



JAEA-Review

2020-073

DOI:10.11484/jaea-review-2020-073

平成 29 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, RI 製造棟及び
トリチウムプロセス研究棟の運転、利用及び技術開発)

Annual Report of Department of Research Reactor and Tandem Accelerator, JFY2017
(Operation, Utilization and Technical Development of JRR-3, JRR-4, NSRR,
Tandem Accelerator, RI Production Facility and Tritium Process Laboratory)

研究炉加速器技術部

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

March 2021

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Review

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<https://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

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

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Institutional Repository Section,
Intellectual Resources Management and R&D Collaboration Department,
Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2021

平成 29 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, RI 製造棟及びトリチウムプロセス研究棟
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
研究炉加速器技術部

(2020 年 12 月 7 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、RI 製造棟及びトリチウムプロセス研究棟を運転管理し、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 29 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大字白方 2 番地 4

編集者：長 明彦、田口 祐司、山田 佑典、袴塚 駿、中村 暢彦、坂田 茉美、
田村 格良、山田 正行、牛島 大介、小林 淳子

Annual Report of Department of Research Reactor and Tandem Accelerator, JFY2017
(Operation, Utilization and Technical Development of JRR-3, JRR-4, NSRR,
Tandem Accelerator, RI Production Facility and Tritium Process Laboratory)

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 December 7, 2020)

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, RI Production Facility and Tritium Process Laboratory.

This annual report describes the activities of our department in fiscal year of 2017. 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, TPL, JAEA

(Eds.) Akihiko OSA, Yuji TAGUCHI, Yusuke YAMADA, Shun HAKAMATSUKA,
Masahiko NAKAMURA, Mami SAKATA, Itaru TAMURA, Masayuki YAMADA,
Daisuke USHIJIMA and Atsuko KOBAYASHI

目次

| | |
|------------------------|----|
| まえがき | 1 |
| 1. 概要 | 3 |
| 2. 研究炉の運転再開に向けた取組み | 7 |
| 2.1 JRR-3 の運転再開に向けた取組み | 9 |
| 2.2 NSRR の運転再開に向けた取組み | 9 |
| 3. 研究炉及び加速器等の運転管理 | 11 |
| 3.1 JRR-3 の運転管理 | 13 |
| 3.1.1 運転 | 13 |
| 3.1.2 保守・整備 | 13 |
| 3.1.3 燃料・炉心管理 | 18 |
| 3.1.4 放射線管理 | 18 |
| 3.1.5 水・ガス管理 | 20 |
| 3.1.6 使用済燃料貯蔵施設の管理 | 22 |
| 3.2 JRR-4 の運転管理 | 24 |
| 3.2.1 運転 | 24 |
| 3.2.2 保守・整備 | 24 |
| 3.2.3 燃料・炉心管理 | 25 |
| 3.2.4 放射線管理 | 26 |
| 3.2.5 水・ガス管理 | 27 |
| 3.2.6 使用済燃料貯蔵施設の管理 | 27 |
| 3.3 NSRR の運転管理 | 28 |
| 3.3.1 運転 | 28 |
| 3.3.2 保守・整備 | 29 |
| 3.3.3 燃料・炉心管理 | 29 |
| 3.3.4 放射線管理 | 30 |
| 3.4 タンデム加速器の運転管理 | 32 |
| 3.4.1 運転 | 32 |
| 3.4.2 保守・整備 | 35 |
| 3.4.3 高圧ガス製造施設 | 37 |
| 3.4.4 放射線管理 | 38 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.5 | ラジオアイソトープ製造棟の管理 | 39 |
| 3.5.1 | 施設の管理 | 39 |
| 3.5.2 | 放射線管理 | 39 |
| 3.6 | トリチウムプロセス研究棟の管理 | 41 |
| 3.6.1 | 施設の管理 | 41 |
| 3.6.2 | 放射線管理 | 43 |
| 3.7 | その他の施設の管理 | 44 |
| 3.7.1 | JRR-1の管理 | 44 |
| 3.7.2 | FEL研究棟の管理 | 44 |
| 3.8 | 主な技術的事項 | 45 |
| 3.8.1 | 発電機用シャフト装置における軸受ユニットの開発 | 45 |
| 4. | 研究炉及び加速器の利用 | 49 |
| 4.1 | 利用状況 | 51 |
| 4.2 | 実験利用 | 57 |
| 4.2.1 | タンデム加速器における実験 | 57 |
| 4.2.2 | 実験室の利用状況 | 60 |
| 4.3 | 保守・整備 | 61 |
| 4.3.1 | JRR-3 照射設備等の保守・整備 | 61 |
| 4.3.2 | JRR-4 照射設備等の保守・整備 | 61 |
| 4.3.3 | NSRR 実験設備等の保守・整備 | 62 |
| 4.4 | 施設供用 | 64 |
| 4.4.1 | 中性子ビーム利用専門部会 | 64 |
| 4.4.2 | 炉内中性子照射等専門部会 | 64 |
| 4.4.3 | タンデム加速器専門部会 | 65 |
| 4.5 | JRR-3 ユーザーズオフィス | 68 |
| 4.6 | 加速器 BNCT プロジェクトへの協力 | 69 |
| 4.6.1 | 患者被ばく線量最適化のための測定技術開発 | 69 |
| 5. | 研究炉及び加速器利用技術の高度化 | 71 |
| 5.1 | JRR-3 の中性子ビームラインに使用されている中性子導管の据え付け誤差による輸送効率への影響 | 73 |
| 6. | 施設の廃止措置対応 | 77 |
| 6.1 | JRR-4 の廃止措置対応 | 79 |

| | |
|------------------------|-----|
| 7. 研究炉加速器管理部の安全管理 | 81 |
| 7.1 研究炉加速器管理部の安全管理体制 | 83 |
| 7.2 安全点検状況 | 85 |
| 7.3 訓練 | 91 |
| 8. 国際協力 | 93 |
| 8.1 文部科学省原子力研究交流制度等 | 95 |
| 8.2 外国人招へい制度 | 95 |
| 9. あとがき | 97 |
| 付録 | 101 |
| 付録 1 研究炉加速器管理部の組織と業務 | 103 |
| 付録 2 JAEA-Research 等一覧 | 105 |
| 付録 3 口頭発表一覧 | 106 |
| 付録 4 外部投稿論文一覧 | 107 |
| 付録 5 官庁許認可一覧 | 108 |
| 付録 6 表彰、特許 | 113 |

Contents

| | |
|--|----|
| Preface | 1 |
| 1. Overview | 3 |
| 2. Action for Re-Operation of Research Reactors | 7 |
| 2.1 Action for Re-Operation of JRR-3 | 9 |
| 2.2 Action for Re-Operation of NSRR | 9 |
| 3. Operation and Maintenance of Research Reactors and Tandem Accelerator | 11 |
| 3.1 Operation and Maintenance of JRR-3 | 13 |
| 3.1.1 Operation | 13 |
| 3.1.2 Maintenance | 13 |
| 3.1.3 Reactor Core Management | 18 |
| 3.1.4 Radiation Monitoring | 18 |
| 3.1.5 Water and Gas Managements | 20 |
| 3.1.6 Management of Spent Fuel Storage Facility | 22 |
| 3.2 Operation and Maintenance of JRR-4 | 24 |
| 3.2.1 Operation | 24 |
| 3.2.2 Maintenance | 24 |
| 3.2.3 Reactor Core Management | 25 |
| 3.2.4 Radiation Monitoring | 26 |
| 3.2.5 Water and Gas Managements | 27 |
| 3.2.6 Management of Spent Fuel Storage Facility | 27 |
| 3.3 Operation and Maintenance of NSRR | 28 |
| 3.3.1 Operation | 28 |
| 3.3.2 Maintenance | 29 |
| 3.3.3 Reactor Core Management | 29 |
| 3.3.4 Radiation Monitoring | 30 |
| 3.4 Operation and Maintenance of Tandem Accelerator Facility | 32 |
| 3.4.1 Operation | 32 |
| 3.4.2 Maintenance | 35 |
| 3.4.3 High-pressure Gas Handling System | 37 |
| 3.4.4 Radiation Monitoring | 38 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.5 | Maintenance of RI Production Facility | 39 |
| 3.5.1 | Management of Facility | 39 |
| 3.5.2 | Radiation Monitoring | 39 |
| 3.6 | Maintenance of Tritium Process Laboratory | 41 |
| 3.6.1 | Management of Facility | 41 |
| 3.6.2 | Radiation Monitoring | 43 |
| 3.7 | Maintenance of Other Facility | 44 |
| 3.7.1 | Maintenance of JRR-1 | 44 |
| 3.7.2 | Maintenance of FEL Laboratory | 44 |
| 3.8 | Major Topics of Technical Development | 45 |
| 3.8.1 | Development of Bearing Unit in Shaft Device for Generator | 45 |
| 4. | Utilization of Research Reactors and Tandem Accelerator | 49 |
| 4.1 | Status of Utilization | 51 |
| 4.2 | Experiments | 57 |
| 4.2.1 | Experiments in the Tandem Accelerator Facility | 57 |
| 4.2.2 | Status of Utilization in Laboratory | 60 |
| 4.3 | Maintenance | 61 |
| 4.3.1 | Maintenance of Utilization Apparatuses in JRR-3 | 61 |
| 4.3.2 | Maintenance of Utilization Apparatuses in JRR-4 | 61 |
| 4.3.3 | Maintenance of Utilization Apparatuses in NSRR | 62 |
| 4.4 | Common Utilization of JAEA's Research Facilities | 64 |
| 4.4.1 | The Specialist Committee for Neutron Beam Utilization | 64 |
| 4.4.2 | The Specialist Committee for Neutron Irradiation | 64 |
| 4.4.3 | The Specialist Committee for Tandem Accelerator | 65 |
| 4.5 | JRR-3 Users Office | 68 |
| 4.6 | Cooperation in Accelerator-based BNCT Project | 69 |
| 4.6.1 | Development of Measurement Technique for Optimization of Patient Exposed Dose | 69 |
| 5. | Upgrading of Utilization Techniques of Research Reactors and Tandem Accelerator | 71 |
| 5.1 | Influence on Transportation Efficiency Due to Installation Error of Neutron Guide Tube Used in Neutron Beam Line of JRR-3 | 73 |
| 6. | Decommissioning | 77 |
| 6.1 | Decommissioning Activity for JRR-4 | 79 |

| | |
|--|-----|
| 7. Safety Administration for Department of Research Reactor and Tandem Accelerator | 81 |
| 7.1 Organization of Safety Administration | 83 |
| 7.2 Present Status of Safety Inspection | 85 |
| 7.3 Training | 91 |
| 8. International Cooperation | 93 |
| 8.1 MEXT Scientist Exchange Program | 95 |
| 8.2 Foreign Specialist Invitation | 95 |
| 9. Postscript | 97 |
| Appendices | 101 |
| Appendix 1 Organization of the Department of Research Reactor and Tandem Accelerator | 103 |
| Appendix 2 List of JAEA-Research Reports | 105 |
| Appendix 3 List of Papers Presented at Meetings | 106 |
| Appendix 4 List of Published Papers | 107 |
| Appendix 5 List of Granted Permissions on the Laws and Regulations Concerning Atomic Energy | 108 |
| Appendix 6 Commendations and Patents | 113 |

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（以下、「原子力機構」という。）発足に伴い設立された。JRR-3、JRR-4、NSRR、タンデム加速器、RI 製造棟及びトリチウムプロセス研究棟等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、1 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、1 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、産業界等の外部利用に供し、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、原子力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、産業界等の外部利用に供し、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。トリチウムプロセス研究棟は、核融合炉のトリチウムプロセス技術及び安全取扱技術の研究開発を目的とした国内唯一のグラムレベルのトリチウムを取り扱う施設である。

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 29 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 29 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 29 年度は、原子炉施設のうち JRR-3 は、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は完了しており、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 29 年度の施設供用運転の実績はなく、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。JRR-4 は、「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ため、平成 27 年 12 月 25 日に原子力規制委員会に対して原子炉廃止措置計画認可申請を行い、平成 29 年 6 月 7 日に廃止措置計画認可申請書が認可された。NSRR は、年間運転計画に基づき点検・保守、施設定期自主検査及び自主検査を実施し、原子炉の運転は実施しなかった。また、新規制基準への適合性確認のための原子炉設置（変更）許可申請書については、原子力規制委員会による審査が終了し、平成 30 年 1 月 31 日に許可を得た。タンデム加速器では、64 日の実験利用運転を行った。主な技術的事項においては、タンデム加速器の発電機用シャフト装置における軸受ユニットの開発を行った。

(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、NSRR は、原子力規制委員会より新規制基準が示され、設置変更許可申請による適合性確認のため、運転再開に向けた対応を進めた。また、JRR-4 は廃止措置計画が認可された事により、今後の利用は行われなかったこととなった。

このため、平成 29 年度は JRR-3、NSRR とともに、研究炉の運転を取り止めたので、施設利用はなかった。タンデム加速器では、72 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 の中性子ビームラインに使用されている中性子導管の据え付け誤差による輸送効率への影響についてまとめた。中性子鏡管ユニットに水平、垂直、回転方向への誤差を加えて McStas コードによるシミュレーションを行い、起因する中性子輸送効率への影響を評価した。この結果、中性子導管の据え付けにおいては、接合角度及び水平度に対する誤差が中性子ビームの輸送効率に大きく影響することがわかった。

(4) 研究炉及び加速器の安全管理

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、部安全衛生会議及び各建家で行う建家安全衛生連絡協議会の実績等をまとめた。

This is a blank page.

2. 研究炉の運転再開に向けた取組み

Action for Re-Operation of Research Reactors

This is a blank page.

2.1 JRR-3 の運転再開に向けた取組み

新規制基準への適合性確認のための原子炉設置（変更）許可申請については、原子炉施設等安全審査委員会及び中央安全審査・品質保証委員会による審査を経て、平成 26 年 9 月 26 日に原子力規制委員会への申請を行い、審査を受けている。

2.2 NSRR の運転再開に向けた取組み

平成 27 年 3 月 31 日付けで申請した新規制基準への適合性確認のための原子炉設置（変更）許可申請書について、原子力規制委員会による審査が終了し、平成 30 年 1 月 31 日に許可を得た。

本年度は新規制基準への適合のため、安全保護系統に係るケーブルの物理的分離設備の設置及びケーブルの一部更新、非常用照明の設置、漏えい検知器の改造、竜巻飛来物への飛来防止対策措置、森林の管理、除灰資器材の設置、可燃性資材の火災発生防止対策を実施した。

(1) 本年度に実施した主な設備機器の改造及び設置

1) 安全保護系統に係るケーブルの物理的分離設備の設置及びケーブルの一部更新

新規制基準への対応として、安全保護系統に係る核計装設備、燃料計装設備、プロセス計装設備及び地震計の一部系統について、系統ごとに金属製可とう電線管又は燃焼保護具に収め、物理的な分離を行う作業を実施した。また、燃料計装及び地震計設備については合わせてケーブルの更新を実施した。分離作業終了後、外見検査、据付検査並びに静電容量測定及び絶縁抵抗測定を実施し、分離後のケーブルが健全であることを確認した。

2) 非常用照明の設置

新規制基準への対応として、照明用の電源が喪失した場合にその機能が保持できる避難用照明を照射物管理棟に 6 台、渡り廊下に 3 台、機械棟に 1 台新設した。

3) 漏えい検知器の修理及び改造

新規制基準への対応として、夜間及び休日において、廃液タンク及びドレンタンクからの漏えいを早期に検知するため、勤務時間中に監視を行っている既設の検知器からの信号を副警報盤に入力する改造を行い、副警報盤及び中央警備室の主警報盤に警報を発生させることが出来るようにした。

4) 竜巻飛来物への飛来防止対策措置

NSRR 原子炉施設の周囲 150m の範囲に存在し、藤田スケール F1 竜巻（最大風速 49m/s）によって飛来する飛来物と判定される場合に、NSRR 竜巻飛来物の管理要領に基づき固縛等の飛来防止対策を講じた。飛来防止対策として、アンカーによる固定を行った。また、アンカーで固定出来ない場合には、ワイヤーロープ、コンクリートブロック、ウエイト等で固縛を行った。

5) 森林の管理

森林火災が発生した場合に備え、森林が拡大しないように管理するために、草木の確認エリアの境界をローピングし、見える化を行った。また、エリアに除草剤の散布を行った。

6) 除灰資器材の設置

NSRR 施設において考慮すべき火山事象は、降下火砕物（火山灰）であるため、敷地におい

て降灰が確認された場合、NSRR 原子炉施設屋上の許容堆積荷重（降下火砕物 5cm 相当）を超えないように除灰作業を実施するための資器材を購入した。また、除灰訓練を実施した。

7) 可燃性資材の火災発生防止対策

NSRR 原子炉施設内の可燃性の資材、放射性廃棄物について、金属製キャビネット又は金属製容器内に収納した。なお、金属製キャビネット等に扉がない場合には、開口部を難燃シートにより覆い、金属製容器への収納が著しく困難なものについては、火災防護上必要な措置として不燃シートを用いて防火対策を講じた。

3. 研究炉及び加速器等の運転管理

Operation and Maintenance of Research Reactors and Tandem Accelerator

This is a blank page.

3.1 JRR-3の運転管理

3.1.1 運転

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は完了しており、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 29 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 3.1.1 に示す。

表 3.1.1 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 | — |

3.1.2 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、いつでも運転再開できるような状況を維持した。また、11 月 27, 28 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) 対数出力計及び安全計テスト信号発生器の更新

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 30 年経過しているため、高経年化対策として更新計画を立案し、毎年度事に順次更新を行っている。平成 29 年度は、平成 28 年度に引続き対数出力計及び安全計の校正に必要な原子炉出力を模擬した電流信号を発生させるテスト信号発生器を各 1 台ずつ更新した。

今回製作したテスト信号発生器は、工場試験を行った後、中性子計装盤へ実装して性能試験を実施し、要求される仕様を満足したことから更新を完了した。

次年度以降も、計画的に更新を進める予定である。

2) 1次冷却材熱交換器の開放点検

1次冷却材熱交換器は、原子炉運転中に炉心から発生した熱を、1次冷却材から2次冷却材に伝え、熱交換させるための設備であり、No.1とNo.2の2基で構成されている。

1次冷却材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、設備の健全性確認のため約10年に1回の頻度で実施している。前回の開放点検は、平成21年度に行っておりJRR-3の改造以降、今回の点検が3回目となる。例年だと一基ずつ開放点検を行っていたが、今回はNo.1・No.2両方の点検を実施した。

開放点検は、熱交換器の前室及び後平板を外し、水室、管板、伝熱管の清掃を行った後、水室及び管板の溶接線及びフランジシート面の浸透探傷検査、伝熱管の過流探傷検査を実施した。浸透探傷検査及び過流探傷検査の結果については以下に示す。

① 浸透探傷検査 (PT 検査)

前管板、後管板、前水室、後水室、後平板のフランジシート面については、傷、腐食がなく異常がないことを確認した。

また、前管板、後管板、前水室、後水室、後平板の溶接線部については、経年変化の状態から、予め補修の必要性は考慮したうえでPT検査を実施した。PT検査実施後、溶接補修箇所を選定するため、発生している腐食の深さを測定し、1mm以上の深いブローホールについてはTIG溶接にて補修を行った。(SS材: TG-S50)。補修後、再度PT検査を実施し、補修箇所に異常がないことを確認した。

② 過流探傷検査 (ET 検査)

伝熱管5,496本について過流探傷検査を実施した。前回の結果と比較し、No.2側において30%以下の減肉率を示す伝熱管が増えているが、これは前回点検時に全数挿入をしていないため減肉傾向として比較できないが、伝熱管の耐圧計算から減肉率50% (0.5mm相当の減肉)を目安としており、今回の検査結果では、50%を超える減肉はなく、健全性が維持されていると判断できる。

熱交換器復旧後、冷却系を運転し、熱交換器及び配管接続部の漏えい検査を実施した。その結果、異常がなく1次冷却材熱交換器の健全性が維持されていることを確認した。1次冷却材熱交換器開放点検状況について、図3.1.1に示す。



図 3.1.1 1次冷却材熱交換器開放点検状況

3) プロセス制御計算機の一部更新

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・部分的に進めており、更新のステップ 1、2 として平成 19 年度までに操作端末及びフィールド・コントロール・ユニット制御部の更新を実施した。更新の最終段階であるステップ 3 として平成 25 年度からフィールド・コントロール・ユニットの入出力カード等について更新を行っており、すでに 1 ステーションの更新は完了している。今回は 15 ステーションの内、2 ステーションの更新を実施した。プロセス制御計算機の更新前後を図 3.1.2 に示す。

