JAEA-Technology 2016-038 DOI:10.11484/jaea-technology-2016-038



# HTTR起動用中性子源用の輸送容器の開発

Development of Transportation Container for Neutron Startup Source of High Temperature Engineering Test Reactor (HTTR)

> 島崎 洋祐 澤畑 洋明 柳田 佳徳 篠原 正憲 川本 大樹 高田 昌二

Yosuke SHIMAZAKI, Hiroaki SAWAHATA, Yoshinori YANAGIDA, Masanori SHINOHARA Taiki KAWAMOTO and Shoji TAKADA

> 原子力科学研究部門 大洗研究開発センター 高温工学試験研究炉部

Department of HTTR Oarai Research and Development Center Sector of Nuclear Science Research

February 2017

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは国立研究開発法人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(<u>http://www.jaea.go.jp</u>) より発信されています。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究連携成果展開部 研究成果管理課 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4 電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency. Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to Institutional Repository Section,

Intellectual Resources Management and R&D Collaboration Department, Japan Atomic Energy Agency.

2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2017

#### HTTR 起動用中性子源用の輸送容器の開発

日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門 大洗研究開発センター 高温工学試験研究炉部

島崎 洋祐、澤畑 洋明、柳田 佳徳<sup>\*1</sup>、篠原 正憲、川本 大樹、高田 昌二

#### (2016年11月29日 受理)

HTTR(高温工学試験研究炉)では起動用中性子源として、<sup>252</sup>Cf(3.7 GBq×3 個)を炉内に装荷し、約7年を目途に交換している。中性子源の中性子源ホルダへの装荷及び輸送物の製作は、販売業者のホットセル内で行われ、その後、HTTRまで輸送される。中性子源ホルダの制御棒案内ブロックからの取出・装荷は、HTTRのメンテナンスピット内で行う。

前回までの中性子源交換作業において、輸送容器に係る中性子源ホルダの取扱い上のリスクと して、作業員の被ばくのリスク及び中性子源ホルダの誤落下リスク、並びに輸送容器の誤った取 扱いによる事故のリスクが確認された。

そこで、そのリスクを低減し、かつ、製造から20年経過した従来の輸送容器をオーバーホール して使用し続ける場合と同程度のコストで、従来の輸送容器と同じA型輸送物の基準を満足する ことができる、HTTRの中性子源専用の新たな輸送容器を製作した。

大洗研究開発センター:〒311-1393 茨城県東茨城郡大洗町成田町 4002 番地 ※1 技術開発協力員

### JAEA-Technology 2016-038

### Development of Transportation Container for Neutron Startup Source of High Temperature Engineering Test Reactor (HTTR)

Yosuke SHIMAZAKI, Hiroaki SAWAHATA, Yoshinori YANAGIDA<sup>\*\*1</sup>, Masanori SHINOHARA, Taiki KAWAMOTO and Shoji TAKADA

> Department of HTTR Oarai Research and Development Center Sector of Nuclear Science Research Japan Atomic Energy Agency Oarai-machi, Higashiibaraki-gun, Ibaraki-ken

> > (Received November 29, 2016)

The High Temperature Engineering Test Reactor (HTTR) has three neutron startup sources (NSs) in the reactor core, each of which consists of <sup>252</sup>Cf with 3.7 GBq. The NSs are exchanged at the interval of approximately 7 years. The NS holders including NSs are transported from the dealer's hot cell to the reactor facility of HTTR using a transportation container. The loading work of NS holders to the control rod guide blocks is subsequently carried out in the fuel handling machine maintenance pit of HTTR.

Technical issues for transportation container, which are the reduction and prevention of radiation exposure of workers, the exclusion of falling of NS holder and the prevention of misoperation, were extracted from the experiences in the past two exchange works of NSs in order to develop a safety handling procedure.

Then, a new transportation container special to the NSs of HTTR was developed to solve the technical issues while keeping the cost as low as that for overhaul of conventional container and satisfying the regulation of A type transportation package.

Keywords: HTTR, Neutron Startup Source, Transportation Container, <sup>252</sup>Cf

**<sup>※</sup>**1 Collaborating Engineer

1.	緒言	<u></u> ∃ ·····1
2.	HTT	R 起動用中性子源
	2.1	HTTR 起動用中性子源の諸元
	2.2	HTTR 起動用中性子源の交換手順2
3.	HTT	R 起動用中性子源の取扱作業におけるリスクと低減策4
	3.1	漏えい中性子線・γ線による被ばくリスクの低減4
	3.2	中性子源ホルダ誤落下のリスクの低減
	3.3	輸送容器の誤った取扱いによる事故のリスクの低減
4.	輸送	容器の製作
	4.1	輸送容器の管理要領の制定・改定
	4.2	設計
	4.3	製作過程の試験・検査
	4.4	引渡し検査8
5.	結言	言8
謝	辞…	
参	考文献	¢9
付銀	禄 検	查成績書

# Contents

1.	Intro	duction ·····1
2.	Neut	ron Startup Source of HTTR ·····2
	2.1	Outline of Neutron Startup Source of HTTR ······2
	2.2	Neutron Startup Source Exchanging Procedure2
3.	Redu	action of Risks for Handling Work of Neutron Startup Source of HTTR4
	3.1	Prevention of Neutron and Gamma Ray Leakage
	3.2	Exclusion of Falling of NS holder
	3.3	Prevention of Misoperation of Transportation Container
4.	Man	ufacturing of Transportation Container ······6
	4.1	Establishment and Revision of Management Guideline for Transportation Container
	4.2	Design ······6
	4.3	Test and Inspection in Manufacturing Processes ······7
	4.4	Inspection for Delivery 8
5.	Conc	clusion ·····8
Acl	knowl	edgement ·····8
Ref	erenc	es9
App	pendix	x Inspection Reports 17

### 1. 緒 言

HTTR(高温工学試験研究炉)では起動用中性子源として、<sup>252</sup>Cf(3.7 GBq×3 個)を炉内に装荷し、約7年の頻度で交換している。中性子源の中性子源ホルダへの装荷から中性子源用輸送容器への収納までは、販売業者のホットセル内で行われ、その後、HTTRまで輸送される。中性子源ホルダの制御棒案内ブロックからの取出・装荷は、HTTRのメンテナンスピット内で行う。前回までの中性子源交換作業において、輸送容器に係る中性子源ホルダの取扱い上のリスクが確認された。そこで、確認されたリスクを低減し、かつ、従来の輸送容器を使用し続ける場合と同程度のコストで、従来の輸送容器と同じA型輸送物の基準を満足することが出来る、新たな輸送容器を設計・製作した。

輸送容器の製作にあたっては、新たに「輸送容器の管理要領」を制定し、これに基づき品質保 証活動を実施した。製作過程の試験及び引渡し試験を経て 2015 年 3 月に輸送容器は納品された。

本報では、HTTR 起動用中性子源のための新たな輸送容器の製作について、リスクとその低減 策、並びに製作過程における品質保証活動に焦点を当てて述べる。

## 2. HTTR 起動用中性子源

#### 2.1 HTTR 起動用中性子源の諸元

HTTR では、優れた中性子収率を有し、高い使用温度(約600℃)で安定な<sup>252</sup>Cfを中性子源として採用しており、<sup>252</sup>Cfを装荷した3つの中性子源ホルダが炉内に装荷されている<sup>1)</sup>。HTTR 起動用中性子源の仕様を表 2.1 に示す<sup>2)</sup>。<sup>252</sup>Cfの半減期が約2.6 年であること及び炉内に設置している広領域中性子検出器の健全性を確認するための一定の計数率が必要なことから、中性子源の定期的な交換が必要である。HTTR では、2015 年までに2回交換を行っている。

中性子源ホルダは SUS316L 製の円柱状のキャプセルで、炉心黒鉛構造物の一つである制御棒案 内ブロックに装荷されている。制御棒案内ブロック内の中性子源ホルダの配置を図 2.1 に示す。 中性子源ホルダが装荷された 3 体の制御棒案内ブロックは、燃料領域にある制御棒案内カラムの 最上段に、120°間隔で装荷されている。原子炉圧力容器の断面図を図 2.2 に示す。

#### 2.2 HTTR 起動用中性子源の交換手順

中性子源ホルダの組み立て、中性子源ホルダの中性子源ホルダケースへの装荷及び中性子源ホ ルダケースの輸送容器への収納は、販売業者のホットセル内で行われ、その後、HTTR へ輸送さ れる。

