



JAEA-Testing

2007-001



JP0750135

# NSRRにおける反応度事故模擬実験をB-I型高圧水 カプセルを用いて行うための取扱マニュアル

Handling-manual of B-I Type High Pressure Water Capsule for  
Reactivity Initiated Accident Simulation Experiment in NSRR

鈴木 寿之 村松 靖之 鴨志田 重男

Toshiyuki SUZUKI, Yasuyuki MURAMATSU and Shigeo KAMOSHIDA

東海研究開発センター

原子力科学研究所

研究炉加速器管理部

Department of Research Reactor and Tandem Accelerator  
Nuclear Science Research Institute  
Tokai Research and Development Center

JA  
E  
A  
R  
I  
T  
e  
s  
t  
i  
n  
g  
a

March 2007

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。  
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。  
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ(<http://www.jaea.go.jp/index.shtml>)  
より発信されています。このほか財団法人原子力弘済会資料センター\*では実費による複写頒布を行っておりま

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4  
日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課  
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920

\*〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4 日本原子力研究開発機構内

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency  
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to  
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,  
Japan Atomic Energy Agency  
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan  
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920

© Japan Atomic Energy Agency, 2007

N S R R における反応度事故模擬実験を B - I 型高圧水カプセルを用いて行うための  
取扱マニュアル

日本原子力研究開発機構東海研究開発センター

原子力科学研究所研究炉加速器管理部

鈴木 寿之・村松 靖之・鴨志田 重男\*

(2007 年 1 月 12 日受理)

N S R R (Nuclear Safety Research Reactor) では、軽水炉における安全性研究の一環として、  
発電炉において照射された照射済燃料を使用し、反応度事故時の燃料挙動を研究している。

過去 10 年間に実施した反応度事故模擬実験では、高燃焼度における被覆管破損が予想よりも  
低いエンタルピーで発生することを確認した。破損は出力急昇による被覆管の温度上昇前に起こ  
るので、被覆管の初期温度が影響する可能性がある。

反応度事故時における出力急昇開始前の被覆管温度の効果を確認するために、B - I 型 (BW  
R 炉心状態を模擬できる第 1 型) 高圧水カプセルを開発した。本マニュアルは、B - I 型高圧水  
カプセルを用いての反応度事故模擬実験を安全かつ円滑に遂行するために、カプセルの受入から  
照射後の輸送についての一連の作業手順及び異常時の措置について定めたものである。

---

原子力科学研究所 : 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

\*出向職員

Handling manual of B-I Type High Pressure Water Capsule for  
Reactivity Initiated Accident Simulation Experiment in NSRR

Toshiyuki SUZUKI, Yasuyuki MURAMATSU and Shigeo KAMOSHIDA\*

Department of Research Reactor and Tandem Accelerator  
Nuclear Science Research Institute  
Tokai Research and Development Center  
Japan Atomic Energy Agency  
Tokai-mura,Naka-gun,Ibaraki-ken

(Received January 12, 2007)

As a part of safety research of light water reactors (LWR), fuel behavior during a reactivity-initiated accident (RIA) has been studied in the Nuclear Safety Research Reactor (NSRR) using irradiated fuels in commercial reactors.

During a past decade, RIA-simulating experiments in the NSRR showed that cladding failures at higher burnup occurred at lower enthalpy values than those would be expected. It was supposed that this type of the fuel failure may be influenced by an initial temperature of cladding since the failure occurs before the temperature escalation of the cladding due to the power burst.

In order to verify the influence of the cladding temperature before the onset of power escalation during an RIA, we developed B-I type (the 1st type to simulate BWR operation condition) high pressure water capsule. This manual describes a series of working procedures from receiving the capsule to transporting it after experiment and a procedure in case of an emergency in order to perform the RIA-simulating experiments using the B-I type capsule safely and smoothly.

Keywords: LWR, RIA, NSRR, Manual, High Pressure Water Capsule,  
Safely and Smoothly

---

\*Research Staff on Loan

## 目 次

1.はじめに .....	1
2.概要 .....	2
2. 1 カプセル本体 .....	2
2. 1. 1 内部カプセル .....	2
2. 1. 2 外部容器 .....	3
2. 1. 3 計装品類 .....	3
2. 2 運転制御装置 .....	3
2. 2. 1 計装品の概要 .....	4
2. 2. 2 計装の種類及び制御の方法 .....	4
3.検査・組立 .....	5
3. 1 高圧水カプセルの受入検査 .....	5
3. 1. 1 外部容器の検査 .....	5
3. 1. 2 内部カプセルの検査 .....	5
3. 1. 3 付属品の検査 .....	5
3. 2 燃料支持具及びMI式熱電対リードの検査 .....	5
3. 2. 1 組立後の検査 .....	6
3. 2. 2 受入れ検査 .....	6
3. 3 NSRR燃料棟での組立・検査 .....	6
3. 3. 1 内部カプセル（試験部容器蓋）の組立 .....	6
3. 3. 2 内部カプセル（試験部容器）のヘリウム漏えい試験 .....	6
3. 3. 3 外部容器の組立 .....	6
3. 3. 4 外部容器のヘリウム漏えい試験 .....	7
3. 3. 5 内部カプセルの分離 .....	7
3. 4 原子炉棟B1Fでの検査・準備 .....	7
3. 4. 1 内部カプセルの加圧試験 .....	7
3. 4. 2 搬入準備 .....	8
3. 5 原子炉棟B2Fでの組立・検査 .....	8
3. 5. 1 セミホットセル内での準備 .....	8
3. 5. 2 セミホットセルでの組立・検査 .....	8
3. 5. 3 セミホットケーブでの組立・検査 .....	10
3. 5. 4 照射実験前運転条件の設定 .....	11
4. 実験準備 .....	12
4. 1 装荷装置B型への収納準備 .....	12
4. 2 昇温計測試験 .....	12
4. 3 カプセルの収納及び移動 .....	13
4. 4 実験孔への挿入 .....	14
4. 5 計測試験 .....	14

5. カプセルの運転	15
5. 1 制御目標値の設定	15
5. 2 運転前準備	15
5. 3 運転	16
6. 照射及び冷却	18
6. 1 照射	18
6. 2 冷却	18
7. 解体	19
7. 1 実験孔からカプセルの取り出し	19
7. 2 装荷装置の移動	19
7. 3 セミホットケーブ内への照射済カプセルの搬入	20
7. 4 内部カプセルの取り出し	20
7. 5 輸送キャスク (DSF-82Y-15T 型容器) への内部カプセルの収納	21
8. 保管管理	23
8. 1 納入後の管理	23
8. 2 照射後の管理	23
8. 3 その他の管理	23
9. 異常時の措置	24
謝辞	24
付録 組立データシート	43

## Contents

<b>1. Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Outline .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Capsule .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1.1 Inner Capsule .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1.2 Outer Container .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.3 Instrumentation .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Control Device .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2.1 Outline of Instrumentation .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.2 Type of instrumentation and Controlling Method .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Inspection and Assembling .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Acceptance Inspection of High Pressure Water Capsule .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1.1 Inspection of Outer Container .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1.2 Inspection of Inner Capsule .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1.3 Inspection of Attachment .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Inspection of Fuel Bearer and MI Type Lead .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2.1 Inspection after Assembling .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2.2 Inspection of Acceptance .....</b>	<b>6</b>
<b>3.3 Assembling and Inspection in NSRR Fuel Building .....</b>	<b>6</b>
<b>3.3.1 Assembling of Inner Capsule .....</b>	<b>6</b>
<b>3.3.2 He Leak Inspection of Inner Capsule .....</b>	<b>6</b>
<b>3.3.3 Assembling of Outer Container .....</b>	<b>6</b>
<b>3.3.4 Helium Leak Inspection of Outer Container .....</b>	<b>7</b>
<b>3.3.5 Separation of Inner Capsule .....</b>	<b>7</b>
<b>3.4 Inspection and Preparation in B1F of Reactor Building .....</b>	<b>7</b>
<b>3.4.1 Compression Test of Inner Capsule .....</b>	<b>7</b>
<b>3.4.2 Carrying-in Preparation .....</b>	<b>8</b>
<b>3.5 Assembling and Inspection in B2F of Reactor Building .....</b>	<b>8</b>
<b>3.5.1 Preparation in Semi-hot Cell .....</b>	<b>8</b>
<b>3.5.2 Assembling and Inspection in Semi-hot Cell .....</b>	<b>8</b>
<b>3.5.3 Assembling and Inspection in Semi-hot Cave .....</b>	<b>10</b>
<b>3.5.4 Setting of Condition before Experiment .....</b>	<b>11</b>
<b>4. Experimental Preparation .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1 Storage Preparation for Loading Facility Type B .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2 Heating Measurement Test .....</b>	<b>12</b>
<b>4.3 Storage and Movement of Capsule .....</b>	<b>13</b>
<b>4.4 Installation into Experimental Cavity .....</b>	<b>14</b>
<b>4.5 Measurement Test .....</b>	<b>14</b>

5. Operation of Capsule .....	15
5.1 Setting of Objective Value .....	15
5.2 Operation Preparation .....	15
5.3 Operation .....	16
6. Irradiation and Cooling .....	18
6.1 Irradiation .....	18
6.2 Cooling .....	18
7. Disassembling .....	19
7.1 Taking Out from Experimental Cavity .....	19
7.2 Movement of Loading Facility .....	19
7.3 Carrying-in of Irradiated Capsule into Semi-hot Cave .....	20
7.4 Taking out of Inner Capsule .....	20
7.5 Storage of Inner Capsule into Transportation Cask(DSF-82Y-15T Model).....	21
8. Storage Management .....	23
8.1 Management after Delivery .....	23
8.2 Management after Irradiation .....	23
8.3 Other Management .....	23
9. Procedure in case of an Emergency .....	24
Acknowledgement .....	24
Appendix Data sheet of assembling .....	43

## 図 目 次

Fig. 1 高圧水カプセル概略図 .....	25
Fig. 2 高圧水カプセル計測信号及び部位 .....	26
Fig. 3 NSRR における組立・検査フロー図 .....	27
Fig. 4 燃料支持具の概要 .....	28
Fig. 5 MI 式熱電対リードの組立概要 .....	29
Fig. 6 NSRR における解体フロー図 .....	30

## 写真 目 次

Photo. 1 高圧水カプセルの外観 .....	31
Photo. 2 制御装置の外観 .....	32
Photo. 3 受け入れ検査時の計装プラグ及びピン配置の外観 .....	33
Photo. 4 内部カプセル吊り治具 IH1 の外観 .....	33
Photo. 5 外部容器吊り治具 EH1 の外観 .....	33
Photo. 6 試験部容器側反転吊り治具 IR1 の外観 .....	34
Photo. 7 燃料棒側反転吊り治具 IR2 の外観 .....	34
Photo. 8 熱電対溶接用アタッチメントの外観 .....	34
Photo. 9 ヘリウム試験用吊り具 HE1 の外観 .....	35
Photo. 10 反転吊り下げ治具 IR3 の外観 .....	35
Photo. 11 反転吊り下げ治具 ER1 の外観 .....	36
Photo. 12 導通・絶縁抵抗試験端子部 .....	36

## 表 目 次

Table 1 運転制御用安全系インターロック項目 .....	37
Table 2 試験部容器の締付手順 .....	37
Table 3 加圧試験中のバルブ等の状態 .....	38
Table 4 外部容器の締付手順 .....	38
Table 5 負圧試験の手順 .....	39
Table 6 照射実験前運転条件設定の手順 .....	40
Table 7 異常時の処置及び対応 .....	41

## Content of Figures

Fig.1 Schematic of high pressure water capsule .....	25
Fig.2 Instrumentation Measurement signal and measuring point of high pressure water capsule .....	26
Fig.3 Flowchart of assembling and inspection in the NSRR .....	27
Fig.4 Outline of fuel support .....	28
Fig.5 Outline of assembling the MI type thermocouple lead .....	29
Fig.6 Flowchart of disassembling in the NSRR .....	30

## Content of Photographs

Photo.1 Appearance of high pressure water capsule .....	31
Photo.2 Appearance of control system .....	32
Photo.3 Instrumentation plug at acceptance inspection and appearance of the pin arrangement .....	33
Photo.4 Appearance of hanging jig for inner capsule, IH1 .....	33
Photo.5 Appearance of hanging jig for outer capsule, EH1 .....	33
Photo.6 Appearance of inverted-hanging jig at the side of test-part container, IR1 .....	34
Photo.7 Appearance of inverted-hanging jig at the side of fuel rod, IR2 .....	34
Photo.8 Appearance of attachment for thermocouple welding .....	34
Photo.9 Appearance of hanging jig for helium leak test, HE1 .....	35
Photo.10 Appearance of inverted-suspension jig, IR3 .....	35
Photo.11 Appearance of inverted-suspension jig, ER1 .....	36
Photo.12 Terminal for the test of electrical continuity and insulation resistance .....	36

## Content of Tables

Table.1 List of safety interlock for operation control .....	37
Table.2 Tightening Procedure of experimental containe .....	37
Table.3 Condition of the valves etc. under compression test .....	38
Table.4 Tightening Procedure of outer Container .....	38
Table.5 Procedure of decompression test .....	39
Table.6 Procedure of operation condition setting before irradiation experiment .....	40
Table.7 Procedure in case of an Emergency .....	41

## 1. はじめに

N S R R では、実際の発電炉で使用された照射済燃料を試験燃料とした反応度事故模擬実験を平成元年より実施している。照射済燃料実験の結果、被覆管の脆化が進んだ高燃焼度燃料の場合、反応度事故時にペレット一被覆管機械的相互作用（P C M I）による破損が低い燃料エンタルピで発生することが明らかとなっている。これまでのN S R R 実験は全て常温常圧条件で実施されているため、被覆管の温度は発電炉運転状態での温度より大幅に低くなっている。温度条件での被覆管の延性を考慮した場合、高温条件での実験を行うことが必要になった。

このために開発したB-I型高圧水カプセル（以下「高圧水カプセル」という）は試験燃料を封入した試験部容器を電気ヒータによりBWRの高温待機時の炉心状態である温度約286°C、圧力約7 MPaの状態を模擬できるカプセルであり、使用にあたっては各工程における検査及び手順を厳重に管理する必要がある。

高圧水カプセルを用いての反応度事故模擬実験を行う際には、本マニュアルに従い実施することとする。

## 2. 概要

高圧水カプセルは、試験部容器及び圧力抑制タンクで構成した内部カプセルと外部容器及び計装品類で構成されるステンレス鋼製の二重耐圧気密構造のカプセルである。実験燃料は構成機器の一つである試験部容器内に収納され、試験部容器内に内蔵された電気ヒータにより BWR の高温待機時の炉心状態（温度約 286°C、圧力約 7MPa）を模擬した条件下において、原子炉の反応度事故事象を模擬した実験を行い、PCMI 破損の温度依存性を解明するためのものである。なお、試験部容器は、通商産業省告示第 501 号に定める第一種容器に準じて設計されている。Fig. 1 に高圧水カプセル概略図を示す。

### 2.1 カプセル本体

カプセルは、Fig. 1 に示すように試験部容器及び圧力抑制タンクを結合した内部カプセル及び内部カプセルを収納する外部容器で構成するステンレス製耐圧二重密封容器である。Photo. 1 に高圧水カプセルの外観を示す。また、カプセルを構成する主な構造部品及び機器名を以下に示す。

#### 2.1.1 内部カプセル

内部カプセルは試験部容器及び圧力抑制タンクにより構成される。

##### (1) 試験部容器

試験部容器は下記により構成される。

1) 容器本体	1 体
2) 容器蓋	1 体
3) 締付け（フランジ）ボルト	12 本
4) 平座金	12 個
5) O リング（N100、N80）	各 1 個
6) ヒータ	1 本
7) 燃料支持具	1 台
8) 圧力センサ取り付けキャップ	1 個
9) O リング（N16）	1 個
10) 圧力開放板	1 台
11) 実験計装線引出し異形ユニオン	2 個
12) 運転計装線引出し異形ユニオン	6 個
13) 圧力導管	1 本
14) 圧力導管取り付け異形ユニオン	2 個
15) 圧力計取り付けプラグ	1 個
16) 銅ガスケット	1 個
17) ガス抜きバルブ	1 個

## (2) 圧力抑制タンク

圧力抑制タンクは下記により構成される。

1) 抑制タンク本体	1 体
2) 締付け（フランジ）ボルト	12 本
3) 平座金	12 個
4) 運転計装線引出異形ユニオン	1 個
5) 運転計装線引出部「閉」止プラグ	1 個
6) 圧力計	1 個
7) 銅ガスケット	1 個
8) 吊下げボルト	12 本

## 2.1.2 外部容器

外部容器は下記により構成される。

1) 容器本体	1 体
2) 容器蓋	1 体
3) 締付け（フランジ）ボルト	9 本
4) O リング（φ156、φ159）	各 1 個
5) 計装プラグ	1 台
6) O リング（A48）	1 個
7) ガス抜きバルブ	1 個

## 2.1.3 計装品類

計装品類は下記により構成される。

1) シースタイプ K 型熱電対	6 本
2) R 型熱電対（セミホットセル内にて溶接）	1 組
3) 高温型歪みゲージ式圧力センサ（エクストルーダ型）	1 個
4) 高温型歪みゲージ圧力センサ（自己補償型）	3 個

## 2.2 運転制御装置

高圧水カプセルの運転制御装置（以下、「制御装置」という）は、試験部容器内に設けられた電気ヒータにより試験部容器の冷却水を加熱して、発電用原子炉（BWR）運転条件（温度約280°C、圧力約7MPa）を約3時間程度で達成するための装置である。本制御装置は、パーソナルコンピュータ（以下、「PC」という）画面上に外部データアンプを介してカプセル各部温度、圧力のモニタが可能であるとともに、各部温度、圧力等の入力信号をPCのハードディスク等に記録できる。また、試験部容器内の温度制御は、試験部容器内液層中部に挿入された熱電対の信号によりヒータ電力をPID{Proportional（比例）、Integral（積分）、Differential（微分）}制御することにより行い、圧力はそのときの飽和水蒸気圧となる。カプセルの運転に使用する計測チャンネルは、温度（燃料被覆管温度含む）について7チャンネル、圧力について

4チャンネル及び外部入力（トリガ）1チャンネルの計12チャンネルである。なお本制御装置には、運転制御用の安全系としてカプセルの設定温度、圧力及び熱電対の断線等の異常を検出し、ヒータ電源「断」となるインターロック回路及び非常停止ボタンが筐体に設けられている。これらのボタン、スイッチ、ランプ類の配置は、着席及び起立状態共に操作が容易なように、位置、大きさ等を考慮し、作業者の操作性、誤操作及び誤認防止に配慮されている。Table 1に、運転制御用の安全系インターロック項目を、Photo. 2に制御装置の外観を示す。

### 2.2.1 計装品の概要

高圧水カプセルの計装品は、カプセルの内部温度を計測するシース熱電対及び内部圧力を計測する高温型の歪みゲージ式圧力変換器が取付けられている。また、試験燃料被覆管のPCMI破損の温度依存性を解明するため、被覆管表面にはセミホットセル内で溶接される白金-白金ロジウムの熱電対（R型）が取付けられる。なお、これらの計測信号は、ハーメチックシールタイプの計装プラグ、装荷装置及びデータアンプ等を通して、過渡収録装置及び運転制御盤に入力され、データ記録及び運転制御に使用される。Fig. 2に高圧水カプセル計測信号及び部位を示す。

