

分置

JASPER実験データ集（Ⅱ）
—ガスプレナム・ストリーミング実験—
(業務報告)

1999年7月



核燃料サイクル開発機構
大洗工学センター

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。

〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright 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 319-1194,
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
1999

JASPER実験データ集（II）

—ガスプレナム・ストリーミング実験—

(業務報告)

敦賀本部 国際技術センター*
大谷 暢夫

要 旨

本実験データ集は、動燃と米国DOEの共同研究として米国オークリッジ国立研究所(ORNL) の Tower Shielding Facility で実施されている大型高速炉向けの遮蔽ベンチマーク実験(JASPER計画) のうち、ガスプレナム・ストリーミング実験(FissionGas Plenum Experiment)についてまとめたものである。

本データ集は、実験内容を理解するのに必要なデータ及び実験を解析するのに必要なデータを集大成することを目的に、実験体系、実験供試体、測定器データ及び測定値等についてまとめたものである。

JASPERガスプレナム・ストリーミング実験は、大型高速炉の遮蔽設計上の課題を解決するため、実機模擬体系におけるストリーミング効果を実験的に検証することを目的として、実施されたものである。実験は昭和62年1月末から同年2月末まで、5つの体系について実施された。測定は球形BF₃検出器に球殻状のポリエチレン減速体を装着したボナーボール検出器、NE-213液体シンチレーション計数管、反跳陽子計数管(ベンジャミン計数管)、ホニヤックボタンおよびCR-39個体飛跡検出器により行われ、実験体系後方の積分中性子束とスペクトルが測定された。

なお、本データ集の作成にあたっては、ORNLレポート及び動燃団現地駐在員の派遣員メモに記載された内容を極力加工せずに集約し、また実験内容の理解が容易に可能となる様努めた。

* 元大洗工学センター 技術開発部 プラント工学室

JASPER Experimental Data Book (II)

— Fission Gas Plenum Streaming Experiment —

International Cooperation and Technology Development Center,

Tsuruga Head Office*

Nobuo Ohtani

Abstract

This data book has been compiler for Fission Gas Plenum Streaming Experiment performed as part of the joint PNC and US DOE research program entitled JASPER for Japanese-American Shielding Program of Experimental Researches.

The streaming experiment performed in JASPER includes five configurations comprising typical fission gas plenum concepts of large FBR's.

This data book is to cover full experimental data pertinent to the following items: experimental configurations, shield slabs, detectors, and measured data. This data book is also to cover detailed experimental program plan enabling all the information necessary to analyze the experiment and its underlying fundamentals to be available in a handy form.

* Plant Engineering Section, Technology Development Division, O-arai engineering Center

目 次

図表リスト	IV
1. まえがき	1
2. 実験の概要と工程	2
2.1 実験の概要	2
2.2 実験工程	2
3. 実験体系	5
4. 実験供試体データ	8
4.1 供試体構成	8
4.2 組成	13
5. 測定器データ	21
6. 測定データと測定精度	22
6.1 測定データ	22
6.2 測定精度	23
参考文献	38
Appendix A ガスプレナム・ストリーミング実験の手順	39
Appendix B ガスプレナム・ストリーミング実験の経過	42
Appendix C ホニャックボタン測定値（中心面水平分布、体系I～V後方1.6cm） (表6-3の複製)	47

図表リスト

表2-1 ガスプレナム・ストリーミング実験の体系と測定項目の概要

表2-2 ガスプレナム・ストリーミング実験体系と実験工程

表4-1 炭素鋼供試体の組成

表4-2 アルミニウム供試体の組成

表4-3 ボラール供試体の組成

表4-4 半径方向プランケット供試体の組成

表4-5 半径方向プランケット供試体のアルミニウムの組成

表4-6 リチウム・パラフィンブロックの組成

表4-7 コンクリートブロックの組成

表4-8 コンクリート製支持構造物の組成

表4-9 SS304板の組成

表4-10 アルミニウム板の組成

表4-11 SS304管の組成

表6-1 ボナーボール検出器測定値 (中心軸上、体系I～V後方30cm)

表6-2 ボナーボール検出器測定値 (中心軸上体系I～V、炉心中心から 304.8cm)

表6-3 ホニャックボタン測定値 (中心面水平分布、体系I～V後方1.6cm)

表6-4 ホニャックボタン測定値 (中心軸上、体系I～V後方30cm)

表6-5 ボナーボール検出器測定値 (中心面水平分布、体系II～V後方30cm)

表6-6 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系III後方43.6cm)

表6-7 中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系III後方43.6cm)

表6-8 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系V後方43.5cm)

表6-9 中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系V後方43.5cm)

表6-10 ボナーボール検出器測定値 (中心軸上、体系III後方43.6cm、V後方43.5cm)

図3-1 ガスプレナム・ストリーミング実験体系

図3-2 ガスプレナム・ストリーミング実験供試体 (8cm非均質供試体)

図4-1 半径方向プランケット供試体

図4-2 ガスプレナム非均質模擬供試体

図4-3 ガスプレナム均質模擬供試体

図4-4 ガスプレナム模擬供試体の支持構造物

図6-1 ホニヤックボタン測定値 (中心面水平分布、体系IV後方1.6cm)

図6-2 ホニヤックボタン測定値 (中心面水平分布、体系V後方1.6cm)

図6-3 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系III後方43.6cm)

図6-4 中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系III後方43.6cm)

図6-5 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系V後方43.5cm)

図6-6 中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系V後方43.5cm)

1. まえがき

米国オークリッジ国立研究所(ORNL)のTower Shielding Facility(TSF)を用いた、大型高速炉向けの遮蔽ベンチマーク実験(JASPER計画)が、動力炉・核燃料開発事業団と米国DOEの共同研究として実施されている。

本実験データ集は、このうち、第2の実験であるガスプレナム・ストリーミング実験(Fission Gas Plenum Experiment)について、データの散逸を防止することを目的とし、実験データの集大成を行なったものである。内容は、主にORNL/TM-10422と動燃団現地駐在員の派遣員メモの記載に基づいてまとめた。

2. 実験の概要と工程

2.1 実験の概要

ガスプレナム・ストリーミング実験(Fission Gas Plenum Streaming Experiment)は、大型高速炉の遮蔽設計手法の妥当性を検証することを目的として、米国ORN LのTSF (Tower Shielding Facility) を用いて、1987年1月23日から同年2月24日まで実施された。実験対象として、典型的な大型高速炉上部FPガスプレナムを模擬した20cm長の供試体、およびそれより短かい8cm長の供試体について、それぞれ非均質模擬供試体、均質模擬供試体が製作され、測定が実施された。実験体系を以下に示す。

- I. スペクトルモディファイア
- II. 8cm均質ガスプレナム供試体
- III. 20cm均質ガスプレナム供試体
- IV. 8cm非均質ガスプレナム供試体
- V. 20cm非均質ガスプレナム供試体

測定は、上記の各体系の後方において、ボナーボール計数管、NE-213液体シンチレーション計数管、反跳陽子計数管、ホニヤックボタン、およびCR-39固体飛跡検出器を用いて行なわれた。各体系において測定された項目をまとめて表2-1に示す。また、実験計画の詳細を Appendix Aに、実際に行なわれた実験の経過を Appendix Bにそれぞれ示す。特に Appendix Bは、経時的に実験の進行をまとめたものであり、ガスプレナム・ストリーミング実験の理解のためのみでなく、今後の実験計画の立案にも有益な情報となっている。

2.2 実験工程

実験は1987年1月23日から同年2月24日まで、体系I、体系V、体系III、体系IV、体系IIの順で実施された。表2-2に、各体系毎の実験実施期間、および実験状況の記載されている動燃団派遣員メモの番号を示す。

表2-1 ガスプレナム・ストリーミング実験の体系と測定項目の概要

測 定 項 目	体 系				
	I	II	III	IV	V
0.635 cm ホニャックボタン 径方向分布、体系後端から 1.6 cm	○	○	○	○	○
CR-39 マップ 体系後端	○	○	○	○	○
ボナーボール(3", 5", 8", 10", 12") 検出器 体系後方30cm 炉心中心から 304.8cm	○	○	○	○	○
ホニャックボタン 体系後方30cm	○	○	○	○	○
5" ボナーボール検出器 径方向分布、体系後方30cm		○	○	○	○
NE 213 計数管、反跳陽子計数管 体系後方43.5cm、(43.6cm)			○		○
3", 5", 10" ボナーボール検出器 体系後方43.5cm、(43.6cm)			○		○

表2-2 ガスプレナム・ストリーミング実験体系と実験工程

体系番号	体 系 名 称	実験実施順位	実験実施期間	記載派遣員メモ	備 考
I	スペクトルモディファイア	1	87/1/23 ~ 87/1/28	(23)	
II	8cm均質ガスプレナム供試体	5	87/2/19 ~ 87/2/24	(24)	
III	20cm均質ガスプレナム供試体	3	87/2/9 ~ 87/2/13	(24)	
IV	8cm非均質ガスプレナム供試体	4	87/2/17 ~ 87/2/18	(24)	
V	20cm非均質ガスプレナム供試体	2	87/2/2 ~ 87/2/6	(24)	

3. 実験体系

ガスプレナムに入射する中性子スペクトルを模擬するため、スペクトルモディファイア（SM）が用いられた。本実験では、径方向遮蔽体透過実験での径方向ブランケット外側スペクトルを模擬するスペクトルモディファイアがそのまま用いられた。

ガスプレナム模擬供試体は、均質ガスプレナム供試体と非均質ガスプレナム供試体の2種類が製作された。又、ガスプレナム長については、代表的な大型高速炉の上部ガスプレナム長20cmと、ストリーミング効果が測定されると予想される長さとして、それより短かい8cmの2種類がそれぞれ製作された。この模擬供試体はスペクトルモディファイアの後方に設置され、体系の周囲はリチウム入りパラフィンブロック及びコンクリートブロックで取り囲まれ測定が行なわれた。

実験体系を図3-1、図3-2に示す。

ORNL DWG 86-13870R

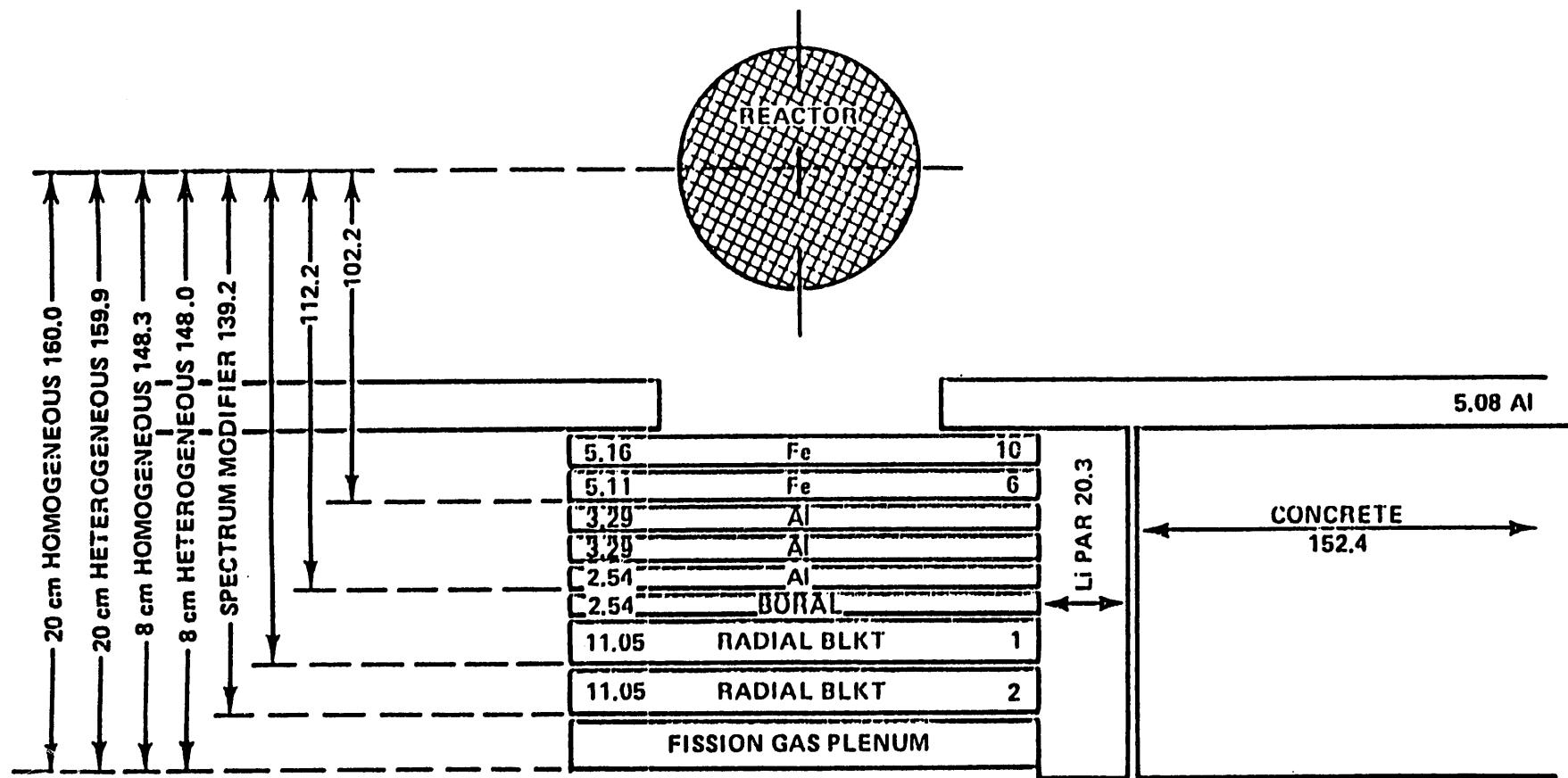


Figure 1. Schematic of SM (Fe + Al + boral + radial blankets) and fission gas plenums (Items I-V). Note: Lithiated paraffin covers lateral sides of configuration.

