



JAEA-Review

2006-035



JP0650724

材料試験炉 －運転と技術開発No.20－(2005年度)

Annual Report of JMTR, No.20 FY2005
(April 1, 2005 - March 31, 2006)

材料試験炉部

Department of JMTR

大洗研究開発センター
Oarai Research and Development Center

JAEA-Review

December 2006

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは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/index.shtml>)
より発信されています。このほか財団法人原子力弘済会資料センター*では実費による複写頒布を行つております。

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4
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
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920

* 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4 日本原子力研究開発機構内

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 +81-29-282-5901

材料試験炉－運転と技術開発 No. 20－
(2005 年度)

日本原子力研究開発機構
大洗研究開発センター
材料試験炉部

(2006 年 10 月 19 日 受理)

2005 年度（平成 17 年度）は、第 158 サイクルから第 162 サイクルまでの計 5 サイクルの利用運転を行い、軽水炉炉内構造物の照射誘起応力腐食割れ（IASCC）の研究、核融合炉ブランケットの開発研究、材料基礎研究、放射性同位元素（RI）の製造・開発等を目的とした照射試験及び照射後試験を実施した。

第 160 サイクルに発生した商用電源の停電及び施設定期検査において生じた検査前条件の不備に絡んだ施設定期検査期間の延長により、計画に対して少ない運転実績となった。

施設の保守・安全管理に関しては、昨年度の施設定期評価に基づいて策定した長期保全計画に従い、機器の更新及び設備・機器の高経年化対策等を行った。

照射技術の開発に関しては、IASCC 照射下試験を行うために整備した荷重負荷装置を用いて、照射下試験を開始した。

IASCC 照射下試験環境下における水質評価では、昨年度に開発した水質評価コードの適正化を行うと共に、腐食電位センサーをキャップセル内に装荷して照射下試験を行い、水質変化に起因する腐食電位変化をモニターできることが確認できた。

また、放射線誘起表面活性（RISA）による伝熱促進効果の検証試験を実施し、炉内照射条件下で RISA 効果と考えられる限界熱流速の変化が観察された。

ホットラボに新たに小型破壊靱性試験装置を整備し、核融合炉の構造材料の照射後試験（2006 年度）に向けて調整を行っている。

このほか、「2005 照射試験・照射後試験に関する日韓セミナー」を開催し、韓国原子力研究所（KAERI）との情報交換を行った。

JMTR 将来計画の検討では、JMTR 利用検討委員会を設置し、委員会での検討結果は報告書として 2006 年 3 月に理事長に答申された。

Annual Report of JMTR, No.20
FY2005
(April 1, 2005 - March 31, 2006)

Department of JMTR

Oarai Research and Development Center
Japan Atomic Energy Agency
Oarai-machi, Higashiibaraki-gun, Ibaraki-ken

(Received October 19.2006)

During the FY2005 (from April 2005 to March 2006), the Japan Materials Testing Reactor (JMTR) was operated in five operation cycles in order to carry out various irradiation tests and post-irradiation examinations (PIEs) for studies on Irradiation Assisted Stress Corrosion Cracking (IASCC) of internal structural materials of light water reactor, development of the fusion blanket, basic materials researches, radioisotope production, and so on. Operating days of FY2005 was shorter than scheduled because of the commercial power failure in the 160th operation cycle and extension of the annual inspection term caused by incompleteness of inspecting condition.

Renewal of equipments, aging management of equipments and reactor facilities were carried out according to long-term maintenance plan established in FY2004. This plan is based on periodical evaluation related to maintenance and safety management of reactor facilities in FY2004.

Regarding development on irradiation techniques, the load control system was developed to perform in-pile SCC tests for IASCC study. In addition, the water radiolysis code had been modified to evaluate the water chemistry at the irradiation field of IASCC irradiation capsules. Further, the electrochemical corrosion potential (ECP) measurement at the irradiation field was performed by developing the ECP sensors installed capsule.

The verification test for the heat transfer enhancement effect caused by Radiation Induced Surface Activation (RISA) was carried out. From the test result, it was found that critical heat flux was changed by RISA effect under irradiation condition in reactor.

A fracture toughness testing machine for small specimens was developed in JMTR hot laboratory and installed in hot cell to perform PIEs for structural materials of the nuclear fusion reactor in FY2006.

The 2005 JAEA-KAERI Joint Seminar on Advanced Irradiation and PIE Technologies was held for information exchange as international collaborations with the Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI).

The Advisory committee for JMTR utilization was established to discuss forward planning of JMTR. The report of the committee was submitted by the president of JAEA in March, 2006.

Keywords: JMTR, Irradiation, Post-irradiation Examination, IASCC, Light Water Reactor

目 次

1 概要 -----	1
2 JMTR の運転管理 -----	3
2.1 原子炉の運転管理 -----	3
2.2 照射設備の運転管理 -----	12
2.3 ホットラボの運転管理 -----	15
2.4 放射線管理 -----	19
3 JMTR の利用 -----	23
3.1 照射試験の利用状況 -----	23
3.2 照射後試験利用状況 -----	26
4 主要な設備の整備 -----	35
5 JMTR 照射利用に関する技術開発 -----	36
5.1 照射技術 -----	36
5.2 照射後試験技術 -----	40
6 國際協力 -----	41
6.1 照射試験技術・照射後試験技術に関する日韓協力-----	41
6.2 2005 照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナーの開催-----	42
7 特記事項 -----	44
7.1 JMTR 将来計画に関する検討 -----	44
あとがき -----	49
付録 1 材料試験炉部の組織 -----	50
付録 2 外部発表 -----	51
付録 3 研究報告書類（旧原研レポート） -----	52
付録 4 協力研究 -----	52
付録 5 官庁申請許認可一覧 -----	53
付録 6 プレス発表・表彰（受賞）・特許一覧 -----	54
付録 7 計画外停止への対応 -----	55
付録 8 施設定期検査期間の延長及び再延長 -----	56

Contents

1	Outline -----	1
2	Operation and Management -----	3
2.1	Reactor Facility -----	3
2.2	Irradiation Facility -----	12
2.3	Hot Laboratory -----	15
2.4	Radiation Monitoring -----	19
3	Utilization of JMTR -----	23
3.1	Irradiation Tests -----	23
3.2	Post-irradiation Examinations -----	26
4	Maintenance -----	35
5	Development on Techniques for Irradiation Utilization -----	36
5.1	Irradiation Techniques -----	36
5.2	Techniques for Post-irradiation Examinations -----	40
6	International Cooperation -----	41
6.1	JAEA-KAERI Cooperative Research Program on Irradiation Techniques and Post Irradiation examination techniques -----	41
6.2	JAEA-KAERI Joint Seminar on Advanced Irradiation and PIE Technologies -----	42
7	Other Topics -----	44
7.1	Discussion about Forward Planning about JMTR -----	44
	Postscript -----	49
Appendix1	Organization of Department of JMTR -----	50
Appendix2	Publication and Presentations -----	51
Appendix3	JAERI Publication Reports -----	52
Appendix4	Cooperative Studies -----	52
Appendix5	License and Approval Granted by the Regulatory Authority -----	53
Appendix6	News Release -----	54
Appendix7	Trouble Reports -----	55
Appendix8	Extending and re-extending schedule of annual inspection -----	56

材料試験炉・運転と技術開発 No.20 (2005 年度) 図及び表一覧

表一覧

- 表 2.1.1 JMTR 運転実績
- 表 2.1.2 各サイクルにおける過剰反応度
- 表 2.1.3 各サイクルにおける停止余裕
- 表 2.1.4 各サイクルにおける制御棒 SR-1、2 の自動制御範囲での反応度
- 表 2.1.5 JMTR 第 158 サイクル運転中の液体廃棄物発生量
- 表 2.1.6 JMTR 第 159 サイクル運転中の液体廃棄物発生量
- 表 2.1.7 JMTR 第 160 サイクル運転中の液体廃棄物発生量
- 表 2.1.8 JMTR 第 161 サイクル運転中の液体廃棄物発生量
- 表 2.1.9 JMTR 第 162 サイクル運転中の液体廃棄物発生量
- 表 2.1.10 JMTR 原子炉施設の放射性固体廃棄物 ($\beta \cdot \gamma$) の搬出量
- 表 2.1.11 その他の修理及び改造
- 表 2.2.1 JMTR 照射設備の諸元
- 表 2.2.2 キャプセルの照射本数 (2005 年度)
- 表 2.2.3 キャプセル照射装置の使用台数 (2005 年度)
- 表 2.2.4 ラビットの照射本数 (2005 年度)
- 表 2.3.1 放射性固体廃棄物 ($\beta \cdot \gamma$) の発生量 (2005 年度)
- 表 2.3.2 セル内汚染除去作業実績 (2005 年度)
- 表 2.4.1 放射線業務従事者の実効線量の状況 (原子炉施設及び照射施設)
- 表 2.4.2 放射性気体廃棄物の放出状況 (原子炉施設及び照射施設)
- 表 2.4.3 JMTR から廃棄物管理施設へ移送した放射性液体廃棄物の状況
- 表 2.4.4 放射線業務従事者の実効線量の状況 (ホットラボ施設)
- 表 2.4.5 放射性気体廃棄物の放出状況 (ホットラボ施設)
- 表 2.4.6 ホットラボから廃棄物管理施設へ移送した放射性液体廃棄物の状況
- 表 3.1.1 サイクル毎の照射実績 (2005 年度)
- 表 3.1.2 RI 製造キャプセル一覧 (2005 年度)
- 表 3.2.1 照射後試験キャプセル一覧 (2005 年度)
- 表 6.2.1 「2005 照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナー」への参加機関及び参加者数
- 表 6.2.2 「2005 照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナー」の発表件数
- 表 7.1.1 J M T R 利用検討委員会の検討経緯
- 表 7.1.2 J M T R 利用検討委員会の構成

図一覧

- 図 2.1.1 JMTR 改良 LEU 炉心配置図
- 図 2.1.2 炉心配置写真（第 159 サイクル）
- 図 2.1.3 JMTR 運転及び保守作業工程
- 図 2.3.1 ホットラボ 1 階平面図
- 図 3.1.1 照射キャプセル利用割合（2005 年度）
- 図 3.1.2 水力ラビット利用割合（2005 年度）
- 図 3.2.1 ホットラボの利用実績
- 図 5.1.1 RISA 検証試験用概略図
- 図 5.1.2 RISA 照射キャプセル概略図
- 図 5.1.3 制御盤
- 図 5.1.4 炉外装置
- 図 5.1.5 高出力対応用ヒータ
- 図 5.2.1 小型破壊靭性試験装置の外観写真
- 図 6.2.1 照射・照射後試験技術に関する日韓セミナー風景

1. 概 要

JMTR (Japan Materials Testing Reactor) は、熱出力 50MW の高中性子束材料試験炉で、照射後試験施設ホットラボを併設しており、1970 年（昭和 45 年）の利用運転開始以来、国内唯一の炉内照射試験専用の原子炉として、軽水炉燃料・材料、核融合炉材料等の研究開発、材料基礎研究、RI の生産等を目的に日本原子力研究開発機構内外に広く利用されている。

2005 年度の JMTR 利用運転は、前年度から開始した第 158 サイクルと第 159 サイクルから第 162 サイクル途中までの年間 5 サイクルの運転を実施した。年間の運転実績は、延べ運転時間 2,920 時間（計画 4464 時間）、積算出力 5,973MWd（計画 9300MWd）であり、計画に対して少ない運転実績となった。これは、第 160 サイクルに発生した商用電源の停電及び施設定期検査において生じた検査前条件の不備に絡んだ施設定期検査期間の延長によるものであった。

主な照射利用は、軽水炉の高経年化対策に関連した照射誘起応力腐食割れ（Irradiation Assisted Stress Corrosion Cracking : IASCC）の研究や大学の基礎研究、核融合炉ブランケット材の研究、短寿命 RI の製造等であり、照射されたキャップセル数は、キャップセル 40 本（延べ 82 サイクル本）、ラビット 24 本（延べ照射時間は 1219 時間）であった。

ホットラボにおける照射後試験は、80 本の照射キャップセルについて実施し、原子炉構造材、軽水炉圧力容器鋼等の試料を含む 50 本のキャップセルについて照射後試験を完了した。

施設の保守・管理では、JMTR 原子炉施設、照射施設及びホットラボ施設の定期自主検査を実施するとともに、昨年度の施設定期評価に基づいて策定した長期保全計画に従い、機器の更新及び設備・機器の高経年化対策等を行い、施設の安全かつ安定な運転に努めた。

核燃料等の管理では、本年度において新燃料の製作及び使用済燃料の対米輸送は行わなかった。使用済燃料輸送容器の容器承認書に高燃焼度燃料（60%）を追加した。その他、国内の核物質防護基準の改訂を受けて核物質防護規則等の改訂を行った。

照射技術開発では、IASCC 照射下試験（き裂進展試験、き裂発生試験）を行うために整備した荷重負荷装置を用いて、き裂発生試験用キャップセル 2 体、き裂進展試験用キャップセル 3 体の照射下試験を開始した。IASCC 照射下試験環境下における水質評価では、水質測定結果等を基に昨年度に開発した水質評価コードの適正化を行うと共に、腐食電位センサーをキャップセル内に装荷して照射下試験を行った。この結果、水質変化をモニターできることが確認できた。

中性子を含む複合照射環境下での放射線誘起表面活性（Radiation Induced Surface Activation ; RISA）による伝熱促進効果の検証試験を目的とし、新たに RISA 照射試験用のキャップセルと炉外装置を開発した。炉内照射条件下では非照射に比べて限界熱流束に変化が観られ、RISA 効果と考えられる様子が観察された。

JMTR ホットラボ施設に新たに小型破壊靱性試験装置を整備した。本試験装置は約 1mm 角、長さ 10mm 程度の微小試験片の三点曲げ破壊靱性試験及び引張試験を遠隔操作で可能とするものであり、核融合炉の構造材料（低放射化フェライト鋼）の照射後試験（2006 年度）に向けて調整を行っている。

以上のほか、日本原子力研究開発機構（JAEA）と韓国原子力研究所（KAERI）との研究協力実施取決めに基づいて、照射技術、照射後試験技術の開発に関する情報交換を行った。大洗研究開発センターにおいて「2005 照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナー」を 2005 年 11 月 16 日～18 日に開催した。セミナーでは、原子力機構と韓国原研の他、产学研関係機関の参加のもとに照射試験及び照射後試験技術

