



JMTR 改修の基本方針と許認可への対応

Basic Policy of JMTR Refurbishment and Regulatory Procedure

飛田 健治

Kenji TOBITA

大洗研究開発センター

照射試験炉センター

材料試験炉部

Department of JMTR

Neutron Irradiation and Testing Reactor Center

Oarai Research and Development Center

April 2012

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 研究技術情報部 研究技術情報課
〒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
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2012

JMTR 改修の基本方針と許認可への対応

日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センター
照射試験炉センター 材料試験炉部

飛田 健治

(2012年2月1日 受理)

平成19年度より開始したJMTR原子炉施設の改修工事は、平成22年度末に完了した。改修工事は、原子炉施設関連の機器、ユーティリティの更新等で約40件、その他工事として、構築物等の補修・保全で約20件、併せて約60件に及んだが、大きなトラブルも無く無事に完遂することができた。本報告は、改修する設備・機器の選定、改修仕様の決定方法等の基本的な考え方、原子力機構大洗研究開発センターの原子炉施設等安全審査委員会によるレビューや許認可対応における論点の概要についてまとめたものである。

Basic Policy of JMTR Refurbishment and Regulatory Procedure

Kenji TOBITA

Department of JMTR
Neutron Irradiation and Testing Reactor Center,
Oarai Research and Development Center,
Japan Atomic Energy Agency
Oarai-machi, Higashiibaraki -gun, Ibaraki-ken

(Received February 1, 2012)

The JMTR refurbishment started from FY2007 had been completed on the end of the FY2010. The refurbishment works carried out on about 60 items nuclear reactor systems, (about 40 of facilities and about 20 constructions) with no trouble. This report review the basic policy of JMTR refurbishment, such as a selection of facilities/equipments for the refurbishment and the determination method of specifications for repairs. The deliberation and discussion by the safety review committee of Oarai Research and Development Center in the Japan Atomic Energy Agency and nuclear regulatory procedure are included in this report.

Keywords : JMTR Refurbishment, Basic Policy of JMTR Refurbishment, Selection of Facilities/Equipments for the Refurbishment, Determination Method of Specifications for Repairs

目 次

1. はじめに	1
2. JMTR の改修	2
2.1 基本的な考え方	2
2.2 改修の仕様	2
2.3 改修の留意点	5
2.4 改修範囲	7
3. 許認可検討	14
3.1 設工認申請区分毎の確認事項	14
4. 許認可の経過	21
5. 改修工事	24
6. 改修工事後の保守計画	25
6.1 保全計画の見直し	25
6.2 長期保守管理計画の策定	26
7. まとめ	27
謝 辞	27
参考文献	28
付 録	43

Contents

1. Introduction	1
2. JMTR refurbishment	2
2.1 Basic policy	2
2.2 Specifications of refurbishment	2
2.3 Points to keep in mind	5
2.4 Area of refurbishment	7
3. Examination of approval	14
3.1 The check for every design and method application of construction	14
4. Progress of approval	21
5. Repair work	24
6. The maintenance plan after a repair work	25
6.1 Reexamination of a preservation plan	25
6.2 Formulation of a long-range maintenance administrative plan	26
7. Conclusion	27
Acknowledgements	27
References	28
Appendix	43

1. はじめに

材料試験炉（JMTR）は、昭和 43 年（1968 年）に初臨界を達成して以来、発電用原子炉、新型転換炉、高速炉、高温ガス炉、核融合炉の研究開発に係る燃料、材料の照射試験に供するとともに、原子炉材料の開発に係る基礎基盤研究、放射性同位元素の生産等に活用され、原子力の研究、開発と利用に大きく貢献してきた。

しかし、施設の経年劣化の進行、部品の調達等が困難になっていることや日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という。）発足に伴う施設の整理・合理化の中で、平成 17 年 10 月、原子力機構の中期計画において、「廃止の準備を行う施設」として位置付けられた。その後、各界から、我が国の原子力発電を担う軽水炉の長期利用の必要性、軽水炉の照射技術を支えるための照射施設の必要性等の意見が表明された。そのため、平成 17 年 11 月に原子力機構内に各界の代表から構成される JMTR 利用検討委員会を設置して、材料試験用原子炉のあり方が検討された。その結果、平成 18 年 4 月に同委員会より、「JMTR を改修し、2030 年頃まで有効利用すべき」との提言を受けた。一方、文科省においても、文部科学省科学技術審議会・研究計画・評価委員会の「原子力の研究開発に関する推進方策」において、JMTR は「必要な改修を行い、活用して行くことを検討すべきである。」との方針が出された。その後、JMTR は平成 18 年 8 月の第 165 サイクル終了をもって、一旦停止した。

平成 18 年 10 月、総合科学技術会議(CSTP)において、「JMTR の改修と再稼動を着実に実施すべし」との評価を受け、原子力機構は、JMTR を原子力の基盤技術を支える原子炉と位置付け、平成 18 年 12 月に平成 19 年度予算の財務省内示を受け、平成 23 年度再稼動を目指し、平成 19 年度から原子炉施設の一部の改修に着手することを決定した。

本報告は、JMTR 原子炉施設の改修に至る経緯について、また、改修する設備・機器の選定方法、仕様の決定方法等の基本的な考え方、大洗研究開発センターおよび行政庁への手続き等、JMTR 改修の概要についてまとめたものである。

2. JMTR の改修

2. 1 基本的な考え方

JMTR は、平成 16 年 12 月に「JMTR 原子炉施設に係る施設定期評価」において、経年変化に関する技術評価を実施した。その結果、この施設定期評価に基づき策定した長期保全計画に従い、保全活動を実施することにより、設備・機器の長期健全性が維持できることを確認した。

JMTR 原子炉施設の改修範囲、機器等を選定するにあたり上記「JMTR 原子炉施設に係る施設定期評価」の結果を踏まえるとともに、再稼働後の保守の合理化を図る観点から以下の項目を基本とした。

- (1) 製造中止等により交換部品の入手が困難になっている設備・機器
- (2) 今後、改修が予定されている設備・機器等で、改修に大幅な時間のかかるものについては、再稼働後の稼働率を向上させるため、改修期間内に先行して改修を実施する。
- (3) これまで 40 年間の長期にわたり使用してきた電動機、リレー等は、再稼働後に想定している JMTR 稼働期間である 20 年間の使用を考慮して改修する。

2. 2 改修の仕様

2. 2. 1 基本方針

JMTR 原子炉施設の改修に関して、改修仕様を決定する上での基本的な考え方は以下のとおりである。

- (1) 現行の原子炉設置変更許可申請書の範囲内で実施する。
- (2) 原子炉の安全確保のもと信頼性の向上をはかり、改修設備・機器については保守性の向上を考慮する。
- (3) 設計・製作にあたってはフェイルセーフの原則に則るとともに、確立された技術を採用する。
- (4) 機器、部品、材料の選定にあたっては、最新の規格、基準に配慮し、計測制御システム等の設計にあたっては最新の技術を導入する。

2. 2. 2 改修部位の選択

JMTR を改修した後、約 20 年間運転することを考慮した場合の改修部位の選択の妥当性について検討した。JMTR の改修計画の基本的考え方について、「JMTR 改修についての基本的考え方、平成 19 年 7 月 11 日」（以下、「改修の考え方」と略す）では、施設定期評価の結果に基づき機器の長期健全性は維持できるとしているが、改修部位を選択する際に重要と考えられる「安全確保上の判断基準」（機器の経年変化、安全機能の重要度、保守経験等）を重点とし、それに「稼働率向上の観点からの判断基準」（交換部品の調達性等）

を加味して、それぞれの設備・機器についての改修の必要性を検討した。改修部位選定に関する判断基準は以下の通りである。

(1) 安全確保の観点からの判断基準

- ・改修後約 20 年の運転を考慮し、経年変化等により改修が必要となる設備・機器
- ・高い安全機能を有する設備・機器 (PS-2、MS-1, 2)
- ・JMTR 再稼働後の健全性確認の観点から、適切な状態監視が可能な設備・機器

(2) 稼働率向上の観点からの判断基準

- ・JMTR 再稼働後 20 年の運転を考慮した場合の保守性の観点から、現状で交換部品が調達できない又は、今後想定する範囲内で部品の調達が困難になる設備・機器

2. 2. 3 現行規制への適合性

(1) 背景

JMTR は、昭和 40 年 (1965 年) 4 月に建設が開始され、昭和 43 年 (1968 年) 3 月に初臨界に達した。その後、昭和 43 年 9 月に原子炉の設置に関する書類を提出し、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律 (以下「炉規法」という。) 第 23 条第 1 項の許可 (昭和 43 年 5 月 20 日法律第 55 号) を受けたとみなされた。その後、16 回の設置変更許可が行われ、現在に至っている。JMTR の設置許可は歴史的に長く、また、この間に実施された設置変更許可は、その変更範囲が限定されたこともあり、最近の JRR-3、HTTR 等の設置許可申請書との記載内容に相違がある。同様に、炉規法第 27 条、設計及び工事の方法の認可 (以下「設工認」という。) についても原子炉施設の主要設備機器は、昭和 42 年までに認可を受けているものをはじめ、その後、設計仕様の変更、新規製作等を含めて直近のものまで、対象設備・機器も多岐にわたり、その書き振りが多種多様である。

(2) JMTR 改修に係る原子炉設置許可申請の考え方

原子炉施設の改修は、現行の原子炉設置許可の範囲内で行うものとし、改修する設備・機器の原子炉設置変更許可申請書記載の仕様は変更しないものとする。このため、改修工事に伴う主要な設備・機器の改修は、設工認による場合と原子炉設置者の自主管理 (一般的な保守管理) で行われる場合に分類される。

照射設備の整備について、ループ照射設備の設置に関しては、必要により原子炉設置変更許可申請を行う。

(3) JMTR 改修に係る設計及び工事の方法の認可申請の考え方

設工認は、原則として原子炉設置変更許可申請書別冊 1 JMTR 本文に記載された設備・機器について行う。なお、あらかじめ交換が考慮されているもの、容易に交換できる構造のもので規格化・消耗品要素 (カタログ化) の高いものについては、この限りでないものとする。設工認申請を取得した更新機器の概略工程を表-1 に、必要としない更新機器の概略工程を表-2 に示す。

その他、改修対象のうち、溶接の方法の認可を受ける原子炉設置当時の原子炉施設に

属する容器、管、弁及びポンプ（以下「機器」という。）に該当する場合は、既存機器と改修機器の取り合い、機械的強度等を十分に検討して調和を図る。また、溶接施工については、「試験研究の用に供する原子炉等の溶接の技術基準に関する規則」に則して行う。

設工認が必要か否かの判断にあたっては、「改修の考え方」において示されている判断基準に加え、認可された設備・機器おける設計仕様、工事の方法等の変更の有無を考慮して、判断基準を整理した。JMTR 原子炉施設の改修に伴う設工認申請の判断基準は以下の通りである。（添付資料－1）

1) 「設計及び工事の方法の認可」が必要な条件

- ・原子炉設置変更許可申請 別冊1 JMTR の本文五に記載された設備・機器
- ・過去に設工認を受けて製作、改造、改修等の実績のある設備機器
- ・消耗品、交換部品の範疇であり、性能仕様が同じ機器であっても、形状、重量等の設計仕様が異なり、耐震評価等に影響がある設備・機器

2) 「設計及び工事の方法の認可」が不必要な条件

- ・施設定期検査等において、規格品等であって、消耗品としてあるいは定期的な劣化のため交換等を自主管理として実施している設備機器
- ・一般汎用品であって、フランジ等で機械的に接続され、予め交換、保守作業を想定している部品

これらの判断基準に基づき、設工認を必要とする設備・機器の選択の妥当性を、検討するとともに、自主保安で部分的改修を行うとしている設備・機器に関して、既認可の内容を逸脱しないことの確認を行った。

2. 2. 4 最新知見の反映

JMTR 改修に際し、特に関連の深い最新知見として、「水冷却型試験研究用原子炉施設の安全設計審査指針」に関し、原子炉設備一部改修への反映状況には以下のとおりである。

- (1) 全面改修する計測制御系統（安全保護系）は、多重性、安全保護系と計測制御系の分離をより確実なものとし信頼性の向上を図る。
- (2) 火災防護については、不燃ケーブルの採用、電源ケーブルトレイの分離をさらに進めるとともに、高圧受配電系統における過電流保護継電器の増設等、可能な限り火災防護を設計に反映する。
- (3) 耐震性については、JMTR 改修を現行の設置変更許可の範囲内で実施することから、現行の設計震度に基づき実施する。本改修に係る設計及び工事は、耐震バックチェックとは切り離して進め、耐震バックチェックを完了した後、必要に応じた対策を実施する。

平成 18 年 9 月 19 日付で、原子力安全委員会において、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下「新耐震指針」という。）が改定された。これに伴い、平成 18 年 12 月 21 日付で、文部科学省科学技術・学術政策局からの「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改定に伴う既設試験研究用原子炉施設の耐震安全性の評価の

実施について」(18 文科科第 728 号、以下「指示文書」という。)により、試験研究用原子炉施設について「新耐震指針」に照らした耐震安全性の評価を実施し、報告するように指示を受けた。JMTR では、「指示文書」に基づき、JMTR 原子炉施設を対象に実施する耐震安全性評価を行うための実施計画書を 7 月 4 日に文部科学省に提出した。

耐震安全性評価を行う施設としては、原子炉の停止機能、冷却材の保持機能に係る設備・機器を選定した。また、これらの保持機能を有する原子炉建家(炉プール、カナルを含む)を評価対象として選定した。これらの設備・機器に該当する主循環系機器等については、改修機器の設計時に耐震評価条件(重量、設置位置など)が変わらないように配慮した。

2. 3 改修の留意点

(1) 設計・製作及び工事への配慮

JMTR 原子炉施設の改修は、現行の設置変更許可申請書の変更を伴わない範囲で実施する。原子炉の基本的な核的・熱的性能等の特性、施設の位置及び構造、安全機能に変更はない。したがって、設計・製作及び工事は、設備・機器の改修規模(全改修、部分改修等)により、認可された現行の設工認の設計仕様を原則として踏襲する。特に技術進歩の著しい計測制御系については、安全性、信頼性確保の観点から最新技術導入を図ることとし、保守性の観点から機器・部品等について汎用性に配慮する。また、部分改修する設備・機器類においては、既存設備との取合いについて考慮する。さらに、耐震設計に関しては、機器の重要度分類に応じた静的震度を考慮する。

(2) 保守性の向上

1) 部分改修する設備・機器

- ・保守経験を反映して、電子機器、リレー等は汎用性、規格品を採用することにより、調達の実確性・迅速性を図る。
- ・設備・機器のコンパクト化による作業スペースの改善、プラグインタイプリレーの活用等による作業性の向上を配慮する。

2) 全改修する設備・機器

- ・部品調達性、交換頻度、交換のし易さ等を考慮し、保守の合理化を図る。
- ・設備・機器のコンパクト化による作業性の向上を図る。

(3) 確立された技術の採用

最新技術等を導入するにあたり、確立された技術により安全確保を第一に、原子力発電所や広く産業界で実績のあるものを採用する。

(4) 最新技術の導入

1) 計測制御設備

計測制御設備は、核計装、原子炉制御盤(安全保護回路、操作卓等)、制御棒駆動装置及びプロセス計装の基本的な 4 システムから構成されており、設計仕様を定めるにあたり、信号伝達方式、入出力特性、相互マッチングを配慮する。具体的には、計測

制御設備は、従来のアナログ回路を中心としたハードウェア構成から、電子回路の集積化、シーケンサ、プロセスコンピュータ等の最新技術を導入する。これにより、情報信号のデジタル化による多量情報の集中化、一元管理の促進を図る。導入にあたっては、原子力発電所などの最新の知見、実績を踏まえ、「水冷却型試験研究用原子炉施設に関する安全設計審査指針」の安全保護系に関する指針を考慮した設計とする。

JMTR 原子炉設置変更許可申請書では、制御棒の安全動作として、ファーストスクラム、スロースクラム、制御棒挿入、セットバック、制御棒引抜停止と記載されている。改修では、外部からの影響による誤動作等の防止を図るため、安全設計審査指針を参考に原子炉停止系、工学的安全施設等の作動を直接開始させるように設計された設備である「安全保護系」の安全保護動作（ファーストスクラム、スロースクラム）と「計測制御系」の安全動作（制御棒挿入、セットバック、制御棒引抜停止）に分離した構成の設計とする。

安全保護系の安全保護動作については、信頼性・確実性の面から、実績を持つ **JRR-3** のスクラム遮断器等を参考に従来と同様のハード構成とし、計測制御系統の安全動作については、従来及び最新技術のハード機器、デジタル機器（PLC: Programmable Logic Controller）を活用したソフト制御回路を用いた設計とする。ソフトは、**JRR-3** や他産業で十分な実績と検証をされたものを使用し、十分な品質管理等を行うことにより信頼性を確保する。

(5) 廃棄物対策

JMTR 改修計画に基づき撤去される設備・機器については、①放射性廃棄物、②管理域内使用品、③一般撤去品、④産業廃棄物、⑤特別管理産業廃棄物の5項目に分類し、項目毎に、以下の考え方にに基づき管理・処分する。

- 1) 管理区域内で使用した汚染のある撤去品で、再使用又は再利用しない物は、放射性廃棄物として廃棄物管理施設に引渡す。
- 2) 管理区域内で使用した撤去品で再使用又は再利用するものは、原子炉建屋内で保管する。また、管理区域内で使用した撤去品で再使用又は再利用の計画がなく、使用履歴及び設置状況から汚染がないことが明らかであり、汚染検査の結果、管理区域内からの持ち出し基準未満のものは管理区域外に搬出する。
- 3) 管理区域外で使用した一般撤去品、産業廃棄物、特別管理産業廃棄物は、それぞれの区分に従い、業者に引き渡し、適切に処分する。

(6) 改修工事期間中の施設保全

改修工事期間中の既存設備の保守・点検、施設定期自主検査の変更点、工事工程の管理等については以下のとおりである。

- 1) 原子炉停止期間中に機能維持が必要な施設とそうでない施設の区分け、機能維持が必要な施設のうち、連続運転する必要がある施設を改修する場合の施設保全、長期停止する機器の性能維持について明確にした上で改修を行う。
- 2) 改修工事期間中の施設定期自主検査については、適切な見直しを行い、保安規定の