(ORNL/TM-10422による。)

図3-1 ガスプレナム・ストリーミング実験体系

ORNL-PHOTO 1432-87

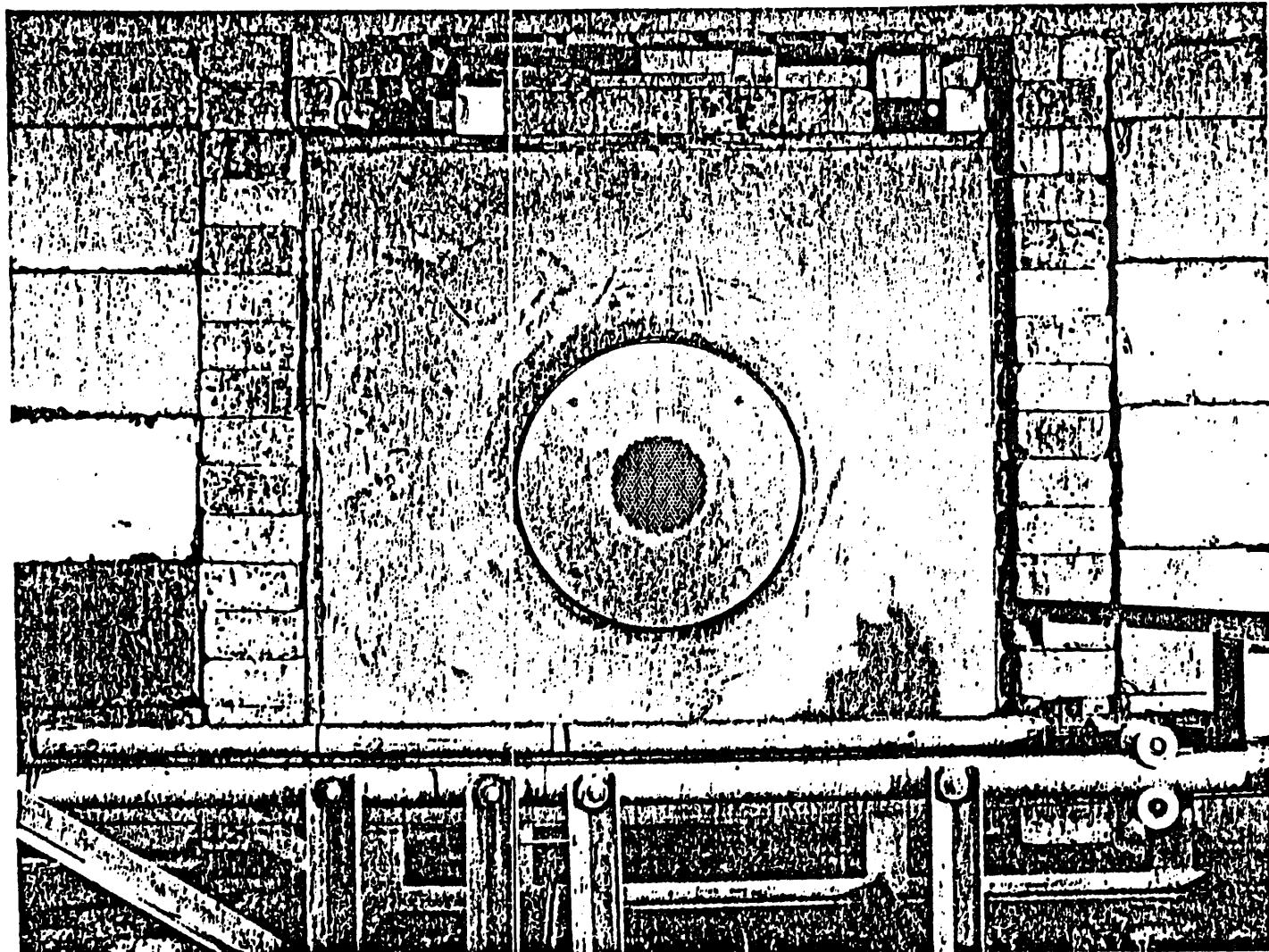


Figure 8. Photograph of 8-cm heterogeneous fission gas plenum mockup (Item IV).
(ORNL/TM-10422) による。

図3-2 ガスプレナム・ストリーミング実験供試体（8 cm非均質供試体）

4. 実験供試体データ

4.1 供試体構成

スペクトルモディファイアは、半径方向透過実験で用いられた構成と同じである。

図4-1にスペクトルモディファイアに用いられた半径方向プランケット供試体の構造を示す。

ガスプレナム供試体のうち、非均質模擬供試体は、代表的な大型高速炉のガスプレナム形状である外径7.5mm、肉厚0.42mmを模擬したものであり、図4-2に示す構造をしている。中央の直径約22cmの内側部分がガスプレナム部をそのまま模擬した領域で、外径7.93mm、肉厚0.508mmのステンレス製の管512本から構成されている。この管は、代表的な大型高速炉のガスプレナム形状に最も近い汎用工業製品から選ばれたものである。ナトリウムは、アルミニウム板で模擬されている。アルミニウム板の中性子透過に対する特性は、ナトリウムの2倍としており、この模擬供試体により、ステンレス16v/o、ナトリウム33v/o、ボイド51v/oの代表的な大型高速炉ガスプレナム領域の体積比が再現されている。この外側部分の直径61cmまでの円環領域は、内側部分と同じ体積比となる均質模擬領域から構成されている。

均質模擬供試体は、先に述べたガスプレナム領域非均質模擬供試体と同じ体積比を保存する、直径61cmの薄いアルミニウム板とステンレス板の積層構造となっている。

アルミニウム板は3.175mm厚の6061-T6Aℓが用いられ、ステンレス板は3.02mm厚のSUS304が用いられている。この構造を図4-3に示す。

これらの模擬供試体は、スラブ形状のコンクリートと鉄製のリングにより支持され、スペクトルモディファイアの外側に設置された。このコンクリート製支持構造物を図4-4に示す。

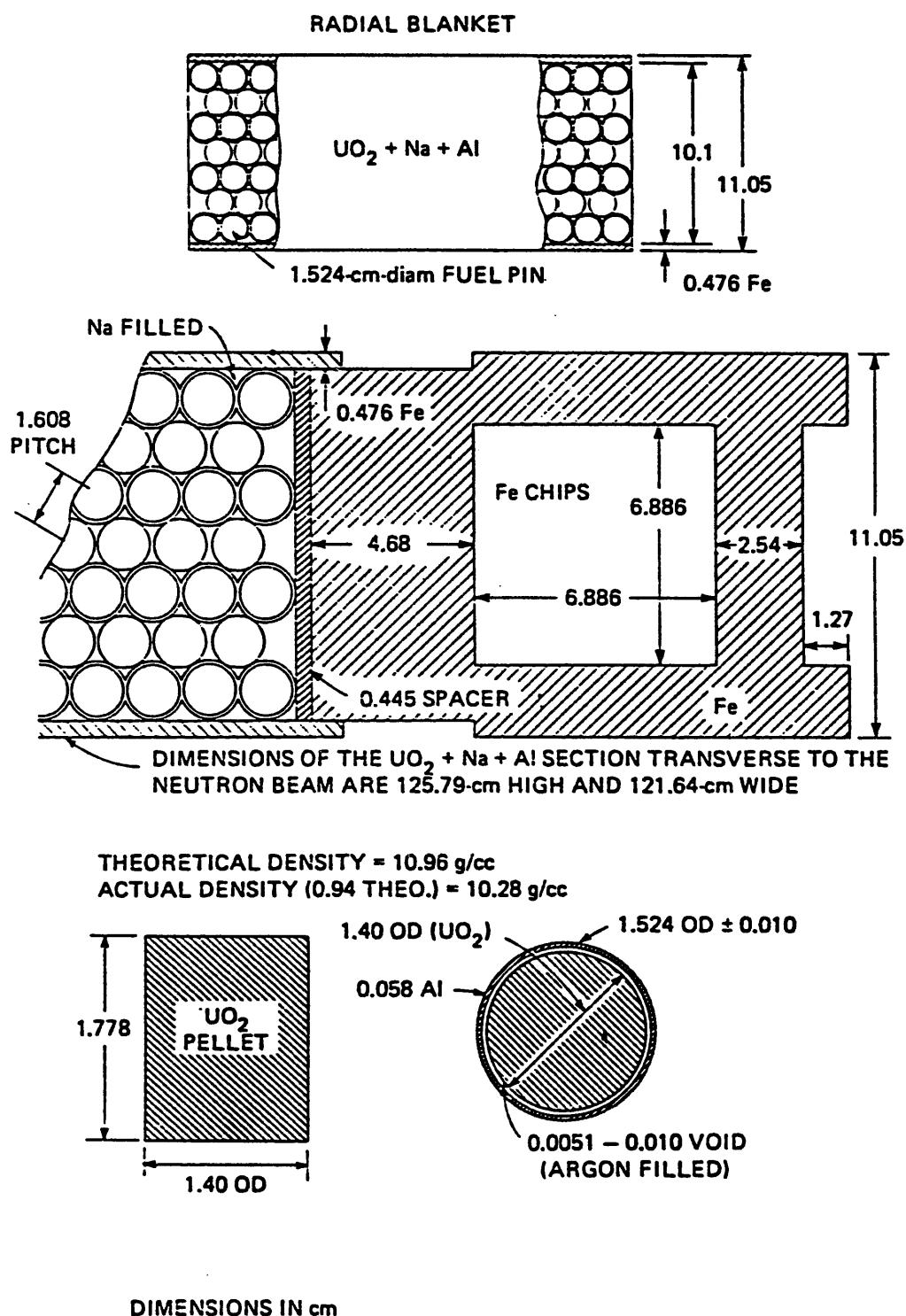


Figure 2. Schematic of radial blanket slab containing UO_2 .
(ORNL/TM-10422による。)

