

JASPER実験データ集 (Ⅲ)
－ 軸方向遮蔽実験 －

1992年3月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示するものです。ついては複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう特に注意して下さい。

本資料についての問合せは下記に願います。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センター

技術開発部・技術管理室

J A S P E R 実 験 デ ー タ 集 (Ⅲ)

- 軸 方 向 遮 蔽 実 験 -

庄野 彰* , 茶谷恵治*
鈴木惣十* , 金城勝哉*

要 旨

本実験データ集は、1986年に開始された J A S P E R 計画で企画された計 8 項目の一連の実験の中の第 3 番目の実験として、1990年 8 月から12月にかけて米国オークリッジ国立研究所 (O R N L) にて実施された軸方向遮蔽実験の測定データ及びその実験体系に関するデータをまとめたものである。記載した内容は、O R N L から発行された軸方向遮蔽実験報告書の内容を基本とし、それに現地派遣員から報告された事項を補足した。

本実験は、高速炉の炉心上部へ漏洩する放射線を低減するために燃料集合体上部に設けられる軸方向遮蔽体の遮蔽特性を研究するために実施された。3 種類の遮蔽設計概念、2 種類の使用材料 (ステンレス鋼と炭化ホウ素 (B₄C)) について、それらの特性を比較するための実験体系が構成された。この実験体系に、スペクトル・モディファイアによってタワー・シールドング・ファシリティ (T S F) の中性子スペクトルを液体金属冷却炉 (L M R) の炉心直上部、すなわちガスペナム領域のスペクトルを代表するものに変換された放射線ビームが入射され、実験体系後方に漏洩する中性子の特性が各種検出器により測定された。また、上記放射線ビームをガスペナムのモックアップによってもう一度変換したものを実験体系に入射した測定が 1 ケース実施された。

なお、J A S P E R 計画は日米両国の L M R の現行設計内容の進展を支援することを目的として、米国エネルギー省 (U S D O E) と動燃事業団との協力関係の一環として行われている日米共同遮蔽実験である。

* 大洗工学センター 実験炉部 技術課

JASPER Experimental Data Book (III)

- Axial Shield Experiment -

A. Shono * , K. Chatani *
S. Suzuki* and K. Kinjo *

Abstract

This report is intended to make it easier to apply the measured data obtained from the Axial Shield Experiment, which was conducted at the Oak Ridge National Laboratory (ORNL) in 1990 as part of a series of eight experiments planned for Japanese-American Shielding Program for Experimental Research (JASPER) program starting in 1986.

The Axial Shield Experiment was planned to study the neutron attenuation characteristics of the axial shield, which is designed in the fuel assembly to reduce the neutron fluence in regions above the core. In order that the experimental neutron spectrum would be representative of the expected neutron spectra directly above the FBR core, the Tower Shielding Reactor (TSR) source spectrum was altered by a spectrum modifier, which was used in two previous experiments also. The modified spectrum entered the test section, which consisted of seven hexagonal shield assemblies surrounded by B₄C and concrete. Three different axial shield designs were studied. Either B₄C or stainless steel was used as a shielding material. Neutron measurements were made with various detectors behind the experimental configurations.

Information presented in this report is based mainly on a report issued by ORNL (ORNL/TM-11839, "Measurements for JASPER Program Axial Shield Experiment"). Additional information reported by the PNC assignee is utilized also.

* Reactor Technology Section, Experimental Reactor Division, OEC, PNC.

目 次

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. 実験体系と供試体データ	5
3.1 実験体系の概要	5
3.2 各実験体系の構成と供試体データ	12
3.3 組成と原子数密度	41
4. 検出器データ	43
5. 測定データ	46
6. 測定精度	88
参考文献	90
付録A 実験計画	91
付録B JASPER実験記録(1990年8月~12月)	97
付録C JASPER実験日誌(1990年9月26日~12月13日)	103
付録D 軸方向遮蔽実験で使用された検出器	143

表 リ ス ト

- 表 2. 2. 1 軸方向遮蔽実験の実験体系とその実施期間
- 表 3. 2. 1 スペクトル・モディファイアに使用された炭素鋼供試体の組成
- 表 3. 2. 2 アルミニウム供試体 (A 1 6 0 6 1) の組成
- 表 3. 2. 3 スペクトル・モディファイアに使用されたボラル供試体の組成
- 表 3. 2. 4 半径方向ブランケット供試体の組成
- 表 3. 2. 5 半径方向ブランケット供試体被覆管部のアルミニウムの組成
- 表 3. 2. 6 リチウム・パラフィンブロックの組成
- 表 3. 2. 7 スペクトル・モディファイア側部のコンクリートブロックの組成
- 表 3. 2. 8 ステンズ鋼 (S U S 3 0 4) の組成
- 表 3. 2. 9 六角集合体中の B, C の組成
- 表 3. 2. 10 B, C 製ロッドバンドル型集合体中のステンレス鋼管 (S U S 3 0 4) の組成
- 表 3. 2. 11 ガスプレナム供試体中のステンレス鋼板 (S U S 3 0 4) の組成
- 表 3. 2. 12 ガスプレナム供試体中のアルミニウム板 (6 0 6 1 - T 6) の組成
- 表 3. 2. 13 ガスプレナム供試体のコンクリート製支持構造物の組成
- 表 3. 2. 14 軸方向遮蔽供試体のコンクリート製支持構造物の組成
- 表 3. 2. 15 体系 II - A, II - B 測定時に使用した鉛板の組成
- 表 5. 1 軸方向遮蔽実験測定項目一覧表
- 表 5. 2 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系 I - A 後方 179. 1cm)
- 表 5. 3 中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系 I - A 後方 179. 1cm)
- 表 5. 4 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (体系 II - A、鉛板後方 25cm)
- 表 5. 5 中性子スペクトル測定値 (体系 II - A、鉛板後方 25cm)
- 表 5. 6 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (体系 II - B 後方 98. 3cm、(鉛板不使用時))
- 表 5. 7 中性子スペクトル測定値 (体系 II - B 後方 98. 3cm、(鉛板不使用時))
- 表 5. 8 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (体系 II - B、鉛板後方 25cm)
- 表 5. 9 中性子スペクトル測定値 (体系 II - B、鉛板後方 25cm)
- 表 5. 10 NE - 2 1 3 検出器位置 (中性子スペクトル測定位置) でのボナーボール検出器測定結果
- 表 5. 11 ボナーボール検出器測定値 (中心軸上、体系後方 30cm、全実験体系)

- 表 5.12 ボナーボール検出器測定値（中心軸上、体系後方150cm、全実験体系）
- 表 5.13 3インチボナーボール検出器測定値（水平方向分布、体系後方30cm、全実験体系）
- 表 5.14 5インチボナーボール検出器測定値（水平方向分布、体系後方30cm、全実験体系）
- 表 5.15 8インチボナーボール検出器測定値（水平方向分布、体系後方30cm、全実験体系）
- 表 5.16 ホニャックボタン測定値（中心面水平方向分布、全実験体系）

図 リ ス ト

- 図 3. 1. 1 軸方向遮蔽実験体系の写真
- 図 3. 1. 2 スペクトル・モディファイア (体系 I - A)
- 図 3. 1. 3 軸方向遮蔽実験体系
- 図 3. 1. 4 軸方向遮蔽実験体系 (鉛板を使用した場合)
- 図 3. 1. 5 軸方向遮蔽実験体系 (体系 III - E)
- 図 3. 2. 1 半径方向ブランケット供試体
- 図 3. 2. 2 ステンレス鋼製均質型集合体
- 図 3. 2. 3 B, C 製均質型集合体
- 図 3. 2. 4 ステンレス鋼製ロッドバンドル型集合体
- 図 3. 2. 5 B, C 製ロッドバンドル型集合体
- 図 3. 2. 6 ステンレス鋼製周辺遮蔽型集合体
- 図 3. 2. 7 B, C 製周辺遮蔽型集合体
- 図 3. 2. 8 ステンレス鋼製中心遮蔽型集合体
- 図 3. 2. 9 B, C 製中心遮蔽型集合体
- 図 3. 2.10 ガスプレナム非均質模擬供試体
- 図 3. 2.11 コンクリート中のアルミニウム製ハニコム
- 図 3. 2.12 アルミニウム製ハニコムとその周囲の B, C 部寸法図
- 図 3. 2.13 バックグラウンド測定に使用したリチウム・パラフィンブロックの形状
- 図 5. 1 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系 I - A 後方179.1cm)
- 図 5. 2 中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系 I - A 後方179.1cm)
- 図 5. 3 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (体系 II - A、鉛板後方25cm)
- 図 5. 4 中性子スペクトル測定値 (体系 II - A、鉛板後方25cm)
- 図 5. 5 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (体系 II - B 後方98.3cm、(鉛板不使用時))
- 図 5. 6 中性子スペクトル測定値 (体系 II - B 後方98.3cm、(鉛板不使用時))
- 図 5. 7 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (体系 II - B、鉛板後方25cm)
- 図 5. 8 中性子スペクトル測定値 (体系 II - B、鉛板後方25cm)
- 図 5. 9 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系 II - A 後方2.37cm)
- 図 5.10 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系 II - B 後方2.37cm)

- 図 5.11 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅲ - A 後方2.37cm)
- 図 5.12 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅲ - B 後方2.37cm)
- 図 5.13 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅲ - C 後方2.37cm)
- 図 5.14 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅲ - D 後方2.37cm)
- 図 5.15 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅲ - E 後方1.85cm)
- 図 5.16 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅳ - A 後方2.37cm)
- 図 5.17 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅳ - B 後方2.37cm)
- 図 5.18 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅴ - A 後方2.37cm)
- 図 5.19 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅴ - B 後方2.37cm)

1. ま え が き

1990年8月、大型高速炉開発のための遮蔽ベンチマーク実験であるJASPER計画は、約3年間の実験中断期間を経た後、米国オークリッジ国立研究所(ORNL)の遮蔽研究用原子炉施設 Tower Shielding Facility (TSF)にて再開された。再開直後に行われた実験は軸方向遮蔽実験であり、計画されている8項目の実験のうち第3番目に行われたものである。実験中断期間以前には、半径方向遮蔽透過実験〔1〕及びガスプレナム実験〔2〕が1986年から1987年にかけて実施された。8項目の実験すべてが、ORNL、米国エネルギー省(USDOE)の関係団体及び動燃事業団との間で協力して計画されたものである。本報告書は、上記実験再開後1990年12月まで約5ヶ月間をかけて行われた軸方向遮蔽実験に関する内容を一冊にまとめ、実験内容の正確な把握及び測定データの有効利用に資することを目的として作成されたものである。作成にあたっては、測定値及び実験体系データについてはORNLから発行された本実験結果報告書〔3〕に記載された内容を基本とし、その上に現地派遣員より報告された実験状況等の情報を追加した。

2. 実験の概要と工程

2.1 実験の概要

軸方向遮蔽実験は、燃料集合体ガスプレナムの上方に位置する軸方向遮蔽体に関しての種々の異なる設計の効果に関する知見を広げることと共に、設計上その使用を検討されている材料であるステンレス鋼と炭化ホウ素（B₄C）の中性子遮蔽性能を比較することを目的として企画された。本実験は、個々の設計形状における中性子ストリーミング効果を計算するための解析手法の検証に有用なデータを得るだけにとどまらず、実験に供された遮蔽設計における上記2種類の物質の遮蔽性能を評価するための基本的なデータを得るためにも役立つものである。

実験の対象となった軸方向遮蔽体の形状は、中心遮蔽型、ロッドバンドル型、及び円環型（周辺遮蔽型）の3種類である。これらの形状及び上記2種類の使用材料による中性子遮蔽特性の相違を考察するために、全部で12種類の実験体系が考案され、各実験体系での測定項目が決定された。各実験体系の構成及び測定項目を記載した実験計画を付録Aに示す。

2.2 実験工程

1990年7月下旬から8月にかけて、約3年半に及んだT S F停止期間の前後で放射線ビームの特性に変化が生じていないことを確認するための測定が行われた。コリメータ出口及びスペクトル・モディファイア後方の測定値についてそれらの経時変化を評価した結果、上記炉停止期間前後に見られる変化は測定誤差範囲内であることが確認された。〔4〕引き続いて軸方向遮蔽実験の各体系における測定を順次実施した。各体系の実施期間を表2.2.1に示す。8月及び9月は遮蔽扉や原子炉計装に生じた軽微なトラブルの復旧作業のために実験を行えない期間がそれぞれ1～2週間あったが、10月以降原子炉はきわめて順調に運転され、12月中旬で予定されていたすべての測定を終了した。日毎の測定項目を記したJ A S P E R実験記録を付録Bに、実験現場の状況を駐在員が記録したJ A S P E R実験日誌を付録Cにそれぞれ示す。

最初の実験体系として選ばれたのは、軸方向遮蔽体モックアップ部の前方にガスプレナム非均質模擬供試体を設置した体系Ⅲ-E（付録A参照のこと）であった。この体系の測定後、同供試体は撤去され、六角集合体を内蔵したコンクリートスラブの位置がその他の体系の測定のために変更された。その後の各実験体系の測定順序の決定にあたっては、各六角集合体

の実験体系への挿入・引抜回数を必要最小限に抑えることが考慮された。これは、六角集合体の外表面とアルミニウム製メッシュの表面の間の空間からの中性子ストリーミングを最小限度に抑えるために、両表面間の間隙の許容誤差を数mil程度とすることが要求されており、このような小さな許容誤差のために、集合体の（実験体系への）挿入及び引き抜きによってそれらを変更することが難しいという問題があったためである。最後の測定体系とされたのはB、C製均質集合体後方での測定（体系Ⅱ-A）であった。その理由は、本集合体を構成する個々の部品を取り除くことが難しく、これを行うためにはコンクリートスラブを移動させる必要があり、体系を再度位置決めすることが困難であったことによる。

10月中旬に体系Ⅱ-Bで実施した中性子スペクトル測定において、 γ 線による発生パルスと中性子による発生パルスとのカウント比が25対1という高い値を示した。このため、 γ 線成分の低減を目的とし、実験体系と検出器との間に鉛スラブを設置することが必要となった。上記カウント比が大きい場合には、データ収集システムの最大計数率に上限があり、ほとんどの計数が γ 線によって発生したものとなるので、合理的な測定時間内に良い精度で中性子スペクトルを得ることが難しくなる。鉛スラブを検出器と試験体系との間に挿入した再測定が11月上旬に実施され、上記カウント比は許容範囲である3対1に減少した。体系Ⅱ-Aは体系Ⅱ-Bより後に実施されたので、中性子スペクトル測定は最初から鉛スラブを設置した状態で測定された。

表 2.2.1 軸方向遮蔽実験の実験体系と実施期間

実験体系	実施期間 (いずれも1990年)	備考
I - A	8月8日～9月4日	原子炉計装トラブルのため 約1週間炉停止。
III - E	9月14日～9月20日	
III - B	9月21日～9月27日	
III - D	9月28日～10月4日	
V - B	10月4日～10月5日 10月19日～10月23日	体系II - Bを優先的に実施 したため。
II - B	10月9日～10月19日 11月1日～11月6日 12月11日～12月13日	鉛スラブを使用した中性子 スペクトル再測定実施。 信号処理系のチェック。
IV - B	10月23日～10月25日	
III - C	10月26日～10月31日	
III - A	11月7日～11月9日	
IV - A	11月9日～11月14日	
V - A	11月14日～11月20日	
II - A	11月20日～12月6日	

3. 実験体系と供試体データ

3.1 実験体系の概要

実験の対象となる体系は、以下に示す3種類の軸方向遮蔽体のいずれかをその内部に設けた六角集合体7体を適切に組み合わせることにより構成された。

(1) 中心遮蔽型

冷却材が集合体の中心にある遮蔽プラグの周囲を流れる型

(2) ロッドバンドル型

遮蔽体は複数の小さな棒状で、冷却材はそれぞれの棒の周囲を流れる型

(3) 円環型（周辺遮蔽型）

集合体内周部に円環状の遮蔽体が設けられ、冷却材はその中心にある孔の中を流れる型

いずれの軸方向遮蔽体についても使用材料をB₁C及びステンレス鋼としたものがそれぞれ使用された。また、解析評価時の基準体系とするために、各構成材料の物質組成比を上記の各軸方向遮蔽体と同一とした均質型集合体を設置した実験体系における測定も行った。

それぞれの実験体系は、中心の1体の六角集合体の周囲を6体の六角集合体で取り囲んだ形をしている。全部で7体の六角集合体は全長45cmのアルミニウム製ハニコム中に装荷され、さらにその周囲は厚さ数cmのB₁C層によって囲まれた。そして、その全体が大きなコンクリート製のスラブの中に収納された。実験体系設置時に正面から撮影された写真を図3.1.1に示す。さらに詳細な説明は3.2.11章を参照のこと。

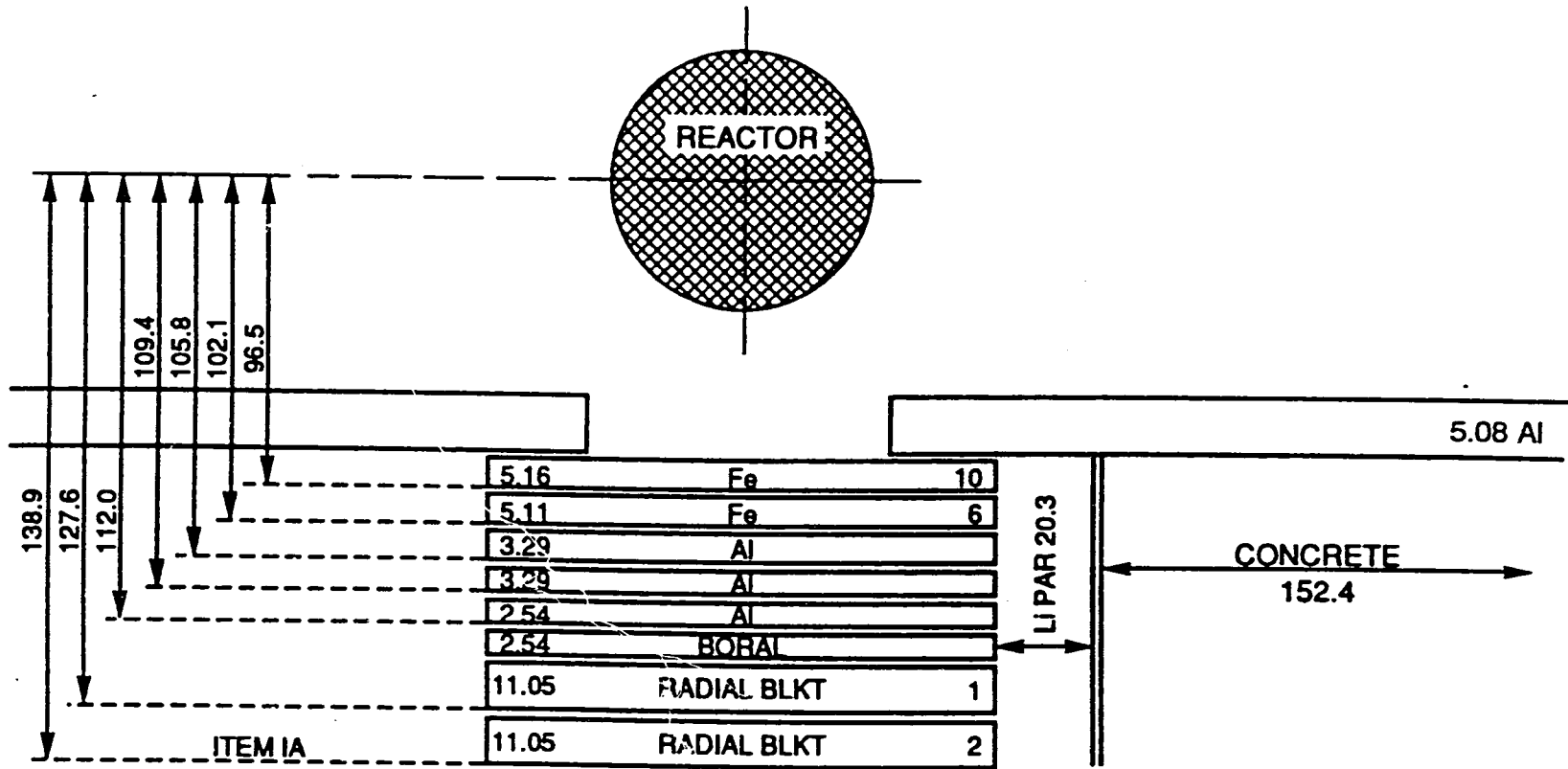
この試験体系は、Tower Shielding Reactor II (TSR II) 原子炉遮蔽体内に設けられたコリメータから水平方向に放出される放射線ビーム上に設置された。その前方（原子炉に近い側）には、現在設計中の高速炉炉心上部の中性子スペクトルを模擬するために、既に実施された半径方向遮蔽体透過実験及びガスプレナム実験で使用されたものと同じスペクトル・モディファイア——鉄、アルミニウム、ボラル(B₁Cとアルミニウムの混合物)の後方に天然ウラン、アルミニウム、ナトリウムから構成された半径方向フランケット供試体を配置したものがコリメータ出口に設置され（図3.1.2参照）、これによって軸方向遮蔽体モックアップへ入射する中性子スペクトルが決定された。実験体系の構成図を図3.1.3に示す。中性子スペクトル測定時にγ線成分の寄与を低減する必要があると判断された場合には、図3.1.4に示すように、実験体系の直後に鉛スラブが設置された。また、上記スペクトル・

モディファイアと軸方向遮蔽体モックアップの間にガスプレナム非均質模擬集合体を設置した測定も1ケース実施した(図3.1.5参照)。実験体系の変更は、付録Aに示す実験計画にしたがってそれぞれの実験体系の後方(原子炉から遠い側)での測定を行った後に、種々の六角集合体を上記アルミニウム製ハニコムに脱・装荷することにより行われた。なお、実験計画に記されている各物質の厚さはノミナル値であり、実際に使用された各スラブの厚さは図3.1.2～図3.1.5に示された各スラブの左隅に記された値であることに注意が必要である。



Figure 14. A photograph of a typical axial shield mockup.

図3.1.1 軸方向遮蔽実験体系の写真 (ORNL/TM-11839より引用)



Dimensions in cm

Figure 1. Schematic of SM-1 (Fe + Al + boral + radial blanket). (Item IA). Note: Lithiated paraffin covers four sides of the configuration.

図3.1.2 スペクトル・モディファイア (体系 I-A)
(ORNL/TM-11839より引用)

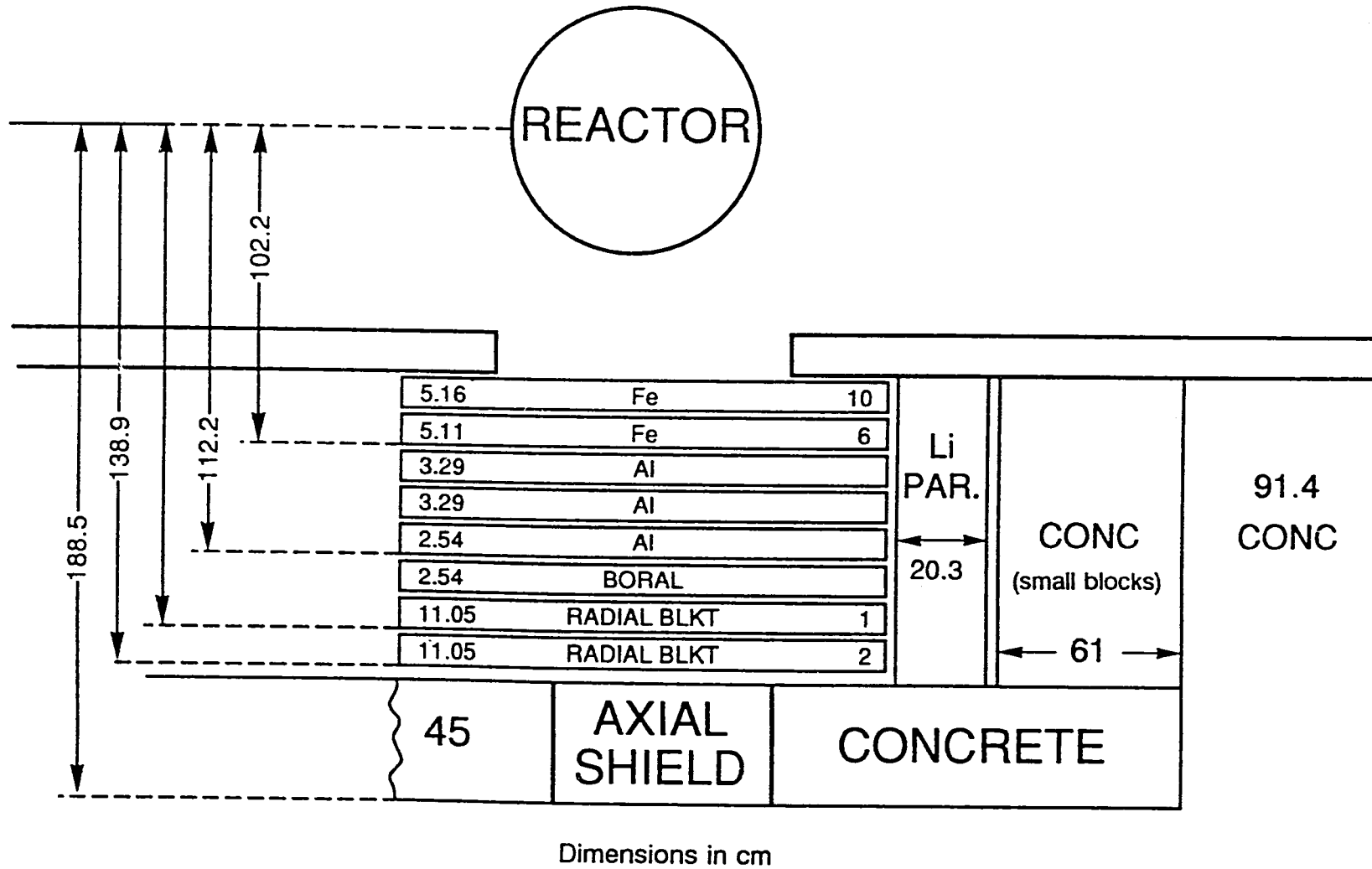
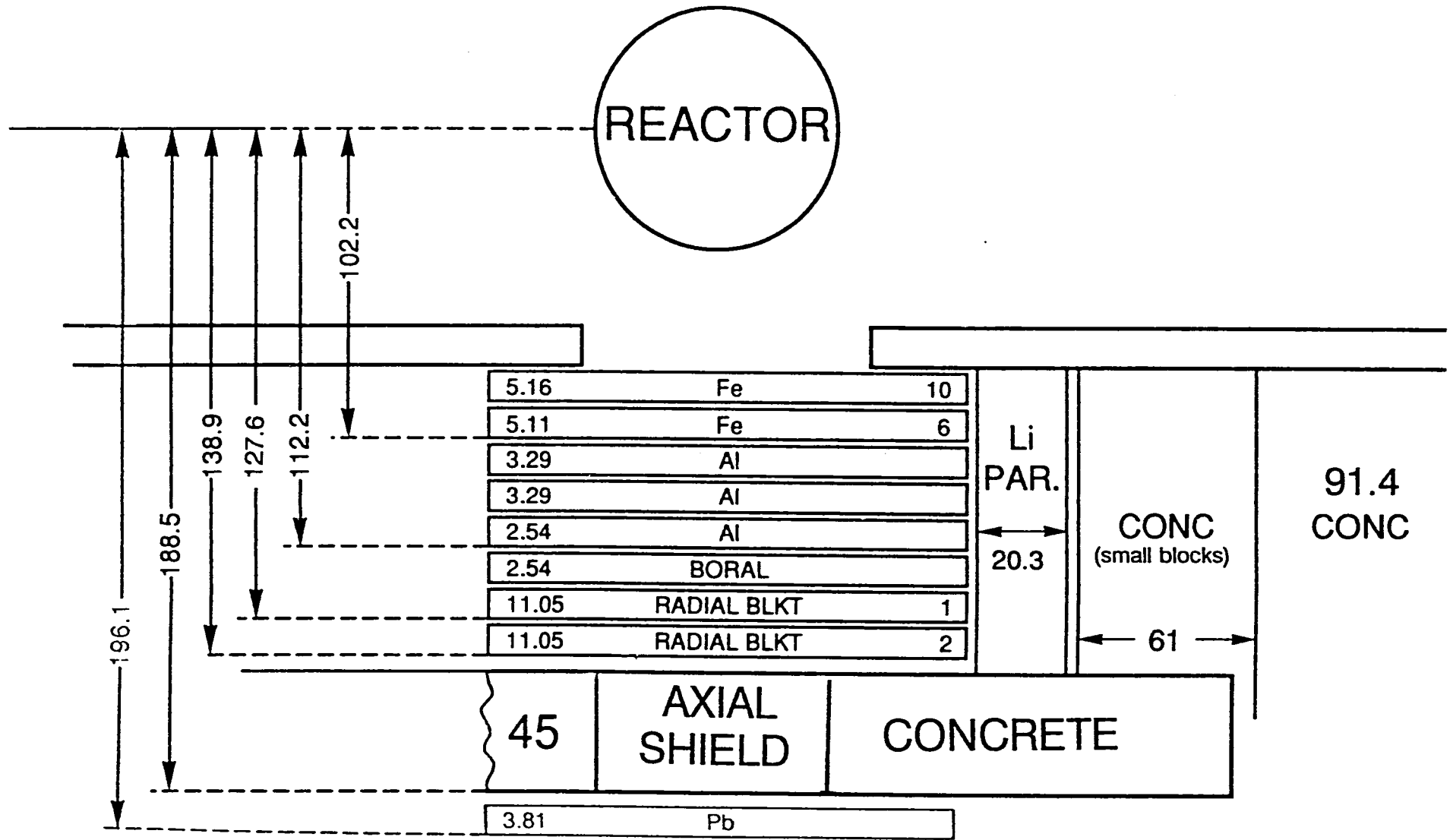


Figure 21. Schematic of the axial shield configuration (Items IIA, B, III, IV, V). Note: Lithiated paraffin covers four sides of SM.

図3.1.3 軸方向遮蔽実験体系 (ORNL/TM-11839より引用)



Dimensions in cm

Figure 18. Schematic of the axial shield mockup plus Pb slab (Items IIA,B). Note: Lithiated paraffin covers four sides of the SM.

図 3. 1. 4 軸方向遮蔽実験体系 (鉛板を使用した場合)
(ORNL/TM-11839より引用)

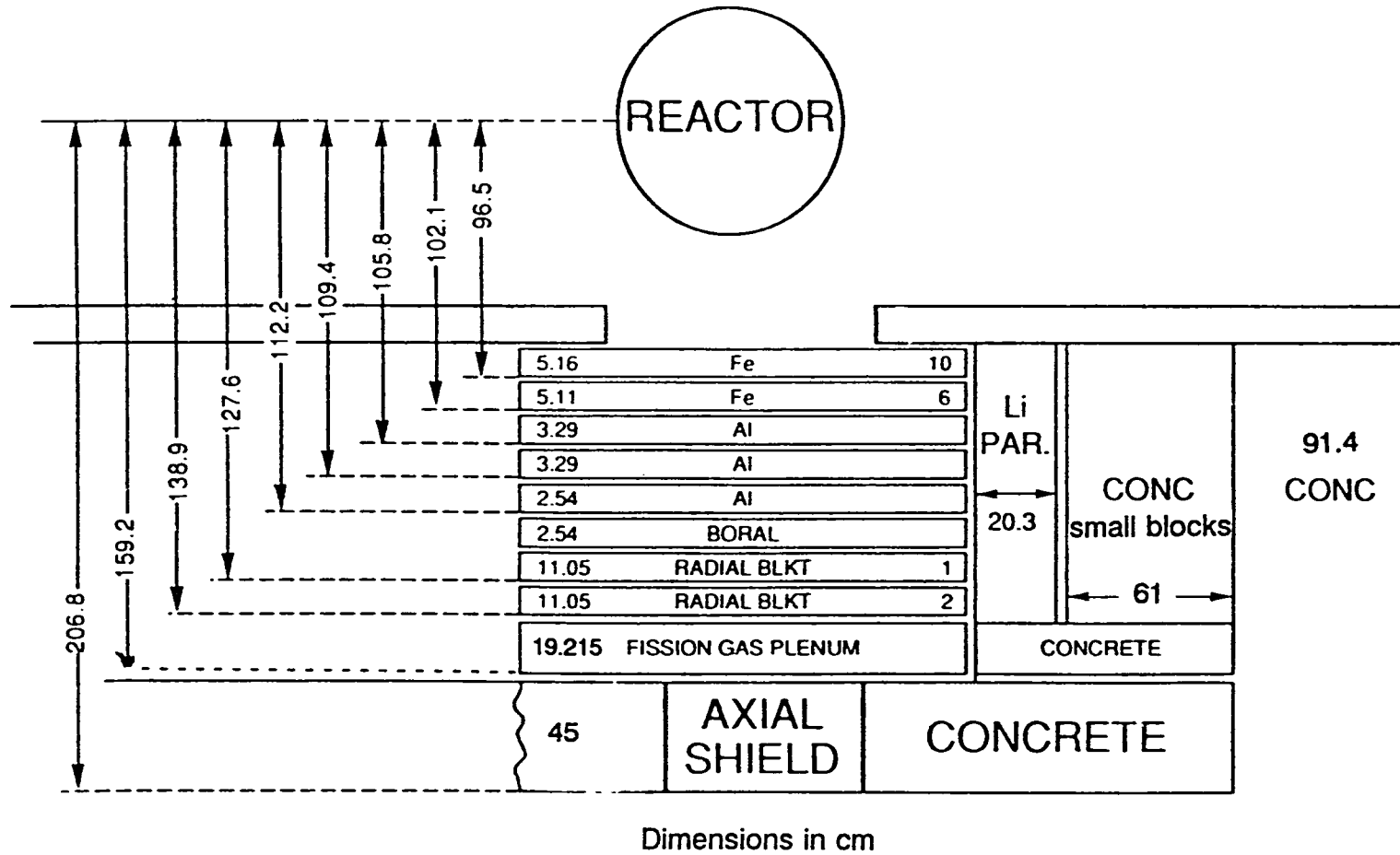


Figure 32. Schematic of the fission gas plenum + seven B₄C central blockage type shield mockup (Item III E). Note: Lithiated paraffin covers four sides of the SM configuration.

図 3.1.5 軸方向遮蔽実験体系 (体系 III-E)
(ORNL/TM-11839より引用)

3.2 各実験体系の構成と供試体データ

実験計画（付録A）に示されている各実験体系の名称と構成を下記にまとめる。体系Ⅱ～Ⅴはいずれも体系ⅠAのスペクトル・モディファイアの後方に設置されたものである。ただし、体系ⅢEのみ、スペクトル・モディファイアと軸方向遮蔽体モックアップとの間にガスパレナム非均質模擬集合体が設置された。

体系Ⅰ；スペクトル・モディファイア

ⅠA；スペクトル・モディファイア

体系Ⅱ；均質型体系

ⅡA；7体すべてB,C製均質型集合体

ⅡB；7体すべてステンレス製均質型集合体

体系Ⅲ；中心遮蔽型体系

ⅢA；中心にB,C製中心遮蔽型集合体、周囲6体をB,C製均質型集合体

ⅢB；7体すべてB,C製中心遮蔽型集合体

ⅢC；中心にステンレス鋼製中心遮蔽型集合体、周囲6体をステンレス鋼製均質型集合体

ⅢD；7体すべてステンレス鋼製中心遮蔽型集合体

ⅢE；体系ⅢBと同じ構成、ただしスペクトル・モディファイアの後方にガスパレナム非均質模擬供試体を設置

体系Ⅳ；ロッドバンドル型体系

ⅣA；中心にB,C製ロッドバンドル型集合体、周囲6体をB,C製均質型集合体

ⅣB；中心にステンレス鋼製ロッドバンドル型集合体、周囲6体をステンレス鋼製均質型集合体

体系Ⅴ；周辺遮蔽型体系

ⅤA；中心にB,C製周辺遮蔽型集合体、周囲6体をB,C製均質型集合体

ⅤB；中心にステンレス鋼製周辺遮蔽型集合体、周囲6体をステンレス鋼製均質型集合体

以下に各実験体系の構成物として使用された各供試体に関する説明及びデータを示す。

3.2.1 スペクトル・モディファイア

実験前に実施された計算により、TSRの中性子ビーム中に10cm厚さの鉄、10cm厚さの

アルミニウム、2.5cm厚さのボラル（B、Cとアルミニウムの混合物）及び20.3cm厚さの半径方向ブランケット供試体を原子炉に近い方から順に設置することにより、LMR炉心の軸方向遮蔽体部に入射する中性子スペクトルを代表するものが得られることが示された。（注；寸法はいずれもノミナル値）実験では、「鉄」は両辺が152.4cm（60インチ）の矩形のスラブ2枚で構成され、その厚さはそれぞれ5.16cm及び5.11cmであった（図3.1.2を参照のこと）。「アルミニウム」はその厚さが合計9.17cmとなる3枚のスラブから、また「ボラル」は厚さ2.54cmのスラブからそれぞれ構成した。いずれのスラブの辺長とも上記鉄スラブと同じであった。鉄、アルミニウム及びボラルの組成を、それぞれ表3.2.1、表3.2.2及び表3.2.3に示す。

半径方向ブランケットを代表するために使用した二酸化ウランを含むスラブは、液体金属冷却型高速炉（LMFBR）開発計画において実施された過去の実験のために製作されたものである。これは外径1.524cmのアルミニウム製円筒中に封入された直径1.397cmの天然二酸化ウランペレットを含んだものである。アルミニウムとペレットの円環状間隙部(0.00508～0.01016cm)にはアルゴンガスが封入されている。これらアルミ製円筒は1.608cmのピッチの三角配列で鉛直に並ぶように詰め込まれている。円筒間の隙間にはナトリウムが充填されている。このアルミ製円筒とナトリウムから成る構成物は、全厚11.05cm、辺長152.4cmの鉄製の容器に封入されている。本スペクトル・モディファイアに使用した2体の径方向ブランケットスラブのそれぞれに、522本の棒状(注；ペレットを積み重ねた形)の天然ウランが内包されており、その体積はスラブ全体積の64.6%を占める。これら522本のアルミ製円筒は、交互に74本又は75本から成る7列に並べられている。二酸化ウランの密度は10.28g/cc(94%理論密度)である。アルミニウム製被覆部の体積比は11.2%であり、ナトリウム及びアルゴンについてはそれぞれ23.3%及び1%である。二酸化ウランペレット部のスタック長は約121.9cmである。これらの(天然ウランペレットを含む)ロッドは、1962年に当時のAEC(注1)/RDT(注2)のFFTF(注3)のための設計基準に適合させるようにニューム社(Numes Corporation)によって製作されたものである。本スラブの図面を図3.2.1に示す。また、二酸化ウランとアルミニウムの組成を表3.2.4及び表3.2.5に示す。

(注1) AEC ; America Energy Commision
 (注2) RDT ; Research Development Technology
 (注3) FFTF; Fast Flux Test Facility

スペクトル・モディファイアの周囲は、実験体系に再入射する散乱中性子を少なくし、また検出器に到達するバックグラウンド成分を低減するために20.3cm（8インチ）厚さのリチウム・パラフィンブロックとさらにその外側にある最大152.4cm（60インチ）厚さのコンクリートによって囲まれている。リチウム・パラフィンは小さなブロック形状のものを使用し、その大きさは10.16cm（4インチ）四方、20.3cm（8インチ）長である。コンクリートは15.24cm（6インチ）四方、30.48cm（12インチ）長のブロックによって構成された。リチウム・パラフィンとコンクリートブロックの組成をそれぞれ表3.2.6及び表3.2.7に示す。

3.2.2 ステンレス鋼製均質型集合体

ステンレス鋼製均質型集合体は図3.2.2に示すように、ステンレス鋼とアルミニウムの板を交互に並べて構成された。アルミニウムは本集合体のみならず本実験で使用するすべての六角集合体において、ナトリウムの代替用物質として使用された。その理由は、ナトリウムが高価であること、アルミニウムの中性子に対する特性がナトリウムのそれと非常によく似ていることによる。ステンレス鋼及びアルミニウムの板の厚さは、それぞれ5.357cm及び2.136cmであり、いずれも（六角形の）対面間距離は15.99cmである。最も原子炉に近い側にステンレス鋼の板を置き、それぞれの材料の板6枚ずつを交合に並べることにより1つの六角集合体が構成された。表3.2.2にアルミニウム（A16061）の、表3.2.8にステンレス鋼（SUS304）の組成をそれぞれ示す。なお、本報告書において記されている六角集合体の種々の構成要素の形状に関する数値はいずれも平均値である。

