3.30 - 16	6.71 - 21
備考		⁵¹ Cr	7.09 - 23	7.70 - 28	⁶⁰ Co	2.58 - 2	2.28 - 5
60 cm 対象		⁵⁴ Mn	1.30 - 2	1.63 - 6	¹²⁵ Sb	2.79 - 2	2.67 - 5

3.6 フィードバック反応度特性試験結果(その1)

報告者：大内，長崎（炉心・運転計画 Gr.）

1. 目的

原子炉設計の指針として原子炉固有の安全性があることが望まれる。

その一つとして，原子炉出力が上昇する際，負の反応度が入り，原子炉を停止する側へと働く現象がある。この現象を明確に把握することは原子炉の安全及び制御の観点からきわめて重要である。

「常陽」MK-II炉心における出力係数（出力変化に対する余剰反応度の変化の割合）は昭和58年2月以来，性能試験時及び各定格100MWサイクル運転特性試験時と数多く測定されている。これらの測定結果より，MK-II炉心での出力係数の特徴として以下の2点が挙げられる。

- (1) 燃焼が進むにつれて出力係数の絶対値は小さくなる。
- (2) 炉出力全域において，集合体湾曲効果を含む出力依存効果が大きい。

(1)については燃料ペレットの組織変化，ギャップコンダクタンスの燃焼による変動等で解析でき，今後は燃料挙動解析，PIE結果等により定量的に解析する予定である。又，(2)については設計値（集合体湾曲効果含まない）に対し，集合体湾曲解析結果等の出力依存効果の補正を施すと実測値と一致し，出力依存効果の重要性が明らかになった。

そこで，出力依存効果を追求する為に出力係数に寄与する燃料膨張，冷却材（構造材）膨張等の各因子を可能な限り，個別に測定する必要がある。

本試験では炉出力を一定に保ち（燃料温度一定），冷却材流量を変化させることにより出力係数に於ける反応度変化の要因を分離し，燃料以外の部分による反応度のフィードバック効果を抽出して測定するものである。

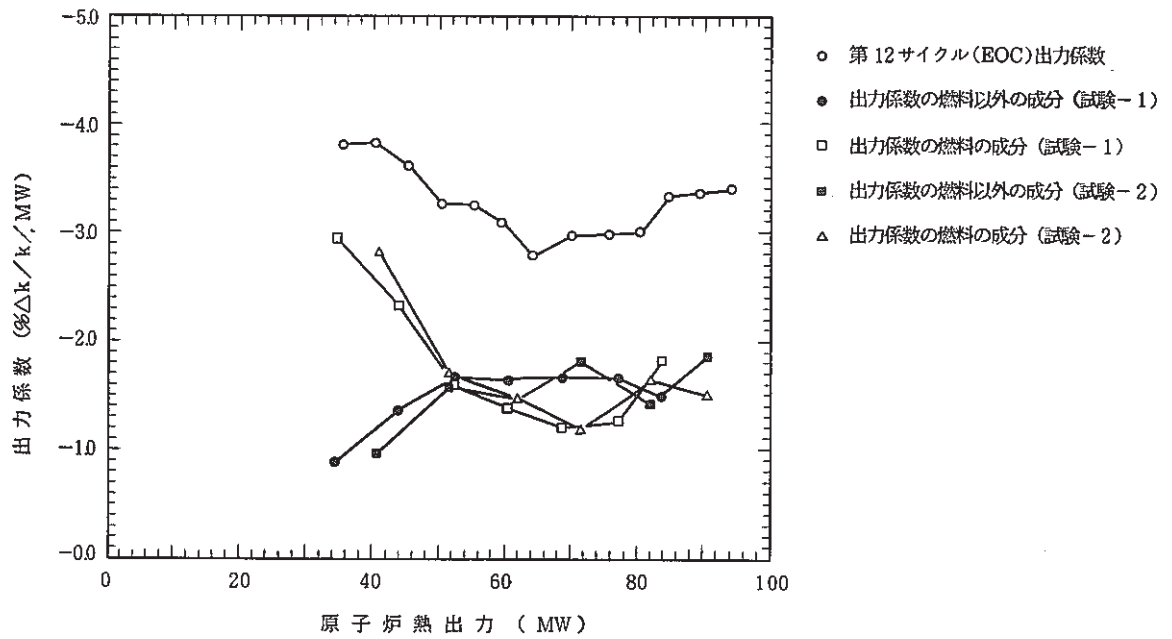
2. 試験概要

昭和61年11月23日より12月7日にかけて実施された本試験では，燃料温度を一定に保ち，冷却材の温度のみを変化させ，出力係数に寄与する冷却材膨張，湾曲効果を測定する為，炉出力を約30MWに保ち（燃料温度を一定に保つため，炉出力は一定にはならない），1次系冷却材流量を100%から30%まで集合体出口Na温度が一定の割合で上昇するように変化させ，各流量での臨界制御棒位置，ステップ応答試験等により反応度を求めた。

尚，2次系冷却材流量は1次系，2次系の温度差を小さくする為，可能な限り1次系に合せた。又本試験は炉出力を約5MW変化させ2回実施した。

3. 結果

測定したフィードバック反応度を集合体出口部のNa温度が同等である通常の炉心出力でデータを整理して出力係数の形でまとめた。これを用いMK-II炉心第12サイクル(EOC)の出力係数及び本試験の測定結果を燃料部とそれ以外の部分に分けた結果を下图に示す。



出力係数の項別分離(流量係数による補正は行っていない)

3.7 制御棒位置、燃料の組成の違いによる炉内中性子束の比較

報告者：青山（炉心・運転計画 Gr.）

1. 概要

「常陽」第3次取替燃料使用前検査に係る補足説明資料として制御棒位置、燃料の組成の違いによる炉内中性子束（各列毎）の変化を計算した。

2. 計算条件

- (1) 計算コード：“MAGI”予測計算
- (2) 計算体系：定格第13サイクル（第3次取替燃料5体装荷）
- (3) 計算ケース

case 1 基準ケース，制御棒全引抜

case 2 制御棒位置：制御棒ストローク下端から400 mm

case 3 制御棒全引抜，第3次取替燃料の組成変更

- (4) 第3次取替燃料の組成（表3.7.1参照）

case 1, case 2 → 先行試験時データ

case 3 → 先行試験時データにおいてペレット密度93→96%TDへ変更

3. 計算結果

{000}, {1D1}, {2D1}, {3D1}, {4D1}（以上炉心燃料）及び{5D1}（内側反射体）におけるcase 1～3の全中性子束（軸方向中心位置の値）の比較を表3.7.2に示す。

4. 評価

表2より軸方向中心位置における全中性子束の相違はcase 1の基準ケースに対してcase 2では+6%，case 3では-0.3%程度である。

表1 第3次取替燃料の組成パラメータ表

パラメータ	case 1, case 2	case 3	
$(^{239}\text{Pu} + ^{241}\text{Pu})/\text{Pu}$ (w/o)	74.04	同左	
Pu 同位体 ^{238}Pu	0.74	"	
組成比 (w/o)	^{239}Pu	67.21	"
	^{240}Pu	22.20	"
	^{241}Pu	6.83	"
	^{242}Pu	3.02	"
	^{235}U 濃縮度 (w/o)	17.96	"
ペレット密度 (%TD)	93	96	
ペレット直径 (mm)	4.63	同左	
Pu 富化度 (w/o)	27.45	"	
Pu fissile 富化度 (w/o)	20.32	"	

表2 各ケースにおける軸方向中心位置での全中性子束の比較

Address	(neutron/cm ² ·sec)		
	case 1	case 2	case 3
(000)	4.62×10^{15}	4.79×10^{15}	4.61×10^{15}
(1D1)	4.52×10^{15}	4.67×10^{15}	4.51×10^{15}
(2D1)	4.00×10^{15}	4.08×10^{15}	4.00×10^{15}
(3D1)	3.37×10^{15}	3.42×10^{15}	3.36×10^{15}
(4D1)	2.52×10^{15}	2.57×10^{15}	2.52×10^{15}
(5D1)	1.70×10^{15}	1.73×10^{15}	1.70×10^{15}

3.8 サーベイランス(I-02)放射化量計算結果

報告者：原，長崎（炉心・運転計画 Gr.）

1. 目的

昭和 62 年 6 月に燃材部に払出される予定のサーベイランスリグ (I-02) について照射課より放射化量の計算依頼があったので対応した。

2. 計算条件

- 計算コード：“RADSUS”
- 照射履歴：MK-I 初臨界～MK-II 12 サイクルまで照射
- 照射中性子束：“DOT・3.5” (MK-I, MK-II) 計算結果を使用

3. 計算結果 (S. 62 年 6 月 18 日時点)

	放射化量 (Ci/g)	照射線量率※
⁵⁸ FF ⁵⁹ FE (n, r)	7.401 - 6	4.589 - 6
⁵⁴ FE ⁵⁴ MN (n, p)	8.168 - 8	3.798 - 8
⁵⁹ CO ⁶⁰ CO (n, r)	4.278 - 3	5.562 - 3
⁵⁵ MN ⁵⁴ MN (n, 2n)	4.670 - 11	2.172 - 11

※ (R/h/g at 1 m)

SUS 304 1g について 1m の距離での値

総放射化量 (Ci/g)

 4.286×10^{-3}

3.9 サーベイランス及び制御棒下部案内管の照射データ支給

報告者：原・長崎（炉心・運転計画 Gr.）

1. 目的

PIE準備の為、サーベイランスリグ（I-02）及び制御棒下部案内管（3001及びTLG 002）についての積算中性子束計算依頼が照射課よりあったので対応した。

2. 算出方法

(1) サーベイランス（I-02）

DOT 3.5 計算結果のMK-I, MK-IIそれぞれの径方向160 cm位置でのFluxに照射日数を乗じて累積した値とした。

(2) 制御棒下部案内管

TLG 002においてはMAGI 計算結果（7 cycleを代表値とした）の制御棒とその回りの集合体6体、計7体の平均Fluxに照射日数を乗じた値とした。

3001については“SMART” 計算結果（MK-I 75 MW第3 cycleを代表値とした）の制御棒回り6体の平均Fluxと“MAGI” 計算結果の同様の平均Fluxに照射日数を乗じて累積した値とした。

(3) 計算結果

計算結果の積算中性子束を表3.9.1及び表3.9.2に示す。

表 3.9.1 サーベイランスリグ (I-02) 積算中性子束 (nvt)

	軸方向位置 (cm)	積算中性子束 (nvt)	($E_n \geq 0.1$ MeV)
1	-18.787	1.786×10^{19}	
2	-16.283	1.814×10^{19}	
3	-13.777	1.840×10^{19}	
4	-11.272	1.858×10^{19}	
5	- 8.767	1.874×10^{19}	
6	- 6.262	1.885×10^{19}	
7	- 3.757	1.890×10^{19}	
8	- 1.252	1.893×10^{19}	
9	1.252	1.888×10^{19}	
10	3.757	1.879×10^{19}	
11	6.262	1.869×10^{19}	
12	8.767	1.855×10^{19}	
13	11.272	1.835×10^{19}	
14	13.360	1.817×10^{19}	
15	15.030	1.800×10^{19}	
16	17.034	1.770×10^{19}	
17	19.372	1.736×10^{19}	
18	21.710	1.698×10^{19}	
19	24.048	1.654×10^{19}	
20	26.386	1.611×10^{19}	

表 3.9.2 制御棒下部案内管積算中性子束 (nvt)

	軸方向位置 (cm)	3001 積算中性子束 (nvt)	TLG 002 積算中性子束 (nvt)	($E_n \geq 0.1$ MeV)
1	57.5	8.444×10^{21}	6.015×10^{21}	
2	47.5	1.796×10^{22}	1.242×10^{22}	
3	37.5	3.647×10^{22}	2.483×10^{22}	
4	30.0	6.479×10^{22}	4.385×10^{22}	
5	25.0	9.067×10^{22}	6.432×10^{22}	
6	20.0	1.149×10^{23}	8.379×10^{22}	
7	15.0	1.355×10^{23}	9.982×10^{22}	
8	10.0	1.507×10^{23}	1.114×10^{23}	
9	5.0	1.606×10^{23}	1.188×10^{23}	
10	0.0	1.651×10^{23}	1.221×10^{23}	
11	- 5.0	1.640×10^{23}	1.210×10^{23}	
12	-10.0	1.573×10^{23}	1.157×10^{23}	
13	-15.0	1.451×10^{23}	1.059×10^{23}	
14	-20.0	1.275×10^{23}	9.193×10^{22}	
15	-25.0	1.050×10^{23}	7.360×10^{22}	
16	-30.0	7.946×10^{22}	5.364×10^{22}	
17	-40.0	4.221×10^{22}	3.006×10^{22}	
18	-52.5	2.076×10^{22}	1.585×10^{22}	
19	-62.5	1.104×10^{22}	8.728×10^{21}	
20	-72.5	5.195×10^{21}	4.740×10^{21}	

3.10 第1次取替燃料、第2次取替燃料の要素軸方向平均最高燃焼度について

報告者：青山（炉心・運転計画 Gr.）

1. 概要

第1次取替燃料、第2次取替燃料の燃焼度工認変更用資料として、第1次取替燃料、第2次取替燃料その2の要素軸方向平均最高燃焼度（暫定）を調査した。

- 第13～第16サイクルの炉心燃料装荷本数の内訳 → 表3.10.1
- 第13～第16サイクルにおける炉心燃料の要素軸方向平均最高燃焼度 → 表3.10.2
- 第13～第16サイクルの運転計画及び照射計画 → 図3.10.1

第1次取替燃料は第13サイクルで、また第2次取替燃料は第15サイクルで要素軸方向平均最高燃焼度が50,000 MWd/tを超える見込みである。

表3.10.1 第13～第16サイクルの炉心装荷燃料本数の内訳（暫定）

〔体〕

項 目		13	14	15	16
炉心装荷本数	第1次取替燃料	20	13	9	6
	第2次取替燃料	35	34	28	20
	第2次取替燃料（その2）	6	6	6	6
	第3次取替燃料	5	12	21	31
取替燃料本数	第1次取替燃料	0	0	0	0
	第2次取替燃料	1	4	2	1
	第2次取替燃料（その2）	6	0	0	0
	第3次取替燃料	5	7	9	10

表3.10.2 第13～第16サイクルにおける炉心燃料の要素軸方向平均最高燃焼度

〔 $\times 10^4$ MWd/t〕

	13	14	15	16
第1次取替燃料	5.2	6.1	7.0	5.2
第2次取替燃料	4.3	4.6	5.4	5.4
第2次取替燃料（その2）	0.8	1.7	2.5	3.5
第3次取替燃料	1.1	2.2	3.3	4.5

(技 - 62 - 54)

本メモは照射課依頼により作成した

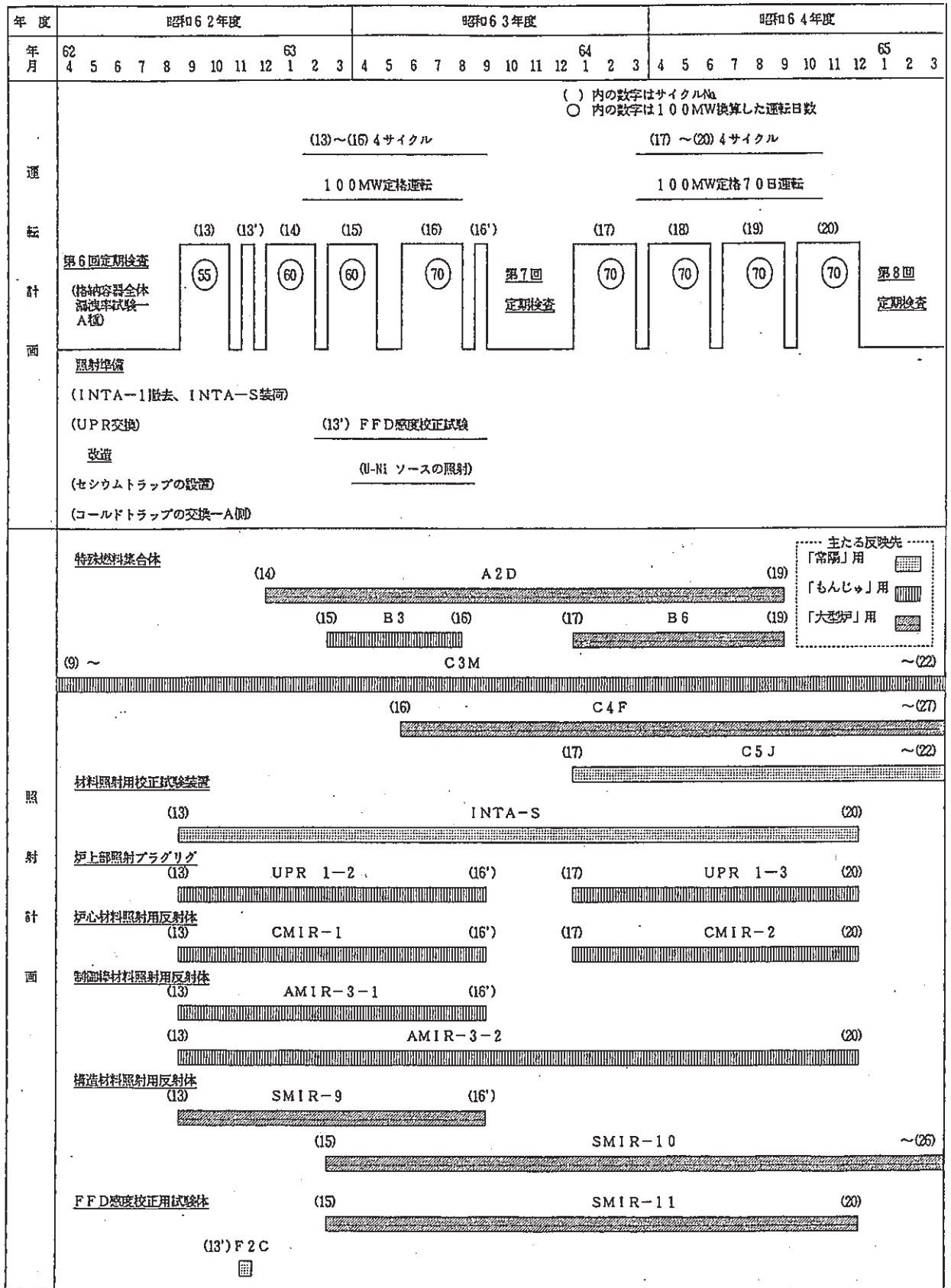


図 3.10.1 高速実験炉「常陽」の運転計画と照射計画

3.11 炉上部照射プラグリグ試験片 (UPR-1-1) 放射化量計算結果

報告者：原 (炉心・運転計画 Gr.)

1. 目的

昭和 62 年 7 月 15 日に払い出される炉上部照射プラグリグの試験片 (UPR-1-1) についての放射化量の計算を行ったので報告する。この計算結果は照射課へ支給した。

2. 計算条件

(1) 計算コード：“RADSUS”

(2) 1g 当りの個数：SUS 304 の化学成分 (w/o) 製造時のミルシートより表 3.11.1 の値を使用し以下の様に換算した。

評価反応を $^{54}\text{Fe} (n, p)^{54}\text{Mn}$, $^{58}\text{Fe} (n, r)^{59}\text{Fe}$, $^{55}\text{Mn} (n, 2n)^{54}\text{Mn}$, $^{59}\text{Co} (n, r)^{60}\text{Co}$ の 4 反応とし、入力データの組成は

$$\begin{aligned} ^{54}\text{Fe} &= 6.022045 \times 10^{23} \times 0.7017 \times 0.058 \div 55.847 \\ &\quad (\text{アボガドロ数}) \quad (\text{重量/g}) (\text{存在比}) (\text{原子重量}) \\ &= 4.3886 \times 10^{20} \quad (\text{コ/g SUS 304}) \end{aligned}$$

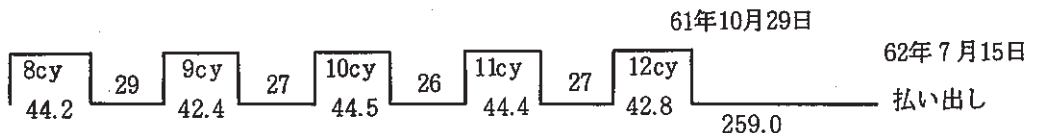
$$\begin{aligned} ^{58}\text{Fe} &= 6.022045 \times 10^{23} \times 0.7017 \times 0.0029 \div 55.847 \\ &= 2.1943 \times 10^{19} \quad (\text{コ/g SUS 304}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ^{59}\text{Co} &= 6.022045 \times 10^{23} \times 0.001 \div 58.9332 \\ &= 1.0218 \times 10^{19} \quad (\text{コ/g SUS 304}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ^{55}\text{Mn} &= 6.022045 \times 10^{23} \times 0.0166 \div 54.938 \\ &= 1.8196 \times 10^{20} \quad (\text{コ/g SUS 304}) \end{aligned}$$

(3) 中性子束：中性子束は日立計算の MK-II DOT-3.5 計算結果 (SJ 20284-06) を使用した。領域の対応としては、DOT-3.5 計算メッシュに合わせ軸方向 247.5 cm, 径方向 35.58 cm とした。この位置は炉上部照射プラグリグ試験片収納容器中央部に相当する位置である。使用した 21 群中性子束を表 3.11.2 に示す。

(4) 照射履歴：炉上部照射プラグリグ試験片は 60 年 9 月 4 日に装荷され 62 年 4 月 10 日に取り出された (SN9440-87001)。又払い出し日は 62 年 7 月 15 日であるので以下の履歴とした。



3. 計算結果

UPR-1-1 (炉上部照射プラグリグ) の S. 62 年 7 月 15 日時点の放射化量計算結果を表 3.11.3 に示す。払い出しまでの冷却期間は 259 日とした。

(技 - 62 - 62)

表 3. 11. 1 SUS 304 の化学成分 (w/o) 製造時のミルシートより

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Co	Fe
チェック 分析	0.05	0.54	1.66	0.025	0.005	9.30	18.15	0.1 *	70.17
原子量	12.01115	28.086	54.938	30.9738	32.064	58.71	51.996	58.9332	55.847

*1 Coについては分析値の無いものもあるので0.1とした。

表 3. 11. 2 使用した 21 群中性子束

No.	Upper energy	Lower energy	MK - II 中性子束
1	1.4920 E + 07	-- 5.4880 E + 06	1.22892×10^4
2	5.4880 E + 06	-- 3.3290 E + 06	3.62662×10^4
3	3.3290 E + 06	-- 2.0190 E + 06	2.49994×10^5
4	2.0190 E + 06	-- 1.2250 E + 06	2.33732×10^6
5	1.2250 E + 06	-- 7.4270 E + 05	5.15913×10^6
6	7.4270 E + 05	-- 4.5050 E + 05	2.45851×10^7
7	4.5050 E + 05	-- 2.7320 E + 05	1.95345×10^8
8	2.7320 E + 05	-- 1.6570 E + 05	4.57331×10^8
9	1.6570 E + 05	-- 6.7380 E + 04	2.39328×10^9
10	6.7380 E + 04	-- 2.4790 E + 04	5.67787×10^9
11	2.4790 E + 04	-- 9.1190 E + 03	8.14303×10^9
12	9.1190 E + 03	-- 3.3550 E + 03	4.08135×10^9
13	3.3550 E + 03	-- 1.2340 E + 03	5.54793×10^9
14	1.2340 E + 03	-- 4.5400 E + 02	2.05423×10^{10}
15	4.5400 E + 02	-- 1.6700 E + 02	2.59126×10^{10}
16	1.6700 E + 02	-- 4.7850 E + 01	3.78829×10^{10}
17	4.7850 E + 01	-- 1.3710 E + 01	4.28414×10^{10}
18	1.3710 E + 01	-- 3.9280 E + 00	4.17709×10^{10}
19	3.9280 E + 00	-- 1.1250 E + 00	3.33458×10^{10}
20	1.1250 E + 00	-- 4.1400 E - 01	1.66493×10^{10}
21	4.1400 E - 01	-- 1.0000 E - 03	5.81607×10^9

表 3. 11. 3 払い出し日の放射化量

	放射化量 (Ci/g)	照射線量率 *
^{58}Fe ^{59}Fe (n, γ)	6.060×10^{-7}	3.757×10^{-7}
^{54}Fe ^{54}Mn (n, p)	1.026×10^{-10}	4.772×10^{-11}
^{59}Co ^{60}Co (n, γ)	6.301×10^{-5}	8.191×10^{-5}
^{55}Mn ^{54}Mn (n, 2n)	5.953×10^{-14}	2.768×10^{-14}

* (R/h/g at 1m)

SUS 304 1gについて1mの
距離での値

総放射化量 (Ci/g)

6.361×10^{-5}

4. J2炉心への以降計画のための解析・検討

設置変更許可申請（その10）で許可されたJ2燃料集合体は、プルトニウムの組成の変動に対処し、所期の過剰反応度を確保するものでウラン濃縮度等の仕様が変更されている。J2炉心では最高燃焼度が75,000 MWd/tとなり定格サイクル日数も最終的に70日となる。

本章は、J2炉心への移行計画のための各種予測などから得られた成果の速報をまとめたものである。

4.1 「常陽」第3次取替燃料の組成調整について

報告者：青山（炉心・運転計画 Gr.）

1. 概要

「常陽」第3次取替燃料の設工認書に記載されている設計仕様のノミナル値は表 4.1.1 のとおりである。しかし、第3次取替燃料製造前の先行試験時のペレット成形加工前の組成データでは燃料中の fissile 量が設工認で想定した値より少ないことが判明した。

そのため実験炉側で運転計画している第16サイクルで70日間運転は不可能になることがわかり、燃料組成について見直した。そして第13サイクル用の5体分（既に製造済）以降製造される燃料について第16サイクルで70日運転を達成できる組成を検討した。組成調整後の仕様を表 4.1.2 に示す。

2. 燃料の組成が設工認書記載のノミナル値の場合、反応度が不足する理由

原料のPu中の ^{241}Pu 量が減少しているため、ペレット密度等の組成がノミナル値ではこの fissile 量の減少による反応度の低下を補償できないからである。

表 4.1.1

第3次取替燃料の設工認書に記載されている設計仕様のノミナル値

ペレット密度	94% TD
^{235}U 濃縮度	18.0 w/o
Pu fissile 富化度	20.5 w/o

表 4.1.2

組成調整後の第3次取替燃料の仕様

ペレット密度	94% TD
^{235}U 濃縮度	18.5 w/o
Pu fissile 富化度	20.8 w/o

4.2 第3次照射計画立案の為の炉心反応度及び置換反応度データ

報告者：池田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

第3次照射計画立案の為高速実験炉「常陽」の運転計画と余剰反応度及び特殊燃料集合体の置換反応度の計算結果をまとめる。

2. 項目

(1) 高速実験炉「常陽」の運転計画と余剰反応度

表 4.1.1 に昭和 64～67 年までの計画案を示す。

(2) 特殊燃料集合体と J1 燃料の置換反応度

表 4.1.2 に示す。

(注) 本データは暫定的なものであり、運転計画の変更（昭和 61 年 9 月以降）は反映されていないので注意されたい。

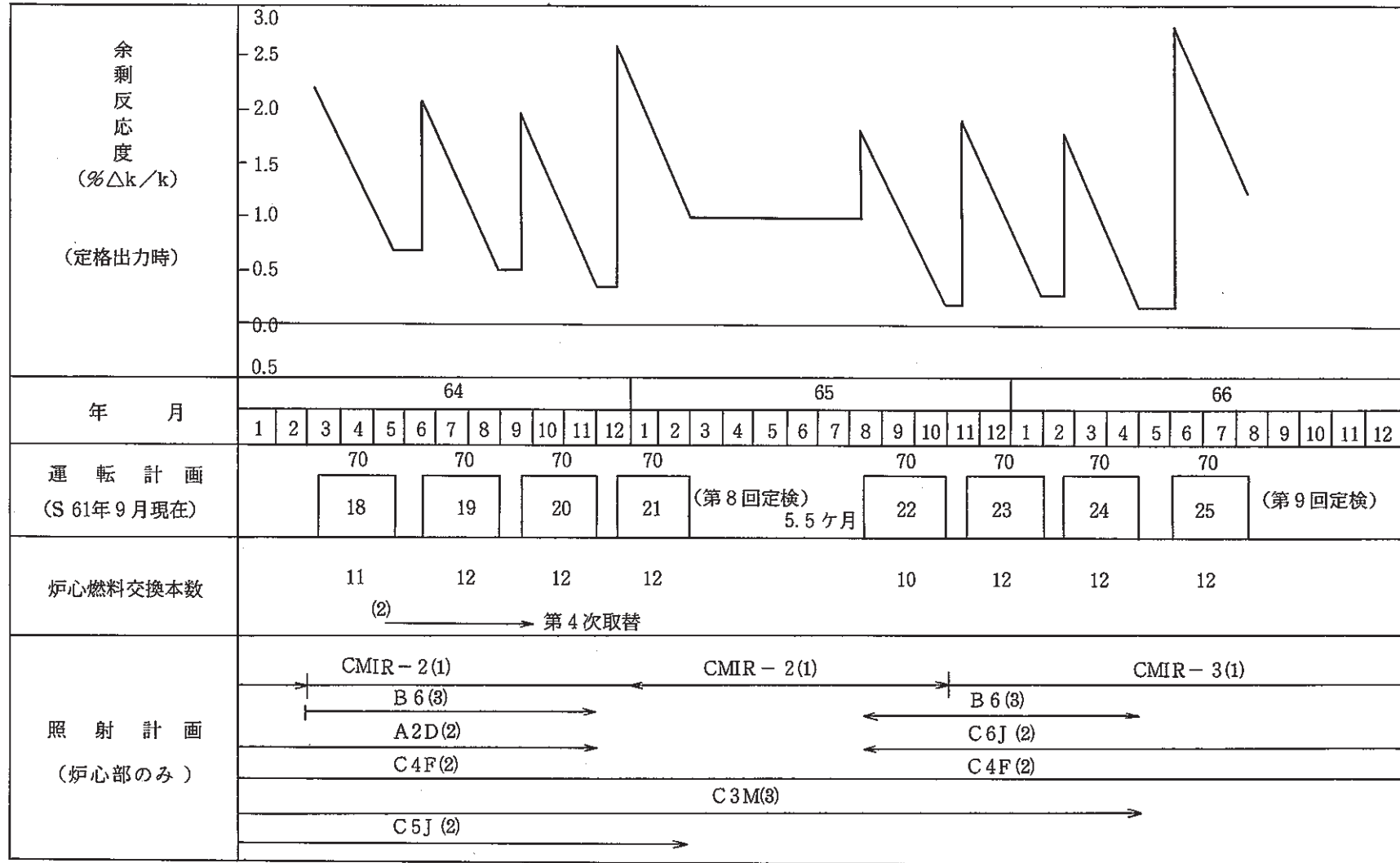
3. 関連資料

技-61-168 「第13サイクルから第3次取替燃料を使用し、B3Mを装荷した第13～第25サイクル予測計算」

4. 評価

本資料により、第3次照射計画立案に必要なデータが得られた。

表 4.2.1 高速実験炉「常陽」の運転計画と余剰反応度



注 J 2 燃料 Pu核分裂性富化度 20.5% , U濃縮度 18.0% (技-61-168より引用)

表 4.2.2 特殊燃料集合体と J1 燃料の置換反応度

〔%/Δk/k〕

	CMIR	A 型	B 型	C 型	INTA
第 1 列	-1.67	-0.15	-1.26	-0.5	-
第 2 列	-1.47	-0.13 (-0.11)*	-1.09	-0.43*** (-0.44)	-
第 3 列	-1.14	-0.10 (-0.08)*	-0.82 (-0.74)**	-0.32**** (-0.40)	-
第 4 列	-0.8	-0.07	-0.56	-0.22	-
第 5 列	-0.4	-	-	-	-0.3

(注) 特燃は JOYO タイプ, 炉心は第 0 サイクルで新燃料同志の置換

* A2D の組成, J2 燃料との置換反応度

** B3M の組成, "

*** C1J の組成, "

**** C3M の組成, "

5. 設工認のための解析・検討

本章は、設工認のために必要な各種解析検討の結果の速報をまとめたものである。

5.1 炉心燃料集合体の性能検査の考え方

報告者：池田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

炉心燃料集合体の炉内の性能検査に関する原子炉規制課殿説明用資料として、「性能検査の考え方」にまとめた。

2. 説明資料

次頁に示す。

3. 評価

高速実験炉「常陽」の「性能検査の考え方」についてまとめられ、使用前検査に資する成果が期待される。

説明用資料

性能試験の考え方

炉心燃料集合体に期待される性能と性能検査の位置付けについて述べる。

1. 炉心燃料集合体の性能

- (1) 他の炉心燃料集合体とあいまって、運転に要する過剰反応度を有すること。
- (2) 他の炉心燃料集合体とあいまって、燃料の許容設計限界を超えることなく、所定の熱出力を確保できること。

