

多様な炉心に適用する詳細核特性解析システムの整備

(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)



2002年3月

株式会社 総合技術情報機構

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 4 9
核燃料サイクル開発機構
技術展開部・技術協力課

Inquires about copywrite and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,
Japan

○ 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2002

多様な炉心に適用する詳細核特性解析システムの開発

(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)

金子 邦男*

要 旨

本年度は、現在考えられている様々な概念の高速炉炉心に広く適用できる詳細核特性解析システムを開発することを目的として、その基礎となる詳細群ライブラリーの検討とその仕様決定を実施した。即ち、世界で最も進歩している欧州の炉物理解析システム ERANOS (European Reactor Analysis Optimized System) と「次世代炉定数の整備」研究の成果を参考にし、900 群のエネルギー構造、収容する具体的な炉定数、当該炉定数ライブラリーのフォーマットを決定した。そして、当該詳細群ライブラリーを作成できるように、「次世代炉定数の整備」研究で整備された炉定数作成システムの改修作業を実施した。

その後、改修炉定数作成システムの機能検証として、450 群のプロトタイプ炉定数ライブラリーを作成した。そして、作成プロトタイプ炉定数ライブラリーを使用して小型高速炉の解析等のベンチマークテストを実施し、プロトタイプ炉定数ライブラリーが十分な核特性計算精度を持つ事を確認した。

更には、詳細 900 群炉定数ライブラリー作成で必要となる計算機メモリ、ライブラリーのディスク容量、計算時間等のコンピュータ資源を推定した。また、詳細解析システムで使用されるセル計算コードの開発課題の抽出を行った。

本報告書は、株式会社総合技術情報機構が核燃料サイクル開発機構との契約により実施した業務成果に関するものである。

核燃料サイクル機構担当部課室：システム技術開発部 中性子工学グループ

* 株式会社総合技術情報機構 解析部

Development of advanced nuclear core analysis system
applicable to various reactor types

Kunio Kaneko*

A b s t r a c t

This fiscal year, aiming at development of an advanced detailed analysis system applicable to nuclear core performance analysis of various fast reactors currently considered, the concept of cross section library set was examined and the specification of library set was determined. That is to say, referring the world most advanced reactor physics analysis system ERANOS (European Reactor Analysis Optimized System) and the result of preceding research "preparation of next generation cross section library", 900 energy groups structure, concrete cross section data to be included and the format of cross section library were defined. And we performed elaborate work revising the group cross section production system which was prepared in the preceding research.

After that the revision work was completed, to confirm the capability of revised cross section production system, we produced a prototype 450 groups cross section library. And we carried out a series of bench mark tests including analysis of small fast reactors utilizing this prototype cross section library and confirmed that the prototype cross section library has sufficient accuracy for predicting core performance.

Furthermore, we estimated the computer resource information such as memory size, hard disk capacity and calculation time, etc. necessary for producing 900 groups detailed cross section library. In addition, we identified problems to be solved for developing a cell calculation code installed in our detailed analysis system.

Work performed by Integrated Technical Information Research Organization, Ltd. under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute.

JNC Liaison : Reactor Physics Research Group, System Engineering Technology Division, Oarai Engineering Center

*Analysis Department, Integrated Technical Information Research Organization, Ltd

目 次

	頁
要旨	i
abstract.....	ii
目次	iii
図表リスト.....	iv
第1章 まえがき.....	1
第2章 詳細群炉定数ライブラリー構造の検討.....	2
2.1 はじめに.....	2
2.2 詳細群炉定数ライブラリー構造の検討.....	2
2.2.1 前提条件と ERANOS システム等の調査.....	2
2.2.2 ライブラリー構造.....	3
2.3 詳細群炉定数ライブラリーフォーマットの検討.....	13
2.3.1 マスターファイルにおけるフォーマットの検討.....	13
2.3.2 ライブラリーフォーマットの検討.....	16
第3章 炉定数作成コードの改修作業.....	20
3.1 はじめに.....	20
3.2 PRENJOY コードの改修.....	20
3.3 POSTNJOY コードの改修.....	22
3.4 NJOY97 コードの改良.....	22
3.5 新 PDSMAKE コードの改修.....	22
第4章 プロトタイプ詳細群炉定数ライブラリーの作成と問題点の摘出.....	24
4.1 はじめに.....	24
4.2 プロトタイプ詳細群炉定数ライブラリーの作成.....	24
4.2.1 プロトタイプ詳細群炉定数ライブラリー群構造の設定.....	24
4.2.2 プロトタイプ詳細群炉定数ライブラリーの作成.....	24
4.3 ベンチマークテスト.....	30
4.3.1 Los Alamos 小型炉心のベンチマーク計算.....	30
4.3.2 もんじゅ内側炉心の均質セル計算.....	59
4.3.3 詳細群ライブラリー作成における計算機資源の検討と今後の課題.....	83
第5章 あとがき.....	87
謝辞	88
参考文献.....	89

図 表 リ ス ト

(表)	頁
第2章 詳細群炉定数ライブラリー構造の検討	
表 2-1 ERANOS システムと ESELEM4 コードの比較	2
表 2-2 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 1)	4
表 2-3 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 2)	5
表 2-4 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 3)	6
表 2-5 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 4)	7
表 2-6 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 5)	8
表 2-7 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 6)	9
表 2-8 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 7)	10
表 2-9 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 8)	11
表 2-10 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 9)	12
表 2-11 自己遮蔽因子テーブルの σ_0 パラメータの値	13
表 2-12 自己遮蔽因子テーブルの温度パラメータの値	13
第3章 炉定数作成コードの改修作業	
表 3-1 PRENJOY コードの INCjfs3 インクルードでの定義内容	21
表 3-2 450 群ライブラリーのコントロール・ファイルのリスト	21
表 3-3 POSTNJOY コードの INCjfs3 インクルードでの定義内容	22
表 3-4 新 PDSMAKE コードの INCjfs3 インクルードでの定義内容	23
第4章 プロトタイプ詳細群炉定数ライブラリーの作成と問題点の抽出	
表 4-1 プロトタイプ 450 群ライブラリーのエネルギー構造 (その 1)	25
表 4-2 プロトタイプ 450 群ライブラリーのエネルギー構造 (その 2)	26
表 4-3 プロトタイプ 450 群ライブラリーのエネルギー構造 (その 3)	27
表 4-4 プロトタイプ 450 群ライブラリーのエネルギー構造 (その 4)	28
表 4-5 プロトタイプ 450 群ライブラリーのエネルギー構造 (その 5)	29
表 4-6 炉定数作成核種の一覧表	29
表 4-7 MVP コード解析で使用する 140 群タリーのエネルギー群構造	31
表 4-8 小型炉心の固有値の計算結果	33
表 4-9 GODIVA 炉心の中心反応率比の計算結果	33
表 4-10 JEZEBEL 炉心の中心反応率比の計算結果	33
表 4-11 JEZEBEL-Pu 炉心の中心反応率比の計算結果	33
表 4-12 FLATTOP-25 炉心の中心反応率比の計算結果	33
表 4-13 FLATTOP-Pu 炉心の中心反応率比の計算結果	33
表 4-14 「もんじゅ内側炉心」均質セル計算による固有値および中心反応率比の計算結果	60
表 4-15 炉定数作成コードの使用メモリ	83
表 4-16 主な炉定数作成コードの CPU 時間	83
表 4-17 詳細群ライブラリーで必要となるディスク容量	84
表 4-18 詳細群ライブラリーのマスターファイルで必要となるディスク容量	85
表 4-19 微細群共鳴断面積ライブラリーのディスク容量	85

(図)

頁

第4章 プロトタイプ詳細群炉定数ライブラリーの作成と問題点の摘出

図 4-1	GODIVA 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 1)	34
図 4-2	GODIVA 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 2)	34
図 4-3	GODIVA 炉心の炉中心での U-235 核分裂断面積の比較	35
図 4-4	GODIVA 炉心の炉中心での U-238 核分裂断面積の比較	35
図 4-5	GODIVA 炉心の炉中心での U-238 捕獲断面積の比較	36
図 4-6	GODIVA 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂断面積の比較	36
図 4-7	GODIVA 炉心の炉中心での U-235 核分裂反応率の比較	37
図 4-8	GODIVA 炉心の炉中心での U-238 核分裂反応率の比較	37
図 4-9	GODIVA 炉心の炉中心での U-238 捕獲反応率の比較	38
図 4-10	GODIVA 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂反応率の比較	38
図 4-11	JEZEBEL 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 1)	39
図 4-12	JEZEBEL 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 2)	39
図 4-13	JEZEBEL 炉心の炉中心での U-235 核分裂断面積の比較	40
図 4-14	JEZEBEL 炉心の炉中心での U-238 核分裂断面積の比較	40
図 4-15	JEZEBEL 炉心の炉中心での U-238 捕獲断面積の比較	41
図 4-16	JEZEBEL 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂断面積の比較	41
図 4-17	JEZEBEL 炉心の炉中心での U-235 核分裂反応率の比較	42
図 4-18	JEZEBEL 炉心の炉中心での U-238 核分裂反応率の比較	42
図 4-19	JEZEBEL 炉心の炉中心での U-238 捕獲反応率の比較	43
図 4-20	JEZEBEL 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂反応率の比較	43
図 4-21	JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 1)	44
図 4-22	JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 2)	44
図 4-23	JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での U-235 核分裂断面積の比較	45
図 4-24	JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での U-238 核分裂断面積の比較	45
図 4-25	JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での U-238 捕獲断面積の比較	46
図 4-26	JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂断面積の比較	46
図 4-27	JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での U-235 核分裂反応率の比較	47
図 4-28	JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での U-238 核分裂反応率の比較	47
図 4-29	JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での U-238 捕獲反応率の比較	48
図 4-30	JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂反応率の比較	48
図 4-31	FLATTOP-25 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 1)	49
図 4-32	FLATTOP-25 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 2)	49
図 4-33	FLATTOP-25 炉心の炉中心での U-235 核分裂断面積の比較	50
図 4-34	FLATTOP-25 炉心の炉中心での U-238 核分裂断面積の比較	50
図 4-35	FLATTOP-25 炉心の炉中心での U-238 捕獲断面積の比較	51
図 4-36	FLATTOP-25 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂断面積の比較	51
図 4-37	FLATTOP-25 炉心の炉中心での U-235 核分裂反応率の比較	52
図 4-38	FLATTOP-25 炉心の炉中心での U-238 核分裂反応率の比較	52

図 4-39	FLATTOP-25 炉心の炉中心での U-238 捕獲反応率の比較	53
図 4-40	FLATTOP-25 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂反応率の比較	53
図 4-41	FLATTOP-Pu 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 1)	54
図 4-42	FLATTOP-Pu 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 2)	54
図 4-43	FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での U-235 核分裂断面積の比較	55
図 4-44	FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での U-238 核分裂断面積の比較	55
図 4-45	FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での U-238 捕獲断面積の比較	56
図 4-46	FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂断面積の比較	56
図 4-47	FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での U-235 核分裂反応率の比較	57
図 4-48	FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での U-238 核分裂反応率の比較	57
図 4-49	FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での U-238 捕獲反応率の比較	58
図 4-50	FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂反応率の比較	58
図 4-51	「もんじゅ内側炉心均質セル」における中性子スペクトルの比較 (その 1)	61
図 4-52	「もんじゅ内側炉心均質セル」における中性子スペクトルの比較 (その 2)	61
図 4-53	「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-235 核分裂断面積の比較	62
図 4-54	「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-235 捕獲断面積の比較	62
図 4-55	「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-235 弾性散乱断面積の比較	63
図 4-56	「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-238 核分裂断面積の比較	63
図 4-57	「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-238 捕獲断面積の比較	64
図 4-58	「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-238 弾性散乱断面積の比較	64
図 4-59	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-239 核分裂断面積の比較	65
図 4-60	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-239 捕獲断面積の比較	65
図 4-61	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-239 弾性散乱断面積の比較	66
図 4-62	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-240 核分裂断面積の比較	66
図 4-63	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-240 捕獲断面積の比較	67
図 4-64	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-240 弾性散乱断面積の比較	67
図 4-65	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-241 核分裂断面積の比較	68
図 4-66	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-241 捕獲断面積の比較	68
図 4-67	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-241 弾性散乱断面積の比較	69
図 4-68	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Fe 捕獲断面積の比較	69
図 4-69	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Fe 弾性散乱断面積の比較	70
図 4-70	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Na 捕獲断面積の比較	70
図 4-71	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Na 弾性散乱断面積の比較	71
図 4-72	「もんじゅ内側炉心均質セル」における O-16 捕獲断面積の比較	71
図 4-73	「もんじゅ内側炉心均質セル」における O-16 弾性散乱断面積の比較	72
図 4-74	「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-235 核分裂反応率の比較	72
図 4-75	「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-235 捕獲反応率の比較	73
図 4-76	「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-235 弾性散乱反応率の比較	73
図 4-77	「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-238 核分裂反応率の比較	74
図 4-78	「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-238 捕獲反応率の比較	74

図 4-79	「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-238 弾性散乱反応率の比較	75
図 4-80	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-239 核分裂反応率の比較	75
図 4-81	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-239 捕獲反応率の比較	76
図 4-82	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-239 弾性散乱反応率の比較	76
図 4-83	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-240 核分裂反応率の比較	77
図 4-84	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-240 捕獲反応率の比較	77
図 4-85	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-240 弾性散乱反応率の比較	78
図 4-86	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-241 核分裂反応率の比較	78
図 4-87	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-241 捕獲反応率の比較	79
図 4-88	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-241 弾性散乱反応率の比較	79
図 4-89	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Fe 捕獲反応率の比較	80
図 4-90	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Fe 弾性散乱反応率の比較	80
図 4-91	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Na 捕獲反応率の比較	81
図 4-92	「もんじゅ内側炉心均質セル」における Na 弾性散乱反応率の比較	81
図 4-93	「もんじゅ内側炉心均質セル」における O-16 捕獲反応率の比較	82
図 4-94	「もんじゅ内側炉心均質セル」における O-16 弾性散乱反応率の比較	82

第1章 まえがき

FBRの実用化に向けて、高速炉の選択肢は、従来のNa冷却大型MOX炉心から、鉛・ガスなどの新冷却材、また金属や窒化物などの新型燃料、モジュール型小型炉心などにまで、非常に幅広くなっている。また、高速炉心の構造も、高性能でコンパクトな設計だけではなく、解体核Puの燃焼を目的とした高Pu富化度領域の設置や、環境負荷低減を目指したMA及びFP核変換のための減速材付き集合体の付加などが検討されている。これに応じて、対象とする中性子スペクトルも数MeV以上の非常に硬いエネルギーから熱エネルギー領域までを精度良く評価する必要が生じてきた。

平成11年度から13年度まで実施してきた「次世代炉定数の整備」^{1~3)} 研究で整備してきた炉定数ライブラリーやこれまで使用されてきた核特性解析システムは、あくまで従来型の高速炉心を前提としてきたため、このような多様な概念の炉心を精度良く評価することはできない。そこで、本研究では、現在考えられている様々な概念の高速炉炉心に広く適用できる詳細核特性解析システムを開発することを目的とし、数年間の年月をかけ、当該システムの開発および検証作業を行う。

本年度はその初年度として、まず、解析システムの出発点である炉定数ライブラリーの改良を行う。従来の高速炉用標準70群炉定数セットは、「原型炉級高速炉相当の炉」の内側炉心の衝突密度スペクトルを重み関数として作成されているため、核燃料サイクル機構殿が検討している新冷却材や新型燃料、減速材付き集合体の解析に高速炉用標準70群炉定数セットを使用する事は、適切な方法とは言えない。このために、世界で最も進歩している欧州の炉物理解析システムERANOS(European Reactor Analysis Optimized System)⁴⁾などの例を参考にして、炉定数作成時の重み関数に依存しない詳細群構造炉定数ライブラリーの検討と関連コードの改修を実施する。そして、改修された炉定数作成システムを使用し、プロトタイプライブラリー作成を実施し、当該炉定数作成システムおよび詳細群炉定数ライブラリーの問題点を摘出する。

第2章 詳細群炉定数ライブラリー構造の検討

2.1 はじめに

本章では、多様な炉心解析に適用できる詳細群炉定数のライブラリー構造の検討を行う。この検討では、CEA を主体に欧州で開発整備されている炉物理解析システム ERANOS と日本原子力研究所で開発された ESELEM4 コード⁵⁾を参考にし、本研究で採用する詳細群炉定数ライブラリー構造の提案を行う。

2.2 詳細群炉定数ライブラリー構造の検討

2.2.1 前提条件と ERANOS システム等の調査

まず、詳細群炉定数ライブラリー構造の検討を行う前に、当該ライブラリーの前提条件を述べる。その条件とは、詳細群ライブラリーは、熱中性子エネルギー領域反応が核特性に及ぼす影響が無視できる炉心を対象とする事である。熱中性子エネルギー領域反応が重要であると熱中性子散乱を正確に扱う必要があり、ライブラリーに上方散乱がある熱中性子散乱データを付加する事が必須となるからである。そして、セル計算では熱エネルギーでの中性子分布決定で熱中性スペクトルの収束計算が必要になるからである。

次に、詳細群炉定数ライブラリーを使用した従来システムとして、欧州の ERANOS システムと日本原子力研究所で開発された ESELEM4 コードを調査し、本研究で開発する詳細群炉定数ライブラリーの構造決定の参考とする。ERANOS システムと ESELEM4 コードの詳しい内容に関しては文献に譲り、ここでは両者のライブラリー構造等を簡単に比較する。その比較結果を表 2-1 に示す。

表 2-1 ERANOS システムと ESELEM4 コードの比較

システム/コード名	ERANOS システム	ESELEM4 コード
セル計算コード名	ECCO コード	ESELEM4 コード
ライブラリー群数	1968	1753 (下限エネルギーを 10eV にした場合)
ライブラリー上限エネルギー	19.6403MeV	10.5 MeV
ライブラリーのレサジー幅	1/120	0.00800
自己遮蔽の取扱い	サブグループ法	70 群 JFS3 ライブラリーの 自己遮蔽因子テーブルを利用
セル計算での幾何学形状	複雑な格子も解析可能	slab のみ
備考	ECCO1968 群ライブラリー ^{6~8)} と呼称する。	ライブラリー上限エネルギー& ΔU は 入力で可変である。

表より、詳細群炉定数ライブラリーの群数としては 2000 群程度であり、その群のレサジー幅は 1/120 以下である。文献 6 に示されているように、中性子の減速過程を正確に取り扱う為、重核 (U-238) の弾性散乱による平均レサジー増加が 1/120 であることから、群のレサジー幅は 1/120 以下にするのが好ましい。同時に、文献 7 では、レサジー幅 1/960 のライブラリーを基準 (参照解) とし、レサジー幅を 1/480、1/240、1/120、1/60・・・としたライブラリー間の比較を行い、U-238 の縮約捕獲断面積 (縮約群のレサジー幅は 0.4) は、レサジー幅 1/120 のライブラリーでも、基準計算と比較して 1%の精度で再現できたことを報告している。このように、詳細群炉定数ライブラリーでのレサジー幅は 1/120 以下にすべきであると結論できる。尚、文献 8 には、ECCO1968 群ライブラリーが高速炉解析にふさわしいという根拠が述べられている事を述べておく。

2.2.2 ライブラリー構造

2.2.1 での「ERANOS システム等の調査」と「次世代炉定数の整備」研究で得られた知見から、詳細群炉定数ライブラリー構造の提案を以下に述べる。即ち、詳細群炉定数ライブラリーは

- ① 従来の JFS3 タイプの群定数ライブラリー
- ② 微細群スペクトル計算用の微細群共鳴断面積ライブラリー ($10^{-5}\text{eV}\sim 50\text{keV}$)

から成る 2 種類のライブラリーで構成されるものとする。尚、①の炉定数作成での重み関数は、多様な炉心に適用する為、 $\chi+1/E+\text{thermal maxwellian}$ を採用する。この重み関数の妥当性に関しては、4 章で検討する。そして、①のライブラリーに収容されるデータは

- ・ 1 次元反応群定数 (全断面積、核分裂断面積、捕獲断面積等)
- ・ P5 成分までの散乱マトリックス (弾性散乱、非弾性散乱、 $(n, 2n)+(n, 3n)+(n, 4n)$ 反応)
- ・ 自己遮蔽因子テーブル (全断面積、核分裂断面積、捕獲断面積、弾性散乱断面積、弾性除去断面積)
- ・ 核分裂スペクトル (入射エネルギー群依存のベクターデータ)
- ・ 遅発中性子データ (ν_d, β, λ_d)

である。

尚、自己遮蔽効果の計算法として、ERANOS システムとは異なり、これまで使用されてきた自己遮蔽因子テーブル内挿法を採用する。そして、50keV 以下は微細群スペクトル計算を実施し、共鳴干渉効果等を正確に模擬して共鳴実効断面積を定める方法 (PEACO 法) を用いる。当該方法の精度確認は「次世代炉定数の整備」研究で確認されており、50keV 以上の高エネルギー領域で、Cr, Fe, Ni 等の断面積構造を反映したエネルギー群構造を採用し、PEACO 法を用いれば高精度の核計算が可能である。また、多様な炉心解析に適用する為、0 や C 等の減速材核種に対しても微細群断面積ライブラリーを作成する。

次に詳細群炉定数ライブラリーの群数とそのエネルギー構造の提案を行う。基本的な考え方は、50keV 以上では群のレサジー幅を $1/120$ 以下にし、50keV 以下は PEACO 法により微細群中性子スペクトル計算を実施するので $0.050\sim 0.125$ のレサジー幅を採用する。但し、 0.1523eV 以下の熱エネルギー領域では、群数を 4 群とし、より粗いレサジー幅を採用する。また、セル計算での CPU 負荷を軽減する為、群数は 1000 群以下とする。以上の条件で検討した結果、表 2-2~10 に示す 900 群エネルギー構造を提案する。

最初に、第 1 群を $16.1607\sim 20.0\text{MeV}$ とした理由を述べる。MVP コード⁹⁾による予備解析の結果、中性子スペクトルの極めて硬い GODIVA 炉心での $16.1607\sim 20.0\text{MeV}$ の生成反応率寄与は 0.00003 以下である事と、実際上の解析を考えると (d, t) 反応中性子源の 14.1MeV を包含する詳細エネルギー構造があれば充分であると判断したからである。次に、50keV 以上では群のレサジー幅を 0.0080 にした理由を述べる。その理由は PEACO 法との連携と数値解析の精度からレサジー幅を有理数にする必要があるからである。また、 0.0080 は $1/120$ 以下の条件も満たすからである。そして、50keV 以下の群でレサジー幅を $1/120$ 以上とする根拠は、PEACO 法で微細群 ($\Delta u \leq 0.0005$) による中性子スペクトル計算を実施し実効共鳴断面積を再計算するからである。

最後に自己遮蔽因子テーブルに関する仕様について述べる。自己遮蔽因子テーブルでは、従来使用してきた R パラメータを廃止する。その根拠は、50keV 以下は PEACO 法を採用するため、重核の共鳴干渉効果は PEACO 法で正確に計算されるからであり、同時に自己遮蔽因子テーブルの容量を削減できるからである。尚、自己遮蔽因子テーブルでの σ_0 パラメータの数は 9 個 (表 2-11)、温度パラメータは 6 個 (表 2-12) とする。これにより、従来の自己遮蔽因子テーブルよりも正確な自己遮蔽効果を計算できるものと期待される。

表 2-2 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 1)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
1	2.000000E+07	-0.69315	0.21315	51	1.0919881E+07	-0.08800	0.00800
2	1.6160744E+07	-0.48000	0.00800	52	1.0832871E+07	-0.08000	0.00800
3	1.6031974E+07	-0.47200	0.00800	53	1.0746553E+07	-0.07200	0.00800
4	1.5904230E+07	-0.46400	0.00800	54	1.0660924E+07	-0.06400	0.00800
5	1.5777503E+07	-0.45600	0.00800	55	1.0575977E+07	-0.05600	0.00800
6	1.5651787E+07	-0.44800	0.00800	56	1.0491707E+07	-0.04800	0.00800
7	1.5527072E+07	-0.44000	0.00800	57	1.0408108E+07	-0.04000	0.00800
8	1.5403351E+07	-0.43200	0.00800	58	1.0325175E+07	-0.03200	0.00800
9	1.5280616E+07	-0.42400	0.00800	59	1.0242903E+07	-0.02400	0.00800
10	1.5158859E+07	-0.41600	0.00800	60	1.0161287E+07	-0.01600	0.00800
11	1.5038072E+07	-0.40800	0.00800	61	1.0080321E+07	-0.00800	0.00800
12	1.4918247E+07	-0.40000	0.00800	62	1.0000000E+07	0.00000	0.00800
13	1.4799377E+07	-0.39200	0.00800	63	9.9203191E+06	0.00800	0.00800
14	1.4681454E+07	-0.38400	0.00800	64	9.8412732E+06	0.01600	0.00800
15	1.4564471E+07	-0.37600	0.00800	65	9.7628571E+06	0.02400	0.00800
16	1.4448420E+07	-0.36800	0.00800	66	9.6850658E+06	0.03200	0.00800
17	1.4333294E+07	-0.36000	0.00800	67	9.6078944E+06	0.04000	0.00800
18	1.4219085E+07	-0.35200	0.00800	68	9.5313379E+06	0.04800	0.00800
19	1.4105786E+07	-0.34400	0.00800	69	9.4553914E+06	0.05600	0.00800
20	1.3993390E+07	-0.33600	0.00800	70	9.3800500E+06	0.06400	0.00800
21	1.3881890E+07	-0.32800	0.00800	71	9.3053090E+06	0.07200	0.00800
22	1.3771278E+07	-0.32000	0.00800	72	9.2311635E+06	0.08000	0.00800
23	1.3661547E+07	-0.31200	0.00800	73	9.1576088E+06	0.08800	0.00800
24	1.3552691E+07	-0.30400	0.00800	74	9.0846402E+06	0.09600	0.00800
25	1.3444702E+07	-0.29600	0.00800	75	9.0122530E+06	0.10400	0.00800
26	1.3337573E+07	-0.28800	0.00800	76	8.9404426E+06	0.11200	0.00800
27	1.3231298E+07	-0.28000	0.00800	77	8.8692044E+06	0.12000	0.00800
28	1.3125870E+07	-0.27200	0.00800	78	8.7985338E+06	0.12800	0.00800
29	1.3021282E+07	-0.26400	0.00800	79	8.7284263E+06	0.13600	0.00800
30	1.2917527E+07	-0.25600	0.00800	80	8.6588775E+06	0.14400	0.00800
31	1.2814599E+07	-0.24800	0.00800	81	8.5898828E+06	0.15200	0.00800
32	1.2712492E+07	-0.24000	0.00800	82	8.5214379E+06	0.16000	0.00800
33	1.2611197E+07	-0.23200	0.00800	83	8.4535383E+06	0.16800	0.00800
34	1.2510710E+07	-0.22400	0.00800	84	8.3861798E+06	0.17600	0.00800
35	1.2411024E+07	-0.21600	0.00800	85	8.3193580E+06	0.18400	0.00800
36	1.2312132E+07	-0.20800	0.00800	86	8.2530687E+06	0.19200	0.00800
37	1.2214028E+07	-0.20000	0.00800	87	8.1873075E+06	0.20000	0.00800
38	1.2116705E+07	-0.19200	0.00800	88	8.1220704E+06	0.20800	0.00800
39	1.2020158E+07	-0.18400	0.00800	89	8.0573530E+06	0.21600	0.00800
40	1.1924381E+07	-0.17600	0.00800	90	7.9931513E+06	0.22400	0.00800
41	1.1829366E+07	-0.16800	0.00800	91	7.9294612E+06	0.23200	0.00800
42	1.1735109E+07	-0.16000	0.00800	92	7.8662786E+06	0.24000	0.00800
43	1.1641602E+07	-0.15200	0.00800	93	7.8035994E+06	0.24800	0.00800
44	1.1548841E+07	-0.14400	0.00800	94	7.7414197E+06	0.25600	0.00800
45	1.1456819E+07	-0.13600	0.00800	95	7.6797354E+06	0.26400	0.00800
46	1.1365530E+07	-0.12800	0.00800	96	7.6185426E+06	0.27200	0.00800
47	1.1274969E+07	-0.12000	0.00800	97	7.5578374E+06	0.28000	0.00800
48	1.1185129E+07	-0.11200	0.00800	98	7.4976159E+06	0.28800	0.00800
49	1.1096005E+07	-0.10400	0.00800	99	7.4378743E+06	0.29600	0.00800
50	1.1007591E+07	-0.09600	0.00800	100	7.3786087E+06	0.30400	0.00800

表 2-3 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 2)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
101	7.3198153E+06	0.31200	0.00800	151	4.9066189E+06	0.71200	0.00800
102	7.2614904E+06	0.32000	0.00800	152	4.8675226E+06	0.72000	0.00800
103	7.2036302E+06	0.32800	0.00800	153	4.8287377E+06	0.72800	0.00800
104	7.1462311E+06	0.33600	0.00800	154	4.7902619E+06	0.73600	0.00800
105	7.0892893E+06	0.34400	0.00800	155	4.7520927E+06	0.74400	0.00800
106	7.0328012E+06	0.35200	0.00800	156	4.7142276E+06	0.75200	0.00800
107	6.9767633E+06	0.36000	0.00800	157	4.6766643E+06	0.76000	0.00800
108	6.9211718E+06	0.36800	0.00800	158	4.6394002E+06	0.76800	0.00800
109	6.8660233E+06	0.37600	0.00800	159	4.6024331E+06	0.77600	0.00800
110	6.8113143E+06	0.38400	0.00800	160	4.5657605E+06	0.78400	0.00800
111	6.7570411E+06	0.39200	0.00800	161	4.5293801E+06	0.79200	0.00800
112	6.7032005E+06	0.40000	0.00800	162	4.4932896E+06	0.80000	0.00800
113	6.6497888E+06	0.40800	0.00800	163	4.4574867E+06	0.80800	0.00800
114	6.5968027E+06	0.41600	0.00800	164	4.4219691E+06	0.81600	0.00800
115	6.5442388E+06	0.42400	0.00800	165	4.3867345E+06	0.82400	0.00800
116	6.4920938E+06	0.43200	0.00800	166	4.3517806E+06	0.83200	0.00800
117	6.4403642E+06	0.44000	0.00800	167	4.3171052E+06	0.84000	0.00800
118	6.3890468E+06	0.44800	0.00800	168	4.2827062E+06	0.84800	0.00800
119	6.3381384E+06	0.45600	0.00800	169	4.2485812E+06	0.85600	0.00800
120	6.2876355E+06	0.46400	0.00800	170	4.2147281E+06	0.86400	0.00800
121	6.2375351E+06	0.47200	0.00800	171	4.1811448E+06	0.87200	0.00800
122	6.1878339E+06	0.48000	0.00800	172	4.1478291E+06	0.88000	0.00800
123	6.1385287E+06	0.48800	0.00800	173	4.1147789E+06	0.88800	0.00800
124	6.0896164E+06	0.49600	0.00800	174	4.0819920E+06	0.89600	0.00800
125	6.0410938E+06	0.50400	0.00800	175	4.0494663E+06	0.90400	0.00800
126	5.9929579E+06	0.51200	0.00800	176	4.0171998E+06	0.91200	0.00800
127	5.9452055E+06	0.52000	0.00800	177	3.9851904E+06	0.92000	0.00800
128	5.8978336E+06	0.52800	0.00800	178	3.9534361E+06	0.92800	0.00800
129	5.8508391E+06	0.53600	0.00800	179	3.9219348E+06	0.93600	0.00800
130	5.8042192E+06	0.54400	0.00800	180	3.8906844E+06	0.94400	0.00800
131	5.7579706E+06	0.55200	0.00800	181	3.8596831E+06	0.95200	0.00800
132	5.7120906E+06	0.56000	0.00800	182	3.8289289E+06	0.96000	0.00800
133	5.6665762E+06	0.56800	0.00800	183	3.7984196E+06	0.96800	0.00800
134	5.6214245E+06	0.57600	0.00800	184	3.7681535E+06	0.97600	0.00800
135	5.5766325E+06	0.58400	0.00800	185	3.7381285E+06	0.98400	0.00800
136	5.5321974E+06	0.59200	0.00800	186	3.7083428E+06	0.99200	0.00800
137	5.4881164E+06	0.60000	0.00800	187	3.6787944E+06	1.00000	0.00800
138	5.4443866E+06	0.60800	0.00800	188	3.6494815E+06	1.00800	0.00800
139	5.4010052E+06	0.61600	0.00800	189	3.6204021E+06	1.01600	0.00800
140	5.3579696E+06	0.62400	0.00800	190	3.5915544E+06	1.02400	0.00800
141	5.3152768E+06	0.63200	0.00800	191	3.5629366E+06	1.03200	0.00800
142	5.2729242E+06	0.64000	0.00800	192	3.5345468E+06	1.04000	0.00800
143	5.2309091E+06	0.64800	0.00800	193	3.5063832E+06	1.04800	0.00800
144	5.1892288E+06	0.65600	0.00800	194	3.4784441E+06	1.05600	0.00800
145	5.1478806E+06	0.66400	0.00800	195	3.4507276E+06	1.06400	0.00800
146	5.1068618E+06	0.67200	0.00800	196	3.4232319E+06	1.07200	0.00800
147	5.0661699E+06	0.68000	0.00800	197	3.3959553E+06	1.08000	0.00800
148	5.0258023E+06	0.68800	0.00800	198	3.3688960E+06	1.08800	0.00800
149	4.9857562E+06	0.69600	0.00800	199	3.3420523E+06	1.09600	0.00800
150	4.9460293E+06	0.70400	0.00800	200	3.3154226E+06	1.10400	0.00800

表 2-4 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 3)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
201	3.2890050E+06	1.11200	0.00800	251	2.2046860E+06	1.51200	0.00800
202	3.2627979E+06	1.12000	0.00800	252	2.1871189E+06	1.52000	0.00800
203	3.2367997E+06	1.12800	0.00800	253	2.1696917E+06	1.52800	0.00800
204	3.2110086E+06	1.13600	0.00800	254	2.1524034E+06	1.53600	0.00800
205	3.1854230E+06	1.14400	0.00800	255	2.1352529E+06	1.54400	0.00800
206	3.1600413E+06	1.15200	0.00800	256	2.1182390E+06	1.55200	0.00800
207	3.1348618E+06	1.16000	0.00800	257	2.1013607E+06	1.56000	0.00800
208	3.1098830E+06	1.16800	0.00800	258	2.0846169E+06	1.56800	0.00800
209	3.0851032E+06	1.17600	0.00800	259	2.0680065E+06	1.57600	0.00800
210	3.0605208E+06	1.18400	0.00800	260	2.0515284E+06	1.58400	0.00800
211	3.0361343E+06	1.19200	0.00800	261	2.0351817E+06	1.59200	0.00800
212	3.0119421E+06	1.20000	0.00800	262	2.0189652E+06	1.60000	0.00800
213	2.9879427E+06	1.20800	0.00800	263	2.0028779E+06	1.60800	0.00800
214	2.9641345E+06	1.21600	0.00800	264	1.9869188E+06	1.61600	0.00800
215	2.9405160E+06	1.22400	0.00800	265	1.9710869E+06	1.62400	0.00800
216	2.9170858E+06	1.23200	0.00800	266	1.9553811E+06	1.63200	0.00800
217	2.8938422E+06	1.24000	0.00800	267	1.9398004E+06	1.64000	0.00800
218	2.8707838E+06	1.24800	0.00800	268	1.9243439E+06	1.64800	0.00800
219	2.8479091E+06	1.25600	0.00800	269	1.9090106E+06	1.65600	0.00800
220	2.8252168E+06	1.26400	0.00800	270	1.8937994E+06	1.66400	0.00800
221	2.8027052E+06	1.27200	0.00800	271	1.8787095E+06	1.67200	0.00800
222	2.7803730E+06	1.28000	0.00800	272	1.8637398E+06	1.68000	0.00800
223	2.7582188E+06	1.28800	0.00800	273	1.8488893E+06	1.68800	0.00800
224	2.7362410E+06	1.29600	0.00800	274	1.8341572E+06	1.69600	0.00800
225	2.7144384E+06	1.30400	0.00800	275	1.8195425E+06	1.70400	0.00800
226	2.6928096E+06	1.31200	0.00800	276	1.8050442E+06	1.71200	0.00800
227	2.6713530E+06	1.32000	0.00800	277	1.7906615E+06	1.72000	0.00800
228	2.6500675E+06	1.32800	0.00800	278	1.7763933E+06	1.72800	0.00800
229	2.6289515E+06	1.33600	0.00800	279	1.7622389E+06	1.73600	0.00800
230	2.6080038E+06	1.34400	0.00800	280	1.7481972E+06	1.74400	0.00800
231	2.5872230E+06	1.35200	0.00800	281	1.7342674E+06	1.75200	0.00800
232	2.5666078E+06	1.36000	0.00800	282	1.7204486E+06	1.76000	0.00800
233	2.5461568E+06	1.36800	0.00800	283	1.7067400E+06	1.76800	0.00800
234	2.5258688E+06	1.37600	0.00800	284	1.6931405E+06	1.77600	0.00800
235	2.5057425E+06	1.38400	0.00800	285	1.6796494E+06	1.78400	0.00800
236	2.4857765E+06	1.39200	0.00800	286	1.6662658E+06	1.79200	0.00800
237	2.4659696E+06	1.40000	0.00800	287	1.6529889E+06	1.80000	0.00800
238	2.4463206E+06	1.40800	0.00800	288	1.6398177E+06	1.80800	0.00800
239	2.4268281E+06	1.41600	0.00800	289	1.6267515E+06	1.81600	0.00800
240	2.4074909E+06	1.42400	0.00800	290	1.6137894E+06	1.82400	0.00800
241	2.3883078E+06	1.43200	0.00800	291	1.6009306E+06	1.83200	0.00800
242	2.3692776E+06	1.44000	0.00800	292	1.5881743E+06	1.84000	0.00800
243	2.3503990E+06	1.44800	0.00800	293	1.5755196E+06	1.84800	0.00800
244	2.3316708E+06	1.45600	0.00800	294	1.5629657E+06	1.85600	0.00800
245	2.3130919E+06	1.46400	0.00800	295	1.5505118E+06	1.86400	0.00800
246	2.2946609E+06	1.47200	0.00800	296	1.5381572E+06	1.87200	0.00800
247	2.2763769E+06	1.48000	0.00800	297	1.5259011E+06	1.88000	0.00800
248	2.2582385E+06	1.48800	0.00800	298	1.5137425E+06	1.88800	0.00800
249	2.2402447E+06	1.49600	0.00800	299	1.5016809E+06	1.89600	0.00800
250	2.2223942E+06	1.50400	0.00800	300	1.4897154E+06	1.90400	0.00800

表 2-5 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 4)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
301	1.4778452E+06	1.91200	0.00800	351	9.9062927E+05	2.31200	0.00800
302	1.4660696E+06	1.92000	0.00800	352	9.8273586E+05	2.32000	0.00800
303	1.4543879E+06	1.92800	0.00800	353	9.7490533E+05	2.32800	0.00800
304	1.4427992E+06	1.93600	0.00800	354	9.6713720E+05	2.33600	0.00800
305	1.4313028E+06	1.94400	0.00800	355	9.5943097E+05	2.34400	0.00800
306	1.4198981E+06	1.95200	0.00800	356	9.5178615E+05	2.35200	0.00800
307	1.4085842E+06	1.96000	0.00800	357	9.4420223E+05	2.36000	0.00800
308	1.3973605E+06	1.96800	0.00800	358	9.3667875E+05	2.36800	0.00800
309	1.3862262E+06	1.97600	0.00800	359	9.2921521E+05	2.37600	0.00800
310	1.3751806E+06	1.98400	0.00800	360	9.2181115E+05	2.38400	0.00800
311	1.3642231E+06	1.99200	0.00800	361	9.1446608E+05	2.39200	0.00800
312	1.3533528E+06	2.00000	0.00800	362	9.0717953E+05	2.40000	0.00800
313	1.3425692E+06	2.00800	0.00800	363	8.9995105E+05	2.40800	0.00800
314	1.3318715E+06	2.01600	0.00800	364	8.9278016E+05	2.41600	0.00800
315	1.3212590E+06	2.02400	0.00800	365	8.8566641E+05	2.42400	0.00800
316	1.3107311E+06	2.03200	0.00800	366	8.7860935E+05	2.43200	0.00800
317	1.3002871E+06	2.04000	0.00800	367	8.7160851E+05	2.44000	0.00800
318	1.2899263E+06	2.04800	0.00800	368	8.6466346E+05	2.44800	0.00800
319	1.2796481E+06	2.05600	0.00800	369	8.5777375E+05	2.45600	0.00800
320	1.2694517E+06	2.06400	0.00800	370	8.5093894E+05	2.46400	0.00800
321	1.2593366E+06	2.07200	0.00800	371	8.4415858E+05	2.47200	0.00800
322	1.2493021E+06	2.08000	0.00800	372	8.3743226E+05	2.48000	0.00800
323	1.2393476E+06	2.08800	0.00800	373	8.3075952E+05	2.48800	0.00800
324	1.2294723E+06	2.09600	0.00800	374	8.2413996E+05	2.49600	0.00800
325	1.2196758E+06	2.10400	0.00800	375	8.1757314E+05	2.50400	0.00800
326	1.2099573E+06	2.11200	0.00800	376	8.1105865E+05	2.51200	0.00800
327	1.2003163E+06	2.12000	0.00800	377	8.0459607E+05	2.52000	0.00800
328	1.1907521E+06	2.12800	0.00800	378	7.9818498E+05	2.52800	0.00800
329	1.1812640E+06	2.13600	0.00800	379	7.9182497E+05	2.53600	0.00800
330	1.1718516E+06	2.14400	0.00800	380	7.8551564E+05	2.54400	0.00800
331	1.1625142E+06	2.15200	0.00800	381	7.7925659E+05	2.55200	0.00800
332	1.1532512E+06	2.16000	0.00800	382	7.7304740E+05	2.56000	0.00800
333	1.1440620E+06	2.16800	0.00800	383	7.6688770E+05	2.56800	0.00800
334	1.1349460E+06	2.17600	0.00800	384	7.6077707E+05	2.57600	0.00800
335	1.1259027E+06	2.18400	0.00800	385	7.5471513E+05	2.58400	0.00800
336	1.1169314E+06	2.19200	0.00800	386	7.4870150E+05	2.59200	0.00800
337	1.1080316E+06	2.20000	0.00800	387	7.4273578E+05	2.60000	0.00800
338	1.0992027E+06	2.20800	0.00800	388	7.3681760E+05	2.60800	0.00800
339	1.0904442E+06	2.21600	0.00800	389	7.3094657E+05	2.61600	0.00800
340	1.0817554E+06	2.22400	0.00800	390	7.2512233E+05	2.62400	0.00800
341	1.0731359E+06	2.23200	0.00800	391	7.1934449E+05	2.63200	0.00800
342	1.0645850E+06	2.24000	0.00800	392	7.1361270E+05	2.64000	0.00800
343	1.0561023E+06	2.24800	0.00800	393	7.0792657E+05	2.64800	0.00800
344	1.0476872E+06	2.25600	0.00800	394	7.0228575E+05	2.65600	0.00800
345	1.0393392E+06	2.26400	0.00800	395	6.9668988E+05	2.66400	0.00800
346	1.0310576E+06	2.27200	0.00800	396	6.9113859E+05	2.67200	0.00800
347	1.0228421E+06	2.28000	0.00800	397	6.8563154E+05	2.68000	0.00800
348	1.0146920E+06	2.28800	0.00800	398	6.8016837E+05	2.68800	0.00800
349	1.0066068E+06	2.29600	0.00800	399	6.7474873E+05	2.69600	0.00800
350	9.9858609E+05	2.30400	0.00800	400	6.6937228E+05	2.70400	0.00800