### 2.2.2 計装の種類及び制御の方法

#### (1) 計装の種類

カプセルには、下記に示す計装を取付けている。

##### 1) 試験部容器

- |       |                              |
|-------|------------------------------|
| 熱電対   | : シースタイプK型（内部温度）×4           |
|       | : R型（燃料被覆管表面温度）×1            |
| 圧力センサ | : 高温型歪みゲージ式（P410SE-12）×1     |
| 圧力センサ | : 高温型歪みゲージ式（PHL-A-20MPS17）×1 |

##### 2) 圧力抑制タンク

- |       |                              |
|-------|------------------------------|
| 熱電対   | : シースタイプK型（内部温度）×1           |
| 圧力センサ | : 高温型歪みゲージ式（PHL-A-10MPS17）×1 |

##### 3) 外部容器

- |       |                                   |
|-------|-----------------------------------|
| 熱電対   | : シースタイプK型（内部温度）×1                |
| 圧力センサ | : 高温型歪みゲージ式（負圧校正付 PHL-A-5MPS16）×1 |

#### (2) 制御の方法

本カプセルの基本的な制御方法は、試験部容器内の温度制御である。試験部容器に注入した純水を600Wの電気ヒータで加熱すると共に、試験部容器内液層中部温度を熱電対（T3）で検出し、制御盤に組込まれた温度指示調節器に入力され、最終的に温度指示調節器の設定温度と同じになるまで、ヒータの電力をPID制御する。また、カプセル運転の安全系として温度及び圧力の異常（高設定値範囲外）信号のフィードバック及び非常停止信号（機械式接点）により、ヒータの電源を「断」とするインターロックを備える。

### 3. 検査・組立

高圧水カプセルは、原子炉施設のうち「その他原子炉の付属施設」及び核燃料物質使用施設等のうち「使用施設の設備」に該当するため、製作完了後に使用前検査及び施設検査（以下「官庁検査」という）を行い、官庁検査に合格後、運転制御に必要な電気ヒータ、熱電対及び圧力計が製造メーカーにて取り付けられ、NSRRに納入される。また、試験燃料の取付に必要な燃料支持具及びMI式熱電対リードの取付は、納入後に試験部容器蓋を燃料支持具及びMI式熱電対リードの製作メーカーに支給し行われる。

本項では、高圧水カプセルの受入検査から組立完了後の検査について記載する。なお、NSRRにおける検査・組立フロー図をFig.3に示す。

#### 3.1 高圧水カプセルの受入検査

製造メーカーから納入された高圧水カプセルの外部容器及び内部カプセルについて、以下の検査を実施する。

##### 3.1.1 外部容器の検査

- (1) 目視により、外表面及びOリングシート面等に有害な傷や変形がないこと並びにカプセルの刻印に相違がないことを確認する。
- (2) 品数が相違ないことを確認する。

##### 3.1.2 内部カプセルの検査

- (1) 目視により、外表面及び試験部容器本体及び蓋のOリングシート面等に有害な傷や変形がないこと並びに試験部容器の刻印に相違がないことを確認する。
- (2) 品数が相違ないことを確認する。
- (3) 納入物品の外部容器蓋フランジに組み込まれた計装プラグの取付相対位置（取付の方向性、ピン配置等）に相違がないことを確認する。（Photo.3 参照）
- (4) 納入物品の計装プラグ端子を介して、計装品（圧力計、熱電対等）についてマルチメータ等により導通・抵抗等を確認（一部書類確認含む）する。また、電気ヒータについては、デジタルテスター又は絶縁抵抗計（DC25V）により、絶縁抵抗値が所定の値（1MΩ）以上であることを確認する。

##### 3.1.3 付属品の検査

- (1) 目視により、キャップ、ボルト、Oリング類等の外表面に有害な傷や変形がないことを確認する。
- (2) 付属品の品数に相違がないことを確認する。

#### 3.2 燃料支持具及びMI式熱電対リードの検査

内部カプセルの試験部容器蓋について、メーカーによる燃料支持具及びMI式熱電対リードの組立後の検査について以下に示す。また、Fig.4に燃料支持具の概要及びFig.5にMI式熱電対リ

ードの組立概要を示す。

### 3.2.1 組立後の検査

- (1) 燃料支持具及びMI式熱電対リードを組立てた試験部容器蓋について、水圧 ( $\sim 11.4 \text{ MPa}$  以上) を30分以上印加し、圧力降下等のないことを確認する。
- (2) 燃料支持具及び熱電対リードを組立てた試験部容器蓋について、单芯MIケーブルのフィードスルーパーからのヘリウム漏えい量が許容値 ( $1 \times 10^{-7} \text{ Pa m}^3/\text{s}$ ) 以下であることを真空外覆法 (JIS) により確認する。
- (3) MI式熱電対リードについて、導通及び絶縁抵抗値 ( $20 \text{ M}\Omega$ ) が所定の値以上であることを確認する。

### 3.2.2 受入れ検査

- (1) 組立てられた試験部容器蓋について、MI式熱電対リードコネクタ端子部と燃料支持具ターミナル間の導通抵抗及び、線間及び対地間の絶縁抵抗状態を、テスタ等を用いて確認する。

## 3.3 NSRR燃料棟での組立・検査

実験に使用する内部カプセルの組立手順等は、燃料破損実験管理票のうち組立管理票で指示されるため、それに従って以下の手順にて組立・検査を行う。なお、各工程における検査記録等は組立データシート（付録参照）に記録する。

### 3.3.1 内部カプセル（試験部容器蓋）の組立

- (1) 受入れ検査済の内部カプセル及び熱電対リード、燃料支持具台座が組立てられた試験部容器蓋、燃料支持具を準備する。
- (2) 試験部容器蓋に取り付けられた燃料支持具台座に、燃料支持具を固定する。
- (3) 金属Oリング (N-100) 及び6角穴付ボルト (M10) を用いて、所定の締付けトルク ( $26 \text{ N}\cdot\text{m}$  以上) により試験部容器蓋を内部カプセルに組み立てる。
- (4) 組立てられた内部カプセルに吊り治具をセットする。

### 3.3.2 内部カプセル（試験部容器）のヘリウム漏えい試験

- (1) 内部カプセルの試験部容器内をヘリウムに置換する。
- (2) ヘリウム漏えい試験器を起動し、暖機運転を実施する。
- (3) 内部カプセルをヘリウム漏えい試験ピットにセットし、試験器を運転する。
- (4) ヘリウム漏えい量が、許容漏えい【基準  $1.0 \times 10^{-7} (\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s})$ 】以下であることを確認し、組立データシートに記録する。
- (5) 漏えい試験が完了した内部カプセルをヘリウム漏えい試験ピットより取出す。

### 3.3.3 外部容器の組立

- (1) 新規製作品の場合

- 1) 受入れ検査済の外部カプセル及び組立・検査の完了した内部カプセルを準備する。
- 2) カルレツツ 0 リング ( $\phi 156$ ,  $\phi 159$ ) 及び 6 角穴付ボルト (M10) を用いて、所定の締付けトルク (16N·m 以上) により内部カプセルを外部容器に組立てる。

(2) 再使用品の場合

- 1) サーベイメータを使って外部カプセル(再使用品)の表面線量当量率を測定する。
- 2) 指示タグにより除染が終了していることを確認する。
- 3) 目視によりカプセルの外表面に傷や変形等の無いことを確認する。
- 4) 組立・検査の完了した内部カプセルを準備する。
- 5) カルレツツ 0 リング ( $\phi 156$ ,  $\phi 159$ ) 及び 6 角穴付ボルト (M10) を用いて、所定の締付けトルク (16N·m 以上) により内部カプセルを外部容器に組立てる。

### 3.3.4 外部容器のヘリウム漏えい試験

- (1) 組立てられた外部容器内をヘリウムに置換する。
- (2) 外部容器をヘリウム漏えい試験ピットにセットし、試験器を運転する。
- (3) ヘリウム漏えい量が、許容漏えい【基準  $1.0 \times 10^{-7}$  (Pa · m<sup>3</sup> / s)】以下であることを確認し、組立データシートに記録する。
- (4) 漏えい試験が完了した外部容器をヘリウム漏えい試験ピットより取出す。

### 3.3.5 内部カプセルの分離

- (1) 漏えい試験の完了した外部容器より、内部カプセルを分離する。  
分離方法は、外部容器蓋のボルト穴に加工されたメネジ部に M12 ボルト (数本) を押しボルトとして用いて分離する。又は、ガス抜きバルブに設けられたクイックコネクタ部からガス圧を利用して徐々に行う。但しガス圧を利用する場合は、フランジボルトを数本残して取り外し、残ったボルトを徐々に緩めて、内部カプセルの飛び出しに留意して行うこと。

## 3.4 原子炉棟 B1F での検査・準備

### 3.4.1 内部カプセルの加圧試験

- (1) 簡易支持架台等に内部カプセルについて、試験部容器を上側にしてセットする。
- (2) 計装プラグと制御装置のケーブルコネクタを接続する。
- (3) 動歪みアンプ及び制御装置、加圧ガスボンベ、配管類を準備する。
- (4) 制御装置のケーブルと計測機器、加圧ガス配管類を接続し、計測器の暖気運転を実施する。なお、制御装置の詳細運転手順は、「5. カプセルの運転」の項を参照のこと。
- (5) 制御装置の PC を起動し、データ収録ファイルを起動する。
- (6) 計測を開始し、試験部容器内を加圧 (気圧 : ~Max3.0MPa) する。
- (7) 加圧試験時の圧力、温度を組立データシートに記録し、正常に計測ができるることを確認する。
- (8) 試験部容器内の加圧圧力 (気圧 : ~Max3.0MPa) を開放する。
- (9) 計装プラグとカプセル制御装置のケーブルコネクタを取り外す。

### 3.4.2 搬入準備

以下に示す搬入準備組立を実施後、原子炉棟 B2F へ搬入する。

- (1) 外部容器から取り外した内部カプセルについて、試験部容器蓋及び金属 O リング (N-100) を取外す。(外部容器 O リング確認。損傷があれば交換)
- (2) 試験部容器蓋部の燃料支持具台座より、燃料支持具を取り外す。
- (3) 燃料支持具に取り付けられた試験用熱電対を取り外し、燃料支持具をエタノール等により洗浄・乾燥する。
- (4) 試験部容器内の汚れ等をエタノール等により洗浄・乾燥する。
- (5) 内部カプセルの試験部容器側へ内部カプセル吊り治具 IH1 (Photo. 4 参照) を取付ける。
- (6) 外部容器へ吊り治具 EH1 (Photo. 5 参照) を取付ける。

### 3.5 原子炉棟 B2F での組立・検査

#### 3.5.1 セミホットセル内での準備

##### (1) 組立準備作業

- 1) 試験部容器蓋にガス抜きバルブ側に反転吊り治具 IR1 (Photo. 6 参照) を取付け、準備する。
- 2) 燃料棒側へ反転吊り治具 IR2 (Photo. 7 参照) を取り付ける。
- 3) 熱電対溶接用アタッチメント (Photo. 8 参照) を準備する。
- 4) 燃料支持具を準備する。
- 5) 試験部容器側のシート面のキズ、変形の無いことを確認し、金属 O リング (N-100) を準備する。

##### (2) ケーブル内作業

- 1) ヘリウム試験用吊り具 HE1 (Photo. 9 参照) をセミホットケーブル内へ搬入する。
- 2) 反転吊り治具 EH1 を用いて外部容器を搬入し、一時保管ピットに置く。
- 3) 反転吊り下げ治具 IR3 (Photo. 10 参照) 及び ER1 (Photo. 11 参照) を用いて、内部カプセルを搬入し、試験部容器側を上にして回転ピットへ試験部容器と回転ピットの合いまークを合わせセットする。
- 4) 反転吊り下げ治具 IR3 を取り外し、試験部容器シート面のキズ、変形の無いことを確認する。
- 5) 試験部容器内にゴミ等の進入を防止するため、ゴムシート又は酢酸ビニールシート等を用いてカバーする。

#### 3.5.2 セミホットセルでの組立・検査

##### (1) 実験燃料棒の受取り及び検査

組立管理票で指示された実験燃料棒を、技術管理係より燃料番号の確認をして受け取る。受取った実験燃料棒は下記の示す検査を実施し、異常のないことを確認する。

##### 1) 外観検査

目視によりキズ、変形、変色等がないことを確認する。

2) 線量測定

燃料棒の線量をインセルモニタにて測定する。

3) 写真撮影

燃料全体の写真を  $0^\circ$  、  $90^\circ$  、  $180^\circ$  、  $270^\circ$  4方向撮影する。(燃料番号の刻印されている位置を  $0^\circ$  とする)

(2) 燃料支持具への実験燃料棒の取付け

受取り検査終了後の燃料棒を燃料支持具へ挿入・固定し、燃料棒付燃料支持具を熱電対溶接用アッタチメント (Photo. 8 参照) へ取付ける。

(3) 熱電対溶接用アッタチメントへの燃料棒付燃料ホルダの取り付け

燃料棒付燃料支持具を熱電対溶接アッタチメントの受け部へ装着し、燃料棒先端をアッタチメントの押え機構で支持する。

(4) 熱電対の溶接

熱電対素線は、白金－白金・ロジウム (Pt-Pt 13%Rh) を使用する。(-)側が白金線、(+)側が白金・ロジウム線であり、実験燃料棒被覆管表面にスポット溶接で取付け照射実験の際、実験燃料棒被覆管表面温度を測定する。取付けは実験燃料棒をセミホットセル内熱電対溶接装置に固定し、スポット溶接で取付けを行う。溶接の最適出力は、RANGE SWITCH で、2～15WATT・SECONDS の範囲であるが (+) (-) で多少異なる。熱電対素線の径、取付け位置は組立管理票の指示に従って行う。

1) 溶接準備

熱電対溶接アッタチメントを熱電対溶接装置へセットし、上部及び下部の固定を確認後支持具確認スイッチ「確認」ボタンを押す。

2) 研磨作業

組立管理票にて指示された熱電対の取付位置を確認後、被覆管の表面を研磨する。さらに、ペリスコープにて研磨面の状態を確認し、必要に応じて再度研磨を行う。

3) 溶接作業

熱電対素線を被覆管表面及びターミナルへ溶接し、位置及び取付け状態を確認する。要望があれば写真撮影を行う。

(5) 燃料棒付燃料支持具の取外し

熱電対溶接アッタチメントの押え機構を解除し、燃料棒付燃料支持具を取外す。

(6) 試験部容器蓋部へ燃料棒付燃料支持具を取付ける。

熱電対の溶接された燃料棒を、燃料支持具ごと試験部容器蓋に装着・固定し、燃料棒側保護治具を取付ける。

(7) 燃料用熱電対の導通試験

試験部容器蓋の MI 式熱電対リードコネクタと導通試験コネクタを接続し、テスタを用いて導通抵抗値が正常であることを確認する。

全体の写真撮影後、燃料付試験部容器蓋を移送装置に積載し、セミホットケーブルへ搬送する。

## 3.5.3 セミホットケーブでの組立・検査

## (1) 試験部蓋及び試験部容器の組立

- 1) ホイストを使い燃料付試験部容器蓋を移送装置から作業エリアに移動する。
- 2) ペリスコープで試験部容器蓋(シート面)及び試験部容器に装着した金属Oリング部分にキズ、ゴミ、変形の無いことを確認する。
- 3) 試験部容器内へ実験管理表により指示された水量(純水)を注水(約950CC)する。
- 4) 試験部容器蓋について、ホイスト及びマニピュレータを用いて吊り上げ、燃料棒側保護治具(IR3)を取り外す。
- 5) 試験部容器蓋と試験部容器の合いマーク位置を確認して、ボルト位置合わせ棒PS1を用いて取り付ける。
- 6) 締付け(フランジ)ボルト(M10×9本)をボルト穴に挿入し、電動ドライバで仮締めする。
- 7) ボルト位置合わせ棒PS1を取り外し、取り外したボルト穴に残りの締付け(フランジ)ボルト(M10×3本)を電動ドライバで仮締めする。
- 8) 仮締めされた締付け(フランジ)ボルト(M10×12本)について、ロボッタ(ボルトの着脱を行うための装置)により、初期締付けを行う。初期締付けトルクは、0.7~10N·m以下とする。Table.2に基本となる試験部容器締付けボルトの締付け手順を示す。

## (2) 内部カプセル(試験部容器)組立完了後の検査

内部カプセル(試験部容器)に関する各種試験を以下に示す。

## 1) 加圧試験

組立の完了した内部カプセルについてTable.3に示す手順で加圧試験を実施する。

## 2) ヘリウム漏えい試験

セミホットケーブ内で実施する内部カプセル(試験部容器)のヘリウム漏えい試験の手順を以下に示す。

- ・ 内部カプセルの試験部容器内をヘリウム置換する。
- ・ ヘリウム漏えい試験器を起動し、暖機運転を実施する。
- ・ 試験部容器内がヘリウム置換された内部カプセルをヘリウム漏えい試験ピットにセットし、試験器を運転する。
- ・ ヘリウム漏えい量が、許容漏えい【基準  $1.0 \times 10^{-7}$  (Pa·m<sup>3</sup>/s)】以下であることを確認し、組立データシートに記録する。
- ・ 漏えい試験が完了した内部カプセルをヘリウム漏えい試験ピットより取出す。

## (3) 外部容器の組立

- 1) ホイストを使い一時保管ピットから外部容器を吊り上げ回転ピットに移動し、外部容器と回転ピットの合いマークを合わせセットする。
- 2) 作業エリアにて内部カプセル側に取付けた反転治具を取り外し試験部容器側に反転治具を取付ける。
- 3) ホイストを使い内部カプセルを吊り上げ、試験部容器側に取付けた反転治具を取り外す。
- 4) ペリスコープで外部容器蓋部のシール面及び外部容器に装着したOリング部分にキズ、

ゴミ、変形等の無いことを確認する。

- 5) 内部カプセルと外部容器の合いまークを確認して挿入する。
  - 6) 刻印又は識別番号のある締付け（フランジ）ボルト（M10×9本）を、①15° →②45° →③75° →⑤135° →⑥165° →⑦195° ⑨255° →⑩285° →⑪315° に挿入する。
  - 7) 上記9本のボルトについて、電動ドライバを用いて仮締めする。
  - 8) 仮締めされた締付け（フランジ）ボルト（M10×9本）について、ロボッタにより、初期締付けを行う。初期締付けトルクは、0.7N・m以下とする。Table. 4に基本となる外部容器締付けボルトの締付け手順を示す。
- (4) 計装品類の導通・絶縁抵抗試験
- 1) ケーブ内の高温高圧用導通・絶縁抵抗試験用コネクタを計装プラグへ接続する。
  - 2) ケーブ操作卓上の導通・絶縁抵抗試験端子部より導通・絶縁抵抗値が正常であることを確認する。Photo. 12にケーブ操作卓上の導通・絶縁抵抗試験端子部を示す。
  - 3) ケーブ内の高温高圧用導通・絶縁抵抗試験用コネクタを計装プラグから取外す。

