JAEA-Review
2022-018
DOI:10.11484/jaea-review-2022-018

JAEA-Review

HTTR（高温工学試験研究炉）の試験・運転と技術開発（2020 年度）

Operation, Test, Research and Development of the High Temperature Engineering Test Reactor (HTTR) (FY2020)

（編）高温工学試験研究炉部
(Ed.) Department of HTTR

高速炉・新型炉研究開発部門
大洗研究所
高温ガス炉研究開発センター
HTGR Research and Development Center
Oarai Research and Development Institute
Sector of Fast Reactor and Advanced Reactor Research and Development

September 2022
Japan Atomic Energy Agency
日本原子力研究開発機構

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートはクリエイティブ・コモンズ 表示 4.0 国際 ライセンスの下に提供されています。
本レポートの成果（データを含む）に著作権が発生しない場合でも、同ライセンスと同様の
条件で利用してください。（https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja）
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ウェブサイト（https://www.jaea.go.jp）
より発信されています。本レポートに関しては下記までお問合せください。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　JAEA イノベーションハブ　研究成果利活用課
〒 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.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en).
Even if the results of this report (including data) are not copyrighted, they must be used under
the same terms and conditions as CC-BY.
For inquiries regarding this report, please contact Institutional Repository and Utilization Section,
JAEA Innovation Hub, 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, 2022

JAEA-Review 2022-018

HTTR（高温工学試験研究炉）の試験・運転と技術開発
（2020 年度）

日本原子力研究開発機構　高速炉・新型炉研究開発部門
大洗研究所　高温ガス炉研究開発センター

（編）高温工学試験研究炉部

（2022 年 5 月 30 日受理）

HTTR（高温工学試験研究炉）は、日本原子力研究開発機構大洗研究所で建設された熱出力 30MW 及び原子炉出口冷却材温度 950℃の我が国初の高温ガス炉である。

HTTR の目的は高温ガス炉技術の基盤の確立及び高温ガス炉の安全性の実証等であり、現在まで、安全性実証試験、長期連続運転及び高温ガス炉の研究開発に関する各種実証試験を実施しており、高温ガス炉の実証試験並びに運転・保守に係る実績を有している。

2020 年度は、2011 年東北地方太平洋沖地震以来運転停止している HTTR の運転再開に向けての活動を昨年度に引き続き継続しており、2020 年 6 月 3 日には新規制基準に係る原子炉設置変更許可を取得し、HTTR の運転再開に向けて大きく進展した。

本報告書は、2020 年度に実施された新規制基準への対応状況、HTTR の運転・保守管理状況、実用高温ガス炉に向けた研究開発、高温ガス炉関係の国際協力の状況等についてまとめたものである。

大洗研究所：〒311-1393　茨城県東茨城郡大洗町成田町 4002 番地

JAEA-Review 2022-018

Operation, Test, Research and Development of the High Temperature Engineering Test Reactor (HTTR) (FY2020)

(Ed.) Department of HTTR

HTGR Research and Development Center
Oarai Research and Development Institute
Sector of Fast Reactor and Advanced Reactor Research and Development
Japan Atomic Energy Agency
Oarai-machi, Higashiibaraki-gun, Ibaraki-ken

(Received May 30, 2022)

The High Temperature Engineering Test Reactor (HTTR) is the first High Temperature Gas-cooled Reactor (HTGR) constructed in Japan at the Oarai Research and Development Institute of the Japan Atomic Energy Agency with 30MW in thermal power and 950 ℃ of maximum outlet coolant temperature.

The purpose of the HTTR is establishment of basic HTGR technologies, demonstration of HTGR safety characteristics and so on. The HTTR has had a lot of experience of HTGRs' operation and maintenance throughout rated power operations, safety demonstration tests, long-term high temperature operations and demonstration tests relevant to HTGRs' R&Ds.

In the fiscal year 2020, we continued to make effort to restart of the HTTR that stopped since the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. On 3rd June 2020, we obtained permission to the New Regulatory Requirements which make great progress toward the restart of the HTTR.

This report summarizes the activities carried out in the fiscal year 2020, which were the situation of the New Regulatory Requirements screening of the HTTR, the operation and maintenance of the HTTR, R&Ds relevant to commercial-scale HTGRs, the international cooperation on HTGRs and so on.

Keywords: HTGR, HTTR, Operation, Maintenance, New Regulatory Requirements for Research Reactors

目　　次

1．概要 1
1.1　運転・保守・放射線管理の状況 3
1.2　技術開発等の状況 4
1.3　品質マネジメント活動の状況 4
1.4　高温ガス炉とこれによる水素製造技術の研究開発の状況 5

2．運転・保守 9
2.1　原子炉の運転管理 11
2.2　装置・設備の保守管理 11

3．試験研究用等原子炉施設の新規制基準への対応 13
3.1　概要 15
3.2　新規制基準適合に係る設計及び工事の計画の認可申請の内容と工事の概要 16
3.3　新規制基準適合に係る原子炉施設保安規定の変更認可申請の内容 21
3.4　新規制基準適合に係る使用前事業者検査の実施 21

4．放射線管理 33
4.1　放射線作業時の管理 35
4.2　個人被ばく管理 35
4.3　排気及び排水の管理 35
4.4　放射線管理設備に係る保守管理 36

5．技術開発 39
5.1　臨界制御棒位置を自動で探索するユーティリティツールの開発 41
5.2　HTTR 炉心を用いた原子力電池に関する予備的検討 43

6．人材育成 45
6.1　人材育成の実績 47

7．品質マネジメント活動の実施状況 49
7.1　概要 51
7.2　品質マネジメント活動の実績 52

8．所外の専門部会等での審議 61

8.1　高温ガス炉産学官協議会 63
8.2　高温ガス炉及び水素製造研究開発・評価委員会 63

9．実用高温ガス炉に向けた取組み 65
9.1　燃料設計限度の考え方の適用性確認 67
9.2　蒸気供給用高温ガス炉システムのコンファインメント概念の提示 67
9.3　ガスタービンへの核分裂生成物の沈着低減技術の開発 68

10．高温ガス炉開発に関する国際協力 73
10.1　ポーランドとの協力 75
10.2　米国との協力 75
10.3　英国との協力 76
10.4　国際原子力機関（IAEA）を通じた協力 76
10.5　第 4 世代原子力システム国際フォーラム（GIF）を通じた協力 76
10.6　OECD/NEA を通じた協力 77
10.7　カザフスタンとの協力 78

11．あとがき 79
参考文献 79

付録 81
付録 1　2020 年度高温工学試験研究関連研究発表 83
付録 2　2020 年度高温工学試験研究関係主要事項 84
付録 3　2020 年度高温工学試験研究関連審査会合及び審査ヒアリング開催履歴 88

Contents

1. Outline of Activities 1
1.1 Activities of Operation, Maintenance and Radiation Control 3
1.2 Activities of Research and Development 4
1.3 Activities of Quality Assurance 4
1.4 Activities of Research and Development on HTGR and Related Heat Application Technology 5

2. Operation and Maintenance 9
2.1 Operation of HTTR 11
2.2 Maintenance of HTTR 11

3. Conformity with New Regulatory Requirements for Research Reactors 13
3.1 Outline 15
3.2 Application for Approval of the Design and Construction Method on New Regulatory Requirements 16
3.3 Application for Approval for Changes of the HTTR's Operational Safety program on New Regulatory Requirements 21
3.4 Pre-service Inspection on New Regulatory Requirements 21

4. Radiation Control 33
4.1 Radiation Monitoring and Control 35
4.2 Control of Personal Exposure 35
4.3 Monitoring of Exhaust Gas and Drainage 35
4.4 Maintenance of Radiation Monitoring System 36

5. Research and Development 39
5.1 Development of utility tool for auto seeking critical control rod position 41
5.2 Feasibility Study on Nuclear Battery using HTTR Core 43

6. Human Resource Development 45
6.1 Performance of Human Resource Development 47

7. Activities of Quality Assurance Management System 49
7.1 Outline 51
7.2 Performance of Quality Assurance Management System 52

8. Deliberations in Specialist's Committees 61
8.1 High-temperature Gas-cooled Reactor Industry, Academia and Government Councils 63
8.2 Evaluation Committee of Research Activities for High Temperature Gas-cooled Reactor and Related Hydrogen Production Technology 63

9. Development for Commercial-scale High-temperature Gas-cooled Reactor 65
9.1 Applicability Evaluation of Fuel Design Limits 67
9.2 Presentation of Confinement System Concept for the Steam Supplying HTGR 67
9.3 Development of Reducing Technology for Fission Products Adhesion to Helium-gas Turbine 68

10. International Cooperation on HTGR Development 73
10.1 Poland 75
10.2 U.S.A. 75
10.3 England 76
10.4 International Atomic Energy Agency (IAEA) 76
10.5 Generation IV International Forum (GIF) 76
10.6 OECD Nuclear Energy Agency (OECD/NEA) 77
10.7 Kazakhstan 78

11. Postscript 79
References 79

Appendixes 81
Appendix 1 Publication and Presentations on High Temperature Engineering Research in 2020 83
Appendix 2 Essential Particular on High Temperature Engineering Research in 2020 84
Appendix 3 Information of the Examination Meeting and Hearing of the NRA in 2020..... 88

1. 概要

Outline of Activities

This is a blank page.

高温ガス炉は、1000℃近い高温の冷却材温度を用いて多様な熱利用が可能な原子炉である。炉心を構成する材料は耐熱性の高い黒鉛（耐熱温度約 2500℃）、炉心を冷却する物質に化学反応性の低いヘリウムガスを用い、燃料は核燃料物質をセラミックでコーティングした直径約 1mm 程度の耐熱性の高い被覆燃料粒子（耐熱温度約 1600℃）を用いている。高温ガス炉の特徴は、①高温の冷却材を利用した水素製造等の多様な熱利用が可能であること及び②被覆燃料粒子、炉心構成材、冷却材等の優れた性能及び負のフィードバック炉心特性により、配管が破損して冷却材がなくなるような冷却材喪失事故等においても炉心溶融事故の生じない極めて高い安全性を有することである。図 1.1 に高温ガス炉の特徴を示す。

高温工学試験研究炉（HTTR : High Temperature engineering Test Reactor）は、日本初の高温ガス炉として、日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」という。）が大洗研究所（茨城県大洗町）に建設した原子炉熱出力 30MW、原子炉出口冷却材温度 950℃の原子炉である。

HTTR は 1991 年から建設を開始し、1998 年 11 月 10 日に初臨界、2001 年 12 月に原子炉出口冷却材温度 850℃、2004 年 4 月に原子炉出口冷却材温度 950℃を達成した。表 1.1 に HTTR の建設から現在までの軌跡を示す。

HTTR の目的は高温ガス炉技術の開発に加え、高温の冷却材温度を利用した原子力の多目的利用の一つである熱利用水素製造技術の開発である。2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震以降、原子炉の運転を停止していたが、2020 年 6 月 3 日に新規制基準に係る原子炉設置変更許可を取得した。2021 年度以降も運転再開に向けた活動を実施し、高温ガス炉の実用化を目指したデータ取得のための長期連続運転、優れた安全性を実証するための安全性実証試験等を進める計画である。

1.1　運転・保守・放射線管理の状況

2013 年 12 月に施行された試験研究用等原子炉施設に対する新規制基準への適合性確認に係る審査対応を行っていたことから 2020 年度に原子炉運転は行わなかった。

2020 年 4 月に原子炉等規制法の改正により新検査制度が導入されたため、施設管理実施計画、設備保全整理表及び検査要否整理表を作成し、原子炉施設及び核燃料物質等使用施設の施設管理を実施することとした。HTTR は、2011 年 2 月より第 5 回施設定期検査を実施していたが、2020 年 4 月に原子炉等規制法の改正により新検査制度が導入され、施設定期検査は定期事業者検査に移行された。

保守管理の詳細については第 2 章に示す。

1.1.1　運転再開に向けた検討状況

2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震によって発生した東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえ、試験研究用等原子炉施設新規制基準（2013 年 12 月 18 日施行）が施行され、規制強化が図られている。HTTR では本新規制基準に対する適合性確認の審査を受けるため、2014 年 11 月 26 日に原子炉設置変更許可を原子力規制委員会に申請している。その後、原子力規制委員会の審査を受け、9 回の補正申請の後、2020 年 3 月 25 日の原子力規制委員会にて審査書（案）が了承された。試験研究炉としては初となるパブリックコメントを経て、2020 年 6

月 3 日に原子炉設置変更許可を取得した。このことは新規制基準に対する要求事項を HTTR が満たしていることを示しており、2020 年度は新規制基準に係る設工認申請及びそれに係る工事、保安規定申請、使用前事業者検査等を進め、HTTR の運転再開に向けての活動をさらに進めた。

詳細については第 3 章に示す。

1.1.2　放射線管理の状況

2020 年度の放射線管理において、放射線作業時の管理、個人被ばく管理、排気及び排水の管理等について放射線管理上問題となる事象はなかった。

今年度の放射線作業については、HTTR 原子炉冷却系統施設等安全弁の取外・取付及びラプチャーディスクの定期交換作業が行われた。本作業での作業者の被ばくはなく、放射線管理上の問題がないことを確認した。

2020 年度の HTTR における放射線管理の状況を第 4 章に示す。

1.2　技術開発等の状況

核特性評価手法の妥当性を確認する上で重要なパラメータのひとつである臨界制御棒位置の計算では、手動で実施するには多くの手間と作業時間が必要であり、特に、燃料の燃焼が進んでいる場合は物性値のデータを入れ替え等が必要となるため作業量が膨大となる。このため、計算作業時間を短縮しつつ、かつ高精度の計算を行うことを目的として、臨界制御棒位置を自動探索できるユーティリティツールを開発した（5.1 臨界制御棒位置を自動で探索するユーティリティツールの開発）。

2018 年度の夏期休暇実習から、学生実習の一貫として優れた安全性を有する HTTR の炉心をベースとした原子力電池に関する予備検討を実施している。2020 年度は、炉心の小型化について検討した（5.2 HTTR 炉心を用いた原子力電池に関する予備的検討）。

2020 年度に実施した主要な技術開発の詳細については第 5 章に示す。

1.2.1　人材育成

原子力機構の「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の令和 2 年度の業務運営に関する計画（年度計画）」において、HTTR を活用した人材育成として、HTTR に研究者等を受け入れ、HTTR の燃焼解析等を実施し、高温ガス炉に関する知識を習得させることとしている。2020 年度は夏期休暇実習生を 4 名受入れている。

2020 年度の人材育成の活動の詳細については第 6 章に示す。

1.3　品質マネジメント活動の状況

HTTR における品質マネジメント活動は、原子炉施設の安全性及び信頼性の確保を最優先に位置づけ、原子炉施設の保安活動に係る品質マネジメントシステム（安全文化を育成及び維持するための活動を含む。）の下に、実施し、評価確認し、継続的に改善することとしている。大洗研究所（北地区）の保安規定に基づき確立された品質マネジメントシステムに基づき、HTTR 原子炉施設及び核燃料物質使用施設等の保安活動を計画的に実施、評価、継続的改善を実施している。

原子力事業者の責任の明確化や原子力事業者の保安活動全般を包括的に検査することを主眼にした新検査制度が 2020 年度から本格的に運用された。HTTR においてもこの新検査制度に対して品質マネジメントシステムのプロセスを変更し対応している。

2020 年度の HTTR における品質保証活動の詳細については第 7 章に示す。

1.4　高温ガス炉とこれによる水素製造技術の研究開発の状況

HTTR の目的は高温ガス炉技術の基盤の確立であり、HTTR を用いた熱利用技術の研究開発である。高温ガス炉の実用化に向けた研究、熱利用システムの研究等を産学官の協力及び国際協力を踏まえ実施している。

1.4.1　所外の専門部会等での審議

文部科学省の高温ガス炉技術研究開発作業部会の中間取りまとめを受け、産学官で国の政策に提言することを目的にした「高温ガス炉産学官協議会」の活動状況及び原子力機構における今後の高温ガス炉及び熱化学法 IS プロセス（ヨウ素（I）と硫黄（S）の化学反応により水を熱分解する水素製造法）等の水素製造技術の研究開発の在り方について評価する外部有識者からなる「高温ガス炉及び水素製造研究開発・評価委員会」による令和 2 年度（2020 年度）計画の評価及び第 3 期中長期目標期間の評価（見込評価）について第 8 章に示す。

1.4.2　実用高温ガス炉に向けた取組み

HTTR の試験データや開発した燃料等の要素技術に基づき、実用化を目指した高温ガス炉の研究開発を進めている。また、HTTR の接続試験を見据えたヘリウムガスタービン技術等の研究開発を進めている。

実用高温ガス炉システムの安全基準の整備に向け、燃料破損率を考慮可能な燃料設計限度の考え方について適用性の確認を行った。

安全要件の国際標準案に適合し、かつ、蒸気供給用高温ガス炉システムの建屋コストを令和元年度の設計に比べて大幅に削減可能なコンファインメントの合理化案を提示した。

ガスタービンへの核分裂生成物の沈着量低減に向け、ガスタービン保守時の被ばく線量率の計算結果と制限値の比較により候補合金のガスタービン翼設計への適用性を評価した。候補合金の主成分である Ni 中の Ag 固溶限濃度を最新の手法で測定し、従来値の 1/10 程度の値を取得した。

それぞれの詳細については第 9 章に示す。

1.4.3　高温ガス炉開発に関する国際協力

原子力機構では、HTTR の建設・運転を通じて培った高温ガス炉技術を基にした国際協力を推進している。

原子力機構は、ポーランドにおける高温ガス炉開発を支援すると共に高温ガス炉技術の研究開発を共同実施することを目的とした高温ガス炉技術分野における研究協力覚書をポーランド国立原子力研究センター（NCBJ）との間で締結している。NCBJ と定期的な技術会合を実施

しており、人材育成の一環として高温ガス炉セミナーを実施している。

また、その他の高温ガス炉開発に関する国際協力として、米国との国際協力、英国との国際協力、国際原子力機関（IAEA）を通じた国際協力、第 4 世代原子力システム国際フォーラム（GIF）を通じた国際協力、OECD/NEA を通じた国際協力、カザフスタンとの国際協力を実施している。詳細については第 10 章に示す。

表 1.1　高温工学試験研究炉（HTTR）の軌跡

1989.2	原子炉設置許可申請
1990.11	原子炉設置許可
1991～1997	建設
1997.9.5	原子炉施設保安規定の認可
1998.11.10	初臨界
1999.11	出力上昇試験開始
2001.12.7	定格出力 30MW、原子炉出口冷却材温度 850℃達成
2002.3.6	使用前検査合格証取得（30MW、850℃）
2002.6	安全性実証試験（第 1 期）の開始
2004.4.19	定格出力 30MW、原子炉出口冷却材温度 950℃達成
2004.6.24	使用前検査合格証取得（30MW、950℃）
2005.10.1～	・日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構が統合され、日本原子力研究開発機構が設立 ・第 1 期中期計画（独立行政法人通則法に基づく中期目標を達成するための計画）開始
2007.3.27～4.26	定格出力 30 日連続運転の達成
2007.7	定期的な評価（試験炉規則に基づく運転開始から 10 年を超えない期間毎に行う保安活動等に関する評価）の実施
2010.1.22～3.13	高温 50 日連続運転の達成
2010.4.1～	第 2 期中期計画開始
2010.12.22	安全性実証試験（第 2 期）の開始
2013.12.18	試験研究用等原子炉施設に関する新規制基準施行
2014.11.26	新規制基準適合に係る原子炉設置変更許可申請
2015.4.1～	・国立研究開発法人日本原子力研究開発機構に名称変更 ・第 3 期中長期計画開始
2017.8	定期的な評価（第 2 回）の実施
2018.4.1	原子力機構組織改正（高温ガス炉研究開発センターの設置、大洗研究所への名称変更等）
2018.12.25	廃止措置実施方針の公開（原子炉等規制法改正により 2019 年 1 月 1 日までに公表が義務付けられた）
2019.9.20	ポーランド国立原子力研究センターとの研究開発協力実施取決めに署名
2020.6.3	新規制基準適応に係る原子炉設置変更許可（2014.11.26 申請）取得