2. 性能検査の位置付け

- (1) 炉心燃料集合体が設置許可の枠内で設計され、設工認で認められた仕様であることを各部材毎に各製造段階で検査している。このため 1.(1)及び(2)の性能は確認されている。
- (2) 炉心燃料集合体の性能検査は、炉心装荷時に 1.(1)及び(2)の性能が確認されていることを最終的に確認するものである。また、炉心燃料集合体の仕様は一様であることは検査済みであることから、同一の仕様の燃料については同じ性能が期待でき、1回の性能検査で十分である。

3. 性能検査の項目と判断基準

- (1) 他の炉心燃料集合体とあいまって、運転に要する過剰反応度を有することは、製造段階において所定の核分裂性物質を含むことを検査することにより確認されている。また、炉心の過剰反応度をもって判断基準とすることは、過剰反応度が他の炉心構成要素との相互の関係により影響を受けるため、個々の炉心燃料集合体に対する性能検査として適当でない。
- (2) 燃料の許容設計限界を超えることなく、所定の熱出力を確保できることは、定格出力状態で被覆管温度が熱的制限値以内であることを確認することにより行う。

被覆管最高温度は、集合体出口冷却材温度と相関があり、集合体出口冷却材温度が 590℃以下である時被覆管最高温度 650℃以内であることを確認できる。

5.2 性能検査の提出資料について

報告者：池田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

炉心燃料の性能検査の適否と他の炉心構成要素とあいまって決まる炉心特性を説明するため、①炉心燃料集合体性能検査記録 ②炉心構成図 ③集合体出口温度分布図 ④「常陽」燃料取替記録を性能検査の資料として原子炉規制課殿に提出する。

2. 提出資料の例

提出資料の例は技メモ参照。

3. 炉心燃料集合体の性能と提出資料

炉心燃料集合体の各々の性能を提出資料により以下のように示す。

炉心燃料集合体の性能	提出資料
(1) 他の炉心燃料集合体とあいまって運転に要する過剰反応度を有すること。	(1) 炉心構成図に示す位置に取替燃料集合体を装荷し炉心を構成する時の過剰反応度と炉停止余裕（推定値）を「常陽」燃料取替記録に示す。
(2) 他の炉心燃料集合体とあいまって燃料の許容設計限界を超えることなく、所定の出力を確保できること。	(2) 炉心の集合体毎出口温度を集合体出口温度分布図（測定値）に示す。また検査条件と集合体出口最高温度を炉心燃料集合体性能検査記録に示す。

4. 評価

原子炉規制課への高速実験炉「常陽」の使用前検査の説明に必要な資料がまとめられた。

5.3 RTCB, RCB 及び PTM 試験に対する米国の考え方

報告者：池田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

常陽での RTCB, PTM 試験の為の設置変更に関連して、以下の調査を大戸研究員 (EBR-II 出張) に依頼した。

「EBR-II では、RCB, PTM などの通常は禁止されていることが、実験としてなされているが、『通常は規制によって認められないことが、実験では何故ゆるされるのか?』について米国の考え方を調査されたし。」

その調査結果をまとめる。

2. 主な調査結果

RCB 試験の許容される指針における根拠

放射性物質を含む実験装置の考え方

- (1) 数量制限により、職員、公衆ひばく量を制限する。
- (2) 実験物に含まれる総量が、全て放出されたとして、公衆被曝の許容値の 10% 以下という具体的な数値で制限している。
- (3) 放射性物質を含む実験装置として指針に“ Vented Experiment ”が記されている。

詳細は技メモ参照。

3. 送付資料

- (1) Presentation to Japanese Delegation “ EBR-II Experiment Review and Safety Assurance Procedures ” by Wayne K
- (2) ANL's answers to PNC's question
- (3) 10 CFR 50.11
(from CODE OF FEDERAL REGULATIONS)
- (4) REGULATORY GUIDE 2.2
“ Development of Technical Specifications for Experiments in Research Reactors ”
- (5) Development of Technical Specifications for EBR-II : some considerations for application to commercial LMFBR
- (6) EBR-II Technical Specifications

4. 評価

「常陽」における高燃焼度試験 (RTCB 試験) 及び高線出力試験の許認可に参考となる米国の考え方がまとめられた。

5.4 RTCB 安全解析用の照射条件について

報告者：池田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

RTCB 試験の安全評価の為 B型及び C型の試験用集合体の試験用要素の寸法, 並びに C 型の圧力条件を照射課から受預したので, 委託作業解析データとしてまとめる。

2. 項目

- (1) C型試験用集合体の圧力条件
- (2) II型試験用要素寸法（B型用）
- (3) II型試験用要素寸法（C型用）
- (4) C型試験用集合体寸法
- (5) B型試験用集合体断面図

3. 評価

RTCB 試験安全評価に必要な計算条件がまとめられた。

5.5 「FMF 核燃料物質使用許可申請書の見直し」の為の特殊燃料集合体の組成データ

報告者：池田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

「FMF 核燃料物質使用許可申請の見直し」の件につき、FMS の依頼があったので本資料をまとめる。

2. データの概要

以下の項目についてまとめる。

(1) 組成の種類

A型（MONJU タイプ）、C型（MONJU タイプ、JOYOタイプ）の特殊燃料集合体の軸方向の各部の組成

(2) 条件

20℃等温、250℃等温時の炉心寸法のもの
組成データは技メモ参照。

3. 評価

「FMF 核燃料物質使用許可申請書の見直し」の為参考となるデータがまとめられた。

5.6 試験安全評価の為の事故時の出力変動及び炉心流動変動

報告者：池田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

安全評価の為に必要な事故時の炉心流量変動及び出力変動のデータをまとめる。

2. データの項目

- (1) 出力運転時制御棒誤引抜事故時の出力変動
- (2) 1次系主ポンプスティック事故時の炉心流量変動
- (3) 1次系主ポンプトリップ事故時の炉心流量変動
- (4) 外部電源喪失事故時の炉心流量変動

データの詳細は技メモ参照。

3. 関連資料

- (1) 「常陽」設置許可変更申請書添付書類十
- (2) 技-62-33「MIMIR-N2による1次主ポンプトリップ及びスティック時の1次主循環流量」
- (3) ECS-TF-60891「MK-II 機械的事故時炉心応答解析書」
- (4) ECS-TF-04070訂2「MK-II 炉心安全解析機械的事故解析条件の整理」

4. 評価

上記により安全評価に必要な計算条件がまとめられた。

5.7 B型特殊燃料集合体改造設工認の核熱設計書

報告者：池田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

掲題につき，第3次取替燃料設工認書ベースの炉心の核特性をもってB型特殊燃料集合体の装荷炉心の健全性を確認する。

2. 主要な炉心設計結果

B型特殊燃料集合体の装荷炉心の核特性は，以下のとおり核設計基準及び核的制限値を満足する。

項 目	設 計 基 準	設 計 結 果
100℃体系における最大過剰反応度	0.055 $\Delta k/k$ 以下	0.051 $\Delta k/k$
制御棒6本挿入時の制御棒反応度価値	0.090 $\Delta k/k$ 以上	0.091 $\Delta k/k$
制御棒による最大反応度付加率	0.00015 $\Delta k/k/s$ 以下	0.00014 $\Delta k/k/s$
100℃ワン・ロッド・スタック時の反応度停止余裕	臨 界 未 満	未臨界面度 0.025 $\Delta k/k$
ドップラー定数	負であること。	$-(0.37\sim 2.1)\times 10^{-3} T \cdot \frac{dk}{dT}$
ナトリウムボイド反応度	負であること。	$-(1.1\sim 2.1)\times 10^{-2} \Delta k/k$
温度係数	負であること。	$-4.0 \times 10^{-5} \Delta k/k/^\circ C$

3. 評 価

上記の結果，設工認に必要な炉心特性が得られた。

5.8 第1次取替燃料設工認変更に伴う核熱設計書の改訂

報告者：池田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

第1次取替燃料の燃料要素軸方向平均最高燃焼度を 50,000 MWd/t から、75,000 MWd/t へ変更するのに伴い、設工認書の添付資料「炉心の核的及び熱的計算書」の改訂を行った。

2. 炉心設計

原子炉規制課殿御指導により、J2 標準炉心を対象炉心とする。詳細は技メモ参照。

3. 評価

本資料により、第1次取替燃料の設工認変更に必要な添付資料が作成された。

5.9 使用前検査要領書補足説明資料

報告者：池田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

使用前検査要領書の補足説明資料として

- ① 「集合体出口冷却材温度測定と燃料健全性」
- ② 「高速実験炉『常陽』における中性子束の挙動」についてまとめた。

2. 要旨

(1) 集合体出口冷却材温度と燃料健全性

高速実験炉「常陽」の炉心燃料集合体の場合には、被覆管温度と集合体出口冷却材温度とが密接な関係にある。すなわち、中性子束の歪み、冷却材の沸騰等が発生しにくく、被覆管温度及び冷却材温度は図 5.9.1 に示すように炉心下端からなめらかに上昇する。

(2) 高速実験炉「常陽」における中性子束の挙動

高速実験炉「常陽」における中性子束は、燃料の組成の違い（図 5.9.2）、制御棒の挿入（図 5.9.3）等により変動しにくく、組成と中性子束により決定される炉心特性も変動しにくい。

3. 評価

本資料は、使用前検査要領書の説明に役立つことが期待される。

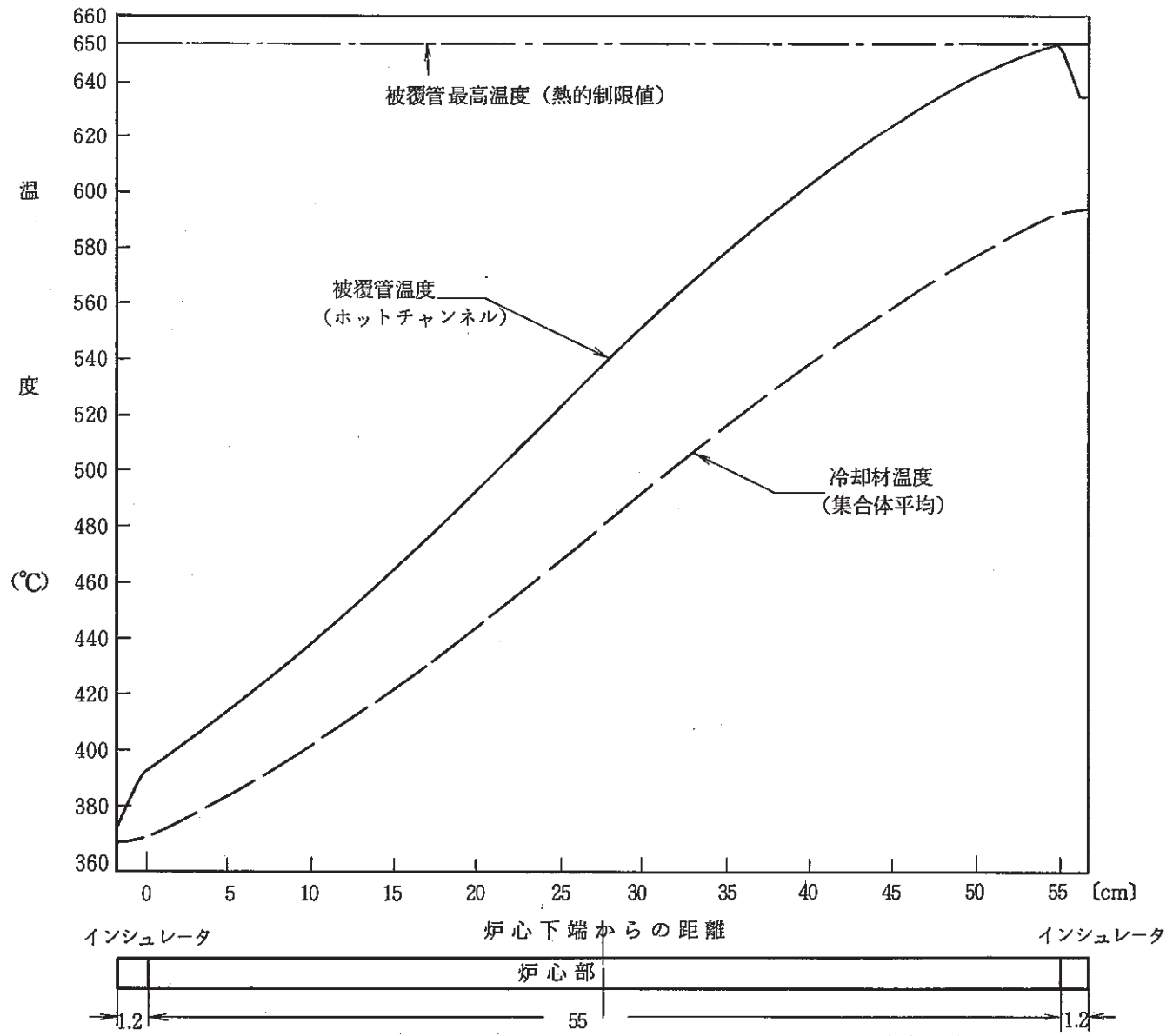


図 5.9.1 被覆管最高温度及び冷却材温度 (集合体平均) の軸方向分布

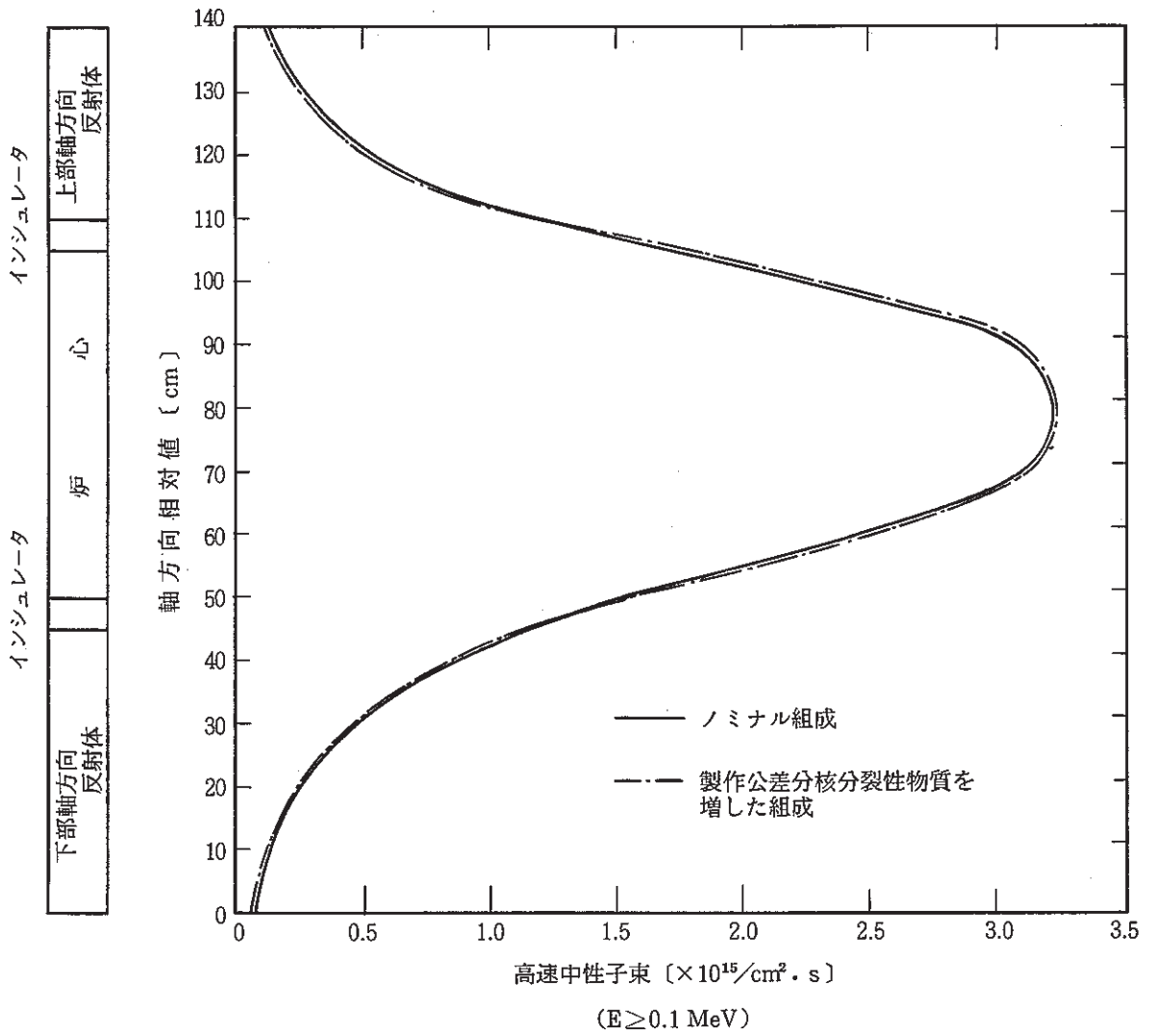


図 5.9.2 燃料組成の違いによる高速中性子束の変動

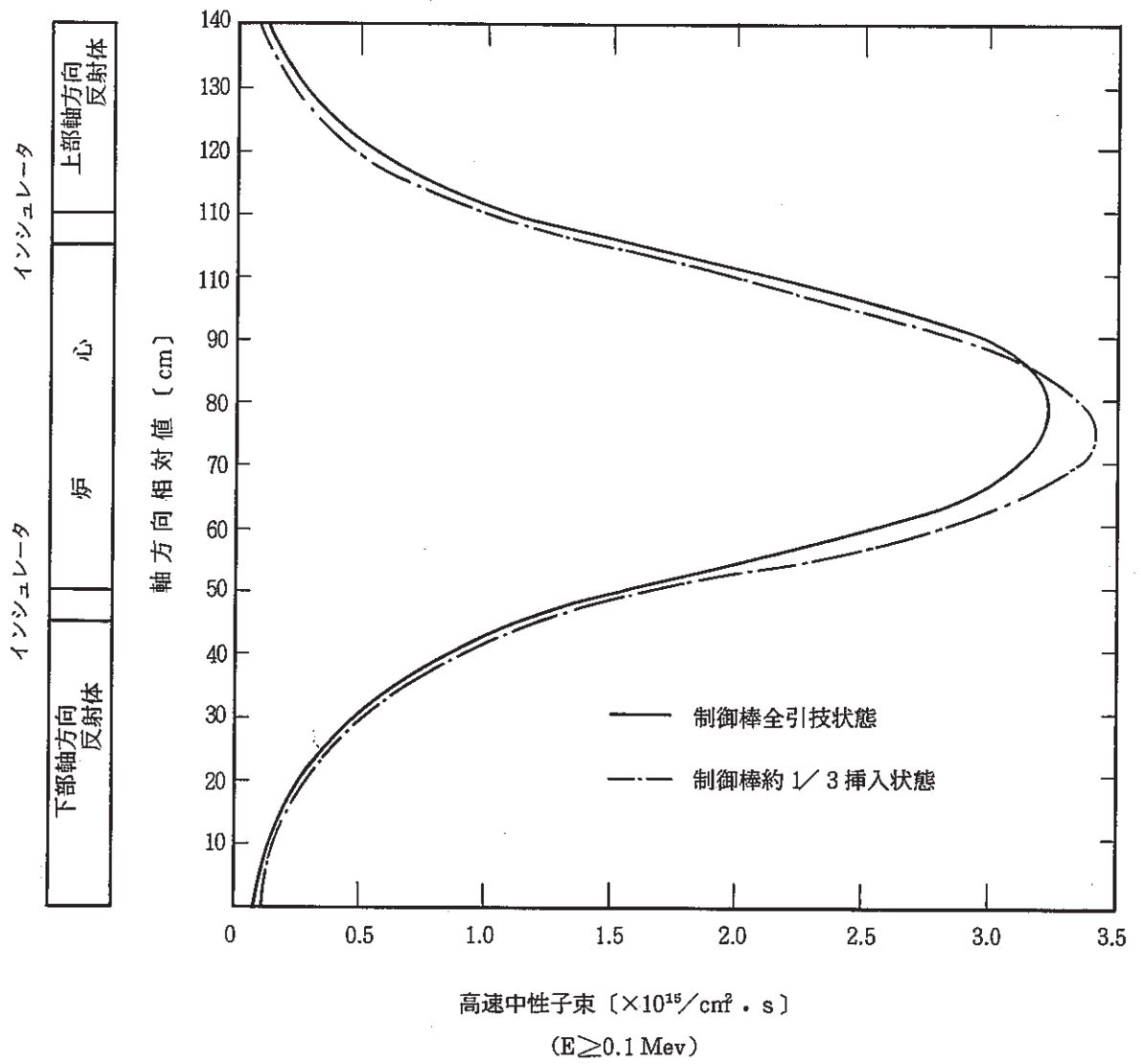


図 5.9.3 制御棒の挿入による高速中性子束軸方向分布の変動

5.10 「燃料取扱設備のドアバルブ改造」のための使用済燃料のガンマ線源強度評価

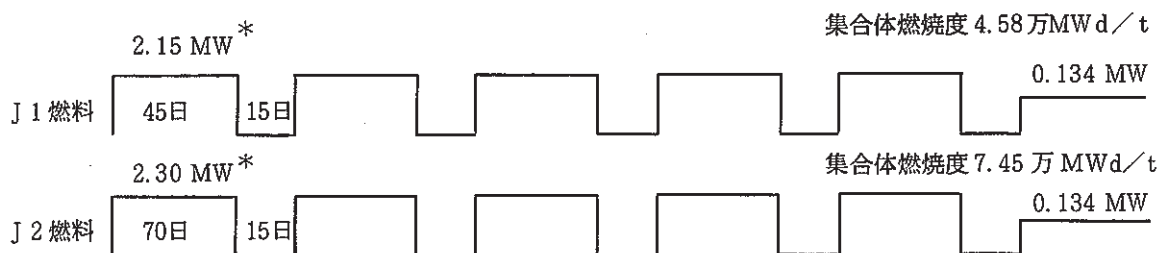
報告者：池田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

「燃料取扱設備のドアバルブ改造」の件につき使用済燃料のガンマ線源強度の計算を設工認の設計（詳細設計）と同様の計算条件で“ORIGEN-79”により、J1燃料及びJ2燃料について実施した。

2. 計算条件

以下に示す出力履歴のもとで貯蔵ラック取出後8日目のガンマ線強度を求めた。



*標準平衡炉心第0列の出力は2.12 MW（J1燃料）、2.27 MW（J2燃料）
また、J2燃料の要素軸方向平均燃焼度は7.5万MWd/t以下であり、出力として妥当である。

3. 計算結果

(1) J1燃料のガンマ線強度の再現性

詳細設計（コード：“RIBD-M”）と“ORIGEN-79”の計算は、表5.10.1に示すようにガンマ線の線のエネルギースペクトルに違いが見られるが、線源として主要な0.4MeV以上の単位体積当りのガンマ線強度について、詳細設計値 ($1.91 \times 10^{12} / \text{cm}^3 \cdot \text{s}$) と“ORIGEN-79”の値 ($1.91 \times 10^{12} / \text{cm}^3 \cdot \text{s}$) はよく一致した。

(2) 遮蔽計算のためのガンマ線源

表1に示すようにJ1燃料とJ2燃料（基準組成3）とでは大きな差はなく、また従来の設計値は、図5.10.1に示すように、ガンマ線のエネルギースペクトルの面で線源として安全側である。以上より従来値を推奨する。

4. 評価

本資料により、掲題のデータが取得でき、ドアバルブの設工認に寄与することが期待される。

表 5.10.1 使用済燃料集合体のガンマ線源強度 (ノミナル値)

[$r/\text{cm}^3 \cdot \text{s}$, () は $r/\text{MeV} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}$]

エネルギー (MeV)	J1 燃料		J2 燃料 (基準組成3) ORIGEN-79
	詳細設計	ORIGEN-79	
0.0 ~ 0.4	4.49 + 10	*2.70 + 11	*2.82 + 11
	(1.12 + 11)	(6.75 + 11)	(7.05 + 11)
0.4 ~ 0.9	1.70 + 12	1.79 + 12	1.79 + 12
	(3.4 + 12)	(3.58 + 12)	(3.58 + 12)
0.9 ~ 1.35	5.05 + 10	3.09 + 10	3.29 + 10
	(1.12 + 11)	(6.87 + 10)	(7.31 + 10)
1.35 ~ 1.8	1.45 + 11	8.40 + 10	6.66 + 10
	(3.22 + 11)	(1.87 + 11)	(1.48 + 11)
1.8 ~ 2.2	8.21 + 9	3.63 + 9	4.71 + 9
	(2.05 + 10)	(9.08 + 9)	(1.18 + 10)
2.2 ~ 2.6	7.49 + 9	2.95 + 9	2.45 + 9
	(1.88 + 10)	(7.38 + 9)	(6.13 + 9)
2.6 ~ 3.0	0.	2.88 + 7	3.57 + 7
		(7.20 + 7)	(8.93 + 7)

* 0.02~0.1 MeVのガンマ線を含む。割合10%。体積： $3.165 \times 10^3 \text{ cm}^3$ (常温 20℃)

(注) 貯蔵ラックから取出し後8日。

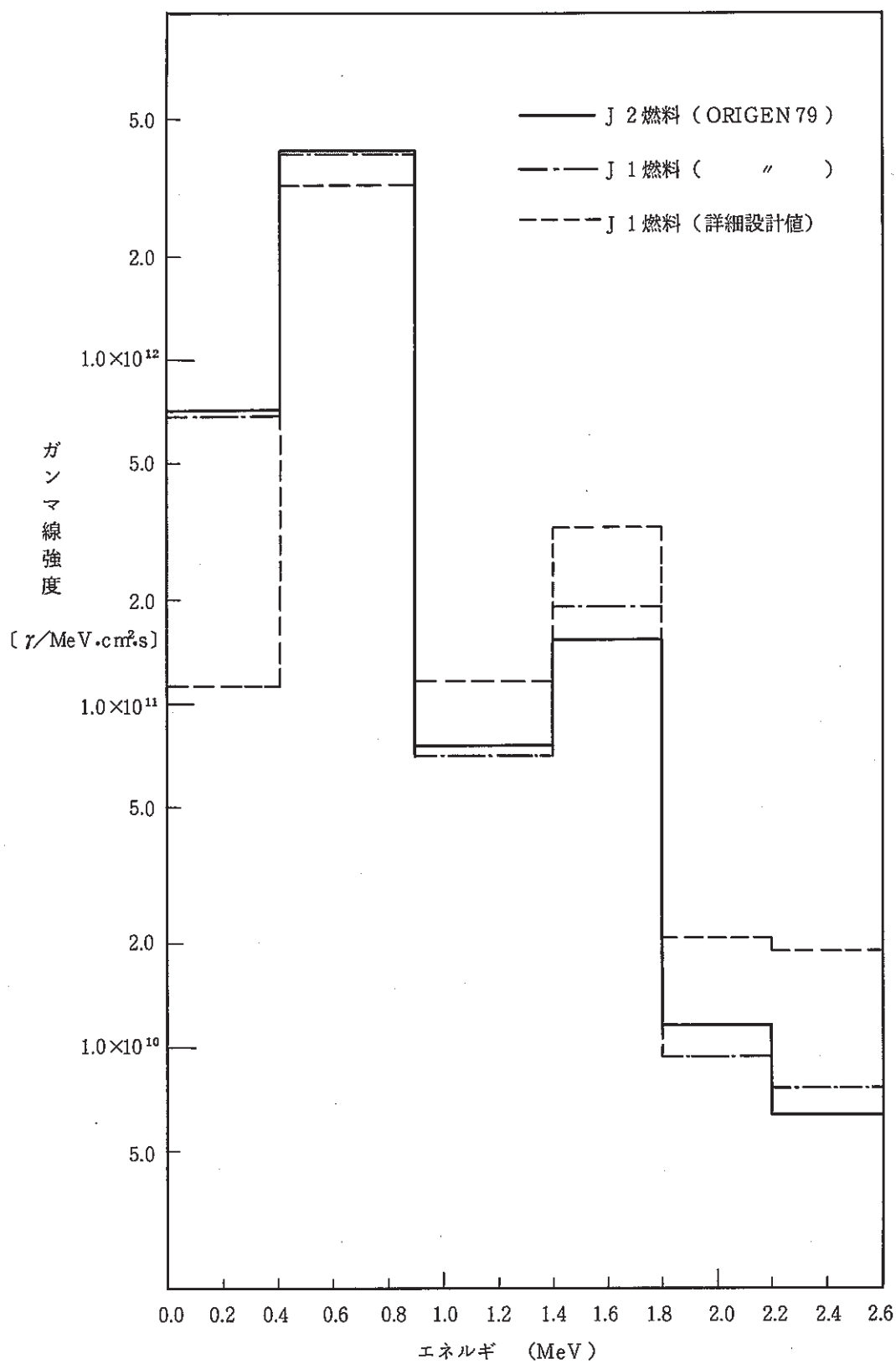


図 5.10.1 使用済燃料集合体のガンマ線源強度

6. 炉心内の機械的特性の解析・検討

本章は、炉心構成要素の挙動解析に関する速報をまとめたものである。

6.1 「常陽」炉心湾曲解析の為の中性子束，温度データ及び物性値(1)

報告者：池田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

「常陽」照射用炉心の炉心湾曲解析の為の中性子束，温度分布，使用する物性値及び燃料交換パターンをまとめる。

2. データの項目

- (1) 1/12 炉心の中性子束，温度分布データ

技メモ参照。

- (2) 燃料交換パターン

技メモ参照。

- (3) 使用する物性値

① 物性値

	炉 心 燃 料	特 燃	外側反射体(A), 内側反射体	外側反射体(B)
スエリング式	Ⓐ(5サイクルまで) Ⓒ(6サイクル以降)	Ⓒ	Ⓒ	Ⓔ
照射クリープ式	Ⓑ(5サイクルまで) Ⓓ(6サイクル以降)	Ⓓ	Ⓓ	Ⓕ

式は次葉以降に示す。

② バネ定数

$$\text{上部のパッド部のバネ定数} = \left(\frac{\text{上部パッド部厚さ}}{\text{下部パッド部厚さ}} \right)^3 \times \text{下部パッド部のバネ定数}$$

3. 評価

「常陽」炉心湾曲解析に必要な諸データがまとめられた。

④式

$$\frac{\Delta V}{V} = \text{Fractional Volume Change} = \frac{\Sigma}{1 - \Sigma}$$

$$\Sigma = (0.01) \cdot R \left[\phi t + \frac{1}{\alpha} \ln \left\{ \frac{1 + \exp[\alpha(\tau - \phi t)]}{1 + \exp(\alpha\tau)} \right\} \right]$$

$$R(T) = \exp(0.0419 + 1.498\beta + 0.122\beta^2 - 0.332\beta^3 - 0.441\beta^4) \quad (\%/10^{22} \text{ n/cm}^2)$$

$$\tau = 1.0 \tau_0$$

$$\tau_0 = 11.55 + 0.6975\beta - 8.100\beta^2 + 5.648\beta^3 + 13.05\beta^4 + 4.611\beta^5 \quad (10^{22} \text{ n/cm}^2)$$

$$\alpha = 0.5112 + 0.3184\beta + 0.3261\beta^2 - 0.07234\beta^3 \quad (10^{22} \text{ n/cm}^2)^{-1}$$

$$\beta = (T - 500) / 100$$

ここで

T : 温度 (°C)

 ϕt : 積算中性子束 (10^{22} n/cm^2 , $E > 0.1 \text{ MeV}$)

⑤式

$$K \equiv \frac{\epsilon}{\sigma} B_0 \cdot \phi t + D \cdot S$$

ここで

K : 照射クリープ定数 ($(\text{kgf/mm}^2)^{-1}$) ϵ : 照射クリープひずみ σ : 応力 (kgf/mm^2) ϕt : フルエンス (n/cm^2 , $E > 0.1 \text{ MeV}$)

S : ラップ管材スエリング (volume fraction)

 B_0 : 4.56×10^{-27} ($(\text{kgf/mm}^2 \cdot \text{n/cm}^2)^{-1}$)D : 6.26×10^{-2} ($(\text{kgf/mm}^2)^{-1}$)

⑥式

$$\frac{\Delta V}{V} = R \left\{ \phi t + \frac{1}{\alpha} \ln \left[\frac{1 + \exp[\alpha(\tau - \phi t)]}{1 + \exp(\alpha\tau)} \right] \right\}$$