図4-1 半径方向ブランケット供試体

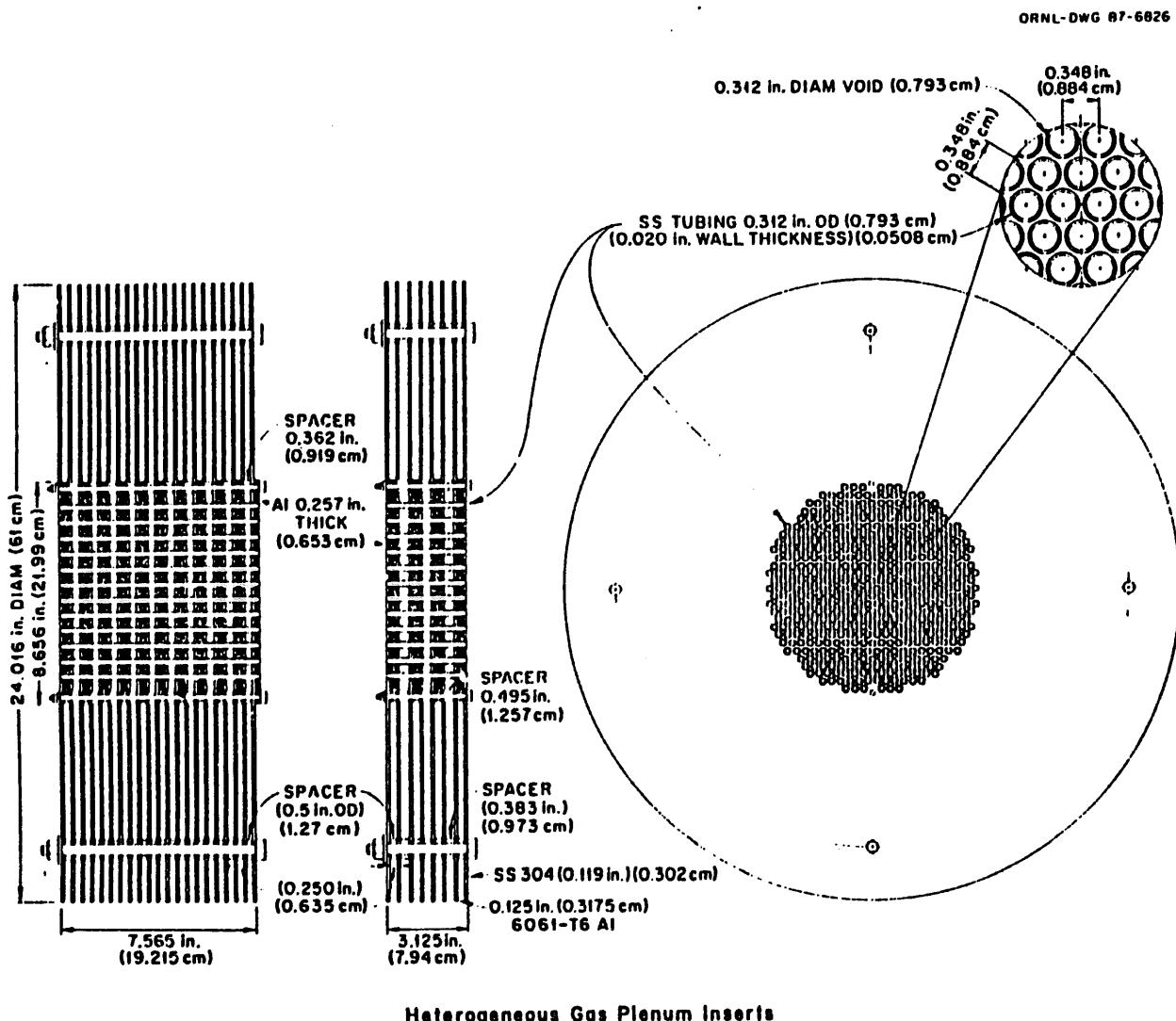
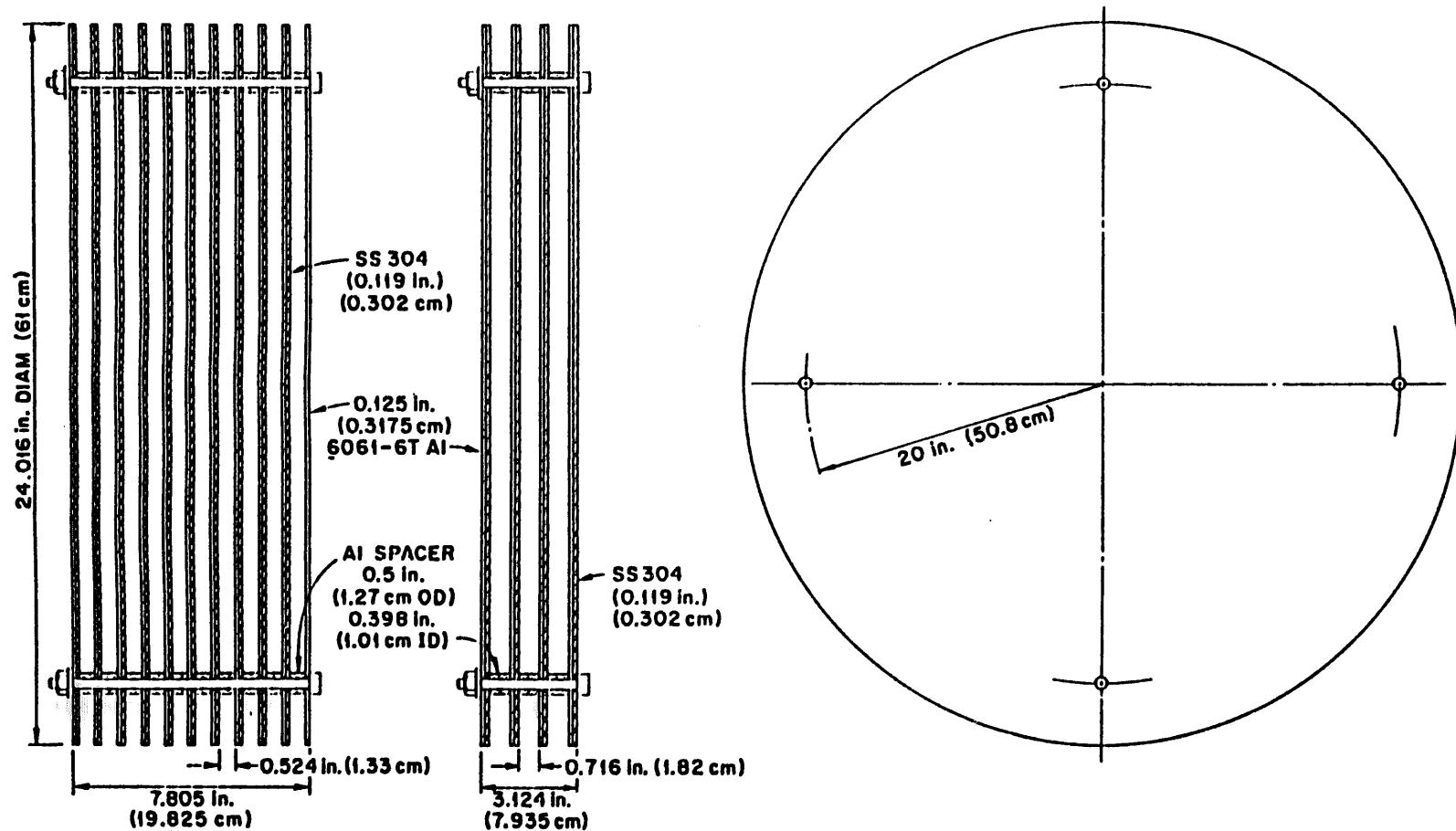


Figure 3. Schematic of heterogeneous fission gas plenums (Items IV, V).
(ORNL/TM-10422による。)

図4-2 ガスプレナム非均質模擬供試体

ORNL-DWG 87-6827



Homogeneous Gas Plenum Inserts

Figure 4. Schematic of honogeneous fission gas plenums (Items II, III).

(ORNL/TM-10422による。)

図4-3 ガスプレナム均質模擬供試体

ORNL-DWG 87-6828

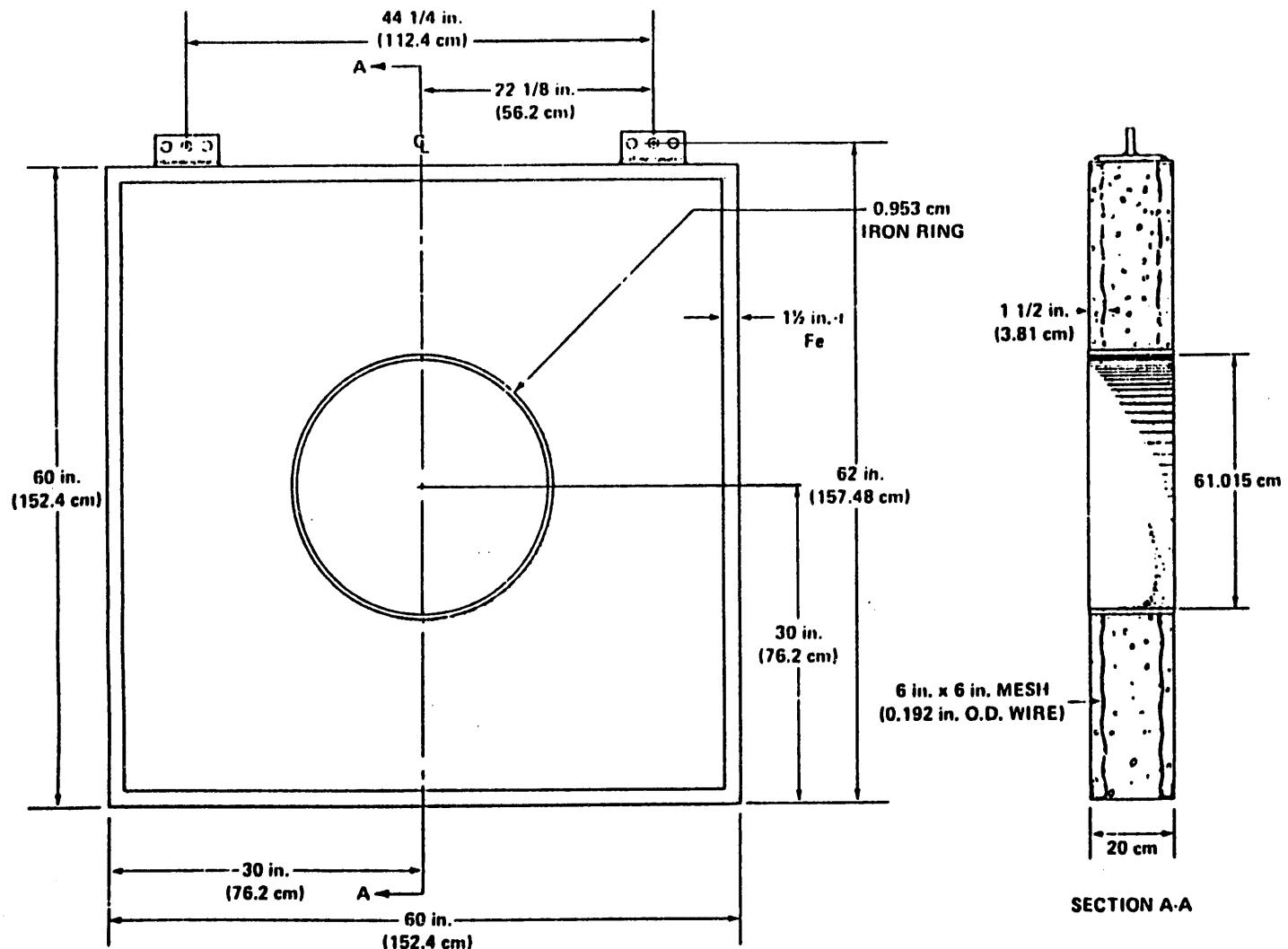


Figure 5. Schematic of concrete slab enclosure for 20-cm-thick fission gas plenums.
(ORNL/TM-10422による。)

図4-4 ガスプレナム模擬供試体の支持構造物

4.2 組成

ガスプレナム・ストリーミング実験に用いられた供試体の組成を表4-1～表4-11に示す。表4-1～表4-7までは、他の実験と共に用いられた供試体材料であり、表4-8～表4-11までが、ガスプレナム・ストリーミング実験で初めて使用された供試体材料である。

表4-1 炭素鋼供試体の組成

Table 1. Analysis of iron slabs
used in spectrum modifier ($\rho = 7.86 \text{ g/cm}^3$)

Element	wt %
Fe	98.4
C	.25
Cr	.15
Cu	.03
Mn	1.0
Mo	.02
Ni	.05
Si	.25

(ORNL/TM-10422による。)

表4-2 アルミニウム供試体の組成

Table 2. Analysis of aluminum slabs
used in spectrum modifier ($\rho = 2.70 \text{ g/cm}^3$)

Element	wt %	ppm
Al	97.5	
Cr	.22	
Cu	.23	
Fe	.47	
Mg	.86	
Mn	.01	
Si	.63	
Ti	.042	
Zn	.07	
Li		3
Ni		50
Sn		<10
V		150

(ORNL/TM-10422による。)

表4-3 ボラール供試体の組成

Table 3. Composition of boral slabs used
in spectrum modifier

Component	(B ₄ C - 40-43 vol % in B ₄ C-Al mixture)		
	Density (g/cm ³)	Elemental Composition (wt %)	With Al Cladding (wt %)
B ₄ C	2.3		
Al	2.70	65	~75
B		27.5	~19.6
C		7.5	~5.4

(ORNL/TM-10422による。)