改定を実施する。

- 3) 改修工事に当たって特別な措置を伴う作業を実施する場合は、労働安全衛生法等の関連規則を遵守する。
- 4) 複数の工事・試験検査が並行して行われる場合の工程調整を含め、工事の進捗状況に応じた個々の工程管理は原子炉更新課内で調整を行い、JMTR 改修工事全体の工程管理については、材料試験炉部が調整を行う。

(7) 使用前検査に係る事項

改修する設備・機器に関して、国が実施する使用前検査の前に機構が自主的に行う検査については以下のとおりである。

- 1) 改修設備・機器を部分改修、全改修及び他の系統（性能確認上）と関連がある改修に区分けする。
- 2) 部分改修する場合、系統毎に所定の性能を満足することを個々の検査で確認する。
また、系統が運転できる段階で、要求される性能を満足することを確認する。
- 3) 全改修する設備・機器については、系統毎に所定の性能を満足することを確認する。
- 4) 他の系統と関連のある設備・機器を改修する場合は、当該設備・機器と関連する設備・機器を含めて、総合的な作動確認検査を行う。
- 5) 改修設備・機器の性能検査が改修工事最終年度の施設定期検査と同時に実施される等、種々のケースが考えられるが、その場合は規制当局と十分に調整を図る。

2. 4 改修範囲

添付資料—2に「JMTR 原子炉施設 更新機器の選定」の結果を示す。

(1) 全改修する設備・機器

2.1 基本的な考え方の(1)に該当するものは、全て改修する。

具体的には、計測制御系統設備の核計装と安全保護回路及びプロセス計装がある。

核計装は、起動系、対数出力系、線形出力系等から構成されている。これらはユニットタイプで、各々3チャンネルあり、各チャンネルは単独で取外しが可能な構造となっている。改修前の各ユニットは特注品であり、予備品の調達が困難になっていることから、全面改修する。核計装の改修範囲を図-1に示す。

安全保護回路は、シーケンス回路、電源、継電器、入出力回路等から構成されており、消耗部品等は適宜交換を行ってきたが、シーケンス回路の電子部品については予備品の調達が不可能となっていることから、全面改修する。安全保護回路の原子炉制御盤の改修範囲を図-2に示す。

プロセス計装は、プロセス計装とプラント機器の制御機能を有している。プロセス計装の構成機器の予備品の調達が困難になっていることから全面改修する。プロセス計装の改修範囲を図-3に示す。

(2) 部分的に改修する設備・機器

部分的に改修する設備・機器は、これまでの運転保守履歴、設備・機器の重要度分類

(JMTR - QAM - 02、平成 18 年 11 月 1 日施行)等を勘案し、再稼動後 20 年間使用することを考慮して選定した。

部分改修する設備・機器の概要を以下に示す。

1) 原子炉冷却系統

原子炉冷却系統は、炉心をはじめとする各部で発生する熱を除去し、原子炉の運転と照射設備の実験に必要な冷却水に関する各種の操作を担う設備であり、次の各系統から構成される。

- ①一次冷却設備（主循環系統及び精製系統）
- ②二次冷却設備
- ③非常用冷却設備
- ④UCL 冷却設備
- ⑤プールカナル循環設備

a) 一次冷却設備の主循環系統

主循環系統の改修範囲を図－4に示す。

主循環系統の主な改修箇所は、主循環ポンプの電動機 2 台、主循環ポンプ出入口弁の電動機 8 台、緊急ポンプ電動機 2 台、緊急ポンプ出入口弁の電動機 4 台、熱交換器出入口弁の電動機 6 台、フラッシング弁及び連通弁 3 台の駆動部である。主循環ポンプ、緊急ポンプについては、保全計画に沿い、5 年及び 10 年毎に分解点検を行い、構成部品の健全性を確認している。しかし、原子炉設置（昭和 43 年）以来使用している電動機については、再稼動後 20 年の使用を考慮して改修する。フラッシング弁、連通弁については、製作メーカーが撤退し、駆動部の電磁石が供給できない状況であるため、再稼動後 20 年の使用を考慮して、新規メーカーの電磁石に改修する。

b) 一次冷却設備の精製系統

精製系統の改修範囲を図－5に示す。

精製系統の主な改修箇所は、充填ポンプ（電動機を含む）2 台、移送ポンプ（電動機を含む）2 台である。充填ポンプ、移送ポンプは、保守管理の中で、メカニカルシール等の交換頻度が高くなり、振動値も上昇傾向にあるが、当面の運転に支障はない。しかし、改修する場合には、大幅な時間を要するため、この改修期間に改修する。

c) 二次冷却設備

二次冷却設備の改修範囲を図－6に示す。

二次冷却設備の主な改修範囲は、循環ポンプ（電動機を含む）4 台、補助ポンプ（電動機を含む）2 台、冷却塔ファンの電動機及び減速機各 4 台、絞り弁 1 台である。これらの設備・機器は、設置以来使用しているため、再稼動後 20 年の使用を考慮して改修する。なお、主配管については、健全性調査の結果、管自体の劣化（減肉）は認められなかったために主配管内部の再ライニングによる補修にとどめた。

d) UCL冷却設備

UCL冷却設備の改修範囲を図-7に示す。

UCL冷却設備の主な改修範囲は、循環ポンプ（電動機を含む）3台、揚水ポンプ（電動機を含む）3台、冷却塔ファンの電動機及び減速機各1台、揚水ポンプ出口弁3台及び高架水槽の塗装である。これらの設備・機器は、設置以来使用しているため、再稼動後20年の使用を考慮して改修する。

e) プールカナル循環設備

プールカナル循環設備の改修範囲を図-8に示す。

プールカナル循環設備の主な改修範囲は、熱交換器二次側配管である。熱交換器二次側配管は、炭素鋼管製で、防食剤なしのろ過水を使用しているため、再稼動後20年の使用を考慮して改修する。

2) 電源設備

JMTRの電源設備は、商用系電源と自家発系電源の2系統を有しており、原子炉運転中は独立二系統として両電源独立で給電している。原子炉停止中は、通常、自家発系からの給電を停止するため連絡用遮断器を投入して自家発系ラインに商用系電源が送電できる設備である。2系統電源の電源電圧は6kVで、負荷側の使用電圧に対応するために14基の変圧器及び高圧遮断器を有している。また、3kVラインには商用系7台、自家発系4台の遮断器が設けられており、3kV駆動の電動機（主循環ポンプなど25台）起動用高圧コンダクタが設けられている。

電源設備の主な改修範囲は、高圧受配電盤13面、低圧配電盤15面、3kV以上の遮断器10台（高圧コンダクタ4組を含む）、変圧器12基、高圧ケーブル、非常用電源設備のうち蓄電池及び整流装置である。電源設備の改修範囲の概要を図-9に示す。

遮断器10台及び高圧コンダクタ4組は、磁気又はガス封入型から真空型に、変圧器12基は省エネ型に更新する。それぞれの高圧盤には過電流継電器、地絡継電器等の保護継電器が設けられており、系統毎の影響が波及しないようになっているが、設置以来の保護継電器は全て可動型であり、静止型の継電器に更新する。また、平成18年度の絶縁診断検査で当面の使用には問題ないが、一部に劣化傾向が出ている高圧ケーブル及び約20年使用している非常用電源設備のうち、蓄電池と整流装置は、再稼動後20年の使用を考慮して改修する。

3) 炉室給排気系統設備

炉室給排気系統は、設置許可及び保安規定に定められている原子炉建家の負圧維持機能を担保している系統である。本設備等の大部分が設置以来使用しているもので、今後ともその機能を維持する必要がある。このため、劣化が進行しているバタフライ弁、ダクト、給気、排気ファン電動機、制御回路等について、再稼動後20年の使用を考慮して改修する。炉室給排気系統の改修範囲を図-10に示す。

(3) 改修せず継続使用する設備・機器

再稼動後も継続使用する設備・機器は、原子炉建家、原子炉圧力容器、炉プールライニング、炉内構造物の格子板及び主循環系統の配管等で、これらの設備・機器は、施設定期評価（初回）報告書（JMTR 原子炉施設）（平成 16 年 12 月）の中で経年変化事象の抽出と技術評価を行い、今後も長期にわたり、安全性を確保できることを確認しているために改修はせず、今後も継続使用する。

技術評価の結果は、以下の通りである。

1) 原子炉建家（排気筒を含む）

原子炉建家は、1983 年（昭和 58 年）に健全性調査を実施し、コンクリート強度、中性化深さ、外観、ひび割れ、鉄筋の状況について調査を行った。その結果、コンクリートは十分な強度を有し、中性化深さも小さく、今後の継続使用に対して問題のないことを確認した。調査の中で、局部的なひび割れがいくつか発見されたが、それらについては補修を実施した。コンクリートの中性化は、鉄筋腐食、すなわち、鉄筋コンクリート強度に関する最も重要な経年変化要素である。中性化を抑制するためには、外表面を塗装することが効果的であるため、2003 年（平成 15 年）に原子炉建家の外表面再塗装工事を行っている。さらに 2009 年（平成 21 年）、JMTR の本格的な改修工事に先立ち、原子炉建家の健全性調査¹⁾を実施し、良好な結果を得ている。

2) 原子炉圧力容器

原子炉圧力容器は、直径約 3m、高さ約 9.5m の円筒型容器であり、上蓋、胴部、下蓋、中性子検出器案内管及び燃料・反射体取出用のシュートから構成される。上蓋には照射装置の炉内管やキャプセル等のノズルを多数設けている。使用温度は 50°C 以下と低く、材料は低炭素ステンレス鋼（SUS304L）であり、周方向、軸方向の溶接で組み立てられている。溶接部は、残留応力を軽減するための応力除去焼鈍が施されている。

圧力容器位置での高速中性子束は、最大でも $10^{11}\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 程度である。

再稼動後も継続して使用する観点から、材料の腐食、圧力・温度サイクルによる疲労、中性子照射脆化について検討を行った。²⁾

腐食については、使用材料が耐食性を考慮したステンレス鋼であり、使用温度も低いことから進展性の腐食は発生しないと云える。また、低炭素のステンレス鋼（SUS304L）であるため、応力腐食割れの発生も起らないと云える。

圧力・温度サイクルによる疲労については、昭和 55 年に ASME Section III NB - 3222.4 に基づいて、原子炉の起動・停止による圧力サイクル、温度サイクル、原子炉運転中の圧力変化・温度変化及び地震時の応力変化を考慮した応力解析を行い、当該機器が疲労解析を要しないコンポーネントに該当することを確認している。

JMTR 第 165 サイクル終了時（平成 18 年 8 月）までの累積高速中性子照射量は $3 \times 10^{19}\text{m}^{-2}$ であり、今後 20 年間の運転（6 サイクル/年）を想定しても、高速中性子照射量は 10^{20}m^{-2} 程度である。この程度の照射量では、当該材料の機械的性質の低下及びスエリングによる影響のないことを確認している。

以上の結果から、今後も継続して使用することに対して問題のないことを確認した。

なお、圧力容器内面については、改修工事期間中に水中カメラを用いて、有害な錆び、傷等がないことを確認している。今後も施設定期検査等で、定期的に漏えい検査、外観検査を実施して健全性の確認を行う。

3) 炉プールライニング

原子炉プールは、直径 6m、深さ 12m のコンクリート製で、ステンレス鋼製のライニング（厚さ 4.5mm）が施されている。また、原子炉プール最下部には原子炉プール水の漏えいを防止し、原子炉圧力容器内の圧力及び温度変化による圧力容器自体の伸縮を吸収するためのステンレス鋼製のダイヤフラムシール（外径 2.6m、内径 2m、厚さ 1.5m × 2重）が設置されている。

今後の継続的な使用の観点から、材料の腐食、圧力・温度サイクルによる疲労について検討した。腐食については、使用材料が耐食性を考慮したステンレス鋼であり、使用温度も低いことから進展性の腐食の発生はないと云える。圧力・温度サイクルによる疲労については、原子炉の運転・停止による原子炉圧力容器の伸び縮みに対応して変位を生じることから、JMTR の設計当初にはダイヤフラムシール部のモックアップによる疲労試験が行われ、原子炉の運転・停止による変位約 1.5mm に対して 30 万回の繰返しに耐えることを確認した。また、ASME Section III の設計疲労曲線をもとに、設計上定めた繰返し回数（4000 回）に対する許容ピーク応力強さと発生応力の比較においては、約 5 倍の安全度を持っていることを確認した。²⁾

平成 8 年度及び平成 9 年度に、原子炉プール底に堆積している堆積物の清掃及び水中カメラを用いたライニング点検を行った。その結果、炉プール壁面と底面の母材及び溶接ビード部の一部に錆びを認めたが、ブラッシングツールで錆びを除去し、目視により、錆の進展と減肉について問題のないことを確認した。平成 11 年には、水中テレビカメラを応用した点検装置を整備し、可能な範囲の点検を行った結果、錆び及び有害な傷等のないことを確認した。

以上の結果から、今後も継続的に使用することに対して問題のないことを確認した。

なお、ダイヤフラムシールについては、改修工事期間中に水中カメラを用いて、有害な錆び、傷等がないことを確認している。³⁾ 今後も、これまで実施してきた方法により、原子炉プール水の漏えい監視を継続することにより、健全性を確認していく。

4) 炉内構造物の格子板

格子板は、直径約 1.7m、厚さ 220mm の円盤状の SUS304 ステンレス鋼製である。アルミニウム枠等の恒久的構造物によって占有されている部分を除いて 77.2mm 間隔で直径 67mm の炉心要素挿入孔が多数開けられている。今後の継続的な使用の観点から材料の腐食、疲労、中性子照射脆化について検討した。²⁾

腐食については、使用材料が耐食性を有したステンレス鋼であり、使用温度も低いことから進展性の腐食は起らないと云える。

疲労の観点では、昭和 55 年に水流力及び熱による応力が同時に作用するものとして、ASME Section III の設計疲労曲線をもとに、設計上定めた繰返し回数（4000 回）に対する許容ピーク応力強さと発生応力を比較した結果、約 2 倍の安全度を持っていることを

確認した。原子炉を一旦停止した平成 18 年 8 月までの繰返し数については、350 回程度であり、また、再稼動後 20 年間に想定される繰返し回数を加えても 590 回程度と予想されるため、設計上定めた繰返し回数 4000 回を超えることはない。

中性子照射脆化については、格子板は炉心下部に位置しているため、高速中性子束は原子炉圧力容器に比べて高く、約 $3 \times 10^{17} \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ である。JMTR 第 165 サイクル終了時（平成 18 年 8 月）の累積高速中性子照射量は約 $9 \times 10^{25} \text{m}^{-2}$ である。今後 20 年間 6 サイクル／年の運転を想定した累積高速中性子照射量は約 $1.6 \times 10^{26} \text{m}^{-2}$ 程度であり、JMTR で $2.6 \times 10^{26} \text{m}^{-2}$ まで照射した SUS304 材照射後試験の結果（照射後試験は、平成 15 年から平成 16 年にかけて実施）から、構造材としては問題のないことを確認した。

一方で、格子板は、燃料要素や反射体要素を支持するため、中性子照射による材料のスエリングによる変形を考慮しなければならない。JMTR では、炉心要素の構成に問題となるスエリングの程度を 0.5% とし、これを格子板の耐用限界の目安としている。一般に、オーステナイト系ステンレス鋼で 0.5% スエリングに至る中性子照射量は、約 $1.6 \times 10^{26} \text{m}^{-2}$ ($E > 1 \text{MeV}$) 程度とされており、再稼動後 20 年間の使用に対しては問題のないことを確認した。

なお、格子板については、定期的な Be 枠交換（過去 6 回）時に普段検査できない格子板の領域、下部について外観検査を行い、異常のないことを確認している。今回の Be 枠改修工事時にも外観検査を行なった。

以上の結果から、今後の継続的な使用に対して、問題のないことを確認した。

5) 主循環系統配管

主循環系統の配管は、全て SUS304 ステンレス鋼製であり、主要部の管径は 250A（外径 267.4mm、肉厚 4mm）～900A（外径 914.4mm、肉厚 13mm）である。

今後の継続的な使用の観点から、腐食及び疲労について検討した。

腐食については、腐食については、使用材料が耐食性を有したステンレス鋼であり、使用温度も低いことから進展性の腐食は起らないと云える。溶接後の残留応力除去が行われていないことから、応力腐食割れの可能性について検討する必要があるが、JMTR 原子炉施設の主循環系統配管・容器等の使用環境は、溶存酸素濃度が約 13ppm と高いものの、使用温度は約 60℃であり、粒界応力割れの下限限界温度である 150℃に比べて十分に低い。したがって、応力腐食割れの可能性は極めて低いと云える。

疲労については、原子炉圧力容器の場合と同様に、昭和 55 年に ASME Section III NB - 3222.4 に基づいて、起動・停止による圧力サイクル・温度サイクル、運転中の圧力変動・温度変動及び地震時の変動応力を考慮した応力解析が行われており、その結果、当該機器は、疲労解析を要しないコンポーネントであることが確認されている。また、ASME Section III で規定されている最大仮想欠陥の考え方を参考にして、平成 2 年に応力サイクルによる疲労き裂の進展について解析した結果、今後、160 年の使用に耐えることが確認されている。

なお、JMTR の主循環（一次）系配管は、平成 2 年度に低濃縮ウラン燃料に移行するための前準備として、原子力研究委員会、同 JMN 小委員会、日本溶接協会により、JMTR 一次系配管の非破壊検査について、「軽水型原子力発電所用機器の共用期間中検査」

(JEAG4205) 及び「軽水型原子力発電所用機器の共用期間中検査における超音波探傷試験指針」(JEAG4207) を参照して作成した「非破壊検査の方法」を確認し、さらにその方法に基づいて得られた検査結果を検討し、一次系配管の健全性について評価を行った。その結果、以下の評価結果を得ている。

- ① 検査方法は、超音波探傷試験の検査要領を検討し、その妥当性を確認した。
- ② 検査結果は、配管溶接部には異常なエコーが検出されておらず、欠陥は発生していない。また、配管母材部の内部に最大 17 mm のラミネーション^{注1)} が検出されたが、材料検査の規定に定める許容値より十分小さい。