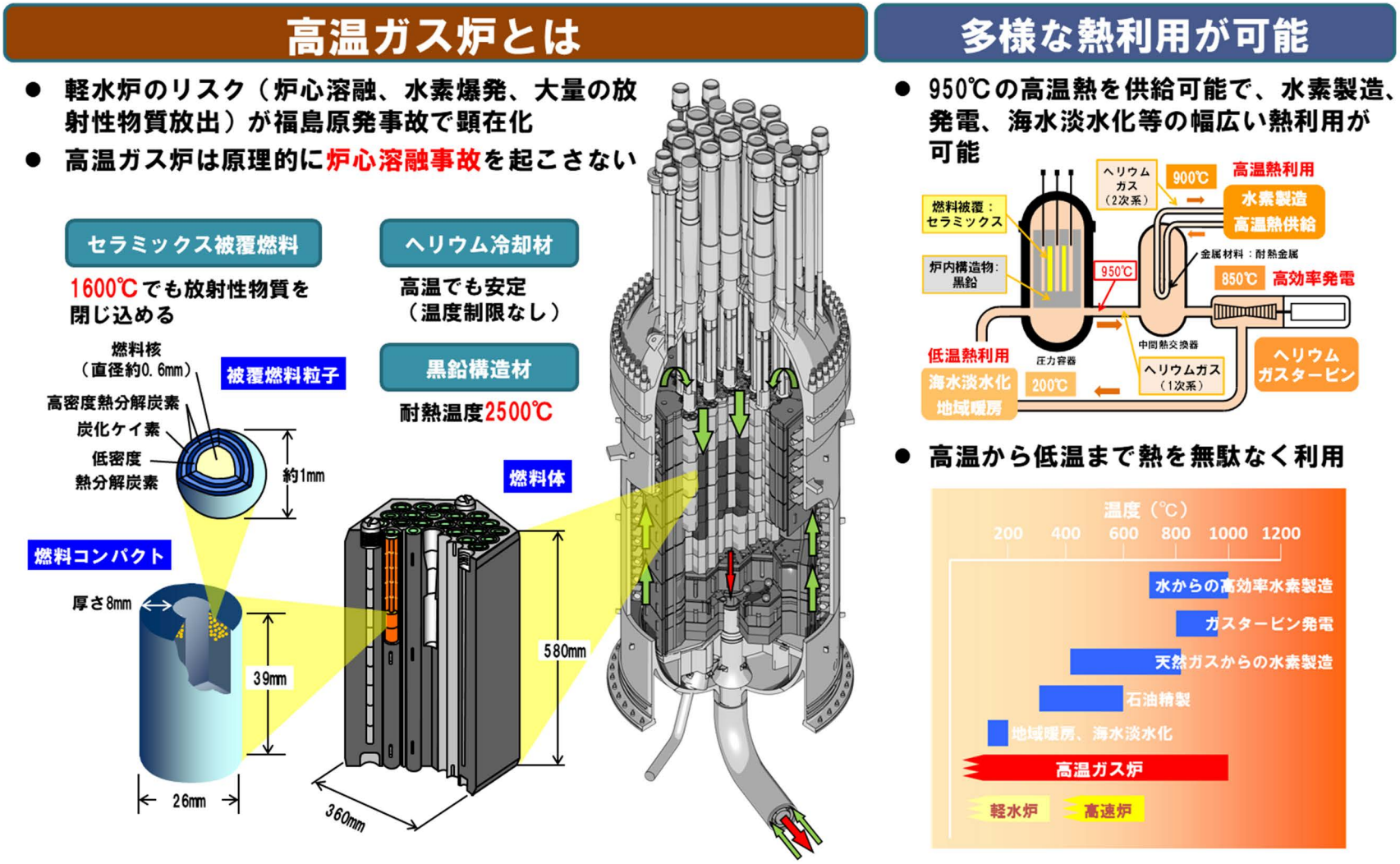


図 1.1　高温ガス炉の特徴

2.　運転・保守

Operation and Maintenance

This is a blank page.

2.1　原子炉の運転管理

2020 年度は、2013 年 12 月に施行された試験研究用等原子炉施設に対する新規制基準への適合確認に係る審査対応を行っていたことから原子炉運転は行わなかった。

2.2　装置・設備の保守管理

2.2.1　施設管理

2020 年 4 月に原子炉等規制法の改正により新検査制度が導入され、試験研究の用に供する原子炉施設の設置、運転等に関する規則及び核燃料物質の使用に関する規則の定めにより策定された施設管理の目標を計画的かつ継続的に達成して行くための施設管理実施計画を策定した。また、原子炉の本体施設等の点検、検査の方法、実施頻度及び時期を整理した設備保全整理表及ぶ検査要否整理表を作成し、原子炉施設及び核燃料物質等使用施設の施設管理を実施することとした。

2.2.2　定期事業者検査

HTTR は、2011 年 2 月より第 5 回施設定期検査を実施していたが、2020 年 4 月に原子炉等規制法の改正により新検査制度が導入され、施設定期検査は定期事業者検査に移行した。定期事業者検査移行に伴い、定期事業者検査を実施する独立検査組織を大洗研究所に設け検査を受検することとなった。

HTTR 原子炉施設は、年度当初に東北地方太平洋沖地震の影響による設備・機器の点検作業及び新規制基準への適合確認のための審査が継続していることに伴い、定期事業者検査が継続しており、本年度も原子炉停止中において継続的に機能が維持されていなければならない施設の検査について受検することとして定期事業者検査実施計画を策定していたが、2020 年 11 月に運転再開時期を 2021 年 7 月とする運転工程としたため、定期事業者検査の計画を変更し全項目の検査を受検することとした。本年度は、全検査項目 81 項目のうち 29 項目を終了した。引続き 2021 年 7 月の運転再開に向けて必要な検査を実施する。

また、HTTR 核燃料物質使用施設等については、全 19 項目のうち 15 項目を終了した。引続き原子炉施設と合わせて必要な検査を実施する。

This is a blank page.

3.　試験研究用等原子炉施設の新規制基準への対応

Conformity with New Regulatory Requirements for Research Reactors

This is a blank page.

3.1　概要

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により、東京電力福島第一原子力発電所では津波被害等により大きな事故が起きた。当該被害を踏まえ、特に自然現象に対する規制の強化を目的に、2013 年 12 月 18 日に試験研究用等原子炉施設を含む核燃料施設等の新規制基準が定められた。表 3.1 に試験研究用等原子炉施設に関する新たに制定・改定された規則類（2021 年 4 月 1 日現在）を示す。

HTTR では、東北地方太平洋沖地震直後から地震の影響の有無に関する点検や、原子炉施設の機器・建家等の健全性確認を実施し、2012 年 9 月 7 日に「HTTR 原子炉施設の健全性確認に関する報告書」を当時の監督省であった文部科学省へ提出した。新規制基準施行後、当該基準への適合性確認のため、2014 年 11 月 26 日に原子力規制委員会へ原子炉設置変更許可を申請し、9 回の補正申請の後、2020 年 3 月 25 日の原子力規制委員会にて審査書（案）が了承された。その後、試験研究炉としては初となるパブリックコメントが 2020 年 3 月 26 日～2020 年 4 月 24 日まで行われ、2020 年 6 月 3 日に原子炉設置変更許可を取得した。許可取得迄に実施した補正申請の主な内容（9 回分）は以下のとおりである。

2016 年 10 月 27 日（第 1 回補正）
- 重要安全施設の選定方針（安全機能の重要度分類の修正）
- 平常時被ばく線量における実効線量の修正
- 多量の放射性物質等を放出するおそれのある事故（以下本章において「BDBA」という。）時の被ばく線量の再評価

2017 年 6 月 29 日（第 2 回補正）
- 安全機能の重要度分類の修正（保管廃棄施設の追加等）
- 外部事象及び内部事象に対する防護対象施設の追加
- 対象等の変更に伴う航空機落下確率の再評価
- BDBA 事象選定の考え方の変更（原子力規制庁指示によるもの）

2017 年 12 月 21 日（第 3 回補正）
- 可燃物の管理方法や竜巻発生時の対応等に関する追記
- 組織改編に伴う変更（理事長トップマネジメント等）

2018 年 2 月 23 日（第 4 回補正）
- 火山灰密度の追記
- 基準地震動の追加

2018 年 7 月 11 日（第 5 回補正）
- 地震・津波・火山に関する表現の修正
- 「可能な限り」という表現の原則使用禁止に伴う対応（原子力規制庁指示によるもの）
- 組織改正に伴う変更

2018 年 10 月 17 日（第 6 回補正）
- 共用施設の位置付けの明確化

2019 年 9 月 26 日（第 7 回補正）

・使用済燃料の処分の方法に関する記載の修正（引渡しまでの間、HTTR 原子炉施設の使用済燃料貯蔵施設に貯蔵することを追記）
・BDBA 対策、火災対策、溢水対策等に用いる機器や参照している基準の明確化
・耐震重要度分類の変更の妥当性、安全機能の重要度分類変更の妥当性を追補として追記

2020 年 1 月 27 日（第 8 回補正）
・BDBA や火災の影響や、その対応方法に関する記載の追記
・安全機能の重要度分類に関する定義を参考として追記

2020 年 3 月 23 日（第 9 回補正）
・新規制基準対応を実施するモニタリングポストの台数を変更
・対策に用いる可搬型機器の仕様を追記
・BDBA 対策に関する記載を詳細化

3.2　新規制基準適合に係る設計及び工事の計画の認可申請の内容と工事の概要

新規制基準への適合に関する原子炉施設の設計及び工事の計画の認可申請（以下本章において「設工認」という。）は、工事に要する期間等を考慮して当初 6 分割申請を予定していたが、審査の効率化の観点から「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」の条文毎に申請内容を整理し、4 分割での申請とするため補正申請や再申請等を実施した。また、2021 年 4 月 8 日までに、4 分割した全ての設工認認可を取得した。各設工認の申請から認可取得までの経緯、主な申請内容及び工事の概要を以下に示す。なお、2020 年 4 月 1 日に施行された新検査制度に関する原子炉等規制法の改正へ対応するため、HTTR では申請中であった設工認を含めて全て新制度による記載に修正（補正申請）し認可を取得した。よって、HTTR の設工認に係る新規制基準対応については、新検査制度施行前に行われていた使用前検査ではなく、使用前事業者検査として実施している。

3.2.1　第 1 回申請（固定モニタリング設備、安全避難通路等）

(1)　申請から認可取得までの経緯

・2018 年 2 月 9 日：申請
・2018 年 7 月 30 日：第 1 回補正申請
・2020 年 8 月 31 日：第 2 回補正申請
・2020 年 10 月 26 日：認可取得

(2)　主な申請内容

第 1 回申請は、放射線管理施設のうち固定モニタリング設備のデータ送信システムの多様化、その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち安全避難通路等及び核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵設備の警報回路について申請し、認可を取得した。

データ送信システムの多様化は、固定モニタリング設備である 14 基のモニタリングポストのうち、大洗研究所の 8 方位において網羅的に測定可能となる 9 基を選定し、既設の有線方式による伝送に加えて、無線によるデータ送受信を行うための装置を設置するものである。

なお、9 基のうち 6 基については自主的な対応として東北地方太平洋沖地震後に無線化を実施していたため、3 基について追加の工事を実施した。また、モニタリングポストに係る非常用電源や代替え測定に利用するサーベイメータを設工認対象とした。

安全避難通路等は、安全避難通路、避難用照明及び設計基準事故が発生した場合に用いる照明について、既設の安全避難通路及び誘導標識、非常用照明及び誘導灯並びに保安灯、蓄電池内蔵照明及び携帯用照明を設工認対象とした。

警報回路は、原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備の貯蔵プール水位及び貯蔵プール水温の警報、使用済燃料貯蔵建家内使用済燃料貯蔵設備の貯蔵セル内の空気温度に関する警報について設工認対象とした。

(3) 工事の概要

第 1 回申請として実施した工事は、放射線管理施設のうち、固定モニタリング設備のデータ送信システムの多様化工事である。固定モニタリング設備の設置位置図を図 3.2.1 に示す。また、中央制御室には、モニタリングポスト測定値を表示する専用の表示器（専用のパソコン）を設置するとともに、外部電源喪失時にも表示を可能とするため専用の無停電電源装置を設置した。

3.2.2 第 2 回申請（防火帯、外部事象に対する評価、避雷針、火災対策機器）

(1) 申請から認可取得までの経緯

・2018 年 7 月 11 日：申請
・2019 年 3 月 26 日：第 1 回補正申請
・2020 年 3 月 30 日：第 2 回補正申請
・2020 年 7 月 20 日：第 3 回補正申請
・2020 年 9 月 9 日：認可取得

(2) 主な申請内容

第 2 回申請は、その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち、①防火帯、②外部火災に対する原子炉建家・使用済燃料貯蔵建家等の健全性評価、③火山事象及び竜巻に対する原子炉建家・使用済燃料貯蔵建家等の健全性評価、④避雷針、⑤火災対策機器（火災感知器、消火器、消火栓等）及び⑥全交流動力電源喪失時の対応機器、並びに放射性廃棄物の廃棄施設のうち、⑦外部火災に対する排気筒の健全性評価について申請し、認可を取得した。

防火帯は、9.5m 幅の防火帯を設けるとともに、その外側 20m に樹木のない範囲を設定することによって外部火災による HTTR 原子炉施設への延焼を防止するためのものである。

外部火災に対する健全性評価は、原子力発電所の外部火災影響評価ガイド「以下（外部火災影響評価ガイド）という。」[1] を参考に行い、想定される森林火災、近隣の産業施設等の火災・爆発及び航空機墜落による火災に対して、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、排気筒等に関し、コンクリート表面温度が許容温度の 200℃を超えないこと等を評価することにより、構造健全性に影響がないことを確認した。火山事象に対する健全性評価については、原

子力発電所の火山影響評価ガイド[2)]を参考に想定した降下火砕物の層厚 50cm（湿潤密度 1.5g/cm^3）に対して、原子炉建家及び使用済燃料貯蔵建家が、想定層厚の荷重に加え、常時作用する荷重及び自然現象（積雪、風）の荷重を適切に組み合わせた荷重に対して、構造強度を有するものであることを評価により確認した。竜巻に対する健全性評価については、原子力発電所の竜巻影響評価ガイド[3)]を参考に行い、原子炉建家及び使用済燃料貯蔵建家が、設計竜巻（最大風速 100m/s）の風圧力及び気圧差による荷重、設計飛来物（鋼製材（135kg、4.2m×0.3m×0.2m）及び鋼製パイプ（8.4kg、2m×φ0.05m））による衝撃荷重、常時作用する荷重を適切に組み合わせた荷重に対して、構造強度を有するものであることを評価により確認した。また、評価対象物を設工認対象とした。

避雷針は、防護すべき HTTR 原子炉施設が避雷針の保護角の範囲内にあること等を確認するとともに、設工認対象とした。

火災対策機器は、①火災の発生防止に係るケーブル等の不燃性又は難燃性の材料、②火災の感知及び消火に係る火災受信機盤、熱感知器、煙感知器、消火器、屋内消火栓、二酸化炭素消火設備及び屋外消火栓、並びに③火災の影響軽減に係るケーブルトレイの障壁材、金属製キャビネット、排煙設備、非常用発電機の燃料地下タンク排気用ベント管等を設工認対象とした。なお、③火災の影響軽減に係る金属製キャビネットは、可燃物を保管する場合、原則として金属製キャビネット等に収納するよう管理を厳格化したことに伴い、新たに設置したものである。

全交流動力電源喪失時の対応機器は、全交流動力電源が喪失した場合に原子炉停止後の状態及び使用済燃料冷却の状態を確認するため、可搬型計器や可搬型発電機等を設工認対象とした。

(3)　工事の概要とその根拠

第 2 回申請として実施した工事は、外部火災対策に係る防火帯の設置工事、内部火災対策に係る原子炉格納容器内の火災感知器の設置工事、内部火災対策に係るケーブルトレイへの障壁材の巻設工事である。

防火帯の設置工事は、原子炉施設周辺の舗装道路（一部実施した道路の整備工事は設工認上の工事には含まない。）を活用し、標識等を設けることにより防火帯として設定するための工事である。防火帯の設置図及び施工写真を図 3.2.2 及び図 3.2.3 に示す。

防火帯幅は、外部火災影響評価ガイドで示される Alexander and Fogarty の手法を用いて、火炎の防火帯の突破確率が 1%となる幅として 9.5m を設定した（評価上の条件である防火帯の外側 20m 以内に樹木が存在しないことを確保するため、防火帯の外側 20m 内の樹木については全て伐採した。）。また、各建家と防火帯の外縁側（火炎側）までの距離は、防護対象施設の外壁コンクリート温度が 200℃未満となるよう、危険距離（外壁コンクリート温度が 200℃となる距離）を上回るように設定した。なお、防火帯は、防護対象施設である原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、冷却塔及び排気筒を全て 1 つの防火帯で取り囲むような帯状に設定している。

内部火災対策に係る工事のうち原子炉格納容器内の火災感知器の設置工事は、火災の早期感知に対応するものである。具体的には、既設の熱感知器（10 台）に加えて、熱感知器よりも早期に火災検知可能な煙感知器（23 台）を新たに設置し、熱感知器についても、感知範囲の網羅性を確保する観点から既設に加えて新たに 38 台を設置した。また、原子炉格納容器内における火災を感知した場合、火災警報を発報することに加え、感知器毎に場所が特定できるよう原子炉格納容器内の煙感知器・熱感知器表示盤を中央制御室に設置した。原子炉格納容器用の煙感知器・熱感知器表示盤の施工写真を図 3.2.4 に示す。

内部火災対策に係る工事のうちケーブルトレイへの障壁材の巻設工事は、火災影響軽減対策として、原子炉の停止及び冷却に係る安全機能を有する火災防護対象ケーブルについて実施した。具体的には、建設時の耐火対策として実施済みであった鋼製ケーブルトレイの利用や IEEE384 を参考にしたケーブルトレイ間の分離距離の確保に加え、図 3.2.5 に示すように障壁材を巻設した。巻設は、多重化設計である停止系及び冷却系のケーブルについて、同一の火災区画内に系統（A 系統及び B 系統）が混在しているケーブルトレイのうち 1 系統について 1 時間の耐火性能を有する障壁材（材質：シリカ・マグネシア・カルシア系）を取り付けるものであり、火災発生時におけるケーブルへの熱的影響を軽減させ、安全機能を損なわないための対策である。障壁材の施工写真を図 3.2.6 に示す。

3.2.3　第 3 回申請（通信連絡設備等）

(1)　申請から認可取得までの経緯

・2018 年 11 月 16 日：申請
・2019 年 4 月 25 日：第 1 回補正申請
・2020 年 7 月 20 日：第 2 回補正申請
・2020 年 10 月 19 日：認可取得

(2)　主な申請内容

第 3 回申請は、その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち通信連絡設備等について申請し、認可を取得した。