#### (5) 外部容器の検査

##### 1) ヘリウム漏えい試験

本ヘリウム漏えい試験は、試験の対象が内部カプセルを組み込んだ外部容器となること以外は、内部カプセルのヘリウム漏えい試験手順と同様の手順で実施するため、手順の記載は省略する。

##### 2) 負圧試験

高圧水カプセルの運転条件である外部容器内の負圧条件を一定期間保持できることを確認するためにTable. 5に示す手順で実施する。なお、外部容器負圧試験では、外部容器蓋部フランジボルト12本のうち、外部容器吊り治具（EH1）取付けボルト3本を除いた9本で実施する。

#### 3.5.4 照射実験前運転条件の設定

パルス照射実験時における高圧水カプセルの運転条件である外部容器内負圧条件の設定をTable. 6に示す手順で実施する。なお、外部容器負圧設定では、外部容器蓋部フランジボルト12本のうち、外部容器吊り治具（EH1）取付けボルト3本を除いた9本で実施する。

#### 4. 実験準備

セミホットケーブ内で組立の完了した高圧水カプセルはカプセル装荷装置B型（以下、「装荷装置B型」とする。）を用いて実験孔へ装荷される。本項では、装荷装置B型への収納から実験孔への装荷までの手順について記載する。

##### 4.1 装荷装置B型への収納準備

- (1) 保管架台上の装荷装置B型本体上部へ、高圧水カプセル用懸吊室を取り付ける。
- (2) 本体に設置された制御盤のケーブルと懸吊室を接続する。
- (3) 天井クレーンを用い、装荷装置B型をセミホットケーブ上部台座へ移動し固縛する。
- (4) 装荷装置B型の操作電源ケーブルを所定のコンセントへ接続する。
- (5) 制御盤内のブレーカ3箇所を(MCB0, MCB2, CP1)をONにする。
- (6) 操作盤の電源スイッチを「ON」にする。
- (7) 非常停止のランプ点灯とブザーが鳴るので解除する。
- (8) 「手動」操作を選択し手動用ハンドルを駆動軸に取り付け、荷重計に変化が無くなる位置まで下降させる。
- (9) 制御盤の「無負荷ゼロ」→「設定」、「ゼロ補正」→「設定」を押す。
- (10) 「上限L.S停止」のランプがONになるまで手動で上昇させる。
- (11) 手動用ハンドルを取り外し、「電動」に切り替える。
- (12) ケーブル上部台座の鉛シャッタを開ける。
- (13) 装荷装置のシャッターロックを解除し、シャッターハンドルを回しシャッタを開ける。
- (14) 「下降」ボタンを押しキャップ付き信号ケーブルをセミホットケーブへ降ろす。
- (15) キャップ付き信号ケーブルを、組立の完了した高圧水カプセルフランジ部へ位置決めピンの位置を合わせ（マニピュレータ補助）、遠隔コネクタが接続されたことを目視確認（遠隔コネクタ固定プレート間ギャップ約3mm）する。
- (16) 装荷装置B型の計装盤端子部とデータアンプ間を高圧水カプセルの計装ケーブルにより接続する。
- (17) データアンプ入力端子部より、高圧水カプセル計装品類の導通及び絶縁抵抗について、テスター等を用いて導通及び絶縁抵抗状態が正常であることを確認する。
- (18) 刻印のある締付け（フランジ）ボルト（M10×50、3本）をマニピュレータでキャップフランジ部へ挿入する。
- (19) 電動ドライバで締付け（フランジ）ボルトを仮締めする。
- (20) ロボッタを用いてキャップ取付のボルトを規定のトルク（16N·m）で締め付ける。

##### 4.2 昇温計測試験

昇温計測試験は、実験孔装荷前に高圧水カプセルに組み込まれたヒータを含む計装品類が正常に動作し、照射実験条件を満足できることを確認することを目的に実施する。

以下に試験手順の概要を示す。

- (1) 制御装置の給電ケーブルを所定のコンセント (100V、15~20A) に接続する。
- (2) 制御装置の電源及びデータアンプの電源を投入する。
- (3) データロガー、データアンプ類が安定するまで待機する。 (30 分以上)
- (4) 制御装置内データロガー及びデータアンプ類のゲイン設定及び0点を補正する。
- (5) 制御装置に組み込まれた温度調節器 (TIC) の目標値 (T3 : 試験部容器液層中部温度 100°C以下相当) 目標設定値を設定する。なお、具体的な設定の方法は、「5. カプセルの運転」を参照し実施すること。
- (6) 制御装置の PC の計測プログラムを起動する。
- (7) 計測プログラムの収録を開始し、計測値が正常であることを確認する。なお、必要に応じて計測値を PC のハードディスクに記録する。
- (8) PC の計測プログラムを終了し、制御装置及び装荷装置 B 型等の電源を「OFF」とする。なお、制御装置の電源遮断の手順は、電源投入時の逆手順で行う。
- (9) 装荷装置 B 型と高圧水カプセル間について、制御計測ケーブル及び電源ケーブルを取り外す。

#### 4.3 カプセルの収納及び移動

昇温計測試験の完了した高圧水カプセルは以下の手順により装荷装置 B 型に収納後オフセット装填管上部台座へ移動し固縛する。また、収納作業は、原子炉棟 1 階と地下 2 階の 2 箇所に分かれて実施するため、トランシーバを用いて適宜連絡し行う。

- (1) 装荷装置 B 型操作盤の「上昇」ボタンを押し、高圧水カプセルを装荷装置 B 型へ収納する。
- (2) シャッターハンドルを回しシャッタを閉じ、ロックする。
- (3) ケーブル上部台座の鉛シャッタを電動で閉じる。
- (4) 「手動」操作を選択し手動用ハンドルを駆動軸に取り付ける。
- (5) カプセルがシャッタに着座するまで手動で下降させる。
- (6) 手動用ハンドルを取り外す。
- (7) 装荷装置 B 型の表面線量測定をする。
- (8) 操作盤の電源スイッチを「OFF」にする。
- (9) 制御盤内のブレーカ 3 箇所を (MCB0, MCB2, CP1) を OFF にする。
- (10) 装荷装置の電源ケーブルを所定のコンセントから取外す。
- (11) オフセット装填管上部台座の冷却ピット部にケーブルガイド付き補助しゃへい体を入れる。
- (12) 天井クレーンを用いて、装荷装置 B 型用吊り金具を装荷装置上へ移動し、仮吊りする。
- (13) 装荷装置 B 型の固縛具を開放する。
- (14) 天井クレーンにて、装荷装置 B 型を吊り上げる。
- (15) 装荷装置 B 型の下面シャッタ開口部周囲を汚染検査後、ビニールシートで養生する。
- (16) 天井クレーンを用い、装荷装置 B 型をオフセット装填管上部台座へ移動し、着座させ固縛する。

#### 4.4 実験孔への挿入

オフセット装填管上部台座へ移動された高圧水カプセルは、実験当日の原子炉の初期臨界点が確認された後、以下の手順で実験孔へ装荷する。なお、装荷を行う際には運転保守係の運転要員の立会の下実施する。

- (1) 装荷装置B型の操作電源ケーブルを所定のコンセントへ接続する。
- (2) 制御盤内のブレーカ3箇所を(MCB0, MCB2, CP1)をONにする。
- (3) 操作盤の電源スイッチを「ON」にする。
- (4) 非常停止のランプ点灯とブザーが鳴るので解除する。
- (5) 制御盤の「ゼロ補正」→「設定」を押す。
- (6) 「手動」操作を選択し手動用ハンドルを駆動軸に取り付け、「上限L.S停止」のランプがONになるまで手動で上昇させる。
- (7) 手動用ハンドルを取り外し、「電動」に切り替える。
- (8) シャッターロックを解除し、シャッターハンドルを回しシャッタを開ける。
- (9) オフセット装填管の蓋を開ける。
- (10) 「下降」ボタンを押しカプセルを下降させ、高圧水カプセルをオフセット装填管から原子炉へ装荷する。
- (11) カプセルが着座後、グリッピング装置でカプセル下部を固定する。
- (12) 天井クレーンによりホールドダウン機構を下降させ、カプセル上部を固定する。(固定作業は運転要員が行う)
- (13) オフセット装填管の蓋を閉める。
- (14) 操作盤の電源スイッチを「OFF」にする。
- (15) 制御盤内のブレーカ3箇所を(MCB0, MCB2, CP1)をOFFにする。
- (16) 装荷装置B型の操作電源ケーブルをコンセントから外す。

#### 4.5 計測試験

実験孔への装荷が完了した高圧水カプセルについて、以下の手順にて計測試験を実施し、計測品類が正常に動作していることを確認する

- (1) 装荷装置B型と制御装置間の計測制御ケーブルで接続する。
- (2) 計測データアンプ端子と差動アンプ、歪みアンプ及び実験データ収録装置(DDR)への入出力ケーブルを接続する。
- (3) 制御装置の給電ケーブルを所定のコンセントに接続する。
- (4) 制御装置の電源及びデータアンプの電源を投入する。
- (5) データロガー、データアンプ類が安定するまで待機する。
- (6) 制御装置内データロガー及びデータアンプ類のゲイン設定及び0点を補正する。
- (7) 制御装置のPCの計測プログラムを起動する。
- (8) 計測プログラムの収録を開始し、計測値が正常であることを確認する。なお、必要に応じて計測値をPCのハードディスクに記録する。
- (9) PCの計測プログラムを終了し、制御装置及び装荷装置B型等の電源を「OFF」とする。なお、制御装置の電源遮断の手順は、電源投入時の逆手順で行う。

## 5. カプセルの運転

高圧水カプセルを用いての反応度事故模擬実験では、パルス照射時の試験部容器内を BWR の炉心状態である温度：約 286°C、圧力：約 7MPa に維持されている必要がある。本項では、高圧水カプセルを用いた照射実験の条件を整えるための運転手順を示す。

### 5.1 制御目標値の設定

運転では、制御装置に組み込まれた温度調節器 (TIC) の目標値 (T3 : 試験部容器液層中部温度) について、実験毎に目標設定値を変更する必要がある。また、制御目標設定値 (N. SP : N は、1～4 で 1 は実際の実験で使用する設定であり、2～4 は炉外における試験で使用する設定である) の算出方法を以下に示す。なお、目標温度 (1. SP=286±5°C相当) は、実験担当者の指示又は組立管理表に従うものとする。

$$1. SP \text{ (V)} = \frac{T3 \text{ の目標温度} (\text{°C}) \times T3 \text{ 用差動アンプの実際ゲイン} (V)}{250 \text{ °C}}$$

実際ゲインが、4.0 (V) の場合の計算例

$$1. SP = 4.576 \text{ (Volt)} = \frac{286 \pm 5(\text{°C}) \times 4.0(V)}{250 \text{ °C}}$$

また、炉外試験用温度調節器の設定値 (SPN : 2. SP～4. SP (V)) は、実際ゲインを 4(V) で算出し設定済みである。以下に現在 (2006. 06. 15) の設定値を示す。

\* 2.SP : 0.8V=約 50°C、3.SP : 1.6V=約 100°C、4.SP : 4.0V=約 250°C

### 5.2 運転前準備

制御装置による運転前準備手順を以下に示す。

- (1) データアンプ信号入出力ケーブル及び Fire 信号 (実験の開始信号) 入力ケーブルを接続する。 (Fire 信号は信号端子盤の A2-16, 17 端子にて確認)
- (2) 実験盤 NFB (データアンプ及びコンセント) を投入する。
- (3) データアンプ類の電源を投入し、暖気運転を 10 分以上実施する。
- (4) 制御装置のチェック扉を開き、制御装置主幹ブレーカ (ELB1)、制御装置無停電電源 (UPS)、制御装置操作用電源 (CP1) を投入する。 (完了後、制御装置のチェック扉を閉める)
- (5) 制御装置計測用 PC 電源を投入する。
- (6) PC のデスクトップ上の「高圧実験」フォルダ内の「B-I 使用実験」、「○○○○実験」(THERMO PRO 3000 ファイル) を開く。 (「○○○○実験」は当日の実験番号)
- (7) データアンプゲイン設定及び動歪みアンプ (共和製 MCD-8A/4ch) の「0」補正を実施し、実際ゲイン及び「0」補正後の CAL 値を記録する。
- (8) オープン済みのプログラムファイルのメニューバーの収集をクリックし、「収集条件設定」を開く。
- (9) 「ノーマルモード収集条件ウィザード-チャンネル設定」ウィンドウ下部の「戻る」をクリックする。

- (10) 「ノーマルモード収集条件ウィザードー収集条件設定」ウィンドウの内容を確認後、  
ウィンドウ下部の「次へ」をクリックする。  
確認項目を以下に示す。  
  - ・連続収集：チェックマーク
  - ・サンプリング周期：500ms
  - ・アベレージ回数：2回
  - ・AD 積分時間：20ms
  - ・バーソアウト値：下限値
- (11) 「ノーマルモード収集条件ウィザードーチャンネル設定」 ウィンドウ右上部の「表示」をクリックする。
- (12) 「ノーマルモード収集条件ウィザードーチャンネル設定」 ウィンドウの波形名、「P1～T5」を順次選択し、「スケーリング(G)」の計測値、2の値を、先に記録した実際ゲイン及び動歪みアンプの CAL 出力値に書き換える。
- (13) 「ノーマルモード収集条件ウィザードーチャンネル設定」 ウィンドウ下部の「終了」をクリックする。
- (14) 制御装置盤面のアナログ記録計の RECORD を「ON」とする。また、オープン済み「○○○実験」のメニューバーの「▶」をクリックし、データの収集を開始する。  
  - ・P1～P4：0.0 近傍
  - ・T1～T5：室温近傍
  - ・T6、T7：±室温相対値
  - ・Fire : 0.0
- (15) 高圧水カプセルの計装品類の設定ゲイン及び CAL 値をデータアンプより出力し、CAL 値を確認後、データアンプを計測モードに戻す。  
確認項目を以下に示す。  
  - ・P1：約 20.00MPa
  - ・P2：約 12.00 MPa
  - ・P3：約 10.00 MPa
  - ・P4：約 5.00 MPa
  - ・T1～T5：約 300.0°C
  - ・T6、T7：約 ±6V
- (16) (1)から(15)までの手順が完了後、制御室にカプセルの運転準備が完了したことを連絡する。

### 5.3 運転

高圧水カプセルによるパルス照射実験を実施するにあたって、カプセルの運転手順を以下に示す。なお、カプセルの運転は高圧水カプセル装荷後における原子炉の臨界点確認が完了後に実施すること。

- (1) 制御装置の温度調節器のセットポイント、「1. SP」を選択する。
- (2) オープン済み「○○○実験」のメニューバーの「▶」をクリックし、データ収集を開始する。
- (3) 制御装置のヒータ電源をボタンスイッチにより投入する。
- (4) 制御装置の温度制御押しボタンを押し、「開始」運転を開始。なお、運転を停止する場合は、ヒータ電源押しボタンスイッチ「切」を押す。また、機器の異常を感じた

場合は、「非常停止」ボタンを押す。

- (5) カプセルの運転状態について、PC モニタ上で設定運転温度まで昇温され、試験部容器内温度「T1～T4」が、ほぼ同一温度となるまで随時監視し、その状態を 30 分程度保持する。
- (6) 30 分経過後、準備が整った旨を実験及び運転関係者へ連絡する。

## 6. 照射及び冷却

パルス照射にあたっては、原子炉への影響を考慮し事前にヒータ電源を「OFF」にする必要がある。また、夜間は炉室内の換気系が停止されるため、試験部容器内の温度が 200°C以下になるまで監視しなければならない。本項では、ヒータ電源を「OFF」にするタイミング及び照射後の温度監視について記載する。

### 6.1 照射

照射にあたっては、あらかじめヒータの電源を「OFF」にする必要がある。以下に照射実験時の制御装置の操作手順及び照射時の確認事項を示す。

- (1) パルス照射開始「80 秒」前に制御装置のヒータ電源「停止」ボタンを押し、ヒータ通電を「OFF」とする。（ヒータ電源表示灯及び温度制御表示灯が消灯することを確認する）
- (2) パルス照射中のカプセル内状態を PC モニタ上で監視する。
- (3) パルス照射後、PC モニタ上でカプセルが随時降温していることを確認する。

### 6.2 冷却

照射が終了した高圧水カプセルは試験部容器内の温度が 200°C以下になるまで監視を行う必要がある。以下に冷却時の確認事項を示す。

- (1) PC モニタ上でカプセルが降温していることを定期的に確認する。
- (2) 照射実験後、約 2~3 時間以内にカプセル内温度 (T3) が 200°C以下となっていることを確認する。
- (3) カプセル内温度 (T3) が 200°C以下となってから、制御装置の PC 計測システムによるデータ収録を停止、データを保存する。また、アナログ記録計の RECORD を「OFF」とする。
- (4) 実験孔内において、12 時間以上自然冷却を行う。  
(カプセルの取り出しが翌日以降に行うこと)

## 7. 解 体

照射の終了した高圧水カプセルは、再度、セミホットケーブル内で外部容器から内部容器を取り出し、専用の輸送キャスクにて実用燃料試験課へ輸送し解体される。本項では、カプセルの実験孔からの取り出しから、輸送キャスクへの収納までの手順について記載する。なお、解体に関するフローを Fig. 6 に示す。

### 7.1 実験孔からカプセルの取り出し

冷却の完了したカプセルは、運転保守係の運転要員に立会を依頼し、解体のために再度装荷装置に収納する。

- (1) 装荷装置 B 型の操作電源ケーブルを所定のコンセントへ接続する。
- (2) 制御盤内のブレーカ 3 箇所を (MCB0, MCB2, CP1) を ON にする。
- (3) 操作盤の電源スイッチを「ON」にする。
- (4) 非常停止のランプ点灯とブザーが鳴るので解除する。
- (5) 制御盤の「ゼロ補正」→「設定」を押す。
- (6) 「手動」操作を選択し手動用ハンドルを駆動軸に取り付ける。
- (7) 実験孔の蓋を開ける。
- (8) 運転係にホールドダウン機構の解除を依頼する。
- (9) ボタン操作によりグリッピング機構による実験カプセルの固定を解除する。
- (10) 「上昇」ボタンを押しカプセルを装荷装置 B 型に収納する。
- (11) シャッターハンドルを回しシャッタを閉じる
- (12) 実験孔の蓋を閉める。
- (13) 「手動」操作を選択し手動用ハンドルを駆動軸に取り付ける。
- (14) カプセルがシャッタに着座するまで手動で下降させる。
- (15) 手動用ハンドルを取り外す。
- (16) 操作盤の電源スイッチを「OFF」にする。
- (17) 制御盤内のブレーカ 3 箇所を (MCB0, MCB2, CP1) を OFF にする。
- (18) 装荷装置 B 型の操作電源ケーブルをコンセントから外す。