更新作業の対象は、入出力カード（アナログ入力カード 13 台、デジタル入力カード 17 台、デジタル出力カード 4 台）、コントロールネスト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 の更新作業の一部が終了したことにより高経年化対策を進めることができた。残りの 13 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順次入出力カード等の更新を実施する計画である。

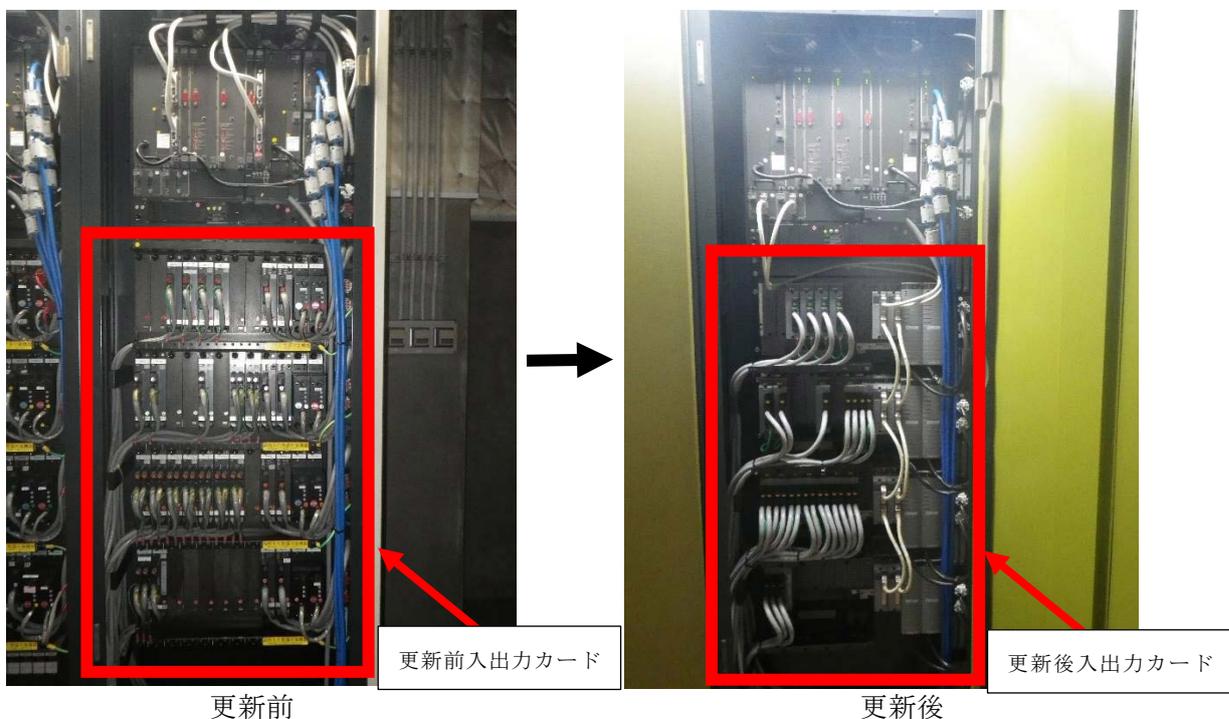


図 3.1.2 プロセス制御計算機の更新前後

4) JRR-3 安全保護電源の更新

安全保護系盤は、原子炉運転において重要なプロセスデータ及び原子炉停止信号等を常時監視し、通常状態の逸脱又は原子炉停止信号の入力を検知した場合、原子炉停止系へスクラム信号を出力し、原子炉を停止させる。さらには、工学的安全施設を起動させる信号を出力して原子炉を保護する重要な設備である。

安全保護系盤は、制御室に制御盤 2 台、現地に変換器盤 4 台（本体設備 2 台、利用設備 2 台）が設置してあり、設置場所ごとに A 系及び B 系の盤を有し、計測制御の独立性を確保している。安全保護系盤内に設置している直流電源ユニットは計 24 台あり、そのうち 4 台分については平成 22 年度に更新済みであるため、今回は残り 20 台分の直流電源ユニットの更新を行った。安全保護系盤直流電源ユニットの更新前後を図 3.1.3 に示す。

直流電源ユニットの制御方式については、平成 22 年度と同様にスイッチング制御方式を採用しており、既設品と比較して高効率化、軽量化を図っている。直流電源ユニットの更新後、電圧確認検査（出力電圧測定試験及びバックアップ動作試験）を実施し、判定基準を満足していることを確認した。

今回の更新によって、安全保護系盤の全ての直流電源ユニットの更新が完了したが、今後も計画的かつ継続的に保守を実施し、健全性を維持していく必要がある。



更新前

更新後

図 3.1.3 安全保護系盤直流電源ユニットの更新前後

5) ページング主装置及び一斉指令放送主装置の点検

ページング装置及び一斉指令放送装置は、原子炉施設にて発生した事故時等において、施設内にいるすべての人員に対し、指示、指令をするための重要な設備であり、各装置ともに主装

置及び端末機またはスピーカーで構成されている。

当該装置については、平成 26 年度に同様の点検を実施し異常のないことを確認しているが、設備の重要性を考慮し主装置の点検を実施した。

点検は、外観点検、端子部点検、電源・増幅器点検、絶縁抵抗測定を実施し、それぞれ問題のないことを確認し、機能試験として正常な音量、音質で呼び出し、放送ができることを確認している。

今回の点検において、装置として現状使用する上での性能に問題はないが、各調整を必要とする機器については、劣化の兆候が見られる機器も確認されたため、今後計画的に更新をすることが必要となる。

6) 2 次冷却系伸縮継手の更新作業

2 次冷却系設備は、2 次冷却材を冷却塔ポンドから 2 次冷却材ポンプにより JRR-3 原子炉建家内の 1 次冷却材熱交換器、重水熱交換器等の各熱交換器に供給し、これらの熱交換器から伝えられた熱を、冷却塔を介して大気に拡散する設備であり、原子炉運転上、重要な設備である。

原子炉建家と 2 次冷却塔を繋ぐ 2 次冷却系の主配管には、配管の振動、相対変位を吸収するための伸縮継手が往・還の 2 つ設けられている。伸縮継手は収容構成材がゴムであるため、経年劣化による不具合の発生が予想されるため、予防保全の観点から交換を行った。

交換にあたっては、系統配管の水抜きを行い現状配管の偏心量を測定し、新規伸縮継手が問題なく取り付けられることを確認し行っている。また、交換後には通水試験として、静圧及び動圧での漏えい検査を実施し、異常のないことを確認している。更新時の状況を図 3.1.4 に示す。



図 3.1.4 2 次冷却系伸縮継手更新状況

3.1.3 燃料・炉心管理

(1) 使用済燃料の管理

1) 使用済燃料の収支

平成29年度は、炉心から使用済燃料プール、使用済燃料プールから使用済燃料貯槽No.1、使用済燃料貯槽No.1から使用済燃料貯槽No.2への使用済燃料（板状燃料）の移動はなかった。また、使用済燃料貯槽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、同要素及び使用済燃料貯蔵施設（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ないことを確認した。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。

使用済燃料貯槽 No.1 : 検出限界以下（検出限界 $4.49 \times 10^{-1} \sim 4.87 \times 10^{-1}$ Bq/mL）

使用済燃料貯槽 No.2 : 検出限界以下（検出限界 $4.37 \times 10^{-1} \sim 4.87 \times 10^{-1}$ Bq/mL）

保管孔（DSF） : $1.01 \times 10^{-2} \sim 8.35 \times 10^{-3}$ Bq/mL

3.1.4 放射線管理

(1) 概況

平成 29 年度に実施された放射線作業において、いずれの作業も適切な放射線管理が行われ、作業員の異常な被ばく及び身体汚染はなかった。

(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 3.1.2 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：3.6m³）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 3.1.3 に示す。

表 3.1.2 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

| | 放射性ガス | | 放射性塵埃 | | 放射性廃液 | | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| | ⁴¹ Ar | ³ H | ⁶⁰ Co | ¹³¹ I | ³ H | ⁶⁰ Co | ¹³⁷ Cs |
| 年間放出量 (Bq/y) | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.1×10 ⁸ | 5.2×10 ⁴ | 0 |
| 年間平均濃度 (Bq/cm ³) | <1.2×10 ⁻³ | <5.6×10 ⁻⁵ | <3.3×10 ⁻¹⁰ | <3.6×10 ⁻⁹ | 3.7×10 ⁰ | 4.7×10 ⁻⁴ | <3.1×10 ⁻³ |

表 3.1.3 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) | 209 | 183 | 206 | 230 | 312 |
| 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：OSL バッジ)

3.1.5 水・ガス管理

JRR-3 の冷却系設備では、JRR-3 本体施設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 29 年度は、施設供用運転を行わなかったことから、第 3.1.4 表に示す各系統について、JRR-3 本体施設運転手引により規定されている分析項目を、原子炉停止中における分析頻度として規定されている頻度で分析を行った。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た。主な分析結果を表 3.1.4 に示す。

(1) 1 次冷却材

1 次冷却水浄化系入口の水素イオン濃度指数 (pH) は管理基準値 (5.0 ~ 7.5) に対し 5.48 ~ 6.24 であった。導電率は管理基準値 (5.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下) に対し 0.17 ~ 1.21 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であった。pH と導電率ともに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は、 $2.71 \times 10^2 \sim 2.85 \times 10^2 \text{ Bq}/\text{cm}^3$ であった。

(2) 2 次冷却材

2 次冷却水浄化系入口の水素イオン濃度指数 (pH) は管理基準値 (6.0 ~ 9.0) に対し 7.49 ~ 7.80 であった。導電率は濃縮倍数の管理基準値 (7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下) に対し 1.43 ~ 1.75 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であった。pH と導電率ともに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) 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) は管理基準値 (5.0 ~ 7.5) に対し 5.30 ~ 5.97 であった。導電率は管理基準値 (10.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下) に対し 0.75 ~ 1.39 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であった。pH と導電率ともに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。

(4) ヘリウムガス

ヘリウム系のヘリウムガス濃度の管理基準値 (90vol%以上) に対し 96.32 ~ 96.57 vol%であった。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。

(5) 重水

重水系の重水の水素イオン濃度指数 (pH) は管理基準値 (5.0 ~ 8.0) に対し 6.05 ~ 6.20 であった。導電率は管理基準値 (2.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下) に対し 0.06 ~ 0.11 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であった。重水系の重水濃度は高濃度に維持するという規定に対し 99.49 ~ 99.50 mol%であった。pH、導電率及び重水濃度ともに年度を通して管理基準値又は規定を満足する状態であることを確認した。トリチウム濃度は $1.23 \times 10^8 \text{ Bq}/\text{cm}^3$ であった。

JRR-3 で使用している重水には、国際規制物資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資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には、重水系で使用している「装荷重水」、購入したが使用していない「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 3.1.5 から表 3.1.7 に示す。

1) 装荷重水

平成 29 年度のプロセス計装の点検に伴い 2.20 kg を重水系に補給した。装荷重水量は、平成 28 年度末の 7,353.64 kg から平成 29 年度末の 7,355.84 kg へと変わった。

2) 未使用重水

平成 29 年度は、新たな重水の購入はなかった。プロセス計装の点検に伴い、2.20 kg を重水系に補給した。未使用重水の在庫量は、平成 28 年度末の 212.36 kg から平成 29 年度末の 210.16 kg となった。

3) 回収重水

回収重水の在庫量は、重水系からの重水の回収を実施しなかったため、平成 28 年度末の 16,458.53 kg から変動はなかった。

表 3.1.4 JRR-3 水・ガス測定結果

| 系統 | 項目 | | 管理基準値 | 測定結果 |
|---------|-----------------------------------|-------|-----------|---|
| 1 次冷却材 | 水素イオン濃度指数 (pH) | 浄化系入口 | 5.0 ~ 7.5 | 5.48 ~ 6.24 |
| | 導電率 (μS/cm) | 浄化系入口 | 5.0 以下 | 0.17 ~ 1.21 |
| | トリチウム濃度 (Bq/cm ³) | | — | 2.71×10 ² ~ 2.85×10 ² |
| 2 次冷却材 | 水素イオン濃度指数 (pH) | | 6.0 ~ 9.0 | 7.49 ~ 7.80 |
| | 濃縮倍数 | | 7.0 以下 | 1.43 ~ 1.75 |
| SF プール水 | 水素イオン濃度指数 (pH) | 浄化系入口 | 5.0 ~ 7.5 | 5.30 ~ 5.97 |
| | 導電率 (μS/cm) | 浄化系入口 | 10.0 以下 | 0.75 ~ 1.39 |
| ヘリウムガス | ヘリウムガス濃度 (vol%) | | 90vol%以上 | 96.32 ~ 96.57 |
| 重水 | 水素イオン濃度指数 (pH) | | 5.0 ~ 8.0 | 6.05 ~ 6.20 |
| | 導電率 (μS/cm) | | 2.0 以下 | 0.06 ~ 0.11 |
| | 濃度 (mol%) | | 高濃度 | 99.49 ~ 99.50 |
| | トリチウム濃度 (Bq/cm ³) *1) | | — | 1.23×10 ⁸ |

*1) 平成 29 年 9 月 28 日測定

表 3.1.5 JRR-3 の装荷重水量

| 平成 28 年度末 装荷重水量(kg) | 補給重水量 (kg) | 回収重水量 (kg) | 廃棄重水量 (kg) | 平成 29 年度末 装荷重水量(kg) |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------------|
| 7,353.64 | 2.20 | 0.00 | 0.00 | 7,355.84 |

表 3.1.6 JRR-3 未使用重水量

| 平成 28 年度末 未使用重水量(kg) | 受入れ(kg) | | 払出し(kg) | | 平成 29 年度末 未使用重水量(kg) |
|-------------------------|---------|------|---------|------|-------------------------|
| | 購 入 | 計量調整 | 装 荷 | 計量調整 | |
| 212.36 | 0.00 | 0.00 | 2.20 | 0.00 | 210.16 |

表 3.1.7 JRR-3 の回収重水量

| 平成 28 年度末 回収重水量(kg) | 受入れ(kg) | | | 払出し(kg) | | | 平成 29 年度末 回収重水量(kg) |
|------------------------|---------|------|------|---------|------|------|------------------------|
| | 重水系 | その他 | 小 計 | 移 動 | その他 | 小 計 | |
| 16,458.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16,458.53 |

※その他は、JRR-4 照射設備からの受入れ。

3.1.6 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) 貯蔵設備及び取扱設備の管理

JRR-3原子炉建家、使用済燃料貯蔵室及び燃料管理施設に設置されている使用済燃料移送装置、使用済燃料貯蔵ラック、使用済燃料貯槽水浄化系設備について、施設定期自主検査及び自主検査を行い、機能及び性能を維持した。使用済燃料貯槽水浄化系設備に設置されているキャンドモーター型浄化ポンプについて、消耗部品の交換を含めた分解点検を実施し、本設備の機能維持を図った。

2) 貯槽の水質管理

JRR-3使用済燃料貯槽No.1及びNo.2の水質は、年度を通じて維持管理基準値以内に管理し、適切な管理を行った。平成29年度における各貯槽の水質及びトリチウム濃度等を表3.1.8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。

3) 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、遮蔽検査）を実施し、当該輸送容器の健全性を確認した。

表3.1.8 JRR-3の使用済燃料貯槽の水質測定値

| | 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 | 5.5～6.0 | 5.5～6.0 |
| 導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | 10.0 以下 | 1.00～1.40 | 1.00～1.30 |
| トリチウム濃度 (Bq/cm^3) | — | 3.05～3.81 | 1.99～2.74 |
| 温度 ($^{\circ}\text{C}$) | — | 17.0～23.0 | 16.5～23.0 |

3.2 JRR-4の運転管理

3.2.1 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。平成29年度については、平成23年3月11日に発生した東日本大震災の影響により、平成23年度に引き続き運転を取り止めた。

なお、JRR-4は、廃止措置に向けて、平成27年12月25日に廃止措置計画認可申請書を申請し、平成29年6月7日に廃止措置計画認可申請書が認可された。また、廃止措置計画認可申請書の認可に伴い改正された原子炉施設保安規定が平成29年12月14日に施行されたため、平成29年12月15日以降の運転実績はなしとする。

平成29年度におけるJRR-4運転実績を表3.2.1に示す。

表 3.2.1 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 | — | 38,820:06 | — | 79,534,282 | — |
| 2017 .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 |
| 本年度計 | 0 | 0 | 0 | — | 0 |
| 本年度末積算値 | — | 38,820:06 | — | 79,534,282 | — |

平成29年12月14日現在

3.2.2 保守・整備

(1) 概況

平成29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。主なものは以下の通りである。

- ① JRR-4 特定施設自動制御機器点検等作業
- ② 通常排気設備除去効率測定
- ③ 冷却系計測制御設備点検
- ④ 散乱実験室5tホイストクレーンワイヤー交換作業
- ⑤ 排気第3系統排風機たわみ継手交換作業

- ⑥ JRR-4 昇降機用ロープ交換作業
- ⑦ 非常用照明交換

(2) 主な保守整備

1) JRR-4 特定施設自動制御機器点検等作業

施設定期自主検査に基づき、JRR-4 の原子炉建家（炉室、散乱実験室）、付属建家機械室、排風機室、廃液貯槽室及び屋外共同溝に設置されている自動制御盤、動力制御盤、自動制御機器並びに計器類の点検作業を実施した。なお、今回の作業では高経年化対策の一環としてトランス 28 台、ノイズフィルター22 台、風量計 5 台、モジュトロールモータ 4 台、Pt/I 変換器 7 台の部品交換を実施した。

2) 通常排気設備除去効率測定

施設定期自主検査に基づき、JRR-4 の原子炉建家及び排風機室に設置された排気フィルタ装置（排気フィルタチャンバ及び排気フィルタユニット）の除去効率の測定を実施し、健全性の確認を行った。

3) 冷却系計測制御設備点検

JRR-4 原子炉タンク及び No.1、No.2 プールの水質、水位等を適切に管理するため、JRR-4 冷却系計測制御設備の一部であるプロセス監視制御装置の点検、記録計の点検校正及び伝送器関係の点検校正を実施した。

4) 散乱実験室 5t ホイストクレーンワイヤー交換作業

高経年化対策の一環として散乱実験室の 5 t ホイストワイヤーの交換作業を実施した。

5) 排気第 3 系統排風機たわみ継手交換作業

排気第 3 系統排風機のたわみ継手に劣化の兆候が見られたため、高経年化対策の一環としてたわみ継手の交換作業を実施した。

6) JRR-4 昇降機用ロープ更新工事

JRR-4 昇降機用ロープの使用期限を超えてきたため、高経年化対策の一環としてワイヤーロープの交換を実施した。

7) 非常用照明交換

JRR-4 付属建家の非常用照明に不具合が生じたため、高経年化対策の一環として非常用照明の交換を実施した。

3.2.3 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 29 年 5 月に実在庫検査を行い、原子力規制庁（核物質管理センター）及び国際原子力機関（IAEA）による検認を受けた。

(2) 燃料交換

使用済燃料要素については、すべて搬出しているため、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 27 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いない。また、炉心内の燃料要素は全て平成 27 年度に JRR-3 へ搬出済のため、炉心内に燃料要素はない。

(4) 使用済燃料の管理

使用済燃料要素については全て平成27年度にJRR-3へ搬出済のため、JRR-4における使用済燃料の在庫はない。

3.2.4 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、未照射燃料運搬であった。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 3.2.2 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 3.2.3 に示す。

表 3.2.2 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 | ^{131}I | ^{60}Co | ^{137}Cs | ^3H |
| 年間放出量 (Bq/y) | 0 | 0 | 0 | — | — | 9.8×10^6 |
| 年間平均濃度 (Bq/cm ³) | $< 1.3 \times 10^{-3}$ | $< 1.3 \times 10^{-9}$ | $< 1.1 \times 10^{-8}$ | $< 2.3 \times 10^{-3}$ | $< 2.3 \times 10^{-3}$ | 1.9×10^{-1} |

表 3.2.3 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) | 8 | 8 | 28 | 13 | 36 |
| 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：OSL バッジ)

3.2.5 水・ガス管理

(1) 重水の計量管理

平成 29 年度末における装荷重水量は、14.18kg (100%重水量) であった。

(2) 水・ガス管理

平成 29 年度において、3,500kW 定常運転時における水質分析は、運転がなかったため行わなかった。

3.2.6 使用済燃料貯蔵施設の管理

JRR-4 の使用済燃料貯蔵施設におけるプールの水質は、導電率が 1.21~1.69 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、水素イオン濃度指数 (pH) が 5.62~6.02 であり、年間を通して、維持管理基準値 (導電率：10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下、pH：5.5~7.0) を満足していた。