通信連絡設備等は、①設計基準事故が発生した場合において、大洗研究所（北地区）内にいる人へ必要な指示を行うための通信連絡設備として、大洗研究所（北地区）の構内一斉放送設備及び HTTR の非常用放送設備、②関係官庁等の異常時通報連絡先機関等へ連絡を行うため、多様性を確保した通信回線として現地対策本部に設けられている固定電話（一般電話回線）、携帯電話（災害時優先回線）、ファクシミリ（災害時優先回線）等、並びに③HTTR の現場指揮所と現地対策本部との間の連絡を行うため、多様性を確保した通信回線として HTTR の現場指揮所と現地対策本部に設けられている固定電話（一般電話回線）、携帯電話（災害時優先回線）、ファクシミリ（一般電話回線）等を設工認対象とした。なお、これらのうち、①大洗研究所（北地区）の構内一斉放送設備は、新規制基準対応のために新たに設置した（HTTR に先行して大洗廃棄物管理事業において設置対応）。

(3)　工事の概要

第 3 回申請は、工事を伴わない設工認である。なお、構内一斉放送設備については、大洗研究所内の廃棄物管理事業において HTTR が原子炉設置変更許可を取得する前に設工認の認可を取得し工事を実施した。このため、HTTR における設工認では、構内一斉放送設備は既設の設備として整理し対応した。

3.2.4　第 4 回申請（耐震性評価、保管廃棄施設、溢水対策機器、BDBA の拡大の防止対策機器）

(1)　申請から認可取得までの経緯

・2019 年 3 月 26 日：申請
・2020 年 3 月 30 日：申請を取り下げ、再申請（申請内容の整理に伴うもの）
・2021 年 2 月 2 日：第 1 回補正申請
・2021 年 3 月 19 日：第 2 回補正申請
・2021 年 4 月 8 日：認可取得

(2)　主な申請内容

第 4 回申請は、原子炉施設全体の耐震性評価、放射性廃棄物の廃棄施設のうち保管廃棄施設、その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち溢水対策機器及び BDBA 対策機器（消防自動車・ホース、可搬型計器・可搬型発電機等）について申請し、認可を取得した。

耐震性評価は、新規制基準対応として再整理（変更等）した耐震重要度のクラス別に整理し行った。具体的には、建家・構築物及び機器・配管系に対し、①耐震クラスが S クラスのもの、②耐震クラスが B クラスのもの（共振の可能性のあるもの）、③上位クラスへの波及的影響評価として確認すべきものに区別して評価を実施した。なお、本評価結果において、耐震工事が必要な建家・構築物及び機器・配管はなく、評価対象物を設工認対象とした。

保管廃棄施設は、放射性固体廃棄物を廃棄物管理施設へ移送するまでの間、固体廃棄物保管室において保管廃棄するために固体廃棄物保管室及び保管容器を設けるものである。

溢水対策機器は、①漏水の早期検知のための漏水検知器、漏水警報盤等、②発生した漏水等を排水するための排水ポンプ、③配管破断に伴い発生する可能性のある蒸気から溢水防護対象設備を防護するためのブローアウトパネル及び耐圧扉、④その他、溢水の影響評価にかかる配管の耐震性評価結果等について設工認対象（評価対象物含む）とした。

BDBA の拡大の防止対策機器は、使用済燃料貯蔵プールに給水するための消防自動車・ホース、可搬型計器・可搬型発電機（BDBA 発生時における最低限必要な監視の継続や全交流動力電源喪失時における後備停止系の作動用）、BDBA 時に機能を期待する設備に対する耐震性の評価について設工認対象（評価対象物含む）とした。

(3)　工事の概要

第 4 回申請は、工事を伴わない設工認である。

3.3　新規制基準適合に係る原子炉施設保安規定の変更認可申請の内容

新規制基準対応として、多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止への対応等について記載した原子炉施設保安規定（以下本章において「保安規定」という。）の変更認可申請は、原子炉設置変更許可申請書の申請と同日付けの 2014 年 11 月 26 日に申請した。原子炉設置変更許可に係る適合性審査の進捗に合わせ、3 回の必要な補正申請（再申請を含む。）を実施し、2021 年 4 月 16 日に認可を取得した。保安規定の変更認可申請から認可取得までの経緯と主な申請内容を以下に示す。

(1)　申請から認可取得までの経緯

・2014 年 11 月 26 日：申請
・2018 年 10 月 17 日：取下げ再申請
・2020 年 12 月 2 日：第 1 回補正申請
・2021 年 3 月 19 日：第 2 回補正申請
・2021 年 4 月 16 日：認可取得

(2)　主な申請内容

新規制基準対応として、BDBA 対象設備や通信連絡設備等の資機材とその管理、外部事象に対する措置、多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止の措置（訓練含む。）等の記載を変更・追加した。また、2020 年 4 月 1 日施行の新検査制度に関する原子炉等規制法の改正に伴う対応については、補正申請にて対応した。なお、申請（補正）については、記載内容の大幅変更や、他の案件で申請・認可を受けた内容の合本対応等のため、原子力規制庁に手続き方法を確認の上、2018 年に取下げ再申請、2020 年及び 2021 年に補正申請を行った。なお、手続き方法の変更は、原子力規制庁の指示によるものである。

3.4　新規制基準適合に係る使用前事業者検査の実施

設工認の認可取得後、工事等を行う中で使用前事業者検査を実施するため、使用前確認申請を行った。使用前確認申請は、設工認の認可取得後に実施することが可能となるため、HTTR における使用前確認の初回申請においては、それまでに設工認の認可を取得した第 1 回申請から第 3 回申請までを対象に行った。また、第 4 回申請の認可取得後に、当該内容を反映するため、使用前確認申請書の記載事項変更を行った。使用前確認申請及び記載事項変更の経緯と使用前事業者検査の内容等は以下のとおりである。

(1)　使用前確認申請、記載事項変更等の経緯

・2020 年 11 月 13 日：設工認（第 1 回申請）～設工認（第 3 回申請）を対象に申請
・2021 年 4 月 14 日：設工認（第 4 回申請）の内容を反映するため記載事項の変更を提出
・2021 年 6 月 15 日：記載事項の変更を提出（工事期間等の変更）
・2021 年 7 月 2 日：使用前事業者検査合格
・2021 年 7 月 26 日：使用前確認証受領

(2)　使用前事業者検査の内容等

・使用前事業者検査の内容及び検査の実施時期を表 3.4.1～表 3.4.6 に示す。

表 3.1　試験研究用等原子炉施設に関する新たに制定・改正された規則類
（2021 年 4 月 1 日現在）

規則名
核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律
試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則
試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則
試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則
原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則
試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則の解釈
原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則の解釈
試験研究の用に供する原子炉等における保安規定の審査基準

表 3.4.1　使用前事業者検査の内容及び検査の実施時期（設工認（第 1 回申請））

編	対象の名称	工事有無	検査項目		令和２年 11月	令和２年 12月	令和３年 1月	令和３年 2月	令和３年 3月	令和３年 4月	令和３年 5月	令和３年 6月
第１編	固定モニタリング設備	○	工事工程							□	□	□
			1号	員数検査①							○	
				外観検査①							○	
				外観検査②							○	○ ○
			2号	疎通検査							○	
				作動検査								○ ○
				性能検査②								○ ○
				性能検査③							○	○ ○
			3号	適合性確認検査								○
				品質管理検査								○
	サーベイメータ	－	1号	員数検査②							○	
			2号	性能検査①							○	
			3号	適合性確認検査								○
				品質管理検査								○
第２編	安全避難通路等	－	1号	員数検査					○			
			2号	作動検査					○			
			3号	適合性確認検査					○			
				品質管理検査					○			
第３編	使用済燃料貯蔵設備の警報回路	－	1号	－								
			2号	性能検査					○			
				作動検査					○			
			3号	適合性確認検査					○			
				品質管理検査					○			

表 3.4.2　使用前事業者検査の内容及び検査の実施時期（設工認（第 2 回申請）①）

編	対象の名称	工事有無	検査項目		令和２年 11月	令和２年 12月	令和３年 1月	令和３年 2月	令和３年 3月	令和３年 4月	令和３年 5月	令和３年 6月
第１編	防火帯	○	工事工程			□						
			1号	外観検査			○					
				寸法検査			○					
			2号	－								
			3号	適合性確認検査			○					
				品質管理検査			○					
第２編	排気筒 （外部火災に対する健全性評価）	－	1号	－								
			2号	－								
			3号	適合性確認検査					○			
				品質管理検査					○			
	補機冷却水設備　冷却塔 （外部火災に対する健全性評価）	－	1号	－								
			2号	－								
			3号	適合性確認検査					○			
				品質管理検査					○			
	一般冷却水設備　冷却塔 （外部火災に対する健全性評価）	－	1号	－								
			2号	－								
			3号	適合性確認検査					○			
				品質管理検査					○			
	原子炉建家 （外部火災に対する健全性評価）	－	1号	－								
			2号	－								
			3号	適合性確認検査					○			
				品質管理検査					○			
	使用済燃料貯蔵建家 （外部火災に対する健全性評価）	－	1号	－								
			2号	－								
			3号	適合性確認検査					○			
				品質管理検査					○			
第３編	原子炉建家 （火山及び竜巻に対する健全性評価）	－	1号	－								
			2号	－								
			3号	適合性確認検査					○			
				品質管理検査					○			
	使用済燃料貯蔵建家 （火山及び竜巻に対する健全性評価）	－	1号	－								
			2号	－								
			3号	適合性確認検査					○			
				品質管理検査					○			
第４編	避雷針	－	1号	据付検査					○			
			2号	性能検査					○			
			3号	適合性確認検査					○			
				品質管理検査					○			

表 3.4.3　使用前事業者検査の内容及び検査の実施時期（設工認（第 2 回申請）②）

編	対象の名称	工事有無	検査項目		令和２年 11月	令和２年 12月	令和３年 1月	令和３年 2月	令和３年 3月	令和３年 4月	令和３年 5月	令和３年 6月
第５編	ケーブルトレイの障壁材	○	工事工程									
			1号	外観検査						○		
			2号	性能検査		○						
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査						○		
	原子炉格納容器内の火災感知設備（煙感知器、熱感知器、煙感知器・熱感知器表示盤）	○	工事工程									
			1号	外観検査					○			
				据付検査					○			
			2号	員数検査					○			
				作動検査					○			
				性能検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	火災防護対象機器に係るケーブル	－	1号	外観検査					○			
			2号	性能検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	火災防護対象機器	－	1号	材料検査					○			
			2号	性能検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	発火性物質及び引火性物質を内包する機器	－	1号	外観検査					○			
			2号	員数検査					○			
				性能検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	過電流継電器等の保護装置	－	1号	－								
			2号	性能検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	電気設備室系換気空調装置	－	1号	－								
			2号	性能検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	水素ガス滞留防止用可搬型ブロア及び防爆型ダクト	－	1号	－								
			2号	員数検査					○			
				作動検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	火災感知設備（原子炉建家（原子炉格納容器内を除く。）及び冷却塔並びに使用済燃料貯蔵建家）	－	1号	外観検査					○			
			2号	員数検査					○			
				作動検査					○			
				性能検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	消火器	－	1号	外観検査					○			
			2号	員数検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	屋内消火栓	－	1号	外観検査					○			
			2号	員数検査					○			
				性能検査					○			
				作動検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	二酸化炭素消火設備	－	1号	外観検査					○			
			2号	員数検査					○			
				作動検査					○			
				性能検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	屋外消火栓	－	1号	外観検査					○			
			2号	員数検査					○			
				性能検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	火災区域、火災区画	－	1号	外観検査					○			
				寸法検査					○			
			2号	作動検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	ケーブルトレイ	－	1号	据付検査					○			
			2号	－								
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	潤滑油内包機器	－	1号	据付検査					○			
			2号	－								
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	排煙設備	－	1号	外観検査					○			
			2号	員数検査					○			
				作動検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	非常用発電機燃料地下タンク排気用ベント管	－	1号	外観検査					○			
			2号	員数検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
	キャビネット	－	1号	外観検査					○			
				寸法検査					○			
			2号	員数検査					○			
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査					○			
第６編	全交流動力電源喪失時の対応機器（可搬型計器・可搬型発電機等）	－	1号	員数検査						○		
			2号	作動検査						○		
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査						○		

表 3.4.4　使用前事業者検査の内容及び検査の実施時期（設工認（第 3 回申請））

編	対象の名称	工事有無	検査項目		令和２年		令和３年					
					11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
－	構内一斉放送設備	－	1号	－								
			2号	員数検査			○					
				性能検査			○					
			3号	適合性確認検査			○					
				品質管理検査			○					
	非常用放送設備（HTTR）	－	1号	－								
			2号	員数検査			○					
				性能検査			○					
			3号	適合性確認検査			○					
				品質管理検査			○					
	送受話器（ページング）	－	1号	－								
			2号	員数検査			○					
				性能検査			○					
			3号	適合性確認検査			○					
				品質管理検査			○					
	大洗研究所外 通信連絡設備	－	1号	－								
			2号	員数検査			○					
				性能検査			○					
			3号	適合性確認検査			○					
				品質管理検査			○					
	大洗研究所内 通信連絡設備	－	1号	－								
			2号	員数検査			○					
				性能検査			○					
			3号	適合性確認検査			○					
				品質管理検査			○					

表 3.4.5　使用前事業者検査の内容及び検査の実施時期（設工認（第 4 回申請）①）

編	対象の名称	工事有無	検査項目		令和２年		令和３年					
					11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
第１編	【耐震Ｓクラス施設】											
	原子炉圧力容器	－	1号	－								
	スタンドパイプ		2号	－								
	圧力容器スカート		3号	適合性確認検査						○		
	圧力容器基礎ボルト			品質管理検査						○		
	サポートポスト（支持機能のみ）											
	炉心拘束機構（拘束バンドを除く）											
	炉心支持板											
	炉心支持格子											
	原子炉建家内 使用済燃料貯蔵設備貯蔵ラック（上蓋を除く）											
	中間熱交換器											
	１次加圧水冷却器											
	１次ヘリウム循環機											
	１次ヘリウム配管（二重管）											
	１次ヘリウム主配管（単管）											
	一次冷却設備の主要弁											
	補助ヘリウム冷却系 （原子炉冷却材圧力バウンダリに属するもの）											
	原子炉冷却材圧力バウンダリに接続している配管 （原子炉格納容器内のもの）											
	制御棒											
	制御棒駆動装置											
	中央制御室の盤											
	線量当量率モニタリング設備											
	放射能検出器容器（１次冷却材放射能検出容器）											
	Sクラス設備の補助設備（電気計装設備）											
	原子炉格納容器附属設備の１次冷却材を 内蔵する配管貫通部											
	原子炉建家内 使用済燃料貯蔵設備　貯蔵プール											
	【耐震Ｂクラス施設】											
	固定反射体ブロック	－	1号	－								
	高温プレナムブロック		2号	－								
	サポートポスト（支持機能を除く）		3号	適合性確認検査						○		
	炉床部断熱層			品質管理検査						○		
	炉心拘束機構の拘束バンド											
	遮へい体											
	燃料交換機											
	燃料出入機											
	プール水冷却浄化設備 （プール水の冷却に関する部分）											
	使用済燃料貯蔵建家内 使用済燃料貯蔵設備の貯蔵ラック（上蓋除く）											
	原子炉建家内附属機器											
	使用済燃料貯蔵建家内附属機器											
	補助冷却水系											
	炉容器冷却設備 （耐震Cクラスに属する部分を除く）											
	補機冷却水設備 （崩壊熱除去の主要設備に関わるもの）											
	１次ヘリウム純化設備 （耐震Sクラス及び耐震Cクラスに属する設備を除く）											
	試料採取設備 （耐震Sクラス及び耐震Cクラスに属する設備を除く）											
	後備停止系駆動装置											
	放射能検出器容器（耐震Sクラスを除く）											
	耐震Bクラス設備の補助設備（電気計装設備）											
	気体廃棄物処理系											
	洗浄廃液ドレン系											
	機器ドレン系											
	床ドレン系											
	使用済燃料貯蔵建家ドレン系											
	原子炉格納容器											
	サービスエリア											
	非常用空気浄化設備											
	非常用発電機											
	圧縮空気設備											
	制御棒交換機											
	使用済燃料貯蔵建家　換気空調設備の一部											
	原子炉建家　天井クレーン											
	使用済燃料貯蔵建家　天井クレーン											
	原子炉建家											
	原子炉建家　基礎版											
	制御棒案内ブロック											
	燃料体　黒鉛ブロック											
	可動反射体ブロック											
	【波及的影響確認対象施設】											
	原子炉建家　屋根トラス	－	1号	－								
	原子炉格納容器		2号	－								
	原子炉建家　天井クレーン		3号	適合性確認検査						○		
	排気筒			品質管理検査						○		
	燃料交換機											
	制御棒交換機											
第２編	保管廃棄施設	－	1号	－								
			2号	保管能力検査						○		
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査						○		

表 3.4.6　使用前事業者検査の内容及び検査の実施時期（設工認（第 4 回申請）②）

編	対象の名称	工事有無	検査項目		令和２年		令和３年					
					11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
第３編	排水ポンプ	－	1号	外観検査						○		
			2号	性能検査						○		
			3号	適合性確認検査							○	
				品質管理検査						○		
	漏水検知器並びに漏水警報盤及び副盤	－	1号	外観検査						○		
				据付検査						○		
			2号	性能検査						○		
			3号	適合性確認検査							○	
				品質管理検査						○		
	ブローアウトパネル及び耐圧扉 (基準地震動に対する機器・配管の評価を含む)	－	1号	外観検査						○		
			2号	性能検査						○		
			3号	適合性確認検査							○	
				品質管理検査						○		
	防滴仕様である機器及び計器	－	1号	外観検査						○		
			2号	性能検査						○		
			3号	適合性確認検査							○	
				品質管理検査						○		
	密封構造（被水防止構造）である機器	－	1号	外観検査						○		
			2号	性能検査						○		
			3号	適合性確認検査							○	
				品質管理検査						○		
	耐環境仕様である計器	－	1号	外観検査						○		
			2号	性能検査						○		
			3号	適合性確認検査							○	
				品質管理検査						○		
	加圧水冷却設備の主配管	－	1号	－								
			2号	性能検査						○	○	
			3号	適合性確認検査							○	
				品質管理検査						○		
第４編	消防自動車・ホース	－	1号	員数検査						○		
				外観検査						○		
			2号	性能検査						○		
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査						○		
	可搬型計器・可搬型発電機等	－	1号	員数検査						○		
			2号	作動検査						○		
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査						○		
	その他資機材 （目張り用資機材、防護具、瓦礫撤去用工具）	－	1号	員数検査						○		
			2号	－								
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査						○		
	既設の設備、機器等 （基準地震動に対し耐震性を有する設備・機器等）	－	1号	－								
			2号	－								
			3号	適合性確認検査						○		
				品質管理検査						○		