交換作業の概略図を図 2.3 に示す。

- 1) HTTR に搬入された輸送容器は、HTTR 原子炉建家内のメンテナンスピットの最上階のフロアに設置される。新たな中性子源ホルダは、中性子源ホルダケースの昇降及びマニピュレータの操作により、メンテナンスピット内の最適な取扱場所(遮へい窓からの距離及びメンテナンスピット床面からの高さがマニピュレータによる取扱作業を行うのに安全かつ容易に行える場所)に置かれる(図 2.3 の(a))。
- 2) 同じカラムに設置された、古い中性子源ホルダ入りの制御棒案内ブロック1体、可動反射 体ブロック2体及び遮へい体ブロック1体が炉内から燃料交換機(FHM: Fuel Handling Machine)により引き抜かれ、FHM内に収納される(図2.3の(b)及び(c))。
- FHM は天井クレーンによってメンテナンスピット上に置かれ、ボルトで固定される。その 後、古い中性子源ホルダ入りの制御棒案内ブロックは、メンテナンスピット内の取扱場所 に置かれる(図 2.3 の(d))。
- 4) 古い中性子源入りの中性子源ホルダは、マニピュレータを使用して、制御棒案内ブロックから取り出され、予めメンテナンスピット内に設置していた中性子源保管ブロック内に装荷される。その後、新しい中性子源入りの中性子源ホルダが制御棒案内ブロックに装荷される(図 2.3 の(e))。
- 5) 新しい中性子源入りの制御棒案内ブロックと古い中性子源入りの中性子源保管ブロックは、 FHM 内に収納される(図 2.3 の(f))。
- 6) 中性子源保管ブロックが、HTTR 原子炉建家内の使用済燃料貯蔵ラックに貯蔵される(図
   2.3 の(g))。

7) 最後に新しい中性子源入りの制御棒案内ブロックが炉内に再装荷される(図 2.3 の(h))。 上記手順を3回繰り返す。

輸送容器は、中性子源交換作業の内、以下の作業で用いられる。

- 1) 中性子源入りの中性子源ホルダの販売業者のホットセルから HTTR までの輸送。
- 2) 中性子源ホルダケースの昇降及びメンテナンスピット内の取扱場所への設置。

### 3. HTTR 起動用中性子源の取扱作業におけるリスクと低減策

これまでの中性子源交換作業において使用してきた従来の輸送容器は、HTTR 起動用中性子源 専用のものではなかった。このことが原因となり発生する、中性子源ホルダの安全な取扱いに係 る以下の3つのリスクが確認されていた。

1) 漏えい中性子線・y線による被ばくリスク

- 2) 中性子源ホルダ誤落下のリスク
- 3) 輸送容器の誤った取扱いによる事故のリスク

また、従来の輸送容器は、販売業者の所有物であり、製造から20年経過していたこと及びHTTR 起動用中性子源の輸送しか用途がなかったこともあり、維持費削減の観点から廃棄することが検 討されていた。このため、業者から輸送容器を買い取り・オーバーホールして使用し続けるか、 新たな輸送容器を製作するかを決めることが必要となった。そこで、3つのリスクを低減し、か つ、従来の輸送容器を使用し続ける場合と同程度のコストで、従来の輸送容器と同じA型輸送物 の基準を満足する、新たな輸送容器を製作することとした。本章では、リスクとその低減策につ いて述べる。

#### 3.1 漏えい中性子線・γ線による被ばくリスクの低減

一つ目のリスクは、地震による輸送容器の大きなずれが原因となり発生する漏えい中性子線・ y線による被ばくのリスクである。

従来の輸送容器は、大きい(φ1240 mm、h1855 mm、6.8 t) ため、図 3.1 に示すようにメンテナ ンスピットの最上階のフロアにボルトで固定することができなかったことから、ラッシングベル トにより養生版に固縛し、養生版をメンテナンスピットの最上階のフロアにボルトで固定してい た<sup>1)</sup>。このため、東北地方太平洋沖地震のような大きな地震により輸送容器がずれることによっ て起こる漏えい中性子線・y線による被ばくのリスクがあった。

そこで、新たな輸送容器を遮へい能力を維持しつつ小型化し、鋼鉄製のプレートにボルトで固 定する構造とすることによって、このリスクを低減できることを見出した。遮へい機能を維持し つつ小型化するために、新たな輸送容器では、中性子線の遮へい材をパラフィンと炭化ホウ素の 2 種類を用いることとした。一方、従来の輸送容器では、中性子線の遮へい材をパラフィンのみ としていた。輸送容器と鋼鉄製のプレートの両方をボルト固定の構造とすることにより、地震に 対する安定性が向上した。この結果、漏えい中性子線・γ線による被ばくのリスクを低減するこ とができた。新たな輸送容器のサイズは、φ820 mm、h1150 mm、2 t である。新たな輸送容器を図 3.2 に示す。

また、輸送容器の小型化により、輸送容器の天井クレーンによる HTTR 原子炉建家内での移動 作業の安全性も向上した。さらに、従来の輸送容器は中性子源ホルダケースを輸送容器上部に取 り付けられたウインチで昇降する構造であったのに対して、新たな輸送容器は、中性子源ホルダ ケースがレリーズワイヤで接続され、そのレリーズワイヤをフロアの高さに置いた昇降操作器に より昇降する構造としたため、高所作業が不要となり安全性が向上した。図 3.3 に中性子源ホル ダケースの昇降操作(リハーサル時)の様子を示す。

#### 3.2 中性子源ホルダ誤落下のリスクの低減

二つ目は、目測の誤り及びマニピュレータの誤操作が原因となり発生する中性子源ホルダの誤 落下のリスクである。

従来の輸送容器の中性子源ホルダケースは長尺(φ155 mm、h1285 mm)のため、メンテナンス ビット内の中性子源の取扱作業に最適な場所に引き込むことができなかった。これにより、中性 子源ホルダの中性子源ホルダケースからの取出しをメンテナンスピット内の最適な取扱場所から 離れた場所で行い、また、中性子源ホルダを最適な取扱場所までマニピュレータで保持した状態 で運ぶ必要があった。このため、目測の誤り及びマニピュレータの誤操作を原因とする中性子源 ホルダの誤落下のリスクがあった。従来の輸送容器の中性子源ホルダケースを図 3.4 に示す。

そこで、中性子源ホルダケースを中性子源ホルダを保持する能力を維持しつつ小型化すること により、このリスクを低減できる方法を見出した。小型化により、中性子源ホルダケースをロッ クナット(中性子源ホルダが中性子源ホルダケースから飛び出さないようにするために、中性子 源ホルダケースの上部に取り付ける蓋のような役割を担う部品)を締めたままで、メンテナンス ピット内の最適な取扱場所まで引き込めるようになった。これにより、中性子源ホルダの取出し が適切な取扱場所で行えるようになり、同時に中性子源ホルダをマニピュレータで保持した状態 で最適な取扱位置まで運ぶ操作が不要となった。この結果、中性子源ホルダ誤落下のリスクを大 幅に低減することができた。新たな中性子源ホルダケースのサイズは、φ75 mm、h135 mm である。 新たな中性子源ホルダケースとメンテナンスピット内での中性子源ホルダ取扱作業の改善の様子 を図 3.5 及び図 3.6 に示す。

また、従来の輸送容器は、中性子源ホルダを取出すために、中性子源ホルダケースの分離ボタ ンをマニピュレータで押し、輸送容器上部に取り付けたウインチによって、上蓋部分を持ち上げ る操作が必要となる複雑な構造をしていた。一方、新たな中性子源ホルダケースは、ネジ込み構 造とすることで、ロックナットを回すだけで中性子源ホルダの取出しが可能となる単純な構造と した。小型化と単純な構造の採用等により、製作費用の低減も達成することができた。なお、こ れにより、新たな輸送容器の製作費用を従来の輸送容器を使用し続けるための費用と同程度にす ることができた。

#### 3.3 輸送容器の誤った取扱いによる事故のリスクの低減

三つ目のリスクは、輸送容器の誤った取扱いが原因となり発生する事故のリスクである。

従来の中性子源交換作業では、輸送容器の所有者である業者の施設において、輸送容器の取扱 方法について説明を受け、取扱訓練を行い、それを基に手順を定めて安全に注意して輸送容器の 取扱いを行ってきた。このため、従来の取扱手順は輸送容器の設計思想や取扱・操作手順の根拠 を十分に理解して策定したとは言えず、取扱作業時に事故が発生するリスクがあった。

そこで、新しい輸送容器の製作に設計から携わり、その構造を熟知した者が中心となって要領・ マニュアルを制定し、その要領・マニュアルを用いて輸送容器の取扱いを行うこととした。これ により、輸送容器の誤った取扱いによる事故のリスクを低減することができた。

### 4. 輸送容器の製作

#### 4.1 輸送容器の管理要領の制定・改定

高温工学試験研究炉部では、これまでに輸送容器を保有したことがなかったため、新たに「輸送容器の管理要領」を制定する必要があった。制定にあたっては、まず始めに設計・開発、製作等に係る箇所を 2013 年度に制定し、これを基に仕様書の作成から始まる製作に係る品質保証活動を行った。

そして、製作が進み輸送容器の構造及び取扱方法が明確になってきた段階から改定の準備を開始し、2014年度に製作の完了に合わせる形で保守及び保管管理等に係る箇所を追加する改定を行った。また、同時期に「輸送容器の取扱い管理、保守及び保管管理マニュアル」も制定した。