R : 定常スエリング速度 ($\%/10^{22} \text{ n/cm}$)

$$R = \exp(0.0419 + 1.498\beta + 0.122\beta^2 - 0.332\beta^3 - 0.441\beta^4)$$

$$\beta = (T - 500) / 100$$

ここで

T : 温度 (°C)

 α : Transient パラメータ (10^{22} n/cm)⁻¹

$$\alpha = 0.75$$

 τ : 潜伏期間 (10^{22} n/cm^2)

$$\tau = 19$$

⑩式

$$K \equiv \varepsilon / \sigma = 100 (\beta_0 \phi t + DS)$$

ここで

ε : 照射クリープひずみ (%)

σ : 応力 (kgf/mm²)

ϕt : 中性子照射量 (n/cm, E > 0.1 MeV)

B : 9.8×10^{-27} (kgf/mm² · n/cm²)⁻¹

D : 6.5×10^{-2} (kgf/mm²)⁻¹

S = ($\Delta V/V$) / 100

$\Delta V/V$: スエリング (%)

⑪式

$$\Delta V/V = A (\phi t)^m + B$$

A = $2.65 \times 10^{-8} \alpha^3 - 1.54 \times 10^{-5} \alpha^2 + 2.24 \times 10^{-3} \alpha$

m = $0.872 + 2.98 \times 10^{-3} T$

B = $0.2 [1 - \exp(-1.12 \phi t)] / [1 + \exp(0.1 \times (T - 480))]$

$\alpha = T - 348$

ここで

$\Delta V/V$: スエリング (%)

ϕt : 中性子照射量 (10^{22} n/cm², E > 0.1 MeV)

T : 温度 (°C)

適用範囲: $\phi t < 10.0$ $360 \leq T \leq 640$

⑫式

$$K \equiv \frac{\varepsilon}{\sigma} = 100 [B_0 \phi t + DS]$$

ここで ε : 照射クリープひずみ (%)

σ : 応力 (kgf/mm²)

ϕt : 中性子照射量 (n/cm², E > 0.1 MeV)

B₀ = 9.8×10^{-27} (kgf/mm² · n/cm²)⁻¹

D = 6.5×10^{-2} (kgf/mm²)⁻¹

$$S = \frac{\Delta V}{V} \times \frac{1}{100}$$

$\frac{\Delta V}{V}$: スエリング (%)

適用範囲

温度 : 360 ~ 640 °C

フルーエンス: $0 \sim 1 \times 10^{23}$ n/cm² (E > 0.1 MeV)

6.2 炉心湾曲に起因する炉心構成要素の使用制限

報告者：奥田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

「常陽」の反射体交換計画の策定のため炉心構成要素の交換基準をまとめる。

2. 方法

各炉心構成要素は、

① 原子炉運転中に於ける炉心構成要素の構造健全性の確保

② 燃料交換（炉内、炉外）機能の確保

の観点から使用制限を決定する。

3. 結果と根拠

	項目	制限値	根拠
原子炉 運転中	炉心構成要素パッド部に加わる荷重	170 kg 以下	ラッパ管パッド部の六面等方圧縮状態を仮定したモデル解析結果（照射課メモ58-105）から引用。 20% C.W. 316鋼照射材の一樣のびに及ぼす照射量の影響を考慮した短時間塑性ひずみ制限値（ $\epsilon < 0.3\%$ ）に基づく。
	パッド部以外での各炉心構成要素間距離	0 mm 以上	炉心構成要素の設計条件より、隣接する炉心構成要素のパッド部以外での接触防止。
燃料 交換時	炉心構成要素の1次引抜荷重	500 kg 以下	燃料交換機の最大引抜能力（900 kg）より、交換機グリッパの自重（360 kg）を考慮し、決定。
	炉心構成要素の頂部変位量	15.0 mm 以下	燃料交換機グリッパとハンドリングヘッドとの径方向芯ずれの設計許容値（15.5 mm）より決定。
	炉心構成要素の軸方向伸び量	3.0 mm 以下	ホールダウン軸下降時の炉心構成要素とホールダウン軸との干渉防止。
	炉心構成要素引抜後の* 残留湾曲量（炉外）	15.0 mm 以下	炉外移送時の洗浄工程に於ける洗浄槽内での干渉防止。
	炉心構成要素引抜後の* 残留湾曲量（炉内）	10.0 mm 以下	炉心構成要素の炉内シャフリング時、エントランスノズル部と炉心支持板の連絡管の最狭部との干渉防止。

* 炉心構成要素引抜後の残留湾曲量は、交換機グリッパと炉心構成要素のハンドリングヘッドが垂直に取り合っていると仮定し、燃交時、要素のエントランス部の偏心として現われるものとする。

6.3 ファイバースコープによる炉内観察試験結果

報告者：奥田（原子炉利用 Gr.）

1. 概要

「常陽」炉心湾曲解析の一環として、ファイバースコープによる炉内観察試験を実施した。今回の試験は、炉内 Na レベル GL-9540 に於ける炉心構成要素頂部の観察、及び各炉心構成要素間距離を測定する上で、同測定装置、測定方法の有意性を確認するとともに、測定精度の向上を実現させるための改善点を抽出することを目的とした。

2. 試験結果

昭和 62 年 5 月 19 日に実施した炉頂部観察範囲を図 6.3.1、各炉心構成要素間距離の測定範囲を図 6.3.2 に示す。同部の距離はビデオ画面から直読した値を実寸に換算し求めた。各炉心構成要素間距離（ハンドリングヘッド間距離）の測定結果を表 6.3.1 に示す。

3. 評価

- (1) 測定箇所 15 点についてのハンドリングヘッド間距離は、最小 12.8 mm～最大 16.5 mm であり、各炉心構成要素間距離の変化の傾向は、ほぼ把握できた。（ノミナル値 14.4 mm）
- (2) モニターからの読み取り誤差は 2 mm 以下であったと思われ、測定誤差としては 0.54 mm 以下に相当することになる。
- (3) 各炉心構成要素間の距離から判断すると、測定箇所 15 点の内、7 箇所、炉心構成要素パッド間接触の可能性はある。
- (4) 回転プラグ動作中のモニター画面は、予想より安定しており、ファイバー・スコープの振れは問題にならない。従って今後同様の試験では、目標となる測定範囲について連続して回転プラグを回転しスキャンさせることにより、十分なデータが得られる。
- (5) モニター画面からのデータ読み取り誤差を減少させるために、モニター画面のハードコピーを行うビデオプリンター等の使用が有効と思われる。

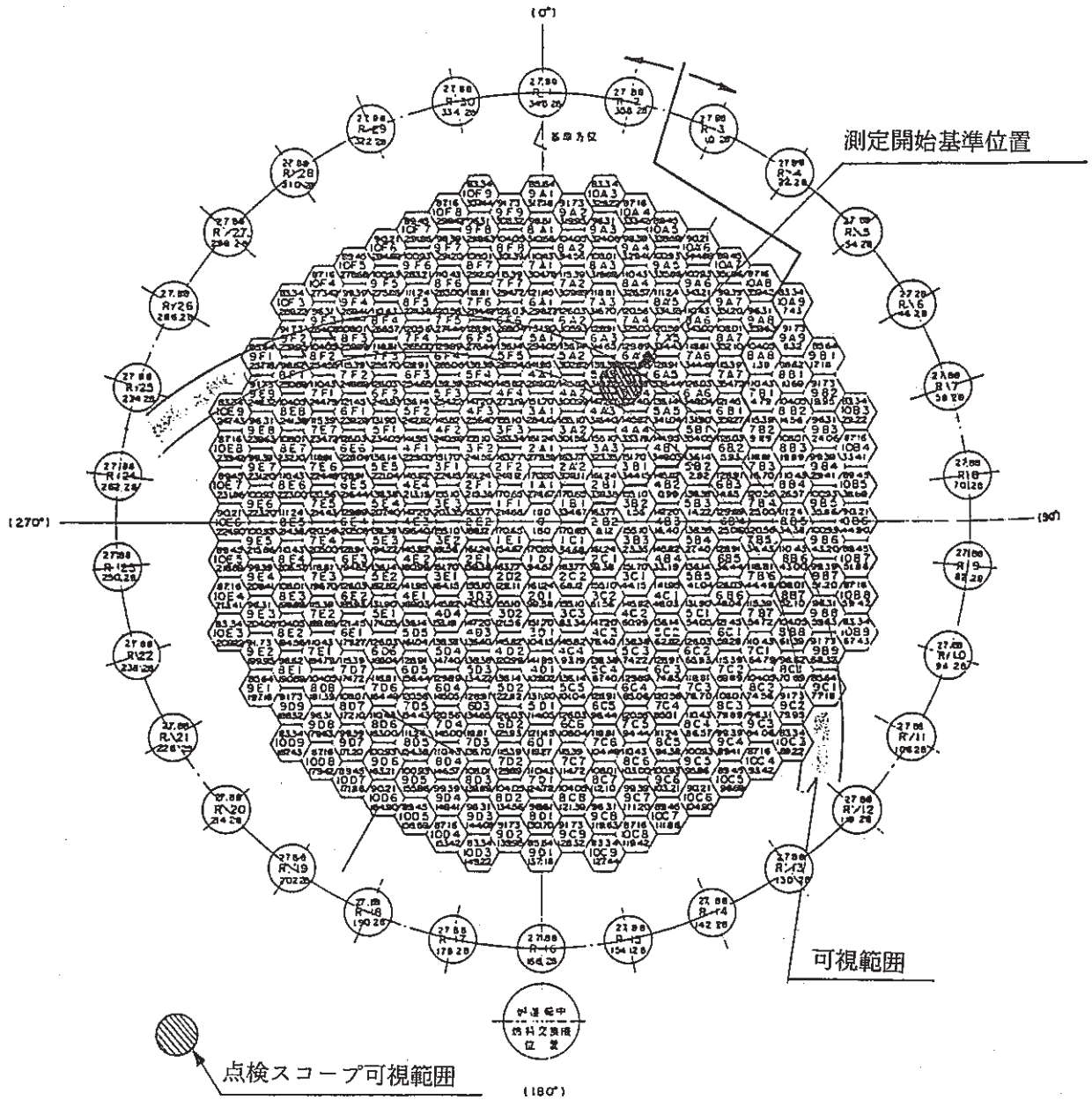


図 6.3.1 「炉内点検スコープ」可視範囲

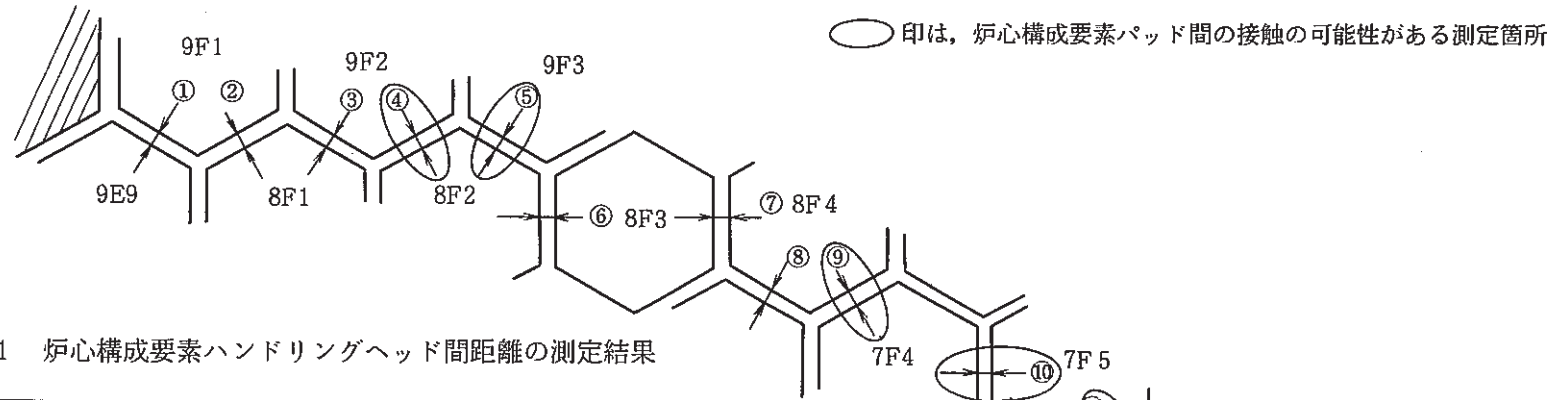
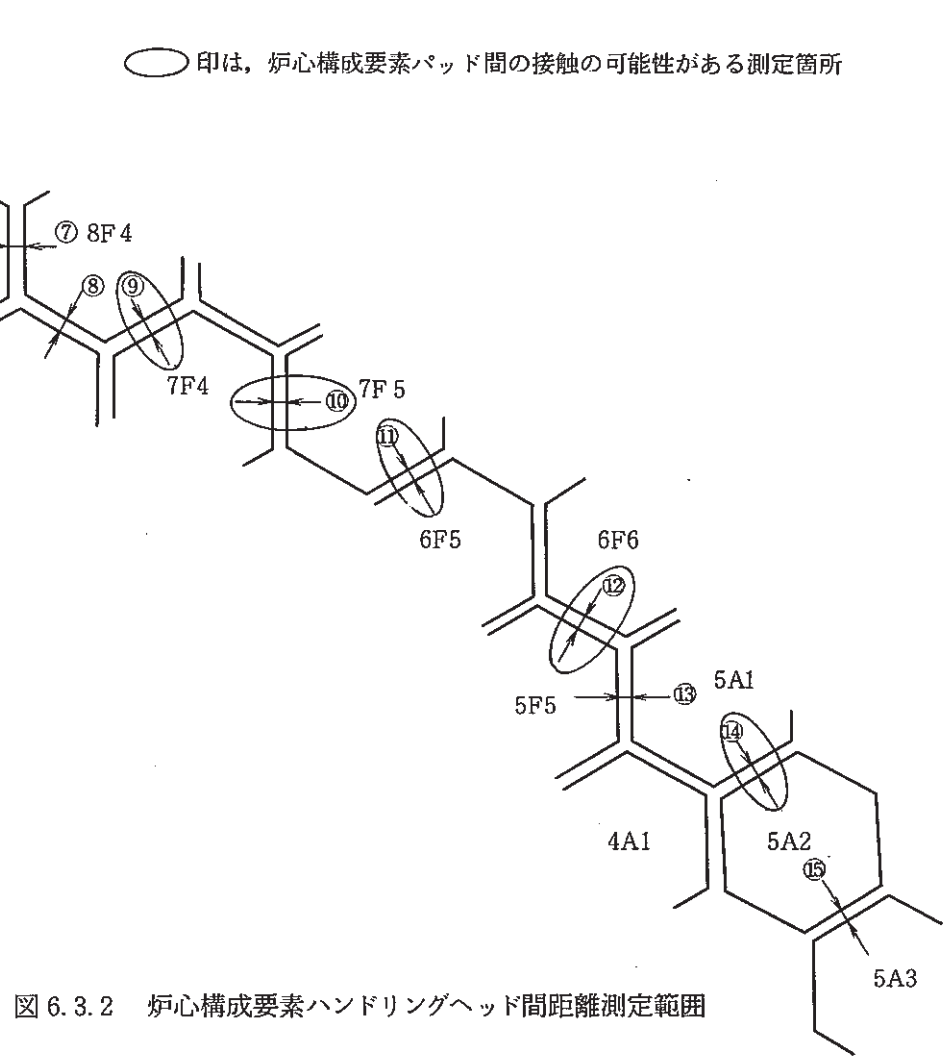


表 6.3.1 炉心構成要素ハンドリングヘッド間距離の測定結果

番号	測定箇所	モニター読み取り値 (mm)	換算値 (mm)
①	9E1 - 9E	58	15.428
②	8F1 - 9F	54	14.364
③	8F1 - 9F	54	14.364
④	8F2 - 9F	48	12.768
⑤	8F2 - 9F	50	13.3
⑥	8F2 - 8F	58	15.428
⑦	8F3 - 8F	54	14.364
⑧	7F3 - 8F	55	14.63
⑨	7F4 - 8F	50	13.3
⑩	7F4 - 7F	50	13.3
⑪	6F5 - 7F	48	12.768
⑫	5F5 - 6F	50	13.3
⑬	5A1 - 5A	62	16.492
⑭	5A1 - 5A	48	12.768
⑮	5A2 - 5A	62	16.492

図 6.3.2 炉心構成要素ハンドリングヘッド間距離測定範囲



6.4 炉心湾曲解析に関する炉外試験の調査

報告者：奥田（原子炉利用 Gr.）

1. 概要

IAEA/IWGFR 炉心湾曲ベンチマークテストに関連し、解析コードの検証のために、日本で過去に実施された炉心拘束機構に関わる炉外試験データの使用が計画されている。本メモでは、炉心拘束機構炉外試験の結果から解析コードの入力データを作成する準備段階として、過去に実施された炉心拘束試験について、調査を行った。

2. 調査の内容

過去に実施された炉心湾曲に関連する主な炉外試験として、以下の試験が報告されている。

- (1) 「常陽」炉心構成要素熱湾曲試験
- (2) 炉心拘束機構予備試験
- (3) 炉心拘束機構大気中総合試験
- (4) 炉心クランピング機構湾曲集合体大気中試験

これらの試験の概要を表 6.4.1 にまとめ示す。

3. 結果

本調査により、炉心湾曲解析コード検証用炉外試験の選定を行うための、基礎データが得られた。

表 6.4.1 炉心拘束機構試験概要

項目		試験名	常陽炉心構成要素 熱湾曲試験	炉心拘束機構 予備試験	炉心拘束機構 大気中総合試験	炉心クランピング機構 湾曲集合体大気中試験		
炉心構成要素仕様			「常陽」と同じ	「もんじゅ」と同じ	←	←		
試験炉心規模			(1) 単一集合体 (2) 10体単列	(1) 単一集合体 (2) 7体群配置 (3) 縮小120°セクタ炉心 (4) 縮小360°炉心 (5) もんじゅ実機120°セクタ炉心	(1) もんじゅ実機360°炉心	(1) もんじゅ実機360°炉心		
炉心拘束方法			—	(1) 辺押し	(1) 辺押し (2) 角押し	(1) 辺押し (2) 角押し		
パッド面 状態	乾燥清浄面・a種		○	○	○	○		
	極圧潤滑材塗付・b種		—	○	—	—		
	その他の潤滑材塗付・c種		—	○	○	○		
パッド高 (ギャップ幅)	1 mm (3 mm)		—	○	○	○		
	2 mm (1 mm)		—	○	○	○		
湾曲管の有無	有		—	○	○	○		
	無		—	○	○	—		
試験項目		(a) 単一集合体熱湾曲試験	(1)	(a) 真直管曲げ試験	(1) (2)	(a) 炉心拘束試験	(1) (a) 炉心拘束試験	(1)
		測定項目 i) 集合体温度分布 ii) 自由熱湾曲量		1) パラメータ i) 連結管とのギャップ ii) 炉心構成要素の剛性 iii) 荷重付加方向 2) 測定項目 i) 水平付加荷重 ii) 頂部変位 iii) 炉心構成要素の曲げ歪		1) パラメータ i) パッド部厚さ ii) パッド面摩擦係数 iii) 湾曲管の配置		1) パラメータ i) 湾曲集合体配置 ii) パッド厚さ iii) 押し込みストローク iv) パッド面摩擦係数 v) 押し機形状

項目	試験名	常陽炉心構成要素 熱湾曲試験	炉心拘束機構 予備試験	炉心拘束機構 大気中総合試験	炉心クランピング機構 湾曲集合体大気中試験
試験項目(つづき)	(b) 複数体熱湾曲試験	(2)	(b) 大気中摩擦試験	(1)	2) 測定項目
	1) パラメータ i) 拘束条件 ii) ラッパ管対面間温度差	1) パラメータ i) パット接触面状態	(2)	ii) 押し込みストローク iii) 炉心構成要素曲げ歪 iv) パッド面負荷荷重	i) 押付荷重 ii) 押し込みストローク iii) 炉心構成要素曲げ歪 iv) パッド面負荷荷重
	2) 測定項目 i) ラッパ管対面間温度 ii) 支持点荷重 iii) 炉心構成要素径方向湾曲量	2) 測定項目 i) パット材摩擦係数	(3) (4) (5)	(b) 引抜・挿入試験	(1)
		(c) 予備試験	1) パラメータ i) 炉心構成要素配置 ii) 外部クランピング押付荷重 iii) 外部クランピングストローク iv) 外部クランピング作動スピード v) パッド厚さ vi) パッド面摩擦係数 vii) 中性子しゃへい体剛性 viii) 湾曲管の配置	1) パラメータ (a)と同様 2) 測定項目 (a)と同様+ iv) 炉心構成要素引抜・挿入力	1) パラメータ (a)と同様 2) 測定項目 (a)と同様+ iv) 炉心構成要素引抜・挿入力
2) 測定項目 i) 外部クランピング押付荷重 ii) 外部クランピングストローク iii) 作動スピード iv) 油圧シリンダ支持棒および固定壁の変位 v) 炉心構成要素頂部変位と方向 vi) 炉心構成要素引抜力 vii) 炉心構成要素曲り歪					

6.5 大型炉の設計主要目に関する研究Ⅰ内作分報告会「大型炉炉心湾曲解析」要約

報告者：奥田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

- ① 炉心構成要素湾曲の観点から長寿命化高速増殖炉の成立性を検討するための基礎データを整理する。
- ② 炉心内マトリックス IVS への炉心構成要素の挿入性の観点から IVS の成立性を検討する。

2. 内容

IVS (In-Vessel Storage) を有する昭和 61 年度大型炉レファレンス炉心について“HIBEACON”による照射履歴を追った炉心湾曲解析を実施した。本解析において対象となる炉心体系図、及び使用済燃料の移送手順を図 6.5.1 に示す。

解析期間は炉心燃料の交換方式（固定 3 バッチ）から判断し、ほぼ平衡炉心に達すると考えられる運転 4 サイクルについて、また解析範囲は炉心の対称性を考慮し、1/6 炉心について実施した。

解析範囲の炉心構成要素の種類、番号を図 6.5.2 に、又、大型炉の炉心構成要素寸法を図 6.5.3 に示す。

① 炉心構成要素の湾曲解析

集合体出力は、炉心外側方向に向かう程低くなるため、各集合体は全体的に炉心外側方向に湾曲する。内側炉心の変位は、比較的小さい。尚、制御棒は発熱が小さく制御棒周囲の集合体は制御棒との温度差により制御棒方向へ湾曲を生じる傾向がある。

炉心構成要素の頂部は、全般的に炉心外側に移動しており、特に、外側炉心付近での集合体が大きく湾曲している。尚、第 3 サイクル後に取り出された使用済燃料集合体は平行移動によって、向きを変えずに IVS に挿入するものとしている。このため IVS 及び周辺の集合体の変位方向は複雑になっている。一方、接触荷重については、制御棒の周辺で大きな接触荷重が生じている。

各サイクルの最大接触荷重を図 6.5.4 に、又、最大変位の推移を図 6.5.5 に示す。

図 6.5.4 より、第 3 サイクル以降に着目すると、炉心燃料集合体領域では、3 サイクル照射により湾曲した集合体に取り出され新燃料が装荷されるので、燃料交換の終わった起動前の最大接触荷重の値はかなり小さくなる。一方、IVS 領域では、湾曲した取り出し燃料集合体を装荷するので、瞬間冷却時（炉停止直後を意味する）より起動前の方が、最大接触荷重の値は大きくなる。

図 6.5.5 より、炉心燃料集合体領域では、新燃料の装荷によって、起動前の最大変位の値は、瞬間冷却時に比べ減少する。また、第 3 サイクル以降、瞬間冷却時と起動前での最

大変位の差が大きくなる。これは、スエリング、クリープの効果によって瞬間冷却時の残留変位が、第1, 2サイクルより大きくなっているためである。

本解析結果から「運転時最大接触荷重」, 「燃交時最大頂部変位量」, 「燃交時最大永久変位量」, 「燃交時最大引抜荷重」の4項目について、炉心湾曲挙動に関する大型炉のプラント成立性の検討を実施した。表6.5.1に本解析結果を大型炉の設計値として、参考値と比較した結果を示す。参考値は先行炉での運転制限等から引用した。検討結果は〔まとめ〕の項に示す通りである。

② IVS の成立性の検討

表6.5.2に、第3サイクル後の取出し燃料集合体をIVSへ装荷した時の挿入荷重を示す。このとき集合体の自重を500 kgとした場合、少なくとも2200 kgの挿入力を必要とする。そこで、取出し燃料集合体のIVSへの挿入位置を変えることにより、あるいは、取出し燃料集合体を回転させて変位方向を変えた後にIVSへ装荷することにより（燃料交換機に回転機構を加える）取出し燃料集合体のIVSへの挿入力及び運転時の最大接触荷重がどのように変わるかについて、パラメータサーベイを実施した。この結果を表6.5.3, 6.5.4にまとめた。

(ケース1) 取出し燃料集合体S31及びS37のIVS内装荷位置を変更すると最大必要挿入荷重は、前述に比べ2200 kgから1680 kgに減少した。

(ケース2) 取出し燃料集合体S31及びS37の変位方向が炉心中心を向くように回転させた後にIVSに挿入した。

最大必要挿入荷重は、1260 kgに減少した。

3. まとめ

本研究の主な成果をまとめると以下の通りである。

- ① 燃料集合体及びIVSでの最大接触荷重は、それぞれ250 kg及び380 kgとなる。大型炉での設計制限は未定であるが、燃料集合体の構造健全性について詳細な評価を行うことが必要である。尚、「常陽」のラップ管パッド部の圧縮荷重暫定制限值は、170 kgである。
- ② 燃料集合体及びIVSでの燃料交換時の最大頂部変位量は、約5 mmとなる。「常陽」での制限值は、15.3 mm、「もんじゅ」では20 mmであることから考えると、炉心成立上の問題はない。
- ③ 燃料集合体の最大残留曲がり量は、約14 mmとなる。「もんじゅ」での制限が、30 mm、「FFTf」では23 mmであることから考えると、炉心成立上の問題はない。
- ④ 燃料集合体の最大引抜荷重は、約2100 kgとなる。燃料交換機の最大引抜荷重の2500 kgを下回るが、詳細な評価を行うことが必要である。
- ⑤ 使用済燃料集合体のIVSへの最大挿入荷重は、IVS装荷位置の最適化により、約1680 kgに減少する。更に、燃料交換機に回転機構を持たせることにより、約1260 kgとなり、

燃料交換機の挿入荷重の暫定値 2500 kg に比べ小さく IVS の成立上の問題はない。

4. 今後の課題

- ① 炉心湾曲解析結果を今後、運転計画及び反射体交換計画等に反映させる上で、炉心構成要素の構造健全性の確保、BDI 防止の観点から、パッド部に加わる圧縮荷重及び曲げの荷重制限を検討し、炉心構成要素の使用制限を明らかにする必要がある。
- ② HIBEACON コードは、「もんじゅ」を対象として開発されたコードである。従って、今後、大型炉の解析を行う上では、大型炉の炉心体系及び炉心構成要素を忠実にモデル化できる炉心湾曲解析コードの開発、改良を必要とする。
- ③ 炉心湾曲解析コードは、現在の処、十分な検証が行われているとは言えない。従って、今後の大型炉の設計、高燃焼度化のための研究を進めるにあたっては、コードの検証を目的とした炉外、炉内試験を行い、炉心湾曲解析コードの精度向上を計る必要がある。

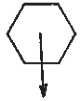



表 6.5.1 炉心湾曲挙動に関するプラント成立性の検討結果

項目	設計値	参考値	判定
運転時 最大接触荷重	388 kg [IVS] 251 kg [炉心燃料集合体] 180 kg [ブランケット燃料集合体] 198 kg [SUS 中性子遮蔽体]	170 kg 「常陽」のラッパ管パッド部の 圧縮荷重 暫定制限值	△
燃交時 最大頂部 変位量	4.9 mm [IVS] 5.0 mm [炉心燃料集合体] 2.4 mm [ブランケット燃料集合体] 1.6 mm [SUS 中性子遮蔽体]	15.3 mm 「常陽」燃料交換機芯ずれ許容値 20.0 mm 「もんじゅ」 燃料交換機芯ずれ許容値	○
燃交時 最大永久 変位量	2.0 mm (第1サイクル) 3.2 mm (第2サイクル) 13.6 mm (第3サイクル) 12.4 mm (第4サイクル)	30.0 mm 「もんじゅ」 23.0 mm 「FFTF」	○
燃交時 最大引抜荷重	* 2060 kg [炉心→IVS] * 1870 kg [IVS →炉心]	2500 kg 大型炉の燃料交換機の 引抜き荷重 暫定制限值	△

*引抜荷重：摩擦係数=1.0、自重500kgを含む。

IVS 成立性の検討 [燃交時 挿入荷重制限値 2500kg]

表 6. 5. 2 第3サイクル後取り出し燃料集合体の IVS 挿入荷重

IVSへ移送する 取出燃料の永久変位量	S/A No		S 31	S 34	S 37	S 38
	頂部	変位 [mm]	12.8	1.0	12.6	13.6
		方向 [度]	4	264	178	120
	頂部変位図					

IVS	IVS No		S 149	S 150	S 151	S 152
	頂部	変位 [mm]	3.4	3.4	0.9	2.3
		方向 [度]	186	305	9	67
	挿入荷重 [kg]		2200	-140	1580	1340
	運転時接触荷重 [kg]		388	262	250	223

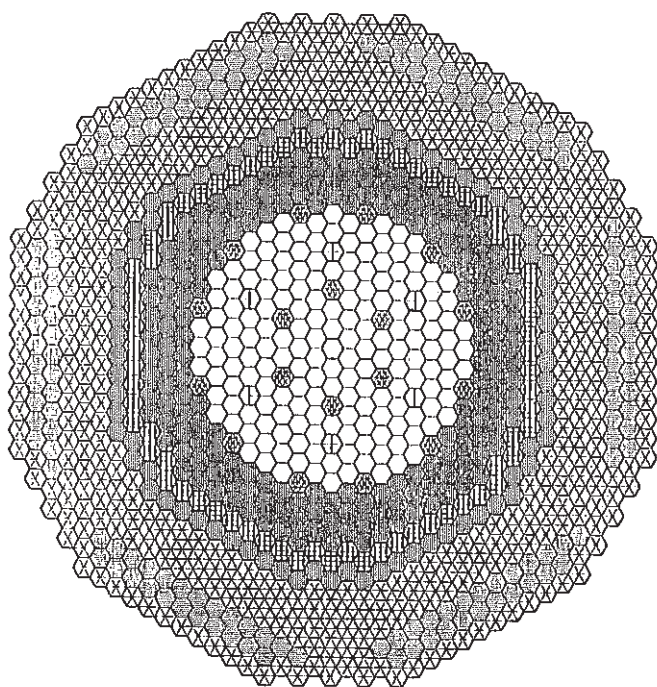
表 6. 5. 3 IVS への挿入位置の変更による挿入荷重の変化

Case, 1	S/A No		S 37	S 34	S 31	S 38
	IVS No		S149	S150	S151	S152
	挿入荷重 [kg]		1560	-240	750	1680
	運転時接触荷重 [kg]		400	400	384	247

表 6. 5. 4 IVS への挿入方向の変更による挿入荷重の変化

Case, 2	S/A No		S 31	S 34	S 37	S 38
	IVS No		S149	S150	S151	S152
	挿入荷重 [kg]		1050	-318	940	1260
	運転時接触荷重 [kg]		180	171	204	119

*挿入荷重：摩擦係数=1.0, 自重500kgを考慮。



燃料交換方式

炉心 : 固定3バッチ分散方式
 半径方向
 ブランケット : 固定4バッチ分散方式

- 内側炉心 175体
- 外側炉心 180体
- ⊗ 主系統制御棒 18体
- ⟨|⟩ 後備系統制御棒 6体
- ⦶ 径方向ブランケット 72体
- ⊙ 中性子遮蔽体(SUS) 78体
- ⊗ 中性子遮蔽体(B4C)
- ⊕ I.V.S.