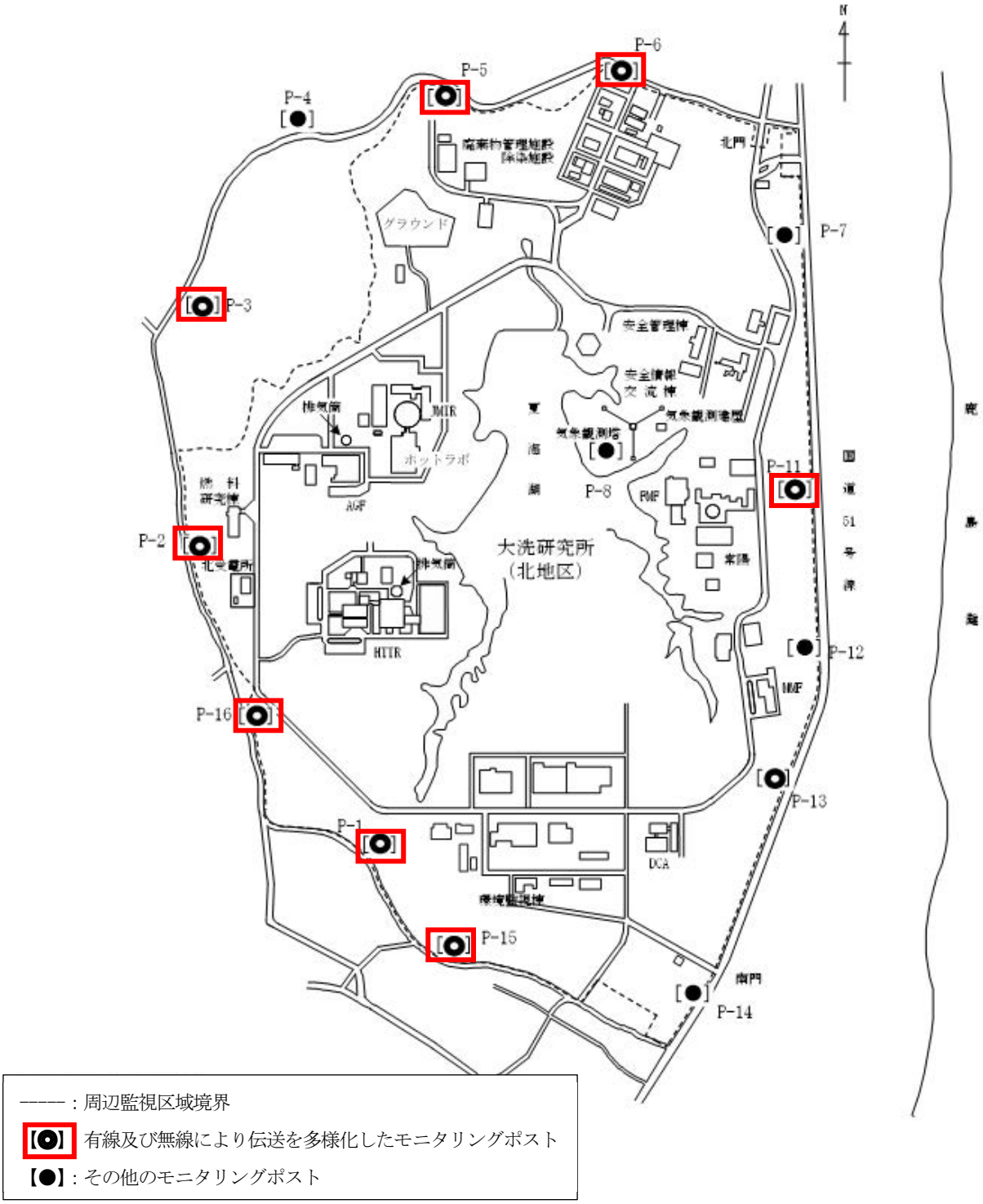


図 3.2.1　固定モニタリング設備の設置位置

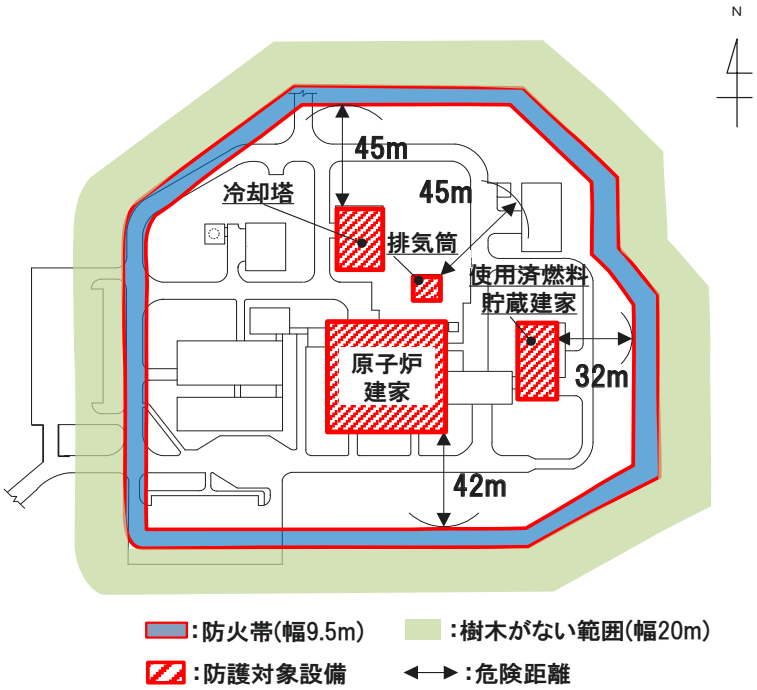


図 3.2.2　防火帯　設置図

図 3.2.3　防火帯の施工写真

図 3.2.4　原子炉格納容器用の煙感知器・熱感知器表示盤

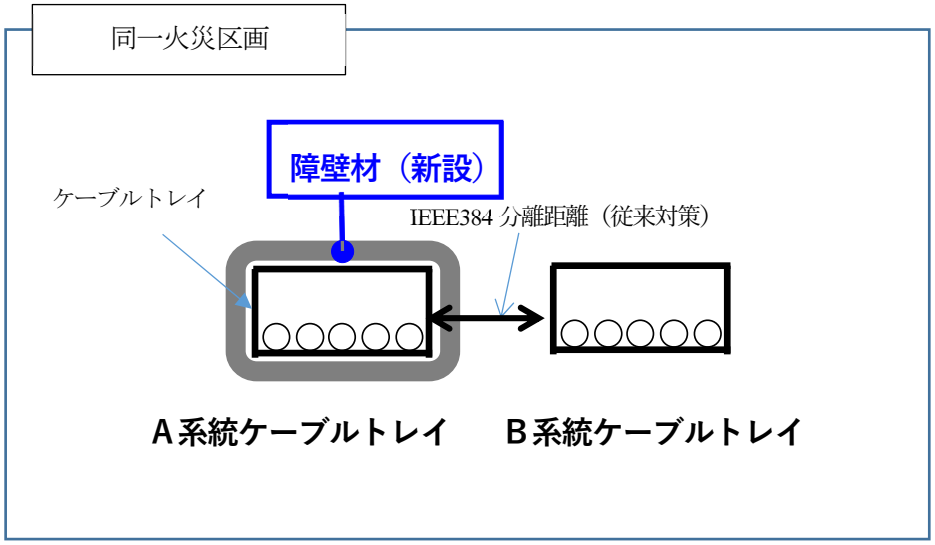


図 3.2.5　ケーブルトレイへの障壁材の巻設工事概要図

障壁材

図 3.2.6　障壁材の施工写真

4. 放射線管理

Radiation Control

This is a blank page.

4.1　放射線作業時の管理

(1)　施設定期自主検査作業中の管理

本年度は、計測制御設備、気体廃棄物処理設備等の対応作業が行われた。作業期間中、放射線モニタリングなどを実施した結果、放射線管理上問題となる事象はなかった。

(2)　HTTR 原子炉冷却系統施設等安全弁の取外・取付及びラプチャーディスクの定期交換作業

HTTR 原子炉冷却系統施設等安全弁の取外・取付及びラプチャーディスクの定期交換作業が 2020 年 9 月 1 日から 2021 年 2 月 8 日にかけて行われた。本作業は、1 次冷却設備を含む 2 次ヘリウム純化設備及び 2 次ヘリウムサンプリング設備の安全弁及びラプチャーディスクを取り外し、安全弁については分解点検、ラプチャーディスクについては交換を行う作業である。

本作業での作業者の被ばくはなく、作業中の線量当量率及び表面密度の確認を随時行うとともに、可搬型ガスモニタにて空気中放射能濃度を測定し、放射線管理上の問題がないことを確認した。

(3)　その他の作業

上記以外の施設の放射線管理として、管理区域内及び放出放射性物質の定期的な放射線モニタリングを実施した結果、放射線管理上問題となる事象はなかった。

4.2　個人被ばく管理

放射線業務従事者の被ばく結果を表 4.1 に示す。本年度における職員等及び請負業者については、0.1mSv を超える被ばくはなく、放射線業務従事者に係る線量限度を十分に下回っていた。また、内部被ばくについては、バイオアッセイ法及び体外計測法による定期的に行う確認検査を実施した結果、全て検出下限値未満であり、内部被ばくもないことを確認した。

4.3　排気及び排水の管理

(1)　排気中の放射性塵埃及び放射性ガスの管理

排気筒から放出された放射性塵埃及び放射性ガスの測定結果を表 4.2 に示す。放射性塵埃及び放射性ガスの最大濃度は、全て検出下限濃度未満であり排気筒からの有意な放出はなかった。

(2)　放射性廃液の管理

放射性廃液貯槽から放出された放射性廃液の最大濃度及び年間放出量を表4.3に示す。有意に検出された核種は ^{3}H のみで、それ以外の核種は年間を通して全て検出下限濃度未満であった。^{3}H の最大濃度は 3.2×10^{-1} Bq/cm^{3}、年間放出量は 1.5×10^{6} Bq/年であった。^{3}H の年間放出量は、大洗研究所の放出管理目標値に比べて十分低い値であった。また、廃棄物管理施設に引渡した放射性液体廃棄物は有意に検出された核種はなく、廃液量は 4.7×10^{0} m^{3} であった。

4.4　放射線管理設備に係る保守管理

(1)　施設定期自主検査

原子炉施設保安規定第 2 編 36 条及び核燃料物質使用施設等保安規定第 2 編第 33 条に基づき、2020 年 4 月 10 日から 9 月 11 日にかけて放射線測定機器の施設定期自主検査を実施した結果、所定の性能が維持されていることを確認した。結果については、放射線管理部長に報告するとともに HTTR 運転管理課長に通知した。

(2)　修理及び改造

本年度における放射線管理設備における修理、及び放射線管理設備に係る保安規定における改造計画の提出に該当する改造は無かった。

表 4.1　放射線業務従事者の実効線量の状況

作業者区分	放射線業務従事者（人）	実効線量分布（人）					平均線量 (mSv)	最大線量 (mSv)	集団線量 (人･mSv)
		検出下限線量未満	0.1mSv 以上 1.0mSv 以下	1.0mSv 超え 5.0mSv 以下	5.0mSv 超え 15mSv 以下	15mSv を超える者			
職員等	57	57	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0
外来研究員等	0	0	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0
請負業者	250	250	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0
全作業者	306※	306※	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0

※年度内で同一人が自社員と自社員外の両方の区分で作業したため、自社員と自社員外との合計よりも小さい。

（注）職員等：職員、出向職員をいう。

外来研究員等：外来研究員、共同利用研究者をいう。

表 4.2　HTTR から放出された放射性気体廃棄物

種　類	測定線種及び核種	最大濃度 (Bq/cm^3)	年間放出量*1 (Bq/年)
放射性塵埃	全α	＜5.8×10^{-11}	―
	全β	＜1.1×10^{-10}	―
	^{137}Cs	＜3.7×10^{-10}	0
	^{131}I	＜1.9×10^{-9}	0
放射性ガス	^{3}H	＜2.7×10^{-5}	0
	^{88}Kr、^{138}Xe 等	＜2.0×10^{-3}	0

（注）年間放出量は、最大濃度が検出下限濃度未満の場合放出量を“0”として集計した。

＊1：HTTR の放出管理目標値（気体廃棄物）

種　類	核　種	放出管理目標値 (Bq/年)
放射性希ガス	^{88}Kr、^{138}Xe 等	3.7×10^{13}
放射性ヨウ素	^{131}I	3.2×10^{9}
トリチウム	^{3}H	1.1×10^{13}

表 4.3　HTTR から放出された放射性液体廃棄物

主な核種	最大濃度 （Bq/cm^3）	年間放出量*2 （Bq/年）	廃液量 （m^3）
^{3}H	3.2×10^{-1}	1.5×10^{6}	3.1×10^{1}
^{60}Co	＜3.7×10^{-3}	0	
^{137}Cs	＜3.5×10^{-3}	0	
その他	＜2.7×10^{-2}	0	

（注）年間放出量は、最大濃度が検出下限濃度未満の場合放出量を“0”として集計した。

＊2：大洗研究所の放出管理目標値（液体廃棄物）

核　種		放出管理目標値（Bq/年）
^{3}H		3.7×10^{12}
^{3}H 以外	総量	2.2×10^{9}
	^{60}Co	2.2×10^{8}
	^{137}Cs	1.8×10^{9}

5. 技術開発

Research and Development

This is a blank page.

5.1　臨界制御棒位置を自動で探索するユーティリティツールの開発

(1) 概　要

臨界制御棒位置は、炉心の核特性を把握する上で直接測定できる貴重な情報であり、核特性評価手法の妥当性を確認する上でも重要なパラメータのひとつであるが、従来の臨界制御棒位置の計算では、手動で多数回臨界計算を行って制御棒の臨界位置を探し出す必要があるため、多くの手間と作業時間が必要となっていた。特に、運転により燃料の燃焼が進む場合、燃料の核種密度データが変化するため、上記の作業に加え、物性値のデータを入れ替えながら臨界制御棒位置を探し出す作業が必要となるため、作業量が膨大となる。このため、計算作業時間を短縮しつつ、かつ高精度の計算を行うことを目的として、臨界制御棒位置を自動探索できるユーティリティツールを開発した[4)]。

(2) ユーティリティツール

ユーティリティツールのアルゴリズムを図 5.1 に示す。ユーティリティツールは、初めに任意の制御棒位置を含む初期値を入力し、MVP コードで実効増倍率（k_{eff}）を計算して臨界状態かどうかをチェックし、非臨界時は制御棒の位置を再調整して臨界状態になるまで計算を繰り返す。k_{eff} がほぼ 1 に達すると、制御棒位置を記録して指定された炉出力と運転時間で MVP-BURN による燃焼計算を実行し、燃料の燃焼に伴って変化した核種密度データを読取り、次のステップの入力データを更新する。次に、前ステップと同様に臨界制御棒位置の自動探索が行われ、これを指定した燃焼度まで繰返すアルゴリズムとなっている。

従来、炉心の燃焼に伴う臨界制御棒位置変化の計算は、計算量が膨大となるために制御棒位置を固定して計算していたが、本ユーティリティツールでは常に臨界制御棒位置を求めて計算するため、原子炉の運転をより忠実に再現できる。さらに、臨界制御棒位置の自動検索、核種密度の自動更新、計算システムでのジョブ実行など、これまで手作業で行ってきた全ての計算を自動化できる。

(3) ユーティリティツールを用いた解析結果

HTTR の運転に伴う臨界制御棒位置の変化を図 5.2 に示す。この結果から、本ユーティリティツールを使った計算値は、測定値と良く一致しており、実験値との差は約 5%であった。

以上の結果から、本ユーティリティツールは、HTTR の臨界制御棒位置を精度良く評価できること、計算に必要な複雑な作業を自動化できること、これにより 1 週間程度であった従来の作業時間が 2 日程度になり、従来の約 1/3 に短縮できることが確認できた。

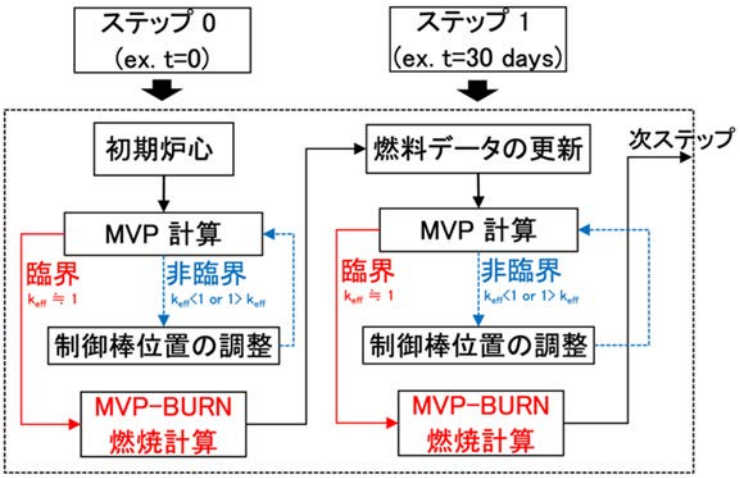


図 5.1　ユーティリティツールのアルゴリズム

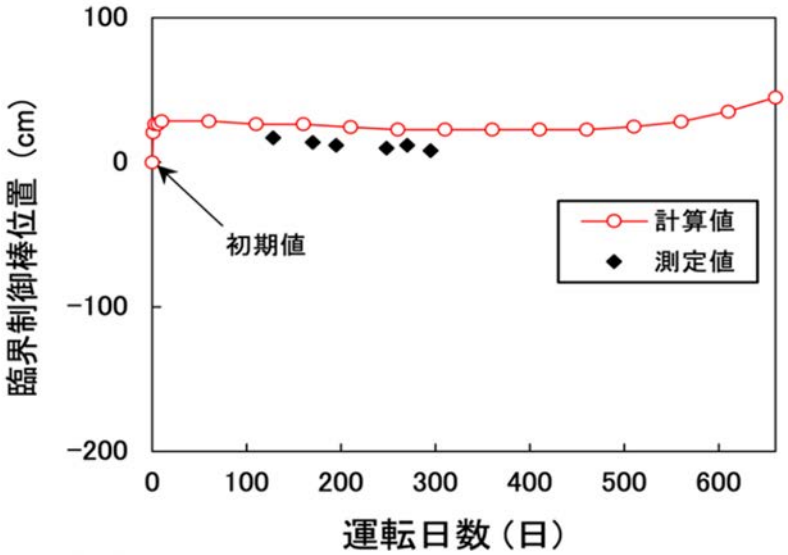


図 5.2　HTTR の運転に伴う臨界制御棒位置の変化

5.2 HTTR 炉心を用いた原子力電池に関する予備的検討

(1) 概　要

2018 年度の夏期休暇実習から、学生実習の一貫として優れた安全性を有する HTTR の炉心をベースとした原子力電池に関する予備検討を実施している。2018 年度は、熱出力を変えた際の連続運転年数について計算した結果、熱出力 2 MW で約 30 年、3 MW で約 25 年、4 MW で約 18 年、5 MW で約 15 年の連続運転が可能となるが、当初の目標であった熱出力 5 MW で 30 年の連続運転は不可能であることが明らかとなった [5)]。このため、2019 年度は、燃料の ^{235}U 濃縮度や可燃性毒物を変更して熱出力 5 MW で 30 年の連続運転が可能となる炉心を検討した結果、^{235}U 濃縮度が 12 %、可燃性毒物の半径及び天然ホウ素濃度が 1.5 cm 及び 2 wt%の燃料が必要になることが明らかとなった [6)]。2020 年度は、これらの検討をもとにして炉心の小型化について検討した。

(2) 炉心モデルの検討

熱出力 5MW で 30 年運転の条件を満たす最小の燃料ブロック数、配置、^{235}U 濃縮度、反射体半径の最適な組合せを直接求めることは困難である。このため、はじめに適当な炉心を想定して燃焼計算を行い、次に条件を満たさない場合は、燃料ブロックの配置、^{235}U 濃縮度や反射体半径を変えて評価し、それでも条件を満たさない場合は、燃料ブロックを徐々に増やしながら同様の計算を繰り返して最適な炉心配置等を求めることにした。なお、燃焼計算は MVP-BURN（核データライブラリ：JENDL-4.0）を用い、30 年間運転できるかどうかについては、燃焼計算により求めた運転時間と実効増倍率の関係から、「実効増倍率（k_{eff}）＞1」を満たす運転時間が 30 年以上になるかどうかを判断基準とした。

(3) 炉心の小型化に関する検討結果

燃料ブロックを 3 層とし、1 層当たりの燃料ブロックを 6、7、9、12、18 と増やし、かつ黒鉛反射体半径を増やして計算したが、何れの場合も熱出力 5MW で 30 年の連続運転はできなかった。このため、黒鉛反射体を BeO 反射体に変えた結果、^{235}U 濃縮度 20 %、18×3 層炉心（54 燃料ブロック）、反射体半径を 1.6 m とすることによって、5MW で 30 年の連続運転が可能になることが明らかとなった。この際の炉心計算モデル及び燃焼に伴う k_{eff} の変化を図 5.3 及び図 5.4 に示す。なお、この小型炉心の燃料ブロック数は、HTTR 炉心の 36 % に相当する。