3.3 NSRR の運転管理

3.3.1 運転

(1) 概況

平成 29 年度 NSRR 施設年間運転計画に基づき施設定期自主検査及び自主検査を実施したが、原子炉の運転は実施しなかった。

(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、原子炉プール又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。プール水測定結果を表 3.3.1 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 6.14～6.55 の範囲であり、管理目標値 (5.5～7.0) の範囲であった。導電率の測定結果は 0.13～0.29 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であり、管理目標値 (0.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下) の範囲であった。また、脱塩塔出口の導電率は 0.07～0.08 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 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 6.02～6.27 の範囲であり、管理目標値 (5.5～7.5) の範囲であった。また、導電率の測定結果は 0.26～0.43 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であり、管理目標値 (1.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下) の範囲であった。

表 3.3.1 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 | 6.14～6.55 |
| 原子炉プール水導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | 0.5 以下 | 0.13～0.29 |
| 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 | 0.07～0.08 |
| 燃料貯留プール水pH | 5.5 ～ 7.5 | 6.02～6.27 |
| 燃料貯留プール水導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | 1.0 以下 | 0.26～0.43 |

3.3.2 保守・整備

(1) 概況

平成 29 年度 NSRR 施設年間運転計画に基づき平成 26 年 12 月 1 日から期間未定として、第 35 回施設定期自主検査及び自主検査を実施している。

上記以外の主な保守整備としては、特定化学設備等の定期自主検査、プール水精製系脱塩塔樹脂交換作業、原子炉プール水中照明の更新、排気筒点検口扉の補修を実施している。

(2) 本年度に実施した主な保守整備

1) 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。本定期自主検査においては、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。

2) プール水精製系脱塩塔樹脂交換作業

性能維持のため、原子炉建家のプール水精製系脱塩塔の樹脂交換作業を実施した。作業として、古い樹脂を排出後、新しい樹脂を脱塩塔内に圧送した。樹脂交換後、プール水精製系設備に異常がないこと、樹脂の漏れがないことを確認した。

3) 原子炉プール水中照明の更新

高経年化対策として、原子炉プール水中照明の更新を実施した。作業として、既設水中照明の撤去を行い、支柱、リフレクター及び取付アングルを再利用するために取外し、ケーブル及びランプ部を新規のものにした。新規水中照明の組立後、指定の箇所に据付けた。新規水中照明について点灯試験を行い、異常がないことを確認した。

4) 排気筒点検口扉の補修

高経年化により、NSRR 施設屋外に設置されている排気筒の点検口扉において、蝶番等に発錆等がみられたため、補修を実施した。作業として、排気筒の点検口扉を取り外し、使用されている金属製ロック機構及び蝶番を交換し、作業箇所に錆止め塗料の塗布及び仕上げ塗装を行った。作業終了後、扉が正常に開閉できること及び原子炉建家等の換気中に点検口からの空気の漏れがないことを確認した。

3.3.3 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、燃料交換を実施しなかった。

(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上、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 29 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）及び国際原子力機関（IAEA）の検認を受けた。

3.3.4 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員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を表 3.3.2 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 0Bq であり、放出管理目標値 ($4.4 \times 10^{13}\text{Bq/年}$) 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 3.3.3 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 3.3.2 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 (原子炉建家) | 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) | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.1×10^5 |
| 年間平均濃度 (Bq/cm ³) | $<3.0 \times 10^{-3}$ | $<6.0 \times 10^{-10}$ | $<8.5 \times 10^{-9}$ | $<5.9 \times 10^{-10}$ | 2.5×10^{-3} |

表 3.3.3 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) | 35 | 60 | 55 | 66 | 115 |
| 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：OSL バッジ)

3.4 タンデム加速器の運転管理

3.4.1 運転

(1) 概況

平成 29 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、平成 29 年 12 月 20 日から平成 30 年 3 月 31 日まで行った。

平成 29 年度（平成 29 年 4 月 1 日～平成 30 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 3.4.1 に、タンデム加速器を使用したマシンタイムの利用形態別の日数を表 3.4.2 に、マシンタイムにおける利用分野別の日数を表 3.4.3 に示す。なお、同一日に違う利用形態・分野の複数の課題を実施した日があるため、実験利用運転日数とは合致しない。

表 3.4.1 平成 29 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 | 64 日 (18%) |
| 定期整備日数 | 161 日 (44%) |
| 調整運転(含コンディショニング) | 31 日 (8%) |
| 休止日 | 97 日 (27%) |
| 実験中止 | 12 日 (3%) |

()内の数字は、全運転・保守別の割合を示す。

表 3.4.2 平成 29 年度タンデム加速器の利用形態

| 利用形態 | 日数 |
|-------|------------|
| 共同研究 | 43 日 (60%) |
| 機構内利用 | 20 日 (28%) |
| 施設供用 | 9 日 (12%) |

()内の数字は、利用形態別の割合を示す。

表 3.4.3 平成 29 年度タンデム加速器の利用分野

| 利用分野 | 日数 |
|--------------|------------|
| 核物理 | 34 日 (47%) |
| 核化学 | 8 日 (11%) |
| 原子・固体物理、照射効果 | 26 日 (36%) |
| 加速器開発 | 4 日 (6%) |

()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 29 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 3.4.4 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 3.4.4 平成 29 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(%) |
|----------|---------|
| 19-20 | 0.0 |
| 18-19 | 0.0 |
| 17-18 | 0.0 |
| 16-17 | 14.8 |
| 15-16 | 21.0 |
| 14-15 | 22.2 |
| 13-14 | 4.9 |
| 12-13 | 2.5 |
| 11-12 | 12.3 |
| 10-11 | 2.5 |
| 9-10 | 1.2 |
| 8-9 | 3.7 |
| 7-8 | 10.0 |
| 6-7 | 1.2 |
| 5-6 | 1.2 |
| 4-5 | 0.0 |
| 3-4 | 2.5 |
| 2-3 | 0.0 |
| 1-2 | 0.0 |
| 0-1 | 0.0 |

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 3.4.5 に示す。イオンの供給は負イオン源が全体の 42%、ターミナル ECR イオン源が 58%を占めている。

表 3.4.5 平成 29 年度加速イオン種

| 加速イオン種 | |
|-----------------|--------------------------------|
| ^1H | ^{15}N |
| ^3He | ^{18}O |
| ^4He | ^{58}Ni |
| ^7Li | ^{136}Xe |
| ^{11}B | ^{197}Au |
| ^{12}C | $^{12}\text{C}^1\text{H}$ (分子) |
| ^{14}N | |

3.4.2 保守・整備

(1) 定期整備

平成 29 年度に行った定期整備は平成 29 年 4 月 1 日～平成 29 年 11 月 21 日の 1 回である。平成 28 年 12 月に発生した真空トラブルのため、平成 29 年 2 月 7 日にガス回収を行い、通常のタンク内整備作業を進めた。加速管全数 80 本の洗浄が計画され並行して準備作業を行ってきた。加速管の取外しを行い 3 月末には主に高圧水や超音波により外側を洗浄し完了した。本年度 4 月から前年度に引き続く整備作業として主に以下の項目について実施した。

- ① 加速管のアライメント
- ② ポストフォイル (FS 03-1) の交換
- ③ 2nd フォイル (FS D2-1) の交換
- ④ フォイルストリッパー (FS TL-1) の交換、ベルト調整
- ⑤ 真空イオンポンプ (IP D2-2) の内部クリーニング、素子交換
- ⑥ RS1 用ギアボックスの整備
- ⑦ SF₆ 高圧ガス製造施設の定期検査
- ⑧ 液化窒素貯槽の定期検査
- ⑨ ベーパライザーの整備
- ⑩ ゴンドラ整備 (ASP、CSP)
- ⑪ 冷水ポンプ (P9) のオーバーホール

加速管洗浄・取付け作業

加速管の洗浄は、平成 15 年の加速管の更新時に、当課で開発した高圧純水洗浄による方法で行った。

洗浄の手順は次のとおりである。①外周の洗浄、②内面の超音波洗浄、③高圧純水洗浄の順で実施し、①～③で約 90 分、1 日当たり 6 本のサイクルの繰り返しである。その後 6 本を連結し、真空ベーキングによる脱ガス処理 (200℃、約 1 週間) を行った。

加速管の取り付けに当たり、取り付ける場所をクリーンな環境とするために、キャスティング等の掃除、ビニールシート養生、フィルターファンの取付けなどを行った後で交換作業を行った。

加速管はまず、低エネルギー側 40 本の取付けを行った。真空引きを開始する前に大きなリークがないことを確認するために、大気圧+0.01MPa 程度の窒素を内部に加圧し 1 時間以上放置後、圧力減少がないことを確認した後、真空引き、リークチェックを行った。

同様の手順で高エネルギー側 40 本の取付けを行い、リークのないことを確認後、加速管全体にバンドヒーターを巻き付けてベーキングを開始した。ヒーターの電力は 25%から開始し、真空中に注意しながら段階的に上げていき 9 日間、約 100℃で行った。冷却後、更にリークチェックを行い問題ないことを確認し加速管の復旧が完了した。その他、加速管周りの分割抵抗・支持棒の取付けなどを行い作業は終了した。加速管の洗浄と復旧の全工程は 2 月 10 日から 10 月 5 日の約 8 か月を要した。

定期整備の後、14 日のコンディショニングを行い、最大電圧 11.7 MV から 16.8 MV まで回復

することができた。

(2) 故障と修理

12月の運転中に、ターミナル電位にある電荷分析電磁石（BM TL-1）が設定した電流値に対し、約8 Aごとに追従しない現象が発生した。症状からDACのビット落ちと判断し、タンクを開放して修理することとなった。原因は20bit DACのMSBから5番目の水銀リレーの接点がResetしない故障であった。これを予備品と交換し作動チェック後、復旧した。

(3) 施設管理

5月に建家内圧縮空気用圧縮機の一部更新を行った。

6月にタワー部の照明、ターゲット室入口照明の更新（LED型）を行った。

8月に放射線モニター等の安全対策系無停電電源装置のバッテリー更新作業を行った。

10月にタンデム建家独自の附属建家系統定期点検のための一部停電作業を行った。

10月に照射室、第2照射室のクレーンワイヤーの交換を行った。

10月にヘリウム冷凍機の廃止措置作業を行い、11月9日に茨城県に受理された。

3.4.3 高圧ガス製造施設

(1) タンデム加速器高圧ガス製造施設

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（SF₆）ガスの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 29 年 7～9 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、温度計比較検査、圧力計比較検査、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作動試験）を実施した。開放検査は、アフタークーラー、プリファイヤー、圧縮機について実施した。これらの検査で特異な異常等はなかった。保安検査は平成 29 年 9 月 8 日に行われ合格した。

平成 29 年 9 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 29 年 9 月 12 日に実施され合格した。

(2) 液化窒素貯槽

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化窒素及び乾燥窒素ガスを供給するための設備である。本年度の液化窒素総受入量は、15,042 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、圧力計比較検査、安全弁作動検査、真空度測定）を平成 29 年 9 月 22 日に実施し合格した。

(3) ヘリウム冷凍機

ヘリウム冷凍機はタンデム加速器ブースター（平成 4 年 4 月竣工、実験供与運転：平成 7 年 6 月～24 年 4 月）の設置に伴い、超伝導加速空洞の冷媒として使用する液体ヘリウムを製造するために運転を行ってきた。本装置は、同型の冷凍装置 2 台（前段部、後段部）が設置されており、第 1 種製造者として高圧ガス保安法・冷凍保安規則の適用を受け、これまでに定期検査・整備等を実施し、設備の維持管理に努めてきた。ヘリウム冷凍機の運転期間中、ブースターを利用した研究により核物理・核データの分野等で数多くの研究成果を上げてきたが、今般、研究グループとの協議により、ブースターを利用した所期の研究を終了したことを確認したため、平成 29 年度に冷凍高圧ガス製造施設の廃止手続きを行った。廃止措置として「冷凍機の動力の切断」、「冷媒の抜き取り」、「潤滑油の抜き取り」等の対応を実施した。廃止日は平成 29 年 11 月 2 日として「高圧ガス製造廃止届書」を茨城県へ提出し、平成 29 年 11 月 9 日に受理された。なお、ヘリウム冷凍機の運転については、平成 29 年度は行わなかった。

3.4.4 放射線管理

(1) 概況

平成 29 年度に実施された主な放射線作業は 4 月～11 月に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

タンデム加速器建家から放出された放射性物質の月間平均濃度及び放出量を表 3.4.6 に示す。放射性廃液の総排出量は 23m³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なかった。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。

(3) 実効線量

タンデム加速器における放射線業務従事者の実効線量を表 3.4.7 に示す。

表 3.4.6 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 | 放射性塵埃 | | 放射性廃液 | | | |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----|
| | ⁶⁰ Co | ²³⁷ Np | ⁶⁰ Co | ¹³⁷ Cs | ²³⁷ Np | その他 |
| 年間放出量 (Bq/y) | 0 | 0 | 6.0×10 ⁴ | 5.7×10 ⁴ | 6.6×10 ³ | 0 |
| 年平均濃度 (Bq/cm ³) | <8.7×10 ⁻¹¹ | <6.0×10 ⁻¹¹ | 2.6×10 ⁻³ | 2.5×10 ⁻³ | 2.9×10 ⁻⁴ | 0 |

表 3.4.7 タンデム加速器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) | 106 | 126 | 129 | 140 | 163 |
| 総線量 (人・mSv) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.2 |
| 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 | 0.2 | 0.2 |

(個人線量計：OSL バッジ)

3.5 ラジオアイソトープ製造棟の管理

3.5.1 施設の管理

平成 29 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。海外の研究炉で照射し生成した RI をラジオアイソトープ製造棟に搬入し試験検査した後、医療用 RI・工業用 RI として国内に頒布している。平成 29 年度は、医療用 RI として 918 個の ^{198}Au (1.1GBq/個) 及び 418 個の ^{192}Ir (370GBq/個) の検査を行った。工業用 RI としては、100 個の ^{60}Co (37MBq/個) の検査を行った。これらの作業は、いずれも適切な防護処置が施され、異常な被ばくおよび汚染の発生もなく、問題なく実施された。

また、核燃料物質の使用に係る保管廃棄施設の新設に伴い、平成 27 年 2 月に申請（平成 29 年 1 月及び平成 29 年 5 月補正申請）した使用変更許可申請について、平成 29 年 9 月に許可された。

3.5.2 放射線管理

ラジオアイソトープ製造棟では、平成 29 年度放射線管理上特に問題なかった。平成 29 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 3.5.1 及び表 3.5.2 に、放射性廃液の年間放出量及び年間廃液量を表 3.5.3 に示す。また、放射線業務従事者の実効線量を表 3.5.4 に示す。

表 3.5.1 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 | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 場所 | 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 |
| 核種 | ^{60}Co | ^{60}Co | ^{32}P | ^{60}Co |
| 年間平均年度 (Bq/cm ³) | $< 3.5 \times 10^{-10}$ |
| 年間放出量 (Bq) | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 3.5.2 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

| 気体状放射性物質(放射性ガス) | | | |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 場所 | 200 エリア排気口 | 300 エリア排気口 | 400 エリア排気口 |
| 核種 | ^3H | | |
| 年間平均濃度 (Bq/cm ³) | $< 1.6 \times 10^{-4}$ | $< 1.7 \times 10^{-4}$ | $< 1.7 \times 10^{-4}$ |
| 年間放出量 (Bq) | 0 | 0 | 0 |

表 3.5.3 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

| 放射性廃液 | | | |
|---------------------|------------------|-------------------|----------------------------|
| 年間放出量 (Bq) | | | 年間廃液量 (m ³) |
| ³ H | ⁶⁰ Co | ²¹⁰ Po | |
| 2.1×10 ⁶ | — | — | 11 |

「 — 」: 不検出

表 3.5.4 ラジオアイソトープ製造棟における放射線従事者の実効線量

| | 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) | 59 | 76 | 81 | 61 | 141 |
| 総線量 (人・mSv) | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 平均線量 (mSv) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 最大線量 (mSv) | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |

* : 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

3.6 トリチウムプロセス研究棟の管理

3.6.1 施設の管理

トリチウムプロセス研究棟（以下、「TPL」という。）における業務は、平成 28 年 4 月に締結された原子力機構と国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下、「QST」という。）との連携協力に係る包括協定及び TPL の利用等に関する協力についての覚書に基づき実施している。

平成 29 年度の TPL 管理技術課の主な業務は、TPL 内装設備の運転・保守管理及び QST の実施する研究開発実験のためのトリチウム分取・供給並びにトリチウム貯蔵用ウランベッドの安定化処理技術開発である。

(1) 内装設備の運転・保守管理

TPL 内装設備は、3 重の閉じ込め系毎に設置しているトリチウム除去設備（排出ガス処理設備（ERS）、不活性ガス精製設備（GPS）、空気浄化設備（ACS））を中核とした 12 の設備から構成されており、これら設備の昼夜連続運転を実施した。

平成 29 年度は、トリチウム除去設備等の運転・制御・監視を行う中央制御設備（CCS）について、QST が実施する研究開発の拡充予定に伴い、フィールドコントロールユニット（FCU）の増強・更新を行った。これに伴い、トリチウム除去設備の全運転モード（通常時及び異常時トリチウム除去）について正常に作動することを確認した。

また、法令及び所内規定に基づく定期自主検査及び定期検査を計画的に実施し、TPL 内装設備の安全性を確保した。

(2) 実験用トリチウムの分取・供給

QST が実施する研究開発として ITER トリチウム除去系の性能確証である触媒酸化塔及びスクラバー塔の検証実験を実施している。

平成 29 年度は、実験に使用するトリチウムガス（1 容器当たり約 11.1 GBq：最大 6 本）をトリチウム貯蔵設備（TSS）から分取する作業を 2 回実施した。分取したトリチウムガスは、実験スタンドであるケイソン（ステンレス板内張りのグローブボックス）への計画的な導入を 8 回実施した。ケイソンに導入されたトリチウムガスは、ITER 触媒酸化塔の実証実験に用いられ、酸化実験により生成されたトリチウム水の一部を ITER スクラバー塔の実験試料として用いている。

また、TPL におけるトリチウムの計量管理及び TSS 校正作業を実施し、我が国及びトリチウム供給国であるカナダ政府への計量管理報告を行った。

(3) トリチウム貯蔵用ウランベッドの安定化処理技術開発

TPL で使用しているトリチウム貯蔵用ウランベッドの安定化処理の全作業を実施する場合、核燃料物質の使用目的や設備を含め、新規規制基準対応準拠で変更申請が必要であり、許可取得までの工程リスクが大きいと見られ、原科研内での実現性について検討を行った。

原子力基礎工学研究センターとの打合せにより、処理すべきウランベッドに吸蔵しているトリチウム量が、第 4 研究棟のトリチウム取扱許可量以下にできれば、第 4 研究棟にてウランの安定化処理を行うことが可能であることが確認された（平成 28 年度）。

平成 29 年度は、TPL においてトリチウム貯蔵用ウランベッドに残留するトリチウムの除去作業を行うために、放射性同位元素使用施設のトリチウム貯蔵設備の構成機器であるウランベッドを貯蔵設備から外すための変更許可申請を行った。変更許可申請に先立ち、課内技術検討会、部内安全審査会、使用施設等安全審査会を受審した。

放射性同位元素使用施設の変更許可申請は、平成 30 年 1 月 25 日に行い、同年 3 月 14 日（原規放発第 1803141 号）に許可を取得した。

また、ウランベッドに残留するトリチウムの除去作業を行うウランベッド中微量トリチウム計量・排気装置（TRU）を設計・製作し、既設フード内への据付作業を実施した。

3.6.2 放射線管理

TPL では、平成 29 年度の放射線管理上において特に問題はなかった。平成 29 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 3.6.1 に、放射性廃液の年間放出量及び年間廃液量を表 3.6.2 に示す。また、放射線業務従事者の実効線量を表 3.6.3 に示す。

表 3.6.1 TPL 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

| 気体状放射性物質 (放射性ガス) | | | |
|---------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| スタック | | | |
| 核種 | ³ H (HT) | ³ H (HTO) | ³ H (HT+HTO) |
| 年間平均濃度 (Bq/cm ³) | 5.0×10 ⁻⁵ | 5.6×10 ⁻⁵ | |
| 年間放出量 (Bq) | 1.4×10 ⁹ | 1.7×10 ¹⁰ | 1.9×10 ¹⁰ |

