



**平成25年度研究炉加速器管理部年報
(JRR-3, JRR-4, NSRR, タンデム加速器及び
RI製造棟の運転、利用及び技術開発)**

Annual Report of Department of Research Reactor and
Tandem Accelerator, JFY2013
(Operation, Utilization and Technical Development of JRR-3, JRR-4,
NSRR, Tandem Accelerator and RI Production Facility)

研究炉加速器管理部

Department of Research Reactor and Tandem Accelerator

原子力科学研究部門

原子力科学研究所

Nuclear Science Research Institute
Sector of Nuclear Science Research

February 2015

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Review

本レポートは独立行政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 (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

独立行政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白方白根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 Shirane, 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, 2015

平成 25 年度研究炉加速器管理部年報
(JRR-3, JRR-4, NSRR, タンデム加速器及び RI 製造棟の運転、利用及び技術開発)

日本原子力研究開発機構
原子力科学研究部門 原子力科学研究所
研究炉加速器管理部

(2014 年 11 月 14 日受理)

研究炉加速器管理部は、JRR-3(Japan Research Reactor No.3)、JRR-4(Japan Research Reactor No.4)、NSRR (Nuclear Safety Research Reactor) の研究炉、タンデム加速器及び RI 製造棟を運転管理し、それらを利用に供するとともに関連する技術開発を行っている。

本年次報告は平成 25 年度における当部の実施した運転管理、利用、利用技術の高度化、安全管理、国際協力について業務活動をまとめたものである。

さらに、論文、口頭発表一覧、官庁許認可及び業務の実施結果一覧を掲載した。

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

編集者：加島 洋一、村山 洋二、中村 清、宇野 裕基、平根 伸彦、大内 仁志、
石崎 暢洋、松村 太伊知、永堀 和久、原田 優子、門倉 雅一、町 すみれ、
滝田 千春

Annual Report of Department of Research Reactor and Tandem Accelerator, JFY2013
(Operation, Utilization and Technical Development of JRR-3,
JRR-4, NSRR, Tandem Accelerator and RI Production Facility)

Department of Research Reactor and Tandem Accelerator

Nuclear Science Research Institute, Sector of Nuclear Science Research
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received November 14, 2014)

The Department of Research Reactor and Tandem Accelerator is in charge of the operation, utilization and technical development of JRR-3(Japan Research Reactor No.3), JRR-4(Japan Research Reactor No.4), NSRR(Nuclear Safety Research Reactor), Tandem Accelerator and RI Production Facility.

This annual report describes the activities of our department in fiscal year of 2013. We carried out the operation and maintenance, utilization, upgrading of utilization techniques, safety administration and international cooperation.

Also contained are lists of publications, meetings, granted permissions on laws and regulations concerning atomic energy, outcomes in service and technical developments and so on.

Keywords: Research Reactor, Annual Report, Reactor Operation, JRR-3, JRR-4, NSRR
Reactor Utilization, Radioisotopes, Heavy Ion Accelerator, Tandem, JAEA

(Eds.) Yoichi KASHIMA, Yoji MURAYAMA, Kiyoshi NAKAMURA, Yuki UNO,
Nobuhiko HIRANE, Hitoshi OHUCHI, Nobuhiro ISHIZAKI,
Taichi MATSUMURA, Kazuhisa NAGAHORI, Yuko HARADA,
Masakazu KADOKURA, Sumire MACHI and Chiharu TAKITA

目 次

まえがき	1
1. 概要	3
2. 研究炉及び加速器の運転管理	7
2.1 JRR-3の運転管理	9
2.1.1 運転	9
2.1.2 保守・整備	9
2.1.3 燃料・炉心管理	23
2.1.4 放射線管理	24
2.1.5 水・ガス管理	26
2.1.6 使用済燃料貯蔵施設の管理	28
2.2 JRR-4の運転管理	29
2.2.1 運転	29
2.2.2 保守・整備	29
2.2.3 燃料・炉心管理	30
2.2.4 放射線管理	32
2.2.5 水・ガス管理	32
2.2.6 使用済燃料貯蔵施設の管理	33
2.3 NSRRの運転管理	36
2.3.1 運転	36
2.3.2 保守・整備	36
2.3.3 燃料・炉心管理	40
2.3.4 放射線管理	40
2.4 タンデム加速器の運転管理	42
2.4.1 運転	42
2.4.2 保守・整備	44
2.4.3 高圧ガス製造施設	47
2.4.4 放射線管理	48
2.5 ラジオアイソトープ製造棟の管理	48
2.5.1 施設の管理	48
2.5.2 放射線管理	48
2.6 主な技術的事項	51
2.6.1 JRR-3 制御棒駆動装置コイル電源制御盤の更新	51
2.6.2 JRR-3 冷却塔ディフューザの更新	54

2.6.3	タンデム加速器第2照射室ビームラインの設置	60
3.	研究炉及び加速器の利用	65
3.1	利用状況	67
3.2	実験利用	73
3.2.1	NSRRにおける実験	73
3.2.2	タンデム加速器における実験	73
3.2.3	実験室の利用状況	76
3.3	保守・整備	77
3.3.1	JRR-3 照射設備等の保守・整備	77
3.3.2	JRR-4 照射設備等の保守・整備	78
3.3.3	NSRR 実験設備等の保守・整備	78
3.4	施設供用	80
3.4.1	中性子ビーム利用専門部会	80
3.4.2	炉内中性子照射等専門部会	80
3.4.3	研究炉医療照射専門部会	81
3.4.4	タンデム加速器専門部会	81
3.5	JRR-3 ユーザーズオフィス	84
3.6	加速器 BNCT プロジェクトへの協力	85
4.	研究炉及び加速器利用技術の高度化	89
4.1	JRR-3 の冷中性子ビーム高度化の技術開発	91
4.1.1	高性能減速材容器の形状の最適化	91
4.1.2	JRR-3 の C2 冷中性子導管スーパーミラー化における輸送効率評価	94
4.2	JRR-4 におけるホウ素中性子捕捉療法のための乳がん照射技術の開発	98
5.	研究炉加速器管理部の安全管理	103
5.1	研究炉加速器管理部の安全管理体制	105
5.2	安全点検状況	107
5.3	訓練	109
6.	国際協力	135
6.1	文部科学省原子力研究交流制度等	137
6.2	外国人招へい制度	137
	あとがき	139

付 録	143
付録 1 研究炉加速器管理部の組織と業務	145
付録 2 JAEA-Research 等一覧	146
付録 3 口頭発表一覧	147
付録 4 外部投稿論文一覧	149
付録 5 官庁許認可一覧	150
付録 6 平成 25 年度実施計画とその実施結果	153

Contents

Preface	1
1. Overview	3
2. Operation and Maintenance of Research Reactors and Tandem Accelerator	7
2.1 Operation and Maintenance of JRR-3	9
2.1.1 Operation	9
2.1.2 Maintenance	9
2.1.3 Reactor Core Management	23
2.1.4 Radiation Monitoring	24
2.1.5 Water and Gas Managements	26
2.1.6 Management of Spent Fuel Storage Facility	28
2.2 Operation and Maintenance of JRR-4	29
2.2.1 Operation	29
2.2.2 Maintenance	29
2.2.3 Reactor Core Management	30
2.2.4 Radiation Monitoring	32
2.2.5 Water and Gas Management	32
2.2.6 Management of Spent Fuel Storage Facility	33
2.3 Operation and Maintenance of NSRR	36
2.3.1 Operation	36
2.3.2 Maintenance	36
2.3.3 Reactor Core Management	40
2.3.4 Radiation Monitoring	40
2.4 Operation and Maintenance of Tandem Accelerator Facility	42
2.4.1 Operation	42
2.4.2 Maintenance	44
2.4.3 High-pressure Gas Handling System	47
2.4.4 Radiation Monitoring	48
2.5 Operation and Maintenance of RI Production Facility	48
2.5.1 Management of Facility	48
2.5.2 Radiation Monitoring	48
2.6 Major Topics of Technical Development	51
2.6.1 Replacement of Power supply for Reactor Control Rod Magnet	51
2.6.2 Replacement of Diffusers on JRR-3 Cooling Tower	54
2.6.3 Installation of Beam line in the Second Irradiation Room	60

3. Utilization of Research Reactors and Tandem Accelerator	65
3.1 Status of Utilization	67
3.2 Experiments	73
3.2.1 Experiments in NSRR	73
3.2.2 Experiments in the Tandem Accelerator Facility	73
3.2.3 Status of Utilization in Laboratory	76
3.3 Maintenance	77
3.3.1 Maintenance of Utilization Apparatuses in JRR-3	77
3.3.2 Maintenance of Utilization Apparatuses in JRR-4	78
3.3.3 Maintenance of Utilization Apparatuses in NSRR	78
3.4 Specialist Committee for Common Utilization of JAEA's Research Facilities	80
3.4.1 The Specialist Committee for Neutron Beam Utilization	80
3.4.2 The Specialist Committee for Neutron Irradiation	80
3.4.3 The Specialist Committee for Medical Irradiations at Research Reactor	81
3.4.4 The Specialist Committee for Tandem Accelerator	81
3.5 JRR-3 Users Office	84
3.6 Cooperation in Accelerator-based BNCT Project	85
4. Upgrading of Utilization Techniques of Research Reactors and Tandem Accelerator	89
4.1 Development for Upgrading of JRR-3 Cold Neutron Beam Utility	91
4.1.1 Optimization of High-Performance CNS Vessel Shape	91
4.1.2 Calculation of Neutron Transport Efficiency of Several Patterns of which upgraded C2 Cold Neutron Guide Tube at JRR-3	94
4.2 Development of Breast Cancers Irradiation Technique for BNCT at JRR-4	98
5. Safety Administration for Department of Research Reactor and Tandem Accelerator ..	103
5.1 Organization of Safety Administration	105
5.2 Present Status of Safety Inspection	107
5.3 Training	109
6. International Cooperation	135
6.1 MEXT Scientist Exchange Program	137
6.2 Foreign Specialist Invitation	137
Postscript	139

Appendices	143
Appendix 1 Organization of the Department of Research Reactor and Tandem Accelerator	145
Appendix 2 List of JAEA-Research Reports	146
Appendix 3 List of Papers Presented at Meetings	147
Appendix 4 List of Published Papers	149
Appendix 5 List of Granted Permissions on the Laws and Regulations Concerning Atomic Energy	150
Appendix 6 Plans and Outcomes in Services and Technical Developments	153

まえがき

研究炉加速器管理部は、平成 17 年 10 月 1 日に日本原子力研究開発機構発足に伴い設立された。JRR-3、JRR-4、NSRR、タンデム加速器及び RI 製造棟の各施設を運転管理し、原子力機構内外の利用に供するとともに、運転及び利用に関する技術開発を行い、また、ラジオアイソトープ利用に関する技術開発を実施する部である。

JRR-3 は、低濃縮ウラン軽水減速冷却プール型、定格出力 20,000kW、一次冷却水炉心出口平均温度 42°C の研究炉である。JRR-4 は、低濃縮ウラン軽水減速冷却スイミングプール型、定格出力 3,500kW、一次冷却水炉心出口平均温度 47°C の研究炉である。これらの研究炉は、原子力の研究・開発と利用のための大型研究施設として、原子力機構内利用だけでなく、大学、産業界等の共同利用に供し、学術研究、基礎・基盤研究、医療等の科学技術の発展及び人材育成、またシリコン半導体製造や RI 製造に貢献してきた。NSRR は、発電用軽水炉の数倍の出力(23,000MW)を瞬時に出し、軽水炉燃料の反応度事故時の挙動を調べる実験を実施する研究炉である。この炉での実験成果を基に、原子炉安全委員会によって、反応度投入事象に関する安全評価指針が策定された。タンデム加速器は、世界最大級の静電加速器であり、原子力機構内利用だけでなく、大学、産業界等の共同利用に供し、重イオンによる原子核物理、核化学、物性物理の基礎的研究に貢献してきた。

当部としては、今後も原子力を含めた幅広い科学技術分野において、最先端の独創的・先導的な研究開発が国際的な最高水準の研究環境で行えるよう、研究炉及びタンデム加速器の安定・安全運転及び安全確保に努めるとともに、施設の特長を活かした性能向上と利用の高度化を図るための技術開発を進めることを基本方針としている。この基本方針に基づき、平成 25 年度に実施した業務を年報としてまとめる。

This is a blank page.

1. 概 要

Overview

This is a blank page.

研究炉加速器管理部において実施した平成 25 年度の運転、利用、技術開発を主として 4 項目に分類してまとめた。各項目の概要は以下の通りである。

(1) 研究炉及び加速器の運転管理

運転管理では、各施設の運転、保守・整備状況等をまとめた。平成 25 年度は、原子炉施設のうち JRR-3 と JRR-4 では、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災の影響のため、施設定期自主検査期間を延長して運転再開に向けて設備、機器の保守・整備を進めた。NSRR は、平成 25 年 12 月 11 日付で原子力規制委員会より施設定検査の合格証を受領したことから運転を再開した。タンデム加速器では、152 日の実験利用運転を行った。

主な技術的事項として制御棒駆動装置コイル電源制御盤の更新、冷却塔ディフューザの更新及びタンデム加速器第 2 照射室の設置にあたっての改善事項等についてまとめた。

(2) 研究炉及び加速器の利用

施設の利用では、各施設の利用状況、利用設備及び実験室の保守・整備状況、専門部会の開催についてまとめた。JRR-3、JRR-4 は、東日本大震災の影響により前年度に引き続き平成 25 年度も研究炉の運転を取り止めた。このため施設利用はなかった。NSRR は、実験利用のためのパルス運転を 5 回実施した。タンデム加速器では、152 日の利用があった。

(3) 研究炉及び加速器利用技術の高度化

利用技術の高度化では、JRR-3 の冷中性子ビーム強度増強のために、高性能減速材容器については、減速材容器形状を船底型から中空開放円筒形に改良し、容器形状の最適化について記した。C2 冷中性子導管スーパーミラー化による輸送効率評価では、Ni/Ti スーパーミラーに置き換えた場合のさまざまな置き換えパターンに対する中性子ビームの輸送効率を解析コードにより計算した結果を記した。

ホウ素中性子補足療法のための乳がん照射技術の開発では、開発した乳がん照射技術が JRR-4 の BNCT 照射場で乳がん照射を実施する上での課題及び実施内容についてまとめた。

(4) 研究炉加速器管理部の安全管理

安全管理では、研究炉加速器管理部内安全審査会の審議状況、当部で実施した保安教育訓練（消火訓練、研究炉加速器管理部総合訓練）及び各課で実施した職員への保安教育訓練の実施状況をまとめた。

This is a blank page.

2. 研究炉及び加速器の運転管理

Operation and Maintenance of Research Reactors and Tandem Accelerator

This is a blank page.

2.1 JRR-3の運転管理

2.1.1 運転

JRR-3は、現在、東日本大震災の影響に対する施設の復旧及び健全性確認が完了しており、運転再開に向けて準備を進めている段階であるが、平成25年12月に原子力規制委員会より新規規制基準が示され、設置変更許可申請により適合性を確認するとされたことから、平成25年度の施設供用運転の実績はなかった。

本年度の積算運転時間と出力量累計を表2.1.1に示す。

表 2.1.1 JRR-3 運転実績表

サイクル No.	運転期間	運転時間 (hr : min)	出力量 (MWh)	出力量累計 (MWh)	計画外停止
年度当初	—	80,907 : 07	—	1,530,146.6	—
—	運転実績なし				—
年度累計	—	—	—	—	—
累計	—	80,907 : 07	—	1,530,146.6	—

2.1.2 保守・整備

(1) 概要

平成23年3月11日の東日本大震災の影響により、施設定期自主検査の期間を延長して運転再開に向けて準備を進め、全ての設備について、常に運転可能な状態を維持した。また、11月8、9日に、原子炉停止中において継続的に機能を維持する必要がある施設について施設定期検査を受検し合格した。その他の主な保守・整備を以下に示す。

(2) 主な保守整備

1) 制御棒100%位置検出器の更新

制御棒100%位置検出器(以下、「検出器」という。)は、JRR-3の制御棒駆動装置のうちの管外駆動部を構成する一部で制御棒毎に設置されており、制御棒の全挿入状態(原子炉の停止状態)を検知して制御棒の着座信号を発するものである。また、この着座信号は原子炉起動時のインターロック条件にもなっているもので原子炉運転において重要な機器である。

これらの検出器は、使用期間が20年以上を経過し、使用環境(温度や湿度)の変化に対する検出感度変動の兆候がみられ、検出器の感度調整の頻度が増加していたことから、経年劣化対策として検出器の更新を計画していた。

更新計画は、平成 22 年度から段階的に実施された。平成 22 年度には検出器の選定、JRR-3 の制御棒駆動装置を模擬した試験機の製作及び試験機を用いた検出器の性能試験を実施した。検出器更新に向けた検出器特性データを取得し、JRR-3 の使用条件下に適合する検出器を選定した。

平成 24 年度からは、平成 22 年度に取得した結果を基に制御棒駆動装置への実装に向けた検出器の製作、検出信号を外部へ出力するための 100%位置変換ユニットの一部改造及び検出器の設置（制御棒駆動装置へ実装）を行い、制御棒駆動装置を用いた JRR-3 の使用条件における性能試験を実施した。

性能試験では、制御棒を駆動させたときに検出器が制御棒の着座信号を安定した検出範囲で検知、外部に出力することを確認し、JRR-3 の現状に適合した検出器に更新することができた。

一方、性能試験時に制御棒駆動装置を構成する機器からの磁気影響により検出器の検出感度へ影響を及ぼす懸念事項が新たに浮上し、平成 25 年度に検出器を構成する取付機器の改良を行い、検出器取付位置を調整することで、磁気影響を受けずに検出器の性能を維持することができることを確認し、検出器の更新を完了した。

2) 線形出力計線形増幅器の更新（微小電流増幅用 IC の選定）

中性子計装設備は、原子炉内で発生した中性子束を測定し、原子炉の運転制御及び安全保護動作に必要な情報を得るための設備である。JRR-3 では、中性子計装盤が使用開始から約 25 年が経過しているため、高経年化対策として構成モジュールの更新を順次実施しており、平成 26 年度には、線形出力系の線形出力計線形増幅器（以下、線形増幅器という）を更新予定である。線形増幅器は、検出器から入力される数 pA～数百 μ A の電流を電圧に変換し、原子炉出力値の表示及び増幅した計測値の出力を行っている機器であるが、現在使用している線形増幅器の電流－電圧変換回路内の微小電流増幅用 IC が生産終了となっており、後継する部品もない状況であるため、今後の保守を考慮し新たな IC を選定した。

微小電流増幅用 IC は線形増幅器の精度に直結する部品であるため、IC 部を交換可能な試験用電流－電圧変換回路基板を製作し、現在広く用いられている微小電流増幅用 IC に対して入出力特性試験を行った。特性試験の結果、十分な精度及び安定性が確認された AD549 (Analog devices 社製) を更新に使用する IC に選定した。なお、試験用回路基板の製作及び特性試験は、工作技術課に依頼し実施した。

3) 使用済燃料貯槽室洗面器用排水配管更新工事

使用済燃料貯槽室の洗面器用排水配管の一部について（配管径：80A、長さ：6.25m）は、所内に設置された高経年化対策 WG が平成 24 年度に実施した炭素鋼配管の劣化判定において、「否」（設置年数：45 年、余寿命：0 年）と判定されたため、漏洩及び汚染防止のリスク軽減策として、当該配管を含む全長 30m（配管径：80A、50A、40A）について更新工事を行った。なお本配管には、使用済燃料貯槽 No.1 側からの合流配管（旧洗面器用排水配管）が接続されていたが、現在不使用のため切り離しモルタル等を充填し閉止した。

更新にあたっては、使用済燃料貯槽 No.1 側からの合流配管を切り離したため、すべて炭素

鋼配管(SGP-白 40A)の配管に変更し、ねじ接続工法により布設した。配管の塗装は、下塗り(錆止めプライマー)及び上塗り2回(油性塗料)を行った。

配管は立バンド、吊バンド等により固定及び振れ止め措置を行った。また、配管には液体廃棄設備(排水設備)を示す標識及び矢印を取り付けた。

壁貫通部は、既設配管(80A)をサヤ管とし、新設配管を布設した。空隙は、内部にウレタンフォームを注入し、表面にモルタルを充填し、塗装した。

床貫通部は、床(厚さ700mm)を既設配管とともに、コアボーリング(口径:φ160mm)により撤去し、空隙は壁貫通部と同様、ウレタンフォーム及びモルタルを充填し、塗装(1階床面:エポキシ、地階天井面:油性塗料)した。

工事完了後、目視による外観検査を行い異常がないことを確認するとともに、30分間の漏洩試験を行い漏えいがないことを確認した。

4) 制御棒駆動装置冷却系前置フィルタ及び後置フィルタの分解点検

制御棒駆動装置(以下、「CRDM」という。)冷却系は、冷却水ポンプ、冷却水タンク、熱交換器、イオン交換樹脂塔、前置フィルタ及び後置フィルタ(Y型ストレーナ)等で構成され、CRDM可動コイルから発生する熱を除去するとともに系統の冷却水の浄化を行っている。

前置フィルタ及び後置フィルタの性能を維持するため、以下の通り分解点検を実施した。なお、両フィルタとも分解点検は設置以来初めてである。

① 前置フィルタの分解点検

前置フィルタの分解点検は、フランジ部を開放して本体胴内部からエレメントカートリッジ(縦型円筒式)を取り外し、エレメントカートリッジ内部の確認を行うとともに清掃、手入れ、外観検査を実施した。

点検の結果、エレメントカートリッジ内には捕集物はなく、外観の状態は金属網を含めて良好であった。

② 後置フィルタの分解点検

後置フィルタの分解点検は、Y型ストレーナの蓋を開放してコシ筒を取り外し、コシ筒内部の確認を行うとともに清掃、手入れ、外観検査を実施した。

点検の結果、コシ筒内部に少量の捕集物が確認されたが、外観の状態は金属網を含めて良好であった。手入れ前後の状態を図2.1.1に示す。



手入れ前



手入れ後

図2.1.1 後置フィルタコシ筒の手入れ

5) 原子炉プール溢流系Y型ストレーナの分解点検

原子炉プール溢流系は、溢流ポンプ、溢流タンク、溢流フィルタ（Y型ストレーナ）等で構成され、原子炉プール水（1次冷却材）の温度変化による増減を吸収し、原子炉プール水位を一定に維持するとともに原子炉プール溢流タンク水位により原子炉プール水（1次冷却材）の保有量の増減を監視している。

Y型ストレーナの分解点検は、Y型ストレーナの蓋を開放してコシ筒を取り外し、内部を目視により確認した。

コシ筒内部には、前回と同様にイオン交換樹脂が捕集され、表面線量が $3.6\mu\text{Sv/h}$ （最大）であったため、コシ筒を予備品と交換した。新規のコシ筒は、脱脂洗浄を行い、Y型ストレーナに組み込み、使用済みのコシ筒はドラム缶へ廃棄した。イオン交換樹脂の捕集状況を図2.1.2に示す。



図2.1.2 イオン交換樹脂の捕集状況

6) 使用済燃料プール水熱交換器の開放点検

使用済燃料プール水熱交換器は、使用済燃料プール内の使用済燃料等から発生した熱を2次冷却設備に伝えるための設備である。図2.1.3に使用済燃料プール水熱交換器の概略図を示す。

使用済燃料プール水熱交換器の開放点検は、JRR-3原子炉施設保全計画に基づき、その健全性を確認するため約10年に1回の頻度で実施している。JRR-3の改造以降、平成13年度に第1回目の開放点検を行っており、今回が2回目となる。

開放点検は、熱交換器の上水室及び胴体を取り外し、上下水室、管板、伝熱管の清掃を行った後、上下水室及び管板の浸透探傷検査、伝熱管の渦流探傷検査を実施した。

開放点検の結果、熱交換器内部において有害な傷及び著しい変形は見られなかった。熱交換器復旧後の漏えい検査でも異常はなく、使用済燃料プール水熱交換器の健全性が維持されていることを確認した。浸透探傷検査及び渦流探傷検査の結果を以下に示す。

① 浸透探傷検査

上下水室の溶接線及び管板のフランジシート面について浸透探傷検査を実施した結果、指示模様が上水室3箇所について確認されたことから、肉盛り溶接により補修を実施した。補修箇所については再度浸透探傷検査を行い、異常のないことを確認した。

② 渦流探傷検査

伝熱管全数（244本）について渦流探傷検査を実施した結果、傷や減肉を示す信号は検出されず、伝熱管が健全であることを確認した。

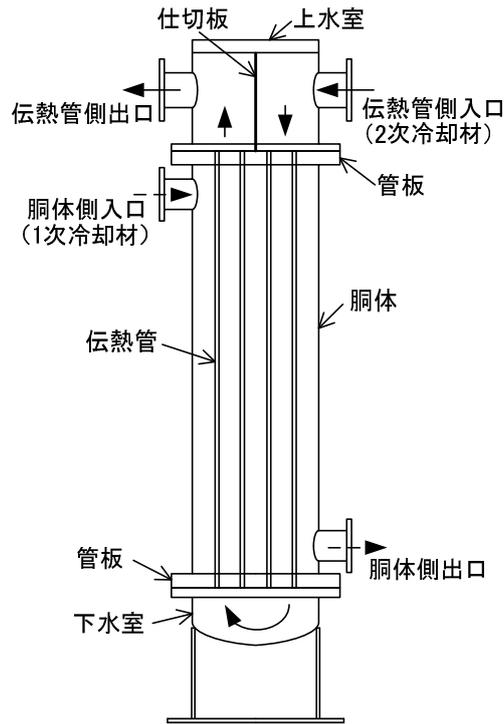


図 2.1.3 使用済燃料プール水熱交換器概略図

7) 実験利用棟シャッター修理

実験利用棟ローディングドック及び詰替えセル室シャッターが消耗品の劣化や故障に伴い開閉が不能であるため、部品交換、シャッターレールのグリスアップを実施するとともにリミットスイッチの調整を行った。また、詰替えセル室シャッターについては開閉時にシャッターとシャッターレールが接触し、故障する恐れがあるため、シャッターレールの一部拡張を行った。

外観検査及び作動検査を行い、有害な損傷が無く、開閉動作に異常のないことを確認した。

8) 施設周辺地盤補修工事

平成 23 年度に震災復旧として実施した「JRR-3 施設地盤沈下補修工事」において、工期等の関係で実施できなかった建家周辺のアスファルト舗装、土間コンクリート、縁石、雨水排水設備（埋設配管及び排水柵等）、建家及び犬走りコンクリート下部空隙部等の復旧を行うとともに経年劣化した冷却塔フェンスの更新を行った。図 2.1.4 に建家周辺アスファルト舗装の復旧状況を、図 2.1.5 に冷却塔フェンスの更新状況を示す。



図 2.1.4 建家周辺アスファルト舗装の復旧状況



図 2.1.5 冷却塔フェンスの更新状況

9) 隔離弁シートパッキン交換

JRR-3 原子炉建家を貫通する換気空調設備の給排気風道には、燃料事故時に原子炉建家を外部と遮断するための隔離弁が計 8 台設置してある。この隔離弁のシートパッキンは前回の交換から約 10 年が経過していることから、経年劣化の可能性が考えられたため予防保全として平成 24 年度より計画的に交換を実施している。平成 25 年度は炉室給気系統隔離弁 A 系及び B 系の 2 台のシートパッキン交換を実施した。

交換作業では、隔離弁内部に取付けられているシートパッキンを取外すために、炉室給気系統のダクトに取付けられている隔離弁をダクトから取外し、弁体等の手入れ及びシートパッキンの交換を実施した。弁体の開閉動作に異常がないことを確認し、隔離弁を復旧した。シートパッキンの写真を図 2.1.6 に、作業状況を図 2.1.7 に示す。

復旧後には加圧漏えい試験・空動での開閉動作試験を実施し、異常がなく隔離弁の機能が維持されていることを確認した。なお、取外したシートパッキンに経年劣化による硬化が確認され、他系統の隔離弁についても同様の経年劣化が考えられるため、順次交換を実施していく予定である。



図 2.1.6 隔離弁シートパッキン



図 2.1.7 作業状況

10) 原子炉建家塗装工事

JRR-3 の原子炉建家は、1962 年に建設されて約 52 年が経過している施設である。過去に 1995 年と 2003 年に塗装工事を実施しているが、今後も継続して使用していく施設であるため、保全計画に基づいた屋根補修及び塗装工事を実施した。なお、外壁及び屋根の塗装材については経年劣化対策を考慮し、防水性の高い塗料を選定している。

外壁及び屋根については、建家全周に渡り足場を設置し、清掃後にアクリルゴム系防水塗装を行った。排気ダクト他鉄部については、ケレン処理後、ポリウレタン樹脂塗料により塗装を行った。

屋根については、原子炉建家天井裏（管理区域）に補修用足場を設置し、吊りボルト変形部を撤去新設し、水平振れ止めを設置した。鉄骨トラスのベースプレートは、さび止め塗装を行った。

【工事範囲】

・外壁塗装：アクリルゴム系防水型高弾性塗材	2,071 m ²
・屋根塗装：アクリルゴム系防水・防錆コート仕上げ	1,020 m ²
・排気ダクト他鉄部塗装：ポリウレタン樹脂塗装仕上げ	1 式
・機材倉庫屋根：ウレタン塗膜防水	16 m ²
・炉室天井裏補修（管理区域）	
吊りボルト撤去新設	156 箇所
水平振れ止め新設（ブレース共）	413 m ²
鉄骨ベースプレートさび止め塗装	16 箇所

11) プロセス制御計算機入出力カード更新作業

JRR-3 のプロセス制御計算機システムはフィールド・コントロール・ユニット及び操作端末で構成され、操作端末にてプロセス状態の集中監視・制御が行えるシステムとなっている。現在システムの長期間安定運転を継続するため、設備の更新を段階的・部分的に進めている。平成 17 年度にステップ 1 として操作端末の更新を行い、平成 19 年度にステップ 2 としてフィールド・コントロール・ユニット制御部の更新を行った。今回はステップ 3 として 16 ステーションの内、1 ステーションのフィールド・コントロール・ユニットの入出力カードについて更新した。更新前と更新後の写真を図 2.1.8 に示す。

更新作業の対象は、アナログ入力カード 3 台、デジタル入力カード 7 台、デジタル出力カード 2 台及び付属ケーブル等である。また、このカード更新に伴い、既存ソフトウェアの制御ドローイング、シーケンステーブル、ロジックチャート及びグラフィックウィンドウについて変更が必要となった。

現地にて既設入出力カード等の撤去及び更新する入出力カード等の取付け、通信ラインの変更を実施後、メーカー工場にて変更したソフトウェアのロード作業を行った。またループ検査を各々の入出力カードについて行い、正常に動作することを確認した。

ステップ 3 の更新作業が終了したことにより予備部品の枯渇に対する高経年化対策が完了した。残りの 15 ステーションのフィールド・コントロール・ユニットについても高経年化対策のため、順次入出力カード等の更新を実施する計画である。



図 2.1.8 プロセス制御計算機入出力カード更新

12) 放射線モニタ計算機インターフェースの設置作業

JRR-3のプロセス制御計算機には、各現場に設置された放射線モニタ用デジタルレートメーター（以下、「DRM」という。）との通信を行うための放射線モニタ計算機インターフェース（以下、「計算機 IF」という。）が 9 台設置されている。これらの計算機 IF は設置後 20 年以上が経過しており、故障時にも交換部品の入手が不可能な状況となっていることから、既設の計算機 IF と同等の機能を持つ計算機 IF を新たに設計、製作し、更新を行うことで予防保全を図るとともに、修理が容易な設計とすることで今後の保守管理を確実にを行うことを目的とした、計算機 IF の更新を行った。

新計算機 IF は工業用途で汎用的に使用されるモジュールを複数組み合わせ、制御プログラムにより旧計算機 IF の機能を実現する構造とした。汎用的な部品の採用により、故障時に交換部品の入手が容易で、また故障したモジュールのみの交換で復旧が可能であり、旧計算機 IF より保守性に優れた構造となった。また新計算機 IF では、計算機 IF とプロセス制御計算機間の通信異常への対処機能を追加し、万一通信が停止した場合に自動で通信を再開させる機能の追加を行った。

新規計算機 IF の設計、製作は前年度までに完了済みである。本作業では従来から使用している 9 台の計算機 IF のうち、プロセスモニタ用の 1 台について更新を行った。当該の計算機 IF は 2 次冷却塔のプロセス制御計算機筐体内に設置され、2 次冷却材水モニタの DRM とプロセス制御計算機との間で信号の入出力を行っている。

更新作業では、旧計算機 IF の撤去、新計算機 IF の設置、据付検査、機能検査を行った。機能検査では、実際に使用する環境下での試験を行い、新計算機 IF の動作が旧計算機 IF と同等であることを確認した。これらの試験による確認を行った上で、新計算機 IF の使用を開始した。旧計算機を IF 図 2.1.9 に、新計算機 IF を図 2.1.10 に示す。

残りの 8 台についても、順次更新を行う予定である。

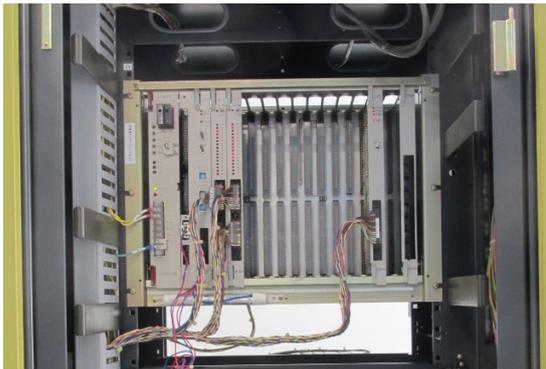


図 2.1.9 旧計算機 IF (本体)

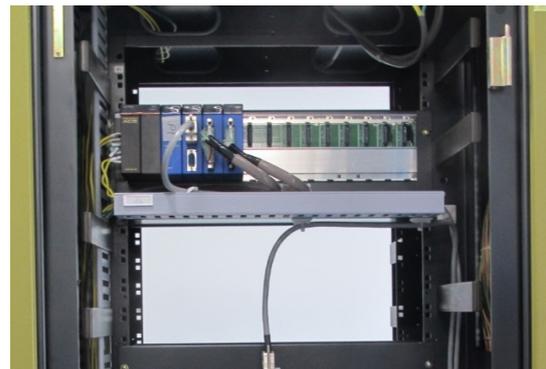


図 2.1.10 新計算機 IF (本体)

13) 個人線量計着用確認装置の更新

個人線量計着用確認装置（ガラスバッジを読み込ませるゲート。以下、「ゲート」という。）は 20 年以上使用され、供給が停止した交換部品があり、故障発生時の復旧が危惧される状態となっているため更新を行った。

① ゲートの更新

原子炉建家炉室入口、実験利用棟 1 階及び 2 階の既設ゲート撤去の後、日本システム開発製ゲート(ADC-800)を合計 3 台設置した。ゲートの選定は線量管理課が行い、現地での設定等を JRR-3 で実施した。炉室入退室ゲートの写真を図 2.1.11 に示す。

② 入退室管理ソフトウェアの更新

ゲート更新に伴い、通信方式が LAN に変更されたため入退室管理ソフトウェアを更新した。更新に当たって、ソフトウェアの動作を停止しなくても入退室者リストを更新できるよう機能を向上させた。ゲートとの通信試験を行う前にソフトウェア単体試験として PC 上から入退室模擬信号を送信し、入退室者が正常に更新されることを確認した。その他に、登録者リストの更新や、更新中においても通信が行われること等ソフトウェアの動作全般について試験を行い、正常に動作することを確認した。

③ 専用ローカル LAN ケーブル敷設作業

構内 LAN に接続してゲートを運用することは可能であったが、セキュリティ管理の観点から専用のローカル LAN にて接続することにした。そのため事務管理棟から実験利用棟まで LAN ケーブルで接続する必要があるが、実験利用棟から制御棟までは上位計算機システムで現在使用していない光ファイバーを利用し、新たに下記の LAN ケーブルを敷設した。