に係わる情報交換が精力的に行われた。

JMTR の将来計画の検討では、材料試験用原子炉に対する将来の利用ニーズや利用分野等を具体的に検討し、わが国の材料試験用原子炉のあり方及び JMTR の今後の扱いとあり方を検討するため、原子力機構として JMTR 利用検討委員会（委員長：宅間正夫 日本原子力産業協会副会長）を 2005 年 11 月に設置した。委員会での検討結果は「我が国における材料試験用原子炉の役割と JMTR のあり方等に関する検討報告書」として 2006 年 3 月に理事長に答申された。

2. JMTR の運転管理

2.1 原子炉の運転管理

2.1.1 運 転

(1) 実 績

2005 年度は、前年度から引き続いで運転中の第 158 サイクルと第 159 サイクルから第 162 サイクルまでの 5 サイクルの運転を行った。第 160 サイクルの運転中に商用電源の停電により原子炉が自動停止（7 月 7 日）したが、2 日後に原子炉を再起動した。

JMTR の標準的な改良 LEU 炉心配置及び炉心配置写真をそれぞれ図 2.1.1 及び図 2.1.2 に示す。2005 年度の JMTR 運転及び保守作業工程を図 2.1.3 に、JMTR 運転実績を表 2.1.1 に示す。年間の運転時間は、2,920 時間 27 分、積算出力は、5,972.9MWd であった。

N
4

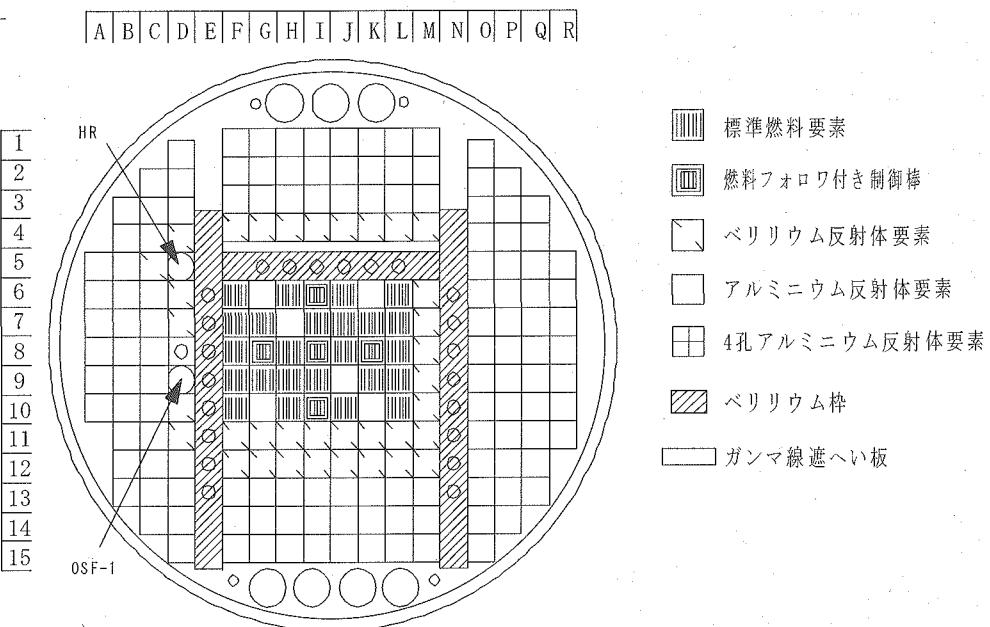


図 2.1.1 JMTR 改良 LEU 炉心配置図

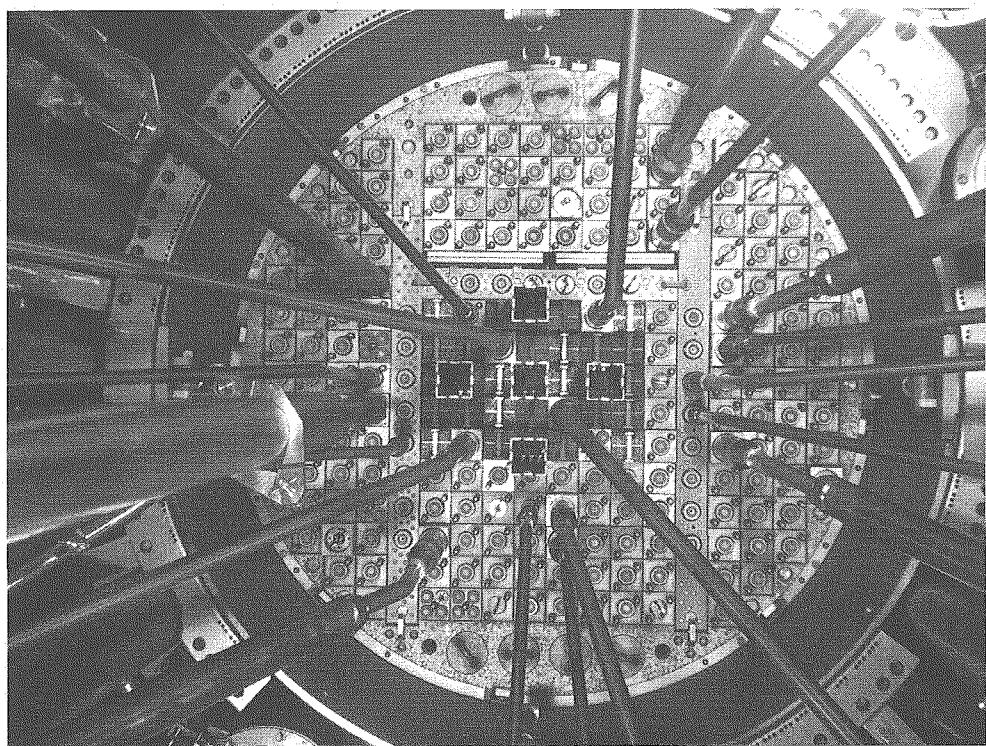


図 2.1.2 炉心配置写真 (例: 第 159 サイクル)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
運転サイクル	158cy 4	159cy 11	160cy 9 18	160cy 7 9 18	施設定期検査				161cy 17 27	162cy 9 28	162cy 23 26	
施設定期自主検査					本体施設 照射施設 特定施設 21				19			

図2.1.3 JMTR運転及び保守作業工程

表2.1.1 JMTR運転実績

サイクルNo.	原子炉起動日	原子炉停止日	積算出力(MWd)	運転時間 ^{注1)} (h:m)
158	2005. 3. 6	2005. 4. 4	169.9 ^{注2)}	82:29 ^{注2)}
159	2005. 5. 11	2005. 6. 9	1438.7	698:49
160	2005. 6. 18	2005. 7. 18	1400.9	681:47
161(前半)	2005. 12. 17	2005. 12. 27	1425.9	711:33
161(後半)	2006. 1. 9	2006. 1. 28		
162	2006. 2. 23	2006. 3. 26	1537.5	745:49
年度内の合計			5972.9	2920:27

注1) 運転時間は特性試験運転を含む。

注2) 積算出力及び運転時間は、2005. 4. 1からの値

(2) 炉心の核特性

各サイクルの運転に先立ち、低出力(20kW)運転により核特性測定を実施している。各サイクルにおける過剰反応度、停止余裕及び制御棒SR-1、SR-2の自動制御範囲での反応度をそれぞれ表2.1.2から表2.1.4に示す。

表2.1.2 各サイクルにおける過剰反応度

サイクルNo.	過剰反応度(%Δk/k)	制限値(%Δk/k)
158	12.8	
159	12.7	
160	13.0	15以下
161	12.7	
162	13.2	

表2.1.3 各サイクルにおける停止余裕

サイクルNo.	停止余裕(%Δk/k)	$k_{\text{eff}}(-)$	制限値(-)
158	43.21	0.698	
159	42.81	0.700	
160	32.28	0.756	0.9以下
161	78.56	0.560	
162	47.34	0.680	

表2.1.4 各サイクルにおける制御棒SR-1、2の自動制御範囲での反応度

サイクルNo.	測定年月日	SR-1(%Δk/k)	SR-2(%Δk/k)
158	2005. 3. 4	0.214	0.242
159	2005. 5. 9	0.241	0.251
160	2005. 6. 16	0.218	0.233
161	2005. 12. 12	0.220	0.235
162	2006. 2. 10	0.222	0.217

(3) 水質管理

原子炉一次冷却系統及びプールカナル系統（純水を使用）は、それぞれ精製系統を有しており、その水質は、原子炉運転中はもちろん停止中も定期的にポンプで循環させることにより、pH 5.5～7.0、電気伝導度 $2 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以下に管理することができた。

原子炉二次冷却系統及び UCL (Utility Cooling Line) 系統では、系内の腐食防止のため防食剤を添加したろ過水を使用している。さらに藻等の発生防止のため次亜塩素酸ナトリウム、スケールの付着防止のため硫酸を注入している。水質は原子炉二次冷却水及び UCL 水を 1 日 1 回サンプリングし、pH、防食剤濃度、電気伝導度、塩素濃度について分析し、併せて腐食試験片を当該系統内に設置し、腐食速度(MDD)を試験することで管理した。いずれにおいても良好な結果が得られた。

(4) 液体廃棄物の発生量

JMTRから排出される放射性廃液は、タンクヤードにある廃液タンクに貯留され、ここから廃棄物管理施設へ移送する。

各運転サイクル毎に発生した液体廃棄物の放射能濃度及び放射能量を表 2.1.5 から表 2.1.9 に示す。

(5) 気体廃棄物の発生量

原子炉施設の排気口から放出された放射性塵埃及び放射性ガスの年間平均濃度及び年間放出量を表 2.4.2 に示す。

表2.1.5 JMTR第158サイクル運転中の液体廃棄物発生量

系統名	項目	第1,2廃液タンク	第4,5廃液タンク	第6,7廃液タンク	合計
液体廃棄物A A系統	廃液量 (m ³)	150	—	—	150
	最高濃度 (Bq/m ³)	3.9×10^8	—	—	—
	放射能 (MBq)	2.7×10^4	—	—	2.7×10^4
液体廃棄物A B系統	廃液量 (m ³)	—	—	—	—
	最高濃度 (Bq/m ³)	—	—	—	—
	放射能 (MBq)	—	—	—	—
液体廃棄物B	廃液量 (m ³)	—	—	—	—
	最高濃度 (Bq/m ³)	—	—	—	—
	放射能 (MBq)	—	—	—	—
合計	廃液量 (m ³)	150	—	—	150
	放射能 (MBq)	2.7×10^4	—	—	2.7×10^4

表2.1.6 JMTR第159サイクル運転中の液体廃棄物発生量

系統名	項目	第1,2廃液タンク	第4,5廃液タンク	第6,7廃液タンク	合計
液体廃棄物A A系統	廃液量 (m ³)	185	9	—	194
	最高濃度 (Bq/m ³)	1.3×10^9	1.7×10^8	—	—
	放射能 (MBq)	1.6×10^5	1.5×10^3	—	1.6×10^5
液体廃棄物A B系統	廃液量 (m ³)	—	—	8	8
	最高濃度 (Bq/m ³)	—	—	4.6×10^6	—
	放射能 (MBq)	—	—	3.5×10^1	3.5×10^1
液体廃棄物B	廃液量 (m ³)	—	—	—	—
	最高濃度 (Bq/m ³)	—	—	—	—
	放射能 (MBq)	—	—	—	—
合計	廃液量 (m ³)	185	9	8	202
	放射能 (MBq)	1.6×10^5	1.5×10^3	3.5×10^1	1.6×10^5

表2.1.7 JMTR第160サイクル運転中の液体廃棄物発生量

系統名	項目	第1,2廃液タンク	第4,5廃液タンク	第6,7廃液タンク	合計
液体廃棄物A A系統	廃液量 (m ³)	129	17	—	146
	最高濃度 (Bq/m ³)	1.3×10^9	2.10×10^8	—	—
	放射能 (MBq)	1.2×10^5	3.6×10^3	—	1.2×10^5
液体廃棄物A B系統	廃液量 (m ³)	—	9	—	9
	最高濃度 (Bq/m ³)	—	2.2×10^8	—	—
	放射能 (MBq)	—	2.0×10^3	—	2.0×10^3
液体廃棄物B	廃液量 (m ³)	—	—	—	—
	最高濃度 (Bq/m ³)	—	—	—	—
	放射能 (MBq)	—	—	—	—
合計	廃液量 (m ³)	129	26	—	155
	放射能 (MBq)	1.2×10^5	5.6×10^3	—	1.2×10^5

表2.1.8 JMTR第161サイクル運転中の液体廃棄物発生量

系統名	項目	第1, 2廃液タンク	第4, 5廃液タンク	第6, 7廃液タンク	合計
液体廃棄物A A系統	廃液量 (m ³)	152	—	—	152
	最高濃度 (Bq/m ³)	3.6×10^8	—	—	—
	放射能 (MBq)	5.2×10^4	—	—	5.2×10^4
液体廃棄物A B系統	廃液量 (m ³)	—	—	—	—
	最高濃度 (Bq/m ³)	—	—	—	—
	放射能 (MBq)	—	—	—	—
液体廃棄物B	廃液量 (m ³)	—	—	—	—
	最高濃度 (Bq/m ³)	—	—	—	—
	放射能 (MBq)	—	—	—	—
合計	廃液量 (m ³)	152	—	—	152
	放射能 (MBq)	5.2×10^4	—	—	5.2×10^4

表2.1.9 JMTR第162サイクル運転中の液体廃棄物発生量

系統名	項目	第1, 2廃液タンク	第4, 5廃液タンク	第6, 7廃液タンク	合計
液体廃棄物A A系統	廃液量 (m ³)	114	18	—	132
	最高濃度 (Bq/m ³)	5.8×10^8	2.0×10^8	—	—
	放射能 (MBq)	6.1×10^4	3.6×10^3	—	6.5×10^4
液体廃棄物A B系統	廃液量 (m ³)	—	—	—	—
	最高濃度 (Bq/m ³)	—	—	—	—
	放射能 (MBq)	—	—	—	—
液体廃棄物B	廃液量 (m ³)	—	—	—	—
	最高濃度 (Bq/m ³)	—	—	—	—
	放射能 (MBq)	—	—	—	—
合計	廃液量 (m ³)	114	18	—	132
	放射能 (MBq)	6.1×10^4	3.6×10^3	—	6.5×10^4