表 2-6 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 5)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
401	6.6403866E+05	2.71200	0.00800	451	4.4511843E+05	3.11200	0.00800
402	6.5874754E+05	2.72000	0.00800	452	4.4157168E+05	3.12000	0.00800
403	6.5349859E+05	2.72800	0.00800	453	4.3805320E+05	3.12800	0.00800
404	6.4829146E+05	2.73600	0.00800	454	4.3456276E+05	3.13600	0.00800
405	6.4312581E+05	2.74400	0.00800	455	4.3110013E+05	3.14400	0.00800
406	6.3800133E+05	2.75200	0.00800	456	4.2766508E+05	3.15200	0.00800
407	6.3291768E+05	2.76000	0.00800	457	4.2425741E+05	3.16000	0.00800
408	6.2787454E+05	2.76800	0.00800	458	4.2087689E+05	3.16800	0.00800
409	6.2287158E+05	2.77600	0.00800	459	4.1752331E+05	3.17600	0.00800
410	6.1790849E+05	2.78400	0.00800	460	4.1419645E+05	3.18400	0.00800
411	6.1298494E+05	2.79200	0.00800	461	4.1089609E+05	3.19200	0.00800
412	6.0810063E+05	2.80000	0.00800	462	4.0762204E+05	3.20000	0.00800
413	6.0325523E+05	2.80800	0.00800	463	4.0437407E+05	3.20800	0.00800
414	5.9844844E+05	2.81600	0.00800	464	4.0115199E+05	3.21600	0.00800
415	5.9367995E+05	2.82400	0.00800	465	3.9795557E+05	3.22400	0.00800
416	5.8894946E+05	2.83200	0.00800	466	3.9478463E+05	3.23200	0.00800
417	5.8425666E+05	2.84000	0.00800	467	3.9163895E+05	3.24000	0.00800
418	5.7960125E+05	2.84800	0.00800	468	3.8851834E+05	3.24800	0.00800
419	5.7498294E+05	2.85600	0.00800	469	3.8542259E+05	3.25600	0.00800
420	5.7040143E+05	2.86400	0.00800	470	3.8235151E+05	3.26400	0.00800
421	5.6585642E+05	2.87200	0.00800	471	3.7930490E+05	3.27200	0.00800
422	5.6134763E+05	2.88000	0.00800	472	3.7628257E+05	3.28000	0.00800
423	5.5687476E+05	2.88800	0.00800	473	3.7328432E+05	3.28800	0.00800
424	5.5243754E+05	2.89600	0.00800	474	3.7030996E+05	3.29600	0.00800
425	5.4803567E+05	2.90400	0.00800	475	3.6735929E+05	3.30400	0.00800
426	5.4366887E+05	2.91200	0.00800	476	3.6443214E+05	3.31200	0.00800
427	5.3933687E+05	2.92000	0.00800	477	3.6152832E+05	3.32000	0.00800
428	5.3503939E+05	2.92800	0.00800	478	3.5864763E+05	3.32800	0.00800
429	5.3077615E+05	2.93600	0.00800	479	3.5578989E+05	3.33600	0.00800
430	5.2654688E+05	2.94400	0.00800	480	3.5295493E+05	3.34400	0.00800
431	5.2235131E+05	2.95200	0.00800	481	3.5014256E+05	3.35200	0.00800
432	5.1818917E+05	2.96000	0.00800	482	3.4735259E+05	3.36000	0.00800
433	5.1406020E+05	2.96800	0.00800	483	3.4458485E+05	3.36800	0.00800
434	5.0996412E+05	2.97600	0.00800	484	3.4183917E+05	3.37600	0.00800
435	5.0590068E+05	2.98400	0.00800	485	3.3911537E+05	3.38400	0.00800
436	5.0186962E+05	2.99200	0.00800	486	3.3641327E+05	3.39200	0.00800
437	4.9787068E+05	3.00000	0.00800	487	3.3373270E+05	3.40000	0.00800
438	4.9390361E+05	3.00800	0.00800	488	3.3107349E+05	3.40800	0.00800
439	4.8996814E+05	3.01600	0.00800	489	3.2843547E+05	3.41600	0.00800
440	4.8606403E+05	3.02400	0.00800	490	3.2581847E+05	3.42400	0.00800
441	4.8219103E+05	3.03200	0.00800	491	3.2322232E+05	3.43200	0.00800
442	4.7834889E+05	3.04000	0.00800	492	3.2064685E+05	3.44000	0.00800
443	4.7453737E+05	3.04800	0.00800	493	3.1809191E+05	3.44800	0.00800
444	4.7075622E+05	3.05600	0.00800	494	3.1555733E+05	3.45600	0.00800
445	4.6700519E+05	3.06400	0.00800	495	3.1304294E+05	3.46400	0.00800
446	4.6328405E+05	3.07200	0.00800	496	3.1054859E+05	3.47200	0.00800
447	4.5959257E+05	3.08000	0.00800	497	3.0807411E+05	3.48000	0.00800
448	4.5593049E+05	3.08800	0.00800	498	3.0561935E+05	3.48800	0.00800
449	4.5229760E+05	3.09600	0.00800	499	3.0318415E+05	3.49600	0.00800
450	4.4869365E+05	3.10400	0.00800	500	3.0076835E+05	3.50400	0.00800

表 2-7 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 6)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
501	2.9837180E+05	3.51200	0.00800	551	2.0000460E+05	3.91200	0.00800
502	2.9599435E+05	3.52000	0.00800	552	1.9841095E+05	3.92000	0.00800
503	2.9363584E+05	3.52800	0.00800	553	1.9682999E+05	3.92800	0.00800
504	2.9129613E+05	3.53600	0.00800	554	1.9526163E+05	3.93600	0.00800
505	2.8897506E+05	3.54400	0.00800	555	1.9370577E+05	3.94400	0.00800
506	2.8667248E+05	3.55200	0.00800	556	1.9216231E+05	3.95200	0.00800
507	2.8438825E+05	3.56000	0.00800	557	1.9063114E+05	3.96000	0.00800
508	2.8212222E+05	3.56800	0.00800	558	1.8911218E+05	3.96800	0.00800
509	2.7987424E+05	3.57600	0.00800	559	1.8760532E+05	3.97600	0.00800
510	2.7764418E+05	3.58400	0.00800	560	1.8611046E+05	3.98400	0.00800
511	2.7543189E+05	3.59200	0.00800	561	1.8462752E+05	3.99200	0.00800
512	2.7323722E+05	3.60000	0.00800	562	1.8315639E+05	4.00000	0.00800
513	2.7106005E+05	3.60800	0.00800	563	1.8169698E+05	4.00800	0.00800
514	2.6890022E+05	3.61600	0.00800	564	1.8024921E+05	4.01600	0.00800
515	2.6675760E+05	3.62400	0.00800	565	1.7881297E+05	4.02400	0.00800
516	2.6463205E+05	3.63200	0.00800	566	1.7738817E+05	4.03200	0.00800
517	2.6252344E+05	3.64000	0.00800	567	1.7597472E+05	4.04000	0.00800
518	2.6043163E+05	3.64800	0.00800	568	1.7457254E+05	4.04800	0.00800
519	2.5835649E+05	3.65600	0.00800	569	1.7318153E+05	4.05600	0.00800
520	2.5629788E+05	3.66400	0.00800	570	1.7180161E+05	4.06400	0.00800
521	2.5425568E+05	3.67200	0.00800	571	1.7043268E+05	4.07200	0.00800
522	2.5222975E+05	3.68000	0.00800	572	1.6907466E+05	4.08000	0.00800
523	2.5021996E+05	3.68800	0.00800	573	1.6772746E+05	4.08800	0.00800
524	2.4822619E+05	3.69600	0.00800	574	1.6639099E+05	4.09600	0.00800
525	2.4624830E+05	3.70400	0.00800	575	1.6506517E+05	4.10400	0.00800
526	2.4428617E+05	3.71200	0.00800	576	1.6374992E+05	4.11200	0.00800
527	2.4233968E+05	3.72000	0.00800	577	1.6244514E+05	4.12000	0.00800
528	2.4040870E+05	3.72800	0.00800	578	1.6115077E+05	4.12800	0.00800
529	2.3849310E+05	3.73600	0.00800	579	1.5986670E+05	4.13600	0.00800
530	2.3659276E+05	3.74400	0.00800	580	1.5859287E+05	4.14400	0.00800
531	2.3470757E+05	3.75200	0.00800	581	1.5732919E+05	4.15200	0.00800
532	2.3283740E+05	3.76000	0.00800	582	1.5607558E+05	4.16000	0.00800
533	2.3098214E+05	3.76800	0.00800	583	1.5483196E+05	4.16800	0.00800
534	2.2914165E+05	3.77600	0.00800	584	1.5359824E+05	4.17600	0.00800
535	2.2731583E+05	3.78400	0.00800	585	1.5237436E+05	4.18400	0.00800
536	2.2550456E+05	3.79200	0.00800	586	1.5116023E+05	4.19200	0.00800
537	2.2370772E+05	3.80000	0.00800	587	1.4995577E+05	4.20000	0.00800
538	2.2192520E+05	3.80800	0.00800	588	1.4876091E+05	4.20800	0.00800
539	2.2015688E+05	3.81600	0.00800	589	1.4757557E+05	4.21600	0.00800
540	2.1840265E+05	3.82400	0.00800	590	1.4639967E+05	4.22400	0.00800
541	2.1666240E+05	3.83200	0.00800	591	1.4523315E+05	4.23200	0.00800
542	2.1493601E+05	3.84000	0.00800	592	1.4407592E+05	4.24000	0.00800
543	2.1322338E+05	3.84800	0.00800	593	1.4292791E+05	4.24800	0.00800
544	2.1152440E+05	3.85600	0.00800	594	1.4178905E+05	4.25600	0.00800
545	2.0983896E+05	3.86400	0.00800	595	1.4065926E+05	4.26400	0.00800
546	2.0816694E+05	3.87200	0.00800	596	1.3953848E+05	4.27200	0.00800
547	2.0650825E+05	3.88000	0.00800	597	1.3842662E+05	4.28000	0.00800
548	2.0486278E+05	3.88800	0.00800	598	1.3732363E+05	4.28800	0.00800
549	2.0323041E+05	3.89600	0.00800	599	1.3622942E+05	4.29600	0.00800
550	2.0161106E+05	3.90400	0.00800	600	1.3514393E+05	4.30400	0.00800

表 2-8 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 7)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
601	1.3406709E+05	4.31200	0.00800	651	8.9867860E+04	4.71200	0.00800
602	1.3299884E+05	4.32000	0.00800	652	8.9151785E+04	4.72000	0.00800
603	1.3193909E+05	4.32800	0.00800	653	8.8441416E+04	4.72800	0.00800
604	1.3088779E+05	4.33600	0.00800	654	8.7736708E+04	4.73600	0.00800
605	1.2984486E+05	4.34400	0.00800	655	8.7037614E+04	4.74400	0.00800
606	1.2881025E+05	4.35200	0.00800	656	8.6344091E+04	4.75200	0.00800
607	1.2778388E+05	4.36000	0.00800	657	8.5656094E+04	4.76000	0.00800
608	1.2676568E+05	4.36800	0.00800	658	8.4973579E+04	4.76800	0.00800
609	1.2575560E+05	4.37600	0.00800	659	8.4296502E+04	4.77600	0.00800
610	1.2475357E+05	4.38400	0.00800	660	8.3624821E+04	4.78400	0.00800
611	1.2375953E+05	4.39200	0.00800	661	8.2958491E+04	4.79200	0.00800
612	1.2277340E+05	4.40000	0.00800	662	8.2297470E+04	4.80000	0.00800
613	1.2179513E+05	4.40800	0.00800	663	8.1641717E+04	4.80800	0.00800
614	1.2082466E+05	4.41600	0.00800	664	8.0991189E+04	4.81600	0.00800
615	1.1986192E+05	4.42400	0.00800	665	8.0345844E+04	4.82400	0.00800
616	1.1890685E+05	4.43200	0.00800	666	7.9705642E+04	4.83200	0.00800
617	1.1795939E+05	4.44000	0.00800	667	7.9070541E+04	4.84000	0.00800
618	1.1701947E+05	4.44800	0.00800	668	7.8440500E+04	4.84800	0.00800
619	1.1608705E+05	4.45600	0.00800	669	7.7815479E+04	4.85600	0.00800
620	1.1516206E+05	4.46400	0.00800	670	7.7195439E+04	4.86400	0.00800
621	1.1424444E+05	4.47200	0.00800	671	7.6580339E+04	4.87200	0.00800
622	1.1333413E+05	4.48000	0.00800	672	7.5970140E+04	4.88000	0.00800
623	1.1243108E+05	4.48800	0.00800	673	7.5364804E+04	4.88800	0.00800
624	1.1153522E+05	4.49600	0.00800	674	7.4764291E+04	4.89600	0.00800
625	1.1064649E+05	4.50400	0.00800	675	7.4168562E+04	4.90400	0.00800
626	1.0976485E+05	4.51200	0.00800	676	7.3577581E+04	4.91200	0.00800
627	1.0889024E+05	4.52000	0.00800	677	7.2991308E+04	4.92000	0.00800
628	1.0802259E+05	4.52800	0.00800	678	7.2409708E+04	4.92800	0.00800
629	1.0716186E+05	4.53600	0.00800	679	7.1832741E+04	4.93600	0.00800
630	1.0630798E+05	4.54400	0.00800	680	7.1260371E+04	4.94400	0.00800
631	1.0546091E+05	4.55200	0.00800	681	7.0692563E+04	4.95200	0.00800
632	1.0462059E+05	4.56000	0.00800	682	7.0129278E+04	4.96000	0.00800
633	1.0378696E+05	4.56800	0.00800	683	6.9570482E+04	4.96800	0.00800
634	1.0295998E+05	4.57600	0.00800	684	6.9016139E+04	4.97600	0.00800
635	1.0213959E+05	4.58400	0.00800	685	6.8466212E+04	4.98400	0.00800
636	1.0132573E+05	4.59200	0.00800	686	6.7920668E+04	4.99200	0.00800
637	1.0051836E+05	4.60000	0.00800	687	6.7379470E+04	5.00000	0.00800
638	9.9717419E+04	4.60800	0.00800	688	6.6842585E+04	5.00800	0.00800
639	9.8922862E+04	4.61600	0.00800	689	6.6309977E+04	5.01600	0.00800
640	9.8134636E+04	4.62400	0.00800	690	6.5781614E+04	5.02400	0.00800
641	9.7352691E+04	4.63200	0.00800	691	6.5257460E+04	5.03200	0.00800
642	9.6576976E+04	4.64000	0.00800	692	6.4737483E+04	5.04000	0.00800
643	9.5807443E+04	4.64800	0.00800	693	6.4221649E+04	5.04800	0.00800
644	9.5044041E+04	4.65600	0.00800	694	6.3709926E+04	5.05600	0.00800
645	9.4286722E+04	4.66400	0.00800	695	6.3202280E+04	5.06400	0.00800
646	9.3535437E+04	4.67200	0.00800	696	6.2698679E+04	5.07200	0.00800
647	9.2790139E+04	4.68000	0.00800	697	6.2199090E+04	5.08000	0.00800
648	9.2050779E+04	4.68800	0.00800	698	6.1703483E+04	5.08800	0.00800
649	9.1317311E+04	4.69600	0.00800	699	6.1211824E+04	5.09600	0.00800
650	9.0589687E+04	4.70400	0.00800	700	6.0724083E+04	5.10400	0.00800

表 2-9 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 8)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
701	6.0240228E+04	5.11200	0.00800	751	1.2940221E+04	6.65000	0.05000
702	5.9760229E+04	5.12000	0.00800	752	1.2309119E+04	6.70000	0.05000
703	5.9284054E+04	5.12800	0.00800	753	1.1708796E+04	6.75000	0.05000
704	5.8811674E+04	5.13600	0.00800	754	1.1137751E+04	6.80000	0.05000
705	5.8343058E+04	5.14400	0.00800	755	1.0594557E+04	6.85000	0.05000
706	5.7878175E+04	5.15200	0.00800	756	1.0077854E+04	6.90000	0.05000
707	5.7416997E+04	5.16000	0.00800	757	9.5863515E+03	6.95000	0.05000
708	5.6959493E+04	5.16800	0.00800	758	9.1188197E+03	7.00000	0.05000
709	5.6505635E+04	5.17600	0.00800	759	8.6740896E+03	7.05000	0.05000
710	5.6055394E+04	5.18400	0.00800	760	8.2510492E+03	7.10000	0.05000
711	5.5608739E+04	5.19200	0.00800	761	7.8486408E+03	7.15000	0.05000
712	5.5165644E+04	5.20000	0.00800	762	7.4658581E+03	7.20000	0.05000
713	5.4726080E+04	5.20800	0.00800	763	7.1017439E+03	7.25000	0.05000
714	5.4290018E+04	5.21600	0.00800	764	6.7553878E+03	7.30000	0.05000
715	5.3857430E+04	5.22400	0.00800	765	6.4259236E+03	7.35000	0.05000
716	5.3428290E+04	5.23200	0.00800	766	6.1125276E+03	7.40000	0.05000
717	5.3002568E+04	5.24000	0.00800	767	5.8144161E+03	7.45000	0.05000
718	5.2580239E+04	5.24800	0.00800	768	5.5308437E+03	7.50000	0.05000
719	5.2161276E+04	5.25600	0.00800	769	5.2611013E+03	7.55000	0.05000
720	5.1745650E+04	5.26400	0.00800	770	5.0045143E+03	7.60000	0.05000
721	5.1333336E+04	5.27200	0.00800	771	4.7604413E+03	7.65000	0.05000
722	5.0924308E+04	5.28000	0.00800	772	4.5282718E+03	7.70000	0.05000
723	5.0518539E+04	5.28800	0.00800	773	4.3074254E+03	7.75000	0.05000
724	5.0116003E+04	5.29600	0.05400	774	4.0973498E+03	7.80000	0.05000
725	4.7481510E+04	5.35000	0.05000	775	3.8975197E+03	7.85000	0.05000
726	4.5165809E+04	5.40000	0.05000	776	3.7074354E+03	7.90000	0.05000
727	4.2963047E+04	5.45000	0.05000	777	3.5266216E+03	7.95000	0.05000
728	4.0867714E+04	5.50000	0.05000	778	3.3546263E+03	8.00000	0.05000
729	3.8874572E+04	5.55000	0.05000	779	3.1910192E+03	8.05000	0.05000
730	3.6978637E+04	5.60000	0.05000	780	3.0353914E+03	8.10000	0.05000
731	3.5175168E+04	5.65000	0.05000	781	2.8873536E+03	8.15000	0.05000
732	3.3459655E+04	5.70000	0.05000	782	2.7465357E+03	8.20000	0.05000
733	3.1827808E+04	5.75000	0.05000	783	2.6125856E+03	8.25000	0.05000
734	3.0275547E+04	5.80000	0.05000	784	2.4851683E+03	8.30000	0.05000
735	2.8798992E+04	5.85000	0.05000	785	2.3639652E+03	8.35000	0.05000
736	2.7394448E+04	5.90000	0.05000	786	2.2486732E+03	8.40000	0.05000
737	2.6058405E+04	5.95000	0.05000	787	2.1390042E+03	8.45000	0.05000
738	2.4787522E+04	6.00000	0.05000	788	2.0346837E+03	8.50000	0.05000
739	2.3578620E+04	6.05000	0.05000	789	1.9354510E+03	8.55000	0.05000
740	2.2428677E+04	6.10000	0.05000	790	1.8410579E+03	8.60000	0.05000
741	2.1334818E+04	6.15000	0.05000	791	1.7512685E+03	8.65000	0.05000
742	2.0294306E+04	6.20000	0.05000	792	1.6658581E+03	8.70000	0.05000
743	1.9304541E+04	6.25000	0.05000	793	1.5846133E+03	8.75000	0.05000
744	1.8363048E+04	6.30000	0.05000	794	1.5073308E+03	8.80000	0.05000
745	1.7467471E+04	6.35000	0.05000	795	1.4338174E+03	8.85000	0.05000
746	1.6615573E+04	6.40000	0.05000	796	1.3638893E+03	8.90000	0.05000
747	1.5805222E+04	6.45000	0.05000	797	1.2973716E+03	8.95000	0.05000
748	1.5034392E+04	6.50000	0.05000	798	1.2340980E+03	9.00000	0.05000
749	1.4301156E+04	6.55000	0.05000	799	1.1739104E+03	9.05000	0.05000
750	1.3603680E+04	6.60000	0.05000	800	1.1166581E+03	9.10000	0.05000

表 2-10 詳細群炉定数ライブラリーの 900 群エネルギー構造 (その 9)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
801	1.0621980E+03	9.15000	0.05000	851	4.7851174E+01	12.25000	0.12500
802	1.0103940E+03	9.20000	0.05000	852	4.2228513E+01	12.37500	0.12500
803	9.6111652E+02	9.25000	0.05000	853	3.7266532E+01	12.50000	0.12500
804	9.1424231E+02	9.30000	0.05000	854	3.2887599E+01	12.62500	0.12500
805	8.6965419E+02	9.35000	0.05000	855	2.9023204E+01	12.75000	0.12500
806	8.2724066E+02	9.40000	0.05000	856	2.5612888E+01	12.87500	0.12500
807	7.8689565E+02	9.45000	0.05000	857	2.2603294E+01	13.00000	0.12500
808	7.4851830E+02	9.50000	0.05000	858	1.9947337E+01	13.12500	0.12500
809	7.1201263E+02	9.55000	0.05000	859	1.7603463E+01	13.25000	0.12500
810	6.7728736E+02	9.60000	0.05000	860	1.5535002E+01	13.37500	0.12500
811	6.4425567E+02	9.65000	0.05000	861	1.3709591E+01	13.50000	0.12500
812	6.1283495E+02	9.70000	0.05000	862	1.2098671E+01	13.62500	0.12500
813	5.8294664E+02	9.75000	0.05000	863	1.0677040E+01	13.75000	0.12500
814	5.5451599E+02	9.80000	0.05000	864	9.4224548E+00	13.87500	0.12500
815	5.2747193E+02	9.85000	0.05000	865	8.3152872E+00	14.00000	0.12500
816	5.0174682E+02	9.90000	0.05000	866	7.3382152E+00	14.12500	0.12500
817	4.7727634E+02	9.95000	0.05000	867	6.4759522E+00	14.25000	0.12500
818	4.5399930E+02	10.00000	0.05000	868	5.7150077E+00	14.37500	0.12500
819	4.3185749E+02	10.05000	0.05000	869	5.0434766E+00	14.50000	0.12500
820	4.1079555E+02	10.10000	0.05000	870	4.4508525E+00	14.62500	0.12500
821	3.9076082E+02	10.15000	0.05000	871	3.9278635E+00	14.75000	0.12500
822	3.7170319E+02	10.20000	0.05000	872	3.4663274E+00	14.87500	0.12500
823	3.5357501E+02	10.25000	0.05000	873	3.0590232E+00	15.00000	0.12500
824	3.3633095E+02	10.30000	0.05000	874	2.6995785E+00	15.12500	0.12500
825	3.1992790E+02	10.35000	0.05000	875	2.3823697E+00	15.25000	0.12500
826	3.0432483E+02	10.40000	0.05000	876	2.1024339E+00	15.37500	0.12500
827	2.8948273E+02	10.45000	0.05000	877	1.8553914E+00	15.50000	0.12500
828	2.7536449E+02	10.50000	0.05000	878	1.6373771E+00	15.62500	0.12500
829	2.6193481E+02	10.55000	0.05000	879	1.4449802E+00	15.75000	0.12500
830	2.4916010E+02	10.60000	0.05000	880	1.2751906E+00	15.87500	0.12500
831	2.3700842E+02	10.65000	0.05000	881	1.1253517E+00	16.00000	0.12500
832	2.2544938E+02	10.70000	0.05000	882	9.9311943E-01	16.12500	0.12500
833	2.1445408E+02	10.75000	0.05000	883	8.7642482E-01	16.25000	0.12500
834	2.0399503E+02	10.80000	0.05000	884	7.7344219E-01	16.37500	0.12500
835	1.9404608E+02	10.85000	0.05000	885	6.8256034E-01	16.50000	0.12500
836	1.8458234E+02	10.90000	0.05000	886	6.0235738E-01	16.62500	0.12500
837	1.7558015E+02	10.95000	0.05000	887	5.3157853E-01	16.75000	0.12500
838	1.6701701E+02	11.00000	0.05000	888	4.6911640E-01	16.87500	0.12500
839	1.5887149E+02	11.05000	0.05000	889	4.1399377E-01	17.00000	0.12500
840	1.5112324E+02	11.10000	0.05000	890	3.6534822E-01	17.12500	0.12500
841	1.4375287E+02	11.15000	0.05000	891	3.2241867E-01	17.25000	0.12500
842	1.3674196E+02	11.20000	0.05000	892	2.8453348E-01	17.37500	0.12500
843	1.3007298E+02	11.25000	0.12500	893	2.5109992E-01	17.50000	0.12500
844	1.1478900E+02	11.37500	0.12500	894	2.2159490E-01	17.62500	0.12500
845	1.0130094E+02	11.50000	0.12500	895	1.9555681E-01	17.75000	0.12500
846	8.9397762E+01	11.62500	0.12500	896	1.7257828E-01	17.87500	0.12500
847	7.8893248E+01	11.75000	0.12500	897	1.5229980E-01	18.00000	0.25000
848	6.9623047E+01	11.87500	0.12500	898	1.1861120E-01	18.25000	2.00000
849	6.1442124E+01	12.00000	0.12500	899	1.6052281E-02	20.25000	3.00000
850	5.4222484E+01	12.12500	0.12500	900	7.9919599E-04	23.25000	4.38102
				901	1.0000000E-05	27.63102	

表 2-11 自己遮蔽因子テーブルの σ_0 パラメータの値

no.	σ_0 (barn)
1	0.10
2	1.00
3	10.00
4	35.00
5	100.00
6	1000.00
7	10000.00
8	100000.00
9	1000000.00

表 2-12 自己遮蔽因子テーブルの温度パラメータの値

no.	温度 (kelvin)
1	270
2	300
3	800
4	1300
5	2100
6	4500

2.3 詳細群炉定数ライブラリーフォーマットの検討

2.3.1 マスターファイルにおけるフォーマットの検討

「次世代炉定数の整備」研究で整備された炉定数作成システムでは、NJOY コード¹⁰⁾で作成された炉定数は POSTNJOY コードで JFS3 マスターファイル (PDS 形式) に核種毎に 1 メンバーで保存される。当該メンバーは 1 次元配列に炉定数をパッキングして収容するが、そのフォーマットには無駄な箇所があり、900 群の炉定数を収容するには改善すべき点がある。そこで、JFS3 マスターファイルでのフォーマット検討を行い、新しいフォーマットを定めた。1 つの核種に対して、NJOY コードで計算された炉定数は最大 3 つのメンバーで収容される。これら 3 メンバーの内容は、

- ① 'Nnucid' メンバー：コントロール・データと 1 次元断面積、自己遮蔽因子テーブル、遅発中性子データ
 - ② 'Mnucid' メンバー：コンパクトに収容した散乱マトリックスデータ
 - ③ 'Knucid' メンバー：コンパクトに収容した入射エネルギー群依存の核分裂スペクトルデータ
- である。ここで、'nucid' は核種名を現す最大 7 文字の名前である。以下、3 つのメンバーの説明を行う。

(1) 'Nnucid' メンバーの説明

アドレス	変数名	内容
1	MATNO	material number in ENDF
2	ING	群定数を出力する最初の群番号 (通常は 1 である)
3	IMAX	エネルギー群数
4	NTEMP	F-Table での温度パラメータの数
5	NSIGO	σ_0 の数
6	MT1	1 次元断面積が定義される反応の数 (MT1=14 と固定)
7	MT2	散乱マトリックスが定義される反応の数 (MT2=5 と固定)
8	MT3	F-Table が定義される反応の数 (MT3=8 と固定)
9	NDET	ディテクター断面積として定義される反応の数
10	NFAM	遅発中性子のファミリーの数
11	ZA	$ZA = 1000.0 \times Z + A$ (Z は原子番号、A は質量)
12	AWRI	質量 (neutron mass unit)
13	TEMP1	無限希釈断面積が計算された温度 (kelvin)
14	EFISS	平均核分裂反応エネルギー (eV)
15	XNUTH	0.0253eV を含む群の ν 値
16	DNUTH	0.0253eV を含む群の遅発核分裂の ν 値
17	DUMY17	将来の為に空きデータ
18	SSFNU	0.0253eV を含む群の $\nu \sigma_f$
19	VERS	POSTNJOY コードのバージョン番号 (現バージョンは 2.0)
20	NGLIB	NGLIB=IMAX
21	LOCA(1)	1 次元無限希釈断面積のデータが収容される先頭アドレス
22	LOCA(2)	散乱マトリックスデータが収容される先頭アドレス
23	LOCA(3)	σ_0 の値が収容される先頭アドレス
24	LOCA(4)	F-Table での温度データが収容される先頭アドレス
25	LOCA(5)	F-Table が収容される先頭アドレス
26	LOCA(6)	ディテクター断面積が収容される先頭アドレス
27	LOCA(7)	核分裂スペクトルデータが収容される先頭アドレス
28	LOCA(8)	遅発中性子データが収容される先頭アドレス
29	LOCA(9)	将来の為に空きデータ
30	LOCA(10)	当該メンバーのデータの長さ (ワード単位)
31	MXPL(1)	弾性散乱マトリックスのルジャンドル展開次数
32	MXPL(2)	非弾性散乱マトリックスのルジャンドル展開次数
33	MXPL(3)	(n, 2n) 反応マトリックスのルジャンドル展開次数
34	MXPL(4)	(n, 3n) 反応マトリックスのルジャンドル展開次数
35	MXPL(5)	(n, 4n) 反応マトリックスのルジャンドル展開次数
36	LA(1)	弾性散乱断面積が正の値を持つ最終群
37	LA(2)	非弾性散乱断面積が正の値を持つ最終群
38	LA(3)	(n, 2n) 反応断面積が正の値を持つ最終群
39	LA(4)	(n, 3n) 反応断面積が正の値を持つ最終群
40	LA(5)	(n, 4n) 反応断面積が正の値を持つ最終群
41	LD(1)	弾性散乱マトリックスの最大の sink group no.
42	LD(2)	非弾性散乱マトリックスの最大の sink group no.
43	LD(3)	(n, 2n) 反応マトリックスの最大の sink group no.
44	LD(4)	(n, 3n) 反応マトリックスの最大の sink group no.
45	LD(5)	(n, 4n) 反応マトリックスの最大の sink group no.
46-50		将来の為に空きデータ
51	NGMIN(1)	核分裂反応 F-Table データの始まる群

52	NGMIN(2)	捕獲反応 F-Table データの始まる群
53	NGMIN(3)	弾性散乱反応 F-Table データの始まる群
54	NGMIN(4)	全断面積反応 F-Table データの始まる群
55	NGMIN(5)	弾性散乱除去反応 F-Table データの始まる群
56	NGMIN(6)	σ_0 , 温度, 群依存の weighting flux のデータが始まる群
57	NGMIN(7)	非弾性散乱反応 F-Table データの始まる群 (未使用)
58	NGMIN(8)	(n, 2n) 反応 F-Table データの始まる群 (未使用)
59-60		将来の為の空きデータ
61	NGMAX(1)	核分裂反応 F-Table データの終わる群
62	NGMAX(2)	捕獲反応 F-Table データの終わる群
63	NGMAX(3)	弾性散乱反応 F-Table データの終わる群
64	NGMAX(4)	全断面積反応 F-Table データの終わる群
65	NGMAX(5)	弾性散乱除去反応 F-Table データの終わる群
66	NGMAX(6)	σ_0 , 温度, 群依存の weighting flux のデータが終わる群
67	NGMAX(7)	非弾性散乱反応 F-Table データの終わる群 (未使用)
68	NGMAX(8)	(n, 2n) 反応 F-Table データの終わる群 (未使用)
69-70		将来の為の空きデータ
71	NLFTAB(1)	核分裂反応 F-Table データの最大の weighting flux 次数 (1 は通常の重み関数であり, 2 はカレント重みである)
72	NLFTAB(2)	捕獲反応 F-Table での最大の weighting flux 次数
73	NLFTAB(3)	弾性散乱反応 F-Table での最大の weighting flux 次数
74	NLFTAB(4)	全断面積反応 F-Table での最大の weighting flux 次数
75	NLFTAB(5)	弾性散乱除去反応 F-Table での最大の weighting flux 次数
76	NLFTAB(6)	σ_0 , 温度, 群依存の weighting flux での weighting flux 次数
77	NLFTAB(7)	非弾性散乱反応 F-Table での最大の weighting flux 次数
78	NLFTAB(8)	(n, 2n) 反応 F-Table での最大の weighting flux 次数
79-80		将来の為の空きデータ
81	IUP	上方散乱データが存在するかを示す (将来の為) =0/1=存在しない/存在する
82	LENMTX	'Mnucid' メンバーの長さ (ワード単位) LENMTX=0 なら, 'Mnucid' メンバーは存在しない。
83	LENCHI	'Knucid' メンバーの長さ (ワード単位) LENCHI=0 なら, 'Knucid' メンバーは存在しない。
84-100		将来の為の空きデータ
LOCA(11)	((SIG1D(I, MT), I=1, ING, IMAX), MT=1, MT4)	1 次元の無限希釈断面積が收容される。收容される反応は、 $\sigma_f, \sigma_c, \sigma_{sc}, \sigma_{tr}, \sigma_{er}, \phi_w, \sigma_{in}, \sigma_{n2n}, \nu, \mu, \chi, \sigma_{n3n}, \sigma_{n4n}, \nu_d$ の順番である。尚、LOCA(11)=0 なら SIG1D データは存在しない。
LOCA(12)	((MSINK(I, MT), I=1, LA(MT)), MT=1, MT2)	各反応のソース群 I に対するマトリックスデータの長さを定義する。 反応は $\sigma_{sc}, \sigma_{n2n}, \sigma_{in}, \sigma_{n3n}, \sigma_{n4n}$ の順番である。
LOCA(13)	(SIG0(I), I=1, NSIG0)	σ_0 が昇順で收容される。 尚、LOCA(13)=0 なら SIG0 データは存在しない。
LOCA(14)	(TEMP(I), I=1, NTEMP)	F-Table での温度が昇順で收容される。 尚、LOCA(14)=0 なら TEMP データは存在しない。
LOCA(15)	(((((FATB(N, NT, I, NL, MT), N=1, NSIG0), NT=1, NTEMP), I=NGMIN(MT), NGMAX(MT)), NL=1, NLFTAB(MT)), MT=1, MT3)	F-Table が收容される。收容される反応は、 $\sigma_f, \sigma_c, \sigma_{sc}, \sigma_{tr}, \sigma_{er}, \phi_w, \sigma_{in}, \sigma_{n2n}$ の順番である。

- 尚、LOCA(15)=0 なら FTAB データは存在しない。
- LOCA(16) ((SIGDET(I, MT), I=1, IMAX), MT=1, NDET)
 ディテクター断面積が収容される。収容される反応は
 $MT=100+MT$ が評価済核データでの反応 MT となる。例えば、
 $MT=2$ は (n, γ) 反応であり、 $MT=3$ が (n, p) 反応である。
 このデータは燃焼に必要な断面積を定めるために収容する。
 尚、LOCA(16)=0 ならディテクター断面積データは存在しない。
- LOCA(17) IXIEND, IXIDWN
 群依存の核分裂スペクトルデータの大きさを示すインデックス。
 IXIEND は入射エネルギー依存性が存在する下限のエネルギー群
 であり、IXIDWN は 2 次中性子の下限エネルギー群が定義される。
- LOCA(18) ISTDIX, IENDIX, (DECAY(M), M=1, NFAM), (BETA(M), M=1, NFAM), (DLYNU(I), I=1, IMAX),
 ((CHID(I, M), I=ISTDIX, IENDIX), M=1, NFAM)
 遅発中性子データを収容する。ここで、DECAY は崩壊定数(1/秒)
 BETA と CHID は PRENJOY コードで指定した入射中性子エネルギー
 (EINT) に対する遅発中性子割合と遅発核分裂スペクトルである。
 CHID は ISTDIX~IENDIX 群に値が定義される。
 尚、LOCA(18)=0 なら遅発中性子データは存在しない。

(注：非弾性散乱反応と (n, 2n) 反応 F-Tab はフォーマットとして用意しただけであり、
 現システムではそのデータは定義されない)

(2) 'Mnucid' メンバー

((((SIG2D(J, I, NL, MT), J=1, MSINK(I, MT), I=1, LA(MT), NL=1, MAXPL(MT)+1), MT=1, MT2)
 マトリックスデータが収容される。収容される反応は、
 $\sigma_e, \sigma_{n2n}, \sigma_{in}, \sigma_{n3n}, \sigma_{n4n}$ の順番である。

(3) 'Knucid' メンバー

((CHI(J, I), J=1, IXIDWN), I=1, IXIEND)
 群依存の核分裂スペクトルを収容する。CHI(J, I) は I 群での
 核分裂反応による核分裂スペクトルである。

2.3.2 ライブラリーフォーマットの検討

「次世代炉定数の整備(Ⅲ)」で提案されているライブラリーフォーマットは、炉定数をコンパクトに定義したフォーマットである。そこで、詳細群炉定数ライブラリーでも採用する。尚、微細群共鳴断面積ライブラリーは従来形式と同じものを使用するのでその説明を省略する。

以下、「次世代炉定数の整備(Ⅲ)」での記述と重複するが、そのライブラリーフォーマットを述べる。詳細群炉定数ライブラリーでは核種毎の群定数が 7 種類のメンバーで収容される。当該メンバーは核種名 NUCNAM を使用して、次頁以降に示す 7 種類のメンバーで構成される。

① 'C' + NUCNAM(1:7) メンバー (コントロール・データ)

leng, ncode, awt, ifiss, ichvec, iupsc, iburn, idelay, igamma, imax, ngg, nomtld, nomt2d, nomtft, nsig0, maxtmp, maxnr, ikerma, idameg, iduml, (mxpl1(i), i=1, nomt2d), (mtxla(i), i=1, nomt2d), (ktemp(i), i=1, nomtft), (ntemp(i), i=1, nomtft), (nr(i), i=1, nomtft), (istft(i), i=1, nomtft), (iendft(i), i=1, nomtft), (mtftab(i), i=1, nomtft), (sig0(i), i=1, nsig0), (temp(i), i=1, maxtmp), (rpara(j, i), j=1, nsig0), i=1, maxnr)

leng : 当該メンバーのデータの長さ (ワード単位)
 ncode : 核種のコード番号
 awt : 原子質量 (a. m. u. 単位)
 ifiss : 0/1=核分裂反応データは存在しない / 核分裂反応データは存在する
 ichvec : 0/1/n=核分裂スペクトルデータは存在しない/平均の核分裂スペクトルデータが存在 / 入射エネルギー群依存の核分裂スペクトルデータが存在
 iupsc : 0/1=上方散乱はない/上方散乱が存在する (将来の為)
 iburn : 0/1=燃焼計算用データ無し/燃焼計算用データは存在する (将来の為)
 idelay : 0/1=遅発中性子データ無し/遅発中性子データは存在する
 igamma : 0/1= γ 生成断面積無し/ γ 生成断面積は存在する (将来の為)
 imax : 中性子反応のエネルギー群数
 ngg : γ 線反応のエネルギー群数 (将来の為)
 nomtld : 1 次元反応炉定数が与えられる反応数
 nomt2d : 散乱マトリックスが与えられる反応数
 nomtft : 自己遮蔽因子テーブルが与えられる反応数
 nsig0 : 自己遮蔽因子テーブルでの σ_0 の数
 maxtmp : 自己遮蔽因子テーブルでの温度パラメータの最大数
 maxnr : 自己遮蔽因子テーブルでの R パラメータの最大数
 ikerma : 0/1= kerma 因子データ無し/ kerma 因子データあり (将来の為)
 idameg : 0/1= radiation damage energy production データ無し/ radiation damage energy production データあり (将来の為)
 iduml : 将来の為の整数タイプのパラメータ
 mxtp11(nomt2d): 反応毎の散乱マトリックスの p1 オーダーに 1 を加えた値
 mtxla (nomt2d): 反応毎の散乱マトリックスがゼロでない最大のエネルギー群数
 ktemp (nomtft): 反応毎の自己遮蔽因子テーブルの温度依存が始まるエネルギー群数
 ntemp (nomtft): 反応毎の自己遮蔽因子テーブル温度パラメータの数
 nr (nomtft): 反応毎の自己遮蔽因子テーブル R パラメータの数
 istft (nomtft): 反応毎の自己遮蔽因子テーブルが始まるエネルギー群数
 iendft(nomtft): 反応毎の自己遮蔽因子テーブルが終わるエネルギー群数
 mtftab(nomtft): 反応毎の自己遮蔽因子テーブルの反応 MT 番号
 sig0(nsig0) : 自己遮蔽因子テーブルにおける σ_0 の値
 temp(maxtmp) : 自己遮蔽因子テーブルにおける温度の値 (kelvin 単位)
 rpara(nsig0, maxnr) : 自己遮蔽因子テーブルにおける R パラメータの値

② 'R' + NUCNAM(1:7) メンバー (1 次元反応炉定数)

leng, nomtld, (mtld(mt), mt=1, nomtld), (lenld(mt), mt=1, nomtld), ((sigldt(i, mt), i=1, lenld(mt), mt=1, nomtld)

leng : 当該メンバーのデータの長さ (ワード単位)
 nomtld : 1 次元反応炉定数が与えられる反応数
 mtld(mt) : 1 次元反応炉定数が与えられる各反応の MT 番号
 lenld(mt) : 各 1 次元反応炉定数データの長さ
 sigldt(i, mt) : i 群の mt 番目反応の 1 次元反応炉定数データ

ここで、MT 番号を以下に示す。将来的には他の検出器反応を追加できるようにする。

MT	反応	
18	核分裂	
452	ν 値	(neutrons/fission)
100	捕獲	(MT=102~116 反応の合計)
4	非弾性散乱の合計	
2	弾性散乱	
251	μ 値	(laboratory system)
998	弾性除去	
-16	(n, 2n) 反応の合計	
17	(n, 3n) 反応の合計	
37	(n, 4n) 反応	
455	遅発中性子の ν 値	(neutrons/fission)
16	MT=16 の (n, 2n) 反応	
102	(n, γ)	
103	(n, p)	
104	(n, d)	
105	(n, t)	
106	(n, He)	
107	(n, α)	
-18	核分裂スペクトル	

③ 'T' + nucid(2:8) メンバー (全断面積)

(sigt(i), i=1, imax)

sigt(i) : i 群の全断面積

④ 'M' + NUCNAM(1:7) メンバー (散乱マトリックスデータ: mtvla(mt)>0 & mtvpl1(mt)>-1 の時に定義)

leng, nomt2d,
 (((((mtvlen(i, ipl, mt), (str(id, i, mt, ipl), id=1, mtvlen(i, ipl, mt))
 , i=1, mtvla(mt)), ipl=1, mtvpl1(mt)+1))), mt=1, nomt2d)

leng : 当該メンバーのデータの長さ (ワード単位)

nomt2d : 散乱マトリックスが与えられる反応数

mtvlen(i, ipl, mt) : mt 番目の反応の ipl-1 次の i 群における散乱データの長さ

str(id, i, mt, ipl) : mt 番目の反応の ipl-1 次の i 群から id+i-1 群へ散乱断面積
 (mt=1/2/3=弾性散乱/非弾性散乱/(n, 2n)+(n, 3n)+(n, 4n)の和)

⑤ 'F' + NUCNAM(1:7) メンバー (自己遮蔽因子テーブル: nomtft>0 の時に定義される)

leng, nomtft,
 (((((xfx(j, k, n, mt, i), j=1, nsig0), k=1, ktemp(mt)), n=1, nr(mt),
 i=istft(mt), iendft(mt)), mt=1, nomtft)

leng : 当該メンバーのデータの長さ (ワード単位)

nomtft : 自己遮蔽因子テーブルが与えられる反応数

xfx(j, k, n, mt, i) : mt 番目反応の i 群の n 番目 R 因子、k 番目温度、j 番目 σ_0 に対する
 自己遮蔽因子

⑥ 'V' + NUCNAM(1:7) メンバー (入射エネルギー群依存の核分裂スペクトルデータ: ichvec>1)

```
leng, imax, ichvec, mxdwnx, (ichng(i), i=1, imax),
((chiv(j, k)=j=1, mxdwnx), k=1, ichvec)
```

leng : 当該メンバーのデータの長さ (ワード単位)
 imax : 中性子反応のエネルギー群数
 ichvec : 入射エネルギー群依存の核分裂スペクトルデータが定義されるソース群数
 mxdwnx : 入射エネルギー群依存の核分裂スペクトルデータがゼロでない最大の群数
 ichng(i) : 入射エネルギーが i 群の時、使用する核分裂スペクトルデータのソース群
 chiv(j, k) : k 番目のソース群から生じる j 番目群への核分裂スペクトル

注: ある程度入射エネルギーが低くなると核分裂スペクトルの入射エネルギー依存性がなくなるので、その依存性が無くなる最後の群をソース群の最大値とし、データのコンパクト化を行っている。

⑦ 'D' + NUCNAM(1:7) メンバー (遅発中性子データ: idelay>0 の時に定義される)

```
leng, imax, nfam, istdxi, iendxi, (dmu(i), i=1, imax),
(dconst(m), m=1, nfam), ((betag(i, m), i=1, imax), m=1, nfam),
(((spectd(j, m), j=istdxi, iendxi)), m=1, nfam)
```

leng : 当該メンバーのデータの長さ (ワード単位)
 imax : 中性子反応のエネルギー群数
 nfam : 遅発中性子データのファミリー数
 istdxi : 正の値を持つ遅発中性子核分裂スペクトルデータが定義される最小のエネルギー群数
 iendxi : 正の値を持つ遅発中性子核分裂スペクトルデータが定義される最大のエネルギー群数
 dmu(i) : i 群の遅発中性子の ν 値
 dconst(m) : m 番目のファミリーの崩壊定数 (1/秒)
 betag(i, m) : m 番目のファミリーの i 群の遅発中性割合 (群依存の β_m)
 spectd(j, m) : m 番目のファミリーの遅発中性子核分裂スペクトル

第3章 炉定数作成コードの改修作業

3.1 はじめに

2章で述べた詳細群炉定数ライブラリーの作成が可能となるように、「次世代炉定数の整備」研究で整備された炉定数作成システムの改修作業を実施する。

3.2 PRENJOY コードの改修

PRENJOY コードの改修内容を以下に箇条書きで示す。

- ① 群数制限等の値をインクルード文で定義し、その制限値を簡単に変更できるようにした。当該インクルード名は INCjfs3 であり、表 3-1 に示す変数の値を定義する。
- ② エネルギー境界データの精度を単精度から倍精度に変更した。これはレサジー幅が 0.0080 である詳細群炉定数ライブラリーのエネルギー境界を精度良く表現する為である。
- ③ また、炉定数作成システムではエネルギー群数およびエネルギー構造をコントロール・ファイルで定義する。②の修正に伴い、エネルギー境界データのフォーマットを変更し、当該変更に対するプログラム改修を実施した。

次に、変更したコントロール・ファイルのフォーマットを説明する。

#1 IMAX, NSIGO, NTEMP, MAXPL, MX1DMT (5I6)