- ・ 制御室計算機室から事務管理棟出入管理室まで
- ・ 実験利用棟 2 階出入管理室から実験利用棟 1 階操作室まで

④ 設備の稼働状況

ゲート及び LAN ケーブルの敷設終了後試験を行い、通信が異常無く行われることを確認した。ゲートは設置後半年近くが経過しているが、大きなトラブルなく順調に稼働している。稼働中の設備構成図を図 2.1.12 に示す。



図 2.1.11 炉室入退室ゲート

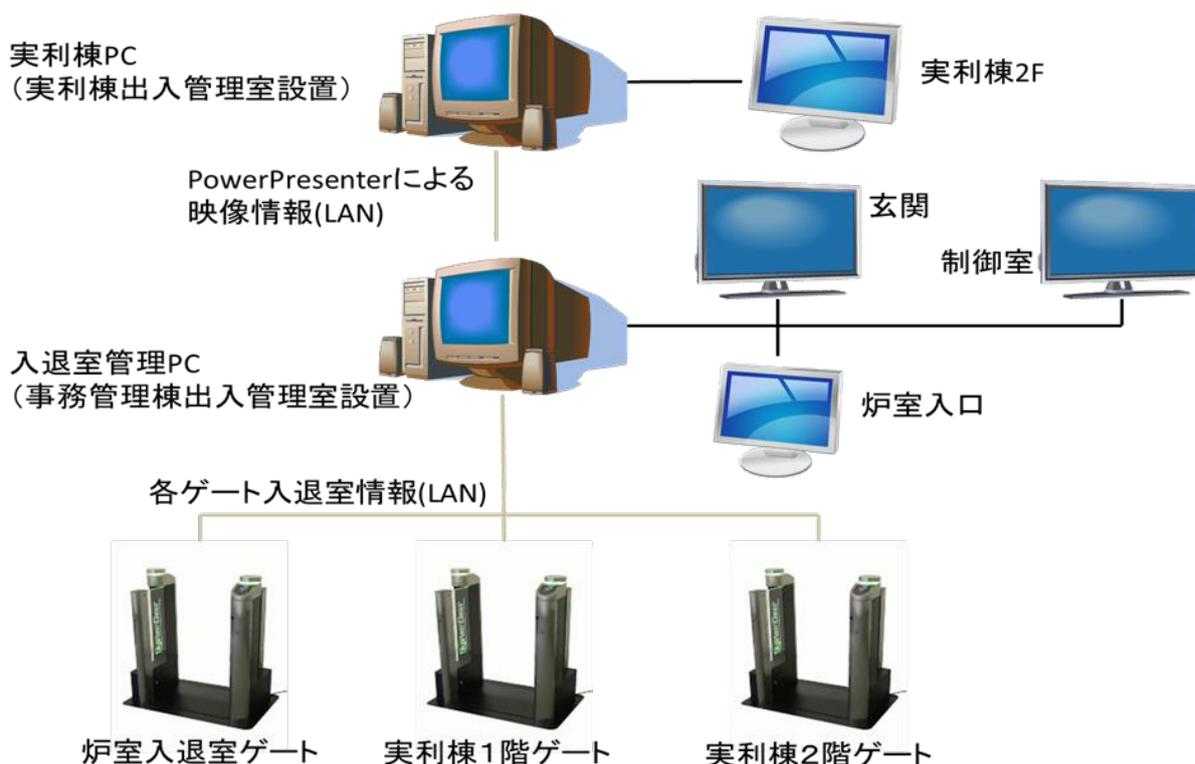


図 2.1.12 設備構成図

14) 炉上面排気系除湿機ユニット室外機更新作業

炉上面排気系は、運転にともなって炉プール上部から発生する ⁴¹Ar や放射性塵埃及び燃料事故時に放出される放射性よう素を測定するために設置しており、除湿機により系統を除湿しサンプリングを行っている。設置後 25 年以上が経過し機器の性能が低下していることから更新を実施した。

① 除湿機室外機の撤去

既設品（三菱電機製 MCA-2.5B-CU）の撤去に当たり、内部の冷媒を回収し、配管、配線類を撤去した後、室外機を撤去した。作業状況及び撤去後の状態を図 2.1.13 に示す。

② 除湿機ユニットの設置

新設品（三菱電機製 MCA-P75B）を設置し、配管、配線を設置した後、据え付け状態に異常がないことを確認した。設置状況及び設置後の状態を図 2.1.14 に示す。

③ 試験

a. 絶縁抵抗測定

以下の箇所について絶縁抵抗測定を行い、判定基準を満足することを確認した。

測定箇所	測定方法	判定基準	測定値
主電源回路	500V メガーにて測定する	1MΩ 以上であること	100MΩ
操作回路			100MΩ
圧縮機			100MΩ
ファンモータ			100MΩ

b. 作動検査

以下の箇所について電圧、電流を測定し、判定基準を満足することを確認した。

検査箇所	検査方法	判定基準	測定値
主電源電圧	テスターにて測定する。	定格電圧(200V)の±10%以内であること。	202V
圧縮機運転電流	クランプメータにて測定する。	過電流検出器セット値以下であること。	9.3A
ファン運転電流			0.5A
温度調節器	設定値を変更して確認する。	コンプレッサーが作動すること。	良



(作業状況)



(撤去後)

図 2.1.13 既設除湿器ユニット室外機の撤去状況



(作業状況)



(設置後)

図 2.1.14 新設除湿器ユニット室外機の設置状況

15) 重水熱交換器の開放点検

JRR-3 では、炉心で発生する中性子を効率良く実験に用いるため、炉心部の周りにベリリウム反射体及びタンク内に重水を満たした重水反射体を設けている。重水反射体は原子炉運転中に発生したガンマ線による発熱によって温度が上昇する。この温度上昇を抑制するために重水冷却設備が設置されている。

重水熱交換器は重水冷却設備の熱を 2 次冷却設備に伝達するための設備である。図 2.1.15 に重水熱交換器の概略図を示す。

重水熱交換器の開放点検は、JRR-3 原子炉施設保全計画に基づき、その健全性を確認するため約 10 年に一回の頻度で実施している。今回の開放点検は JRR-3 の改造以来、平成 13 年度に第 1 回目を実施して、第 2 回目となる。

開放点検では、熱交換器の 2 次側である前水室及び後水室を取り外し、水室、管板、伝熱管内部の清掃を行ったあと、水室、管板の溶接線及びフランジシート面の浸透探傷試験並びに伝熱管の渦流探傷試験を実施した。

開放点検の結果として、熱交換器内部において有害な傷及び著しい変形は見られなかった。熱交換器復旧後の漏えい検査においても異常はなく、重水熱交換器の健全性が維持されていることを確認した。

浸透探傷試験及び渦流探傷試験の結果について以下に示す。

① 浸透探傷試験

水室の溶接部の数ヶ所に指示模様が確認された。指示模様が確認された箇所及び前回の開放点検から腐食痕の進行している可能性のある場所について肉盛り溶接補修を行った。肉盛り溶接を行った箇所については再度浸透探傷試験を実施し、今後の使用に支障のないことを確認した。

② 渦流探傷試験

重水熱交換器の伝熱管全数（640 本／2 胴）について渦流探傷試験を行い、伝熱管の傷の確認及び減肉率の測定を行った結果、前回と同様に打痕 2 ヶ所、外面傷 1 ヶ所が検出された。しかしながら、これらは機器の健全性を損なわせるようなものではなく、打痕、外面傷とも前回点検から減肉の進展は認められなかった。伝熱管の減肉率は 20%（0.2mm 相当の減肉）以下と判断された。なお、試験の判定基準は伝熱管の耐圧計算から減肉率 50%未満であること（0.5mm 相当の減肉）としており、全ての伝熱管において健全性は維持されていることを確認した。

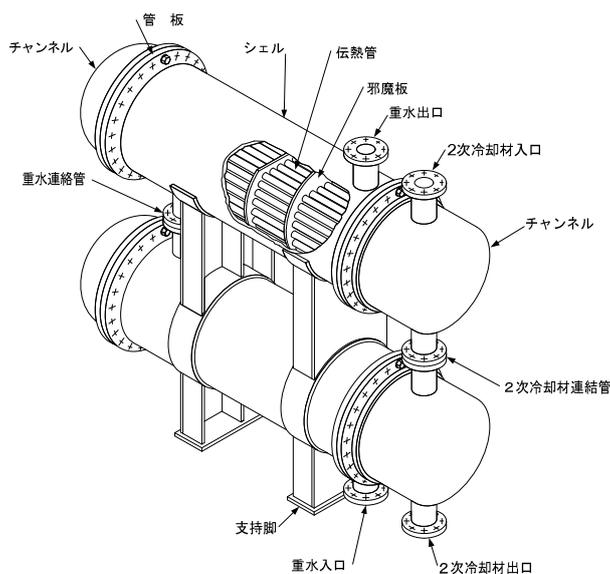


図 2.1.15 重水熱交換器の概略図

16) 2次冷却塔散水樋の更新

2次冷却塔散水樋は、1次冷却材熱交換器等の熱交換器から2次冷却材に伝えられた熱を効率良く大気に放散冷却するため、2次冷却水が冷却塔内を均等に流れるよう設置されている。この散水樋は木材で設計されており、前回の更新から10年以上が経過し、経年劣化による腐食が発生しているため、更新を実施した。

新規樋木材は米松1等材相当品を使用し、防腐処理として防腐剤を加圧注入処理により注入した。作業は、既設の散水樋を撤去後、新規樋木材を電動のこぎり等で既定の寸法に切断後、組立て据付を実施した。切断面には防腐剤を塗布し防腐処理を施した。また、新規樋木材を取り付ける釘やネジには錆を防止するため、ステンレス製を使用した。散水樋更新の作業状況を図2.1.16に、散水樋更新前と更新後の写真を図2.1.17及び図2.1.18に示す。なお、木材の撤去及び取り付け時に釘やネジが下部の貯槽に落下しないよう養生を行った。

更新後、外観、寸法、性能検査を実施し、据付状態に問題がないことを確認した。今後も散水樋の状態を定期的に観察し、その都度適切な対応を実施する予定である。



図 2.1.16 作業状況



図 2.1.17 散水樋更新前



図 2.1.18 散水樋更新後

2.1.3 燃料・炉心管理

(1) 新燃料の管理

平成25年度は原子炉の運転がなかったため炉心への新燃料の装荷はなく、また、新燃料の受け入れもなかったため、在庫量の変動はなかった。

現在、第L22次及び第L23次取替用燃料体の製作について仏国CERCA社と契約を締結しているが、東日本大震災の影響等により燃料の調達計画を変更したため、第L22次燃料については燃料板完成後、第L23次燃料についてはウランメタルを調達した段階で製作を中断している。

(2) 燃料交換

平成 25 年度の運転実績はなく、燃料交換は実施しなかった。

(3) 使用済燃料の管理

1) 使用済燃料の収支

平成25年度における、炉心から使用済燃料プールへの使用済燃料（板状燃料）の受入れは無く、また、研究炉使用済燃料の対米輸送等による搬出もなかった。従って、在庫量増減はなかった。なお、貯槽No.1で貯蔵中の旧JRR-3の使用済燃料である二酸化ウラン燃料体、金属天然ウラン燃料体、同要素及びDSFで貯蔵中の金属天然ウラン燃料要素の在庫変動はなかった。

2) 放射能濃度の監視

使用済燃料の健全性を確認するため、貯槽水及び保管孔内空気の放射能濃度を定期的に監視して異常の無いことを確認した。各貯蔵設備の放射能濃度は、年度を通じて次のとおりであった。

使用済燃料プール	: 検出限界以下 (検出限界 $3.14 \times 10^{-1} \sim 3.63 \times 10^{-1}$ Bq/ml)
使用済燃料貯槽 No.1	: 検出限界以下 (検出限界 $5.00 \times 10^{-1} \sim 5.82 \times 10^{-1}$ Bq/ml)
使用済燃料貯槽 No.2	: 検出限界以下 (検出限界 $4.91 \times 10^{-1} \sim 5.81 \times 10^{-1}$ Bq/ml)
保管孔(DSF)	: $9.19 \times 10^{-3} \sim 1.17 \times 10^{-2}$ Bq/ml

2.1.4 放射線管理

(1) 概況

本年度に実施された主な放射線作業は、原子炉プール溢流系 Y 型ストレーナ分解点検、中性子導管更新工事、使用済燃料プール水及び重水熱交換器の解放点検、ヘリウム分析計サンプリングポンプの更新等であった。これらの作業はいずれも適切な放射線防護処置を行ったため、作業員の異常な被ばく及び汚染はなく、放射線管理上特に問題はなかった。

(2) 放出放射性物質

JRR-3 から放出された放射性物質の年間放出量及び年間平均濃度を表 2.1.2 に示す。なお、使用済燃料貯蔵施設における放射性廃液（廃液量：4.0m³）の放出については、検出下限濃度未満での放出であった。放出気体状放射性物質の ⁴¹Ar、³H の放出はなかった。

(3) 実効線量

JRR-3 における放射線業務従事者の実効線量を表 2.1.3 に示す。

表 2.1.2 JRR-3 から放出された放射性物質の年間放出量と年間平均濃度

	放射性ガス			放射性塵埃				放射性廃液		
	⁴¹ Ar	³ H	⁶⁰ Co	¹³¹ I	¹⁹⁷ Hg	³ H	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs		
年間放出量 (Bq/y)	0	0	0	0	6.8×10^3 *1	3.7×10^8	2.7×10^5	1.4×10^5 *2		
年間平均濃度 (Bq/cm ³)	$<1.4 \times 10^{-3}$	$<4.5 \times 10^{-5}$	$<3.6 \times 10^{-10}$	$<2.2 \times 10^{-9}$	$<8.3 \times 10^{-10}$	3.7×10^0	2.7×10^{-3}	1.4×10^{-3} *2		

*1：大強度陽子加速器施設 J-PARC ハドロン実験施設における放射性物質の漏えい事故による影響

*2：東京電力福島第一原子力発電所事故による放射性物質放出の影響を含む

表 2.1.3 JRR-3 における放射線業務従事者の実効線量

	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	年間
放射線業務従事者数 (人)	336	293	273	255	459
総線量 (人・mSv)	0.2	0.6	0.3	0.0	1.1
平均線量 (mSv)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
最大線量 (mSv)	0.2	0.2	0.2	0.0	0.6

(個人線量計：ガラスバッジ)

2.1.5 水・ガス管理

JRR-3 の冷却系設備では、JRR-3 運転手引に基づき各冷却設備から冷却水等のサンプリング及び分析を行い、水質を確認している。平成 25 年度は、施設供用運転を行わなかったことから、JRR-3 運転手引に基づき原子炉停止中における冷却水等の分析項目、分析頻度による分析及び適宜実施する全系統流水試験時における分析を行った。これらの分析の結果に異常は見られず、JRR-3 の冷却水等は適切に管理されていた。主な分析結果を表 2.1.4 示す。

(1) 1 次冷却水

平成 25 年度における 1 次冷却水浄化系入口の水素イオン濃度指数 (pH) 及び導電率の測定結果は、pH については管理基準値 (5.0~7.5) に対し 5.62~6.31、導電率については管理基準値 (5.0 μ S/cm 以下) に対し 0.69~1.40 μ S/cm であり、年度を通して管理基準値を満足する状態であることを確認した。また、1 次冷却水中のトリチウム濃度の低減を目的とした水の入替えについて、今年度は合計約 155 m^3 行い、1 次冷却系のトリチウム濃度が 5.50×10^2 Bq/cm³ から 2.74×10^2 Bq/cm³ に低減した。

(2) 使用済燃料プール水 (SF プール水)

使用済燃料プール水浄化系入口の水素イオン濃度指数 (pH) 及び導電率の測定結果は、pH については管理基準値 (5.0~7.5) に対し 5.55~6.40、導電率については管理基準値 (10.0 μ S/cm 以下) に対し 0.64~1.22 μ S/cm であり、年度を通して管理基準値を満足する状態であることを確認した。

(3) 重水

JRR-3 で使用している重水には、国際規制物質として管理すべき重水が含まれていることから、全ての重水を国際規制物質に準じた計量管理方法で管理している。JRR-3 で計量管理を行っている重水は、重水冷却系で使用している「装荷重水」、購入又は精製した「未使用重水」、JRR-3 又は他の研究炉で使用し、現在は重水保管タンク等に保管状態にある「回収重水」が存在する。重水の管理状況を表 2.1.5~表 2.1.7 に示す。

1) 重水系装荷重水

平成 25 年度のプロセス計装の点検に伴い、2.40kg の重水を重水系に装荷した。このため平成 25 年度末における装荷重水量は、7,365.88kg (平成 24 年度末) から 7,321.80kg となった。

2) 未使用重水

平成 25 年度は、新たな重水の購入及び精製は無かった。未使用重水量の変動としては、プロセス計装の点検に伴う重水系へ 2.40kg を装荷及び重水の棚卸しに伴う計量調整として 0.10kg があった。このため、平成 25 年度末における未使用重水の在庫量は、144.38kg (平成 24 年度末) から 142.08kg となった。

3) 回収重水

重水系の水質管理のために重水系からサンプリングし、分析を行った重水 (45.59kg) を重水保管容器に回収した。このため、平成 25 年度末における回収重水の在庫量は、16,048.15kg (平成 24 年度末) から 16,093.74kg となった。

表 2.1.4 JRR-3 水・ガス測定結果

系 統	項 目		管理基準値	測 定 結 果
1 次冷却水	水素イオン濃度指数 (pH)	浄化系入口	5.0 ~ 7.5	5.62 ~ 6.31
	導電率 (μS/cm)	浄化系入口	5.0 以下	0.69 ~ 1.40
	トリチウム濃度 (Bq/cm ³)		—	2.74×10 ² ~ 5.50×10 ²
SF プール水	水素イオン濃度指数 (pH)	浄化系入口	5.0 ~ 7.5	5.55 ~ 6.40
	導電率 (μS/cm)	浄化系入口	5.0 以下	0.64 ~ 1.22
	トリチウム濃度 (Bq/cm ³)		—	5.05×10 ² ~ 6.52×10 ²
反射体重水	トリチウム濃度 (Bq/cm ³) *1)		—	1.42×10 ⁸

*1) 平成 26 年 3 月 4 日現在の値

表 2.1.5 JRR-3 の装荷重水量

	平成 24 年度末	補給重水量 (kg)	回収重水量 (kg)	廃棄重水量 (kg)	平成 25 年度末
	装荷重水量(kg)				装荷重水量(kg)
JRR-3	7,365.88	2.40	46.48	0.00	7321.80

表 2.1.6 JRR-3 未使用重水保管量

平成 24 年度末	受入れ(kg)		払出し(kg)		平成 25 年度末
未使用重水量(kg)	購 入	計量調整	補 給	計量調整	未使用重水量(kg)
144.38	0.00	0.00	2.40	-0.10	142.08

表 2.1.7 JRR-3 の回収重水量

平成 24 年度末	受入れ(kg)			払出し(kg)			平成 25 年度末
回収重水量(kg)	炉心回収	その他	小 計	移 動	その他	小 計	回収重水量(kg)
16,048.15	45.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16,093.74

2.1.6 使用済燃料貯蔵施設の管理

使用済燃料貯蔵施設の運転・保守を行うとともに、施設定期自主検査を実施した。

(1) 貯蔵設備の管理

1) 貯槽の水質管理

JRR-3における貯槽の水質は、年度を通じて維持管理基準値以内に管理し、適切な水質管理を行った。平成25年度における各貯槽の水質及びトリチウム濃度等を表2.1.8に示す。各貯槽においては、水素イオン濃度指数 (pH)、導電率、トリチウム濃度等に大きな変動はなかった。

2) 循環系設備の管理

使用済燃料貯蔵施設 (DSF) 内に設置されている循環系設備機器類 (循環ブロー、空気作動弁、プロセス放射線モニタ等) に対して、自主点検及び施設定期自主検査を行い、機能及び性能を維持した。

(2) JRC-80Y-20T型核燃料輸送容器の定期自主検査

核燃料輸送物設計承認書及び容器承認書に基づき、JRC-80Y-20T型核燃料輸送容器2基の定期自主検査 (外観検査、気密漏えい検査、吊上荷重検査、未臨界検査、伝熱検査、遮へい検査) を実施し、当該輸送容器の健全性を確認した。

表2.1.8 JRR-3の使用済燃料貯蔵槽の水質測定値

	維持管理値	貯槽No.1	貯槽No.2
水素イオン濃度指数 (pH)	5.0~7.5	5.8~6.4	5.7~6.5
導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	10.0 以下	0.12~0.20	0.10~0.20
トリチウム濃度 (Bq/cm^3)	—	4.40~5.25	2.54~3.00
温度 ($^{\circ}\text{C}$)	—	16.5~22.5	15.5~23.0

2.2 JRR-4の運転管理

2.2.1 運転

JRR-4は、原則として週4日間、1日7時間の運転を行い、年間約40週の施設供用運転を実施している。現在は平成23年3月11日に発生した東日本大震災の影響により長期停止中であり、前年度に引き続き、平成25年度も運転を取り止めた。

平成25年度におけるJRR-4運転実績表を表2.2.1に示す。

なお、JRR-4は、平成25年9月26日の「日本原子力研究開発機構の改革計画」において廃止措置の方針が決定されたため、次年度以降の運転についても実施しない見込みである。

表 2.2.1 JRR-4 運転実績表

年・月 (year. Month)	運転日数 (day)	運転時間 (hr:min)	月間積算出力 (kWh)	積算出力 (kWh)	計画外 停止回数
前年度末積算値	—	38820:06	—	79,534,282	—
2012 .4	0	0	0	79,534,282	0
.5	0	0	0	79,534,282	0
.6	0	0	0	79,534,282	0
.7	0	0	0	79,534,282	0
.8	0	0	0	79,534,282	0
.9	0	0	0	79,534,282	0
.10	0	0	0	79,534,282	0
.11	0	0	0	79,534,282	0
.12	0	0	0	79,534,282	0
2013 .1	0	0	0	79,534,282	0
.2	0	0	0	79,534,282	0
.3	0	0	0	79,534,282	0
本年度計	0	0	0	—	0
本年度末積算値	—	38820:06	—	79,534,282	—

平成26年3月31日現在

2.2.2 保守・整備

(1) 概況

平成25年度研究炉運転・管理計画に基づき、点検・保守及び施設定期自主検査を実施した。主なものは、JRR-4原子炉施設保全計画に基づき実施した、原子炉冷却系のエキスパンション健全性確認及びサイフォンブレイク弁電磁石の交換である。

(2) 主な保守整備

1) エクスパンションジョイント健全性確認

保全計画に基づき、原子炉冷却系の1次冷却水配管の一部であるエキスパンションジョイントについて、外観検査及び溶接部のPT検査を行った。外観検査で、PT検査ともに有意な損傷及び欠陥は認められず、健全であることを確認した。

2) サイフォンブレイク弁電磁石交換

保全計画に基づき、1次冷却設備のサイフォンブレイク弁(VCB-1A,1B)について、電磁石の交換を行った。その後、作動検査を実施し、サイフォンブレイク弁が正常に作動することを確認した。

2.2.3 燃料・炉心管理

(1) 新燃料の管理

1) JRR-4の燃料製作

本年度、新燃料の製作はなかった。

2) JRR-4の未使用燃料貯蔵量及び計量管理

JRR-4の計量管理においては、平成25年10月及び平成25年12月に実在庫検査を行い、原子力規制庁及び核物質管理センターの検認を受けた。

(2) 燃料交換

東日本大震災の影響から、平成24年度に引き続き施設定期自主検査期間を延長したことから、本年度は原子炉運転及びそれに伴う燃料交換は実施していない。

(3) 反応度管理

東日本大震災の影響から、平成24年度に引き続き施設定期自主検査期間を延長したことから、本年度は原子炉を運転しておらず、過剰反応度は年度当初の5.64% $\Delta k/k$ のままであった。

図2.2.1にJRR-4炉心過剰反応度推移を示す。

(4) 使用済燃料の管理

1) 使用済燃料の収支

平成25年度において、使用済燃料の在庫量は増加していない。

2) 放射能濃度の監視

使用済燃料の健全性を確認するため、プール水の放射能濃度を定期的に監視して異常の無いことを確認した。各プールの放射能濃度は年度を通じて次のとおりであった。

No.1 プール : 検出限界以下 (検出限界 $1.80 \times 10^{-1} \sim 1.89 \times 10^{-1}$ Bq/ml)

No.2 プール : 検出限界以下 (検出限界 $1.80 \times 10^{-1} \sim 1.89 \times 10^{-1}$ Bq/ml)

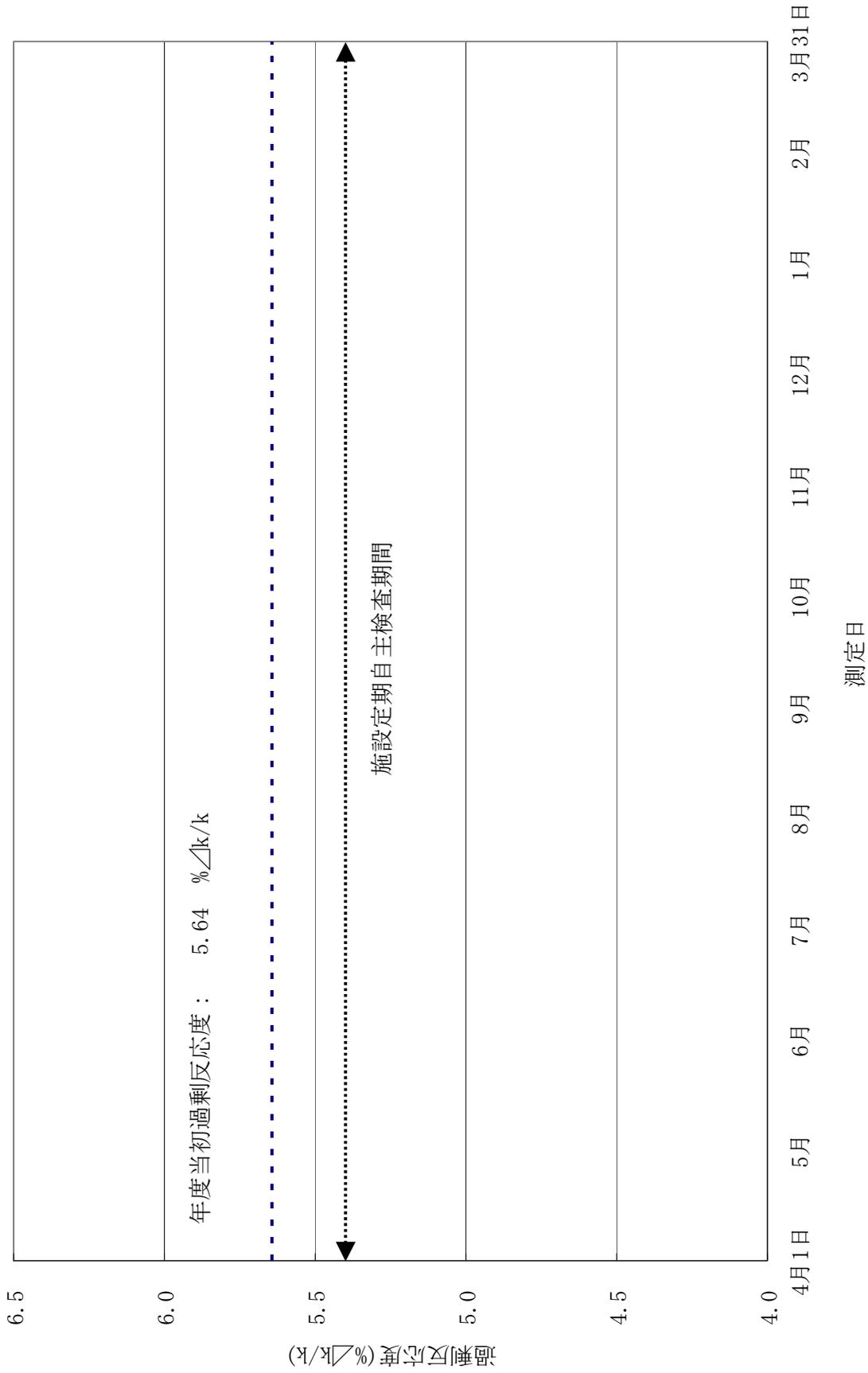


図 2.2.1 JRR-4 炉心過剰反応度推移 (平成 25 年度)

2.2.4 放射線管理

(1) 概要

本年度に実施された主な放射線作業は、プール水精製系イオン交換樹脂交換作業、排気第 2 系統ダクト一部更新作業及び反射体要素黒鉛の運搬作業であった。これらの作業はいずれも適切な放射線防護処置を行ったため、作業者の異常な被ばく及び汚染はなく、放射線管理上特に問題はなかった。

(2) 放出放射性物質の管理

JRR-4 から放出された放射性物質の年間放出量及び年間平均濃度を表 2.2.2 に示す。本年度は、原子炉の運転がなかったため、気体状放射性物質の ^{41}Ar の放出はなかった。

(3) 実効線量

JRR-4 における放射線業務従事者の実効線量を表 2.2.3 に示す。

2.2.5 水・ガス管理

JRR-4 の冷却系設備では、JRR-4 運転手引に基づき各冷却設備から冷却水のサンプリング及び分析を行い、水質を確認している。平成 25 年度は原子炉を運転しなかったことから、JRR-4 運転手引に基づき原子炉停止中における冷却水の分析項目、分析頻度による水質分析を行った。これらの分析の結果に異常は見られず、JRR-4 の冷却水は適切に管理されていた。

(1) 重水の計量管理

平成 25 年度の JRR-4 における重水の移動等はなかった。また、年度末における装荷重水量は、重水濃度による換算値（100%重水量）で 368.45kg である。平成 25 年度 JRR-4 の装荷重水量の変動を表 2.2.4 に示す。

(2) 炉プール水精製系

平成 25 年度は原子炉が停止していたため運転中の水質分析は行わなかったが、月例点検時にプール水精製系 No.1 及び No.2（使用済燃料貯蔵施設）の pH、導電率の分析を行い、年度を通して管理基準値（導電率：10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下、pH：5.5～7.0）を満足していることを確認した。平成 25 年度 JRR-4 プール水精製系の測定結果を表 2.2.5 に示す。

(3) 原子炉プール

No.1 プール内に設置されている重水タンクからプール水中への重水漏洩監視のために、毎月、No.1 と No.2 のプール水を採取してトリチウム濃度の測定を行った。測定結果は 0.48～0.66 Bq/ml で通常値内であり、重水タンクからの重水漏洩は認められないと考察する。

2.2.6 使用済燃料貯蔵施設の管理

使用済燃料貯蔵施設については、運転手引に従い点検を実施するとともに、使用済燃料貯蔵器、燃料一時貯蔵棚及び No.2 プールに対して施設定期自主検査を実施した。また、施設の保全のためプール水を管理しており、プール水の水質は、年間を通して管理基準値（導電率：10 μ S/cm 以下、pH：5.5～7.0）を満足していた。

表 2.2.2 JRR-4 から放出された放射性物質の年間放出量及び年間平均濃度

核種	放射性ガス		放射性塵埃		放射性廃液		
	^{41}Ar	^{60}Co	^{60}Co	^{131}I	^{60}Co	^{137}Cs	^3H
年間放出量 (Bq/y)	0	0	0	0	—	—	9.8×10^6
年間平均濃度 (Bq/cm ³)	$< 1.2 \times 10^{-3}$	$< 1.5 \times 10^{-9}$	$< 1.5 \times 10^{-9}$	$< 9.8 \times 10^{-9}$	$< 3.0 \times 10^{-3}$	$< 2.9 \times 10^{-3}$	1.6×10^{-1}

表 2.2.3 JRR-4 における放射線業務従事者の実効線量

	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期	年 間
放射線業務従事者数 (人)	17	15	41	22	50
総線量 (人・mSv)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
平均線量 (mSv)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
最大線量 (mSv)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(個人線量計：ガラスバッジ)

表 2.2.4 平成 25 年度 JRR-4 の装荷重量の変動

	平成 24 年度末 装荷重量(kg)	補給重量 (kg)	回収重量 (kg)	廃棄重量 (kg)	平成 25 年度末装 荷重量(kg)
JRR-4	368.45	0.00	0.00	0.00	368.45

表 2.2.5 平成 25 年度 JRR-4 炉プールの水精製系の測定結果

系 統	項 目		管理基準値	測定値
	No.1	No.2		
炉プールの水精製系	pH		5.5~7.0	5.67~6.11
	導電率 (μS/cm)		10μS/cm 以下	1.19~1.54
	トリチウム濃度 (Bq/ml)		通常の測定値と変わらないこと	0.57~0.66
	pH		5.5~7.0	5.71~6.01
	導電率 (μS/cm)		10μS/cm 以下	1.17~2.23
	トリチウム濃度 (Bq/ml)		通常の測定値と変わらないこと	0.48~0.65

2.3 NSRR の運転管理

2.3.1 運転

(1) 概況

平成 25 年度の運転は、安全研究センター燃料安全研究グループの実験計画に基づくパルス運転を 5 回実施した。また、平成 25 年度に原子炉の計画外停止は発生していない。平成 25 年度の運転実績を表 2.3.1 に示す。

(2) 水の管理

NSRR のプール水精製系設備を月に一度の頻度で、原子炉プールまたは燃料貯留プールに切替えて運転し、水質を管理している。月例点検の結果を表 2.3.2 に示す。結果に異常は見られず水の管理は適切であった。

1) 原子炉プール

原子炉プール水の pH 測定値は 6.04～6.44 の範囲であり、管理目標値（5.5～7.0）内であった。導電率の測定結果は 0.17～0.33 μ S/cm であり、管理目標値（0.5 μ S/cm 以下）の範囲であった。また、脱塩塔出口の導電率は 0.06～0.07 μ S/cm であった。

2) 燃料貯留プール

燃料貯留プール水の pH 測定値は 6.06～6.53 の範囲であり、管理目標値（5.5～7.5）内であった。また、導電率の測定結果は 0.17～0.42 μ S/cm であり、管理目標値（1.0 μ S/cm 以下）の範囲であった。

2.3.2 保守・整備

(1) 概況

平成 25 年度年間運転計画に基づき点検・保守を実施した。平成 23 年 9 月 1 日から平成 25 年 11 月 18 日の期間で第 34 回 NSRR 本体施設定期自主検査及び NSRR 本体施設自主検査を実施した。

上記以外の主な保守整備としては、塩酸貯槽配管等の一部更新、風除室及び排液中和設備屋根の塗装、特定化学設備等の定期自主検査を実施している。

(2) 本年度において実施した主な保守整備

1) 塩酸貯槽配管等の一部更新

塩酸貯槽ドレン配管は、設置後 25 年が経過し、塩ビ配管の経年劣化が考えられるため、高経年化対策として配管の一部更新を行った。また、それに伴いドレン配管系統にあるバルブについても交換を行った。残りの配管についても適宜更新を実施していくこととする。

2) 風除室及び排液中和設備屋根の塗装

風除室は、原子炉棟に機器等を搬入する際に雨風の侵入を防ぐ鉄骨造構造の建物であり、建物の柱及び梁等に塩害等による腐食が散見されたため、健全性を確保するため耐候性塗料による塗装を行った。また、同様に排液中和設備の屋根についても健全性を確保するため耐候性塗料による塗装を行った。

3) 特定化学設備等の定期自主検査

NSRR には、特定化学設備として排液中和装置と純水製造装置が設置されているが、本年度は年 1 回の実施が義務付けられている排液中和装置の定期自主検査と 2 年に 1 回の実施が義務付けられている純水製造装置の定期自主検査を実施している。本定期自主検査においては、塩酸貯槽の開放点検を含めた、配管、弁の外観検査及び漏えい検査、ポンプ、制御回路の絶縁抵抗検査、作動検査、警報検査及びインターロック検査を実施した。本検査の結果、設備の性能が維持されていることを確認した。

表 2.3.1(1) NSRR 運転実績表 (1/2)