(6) 固体廃棄物の発生量

JMTR から発生した放射性固体廃棄物は、分別して各々指定の容器に収納して、適時廃棄物管理施設へ搬出した。搬出量を表 2.1.10 に示す。

表2.1.10 JMTR原子炉施設の放射性固体廃棄物(β・γ)の搬出量

廃棄物種別	可燃	不燃	フィルタ
第1四半期	5.91	0.82	0
第2四半期	14.48	1.90	14.49
第3四半期	2.32	0.96	0
第4四半期	3.04	0.28	0
合計	25.75	3.96	14.49

(単位 : m³)

2.1.2 保守管理

JMTR の安全を確保し、安定運転を維持するため、JMTR 本体施設及び特定施設にかかる保守管理を行った。

(1) 施設定期検査

運転中及び停止期間中を通じ、原子炉施設、特定施設、照射施設についての点検を実施した。2005 年度施設定期検査では、期間中に検査前条件の不備により検査期間を延長した。そのため施設定期検査は例年よりも長く、2005 年 7 月 21 日から 12 月 19 日の期間で実施した。文部科学省の立会検査は、第 1 回を 8 月 19 日、第 2 回を 10 月 11 日～10 月 12 日、第 3 回を 12 月 1 日～12 月 2 日、第 4 回を 12 月 12 日、第 5 回を 12 月 19 日に受検し、第 5 回検査後に施設定期検査合格証が即日交付された。

(2) 施設定期自主検査

原子炉施設保安規定及び核燃料物質使用施設等保安規定に基づく施設定期自主検査として、JMTR 本体施設及び特定施設並びにホットラボ特定施設について点検整備を行うとともに、所要の検査を行った。また、クレーン及びボイラ施設について法令に基づく性能検査に合格した。

(3) 月例点検・日常点検

クレーン、エレベーター、気密扉（年 6 回）、バッテリー（年 3 回）については、月例点検等により定期的に健全性の確認を実施した。

(4) 炉心要素管理

ベリリウム枠、 γ 線遮へい板、反射体要素等については、定期的な外観検査によって有害な変形及び損傷がない事を確認した。2005 年度は炉心要素の交換はなかった。

(5)-1 修理及び改造

大洗研究所原子炉施設保安規定第 5 編第 38 条に係る修理及び改造はなかった。

(5)-2 その他の修理及び改造

その他の修理及び改造等を行った設備について、理由及び方法を表 2.1.11 に示す。2005 年度は施設・設備の改造は行われていない。

表 2.1.11 その他の修理及び改造

設備	修理改造理由	修理改造方法
○一次冷却設備		
緊急ポンプ No. 1, 2 号機	定期的な点検整備	分解点検
充填ポンプ No. 1 号機	動作不良	分解点検
主要弁 (炉プール連通弁, サイフォンブレーカー弁)	定期的な点検整備	分解点検
○二次系冷却設備		
冷却ファン電動機	定期的な点検整備	軸受交換
○給排気系統設備		
E-1 系統排気ファン	経年劣化	開放点検
AC-1 用電動機	定期的な点検整備	ブラシ交換
○電気設備		
UCL 揚水ポンプ用高圧電磁接触器	経年劣化	部品交換, 点検整備
ページング装置	経年劣化	点検整備
○制御棒・核計装		
制御棒 (SR-1, SR-2)	定期的な点検整備	入替, 点検整備
起動系中性子検出器	経年劣化	部品交換, 点検整備
○管繕・その他		
純水製造装置 HCl, NaCl 貯槽	経年劣化	塗装処理
純水製造装置ライニング配管	経年劣化	配管更新
○ホットラボ特定施設		
ホットラボローディングシャッター	経年劣化	シャッター更新
ホットラボ AC-6 冷水コイル	経年劣化	開放点検整備

2.1.3 燃料管理

(1) 受け入れ

2005年度は、第165サイクル(2006年7月)運転までの燃料を既に確保済であり、新たな燃料の製作、受入は無かった。

(2) 払い出し

2005年度の使用済燃料の対米輸送は、2004年度同様予算の都合上、実施しなかった。

(3) 査察

2005年度のIAEA査察は、2004年9月のIS(統合保障措置)導入後初の短期通告査察が2005年4月28日に実施された。その他年1回のPIV(実在庫検認)が9月1日に実施された。

(4) その他

使用済燃料輸送容器(JMS-87Y-18.5T型)の容器承認書に高燃焼度燃料(60%)を追加した。

2005年12月より国内の核物質防護基準にINFCIRC/Rev.4が取り入れられ、より核物質防護を強化する目的で、核物質防護規則等の改訂を実施した。

2.2 照射設備の運転管理

2.2.1 運転

JMTR では、キャプセル照射設備、水力ラビット照射設備及び BOCA (Boiling Water Capsule Irradiation Facility)/OSF-1 (Oarai Shroud Irradiation Facility-1) 照射設備を用いて照射試験を実施できる。各照射設備の諸元を表 2.2.1 に示す。2005 年度の各照射設備の運転状況は、以下のとおりである。

(1) キャプセル照射設備

2005 年度に照射したキャプセルの延べ本数は 82 サイクル・本である。その内訳は、計測付キャプセル 61 サイクル・本、無計測キャプセル 21 サイクル・本である。燃料材料試料別の分類では、燃料キャプセル 0 サイクル・本、材料キャプセル 82 サイクル・本である。各運転サイクルのキャプセル照射本数を表 2.2.2 に示す。

計測付キャプセルのうち、核融合炉用ブランケットのトリチウム増殖材を照射し、トリチウムの生成・回収特性を測定する BFT (Blanket Functional Test) キャプセルは、2005 年度に 4 サイクル・本の照射を実施した。また、BWR 用ステンレス鋼の照射誘起応力腐食割れを研究する IASCC (Irradiation Assisted Stress Corrosion Cracking) キャプセルは、2005 年度に 33 サイクル・本の照射を実施した。IASCC キャプセルは、2006 年度の第 165 サイクルまでに計 24 本の照射を計画しているが、これまでに全 24 本の照射を開始し、16 本の照射を終了した。

計測付キャプセルの照射装置として、通常のヘリウム雰囲気照射用の真空温度制御・ヒータ温度制御併用装置 9 台、IASCC キャプセル照射用の水環境制御装置 2 台、BFT キャプセル制御装置 1 台がある。なお、真空温度制御・ヒータ温度制御併用装置 1 台は標準的な温度制御キャプセル 2 本を、水環境制御装置 1 台は IASCC キャプセル 5 本を同時に制御する能力がある。運転サイクル毎のキャプセル照射装置使用台数を表 2.2.3 に示す。

(2) 水力ラビット照射設備

2005 年度のラビット照射本数は 24 本で、全てが大学利用である。各運転サイクルのラビット照射本数を表 2.2.4 に示す。

(3) BOCA/OSF-1 照射設備

BOCA 照射設備は 2001 年度から運転を休止している。OSF-1 照射設備は、炉内管を冷却するため炉内管頂部にシーループラグを装着した状態で運転を実施した。

2.2.2 保守管理

2005年7月26日から同年10月6日までの照射設備定期自主検査期間中に、照射施設に係る施設定期自主検査及び定期点検を実施した。

(1) 施設定期自主検査

原子炉施設保安規定及び核燃料物質使用施設等保安規定に基づき、各照射施設の施設定期自主検査を実施し、全て合格した。

(2) 定期点検

キャップセル照射設備、BOCA/OSF-1 照射設備、水力ラビット照射設備及び照射施設の共通設備について、運転に使用する機器や治具等の定期点検を実施し、結果は全て良好であった。

(3) 修理及び改造

大洗研究所原子炉施設保安規定第5編第38条に係る修理及び改造はなかった。BFT キャップセル制御装置について、水分計センサーが使用寿命に達したため交換した。また、故障したトリチウムモニタ検出部の交換を行った。水力ラビット照射設備について、予防保全の観点から水モニタポンプを交換した。水環境制御装置No.2について、加熱器ヒータ断線時の試料温度への影響を最小限にするため、電力調整器追加等の回路変更を行った。

表 2.2.1 JMTR 照射設備の諸元

照射設備	冷却材	冷却材温度(°C)	冷却材圧力(MPa)	最大高速中性子束($m^{-2}\cdot s^{-1}$)	最大熱中性子束($m^{-2}\cdot s^{-1}$)
キャプセル	軽水	約 50	約 1.4	2.0×10^{18}	3.0×10^{18}
水力ラビット	軽水	約 40	約 2.0(最大)	8.8×10^{16}	1.1×10^{18}
BOCA/OSF-1	軽水	約 273	約 7.2	2.2×10^{17}	2.6×10^{18}

照射設備	試料最大発熱量(kW)	試料外套管外径(mm)	特長
キャプセル	100	30、40、60、65、78	照射目的に応じて中性子束密度・照射温度の柔軟な設定が可能
水力ラビット	20	32	照射時間を制御して目的の照射量を得ることが可能
BOCA/OSF-1	24	32	正確な出力評価に基づく BWR 燃料の出力急昇試験が可能

表 2.2.2 キャプセルの照射本数(2005 年度)

運転サイクル	159	160	161	162	合計(サイクル・本)
燃料キャプセル	0	0	0	0	0
材料キャプセル	22	19	20	21	82
計 ^(注)	22 (16)	19 (14)	20 (15)	21 (16)	82 (61)

注: ()内の数値は、計測付キャプセルの数を示す。

表 2.2.3 キャプセル照射装置の使用台数(2005 年度)

運転サイクル	159	160	161	162
真空温度制御・ヒータ 温度制御併用装置	8/9	8/9	7/9	8/9
水環境制御装置	2/2	2/2	2/2	2/2
BFT キャプセル制御装置	1/1	1/1	1/1	1/1

注: 分母は装置の保有台数を示す。

表 2.2.4 ラビットの照射本数(2005 年度)

運転サイクル	159	160	161	162	合計
所内利用	0	0	0	0	0
大学利用	3	5	5	11	24
計	3	5	5	11	24

2.3 ホットラボの運転管理

2.3.1 運転管理

(1) 照射後試験

JMTR のホットラボは、1971 年から、原子力分野で使用される燃料や材料の研究・開発のため、主に JMTR で照射された試料の非破壊試験や破壊試験を含む広範囲な照射後試験を行っている。また、照射された RI 試料の搬出等も行っている。

ホットセルは、付属する顕微鏡セルを含む β ・ γ 取扱い施設であるコンクリートセル、材料試験用鉛セル及び鉄セルの 3 ラインで構成されている。これらの配置を図 2.3.1 に示す。

2005 年度に照射後試験を実施した照射済キャップセル等は 80 本であり、延べ 375 項目の試験を実施し、このうち 50 本のキャップセルについて照射後試験を終了した。主な照射後試験として、IASCC に関する経済産業省プロジェクトの「高経年 BWR プラントの維持基準策定のための IASCC データ整備に関する研究」として、SUS304 材の SSRT(Slow Strain Rate Testing) 及びき裂進展等の IASCC 試験を行った。核融合炉構造材の研究開発に関しては、低放射化フェライト鋼材の引張試験及び破壊非性試験を行った。軽水炉圧力容器鋼材の破壊非性評価に関する研究としては、A533B 材の引張試験、曲げ試験等を行った。また、発電炉の制御棒損傷に関する受託調査のため、破面観察、金相観察、XMA 試験および硬さ試験を行った。詳細は 3.2 照射後試験利用状況を参照のこと。

(2) 特定施設の運転

本体施設の運転に伴う給排気設備、空調設備、給排水衛生設備の運転は、正常に実施された。

(3) 遮へい容器の受け入れ、搬出状況

遮へい容器を使用した事業所外輸送は、BM 型 4 件、A 型 6 件、L 型 2 件であった。

(4) 放射性廃棄物の管理

ホットラボ施設の照射後試験等に伴って放出された放射性塵埃・ガスについては 2004 年度と同程度であり特に異常は認められなかった。また、発生した放射性液体廃棄物は、JMTR タンクヤードへ送水した。放射性固体廃棄物については、大洗研究開発センター廃棄物管理施設へ搬出した。この放射性固体廃棄物の発生量を表 2.3.1 に示す。

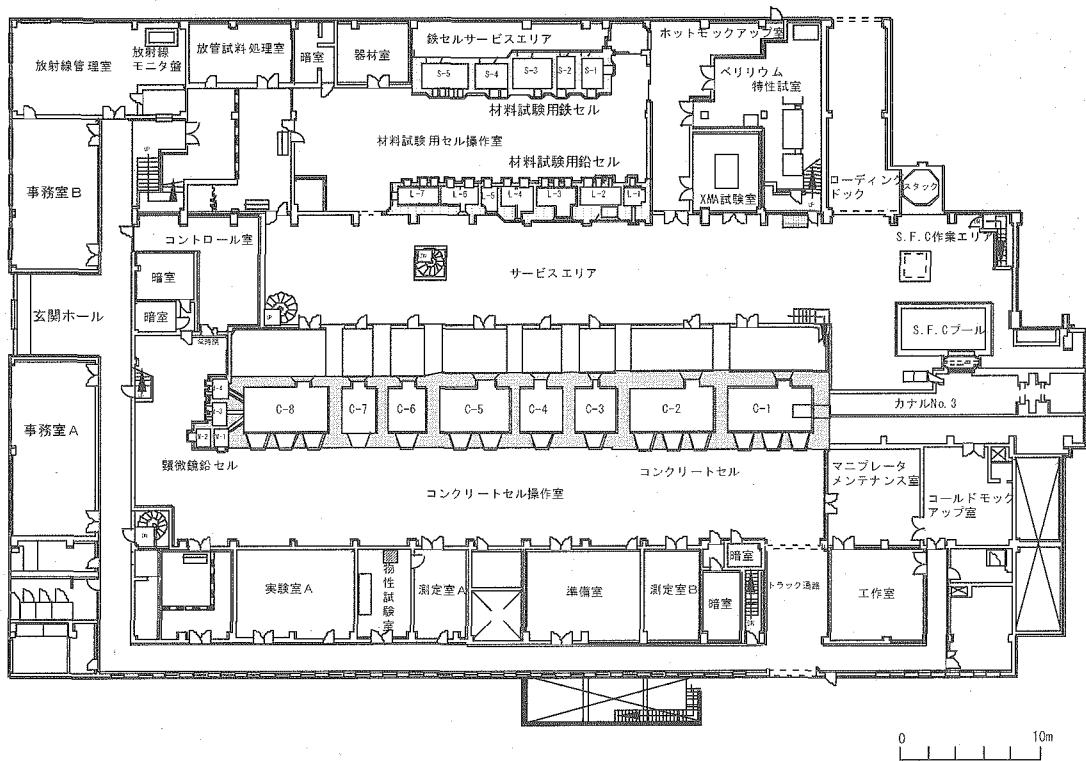


図 2.3.1 ホットラボ 1階平面図

表 2.3.1 放射性固体廃棄物 (β ・ γ) の発生量 (2005 年度)