さらに、輸送容器の納品後に実施した実際の使用場所でのリハーサルで判明した取扱作業に係るキーポイントを反映する改定も実施した。

#### 4.2 設計

設計においては、3 章における課題を解決するために必要な要求事項を満足する設計となって いること及び以下の仕様、遮へい性能、取扱機能等を満足することをチェック項目に据えて、設 計図面及び遮へい解析書等の提出図書の審査を実施した。

#### 4.2.1 仕様

以下を仕様として定めた。

- 外形寸法 : 図 4.1 に示すように、HTTR で保有するベースプレートに設置可能な寸 法及び形状とし、可能な限り小型化すること。
- 2) 遮蔽材料 : 中性子線 パラフィン、B<sub>4</sub>C 等

γ線 タングステン合金、鉛等

3) 漏洩線量率:表面における1 cm 線量当量率が2 mSv/h を超えないこと。

表面から1m離れた位置における1cm線量当量率が100μSv/hを超えない こと。

4) 収納部移動量:最大15m

#### 4.2.2 遮へい性能

HTTR 起動用中性子源である<sup>252</sup>Cf(線源強度:3.7×10<sup>9</sup>Bq-0%、3.7×10<sup>9</sup>Bq+15%)3個を収納 し、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行規則第十八条の五A型輸送物 に係る技術上の基準を満足する十分な遮へい能力を有すること。

A型輸送物に係る技術上の基準は以下のとおりである。

- 1) 表面における1 cm 線量当量率が2 mSv/h を超えないこと。
- 2) 表面から1m離れた位置における1cm線量当量率が100 µSv/hを超えないこと。

なお、遮へい性能については、遮へい計算書により示し、漏洩線量率検査により確認するこ とを要求事項とした。

#### 4.2.3 取扱機能等

HTTR 起動用中性子源の交換及び以下を取扱機能に係る要求事項として定めた。

- 1) 輸送時にトラック等への固縛に必要なフック等を設けること。
- 2) トラックへの積載時及び HTTR 施設内での取扱時に必要なクレーンフックを設けること。
- 3) HTTR 施設内での取扱時、設置に必要なボルト穴を設けること。また、ボルト等も納品 すること。
- 4) 中性子源ホルダ3個を昇降可能な昇降機能、それら3個を輸送容器内で収納又は把持す る機能、遮へい機能、シャッター等による出入機能を有すること。
- 5) 輸送容器設置面より最大15m下まで、線源が安全に昇降可能なこと。
- 6) 収納又は把持機能は、昇降中の機器への接触により線源が外れ落下しない構造であること。
- 7) 収納又は把持機能では、ホットセル内のマニピュレータ2本により線源が取外し及び取付けできること。なお、線源はホットセル内で1個取出し、残りは再度輸送容器内に戻すことができること。
- 8) 容器表面、線源ホルダを収納又は把持する部位を表面汚染の除去ができるような表面仕 上げとすること。
- 9) 供用後に実施する定期的な点検(外観点検)を容易に行えるよう考慮した設計であること。

#### 4.3 製作過程の試験・検査

製作過程における試験検査として、以下の1)~10)の10項目を実施した。

- 1) 材料検查
- 2) 溶接検査
- 3) 外観検査
- 4) 員数検査
- 5) 寸法検査
- 6) 作動試験
- 7) 吊上試験
- 8) 重量試験
- 9) 取扱試験
- 10) 漏洩線量率試験

3)外観検査、4)員数検査、5)寸法検査及び 6)作動試験の一部は工場での立会検査とした。特に 6)作動試験については、原子力機構の職員も操作をおこない、確実に操作できることを確認した。

1)の材料検査では、金属材料についてはミルシート及びメーカからの検査成績表により検査及 び確認を実施した。それ以外の材料であるパラフィンについては SDS によりパラフィンであるこ とを、炭化ボロンについてはメーカの分析表から炭化ボロンが含有されていることを確認した。

10)の漏洩線量率試験は、公益社団法人日本アイソトープ協会において、2015年の1月に納品 された3個の<sup>252</sup>Cfを用いて実施した。<sup>252</sup>Cfを装荷した3個の線源ホルダを輸送容器に装荷した 状態で測定し、その結果を基に換算を行い <sup>252</sup>Cf の減衰がない状態(仕様に定める最大の線源強度  $3.7 \times 10^9$  Bq -0%) でも A 型輸送物の基準である表面 2 mSv/h、輸送容器表面 1 m の距離で 100  $\mu$ Sv/h を満足することを確認した。

全ての検査項目について判定基準を満足した。

#### 4.4 引渡し検査

輸送容器は、2016年の3月にHTTR原子炉建家内に搬入され、以下の1)~3)の引渡し検査を実施した。

- 1) 外観検査
- 2) 員数検査
- 3) 作動検査

3)の作動検査については、製作過程の検査と同様に原子力機構の職員による作動確認も行った。 全検査項目について判定基準を満足していることが確認され、輸送容器は納品された。

### 5. 結 言

過去の中性子源交換作業で確認されたリスクを低減するために、輸送容器の管理要領を制定し 新たな輸送容器の製作を行った。その結果、以下の成果を得た。

- 小型化と簡易な構造の採用により、従来輸送容器を使用し続ける場合と同程度のコストで A型輸送容器の基準を満足させつつ、予防処置を図れる新たな輸送容器を完成させた。
- 2) 中性子源ホルダの取扱作業の予防処置を図った新たな輸送容器を完成させた。
- 輸送容器の取扱い管理、保守及び保管管理マニュアルを制定するとともに、リハーサルで 判明した取扱いに係るキーポイントを反映する改定も実施した。
- 4) 中性子源交換作業のうち、輸送容器に係る作業の安全性を向上させた。

なお、2015年度に実施された中性子源の取扱作業はトラブル等の発生が無く安全に完了した。

### 謝辞

本報告書をまとめるにあたり貴重なご助言を頂いた高温工学試験研究炉部 伊与久達夫氏に感 謝いたします。また、本輸送容器を製作いただいたポニー工業(株)の関係者各位に感謝いたし ます。

参考文献

- 1) 竹田、飛田、茂木 他, "高温工学試験研究炉の本設中性子源に対する取扱い技術の確立", JAERI-Tech 99-053, 1999, 57p.
- 2) 高温工学試験研究炉部, "HTTR (高温工学試験研究炉)の試験・運転と技術開発 (2013 年度)", JAEA-Review 2014-041, 2014, 140p.

<u>A 2.1 1111K</u>	
種類	<sup>252</sup> Cf
数量	11.1 GBq (3.7 GBq x 3)
カプセル寸法	$\phi$ 7.8 mm × h 10 mm
最高使用温度	800°C
最高使用圧力	4.7 MPa







図 2.2 中性子源ホルダ入りの制御棒案内ブロックの配置



図 2.3 HTTR 起動用中性子源の交換作業の流れ



図 3.1 従来の輸送容器



図 3.2 新たな中性子源用輸送容器



図 3.3 中性子源ホルダケースの昇降操作(リハーサル時)



図 3.4 従来の輸送容器の中性子源ホルダケース1)



図 3.5 新たな輸送容器の中性子源ホルダケース



- \*1 中性子源ホルダを遮へい窓から離れた高さのある位置で取り出して、マニュピレータで保持したまま取扱場所まで運ぶため、中性子源ホルダの誤落下のリスクがあった。
- \*2 中性子源ホルダを取扱場所で取り出せるように改善したため、中性子源ホルダの誤落下のリスクを 大幅に低減した。

図 3.6 中性子源ホルダ取扱作業の改善



図 4.1 輸送容器設置イメージ

付録

検査成績書

本検査成績書は、試験・検査報告書から検査結果のみを抜粋したものです。

但し、個人名が特定できる箇所は伏せてあります。

This is a blank page.