表4-4 半径方向ブランケット供試体の組成
Table 4. Composition of UO₂ radial blanket

Component	vol %	Density (g/cm ³)			
UO ₂ (pellets)	64.6	10.28			
Al (8001)	11.2	2.8			
Na	23.2	0.92			
Void	1.0	----			
UO₂ content 88.18 wt %					
Isotope %					
234 _U	.0053	236 _U			
235 _U	.713	238 _U			
Metallic Impurities in UO₂ (ppm)					
Al	<20	Cu	1	Na	<20
B	<1	F	<2	Ni	<10
Be	<2	Fe	<20	Pb	<4
Bi	<2	H ₂ O	2.1	Si	<20
C	<10	Li	<1	Sn	<2
Ca	<20	Mg	<10	Ta	<25
Cd	<.5	Mn	<4	Tu	<4
Cl	<3.3	Mo	<10	W	<25
Co	<2	N	54	Zr	<25
Cr	<10				

(ORNL/TM-10422による。)

表4-5 半径方向ブランケット供試体のアルミニウムの組成

Table 5. Analysis of aluminum used in UO_2 radial blanket cladding

Element	wt %	ppm
Fe	.59	
Ni	1.13	
B	<6	
Be	<20	
Cd	<20	
Co	<20	
Cr	<6	
Cu	52.9	
Li	6	
Ng	3.04	
Mn	11.2	
Mo	<6	
Pb	<20	
Si	27.5	
Sn	<60	
Ta	<2000	
Ti	65.5	
V	44.2	
W	<60	
Zr	<20	

(ORNL/TM-10422による。)

表4-6 リチウム・パラフィンブロックの組成

Table 6. Composition of lithiated-paraffin bricks ($\rho = 1.15 \text{ g/cm}^3$)

Component	wt%
$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	60
Li_2CO_3	40

(ORNL/TM-10422による。)

表4-7 コンクリートブロックの組成

Table 7. Analysis of 61-cm x 61-cm x 30.5-cm
concrete blocks used to surround configuration ($\rho = 2.4 \text{ g/cm}^3$)

Component	wt %	Component	wt %
Co_3	41.9	Al_2O_3	2.2
Ca	27.4	Fe_2O_3	.60
SiO_2	18.1	SO_3	.32
H_2O	4.0	P_2O_5	.035
Mg	3.66	K	.30
O_2	1.4		

(ORNL/TM-10422による。)

表4-8 コンクリート製支持構造物の組成

Table 7A. Analysis of concrete slabs
used to contain the fission gas plenums ($\rho = 2.44 \text{ g/cm}^3$)

Element	wt %
Al_2O_3	2.43
CaO	36.78
CO_3	44.3
Fe_2O_3	0.92
H_2O (Bound)	2.10
H_2O (Free)	0.26
K_2O	0.57
LOI*	35.62*
MgO	13.78
Na_2O	0.13
P_2O_5	0.0285
SiO_2	8.54
SO_3	0.53

*Includes free and bound H_2O , CO_2 , and SO_3 values shown in the table.

(ORNL/TM-10422による。)

表4-9 S S 3 0 4 板の組成

Table 8. Analysis of type 304 stainless steel sheets
used in fission gas plenums

Element	wt%
Co	<0.001
Cr	19.2
Cu	0.15
Fe	69.0
Mn	1.7
Mo	0.21
Ni	9.2
Si	0.46
Ti	<0.02

(ORNL/TM-10422による。)

表4-10 アルミニウム板の組成

Table 9. Analysis of (6061-T6) aluminum sheets
used in fission gas plenums ($\rho = 2.70 \text{ g/cm}^3$)

Element	wt%
Al	major
Co	<0.001
Cr	0.17
Cu	0.28
Fe	0.42
Li	<0.001
Mg	1.04
Mn	0.11
Ni	<0.001
Si	0.68
Sn	<0.001
Ti	0.025
V	<0.001
Zn	0.15

(ORNL/TM-10422による。)

表4-11 SS 304 管の組成

Table 10. Analysis of type 304 stainless steel tubing
used in fission gas plenums

Element	wt%
Co	<0.001
Cr	19.0
Cu	0.37
Fe	69.97
Mn	1.3
Mo	0.25
Ni	9.2
Si	0.45
Ti	<0.02

(ORNL/TM-10422による。)

5. 測定器データ

測定には、(i) ボナーボール検出器 (3", 5", 8", 10", 12")、(ii) NE-213 液体シンチレーション計数管、(iii) 反跳陽子計数管、(iv) ホニャックボタン、および(v) CR-39 固体飛跡検出器が用いられた。このうち、(i) ~ (iii) は径方向透過実験でも用いられたものであり、詳細は参考文献(6)に記載されているため省略する。

ホニャックボタンは、非常に小さい硫化亜鉛 (zinc sulfide) 粒子が均一に分散されている円盤状のプラスチックで出来ている。この実験では直徑6.35mm、厚さ1.59mmのものがRCA光電子増倍管に装荷された。測定器の較正はシンチレータを2R/h のガンマ線で照射しながら、波高ディスクリミネータ (P H S) を060 (600mV) に合せ、電気利得が約40カウント毎秒になるよう調整された。その後、ホニャックボタンを既知の Cf-252 中性子源で照射し、線量率と計数率の比が得られた。しかし、この実験ではガンマ線が強いため、P H Sを350 (3.5 V) に上げ較正が行なわれた。

CR-39 固定飛跡検出器については、日本からの持込みによる測定であり、ORN L/TM-10422に詳しい記述はない。

6. 測定データと測定精度

6.1 測定データ

各実験体系の測定データを、測定器、測定位置毎にまとめて以下の図表に示す。

炉心中心から 304.8cm の点では、91.4cm角×40.64cm厚のリチウムパラフィン製の shadow shield が体系と測定器の間に置かれ、Background測定も行なわれた。

ボナーボール検出器測定値	(中心軸上、体系 I ~ V 後方30cm)	表6-1
ボナーボール検出器測定値	(中心軸上、体系 I ~ V、中心が304.8cm)	表6-2
ホニャックボタン測定値	(中心面水平分布、体系 I ~ V 後方1.6cm)	表6-3
ホニャックボタン測定値	(中心軸上、体系 I ~ V 後方30cm)	表6-4
ボナーボール検出器測定値	(中心面水平分布、体系 II ~ V 後方30cm)	表6-5
高エネルギー中性子スペクトル測定値	(中心軸上、体系 III 後方43.6cm)	表6-6
中性子スペクトル測定値	(中心軸上、体系 III 後方43.6cm)	表6-7
高エネルギー中性子スペクトル測定値	(中心軸上、体系 V 後方43.5cm)	表6-8
中性子スペクトル測定値	(中心軸上、体系 V 後方43.5cm)	表6-9
ボナーボール検出器測定値	(中心軸上、体系 III 後方43.6cm、V 後方43.5cm)	表6-10
ホニャックボタン測定値	(中心面水平分布、体系 IV 後方1.6 cm)	図6-1
ホニャックボタン測定値	(中心面水平分布、体系 V 後方1.6 cm)	図6-2
高エネルギー中性子スペクトル測定値	(中心軸上、体系 III 後方43.6cm)	図6-3
中性子スペクトル測定値	(中心軸上、体系 III 後方43.6cm)	図6-4
高エネルギー中性子スペクトル測定値	(中心軸上、体系 V 後方43.5cm)	図6-5
中性子スペクトル測定値	(中心軸上、体系 V 後方43.5cm)	図6-6

このうち、表6-3については、原典が不鮮明なため、複製を Appendix Cに示す。

6.2 測定精度

本実験の測定誤差の原因として、以下の項目が考えられている。

- (1) 測定器の位置
- (2) 測定器の較正と計数率の統計誤差
- (3) 原子炉出力の決定
- (4) 気象

このうち、(4)の気象変化による誤差は最も評価が難しいとされている。各スラブの間や、リチウムパラフィン中の水分の量が誤差の原因となるが、本実験では、この効果は無視できると考えられている。(3)の原子炉出力の決定における誤差は±5%と考えられている。(2)の測定器の較正と計数率の統計誤差について、NE-213計数管、反跳陽子計数管については計数率の統計誤差とアンフォールディングの誤差とを合せて、68%の信頼幅がアンフォールディング結果に示されている。ボナーボール検出器は毎日 Cf-252 を用いて較正されており、計数率は±3%以内の精度と考えられている。(1)の測定器の位置についてはボナーボール検出器に関しては、供試体後方の半径方向トラバースで数ミリ程度、供試体中心軸上30cm後方において、計数率にして2%程度、供試体中心軸上30cm以上後方において数ミリ程度であり計数率の統計誤差の範囲内と思われている。

以上の各誤差を総合し、ORNL/TM-10422ではボナーボール検出器の測定誤差は±10%以内と判断されている。

ホニヤックボタンに関しては、較正誤差がボナーボール検出器よりやや大きいが、この±10%の幅に収まると判断されている。

表 6-1 ボナーボール検出器測定値

(中心軸上、体系 I ~ V 後方30cm)

Table 11. Bonner ball measurements on centerline at 30 cm behind a series of configurations (Items I, II, III, IV, V)

Configuration ^a	Bonner ball count rates ($s^{-1}W^{-1}$)				
	3-inch diam ball	5-inch diam ball	8-inch diam ball	10-inch diam ball	12-inch diam ball
I	6.53 (2) ^b	3.12 (3) 3.21 (3)	2.18 (3)	1.16 (3)	5.28 (2)
II	5.85 (2)	2.21 (3)	1.41 (3)	7.23 (2)	3.58 (2)
III	3.07 (2)	1.09 (3)	6.98 (2)	3.53 (2)	1.74 (2)
IV	5.89 (2)	2.19 (3)	1.50 (3)	7.33 (2)	3.49 (2)
V	3.10 (2)	1.09 (3)	7.12 (2)	3.61 (2)	1.73 (2)

^aSee experimental program plan in Appendix A for description of configurations.^bRead: 6.53×10^2 .

(ORNL/TM-10422による。)

表6-2 ボナーボール検出器測定値 (中心軸上、体系I～V 炉中心から304.8cm)

Table 12. Bonner ball measurements on centerline behind a series
of configurations at 304.8 cm from the center
of the reactor (Items I, II, III, IV, V)

Configuration ^a	Bonner ball count rates ($s^{-1}W^{-1}$)									
	3-inch Diam Ball		5-inch Diam Ball		8-inch Diam Ball		10-inch Diam Ball		12-inch Diam Ball	
	Foreground ^b	Background ^c	Foreground	Background	Foreground	Background	Foreground	Background	Foreground	Background
I	1.09 (2) ^d	2.04 (1)	4.61 (2)	5.07 (1)	3.20 (2)	2.58 (1)	1.59 (2)	1.20 (1)	7.37 (1)	5.24 (0)
II	1.05 (2)	1.36 (1)	3.10 (2)	2.76 (1)	1.83 (2)	1.25 (1)	9.40 (1)	5.79 (0)	4.56 (1)	2.58 (0)
III	4.29 (1)	4.20 (0)	1.33 (2)	8.66 (0)	8.56 (1)	4.12 (0)	4.38 (1)	1.95 (0)	2.19 (1)	8.77 (-1)
IV	1.01 (2)	1.46 (1)	3.13 (2)	2.97 (1)	1.91 (2)	1.37 (1)	9.15 (1)	6.19 (0)	4.44 (1)	2.51 (0)
V	4.49 (1)	4.29 (0)	1.38 (2)	8.79 (0)	8.84 (1)	4.17 (0)	4.53 (1)	1.96 (0)	2.22 (1)	8.77 (-1)

^aSee experimental program plan in Appendix A for description of configurations.

^bNeutron flux without shadow shield between detector and configurations.

^cNeutron flux with shadow shield between detector and configurations.

^dRead: 1.09×10^2 .