### 7.2 装荷装置の移動

- (1) 天井クレーンで装荷装置用吊り具を吊り、オフセット装填管上部台座上に移動し装荷装置 B 型を仮吊りする。
- (2) 装荷装置 B 型の固縛具を解放しする。
- (3) 装荷装置 B 型を吊り上げ鉛シャッタ開口部を汚染検査しビニールシートで養生する。
- (4) オフセット装填管上部台座の開口部を汚染検査する。
- (5) 装荷装置 B 型をオフセット装填管上部台座からセミホットケーブル上部台座上へ移動する。

- (6) 装荷装置B型の鉛シャッタ開口部のビニールシート養生を外す。
- (7) セミホットケーブ上部台座に着座後、固縛する。
- (8) 吊り具を戻しオフセット装填管上部台座の冷却ピット部にセットしてある補助しゃへい体を抜取る。

#### 7.3 セミホットケーブ内への照射済カプセルの搬入

本作業は、原子炉棟1階と地下2階の2箇所に分かれて実施するため、トランシーバを用いて適宜連絡し行う。

- (1) セミホットケーブ上部台座にセミホットケーブ内監視用モニタを設置する。
- (2) 装荷装置B型の操作電源ケーブルを所定のコンセントへ接続する。
- (3) 制御盤内のブレーカ3箇所を(MCB0, MCB2, CP1)をONにする。
- (4) セミホットケーブ上部台座の操作盤の電源を「ON」にする。
- (5) 装荷装置B型操作盤の電源を「ON」にする。
- (6) 非常停止のランプ点灯とブザーが鳴るので解除する。
- (7) 制御盤の「ゼロ補正」→「設定」を押す。
- (8) 「手動」操作を選択し手動用ハンドルを駆動軸に取り付け、「上限L.S停止」のランプがONになるまで手動で上昇させる。
- (9) 手動用ハンドルを取り外し、「電動」に切り替える。
- (10) ケーブ上部台座の鉛シャッタを開ける。
- (11) 装荷装置のシャッターロックを解除し、シャッターハンドルを回しシャッタを開ける。
- (12) 「下降」ボタンを押し、セミホットケーブ内、回転ピットへ実験カプセルを降ろす。
- (13) 回転ピットで実験カプセルのキャップ用ボルト(3本)とキャップを取り外す。
- (14) 「上昇」ボタンを押し、セミホットケーブ内からキャップ、信号ケーブルを装荷装置B型に収納する。
- (15) 「原点復帰」を押して距離計を「0」にする。
- (16) シャッターハンドルを回しシャッタを閉じ、ロックする。
- (17) ケーブ上部台座の鉛シャッタを開じる。
- (18) 操作盤の電源スイッチを「OFF」にする。
- (19) 制御盤内のブレーカ3箇所を(MCB0, MCB2, CP1)をOFFにする。
- (20) 装荷装置B型の操作電源ケーブルをコンセントから外す。

#### 7.4 内部カプセルの取り出し

- (1) セミホットケーブ制御盤の電源を「ON」にする。
- (2) 外部容器のガス抜きバルブを「開」にする。(真空状態の為)
- (3) 大気圧状態にし、外部容器のガス抜きバルブを「閉」にする。
- (4) 外部容器のガス抜きバルブにガスサンプリング用ホースを接続する。
- (5) 外部容器のガス抜きバルブを「開」にし、外部容器内ガス濃度を放射線管理係に測定してもらう。

- (6) ガスが検知されないことを確認する。  
(ガスが検知された場合は、解体をしないでそのままの状態で搬出する。)
- (7) ボルト（9本）を緩め取り外す。
- (8) 内部カプセルに内部カプセル側治具を取付ける。
- (9) ホイストを使い外部容器から内部カプセルを取り出し作業エリアに横の状態で置く。
- (10) 外部容器にキャップを取付け一時保管ピットにホイストを使い移動する。
- (11) 作業エリアにて試験部容器側に取付けた反転治具を取り外し内部カプセル側に反転治具を取付ける。
- (12) ホイストを使い試験部容器を吊り上げ内部カプセルに取付けた反転治具と内部カプセル側治具を取り外し、試験部容器を回転ピットに移動する。
- (13) 試験部容器に取付けた試験部容器側治具を取り外す。
- (14) 試験部容器に輸送用キャップを乗せボルト（3本）を締め付ける。
- (15) セミホットケーブ制御盤電源を「OFF」にする。

#### 7.5 輸送キャスク (DSF-82Y-15T型容器) への内部カプセルの収納

本作業は、原子炉棟1階と地下2階の2箇所に分かれて実施するため、トランシーバを用いて適宜連絡し行う。

- (1) トランシーバ前面に輸送キャスクの下部緩衝体及び下部しゃへい体を外し仮置き後、セミホットケーブ上部台座上に輸送キャスク移動し、着座後固縛する。
- (2) 輸送キャスクの上部しゃへい体を取り外し、懸吊機を取付け固定する。
- (3) ロータリーバルブ部しゃへい体を取り外し、ロータリーバルブ開閉機構を組み込む。
- (4) 懸吊機と懸吊機操作盤を各ケーブルで接続する。
- (5) セミホットケーブ上部台座操作盤電源「ON」にする。
- (6) 懸吊機操作盤電源「ON」にする。
- (7) セミホットケーブ内モニタ、懸吊機操作盤横にTVモニタをセットし電源を「ON」にする。
- (8) 懸吊機操作盤上の選択スイッチを確認する。  
(施設—「NSRR」・下降物—「チャック」・速度—「低速」・運転—「ハンドル」)
- (9) 懸吊機操作盤上の電磁ブレーキ表示スイッチを「開」にする。
- (10) 懸吊機に手動ハンドルを付け懸吊機接続金具を下降させチャック保持機構接続金具と接続する。
- (11) チャック保持機構のストッパー（六角ボルト）を取り外し、手動ハンドルで接続部を数mm上昇させる。
- (12) チャック保持機構を開にし、懸吊機操作盤上の保持機構表示スイッチを「開」にする。
- (13) 懸吊機の手動ハンドルを取り外し、懸吊機操作盤上の電磁ブレーキ表示を「閉」にする。
- (14) 懸吊機操作盤上の運転選択スイッチを「手動」から「自動」に切り替える。
- (15) セミホットケーブ上部台座操作盤で鉛シャッタを「開」にし、懸吊機操作盤上の NSRR

- 鉛シャッタ表示スイッチを「開」にする。
- (16) 輸送キャスクのロータリーバルブを開にし、懸吊機操作盤上のロータリーバルブ表示スイッチを「開」にする。
- (17) 懸吊機操作盤上の「下降」を押しチャック保持機構をセミホットケーブ内に下降させる。
- (18) チャック保持機構は懸吊機操作盤上の距離計が約 12.3m で自動停止するため、停止後、懸吊機操作盤上の選択スイッチ運転を「自動」から「手動」に切り替える。
- (19) 懸吊機操作盤上の下限ランプが点灯するまで「下降」を押しながらチャック保持機構を下降させる。
- (20) 懸吊機操作盤上の「下限解除」を押しゆっくり下降させチャック保持機構のロック棒を「アンロック」にする。
- (21) チャック保持機構と試験部容器を連結し、チャック保持機構のロック棒を「ロック」にする。
- (22) 懸吊機操作盤上の下端ランプが消灯するまで「上昇」を押しながらチャック保持機構を上昇させる。
- (23) 懸吊機操作盤上の運転選択スイッチを「手動」から「自動」に切り替え、懸吊機操作盤上「上昇」を押す。（懸吊機操作盤上の上限ランプが点灯で自動停止する）
- (24) 輸送キャスクのロータリーバルブを開にし、懸吊機操作盤上のロータリーバルブ表示スイッチを「閉」にする。
- (25) セミホットケーブ上部台座操作盤で鉛シャッタを「閉」にし、懸吊機操作盤上の NSRR 鉛シャッタ表示スイッチを「閉」にする。
- (26) 懸吊機に手動ハンドルを取り付け、懸吊機操作盤上の運転選択スイッチを「自動」から「ハンドル」に切り替える。
- (27) 懸吊機操作盤上の電磁ブレーキ表示スイッチを「開」にし、チャック保持機構を閉にする。
- (28) 懸吊機に手動ハンドルを付けチャック保持機構を数 mm 下降させる。
- (29) チャック保持機構のストッパー（六角ボルト）を締付ける。
- (30) 懸吊機操作盤上の保持機構表示スイッチを「閉」にする。
- (31) 懸吊機接続金具と接続してあるチャック保持機構接続金具を緩め接続部を外す。
- (32) 懸吊機操作盤上の電磁ブレーキ表示スイッチを「閉」にする。
- (33) セミホットケーブ上部台座操作盤電源「OFF」にする。
- (34) 懸吊機操作盤電源「OFF」にする。
- (35) セミホットケーブ内モニタ、懸吊機操作盤横に TV モニタ電源を「OFF」にする。
- (36) 懸吊機と懸吊機操作盤の各ケーブルを外し片付ける。
- (37) 輸送キャスク上の懸吊機を外し片付ける。
- (38) ロータリーバルブ開閉機構を取り外し、しゃへい体を取付ける。
- (39) 輸送キャスクの上部しゃへい体を取付ける。
- (40) トランクドア前に置いた輸送キャスクの下部緩衝体及び下部しゃへい体を取付けセミホットケーブ上部台座上に固縛する。

## 8. 保 管 管 理

高圧水カプセルは、内部カプセル及び外部容器に分かれた状態で納入され、内部カプセルには圧力計、熱電対（クラッド用除く）、ヒータ等の計装品類の組み込みが完了している。また、本カプセルは、高温（約280°C）・高圧（約7MPa）状態で運転されるため、カプセルの維持・管理には細心の注意をもって、実験遂行上支障のないように常に正常な状態としておかなければならぬ。よって、本カプセルの維持及び管理には以下の点に留意して行う。

### 8.1 納入後の管理

- (1) 納入後のカプセル本体及び消耗品類は、所定の場所に保管し、特にシール面等の損傷、容器胴部への外部からの衝撃、バルブ取付部の折損、容器内部への塵埃の進入等に注意して養生、保管する。

### 8.2 照射後の管理

- (1) 実験に使用した外部容器は、汚染除去を行い、表面線量率及び汚染の有無等を記載したタグを貼付して所定の場所に保管する。（内部カプセルについては、実用燃料試験課へ輸送後処分されるため、再使用は行わない。）

### 8.3 その他の管理

- (1) 制御装置を長期間使用しない場合は、シーケンサのバックアップ電池を充電することにより内部プログラム消失を防ぐこと。充電周期は、最低3ヶ月に一度とする。

## 9. 異常時の措置

高圧水カプセルは実験孔装荷前に炉外試験を行い、実験に支障のないことを確認したカプセルを用いる。また、table 1 に示した運転制御用インターロックを備えているため、実験運転条件設定時の異常事象の発生確率はかなり低いと想定されるが、運転中（炉心装荷中）に考えうる異常事象の主な内容と、処置方法を Table 7 に示す。