実 験	運 転 日 (月/日)	運 転 時 間 (時間:分)	運 転 時 間 累 計 (時間:分)	出 力 量 (kWH)	出 力 量 累 計 (kWH)	計 画 外 停 止	備 考
施設定期検査 (特性試験)	10/25	3:49	5756:26	0.5	150403.6	0	定出力運転
	10/28	4:41	5761:07	0.2	150403.8	0	定出力運転
	10/29	5:07	5766:14	0.1	150403.9	0	定出力運転
	10/30	5:34	5771:48	0.1	150404.0	0	定出力運転
	10/31	4:00	5775:48	0.1	150404.1	0	定出力運転
	11/1	1:56	5777:44	0.1	150404.2	0	定出力運転
	11/5	6:04	5783:48	0.3	150404.5	0	定出力運転
	11/6	3:27	5787:15	0.1	150404.6	0	定出力運転
	11/7	1:27	5788:42	107.6	150512.2	0	定出力運転
	11/8	4:26	5793:08	979.7	151491.9	0	定出力運転
	11/11	1:06	5796:21	64.4	151556.3	0	単一パルス運転
		1:03					
		1:04					
	11/12	1:25	5799:43	43.1	151599.4	0	台形パルス運転
		1:02					
		0:55					
	11/13	1:53	5803:18	61.7	151661.1	0	合成パルス運転
		0:52					
		0:50					
	11/14	1:23	5804:41	18.5	151679.6	0	台形パルス運転
		1:23					
		0:53					
	11/15	3:23	5810:20	786.0	152465.6	0	単一パルス運転
							定出力運転

表 2.3.1(2) NSRR 運転実績表 (2/2)

実 験	運 転 日 (月/日)	運 転 時 間 (時間:分)	運 転 時 間 累 計 (時間:分)	出 力 量 (kWH)	出 力 量 累 計 (kWH)	計 画 外 停 止	備 考
施設定期検査 (特性試験)	11/18	2:15	5814:40	83.6	152549.2	0	台形パルス運転
		1:02					
		1:03					
特性試験	12/17	1:10	5815:50	21.3	152570.5	0	単一パルス運転
LVDT 圧力計性能確認 試験 (491-3)	12/25	1:48	5817:38	20.6	152591.1	0	単一パルス運転
接触式被覆管熱電対の 性能確認試験 (565-1)	1/22	1:43	5819:21	15.3	152606.4	0	単一パルス運転
高燃焼度燃料実験 (VA-5)	2/20	1:52	5821:13	31.1	152637.5	0	単一パルス運転
臨界点確認	3/14	0:38	5821:51	0.0	152637.5	0	定出力運転
高燃焼度燃料実験 (VA-6)	3/18	1:55	5823:46	31.7	152669.2	0	単一パルス運転
特性試験	3/27	1:12	5824:58	0.0	152669.2	0	定出力運転
ペレット及び被覆管の 溶融、酸化挙動を調べる ための予備実験 (851-1)	3/28	0:50	5825:48	24.9	152694.1	0	台形パルス運転

* : 平成 26 年 3 月 31 日 現在

表 2.3.2 NSRR プール水測定結果

項目	管理目標値	測定結果
原子炉プール水pH	5.5 ~ 7.0	6.04~6.44
原子炉プール水導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	0.5 以下	0.17~0.33
脱塩塔出口導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	プール水導電率より低いこと	0.06~0.07
燃料貯留プール水pH	5.5 ~ 7.5	6.06~6.53
燃料貯留プール水導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1.0 以下	0.17~0.42

2.3.3 燃料・炉心管理

(1) NSRR の燃料製作

本年度は、新燃料の製作を行わなかった。

(2) NSRR の燃料の交換

本年度は、燃料交換の実施はなかった。

(3) NSRR の燃料貯蔵量及び計量管理

NSRR 炉心用燃料の計量管理においては、原子炉プール内ラック及び燃料貯留プールで貯蔵中の使用済燃料要素の在庫変動はなかった。また、平成 25 年 10 月に実在庫検査（棚卸し）を行い、原子力規制庁（核物質管理センター）及び IAEA の検認を受けた。

(4) その他

1) 燃料輸送容器の管理

新燃料輸送に使用する未使用燃料輸送容器（NSC-81Y-365K 型）の定期自主検査については平成 25 年 6 月に行った。また、核燃料輸送物設計承認書及び容器承認書の有効期限は、いずれも平成 26 年 10 月 5 日である。

2.3.4 放射線管理

(1) 概況

本年度に実施した主な放射線作業は、炉心燃料の燃料検査等であった。これらの作業において作業者の有意な被ばく及び汚染はなく、放射線管理上、特に問題はなかった。

(2) 放出放射性物質

NSRR から放出された放射性物質の放出量及び平均濃度を表 2.3.3 に示す。放出された気体状放射性物質の ^{41}Ar の年間放出量は $4.6 \times 10^9 \text{Bq}$ であり、放出管理目標値($4.4 \times 10^{13} \text{Bq}$)を下回る値であった。

(3) 実効線量

NSRR における放射線業務従事者の実効線量を表 2.3.4 に示す。個人線量計による従事者の実効線量の平均値は 0mSv であり、放射線管理上、特に問題はなかった。

表 2.3.3 NSRR における気体状放射性物質及び放射性廃液の年間放出量と年間平均濃度

	放出性ガス (原子炉棟)	放射性塵埃			放射性廃液
	^{41}Ar	原子炉棟		燃料棟	^{60}Co
		^{60}Co	^{131}I	^{60}Co	
年間放出量 (Bq/y)	4.6×10^9	0	0	0	1.6×10^5
年間平均濃度 (Bq/cm ³)	$<3.1 \times 10^{-3}$	$<6.5 \times 10^{-10}$	$<1.0 \times 10^{-8}$	$<6.5 \times 10^{-10}$	2.6×10^{-3}

表 2.3.4 NSRR における放射線業務従事者の実効線量

	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期	年 間
放射線業務従事者数 (人)	41	51	49	59	85
総線量 (人・mSv)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
平均線量 (mSv)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
最大線量 (mSv)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(個人線量計：ガラスバッジ)

2.4 タンデム加速器の運転管理

2.4.1 運転

(1) 概況

平成 25 年度のタンデム加速器の実験利用運転(以下「マシンタイム」という)は、第 1 回を前年度 2 月 13 日から 5 月 26 日まで、第 2 回を平成 25 年 6 月 17 日から 7 月 15 日まで、第 3 回を 10 月 7 日から平成 26 年 1 月 15 日まで、第 4 回を平成 26 年 3 月 3 日から 3 月 31 日まで行った。(4 月 1 日以降、6 月 3 日まで、継続して平成 26 年度運転を実施した。)各回マシンタイムは、予定通りの運転を実施した。

平成 25 年度(平成 25 年 4 月 1 日～平成 26 年 3 月 31 日)のタンデム加速器の運転・保守、中止日数等を表 2.4.1 に、タンデム加速器を使用したマシンタイムの利用形態を表 2.4.2 に、マシンタイムにおける利用分野の日数を表 2.4.3 に示す。

表 2.4.1 平成 25 年度タンデム加速器の運転・保守状況

運転・保守項目	日数
実験利用運転日数	152 日 (42%)
定期整備日数	95 日 (26%)
保守日数	26 日 (7%)
調整運転(含コンディショニング)	12 日 (3%)
休止日	78 日 (21%)
実験キャンセル	2 日 (1%)

()内の数字は、全運転・保守別の割合を示す。

表 2.4.2 平成 25 年度タンデム加速器の利用形態

利用形態	日数
共同研究	84 日 (55%)
機構内利用	41 日 (27%)
施設供用	17 日 (11%)
JST 受託研究	10 日 (7%)

()内の数字は、利用形態別の割合を示す。

表 2.4.3 平成 25 年度タンデム加速器の利用分野

利用分野	日数
核物理・核データ	47 日 (31%)
核化学	40 日 (26%)
原子・固体物理、材料科学	55 日 (36%)
加速器開発	10 日 (7%)

()内の数字は、利用分野別の割合を示す。

(2) タンデム加速器の運転

平成 25 年度におけるタンデム加速器のマシントイム中の加速電圧の分布を表 2.4.4 に示す。運転割合は、1 日間の実験中に加速電圧の変更を行うこともあるため、その分も含めた値としている。

表 2.4.4 平成 25 年度タンデム加速器の加速電圧分布

加速電圧(MV)	運転割合(%)
18-19	0
17-18	8.6
16-17	5.6
15-16	21.0
14-15	28.4
13-14	12.3
12-13	2.5
11-12	2.5
10-11	2.5
9-10	2.5
8-9	1.9
7-8	4.3
6-7	4.3
5-6	0.6
4-5	0
3-4	2.5
2-3	0
1-2	0
0-1	0.6

マシントイム中に実験及び加速器開発のために使用した加速イオン種を表 2.4.5 に示す。イオンの供給は、ターミナルイオン源からのイオン加速が全体の半数を占めている。

表 2.4.5 平成 25 年度加速イオン種

加速イオン種	
^1H	^{35}Cl
^2H	^{58}Ni
^7Li	^{82}Kr
^{11}B	^{130}Xe
^{12}C	^{136}Xe
^{13}C	^{184}W
^{15}N	^{197}Au
^{18}O	$^1\text{H}_2$
^{22}Ne	$^{12}\text{C}_2$
^{28}Si	$^{12}\text{C}_{60}$
^{32}S	—

2.4.2 保守・整備

(1) 定期整備

平成 25 年度に行った定期整備は 3 回である。タンク内機器の故障により臨時にガス回収を 1 回実施している。

1 回目の定期整備は、平成 24 年度マシンタイム終了後の 5 月 30 日にガス回収作業を行い、6 月 14 日にガス充填作業を行った。この間の整備作業では、主に以下の項目について実施した。

- ①ローターティングシャフト整備。
- ②チャージングチェーン整備。
- ③ゴンドラ整備 (ASP、CSP)。

ゴンドラの性能検査を 6 月 7 日に受検し指摘事項はなかった。

2 回目の定期整備は、8 月 1 日にガス回収作業を行い、9 月 25 日にガス充填作業を行った。この間の整備作業では、主に以下の項目について実施した。

- ①ローターティングシャフト整備。
- ②RS-1 ギアボックスの交換。
- ③チャージングチェーン整備。
- ④TIS ガスラックの改造。

3 回目の定期整備は、平成 26 年 1 月 20 日にガス回収作業を行い、2 月 26 日にガス充填作業を行った。ガス充填中の 2 月 26 日、ベーパーライザーの性能が上がらず充填速度が普段より遅いため翌 27 日も充填作業を行った。この間の整備作業では、主に以下の項目について実施した。

- ①ローターティングシャフト整備。
- ②チャージングチェーン整備。

今年度は、安全に加速器の運転・整備を実施できた。3 月 3 日より第 3 期マシンタイムを実施した。

(2) 故障と修理

9月26日、マシンタイム中にTISのRFを上げても電流が流れない事象が発生したため、ガス回収を行い修理することとした。

(状況)

点検した結果、DCカットのプラスチック膜に約1mmの穴が開いていた。他にEXT電源のコネクタに不備があったためコネクタを作り直した。

(3) 施設管理

平成25年度は、所内停電(8月31日、9月1日、12月22、23日)以外にタンデム建家独自の停電作業があったため、参考として以下に示す。

- ①8月10、11日 受変電設備の点検のため(定期停電)。
- ②11月5日 ヘリウム冷凍機高圧ケーブル交換作業のため。
- ③2月8～11日 受変電設備トランスの更新作業のため。
- ④2月24日 EG起動確認作業のため。

(4) ターミナルイオン源(TIS)の整備

タンデム加速器では高電圧端子に電子サイクロトロン共鳴イオン源を設置しており、高多価の正イオンを生成し、シングルエンド加速により大電流かつ高エネルギーのビームを発生することが可能である。本年度は新たにターミナルからのニッケルビーム加速を可能にするため、ガスラックを改造しニッケロセン(Ni(C₅H₅)₂、顆粒状)を詰めたソースボトルを搭載した。またこの際、昇華性物質であるニッケロセンがガス導入管内へ固着することを抑制するため、ガスラックからTISまでのガス導入管を内径の太いものに変更した(OD:1/4inch→OD:3/8inch)。

25年度末時点での搭載ガス種を表2.4.6に示す。

表 2.4.6 ターミナルイオン源搭載ガス種 (25年度末時点)

ガスボトル	ガス種	備考
GAS EC-1	³ He+Xe+N ₂ (10:3:87)	
GAS EC-EX1	ベンゼン C ₆ H ₆	
GAS EC-3	²² Ne(99.9%)+H ₂ +N ₂ (1:2:0.5)	
GAS EC-4	Ar+CO ₂ + ¹⁴ N ₂ (1:1.2:25)	
GAS EC-5	¹⁵ N ₂ +H ₂ (1:2.07)	
GAS EC-6	¹³⁶ Xe(80%)+N ₂ (約 1:50)	
GAS EC-7	⁸² Kr(99.99%)+O ₂ (1:32)	
GAS EC-EX-2	ニッケロセン Ni(C ₅ H ₅) ₂	固体 5g (新規)
GAS EC-9	¹³⁶ Xe(80%)+O ₂ (1:50)	

(5) 放射化物保管設備

放射線障害防止法の改正に伴い、放射線発生装置の使用により放射化した機器を保管するための放射化物保管設備の設置が必要となった。このため、設置のための変更許可申請を平成25年12月19日に行い平成26年3月20日に許可された。放射化物保管設備は建家内に6ヶ所設置した。垂直実験室に設置した放射化物保管設備は袋小路通路の入口を鋼製柵扉により区画したものである。この設備では主にタワー室、分析マグネット室等から発生するファラデーカップ等の加速器構成機器を保管する。その他5ヶ所の放射化物保管設備では主にターゲットホルダ等の実験機器を保管する。設備はいずれも鋼製ロッカーを用いた。設備内に設ける放射化物保管容器は鋼製ドラム缶及び箱型耐火容器である。設置した放射化物保管設備の一覧を表2.4.7に示す。

表2.4.7 放射化物保管設備一覧

設置場所	構造及び材料	放射化物保管容器
垂直実験室	建家コンクリート壁及び鋼製柵扉 幅1.9m×奥行9.0m×高さ2.0m	鋼製ドラム缶 10個以内 箱型耐火容器 20個以内
軽イオンターゲット室	鋼製箱型収納庫 幅45cm×奥行62cm×高さ140cm	箱型耐火容器 4個以内
第2重イオンターゲット室	鋼製箱型収納庫 幅54cm×奥行44cm×高さ88cm	箱型耐火容器 4個以内
第1重イオンターゲット室	鋼製箱型収納庫 幅45cm×奥行62cm×高さ140cm	箱型耐火容器 4個以内
照射室	鋼製箱型収納庫 幅96cm×奥行51cm×高さ196cm	箱型耐火容器 4個以内
第2照射室	鋼製箱型収納庫 幅45cm×奥行62cm×高さ140cm	箱型耐火容器 4個以内

2.4.3 高圧ガス製造施設

(1) 六フッ化硫黄ガス

本施設はタンデム加速器の絶縁ガスとして使用している六フッ化硫黄ガス (SF₆) のガス移送に使用されているものである。本施設は第一種製造者として高圧ガス保安法の適用を受けるため、年 1 回の定期自主検査の実施と保安検査の受検が義務付けられている。本年度は定期自主検査、保安検査及び施設の運転保守のための各種整備作業を以下のように実施した。

平成 25 年 7～8 月

定期自主検査に係る各種検査作業（気密検査、肉厚測定、貯槽の不同沈下測定、温度計の校正、圧力比較検査、安全弁作動検査、液面計止め弁作動検査、高圧リミットスイッチの作動試験）を実施した。開放検査は、No.1 コンプレッサー1st.インタークーラー、No.1 コンプレッサー2nd.インタークーラー、No.2 コンプレッサー1st.インタークーラー、No.2 コンプレッサー2nd.インタークーラー、ディタンク、配管、フレキシブルホースについて実施した。これらの検査で特異な異常等は無かった。保安検査は平成 25 年 8 月 27 日に行われ合格した。

平成 25 年 8 月

第一種圧力容器（ベーパーライザー）の定期自主検査を実施した。性能検査は平成 25 年 9 月 10 日に実施され合格した。

(2) 液体窒素貯槽

本施設は、タンデム加速器の運転保守や加速器を利用した実験のために液体窒素及び乾燥窒素ガスを供給するための設備である。本年度の液体窒素総受入量は、11,204 リットルであった。

本施設は、定期自主検査に係る各種検査作業（気密検査、肉厚検査、貯槽の不同沈下測定、圧力計の校正、安全弁作動検査、真空度測定）を平成 25 年 8 月 13 日に実施し合格した。

(3) ヘリウム冷凍機

本装置は超電導ブースターの加速空洞を極低温に冷却するための施設であり、同型の冷凍装置 2 台(前段部、後段部)で全 46 空洞を冷却するものである。

平成 25 年度は、超電導ブースターの運転がなかったため、ヘリウム冷凍機の運転は行っていない。

本装置は第 1 種製造者として高圧ガス保安法の適用を受け、冷凍保安規則により年 1 回の定期自主検査の実施を義務付けられている。定期自主検査を 11 月に実施し、安全弁・圧力計の試験、バッファタンクの不同沈下測定、潤滑油量点検、圧力・温度保護スイッチ作動検査、気密試験、制御盤点検、起動器盤内点検等を行い異常のないことを確認した。11 月 28 日、29 日に施設検査を受検し合格した。

2.4.4 放射線管理

(1) 概況

平成 25 年度に実施された主な放射線作業は 7～9 月及び 1～2 月にかけて行われた加速器定期整備である。これらの作業での異常な被ばく及び汚染の発生は無く、放射線管理上特に問題は無かった。

(2) 放出放射性物質

タンデム加速器建家から放出された放射性物質の放出量及び平均濃度を表 2.4.8 に示す。放射性廃液の総排出量は 18m³であった。廃液中の ⁶⁰Co、¹³⁷Cs、²³⁷Np の平均濃度は例年とほぼ同じであった。また上記以外の核種の検出は無かった。放出された放射性塵埃の量はいずれも検出限度未満であった。

表 2.4.8 タンデム加速器における放射性塵埃及び放射性廃液の年間放出量と年間平均濃度

核種	放射性廃液				放射性塵埃	
	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	²³⁷ Np	その他	⁶⁰ Co	²³⁷ Np
年間放出量 (Bq/y)	4.8×10 ⁴	5.1×10 ⁴	5.8×10 ³	0	0	0
年平均濃度 (Bq/cm ³)	2.7×10 ⁻³	2.8×10 ⁻³	3.2×10 ⁻⁴	0	<9.6×10 ⁻¹¹	<5.8×10 ⁻¹¹

2.5 ラジオアイソトープ製造棟の管理

2.5.1 施設の管理

平成 25 年度のラジオアイソトープ製造棟における主な作業は、定常的な医療用 RI の製造及び開発である。また、ウランゲッターの処理作業が終了したため、401 号室に設置されていたトリチウム除去装置の解体・撤去作業を行った。トリチウム除去装置はトリチウムで汚染されているため、作業者はアノラックスーツを着用しグリーンハウスの中で作業を実施した。作業で発生した放射性廃棄物は所定の廃棄物容器に収納し、処理場に引き渡した。これらの作業は、いずれも適切な防護処置が施され、異常な被ばく及び汚染の発生もなく、問題なく実施された。

2.5.2 放射線管理

ラジオアイソトープ製造棟では、平成 25 年度放射線管理上特に問題なかった。平成 25 年度の排気中の気体状放射性物質の年間平均濃度及び年間放出量を表 2.5.1 及び表 2.5.2 に、放射性廃液の年間放出量及び年間廃液量を表 2.5.3 に示す。また、放射線業務従事者の実効線量を表 2.5.4 に示す。

表 2.5.1 ラジオアイソトープ製造棟における排気中の気体状放射性物質年間平均濃度（放射性塵埃）と年間放出量

放射 性 塵 埃							
200 エリア排気口		300 エリア排気口		400 エリア排気口		600 エリア排気口	
⁶⁰ Co		⁶⁰ Co		³² P		⁶⁰ Co	
年間平均濃度	放出量	年間平均濃度	放出量	年間平均濃度	放出量	年間平均濃度	放出量
(Bq/cm ³)	(Bq)						
<4.0×10 ⁻¹⁰	0						

表 2.5.2 ラジオアイソトープ製造棟における排気中の気体状放射性物質年間平均濃度（放射性ガス）と年間放出量

放射 性 ガ ス					
200 エリア排気口		300 エリア排気口		400 エリア排気口	
³ H (HTO + HT)		³ H (HTO + HT)		³ H (HTO + HT)	
年間平均濃度	放出量	年間平均濃度	放出量	年間平均濃度	放出量
(Bq/cm ³)	(Bq)	(Bq/cm ³)	(Bq)	(Bq/cm ³)	(Bq)
<2.3×10 ⁻⁴	0	<2.3×10 ⁻⁴	0	<4.0×10 ⁻⁴	0

表 2.5.3 ラジオアイソトープ製造棟における放出放射性廃液の年間放出量と年間廃液量

年度	放射性廃液			
	放出量 (Bq)			廃液量 (m ³)
	³ H	⁶⁰ Co	²¹⁰ Po	
25	2.3×10 ⁶	—	—	1.2×10 ¹

「 — 」: 不検出

表 2.5.4 ラジオアイソトープ製造棟における放射線業務従事者の実効線量

	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期	年間
放射線業務 従事者数* (人)	53	81	104	123	263
総線量 (人・mSv)	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
平均線量 (mSv)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
最大線量 (mSv)	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1

* : 各四半期内に同一人が複数回の指定登録を行った場合には、1人として算出

2.6 主要な技術的事項

2.6.1 JRR-3 制御棒駆動装置コイル電源制御盤の更新

(1) 概要

JRR-3 の制御棒駆動装置（CRDM）ではプール上面のユーティリティーを重視して、プール内に設置された炉心への制御棒の引抜き挿入はプール底部より行っており、CRDM はプール水の漏洩を防ぐために、軸封が不要となるよう非接触の磁気結合方式を採用している。制御棒と CRDM を強い磁力で結合するため電磁コイルには、直流大電流を発生し制御する制御棒コイル電源制御盤が必要となり、JRR-3 の改造時に設計、製作され設置から約 23 年が経過している。これまで定期的な点検と予防的に部品交換を行うことで機能を維持してきたが、使用しているトランジスタをはじめ多くの電子部品等が生産を終了し、機能維持、故障修理も困難な状況となっていたことから、CRDM コイル電源制御盤を更新することとした。更新では、発熱が多く構成部品の寿命に影響を与えたシリーズ方式の直流安定化電源から、電力変換効率が高く発熱が少ないスイッチング方式の直流安定化電源に変更することとし、平成 18 年度より段階的に試作等を重ね磁気結合への影響等の検証を行ってきた。本年度は、その最終段階の既設 CRDM コイル電源制御盤の更新を実施した。

(2) 更新範囲

CRDM コイル電源制御盤は、6 本の制御棒毎にユニット化された直流安定化電源が盤内に設置されている。本年度行った更新の範囲は、予備を含む 7 式の直流安定化電源の製作と盤内に設置されている既設品の撤去及び製作品の据付である。また、周辺機器の電源トランス及びケーブル類等の更新も行った。なお、既設直流安定化電源と入替られるように設計したため、盤の筐体を変更することなく耐震強度への影響も発生しなかった。

(3) 直流安定化電源の構成

既設の直流安定化電源は 220kg/1 ユニットであったが、更新では重量の低減が図られた 110kg/3 ユニットに分割した、保持用コイル電源ユニット、制御用コイル電源ユニット及び制御ユニットから成り、ユニット毎の点検、修理、交換等により作業効率が改善され迅速な緊急対応が可能となった。また、制御ユニットにシーケンサーを採用することで制御パラメーターの変更が容易で確実に became。 (図 2.6.1 に直流安定化電源の構成図、図 2.6.2 にユニット構成図を示す。)

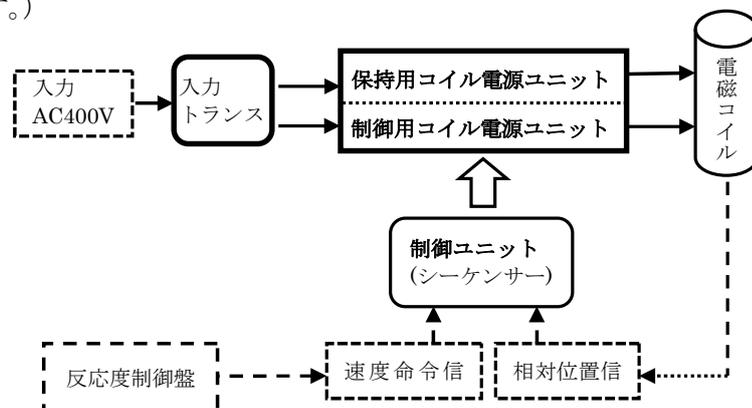


図 2.6.1 直流安定化電源の構成図

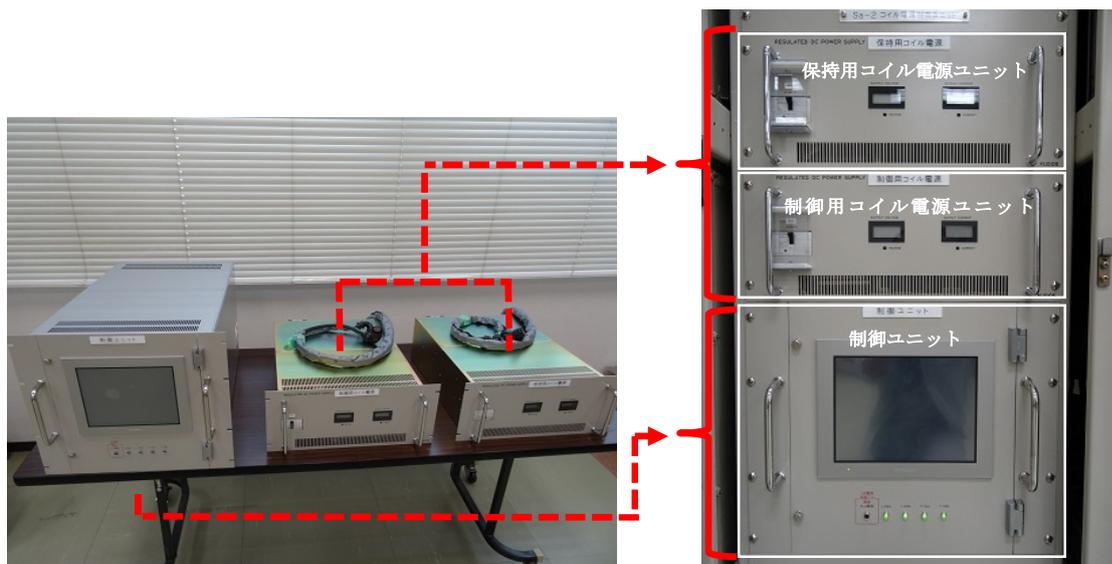


図 2.6.2 ユニット構成図

(4) 冷却ファンの冗長化

コイル電源ユニットは、電磁コイルの保護を目的に冷却ファンの停止等により内部温度が 80℃に達すると出力電流を遮断するが、排熱方向に直列に冷却ファンを冗長化することで、単一故障では内部温度が上昇することは無くなった。また、換気風量が増加したことで内部温度が約 5℃低下したことにより部品の劣化を抑制することが期待される。ファンの配置を図 2.6.3～図 2.6.4 に示す。



図 2.6.3 冷却ファン配置

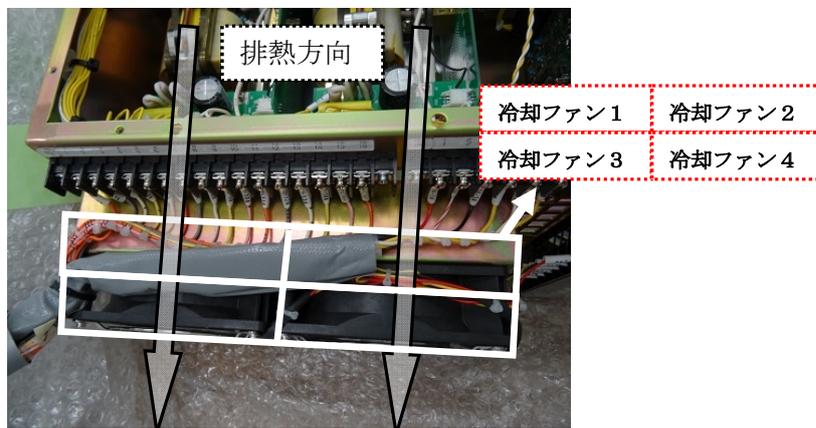


図 2.6.4 冷却ファン冗長化配置

(5) スクラム遮断器盤との協調

CRDM コイル電源制御盤の 1 次側に設置されているスクラム遮断器盤には、内蔵するサイリスタスイッチを突入電流から保護するための速断ヒューズ 200A（溶断電流実効値 1000A /10ms）が設置されていることから、保護協調を考慮し突入電流防止対策を図った入力トランスを設置した。設置後の測定で入力トランスの突入最大電流値は 519A/10ms であることを確認した。

(6) 試験・検査

1) 単体検査

工場検査において承認図通りに製作されたことを確認し、仕様書に書かれた①員数検査②外観検査③寸法検査④性能検査（出力電流特性試験、基準電流設定範囲測定試験、シーケンス試験）⑤電源遮断特性測定試験⑥絶縁抵抗測定試験⑦絶縁耐力測定試験⑧エージング検査を実施した。また、電磁コイルを模擬した負荷を接続して CRDM に実装する前に 7 日間連続通電試験を行い製作した直流安定化電源の信頼性を確認した。また、JRR-3 炉室に設置される CRDM 調整装置を用いて CRDM と同じ使用条件で作動検査を行った。

2) 性能確認試験（機能検査）

総合的な最終の性能確認として、施設定期自主検査で行う駆動速度検査及びスクラム時間測定検査を行った。また、10 日間連続通電試験を行い、原子炉出力制御系の機器や、中性子計装設備など微弱な電流を制御する機器にスイッチングノイズが影響を及ぼしていないことを確認した。

(7) 結果

CRDM コイル電源制御盤に要求される性能について全て満足したことから、平成 18 年度より段階的に行ってきた更新計画は全て終了した。

2.6.2 JRR-3 冷却塔ディフューザの更新

(1) 概要

JRR-3 の 2 次冷却系設備の一部である冷却塔は、炉心等で発生し熱交換器を介して受け取った熱を放散冷却する設備である。今回、更新を実施した冷却塔ディフューザは、この熱を効率よく大気に放散するための機器である。設置以来 25 年以上が経過し、経年劣化による腐食等が著しいことから更新を行い、JRR-3 の長期的な安全で安定した運転に資することを目的とする。

(2) 冷却塔ディフューザ

JRR-3 の冷却設備は、1 次冷却系、2 次冷却系、重水冷却系、使用済燃料プール水浄化冷却系等から構成されている。2 次冷却系は、2 次冷却材ポンプ、補機冷却ポンプ、冷却塔等から構成されており、2 次冷却材ポンプにより原子炉建家内の各熱交換器に供給し、これらの熱交換器から伝熱された 2 次冷却材を冷却塔に送り、冷却塔で放散冷却し再び冷却塔内の水槽に戻り循環する系統である。冷却塔は、送風機、送水管、散水樋、充填物等により構成されており、2 次冷却材と空気を直接接触させて水の蒸発現象により冷却する構造である。送風機は、冷却塔の屋上に 3 台設置されており、減速機、伝動軸、電動機、ケーシング等で構成されている。送風機は、立形上向吐出のクーリングタワー用プロペラファンで、ケーシング上部にはディフューザを取り付け、空気の放散効率を上げている。2 次冷却系の系統概要図を図 2.6.5 に、送風機の概要図を図 2.6.6 に示す。

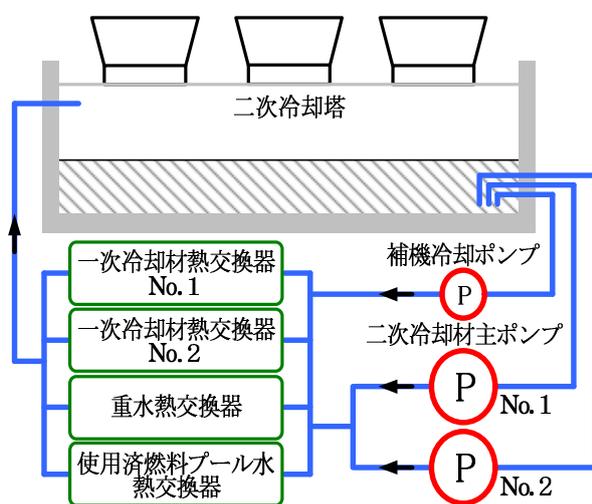


図 2.6.5 2 次冷却系の系統概要図

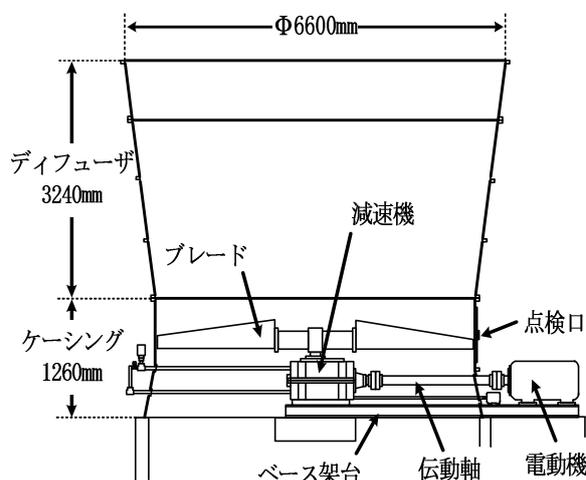


図 2.6.6 送風機の概要図

(3) 更新における改良点

1) 塗料及び母材の材質の検討

冷却塔ディフューザは、設置以来 25 年以上が経過し、経年劣化による腐食等により錆、膨れ、母材の減肉が発生している。特に、ケーシング内部のファンブレード回転円周上について

は母材の腐食が進行している。近年実施した冷却塔ディフューザの塗装作業では、十分なケレンを実施した後、再塗装を行ったものの他箇所より塗膜の浮き、剥がれが目立っている。また、塗装前のケレンにより母材の減肉部において穴が開き、FRPに

表 2.6.1 塗料の比較表

塗料の種類	グレード	価格	耐候性	耐久性	作業性
アクリル樹脂	低	安	低	低	良
ウレタン樹脂	↑	↑	↑	↑	↑
シリコン樹脂	↓	↓	↓	↓	↓
フッ素樹脂	高	高	高	高	悪

て穴の補修が必要となっている。ファンブレード周辺の塗膜が剥離した場合、剥がれた塗膜がファンブレードと接触し、送風機の運転に支障をきたす恐れがあるほか、ファンブレードの回転により塗膜の剥離が拡大し、露出した母材が腐食するという悪循環を生んでいる。前回塗装時の貫通孔を図 2.6.7 に、内部塗膜の剥離を図 2.6.8 に示す。

本更新作業では、ケーシング内部の経年劣化による塗膜の付着の浮き、剥がれを防止するため、現在の使用条件、使用環境等を考慮した上で最適なものを選定する必要がある、塗料及び母材の材質について再検討を行った。塗料については、塗料のグレードをあげることで耐候性、耐久性を高める効果は期待出来るが、コスト面、メンテナンス性、耐塩害性に難があるため、耐候性、付着性、耐塩害性、防食性、作業性、使用実績等を考慮し、従来通り下塗りに変形エポキシ樹脂塗料、中塗・上塗塗料にポリウレタン樹脂塗料とした。また、経年劣化による塗膜の剥離については、母材の素地を適正に管理する必要がある、塗装周期を定め、定期的な塗装を実施することで防止できるが、コスト面等を考慮すると困難と思われる。そのため、ケーシング内部の塗装を実施しない仕様とするため、母材の材質を変更した。母材の材質については、耐久性、コスト面、製作期間等を考慮し、ケーシングにステンレス鋼材、ディフューザに一般構造用圧延鋼材を選定した。塗料の比較表を表 2.6.1 に示す。