(ORNL/TM-10422による。)

表6-3 ホニャックボタン測定値 (中心面水平分布、体系I~V後方1.6cm)

Table 13. Hornyan button traverses through horizontal midplane
1.6* cm behind a series of mockups (Items I, II, III, IV, V)

Distance from Centerline (cm)	0.635-cm diam Hornyan button dose rate (erg/g·h·W)				
	Item I ^a	Item II ^a	Item III ^a	Item IV ^a	Item V ^a
71.2 S	6.39 (-2) ^b				
70					8.64 (-3)
69.6			9.41 (-3)		
65		4.21 (-2)		3.94 (-2)	
60	1.18 (-1)	5.74 (-2)	1.69 (-2)		
55					1.96 (-2)
50				8.33 (-2)	
45	2.14 (-1)	1.04 (-1)	3.41 (-2)		
40					3.73 (-2)
35				1.42 (-1)	
30	3.08 (-1)	2.08 (-1)	1.00 (-1)		
25					1.19 (-1)
22.5		2.60 (-1)	1.37 (-1)		
20				2.59 (-1)	
15	3.46 (-1)	2.74 (-1)	1.54 (-1)	2.66 (-1)	1.44 (-1)
13					1.47 (-1)
12.5				2.71 (-1)	
11					1.47 (-1)
10		2.84 (-1)	1.60 (-1)	2.73 (-1)	
9					1.52 (-1)
7					1.53 (-1)
5				2.80 (-1)	1.54 (-1)
2					1.55 (-1)
0	3.74 (-1)	2.85 (-1)	1.63 (-1)	2.84 (-1)	1.54 (-1)
.1				2.82 (-1)	1.56 (-1)
.2				2.80 (-1)	1.55 (-1)
.3				2.73 (-1)	1.53 (-1)
.4				2.83 (-1)	
.5				2.83 (-1)	1.55 (-1)
.6				2.83 (-1)	1.59 (-1)
.7				2.80 (-1)	1.53 (-1)
.8				2.76 (-1)	1.54 (-1)
.9				2.80 (-1)	1.56 (-1)
1.0				2.79 (-1)	1.57 (-1)
1.1				2.81 (-1)	1.56 (-1)
1.2				2.80 (-1)	1.57 (-1)
1.3				2.79 (-1)	
1.4				2.81 (-1)	
1.5				2.80 (-1)	
5				2.76 (-1)	1.53 (-1)
10		2.85 (-1)	1.61 (-1)	2.70 (-1)	1.50 (-1)
15	3.50 (-1)	2.77 (-1)	1.52 (-1)	2.69 (-1)	1.41 (-1)
20				2.62 (-1)	
22.5		2.53 (-1)	1.34 (-1)		
25					1.18 (-1)
26.5				2.33 (-1)	
30	2.78 (-1)	2.02 (-1)	9.81 (-2)		
31.5					8.22 (-2)
35				1.37 (-1)	
40					3.67 (-2)
45	1.93 (-1)	1.00 (-1)	3.18 (-2)		
50				8.62 (-2)	
55					1.94 (-2)
60	1.05 (-1)	5.43 (-2)	1.64 (-2)		
65		3.98 (-2)		3.90 (-2)	
69.6			9.22 (-3)		
70					8.77 (-3)
71.9 N	5.05 (-2)				

^aSee experimental program plan in Appendix A for description of configurations.

^bRead: 6.39×10^{-2}

(ORNL/TM-10422による。)

本表は、原典が不鮮明なため、複製を Appendix C に示す。

表6-4 ホニヤックボタン測定値 (中心軸上、体系I～V後方30cm)

Table 14. Hornyak button measurements on centerline at 30 cm
behind a series of mockups (Items I, II, III, IV, V)

Configuration ^a	0.635-cm-diam Hornyak button (erg/g·h·W)
I	2.21 (-1) ^b
II	1.50 (-1)
III	7.36 (-2)
IV	1.46 (-1)
V	6.88 (-2)

^aSee experimental program plan in Appendix A for description of configurations.

^bRead: 2.21×10^{-1} .

(ORNL/TM-10422による。)

表 6 - 5 ボナーボール検出器測定値 (中心面水平分布, 体系 II ~ V 後方30cm)

Table 15. 5-inch Bonner ball horizontal traverse through midplane at 30 cm behind a series of configurations (Items II, III, IV, V)

Distance from centerline (cm)	Bonner Ball count rates ($s^{-1}W^{-1}$)			
	Item II ^a	Item III ^a	Item IV ^a	Item V ^a
76.2 S				1.73 (2)
70	7.17 (2) ^b	2.09 (2)	7.02 (2)	
60	9.51 (2)	2.97 (2)	9.25 (2)	2.85 (2)
45	1.36 (3)	4.97 (2)	1.35 (3)	4.91 (2)
30	1.77 (3)	7.56 (2)	1.78 (3)	7.58 (2)
22.5	1.98 (3)	8.98 (2)	1.94 (3)	9.28 (2)
15	2.11 (3)	9.86 (2)	2.06 (3)	1.03 (3)
13				1.06 (3)
11				1.07 (3)
10	2.16 (3)	1.04 (3)	2.12 (3)	
5				1.12 (3)
0	2.30 (3)	1.10 (3)	2.18 (3)	1.13 (3)
10	2.21 (3)	1.05 (3)	2.19 (3)	1.08 (3)
15	2.11 (3)	1.03 (3)	2.13 (3)	1.03 (3)
22.5	1.97 (3)	9.01 (2)	1.88 (3)	
30	1.74 (3)	7.74 (2)	1.76 (3)	8.01 (2)
45	1.33 (3)	5.14 (2)	1.33 (3)	5.11 (2)
60	9.19 (2)	2.93 (2)	9.35 (2)	2.97 (2)
70	6.78 (2)		6.94 (2)	
76.2 N				1.72 (2)

^aSee experimental program plan in Appendix A for description of configurations.^bRead: 7.17×10^2 .

(ORNL/TM-10422による。)

表6-6 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (中心軸上, 体系Ⅲ後方43.6cm)

Table 16. Spectrum of high-energy neutrons (>0.8 MeV) on centerline 43.6 cm beyond 20-cm homogeneous fission gas plenum (Item III): Run 7866A

Neutron Energy (MeV)	Flux (neutrons $\text{cm}^{-2}\text{MeV}^{-1}\text{kW}^{-1}\text{s}^{-1}$)			Neutron Energy (MeV)	Flux (neutrons $\text{cm}^{-2}\text{MeV}^{-1}\text{kW}^{-1}\text{s}^{-1}$)		
	Lower Limit	Upper Limit			Lower Limit	Upper Limit	
2.11 (-1)	3.60 (4)	3.65 (4)		5.94 (0)	9.73 (2)	1.01 (3)	
9.07 (-1)	3.70 (4)	3.73 (4)		6.25 (0)	7.94 (2)	8.42 (2)	
1.01 (0)	3.35 (4)	3.38 (4)		6.56 (0)	6.72 (2)	7.11 (2)	
1.11 (0)	2.95 (4)	2.97 (4)		6.84 (0)	5.78 (2)	6.05 (2)	
1.20 (0)	2.61 (4)	2.63 (4)		7.24 (0)	4.57 (2)	4.78 (2)	
1.31 (0)	2.33 (4)	2.35 (4)		7.74 (0)	3.38 (2)	3.61 (2)	
1.41 (0)	2.11 (4)	2.12 (4)		8.24 (0)	2.56 (2)	2.75 (2)	
1.51 (0)	1.91 (4)	1.93 (4)		8.76 (0)	1.98 (2)	2.11 (2)	
1.61 (0)	1.72 (4)	1.74 (4)		9.26 (0)	1.50 (2)	1.62 (2)	
1.71 (0)	1.57 (4)	1.58 (4)		9.74 (0)	1.08 (2)	1.18 (2)	
1.81 (0)	1.45 (4)	1.47 (4)		1.03 (1)	7.74 (1)	8.60 (1)	
1.93 (0)	1.38 (4)	1.39 (4)		1.08 (1)	5.84 (1)	6.58 (1)	
2.10 (0)	1.30 (4)	1.32 (4)		1.12 (1)	4.55 (1)	5.21 (1)	
2.30 (0)	1.16 (4)	1.17 (4)		1.18 (1)	3.84 (1)	4.41 (1)	
2.50 (0)	9.71 (3)	9.81 (3)		1.24 (1)	3.40 (1)	3.80 (1)	
2.70 (0)	7.90 (3)	8.01 (3)		1.32 (1)	2.12 (1)	2.41 (1)	
2.90 (0)	6.41 (3)	6.51 (3)		1.40 (1)	8.55 (0)	1.02 (1)	
3.10 (0)	5.05 (3)	5.16 (3)		1.48 (1)	3.35 (0)	4.09 (0)	
3.30 (0)	3.99 (3)	4.07 (3)		1.56 (1)	1.69 (0)	2.12 (0)	
3.50 (0)	3.24 (3)	3.34 (3)		1.65 (1)	1.13 (0)	1.51 (0)	
3.71 (0)	2.82 (3)	2.90 (3)		1.75 (1)	7.38 (-1)	1.01 (0)	
3.91 (0)	2.59 (3)	2.66 (3)		1.85 (1)	4.08 (-1)	6.10 (-1)	
4.15 (0)	2.39 (3)	2.46 (3)		1.95 (1)	1.80 (-1)	3.17 (-1)	
4.45 (0)	2.17 (3)	2.23 (3)		2.06 (1)	5.09 (-2)	1.14 (-1)	
4.75 (0)	1.91 (3)	1.96 (3)		2.16 (1)	6.84 (-3)	2.85 (-2)	
5.04 (0)	1.63 (3)	1.67 (3)		2.26 (1)	-2.92 (-3)	3.54 (-3)	
5.35 (0)	1.36 (3)	1.40 (3)		2.35 (1)	-3.34 (-3)	-1.30 (-3)	
5.65 (0)	1.16 (3)	1.20 (3)					

E1 (MeV)	E2 (MeV)	Integral (neutrons $\text{cm}^{-2}\text{MeV}^{-1}\text{kW}^{-1}\text{s}^{-1}$)	Error (neutrons $\text{cm}^{-2}\text{MeV}^{-1}\text{kW}^{-1}\text{s}^{-1}$)
0.811	1.000	6.89E (3)	2.95E (1)
1.000	1.200	5.99E (3)	2.21E (1)
1.200	1.600	8.62E (3)	3.71E (1)
1.600	2.000	5.99E (3)	3.08E (1)
2.000	3.000	9.78E (3)	5.83E (1)
3.000	4.000	3.59E (3)	4.23E (1)
4.000	6.000	3.43E (3)	4.69E (1)
6.000	8.000	1.13E (3)	2.98E (1)
8.000	10.000	3.71E (2)	1.34E (1)
10.000	12.000	1.18E (2)	7.09E (0)
12.000	16.000	5.89E (1)	3.90E (0)
16.000	20.000	3.02E (0)	4.98E (-1)
1.500	15.000	2.63E (4)	2.41E (2)
3.000	10.000	8.52E (3)	1.32E (2)

(ORNL/TM-10422による。)

表6-7 中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系III後方43.6cm)

**Table 17. Neutron spectrum (50 keV - 1.4 MeV) on centerline
43.6 cm beyond 20-cm homogeneous fission gas plenum
(Item III): Runs 1550A, 1551A, 1551B**

N	Energy Boundary (MeV)		Flux (Neutron $\text{cm}^{-2} \text{MeV}^{-1} \text{kW}^{-1} \text{s}^{-1}$)	Error (%)
<u>Run 1551B</u>				
1	0.0526	0.0626	1.17E 06	1.16
2	0.626	0.0745	2.00E 06	0.61
3	0.0745	0.0864	1.16E 06	1.11
4	0.0864	0.1023	7.11E 05	1.44
5	0.1023	0.1202	6.79E 05	1.47
6	0.1202	0.1420	6.94E 05	1.25
7	0.1420	0.1659	4.74E 05	1.83
8	0.1659	0.1957	3.92E 05	1.87
9	0.1957	0.2314	3.29E 05	1.96
<u>Run 1551A</u>				
1	0.1665	0.1968	3.89E 05	0.99
2	0.1968	0.2314	3.23E 05	1.15
3	0.2314	0.2747	3.05E 05	1.04
4	0.2747	0.3223	2.66E 05	1.18
5	0.3223	0.3785	1.92E 05	1.46
6	0.3785	0.4434	1.40E 05	1.88
7	0.4434	0.5256	1.33E 05	1.61
<u>Run 1550A</u>				
1	0.3767	0.4512	1.60E 05	0.55
2	0.4512	0.5256	1.22E 05	0.79
3	0.5256	0.6186	1.07E 05	0.75
4	0.6186	0.7302	8.99E 04	0.77
5	0.7302	0.8605	6.04E 04	1.02
6	0.8605	1.0093	3.91E 04	1.45
7	1.0093	1.1860	2.92E 04	1.73
8	1.1860	1.4000	2.32E 04	1.86

(ORNL/TM-10422による。)

表6-8 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系V後方43.5cm)

Table 19. Spectrum of high-energy neutrons (>0.8 MeV)
on centerline 43.5 cm beyond 20-cm heterogeneous
fission gas plenum (Item V): Run 7865A