IMAX : エネルギー群数
 NSIGO : σ_0 の数
 NTEMP : F-table での温度パラメータの数
 MAXPL : 非等方散乱の最大のルジャンドル展開次数
 MX1DMT : 1次元断面積が定義される反応の最大数 (現バージョンでは 20 と固定)

#2 (SIGO(I), I=1, NSIGO) (6E12.5)

SIGO(I) : σ_0 の値を降順で入力する。

#3 (TEMP(I), I=1, NTEMP) (6E12.5)

TEMP(I) : F-table での温度を昇順で入力する。

IMAX<200 の時は#4 で、IMAX $\geq$ 200 の時は#5 でエネルギー境界を入力する。

#4 (ENBND(I), I=1, IMAX1) (6E12.5)

ENBND(I) : eV 単位でエネルギー境界を昇順で入力する。

#5 (ENBND(I), I=1, IMAX1) (5E14.7)

ENBND(I) : eV 単位でエネルギー境界を昇順で入力する。

以上がコントロール・ファイルのフォーマットであるが、参考として 450 群ライブラリーのコントロール・ファイルのリストを表 3-2 に示す。

表 3-1 PRENJOY コードの INCjfs3 インクルードでの定義内容

変数名	内容	値
n2xmax	PENDF の file3 に定義される断面面積ポイント数の上限値	300000
maxng	エネルギー群数の上限値	2000
maxng1	maxng+1	2001

表 3-2 450 群ライブラリーのコントロール・ファイルのリスト

```

450      9      6      5      20
1. 00000E+06 1. 00000E+05 1. 00000E+04 1. 00000E+03 1. 00000E+02 3. 50000E+01
1. 00000E+01 1. 00000E+00 1. 00000E-01
2. 70000E+02 3. 00000E+02 8. 00000E+02 1. 30000E+03 2. 10000E+03 4. 50000E+03
1. 0000000E-05 6. 2241446E-04 1. 2501529E-02 9. 2374497E-02 1. 1861120E-01
1. 5229980E-01 1. 9555681E-01 2. 5109992E-01 3. 2241867E-01 4. 1399377E-01
5. 3157853E-01 6. 8256034E-01 8. 7642482E-01 1. 1253517E+00 1. 4449802E+00
1. 8553914E+00 2. 3823697E+00 3. 0590232E+00 3. 9278635E+00 5. 0434766E+00
6. 4759522E+00 8. 3152872E+00 1. 0677040E+01 1. 3709591E+01 1. 7603463E+01
2. 2603294E+01 2. 9023204E+01 3. 7266532E+01 4. 7851174E+01 6. 1442124E+01
7. 8893248E+01 1. 0130094E+02 1. 3007298E+02 1. 6701701E+02 2. 1445408E+02
2. 7536449E+02 3. 5357501E+02 3. 9076082E+02 4. 3185749E+02 4. 7727634E+02
5. 2747193E+02 5. 8294664E+02 6. 4425567E+02 7. 1201263E+02 7. 8689565E+02
8. 6965419E+02 9. 6111652E+02 1. 0621980E+03 1. 1739104E+03 1. 2973716E+03
1. 4338174E+03 1. 5846133E+03 1. 7512685E+03 1. 9354510E+03 2. 1390042E+03
2. 3639652E+03 2. 6125856E+03 2. 7465357E+03 2. 8873536E+03 3. 0353914E+03
3. 1910192E+03 3. 3546263E+03 3. 7074354E+03 4. 0973498E+03 4. 5282718E+03
5. 0045143E+03 5. 5308437E+03 6. 1125276E+03 6. 7553878E+03 7. 4658581E+03
8. 2510492E+03 9. 1188197E+03 1. 0077854E+04 1. 1137751E+04 1. 2309119E+04
1. 3603680E+04 1. 5034392E+04 1. 6615573E+04 1. 8363048E+04 2. 0294306E+04
2. 2428677E+04 2. 4787522E+04 2. 7394448E+04 3. 0275547E+04 3. 3459655E+04
3. 6978637E+04 4. 0867714E+04 4. 5165809E+04 5. 0116003E+04 5. 0924308E+04
5. 1745650E+04 5. 2580239E+04 5. 3428290E+04 5. 4290018E+04 5. 5165644E+04
5. 6055394E+04 5. 6959493E+04 5. 7878175E+04 5. 8811674E+04 5. 9760229E+04
----- missing lines -----
3. 8906844E+06 3. 9534361E+06 4. 0171998E+06 4. 0819920E+06 4. 1478291E+06
4. 2147281E+06 4. 2827062E+06 4. 3517806E+06 4. 4219691E+06 4. 4932896E+06
4. 5657605E+06 4. 6394002E+06 4. 7142276E+06 4. 7902619E+06 4. 8675226E+06
4. 9460293E+06 5. 0258023E+06 5. 1068618E+06 5. 1892288E+06 5. 2729242E+06
5. 3579696E+06 5. 4443866E+06 5. 5321974E+06 5. 6214245E+06 5. 7120906E+06
5. 8042192E+06 5. 8978336E+06 5. 9929579E+06 6. 0896164E+06 6. 1878339E+06
6. 2876355E+06 6. 3890468E+06 6. 4920938E+06 6. 5968027E+06 6. 7032005E+06
6. 8113143E+06 6. 9211718E+06 7. 0328012E+06 7. 1462311E+06 7. 2614904E+06
7. 3786087E+06 7. 4976159E+06 7. 6185426E+06 7. 7414197E+06 7. 8662786E+06
7. 9931513E+06 8. 1220704E+06 8. 2530687E+06 8. 3861798E+06 8. 5214379E+06
8. 6588775E+06 8. 7985338E+06 8. 9404426E+06 9. 0846402E+06 9. 2311635E+06
9. 3800500E+06 9. 5313379E+06 9. 6850658E+06 9. 8412732E+06 1. 0000000E+07
1. 0161287E+07 1. 1185129E+07 1. 0491707E+07 1. 0660924E+07 1. 0832871E+07
1. 1007591E+07 1. 1185129E+07 1. 1365530E+07 1. 1548841E+07 1. 1735109E+07
1. 1924381E+07 1. 2116705E+07 1. 2312132E+07 1. 2510710E+07 1. 2712492E+07
1. 2917527E+07 1. 3125870E+07 1. 3337573E+07 1. 3552691E+07 1. 3771278E+07
1. 3993390E+07 1. 4219085E+07 1. 4448420E+07 1. 4681454E+07 1. 4918247E+07
1. 5158859E+07 1. 5403351E+07 1. 5651787E+07 1. 5904230E+07 1. 6160744E+07
2. 0000000E+07 /

```

3.3 POSTNJOY コードの改修

POSTNJOY コードの改修内容を以下に箇条書きで示す。

- ① 群数制限等の値をインクルード文で定義し、その制限値を簡単に変更できるようにした。当該インクルード名は INCjfs3 であり、表 3-3 に示す変数の値を定義する。
- ② 2.3.1 で述べたマスターファイルにおけるフォーマット変更に対するプログラム修正を実施した。

表 3-3 POSTNJOY コードの INCjfs3 インクルードでの定義内容

変数名	内容	値
mxng	エネルギー群数の上限値	900
mxngl	maxng+1	901
mxtemp	F-table での温度パラメータ数の上限値	6
mxsig0	F-table での σ_0 パラメータ数の上限値	9
mxsigl	mxsig0+1	10
mxnl	非等方散乱データの P1 次数 + 1 の上限値	6
mxfam	遅発中性子データのファミリー数の上限値	6
mxmtl	1 次元データの保存配列の反応数の上限値	800
mxwork	作業用配列のデータ数の上限値	810000
mxstor	出力データのデータ数の上限値	5000000

3.4 NJOY97 コードの改良

NJOY コードの改良内容を以下に箇条書きで示す。

- ① groupr モジュールのコモン文 groupn に定義されるエネルギー境界データ配列 egn の大きさを 641 から 2001 に変更した。
- ② groupr モジュールの可変配列 a の大きさを 30 万から 150 万に増加させた。

3.5 新 PDSMAKE コードの改修

PDS タイプの JFS3 ライブラリー作成コード新 PDSMAKE の改修内容を以下に箇条書きで示す。

- ① 群数制限等の値をインクルード文で定義し、その制限値を簡単に変更できるようにした。当該インクルード名は INCjfs3 であり、表 3-4 に示す変数の値を定義する。
- ② 3.2 で述べたコントロール・ファイルのフォーマット変更に対するプログラム改修をした。
- ③ 2.3.1 で述べたマスターファイルにおけるフォーマット変更に対するプログラム修正を実施した。

表 3-4 新 PDSMAKE コードの INCjfs3 インクルードでの定義内容

変数名	内容	値
mxng	エネルギー群数の上限値	900
mxngl	maxng+1	901
mxtemp	F-table での温度パラメータ数の上限値	6
mxsig0	F-table での σ_0 パラメータ数の上限値	9
mxsigl	mxsig0+1	10
mxnr	F-table での R パラメータ数の上限値	4
mxpl1	非等方散乱データの P1 次数+1 の上限値	6
mxfam	遅発中性子データのファミリー数の上限値	6
mxmt1	1 次元データの保存配列の反応数の上限値	30
mxmt2	2 次元データの保存配列の反応数の上限値	3
mxwork	作業用配列のデータ数の上限値	5000000

第4章 プロトタイプ詳細群炉定数ライブラリーの作成と問題点の抽出

4.1 はじめに

本章では、3章で報告した改修炉定数作成システムの機能検証として、450群のプロトタイプ詳細群炉定数ライブラリーの作成を、JENDL-3.2¹¹⁾の数核種に対して行う。その後、小型高速炉解析と「もんじゅ」内側炉心の均質無限セル計算によるベンチマークテストを行い、当該ライブラリーの核計算予測精度を検証する。また、これら作業を通じて、詳細群炉定数ライブラリー作成上の問題点を、計算機使用メモリ、ライブラリー容量等の点などから抽出する。

4.2 プロトタイプ詳細群炉定数ライブラリーの作成

改修炉定数作成システムの計算機能チェックとして、450群のプロトタイプ詳細群炉定数ライブラリーの作成を実施する。

4.2.1 プロトタイプ詳細群炉定数ライブラリー群構造の設定

プロトタイプ詳細群ライブラリーの群数として2章で提案した900群の半分である450群を採用する。また、その各群のレサジー幅を2章の表2-2～10に示す値の倍にする事を基本とする。但し、Naの2.85keVの共鳴ピークの近傍では、レサジー幅を0.050とする。決定したプロトタイプ詳細群ライブラリーのエネルギー構造を表4-1～5に示す。

尚、プロトタイプ詳細群ライブラリーの群数を450群にした理由は、炉定数作成におけるコンピュータ資源（CPU、メモリ、ディスク容量）の負荷を軽減する為と、本作業があくまでも改修炉定数作成システムの検証を目的としているからである。同時に、450なる群数は将来の900群詳細群ライブラリー作成で必要とされるコンピュータ資源の推定を容易にしてくれるからである。

4.2.2 プロトタイプ詳細群炉定数ライブラリーの作成

4.2.1で設定したプロトタイプ450群ライブラリーの群定数を改修炉定数作成システムで作成した。使用評価済核データはJENDL-3.2であり、炉定数作成核種はベンチマークテストに必要な20核種である。炉定数作成核種の核種名等を表4-6に示す。尚、重核のTIMSコード¹²⁾による自己遮蔽因子デブールの作成を実施しなかった。その理由は、詳細解析システムのセル計算では常にPEACO法により実効共鳴断面積を求めるからである。

そして、全ての核種に対して微細群共鳴断面積ライブラリー(MCROSS)を作成した。ここで、Moは非分離共鳴評価データの特性（各同位体の非分離共鳴エネルギー範囲の不一致等）から、TIMSコード処理が不可能であり、Moの微細群共鳴断面積の一部では無限希釈の断面積が定義されている。しかしながら、多くの場合、Moの個数密度は少なく、核解析上、問題が生じる事は少ないと推測される。

尚、ベンチマーク計算結果の図表では便宜上、プロトタイプ450群ライブラリーをJFS450Gと呼称する。

表 4-1 プロトタイプ 450 群ライブラリーのエネルギー構造 (その 1)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
1	2.000000E+07	-0.69315	0.21315	51	7.3786087E+06	0.30400	0.01600
2	1.6160744E+07	-0.48000	0.01600	52	7.2614904E+06	0.32000	0.01600
3	1.5904230E+07	-0.46400	0.01600	53	7.1462311E+06	0.33600	0.01600
4	1.5651787E+07	-0.44800	0.01600	54	7.0328012E+06	0.35200	0.01600
5	1.5403351E+07	-0.43200	0.01600	55	6.9211718E+06	0.36800	0.01600
6	1.5158859E+07	-0.41600	0.01600	56	6.8113143E+06	0.38400	0.01600
7	1.4918247E+07	-0.40000	0.01600	57	6.7032005E+06	0.40000	0.01600
8	1.4681454E+07	-0.38400	0.01600	58	6.5968027E+06	0.41600	0.01600
9	1.4448420E+07	-0.36800	0.01600	59	6.4920938E+06	0.43200	0.01600
10	1.4219085E+07	-0.35200	0.01600	60	6.3890468E+06	0.44800	0.01600
11	1.3993390E+07	-0.33600	0.01600	61	6.2876355E+06	0.46400	0.01600
12	1.3771278E+07	-0.32000	0.01600	62	6.1878339E+06	0.48000	0.01600
13	1.3552691E+07	-0.30400	0.01600	63	6.0896164E+06	0.49600	0.01600
14	1.3337573E+07	-0.28800	0.01600	64	5.9929579E+06	0.51200	0.01600
15	1.3125870E+07	-0.27200	0.01600	65	5.8978336E+06	0.52800	0.01600
16	1.2917527E+07	-0.25600	0.01600	66	5.8042192E+06	0.54400	0.01600
17	1.2712492E+07	-0.24000	0.01600	67	5.7120906E+06	0.56000	0.01600
18	1.2510710E+07	-0.22400	0.01600	68	5.6214245E+06	0.57600	0.01600
19	1.2312132E+07	-0.20800	0.01600	69	5.5321974E+06	0.59200	0.01600
20	1.2116705E+07	-0.19200	0.01600	70	5.4443866E+06	0.60800	0.01600
21	1.1924381E+07	-0.17600	0.01600	71	5.3579696E+06	0.62400	0.01600
22	1.1735109E+07	-0.16000	0.01600	72	5.2729242E+06	0.64000	0.01600
23	1.1548841E+07	-0.14400	0.01600	73	5.1892288E+06	0.65600	0.01600
24	1.1365530E+07	-0.12800	0.01600	74	5.1068618E+06	0.67200	0.01600
25	1.1185129E+07	-0.11200	0.01600	75	5.0258023E+06	0.68800	0.01600
26	1.1007591E+07	-0.09600	0.01600	76	4.9460293E+06	0.70400	0.01600
27	1.0832871E+07	-0.08000	0.01600	77	4.8675226E+06	0.72000	0.01600
28	1.0660924E+07	-0.06400	0.01600	78	4.7902619E+06	0.73600	0.01600
29	1.0491707E+07	-0.04800	0.01600	79	4.7142276E+06	0.75200	0.01600
30	1.0325175E+07	-0.03200	0.01600	80	4.6394002E+06	0.76800	0.01600
31	1.0161287E+07	-0.01600	0.01600	81	4.5657605E+06	0.78400	0.01600
32	1.0000000E+07	0.00000	0.01600	82	4.4932896E+06	0.80000	0.01600
33	9.8412732E+06	0.01600	0.01600	83	4.4219691E+06	0.81600	0.01600
34	9.6850658E+06	0.03200	0.01600	84	4.3517806E+06	0.83200	0.01600
35	9.5313379E+06	0.04800	0.01600	85	4.2827062E+06	0.84800	0.01600
36	9.3800500E+06	0.06400	0.01600	86	4.2147281E+06	0.86400	0.01600
37	9.2311635E+06	0.08000	0.01600	87	4.1478291E+06	0.88000	0.01600
38	9.0846402E+06	0.09600	0.01600	88	4.0819920E+06	0.89600	0.01600
39	8.9404426E+06	0.11200	0.01600	89	4.0171998E+06	0.91200	0.01600
40	8.7985338E+06	0.12800	0.01600	90	3.9534361E+06	0.92800	0.01600
41	8.6588775E+06	0.14400	0.01600	91	3.8906844E+06	0.94400	0.01600
42	8.5214379E+06	0.16000	0.01600	92	3.8289289E+06	0.96000	0.01600
43	8.3861798E+06	0.17600	0.01600	93	3.7681535E+06	0.97600	0.01600
44	8.2530687E+06	0.19200	0.01600	94	3.7083428E+06	0.99200	0.01600
45	8.1220704E+06	0.20800	0.01600	95	3.6494815E+06	1.00800	0.01600
46	7.9931513E+06	0.22400	0.01600	96	3.5915544E+06	1.02400	0.01600
47	7.8662786E+06	0.24000	0.01600	97	3.5345468E+06	1.04000	0.01600
48	7.7414197E+06	0.25600	0.01600	98	3.4784441E+06	1.05600	0.01600
49	7.6185426E+06	0.27200	0.01600	99	3.4232319E+06	1.07200	0.01600
50	7.4976159E+06	0.28800	0.01600	100	3.3688960E+06	1.08800	0.01600

表 4-2 プロトタイプ 450 群ライブラリーのエネルギー構造 (その 2)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
101	3.3154226E+06	1.10400	0.01600	151	1.4897154E+06	1.90400	0.01600
102	3.2627979E+06	1.12000	0.01600	152	1.4660696E+06	1.92000	0.01600
103	3.2110086E+06	1.13600	0.01600	153	1.4427992E+06	1.93600	0.01600
104	3.1600413E+06	1.15200	0.01600	154	1.4198981E+06	1.95200	0.01600
105	3.1098830E+06	1.16800	0.01600	155	1.3973605E+06	1.96800	0.01600
106	3.0605208E+06	1.18400	0.01600	156	1.3751806E+06	1.98400	0.01600
107	3.0119421E+06	1.20000	0.01600	157	1.3533528E+06	2.00000	0.01600
108	2.9641345E+06	1.21600	0.01600	158	1.3318715E+06	2.01600	0.01600
109	2.9170858E+06	1.23200	0.01600	159	1.3107311E+06	2.03200	0.01600
110	2.8707838E+06	1.24800	0.01600	160	1.2899263E+06	2.04800	0.01600
111	2.8252168E+06	1.26400	0.01600	161	1.2694517E+06	2.06400	0.01600
112	2.7803730E+06	1.28000	0.01600	162	1.2493021E+06	2.08000	0.01600
113	2.7362410E+06	1.29600	0.01600	163	1.2294723E+06	2.09600	0.01600
114	2.6928096E+06	1.31200	0.01600	164	1.2099573E+06	2.11200	0.01600
115	2.6500675E+06	1.32800	0.01600	165	1.1907521E+06	2.12800	0.01600
116	2.6080038E+06	1.34400	0.01600	166	1.1718516E+06	2.14400	0.01600
117	2.5666078E+06	1.36000	0.01600	167	1.1532512E+06	2.16000	0.01600
118	2.5258688E+06	1.37600	0.01600	168	1.1349460E+06	2.17600	0.01600
119	2.4857765E+06	1.39200	0.01600	169	1.1169314E+06	2.19200	0.01600
120	2.4463206E+06	1.40800	0.01600	170	1.0992027E+06	2.20800	0.01600
121	2.4074909E+06	1.42400	0.01600	171	1.0817554E+06	2.22400	0.01600
122	2.3692776E+06	1.44000	0.01600	172	1.0645850E+06	2.24000	0.01600
123	2.3316708E+06	1.45600	0.01600	173	1.0476872E+06	2.25600	0.01600
124	2.2946609E+06	1.47200	0.01600	174	1.0310576E+06	2.27200	0.01600
125	2.2582385E+06	1.48800	0.01600	175	1.0146920E+06	2.28800	0.01600
126	2.2223942E+06	1.50400	0.01600	176	9.9858609E+05	2.30400	0.01600
127	2.1871189E+06	1.52000	0.01600	177	9.8273586E+05	2.32000	0.01600
128	2.1524034E+06	1.53600	0.01600	178	9.6713720E+05	2.33600	0.01600
129	2.1182390E+06	1.55200	0.01600	179	9.5178615E+05	2.35200	0.01600
130	2.0846169E+06	1.56800	0.01600	180	9.3667875E+05	2.36800	0.01600
131	2.0515284E+06	1.58400	0.01600	181	9.2181115E+05	2.38400	0.01600
132	2.0189652E+06	1.60000	0.01600	182	9.0717953E+05	2.40000	0.01600
133	1.9869188E+06	1.61600	0.01600	183	8.9278016E+05	2.41600	0.01600
134	1.9553811E+06	1.63200	0.01600	184	8.7860935E+05	2.43200	0.01600
135	1.9243439E+06	1.64800	0.01600	185	8.6466346E+05	2.44800	0.01600
136	1.8937994E+06	1.66400	0.01600	186	8.5093894E+05	2.46400	0.01600
137	1.8637398E+06	1.68000	0.01600	187	8.3743226E+05	2.48000	0.01600
138	1.8341572E+06	1.69600	0.01600	188	8.2413996E+05	2.49600	0.01600
139	1.8050442E+06	1.71200	0.01600	189	8.1105865E+05	2.51200	0.01600
140	1.7763933E+06	1.72800	0.01600	190	7.9818498E+05	2.52800	0.01600
141	1.7481972E+06	1.74400	0.01600	191	7.8551564E+05	2.54400	0.01600
142	1.7204486E+06	1.76000	0.01600	192	7.7304740E+05	2.56000	0.01600
143	1.6931405E+06	1.77600	0.01600	193	7.6077707E+05	2.57600	0.01600
144	1.6662658E+06	1.79200	0.01600	194	7.4870150E+05	2.59200	0.01600
145	1.6398177E+06	1.80800	0.01600	195	7.3681760E+05	2.60800	0.01600
146	1.6137894E+06	1.82400	0.01600	196	7.2512233E+05	2.62400	0.01600
147	1.5881743E+06	1.84000	0.01600	197	7.1361270E+05	2.64000	0.01600
148	1.5629657E+06	1.85600	0.01600	198	7.0228575E+05	2.65600	0.01600
149	1.5381572E+06	1.87200	0.01600	199	6.9113859E+05	2.67200	0.01600
150	1.5137425E+06	1.88800	0.01600	200	6.8016837E+05	2.68800	0.01600

表 4-3 プロトタイプ 450 群ライブラリーのエネルギー構造 (その 3)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
201	6.6937228E+05	2.70400	0.01600	251	3.0076835E+05	3.50400	0.01600
202	6.5874754E+05	2.72000	0.01600	252	2.9599435E+05	3.52000	0.01600
203	6.4829146E+05	2.73600	0.01600	253	2.9129613E+05	3.53600	0.01600
204	6.3800133E+05	2.75200	0.01600	254	2.8667248E+05	3.55200	0.01600
205	6.2787454E+05	2.76800	0.01600	255	2.8212222E+05	3.56800	0.01600
206	6.1790849E+05	2.78400	0.01600	256	2.7764418E+05	3.58400	0.01600
207	6.0810063E+05	2.80000	0.01600	257	2.7323722E+05	3.60000	0.01600
208	5.9844844E+05	2.81600	0.01600	258	2.6890022E+05	3.61600	0.01600
209	5.8894946E+05	2.83200	0.01600	259	2.6463205E+05	3.63200	0.01600
210	5.7960125E+05	2.84800	0.01600	260	2.6043163E+05	3.64800	0.01600
211	5.7040143E+05	2.86400	0.01600	261	2.5629788E+05	3.66400	0.01600
212	5.6134763E+05	2.88000	0.01600	262	2.5222975E+05	3.68000	0.01600
213	5.5243754E+05	2.89600	0.01600	263	2.4822619E+05	3.69600	0.01600
214	5.4366887E+05	2.91200	0.01600	264	2.4428617E+05	3.71200	0.01600
215	5.3503939E+05	2.92800	0.01600	265	2.4040870E+05	3.72800	0.01600
216	5.2654688E+05	2.94400	0.01600	266	2.3659276E+05	3.74400	0.01600
217	5.1818917E+05	2.96000	0.01600	267	2.3283740E+05	3.76000	0.01600
218	5.0996412E+05	2.97600	0.01600	268	2.2914165E+05	3.77600	0.01600
219	5.0186962E+05	2.99200	0.01600	269	2.2550456E+05	3.79200	0.01600
220	4.9390361E+05	3.00800	0.01600	270	2.2192520E+05	3.80800	0.01600
221	4.8606403E+05	3.02400	0.01600	271	2.1840265E+05	3.82400	0.01600
222	4.7834889E+05	3.04000	0.01600	272	2.1493601E+05	3.84000	0.01600
223	4.7075622E+05	3.05600	0.01600	273	2.1152440E+05	3.85600	0.01600
224	4.6328405E+05	3.07200	0.01600	274	2.0816694E+05	3.87200	0.01600
225	4.5593049E+05	3.08800	0.01600	275	2.0486278E+05	3.88800	0.01600
226	4.4869365E+05	3.10400	0.01600	276	2.0161106E+05	3.90400	0.01600
227	4.4157168E+05	3.12000	0.01600	277	1.9841095E+05	3.92000	0.01600
228	4.3456276E+05	3.13600	0.01600	278	1.9526163E+05	3.93600	0.01600
229	4.2766508E+05	3.15200	0.01600	279	1.9216231E+05	3.95200	0.01600
230	4.2087689E+05	3.16800	0.01600	280	1.8911218E+05	3.96800	0.01600
231	4.1419645E+05	3.18400	0.01600	281	1.8611046E+05	3.98400	0.01600
232	4.0762204E+05	3.20000	0.01600	282	1.8315639E+05	4.00000	0.01600
233	4.0115199E+05	3.21600	0.01600	283	1.8024921E+05	4.01600	0.01600
234	3.9478463E+05	3.23200	0.01600	284	1.7738817E+05	4.03200	0.01600
235	3.8851834E+05	3.24800	0.01600	285	1.7457254E+05	4.04800	0.01600
236	3.8235151E+05	3.26400	0.01600	286	1.7180161E+05	4.06400	0.01600
237	3.7628257E+05	3.28000	0.01600	287	1.6907466E+05	4.08000	0.01600
238	3.7030996E+05	3.29600	0.01600	288	1.6639099E+05	4.09600	0.01600
239	3.6443214E+05	3.31200	0.01600	289	1.6374992E+05	4.11200	0.01600
240	3.5864763E+05	3.32800	0.01600	290	1.6115077E+05	4.12800	0.01600
241	3.5295493E+05	3.34400	0.01600	291	1.5859287E+05	4.14400	0.01600
242	3.4735259E+05	3.36000	0.01600	292	1.5607558E+05	4.16000	0.01600
243	3.4183917E+05	3.37600	0.01600	293	1.5359824E+05	4.17600	0.01600
244	3.3641327E+05	3.39200	0.01600	294	1.5116023E+05	4.19200	0.01600
245	3.3107349E+05	3.40800	0.01600	295	1.4876091E+05	4.20800	0.01600
246	3.2581847E+05	3.42400	0.01600	296	1.4639967E+05	4.22400	0.01600
247	3.2064685E+05	3.44000	0.01600	297	1.4407592E+05	4.24000	0.01600
248	3.1555733E+05	3.45600	0.01600	298	1.4178905E+05	4.25600	0.01600
249	3.1054859E+05	3.47200	0.01600	299	1.3953848E+05	4.27200	0.01600
250	3.0561935E+05	3.48800	0.01600	300	1.3732363E+05	4.28800	0.01600

表 4-4 プロトタイプ 450 群ライブラリーのエネルギー構造 (その 4)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
301	1.3514393E+05	4.30400	0.01600	351	6.0724083E+04	5.10400	0.01600
302	1.3299884E+05	4.32000	0.01600	352	5.9760229E+04	5.12000	0.01600
303	1.3088779E+05	4.33600	0.01600	353	5.8811674E+04	5.13600	0.01600
304	1.2881025E+05	4.35200	0.01600	354	5.7878175E+04	5.15200	0.01600
305	1.2676568E+05	4.36800	0.01600	355	5.6959493E+04	5.16800	0.01600
306	1.2475357E+05	4.38400	0.01600	356	5.6055394E+04	5.18400	0.01600
307	1.2277340E+05	4.40000	0.01600	357	5.5165644E+04	5.20000	0.01600
308	1.2082466E+05	4.41600	0.01600	358	5.4290018E+04	5.21600	0.01600
309	1.1890685E+05	4.43200	0.01600	359	5.3428290E+04	5.23200	0.01600
310	1.1701947E+05	4.44800	0.01600	360	5.2580239E+04	5.24800	0.01600
311	1.1516206E+05	4.46400	0.01600	361	5.1745650E+04	5.26400	0.01600
312	1.1333413E+05	4.48000	0.01600	362	5.0924308E+04	5.28000	0.01600
313	1.1153522E+05	4.49600	0.01600	363	5.0116003E+04	5.29600	0.10400
314	1.0976485E+05	4.51200	0.01600	364	4.9165809E+04	5.40000	0.10000
315	1.0802259E+05	4.52800	0.01600	365	4.867714E+04	5.50000	0.10000
316	1.0630798E+05	4.54400	0.01600	366	3.6978637E+04	5.60000	0.10000
317	1.0462059E+05	4.56000	0.01600	367	3.3459655E+04	5.70000	0.10000
318	1.0295998E+05	4.57600	0.01600	368	3.0275547E+04	5.80000	0.10000
319	1.0132573E+05	4.59200	0.01600	369	2.7394448E+04	5.90000	0.10000
320	9.9717419E+04	4.60800	0.01600	370	2.4787522E+04	6.00000	0.10000
321	9.8134636E+04	4.62400	0.01600	371	2.2428677E+04	6.10000	0.10000
322	9.6576976E+04	4.64000	0.01600	372	2.0294306E+04	6.20000	0.10000
323	9.5044041E+04	4.65600	0.01600	373	1.8363048E+04	6.30000	0.10000
324	9.3535437E+04	4.67200	0.01600	374	1.6615573E+04	6.40000	0.10000
325	9.2050779E+04	4.68800	0.01600	375	1.5034392E+04	6.50000	0.10000
326	9.0589687E+04	4.70400	0.01600	376	1.3603680E+04	6.60000	0.10000
327	8.9151785E+04	4.72000	0.01600	377	1.2309119E+04	6.70000	0.10000
328	8.7736708E+04	4.73600	0.01600	378	1.1137751E+04	6.80000	0.10000
329	8.6344091E+04	4.75200	0.01600	379	1.0077854E+04	6.90000	0.10000
330	8.4973579E+04	4.76800	0.01600	380	9.1188197E+03	7.00000	0.10000
331	8.3624821E+04	4.78400	0.01600	381	8.2510492E+03	7.10000	0.10000
332	8.2297470E+04	4.80000	0.01600	382	7.4658581E+03	7.20000	0.10000
333	8.0991189E+04	4.81600	0.01600	383	6.7553878E+03	7.30000	0.10000
334	7.9705642E+04	4.83200	0.01600	384	6.1125276E+03	7.40000	0.10000
335	7.8440500E+04	4.84800	0.01600	385	5.5308437E+03	7.50000	0.10000
336	7.7195439E+04	4.86400	0.01600	386	5.0045143E+03	7.60000	0.10000
337	7.5970140E+04	4.88000	0.01600	387	4.5282718E+03	7.70000	0.10000
338	7.4764291E+04	4.89600	0.01600	388	4.0973498E+03	7.80000	0.10000
339	7.3577581E+04	4.91200	0.01600	389	3.7074354E+03	7.90000	0.10000
340	7.2409708E+04	4.92800	0.01600	390	3.3546263E+03	8.00000	0.05000
341	7.1260371E+04	4.94400	0.01600	391	3.1910192E+03	8.05000	0.05000
342	7.0129278E+04	4.96000	0.01600	392	3.0353914E+03	8.10000	0.05000
343	6.9016139E+04	4.97600	0.01600	393	2.8873536E+03	8.15000	0.05000
344	6.7920668E+04	4.99200	0.01600	394	2.7465357E+03	8.20000	0.05000
345	6.6842585E+04	5.00800	0.01600	395	2.6125856E+03	8.25000	0.10000
346	6.5781614E+04	5.02400	0.01600	396	2.3639652E+03	8.35000	0.10000
347	6.4737483E+04	5.04000	0.01600	397	2.1390042E+03	8.45000	0.10000
348	6.3709926E+04	5.05600	0.01600	398	1.9354510E+03	8.55000	0.10000
349	6.2698679E+04	5.07200	0.01600	399	1.7512685E+03	8.65000	0.10000
350	6.1703483E+04	5.08800	0.01600	400	1.5846133E+03	8.75000	0.10000

表 4-5 プロトタイプ 450 群ライブラリーのエネルギー構造 (その 5)

no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu	no	Upper energy (eV)	lethargy	Δu
401	1.4338174E+03	8.85000	0.10000	426	2.2603294E+01	13.00000	0.25000
402	1.2973716E+03	8.95000	0.10000	427	1.7603463E+01	13.25000	0.25000
403	1.1739104E+03	9.05000	0.10000	428	1.3709591E+01	13.50000	0.25000
404	1.0621980E+03	9.15000	0.10000	429	1.0677040E+01	13.75000	0.25000
405	9.6111652E+02	9.25000	0.10000	430	8.3152872E+00	14.00000	0.25000
406	8.6965419E+02	9.35000	0.10000	431	6.4759522E+00	14.25000	0.25000
407	7.8689565E+02	9.45000	0.10000	432	5.0434766E+00	14.50000	0.25000
408	7.1201263E+02	9.55000	0.10000	433	3.9278635E+00	14.75000	0.25000
409	6.4425567E+02	9.65000	0.10000	434	3.0590232E+00	15.00000	0.25000
410	5.8294664E+02	9.75000	0.10000	435	2.3823697E+00	15.25000	0.25000
411	5.2747193E+02	9.85000	0.10000	436	1.8553914E+00	15.50000	0.25000
412	4.7727634E+02	9.95000	0.10000	437	1.4449802E+00	15.75000	0.25000
413	4.3185749E+02	10.05000	0.10000	438	1.1253517E+00	16.00000	0.25000
414	3.9076082E+02	10.15000	0.10000	439	8.7642482E-01	16.25000	0.25000
415	3.5357501E+02	10.25000	0.25000	440	6.8256034E-01	16.50000	0.25000
416	2.7536449E+02	10.50000	0.25000	441	5.3157853E-01	16.75000	0.25000
417	2.1445408E+02	10.75000	0.25000	442	4.1399377E-01	17.00000	0.25000
418	1.6701701E+02	11.00000	0.25000	443	3.2241867E-01	17.25000	0.25000
419	1.3007298E+02	11.25000	0.25000	444	2.5109992E-01	17.50000	0.25000
420	1.0130094E+02	11.50000	0.25000	445	1.9555681E-01	17.75000	0.25000
421	7.8893248E+01	11.75000	0.25000	446	1.5229980E-01	18.00000	0.25000
422	6.1442124E+01	12.00000	0.25000	447	1.1861120E-01	18.25000	0.25000
423	4.7851174E+01	12.25000	0.25000	448	9.2374497E-02	18.50000	2.00000
424	3.7266532E+01	12.50000	0.25000	449	1.2501529E-02	20.50000	3.00000
425	2.9023204E+01	12.75000	0.25000	450	6.2241446E-04	23.50000	4.13102
				451	1.0000000E-05	27.63102	

表 4-6 炉定数作成核種の一覧表

番号	核種名	Material number	Tape number	MCROSS ライブラリー
1	C-12	625	301	有り
2	O-16	825	301	有り
3	Na-23	1125	301	有り
4	Al-27	1325	301	有り
5	Si-nat.	1400	302	有り
6	Cr-nat.	2400	303	有り
7	Mn-55	2525	303	有り
8	Fe-nat.	2600	304	有り
9	Ni-nat.	2800	304	有り
10	Cu-nat.	2900	304	有り
11	Ga-nat.	3100	305	有り
12	Mo-nat.	4200	307	有り
13	U-234	9225	313	有り
14	U-235	9228	313	有り
15	U-238	9237	313	有り
16	Pu-239	9437	313	有り
17	Pu-240	9440	314	有り
18	Pu-241	9443	314	有り
19	Pu-242	9446	314	有り
20	Am-241	9543	314	有り

4.3 ベンチマークテスト

4.3.1 Los Alamos 小型炉心のベンチマーク計算

(1) Los Alamos 小型炉心について

今回作成したプロトタイプ 450 群ライブラリーを使用して Los Alamos 小型炉心の 5 炉心の解析を行い、高エネルギー領域反応に注目したベンチマーク計算を実施する。尚、GODIVA 炉心と FLATTOP-25 炉心はウラン燃料炉心であり、その U-235 濃縮度は 90%以上である。JEZEBEL, JEZEBEL-Pu, FLATTOP-Pu 炉心はプルトニウム燃料炉心であり、JEZEBEL-Pu 炉心は比較的 Pu-240 (20%程度) が多い事が特徴である。そして、炉心を構成する物質は Pu 燃料に Ga が混在する事を除けば、全て重核からなる金属である。従って、酸素や炭素、鉄等が存在しないため、Los Alamos 小型炉心の中性子スペクトルの特徴は、核分裂スペクトルの形に近いことである。

(2) 解析項目

「Los Alamos 小型炉のベンチマーク計算」での解析項目は

- ・ 固有値
- ・ 中心反応率比 (F28/F25, C28/F25, F49/F25 等)

である。

尚、本ベンチマーク計算での目的は実験解析でなく、プロトタイプ 450 群ライブラリーを用いた決定論手法による解析結果と連続エネルギーモンテカルロ手法(MVP コード)による解析結果の比較である。

(3) MVP コードによる解析方法について

MVP コードによる解析方法について以下に箇条書きで述べる。

- ① 1 バッチ当たりのヒストリー数は 1 万とし、捨てバッチは 40 (40 万ヒストリー) とする。
- ② 計算ヒストリー数は 3 億 40 万ヒストリーとする。
- ③ ETOP (計算するエネルギーの上限) は 20.0 MeV とする。
- ④ EBOT (計算するエネルギーの下限) は 0.00001 eV とする。
- ⑤ ETHMAX (熱中性子散乱を考慮するエネルギーの上限) は 4.5 eV とする。
- ⑥ EWCUT (analog 的な吸収の取り扱いの上限エネルギー) は 0.0 eV とする。即ち、analog 的な吸収の取り扱いをしない。
- ⑦ 使用ライブラリーは JENDL-3.2 から作成されたものを使用する。
- ⑧ 解析温度は 300 kelvin である。
- ⑨ 分散低減法としては Russian-Roulette kill のみを使用する。
- ⑩ 本報告書で述べる統計誤差は特別に述べない限り 1σ に対するものとする。
- ⑪ 反応率計算の為、ウラン炉心の場合は Pu-239 を、プルトニウム炉心の場合は U-235 と U-238 を 10^{-15} (単位: $10^{24}/\text{cc}$) の個数密度で炉心領域に混在させる。また、中心反応率比の計算の為に、炉中心に半径 5mm の球のタリー領域を設定する。

MVP コードによる解析ではそのタリーのエネルギー群構造として、50 KeV 以上を粗くした表 4-7 に示す 140 群エネルギー・ビンを使用する。

表 4-7 MVP コード解析で使用する 140 群タリーのエネルギー群構造

no	Upper energy (eV)	Δu	no	Upper energy (eV)	Δu	no	Upper energy (eV)	Δu
1	2.00000E+07	0.2131	51	3.20647E+05	0.0800	101	3.35463E+03	0.0500
2	1.61607E+07	0.0800	52	2.95994E+05	0.0800	102	3.19102E+03	0.0500
3	1.49183E+07	0.0800	53	2.73237E+05	0.0800	103	3.03539E+03	0.0500
4	1.37713E+07	0.0800	54	2.52230E+05	0.0800	104	2.88735E+03	0.0500
5	1.27125E+07	0.0800	55	2.32837E+05	0.0800	105	2.74654E+03	0.0500
6	1.17351E+07	0.0800	56	2.14936E+05	0.0800	106	2.61259E+03	0.1000
7	1.08329E+07	0.0800	57	1.98411E+05	0.0800	107	2.36397E+03	0.1000
8	1.00000E+07	0.0800	58	1.83156E+05	0.0800	108	2.13900E+03	0.1000
9	9.23116E+06	0.0800	59	1.69075E+05	0.0800	109	1.93545E+03	0.1000
10	8.52144E+06	0.0800	60	1.56076E+05	0.0800	110	1.75127E+03	0.1000
11	7.86628E+06	0.0800	61	1.44076E+05	0.0800	111	1.58461E+03	0.1000
12	7.26149E+06	0.0800	62	1.32999E+05	0.0800	112	1.43382E+03	0.1000
13	6.70320E+06	0.0800	63	1.22773E+05	0.0800	113	1.29737E+03	0.1000
14	6.18783E+06	0.0800	64	1.13334E+05	0.0800	114	1.17391E+03	0.1000
15	5.71209E+06	0.0800	65	1.04621E+05	0.0800	115	1.06220E+03	0.1000
16	5.27292E+06	0.0800	66	9.65770E+04	0.0800	116	9.61117E+02	0.1000
17	4.86752E+06	0.0800	67	8.91518E+04	0.0800	117	8.69654E+02	0.1000
18	4.49329E+06	0.0800	68	8.22975E+04	0.0800	118	7.86896E+02	0.1000
19	4.14783E+06	0.0800	69	7.59701E+04	0.0800	119	7.12013E+02	0.1000
20	3.82893E+06	0.0800	70	7.01293E+04	0.0800	120	6.44256E+02	0.1000
21	3.53455E+06	0.0800	71	6.47375E+04	0.0800	121	5.82947E+02	0.1000
22	3.26280E+06	0.0800	72	5.97602E+04	0.0800	122	5.27472E+02	0.1000
23	3.01194E+06	0.0800	73	5.51656E+04	0.0960	123	4.77276E+02	0.1000
24	2.78037E+06	0.0800	74	5.01160E+04	0.1040	124	4.31858E+02	0.1000
25	2.56661E+06	0.0800	75	4.51658E+04	0.1000	125	3.90761E+02	0.1000
26	2.36928E+06	0.0800	76	4.08677E+04	0.1000	126	3.53575E+02	0.2500
27	2.18712E+06	0.0800	77	3.69786E+04	0.1000	127	2.75365E+02	0.2500
28	2.01897E+06	0.0800	78	3.34597E+04	0.1000	128	2.14454E+02	0.2500
29	1.86374E+06	0.0800	79	3.02756E+04	0.1000	129	1.67017E+02	0.2500
30	1.72045E+06	0.0800	80	2.73945E+04	0.1000	130	1.30073E+02	0.2500
31	1.58817E+06	0.0800	81	2.47875E+04	0.1000	131	1.01301E+02	0.2500
32	1.46607E+06	0.0800	82	2.24287E+04	0.1000	132	7.88933E+01	0.2500
33	1.35335E+06	0.0800	83	2.02943E+04	0.1000	133	6.14421E+01	0.2500
34	1.24930E+06	0.0800	84	1.83631E+04	0.1000	134	4.78512E+01	0.2500
35	1.15325E+06	0.0800	85	1.66156E+04	0.1000	135	3.72665E+01	0.2500
36	1.06459E+06	0.0800	86	1.50344E+04	0.1000	136	2.90232E+01	0.2500
37	9.82736E+05	0.0800	87	1.36037E+04	0.1000	137	2.26033E+01	0.2500
38	9.07180E+05	0.0800	88	1.23091E+04	0.1000	138	1.76035E+01	0.2500
39	8.37432E+05	0.0800	89	1.11378E+04	0.1000	139	1.37096E+01	0.2500
40	7.73047E+05	0.0800	90	1.00779E+04	0.1000	140	1.06770E+01	13.8810
41	7.13613E+05	0.0800	91	9.11882E+03	0.1000	141	1.00000E-05	
42	6.58748E+05	0.0800	92	8.25105E+03	0.1000			
43	6.08101E+05	0.0800	93	7.46586E+03	0.1000			
44	5.61348E+05	0.0800	94	6.75539E+03	0.1000			
45	5.18189E+05	0.0800	95	6.11253E+03	0.1000			
46	4.78349E+05	0.0800	96	5.53084E+03	0.1000			
47	4.41572E+05	0.0800	97	5.00451E+03	0.1000			
48	4.07622E+05	0.0800	98	4.52827E+03	0.1000			
49	3.76283E+05	0.0800	99	4.09735E+03	0.1000			
50	3.47353E+05	0.0800	100	3.70744E+03	0.1000			

(4) 決定論手法の解析方法について

決定論手法の解析方法について述べる。使用ライブラリーは本研究で作成したプロトタイプ 450 群ライブラリーである。セル計算は均質モデルで新 SLAROM コードにより実施し、解析炉心の各領域の実効断面積を計算する。この時、50keV 以下は PEACO 法により微細群スペクトル計算を実施し、50keV 以下の実効共鳴断面積を計算する。その後、TWO-DANT¹³⁾ コードにより 1 次元球体系で S32P5 の輸送炉心計算を実施する。そして、得られた中性子束データと実効断面積から炉心中心の反応率比を計算する。尚、炉心計算でのメッシュ分割は炉心領域の ΔR が約 5mm、反射体領域の ΔR が約 1cm となるメッシュ数にする。