3.2.3 B₄C製均質型集合体

B₄C製均質型集合体は、図3.2.3に示すように、B₄Cを含む容器とステンレス鋼の板を交互にならべて構成された。B₄Cはその内のり深さが7.77cmのアルミニウム製の容器に入れられている。B₄C含有部の幅は容器内面の対面間距離にして14.73cmである。その外側のアルミニウム板の厚さは0.627cmであり、本容器の外側寸法（対面間距離）は、15.98cmとなる。（本容器の上・下部にあり）B₄C含有部を塞いでいる端板の厚さはいずれも1.123cmである。B₄C粉末（120grit）の密度は1.41g/ccであり、その組成を表3.2.9に示す。ステンレス鋼の板の厚さは1.25cmである。本集合体を実験体系に設置する際には、上記B₄Cの入ったアルミニウム製容器を最も原子炉に近い側に1個置き、続いてステンレス鋼の板

と交互に並べるように配置された。

3.2.4 ステンレス鋼製ロッドバンドル型集合体

本集合体は、図3.2.4に示すように、0.452cm厚さのステンレス鋼板に含まれた六角柱状のアルミニウムの中に37本のステンレス鋼製のロッドが一様に配置されたものである。各ロッドの直径は2.041cmであり、ロッド間のピッチは2.38cmである。アルミニウム部の対面間距離は15.00cmである。

3.2.5 B,C製ロッドバンドル型集合体

B,C製ロッドバンドル型集合体は、ロッド以外の部分はステンレス鋼製ロッドバンドル型集合体と同一の構造である。本集合体で使用されるロッドは、ステンレス鋼の管にB,Cが充填されたものである。(B,C粉末は120gritであり、その組成は表3.2.9に示されている。) ステンレス鋼管の外径は2.06cmであり、内径及び肉厚はそれぞれ1.897cm及び0.0813cmである。管内のB,C部の長さは44.7cmであり、体積は126.28ccである。37本のロッド中のB,Cの平均密度は1.30g/ccである。これらのロッドはステンレス鋼製ロッドバンドル型集合体と同様に2.38cmのピッチで配置されている。アルミニウム部の対面間距離は15.00cmであり、それを包むステンレス鋼板の厚さは図3.2.5に示されるようにおよそ0.465cmである。ステンレス鋼管の組成を表3.2.10に示す。

3.2.6 ステンレス鋼製周辺遮蔽型集合体

ステンレス鋼製周辺遮蔽型集合体は、集合体の中心に冷却材ナトリウムの流路が設けられたステンレス鋼製の軸方向遮蔽体設計を模擬したものである。この集合体では、図3.2.6に示されるように、直径8.96cmのアルミニウム製円柱が軸方向の全長にわたるナトリウム流路を代表している。この円柱を取り囲んでいるステンレス鋼部の対面間距離は16.03cmである。

3.2.7 B,C製周辺遮蔽型集合体

この集合体は、3.2.6に示した集合体のステンレス鋼製軸方向遮蔽体部をB,Cで置き換えたものである。図3.2.7に示すように、肉厚0.452cmのステンレス鋼缶がB,Cの容器として使われた。中心のアルミニウム製円柱部の長さは43.412cmであり、その両端には

B、Cを封じ込めるためのアルミニウム製端板(0.794cm厚さ)が設けられており、これらを合わせた全長は45cmである。B、Cの体積は5,760.1ccでありその密度は1.39 g/ccである。

3.2.8 ステンレス鋼製中心遮蔽型集合体

本集合体では、中心部の中性子遮蔽体をナトリウムの代用品としてのアルミニウムによって囲まれた直径12.98cmのステンレス鋼製円柱で代表させている。そのアルミニウム円柱部の外側はステンレス鋼板で包まれている。アルミニウム部の対面間距離は15.05cm、外側のステンレス鋼板の厚さは0.462cmである。本集合体の構成を図3.2.8に示す。

3.2.9 B、C製中心遮蔽型集合体

本集合体は、3.2.8に示した集合体のステンレス鋼製円柱部をB、C粉末で置き換え、アルミニウム部とその外側のステンレス鋼板部の厚さは同一としたものである。(図3.2.9を参照のこと。)中心円柱部の両端にある開口部を0.476cm厚のアルミニウム製の板で塞げるように、B、C粉末充填部の長さは44.05cmに制限された。B、Cの体積は5,846.9ccであり、その密度は1.38 g/ccである。

3.2.10 ガスプレナム非均質模擬供試体

本実験で使われた標記供試体は、既に実施されたガスプレナム実験で使用されたものと同一である。(図3.2.10を参照のこと。)本ガスプレナム供試体の設計は、新型LMRでの使用を計画されているガスプレナム部を代表するものとなっている。プレナム部に使用されるステンレス鋼管の直径は7.93mm、肉厚は0.508mmである。全部で512本のステンレス鋼管が使われており、ステンレス鋼、ナトリウム(アルミニウムで代用)、及び空気の体積割合は、それぞれ16%、33%及び51%である。プレナム部の長さはノミナル値で20cmであり、コンクリートスラブの中に装荷された状態で実験に使用された。ステンレス鋼管とアルミニウム製薄板の組成をそれぞれ表3.2.11及び表3.2.12に示す。本供試体を保持するコンクリートの組成を表3.2.13に示す。

3.2.11 軸方向遮蔽実験供試体の支持構造物

軸方向遮蔽実験供試体は、7体の集合体を組み合わせたものであり、放射線が供試体の軸方向に透過するように、それらの中心軸が原子炉から導かれる放射線の水平方向の中心

線と重なるように配置された。これらの集合体をそのように配置するために、図3.2.11に示す厚さ45cmのアルミニウム製のハチの巣状構造物（以下、「ハニコム」という。）が過去の実験に使用されたコンクリートスラブを改造したものに組み入れられた。ハニコムそれ自体は、典型的なLMR設計において集合体間に存在する垂直方向のナトリウム流路を代表している。ハニコムと周囲のコンクリートスラブとの間には、図3.2.12に示すようにその厚さが場所によって異なる一層のB、C領域が設けられている。このB、C層の平均密度は1.33 g/ccである。B、C層とコンクリートの間には0.952cm厚さの鉄被覆層がある。B、C層はハニコムの両端にある0.81cm厚さのアルミニウム板で塞がれており、この部分の全長はおよそ46.6cmとなる。（一方、その内側のメッシュ部の全長は45cmである。）コンクリートスラブは、幅 304.8cm、高さ 213.4cm、厚さ45cmである。コンクリートスラブの組成を表3.2.14に示す。

3.2.12 バックグラウンド測定用遮蔽体

従来より、実験体系からかなり離れて検出器が設置されて、実験体系以外の場所から検出器に到達する中性子の寄与が無視出来ない場合には、（検出器と実験体系の間に何も設置せずに測定を行う）フォアグラウンド測定値に加えてバックグラウンド測定値も得ることとされてきた。バックグラウンド測定を行うために、通常は、幅及び高さが36インチ、厚さが16インチのリチウム・パラフィンブロックを入れた容器が、検出器と実験体系の間に、実験体系から検出器に直接到達する中性子を大幅に減らせるような位置に設置されてきた。本実験においても、これと同様のバックグラウンド測定を原子炉ビーム中心軸上、実験体系の後方 150cmにおけるフォアグラウンド測定毎に実施した。しかし、遮蔽体の形状は、六角集合体とこの外側のB、C層によって定まる領域の形状に合理的に実現出来る限り近くなるように変更された。リチウム・パラフィンの組成を表3.2.6に示す。

本実験で使用されたバックグラウンド測定用遮蔽体を、軸方向遮蔽体モックアップ部の輪郭に重なるように描いた図面を図3.2.13に示す。遮蔽体は従来と同様、リチウム・パラフィンが使用され、それらの外形は図中に太い実線で示した領域により定められた。その左側の側面図にあるように遮蔽体の厚さはリチウム・パラフィンブロックの幅5個分に対応しており50.8cmである。これらのブロックは軸方向遮蔽体のすぐ後方に設置され、どの検出器に対しても同じ配置を維持するようにした。

3.2.13 鉛スラブ

体系ⅡA及びⅡBの中性子スペクトル測定時には、NE-213検出器及び反跳陽子検出器の計数に及ぼす γ 線成分の影響が大きく、これを低減するために検出器と実験体系の間に1.5インチ(約3.81cm)厚さの鉛板を設置した。この鉛スラブの組成データを表3.2.15に示す。

表 3. 2. 1 スペクトル・モディファイアに使用された炭素鋼供試体の組成
(ORNL/TM-11839より引用)

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

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

表 3. 2. 2. アルミニウム供試体 (A 1 6 0 6 1) の組成
(ORNL/TM-11839より引用)

Table 2. Analysis of 6061 aluminum ($\rho = 2.70 \text{ g/cc}$)

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

表3.2.3 スペクトル・モディファイアに使用されたボラル供試体の組成
(ORNL/TM-11839より引用)

**Table 3. Composition of boron slabs used
in spectrum modifier**

Component	(B ₄ C - 40-43 vol % in B ₄ C-Al mixture)		
	Density (g/cc)	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

表 3.2.4 半径方向ブランケット供試体の組成 (ORNL/TM-11839より引用)

Table 4. Composition of UO₂ radial blanket

Component	vol %	Density (g/cc)
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	99.28

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	<0.5	Mn	<4	Tu	<4
Cl	<3.3	Mo	<10	W	<25
Co	<2	N	54	Zr	<25
Cr	<10				

* ppm = parts per million

表3.2.5 半径方向ブランケット供試体被覆管部のアルミニウムの組成
(ORNL/TM-11839より引用)

Table 5. Analysis of aluminum used in UO₂ radial blanket cladding ($\rho = 2.7$ g/cc)

Element	wt %	ppm
Al	M	
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
T		<2000
Ti		65.5
V		44.2
W		<60
Zr		<20

表3.2.6 リチウム・パラフィンブロックの組成
(ORNL/TM-11839より引用)

Table 6. Composition of lithiated-paraffin bricks ($\rho = 1.15$ g/cc)

Component	wt %
C _n H _{2n+2}	60
Li ₂ CO ₃	40

表3.2.7 スペクトル・モディファイア側部のコンクリートブロックの組成
(ORNL/TM-11839より引用)

**Table 7. Composition of the small
concrete blocks on each side of the
spectrum modifier ($\rho = 2.39 \text{ g/cc}$)**

Element	wt %
C	10.36
O	49.03
Ca	38.05
Fe	0.37
Si	0.78
Mg	0.23
S	0.17
P	0.04
Na	0.03
K	0.04
H	0.42
R*	0.47
	99.99

*R is an unspecified mix of Al, Ti, Cr, and possibly other traces of metals.

表3.2.8 ステンレス鋼 (SUS304) の組成
(ORNL/TM-11839より引用)Table 8. Analysis of type 304 stainless steel ($\rho = 7.92$ g/cc)

Element	wt%	
Fe	68.1	- 71.2
Cr	18.0	- 19.1
Ni	8.8	- 9.8
Mn	1.04	- 1.65
Si	.33	- .65
C	.024	- .085
O ₂	.013	- .021
P		.028
S		.022
Mo		.30
Cu		.26
Co		.10

表 3.2.9 六角集合体中のB₄Cの組成 (ORNL/TM-11839より引用)Table 9. Analysis of B₄C in hexagon assemblies ($\rho = 1.41$ g/cc)

Sample #	% Boron	% Carbon	% Boron Nitride
1	78.2	20.0	1.8
2	78.0	20.4	1.6
3	78.2	20.0	1.8

Element	Sample #1*	Sample #2*	Sample #3*
Al	5	10	3
Ca	5	5	30
Co	<1	<1	<1
Cr	1	3	3
Cl	3	5	3
Cu	3	3	3
Fe	10	50	50
Mg	<5	10	5
Mn	1	3	5
Na	5	10	30
P	3	3	3
Sc	3	3	3
Si	<20	<20	<20
Ti	3	3	10

*parts per million

表 3.2.10 B₄C 製ロッドバンドル型集合体中のステンレス鋼管
(SUS304) の組成 (ORNL/TM-11839 より引用)

**Table 10. Analysis of 304 SS in tubes
used for B₄C rod bundle ($\rho = 7.92$ g/cc)**

Element	wt %
Fe	70.3
Co	.11
Cr	18.3
Cu	.37
Mn	1.24
Mo	.32
Ni	9.0
Si	.31
Ti	.023

表3.2.11 ガスプレナム供試体中のステンレス鋼板 (SUS304) の組成
(ORNL/TM-11839より引用)

**Table 11. Analysis of type 304 stainless steel sheets
used in fission gas plenums ($\rho = 7.92$ g/cc)**

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

表 3.2.12 ガスプレナム供試体中のアルミニウム板 (6061-T6) の組成
(ORNL/TM-11839より引用)

**Table 12. Analysis of (6061-T6) aluminum sheets
used in fission gas plenum ($\rho = 2.70$ g/cc)**

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

表 3. 2. 13 ガスプレナム供試体のコンクリート製支持構造物の組成
(ORNL/TM-11839より引用)

**Table 13. Analysis of concrete slab
used to contain the fission gas plenum ($\rho = 2.44$ g/cc)**

Element	wt %
Al ₂ O ₃	2.43
CaO	36.78
CO ₃	44.3
Fe ₂ O ₃	.92
H ₂ O (Bound)	2.10
H ₂ O (Free)	.26
K ₂ O	.57
LOI*	35.62*
MgO	13.78
Na ₂ O	.13
P ₂ O ₅	.0285
SiO ₂	8.54
SO ₃	.53

*LOI (Lost on Ignition) includes the free and bound H₂O and SO₃. To obtain correct wt% for the materials, multiply CO₃ value by .7334 to get CO₂ and when summed the LOI values should not be included.

表 3.2.14 軸方向遮蔽供試体のコンクリート製支持構造物の組成
(ORNL/TM-11839より引用)

Table 14. Analysis of concrete in axial shield concrete slab ($\rho = 2.40$ g/cc)

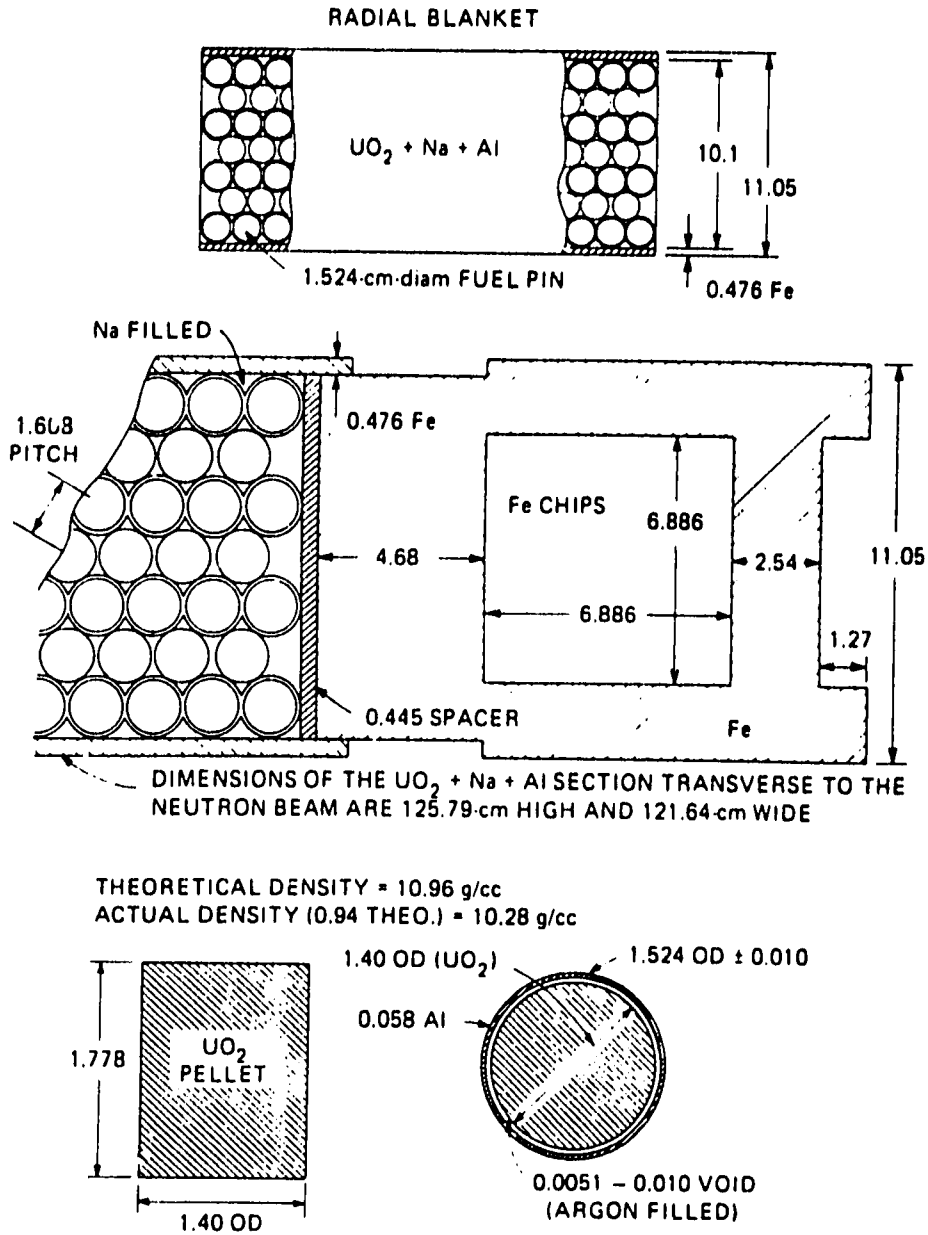
Element	Axial shield concrete (%)
Free H ₂ O	.97
Bound H ₂ O	2.44
LOI*	35.25
SiO ₂	9.41
Fe ₂ O ₃	.94
Al ₂ O ₃	1.57
CaO	36.96
MgO	13.2
Na ₂ O	.022
K ₂ O	.53
SO ₃	.16
P ₂ O ₅	.10
CO ₃	43.9

*LOI (Lost on Ignition) includes the free and bound H₂O and SO₃. To obtain correct wt% for the materials, multiply CO₃ value by .7334 to get CO₂ and when summed the LOI values should not be included.

表 3.2.15 体系 II - A, II - B 測定時に使用した鉛板の組成
(ORNL/TM-11839より引用)

Table 12A. Analysis of lead slab used as part of mockup in IIA, B ($\rho = 11.35 \text{ g/cc}$)

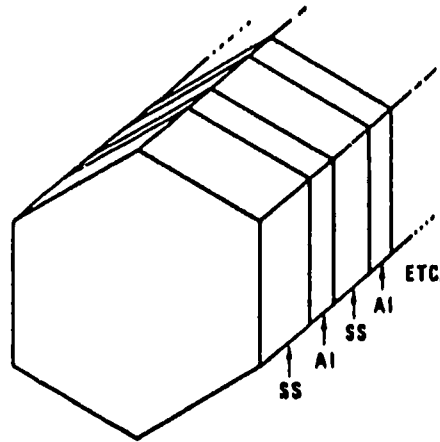
Element	wt%	PPM
Lead	99.9	
Al		<3
Ag		30
B		<1
Ca		1
Cr		10
Cu		800
Fe		1
Li		20
Mg		<3
Mn		5
Na		1
Ni		30
P		5
Si		<3
Sn		30



DIMENSIONS IN cm

図 3. 2. 1 半径方向ブランケット供試体 (ORNL/TM-11839より引用)

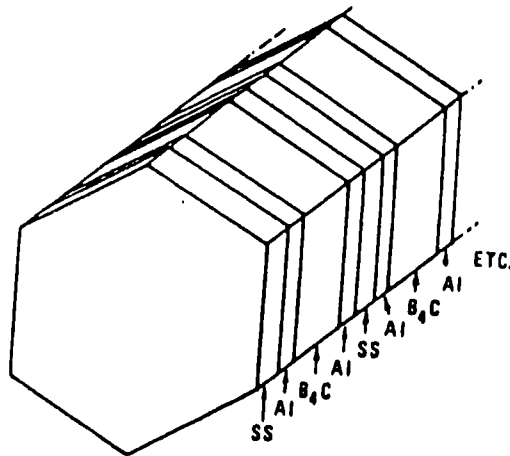
Figure 2. Schematic of radial blanket slab containing UO_2 .



Thickness of Al pieces: 2.136 cm (6 total)
 Thickness of SS pieces: 5.357 cm (6 total)
 Width of assembly (flat surface to flat surface): 15.99 cm

Figure 3. SS homogeneous-type assembly.

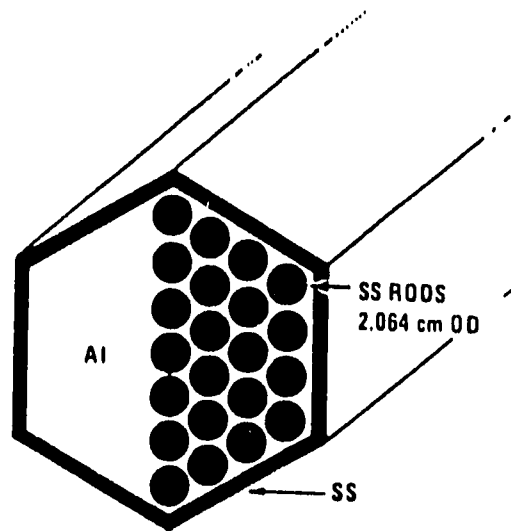
図3.2.2 ステンレス鋼製均質型集合体 (ORNL/TM-11839より引用)



Depth of B_4C in container: 7.77 cm (4 total)
 Width of B_4C : 14.73 cm
 End plate thickness: 1.123 cm
 Wall thickness of container: .627 cm
 Width of container (flat surface to flat surface): 15.98 cm
 Density of B_4C : 1.41 g/cc
 Thickness of SS pieces: 1.25 cm (4 total)

Figure 4. B_4C homogeneous-type assembly.

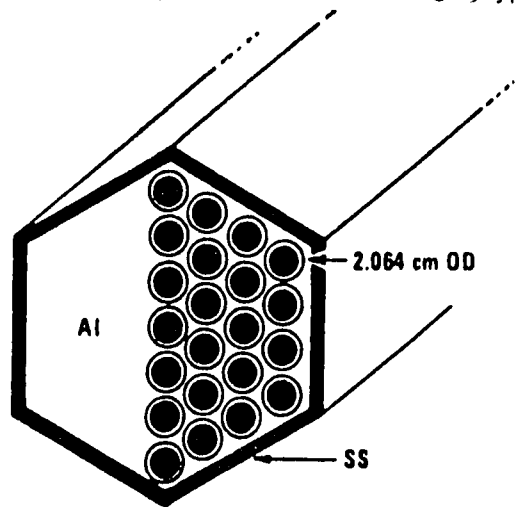
図3.2.3 B_4C 製均質型集合体 (ORNL/TM-11839より引用)



Diam of rod: 2.041 cm
 Diam of hole: 2.064 cm
 Length of aluminum: 44.97 cm
 Thickness of SS wrapper: .452 cm
 Pitch of rods: 2.38 cm
 Width of aluminum (flat surface to flat surface): 15.00 cm

Figure 5. SS rod bundle assembly (37 rods).

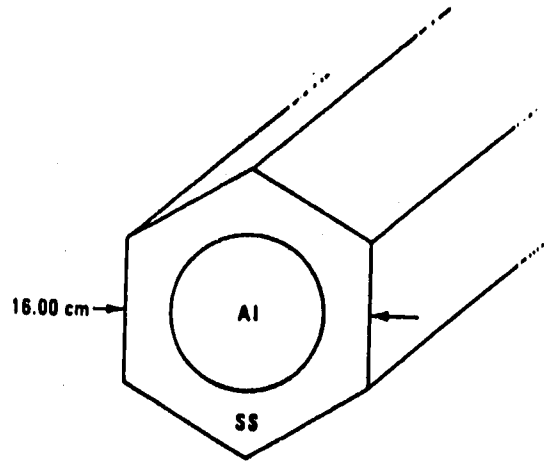
図3.2.4 ステンレス鋼製ロッドバンドル型集合体 (ORNL/TM-11839より引用)



OD of rod: 2.06 cm
 ID of rod wall: 1.897 cm
 Rod wall thickness: .0813 cm
 Thickness of rod cap: .159 cm
 Length of B₄C in rod: 44.7 cm
 Volume of B₄C rod: 126.28 cc
 Average density of B₄C: 1.30 g/cc
 Thickness of SS wrapper: .465 cm
 Rod pitch: 2.38 cm
 Width of Al (flat surface to flat surface): 15.00 cm
 Width of assembly (flat surface to flat surface): 15.93 cm

Figure 6. B₄C rod bundle assembly (37 tubes).

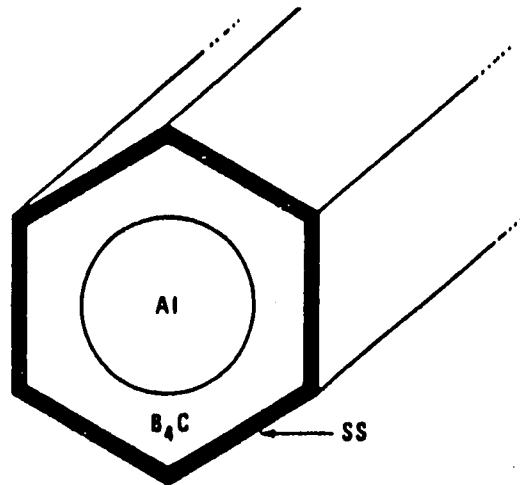
図3.2.5 B₄C製ロッドバンドル型集合体 (ORNL/TM-11839より引用)



Diam of aluminum cylinder: 8.96 cm
 Length of aluminum cylinder: 44.97 cm
 Width of assembly (flat surface to flat surface): 16.03 cm

Figure 7. SS central Na channel,

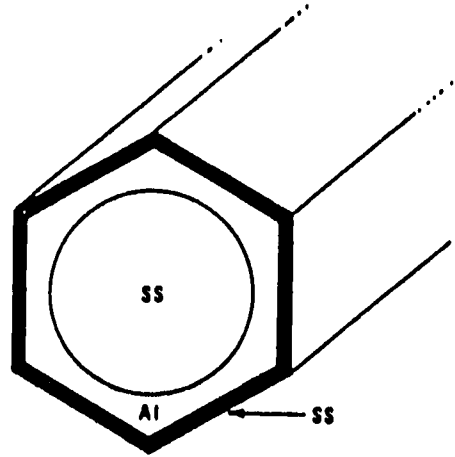
図3.2.6 ステンレス鋼製周辺遮蔽型集合体 (ORNL/TM-11839より引用)



Diam of Al cylinder: 8.96 cm
 Length of Al cylinder: 43.412 cm
 Width of hexagon (flat surface to flat surface): 15.99 cm
 Thickness of SS wrapper: .452 cm
 Length of SS wrapper: 45 cm
 Volume of B_4C : 5760.1 cc
 Density of B_4C : 1.39 g/cc
 Thickness of Al covers over end of B_4C : .794 cm

Figure 8. B_4C central Na channel.

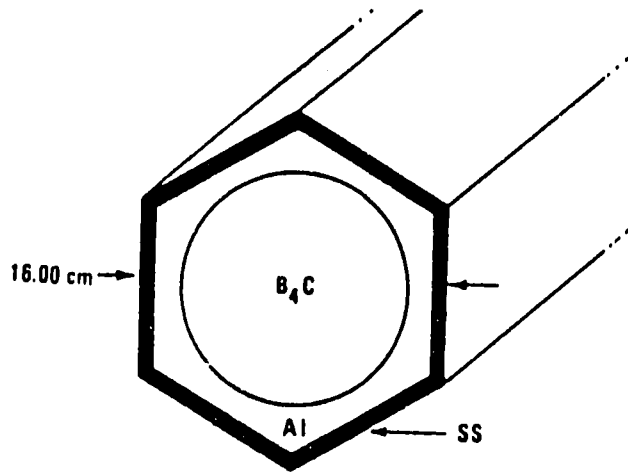
図3.2.7 B_4C 製周辺遮蔽型集合体 (ORNL/TM-11839より引用)



Diam of SS cylinder: 12.98 cm
 Width of hexagon (flat wall to flat wall): 15.974 cm
 Thickness of SS wrapper: .462 cm
 Diam of Al void: 13.0 cm
 Width of aluminum (flat surface to flat surface): 15.05 cm
 Length of assembly: 45 cm

Figure 9. SS central blockage hexagon assembly.

図 3. 2. 8 ステンレス鋼製中心遮蔽型集合体 (ORNL/TM-11839より引用)



Width of container (flat surface to flat surface): 16.00 cm
 Width of Al (flat surface to flat surface): 15.05 cm
 Thickness of end plates: .476 cm
 Diam of B_4C : 13 cm
 Length of B_4C : 44.05 cm
 Volume of B_4C : 5846.9 cc
 Density of B_4C : 1.38 g/cc

Figure 10. B_4C central blockage hexagon assembly.

図 3. 2. 9 B_4C 製中心遮蔽型集合体 (ORNL/TM-11839より引用)

HETEROGENEOUS GAS PLENUM INSERTS

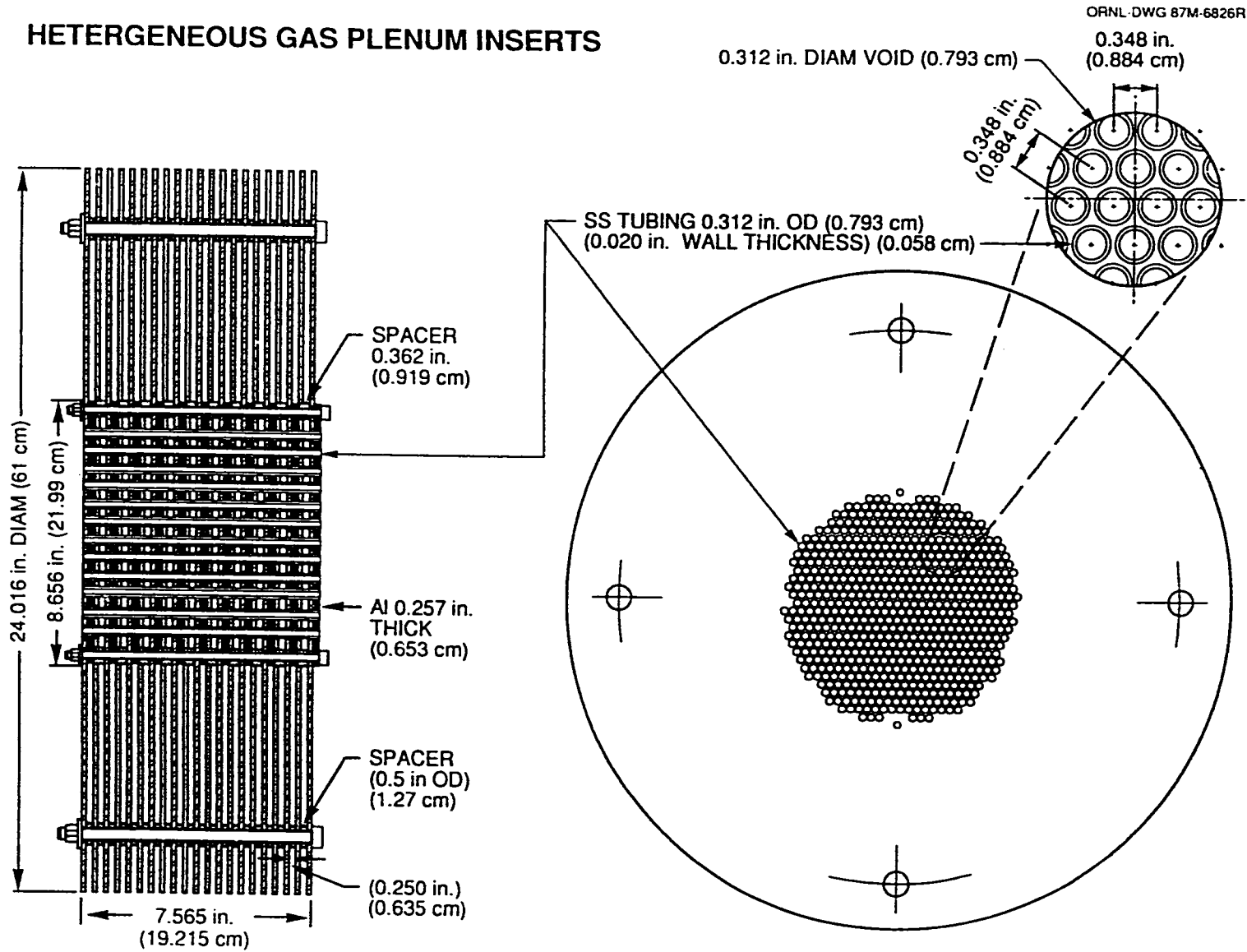


Figure 11. Schematic of heterogeneous fission gas plenum.

図3.2.10 ガスプレナム非均質模擬供試体 (ORNL/TM-11839より引用)

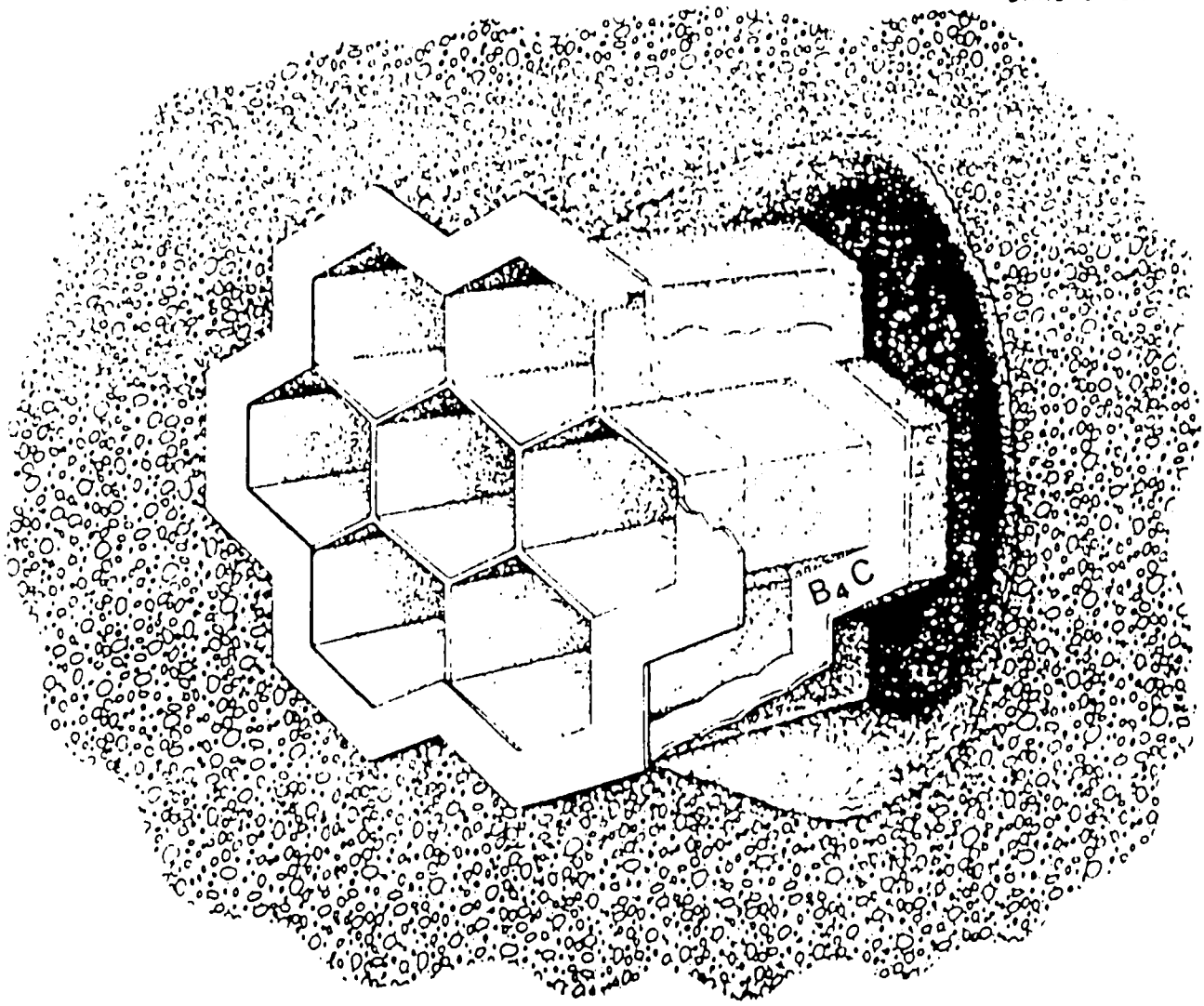


図3.2.11 コンクリート中のアルミニウム製ハニコム
(ORNL/TM-11839より引用)

Figure 12. Schematic of the aluminum honeycomb within a concrete slab.

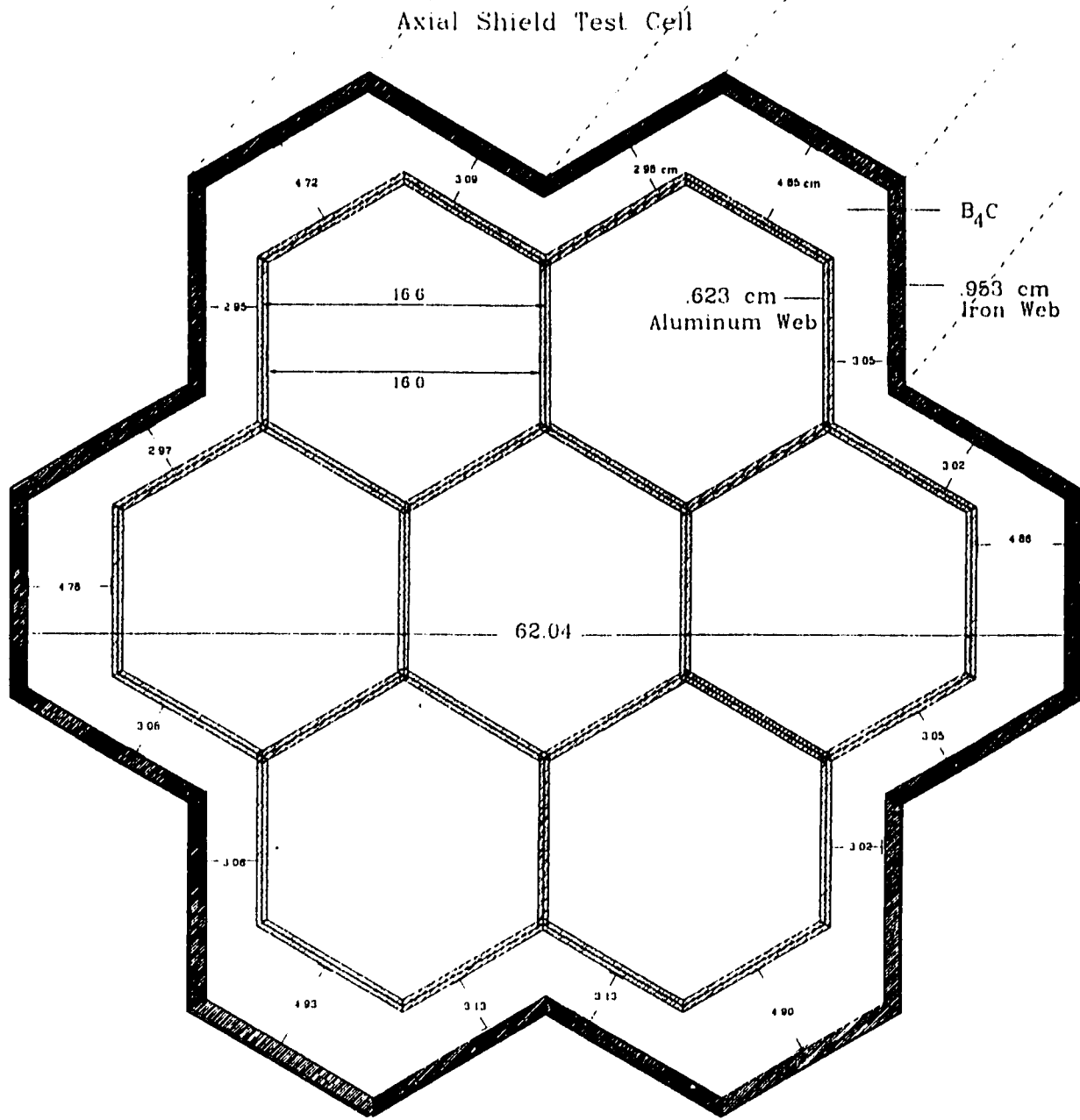


Figure 13. Schematic of aluminum mesh dimensions along with those for the surrounding B₄C collar.