Neutron Energy (MeV)	Flux (neutrons $\text{cm}^{-2}\text{MeV}^{-1}\text{kW}^{-1}\text{s}^{-1}$)		Neutron Energy (MeV)	Flux (neutrons $\text{cm}^{-2}\text{MeV}^{-1}\text{kW}^{-1}\text{s}^{-1}$)	
	Lower Limit	Upper Limit		Lower Limit	Upper Limit
8.11 (-1)	3.57 (4)	3.61 (4)	5.94 (0)	9.79 (2)	1.01 (3)
9.07 (-1)	3.69 (4)	3.72 (4)	6.25 (0)	7.96 (2)	8.38 (2)
1.01 (0)	3.35 (4)	3.37 (4)	6.56 (0)	6.72 (2)	7.06 (2)
1.11 (0)	2.95 (4)	2.97 (4)	6.84 (0)	5.85 (2)	6.09 (2)
1.20 (0)	2.62 (4)	2.63 (4)	7.24 (0)	4.71 (2)	4.89 (2)
1.31 (0)	2.32 (4)	2.34 (4)	7.74 (0)	3.36 (2)	3.57 (2)
1.41 (0)	2.10 (4)	2.11 (4)	8.24 (0)	2.52 (2)	2.69 (2)
1.51 (0)	1.90 (4)	1.92 (4)	8.76 (0)	1.95 (2)	2.07 (2)
1.61 (0)	1.72 (4)	1.73 (4)	9.26 (0)	1.43 (2)	1.52 (2)
1.71 (0)	1.56 (4)	1.58 (4)	9.74 (0)	1.02 (2)	1.11 (2)
1.81 (0)	1.45 (4)	1.46 (4)	1.03 (1)	7.58 (1)	8.33 (1)
1.93 (0)	1.38 (4)	1.39 (4)	1.08 (1)	5.90 (1)	6.55 (1)
2.10 (0)	1.30 (4)	1.32 (4)	1.12 (1)	4.66 (1)	5.25 (1)
2.30 (0)	1.16 (4)	1.17 (4)	1.18 (1)	4.00 (1)	4.50 (1)
2.50 (0)	9.74 (3)	9.83 (3)	1.24 (1)	3.62 (1)	3.97 (1)
2.70 (0)	7.95 (3)	8.04 (3)	1.32 (1)	2.30 (1)	2.56 (1)
2.90 (0)	6.41 (3)	6.50 (3)	1.40 (1)	9.45 (0)	1.09 (1)
3.10 (0)	5.01 (3)	5.10 (3)	1.48 (1)	3.73 (0)	4.40 (0)
3.30 (0)	3.89 (3)	3.96 (3)	1.56 (1)	1.87 (0)	2.30 (0)
3.50 (0)	3.17 (3)	3.25 (3)	1.65 (1)	1.26 (0)	1.62 (0)
3.71 (0)	2.80 (3)	2.86 (3)	1.75 (1)	8.16 (-1)	1.08 (0)
3.91 (0)	2.60 (3)	2.66 (3)	1.85 (1)	4.48 (-1)	6.46 (-1)
4.15 (0)	2.45 (3)	2.51 (3)	1.95 (1)	1.95 (-1)	3.32 (-1)
4.45 (0)	2.24 (3)	2.29 (3)	2.06 (1)	5.48 (-2)	1.17 (-1)
4.75 (0)	1.92 (3)	1.96 (3)	2.16 (1)	7.25 (-3)	2.90 (-2)
5.04 (0)	1.60 (3)	1.64 (3)	2.26 (1)	-3.24 (-3)	3.26 (-3)
5.35 (0)	1.35 (3)	1.38 (3)	2.35 (1)	-3.63 (-3)	-1.53 (-3)
5.65 (0)	1.16 (3)	1.19 (3)			

E1 (MeV)	E2 (MeV)	Integral (neutrons $\text{cm}^{-2}\text{MeV}^{-1}\text{kW}^{-1}\text{s}^{-1}$)	Error (neutrons $\text{cm}^{-2}\text{MeV}^{-1}\text{kW}^{-1}\text{s}^{-1}$)
0.811	1.000	6.86E (3)	2.53E (1)
1.000	1.200	5.99E (3)	1.90E (1)
1.200	1.600	8.60E (3)	3.21E (1)
1.600	2.000	5.98E (3)	2.65E (1)
2.000	3.000	9.79E (3)	5.02E (1)
3.000	4.000	3.54E (3)	3.65E (1)
4.000	6.000	3.46E (3)	4.06E (1)
6.000	8.000	1.14E (3)	2.60E (1)
8.000	10.000	3.59E (2)	1.17E (1)
10.000	12.000	1.18E (2)	6.24E (0)
12.000	16.000	6.28E (1)	3.51E (0)
16.000	20.000	3.27E (0)	4.86E (-1)
1.500	15.000	2.63E (4)	2.09E (2)
3.000	10.000	8.49E (3)	1.15E (2)

(ORNL/TM-10422による。)

表6-9 中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系V後方43.5cm)

Table 20. Neutron spectrum (50 keV - 1.4 MeV) on centerline
43.5 cm beyond 20-cm heterogeneous fission gas plenum
(Item V): Runs 1548A, 1549A, 1549B

N	Energy Boundary (MeV)		Flux (Neutron $\text{cm}^{-2} \text{MeV}^{-1} \text{kW}^{-1} \text{s}^{-1}$)	Error (%)
<u>Run 1549B</u>				
1	0.0533	0.0626	1.57E 06	1.10
2	0.0626	0.0739	1.92E 06	0.79
3	0.0739	0.0869	1.16E 06	1.17
4	0.0869	0.1038	6.77E 05	1.66
5	0.1038	0.1206	6.84E 05	1.85
6	0.1206	0.1430	7.01E 05	1.40
7	0.1430	0.1673	4.49E 05	2.20
8	0.1673	0.1973	3.97E 05	2.14
9	0.1973	0.2328	3.39E 05	2.24
<u>Run 1549A</u>				
1	0.1687	0.1986	3.99E 05	1.04
2	0.1986	0.2328	3.27E 05	1.21
3	0.2328	0.2712	3.12E 05	1.22
4	0.2712	0.3182	2.78E 05	1.18
5	0.3182	0.3780	1.97E 05	1.37
6	0.3780	0.4421	1.45E 05	1.91
7	0.4421	0.5232	1.35E 05	1.68
<u>Run 1548A</u>				
1	0.3818	0.4478	1.65E 05	0.58
2	0.4478	0.5232	1.28E 05	0.70
3	0.5232	0.6175	1.12E 05	0.66
4	0.6175	0.7306	9.39E 04	0.69
5	0.7306	0.8532	6.26E 04	1.01
6	0.8532	1.0040	4.21E 04	1.26
7	1.0040	1.1832	3.08E 04	1.52
8	1.1832	1.4000	2.42E 04	1.67

(ORNL/TM-10422による。)

表 6-10 ボナーボール検出器測定値 (中心軸上, 体系III後方43.6cm, V後方43.5cm)

Table 18. Bonner ball measurements on centerline at the same location as the NE-213 spectrometer (Items III, V)

Configuration ^a	Distance behind plenum (cm)	Bonner ball count rates ($s^{-1}W^{-1}$)		
		3-inch diam ball	5-inch diam ball	10-inch diam ball
		Foreground ^b	Foreground	Foreground
III	43.6	2.34 (2) ^c	7.92 (2)	2.58 (2)
V	43.5	2.40 (2)	8.23 (2)	2.57 (2)

^aSee experimental program plan in Appendix A for description of configurations.

^bNeutron flux without shadow shield between detector and configurations (no background runs were made).

^cRead: 2.34×10^2 .

(ORNL/TM-10422による。)

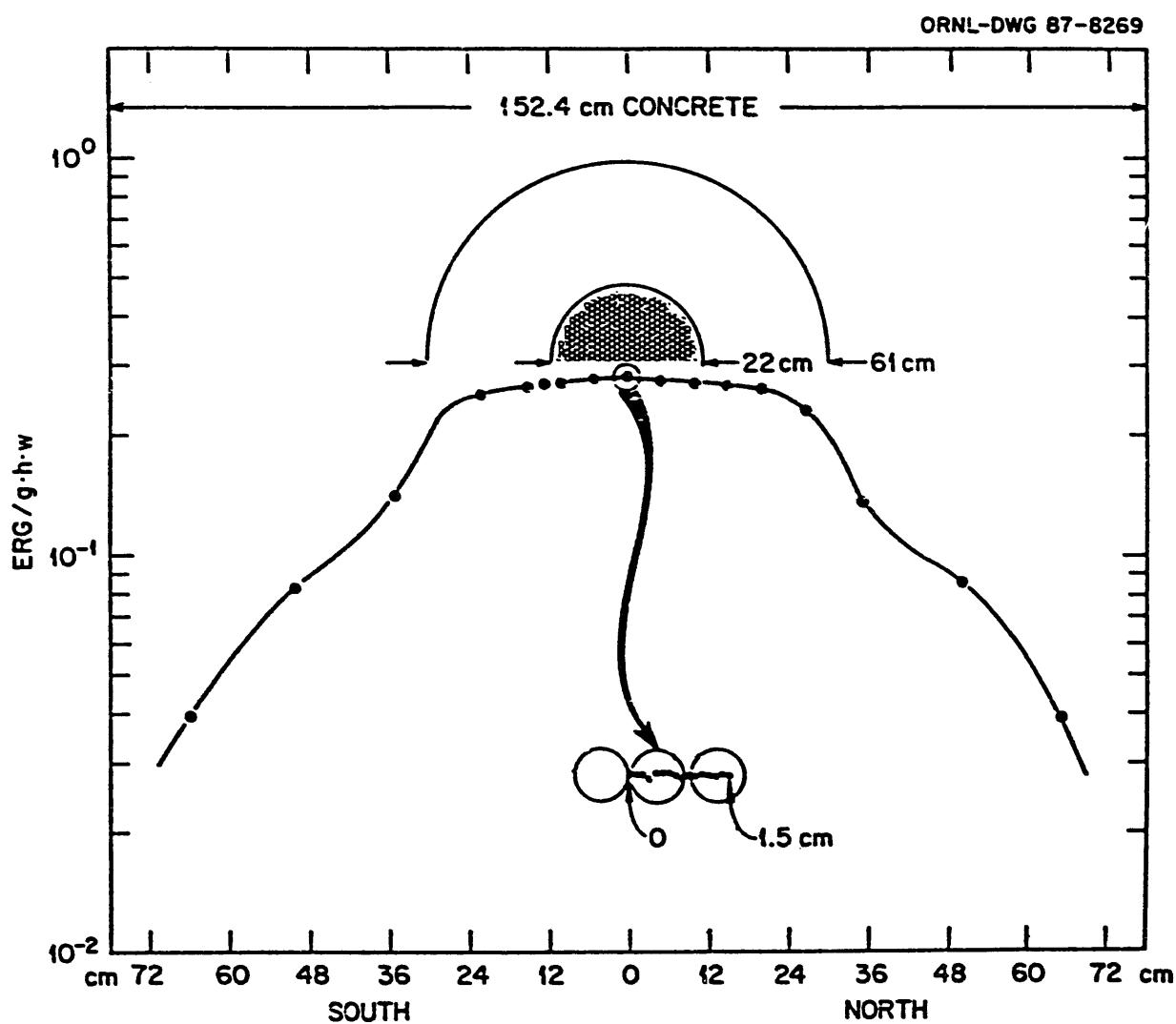


Figure 9. Dose rate profile for Hornyak button measurements along horizontal traverse 1.6 cm beyond 8-cm heterogeneous fission gas plenum (Item IV).
(ORNL/TM-10422による。)

図6-1 ホニャックボタン測定値

(中心面水平分布、体系IV後方1.6cm)