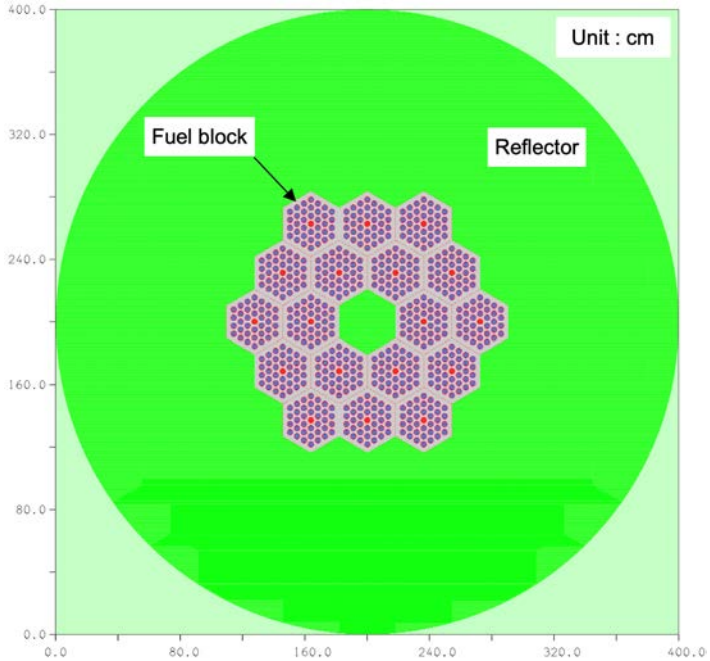


図 5.3　18×3 炉心の計算モデル（水平断面）

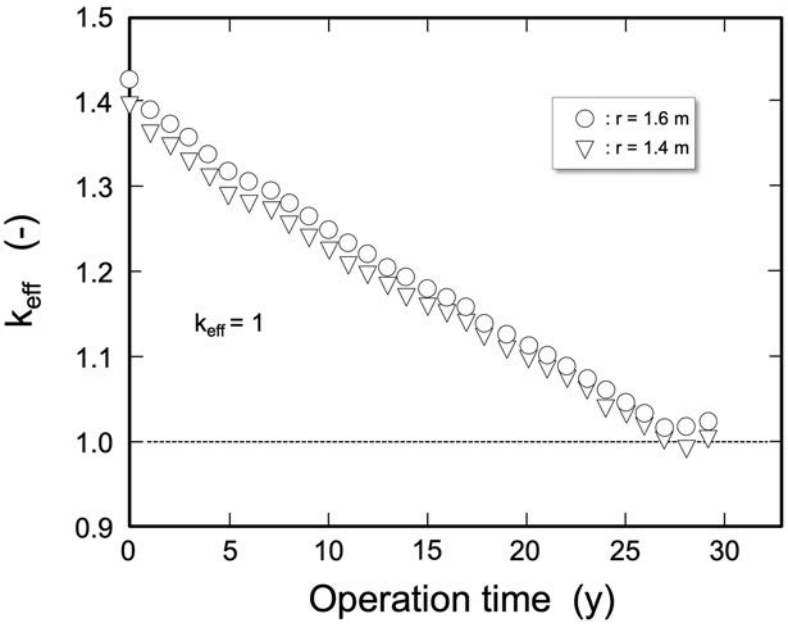


図 5.4　燃焼に伴う k_{eff} の変化（BeO 反射体）

6. 人材育成

Human Resource Development

This is a blank page.

6.1　人材育成の実績

高温工学試験研究炉部では、HTTR を人材育成の場として活用し、国内外の研究者等に高温ガス炉の安全性に関する知識を習得させ、高温ガス炉に関する優秀な人材を育成し、技術の継承を図ることとしている。そのため、研究者、大学院生等を受け入れ、高温ガス炉に関する知識を習得のための実習等を実施している。2020 年度は、夏期実習生 4 名を受け入れ、HTTR に関する技術開発をテーマに実習を実施した。

2020 年度の受入れ状況を表 6.1 に示す。2014 年度から 2019 年度までの博士研究員、特別研究生及び夏期休暇実習生の受入れ状況を表 6.2 に示す。

表 6.1　2020 年度の博士研究員、特別研究生、夏期休暇実習生等の受入れ状況

身分	テーマ	受入課	受入期間
夏期休暇実習生（4 名）	HTTR に関する技術開発 （HTTR 炉心を用いた原子力電池に関する核設計のための予備的検討）	HTTR 技術課	2020.8.24～2020.9.4
	HTTR に関する技術開発 （HTTR 炉心を用いた原子力電池に関する核設計のための予備的検討）	HTTR 技術課	2020.9.23～2020.10.1
	HTTR に関する技術開発 （炉容器冷却設備の詳細温度解析）	HTTR 技術課	2020.8.24～2020.9.18
	HTTR に関する技術開発 （HTTR 炉心を用いた原子力電池に関する核設計のための予備的検討）	HTTR 技術課	2020.8.24～2020.9.18

表　6.2　2014 年度から 2019 年度までの博士研究員、特別研究生
及び夏期休暇実習生の受入れ状況

受入れ年度	身分	テーマ	受入期間
2014	夏期休暇実習生（2 名）	HTTR の一次系配管内の伝熱流動評価	2014.9.1～2014.9.30
		高温ガス炉の燃焼特性と崩壊熱の評価	2014.8.12～2014.9.9
2015	特別研究生（1 名）	高温ガス炉の燃焼特性と崩壊熱の評価	2015.5.7～2015.8.7
	夏期休暇実習生（1 名）	MVP コードを用いた HTTR の制御棒詳細モデルの検討	2015.8.17～2015.9.17
2016	博士研究員（1 名）	高温ガス炉の燃焼を通じた核特性、炉内熱流動挙動、及び燃料温度挙動の解明	2016.4.1～2017.3.31
	夏期休暇実習生（2 名）	HTTR 炉心冷却喪失試験に向けた炉容器冷却設備の温度解析モデルの構築	2016.7.19～2016.8.12
		MVP-BURN コードによる HTTR の全炉心計算	2016.8.18～2016.9.16
2017	夏期休暇実習生（3 名）	HTTR を用いた核解析評価	2017.8.21～2017.9.8
		新規制基準対応を見据えた高温ガス炉 HTTR の事故時被ばく評価用等ツールの設計・開発	2017.9.11～2017.9.29
		HTTR を用いた核解析評価	2017.8.21～2017.9.11
2018	夏期休暇実習生（4 名）	HTTR 炉心冷却喪失試験に向けた炉容器冷却設備の温度解析モデルの構築	2018.8.16～2018.9.28
		HTTR 炉心冷却喪失試験に向けた炉容器冷却設備の温度解析モデルの構築	2018.9.10～2018.9.21
		HTTR を用いた医療用 RI 製造の概念検討	2018.8.20～2018.9.14
		HTTR を用いた核解析評価	2018.9.3～2018.9.28
2019	夏期休暇実習生（4 名）	HTTR 炉心冷却喪失試験に向けた炉容器冷却設備の温度解析モデルの構築	2019.7.22～2019.8.2
		HTTR を用いた核的評価	2019.9.17～2019.9.27
		HTTR を用いた核的評価	2019.8.19～2019.9.2
		HTTR を用いた核的評価	2019.8.19～2019.9.19

7.　品質マネジメント活動の実施状況

Activities of Quality Assurance Management System

This is a blank page.

7.1　概要

高温工学試験研究炉部の品質マネジメント活動は、原子炉施設の安全性及び信頼性の確保を最優先に位置づけ、原子炉施設の保安活動に係る品質マネジメントシステム（安全文化を育成及び維持するための活動を含む。）の下に、実施し、評価確認し、継続的に改善することとしている。上記の品質マネジメントシステムは「原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則」に適合するように要求事項を定めた「大洗研究所原子炉施設等品質マネジメント計画書」（以下「品質マネジメント計画書」という。）及び大洗研究所（北地区）原子炉施設保安規定（以下本章において「炉保安規定」という。）及び大洗研究所（北地区）核燃料使用施設等保安規定（以下本章において「使用保安規定」という。）の品質マネジメント計画に規定されている。

2020 年度における高温工学試験研究炉部の主な活動は、2011 年から停止している HTTR の運転再開に向けた取組みである。具体的には、試験研究用等原子炉施設を含む核燃料施設等の新規制基準（2013 年 12 月 18 日施行）に対する原子炉設置変更許可申請（2014 年 11 月 26 日付申請）について 2020 年 6 月 3 日に許可を取得したことによるその後の設計及び工事の計画の認可申請（以下「設工認」という。）、炉保安規定の変更申請等の認可事項や使用前事業者検査や定期事業者検査の実施である。これらの認可事項の内容については、「第 3 章　試験研究用等原子炉施設の新規制基準への対応」に、ヒアリング等の詳細な日程については、「付録 3　2020 年度高温工学試験研究関連審査会合及び審査ヒアリング開催履歴」に示す。

また、2016 年の原子力規制委員会への IRRS（国際原子力機関（IAEA）の実施する総合規制評価サービス）勧告を受け、原子力事業者の責任の明確化や原子力事業者の保安活動全般を包括的に検査することを主眼にし、2017 年 4 月に原子力規制法が改正された。この新たな制度を新検査制度といい、法改正から段階的な試運用の後、2020 年 4 月 1 日施行により、2020 年度から新検査制度が本格的に運用された。

新検査制度は、米国における ROP（原子炉監視プロセス：Reactor Oversight Process）をモデルとしている。その概要は、原子炉施設の安全性に対する検査と監視を体系的に行うことであり、原子力規制検査として検査官にフリーアクセスで現場を確認させる等により事業者の保安活動の包括的に捉えるようにし、検査の結果は安全上の重要度に応じた重要度評価から決定された規制措置を実施する。このように規制側は実際の状況を踏まえてリスクの高い事項を重点にするため、安全性の維持・向上については事業者の責任であることが明確にされている。事業者は品質マネジメントシステムに基づき、事業者検査の独立性、CAP 活動による未然防止処置活動の実施、PI による自己の保安活動状態の分析・把握、施設管理実施計画等による保全活動の改善活動等が求められている。

2020 年度において大洗研究所全体としては、2017 年 6 月 6 日に発生した燃料研究棟の汚染事故並びに 2019 年 1 月 30 日に発生した核燃料サイクル工学研究所における汚染事象に対する反省のもとに品質方針を定め、改善活動に取り組んでいる。ナトリウム分析室における火災（2020 年 9 月 10 日発生）、OWTF 高周波電源盤からの発煙事象（2020 年 10 月 28 日発生）等の事象が発生しているが、高温工学試験研究炉部では大洗研究所からの水平展開等による対応を実施している。

なお、2019 年末頃から世界的な流行となっている新型コロナウイルス感染症への対策については、原子力機構に機構対策本部、各拠点において現地本部を設置しており、高温工学試験研究炉部においても感染防止等の対策に努め、保安活動を実施している。

7.2 品質マネジメント活動の実績

7.2.1 原子力安全等の達成に関する外部機関への対応

(1) 原子力規制検査に係る対応

2020 年度から新検査制度が本格運用され、従来の保安検査は炉規法第 61 条の 2 の 2 に基づく原子力規制検査に統合された。原子力規制検査は、保安検査、施設定期検査等の検査を統合し、検査の対象を事業者の全ての安全活動としている。検査官が現場の実態を把握し安全上の重要度から検査の重点を設定し、直接に確認する運用を想定している。

2020 年度は年度を通じて、原子炉施設及び使用施設等ともに指摘事項等はなかった。

(2) その他

新規制基準適合性に係る原子炉設置変更許可申請等の原子力規制委員会への対応業務、国際原子力機関（IAEA）の査察及び茨城県原子力安全協定に基づく平常時立入調査において高温工学試験研究炉部に対する指摘事項等はなかった。

2020 年度の原子力安全等の達成に関する外部機関への対応状況を表 7.1 に示す。

7.2.2 プロセスの実施状況及び検査･試験

2020 年度のプロセスの実施状況及び検査・試験の結果は以下のとおりである。

(1) 品質目標

2020 年度の高温工学試験研究炉部の品質目標の達成状況に関しては、品質目標を全て達成することができた。

2020 年度の品質目標における主な活動は、昨年度から続く、設備保安に関するメッセージの発信（部長及び施設管理者による訓示）、遵守意識の醸成教育、法令等に関する習熟教育、高経年化を考慮した保全活動の実施、予防処置活動の推進、品質マネジメントシステムの継続的改善（内部被ばくや汚染拡大につながる作業について手順書の再確認等を行う。）等であったが、加えて、部長現場パトロール、マネジメントオブザベーションによる現場観察等の安全衛生活動と共通の項目が盛り込まれた。

(2) 不適合管理

不適合管理は「大洗研究所品質保証に係る不適合管理並びに是正処置及び未然防止処置要領（大洗 QAM-03）」に基づき実施している。2020 年度の不適合事象の発生はなかった。

(3) 原子力施設の検査・試験の結果

保守に関する保安活動も新検査制度により、2020 年度から大きく変更された。従来の施設定期検査は事業者が実施する定期事業者検査に、従来の使用前検査は事業者が実施する使用前事業者検査になり、事業者の責任を明確にした検査を実施することとなった。また、施設管理において、品質保証の PDCA サイクルの考え方を取り込み、施設管理方針、施設管理目標、施設管理実施計画等の作成により改善を実施していく仕組みがより明確に導入された。

・ 施設管理実施計画は炉保安規定第 6 編第 34 条の 4 及び使用保安規定第 8 編第 14 条の 3 に基づき、高温工学試験研究炉部長及び放射線管理部長が定める。HTTR 原子炉施設施設管理実施計画は 2020 年 4 月 1 日に作成された（2020 年 12 月 25 日改定）。HTTR 使用施設等　施設管理実施計画は 2020 年 4 月 1 日に作成された（2020 年 12 月 25 日及び 2021 年 3 月 10 日改定）。

・【定期事業者検査】第 5 回施設定期検査は、2020 年 4 月 1 日から第 1 回定期事業者検査として引き継がれ、原子炉停止中において継続的に機能を維持する必要のある施設についての機能維持検査を実施していたが、2020 年 6 月 3 日に新規制基準適合に関する原子炉設置変更許可を受けたため、年間運転計画を 2020 年 12 月 25 日に変更し 2021 年度の HTTR の運転再開に向けたフルスペックの定期事業者検査を開始している。

・【使用前事業者検査】新規制基準に係る設工認を 4 回に分けて申請しているので、使用前事業者検査も同様に第 1 回から第 4 回に分けており、2020 年度は第 1 回から第 3 回の使用前事業者検査を実施し、第 4 回目の実施はなかった。2020 年度実施の使用前事業者検査は以下のとおり。なお、今回の使用前事業者検査は新検査制度本格運用後、初の実施であり、大洗研究所の原子力施設検査室による検査を受検するものである。新規制基準に係る設工認は HTTR 以外の部署に関係するため、被検査課は HTTR 運転管理課以外に危機管理課、環境監視線量計測課等が含まれる。

・第 1 回：安全避難通路等、使用済燃料貯蔵設備の警報回路

・第 2 回：排気筒、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、補機冷却水設備冷却塔、一般冷却水設備冷却塔（外部火災に対する健全性評価）、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家（火山及び竜巻に対する健全性評価）、避雷針、原子炉格納容器内の火災感知設備、水素ガス滞留防止用可搬型ブロア及び防爆型ダクト、その他の設備火災対策機器（ケーブルトレイの障壁材、原子炉格納容器内の火災感知設備以外）

・第 3 回：構内一斉放送設備、非常用放送設備、送受話器（ページング）、大洗研究所外通信連絡設備、大洗研究所内通信連絡設備

(4) PI（保安活動指標）

新検査制度の一環として、2020 年度から事業者自らが原子力施設の保安活動に係る指標を定め、監視活動を実施することとなった。その指標を PI（保安活動指標）といい、高温工学試験研究炉部においても所のガイドである「大洗研究所 PI 設定評価要領」と部の「レビュー実施要領」に基づき実施し、2020 年 4 月 1 日に PI 項目の設定と目標値の設定を行った。2020 年度の結果に、目標値を超える項目はなかった。

2020 年度のプロセスの実施状況及び検査･試験状況を表 7.1 に示す。

7.2.3 是正処置及び未然防止処置

(1) 是正処置

是正処置は「大洗研究所品質保証に係る不適合管理並びに是正処置及び未然防止処置要領（大洗 QAM-03）」に基づき実施している。2020 年度は不適合事象の発生もなく、また、前年度からの是正処置についてもすべて終了しているため、是正処置の実施はなかった。

(2) 未然防止処置

未然防止処置に関しては、「大洗研究所品質保証に係る不適合管理並びに是正処置及び未然防止処置要領（大洗 QAM-03）」に基づき過去の大洗研究所内で発生した不適合情報及び不具合情報等から以下の 1 件の未然防止処置を実施した。

①様式「不適合管理分科会登録票」の不適切な使用」

不適合管理分科会の登録に使用する様式 5-2 「不適合管理分科会登録票」において、改定番号と元号のみを変更した不適切な様式を使用していた事象が大洗研究所内の他部署であったため、未然防止処置として部内の職員等に対し、未然防止処置計画に沿うように誤記教育を周知教育にて実施（2020 年 10 月 23 日から 11 月 9 日）した。

(3) CAP 活動

新検査制度の目的の一つとして安全性の維持・向上を事業者の責任において行うこととされている。原子力機構においても、保安規定に基づく保安活動と品質マネジメントに基づく改善活動（是正処置プログラム CAP：Corrective Action Program　以下、CAP 活動という。）の連携が一層強化されるように原子力機構ガイドの作成を行っている。当部においても原子力機構ガイド及び大洗研究所のガイドに基づき、CAP 活動を実施している。2020 年度は 69 件の知見、情報等を収集し、品質マネジメントの改善に資するように CAP 活動を実施した。

7.2.4 安全文化醸成及び関係法令の遵守状況

安全文化醸成及び関係法令の遵守については、理事長の定める活動方針に基づき、高温工学試験研究炉部において「令和 2 年度【高温工学試験研究炉部】安全衛生活動基本方針に基づく実施計画・安全文化の育成及び維持並びに関係法令等の遵守活動計画」を定め、部長等による現場パトロール、マネジメントオブザベーションの実施、リスクアセスメント研修の受講、技術伝承、基本動作の習熟、TBM-KY の確実な実施、体感研修の受講、「声かけ運動」の推進（会議、ポスター等による周知）、習熟教育の実施、醸成教育の実施、作業における基本動作の徹底に関する教育の実施、不具合情報、気がかり情報の共有、協力会社及び請負会社との安全認識の共有、安全衛生協議会での情報共有、労働時間管理の徹底、快適職場づくりのための自主活動等を実施した。

7.2.5 品質マネジメントシステムに影響を及ぼす可能性のある変更

(1) 原子炉等規制法等の改正に係る変更

上述のように 2020 年度には新検査制度の施行があり、また、眼の水晶体の線量限度の変更に伴う改正等が実施され、2021 年 4 月 1 日から施行される。以下に、これらの法規制要求の変更に係る 2020 年度の当部に関する炉保安規定及び使用保安規定の改正の状況を示す。