区分 四半期	廃棄物 A (m ³)			廃棄物 B (m ³)	
	可燃	不燃	フィルタ	キャン	その他
第1四半期	1.60	0.12	0.08	0.20	0
第2四半期	5.74	0.70	2.67	0.24	0
第3四半期	2.34	0.52	0.54	0.04	0
第4四半期	1.06	0.42	0.24	0.28	0
合計	10.74	1.76	3.53	0.76	0

2.3.2 保守管理

(1) 概要

ホットラボ施設は安全な運転を維持し、照射後試験を円滑に遂行していくため、施設定期自主検査を毎年度実施している。2005年度の施設定期自主検査は、本体施設について2005年8月22日から10月7日、特定施設について2005年5月19日から12月15日の間に適時実施した。

(2) 定期自主検査

核燃料物質使用施設等保安規定及び放射線障害予防規程に基づく施設定期自主検査及び定期自主検査として、ホットラボ施設の本体施設及び特定施設について点検整備を実施した。

(3) 月例点検・日常点検

定期的に本体施設及び特定施設の健全性を確認するため、本体施設に関してはセル安全装置の監視盤、インセルモニター、セルの警報装置、負圧計についての月例点検、また特定施設に関してはセル及び排風機差圧の月例点検を実施した。

設備の安全を確保し、照射後試験業務を遂行するため、日常点検によりセル安全装置、電源設備、廃棄設備(気体・液体)等の点検を実施した。

(4) 建家の補修、機器の更新

ホットラボ建屋東、西側のローディングドック外側シャッターの老朽化により更新を実施した。また、材料試験用鉄セルに小型破壊韌性試験装置を整備した。

(5) 汚染除去

ホットラボでは、毎年、本体施設、特定施設の定期自主検査及びセル内機器の保守点検整備を行うため、これに先立ちセル内の汚染除去作業を実施している。

2005年度の除染作業は、コンクリートセルの遠隔除染作業を皮切りに、7月19日から9月2日にかけて実施した。また、機器保管用に使用したコンクリートNo.7セルのセル内除染作業を8月23日から8月27日の5日間で実施した。除染は、マスタースレーブマニピレータ等を使用し、セル内架台上面、内装機器等に汚染剥離材を塗布・剥離させる方法と濡れウエスを用いての拭き取り法による遠隔除染の後、作業者がセル内に立ち入りセル内架台、セル内壁面、内装機器を濡れウエス等により拭き取る方法を行った。セル立ち入り除染作業時は内部被ばく防止のため、自給式加圧服及び全面マスク等を使用した。本作業の結果、各セル内の表面密度は、汚染の高い局所的な部分を除いて各セルの除染目標値以下となった。

セルの汚染除去作業の主な実績を表2.3.2に示す。

表 2.3.2 セル内汚染除去作業実績(2005 年度)

項目	コンクリートセル			顕微鏡 鉛セル 1, 2, 3, 4	鉛セル 1~3, 6	鉄セル 1~4	合計
	2	3, 4, 5, 8	7				
実施月/日	7/14~ 8/9	7/19~ 8/19	9/7	-	7/25~ 7/27	7/25~ 8/1	
実施日数(日)	遠隔除染等 立入除染	11 6	2 5	- 1	- -	3 3	37 15
立入除染作業 (延べ人数)	職 員	24	20	15	-	-	15
人数 (延べ人数)	業 者	60	40	-	-	-	115
表面密度 (最大)	立入除染前 (Bq/cm ²) ^{*1}	-	47.0	35.8	-	62.1	47.2
	立入除染後	<40	<10.0	<1.2	-	-	<0.4
廃棄物量 (m ³) ^{*2}	可 燃 不 燃 フィルタ	1.62 0.08 2.6	1.36 0.04 1.03	0.18 0.02 0	- - -	0.42 - 0.52	1.82 0.12 1.09
除染作業者の 実効線量 (mSv) ^{*3}	最 大 平 均	1.05 0.81	0.33 0.14	0.02 0.01	-	0.04 0.01	-
主な装備		自給式加圧服, 全面マスク 半面マスク, PVC 上下 タイベック		-	全面マスク 半面マスク PVC 上下 タイベック		

^{*1}:スミヤ測定値^{*2}:カートンボックス 1 個 0.02(m³), コンクリートセルフィルタ 1 組 0.13(m³),鉄セルフィルタ 1 組 0.02(m³) で計算^{*3}:ポケット線量計の値

2.4 放射線管理

2.4.1 炉施設の放射線管理

原子炉施設の運転・保守並びに施設定期検査等に係る放射線管理を実施した。管理区域内外の線量当量率、空気中の放射性物質の濃度、表面密度、放出放射能及び放射線業務従事者の被ばくについて、放射線管理上問題となる点はなかった。

(1) 放射線作業時の管理

定常業務以外の主な放射線作業は、BFT スイープガス装置トリチウムモニタ検出部交換作業、中性子検出器交換作業等であった。これらを含む全作業による個人の最大実効線量、集団実効線量は、原子炉施設においては 0.1mSv、0.4 人・mSv、照射施設においては 0.6mSv、3.9 人・mSv であり、保安規定に定める線量限度を十分に下回り、問題はなかった。

(2) 管理区域の一時指定

保安規定に基づいて一時的に管理区域を指定した件数は 10 件であった。その内訳は、炉室内への新燃料搬入の際のトラック通路の指定が 9 件（第 2 種管理区域指定）及び排気設備の保守のための指定が 1 件（第 1 種管理区域指定）であった。

(3) 個人被ばくの管理

放射線業務従事者に対する年間の実効線量の集計を原子炉施設と照射施設とに区分して表 2.4.1 に示す。その結果、保安規定に定める線量限度を十分に下回っていた。また、体外計測法による内部汚染検査では、受検者の全てが検出下限値（0.1mSv）未満であった。

(4) 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

原子炉施設の排気口から放出された放射性塵埃及び放射性ガスの年間平均濃度及び年間放出量を表 2.4.2 に示す。放射性塵埃は、 ^{89}Sr 以外の核種については年間を通して検出下限濃度未満であった。JMTR の運転に伴う放射性ガス (^{41}Ar) の年間放出量は $4.0 \times 10^{13}\text{Bq}$ であり、保安規定に定める放出管理目標値 ($1.3 \times 10^{14}\text{Bq}/\text{年}$) の約 31% であった。

2) 放射性廃液の管理

JMTR で発生し、廃棄物管理施設へ移送した放射性廃液の廃液量及び放射能を表 2.4.3 に示す。

表 2.4.1 放射線業務従事者の実効線量の状況

(原子炉施設)

(2005 年度)

作業者区分	放射線業務 従事者 (人)	実効線量分布(人)					平均 実効線量 (mSv)	最大 実効線量 (mSv)	集団 実効線量 (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	71	70	1	0	0	0	0.00	0.1	0.1
外来研究員	1	1	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0
請負業者	126	123	3	0	0	0	0.00	0.1	0.3
全作業者	198	194	4	0	0	0	0.00	0.1	0.4

(照射施設)

(2005 年度)

作業者区分	放射線業務 従事者 (人)	実効線量分布(人)					平均 実効線量 (mSv)	最大 実効線量 (mSv)	集団 実効線量 (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	30	23	7	0	0	0	0.07	0.6	2.2
外来研究員	2	2	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0
請負業者	79	74	5	0	0	0	0.02	0.5	1.7
全作業者	111	99	12	0	0	0	0.04	0.6	3.9

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。

全作業者数は、同一人が異なる作業者区分で放射線作業登録を行っている場合があるので、一致しないことがある。

表 2.4.2 放射性気体廃棄物の放出状況

(原子炉施設及び照射施設)

(2005 年度)

排気口名	放射性塵埃			放射性ガス		
	核種又は 測定線種	平均濃度 (Bq/cm ³)	年間放出量 (Bq)	核種	平均濃度 (Bq/cm ³)	年間放出量 (Bq)
主排気口	全 α	$<3.4 \times 10^{-11}$	—	^{41}Ar	4.6×10^{-2}	4.0×10^{13}
	全 β	$<8.6 \times 10^{-11}$	—	^3H	3.0×10^{-5}	2.6×10^{10}
	^{60}Co	$<2.8 \times 10^{-10}$	0			
	^{131}I	$<1.4 \times 10^{-9}$	0			
	^{89}Sr	$<7.4 \times 10^{-12}$	1.2×10^3			
	^{90}Sr	$<2.1 \times 10^{-12}$	0			
ホット実験 室排気口	全 β	$<8.6 \times 10^{-11}$	—			
	^{60}Co	$<2.6 \times 10^{-10}$	0			

注) 平均濃度: 年間放出量を年間総排気量で除した値。ただし、その値が検出下限濃度より小さい場合は、「< (検出下限濃度)」と記す。

年間放出量: 検出下限濃度以上の放出量を1年間集計した値である。

表 2.4.3 JMTR から廃棄物管理施設へ移送した放射性液体廃棄物の状況 (2005 年度)

廃棄物管理施設への輸送方法	廃液量 (m ³)	放射能 (Bq)	主な核種
廃液輸送管	1.7×10^{-3}	1.0×10^{12}	^3H
		5.3×10^8	^{24}Na 、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs
タンクローリ	1.8×10^{-1}	2.0×10^7	^3H
		0	^{60}Co

2.4.2 ホットラボ施設の放射線管理

放射線管理の対象となった主な項目は、各セル内での放射性物質等の取扱い、定期点検期間中に実施されたセル除染・内装機器の保守点検、放射性物質等の搬出、放射線業務従事者の被ばく、排気及び排水であった。

管理区域内の線量当量率、空気中放射能濃度、表面密度及び環境への放出放射能濃度並びに放射線業務従事者の被ばくについて、放射線管理上問題となる点はなかった。

(1) 放射線作業時の管理

ホットラボ施設における主な作業は、セル立入り除染、内装機器の保守点検、照射済キャップセルの解体、照射済試料の搬出作業等であった。これらの作業のうちで特に放射線管理上注意が払われたのは、セル内立入り除染、内装機器の保守点検作業であった。作業に際しては、事前に放射性物質の移動及びマニプレータによる遠隔除染を行った。さらに、外部被ばくの低減のために作業時間の管理、内部被ばく防止のために適切な防護具の着用、表面汚染の拡大防止のためにバリアの設置等を行った。その結果、個人の最大実効線量は 1.4 mSv、集団実効線量は 19.5 人・mSv で保安規定に定める線量限度を十分に下回り、問題はなかった。

(2) 搬出放射性物質等の管理

ホットラボ施設から搬出した RI 用照射済試料、核燃料物質に係る線量当量率及び表面密度は、全て搬出基準値以下であった。

(搬出基準値)	線量当量率 : L 型輸送物	表面	5 μ Sv/h
	A 型、B 型輸送物等	表面	2 mSv/h
		表面から 1m	100 μ Sv/h
	表面 密 度 : α 線を放出する放射性物質		0.04 Bq/cm ²
	α 線を放出しない放射性物質		0.4 Bq/cm ²

(3) 個人被ばくの管理

放射線業務従事者に対する年間の実効線量の集計を表 2.4.4 に示す。その結果、保安規定に定める線量限度を十分に下回っていた。また、体外計測法による内部汚染検査では、受検者の全てが検出下限値 (0.1mSv) 未満であった。

(4) 排気及び排水の管理

1) 排気中放射性塵埃及び放射性ガスの管理

排気口から放出された放射性塵埃及び放射性ガスの年間平均放射能濃度及び年間放出量を表 2.4.5 に示す。放射性塵埃、放射性ガスとともに年間を通して検出下限濃度未満であり、いずれも保安規定に定める放出管理基準値（法令で定める周辺監視区域外の空気中濃度限度値の 10 倍）を十分に下回っていた。

2) 放射性廃液の管理

ホットラボ施設の廃液貯槽から、JMTR タンクヤードの廃液貯槽経由で廃棄物管理施設へ移送した放射性廃液の廃液量及び放射能を表 2.4.6 に示す。

表 2.4.4 放射線業務従事者の実効線量の状況
(ホットラボ施設) (2005 年度)

作業者区分	放射線業務 従事者 (人)	実効線量分布(人)					平均 実効線量 (mSv)	最大 実効線量 (mSv)	集団 実効線量 (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	31	26	3	2	0	0	0.15	1.2	4.5
外来研究員	9	8	1	0	0	0	0.03	0.3	0.3
請負業者	90	74	10	6	0	0	0.16	1.4	14.7
全作業者	130	108	14	8	0	0	0.15	1.4	19.5

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。

全作業者数は、同一人が異なる作業者区分で放射線作業登録を行っている場合があるので、一致しないことがある。

表 2.4.5 放射性気体廃棄物の放出状況
(ホットラボ施設) (2005 年度)

放射性塵埃			放射性ガス		
核種又は 測定線種	平均濃度 (Bq/cm ³)	年間放出量 (Bq)	核種	平均濃度 (Bq/cm ³)	年間放出量 (Bq)
全 α	$<3.4 \times 10^{-11}$	—	^{85}Kr	$<9.1 \times 10^{-4}$	0
全 β	$<8.6 \times 10^{-11}$	—	^3H	$<2.5 \times 10^{-5}$	0
^{239}Pu	$<3.4 \times 10^{-11}$	0			
^{137}Cs	$<2.4 \times 10^{-10}$	0			
^{131}I	$<1.4 \times 10^{-9}$	0			
^{89}Sr	$<6.6 \times 10^{-12}$	0			
^{90}Sr	$<2.1 \times 10^{-12}$	0			