表 3.6.2 TPL における放出放射性廃液の年間放出量と年間廃液量

| 放射性廃液 | |
|---------------------|-------------------|
| 年間放出量 (Bq) | 年間廃液量 |
| ³ H | (m ³) |
| 1.9×10 ⁹ | 145.6 |

表 3.6.3 TPL における放射線従事者の実効線量

| | 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) | 42 | 49 | 29 | 45 | 81 |
| 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 |

* : 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

3.7 その他の施設の管理

3.7.1 JRR-1 の管理

JRR-1 の管理としては JRR-1 残存施設である地階の実験室並びに JRR-1 展示室内にある JRR-1 旧炉体及び地階のサブパイル室の点検及び保守を行っている。実験室は非密封の放射性同位元素使用施設及び政令 41 条非該当の核燃料使用施設で、JRR-1 旧炉体及びサブパイル室は政令 41 条非該当の核燃料使用施設である。現在、JRR-1 は放射性同位元素使用施設及び核燃料使用施設ともに放射性物質の保有はなく、今年度の使用もなかった。また、JRR-1 残存施設は平成 29 年 4 月 1 日に策定された施設中長期計画において廃止施設の対象となった。

3.7.2 FEL 研究棟の管理

FEL 研究棟は、加速器管理課の他に、先端基礎研究センター2 グループ、原子力基礎工学センター1 グループ、核不拡散・核セキュリティ総合支援センター1 グループ、量子科学技術研究開発機構が利用している。

FEL 研究棟は密封された放射性同位元素の使用施設であり、半導体検出器の校正線源 ^{137}Cs 、7.4 MBq を貯蔵箱で貯蔵している。平成 29 年度における放射性同位元素の使用はなかった。

4 月に RI の定期検査・定期確認を受検し、問題のないことが確認された。

平成 29 年度内に、建家の耐震診断が行われた。結果は、構造耐震指標の最小値は 0.10 であった。地震時における居住者の安全確保を図るため、地震対応マニュアル（原子力科学研究所 FEL 研究棟）を制定し、立入禁止エリア、地震時立入禁止建家を設定した。また、非常用品の配備、情報の掲示及び教育訓練を行った。

その他、平成 29 年度の FEL 研究棟における主な事項を次に示す。

- ・ 建家受変電設備定期点検に伴う機器の停止及び復電作業（6 月）
- ・ 所内一斉停電に伴う機器の停止及び復電作業（7 月）
- ・ FEL 研究棟屋外変圧器（高圧変圧器、単相 50 kVA）更新のため停電作業（3 月）

3.8 主な技術的事項

3.8.1 発電機用シャフト装置における軸受ユニットの開発

タンデム加速器では、加速器の高電圧端子内（最大約 18MV）にある静電ステアラーや静電四重極レンズ、電磁石等の機器への電力供給のため、高電圧端子内に発電機を設置している。この発電機は、地上電位にある電動機の動力をアクリル製シャフトで伝えられて動作している。アクリル製シャフトは長さ 1m ほどで、軸受ユニットと組み合わせて地上約 20m の高さの高電圧端子まで連結されている。この発電用シャフト装置は 2 組設置されており、それぞれ 3kVA と 15kVA 及び 5kVA と 10kVA の発電機を駆動している。軸受ユニットは、2 組の発電用シャフト装置で合計 28 個使用されている。

加速器設置当初より使用していた旧型軸受ユニット（米国 NEC 製）の断面図を図 3.8.1 に示す。旧型軸受ユニットは、ゴム製カップリングがあるが、ハウジングがアルミ板に固定されるため、フランジに偏角に対する自由度がないものであった。そのため、わずかなアライメントのズレにより過大な負荷が掛かり、ベアリングの消耗が激しかった。そこで、金属板ばね（三木プーリ株式会社製：SFH-170）により偏角および軸方向の変位に自由度をもたせた新型軸受ユニットを開発し、ベアリングの長寿命化を図ることにした。新型軸受ユニットの断面図を図 3.8.2 に示す。

新型軸受ユニットを 2007 年度から実機に取り付けて使用開始した。旧型と新型軸受ユニットの運転実績を図 3.8.3 に示す。旧型軸受ユニットは、およそ半数がマシンタイム 1、2 回の短い使用期間でベアリングが消耗し、交換が必要だったのに対し、新型軸受ユニットは、短い使用期間における交換回数が大幅に減った。金属板ばねによる負荷吸収に良い効果があったと考えている。また、軸受ユニットの寿命が延びたことで、軸受ユニットの整備に要する期間も年間約 15 日から 6 日に減らすことができた。タンデム加速器は、縦型の加速器であるため、軸受ユニットの整備中は、落下物による被災防止等の観点から他の整備（上下での作業）ができない。そのため、軸受ユニットの整備期間を短縮することは、効率的な加速器整備を行う上で重要と考えている。

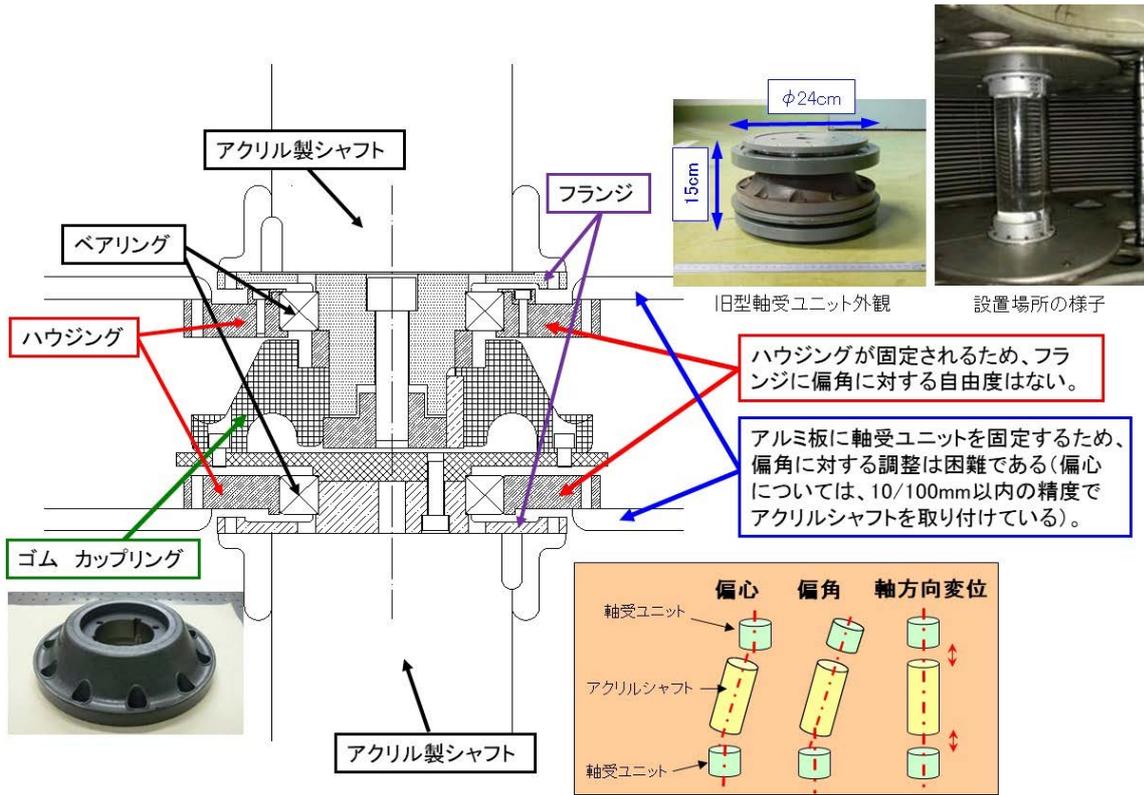


図 3.8.1 旧型軸受ユニットの断面図

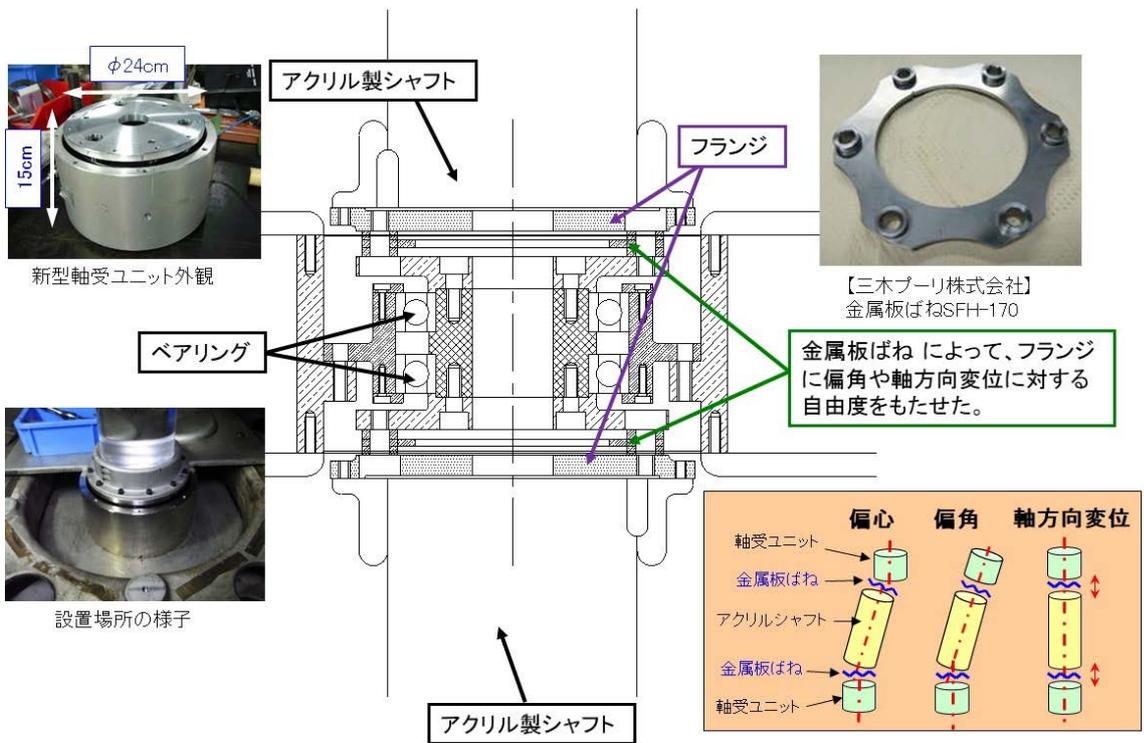


図 3.8.2 新型軸受ユニットの断面図

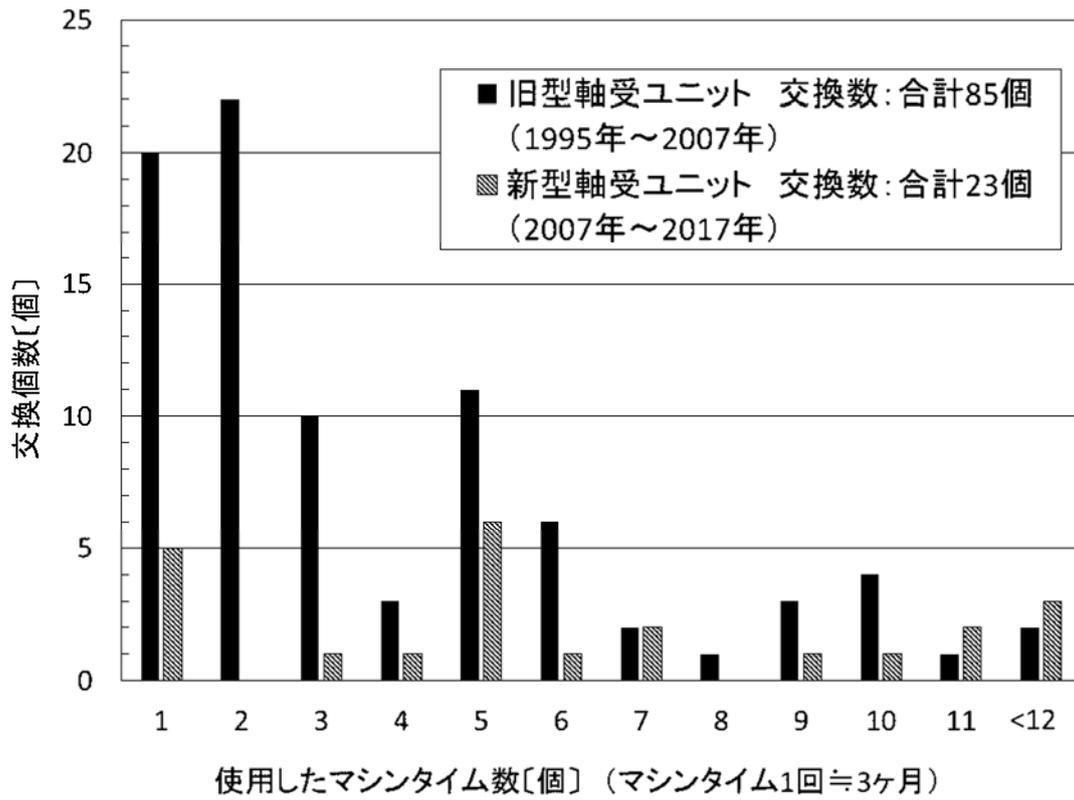


図 3.8.3 旧型と新型軸受ユニットの運転実績

This is a blank page.

4. 研究炉及び加速器の利用

Utilization of Research Reactors and Tandem Accelerator

This is a blank page.

4.1 利用状況

JRR-3の平成29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・整備を進めている。

JRR-4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ため、平成27年12月25日に原子力規制委員会に対し、原子炉廃止措置計画認可申請を行い、平成29年6月7日に廃止措置計画が認可された。このため、今後の利用は行われなかったこととなった。

タンデム加速器の運転状況および利用形態・分野別の日数を図4.1.1に示す。平成29年度のタンデム加速器の実験利用運転では平成29年12月20日から平成30年3月31日までのメンテナンスを実施した。年間の合計では64日の利用運転を実施することができた。なお、同一日に違う利用形態・分野の複数の課題を実施した日があるため、利用運転日数と利用形態・分野別の合計日数は合致しない。

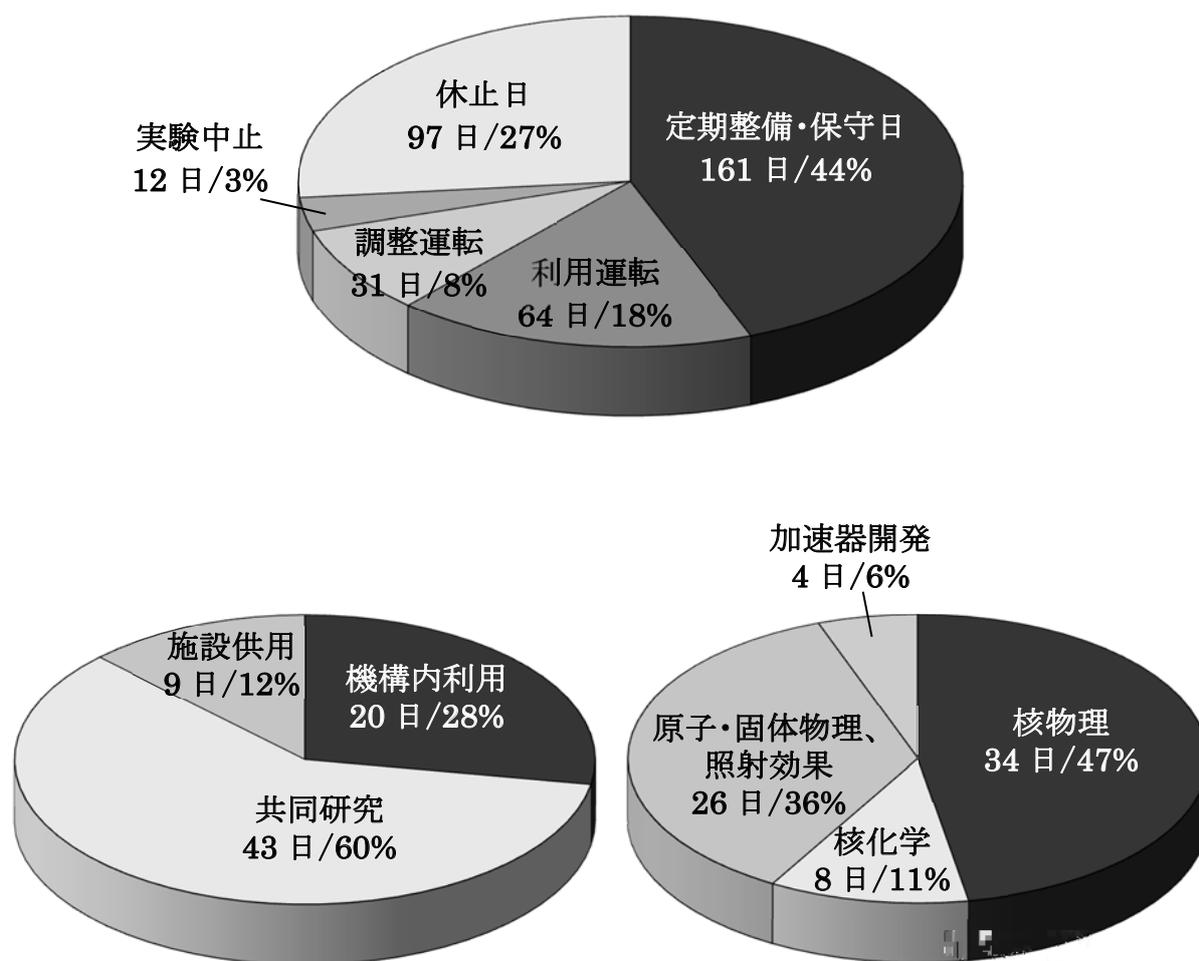


図 4.1.1 タンデム加速器の運転状況

東日本大震災による福島第一原発事故を受け、新たに定められた新規制基準への適合性確認への対応のため、JRR-3 の運転を取り止めたことから、平成 29 年度の照射及び実験の利用は行われなかった。

参考として、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 4.1.2 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 4.1.3 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 4.1.4 に、平成 10 年度からの JRR-4 実験利用者数の推移を図 4.1.5 に示す。