以上のことから、一次系配管の健全性は十分保たれていると判断する。

注1) 鋼材の不純物により溶接熱で割れが入ること。

3. 許認可検討

JMTR の改修に着手するに先立って、平成 20 年 3 月に文科省・原子力規制室に対して、JMTR 原子炉施設の「設置変更許可申請書本文及び添付書類の記載事項」（以下「設置変更許可申請書」という。）が現行の安全設計審査指針等への適合していることについて説明した。⁴⁾ また、JMTR の改修における更新対象機器について、設置変更許可が不要であることの確認をするとともに、同時並行して設計及び工事の方法の認可申請（以下「設工認」という。）に該当するか否かの確認をした。以下に確認事項の一部を紹介する。

JMTR の改修の概要・JMTR 改修における設工認申請の考え方・許認可の概略工程について以下を確認した。

- (1) 改修する全ての機器について、設置変更許可申請書の範囲内であることを確認し、設工認に該当するか否かを判断する
- (2) 改修工事の契約優先順位を考慮して、設工認に該当する機器か否かを判断する。
- (3) 照射設備の整備については、整備計画が確定した時点で、原子炉の改修とは別に検討を行う。

3. 1 設工認申請区分毎の確認事項

3. 1. 1 機器の部品交換の考え方について

JMTR の改修にあたっては、安全確保と長期に安全運転を続けるための観点から、継続使用する機器と改修する機器について判断基準を策定し、これに基づき選択した。さらに、改修する機器については、大洗研究開発センター原子炉等安全審査委員会において、設工認に該当するか否かについて、判断基準を審議・決定した。

以下にその判断基準を示す。

(1) 設工認が必要な条件

- ・設置許可変更申請書 本文五に記載された設備・機器であること。
- ・過去に設工認の認可をうけて改造、改修等の実績のある設備・機器であること。
- ・今回の改修において、設計仕様、工事の方法等に変更が伴うもの。

(2) 設工認が不要な条件

- ・施設定期検査等において、カタログ品等であって、消耗品として交換しているもの、定期的な劣化のため、交換等を自主管理として実施しているもの。
(適用例)：弁の駆動機構、開閉器、リレー、信号・動力ケーブル、記録計、指示計、伝送器等
- ・一般汎用品であって、フランジ等で機械的に接続され、予め交換、保守作業を想定している部品など。(設備・機器の部分改修の場合であり、施設定期検査期間中において、簡易な作業で交換される部品。)

(適用例)：電動機、弁、計装用配管（第1仕切弁以降）等

3. 1. 2 【(その1) 電源設備、気体廃棄設備、UCL 系統等】

(1) 原子炉の附属設備 電源設備、蓄電池について

- ・改修する機器の詳細仕様他（既設機器仕様、改修機器仕様）を説明。規格品の交換であり、系統への影響も及ぼさないことから設工認対象外とした。
- ・蓄電池や電源盤改修の耐震設計の影響について、設置許可書記載の耐震設計の記載内容に影響のないことを確認した。

(2) 気体廃棄物の廃棄施設 排気設備について

- ・非常排気設備について設工認対象としているが、設置許可書、添付書類八に、通常排気設備、照射実験用排気設備、非常用排気設備毎には記載がないが、気体廃棄物の廃棄施設についての記載があり、定常放出時排気風量（総排気量）と非常放出時排気風量（事故時の非常用排風機の排気風量）の記載があることから、使用前検査では総排気量についての能力を確認することとした。
- ・対象としたダクトの更新は、通常排気設備と非常用排気設備とが共用なので、設工認の対象となる。

(3) UCL 系統について

- ・ポンプと電動機を合わせて改修を予定しているが、ポンプは設置許可に記載があるが、電動機についての記載はないため、循環、揚水ポンプを電動機込みという表現にし、設工認対象とした。

(4) 使用前検査終了後の設備機器の使用について

- ・JMTR 原子炉施設の改修において、【その1】で設工認を予定している設備のうち、個々の使用前検査後、全体の使用前検査が終了する前に動かさなくてはならない設備にはUCL 系統設備の揚水ポンプ、循環ポンプ、液体廃棄物の廃棄設備のタンクヤード排水ポンプ、換気設備があり、その用途を説明して、個々の使用前検査終了後の使用が可能であることを確認した。

(5) 改修する機器の系統への影響について

- ・改修する機器が系統の性能に影響を及ぼすかについて、改修する機器は、基本的に同一性能、同一工事方法で行うので、全て影響はない。一例として、電動機の改修を予定しているポンプ、排風機への影響については、以下のとおりである。

1) ポンプの選定について

ポンプは、設備の使用目的に応じた揚程、吐出量、使用流体を考慮してポンプ形式を決め、そのポンプ型式の規格から選定する。規格には、全揚程、吐出量、吸込口径、電動機出力に沿った性能図表または選定図表があり、全揚程、吐出量が決まれば電動機の種類も決まる。排風機についても同様な考え方になっている。

2) 汎用ポンプの試験方法について

渦巻きポンプ、遠心ポンプなどの汎用ポンプは、前項に述べた方法で受注者が選定し、メーカーのポンプ代表性能曲線（QH 曲線：どの位の高さ位置（揚程）に、どの位の量（吐出量）を送ることが出来るか、そのときにどれくらいの動力（軸動力）が必要か、効率はどうか等を表す特性曲線）を確認する。この特性曲線（QH 曲線）は、ポンプが設備に設置されても電動機の出力、回転数などが同じであれば変わることはない。排風機についても同様な考え方になっている。

3) 供用中ポンプの管理について

重要なポンプは保守管理の一環として、運転期間毎または運転時間毎にポンプの芯出し（同軸度、平行度を規定値内に調整すること。）を実施する。この場合、ポンプ側は、配管等で拘束されているため、電動機の据付ボルトを緩めて、前後、左右、上下の 3 次元に動かして調整する。また、ポンプの分解点検等で羽根車を抜き出す場合は、電動機と干渉しないように電動機を台盤から撤去することもあり、電動機は保守管理上、取付け、取外しが可能な機器として扱われる。分解点検整備後、芯出しの終了したポンプ・電動機は、軸受け温度が一定になるまで連続運転し、電流値、振動、軸受温度が判定基準内にあり、異音、異臭のないことを確認する。排風機も同様の考え方になっている。

4) 耐震設計上のポンプと電動機の関係

耐震設計上電動機については、機構的に単純であることから、電動機単体としては十分に剛であり、一つの剛体として取り扱うことの妥当性が確認されている。

（原子力発電所耐震設計技術指針より）

横置きポンプの場合、電動機とポンプ間の軸方向にかかる力は、撓み継手等により吸収される構造になっている。したがって、耐震設計上は、ポンプと電動機は切り離して考えることができる。電動機の取り付け位置または電動機の重量が変わった場合等、評価条件が変わった場合は、電動機取り付けボルトの再評価を行った上で、取り付ける。

3. 1. 3 【(その 2) ベリリウム枠及びガンマ線遮へい板、ボイラー設備等】

(1) ベリリウム枠及びガンマ線遮へい板

- ・ベリリウム枠及びガンマ線遮へい板の更新は、設工認対象である。

(2) ボイラー設備及び純水製造設備

- ・ボイラー設備及び純水製造設備は、設工認の対象外である。

3. 1. 4 【(その 3) 核計装、原子炉冷却系統、液体廃棄物の廃棄設備等】

(1) 核計装

- ・核計装は検出器を除いて全更新であり、設工認対象である。検出器は既設品を使用するため、設工認に該当しないが、機能上の確認として、検出器接続ケーブルの接続状態は使用前検査で確認する。

(2) 原子炉冷却系統

- ・原子炉冷却系統設備のうち、一次系冷却系の主循環系のベント弁、ドレン弁の更新は、圧力バウンダリの第1止め弁に該当するため、設工認対象である。
- ・主要電動駆動弁駆動部は、圧力バウンダリとは弁体で隔離され、グラウンド部はパッキン等で軸封されているので漏れはないため、設工認対象外である。電動弁・電磁弁は規格品であり、部分交換なので影響はない。
- ・主循環ポンプの耐震性評価としては、基礎ボルト、取り付けボルトの応力評価を行う。原子力発電所耐震設計技術指針より、主循環ポンプは横置き型であり、基礎板（台板）が電動機と共通であるため、基礎ボルトの評価は、ポンプ重量、電動機の重量及び台板の重量を合算して評価する。ポンプ、電動機の実取り付けボルトについては、ポンプ、電動機それぞれ単独で評価する。取り付けボルトの応力評価時の地震力については、ポンプ、電動機共、水平0.6G、垂直0.3Gとする。
主循環ポンプ用電動機の改修に当たっては、ポンプの性能を担保するために既設電動機と同一寸法、同一重量の電動機を製作する。したがって、主循環ポンプ用電動機の改修は、主循環ポンプの耐震性に影響を与えない。
- ・一次冷却系のうち、精製系の弁の更新について、精製系は重要度分類上、安全機能がない。弁は、フランジタイプで交換を対象としたもので、設工認対象外である。
- ・二次冷却系の弁はフランジタイプの汎用品であること、動力電源盤も汎用の電気部品の交換なので設工認対象外である。電動弁である二次系冷却塔入口弁は、全開で使用しているため、配管と同じと考える。絞り弁についても一定開度で使用しており、二次冷却系の性能に影響を与えることはない。
- ・プールカナル循環系熱交換器二次側配管の改修において、改修対象となる配管は、原子炉施設の安全設備には該当しない。また、改修の範囲が同一仕様の熱交換器二次側配管の交換に限定されること、熱交換器は改修しないことから、プールカナル循環系の徐熱能力に影響を与えることはなく、原子炉施設の安全性へ影響を及ぼすものではない。従って、今回改修する熱交換器二次側の配管については、設工認を要しない。
- ・液体廃棄物の廃棄設備である第4排水系の主配管の改修は、配管材質を普通鋼からステンレス鋼に変更する。

3. 1. 5 【(その4) 非常用冷却設備、安全保護回路、プロセス計装、安全保護系盤、地震計、制御棒駆動機構等】

(1) 非常用冷却設備について

- ・非常用冷却設備の電磁弁（炉プール連通弁）の改修について、改修する駆動部の電磁石は、ロックを解除するためのものであり、弁駆動部のうち、開弁時にのみ使用する一部品（製作メーカーに確認）の交換であり、弁の取替に該当しないこと及びその交換作業が他の設備・機器に影響を与えるものではないことから設工認を要しない。

(2) 安全保護回路について

- ・安全保護回路については、「水冷却型試験研究用原子炉施設の安全設計審査指針」を参考に、スクラム（原子炉停止系）とそれ以外の安全動作に分けて回路設計を行う。

・プロセス制御計算機システムの信頼性については以下のとおりである。

1) システムの機能

JMTR の計測制御系統施設の改修にあたり、プロセス計装の設備として、プロセス制御計算機システムの導入を計画している。計算機制御で先行している JRR - 3、HTTR 原子炉施設では、プロセス計装、プロセス機器等の状態監視、制御等の計測制御系としての機能を計算機システムで実行している。また、プロセス計装等からの原子炉緊急停止（スクラム）信号を出力する系統は、安全保護系として設置している。安全保護系から当該計算機システムに入力する信号は、信号絶縁により安全保護系とは分離した回路構成としている。従って、当該計算機システムの故障発生時においても原子炉施設の安全保護機能に影響を及ぼすことのない設計となっている。

JMTR 原子炉施設において、改修にあたり導入を計画している計算機システムは、JRR - 3、HTTR 原子炉施設と同様に、JMTR 原子炉冷却系統施設の状態監視、制御等の計測制御系に係る機能を実現することとする。また、プロセス計装等の原子炉緊急停止（スクラム）信号については、安全保護系として扱い、原子炉緊急停止（スクラム）信号以外の計測系とは信号絶縁により分離した統回路構成とする。従って、計算機システムの故障発生時においても原子炉施設の安全保護機能に影響を及ぼさない「JMTR プロセス制御計算機システム」が可能である。

2) システムの信頼性

プロセス計算機システムの信頼性は、内蔵されたマイクロプロセッサ（CPU）、通信等の自己診断機能による異常の早期検出およびマイクロプロセッサ、メモリ、電源、通信の各モジュールを 2 重化したシステム構成とすることにより確保する。システムを 2 重化により主系と待機系に区分し、故障時には、自動的に待機側に切り替わる設計とする。従って、継続的な監視制御のシステムにより、システムを停止することなく正常モジュールとの交換により復帰が行える。また、2 重化機能の喪失時は、現状維持の信号出力、制御を基本とする設計を行う。

3) ソフトの信頼性

a) 他産業、JRR - 3 等にて実績を有している以下のソフトを使用することにより、信頼性を確保する。

- ・操作監視、実時間制御に適したオペレーティング・システム（OS）を用いる。
- ・操作監視に関する機能が組み込まれている専用のソフトウェアにより、プロセス計装、機器の状態をグラフィック表示し操作監視を行う。
- ・制御に関する機能が組み込まれている機能ブロック構成の専用のソフトウェアにより、シーケンス制御、ON - OFF 制御、PID 制御、プロセス入出力制御、通信制御等を行う。

b) 製作の各段階において、設計製作に係る計算書、試験検査要領書等に基づいた性能、機能について、実動作を模擬した試験検査の実施、PDCA 活動の実施、第 3 者による確認等の検証を行うことにより、ソフトの信頼性を確保する。

- c) 「ISO9001」適用の品質管理および他産業製品と区分した社内 QA/QC を実施し、ソフトの信頼性確保を図る。
- d) 制御棒の安全動作である制御棒挿入、セットバックの作動信号に対し、ソフトに起因する誤動作が生じた場合を仮定しても、原子炉の出力は下降することから、安全側の動作となる。また、ソフトに起因する誤動作により、必要な信号が出力されなかった場合は、安全保護系の信号が計算機システムと分離していることから、安全保護系からの信号により、原子炉の緊急停止が行われ、安全に原子炉の停止状態を維持する設計とする。

4) 実績

JRR - 3、HTTR 原子炉施設は、JMTR で導入を計画している計算機システムと同種（分散型計装制御システム、DCS : Distributed Control System）であり、以下の期間について当該計算機システム異常による原子炉計画外停止なしの実績を有する。

- a) JRR - 3 原子炉施設において、平成 2 年～平成 19 年 10 月の間（約 17 年間）、原子炉供用運転の累積運転時間約 70,000hr の稼働に対して、2 重化切替の事象、原子炉計画外停止に影響する故障件数無し。
- b) HTTR 原子炉施設においては、平成 10 年～平成 19 年第 2 四半期（約 9 年間）原子炉供用運転の累積運転時間約 12,200hr の稼働に対して、2 重化切替の事象、原子炉計画外停止に影響をする故障件数無し。

5) 規格基準等

a) ハード

システムとして、国際安全規格「CSA C22.2 No.1010.1 測定、制御、試験所用の電気装置の安全要求」、「EN 61000、EN 55011 電磁妨害規制」等を適用するとともに、電子部品等は、各該当 JIS 規格等に準拠した設計、製作、試験、検査を実施したものをを使用することとする。

b) ソフト

他産業において、実証されているソフトを使用し、国際規格の品質基準である ISO9001(品質マネジメントシステム)に規定されている検証を実施する。

c) 品質管理

品質管理は、ハード、ソフトとも設計、部品調達、開発、製造、試験、検査のプロセスに対して、「ISO9001」を認証、取得の基に実施する。

(3) プロセス計装について

- ・プロセス計装現場盤の改修範囲は、4 系統の現場盤の改修をする。安全機能上の重要度から、設工認対象外と考えていたが、改修後の現場盤は、中央盤と現場盤ともプロセス制御計算機システムに含まれることから、設工認対象とする。

(4) 安全保護系盤について

- ・安全保護系盤は、一次冷却系の圧力低下やプロセス放射線モニタからの信号を受けて、配管破断信号や燃料破損信号を発信する。今回の改修は、安全保護系盤内

の部品である機器類の改修であり、設工認対象外である。

(5) 地震計について

- ・地震計の改修では、改修する計器は、原子力施設への豊富な納入実績を持つメーカーのカatalog品であり、地震計が取り付けられている台座、ボルトは既設のものを使用するため設工認対象外である。

(6) 制御棒駆動機構の一部改修について

- ・制御棒駆動機構の改修は、リードスイッチや電磁石（ヨーク・アーマチュア）など交換部品の交換であり、設工認対象外である。

4. 許認可の経過

(1) 第1回設計及び工事の方法（以下、「設工認」という。）の認可申請

- ①・申請件名 : 原子炉冷却系統施設の一部
- ・申請範囲 : UCL 系統の一部
- ・ 循環ポンプ (3 台)、揚水ポンプ (3 台)
- ・ 設工認認可申請番号 : 20 原機 (大施) 001 平成 20 年 5 月 27 日
- ・ 設工認認可番号 : 20 諸文科科第 1288 号 平成 20 年 6 月 24 日
- ・ 使用前検査申請番号 : 20 原機 (大施) 003 平成 20 年 7 月 8 日
- 変更届け : 20 原機 (大施) 021 平成 21 年 2 月 12 日
- ・ 使用前検査日 : 平成 21 年 3 月 31 日
- ・ 検査内容 : ・ 循環ポンプ、揚水ポンプ (各 3 台) の据付外観検査
: ・ 循環ポンプ、揚水ポンプ (各 3 台) の作動検査
- ・ 合格証 : 20 諸文科科第 1983 号 平成 21 年 3 月 30 日
- ②・申請件名 : 放射性廃棄物の廃棄施設及び原子炉格納施設の一部
- ・申請範囲 : 非常用排気設備一部
- ・ 排風機 (2 台)、排気用ダクトの一部
- ・ 設工認認可申請番号 : 20 原機 (大施) 001 平成 20 年 5 月 27 日
- ・ 設工認認可番号 : 20 諸文科科第 1288 号 平成 20 年 6 月 24 日
- ・ 施設検査申請番号 : 20 原機 (大施) 012 平成 20 年 11 月 13 日
- ・ 施設検査日 : 平成 21 年 3 月 30 日
- ・ 検査内容 : ・ 非常用排風機 (2 台) の材料検査、据付外観検査、寸法検査
: 作動検査
: ・ ダクトの材料検査、据付外観検査、寸法検査
- ・ 合格証 : 20 諸文科科第 3853 号 平成 21 年 3 月 30 日