(5) ベンチマーク計算の実施

(3)および(4)で述べた方法により、Los Alamos 小型炉のベンチマーク計算を実施した。計算結果を下記の図表に示す。

表 4-8 固有値の計算結果

表 4-9～13 中心反応率比の計算結果

図 4-1～50 炉中心での中性子スペクトルおよび実効微視的断面積等の比較図

(6) ベンチマーク計算結果の検討

Los Alamos 小型炉のベンチマーク計算結果をまとめて以下に箇条書きで示す。

- ① 表 4-8 より、プロトタイプ 450 群ライブラリーを用いた決定論の固有値計算結果は MVP コードの結果と 0.15%以内で一致し、U 炉心より Pu 炉心の決定論の固有値計算結果がやや過小評価となる。
- ② 1 領域炉心の反応率比では、プルトニウム燃料炉心の F28/F25 を除けば、決定論の計算結果は MVP コードの結果と 0.55%以内で一致する。プルトニウム燃料炉心の F28/F25 は約 0.8%の過小評価である。
- ③ 2 領域炉心 (FLATTOP 炉心) の反応率比では F28/F25 と FLATTOP-Pu 炉心の C28/F25 を除けば、決定論の計算結果は MVP コードの結果と 0.7%以内で一致する。決定論の F28/F25 計算結果は MVP コードの結果よりも約 1.0～1.4%の過小評価であり、FLATTOP-Pu 炉心の C28/F25 は約 1%の過大評価である。
- ④ MVP コードとのプロトタイプ 450 群ライブラリーの結果の差の原因は、図 4-2、図 4-12、図 4-22、図 4-32、図 4-42 で示すように、高エネルギーでの決定論による中性子束レベルが MVP コードのそれよりも低い事が原因である (詳細な検討は「次世代炉定数の整備(Ⅲ)」で報告されている)。一方、断面積では決定論と MVP コードの結果は良く一致している (図 4-3～6 等)。
- ⑤ $\alpha+1/E+\text{thermal maxwellian}$ を weighting ϕ にして作成されたプロトタイプ 450 群ライブラリーは、極めて硬いスペクトルである炉心に対しても良い核特性計算精度を有する事が確認できた。また、重核に対して TIMS コードによる自己遮蔽因子テーブルを作成しなくても、PEACO 法による実効共鳴断面積計算を行えば、高精度の実効断面積計算が可能である事が確認できた。
- ⑥ 高エネルギーでの決定論による中性子束レベルが MVP コードのそれよりも低い原因は、核分裂スペクトルが高エネルギーで入射エネルギーに強く依存する事が原因と推測されることから、小型高速炉の炉心計算では核分裂スペクトルの入射エネルギー依存性を考慮すべきである。

表 4-8 小型炉心の固有値の計算結果

炉心名	MVP		JFS450G	keff(JFS)/keff(MVP)
	固有値	誤差(%)	固有値	
Godiva	1.00266	0.003	1.00206	0.99940
Jezebel	0.99727	0.003	0.99629	0.99901
Jezebel-Pu	1.00158	0.003	1.00066	0.99908
Flattop-25	0.99879	0.004	0.99838	0.99959
Flattop-Pu	0.99293	0.004	0.99146	0.99852
備考	計算ヒストリー数は 3億40万である		平均	0.99912

表 4-9 GODIVA 炉心の中心反応率比の計算結果

Reaction Rate Ratio	F28/F25	error(%)	C28/F25	error(%)	F49/F25	error(%)
MVP	0.16076	0.17	0.072213	0.14	1.37639	0.12
JFS450G	0.15993		0.072406		1.37601	
JFS450G/MVP	0.99485		1.00268		0.99972	

表 4-10 JEZEBEL 炉心の中心反応率比の計算結果

Reaction Rate Ratio	F28/F25	error(%)	C28/F25	error(%)	F49/F25	error(%)	F40/F49	error(%)	F41/F49	error(%)
MVP	0.21069	0.12	0.061904	0.12	1.4158	0.10	0.68657	0.11	0.94515	0.10
JFS450G	0.20917		0.062244		1.4152		0.68501		0.94574	
JFS450G/MVP	0.99278		1.00549		0.99961		0.99773		1.00063	

表 4-11 JEZEBEL-Pu 炉心の中心反応率比の計算結果

Reaction Rate Ratio	F28/F25	error(%)	C28/F25	error(%)	F49/F25	error(%)	F40/F49	error(%)	F41/F49	error(%)
MVP	0.20566	0.13	0.062987	0.12	1.4113	0.10	0.67811	0.11	0.94837	0.10
JFS450G	0.20406		0.063307		1.4106		0.67628		0.94908	
JFS450G/MVP	0.99223		1.00507		0.99951		0.99731		1.00075	

表 4-12 FLATTOP-25 炉心の中心反応率比の計算結果

Reaction Rate Ratio	F28/F25	error(%)	C28/F25	error(%)	F49/F25	error(%)
MVP	0.14774	0.15	0.075784	0.11	1.35408	0.10
JFS450G	0.146319		0.076176		1.35297	
JFS-450G/MVP	0.99037		1.00517		0.99918	

表 4-13 FLATTOP-Pu 炉心の中心反応率比の計算結果

Reaction Rate Ratio	F28/F25	error(%)	C28/F25	error(%)	F49/F25	error(%)	F40/F49	error(%)	F41/F49	error(%)
MVP	0.17980	0.12	0.069909	0.11	1.3727	0.09	0.62705	0.10	0.97708	0.09
JFS450G	0.17723		0.070651		1.37008		0.62287		0.97907	
JFS450G/MVP	0.98571		1.01061		0.99809		0.99334		1.00204	

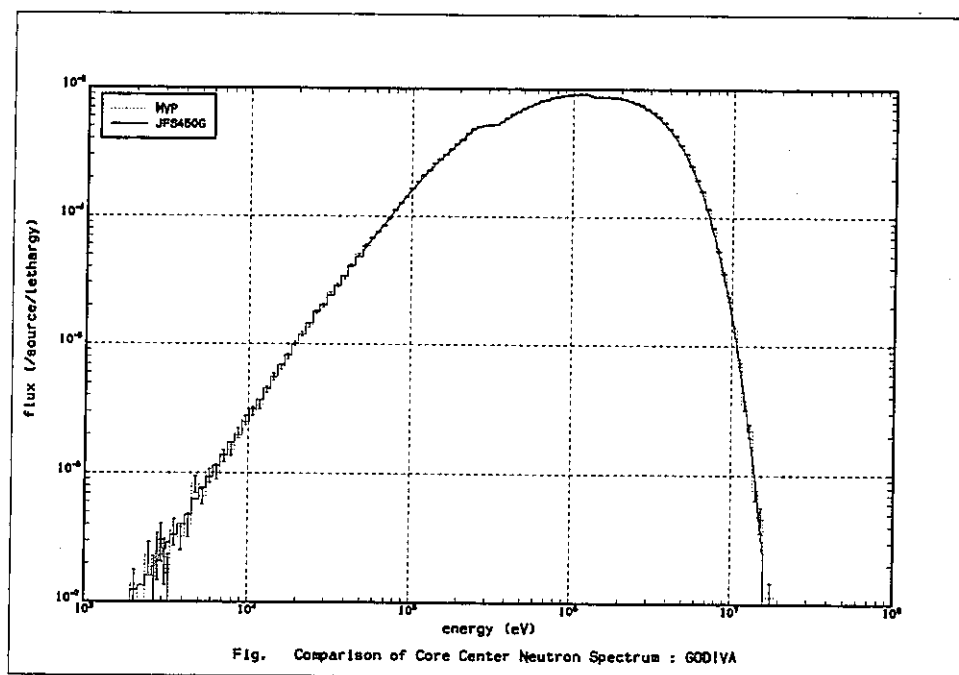


図 4-1 GODIVA 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 1)

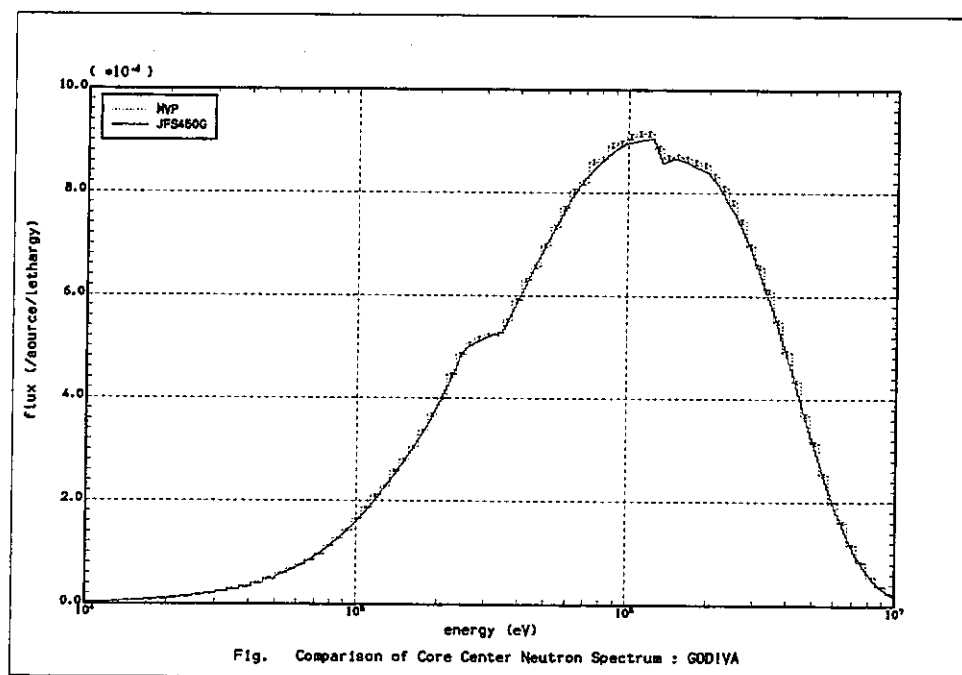


図 4-2 GODIVA 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 2)

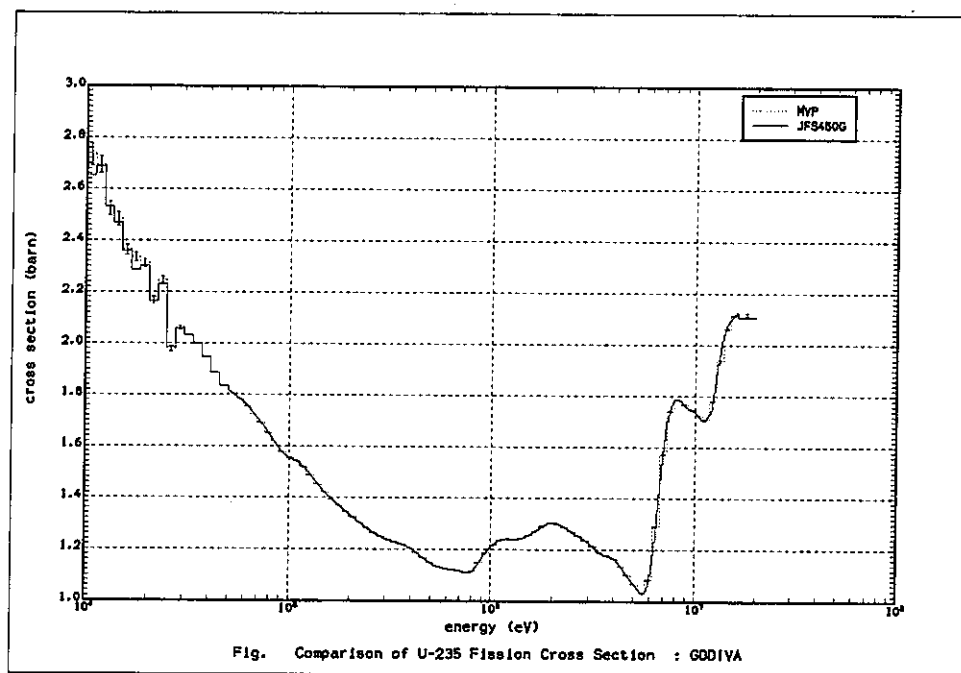


図 4-3 GODIVA 炉心の炉中心での U-235 核分裂断面積の比較

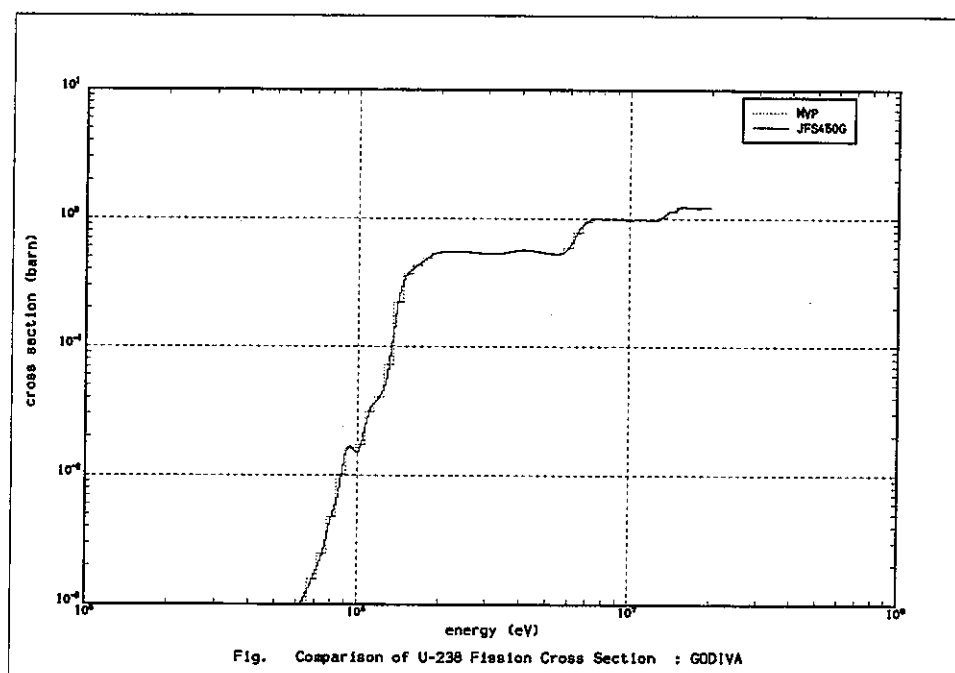


図 4-4 GODIVA 炉心の炉中心での U-238 核分裂断面積の比較

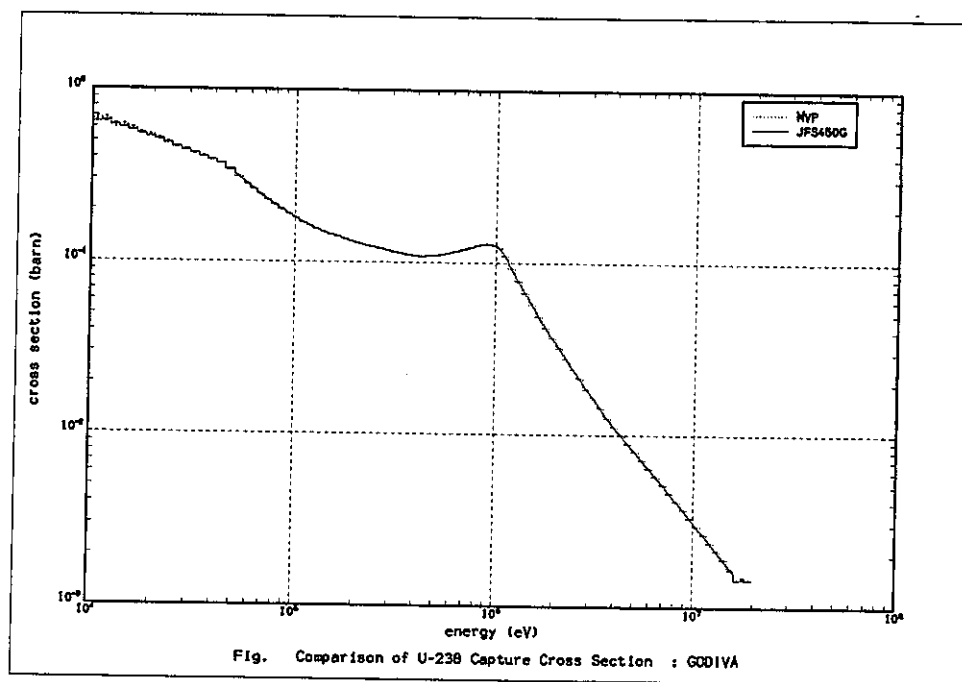


図 4-5 GODIVA 炉心の炉中心での U-238 捕獲断面積の比較

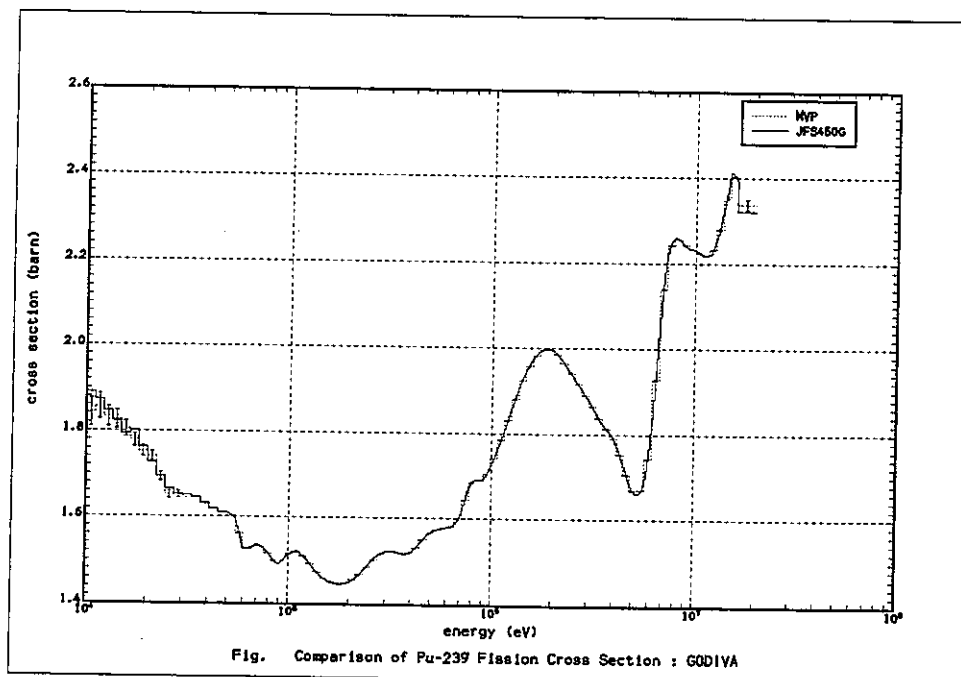


図 4-6 GODIVA 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂断面積の比較

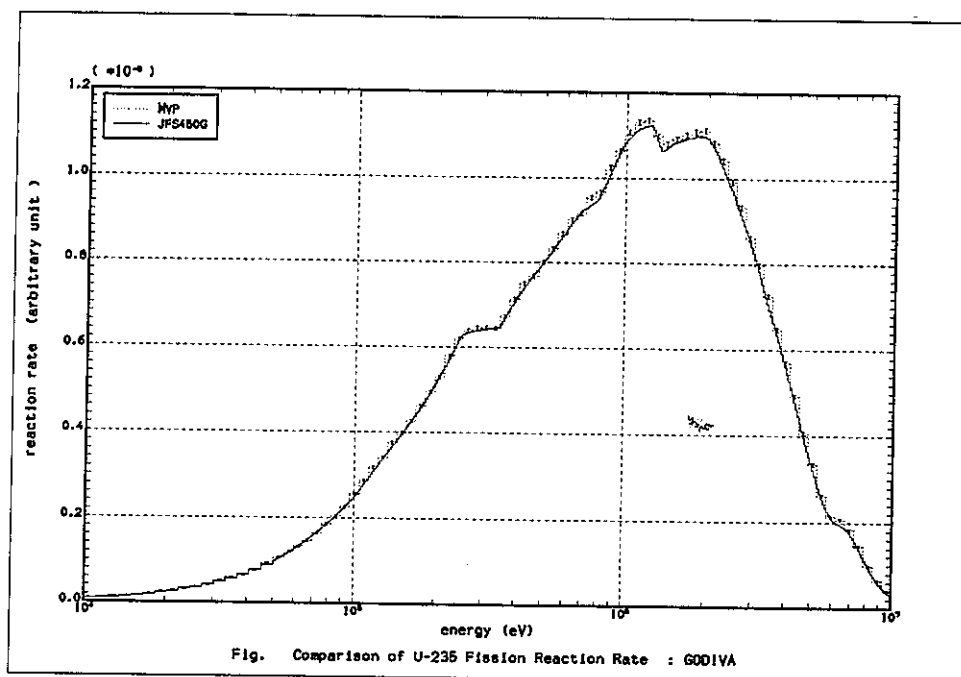


図 4-7 GODIVA 炉心の炉中心での U-235 核分裂反応率の比較

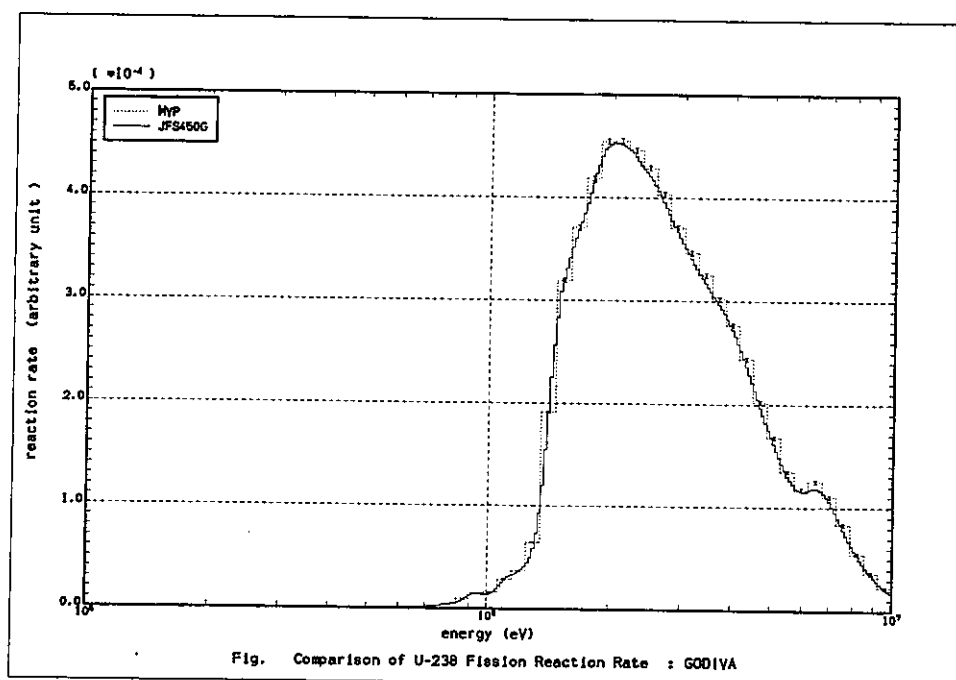


図 4-8 GODIVA 炉心の炉中心での U-238 核分裂反応率の比較

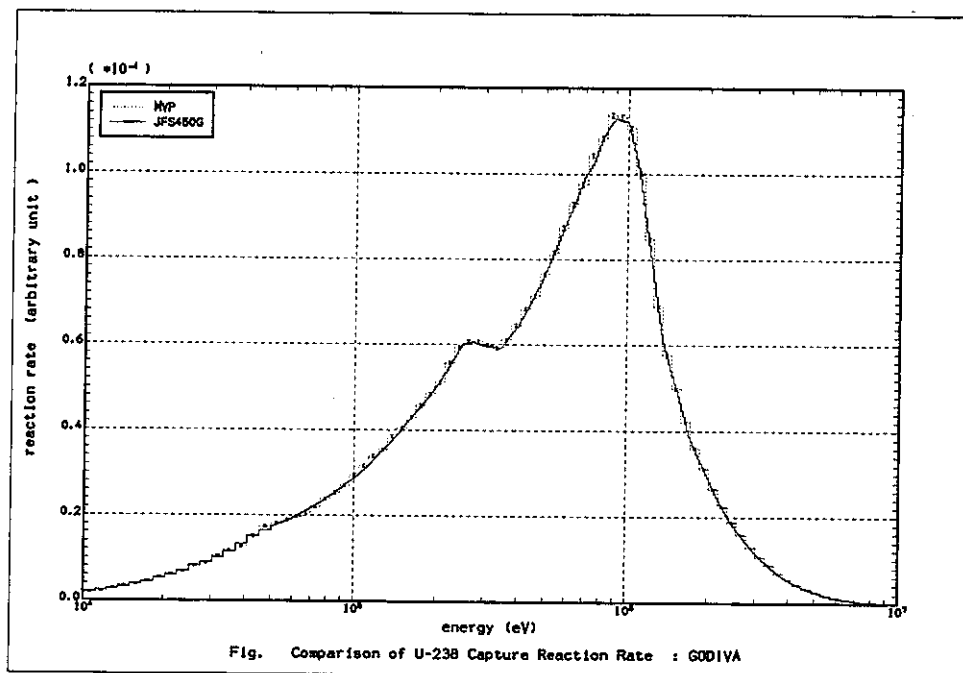


図 4-9 GODIVA 炉心の炉中心での U-238 捕獲反応率の比較

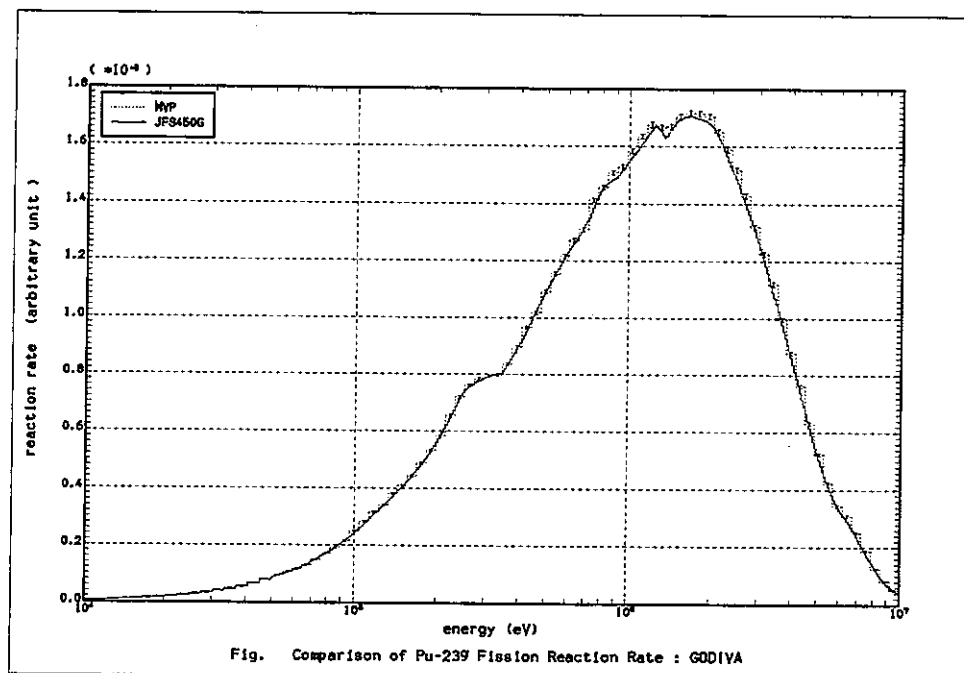


図 4-10 GODIVA 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂反応率の比較

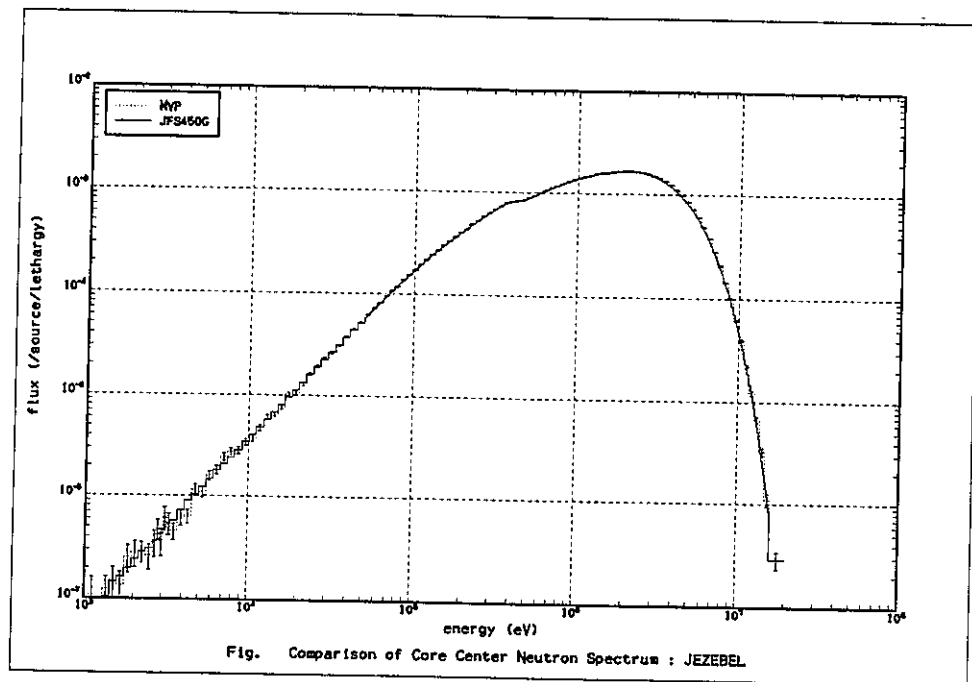


図 4-11 JEZEBEL 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 1)

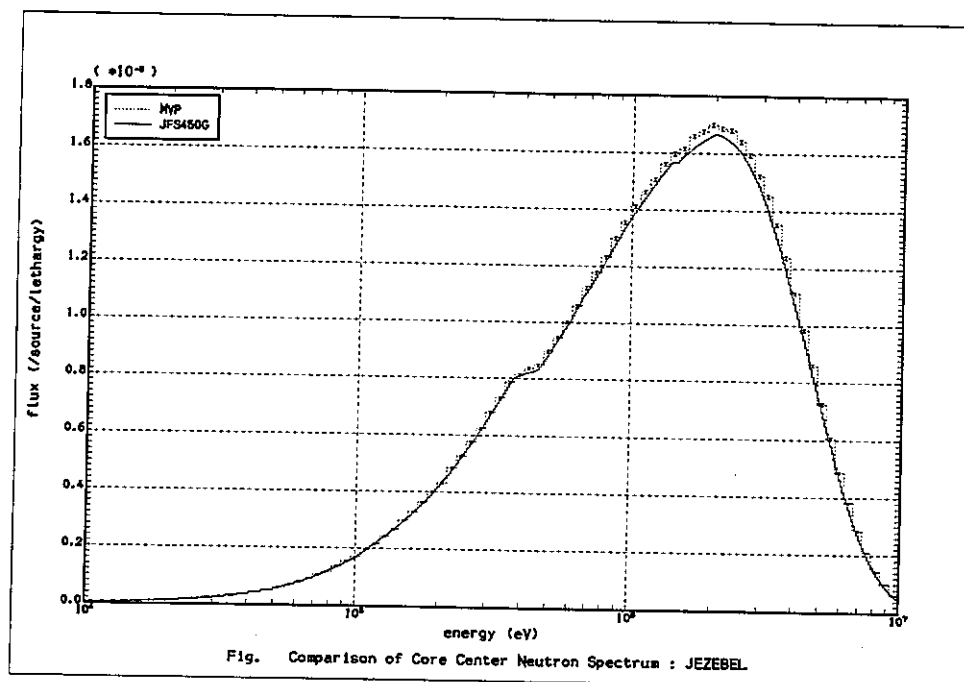


図 4-12 JEZEBEL 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 2)

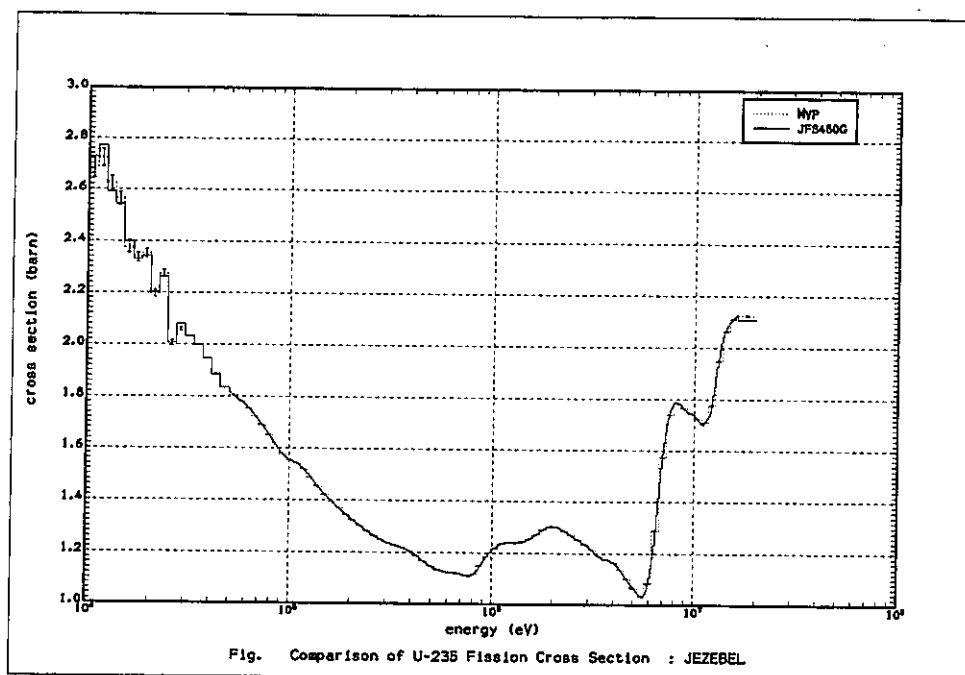


図 4-13 JEZEBEL 炉心の炉中心での U-235 核分裂断面積の比較

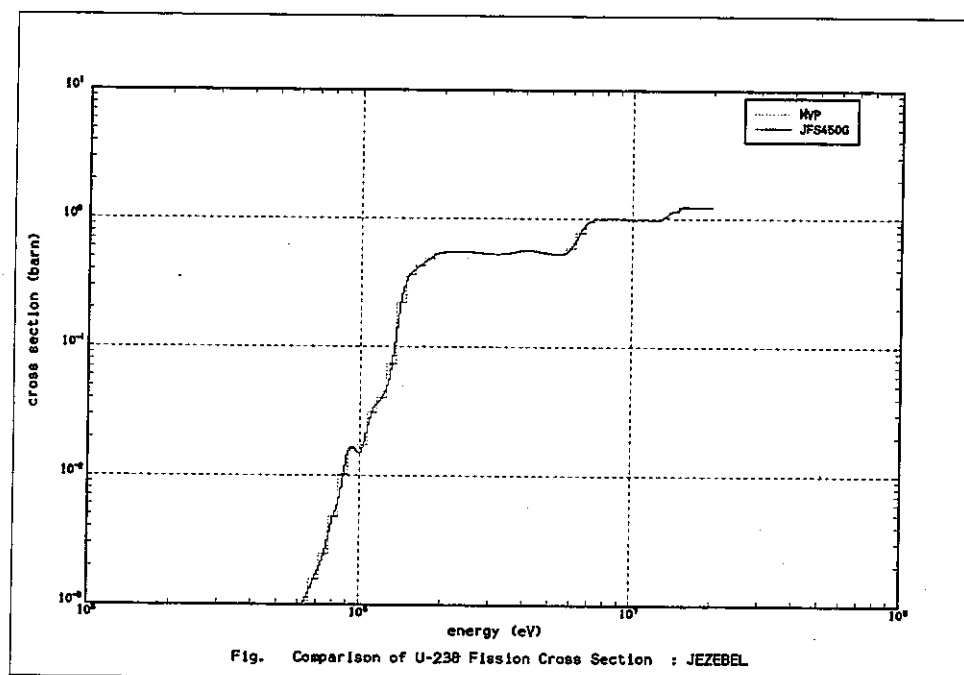


図 4-14 JEZEBEL 炉心の炉中心での U-238 核分裂断面積の比較

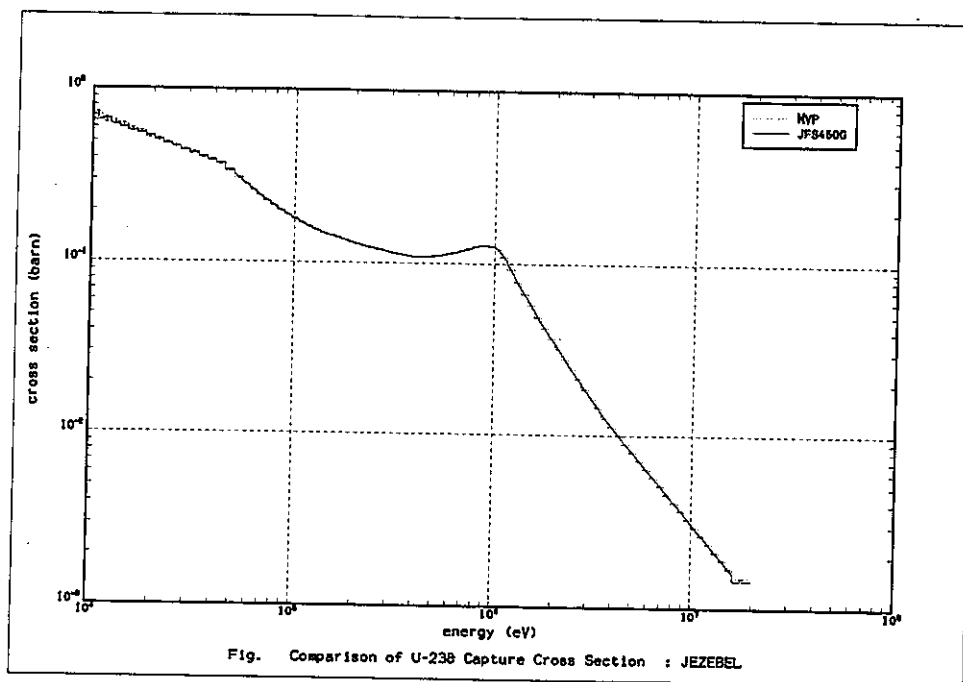


図 4-15 JEZEBEL 炉心の炉中心での U-238 捕獲断面積の比較

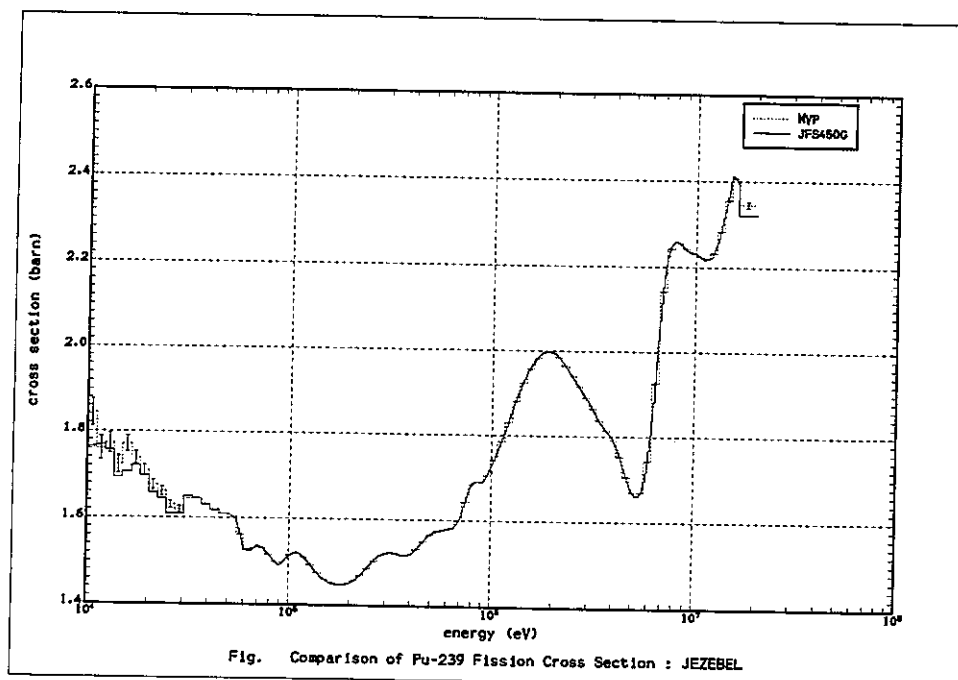


図 4-16 JEZEBEL 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂断面積の比較

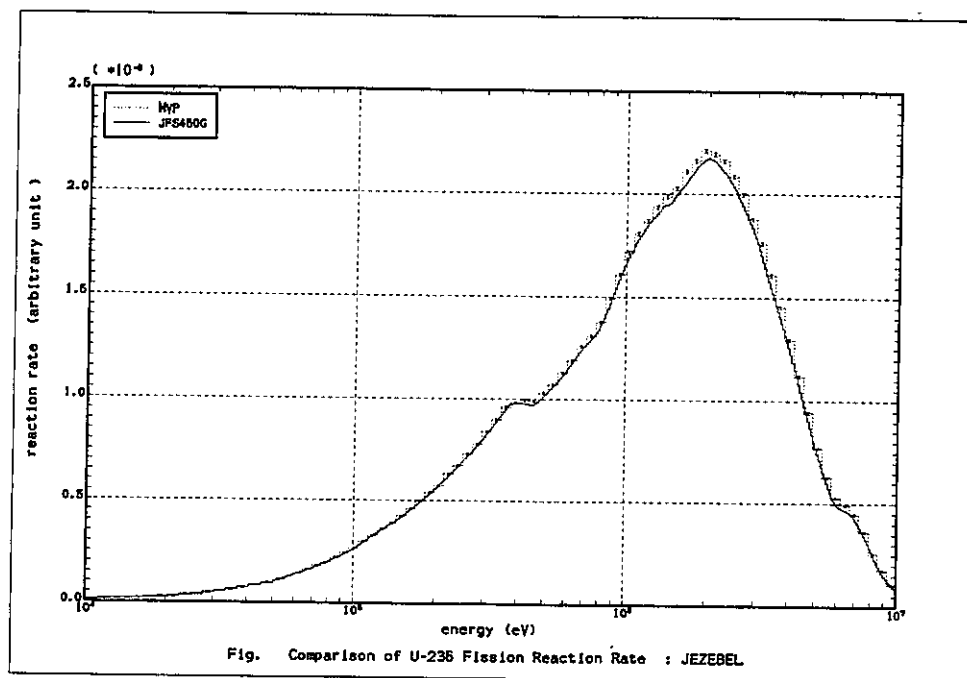


図 4-17 JEZEBEL 炉心の炉中心での U-235 核分裂反応率の比較

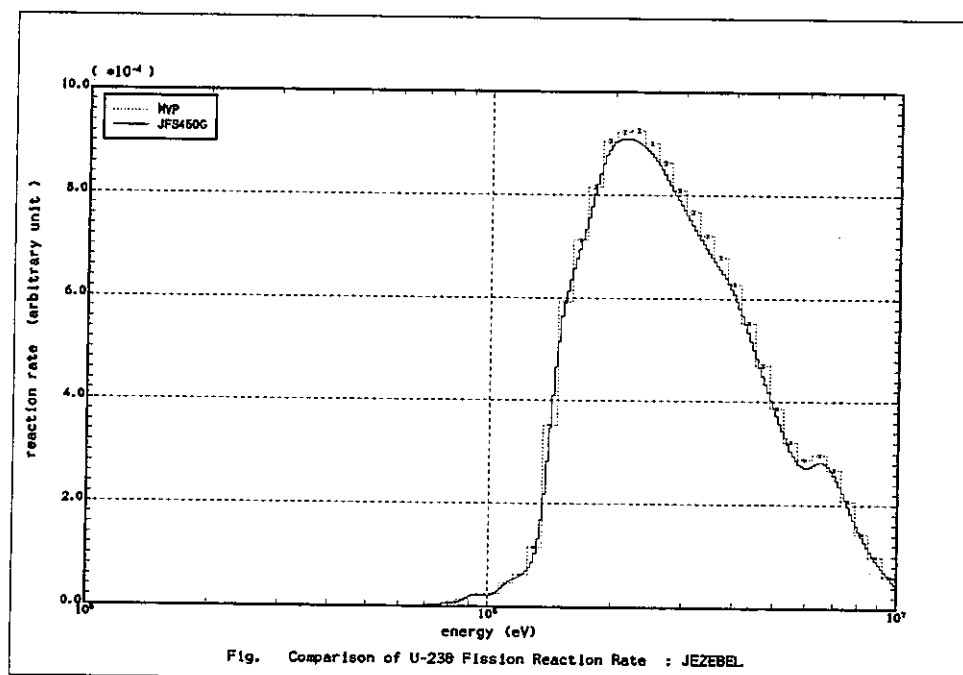


図 4-18 JEZEBEL 炉心の炉中心での U-238 核分裂反応率の比較

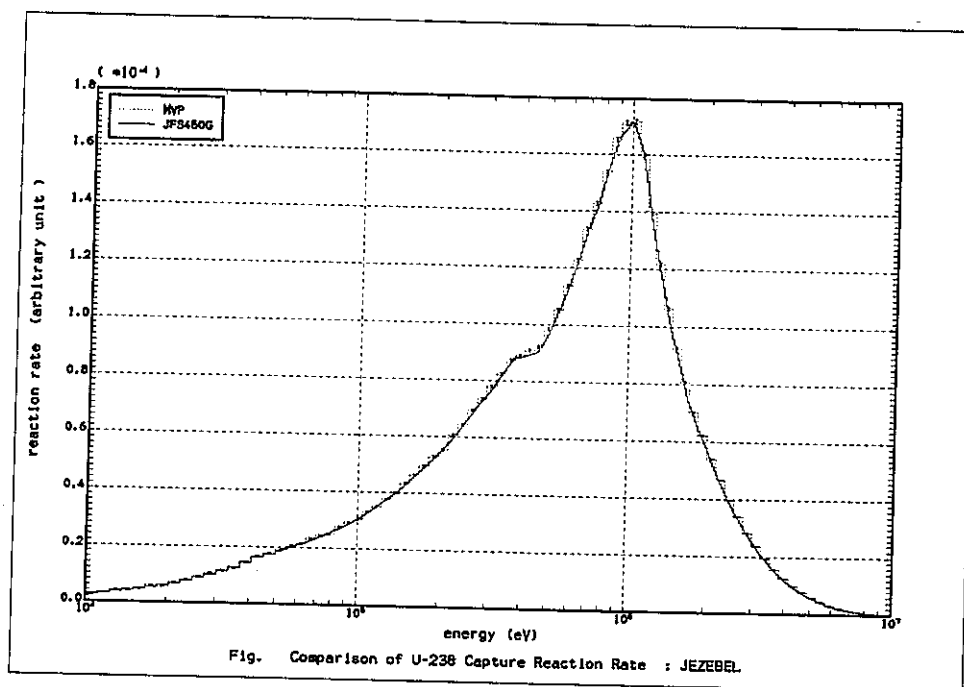


図 4-19 JEZEBEL 炉心の炉中心での U-238 捕獲反応率の比較

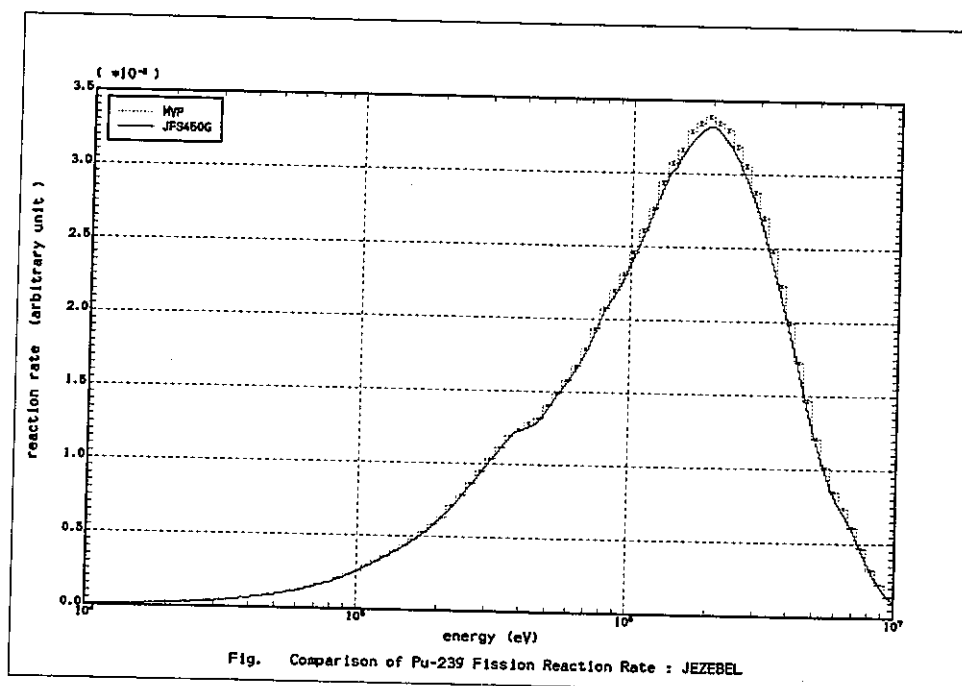


図 4-20 JEZEBEL 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂反応率の比較

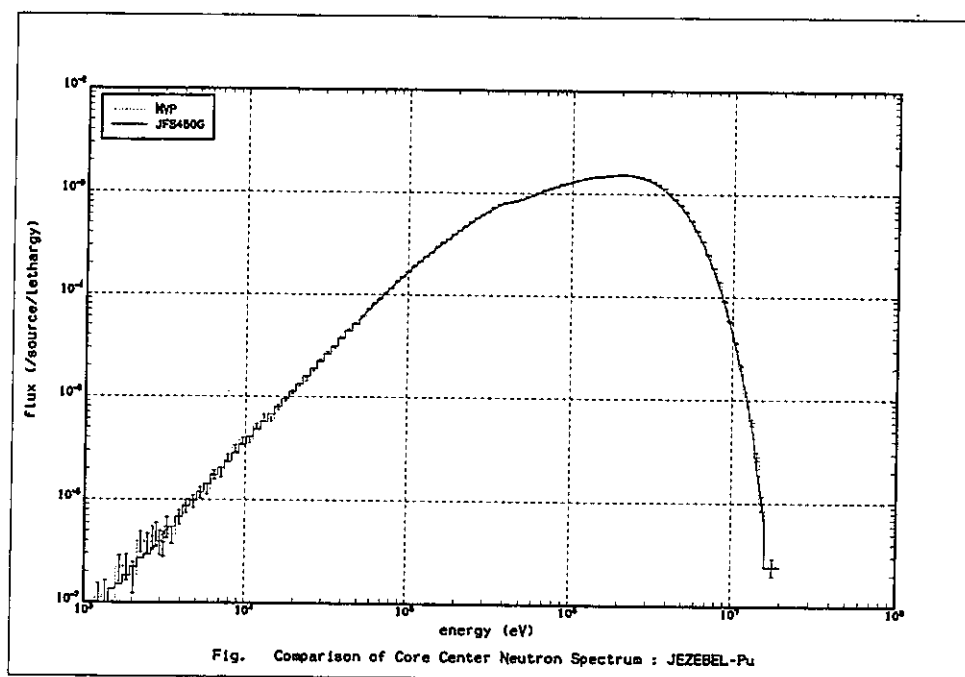


図 4-21 JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 1)