図 3. 2. 12 アルミニウム製ハニコムとその周囲の B₄C 部寸法図
(ORNL/TM-11839より引用)

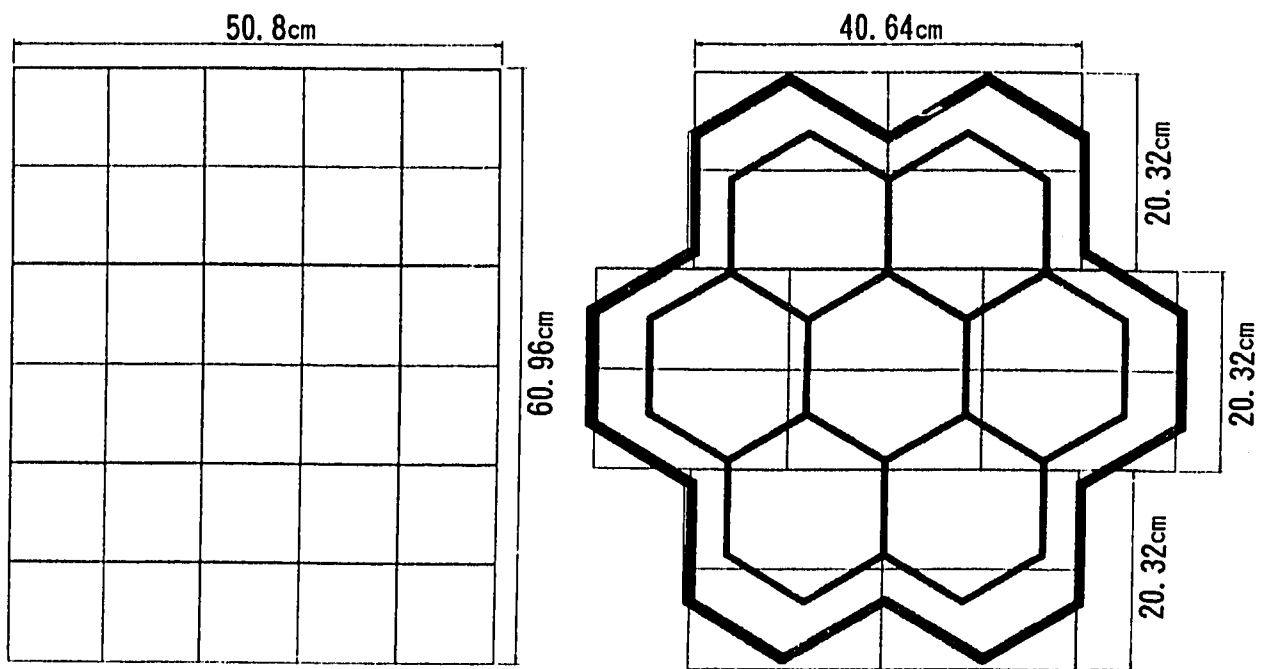


図3.2.13 バックグラウンド測定に使用したりチウム・パラフィンブロックの形状
(ORNL/TM-11839より引用)

Figure 15. Lithiated paraffin background shield (shaded area) for the Axial Shield experiment.

3.3 組成と原子数密度

平成3年度の実験解析に用いた組成及び原子数密度を表3.3.1に示す。供試体周辺のコンクリート組成については、ORNL実験レポート[3]に記載されている表3.2.14に示す組成を用いた予備解析の結果、計算値が測定値を過大評価することが明らかとなったことから、コンクリート組成を検討するためのサーベイ計算を行い、この結果を基に暫定的に組成を決定し、平成3年度の実験解析に用いた。

表 3.3.1 軸方向遮蔽実験解析のための原子数密度

単位: 10^{24} atoms/cm³

物質	鉄 (炭素鋼)	Al	Boral	Radial Blanket	ステンレス鋼 (SUS304)	B,C			Lithiated Paraffin	供試体周辺 コンクリート	SW側部 コンクリート	鉛
比重/cm ³	7.86	2.70			7.88	1.41	1.38	1.33		2.40	2.37	11.34
H									5.930-2	1.284-2	8.880-3	
Li ⁶									5.625-4			
Li ⁷									6.938-3			
B ¹⁰			5.130-3			1.217-2	1.191-2	1.148-2				
B ¹¹			2.077-2			4.931-2	4.826-2	4.651-2				
C	9.852-4		6.450-3		1.949-4	1.537-2	1.494-2	1.440-2	3.340-2	1.023-2	7.970-3	
O				2.962-2					1.130-2	4.616-2	4.200-2	
Na				5.590-3						9.927-6	2.730-5	
Mg										4.580-3	1.440-3	
Al		5.906-2	3.650-2	6.999-3						4.306-4	4.140-4	
Si	4.213-4				7.490-4					2.190-3	3.840-3	
S										2.795-5	1.020-4	
K										1.573-4	2.340-5	
Ca										9.216-3	1.000-2	
Cr					1.707-2							
Mn	8.616-2				1.149-3							
Fe	8.340-2	5.823-4	7.700-4		5.909-2					1.647-4	2.640-4	
Ni					7.600-3							
Pb												3.296-2
U ²³⁵				1.056-4								
U ²³⁸				1.470-2								

4. 検出器データ

本実験で使用した検出器は大要以下の通りである。

中性子スペクトル測定では、約50keVから約15MeVに及ぶ広いエネルギー領域の中性子を測定対象とするためにNE-213検出器及び反跳陽子検出器を使用した。実験体系後方へ漏洩する可能性のある中性子ストリーミング成分を詳細に測定するために、形状の小さいホニャックボタン検出器を使用した。また、実験体系を透過してくる中性子をある程度エネルギー別に分離して測定するために、ボナーボール検出系を使用した。それぞれの検出器について以下に示す。また、さらに詳細な説明を付録Dに示す。

① NE-213検出器を用いた中性子スペクトル測定系

NE-213液体シンチレータによるスペクトル測定系は、およそ800keVから15MeVのエネルギー範囲の中性子スペクトルを測定するものである。本測定系は、中性子によって発生するパルスと γ 線によって発生するパルスとを分離するためにパルス形状識別法を使用している。その結果得られる中性子によるパルス電圧波高分布データはFERDコード〔5〕によってアンフォールドされ、中性子エネルギースペクトルが求められる。

② 反跳陽子検出器を用いた中性子スペクトル測定系

1気圧、3気圧、又は10気圧の水素ガスを充填した3種類の反跳陽子検出器(球形)を用いることにより、およそ50keVから1MeVの範囲のエネルギーの中性子を検出できる。本検出器はBenjamin検出器とも呼ばれる。また、ORNLの実験結果報告書では“Hydrogen counter”と記されている。

本検出器によるパルス電圧波高分布データはSPEC-4コード〔6〕によりアンフォールドされ、中性子エネルギースペクトルが求められる。SPEC-4コードでは、高エネルギー側の中性子の効果を補正するために、NE-213検出器の信号をアンフォールドして得られた中性子スペクトルが用いられている。

③ ホニャック・ボタン検出器

ホニャック・ボタン検出器は、硫化亜鉛を混ぜた直径0.635cm、厚さ0.159cmのボタン形状のルサイトが光電子増倍管上に装填されたものである。この校正方法は、最初にシンチレ

ータを 2 R/hr の γ 線で照射し、パルス計数しきい電圧が 0.06 ボルトの時にあらかじめ定められた計数率が得られるようにアンプのゲインを調整する。この手順により、日毎の測定系のゲインが一定に保たれる。次にシンチレータをその強度が既知の Cf-252 中性子源で照射し、中性子線量と計数率の比を得る。ただしこの実験については、 2 R/hr 以上の強い γ 線場で測定を行う時に γ 線が計数に寄与することを防ぐために、高い計数しきい電圧値 (3.5 ボルト) を設けてこの中性子線量と計数率の比を求める必要があった。従って、この検出器の応答は本来の意味の放射線量とはもはや一致しないものであるが、測定結果の単位は放射線量によって表記し続けることとした。この 3.5 ボルトの計数しきい電圧の条件では、検出器が応答する中性子エネルギーの下限値は未知であるが、このことは実験体系に存在する小さな隙間 (注; 中性子が透過しやすい場所、の意味) での中性子ストリーミング効果を検出するためには、支障はないものと考えられる。解析に用いた応答関数を表 4.1 に示す。

④ ボナーボール検出系

T S F で使用されたボナーボール検出系は、一連の異なる直径を持つポリエチレン球から構成されており、それぞれはその球毎に定まる中性子エネルギー応答関数によって重み付けられた中性子束積分値を測定するものである。球の内部に置かれる検出装置は直径が 5.1 cm の球形比例計数管であり、 0.5 気圧の BF_3 ガス (B-10 濃縮度 96%) がその中に充填されている。広範囲のエネルギーの中性子を測定するために、検出器は裸の状態、カドミウムで包んだ状態、又はカドミウムで包まれた種々の厚さのポリチレン球殻の中に収納された状態で使用され、それぞれの検出器の名称はそのポリエチレン球の直径で呼ばれる。本実験では、その直径が 3 " (インチ), 4 ", 5 ", 8 ", 10 " 及び 12 " の 6 種類のボナーボールが使用された。ボナーボールによる測定値は、中性子スペクトルの計算値を Marker 他 [7] 及び Burgart 他 [8] によって決定されたボナーボール応答関数によってフォールディングすることにより解析的に予測される。

それぞれの検出器による測定結果は、炉心水平面上に位置するように設置されている 2 個の核分裂計数管により求められる原子炉出力 (単位; ワット (W)) に対する比として表記された。上記核分裂計数管の原子炉出力に対する応答特性は、過去数回実施された熱的平衡状態での原子炉発熱量測定結果によって確認されている。

表4.1 ホニャックボタン応答関数

群	エネルギー範囲 (eV)	応答関数 270keV	応答関数 740keV
1	1.4918E+7 ~ 5.4881E+6	5.4255E-07	5.4255E-07
2	5.4881E+6 ~ 3.3287E+6	4.2040E-07	4.2040E-07
3	3.3287E+6 ~ 2.0190E+6	3.4281E-07	3.4281E-07
4	2.0190E+6 ~ 1.2246E+6	2.7443E-07	2.7443E-07
5	1.2246E+6 ~ 7.4274E+5	2.1800E-07	2.1800E-07
6	7.4274E+5 ~ 4.5049E+5	1.6184E-07	0.0000E+00
7	4.5049E+5 ~ 2.7324E+5	1.2733E-07	0.0000E+00
8	2.7324E+5 ~ 1.6573E+5	3.1711E-11	0.0000E+00
9	1.6573E+5 ~ 6.7380E+4	0.0000E+00	0.0000E+00

5. 測定データ

表5.1に各実験体系での測定項目の一覧表〔9〕を示す。以下、測定項目毎にその内容と測定結果を示す。

中性子スペクトル測定（表5.1中の“Spectra & BB”に対応）

体系ⅠA、ⅡA及びⅡBの3つの体系において、放射線ビーム中心軸上での中性子スペクトル測定が実施された。検出器としては、4章で述べたNE-213検出器と3種類の水素充填圧の反跳陽子検出器が用いられた。体系ⅠAでは、実験体系の後方（原子炉から見て遠い方）179.1cmで測定が行われた。その結果を表5.2及び表5.3並びに図5.1及び図5.2に示す。体系ⅡAでは、2章で述べたような経緯から、実験体系と検出器との間に鉛スラブを設置した状態で測定が行われた。測定位置は鉛スラブ後方25cmであり、これは実験体系後方32.6cmに相当する。測定結果を表5.4及び表5.5並びに図5.3及び図5.4に示す。体系ⅡBでは、2章で述べた経緯により、鉛スラブを用いない状態と用いた状態の両方で測定が行われた。本報告書ではこれら両方の測定データを示す。鉛スラブを用いない状態で、実験体系後方98.3cmで測定された結果を表5.6及び表5.7並びに図5.5及び図5.6に示す。また、鉛スラブを用いた状態で、鉛スラブ後方25cm（実験体系後方32.6cm）位置で測定された結果を表5.8及び表5.9並びに図5.7及び図5.8に示す。

また、中性子スペクトル測定位置と同一位置で、3”、5”、及び10”の3種類のボナーボールによる測定が実施された。それらの結果を表5.10に示す。

ビーム中心軸上でのボナーボール測定（表5.1中の“Bonner Ball Centerline”に対応）

いずれの実験体系においても、7体の六角集合体のうち中心に位置する集合体の中心軸がTSFコリメータから放出される放射線ビームの中心軸と一致するよう位置決めされている。この放射線ビーム中心軸上で、3”、4”、5”、8”、10”及び12”の6種類のボナーボールを用いた測定がすべての体系で実施された。体系後方30cm位置及び150cm位置での測定結果をそれぞれ表5.11及び表5.12に示す。150cm位置においては、3.2.12章で示したバックグラウンド測定も実施された。

ボナーボールによる水平方向トラバース測定（表 5. 1 中の“Bonner Ball Traverse”に対応）

本測定は、放射線ビーム中心軸に垂直な方向での中性子束分布を測定するために、実験体系後方30cm位置で水平方向にボナーボールを移動させて測定を行ったものである。この測定はすべての実験体系において実施された。使用されたボナーボールは3”、5”及び8”の3種類である。ただし、体系 I A のみ 8” に代えて10” のボナーボールが使用された。それぞれのボナーボールによる測定結果を表 5. 13、表 5. 14及び表 5. 15に示す。なお、表中で放射線ビーム中心軸からの距離を示す欄に記されている S 及び N は、それぞれ South 及び North の略語であり、実験体系を正面から見て前者は左側を、後者は右側を意味するものである。

ホニャックボタン検出器による水平方向トラバース測定（表 5. 1 中の“Hornyak Button”に対応）

本測定は、放射線ビーム中心軸に垂直な方向での中性子束分布を測定するために、実験体系後方で水平方向にホニャックボタン検出器を移動させて測定を行ったものである。この測定は、体系 I A を除くすべての実験体系において実施された。検出器設置位置は、遠隔操作による移動時に実験体系表面と接触しないような最小限の間隔を設けるよう配慮された結果、実験体系後方2.37cm位置とされた。ただし、最初に実施された体系 III - E では実験体系後方1.85cm位置にて測定が行われた。すべての測定結果の一覧表を表 5. 16に示す。また、各実験体系毎の測定結果のプロット図を図 5. 9 から図 5. 19にそれぞれ示す。

表 5.1 軸方向遮蔽実験測定項目一覧表 (ORNL/LMR/AC-90/1より引用)

TABLE 2. Summary Program Plan For Axial Shield Experiment

Configuration	Measurements*			Hornyak Button
	Spectra & BB	Bonner Ball Centerline	Ball Traverse	
I. Spectrum Modifier (SM-1)				
A. 10cm Fe + 9cm Al + 2.5cm boral + 20cm Radial Blanket	X	X	X	
II. Homogeneous Shield Mockup				
A. SM-1 + (7) B4C Homog. Type Assemblies	X	X	X	X
B. SM-1 + (7) SS Homog. Type Assemblies	X	X	X	X
III. Central Blockage Shield Mockup				
A. SM-1 + (6) B4C Homog. Type Assemblies Around (1) B4C Central Blockage Assembly		X	X	X
B. SM-1 + (7) B4C Central Blockage Type Assemblies		X	X	X
C. SM-1 + (6) SS Homog. Type Assemblies Around (1) SS Central Blockage Assembly		X	X	X
D. SM-1 + (7) SS Central Blockage Type Assemblies		X	X	X
E. SM-1 + 20cm Gas Plenum + (7) B4C Central Blockage Type Assemblies		X	X	X
IV. Rod Bundle Shield Mockup				
A. SM-1 + (6) B4C Homog. Type Assemblies Around (1) B4C Rod Bundle Type Assembly		X	X	X
B. SM-1 + (6) SS Homog. Type Assemblies Around (1) SS Rod Bundle Type Assembly		X	X	X

(次ページにつづく)

表 5.1 (前ページよりつづき)

TABLE 2. Cont'd

Configuration	Measurements*			Hornyak Button
	Spectra & BB	Bonner Ball Centerline	Bonner Ball Traverse	
V. Central Sodium Channel Shield Mockup				
⑪ A. SM-1 + (6) B4C Homog. Type Assemblies Around (1) B4C Central Sodium Channel Type Assembly		×	×	×
⑤ B. SM-1 + (6) SS Homog. Type Assemblies Around (1) SS Central Sodium Channel Type Assembly		×	×	×

* Spectra & BB: NE-213/Benjamin spectrometer measurements on beam centerline as close as feasible and 3-, 5-, and 10-in Bonner balls at same location.

BB Centerline: 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, and 12-in. Bonner ball measurements on centerline at 30 cm and at 150 cm.

BB Traverse: 3-, 5-, and 8-in. Bonner ball traverses at 30 cm behind the shield mockups.

Hornyak Button: Hornyak button (0.25-in-diameter) traverse as close as feasible behind shield mockup.

表5.2 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系I-A後方179.1cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

Table 15. Fast neutron fluxes (> 0.8 MeV) on centerline at 179.1 cm
behind the radial blanket (Item IA): Run 7888A

Neutron Energy (MeV)	Flux (neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹)		Neutron Energy (MeV)	Flux (neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹)	
	Lower Limit	Upper Limit		Lower Limit	Upper Limit
8.11E (-1)*	2.65E (4)	2.67E (4)	5.94E (0)	5.25E (2)	5.70E (2)
9.07E (-1)	2.40E (4)	2.41E (4)	6.25E (0)	4.40E (2)	4.62E (2)
1.01E (0)	1.88E (4)	1.89E (4)	6.55E (0)	3.64E (2)	3.82E (2)
1.11E (0)	1.57E (4)	1.59E (4)	6.84E (0)	3.15E (2)	3.28E (2)
1.20E (0)	1.43E (4)	1.44E (4)	7.24E (0)	2.63E (2)	2.73E (2)
1.31E (0)	1.32E (4)	1.33E (4)	7.74E (0)	1.92E (2)	2.04E (2)
1.41E (0)	1.21E (4)	1.22E (4)	8.24E (0)	1.34E (2)	1.46E (2)
1.51E (0)	1.10E (4)	1.11E (4)	8.76E (0)	9.84E (1)	1.04E (2)
1.61E (0)	9.92E (3)	1.00E (4)	9.26E (0)	7.25E (1)	7.79E (1)
1.71E (0)	9.02E (3)	9.10E (3)	9.74E (0)	5.59E (1)	6.00E (1)
1.81E (0)	8.32E (3)	8.40E (3)	1.03E (1)	4.32E (1)	4.70E (1)
1.93E (0)	7.81E (3)	7.88E (3)	1.08E (1)	3.07E (1)	3.40E (1)
2.10E (0)	7.31E (3)	7.39E (3)	1.12E (1)	2.03E (1)	2.28E (1)
2.30E (0)	6.54E (3)	6.60E (3)	1.18E (1)	1.25E (1)	1.46E (1)
2.50E (0)	5.56E (3)	5.62E (3)	1.24E (1)	7.51E (0)	9.47E (0)
2.70E (0)	4.55E (3)	4.60E (3)	1.32E (1)	4.86E (0)	6.11E (0)
2.90E (0)	3.68E (3)	3.73E (3)	1.40E (1)	3.08E (0)	4.22E (0)
3.10E (0)	2.88E (3)	2.93E (3)	1.48E (1)	1.73E (0)	2.61E (0)
3.30E (0)	2.23E (3)	2.27E (3)	1.56E (1)	5.77E (-1)	1.35E (0)
3.50E (0)	1.78E (3)	1.83E (3)	1.65E (1)	3.98E (-1)	9.12E (-1)
3.71E (0)	1.54E (3)	1.57E (3)	1.75E (1)	1.62E (-1)	6.10E (-1)
3.91E (0)	1.41E (3)	1.45E (3)	1.85E (1)	-1.47E (-1)	1.65E (-1)
4.15E (0)	1.31E (3)	1.34E (3)	1.95E (1)	-1.87E (-1)	4.92E (-2)
4.45E (0)	1.20E (3)	1.22E (3)	2.05E (1)	-1.93E (-1)	1.55E (-1)
4.75E (0)	1.07E (3)	1.10E (3)	2.16E (1)	-1.83E (-1)	1.81E (-1)
5.04E (0)	9.18E (2)	9.38E (2)	2.26E (1)	-1.15E (-1)	1.19E (-1)
5.34E (0)	7.71E (2)	7.89E (2)	2.35E (1)	-1.00E (-1)	1.08E (-1)
5.64E (0)	6.61E (2)	6.81E (2)			

E1 (MeV)	E2 (MeV)	Integral (neutrons cm ⁻² s ⁻¹ kW ⁻¹)	Error (neutrons cm ⁻² s ⁻¹ kW ⁻¹)
.811	1.000	4.47E (3)	1.50E (1)
1.000	1.200	3.25E (3)	1.18E (1)
1.200	1.600	4.89E (3)	2.07E (1)
1.600	2.000	3.43E (3)	1.55E (1)
2.000	3.000	5.55E (3)	2.83E (1)
3.000	4.000	1.99E (3)	2.00E (1)
4.000	6.000	1.92E (3)	2.21E (1)
6.000	8.000	6.28E (2)	1.42E (1)
8.000	10.000	1.88E (2)	6.85E (0)
10.000	12.000	5.66E (1)	2.91E (0)
12.000	16.000	1.69E (1)	2.37E (0)
16.000	20.000	1.02E (0)	7.77E (-1)
3.000	10.000	4.72E (3)	6.34E (1)
1.500	15.000	1.48E (-1)	1.17E (2)
3.000	12.000	4.78E (3)	6.62E (1)

*8.11E(-1) read as 8.11*10⁻¹

表 5.3 中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系 I - A 後方 179.1 cm)
(ORNL/TM-11839 より引用)

Table 16. Neutron fluxes (50 keV to 1.4 MeV) on centerline
at 179.1 cm behind the radial blanket (Item IA):
Runs 1561D, 1561A, 1560A

N	Energy Boundary (MeV)		Flux (neutrons·cm ⁻² ·MeV ⁻¹ ·kW ⁻¹ ·s ⁻¹)	Error (%)
<u>Run 1561D</u>				
1	0.0282	0.0334	1.25E (6)*	1.27
2	0.0334	0.0385	8.77E (5)	2.01
3	0.0385	0.0453	7.87E (5)	1.89
4	0.0453	0.0539	8.48E (5)	1.57
5	0.0539	0.0624	7.98E (5)	1.85
6	0.0624	0.0744	8.07E (5)	1.39
7	0.0744	0.0881	7.00E (5)	1.51
8	0.0881	0.1035	4.61E (5)	2.20
9	0.1035	0.1206	4.71E (5)	2.12
10	0.1206	0.1428	4.79E (5)	1.65
11	0.1428	0.1685	3.33E (5)	2.18
<u>Run 1561A</u>				
1	0.1209	0.1447	4.50E (5)	1.14
2	0.1447	0.1685	3.34E (5)	1.68
3	0.1685	0.1962	2.99E (5)	1.72
4	0.1962	0.2319	2.43E (5)	1.71
5	0.2319	0.2755	2.09E (5)	1.70
<u>Run 1560A</u>				
1	0.1968	0.2305	2.22E (5)	0.61
2	0.2305	0.2755	1.98E (5)	0.57
3	0.2755	0.3205	1.61E (5)	0.76
4	0.3205	0.3767	1.14E (5)	0.92
5	0.3767	0.4442	7.06E (4)	1.35
6	0.4442	0.5229	7.47E (4)	1.20
7	0.5229	0.6241	8.24E (4)	0.88
8	0.6241	0.7253	5.98E (4)	1.26
9	0.7253	0.8602	4.03E (4)	1.37
10	0.8602	1.0064	2.05E (4)	2.62
11	1.0064	1.1863	1.40E (4)	3.27
12	1.1863	1.4000	1.26E (4)	3.20

*1.25E (6) read as 1.25 * 10⁶.

表 5.4 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (体系 II - A、鉛板後方25cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

Table 23. Fast neutron fluxes (> 0.8 MeV) on centerline
at 25 cm behind the lead slab
(32.6 cm behind axial shield)
(item IIA): Run 7895.5

Neutron Energy (MeV)	Flux (neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹)		Neutron Energy (MeV)	Flux (neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹)	
	Lower Limit	Upper Limit		Lower Limit	Upper Limit
8.11E - 01	9.27E + 02	9.48E + 00	5.94E + 00	2.09E + 01	2.20E + 01
9.07E - 01	9.89E + 02	9.97E + 02	6.25E + 00	1.73E + 01	1.85E + 01
1.01E + 00	8.48E + 02	8.54E + 02	6.55E + 00	1.46E + 01	1.56E + 01
1.11E + 00	6.75E + 02	6.81E + 02	6.84E + 00	1.27E + 01	1.34E + 01
1.20E + 00	5.49E + 02	5.55E + 02	7.24E + 00	1.04E + 01	1.10E + 01
1.31E + 00	4.69E + 02	4.75E + 02	7.74E + 00	7.56E + 00	8.27E + 00
1.41E + 00	4.32E + 02	4.37E + 02	8.24E + 00	5.56E + 00	6.29E + 00
1.51E + 00	4.12E + 02	4.18E + 02	8.76E + 00	4.07E + 00	4.43E + 00
1.61E + 00	3.92E + 02	3.97E + 02	9.26E + 00	3.04E + 00	3.36E + 00
1.71E + 00	3.69E + 02	3.73E + 02	9.74E + 00	2.60E + 00	2.85E + 00
1.81E + 00	3.49E + 02	3.53E + 02	1.03E + 01	2.12E + 00	2.36E + 00
1.93E + 00	3.35E + 02	3.39E + 02	1.08E + 01	1.44E + 00	1.65E + 00
2.10E + 00	3.14E + 02	3.17E + 02	1.12E + 01	9.57E - 01	1.12E + 00
2.30E + 00	2.69E + 02	2.72E + 02	1.18E + 01	6.94E - 01	8.19E - 01
2.50E + 00	2.12E + 02	2.14E + 02	1.24E + 01	4.66E - 01	5.92E - 01
2.70E + 00	1.59E + 02	1.62E + 02	1.32E + 01	2.52E - 01	3.35E - 01
2.90E + 00	1.23E + 02	1.26E + 02	1.40E + 01	1.57E - 01	2.37E - 01
3.10E + 00	9.71E + 01	9.99E + 01	1.48E + 01	9.10E - 02	1.50E - 01
3.30E + 00	7.98E + 01	8.20E + 01	1.56E + 01	4.82E - 02	1.04E - 01
3.50E + 00	6.92E + 01	7.17E + 01	1.65E + 01	2.55E - 02	6.32E - 02
3.71E + 00	6.32E + 01	6.51E + 01	1.75E + 01	1.58E - 02	4.93E - 02
3.91E + 00	5.88E + 01	6.06E + 01	1.85E + 01	1.48E - 02	3.97E - 02
4.15E + 00	5.37E + 01	5.53E + 01	1.95E + 01	-8.07E - 04	1.92E - 02
4.45E + 00	4.68E + 01	4.81E + 01	2.05E + 01	-1.88E - 02	6.69E - 03
4.75E + 00	4.02E + 01	4.14E + 01	2.16E + 01	-2.12E - 02	5.66E - 03
5.04E + 00	3.43E + 01	3.54E + 01	2.26E + 01	-1.15E - 02	5.88E - 03
5.34E + 00	2.89E + 01	3.00E + 01	2.35E + 01	-7.25E - 03	8.12E - 03
5.64E + 00	2.46E + 01	2.58E + 01			

E1 (MeV)	E2 (MeV)	Integral neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹	Error neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹
0.811	1.000	1.82E + 02	9.70E - 01
1.000	1.200	1.39E + 02	6.06E - 01
1.200	1.600	1.80E + 02	1.10E + 00
1.600	2.000	1.43E + 02	8.38E - 01
2.000	3.000	2.16E + 02	1.51E + 00
3.000	4.000	7.49E + 01	1.12E + 00
4.000	6.000	7.40E + 01	1.22E + 00
6.000	8.000	2.51E + 01	8.17E - 01
8.000	10.000	8.05E + 00	4.09E - 01
10.000	12.000	2.79E + 00	1.83E - 01
12.000	16.000	9.77E - 01	1.59E - 01
16.000	20.000	1.17E - 01	5.95E - 02
3.000	10.000	1.82E + 02	3.58E + 00
1.500	15.000	5.86E + 02	6.49E + 00
3.000	12.000	1.85E + 02	3.76E + 00

表 5.5 中性子スペクトル測定値 (体系 II-A、鉛板後方25cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

Table 24. Neutron fluxes (50 keV to 1.4 MeV) on centerline
at 25 cm behind lead slab (32.6 cm behind axial shield)
(item IIA)

N	Energy Boundary (MeV)		Flux (neutrons cm ² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹)	Error (%)
<u>RUN 1570.B</u>				
1	0.0332	0.0394	1.91E + 04	2.02
2	0.0394	0.0456	1.04E + 04	4.04
3	0.0456	0.0533	8.62E + 03	4.28
4	0.0533	0.0641	7.77E + 03	3.68
5	0.0641	0.0750	8.02E + 03	4.02
6	0.0750	0.0873	5.93E + 03	5.18
7	0.0873	0.1028	3.43E + 03	7.78
8	0.1028	0.1213	4.22E + 03	5.84
9	0.1213	0.1430	4.53E + 03	5.13
10	0.1430	0.1677	3.13E + 03	7.14
11	0.1677	0.1986	2.90E + 03	6.60
<u>RUN 1568.B</u>				
1	0.1436	0.1680	3.02E + 03	2.40
2	0.1680	0.1986	2.63E + 03	2.53
3	0.1986	0.2353	2.45E + 03	2.59
4	0.2353	0.2719	2.56E + 03	2.85
5	0.2719	0.3208	2.33E + 03	2.59
6	0.3208	0.3819	1.82E + 03	2.95
7	0.3819	0.4491	1.50E + 03	3.74
8	0.4491	0.5224	1.58E + 03	3.68
9	0.5224	0.6202	1.65E + 03	2.75
10	0.6202	0.7302	1.36E + 03	3.22
<u>RUN 1568.A</u>				
1	0.5216	0.6204	1.49E + 03	1.65
2	0.6204	0.7302	1.34E + 03	1.82
3	0.7302	0.8510	1.15E + 03	2.09
4	0.8510	1.0047	9.05E + 02	2.16
5	1.0047	1.1804	6.40E + 02	2.82
6	1.1804	1.4000	4.49E + 02	3.31

表5.6 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (体系II-B後方98.3cm、
(鉛板不使用時)) (ORNL/TM-11839より引用)

Table 26. Fast neutron fluxes (> 0.8 MeV) on centerline
at 98.3 cm behind axial shield)
(Item IIB): Run 7889.2

Neutron Energy (MeV)	Flux (neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹)		Neutron Energy (MeV)	Flux (neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹)	
	Lower Limit	Upper Limit		Lower Limit	Upper Limit
8.11E - 01	2.37E + 02	2.50E + 02	5.94E + 00	8.25E + 00	9.16E + 00
9.07E - 01	2.41E + 02	2.47E + 02	6.25E + 00	6.44E + 00	7.57E + 00
1.01E + 00	2.07E + 02	2.12E + 02	6.55E + 00	5.59E + 00	6.54E + 00
1.11E + 00	1.68E + 02	1.73E + 02	6.84E + 00	4.88E + 00	5.54E + 00
1.20E + 00	1.40E + 02	1.44E + 02	7.24E + 00	3.79E + 00	4.36E + 00
1.31E + 00	1.25E + 02	1.30E + 02	7.74E + 00	2.84E + 00	3.47E + 00
1.41E + 00	1.15E + 02	1.20E + 02	8.24E + 00	2.28E + 00	2.87E + 00
1.51E + 00	1.04E + 02	1.08E + 02	8.76E + 00	1.85E + 00	2.22E + 00
1.61E + 00	9.20E + 01	9.60E + 01	9.26E + 00	1.23E + 00	1.56E + 00
1.71E + 00	8.40E + 01	8.78E + 01	9.74E + 00	6.39E - 01	9.45E - 01
1.81E + 00	8.17E + 01	8.54E + 01	1.03E + 01	4.66E - 01	7.34E - 01
1.93E + 00	8.55E + 01	8.91E + 01	1.08E + 01	6.62E - 01	8.97E - 01
2.10E + 00	9.39E + 01	9.74E + 01	1.12E + 01	6.51E - 01	8.73E - 01
2.30E + 00	9.56E + 01	9.87E + 01	1.18E + 01	4.38E - 01	6.21E - 01
2.50E + 00	8.14E + 01	8.39E + 01	1.24E + 01	2.28E - 01	3.90E - 01
2.70E + 00	6.07E + 01	6.30E + 01	1.32E + 01	8.48E - 02	2.04E - 01
2.90E + 00	4.38E + 01	4.60E + 01	1.40E + 01	-3.74E - 03	1.04E - 01
3.10E + 00	3.01E + 01	3.24E + 01	1.48E + 01	4.04E - 02	1.14E - 01
3.30E + 00	2.03E + 01	2.22E + 01	1.56E + 01	3.15E - 02	9.22E - 01
3.30E + 00	1.48E + 01	1.70E + 01	1.65E + 01	-4.34E - 04	4.20E - 02
3.71E + 00	1.34E + 01	1.51E + 01	1.75E + 01	-1.59E - 02	2.68E - 02
3.91E + 00	1.35E + 01	1.50E + 01	1.85E + 01	-2.03E - 02	1.33E - 02
4.15E + 00	1.43E + 01	1.57E + 01	1.95E + 01	-1.94E - 02	1.35E - 02
4.45E + 00	1.47E + 01	1.59E + 01	2.05E + 01	-3.28E - 02	1.76E - 02
4.75E + 00	1.28E + 01	1.39E + 01	2.16E + 01	-3.44E - 02	1.81E - 02
5.04E + 00	1.10E + 01	1.20E + 01	2.26E + 01	-1.82E - 02	1.88E - 02
5.34E + 00	1.06E + 01	1.16E + 01	2.35E + 01	-1.09E - 02	2.04E - 02
5.64E + 00	9.93E + 00	1.10E + 01			

E1 (MeV)	E2 (MeV)	Integral neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹	Error neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹
0.811	1.000	4.51E + 01	6.60E - 01
1.000	1.200	3.49E + 01	4.96E - 01
1.200	1.600	4.73E + 01	8.86E - 01
1.600	2.000	3.47E + 01	7.41E - 01
2.000	3.000	7.63E + 01	1.37E + 00
3.000	4.000	1.94E + 01	9.65E - 01
4.000	6.000	2.48E + 01	1.15E + 00
6.000	8.000	9.90E + 00	7.55E - 01
8.000	10.000	3.42E + 00	3.98E - 01
10.000	12.000	1.35E + 00	2.28E - 01
12.000	16.000	5.25E - 01	2.08E - 01
16.000	20.000	2.33E - 02	7.77E - 02
3.000	10.000	5.75E + 01	3.27E + 00
1.500	15.000	1.80E + 02	5.99E + 00
3.000	12.000	5.88E + 01	3.49E + 00

表 5.7 中性子スペクトル測定値 (体系 II - B 後方 98.3 cm、(鉛板不使用時))
(ORNL/TM-11839 より引用)

**Table 27. Neutron fluxes (50 keV to 1.4 MeV) on centerline
at 98.3 cm behind axial shield
(Item IIB) Runs 1563-6.sum, 1564.A, 1564.B**

N	Energy Boundary (MeV)		Flux (neutrons cm ² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹)	Error (%)
<u>RUN 1564.B</u>				
1	0.0333	0.0398	3.25E + 04	0.85
2	0.0398	0.0463	1.47E + 04	1.95
3	0.0463	0.0544	1.05E + 04	2.35
4	0.0544	0.0641	9.35E + 03	2.38
5	0.0641	0.0755	1.01E + 04	2.02
6	0.0755	0.0885	6.99E + 03	2.70
7	0.0885	0.1031	3.02E + 03	6.06
8	0.1031	0.1226	4.58E + 03	3.19
9	0.1226	0.1437	6.80E + 03	2.12
10	0.1437	0.1697	3.30E + 03	3.59
11	0.1697	0.1989	2.25E + 03	5.08
12	0.1989	0.2346	2.09E + 03	4.71
<u>RUN 1564.A</u>				
1	0.1698	0.2003	2.24E + 03	4.19
2	0.2003	0.2346	1.85E + 03	4.98
3	0.2346	0.2766	2.46E + 03	3.24
4	0.2766	0.3224	2.44E + 03	3.12
5	0.3796	0.4483	8.37E + 02	6.11
6	0.4483	0.5284	5.98E + 03	7.77
<u>RUN 1563-6.sum</u>				
1	0.3759	0.4521	8.36E + 02	1.41
2	0.4521	0.5284	6.56E + 02	2.00
3	0.5284	0.6156	7.05E + 02	1.73
4	0.6156	0.7245	5.39E + 02	1.84
5	0.7245	0.8553	3.39E + 02	2.52
6	0.8553	1.0078	2.16E + 02	3.60
7	1.0078	1.1821	1.55E + 02	4.73
8	1.1821	1.4000	1.16E + 02	5.25

表5.8 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (体系II-B、鉛板後方25cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

Table 28. Fast neutron fluxes (> 0.8 MeV) on centerline
at 25 cm beyond lead (32.6 cm behind axial shield)
(Item IIB): Run 7892.3

Neutron Energy (MeV)	Flux (neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹)		Neutron Energy (MeV)	Flux (neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹)	
	Lower Limit	Upper Limit		Lower Limit	Upper Limit
8.11E - 01	8.62E + 02	8.75E + 02	5.94E + 00	9.94E + 00	1.05E + 01
9.07E - 01	8.94E + 02	9.00E + 02	6.25E + 00	8.58E + 00	9.30E + 00
1.01E + 00	7.62E + 02	7.68E + 02	6.55E + 00	7.07E + 00	7.67E + 00
1.11E + 00	6.08E + 02	6.13E + 02	6.84E + 00	5.80E + 00	6.21E + 00
1.20E + 00	4.95E + 02	5.00E + 02	7.24E + 00	4.45E + 00	4.77E + 00
1.31E + 00	4.14E + 02	4.18E + 02	7.74E + 00	3.06E + 00	3.43E + 00
1.41E + 00	3.58E + 02	3.61E + 02	8.24E + 00	2.00E + 00	2.36E + 00
1.51E + 00	3.16E + 02	3.19E + 02	8.76E + 00	1.57E + 00	1.77E + 00
1.61E + 00	2.79E + 02	2.82E + 02	9.26E + 00	1.30E + 00	1.48E + 00
1.71E + 00	2.48E + 02	2.51E + 02	9.74E + 00	9.76E - 01	1.12E + 00
1.81E + 00	2.26E + 02	2.29E + 02	1.03E + 01	5.77E - 01	7.07E - 01
1.93E + 00	2.11E + 02	2.14E + 02	1.08E + 01	3.41E - 01	4.55E - 01
2.10E + 00	1.99E + 02	2.02E + 02	1.12E + 01	3.23E - 01	4.19E - 01
2.30E + 00	1.74E + 02	1.77E + 02	1.18E + 01	3.19E - 01	4.03E - 01
2.50E + 00	1.37E + 01	1.39E + 02	1.24E + 01	2.38E - 01	3.17E - 01
2.70E + 00	9.94E + 01	1.01E + 02	1.32E + 01	1.51E - 01	2.06E - 01
2.90E + 00	7.11E + 01	7.27E + 01	1.40E + 01	8.41E - 02	1.32E - 01
3.10E + 00	5.02E + 01	5.19E + 01	1.48E + 01	3.46E - 02	6.82E - 02
3.30E + 00	3.67E + 01	3.81E + 01	1.56E + 01	-3.90E - 03	2.87E - 02
3.30E + 00	2.94E + 01	3.09E + 01	1.65E + 01	1.50E - 03	2.03E - 02
3.71E + 00	2.59E + 01	2.71E + 01	1.75E + 01	1.07E - 02	3.26E - 02
3.91E + 00	2.42E + 01	2.53E + 01	1.85E + 01	2.61E - 03	1.50E - 02
4.15E + 00	2.30E + 01	2.40E + 01	1.95E + 01	-6.71E - 03	3.90E - 03
4.45E + 00	2.09E + 01	2.17E + 01	2.05E + 01	-6.41E - 03	9.71E - 03
4.75E + 00	1.87E + 01	1.94E + 01	2.16E + 01	-4.79E - 03	1.21E - 02
5.04E + 00	1.69E + 01	1.75E + 01	2.26E + 01	-4.64E - 03	6.41E - 03
5.34E + 00	1.41E + 01	1.48E + 01	2.35E + 01	-5.92E - 03	3.81E - 03
5.64E + 00	1.14E + 01	1.21E + 01			

E1 (MeV)	E2 (MeV)	Integral neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹	Error neutrons cm ⁻² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹
0.811	1.000	1.65E + 02	6.90E - 01
1.000	1.200	1.25E + 02	4.83E - 01
1.200	1.600	1.50E + 02	7.50E - 01
1.600	2.000	9.40E + 01	5.87E - 01
2.000	3.000	1.37E + 02	1.00E + 00
3.000	4.000	3.41E + 01	6.75E - 01
4.000	6.000	3.42E + 01	7.37E - 01
6.000	8.000	1.16E + 01	4.60E - 01
8.000	10.000	3.16E + 00	2.15E - 01
10.000	12.000	8.93E - 01	1.06E - 01
12.000	16.000	5.06E - 01	9.79E - 02
16.000	20.000	4.22E - 02	3.32E - 02
3.000	10.000	8.30E + 01	2.09E + 00
1.500	15.000	3.46E + 02	4.04E + 00
3.000	12.000	8.39E + 01	2.20E + 00

表 5.9 中性子スペクトル測定値 (体系Ⅱ-B、鉛板後方25cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

Table 29. Neutron fluxes (50 keV to 1.4 MeV) on centerline
at 25 cm beyond lead (32.6 cm behind axial shield
(Item IIB) Runs 1567.A, 1567.B, 1567.C

N	Energy Boundary (MeV)	Flux (neutrons cm ² MeV ⁻¹ kW ⁻¹ s ⁻¹)	Error (%)	
<u>RUN 1567.C</u>				
1	0.0389	0.0455	3.17E + 04	2.32
2	0.0455	0.0538	3.50E + 04	1.87
3	0.0538	0.0637	3.77E + 04	1.57
4	0.0637	0.0736	3.88E + 03	1.66
5	0.0736	0.0868	2.73E + 04	1.84
6	0.0868	0.1034	1.46E + 04	2.94
7	0.1034	0.1216	2.00E + 04	2.18
8	0.1216	0.1414	2.33E + 04	1.83
9	0.1414	0.1679	1.33E + 04	2.40
10	0.1679	0.1977	1.02E + 04	3.02
11	0.1977	0.2324	9.42E + 03	2.98
<u>RUN 1567.B</u>				
1	0.1671	0.1978	9.93E + 03	1.72
2	0.1978	0.2324	8.81E + 03	1.90
3	0.2324	0.2747	1.01E + 04	1.42
4	0.2747	0.3246	9.70E + 03	1.28
5	0.3246	0.3784	6.33E + 03	1.89
6	0.3784	0.4475	3.90E + 03	2.38
7	0.4475	0.5244	2.88E + 03	3.08
8	0.5244	0.6204	2.82E + 03	2.49
<u>RUN 1567.A</u>				
1	0.4447	0.5216	2.94E + 03	1.14
2	0.5216	0.6204	2.80E + 03	0.94
3	0.6204	0.7302	1.95E + 03	1.24
4	0.7302	0.8510	1.25E + 03	1.80
5	0.8510	1.0047	8.37E + 02	2.11
6	1.0047	1.1804	5.99E + 02	2.66
8	1.1804	1.4000	4.13E + 02	3.06

表 5.10 NE-213 検出器位置 (中性子スペクトル測定位置)でのボナーボール
検出器測定結果 (ORNL/TM-11839より引用)

Table 17. Bonner ball measurements on centerline
at NE-213 location (Items IA, IIA, IIB)

Configuration ^a	Bonner ball count rates (s ⁻¹ W ⁻¹)					
	3-inch Diam Ball		5-inch Diam Ball		10-inch Diam Ball	
	Foreground ^b	Background ^c	Foreground	Background	Foreground	Background
IA	8.31 (1) ^d	1.75 (1)	3.79 (2)	4.18 (1)	1.38 (2)	1.06 (1)
	8.14 (1)	1.73 (1)	3.80 (2)	4.33 (1)		
IIA ^{e,f}	9.34 (-1)		4.41 (0)		2.41 (0)	
IIB	1.35 (0)	1.60 (-1)	4.75 (0)	3.63 (-1)	1.61 (0)	1.64 (-1)
IIB ^{e,f}	4.91 (0)		1.85 (1)		5.66 (0)	

^aSee experimental program plan for description of configurations.