注) 平均濃度: 年間放出量を年間総排気量で除した値。ただし、その値が検出下限濃度より小さい場合は、「<(検出下限濃度)」と記す。

年間放出量: 検出下限濃度以上の放出量を1年間集計した値である。

表 2.4.6 ホットラボから廃棄物管理施設へ移送した放射性液体廃棄物の状況
(2005 年度)

廃液量 (m ³)	放射能 (Bq)	主な核種等
4.2×10^1	$\beta : 1.9 \times 10^8$	^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs
	$\alpha : 5.5 \times 10^4$	全 α

3. JMTR の利用

3.1 照射試験の利用状況

JMTR には様々な照射目的に対応できるようにキャプセル照射設備、BOCA/OSF-1 照射設備（休止中）、水力ラビット照射設備が設置されている。2005 年度は、第 159 サイクルから第 162 サイクルの計 4 サイクルの運転を行った。その間の照射実績は、表 3.1.1 に示すように、キャプセルの延べ照射本数は 82 サイクル・本（キャプセル本数：40 本）及び水力ラビットは 24 本（延べ照射時間は 1219 時間）となった。

延べ照射本数における照射キャプセルの利用割合を照射目的別及び利用者別に分類し、図 3.1.1 に示す。照射目的別の割合では、軽水炉関係が 50.0%、核融合炉関係が 14.6%、大学共同利用関係が 12.2%、照射技術開発関係が 6.1%、RI 製造関係が 12.2%、高温ガス炉関係が 4.9% であった。利用者別の割合では、機構内利用として研究開発が 35.4%、共同研究が 37.8%、協力研究が 7.3%、また、機構外利用として RI 生産が 7.3%、大学が 12.2% であった。

また、水力ラビットの利用割合は図 3.1.2 に示すように、大学共同利用関係が 100% であった。

なお、JMTR では定常的に RI 製造のための試料照射を行っており、2005 年度に照射した RI 製造のためのキャプセルは、開発を含めて 10 サイクル・本（キャプセル本数：10 本）であった。RI 製造キャプセル一覧を表 3.1.2 に示す。

表 3.1.1 サイクル毎の照射実績（2005 年度）

項目	サイクル		159	160	161	162	計
照射設備	キャプセル		22	19	20	21	82
	BOCA/OSF-1		0	0	0	0	0
	計		22	19	20	21	82
	水力	本	3	5	5	11	24
	ラビット	時間・本	288	264	264	403	1219
キャプセル	型式別 分類	計測付		16	14	15	61
		無計測		6	5	5	21
	試料別 分類	燃料		0	0	0	0
		材料		22	19	20	82

水力ラビット以外の数字は本数（サイクル・本）

表 3.1.2 RI 製造キャプセル一覧（2005 年度）

キャプセル 本数	製造核種 (半減期)	生成反応	利用目的	希望生成 量/本
4 本	^{188}Re (16.98 h)	$^{186}\text{W}(\text{n}, \gamma)^{187}\text{W}$, $^{187}\text{W}(\text{n}, \gamma)^{188}\text{W}$, $^{188}\text{W}(\beta^-) \rightarrow ^{188}\text{Re}$	医療用線源 の製造技術 の開発	> 0.15GBq
3 本	^{192}Ir (74.02 d)	$^{191}\text{Ir}(\text{n}, \gamma)^{192}\text{Ir}$	工業用線源	約 148.5TBq
3 本	^{192}Ir (74.02 d)	$^{191}\text{Ir}(\text{n}, \gamma)^{192}\text{Ir}$	医療用線源	> 11.1TBq

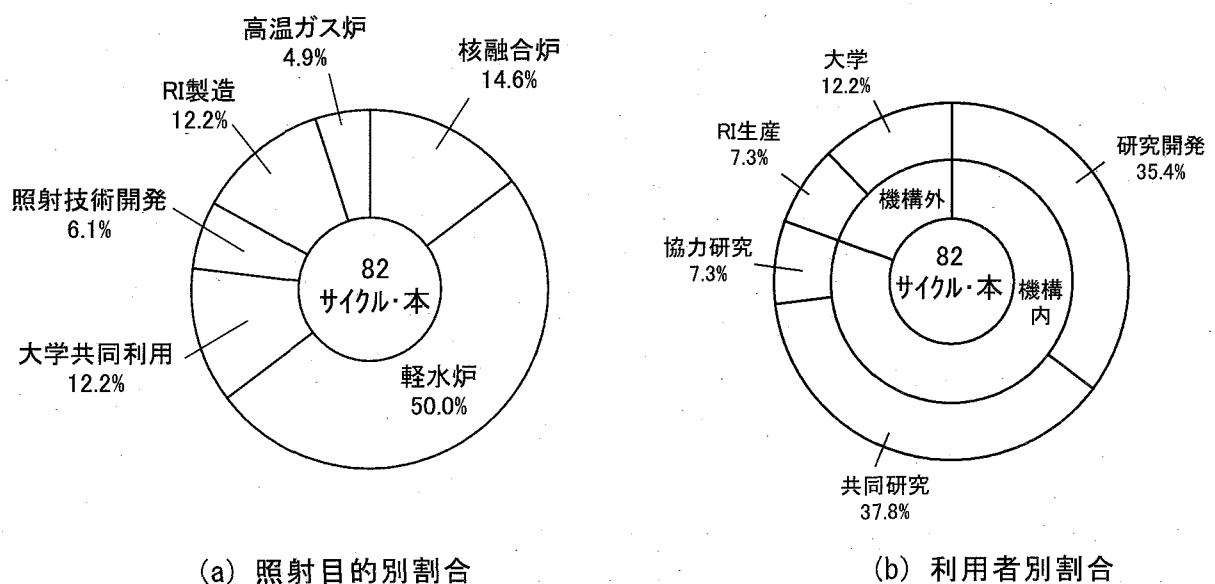


図 3.1.1 照射キャップセル利用割合（2005 年度）

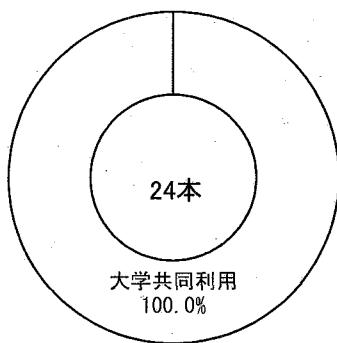


図 3.1.2 水力ラビット利用割合（2005 年度）

3.2 照射後試験利用状況

ホットラボでは主に JMTR で照射した燃料・材料試料の照射後試験を実施している。

2005 年度に照射後試験を実施した照射済キャップセル等は 80 本であり、このうち 50 本の照射後試験を終了した。キャップセル数で表した照射利用実績の割合は機構内単独利用が 55%、共同研究が 18%、国立研究機関その他が 16%、協力研究が 5%、大学関係が 5%、会社関係が 1% であり、利用者別の割合では、機構内一般が 78%、機構外一般が 22% であった。また、照射試料別の割合は燃料試料が 4%、材料試料が 96% であった。

ホットラボの利用実績及び照射後試験キャップセルの一覧を図 3.2.1 及び表 3.2.1 に示す。

3.2.1 軽水炉関係

軽水炉構造機器の健全性に関する研究、原子力プラント用材料の信頼性・安全性に関する研究、軽水炉プラントの寿命評価に関する研究、原子炉内構造材の照射誘起応力緩和に関する研究等のため引張試験、破壊靭性試験、疲労試験、き裂進展試験、硬さ試験、破面観察等の照射後試験を実施した。また、原子炉燃料体の照射挙動に関する研究のため、被覆管内面の XMA 試験、密度測定等の照射後試験を実施した。

3.2.2 核融合炉関係

核融合炉ブランケット照射試験に関する技術開発、核融合炉用低放射化フェライト鋼の照射せい化評価および試験技術開発のため引張試験、破壊じん性試験、衝撃試験、金相観察、硬さ試験、破面観察等の照射後試験を実施した。

3.2.3 高温ガス炉関係

高温ガス炉燃料・材料の照射特性研究のため被覆燃料粒子の試料調整、金相試験及び X 線マイクロアナライザーによる元素分析等を実施した。

3.2.4 大学共同利用関係

原子炉圧力容器鋼及びそのモデル合金の照射硬化と照射後の焼鈍回復に関する照射せい化メカニズムの研究、バナジウム合金の照射雰囲気環境下における不純物侵入効果に関する研究等に関する研究のためキャップセル解体、試料の搬出等の照射後試験を実施した。

3.2.5 RI 製造関係

RI 製造の研究及び工業用・医療用線源としての ^{192}Ir 、 $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ の RI 製造のため、JMTR で照射する再使用キャップセルの組立、照射済キャップセルの解体、試料の搬出等の照射後試験を実施した。

3.2.6 基礎基盤研究

耐熱セラミックス複合材料の照射効果研究に関する研究においてX線検査、硬さ試験、超音波音速測定等の照射後試験を実施した。

3.2.7 受託研究関係

発電炉の制御棒の損傷に関する受託調査のため、受領した2サンプルの破面観察、金相観察、XMA試験、硬さ試験等の照射後試験を実施した。

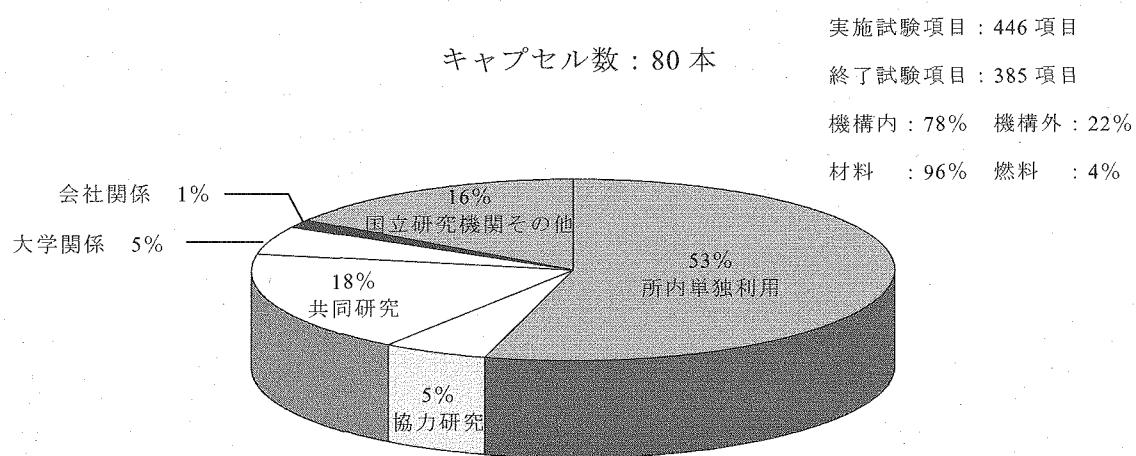


図 3.2.1 ホットラボの利用実績

表 3.2.1 照射後試験キャプセル一覧（2005 年度）

	キャプセル名	利用者	研究テーマ	目的別分類	2005 年度に実施した主な照射後試験項目
1	00M-10A	複合環境材料研究グループ	炉内構造材料の応力腐食割れに関する挙動把握、機構解析	軽水炉	再組立・キャプセル解体・SEM
2	00M-12A	複合環境材料研究グループ	"	"	キャプセル解体・SEM
3	00M-13A	複合環境材料研究グループ	"	"	再組立・キャプセル試験片検査
4	00M-14A	複合環境材料研究グループ	"	"	キャプセル解体・SEM
5	00M-15A	複合環境材料研究グループ	"	"	試験片検査・再組立
6	00M-17A	複合環境材料研究グループ	"	"	キャプセル解体・SEM
7	00M-18A	複合環境材料研究グループ	"	"	試験片検査・再組立
8	00M-22A	複合環境材料研究グループ	原子力プラント用材料の信頼性・安全性研究 高経年 BWR プラントの IASCC に関する研究	"	破壊靭性試験・き裂進展試験・解体・搬出
9	00M-24A	複合環境材料研究グループ	"	"	破壊靭性試験・き裂進展試験・解体・SEM
10	00M-25A	複合環境材料研究グループ	原子力プラント用材料の信頼性・安全性の研究	"	破壊靭性試験・き裂進展試験・解体・SEM
11	00M-27A	複合環境材料研究グループ	原子力プラント用材料の信頼性・安全性の研究	"	SSRT 試験・破面観察 引張試験・SEM

12	00M-5A	複合環境材料研究グループ	原子力プラント用材料の信頼性・安全性の研究	軽水炉	硬さ試験・SEM・き裂進展試験・引張試験
13	00M-61A	照射解析研究グループ	核融合炉用改良型低放射化フェライト鋼の耐照射特性を調べる	核融合炉	硬さ試験・金相試験 衝撃試験・引張試験
14	00M-62A	照射解析研究グループ	"	"	硬さ試験・金相試験 衝撃試験・引張試験
15	00M-65A	照射解析研究グループ	"	"	破壊非性試験・SSRT試験・SEM・解体
16	00M-66A	照射解析研究グループ	"	"	破壊非性試験・SSRT試験・SEM・解体・XMA
17	00M-6A	複合環境材料研究グループ	原子力プラント用材料の信頼性・安全性の研究	軽水炉	き裂進展試験・引張試験 SEM・解体・硬さ試験
18	00M-9A	複合環境材料研究グループ	炉内構造材料の応力腐食割れに関する挙動把握、機構解明のための照射下試験	"	解体・EBSP SEM
19	01M-37A	機器信頼性研究室	原子力発電所の高経年化に係るコンクリートの健全性に関する研究	"	圧縮試験・スペクトル測定・解体・SEM
20	01M-38A	機器信頼性研究室	"	"	圧縮試験・解体・SEM
21	01M-46J	ブランケット照射開発室	核融合炉ブランケット照射試験に関する技術開発	核融合炉	引張試験・金相試験 硬さ試験・SEM
22	01M-80A	複合環境材料研究グループ	炉内構造材料の応力腐食割れに関する挙動把握、機構解明のための水質確認試験	軽水炉	受け入れ・解体 金相試験・SEM
23	02M-70A	機器信頼性研究室	軽水炉構造機器の健全性に関する研究	"	破壊非性試験・衝撃試験 硬さ試験・金相試験