使用済燃料の移送手順

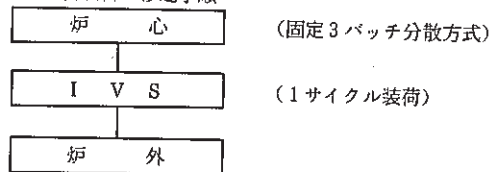


図 6.5.1 『大型炉炉心体系図』

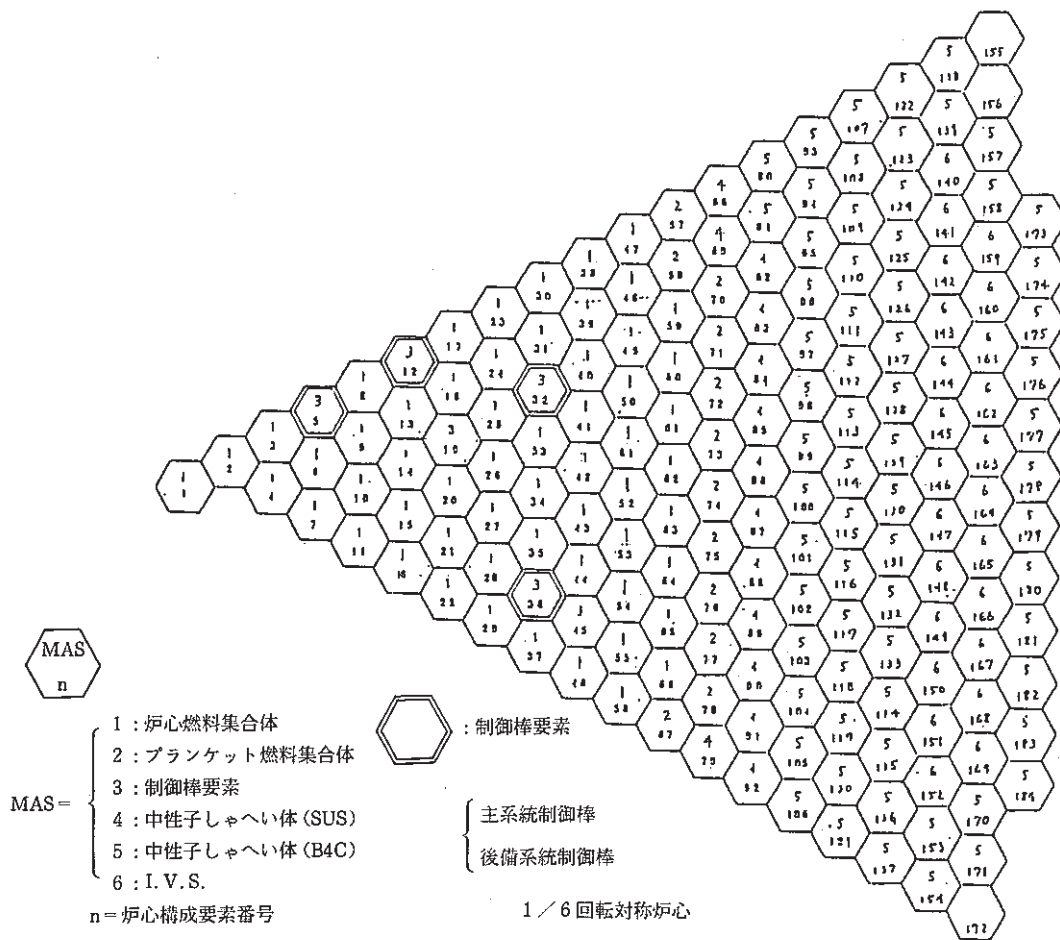


図 6.5.2 Number and kind of core elements

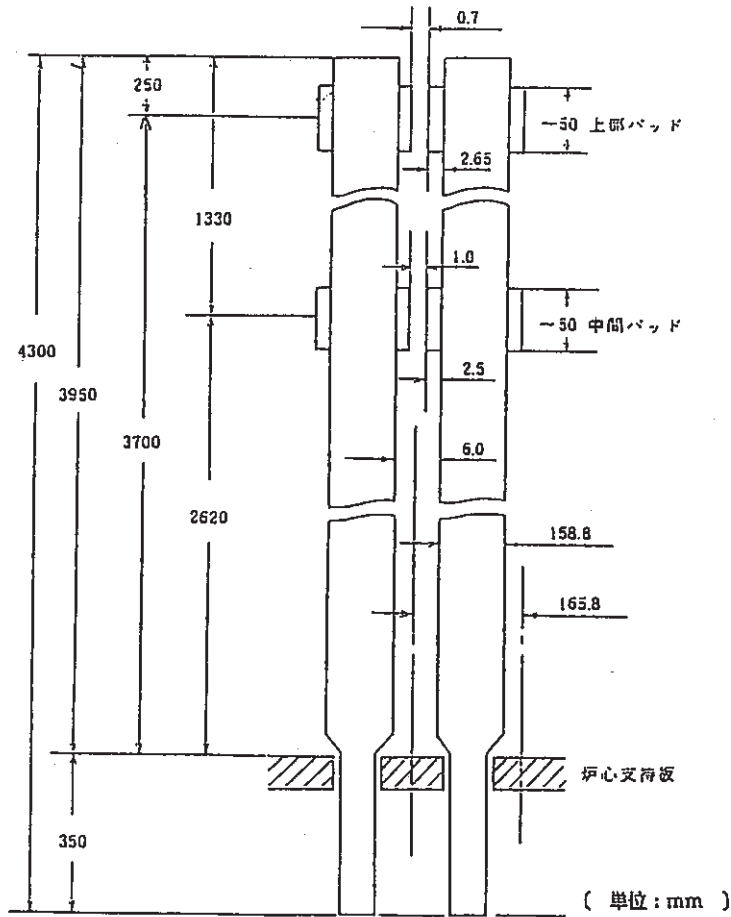


図 6.5.3 大型炉集合体間間隔およびパッド間間隔

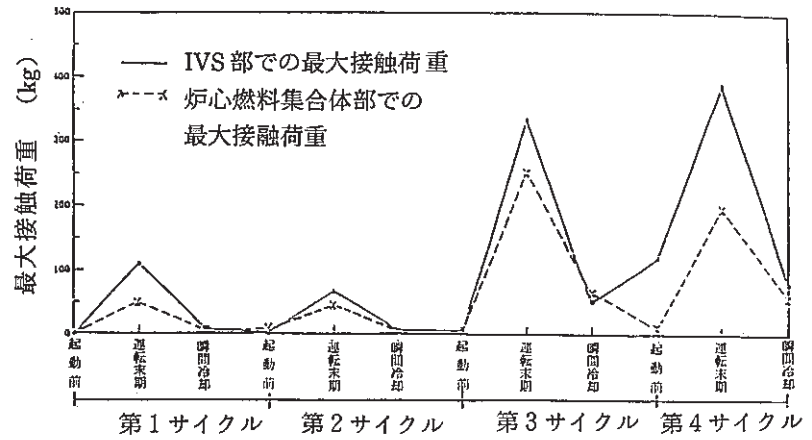


図 6.5.4 『最大接触荷重の推移』

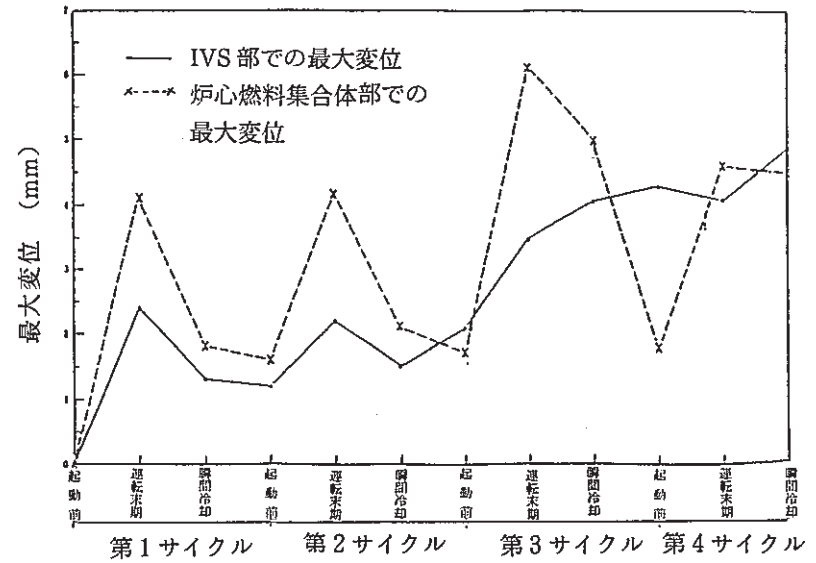


図 6.5.5 『最大変位の推移』

7. MK-II炉心における自然循環試験の結果と解析・評価

本章は、高速実験炉「常陽」のMK-II炉心において実施している一連の自然循環試験の予備解析および実験データによる解析評価で得られた成果の速報をまとめたものである。

7.1 自然循環試験 II-E (100 MW 過渡試験) プラント復帰時プラント状態評価

報告者: 有川 (プラント Gr.)

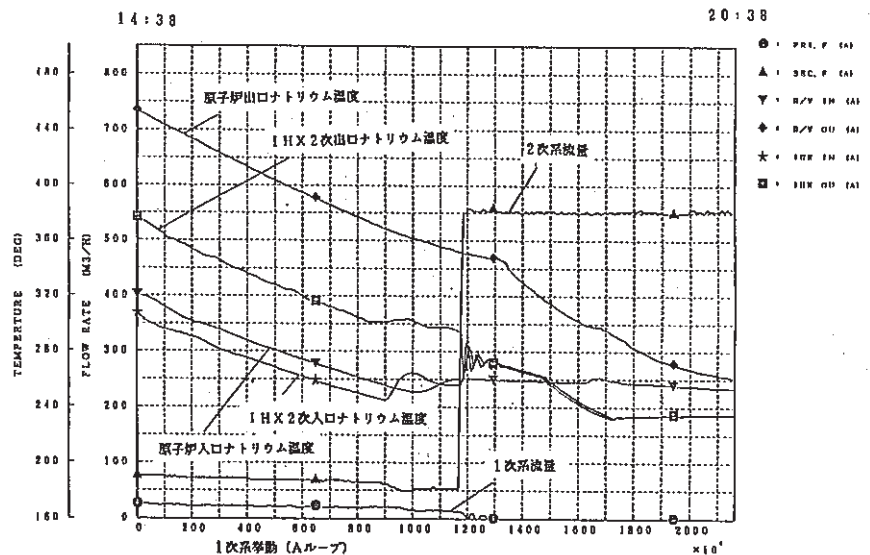
1. 概要

1986年10月29日に実施した100MW定格出力からの自然循環試験(TEST II-E)の試験後のプラント復帰時におけるプラント運用について整理し、その時のプラント状態について検討・評価を行った。

2. 評価結果

- (1) 自然循環による崩壊熱除去後、系統温度を保持する上で、DHX 除熱抑制または、2次主ポンプ起動が有効である。
- (2) 2次主ポンプ起動により、1次主冷却系はBループによる片ループ自然循環となったが(図参照)、炉心部出入口温度差は20%増大した程度であり、スクラム5時間後の崩壊熱を十分、除去できた。
- (3) 2次主ポンプ起動後に1次系Aループ流量が停止したが、IHX-Aの1次側バイパス部、管束部間の内部自然循環流と1次系ホットレグ低所引回し配管部への低温ナトリウムの流入により、自然循環が阻害されたものと推定される。

- (4) 1次主ポンプ起動による系統各部の熱過渡は、電喪時における許容値を下まわるものであった。



7.2 “MIMIR-N2”コードによる自然循環試験Ⅱ-E 試験後解析（その4）

（1次系逆止弁圧損評価式の見直し）

報告者：近藤（プラント Gr.）

1. 概要

前回報告の技メモ^{*1}で1次系流量較正の見直しによる新しい較正流量を用いた解析を行った結果、中心燃料集合体 Na 出口温度の短時間挙動及び原子炉出入口 Na 温度の挙動が改善されたことが報告されている。本資料は、“MIMIR-N2”コードを用い、1次系逆止弁圧損評価式を見直すことによって、新較正法による1次系実測流量の短時間挙動が再現できたことを報告するものである。

2. 解析条件

解析条件は前回報告の技メモ^{*2}をベースとし、1次系逆止弁圧損評価式を変更した。1次系及び2次系流量はコードで解析評価を行った。

3. 結果及び評価

- (1) 1次系流量をA, Bループ合計の定格流量比で実測と比較した場合、試験後180秒付近までの短時間挙動はほぼ再現できるようになった（図7.2.1）。自然循環が平衡に達してからは実測より多めの評価となっており、試験後10000秒で約2.2%（実測1.9%）である。
- (2) 中心燃料集合体出口 Na 温度は1次系流量の短時間挙動が実測に近づいたことから、ピーク温度約512℃（実測519℃）とかなりの精度で模擬されている。ピークを過ぎてからは1次系流量の解析評価が実測より多めになっているので、温度は低めの評価になっている。

*1（技-61-311）、*2（技-61-327）

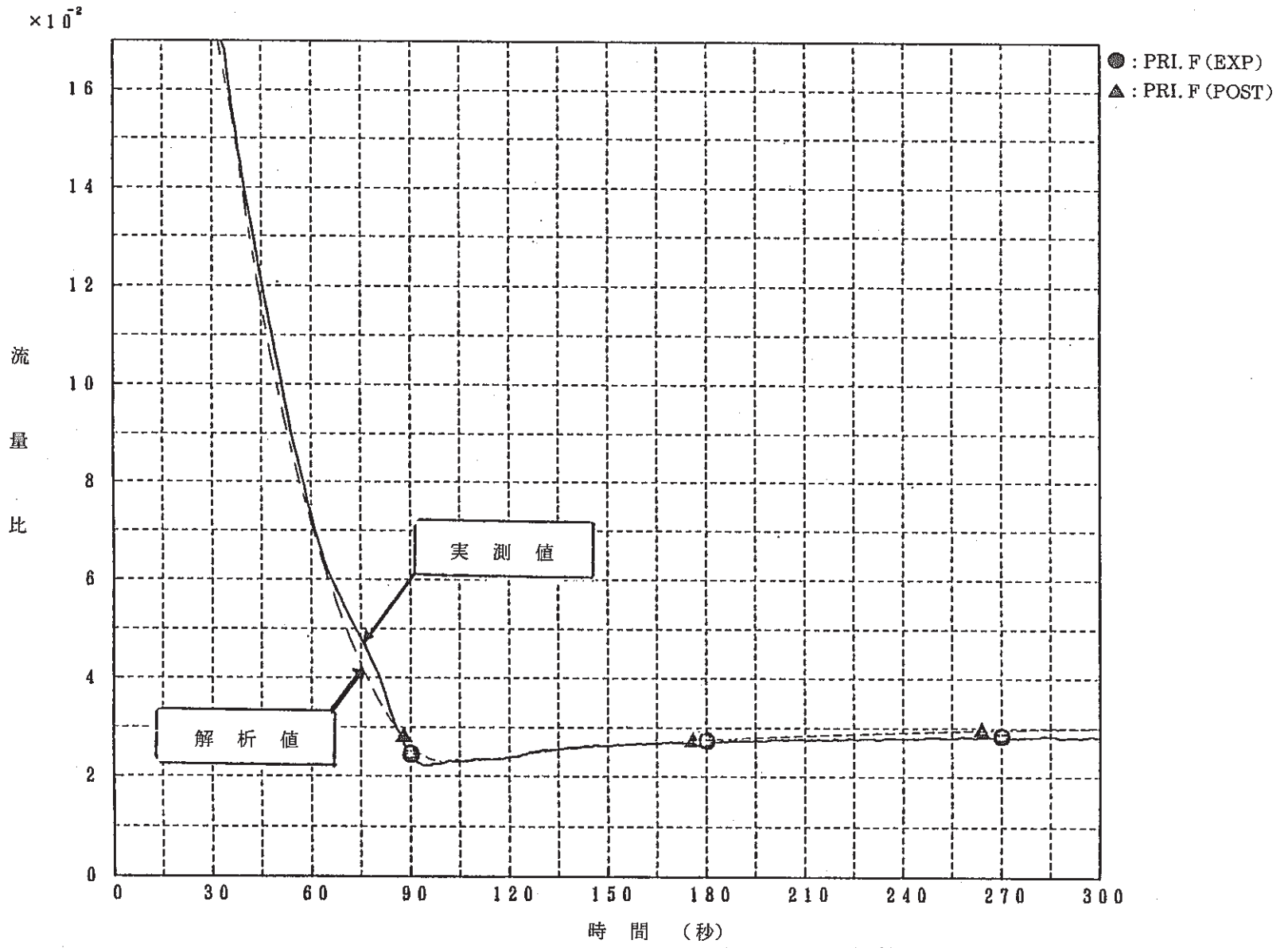


図 7.2.1 1次系Na定格流量比 (A・Bループ合計)

7.3 自然循環試験解析モデルの改造についての今後の作業予定

報告者：河津（プラント Gr.）

1. 概要

自然循環試験解析において、A、B各ループ、1次系流量の解析値と実測値の短時間挙動の違い及び、流量の大小関係が、解析値と実測値で逆になっている等の問題点（技メモ、62-4参照）があり、これらの要因としていくつか考えられるが、大きく作用していると思われる下記3点についてモデル改造を行い、解析精度の改良を行う予定である。

2. 改造項目及び内容

(1) IHX

これまでのモデルでは、シュラウドの熱交換部を主に考慮しており、バイパス部は、1メッシュにまとめて解析してきた。

自然循環試験の初期時（100～300 sec. 位）において、バイパス部のNa温度が高い為、逆流現象が発生しやすくなる。

この挙動を解析するため、バイパス部を細かくメッシュ切りすると共に、バイパス部—シュラウド間の熱伝達も解析条件に加えたモデルにする。

(2) 上部プレナム

“MIMIR-N2”のような1次元解析コードで、上部プレナムのような複雑な温度挙動を簡易モデルとして取扱うには、現在のモデルではまだ十分とは言えない。

よって、より現象を模擬したモデルに改造を行う。

(3) 逆止弁

A. Bループの流量を調整する為、逆止弁の圧損評価式の定数を操作する。

3. 解析コード

プラント動特性解析コード“MIMIR-N2”—炉心，プラント全般

4. 作業予定表

次頁参照

自然循環試験解析モデル改造, 作業予定表

	S62 4月	5	6	7	8	9	10	11	12	備 考
I H X	← 改造 →	← 解析 →								
上 部 プ レ ナ ム			← 改造 →	← 解析 →						
逆 止 弁			← 改造 →	← 解析 →						
II - E 最 終 解 析					←	TEST II-E SNレポート作成				
II-A, II-B, II-D再解析						←				
MK-I 炉心試験再解析							←			
全 体 ま と め									←	SNレポート作成 予定

7.4 “FPGS-3.5”による自然循環試験解析用崩壊熱計算

報告者：原（炉心・運転計画 Gr.）

1. 目的

「常陽」自然循環試験解析用の崩壊熱計算（自然循環試験Ⅱ-B, D, E）を行ったので報告する。今回の計算は、技-61-316「“FPGS-3.5による崩壊熱計算手法の評価」に基づく再計算である。

また入力データ作成に伴う列毎の平均化（Flux, Power, 履歴等）について手法を定め、誰でも再現出来るようにし、入力データ計算プログラムの作成も行った。

2. 計算条件

(1) 計算ケース：自然循環試験Ⅱ-B, D, Eに対し各々0列, 1列, 2列, 3列, 4列, 5列, 内側反射体, 外側反射体A, Bの3×9計27ケース

(2) 各集合体計算領域：

燃料集合体-燃料領域55 cm長, 内側反射体-中央部90 cm長

外側反射体-全長140 cm長（今回は全て55 cm長で計算）

(3) 列毎の平均化：

① 中性子束及び中性子出力は列毎の平均

② 原子数密度は全集合体の平均値を全列共通に使用

③ 照射履歴は①と②の列毎の平均燃焼度と原子数密度から照射日数を逆算する。

(4) 核分裂放出エネルギー：

① 従来の計算（自然循環試験Ⅱ-B, Dの記録計算及びⅡ-Eの予測計算）
Power（核分裂によるneutron+ γ power及びDecayによる

γ power）に対し201.4 MeV/fissionを対応

② 前回の計算（自然循環試験Ⅱ-E記録計算）

Power（核分裂によるneutron power）に対し201.4 MeV/fissionを対応

③ 今回の計算（自然循環試験Ⅱ-B, D, E再計算）

Power（核分裂によるneutron power）に対し185 MeV/fissionを対応

3. 計算結果

計算結果の内、自然循環試験Ⅱ-E 0列の崩壊熱計算結果を表7.4.1に示す。

また前回の計算値と今回の崩壊熱比較（今回/前回）を表7.4.2に示す。

4. 評 価

- (1) 燃料集合体：Total の崩壊熱で7～9.2%今回の方が高目^{*1}になっている。これは核分裂エネルギーの変更による寄与がほとんどで、他の入力条件の平均化による影響は1～2%程度であった。
- (2) 反 射 体：内側反射体で1.37倍，外側反射体で1.7倍となった。これは軸方向延長による初期原子数の増分と軸方向で平均化する中性子束の減少との差に傾向が一致する。尚内側反射体を140 cm長にするには20%の補正が必要であり補正後の値を記載した。

*1 崩壊熱が高目について

従来の計算→前回の計算- 5%

前回の計算→今回の計算+ 8%となり

従来の計算→今回の計算は $8 - 5 = +3\%$ 程度となる。

表 7.4.1 自然循環試験 TEST II-E 0 列崩壊熱計算結果

TEST II-E (ROW.0) 9CY=>12CY

===== DECAY HEAT (WATT) =====

TIME (SEC)	ACT	FP	LIGHT	TOTAL
0.0	2.279E+03	1.166E+05	3.869E+02	1.193E+05
1.0	2.279E+03	1.080E+05	3.862E+02	1.107E+05
2.0	2.278E+03	1.024E+05	3.856E+02	1.051E+05
3.0	2.277E+03	9.832E+04	3.851E+02	1.010E+05
4.0	2.277E+03	9.506E+04	3.845E+02	9.772E+04
5.0	2.276E+03	9.237E+04	3.840E+02	9.503E+04
6.0	2.276E+03	9.010E+04	3.835E+02	9.276E+04
7.0	2.275E+03	8.814E+04	3.830E+02	9.080E+04
8.0	2.274E+03	8.642E+04	3.826E+02	8.908E+04
9.0	2.274E+03	8.490E+04	3.821E+02	8.755E+04
10.0	2.273E+03	8.353E+04	3.817E+02	8.618E+04
20.0	2.267E+03	7.464E+04	3.784E+02	7.729E+04
50.0	2.248E+03	6.330E+04	3.733E+02	6.592E+04
100.0	2.218E+03	5.488E+04	3.699E+02	5.747E+04
200.0	2.159E+03	4.734E+04	3.668E+02	4.986E+04
300.0	2.102E+03	4.346E+04	3.650E+02	4.593E+04
900.0	1.817E+03	3.358E+04	3.572E+02	3.576E+04
1800.0	1.519E+03	2.711E+04	3.478E+02	2.898E+04
3600.0	1.200E+03	2.104E+04	3.328E+02	2.258E+04
10000.0	9.624E+02	1.437E+04	2.956E+02	1.563E+04

表 7.4.2 列毎及び反射体の崩壊熱前回と今回の比較 (今回/前回)

(冷却期間 0 sec)

	0 列	1 列	2 列	3 列	4 列	5 列
ACT	1.008	1.000	1.003	1.033	1.027	1.038
FP	1.090	1.099	1.072	1.090	1.093	1.088
LGT	1.003	1.002	1.003	1.035	1.014	1.027
Total	1.082	1.097	1.070	1.088	1.091	1.086

	内側反射体	外側反射体 A	外側反射体 B
LGT	1.365	1.700	1.788
Total	1.365	1.700	1.788

7.5 自然循環試験Ⅱ-E, "MIMIR-N2" コードによる試験後解析(その5)

(崩壊熱データの見直し)

報告者: 河津 (プラント Gr.)

1. 概要

崩壊熱の見直しを行った結果, 前回報告の技メモ⁽¹⁾のデータと比べ約8%^{*}の増加が見られた。そこで, その崩壊熱データを新たに用いて再度解析を行い, 前回の解析結果及び実測値との比較を行った。

2. 解析条件

解析条件は, 前回報告の技メモ⁽¹⁾をベースとし, 崩壊熱データのみを変更した。

解析コード: "MIMIR-N2"

3. 解析結果及び評価

(1) 中心(図7.5.1)及び第1~5列燃料集合体出口温度は, 崩壊熱の増加に伴って前解析結果と比べ全体的に約10℃高くなった。又実測値と比べるとピーク温度が中心で約3℃, 各列で20~30℃高めであり, 長時間挙動においては実測値に近づく傾向ではあるが, まだ低い値を示している。

(2) 1次系流量については影響は少なく, 前回の解析とほぼ等しい結果となった(図7.5.2)。

(3) 原子炉出入口Na温度は, 出口温度で前回の解析結果より2~3℃高くなり, 入口温度ではほとんど変化なく, 依然実測値より低い値を示している。

(4) 2次系流量は影響なく, 2次系温度は原子炉出口温度の若干の上昇に伴って1~2℃ホットレグ側で高くなったのみであった。

全体的には, 崩壊熱の上昇によって各温度が上昇し, 流量には余り変化はなかったが, 若干実測値に近づく傾向にあると言える。

(*) 実質3%増

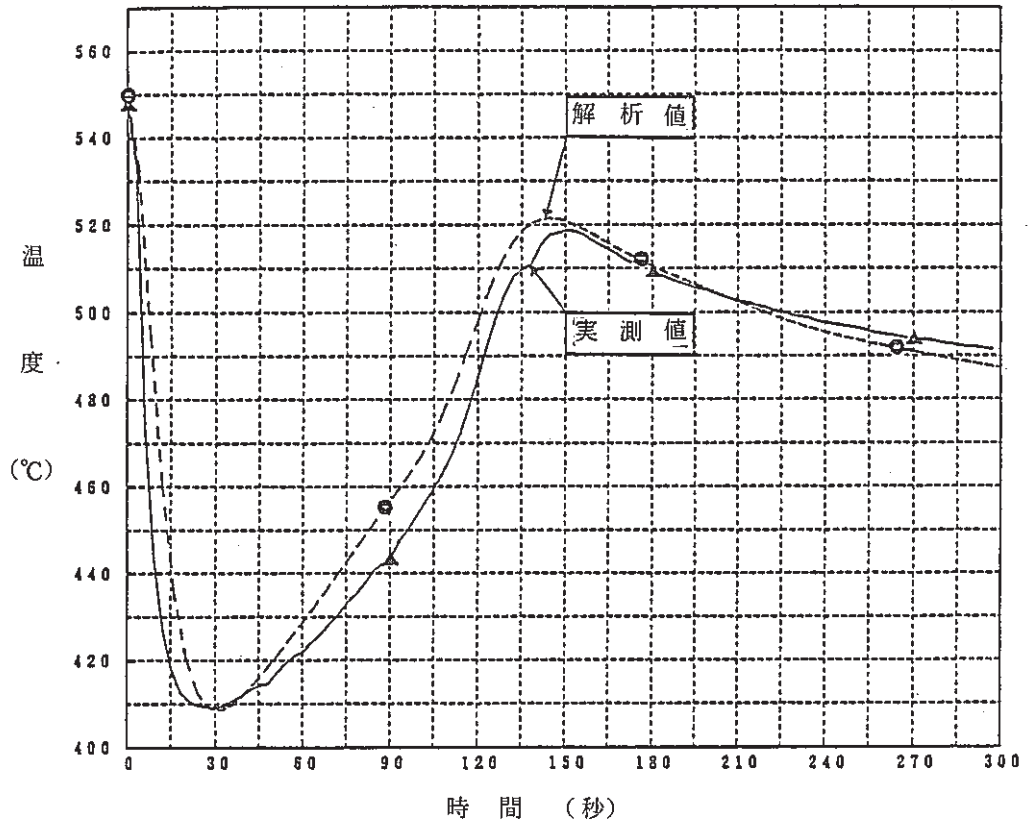


図 7.5.1 中心燃料集合体出口 Na 温度 (T/C位置)

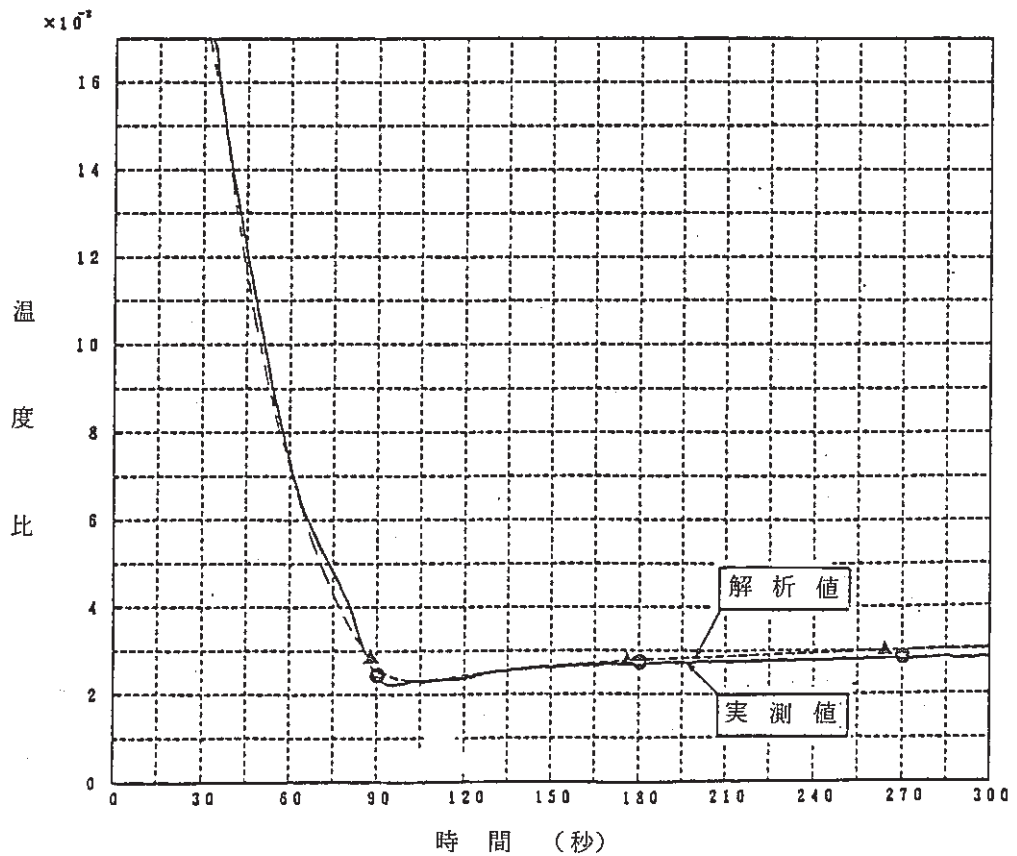


図 7.5.2 1次系 Na 定格流量比 (A・Bループ合計)

8. 高速増殖炉のプラント諸特性の解析・評価

本章は、プラント諸特性の把握のために実施された各試験により得られたデータや解析結果のうち、速報として報告されたものをまとめたものである。

8.1 燃料ピンの擦り痕問題について (INTA-1^{*1} 雑音解析)

報告者：島田，大山（異常監視技術 Gr.）

1. 概要

常陽では運転中において，燃料集合体中の燃料ピンとヘリカルワイヤの接触部分に擦り傷が観察されており，それは燃料集合体の Na 温度分布と燃料ピン温度の分布の不一致に起因する燃料ピンの熱振動が原因であると評価されている。^{*2}

この件について INTA-1 の雑音解析に関連し知見として得られたことを報告する。

2. 解析方法

信号として使用したのは，ピン番号 19 の IC（冷却材温度測定用燃料要素），ピン番号 26 の OT（出口温度測定用燃料要素），ピン番号 35 の IT（入口温度測定用燃料要素）の熱電対信号，及びピン番号 21 の FLX（中性子検出器模擬燃料要素）の検出器信号である。これらについて，周波数解析を行った。

3. 考察

(1) OT と IC には，IT のゆらぎ以外のゆらぎが 10^{-2} Hz ～ 0.2 Hz（5 秒～100 秒周期）の広域に渡り乗っていることが確認された。これは，ZN941-84-76 の熱振動モデルで解析されている周期“数秒から数10秒”に，範囲的にはほぼあてはまる。

(2) OT と IC から IT の影響を引いたデータ（それぞれ OT-IT，IC-IT）のコヒーレンス及び位相差を図 1 に示す。(1)で述べた低域において強い相関があることがわかる。これは信号自体の波形観察からも見受けられる。

このことは実際に測定している OT と IC の燃料ピンが異なるため，通常ならばこの現象は考えにくいOT と IC の燃料ピンが近接しており，同様な熱応力を受け易いことが理由として考えられる。

(3) 図 8.1.2 に OT-IT と FLX 及び IC-IT と FLX のコヒーレンスを示す。図 8.1.1 に比較して相関が弱いことがわかる。これにより，OT と IC の強い相関が中性子束の変動によるものでないことがわかる。