^bCount rate without shadow shield between detector and configuration.

^cCount rate with shadow shield between detector and configuration.

^dRead: 8.31×10^1 .

^eLead slab (3.81 cm) between configuration and detector (see Figure 18).

^fDetector at 25 cm behind lead slab.

表 5.11 ボナーボール検出器測定値 (中心軸上、体系後方30cm、全実験体系)
(ORNL/TM-11839より引用)

**Table 18. Bonner ball measurements on centerline
at 30 cm behind a series of configurations
(Items IA, IIA-B, IIIA-E, IVA-B, VA-B)**

Configuration ^a	Bonner ball count rates (s ⁻¹ W ⁻¹)					
	3-inch Diam Ball	4-inch Diam Ball	5-inch Diam Ball	8-inch Diam Ball	10-inch Diam Ball	12-inch Diam Ball
IA	6.00 (2) ^b	2.09 (3)	3.03 (3)	2.17 (3)	1.14 (3)	5.45 (2)
IIA	1.32 (0)	4.14 (0)	6.11 (0)	5.33 (0)	3.32 (0)	1.87 (0)
IIB	6.10 (0)	1.82 (1)	2.41 (1)	1.56 (1)	7.55 (0)	3.41 (0)
IIIA	1.41 (0)	4.39 (0)	6.45 (0)	5.63 (0)	3.38 (0)	1.92 (0)
IIIB	1.56 (0)	4.99 (0)	7.25 (0)	6.12 (0)	3.64 (0)	2.01 (0)
IIIC	6.69 (0)	1.94 (1)	2.60 (1)	1.68 (1)	8.16 (0)	3.71 (0)
IIID	8.19 (0)	2.31 (1)	3.02 (1)	1.91 (1)	9.07 (0)	4.02 (0)
IIIE	5.44 (-1)	1.87 (0)	2.71 (0)	2.27 (0)	1.27 (0)	6.71 (-1)
IVA	1.48 (0)	4.67 (0)	6.75 (0)	5.90 (0)	3.53 (0)	1.98 (0)
IVB	6.75 (0)	1.98 (1)	2.58 (1)	1.66 (1)	7.97 (0)	3.54 (0)
VA	1.69 (0)	5.34 (0)	7.67 (0)	6.08 (0)	3.55 (0)	1.97 (0)
VB	8.34 (0)	2.40 (1)	3.09 (1)	1.82 (1)	8.92 (0)	3.75 (0)

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

^bRead: 6.00 x 10².

表 5.12 ボナーボール検出器測定値（中心軸上、体系後方150cm、全実験体系）
（ORNL/TM-11839より引用）

Table 19. Bonner ball measurements on centerline at 150 cm behind a series of configurations
(Items IA, IIA-B, IIIA-E, IVA-B, VA-B)

Configuration	Bonner ball count rates ($s^{-1}W^{-1}$)											
	3-inch Diam ball		4-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	Foreground	Background
IA	1.08 (2) ^d	1.88 (1)	3.52 (2)	4.10 (1)	5.02 (2)	4.74 (1)	3.52 (2)	2.44 (1)	1.84 (2)	1.21 (1)	8.82 (1)	5.30 (0)
IIA	3.07 (-1)	1.48 (-1)	7.70 (-1)	2.88 (-1)	1.04 (0)	3.49 (-1)	8.53 (-1)	2.70 (-1)	5.34 (-1)	1.80 (-1)	3.27 (-1)	1.13 (-1)
IIB	6.94 (-1)	1.77 (-1)	1.86 (0)	3.43 (-1)	2.42 (0)	4.04 (-1)	1.62 (0)	2.95 (-1)	8.54 (-1)	1.93 (-1)	4.27 (-1)	1.21 (-1)
IIIA	3.11 (-1)	1.50 (-1)	8.02 (-1)	2.93 (-1)	1.09 (0)	3.54 (-1)	8.86 (-1)	2.80 (-1)	5.47 (-1)	1.85 (-1)	3.29 (-1)	1.17 (-1)
IIIB	3.70 (-1)	1.41 (-1)	9.68 (-1)	2.78 (-1)	1.29 (0)	3.39 (-1)	1.00 (0)	2.65 (-1)	5.97 (-1)	1.75 (-1)	3.42 (-1)	1.11 (-1)
IIIC	7.71 (-1)	1.62 (-1)	2.05 (0)	3.18 (-1)	2.68 (0)	3.73 (-1)	1.77 (0)	2.83 (-1)	9.29 (-1)	1.82 (-1)	4.60 (-1)	1.15 (-1)
IIID	9.82 (-1)	1.50 (-1)	2.64 (0)	2.97 (-1)	3.33 (0)	3.47 (-1)	2.14 (0)	2.62 (-1)	1.06 (0)	1.70 (-1)	5.17 (-1)	1.08 (-1)
IIIE	1.16 (-1)	1.87 (-2)	3.42 (-1)	3.71 (-2)	4.62 (-1)	4.60 (-2)	3.37 (-1)	3.68 (-2)	1.85 (-1)	2.42 (-2)	9.87 (-2)	1.50 (-2)
IVA	3.32 (-1)	1.47 (-1)	8.27 (-1)	2.89 (-1)	1.11 (0)	3.48 (-1)	9.15 (-1)	2.74 (-1)	5.55 (-1)	1.82 (-1)	3.30 (-1)	1.15 (-1)
IVB	7.87 (-1)	1.72 (-1)	2.08 (0)	3.27 (-1)	2.69 (0)	3.79 (-1)	1.78 (0)	2.78 (-1)	9.10 (-1)	1.79 (-1)	4.50 (-1)	1.09 (-1)
VA	3.36 (-1)	1.46 (-1)	8.63 (-1)	2.88 (-1)	1.18 (0)	3.50 (-1)	9.34 (-1)	2.76 (-1)	5.69 (-1)	1.82 (-1)	3.29 (-1)	1.13 (-1)
VB	8.74 (-1)	1.78 (-1)	2.30 (0)	3.42 (-1)	2.96 (0)	4.00 (-1)	1.87 (0)	2.91 (-1)	9.76 (-1)	1.93 (-1)	4.67 (-1)	1.17 (-1)

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

^bCount rate without shadow shield between detector and configuration.

^cCount rate with shadow shield between detector and configuration.

^dRead: 1.08×10^2 .

表 5.13 3 インチボナーボール検出器測定値 (水平方向分布、体系後方30cm、
全実験体系) (ORNL/TM-11839より引用)

Distance from centerline (cm)	Bonner ball count rate (s ⁻¹ W ⁻¹)											
	Item IA ^a	Item IIA ^a	Item IIB ^a	Item IIIA ^a	Item IIIB ^a	Item IIIC ^a	Item IIID ^a	Item IIIE ^a	Item IVA ^a	Item IVB ^a	Item VA ^a	Item vB ^a
96.2 S	1.18 (2) ^b											
86.2	1.61 (2)											
80		5.29 (-1)	8.64 (-1)	5.44 (-1)	5.10 (-1)	9.32 (-1)	9.41 (-1)	8.80 (-2)	5.36 (-1)	9.19 (-1)	5.42 (-1)	
76.2	2.12 (2)											
70								1.18 (-1)				1.22 (0)
66.2	2.80 (2)											
60		8.24 (-1)	1.55 (0)	8.34 (-1)	8.15 (-1)	1.67 (0)	1.70 (0)	1.58 (-1)	8.40 (-1)	1.65 (0)	8.33 (-1)	1.62(0)
56.2	3.42 (2)											
50								2.08 (-1)				2.21 (0)
46.2	4.12 (2)											
40		1.09 (0)	2.81 (0)	1.09 (0)	1.09 (0)	3.07 (0)	3.27 (0)	2.69 (-1)	1.11 (0)	3.03 (0)	1.09 (0)	3.02 (0)
36.2	4.84 (2)											
30		1.19 (0)	3.85 (0)	1.19 (0)	1.24 (0)	4.16 (0)	4.64 (0)	3.54 (-1)	1.23 (0)	4.11 (0)	1.19 (0)	4.21 (0)
27					1.32 (0)							
26.2	5.39 (2)											
25		1.22 (0)	4.38 (0)	1.24 (0)	1.35 (0)	4.76 (0)	5.46 (0)		1.28 (0)	4.71 (0)	1.24 (0)	4.84 (0)
24.2					1.35 (0)							
23.5					1.34 (0)							
22.5					1.35 (0)							
20		1.25 (0)	4.99 (0)	1.26 (0)	1.37 (0)	5.43 (0)	6.24 (0)	4.31 (-1)	1.31 (0)	5.35 (0)	1.29 (0)	5.59 (0)
16.6					1.43 (0)							
16.2	5.75 (2)											
15		1.31 (0)	5.53 (0)	1.36 (0)		6.13 (0)	7.10 (0)		1.38 (0)	5.93 (0)	1.36 (0)	6.36 (0)
14					1.49 (0)							
10.5					1.58 (0)							
10		1.34 (0)	5.98 (0)	1.44 (0)		6.65 (0)	7.97 (0)	5.72 (-1)	1.43 (0)	6.43 (0)	1.51 (0)	7.19 (0)
9.7					1.61 (0)							
9					1.61 (0)							
8.3				1.46 (0)	1.62 (0)							
7.7					1.62 (0)							
7				1.47 (0)	1.60 (0)							
6.2	5.97 (2)											
6					1.61 (0)						1.65 (0)	
5		1.35 (0)	6.21 (0)			6.83 (0)	8.14 (0)		1.44 (0)	6.71 (0)		7.94 (0)
3					1.54 (0)						1.71 (0)	
2.2												8.12 (0)

表 5.13 (前ページのつづき)

Distance from centerline (cm)	Bonner ball count rate (s ⁻¹ W ⁻¹)											
	Item IA ^a	Item IIA ^a	Item IIB ^a	Item IIIA ^a	Item IIIB ^a	Item IIIC ^a	Item IIID ^a	Item IIIE ^a	Item IVA ^a	Item IVB ^a	Item VA ^a	Item VB ^a
0	6.11 (2)	1.34 (0)	6.30 (0)	1.42 (0)	1.55 (0)	6.81 (0)	8.15 (0)	5.45 (-1)	1.47 (0)	6.87 (0)	1.71 (0)	8.08 (0)
2.2												8.06
3					1.54 (0)						1.66 (0)	
5		1.32 (0)	6.18 (0)	1.45 (0)		6.80 (0)	8.16 (0)		1.46 (0)	6.73 (0)		7.95 (0)
6					1.57 (0)						1.61 (0)	
6.2	6.01 (2)											
7.7					1.61 (0)							
9.7					1.59 (0)							
10		1.31 (0)	5.91 (0)	1.43 (0)		6.58 (0)	7.86 (0)	5.73 (-1)	1.40 (0)	6.36 (0)	1.46 (0)	7.25 (0)
14					1.44 (0)							
15		1.26 (0)	5.48 (0)	1.34 (0)		5.98 (0)	6.96 (0)		1.34 (0)	5.81 (0)	1.33 (0)	6.42 (0)
16.2	5.87 (2)											
18					1.36 (0)							
20		1.19 (0)	4.93 (0)	1.25 (0)		5.28 (0)	6.06 (0)	4.41 (-1)	1.27 (0)	5.20 (0)	1.23 (0)	5.59 (0)
22					1.33 (0)							
25		1.17 (0)	4.33 (0)	1.21 (0)	1.32 (0)	4.63 (0)	5.30 (0)		1.22 (0)	4.54 (0)	1.19 (0)	4.83 (0)
26.2	5.60 (2)											
30		1.12 (0)	3.78 (0)	1.17 (0)	1.18 (0)	3.97 (0)	4.49 (0)	3.63 (-1)	1.17 (0)	4.02 (0)	1.12 (0)	4.16 (0)
36.2	4.88 (2)											
40		1.00 (0)	2.74 (0)	1.05 (0)	1.02 (0)	2.91 (0)	3.13 (0)	2.74 (-1)	1.06 (0)	2.91 (0)	1.00 (0)	2.96 (0)
46.2	4.27 (2)											
50				2.12 (0)								
56.2	3.52 (2)						2.20 (0)	2.14 (-1)				2.12 (0)
60		7.31 (-1)	1.46 (0)	7.72 (-1)	7.34 (-1)	1.53 (0)			7.61 (-1)	1.53 (0)	7.33 (-1)	1.55 (0)
66.2	2.95 (2)											
70							1.16 (0)					
76.2	2.32 (2)											1.12 (0)
80		4.56 (-1)	8.03 (-1)	4.76 (-1)	4.52 (-1)	8.39 (-1)			4.69 (-1)	8.35 (-1)	4.60 (-1)	
86.2	1.73 (2)											
96.2 N	1.24 (2)											

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

^bRead: 1.18×10^2

表 5.14 5 インチボナーボール検出器測定値 (水平方向分布、体系後方30cm、
全実験体系) (ORNL/TM-11839より引用)

Table 21. 5-Inch Bonner ball horizontal traverses through midplane at 30 cm behind a series of configurations
(Items IA, IIA-B, IIIA-E, IVA-B, VA-B)

Distance from centerline (cm)	Bonner ball count rate (s ⁻¹ W ⁻¹)											
	Item IA ^a	Item IIA ^a	Item IIB ^a	Item IIIA ^a	Item IIIB ^a	Item IIIC ^a	Item IIID ^a	Item IIIE ^a	Item IVA ^a	Item IVB ^a	Item VA ^a	Item VB ^a
96.2 S	5.15 (2) ^b											
86.2	7.26 (2)											
80		1.47 (0)	2.58 (0)	1.44 (0)	1.40 (0)	2.67 (0)	2.69 (0)	2.87 (-1)	1.47 (0)	2.71 (0)	1.40 (0)	2.58 (0)
76.2	1.04 (3)											
70					1.84 (0)			3.95 (-1)				
66.2	1.30 (3)											
60		2.40 (0)	4.90 (0)	2.37 (0)	2.33 (0)	5.02 (0)	5.15 (0)	5.44 (-1)	2.43 (0)	5.15 (0)	2.34 (0)	4.96 (0)
56.2	1.68 (3)											
50					2.98 (0)		7.40 (0)	7.58 (-1)				7.01 (0)
46.2	2.01 (3)											
40		3.64 (0)	1.01 (1)	3.63 (0)	3.78 (0)	1.03 (1)	1.09 (1)	1.08 (0)	3.78 (0)	1.06 (1)	3.61 (0)	1.02 (1)
36.2	2.34 (3)											
30		4.41 (0)	1.42 (1)	4.46 (0)	4.83 (0)	1.49 (1)	1.61 (1)	1.56 (0)	4.65 (0)	1.52 (1)	4.39 (0)	1.48 (1)
26.2	2.65 (3)											
25		4.78 (0)	1.66 (1)	4.91 (0)		1.73 (1)	1.91 (1)		5.10 (0)	1.76 (1)	4.89 (0)	1.75 (1)
20		5.18 (0)	1.88 (1)	5.31 (0)	6.01 (0)	2.01 (1)	2.23 (1)	2.08 (0)	5.54 (0)	2.03 (1)	5.34 (0)	2.02 (1)
16.6					6.40 (0)							
16.2	2.94 (3)											
15		5.59 (0)	2.10 (1)	5.81 (0)	6.57 (0)	2.26 (1)	2.55 (1)		6.01 (0)	2.26 (1)	5.84 (0)	2.33 (1)
10		6.03 (0)	2.29 (1)	6.37 (0)	7.37 (0)	2.47 (1)	2.84 (1)	2.74 (0)	6.54 (0)	2.48 (1)	6.65 (0)	2.64 (1)
7.5				6.56 (0)								
6.2	3.13 (3)											
5		6.11 (0)	2.38 (1)	6.64 (0)	7.45 (0)	2.60 (1)	2.98 (1)		6.80 (0)	2.63 (1)	7.42 (0)	2.87 (1)
2.5				6.56 (0)								
0	3.03 (3)	6.09 (0)	2.41 (1)	6.47 (0)	7.29 (0)	2.60 (1)	2.98 (1)	2.67 (0)	6.83 (0)	2.65 (1)	7.68 (0)	2.95 (1)
5		6.11 (0)	2.37 (1)	6.41 (0)	7.44 (0)	2.61 (1)	2.98 (1)		6.75 (0)	2.60 (1)	7.40 (0)	2.87 (1)
6.2	3.04 (3)											
8.3					7.30 (0)							
10		5.91 (0)	2.25 (1)	6.26 (0)	7.19 (0)	2.51 (1)	2.87 (1)	2.72 (0)	6.42 (0)	2.46 (1)	6.64 (0)	2.64 (1)
15		5.47 (0)	2.07 (1)	5.75 (0)	6.46 (0)	2.26 (1)	2.55 (1)		5.92 (0)	2.23 (1)	5.81 (0)	2.33 (1)
16.2	3.04 (3)											
16.6					6.17 (0)							
20		5.01 (0)	1.84 (1)	5.32 (0)	5.81 (0)	2.01 (1)	2.22 (1)	2.06 (0)	5.41 (0)	1.99 (1)	5.27 (0)	2.02 (1)
25		4.61 (0)	1.59 (1)	4.80 (0)		1.75 (1)	1.92 (1)		4.90 (0)	1.73 (1)	4.79 (0)	1.73 (1)
26.2	2.63 (3)											
30		4.21 (0)	1.36 (1)	4.37 (0)	4.64 (0)	1.48 (1)	1.61 (1)	1.53 (0)	4.45 (0)	1.46 (1)	4.27 (0)	1.45 (1)

表 5.14 (前ページのつづき)

Table 21. (Continued)												
Bonner ball count rate ($s^{-1}W^{-1}$)												
Distance from centerline (cm)	Item IA ^a	Item IIA ^a	Item IIB ^a	Item IIIA ^a	Item IIIB ^a	Item IIIC ^a	Item IIID ^a	Item IIIE ^a	Item IVA ^a	Item IVB ^a	Item VA ^a	Item VB ^a
36.2	2.41 (3)											
40		3.35 (0)	9.43 (0)	3.46 (0)	3.58 (0)	1.03 (1)	1.08 (1)	1.06 (0)	3.56 (0)	1.01 (1)	3.45 (0)	9.92 (0)
45								8.91 (-1)				
46.2	2.04 (3)											
50							7.13 (0)					6.74 (0)
56.2	1.69 (3)											
60		2.13 (0)	4.50 (0)	2.18 (0)	2.20 (0)	4.82 (0)			2.22 (0)	4.80 (0)	2.18 (0)	
66.2	1.38 (3)											
70							3.46 (0)					3.31 (0)
76.2	1.05 (3)											
80		1.26 (0)	2.31 (0)	1.30 (0)	1.24 (0)	2.45 (0)			1.30 (0)	2.44 (0)	1.29 (0)	
86.2	7.43 (2)											
96.2 N	5.31 (2)											

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

^bRead: 5.15×10^2 .

表 5.15 8 インチボナーボール検出器測定値（水平方向分布、体系後方30cm、
全実験体系）（ORNL/TM-11839より引用）

Table 22. 8-Inch Bonner ball horizontal traverses through midplane at 30 cm behind a series of configurations
(Items IA, IIA-B, IIIA-E, IVA-B, VA-B)

Distance from centerline (cm)	Bonner ball count rate ($s^{-1}W^{-1}$)												
	Item IA ^a	Item IIA ^a	Item IIB ^a	Item IIIA ^a	Item IIIB ^a	Item IIIC ^a	Item IIID ^a	Item IIIE ^a	Item IVA ^a	Item IVB ^a	Item VA ^a	Item VB ^a	
96.2 S	1.74 (2) ^b												
86.2	2.46 (2)												
80		1.15 (0)	1.76 (0)	1.19 (0)	1.16 (0)	1.78 (0)	1.91 (0)	2.37 (-1)	1.19 (0)	1.85 (0)	1.15 (0)	1.77 (0)	
76.2	3.69 (2)												
70								3.25 (-1)					
66.2	4.77 (2)												
60		1.93 (0)	3.29 (0)	1.98 (0)	1.96 (0)	3.32 (0)	3.60 (0)	4.43 (-1)	2.01 (0)	3.48 (0)	1.92 (0)	3.36 (0)	
56.2	6.03 (2)												
50								6.25 (-1)				4.66 (0)	
46.2	7.36 (2)												
40		2.98 (0)	6.50 (0)	3.09 (0)	3.18 (0)	6.62 (0)	7.41 (0)	8.80 (-1)	3.14 (0)	6.86 (0)	2.99 (0)	6.62 (0)	
36.2	8.91 (2)												
30		3.70 (0)	9.14 (0)	3.84 (0)	4.05 (0)	9.27 (0)	1.07 (1)	1.26 (0)	3.95 (0)	9.68 (0)	3.71 (0)	9.42 (0)	
26.2	1.00 (3)												
25		4.05 (0)	1.07 (1)	4.22 (0)		1.09 (1)	1.27 (1)		4.35 (0)	1.12 (1)	4.09 (0)	1.10 (1)	
20		4.39 (0)	1.21 (1)	4.64 (0)	5.04 (0)	1.25 (1)	1.47 (1)	1.70 (0)	4.76 (0)	1.28 (1)	4.54 (0)	1.28 (1)	
16.2	1.14 (3)												
15		4.76 (0)	1.35 (1)	5.04 (0)		1.40 (1)	1.66 (1)		5.17 (0)	1.42 (1)	4.96 (0)	1.46 (1)	
10		5.04 (0)	1.47 (1)	5.38 (0)	5.95 (0)	1.53 (1)	1.81 (1)	2.13 (0)	5.53 (0)	1.54 (1)	5.43 (0)	1.61 (1)	
6.2	1.15 (3)												
5		5.17 (0)	1.54 (1)	5.57 (0)	6.13 (0)	1.60 (1)	1.90 (1)		5.75 (0)	1.62 (1)	5.82 (0)	1.75 (1)	
0	1.17 (3)	5.19 (0)	1.57 (1)	5.65 (0)	6.18 (0)	1.63 (1)	1.93 (1)	2.27 (0)	5.86 (0)	1.65 (1)	5.96 (0)	1.81 (1)	
5		5.12 (0)	1.55 (1)	5.54 (0)	6.07 (0)	1.61 (1)	1.90 (1)		5.73 (0)	1.61 (1)	5.77 (0)	1.77 (1)	
6.2	1.14 (3)												
10		4.96 (0)	1.48 (1)	5.34 (0)	5.80 (0)	1.53 (1)	1.79 (1)	2.14 (0)	5.44 (0)	1.52 (1)	5.37 (0)	1.65 (1)	
15		4.67 (0)	1.37 (1)	4.97 (0)		1.42 (1)	1.63 (1)		5.10 (0)	1.41 (1)	4.92 (0)	1.50 (1)	
16.2	1.10 (3)												
20		4.29 (0)	1.23 (1)	4.51 (0)	4.90 (0)	1.27 (1)	1.43 (1)	1.74 (0)	4.65 (0)	1.26 (1)	4.44 (0)	1.32 (1)	
25		3.94 (0)	1.08 (1)	4.10 (0)		1.11 (1)	1.24 (1)		4.24 (0)	1.10 (1)	4.02 (0)	1.15 (1)	
26.2	9.99 (2)												
30		3.53 (0)	9.33 (0)	3.72 (0)	3.85 (0)	9.48 (0)	1.04 (1)	1.29 (0)	3.80 (0)	9.38 (0)	3.61 (0)	9.63 (0)	
36.2	9.09 (2)												
40		2.79 (0)	6.54 (0)	2.94 (0)	2.95 (0)	6.63 (0)	7.11 (0)	9.19 (-1)	3.02 (0)	6.60 (0)	2.86 (0)	6.73 (0)	
46.2	7.75 (2)												
50							4.80 (0)	6.43 (-1)				4.59 (0)	
56.2	6.12 (2)												

表 5.15 (前ページのつづき)

Table 22. (Continued)												
Bonner ball count rate ($s^{-1}W^{-1}$)												
Distance from centerline (cm)	Item IA ^a	Item IIA ^a	Item IIB ^a	Item IIIA ^a	Item IIIB ^a	Item IIIC ^a	Item IIID ^a	Item IIIE ^a	Item IVA ^a	Item IVB ^a	Item VA ^a	Item VB ^a
60		1.73 (0)	3.21 (0)	1.82 (0)	1.78 (0)	3.24 (0)			1.83 (0)	3.20 (0)	1.77 (0)	
66.2	4.85 (2)											
70							2.39 (0)					2.30 (0)
76.2	3.69 (2)											
80		1.02 (0)	1.68 (0)	1.04 (0)	1.02 (0)	1.68 (0)			1.07 (0)	1.65 (0)	1.02 (0)	
86.2	2.65 (2)											
96.2 N	1.77 (2)											

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

^bRead: 1.74×10^2 .

^cThe data in Item IA was obtained using the 10-in BB by mistake and the error was not noted until compilation of the results.

表 5.16 ホニャックボタン測定値 (中心面水平方向分布、全実験体系)
(ORNL/TM-11839より引用)

Table 25. Hornyak button traverses through horizontal midplane behind a series of configurations
(Items IIA-B, IIIA-E, IVA-B, VA-B)^a

Distance from centerline (cm) ^b	Neutron Dose Rate (erg/g/hr) ^w											
	Item IIA ^c	Item IIB ^c	Item IIIA ^c	Item IIIB ^c	Item IIIC ^c	Item IIID ^c	Item IIIE ^d	Item IIIE ^{d,e}	Item IVA ^c	Item IVB ^c	Item VA ^c	Item VB ^c
80 S	4.13 (-4)		4.57 (-4)	4.14 (-4)	4.28 (-4)	4.25 (-4)	5.61 (-5)	7.04 (-5)	4.88 (-4)	4.40 (-4)	4.15 (-4)	
70							8.35 (-5)					7.15 (-4)
60	9.88 (-4)	1.01 (-3)	1.05 (-3)	9.93 (-4)	9.88 (-4)	1.00 (-3)	1.28 (-4)	1.58 (-4)	1.14 (-3)	9.97 (-4)	9.90 (-4)	
50		1.24 (-3)					1.83 (-4)			1.23 (-3)		1.27 (-3)
40	1.45 (-3)	1.38 (-3)	1.54 (-3)	1.47 (-3)	1.33 (-3)	1.34 (-3)	2.72 (-4)	2.81 (-4)	1.87 (-3)	1.38 (-3)	1.49 (-3)	1.41 (-3)
30	1.88 (-3)	1.32 (-3)	1.78 (-3)	1.86 (-3)	1.27 (-3)	1.30 (-3)	3.99 (-4)		1.87 (-3)	1.33 (-3)	1.67 (-3)	1.35 (-3)
27.8								4.92 (-4)				
27.5												1.33 (-3)
27				1.88 (-3)		1.35 (-3)	4.75 (-4)			1.37 (-3)		
25	1.86 (-3)	1.37 (-3)	2.13 (-3)	2.12 (-3)	1.36 (-3)	1.40 (-3)	5.65 (-4)		2.23 (-3)	1.43 (-3)	2.01 (-3)	1.42 (-3)
24.2				2.20 (-3)		1.40 (-3)						
23.5				2.29 (-3)		1.42 (-3)						
23							6.91 (-4)					
22.5				2.34 (-3)		1.39 (-3)						
20	2.30 (-3)	1.40 (-3)	2.51 (-3)	2.58 (-3)	1.40 (-3)	1.40 (-3)	7.85 (-4)		2.64 (-3)	1.55 (-3)	2.33 (-3)	1.46 (-3)
18.6								8.54 (-4)				1.57 (-3)
18.5				2.79 (-3)		1.42 (-3)						
16							8.70 (-4)					
15	2.57 (-3)	1.49 (-3)	2.86 (-3)		1.49 (-3)				2.98 (-3)	1.64 (-3)	2.63 (-3)	
14				2.94 (-3)		1.52 (-3)						
12												1.65 (-3)
10.5				3.07 (-3)		1.68 (-3)						
10	2.81 (-3)	1.56 (-3)	3.16 (-3)		1.58 (-3)				3.30 (-3)	1.79 (-3)	2.91 (-3)	
9.7				3.12 (-3)		1.74 (-3)	9.70 (-4)					
9				3.08 (-3)		1.73 (-3)						
8.9							9.86 (-4)	1.02 (-3)				
8.8	2.87 (-3)											
8.4				3.18 (-3)		1.76 (-3)						
8.3	2.98 (-3)	1.60 (-3)	3.31 (-3)		1.62 (-3)		1.02 (-3)	1.03 (-3)	3.49 (-3)	1.82 (-3)	3.08 (-3)	1.74 (-3)
7.7	2.99 (-3)		3.39 (-3)	3.15 (-3)	1.65 (-3)	1.79 (-3)		1.02 (-3)	3.60 (-3)		3.15 (-3)	
7			3.44 (-3)	3.16 (-3)	1.65 (-3)	1.71 (-3)			3.62 (-3)	1.84 (-3)		
6			3.47 (-3)	3.15 (-3)	1.61 (-3)	1.73 (-3)			3.65 (-3)	1.82 (-3)	3.23 (-3)	1.75 (-3)
5	2.93 (-3)	1.62 (-3)								1.82 (-3)		
4.5												1.81 (-3)
4			3.52 (-3)						3.82 (-3)	1.84 (-3)	3.31 (-3)	
3				3.26 (-3)	1.55 (-3)	1.66 (-3)						1.84 (-3)
2.5									3.86 (-3)			

表 5.16 (前ページのつづき)

Table 25. (Continued)

Distance from centerline (cm) ^b	Neutron Dose Rate (erg/g·h ^w)												
	Item IIA ^c	Item IIB ^c	Item IIIA ^c	Item IIIB ^c	Item IIIC ^c	Item IIID ^c	Item IIIE ^d	Item IIIE ^{d,e}	Item IVA ^c	Item IVB ^c	Item VA ^c	Item VB ^c	
2.2													1.88 (-3)
2													
0	2.97 (-3)	1.82 (-3)	3.55 (-3)	3.28 (-3)	1.55 (-3)	1.83 (-3)	1.10 (-3)	1.08 (-3)	3.85 (-3)	1.85 (-3)	3.34 (-3)	3.33 (-3)	1.88 (-3)
2											3.32 (-3)		
2.2													1.85 (-3)
2.5									3.91 (-3)				
3				3.20 (-3)	1.58 (-3)	1.68 (-3)							
4			3.50 (-3)						3.80 (-3)	1.82 (-3)	3.24 (-3)		
4.5													1.82 (-3)
5	2.94 (-3)	1.80 (-3)											
6			3.43 (-3)	3.16 (-3)	1.57 (-3)	1.88 (-3)			3.72 (-3)	1.83 (-3)	3.23 (-3)		1.88 (-3)
7			3.35 (-3)	3.14 (-3)	1.60 (-3)	1.77 (-3)		1.06 (-3)	3.64 (-3)				
7.7			3.34 (-3)	3.05 (-3)	1.59 (-3)	1.74 (-3)		1.01 (-3)	3.42 (-3)		3.17 (-3)		
8.3	2.96 (-3)	1.59 (-3)	3.72 (-3)		1.58 (-3)			1.00 (-3)	3.55 (-3)	1.79 (-3)	3.09 (-3)		1.88 (-3)
8.4				2.99 (-3)		1.72 (-3)							
9				2.92 (-3)		1.70 (-3)							
9.7				2.82 (-3)		1.72 (-3)							
10	2.87 (-3)	1.55 (-3)	3.13 (-3)		1.58 (-3)		9.71 (-4)		3.38 (-3)	1.72 (-3)	2.89 (-3)		
10.5				2.94 (-3)		1.64 (-3)							
12													1.58 (-3)
14				2.80 (-3)		1.44 (-3)							
15	2.81 (-3)	1.44 (-3)	2.87 (-3)		1.45 (-3)				3.01 (-3)	1.58 (-3)	2.89 (-3)		
18.5				2.67 (-3)		1.35 (-3)							
18.8							8.86 (-4)	8.56 (-4)					
20	2.29 (-3)	1.33 (-3)	2.49 (-3)	2.41 (-3)	1.31 (-3)	1.29 (-3)			2.80 (-3)	1.44 (-3)	2.27 (-3)		1.41 (-3)
22.5				2.22 (-3)		1.32 (-3)							1.34 (-3)
23.5				2.12 (-3)		1.38 (-3)							
24.2				2.04 (-3)		1.33 (-3)							
24.9							6.14 (-4)	5.85 (-4)					
25	1.83 (-3)	1.24 (-3)	2.08 (-3)	1.80 (-3)	1.21 (-3)	1.31 (-3)			2.22 (-3)	1.30 (-3)	1.80 (-3)		1.28 (-3)
27				1.88 (-3)		1.25 (-3)							
27.5							4.83 (-4)						
27.8								5.00 (-4)					
30	1.53 (-3)	1.12 (-3)	1.67 (-3)	1.50 (-3)	1.12 (-3)	1.14 (-3)			1.77 (-3)	1.17 (-3)	1.54 (-3)		1.14 (-3)
35		1.19 (-3)			1.17 (-3)								
40	1.29 (-3)	1.19 (-3)	1.41 (-3)	1.26 (-3)	1.18 (-3)	1.19 (-3)	3.19 (-4)	3.57 (-4)	1.49 (-3)	1.17 (-3)	1.29 (-3)		
45							2.23 (-4)	2.39 (-4)					
50													
60	8.31 (-4)	8.39 (-4)	9.02 (-4)	8.15 (-4)	8.35 (-4)	8.21 (-4)			9.48 (-4)	1.05 (-3)			1.08 (-3)
70						5.77 (-4)				8.33 (-4)	8.14 (-3)		
80 N	3.38 (-4)	3.43 (-4)	3.62 (-4)	3.28 (-4)	3.41 (-4)					3.40 (-4)	3.30 (-3)		

^aSee experimental program plan for description of configurations.

^bDistance from centerline of shield mockup.

^cData at 2.37 cm behind configuration.

^dData at 1.85 cm behind configuration.

^eRepeat of measurement with different Hornyak button detector.

^fRead: 4.13 x 10⁻⁴.

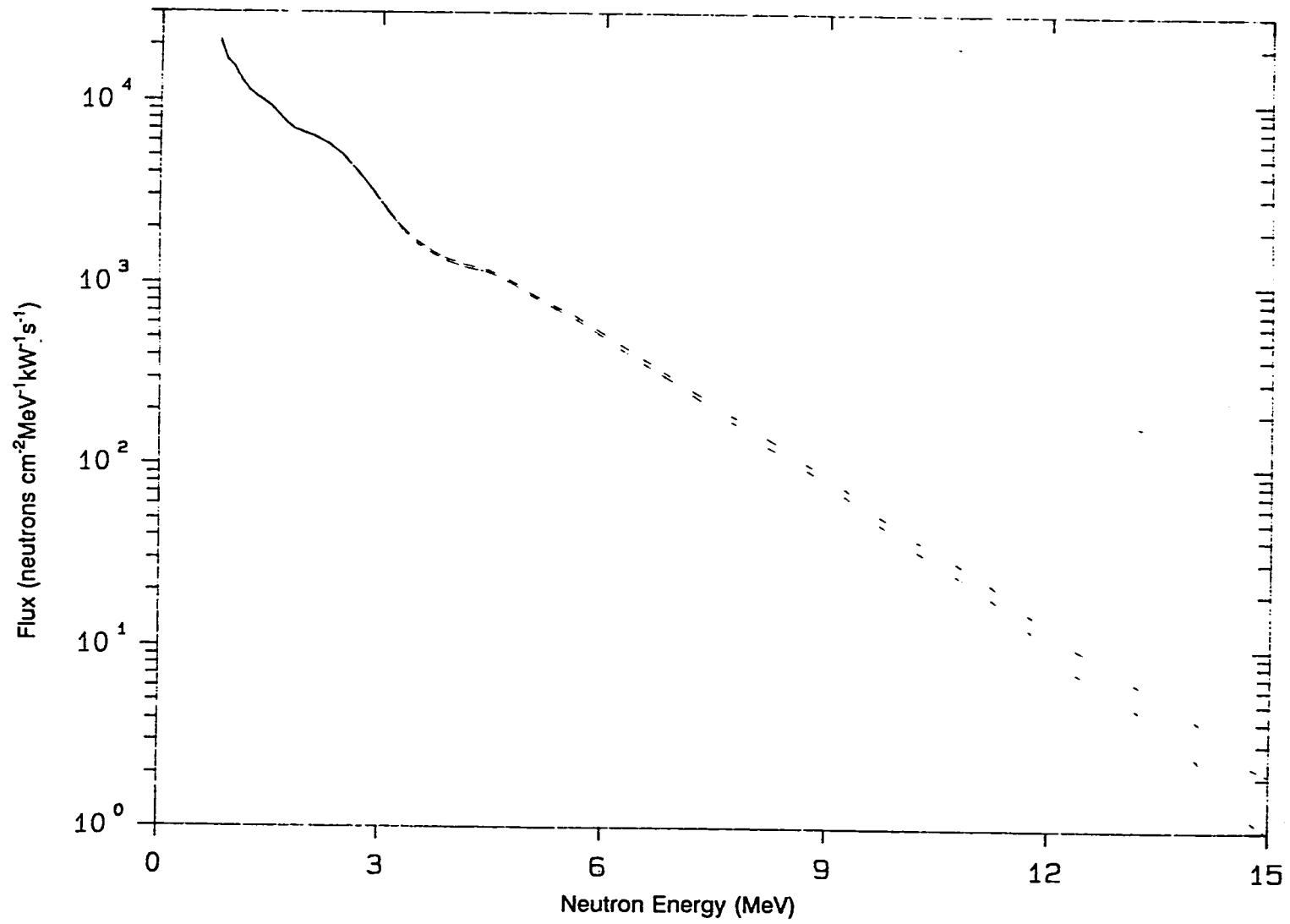


Figure 16. Spectrum of high-energy neutrons (> 0.8 MeV) on centerline 179.1 cm behind radial blanket (Item IA): Run 7881A.