## 謝　　辞

本マニュアルの作成にあたっては N S R R 管理課の柴田功課長に貴重な助言を頂いた。ここに謝意を表します。

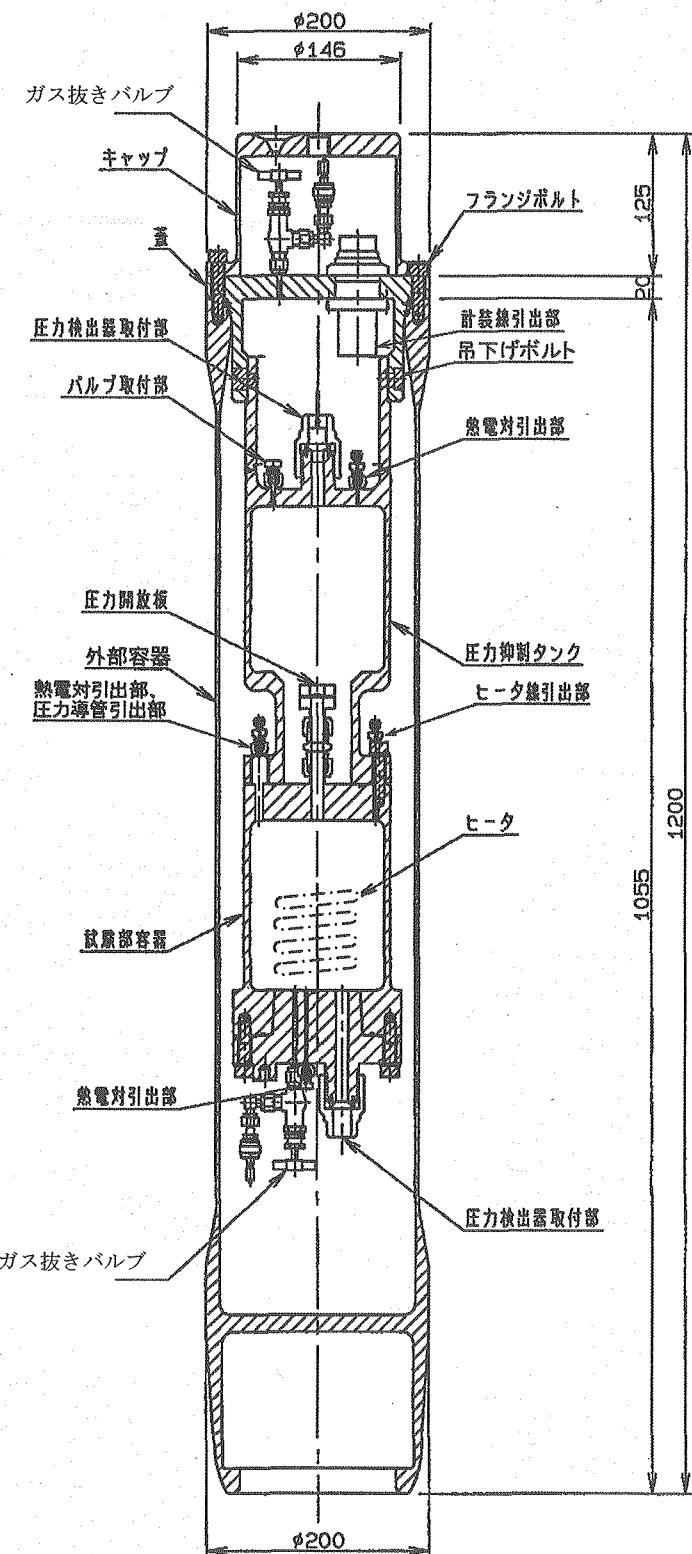


Fig. 1 高圧水カプセル概略図

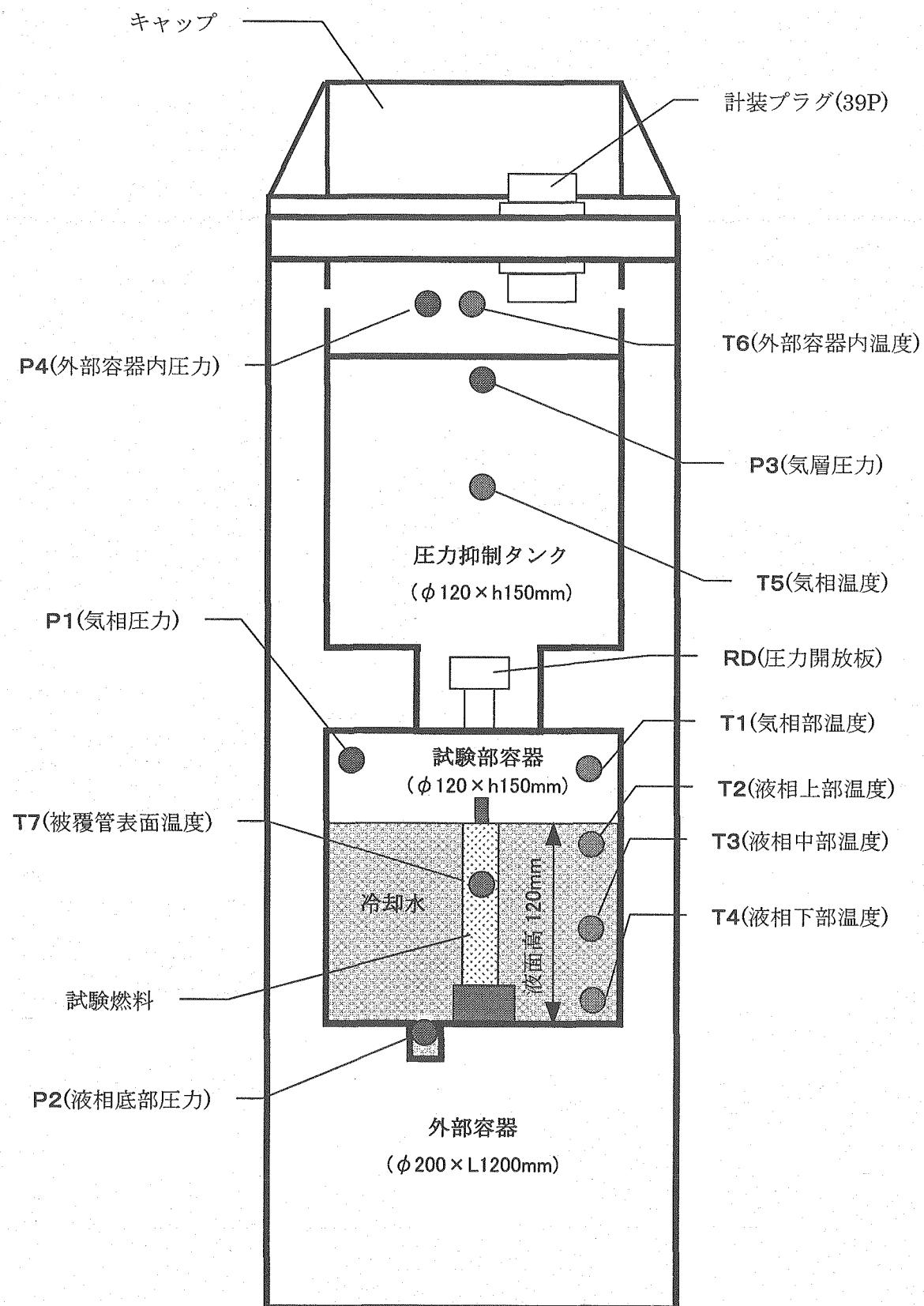


Fig. 2 高圧水カプセル計測信号及び部位

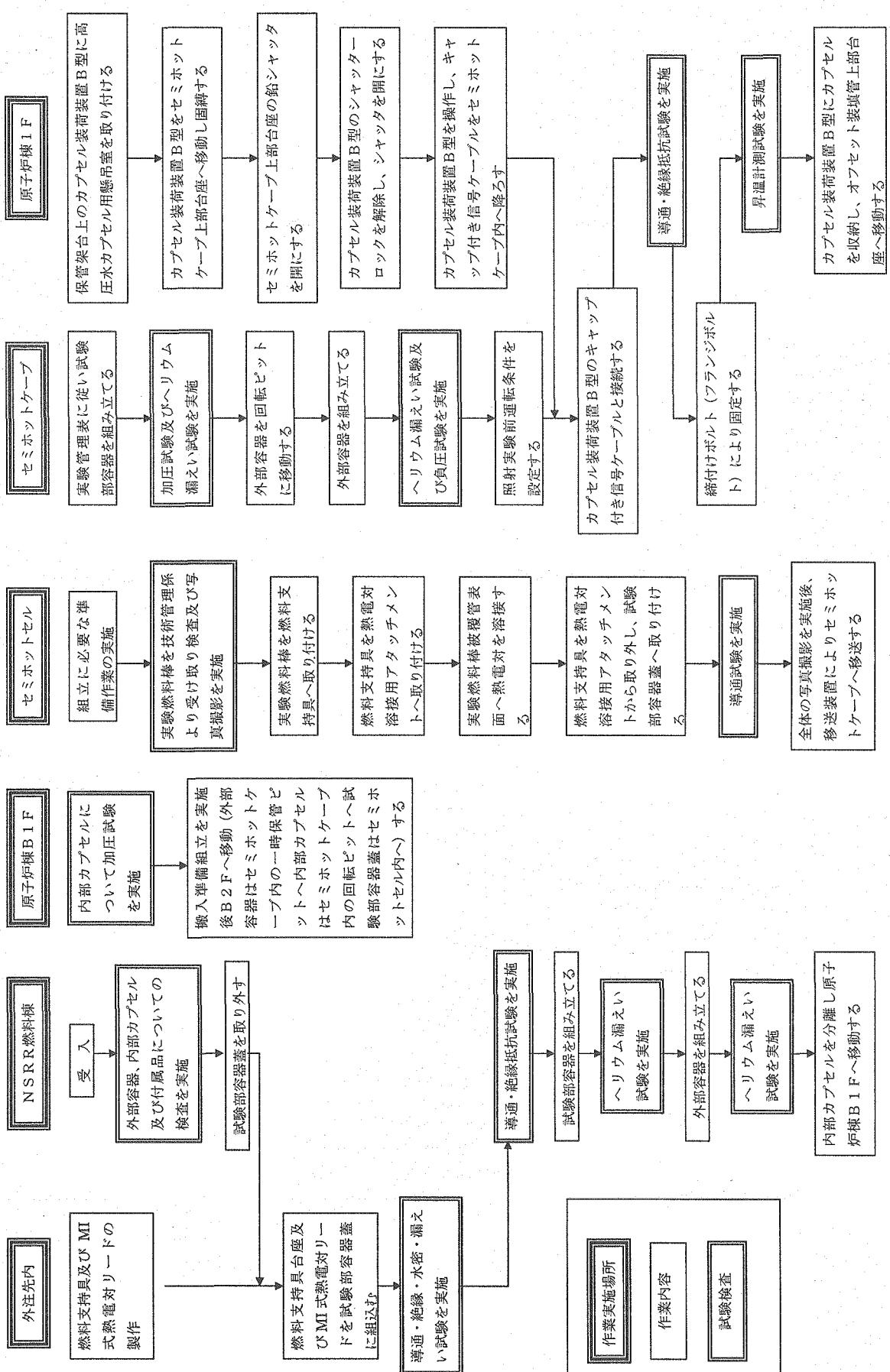


Fig.3 NSRRにおける組立・検査フロー図

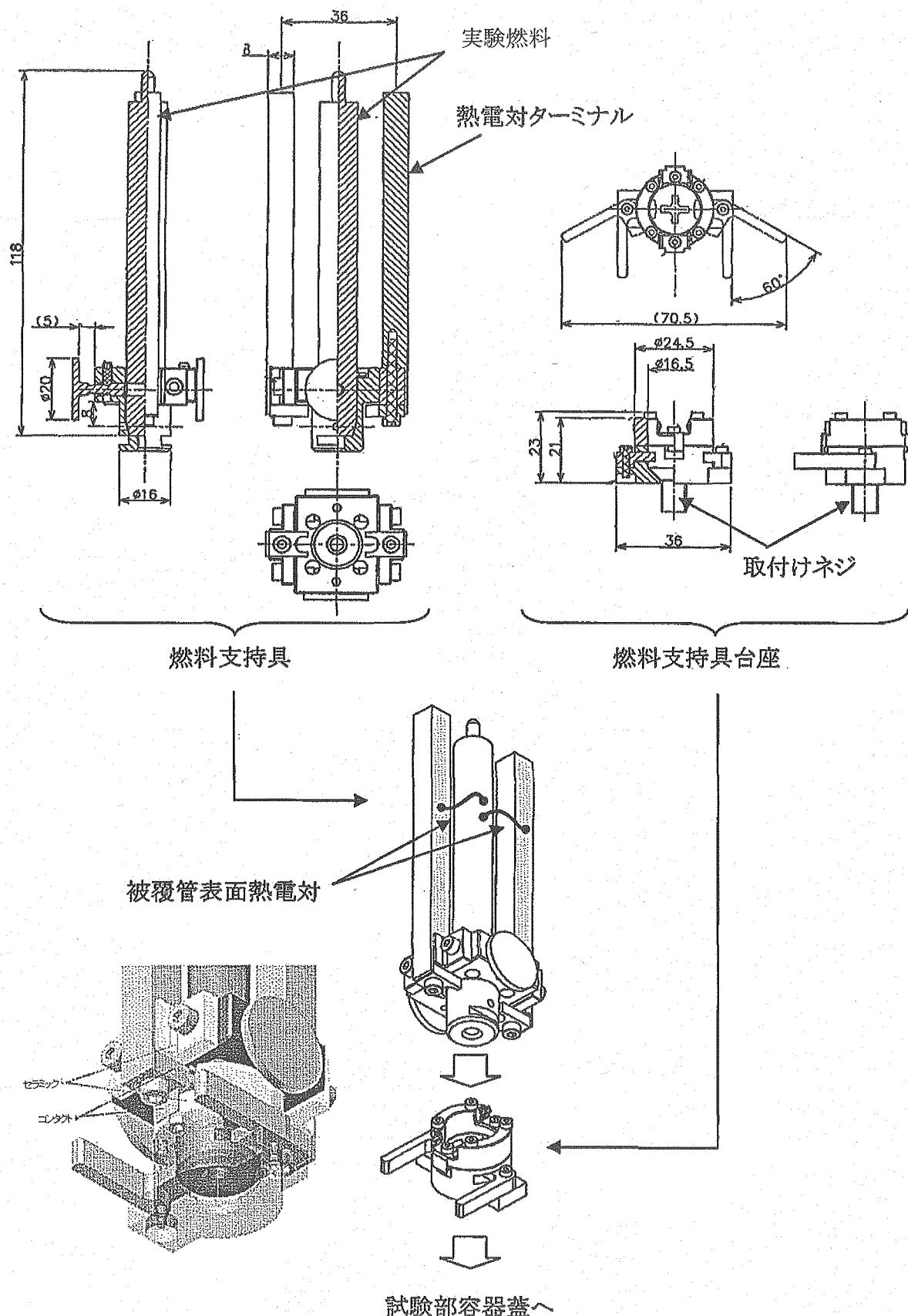


Fig. 4 燃料支持具の概要

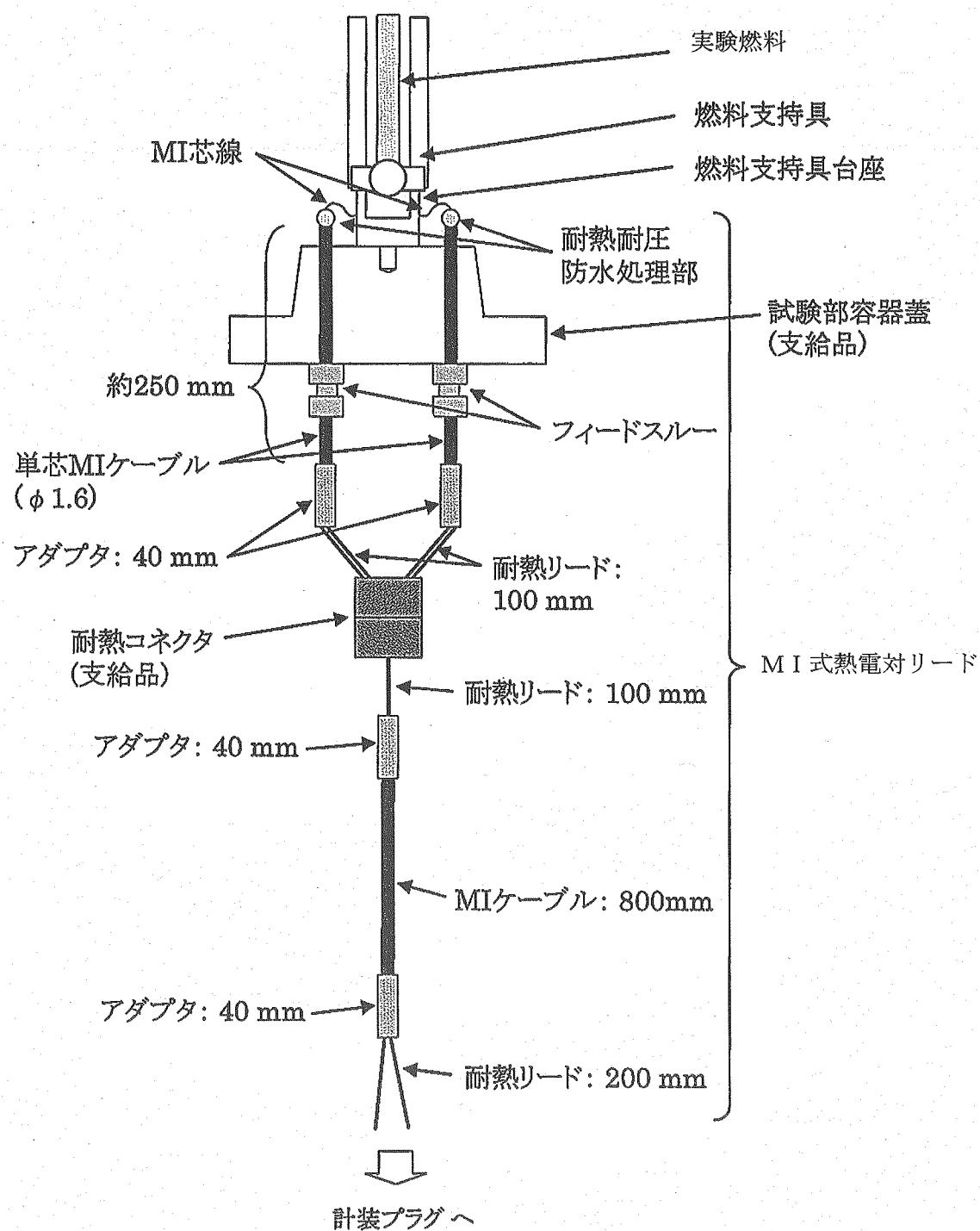


Fig. 5 MI式熱電対リードの組立概要

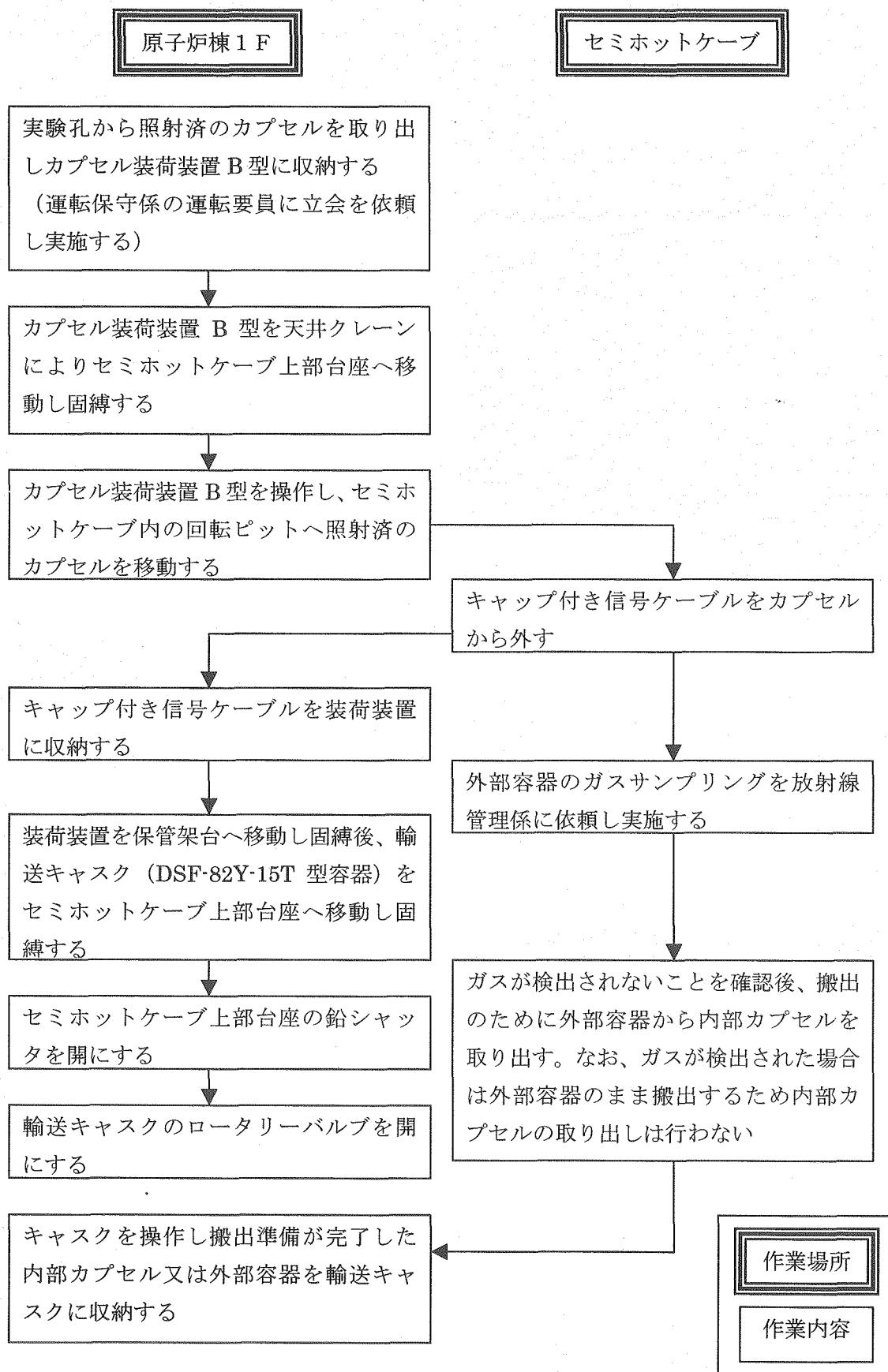
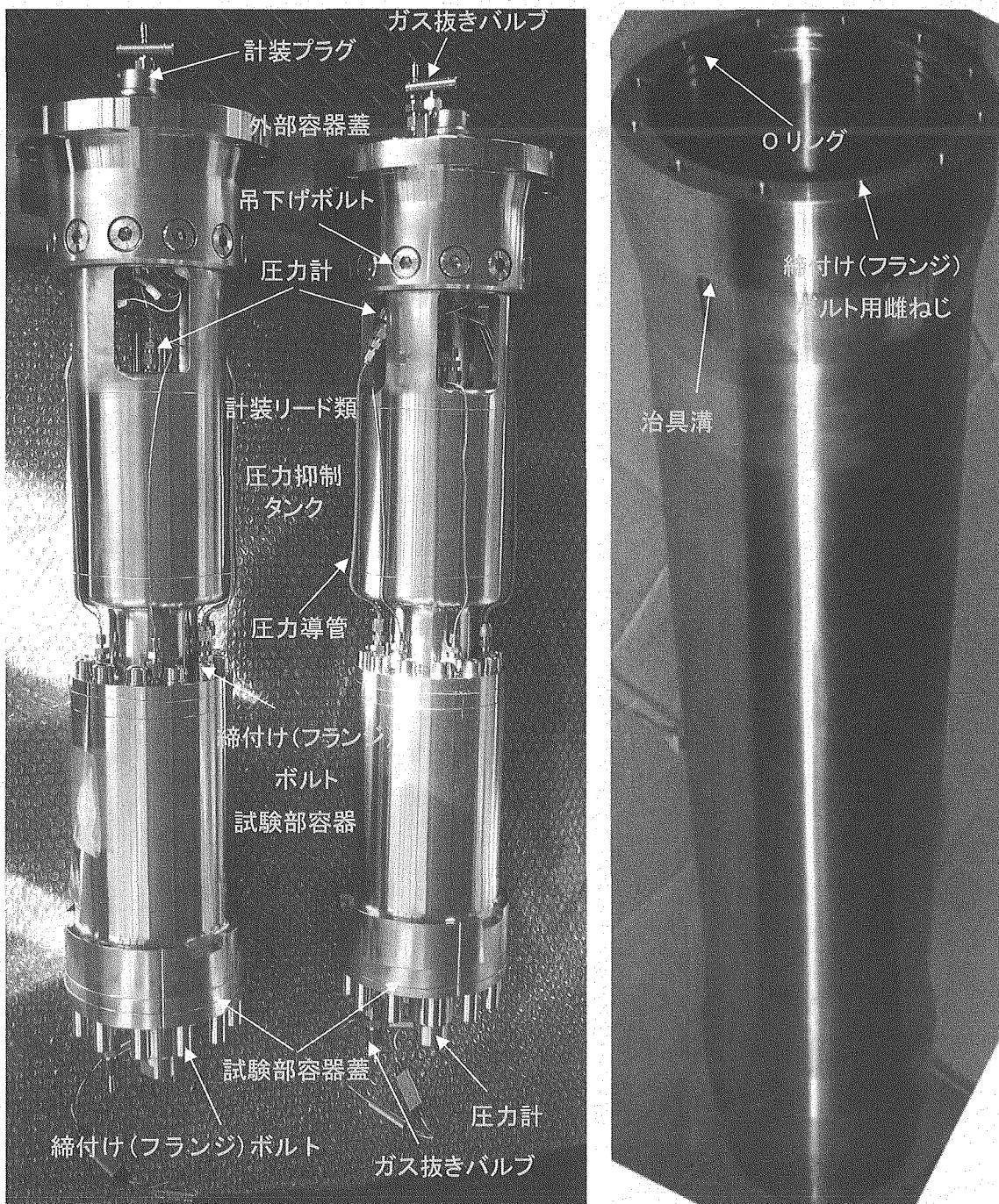


Fig.6 N S R Rにおける解体フロー図



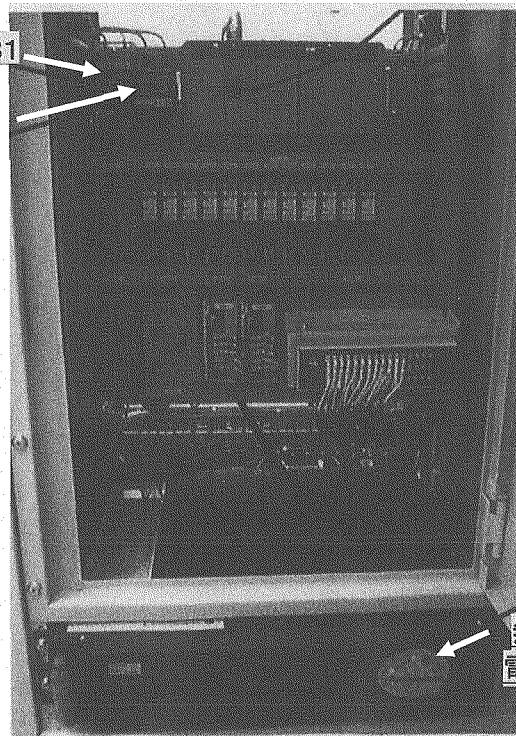
内部カプセル (2体分)