(2) 第2回設工認の認可申請

- ①・申請件名 : 原子炉本体の一部
- ・申請範囲 : ベリリウム枠及びガンマ線遮へい板
- ・ 設工認認可申請番号 : 20 原機 (大施) 013 平成 20 年 11 月 27 日
- ・ 設工認認可番号 : 20 諸文科科第 4063 号 平成 21 年 1 月 28 日
- ・ 使用前検査申請番号 : 20 原機 (大施) 022 平成 21 年 2 月 12 日
- ・ 使用前検査日 : 平成 22 年 2 月 4 日、5 日
- ・ 検査内容 : ・ ベリリウム枠材料検査、浸透探傷試験、外観寸法検査
- ・ 使用前検査日 : 平成 22 年 5 月 27 日
- ・ 検査内容 : ・ ベリリウム枠炉内据付検査、外観検査
- ・ 合格証 : 22 文科科第 133 号 平成 22 年 6 月 10 日

- ②・申請件名 : 原子炉冷却施設の一部
 ・申請範囲 : 二次冷却設備の一部
 ・循環ポンプ (4 台)
 ・補助ポンプ (2 台)
 ・設工認認可申請番号 : 20 原機 (大施) 013 平成 20 年 11 月 27 日
 ・設工認認可番号 : 20 諸文科科第 4063 号 平成 21 年 1 月 28 日
 ・使用前検査申請番号 : 20 原機 (大施) 022 平成 21 年 2 月 12 日
 ・使用前検査日 : 平成 22 年 3 月 4 日
 ・検査内容 : ・循環ポンプ、補助ポンプの据付検査、外観検査、作動検査
 ・合格証 : 22 諸文科科第 133 号 平成 22 年 6 月 10 日

(3) 第 3 回設工認の認可申請

- ①・申請件名 : 原子炉冷却施設の一部
 ・申請範囲 : 充填ポンプ (2 台)
 変更届け : 理事長交代の変更届け 平成 22 年 8 月 31 日
 ・設工認認可申請番号 : 20 原機 (大施) 032 平成 21 年 2 月 27 日
 ・設工認認可番号 : 20 諸文科科第 5471 号 平成 21 年 3 月 25 日
 ・使用前検査申請番号 : 21 原機 (大施) 004 平成 21 年 6 月 10 日
 変更届け : 22 原機 (大施) 001 平成 22 年 4 月 22 日
 ・使用前検査日 : 平成 22 年 6 月 17 日
 ・検査内容 : ・材料検査 (主要耐圧部)、耐圧・漏えい検査
 ・使用前検査日 : 平成 23 年 2 月 23 日
 ・検査内容 : ・材料検査 (基礎ボルト)、寸法検査、据付・外観検査、作動検査
 ・合格証 : 21 諸文科科第 7570 号 平成 23 年 2 月 23 日

(4) 第 4 回設工認の認可申請

- ①・申請件名 : 原子炉冷却設備の一部
 ・申請範囲 : 移送ポンプ (2 台)
 ・設工認認可申請番号 : 20 原機 (大施) 034 平成 21 年 3 月 19 日
 ・設工認認可番号 : 20 諸文科科第 8118 号 平成 21 年 5 月 13 日
 ・使用前検査申請番号 : 21 原機 (大施) 003 平成 21 年 6 月 10 日
 ・使用前検査日 : 平成 22 年 1 月 26 日
 ・検査内容 : ・配管の材料検査、寸法検査、据付・外観検査、耐圧検査
 ・使用前検査日 : 平成 23 年 2 月 18 日
 ・検査内容 : ・ポンプ類材料検査、寸法検査、据付・外観検査、作動検査
 ・合格証 : 21 諸文科科第 7571 号 平成 22 年 2 月 18 日

- ②・申請件名 : 放射性廃棄物の廃棄施設の一部
- ・申請範囲 : ・第4排水系排水ポンプ及び第4排水系配管
・第7廃液タンク排水ポンプ
- ・設工認認可申請番号 : 20原機(大施)034 平成21年3月19日
- ・設工認認可番号 : 20諸文科科第8118号 平成21年5月13日
- ・使用前検査申請番号 : 21原機(大施)003 平成21年6月10日
- ・使用前検査日 : 平成22年1月26日
- ・検査内容 : ・配管の材料検査、寸法検査、据付・外観検査、耐圧検査
- ・使用前検査日 : 平成22年2月18日
- ・検査内容 : ・ポンプ類材料検査、寸法検査、据付・外観検査、作動検査
- ・合格証 : 21諸文科科第7571号 平成22年2月18日

(5) 第5回設工認の認可申請

- ①・申請件名 : 計測制御系統施設の一部
- ・申請範囲 : 核計装及び安全保護回路
- ・核計装
- ・プロセス計装
- ・安全保護回路
- ・設工認認可申請番号 : 20原機(大施)035 平成21年3月27日
- ・設工認認可番号 : 20諸文科科第8180号 平成21年6月10日
- ・使用前検査申請番号 : 21原機(大施)011 平成21年8月5日
- 理事長交代の変更届け : 22原機(大施)015 平成22年8月31日
- 使用前検査日変更届け : 22原機(大施)40 平成22年11月25日
- 使用前検査日変更届け : 23原機(大施)002 平成23年4月5日
- ・使用前検査日 : 平成22年1月19日、20日
- ・検査内容 : ・盤の材料検査、寸法検査
- ・使用前検査日 : 平成22年12月14日、15日
- ・検査内容 : ・盤の材料検査、寸法検査
- ・使用前検査日 : 平成23年3月1日～4月8日
- ・検査内容 : ・据付・外観検査、作動検査
- ・合格証 : 22文科科第619号 平成23年4月8日

5. 改修工事

表-3 に改修工事の実績を示す。

JMTR 改修工事は、工事期間 4 年という制約のもと、全体改修ではなく、既設設備・機器を残しながら部分的な設備・機器の改修を行うというあまり前例のない工事となった。改修にあたっては、改修する設備・機器が JMTR 建設当時（昭和 40 年～昭和 43 年）以来の物がほとんどのため、原則として、設計・製作のノウハウを持つと考えられる建設時代に担当したメーカーを選定したが、既設設備・機器が現状では廃版となっているものがほとんどであり、設備・機器の仕様選定及び製作に工夫を要した。

各設備・機器毎の工夫については、各設備・機器毎の改修工事報告書を参照されたい。

改修工事のなかで、ユーティリティ設備として全体に影響を及ぼす炉室給排気設備の改修工事や電源設備の改修工事、他の工事や作業と時間的や空間的に競合する炉室内全域にわたる補修、塗装工事などについては、担当課室間、担当メーカー間における工事工程の調整や安全管理を綿密に行うことにより、安全かつ円滑に工事を遂行することができた。特に、計測制御系統設備の改修では、核計装設備・原子炉制御盤、プロセス計装設備、制御棒駆動装置と 3 社のメーカーがそれぞれの設備・装置を担当したため、各設備間に関係するインターフェイス部分の確認、調整・試験に計画的な調整を行った。

JMTR の改修工事は、全体改修ではなく、部分改修工事であったため、改修対象外の設備・機器については、施設定期検査中の位置づけとなり、改修工事と改修工事期間中の施設の維持管理が並行して進められた。また、改修工事の進捗状況を見ながら、保全計画の変更等が必要となった。

JMTR の改修工事において、更新を計画していたが、工事期間、予算等の事情により、更新時期を変更した設備・機器（一次系ベント弁、商用電源駆動の主循環ポンプ電動機、PC 系電動弁等）については、保守管理の中で劣化傾向を把握・監視し、設備・機器の重要度に応じて更新を計画することとした。

多くの時間と労力を費やして進められた改修工事ではあったが、各設備・機器の改修に際しては、JMTR 職員の各担当者が設計・製作のレベルから携わったことにより、多くのノウハウを会得することができた。これらは、JMTR の各職員が設備・機器に対して、自分たちの設備・機器という意識の向上のもと、今後の JMTR の運転管理、保守管理等に大きく反映されることを期待する。

6. 改修工事後の保守計画

改修工事が終了して、JMTR を再稼動する前準備として、JMTR の安全・安定運転と高稼働率の達成に資するために、平成 22 年 7 月に「JMTR 長期保守管理計画検討ワーキンググループ」を設置して、保全計画及び従来の保守整備計画の見直しを含めた長期保守管理計画の検討を行った。JMTR では、これまで「大洗研究開発センター（北地区）原子炉施設保安規定」に規定されている JMTR 原子炉施設に係る施設定期評価において、安全上重要な機器を対象として策定した保全計画（2004 年度から 2013 年度）に基づき、保守・整備を実施してきた。それ以外の機器に関しては事後保全を基本の考え方として保守を行ってきたが、今後は、安全・安定運転と高稼働率の達成のために、これらの機器のトラブルによる原子炉安定運転への影響を回避する目的として、予防保全の考え方を必要な範囲で導入した長期保守管理計画の検討を行った。

6. 1 保全計画の見直し

JMTR 原子炉施設に係る施設定期評価（初回）行った平成 16 年 12 月と同時期に策定された当初の JMTR 原子炉施設に係る保全計画を、JMTR 改修工事開始前に保全活動の先行実施及び健全性調査の実施の追記と改修工事期間中に工事の進捗状況に合わせて見直しを行った。

（1）改修工事開始前の保全計画の見直し及び健全性調査

- 1) 平成 19 年度に予定していた一次冷却系統の圧力サージタンクの開放検査を改修工事に先駆けて実施した。
- 2) 燃料装荷又は運転開始前に検査していた炉心支持構造物、取扱いの都度検査していた燃料要素を改修工事期間中は毎年 1 回実施する。
- 3) 主循環ポンプ、緊急ポンプ及びディーゼル発電機 2 号機の分解検査、主配管逃し弁及びサージタンク安全弁の作動検査、バックアップスクラム系統の濃度分析検査、配管破損検出系及び燃料破損検出系の動作確認検査については改修最終年度に実施する。
- 4) 非常用排気設備のフィルタバンクについて、毎年フィルタ交換の都度開放点検を実施していたが、改修工事期間中はフィルタの捕集効率が管理値以下に低下した時又はフィルタ差圧が管理値を超えた場合にフィルタ交換及び開放点検を実施する。なお、改修最終年度には、フィルタの捕集効率又は差圧が管理値に達しない場合でもフィルタ交換を実施する。
- 5) 更新を予定している設備・機器のうち精製系及び二次系ポンプ、非常系排風機、制御棒駆動機構の分解検査は実施しない。
- 6) 毎年実施していたプロセス計装、核計装、安全保護回路の設定値確認検査については、改修の最終年度に実施する。
- 7) 原子炉建家及び排気筒のコンクリート健全性調査（非常用排気系統のフィルタバンクコンクリートを含む）他を改修工事に先立ち実施した。

（2）改修工事期間中の保全計画の見直し

- 1) 計測制御系統施設の一部更新が平成 22 年度末であることに伴い、平成 22 年度に検

査を予定していた検査（配管破損検出系及び燃料破損検出系の動作確認検査、核計装、プロセス計装の設定値確認検査、安全保護回路の安全動作検査、緊急遮断検査、インターロック検査）は、再稼働前に実施することとした。

- 2) 毎年 1 回実施することにしていた検査のうち、計測制御系統施設の更新に係る設備の検査（核計装及びプロセス計装の構成検査、制御棒駆動装置の緊急遮断検査、切り離し遅れ時間測定、落下加速度測定、駆動速度検査）は実施しないこととした。
- 3) JMTR 再稼働後は、当初の保全計画に則り実施する。添付資料-3 に保全計画を示す。

6. 2 長期保守管理計画の策定

原子炉施設の安全上重要な機器に対しては、平成 16 年度に実施した JMTR 原子炉施設定期評価に基づく保全計画が策定されている。それ以外の設備・機器については、事後保全の考え方を基本として保守管理を実施してきた。しかし、再稼働後の JMTR には、高い稼働率が求められることから、原子炉の安定運転に影響を及ぼす設備・機器のトラブルは未然に回避することが必要である。

平成 19 年度から実施した改修工事により、経年した機器の多くは更新されたが、今後も計画的な保守管理を行っていくことで安定運転を実現できる。そのため、今後の装置・機器の保守管理の考え方を整理し、保守管理計画を策定するために、装置・機器毎に過去の補修・交換等の実績、原子炉運転への影響について調査・検討を行い、保守管理活動の方針、保守点検項目及び点検頻度を定めた。ここで対象とした安全上重要な機器以外の装置・機器の多くは、トラブル・故障によって、直ちに原子炉停止につながるものは少ないが、例えば、プロセス計算機システムの安全系に係る異常は、原子炉の安定運転に影響を及ぼす。そのため、保守管理活動の方針として、安全系に係る計装は、年 1 回の点検・校正を実施し、計画的な部品の交換（メーカー推奨頻度）を行う。代替え監視のできるもの、原子炉の運転に直接影響しないものについては、故障又は点検状況に応じて部品交換を行うものとする。

照射設備についても、検討対象とした装置・機器は原子炉の運転に影響を与えるものは少なく、保守管理活動の方針としては、故障又は点検状況に応じて、部品交換を行うものとするが、水力ラビット照射装置の循環ポンプについては、運転時間をパラメータとする状態監視保全を行う。

長期保守計画に係る保守管理活動の方針、点検保守項目及び点検頻度の検討結果に基づき、2011 年度～2020 年度までの 10 年間の長期保守管理計画を策定した。添付委資料-4 に長期保守管理計画を示す。

保全計画及び長期保守管理計画を確実に実施することにより、JMTR 原子炉施設の安全・安定運転の実現を図る。

7. まとめ

材料試験炉（JMTR）は、昭和 43 年の初臨界以来、38 年間（平成 18 年 8 月：No.165 サイクル）の供用運転を実施し、数々の研究開発、利用に貢献してきた。しかし、施設の経年変化の進行、研究用原子炉施設の整理・合理化の中で、一旦は廃止措置の施設と位置付けられた。その後、各界の材料試験炉利用者から材料試験炉存続の要望が寄せられ、「JMTR の改修と再稼動の実施」の決定がなされ、平成 19 年度から改修工事が開始された。

改修工事は、JMTR 原子炉施設の「施設定期評価」の結果及び改修後 20 年の運転を見据えて、改修する設備・機器、継続使用する設備・機器に分けて実施された。また、設備・機器の改修に際しては、現行設置許可の範疇で、最新の技術、部品等の採用を主眼に実施された。

改修工事は、数々の課題を解決して、平成 22 年度末に完遂した。今後、多くの材料試験炉の利用者の要望に応えるべく、安定・安全の共同利用運転を行う予定である。

謝 辞

本報告書の編集にあたり、貴重なご意見、ご助言を頂きました小森材料試験炉部長、楠材料試験炉部次長、中川材料試験炉部次長、照射試験炉センター・石塚研究主幹に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) “JMTR 原子炉建家の健全性調査”：JAEA - Review 2009 - 054
- 2) “JMTR 原子炉施設における経年変化に関する技術的評価に関する検討”、
JAEA - Review 2010 - 043
- 3) “炉プール・ダイヤフラムシールの健全性調査”、JAEA - Review 2009 - 019
- 4) “JMTR 原子炉施設の水冷却型試験研究炉用原子炉施設に関する安全設計審査指針への適合性に関する検討”、JAEA - Review 2008 - 076

表 - 2 設工認を要しない更新機器の概略工程

施設・設備	年度	H 1 9				H 2 0				H 2 1				H 2 2				
原子炉冷却系統設備	一次冷却設備 電動機（主循環ポンプ、緊急ポンプ）、電磁弁駆動部				契約													
	二次冷却設備 冷却塔ファン電動機、減速機、動力電源盤、弁の一部				発注・契約													
	UCL 系統設備 冷却塔ファン電動機、減速機、動力電源盤、弁の一部				発注・契約													
	PC 循環系統 熱交二次側配管、弁、動力用電源盤				発注・契約													
放射性廃棄物の廃棄施設	制御回路等				発注・契約													
電源設備	高圧電源盤、変圧器				発注・契約													
	低圧バスダクト				発注・契約													
	主要ケーブル								発注・契約									
ボイラー等	冷凍機				製作・据付・試験検査等													
	ボイラー				発注・契約													
純水製造設備	脱気純水系統				発注・契約													
	一般純水系統								発注・契約									

- 核計装盤(電源、起動系、対数出力系、線形出力系の機器盤)の更新
全面更新



核計装盤

図－1 核計装の改修範囲

- 原子炉制御盤(表示器、計器盤、操作卓、操作スイッチ、補助計器盤)の更新
全面更新



原子炉制御盤

図－2 原子炉制御盤の改修範囲

- 主要なプロセス計装の更新は、検出器、伝送器からのアナログ信号をデジタル信号化し、演算、表示、記録、警報、自動制御などを計算機処理により実行するシステム(DCS:分散型制御システム)とする。
- 制御盤は、現在のプロセス制御盤が有しているポンプ、弁等の系統機器の運転操作機能を継承する。
- 安全動作信号を発信する系統については、警報計等のハードウェアにより構成する。
全面更新