$\square$	T
19	-01
Ε	40
50	9
₩	268
27	12
平民	PI-9

成

₹

蚉

飾 

承

PI-912

材料検査表(ステンレス材料)

_																				
		適用 J1S		JIS 6 4304			JIS 6 4303		JIS 6 4304	JIS 6 4303	JIS 6 4304	JIS G 3459		JIS 6 4303		JIS 6 4304	JIS 6 3446	1067 J 311	1005 0 CTL	IIS 6 4303
		制定	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	自777
		図面記載材質	SUS304	S U S 3 0 4	SUS304	S U S 3 0 4	S U S 3 0 4	S U S 3 0 4	S U S 3 0 4	SUS304	S U S 3 0 4	SUS304	S U S 3 0 4	S U S 3 0 4	S U S 3 0 4	S U S 3 0 4	SUS304	SUS304	S U S 3 0 4	SUS304
り輸送容器等の製作	検査実施者	名称	8mmt Plate	20mmt Plate	12mmt Plate	¢150mm Round Bar	150mm×35mm Flat Bar	¢60mm Round Bar	2mmt Plate	\$130mm Round Bar	5mmt Plate	$\phi 14 \times 1$ mmt $N^* 47^*$	22mm×75mm Flat Bar	¢70mm Round Bar	¢70mm Round Bar	20mmt Plate	$\phi 95 \times 7.5 \text{mmt}$ $N^* 47^*$	8mmt Plate	12mmt Plate	450mm
<b>己動用中性子源</b> の	7年3月19日	報品	0.1	0.2	0.3	0 4	0.5	0.6	0.7	0.8	6.0	0 1	0 1	0 2	0 1	0 2	0 3	0 4	0.5	0 1
品名 HTTR表	検査年月日 平成2	图器					PEC-912268-010-4	677-6 [TO]			1. 2	[08] 伝送管	[uo] > H.H.M.	[03] ンヤツダー採作パー			[11] シャッターロータ			[13] レヨーズワイヤ様績額

### JAEA-Technology 2016-038

	0 2	ф 90шп	SUS304	良好	CUCK J JII
	0 3	ф 75шт	S U S 3 0 4	良好	0005 D CIL
[13] 線源ホルダ取出口	01	$\phi$ 95×7. 5mmt $N^{\circ}$ 47°	SUS304	良好	J1S G 3446
	0 1	$\phi 101.6 \times 3 \text{mmt}  h^* 17^\circ$	SUS304	良好	J1S G 3459
[14] 1/)-7" 7/针接続为//"-	0 2	3mmt Plate	SUS304	良好	3068 J 311
	03	6mmt Plate	SUS304	良好	CU64 N 611
[15] 線源却砂" ロックボ 小	0 1	φ16	S U S 3 0 4	良好	J1S G 4303
[16] 線源却沙"接続自動ロック	10	16 0/1010/0400	5115 9 V 4	良好	
[17] 線源却的" 9代 2 次 ロック	TO	10. 0 × 1219 × 2430	4 0 0 0 0 0 4	良好	1068 J 311
[18] >+99-0-97hgn° -		FT 000110100	1000110	良好	4004 A CIL
[19] シャックローク固定治具	10	00. U×1524×4100	4 N S S U S	良好	
	0 1	40 7F		良好	
1.201線源はシアクレイ ア	0 2	P.O. 13	nacheche	良好	
[27] 設置足	0 1	20mmt Plate	S U S 3 0 4	良好	J1S G 4305
PEC-912268-015-3	0.1	A 13 00	S115304	がす	115 6 4303
[21] 線源ホルダロッド	A 1	4 I.e. 00	* > > > > > > > > > > > > > > > > > > >	r%Xt	DODE D DIC
[22] 線源ホルダロックナット	0 1	φ75.00	S U S 3 0 4	良好	
[24] 線源ホルダ収納部	01	$\phi$ 75. 00	S U S 3 0 4	良好	J1S G 4303
[29] 線源却ゲロッド 押さえナット	0 1	$\phi$ 50. 00	S U S 3 0 4	良好	
PEC-912268-020-1	0 1	φ35	SUS316L	良好	
[01] 中性子源ホルダ					606F J 311
[02] 蓋	0 1	495 495	2115 2 1 6 1	良好	6064 N 611
[03] Oリング押さえ	01	W 4.0	7070000	良好	

From Pony Industry Co., Ltd.

平成 27年3月19日 PI-912268-040-01-2

作成

審 査

承認

材料検査表(鉛材料)

材         質         鉛         品         品         品         合         10           仕         人         先         日東化工機(株)         製         道         一         一         一           検査項目         平成27年3月3日         検査         日東化工機(株)         他用測定器         一         一         一         一           検査項目         平成27年3月3日         検査         売         日東化工機(株)         一         一         一         一         第         第           検査項目         一         一         一         一         一         一         一         一         第         第           検査         ア          一         一         一         一         一         第         第           材質検査           第         第         第         第         第         第         第           材質検査            第         第         第         第         第         第         第                 第         第         第         第 <th></th> <th>HTTR起動用中性子源の輸送容器等。</th> <th>つ製作</th> <th></th> <th>管理番号</th> <th>91-2268</th> <th></th>		HTTR起動用中性子源の輸送容器等。	つ製作		管理番号	91-2268	
仕人先         日東化工機(k)         製造元         日東化工機(k)         使用測定器         一           検査年月日         平成27年3月19日         検査実施者         使用測定器         一         第         第           検査作月日         平成27年3月19日         検査実施者         検査実施者         第         第         第         第           検査検査         秋雪(花3)         査         第         第         第         第         第           林賀検査         分析品位証明書を照査する。         査         第         第         第         第         第           総合 判 定           第         第         第         第         第           総合 判 定            第         第         第         第           総合 判 定            第         第         第         第           総合 判 定              約         約	運	いので、「「「」」の「「」」の「「」」の「」」の「「」」の「」」の「」」の「」」の「」	日番回	PEC-912268-010	部品番号	<del>3</del> 04	
検査年月日         平成27年3月19日         検査実施者         医用机压器            検査項目         平成27年3月19日         検査実施者         第00月         第         第         第           林質検査         分析品位証明書を照査する。         第         第         第         第         第         第         第           総合判 定             第         第         第         第           総合 判 定   <	入先	日東化工機(株)	這近元	日東化工機(株)	田分属田井		
検査項目 一	查年月日	平成 27 年 3 月 19 日 8	查実施者			L	
材質検査分析品位証明書を照査する。鉛の合有量が9.9.9%以上であること。良好総 合 判 定合格化学分析試験報告書を添付備 考	查項目	檢 3	E 要 1	趪		定基準	結果
総合判定 総合判定 化学分析試験報告書を添付 備考	材質検査	分析品位証明書を照査する。			鉛の合有量が99.	9%以上であること。	良好
化学分析試験報告書を添付           備         考	合判定			合格	- *		
備考		化学分析試驗報告書を添付					
	苑						

JAEA-Technology 2016-038

	3
19	-01
E	140-
\$	Ţ
年	26
27	112
成	5-
水	4

密

作

審 查

承認

材料検査表(タングステン合金)

-00	口111K些期用中注于原以開达谷4	指等の製作		御福	御 七 日	91-2268	
Ĭ	7 – MH	図面番号	PEC-912268-020	部	<b>米</b> 七	03	
入 先	五興商事(株)	製造売	(株) アライドマテリアル	同日世	17 DU	1000 JULA CON	
查年月日	平成27年 1月30日	検査実施者		(次出過)	任郎	ノナヘルモリレロ	
查項目	檢	查要像			判定	<b>基</b> 準	結 果
観検査	目視により図面と差異、性能に ないか検査する。	-影響を及ぼす様な	<b>変形、割れ、傷等の異常が</b>	図面と差異が割れ、傷等の。	なく、性能 異常がない	に影響を及ぼす様な変形、 いこと。	良好
	主要寸法を、校正された計測器	き用いて測定する	0	寸法が公差以	内であるこ	こと。【単位:100】	ľ,
	潮定箇所は、図面 PEC-912268-(	020-2 参照。		A	$\Phi 120$	+0.3 -0.3	120.01
				В	$\Phi 80$	+0.3 -0.3	79.93
				U	145	+0.5 -0.5	144.98
				D	20	+0.2 -0.2	20.04
+ 11 +				н	P. C. D \$3.	4 +0.3 -0.3	34.00
法倾宜				F			
				J			
				Н			
				Ι			
				J	$\setminus$		
	指定無き公差は、面取り部分を除	く長さ寸法に対する	5許容差(JISB0405-m)による。	X			
				HM-7であ.	ること。		HM-7
4 VT 99	米国や中学生をないたるという	7		比重办 <sup>§</sup> 18g/cm	『以上であ	ること。	18.11
貝俠笙	製道兀死行の棟宜成種衣を照住	.9 0.		硬度 HV (49N)	±55 300~5	360 であること。	311
				外観・寸法に	異常がない	いこと。	良好
合判定			合格				
碁							

From Pony Industry Co., Ltd.

Ш	-4
19	-01
щ	40-
\$	9
年	268
27	12
Z版	6-I.
1	

作成

峦 ෂ

Rá 承

4

材料検査表(タングステン合金)

山名	HTTR起動用中性子源の輸送容器	<b>等の製作</b>		管理番号	91-2268	
才 質	7 – MH	図面番号	PEC-912268-020	部品番号	05	
士 入 先	五興商事(株)	製造元	(株) アライドマテリアル	日小房日世	1600 NJU Lati	
食查年月日	平成27年 1月30日	検査実施者		(1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	ノナイ (Fuil-UU2)	
魚查項目	敬	査 要 億	Umr	判定	東 霍	結 果
<b>卜 観 検 査</b>	目視により図面と差異、性能に ないか検査する。	影響を及ぼす様な	2変形、割れ、傷等の異常が	図面と差異がなく、性1 割れ、傷等の異常がな	能に影響を及ぼす様な変形、 いこと。	良好
	主要寸法を、校正された計測器	を用いて測定する	0	寸法が公差以内である	こと。【単位:m】	1
	測定箇所は、図面 PEC-912268-0	20-2 参照。		A 160	+0.5 -0.5	160.0
				B 160	+0.5 -0.5	160.0
				C 20	+0.2 -0.2	20.0
				D		
*				Е		
丁达颅①				Н		
				J		
				Н		
	指定無き公差は、面取り部分を除。	く長さ寸法に対す、	5許容差 (JISB0405-m) による。	X		
				HM-7であること。		$\rm HM-7$
+ 1 出 +	米国や牛参牛米女シジ络一大事	1		比重が18g/cm3以上で、	あること。	18.10
4 賞 傸 ①	製道兀筅付い俩貨队績衣を照宜	9 0.		硬度 HV (49N) が 300-	~360 であること。	311
				外観・寸法に異常がな	いてと。	良好
8合判定			合格			
畫						

From Pony Industry Co., Ltd.