図5.1 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (中心軸上、体系 I - A 後方179.1cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

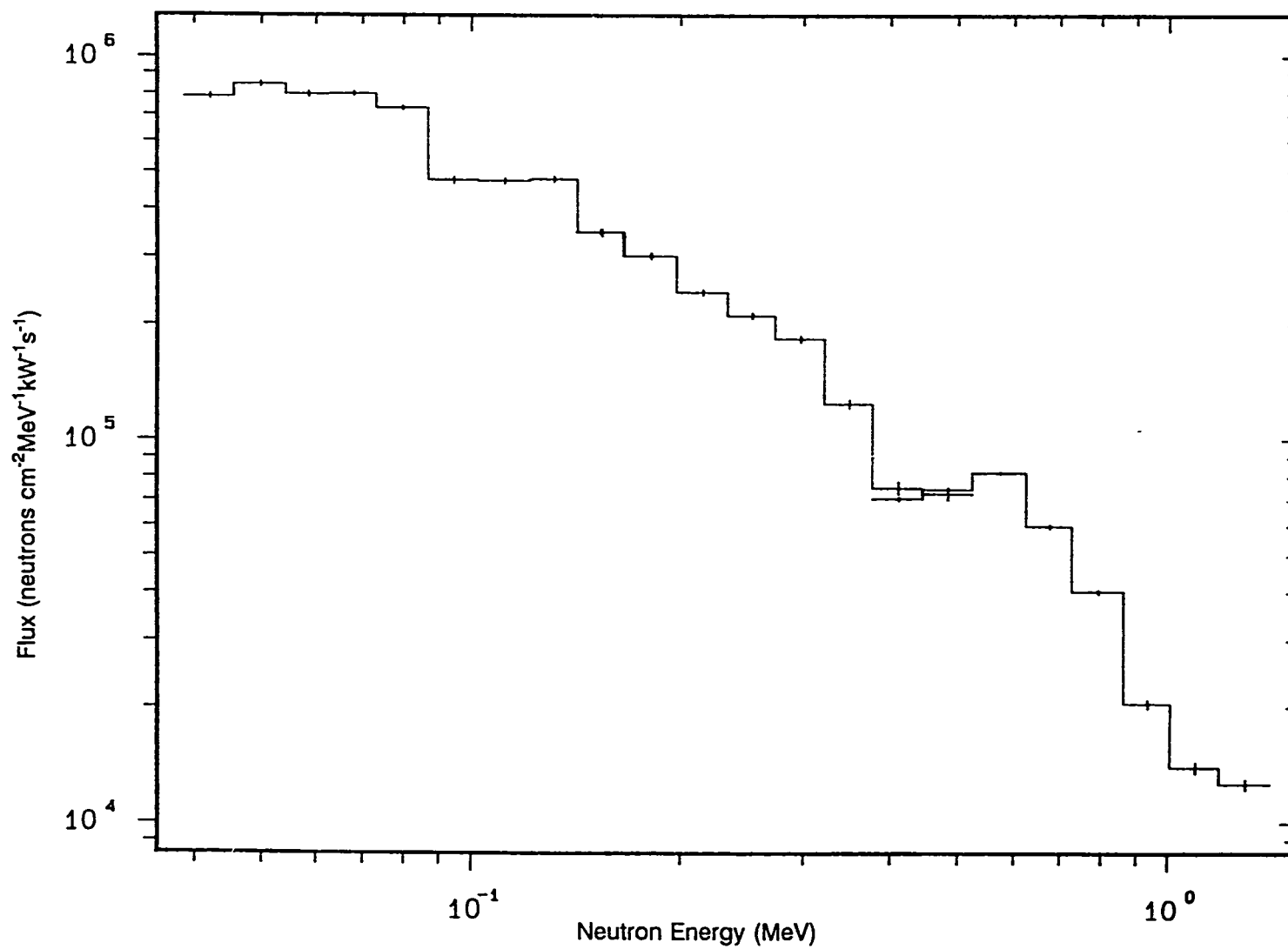


Figure 17. Neutron spectrum (50 keV to 1.4 MeV) on centerline 179.1 cm behind spectrum modifier (Item IA): Runs 1554A, 1554D, 1555B.

図5.2 中性子スペクトル測定値（中心軸上、体系I-A後方179.1cm）
（ORNL/TM-11839より引用）

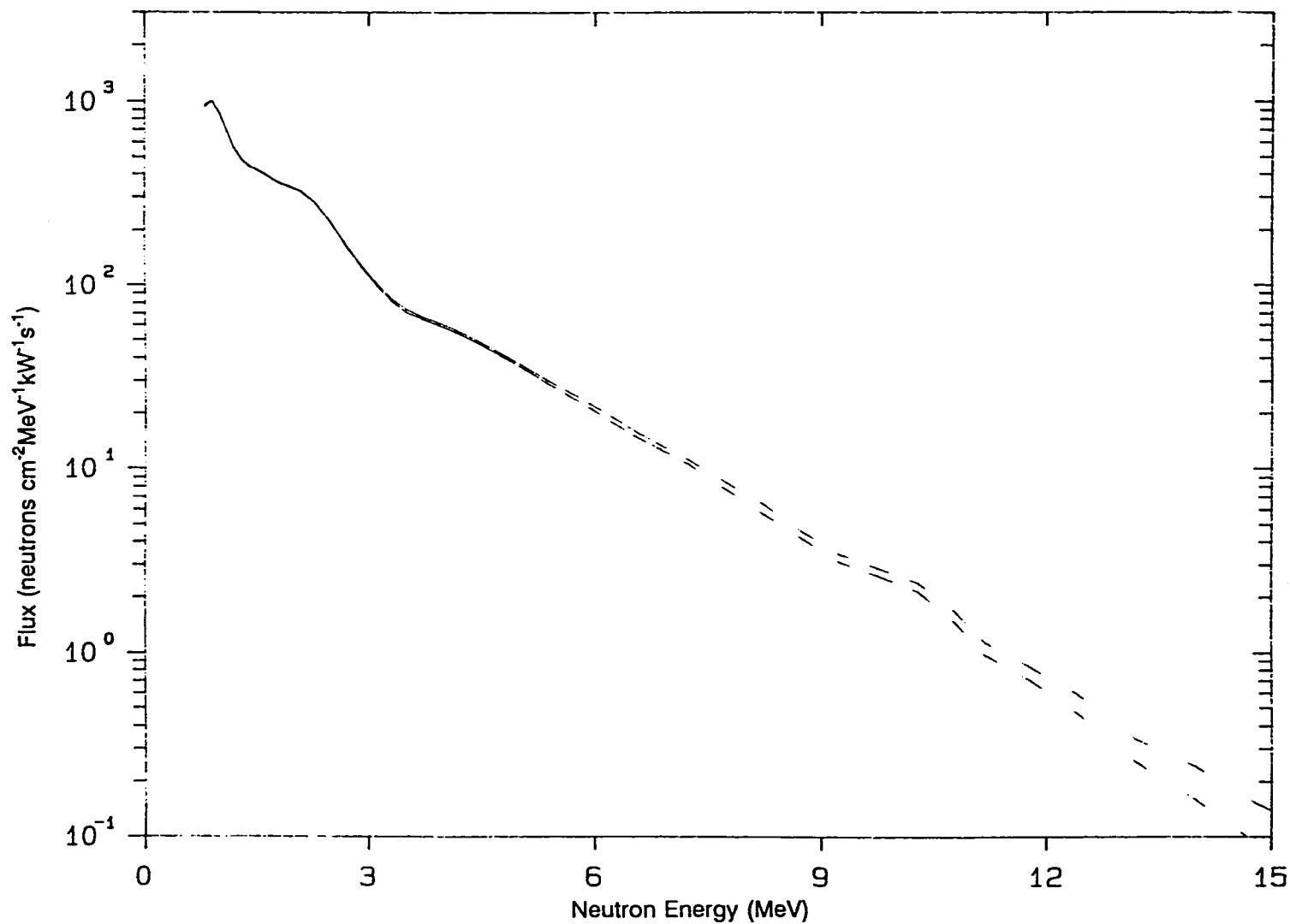


Figure 19. Spectrum of high-energy neutrons (> 0.8 MeV) on centerline at 25 cm behind the lead (32.6 cm behind axial shield). (Item IIA): Run 7895.5.

図 5.3 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (体系Ⅱ-A、鉛板後方25cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

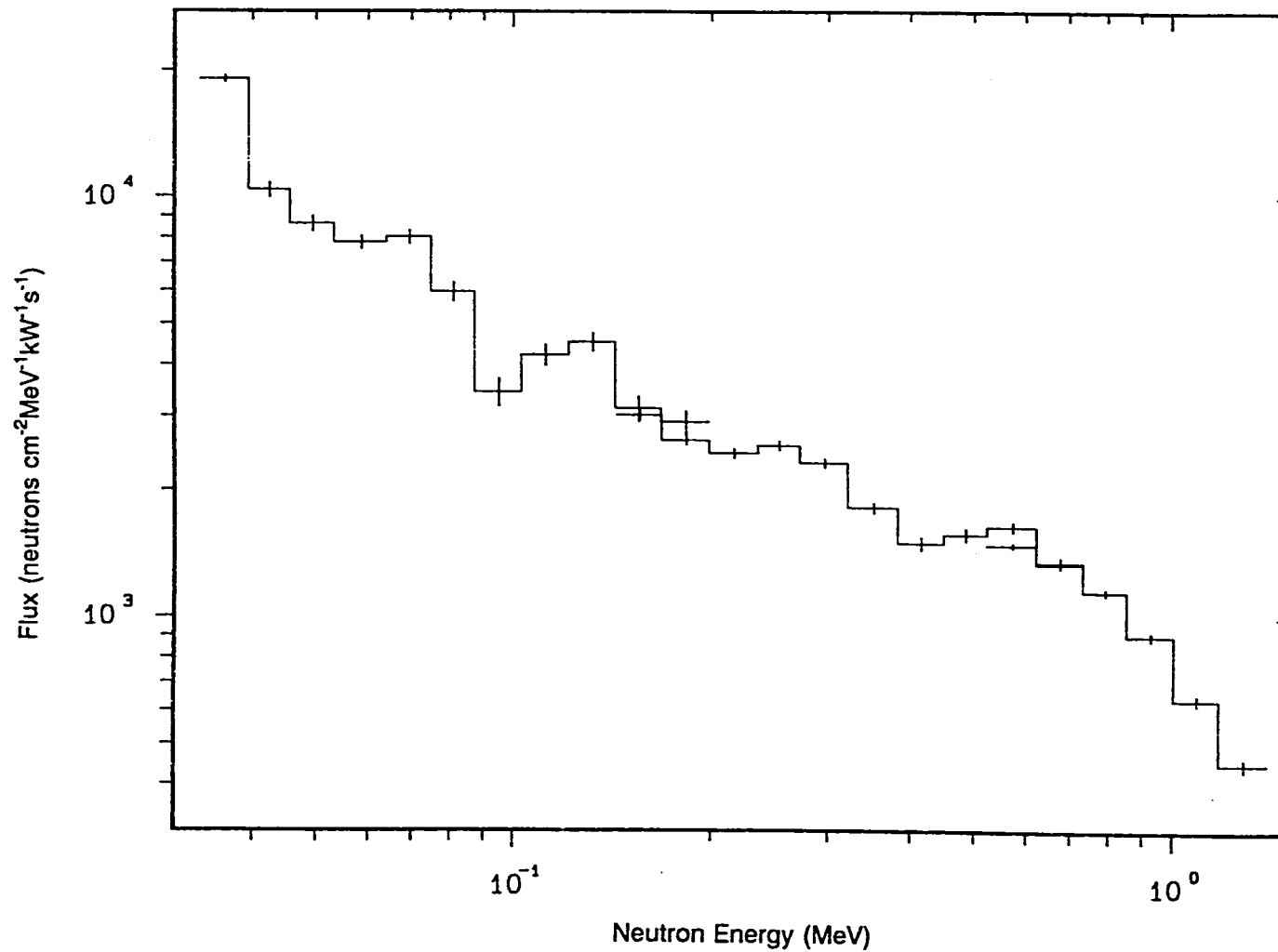


Figure 20. Neutron spectrum (50 keV to 1.4 MeV) on centerline 25 cm behind the lead (32.6 cm behind axial shield). (Item IIA): Runs 1568A, 1568B, 1570B.

図5.4 中性子スペクトル測定値 (体系Ⅱ-A、鉛板後方25cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

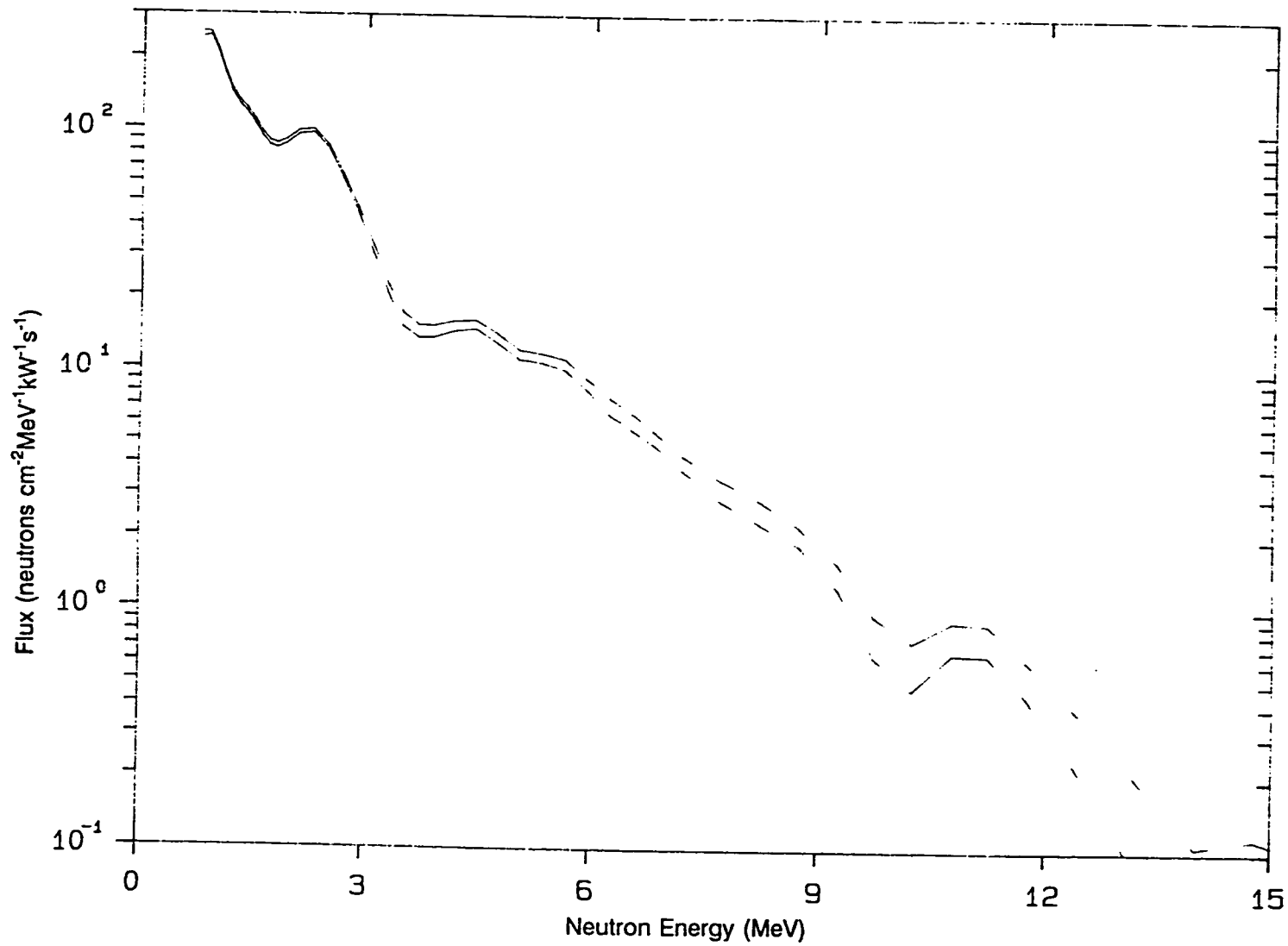


Figure 23. Spectrum of high-energy neutrons (> 0.8 MeV) on centerline 98.3 cm behind the SS homogeneous shield mockup (Item IIB). Run 7889.2.

図5.5 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (体系Ⅱ-B後方98.3cm、(鉛板不使用時))
(ORNL/TM-11839より引用)

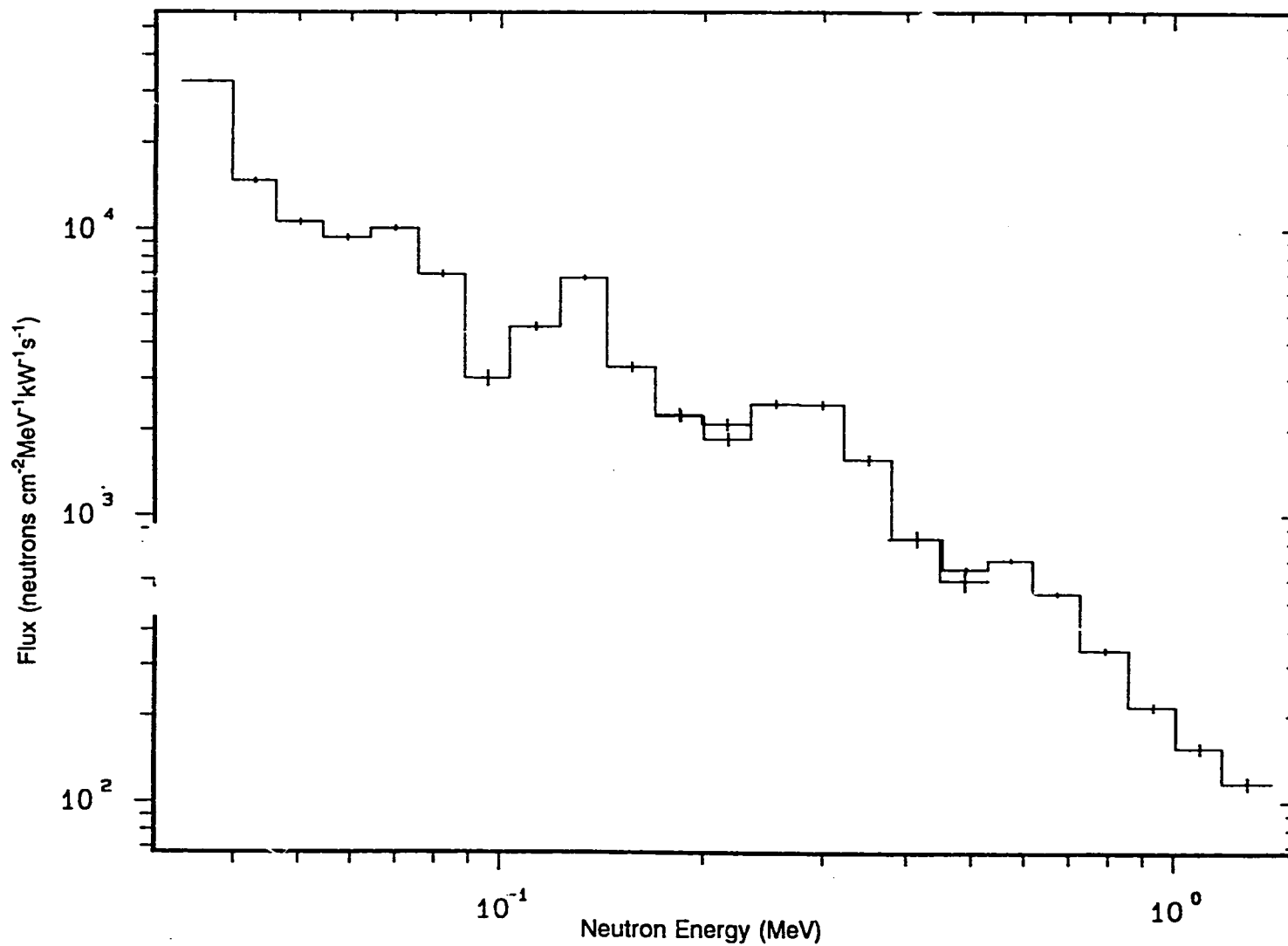


Figure 24. Neutron spectrum (50 keV to 1.4 MeV) on centerline 98.3 cm behind the SS homogeneous shield mockup (Item IIB). Runs 1563, 1564A, 1564B.

図5.6 中性子スペクトル測定値 (体系Ⅱ-B後方98.3cm、(鉛板不使用時))
(ORNL/TM-11839より引用)

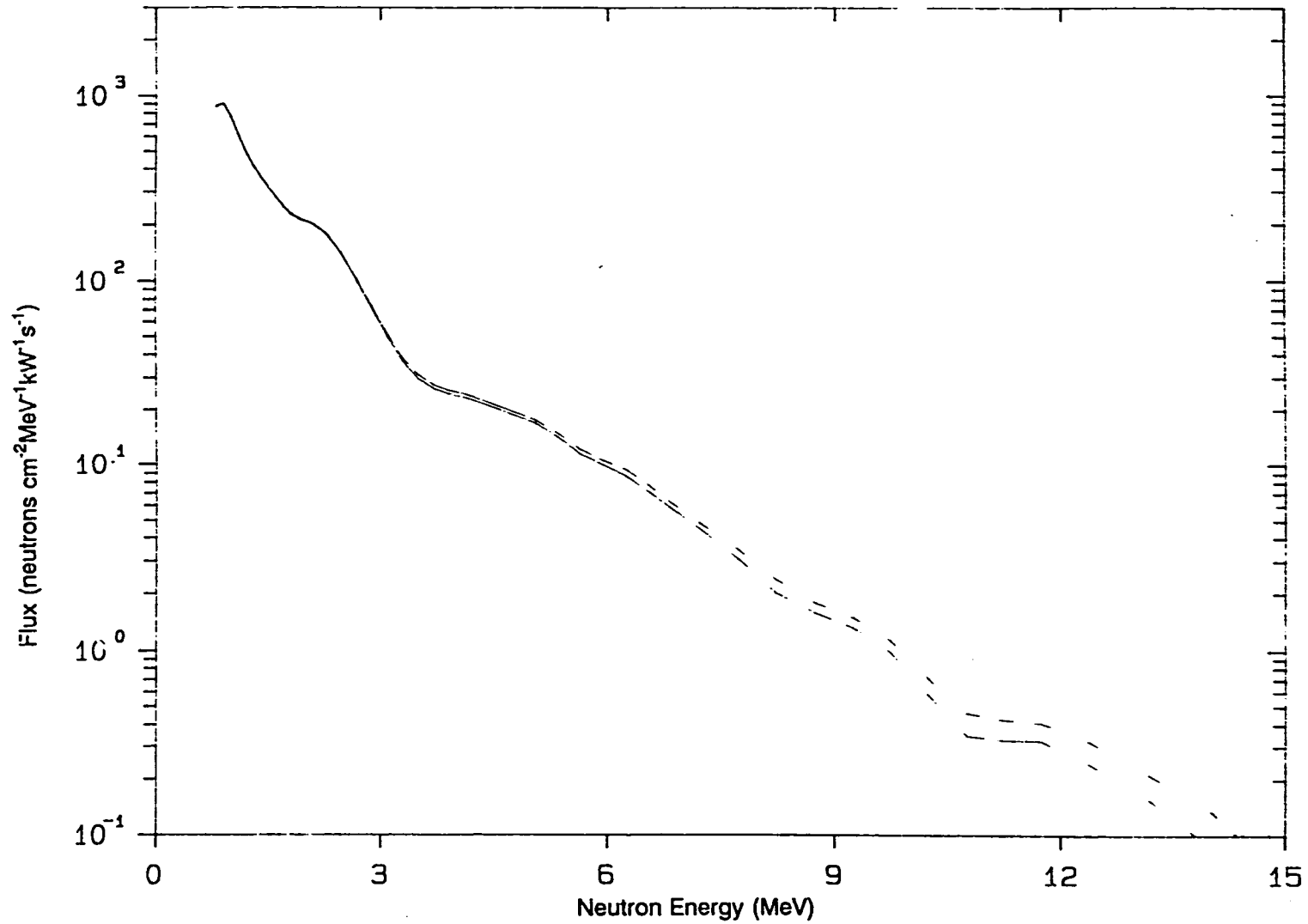


Figure 26. Spectrum of high-energy neutrons (> 0.8 MeV) on centerline 25 cm behind lead (32.6 cm behind SS homogeneous shield mockup) (Item IIB). Run 7892.3.

図5.7 高エネルギー中性子スペクトル測定値 (体系Ⅱ-B、鉛板後方25cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

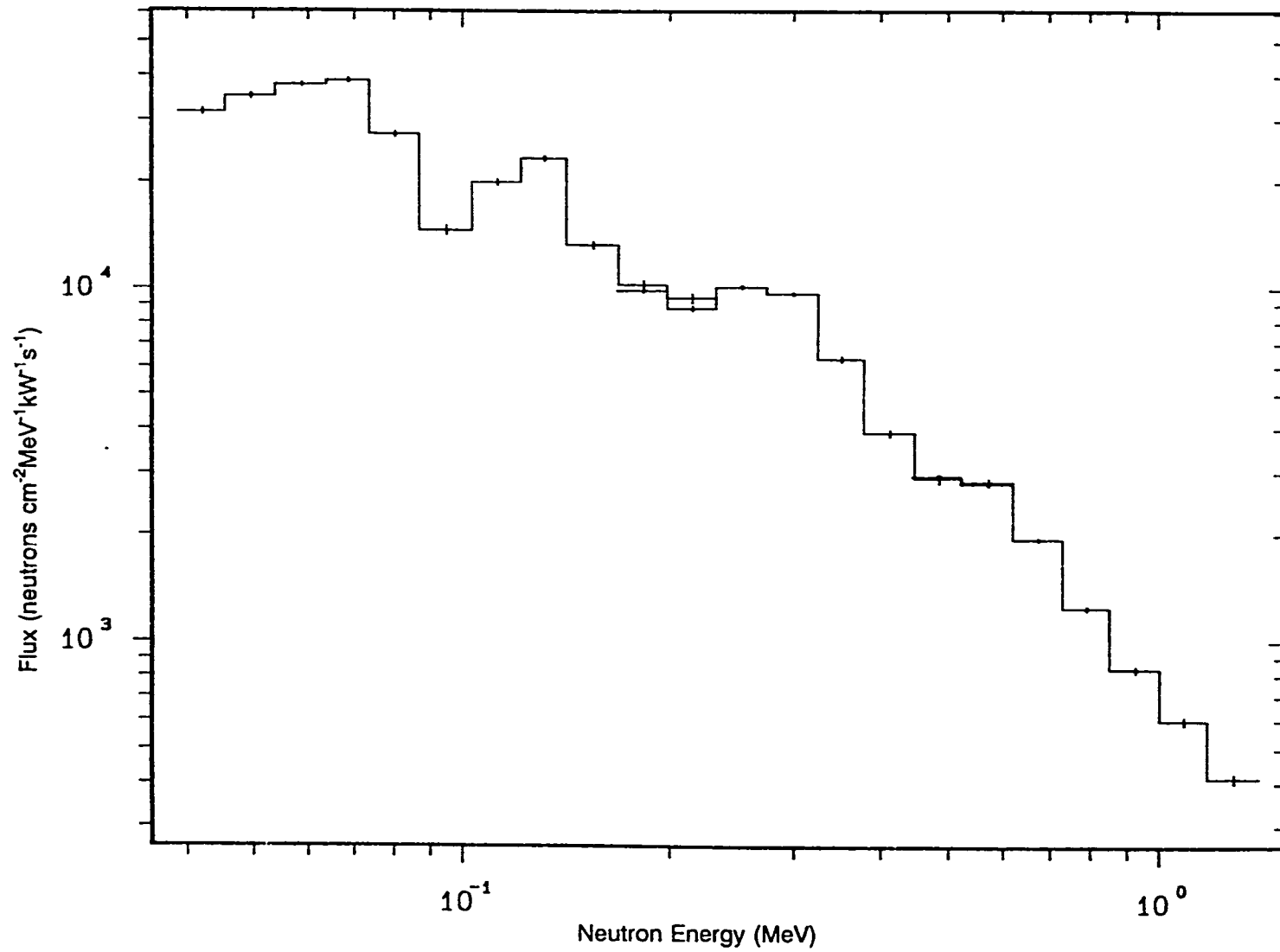


Figure 27. Neutron spectrum (50 keV to 1.4 MeV) on centerline at 25 cm behind lead (36.2 cm behind SS homogeneous shield mockup) (Item IIB). Runs 1567A, 1567B, 1567C.

図5.8 中性子スペクトル測定値 (体系Ⅱ-B、鉛板後方25cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

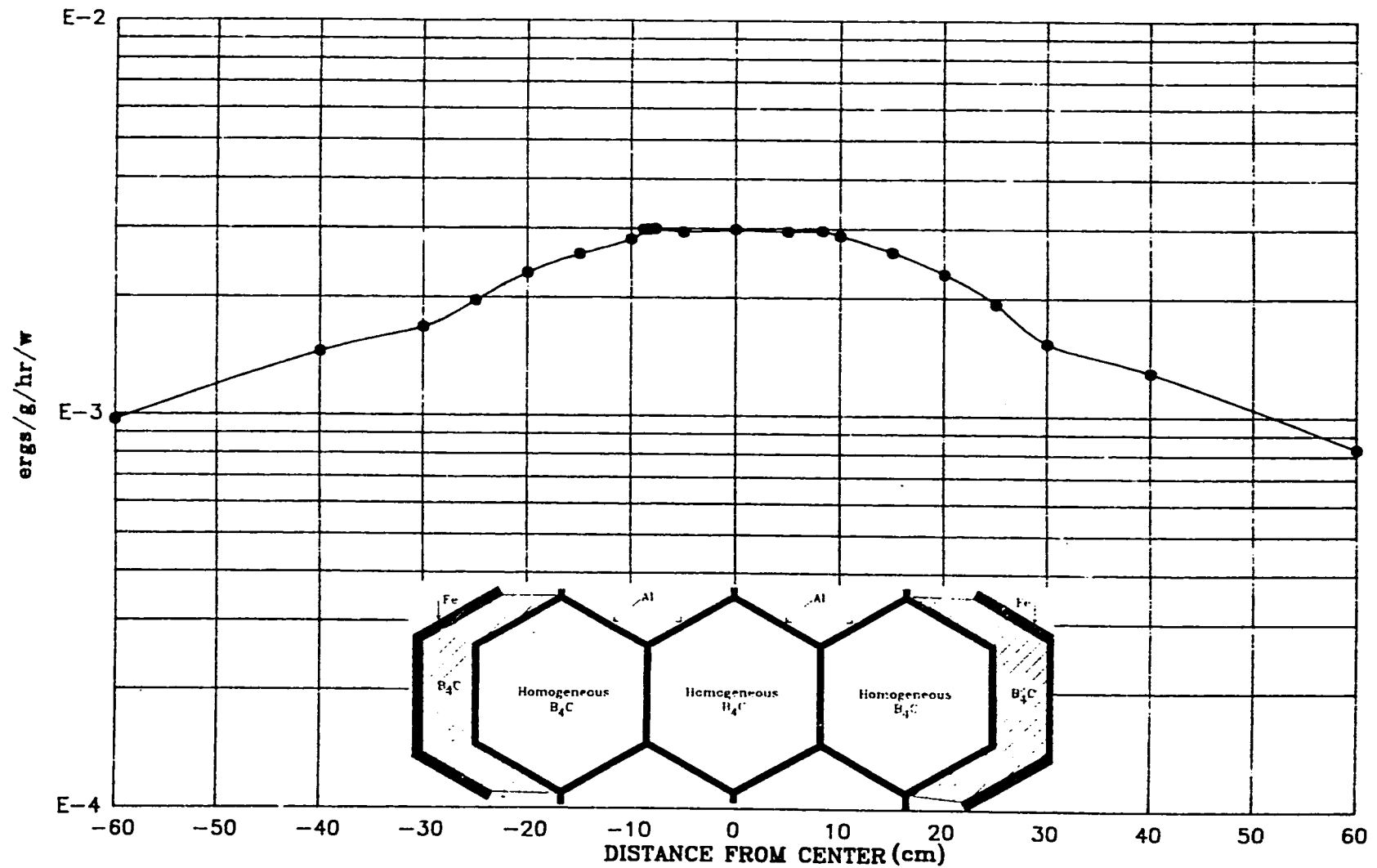


Figure 22. Radial traverse 2.37 cm behind the B₄C homogeneous hexagon mockup using the Hornyak button (Item IIA).

図5.9 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅱ-A後方2.37cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

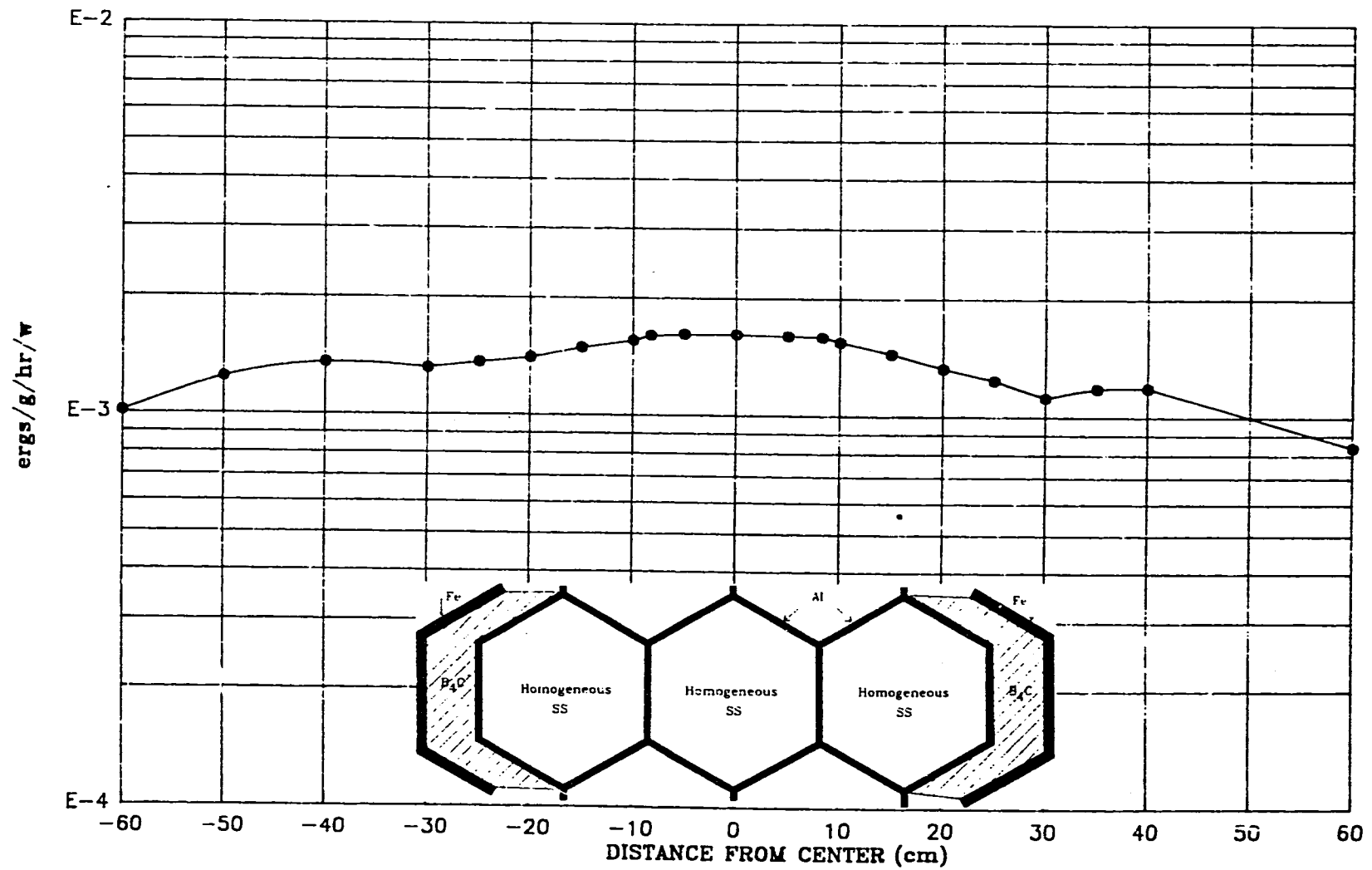


Figure 25. Radial traverse 2.37 cm behind the SS homogeneous shield mockup using the Hornyak button (Item IIB).

図5.10 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅱ-B後方2.37cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

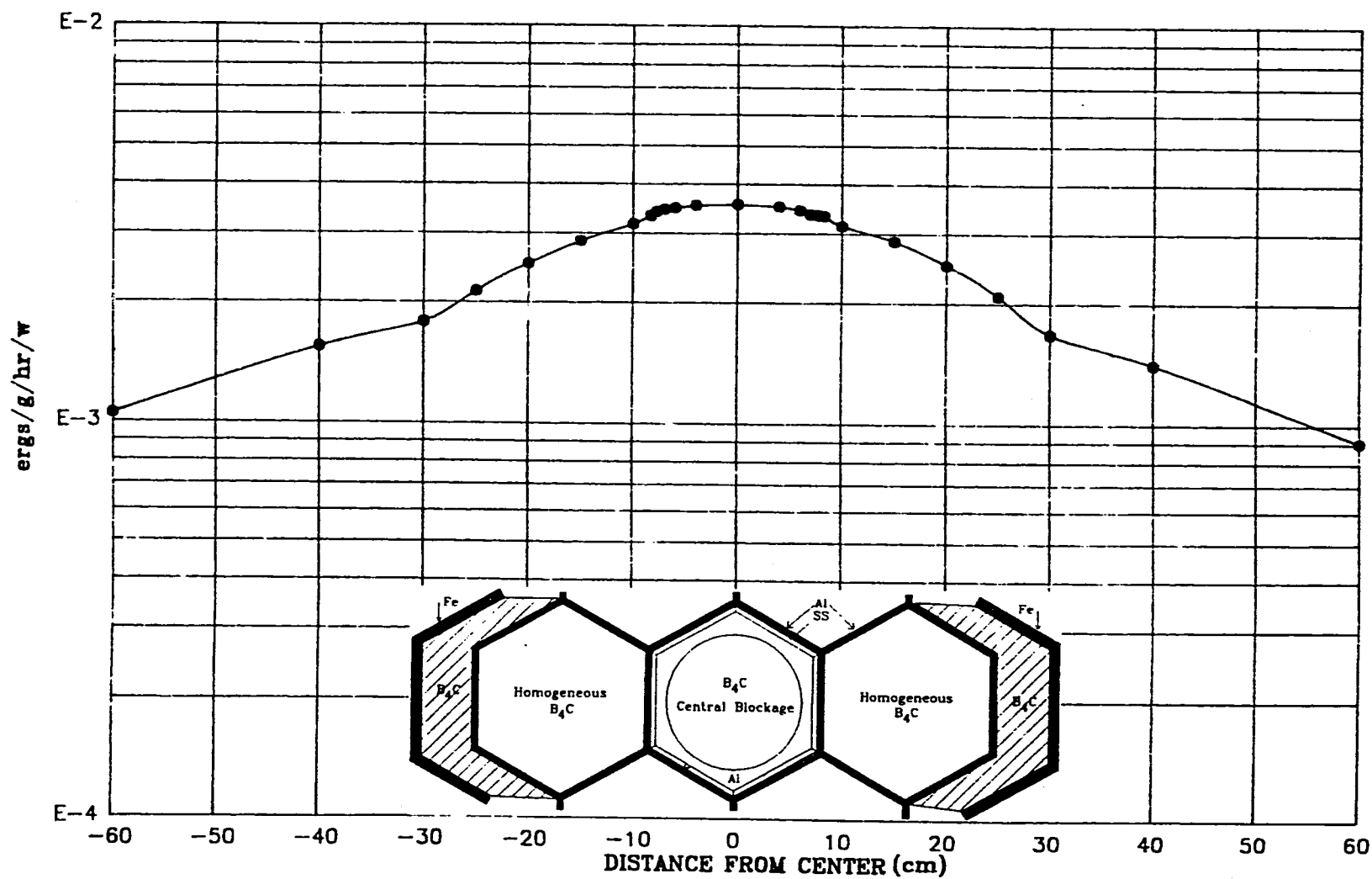


Figure 28. Radial traverse 2.37 cm behind the B₄C central blockage + six B₄C homogeneous mockup using the Hornyak button (Item IIIA).