外部容器 (1体)

Photo. 1 高圧水カプセルの外観



全体外観



チェック扉内

Photo. 2 制御装置の外観

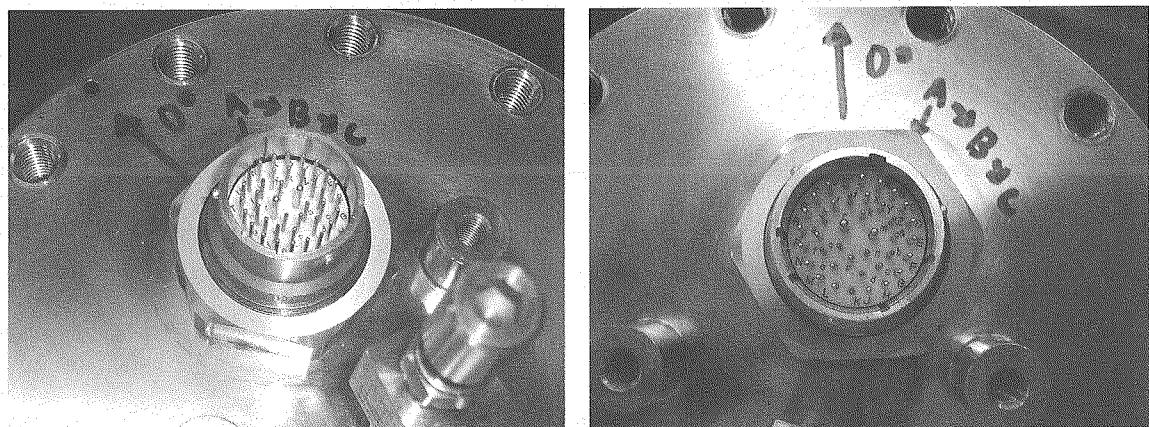


Photo. 3 受け入れ検査時の計装プラグ及びピン配置の外観



Photo. 4 内部カプセル吊り治具 IH1 の外観

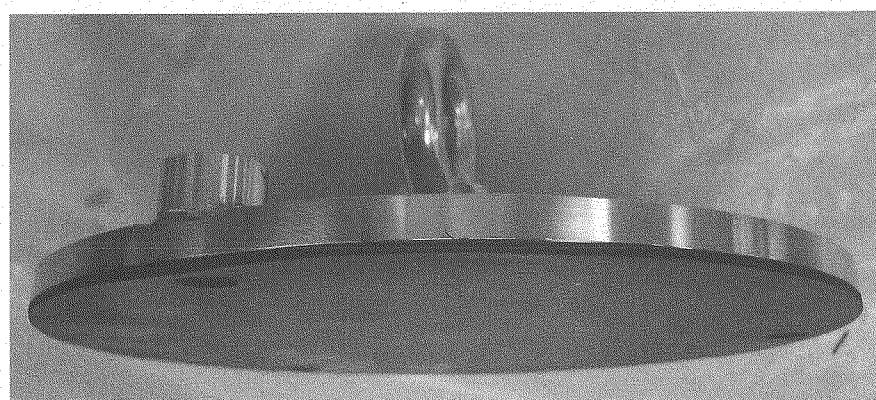


Photo. 5 外部容器吊り治具 EH1 の外観

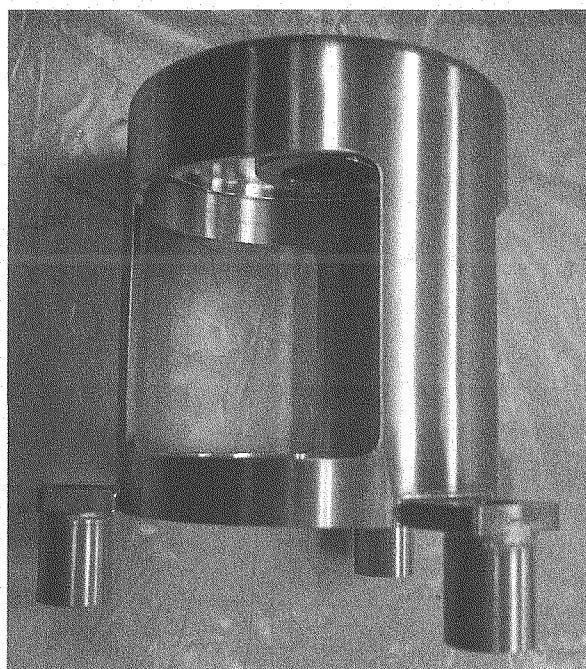


Photo. 6 試験部容器側反転吊り治具 IR1 の外観

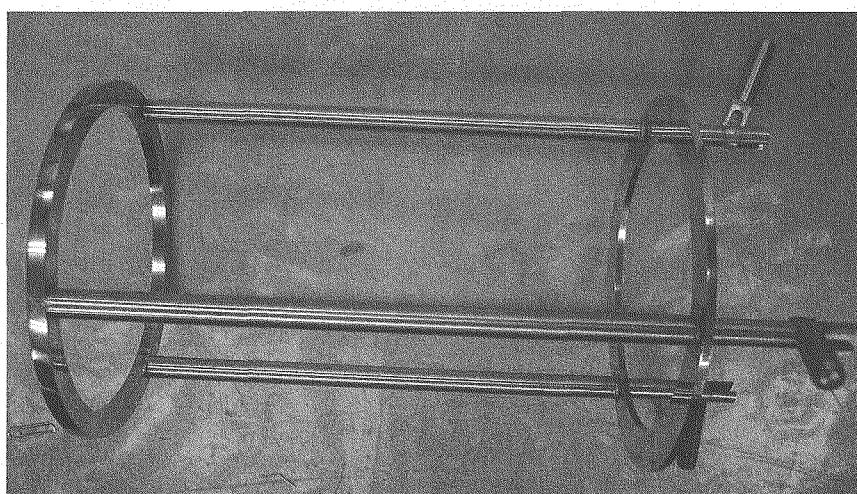


Photo. 7 燃料棒側反転吊り治具 IR2 の外観

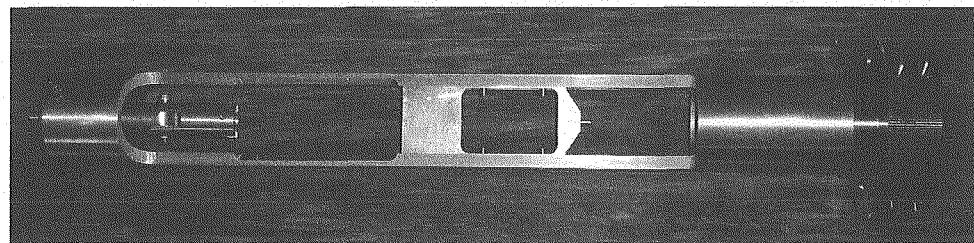


Photo. 8 熱電対溶接用アタッチメントの外観

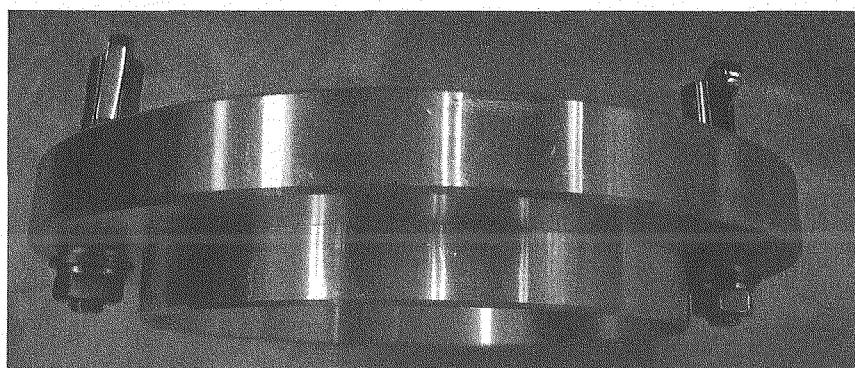


Photo. 9 ヘリウム試験用吊り具 HE1 の外観

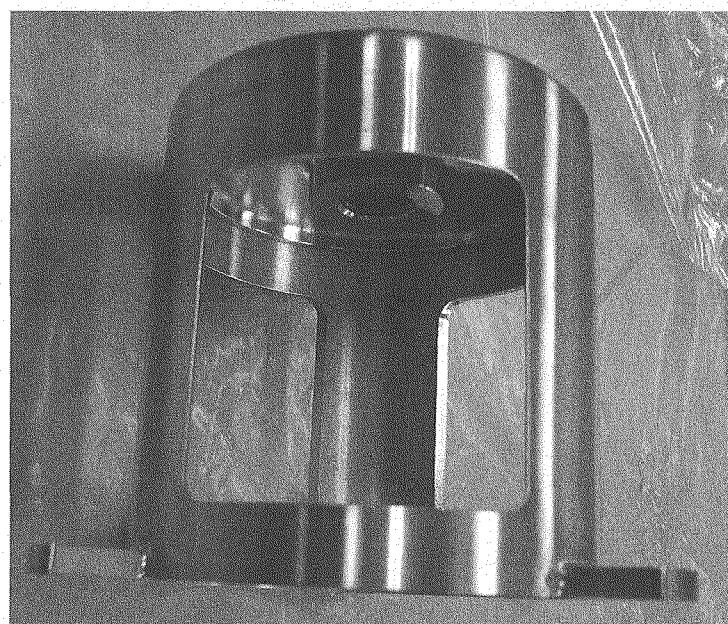


Photo. 10 反転吊り下げ治具 IR3 の外観

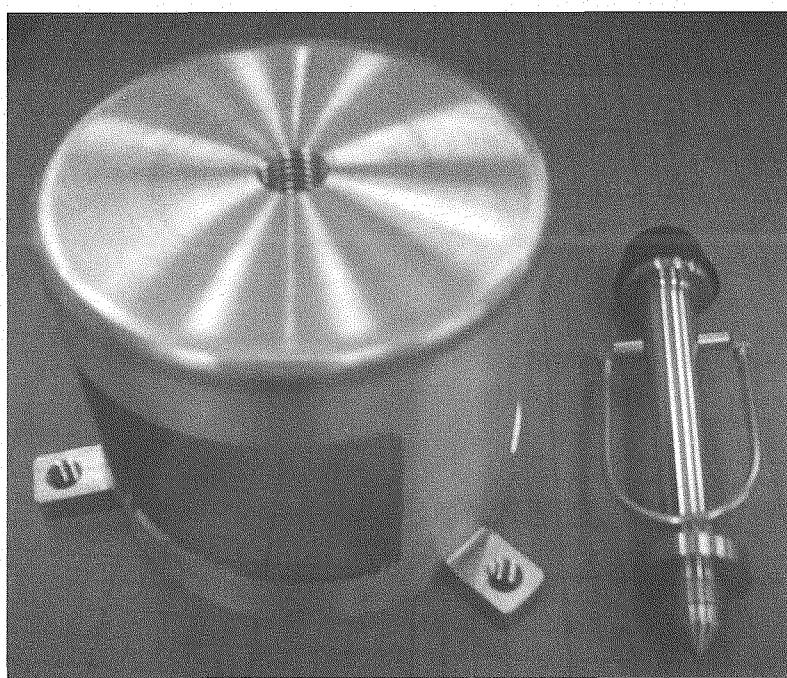


Photo. 11 反転吊り下げる治具ER1の外観

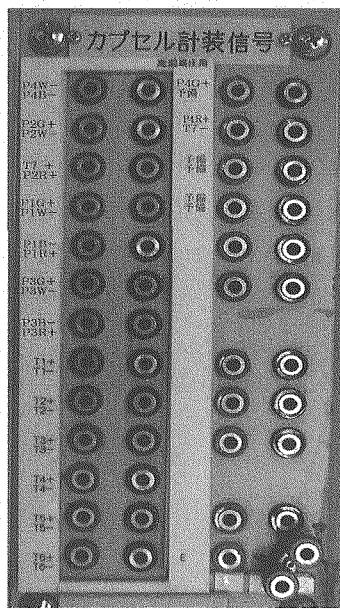


Photo. 12 導通・絶縁抵抗試験端子部

Table 1 運転制御用安全系インターロック項目

No.	計測項目	警報発報設定値* 又は発報条件	制御装置状態			
			ヒータ電源	ブザー	パトライト	PC画面
1	試験部容器 気相圧力 (P1)	15MPa (約2V)	制御電磁接点 MC01 [OFF]	ON	赤色点灯	Ch. 1 アラーム
2	圧力抑制タンク 圧力 (P3)	8MPa (約2.8V)	制御電磁接点 MC01 [OFF]	ON	赤色点灯	Ch. 3 アラーム
3	外部容器内 圧力 (P4)	3.0MPa (約2.6V)	制御電磁接点 MC01 [OFF]	ON	赤色点灯	Ch. 4 アラーム
4	試験部容器 気相温度 (T1)	300°C (約6V)	制御電磁接点 MC01 [OFF]	ON	赤色点灯	Ch. 5 アラーム
5	試験部容器 液相上部温度 (T2)	300°C (約6V)	制御電磁接点 MC01 [OFF]	ON	赤色点灯	Ch. 6 アラーム
6	試験部容器 液相下部温度 (T4)	300°C (約6V)	制御電磁接点 MC01 [OFF]	ON	赤色点灯	Ch. 8 アラーム
7	圧力抑制タンク 温度 (T5)	300°C (約6V)	制御電磁接点 MC01 [OFF]	ON	赤色点灯	Ch. 9 アラーム
8	外部容器内 温度 (T6)	約5V (250°C)	制御電磁接点 MC01 [OFF]	ON	赤色点灯	Ch. 10 アラーム
9	非常停止	PB (押しボタン) 「押」	制御電磁接点 MC01 [OFF]	ON	黄色点灯	—
10	SCR1 異常	過電流、短絡等	制御電磁接点 MC01 [維持]	ON	黄色点灯	—
11	ヒータ断線	断線等	制御電磁接点 MC01 [維持]	ON	黄色点灯	—

\*:任意に設定可能

Table 2 試験部容器の締付手順

締付順序	初期締付け (~10N·m)		増し締め (~20N·m)		最終締付け (~26N·m)		確認締付け* (~26N·m)	
	締付番号	締付位置	締付番号	締付位置	締付番号	締付位置	締付番号	締付位置
1	①	15°	①	15°	①	15°	①	15°
2	⑦	195°	⑦	195°	⑦	195°	⑦	195°
3	⑩	285°	⑩	285°	⑩	285°	⑩	285°
4	④	105°	④	105°	④	105°	④	105°
5	②	45°	②	45°	②	45°	②	45°
6	⑧	225°	⑧	225°	⑧	225°	⑧	225°
7	⑪	315°	⑪	315°	⑪	315°	⑪	315°
8	⑤	135°	⑤	135°	⑤	135°	⑤	135°
9	③	75°	③	75°	③	75°	③	75°
10	⑨	255°	⑨	255°	⑨	255°	⑨	255°
11	⑫	345°	⑫	345°	⑫	345°	⑫	345°
12	⑥	165°	⑥	165°	⑥	165°	⑥	165°

\*:再確認締付けを行う場合は、時計回り又は反時計回り方向 (①⇒⑫) の締め付け順序で行う。

なお、回転ピットの原点位置が締付位置の0°である。

Table 3 加圧試験中のバルブ等の状態

手順	確認バルブ、圧力計等	バルブ等の状態	
		開	閉
1	全バルブ	—	○
2	圧力計元弁	○	—
3	試験部容器蓋部ガス抜きバルブ	○	—
4	窒素ガス供給弁	○	—
5	窒素ボンベ側バルブ及びレギュレータバルブにより加圧。	Max. 1.0 MPaG	
6	窒素ガス供給弁、窒素ボンベ側バルブ及びレギュレータバルブ	—	○
7	加圧状態を 10 分保持	—	○
8	圧力降下の有無を確認	—	○
9	圧力開放弁操作し、加圧圧力を開放する	○	—
10	圧力計の指示値「0」を確認	0 MPaG	
11	圧力計元弁、窒素ガス供給弁、開放弁 A	—	○
12	全バルブ	—	○

Table 4 外部容器の締付手順

締付順序	初期締付け (~7N·m)		増し締め (~10N·m)		最終締付け (~16N·m)		確認締付け* (~16N·m)	
	締付番号	締付位置	締付番号	締付位置	締付番号	締付位置	締付番号	締付位置
1	①	15°	①	15°	①	15°	①	15°
2	⑦	195°	⑦	195°	⑦	195°	⑦	195°
3	⑩	285°	⑩	285°	⑩	285°	⑩	285°
4	②	45°	②	45°	②	45°	②	45°
5	⑪	315°	⑪	315°	⑪	315°	⑪	315°
6	⑤	135°	⑤	135°	⑤	135°	⑤	135°
7	③	75°	③	75°	③	75°	③	75°
8	⑨	255°	⑨	255°	⑨	255°	⑨	255°
9	⑥	165°	⑥	165°	⑥	165°	⑥	165°

\* : 再確認締付けを行う場合は、時計回り又は反時計回り方向で、締め付け番号①⇒⑫で行う。

なお、回転ピットの原点位置が締付位置の0°である。

Table 5 負圧試験の手順

手順	確認バルブ、圧力計名等	バルブ等の状態	
		開	閉
1	真空ポンプを試験配管に接続する		
2	全バルブ	—	○
3	ケーブ内フレキ配管をガス抜きバルブに接続。	—	○
4	排気弁A及びCV-7	—	○
5	排気弁B、真空元弁、仕切弁、CV-8及び外部容器ガス抜きバルブ	○	—
6	真空ポンプ起動。		
7	外部容器内を10分以上負圧排気し、連成計の「負圧、約-0.1MPaG」を確認		
8	仕切弁	—	○
9	外部容器内の負圧状態保持。(30分以上)		
10	連成計により、圧力上昇の無いことを確認		
11	外部容器ガス抜きバルブ	—	○
12	ケーブ内フレキ配管をガス抜きバルブより取り外す。		
13	フレキ配管を、ケーブ内の大気開放ノズルに接続。		
14	仕切弁及び開放弁A	○	—
15	真空ポンプ停止。		
16	連成計の「大気圧、0MPaG」を確認		
17	開放弁A、真空元弁、仕切弁	—	○
18	排気弁B	—	○
19	排気弁A及びCV-7	○	—

Table 6 照射実験前運転条件設定の手順

手順	確認バルブ、圧力計名等	バルブ等の状態	
		開	閉
1	真空ポンプを試験配管に接続する		
2	全バルブ	—	○
3	ケーブル内フレキ配管をガス抜きバルブに接続。	—	○
4	排気弁 A 及び CV-7	—	○
5	排気弁 B、真空元弁及び外部容器ガス抜きバルブ	○	—
6	負圧状態を連成計にて確認（大気圧以下であること）		
7	仕切弁、CV-8	○	—
8	真空ポンプ起動。		
9	外部容器内を 10 分以上負圧排気し、連成計の「負圧、約-0.1MPaG」を確認。		
10	仕切弁	—	○
11	外部容器内の負圧状態保持。（30 分以上）		
12	連成計により、圧力上昇の無いことを確認。		
13	外部容器ガス抜きバルブ	—	○
14	ケーブル内フレキ配管をガス抜きバルブより取り外す。		
15	フレキ配管を、ケーブルの大気開放ノズルに接続。		
16	仕切弁及び開放弁 A	○	—
17	真空ポンプ停止。		
18	連成計の「大気圧、0MPaG」を確認		
19	開放弁 A、真空元弁、仕切弁	—	○
20	排気弁 B	—	○
21	排気弁 A 及び CV-7	○	—

Table 7 異常時の処置及び対応

異常事象	処置	対応	判断者又は連絡者
温度制御目標値オーバー(～0.1V=約5°C)	ヒータ電源「切」又は非常停止	制御目標値及び設定番号を確認後、再運転。制御不可の場合は、関係者に連絡、指示を仰ぐ	
昇温時間の超過(3時間以上)	ヒータ電源「切」	制御目標値及び設定番号を確認、再設定後継続運転。制御不可の場合は、関係者に連絡、指示を仰ぐ	運転監視者 実験担当者
温度制御用熱電対(T3)信号のノイズ「大」	ヒータ電源「切」	熱電対(T2, T1, T4)のいずれかのノイズ「小」熱電対を温度制御用として代用結線し、再運転	NSRR管理課長
試験部容器内温度及び圧力の急降下(圧力抑制タンク内温度、圧力の急上昇)	非常停止又はヒータ電源「切」	圧力開放板の破裂が考えられるため、関係者に連絡、指示を仰ぐ	原子炉主任技術者
外部容器内温度及び圧力上昇	非常停止又はヒータ電源「切」	内部カプセルのシール不全が考えられるため、関係者に連絡、指示を仰ぐ	

This is a blank page.