ORNL-DWG 87-8268

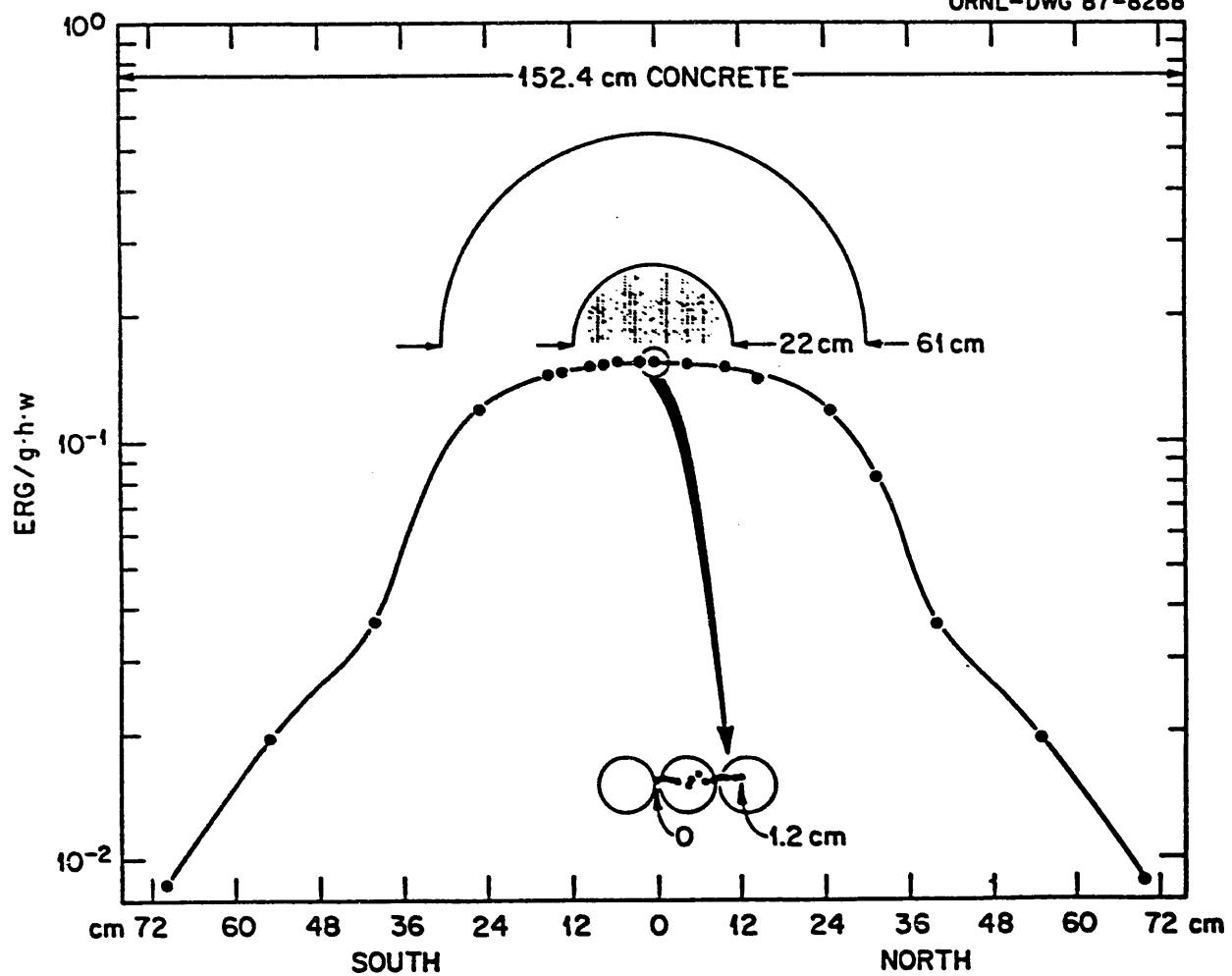


Figure 12. Dose rate profile for Hornyak button measurements along horizontal traverse 1.6 cm beyond 20-cm heterogeneous fission gas plenum (Item V).
(ORNL/TM-10422による。)

図6-2 ホニャックボタン測定値

(中心面水平分布、体系V後方1.6cm)

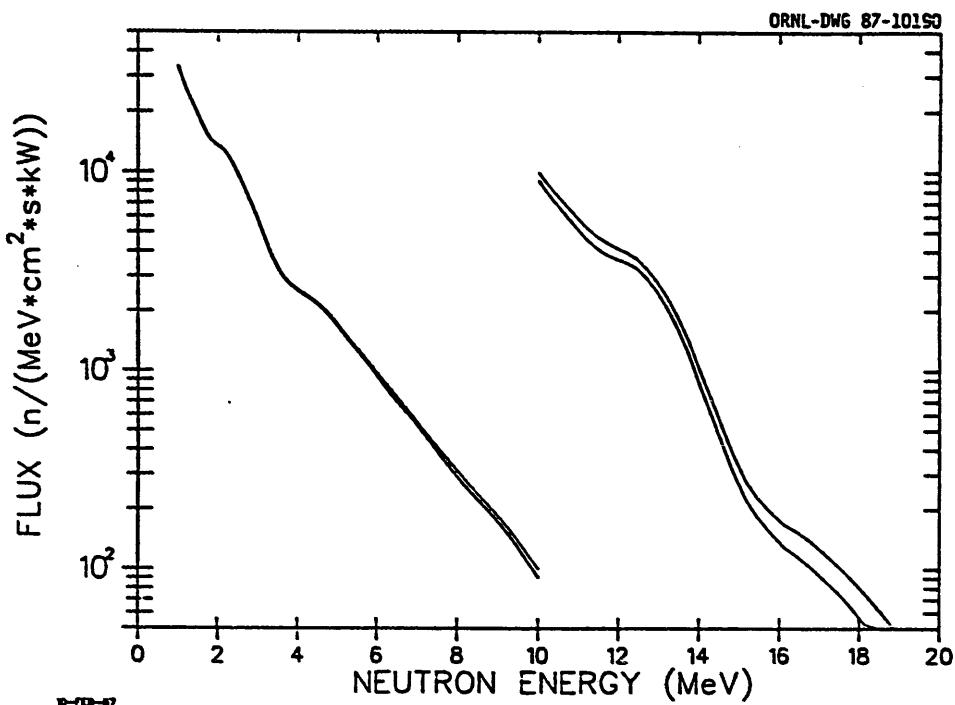


Figure 6. Spectrum of high-energy neutrons (>0.8 MeV) on centerline 43.6 cm beyond 20-cm homogeneous fission gas plenum (Item III).
(ORNL/TM-10422による。)

図6-3 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (中心軸上, 体系III後方43.6cm)

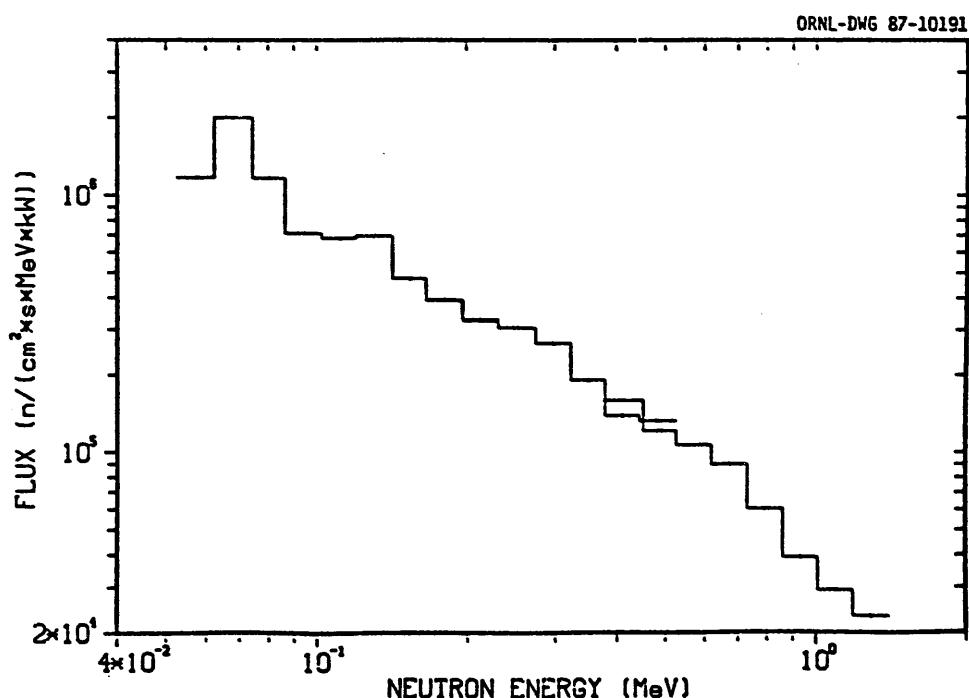


Figure 7. Neutron spectrum (50 keV - 1.4 MeV) on centerline 43.6 cm beyond 20-cm homogeneous fission gas plenum (Item III): Runs 1550A, 1551A, 1551B.
(ORNL/TM-10422による。)

図6-4 中性子スペクトル測定値 (中心軸上, 体系III後方43.6cm)

ORNL-DWG 87-10192

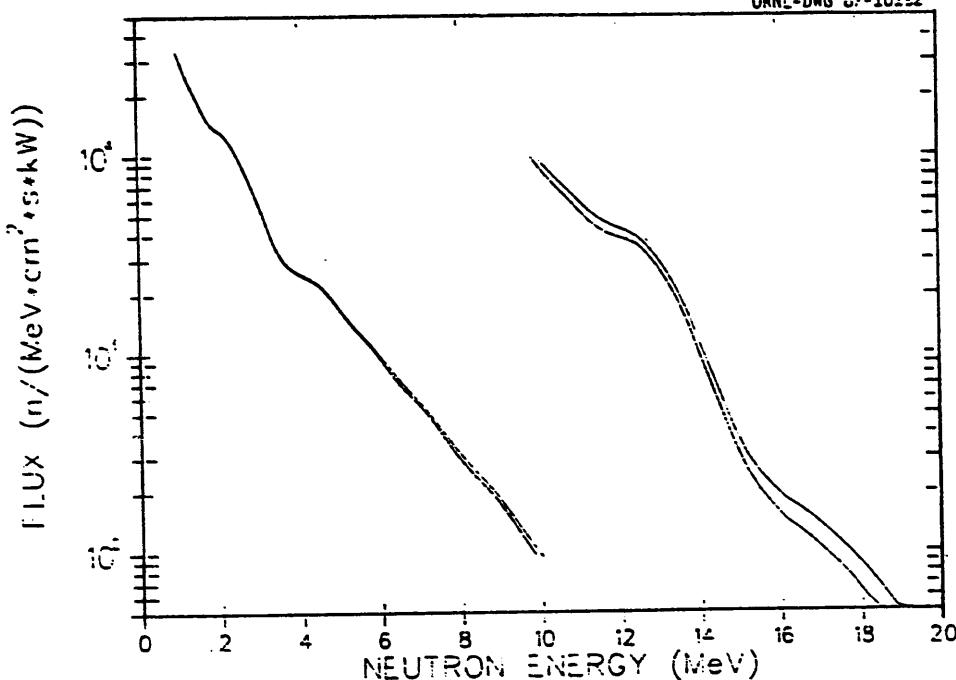


Figure 10. Spectrum of high-energy neutrons (>0.8 MeV) on centerline 43.5 cm beyond 20-cm heterogeneous fission gas plenum (Item V): Run 7865A. (ORNL/TM-10422による。)

図6-5 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (中心軸上, 体系V後方43.5cm)

ORNL-DWG 87-10193

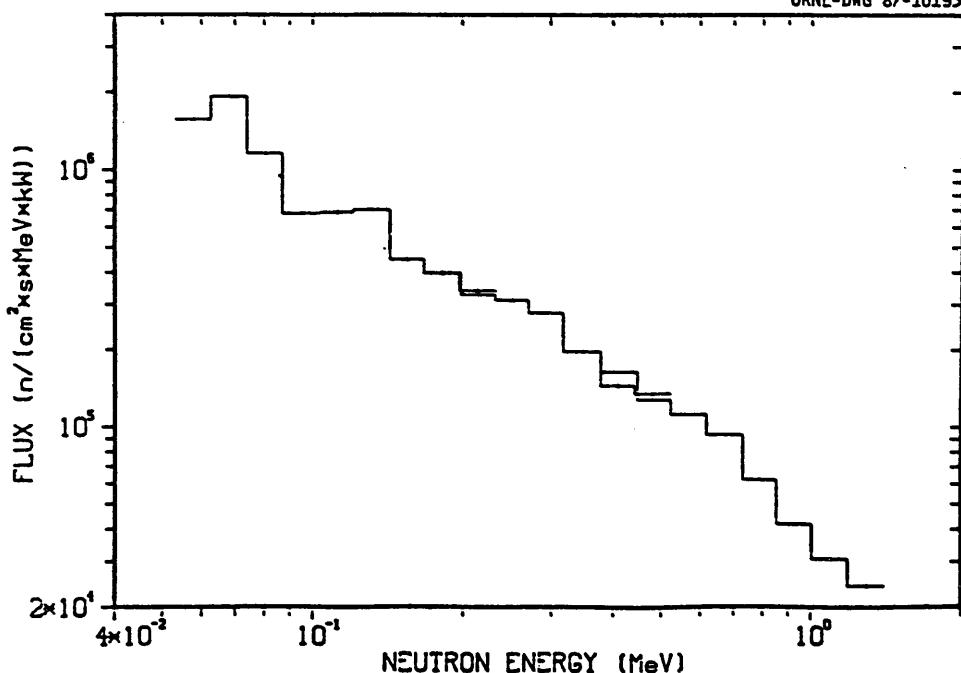


Figure 11. Neutron spectrum (50 keV - 1.4 MeV) on centerline 43.5 cm beyond 20-cm heterogeneous fission gas plenum (Item V): Runs 1548A, 1549A, 1549B. (ORNL/TM-10422による。)

図6-6 中性子スペクトル測定値 (中心軸上, 体系V後方43.5cm)

参考文献

- (1) F.J.Muckenthaler, "Measurements for the JASPER program Fission Gas Plenum Experiment," ORNL/TM-10422, 1987.