プロセス計装・制御盤

図－3 プロセス計装の改修範囲

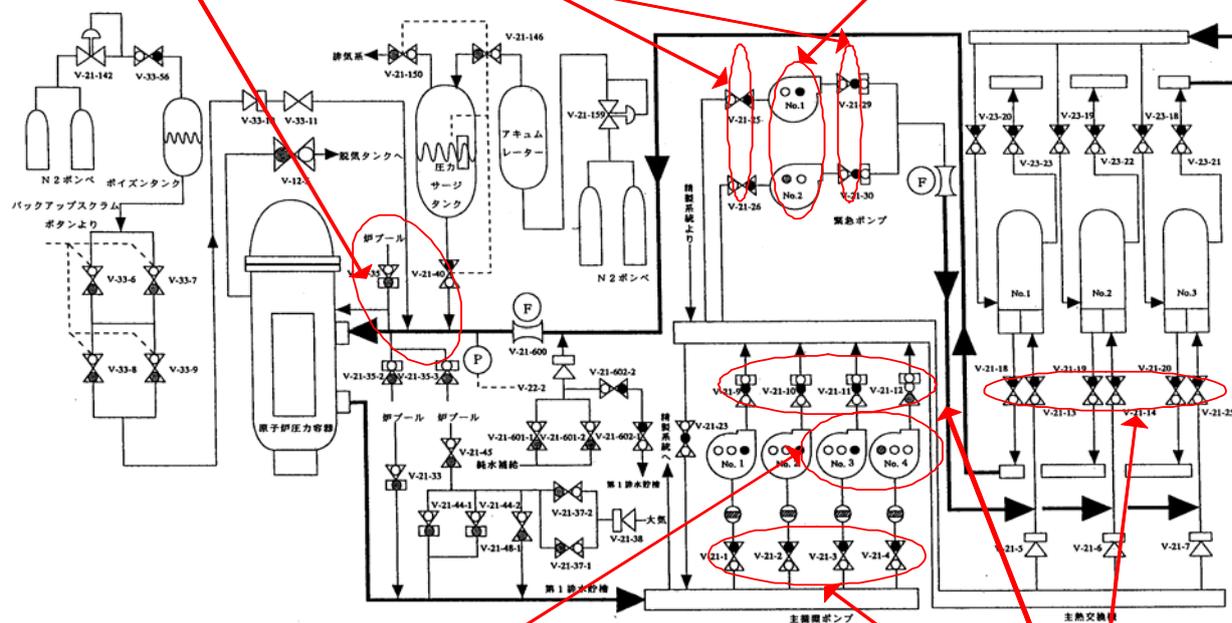


○炉プール連通弁等の駆動部(電磁コイル)の更新



○緊急ポンプの電動機 2 台の更新

○緊急ポンプ出入口弁(アクチュエータ部 4 台)の更新



○主循環ポンプの電動機 2 台の更新



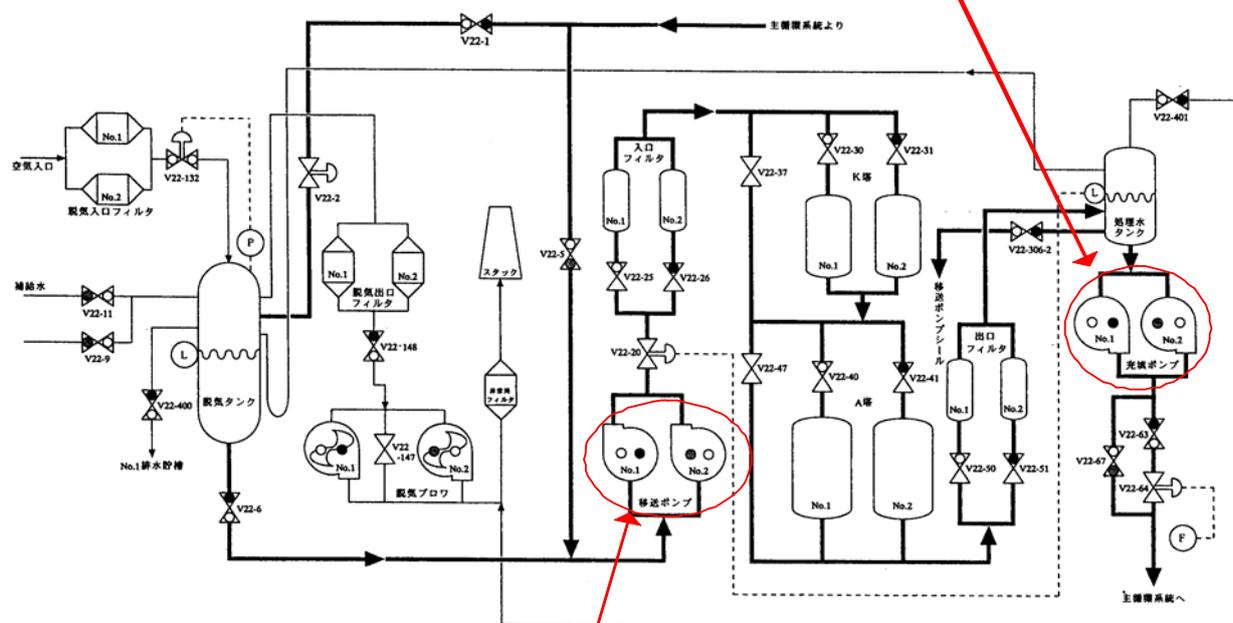
○主循環ポンプ出入口弁、主熱交換器出入口弁の駆動部(アクチュエータ 14 台)の更新



図－4 主循環システムの改修範囲



○充填ポンプ(電動機を含む)2台の更新



○移送ポンプ(電動機を含む)2台の更新

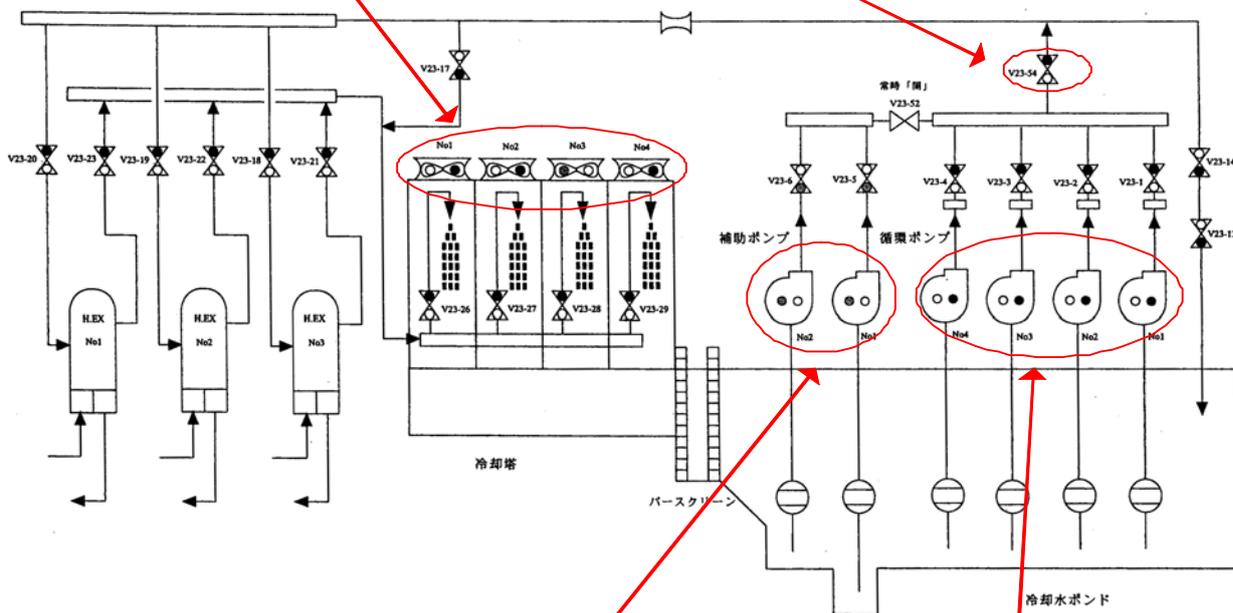


図－5 精製系統の改修範囲



○ 冷却塔ファンの電動機・減速機 4 台の更新

○ 絞り弁 1 台の更新



○ 補助ポンプ (電動機を含む) 2 台の更新



○ 循環ポンプ (電動機を含む) 4 台の更新

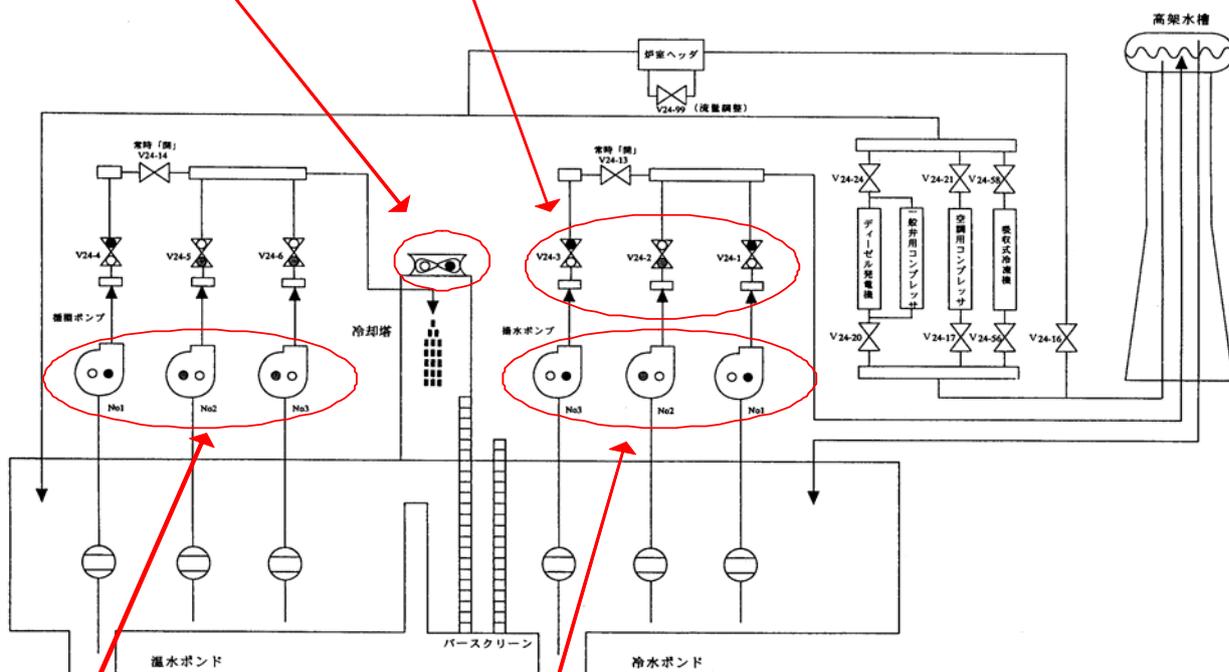


図－6 二次冷却設備の改修範囲



○冷却塔ファンの電動機・減速機 1 台の更新

○揚水ポンプ出口弁 3 台の更新



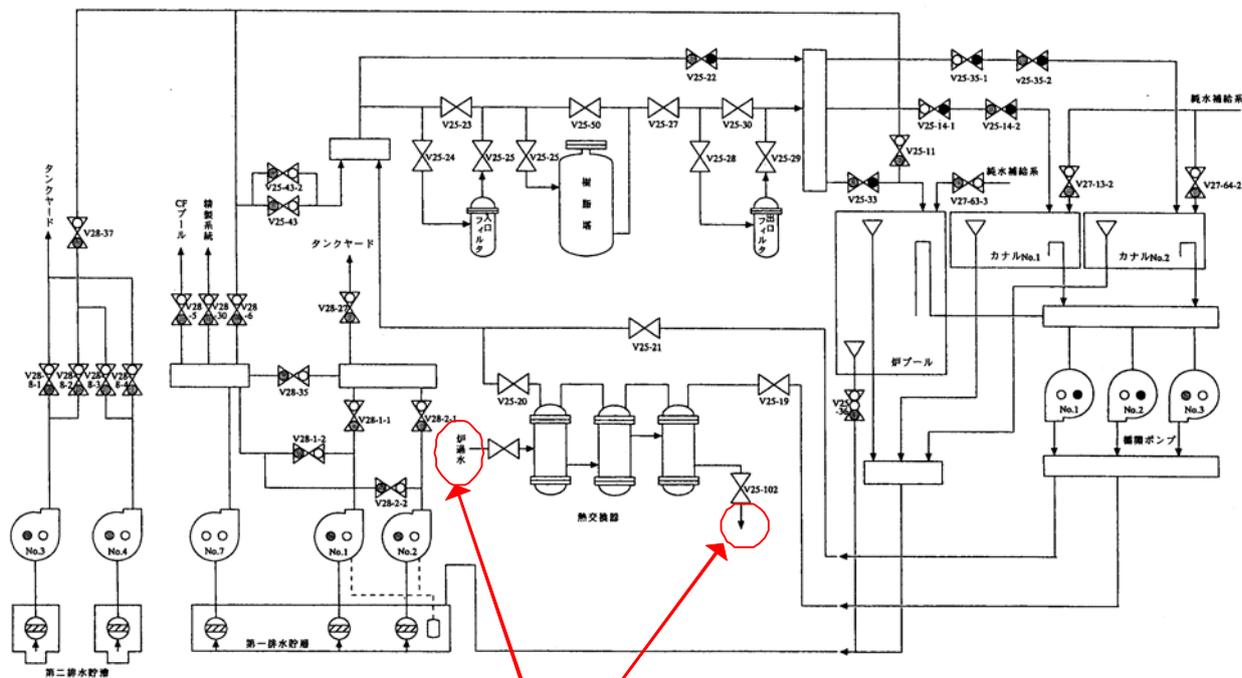
○循環ポンプ (電動機を含む) 3 台の更新



○揚水ポンプ (電動機を含む) 3 台の更新



図－ 7 UCL 冷却設備の改修範囲



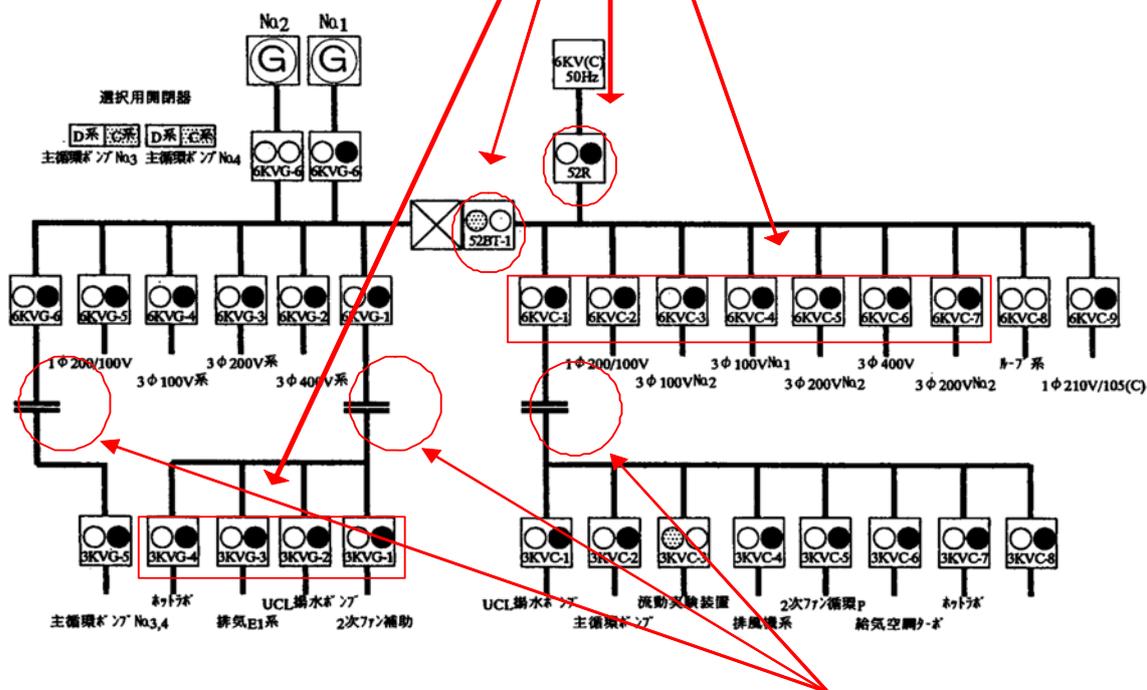
○熱交換器二次側配管の更新



図－8 プールカナル循環設備の改修範囲



高圧受配電盤 13面の更新



バスダクトの更新

変圧器の更新



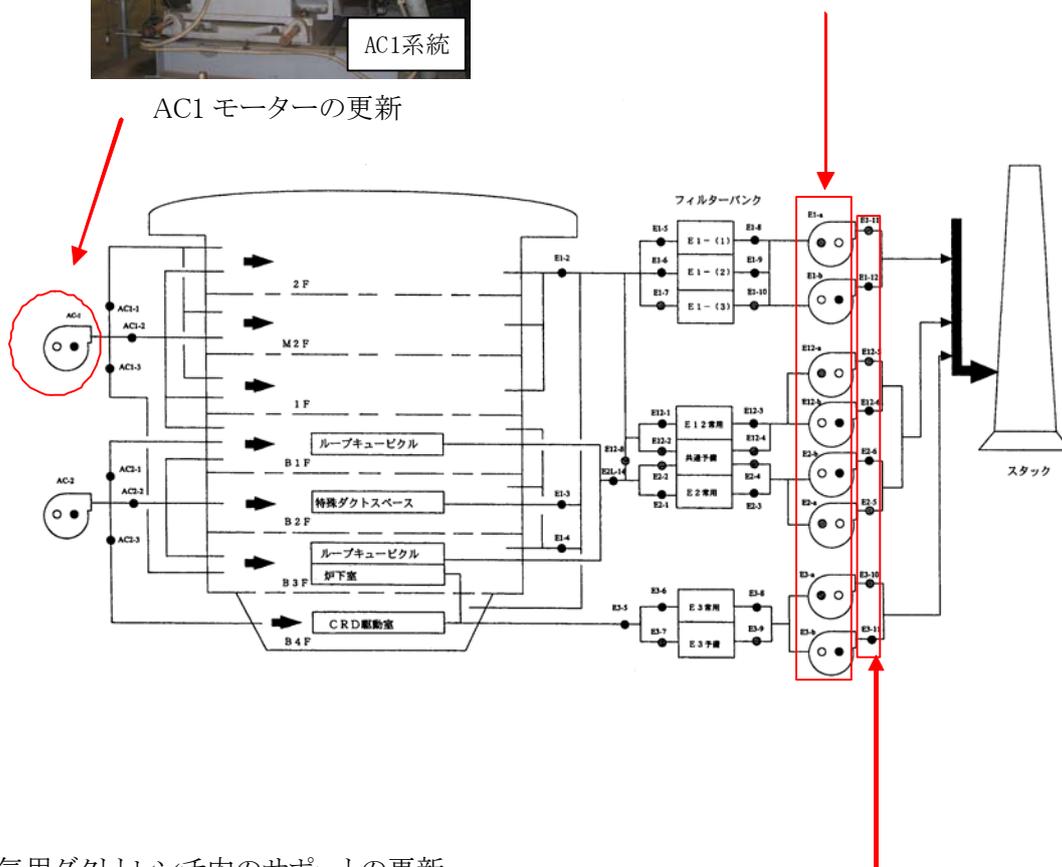
図－9 電源設備の改修範囲



AC1 モーターの更新



排気用ファン 8 台更新



- 排気用ダクトトレンチ内のサポートの更新
- Cトレンチ立上り配管エルボ部の更新
- バタフライ弁更新 23 台
- 炉室給排気系統制御盤及び制御回路の更新

バタフライ弁更新



図-1 O炉室給排気系統の改修範囲

付 録

添付資料-1 JMTR 原子炉施設 設工認申請の判断基準

平成 19 年 8 月 23 日
改 11 平成 21 年 1 月 22 日
原子炉施設管理部

- 設工認申請の判断基準「設計及び工事の方法の認可」が必要な条件
 - 設置変更許可申請書 別冊 1 JMTR 本文五に記載された設備・機器かどうか (○: 記載あり, ×: 記載なし)
 - 過去に設計及び工事の方法の認可を受けて製作、改造、更新等の実績のある設備・機器かどうか (○: 設工認を受けている, ×: 受けていない)
 - 今回の更新において設計仕様、工事の方法等の変更を伴うかどうか (○: 伴う, ×: 伴わない)
 「設計及び工事の方法の認可」が不要な条件
 - 施設定期検査等においてカタログ品等であって消耗品としてあるいは定期的な劣化のため交換等を自主管理として保守を実施しているかどうか (○: 実施していない, ×: 実施している) 適用例: 弁の駆動機構、開閉器、リレー、信号・動力ケーブル、記録計、指示計、伝送器等
 - 一般汎用品であって、フランジ等で機械的に接続され、予め交換、保守作業を想定している部品かどうか (○: 想定していない, ×: 想定している) 適用例: 電動機、弁、(第 4 種機器等)、計装用配管(第 1 仕切弁以降)等
- 耐震を考慮すべき設備・機器 [考慮すべき機器 ○: 0.6G ○: 0.4G △: 0.3G (建家) □: 固有振動数の評価考慮していない機器 記載なし - (一般機器 0.2G)]