注) 平成23年度～平成29年度は東日本大震災の影響により運転停止。

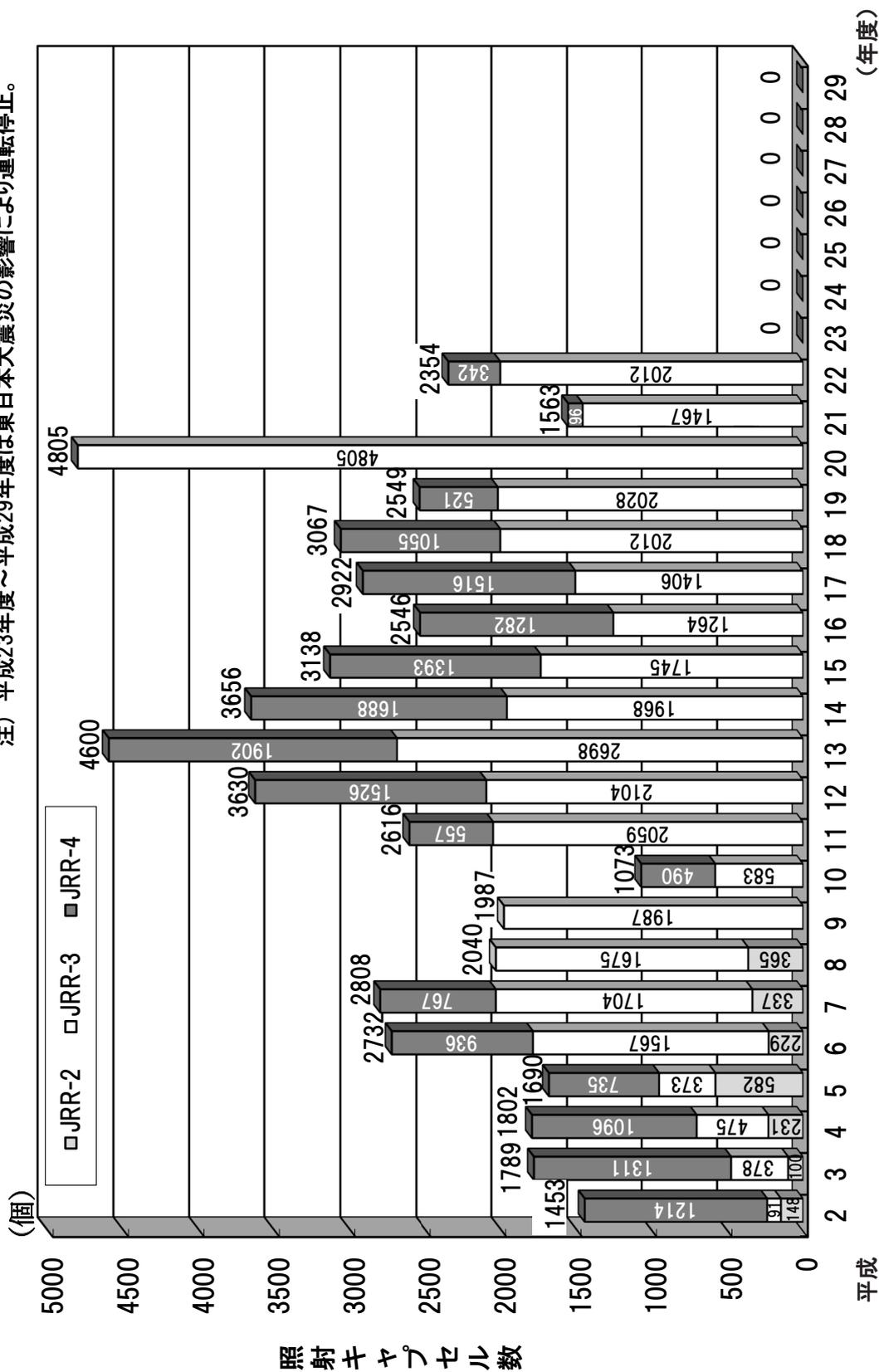


図4.1.2 研究炉における照射キャプセル数の推移

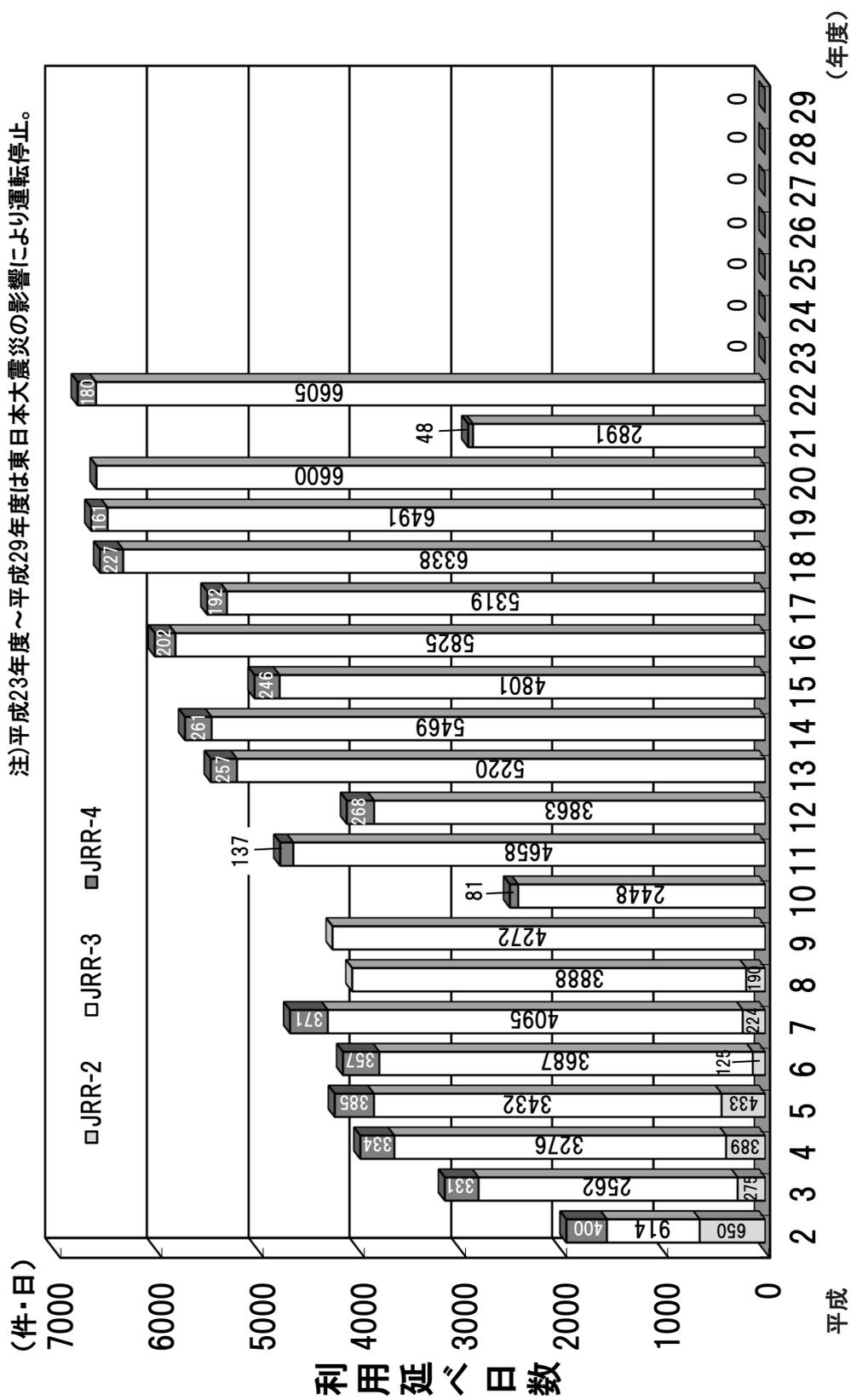


図4.1.3 研究炉における実験利用状況の推移

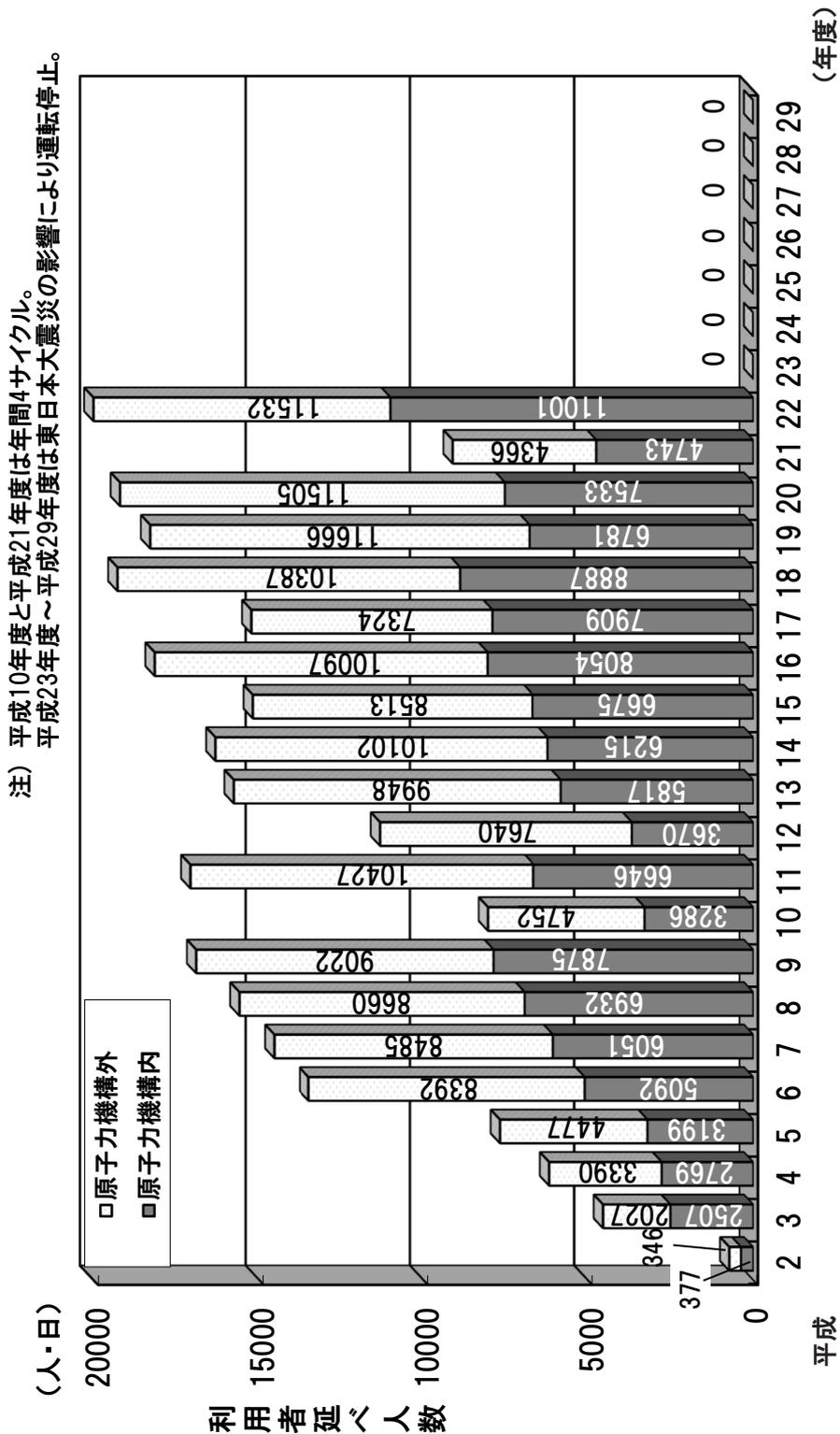


図4.1.4 JRR-3中性子ビーム実験利用者数の推移

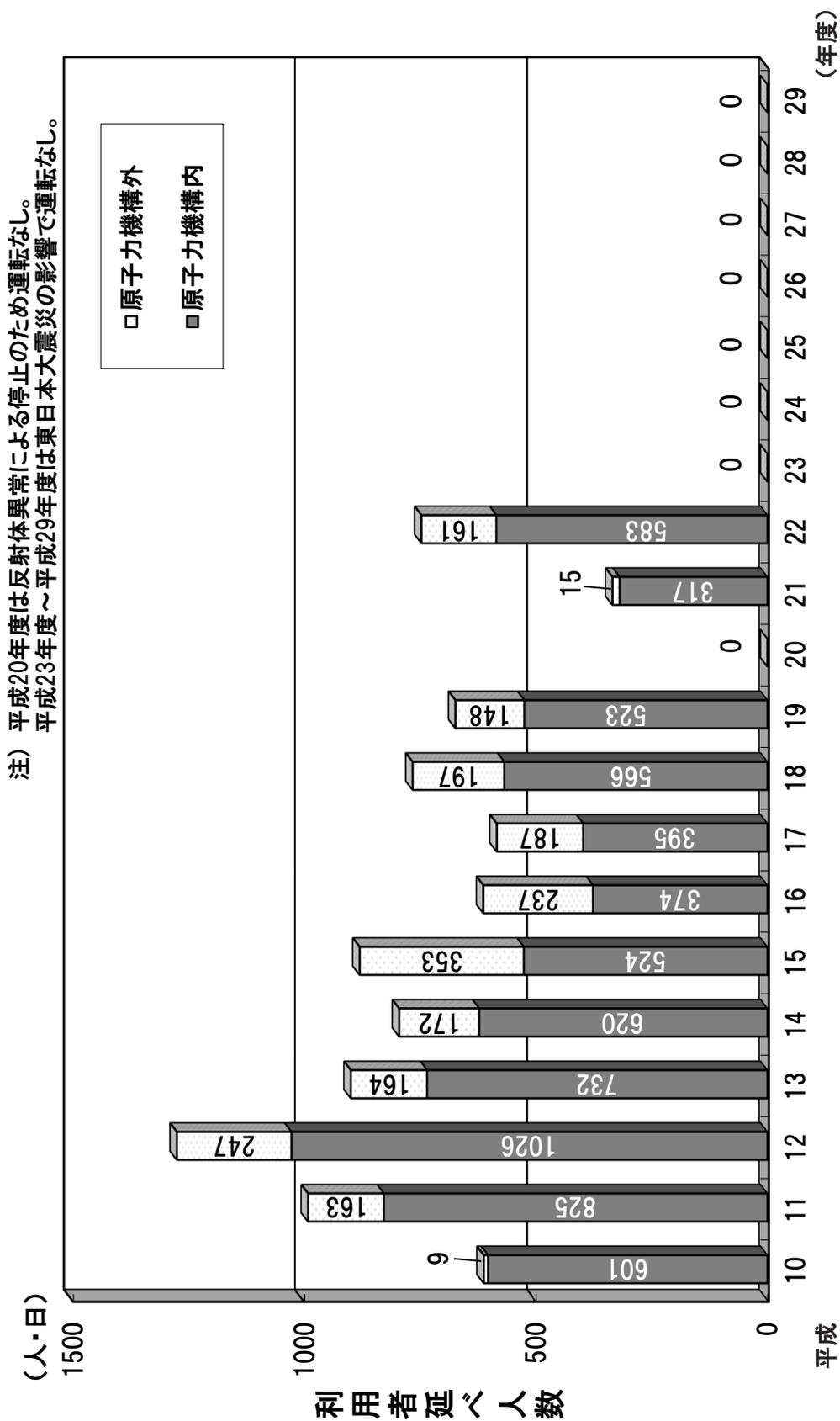


図4.1.5 JRR-4実験利用者数の推移

4.2 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29年度も研究炉の運転を取りやめた。従って、実験の利用は行われなかった。

JRR-4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ため、平成27年12月25日に原子力規制委員会に対して、原子炉廃止措置計画認可申請を行い、平成29年6月7日に廃止措置計画が認可された。このため、今後の利用は行われなかったこととなった。

NSRRは、平成29年度の年間運転計画に基づき施設定期自主検査及び自主検査を実施し、原子炉の運転は実施しなかった。

タンデム加速器は、64日の実験利用運転が行われ、多くの実験が実施された。

4.2.1 タンデム加速器における実験

(1) 利用概況

平成29年度のタンデム加速器の全体的な利用申込状況は表4.2.1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4.2.2、表4.2.3に示す。

表 4.2.1 平成29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 | |
| 機構内利用 | 5 |
| 共同研究・施設供用 | 17 |
| 実験課題申込件数 | 20 |
| 機構外利用者延べ人数 | 60 |
| 機構内利用者延べ人数 | 35 |
| 利用機関の数 | 25 |

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 4.2.2 分野別利用実施状況

| 研究分野 | 利用日数 [日] | 利用率 [%] |
|--------------|----------|---------|
| 核物理 | 34 | 47.2 |
| 核化学 | 8 | 11.1 |
| 原子・固体物理、照射効果 | 26 | 36.1 |
| 加速器開発 | 4 | 5.6 |
| 合 計 | 72 | 100 |

表 4.2.3 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 | 9 | 12.5 |
| 共同研究 | 43 | 59.7 |
| 機構内利用 | 20 | 27.8 |

(2) 研究分野別発表件数

研究分野別の発表件数を表 4.2.4 に示す。

表 4.2.4 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 | 26 | 0 | 25 |
| 核化学 | 1 | 0 | 21 |
| 原子物理・固体物理・材料の照射効果 | 8 | 1 | 23 |
| 加速器の運転・開発 | 0 | 0 | 2 |
| 合計 | 35 | 1 | 76 |

(3) 研究分野別主な実験成果

1) 核物理研究

- $^{18}\text{O} + ^{238}\text{U}$ の多核子移行反応を用いた核分裂実験を行い、ウラン、ネプツニウムおよびプルトニウムの 16 核種の核分裂片質量数分布を測定、更にこれらの励起エネルギー依存性を得た。理論計算による解析から、高励起エネルギー核分裂で残っている質量非対称な分布は、マルチチャンス核分裂、すなわち中性子がいくつか蒸発したのちに核分裂する成分が原因であることを初めて明らかにした。成果は、*Phys.Rev.Lett.* 誌に発表するとともに、プレス発表を行った。

2) 核化学研究

- タンデム加速器を利用して進めてきた超重元素の化学研究に関して、105 番元素ドブニウムを対象にオキシ塩化物錯体の生成とその揮発性研究を進め、同族元素のニオブ及びタンタルを対象として、吸着エンタルピー導出の実験手法開発を行った。実験手法の開発がほぼ終了し、同手法を利用したニオブ及びタンタルの吸着エンタルピーの導出に成功した。次年度にドブニウムを対象とした実験を進める予定である。
- 新規医療診断法用テクネチウム同位体 $^{95\text{m}}\text{Tc}$ および ^{96}Tc の生成と応用に関する研究を進め、 $^{95\text{m}}\text{Tc}$ を線源としたコンプトンカメラ撮像に初めて成功した。
- 核医学の α 線内療法で利用される ^{211}At の新しい供給方法としての ^{211}Rn - ^{211}At ジェネレータの開発を行い、約 40% の回収効率で ^{211}At トレーサー溶液を調製できることを確認した。 $^{211}\text{Rn}/^{211}\text{At}$ ジェネレータの基礎基盤技術を確立した。

3) 固体物理・原子物理・照射損傷研究

- ・ 高速重イオン照射した表面に形成されるナノ粒子の内部を高分解能で観察する手法を開発し、複数のセラミックスについて詳細に結晶形態を調べた。その結果、ナノ粒子の内部が結晶化しないセラミックスがある一方、内部が結晶化しているセラミックスがあることが分かった。さらに、後者は、耐照射性が高いセラミックスに相当することが分かり、結晶化を介した損傷の修復機能が、材料の耐照射性向上に有効に働いていることも判明した。ADS ビーム窓材において重要である、照射と液体金属との共存性に関する実験的評価を開始した。

4) 加速器開発

- ・ 垂直実験室の運用を開始した。

(4) 参考資料 [実験装置一覧]

表 4.2.5 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 4.2.5 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 | 固体材料への均一照射（大口径試料照射可能） |
| | 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 |
| 垂直実験室 〔第2種管理区域〕 | V-1 | 垂直イオン照射装置 | 固体・熔融液体金属界面への照射影響評価 |
| 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 |
| 第2照射室 〔第1種管理区域〕 | R-5 | 代理反応測定装置 | 代理反応研究用測定装置 |

4.2.2 実験室の利用状況

施設供用実験室として開放している JRR-3 炉室実験室、JRR-3 実験利用棟 1 階の実験室 1 及び実験室 2、JRR-4 のホット実験室の利用はなかった。

JRR-4 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ため、平成 27 年 12 月 25 日に原子力規制委員会に対して原子炉廃止措置計画認可申請を行い、平成 29 年 6 月 7 日に廃止措置計画が認可された。このため、今後の利用は行われなかった。

4.3 保守・整備

4.3.1 JRR-3 照射設備等の保守・整備

(1) 施設定期自主検査

平成 29 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（校正検査等を除く）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施設定期自主検査は実施していない。ただし、自主検査として、外観検査、絶縁抵抗検査、警報検査、作動検査、耐圧検査及び漏えい検査を実施し、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 照射設備の運転及び保守・整備

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とおりである。

- ①照射利用設備放射線モニタの点検、②実験利用棟及び炉室詰替セル負圧維持装置の点検、③均一照射設備の点検、④放射化分析装置の点検、⑤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、⑥垂直照射設備の点検、⑦水力照射設備集合弁の点検、⑧気送照射設備電動玉形弁の点検、⑨垂直照射設備キャスク架台内部機構の製作

これら設備について保守・整備を行い、設備の性能に異常がないことを確認した。

長期停止中における水力・気送照射設備の健全性を確認するため、連続運転を平成 29 年 9 月 19 日から 9 月 22 日までの 4 日間実施した。その結果、設備に異常はなく、安定して運転できることを確認した。

2) 冷中性子源装置の運転及び保守・整備

冷中性子源装置の保守・整備として、本体設備について、水素緩衝タンク及び水素連絡管の放射線透過試験、遠隔操作弁の電磁弁更新及びラプチャーディスク交換作業を実施し、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た。

3) 中性子導管設備の運転及び保守・整備

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に行い、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い、真空状態に異常がないことを確認した。

4.3.2 JRR-4 照射設備等の保守・整備

平成 29 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。

4.3.3 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22回施設定期自主検査及びNSRR本体施設自主検査を平成26年12月1日から実施している。平成29年度は、平成29年4月21日から平成29年12月5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）について目視により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り外観検査を、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

セミホットケーブル内の除染作業を行った後、遮蔽体、装置、遮蔽扉及び貯蔵ピットについて外観検査を、遮蔽扉については作動検査を、電気設備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。

7) セミホットセル

セミホットセル内の除染作業を行った後、遮蔽体、装置、遮蔽扉及び貯蔵ピットについて外観検査を、遮蔽扉については作動検査を、電気設備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。

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、タンクの漏洩検査、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。