ш	5
19	-01
Щ	40-
3	9
年	268
27	12
平成	PI-9

弦

#

審 查

承認

材料検査表(タングステン合金)

本     日       市     市	1 7	トナジガド		回生日日	0000 Tr	
<ul> <li>市</li> <li>市</li> <li>人</li> <li>た</li> <li>売</li> <li>売</li></ul>	1 - 1	図面番号	PEC-912268-020	部品番号	90	
<ul> <li>         ・ ・ ・</li></ul>	<b>夏商事(株)</b>	製 造 元	(株) アライドマテリアル	田小戸田田	1000 NDQ1 4.771	
▲ 町 御 御 で な 売 二 な 売 二 二 が 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一	<b>\$27年 1月30日</b>	検査実施者		────────────────────────────────────	ノナイ (ドビハーロロム)	
▲ 御 御 び び 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50	檢	査 要 領		判定	<b>基</b> 準	結 果
通過	見により図面と差異、性能に いか検査する。	影響を及ぼす様な	変形、割れ、傷等の異常が	図面と差異がなく、性能 割れ、傷等の異常がな	能に影響を及ぼす様な変形、 いこと。	良好
迎展	要寸法を、校正された計測器	を用いて測定する		寸法が公差以内である	こと。【単位:mm】	1
	E箇所は、図面 PEC-912268-0	20-2参照。		A 160	+0.5 -0.5	160.0
				B 160	+0.5 -0.5	160.0
				C 20	+0.2 -0.2	20.0
				D		
+ + +				н		
丁达颅宜				(T.		
				G		
				Н		
				7		
指定	ご無き公差は、面取り部分を除.	く長さ寸法に対する	許容差 (JISB0405-m) による。	X		
				HM-7であること。		$\rm HM-7$
1 CC LA C	· 두 Ш 주 : + #9 만 주 \\ ( ) - 1 % - 1 #	1		比重が 18g/cm <sup>3</sup> 以上で 3	あること。	18.10
4 賞 倾 宜   製ī	亘兀ヂけい恢貨队槇衣で照住	9 0 0		硬度 HV (49N) が 300~	-360 であること。	311
				外観・寸法に異常がな	いこと。	良好
88 合 判 定			合格			
青考						

From Pony Industry Co., Ltd.

平成 27 年 3月 19 日 PI-912268-040-01-6

作成

審 查

承認

材料検査表 (パラフィン)

村         頃         パラフィン         図面番号         PEC-912368-010         部 品番号         02           仕         人         焼 燃 ゼネラル石油 (株)         製 造 元         東燃ゼネラル石油 (株)         博 島             検査年月日         平広 27年3月19日         検査実施者         東 総ゼネラル石油 (株)         博 周期定器              検査         東         街         査         第               検査         国         本         東                 検査         重         査         第 </th <th>材 管</th> <th>HTTR起動用中性子源の輸送容器</th> <th>器等の 製作</th> <th></th> <th>管理番号   91-5</th> <th>2268</th> <th></th>	材 管	HTTR起動用中性子源の輸送容器	器等の 製作		管理番号   91-5	2268	
仕 人 先 東燃ゼネラル石油(株)         製 造 元         東燃ゼネラル石油(株)         ●         ●           検査年月日         平成37年3月19日         検査実施者         ● <t< th=""><th></th><th>パラフィン</th><th>図面番号</th><th>PEC-912268-010</th><th>部 品 番 号 02</th><th></th><th></th></t<>		パラフィン	図面番号	PEC-912268-010	部 品 番 号 02		
検査年月日 平成27年3月19日 検査実施者 WHAILAGE 「 検査項目 たいしい 施 査 要 領 判 定 基 準 協 材質検査 SDSを照査する。 総合判定 SDSを照する。 総合判定 SDSを添付 一番 A SDSを添付 A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	仕 入 先	東燃ゼネラル石油(株)	製造売	東燃ゼネラル石油(株)	田行東日世		
検査項目 検査項目 単 定 基 準 裕 材質検査 SDSを照査する。 総合判定 SDSを服査する。 総合判定 SDSを添付 能合判定 SDSを添付 備 考	検査年月日	平成 27 年 3月 19 日	検査実施者		一		
林寶検査 SDSを照査する。 総合判定 合格 合格 部DSを添付 BA 合格 部DSを添付 おようまたの 合格 たいこう A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	検査項目	檢	查要。	JULE	判 定 3	<b>康</b>	結果
総合判定 総合判定 SDSを添付 備考	材質検査	SDSを照査する。			パラフィンであること。		良好
SDSを添付 備 考	総合判定			合格			
1)TH A	4 ±	SDSを添付					
	置						

### JAEA-Technology 2016-038

平成 27年3月19日 PI-912268-040-01-7

作成

審査

承認

材料検査表(炭化ボロン)

	HTTR起動用中性子源の輸送容器等の製作		管理番号 91-226.	~	
1	炭化ボロン (B <sub>4</sub> C)   図 面 番 号	FEC-912268-010	部 品 番 号 02		
	山陽貿易(株) 製造元	亡 中国製 (B4C)	田小東田田		
	平成 27 年 3月 19 日 検査実施者	1-	医出泡化硷		
	檢查要	領	判 定 基	* *	結果
	製造メーカの検査成績書によりB4Cが合有さ	れていることを照査する。	B₄Cが含有されていること。		良好
	製造メーカ発行の検査成績表により、粒度分布	向を照査する。	概ね 10 μm~100 μm に分布する	ر۲ ۲	良好
-		合格	_	-	
	製造メーカ発行の検査成績書を添付				Ť

From Pony Industry Co., Ltd.

平成 27 年 3 月 19 日 PI-912268-040-01-8

作成

審 查

承認

材料検査表(メタル中空Oリング)

品名	HTTR起動用中性子源の輸送容器等の	の製作		管理番号 91-2268		
材質	SUS321 🛛	引面番号	PEC-912268-020	部 品 番 号 04		
仕入先	日本バルカー(株) 製	复造元	日本バルカー(株)	田小原田田		
検査年月日	平成 27 年 3月 19 日 検	危查実施者		医用泡床品 -		
檢查項目	檢	至 要 億		判定基準	結	账
材質検査	製造メーカの検査成績書により材質	長を確認する。		材質は、SUS321であること。	良好	N
寸法検査	製造メーカの検査成績書により寸法	ちを確認する。		寸法が公差内であること。	良好	51
外観検査	製造メーカの検査成績書により外様	見を確認する。		外観に異常がなこと。	良好	N
総合判定			合格		-	
	製造メーカの検査成績書を添付					
備考						

From Pony Industry Co., Ltd.

#### 平成27年 3月19日 PI-912268-040-02-1

### 溶接検査表

			_			
4 名	HTTR起動用中性子源	の輸送容器等の製作	_			
2 造 年 月	平成27年 3月	製造番	号	15003 (91-22	(68)	
食 査 年 月 日	平成27年 3月19日	検査実施場	所	熊取工場		
〕 定	合格	検 査 実 施	者			
	溶接位置図示			溶接部位		結果
			А	天板		良好
			В	底板		良好
			С	シャッタロータフラン	ý	良好
	0 <sub>e</sub>	(H)(H)	D	シャッタロータフランジ	i	良好
O T	S POQ	G	Е	接続部75ンシ		良好
H	ALL AN					良好
			F	吊上ネジボン	2	良好
Carlo Carlo	AN IN			(天面)		良好
0-1-1-		C O				良好
C TH	F (F) (F) (F) (F) (F) (F) (F) (F) (F) (F		_	良好		
C	E		G	吊上ネジボン	ζ	良好
				(底面)		良好
T						良好
	Q	١				良好
			Н	設置足ベーン	z —	良好
						良好
		3 0 0				良好
12/	ANS \$	o A C A				良好
(Н)	H) ()		Ι	設置足		良好
			- Carth			良好
			2.8			良好
			J	通過口		良好