図5.11 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅲ-A後方2.37cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

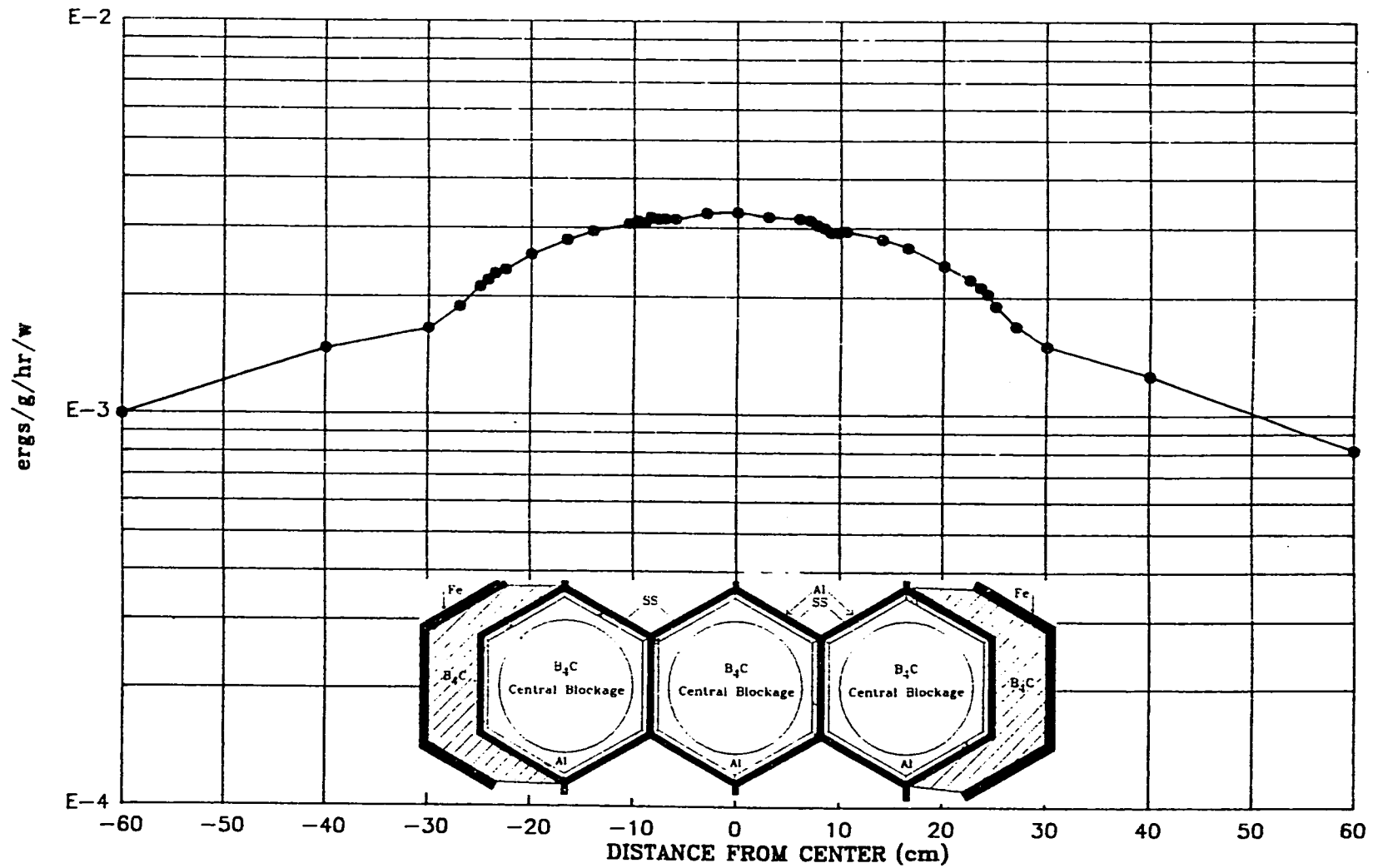


Figure 29. Radial traverse 2.37 cm behind the B₄C central blockage type shield mockup using the Hornyak button (Item III B).

図 5.12 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系 III-B 後方 2.37cm)
(ORNL/TM-11839 より引用)

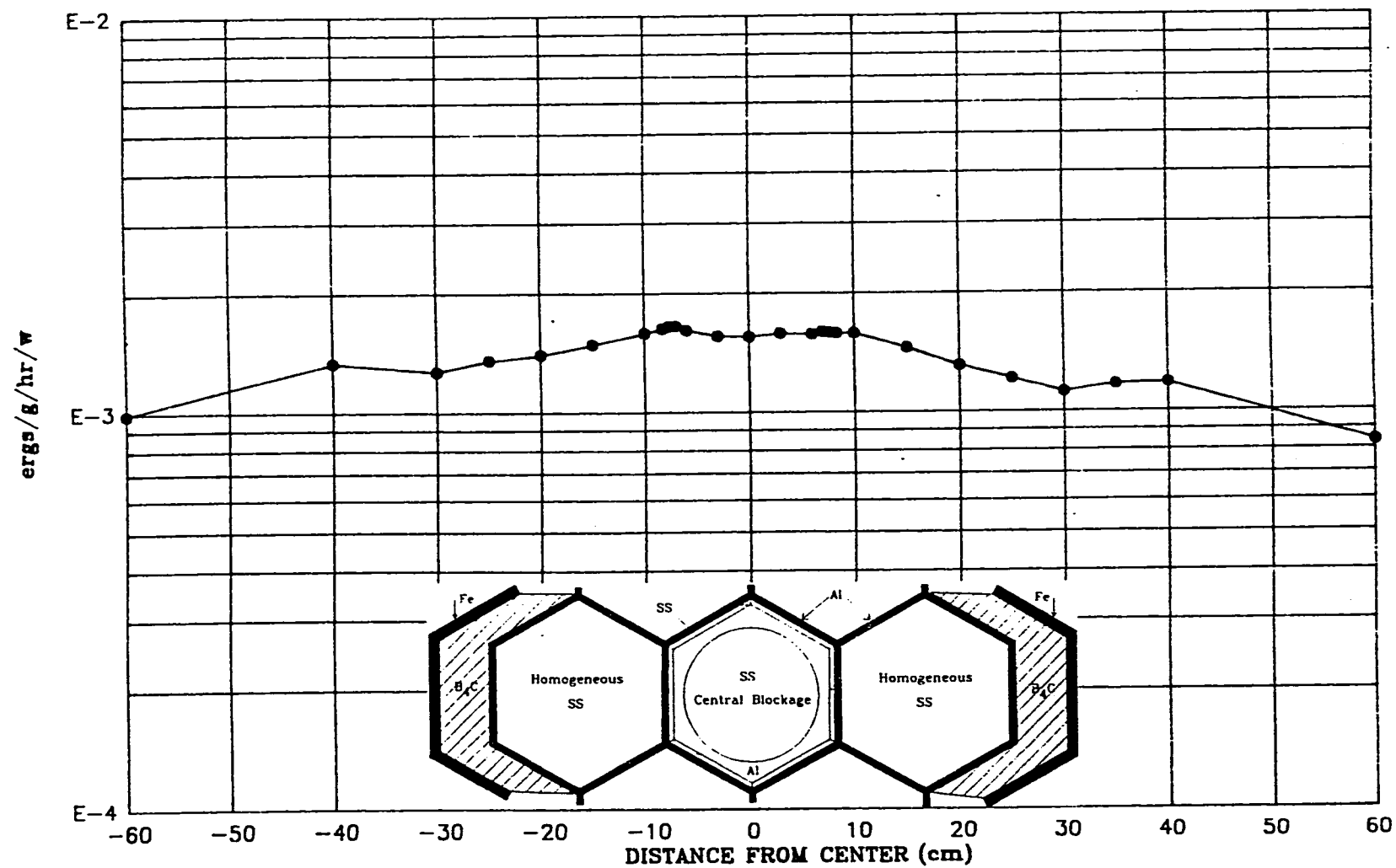


Figure 30. Radial traverse 2.37 cm behind the SS central blockage + six SS homogeneous-type shield mockup using the Hornyak button (Item III C).

図 5.13 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅲ-C 後方 2.37cm)
(ORNL/TM-11839 より引用)

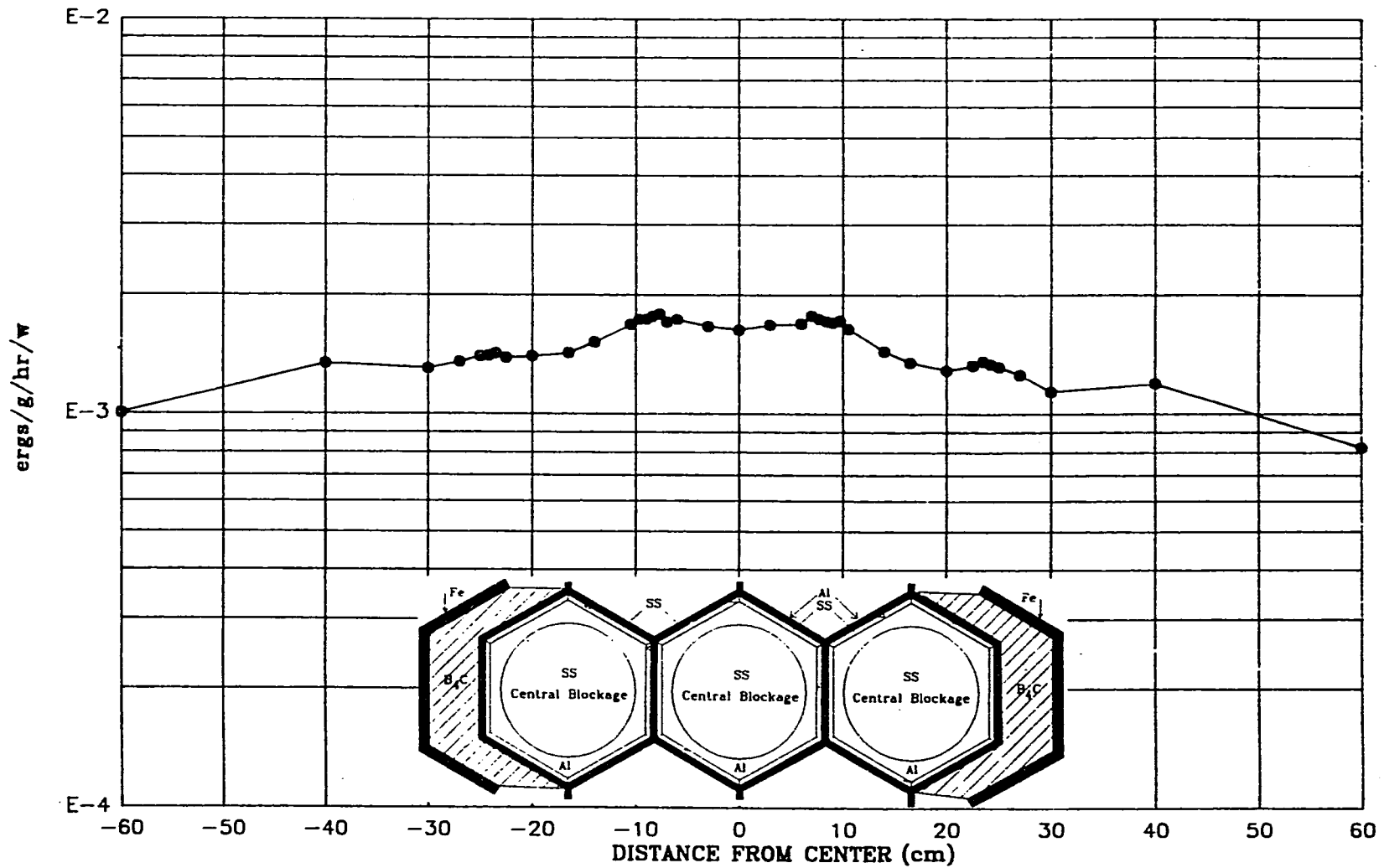


Figure 31. Radial traverse 2.37 cm behind the SS central blockage type shield mockup using the Hornyak button (Item IIID).

図 5.14 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅲ-D後方2.37cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

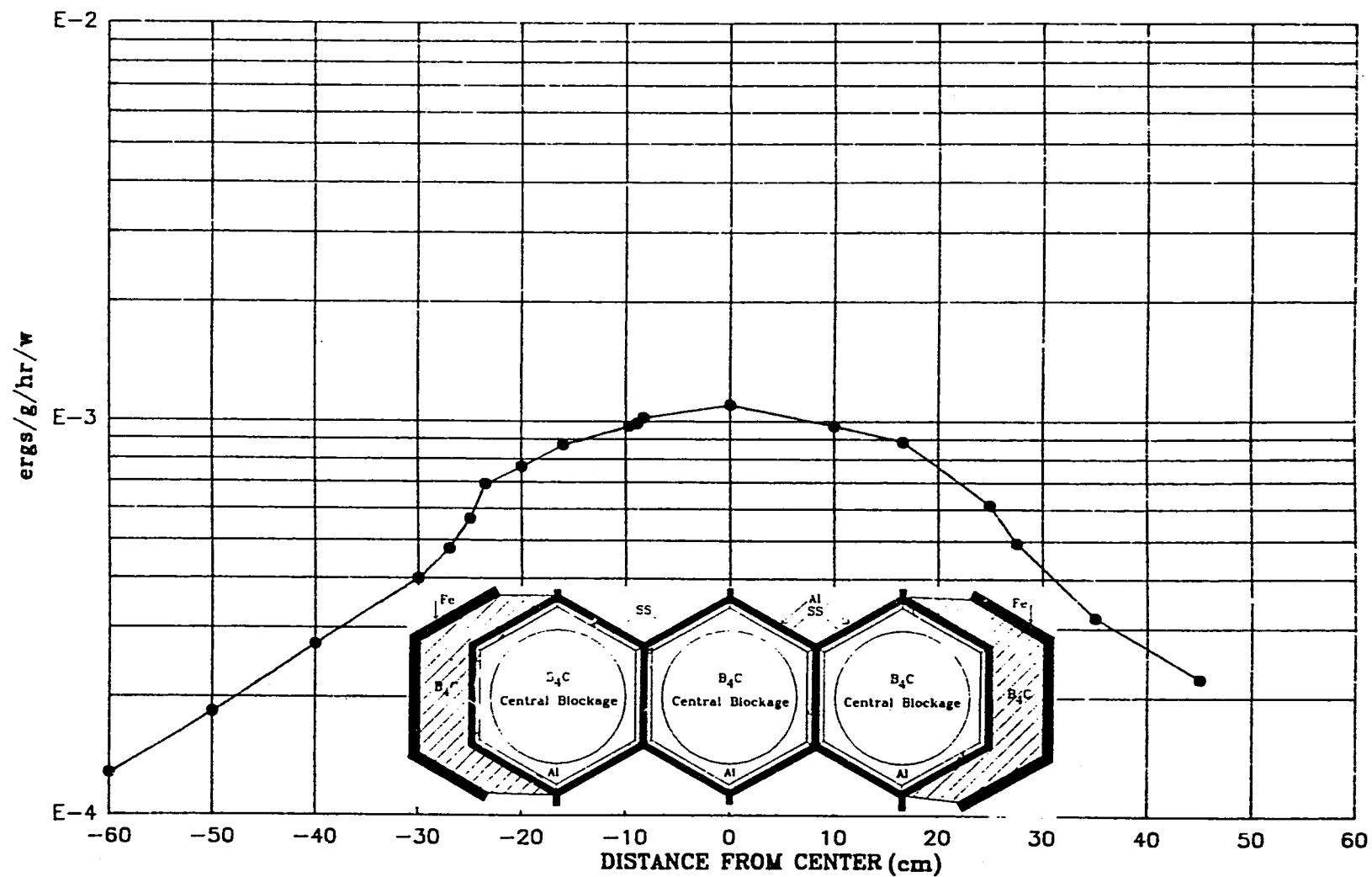


Figure 33. Radial traverse 1.85 cm behind the fission gas plenum + seven B_4C central blockage type shield mockup using the Hornyak button (Item III E).

図5.15 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系Ⅲ-E後方1.85cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

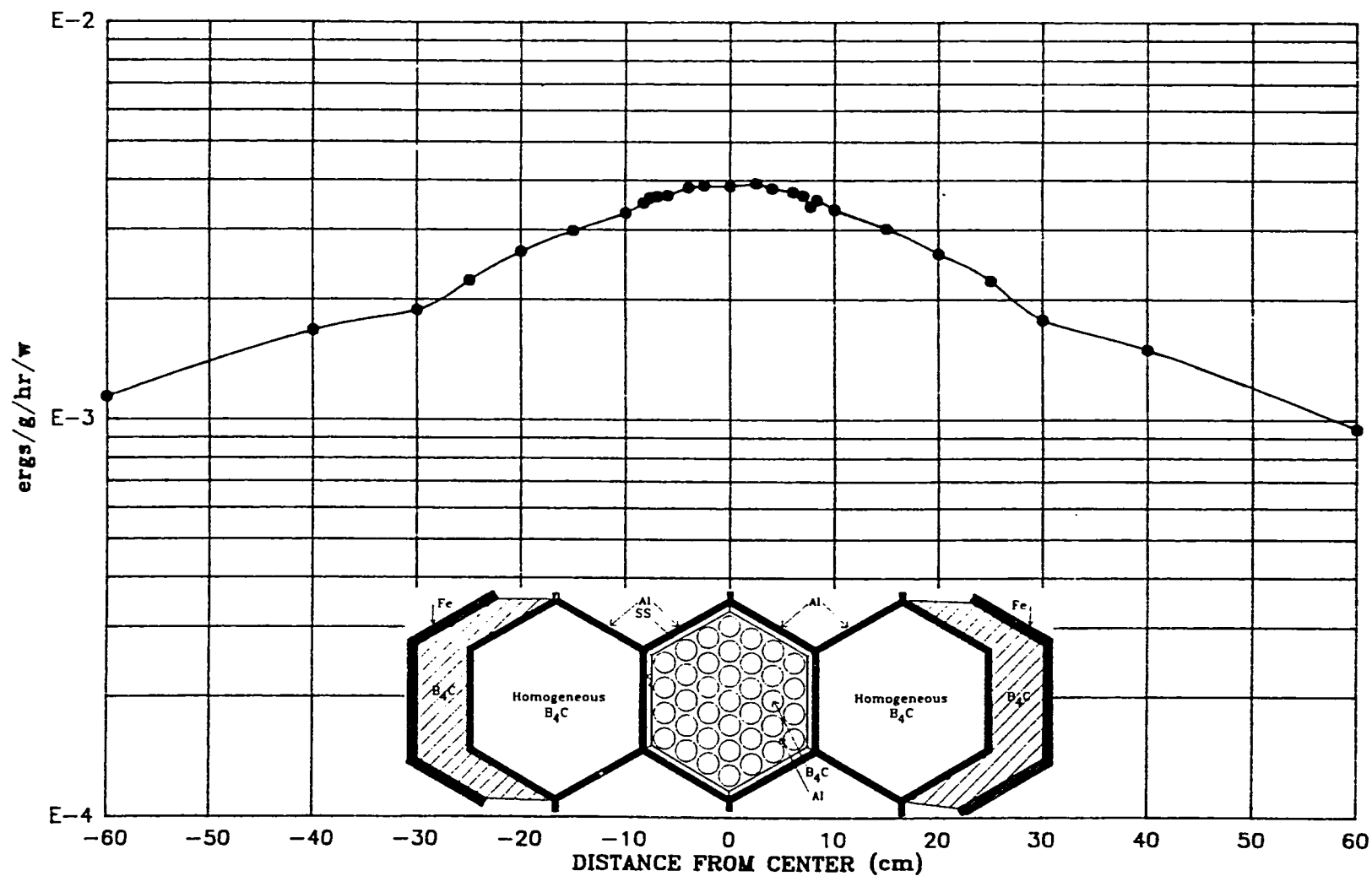


Figure 34. Radial traverse 2.37 cm behind the B₄C rod bundle + six B₄C homogeneous-type shield mockup using the Hornyak button (Item IV).

図5.16 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系IV-A後方2.37cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

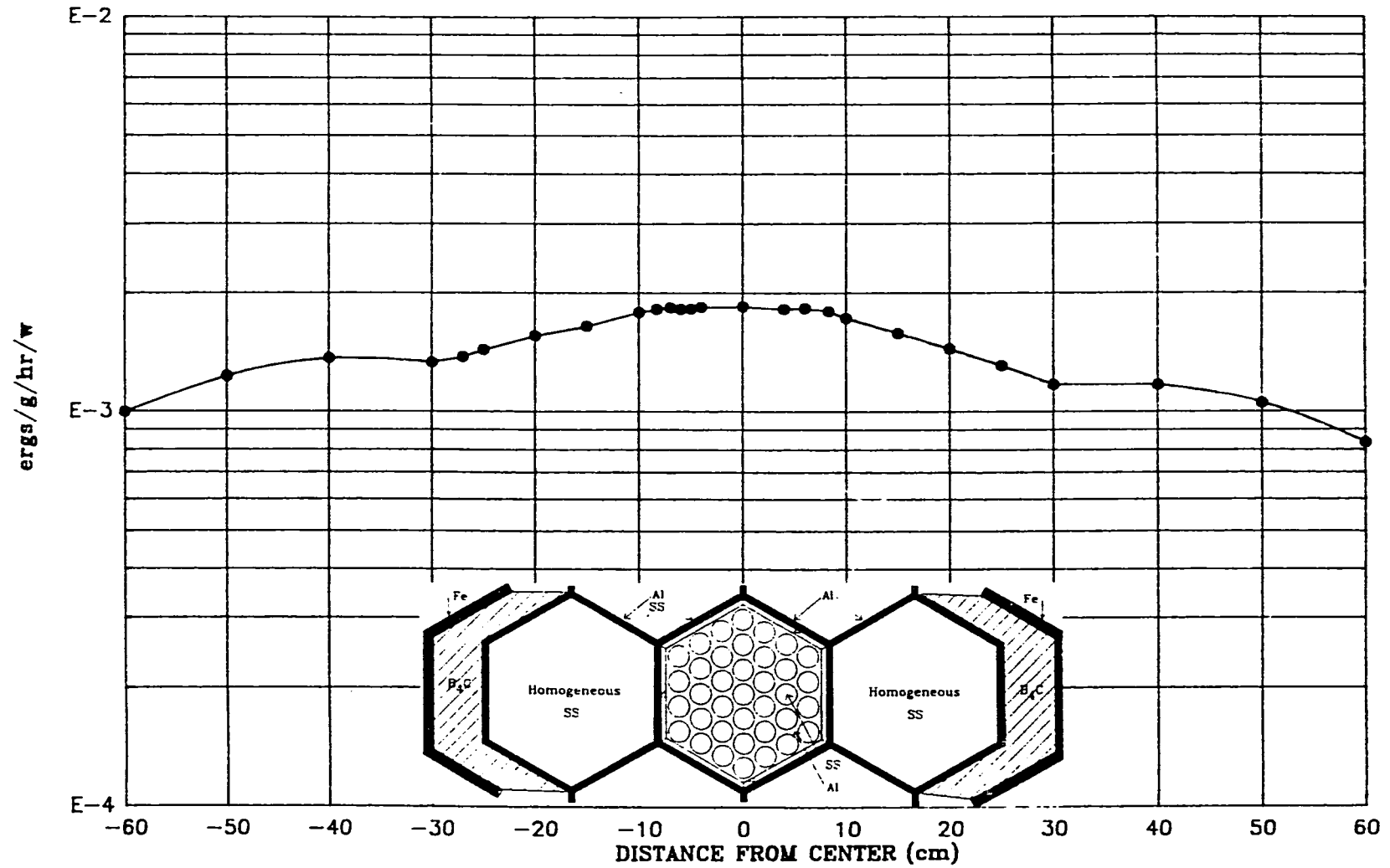


Figure 35. Radial traverse 2.37 cm behind the SS rod bundle + six SS homogeneous-type shield mockup using the Hornyak button (Item IVB).

図5.17 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系IV-B後方2.37cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

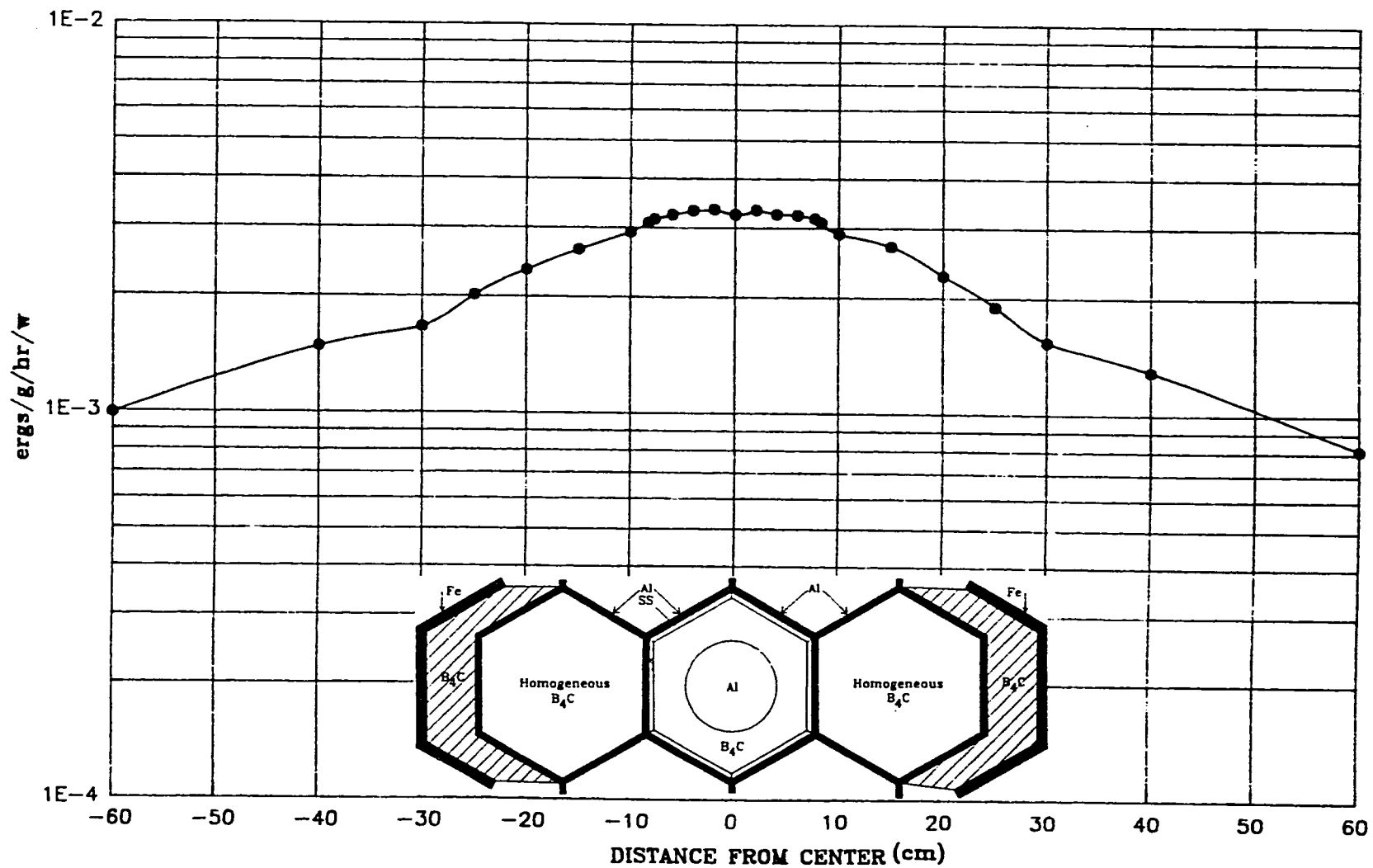


Figure 36. Radial traverse 2.37 cm behind the B_4C central sodium channel shield mockup using the Hornyak button (Item VA).

図 5.18 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系V-A後方2.37cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

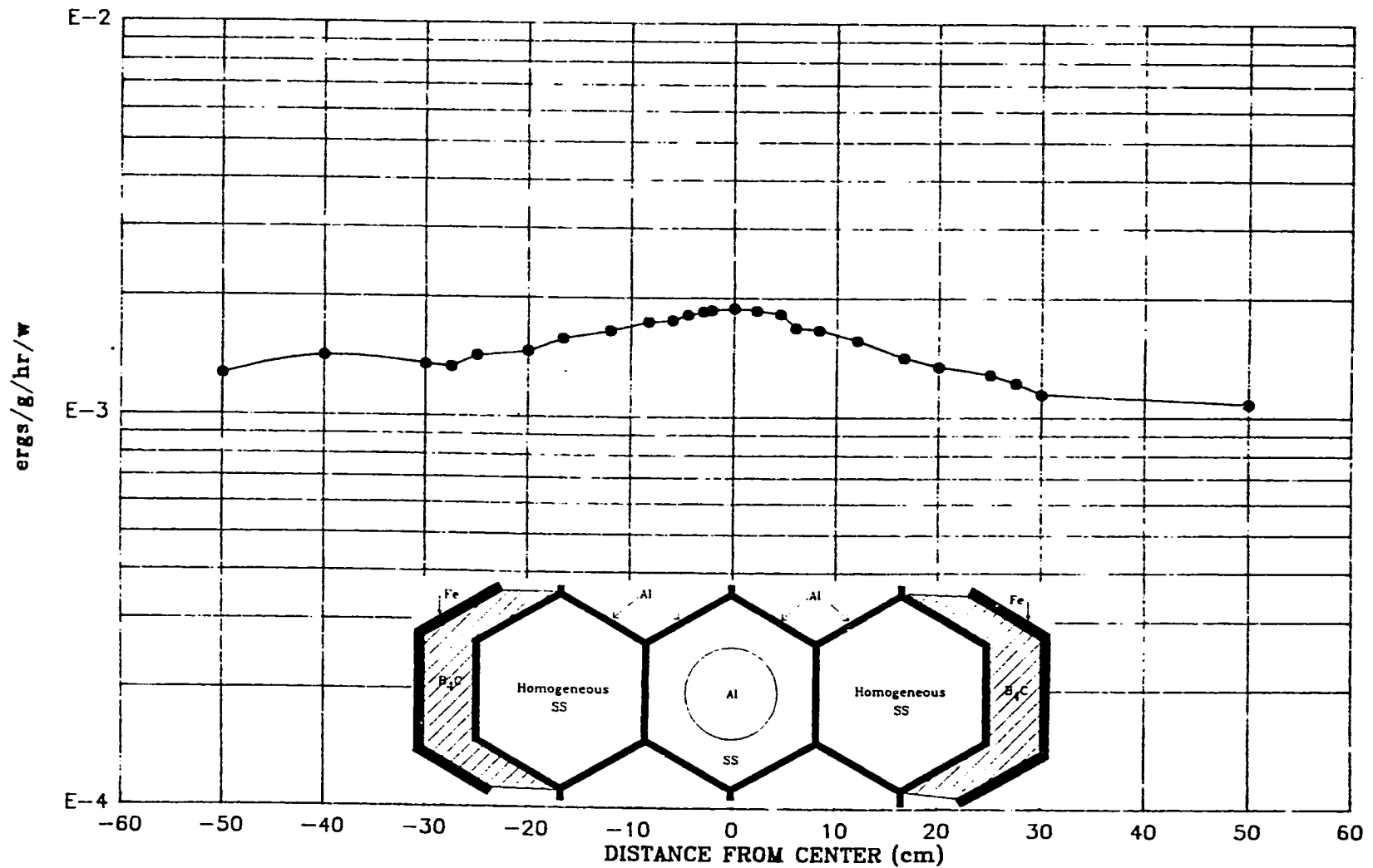


Figure 37. Radial traverse 2.37 cm behind the SS central sodium channel shield mockup using the Hornyak button (Item VB).

図5.19 ホニャックボタンによる水平方向トラバース測定結果 (体系V-B後方2.37cm)
(ORNL/TM-11839より引用)

6. 測定精度

本実験で使用された検出器及び測定系に関する測定精度について、ORNLの実験結果報告書〔3〕に記述された内容を本章に示す。

測定結果に付随する誤差は、以下のような多数の不確定要素によるものである。

- (1) 実験体系内に必然的に存在する各スラブ間の隙間の大きさ
- (2) 検出器の位置設定の再現性
- (3) 検出器の計数率の統計処理及び校正值
- (4) 原子炉出力測定値
- (5) 実験体系がさらされる気象条件の影響

これらのうち、(5)気象の影響については、理解が困難であり、簡単な評価は不可能である。前もって施された予防策にもかかわらず、各スラブ間及びスラブ周囲のリチウム・パラフィンブロック間の湿分量の変化は不確定であった。本実験期間中、湿分がスラブに到達するのを防ぐために、実験体系はビニールシート及び防水布で覆われた。それでもなお、雨の日には実験体系下部に水分が認められた。したがって、本実験においては気象が測定値に与える影響は未知のままである。

各測定時のTSR-IIの炉出力は、原子炉遮蔽体中の炉心中心面上に設置された2個の核分裂計数管の測定値によって決定された。これらの核分裂計数管の原子炉出力に対する応答は、本実験に先立ち金箔の照射データによって検査されており、以前の原子炉出力との比較結果に対して約5%以内で一致することが確認された。核分裂計数管は、毎日Cf-252中性子源を用いて校正し、その校正值の変動量は実験期間を通じて約6%（平均値に対して±約3%）以内であった。また、水平方向トラバース測定中（約60～90分間）に2個の核分裂計数管により得られた原子炉出力の変動量は最大で約3%であった。一方、実験が行われた数ヶ月間では、特定の出力運転時の原子炉出力測定値の変動量は±5%以内であった。（注；原子炉オペレータが運転用モニタの指示をもとに、冷えば1kWに設置した場合のデータを数ヶ月分集め、上記実験用核分裂計数管による原子炉出力測定値の変動量を評価したもの。TSF自体の炉出力設定誤差をも含んだ保守的な評価である。）したがって、原子炉出力の測定誤差は±5%と仮定した。

計数率の統計誤差はそれぞれの検出器に特有な形式で示される。NE-213検出器の測定結果については、計数時の統計誤差とアンフォールド誤差がFERDコードを用いたパルス電

圧波高分布のアンフォールド時に考慮されており、計算された（各エネルギー毎の）中性子束は68%信頼度を示す上限値及び下限値という形で示されている。類似の誤差がSTEC-4コードを用いてアンフォールドされた反跳陽子検出器による測定結果を示した表中に記載されている。NE-213、反跳陽子検出器いずれによる中性子スペクトルも、原子炉出力測定誤差については、アンフォールド用プログラムの中で考慮されていないので、解析結果には反映されていない。これについては、上記のように最大±5%であると思われる。

ホニャックボタンによる測定結果の誤差は、激しく変動する外気温の中で検出器の温度を一定に維持する能力に大きく依存する。水平方向トラバース測定の前後で行ったCf-252中性子源による校正値の変化量は平均約4%（±約2%）であった。この変動量は、原子炉出力や検出器の位置設定等に関する誤差を組み合わせても、他の検出器について総合的な誤差として引用されている値である約5%を上回るものではない。

ボナーボール検出器はCf-252中性子源を用いて毎日校正され、中性子源強度でノーマライズされた計数率が得られた。この比は、通常では、何年間もの間得られてきた値の平均値に対して±約3%以内で一致していた。実験データは、その校正後に、原子炉出力を維持したまま検出器を実験体系に対して動かせるトラバース機構を用いて得られたものである。トラバース機構の物理的な制約により、検出器をある場所から別の場所へ移動させる時に中心軸に対してボナーボールが数mm程度ずれることは避けられない。この検出器位置の変動は、実験体系後方30cmにおいて体系中心軸に対して垂直方向に測定する場合（注；水平方向トラバース測定）には、計数率にして±約2%の変動に対応する。原子炉ビーム中心軸上での体系後方30cmより遠い場所での測定では、測定場所から横方向へ数mmずれた場合の測定誤差は測定値の統計誤差の範囲内であると思われる。

トラバース機構を用いた一連の測定結果のそれぞれについて可能性のある誤差を算出することよりも、一般的に、一つの実験の測定結果に対して一種類の値を誤差として引用する方法を（著者たちは）好ましいと判断した。したがって、上記のすべての誤差に対する上限値を考慮することにより、ボナーボール及びホニャックボタンの測定値に適用される誤差はいずれも±約10%以内であると考えられる。

参 考 文 献

1. F. J. Muckenthaler et al., "Measurements for the JASPER Program Radial Shield Attenuation Experiment", ORNL/TM-10371 (May 1987).
2. F. J. Muckenthaler et al., "Measurements for the JASPER Program Fission Gas Plenum Experiment", ORNL/TM-10422 (June 1987).
3. F. J. Muckenthaler et al., "Measurements for the JASPER Program Axial Shield Experiment", ORNL/TM-11839 (August 1991).
4. J. V. Pace, III et al., "Liquid Metal Reactor Program JASPER USDOE/PNC Shielding Program Technical Progress Report August 1-30, 1990", ORNL/LMR/AC-90/3 (December 1990)
5. B. W. Rust, D. T. Ingersoll, and W. R. Burrus, "A User's Manual for the FERDO and FERD Unfolding Codes", ORNL/TM-8720 (September 1983).
6. J. O. Johnson and D. T. Ingersoll, "User's Guide for the Revised SPEC-4 Neutron Spectrum Unfolding Code", ORNL/TM-7384 (August 1980).
7. R. E. Maerker et al., "Calibration of the Bonner Ball Neutron Detectors Used at the Tower Shielding Facility", ORNL/TM-3465 (June 1971).
8. C. E. Burgart and M. B. Emmett, "Monte Carlo Calculations of the Response Functions of Bonner Ball Neutron Detectors", ORNL/TM-3739 (April 1972).
9. D. T. Ingersoll, "Summary Program Plan for the JASPER Shielding Program", ORNL/LMR/AC-90/1 (June 1990).