*1 INstrumented Test Assembly 以下 INTA と書く

*2 PNC ZN941 84-76 擦り痕関連炉外試験の総合評価

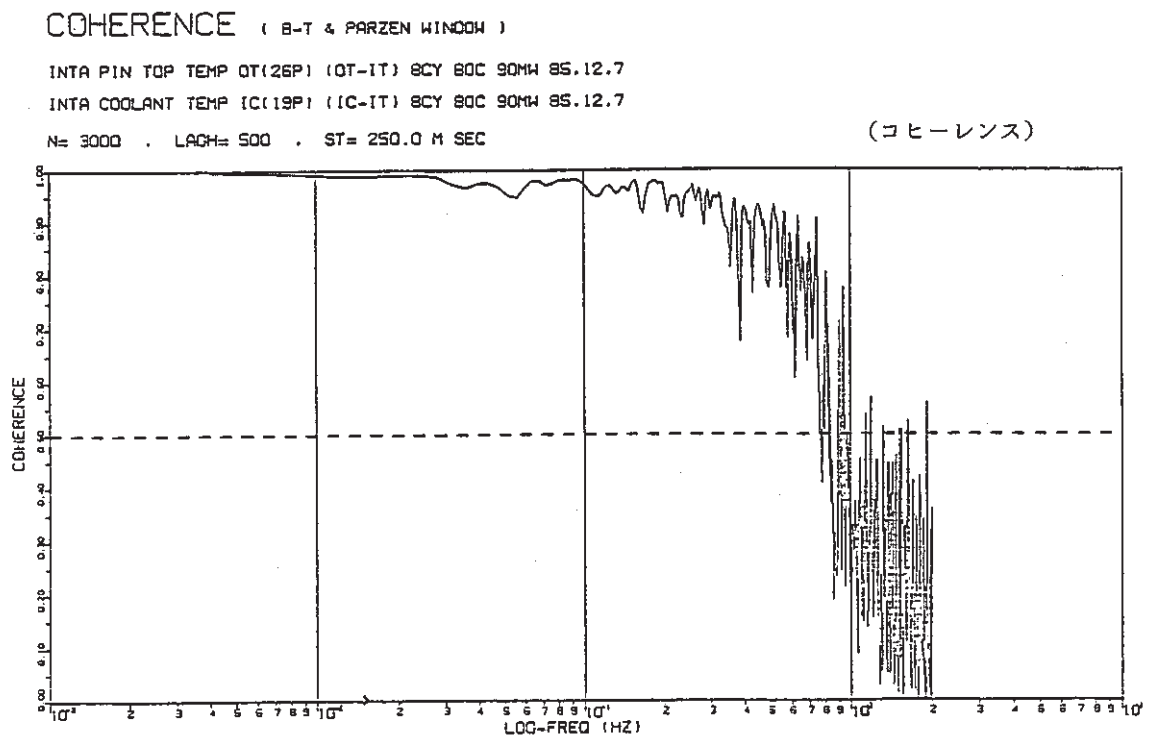
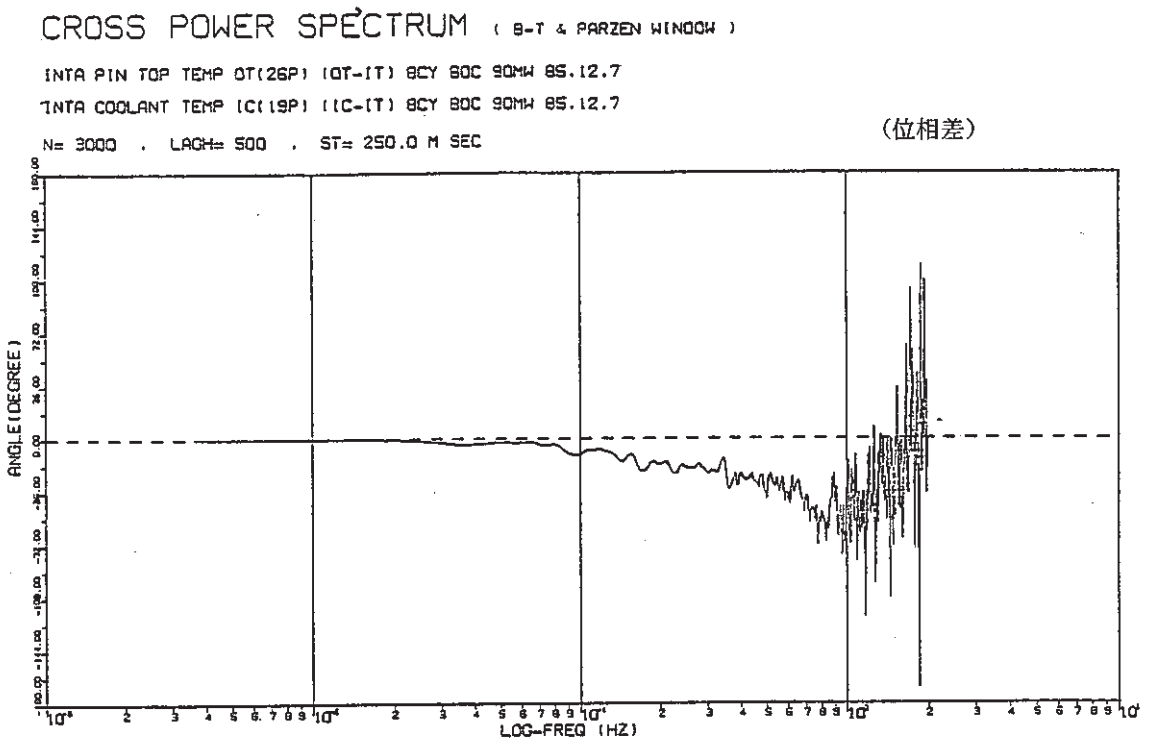


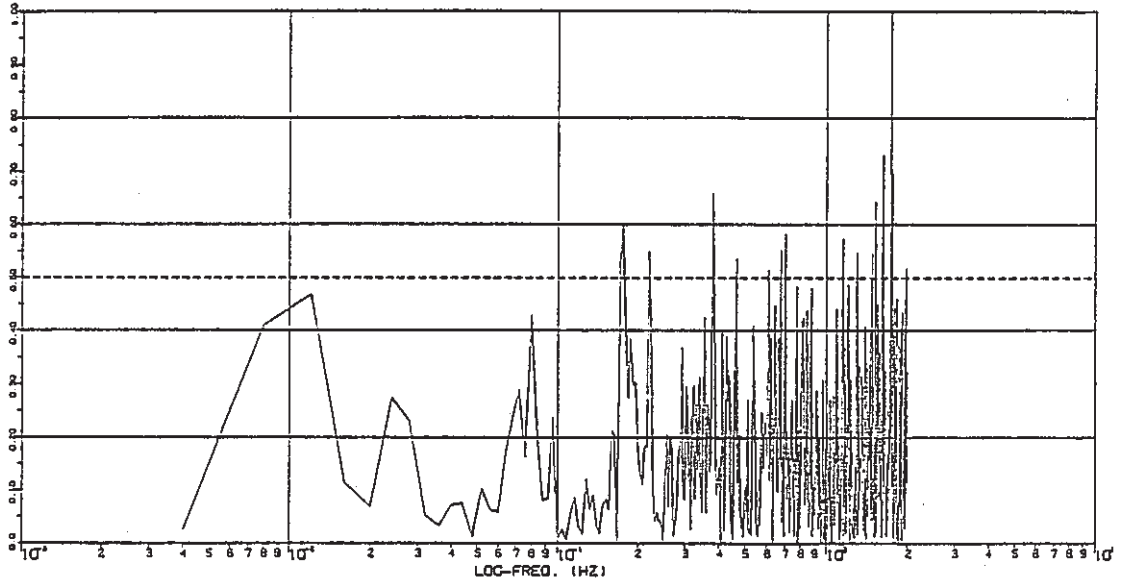
図 8.1.1 IC-IT と OT-IT のコヒーレンスと位相差

*** COHERENCE *** (BY FFT.)

INTA COOLANT TEMP (IC-IT) 8CY BOC 90MM

INTA FLUX-2 8CY BOC 90MM

N= 3000 . LAG= 500 . QTIME= 250 M SEC . FREQ.= 0.00 HZ . (R1= 2 IC1= 1 . MEAN= 0.715720-02 . R.M.S.= 0.208340-02



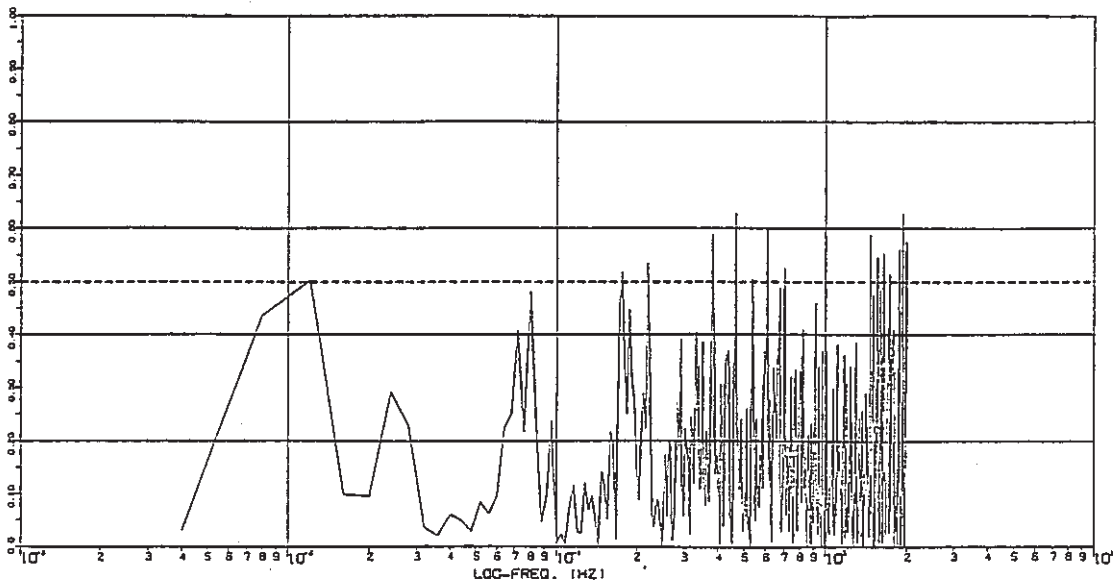
IC-IT と FLX のコヒーレンス

*** COHERENCE *** (BY FFT.)

INTA PIN TOP TEMP OT(25P) (OT-IT) 8CY BOC 90MM

INTA FLUX-2 8CY BOC 90MM

N= 3000 . LAG= 500 . QTIME= 250 M SEC . FREQ.= 0.00 HZ . (R1= 2 IC1= 1 . MEAN= 0.715720-02 . R.M.S.= 0.208340-02



OT-IT と FLX のコヒーレンス

図 8.1.2 OT-IT 及び IC-IT と FLX とのコヒーレンス

8.2 2次冷却系，主補助プラグング計，配管T字部の応力解析条件について

報告者：河津（プラント Gr.）

本メモは，原子炉2課より依頼のあった「2次冷却系の主，及び補助プラグング計の熱応力評価依頼」（62（2課）4）について，プラグング計配管のバイパス管と冷却器出口管の合流するT字部の熱応力解析を行う上での各条件を記したものである。

1. 解析対象部

主及び補助プラグング計のバイパス管，冷却器出口管の合流部（T字部）

2. 解析条件

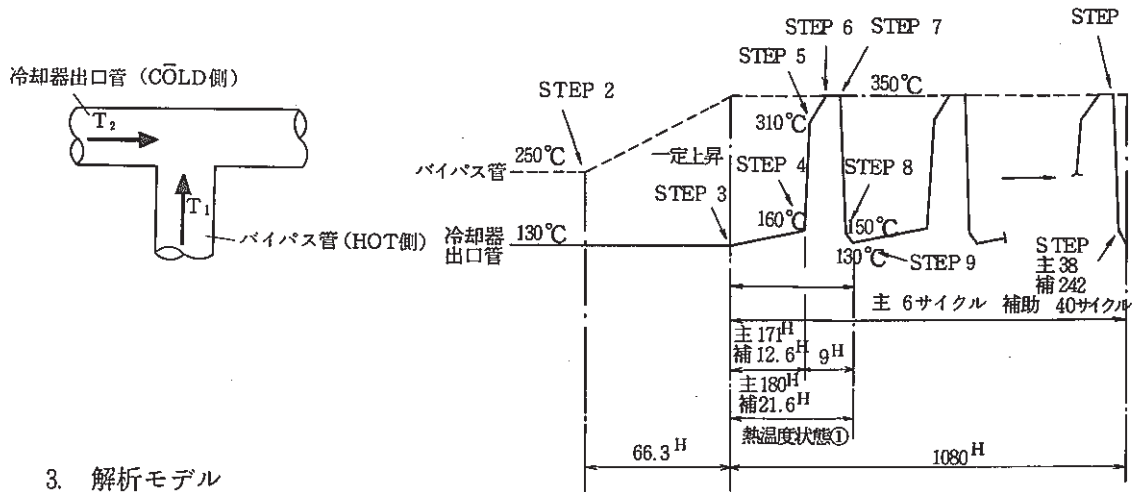
(1) 解析モデル

熱伝導解析モデル図 …… 添付図 8.2.1，図 8.2.3 に示す。

応力解析モデル図 …… 添付図 8.2.2，図 8.2.4 に示す。

(2) 荷重条件

運転状態 I	通常起動	750 回
	＼ 停止	750 回
熱過渡（フラッシングによる）主プラグング計		6 回／1 サイクル
補助	＼	40 回／1 サイクル



3. 解析モデル

添付紙に示す。

4. 解析コード

“FINAS” 汎用非線形構造強度解析コード

“POST-DS” 自動強度評価システム

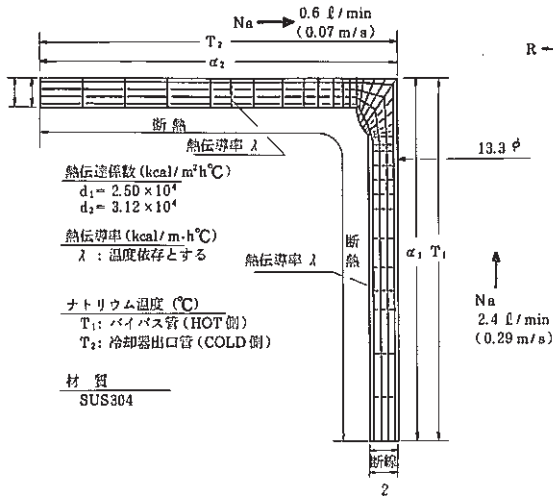


図 8.2.1 2次系主プラグング計
熱伝導解析モデル図

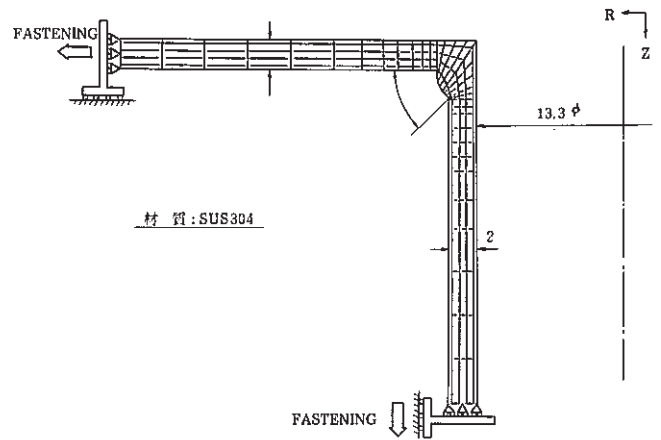


図 8.2.2 2次系主プラグング計
応力解析モデル図

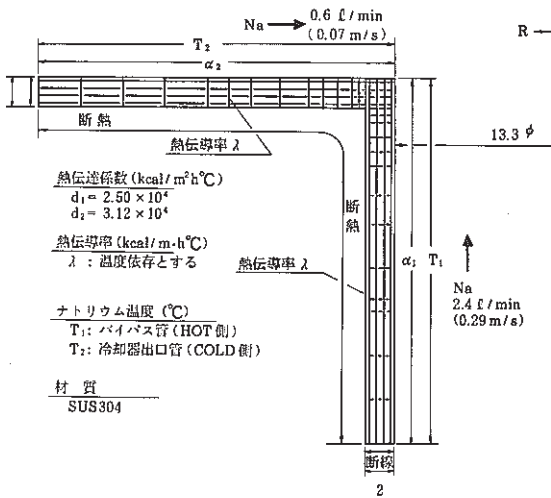


図 8.2.3 2次系補助プラグング計
熱伝導解析モデル図

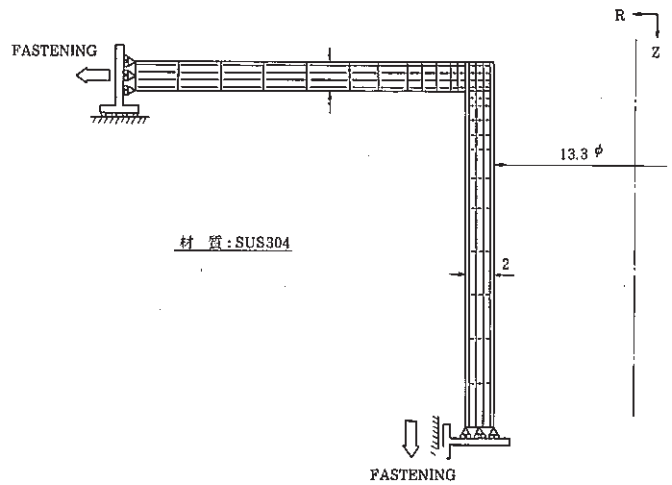


図 8.2.4 2次系補助プラグング計
応力解析モデル図

8.3 “MIMIR-N2”による1次主ポンプ・トリップ及びスティック時の1次主循環流量計算

報告者：後藤・近藤（プラント Gr.）

1. 要 旨

“MIMIR-N2”コードを用いて次の条件の時の原子炉スクラム後10秒までの1次主循環流量を計算したので報告する。

2. 主な解析条件

条件		ケース	ケ ー ス 1	ケ ー ス 2
初 期 出 力			100 MW	左 同
1次主ポンプ	Aループ側		トリップ	スティック
	Bループ側		＃	トリップ

3. 解析結果

各ケースの比較として1次主循環定格流量比を図8.3.1に示す。

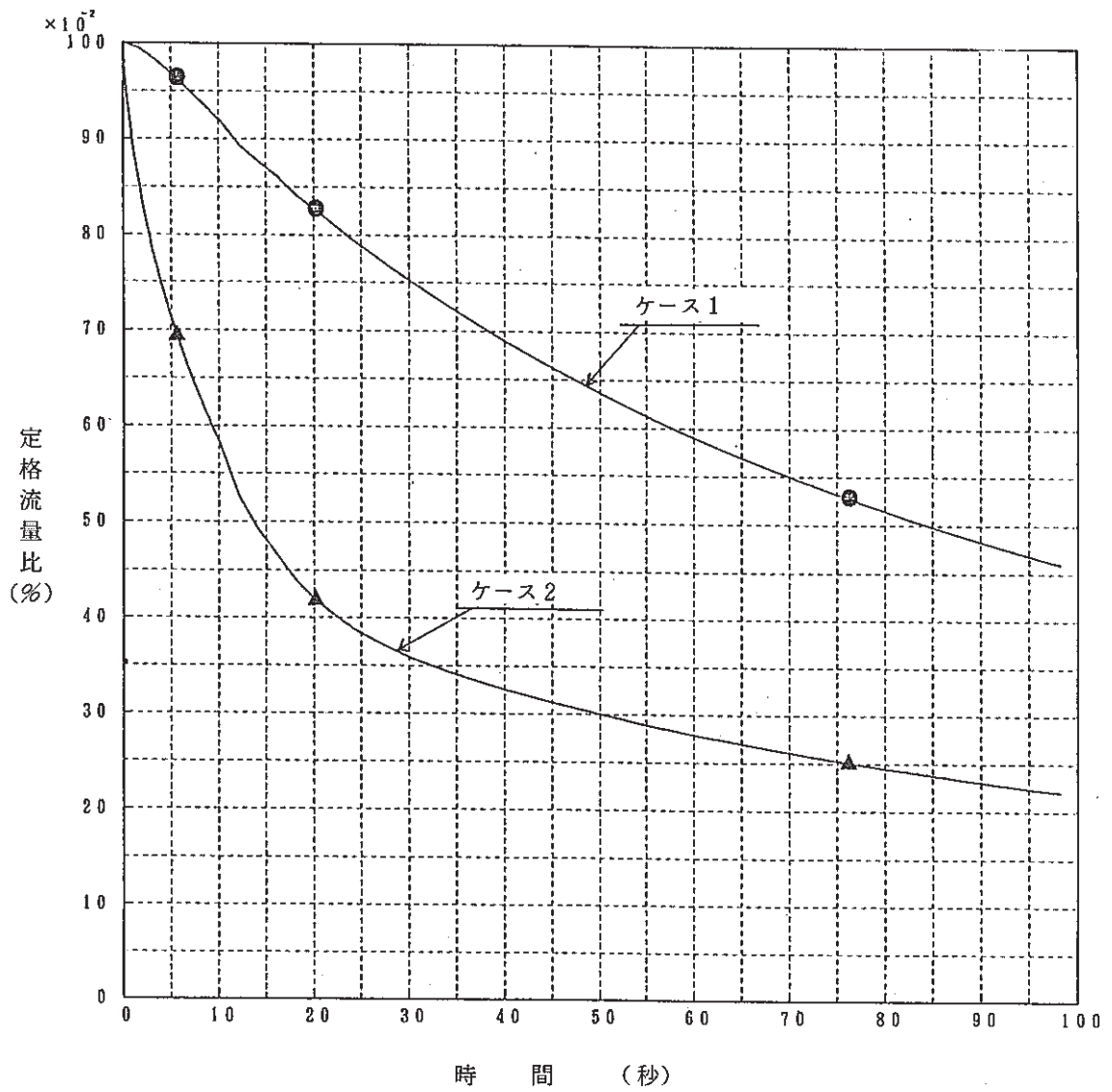


図 8.3.1 1次主循環定格流量比

8.4 出力領域核計装補正式の係数の可変範囲について

報告者：島田（異常監視技術 Gr.）

1. 概要

出力系核計装においては、黒鉛温度及びNa温度による指示値への影響があり、それを補正する補正式の係数については技-61-287, 298にて算出している。この補正回路を恒設として核計装の中に組みこむにあたり、誤差等による変動を考えると、これらの係数については可変としておくことが望ましい。ここではその検討結果を示す。

2. 検討結果

補正式の各係数については、MK-II炉心第8.9サイクルのデータより下記のように得られている。

$$\left\{ \begin{array}{l} Q'_{comp} = \frac{\frac{100}{8} \cdot V}{\alpha \cdot T + \beta \cdot T_0 + r} \\ Q_{comp} = K \cdot Q'_{comp} + C \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} Q_{comp} : \text{核計装補正值 (MW)} \\ V : \text{核計装出力 (volt)} \\ T : \text{黒鉛温度 (}^\circ\text{C)} \\ T_0 : \text{Na温度 (}^\circ\text{C)} \end{array}$$

中性子計装	係数	$\alpha [1/^\circ\text{C}]$	$\beta [1/^\circ\text{C}]$	r	$K^*)$	$C [MW]$
ch. 6		2.29×10^{-3}	3.22×10^{-4}	7.10×10^{-1}	1.032	0.391
ch. 7		2.31×10^{-3}	1.58×10^{-4}	7.18×10^{-1}	1.025	0.205
ch. 8		2.24×10^{-3}	3.32×10^{-4}	7.44×10^{-1}	1.061	0.336

この結果とMK-I炉心のデータ(SN941 80-211)を考慮して下記のようにする。但し、計器の選定の状況により多少の変更はあるものとする。

- $\alpha : 0 \sim 5 \times 10^{-3}$
- $\beta : 0 \sim 8.5 \times 10^{-4}$
- $r : 5 \times 10^{-1} \sim 9 \times 10^{-1}$
- $K : 0.7 \sim 1.3$
- $C : -1.0 \sim 1.0$

*) 回路に組みこむ際に、 $Q_{comp} = \frac{K \cdot V}{\alpha \cdot T + \beta T_0 + r} + C$ とした時のKは、上記のKに対し、 $\frac{100}{8}$ 倍になる。

8.5 異常反応度監視機能について—フィードバック反応度近似計算のチェック—

報告者：島田（異常監視技術 Gr.）

1. 概要

JOYDAS^{*1} には、動特性方程式から得られる反応度変化と、各要素（温度変化によるフィードバック反応度等）から得られる反応度との偏差をとり、外乱要因等による異常反応度変化を検出する機能が組み込まれており、より精度の高い検出機能を求めて検討中である。ここでは、その演算機能のうち、フィードバック反応度を求める際の近似計算についてチェックをし、妥当性について考察をした。

2. 問題とその解析方法

フィードバック反応度計算に使用する各部温度（燃料ペレット部、被覆材部等）は、通常熱伝達方程式を解くことにより得られるが、本機能では演算周期が長い（6秒）ことより、準定常状態を仮定し、近似計算を行っている。

ここでは、動特性解析コード“SPIDER”^{*2}を利用し、厳密解と近似解の比較をすることによって、チェックを行った。

3. 解析結果及び評価

図8.5.1、図8.5.2にそれぞれ制御棒による挿入反応度 -8 cent 、 -3 cent を加えた場合のフィードバック反応度の時間的推移の比較を示す。DFが厳密解、DDFが近似解、DDF-DFがその差である。

DDF-DFの時間的推移を見ると、最も変動の大きい -8 cent の場合でも、制御棒挿入後8sec程度で大体一致してくることがわかる。

本監視機能の演算周期は上記に示した様に6秒で設定されており、今回の解析結果を見る限り、 -8 cent 程度の反応度変化があった時でも、近似による誤差が問題となるのは1ないし2回と思われる。現在の監視機能はそれが何回（可変）か継続した時に異常検出を行うロジックになっているので、実際上大きな問題はないと思われる。

*1 JOYO Data Acquisition System

*2 Simulation Program for Incore Dynamics Evaluation and Research

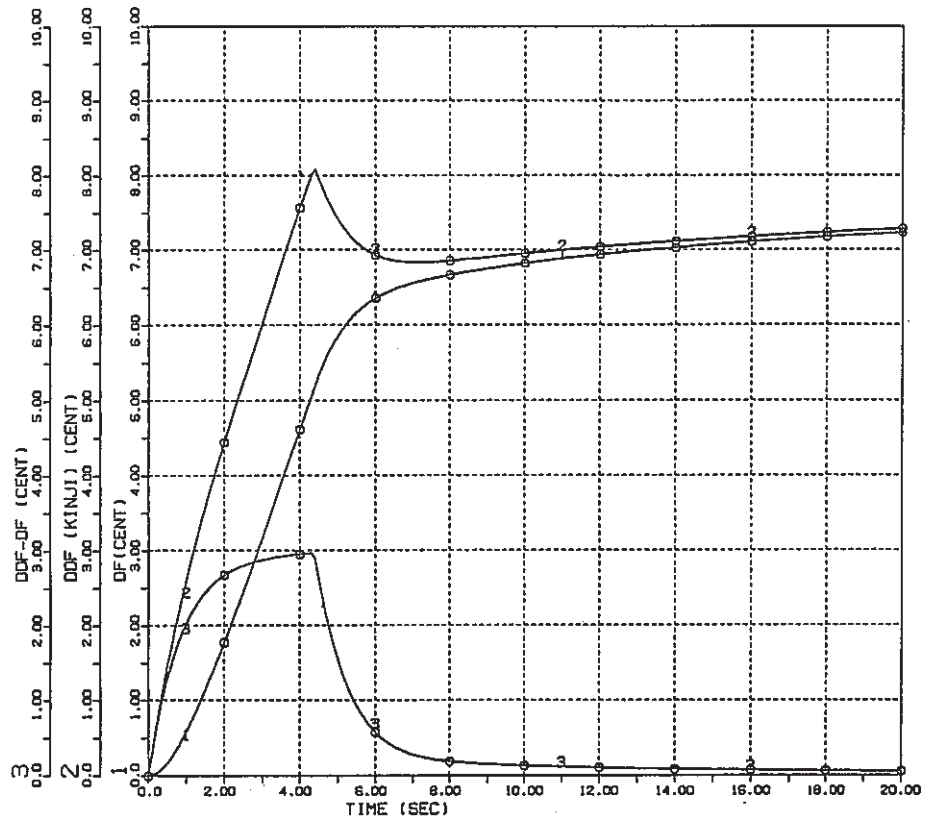


図 8.5.1 制御棒挿入反応度 -8 cent の場合のフィードバック反応度

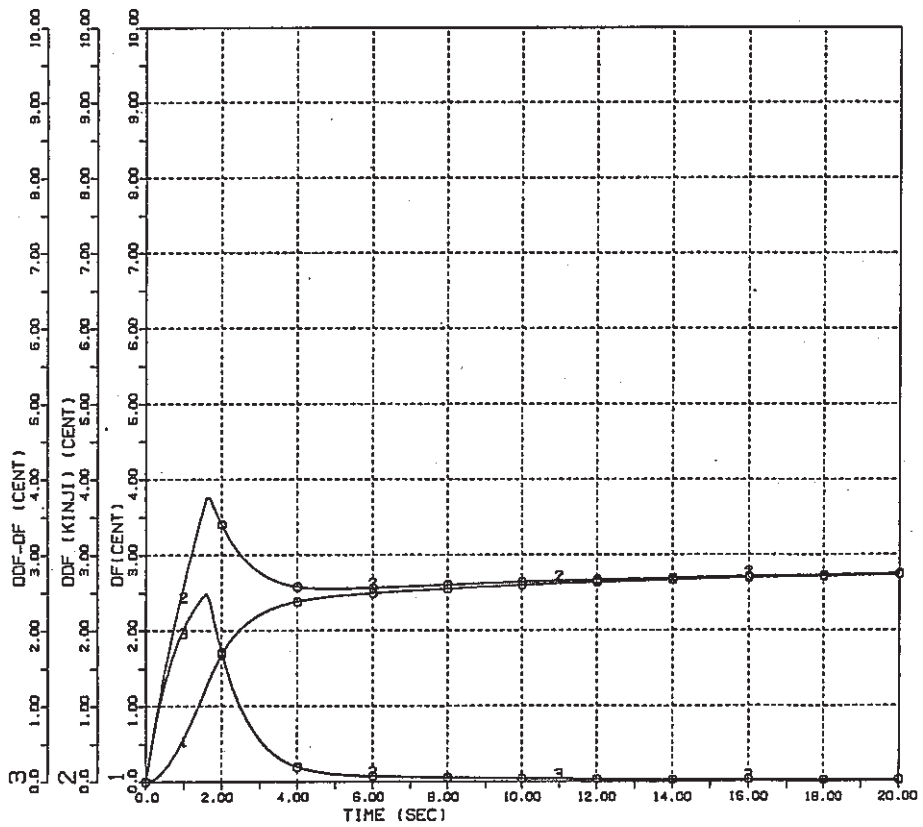


図 8.5.2 制御棒挿入反応度 -3cent の場合のフィードバック反応度

8.6 CGCS・FP貯蔵シリンダー予備遮蔽計算結果

報告者：佐久間（計測 Gr.）

1. 概要

CGCS - FP 貯蔵シリンダー遮蔽容器の鉛厚の検討のため、貯蔵シリンダー付近に4点の評価点を置き、各点での線量率を計算評価した。

2. 条件

・線源

燃焼末期の燃料ピン1本内のFPガス全量

- 1) ピン破損後2日冷却
 - 2) ピン破損後18日冷却
- いずれもシリンダーへ100%移行

・遮蔽体系

FP貯蔵シリンダーは円柱状とし、5cm厚の鉛でカバーした。

・評価点の位置

	線源中心からの距離	高さ	
1.	44.20 cm	40,000 cm	(コンクリート壁表面)
2.	14.20 cm	40,000 cm	(鉛容器表面)
3.	9.20 cm	40,000 cm	(線源(シリンダー)表面)
4.	0.10 cm	87,000 cm	(線源上部鉛容器表面)