平成27年 3月19日 PI-912268-040-03-1

# 外観検査表

			名	HTTR起動用中性子源の	の輸送容	8器等の製作						
빗	造	年	月	平成27年 3月	製	造 番	号	15003 (91	-2268)			
贠	查 年	月	日	平成27年 3月19日	検	査 実 施	場 所	熊取工場	(			
刣			定	合格	検	查実加	施 者					
				外観図				部位		1	結	果
	0		(E			0	А	天板			良好	F
	R A #	-	I	# F B	10	F	В	底板			良好	F
	A		-	AND AND	The second		С	側板			良好	F
		N			4		D	シャッタフラン	が蓋		良好	F
	Land				Ý	IR	Е	シャッタフラン	ジ蓋		良好	F
1	e file				1 Alexandre			1			良好	F
	4				in the second se	FUET	F	設置足			良好	F
	(	G		Q		<u> </u>		in the second		-	良好	F
	~		)								良好	F
	O						G	接続部		-	良好	F
	e.			Q		E	Н	シャッタロック	部		良好	F
		1	3			(F	I	線源制外	ロックナット		良好	F
	Q -			<u>}</u> ₽			J	線源制的	収納部	_	良好	F
	00				6	E F	K	線源制度	口ット*	-	良好	F
					14					_	良好	f
	Ż						L	蓋		-	良好	f
		K		2			_	-		-	良好	f 7
		X	0	) ETT				Olly b' H	ロナニ	-	民 <u></u>	† 7
0		<u> </u>	(M)				M	10120 7	rez		良女	r z
1	Yet	9	en la				-			+	良好	7 7
							N	市林之海	5+11.4*	-	良好.	Z
		}					IN	中亚丁波	R41117	-	民外	1

平成27年 3月19日 PI-912268-040-04-1

### 員数検査表

				承認	審査	作成	
			Γ				
品名	HTTR起動	用中性子源の輪	送容器等の製作	:			
製造年月	平成 27 年 3	月	製造番号	15003 (	91-2268)		
検査年月日	平成 27 年 3	月 19 日	検査実施場所	f 熊取工	場		
判 定	合格		検査実施者				
試験・検査内容			判定基準		j	結果	
		輸送容器本体	本	1台		1台	
		設置足		4個	4	4個	
ロエエロお動田山松子派	の輸送密盟	同上用 M20 >	ボルト、ワッシ	マヤ 12個	1	2個	
[1] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []	9)	マルチアイス	ボルトM24	4個	8	4個	
(凶奋 PEU-912208-010-	3)	線源装填時	ヨプレート	2枚		2枚	
		同上用 M24 >	ボルト、ワッシ	ヤ 4本	0	4本	
		M20、M24 ボ	ックスレンチ	1式		1式	
		中性子源ホ	ルダ	3個	-	3個	
HTTR記動田由性子;	佰ホルダ	蓋		3個		3個	
(図采 DEC_019968_090	)	0リング押:	さえ	3個	3個		
(四田110 512200 020	/	中空Oリン	グ	3個		3個	
		予備品		1式		1式	
HTTR起動用中性子	源の輸送容器	線源ホルダ	ガイドワイヤ	1本	1本		
線源ホルダ収納部		線源ホルダ	ロックロッド	1本		1本	
(図番 PEC-912268-015-	1)	線源ホルダ	ロックナット	1個		1本	
		線源ホルダ	収納ケース	1個		1本	
備考							

平成27年 3月19日 PI-912268-040-05-1

# 寸法検査表

				承	認	審	査	作	成
品名	HTTR起動用中性	子源の輔	輸送容器等の製作	作					
製造年月	平成 27 年 3 月		製造番号		15003	(91-226	8)		
検査年月日	平成 27 年 3 月 19	日	検査実施場	所	熊取工	場			
判 定	合格		検査実施者	2					
Marry Midala BB	ノギス		Arte ray off 11		PAN-00	)2, PGN	-002		
使用測定器	鋼製巻尺		- 官埋番号		PGB-01	0			
検査	内容		判定基	準				結果	
主要寸法を計測器にて	測定する。	主要	す法が公差以P	内では	あること	o		合格	
測定箇所(HTTR [図面 PEC-92	中性子源輸送容器) 2268-010-3]		図面、	法(	mm)			測定値	
								820	
			4.0	90	4			820	
F	7	1.1	Ψ٥	20 <u>–</u>	4			820	
	11						820		
E	3		115	$0\pm 6$	6			1150	
C	2		101	$9\pm 6$	6			1019	
1	)		φ10	$040 \pm$	: 6			$\phi$ 1038	
- E	8		φ11	20以	下		-	φ1108	
F	7	- · ·	11(	$00 \pm 6$	ì		1096		
2					<u>.</u>			1097	
C	3		φ5	$20\pm$	4			φ 520	
F	I		φ5	$20\pm$	4	_		φ 520	_
測定箇所(HTTR中 ホルダ収納部)「図ī	性子源輸送容器 線源 <u>5 PEC-92268-015-1</u> ]			_				/	
1			ტ 75	5+0	3			φ75.0	
			ψΠ					φ75.0	
J	[		70:	±0.3	3			70.0	
ŀ	ζ	-	φ 59	$) \pm 0.$	3			φ 59. 0	
1			÷ 01					φ 59. 0	

		φ16.0
L	$\phi$ 16 $\pm$ 0. 2	φ16.0
		φ16.0
		φ 30. 0
М	$\phi 30 \pm 0.2$	φ 30. 0
		φ 30. 0
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	10. 0
Ν	$10 \pm 0.2$	10. 0
		10. 0
		71.1
0	$71 \pm 0.3$	71.1
		71.1
Р	$\phi  40 \pm 0.3$	40. 0
Q	$\phi$ 74±0. 3	φ74.0
R	19±0.2	19.0
S	$135 \pm 0.5$	135. 1
Т	119±0.3	119.0
HTTR起動用中性子源ホルダ		
(図番_PEC-912268-020)		
U-1	$\phi 28 \pm 0.2$	φ 28. 0
V-1	$26 \pm 0.2$	26.0
W-1	φ 20+0. 1、 -0	φ 20. 0
X-1	φ 8+0. 1, -0	φ 8. 0
Y-1	11+0. 1, -0	11. 0
Z - 1	φ 20-0. 05、-0. 20	φ19.9
a - 1	$5\pm 0.1$	5. 0
b-1	$\phi 16 \pm 0.2$	φ 16. 0
c - 1	30+0, -0.1	30. 0
d - 1	20+0. 2、 -0	20. 0
e - 1	10+0, -0.1	9. 9
f - 1	10+0, -0.1	10. 0
g - 1	$\phi 8 \pm 0.2$	8. 0
h – 1		
	4.5±0.1	4. 5
i-1	$     4.5 \pm 0.1     90 \pm 0.3 $	4. 5 90. 0
i-1 U-2	$ \begin{array}{c}     4.5 \pm 0.1 \\     90 \pm 0.3 \\     \phi 28 \pm 0.2 \end{array} $	4. 5 90. 0 φ 28. 0

W-2	φ 20+0. 1、 -0	φ 20. 0
X-2	φ 8+0. 1、 -0	φ 8. 0
Y-2	11+0. 1、 -0	11. 0
Z – 2	φ 20-0. 05、 -0. 20	φ 19. 9
a – 2	5±0.1	5.0
b-2	$\phi$ 16 $\pm$ 0. 2	φ16.0
c - 2	30+0, -0.1	30. 0
d – 2	20+0. 2、 -0	20. 0
e - 2	10+0, -0.1	9. 9
f - 2	10+0, -0.1	10. 0
g – 2	$\phi$ 8 $\pm$ 0. 2	8. 0
h – 2	4. $5 \pm 0.1$	4. 5
i – 2	$90 \pm 0.3$	90. 0
U-3	$\phi 28 \pm 0. \ 2$	$\phi$ 28. 0
V-3	$26 \pm 0.2$	26.0
W-3	φ 20+0. 1、 -0	φ 20. 0
X - 3	φ 8+0. 1、 -0	φ 8. 0
Y - 3	11+0. 1、 -0	11. 0
Z – 3	φ 20-0. 05、 -0. 20	φ19.8
a — 3	5±0.1	5. 0
b – 3	$\phi$ 16 $\pm$ 0. 2	φ16.0
c - 3	30+0, -0.1	30. 0
d – 3	20+0. 2, -0	20. 0
e - 3	10+0, -0.1	9. 9
f - 3	10+0、 -0. 1	10. 0
g – 3	$\phi 8 \pm 0.2$	8. 0
h – 3	4. $5 \pm 0.1$	4. 5
i – 3	$90 \pm 0.3$	90. 0
備考	-	•