付録 A

軸方向遮蔽実験体系と測定項目

(ORNL/TM-11839 のAppendix Aより引用)

APPENDIX A

EXPERIMENTAL PROGRAM PLAN FOR THE JASPER AXIAL SHIELD EXPERIMENT

- I. Spectrum Modifier (SM) Mockup
 - A. 10cm Fe + 10cm Al + 2.5cm boral + 20cm radial blanket
 1. 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, and 12-in. Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30 cm behind shield mockup
 - b. at 150 cm behind shield mockup
 2. 3-, 5-, and 8-in. Bonner ball horizontal traverse at 30 cm behind shield mockup
 3. NE-213 and hydrogen counter spectrum measurements on centerline as close as feasible behind shield mockup
 4. 3-, 5-, and 10-in. Bonner ball measurements on centerline at location of NE-213/H spectrum measurements
- II. Homogeneous Shield Mockup
 - A. SM + 45-cm-thick B₄C homogeneous type assemblies in all seven shield positions
 1. 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, and 12-in. Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30 cm behind shield mockup
 - b. at 150 cm behind shield mockup
 2. 3-, 5-, and 8-in. Bonner ball horizontal traverse at 30 cm behind shield mockup
 3. 0.6-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind shield mockup
 4. NE-213 and hydrogen counter spectrum measurements on centerline as close as feasible behind shield mockup

5. 3-, 5-, and 10-in. Bonner ball measurements on centerline at location of NE-213/H spectrum measurements
- B. SM + 45-cm-thick SS-304 homogeneous type assemblies in all seven shield positions
1. 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, and 12-in. Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30 cm behind shield mockup
 - b. at 150 cm behind shield mockup
 2. 3-, 5-, and 8-in. Bonner ball horizontal traverse at 30 cm behind shield mockup
 3. 0.6-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind shield mockup
 4. NE-213 and hydrogen counter spectrum measurements on centerline as close as feasible behind shield mockup
 5. 3-, 5-, and 10-in. Bonner ball measurements on centerline at location of NE-213/H spectrum measurements

III. Central Blockage Shield Mockup

- A. SM + 45-cm-thick B₄C central blockage type assembly in center shield position with B₄C homogeneous type assemblies in outer six shield positions
1. 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, and 12-in. Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30 cm behind shield mockup
 - b. at 150 cm behind shield mockup
 2. 3-, 5-, and 8-in. Bonner ball horizontal traverse at 30 cm behind shield mockup
 3. 0.6-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind shield mockup
- B. SM + 45-cm-thick B₄C central blockage type assemblies in all seven shield positions

1. 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, and 12-in. Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30 cm behind shield mockup
 - b. at 150 cm behind shield mockup
 2. 3-, 5-, and 8-in. Bonner ball horizontal traverse at 30 cm behind shield mockup
 3. 0.6-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind shield mockup
- C. SM + 45-cm-thick SS-304 central blockage type assembly in center shield position with SS-304 homogeneous type assemblies in outer six shield positions
1. 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, and 12-in. Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30 cm behind shield mockup
 - b. at 150 cm behind shield mockup
 2. 3-, 5-, and 8-in. Bonner ball horizontal traverse at 30 cm behind shield mockup
 3. 0.6-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind shield mockup
- D. SM + 45-cm-thick SS-304 central blockage type assemblies in all seven shield positions
1. 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, and 12-in. Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30 cm behind shield mockup
 - b. at 150 cm behind shield mockup
 2. 3-, 5-, and 8-in. Bonner ball horizontal traverse at 30 cm behind shield mockup
 3. 0.6-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind shield mockup
- E. SM + 20-cm-thick fission gas plenum mockup + 45-cm-thick B₄C central blockage type assemblies in all seven shield positions

1. 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, and 12-in. Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30 cm behind shield mockup
 - b. at 150 cm behind shield mockup
2. 3-, 5-, and 8-in. Bonner ball horizontal traverse at 30 cm behind shield mockup
3. 0.6-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind shield mockup

IV. Rod Bundle Shield Mockup

- A. SM + 45-cm-thick B₄C rod bundle type assembly in center shield position with B₄C homogeneous type assemblies in outer six shield positions
 1. 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, and 12-in. Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30 cm behind shield mockup
 - b. at 150 cm behind shield mockup
 2. 3-, 5-, and 8-in. Bonner ball horizontal traverse at 30 cm behind shield mockup
 3. 0.6-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind shield mockup
- B. SM + 45-cm-thick SS-304 rod bundle type assembly in center shield position with SS-304 homogeneous type assemblies in outer six shield positions
 1. 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, and 12-in. Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30 cm behind shield mockup
 - b. at 150 cm behind shield mockup
 2. 3-, 5-, and 8-in. Bonner ball horizontal traverse at 30 cm behind shield mockup
 3. 0.6-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind shield mockup

V. Central Sodium Channel Shield Mockup

A. SM + 45-cm-thick B_4C central sodium channel type assembly in center shield position with B_4C homogeneous type assemblies in outer six shield positions

1. 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, and 12-in. Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30 cm behind shield mockup
 - b. at 150 cm behind shield mockup
2. 3-, 5-, and 8-in. Bonner ball horizontal traverse at 30 cm behind shield mockup
3. 0.6-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind shield mockup

B. SM + 45-cm-thick SS-304 central sodium channel type assembly in center shield position with SS-304 homogeneous type assemblies in outer six shield positions

1. 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, and 12-in. Bonner ball measurements on centerline:
 - a. at 30 cm behind shield mockup
 - b. at 150 cm behind shield mockup
2. 3-, 5-, and 8-in. Bonner ball horizontal traverse at 30 cm behind shield mockup
3. 0.6-cm Hornyak button horizontal traverse as close as possible behind shield mockup

付録 B

J A S P E R 実験記録 (1990年 8 月～12月)

— 軸方向遮蔽実験 —

J A S P E R 実験記録

(1990年8月分)

1990.9.6. 作成
(軸方向遮蔽実験)

月 日	曜	測 定 項 目	備 考
8月 1日	水	試運転後, 原子炉停止	原子炉停止の理由は, 遮蔽屏のコンクリートと鉄板の接合ボルト折損の補修のため。
2日	木	原子炉停止	
3日	金	原子炉停止	
6日	月	原子炉点検, bare beam 測定	
7日	火	原子炉停止	測定系の調整のため。
8日	水	bare beam 測定, SM (NE213(F.G.))	
9日	木	SM (NE213(B.G.))	
10日	金	SM (Benjamin) at NE213位置	
13日	月	原子炉点検	
14日	火	SM (Benjamin) at NE213位置	
15日	水	SM (Benjamin, 3°, 5°BB(F.G. & B.G.)) at NE213位置	
16日	木	SM (Benjamin (予備)) at NE213位置	
17日	金	原子炉停止	炉計装にスパイク状のノイズ発生
20日	月	原子炉点検	
21日	火	SM (10°BB(F.G.)) at NE213位置, 原子炉停止	炉計装にスパイク状のノイズ発生
22日	水	原子炉停止	
23日	木	原子炉停止	原子炉計装回路系の調整作業実施
24日	金	原子炉停止	DOEへの説明及び運転許可待ち
27日	月	原子炉点検	
28日	火	SM(12°, 8°, 5°, 4°, 3°BB(F.G.), 12°, 3°BB(B.G.)) at 30 & 150cm	
29日	水	SM(10°, 8°, 5°, 4°BB(B.G.)) at 30 & 150cm, SM(10°BB(R.T.)) at 30cm	
30日	木	SM(3°, 5°BB(R.T.)) at 30cm	
31日	金	SM (NE213 取付架台の影響を確認するための測定を実施)	

(記号) SM: Spectrum Modifier, F.G.: Foreground, B.G.: Background, R.T.: Radial Traverse
BB: Bonner balls

(コメント)

8月29日, 30日に実施した30cm位置での水平トラバース測定は, 実験計画書には記載されていないが, TSF補修前の測定データと比較するために特に追加したものである。

8月末において, SM-1の測定項目はすべて終了した。過去のデータとの比較を実施した後, 体系IIの供試体を据え付け, 測定を開始する予定である。

J A S P E R 実 験 記 録

(1990年9月分)

1990.10.3. 作成
(軸方向遮蔽実験)

月 日	曜	測 定 項 目	備 考
9月 4日	火	SM (Benjamin(F.G. & B.G.)) at NE213位置	NE213 取付架台の影響の確認のため
5日	水	原子炉停止	四半期毎のORNL自主点検のため
6日	木	原子炉停止	
7日	金	熱出力による中性子検出器の校正	Au箔の測定も同時に実施
10日	月	原子炉点検, 体系Ⅲ-Eを設置	
11日	火	原子炉停止	遮蔽屏のコンクリートと鉄板の接合 ボルト折損の補修のため
12日	水	原子炉停止	
13日	木	原子炉停止	
14日	金	Ⅲ-E (3"~12"BB(F.G.)) at 30 & 150cm	体系Ⅲ-E測定開始
17日	月	原子炉点検	
18日	火	Ⅲ-E (3"~12"BB(B.G.)) at 150cm	
19日	水	Ⅲ-E (H.B.) at 1.85cm, (5"BB(F.G.)) のR.T. at 30cm	1" dia. のH.B.使用
20日	木	Ⅲ-E (H.B.) at 3.31cm, (3",8"BB(F.G.)) のR.T. at 30cm	3" dia. のH.B.使用
21日	金	体系Ⅲ-Bを設置, Ⅲ-B (5"BB(F.G.)) のR.T. at 30cm	体系Ⅲ-B測定開始
24日	月	原子炉点検	
25日	火	Ⅲ-B (H.B.) at 2.37cm Ⅲ-B (3",8"BB(F.G.)) のR.T. at 30cm	3" dia. のH.B.使用
26日	水	Ⅲ-B (H.B.) at 2.37cm Ⅲ-B (3",4",5"BB(F.G.)) at 30 & 150cm	1" dia. のH.B.使用
27日	木	Ⅲ-B (8",10",12"BB(F.G.)) at 30 & 150cm, (3"~12"BB(B.G.)) at 150cm	
28日	金	体系Ⅲ-Dを設置, Ⅲ-D (H.B.) at 2.37cm Ⅲ-D (5"BB(F.G.)) のR.T. at 30cm	1" dia. のH.B.使用 体系Ⅲ-D測定開始

(記号) SM; Spectrum Modifier, F.G.; Foreground, B.G.; Background, R.T.; Radial Traverse
BB; Bonner balls, H.B.; Hornyak Buttons

(コメント)

体系Ⅲ-E及び体系Ⅲ-BでH.B.測定を2回ずつ実施した理由は、今回の軸方向遮蔽実験で使用する小型のH.B. (1" dia.) の測定値の妥当性を、従来より使用してきたH.B. (3" dia.) の測定値と比較することによって確認するためである。両者の値は良く一致したとされており、体系Ⅲ-D以降の測定では、小型のH.B. (1" dia.) による測定のみが、おそらく2.37cm位置に近い場所で行われるものと思われる。なお、H.B.のサイズはケーシングの径を示したものであり、H.B. そのものの直径はいずれも $\frac{1}{4}$ "である。

J A S P E R 実験記録

(1990年10月分)

1990.10.31. 作成
(軸方向遮蔽実験)

月 日	曜	測 定 項 目	備 考
10月 1日	月	原子炉点検	
2日	火	Ⅲ-D (3°, 8° BB(F.G.)) のR.T. at 30cm, (3° ~12° BB(F.G.)) at 30 & 150cm	
3日	水	Ⅲ-D H.B.のチェック, (8°, 10°, 12° BB(B.G.)) at 150cm	
4日	木	Ⅲ-D (3°, 4°, 5° BB(B.G.)) at 150cm 体系V-Bを設置, V-B (5° BB(F.G.)) のR.T. at 30cm	体系V-B測定開始
5日	金	V-B (H.B.) at 1.85cm, (3°, 8° BB(F.G.)) のR.T. at 30cm	
8日	月	原子炉点検, 体系Ⅱ-Bを設置	
9日	火	Ⅱ-B (NE213(F.G. & B.G.)) at 98.5cm	体系Ⅱ-B測定開始
10日	水	Ⅱ-B (Benjamin(F.G.)) at NE213位置	10 atm.
11日	木	Ⅱ-B (Benjamin(F.G.)) at NE213位置	3, 1 atm.
12日	金	Ⅱ-B (Benjamin(B.G.)) at NE213位置	10, 3, 1 atm.
15日	月	原子炉点検	
16日	火	Ⅱ-B (Benjamin(F.G.)) at NE213位置 Ⅱ-B (3°, 5°, 8° BB(F.G. & B.G.)) at NE213位置	10atm.の再測定
17日	水	Ⅱ-B (3° ~12° BB(F.G.)) at 30 & 150cm, (8°, 10°, 12° BB(B.G.)) at 150cm	
18日	木	Ⅱ-B (3°, 4°, 5° BB(B.G.)) at 150cm, (3°, 5° BB(F.G.)) のR.T. at 30cm, Ⅱ-B (H.B.) at 2.37cm	
19日	金	Ⅱ-B (8° BB(F.G.)) のR.T. at 30cm, V-B (3° ~12° BB(F.G.)) at 30 & 150cm V-B (10°, 12° BB(B.G.)) at 150cm	体系V-B測定再開
22日	月	原子炉点検	
23日	火	V-B (3°, 4°, 5°, 8° BB(B.G.)) at 150cm IV-B (3°, 4°, 5°, 8° BB(B.G.)) at 150cm	体系IV-B測定開始
24日	水	IV-B (10°, 12° BB(B.G.)) at 150cm, IV-B (3° ~12° BB(F.G.)) at 30 & 150cm IV-B (8° BB(F.G.)) のR.T. at 30cm	
25日	木	IV-B (3°, 5° BB(F.G.)) のR.T. at 30cm, (H.B.) at 2.37cm	
26日	金	Ⅲ-C (3°, 8° BB(F.G.)) のR.T. at 30cm	体系Ⅲ-C測定開始
29日	月	原子炉点検	
30日	火	Ⅲ-C (5° BB(F.G.)) のR.T. at 30cm, (H.B.)	
31日	水	Ⅲ-C (3° ~12° BB(F.G.)) at 30 & 150cm, (3° ~12° BB(B.G.)) at 150cm	

(記号) SM; Spectrum Modifier, F.G.; Foreground, B.G.; Background, R.T.; Radial Traverse
BB; Bonner balls, H.B.; Hornyak Buttons

J A S P E R 実験記録

(1990年11月分)

1990.12. 2. 作成
(軸方向遮蔽実験)

月 日	曜	測 定 項 目	備 考
11月 1日	木	II-B (NE-213 (F.G.)) at 約35cm	体系II-Bの再測定開始
2日	金	II-B (Benjamin (F.G.)) at NE-213 位置	1,3,10 atm.
5日	月	原子炉点検	
6日	火	II-B (3",5",8"BB(F.G.)) at NE-213位置	
7日	水	III-A (3" ~12"BB(F.G.)) at 30 & 150cm III-A (5" ~12"BB(B.G.)) at 150cm	体系III-A測定開始
8日	木	III-A (3"BB(B.G.)) at 150cm, (3",5"BB(F.G.))のR.T. at 30cm, (H.B.) at 1.85cm	
9日	金	III-A (8"BB(F.G.))のR.T. at 30cm IV-A (8"BB(F.G.))のR.T. at 30cm, (H.B.) at 2.37cm	体系IV-A測定開始
12日	月	原子炉点検	
13日	火	IV-A (3",5"BB(F.G.)) のR.T. at 30cm, (3" ~12"BB(F.G.)) at 30 & 150cm	
14日	水	IV-A (3" ~12"BB(B.G.)) at 150cm V-A (3" ~12"BB(B.G.)) at 150cm V-A (10",12"BB(F.G.)) at 30 & 150cm	体系V-A測定開始
15日	木	原子炉停止	DOEの立入検査のため
16日	金	V-A (3",4",5",8"BB(F.G.)) at 30 & 150cm V-A (3"BB(F.G.))のR.T. at 30cm, (H.B.) at 2.37cm	
19日	月	原子炉点検	
20日	火	V-A (5",8"BB(F.G.)) のR.T. at 30cm II-A (8"BB(F.G.)) のR.T. at 30cm II-A (H.B.) at 1.83cm	体系II-A測定開始
21日	水	II-A (3",5"BB(F.G.)) のR.T. at 30cm, (3" ~12"BB(F.G.)) at 30 & 150cm	
26日	月	原子炉点検	
27日	火	II-A (3" ~12"BB(B.G.)) at 150cm	
28日	水	原子炉停止	DOE立入検査への対応作業のため
29日	木	II-A (NE-213(F.G.)) at 約35cm	γ 線低減のため鉛板設置
30日	金	II-A (Benjamin(F.G.)) at NE-213位置	同上

(記号) SM; Spectrum Modifier, F.G.; Foreground, B.G.; Background, R.T.; Radial Traverse
BB; Bonner balls

(コメント)

- 体系II-Bの再測定とは、中性子スペクトル測定時の γ 線の寄与を低減するために、試験体系と検出器との間に鉛板を置いて測定を行ったものである。
- 22日(木)及び23日(金)は、Thanksgiving Dayによる休日。
- 体系II-Aの中性子スペクトル測定時にも、 γ 線の寄与を低減するために、体系と検出器との間に鉛板を置いて測定を行った。

J A S P E R 実験記録

(1990年12月分)

1991. 1. 3. 作成
(軸方向遮蔽実験)

月 日	曜	測 定 項 目	備 考
12月 3日	月	II - A (3", 5", 10" BB (F.G.)) at NE-213位置	
4日	火	II - A (Benjamin (latm)) at NE213位置, FC校正	11月30日の再測定
5日	水	II - A (Benjamin (latm)) at NE213位置, FC校正	検出器を変更して実施
6日	木	II - A (NE-213 (F.G.)) at 約35cm, FC校正	11月29日とは異なる信号処理系使用
7日	金	原子炉点検	
10日	月	原子炉点検, 体系II - Bを設置	
11日	火	II - B (NE-213 (F.G.)) at 約35cm	11月 1日とは異なる信号処理系使用
12日	水	FC校正	
13日	木	FC校正, NE-213の校正	軸方向遮蔽実験の測定をすべて終了
14日	金	FC校正	
17日	月	原子炉点検	
18日	火	FC校正	
19日	水	原子炉停止	明年1月上旬までの期間, 炉を停止し, DOE査察チームの指摘事項への対応作業を行う。 また, この期間中に次の実験項目であるIVS実験の供試体の設置及びDOEの実験許可を得るためのベーパーワークが進められる。
20日	木	同上	
21日	金	同上	
26日	水	同上	
27日	木	同上	
28日	金	同上	
31日	月	同上	

(記号) SM; Spectrum Modifier, F.G.; Foreground, B.G.; Background, R.T.; Radial Traverse
BB; Bonner balls, H.B.; Hornyak Buttons

(コメント)

- 軸方向遮蔽実験の測定は, 本月3日で一通り終了したが, 中性子スペクトルの信号処理方法を確定するために必要な運転をその後実施した。したがって, 本実験の終了日はNE-213検出器のチェック用データを取り終えた本月13日と本資料ではしておく。
- 表中に記載の「FC校正」とは, 次の実験項目であるIVS実験において使用する第三の核分裂計数管の校正定数決定のための炉運転を実施したことを示すものである。

付録C

J A S P E R 実験日誌

(1990年9月26日～12月13日)

— 軸方向遮蔽実験 —

9月26日(木)

体系Ⅲ-B (SM-1+(7)B,C中心しゃへい集合体)

- ^{252}Cf を用いてH. B. 及びfission chamber の校正
- H. B. (1¼" dia.) による径方向トラバース測定 (炉出力約 210kW)

測定位置 (中心からの距離cm)

80, 60, 40, 30, 27, 25, 24.2, 23.5, 22.5, 20, 16.5, 14, 10.5, 9.7, 9, 8.4, 7.7, 7, 6, 3, 0, ———→, 60, 70

試験体表面と検出器の距離2.37cm, パルス計数電圧しきい値 3.5V

- H. B. (1¼" dia.) をビーム中心軸上にセットし、軸方向トラバース測定。(炉出力約 200kW)

この測定は計画書にはないが、今後、H. B. を違った位置で測定した場合の補正用にするようだ。

試験体表面からの距離 (cm)

0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.6

- H. B. (1¼" dia.) を ^{252}Cf で校正。

• 5" BBによる	ビーム中心軸上	30cm	位置での測定	} すべてF. G. 測定 炉出力約 230W 計測時間 { 2分 (30cm) 3分 (150cm)
• " " "	"	150cm	"	
• 3" BBによる	"	30cm	"	
• " " "	"	150cm	"	
• 4" BBによる	"	30cm	"	
• " " "	"	150cm	"	

☆ BB測定とH. B. 測定では炉出力が3桁異なる。いずれの場合も炉出力の測定は2つのfission chamber の平均値を使っているが、H. B. 測定のように高出力運転を行う時は、chamber 挿入孔に鉄のしゃへい体を先に入れて、その後にchamber をセッティングしている。

9月27日(木)

体系Ⅲ-B (SM--1+(7)B,C中心しゃへい集合体)

- ・ 8" BBの校正
 - ・ 8" BBによるビーム中心軸上30cm位置での測定
 - ・ " " " 150cm "
 - ・ 10" BBによる " 30cm "
 - ・ " " " 150cm "
 - ・ 12" BBによる " 30cm "
 - ・ " " " 150cm "
- } すべてF. G. 測定
炉出力約 230W
計測時間 { 3分(下記測定以外)
5分(10", 12" BB
の 150cm位置)

Li入りパラフィンブロックを試験体とBB(150cm位置)の間に積み上げた。

- ・ 12" BBによるビーム中心軸上 150cm位置での測定
- ・ 10" BB " " "

☆ F. G. 値に対してB. G. 値の比率が高いことが問題視された。SM体系では両者の比率が10~15%だったのに対し、本測定では、約30%であった。そこで、パラフィンブロックを1列追加して再度測定した。B. G. 値が約10%減少した。その状態で先へ進んだ。

- ・ 8" BBによるビーム中心軸上 150cm位置での測定
- ・ 5" BB " "
- ・ 4" BB " "
- ・ 3" BB " "

以上でBBのB. G. 測定を終了し、体系Ⅲ-Bでの全測定項目を終了した。

体系Ⅲ-B及びパラフィンブロックを撤去し、体系Ⅲ-Dの据付準備を行った。

9月28日(金)

体系Ⅲ-D (SM-1+(7)ステンレス中心しゃへい集合体)を設置し、測定開始。

・ H. B. (1¼" dia.) による径方向トラバース測定。試験体との距離2.37cm

測定位置(中心からの距離; cm)

80, 60, 40, 30, 27, 25, 24.2, 23.5, 22.5, 20, 16.5, 14, 10.5, 9.7, 9.0,

8.4, 7.7, 7.0, 6.0, 3.0, 0, ———→, 60, 70

炉出力約 210kW, パルス計数電圧しきい値 3.5V

・ 5" BBによる径方向トラバース測定。試験体との距離30cm, 炉出力約 110W

一部約 230W

測定位置(中心からの距離; cm)

80, 60, 50, 40, 30, 25, 20, 15, 10, 5, 0, ———→50, 70

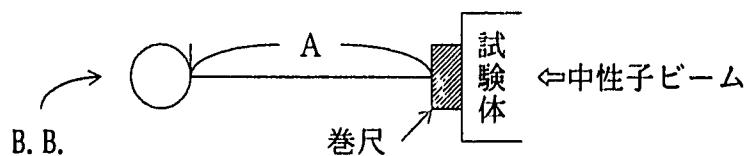
☆ 測定結果で検討を要する傾向が現れた。

Ⅲ-D (SS C. B.) とⅢ-B (B,C C. B.) での中心位置での測定値に注目すると、H. B. 測定値はⅢ-BがⅢ-Dの2倍を示したのに対して、5" BB測定値はその逆で、Ⅲ-DがⅢ-Bの約4倍を示した。

ちなみに、Ⅲ-B (B,C C. B.) とⅢ-E (20cmガスペナム+B,C C. B.) の比較では、H. B. 及び5" BBいずれもⅢ-Bの測定値はⅢ-E測定値の約3倍であり、検出器による傾向の相異は見られなかった。

BuzzはH. B. の校正定数のチェックをするつもりのようなようだ。

☆ BBを試験体表面から30cmの位置にセッティングする方法



BBの径ごとに、検出器中心から試験体表面までの距離が30cmになるようなAの寸法が決められており、それに合うようBBの架台を調節する。このAをマジックナンバーと呼んでるようだ。

10月1日(月) 原子炉点検日。特に作業は行われなかった。

10月2日(火)

体系Ⅲ-D (SM-1+(7)ステンレス中心しゃへい集合体)

- 3" BBによる径方向トラバース測定。試験体との距離30cm, 出力約 230W

測定位置(中心からの距離; cm)

80, 60, 40, 30, 25, 20, 15, 10, 5, 0, —→40, 50, 70

- 8" BBによる径方向トラバース測定、試験体との距離30cm, 出力約 230W

測定位置(中心からの距離; cm)は3" BBと同様

測定架台をビーム軸方向にセットし、BBのF. G. 測定を開始。

- 8" BBによるビーム中心軸上30cm位置での測定

• " " 150cm "

• 10" BBによる " 30cm "

• " " 150cm "

• 3" BBによる " 30cm "

• " " 150cm "

• 4" BBによる " 30cm "

• " " 150cm "

• 12" BBによる " 30cm "

• " " 150cm "

• 5" BBによる " 30cm "

• " " 150cm "

すべてF. G. 測定

8" , 4" , 5" BB

炉出力約 110W

3" , 10" , 12" BB

炉出力約 230W

☆ 3" BBのみ、15.9, 18, 20, 22, 24, 26, 28cm位置での測定も実施した。

10月3日(水)

体系Ⅲ-D (SM-1+(7)ステンレス中心しゃへい集合体)

- H. B. (1¼" dia.) の校正を様々な条件で実施した。
²⁵²Cf を10cmの位置に置き、5分間測定を4回行った平均値を使って換算定数 $Erg/gm/hr/cpm$ を算出している。
²⁵²Cf線源強度は $2.5R/h(n)$, $1.0R/h(\beta\gamma)$
 この計数を、しきい電圧^a2.0Vと^b3.5Vについてそれぞれ実施。
 もう一度、 " ^c2.0Vと^d3.5V (微調整) "

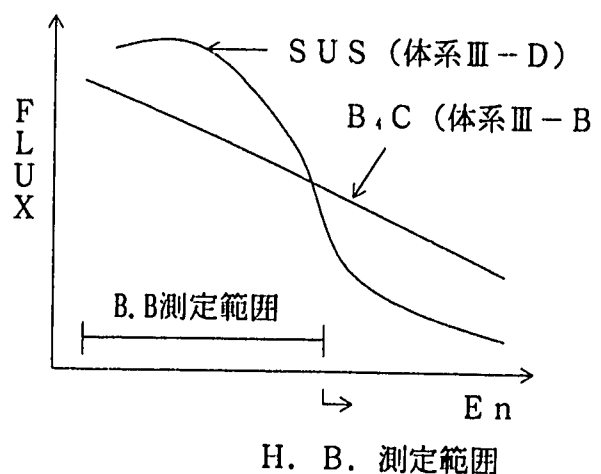
AとCはほぼ一緒の値だが、BとDはなぜか一桁ちがっていた。B ≈ 10D

- H. B. (1¼" dia.) を中心位置で試験体表面から2.37cmにセットし、炉運転。約 210kW。しきい電圧2.0Vと3.5Vで測定。
- 同様の測定を試験体表面から8cmの位置でも実施。
- ⁶⁰Co及び²⁵²Cfを用いて校正。
⁶⁰Coによる校正ではしきい電圧を2.0Vとして、Fineゲインを調整して1c/s程度にしていた。

☆ 以上のチェック測定結果より、H. B. の測定値は信頼できるという結論となった。したがって、9月28日(金)日誌に記載した測定結果に見られた傾向は、実際の減少を反映したものと判断すべき、という結論になった。このようなことがあり得るかどうかを計算で確認すべき、とBuzzは考えている。

この傾向の一つの説明として、両体系での中性子エネルギースペクトルが右図のような関係になっていることが推測される。

右図においては、H. B. 測定値は、体系Ⅲ-Bの方が、B B測定値は体系Ⅲ-Dの方が、それぞれ大きくなり、測定結果の傾向と一致する。



(10月3日分の続き)

Li入りパラフィンブロックを積み上げ、B. G. 測定の準備。パラフィンブロックはビーム軸方向に5列並べており、さらに中央部にはB入りパラフィン板を2枚挿入した。

- ・ 12" B Bによるビーム中心軸上 150cm位置での測定
- ・ 10" B Bによる " " " " } すべてB. G. 測定。炉出力
- ・ 8" B Bによる " " " " } いずれも約 580W

☆ 10" B Bの測定では、パラフィンブロックを1列追加して6列にした場合及びB入りパラフィン板を4枚に増やした場合についても測定を行った。

☆ 炉出力数百WのB B測定では、炉起動から測定開始までは10分弱である。

1人の運転員が2つか3つのレバーを操作するだけで、いとも簡単に（私にはそう思える）測定に必要な出力に調整してしまう。

10月4日(木) 一日中雨が降ったりやんだりの天気であった。

体系Ⅲ-D (SM-1+(7)ステンレス中心しゃへい集合体)

- ・ 5" BBを ^{252}Cf で校正
 - ・ 5" BBによるビーム中心軸上 150cm位置での測定
 - ・ 4" BB " " " " }
 - ・ 3" BB " " " " }
- すべてF, G, 測定
炉出力約 570W
計測時間各3分

☆ 雨が降っているなので、信号系統への水分の影響を避けるため、BBとプリアンプを1つの大きなビニール袋でおおって測定を行った。そもそも、TSFの検出器のセッティングはほとんど自動化されていないので、測定条件変更の度に、測定室から試験体近傍まで出かけていく必要がある。パラフィンブロックはフォークリフトで運び、バケツリレー方式で人間が積み上げていく。ビーム軸方向、径方向のトラバース測定の際には、検出器をセッティングする架台を測定班員が力を合わせて押したり引いたりしながら、測鉛おもり、水準器、巻尺、ものさし等を使って位置決めをする。試験体系の変更も最後に炉の直前にセットする時は手作業だ。私よりふた回りも大きい人が、歯をくいしばってSUSの集合体を引抜・挿入する。

以上のように原始的な測定装置であるが故に、実験の状況を把握するには好都合。実験計画書や検出器の解説書を読んでも頭の中にイメージできなかったことが、実際に測定班の中で一緒に行動することにより、よく理解できる。

以上で体系Ⅲ-Dの測定項目をすべて終了した。

続いて、体系V-Bへの変更を実施。パラフィンブロックを撤去。

周辺6体を、ステンレス製中心しゃへい集合体からステンレス均質集合体に変更し、その後、中心のステンレス製中心しゃへい集合体をステンレス製周辺しゃへい型集合体に変更した。

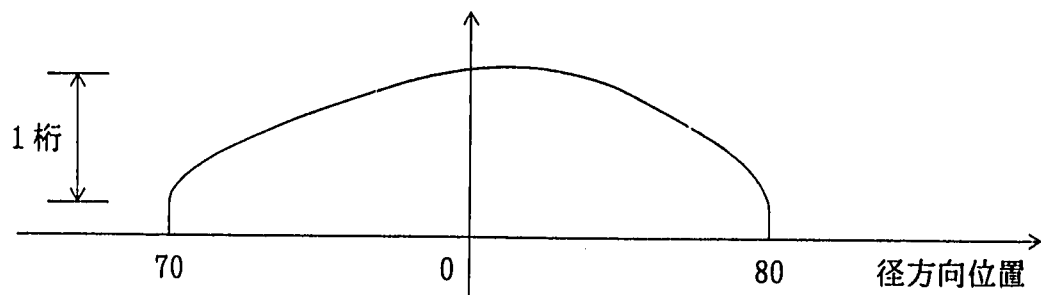
(10月4日の続き)

体系V-B (SM-1+(6)ステンレス均質集合体+(1)ステンレス周辺しゃへい型集合体)

・ 5" BBの径方向トラバース測定。炉出力約 110W。試験体表面との距離30cm。

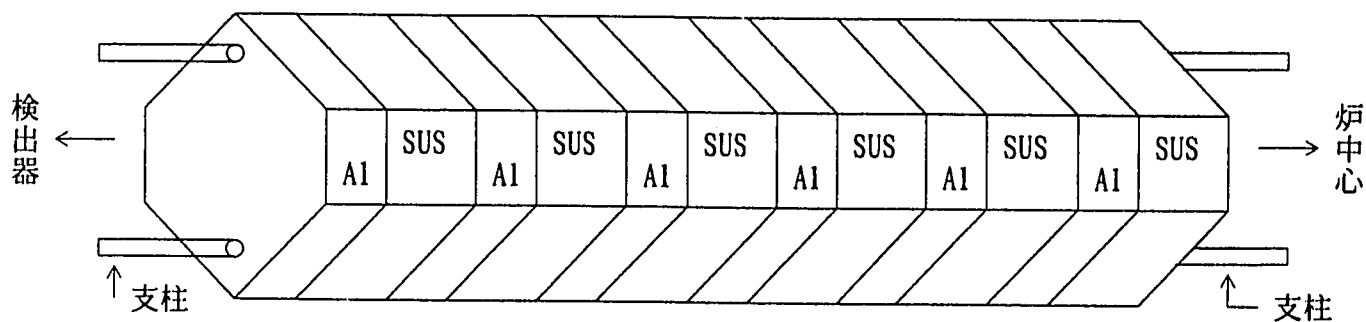
測定位置 (中心からの距離 ; cm)

80, 60, 50, 40, 30, 25, 20, 15, 10, 5, 0, —→50, 70



☆ ステンレス均質集合体のスケッチ

(SS Homogeneous Type Assembly)



10月5日(金)

体系V-B (SM-1+(6)ステンレス均質集合体+(1)ステンレス周辺しゃへい型集合体)

・ fission chamberの校正

☆ ^{252}Cf を用いて毎朝実施する。5分×4回で平均値を採用。

パルス計数しきい電圧を2Vとした場合(A)と9Vとした場合(B)の両方の測定値を得る。チェックの目安として、 $A/B=0.095\sim 0.105$ であることを確認しているとのこと。

・ BBの校正

・ H. B. (1¼" dia.)の校正

☆ 計数しきい電圧 2.0Vと 3.5Vの計数率を両方測定し、両者の比を、0.1強にするよう微調整しているようだ。

・ H. B. (1¼" dia.)による径方向トラバース測定。試験体表面との距離 1.85cm。

測定位置(中心位置からの距離; cm)

70, 50, 40, 30, 27.5, 25, 20, 16.6, 12, 8.3, 6, 4.5, 3, 2.2, 0, ———→
30, 50, 60

測定時間 { 2分間(2.0Vしきい電圧) } 炉出力約 210kW
 { 5分間(3.5V " " } 炉出力約 210kW

☆ ステンレス周辺しゃへい型集合体の中央部に挿入されるA1の径は8.96cm、SUSの穴の内径は9cmとのこと。

☆ 中心領域で、20V計数値の方が3.5V計数値に対して大きくなる傾向が見られた。

☆ 中心より北側では、2.0V, 3.5V両方について計数したが、中央部のストリーミングがそれほど強くないということで、南側の16.6cm以降は測定点を省略し、かつ3.5V計数値だけとした。

・ H. B. (1¼" dia.)の校正 ^{252}Cf

朝の校正値との平均値を用いて、正式な値にするとのこと。

・ 3" BBの径方向トラバース測定。炉出力約 230W。試験体表面との距離30cm。

・ 8" BBの径方向トラバース測定。炉出力約 110W。

測定ポイントは、10月4日に実施した。5" BBと同様。

10月8日(月)

体系V-Bは、ビーム中心上の30cm及び150cm位置でのBB測定が残っているが、Buzzの意向で、測定順序を変更し、体系III-Bでの測定を行うことになった。

私の推測では、SUSを透過してきた中性子スペクトルが彼の予想と異なっているかもしれないので、スペクトル測定データを得る予定になっている体系II-Bの測定を前に繰り上げたものと思う。

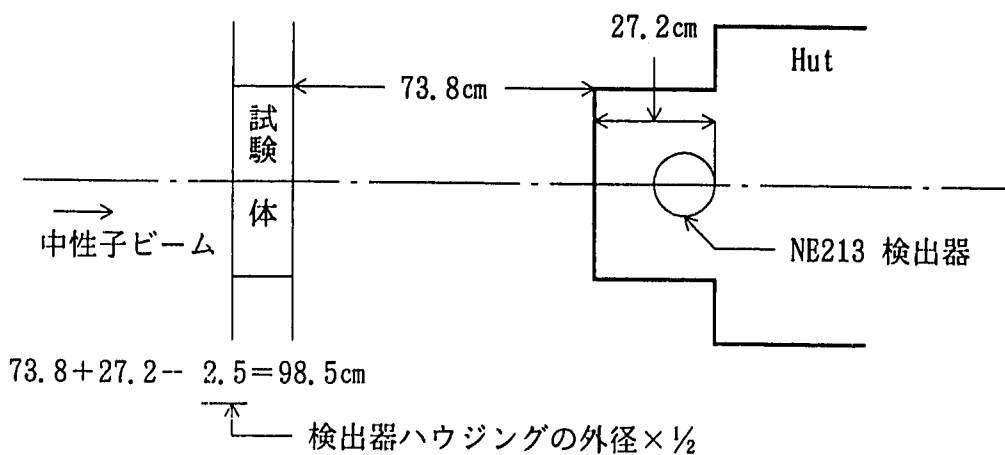
体系V-Bから体系II-Bへの変更は、中心のステンレス周辺しゃへい型集合体を、ステンレス製均質集合体に変更することにより終了。

10月9日(火)

体系II-B (SM-1+(7)SUS均質集合体)

・NE-213検出系を ^{60}Co 及びPu-Beによって調整。

検出器中心～試験体表面の距離98.5cmにセッティング。



- ・NE-213検出器のF. G. 測定。炉出力約50W。測定時間約10,000 sec。
- ・終了後 ^{60}Co にてもう一度校正。
- ・パラフィンブロックを5列に積み、NE-213検出器のB. G. 測定。
炉出力約90W。測定時間約7,000 sec。

10月10日 (水)

体系Ⅱ-B (SM-1+(7)SUS均質集合体)

- Benjamin検出器 (反跳陽子検出器) によるF. G. 測定。

水素充填圧10気圧。試験体表面からの距離98.3cm。

炉出力 5.5kW, 測定時間 3,940 s e c , Live Time3,700 s e c。

Dead Time 6.1%

☆ 測定系の調整で時間を要し、本日はこの1ケースのみ測定。

10月11日 (木)

体系Ⅱ-B (SM-1+(7)SUS均質集合体)

- Benjamin検出器によるF. G. 測定。

水素充填圧3気圧。試験体表面からの距離98.3cm。

炉出力 5.4kW, 測定時間 5,239 s e c , Live Time 5,000 s e c。

Dead Time 4.6%。

- Benjamin検出器によるF. G. 測定。

水素充填圧1気圧。

10月12日（金）

体系Ⅱ-B（SM-1+(7)SUS均質集合体）

・ Benjamin検出器によるB. G. 測定を3ケース実施。

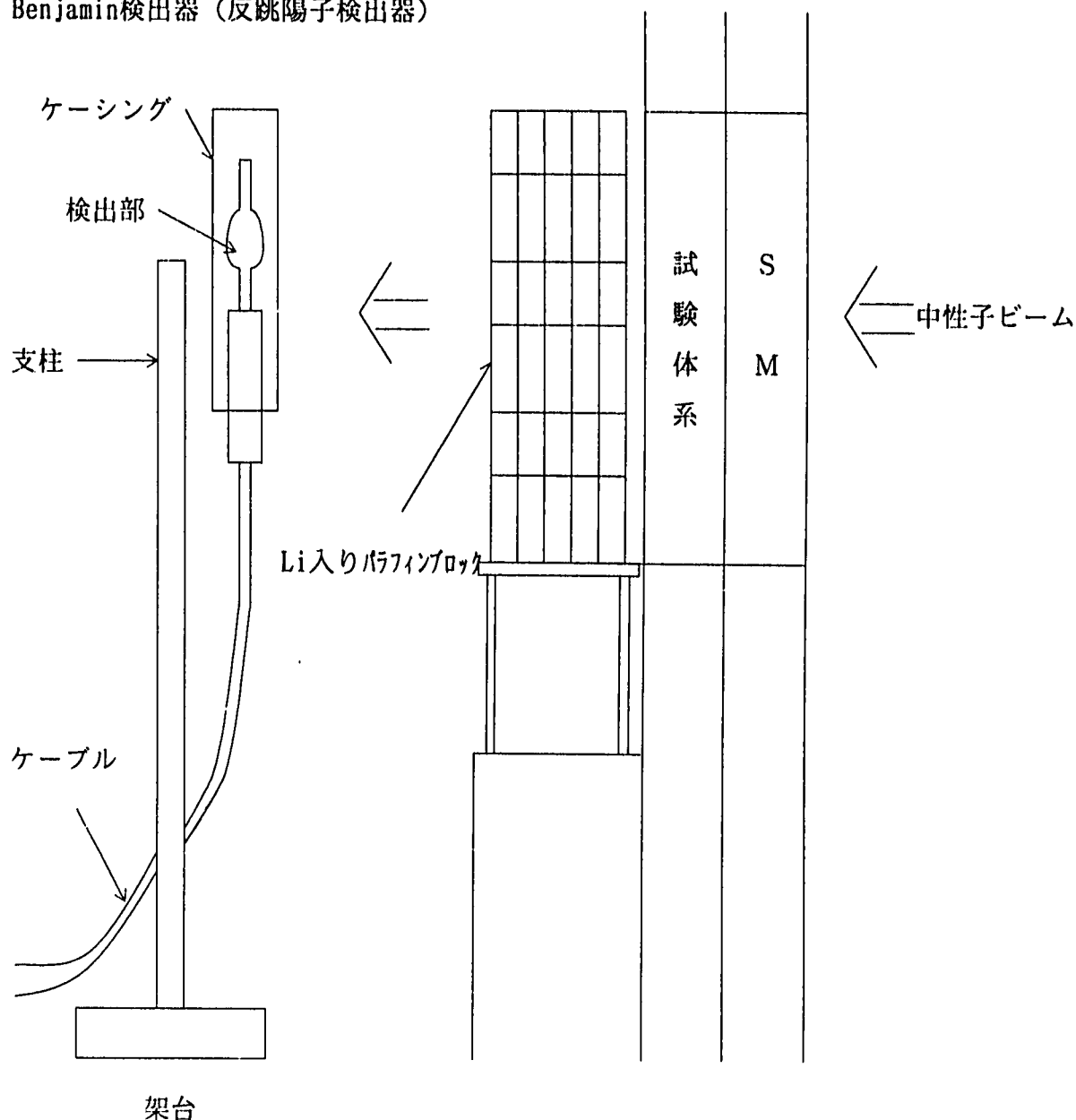
水素充填圧10, 3, 1気圧。 試験体表面からの距離98.3cm。

炉出力は10~20kW。

Li入りパラフィンブロックはビーム軸方向に5列。

☆ 次ページにBenjamin検出器のセッティングの概念図

Benjamin検出器（反跳陽子検出器）



- ☆ 検出器ケーシングは支柱に絶縁テープを巻いて固定。
- ☆ SM体系で最初にBenjamin検出器で測定した時には、本検出器はNE-213検出器がセットされる空調装置付のHutの中に設置されていたが、Hutの影響をチェックするために、上図のようにHutを取り去った状態でも測定を行い、データを検出した結果、Hutから出して上図のようなセッティングで測定することに決められた。