「区分」における記号: ■全更新 □部分的に更新 ×は継続使用 ◎設工認申請 ○は設工認申請対象外 △は更新しない設備・系統・機器

施設	設備・系統・機器名	重要度分類	区分		設工認申請の判断基準					耐震を考慮すべき設備・機器	更新機器が系統に与える影響の有無	備考	
			更新有無	設工認	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)				
原子炉本体	燃料要素	PS-2	×	—	—	—	—	—	—	◎	—	—	
	ベリリウム枠	—	■	◎	○	○*	×	—	—	◎	有	—	
	反射体要素	—	×	—	—	—	—	—	—	◎	—	—	
	ガンマ線遮へい板	—	■	◎	○	○*	×	—	—	◎	有	—	
	照射実験装置	—	利用者の意向を踏まえ別途整備					—	—	—	—	—	
	圧力容器	PS-2	×	—	—	—	—	—	—	◎	—	—	
核燃料物質取扱施設	炉プール	MS-2	×	—	—	—	—	—	—	△	—	—	
	新燃料貯蔵ラック	PS-3	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	使用済み燃料ラック		×	—	—	—	—	—	—	○	—	—	
	カナル		×	—	—	—	—	—	—	△	—	—	
SFCプール	×		—	—	—	—	—	—	△	—	—		
原子炉冷却系統施設	一次冷却設備	主循環系統	熱交換器(3台)	PS-2*	×	—	—	—	—	—	◎	—	—
			サージタンク	×	—	—	—	—	—	—	◎	—	—
			主循環ポンプ(4台)	×	—	—	—	—	—	—	◎	—	—
		主循環ポンプ電動機(4台)	PS-2*	□	—*12	×	×	×	—	×	◎	無	非常用電源駆動ポンプの電動機2台を更新
		緊急ポンプ(2台)	PS-2*	×	—	—	—	—	—	—	◎	—	—
		緊急ポンプ電動機(2台)	PS-2*	×	—	—	—	—	—	—	◎	—	継続使用*10
		配管	PS-2*	×	—	—	—	—	—	—	□	—	ステンレス配管
		主要電動弁	PS-2	□	—	○	×	×	×	—	□	無	駆動部を更新
		ベント弁・ドレン弁	PS-2	×	—	—	—	—	—	—	◎	—	継続使用*10
		電磁弁(6台)	PS-2	□	—	◎×	◎×	×	×	—	—	無	駆動部(電磁石)更新
	動力電源盤	—	□	—	×	×	×	×	—	—	無	弁操作回路等更新	
	精製系統	脱気タンク	PS-3	×	—	—	—	—	—	—	◎	—	—
		処理水タンク		×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		移送ポンプ(2台)	PS-3	■	◎	○	×	×	—	—	○	有	電動機込み
		イオン交換塔(4基)	PS-3	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		充填ポンプ(2台)	PS-3	■	◎	○	×	×	—	—	○	有	電動機込み
		ダイヤフラム弁・ボール弁		□	—	×	×	×	—	×	—	無	部品入手困難のため更新
		ベント弁		×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		脱気プロア(2台)	—	■×	◎	×	×	×	—	×	—	有	継続使用
		チラーユニット	—	■	—	×	×	×	—	—	—	無	—
二次冷却設備		循環ポンプ(4台)	PS-3	■	◎	○	×	×	—	—	○	有	電動機込み
	補助ポンプ(2台)	■		◎	○	×	×	—	—	○	有	電動機込み	
	主要配管	PS-3	×	—	—	—	—	—	—	○	—	内面ライニング補修	
	主要電動弁	PS-3	□	—	×	×	×	—	×	○	無	絞り弁(V23-54)更新	
	塔冷却	電動機(4台)	PS-3	■	—	×	×	×	—	×	○	無	減速機込み
		ファン(4台)	PS-3	×	—	—	—	—	—	—	(冷却塔)	無	—
	水処理設備	—	×	—	—	—	—	—	—	—	無	防蝕剤を粉体から液体に変更する。	
動力電源盤	—	□	—	×	×	×	×	—	—	無	高圧コンダクタの更新		

施設	設備・系統・機器名	重要度 分類	区分		設工認申請の判断基準					耐震を考慮 すべき設 備・機器	更新機器が系 統に与える影 響の有無	備 考		
			更新有無	設工認	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)					
原子炉冷却系統施設	非常用冷却設備	非常用電源駆動主循環ポンプ	MS-2	×	—	—	—	—	—	—	—	—	主循環系統の主循環ポンプと同一	
		緊急ポンプ	MS-2	×	—	—	—	—	—	—	—	—	主循環系統の緊急ポンプと同一	
		補助ポンプ	MS-2	■	◎	○	×	×	—	—	○	有	二次冷却設備の補助ポンプと同一	
		サイフォンブレイク弁	MS-2	×	—	—	—	—	—	—	◎	—	—	
		炉プール連通弁	MS-2	□	—	⊖×	⊖×	×	×	—	—	無	主循環系統の電磁弁と同一(駆動部(電磁石)の更新)	
		漏えい水再循環設備	MS-2	×	—	—	—	—	—	—	○	—	継続使用*10	
	UCL系統	循環ポンプ(3台)	—	■	◎	○	×	×	—	—	—	有	電動機込み	
		揚水ポンプ(3台)	—	■	◎	○	×	×	—	—	—	有	電動機込み	
		主要配管・電動弁	—	□	—	×	×	×	—	×	—	無	揚水ポンプ出口弁更新	
		高架水槽	—	×	—	—	—	—	—	—	△	—	塗装を実施予定	
		冷却塔	電動機(1台)	—	■	—	×	×	×	—	×	○	無	減速機込み
			ファン(1台)	—	×	—	—	—	—	—	—	(冷却塔)	—	—
	動力電源盤	—	□	—	×	×	×	×	—	—	無	ポンプ電源回路等更新		
	プールの循環系統	循環ポンプ(3台)	—	×	—	—	—	—	—	—	○	—	継続使用*10	
		熱交換器(3台)	—	×	—	—	—	—	—	—	○	—	—	
		イオン交換塔(1基)	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		主要配管	—	□	—	×	×	×	—	—	□	無	熱交二次側配管の更新	
		主要電動弁	—	×	—	—	—	—	—	—	□	—	継続使用*10	
手動弁		—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	継続使用*10		
動力電源盤	—	□	—	×	×	×	×	—	—	無	ポンプ電源回路等更新			
計測制御系統施設	計表	核計表	起動系	MS-1~	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	1982年全面更新
			対数出力系	MS-3*4	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	核計表として設工認を申請予定
			主要なテストユニット	MS-3*4	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	核計表として設工認を申請予定
			主要計器、スイッチ等	MS-3*4	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	核計表として設工認を申請予定
			核計装盤	MS-3*4	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	核計表として設工認を申請予定
		中性子検出装置	MS-1~ MS-3*4	×	—	—	—	—	×	—	—	—	定期的に交換、整備	
	その他の主要な計表	主要プロセス制御盤	MS-1~ MS-3*4	■	◎	○	○*5	×	×	—	◎(安全保護回路の盤及び計器取付架台)	有	2000年以降主要プロセス計表計器部分更新	
		主要プロセス計表計器	MS-1~ MS-3*4	■	◎	○	○*5	×	×	—	◎(安全保護回路の盤及び計器取付架台)	有	プロセス計表として設工認を申請予定	
		プロセス計表用弁	MS-1~ MS-3*4	□	—	×	×	×	—	×	—	無	(プロセス計表現場盤等は、主要プロセス制御盤に含まれる)	
		地震計(4台)	MS-1~ MS-3*4	□	—	×	×	×	—	—	—	無	1988年2台更新	
		ファーストスクラム	MS-1	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	安全保護回路として設工認を申請予定	
		スロースクラム	MS-1	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	安全保護回路として設工認を申請予定	
原子炉停止回路	制御棒挿入	MS-2	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	原子炉制御盤に設置		
	セットバック	MS-2	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	原子炉制御盤に設置		
	制御棒引抜停止	MS-2	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	原子炉制御盤に設置		
	警報	MS-2	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	原子炉制御盤に設置		
	原子炉起動条件	MS-2	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	原子炉制御盤に設置		
	原子炉制御盤	PS-3	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	1986年原子炉制御盤プリント基板全数更新		
安全保護回路	原子炉制御盤	PS-3	■	◎	○	○	×	×	—	◎(盤)	有	安全保護回路として設工認を申請予定		
	安全保護系盤	PS-3	□	—	×	○	×	×	—	◎(盤)	無	1983年新規設置 1992年回路の一部変更 盤内機器を更新		

施設	設備・系統・機器名		重要度 分類	区分		設工認申請の判断基準					耐震を考慮 すべき設 備・機器	更新機器が系 統に与える影 響の有無	備 考	
				更新有無	設工認	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)				
計測制御系統施設	制御設備	制御棒	MS-1	x	—	—	—	—	—	—	□	—	—	
		ショックセクション		x	—	—	—	—	—	—	□	—	—	
		駆動機構	MS-1	□	⊖*13	⊖x	⊖x	x	—x	—	□	有無	励磁用電磁石を更新	
		モータ冷却配管・弁	—	x	—	—	—	—	—	x	-	—	—	
		駆動機構フラッシング配管・弁		x	—	—	—	—	—	x	-	—	—	
	制御設備 非常用	バックアップ スクラム装置	MS-1	x	—	—	—	—	—	—	⊙	—	—	
		主要配管		x	—	—	—	—	—	—	□	—	—	
		主要弁		x	—	—	—	—	—	—	□	—	—	
	放射性廃棄物の廃棄施設	通常排気設備	固形物捕集フィルタ	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—	消耗品のため定期的に交換
			排風機(4台)		x	—	—	—	—	—	—	-	—	—
排風機電動機(4台)			■		—*3	x	x	x	—	x	-	無	—	
ダクト			□		⊙	x	x	○	—	—	-	有	ダクトの一部更新、サポート補修	
パタフライ弁			□		—	x	x	x	—	x	-	無	排風機出口弁等の更新	
給排気制御回路			■		—	x	x	x	x	—	-	無	—	
固形物捕集フィルタ			x		—	—	—	—	—	—	-	—	消耗品のため定期的に交換	
照射実験用排気設備		チャコールフィルタ	—	x	—	—	—	—	—	—	-	—	消耗品のため定期的に交換	
		排風機(2台)		x	—	—	—	—	—	—	-	—	—	
		排風機電動機(2台)		■	—*3	x	x	x	—	x	-	無	—	
		ダクト		—	x	—	x	x	—	—	-	—	サポート補修	
		パタフライ弁		—	□	—	x	x	x	—	x	-	無	フィルタバンク入口弁、排風機出口弁等の更新
		固形物捕集フィルタ		MS-2	x	—	—	—	—	—	—	-	—	消耗品のため定期的に交換
		チャコールフィルタ			x	—	—	—	—	—	—	-	—	消耗品のため定期的に交換
非常用排気設備		排風機(2台)	MS-2	■	⊙	○	x	x	—	—	-	有	電動機込み	
		ダクト		□	⊙	x	x	○	—	—	-	有	ダクトの一部更新、サポート補修	
		パタフライ弁	□	—	x	x	x	—	x	-	無	フィルタバンク入口弁、排風機出口弁等の更新		
		排気筒	MS-2	x	—	—	—	—	—	—	△	—	補修、塗装の実施(更新はしない)	
液体廃棄物の廃棄設備		第1排水系	貯槽	MS-2*6	x	—	—	—	—	—	—	△	—	—
			排水ポンプ(3台)	MS-2*6	x	—	—	—	—	—	—	-	—	継続使用*10
			主要配管・弁	MS-2*6	x	—	—	—	—	—	—	⊙	—	—
		第2排水系	貯槽	PS-3	x	—	—	—	—	—	—	△	—	—
			排水ポンプ(2台)	—	x	—	—	—	—	—	—	-	—	継続使用*10
			主要配管・弁	—	x	—	—	—	—	—	—	⊙	—	—
		第3排水系	貯槽	PS-3	x	—	—	—	—	—	—	△	—	—
	排水ポンプ(2台)		—	x	—	—	—	—	—	—	-	—	—	
	主要配管・弁		—	x	—	—	—	—	—	—	⊙	—	—	
	第4排水系	貯槽	PS-3	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		排水ポンプ(1台)	—	■	⊙	○	x	x	—	—	-	有	電動機込み	
		主要配管	—	■	⊙	x	x	○*7	—	—	-	有	材質をステンレス鋼に変更	
弁		—	□	—	—	—	—	—	—	-	無	ポンプ出口弁、逆止弁更新		
タンクヤード	廃液タンク	貯槽	PS-3	x	—	—	—	—	—	—	—	—		
		排水ポンプ(7台)	—	□	⊙	○	x	x	—	—	-	有	電動機込み 7台中1台更新*11	
	第4排水ピット	排水ピット	—	x	—	—	—	—	—	—	-	—	—	
		排水ポンプ(1台)	—	x	—	—	—	—	—	—	-	—	—	
主要配管・弁	—	x	—	—	—	—	—	—	-	—	—			
動力電源盤	—	□	—	x	x	x	x	—	-	無	ポンプの電源回路等更新			

施設	設備・系統・機器名		重要度 分類	区分		設工認申請の判断基準					耐震を考慮 すべき設 備・機器	更新機器が系 統に与える影 響の有無	備 考		
				更新有無	設工認	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)					
放射線管理施設	屋内管理用施設	エリアモニタ	MS-3	x	—	—	—	—	—	—	—	—	JMTR 改修計画とは別に、高経年化対策として計画、整備		
		水モニタ		x	—	—	—	—	—	—	—	—			
		ガスモニタ		x	—	—	—	—	—	—	—	—			
		ダストモニタ		x	—	—	—	—	—	—	—	—			
	屋外管理用施設	排気モニタ	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—			
		排水モニタ	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—			
原子炉格納施設	建家壁		MS-2	x	—	—	—	—	—	—	△	—	円筒型鉄筋コンクリート造り。更新は行わないが一部補修を行う。		
		建家屋根		x	—	—	—	—	—	—	○	—		鋼管造鉄板貼球面構造。更新は行わないが塗装を行う。	
	換気設備	給気設備	送気ファン(2台)	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—	1999年更新	
			送気ファン電動機(2台)	—	□	—	x	○*8	○*9	—	x	—	無	AC-1 モータの更新	
			パタフライ弁	—	□	—	x	x	x	x	—	—	無	駆動部の更新(7台)	
			ダクト	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		通常排気設備	排風機(4台)	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			排風機電動機(4台)	—	■	—*3	x	x	x	—	x	—	無	—	—
			ダクト	—	□	◎	x	x	○	—	—	—	有	ダクトの一部更新、サポート補修	
			パタフライ弁	—	□	—	x	x	x	x	—	—	無	排風機出口弁等の更新	
		照射実験用排気設備	給排気制御回路	—	■	—	x	x	x	x	—	—	無	—	—
			排風機(2台)	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			排風機電動機(2台)	—	■	—*3	x	x	x	—	x	—	無	—	—
			ダクト	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	サポート補修
		非常用排気設備	パタフライ弁	—	□	—	x	x	x	x	—	—	無	—	フィルタバンク入口弁、排風機出口弁等の更新
			排風機(2台)	MS-2	■	◎	○	x	x	—	—	—	有	電動機込み	
			ダクト		□	◎	x	x	○	—	—	—	有	ダクトの一部更新、サポート補修	
			パタフライ弁		□	—	x	x	x	x	—	—	無	フィルタバンク入口弁、排風機出口弁等の更新	
		その他原子炉の付属設備	非常用電源設備	ディーゼル発電機	MS-2	x	—	—	—	—	—	—	◎ (基礎)	—	1993年全面更新。更新は行わないが発電機の分解点検を行う。
				蓄電池	MS-2	□	—	○	x	x	x	—	—	無	バッテリー、整流装置の更新
	主要な実験設備	省略	—	利用者の意向を踏まえ別途整備									—		
電源設備 【 】内は非常用電源設備の付帯設備	高圧受配電盤(13台)【4台】	—	□	—	x	x	x	—	—	—	無	—	平成元年に一部更新しているが、更新していないものは部品の入手ができない状況		
	変圧器(12基)【5台】	—	□	—	x	x	x	—	—	—	無	—	過去に増設した分を除き全数更新		
	低圧配電盤(14面)	—	■	—	x	x	x	—	—	—	無	—	—		
	低圧バスダクト(10組)	—	■	—	x	x	x	—	—	—	無	—	—		
	高圧ケーブル	—	■	—	x	x	x	—	—	—	無	—	—		
	定周波発生装置	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1989年更新		
	現場盤(15面)	—	□	—	x	x	x	—	—	—	無	—	過去に更新未実施のものを更新		
その他 (設置許可にない施設)	機械室集中化盤(1面)	—	x	—	—	—	—	—	—	—	◎	—	1973年に設置 継続使用*10		
	純水製造装置	—	■	—	x	x	x	—	—	—	○	無	—		
	ボイラー	—	■	—	x	x	x	—	—	—	—	無	—		
	ターボ冷凍機	—	■	—	x	x	x	—	—	—	—	無	—		
	空気圧縮機	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	空気槽	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
配管・弁	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