4.4 施設供用

4.4.1 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（即発ガンマ線分析装置、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）である。専門部会の事務局は、物質科学研究センター研究推進室、研究炉加速器管理部計画調整課を中心とした JRR-3 ユーザーズオフィスが担当した。

(1) 平成 29 年度の活動状況

平成 29 年度第 2 回及び平成 30 年度第 1 回供用課題公募については、JRR-3 運転計画が未定であったため、供用課題公募の実施を見送ることとした。このため、今年度の専門部会の開催は実施しなかった。

(2) 平成 30 年度の計画

今後の JRR-3 運転再開の見通しを勘案して、平成 30 年度第 2 回及び平成 31 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。

4.4.2 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、「常陽」、燃料試験施設及びホットラボ施設（大洗）の 4 施設である。なお、JMTR については、平成 29 年 4 月 1 日に発表された「施設中長期計画」において廃止施設として位置づけられたため、供用施設から解除された。専門部会の幹事は研究炉加速器管理部利用施設管理課（平成 28 年 10 月 1 日、研究炉利用課から名称変更）、福島燃料材料試験部燃料技術管理課、福島技術開発試験部実用燃料試験課及び照射試験炉センター計画推進課が務め、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 29 年度の活動状況

平成 29 年度第 2 回（5 月）の定期募集については、新規制基準への適合性確認のための原子炉設置変更許可に係る安全審査中であり、具体的な運転再開時期を示すことができなかった研究炉である JRR-3 及び「常陽」の募集を見合わせ、照射後試験などの利用を行う「常陽」、ホットラボ施設（大洗）及び燃料試験施設（東海）のみの募集を行った。また、平成 30 年度第 1 回（11 月）の定期募集においても、運転予定がない研究炉である JRR-3 及び「常陽」の募集を行わず、「常陽」、ホットラボ施設（大洗）及び燃料試験施設（東海）の照射後試験に係る施設のみの募集を行った。なお、JMTR については、「施設中長期計画案」において廃止施設として位置づけられたため、利用課題の募集及び随意の利用申込の受付は見合わせた。

しかし、平成 29 年度に実施した定期募集において、当専門部会に係る供用施設への応募がなかったため、専門部会の開催は行わなかった。

(2) 平成 30 年度の計画

各研究炉の運転再開の見通しを勘案して、平成 30 年度第 2 回及び平成 31 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、随時として応募される課題については、採否判断の迅速化と効率化を図るために、専門部会の審査要領に基づく電子メールを用いた審査などにより適切に対応する。

4.4.3 タンデム加速器専門部会

(1) 第 25 回タンデム加速器専門部会

平成 29 年度下期施設供用課題の募集が研究連携成果展開部により実施され、2 件の応募があった。内訳は表 4.4.1 の通りである。第 25 回タンデム加速器専門部会は平成 29 年 6 月 26 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 26 回タンデム加速器専門部会

平成 30 年度施設供用課題の募集が研究連携成果展開部により実施され、3 件の応募があった。内訳は表 4.4.2 の通りである。第 26 回タンデム加速器専門部会は平成 29 年 12 月 18 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 3 課題について口頭説明を含めた審査を行い、審議の結果、3 課題が採択された。

(3) 施設供用以外の課題審査について〔共同研究と機構内単独利用〕

平成 29 年度下期追加申込み並びに平成 30 年度申込みの共同研究・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、書類審査並びに口頭説明を伴う課題審査会を行った。

平成 29 年度下期募集については共同研究 4 課題・機構内単独利用 2 課題の審査を行った。内訳は表 4.4.3 の通りである。審議の結果、6 課題が採択された。

平成 30 年度募集については共同研究 8 課題・機構内単独利用 4 課題の審査を行った。内訳は表 4.4.4 の通りである。審議の結果、12 課題が採択された。

表 4.4.1 平成 29 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 |
|----------|-------|---------------|--|----------------|
| 2017BD01 | 川上智彦 | 株式会社化研 | 荷電粒子放射化分析法の難測定放射性核種分析および血液中ホウ素濃度分析への適用性検討 | R2 照射チェンバー |
| 2017BD02 | 石川博恒 | 高エネルギー加速器研究機構 | 放射性トレーサー ⁸ Li 法によるリチウム二次電池正極材料の拡散係数直接測定 | R1 オンライン質量分析装置 |

表 4.4.2 平成 30 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 |
|----------|-------|-----------|--|------------|
| 2018AD01 | 雨倉宏 | 物質・材料研究機構 | 高速重イオン照射による結晶中でのナノ粒子の楕円変形 | H1 照射チェンバー |
| 2018AD02 | 末吉哲郎 | 熊本大学 | 重イオン照射欠陥による高温超伝導薄膜の高機能磁束ピン止め構造の構築 | H1 照射チェンバー |
| 2018AD03 | 笠松良崇 | 大阪大学 | 103 番元素ローレンシウムの HDEHP/HNO ₃ 系での溶媒抽出実験 | R2 照射チェンバー |

表 4.4.3 平成 29 年度下期タンデム加速器共同研究・機構内単独利用課題

| No. | 研究代表者 | 所属 | 課題名 |
|----------|------------|------------|---|
| 2017SC03 | 今井誠 | 京都大学 | 高速重イオンによる荷電変換衝突断面積測定 |
| 2017NC04 | 西尾勝久 | 先端基礎研究センター | 多核子移行反応 $^{18}\text{O}+^{254}\text{Es}$ を用いた中性子過剰フェルミウム領域原子核の核分裂特性 |
| 2017NC05 | 浅井雅人 | 先端基礎研究センター | ^{254}Es 標的を用いた中性子過剰 Fm 領域核の対称核分裂の研究 |
| 2017NC06 | A. Astier | CSNSM | Study of the population of the “ α - ^{208}Pb ” cluster states in ^{212}Po |
| 2017NP02 | R. Orlandi | 先端基礎研究センター | In-beam gamma-ray spectroscopy using the heaviest actinide targets: firm assignment of ^{252}Fm level scheme and reaction test for future study of ^{258}Fm |
| 2017NP03 | N. Chiera | 先端基礎研究センター | Establishment of the volatility trend in Group-5 Elements via gas-chromatographic experiments with Nb-, Ta-, and Db-oxychlorides |

表 4.4.4 平成 30 年度タンデム加速器共同研究・機構内単独利用課題

| No. | 研究代表者 | 所属 | 課題名 |
|----------|------------|-------------------|---|
| 2018SC01 | 安田和弘 | 九州大学 | セラミックス材料の高密度電子励起損傷とその重畳効果 |
| 2018SC02 | 堀史説 | 大阪府立大学 | 化合物合金への高速重イオン照射によるナノ微細構造変化と特性制御 |
| 2018SC03 | 松波紀明 | 名古屋大学 | 高速重イオンによるセラミックス材料の電子励起効果と物性改質 |
| 2018SC04 | 富田成夫 | 筑波大学 | コンボイ電子収量におけるクラスター効果の膜厚依存性 |
| 2018SP01 | 石川法人 | 原子力基礎工学 研究センター | 高速重イオン照射で形成されたナノヒロックとイオントラックの比較研究 |
| 2018SP02 | 喜多村茜 | 原子力基礎工学 研究センター | 高速重イオンの斜め照射により形成される連続ヒロックの FE-SEM 観察 |
| 2018SP03 | 岡安悟 | 先端基礎研究センター | スピンゼーベック素子の照射耐性 |
| 2018SP04 | 奥野泰希 | 原子力基礎工学 研究センター | 放射性核種の線源を模擬したイオン照射による宇宙太陽電池の放射線誘起電流発生機構の解明 |
| 2018NC01 | 井手口栄治 | 大阪大学核物理 研究センター | Nuclear structure studies of ^{254}Es region by Coulomb excitation gamma-ray spectroscopy |
| 2018NC02 | R. Orlandi | 先端基礎研究センター | In-beam γ -ray spectroscopy of the most-neutron-rich nuclei using a ^{254}Es target |
| 2018NC03 | Y. Fang | IMP | Gamma spectroscopy of even-even No nuclei with $N > 152$ by cluster-transfer reaction of ^{10}B on ^{254}Ws |
| 2018NC04 | A. Astier | CSNSM | Study of the population of the " α - ^{208}Pb " cluster states in ^{212}Po |

4.5 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、物質科学研究センター、研究連携成果展開部、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の施設供用に関する業務の外部利用者の窓口として、これら3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。図4.5.1は、「日本中性子科学会第17回年会」での展示ブース出展の様子である。



図 4.5.1 「日本中性子科学会第17回年会」
展示ブース出展の様子

【主なアウトリーチ活動】

- ・ 理研セミナーにおける JRR-3 紹介 (6/19)
- ・ 日本原子力研究開発機構における産学官連携による技術移転活動への参加 (6/30)
- ・ J-PARC MLF 産業利用報告会への出展 (7/20)
- ・ JASIS2017 へのブース出典 (9/6~8)
- ・ 日本中性子科学会第17回年会へのブース出展 (12/2~3)
- ・ サイエンスフェスタへの出展 (3/3)
- ・ 日本原子力学会 2018 春の年会へのブース出展 (3/26~3/28)

4.6 加速器 BNCT プロジェクトへの協力

2011年、内閣府により、国際競争力のある産業の育成を目的として、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。）が選定された。つくば特区における4研究開発テーマの1つが、「次世代がん治療（BNCT）の開発実用化」である。本研究を実施するため、筑波大学を中心に原子力機構、高エネルギー加速器研究機構（KEK）、北海道大学、茨城県との研究開発連携プロジェクトチームが2012年に発足した。（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の締結）

がん治療装置は、主に加速器、中性子発生装置及び治療計画システムから構成される。加速器としては、リニアックを用い、大強度陽子加速器施設（J-PARC）の技術を応用し、主にKEKが開発している。中性子発生装置は、中性子を発生するベリリウム標的、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からなる。原子力機構は、KEK、筑波大学等と協力し、この中性子発生装置の設計・製作を実施している。また、治療計画システムについては、臨床研究に向けて、主に筑波大が検討を行っている。原子力機構は、このシステムにおいて、正確な照射量を測定するため、On-line 中性子検出器の開発を並行して行っている。平成29年度における原子力機構の主な活動を以下にまとめる。

4.6.1 患者被ばく線量最適化のための測定技術開発

患者被ばく線量最適化のための測定技術として、小型リアルタイム中性子検出器に係る光ファイバー型リアルタイム中性子モニタの線形性及び追従性に関する実験データを京都大学原子炉実験所及び実機にて取得することで、リアルタイム中性子モニタの耐放射線性について検証した。

This is a blank page.

5. 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.

5.1 JRR-3 の中性子ビームラインに使用されている中性子導管の据え付け誤差による輸送効率への影響

(1) 序論

JRR-3 は照射設備及びビーム実験用設備を有する汎用型研究炉であり、回折及び散乱現象を観測するための低速中性子を中性子源から効率よく輸送するために中性子導管を使用している。JRR-3 は 5 本の中性子導管が設置されており、そのうちの 2 本の中性子導管が熱中性子、3 本の中性子導管が冷中性子の輸送を担っている¹⁾。この中性子導管を使用した中性子ビーム輸送により、数多くの中性子ビーム実験装置を隣接したビームホールに設置している。

この低速中性子を輸送する中性子導管であるが、中性子鏡管ユニットと呼ばれる要素を数多く接続することで中性子導管としている。そのため、中性子導管のミラー性能だけではなく、中性子導管の要素である中性子鏡管ユニットの据え付け誤差も中性子導管による輸送に大きな影響を与えることが知られている^{2,3)}。

本研究では、地震時の保守管理はもとより実験装置の改良及び開発に資するため、中性子鏡管ユニットの据え付け誤差をパラメーターとしたシミュレーションを実施し、中性子導管の輸送効率について評価を行った。

(2) 計算モデルについて

本研究において、評価の対象としたのは熱中性子導管である。中性子導管の設置長さが長いこと、中性子鏡管ユニットの据え付け誤差の影響が現れやすいことから熱中性子導管を評価の対象とした。なお、平成 27 年度に実施した「JRR-3 熱中性子源の作成」により計算時間を短縮する線源も作成している⁴⁾。

シミュレーションはこの 2 本の熱中性子導管の中で T1 熱中性子導管を対象として実施した。JRR-3 中性子導管は中性子鏡管ユニット(長さ 850mm、中性子ビーム幅 20mm、高さ 200mm)を接続して長さ約 60m とし、その曲導管部では曲率半径 3337.4m を満たすように鏡管ユニット間に接合角 0.0147 度を持たせて据え付けている。なお、曲導管部は線源側に設置され、炉心からのガンマ線及び速中性子線を輸送しないようにして、低バックグラウンドでの測定を実現するために設置されている¹⁾。また、T2 熱中性子導管も同様に線源側に曲導管部(曲率半径 3337.4m)を設置しており、同じ特性波長を有する。

シミュレーションに使用したコードは McStas^{5,7)}である。中性子鏡管ユニットに水平、垂直、回転方向への誤差を加えてシミュレーションを行い、起因する中性子輸送効率への影響を評価した。図 5.1 に中性子導管配列における座標軸の定義を示した。中性子ビームは z 軸方向に進んでいく。水平方向に x 軸を、鉛直上方に y 軸を取っている。曲導管部においては、y 軸を中心とした回転となる。表 5.1 には計算におけるコードで使用する誤差の座標と誤差の大きさを示している。計算における誤差の値は表の値を基準として、この誤差の 2 倍、3 倍、4 倍、5 倍、10 倍の値における輸送効率の計算を実施した。

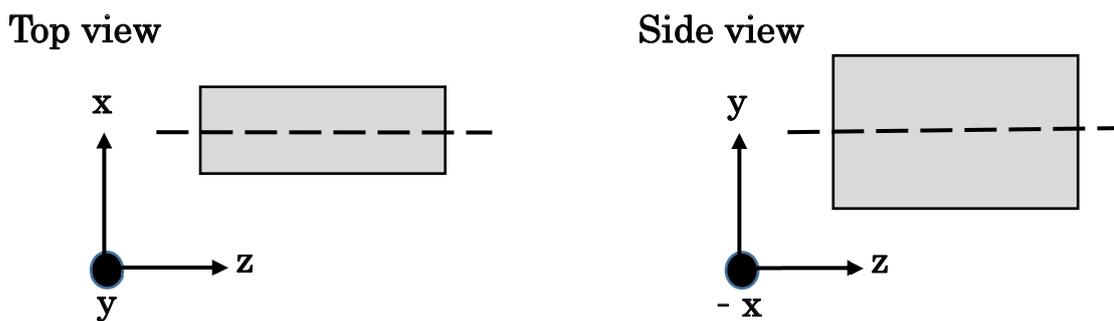


図 5.1：中性子導管配列における座標軸の定義（左側が Top view、右側が Side view）

表 5.1 計算コードにおける誤差の座標と誤差の値について

| | McStas に対応する座標 | 計算における誤差 |
|-------------|----------------|----------------|
| 水平度公差 (度) | rot x | 0.00417 (15 秒) |
| 垂直度公差 (度) | rot z | 0.01389 (50 秒) |
| 接合角度公差 (度) | rot y | 0.00417 (15 秒) |
| 接合部間隔 (mm) | z | 0.1 |
| 接合部縦ずれ (mm) | y | 0.05 |
| 接合部横ずれ (mm) | x | 0.05 |

(3) 計算結果

T1 熱中性子導管の輸送効率シミュレーションの結果、中性子導管の光学的特性を反映して各鏡管ユニット間で水平方向の誤差が生じた場合で輸送効率の変化が見られた。

表 5.2 から表 5.4 までに計算結果を示す。 $-x$ 方向とは、1 体目の中性子鏡管ユニットに対して 2 体目の中性子鏡管ユニットが $-x$ 方向にずれを与えて計算することを示し、ジグザグとは中性子導管ユニットの 1 体ずつ $-x$ 方向、 $+x$ 方向と交互にずれを与えた計算結果である。

表 5.2 に示すように、水平方向 0.05mm のずれで 90.1%、0.1mm のずれで 80.4% と輸送効率の顕著な減少が確認された。また、表 5.3 に示すように曲率半径が大きくなる方向 (rot-y 方向) に 0.00417 度ずらした場合に 5% 輸送効率が増加した。一方、表 5.4 に示すように垂直方向のずれについては、0.05mm のずれで 98.9%、0.1mm のずれで 98.0% と大きな変化は確認されなかった。これについては主に JRR-3 の中性子導管ユニットの形状によると考えられる。この計算結果から、JRR-3 において接合角度及び水平度に対する誤差が、中性子ビームの輸送効率に大きく影響するとの計算結果が得られた。

これらの輸送計算結果から、JRR-3 における中性子導管の据え付け誤差が中性子輸送効率に与える影響について系統的な評価が可能となり、地震等に対応した再アライメントの指針が得られた。今後は冷中性子導管についても、同じようなシミュレーションを実施する計画である。

表 5.2 中性子鏡管ユニットの設置精度と強度比 (T1-1 ビームポート)

| 比率 | ずれなし | ずれ×1 | ずれ×2 | ずれ×3 | ずれ×4 | ずれ×5 | ずれ×10 |
|----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -x 方向 | 1.0 | 0.901 | 0.804 | 0.707 | 0.617 | 0.533 | 0.220 |
| +x 方向 | 1.0 | 0.895 | 0.791 | 0.691 | 0.599 | 0.512 | 0.199 |
| ジグザグ -+-+ - | 1.0 | 0.907 | 0.826 | 0.754 | 0.691 | 0.633 | 0.424 |
| ジグザグ +--+ + | 1.0 | 0.906 | 0.825 | 0.753 | 0.687 | 0.630 | 0.424 |

※「ずれ」は表 5.1 の「計算における誤差」を示している。

表 5.3 中性子鏡管ユニットの設置精度と強度比 (T1-1 ビームポート)

| 比率 | ずれなし | ずれ×1 | ずれ×2 | ずれ×3 | ずれ×4 | ずれ×5 | ずれ×10 |
|----------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| rot-y 方向 | 1 | 1.05505 | 1.09523 | 1.12603 | 1.11829 | 1.09130 | 0.80734 |
| rot+y 方向 | 1 | 0.94325 | 0.88295 | 0.82847 | 0.77430 | 0.72344 | 0.52373 |
| ジグザグ -+-+ - | 1 | 0.998 | 0.995 | 0.988 | 0.986 | 0.981 | 0.918 |
| ジグザグ +--+ + | 1 | 0.997 | 0.997 | 0.989 | 0.983 | 0.978 | 0.914 |

※「ずれ」は表 5.1 の「計算における誤差」を示している。

表 5.4 中性子鏡管ユニットの設置精度と強度比 (T1-1 ビームポート)

| 比率 | ずれなし | ずれ×1 | ずれ×2 | ずれ×3 | ずれ×4 | ずれ×5 | ずれ×10 |
|----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -y 方向 | 1 | 0.989 | 0.980 | 0.969 | 0.958 | 0.948 | 0.896 |
| +y 方向 | 1 | 0.989 | 0.979 | 0.958 | 0.958 | 0.948 | 0.896 |
| ジグザグ -+-+ - | 1 | 0.989 | 0.978 | 0.969 | 0.959 | 0.951 | 0.906 |
| ジグザグ +--+ + | 1 | 0.990 | 0.977 | 0.970 | 0.960 | 0.951 | 0.903 |

※「ずれ」は表 5.1 の「計算における誤差」を示している。

参考文献

- 1) 鈴木正年ら, JRR-3 中性子導管の設計と設置, JAERI-M 90-079, 1990, pp.3-16.
- 2) 原見太幹ら, JRR-3 改造炉中性子導管詳細設計 (II) 中性子導管の基本的特性と NEUGT プログラムの検証計算, JAERI-M 85-093, 1985, p.31.
- 3) 原見太幹ら, JRR-3 改造炉中性子導管詳細設計 (III) JRR-3 改造炉中性子導管性能評価のための中性子収率解析, JAERI-M 85-103, 1985, pp.14-15.
- 4) 研究炉加速器管理部, 平成 27 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 2017-027, 2018, pp.69-71.
- 5) 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.
- 6) 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, issues 1-3, Supplement, 2004, pp.E735-737.
- 7) Willendrup, P., Farhi, E. and Lefmann, K., McStas: Past, present and future, Journal of Neutron Research, vol. 17, no. 1, 2014, pp.35-43

6. 施設の廃止措置対応

Decommissioning

This is a blank page.