3. 方法

上記の条件で点減衰核法を用いた遮蔽計算コード“QAD-P5S”を用いて、各評価点での線量率を算出し、鉛厚の評価を行った。

4. 結果

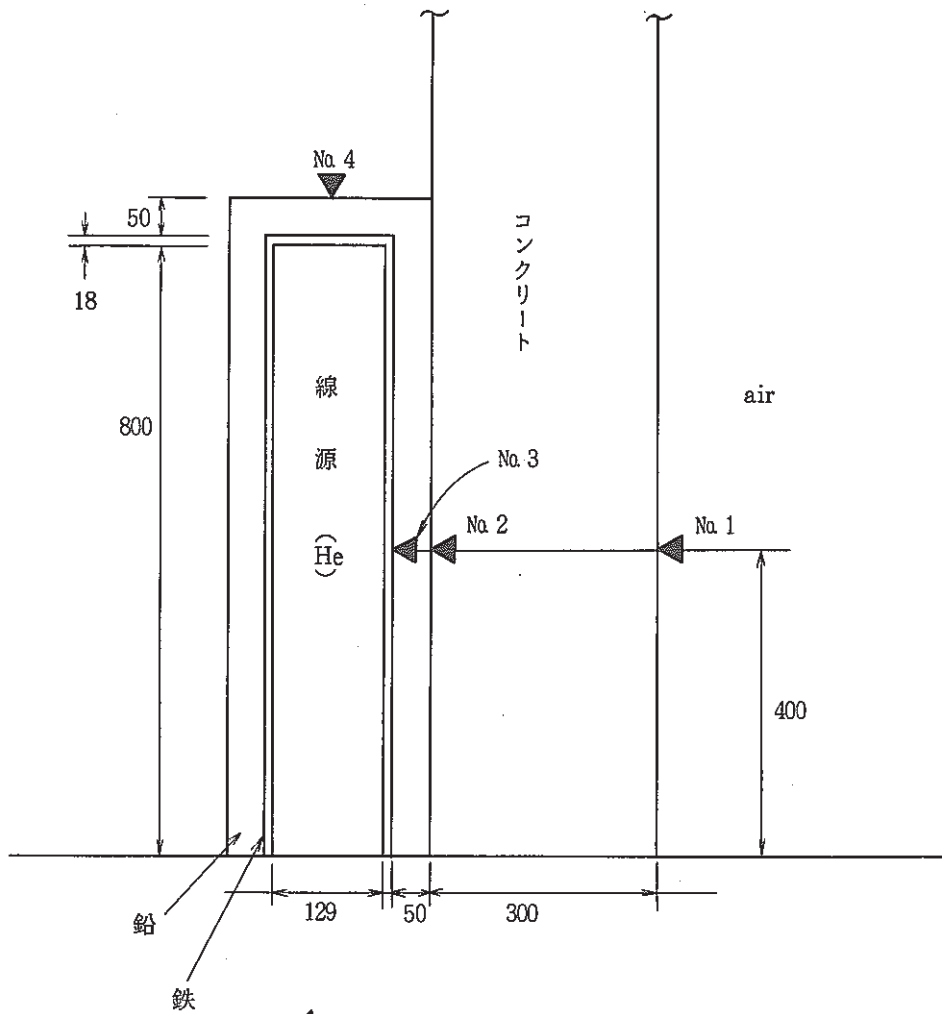
今回の計算に用いたFP核種とその量を表8.6.1に各評価点における線量率を表8.6.2に示す。またCGCS - FP貯蔵シリンダーの遮蔽体系を図8.6.1に示す。

表 8.6.1 FP 貯蔵シリンダー中の放射能量

核種	CGCS-FP 貯蔵シリンダー中の放射能量	
	2 日間放置	18 日間放置
Xe - 135	2.64×10^0 (ci)	—
Xe - 133 m	1.67×10^0	5.05×10^{-3} (ci)
Xe - 133	7.86×10^2	7.76×10^0
Xe - 131 m	6.72×10^0	4.89×10^{-1}
Kr - 88	2.52×10^{-3}	—
Kr - 85 m	7.51×10^{-2}	—
Kr - 85	2.28×10^{-0}	8.87×10^{-1}

表 8.6.2 各評価点における線量率

	評価位置	評価点における線量率 (R/hr)	
		DIRECT BEAM	WITH BUILDUP
2 日放置	1	7.9913×10^{-6}	5.0400×10^{-5}
	2	6.6246×10^{-4}	3.3624×10^{-3}
	3	1.5344×10^0	5.8284×10^0
	4	2.7409×10^{-3}	1.6300×10^{-2}
18 日放置	1	2.8304×10^{-10}	1.1636×10^{-8}
	2	4.3907×10^{-7}	9.2528×10^{-6}
	3	9.8277×10^{-3}	3.4311×10^{-2}
	4	9.8843×10^{-6}	1.3852×10^{-4}



* ◀ は、評価点の位置を示す。

線源部 6B管 (SUS 304 TP スケジュール 106)

外径 165.2 mm

厚み 18.2 mm

容積 10.000 cm³

高さ 76.74 cm ≒ 80 cm

とした。

図 8.6.1 CGCS - FP 貯蔵シリンダー遮蔽体系

8.7 炉心燃料及び反射体引抜時の系統圧損評価について

報告者：沢田（プラント Gr.）

1. 概要

昭和62年6月3日、制御棒下部案内管（3B3）の装荷及び同（3D3）の取出し作業に伴い、炉心燃料6体（内C型特燃1体含む）、制御棒1体、及び外側反射体3体の引抜状態における系統圧損データが「JOYDAS」より得られたので検討を行った。

2. 計算結果

下表に計算結果をまとめて示す。また、関連図書を次のように添付する。

項目 ループ	回 転 数 (rpm)	流 量 (m ³ /h)	揚 程 (mNa)	ポンプ運転限界値 (mNa)
Aループ	118.5	195.0	0.967	0.367
	128.0	213.0	1.096	0.296
Bループ	111.0	192.0	0.779	0.355
	126.0	218.0	0.988	0.282

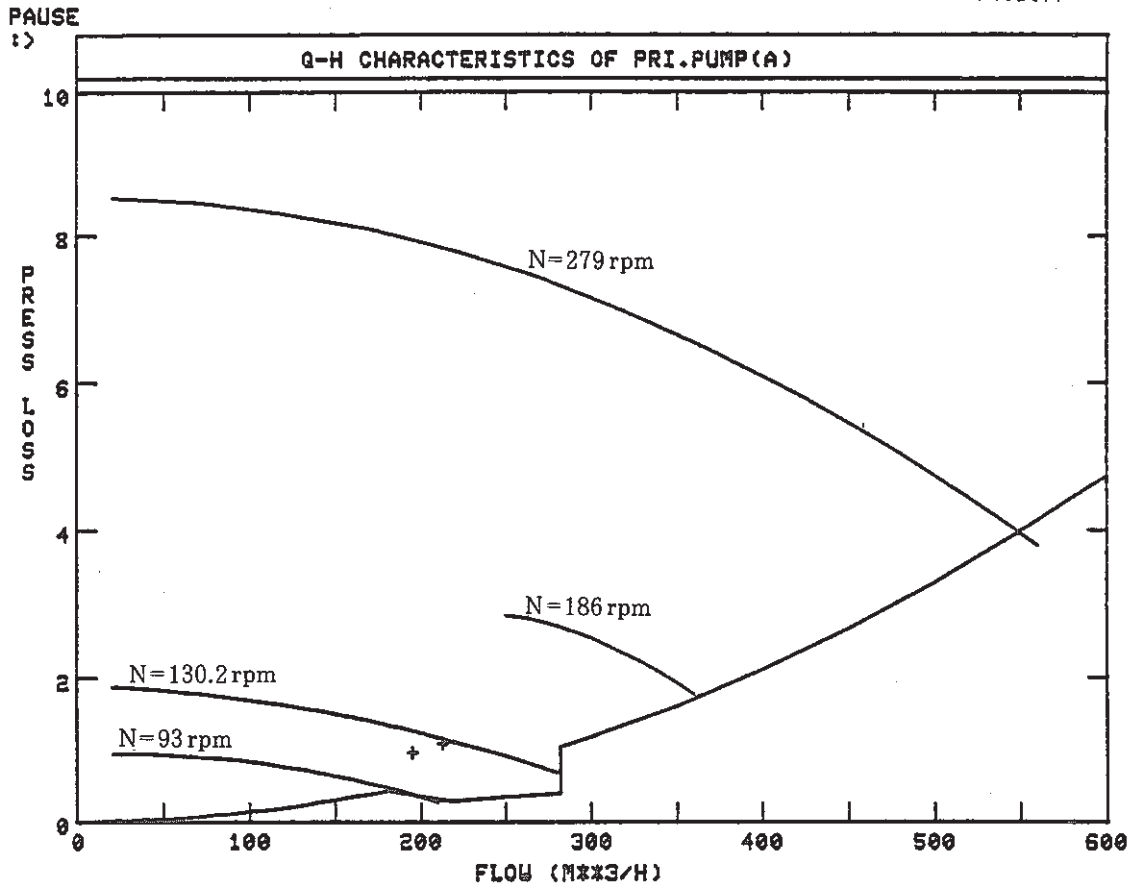
添付資料－1, 2：ポンプQ-H特性 添付資料－4：燃料取替計画書

添付資料－3：系統圧損測定システム計算結果

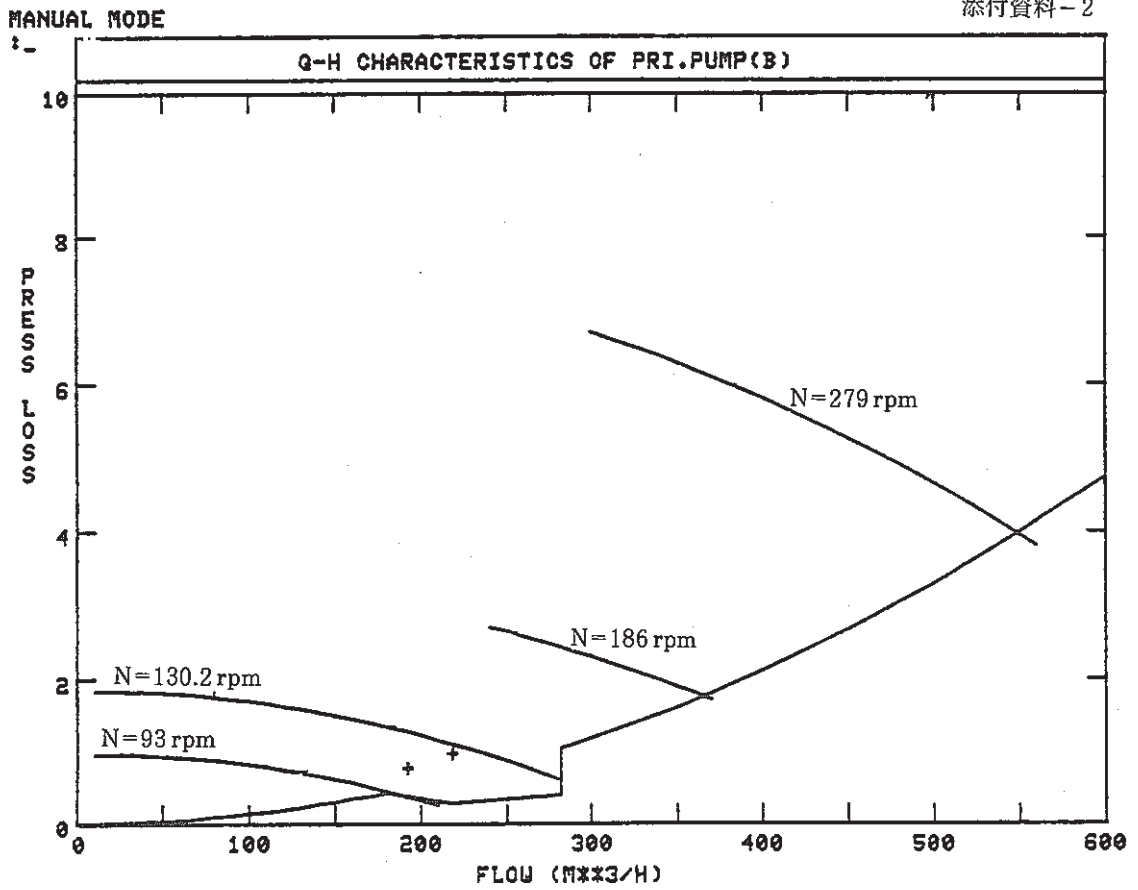
3. 評価

上表から明らかなように、A, Bループの圧損とも「ポンプ運転限界値」の制限値を満足しており、ポンプ健全性上は問題ないことが確認できた。

添付資料-1



添付資料-2



TOTAL PRESSURE LOSS

DATE 1987. 6. 3.
 FUEL (60. 0. 3.)
 TEMP A: 211.9 B: 208.4
 IN LINE 'CCA=LSQPOL(QGA,HA,2)' WARNING--- RESULTS MAY NOT BE SIGNIFICANT---
 IN LINE 'CCA=LSQPOL(QGA,HA,2)'
 A NEARLY SINGULAR MATRIX WAS INVERTED AS PART OF THE COMPUTATION

-- A LOOP --	N	Q	H	HLMT
	118.5	195.0	0.967	0.367
	128.0	213.0	1.096	0.296

RNA IN LINE 'WRITE(FMT3A:RNA,RHA)' OBJECT FOR I/O MUST BE DEFINED
 ** ERROR DETECTED IN LINE 41.00 OF CALCA
 ** CALLED FROM LINE 13.00 OF PUMPGH
 ERROR TERMINATES EXECUTION
 !>

IN LINE 'CCB=LSQPOL(QGB,HB,2)' WARNING--- RESULTS MAY NOT BE SIGNIFICANT---
 IN LINE 'CCB=LSQPOL(QGB,HB,2)'
 A NEARLY SINGULAR MATRIX WAS INVERTED AS PART OF THE COMPUTATION

-- B LOOP --	N	Q	H	HLMT
	111.0	192.0	0.779	0.367 0.367
	126.0	218.0	0.988	0.282

RNB IN LINE 'WRITE(FMT3B:RNB,RHB)' OBJECT FOR I/O MUST BE DEFINED
 ** ERROR DETECTED IN LINE 41.00 OF CALCB
 ** CALLED FROM LINE 14.00 OF PUMPGH
 ERROR TERMINATES EXECUTION
 !>

N: 回転数 (rpm)
 Q: 流量 (m³/h)
 H: 揚程 (mNa)
 HLMT = ポンプ運転限界値 (mNa)

「常陽」燃料取替計画書

(図式注-2-1)

P13-FH5-2C
 6Z-02(訂)

作業期間 62年5月22日 至 62年5月23日

取替理由 制御棒下部束内管(3B3) 抜替及び
 同(3D3) 取り出したため

炉心取替要素名	炉心組立		炉内貯蔵ラップ		記号
	取替前本数	取替後本数	取替前(A,C/B)	取替後(A,C/B)	
炉心燃料	59	60	6/9	5/9	○
制御棒	5	5	1/0	1/0	△
内側反射体	46	46	2/0	2/0	◎
外側反射体(A)	142	142	0/0	0/0	⊙
外側反射体(B) (スラット)	1 (形) 2.3	1 (形) 2.3	1/0	1/0	⊕
中性子源	1	1	0/0	0/0	⊖
特殊燃料	1	0	0/0	1/0	⊙
Mk-1反射体 (形)	21	21	6/0	6/0	⊙
特殊反射体	3	3	0/0	0/0	⊙
Na ₂ SO ₄ 系	11	11			⊙
INTA	1	1	0/0	0/0	⊙
Na ₂ SO ₄ 系	10	10			⊙

炉心取替要素名 炉心組立 炉内貯蔵ラップ 記号

取替前本数 取替後本数 取替前(A,C/B) 取替後(A,C/B)

炉心燃料 59 60 6/9 5/9 ○

制御棒 5 5 1/0 1/0 △

内側反射体 46 46 2/0 2/0 ◎

外側反射体(A) 142 142 0/0 0/0 ⊙

外側反射体(B) (スラット) 1 (形) 2.3 1 (形) 2.3 1/0 1/0 ⊕

中性子源 1 1 0/0 0/0 ⊖

特殊燃料 1 0 0/0 1/0 ⊙

Mk-1反射体 (形) 21 21 6/0 6/0 ⊙

特殊反射体 3 3 0/0 0/0 ⊙

Na₂SO₄ 系 11 11 ⊙

INTA 1 1 0/0 0/0 ⊙

Na₂SO₄ 系 10 10 ⊙

炉心構成図 (取替後)

基準方位 (T・R・O)

特殊要素名称 炉内位置 反応度(推定値) 備考

制御棒燃料用反射体 6C6, 6F6

低速燃料用反射体 7B7

INTA-S 5FZ

8.8 「常陽」運転支援システムにおけるプラント状態予測機能開発の方向性について

報告者：島田（異常監視技術 Gr.）

1. はじめに

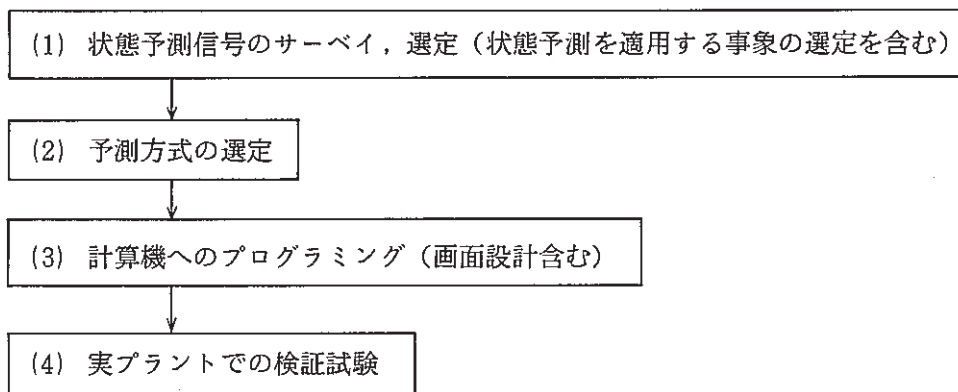
常陽運転支援システムの開発（第Ⅰ期）については、昭和 61 年度に基本計画が策定され、昭和 64 年度をもって信号を接続し、監視を行う様に計画されている。

このメモでは、先の技-61-338「高速実験炉「常陽」運転支援システム、これまでのまとめと開発の進め方について」を受けて、本システムのうち、プラント状態予測機能の開発の方向性について述べると共に、いくつかの状態予測信号の候補例を挙げた。

今後は、更に対象を絞り、予測方式の選定、プログラミング化等を順次行っていく。

2. 開発の全体の流れ

大まかな流れについては以下に示す様になる。



次項以降に各項目について述べる。

3. 状態予測信号のサーベイ，選定について

(1) 状態予測を適用する事象の選定

- ・原子炉設置変更許可申請書，異常時運転マニュアル等より，重大，仮想事故及び技術的に起こり得る反応度事故，機械的事故をサーベイする。

(2) 信号のサーベイ，選定

- ・上記で選定した事象以降変化する信号のうち，運転員に対し事態を安定かつ安全に収束させる操作の助勢となるものを選定する。この時対応する信号にのみ着目するのではなく，その信号に関連する信号も含め実際の時系列的变化もサーベイする必要がある。

…………… (ア)

- ・また事故後の対応が複雑ではなく，事象の推移の予測をあまり必要としないものは基本的に除外するが，直接的に運転員の操作の助勢とはならないまでも，運転員に対しその

後の操作等に有益な情報を与えるものについては考慮の対象とする。 …… (イ)

4. 予測方式の選定

予測方式としては次の2つが挙げられる。

- (1) 予測演算式をプラントコンピュータ内に組み込み、on-lineでとりこまれるデータを基に予測曲線を描く。
 - (2) あらかじめ動特性モデルを用いて求めた予測曲線あるいは過去の実験の際の曲線を数パターンについてプラントコンピュータ内に組み込み、事象の状況に応じ表示すべきパターンを判別し表示させる。
- どちらの場合も、適切な動特性モデルの選定が問題となるが、(1)では計算周期及び予測目標時間を適切に決めないと計算機の容量に影響を与える。(2)の場合は事象の状況を判別する診断機能が必要となる。
 - どちらにしても、信号の種類に応じ効率的な予測方式の選択が必要であろう。事象の状況が多少変わっても曲線があまり変化しないものについては(2)が適切であり、逆の場合には(1)が適切となる。

5. 計算機へのプログラミング

- 計算機へのプログラミングにあたっては、4で述べたことがからむことは言うまでもないが、演算精度の要求と計算機の処理容量の兼ね合いが問題になる。計算周期を上げまた厳密な計算モデルを用いれば、当然精度は上がるが、計算機の容量あるいは拡張するにしてもそれに限度があり、どこで線を引くかが問題となるだろう。
- 画面設計については、S61の基本計画で述べられている様に、事故後の信号の進展をトレンドグラフ状に表す方向が、運転員に対する視認性の点から言って良いと思われる。ただ、予測方式としてどの様なものを選定するかにより影響すると思われるが、それをどの程度の周期で、どの程度の先まで表示させるかが詳細としてつめるべき問題となる。

6. 当面の方針

第1期の開発としては状態予測として考えられるすべての信号を取り込むのではなく、2、3の信号を例として選択し、2項で述べたステップを踏み検証を行うものとする。

下表に状態予測信号の選択例として、異常時運転マニュアル(EPO)等から選んだものを挙げる。当初はここから選ぶのが妥当であろう。

状態予測信号例（異常時運転マニュアル等より）

予 測 対 象 事 象	信 号 名
手動スクラム	主冷却器入口 Na 温度 (ア)
制御棒一本落下	炉容器 Na レベル (ア)
手動制御棒一斉挿入	原子炉出・入口温度 (イ)
一次主ポンプトリップ	O/F タンク温度 (イ)
一次主ポンプスティック事故	O/F 系配管（戻り側）温度 (イ)
二次主ポンプトリップ	崩壊熱 (イ)
主冷却器プロアトリップ	
O/FEMP トリップ	
外部電源喪失事故	
アイソレーション	上記信号以外として 床上，床下圧力・温度 (イ) 安全容器，リークジャケット，一次系 (イ) カバーガスの圧力

*）(ア), (イ)は3-(2)項で述べた分類である。

8.9 FFD・DN法（Bループ）についての中性子検出器交換と特性試験結果の速報

報告者：木下（計測 Gr.）

1. 概要

高速実験炉「常陽」第12サイクル運転終了までに、FFD・DN法（Bループ）検出系の一部において、中性子検出器の特性劣下や故障の兆候を示す異常な計数値が認められた。

このため、高速実験炉「常陽」第6回定検中に中性子検出器を交換し、 $^{241}\text{Am}-\text{Be}$ 中性子源を用いて動作確認および特性試験を実施した。

本報では、速報として、検出器交換内容および特性試験結果の一部について報告する。

2. 方法

(1) 検出器交換方法

R-204室のFFD・DN法（Bループ）減速体系のしゃへい扉を開いて、ケーブルコネクタをはずし、検出孔から検出器を引抜いて、新しい検出器を挿入した。検出器の挿入長については、減速体系の空間部中心と検出器軸方向中心とが、一致するようにした。交換しなかった検出器についても同様に、挿入長を設定した。

(2) 試験方法

① 構成

図8.9.1にFFD・DN法（Bループ）の試験装置の構成を示した。

FFD・DN法（Bループ）は、主にR-204室の減速体系に内蔵される4個の中性子検出器、R-203室のプリアンプ、R-501室のFFD・DN（Bループ）計数装置（以下、計数装置と記す）、および中央制御室のFFD計装盤から構成される。今回の試験では、仮設備として、マルチ・チャンネル・アナライザ（以下、MCAと記す）、オシロスコープ、磁気テープレコーダを計数装置に接続し、計数装置のリニア・アンプ出力信号を入力した。

② 手順

検出器交換後の検出系動作確認、特性試験は、減速体系の上面に $^{241}\text{Am}-\text{Be}$ 中性子源100 mCiを設置し、計数装置、MCAを用いて次の試験を実施した。

(i) パルス波高分布特性試験

計数装置において中性子検出器の高圧電圧を印加し、オシロスコープを用いてゲインを調整した。なお、高圧電圧値はメーカー推奨値より、 ^{10}B 検出器は750V、 BF_3 検出器は1600Vと設定した。ゲインの調整は、熱中性子によるパルスが8V以下となるように行った。

調整後、MCAを用いて中性子線源の有無による各検出器からの信号をパルス波高

分析し、検出器の動作確認を行った。

(ii) プラトー特性試験

計数装置において印加電圧を変化させ、スケーラにより各検出器の計数率を測定した。

(iii) ディスクリ特性試験

計数装置においてシングル・チャンネル・アナライザ（以下、SCAと記す）のディスクリレベルを変化させ、スケーラにより中性子線源の有無の場合の各検出器の計数率を測定した。なお、検出器の印加電圧値は、プラトー特性試験により決定した電圧値とした。

3. 結果と考察

(1) 検出器交換結果を表 8.9.1 に示した。

(2) ^{10}B 検出器, BF_3 検出器による熱中性子およびバックグラウンドのパルス波高分布の一例を図 8.9.2, 図 8.9.3 に示した。この結果より, ^{10}B 検出器, BF_3 検出器が, それぞれ本来の特有なスペクトルを有していることが観測でき, 検出器交換後の正常作動を確認できた。

(3) ^{10}B 検出器, BF_3 検出器のプラトー特性の一例を図 8.9.4 に示した。プラトー特性試験結果では, ^{10}B 管は, 700 ~ 780 V, BF_3 管は 1500 ~ 1700 V において印加電圧の変化に対し, 計数率の変化が最も少なくなっている。

したがって, 各検出器の印加電圧は, この範囲で設定するのが適切であるため, ^{10}B 検出器については 750 V, BF_3 検出器については, 1600 V を以後の設定とした。

(4) ^{10}B 検出器, BF_3 検出器のディスクリ特性の一例を図 8.9.5 に示した。ディスクリ特性試験結果では, ^{10}B 検出器は, SCA の LLD (ロア・レベル・ディスクリ) を 0.1 V 付近に, ULD (アッパ・レベル・ディスクリ) を 5.0 V 付近に, また BF_3 検出器は, SCA の LLD を 1 V 付近に, ULD を 6 V 付近に設定すればよいことがわかった。

なお, ディスクリレベルの決定については, 出力定格運転時のバックグラウンド測定を行った結果により行うものとする。

表 8.9.1 交換後の検出器

チャンネル* No.	検出器	熱中性子束感 度 [CPS]	メーカー	型 式 (シリアル番号)	備 考
ch. 1	^{10}B 比例計数管	4	ロイター ストークス	RS-P7-0812-117 (Z8765)	継 続
ch. 2	^{10}B 比例計数管	5.48	ロイター ストークス	RS-P7-0812-117 (E11641)	今回交換
ch. 3	BF_3 比例計数管	1	LND INC	20266 (70737)	今回交換
ch. 4	BF_3 比例計数管	14	LND INC	2026 (70736)	今回交換

* チャンネルNo. は, 減速体系の扉側(図 8.9.1 の A 方向)から見て, 左から, 1, 2, 3, 4 と付番している。

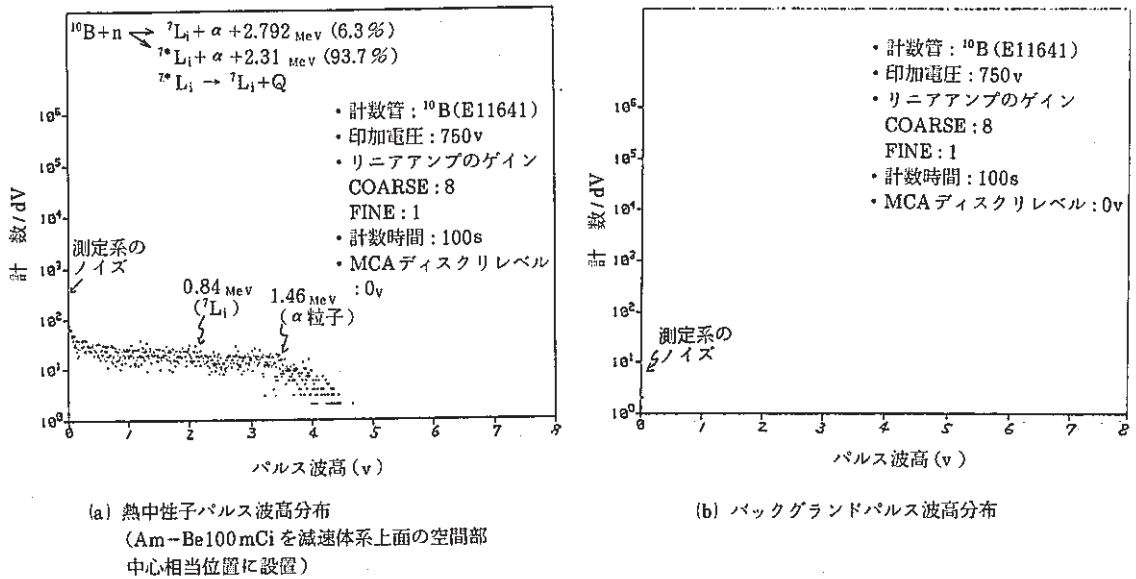


図 8.9.2 ^{10}B 検出器 (ch 2) によるパルス波高分布

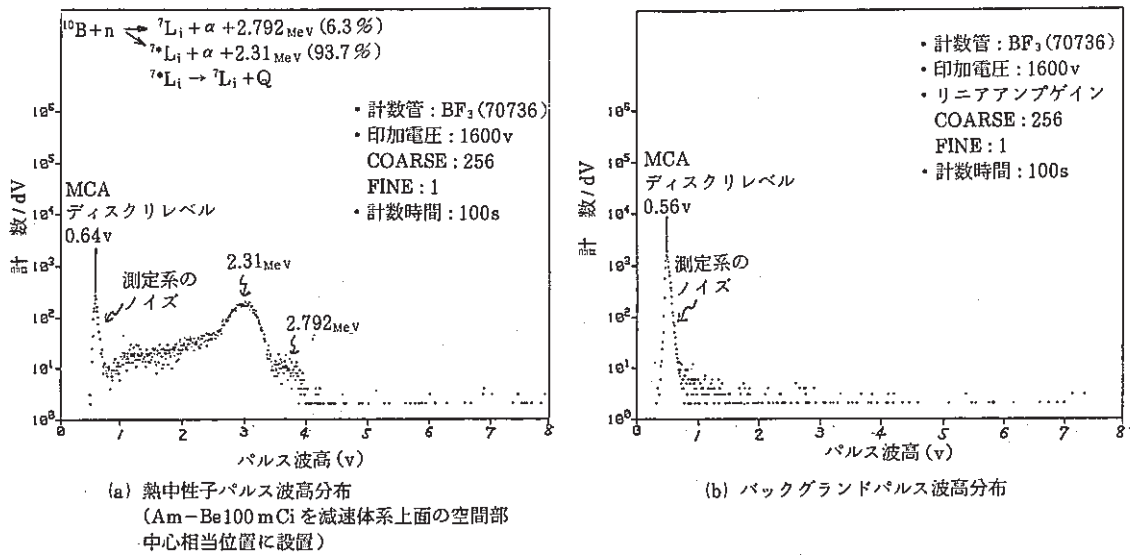


図 8.9.3 BF_3 検出器 (ch 4) によるパルス波高分布

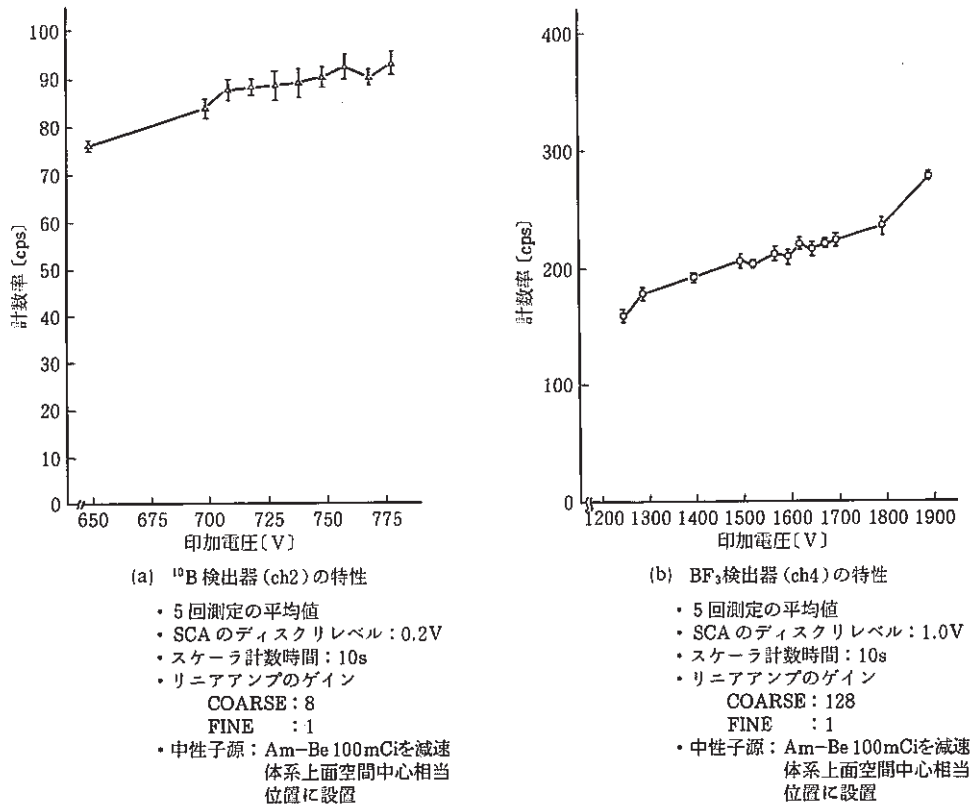


図 8.9.4 プラトー特性曲線

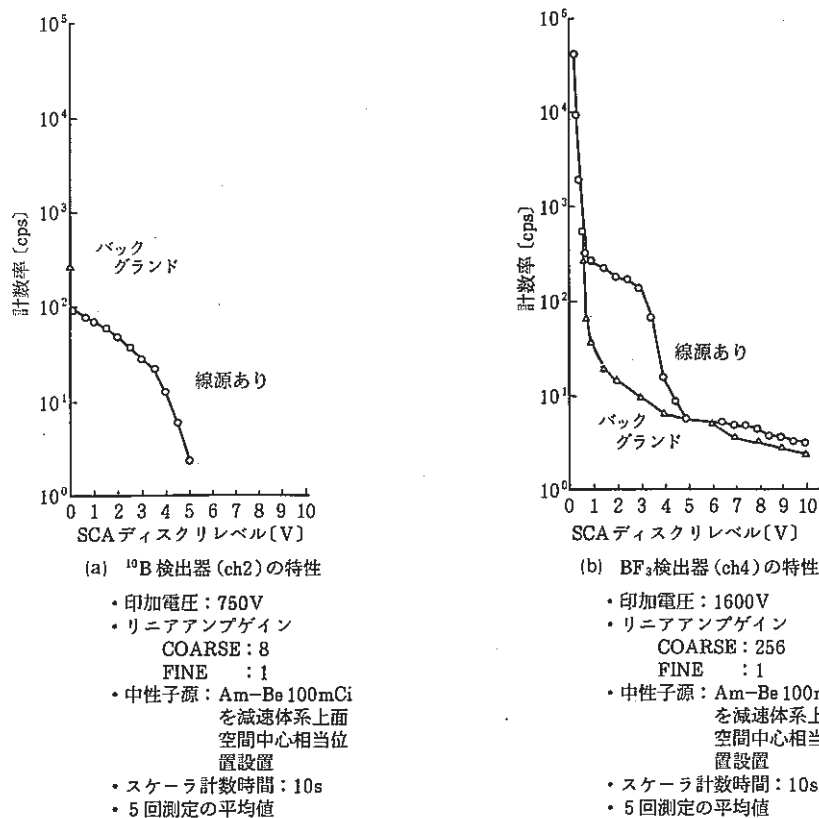


図 8.9.5 ディスクリ特性曲線

9. 高速実験炉における中性子束・ガンマ線の測定と解析

本章は、高速実験炉「常陽」において実施された中性子束・ガンマ線の測定データ等の解析により得られた成果の報告をまとめたものである。

9.1 II-02 フラックスモニターの中性子照射量測定結果

報告者：佐久間（計測 Gr.）

1. 概要

サーベイランス試験のため、「常陽」の燃料貯蔵ラックにおいて照射された照射リグ II-02 の中性子照射量を評価するため、II-02 に装荷されたフラックスモニターの反応率よりスペクトルアンフォールディングを行い Total, 1.0 MeV 以上, 0.1 MeV 以上の各積算量、及び損傷量を測定した。