24	02M-71A	機器信頼性研究室	軽水炉構造機器の健全性に関する研究	軽水炉	破壊靶性試験・硬さ試験 衝撃試験・引張試験
25	02M-72A	機器信頼性研究室	〃	〃	硬さ試験・磁気測定 衝撃試験・引張試験
26	02M-73A	高温照射研究室	高温工学に関する先端的基礎研究	〃	解体・SEM・硬さ試験
27	03M-40A	機器信頼性研究室	軽水炉構造機器の健全性に関する研究 破壊靶性評価手法の確立	〃	破壊靶性試験・衝撃試験・硬さ試験・SEM
28	03M-41A	機器信頼性研究室	〃	〃	破壊靶性試験・衝撃試験・硬さ試験・解体
29	03M-42A	機器信頼性研究室	〃	〃	破壊靶性試験・衝撃試験・硬さ試験・SEM
30	03M-43A	構造健全性評価研究G	磁気特性変化に基づく材料劣化の非破壊測定法開発	〃	磁気測定・超音波測定・衝撃試験・引張試験
31	03M-46AS	高温照射研究室	耐熱セラミックス複合材料の照射効果に関する研究	〃	解体・X線検査・硬さ試験・超音波音速試験
32	03M-80RS	利用開発課	W-Re の製造	RI 製造	受け入れ・解体 再組立・搬出
33	03M-96RS	R I 利用開発課	〃	〃	〃
34	04M-56RS	A社	192-Ir (工業用・医療用) の製造	〃	〃
35	04M-16U	大学	原子炉圧力容器鋼及びそのモデル合金の照射効果と照射後の焼鈍回復に関する照射脆化メカニズムの研究	軽水炉	受け入れ・解体・搬出

36	04M-17U	大学	温度変動照射環境下での核融合構造材料の点欠陥累積過程に関する研究	核融合炉	受け入れ・解体・搬出
37	04M-18U	大学	耐照射性に優れた高靭性高融点金属の開発に関する研究	〃	〃
38	04M-19US	大学	V合金の照射雰囲気環境下における不純物侵入効果に関する研究	〃	〃
39	04M-53RS	A社	192-Ir(工業用・医療用)の製造	RI 製造	受け入れ・解体 再組立・搬出
40	04M-55RS	A社	〃	〃	〃
41	04M-58RS	A社	〃	〃	受け入れ・解体・搬出
42	04M-59RS	A社	〃	〃	受け入れ・解体 再組立・搬出
43	04M-60RS	A社	〃	〃	〃
44	04M-63RS	A社	〃	〃	〃
45	04M-67A	材料照射解析 グループ	核融合炉用低放射化フェライト鋼の照射脆化評価及び試験技術の開発	核融合炉	破壊靭性試験・衝撃試験 引張試験・再組立・SEM
46	04M-68A	材料照射解析 グループ	〃	〃	破壊靭性試験・衝撃試験 引張試験・SEM
47	04M-90RS	利用開発課	W-Re の製造	RI 製造	受け入れ・解体 再組立・搬出

48	04M-91RS	利用開発課	W-Re の製造	RI 製造	受け入れ・解体 再組立・搬出
49	04M-92RS	研究炉技術課	〃	〃	〃
50	04M-93RS	利用開発課	〃	〃	〃
51	04M-94RS	研究炉技術課	〃	〃	〃
52	05M-3J	J M T R 照射 課	原子炉プラント用材 料の信頼性・安全性 の研究	軽水炉	受け入れ・再組立 試験片検査
53	05M-4J	J M T R 照射 課	〃	〃	〃
54	1F6	(独)原子力安 全基盤機構	燃料棒のひび割れ調 査	〃	XMA・SEM・線量測定 重量測定・金相試験
55	2F3 材	複合環境材料 グループ	IASCC の研究	〃	埋込・研磨・腐食試験 EBSP
56	74M-52J	照射第 1 課	IASCC に係る予備 PIE	〃	破壊非性試験・硬さ試 験 SSRT・SEM・引張試 験
57	89M-41J	複合環境材料 グループ	IASCC の研究	〃	硬さ試験・SEM SSRT・解体
58	89M-42J	複合環境材料 グループ	〃	〃	硬さ試験・SEM 解体
59	93BF-80AK	燃料安全研究 室	原子炉燃料体の照射 挙動に係わる研究	〃	密度測定 被覆管内面観察
60	93BF-81AK	燃料安全研究 室	〃	〃	〃
61	94F-9A	HTTR 試験室	高温ガス炉燃料高性 能化に関する研究	ガス炉	酸浸出液測定 酸浸出測定

62	97M-13A	H T T R 技術開発室	高温照射に関する先端的基礎研究	"	受け入れ・解体 熱拡散測定
63	97M-22A	複合環境材料研究グループ	原子炉炉内構造材の照射誘起応力緩和に関する研究	軽水炉	SSRT・引張試験 SEM・解体
64	97M-23A	複合環境材料研究グループ	"	"	"
65	98M-41A	H T T R 技術開発室	高温照射に関する先端的基礎研究	ガス炉	解体・線量測定 熱拡散測定
66	99M-30A	HTTR 技術開発室	"	"	解体・線量測定 引張試験・熱拡散測定
67	99M-32A	機器信頼性研究室	軽水炉構造機器の健全性に関する研究	軽水炉	SP 試験・硬さ試験・衝撃試験・SEM
68	99M-39A	HTTR 技術開発室	HTTR 燃料の運転温度計測用として開発した温度モニタの確認試験	ガス炉	X 線検査・温度モニタ 解体・解体
69	A139	高温照射研究室	HTTR を用いた効果的な実照射試験の照射条件、方法を設定するための基礎情報把握するため、耐熱セラミックス複合材料の照射損傷を調べる	"	受け入れ・解体 重量測定
70	RGM-02H	複合環境材料研究グループ	IASC の研究	軽水炉	腐食試験・搬出
71	RGM-55H	複合環境材料研究グループ	"	"	硬さ試験・疲労試験 SSRT・引張共振
72	RGM-67H	耐食材料研究グループ	先進被覆管材料の研究	"	引張試験・硬さ試験・金相試験
73	RGM-68H	防食材料技術開発 G	先進被覆管材料の研究	軽水炉	引張試験・SEM

74	RGM-73H	耐食材料技術 開発 G	"	"	引張試験・SEM
75	RGM 試料	機器信頼性研 究室	"	"	
76	SMIR-14	複合環境材料 研究グループ	粒界腐食特性に 基づく材料劣化 現象の 研究	"	XMA・腐食試験
77	SMIR-15	複合環境材料 研究グループ	粒界腐食特性に基づ く材料劣化現象の 研究	"	XMA・腐食試験
78	サイクロotron 1	材料照射解析 研究グループ	核融合材料に関する 研究	核融合	SP 試験・破面観察
79	サイクロotron 4	材料照射解析 研究グループ	"	"	受け入れ
80	常陽照射 JNC-40	ブランケット照射 開発室	核融合炉ブランケット 照射試験に関する 技術開発	"	受け入れ・解体 線量測定・SEM

4. 主要な設備の整備

2005年度は、原子炉施設、照射施設、ホットラボ施設について、設計及び工事の方法の認可申請が必要となる新設、更新、改造はなかった。

2004年度に認可を得て製作を開始した RISA 照射キャップセル用の接続ユニットは、2005年7月26日使用前検査に合格し、供用を開始した。

5. JMTR 照射利用に関する技術開発

5.1 照射技術

5.1.1 IASCC 照射試験

照射誘起応力腐食割れ (IASCC) は、放射線照射、腐食や応力などの複雑な要因により材料が損傷を受ける現象であり、原子力プラントの長寿命化を図る上で重要な研究課題である。現在 JMTR では、軽水炉 (BWR) の環境を模擬した照射試験装置を設置し、照射試験を実施している。照射試験装置は、BWR を模擬した高温高圧水をキャップセルへ供給するための水環境制御装置と、試験片を収納した IASCC キャップセルから構成される。

IASCC 照射試験では、照射下試験（き裂進展試験、き裂発生試験）が主要な試験として位置づけられており、2004 年度から照射下試験のためのキャップセル組立及び照射試験を実施している。2005 年度はオーバーホール後から新たにき裂発生試験用キャップセル 2 体、き裂進展試験用キャップセル 1 体を、次の 162 サイクルにはき裂進展試験用キャップセル 1 体を抜き出し、新たにき裂進展試験用キャップセル 2 体の合計 5 体の照射下試験キャップセルを照射開始した。水質は 161 サイクルから溶存酸素濃度を約 200ppb から 2000ppb に上げて照射試験を実施している。

また、IASCC 照射試験では、中性子照射量や照射温度とともに水質も重要なパラメータとなる。このため水環境制御装置では、供給水の温度・圧力に加えて溶存酸素濃度、溶存水素濃度の制御を可能とし、試験片が装荷される IASCC キャップセルへの供給水及びキャップセル出口水の溶存酸素濃度、溶存水素濃度及び導電率をオンラインで測定している。IASCC 照射試験のうち特に照射下試験では試験片近傍の水質が最も重要な因子となる。そこで照射中のキャップセル内水質を解析的に評価することを目的に、WRAC (Water Radiolysis in A Crevice) コードをベースとした JMTR in-pile loop 用 radiolysis コード (WRAC-JM) の開発を進めている。WRAC-JM では、水の放射線分解による分解生成種の生成、二次反応による化学種の生成/消滅及び壁面との相互作用を考慮しており、また in-pile loop は主要機器毎にノード化し、酸素、水素、過酸化水素及びその他ラジカルの濃度を水の流れに従い計算している。なおキャップセル部については、その構造および照射線量分布等を考慮し複数ノードとすることで最適なモデル化を行っている。

2005 年度は、2004 年度に行った水質測定結果等を基にコードの適正化を行った。また、キャップセル内の水質変化を調べるために、キャップセルに供給する高温水の溶存酸素及び水素濃度を変化させ、ステンレス鋼の腐食電位変化を測定する腐食電位センサーをキャップセル内に装荷して照射下試験を行った。この結果、水質変化をモニターできることを確認した。溶存水素濃度を上げた際、キャップセル内のフィルタ及び炉外装置の流量調整弁にクラッドが付着し、流量が低下する事象が発生した。

5.1.2 放射線誘起表面活性に関する照射試験

放射線誘起表面活性 (Radiation Induced Surface Activation ; RISA) は、紫外線による光触媒反応と類似の現象と考えられており、材料の濡れ性や耐食性が向上することが確認されている。この RISA 現象を放射線照射場に応用することで、BWR 炉心の出力増加や事故

時の炉心冷却時における安全余裕の現実的評価が期待されている。しかしながら、これまでの RISA 現象の検証実験では、ほとんどがガンマ線照射下ないし、照射後のものであり、中性子を含む複合照射環境下での実証例は少ない。そのため JMTR を用いて、伝熱促進の効果を比較検証する照射試験を実施した。

この RISA 効果の検証試験のため、JMTR に炉外装置及び照射キャップセルを製作した。図 5.1.1 に全体の装置概略図を示す。RISA 細管 CHF 試験炉外装置の給水タンクより一定圧をかけ、照射キャップセルに軽水を一定流量供給し、貯槽タンクに流すワンスルーの試験装置である。

RISA 照射試験用キャップセルには CHF(限界熱流束 : Critical Heat Flux) 試験用の照射試料が装荷されるが、照射試料はステンレス鋼製の円柱状(外径 24mm、長さ 105mm)であり、中心には軽水を流すための直径 2mm の流路が設けられている。その外側に 2004 年度、開発した高出力対応用ヒーターを配置し、制御することにより CHF 試験を行う。キャップセルの構造図を図 5.1.2 に、制御盤を図 5.1.3 に、炉外装置を図 5.1.4 に、高出力対応用ヒーターを図 5.1.5 に示す。

検証試験では、強制流動場の限界熱流束を非照射と炉内照射条件で測定した。その結果、JMTR での照射により沸騰曲線が 2~5°C 高過熱度側に移動するとともに、限界熱流束が平均約 10% 上昇した。この結果は RISA 効果が熱伝達特性に影響したことを示していると考えられる。