図 2.6.7 前回塗装時の貫通孔



図 2.6.8 内部塗膜の剥離

2) 点検口の改良

既設の点検口は丁番を軸にして開閉する片開きタイプの扉であったが、開スペース側に電動機が設置されているため、電動機との干渉により開スペースが狭く、点検時にケーシング内への出入りがしにくい構造となっていた。また、施設定期自主検査中に実施している冷却塔の点検整備において伝動軸を更新した際に、伝動軸の軸径が大きくなったため扉の開スペースがさらに狭くなっている。現状の大きさを確保しつつ、出入りのしやすい点検口にするため、片開きタイプから取外しタイプへと変更すると共に、点検口の開口部を既設より大きめにすることで、アクセス性の向上を図った。点検口の開口部と扉カバーを図 2.6.9 に示す。



図 2.6.9 点検口の開口部と扉カバー

3) ベース架台開口部の改良

減速機、電動機を据え付けた共通のベース架台についても設置以来 25 年以上が経過し、経年劣化による腐食等により錆、母材の減肉が発生している。近い将来の更新作業を予定しているため、ベース架台とケーシングの間隙を既設より大きめに開口しベース架台の更新が容易に実施できる構造とし、メンテナンス性の向上を図った。また、大きめに開口したことによるベース架台とケーシングの間隙については、後付けのカバーを製作し、カバーにより開口部の間隙を極力少なくする構造とした。ベース架台とケーシングの開口部を図 2.6.10 に示す。



図 2.6.10 ベース架台とケーシングの開口部

(4) 製作・据付

1) 製作

製作は、材料準備から出荷までおよそ3ヶ月の期間を要した。母材の塗装面については、塗装前にブラスト加工を施したことで、母材と塗装の密着性が向上し、塗膜が剥離しづらく、母材が腐食しにくい構造となった。製作工程を図2.6.11に示す。

組み立て終了後、工場において外観及び寸法検査を実施した。寸法検査については、各部の寸法が許容値内であることを確認した。なお、ケーシングの内径については、ケーシング内部をファンブレードが回転するため、マイナス側の許容値は認めないこととした。寸法検査の結果を表2.6.2に示す。

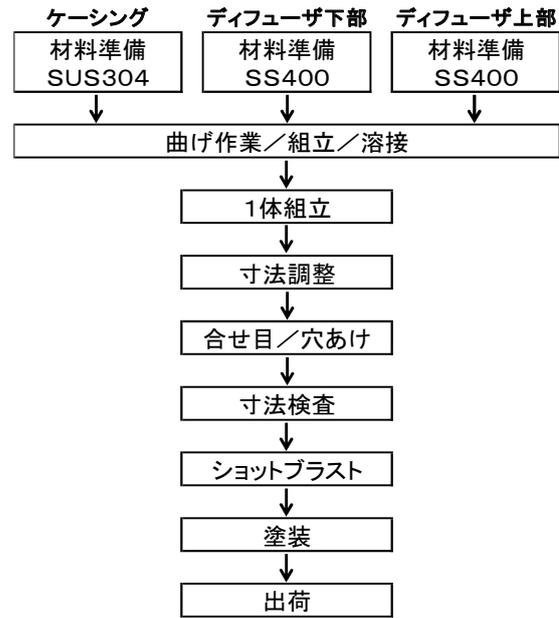
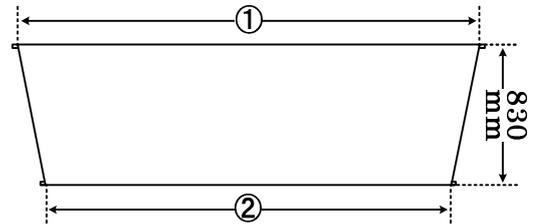


図 2.6.11 製作工程

表 2.6.2 寸法検査結果

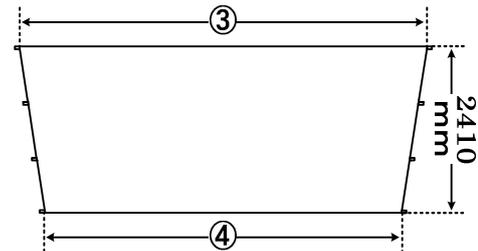
ディフューザ上部 (単位: mm)

	①	②
判定基準	6600±12	6300±12
No.1	6600 ~ 6610	6290 ~ 6308
No.2	6600 ~ 6610	6290 ~ 6300
No.3	6600 ~ 6607	6295 ~ 6303



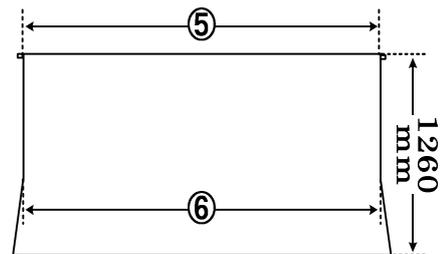
ディフューザ下部 (単位: mm)

	③	④
判定基準	6300±8	5400±8
No.1	6295 ~ 6308	5400 ~ 5408
No.2	6295 ~ 6305	5405 ~ 5408
No.3	6295 ~ 6305	5405 ~ 5408



ケーシング (単位: mm)

	⑤	⑥
判定基準	5400+8	5400+8
No.1	5408	5401 ~ 5403
No.2	5406 ~ 5408	5406 ~ 5408
No.3	5405 ~ 5408	5404 ~ 5408



2) 現地据付作業

既設の解体作業では、アンカーボルト及びフランジボルトが腐食することなく健全な状態を保っていたため、インパクトレンチ等での取り外しが可能であり、短時間で効率的な解体ができ、塗装等による腐食対策の重要性を再確認出来た。アンカーボルトの施工は、墨出しを実施した時点で、切断した既設のアンカーボルトと干渉する恐れのある箇所については 90～110mm の大径コア抜き、干渉しない箇所については 20～25mm の小径コア抜きを実施した。大径コア抜きを実施した箇所は、グラウト材を注入しアンカーボルトを固定した。また、小径コア抜きを実施した箇所は接着系アンカーにてアンカーボルトを固定した。地上にて新規ケーシングの仮組みを行い、フランジ接合部への雨水侵入による腐食防止のため、継ぎ目の内外面にコーキング材の塗布、乾燥後、塗装を施し、ファンブレードとの間隙を確認しながら慎重に据え付けを行った。据え付け後は、芯出しのため、測量器及びライナーを用いて据え付け位置を調整し、トルクレンチによりアンカーボルトの締込みを行った。インパクトレンチによる取外しを図 2.6.12 に、大径コア抜きを図 2.6.13 に、接合部内面コーキングを図 2.6.14 に、測量器によるレベル確認を図 2.6.15 に示す。



図 2.6.12 インパクトレンチによる取外し



図 2.6.13 大径コア抜き



図 2.6.14 接合部内面コーキング

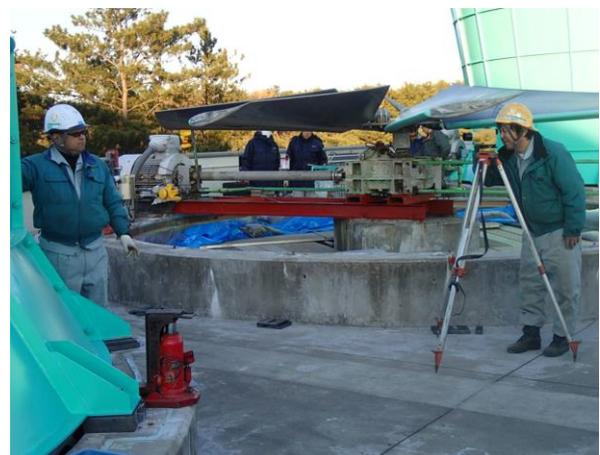


図 2.6.15 測量器によるレベル確認

3) ファンブレードとケーシング間隙測定

アンカーボルトの締付けを終了後、ファンブレードとケーシング間の隙間について測定を行い、判定基準を満足していることを確認した。図 2.6.16 にファンブレードとケーシングの間隙測定、表 2.6.3 に間隙測定の結果を示す。

表 2.6.3 間隙測定の結果 (単位: mm)

	No.1	No.2	No.3
判定基準	5 ~ 64		
今回測定値	28 ~ 57	21 ~ 60	23 ~ 64
前回測定値 (ブレード更新時)	28 ~ 55	24 ~ 60	30 ~ 55

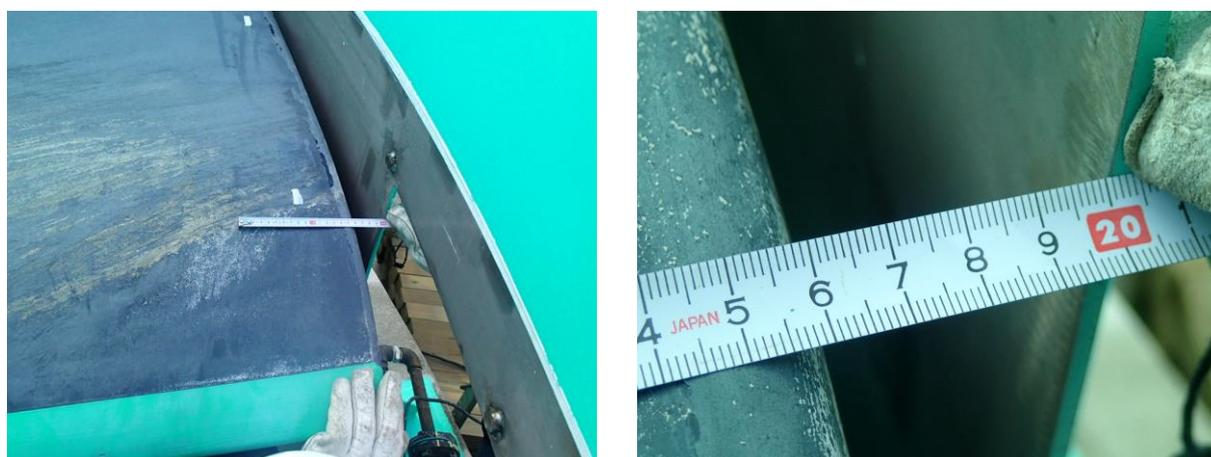


図 2.6.16 ファンブレードとケーシングの間隙測定

(5) まとめ

今回の更新作業によって、ケーシング内部のブレードの円周上、フランジ接合面及びベース架台等の開口部においては他箇所よりも腐食が発生しやすく、腐食の進行も早いこと、また、塗装による腐食防止対策については一定の効果があることを確認することが出来た。ケーシングの母材材質の変更により、ファンブレードと剥離した塗膜が接触する恐れがなく、送風機の運転に支障をきたすことがなくなった。

竣工当初は、年度毎に再塗装を実施していたため腐食対策は十分であったが、年々塗装周期が長くなったことで、素地を適正に管理することができなくなり、腐食の発生及び進行を早める結果となった。今後は定期的な再塗装、部分的な腐食箇所の早期タッチアップの実施により、腐食による影響を最小限に止めることができる。

冷却塔ディフューザは屋外に設置されていることに加え、送風機から放散される水蒸気により周囲の湿度が高くなることから腐食の影響を受けやすく、経年劣化を十分に考慮する必要がある。今後の点検保守については、これまで蓄積された経験及び今回の更新作業で得られた情報をもとに定期的かつ適切に実施し、冷却塔の健全性を維持する。

2.6.3 タンデム加速器第2照射室ビームラインの設置

タンデム加速器施設に設置された高エネルギー加速器研究機構の短寿命核分離加速実験装置 (TRIAC) は、平成 22 年度で共同利用、共同研究とも終了した。TRIAC 撤去後に、大型の実験装置を設置することが可能な十分な広さを有しているこの実験室を第2照射室として整備し、非密封の RI や核燃料を標的に使用することが可能である利点を活かしユーザーの利用拡大を図るため、平成 24 年度から新たにビームラインの設置を開始し、偏向電磁石等の主要なビーム光学機器の設置を行ってきた。

平成 25 年度は、R3 及び R5 の 2 つビームラインの組立てを行い、架台、電磁石、電源、ビームモニター機器類を設置・配線し、真空ダクト内部を高真空に維持するところまで整備を進めた。

平成 26 年度中の運用開始を目指して建設を進めている。

(1) レイアウト

図 2.6.17 に第2照射室のビームラインレイアウトを示す。イオンビームは、タンデム加速器の出射口から振分け電磁石 BM 04-2 を経て、各ターゲット室へ導かれる。第2照射室は 80 度偏向された N1 ラインの下流にあり、その延長上に更に振分け電磁石 BM N1-1 を設置し、R3(0 度)、R4(20 度)、R5(45 度) の 3 つビームラインへ分岐する。

R3 ラインでは、原子炉燃料・材料等の物性研究用の実験装置を設置し、その下流には多目的な利用を可能とするために一時的な実験チェンバーを設置する予定である。

R4 ラインは、多重 γ 線検出器などの大型の実験装置の設置などが考えられているが、現段階ではビームラインは設置しない。

R5 ラインは、重イオン核反応を用いた代理反応による研究のための実験装置として、核分裂・中性子測定装置と捕獲 γ 線測定装置が設置される予定である。

第2照射室内には RI の使用が可能なフードを設置する予定である。これによりターゲットの調整・照射・処理が一つの実験室で可能となるため、実験者の利便性と安全性の向上が期待される。新設した第2照射室のビームラインの写真を図 2.6.18 に示す。

(2) 真空ダクト、光学機器類、振分け電磁石の設置

タンデム加速器で加速されたイオンビームを各ビームラインの実験装置の標的の位置で必要となる条件で供するには、高真空用イオンポンプ、振分け電磁石、ビーム偏向・集束電磁石、ビームモニター機器などを適切な位置に配置し導く必要がある。ビーム光学シミュレーションにより機器の配置を決定し、平成 24 年度よりビームラインの設置を開始した。

タンデム加速器において、ビームラインの高さは床面からおよそ 1,450mm が基準である。この基準に真空ダクトの中心をアライメントできるようにすべての架台、固定金具類を設計・製作した。また、一部の架台の間には 19 インチラック相当となるような金具類を取付け、ビーム光学機器や真空ポンプの電源、コントローラー類を設置できる構造とした。真空ダクト類は予備品として所有していたものをできる限り活用し、真空ベローなど不足しているものは新たに製作した。

架台を設置するに当たり、ビームラインの基準軸をセオドライトで測定し、床及び壁に罫書き

を入れアライメントの基準とした。

振分け電磁石及びその電源は平成 22 年度に設計製作し、既に作動試験は完了している。今年度の作業で据付け及び配線を行った。今後、冷却水の通水試験などを実施する予定である。

(3) 制御系機器類の設置

ビーム利用実験は、いずれかのビームラインのみを使用することとなるが、四重極電磁石(MQ)及び偏向電磁石(MS)の電源は各 1 台で、電源の出力を切り替えることにより各ビームラインの電磁石へ電力を供給することができる。この切替器を R5 ライン下のラックに設置し、タンデム制御コンソールから制御できるようにした。

振分け電磁石 BM N1-1 の電源は、タンデム制御システムのホストコンピュータと光ケーブルで接続され、制御される。既にタンデム制御システムに組み込まれている既存の振分け電磁石 BM 04-2 電源の光リンクモジュールから BM N1-1 制御用の光ケーブルを新たに敷設し、BM N1-1 電源をタンデム制御システムのネットワークに組み込めるようにした。

ビームラインバルブは、既存と同タイプのもので圧空を電磁ソレノイドのオン・オフにより開閉する方式のものを使用した。バルブのコントローラーは、バルブを閉じたときにビームをバルブに当てないようにするため、上流のファラデーカップをインするためのインターロック信号を出力する。また、上流と下流の真空ゲージからの真空度悪化信号を受け、自動でバルブを閉じる機能を有している。

電線および圧空・窒素配管は、ビームライン下に設置したラダー型のケーブルラック及び配線ダクトを使用し、各機器へ接続した。

これらの各機器の制御信号を現在の加速器制御システムやコンソールの状況表示盤へ組み込む必要があり、引き続き平成 26 年度に以下の整備を行う予定である。

ビームプロファイルモニターの配線及びモニターセレクタの配置換え。ビームラインバルブ制御／真空状況表示盤への追加。振分け電磁石電源の制御機器の設置及びタンデム制御システムへの組み込み。

(4) 変更許可

第2照射室をタンデム加速器のターゲット室として使用するための変更許可申請を平成25年12月19日に行い、平成26年3月20日に許可された。この変更許可申請により第2照射室には3本のビームライン (R3、R4、R5) が加わった。第2照射室で使用可能なイオンビームのエネルギー及び強度 (電流値) を表2.6.4に示す。

あわせて、同室における非密封放射性同位元素の使用核種の追加の変更許可申請も行き、ビームラインR5で非密封放射性同位元素9核種の使用が可能となった。ビームラインR5に係る使用核種の種類及び数量を表2.6.5に示す。

表2.6.4 第2照射室で使用可能なイオンビームのエネルギー及び強度（電流値）

使用するイオンの種類	エネルギーとビーム強度		
すべてのイオン	陽子、重陽子	17MeV	10nA
	ヘリウム	40MeV	10pnA
	リチウム、ベリリウム、ホウ素	80MeV	10pnA
	炭素	120MeV	10pnA
	炭素より重いイオン 核子当り	10MeV	10pnA

表 2.6.5 ビームライン R5 に係る使用各種の種類及び数量

核種	物理状態	化学形等	年 間 使用数量	3 月 間 使用数量	1日最大 使用数量
²³¹ Pa	気体及び固体	全ての化合物	4MBq	2MBq	200kBq
²³⁷ Np	気体及び固体	全ての化合物	60kBq	30kBq	3kBq
²⁴¹ Am	気体及び固体	全ての化合物	20MBq	10MBq	1MBq
²⁴³ Am	気体及び固体	全ての化合物	20MBq	10MBq	1MBq
²⁴⁴ Cm	気体及び固体	全ての化合物	400kBq	200kBq	20kBq
²⁴⁶ Cm	気体及び固体	全ての化合物	800kBq	400kBq	40kBq
²⁴⁸ Cm	気体及び固体	全ての化合物	400kBq	200kBq	20kBq
²⁴⁹ Cf	気体及び固体	全ての化合物	80MBq	40MBq	4MBq
²⁵² Cf	気体及び固体	全ての化合物	10MBq	5MBq	500kBq
備考	使用核種は全て金属製の真空容器内に封入し、密封状態で使用する。				

(5) インターロック

加速器インターロックシステムの更新作業の準備を行った。インターロック条件に係る入出力信号が増えるため、現在稼働しているインターロックモジュールではメモリ容量が不足する。そのため、よりハイエンドなモジュールを採用し、それに伴い従来アセンブリ言語で記述していたシステムプログラムを C 言語で書き直した。また、表示パネルの加工及び新たに追加する入出力信号の配線チェックを行い問題ないことを確認している。

平成 26 年度は、申請した第 2 照射室に係る許認可条件との整合を取りつつこのモジュールを実装する予定である。

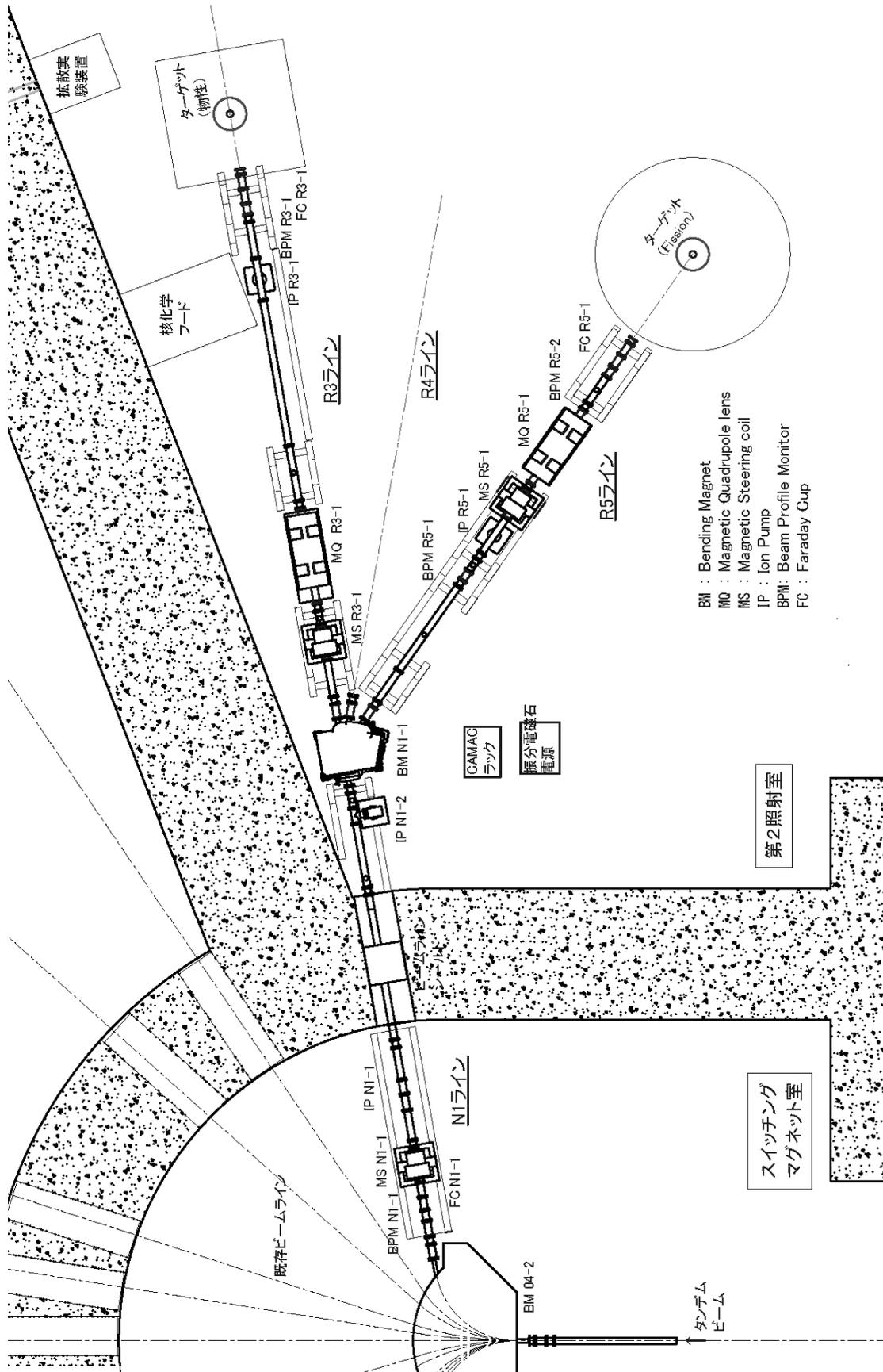


図 2.6.17 ビームラインレイアウト



図 2.6.18 新設した第 2 照射室のビームライン
(手前側が R5 ライン)

3. 研究炉及び加速器の利用

Utilization of Research Reactors and Tandem Accelerator

This is a blank page.

3.1 利用状況

JRR-3、JRR-4 の平成 25 年度の施設供用運転については、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災の影響のため、施設定期自主検査期間を延長して運転再開に向けての設備、機器の保守・整備を進めた。従って、これらの研究炉の運転を取り止めたことから平成 25 年度の照射及び実験の利用は行われなかった。NSRR は、平成 25 年 12 月 11 日付で原子力規制委員会より施設定期検査の合格証を受領したことから運転を再開し、実験利用のためのパルス運転を 5 回実施した。

タンデム加速器の運転状況および利用分野別の日数を図 3.1.1 に示す。平成 25 年度のタンデム加速器の実験利用運転では 4 回のマシンタイムを実施した。第 1 回を前年度 2 月 13 日から 5 月 26 日まで、第 2 回を平成 25 年 6 月 17 日から 7 月 15 日まで、第 3 回を 10 月 7 日から平成 26 年 1 月 15 日まで、第 4 回を平成 26 年 3 月 3 日から 3 月 31 日まで行った。(4 月 1 日以降、6 月 3 日まで、継続して平成 26 年度運転を実施した。) 平成 25 年度は、152 日の運転を実施することができた。

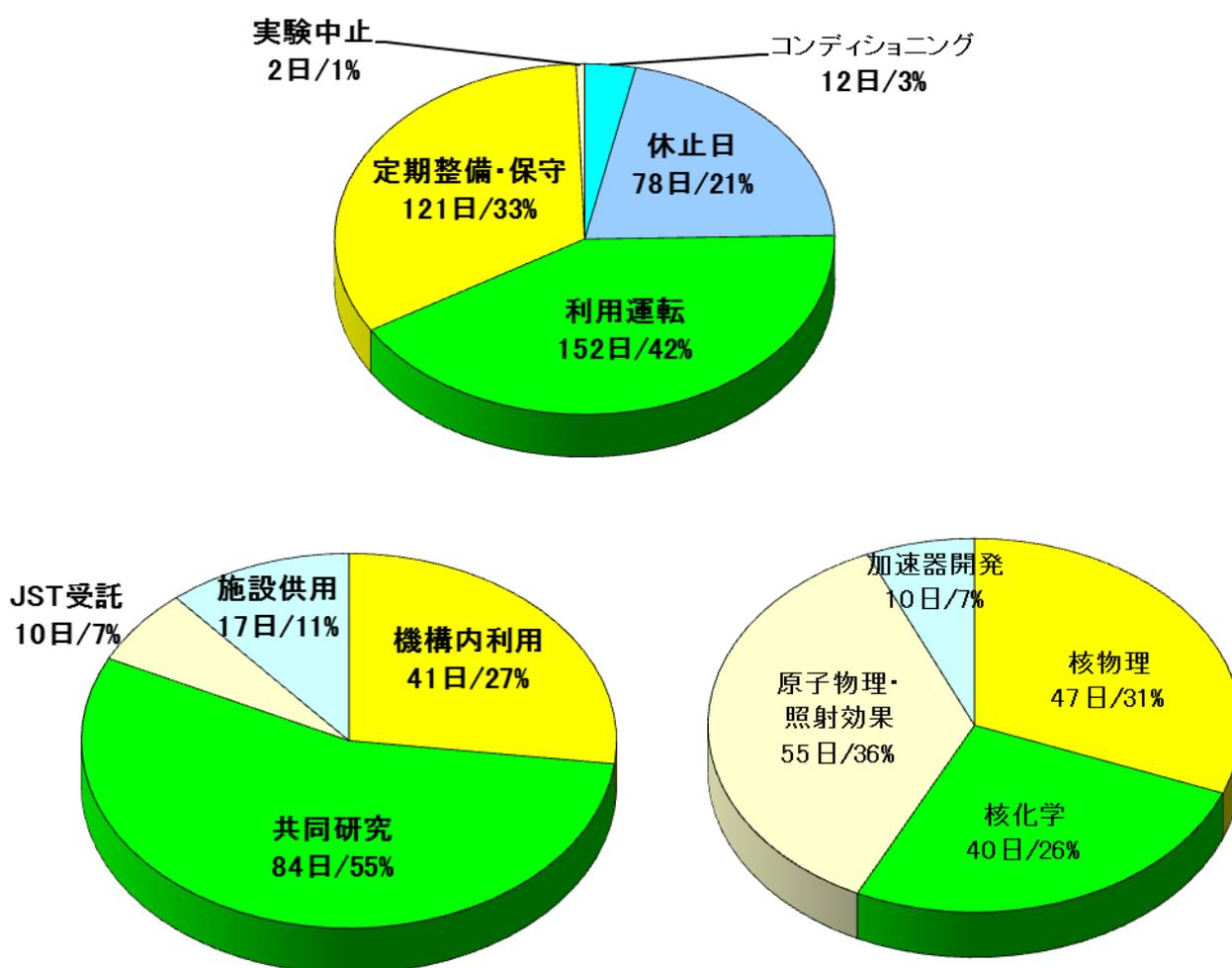


図 3.1.1 タンデム加速器の運転状況

前年に引き続き平成 25 年度も JRR-3 及び JRR-4 は、原子炉の運転を取り止めたことから実験及び利用はなかったが参考に平成 2 年度からの研究炉における照射キャプセル数の推移を図 3.1.2 に、平成 2 年度からの研究炉における実験利用状況の推移を図 3.1.3 に、平成 2 年度からの JRR-3 中性子ビーム実験利用者数の推移を図 3.1.4 に、平成 10 年度からの JRR-4 実験利用者数の推移を図 3.1.5 に示す。