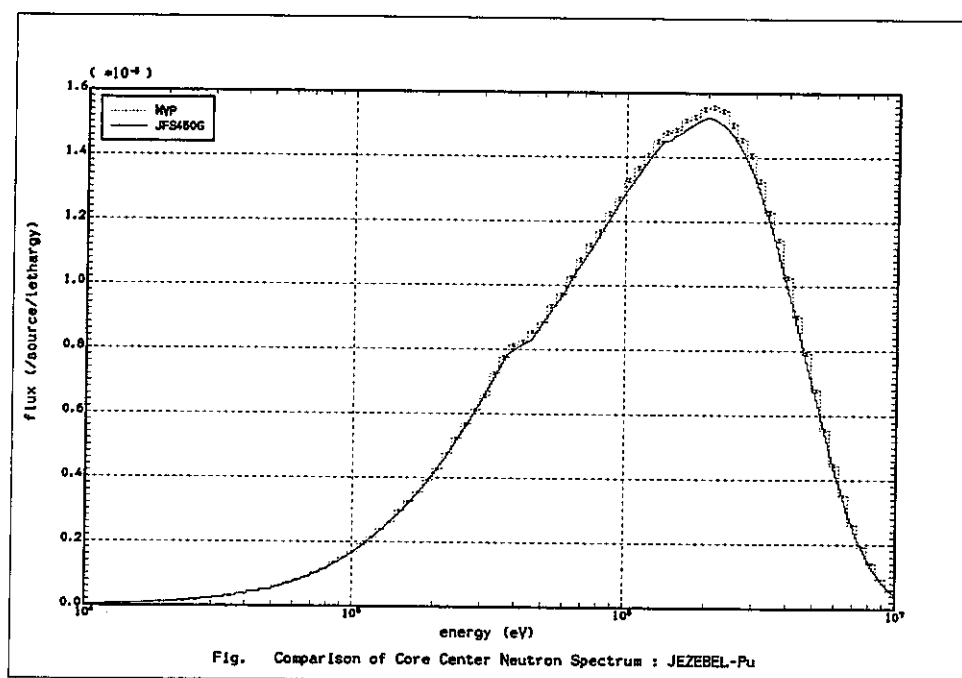


図 4-22 JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 2)

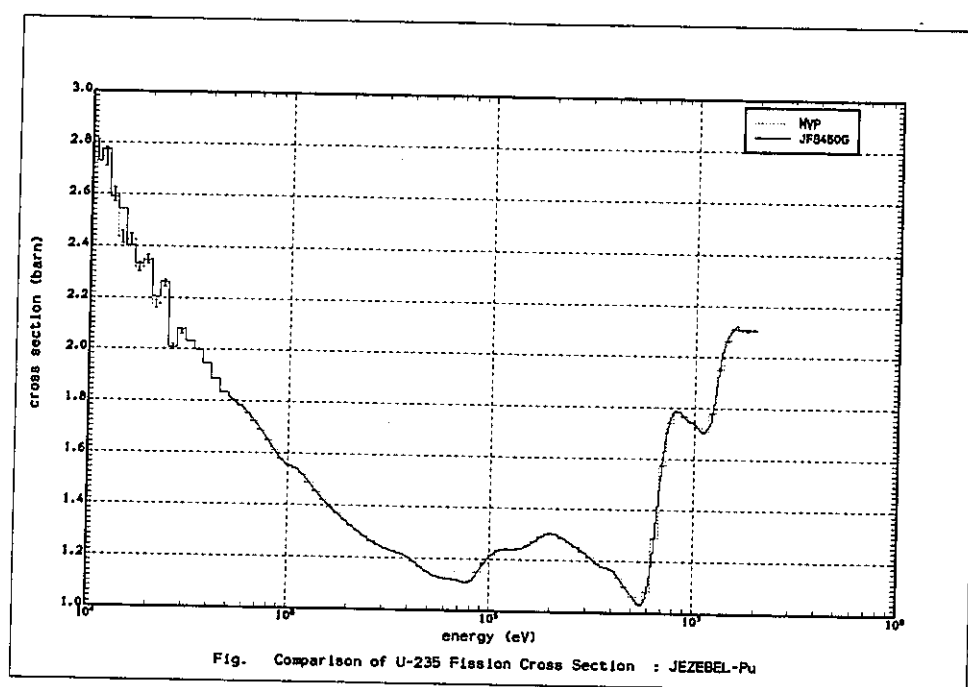


図 4-23 JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での U-235 核分裂断面積の比較

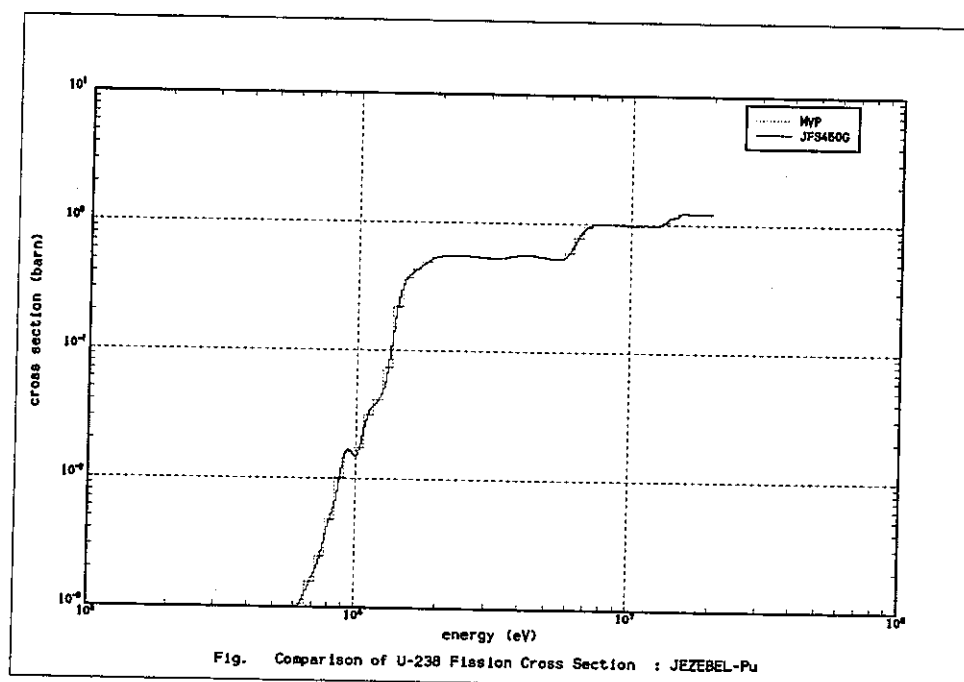


図 4-24 JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での U-238 核分裂断面積の比較

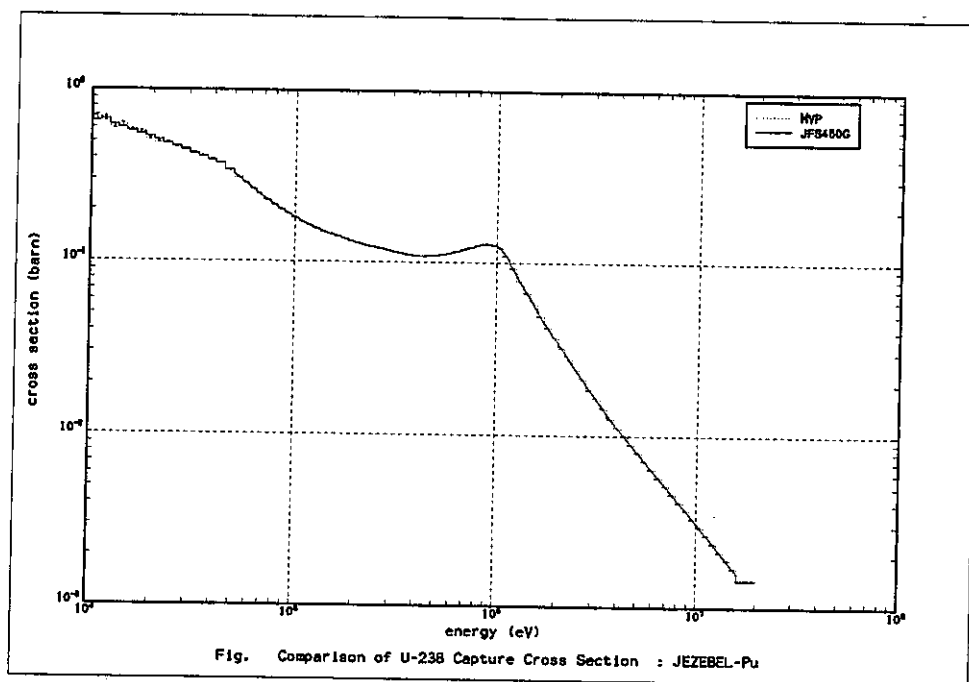


図 4-25 JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での U-238 捕獲断面積の比較

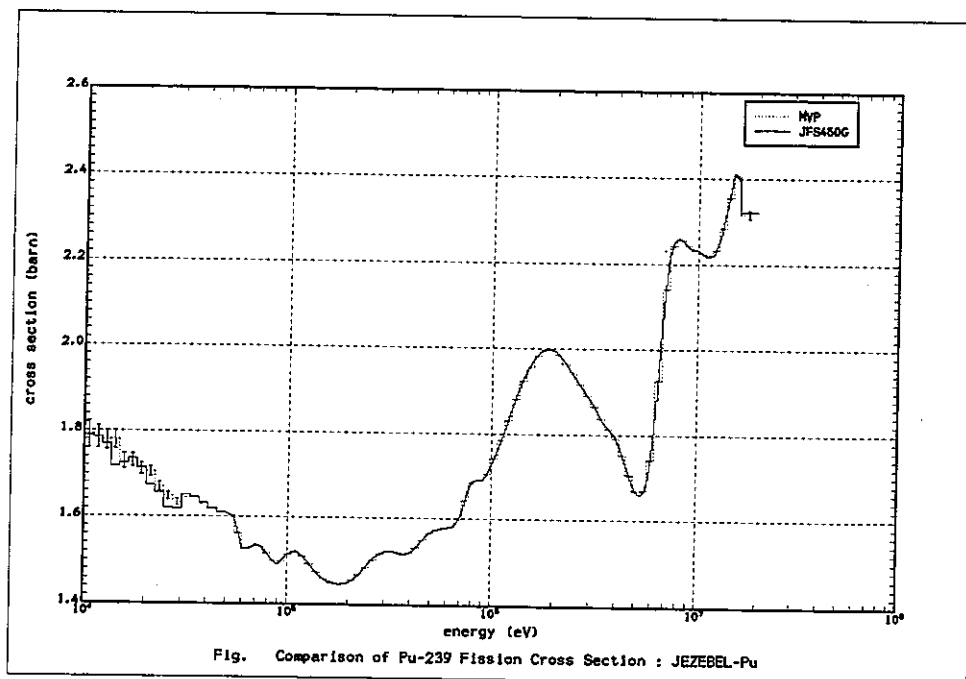


図 4-26 JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂断面積の比較

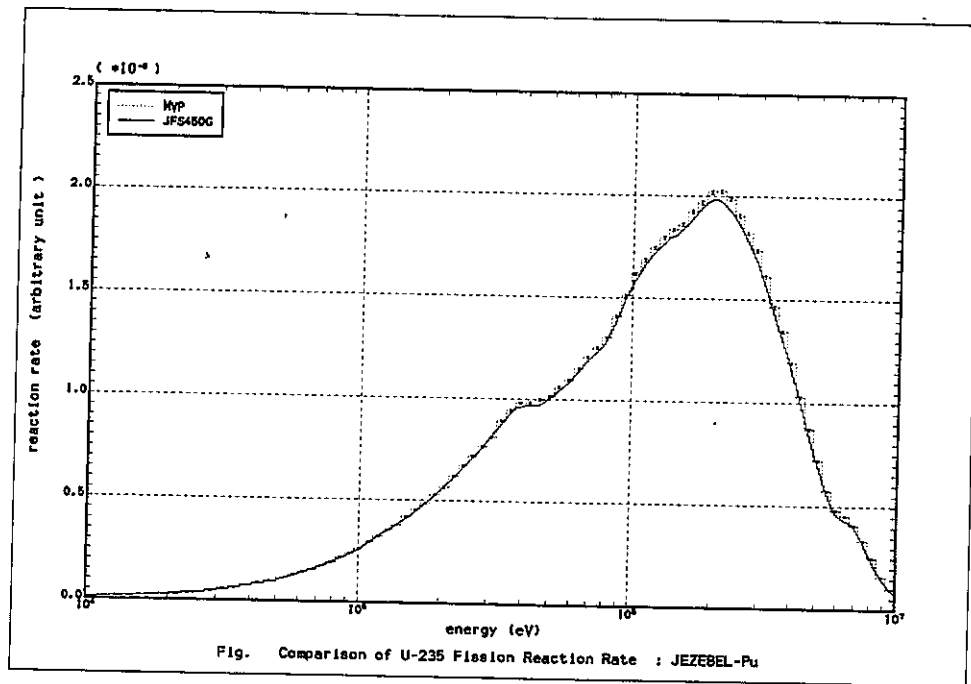


図 4-27 JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での U-235 核分裂反応率の比較

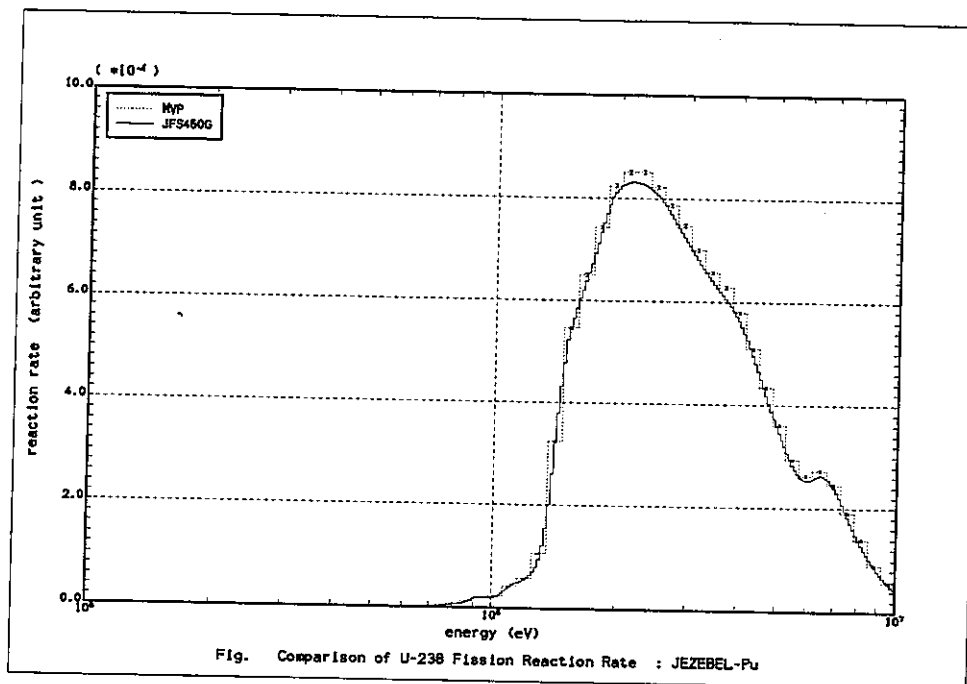


図 4-28 JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での U-238 核分裂反応率の比較

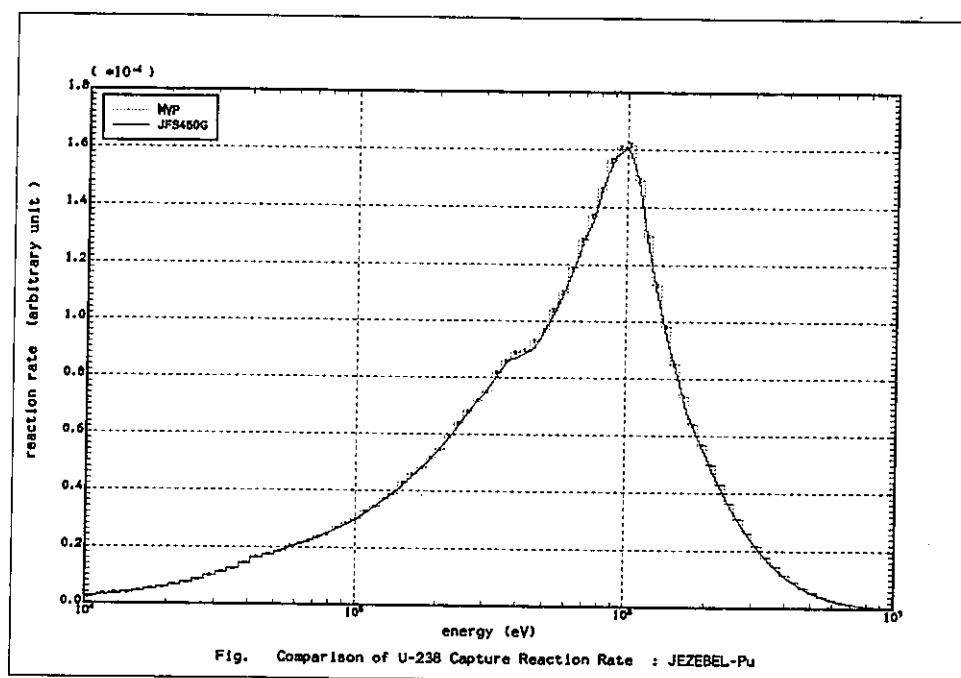


図 4-29 JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での U-238 捕獲反応率の比較

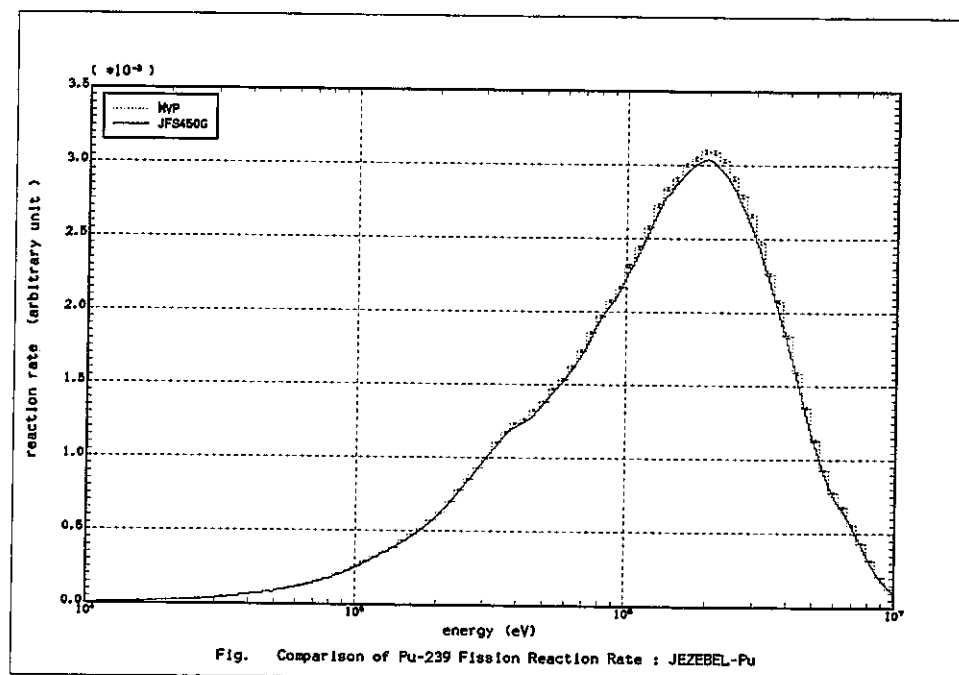


図 4-30 JEZEBEL-Pu 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂反応率の比較

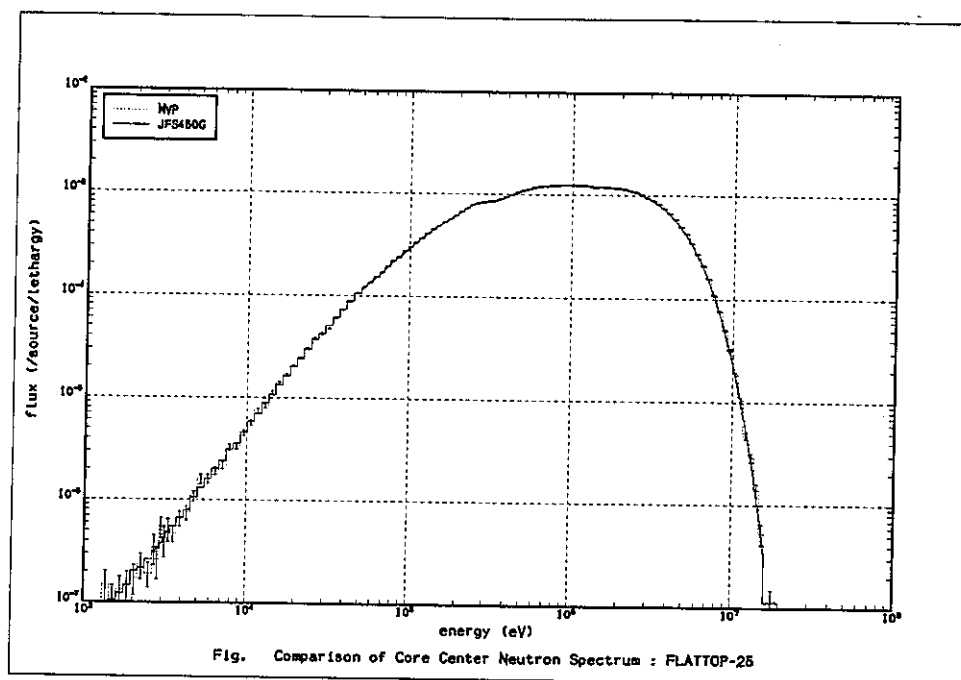


図 4-31 FLATTOP-25 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 1)

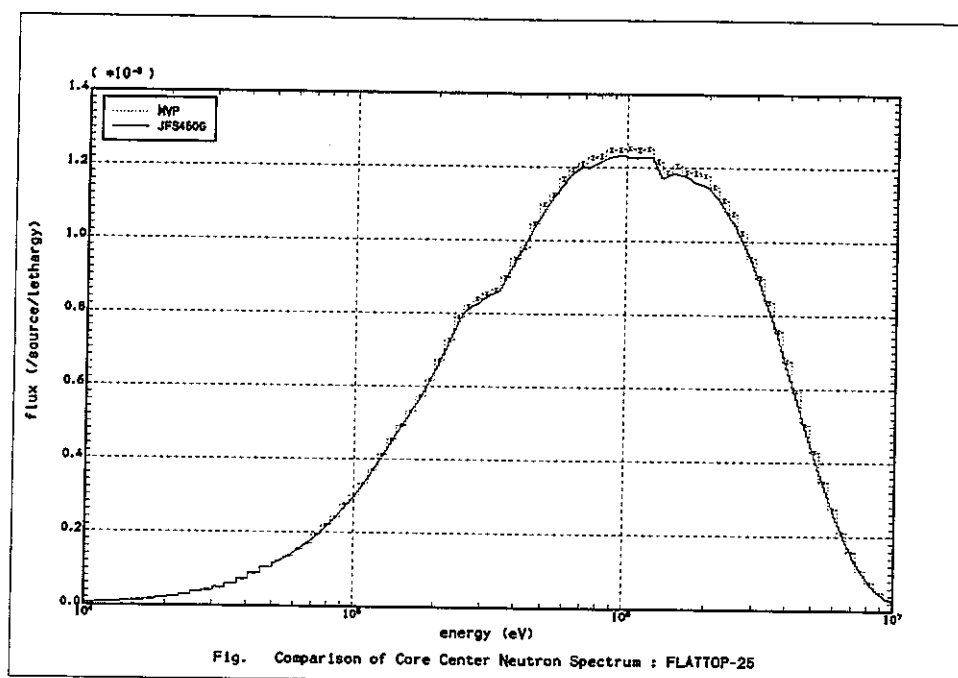


図 4-32 FLATTOP-25 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 2)

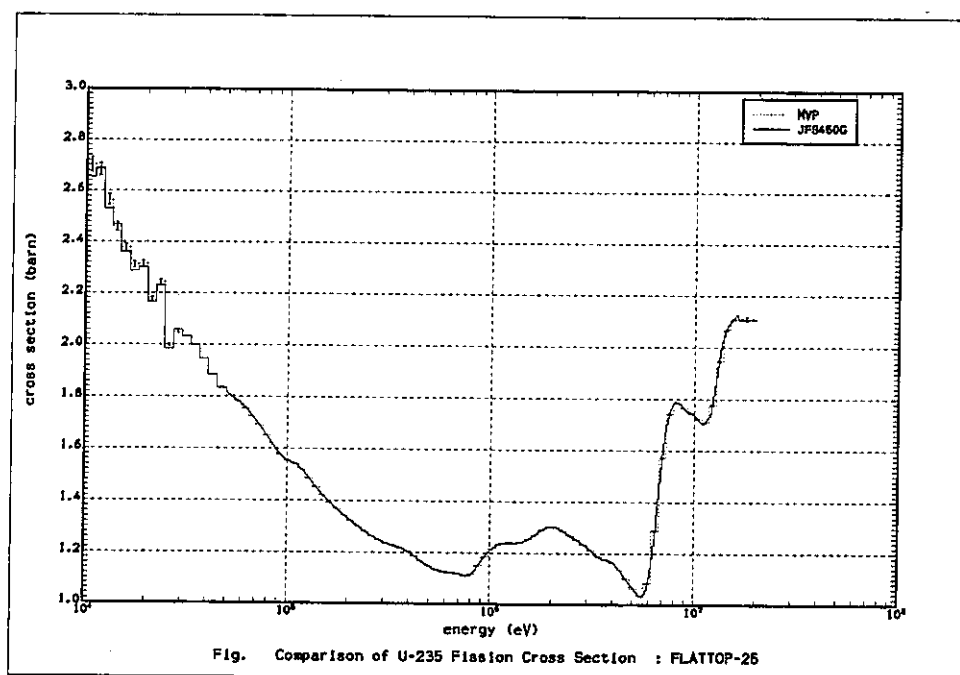


図 4-33 FLATTOP-25 炉心の炉中心での U-235 核分裂断面積の比較

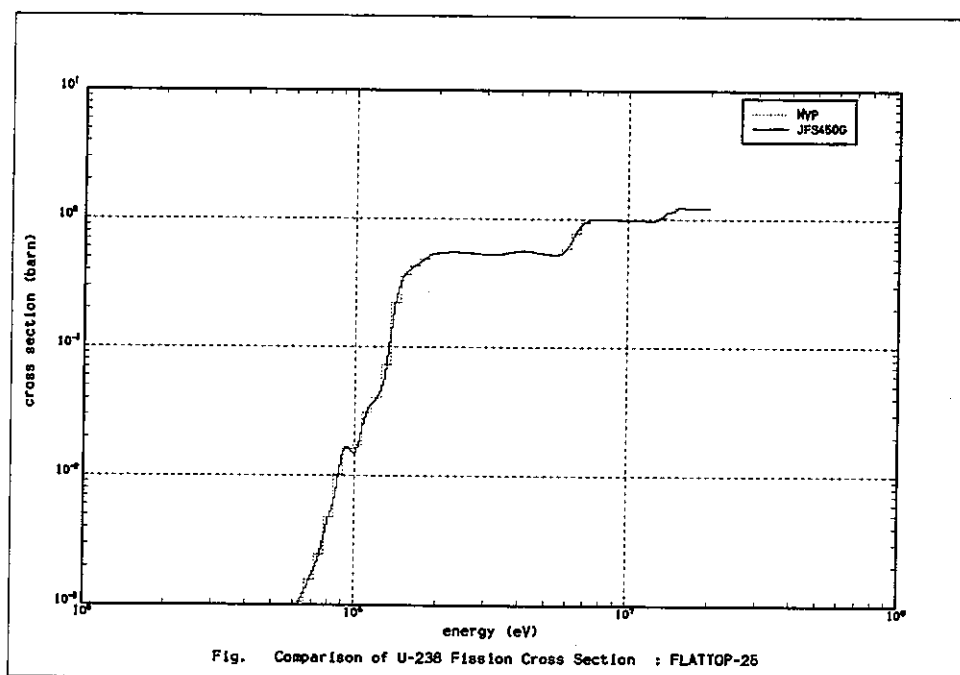


図 4-34 FLATTOP-25 炉心の炉中心での U-238 核分裂断面積の比較

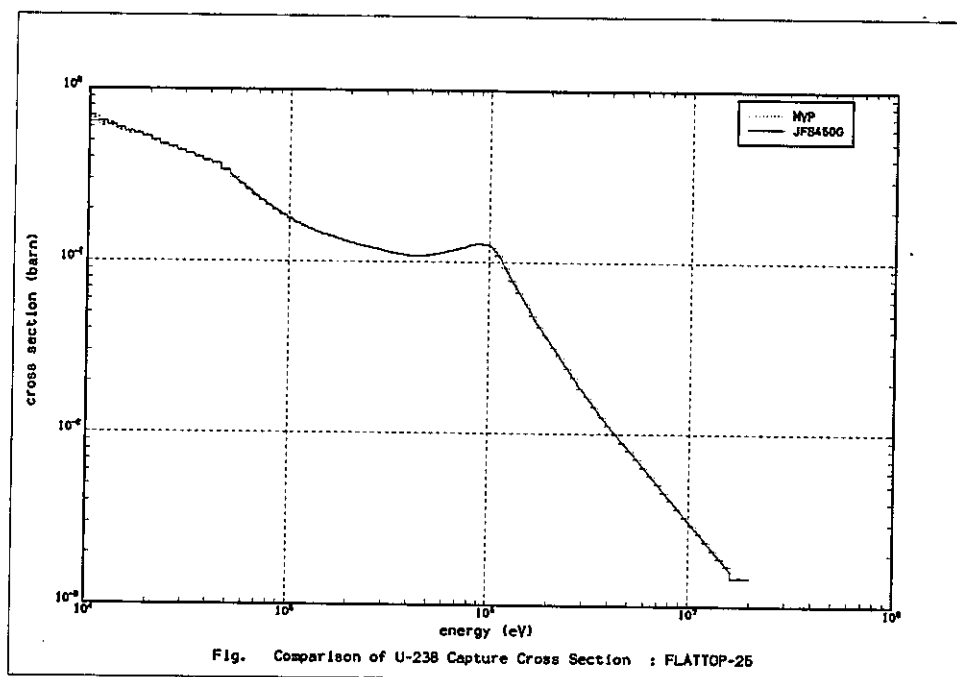


図 4-35 FLATTOP-25 炉心の炉中心での U-238 捕獲断面積の比較

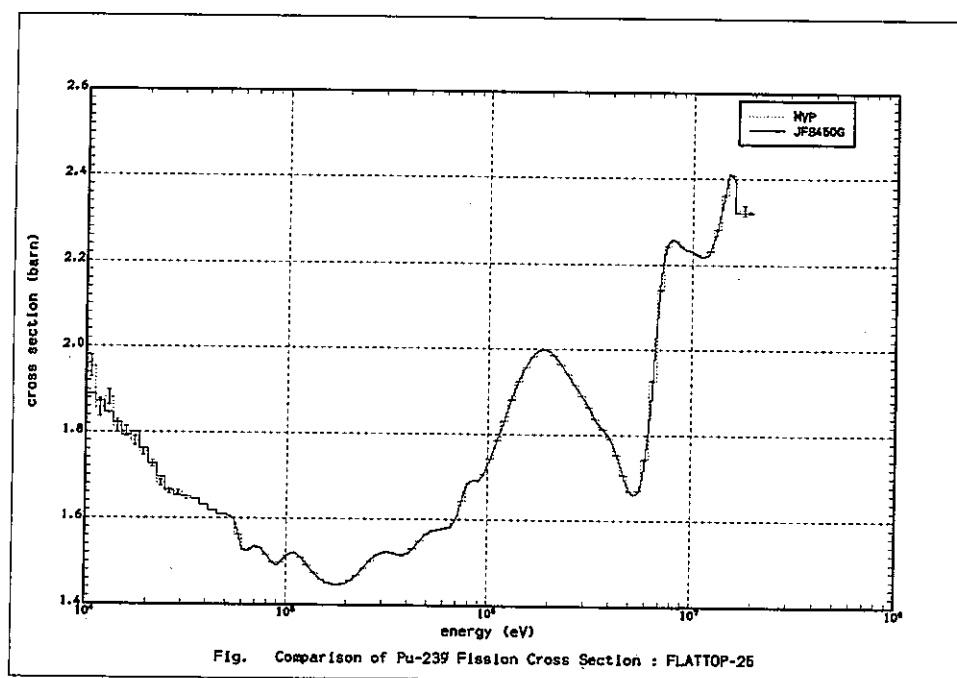


図 4-36 FLATTOP-25 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂断面積の比較

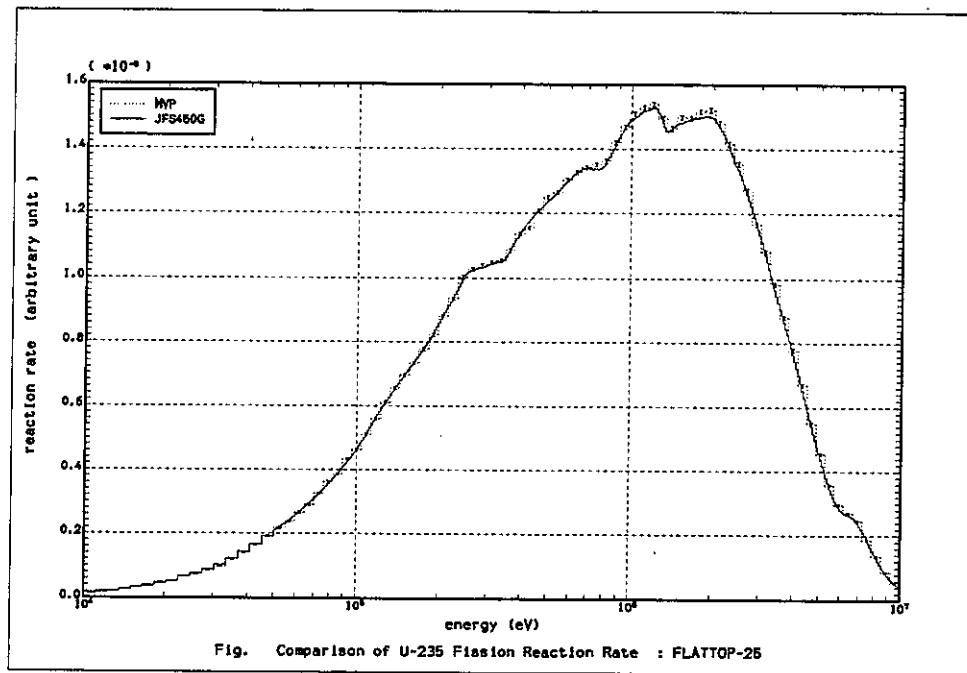


図 4-37 FLATTOP-25 炉心の炉中心での U-235 核分裂反応率の比較

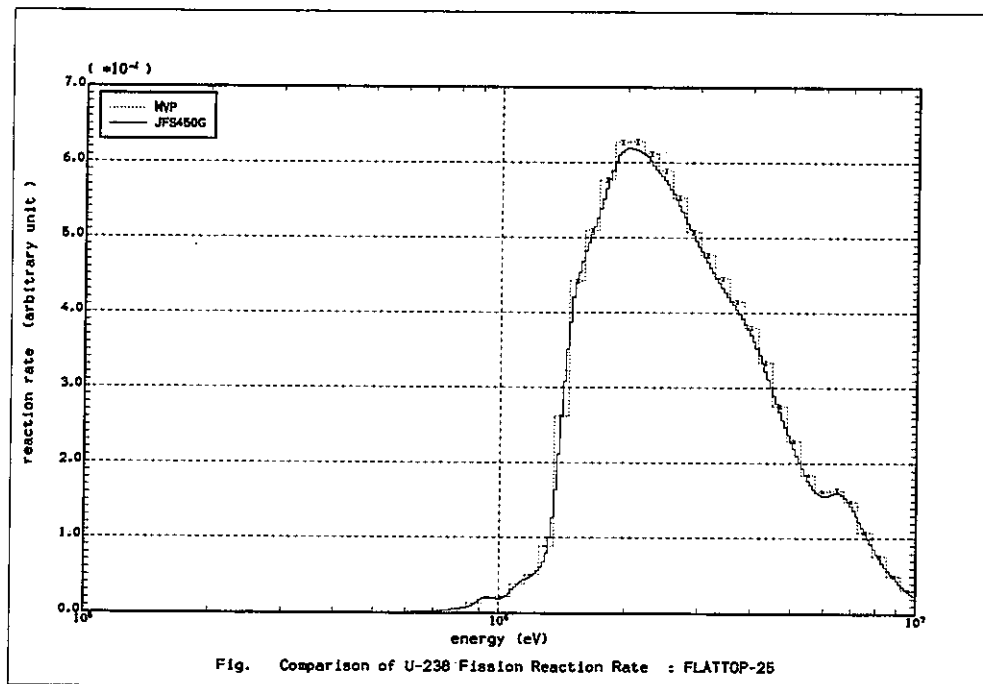


図 4-38 FLATTOP-25 炉心の炉中心での U-238 核分裂反応率の比較

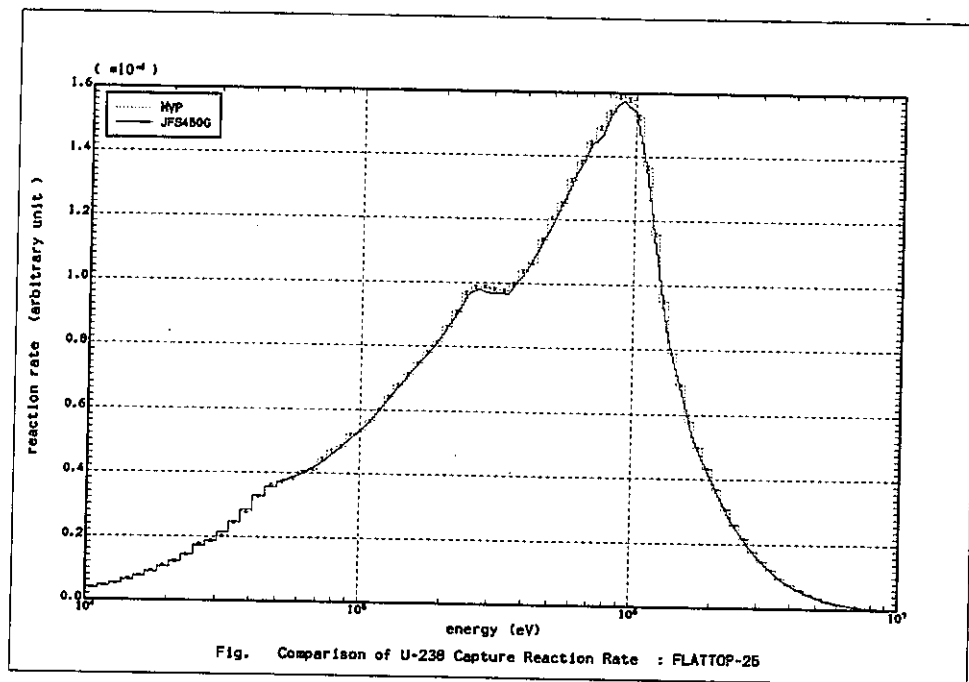


図 4-39 FLATTOP-25 炉心の炉中心での U-238 捕獲反応率の比較

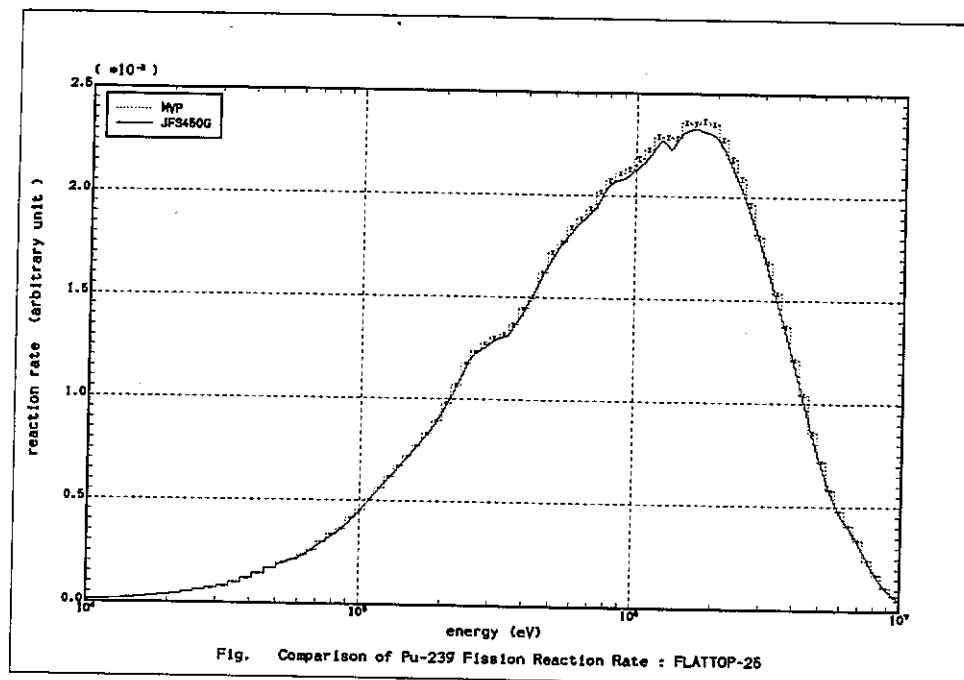


図 4-40 FLATTOP-25 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂反応率の比較

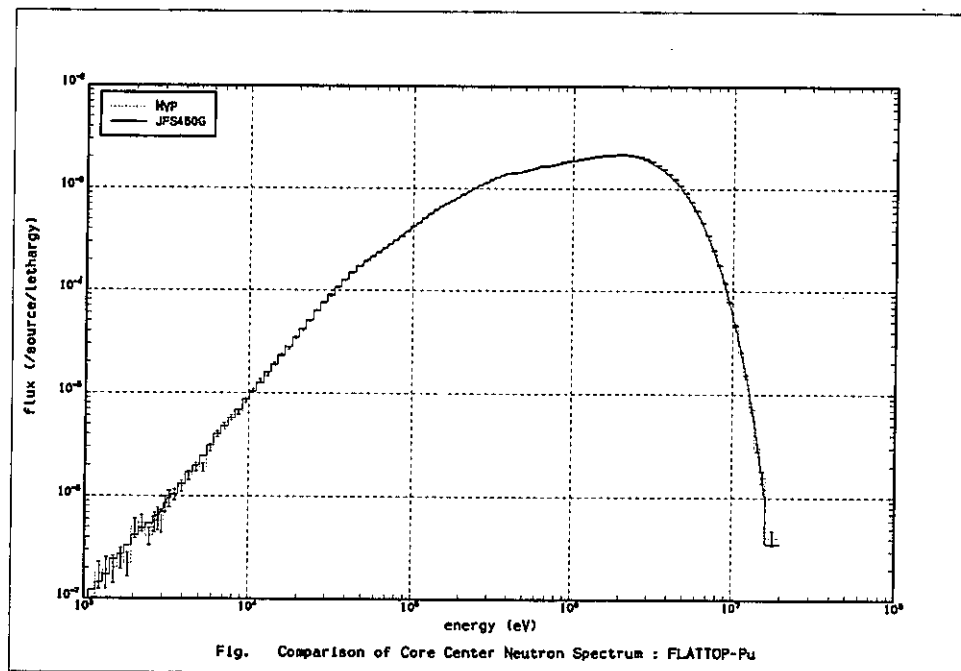


図 4-41 FLATTOP-Pu 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 1)