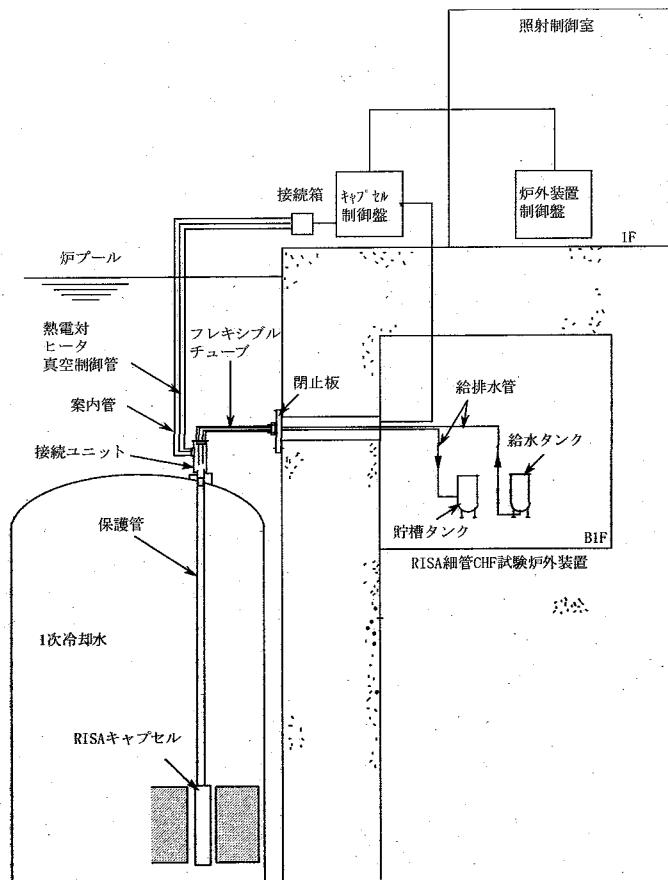


図 5.1.1 RISA 検証試験用概略図

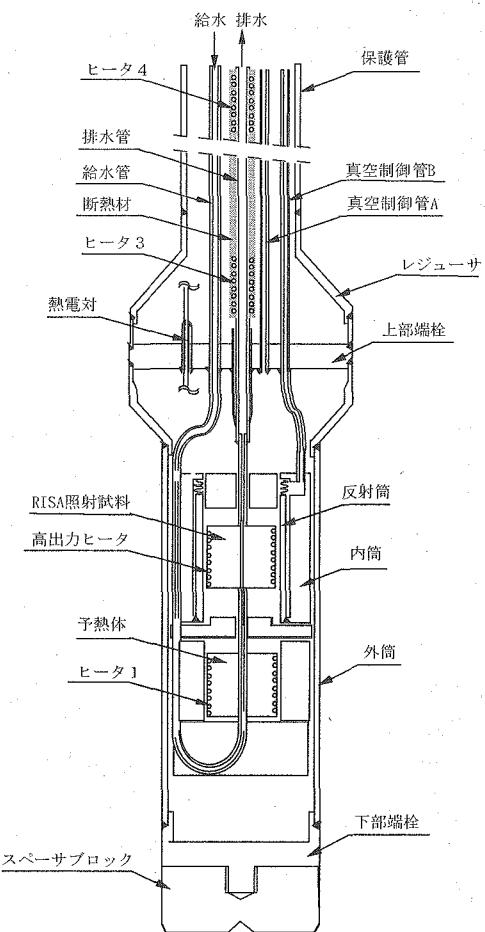


図 5.1.2 RISA 照射キャップセル概略図

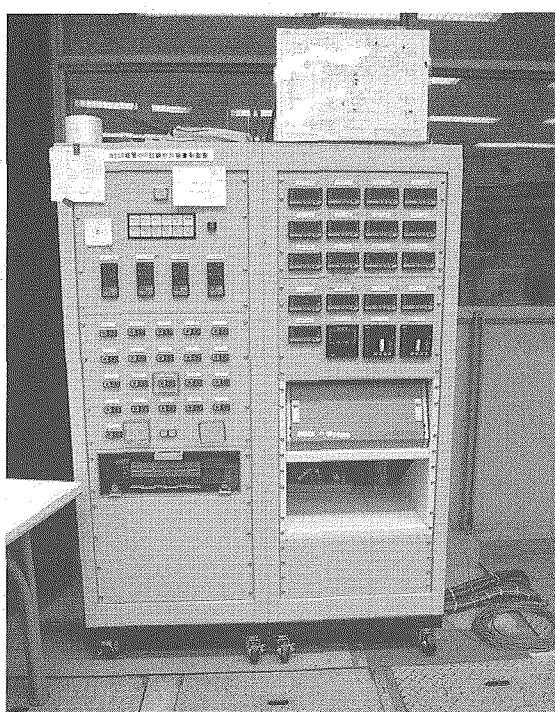


図 5.1.3 制御盤

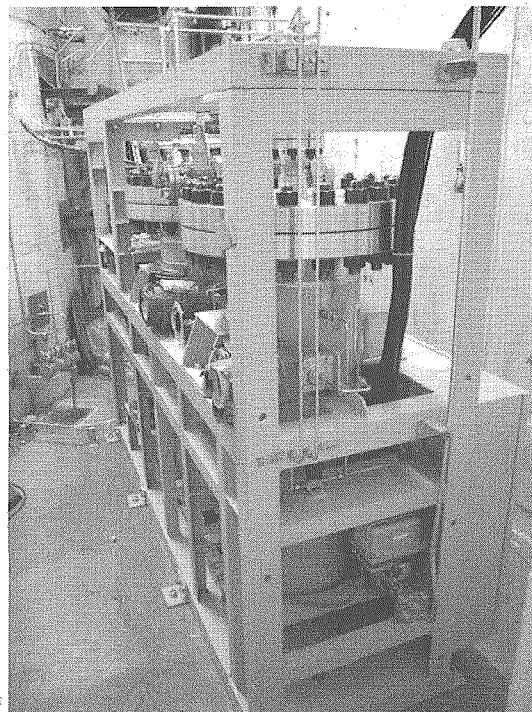


図 5.1.4 炉外装置

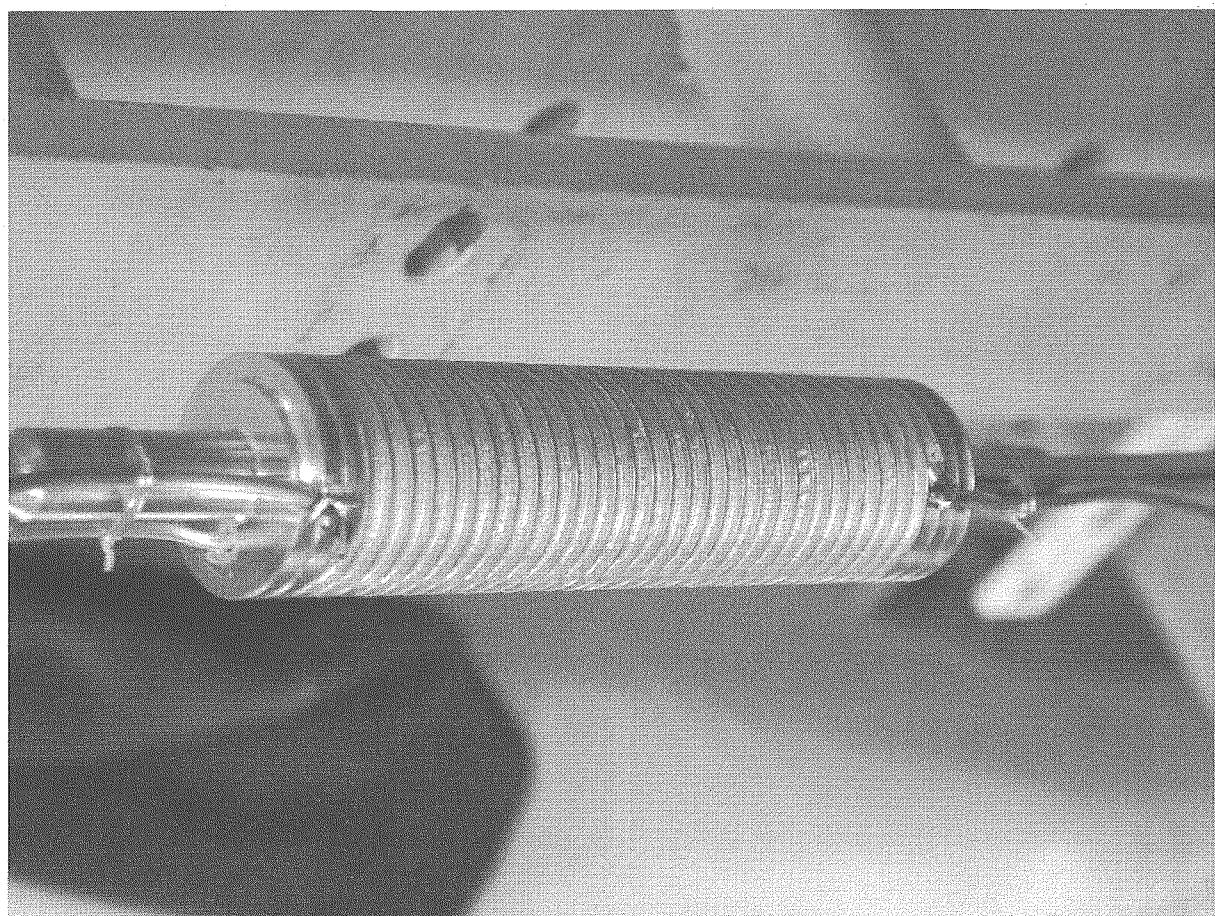


図 5.1.5 高出力対応用ヒータ

5.2 照射後試験技術

5.2.1 小型破壊革性試験装置の整備

核融合炉の構造材料として候補に挙げられている低放射化フェライト鋼について、その照射脆化を評価するための照射後試験装置として、JMTR ホットラボ施設の材料試験用の鉄 No. 4 セルに小型破壊革性試験装置を整備した。

本装置は、微小試験片の照射後試験用に開発されたものであり、ロードセルが付いたクロスヘッドを 2 本の軸で上下して荷重負荷を行う本体部、微小試験片をホルダーにセットする試料セット部、試験片の変位を計測するリニアゲージを有するシステム部、試験中の試験片温度を制御する恒温槽部及び装置の動作を制御するコントロール部で構成する。

本体部は、装置の駆動に精密ボールねじ方式を採用した。荷重容量は 5kN で、試験片の変位測定範囲は最大 25mm である。本装置では主に微小試験片を用いた三点曲げ破壊革性試験及び引張試験を行い、試料は主に Half-1/3PCCVN 型曲げ試験片 (3.3mm × 1.65mm × 20mm) 及び SS-3 型引張試験片である。試料セット部は、微小試験片のセットをマニプレータによる遠隔操作で容易に行うことができる構造であるとともに、エアーピンセットを採用することにより試験片の取り扱いを迅速に行うことが可能である。恒温槽は、-180~300°C の温度制御が可能である。冷却は、恒温槽内に液体窒素ガスを噴射してファンで攪拌することにより槽内温度を一様にする。加熱は、恒温槽の内表面に取り付けたシーズヒータを用いて行う。また、試験中は恒温槽に取り付けた窓を通して、CCD カメラで試験中の試験片の状態を常時観察することが可能である。特に窓部は、低温の環境下においても窓の表面に霜が付着しないような二重構造であり、乾燥窒素の循環及びヒータ加熱が可能となっている。コントロール部は、荷重レンジ切換、試験速度設定、データ収集速度及び試験温度制御等を迅速かつ高精度で行うことができる。ホットセル内に設置された本装置の外観写真を図 5.2.1 に示す。

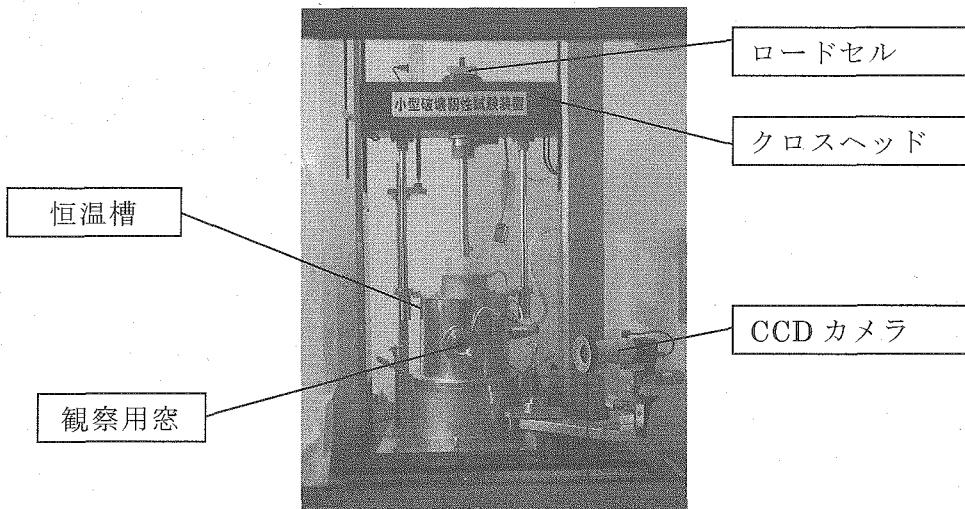


図 5.2.1 小型破壊革性試験装置の外観写真

6. 国際協力

6.1 照射試験技術・照射後試験技術に関する日韓協力

日本原子力研究開発機構は、旧日本原子力研究所と韓国原子力研究所（韓国原研）の間で締結された『原子力平和利用分野における研究協力実施取決め「計画4 原子炉材料の照射挙動に関する研究」及び「計画2 照射後試験技術の開発』を引き継ぎ、材料試験炉部はこの取決めに基づいて軽水炉構造材等の照射試験技術及び照射キャップセルの再利用等並びに照射後試験施設の運転管理及び照射後試験技術開発等に関する情報交換を進めてきた。この結果、JMTRにおいて培われてきた種々の照射・照射後試験技術が、韓国原研におけるキャップセル・装置・機器の設計・製作及び照射手法並びに燃材料の照射後試験を行うための技術基盤の確立に大きく貢献している。2005年度に実施された情報交換の概要を以下に示す。

6.1.1 照射後試験技術の開発

2005年5月29日～6月4日の7日間、照射後試験施設の運転管理、照射後試験技術の開発等に関する情報交換を目的として、韓国原研から2名の専門家が来所した。この中で、韓国原研からは、ガンマスキャンを用いたUO₂燃料の燃焼度評価法に関する情報提供があり、原子力機構からは、JMTRホットラボにおける照射済燃料棒のガンマスキャン技術及び照射済材料の各種照射後試験装置の整備状況について情報提供を行った。

一方、2005年6月26日～7月2日の7日間、照射後試験の技術開発についての情報交換及び2005年11月開催の日韓セミナーの日程やプログラム等についての事前調整を目的として、JMTRホットラボ課員1名が韓国原研を訪問した。この中で、JMTRホットラボにおける微細組織観察技術、遠隔溶接技術及びIASCC試験技術の現状について紹介するとともに、韓国原研における主なプロジェクト、照射後試験技術の開発及びHANAROの運転に係る最新情報を入手することができた。入手した情報の詳細は以下に示す通りである。

韓国原研が現在進めている主なプロジェクトは、水素製造用の高温ガス炉(VHTR: Very High Temperature Reactor)の開発、65MW級原子炉の熱を利用して海水から飲料水を作るシステムであるSMART(System-integrated Modular Advanced Reactor)の開発、韓国の高速炉(KALIMER: Korea Advanced Liquid Metal Reactor)の開発、大型の陽子加速器の開発である。

照射後試験技術の開発状況として、照射材料試験施設(IMEF: Irradiated Materials Examination Facility)では、高燃焼度燃料被覆管のリング引張試験片用ホルダーの開発を進めており、ホルダーの材質選定にJMTRホットラボからの情報が活かされ、400°C以上の高温での試験データ取得が可能となっていた。また、照射後試験施設(PIEF: Post-Irradiation Examination Facility)では、非破壊試験用のプールに、韓国PWRの使用済燃料集合体の形状変化を計測する水中カメラシステム及び線量分布を計測する水中γスキャニングシステムが整備されていた。

HANAROについては、30MWで1サイクル23日運転を開始しており、中性子ビーム応用研究、燃料／材料の照射試験、RI製造等に利用されている。将来的に定期検査を約40日間