平成 27 年 3 月 19 日 PI-912268-040-06-1

1

### 作動、重量、重量試験、取扱検査表

				承	認	審	査	作	成
品名	HTTR起動用中	性子源輸	送容器等の	製作					
製造年月	平成 27 年 3 月		製造番号		150	03 (91-	2268)		
			試験·検査	実施場所	熊耶	x工場			
試験・検査年月日	平成 27 年 3 月 19	ы	試験・検査	実施者					
試験・検子	查内容		判定是	表準				結	杲
【作動試験:シャッタの	)開閉】	シャッ	タが円滑に	開閉でき	、固治	定でき	3		
シャッタロータの開閉れ	が確実にでき、固定	こと。						合	格
ができることを確認する									
【作動試験:線源ホルタ	「収納部の昇降】	シャッ	タが開の状態	態で、線	源ホリ	レダ収線	内		1
シャッタが開の状態で、	輸送容器内の、線	部が、	昇降装置とし	ノリーズ	ワイト	アにより	2		
原ホルダ収納部が昇降装	<b>長置のレリーズワイ</b>	円滑に	移動するこ	とができ	るこ。	٤.			
ヤの移動により昇降で	きることを確認す							合	格
る。									
								_	
【吊上試験】		マルチ	アイボルト	及び輸済	送容器	目に変用	e		
輸送容器をマルチアイ	ボルトにより吊上	等がな	いこと。					合	格
げ、マルチアイボルト及	及び輸送容器に異常							-	114
がないことを目視にて確	崔認する。			_				_	1.11
【重量試験】		実際の	重量を測定す	する。			本体	19	13kg
クレーンスケールにより	)、輸送容器の重量						収納	物	3kg
を測定する。			199103 - 19700 - 19 - 200		10 0.000	142.017	総重	量 19	16kg
【取扱検査】		輸送容	器の付属部	品の脱え	<b></b> 皆が P	引滑につ	Ĉ	10	
輸送容器の付属部品が取	反り付けられること	きるこ	と。					合	格
A made state A set					6 U				
					2.0				

平成 27年3月25日 PI-912268-040-07-1

成

솪

査

њ

影

承

漏洩試驗表

試験年月日	平成27年3月25日	2011年11月1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日	15003 (91-2268)		製造年月	平成 27 年 3 日 25 日	_
判	合格	試験実施場所 試験実施者	公益社団法人日	本アイソトープ協会	● 使用測定器	中性子 TPS-451BS (06R1658) ア線 AE-133VA 1 (4013199)	
	試験要領			康	定基	集	
輸送容器に 2520	f3.7GBq×3個を線源ホルダに4	以納して、線源ホルタ	収納 容器	表面 2mSv/h以下、輸送	送容器表面より1	mの位置 100 m Sv/h以下	-
部に収納する。	校正された放射線測定器で容易。2011年の第二の第二の第二の第二の第二の第二の第二の第二の第二の第一の第一の第一の第一の第一の第一の第一の第一の第一の第一の第一の第一の第一の	器漏洩線量率を測定す http://とほった。/	2。 判定		合格		-
11内の数値は、	3. (rbd い計谷左 じめる+13%を)	<b>圳朱しだ値でめる。</b>	測定箇所	容器表面		atlm	-
A部表面		и <del>т</del> 1		7 100 (114)		7 7. 9 (9. 0)	-
r 16 (18)		「描い	00	n 315 (373)		n 40 (47)	_
n 57 (68)				合計 415 (487)		合計 47.9 (56)	_
合計 73 (86)		Ć		7 94 (108)		$\gamma$ 8.4 (9.6)	_
			90°	n 247 (292)		n 33 (38)	_
B部表面				合計 341 (400)		合計 41.4(47.6)	
r 37 (42)		/		$\gamma$ 89 (102)		$\gamma$ 7.3 (8.4)	_
n 150 (177)	/	/	180°	n 276 (327)		n 38 (45)	_
合計 187 (219)	.06	181	•	合計 365 (429)		合計 45.3 (53.4)	-
	1			r 84 (95)		r 7.9 (9.9)	-
	(	~	270°	n 253 (299)		n 33 (41)	_
	(B)	\ \ /		合計 337 (394)		合計 40.9(50.9)	
	5	$\times$		r 35 (40)		$\gamma$ 3.7 (4.2)	_
	- Ca	/ /	上部	n 42 (49)		n 8.6(11)	_
		+		合計 77 (89)		合計 12.3(15.2)	-
	V U			r 19 (22)		$\gamma$ 2.1 (2.4)	_
		010 270.	下部	n 20 (24)		n 5.0(6.0)	_
		in the second se		合計 39 (46)		合計 7.1(8.4)	
				γ 0.1		γ 0.1	_
		石部	BG	n 0		n 0	-
				合計 0.1		合計 0.1	-
備考	単位: ル Sv/h 2015/1/1 現在、3. 80GBq、3. 74GB 2015/1/1 由州-乙斗 20日20日、3. 74GB	d、3.76GBqより、2015/? この見上店しいた。また	3/25の総放射能は、1	0.65GBqである。結果は、総 ベロウレーキ	放射能の基準値であ	5る 11. IGBq に換算した。	
	側に値は、 T注丁は 3 回航 か 取 5	てい取入他CU儿。あん	· / 形は、 近10/1004 に	WTXCV/c°			7

From Pony Industry Co., Ltd.

平成 27 年 3月 26 日 PI-912268-040-08-1

### 引渡検査表

				承	認	審	査	作	「」
	ロママレお乗	田中州之近。	あど皮田体	の 御川 が					_
	<b>口IIK</b> 起到	1用甲性丁佩(	「制运谷岙守	の 設 行		(0.1 . 0.0			_
製造年月	平成 27 年 3	月	製造着	皆 号	15003	(91-22	268)		_
検査年月日	3月26日	検査実施	場所	JAH	EA I	HTTI	R		
判 定	合格		検査実	施者					
検査内容			判定基準					結果	1
【外観検査】 性能に影響を及ぼすよう。 み、きず等が無いことを する。	な割れ、へこ 目視にて検査	性能に影響な きず等がない	を及ぼすよう いこと。	な割れ	1, ~;	こみ、		良好	į.
【員数検査】		輸送容器本体	本			1台		確認	2010
HTTR起動用中性子源	の輸送容器	設置足				4個		確認	(
(図番 PEC-912268-010-3	同上用 M20 z	ボルト、ワッ	シャ	1	12個		確認	Ś	
	マルチアイス	ボルトM24			4個		確認	ð S	
		線源装填時周	ヨプレート			2枚		確認	
	同上用 M24 7	ボルト、ワッ	シャ		4本		確認	ġ.	
	M20、M24 ボ	ックスレンラ	F		1式		確認	40.02	
	中性子源ホル	ルダ			3個		確認	l k	
【員数検査】	蓋				3個		確認		
HTTR起動用中性子源	Oリング押る	さえ			3個		確認		
(図番 PEC-912268-020)		中空〇リング				3個		確認	
		予備品				1式		確認	
【員数検査】		線源ホルダム	収納部ガイド	ワイヤ	7	1本		確認	
HTTR起動用中性子源	原の輸送容器	線源ホルダム	収納部ロック	ロット	4	1本		確認	<u></u>
線源ホルダ収納部		線源ホルダム	収納部ロック	'ナッ	~	1個		確認	
(図番 PEC-912268-015-1	)	線源ホルダロ	仅納部			1個		確認	
【作動試験】 シャッタロータの開閉状	況、線源ホル	シャッタロ- 実に固定で:	ータの開及ひ きること。	「閉の北	犬態に	でき確		良好	400
ダ収納部の通過状況、線波	原ホルダ収納	シャッタロータが開の時、線源ホルダがス ムーズに通過できること。					良好	144	
部のレリーズワイヤ部の 動作状況及び昇降装置と いて、動作状況を確認す	線源ホルダ収納部ガイドワイヤ及びレリー ズワイヤ部の固定装置により、線源ホルダ 収納部が固定されること。					良好	7469		
	<b>₽</b> 0	線源ホルダ のレリーズ 収納部が昇	収納部ガイト ワイヤが接続 降できること	、ワイー 記でき、 こ。	アと昇降 線源7	降装置 ホルダ		良好	

\_

表1.	SI 基本単位	<u>Ľ</u>
甘大昌	SI 基本ì	単位
本平里	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	Α
熱力学温度	ケルビン	Κ
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
AI 立 是 SI 組 立 単位	
名称	記号
面 積 平方メートル	m <sup>2</sup>
体 積 立方メートル	m <sup>3</sup>
速 さ , 速 度 メートル毎秒	m/s
加 速 度メートル毎秒毎秒	$m/s^2$
波 数 毎メートル	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>
面 積 密 度 キログラム毎平方メートル	kg/m <sup>2</sup>
比体積 立方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
量 濃 度 <sup>(a)</sup> , 濃 度 モル毎立方メートル	mol/m <sup>8</sup>
質量濃度 キログラム毎立方メートル	kg/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 <sup>(b)</sup> (数字の) 1	1
比 透 磁 率 <sup>(b)</sup> (数字の) 1	1
(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では	t物質濃度

(substance concentration)ともよばれる。
 (b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