注) 平成23年度～平成25年度は東日本大震災の影響により運転停止。

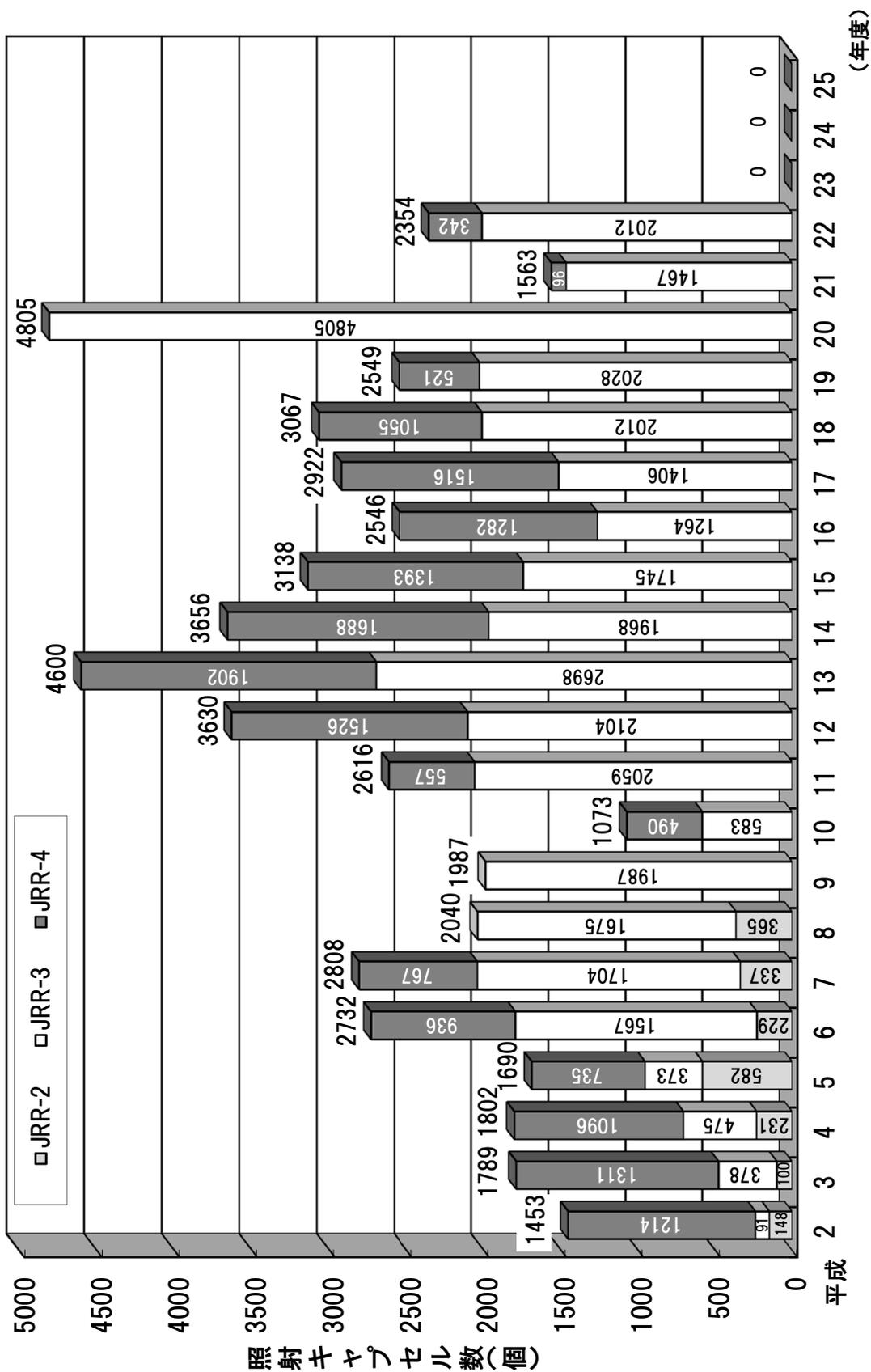


図3.1.2 研究炉における照射キャプセル数の推移

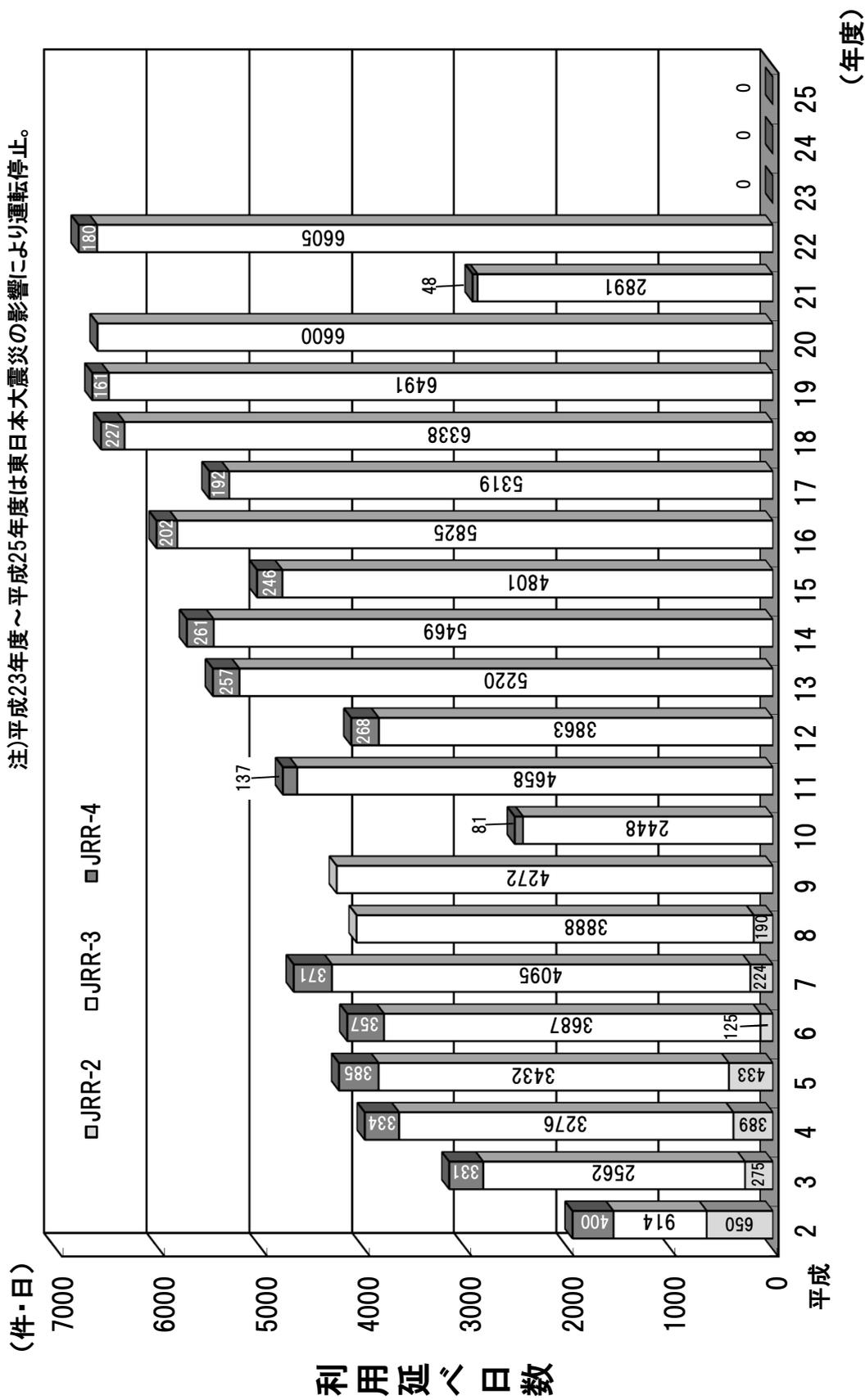


図3.1.3 研究炉における実験利用状況の推移

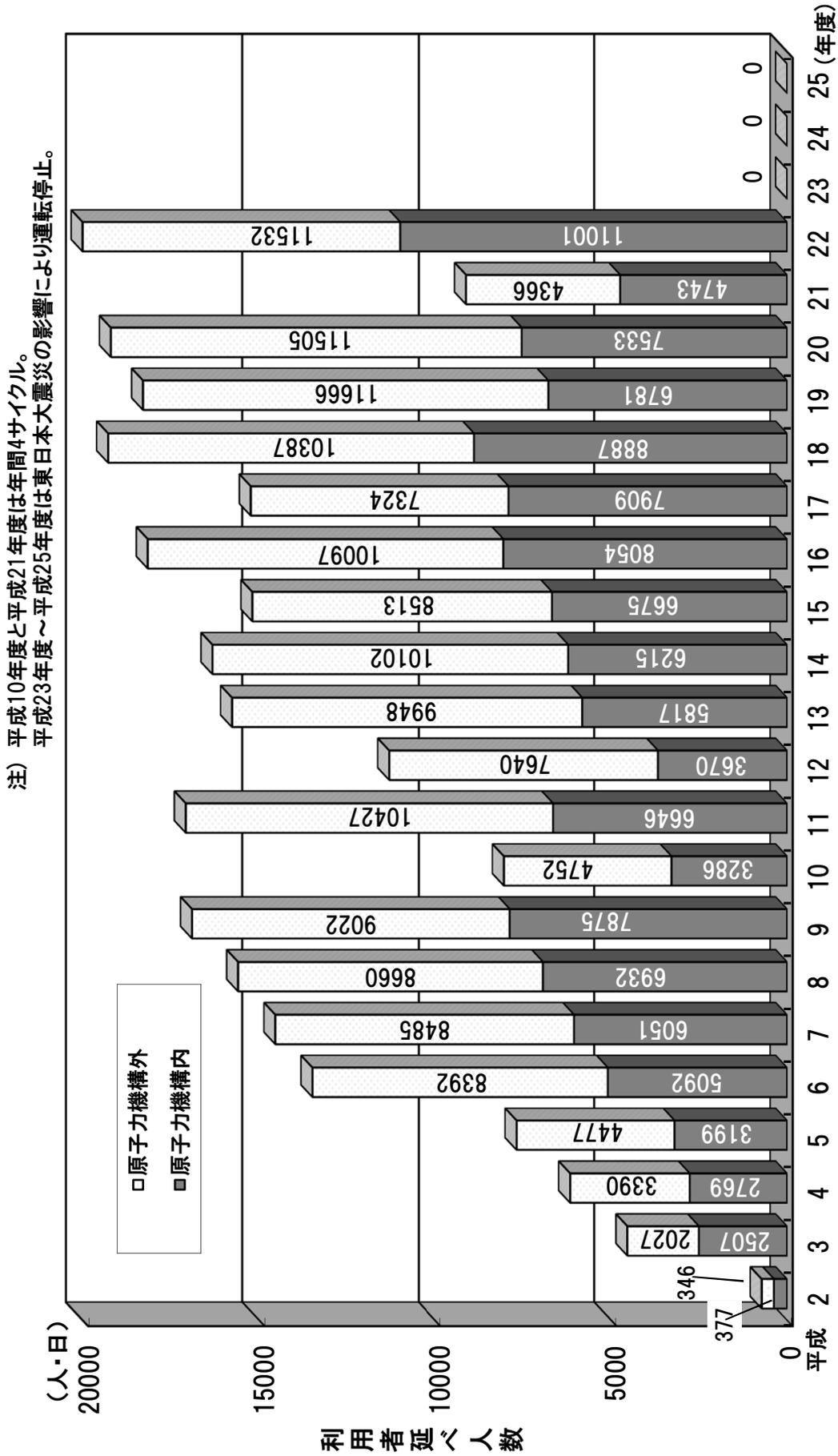


図3.1.4 JRR-3中性子ビーム実験利用者数の推移

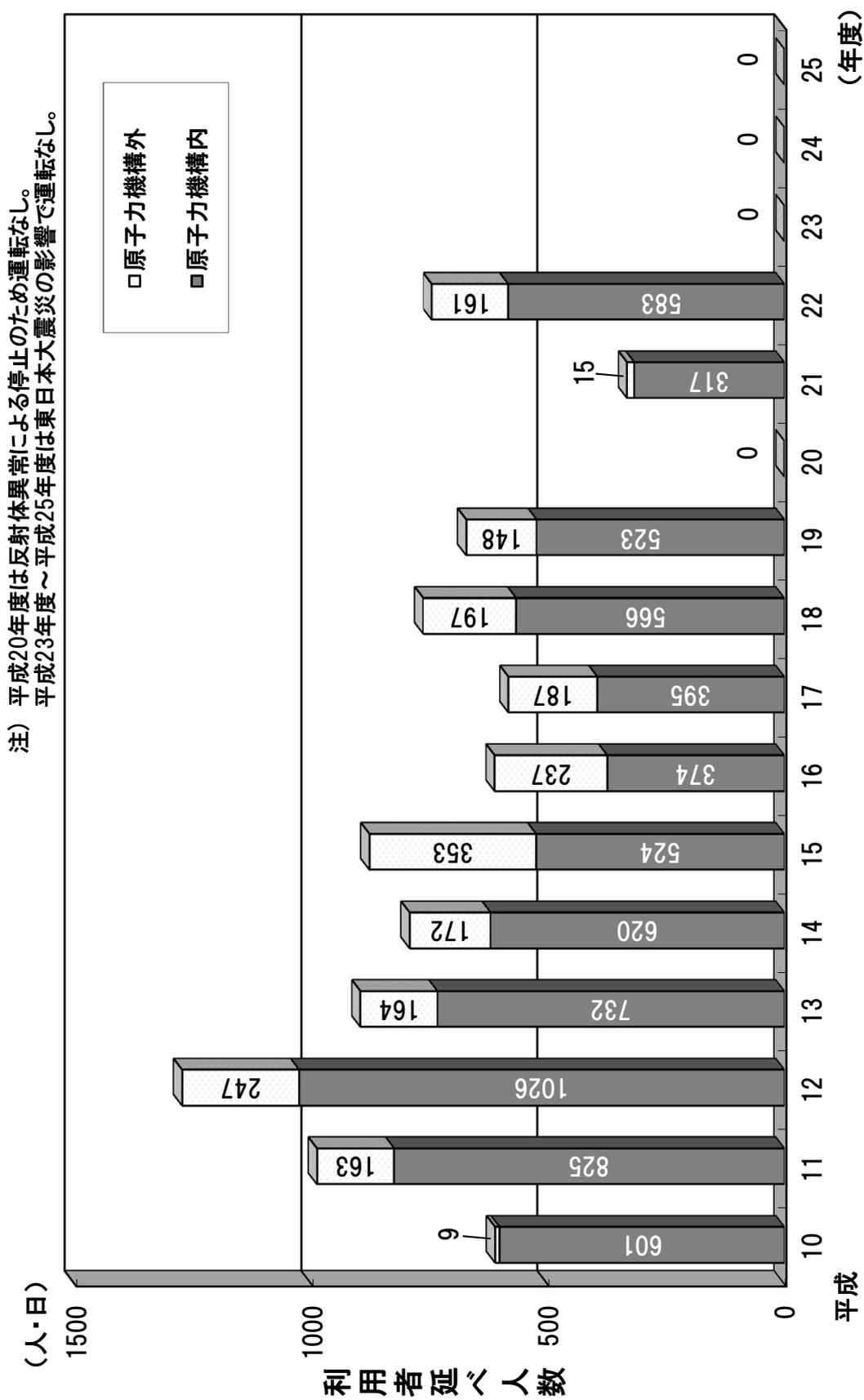


図3.1.5 JRR-4実験利用者数の推移

3.2 実験利用

JRR-3、JRR-4 は、東日本大震災の影響により、前年度に引き続き平成 25 年度も研究炉の運転を取りやめた。従って、照射及び実験の利用は行われなかった。

NSRR は、平成 25 年 12 月 11 日より運転を再開し、実験利用のためのパルス運転を 5 回実施した。

タンデム加速器は、152 日の実験利用運転が行われ、多くの実験が実施された。

3.2.1 NSRR における実験

(1) 実験利用概況

照射済燃料を用いた実験は、照射済酸化ウラン燃料を対象とした安全性研究として燃料安全研究グループによって行われている。本実験は、原子力規制庁からの受託事業の一環として行われており、今年度は、高燃焼度の照射済酸化ウラン燃料のパルス照射実験を大気圧水カプセルを用いて実施した。

未照射燃料を用いた実験としては、細径シース熱電対を被覆管表面に押し当てた際の温度計測性能を確認するパルス照射実験、並びに台形パルス運転による高出力、低除熱条件下で燃料に起こる酸化、溶融等損傷の過程を確認するパルス照射実験を実施した。

その他に燃料を使用しないパルス照射試験として、LVDT（差動変圧器）を用いた圧力計の指示値に対する NSRR パルスの影響を確認するための LVDT 圧力計性能確認の照射試験を行った。

また、これらの照射済燃料実験に用いた実験用カプセルの組立、未照射燃料実験に用いた実験用カプセルの組立、解体及び照射後試験などを NSRR のセミホットセル・ケープ及びカプセル解体フード等で行った。平成 25 年度におけるセミホットセル・ケープ及びカプセル解体フード等の利用延べ日数は 37 日である。

(2) 実験用燃料の管理

1) 計量管理

NSRR 実験用燃料の計量管理においては、実験用燃料の加工のための核燃料物質の輸送に伴う核燃料物質の移動票の起票を行った。また、平成 25 年 12 月に実在庫検査（棚卸し）を行い、原子力規制庁（核物質管理センター）及び IAEA の検認を受けた。

2) 照射済酸化ウラン燃料の輸送

照射済燃料実験用の照射済酸化ウラン燃料 2 体を燃料試験施設から搬入した。また、パルス照射試験のため燃料試験に供した照射済酸化ウラン燃料 2 体を照射後試験のため燃料施設に搬出した。

3.2.2 タンデム加速器における実験

(1) 利用概況

平成 25 年度のタンデム加速器の全体的な利用申込状況は表 3.2.1 のとおりである。研究分野別および利用形態別の利用実施状況を表 3.2.2、表 3.2.3 に示す。

表 3.2.1 平成 25 年度のタンデム加速器の利用申込状況

課題審査会採択課題数	
所内利用	2
共同研究・施設共用	17
実験課題申込件数	57
所外・機構外利用者延べ人数	100
所内・機構内利用者延べ人数	50
利用機関の数	34

注] 実験課題申込件数とは、マシンタイム毎に実験の実施計画書を採択課題利用者から提出してもらっており、その年度内合計。

表 3.2.2 分野別利用実施状況

研究分野	利用日数 [日]	利用率 [%]
核物理	47	30.9
核化学	40	26.3
原子・固体物理・照射効果	55	36.2
加速器開発	10	6.6
合計	152	100

表 3.2.3 利用形態毎の利用件数と比率

利用形態	利用日数 [日]	利用率 [%]
施設供用	17	11.2
共同研究	84	55.3
所内・機構内単独利用	31	26.9
JST 受託研究	10	6.6

(2) 研究分野別発表件数

研究分野別の発表件数を表 3.2.4 に示す。

表 3.2.4 研究分野別発表件数

研究分野	論文掲載件数	関連刊行物等	学会・研究会口頭発表
核物理	2	0	5
核化学	4	0	15
固体物理・原子物理・材料の照射効果	6	0	2
加速器の運転・開発	3	0	2
合計	15	0	24

(3) 研究分野別主な実験成果

1) 核物理研究

- ・ 重イオンビームによる多核子移行反応を $^{18}\text{O}+^{232}\text{Th}$ 反応に適用して ^{234}Th , $^{234,235,236}\text{Pa}$ を合成し、これら複合核の核分裂片質量数分布を初めて測定した。
- ・ 反跳生成核分離装置を用いて $^{58}\text{Ni}+^{58}\text{Ni}$ 反応による ^{114}Ba の合成実験を行い、本装置が ^{100}Sn を超える $N=Z$ 原子核の合成実験に適用できる性能を有していることを明らかにした。

2) 核化学研究

- ・ **Sg** の酸化還元電位測定に向けた装置開発として、周期表同族の **Mo**、**W** のトレーサーレベルでの電解、溶媒抽出実験を行い、基礎データを蓄積した。
- ・ 医療用 **RI** として利用する ^{211}At を遠隔地輸送するための $^{211}\text{Rn}/^{211}\text{At}$ ジェネレータの開発と共に、安定な標識法を開発するための収率評価等を実施した。

3) 固体物理・原子物理・照射損傷研究

- ・ **Li** 電池材料における **Li** の拡散に関する技術開発に関連して、低エネルギー(8 keV) ^8Li ビームを利用することによって拡散係数の検出限界を従来法と比較して2桁向上させることに成功した。
- ・ **CeO₂** 膜に高エネルギー重イオン照射することにより、照射イオンの数と同じ数の多量の球状ナノ粒子を照射表面に作成できることを初めて見出した。

4) 加速器開発

- ・ 産業利用からの要請がある大面積試料の均一照射のために、**XY** スキャナとビーム拡がりを観察するための探針機構の開発を行った。
- ・ 高電圧端子 **ECR** イオン源にニッケロセン試料を装着することで、高エネルギー**Ni** ビームを加速することに成功した。

参考資料 [実験装置一覧]

表 3.2.5 はタンデム加速器施設で利用されている実験装置である。

表 3.2.5 タンデム加速器施設の主な実験装置

ターゲット室	ビームライン	実験装置名	装置の概要・利用目的
軽イオンターゲット室 〔第2種管理区域〕	L-1	照射チェンバー 代理反応測定装置	固体材料への均一照射(大口径試料照射可能) 代理反応研究用測定装置
	L-2	照射チェンバー	固体材料への均一照射 (室温から 1200 度まで試料温度可変)
	L-3	重イオンスペクトロメーター(ENMA)	重イオン核反応生成粒子を高分解能で検出できる角分布測定装置
	L-4	照射チェンバー	固体材料への均一照射(極高真空装置)
第2重イオンターゲット室 〔第2種管理区域〕	H-1	低温照射チェンバー、 照射チェンバー	固体材料への均一照射 (極低温から数 100 度まで試料温度可変)
	H-2	重イオンビーム荷電変換測定装置	入射イオンビームからの電子分光用 0 度電子分光装置で原子物理用
ブースターターゲット室 〔第2種管理区域〕	H-3 BA	照射チェンバー、 核分光測定装置	高エネルギーイオン単純照射、 核分光研究用ガンマ線測定装置
	H-3 BB	反跳生成核分離装置 (RMS)	核反応で 0 度方向付近に放出される生成粒子の高性能質量分離装置
	H-3 BC	多重ガンマ線検出装置	ビームによる核反応で生成される多重ガンマ線を測定する核分光実験装置
第1重イオンターゲット室 〔第2種管理区域〕	H-4	現在使用していない	
	H-5	レーザー核分光装置	レーザーによる核構造研究装置
照射室 〔第1種管理区域〕	R-1	オンライン質量分析装置	核反応で生成した放射性核種をイオン化し高分解能で質量分析する装置
	R-2	照射チェンバー	主に核化学研究で使用

3.2.3 実験室の利用状況

施設共用実験室として開放している JRR-3 炉室実験室、研究炉実験利用棟 1 階の実験室 1 及び実験室 2、JRR-4 のホット実験室の各実験室の利用状況を示す。

(1) JRR-3 実験室

今年度の JRR-3 実験室の利用は無かった。

(2) JRR-4 実験室

JRR-4 実験室では、環境試料の元素分析が実施された。

平成 25 年度に実施された実験項目は 1 件、実験延べ日数は 64 日であった。

3.3 保守・整備

3.3.1 JRR-3 照射設備等の保守・整備

(1) 施設定期自主検査

平成 25 年度の JRR-3 利用施設の施設定期自主検査として、水力照射設備、気送照射設備、実験利用棟詰替セル設備及び炉室詰替セル設備、均一照射設備、回転照射設備、垂直照射設備、水平実験孔設備及び中性子ビーム実験装置、放射化分析用照射設備について検査を実施し、設備の性能に異常がないことを確認した。

冷中性子源装置に係る検査として、本体設備及びヘリウム冷凍設備について検査を実施し、設備の性能に異常がないことを確認した。

(2) 保守・整備

1) JRR-3 利用設備

JRR-3 利用設備の保守・整備として主に実施した内容は次の通りである。

①照射利用設備放射線モニタの点検、②逃がし弁及び安全弁の点検、③実験利用棟及び炉室詰替セル負圧維持装置の点検、④均一照射設備の点検、⑤放射化分析装置の点検、⑥照射利用設備の計装制御系及び安全保護系計装機器の点検、⑦垂直照射設備の点検、⑧水力照射及び気送照射設備の電磁弁の点検。これらの設備について保守・整備を行い、設備の性能に異常がないことを確認した。

2) 冷中性子源装置

冷中性子源装置の保守・整備として、本体設備については安全弁の分解点検、ヘリウム冷凍設備については、安全弁の分解点検、保全計画に基づくヘリウム圧縮機 No.1 の分解点検及び冷却水ポンプの分解点検を実施した。各々の設備点検後、単体での作動検査等を実施し、各機器が正常に作動することを確認し、その後、総合機能試験を行い、設備全体として正常に機能することを確認した。

長期停止中における、装置の健全性を確認するため、連続運転を平成 26 年 2 月 3 日～2 月 14 日、平成 26 年 3 月 3 日～3 月 14 日の 2 回実施した。その結果、装置に異常は無く、安定して運転することができた。

3) 中性子導管設備

中性子導管設備の保守・整備として、中性子導管真空装置の運転を定期的実施し、真空装置が正常に作動することを確認した。また、真空装置の運転に併せ、各中性子導管の真空状態の確認を行ったところ、ビームホール側の T1 及び T2 熱中性子導管において、中性子鏡管ユニット接合部から真空漏洩が確認されたため、漏洩箇所の補修を行った。補修後における真空状態の確認を行い、異常の無いことを確認した。なお、その他の中性子導管についても、真空状態に異常が無いことを確認した。

中性子導管の高経年化対策として、熱中性子導管 (T1 及び T2) の上流部 3 体について、予備品との交換を実施した。

3.3.2 JRR-4 照射設備等の保守・整備

平成 25 年度の JRR-4 利用施設の施設定期自主検査として、簡易照射筒、中性子ビーム設備、プール実験設備、気送管照射設備、散乱実験室について外観検査を実施し、異常がないことを確認した。自主検査として、制御盤等の絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認した。

昨年度に引き続き、健全性確認として、気送管照射設備（作動検査、漏洩検査）、プール実験設備（作動検査）、カプセル移送ライン装置（作動検査）について点検作業を実施し、性能に異常がないことを確認した。

3.3.3 NSRR 実験設備等の保守・整備

(1) 施設定期自主検査

核燃料物質使用施設の第 21 回 NSRR 本体施設定期自主検査及び NSRR 本体施設自主検査を平成 23 年 9 月 1 日から平成 25 年 11 月 18 日の期間で実施している。平成 25 年度において、平成 25 年 7 月 1 から平成 25 年 11 月 18 日の期間で以下の検査を実施し、各機器について異常のないことを確認した。

1) カプセル装荷装置 A 型

懸吊室及び胴部の遮蔽体について目視により外観検査を行い、昇降装置、ロードセル等については外観検査、校正検査、作動検査及び絶縁抵抗測定検査を行い、それぞれ異常のないことを確認した。

2) カプセル装荷装置 B 型

胴部の遮蔽体（高圧、大気圧共通）について目視により外観検査を行い、異常のないことを確認した。

① 大気圧水カプセル用

懸吊室について目視により外観検査を行い、昇降装置、ロードセル等については作動検査、校正検査及び絶縁抵抗測定検査を行い、それぞれ異常のないことを確認した。

② 高圧水カプセル用

懸吊室について目視により外観検査を行い、昇降装置、ロードセル等については作動検査、校正検査及び絶縁抵抗測定検査を行い、それぞれ異常のないことを確認した。

3) セミホットケーブル上部台座

γゲート用鉛シャッターについて外観検査、作動検査、インターロック作動確認及び絶縁抵抗測定検査を行い、異常のないことを確認した。

4) グローブボックス

グローブボックス本体及びグローブについて目視により外観検査を、機器、装置については作動検査を、制御盤については絶縁抵抗測定検査を行い、それぞれ異常のないことを確認した。

5) フード

H-1（原子炉棟地下 1 階）、H-2（制御棟分析室）について目視による外観検査を行い異常のないことを確認した。

H-3（カプセル解体用フード；原子炉棟地下 1 階）の本体及びグローブについて目視による外観検査を、負圧計については校正検査を、操作盤については絶縁抵抗測定検査を行い、それぞれ異常のないことを確認した。

6) セミホットケーブル

ケーブル内の除染作業を行った後、遮蔽体、装置及び貯蔵ピットについて外観検査を、電気設備について絶縁抵抗測定検査を行い、それぞれ異常のないことを確認した。

7) セミホットセル

セル内の除染作業を行った後、遮蔽体、装置及び貯蔵ピットについて外観検査を、電気設備について絶縁抵抗測定検査を行い、それぞれ異常のないことを確認した。

8) 貯留タンク設備

貯留タンク設備について、ポンプの外観検査及び作動検査、警報装置の作動検査、液面計の校正検査及び制御盤の絶縁抵抗測定検査を行い、それぞれ異常のないことを確認した。

9) グローブボックス

グローブボックス本体及びグローブについて目視により外観検査を、機器、装置については作動検査を、制御盤については絶縁抵抗検査を行い、それぞれ異常のないことを確認した。

(2) 整備・改造

1) セル給排気設備 負圧調節計等の更新

高経年化に対する予防保全の一環として、原子炉建家地下 2 階のセミホットセルに設置されたセル給排気設備の負圧調節計及び給気用開度計を更新した。これはセミホットセル内を負圧維持するために使用されているものである。更新後には作動試験及び警報確認試験を行い、健全に作動することを確認した。

2) 熱電対溶接装置制御基板の製作

高経年化に対する予防保全の一環として、熱電対溶接装置制御部基板を製作した。装置制御盤と本体において、作動確認を実施し健全性及び性能に問題が無いことを確認した。

3) ハロン消火設備ハロン容器の更新

高経年化に対する予防保全の一環として、原子炉建家地下 2 階のセミホットセル及びケーブルに設置されたハロン消火設備のハロン容器及び弁、容器開放装置を更新した。更新後に作動確認及び警報作動試験を実施し、健全性及び性能に問題が無いことを確認した。また、消防による、消防検査を受検している。

4) セミホットセル・ケーブルの除染作業

照射済燃料実験のカプセル組立及び解体作業の回数を重ねることによりセミホットセル及びセミホットケーブル内部の放射能汚染レベルが高くなるため、内部の除染作業を行った。除染後の汚染結果はスミヤ法によりバックグラウンドのレベルまで除染することができた。

3.4 施設供用

3.4.1 中性子ビーム利用専門部会

当専門部会が対象とする供用施設は、JRR-3 に設置されている原子力機構保有の中性子ビーム利用実験装置（即発 γ 線分析装置、中性子ラジオグラフィ装置、中性子光学装置、高分解能粉末中性子回折装置等）及び放射化分析用照射設備（PN-3）である。専門部会の事務局は、量子ビーム応用研究部門研究推進室の協力の下、研究炉利用課利用促進係を中心とした JRR-3 ユーザーズオフィスが担当した。

(1) 平成 25 年度の活動状況

平成 24 年度中に平成 25 年度の課題公募（平成 24 年 11 月 1 日～12 月 14 日）を実施し、50 件の課題採択（成果公開課題 39 件、成果非公開課題 11 件）があったが、JRR-3 の運転が無かったため、全て未実施となった。平成 26 年度の JRR-3 運転計画も未定であることから、平成 26 年度供用課題公募の実施を見送り、専門部会も開催しなかった。

(2) 平成 26 年度の計画

平成 27 年度早期に再開時期の見通しが立った場合には、平成 27 年度第 1 回の施設供用課題として応募される供用課題の審査などを行うため、年 1 回以上の専門部会を開催する。また、随時枠に応募される利用課題については、その都度適切に審査を実施する。

3.4.2 炉内中性子照射等専門部会

当専門部会が対象とする供用施設は、燃料・材料照射や放射化分析等を目的とする照射利用及び照射後試験のための施設であり、JRR-3、JRR-4、「常陽」及び燃料試験施設に加えて、平成 25 年度から再度加わった JMTR の 5 つの施設である。専門部会の幹事は、研究炉加速器管理部、福島燃料材料試験部燃料技術管理課（大洗研究開発センター）、福島技術開発試験部計画管理課（東海研究開発センター原子力科学研究所）及び照射試験炉センター（大洗研究開発センター）が務め、当該幹事の協力の下で、事務局である研究炉加速器管理部が主担当としてその取り纏めを行った。

(1) 平成 25 年度の活動状況

平成 24 年度に実施した平成 25 年度第 1 回定期募集で採択された課題 2 件は、JRR-3 の運転が無かったためすべて未実施となった。

平成 25 年度第 2 回（5 月）及び平成 26 年度第 1 回（11 月）の定期募集においては、東日本大震災の影響で再稼動の見通しが立たない JRR-3 及び JRR-4 の募集を見合わせ、照射後試験等の利用を行う JMTR、「常陽」及び燃料試験施設のみの募集を行った。しかし、平成 25 年度に実施した 2 回の定期募集において、当部会に係る供用施設への応募が無かったため、専門部会の開催は行わなかった。

(2) 平成 26 年度の計画

平成 26 年度第 2 回及び平成 27 年度第 1 回の施設供用利用課題（成果公開分）として応募される課題の審査を行うために、年度内 2 回の専門部会を開催する予定である。また、随時枠に応募される課題については、採否判断の迅速化と効率化に配慮し、専門部会の審査要領に基づきその都度適切に審査を実施する。

3.4.3 研究炉医療照射専門部会

(1) 平成 25 年度の活動状況

当専門部会は、JRR-4 を利用した医療照射、動物実験及び細胞実験に関する事項について審議を行っている。平成 25 年度は、東日本大震災による影響で再稼働の見通しが立たず、かつ「日本原子力研究開発機構の改革計画」（平成 25 年 9 月 26 日）において廃止措置計画を策定する施設となった JRR-4 の定期募集を見送ることとしたため、今年度の専門部会の開催は行わなかった。

(2) 平成 26 年度の計画

JRR-4 は、「日本原子力研究開発機構の改革計画」において、廃止措置計画を策定する施設となったため、今後、定期募集を行う必要がないことから、当専門部会の開催は行わない予定である。

3.4.4 タンデム加速器専門部会

(1) 第 17 回タンデム加速器専門部会

平成 25 年度下期施設供用課題の募集が産学連携推進部により実施され、2 件の応募があった。内訳は表 3.4.1 の通りである。第 17 回タンデム加速器専門部会は平成 25 年 7 月 3 日に開催された。課題審査では応募のあった施設供用の成果公開型 2 課題について口頭説明を含めた審査を行い、審議の結果、2 課題が採択された。

(2) 第 18 回タンデム加速器専門部会

平成 26 年度施設供用課題の募集が産学連携推進部により実施され、6 件の応募があった。内訳は表 3.4.2 の通りである。第 18 回タンデム加速器専門部会は平成 25 年 12 月 20 日に開催された。課題審査では応募のあった施設供用の成果公開型 6 課題について口頭説明を含めた審査を行い、審議の結果、6 課題が採択された。また、施設供用の成果非公開型 1 課題（随時募集・産業利用促進枠）の応募があった。

(3) 施設供用以外の課題審査について〔共同研究と原子力機構内単独利用〕

平成 25 年度下期追加申し込みならびに平成 26 年度申し込みの共同研究・自己使用枠研究課題について、タンデム加速器専門部会の専門委員に依頼し、書類審査ならびに口頭説明を伴う課題審査会を行った。

平成 25 年度下期募集については共同研究 4 課題の審査を行った。内訳は表 3.4.3 の通りである。審議の結果、4 課題が採択された。

平成26年度募集については共同研究5課題・自己使用枠2課題の審査を行った。内訳は表3.4.4の通りである。審議の結果、7課題が採択された。

表 3.4.1 平成 25 年度下期タンデム加速器施設供用課題

No.	研究代表者	所属	課題名	装置
2013BD01	石山博恒	高エネルギー加速器研究機構	短寿命核ビーム ^8Li を用いたリチウム二次電池材料内におけるナノスケールでの拡散実験手法開拓	R1 オンライン質量分析装置
2013BD02	安田和宏	九州大学	高速重イオン照射したセラミックスのイオントラックの構造	L2 照射チェンバ H1 照射チェンバ

表 3.4.2 平成 26 年度タンデム加速器施設供用課題

No.	研究代表者	所属	課題名	装置
2014AD01	雨倉宏	物質材料研究機構	高速重イオン照射によるナノ粒子の形状・物性制御	H1 照射チェンバ
2014AD02	末吉哲郎	熊本大学	重イオン照射を用いた高温超伝導薄膜の高臨界電流密度化に対する磁束ピンニングランドスケープの構築	H1 照射チェンバ
2014AD03	安田和宏	九州大学	酸化物セラミックス中のイオントラックの構造とその重量効果	L2 照射チェンバ H1 照射チェンバ
2014AD04	藤巻真	産業技術総合研究所	センサーチップ製造に向けた大面積均一イオンビーム照射	L2 照射チェンバ
2014AD05	大島真澄	日本分析センター	荷電粒子放射化分析法によるホウ素中性子捕獲療法のための血液中ホウ素濃度測定の見直し	R2 照射チェンバ
2014AD06	中尾愛子	理化学研究所	イオン注入法によるグラファイト捕獲材からのLi放出特性の評価	R1 オンライン質量分析装置
※	檜木健	旭硝子株式会社	ガラスへの重イオンビーム照射試験	L2 照射チェンバ

※随時募集・成果非公開

表 3.4.3 平成 25 年度下期タンデム加速器共同研究課題

No	研究代表者	所属	課題名
2013NC04	西尾勝久	先端基礎研究センター	JAEA-RMSによる質量数100領域原子核の超許容アルファ崩壊-JAEA-RMSの開発(2)-
2013NC05	浅井雅人	先端基礎研究センター	LLFP核種 ^{93}Zr の核データ測定
2013NC06	西中一朗	先端基礎研究センター	$^{211}\text{Rn}/^{211}\text{At}$ ジェネレーター開発
2013NC07	塚田和明	先端基礎研究センター	加速器中性子による医療用RIの合成研究

表 3.4.4 平成 26 年度タンデム加速器共同研究・自己使用枠課題

No	研究代表者	所属	課題名
2014SC01	石川法人	原子力基礎工学研究部門	軽水炉被覆管の空気/水蒸気混合環境中での酸化に伴う水素分布変化のビーム分析
2014SC02	岩瀬彰宏	大阪府立大学	重元素酸化物への高速重イオンによる電気伝導性・磁気物性の制御
2014SP01	大久保成彰	原子力基礎工学研究部門	高エネルギーイオン照射によるセラミックス材料の電気伝導及び表面構造の変化
2014NC01	廣瀬健太郎	先端基礎研究センター	^{193}Ir の非対称核分裂の研究
2014NC02	R. Orlandi	先端基礎研究センター	Gateways to the study of exotic nuclei in the ^{100}Sn region: production cross section of ^{56}Ni and ^{60}Zn
2014NC03	塚田和明	先端基礎研究センター	Isothermal vacuum chromatography (PSI-IVAC) with short-lived α -active Tl-isotopes as model for the superheavy element E113
2014NP01	佐藤哲也	先端基礎研究センター	表面電離イオン化法による No のイオン化エネルギー測定

3.5 JRR-3 ユーザーズオフィス

JRR-3 ユーザーズオフィスは、原子力機構の組織上、量子ビーム応用研究部門、産学連携推進部、原子力科学研究所研究炉加速器管理部の3つの部署にまたがる、JRR-3の施設供用に関わる業務の外部利用者の窓口として、これら3つの部署の協働の下、平成22年4月に開設された。ユーザーズオフィスは、利用者からみた窓口を一元化することで利便性の向上を図るとともに、利用相談、利用申込手続き、課題採択、利用支援、新規需要掘り起こし、アウトリーチ活動、成果発信など、JRR-3中性子ビーム外部利用に関する業務の中核を担うとともに、文部科学省の先端研究施設共用促進事業である「研究用原子炉 JRR-3 の中性子利用による施設共用促進」（以下、「共用促進事業」という。）の運営において中心的な役割を果たしている。

ユーザーズオフィスでは、JRR-3の長期間の停止による利用者の研究炉への関心の低下を防ぐためのアウトリーチを中心とした活動を行った。以下に当年度のJRR-3ユーザーズオフィスのアウトリーチ活動実績を示す。図3.5.1は、「はままつメッセ2014」でのブース出展の様子である。



図 3.5.1 「はままつメッセ 2014」ブース出展の様子

- ・「茨城県研究開発支援型企業展示会」：独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンターにてブース展示（9/27）
- ・「エコプロダクツ東北 2013」：みやぎ産業交流センターにてブース展示（10/24～26）
- ・「日本中性子科学会第13回年会」：柏さわやかちば県民プラザにてブース展示及び利用相談（12/12～13）
- ・「第35回産から学へのプレゼンテーション」：アクトシティ浜松にて中性子利用に関する個別相談（1/30）
- ・「はままつメッセ 2014」：アクトシティ浜松にてブース展示（1/30～31）
- ・「いばらき産業人クラブ賀詞交歓会」にて意見交換（2/3）
- ・「第36回産から学へのプレゼンテーション」：科学技術振興機構東京本部別館ホールにて中性子利用に関する個別相談（2/26）
- ・国際水素・燃料電池展：東京ビッグサイトにてブース展示（2/26～28）
- ・日本原子力学会 2014年春の年会：東京都市大学にてブース展示（3/26～28）

3.6 加速器 BNCT プロジェクトへの協力

内閣府が主導する国の「総合特区制度」において、国際競争力のある産業の育成を目的とした「国際戦略総合特区」は、平成 23 年度に全国 7 都市が指定され、その中の 1 つとしてつくば市を中心とした「つくば国際戦略総合特区」（以下「つくば特区」という。）が選定されている。このつくば特区の 1 つに、「次世代がん治療（BNCT）の開発実用化」として BNCT の研究開発テーマが設定されている。

BNCT プロジェクトを推進するため、筑波大学を中心に高エネルギー加速器研究機構、原子力機構、北海道大学、茨城県との連携プロジェクトチームが 2012 年に発足（ホウ素中性子捕捉療法の研究開発・実用化に関する協力合意書を締結）した。当該プロジェクトでは、加速器にリニアックを用い、陽子を 8MeV まで加速してベリリウムに入射し、中性子を発生させる。陽子のエネルギーを 8MeV とすることで、発生する中性子の全体エネルギーを低く抑えられ、治療装置の放射化と治療ビームに混入する高エネルギー中性子の割合を低減させている。

治療装置の主体装置である直線型加速器は、茨城県東海村に設置されている大強度陽子加速器施設（J-PARC）のリニアックの技術を応用して開発している。また、このリニアックの製作と並行して、「ベリリウム中性子発生標的装置」、発生した中性子を医療用に調整する「モデレータ」、そして中性子を病巣に集中するための「コリメータ」等で構成される「中性子発生装置」の設計・製作を高エネルギー加速器研究機構、原子力機構、北海道大学、筑波大学等で連携して実施している。研究炉加速器管理部は原子力機構のメンバーとして、この加速器 BNCT プロジェクトへ協力している。