なお、HTTR における新規制基準適合に係る炉保安規定の改正については、2021 年度の施行となっている。新検査制度については、原子力機構及び大洗研究所において各種要領の制改定が行われ、高温工学試験研究炉部においても関係する部品証要領書等の制改定を実施した。部品証要領書等の制改定については、後述の 7.2.6 品質マネジメントシステムの継続的な改善(1) HTTR 品質保証管理要領の主な制改定に示す。

(2) 保安規定の改正に係る変更

HTTR の品質マネジメント活動に影響する保安規定の改正は以下のとおりである。

炉保安規定

①2020 年 8 月 31 日改正（2021 年 1 月 1 日施行）

・新検査制度の本格運用に伴う、原子力事業者等に対する検査制度の見直し、品質管理に関する要求の拡大等の安全性向上に資する措置に伴う変更

②2020 年 12 月 14 日改正（2021 年 4 月 1 日施行）

・JMTR の廃止措置に伴う変更及び保管廃棄施設の設置に伴う変更（HTTR は別途実施）。

③2021 年 1 月 8 日改正（2021 年 4 月 1 日施行）

・核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示の一部改正に伴う変更（眼の水晶体の等価線量に係る線量限度を変更する等 150mSv/年 ⇒ 100mSv/5 年 or 50mSv/年）及び立入制限区域の基準の変更（1mSv/週 ⇒ 1mSv/h）等の放射線管理に係る変更等。

使用保安規定

①2020 年 8 月 31 日改正（2021 年 1 月 1 日施行）

・新検査制度の本格運用に伴う、原子力事業者等に対する検査制度の見直し、品質管理に関する要求の拡大等の安全性向上に資する措置に伴う変更

②2021 年 1 月 8 日改正（2021 年 4 月 1 日施行）

・核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示の一部改正に伴う変更（眼の水晶体の等価線量に係る線量限度を変更する等 150mSv/年 ⇒ 100mSv/5 年 or 50mSv/年）及び立入制限区域の基準の変更（1mSv/週 ⇒ 1mSv/h）等の放射線管理に係る変更等。

(3) 組織体制の変更等に関する情報

2020 年度の品質マネジメントシステムに影響を及ぼす組織体制及び施設・設備の変更に関するものとして以下のものがある。

・2020 年 4 月 1 日の新検査制度施行等に伴う組織体制の変更（独立検査組織の名称変更「原子炉検査準備室」から「原子力施設検査室」）

・炉保安規定及び使用保安規定に契約業務に係る契約部長、管理部長及び調達課長の職位が追加された。

2021 年 3 月 31 日時点の高温工学試験研究炉部の保安活動に係る品質保証活動の体制図を図 7.1 に示す。

7.2.6 品質マネジメントシステムの継続的な改善

高温工学試験研究炉部の品質マネジメントシステムの継続的な改善は、部の品質管理要領に基づき実施している。各課の業務に対するレビュー及び定期文書レビュー等による品質保証管理要領等の改定を主として改善に取り組んだ。

その他の改善として、原子力機構及び大洗研究所において発生したトラブル等への対応として発災施設以外への他施設での未然防止を目的とした水平展開を実施している。今年度は

部で原子力機構又は大洗研究所の指示に基づく水平展開を 10 件実施した。

HTTR 品質保証管理要領の主な制改定及び大洗研究所における主な水平展開を以下に示す。

(1) HTTR 品質保証管理要領の主な制改定

・2020 年度の新検査制度実施を踏まえ 2019 年度に改定（2020 年 4 月 1 日施行）された部要領についての制度実施後のレビュー等による改定（総則、教育・訓練管理要領、受注者品質監査に関するマニュアル、HTTR 定例会議運営要領及びレビュー実施要領）2020 年 10 月 9 日施行

・2021 年度の HTTR の運転再開に向けた工程管理の強化のための改定（HTTR 工程会議運営要領）2020 年 11 月 5 日施行

・2020 年 6 月 3 日の新規制基準適合に係る原子炉設置変更許可を踏まえ新規制基準に対応に必要な体制等を定めるための制定（設計想定事象、多量の放射性物質等を放出する事故等発生時の体制の整備に係る計画）2021 年 1 月 13 日施行

・令和元年度原子力安全監査の水平展開への対応等に伴う改定（力量評価管理マニュアル（HTTR 計画課）、力量評価管理マニュアル（HTTR 技術課）、力量評価管理マニュアル（HTTR 運転管理課））2021 年 2 月 26 日施行

・試験炉規則の改定（保安に関する記録の変更）に伴う改定、定期文書レビュー等による改定（総則、文書及び記録の管理要領、教育・訓練管理要領、HTTR 定例会議運営要領）2021 年 3 月 10 日施行

・新検査制度実施を踏まえた施設管理及び保全の有効性評価方法の具体化等に伴う改定（保守管理要領）2021 年 3 月 25 日施行

・定期文書レビュー等による改定（監視機器及び測定機器の管理要領、業務の管理要領、力量評価管理マニュアル（HTTR 技術課）、輸送容器の管理要領）：2021 年 3 月 25 日施行

・定期文書レビュー等による改定（設計・開発管理要領、設計図書審査マニュアル、許認可申請書作成時の体制、確認等に係る要領、HTTR 原子炉施設に係る設計・開発管理要領、HTTR 使用施設及び HTTR 予防施設に係る設計・開発管理要領）2021 年 4 月 27 施行

(2) 大洗研究所における主な水平展開

水平展開とは原子力機構内又は大洗研究所で発生した事故トラブルを原子力機構内での未然防止対策としての改善、点検等の指示を各部署に展開することである。高温工学試験研究炉部では 2020 年度に以下の 10 件の水平展開を実施した。大洗研究所におけるトラブルとしてナトリウム分析室（管理区域）における火災があり、下記の⑥を実施した。

①核燃料サイクル工学研究所における管理区域退域時のハンドフットクローズモニタでの警報吹鳴時における不適切な対応

② 保安管理物品の管理の徹底(4)（管理区域からの物品搬出に係る規則等の記載の確認）

③ 研究所内水平展開「JMTR の二次冷却系統の冷却塔倒壊等を踏まえた強風対策としての調査」

④ 東北大学金属材料研究所附属量子エネルギー材料科学国際研究センターの研究棟排気筒倒壊を踏まえた対応について

⑤ 保安管理物品の管理区域からの搬出方法と保管方法の改善
⑥ 研究所内水平展開「ナトリウム分析室（管理区域）における火災」
⑦ 良好事例の水平展開について（2020 内 003）（2020 内 004）
⑧ 原子力科学研究所核融合炉物理実験棟（FNS 棟）消火栓ポンプ室における火災に対する水平展開の実施について
⑨ 新型転換炉原型炉ふげんにおけるクリアランス評価に係る放射能濃度減衰補正の誤設定を踏まえた水平展開について
⑩ 人形峠環境技術センター総合管理棟操作室（非管理区域）における火災に対する水平展開の実施について

表 7.1　2020 年度の原子力安全等の達成に関する外部機関の対応状況
並びにプロセスの実施状況及び検査･試験状況

月	外部機関への対応状況	プロセスの実施状況及び検査･試験	備考
2020 年 4 月	4/1　新検査制度施行（3 条改正：検査制度の見直し）	4/1　部の施設管理実施計画作成、PI 項目及び目標値の設定、部品質管理要領（新検査制度対応）の施行	
5 月		5/20　2020 年度の部の品質目標制定（2020 年度方針に基づく品質目標）	新型コロナウイルスに対する国の緊急事態宣言（4/7-5/26）
6 月	6/3　原子炉設置変更許可取得		
7 月	7/20　設工認（新規制基準：第2回及び第3回）補正		
8 月	8/31　設工認（新規制基準：第1回）補正		
9 月	9/9　設工認（新規制基準：第2回）認可 9/23　定期事業者検査の開始を原子力規制庁へ提出		9/10　ナトリウム分析室火災
10 月	10/19　設工認（新規制基準：第3回）認可 10/26　設工認（新規制基準：第1回）認可	10/9　部品質管理要領（新検査制度対応のレビュー）の施行	10/28　OWTF 高周波電源盤からの発煙事象
11 月		11/5　部品質管理要領（運転再開に向けた工程管理の強化のための改定）の施行	
12 月		12/25 機能維持からフルスペックの定期事業者検査を開始	
2021 年 1 月	1/12　定期事業者検査の変更を原子力規制庁へ提出	1/1　改正保安規定（新検査制度に係るもの）施行 使用前事業者検査（新規制基準に係るもの：第 3 回） 1/13　部品質管理要領（BDBA 発生時の体制の整備に係る計画の制定）の施行	新型コロナウイルスに対する国の緊急事態宣言(2 回目：1/8-3/21)
2 月	2/2　設工認（新規制基準：第4回）補正		
3 月	3/4　茨城県原子力安全協定に基づく平常時立入調査 3/17　設工認（第2回）の軽微変更届提出 3/19　設工認（新規制基準：第4回）再補正	使用前事業者検査（新規制基準に係るもの：第 1 回及び第 2 回）	

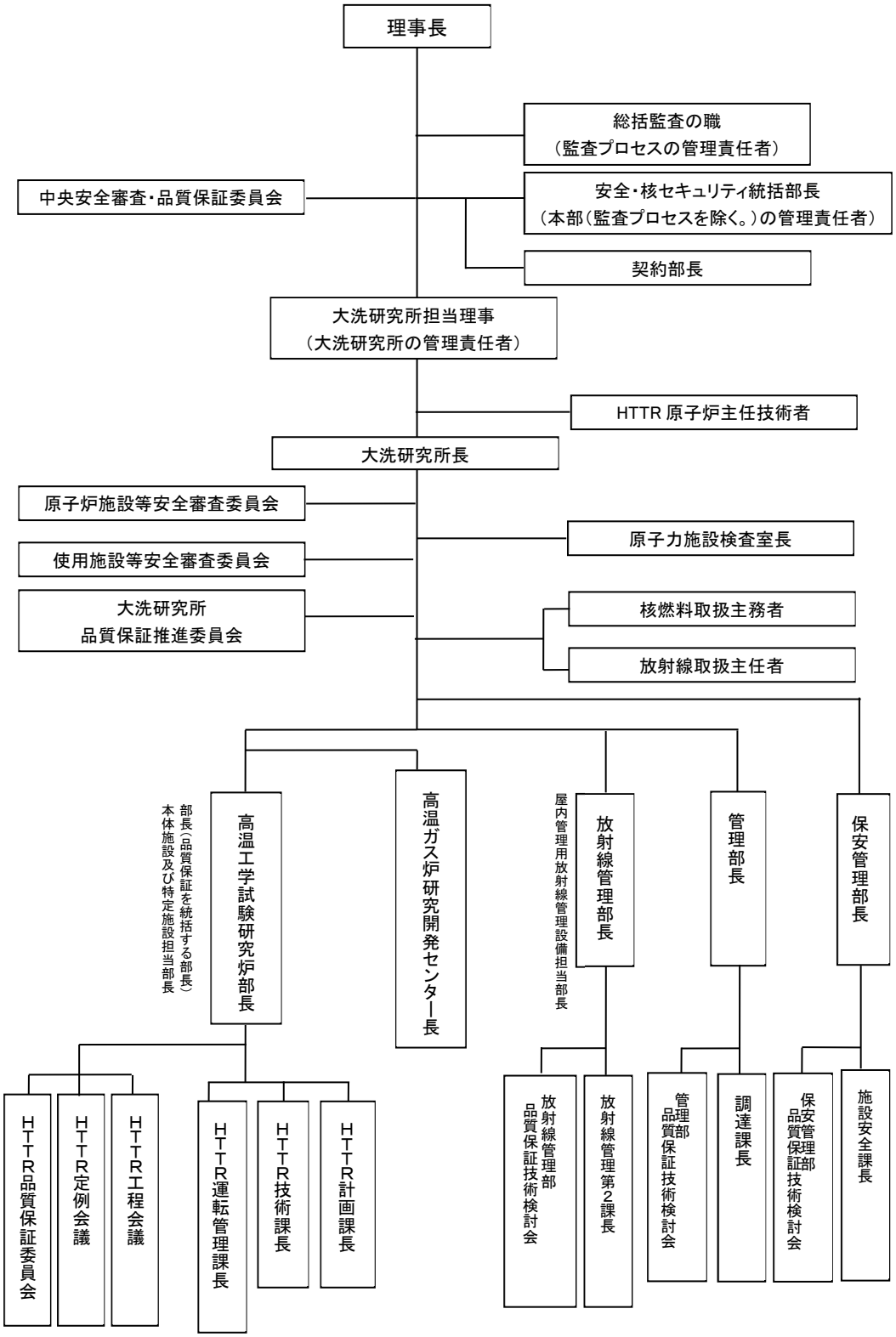


図 7.1　高温工学試験研究炉部の保安活動に係る品質保証活動の体制図
（2021 年 3 月 31 日時点）

This is a blank page.

8.　所外の専門部会等での審議

Deliberations in Specialist's Committees

This is a blank page.

8.1　高温ガス炉産学官協議会

エネルギー基本計画を受けて設立された文部科学省の高温ガス炉技術研究開発作業部会の中間とりまとめでは、産学官で高温ガス炉の将来的な実用化像、研究開発課題、国際展開の在り方等を検討し、国の政策に提言することが求められている。これを受けて、原子力メーカ、燃料・黒鉛メーカ、水素・熱利用メーカ、商社・シンクタンク、大学など、幅広い分野から経営判断のできるレベルのメンバーの参加を得て高温ガス炉産学官協議会が設立され、2015 年度に 2 回、2016 年度に 2 回、2017 年度に 1 回、2018 年度に 1 回、2019 年度に 1 回の会合が開催された。

2020 年度は 2021 年 1 月 14 日に第 8 回の会合が Web 会議により開催され、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」に掲げられた HTTR を活用した試験・実証等の今後の取組を踏まえた高温ガス炉の実用化に向けた活動方針を議論した。

8.2　高温ガス炉及び水素製造研究開発・評価委員会

令和 2 年度（2020 年度）研究成果、令和 3 年度の研究計画及び第 3 期中長期目標期間に見込まれる業務実績を評価するため、高温ガス炉及び水素製造研究開発・評価委員会（委員長：藤井康正東京大学教授）を、2021 年 1 月 27 日に Web 会議により開催し、HTTR の新規制基準への適合性確認、高温ガス炉の安全基準の整備等の高温ガス炉技術研究開発、連続水素製造試験装置による運転制御技術及び信頼性の確証等の熱利用技術研究開発、人材育成、国際協力を含む産業界との連携に関する討議を行った。討議の結果、全ての項目で計画通りかそれ以上に進展していると評価され、特に HTTR の新規制基準への適合性確認の成果が高く評価された。

令和 2 年度（2020 年度）計画の評価では、HTTR の設置変更許可を取得し、BDBA（多量の放射性物質等を放出するおそれのある事故）でも炉心溶融を起こさない安全上の特長が認められたこと、日英協力が大きく進展したこと等、大きな成果を挙げ、また。IS プロセス開発において耐久性向上と運転制御を意識した検討を着実に進めたことから、総合評価が A（顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待感が認められる）とされた。

第 3 期中長期目標期間（平成 27 年度～令和 3 年度（7 年間）の見込評価）では、HTTR の運転再開、HTTR-熱利用試験及び実用炉開発に向けた研究開発が進展し、産業界や国際協力の進展から社会実装も期待できる等、大きな成果を挙げたことから、総合評価が A とされた。

令和 2 年度（2020 年度）計画の評価及び第 3 期中長期目標期間の評価（見込評価）における主なコメントは以下の通りである。

- <u>令和 2 年度（2020 年度）計画の評価</u>
  - 年度計画を確実に達成したのみならず、規制対応・国際協力で大きな成果を上げており高く評価できる。
  - 高温ガス炉研究開発は順調であり、水素製造など熱利用は時運に乗った早期の実用化を期待する。
  - HTTR に関しては、設置変更許可を取得し、運転再開に向けたステップが進められている。熱利用に関しては、要素技術等の耐久性向上と運転制御を意識した検討が行われている。

- 水素製造はISプロセス以外のシステムも様々な国や企業で検討されており、水素製造量やコストも重視して研究開発を進めていただきたい。水から水素を作れるIS法は産業界の期待が高い。一方で、複雑な化学プラントでもあり、民間にとっては自動化運転が必須である。自動化運転システムの開発により連続運転実証を目指すという計画は妥当である。
- 評価部門と開発現場でよく議論を重ねて、実用高温ガス炉と水素製造の社会実装をゴールとしたシナリオとそれに基づく評価項目を策定していただきたい。
- 国内外における高温ガス炉サポーター獲得に向け、セミナーやガス炉イベントなど、積極的なガス炉 PR と人材受け入れの展開に努めるという目標に対し、コロナ禍でも行える情報発信やオンラインイベントなどの企画を希望する。
- 次期中長期計画策定に向け、まずは現時点で考えられる将来シナリオを提示したうえで、産業界との連携、人材育成、国際連携などの項目の目標を立てるべきである。

● 第3期中長期目標期間の評価（見込評価）

- 高温ガス炉の安全の考え方が軽水炉と異なることが原子力規制委員会に認められHTTRが運転再開することは極めて大きな成果である。
- 高温ガス炉の安全性が原子力規制庁に認められたことは重要である。水素製造にも進展がみられ、高温ガス炉のカーボンニュートラルへの貢献が期待できることを工学的に明らかにしている。産業界、国際協力の進展から社会実装も期待できる。
- 第3期中長期計画の間に高温ガス炉及び水素製造の実用化に向けた研究成果が得られている。今後はHTTR熱利用系接続、実証炉開発に向け、実機に向けた研究開発の遂行を期待する。
- HTTR の運転再開に向けた準備が進捗し、研究開発も着実に進展を遂げており、総合的に計画を上回る成果が得られたと判断する。近々、中国の HTR-PM も運転再開し、今後、米国においても新政権の下で高温ガス炉の開発も進められものと予想される。これらの国では、豊富な資金で急に開発を立ち上げるため、第4次中長期計画の策定にあたっては、これらの開発動向に注視する必要がある。

9.　実用高温ガス炉に向けた取組み

Development for Commercial-scale High-temperature Gas-cooled Reactor

This is a blank page.