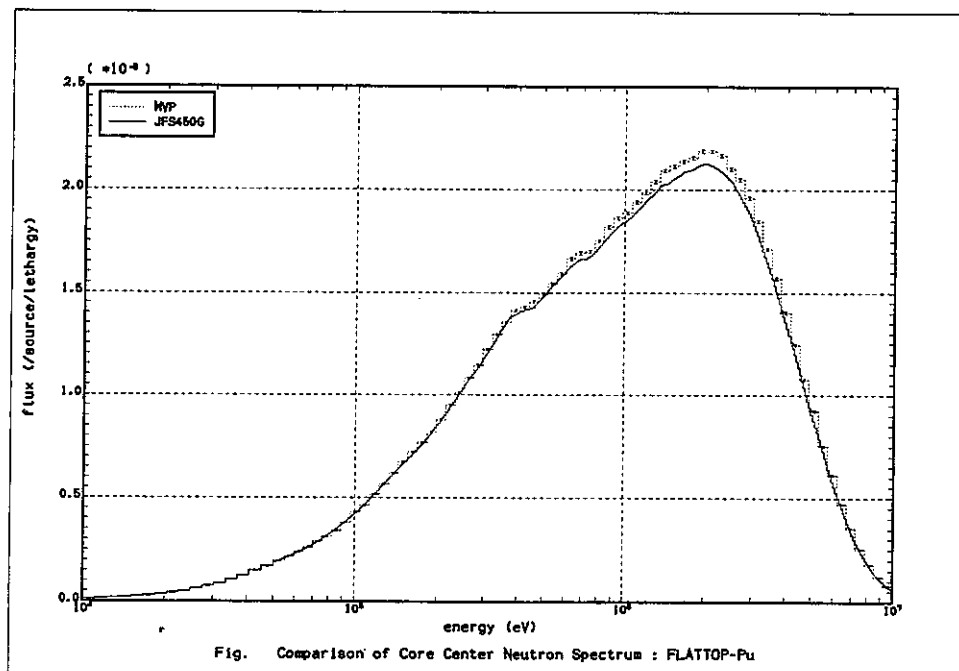


図 4-42 FLATTOP-Pu 炉心の炉中心中性子スペクトルの比較 (その 2)

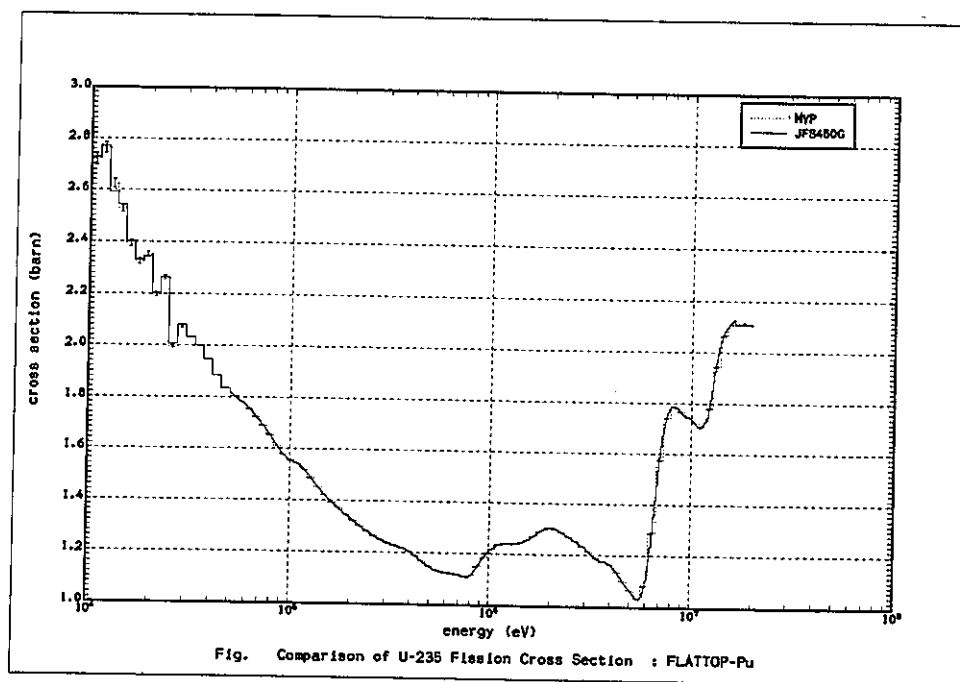


図 4-43 FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での U-235 核分裂断面積の比較

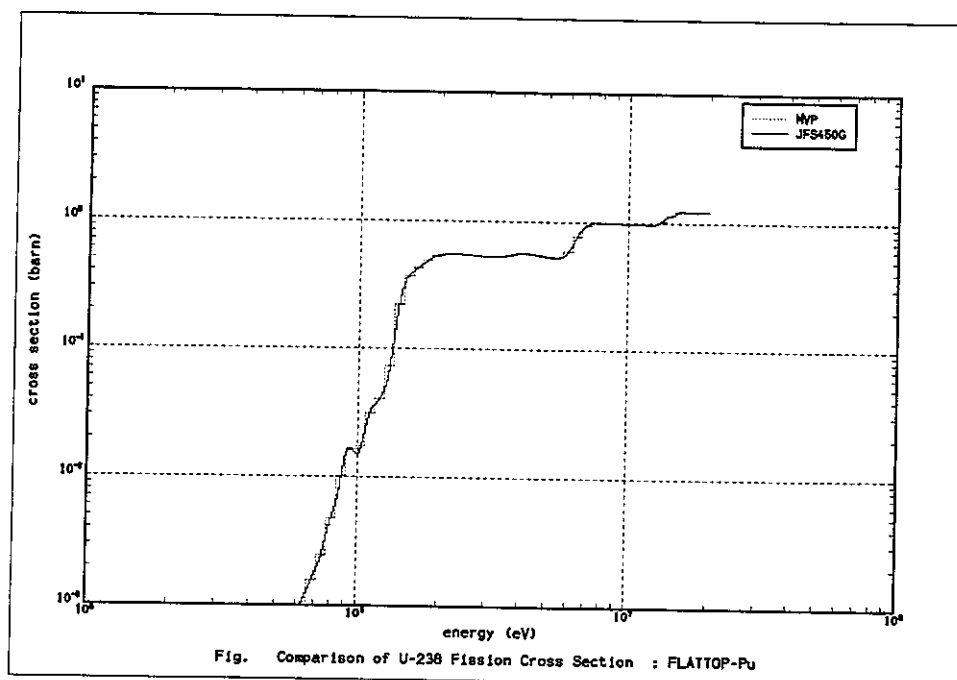


図 4-44 FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での U-238 核分裂断面積の比較

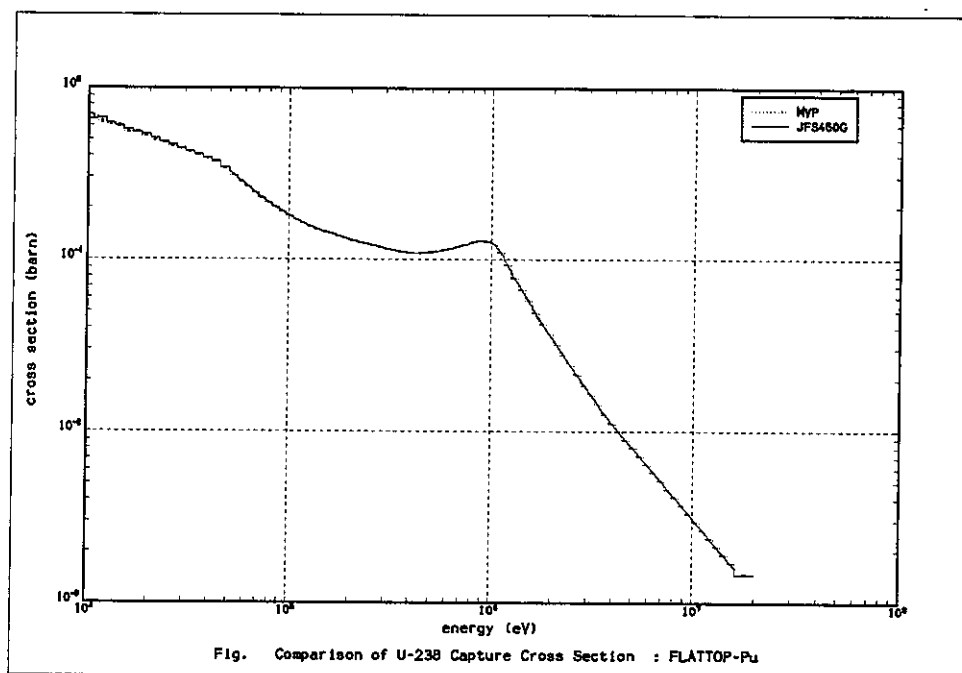


図 4-45 FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での U-238 捕獲断面積の比較

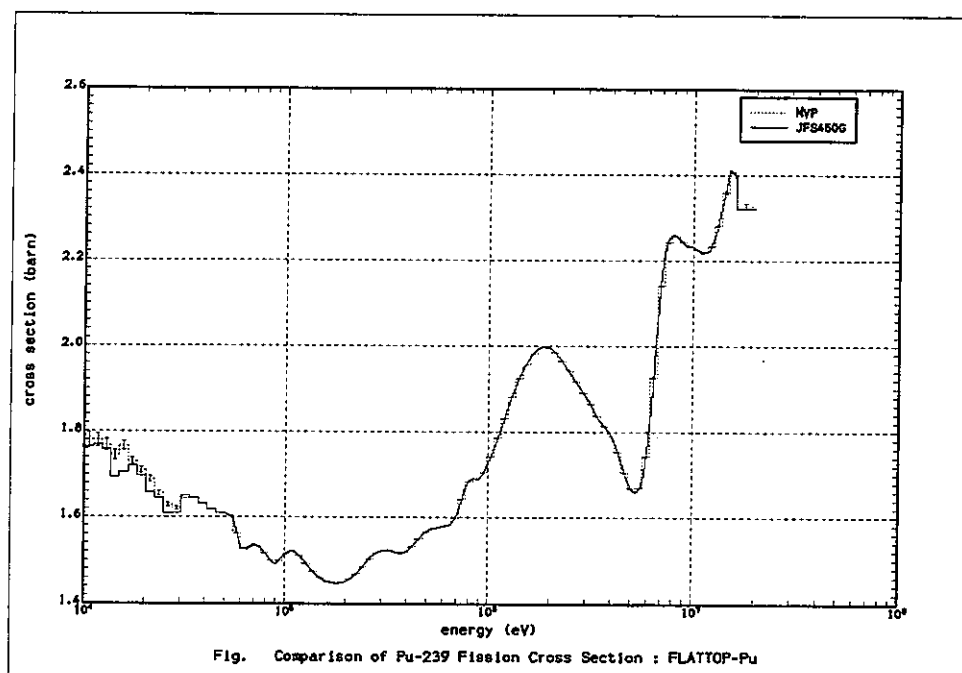


図 4-46 FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂断面積の比較

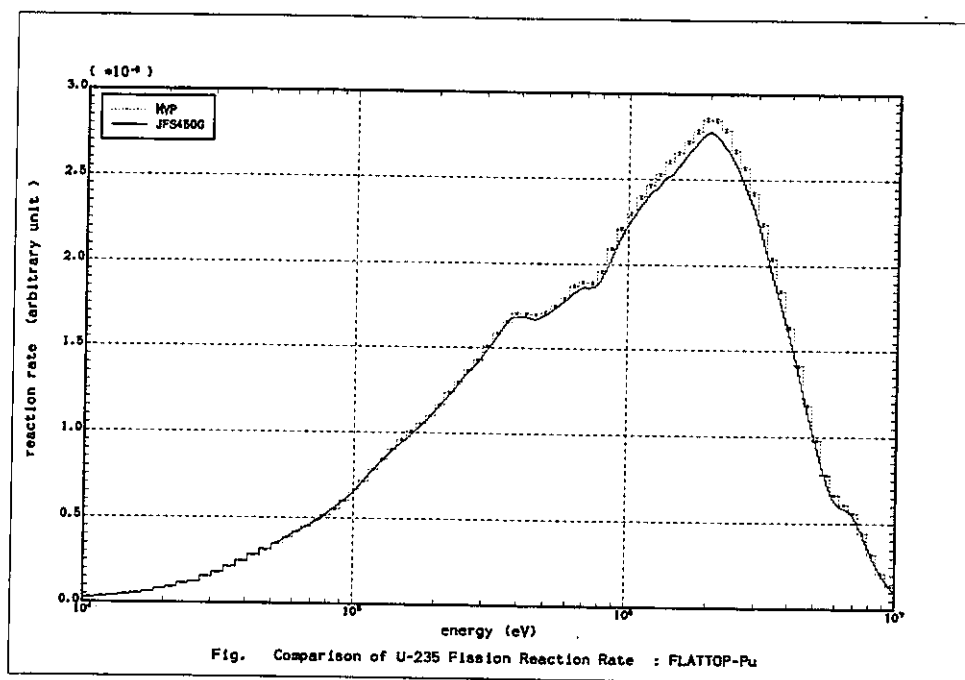


図 4-47 FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での U-235 核分裂反応率の比較

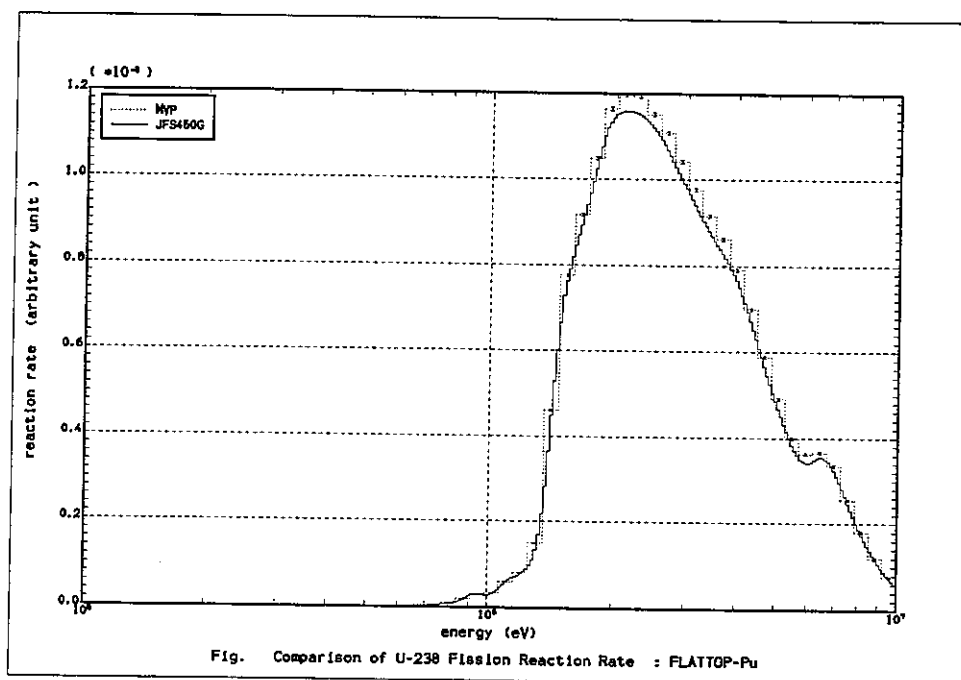


図 4-48 FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での U-238 核分裂反応率の比較

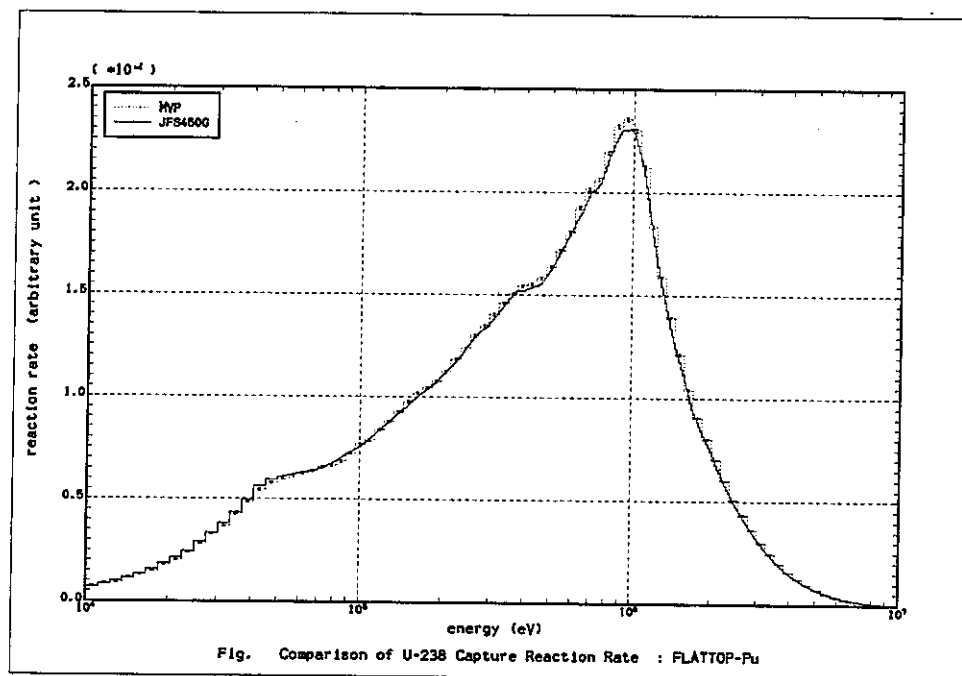


図 4-49 FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での U-238 捕獲反応率の比較

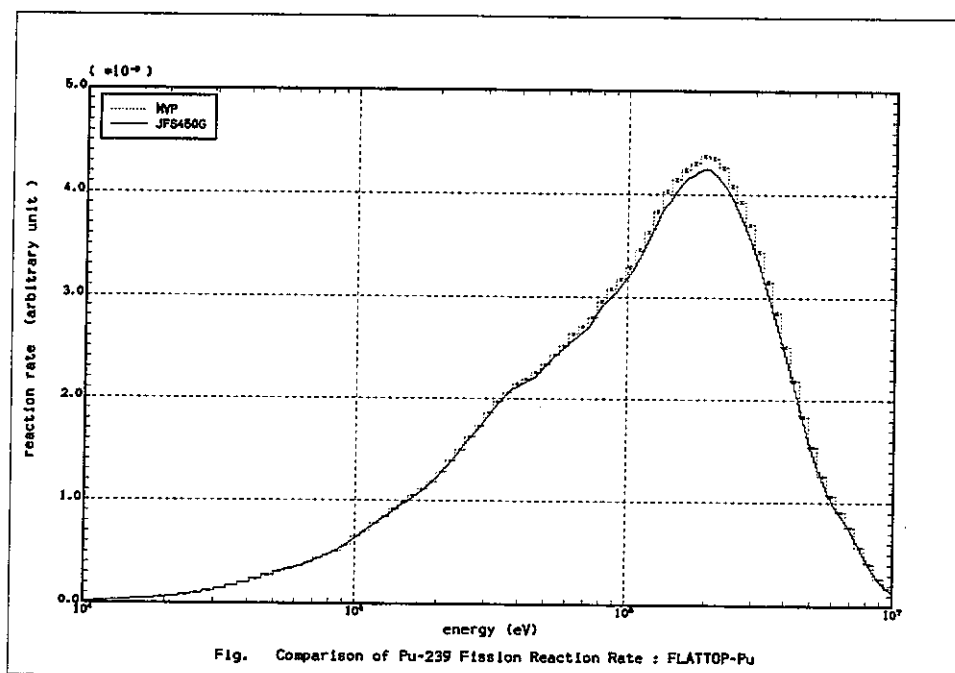


図 4-50 FLATTOP-Pu 炉心の炉中心での Pu-239 核分裂反応率の比較

4.3.2 もんじゅ内側炉心の均質セル計算

(1) 本解析の目的

本解析の目的は、プロトタイプ 450 群炉定数ライブラリーを使用した場合の代表的高速炉組成の均質セルに対する核特性計算精度を把握する事である。精度把握は、Los Alamos 小型高速炉の解析と同様に、連続エネルギーモンテカルロコード MVP の計算結果との比較で実施する。使用した「もんじゅ内側炉心」の均質セル組成は、JFS3 ライブラリーの weighting ϕ の計算で使用されたデータ¹⁴⁾を使用する。

尚、MVP コードによる計算方法は 4.3.1 で述べた方法と同じであり、計算ヒストリー数は 3040 万ヒストリーである。

(2) セル計算の方法について

新 SLAROM コードにより「もんじゅ内側炉心」の均質セル計算を実施する。この時、50keV 以下は PEACO 法により微細群スペクトル計算を実施し、50keV 以下の実効共鳴断面積を計算する。そして、TWODANT コードにより反射条件の SLAB 体系で S16P3 固有値計算を実施し、得られた中性子スペクトルにより反応率比計算を実施する。また、解析項目は

- ・ 固有値
- ・ 中心反応率比

である

(3) セル計算の実施

計算結果を下記の図表に示す。

表 4-14	固有値および中心反応率比の計算結果
図 4-51～52	中性子スペクトルの比較図
図 4-53～73	代表核種の実効微視的断面積の比較図
図 4-74～94	代表核種の反応率の比較図

(4) セル計算結果の検討

「もんじゅ内側炉心」の均質セル計算結果をまとめて以下に箇条書きで示す。

- ① 表 4-14 より、プロトタイプ 450 群ライブラリーを用いた決定論の固有値計算結果は MVP コードの結果と 0.03%以内で一致する。
- ② 反応率比では、決定論の計算結果は MVP コードの結果と 0.33%以内で一致する。F41/F49 が最も差が大きく、0.33%の過小評価である。これは、図 4-52 から判るように、Fe の断面積構造に起因する 45～50keV と 27keV 近傍等の中性子束レベルの不一致が主な原因である。
- ③ 図 4-51 と図 4-52 より、プロトタイプ 450 群ライブラリーを使用した決定論手法と MVP コードにより計算された中性子スペクトルは比較的よく一致している。但し、Fe の断面積構造に起因する 45～50keV と 27keV 近傍では有意な差があるが、当該エネルギー領域でより細かい群構造を採用する JFS900 群ライブラリーでは、この不一致が改善されるものと推測される。

- ④ 図 4-53～73 に示すように MVP コードとプロトタイプ 450 群ライブラリーによる決定論の実効微視的断面積は、60eV 以上では、良く一致している。但し、図 4-65 に示す 1keV 近傍の Pu-241 核分裂断面積など、重核の非分離共鳴エネルギー領域で若干の不一致がみられる。この原因は不明であり、今後の課題であるとする。また、60eV 以下での断面積の不一致に関しては、より軟らかいスペクトルを持つセル計算を実施し、詳細に検討すべきだと考える。
- ⑤ 図 4-74～94 に示すように、MVP コードとプロトタイプ 450 群ライブラリーによる決定論の核種毎、反応毎の反応率は比較的良く一致しており、その差は③で示した中性子スペクトルと④で示した断面積の差から説明できる。同時に、図 4-89～92 に示す Fe, Na, O-16 の反応率の図から、これら減速材、構造材核種の反応率エネルギー分布が、MVP コードとプロトタイプ 450 群ライブラリーによる決定論の結果で良く一致しており、PEACO 法による 50keV 以下の実効断面積決定法が高精度の計算性能を有している事が確認できる。
- ⑥ $\chi+1/E+\text{thermal maxwellian}$ を weighting ϕ にして作成されたプロトタイプ 450 群ライブラリーは、代表的な高速炉のセル計算に対して、極めて良い核特性計算精度を有する事が確認できた。また、重核に対して TIMS コードによる自己遮蔽因子テーブルを作成しなくても、PEACO 法による実効共鳴断面積計算を行えば、高精度の実効断面積計算が可能である事が確認できた。

表 4-14 「もんじゅ内側炉心」均質セル計算による固有値および中心反応率比の計算結果

項目	MVP	MVP error (%)	JFS450G	JFS450G/MVP
k-eff	1.32256	0.003	1.3221	0.9997
F28/F25	1.8894E-02	0.026	1.8879E-02	0.9992
C28/F25	1.4348E-01	0.013	1.4359E-01	1.0008
F49/F25	9.0524E-01	0.011	9.0533E-01	1.0001
F40/F49	1.8642E-01	0.014	1.8632E-01	0.9995
F41/F49	1.4697E+00	0.011	1.4648E+00	0.9967
CFe/F49	5.8965E-03	0.032	5.8876E-03	0.9985
CNa/F49	9.4388E-04	0.028	9.4136E-04	0.9973

注：CFe は Fe-natural の捕獲反応、CNa は Na-23 の捕獲反応である。

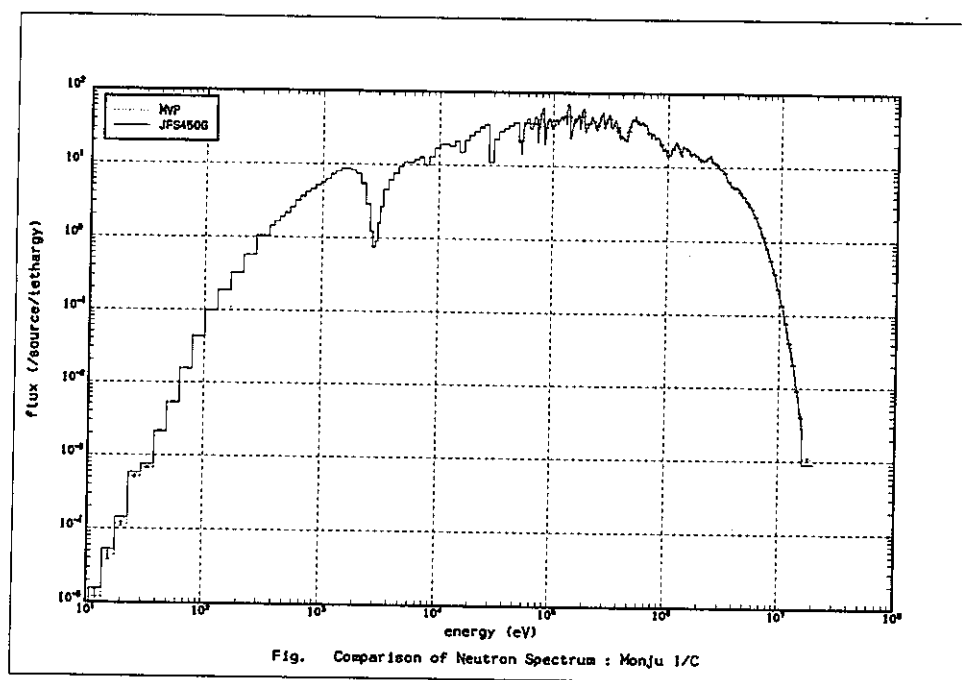


図 4-51 「もんじゅ内側炉心均質セル」における中性子スペクトルの比較 (その 1)

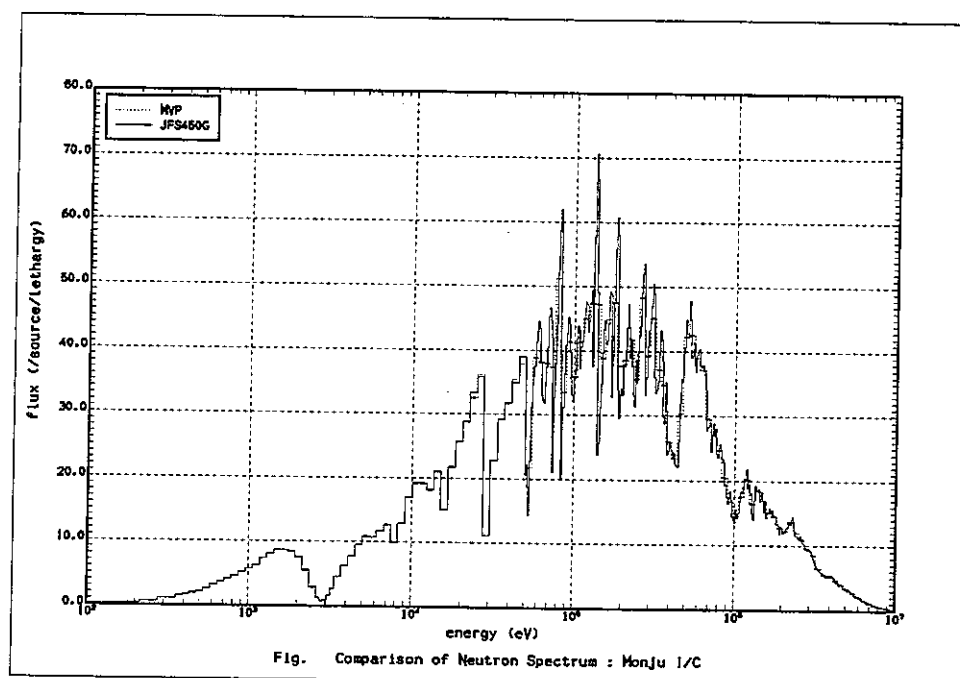


図 4-52 「もんじゅ内側炉心均質セル」における中性子スペクトルの比較 (その 2)