付録

組立番号 \_\_\_\_\_

高圧水実験カプセル組立データシート

実験番号 \_\_\_\_\_

This is a blank page.

高圧水実験カプセル組立データシート		1/14	
組立準備	1. 組立準備指示	平成____年____月____日	
	2. 組立要領	(1) 実験要領書 (2) 組立管理表 (3) 計装取付要領書 (4) 別添要領書 (5) 別添図面 (6) その他	
		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	
		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	
		_____	
	3. F棟、I棟内試験部容器組立完了時確認	平成____年____月____日	確認者_____
組立	1. 組立開始日	平成____年____月____日	
	2. セミホットセル・ケーブ搬入前外観確認	(1) 試験部容器胴体の外観 _____ (2) 試験部容器蓋の外観 _____ (3) 外部容器胴体の外観 _____ (4) 外部容器蓋の外観 _____	
	3. セミホット内への内部カプセル、外部容器等の搬入	平成____年____月____日	確認者_____
	4. セミホットセル内での燃料ホルダ組立完了時確認	平成____年____月____日	確認者_____
	5. セミホットケーブ内でのカプセル組立完了時確認	平成____年____月____日	確認者_____
	6. セミホットケーブからのカプセル搬出	平成____年____月____日	確認者_____
	7. 実験孔へのカプセルの装荷	平成____年____月____日	確認者_____
	記事	_____	
		_____	
		_____	
		_____	
		_____	
		_____	
		_____	

## 高圧水実験カプセル組立データシート

2/14

計 装 品 仕 様 (I)	<p><b>1. 圧力計</b></p> <p>(1) カプセル内圧計(P <u>1</u>)(製造番号<u>                </u>)検査成績書の確認 <input type="checkbox"/> OK</p> <p>① 外観 <input type="checkbox"/> OK ② 導通・絶縁 <input type="checkbox"/> OK      ③ 容量 <u>                </u> MPa ④ 定格出力 <u>                </u> mV/V <u>                </u> μS      ⑤ 結線・取付状態 <input type="checkbox"/> OK</p> <p>(2) カプセル内圧計(P <u>2</u>)(製造番号<u>                </u> コネクタ(製造番号<u>                </u>) 検査成績書の確認 <input type="checkbox"/> OK</p> <p>① 外観 <input type="checkbox"/> OK ② 導通・絶縁 <input type="checkbox"/> OK      ③ 容量 <u>                </u> MPa ④ 定格出力 <u>                </u> mV/V <u>                </u> μS      ⑤ 結線・取付状態 <input type="checkbox"/> OK</p> <p>(3) カプセル内圧計(P <u>3</u>)(製造番号<u>                </u>)検査成績書の確認 <input type="checkbox"/> OK</p> <p>① 外観 <input type="checkbox"/> OK ② 導通・絶縁 <input type="checkbox"/> OK      ③ 容量 <u>                </u> MPa ④ 定格出力 <u>                </u> mV/V <u>                </u> μS      ⑤ 結線・取付状態 <input type="checkbox"/> OK</p> <p>(4) カプセル内圧計(P <u>4</u>)(製造番号<u>                </u>)検査成績書の確認 <input type="checkbox"/> OK</p> <p>① 外観 <input type="checkbox"/> OK ② 導通・絶縁 <input type="checkbox"/> OK      ③ 容量 <u>                </u> MPa ④ 定格出力 <u>                </u> mV/V <u>                </u> μS      ⑤ 結線・取付状態 <input type="checkbox"/> OK</p> <p><b>2. 熱電対</b></p> <p>(1) 熱電対(T1~T6)</p> <p>① 外観 <input type="checkbox"/> OK ② 導通・絶縁 <input type="checkbox"/> OK ③ 測定範囲 <u>                </u> ~ <u>                </u> °C      ④ 結線・取付状態 <input type="checkbox"/> OK      ⑤ 熱電対導通抵抗値</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>熱電対記号</th> <th>T1</th> <th>T2</th> <th>T3</th> <th>T4</th> <th>T5</th> <th>T6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>抵抗値(Ω)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 熱電対(T7)MIケーブルコネクタ結線</p> <p>① 外観 <input type="checkbox"/> OK ② 絶縁処理 <input type="checkbox"/> OK      ③ 結線・取付状態 <input type="checkbox"/> OK</p> <p>※ 試験部容器蓋に燃料ホルダーを取付け(T7用)MIケーブルコネクタを接続し計装プラグにて導通・絶縁抵抗値を測定する。</p> <p>導通 <u>                </u> Ω / <u>                </u> Ω 絶縁 <u>                </u> MΩ</p> <p><b>4. ヒータ</b></p> <p>① 外観 <input type="checkbox"/> OK ② 結線・取付状態 <input type="checkbox"/> OK      ③ 導通・絶縁 <input type="checkbox"/> OK</p> <p>その他</p> <p>----- -----</p>							熱電対記号	T1	T2	T3	T4	T5	T6	抵抗値(Ω)							日付	担当
	熱電対記号	T1	T2	T3	T4	T5	T6																
	抵抗値(Ω)																						

高圧水実験カプセル組立データシート		3/14		
外 部 容 器 ・ 内 部 力 プ セ ル 及 び 取 付 部 品 の 検 査	(1) 型式	<input type="checkbox"/> B-I型		
	(2) 脳体番号	_____ <input type="checkbox"/> 新品 <input type="checkbox"/> 再使用品		
	(3) 蓋 番号	_____ <input type="checkbox"/> 新品 <input type="checkbox"/> 再使用品		
	(4) フランジボルトの識別番号	_____ No. ~		
	(5) 表面線量率(脳体)	_____ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ (蓋) _____ $\mu\text{Sv}/\text{h}$		
	測定者	_____ 测定器No. _____		
	(6) 表面汚染検査(脳体)	_____ min <sup>-1</sup> (蓋) _____ min <sup>-1</sup>		
	(BG min <sup>-1</sup> )	測定者 _____ 测定器No. _____		
(7) 取付部品の外観及び汚染検査				
a. クイックコネクタ	<input type="checkbox"/> OK			
b. ガス抜きバルブ①(SS-20VS4A)	<input type="checkbox"/> 新品 <input type="checkbox"/> 再使用品			
① 外観及び取付状態	<input type="checkbox"/> OK			
(8) 尺寸検査(脳体)				
B-I型(182.0~183.0 mm)	<input type="checkbox"/> OK			
外部容器寸法検査 測定位置及び測定値				
	日 付	担 当		
試 験 部 容 器 ・ 内 部 力 プ セ ル 及 び 取 付 部 品 の 検 査	(1) 型式	<input type="checkbox"/> B-I型		
	(2) 脳体番号	_____ <input type="checkbox"/> 新品 <input type="checkbox"/> 再使用品		
	(3) 蓋 番号	_____ <input type="checkbox"/> 新品 <input type="checkbox"/> 再使用品		
	(4) フランジボルト番号	_____ No. ~		
	(5) 取付部品の外観検査			
	a. ガス抜きバルブ(SS-20VS4A)(クイックコネクタ、L字配管)一式			
	①外 観	<input type="checkbox"/> OK	②取付状態	<input type="checkbox"/> OK
	b. 圧力計(P2)	①番 号 _____	②コネクタ番号 _____	
	c. 燃料支持具	③外 観 _____	④取付状態	<input type="checkbox"/> OK
		③標準仕様 <input type="checkbox"/> OK	④取付状態	<input type="checkbox"/> OK
	⑤ターミナル六角ねじ穴加工	<input type="checkbox"/> OK		
(6) ボルト・座金(瞬間接着剤で接着する)	<input type="checkbox"/> OK			
日 付	担 当			

高圧水実験カプセル組立データシート 4/14					
試 験 部 容 器 ヘ リ ウ ム 漏 洩 試 験	ボルト締め付けトルク (26N·m) <input type="checkbox"/> OK				
	(1) ヘリウムガス注入 <input type="checkbox"/> OK 圧力(大気圧) <input type="checkbox"/> OK				
	(2) 測定時間 開始 時 分 終了 時 分				
	(3) テストポート値 [Pa]				
	(4) 漏洩量 $\times 10^{-}$ [Pa·m <sup>3</sup> /s]				
	(5) 結果 <input type="checkbox"/> OK 【基準 $1.0 \times 10^{-7}$ (Pa m <sup>3</sup> /s) 以下のこと】				
	備考				
	(1) 第 回目に合格				
	(2) 合格日 年 月 日				
	(3) 不具合の状況				
<hr/> <hr/>					
Heガス加圧後は、カプセル内圧をブレイクして大気圧にする。					
	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>日付</td> <td>担当</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	日付	担当		
日付	担当				
外 部 部 容 器 ヘ リ ウ ム 漏 洩 試 験	ボルト締め付けトルク (16N·m) <input type="checkbox"/> OK				
	(1) ヘリウムガス注入 <input type="checkbox"/> OK 圧力(大気圧) <input type="checkbox"/> OK				
	(2) 測定時間 開始 時 分 終了 時 分				
	(3) テストポート値 [Pa]				
	(4) 漏洩量 $\times 10^{-}$ [Pa·m <sup>3</sup> /s]				
	(5) 結果 <input type="checkbox"/> OK 【基準 $1.0 \times 10^{-7}$ (Pa m <sup>3</sup> /s) 以下のこと】				
	備考				
	(1) 第 回目に合格				
	(2) 合格日 年 月 日				
	(3) 不具合の状況				
<hr/> <hr/>					
Heガス加圧後は、カプセル内圧をブレイクして大気圧にする。					
	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>日付</td> <td>担当</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	日付	担当		
日付	担当				

高圧水実験カプセル組立データシート		5/14
試験部容器 加圧試験 (R棟)	(1) データアンプ結線及び導通確認	<input type="checkbox"/> OK
	(2) 各計装アンプ設定ゲインの調整 (圧力計は検査成績書に基づく)	<input type="checkbox"/> OK
	(3) 加圧圧力	MPaG ガス種_____
	計測値	室温 _____ °C、 T1: _____ °C、 T2: _____ °C、 T3: _____ °C T4: _____ °C、 T5: _____ °C、 T6: _____ V P1: _____ MPaG、 P2: _____ MPaG、 P3: _____ MPaG、 P4: _____ MPaG
		日付 担当
外部容器 加圧試験 (R棟)	(1) データアンプ結線及び導通確認	<input type="checkbox"/> OK
	(2) 各計装アンプ設定ゲインの調整 (圧力計は検査成績書に基づく)	<input type="checkbox"/> OK
	(3) 加圧圧力	MPaG ガス種_____
	計測値	室温 _____ °C、 T1: _____ °C、 T2: _____ °C、 T3: _____ °C T4: _____ °C、 T5: _____ °C、 T6: _____ V P1: _____ MPaG、 P2: _____ MPaG、 P3: _____ MPaG、 P4: _____ MPaG
		日付 担当
昇温試験 (R棟)	(1) データアンプ結線及び導通確認	<input type="checkbox"/> OK
	(2) 各計装アンプ設定ゲインの調整 (圧力計は検査成績書に基づく)	<input type="checkbox"/> OK
	(3) 昇温温度	_____ °C
	計測値	室温 _____ °C、 T1: _____ °C、 T2: _____ °C、 T3: _____ °C T4: _____ °C、 T5: _____ °C、 T6: _____ V P1: _____ MPaG、 P2: _____ MPaG、 P3: _____ MPaG、 P4: _____ MPaG
		日付 担当

## 高圧水実験カプセル組立データシート 6/14

燃料棟試験部容器組立完了時導通・絶縁抵抗測定	計装プラグピン名	計測センサ名称	計測センサ記号	導通抵抗値(Ω)	絶縁抵抗値(MΩ)	備考		
	A	P2 G-	P2					
	B	P2W+						
	B	P2W+						
	D	P2R+						
	F	P1G+	P1					
	G	P1W-						
	H	P1B-						
	J	P1R+						
	L	P3G+	P3					
	M	P3W-						
	N	P3B-						
	P	P3R+						
	R	P4G+	P4					
	S	P4W-						
	T	P4B-						
	W	P4R+						
	Y	T1+	T1					
	Z	T1-						
	a	T2+	T2					
	b	T2-						
	c	T3+	T3					
	d	T3-						
	e	T4+	T4					
	f	T4-						
	g	T5+	T5					
	h	T5-						
	i	T6+	T6					
	j	T6-						
	c	T7+	T7					
	x	T7-						
	m	ヒータ	HE					
	r							
※ 絶縁抵抗測定レンジ：ヒータ 100V、その他 25Vで測定の事						日付 担当		

高圧水実験カプセル組立データシート 7/14																				
試 験 部 容 器 組 立 完 了 時 確 認 (燃料棒)	(1)組立要領書に基づく確認 <input type="checkbox"/> OK																			
	(2)計装品の取付状態確認 <input type="checkbox"/> OK																			
	(3)導通・絶縁抵抗確認 <input type="checkbox"/> OK																			
	(4)写真撮影(デジタルカメラ) 撮影枚数 _____枚																			
	研究室担当者 確認 _____氏																			
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>日 付</td> <td>係 員</td> <td>担 当</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	日 付	係 員	担 当																
日 付	係 員	担 当																		
実 験 燃 料 検 査	(1)実験燃料番号の確認 _____																			
	(2)型 式 _____																			
	(3)外観の確認 <input type="checkbox"/> OK																			
	(4)表面線量率(セミホットセル内インセルモニタ) _____ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ at 1.0m																			
	(5)写真撮影(ペリスコープ・デジタルカメラ) 撮影枚数 _____枚																			
	研究 Gr 担当者立会 _____氏																			
		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>撮 影 箇 所</th> <th>枚 数</th> <th>備 考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0° (燃料番号面)</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>90°</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>180°</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>270°</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	撮 影 箇 所	枚 数	備 考	0° (燃料番号面)			90°			180°			270°					
	撮 影 箇 所	枚 数	備 考																	
	0° (燃料番号面)																			
	90°																			
180°																				
270°																				
	<p>上部端栓</p>																			
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>日 付</td> <td>担 当</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	日 付	担 当																	
日 付	担 当																			

高圧水実験カプセル組立データシート 8/14																																						
燃料の取り付け	(1)取付状態	<input type="checkbox"/> OK																																				
	(2)総合外観	<input type="checkbox"/> OK																																				
			日付	担当																																		
クラッド表面熱電対取付位置	(1)熱電対素線 ( $P_t - 13\%Rh - P_t, \phi 0.2mm$ ) (2)研磨位置																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ch No.</th> <th>研磨位置</th> <th>研磨回数</th> <th>研磨位置角度</th> <th>研磨スピード</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="5">#1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						ch No.	研磨位置	研磨回数	研磨位置角度	研磨スピード	備考	#1																									
	ch No.	研磨位置	研磨回数	研磨位置角度	研磨スピード	備考																																
	#1																																					
	(3)熱電対取付位置(管理表に基づく)																																					
	熱電対導通	十側 <u>      </u> Ω	一側 <u>      </u> Ω																																			
炉心中心位置 (固定端から76mm)																																						
① 取付後の外観 <input type="checkbox"/> OK ② 取付位置・寸法の確認 <input type="checkbox"/> OK																																						
記事 _____																																						
		日付	担当																																			
燃料ホルダ組立完了時確認	①試験部容器蓋部への燃料ホルダの取付け状態 <input type="checkbox"/> OK ②導通抵抗確認 <input type="checkbox"/> OK <u>#1</u> <u>      </u> Ω																																					
	(1)組立要領書に基づく確認 <input type="checkbox"/> OK (2)計装品の取付状態 <input type="checkbox"/> OK																																					
	(3)写真撮影(ペリスコープ・デジタルカメラ) 撮影枚数 _____ 枚																																					
		日付	係員	担当																																		