平成 25 年度における原子力機構の主な活動を 3 項目にまとめる。

(1) モデレータ、コリメータ、シールド（MCS）の設計計算

本活動は、加速器課題解決型医療機器等開発事業の総合特区推進委託費に基づいて原子力機構が実施したものである。実施内容は以下のとおりである。

加速器 BNCT 装置は、加速器及び BNCT の治療を行う中性子源から構成される。ベリリウムターゲットから発生した中性子は、治療に適した中性子ビームに調整する必要があるため、加速器 BNCT 装置のフィルター、モデレータ及びコリメータ等について最適化設計解析を行い、ビーム特性及び漏洩線量について検討を行った。設計解析では、モンテカルロコード MCNP5 を用いた。

照射室内に設置する加速器 BNCT 装置の最適化は、材質、寸法、配置条件等について行った。治療用中性子ビームの主成分である熱外中性子束は、今回の最適化により 4.01×10^9 (n/(cm²・s)) となり、大幅に増強させることが可能であることが分かった。

ビーム孔出口付近におけるビーム中心軸から径方向の漏洩線量分布の計算結果より、JRR-4 の BNCT 照射場との比較から、中性子線量は加速器 BNCT 装置の方が照射野周辺付近において大きくなるが、それより遠ざかると同じ線量レベルとなった。また、ガンマ線量については加速器 BNCT 装置の方が小さくなった。

ビーム孔前に水ファントムを設置して線量計算を実施（正常組織線量を 10Gy-Eq で規定）した結果、加速器 BNCT 装置での照射時間は、JRR-4 の約 1/3 となった。また、水ファントム内の

腫瘍組織線量及び正常組織線量のビーム軸方向の分布より、腫瘍組織線量のピーク位置は、ファントム表面から 2cm 以上の領域で形成され、JRR-4 のビームより深く分布する結果となった。水ファントム深部領域では、加速器 BNCT の方が腫瘍組織線量は大きくなるため、治療効果の向上が期待できる。

(2) 加速器 BNCT 施設の遮蔽設計計算

本活動は、加速器課題解決型医療機器等開発事業の総合特区推進委託費に基づいて原子力機構が実施したものである。実施内容は以下のとおりである。

加速器 BNCT 施設は、放射線障害防止法(RI 法)に基づく施設として、管理区域を設定する必要がある。そこで、RI 法に基づく使用変更許可申請を行うため、上記(1)の MCS 設計計算で得られた加速器 BNCT 装置設計条件を用いて、照射室等の遮蔽設計計算を行い、線量を評価した。その結果、本加速器 BNCT 装置を設置した照射室は、管理区域としての基準を満たすことを示した。また、二次元線量分布の計算結果から、加速器 BNCT 装置周りの遮蔽体及び加速管周りの遮蔽体により、中性子及びガンマ線は十分遮蔽されていることが分かった。ビーム孔からの中性子ビームは、壁との相互作用により散乱線及び二次ガンマ線を発生させ、照射室内の空間線量を高くする要因となっていることが分かった。

(3) 加速器 BNCT における耐放射性中性子検出器の開発

加速器 BNCT 装置による臨床研究は平成 27 年度の開始を目標としているため、平成 26 年度中旬から加速器中性子源で中性子を発生させる予定である。臨床研究を実施するにあたり、生体に付与される線量を精度良く測定することが最重要課題とされている。これまで、原子炉では、金線等を用いた放射化法が主に用いられてきた。しかし、加速器中性子源は、原子炉とは異なり、中性子ビームが不安定である。そのため、治療時間を決定するために必要とされるその変動を正確に評価するためには、患者の照射部におけるリアルタイム測定が必須となる。このことから、先進医療で使用できる小型のリアルタイム中性子モニタの整備が急務となっており、遅くとも平成 26 年度中には必要となることから、即戦力で使用できるものが適用の条件となる。そこで、JRR-4 の臨床研究にも適用し実績のある Scintillator with Optical Fiber (SOF) 検出器に着目した。しかしながら照射量が多くなると光ファイバーの劣化・損傷により、感度が低下することが報告されている。これを解決することができれば、先進医療への適用は十分可能であると言える。以上のことから、現在劣化が報告されているプラスチック光ファイバーを耐放射性に優れている石英光ファイバーに仕様を変更する改良を行った。本研究では、光ファイバー及びシンチレータの劣化・損傷に関する実験結果、並びに検出器の特性測定結果より、加速器 BNCT 場への適用性について検討を行った。

耐放射線用の改良として、プラスチック光ファイバーから石英光ファイバーに仕様を変更した。その改良したリアルタイム小型中性子検出器に用いられている光ファイバー及びシンチレータに対して、専用の照射実験用検出器を製作し、京大原子炉実験所 KUR の傾斜照射孔にて照射を行った。中性子による劣化・損傷の評価は、照射前後において X 線照射設備で照射を行った際の感度特性結果により行った。一方、検出器の特性測定については、KUR の重水設備照射場を用い

て波高分布測定を行った。

図 3.6.1 に実験で得られた光ファイバー試料及びシンチレータ試料の劣化割合を示す。図 3.6.1 より、プラスチックシンチレータ及びプラスチック光ファイバーでは、照射量に依存して劣化する傾向が見られた。また、光ファイバーよりシンチレータの方が劣化は少ない結果となった。一方、石英光ファイバーでは、照射初期に大きな劣化が見られたが、その後の劣化はあまり変化しない傾向が見られた。

図 3.6.2 に実験で得られた SOF 検出器の波高分布を示す。図 3.6.2 より、KUR の重水設備照射場で波高分布測定を実施し、既存の SOF 検出器と同等以上の性能を有していることを確認した。

本実験結果より、石英光ファイバーは最初に大きな劣化をさせてから使用することで、劣化による感度の低下を小さくすることが可能であることが分かったが、再度検証実験を行い確認する必要がある。熱中性子フルエンスが 10^{13} (n/cm²) のオーダー以下であれば、石英光ファイバー及びプラスチックシンチレータとも劣化割合が小さい傾向を示すため、このオーダーが中性子検出器の交換目安となる。中性子検出器の交換を適切に行えば、劣化による感度の低下が避けられるため、加速器 BNCT 場への適用は十分現実的であると言える。今後も KUR 及び加速器 BNCT 場において検証実験を実施する予定である。なお、これらの成果については、第 107 回日本医学物理学会学術大会において口頭発表を行った。

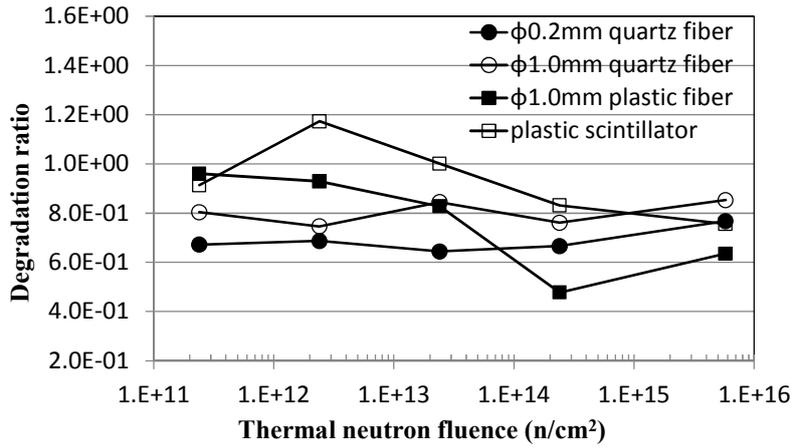


図 3.6.1 光ファイバー（石英、プラスチック）及びプラスチックシンチレータの劣化割合

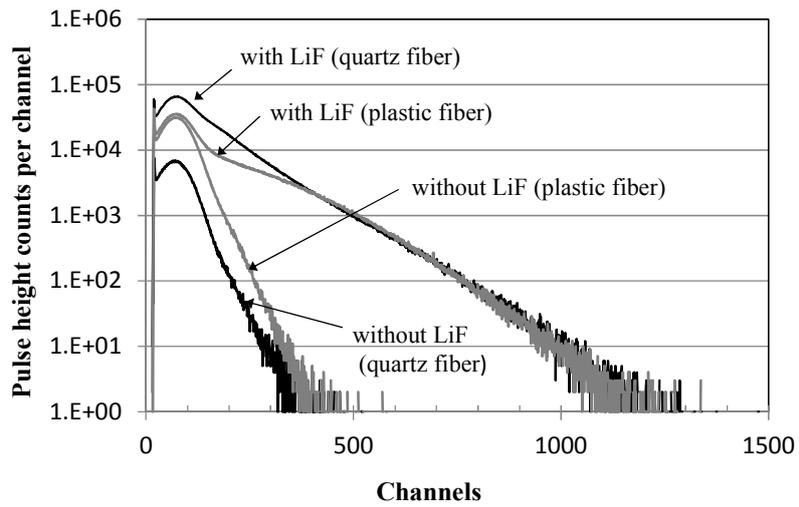


図 3.6.2 京大 KUR 重水設備の実験から得られた SOF 検出器の波高分布結果

4. 研究炉及び加速器利用技術の高度化

Upgrading of Utilization Techniques of Research Reactors and
Tandem Accelerator

This is a blank page.

4.1 JRR-3 の冷中性子ビーム高度化の技術開発

物質・生命科学分野に対して欠くことのできない中性子ビームを利用する先端的基礎研究及び産業応用研究を支援するため、JRR-3 の高度化の技術開発として、当部では冷中性子ビームの強度を高めるための検討を行っている。冷中性子源装置（CNS）は、原子炉内の熱中性子を液体水素（温度約 20K）により減速し冷中性子に変換する装置である。JRR-3 ではこの CNS から発生した冷中性子を中性子導管により実験装置に供給している。冷中性子ビームの強度を高めるため、減速材容器の高性能化及び中性子輸送の高効率化を主要または重要開発項目として進めている。

4.1.1 高性能減速材容器の形状の最適化

昨年度まで開発を進めていた高性能減速材容器は、中性子吸収特性の低いアルミニウム合金を採用することにしており、冷中性子利得を大きくするために図 4.1.1 に示すようなビーム導出側をくぼませた船底形の形状となっている。熱中性子を減速し冷中性子に変換するために適した液体水素の厚みは約 25mm であり^[1]、本容器は冷中性子利得の観点から最適形状である。一方で、形状が複雑なことから、内圧に対する耐圧性や液体水素の流動性に課題が生じることが昨年度までの評価で明らかになった。本年度は、その課題を解消するために形状の見直しを図った。

(1) 船底型容器の課題

① 容器の耐圧強度

減速材容器の最高使用圧力は 0.45MPa である。最高使用圧力に対する船底型減速材容器の一次応力の最大値は 101MPa であり、アルミニウム合金（6061-T6）の耐力 275MPa に比べ十分小さい値であった。しかしながら、一次応力に二次応力を加えた場合、局所的ではあるが最大で 285MPa の応力が発生する。2 次応力による歪みはわずかではあるが、繰り返し発生する場合には、疲労破壊を引き起こす恐れがある。

② 液体水素の流動性

減速材容器は熱中性子束の高い重水タンク内に設置されているため、原子炉の運転中は容器が核発熱し、容器内の液体水素は常に沸騰状態にある。昨年度の解析結果から、沸騰で生じる水素ガスの発生量は、容器上部より容器下部のほうが多く、水素ガスは容器下部に集合しより大きな気泡となり容器側面にそって上昇することがわかった。気泡が大きくなると液体水素の厚みが減少するため、水素ガスは容器内部に一樣に発生することが望ましい。

(2) 改良型高性能減速材容器（中空開放円筒型減速材容器）

昨年度までの評価結果を基に、高性能減速材容器の形状を船底型から図 4.1.2 に示す中空開放円筒型に改良した。材質には船底型と同様のアルミニウム合金を使用する。本容器は、外容器、内容器、内管から構成される。

液体水素は内管を通り外容器内に流入する。内容器は外容器と接続されており底は開放されているため、内容器の内側は常に水素ガスで満たされた中空構造となる。これにより、液体水素は外容器と内容器の間にできる厚み 25mm の空間に貯留される。外観は船底型と大きく異なるが、熱中性子から冷中性子への減速効果は同等の性能を担保するものである。

内容器は開放されているため、内圧は外容器にのみ加わることとなる。船底型と異なり形状が対称性に優れた円筒型であることから、局所的に応力が大きくなることを防ぎ、十分な耐圧強度が期待できる。また、液体水素の流入口を容器下方に設けることで、容器内の液体水素の流動性を高め水素ガスによる気泡の発生を抑える。さらに、形状が単純になることで製作が容易となる。

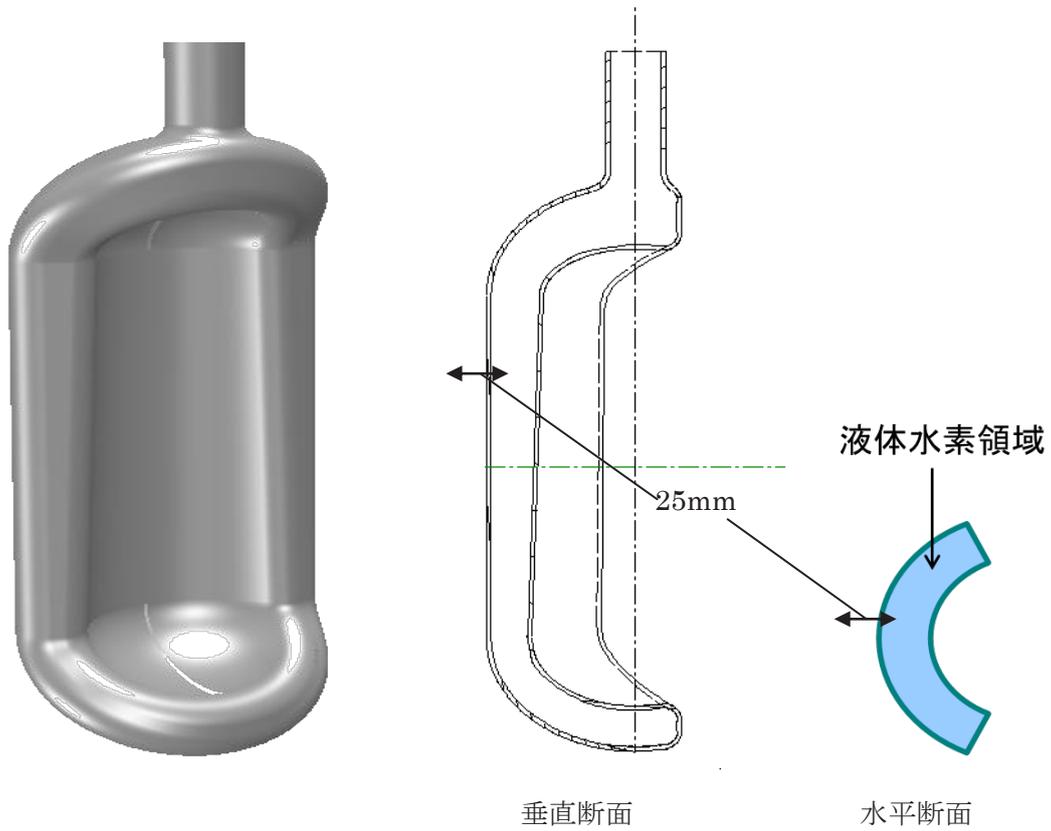


図 4.1.1 船底型減速材容器

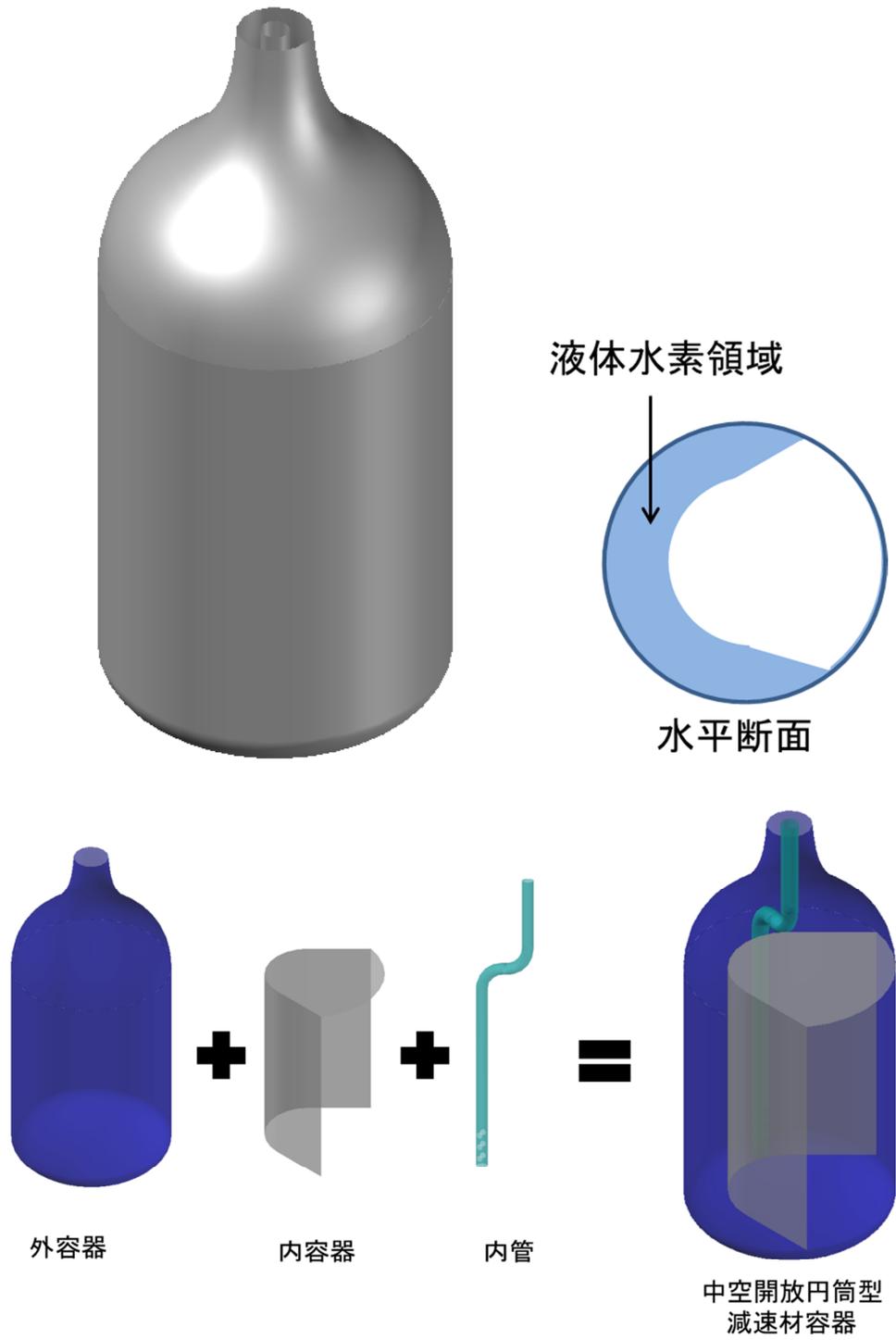


図 4.1.2 改良した高性能減速材容器（中空開放円筒型減速材容器）

4.1.2 JRR-3 の C2 冷中性子導管スーパーミラー化による輸送効率評価

JRR-3 の CNS から発生させた冷中性子を実験装置まで無駄なく輸送するために、中性子鏡管ユニットを接続した中性子導管を使用している。この中性子鏡管ユニットのスーパーミラー化においては、費用や工期によってさまざまな置き換えが考えられる。そこで、いまだに Ni ミラーの中性子鏡管ユニットを使用している C2 冷中性子導管に関して、さまざまな置き換えパターンを考え、置き換えパターンに対する中性子ビームの輸送効率を計算し、評価した。

(1) 評価方法

C2 冷中性子導管は上流に曲率半径 834.3m の曲導管部があり、曲導管部より下流では分岐装置まで直導管部となる。曲導管部は 20 体の中性子鏡管ユニットから構成されており、直導管部は 29 体の中性子鏡管ユニットから構成されている。上流部の中性子鏡管ユニットの 36 体はいまだに Ni ミラー中性子鏡管ユニットである。直導管末端に設置している分岐装置により中性子ビームは縦方向に 3 分割し、かつそれぞれ 0 度、10 度、20 度の角度に曲げて取り出される。

図 4.1.3 に実際の C2 冷中性子導管における鏡管ユニットの配置を示す。この C2 冷中性子導管であるが、中性子鏡管ユニット 113 と中性子鏡管ユニット 201 の間に原子炉建屋の隔壁があるため鏡管ユニット間に 75mm の隙間がある。また、中性子鏡管ユニット 213 と中性子鏡管ユニット 301 の間に C2-1 ビームポート、及び中性子鏡管ユニット Ni/Ti-11 と中性子鏡管ユニット Ni/Ti-12 の間に C2-2 ビームポートがあるため、鏡管ユニット間に 100mm と 150mm の隙間がある。

中性子鏡管ユニットの交換を行う際には、中性子鏡管ユニットの配置から決まる図 4.1.3 の点線で囲った部分ごとに交換することが望ましい。また、図 4.1.3 では描かれていないが、シャッター内に中性子鏡管ユニットが 1 体、シャッターより上流側の生体遮蔽内プラグに 3 体の中性子鏡管ユニットを設置している。この 4 体の中性子鏡管ユニットも 1 つの交換範囲として扱う。

評価の方法としては、上記モデルを元に作成した体系で中性子輸送計算コード McStas^[2,3]を用いて各ビームポートにおける輸送効率を計算し、その結果を用いて評価する。計算条件としては、図 4.1.3 の点線で囲んだ範囲の中性子鏡管ユニットを一斉に高度化することとしている。

McStas は中性子ビーム輸送にかかわる様々なデバイス(中性子鏡管ユニット、スリット、モノクロメーター)等を中性子源から検出器まで並べて記述することで、中性子輸送の効率を計算することができるコードである。この輸送計算コードは世界中の中性子実験施設でビームラインの設計や分光器の設計に用いられている非常に信頼度の高い輸送コードである。

計算モデルは実態に近いものとするため、CNS から各ビームポートに至るまでの実際の中性子鏡管ユニットの配置を再現した入力モデルを作成した。中性子鏡管ユニットは、実際に使用している長さ 850mm の中性子鏡管ユニットを並べ、曲導管部では曲率半径 834.3m を満たすように前後の中性子鏡管ユニットの接合角を 3 分 30 秒と入力し、これらのスーパーミラー中性子鏡管ユニットを接続することで中性子導管とした。

中性子鏡管ユニットの高度化においては、現在使用している中性子鏡管ユニットの中性子ミラーは Ni ミラーであることから、高度化のために $m=3$ の Ni/Ti スーパーミラーに置き換えることとした。あわせて、中性子鏡管ユニットの設計を見直すことで内寸法を拡大することとし、中性

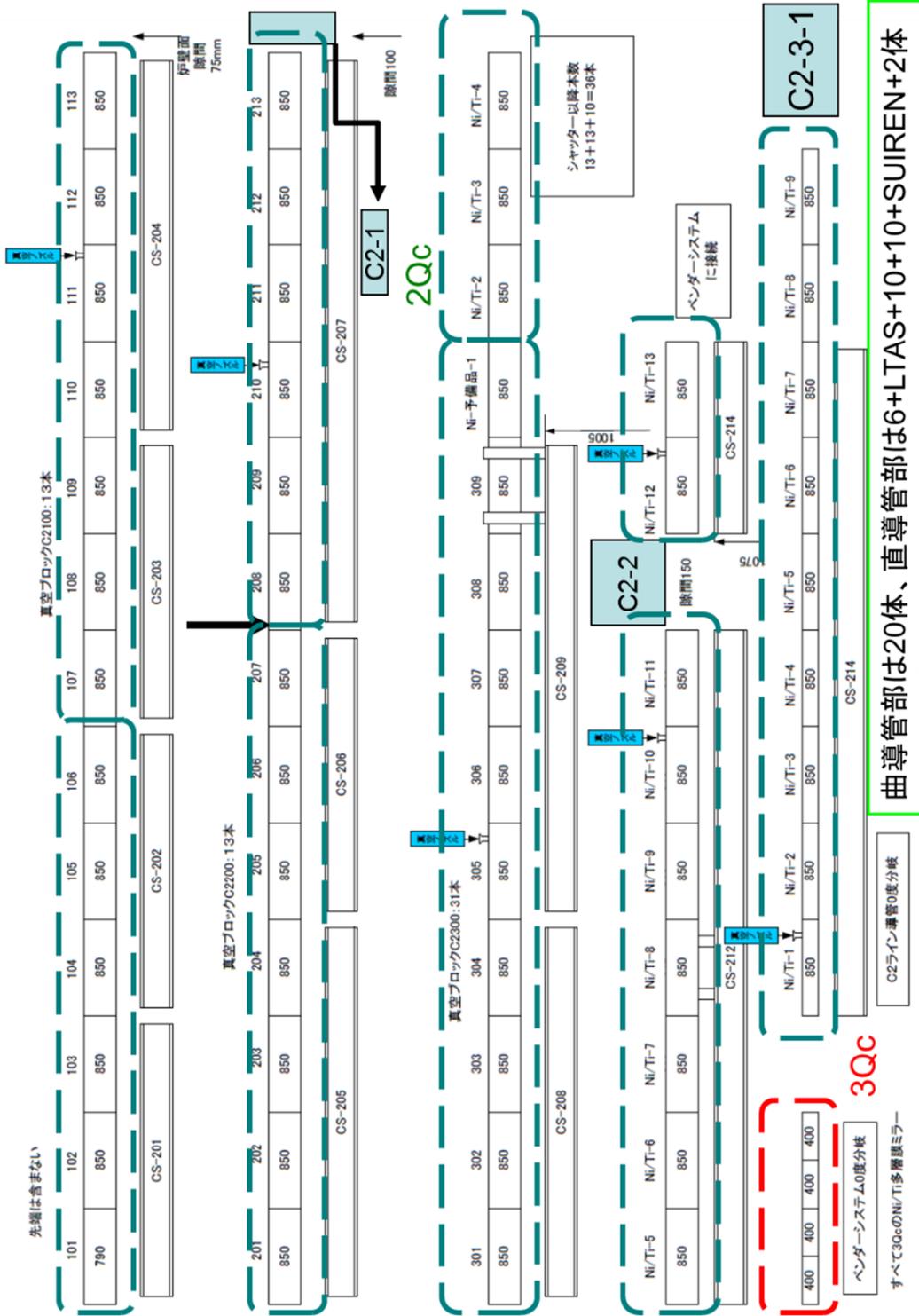


図 4.1.3 C2 冷中性子導管の0度分岐における導管の構造

子導管を通る中性子ビームの断面積を 120mm×20mm から 124mm×24mm に増加することとした。

また、中性子導管内を真空にするために真空封止板と呼ばれるアルミ板を使用しているが、アルミニウムによる中性子の吸収も考慮した。さらに、各ビームポートに設置しているモノクロメーターによる吸収の影響も考慮するように計算コードのサブルーチンを作成して、計算を実行した。

図 4.1.3 に示した点線の枠をエリアとすることで、様々なエリアの設定が考えられる。各々のエリアの設定に対して輸送効率を計算することで、中性子鏡管ユニットの交換エリアと輸送効率についての関係性を求めた。

(2) 評価結果

上流の中性子鏡管ユニットが高度化しないと輸送効率は向上しないために、中性子鏡管ユニットの交換は基本的に上流部分から実施される。そのため、すべてのビームポートでの計算結果は得ているが、一番影響を受ける C2-1 ビームポートについての計算結果を示す。また、ベンダーによる輸送特性を考えずに計算できる 0 度分岐である C2-3-1 ビームポートの高度化についての計算結果も示す。(1)の評価方法に従い計算した C2-1 及び C2-3-1 ビームポートにおける輸送効率の評価結果を表 4.1.1 及び表 4.1.2 にそれぞれ示す。

C2-1 ビームポートでの計算結果、プラグ及びシャッター内中性子鏡管ユニット(先端)のみによる強度の増強はわずか 1%程度となっている(計算条件 070402)。プラグ及びシャッター内中性子鏡管ユニット 4 体及び曲導管部の炉室導管室における中性子鏡管ユニット 13 体の改良により、輸送効率は約 1.4 倍となる(計算条件 070404)。一方、曲導管部の炉室導管室における中性子鏡管ユニット 13 体の改良だけの場合、輸送効率は約 1.2 倍となる(計算条件 070419)。また、プラグ及びシャッター内中性子鏡管ユニット 4 体及び曲導管部 20 体と直導管部 6 体(C2-1 ビームポートまでの中性子鏡管ユニット)の改良により、輸送効率は約 4.6 倍となる(計算条件 070406)。一方、曲導管部 20 体と直導管部 6 体(C2-1 ビームポートまでの中性子鏡管ユニット)の改良により、輸送効率は約 2.9 倍となる(計算条件 070417)。このように、C2-1 ビームポートでは、プラグ及びシャッター内中性子鏡管ユニット単体では強度増強はほとんど無いが、下流の改良した中性子鏡管ユニット数が多いほど輸送効率は増大することを明らかにした。

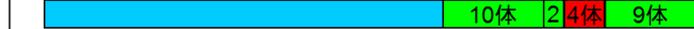
C2-3-1 ビームポートにおける計算の結果では、プラグ及びシャッター内中性子鏡管ユニット 4 体及び曲導管部の炉室導管室における中性子鏡管ユニット 13 体の改良により、輸送効率は約 1.3 倍となる(計算条件 070404)。さらにプラグ及びシャッター内中性子鏡管ユニット 4 体及び曲導管部 20 体と直導管部 6 体の改良により、輸送効率は約 1.8 倍となる(計算条件 070406)。C2 冷中性子導管は直導管の途中から $m=2$ の Ni/Ti 多層膜スーパーミラーを使用した中性子鏡管ユニットを設置しているが、 $m=2$ の中性子鏡管ユニットまで改良した場合(計算条件 070407)、約 2.5 倍となる(計算条件 070407)。一方、C2-3-1 ビームポートまですべての中性子鏡管ユニットを $m=3$ の Ni/Ti 多層膜スーパーミラーを使用した中性子鏡管ユニットに改良しても(計算条件 070410)、約 2.7 倍にしかならないことが明らかになった。計算条件 070407 に示す中性子鏡管ユニットの高度化の方が、費用対効果が高いと考えられる。

本計算により、改良する中性子鏡管ユニットの位置による中性子輸送効率を明らかにした。これらの計算結果は高度化の工事期間及び工事費用の計画に大きく貢献できると考えている。

表 4.1.1 C2-1 ビームポートにおける輸送効率

	(C2-1) 80%,3Qc 1st_In1D 10x10 /rogipc32/JAERI-C03+9-010401	輸送効率	計算結果10x10mm 101st_Lmonitor
070 401	現在の場合 	1	1.356(3) × 10 ⁹
070 402	先端(生体遮蔽内の中性子導管4体)のみ、断面積拡大 	1.012	1.372(3) × 10 ⁹
070 404	先端(4体)+炉室導管室(13体)のみ、断面積拡大 	1.448	1.963(4) × 10 ⁹
070 406	先端+曲導管部(20体)+直導管(6体;LTAS)まで、断面積拡大 	4.687	6.355(8) × 10 ⁹
070 417	曲導管部(20体)+直導管(6体;LTAS)まで、断面積拡大 	2.926	3.968(7) × 10 ⁹
070 419	炉室導管室(13体)のみ、断面積拡大 	1.249	1.694(4) × 10 ⁹

表 4.1.2 C2-3-1 ビームポートにおける輸送効率

	(C2-3-1) 80%,3Qc 1st_In1D 10x10 /rogipc32/JAERI-C03+9-010401	輸送効率	計算結果10x10mm 505st_Lmonitor
070 401	現在の場合 	1	5.27(1) × 10 ⁸
070 404	先端(4体)+炉室導管室(13体)のみ、断面積拡大 	1.30	6.84(1) × 10 ⁸
070 406	先端+曲導管部(20体)+直導管(6体;LTAS)まで、断面積拡大 	1.83	9.62(2) × 10 ⁸
070 407	先端+曲導管部+直導管(6体+10体)まで、断面積拡大 	2.495	1.315(2) × 10 ⁹
070 410	断面積拡大:ペンダ-0度分岐なし、直導管(9体)あり。 	2.672	1.408(2) × 10 ⁹

4.2 JRR-4におけるホウ素中性子捕捉療法のための乳がん照射技術の開発

第2期中期計画において乳がんに対するホウ素中性子捕捉療法（BNCT）の適用拡大に向けた照射技術の開発を行っている。平成25年度は、JRR-4の医療照射設備において乳がん照射を実施する上での課題を解決するための技術開発について再検討を行い原子力機構の報告書としてまとめた。本報告書では、乳がんコリメータの設計解析、臨床モデルによる線量評価解析、深部線量増強のための検討、乳がん照射の固定方法の検討について実施した。図4.2.1に課題及び実施内容の関係を示す。評価結果より、開発した乳がん照射技術がJRR-4のBNCT照射場での乳がん照射において十分適用可能であることを確認した。ここで得られた知見は、他の研究用原子炉を用いたBNCTや将来の加速器を用いたBNCTにおいても有用である。技術的な内容の詳細はJAEA-Technology 2014-016に記載されているため、ここでは、技術開発の概要を簡単に記す。

(1) 乳がん用コリメータの設計解析

乳がん照射用コリメータでは、座位照射を基本とするため、ビーム孔を壁から15cm突出させた形状とし、かつ、ビーム形状を制御するためにコリメータ自身をリーフ形状とし、任意に変えられる構造として設計を行った。本乳がんコリメータの性能を確認するために、ビーム特性解析、漏えい線量解析、及び水円筒ファントムを用いた特性解析を実施した。既存のノーマルコリメータとの比較検討により、設計した乳がんコリメータはビーム特性及び漏えい線量の観点から、臨床研究に十分適用することができる性能を有していることを確認した。

(2) 臨床モデルによる線量評価解析（乳房切除モデル）

臨床用CT画像及び粒子線照射用汎用線量評価システム（略称：JCDS-PRT）^[4]を用いて、腫瘍が浅い場所に形成される条件で乳房切除モデルを設定し、乳がんコリメータに対する検証解析を実施した。JRR-4での既存の3つのビームモードにおいて、腫瘍が浅い箇所に形成する本症例では、熱中性子ビームモードI（TNB-1）が皮膚線量及び深部の重要臓器への被ばく線量を抑えることができることを示した。また、乳がんコリメータでリーフを腫瘍形状に合わせることで、腫瘍に集中して線量の付与ができること、正常組織への線量付与の低減、照射野外における漏えい線量からの患者被ばくを抑えることができ、既存のノーマルコリメータと同等以上の性能を有していることから、設計した乳がんコリメータをJRR-4の臨床研究に適用しても問題がないと判断した。

(3) 臨床モデルによる線量評価解析（乳房温存モデル）

臨床用CT画像及び線量評価コードJCDS-PRTを用いて、腫瘍が深い場所に形成される条件で乳房温存モデルを設定し、乳がんコリメータに対する検証解析を実施した。JRR-4の既存の中性子ビームモードである熱外中性子ビームモード（ENB）において、乳がんコリメータは既存ノーマルコリメータに対し深部線量を増強することができ、線量体積ヒストグラムが改善されるため、治療効果の向上が期待できる。乳がんコリメータのビーム出口の開口部が既存ノーマルコリメータと同じ面積の場合には皮膚線量は殆ど変わらない結果となる。しかしながら、固形癌、浸潤性癌、腫瘍の形成位置及び要求される線量の条件により、乳がんコリメータのリーフ形状の条件を任意

に選択することが可能であるので、照射野を絞れる条件においては、皮膚線量を減らすことができるため、乳がんコリメータは有効である。

(4) 深部線量増強のための検討

深部線量を増強するため、新たな中性子ビームモード及びリチウムフィルターの適用性について乳房温存モデルにより検討を行った。重水厚を 5cm としリチウムフィルターを組み合わせることで、既存の ENB モードに対し深部線量を約 40%以上増強できることが分かった。本検討から、既存ビームモードによる比較より、深部線量を増強するための新たな中性子ビーム（重水厚を 5cm としリチウムフィルターを組み合わせた条件）を JRR-4 の臨床研究に適用しても問題ないと判断した。

(5) 乳がん照射の固定方法の検討

治療計画用に仰臥位で撮影された CT 画像では、当日の座位での照射条件による患者乳房形状と異なるため JCDS-PRT による事前線量評価が実施できない問題が生じている。このため、乳房付軟組織ファントム及び放射線用固定シェルを用いて患者の固定方法について検討を行った。実験及び計算シミュレーションによる検討により、患者固定具であるシェルを用いることにより、2 週間前に仰臥位で撮影された治療計画用 CT 画像の乳房形状を、当日の座位照射に相当する照射条件でも精度良く再現できることが分かった。本固定手法を用いることにより、乳がん照射においても JCDS-PRT による事前線量評価解析が問題なく実施可能である。



図 4.2.1 乳がん照射を実施する上での課題及び実施内容

参考文献

- [1] 熊井敏夫、Peng Hong LIEM、堀口洋二、JRR-3 高性能冷中性子源装置の検討、JAERI-Tech 2002-023(2002),49p
- [2] Lefmann, K. and Nielsen, K. , McStas, a general software package for neutron ray-tracing simulations, Neutron News vol.10, no.3, 1999, pp. 20-23.
- [3] Willendrup, P. , Farhi, E. , and Lefmann, K. , McStas 1.7 – a new version of the flexible Monte Carlo neutron scattering package, Physica B, vol.350, no.1-3(Suppl.), 2004, pp. E735-E737.
- [4] PRODAS ホームページ (<http://prodas.jaea.go.jp/PRUS0004.do>)、JCDS-PRT

This is a blank page.