2. 条件

(1) II-02 の照射期間及び積算熱出力

MK-I 炉心臨界～MK-II 炉心第 9 サイクル

積算熱出力： 7.93804×10^4 MWd

(2) II-02 の装荷位置

MK-I 炉心臨界～MK-II 炉心第 5 サイクル：R-5

MK-II 炉心第 6 サイクル～MK-II 炉心第 9 サイクル：R-10

(3) フラックスモニターの種類

Fe, Ni, Cu (全て, $0.127 \phi \times 0.5$ t cm)

3. 方法

照射リグ II-02 に装荷されたフラックスモニターの実測反応率, ENDF/B-V より作成した断面積ライブラリー, “DOT 3.5” による中性子スペクトル等を用いて, スペクトルアンフォールディングコード “NEUPAC-JLOG” により, 中性子束 ($n/cm^2 \cdot sec$), 損傷率 (dpa/sec) を測定した。

4. 結果

積算照射量を表 9.1.1 に示す。また, 積算照射量の軸方向分布を図 9.1.1～図 9.1.4 に示す。

表 9.1.1 積算照射量及び損傷量

キャプセル	ϕ TOTAL (n/cm ²)	$\phi > 1.0$ MeV (n/cm ²)	$\phi > 0.1$ MeV (n/cm ²)	ϕ DPA (dpa)
H 46	4.19×10^{21} (1.01)	8.06×10^{18} (3.64)	6.00×10^{20} (1.72)	2.19×10^{-1} (1.53)
H 47	4.70×10^{21} (1.01)	1.65×10^{19} (3.64)	7.23×10^{20} (1.72)	2.97×10^{-1} (1.52)
H 48	5.48×10^{21} (1.02)	2.63×10^{19} (3.64)	8.48×10^{20} (1.71)	3.52×10^{-1} (1.07)
H 49	5.63×10^{21} (1.02)	3.50×10^{19} (3.68)	9.63×10^{20} (1.71)	3.95×10^{-1} (1.51)
H 50	6.01×10^{21} (1.02)	4.24×10^{19} (3.67)	1.05×10^{21} (1.71)	4.27×10^{-1} (1.51)
H 51	6.12×10^{21} (1.02)	4.49×10^{19} (3.65)	1.08×10^{21} (1.71)	4.37×10^{-1} (1.51)
H 52	6.19×10^{21} (1.02)	4.60×10^{19} (3.65)	1.07×10^{21} (1.71)	4.37×10^{-1} (1.51)
H 53	6.04×10^{21} (1.02)	4.43×10^{19} (3.65)	1.02×10^{21} (1.71)	4.18×10^{-1} (1.51)
H 54	5.59×10^{21} (1.01)	3.77×10^{19} (3.61)	9.13×10^{20} (1.71)	3.76×10^{-1} (1.51)
H 55	4.98×10^{21} (1.01)	2.70×10^{19} (3.64)	7.54×10^{20} (1.72)	3.15×10^{-1} (1.51)

誤差は、各々 () $\times 10\%$ 。ただし、 1σ 。

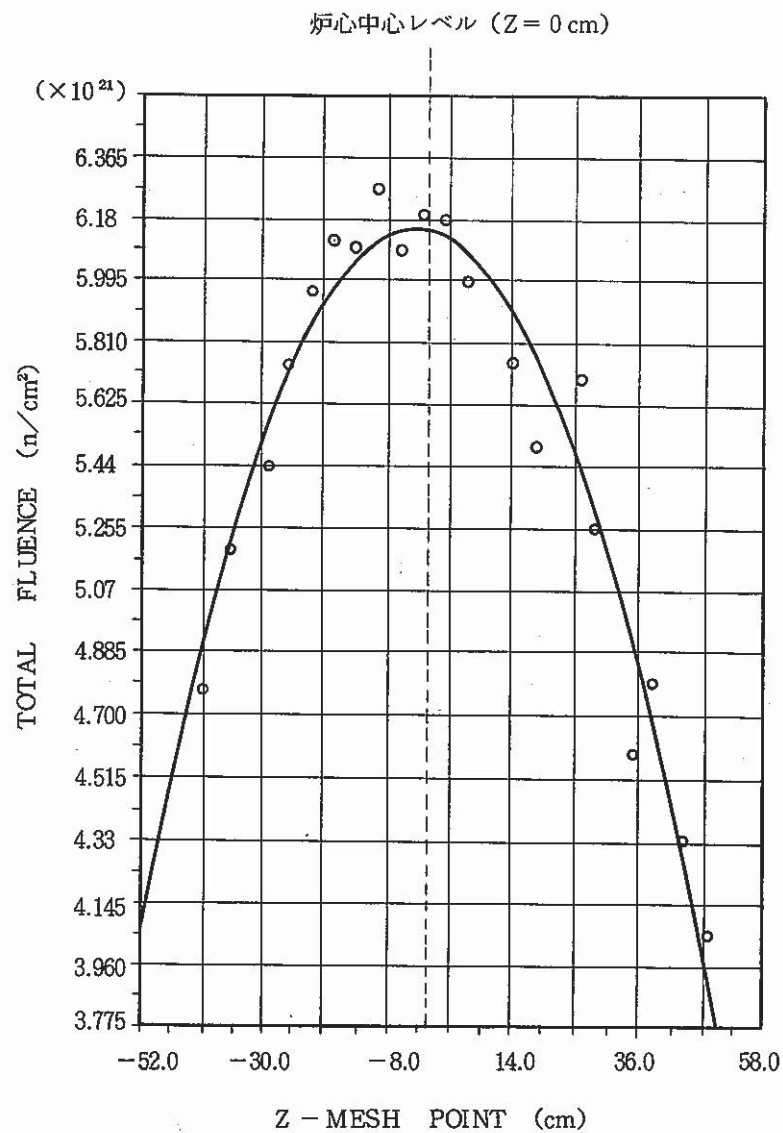


図 9.1.1 積算中性子照射量の軸方向分布
(全中性子の積算照射量)

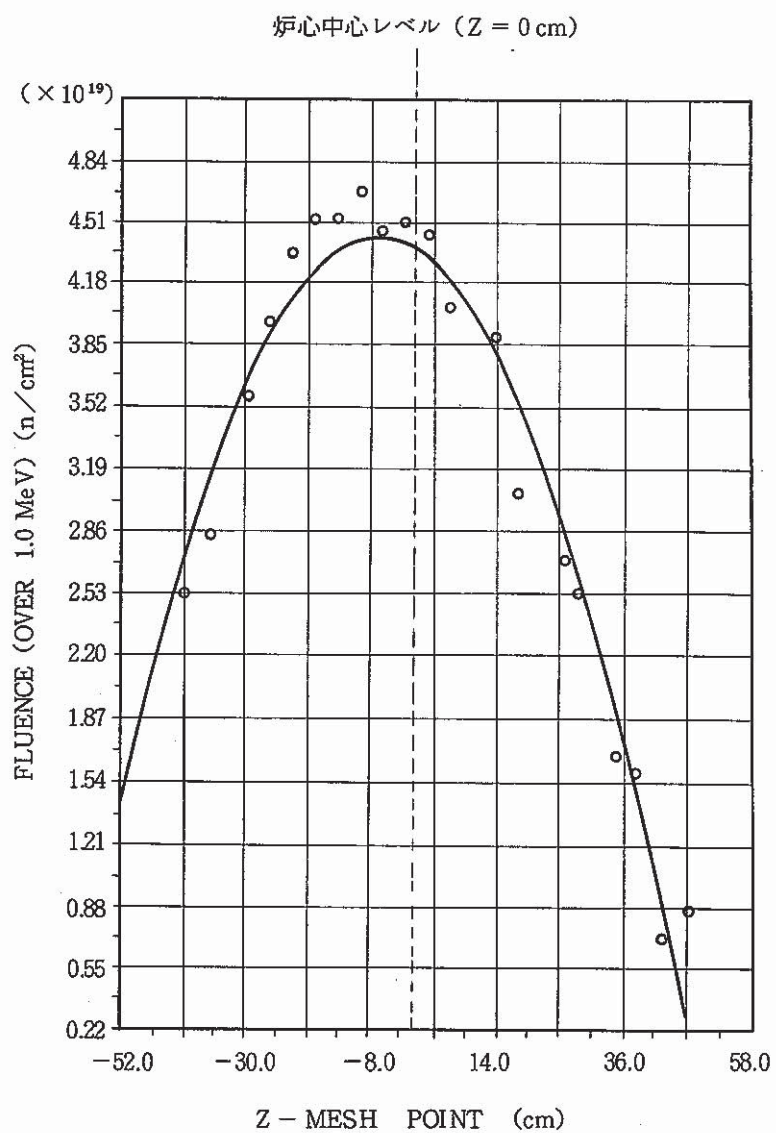


図 9.1.1 積算中性子照射量の軸方向分布
(1.0 MeV以上の積算照射量)

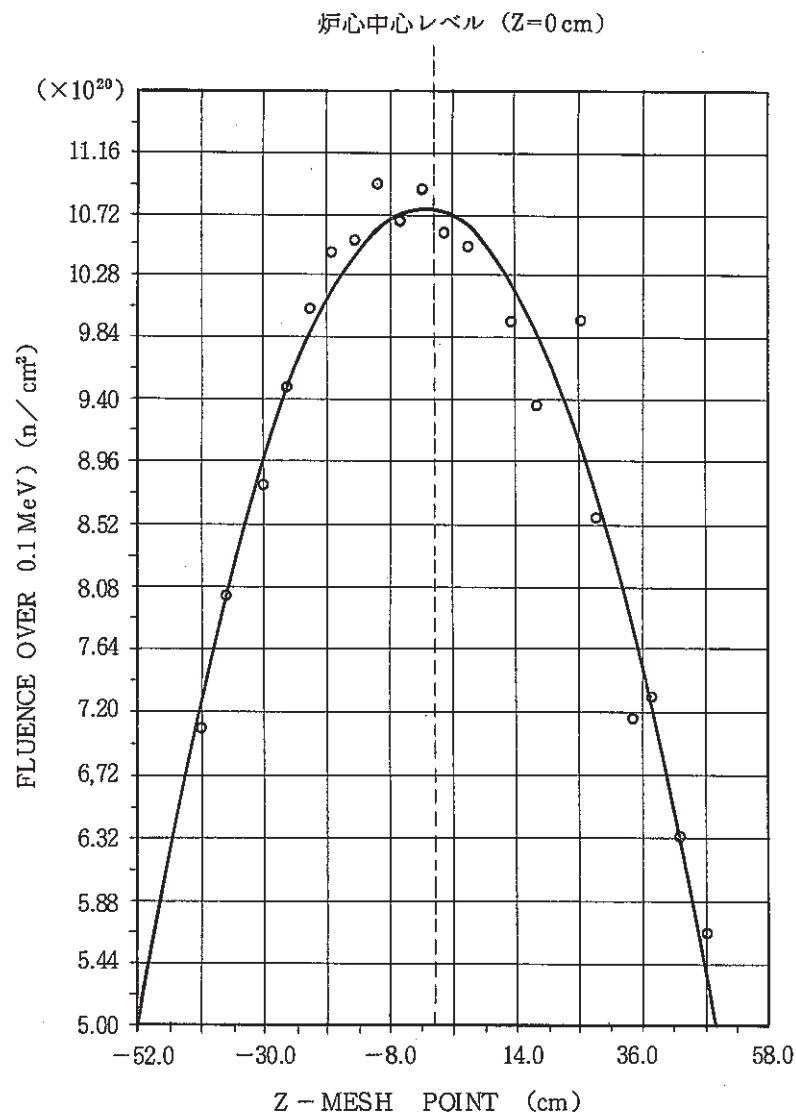


図 9.1.3 積算中性子照射量の軸方向分布
(0.1MeV以上の積算照射量)

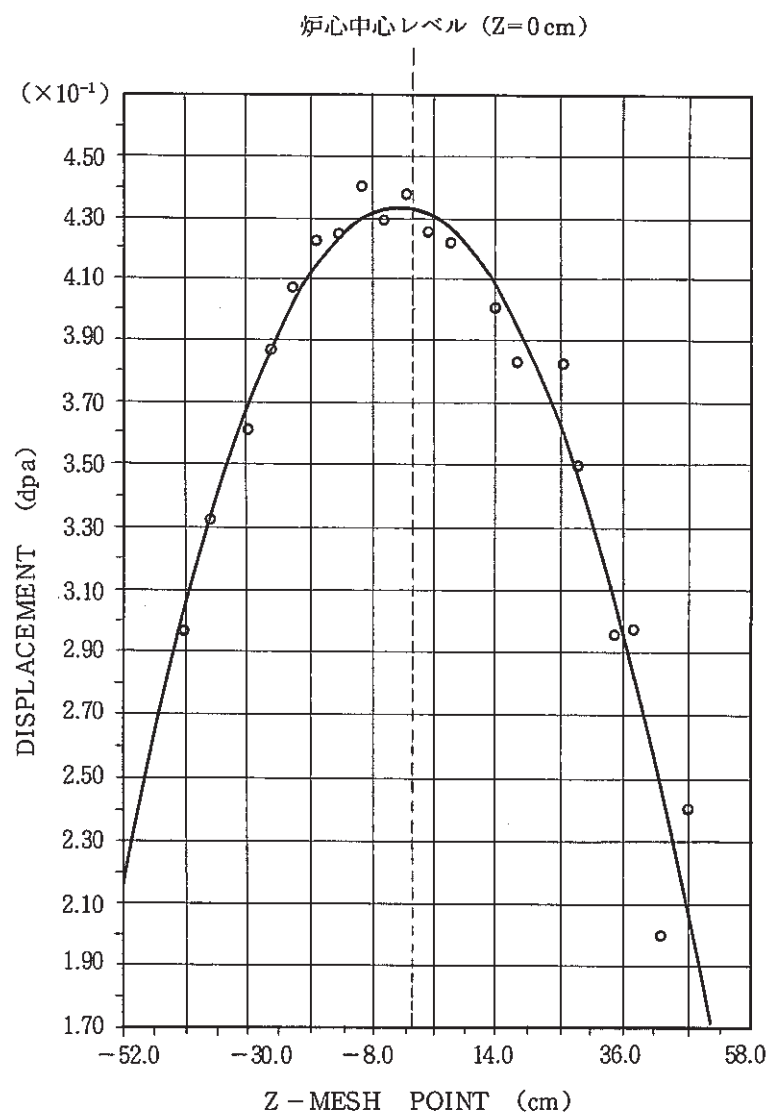


図 9.1.4 積算中性子照射量の軸方向分布
(フェライト鋼に対する損傷数)

9.2 C1J ドジメータの反応率測定結果

報告者：佐久間，柁井（計測 Gr.）

1. 概要

「常陽」のMK-II 炉心において照射された，C1J（C型特殊燃料集合体）の中性子照射量を評価するため，C1J に装荷されたドジメータの反応率を測定した。

2. 条件

(1) C1J の照射期間及び積算熱出力

MK-II 炉心第1～第4サイクル

1983年8月10日～1984年8月17日

積算熱出力：17,777 MWd

(2) C1J の装荷された炉心アドレス

2E2（炉心2列目）

(3) ドジメータの種類

Fe, Ni, Cu, Ti, Ta^{*}, Co^{*}, Sc^{**}, Np^{**}, Eu^{**}, Du^{**}, Th^{**}

* Ta-V, Co-Alの化合物

** Vキャプセルに封入

3. 方法

「常陽」ドシメトリシステムによる γ 線スペクトロスコピーから得られたピークカウント及び検出効率，JOYDASの炉出力履歴等を用い，反応率計算コードにより各反応率を測定した。

4. 結果

C1Jドジメータの放射化量及び反応率の測定結果を，各々表9.2.1及び表9.2.2に示す。また，反応率の軸方向分布を図9.2.1に示す。

表 9.2.1 放射化量測定結果

ドシメータ	反 応	放射化量 (decay/sec/g)			
		D 314 (+275 mm)	D 313 (0 mm)	D 312 (-275 mm)	D 311 (-1557 mm)
Fe	$^{54}\text{Fe} (n, p) ^{54}\text{Mn}$	2.962×10^9 (2.32)	6.459×10^9 (2.32)	4.900×10^9 (2.32)	* - (-)
Ni	$^{58}\text{Ni} (n, p) ^{58}\text{Co}$	1.050×10^{11} (2.69)	3.279×10^{11} (2.58)	1.625×10^{11} (2.62)	* - (-)
Cu	$^{63}\text{Cu} (n, \alpha) ^{60}\text{Co}$	4.028×10^7 (2.79)	1.482×10^8 (2.78)	7.193×10^7 (2.78)	4.371×10^5 (2.75)
Co	$^{59}\text{Co} (n, \gamma) ^{60}\text{Co}$	1.018×10^9 (3.39)	5.474×10^8 (2.78)	1.573×10^9 (3.38)	4.616×10^7 (2.79)
Ti	$^{46}\text{Ti} (n, p) ^{46}\text{Sc}$	1.268×10^9 (2.61)	4.587×10^9 (2.52)	2.320×10^9 (2.55)	* - (-)
Ta	$^{181}\text{Ta} (n, \gamma) ^{182}\text{Ta}$	4.872×10^9 (2.75)	4.925×10^9 (2.76)	6.733×10^9 (2.75)	2.451×10^8 (3.60)
Sc	$^{45}\text{Sc} (n, \gamma) ^{46}\text{Sc}$	5.498×10^{11} (2.37)	4.505×10^{11} (2.38)	8.461×10^{11} (2.37)	1.508×10^{10} (2.54)

() 内は1 σ %誤差

表 9.2.2 反応率測定結果

ドシメータ	反 応	反応率 $\times 10^{24}$ (reaction/sec/atom/100 MWt)			
		D 314 (+275 mm)	D 313 (0 mm)	D 312 (-275 mm)	D 311 (-1557 mm)
Fe	$^{54}\text{Fe} (n, p) ^{54}\text{Mn}$	1.699×10^{13} (2.89)	3.707×10^{13} (2.88)	2.812×10^{13} (2.88)	* - (-)
Ni	$^{58}\text{Ni} (n, p) ^{58}\text{Co}$	2.618×10^{13} (2.69)	8.174×10^{13} (2.58)	4.050×10^{13} (2.62)	* - (-)
Cu	$^{63}\text{Cu} (n, \alpha) ^{60}\text{Co}$	1.031×10^{11} (2.79)	3.795×10^{11} (2.78)	1.841×10^{11} (2.78)	1.119×10^9 (2.75)
Co	$^{59}\text{Co} (n, \gamma) ^{60}\text{Co}$	2.764×10^{14} (3.39)	1.487×10^{14} (2.78)	4.273×10^{14} (3.38)	1.254×10^{13} (3.01)
Ti	$^{46}\text{Ti} (n, p) ^{46}\text{Sc}$	2.257×10^{12} (2.88)	8.160×10^{12} (2.80)	4.128×10^{12} (2.82)	* - (-)
Ta	$^{181}\text{Ta} (n, \gamma) ^{182}\text{Ta}$	3.268×10^{15} (2.75)	3.304×10^{15} (2.76)	4.516×10^{15} (2.75)	1.644×10^{14} (3.60)
Sc	$^{45}\text{Sc} (n, \gamma) ^{46}\text{Sc}$	7.746×10^{13} (2.37)	6.347×10^{13} (2.38)	1.192×10^{14} (2.37)	2.124×10^{12} (2.54)

() 内は1 σ %誤差

*は有意なピークが認められなかったものである。

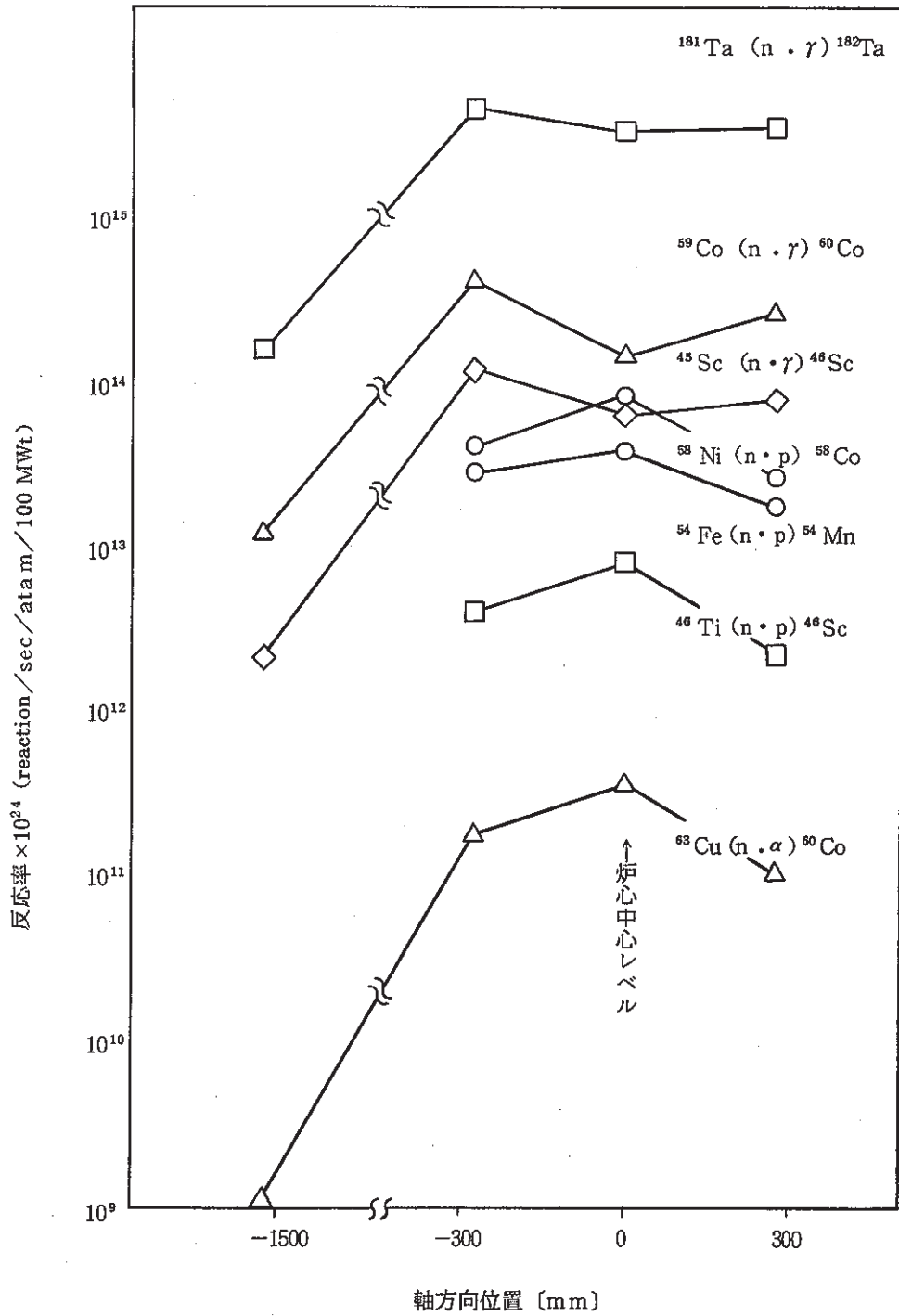


図 9.2.1 反応率の軸方向分布

9.3 AMIR-1 の中性子照射量測定結果

報告者：佐久間（計測 Gr.）

1. 概要

「常陽」MK-II 炉心において照射された AMIR-1（制御棒材料照射用反射体）の中性子照射量を評価するため、AMIR-1 に装荷されたドシメータの反応率よりスペクトルアンフォールディングを行い Total, 1.0 MeV 以上, 0.1 MeV 以上の各積算量, 及び損傷量を測定した。

2. 条件

(1) AMIR-1 の照射期間及び積算熱出力

MK-II 炉心第 3 サイクル～MK-II 炉心第 7 サイクル

1984 年 4 月 19 日～1985 年 4 月 27 日

積算熱出力：21.960 MWd

(2) AMIR-1 の装荷された炉心アドレス

6 C 6（炉心 6 列目）

(3) ドシメータの種類

Fe, Cu, Ni, Ti, Ta-Al, Co-Al, Nb, EU*, NU*

*：V キャプセルに封入

3. 方法

AMIR-1 に装荷されたドシメータの実測反応率, ENDF/B-V より作成した断面積ライブラリー“DOT 3.5”による中性子スペクトル等を用いてスペクトルアンフォールディングコード“NEUPAC-JLOG”により中性子束 ($n/cm^2 \cdot sec$), 損傷率 (dpa/sec) を測定した。

4. 結果

積分中性子束, 積算照射量をそれぞれ表 9.3.1, 表 9.3.2 に示す。

表9.3.1 積分照射率

キャプセル No.	DA011 No. 1*	DA012 No. 3	DA013 No. 6
ϕ total	1.45×10^{15} (10.37)	1.34×10^{15} (10.46)	1.43×10^{15} (10.45)
$\phi > 1.0$ MeV	1.12×10^{14} (16.45)	6.98×10^{13} (17.48)	9.99×10^{13} (17.95)
$\phi > 0.1$ MeV	7.94×10^{14} (13.13)	6.52×10^{14} (13.65)	7.80×10^{14} (13.33)
ϕ dpa/sec	3.34×10^{-7} (10.39)	2.63×10^{-7} (11.09)	3.19×10^{-7} (10.81)

() 内は σ %誤差である。

*はキャプセルの装荷されたコンパートメント

ϕ total	}	n/cm ² /sec/100 MWt
$\phi > 1.0$ MeV		
$\phi > 0.1$ MeV		
ϕ dpa/sec		dpa/sec/100 MWt

表9.3.2 積分照射量

キャプセル No.	DA011 (No. 1)*	DA012 (No. 3)	DA013 (No. 6)
ϕ total	2.75×10^{22} (10.37)	2.54×10^{22} (10.46)	2.71×10^{22} (10.45)
$\phi > 1.0$ MeV	2.13×10^{21} (16.45)	1.32×10^{21} (17.48)	1.90×10^{21} (17.95)
$\phi > 0.1$ MeV	1.51×10^{22} (13.13)	1.27×10^{21} (13.65)	1.48×10^{22} (13.33)
ϕ DPA	6.34×10^0 (10.39)	4.99×10^0 (11.09)	6.05×10^0 (10.81)

() 内は1 σ %誤差である。

*はキャプセルの装荷されたコンパートメント

ϕ total	}	(n/cm ²)
$\phi > 1.0$ MeV		
$\phi > 0.1$ MeV		
ϕ DPA		dpa

10. 計算機コード・マニュアルの作成と整備

本章は、実験炉部技術課において運用、管理している計算コードの取扱い説明等を示した報告をまとめたものである。

10.1 崩壊熱簡易計算及び編集システムの作成

報告者：原（炉心・運転計画 Gr.）

1. 目的

崩壊熱測定装置の検証を行うに当たって、サーベイの条件に適した集合体を選定することが必要である。それには測定日に於ける各集合体の保管場所、燃焼度、崩壊熱等の情報が必要であるが、現在の所、複数のファイルに情報が分散している。また、崩壊熱に関しては集合体1体ずつ多くの入力データを使用して、“FPGS-3.5”を用いて計算しなければならない。そこで集合体毎の崩壊熱の簡易計算手法を試み、更に測定日を入力するだけで即、全集合体の測定日に於ける保管場所、燃焼度、崩壊熱等の計算を行い一覧表を出力するシステムを作成したので報告する。

2. 方法

本システムの流れ図を図10.1.1に表す。崩壊熱の簡易計算手法としては、燃焼度毎、列毎の崩壊熱を“FPGS-3.5”を用いて崩壊熱テーブルファイルを作成しておき、集毎体毎に作成したテーブルファイルに対し、列別に燃焼度と冷却期間で内挿して算出する方法とした。またその集合体の履歴に対し、定検の補正係数が必要であることがわかったので内蔵した。

3. 計算結果の評価

表10.1.1に本システムの実行結果の出力例（一部）を示す。

PFD 115 及び PFD 129 について“FPGS-3.5”による詳細計算と比較したが、冷却期間を通じて最大で1.8%程度の過大評価であった。しかし簡易手法のずれは冷却期間100日目がピークであること、集合体全体のおおよその一覧表を即、出力するという目的を考えると現状ではこれで十分と考える。今後はニーズに応じて精度評価、編集機能の充実化等を行ってゆく。