- * 1 過去に更新したものと同一設計、同一工事による設工認申請 * 2 冷却材の循環としての主循環ポンプはPS-3 * 3 据付部分の変更を伴う場合は◎を考慮する
- * 4 反応度制御系及び計測制御系はPS-3 * 5 過去に原子炉入口圧力計の増設やサージタンク液面計の変更時に設工認申請した。 * 6 漏えい水再循環設備の一部
- * 7 今回の更新で既設SS鋼配管をステンレス鋼配管に変更 * 8 過去に送気ファンの一部として電動機も設工認申請した
- * 9 今回の更新で給気ファンモータを巻線型からご型に変更 * 10 再稼働後の保全活動で更新を計画
- * 11 タンクヤード排水ポンプ7台中1台更新とし設工認申請時期を変更
- * 12 据付部分の変更を伴わないため。
- * 13 施設定期検査等において交換等を自主管理として保守を実施しているものである。

更新機器が系統に与える影響の有無の考え方のうち、無とした理由

主循環ポンプ電動機:あらかじめ交換を想定している一般汎用品であり、圧力バウンダリーに影響与えるものでないため。

主循環系電動弁駆動部、電磁弁駆動部(非常用冷却設備の炉プール連通弁含む):同上

一次冷却設備動力電源盤(二次冷却設備、UCL系統、PC系統、液体廃棄物の廃棄設備を含む):NFB、電磁接触機、リレー等汎用の電気部品の交換であるため。

精製系ダイヤフラム弁・ボール弁:あらかじめ交換を想定している一般汎用品であり、圧力バウンダリーに影響与えるものでないため。

チラーユニット:あらかじめ交換を想定している一般汎用品であるため。

二次冷却設備主要電動弁、冷却塔電動機:同上

UCL系統主要電動弁、冷却塔電動機:同上

プールカナル系統主要配管:系とは隔離され、使用流体が一過性で一般排水される給排水衛生設備であるため。

制御棒駆動機構補助磁石:制御棒駆動機構の性能は、総合調整によって担保するものであるため。

通常排気設備排風機電動機、照射実験用排気設備排風機電動機、バタフライ弁、給排気制御回路(換気設備も同じ):同上あらかじめ交換を想定している一般汎用品であるため。

給気設備送気ファン電動機:同上

蓄電池:同上

電源設備:一般汎用の電気部品の交換であるため。

純水製造装置、ボイラー、ターボ冷凍機:あらかじめ交換を想定している一般汎用品であるため。

添付資料-2 JMTR 原子炉施設 更新機器の選定

更新部位選定の判断基準	
(1) 再稼働後 20 年の運転期間に更新が必要となるかどうか	(○: 必要である ×: 必要ない)
(2) 安全機能を有する構築物、系統及び機器かどうか	(○: 該当する ×: 該当しない)
(3) 機器の適切な状態監視は可能かどうか	(○: 不可又は困難 ×: 可能)
(4) 再稼働後 20 年の運転期間を考慮した場合の保守性等について	(○: 考慮が必要である ×: 必要ない)

「更新区分」における記号 ■: 全更新 □: 部分的に更新 ×: 継続使用

施設	設備・系統・機器名	重要度分類	更新区分	更新部位選定の判断基準				状態監視の方法	備考	
				(1)	(2)	(3)	(4)			
原子炉本体	燃料要素	PS-2	×	—	—	—	—	外観点検	取替用燃料であり、その都度製作することから更新の対象外	
	ベリリウム棒	—	■	○	×	×	○	曲がり量で管理	—	
	反射体要素		×	×	×	×	×	中性子照射量で管理	—	
	ガンマ線遮へい板		■	○	×	×	○	中性子照射量で管理	—	
	照射実験装置		利用者の意向を踏まえ別途整備				—	—	—	
圧力容器	PS-2	×	×	○	×	×	中性子照射量で管理	—		
炉プール	MS-2	×	×	○	×	×	漏えい監視	—		
核燃料物質取扱施設	新燃料貯蔵ラック	PS-3	×	×	×	×	×	定期的な外観点検	—	
	使用済み燃料ラック		×	×	×	×	×	定期的な外観点検	—	
	カナル		×	×	×	×	×	漏えい監視	—	
	SFCプール		×	×	×	×	×	漏えい監視	—	
原子炉冷却系統施設	主循環系統	熱交換器(3台)	×	×	○	×	×	漏えい監視	—	
		サージタンク	×	×	○	×	×	定期的な開放点検	—	
		主循環ポンプ(4台)	×	×	○	×	×	定期的な分解点検	—	
		主循環ポンプ電動機(2台)	■	○	○	○	○	動作確認	—	
		緊急ポンプ(2台)	×	×	○	×	×	定期的な分解点検	—	
		緊急ポンプ電動機(2台)	■	○	○	○	○	動作確認	—	
		配管	×	×	○	×	○	定期的な外観点検	ステンレス配管	
		主要電動弁	□	○	○	×	×	定期的な作動検査	駆動部を更新	
		ベント弁・ドレン弁	□	○	○	○	○	外観点検	主循環ポンプ等の第1仕切弁等を更新	
		電磁弁(7台)	□	○	○	×	×	定期的な作動検査	駆動部(電磁石)更新	
	動力電源盤	—	□	○	×	○	×	絶縁確認検査	弁操作回路等更新	
	一次冷却設備	精製系統	脱気タンク	×	×	×	×	×	定期的な開放点検	—
			処理水タンク	×	×	×	×	×	定期的な開放点検	—
			移送ポンプ(2台)	■	○	×	×	○	定期的な分解点検	—
			移送ポンプ電動機(2台)	■	○	×	○	○	動作確認	—
			イオン交換塔(4基)	×	×	×	×	×	定期的な外観点検	—
			充填ポンプ(2台)	■	○	×	×	○	定期的な分解点検	—
			充填ポンプ電動機(2台)	■	○	×	○	○	動作確認	—
			ダイヤフラム弁	□	○	×	○	×	定期的な作動検査	部品入手困難のため更新
	二次冷却設備	冷却塔	ベント弁・ドレン弁	□	○	×	○	×	外観点検	主循環ポンプ等の第1仕切弁等を更新
脱気フロア(2台)			■	○	×	×	○	定期的な分解点検	—	
チラーユニット			■	○	×	×	○	定期的な作動検査	—	
循環ポンプ(4台)			■	○	×	×	○	定期的な分解点検	—	
二次冷却設備	冷却塔	循環ポンプ電動機(4台)	■	○	×	○	○	動作確認	—	
		補助ポンプ(2台)	■	○	×	×	○	定期的な分解点検	—	
		補助ポンプ電動機(2台)	■	○	×	○	○	動作確認	—	
		主要配管	×	×	×	×	×	定期的な外観点検	内面ライニング補修	
		主要電動弁	□	○	×	×	×	定期的な作動検査	絞り弁(V23-54)更新	
		電動機(4台)	■	○	×	○	○	動作確認	—	
		減速器(4台)	■	○	×	×	×	定期的な作動検査	—	
		ファン(4台)	×	×	×	×	×	定期的な外観点検	—	
		水処理設備	—	×	×	×	×	×	水分分析で評価	—
		動力電源盤	—	□	○	×	○	×	絶縁確認検査	高圧コンダクタの更新

施設	設備・系統・機器名	重要度 分類	更新区分	更新部位選定の判断基準				状態監視の方法	備 考			
				(1)	(2)	(3)	(4)					
原子炉冷却系統施設	非常用冷却設備	MS-2	非常用電源駆動主循環ポンプ	×	×	○	×	×	定期的な分解点検	主循環系統の主循環ポンプと同一		
			緊急ポンプ	×	×	○	×	×	定期的な分解点検	主循環系統の緊急ポンプと同一		
			補助ポンプ	■	○	○	×	○	定期的な分解点検	二次冷却設備の補助ポンプと同一		
			サイフォンブレイク弁	×	×	○	×	×	定期的な作動検査	—		
			炉プール連通弁	□	○	○	×	×	定期的な作動検査	主循環系統の電磁弁と同一		
			漏えい水再循環設備	□	○	○	×	○	定期的な作動検査	漏えい水再循環設備のうち液体廃棄物設備の排水ポンプ更新		
	UCL系統	—	循環ポンプ(3台)	■	○	×	×	○	定期的な分解点検	—		
			循環ポンプ電動機(3台)	■	○	×	○	○	動作確認	—		
			揚水ポンプ(3台)	■	○	×	×	○	定期的な分解点検	—		
			揚水ポンプ電動機(3台)	■	○	×	○	○	動作確認	—		
			主要配管・電動弁	□	○	×	×	○	定期的な外観・作動検査	揚水ポンプ出口弁更新		
			高架水槽	×	×	×	×	○	定期的な外観点検	塗装を実施予定		
		冷却塔	電動機(1台)	■	○	×	○	○	動作確認	—		
			減速器(1台)	■	○	×	○	○	定期的な作動検査	—		
			ファン(1台)	×	×	×	×	○	定期的な外観点検	—		
			動力電源盤	□	○	×	○	×	絶縁確認検査	ポンプの電源回路等更新		
	プールのカナル系統	—	循環ポンプ(3台)	■	○	×	×	○	定期的な分解点検	—		
			循環ポンプ電動機(3台)	■	○	×	○	○	動作確認	—		
			熱交換器(3台)	×	×	×	×	×	漏えい監視	—		
			イオン交換塔(1基)	×	×	×	×	×	定期的な外観点検	—		
			主要配管	□	○	×	×	×	定期的な外観点検	熱交二次側配管の更新		
			主要電動弁	□	○	×	×	×	定期的な作動検査	炉プール下水位弁等4台更新		
			動力電源盤	□	○	×	○	○	絶縁確認検査	ポンプの電源回路等更新		
	計測制御系統施設	計装	MS-1	核計装	起動系	■	○	○	○	○	定期的な作動検査	1982年全面更新
					対数出力系	■	○	○	○	○		
					線形出力系	■	○	○	○	○		
主要なテストユニット					■	○	○	○	○			
主要計器、スイッチ等					■	○	○	○	○			
核計装盤					■	○	○	○	○			
中性子検出装置		×	○	○	×	×	使用年数で管理	定期的に交換、整備				
安全保護回路		原子炉停止回路	MS-1	ファーストスクラム	■	○	○	○	○	定期的な作動検査	—	
				スロースクラム	■	○	○	○	○			
				制御棒挿入	■	○	○	○	○			
				セットバック	■	○	○	○	○			
		その他の主要な安全保護回路	PS-3	制御棒引抜停止	■	○	○	○	○	定期的な作動検査	1989年2台更新	
				警報	■	○	×	○	○			
				原子炉起動条件	■	○	×	○	○			
	原子炉制御盤			■	○	×	○	○				
安全保護系盤	□	○	×	×	×	定期的な作動検査	1983年新規設置盤内機器を更新					
制御設備	制御棒	MS-1	中性子吸収体	×	×	○	×	×	中性子照射量で管理	—		
			ショックセクション	×	×	○	×	×	中性子照射量で管理	—		
	駆動機構	—	制御棒駆動機構	□	○	○	○	○	定期的な分解点検	駆動部のみ更新		
			モータ冷却配管・弁	×	×	×	×	×	定期的な外観点検	—		
駆動機構フラッシング配管・弁	×	×	×	×	×	定期的な外観点検	—					

施設	設備・系統・機器名		重要度 分類	更新区分	更新部位選定の判断基準				状態監視の方法	備 考	
					(1)	(2)	(3)	(4)			
放射線管理施設 計測制御 系統施設	非常用制御設備 バックアップ システム設置	ボイズタンク	MS-1	×	×	○	×	×	定期的な外観点検	—	
		主要配管		×	×	○	×	×	定期的な外観点検	—	
		主要弁		×	×	○	×	×	定期的な作動点検	—	
放射性廃棄物の廃棄施設	通常排気施設	固形物捕集フィルタ	—	×	○	×	×	×	効率・差圧の確認	消耗品のため定期的に交換	
		排風機(4台)		×	×	×	×	×	定期的な作動点検	—	
		排風機電動機(4台)		■	○	×	○	○	動作確認	—	
		バタフライ弁・ダクト		□	○	×	×	○	定期的な作動検査	フィルタバンク入口弁、排風機出口弁等更新、ダクトの一部更新	
		給排気制御回路		■	○	×	○	○	定期的な作動検査	—	
	照射実験用排気設備	固形物捕集フィルタ	—	×	○	×	×	×	効率・差圧の確認	消耗品のため定期的に交換	
		チャコールフィルタ		×	○	×	×	×	効率・差圧の確認	消耗品のため定期的に交換	
		排風機(2台)		×	×	×	×	×	定期的な作動点検	—	
		排風機電動機(2台)		■	○	×	○	○	動作確認	—	
		バタフライ弁		□	○	×	×	○	定期的な作動検査	フィルタバンク入口弁、排風機出口弁を更新	
	非常用排気設備	固形物捕集フィルタ	MS-2	×	○	○	×	×	効率・差圧の確認	消耗品のため定期的に交換	
		チャコールフィルタ		×	○	○	×	×	効率・差圧の確認	消耗品のため定期的に交換	
		排風機(2台)		■	○	○	×	○	定期的な作動点検	—	
		排風機電動機(2台)		■	○	○	○	○	動作確認	—	
		バタフライ弁		□	○	○	×	○	定期的な作動検査	フィルタバンク入口弁、排風機出口弁を更新	
	排気筒	排気筒	MS-2	×	×	○	×	○	定期的な外観点検	補修、塗装の実施(更新はしない)	
		給気ファン(2台)	—	×	×	×	×	×	定期的な作動点検	1999年更新	
		給気ファン電動機(2台)		■	○	×	○	○	動作確認	AC-1モータの更新	
		バタフライ弁		□	○	×	×	○	定期的な作動検査	駆動部の更新	
		貯槽		×	×	○	×	○	定期的な外観点検	ポンプ及び電動機3台中2台更新	
	排気ポンプ(3台)	■		○	○	×	○	定期的な作動点検			
	排気ポンプ電動機(3台)	■	○	○	○	○	動作確認				
	液体廃棄物の廃棄設備	第1排水系	主要配管・弁	MS-2	×	×	○	×	×	定期的な外観・作動点検	ポンプ及び電動機3台中2台更新
			貯槽		×	×	×	×	×	定期的な外観点検	
			排気ポンプ電動機(3台)		■	○	○	○	○	動作確認	
		第2排水系	貯槽	PS-3	×	×	×	×	×	定期的な外観点検	—
			排気ポンプ(2台)	—	■	○	×	×	○	定期的な作動点検	—
			排気ポンプ電動機(2台)		■	○	×	○	○	動作確認	—
		主要配管・弁	×		×	×	×	×	定期的な外観・作動点検	—	
		第3排水系	貯槽	PS-3	×	×	×	×	×	定期的な外観点検	—
排気ポンプ(2台)			—	×	×	×	×	×	定期的な作動点検	—	
排気ポンプ電動機(2台)				×	×	×	○	○	動作確認	—	
主要配管・弁		×		×	×	×	×	定期的な外観・作動点検	—		
第4排水系		貯槽	PS-3	×	×	×	×	×	定期的な外観点検	—	
	排気ポンプ(1台)	—	■	○	×	×	○	定期的な作動点検	—		
	排気ポンプ電動機(1台)		■	○	×	○	○	動作確認	—		
主要配管・弁	■		○	×	×	○	定期的な外観・作動点検	ステンレス配管に更新			
タンクヤード	貯槽	PS-3	×	×	×	×	×	定期的な外観点検	—		
	排気ポンプ(7台)	—	■	○	×	×	○	定期的な作動点検	7台中5台更新		
	排気ポンプ電動機(7台)		■	○	×	○	○	動作確認	7台中5台更新		
	主要配管・弁		×	×	×	×	×	定期的な外観・作動点検	—		
動力電源盤	□		○	×	○	○	絶縁確認検査	ポンプの電源回路等更新			
放射線管理施設	屋内管理用施設	エリアモニタ	MS-3	—	—	—	—	—	定期的な作動点検	JMTR改修の有無とは別に、高経年化対策として計画、整備	
		水モニタ		—	—	—	—	—	定期的な作動点検		
		ガスモニタ		—	—	—	—	—	定期的な作動点検		
		ダストモニタ		—	—	—	—	—	定期的な作動点検		
	屋外管理用施設	排気モニタ	—	—	—	—	—	—	定期的な作動点検		
		排水モニタ		—	—	—	—	—	定期的な作動点検		

施設	設備・系統・機器名	重要度 分類	更新区分	更新部位選定の判断基準				状態監視の方法	備 考	
				(1)	(2)	(3)	(4)			
格納施設 原子炉	建家壁	MS-2	×	×	○	×	○	定期的な外観点検	円筒型鉄筋コンクリート造り。更新は行わないが一部補修を行う。	
	建家屋根		×	×	○	×	○	定期的な外観点検	鋼管造鉄板貼球面構造。更新は行わないが塗装を行う。	
その他 付属設備 原子炉	非常用電源設備	MS-2	ディーゼル発電機	×	×	○	×	○	定期的な作動検査	1993年全面更新。更新は行わないが発電機の分解点検を行う。
			蓄電池	□	○	○	×	×	定期的な作動検査	バッテリー、整流装置の更新
	主要な実験設備	省略	—	利用者の意向を踏まえ別途整備				—	—	
電源設備 【 】内は非 常用電源設 備の付帯設 備	高圧受配電盤(13台)【4台】	—	□	○	×	×	○	絶縁確認検査	平成元年に一部更新しているが、更新していないものは部品の入手ができない状況	
	変圧器(12基)【5台】		□	○	×	○	○	絶縁確認検査	過去に増設した分を除き全数更新	
	低圧配電盤(14面)		■	○	×	×	○	定期的な外観点検	—	
	低圧バスタクト(10組)		■	○	×	○	○	絶縁確認検査	—	
	高圧ケーブル		■	○	×	○	○	絶縁確認検査	—	
	定周波発生装置		×	×	×	×	×	定期的な作動点検	1989年更新	
	現場盤(15面)		□	○	×	×	○	絶縁確認検査	過去に更新未実施のものを更新	
その他(設置 許可にない 施設)	純水製造装置	■	○	×	×	○	定期的な作動検査	—		
	ボイラー	■	○	×	×	○	定期的な作動検査	—		
	ターボ冷凍機	■	○	×	×	○	定期的な作動検査	—		
	空気圧縮機	×	×	×	×	×	定期的な作動点検	—		
	空気槽	×	×	×	×	×	定期的な外観点検	—		
	配管・弁	×	×	×	×	×	定期的な外観・作動検査	—		