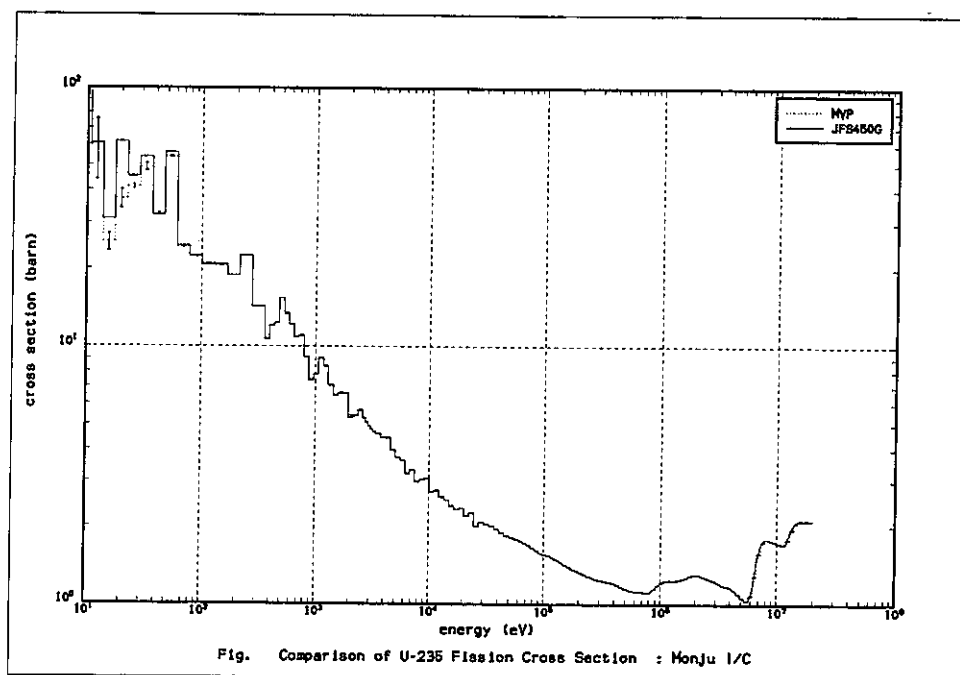


図 4-53 「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-235 核分裂断面積の比較

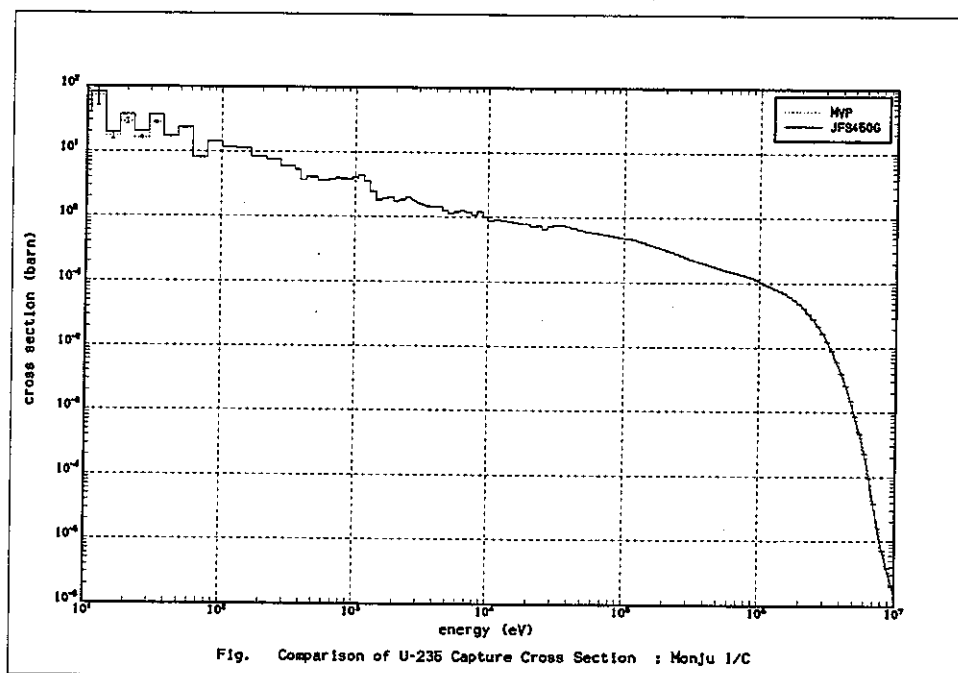


図 4-54 「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-235 捕獲断面積の比較

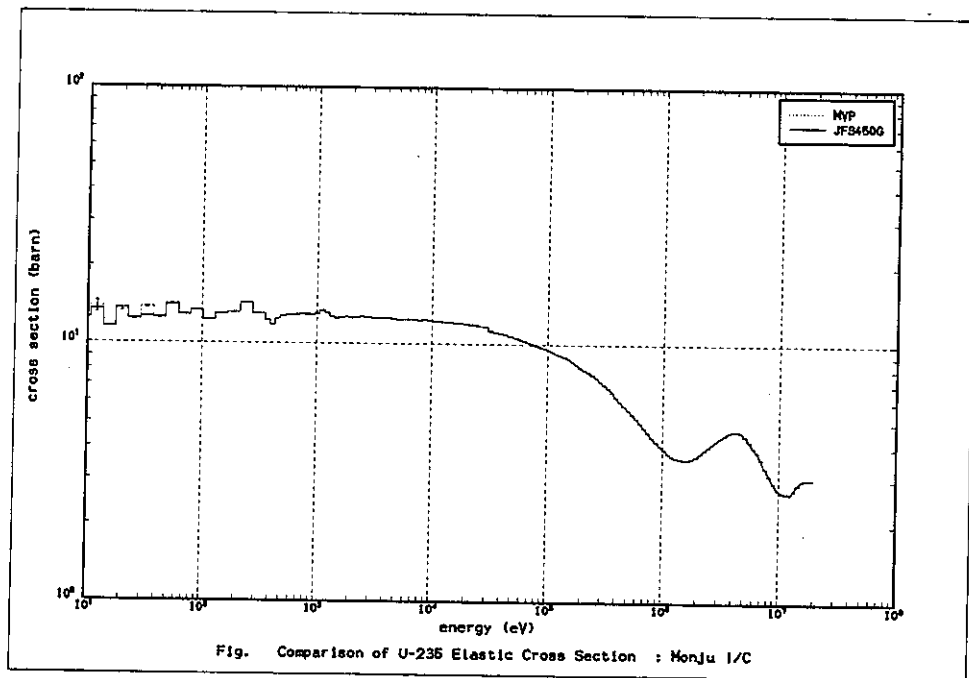


図 4-55 「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-235 弾性散乱断面積の比較

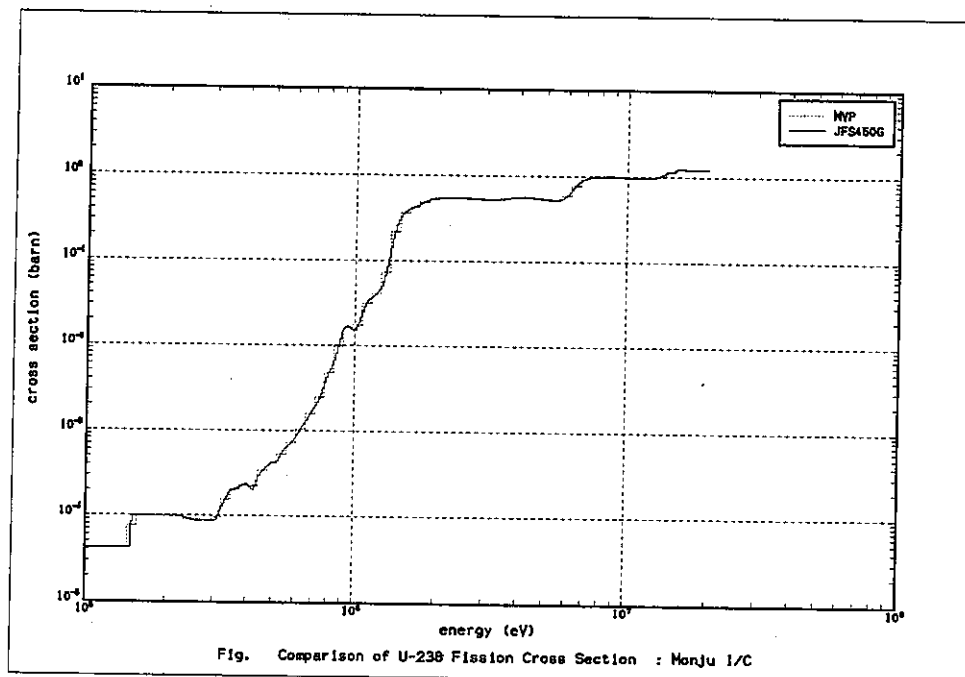


図 4-56 「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-238 核分裂断面積の比較

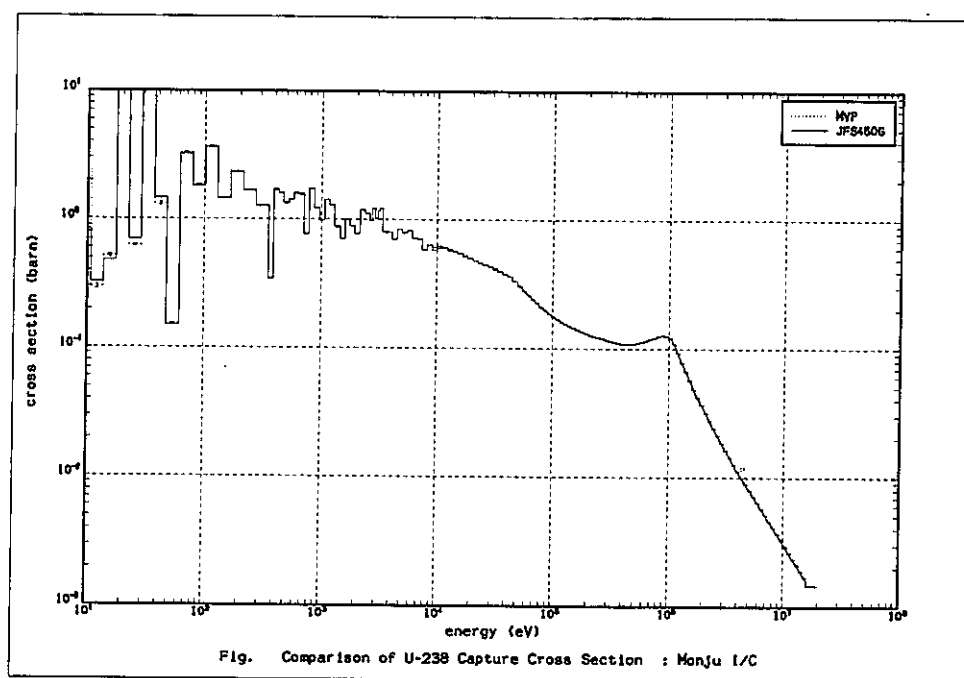


図 4-57 「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-238 捕獲断面積の比較

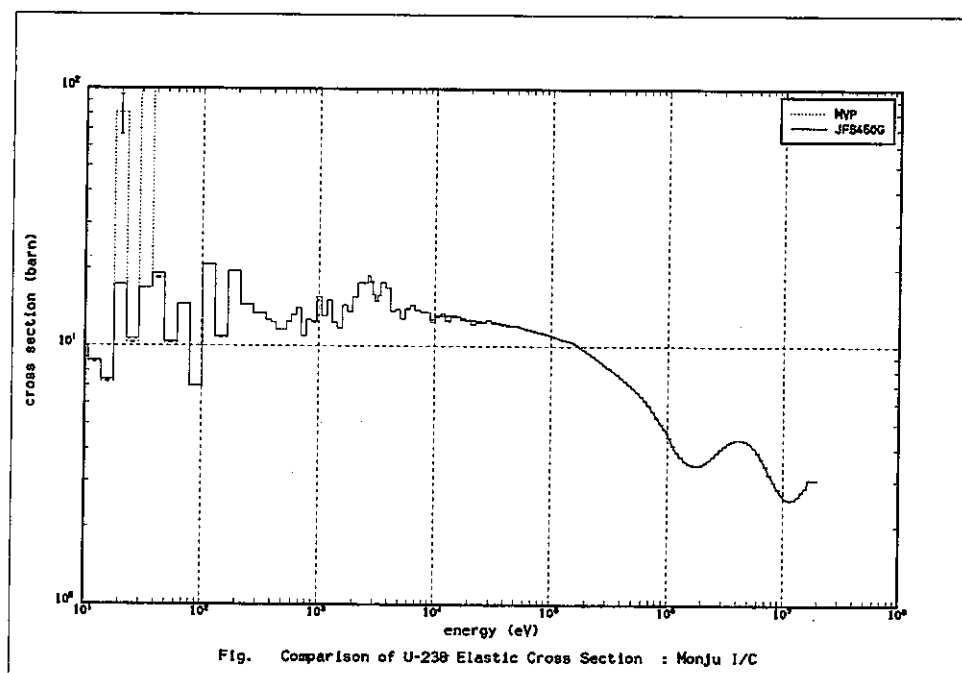


図 4-58 「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-238 弾性散乱断面積の比較

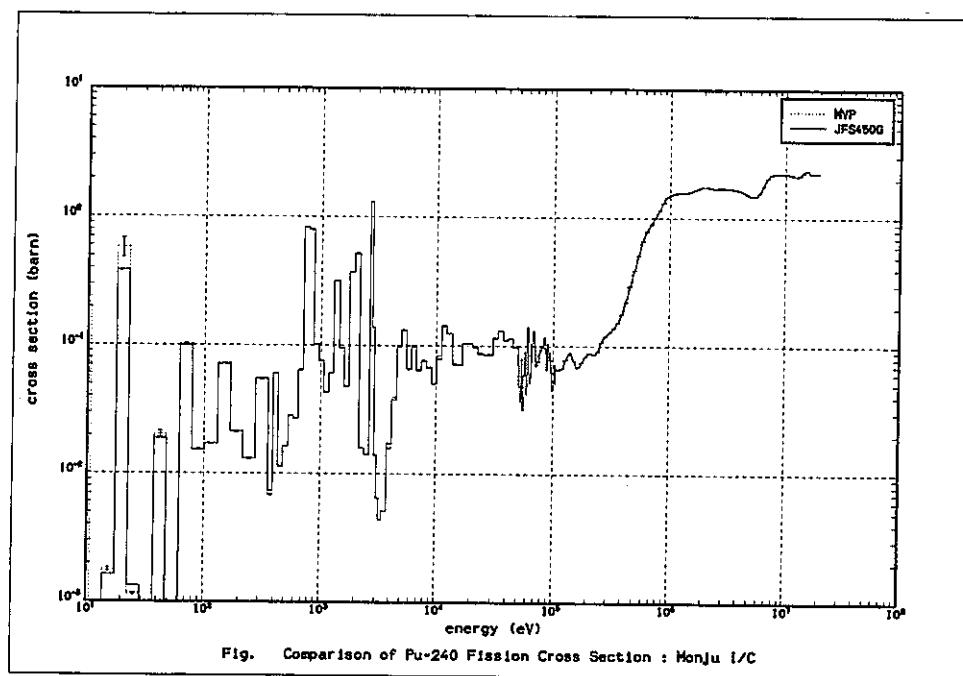


図 4-59 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-239 核分裂断面積の比較

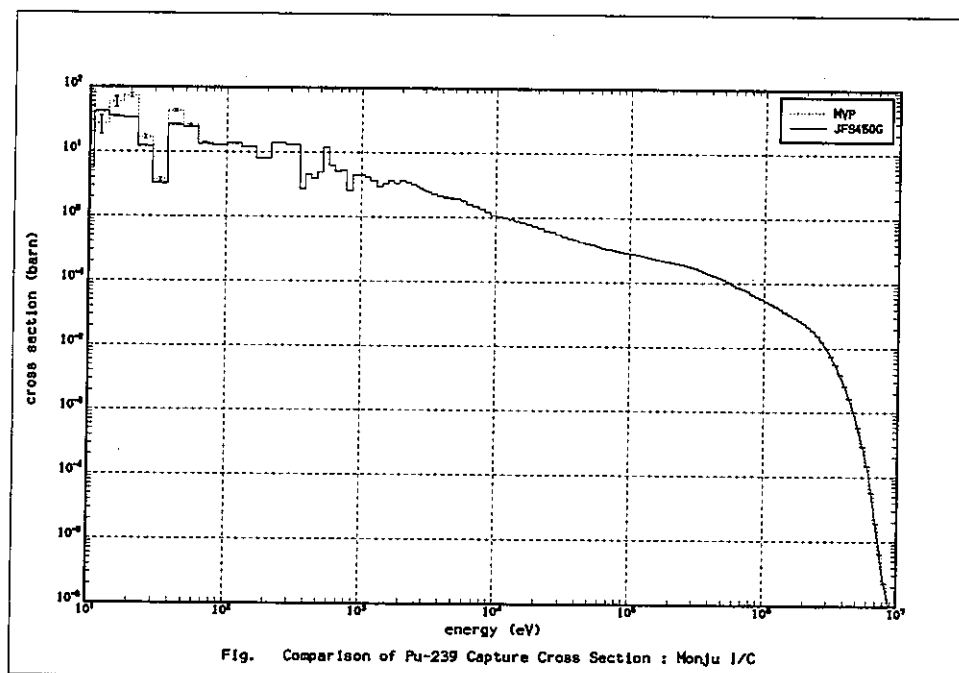


図 4-60 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-239 捕獲断面積の比較

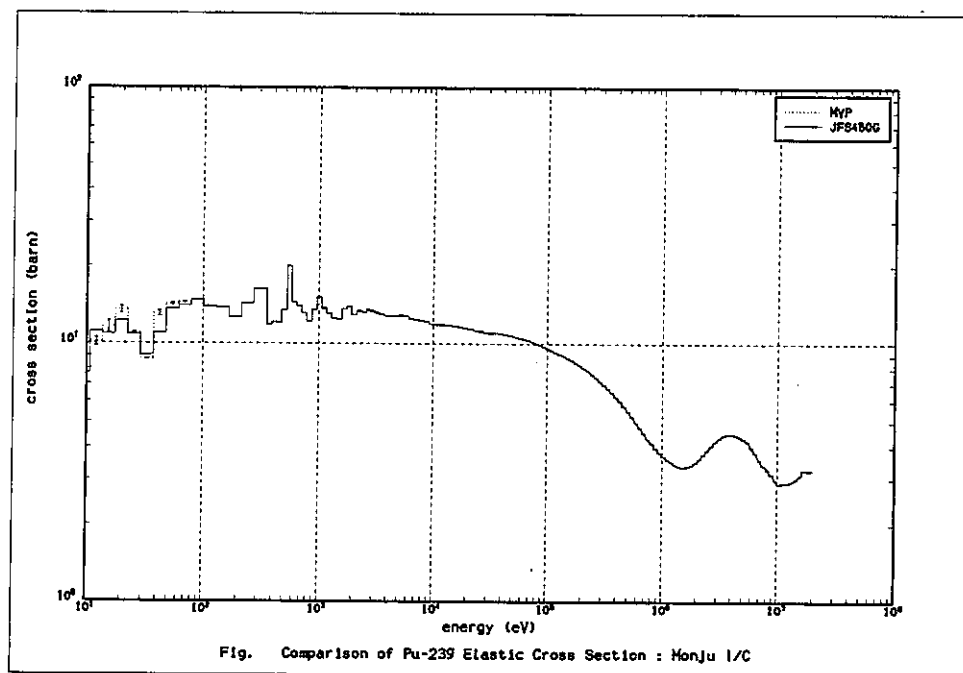


図 4-61 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-239 弾性散乱断面積の比較

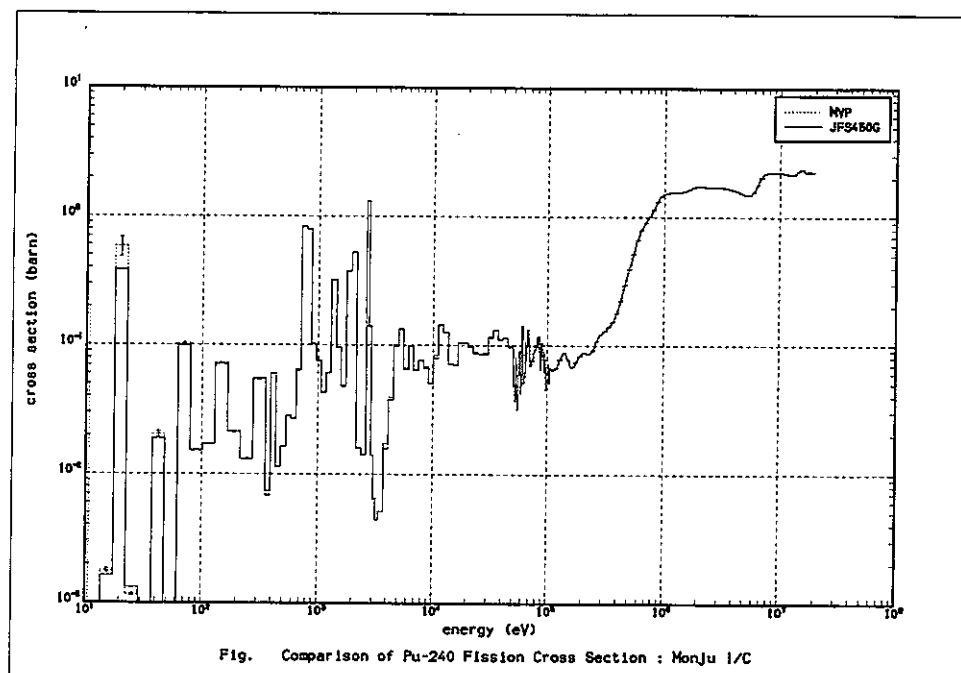


図 4-62 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-240 核分裂断面積の比較

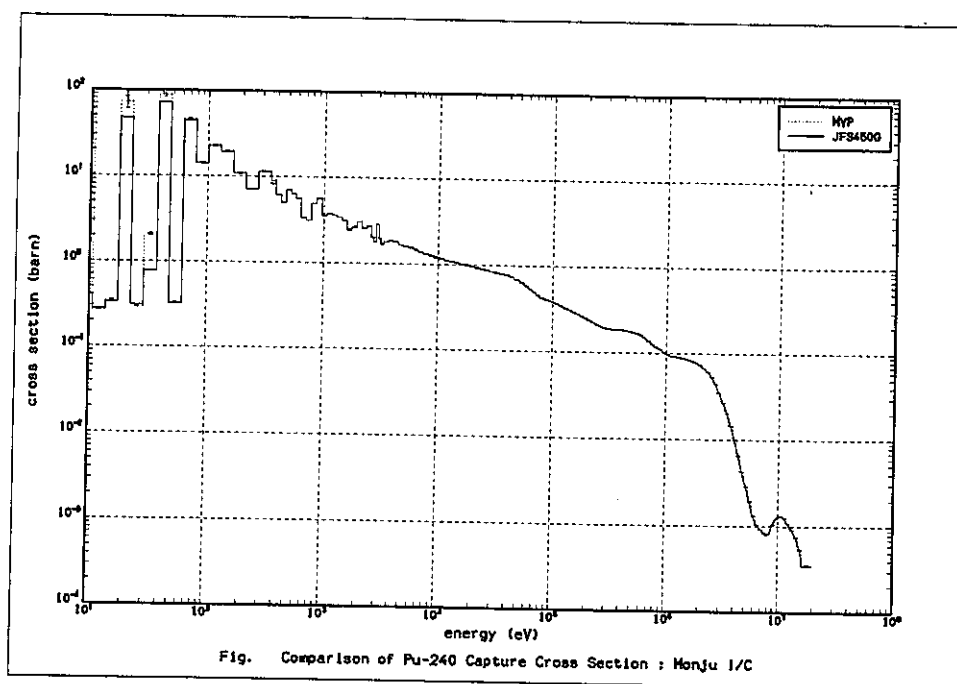


図 4-63 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-240 捕獲断面積の比較

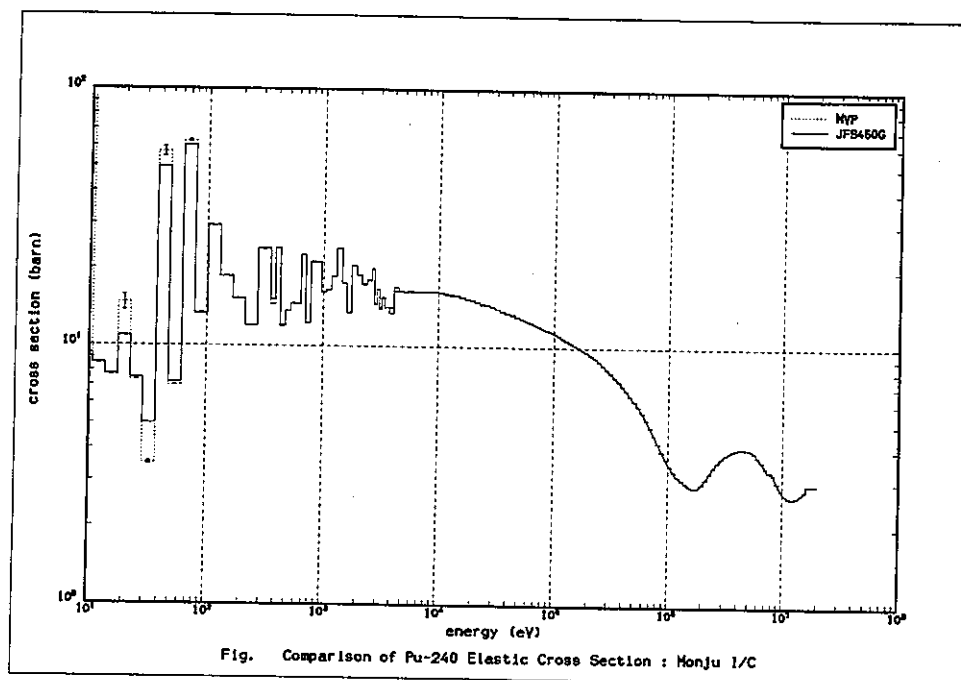


図 4-64 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-240 弾性散乱断面積の比較

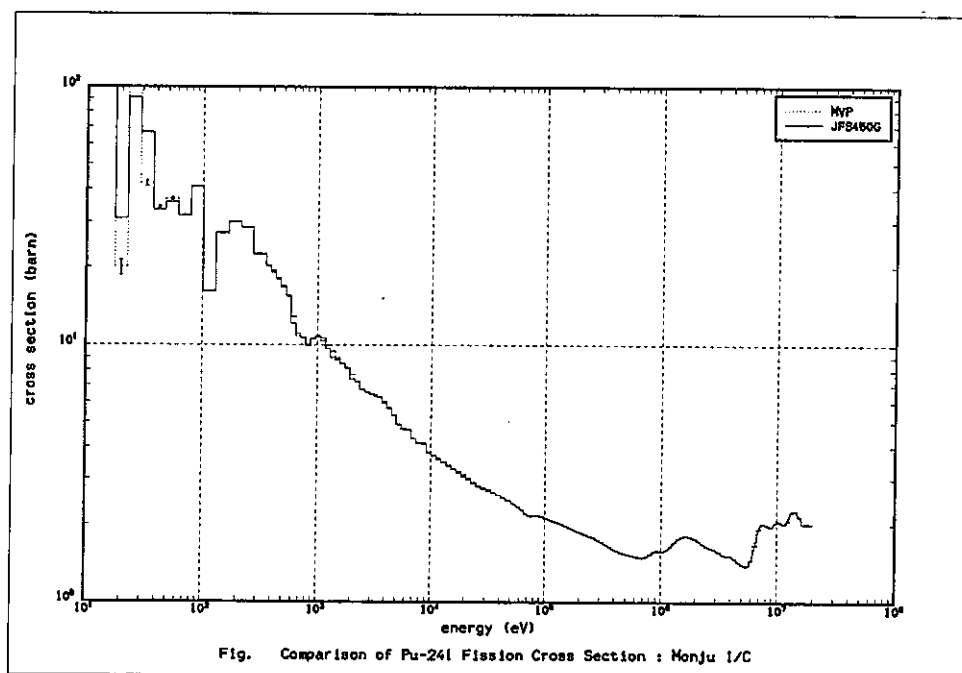


図 4-65 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-241 核分裂断面積の比較

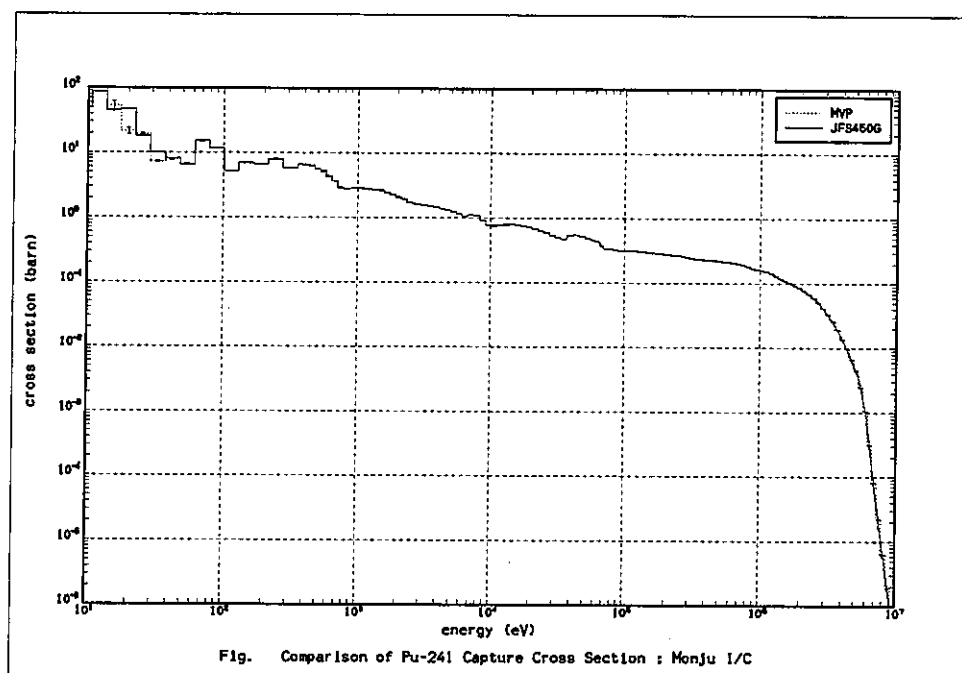


図 4-66 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-241 捕獲断面積の比較

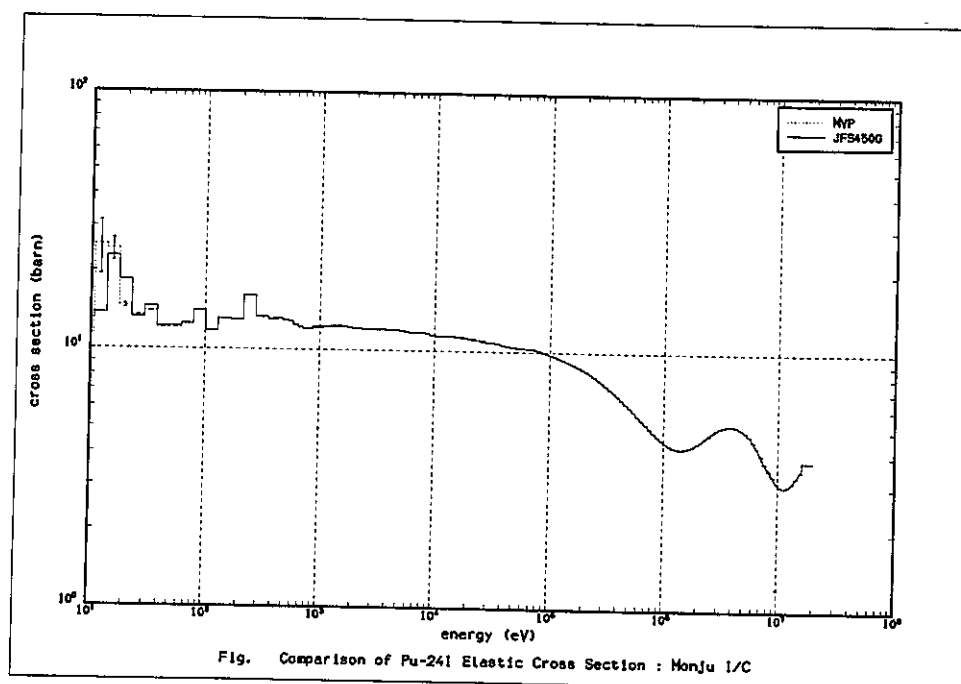


図 4-67 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-241 弾性散乱断面積の比較

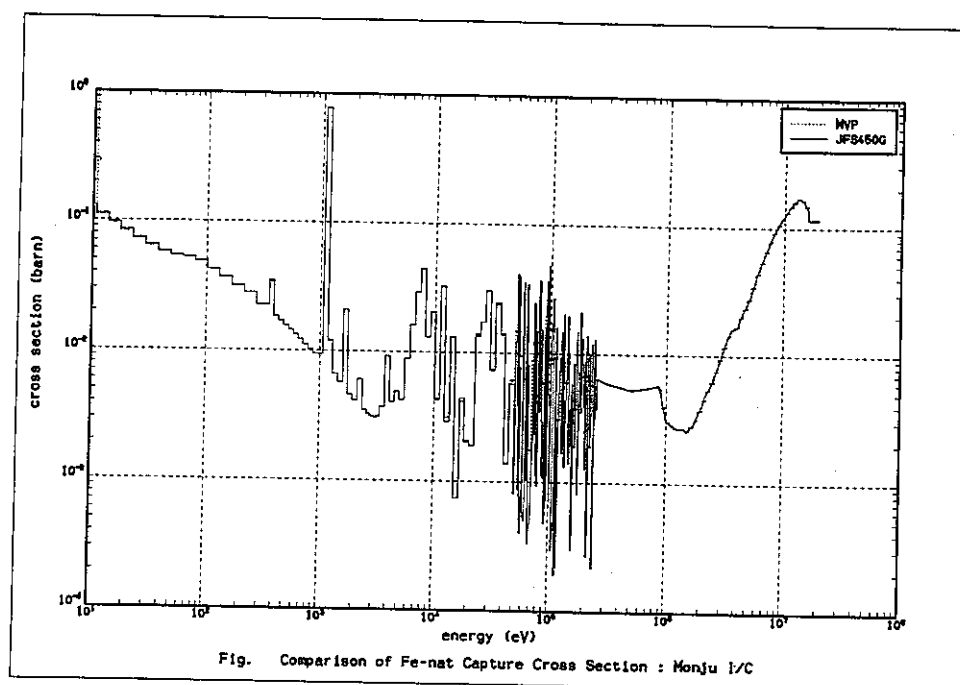


図 4-68 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Fe 捕獲断面積の比較

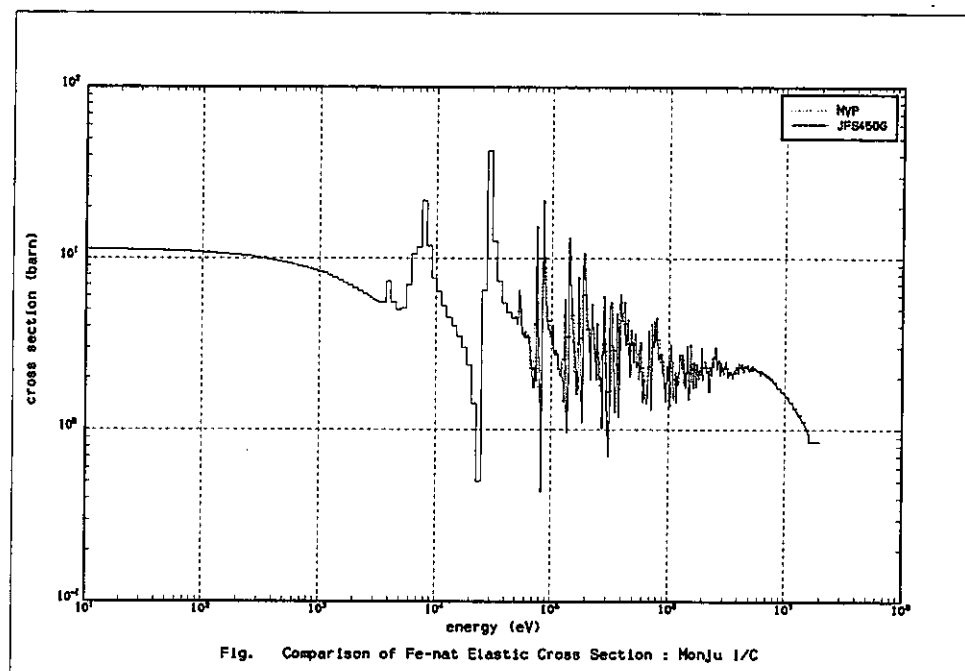


図 4-69 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Fe 弾性散乱断面積の比較

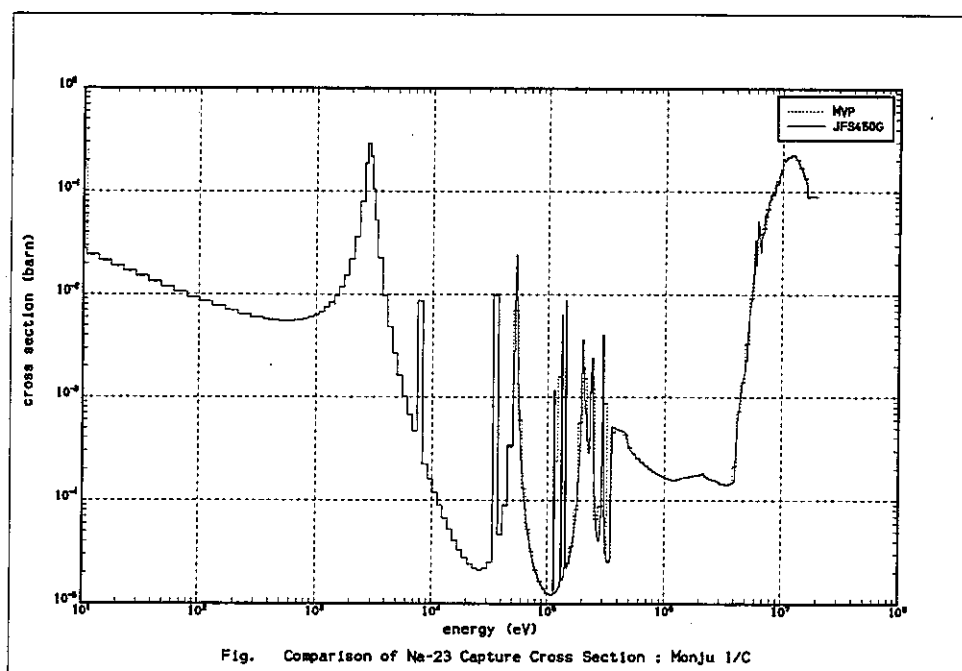


図 4-70 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Na 捕獲断面積の比較

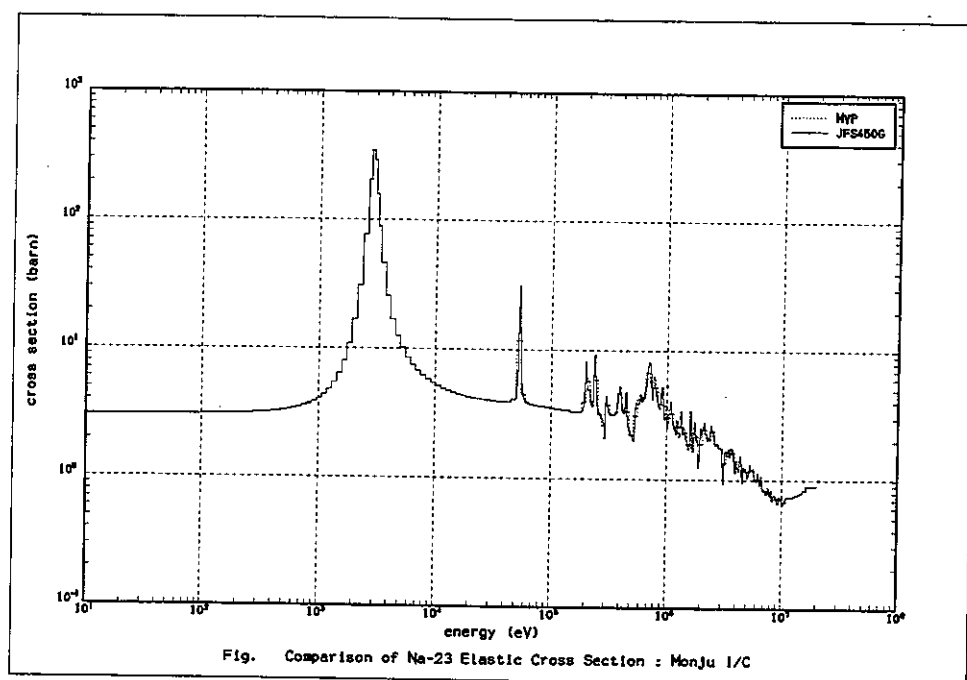


図 4-71 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Na 弾性散乱断面積の比較

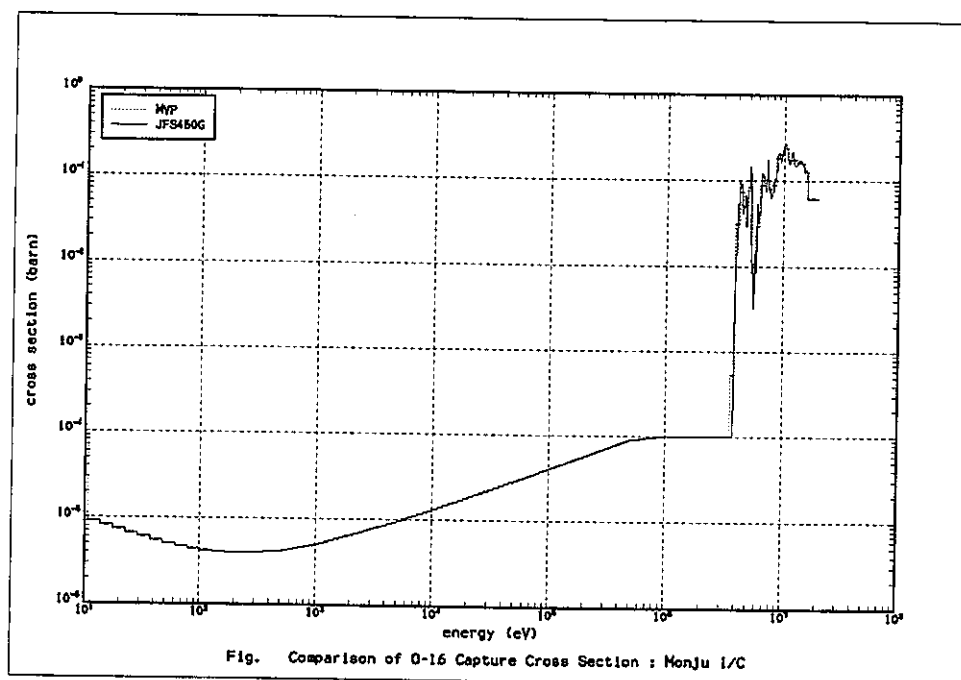


図 4-72 「もんじゅ内側炉心均質セル」における O-16 捕獲断面積の比較

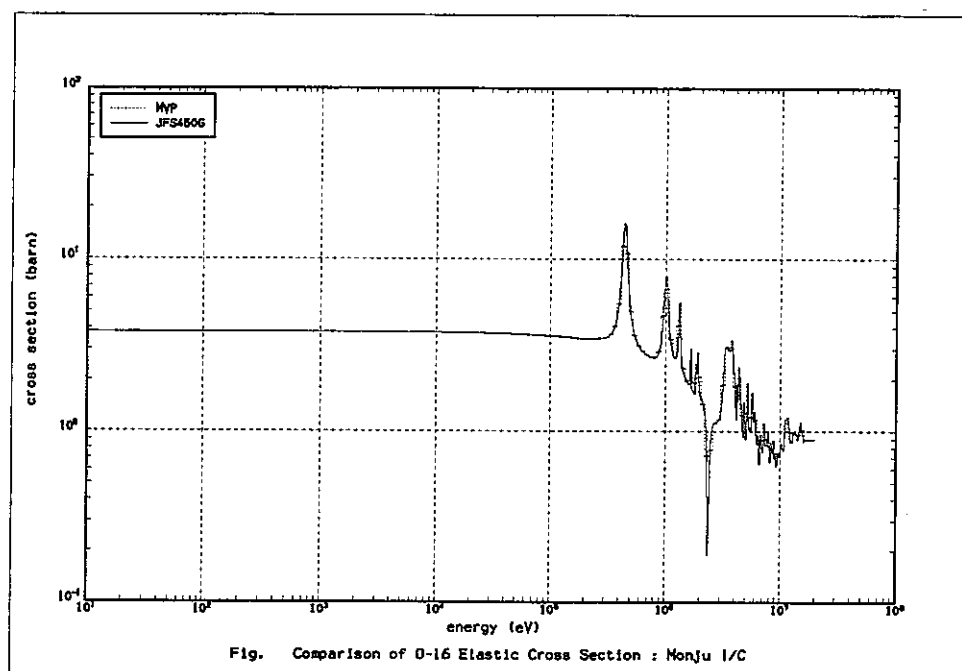


図 4-73 「もんじゅ内側炉心均質セル」における O-16 弾性散乱断面積の比較

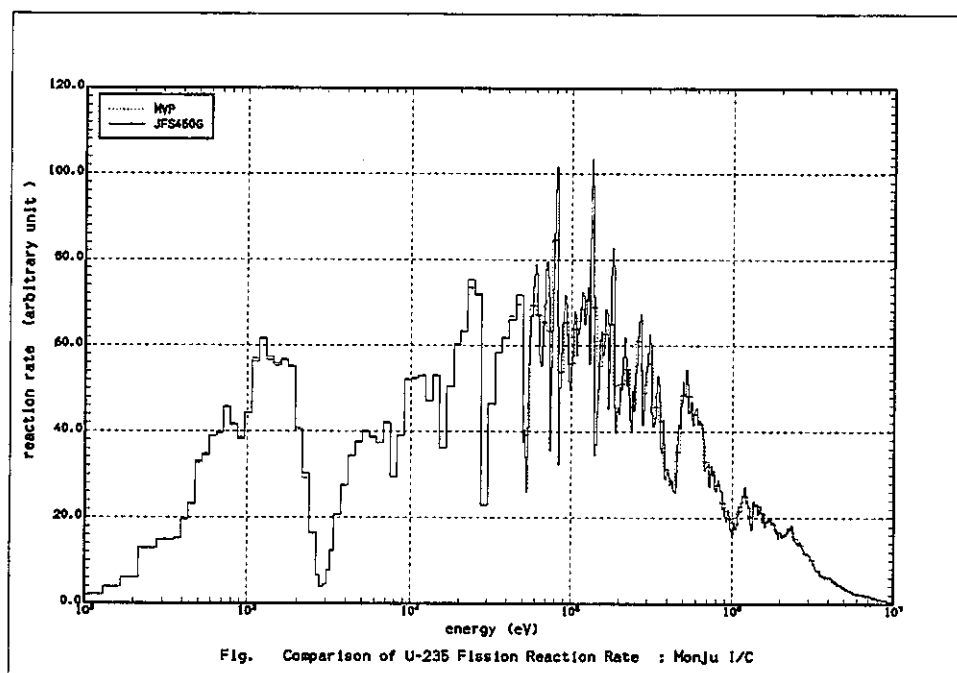


図 4-74 「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-235 核分裂反応率の比較

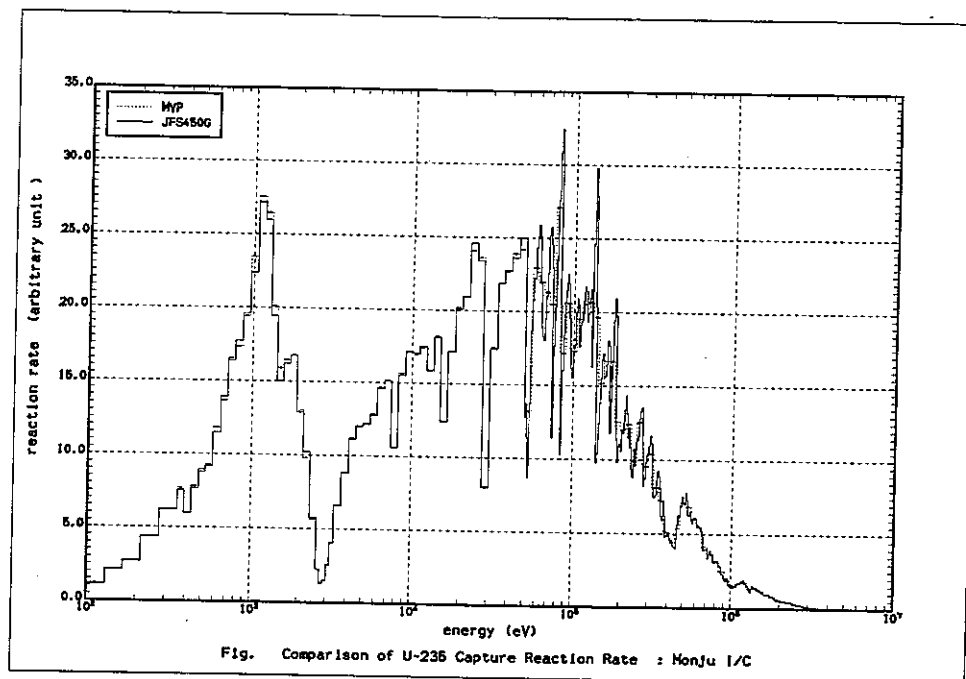


図 4-75 「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-235 捕獲反応率の比較

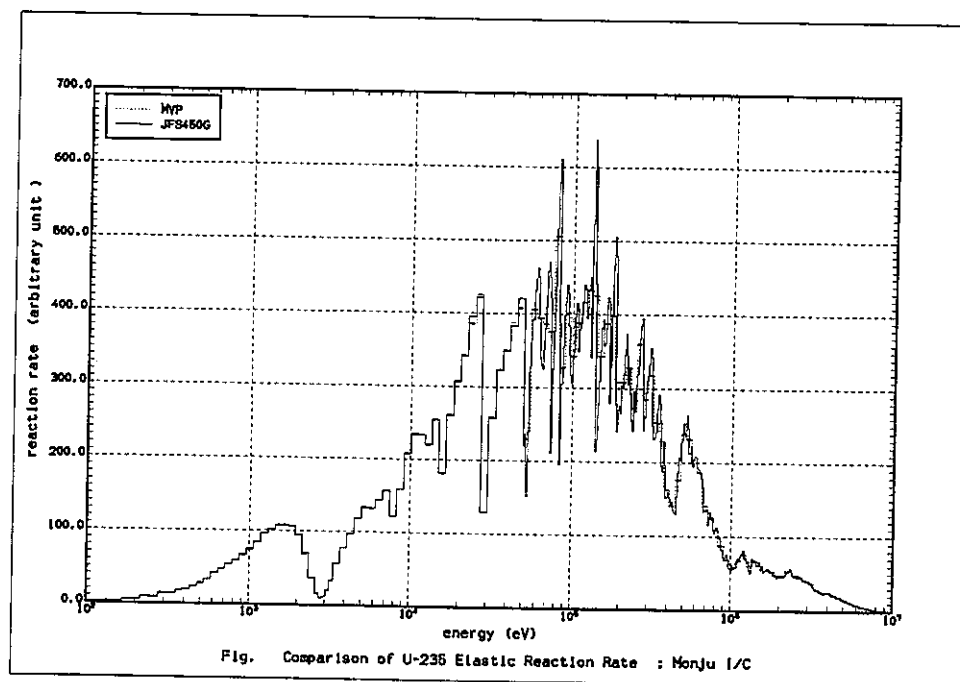


図 4-76 「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-235 弾性散乱反応率の比較

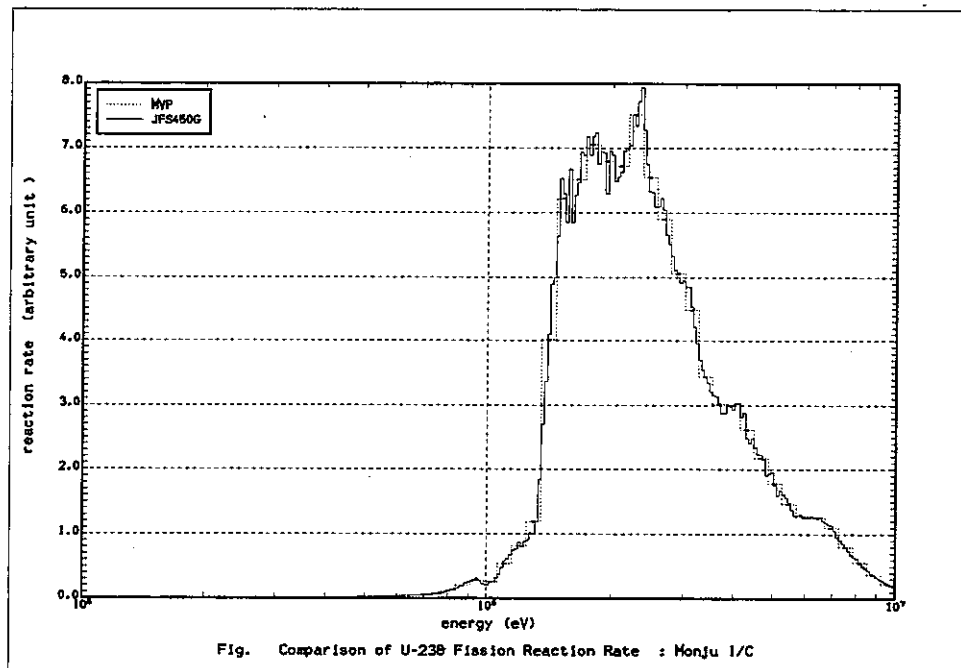


図 4-77 「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-238 核分裂反応率の比較

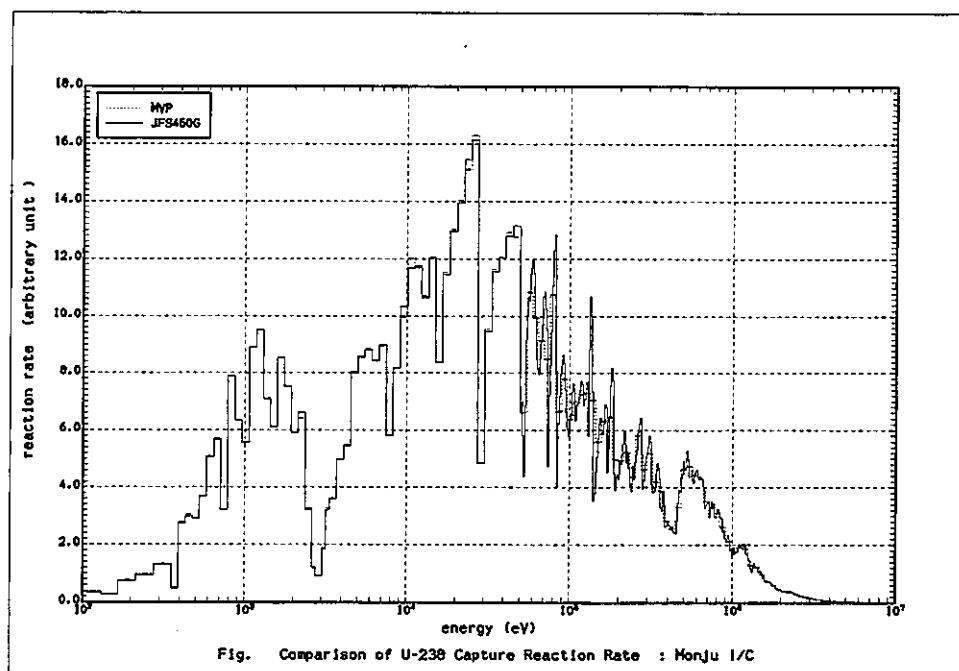


図 4-78 「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-238 捕獲反応率の比較

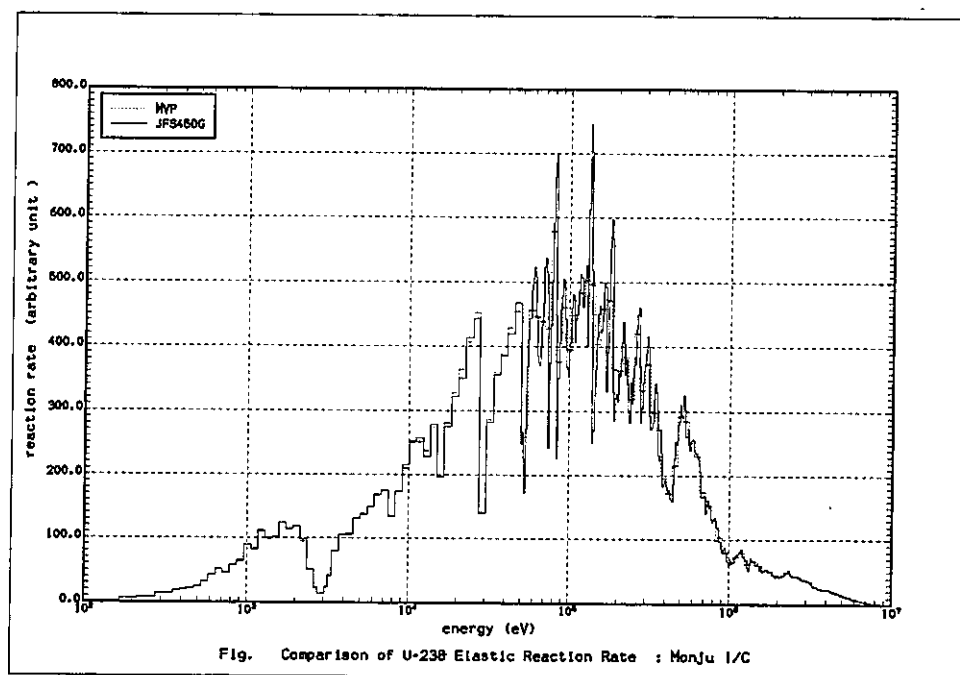


図 4-79 「もんじゅ内側炉心均質セル」における U-238 弾性散乱反応率の比較

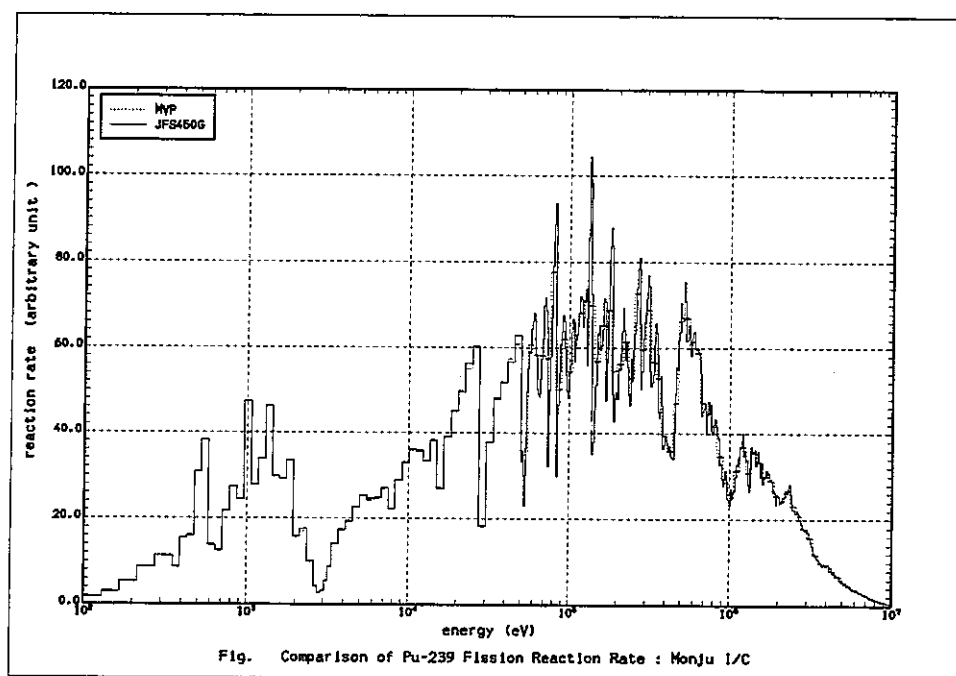


図 4-80 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-239 核分裂反応率の比較

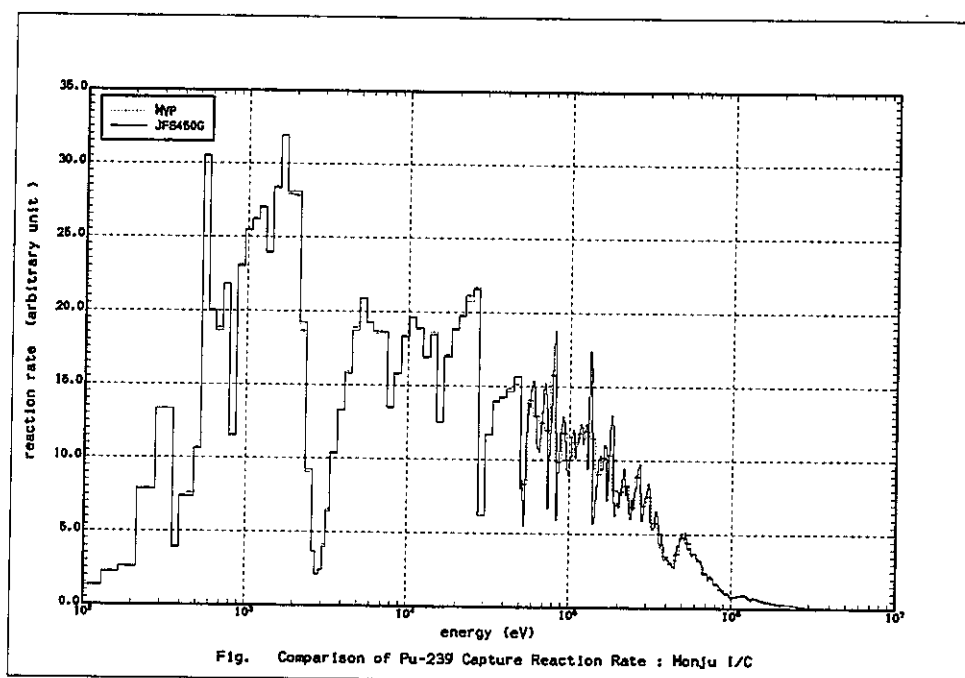


図 4-81 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-239 捕獲反応率の比較

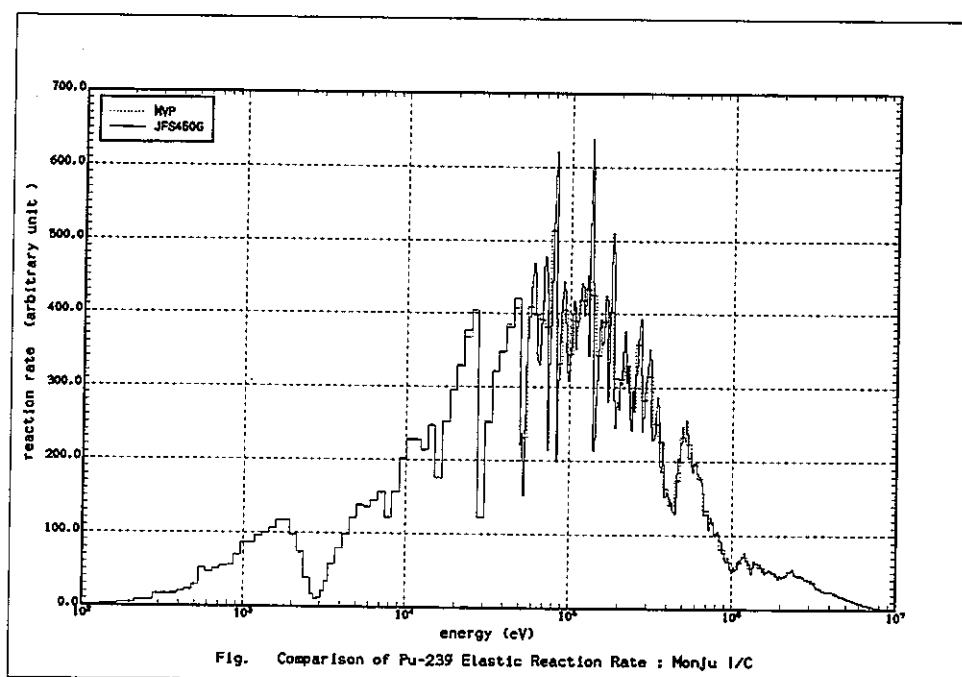


図 4-82 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-239 弾性散乱反応率の比較

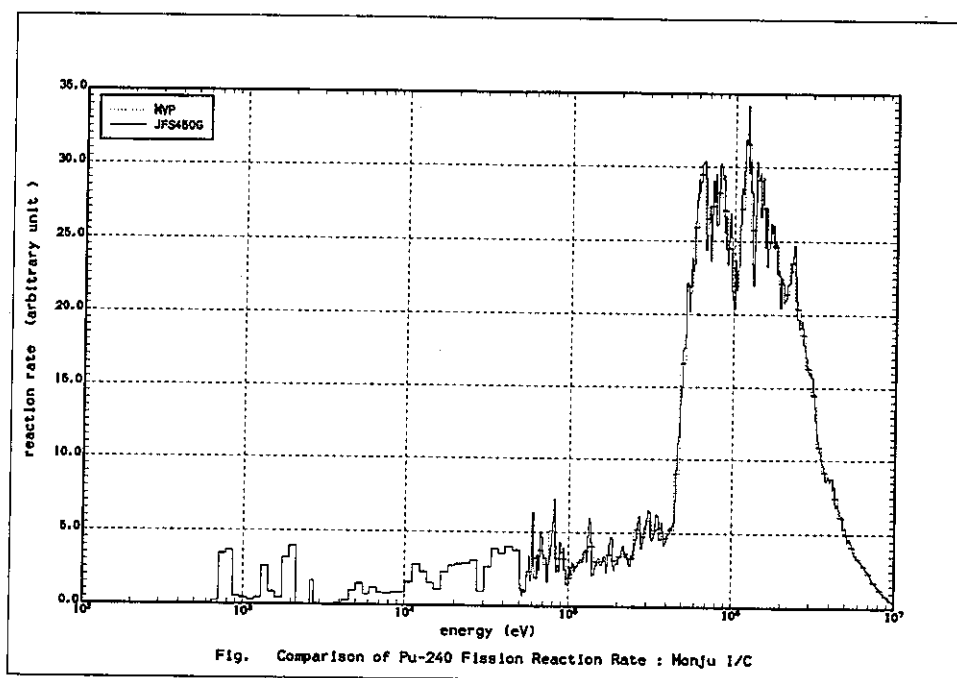


図 4-83 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-240 核分裂反応率の比較

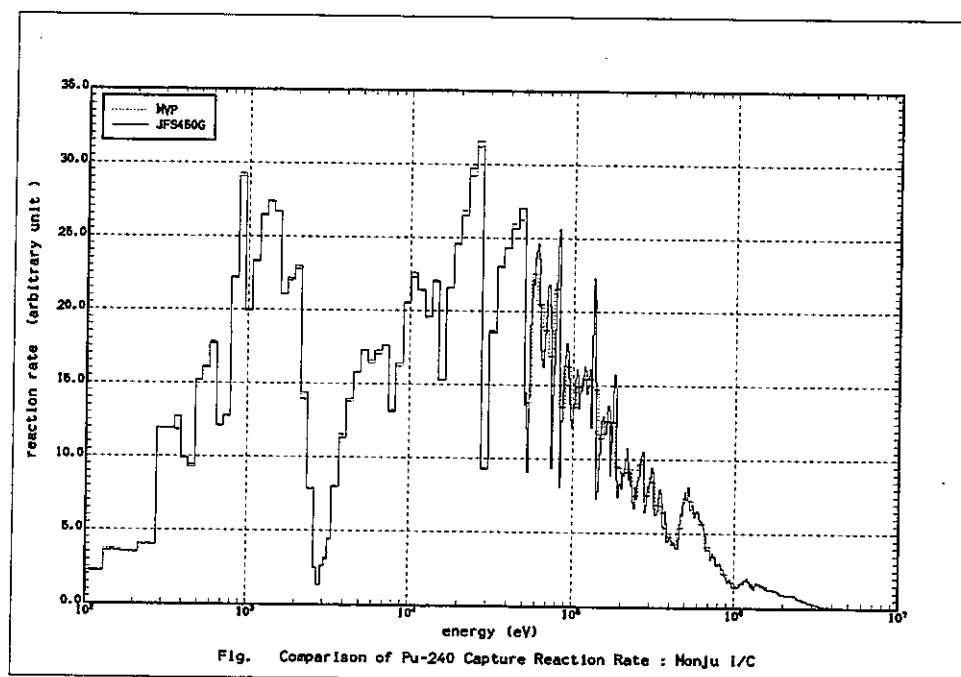


図 4-84 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-240 捕獲反応率の比較

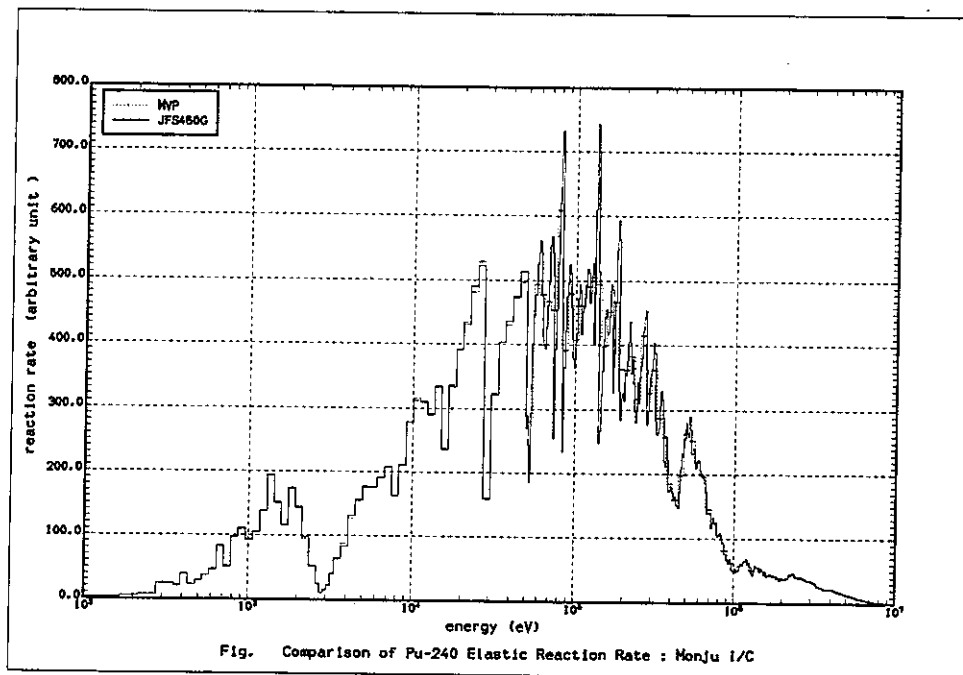


図 4-85 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-240 弾性散乱反応率の比較

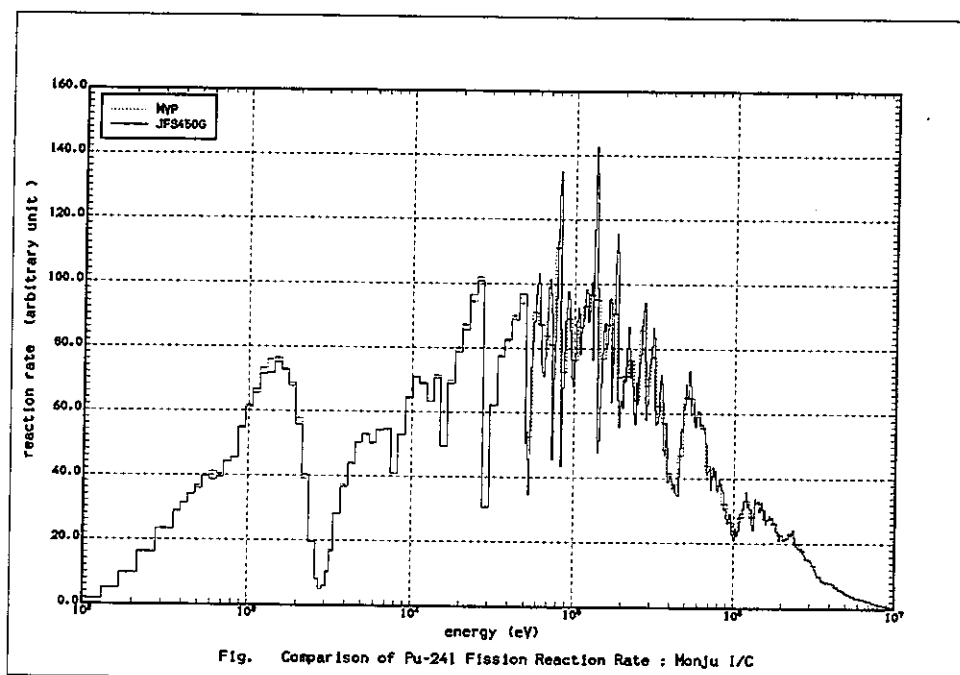


図 4-86 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-241 核分裂反応率の比較

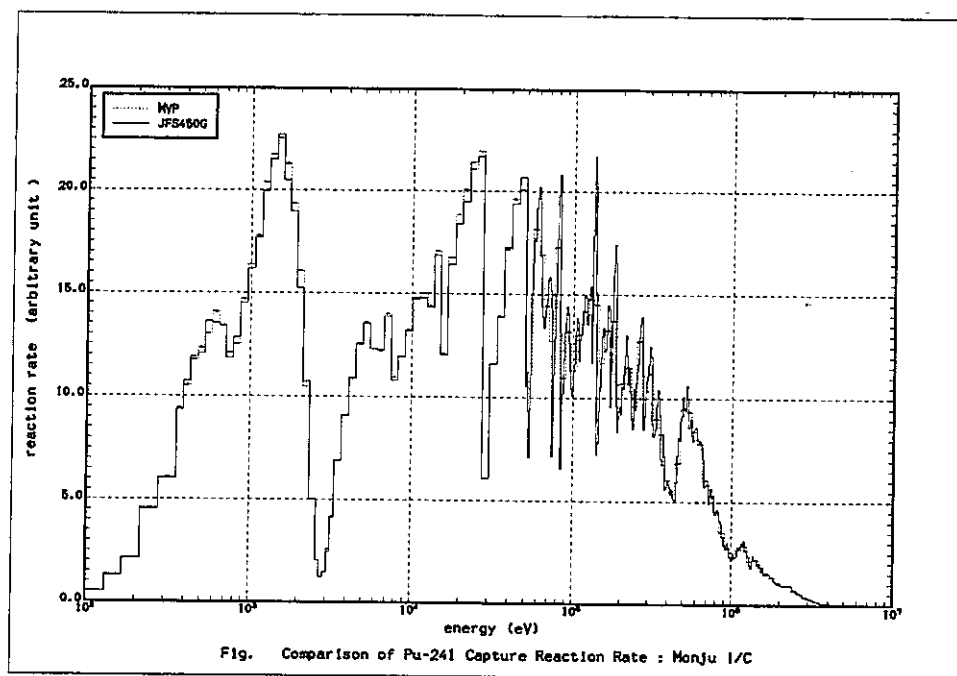


図 4-87 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-241 捕獲反応率の比較

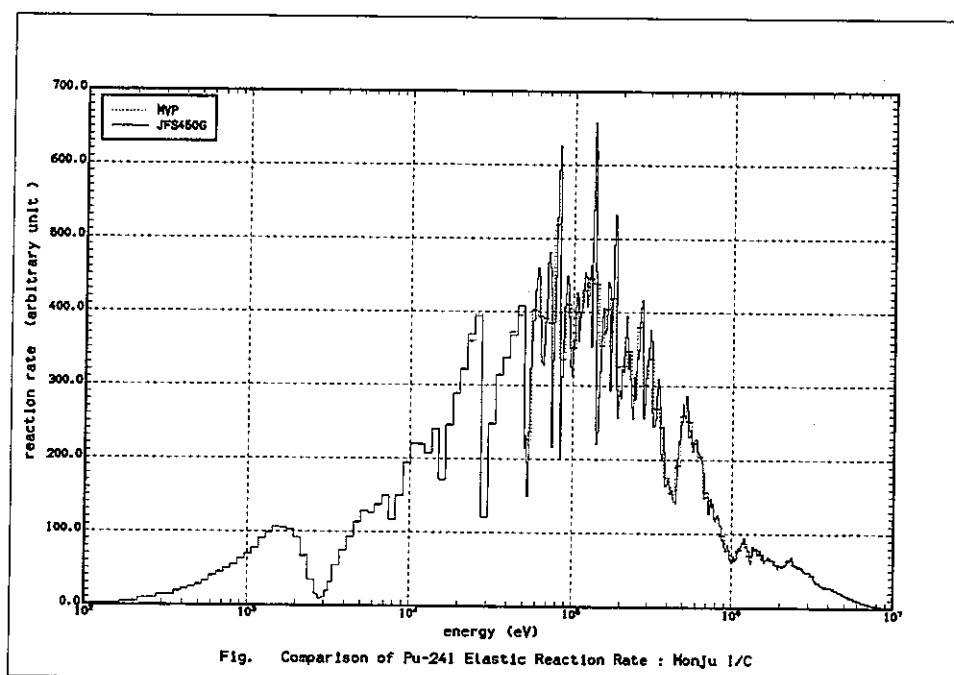


図 4-88 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Pu-241 弾性散乱反応率の比較

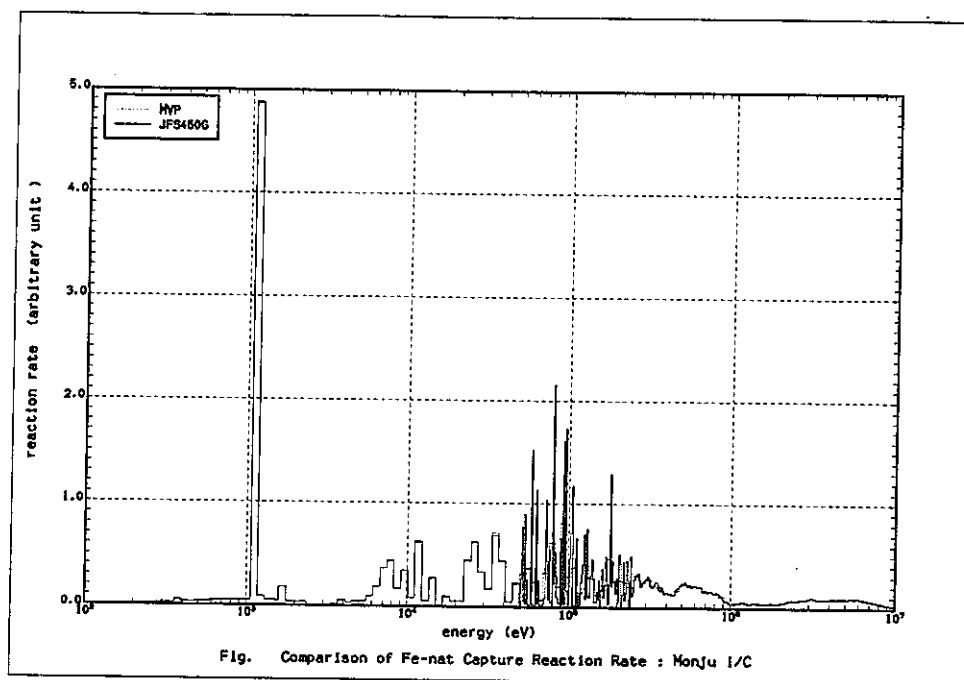


図 4-89 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Fe 捕獲反応率の比較

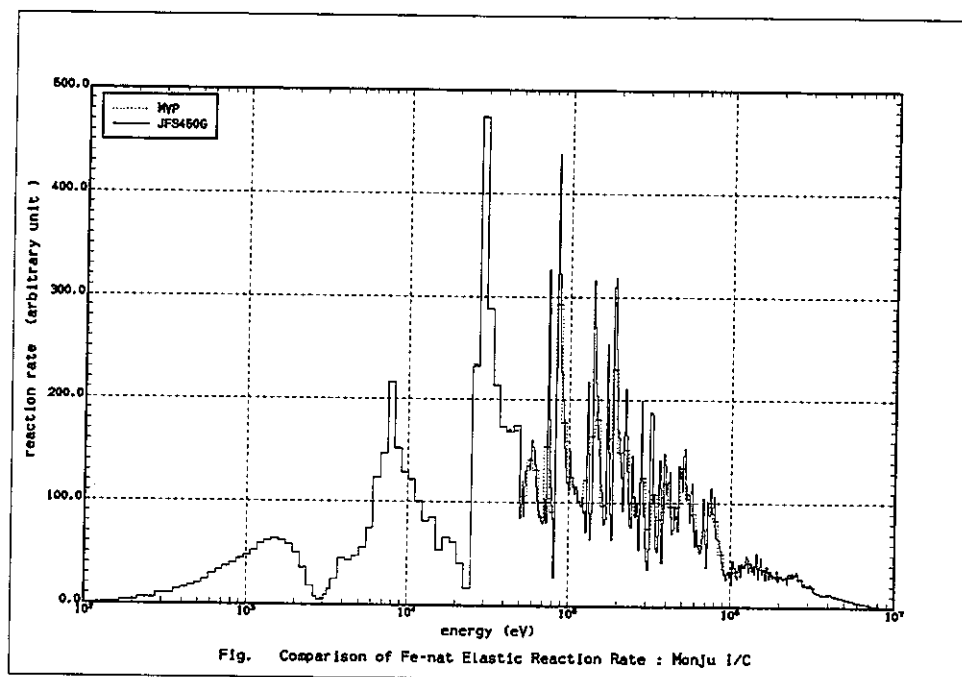


図 4-90 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Fe 弾性散乱反応率の比較

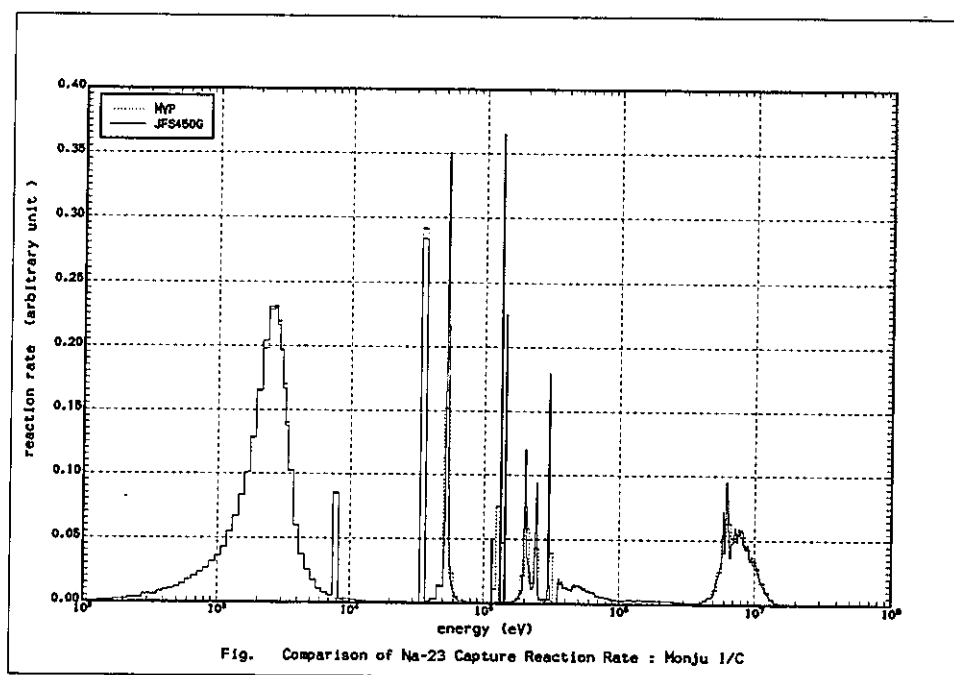


図 4-91 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Na 捕獲反応率の比較

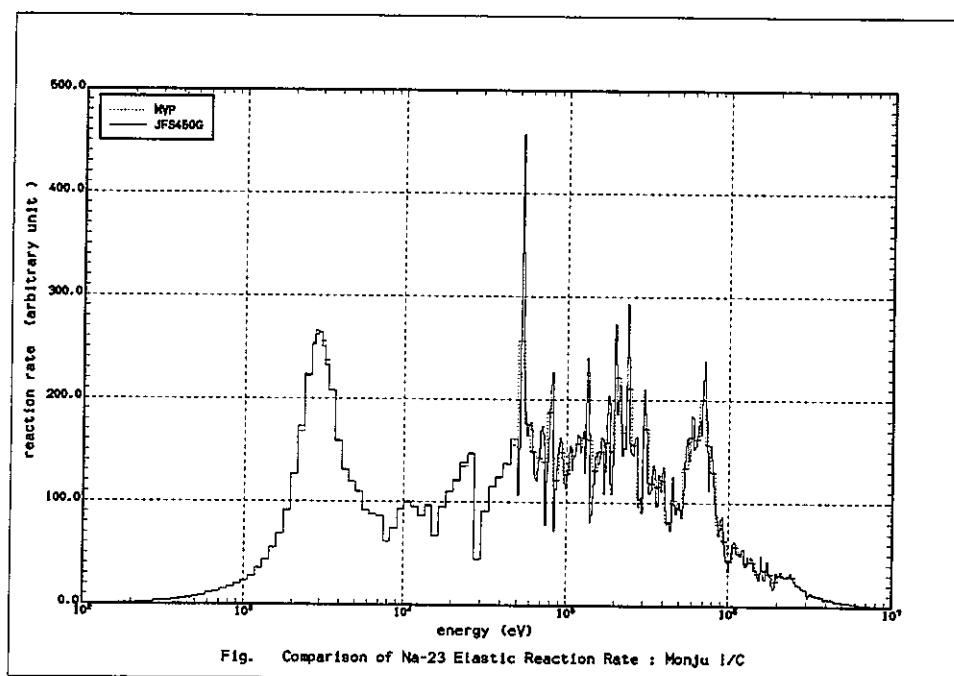


図 4-92 「もんじゅ内側炉心均質セル」における Na 弾性散乱反応率の比較

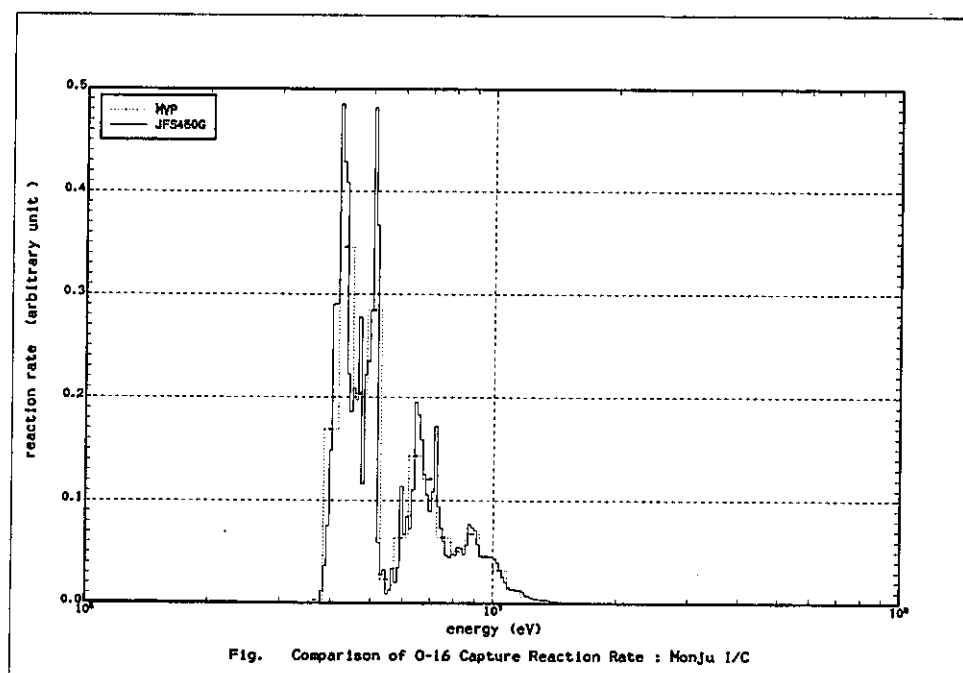


図 4-93 「もんじゅ内側炉心均質セル」における O-16 捕獲反応率の比較

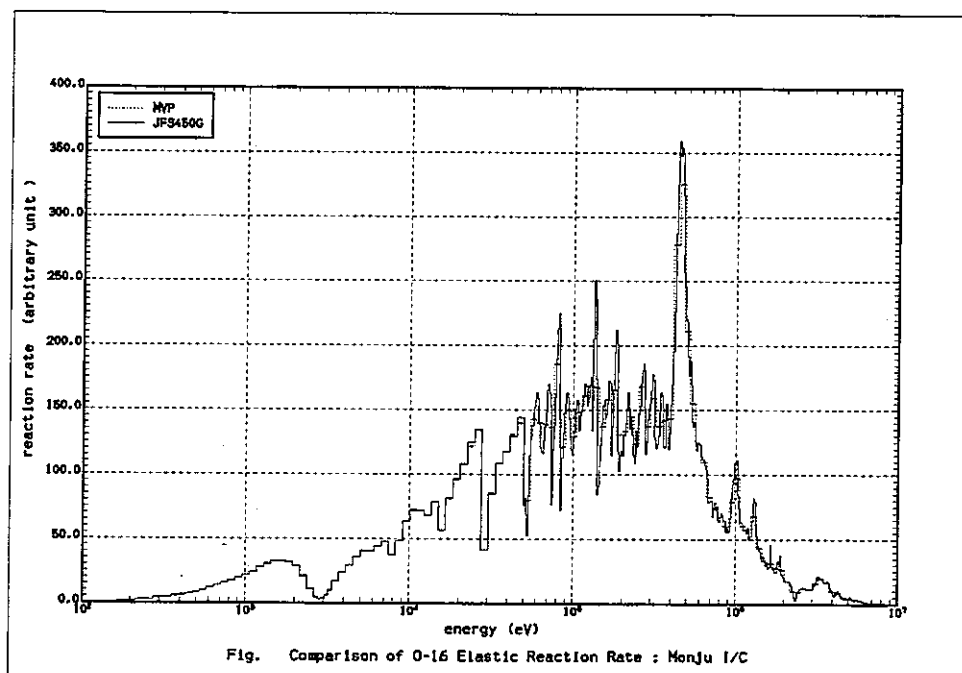


図 4-94 「もんじゅ内側炉心均質セル」における O-16 弾性散乱反応率の比較

4.3.3 詳細群ライブラリー作成における計算機資源の検討と今後の課題

本研究では 450 群のプロトタイプ炉定数ライブラリーを作成したが、ここでは、今後の 900 群の炉定数ライブラリー作成で必要となる計算機資源の検討と炉定数作成コードの改良課題、および詳細群ライブラリーを使用するセル計算コードの開発課題について報告する。

(1) 炉定数作成コードの使用メモリ及びCPU 時間について

本研究で改修・整備した炉定数作成コードが 900 群炉定数ライブラリー作成で必要とするメモリを表 4-15 に示す。また、450 群ライブラリー作成で NJOY コードと POSTNJOY コードが使用した CPU 時間を表 4-16 に示す。尚、使用計算機は Pentium3 1GHz の PC Linux である。これらの表から、詳細群炉定数ライブラリー作成では、256 M-byte のメモリがあれば充分である事と、その処理時間も 450 群で 1 核種当たり最大で 30 分以内であり、群数が倍になっても、処理時間は現実的な範囲であると結論できる。

表 4-15 炉定数作成コードの使用メモリ

コード名	計算機メモリ (M-byte)
PRENJOY	5.1
NJOY	50.4
POSTNJOY	234.4
新 PDSMAKE	91.8

表 4-16 主な炉定数作成コードの CPU 時間

番号	核種名	単位：秒	
		NJOY	POSTNJOY
1	C-12	85.3	35.0
2	O-16	111.3	39.0
3	Na-23	225.1	191.0
4	Al-27	255.4	177.0
5	Si-nat.	321.5	227.0
6	Cr-nat.	258.6	304.0
7	Mn-55	161.9	206.0
8	Fe-nat.	289.3	338.0
9	Ni-nat.	380.8	348.0
10	Cu-nat.	221.0	322.0
11	Ga-nat.	227.5	363.0
12	Mo-nat.	351.8	367.0
13	U-234	1180.5	269.0
14	U-235	1304.2	428.0
15	U-238	935.7	331.0
16	Pu-239	1035.2	303.0
17	Pu-240	967.5	334.0
18	Pu-241	1296.2	237.0
19	Pu-242	1156.7	334.0
20	Am-241	1408.8	276.0

(2) ライブラリーのディスク容量について

ここでは、450 群炉定数ライブラリー作成で得られた核種毎の使用ディスク容量から 900 群でのライブラリーのディスク容量を推定する。推定の方法は、1 次元データは 2 倍に、2 次元データは 4 倍に、自己遮蔽因子テーブルは 2 倍になるとした。その推定結果を表 4-17 と表 4-18 に示す。同時に、微細群共鳴断面積ライブラリーのディスク容量を表 4-19 に示す。