6.1 JRR-4の廃止措置対応

(1) 概況

JRR-4は、平成25年9月26日に策定した「原子力機構改革計画」に基づく事業合理化の一環として、平成27年12月25日に原子炉施設に係る廃止措置計画認可申請を行った。その後、平成29年2月7日に補正申請を行い、平成29年6月7日に認可された。また、原子炉施設に係る廃止措置計画認可申請書の認可に伴い、平成29年5月18日に原子炉施設保安規定の変更申請を行い、平成29年9月14日及び平成29年10月13日の補正申請後、平成29年11月29日に原子炉施設保安規定の変更が認可された。

平成29年度におけるJRR-4の廃止措置対応は、原子炉の機能停止措置、熱交換器及び2次冷却設備の水抜き作業、JRR-4未照射燃料の搬出を実施した。

1) 原子炉の機能停止措置

原子炉施設に係る廃止措置の第1段階として原子炉の機能停止措置を実施した。具体的には、ペDESTAL上部に設置された5体全ての制御棒駆動装置の撤去（電源部の回線も含む。）を行った。その後、ペDESTAL上部に金属製の蓋を取り付け、アイボルトで固定した。また、アイボルトが外せないようアイボルトにワイヤーを通してかした。

2) 熱交換器及び2次冷却設備の水抜き作業

不要な系統である熱交換器及び2次冷却設備の水抜き及び系統隔離措置を行った。

3) 未照射燃料の搬出

不要となったJRR-4の未照射燃料をJRR-4から搬出し、ホットラボへ運搬した。

This is a blank page.

7. 研究炉加速器管理部の安全管理

Safety Administration for Department of Research Reactor
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等の設置及び変更並びに工事認可に関すること、保安規定、基準、手引等の制定及び変更等に関すること、核燃料物質等の事業所外運搬に用いる輸送容器の設計開発、製作、取扱い及び保守に関すること、修理及び改造計画に関すること等について、平成 29 年度において 32 回開催され、124 項目について審査を行った。

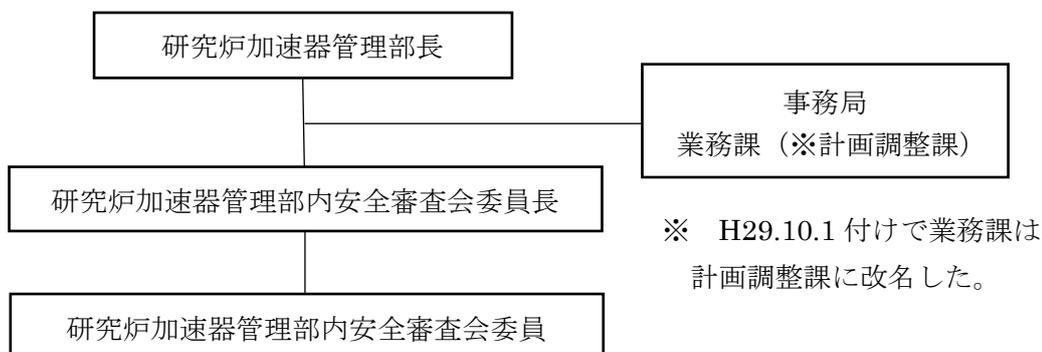
部安全衛生会議では、四半期ごとに実施する部長による部内安全衛生パトロールの結果について周知し、改善等の指示を行うとともに、各担当課長による所掌施設の安全衛生パトロールについて毎月実施した結果を部長に報告する等、部内の安全衛生管理に努めた。また、職員等に対し、保安教育訓練として消火訓練、通報訓練、総合訓練等を実施するとともに、管理区域内で実験・研究を行う利用者及び作業を実施する業者等に対し、管理区域の立入りに係る保安教育訓練を随時実施した。

7.1 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。

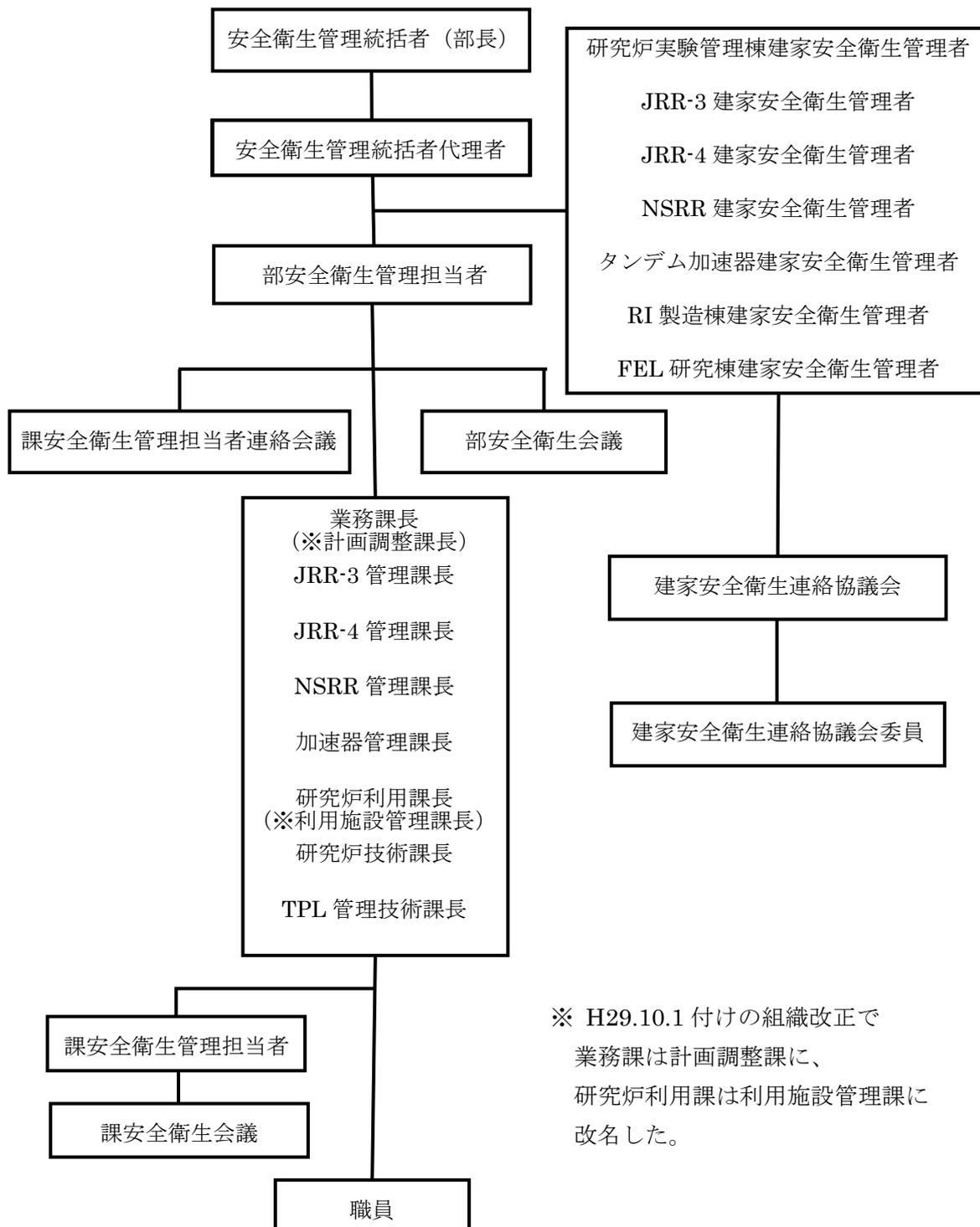
(1) 研究炉加速器管理部内安全審査会

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等の設置及び変更並びに工事認可に関すること、保安規定、基準、手引等の制定及び変更等に関すること、原子炉施設及び使用施設等の運転に伴う問題に関すること、品質保証活動に関する施設の基本的な事項に関すること、保安活動又は品質保証活動に関する重要事項に関すること、原子炉施設の定期的な評価に関すること、照射キャプセルに関すること、一時管理区域の設定又は解除に伴う作業要領に関すること、核燃料物質の事業所外運搬に用いる輸送容器の設計・開発、製作、取扱い及び保守に関すること、修理及び改造に関すること、廃止措置に関すること、その他部長が指示した事項に関することについて安全審査を行う組織である。以下に組織図を示す。



(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。



※ H29.10.1 付けの組織改正で
業務課は計画調整課に、
研究炉利用課は利用施設管理課に
改名した。

7.2 安全点検状況

(1) 研究炉加速器管理部内安全審査会

平成 29 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 29 年 4 月 21 日 (第 1 回) | 1. (報告事項) 核燃料物質の使用の変更の許可申請書 (JRR-1,JRR-3,JRR-4,NSRR,タンデム加速器,TPL,RI 製造棟) の一部補正について |
| 平成 29 年 5 月 17 日 (第 2 回) | 1. 研究炉加速器管理部業務の計画及び実施に関する要領の一部改正について 2. 研究炉加速器管理部保安活動の評価要領の一部改正について 3. (報告事項) 組織改正に伴う保安規定 (第 6 編及び第 11 編) の一部改正について (補正申請) |
| 平成 29 年 6 月 8 日 (第 3 回) | 1. NSRR 本体施設運転手引の一部改正について 1. -2 (報告事項) 放射性廃棄物の廃棄施設及びその試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備の一部変更に係る修理及び改造計画の変更について 2. JRF-90Y-950K 型核燃料輸送物設計変更承認申請について 3. JRR-3 一般高圧ガス製造施設点検要領及び JRR-3 一般高圧ガス製造施設運転要領の一部改正について |
| 平成 29 年 6 月 16 日 (第 4 回) | 1. 原子炉施設保安規定 (第 6 編) の一部改正について 2. 原子炉設置変更許可申請書 (NSRR 施設) の補正について 3. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請 (その 2) について |
| 平成 29 年 6 月 27 日 (第 5 回) | 1. 「研究炉加速器管理部防火・防災管理要領」の一部改正について 2. 「研究炉加速器管理部業務の計画及び実施に関する要領」の一部改正について 3. 各施設防護活動手引の一部改定について 4. 「研究炉加速器管理部停電時・復電時の点検実施要領」の一部改定について 5. 「NSRR 本体施設使用手引」の一部改定について 6. 「NSRR 本体施設運転手引」の一部改定について 7. 「JRR-3 本体施設運転手引」の一部改定について 8. 「JRR-3 使用施設等本体施設使用手引」の一部改定について 9. 「JRR-4 運転手引」の一部改定について 10. 「JRR-4 使用施設本体施設等使用手引」の一部改定について |
| 平成 29 年 7 月 11 日 (第 6 回) | 1. 原子炉施設保安規定 (第 6 編) の一部改正の補正について |

| 開催日 | 審査事項 |
|------------------------------|--|
| 平成 29 年 7 月 18 日 (第 7 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 原子力科学研究所原子炉施設設置変更許可申請の補正について (JRR-3 施設) 2. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書 (その 3) について |
| 平成 29 年 7 月 20 日 (第 8 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書 (その 3) について 2. 放射性廃棄物の廃棄施設、計測制御系統施設及びその他試験研究用原子炉の附属施設の設備の一部変更に係る修理・改造実施計画の変更について (NSRR) |
| 平成 29 年 7 月 25 日 (第 9 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. NSRR 本体施設運転手引の一部改定について 2. NSRR 本体施設使用手引の一部改定について 3. NSRR 施設防護活動手引の一部改定について |
| 平成 29 年 7 月 28 日 (第 10 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 原子炉設置変更許可申請書 (NSRR 施設) の第 3 回補正について |
| 平成 29 年 8 月 2 日 (第 11 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 「原子力科学研究所少量核燃料物質使用施設等保安規則」の一部改定 2. 「原子力科学研究所核燃料物質使用施設等保安規定」第 6 編、第 9 編及び第 11 編の一部改定について 3. 「研究炉加速器管理部防火・防災管理要領」の一部改定について (報告事項) |
| 平成 29 年 8 月 18 日 (第 12 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 「JRR-3 本体施設運転手引」の一部改定について |
| 平成 29 年 8 月 25 日 (第 13 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 原子力科学研究所原子炉施設保安規定 (第 2 編及び第 7 編) の一部改定について |
| 平成 29 年 8 月 30 日 (第 14 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 原子炉設置変更許可申請書 (NSRR 施設) の補正 (第 3 回) の一部修正について |
| 平成 29 年 9 月 4 日 (第 15 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書 (その 4) について 2. 「使用済燃料輸送容器管理手引」の一部改定について 3. 「未使用燃料輸送容器管理手引」の一部改定について |
| 平成 29 年 9 月 19 日 (第 16 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 原子炉施設保安規定 (第 2 編及び第 7 編) の一部改正について (修正) 2. 原子炉施設保安規定 (第 2 編及び第 6 編) の補正申請 (第 2 回) について |
| 平成 29 年 9 月 22 日 (第 17 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 核燃料物質の使用の変更の許可申請 (NSRR) について |

| 開催日 | 審査事項 |
|-------------------------------|--|
| 平成 29 年 10 月 5 日 (第 18 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. トリチウムプロセス研究棟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 2. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の許可申請書(その 1) の補正について 3. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書(その 2) の補正について 4. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書(その 3) の補正について |
| 平成 29 年 10 月 16 日 (第 19 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書(その 1) の補正について 2. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書(その 2) の補正について 3. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書(その 3) の補正について |
| 平成 29 年 10 月 27 日 (第 20 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 原子炉設置変更許可申請書 (NSRR 施設) の第 4 回補正について |
| 平成 29 年 11 月 6 日 (第 21 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 「研究炉加速器管理部業務の計画及び実施に関する要領」の一部改定について |
| 平成 29 年 11 月 13 日 (第 22 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 原子力科学研究所核燃料物質使用施設等保安規定(第 9 編 NSRR の管理) の一部改定について 2. JRR-3 使用施設等本体施設使用手引の一部改定について |
| 平成 29 年 12 月 1 日 (第 23 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書(その 1～3) の補正について 2. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書(その 5) について 報告 |
| 平成 29 年 12 月 4 日 (第 24 回) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 「研究炉加速器管理部部内安全審査会運営要領」の一部改定について 2. 「JRR-4 運転手引」の廃止について 3. 「JRR-4 管理手引」の制定について 4. 「JRR-4 利用施設運転手引」の一部改定について 5. 「JRR-4 利用施設管理手引」の制定について 6. 「JRR-4 使用施設本体施設等使用手引」の一部改定について 7. 「JRR-4 施設防護活動手引」の一部改定について 8. 「JRR-4 施設定期検査対応要領」の廃止について 9. 「研究炉加速器管理部業務の計画及び実施に関する要領」の一部改定について 10. 「研究炉加速器管理部停電時・復電時の点検実施要領」の一部改 |

| 開催日 | 審査事項 |
|-------------------------------|---|
| | 定について 11. 「研究炉加速器管理部教育・訓練管理要領」の一部改定について 12. 「研究炉加速器管理部通報連絡基準」の一部改定について |
| 平成 29 年 12 月 7 日 (第 25 回) | 1. 原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請の補正について (JRR-3 原子炉施設) |
| 平成 29 年 12 月 22 日 (第 26 回) | 1. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書 (その 4) の一部補正について 2. 「JRR-3 施設防護活動手引」の一部改定について 3. 「JRR-4 施設防護活動手引」の一部改定について 4. 「NSRR 施設防護活動手引」の一部改定について 5. 「JRR-3 使用済燃料貯蔵施設 (北地区) 防護活動手引」の一部改定について 6. 「ラジオアイソトープ製造棟防護活動手引」の一部改定について 7. 「タンデム加速器施設防護活動手引」の一部改定について 8. 「FEL 研究棟防護活動手引」の一部改定について 9. 「JRR-1 施設防護活動手引」の一部改定について 10. 「トリチウムプロセス研究棟 (TPL) 防護活動手引」の一部改定について 11. 「研究炉加速器管理部業務の計画及び実施に関する要領」の一部改定について 12. 「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」の廃止について 13. 「加速器運転に係る安全管理手引」の一部改定について |
| 平成 30 年 1 月 9 日 (第 27 回) | 1. 原子力科学研究所原子炉施設保安規定 (第 7 編) の補正申請について 2. 放射性廃棄物の廃棄施設、その他試験研究用原子炉の附属施設及び計測制御系統施設に係る修理・改造実施計画の変更について (NSRR) |
| 平成 30 年 2 月 9 日 (第 28 回) | 1. NSRR 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書 (その 5) の補正について 2. 原子力科学研究所原子炉施設保安規定 (第 7 編) の第 2 回補正申請について |
| 平成 30 年 2 月 20 日 (第 29 回) | 1. 原子力科学研究所核燃料物質使用変更認可申請について |
| 平成 30 年 3 月 12 日 (第 30 回) | 1. 「研究炉加速器管理部文書及び記録の管理要領」の一部改定について 2. 「研究炉加速器技術部文書及び記録の管理要領 (核燃料物質等の事 |

| 開催日 | 審査事項 |
|-----|--|
| | <p>業所外運搬)」の制定について</p> <p>3. 「研究炉加速器管理部業務の計画及び実施に関する要領」の一部改定について</p> <p>4. 「研究炉加速器技術部業務の計画及び実施に関する要領（核燃料物質等の事業所外運搬）」の制定について</p> <p>5. 「研究炉加速器管理部設計・開発管理要領」の一部改定について</p> <p>6. 「研究炉加速器技術部設計・開発管理要領（核燃料物質等の事業所外運搬）」の制定について</p> <p>7. 「研究炉加速器管理部監視機器及び測定機器の管理要領」の一部改定について</p> <p>8. 「研究炉加速器技術部監視機器及び測定機器の管理要領（核燃料物質等の事業所外運搬）」の制定について</p> <p>9. 「研究炉加速器管理部試験・検査の管理要領」の一部改定について</p> <p>10. 「研究炉加速器技術部試験・検査の管理要領（核燃料物質等の事業所外運搬）」の制定について</p> <p>11. 「研究炉加速器管理部通報連絡基準」の一部改定について</p> <p>12. 「研究炉加速器管理部使用前検査対応要領」の一部改定について</p> <p>13. 「研究炉加速器管理部使用施設等施設検査対応要領」の一部改定について</p> <p>14. 「JRR-3 本体施設運転手引」の一部改定について</p> <p>15. 「JRR-3 使用施設等本体施設使用手引」の一部改定について</p> <p>16. 「未使用燃料輸送容器管理手引」の一部改定について</p> <p>17. 「JRR-3 施設防護活動手引」の一部改定について</p> <p>18. 「JRR-3 施設定期検査対応要領」の一部改定について</p> <p>19. 「JRR-4 使用施設本体施設等使用手引」の一部改定について</p> <p>20. 「JRR-4 管理手引」の一部改定について</p> <p>21. 「JRR-4 施設防護活動手引」の一部改定について</p> <p>22. 「NSRR 本体施設運転手引」の一部改定について</p> <p>23. 「NSRR 本体施設使用手引」の一部改定について</p> <p>24. 「NSRR 施設防護活動手引」の一部改定について</p> <p>25. 「NSRR 施設定期検査対応要領」の一部改定について</p> <p>26. 「JRR-3 利用施設運転手引」の一部改定について</p> <p>27. 「JRR-4 利用施設運転手引」の一部改定について</p> <p>28. 「JRR-4 利用施設管理手引」の一部改定について</p> <p>29. 「医薬用外毒物劇物管理マニュアル（利用施設管理課）」の一部改定について</p> <p>30. 「JRR-1 施設防護活動手引」の一部改定について</p> |

| 開催日 | 審査事項 |
|------------------------------|---|
| | 31. 「JRR-3 一般高圧ガス製造施設点検要領」の一部改定について 32. 「使用済燃料輸送容器管理手引」の一部改定について 33. 「JRR-3 使用済燃料貯蔵施設（北地区）防護活動手引」の一部改定について 34. 「ラジオアイソトープ製造棟防護活動手引」の一部改定について 35. 「トリチウムプロセス研究施設一般高圧ガス製造施設運転要領」の一部改定について |
| 平成 30 年 3 月 13 日 （第 31 回） | 1. 原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請の第 5 回補正について（JRR-3） |
| 平成 30 年 3 月 15 日 （第 32 回） | 1. 「NSRR 地震対応手引」の廃止について 2. 「NSRR 自然現象等対応手引」の制定について |

(2) 安全衛生パトロール

平成 29 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

研究炉実験管理棟建家、JRR-3 建家、JRR-4 建家、NSRR 建家、タンデム加速器建家、RI 製造棟及び FEL 研究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。

7.3 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 29 年 9 月 11 日 | 消火訓練 | 消火器及び消火栓を用いた消火訓練を実施した。 | 176 名 |
| 平成 29 年 9 月 12 日 | | | 117 名 |

This is a blank page.