実用高温ガス炉システムの安全基準の整備に向け、燃料破損率を考慮可能な燃料設計限度の考え方について適用性の確認を行った。安全要件の国際標準案に適合し、かつ、蒸気供給用高温ガス炉システムの建屋コストを令和元年度の設計に比べて大幅に削減可能なコンファインメントの合理化案を提示した。また、ガスタービンへの核分裂生成物の沈着量低減に向け、ガスタービン保守時の被ばく線量率の計算結果と制限値の比較により候補合金のガスタービン翼設計への適用性を評価した。候補合金の主成分である Ni 中の Ag 固溶限濃度を最新の手法で測定し、従来値の 1/10 程度の値を取得した。

9.1　燃料設計限度の考え方の適用性確認

燃料設計限度の考え方の適用性を確認するために、燃料の追加破損が発生しても燃料設計限度の評価指標が判断基準を満たすことを確認した。具体的には、平成 30 年度に提示した高温ガス炉の炉心設計（熱出力：30MWt、原子炉出口冷却材温度：750℃、燃焼日数：730 日）をベースに燃焼期間を 60 日長くした炉心設計に対して、以下を確認した。

- 燃料設計限度の考え方に基づく各評価指標について計算結果が判断基準を満たすこと
- 通常時の公衆被ばく線量の計算結果が設定した放射線防護基準を満たすこと

燃料設計限度の評価指標の計算結果を表 9.1 に示す。燃料破損率は初期破損に追加破損を加えた 0.15%、燃料温度は 1451℃、燃料スリーブ底板の腐食は 3.44mm となり、判断基準を満たすことを確認した。通常時の公衆被ばく線量は 0.09mSv/year で、設定した放射線防護基準 5mSv/year（「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」で定める線量目標値 50mSv/year の 1/10）を満たすことを確認した。以上により、燃料の追加破損を許容する燃料設計限度の考え方の適用性の確認を完了した。

9.2　蒸気供給用高温ガス炉システムのコンファインメント概念の提示

燃料設計限度を満足するための要求事項に適合し、経済性にも優れたコンファインメントの概念を検討した。具体的には、以下の条件を満足するコンファインメントの概念を検討した。

① 二重管破断時に人為操作なしで燃料設計限度の評価指標（燃料スリーブ底板の腐食）が判断基準を満たすこと
② 建設コストの高いコンファインメント容積の削減により経済性を向上させること
③ 容積削減で二重管破断時の内圧が従来より高くなる状況下でのコンファインメント健全性を確保すること

図 9.2 に示すように、①については、グラビティダンパを設置して二重管破断時において人為操作なしで炉心への空気侵入量を抑制し、燃料スリーブ底板の腐食が判断基準を満たすことを確認した。②については、従来はコンファインメント内に設置するとしていた機器の重要度を見直して、重要度の低い機器をグレードの低い建屋に移動することとし、コンファインメントの容積削減により 30%程度の原子炉建屋の建設コスト削減見込みを得た。③については、コンファインメント内の機器等の配置調整により気流を制御して二重管破断時の圧力上昇を緩和するようにした。これにより、二重管破断時のコンファインメント圧力は耐圧要求の 200kPa 以下となり、健全性確保の見通しを得た。以上により、燃料設計上の要求事項を満足しつつ、従来設計から建設コ

ストを約 30%削減可能なコンファインメント概念を提示した。

9.3　ガスタービンへの核分裂生成物の沈着低減技術の開発

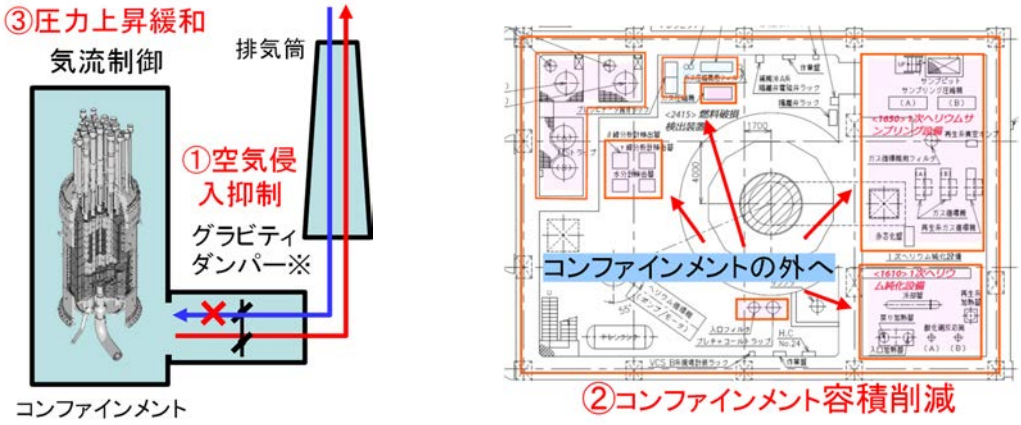
選定した候補合金のガスタービン翼設計への適用性を評価するために、ガスタービン保守時の作業員の被ばく線量を評価した。具体的には、選定した候補合金を用いたガスタービン翼への FP（放射性 Ag）沈着量の評価結果（2019 年度実施）を用い、ガスタービン点検時の作業員の被ばく線量率を計算し制限値と比較した。その結果、ガスタービン保守時の被ばく線量率は 0.020mSv/h（従来設計値の約 1/100）で制限値の約 1/10 となり、ガスタービン翼設計への適用性があることを確認した（図 9.3.1）。

2019 年度に、1300℃の温度条件で候補合金主成分である Ni の Ag 固溶限データを取得した。その結果、図 9.3.2 に示すように、Ag の固溶限は 0.2wt%から 0.5wt%の間にあり、従来（Ni-Ag 合金状態図）の約 1/10 となった。2020 年度は、1200℃、1050℃、800℃及び 900℃の温度条件で Ni の Ag 固溶限データを取得した。その結果、1200℃での Ag の固溶限は 0.3wt%から 0.5wt%の間にあり、2019 年度に取得した 1300℃のデータと同様に従来の約 1/10 となった。1050℃、800℃及び 900℃については、Ag の析出が確認されず Ag の固溶限は 0.1wt%以下（検出下限値以下）であり、従来より小さい値となった。今後、これらのデータの取り纏めを行い、日本学術振興会合金状態図委員会に Ni-Ag 合金状態図の修正を提案する予定である。

表 9.1　燃料設計限度の評価指標の計算結果及び判断基準

運転状態	評価指標	計算結果	判断基準
通常運転時	燃料破損率	初期破損：0.05% *	合計：0.2%
		燃料核移動による破損：0.1%	
		Pd 腐食による破損：0%	
		内圧破損：0%	
	燃料温度	1451℃	1493°C
事故時	燃料スリーブ底板の腐食	3.44mm	5mm

*　HTTR 燃料の製造実績に基づく破損率



※　逆向きの流れが生じないように、羽根が自重で閉じられる構造を有する

図 9.2　提示したコンファインメントの概念

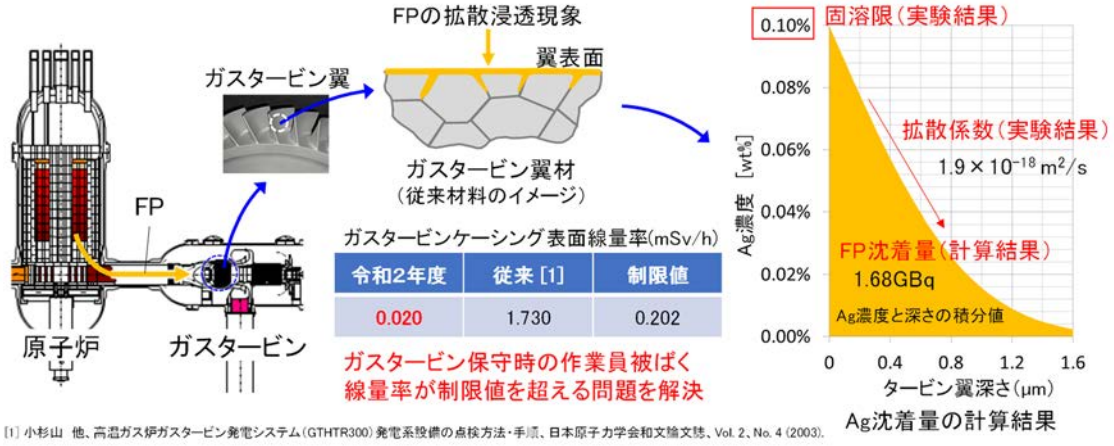


図 9.3.1　候補合金のガスタービン翼設計への適用性評価

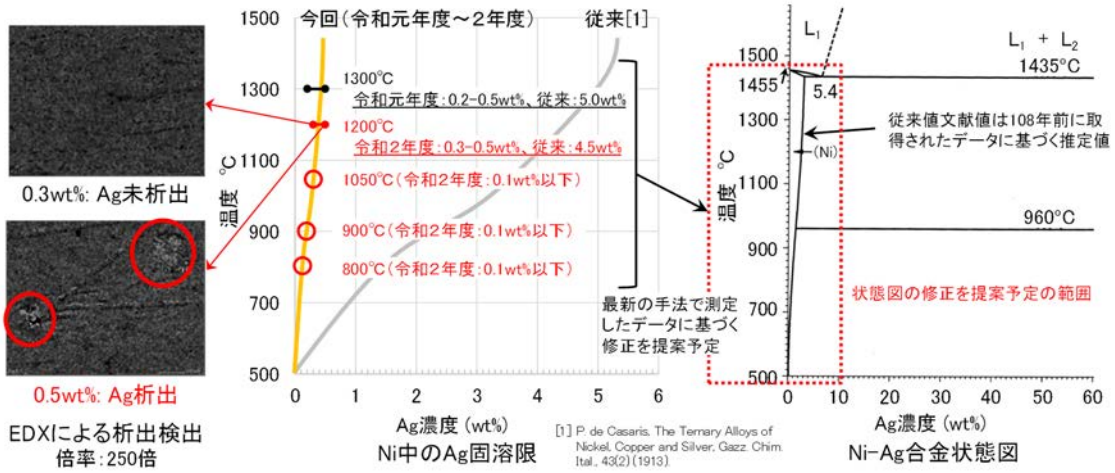


図 9.3.2　候補合金主成分である Ni の Ag 固溶限の測定結果

This is a blank page.

10.　高温ガス炉開発に関する国際協力

International Cooperation on HTGR Development

This is a blank page.

原子力機構では、HTTR の建設・運転を通じて培った高温ガス炉技術を基に、高温ガス炉の実用化と日本の技術の国際標準化を目指した国際協力を推進している。以下に、二国間及び多国間の国際協力について示す。

10.1 ポーランドとの協力

ポーランドでは、天然ガス輸入依存からの脱却、石炭火力による二酸化炭素排出量削減等のため、高温ガス炉導入に向け、ポーランドエネルギー省が諮問委員会を設立した。2016 年から本格的な検討が開始され、2018 年 1 月にポーランドへの高温ガス炉導入計画等が記された委員会報告書が公開された。また、2017 年 5 月 18 日に開催された日・ポーランド外相会談において、「2017 年から 2020 年までの日本国政府とポーランド共和国政府との間の戦略的パートナーシップの実施のための行動計画」が署名され、経済・科学・技術協力の分野で原子力機構とポーランド国立原子力研究センター（NCBJ）との間における高温ガス冷却炉技術の研究開発に向けた協力を奨励することが明記された。これを受けて、ポーランドにおける高温ガス炉（実験炉及び商用炉）開発を支援すると共に高温ガス炉技術の研究開発を共同実施することを目的とした高温ガス炉技術分野における研究協力覚書（期間：2017 年 5 月 18 日～2022 年 5 月 17 日）を原子力機構と NCBJ との間で締結した。さらに、NCBJ と具体的な研究協力を実施するため、高温ガス炉技術分野における研究開発協力のための実施取決め（期間：2019 年 9 月 20 日～2024 年 9 月 19 日）を締結した。覚書及び実施取決め締結後、NCBJ と定期的な技術会合を開催している。2020 年度には、第 11 回技術会合を 2021 年 3 月に Web で開催し、高温ガス炉の燃料・材料及び設計について協議した。

また、人材育成の一環として、第 3 回高温ガス炉セミナーを 2020 年 10 月に Web で開催した。2 日間のセミナーに延べ約 180 名が参加し、実用炉の炉心設計、高燃焼度燃料の設計、廃棄物処理、熱利用系の接続技術及び IS プロセスによる水素製造に関して、活発な質疑応答がなされた。

NCBJ がコーディネーターとなり、EU の研究開発ファンディング（Horizon 2020）の下で高温ガス炉コジェネレーションシステムの研究開発プロジェクト（GEMINI+）が 2017 年 9 月～2021 年 2 月まで実施された。GEMINI+の成果はポーランド商用炉の設計に反映される予定であることから、原子力機構も本プロジェクトに参加した。2020 年度は、11 月に Web で開催された最終全体会合及び最終ワークショップ（一般公開）に参加し、プロジェクトを終了した。

10.2 米国との協力

原子力関連研究開発分野における協力に関する MEXT、DOE の間の実施取決め」に基づき、「高温ガス炉の研究開発に関する協力のためのプロジェクト取決め」が 2014 年 6 月に締結されている。この取決めの下で、原子力機構と米国エネルギー省（DOE）／アイダホ国立研究所（INL）が、日本の高温ガス炉技術の米国高温ガス炉プロジェクトへの採用とそれに基づく国際標準化を目的として、研究資産や技術の相互活用、先進的シミュレーションコードの開発・検証、HTTR 熱利用試験計画の共同検討、ヘリウムガスタービン翼材料への核分裂生成物移行挙動評価手法の開発等の協力を進めている。

2020 年度は、先進的原子炉シミュレーションコード開発・検証に関して、DOE が新たに開発

を始めた高温ガス炉安全評価ツールを対象とした協力を開始した。今後、INL が当該ツールを用いて HTTR の炉心流量喪失試験の再現解析を行う予定である。また、HTTR 熱利用試験計画の共同検討については、HTTR にガスタービンと水素製造施設を接続する HTTR-GT/H_2 システムを用いた再生可能エネルギーとの調和型高温ガス炉システム実証試験計画の検討に向けて、INL が 1 次冷却設備のプラント動特性評価モデルの整備を開始した。

また、引き続き研究協力を進めるため、原子力機構と DOE / INL 間でプロジェクト取決めを 2023 年 6 月まで延長した。

10.3 英国との協力

英国国立原子力研究所（NNL）は、原子力産業全体に原子炉及び核燃料サイクル等の技術サポートを提供できる英国で唯一の機関であると共に英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）の支援を受けて、革新炉の燃料製造技術の開発を進めている。2019 年に NNL の担当者から今後の協力の可能性について要請があり、2020 年 10 月に既存の包括的な技術協力取決めの中に高温ガス炉技術分野を追加した。NNL とは、今後の具体的な研究協力項目に関し、協議中である。

英国原子力規制局（ONR）と英国における高温ガス炉の規制整備に向けた安全性に関する情報交換を行うため、2020 年 11 月に情報交換取決めを締結した。

10.4 国際原子力機関（IAEA）を通じた協力

IAEA においては、ガス炉に関する技術委員会、協力研究計画（CRP）等の活動方針を審議するガス冷却炉技術ワーキンググループ（TWG-GCR）、SMR 技術ワーキンググループ（TWG-SMR）を通じて、各国における高温ガス炉技術に関する研究開発の動向等の情報の交換、国際協力研究の調整等を行っている。2020 年度は、TWG-SMR の非公式な情報交換会議（Web 開催）において、導入に向けての議論が活発になっている SMR について、各国の状況、IAEA における検討状況を意見交換した。SMR の経済性については重要な課題であり、2020 年から開始された「小型モジュール炉（SMR）の経済性評価：手法と適用」に参加し、SMR の代表的な炉型である高温ガス炉について、JAEA で検討を進めている GTHTR300 及び GTHTR300C について、経済性を評価した結果を提示することとした。また、高温ガス炉の高い安全性を活用して緊急時避難不要とする考え方を整理すべく、SMR の緊急時避難区域（EPZ）に関する CRP に参加した。さらに、IAEA が 2020 年度から開始した IAEA 安全基準類の革新炉（小型モジュール軽水炉、浮体式軽水炉、ナトリウム冷却高速炉、鉛冷却高速炉、高温ガス炉、溶融塩炉）への適用性評価に、高温ガス炉担当の IAEA 外部専門機関として招聘され、適用性評価における基本情報として既存軽水炉と異なる高温ガス炉の特徴（Novelty）を整理するとともに IAEA が実施した適用性評価結果のレビューを実施し、関連するコンサルタント会合（Web 開催）に参加した。

10.5 第 4 世代原子力システム国際フォーラム（GIF）を通じた協力

2006 年 11 月に、日本、仏国、米国、EU、韓国、カナダ及びスイスの間で、第 4 世代原子力システム国際フォーラム（GIF：Generation IV International Forum）を通じた超高温ガス炉システム取決め（フェーズI）が署名され、その後、中国の参加、カナダの脱退があった。2016 年 11 月には、

引き続き 10 年間活動を延長するためのフェーズIIの取り決めが、6 ヵ国 1 国際機関の間で署名され、その後、豪州及び英国が参加した。

現在、① 燃料・燃料サイクルプロジェクト、② 水素製造プロジェクト及び③ 材料プロジェクトについて参加国による署名が行われ、共同研究が実施されている。さらに、4 つ目のプロジェクトとして、④ 計算手法検証・ベンチマークプロジェクトの開始に向けた準備も進められた。以下、各プロジェクトの最近の動向を示す。

① 燃料・燃料サイクルプロジェクト

2020 年 9 月の第 16 回会合（Web 開催）において、プロジェクト計画の主要な研究課題である共同照射・照射後試験、燃料挙動モデル、被覆層特性評価、燃料安全性試験について、参加機関の進捗確認を行った。

② 水素製造プロジェクト

2020 年 9 月の第 21 回会合及び 11 月の第 22 回会合（何れも Web 開催）において、IS プロセス、高温水蒸気電解、Cu-Cl プロセスによる水素製造の課題に関する参加機関の進捗確認を行なった。また、原案作成を完了したプロジェクト期間延長後の第二期プロジェクト計画について、参加機関の分担を最終確認し、署名手続きの準備を開始した。第二期プロジェクト計画において、日本は、IS プロセスによる水素製造に関するワークパッケージのリーダーとして、研究計画を取りまとめた。

③ 材料プロジェクト

2020 年 4 月に有効期限を迎えるプロジェクト取決めについて、豪 ANSTO の新規参画も含めた 10 年間のプロジェクト延長手続きを 2020 年 4 月 27 日に完了した。2020 年 4～6 月の第 22 回会合、9 月の第 23 回会合（何れも Web 開催）にて、イギリス・カナダの新規参画が合意に至り、新規参加二ヵ国を含めたプロジェクト計画の更新を行う事となった。

④ 計算手法検証・ベンチマークプロジェクト

2020 年 10 月にオンラインによる第 22 回準備会合において、CMVB プロジェクトへの参加検討中である英国の貢献内容案を議論したが、英国の参加が未定であるため、貢献内容については継続議論となった。また、プロジェクト実施取決めへの署名に向けた手続きを進めた。参加予定国は、日、米、中、韓、EU である。原子力機構は、崩壊熱評価のための燃焼解析手法の検証、核熱評価における炉内構造物の物性変化の影響評価の 2 つのタスクに参加する予定である。

10.6 OECD/NEA を通じた協力

OECE/NEA の原子力施設安全委員会は HTTR を用いた LOFC（Loss-of-forced cooling）プロジェクトを進めているが、HTTR は 2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震の影響により停止中であり、再稼働後に試験を実施してデータ提供する計画である。HTTR の運転再開後の LOFC プロ

ジェクトの運営に向け、2021 年 3 月には運営委員会を Web 開催し、今後のプロジェクトの進め方について説明を行なった。

10.7 カザフスタンとの協力

従来の黒鉛製マトリックスではなく新たに SiC マトリックスを用いる新しい燃料コンパクト母材の照射特性を把握するため、核物理研究所（INP）と新たに国際科学技術センター（ISTC）のレギュラープロジェクト KZ-2514「高温ガス炉燃料要素の照射済 SiC 母材の特性研究」を 2020 年 3 月から 3 ヵ年計画で開始した。2020 年度は、日本から供給する SiC マトリックス照射試料について、SiC 粉末を用いた乾式プレス成形と再結晶法による焼結を組み合わせた製法を検討すると共に、模擬被覆粒子を含有または非含有の 2 種類、合計 66 個の照射試料を製造した。今後は、2021 年 6 月までに照射試料を INP へ輸送し、2021 年 8 月から INP において開始される照射試験に備える計画である。

11. あとがき

本報告書は、高温工学試験研究炉部における 2020 年度の試験・運転及び技術開発等の実績について、HTTR 運転管理課、HTTR 技術課、HTTR 計画課、放射線管理部・放射線管理第 2 課及び水素・熱利用研究開発部の関係者が分担して執筆し、HTTR 計画課において編集したものある。

参考文献

1) 原子力規制委員会，原子力発電所の外部火災影響評価ガイド，2013, https://www.nsr.go.jp/data/000069140.pdf, (参照 2013 年 6 月 19 日).
2) 原子力規制委員会，原子力発電所の火山影響評価ガイド，2013, https://www.nsr.go.jp/data/000294814.pdf, (参照 2017 年 11 月 29 日).
3) 原子力規制委員会，原子力発電所の竜巻影響評価ガイド，2013, https://www.nsr.go.jp/data/000069162.pdf, (参照 2014 年 9 月 17 日).
4) Hai Quan Ho, Nozomu Fujimoto, Shimpei Hamamoto, Satoru Nagasumi, Minoru Goto, Etsuo Ishitsuka,“Preparation for restarting the high temperature engineering test reactor: Development of utility tool for auto seeking critical control rod position”, Nuclear Engineering and Design, vol.377 (2021) p.111161.
5) 石塚悦男，松中一朗, 石田大樹, Hai Quan HO, 石井俊晃, 濱本真平, 高松邦吉, Inesh Kenzhina, Yevgeni Chikhray, 近藤　篤, 高木直行, 藤本　望, “2018 年度夏期休暇実習報告; HTTR 炉心を用いた原子力電池に関する予備的検討 – 核設計のための予備検討 –”, JAEA-Technology 2019-008 (2019), 12p.
6) 石塚悦男, 中島弘貴, 中川直樹, Hai Quan HO, 石井俊晃, 濱本真平, 高松邦吉, Inesh Kenzhina, Yevgeni Chikhray, 松浦秀明, 藤本　望, “2019 年度夏期休暇実習報告; HTTR 炉心を用いた原子力電池に関する予備的検討 – 核設計のための予備検討 (2) –”, JAEA-Technology 2020-008 (2020), 16p.