5. 研究炉加速器管理部の安全管理

Safety Administration for Department of Research Reactors and
Tandem Accelerator

This is a blank page.

研究炉加速器管理部の安全管理は、各課で行う課安全衛生会議のほか、部内安全審査会及び部安全衛生会議を組織して行っている。また、共同利用建家では、建家安全衛生連絡協議会により、安全管理の調整を図っている。

部内安全審査会は、部長の諮問機関として、原子炉施設及び使用施設の設置及び変更並びに工事認可に関する事、保安規定、基準、手引等の制定及び変更に関する事、原子炉施設及び使用施設の運転に伴う問題に関する事、品質保証活動に関する施設の基本的な事項に関する事、保安活動又は品質保証活動に関する重要事項に関する事、原子炉施設の定期的な評価に関する事、照射キャプセルに関する事、一時管理区域の設定又は解除に伴う作業要領に関する事、その他部長が指示した事項に関する事等について、平成 25 年度において 9 回開催され、19 項目について審査を行った。

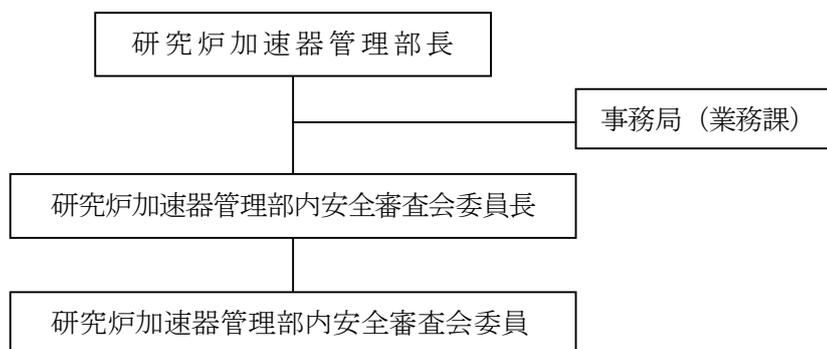
部安全衛生会議では、四半期ごとに実施する部長による部内安全衛生パトロールの結果について周知し、改善等の指示を行うとともに、各担当課長による所掌施設の安全衛生パトロールについて毎月実施した結果を部長に報告する等、部内の安全衛生管理に努めた。また、職員等に対し、保安教育訓練として消火訓練、通報訓練、総合訓練等を実施するとともに、管理区域内で実験・研究を行う利用者及び作業を実施する業者等に対し、管理区域の立入りに係る保安教育訓練を随時実施した。

5.1 研究炉加速器管理部の安全管理体制

研究炉加速器管理部の安全管理は、各課で行われているほか、部内において以下の管理体制で行われた。

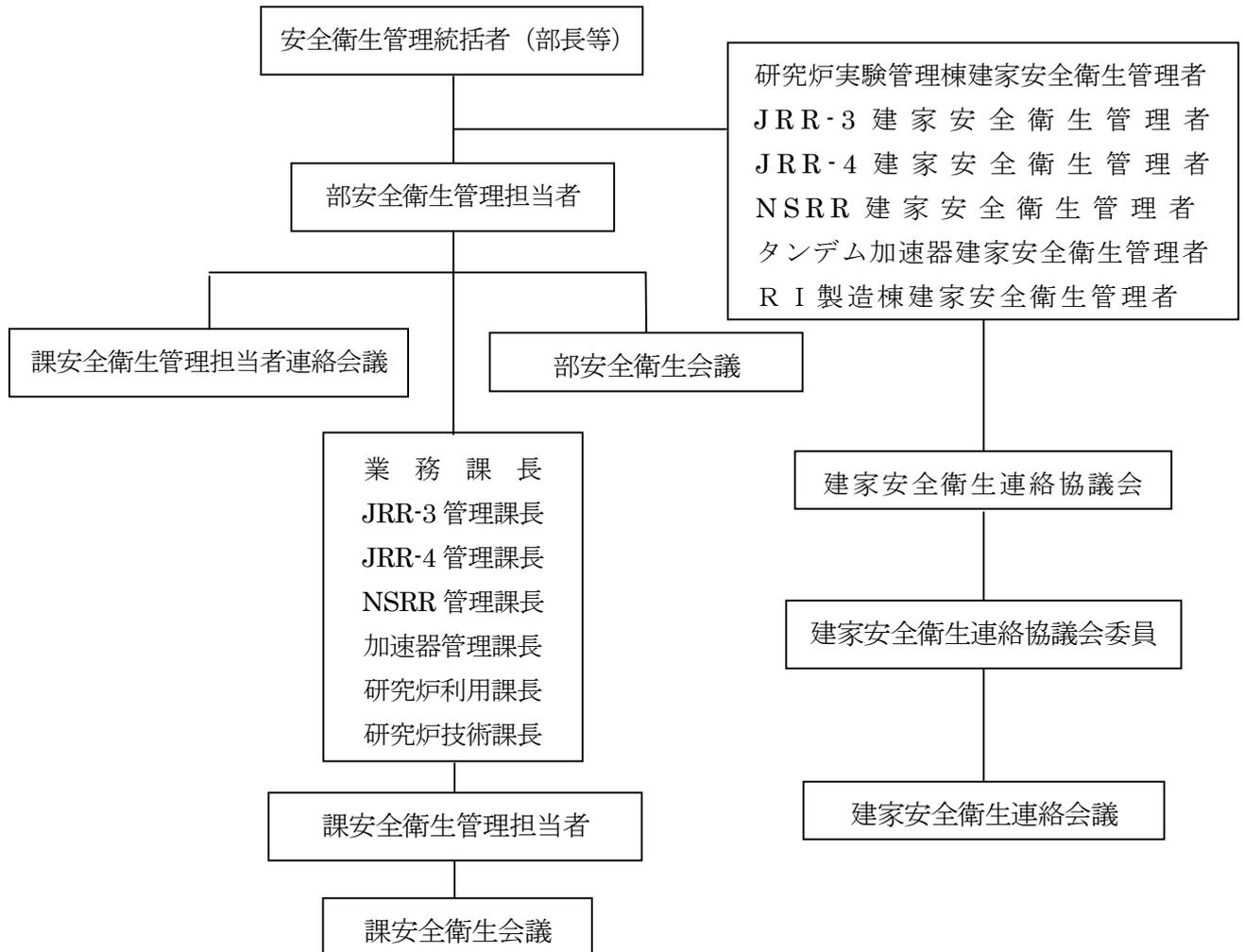
(1) 研究炉加速器管理部内安全審査会

部内安全審査会は、原子力科学研究所原子炉施設保安規定に基づく安全審査機関として、また、原子力科学研究所品質保証計画に基づく品質保証審査機関として、原子炉施設及び使用施設の設置及び変更並びに工事認可に関する事、保安規定、基準、手引等の制定及び変更に関する事、原子炉施設及び使用施設の運転に伴う問題に関する事、品質保証活動に関する施設の基本的な事項に関する事、保安活動又は品質保証活動に関する重要事項に関する事、原子炉施設の定期的な評価に関する事、照射キャプセルに関する事、一時管理区域の設定又は解除に伴う作業要領に関する事、その他部長が指示した事項に関する事等について安全審査を行う組織である。以下に組織を示す。



(2) 研究炉加速器管理部内安全衛生管理組織

部内安全衛生管理組織は、原子力科学研究所安全衛生管理規則に基づき、部内及び建家の安全衛生管理の実施、職場の巡視点検、安全衛生、教育訓練等に関する計画及び実施を行う。以下に組織を示す。



5.2 安全点検状況

(1) 研究炉加速器管理部内安全審査会

平成 25 年度における研究炉部内安全審査会の開催状況及び安全審査状況は、次のとおりである。

開催日	審査事項
平成 25 年 4 月 25 日 (第 1 回)	1. XII - I 型大気圧水カプセルの製作・第 3 回について 2. JRR-3 における核燃料物質の使用の変更許可申請について
平成 25 年 6 月 7 日 (第 2 回)	JRR-3 利用施設運転手引の一部改正について
平成 25 年 6 月 24 日 (第 3 回)	安全体制総点検調査について
平成 25 年 8 月 12 日 (第 4 回)	タンデム加速器建家における放射性同位元素等の許可使用に係る変更許可申請について
平成 25 年 9 月 11 日 (第 5 回)	1. JRR-3 使用施設等本体施設使用手引の一部改正について 2. JRR-4 使用施設本体施設等使用手引の一部改定について 3. NSRR 本体施設運転手引の一部改正について 4. NSRR 本体施設使用手引の一部改正について 5. JRR-3 利用施設運転手引の一部改正について 6. JRR-4 利用施設運転手引の一部改正について 7. 施設定期評価実施計画 (JRR-3 原子炉施設) について
平成 25 年 11 月 13 日 (第 6 回)	1. 施設定期評価実施計画 (JRR-4 原子炉施設) について 2. 施設定期評価実施計画 (NSRR 原子炉施設) について
平成 25 年 12 月 4 日 (第 7 回)	NSRR の保全計画に基づく保全活動の実施状況について
平成 26 年 1 月 27 日 (第 8 回)	1. タンデム加速器高圧ガス製造施設運転要領の一部改正について 2. タンデム加速器液体窒素貯槽高圧ガス製造施設運転要領の一部改正について 3. タンデム加速器ブースター前段部及び後段部高圧ガス製造施設運転要領の一部改正について
平成 26 年 3 月 3 日 (第 9 回)	研究炉加速器管理部通報連絡基準 (NSRR 施設編) の一部改正について

(2) 安全衛生パトロール

平成 25 年度における部内の安全衛生パトロールは、次のとおり実施された。

1) 部長による安全衛生パトロール

四半期ごとに実施した。

2) 課長による安全衛生パトロール

課ごとに毎月実施した。

3) 建家安全衛生管理者による安全衛生パトロール

研究炉実験管理棟、JRR-3、JRR-4、NSRR、タンデム、R I 製造棟の建家安全衛生管理者による安全衛生パトロールは、四半期ごとに実施した。

5.3 訓練

(1) 研究炉加速器管理部が実施した保安教育訓練

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 10 月 7 日	消火訓練	消火器・消火栓を使用した消火訓練を実施した。	179 名
平成 25 年 10 月 9 日			109 名

(2) 業務課が実施した保安教育訓練

当部職員等に対し、次のとおり保安教育訓練を実施した。

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 4 月 25 日	通報訓練	研究炉実験管理棟建家関係者を対象に、勤務時間外通報訓練系統図により通報訓練を実施した。	40 名
平成 25 年 6 月 10 日	保安教育	研究炉加速器管理部で所管する一般高圧ガス製造施設及び冷凍高圧ガス製造施設について、一般高圧ガス製造施設危害予防規定 28 条及び冷凍高圧ガス製造施設危害予防規定 26 条に定める高圧ガス製造施設保安教育計画 15 条に従い実施した。	11 名
平成 25 年 7 月 29 日	再保安教育訓練	非常の場合に講ずるべき処置の概要に関すること、保安規定の保安管理体制、品質保証、記録及び報告等に関することについて教育訓練を実施した。 <テキスト> 放射線安全研修（再教育）テキスト	12 名
上記以外に研究炉加速器管理部及び各原子炉施設で実施した保安教育訓練にも参加した。			

(3) JRR-3 管理課が実施した保安教育訓練

管理区域内で作業を実施する業者等に対し、管理区域の立入りに係る保安教育訓練を随時実施するとともに、当部職員等に対し、次のとおり保安教育訓練を実施した。

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 5 月 8 日 平成 25 年 10 月 23 日	通報訓練	課員及び JRR-3 建家関係者を対象に通報訓練を実施した。	61 名 52 名
平成 25 年 5 月 13 日		JRR-3 実験利用棟（第 2 棟）関係者に通報訓練を実施した。	5 名
平成 25 年 4 月 19 日～ 平成 25 年 5 月 8 日	配属時保安教育訓練	新人・異動職員等を対象に、教育訓練を実施した。 <テキスト> 職場の安全衛生、放射線安全取扱手引等、平成 25 年度異動職員等研修資料	6 名
平成 25 年 4 月 22 日 平成 25 年 7 月 23 日 平成 25 年 10 月 8 日 平成 26 年 1 月 23 日	再保安教育訓練	課員及び JRR-3 建家関係者を対象に放射線業務従事者に対する保安教育訓練(再教育訓練)を実施した。 <テキスト> 安全衛生他	15 名 21 名 7 名 4 名
平成 25 年 4 月 25 日	平成 25 年度原科研新人職員導入教育	原子力科学研究所において業務に従事するにあたり、知っておくべき基本的事項として、「地域との関係」「構内交通ルール」「健康管理」「非管理区域における汚染」のトラブルに関し、教育を実施した。	1 名
平成 25 年 6 月 17 日 平成 25 年 7 月 16 日～ 平成 25 年 7 月 19 日 平成 25 年 8 月 19 日～ 平成 25 年 8 月 22 日	センタム CS1000/3000 エンジニアリンググラフィック	エンジニアリング機能によるシステム生成方法、プロジェクトの定義方法、FCS 制御機能の作成方法、操作監視機能の作成方法などを講義と実習で習得した。	1 名 1 名 1 名
平成 25 年 6 月 21 日	ステンレス鋼の品質・特性と腐食及び防食対策	ステンレス鋼の種類と基本的性質、腐食（形態・事例）と対策、加工と腐食対策、選択・利用のポイントとトラブル対策及び最近開発された新鋼種について教育を実施した。	1 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 6 月 21 日	セ ン タ ム CS1000/3000 メンテナン ス基礎	センタムシステムの概説及び以上の分類、FCS、HIS 及び V ネットの異常対応概要について、モジュール異常が起こった時の影響範囲確認、復旧手順などの初期対応に必要な基礎知識について教育を実施した。	1 名
平成 25 年 6 月 24 日～ 平成 25 年 9 月 6 日	第 73 回原子炉 研修一般課程 (前期)	原子炉工学に関する基礎知識と運転管理に関する応用知識の習得を目的とする教育を実施した。	1 名
平成 25 年 7 月 2 日～ 平成 25 年 7 月 4 日	原子力品質保 証講座 (原子力 技術研修講座)	「品質保証の基本的考え方」「品質保証の体制」「品質保証関係規程」「JEAC4111 規程の概要」等について教育を実施した。	1 名
平成 25 年 7 月 5 日	電気従事者教 育訓練講座 (原 子力技術研修 講座)	「電気の基礎知識と電気従事者の職務」「職場における電気保安管理の方法 (講義・実技講習)」等について教育を実施した。	1 名
平成 25 年 7 月 29 日	平成 25 年度核 物質防護セミ ナー (基礎コー ス)	核物質防護業務の専門知識習得「核セキュリティに係る国際動向と関連する最近の議論」「警備の現状と今後の対応」「原子力規制庁における新たな核物質規制の概要」「核物質防護秘密の保持義務についての法的考察」「核物質防護システム構築と機器の最新動向」について教育を実施した。	1 名
平成 25 年 8 月 1 日	QC ツール習得 研修 (2 日間コ ース)	組織の中で実務の真只中で活躍されている主に中堅職員を対象として、品質保証活動の中で活用されている問題・課題を解決するための QC 七つ道具の手法を紹介するとともに、演習をとおしてそれらの手法を習得する教育を実施した。	1 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 9 月 2 日	核燃料サイクル技術講座	核燃料サイクル技術全般にわたる基礎知識の体系的な習得及び職場での業務への活用について教育を実施した。	1 名
平成 25 年 9 月 5 日	平成 25 年度自主防災訓練の実施について	平成 25 年度防災週間の一環として、震度 6 弱の大規模地震及び大津波警報発表時の避難訓練、人員掌握訓練を実施した。	38 名
平成 25 年 9 月 10 日	空気呼吸器装着訓練	JRR-3 で使用しているプレッシャーデマンド式の空気呼吸器を用い、装着及び脱装について教育を実施した。	40 名
平成 25 年 9 月 12 日	計測技術講座	計測技術に関する基礎知識、新技術の動向、プラントにおけるプロセス計装等について教育を実施した。	1 名
平成 25 年 10 月 29 日 平成 25 年 10 月 30 日 平成 25 年 10 月 31 日	電気を使用する機器の安全対策	電気を使用する機器の安全対策、電気事業法と原科研電気工作物の関係、現場からの疑問 Q&A について教育を実施した。	32 名 6 名 1 名
平成 25 年 11 月 7 日	核物質防護講座	核物質防護に関する基礎知識と国際情勢、核物質防護の重要性について教育を実施した。	1 名
平成 25 年 11 月 11 日	放射性廃棄物処理処分基礎講座	一般廃棄物及び放射性廃棄物の区分、規制、処理処分方法及び管理等に関する基礎知識について教育を実施した。	1 名
平成 25 年 11 月 25 日～ 平成 25 年 11 月 29 日	第 198 回 第 1 種放射線取扱主任者講習	第 1 種放射線取扱主任者の免状を取得するために、第 1 種放射線取扱主任者試験に合格後、本講習を受講するもので、放射線安全管理等の講習、非密封放射性物質の安全取扱いや各種の測定実習教育を実施した。	2 名
平成 25 年 12 月 3 日	制御技術講座	制御技術に関する基礎知識、自動制御やシーケンス制御等の制御技術について教育を実施した。	1 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 12 月 27 日 平成 26 年 1 月 6 日	平成 25 年度研究炉加速器管理部の品質目標（見直し）及び身分証明書等の管理・紛失時の対応について	平成 25 年度研究炉加速器管理部の品質目標（見直し）及び身分証明書等の管理・紛失時の対応について教育を実施した。	37 名 4 名
平成 26 年 1 月 7 日	平成 25 年度第 1 回 JRR-3 国際規制物資の計量管理業務に係る教育	計量管理規定等に規定されている核燃料物質等の手続き、計量管理伝票等記載要領、原科研における福島第一原子力発電所からの分析サンプルについて教育を実施した。	7 名
平成 26 年 1 月 14 日	第 40 回 原子力・放射線入門講座	原子力・放射線に関する幅広い基礎的な知識について教育を実施した。	1 名
平成 26 年 2 月 20 日	平成 25 年度リスクコミュニケーション講座	原子力分野のリスクコミュニケータの人材育成に寄与する講座として、リスクコミュニケーションに必要な基礎知識について教育を実施した。	1 名
平成 26 年 2 月 25 日 平成 26 年 2 月 26 日	JRR-3 施設における消防設備、医薬用外劇物管理マニュアルについて	JRR-3 施設内の各種消火器、消火栓及び火災受信機の配置及び使用法等について、毒物劇物の取扱いと管理方法等について教育を実施した。	40 名 1 名
平成 25 年 4 月 25 日 平成 25 年 4 月 26 日	規定、手引等改正に伴う教育訓練・勉強会等	電気工作物保安教育、品質方針について（理事長、所長）、放射線安全取扱手引の一部改正について教育を実施した。	37 名 4 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 5 月 29 日 平成 25 年 5 月 30 日	規定、手引等改正に伴う教育訓練・勉強会等	部品品質目標、環境配慮、コンプライアンス、研究炉新安全基準、研究炉事故、防護マスクの適切な装着等について教育を実施した。	37 名 4 名
平成 25 年 6 月 26 日 平成 25 年 6 月 27 日 平成 25 年 7 月 2 日		熱中症対策、JRR-3 スパーク事象について教育を実施した。	35 名 5 名 1 名
平成 25 年 8 月 28 日 平成 25 年 8 月 29 日 平成 25 年 8 月 30 日		消防法に基づく保安教育、コンプライアンス教育、事故対策規則の一部改正、安全衛生管理規則の一部改正、原子炉施設保安規定の一部改正、クレーン等の運転管理要領について教育を実施した。	36 名 2 名 3 名
平成 25 年 9 月 26 日 平成 25 年 10 月 1 日 平成 25 年 10 月 3 日		放射線障害予防規定の一部改正、少量核燃料物質使用施設等保安規定の一部改正、原子力科学研究所消防計画の一部改正、有機溶剤の管理要領の一部改正、JRR-3 の停電処置、重水熱交換器の解放点検、研究炉の事故について教育を実施した。	36 名 2 名 1 名
平成 25 年 11 月 27 日 平成 25 年 11 月 29 日 平成 25 年 12 月 2 日		品質方針、安全関係方針・施策の改正、被ばく管理の不備に関する根本原因分析、コンプライアンス、動特性について教育を実施した。	35 名 4 名 2 名
平成 26 年 1 月 27 日 平成 26 年 1 月 28 日 平成 26 年 1 月 29 日		平成 25 年度第 4 四半期のコンプライアンスに関する教育は特定機密保護法について、核セキュリティ文化の醸成について、核燃料物質使用施設等保安規定の一部改正、JRR-3 使用施設等本体施設使用手引の一部改正について教育を実施した。	28 名 11 名 2 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 26 年 3 月 26 日	規定、手引等改正に伴う教育訓練・勉強会等	身分証明書、入構許可及び構内出入証の管理徹底について、臨時立入者の写真撮影について、安全確保について、通報連絡基準についてリスクコミュニケーションについて教育を実施した。	34 名
平成 26 年 3 月 27 日			5 名
平成 26 年 3 月 31 日			1 名
上記以外に研究炉加速器管理部及び各原子炉施設で実施した保安教育訓練にも参加した。			

(4) JRR-4 管理課が実施した保安教育訓練

管理区域内で作業を実施する業者等に対し、管理区域の立入りに係る保安教育訓練を随時実施するとともに、職員等に次のとおり保安教育訓練を実施した。

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 4 月 24 日 平成 25 年 10 月 30 日	通報訓練	課員及び JRR-4 建家関係者を対象に通報訓練を実施した。	27 名 10 名
平成 25 年 5 月 13 日～ 平成 25 年 5 月 15 日 平成 25 年 5 月 13 日～ 平成 25 年 5 月 16 日 平成 25 年 10 月 10 日～ 平成 25 年 10 月 23 日	配属時保安教育訓練	新人・異動職員等を対象に、教育訓練を実施した。	2 名 1 名 1 名
平成 25 年 4 月 22 日 平成 25 年 7 月 23 日 平成 25 年 10 月 8 日	再保安教育訓練	課員及び JRR-4 建家関係者を対象に放射線業務従事者に対する保安教育訓練(再教育訓練)を実施した。 <テキスト> 安全衛生他	2 名 5 名 4 名
平成 25 年 9 月 5 日	原子力科学研究所自主防災訓練	東海村で震度 6 弱の地震が発生することに併せて茨城県に大津波警報は発表されることを想定した自主防災訓練を実施した。	11 名
平成 25 年 4 月 11 日 平成 25 年 7 月 17 日 平成 25 年 7 月 22 日	放射線管理に関すること	放射線管理に関することについて教育を実施した。	2 名 1 名 1 名
平成 25 年 5 月 27 日 平成 25 年 9 月 26 日 平成 25 年 11 月 18 日 平成 26 年 1 月 29 日	コンプライアンス教育	コンプライアンス事例等について、教育訓練を実施した。	10 名 10 名 10 名 10 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 5 月 31 日	放射線防護に係るマスクの適切な装着等について	放射線防護に係るマスクの適切な装着等について教育を実施した。	10 名
平成 25 年 6 月 12 日	放射性物質移送配管の再点検に係る教育について	放射性物質移送配管の再点検について教育を実施した。	10 名
平成 25 年 6 月 20 日 平成 26 年 3 月 24 日	冷凍高圧ガス製造施設保安教育	高圧ガス保安法に基づき、教育訓練を実施した。	8 名 9 名
平成 25 年 7 月 11 日	熱中症対策について	熱中症対策について教育を実施した。	10 名
平成 25 年 8 月 6 日 平成 26 年 1 月 31 日	非常事態総合訓練に伴い招集訓練	非常事態総合訓練に伴い招集訓練、人員掌握を実施した。	9 名 11 名
平成 25 年 11 月 20 日	被ばく管理不備に関する根本原因分析を踏まえた教育について	被ばく管理不備に関する根本原因分析について教育を実施した。	2 名
平成 25 年 11 月 27 日	施設定期検査要領及び施設定期自主検査要領について	施設定期検査要領及び施設定期自主検査要領について教育を実施した。	5 名
平成 25 年 12 月 11 日	身分証明書、入構許可証及び構内出入許可証の管理及び紛失時の対応について	身分証明書、入構許可証及び構内出入許可証の管理及び紛失時の対応について教育を実施した。	11 名
平成 25 年 12 月 24 日	規則改正に係る警報装置から発せられた警報の取り扱いについて	規則改正に係る警報装置から発せられた警報の取り扱いについて教育を実施した。	10 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 12 月 24 日	電気保全作業について	電気保全作業について教育を実施した。	10 名
平成 25 年 12 月 24 日	品質方針、品質目標について	品質方針、品質目標の再設定及びそれに伴う安全文化の醸成について教育を実施した。	10 名
平成 26 年 1 月 9 日	国際規制物資の計量管理業務に係る教育	原科研における平成 25 年度、保障措置・計量管理の問題点及び再発防止対策に関する教育、原子力科学研究所計量管理マニュアルにより、計量管理規定等に規定されている核燃料物質等の手続き及び計量管理伝票等記載要領、その他に関する教育を実施した。	4 名
平成 26 年 1 月 14 日	研究炉加速器管理部の文書及び記録の管理要領について	研究炉加速器管理部の文書及び記録の管理要領に基づく記録リストの改正に係る教育を実施した。	10 名
平成 26 年 2 月 24 日 平成 26 年 3 月 6 日	過去の計画外停止（運転管理情報）に関する調査報告を踏まえた対応について	過去の計画外停止（運転管理情報）に関する調査報告を踏まえた対応について教育を実施した。	9 名 1 名
平成 26 年 3 月 5 日	原子炉施設保安規定変更認可申請について	原子炉施設保安規定変更認可申請について教育を実施した。	10 名
平成 26 年 3 月 28 日	安全確保に関する教育	安全確保を最重要課題として業務に取り組むことについて教育を実施した。	10 名
平成 26 年 3 月 28 日	過去に起きたトラブル事象に対する教訓について	過去に起きたトラブル事象に対する教訓について教育を実施した。	10 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 4 月 1 日	規定、手引等改正に伴う教育訓練・勉強会等	JRR-4 施設定期検査対応要領の一部改正、使用施設等施設検査対応要領の一部改正、使用前検査対応要領の一部改正、文書及び記録の管理要領の一部改正、JRR-4 管理課技術検討会議運営要領の一部改正について教育を実施した。	10 名
平成 25 年 4 月 2 日		原子力科学研究所放射線安全取扱手引の一部改正について教育を実施した。	10 名
平成 25 年 5 月 15 日			10 名
平成 25 年 11 月 22 日			10 名
平成 25 年 8 月 5 日 平成 26 年 3 月 28 日		原子力科学研究所事故対策規則の一部改正について教育を実施した。	10 名 10 名
平成 25 年 8 月 7 日		原子力科学研究所原子炉施設保安規定の一部改正について教育を実施した。	10 名
平成 25 年 9 月 3 日		原子力科学研究所安全衛生管理規則の一部改正に伴い、教育を実施した。	10 名
平成 25 年 9 月 9 日		原子力科学研究所消防計画の一部改正、クレーン等の運転管理要領の一部改正について教育を実施した。	10 名
平成 25 年 9 月 26 日 平成 26 年 3 月 28 日		原子力科学研究所放射線障害予防規程の一部改正について教育を実施した。	10 名 10 名
平成 25 年 11 月 22 日		性能の技術上の基準に適合していることを確認する検査要領の一部改正について教育を実施した。	8 名
平成 25 年 12 月 10 日 平成 26 年 2 月 14 日	原子力科学研究所エックス線装置保安規則の一部改正について教育を実施した。	10 名 10 名	

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 26 年 1 月 6 日	規定、手引等改正に伴う教育訓練・勉強会等	原子力科学研究所原子力事業者防災業務計画の一部改正について教育を実施した。	10 名
平成 26 年 1 月 27 日		原子力科学研究所核燃料物質使用施設等保安規定の一部改正について教育を実施した。	10 名
平成 26 年 2 月 20 日		原子力科学研究所冷凍高圧ガス製造施設危害予防規程の一部改正について教育を実施した。	10 名
平成 26 年 3 月 13 日		原子力科学研究所事故故障及び災害時の通報連絡に関する運用基準の一部改正について教育を実施した。	10 名
平成 26 年 3 月 28 日		原子力科学研究所放射線管理状況報告の手引の一部改正について教育を実施した。	10 名
上記以外に研究炉加速器管理部及び各原子炉施設で実施した保安教育訓練にも参加した。			

(5) NSRR 管理課が実施した保安教育訓練

管理区域内で作業を実施する業者等に対し、管理区域の立入りに係る保安教育訓練を随時実施するとともに、当部職員等に対し、次のとおり保安教育訓練を実施した。

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 5 月 22 日 平成 25 年 5 月 31 日	通報訓練	課員及び NSRR 建家関係者を対象に通報訓練を実施した。	35 名 1 名
平成 25 年 4 月 4 日～ 平成 25 年 4 月 9 日 平成 25 年 4 月 11 日 平成 25 年 4 月 23 日～ 平成 25 年 4 月 26 日 平成 25 年 6 月 18 日 平成 25 年 11 月 8 日～ 平成 25 年 11 月 14 日 平成 25 年 11 月 19 日	配属時保安教育訓練	新人・異動職員を対象に、教育訓練を実施した。 <テキスト> NSRR 管理課における業務の概要、他	10 名 2 名 3 名 1 名 1 名 1 名
平成 25 年 4 月 16 日 平成 25 年 4 月 22 日 平成 25 年 6 月 4 日 平成 25 年 7 月 2 日 平成 25 年 7 月 23 日 平成 26 年 1 月 23 日 平成 26 年 3 月 4 日 平成 26 年 3 月 5 日 平成 26 年 3 月 6 日 平成 26 年 3 月 7 日 平成 26 年 3 月 13 日 平成 26 年 3 月 24 日 平成 26 年 3 月 25 日 平成 26 年 3 月 26 日	再保安教育訓練	課員及び NSRR 建家関係者を対象に放射線業務従事者等に対する保安教育訓練(再教育訓練)を実施した。 <テキスト> 安全衛生他	2 名 5 名 1 名 1 名 1 名 4 名 1 名 25 名 22 名 22 名 8 名 5 名 1 名 6 名
平成 25 年 9 月 5 日	平成 25 年度自主防災訓練	大規模地震及び大津波が発生したことを想定した訓練を実施した。(指定場所への避難及び人員掌握)	21 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 4 月 9 日	特定化学物質等の業務の就業中の再教育	特定化学物質等の業務について教育訓練を実施した。 <テキスト> 特定化学物質等の管理要領他	3 名
平成 25 年 4 月 9 日	特定化学物質等の業務に従事するための就業前教育	〃	1 名
平成 25 年 4 月 25 日	原科研新入職員導入教育	原子力科学研究所において業務に従事するにあたり、知っておくべき基本的事項について教育を実施した。	1 名
平成 25 年 5 月 17 日	平成 25 年度原子力安全に係る品質方針、研究炉加速器管理部の品質目標について	平成 25 年度の原子力安全に係る品質方針（理事長）、平成 25 年度原子力安全に係る品質方針（所長）及び平成 25 年度研究炉加速器管理部の品質目標について、教育訓練を実施した。 <テキスト> 原子力安全に係る品質方針（理事長）、平成 25 年度 原子力安全に係る品質方針（所長）、平成 25 年度 研究炉加速器管理部の品質目標、平成 25 年度 事業方針	21 名
平成 25 年 6 月 6 日	NSRR での作業に関すること (マニプレータの修理)	マニプレータの修理に係る教育を実施した。	2 名
平成 25 年 6 月 19 日 平成 25 年 6 月 20 日	安全に関する教育訓練	J-PARC 実験施設における被ばく事象等に関する説明会に参加した。	31 名 3 名
平成 25 年 6 月 26 日 平成 25 年 7 月 2 日 平成 25 年 11 月 7 日	施設定期自主検査及び自主検査に関する再教育	施設定期自主検査及び自主検査を実施するにあたり、作業内容について再教育を行う。	17 名 9 名 1 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 7 月 2 日	熱中症対策について	熱中症の症状、熱中症の予防方法（予防対策）、緊急時の救急処置、熱中症の事例について教育を実施した。	20 名
平成 25 年 9 月 30 日 平成 25 年 10 月 1 日	プロセス計装設備の点検に伴う教育訓練	原子炉関連の法令、原子炉施設・使用施設の構造・性能及び運転・操作に関すること、非常時及び異常時の場合に講ずべき処置に関することの教育を実施した。	2 名 1 名
平成 25 年 12 月 4 日 平成 25 年 12 月 10 日	NSRR 施設経年劣化調査作業に伴う教育訓練	NSRR 施設経年劣化調査作業における保安教育を実施した。	8 名 3 名
平成 25 年 9 月 30 日 平成 25 年 10 月 2 日	電気工作物に関する安全教育	電気を使用する機器の安全対策、電気事業法と原科研電気工作物、現場からの疑問 Q&A について教育を実施した。	20 名 1 名
平成 25 年 10 月 21 日	原子炉の運転に関する教育	NSRR 原子炉再稼働に伴い、原子炉運転に関する運転員の再教育を実施した。	7 名
平成 25 年 11 月 14 日 平成 25 年 11 月 15 日	使用施設等の運転及び照射試験に関する教育	NSRR 原子炉再稼働に伴い、使用施設等の運転及び照射試験に関する再教育を実施した。	11 名 1 名
平成 25 年 11 月 20 日	XII - I 型大気圧水力カプセルの製作・第 3 回材料検査要領書について	XII - I 型大気圧水力カプセルの製作・第 3 回材料検査を円滑に実施するため、XII - I 型大気圧水力カプセルの製作・第 3 回材料検査要領書について教育を実施した。	12 名
平成 25 年 11 月 27 日	被ばく管理不備に関する根本原因分析を踏まえた教育	被ばく管理不備に関する根本原因分析を踏まえた教育を実施した。	2 名
平成 25 年 12 月 17 日	品質保証に関する部内教育	平成 25 年度の「原子力安全に係る品質方針」（理事長及び所長）、「研究炉加速器管理部の品質目標」について教育を実施した。	21 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 12 月 27 日	保障措置・計画管理に関する教育	問題意識の高揚と風化防止の教育として、保障措置・計量管理の問題点及び再発防止対策に関する教育を実施した。	10 名
平成 26 年 3 月 4 日	火訓練の実施について	消火器を使用した消火訓練を実施した。	1 名
平成 25 年 4 月 3 日	規定、手引等改正に伴う教育訓練・勉強会等	放射線安全取扱手引の一部改正について教育を実施した。	21 名
平成 25 年 7 月 2 日 平成 25 年 7 月 3 日	規定、手引等改正に伴う教育訓練・勉強会等	NSRR 管理課で定める保安に係る文書及び記録の管理要領の一部改正について教育を実施した。	19 名 2 名
平成 25 年 8 月 12 日		原子力科学研究所原子炉施設保安規定、原子力科学研究所事故対策規則の一部改正について教育を実施した。	21 名
平成 25 年 9 月 11 日		放射線障害予防規程の一部改正について教育を実施した。	21 名
平成 25 年 9 月 4 日		消防計画の一部改正について教育を実施した。	21 名
平成 25 年 10 月 1 日		安全衛生管理規則の一部改正について教育を実施した。	21 名
平成 25 年 11 月 1 日		放射線安全取扱手引の一部改正について教育を実施した。	21 名
平成 25 年 12 月 17 日		NSRR の原子炉施設及び使用施設の警報装置から発せられた警報に関する記録の作成についての要領を定めたため教育を実施した。	21 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 26 年 1 月 22 日	規定、手引等改正に伴う教育訓練・勉強会等	NSRR 本体施設運転手引、NSRR 本体施設使用手引の改正について教育を実施した。	21 名
平成 26 年 1 月 27 日 平成 26 年 1 月 28 日		使用施設等保安規定の一部改正について教育を実施した。	20 名 1 名
平成 26 年 3 月 6 日 平成 26 年 3 月 7 日		研究炉加速器管理部通報連絡基準の一部改正について教育を実施する。	11 名 1 名
平成 26 年 3 月 27 日 平成 26 年 3 月 28 日		平成 25 年度研究炉加速器管理部の品質目標である、過去に行政庁からの指導があった事象及び法令報告事象の教訓及び安全確保に関する情報についての教育を実施した。	20 名 1 名
平成 26 年 3 月 31 日		放射線障害予防規定の一部改正について教育を実施した。	21 名
上記以外に加速器管理部及び原子炉施設で実施した保安教育訓練にも参加した。			