添付資料-3 保全計画
JMTR 原子炉施設の安全上重要な機器に係る長期保全計画 (定期安全評価(初回)後 10年)

●:実績 ○:実施予定

系統	装置・機器		保守点検の実績及び予定																	備考
			保守点検の内容	年度(平成)																
				16	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
原子炉本体	炉心支持構造物	格子板	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	燃料装荷又は運転開始のつど検査を実施									
		内部タンク	外観検査	●	●	●	●	●	●	○										
		制御棒案内管	外観検査	●	●	●	●	●	●	○										
		ベリリウム枠	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○							
	燃料要素(燃料被覆材を含む)		外観検査	●	●	●	●	●	●	○	取扱のつど検査を実施									
	圧力容器		外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○							
			漏えい検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○							
炉プール		警報作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			シール部の検査をH19年に実施					
核燃料物質取扱施設	貯蔵設備	新燃料貯蔵ラック	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○							
		カナル	警報作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○							
		SFCプール	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○							
		使用済み燃料ラック	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○							
原子炉冷却系統	一次冷却系統	圧力バウンダリ構成機器等		漏えい検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○						
		主循環ポンプ	商用電源駆動主循環ポンプ	作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○						
					外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○					
			No.1主循環ポンプ	分解検査								○					H14実施(10年ごと)			
			No.2主循環ポンプ	分解検査								○					H15実施(10年ごと)			
		非常用電源駆動主循環ポンプ			作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○					
					外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○					
			No.3主循環ポンプ	分解検査								○					H15実施(10年ごと)			
			No.4主循環ポンプ	分解検査								○					H14実施(10年ごと)			
		緊急ポンプ		作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○						
				外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○						
				分解検査		●						○					5年ごと			
		一次冷却系統熱交換器		漏えい検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○						
				開放検査	●												10年ごと(H26実施)			
		圧力サージタンク		外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○						
				開放検査			●										10年ごと			
		主配管逃し弁		作動検査	●	●	●					○	○	○	○					
		圧力サージタンク安全弁		外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○						
				分解検査								○					更新の最終年度に実施その後5年ごと			
		主要弁		作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○						
				外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○						
				電磁弁		●						○					6年ごと			
				空気作動弁	●							○								
主配管		外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○								
配電盤		主循環ポンプ、緊急ポンプの配電盤	外観検査	●	●	●	●	●	○	○	○	○								
		絶縁抵抗検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○								
一次冷却水を内蔵する機器等		漏えい検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○								
精製系統	充填ポンプ		作動検査	●	●	●	●	●	○	○	○	○								
			外観検査	●	●	●	●	●	○	○	○	○								
			分解検査		●										更新し再稼働後2年ごと					

系統	装置・機器		保守点検の実績及び予定													備考
			保守点検の内容	年度(平成)												
				16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
原子炉冷却系統(続き)	一次冷却系統(続き)	移送ポンプ	作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	更新し再稼働後2年ごと
			外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○		
			分解検査	●		●										
		イオン交換塔	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	
			開放検査													
		脱気タンク	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	
			開放検査				●									
		処理水タンク	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	
	開放検査					●										
	主要弁	作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
		外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
	主配管	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
	二次冷却系統	循環ポンプ	作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	
			外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	
			分解検査													
		冷却塔	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	
			開放検査													
		主配管	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	
			開放検査													
		主要弁	作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	
外観検査			●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
補助ポンプ		作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
		外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
		分解検査														
配電盤	循環ポンプ及び補助ポンプの配電盤	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○			
		絶縁抵抗検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○			
非常用冷却設備	配管破損検出系	動作確認検査	●	●	●									○		
燃料破損検出系		動作確認検査	●	●	●									○		
計測制御系統施設	核計装	設定値確認検査	●	●	●										○	
		校正検査	●	●	●	●	●	●							○	
	プロセス計装	原子炉停止回路に緊急停止作動信号を発信する計装	設定値確認検査	●	●	●									○	
			校正検査	●	●	●	●	●	●							○
		原子炉停止回路に緊急停止以外の作動信号を発信する計装	設定値確認検査	●	●	●										○
			校正検査	●	●	●	●	●	●							○
		工学的安全施設に作動信号を発信する計装	設定値確認検査	●	●	●										○
			校正検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	
	その他の主要な安全保護回路に作動信号を発信する計装	設定値確認検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
		校正検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
	原子炉入口圧力制御その他の主要な制御を行う計装	校正検査		●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
	安全保護回路	原子炉停止回路(スクラム)	安全動作検査	●	●	●									○	
			緊急遮断検査	●	●	●									○	
		原子炉停止回路(スクラム以外)	安全動作検査	●	●	●									○	
			インターロック検査	●	●	●									○	
	制御設備	制御棒駆動機構	警報作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○		
			緊急遮断検査	●	●	●	●	●	●					○		
切離し遅れ時間測定			●	●	●	●	●	●					○			
		落下加速度測定	●	●	●	●	●	●					○			

系統	装置・機器		保守点検の実績及び予定													備考
			保守点検の内容	年度(平成)												
				16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
計測制御系統施設(続き)	制御設備	制御棒駆動機構(続き)	駆動速度検査	●	●	●	●	●	●		○	○	○	更新し再稼働後2年ごと 更新し再稼働後4年ごと(H27年予定)		
			外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
			絶縁抵抗検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
		SR-1, 2		●									○			
		SH-1		●												
		SH-2		●												
		SH-3		●												
		制御棒	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	再稼働から実施		
		バックアップスクラム系統	濃度分析検査	●	●	●					○	○	○			
		主要弁	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
			作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
		ポイズン注入配管	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
		ポイズンタンク	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
		配電盤	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
	絶縁抵抗検査		●	●	●	●	●	●	○	○	○	○				
放射性廃棄物の廃棄施設	気体廃棄設備	排風機	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		更新し再稼働後5年ごと(H28年予定) H19年コンクリート調査 更新の最終年度に実施	
			作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
			開放検査			●										
		非常用排気設備	フィルタバンク	捕集効率検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		
				開放検査	●	●	フィルタ交換の都度					○	○	○		○
		主要弁	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
			作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
		配電盤	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
			絶縁抵抗検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
			排気筒	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		H19年コンクリート調査
		主ダクト	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
	液体廃棄物の廃棄設備	第1排水系統	排水ポンプ	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		
				作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		
			排水貯槽	警報作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		
主要弁				外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		
主配管			外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
			作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
配電盤	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○					
	絶縁抵抗検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○					
	第2・第3及び第4排水系統タンクヤード、SFC排水系統	排水貯槽	警報作動検査	●	●	●	●	●	○	○	○	○				
放射線管理施設	屋内管理用	水モニタ	校正検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
			設定値確認検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
		エリアモニタ	校正検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
			設定値確認検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
		ガスモニタ	校正検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
			設定値確認検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
		ダストモニタ	校正検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
			設定値確認検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			

系統	装置・機器		保守点検の実績及び予定													備考
			保守点検の内容	年度(平成)												
				16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
原子炉格納施設	原子炉建家	漏えい検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	H19年コンクリート調査	
		負圧確認検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
		建家外壁等外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
	気密扉	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
		作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
		絶縁抵抗検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
	非常用扉	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
		作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
	炉下室・給気弁	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
		作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
非常用電源設備	ディーゼル発電機	絶縁抵抗検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	8000時間ごと	
		負荷検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
		発電機切替検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
		商用電源送電検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
		外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
	1号機	分解検査				●										
	蓄電池	機能検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
		外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
	その他原子炉の附属施設	キャプセル照射装置	保護管	漏えい検査	●	●	●							毎サイクル実施		
			BOCA照射装置の計測制御系(高圧給水ライン圧力計)	設定値確認検査	●	●	●					○	○	○		○
				校正検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		○
		ループ照射装置(OSF-1)	循環ポンプ電源盤	絶縁抵抗検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		○
			計測制御系(冷却水流量計、炉内管入口圧力計、炉内管出口圧力計、水モニタ)	設定値確認検査	●	●	●					○	○	○		○
校正検査				●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○		
冷却系			炉内管	漏えい検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	
		上記以外	漏えい検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○		
ループ照射装置(OSF-1)		流量調節弁	作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○		
		循環ポンプ	作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○		
		バネ式安全弁	作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○		
水カラビット照射装置		計測制御系(冷却水流量計)	設定値確認検査	●	●	●					○	○	○	○		
			校正検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○		
その他		通信連絡設備	一斉放送	作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		
	ページング		作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
	電話		作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
	消火系	火災検知器	作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○			
非常用照明	避難通路	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○			
	非常灯	作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○			
		誘導灯	作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○		

系統	装置・機器		保守点検の実績及び予定												備考
			保守点検の内容	年度(平成)											
				16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
その他原子炉の附属施設(続き)	空気系	破損燃料検出系の関連系	空気圧縮機	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
			作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		
		非常用排気設備の関連系	主要弁	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
				主配管	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	
			配電盤	漏えい検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
				外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
	電源系統	商用電源系統受配電盤	主循環ポンプに関連する受配電設備	絶縁抵抗検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
				開閉器作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
				接地抵抗検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
		非常用電源系統受配電盤		保護継電器作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
				絶縁抵抗検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
				開閉器作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
				接地抵抗検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
				保護継電器作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
				保護継電器作動検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	
JMTR 系統廃液輸送管		配管類	漏えい検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		
		マンホール	外観検査	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		

添付資料－４ 長期保守管理計画（2011年度～2020年度）

(1/3)

施設	系統	装置・機器	保守点検項目	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	備考	
本体施設	一次冷却系	脱気ブロウ	分解検査		○					○				安全系などの計装はメーカーの年1回の点検、校正を行い、計画的な交換頻度（メーカー推奨）を定め、順次交換していく。 代替え監視できるもの、原子炉運転に直接影響しないものについては、故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
		精製系前置フィルタ	分解検査	異状の兆候がある時に実施する。											
		検出器、伝送器、電子回路等の計装	点検校正（更新）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）		○（○）
	PC系	循環ポンプ	分解検査		○						○				計装は、故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。
		主要弁	分解検査	異状の兆候がある時に実施する。											
		検出器、伝送器、電子回路等の計装	点検校正（更新）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	
	SFC系統	循環ポンプ	分解検査	異状の兆候がある時に実施する。										計装は、故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
		検出器、伝送器、電子回路等の計装	点検校正（更新）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）		○（○）
	CF系統	循環ポンプ	分解検査	異状の兆候がある時に実施する。										計装は、故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
		検出器、伝送器、電子回路等の計装	点検校正（更新）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）		○（○）
	排水系統	第2排水ポンプ	分解検査	異状の兆候がある時に実施する。											
		第4排水ポンプ	分解検査	異状の兆候がある時に実施する。											
		SFC排水ポンプ	分解検査	異状の兆候がある時に実施する。											
	バックアップスクラム系統	検出器、伝送器、電子回路等の計装	点検校正（更新）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	安全系などの計装はメーカーの年1回の点検、校正を行い、計画的な交換頻度（メーカー推奨）を定め、順次交換していく。 代替え監視できるもの、原子炉運転に直接影響しないものについては、故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。
安全保護系	検出器、伝送器、電子回路等の計装	点検校正（更新）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）		
プロセス放射線モニタ	検出器、伝送器、電子回路等の計装	点検校正（更新）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）		
プロセス計算機システム（CENTUM） 特定施設に共通	DOS	点検整備	○	○	○●	○	○	○	○●	○	○●	○●	○●	◎：（システムのハード、ソフト更新）、●：オーバーホール、○：消耗品等の交換、その他は点検状況に応じて部品の交換していく。	
	上位計算（ARGUS）		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
	記録計等	点検整備	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	CENTUM全体		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
特定施設	二次冷却系統	検出器、伝送器、電子回路等の計装	点検校正（更新）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	安全系などの計装はメーカーの年1回の点検、校正を行い、計画的な交換頻度（メーカー推奨）を定め、順次交換していく。 代替え監視できるもの、原子炉運転に直接影響しないものについては、故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
		循環ポンプ	分解検査	異状の兆候がある時に実施する。											
	UCL系統	揚水ポンプ	分解検査	異状の兆候がある時に実施する。										計装は、故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
		検出器、伝送器、電子回路等の計装	点検校正（更新）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）		○（○）
	通常及び照射実験用排気設備	排風機	開放検査	異状の兆候がある時に実施する。											
	排水系統	第3排水ポンプ	分解検査	異状の兆候がある時に実施する。											
		タンクヤード排水ポンプ	分解検査	異状の兆候がある時に実施する。											
	-	ボイラ	分解検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	空気系統	弁用コンプレッサー	分解検査		○						○				
		弁用圧空脱湿装置	分解検査		○						○				
		一般用コンプレッサー	分解検査		○						○				
		空調用コンプレッサー	分解検査		○						○				
		空調用圧空脱湿装置	分解検査		○						○				
	純水補給系統	純水用空気圧縮機	分解検査												
検出器、伝送器、電子回路等の計装		点検校正（更新）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	計装は故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
タンクヤード	検出器、伝送器、電子回路等の計装	点検校正（更新）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	計装は、故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		
給排気系統	検出器、伝送器、電子回路等の計装	点検校正（更新）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	○（○）	安全系などの計装はメーカーの年1回の点検、校正を行い、計画的な交換頻度（メーカー推奨）を定め、順次交換していく。 代替え監視できるもの、原子炉運転に直接影響しないものについては故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		

施設	系統	装置・機器	保守点検項目	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	備考		
その他	運転表示灯、時計設備	運転表示灯、時計設備	点検整備	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎：装置全体の更新、○：点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		
	無停電源装置 (CVCF)	炉室のCVCF	点検整備	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	◎	◎：バッテリーの更新、○：点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		
		機械室のCVCF		○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎：装置全体の更新、○：点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		
	マルチテンプモニタ	各系統の機器	点検整備	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎：装置全体の更新、○：点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		
	ITVカメラ	ITVカメラ監視装置	点検整備	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎：装置全体の更新、○：点検状況に応じて部品の交換を行っていく。 (カメラ：約3年、電気部品：約5年)		
	水中テレビモニタ	水中テレビ装置	点検整備	○	○	○	○	●	○	○	○	○	◎	◎：装置全体の更新、●：カメラ部の更新、その他、使用状況に応じて部品の交換を行っていく。		
	地震計	水平地震計：2台	点検整備	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎：地震計の更新、○：点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
垂直地震計：2台																
観測用地震計	観測用地震計装置	点検整備	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎：観測用地震計装置の更新、○：点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		
照射設備	キャプセル照射装置	警報回路	警報作動検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
		工業計器	校正試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて交換を行っていく。	
		真空排気装置	外観点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。
			到達真空度測定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
			作動試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		電源盤	清掃・外観点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。
			絶縁抵抗測定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
			端子締付状態点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		機械装置	到達真空度測定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。
			漏洩試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	キャプセル組立、接続機器	外観点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
	キャプセル照射装置 (BFT)	工業計器	校正試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて交換を行っていく。	
		電源盤	清掃・外観点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
			絶縁抵抗測定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
			端子締付状態点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	トリチウム測定装置	作動試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		
	BOCA照射装置	警報回路 (安全保護回路を除く)	警報作動検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
		キャプセル制御装置	漏えい試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
		工業計器 (重要計器を除く)	校正試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて交換を行っていく。	
		電源盤	清掃・外観点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
			絶縁抵抗測定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	端子締付状態点検		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
	OSF-1照射装置	警報回路	警報作動検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
		循環ポンプ	振動測定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	
工業計器		校正試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて交換を行っていく。		
電源盤		清掃・外観点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		
		絶縁抵抗測定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		端子締付状態点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
キャプセル交換機	作動試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。			
水カラボット照射装置	警報回路	警報作動検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		
	工業計器	校正試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて交換を行っていく。		
	電源盤	清掃・外観点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		
		絶縁抵抗測定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		端子締付状態点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
	循環ポンプ	振動測定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		
		部品交換	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		分解点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
	挿入・取出装置	作動試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		
	制御回路		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。		
移送設備	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。			

系統	装置・機器	保守点検項目	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	備考
照射設備	ガス供給設備	漏えい試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。
		圧力スイッチ作動試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	ガス供給設備用安全弁	分解点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて交換を行っていく。
		作動試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		漏えい試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	照射制御室中央表示盤	清掃・端子増縮	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。
		電源装置点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		作動試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	漏水監視盤	作動試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。
	照射設備警報表示盤	作動試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。
機械式リレー	部品交換	○										安全保護回路に使用する、機械式リレー、CR型サージアブソーバ、操作回路及び制御回路の電源に使用する電解コンデンサの交換周期を10年としている	
CR型サージアブソーバ													
電解コンデンサ													
ホットラボ	照明	外観検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。
		点灯検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	パワーマニプレータ	外観検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。
		作動検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	インセルホイスト	外観検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。
		作動検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	しゃへい窓	外観検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	曇りの状態が酷くなった時に、除曇作業を実施する。
緊急遮断弁	作動検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	故障又は点検状況に応じて部品の交換を行っていく。	

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
物質の量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m 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 ^(c)	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 ^(c)	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	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ³ kg s ⁻² K ⁻¹
比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
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	ジュール毎キログラム	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	Y	10 ¹	デ	d
10 ²¹	ゼ	Z	10 ²	センチ	c
10 ¹⁸	エク	E	10 ³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペ	P	10 ⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テ	T	10 ⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギ	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
バトン	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。
ベクレル	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