またCPUは13秒以内、COREも1MByte以内であるので十分会話型処理が可能である。

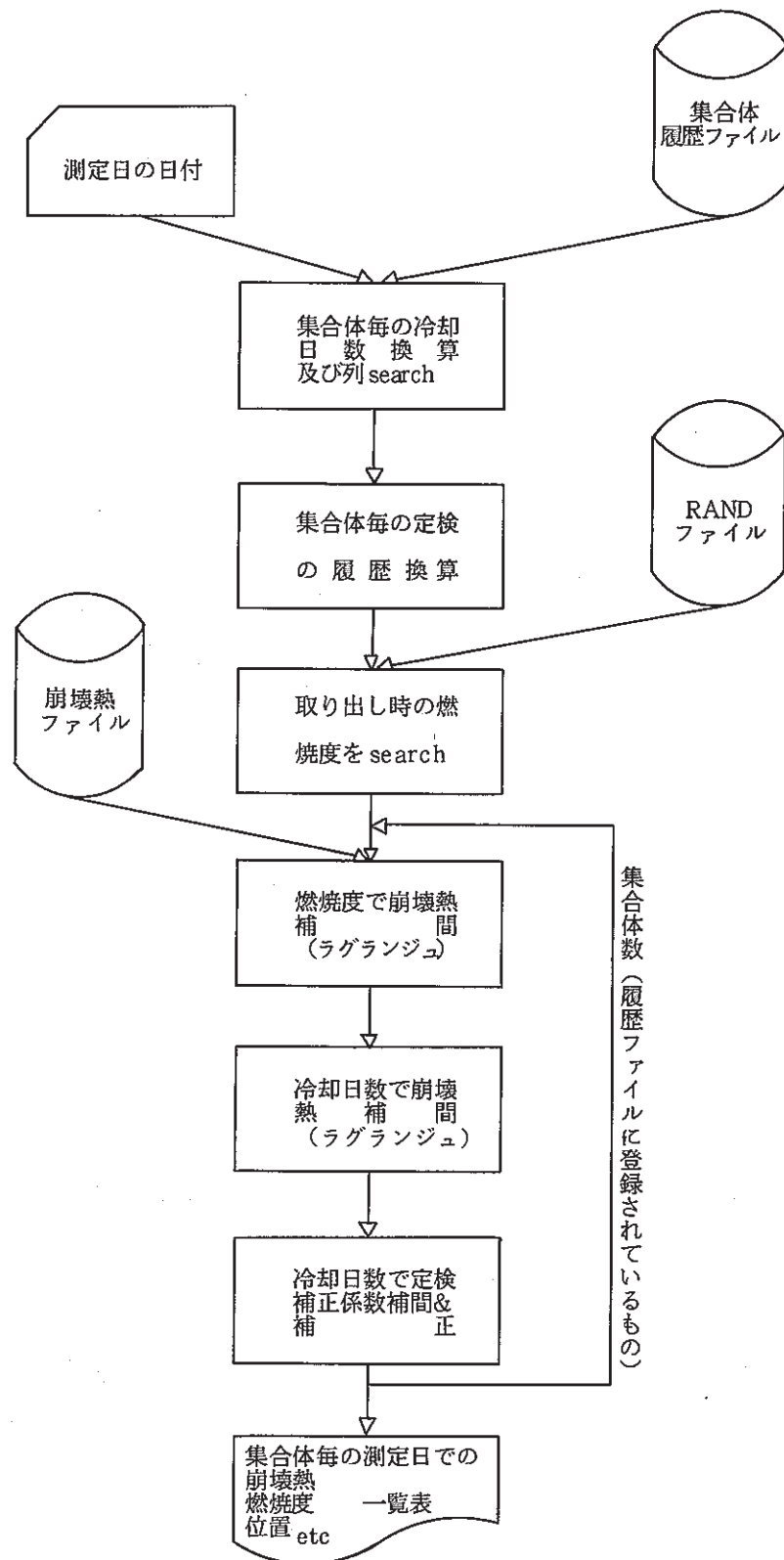


図 10.1.1 崩 熱簡易計算編集システム流れ図

MEASUREMENT '87 6/27 ASSEMBLY HISTORY BURN-UP & DECAY HEAT

表10.1.1 出力例

NO.	ASSEM NAME	ADDRESS	DISCHARGE CYCLE	YY MMDD	MEASUREMENT REGION	LOCATION	COOLING TIME(DAY)	BURN-UP (MWD/T)	DECAY HEAT (KW)
1	PF0001	000	3	'84 620	EXTR		1102.000	0.31705E+05	0.045
2	PF0002	2E2	7	'85 5 7	POOL	14-07	781.000	0.30341E+05	0.070
3	PF0003	1B1	1	'83 10 2	EXTR		1364.000	0.13708E+05	0.013
4	PF0004	5D4	7	'85 1115	POOL	13-06	589.000	0.34124E+05	0.106
5	PF0005	1D1	2	'84 314	POOL	21-02	1200.000	0.21999E+05	0.041
6	PF0006	5E4	7	'85 1115	POOL	13-07	589.000	0.34795E+05	0.107
7	PF0007	1F1	1	'83 10 2	POOL	21-03	1364.000	0.13700E+05	0.013
8	PF0008	2A1	1	'83 10 3	POOL	20-24	1363.000	0.11959E+05	0.012
9	PF0009	2A2	4	'84 825	POOL	18-05	1036.000	0.34084E+05	0.057
10	PF0010	2B1	0	'83 7 8	EXTR		1450.000	0.46275E+04	0.009
11	PF0011	2B2	4	'84 826	POOL	16-04	1035.000	0.33932E+05	0.057
12	PF0012	2C1	3	'84 620	POOL	18-02	1102.000	0.26680E+05	0.046
13	PF0013	2C2	4	'84 826	POOL	16-03	1035.000	0.34395E+05	0.057
14	PF0014	2D1	5	'84 1112	POOL	14-05	957.000	0.40247E+05	0.075
15	PF0015	2D2	3	'84 620	POOL	18-01	1102.000	0.27333E+05	0.046
16	PF0016	2E1	4	'84 826	POOL	17-05	1035.000	0.33127E+05	0.056
17	PF0017	2E2	0	'83 7 8	POOL	20-01	1450.000	0.47353E+04	0.009
18	PF0018	2F1	5	'84 1111	EXTR		958.000	0.40183E+05	0.075
19	PF0019	2F2	2	'84 315	POOL	03-25	1199.000	0.19592E+05	0.038
20	PF0020	3A1	4	'84 825	POOL	17-02	1036.000	0.28761E+05	0.050
21	PF0021	3A2	2	'84 4 9	POOL	20-03	1174.000	0.17901E+05	0.035
22	PF0022	3B1	3	'84 620	POOL	19-02	1102.000	0.22831E+05	0.041
23	PF0023	3B2	5	'84 1112	POOL	14-02	957.000	0.37135E+05	0.071
24	PF0024	3C1	6	'85 2 5	POOL	14-10	872.000	0.40421E+05	0.087
25	PF0025	3C2	2	'84 4 8	POOL	20-02	1175.000	0.18160E+05	0.036
26	PF0026	3D1	1	'83 10 3	POOL	19-24	1363.000	0.10614E+05	0.012
27	PF0027	3A2	7	'85 5 7	POOL	15-07	781.000	0.43844E+05	0.093
28	PF0028	3E1	2	'84 315	POOL	18-24	1199.000	0.16495E+05	0.034
29	PF0029	3E2	6	'85 2 4	EXTR		873.000	0.44034E+05	0.092
30	PF0030	3F1	3	'84 620	POOL	19-03	1102.000	0.23222E+05	0.041
31	PF0031	3F2	4	'84 825	POOL	17-04	1036.000	0.30995E+05	0.053
32	PF0032	4A1	3	'84 620	POOL	19-05	1102.000	0.18408E+05	0.035
33	PF0033	4A2	7	'85 1116	POOL	13-03	588.000	0.40655E+05	0.121
34	PF0034	4A3	2	'84 315	POOL	22-01	1199.000	0.14540E+05	0.031
35	PF0035	4A4	5	'84 1111	POOL	15-02	958.000	0.30397E+05	0.061
36	PF0036	4B1	7	'85 11 2	EXTR		602.000	0.36784E+05	0.109
37	PF0037	4B2	6	'85 2 5	POOL	13-01	872.000	0.35370E+05	0.078
38	PF0038	4B3	1	'83 10 3	POOL	02-25	1363.000	0.94438E+04	0.012
39	PF0039	4B4	3	'84 620	POOL	18-03	1102.000	0.20125E+05	0.037
40	PF0040	4B1	7	'85 1116	POOL	13-02	588.000	0.32873E+05	0.103
41	PF0041	4C2	5	'84 1112	POOL	14-03	957.000	0.30184E+05	0.061
42	PF0042	4C3	2	'84 4 8	POOL	20-04	1175.000	0.15419E+05	0.032
43	PF0043	4C4	7	'85 1115	POOL	13-08	589.000	0.40320E+05	0.120
44	PF0044	4D1	6	'85 2 4	POOL	14-09	873.000	0.32177E+05	0.073
45	PF0045	4D2	4	'84 826	POOL	16-02	1035.000	0.25137E+05	0.046
46	PF0046	4D3	1	'83 10 2	POOL	21-01	1364.000	0.96238E+04	0.012
47	PF0047	4D4	7	'85 1115	POOL	13-10	589.000	0.41326E+05	0.122
48	PF0048	4E1	5	'84 1112	POOL	15-05	957.000	0.28300E+05	0.058
49	PF0049	4E2	3	'84 620	POOL	19-04	1102.000	0.20247E+05	0.038
50	PF0050	4E3	2	'84 4 9	POOL	19-01	1174.000	0.15252E+05	0.032

11. その他の試験研究及び解析評価作業の成果

実験炉部技術課で実施している各種試験研究の成果のうち、3章から10章のカテゴリーに属さないものについて本章で一括して速報する。

この他、本成果報告に係る期間中に多数の成果が技術課メモとして速報されているが、現段階では技術的内容等の観点から割愛した。

11.1 チェルノブイリ事故に関連した高速実験炉「常陽」の現状調査

報告者：池田（原子炉利用 Gr.）

1. 目的

原子力安全委員会、ソ連原子力発電所事故調査特別委員会の「ソ連原子力発電所事故調査報告書」の公開（5月21日予定）に関連し、高速実験炉「常陽」の調査依頼が原子炉規制課殿より、本社、安全部経由であったので、本資料をまとめた。

2. 調査項目

(1) 設計上の安全対策

- ① 反応度の投入事象
- ② 格納容器の機能
- ③ 事故想定のおえ方
- ④ ソースターム
- ⑤ シビアアクシデント
- ⑥ 複数立地の問題
- ⑦ 火災防護
- ⑧ 人的因子とマンマシンインターフェイス

(2) 運転管理対策

3. 評価

本調査により、原子力安全委員会ソ連原子力発電所事故調査特別委員会等の活動に寄与できた。

11.2 スーパーフェニックス炉におけるNa漏洩に関する「常陽」の調査

報告者：前田（原子炉利用 Gr.）

現在までに入手した情報によるとナトリウム漏洩事故が発生した場所は、炉外燃料貯蔵槽の底部付近とのことであるが「常陽」にはこれに相当する設備はない。

また、上述貯蔵槽の材質は、炭素鋼（15D3）とのことであるが、「常陽」では、安全上重要な1次主冷却系はオーステナイトステンレス鋼、2次主冷却系は、オーステナイトステンレス鋼及び低合金鋼（2% Cr 1Mo 鋼）を使用しており、更にこれら主冷却系は十分な強度を有するよう設計されていること、製作、検査、据付の各段階において溶接も含め十分な試験検査を行っていることから、これらの機器からの漏洩の恐れはない。

なお、「常陽」には炭素鋼（SM 41 A）を使用しているナトリウム機器として、1次系ダンプタンクがあるが、これについても設計、製作、検査、据付の各段階で十分に健全性確認を行っており、また本タンクは、原子炉冷却材バウンダリを形成する機器ではなく、万一タンクから漏洩しても問題となることはない。

11.3 崩壊熱測定装置の概要及び特性試験計画

報告者：有井（炉心・運転計画 Gr.）

1. 概要

崩壊熱測定装置は、燃料集合体の崩壊熱量を直接的に測定し、崩壊熱量の評価精度の向上を図ることを目的として開発されたものである。

本装置は、装置本体と計測制御盤から成り、原子炉附属建家水冷却池室（A-511A）の使用済燃料貯蔵第1プール内に据付ける（図11.3.1及び図11.3.2参照）。

装置本体は、測定容器、操作治具、操作治具取扱装置及び支持架台で構成される。

測定容器は、断熱二重管構造で、上部より使用済燃料集合体を缶詰缶ごと装荷する。崩壊熱の測定は、容器内に水を強制循環させ、容器の出入口温度が安定になった状態で、その温度（容器の出口、入口にそれぞれ2本ずつ温度計が取付けられている）と流量（ポンプ出口側に取付）を測定することにより内部（使用済燃料集合体）の発熱量を算出する。

測定容器は測定中は水の流出口を有する蓋が取り付けられ、その為の操作治具と取扱装置が設けられている。尚、測定容器下部には、万一容器内水の循環ポンプが停止した場合等の異常時に、水の自然対流により容器内部の除熱を行うための自然循環弁が設けられている。図11.3.3に測定容器の系統図を示す。

表11.3.1に本装置の主要目を示す。

2. 特性試験計画

実際の燃料集合体の崩壊熱測定の前に本装置の性能を確認するため、以下の試験を実施する。

(1) 零点校正試験

各計器のバイアス値を測定し零点校正を行い、測定値の精度を高めるために実施する。

① 出入口温度計のバイアス値の測定

出力0kWで流量を変えて出入口温度を測定し、校正值として使用する。

② 流量特性の確認

流量を一定にして約8時間の経時変化を記録し、流量の安定性を確認する。

（流量を変えて数回行う）

①,②の試験は同時に行う。

(2) 安全性確認試験

崩壊熱測定装置には、装荷された燃料集合体の健全性を確保するため、異常値検出時及び電源喪失時等の安全機構が設けられている。本試験はこれらの動作確認及びその時の安全性の確認のために実施する。

① 制御シーケンス動作の確認

流量低，温度高，電源喪失，ポンプ停止等の発生時における，シーケンス動作の確認を行う。

② 自然循環時の安全性確認

常温状態で自然循環弁開状態から 2kW 発熱させた時の容器内温度変移の確認

③ 温度高発生時の安全性確認

出力 2 kW 時の温度高発生による，容器内温度変移の確認。

④ ポンプ電源喪失時の安全性確認

出力 2 kW 時のポンプ電源喪失による，容器内温度変移の確認。

(3) 放熱量測定試験

崩壊熱測定装置の測定容器は，断熱二重管構造で，その隙間には断熱材が巻きつけられており，そこからの放熱量を模擬発熱体を使用して測定する。本試験のパラメータを表 11.3.2 に示す。

表 11.3.1 崩壊熱測定装置の主要目

崩壊熱測定装置全長（支持架台全長）	11500 mm
測定容器 全長	3700 mm
" 外径	216.3 mm
" 内径	133 mm
(缶詰缶外径)	114.3 mm)
" 外筒及び内筒の材質	SUS 304
" 断熱材材質	セラミックファイバー
総重量 測定容器	約 350 kg
" 支持架台	約 730 kg
測定容器支持部耐震クラス	B
循環ポンプ流量	0.1 ~ 1.0 ℓ/min
	(流量計の測定範囲もこれと同等)
測定可能な供試体の発熱量	0.1 ~ 2.0 kW
温度計	白金測温抵抗体式
測定容器からの放熱量(設計)	発熱量に対して 10 % 以内
精度	発熱量を相対誤差 ± 3 % 程度で評価

表 11. 3. 2 放熱量測定試験のパラメータ

出力(kW) \ 流量(l/min)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0	○					○					○
0.1		○	○	○			○				
0.2		○			○			○			
0.3			○			○			○		
0.4				○			○			○	
0.5					○			○			○
0.6			○			○			○		
0.7				○			○			○	
0.8					○			○			○
0.9						○			○		
1.0				○			○			○	
1.1					○			○			○
1.2						○			○		
1.3							○			○	
1.4								○			○
1.5						○			○		
1.6							○			○	
1.7								○			○
1.8									○		
1.9							○			○	
2.0								○			○

○ : 試験を実施

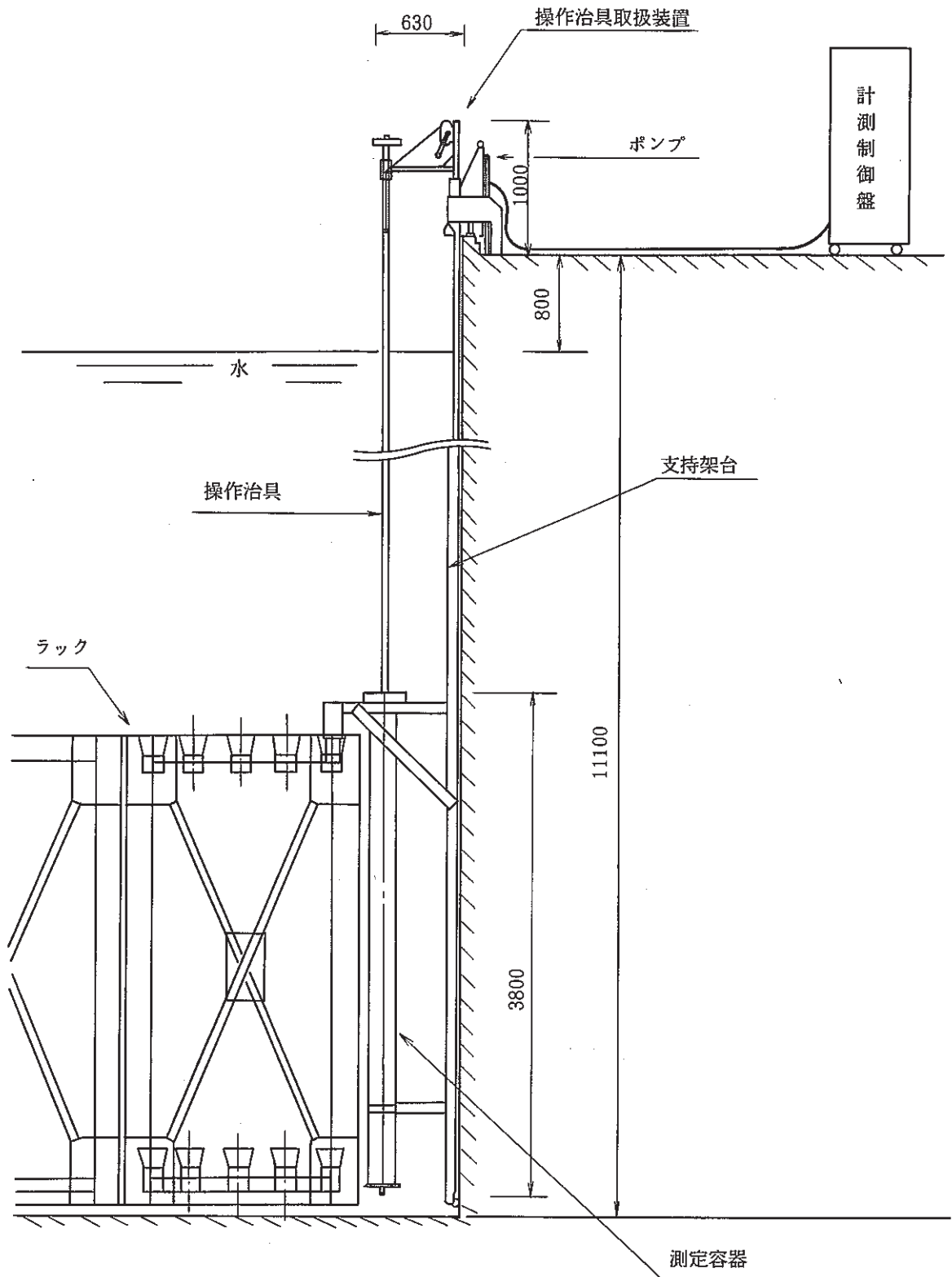


図 11.3.1 崩壊熱測定装置取付状態図 (水冷却池室 A-511)

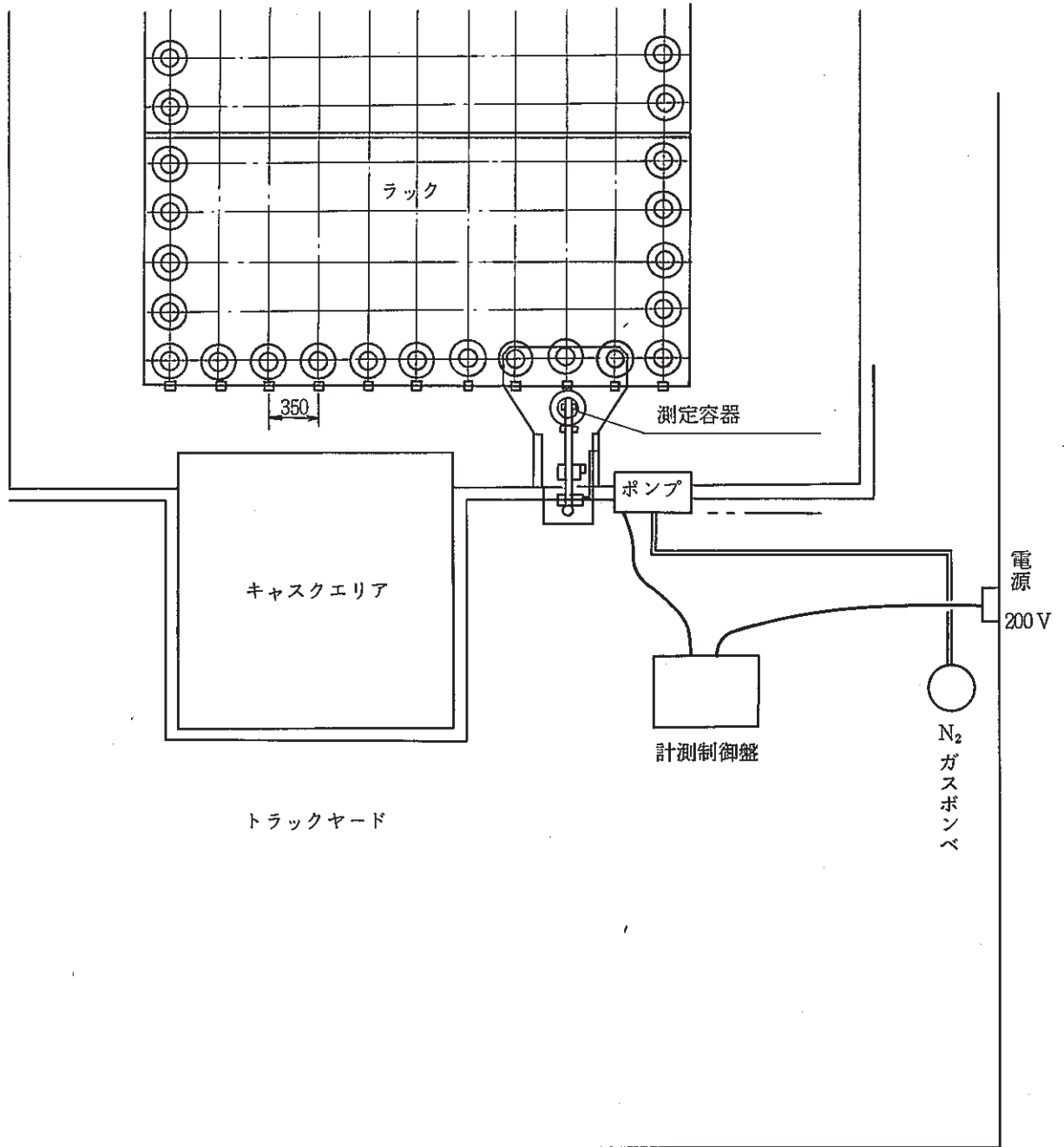


図 11.3.2 崩壊熱測定装置の設置位置 (水冷却池室 A-511)

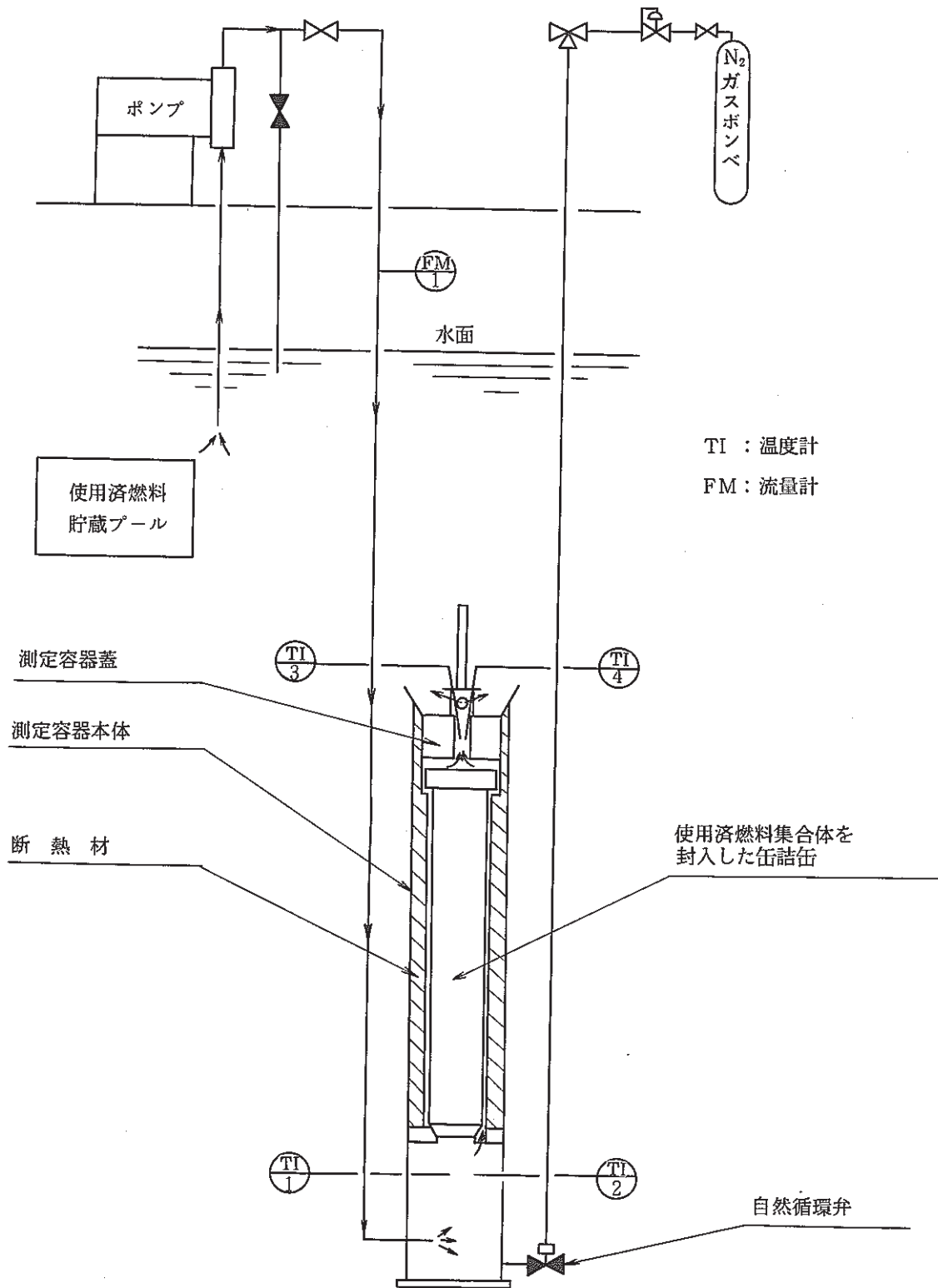


図 11.3.3 崩壊熱測定装置の系統図

11.4 データ収録装置用無停電電源装置（CVCF）の増設

報告者：深見（異常監視技術 Gr.）

1. 目的

データ収録装置用として使用している無停電電源装置（MG：10kVA）は老朽化し、今後の計画であるデータ収録装置の増設及び運転支援システムの無停電化に対しては、MGによる電源供給容量は不足する。

また、JOYDASの2重化DISKの片方、LP及びCRは商用電源を使用しているため瞬停に対しても対応できず、本来の目的であるJOYDASシステムのハードウェア上の信頼性向上を満足していない。そこで今回これらの条件を満すため、CVCFの増設を行い、データ収録装置の強化をはかった。

2. 構成

本装置は整流器、蓄電池、インバータ及び電源切替回路より構成される交流無停電電源装置である（図11.4.1参照）。

通常時、整流器は、交流入力（3D電源）を受電して、直流に変換し蓄電池を充電しながら、インバータに直流電力を供給する。インバータは、整流器より送られた直流電力を交流に変換し負荷に交流電力を供給する（図11.4.1の(イ)参照）。

また、交流入力（3D電源）の停電発生時は、整流器は停止となるが、整流器に代わり蓄電池が放電を開始し、インバータに供給する。この場合、蓄電池の放電時間は負荷側消費電力が最大の場合約30分である（図11.4.1の(ロ)参照）。インバータ故障時には、電源切替回路が自動的に作動して、負荷へは交流入力電源より給電され、負荷側は停電することなく給電される（図11.4.1の(ハ)参照）。

3. 結果

この増設により、限度の28.8Aに近かった発電機出力（MG）が半分強で納まり、MGへの負担が軽減された。また、JOYDAS及び各種試験用データ収録装置がすべて無停電化された。

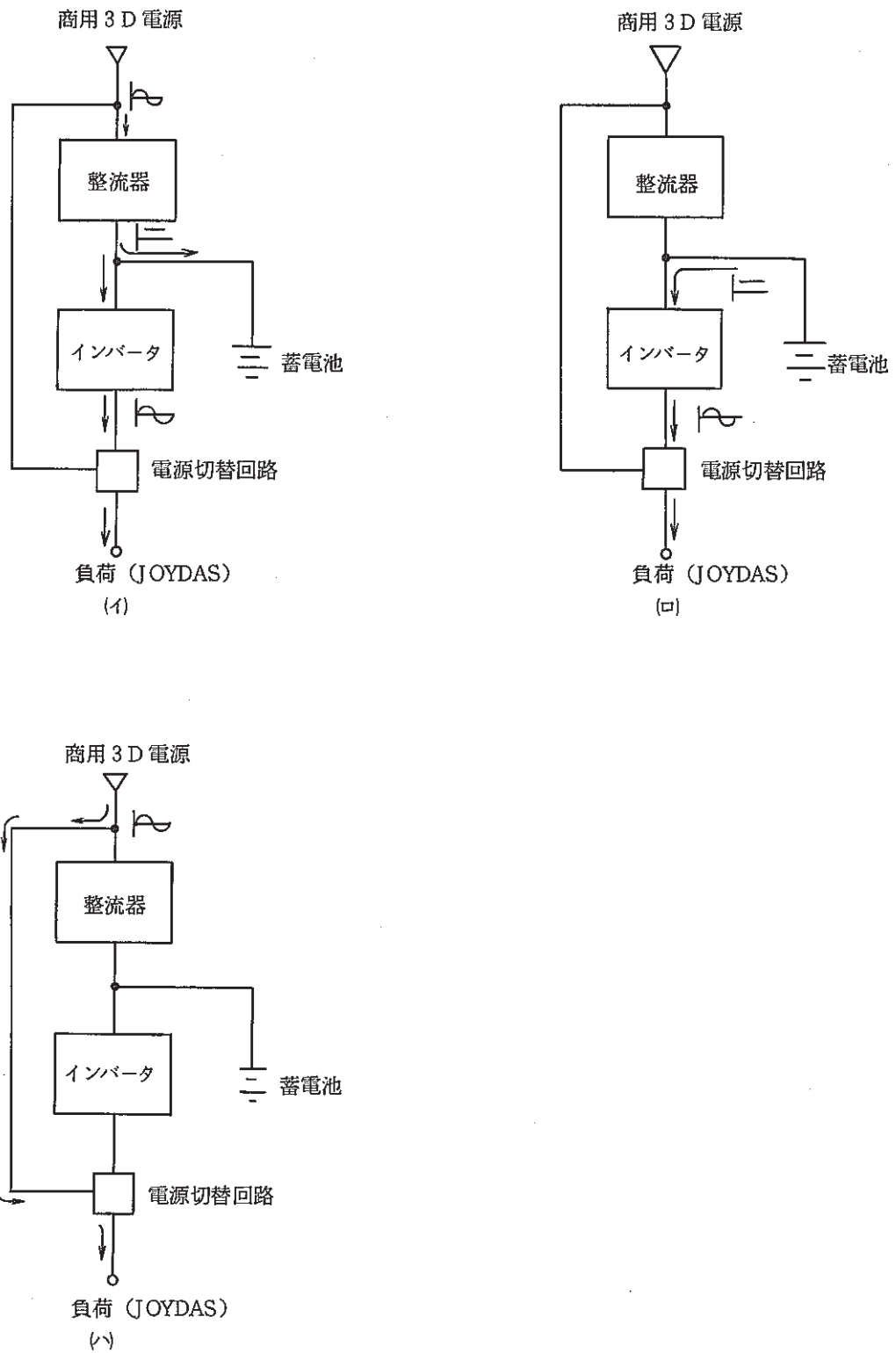


図 11.4.1 構 成 図