#### 表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

			SI 租立单位	
組立量	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>(b)</sup>	rad	1 <sup>(b)</sup>	m/m
立体鱼	ステラジアン <sup>(b)</sup>	$sr^{(c)}$	1 (b)	$m^2/m^2$
周 波 数	ヘルツ <sup>(d)</sup>	Hz	-	s <sup>-1</sup>
力	ニュートン	Ν		m kg s <sup>-2</sup>
E 力 , 応 力	パスカル	Pa	N/m <sup>2</sup>	$m^{-1} kg s^{-2}$
エネルギー,仕事,熱量	ジュール	J	N m	$m^2 kg s^2$
仕 事 率 , 工 率 , 放 射 束	ワット	W	J/s	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup>
電 荷 , 電 気 量	クーロン	С		s A
電位差(電圧),起電力	ボルト	V	W/A	$m^2 kg s^{\cdot 3} A^{\cdot 1}$
静電容量	ファラド	F	C/V	$m^{-2} kg^{-1} s^4 A^2$
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	$m^2 kg s^{-3} A^{-2}$
コンダクタンス	ジーメンス	s	A/V	$m^{2} kg^{1} s^{3} A^{2}$
磁東	ウエーバ	Wb	Vs	$m^2 kg s^2 A^{-1}$
磁束密度	テスラ	Т	Wb/m <sup>2</sup>	$kg s^{2} A^{1}$
インダクタンス	ヘンリー	Н	Wb/A	$m^2 kg s^2 A^2$
セルシウス温度	セルシウス度 <sup>(e)</sup>	°C		K
光東	ルーメン	lm	cd sr <sup>(c)</sup>	cd
照度	ルクス	lx	lm/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> cd
放射性核種の放射能 <sup>(f)</sup>	ベクレル <sup>(d)</sup>	Bq		s <sup>-1</sup>
吸収線量,比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	$m^2 s^2$
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 <sup>(g)</sup>	Sv	J/kg	$m^2 s^{-2}$
酸素活性	カタール	kat		s <sup>-1</sup> mol

酸素活性(1) ダール kat [s<sup>1</sup> mol]
 (w)SH接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはや コヒーレントではない。
 (h)ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。 実際には、使用する時には記号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である数字の1は明 示されない。
 (a)測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
 (d)へルツは周期現象についてのみ、ペラレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。 セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。それシウス度とケルビンの
 (a)やレシウス度はケルビンの特別な名称で、温度器や温度開隔を表す整備はとおらの単位で表しても同じである。
 (b)放射性核種の放射能(activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
 (g)単位シーベルト(PV,2002,70,205) についてはCIPM物告2(CI-2002)を参照。

#### 表4.単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

	S	[ 組立単位	
組立量	名称	記号	SI 基本単位による 表し方
粘度	パスカル秒	Pa s	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-1</sup>
カのモーメント	ニュートンメートル	N m	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup>
表 面 張 九	リニュートン毎メートル	N/m	kg s <sup>-2</sup>
角 速 度	ラジアン毎秒	rad/s	m m <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> =s <sup>-1</sup>
角 加 速 度	ラジアン毎秒毎秒	$rad/s^2$	$m m^{-1} s^{-2} = s^{-2}$
熱流密度,放射照度	ワット毎平方メートル	$W/m^2$	kg s <sup>-3</sup>
熱容量、エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	$m^2 kg s^{2} K^{1}$
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	$m^{2} s^{2} K^{1}$
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg	$m^2 s^2$
熱伝導率	「ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s <sup>-3</sup> K <sup>-1</sup>
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m <sup>3</sup>	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-2</sup>
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	m kg s <sup>-3</sup> A <sup>-1</sup>
電 荷 密 度	クーロン毎立方メートル	C/m <sup>3</sup>	m <sup>-3</sup> s A
表面電荷	「クーロン毎平方メートル	C/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> s A
電東密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> s A
誘 電 卒	コアラド毎メートル	F/m	$m^{-3} kg^{-1} s^4 A^2$
透 磁 率	ペンリー毎メートル	H/m	m kg s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	$m^2 kg s^2 mol^1$
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	$m^2 kg s^{-2} K^{-1} mol^{-1}$
照射線量(X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	C/kg	kg <sup>-1</sup> s A
吸収線量率	ダレイ毎秒	Gy/s	$m^{2} s^{3}$
放 射 強 度	ワット毎ステラジアン	W/sr	$m^4 m^{-2} kg s^{-3} = m^2 kg s^{-3}$
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	$W/(m^2 sr)$	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> kg s <sup>-3</sup> =kg s <sup>-3</sup>
酵素活性濃度	カタール毎立方メートル	kat/m <sup>3</sup>	$m^{-3} s^{-1} mol$

表 5. SI 接頭語								
乗数	名称	記号	乗数	名称	記号			
$10^{24}$	<b>э</b> 9	Y	10 <sup>-1</sup>	デシ	d			
$10^{21}$	ゼタ	Z	$10^{-2}$	センチ	с			
$10^{18}$	エクサ	Е	$10^{-3}$	ミリ	m			
$10^{15}$	ペタ	Р	$10^{-6}$	マイクロ	μ			
$10^{12}$	テラ	Т	$10^{-9}$	ナノ	n			
$10^{9}$	ギガ	G	$10^{-12}$	ピコ	р			
$10^{6}$	メガ	М	$10^{-15}$	フェムト	f			
$10^3$	+ 1	k	$10^{-18}$	アト	а			
$10^{2}$	ヘクト	h	$10^{-21}$	ゼプト	z			
$10^{1}$	デカ	da	$10^{-24}$	ヨクト	v			

表6.SIに属さないが、SIと併用される単位						
名称	記号	SI 単位による値				
分	min	1 min=60 s				
時	h	1 h =60 min=3600 s				
日	d	1 d=24 h=86 400 s				
度	۰	1°=(π/180) rad				
分	,	1'=(1/60)°=(π/10 800) rad				
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648 000) rad				
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm <sup>2</sup> =10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>				
リットル	L, 1	1 L=1 l=1 dm <sup>3</sup> =10 <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> =10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>				
トン	t	$1 t=10^3 kg$				

#### 表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、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 単位で表される数値				
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10 <sup>-19</sup> J				
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 <sup>·27</sup> kg				
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da				
天 文 単 位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10 <sup>11</sup> m				

#### 表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100 kPa=10 <sup>5</sup> Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg≈133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 <sup>-10</sup> m
海 里	Μ	1 M=1852m
バーン	b	$1 \text{ b}=100 \text{ fm}^2=(10^{-12} \text{ cm})^2=10^{-28} \text{ m}^2$
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位しの粉結的な間径は
ベル	В	対数量の定義に依存。
デシベル	dB -	

#### 表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10 <sup>-7</sup> J
ダイン	dyn	1 dyn=10 <sup>-5</sup> N
ポアズ	Р	1 P=1 dyn s cm <sup>-2</sup> =0.1Pa s
ストークス	St	$1 \text{ St} = 1 \text{ cm}^2 \text{ s}^{\cdot 1} = 10^{\cdot 4} \text{ m}^2 \text{ s}^{\cdot 1}$
スチルブ	$^{\mathrm{sb}}$	$1 \text{ sb} = 1 \text{ cd cm}^{-2} = 10^4 \text{ cd m}^{-2}$
フォト	ph	1 ph=1cd sr cm <sup>-2</sup> =10 <sup>4</sup> lx
ガ ル	Gal	1 Gal =1cm s <sup>-2</sup> =10 <sup>-2</sup> ms <sup>-2</sup>
マクスウエル	Mx	$1 \text{ Mx} = 1 \text{ G cm}^2 = 10^{-8} \text{Wb}$
ガウス	G	1 G =1Mx cm <sup>-2</sup> =10 <sup>-4</sup> T
エルステッド <sup>(a)</sup>	Oe	1 Oe ≙ (10 <sup>3</sup> /4 π)A m <sup>-1</sup>
<ul><li>(a) 3 元系のCGS単位系</li></ul>	とSIではi	直接比較できないため、等号「 🌢 」

は対応関係を示すものである。

			表	10.	SIに 尾	<b>属さないその他の単位の例</b>
	-	名利	5		記号	SI 単位で表される数値
キ	ユ		IJ	ſ	Ci	1 Ci=3.7×10 <sup>10</sup> Bq
$\scriptstyle  u$	$\sim$	ŀ	ゲ	$\sim$	R	$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{C/kg}$
ラ				k	rad	1 rad=1cGy=10 <sup>-2</sup> Gy
$\scriptstyle  u$				Д	rem	1 rem=1 cSv=10 <sup>-2</sup> Sv
ガ		$\boldsymbol{\mathcal{V}}$		7	γ	$1 \gamma = 1 \text{ nT} = 10^{-9} \text{T}$
フ	T.		N	11		1フェルミ=1 fm=10 <sup>-15</sup> m
メー	ートル	/系	カラゞ	ット		1 メートル系カラット= 0.2 g = 2×10 <sup>-4</sup> kg
ŀ				ル	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標	準	大	気	圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
+1	ы		11	_		1 cal=4.1858J(「15℃」カロリー), 4.1868J
15	Ц		9		cal	(「IT」カロリー), 4.184J(「熱化学」カロリー)
3	ク			~	u	$1 \mu = 1 \mu m = 10^{-6} m$