(6) 加速器管理課が実施した保安教育訓練

管理区域内で作業を実施する業者等に対し、管理区域の立入りに係る保安教育訓練を随時実施するとともに、当部職員等に対し、次のとおり保安教育訓練を実施した。

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 7 月 24 日 平成 26 年 2 月 26 日	通報訓練	課員及びタンデム加速器棟関係者を対象に通報訓練を実施した。	44 名 44 名
平成 25 年 4 月 23 日～ 平成 25 年 4 月 24 日 平成 25 年 5 月 15 日 平成 25 年 6 月 5 日 平成 25 年 7 月 23 日 平成 25 年 7 月 30 日 平成 25 年 9 月 2 日 平成 25 年 9 月 3 日 平成 25 年 9 月 9 日 平成 25 年 10 月 8 日 平成 25 年 11 月 11 日 平成 26 年 1 月 23 日 平成 26 年 1 月 27 日～ 平成 26 年 1 月 28 日	放射線安全再教育訓練	課員及びタンデム加速器建家関係者を対象に放射線業務従事者に対する保安教育訓練(再教育訓練)を実施した。 <テキスト> 再教育訓練テキスト	3 名 3 名 5 名 2 名 11 名 2 名 4 名 2 名 3 名 2 名 4 名 2 名
平成 25 年 5 月 28 日	放射線防護に係るマスクの適切な装着等について	厚生労働省から原子力施設における放射線業務及び緊急作業に係る安全衛生管理体制の強化を図るため、基発 0810 第 1 号の発出を受けて、放射線作業者の内部被ばく防止のため、マスクの適切な装着、管理等について教育を実施した。	11 名
平成 25 年 5 月 29 日	タンデム加速器の運転及び施設の保安に係る教育	J-PARC ハドロン実験施設におけるトラブルを受け、タンデム加速器施設で安全に作業を進めるための注意事項等について保安教育を実施した。	13 名
平成 25 年 6 月 12 日 平成 25 年 7 月 25 日 平成 25 年 7 月 31 日	安全教育	もんじゅにおける点検報告の不備及び J-PARC ハドロン施設における法令報告事象を踏まえ、安全文化の醸成及び関連法令、通報連絡基準、トラブル事例等に関して安全教育を実施した。	4 名 9 名 3 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 6 月 26 日	熱中症対策について	基発 0810 第 1 号に対する熱中症の発生防止について教育を実施した。	11 名
平成 25 年 9 月 19 日	平成 25 年度茨城県高圧ガス保安講習会	高圧ガス製造事業者等を対象とした保安管理技術の向上と保安意識の高揚を図るため、講習会に参加した。	2 名
平成 25 年 9 月 25 日 平成 25 年 9 月 27 日	電気保安教育	電気事業法に基づく教育訓練を実施した。	1 名 7 名
平成 25 年 11 月 19 日	FEL 研究棟通報連絡基準制定についての保安教育	FEL 研究棟の通報連絡基準を制定したことに伴い、教育訓練を実施した。	1 名
平成 25 年 11 月 25 日	平成 25 年度品質月間講演会	平成 25 年度品質月間講演会に参加した。	1 名
平成 25 年 12 月 11 日	FEL 研究棟も係る消火訓練の実施	バット内に入れたガソリンと灯油の混合液を燃やして一般火災を模擬し、ABC 粉末消火器等を用いて消火訓練を実施した。	1 名
上記以外に研究炉加速器管理部及び各原子炉施設で実施した保安教育訓練にも参加した。			

(7) 研究炉利用課が実施した保安教育訓練

管理区域内で作業を実施する業者等に対し、管理区域の立入りに係る保安教育訓練を随時実施するとともに、当部職員等に対し、次のとおり保安教育訓練を実施した。

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数	
平成 25 年 4 月 23 日 平成 26 年 2 月 26 日	通報訓練	課員及び JRR-1 建家関係者を対象に通 報訓練を実施した。	37 名 6 名	
平成 25 年 8 月 28 日		中性子ビーム利用実験者を対象に通 報訓練を実施した。	54 名	
平成 25 年 4 月 4 日～ 平成 25 年 4 月 8 日 平成 25 年 9 月 12 日～ 平成 25 年 9 月 17 日	配属時保安教育 訓練	新人・異動職員を対象に、教育訓練を実 施した。	4 名	
		<テキスト> 保安規定、放射線安全取扱手引他	1 名	
平成 25 年 4 月 11 日 平成 25 年 4 月 15 日 平成 25 年 4 月 22 日 平成 25 年 4 月 25 日 平成 25 年 6 月 5 日 平成 25 年 7 月 23 日 平成 25 年 10 月 8 日 平成 26 年 1 月 23 日	再保安教育訓練	課員及び研究炉利用課関係者を対象に 放射線業務従事者等に対する保安教育 訓練(再教育訓練)を実施した。	10 名 9 名 13 名	
		<テキスト>	1 名	
		安全衛生他	1 名	
			13 名	
			1 名	
			5 名	
平成 25 年 4 月 24 日 平成 25 年 5 月 7 日 平成 25 年 5 月 8 日		規定、手引等改 正に伴う教育訓 練・勉強会等	文書及び記録の管理要領、使用施設等施 設検査対応要領、使用前検査対応要領、 原子力科学研究所放射線安全取扱手引 の一部改正について教育を実施した。	20 名 7 名 1 名
平成 25 年 8 月 26 日			異常時の措置に関すること、原子力科学 研究所原子炉施設保安規定の一部変更 について、原子力科学研究所事故対策規 則の一部改正について教育を実施した。	26 名
平成 25 年 9 月 30 日 平成 25 年 10 月 21 日	放射線施設に係る教育、原子力科学研 究所放射線障害予防規程、原科研少量核燃 料物質使用施設等保安規則、原科研計量 管理マニュアル、原科研有機溶剤の管理 要領、原科研消防計画、クレーン等の運		24 名 2 名	

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
	規定、手引等改正に伴う教育訓練・勉強会等	転管理要領、原科研安全衛生管理規則の一部改正について教育を実施した。	
平成 25 年 10 月 29 日		品質保証に関すること、品質目標関連、研究炉利用課電気保安教育、原子力科学研究所エックス線装置保安規則の一部改正、原子力科学研究所放射線管理状況報告の手引の差替えについて教育を実施した。	28 名
平成 25 年 11 月 25 日 平成 25 年 12 月 2 日		消防法に基づく保安教育訓練、放射線安全取扱手引、原科研国際規制物資等計量管理規則の一部改正、JRR-3 共同溝における異常発生時の給排気ファン停止要領の制定について教育を実施した。	25 名 3 名
平成 25 年 12 月 25 日 平成 26 年 1 月 7 日		計量管理業務に係る教育、コンプライアンス教育、放射線防護に係るマスクの適切な装着について、エックス線装置保安規則の一部改正、品質方針・品質目標について教育を実施した。	24 名 3 名
平成 26 年 1 月 28 日 平成 26 年 2 月 3 日		通報連絡基準に関する教育、JRR-3 利用施設運転手引、JRR-4 利用施設運転手引、原科研核燃料物質使用施設等保安規定、原科研原子力事業者防災業務計画の一部改正、放射線業務従事者に係る指定登録依頼書作成時の注意事項、ヒヤリハット抽出事例について教育を実施した。	26 名 1 名
平成 26 年 2 月 25 日 平成 26 年 3 月 4 日		アーク溶接作業の安全点検要領、エックス線装置保安規則、一般高圧ガス製造施設危害予防規定、冷凍高圧ガス製造施設危害予防規定の一部改正、原子力科学研究所核燃料物質使用施設等保安規定の変更許可申請について教育を実施した。	22 名 4 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 4 月 25 日	原科研新入職員 導入教育	原子力科学研究所において業務に従事 するにあたり、知っておくべき基本的事 項について教育を実施した。	3 名
平成 25 年 5 月 20 日 平成 26 年 3 月 17 日	一般高圧ガス製 造施設保安教育 訓練	高圧ガス保安法に基づく教育訓練を実 施した。	14 名 14 名
平成 25 年 6 月 28 日 平成 25 年 7 月 2 日 平成 25 年 7 月 29 日 平成 25 年 8 月 5 日	主要な設備の構 造、機能、性能 に関する教育訓 練	原子炉施設又は使用施設の構造、性能及 び運転に関する教育訓練 <テキスト> 冷中性子源装置の概要、他 主要な設備の運転管理及び保守管理 低圧電気取扱特別教育テキスト	20 名 7 名 25 名 1 名
平成 25 年 6 月 28 日 平成 25 年 7 月 2 日 平成 25 年 9 月 30 日 平成 25 年 10 月 21 日 平成 26 年 3 月 27 日 平成 26 年 3 月 31 日	コンプライアン ス教育	コンプライアンス教育を実施した。	20 名 7 名 25 名 2 名 26 名 1 名
平成 25 年 9 月 5 日	原子力科学研 究所自主防災訓練	東海村で震度 6 弱の地震が発生すること に併せて茨城県に大津波警報は発表さ れることを想定した、自主防災訓練を実 施した。	27 名
平成 25 年 9 月 19 日	茨城県高圧ガス 保安講習会	高圧ガス製造事業者等を対象とした保 安管理技術の向上と保安意識の高揚を 図るための講習会に参加した。	1 名
平成 25 年 9 月 30 日	安全体感教育 (高所危険体 感)	リスクの低減及び危険予知活動の一環 として、原子力科学研究所における高所 作業を行う作業者を対象に、作業場に潜 む危険を実際に体験し労働災害防止に 対する意識の高揚を図ることを目的と した研修に参加した。	1 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 11 月 28 日	被ばく管理不備に関する根本原因分析を踏まえた教育	女子の放射線業務従事者の被ばく管理不備に関する根本原因分析結果を踏まえた教育を実施した。	2 名
平成 26 年 3 月 27 日 平成 26 年 3 月 31 日	安全確保に関する教育	安全確保を最重要課題として業務に取り組む。	26 名 1 名
平成 26 年 3 月 27 日 平成 26 年 3 月 31 日	過去に起きたトラブル事象に対する教訓について	過去に行政庁からの指導のあった事象及び法令報告事象に基づき、教育訓練を実施した。	26 名 1 名
上記以外に研究炉加速器管理部及び各原子炉施設で実施した保安教育訓練にも参加した。			

(8) 研究炉技術課が実施した保安教育訓練

管理区域内で作業を実施する業者等に対し、管理区域の立入りに係る保安教育訓練を随時実施するとともに、当部職員等に対し、次のとおり保安教育訓練を実施した。

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 4 月 16 日	通報訓練	課員及び DSF 建家関係者を対象に通報訓練を実施した。	30 名
平成 25 年 4 月 16 日		課員及び RI 製造棟関係者を対象に通報訓練を実施した。	39 名
平成 25 年 4 月 22 日 平成 25 年 7 月 26 日 平成 25 年 10 月 8 日	放射線安全研修 再教育	課員の放射線業務従事者に対する再教育訓練を実施した。 <テキスト> 放射線業務従事者訓練テキスト他	5 名 5 名 3 名
平成 25 年 4 月 23 日	原子炉設備の取扱い (特別教育)	JRR-3 燃料貯蔵プール設備の取扱いについて教育を実施した。	1 名
平成 25 年 4 月 25 日	放射線業務従事者に係る保安教育訓練	放射線業務従事者に係る保安教育訓練他を実施した。	24 名
平成 25 年 5 月 30 日	規定、手引等改正に伴う教育訓練・勉強会等	放射線安全取扱手引、部文書及び記録の管理要領、部使用施設等施設検査対応要領、部使用前検査対応要領、JRR-3 施設定期検査対応要領の一部改正において、放射線防護マスクの着用について、H25 年度研究炉加速器管理部の品質目標について、教育を実施した。	19 名
平成 25 年 6 月 27 日		熱中症の発生防止について、研究炉技術課の品質目標について、コンプライアンス教育、RI 製造棟の時間外通報連絡網の改定、水質汚濁防止法に関する周知徹底、放射性廃棄物のシステムの改良について教育を実施した。	20 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 25 年 8 月 29 日	規定、手引等改正に伴う教育訓練・勉強会等	原子炉保安規定、事故対策規則、安全衛生管理規則の一部改正、クレーン等の運転管理要領の改正について教育を実施した。	19 名
平成 25 年 9 月 26 日		少量核燃料物質使用施設等保安規則、放射線障害予防規定、消防計画、有機溶剤の管理要領の一部改正について、電気使用機器の安全対策について、コンプライアンスについて教育を実施した。	19 名
平成 25 年 10 月 29 日		分任核燃料保管者指定、分任地域管理者指定の一部改正について、コンセント及びプラグの取扱について、建物火災時の避難対応について教育を実施した。	19 名
平成 25 年 11 月 27 日		放射線安全取扱い手引の一部改正、安全衛生管理基本方針及び活動施策の改定、原子力安全に係る品質方針の改定、原子力施設における安全文化の醸成及び法令等の遵守に係る活動方針並びに活動施策の改正、環境基本計画について教育を実施した。	19 名
平成 25 年 12 月 27 日		身分証明書及び入構許可証の適切な取扱い及び管理について、エックス線装置保安規則の一部改正について、コンプライアンス教育、部品質目標の改定について、部通報連絡基準について教育を実施した。	19 名
平成 26 年 1 月 30 日		防災業務計画、核燃料物質使用施設等保安規定の一部改正について、指定登録依頼書の一部変更について、ヒヤリハット抽出活動結果について教育を実施した。	19 名
平成 26 年 2 月 27 日		JRR-3 使用施設等本体施設使用手引の一部改正について、消防査察の実施結果及び管理の徹底について、内部監査での指摘事項について教育を実施した。	19 名

実施年月日	教育訓練件名	教育訓練内容	参加人数
平成 26 年 3 月 25 日	規定、手引等改正に伴う教育訓練・勉強会等	安全確保について、リスク管理の重要性、安全文化の醸成及び法令等の遵守に係る規程・要領の改訂、事故故障及び災害時の通報連絡に関する運用基準の一部改正、通報連絡基準の一部改正、原子力安全協定運営要領の一部改正、機構身分証明書・構内出入証の管理徹底、コンプライアンスについて教育を実施した。	19 名
平成 25 年 7 月 29 日	電気工作物取扱者及び電気工作物の維持・運用に従事する職員等への教育	電気工作物取扱者及び電気工作物の維持、運用に従事する職員等に対する教育訓練を実施した。 ＜テキスト＞ 分電盤以降での電気の安全な使い方	19 名
平成 25 年 9 月 5 日	自主防災訓練	避難訓練を実施し、人員掌握を実施した。	17 名
平成 25 年 11 月 11 日 平成 25 年 11 月 13 日 平成 25 年 11 月 26 日 平成 25 年 12 月 18 日	工事業者に対する保安教育訓練 (RI 製造棟)	RI 製造棟の概要と安全管理について、作業現場の状況、管理区域入出等について、放射線障害予防規程について、その他 RI 製造棟に関することについて教育を実施した。	4 名 3 名 2 名 2 名
平成 25 年 11 月 12 日	JRR-3 共同溝における異常発生時の給排気ファン停止要領書制定について	目的、適用範囲、対応の実施、異常が発生した場合の対応、操作手順等の教育を実施した。	9 名
平成 25 年 11 月 27 日	被ばく管理不備に関する根本原因分析を踏まえた教育	被ばく管理の不備に関する根本原因分析の報告書の周知、手続きが必要であることの教育、法令、規程等の遵守教育、手続きの確実な履行に関する教育を実施した。	19 名
上記以外に研究炉加速器管理部及び各原子炉施設で実施した保安教育訓練にも参加した。			

6. 国際協力

International Cooperation

This is a blank page.

6.1 文部科学省原子力研究交流制度等

(1) 文部科学省原子力研究交流制度

文部科学省（MEXT）の平成 25 年度原子力研究交流制度に基づき、JRR-3 管理課で研究炉の運転管理を学習するために約 4 ヶ月 1 名を受け入れた。

(2) 国際機関研修制度

今期は受け入れが無かった。

6.2 外国人招へい制度

研究炉加速器管理部では、外国人研究者招へい制度に基づく招へいはなかった。

This is a blank page.

あとがき

Postscript

This is a blank page.

あ と が き

本報告書は、研究炉加速器管理部各課、放射線管理第1課及び放射線管理第2課の関係者が平成25年度の活動について分担執筆し、研究炉加速器管理部年報編集委員会で編集したものです。関係者の協力を深く感謝します。

平成26年11月 編集委員長

研究炉加速器管理部年報編集委員会メンバー

委員長	加島 洋一（研究炉技術課長）※ ¹
委員長	村山 洋二（研究炉加速器管理部次長）※ ²
副委員長	中村 清（研究炉利用課）
委員	宇野 裕基（JRR-3 管理課）
	平根 伸彦（JRR-4 管理課）
	大内 仁志（NSRR 管理課）
	石崎 暢洋（加速器管理課）
	松村 太伊知（研究炉技術課）
	永堀 和久（研究炉利用課）
	原田 優子（研究炉利用課）
	門倉 雅一（研究炉業務課）
事務局	中村 清（研究炉利用課）
	滝田 千春（研究炉業務課）※ ³
	町 すみれ（研究炉業務課）※ ⁴

※¹ : 7月から委員長交代

※² : 4月～6月まで委員長

※³ : 7月から事務局交代

※⁴ : 4月～6月まで事務局

This is a blank page.

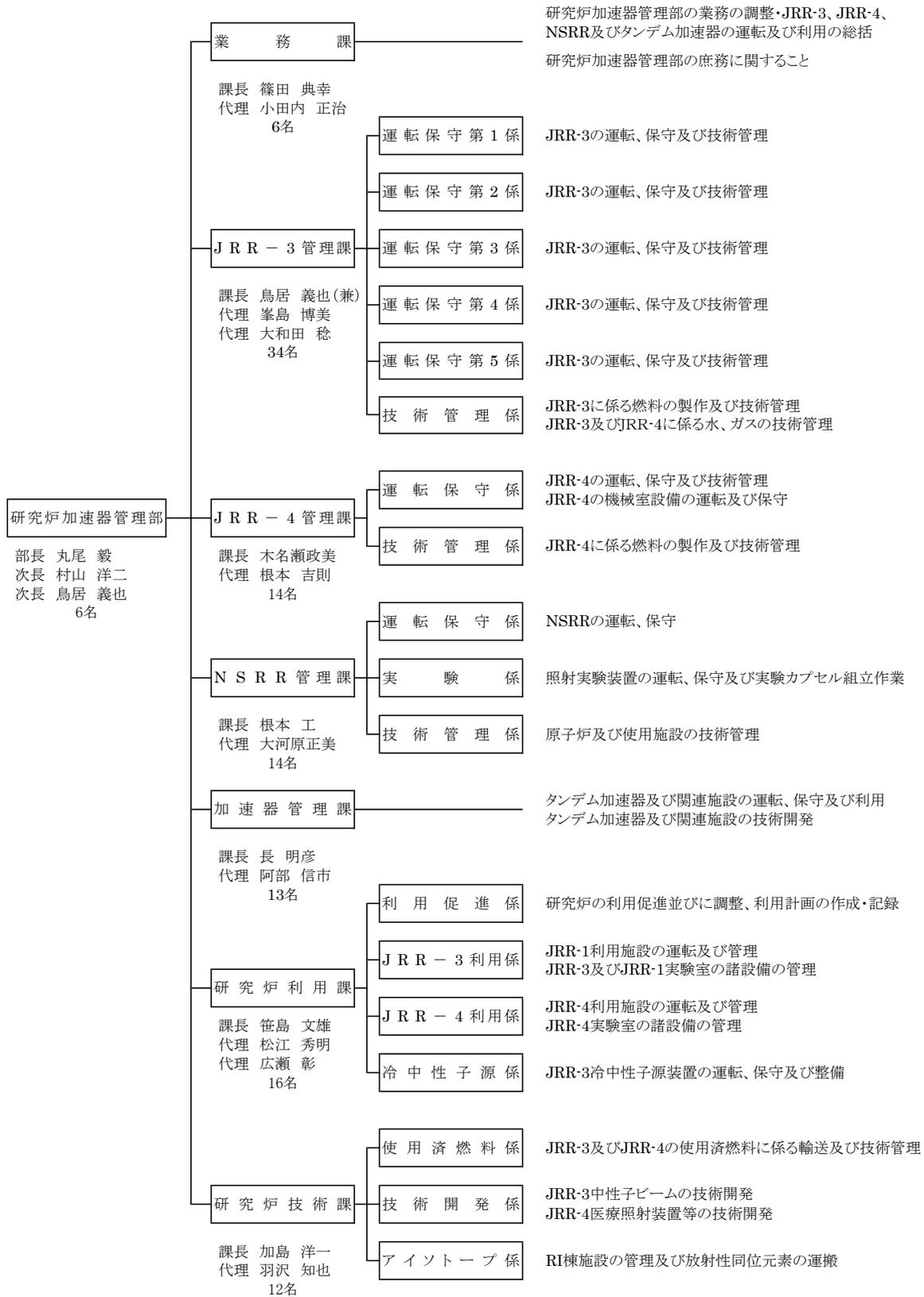
付 録

Appendices

This is a blank page.

付録1 研究炉加速器管理部の組織と業務

平成26年3月31日現在



付録2 JAEA－Research等一覧

著者	標 題	レポート No.
大和田	研究炉（JRR-3 及び JRR-4）利用における研究成果集（平成20年度）	JAEA-Review 2013-039
大和田	研究炉（JRR-3 及び JRR-4）利用における研究成果集（平成21年度）	JAEA-Review 2013-040
村山、石井、中村、宇野、石黒、川島、石崎、松村、永堀、小田内、丸尾	平成24年度研究炉加速器管理部年報（JRR-3,JRR-4,NSRR, タンデム加速器及びRI製造棟の運転、利用及び技術開発）	JAEA-Review 2013-054
西尾、塚田、石川、藤、小浦、松田	JAEA-Tokai Tandem Annual Report 2012	JAEA-Review 2013-057
石井、長、西尾、浅井、石川、松田	「タンデム領域の重イオン科学」研究会報告集	JAEA-Review 2014-002
中村、堀口、新居、柳衛	JRR-4 におけるホウ素中性子捕捉療法のための乳がん照射技術の開発	JAEA-Technology 2014-016

付録3 口頭発表一覧

発表者	標 題	発表会議名
		発表月
小林	Safety Evaluation of JRR-3 After the 3.11 Earthquake	Workshop on Complementary Safety Assessment of Research Reactors Following the Lessons Learned from the Fukushima Daiichi Accident (H25.6)
株本、長、阿部、石崎、田山、松田、仲野谷、中村、沓掛、乙川、遊津、花島、月橋、左高、石井	原子力機構 東海タンデム加速器の現状	第26回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会 (H25.7)
本橋、寺内、山下、田川、石川、山口、小菅、木下、本間	除染活動支援システム“RESET”の開発(3) システムの検証	日本原子力学会 2013 年秋の大会 (H25.9)
本橋	Safety Evaluation of JRR-3 After the 3.11 Earthquake	Regional Workshop on Complementary Safety Assessment of Research Reactors Following the Lessons Learned from the Fukushima Daiichi Accident (H25.12)
田村、金子、山内、脇本	JRR-3 の C2 冷中性子導管の輸送効率向上のための輸送計算	日本中性子科学会第13回年会 (H25.12)

発表者	標 題	発表会議名
		発表月
今橋、大場、大木、 鈴木、林	JRR-3 二次冷却塔ディフューザの更新	平成 25 年度弥生研究会 「研究炉等の運転・管理 及び改良に関する研究 会」 (H26.3)
細谷、永富、鳥居	JRR-3 の東北地方太平洋沖地震に対する健全性確認につ いて	平成 25 年度弥生研究会 「研究炉等の運転・管理 及び改良に関する研究 会」 (H26.3)
中村、坂佐井、中 島、高宮	加速器 BNCT における耐放射性中性子検出器の開発	第 107 回日本医学物理学 会学術大会 (H26.4)

付録4 外部投稿論文一覧

発表者	標 題	発表誌名
松田、遊津、株本	原子力機構-東海タンデム加速器の震災からの復旧	加速器
田村、丸山、山崎、中村、山本、相澤、曾山	Development of a compact vertical splitting system for the cold neutron beam at JRR-3	International Workshop on Neutron Optics and Detectors (NOP & D 2013)
中村、中島、田中、小林、熊田	INMRC における加速器 BNCT 施設の遮蔽設計	7th International Symposium on Radiation Safety and Detection Technology (ISORD-7)
松田、長、阿部、石崎、田山、仲野谷、株本、中村、沓掛、乙川、遊津、花島	原子力機構-東海タンデム加速器の現状	第10回日本加速器学会年会
木名瀬、新居、丸尾	JRR-3 の現状について	The 15th IGORR (International Group Research Reactors) conference
米田、小原	シリコン照射専用炉の炉心設計	Annals of Nuclear Energy

付録5 官庁許認可一覧

炉名	件名		設置変更	施工認・RI	使用前検査	
J R R 3	JRR-3 取替用燃料体 (第L22次)の製作	申請	年月日 番 号	—	平成 22 年 6 月 18 日 22 原機 (科研) 007	
		変更	年月日 番 号	—	平成 22 年 8 月 31 日 22 原機 (科研) 012	
				—	平成 23 年 10 月 31 日 23 原機 (科研) 028	
				—	平成 24 年 3 月 6 日 23 原機 (科研) 044	
				—	平成 24 年 9 月 11 日 24 原機 (科研) 005	
				—	平成 25 年 5 月 31 日 25 原機 (科研) 001	
				—	平成 25 年 6 月 18 日 25 原機 (科研) 012	
	認可 合格	年月日 番 号	—	—		
	制御棒案内管の製作	申請	年月日 番 号	—	平成 23 年 8 月 19 日 23 原機 (科研) 020	—
		変更	年月日 番 号	—	—	—
		認可 合格	年月日 番 号	—	—	—
	施設定期検査申請書 (JRR-3)	申請	年月日 番 号	—	—	平成 22 年 10 月 18 日 22 原機 (科研) 019
		変更	年月日 番 号	—	平成 23 年 6 月 1 日 23 原機 (科研) 010	
				—	平成 23 年 9 月 27 日 23 原機 (科研) 025	
				—	平成 24 年 10 月 18 日 24 原機 (科研) 006	
—				平成 25 年 5 月 31 日 25 原機 (科研) 002		
—				平成 25 年 6 月 18 日 25 原機 (科研) 011		
—				平成 25 年 10 月 18 日 25 原機 (科研) 017		
認可 合格	年月日 番 号	—	—	—		

炉名	件名		設置変更	施工認・RI	使用前検査	
J R R 4	施設定期検査申請書 (JRR-4)	申請	年月日 番 号		—	平成22年12月1日 22 原機 (科研) 021
		変更	年月日 番 号		—	平成23年5月31日 23 原機 (科研) 008
					—	平成25年5月31日 25 原機 (科研) 003
		認可 合格	年月日 番 号		—	平成25年6月18日 25 原機 (科研) 010
N S R R	XII-I型大気圧水 カプセルの製作・第2 回 後期製作分	申請	年月日 番 号		—	平成24年8月3日 24 原機 (科研) 004
		変更	年月日 番 号		—	—
		認可 合格	年月日 番 号		—	平成25年4月17日 原規研発第1304172号
	XII-I型大気圧水 カプセルの製作・第3 回	申請			平成25年6月24日 25 原機 (科研) 008	
		変更				
		認可 合格			平成25年9月20日 原規研発第1309201号	
施設定期検査申請書 (NSRR)	申請	年月日 番 号		—	平成23年7月25日 23 原機 (科研) 016	
	変更	年月日 番 号		—	平成23年11月25日 23 原機 (科研) 031	
				—	平成24年7月10日 24 原機 (科研) 003	
				—	平成25年5月31日 25 原機 (科研) 004	
				—	平成25年6月18日 25 原機 (科研) 009	
				—	平成25年7月4日 25 原機 (科研) 015	
	認可 合格	年月日 番 号		—	平成25年10月16日 25 原機 (科研) 018	
			—	平成25年12月11日 原規研発第1312111号		

炉名	件名		設置変更	施工認・RI	使用前検査
タンデム加速器	許可使用に係る変更許可申請	申請	年月日 番 号	平成 25 年 12 月 19 日 25 原機 (科保) 085	
		変更	年月日 番 号	—	
		認可 合格	年月日 番 号	平成 26 年 3 月 20 日 原規放発第 14032015 号	—

付録6 平成25年度実施計画とその実施結果

重要課題	実施項目	当該年度の達成目標	中期期間を通じた進め方、目標	達成度	実施結果	備考	担当課室
(1)施設・設備の安定な運転・保守	JRR-3 ・東日本大震災の影響のため、前年度に引き続き平成25年度も運転を取り止めて、施設の復旧及び設備の保守・整備を実施	施設定期自主検査期間を延長し、運転再開に向けての設備及び機器の保守・整備を進める。	中期期間を通じての設備及び機器の保守・整備を行った。	達成	運転再開に向けての設備及び機器の保守・整備を行った。		JRR-3管理課(主) 研究炉利用課 研究炉技術課
	JRR-4 ・東日本大震災の影響のため、前年度に引き続き平成25年度も運転を取り止めて、施設の復旧及び設備の保守・整備を実施	施設定期自主検査期間を延長し、運転再開に向けての設備及び機器の保守・整備を進める。	運転再開に向けての設備及び機器の保守・整備を行った。	達成	運転再開に向けての設備及び機器の保守・整備を行った。		JRR-4管理課(主) 研究炉利用課
	NSRR ・施設定期検査を終了させて、早期に原子炉の運転を再開する。	施設定期検査を終了させて、原子炉の運転を再開する。	平成25年12月11日付で原子力規制委員会より施設定期検査の合格証を受領し、運転を再開した。実験利用のためのパルス運転を5回実施した。	達成	平成25年12月11日付で原子力規制委員会より施設定期検査の合格証を受領し、運転を再開した。実験利用のためのパルス運転を5回実施した。		NSRR管理課
	タンデム加速器 ・安定運転の実施	タンデム加速器使用計画に基づき運転を遂行する。	タンデム加速器使用計画に基づき152日の運転を遂行した。	達成	タンデム加速器使用計画に基づき152日の運転を遂行した。		加速器管理課
(2)利用ニーズに対応した技術開発と整備	JRR-3 ①冷中性子ビームの高強度化	①冷中性子導管導管において、中性子ビームの輸送効率を評価する。	①冷中性子導管導管において、中性子ビームの輸送効率を評価する。	達成	①冷中性子導管導管において、中性子導管ユニットをNi/Tiスパーミラーに置き換え場合のさまざまな置き換えパターンに対する中性子ビームの輸送効率を明らかにした。		研究炉技術課 研究炉利用課
	JRR-3 ②高性能減速容器の形状の最適化を図る。	高性能減速容器の形状の最適化を図る。	高性能減速容器の形状の最適化を図る。	達成	高性能減速容器の形状を船底型から中空開放円筒型に改良した。これにより形状が対称性に優れた円筒型であることから十分な耐圧強度が期待でき、また、液体水素の流入口を容器下方に設けることで気泡の発生を抑えることが明らかになった。		研究炉技術課 研究炉利用課
	JRR-4 ①ホウ素中性子捕捉療法法の適用拡大	これまで開発した乳がん照射技術がJRR-4で適用可能な評価する。	ホウ素中性子捕捉療法法の乳がんへの適用拡大に貢献する照射技術の開発を行う。	達成	開発した乳がん照射技術がJRR-4のBNCT照射場で乳がん照射において十分適用可能であることを確認した。		研究炉技術課 研究炉利用課
	JRR-4 ②ホウ素中性子捕捉療法法の適用拡大	これまで開発した乳がん照射技術がJRR-4で適用可能な評価する。	ホウ素中性子捕捉療法法の乳がんへの適用拡大に貢献する照射技術の開発を行う。	達成	開発した乳がん照射技術がJRR-4のBNCT照射場で乳がん照射において十分適用可能であることを確認した。		研究炉技術課 研究炉利用課

This is a blank page.

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량	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 ²
体積	立法メートル	m ³
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 ⁻¹
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の)	1
比透磁率 ^(b)	(数字の)	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (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

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 ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(e)	1 ^(b)	m ² /m ²
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m kg s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	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 ² kg s ⁻³
電荷, 電気量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻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	S	A/V	m ² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束	ウエーバ	Wb	Vs	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C		K
光路長	ルーメン	lm	cd sr ^(e)	cd
放射線量	ルクス	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
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 ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
酸素活性	カタール	kat		s ⁻¹ mol

(a) SI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。
 (b) 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。
 (c) 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) ヘルツは周期現象についてのみ、ベク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。
 (e) 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。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
 (f) 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勧告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

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	パスカル秒	Pa s	m ⁻¹ kg s ⁻¹
表面張力	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
角速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角加速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ = s ⁻¹
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² = s ⁻²
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
電界の強さ	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電荷密度	ジュール毎立方メートル	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電表面積	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ s A
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
誘電率	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
透磁率	ファラド毎メートル	F/m	m ³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
モルエネルギー	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
吸収線量率	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ s A
放射線強度	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射輝度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ⁴ m ⁻² kg s ⁻³ = m ² kg s ⁻³
酵素活性濃度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)	m ² m ⁻² kg s ⁻³ = kg s ⁻³
	カタール毎立方メートル	kat/m ³	m ³ s ⁻¹ mol

表5. SI 接頭語

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

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=60s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1 L=1 dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
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 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ 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 ¹¹ 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=0.1 MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322 Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1 nm=100 pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852 m
バイン	b	1 b=100 fm ² =(10 ¹² cm) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600) m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的関係は、 対数量の定義に依存。
ベール	B	
デジベル	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	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1 Pa s
ストークス	St	1 St=1 cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1 cd cm ² =10 ⁴ cd m ²
フオト	ph	1 ph=1 cd sr cm ² =10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1 cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1 Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe _e =(10 ³ /4π) A m ⁻¹

(c) 3元系のCGS単位系とSIでは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に属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1 cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	f	1 フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1メートル系カラット=200 mg=2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr=(101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm=101 325 Pa
カロリ	cal	1 cal=4.1858 J (「15°C」カロリ), 4.1868 J (「IT」カロリ), 4.184 J (「熱化学」カロリ)
マイクロン	μ	1 μ=1 μm=10 ⁻⁶ m