This is a blank page.

付　　録

Appendix

This is a blank page.

付録 1　2020 年度高温工学試験研究関連研究発表

（1）所内

発表課室	年・月	標題	発表者代表	発表箇所
HTTR 技術課	2020・5	HTTR 炉心解析における制御棒モデルの検討	長住　達	JAEA-Technology 2020-003
HTTR 技術課	2020・8	2019 年度夏期休暇実習報告; HTTR 炉心を用いた原子力電池に関する予備的検討; 核設計のための予備検討,2	石塚　悦男	JAEA-Technology 2020-008
HTTR 技術課	2020・9	高温工学試験研究炉における航空機落下確率に関する評価	小野　正人	JAEA-Technology 2020-010

（2）外部発表

発表課室	年・月	標題	発表者代表	発表箇所
HTTR技術課	2020・4	Promising neutron irradiation applications at the high temperature engineering test reactor	Ho Hai Quan	Journal of Nuclear Engineering and Radiation
HTTR技術課	2020・6	3 次元実形状モデルを用いた高温工学試験研究炉の原子炉建家と排気筒の衝突解析	小野　正人	日本原子力学会和文論文誌
高温工学試験研究炉部	2020・6	Establishment of reasonable 2-D model to investigate heat transfer and flow characteristics by using scale model of vessel cooling system for HTTR	高田　昌二	Mechanical Engineering Journal (Internet)

付録 2　2020 年度高温工学試験研究関係主要事項（1/4）

年　月	工　事　・　試　験　等	主　要　事　項
2020・4	・機械棟ボイラー休缶措置（10 日） ・HTTR 空調用冷水装置IB 不凝縮性ガス排出作業（27 日～28 日） ・水質分析作業（27 日～28 日）	・新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言（16 日）〔茨城県〕 ・燃料棚卸（21 日） ・IAEA による実在庫検認（23 日）
2020・5	・計測制御系統施設発信器等点検整備作業（11 日～6 月 16 日） ・補機／一般冷却水設備定期点検（18 日～6 月 30 日） ・HTTR 空調用冷水装置点検整備作業（25 日～6 月 5 日） ・特定施設等に係る計器校正作業（25 日～6 月 12 日）	・新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言の解除（14 日）〔茨城県〕
2020・6	・可搬型発電機による NIS 電源装置の機能確認（4 日～5 日） ・プラント制御装置等点検作業（8 日～7 月 3 日） ・移送台車蓄電池充電作業（15 日～16 日） ・HTTR 排気設備等定期点検作業（15 日～7 月 13 日） ・加圧水冷却設備の水抜き作業（29 日～7 月 31 日）	・原子炉設置変更許可を取得（3 日） ・原子力規制庁審査会合（8 日） ・HTTR 再開課題検討 TF の設置（15 日） ・構造改革に関する意見交換会（24 日～26 日）
2020・7	・使用済燃料貯蔵建家クレーンのインバータ等交換作業（1 日～7 日） ・通信連絡設備点検（6 日～17 日） ・計測制御系統施設定期点検作業／炉容器冷却設備計装等（6 日～22 日） ・補助冷却水設備薬液注入装置点検（8 日） ・直流電源設備蓄電池均等充電作業（13 日～15 日） ・液体廃棄物の廃棄設備及び一般排水設備液位計校正作業（13 日～17 日） ・HTTR 換気空調設備定期点検作業（14 日～8 月 24 日） ・研究棟及び付属建家空調機修理作業（20 日～21 日） ・原子炉プラント監視用計算機の点検保守作業（27 日～31 日） ・換気空調用蒸気供給設備ボイラーブロー配管更新工事（30 日～8 月 7 日） ・HTTR 圧縮空気設備定期点検作業（30 日～9 月 11 日）	・全国安全週間（1 日～7 日） ・原子力規制庁審査会合（6 日） ・大洗研究所北地区計画停電（11 日～12 日） ・設計及び工事の方法の認可申請書〔HTTR の変更（第 2 回申請）〕の一部補正（20 日） ・設計及び工事の方法の認可申請書〔HTTR の変更（第 3 回申請）〕の一部補正（20 日） ・原子炉設置変更許可申請書の工事計画の変更届出（21 日）

付録 2　2020 年度高温工学試験研究関係主要事項（2/4）

年　月	工　事　・　試　験　等	主　要　事　項
2020・8	・貯蔵ラックの外観検査（3 日～27 日） ・純化設備加熱器等定期点検（17 日～24 日） ・HTTR 原子炉建家等クレーン設備の点検整備作業（24 日） ・HTTR 高置水槽点検整備作業（25 日） ・冷却水の水質分析作業（28 日） ・炉容器冷却設備炉容器冷却水サージタンク水位及び圧力調整作業（31 日） ・補助冷却設備の水抜き・水張り等作業（31 日～9 月 10 日） ・HTTR 非常用発電機設備点検整備作業／ガスタービンエンジン（31 日～9 月 25 日）	・原子力規制庁審査会合（3 日） ・令和 2 年度第 1 回大洗研究所総合訓練（27 日） ・設計及び工事の方法の認可申請書〔HTTR の変更（第 1 回申請）〕の一部補正（31 日）
2020・9	・原子炉冷却系統施設等安全弁の取外・取付及びラプチャーディスクの定期交換作業（1 日～25 日） ・HTTR 屋外オイルタンク点検作業（3 日～4 日） ・HTTR 計測制御系統施設定期点検作業／放射能計装設備等（4 日～30 日） ・ヘリウム循環機中間フランジ部点検作業（7 日～30 日） ・HTTR 計測制御系統施設定期点検作業／中性子計装、原子炉出力制御装置等（8 日～11 月 6 日） ・燃料交換機の作動点検（10 日～11 日） ・自動火災報知設備定期点検作業（11 日～18 日） ・メンテナンスピット放射線モニタ定期点検（14 日～23 日） ・HTTR 非常用発電機設備点検整備作業／発電機及び制御盤（15 日～25 日） ・消火設備定期点検（16 日～18 日） ・HTTR 周辺舗装道路拡張・整備工事（23 日～12 月 25 日） ・中性子検出器の使用・貯蔵状況確認（24 日） ・二酸化炭素消火設備点検作業（28 日） ・放射能計装サンプリングポンプ点検作業（28 日～30 日） ・HTTR プール水冷却浄化設備点検作業（28 日～10 月 1 日）	・設計及び工事の方法の認可申請書〔HTTR の変更（第 2 回申請）〕の認可を取得（9 日） ・原子力規制庁審査会合（28 日）

付録 2　2020 年度高温工学試験研究関係主要事項（3/4）

年　月	工　事　・　試　験　等	主　要　事　項
2020・10	・HTTR 非常用電源設備等定期点検作業（5 日～13 日） ・換気空調用蒸気供給設備定期点検（5 日～23 日） ・HTTR プール水冷却浄化設備／計装系点検（14 日～16 日） ・原子炉出力表示装置盤の更新（19 日～20 日） ・HTTR 計測制御系統施設定期点検作業／安全保護計装盤等（19 日～23 日） ・中性子検出器の棚卸・検認（27 日～30 日） ・機械棟ボイラー保守作業（28 日～30 日） ・危険物地下タンク検知管蓋交換作業（30 日）	・全国労働衛生週間（1 日～7 日） ・原子力安全監査（7 日～8 日） ・上期理事長ヒアリング（15 日） ・設計及び工事の方法の認可申請書〔HTTR の変更（第 3 回申請）〕の認可を取得（19 日） ・部門長との意見交換会（20 日～12 月 23 日） ・定期事業者検査（23 日、30 日） ・設計及び工事の方法の認可申請書〔HTTR の変更（第 1 回申請）〕の認可を取得（26 日） ・原子力規制庁審査会合（27 日） ・北地区断水（31 日）
2020・11	・安全弁の取外・取付及びラプチャーディスクの定期交換作業（2 日～30 日） ・HTTR 研究棟他電気設備点検作業（7 日） ・換気空調用蒸気供給設備定期点検（11 日） ・HTTR 危険物施設定期点検（11 日～12 日） ・電力調整器盤の点検・整備作業（16 日～12 月 1 日） ・直流電源装置蓄電池の触媒栓更新（17 日） ・加圧水冷却設備凍結防止装置の取付作業（24 日） ・安全弁試験装置定期点検作業（25 日～30 日） ・HTTR 施設ターボ冷凍機定期点検整備作業（24 日～1 月 26 日） ・HTTR 燃料交換機 計装制御設備の更新及び保守作業（25 日～1 月 8 日） ・HTTR 駐車場整備工事（30 日～1 月 29 日）	・「津波防災の日」に関する訓練（5 日） ・ボイラー火入れ式（6 日） ・運転再開スケジュール公開（6 日） ・HTTR 研究棟・開発棟及び HTTR 建設管理棟計画停電（7 日） ・令和 2 年度第 2 回大洗研究所総合訓練（10 日） ・定期事業者検査（12 日、19 日、26 日、27 日） ・使用前事業者検査に係る確認申請（13 日） ・原子炉設置変更許可申請書の工事計画の変更届出（16 日） ・2020 年度年間運転計画の変更（30 日）
2020・12	・加圧水冷却設備電動弁の点検（1 日～1 月 29 日） ・HTTR 原子炉施設内照明器具の点検整備（3 日～23 日） ・補助冷却水凍結防止運転（6 日～3 月 26 日） ・HTTR 計測制御系統施設定期点検作業／補助冷却設備計装等（10 日～25 日） ・使用済燃料貯蔵建家受変電電源設備定期点検作業／計画停電（10 日） ・HTTR 通信連絡設備定期点検作業（14 日～18 日）	・年末年始無災害運動（1 日～1 月 15 日） ・運転計画（3 ヵ年）変更届出（7 日） ・内部火災対策工事に係る使用前事業者検査（14 日） ・2020 年度年間運転計画の変更（24 日）

付録 2　2020 年度高温工学試験研究関係主要事項（4/4）

年　月	工　事　・　試　験　等	主　要　事　項
2021・1	・HTTR 火災防護対策に係るケーブルトレイ等に関する整備（5 日～5 月 30 日） ・ヘリウム循環機回転数制御装置盤用遮断器の開放点検作業（7 日～8 日） ・計測制御系統施設定期点検作業／安全保護系計装盤等（12 日～2 月 19 日） ・HTTR 原子炉格納容器内火災感知器及び受信機盤の設置（13 日～3 月 11 日） ・1 次冷却設備ヘリウム循環機回転数制御装置等点検整備作業（25 日～3 月 5 日） ・原子炉建家内酸欠警報装置点検校正作業（26 日～29 日） ・加圧水冷却設備水張り作業（26 日～2 月 26 日）	・原子力規制庁による使用前確認（25 日～27 日） ・C 会議室キーボックス等運用開始（26 日） ・構内一斉放送設備に係る使用前事業者検査（26 日） ・通信連絡設備に係る使用前事業者検査（27 日～28 日） ・次年度運転計画（3 ヵ年）届出（28 日） ・防火帯に係る使用前事業者検査（29 日）
2021・2	・HTTR 中性子計装盤点検整備作業（1 日～16 日） ・加圧水冷却設備凍結防止運転（1 日～3 月 26 日） ・補助冷却設備支持構造物点検作業（8 日～26 日） ・燃料交換機計装制御設備の更新及び保守作業（15 日～22 日） ・HTTR 核物質防護用特殊扉等点検整備作業（15 日～25 日） ・自動火災報知設備定期点検（17 日～26 日） ・加圧水冷却設備電動弁の点検作業（19 日～3 月 3 日） ・HTTR 原子炉施設照明の LED への更新作業（22 日～3 月 11 日） ・HTTR 機械棟ろ過水ポンプ分解点検作業（24 日～3 月 5 日）	・設計及び工事の方法の認可申請書〔HTTR の変更（第 4 回申請）〕の一部補正（2 日） ・令和 2 年度核物質防護訓練（19 日） ・定期事業者検査（24 日、26 日） ・所幹部との意見交換会（26 日～3 月 11 日）
2021・3	・HTTR 燃料交換機メンテナンスピット設備内装機器の整備・改良（1 日～4 月 30 日） ・HTTR 施設ターボ冷凍機定期点検・整備作業（3 日～17 日） ・二酸化炭素消火設備点検作業（8 日～9 日） ・新倉庫火災受信機の更新作業（10 日～12 日） ・HTTR 核物質防護用特殊扉等点検整備作業（17 日～23 日） ・加圧水冷却設備凍結防止装置取外し作業（23 日）	・安全協定に基づく平常時立入調査（4 日） ・設工認（第 1 回及び第 2 回）に係る使用前事業者検査（15 日～24 日） ・原子力規制庁による使用前確認（17 日～19 日、24 日～26 日） ・設計及び工事の方法の認可申請書〔HTTR の変更（第 4 回申請）〕の一部補正（19 日） ・2021 年度年間使用計画の策定（26 日） ・2021 年度年間運転計画の策定（29 日）

付録 3　2020 年度高温工学試験研究関連審査会合及び審査ヒアリング開催履歴（1/3）
（2020 年 4 月 1 日～2021 年 3 月 31 日まで。HTTR の新規制基準適合審査に関するもの）

会合種類	通算回数	開催日	議題
研究炉班 設工認審査ヒアリング	31	2020/5/18	①分割設工認の全体構成、申請概要及び設工認要否整理表について
研究炉班 設工認審査ヒアリング	32	2020/5/25	①分割設工認の全体構成、申請概要及び設工認要否整理表について
研究炉班 審査会合	42	2020/6/8	①分割設工認の全体構成、申請概要
研究炉班 設工認審査ヒアリング	33	2020/6/8	①審査会合後のラップアップミーティング
研究炉班 設工認審査ヒアリング	34	2020/6/12	①第 2 回設工認に関する確認事項への回答
研究炉班 設工認審査ヒアリング	35	2020/6/18	①第 2 回～第 4 回設工認に関する確認事項への回答
研究炉班 設工認審査ヒアリング	36	2020/6/24	①第 2 回～第 4 回設工認に関する確認事項への回答
研究炉班 設工認審査ヒアリング	37	2020/6/30	①第 2 回～第 4 回設工認に関する確認事項への回答
研究炉班 審査会合	43	2020/7/6	①設工認（第 2 回）及び設工認（第 3 回）の記載の見直しについて
研究炉班 設工認審査ヒアリング	38	2020/7/6	①審査会合後のラップアップミーティング
研究炉班 設工認審査ヒアリング	39	2020/7/14	①第 2 回及び第 4 回設工認に関する確認事項への回答
研究炉班 設工認審査ヒアリング	40	2020/7/22	①第 2 回及び第 3 回設工認の補正申請について ②第 4 回設工認に関する確認事項への回答
研究炉班 設工認審査ヒアリング	41	2020/7/31	①第 4 回設工認に関する確認事項への回答
研究炉班 審査会合	44	2020/8/3	①設工認（第 4 回）に係る補足説明（耐震性）について
研究炉班 設工認審査ヒアリング	42	2020/8/3	①審査会合後のラップアップミーティング

付録 3　2020 年度高温工学試験研究関連審査会合及び審査ヒアリング開催履歴（2/3）
（2020 年 4 月 1 日～2021 年 3 月 31 日まで。HTTR の新規制基準適合審査に関するもの）

会合種類	通算回数	開催日	議題
研究炉班 設工認審査ヒアリング	43	2020/8/7	①第 1 回設工認及び第 4 回設工認に関する確認事項への回答
研究炉班 設工認審査ヒアリング	44	2020/8/20	①第 1 回設工認及び第 4 回設工認に関する確認事項への回答
研究炉班 設工認審査ヒアリング	45	2020/8/28	①第 4 回設工認に関する確認事項への回答
研究炉班 保安規定審査ヒアリング	4	2020/8/28	①大洗研究所（北地区）の原子炉施設保安規定の変更認可申請に係る説明
研究炉班 設工認審査ヒアリング	46	2020/9/4	①第 4 回設工認に関する確認事項への回答
研究炉班 保安規定審査ヒアリング	5	2020/9/9	①大洗研究所（北地区）の原子炉施設保安規定の変更認可申請に係る説明
研究炉班 設工認審査ヒアリング	47	2020/9/9	①第 4 回設工認に関する確認事項への回答
研究炉班 設工認審査ヒアリング	48	2020/9/16	①第 4 回設工認に関する確認事項への回答
研究炉班 保安規定審査ヒアリング	6	2020/9/16	①大洗研究所（北地区）の原子炉施設保安規定の変更認可申請に係る説明
研究炉班 審査会合	45	2020/9/28	①設工認（第 4 回）に係る耐震性（応答倍率放の適用及び制御棒挿入性）について
研究炉班 保安規定審査ヒアリング	7	2020/9/30	①大洗研究所（北地区）の原子炉施設保安規定の変更認可申請に係る説明
研究炉班 保安規定審査ヒアリング	8	2020/10/8	①大洗研究所（北地区）の原子炉施設保安規定の変更認可申請に係る説明
研究炉班 保安規定審査ヒアリング	9	2020/10/16	①大洗研究所（北地区）の原子炉施設保安規定の変更認可申請に係る説明

付録 3　2020 年度高温工学試験研究関連審査会合及び審査ヒアリング開催履歴（3/3）
（2020 年 4 月 1 日～2021 年 3 月 31 日まで。HTTR の新規制基準適合審査に関するもの）

会合種類	通算回数	開催日	議題
研究炉班 審査会合	46	2020/10/27	①大洗研究所（北地区）の原子炉施設保安規定の変更認可申請について
研究炉班 保安規定審査ヒアリング	10	2020/11/19	①大洗研究所（北地区）の原子炉施設保安規定の変更認可申請に係る説明
研究炉班 保安規定審査ヒアリング	11	2020/12/9	①大洗研究所（北地区）の原子炉施設保安規定の認可時期について
研究炉班 設工認審査ヒアリング	49	2020/12/16	①設工認（第 4 回申請）に関する追加耐震評価の進捗及び BDBA の補正方針の説明
研究炉班 保安規定審査ヒアリング	12	2020/12/18	①保安規定に記載する設計想定事象や BDBA に係る措置の教育訓練について
研究炉班 設工認審査ヒアリング	50	2021/1/13	①設工認（第 4 回申請）に関する追加耐震評価結果等について
研究炉班 設工認審査ヒアリング	51	2021/1/28	①設工認（第 4 回申請）に関する追加耐震評価結果等について