8. 国際協力

International Cooperation

This is a blank page.

8.1 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

今年度は、文部科学省原子力研究交流制度に基づく受け入れがなかった。

(2) 国際機関研修制度

今年度は、国際機関研修制度に基づく受け入れがなかった。

8.2 外国人招へい制度

今年度は、外国人研究者招へい制度に基づく招へいがなかった。

This is a blank page.

9. 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29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。

令和2年12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 | 長 | 明彦 (加速器管理課) |
| 委員 | 田口 | 祐司 (JRR-3 管理課) |
| | 山田 | 佑典 (JRR-4 管理課) |
| | 袴塚 | 駿 (NSRR 管理課) |
| | 中村 | 暢彦 (加速器管理課) |
| | 坂田 | 茉美 (利用施設管理課) |
| 事務局 | 田村 | 格良 (研究炉技術課) |
| | 山田 | 正行 (TPL 管理技術課) |
| | 牛島 | 大介 (計画調整課) |
| | 小林 | 淳子 (計画調整課) |

※ 所属は執筆又は編集担当時の所属である。

This is a blank page.

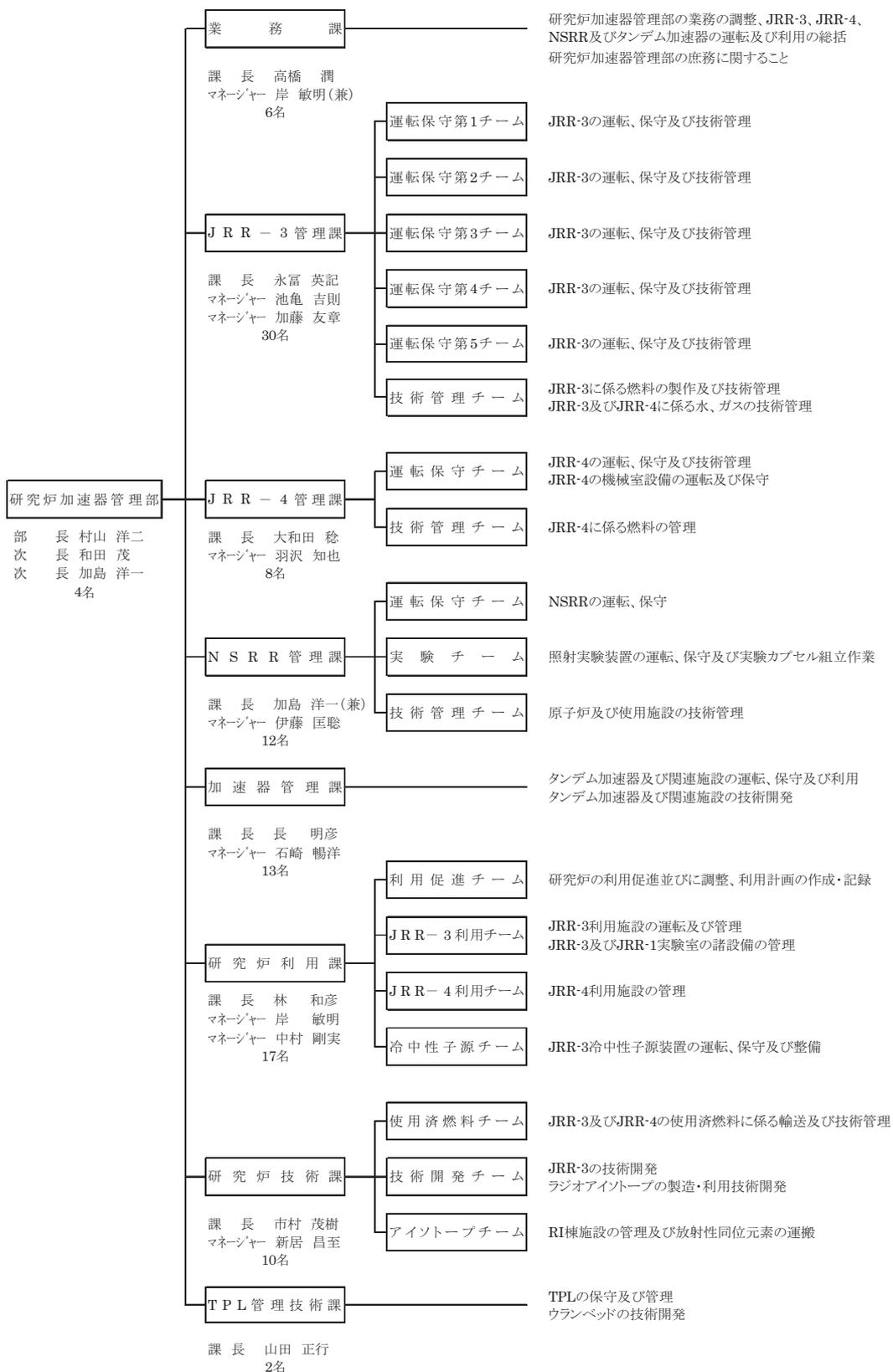
付録

Appendices

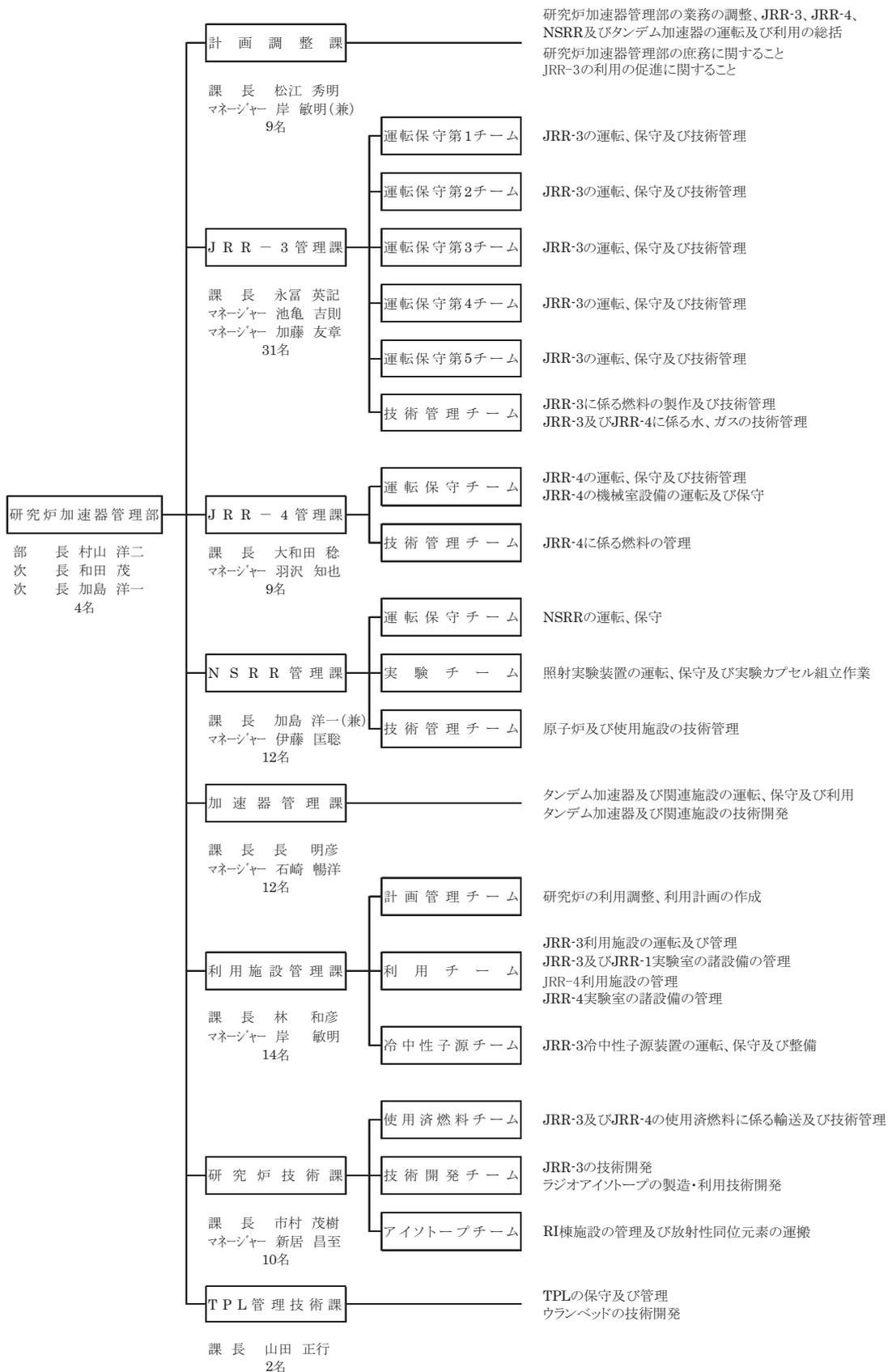
This is a blank page.

付録1 研究炉加速器管理部の組織と業務

平成29年9月30日現在



平成30年3月31日現在



付録2 JAEA-Research 等一覧

| 著者 | 標題 | レポート No. |
|------|----------------------------------|-----------------------------|
| 求、村尾 | NSRR 燃料棟燃料貯蔵庫の臨界解析－地震及び津波発生時を想定－ | JAEA-Technology 2017-007 |

付録3 口頭発表一覧

| 発表者 | 標 題 | 発表会議名 |
|--------|---|--|
| | | 発表月 |
| 乙川 | 原子力機構 東海タンデム加速器の現状 | 第 30 回タンデム加速器およびその周辺技術の研究会 (H29.7) |
| 田村 (格) | Influence of heating on neutron multilayer mirror | NOP2017(The International Conference on Neutron Optics) ポスター発表 (H29.7) |
| 株本 | 原子力機構-東海タンデム加速器の現状 | 日本加速器学会 ポスター発表 (H29.8) |
| 新居 | 次期試験研究炉の熱水力概念設計 | IGORR/IAEA 合同カンファレンス (H29.12) |
| 井坂 | JRR-3 プロセス制御計算機の更新 | 弥生研究会 (H29.3) |

付録4 外部投稿論文一覧

| 発表者 | 標題 | 発表誌名等 |
|-----|----|-------|
| — | — | — |

付録5 官庁許認可一覧

| 炉名 | 件名 | | 設置変更 | 設工認・RI | 使用前検査等 | |
|-----------------------|--|----------|-----------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 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 |
| | | | | | | 平成 26 年 4 月 22 日 26 原機（科研）003 |
| | | | | | | 平成 27 年 4 月 23 日 27 原機（科研）006 |
| | | 認可 合格 | 年月日 番号 | | | — |
| | JRR-3 原子炉施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請(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 | | |

| 炉名 | 件名 | | 設置変更 | 設工認・RI | 使用前検査等 | |
|-----------------------|------------------|-----------|-----------|--------|----------------------------|---------------------------|
| | | | | | 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 | |
| | | | | | 平成26年4月22日 26原機(科研)001 | |
| | | | | | 平成26年10月21日 26原機(科研)006 | |
| | | | | | 平成27年4月23日 27原機(科研)003 | |
| | | | | | 平成27年10月6日 27原機(科研)008 | |
| | | | | | 平成28年9月30日 28原機(科研)002 | |
| | | | | | 平成29年9月29日 29原機(科研)006 | |
| | | | | | 平成29年11月6日 29原機(科研)008 | |
| | | | | | 平成29年11月22日 29原機(科研)012 | |
| | 認可合格 | 年月日 番号 | | | — | |
| 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 |
| | | | | | | 平成25年6月18日 25原機(科研)010 |
| | | | | | | 平成26年4月22日 26原機(科研)002 |
| | | | | | | 平成26年11月6日 26原機(科研)008 |

| 炉名 | 件名 | | 設置変更 | 設工認・RI | 使用前検査等 |
|------|---|---|-----------|-----------|-----------------------------|
| | | | | | 平成27年4月23日 27原機(科研)004 |
| | | | | | 平成27年10月23日 27原機(科研)009 |
| | | | | | 平成28年10月25日 28原機(科研)003 |
| | 認可 合格 | 年月日 番号 | | | — |
| NSRR | 施設定期検査申請書(NSRR) | 申請 | 年月日 番号 | | 平成26年11月14日 26原機(科研)007 |
| | | 変更 | 年月日 番号 | | 平成27年4月23日 27原機(科研)005 |
| | | | | | 平成28年1月8日 27原機(科研)010 |
| | | | | | 平成29年1月5日 28原機(科研)004 |
| | | | | | 平成29年12月26日 29原機(科研)017 |
| | | | | | 平成30年2月22日 29原機(科研)021 |
| | | | | | 平成30年3月28日 29原機(科研)026 |
| | 認可 合格 | 年月日 番号 | | | — |
| | NSRR 原子炉施設 の変更に係る設計 及び工事の方法の 認可申請(その1) | 申請 | 年月日 番号 | | 平成29年7月4日 29原機(科研)001 |
| | | 変更 | 年月日 番号 | | 平成29年11月16日 29原機(科研)009 |
| | | | | | 平成29年12月11日 29原機(科研)014 |
| | | 認可 合格 | 年月日 番号 | | 平成30年2月20日 原規規発第1802207号 |
| | | NSRR 原子炉施設 の変更に係る設計 及び工事の方法の 認可申請(その2) | 申請 | 年月日 番号 | |
| | 変更 | | 年月日 番号 | | 平成29年11月24日 29原機(科研)010 |

| 炉名 | 件名 | | 設置変更 | 設工認・RI | 使用前検査等 | |
|----|---|----------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | 平成 29 年 12 月 11 日 29 原機 (科研) 015 | | |
| | | 認可 合格 | 年月日 番号 | | 平成 30 年 2 月 26 日 原規規発第 1802261 号 | |
| | NSRR 原子炉施設 の変更に係る設計 及び工事の方法の 認可申請 (その 3) | 申請 | 年月日 番号 | | 平成 29 年 8 月 4 日 29 原機 (科研) 004 | |
| | | 変更 | 年月日 番号 | | 平成 29 年 11 月 22 日 29 原機 (科研) 011 | |
| | | | | | 平成 29 年 12 月 11 日 29 原機 (科研) 016 | |
| | | 認可 合格 | 年月日 番号 | | 平成 30 年 2 月 15 日 原規規発第 1802151 号 | |
| | NSRR 原子炉施設 の変更に係る設計 及び工事の方法の 認可申請 (その 4) | 申請 | 年月日 番号 | | 平成 29 年 10 月 13 日 29 原機 (科研) 007 | |
| | | 変更 | 年月日 番号 | | 平成 30 年 1 月 30 日 29 原機 (科研) 018 | |
| | | 認可 合格 | 年月日 番号 | | 平成 30 年 4 月 20 日 原規規発第 1804202 号 | |
| | NSRR 原子炉施設 の変更に係る設計 及び工事の方法の 認可申請 (その 5) | 申請 | 年月日 番号 | | 平成 29 年 12 月 13 日 29 原機 (科研) 013 | |
| | | 変更 | 年月日 番号 | | 平成 30 年 3 月 8 日 29 原機 (科研) 025 | |
| | | 認可 合格 | 年月日 番号 | | — | |
| | NSRR 原子炉施設 使用前検査 (避難用照明、誘導標 識及び誘導灯並びに 仮設照明及び懐中電 灯、漏洩検知器、通信 連絡設備の設置) | 申請 | 年月日 番号 | | | 平成 30 年 3 月 9 日 29 原機 (科研) 022 |
| | | 変更 | 年月日 番号 | | | — |
| | | 認可 合格 | 年月日 番号 | | | — |
| | NSRR 原子炉施設 使用前検査 (安全保護系に係 るケーブル) | 申請 | 年月日 番号 | | | 平成 30 年 3 月 9 日 29 原機 (科研) 023 |
| | | 変更 | 年月日 番号 | | | — |
| | | 認可 合格 | 年月日 番号 | | | — |

| 炉名 | 件名 | | 設置変更 | 設工認・RI | 使用前検査等 |
|---|---|----------|-----------|--------|--------------------------------------|
| | NSRR 原子炉施設 使用前検査 (NSRR 外の通信 連絡設備の設置) | 申請 | 年月日 番号 | | 平成 30 年 3 月 9 日 29 原機 (科研) 024 |
| | | 変更 | 年月日 番号 | | — |
| | | 認可 合格 | 年月日 番号 | | — |
| J R R 3 及 び J R R 4 用 | 核燃料輸送物 (JRC-80Y-20T 型) の設計変更承認申 請 | 申請 | 年月日 番号 | | 平成 28 年 6 月 24 日 28 原機 (科研) 001 |
| | | 変更 | 年月日 番号 | | — |
| | | 認可 合格 | 年月日 番号 | | 平成 29 年 5 月 29 日 原規規発第 1705291 号 |
| | 容器承認申請 | 申請 | 年月日 番号 | | 平成 29 年 8 月 4 日 29 原機 (科研) 002 |
| | | 変更 | 年月日 番号 | | — |
| | | 許可 合格 | 年月日 番号 | | 平成 29 年 11 月 13 日 原規規発第 1711131 号 |
| | 核燃料輸送物設計 承認英文証明願 | 申請 | 年月日 番号 | | 平成 29 年 9 月 8 日 29 原機 (科研) 005 |
| | | 変更 | 年月日 番号 | | — |
| | | 認可 合格 | 年月日 番号 | | 平成 29 年 10 月 10 日 原規規発第 1710104 号 |

付録6 表彰、特許

[表彰]

・平成 29 年度理事長表彰

模範賞

「長年にわたる研究炉利用施設の安全安定運転及び利用拡大に係る取組みの模範的遂行」

受賞者 研究炉技術課 市村 茂樹

安全功労賞

「長年に亘る JRR-3 の運転保守管理及び長期安全安定運転への貢献」

受賞者 JRR-4 管理課 大和田 稔

業務品質改善賞

「研究開発活動不正行為防止へ向けた組織横断的取組」

グループ名：研究不正防止活動スタートアップチーム

受賞者 業務課 牛島 大介

受賞年月日 平成 29 年 11 月 6 日

・平成 29 年度原子力科学研究所長表彰

業務品質改善賞

「原子力科学研究所における立入制限区域の変更業務の完遂」

グループ名：立入制限区域改善グループ

受賞者 研究炉技術課 市村 茂樹

NSRR 管理課 鈴木 寿之

NSRR 管理課 伊藤 匡聡

JRR-3 管理課 諏訪 昌幸

JRR-4 管理課 羽沢 知也

JRR-4 管理課 大山 光樹

受賞年月日 平成 29 年 12 月 21 日

[特許]

な し

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 組立単位 | |
|-------------------------|--------------|--------------------|
| | 名称 | 記号 |
| 面積 | 平方メートル | m ² |
| 体積 | 立方メートル | 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 | ウェーバ | 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 |
| 光照射度 | ルーメン | lm | cd sr ^(e) | cd |
| 放射線量 | グレイ | Gy | J/kg | m ² s ⁻² |
| 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 |
| 酸素活性化 | 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 |
| 角加速度 | ニュートン毎メートル | N/m | kg s ⁻² |
| 角加減 | 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 | J/m ³ | m kg s ⁻³ A ⁻¹ |
| 電表面電荷 | 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 | 名称 | 記号 | 乗数 | 名称 | 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=60 s |
| 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/10 800) rad |
| 秒 | " | 1"=(1/60)'=(π/648 000) 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 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=0.1MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa |
| 水銀柱ミリメートル | mmHg | 1 mmHg=133.322Pa |
| オングストローム | Å | 1 Å=0.1nm=100pm=10 ⁻¹⁰ m |
| 海里 | M | 1 M=1852m |
| バイン | b | 1 b=100fm ² =(10 ¹² cm ²) 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。 |
| ベレル | B | |
| デシベル | dB | |

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

| 名称 | 記号 | SI単位で表される数値 |
|-----------------------|-----|--|
| エルグ | erg | 1 erg=10 ⁻⁷ J |
| ダイン | dyn | 1 dyn=10 ⁻⁵ N |
| ポアズ | P | 1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1Pa s |
| ストークス | St | 1 St=1cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹ |
| スチルブ | sb | 1 sb=1cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻² |
| フオト | ph | 1 ph=1cd sr cm ⁻² =10 ⁴ lx |
| ガリ | Gal | 1 Gal=1cm 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=1Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T |
| エルステッド ^(a) | Oe | 1 Oe _e =(10 ³ /4π)A m ⁻¹ |

(a) 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=1cGy=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=0.2 g=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=4.1858J (「15°C」カロリ), 4.1868J (「IT」カロリ), 4.184J (「熱化学」カロリ) |
| マイクロン | μ | 1 μ=1μm=10 ⁻⁶ m |