これらの表より、単純な比例計算を行うと 100 核種の 900 群炉定数ライブラリーを作成する場合に必要なディスク容量は約 1.8 G-byte であり、現実的に作成可能なディスク容量である。

表 4-17 詳細群ライブラリーで必要となるディスク容量

単位 : M-byte			
番号	核種名	450 群	900 群 (推定)
1	C-12	0.798	3.080
2	O-16	0.686	2.630
3	Na-23	1.411	5.028
4	Al-27	1.719	6.284
5	Si-nat.	1.892	6.866
6	Cr-nat.	2.070	7.686
7	Mn-55	1.855	6.854
8	Fe-nat.	2.278	8.486
9	Ni-nat.	2.239	8.332
10	Cu-nat.	1.802	6.868
11	Ga-nat.	1.919	7.362
12	Mo-nat.	2.256	8.685
13	U-234	2.136	8.175
14	U-235	2.351	9.036
15	U-238	1.847	6.921
16	Pu-239	2.153	8.393
17	Pu-240	2.733	10.550
18	Pu-241	1.629	6.142
19	Pu-242	1.135	4.314
20	Am-241	1.549	5.825
計		36.457	137.514

表 4-18 詳細群ライブラリーのマスターファイルで必要となるディスク容量

単位：M-byte			
番号	核種名	450 群	900 群 (推定)
1	C-12	0.893	3.329
2	O-16	0.743	2.732
3	Na-23	1.813	6.184
4	Al-27	1.929	6.674
5	Si-nat.	2.101	7.254
6	Cr-nat.	2.450	8.758
7	Mn-55	2.247	7.971
8	Fe-nat.	2.655	9.546
9	Ni-nat.	2.627	9.435
10	Cu-nat.	2.196	7.999
11	Ga-nat.	2.134	7.776
12	Mo-nat.	2.762	10.263
13	U-234	2.961	11.036
14	U-235	3.272	12.270
15	U-238	3.027	11.186
16	Pu-239	3.100	11.729
17	Pu-240	3.017	11.233
18	Pu-241	3.178	11.885
19	Pu-242	2.329	8.649
20	Am-241	2.476	9.095
計		47.911	175.004

表 4-19 微細群共鳴断面積ライブラリーのディスク容量

番号	核種名	容量 (M-byte)
1	C-12	0.003
2	O-16	0.003
3	Na-23	0.013
4	Al-27	0.009
5	Si-nat.	0.018
6	Cr-nat.	0.090
7	Mn-55	0.117
8	Fe-nat.	0.073
9	Ni-nat.	0.128
10	Cu-nat.	0.128
11	Ga-nat.	0.124
12	Mo-nat.	0.537
13	U-234	5.066
14	U-235	4.799
15	U-238	4.187
16	Pu-239	4.460
17	Pu-240	4.175
18	Pu-241	4.818
19	Pu-242	4.755
20	Am-241	5.125
計		38.628

(3) 炉定数作成コードの問題点について

プロトタイプ炉定数ライブラリー作成を通じて、改修・整備された炉定数作成システムは、正常に機能することが確認された。しかしながら、以下に示す問題点と改良課題があると考ええる。

- ① 表 4-16 に示したように、POSTNJOY コードの CPU 時間が NJOY コードの CPU 時間よりも多い場合がある。POSTNJOY コードは単純な炉定数編集を行っているに過ぎず、あまりにも CPU 時間がかかっている。この原因はテキスト形式の GENDF を読む作業に時間がかかると思われる。POSTNJOY コードの CPU 時間短縮には、バイナリー GENDF を処理するように変更すべきである。但し、当該改良を実施しなくても炉定数作成に支障が無い事を述べておく。
- ② PEACO 法を使用しない場合でも、重核に対する正確な自己遮蔽効果を得るには TIMS コードによる自己遮蔽因子テーブルを使用する方法が好ましい。最終的な 900 群炉定数ライブラリー作成では、重核に対して TIMS コードによる自己遮蔽因子テーブルを採用するか判断を下さなければならない。

(4) セル計算コードの開発課題について

本研究の次なる研究ステップは、900 群の詳細群ライブラリー作成と当該ライブラリーを使用できるように新 SLAROM コードを改良すると共に、炉心計算の為の編集機能を付加する事である。そこで、新 SLAROM コードのこれら開発課題を以下に箇条書きで述べる。

- ① 900 群ライブラリーを処理する為の改修作業が必要である。即ち、群数制限値の変更や多量の炉定数を効率的に扱う為のコード改良、使用メモリの効率化等のプログラム改良が必要である。
- ② 炉心計算の為、断面積縮約機能を加える必要がある。そして、縮約群構造については具体的な解析サーベイからデフォルトの縮約群構造を決定する必要がある。同時に、縮約に使用する中性子スペクトルをどのように決定するかを検討しなければならない。
- ③ 2 次元形状のセル計算では、PEACO 法を使用する事は CPU 時間から現実的でない。その対策法として、PEACO 法で単ピンセル等の単純な形状のセル計算結果を実施し、得られた実効断面積を利用して 2 次元形状のセル計算を行う多段階セル計算法がある。新 SLAROM コードで多段階セル計算が可能か調査し、当該手法を使用できなければ、多段階セル計算が可能となるようにコード改良を実施しなければならない。同時に、多段階セル計算法の妥当性を確認しなければならない。
- ④ 2 次元形状のセル計算で PEACO 法を使用する場合は、入力指定で共鳴物質を 2 種類以下にすれば P_{ij} 内挿法が適用され現実的に計算可能な問題となる。この方法では、冷却材、構造材を非共鳴物質として扱う。従って、予め冷却材、構造材の実効断面積を準備する必要があり、精度良く冷却材、構造材の実効断面積を求める方法を確立しなければならない。
- ⑤ 当該改良を実施した後、均質セルおよび非均質セル計算を様々な炉心に対して実施し、改良後の新 SLAROM コードの断面積計算精度を確認しなければならない。
- ⑥ セル計算コードの開発課題ではないが、炉心計算で群依存の核分裂スペクトルを使用できるように炉心計算コードを改良すべきである。但し、Los Alamos 小型炉心等の硬いスペクトルを持つ炉心を解析対象から除外するならば、当該改良は不要である。

第5章 あとがき

本年度は、現在考えられている様々な概念の高速炉炉心に広く適用できる詳細核特性解析システムを開発することを目的として、その基礎となる詳細群ライブラリー構造の検討を行い、当該詳細群ライブラリーの仕様決定を実施した。また、詳細群ライブラリーを作成できるように、「次世代炉定数の整備」研究で整備された炉定数作成システムの改修作業を実施した。そして、改修された炉定数作成システムを用いて、450 群のプロトタイプ詳細群炉定数ライブラリーを作成し、当該炉定数作成システムが正常に機能し、同時に将来の 900 群炉定数ライブラリー作成が計算機資源の観点からも作成可能である事を確認した。

一方、改修された炉定数作成システムの問題点を摘出した。そして、詳細群ライブラリーを使用するセル計算実現の為に、新 SLAROM コードにおける改良内容及び機能拡張等に関する開発課題を検討した。

本研究に引き続き、次年度は、具体的に 900 群の詳細群炉定数ライブラリーを作成し、新 SLAROM コードを改良・整備し、詳細群解析システムの基本的機能の検証を様々な炉心で実施する必要がある。同時に、断面積縮約法の確定とその妥当性を確認する事が重要であると考え。尚、本詳細解析システムの開発はまだ端緒についたばかりであり、先行する ERANOS システムの優れた解析方法等を積極的に取り入れる姿勢が肝要であると考え。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、次の方々の協力を得た。すなわち、核燃料サイクル開発機構の石川眞氏（システム技術開発部 炉心技術開発グループ グループリーダー）には全体にわたって活発な討論と御指示を、同機構の杉野和輝氏（システム技術開発部 炉心・燃料システムグループ 副主任研究員）には ERANOS システムに関する貴重な情報と知見を御教授いただいた。また、核燃料サイクル開発機構の千葉豪氏（システム技術開発部 中性子工学グループ）には適切な助言と御指導をいただいた。以上の方々すべてに深く謝意を表する。

参考文献

- 1) 金子 邦男
「次世代炉定数の整備」
JNC TJ9400 2000-005 (2000 年 3 月)
- 2) 金子 邦男
「次世代炉定数の整備(Ⅱ)」
JNC TJ9400 2001-007 (2001 年 3 月)
- 3) 金子 邦男
「次世代炉定数の整備(Ⅲ)」
JNC TJ9400 2002-002 (2002 年 3 月)
- 4) J.Y.Doriath, C.W.Mc Callien, E.Kiefhaber, U.Weihmann, J.M.Rieunier,
"ERANOS 1: The Advanced European System of Codes for Reactor Physics Calculations",
Proc. of the Joint Int. Conf. on Mathematical Methods and Supercomputing in
Nuclear Applications M&C+SNA'93, Vol.1, P.177, Karlsruhe, Germany, Apr. 19-23 (1993)
- 5) Masayuki Nakagawa, Satoru Katsuragi and Hideo Narita,
"A Code for Calculating Fine Neutron Spectrum and Multi-Group Cross Sections in Plate Lattice",
JAERI 1245 (1976)
- 6) G.Rimpault, P.Ribon, M.Grimstone, C.Dean, B.Thom,
"Validation of New Sub-group Algorithms for Resonance Self-shielding in Heterogeneous
Structure",
Proc. of the ANS Topical Mtg. on Advances in Nuclear Engineering Computation and Radiation
Shielding, Santa Fe, April (1989)
- 7) C.J.Dean, C.R.Eaton, P.Peerani, P.Ribon, G.Rimpault,
"Production of Fine Group Data for the ECCO Code",
Int. Conf. on the Physics of Reactor Operation, Design and Computation (PHYSOR'90),
Marseille, France, April 23-27 (1990)
- 8) J.L.Rowlands,
"Cross Section Processing for Fast Reactors",
Proc. of the 1988 Int. Reactor Physics Conf., Vol.III, P.189, Jackson Hole, Wyoming, Sep.
18-22 (1988)
- 9) 森 貴正、中川正幸
「MVP/GMVP 連続エネルギー及び多群法に基づく汎用中性子・光子輸送計算モンテカルロコード」、
JAERI/Data/Code 94-007 (1994 年 8 月)
- 10) R. E. MacFarlane and D. W. Muir
"The NJOY Nuclear Data Processing System, Version 91 ",
Los Alamos National Laboratory report LA-12740-M (Oct. 1994)
- 11) Keiichi Shibata and Tsutomu Narita,
"Description Data of JENDL-3.2 ",
JAERI-Data/Code 98-006 (1998)
- 12) Takano h. et. al.,
"TIMS-1: A Processing Code for Production of Group Constants of Heavy Resonant Nuclei",
JAERI 1267 (1980)
- 13) R. E. Alcouffe, et. al.,
"User's Guide for TWODANT: A code Package for Two-Dimensional, diffusion-Accelerated,
Neutral-Particle Transport",
LA-10049-M (1990)
- 14) 高野 秀機、金子 邦男
「速中性子エネルギー領域群定数作成コードシステム: TIMS-PGG」、
JAERI-M 89-147 (1982 年 7 月)