Appendix A ガスプレナム・ストリーミング実験の手順

APPENDIX A EXPERIMENTAL PROGRAM PLAN FOR THE FISSION GAS PLENUM EXPERIMENT

I. Spectrum Modifier

- A. Spectrum Modifier (SM) (10cm Fe + 10cm Al + 2.5cm boral + 20.32cm Radial Blanket)
1. 0.635-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind SM
 2. CR-39 dosimeter map directly behind SM
 3. 3-, 5-, 8-, 10-, 12-in Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30cm behind SM
 - b. at 304.8cm from reactor centerline (Foreground and Background)
 4. 0.635-cm Hornyak button on centerline at 30cm behind SM

II. 8-cm Homogeneous Fission Gas Plenum (FGP) Mockup

A. SM + 8-cm Homogeneous FGP Mockup

1. 0.635-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind FGP mockup
2. CR-39 dosimeter map directly behind FGP mockup
3. 3-, 5-, 8-, 10-, 12-in Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30cm behind FGP mockup
 - b. at 304.8cm from reactor centerline (Foreground and Background)
4. 0.635-cm Hornyak button on centerline at 30cm behind FGP mockup
5. 5-in Bonner ball horizontal traverse at 30cm behind FGP mockup

III. 20-cm Homogeneous Fission Gas Plenum Mockup

A. SM + 20-cm Homogeneous FGP Mockup

1. 0.635-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind FGP mockup
2. CR-39 dosimeter map directly behind FGP mockup
3. 3-, 5-, 8-, 10-, 12-in Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30cm behind FGP mockup
 - b. at 304.8cm from reactor centerline
(Foreground and Background)
4. 0.635-cm Hornyak button on centerline at 30cm behind FGP mockup
5. 5-in Bonner ball horizontal traverse at 30cm behind FGP mockup
6. NE-213 and Hydrogen counter spectrum measurements on centerline as close as feasible behind configuration
7. 3-, 5-, 10-in Bonner ball measurements on centerline at location of NE-213/H counter spectrum measurements

IV. 8-cm Heterogeneous Fission Gas Plenum Mockup

A. SM + 8-cm Heterogeneous FGP Mockup

1. 0.635-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind FGP mockup
2. CR-39 dosimeter map directly behind FGP mockup
3. 3-, 5-, 8-, 10-, 12-in Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30cm behind FGP mockup
 - b. at 304.8cm from reactor centerline
(Foreground and Background)
4. 0.635-cm Hornyak button on centerline at 30cm behind FGP mockup

5. 5-in Bonner ball horizontal traverse at 30cm behind FGP mockup

V. 20-cm Heterogeneous Fission Gas Plenum Mockup

A. SM + 20-cm Heterogeneous FGP Mockup

1. 0.635-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind FGP mockup
2. CR-39 dosimeter map directly behind FGP mockup
3. 3-, 5-, 8-, 10-, 12-in Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30cm behind FGP mockup
 - b. at 304.8cm from reactor centerline (Foreground and Background)
4. 0.635-cm Hornyak button on centerline at 30cm behind FGP mockup
5. 5-in Bonner ball horizontal traverse at 30cm behind FGP mockup
6. NE-213 and Hydrogen counter spectrum measurements on centerline as close as feasible behind configuration
7. 3-, 5-, 10-in Bonner ball measurements on centerline at location of NE-213/H counter spectrum measurements

(ORNL/TM-10422による。)

Appendix B ガスプレナム・ストリーミング実験の経過

1987年1月23日（金）

- ・ Spectrum Modifier
- ・ Bonner Balls測定

原子炉出力モニターの問題か、前回（半径方向遮蔽体透過実験）の際の測定値と10%程度あわない。

1987年1月26日（月）

- ・ CR - 39 Cf - 照射

1987年1月27日（火）

- ・ Bonner Balls 測定終了

モニター等チェックしたが特に異常は認められない。

Gas Plenum 実験のS/Mに対する測定値に透過実験とは異なる値をとる事になる。
 （温度+湿度の影響もあり得るので、測定系に異常がなければ、それ以上はわからない。
 ない。本日、日中最高気温-10°C）

1987年1月28日（水）

- ・ CR - 39 照射
- ・ Hornyak Button 測定

調整に長時間かけた為、順調に終了した。

これで Spectrum Modifierの測定は終了。

但し、Hornyak Buttonの測定には1 KWの出力が必要な事が明らかになった。

Gap streaming 実験の計画立案に考慮されたい。

TSFは最大1 MW、現状のS/Mから3桁以上減衰すると測定困難。

1987年2月2日（月）

- ・ Gas Plenum 供試体をTSFに搬入。
- ・ Spacerの長さに誤差がある様で、全厚が設計値と異なる。（板厚ではなくvoidの部分

の厚さに誤差あり。)

・供試体設置 (20cm Heterogeneous)

コンクリート製の外枠に供試体をはめ込んだ後、クレーンで吊り上げた。

・コンクリート製枠 (図面記載値、実測ではない)

厚さ : 3.3/16インチ 及び 7.15/16インチ

供試体まわりの枠 : 炭素鋼 24.062インチ I D、24.3/4インチ O D

コンクリートは鉄筋なし。

但し、2枚のメッシュ (多分炭素鋼) が入っている。

外寸法 5×5インチ、炭素鋼製のアングルで囲まれているだけで枠はなし。

・当初 CR-39 の Cf 照射を行なうつもりであったが雨天の為、とりやめ。

1987年2月3日(火)

・Gas Plenum 20cm Heterogeneous

NE 213 スペクトル測定

2 W

ガンマ線強度が低いので、至近距離で測定。

Hydrogen Detector #1 スペクトル測定

1987年2月4日(水)

・Gas Plenum 20cm Heterogeneous

Hydrogen Detector #2 & #3 スペクトル測定

1987年2月5日(木)

・Gas Plenum 20cm Heterogeneous

ボナーボール測定

スペクトル測定位置 :

中心線上 (FGD & BGD)

水平直角方向分布

1987年2月6日(金)

- Gas Plenum 20cm Heterogeneous

Horneyak Button 測定

供試体至近水平方向分布

1mm間隔で分布を測定したが、検出器(1/4"φ)が大きすぎる為、

fine structureは測定出来なかった。

中心線上 30cm位置

- CR-39 照射

Horneyak Button 測定の為に高出力で運転した後、照射した為、供試体表面線量率が60mR/H程度あり、添付作業の際にポケットチェンバーが5mR程度を検出した。

- CR-39 Cf 線源照射

1987年2月9日(月)

- 原子炉休止日

- 20cm Homogeneous 供試体設置

NE-213等 スペクトル測定準備

1987年2月10日(火)

- Gas Plenum 20cm Homogeneous

NE-213 スペクトル測定

Heterogeneous と同位置、供試体至近

2W

$n/\tau \approx 1/6$

Hydrogen Counter #1 スペクトル測定

NE-213の測定結果($E \geq 2\text{ MeV}$)は、Heterogeneous の体系の測定結果と全く差がない。

1987年2月11日(水)

- Gas Plenum 20cm Homogeneous

Hydrogen Counter #2、#3 スペクトル測定

1987年2月12日(木)

- Gas Plenum 20cm Homogeneous

スペクトル測定位置 Bonner Ball 測定

CR-39 照射

Bonner Balls 中心線上測定

水平方向分布測定

1987年2月13日(金)

- Gas Plenum 20cm Homogeneous

Horneyak Button 水平方向分布測定

中心線上体系後方30cm 測定

1987年2月16日(月)

- ワシントンの誕生日で休日

1987年2月17日(火)

- Gas Plenum 8cm Heterogeneous

供試体設置

Bonner Ball 中心線上測定

水平方向分布測定

1987年2月18日(水)

- Gas Plenum 8cm Heterogeneous

Horneyak Button 水平方向分布測定

測定系のゆらぎ以上の凹凸は観察されない。

1987年2月19日(木)

- Gas Plenum 8cm Homogeneous 供試体設置

CR-39 照射

Bonner Balls 中心線上(一部)

1987年2月20日（金）

- Gas Plenum 8cm Homogeneous

Bonner Balls 中心線上

HeteroとHomoの差は数%以下であり、バラツキの範囲である。

(最大6%、小さいものは1%又はそれ以下)

- CR - 39 Cf 照射

1987年2月23日（月）

- 原子炉休止日

1987年2月24日（火）

- Gas Plenum 8cm Homogeneous

Bonner Ball 水平方向分布測定

Hornyak Button 水平方向分布測定

中心線上体系後方30cm測定

JASPER計画の第2の実験である Gas Plenum 実験が終了した。

試験体製作の遅れにより、測定の開始が1ヶ月弱予定より遅れたが、原子炉、測定系等に問題が起らなかったので（通常は問題がおこる。）予定通り終了した。

出 典

- (1) JASPER派遣員メモ-23
- (2) JASPER派遣員メモ-24

Appendix C ホニャックボタン測定値 (中心面水平分布, 体系 I~V後方 1.6cm) (表 6-3の複製)

Table 13. Hornyak button traverses through horizontal midplane
1.6* cm behind a series of mockups (Items I, II, III, IV, V)

Distance from Centerline (cm)	0.635-cm diam Hornyak button dose rate (erg/g·h·w)				
	Item I ^a	Item II ^a	Item III ^a	Item IV ^a	Item V ^a
71.2 S	6.39 (-2) ^b				8.64 (-3)
70					
69.6					
65		4.21 (-2)			
60	1.18 (-1)	5.74 (-2)	1.69 (-2)	3.94 (-2)	
55				8.33 (-2)	1.96 (-2)
50					
45	2.14 (-1)	1.04 (-1)	3.41 (-2)		
40				1.42 (-1)	3.73 (-2)
35					
30	3.08 (-1)	2.08 (-1)	1.00 (-1)		
25		2.60 (-1)	1.37 (-1)		1.19 (-1)
22.5				2.59 (-1)	
20		3.46 (-1)	1.54 (-1)	2.66 (-1)	1.44 (-1)
15					1.47 (-1)
13		2.74 (-1)			
12.5				2.71 (-1)	1.47 (-1)
11					
10		2.84 (-1)	1.60 (-1)	2.73 (-1)	
9					1.52 (-1)
7				2.80 (-1)	1.53 (-1)
5					1.54 (-1)
2				2.80 (-1)	1.55 (-1)
0	3.74 (-1)	2.85 (-1)	1.63 (-1)	2.84 (-1)	1.54 (-1)
.1				2.82 (-1)	1.56 (-1)
.2				2.80 (-1)	1.55 (-1)
.3				2.73 (-1)	1.53 (-1)
.4				2.83 (-1)	
.5				2.83 (-1)	1.55 (-1)
.6				2.83 (-1)	1.59 (-1)
.7				2.80 (-1)	1.53 (-1)
.8				2.76 (-1)	1.54 (-1)
.9				2.80 (-1)	1.56 (-1)
1.0				2.79 (-1)	1.57 (-1)
1.1				2.81 (-1)	1.56 (-1)
1.2				2.80 (-1)	1.57 (-1)
1.3				2.79 (-1)	
1.4				2.81 (-1)	
1.5				2.80 (-1)	
5				2.76 (-1)	1.53 (-1)
10		2.85 (-1)	1.61 (-1)	2.70 (-1)	1.50 (-1)
15	3.50 (-1)	2.77 (-1)	1.52 (-1)	2.69 (-1)	1.41 (-1)
20		2.53 (-1)	1.34 (-1)	2.62 (-1)	
22.5					1.18 (-1)
25				2.33 (-1)	
26.5					
30	2.78 (-1)	2.02 (-1)	9.81 (-2)		8.22 (-2)
31.5					
35				1.37 (-1)	3.67 (-2)
40					
45	1.93 (-1)	1.00 (-1)	3.18 (-2)	8.62 (-2)	
50					1.94 (-2)
55				3.90 (-2)	
60	1.05 (-1)	5.43 (-2)	1.64 (-2)		
65		3.98 (-2)			
69.6			9.22 (-3)		
70					8.77 (-3)
71.9 N	5.05 (-2)				

^a See experimental program plan in Appendix A for description of configurations.^b Read: 6.39×10^{-2}