* 8月10日、14～16日に実施

** 8月31日及び9月1日

10月15日（月） 原子炉点検日

10月16日（火）

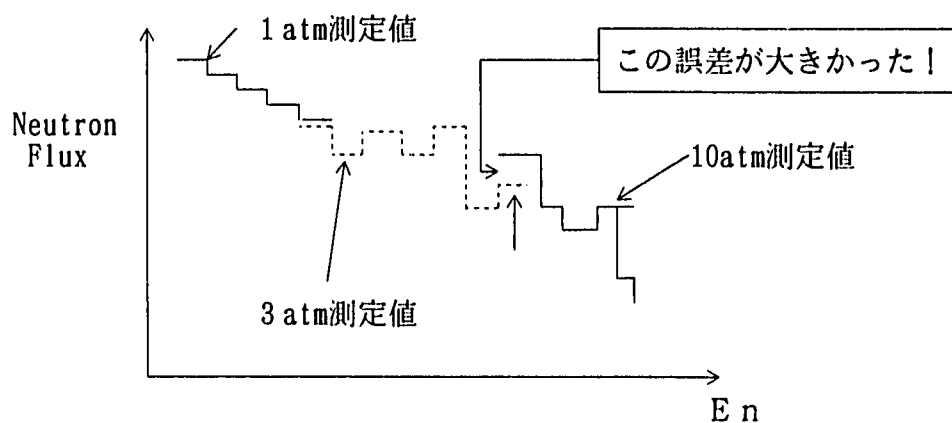
体系Ⅱ-B（7集合体すべてステンレス均質集合体）

・ Benjamin検出器によるF. G. 測定

充填水素圧力10気圧 炉圧力約5.4kW

測定時間約 2.5h r 測定位置；NE-213位置

☆ この測定は、10月10日に行ったものの再測定である。理由は、下図に示すように、10気圧検出器と3気圧検出器の中性子エネルギースペクトル測定値のオーバーラップ領域での誤差が5%以上あったため、測定時間を長くすることによってデータの統計的精度を高めるために実施したものである。



・ BBの校正

・ NE-213位置におけるBBの測定

試験体表面との距離98.3cm

3", 5", 8" BBのF. G. 及びB. G. 測定 計6ケース

測定時間5分間 炉出力数十W

10月17日（水）

体系Ⅱ-B（7集合体すべてステンレス均質集合体）

測定用架台をビーム中心軸上にセッティング

- ・ビーム中心軸上でのBB測定（いずれもF. G.）

試験体表面からの距離30cm及び 150cm

BBの径3", 4", 5", 8", 10", 12"

パラフィンブロックを積み上げてB. G. 測定の準備

- ・ビーム中心軸上でのBB測定（いずれもB. G.）パラフィンブロック5列

試験体表面からの距離 150cm, BBの径8", 10", 12"

10月18日（木）

体系Ⅱ-B（7集合体すべてステンレス均質集合体）

- ・ビーム中心軸上でのBB測定（いずれもB. G.）

試験体表面からの距離 150cm, BBの径3", 4", 5"

炉出力 500W, 測定時間各5分間

パラフィンブロックを撤去し、測定架台をビームと直角方向に設置。

- ・試験体表面から30cm位置での径方向トラバース測定。

測定ポイントは10月4日と同様。測定時間は各位置で2分間。

5" BB 炉出力 110W

3" BB 炉出力 230W

- ・H. B. による径方向トラバース測定

炉出力を増加させるので、fission chamberの先端に、円柱形状の鉄しゃへい体を2つ挿入する。

炉出力約 200kW, 測定時間各4分間, 計数しきい電圧 3.5V

試験体表面との距離2.37cm, 測定位置は10月5日と同じ。

10月19日（金）

体系Ⅱ－B（7集合体すべてステンレス均質集合体）

- ・ 8" B B及びfission chamber の校正
- ・ 8" B Bによる径方向トラバース測定
炉出力約 230W, 測定時間各 2 分間
測定位置 ; 試験体表面から30cm

☆ 以上で体系Ⅱ－Bの測定をすべて終了。

続いて、中心の集合体をS U S均質集合体からS U S製周辺しゃへい型集合体に変更し、体系Ⅴ－Bを構成した。先日、体系Ⅴ－Bにおいて残されていたビーム中心軸上でのB B測定を行うためである。

体系Ⅴ－B ((6)S U S均質集合体+(1)S U S周辺しゃへい型集合体)

- ・ ビーム中心軸上でのB B測定 (F. G. 測定)
B Bの径 ; 8" , 5" , 4" , 3" , 10" , 12"
測定時間各 2 分間
炉出力 4" および 5" B Bは約 110W, その他は約 220W

パラフィンブロックを積み上げ、B. G. 測定の準備

- ・ ビーム中心軸上でのB B測定 (B. G. 測定)
試験体表面からの距離 150cm
B Bの距離 ; 12" , 10"
測定時間 3 分間
炉出力 560W

10月22日（月） 原子炉点検日

10月23日（火）

体系V-B ((6)SUS均質集合体+(1)SUS周辺しゃへい型集合体)

- ・ビーム中心軸上におけるBB測定（B. G. 測定）

BBの径；8"， 5"， 4"， 3"

試験体表面からの距離 150cm

炉出力約 560W， 測定時間 3分間

- ☆ これで、体系V-Bのすべての測定を終了。パラフィンブロックを撤去し、中心の集合体をSUS周辺しゃへい型集合体からSUS製ロッドバンドル型集合体に変更した。これで体系IV-Bのセッティングが完了。
再びパラフィンブロックを積み上げる。

体系IV-B ((6)SUS均質集合体+(1)SUS製ロッドバンドル型集合体)

- ・ビーム中心軸上でのBB測定（B. G. 測定）

BBの径 3"， 4"， 5"， 8"

試験体表面からの距離 150cm

- ☆ Buzzより、体系II-Bでの中性子スペクトル測定の結果が思わしくなかったため、体系後方に鉛を設置して再測定を行いたいこと、ただし、これを実施すると実験工程が週オーダーで遅れるので、PNCの了承を得た上で行いたいこと、について説明があった。
同様の趣旨のレポートをPace氏から受け取った。
上記内容をメモにして大洗・技術課へFAX。（次ページに添付）

J A S P E R 実験の検討依頼
(中性子スペクトル測定時の鉛の使用について)

平成2年(1990年)10月23日

以下の2点について、米側からPNCの確認を得たい旨の相談がありましたので、回答をお願いします。いずれも、NE-213による中性子エネルギースペクトル測定時の γ/n 比を改善するために鉛を設置する件である。

1. 軸方向遮蔽実験の体系II-B (SM-1+(7)SS Homog. Type Ass.)の中性子スペクトル測定時に、本体系の後方に(厚さ3"以上)を置いて再測定を行いたい。理由は、10月第2週の測定結果を検討した結果、 γ/n 比が25以上と高いためスペクトルデータとして意味のある結果が得られていないことがわかったためである。NE-213検出器による測定時の γ/n 比は10程度が限界値であり、2~5程度であれば満足のいく結果が得られるとのことである。
2. 上記1.と同様の目的でIVS実験の項目I-A (SM-0; Fe+Al+B)の中性子スペクトル測定を行う際に、SM-0の後方に鉛(厚さ3"以上)を置いて測定を行いたい。この理由は、過去にSM-0を用いて行った「Alternate Shielding Experiment」において、 γ/n 比が非常に高く、中性子スペクトルデータを得るために、鉛を設置した経験があるためである。

(追記) なお、SM-1体系で中性子スペクトル測定時の γ/n 比は2程度であり、問題はなかったとのことです。

10月24日 (水)

朝の冷えこみが厳しい。まだ夏時間なので、朝T S Fに着く8時少し前はほんのり明るくなり始めた頃。来週からRegular Time (1時間後ろへずれる)になる予定。

- Fission chamber の校正

体系IV-B ((6)S U S均質集合体+(1)S U S製ロッドバンドル型集合体)

- ビーム中心軸上でのB B測定 (B. G. 測定)

10" B B (560W×3分)

12" B B (560W×5分)

試験体表面からの距離 150cm

パラフィンブロックを撤去。

- ビーム中心軸上でのB B測定 (F. G. 測定)

試験体表面からの距離30cm、150cm

B B径 (inch)	12	10	8	5	4	3
炉出力 (W)	230	230	110	110	110	230
測定時間 (分)	3	3	2	2	2	2

- 試験体表面から30cm位置でのB B径方向トラバース測定

B B径8" B B, 各測定位置で 220W×2分間測定

- fission chamber の校正

- ケーブル類の片付け (明日のTiger Team来所に備えるため)

☆ 昨日相談を受けた中性子スペクトルの再測定について、不明な点をBuzzに質問して得た情報を派遣員メモにしてF A X。(次ページに添付)

J A S P E R 派 遣 員 メ モ No. 94

TO: 実験炉部 技術課 金城課長殿	FROM: 米国ORNL派遣員 庄野 FAX NO. (615)574-9619	DATE: 1990年10月24日
-----------------------	--	----------------------

SUBJ.: J A S P E R 実験の状況について
体系II-B後方に鉛を設置する件についての補足説明

1. J A S P E R 実験の状況について
10月24日時点での実験記録を次ページに添付する。

2. 体系II-B後方に鉛を設置する件についての補足説明
 昨日付けの派遣員メモNo.93 の1.項に記した体系II-Bでの中性子スペクトルの再測定について、説明を補足する。
 10月24日現在、体系IV-Bでの測定が進行中であり、おそらく今週中には終了するものと思われる。この測定と来週予定されている体系III-Cでの測定をもって、ステンレス系集合体を組み合わせた体系での測定はすべて終了することになる。ORNLは体系III-Cでの測定項目終了の後に、体系II-Bでの中性子スペクトルの再測定を行おうと考えている。その理由は、周辺6体の集合体の設置状況を保存できるからである。
 PNCがこの再測定を了承するにあたって考慮に入れて欲しいことは、以下のとおりである。
 - ・ データの質が変わること
 再測定で得られる中性子スペクトルは、鉛を透過してきた後の値であり、鉛の存在の効果を計算側で考慮する必要があること。
 - ・ 実験工程が1~2週間遅れること
 鉛を体系II-Bの後方に設置する手段については、確定的なものはないので、1日でもできるかもしれないし、治具等の加工で a couple of days を要するかもしれない。また、鉛のセッティング完了後の中性子スペクトル測定及びNE213位置でのBB測定に要する日数は4日間と見積もっている。

配付先	部
計	

(総頁数 2)

10月25日（木） しのつくような秋の雨。寒い！

- fission chamber の校正

- 6" BB の校正

体系IV-B ((6)SUS均質集合体+(1)SUS製ロッドバンドル型集合体)

- 試験体表面から30cm位置でのBB径方向トラバース測定 (F, G, 測定)

BB径5" 各測定位置で 110W×2分間測定

BB径3" 各測定位置で 220W×2分間測定

- H. B. の校正

^{252}Cf を検出器の直近及び9.5cm位置に置き、それぞれ校正データをとる。

- H. B. による径方向トラバース測定

試験体表面との距離2.37cm

測定時間は各位置で3分間、炉出力約 210kW

本日をもって、体系IV-Bの測定は終了した。

10月26日（金） 朝は強烈な冷えこみ、雨は降る気配なし

・ fission chamber 及び B B の校正

☆ 体系Ⅳ－Bから体系Ⅲ－Cへの変更作業

中心集合体を S U S 製ロッドバンドル型集合体から S U S 製中心しゃへい型集合体に変更する作業を行った。

☆ 今日もタイガーチームの査察があった。総勢 5 人。昨日の 3 人とは全くちがう顔ぶれであった。活発な質問としらけきった答えとの問答が長々と続き、炉起動は 13 : 30 となった。

・ 試験体表面から 30cm 位置での B B による径方向トラバース測定

8" B B 約 230W × 2 分 / 各測定位置

2" B B 同上

10月29日（月） 原子炉点検日

10月30日（火）

体系Ⅲ-C ((6)SUS均質集合体+(1)SUS製中心しゃへい型集合体)

・試験体表面から30cm位置での径方向トラバース測定

5" BB (中心位置は私が位置決めした！)

測定点は通常どおり

・H. B. の校正

計数しきい電圧2Vの値と3.5Vの値の比を調整

・H. B. による空間線量率分布の測定

測定点は通常どおり、測定時間計約 1.5hr

・ビーム中心軸上で試験体表面から30cmの位置でのH. B. 測定

実験計画書にはないが、BBデータと対比する意味で測定した。

・ビーム中心軸上でのBB測定 (F. G. 測定)

BBの径5" , 試験体表面からの距離30cm, 150cm

☆ しゃへいコンクリート表面に、鉛板をセットするのに用いるボルト埋めこみ用の穴の位置決めを行った。

☆ Tiger Team 3名来所。測定室のラック周囲の写真を撮影して帰った。

10月31日（水）

体系Ⅲ-C ((6)SUS均質集合体+(1)SUS製中心しゃへい型集合体)

- ・ビーム中心軸上におけるBB測定（F. G. 測定）

試験体表面からの距離30, 150cm

BB径	炉出力 (W)	測定時間 (分)
3"	230	2
4"	110	2
8"	110	2
10"	230	2
12"	230	2

- ☆ パラフィンブロックを積み上げる。

- ・ビーム中心軸上におけるBB測定（B. G. 測定）at 150cm

BB径	炉出力 (W)	測定時間 (分)
12"	560	4
10"	560	2
8"	560	2
5"	560	2
4"	560	2
3"	560	2

- ☆ これにて体系Ⅲ-Cの測定をすべて終了した。

- ☆ 昨日位置決めした場所に穴を掘り、直径1"強、長さ約15cmの鉄パイプを埋めこんだ。この作業はBB測定の合間に行われた。1人の男がどこからともなく現われ、冗談を連発しながら日曜大工の雰囲気であっという間に終了。炉心周囲のコンクリートに手をつけるというので相当慎重な作業を予想していた私は、あっけにとられてしまった。

11月1日(木)

☆ 体系II-Bへの変更作業

中心集合体をSUS製中心しゃへい型集合体からSUS製均質集合体に変更した。

☆ 鉛板設置作業

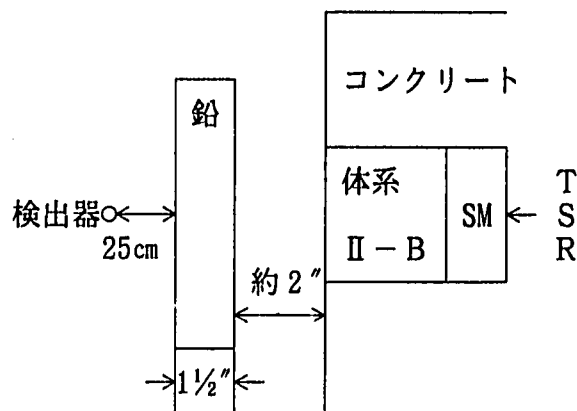
昨日設けた穴を利用して、厚さ約2"弱の鉛板を1枚設置した。(1.5hrを要した。)

- ・NE-213による中性子スペクトル再測定

炉出力 110W

測定時間10,000秒

鉛板設置より γ/n 比は25だった値が約3まで減少した。したがって、この状態でBenjamin検出器及びBBによる測定を行うことが決定された。



11月2日(金)

体系II-B (7体すべてSUS製均質集合体)

- ・昨日測定したNE-213位置において、Benjamin検出器による低エネルギー領域での中性子スペクトル測定を実施。

水素充てん圧	炉出力	測定時間
10atm	約5 kW	6000秒
3atm	約5 kW	5500秒
1atm	10.5 kW	5000秒

☆ 今朝もTiger Team 2名来所。1時間は実験開始が遅れた。

11月6日(火)

体系Ⅱ-B(7体すべてSUS製均質集合体)+鉛板

・Power Monitorの校正(fission chamber)

・NE-213位置でのBB測定

5" BB, 3" BB, 8" BB

・NE-213検出器を発泡スチロールの箱に入れて、鉛板後方にセッティング。

炉出力約110W, 133分間の測定

☆ この測定は、11月1日(木)の測定結果と比較するためのもので、Hut(検出器収納小屋)の存在の影響をなくすることが目的である。こちらのデータを正式な値にしたいと担当者は言っていたが、さらに検討が必要とのこと。

☆ 以上にて体系Ⅱ-Bでの再測定をすべて終了した。

7集合体すべてを抜き出し、周辺6体をB,C均質型集合体に、中心をB,C中心しゃへい型集合体に置き換える作業を行った。

これで体系Ⅲ-Aへの変更が終了。

☆ 当初心配された体系Ⅲ-Bでの中性子エネルギースペクトル再測定による工程の遅れは、実質3日間であった。ただし、NE-213及びBenjamin検出器による測定値を中性子エネルギースペクトルに変換(unfolding)する手法がまだ確定していない。4年前のデータ(何と紙テープ)を読みこまして過去の処理結果と比較したりしているが、3年前の実験中断期間に設置した処理システムと昔使用していた処理システムとで何らかの相異点があり、整合性がとれないようだ。ソフトの変更だけで済めばよいが、データの取り直しにまで至ると困る。(今のところ再測定は必要ないと担当者は言っている。)

11月7日(水)

体系Ⅲ-A ((6)B,C均質型集合体+(1)B,C中心しゃへい型集合体)

- ・ビーム中心軸上でのBB測定

3", 4", 5", 8", 10", 12" BB

F. G. 測定

測定位置 体系表面より30cm及び150cm

☆ パラフィンブロックを積み上げる。

- ・ビーム中心軸上でのBB測定

4", 5", 8", 10", 12" BB

B. G. 測定

測定位置 体系表面より150cm

11月8日(木) 風が強く、猛烈に寒い。

体系Ⅲ-A ((6)B,C均質型集合体+(1)B,C中心しゃへい型集合体)

- ・ビーム中心軸上でのBB測定

3" BBのB. G. 測定、炉出力約560W

測定位置 体系表面より150cm

☆ パラフィンブロックを撤去。測定架台をビーム汁に直角にセットし直した。

- ・BBによる径方向トラバース測定(体系表面より30cm)

3" BB, 230W出力, 3分/各位置

5" BB, 230W出力, 3分/各位置

- ・H. B. の校正 至近距離と9.5cm

- ・H. B. による径方向トラバース測定

体系表面より1.85cm

210kW出力、3分間/各位置

11月9日(金)

体系Ⅲ-A ((6)B,C均質型集合体+(1)B,C中心しゃへい型集合体)

- ・BBによる径方向トラバース測定(体系表面より30cm)

8" BB

☆ 以上で、体系Ⅲ-Aの測定を終了し、体系Ⅳ-Aへの変更作業を行った。

中心のB,C中心しゃへい型集合体を抜き出し、B,Cロッドバンドル型集合体を挿入。

体系Ⅳ-A ((6)B,C均質型集合体+(1)B,Cロッドバンドル型集合体)

- ・BBによる径方向トラバース測定(体系表面より30cm)

8" BB

- ・H. B. による径方向トラバース測定

体系表面より2.37cm

[11月12日(月)～16日(金)はANS Winter Meetingへ出張のため不在。Pace氏測定記録より作成]

11月12日(月) 原子炉点検のため実験は行われなかった。

11月13日(火)

体系IV-A ((6)B,C均質型集合体+(1)B,Cロッドハンドル型集合体)

・BBによる径方向トラバース測定(体系表面より30cm)

3" BB, 5" BB

・ビーム中心軸上におけるBB測定(F, G, 測定)

BB径3", 4", 5", 8", 10", 12"

体系表面からの距離30cm, 150cm

11月14日(水)

体系IV-A ((6)B,C均質型集合体+(1)B,Cロッドハンドル型集合体)

・ビーム中心軸上におけるBB測定(B, G, 測定)

BB径3", 4", 5", 8", 10", 12"

体系表面からの距離 150cm

体系V-A ((6)B,C均質型集合体+(1)B,C周辺しゃへい型集合体)

・ビーム中心軸上におけるBB測定(B, G, 測定)

BB径3", 4", 5", 8", 10", 12"

体系表面からの距離 150cm

・ビーム中心軸上におけるBB測定(F, G, 測定)

BB径10", 12"

体系表面からの距離30cm, 150cm

11月15日（木）

タイガーチーム（DOEの査察チーム）の立入検査のため実験は行なわれなかった。

11月16日（金）

体系V-A ((6)B,C均質型集合体+(1)B,C周辺しゃへい型集合体)

- ・ビーム中心軸上におけるBB測定（F. G. 測定）

BB径3", 4", 5", 8"

体系表面からの距離30cm, 150cm

- ・BBによる径方向トラバース測定
3" BB, 体系表面より30cm位置
- ・H. B. による径方向トラバース測定
体系表面からの距離2.37cmの位置

11月19日（月） 原子炉点検のため、実験は行なわれなかった。

11月20日（火）

体系V-A ((6)B,C均質型集合体+(1)B,C周辺しゃへい型集合体)

- ・BBによる径方向トラバース測定（体系表面より30cm位置）
BB径5", 8"

☆ 以上で体系V-Aの測定を終了し、最後の実験体系である体系III-Aへの変更を行った。

体系Ⅱ-A (7体ともB,C均質型集合体)

- BBによる径方向トラバース測定 (体系表面より30cm)
BB径 8", 炉出力 225W, 3分/各位置
- H. B. による径方向トラバース測定

11月21日 (水)

体系Ⅱ-A (7体ともB,C均質型集合体)

- BBによる径方向トラバース測定 (体系表面より30cm)
BB径 3", 5"
炉出力 約 225W
測定時間 3分間/各位置
- ビーム中心軸上におけるBB測定 (F. G. 測定)
体系表面からの距離 30cm, 150cm
測定時間 3分間/各位置
BB径 5", 3", 4", 8", 10", 12"
炉出力 3" ~10" BBについては約 225W
12" BBのみ約 560W

11月22日 (木) Thanksgiving Day休日

11月23日 (金) " に伴う休日

11月26日（月）

- ☆ 京大大石教授とPNC核サ部田中氏が再処理プロジェクト打合せのためORNLを訪問され、夕方TSFへも来られたので、随行した。

11月27日（火） 晴天、暖かい、初夏のムード

体系Ⅱ-A（7体ともB、C均質集合体）

- ・ビーム中心軸上におけるBB測定（B、G、測定）

Li入りパラフィンブロック5列

測定位置 体系表面より150cm位置

BB径 3", 4", 5", 8", 10", 12"

炉出力 いずれも約560W

測定時間 3"～10" BBについては3分間

12" BBについては5分間

- ☆ ここで、計画外の測定を実施。パラフィンブロックを検出器側へ移動させて、最上段にボロン入りパラフィン板を積んだ。この状態でBBのB、G、測定を実施。

- ・12" BB 約560W×5分間→測定値35%減少
 - ・5" BB 約560W×5分間→測定値30%減少
- } このデータの活用方法は不明
- ・NE-213検出器を発泡スチロールの箱（11月6日に使用したものと同一）に入れて、測定を行った。30分間運転した結果、 γ/n 比約15であり、かつ高速中性子領域の成分が小さいため、 γ 線の寄与低減を目的として体系と検出器間に鉛板を設置することになった。

- ☆ 鉛板設置作業終了（鉛板厚さ、設置位置は体系Ⅱ-A再測定と同様）

11月28日（水）

タイガーチーム（DOEの査察チーム）指摘事項への対応作業のため、実験は行なわれなかった。

☆ 原研遮蔽研究室の中島氏と田中氏がTSFを訪問されたので、JASPER計画及びTSFの実験機器について説明すると共に、施設見学に同行した。

11月29日（木）

体系Ⅱ-A（7体ともB、C均質集合体）+ 1 1/2" 厚の鉛板

- ・ NE-213検出器を発泡スチロールの箱に入れ、鉛板表面から25cmの位置にセッティングし、炉運転。この箱の目的は、Hutから出して測定を行うので、外気による温度変化を出来るだけ避けることにある。
- ・ 上記状態で1ないし2時間の運転を計3回行った。

それぞれの運転時に、4年前の信号処理システムを復旧して、現在使用しているシステムと同時にスペクトルを求めていた。8月から懸案となっているunfolding 結果が過去のデータと異なる傾向を示す原因を追求しているようだ。来週には、これらの検討結果を聞けるものと思う。

〔余談〕

- ・ 実験メンバーの間で、検出器をビーム中心軸上にセットする時、「PNC」と声をかけあうのがはやっている。これは「Pretty Near Center」の略語である。

11月30日（金）

体系Ⅱ-A（7体ともB、C均質集合体）+ 1 1/2" 厚の鉛板

・ Benjamin検出器による中性子スペクトルの測定

水素充てん圧力	炉出力	測定時間
10atom	5.2kW	6,700 s
3 atom	10.2kW	6,000 s
1 atom	25.7kW	6,000 s

☆ 体系Ⅱ-Aの測定は、NE-213位置におけるBB測定を残すのみとなった。懸案となっている中性子スペクトル測定に関連した再測定が行われない限り、12月第2週で軸方向遮蔽実験が終了するものと予想される。

12月3日(月) 雨

体系Ⅱ-A (7体ともB,C均質集合体) + 1 1/2" 厚の鉛板

・NE-213検出器位置でのBB測定

BB径 3", 5", 10"

☆ この測定をもって、軸方向遮蔽実験の測定を一通り終了した。

12月4日(火) 今年一番の冷えこみ

体系Ⅱ-A (7体ともB,C均質集合体) + 1 1/2" 厚の鉛板

・Benjamin検出器(1気圧) at NE-213位置

約2時間の運転

☆ これは、11月30日の測定をもう一度実施したもの。

・Fission Chamber (FC) の校正のための炉運転。

☆ IVS実験に使用する第3のFCをチェックすること。

まず、²⁵²Cfで校正。次に6" BBを校正。

6" BBをNE-213検出器位置にセッティングし、以前から使用していたFCと第三のFCを測定孔に挿入。

この状態で100Wから500Wまで5段階の出力で数分間ずつ運転。

一度炉停止して、FCを交換して運転。

この目的は、6" BBの計数値を基準にして、第三のFCの校正定数を決定することにある。

12月5日(水)

体系Ⅱ-A(7体ともB,C均質集合体)+1½"厚の鉛板

- ・FC校正のための炉運転
- ・Benjamin検出器(1気圧) at NE-213位置

約2時間、炉出力約20kW

☆ これは、昨日とは検出器を変更して実施したものだ。4日、5日と再測定を行った理由は、11月30日の測定結果が、時間と共に大きく変動していることがわかったため、高圧電源回路の調整をした後に行われた。

11月6日(木)

体系Ⅱ-A(7体ともB,C均質集合体)+1½"厚の鉛板

- ・FC校正のための炉運転
- ・NE-213検出器と体系の後方(鉛板から25cm)に設置し、測定。

炉出力約100W、約2時間

☆ この測定は、中性子エネルギースペクトルを計算する信号処理系を、最新のPS/2システムから1つ前の世代のPDP-11に変更して行ったもの。スペクトルモディファイファで測定された中性子スペクトルデータの解析システムによるばらつきを検討した結果、PS/2システムが他の2つのシステム(昔使われていた)に比べて15~20%大きな値を示す傾向が認められたため、PDP-11による測定データが必要となった。

径方向遮蔽実験当時（'86年頃）使われていたのは、ND4400であり、今は撤去されてなくなっている。（これを「Sys. 1」という。）'87～'88年はPDP-11（これを「Sys. 2」という。）'90年1月からはPS/2に変更（これを「Sys. 3」という。）

SMで測定された中性子エネルギースペクトルを比較した結果、

{ Sys. 1と Sys. 2は5%程度の差であり、一致しているとみなせる。
Sys. 2とSys. 3の間には15%程度の大きな差がある。

ことが確認された。また、本日の測定によりこの傾向は体系II-Aについても同様であった。

したがって、体系II-Bにおいても、PDP-11による測定データを取得することが必要である。

12月7日（金）

原子炉点検（3日（月）に運転したので、振り替え点検日）

IVS実験の試験体系変更について、Pace氏、Ingersoll氏、及びMuckenthaler氏と協議し、変更ケース数を1～2個に限定し、かつ至急PNCのData Planを示すことを前提としてORNLの了承を得た。

来週行われる予定のRRD (Reactor Regulation Division)とのヒアリングに改訂後の資料を出す必要に追われている。

12月10日（月）

原子炉点検（通例通り実施）

☆ 試験体系をⅡ-AからⅡ-Bに変更。以前と同様に鉛板を設置。

I V S実験の試験体系変更案をORNLに伝えた。現在有する試験体で実施できるので、すぐに了承してくれたが、測定項目数が増えていることについては、「少し内部で検討してから返事をする」とのことであった。

12月11日（火）

体系Ⅱ-B（7体ともステンレス均質集合体）+ 1 ½" 厚の鉛板

・ N E -213検出器による測定

鉛板から約24cm

信号処理系 P D P -11

12月12日（水）

体系Ⅱ-B（7体ともステンレス均質集合体）+ 1 ½" 厚の鉛板

・ F C校正のための炉運転

・ I H X実験の S M - 3 から黒鉛（30cm厚）を削除することが可能かどうかと打診された。

・ 問合せ事項の調査

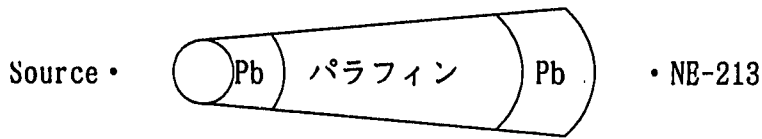
12月13日（木）

体系Ⅱ-B（7体ともステンレス均質集合体）+ 1 1/2" 厚の鉛板

- F. C. の校正のための炉運転
- NE-213の校正

今までとは違い、地上約2 mにセッティングした。線源からの中性子が地面から反射して検出器に到達する確立を減らす意図。

また、線源と検出器の間に、下図の物体をセットした。



— 以 上 —

この後も、14日、18日と原子炉は運転されたが、いずれもFC校正のための運転であり、軸方向遮蔽実験と関わりはないものである。

付録D

軸方向遮蔽実験で使用された検出器

1. ボナーボール検出器 (Bonner Ball)

ボナーボール検出器 (以下、「BB」という。) は、中性子線量を測定するものであるが、以下に示すように、検出器の形状によって、異なるエネルギー領域の中性子線量をおる程度分離して測定することが可能であり、かつ測定に要する時間が短いことから、TSFにおける遮蔽実験で広く使用されている。

BBは、直径 5.1cmの球形状の比例計数管をポリエチレンの球殻で包み、さらに最外周を厚さ0.03インチのCdで被覆した構造である。比例計数管には、 ^{10}B 濃縮度96%のBF₃ガスが約 0.5気圧で封入されている。JASPER実験では、ポリエチレンの球殻部の厚さを変えることによって、検出器の外径を3インチ~12インチの範囲で変えたものが使用されるが、その他にBF₃計数管を裸で使用する場合 (bare detector) 及びBF₃計数管に厚さ0.03インチのCdのみを被覆したものを使用する場合 (CD-covered detector) がある。

BBに入射した中性子は、ポリエチレン部で減速されて計数管部に到達し、 ^{10}B の (η , α) 反応により検出される。また、最外周のCdはBBに到達する熱中性子の計数への寄与を防ぐ役割を果たす。したがって、BBは、ポリエチレンの球殻の厚さによって、検出できる中性子のエネルギー特性が定まる。即ち、ポリエチレンの厚さを厚くするにしたがって、中性子がよく減速されるため、高エネルギー側の中性子に対する計数効率が低エネルギー側の中生子に対する計数効率に対して相対的に増大するが、その一方で、一度減速材に入った中性子が計数管に到達するまでの過程で、検出器から漏洩したり、外表面のCdや減速材中で吸収される効果が増大するため、全体的な計数効率は減少する傾向を持つ。それぞれの径のBBについての入射中性子エネルギーに対する応答値として、ANISNコードによる計算値を ^{252}Cf 中性子源によって校正したものが用意されており、レスポンス関数 (BB Response Function) と呼ばれている。BBの測定値は、計算で得られた中性子エネルギースペクトルにレスポンス関数を重ね合わせた (folding) 値と比較される。米国の解析者が使用しているレスポンス関数は、JASPER実験データ集 (I) (PNC SN2410 88-005)のP71-P74 に示されているので、本資料では省略する。

2. ホニャックボタン検出器 (Hornyak Buttons)

ホニャックボタン検出器 (Hornyak buttons)は、高速中性子の線量計として使用されるものであり、形状が小さい(直径 0.6~1.2cm)ので、JASPER実験では高速中性子の空間線量分布を測定するために用いられる。

測定原理は、中性子と陽子との衝突によって発生する反跳陽子によるシンチレーション反応を検出する方式である。構造は、ルサイト (lucite) というアクリル樹脂中に $ZnS(Ag)$ 結晶を均一に混ぜたものを、ボタン状に形成加工したものである。アクリル樹脂中に存在する H 原子核と入射した高速中性子との衝突によって発生する反跳陽子を、 $ZnS(Ag)$ のシンチレーション反応によって検出する。 $ZnS(Ag)$ が用いられる理由は、 γ 線の干渉を少なくした中性子測定が可能のためである。ホニャックボタン検出器の中性子と γ 線に対する感度をそれぞれ図1、図2に示す。両図の比較により、かなり強い γ 線が存在しても、計数するパルス波高のしきい値を調節する事によって、中性子のみを有効に弁別して測定できることがわかる。検出できる中性子のエネルギー下限値は、 γ 線バックグラウンドの強さや光電子増倍管の雑音の程度によって異なるが、0.2~0.3MeV程度である。

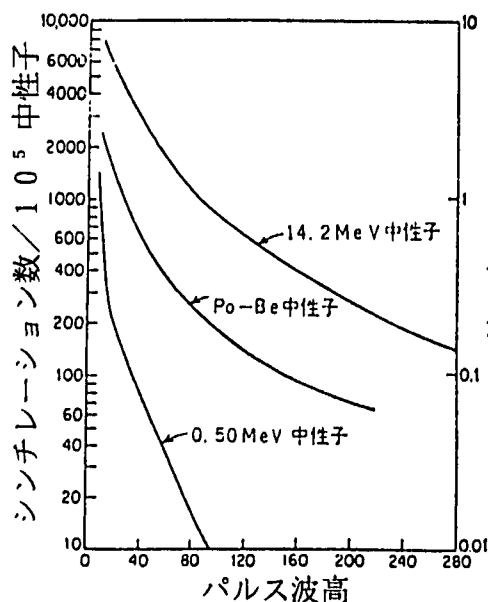


図1 “Hornyak ボタン” に種々の中性子源の中性子をあてたときの、ディスクリミネーターの値に対するパルス波高積分分布と効率、検出器は10gのルサイト中に1.5gの $ZnS(Ag)$ を含んだもの [W. F. Hornyak, Rev. Sci. Instr., 23: 264 (1952)]

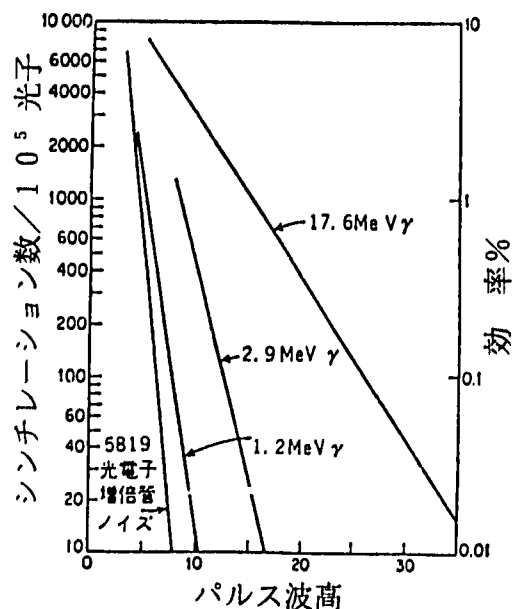


図2 “Hornyak ボタン” に種々の γ 線をあてたときの、ディスクリミネーターの値に対するパルス波高積分分布と効率、条件は図10・17のものと同じである [W. H. Hornyak, Rev. Sci. Instr., 23: 264 (1952)]

3. N E - 2 1 3 検 出 器

N E - 2 1 3 検 出 器 は、 8 0 0 k e V から 1 5 M e V の 範 囲 の 中 性 子 エ ネ ル ギ ー ス ペ ク ト ル を 得 る た め に 使 用 さ れ る。 原 理 的 に は γ 線 の ス ペ ク ト ル 計 測 に も 適 用 で き る が、 T S F で は 良 い デ ー タ は 得 ら れ て い な い。 * 1

N E - 2 1 3 検 出 器 は 液 体 有 機 シ ン チ レ ー タ で あり、 中 性 子 の 入 射 に よ り 発 生 す る 反 跳 陽 子 に よ る シ ン チ レ ー シ ョ ン 反 応 を 検 出 す る 方 式 で あり。 構 造 は、 内 径 4. 7 2 c m、 全 長 4. 7 1 c m の シ リ ン ダ ー の 中 に N E - 2 1 3 液 体 有 機 シ ン チ レ ー タ を 入 れ た も の で あり。 測 定 時 に は、 中 性 子 が 主 と し て 円 柱 の 曲 面 上 か ら 入 射 す る よ う に 設 置 さ れ る。 こ の シ ン チ レ ー タ の 成 分 は、 キ シ レ ン、 活 性 体、 有 機 化 合 物 P O P O P (波 長 シ フ タ と し て)、 ナ フ タ レ ン (発 光 特 性 を 改 善 す る た め に 添 加) か ら 作 ら れ て い る。 N E - 2 1 3 の 密 度 は 約 8 7 0 k g / m³ で、 そ の 組 成 は C H_{1. 21} で あり。

N E - 2 1 3 シ ン チ レ ー タ は、 反 跳 陽 子 及 び γ 線 に よ っ て 発 生 す る 電 子 の そ れ ぞ れ に 対 し て 発 光 す る が、 両 者 の パ ル ス 波 形 の 相 違 を 利 用 し て、 中 性 子 及 び γ 線 に 対 す る エ ネ ル ギ ー ス ペ ク ト ル を 分 離 し て 測 定 す る こ と が 出 来 る。 こ の 分 離 方 法 と し て T S F で 使 用 さ れ て い る の は、 パ ル ス を 一 度 積 分 処 理 し た 後、 2 次 微 分 回 路 を 通 し、 得 ら れ た 波 形 (b i p o l a r p u l s e) の ゼ ロ ク ロ ス 点 の 差 に よ っ て 両 者 を 分 離 す る も の で あり。 こ れ は、 γ 線 の 作 る 電 子 の 方 が、 中 性 子 が 作 る 反 跳 陽 子 に 比 べ て、 減 衰 時 間 の 短 い シ ン チ レ ー シ ョ ン 光 を 発 す る と い う 性 質 を 利 用 し て い る。

こ の よ う に し て 得 ら れ た 中 性 子 に 原 因 す る シ ン チ レ ー シ ョ ン 光 の 波 高 分 布 情 報 は、 計 算 コ ー ド F E R D を 用 い て エ ネ ル ギ ー ス ペ ク ト ル に 変 換 さ れ る。 (u n f o l d i n g)

* 1 ' 8 2. J a n . , O R N L - 5 8 0 5 よ り

4. 反跳陽子計数管 (Hydrogen Counter)

反跳陽子計数管 (Hydrogen Counter) は、50 k e V ~ 1 M e V の範囲の中性子エネルギースペクトルの測定に使用される検出器であり、Benjamin計数管とも呼ばれている。測定原理は、中性子と水素原子核との衝突によって発生する反跳陽子が引き起こす電離現象を検出するものである。

検出器は、ステンレス製の球の中心に1本のタングステン製ワイヤが張られた構造であり、ステンレス球が陰極、タングステン製ワイヤが陽極のはたらきをする。球の中には水素ガスが充填されており、J A S P E R 実験では、水素ガスの内圧をそれぞれ1気圧、3気圧及び10気圧としたものを使用している。球の中心、即ちタングステン製ワイヤの midpoint には、小さな校正用 α 線源が設置されている。

検出器に入射した中性子は、水素の原子核と衝突して反跳陽子をガス中に生じさせる。反跳陽子は電離を起こし、その結果生じる電子は、正に荷電したタングステン製ワイヤに集められる。集められた電荷量から反跳陽子のエネルギーを決定することが出来る。一方、ある決まったエネルギー E_n の中性子は水素原子核との衝突によって、ゼロから E_n までの様々なエネルギーを持つ反跳陽子を発生させる。したがって、この検出器の信号から、中性子線源のエネルギースペクトルを得るためには、詳細な解析が必要である。ORNLでは、測定されたパルス電圧の波高分布データから中性子エネルギースペクトルを求める (unfolding) ために、SPEC-4コードが使用されている。このunfoldingを行う際に、高エネルギー側の入力データとしてNE-213検出器の測定データから求められた中性子エネルギースペクトルが用いられる。