高圧水実験カプセル組立データシート 9/14						
純 水 注 水 量	(1) 試験部容器 ① 注水量 <input type="checkbox"/> B-I型 (      cc )    ② 注水確認 <input type="checkbox"/> OK *: 研究グループの組立管理指示に従う。 (2) 注水後の電導度 <u>     μS</u> (10 μS以下) (水温 <u>     °C</u> )	<table border="1" style="width: 100px; height: 40px;"> <tr><td>日付</td><td>担当</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>	日付	担当		
	日付		担当			
試 験 部 容 器 蓋 の 取 付	(1) フランジボルトの締め付け(12本) ① 1回目 締め付けトルク値 7N·m <input type="checkbox"/> OK ② 2回目 締め付けトルク値 16N·m <input type="checkbox"/> OK ③ 3回目 締め付けトルク値 26N·m <input type="checkbox"/> OK 締め付け回数 <u>     回</u> ④ 4回目 締め付けトルク値 26N·m (連続) <input type="checkbox"/> OK ⑤ ボルトの締め付け状態及び外観 <input type="checkbox"/> OK ⑥ 熱電対(T7)と圧力計(P2)コネクタの接続 <input type="checkbox"/> OK	<table border="1" style="width: 100px; height: 40px;"> <tr><td>日付</td><td>担当</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>	日付	担当		
	日付		担当			
試 験 部 容 器 加 圧 試 験 ケ イ ブ	(1) 窒素ガス注入 <input type="checkbox"/> OK (2) 加圧圧力(1.0MPaG 以下) ※ <u>     [MPaG]</u> <input type="checkbox"/> OK (3) 測定時間(10分以上) ※ 開始 <u>     時    分</u> 終了 <u>     時    分</u> (4) 結果 <input type="checkbox"/> OK 【圧力降下が無いこと】 備考 (1) 第 <u>     </u> 回目に合格 (2) 合格日 <u>     年    月    日</u> (3) 不具合の状況 ----- ----- N2 加圧後は、カプセル内圧をブレイクして大気圧にする。 ※ 加圧5分後の値を記入(圧力、測定時間)	<table border="1" style="width: 100px; height: 40px;"> <tr><td>日付</td><td>担当</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>	日付	担当		
	日付		担当			
試 験 部 容 器 ヘ リ ウ ム 漏 洩 試 験	(1) ヘリウムガス注入 <input type="checkbox"/> OK 圧力(大気圧) <input type="checkbox"/> OK (2) 測定時間 開始 <u>     時    分</u> 終了 <u>     時    分</u> (3) テストポート値 <u>     [Pa]</u> (4) 漏洩量 <u>     × 10<sup>-7</sup> [Pa·m<sup>3</sup>/s]</u> (5) 結果 <input type="checkbox"/> OK 【基準 1.0 × 10 <sup>-7</sup> (Pa·m <sup>3</sup> /s) 以下のこと】 備考 (1) 第 <u>     </u> 回目に合格 (2) 合格日 <u>     年    月    日</u> (3) 不具合の状況 ----- ----- Heガス加圧後は、カプセル内圧をブレイクして大気圧にする。	<table border="1" style="width: 100px; height: 40px;"> <tr><td>日付</td><td>担当</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>	日付	担当		
	日付		担当			

## 高圧水実験カプセル組立データシート 10/14

ケーブル内導通・絶縁抵抗測定	計装プラグピン名	計測センサ名称	計測センサ記号	導通抵抗値(Ω)	絶縁抵抗値(MΩ)	備考
	A	P2 G-	P2			
	B	P2W+				
	B	P2W+				
	D	P2R+				
	F	P1G+	P1			
	G	P1W-				
	H	P1B-				
	J	P1R+				
	L	P3G+	P3			
	M	P3W-				
	N	P3B-				
	P	P3R+				
	R	P4G+	P4			
	S	P4W-				
	T	P4B-				
	W	P4R+				
	Y	T1+	T1			
	Z	T1-				
	a	T2+	T2			
	b	T2-				
	c	T3+	T3			
	d	T3-				
	e	T4+	T4			
	f	T4-				
	g	T5+	T5			
	h	T5-				
	i	T6+	T6			
	j	T6-				
	C	T7+	T7			
	X	T7-				
	m	ヒータ	HE			
	r					

※ 絶縁抵抗測定レンジ : ヒータ 100V 、その他 25Vで測定の事	日付	担当

高圧水実験カプセル組立データシート 11/14				
外部容器へ取付	<p>(1) フランジボルトの締め付け(9本)</p> <p>① 1回目 締め付けトルク値 7N·m <input type="checkbox"/> OK          ② 2回目 締め付けトルク値 16N·m <input type="checkbox"/> OK          ③ 3回目 締め付けトルク値 16N·m(連続) <input type="checkbox"/> OK          ④ ボルトの締め付け状態及び外観 <input type="checkbox"/> OK</p>			
	<table border="1" style="width: 100px; margin: auto;"> <tr><td>日 付</td><td>担 当</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>	日 付	担 当	
日 付	担 当			
外部容器ヘリウム漏洩試験(ケーブ)	<p>(1) ヘリウムガス注入 <input type="checkbox"/> OK 圧力(大気圧) <input type="checkbox"/> OK          (2) 測定時間 開始 時 分 終了 時 分          (3) テストポート値 [Pa]          (4) 漏洩量 <math>\times 10^{-}</math> [Pa·m<sup>3</sup>/S]          (5) 結果 <input type="checkbox"/> OK 【基準 <math>1.0 \times 10^{-7}</math> (Pa m<sup>3</sup>/S) 以下のこと】</p> <p>備考</p> <p>(1) 第 回目に合格          (2) 合格日 年 月 日          (3) 不具合の状況          -----          -----</p> <p>Heガス加圧後は、カプセル内圧をブレイクして大気圧にする。</p>			
	<table border="1" style="width: 100px; margin: auto;"> <tr><td>日 付</td><td>担 当</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>	日 付	担 当	
日 付	担 当			
外部容器負圧試験(ケーブ)	<p>(1) 外部容器を10分以上負圧排気し、連成計の負圧を約-0.1MPaGにする <input type="checkbox"/> OK          (2) 外部容器内の負圧状態保持(30分以上) 分 (圧力上昇が無い事)          (3) 結果 <input type="checkbox"/> OK          (4) 外部容器ガス抜きバルブ「閉」 <input type="checkbox"/> OK          (5) 真空開放確認 <input type="checkbox"/> OK</p>			
	<table border="1" style="width: 100px; margin: auto;"> <tr><td>日 付</td><td>担 当</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>	日 付	担 当	
日 付	担 当			

## 高圧水実験カプセル組立データシート

12/14

装 荷 裝 置 へ の 装 荷	(1) 負圧試験						
	①外部容器を10分以上負圧排気し、連成計の負圧を約-0.1MPaGにする	<input type="checkbox"/> OK					
	②外部容器内の負圧状態保持(30分以上)	分 (圧力上昇が無い事)					
	③結果	<input type="checkbox"/> OK					
	④外部容器ガス抜きバルブ「閉」	<input type="checkbox"/> OK					
	⑤ 真空開放確認	<input type="checkbox"/> OK					
	(2) 計装プラグとコネクタの接続	<input type="checkbox"/> OK					
	(3) カラーキャップの取付						
	ボルト締め付け(3本)締め付けトルク値 16N·m	<input type="checkbox"/> OK					
	(4) カラーキャップの取付状態	<input type="checkbox"/> OK					
(5) 導通・絶縁抵抗値の確認(データシート 10/ 14 参考)	<input type="checkbox"/> OK						
(6) 外部容器の外観検査(目視)	<input type="checkbox"/> OK						
(7) 昇温試験							
①データアンプ結線確認	<input type="checkbox"/> OK						
②各計装アンプ設定ゲインの調整	<input type="checkbox"/> OK						
(圧力計は検査成績書に基づく)							
③昇温温度	°C						
計測値 室温	°C	T1:	°C	T2:	°C	T3:	°C
		T4:	°C	T5:	°C	T6:	V
P1:	MPaG	P2:	MPaG	P3:	MPaG	P4:	MPaG
(8)装荷装置B型にカプセル装荷	<input type="checkbox"/> OK						
(9)カプセル収納時の装荷装置B型表面線量率							
ガンマ線	μSv/h	測定者	測定器No.				
中性子線	μSv/h	測定者	測定器No.				
(10)装荷後の確認							
①荷重計	<input type="checkbox"/> OK		日付	係員	担当		
②距離計	<input type="checkbox"/> OK						
資料の確認	(1)カプセル内圧計の検査成績書の確認	<input type="checkbox"/> OK		日付	担当		
	(2)データアンプ結線図の確認 (係員、立会の下で行う。)	<input type="checkbox"/> OK					

## 高圧水実験カプセル組立データシート

13/14

デ ー タ ア ン プ カ プ セ ル 出 力 端 子 ( カ プ セ ル 実 験 孔 挿 入 後 ) の 導 通 ・ 絶 縁 抵 抗 測 定	カプセル出力 端子番号	計測センサ名称	計測 センサ記号	導通抵抗値 (Ω)	絶縁抵抗値 (MΩ)	備 考
	SB-1+	P2 G-	P2			
	SB-1-	P2W+				
	SB-1-	P2W+				
	SB-2-	P2R+				
	SB-3+	P1G+	P1			
	SB-3-	P1W-				
	SB-4+	P1B-				
	SB-4-	P1R+				
	SB-5+	P3G+	P3			
	SB-5-	P3W-				
	SB-6+	P3B-				
	SB-6-	P3R+				
	SA-1+	P4G+	P4			
	SA-1-	P4W-				
	SA-2+	P4B-				
	SA-2-	P4R+				
	T-1+	T1+	T1			
	T-1-	T1-				
	T-2+	T2+	T2			
	T-2-	T2-				
	T-3+	T3+	T3			
	T-3-	T3-				
	T-4+	T4+	T4			
	T-4-	T4-				
	T-5+	T5+	T5			
	T-5-	T5-				
	SA-5+	T6+	T6			
	SA-5-	T6-				
	SA-3+	T7+	T7			
	SA-3-	T7-				
	m-r	ヒータ	HE			
※ 絶縁抵抗測定レンジ : ヒータ 100V 、その他 25Vで測定の事				日 付	担 当	

高圧水実験力プセル組立データシート 14 / 14

カプセル識別番号: \_\_\_\_\_

#### 動歪みアンプの校正(CAL)電圧

計装記号		製造番号等*	圧力計仕様 <sup>**</sup>	印加電圧 (V)	実際ゲイン (V)	LPF (kHz)
P1	内部カプセル	試験部容器静圧	MPa/ μs	2		Full
P2		試験部容器動圧	MPa/ μs	2		Full
P3		圧力抑制タンク静圧	MPa/ μs	2		Full
P4		外部容器内静圧	MPa/ μs	2		Full

\*1: B-I型部品製作及び組立図書内の圧力計検査成績書に記載された値を記入する。

## 差動アンプのゲイン電圧

計装記号		型式	感度	設定ゲイン	実際ゲイン(V)	LPF(kHz)
T1	内部力プセル	試験部容器温度	K	$mv^{\circ}/300^{\circ}\text{C}$	$6v/300^{\circ}\text{C}$	2
T2			K	"	"	2
T3			K	"	"	2
T4			K	"	"	2
T5		圧力抑制タンク温度	K	"	"	2
T6*	外部容器内温度		K	"	"	2
T7*	ケラード温度		R	$mv^{\circ}/1000^{\circ}\text{C}$	$4v/1000^{\circ}\text{C}$	2

\* 2: B-I型部品製作及び組立図書内の熟電対検査成績書に記載された値を記入する。

\*3: 既存 R 熱電対の値とする。

\*4:相対値(出力電圧(V))を示す。

日付	担当

# 国際単位系 (SI)

表1. SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m <sup>2</sup>
立体積	立方メートル	m <sup>3</sup>
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s <sup>2</sup>
波数	メートル毎秒	m <sup>-1</sup>
密度(質量密度)	キログラム毎立方メートル	kg/m <sup>3</sup>
質量体積(比体積)	立法メートル毎キログラム	m <sup>3</sup> /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m <sup>2</sup>
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
(物質量の)濃度	モル毎立方メートル	mol/m <sup>3</sup>
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m <sup>2</sup>
屈折率(数の)	1	1

表5. SI 接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 <sup>24</sup>	ヨタ	Y	10 <sup>-1</sup>	デシ	d
10 <sup>21</sup>	ゼタ	Z	10 <sup>-2</sup>	センチ	c
10 <sup>18</sup>	エクサ	E	10 <sup>-3</sup>	ミリ	m
10 <sup>15</sup>	ペタ	P	10 <sup>-6</sup>	マイクロ	μ
10 <sup>12</sup>	テラ	T	10 <sup>-9</sup>	ナノ	n
10 <sup>9</sup>	ギガ	G	10 <sup>-12</sup>	ピコ	p
10 <sup>6</sup>	メガ	M	10 <sup>-15</sup>	フェムト	f
10 <sup>3</sup>	キロ	k	10 <sup>-18</sup>	アト	a
10 <sup>2</sup>	ヘクト	h	10 <sup>-21</sup>	ゼット	z
10 <sup>1</sup>	デカ	da	10 <sup>-24</sup>	ヨクト	y

表3. 固有の名称とその独自の記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI 基本単位による表し方
平面角	ラジアン <sup>(a)</sup>	rad	$m \cdot m^{-1}$ <sup>(b)</sup>	$m \cdot m^{-1}$
立体角	ステラジアン <sup>(a)</sup>	sr <sup>(c)</sup>	$m^2 \cdot m^{-2}$ <sup>(b)</sup>	$m^2 \cdot m^{-2}$
周波数	ヘルツ	Hz	$s^{-1}$	$s^{-1}$
压力	ニュートン	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
圧力、応力	パスカル	Pa	$N/m^2$	$N \cdot m^{-2}$
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
功率、放射束	ワット	W	$J/s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
電荷、電気量	クーロン	C	$s \cdot A$	$s \cdot A$
電位差(電圧)、起電力	ボルト	V	$W/A$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
静電容量	ファラード	F	$C/V$	$m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
電気抵抗	オーム	Ω	$V/A$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^2$
コンダクタンス	ジemens	S	$A/V$	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
磁束密度	テスラ	T	$Wb/m^2$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
インダクタンス	ヘンリー	H	$Wb/A$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
セルシウス温度	セルシウス度 <sup>(d)</sup>	°C	$cd \cdot sr^{(e)}$	$cd \cdot sr$
光束度	ルクス	lx	$lm/m^2$	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot cd = cd$
(放射性核種の)放射能吸収線量、質量エネルギー一分率、カーマ	ベクレル	Bq	$lm/m^2$	$m^2 \cdot m^{-1} \cdot cd = m^{-2} \cdot cd$
線量当量、周辺線量当量、方向性線量当量、個人線量当量	シーベルト	Sv	$s^{-1}$	$s^{-1}$

(a) ラジアン及びステラジアンの使用は、同じ次元であっても異なる性質をもった量を区別するときの組立単位の表し方として利点がある。組立単位を形作るときのいくつかの用例は表4に示されている。

(b) 実際には、使用的する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号“1”は明示されない。

(c) 測光学では、ステラジアンの名称と記号srを単位の表し方の中にそのまま維持している。

(d) この単位は、例としてミリセルシウス度m°CのようにSI接頭語を伴って用いても良い。

表4. 単位の中に固有の名称とその独自の記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
粘力のモーメント	バースカル	Pa · s	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
表面張力	ニュートンメートル	N · m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
角速度	ニュートンメートル	N/m	$kg \cdot s^{-2}$
角加速度	ラジアン毎平方秒	rad/s	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} = s^{-1}$
熱流密度、放射照度	ワット毎平方メートル	W/m <sup>2</sup>	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
熱容量、エンタルピー	ジュール毎ケルビン	J/K	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
質量熱容量(比熱容量)	ジュール毎キログラム	J/(kg · K)	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
質量エネルギー	一	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m · K)	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m <sup>3</sup>	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^2$
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
体積電荷	クーロン毎立方メートル	C/m <sup>3</sup>	$m^{-3} \cdot s \cdot A$
電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m <sup>2</sup>	$m^{-2} \cdot s \cdot A$
誘電率	ファラード毎メートル	F/m	$m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	$m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot mol^{-1}$
モルエンタルピー	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol · K)	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
照射線量(X線及びβ線)	クーロン毎キログラム	C/kg	$kg^{-1} \cdot s \cdot A$
吸収線量	グレイ毎秒	Gy/s	$m^2 \cdot s^{-2}$
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	$m^4 \cdot m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3} = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m <sup>2</sup> · sr)	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3} = kg \cdot s^{-3}$

表5. SI 接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 <sup>24</sup>	ヨタ	Y	10 <sup>-1</sup>	デシ	d
10 <sup>21</sup>	ゼタ	Z	10 <sup>-2</sup>	センチ	c
10 <sup>18</sup>	エクサ	E	10 <sup>-3</sup>	ミリ	m
10 <sup>15</sup>	ペタ	P	10 <sup>-6</sup>	マイクロ	μ
10 <sup>12</sup>	テラ	T	10 <sup>-9</sup>	ナノ	n
10 <sup>9</sup>	ギガ	G	10 <sup>-12</sup>	ピコ	p
10 <sup>6</sup>	メガ	M	10 <sup>-15</sup>	フェムト	f
10 <sup>3</sup>	キロ	k	10 <sup>-18</sup>	アト	a
10 <sup>2</sup>	ヘクト	h	10 <sup>-21</sup>	ゼット	z
10 <sup>1</sup>	デカ	da	10 <sup>-24</sup>	ヨクト	y

表6. 国際単位系と併用されるが国際単位系に属さない単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648000) rad
リットル	L	1L=1 dm <sup>3</sup> =10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
トン	t	1t=10 <sup>3</sup> kg
ネーバ	Np	1Np=1
ペル	B	1B=(1/2)ln10(Np)

表7. 国際単位系と併用されこれに属さない単位でSI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
電子ボルト	eV	1eV=1.60217733(49)×10 <sup>-19</sup> J
統一原子質量単位	u	1u=1.6605402(10)×10 <sup>-27</sup> kg
天文単位	ua	1ua=1.49597870691(30)×10 <sup>11</sup> m

表8. 国際単位系に属さないが国際単位系と併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
海里	里	1海里=1852m
ノット	ト	1ノット=1海里每時=(1852/3600)m/s
アール	a	1a=1 dam <sup>2</sup> =10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>
ヘルツ	ha	1ha=1 hm <sup>2</sup> =10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
バル	bar	1bar=0.1MPa=100kPa=1000hPa=10 <sup>5</sup> Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=10 <sup>-10</sup> m
ペー	b	1b=100fm <sup>2</sup> =10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>

表9. 固有の名称を含むCGS組立単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
エルグ	erg	1 erg=10 <sup>-7</sup> J
ダイナ	dyn	1 dyn=10 <sup>-5</sup> N
ボアズ	P	1 P=1 dyn · s/cm <sup>2</sup> =0.1Pa · s
ストークス	St	1 St =1cm <sup>2</sup> /s=10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /s
ガウス	G	1 G=10 <sup>-4</sup> T
エルステッド	Oe	1 Oe=(1000/4π)A/m
マクスウェル	Mx	1 Mx=10 <sup>-8</sup> Wb
スチール	sb	1 sb=1cd/cm <sup>2</sup> =10 <sup>4</sup> cd/m <sup>2</sup>
ホル	ph	1 ph=10 <sup>4</sup> lx
ガル	Gal	1 Gal=1cm/s <sup>2</sup> =10 <sup>-2</sup> m/s <sup>2</sup>

表10. 国際単位に属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
キュリ	Ci	1 Ci=3.7×10 <sup>10</sup> Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 <sup>-4</sup> C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 <sup>-2</sup> Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 <sup>-2</sup> Sv
X線単位	γ	1 γ=1 nT=10 <sup>-9</sup> T
ガンマ	γ	1 γ=10 <sup>-26</sup> W · m <sup>-2</sup> · Hz <sup>-1</sup>
ジャニスキー	Jy	1 Jy=10 <sup>-26</sup> W · m <sup>-2</sup> · Hz <sup>-1</sup>
フェルミ	fermi	1 fermi=1 fm=10 <sup>-15</sup> m
メートル系カラット	Torr	1 metric carat=200 mg=2×10 <sup>-4</sup> kg
トーラ	Torr	1 Torr=(101 325/760) Pa
標準大気	atm	1 atm=101 325 Pa
力	cal	1 cal=1J=10 <sup>-4</sup> kg · m <sup>2</sup>
ミクロ	μ	1 μ=1μm=10 <sup>-6</sup> m