で終えるシステムを確立し、30日運転／10日停止を1サイクルとした年間8サイクル運転の達成を目指している。また、新たな燃料試験ループ及び冷中性子源利用施設の建設を計画している。

また、平成17年11月開催の照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナーについては、照射後試験担当の幹事及び照射試験担当の幹事と事前打合せを行った。特に、日程、発表件数、韓国原研側の参加予定人数について確認するとともに、今回のセミナーが初めて照射試験と照射後試験の専門家が一緒に議論を交わす会議となる意義について意見を交わした。

6.2 2005 照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナーの開催

原子力機構と韓国原研が結んでいる「原子力の平和利用分野における研究協力実施取決め」に基づき、技術開発部を始め関係各所の協力の下に、大洗研究開発センターにおいて「2005 照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナー」を2005年11月16日～18日に開催した。

セミナーには、原子力機構と韓国原研の他、日本の東北大学金属材料研究所、日本核燃料開発株式会社及びニュークリア・デベロップメント株式会社、韓国の漢陽工科大学、忠南大学及び慶熙大学等から総勢100余名が参加し、照射試験及び照射後試験技術に係わる情報交換を精力的に行った。各機関からのセミナー参加者数を表6.2.1に示す。

セミナーでは、表6.2.2に示すように両国合わせて35件の講演発表が行われた。各セッションの発表件数の内訳は、照射試験及び照射後試験の現状と将来展望に関するセッションで10件、照射試験及び照射後試験に係わる技術開発に関するセッションで15件、照射試験データ及び照射後試験データの評価・解析に関するセッションで10件である。主な報告は、HANAROにおける計装型照射キャップセルの開発、日韓両国の照射後試験施設における試験や技術開発の現状、軽水炉構造材料のIASCC研究のためのJMTRにおける照射キャップセル開発、高燃焼度燃料の安全性研究に係る照射試験・照射後試験技術の開発、常陽の利用計画、アメリシウム混合MOX燃料の開発等、最新の研究や技術開発に関するものである。

本研究協力実施取り決めの下、過去には照射後試験に関する日韓セミナーを4回、照射試験に関する日韓セミナーを1回開催してきた。今回のセミナーは、照射試験技術と照射後試験技術の二つの分野について初めて合同で開催したものであり、各々の分野で要求される高性能試験の技術開発の現状と展望についてはもちろんのこと、両分野の技術の融合、協調によってはじめて可能となる再照射試験や放射化試料の照射下試験など、先端的試験の技術開発の状況についても活発な討論を進めることができた。更に、両国の参加者が今回のセミナーを通して一層友好的な関係を深めた。

図6.2.1に本セミナー風景を示す。

表 6.2.1 「2005 照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナー」への参加機関及び参加者数

機関	参加者数		
日本原子力研究開発機構 (JAEA)	大洗研究開発センター	73	97
	東海研究開発センター	24	
東北大学金属材料研究所		2	104
日本核燃料開発株式会社 (NFD)		3	
ニュークリア・デベロップメント株式会社 (NDC)		1	
大洗町長		1	
韓国原子力研究所 (KAERI)		11	
忠南大学 (Chungnam National Univ.)		1	
慶熙大学 (Kyunghee Univ.)		1	
漢陽工科大学 (Hanyang Univ.)		1	
合計			118

表 6.2.2 「2005 照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナー」の発表件数

国	機関	発表件数	
日本	日本原子力研究開発機構 (JAEA)	14	19
	東北大学 金属材料研究所	2	
	日本核燃料開発株式会社 (NFD)	2	
	ニュークリア・デベロップメント株式会社 (NDC)	1	
韓国	韓国原子力研究所 (KAERI)	13	16
	忠南大学 (Chungnam National Univ.)	1	
	慶熙大学 (Kyunghee Univ.)	1	
	漢陽工科大学 (Hanyang Univ.)	1	
合計			35



図 6.2.1 照射・照射後試験技術に関する日韓セミナー風景

7. 特記事項

7.1 JMTR の将来計画に関する検討

原子力機構は、材料試験用原子炉に対する将来の利用ニーズや利用分野等を具体的に検討し、わが国の材料試験用原子炉のあり方及び JMTR の今後の扱いとあり方を検討するためには JMTR 利用検討委員会（委員長：宅間正夫 日本原子力産業協会副会長）を平成 17 年 11 月に設置した。同委員会は 2005 年 11 月から 2006 年 3 月にかけて、4 回の委員会を開催した。委員会での検討経緯及び委員会の構成委員を表 7.1.1 及び表 7.1.2 に示す。委員会は、2006 年 3 月に検討結果をまとめ理事長に答申した。以下に JMTR 利用検討委員会がまとめた「我が国における材料試験用原子炉の役割と JMTR のあり方等に関する検討報告書」から、検討結果（骨子）を抜粋して掲載する¹⁾。なお、原子力機構では、本委員会での検討結果を受け、文部科学省等と協議の上、今後の JMTR の取扱いについて検討を進める予定である。

検討結果（骨子）

JMTR 利用検討委員会において材料試験用原子炉に対する利用ニーズ、利用ニーズに応えるための照射施設及び照射後試験施設の性能、これら試験施設の利用性のあり方を検討し、検討結果を踏まえて材料試験炉（以下、JMTR）の役割と必要課題を明らかにした。

原子力政策大綱の基本的考え方 「2030 年前後から始まる既設の原子力発電施設の代替に際しては、炉型としては現行の軽水炉を改良したものを採用する」と記述されており、我が国の原子力発電の主力は、今世紀半ば、あるいはより長期に軽水炉が担うことになるとの見通しが示された。その上で、一般的な照射ニーズとして、軽水炉の長期利用に伴う構造材料の健全性や燃料（MOX 燃料を含む）高燃焼度化などの経済性の向上等は持続的に取り組むべき課題であり、現行軽水炉の高経年化対応、MOX 燃料を含む軽水炉燃料の高性能化及び安全評価、軽水炉技術の高度化等の開発に関する具体的な研究開発課題が明らかにされた。

現在、材料試験用原子炉等を使って医療及び工業用のラジオアイソトープ（RI）の生産が行われている。RI を安定生産、安定供給するため海外炉との協力も積極的に進めているが、一方では、こうした枠組みを担保するためには、国内で RI 生産ができる原子炉施設を引き続き維持することが必要であるとの要求があった。さらに、ハイブリッド自動車等に利用される大口径のシリコン（Si）半導体の生産手段として、良質のシリコン半導体が生産できる中性子ドーピング（NTD: Neutron Transmutation Doping）法の照射需要が近い将来に急増することが見込まれ、世界的な照射炉の不足が予測される中、この分野での国際的な競争を維持するためにも、NTD シリコン半導体の新たな需要に対応できる国内施設の整備が提起された。

また、材料試験用原子炉を利用した大学等の基礎研究や教育は、中性子照射に係る材料科学の進歩に加えて、次の時代を担う人材を育成するために不可欠であるとの指摘がなされた。

これらの利用ニーズに加えて国内に材料試験用原子炉を持ち、軽水炉の高経年化等の安全規制や各種の事故、故障に的確に対応する基盤を確保することは、軽水炉に対する国民の信頼を得る観点からも重要であるとの意見があった。さらに、世界の原子力先進国を見るとき、米国では ATR や HFIR、欧州では HBWR(ハルデン)や HFR など、材料照射や燃料性能向上照射試験ができる試験炉を維持・確保しており、原子力先進国としての日本が更なる原子力技術の維持・発展を図るためにには、この種の材料試験用原子炉を有することが重要であり、今後中国をはじめとして、アジア・環太平洋地域での原子力平和利用が一段と進展すると考えられる中、我が国が原子力の安全確保をはじめ、原子力利用技術に関する主導的な役割を果たすためにも、材料試験用原子炉を有することが不可欠であるとの指摘があつた。

以上の利用ニーズを踏まえて、国内外の材料試験用原子炉の状況を考慮し、将来の利用ニーズに必要な材料試験用原子炉及び照射後試験施設の要件を検討した。軽水炉分野の照射需要に対応できる既存の原子炉としては、国外では HBWR、HFIR 等、国内では JMTR 等があり、安全評価等を中心とした材料照射や燃料照射試験に JMTR が利用されているが、近年は、軽水炉の燃料照射等に関する民間需要について、HBWR 等の海外の試験炉が広く利用されているという実態が明らかにされた。海外炉が利用されてきた背景には、施設の性能に加えて、照射スケジュールの信頼性、ユーザニーズへの対応、照射料金、安全規制等の利用条件等において、JMTR より海外炉の方が有利であったという理由がある。しかし、海外炉も 1960 年代に稼動を開始していることから、今後長期に渡る利用が困難になる可能性が高いことを考慮すると、今後の幅広い国内の利用ニーズに対応できる国内照射施設を確保した上で、適切な海外炉の利用を図ることが望ましいという意見があつた。その一方、国内の民間需要を得るために、利用条件、サービス等の面で国外照射施設との競争に勝つことが必要であるとの指摘がなされた。

国内にある材料試験用原子炉について検討した結果、軽水炉の燃料や材料照射等で必要とされる照射条件を満足できるのは JMTR が唯一であることが明らかにされた。また、アイソトープ製造やシリコン半導体製造については他の研究炉の利用も考えられるが、熱中性子束や照射容量の点で JMTR が有利であることが示された。一方、国内で唯一の材料試験用原子炉として利用してきた JMTR は、運転開始から 38 年が経過し、基本的な構造材等の健全性は担保されているものの制御系などの原子炉計装システム等の高経年化が進んでおり、さらに MOX 燃料の照射試験を始め今後予測される利用ニーズに的確に応えるためには、予防保全を主とした原子炉等の一部施設の更新が必要とされる状況となっているとの報告があつた。

以上の検討を踏まえて、新たな材料試験用原子炉を新設することも考えられるが、経済的な観点から、材料試験用原子炉と照射後試験施設群が隣接する JMTR をこのための中核施設として必要な更新を行うことで、今後の利用ニーズに対応できるとの判断が示された。このため、今後の計画としては、利用ニーズに速やかに対応するためできるだけ早期に JMTR を更新し再稼動することが適当であり、平成 18 年度の半ばに現在進行中の照射誘起

応力腐食割れに係る材料照射試験を終了した後、JMTR の再稼動を目指して原子炉の更新及び照射設備の整備に着手することが望ましいとされた。

なお、運転維持費等を極力合理化し、なるべく多くのユーザに利用してもらうために照射費用などの利用料金が国際的な競争に対応できるようにすること、原子力機構が有する照射技術や照射後試験技術に関する専門的能力をユーザに最大限提供することなど、いわゆる、顧客サービスとして JMTR 更新後の運営に必要な事項が具体的に検討された。特に、JMTR の更新のみに留まることなく、照射の計画、実行、照射後試験までのハード、ソフト全体として、ユニークかつ国際競争力に富み、利用者に魅力あるシステムを築かなければならぬとの意見も出された。

この他、大洗・東海地区には、原子力機構が保有している JMTR を中核に、常陽、NSRR 等の原子炉群や、各種の照射後試験施設群に加えて、日本核燃料開発(株) (NFD) やニュークリア・デベロブメント(株) (NDC) 等の民間の照射後試験施設、東北大学金属材料研究所の量子エネルギー材料科学国際研究センターが隣接していることから、JMTR に蓄積されてきた世界最先端の原子炉照射技術とこれら照射後試験施設群の有する広範な照射後試験技術を有機的に活用することにより、我が国の原子力利用に留まらず、アジア地域をはじめ国際的にみても極めて特色のある照射試験センターとしての役割を担うことが出来るという新たな提案がなされた。

なお、JMTR を廃止する時期については、更新後 20 年ないし 25 年利用し、2030 年頃が一つの目安であるとの見通しが示された。2030 年頃までは JMTR の主要機器が使用可能であると評価されており、また、2030 年には、現在の軽水炉にかかる利用ニーズに関する照射試験等が一段落するものと想定される時期でもある。ただし、2030 年時点での軽水炉をはじめとする利用ニーズや人材養成に係る利用ニーズ、さらにその他の産業利用等の利用ニーズがどの程度であるかの予測が現時点では難しいことから、将来 JMTR に代わる材料試験用原子炉の必要性については、別途の検討が必要と考えられる。

参考文献

- 1) JMTR 利用検討委員会、「我が国における材料試験用原子炉の役割と JMTR のあり方等に関する検討報告書」、2006 年 3 月

表 7.1.1 JMTR 利用検討委員会の検討経緯

委員会	開催日及び場所	主な検討項目
第1回委員会	2005年11月10日 東京事務所第1会議室 (新生銀行ビル12階)	1) 委員会設置目的と検討項目 2) 世界における材料試験用原子炉の役割と現状 3) JMTR とその利用状況、照射後試験施設の状況 4) JMTR 将来計画検討委員会報告書の概要 5) 利用ニーズの状況
第2回委員会	2005年12月6日 大洗研究開発センター 技術開発棟 TV会議室	1) 日本原子力学会における照射試験施設の利用に関する調査結果及び照射炉の利用環境等の検討 2) シリコン半導体の製造の現状と将来展望 3) RI の製造の現状と将来展望 4) JMTR の視察
第3回委員会	2005年12月27日 東京事務所第1会議室 (新生銀行ビル12階)	1) 材料試験用原子炉の利用のあり方、利用性向上に関する検討 2) 照射後試験施設の活用についての検討
第4回委員会	2006年3月23日 東京事務所第1会議室 (新生銀行ビル12階)	1) JMTR 利用検討委員会報告書(案)の検討

表 7.1.2 JMTR 利用検討委員会の構成

	氏名	所属
委員長	宅間 正夫	日本原子力産業会議 副会長
委 員	石井 保	日本経済団体連合会資源・エネルギー対策委員会 (三菱マテリアル(株)顧問)
委 員	一色 正彦	放射線利用振興協会 専務理事
委 員	大部 悅二	日本核燃料開発(株)代表取締役社長
委 員	河原 瞳	日本原子力学会 副会長
委 員	柴田 洋二	日本電機工業会 原子力部長
委 員	瀬山 賢治	日本原子力研究開発機構 執行役経営企画部長
委 員	田中 俊一	日本原子力研究開発機構 特別顧問
委 員	田中 治邦	電気事業連合会 原子力部長
委 員	西脇 由弘	原子力安全基盤機構 規格基準部長
委 員	長谷川 雅幸	東北大学金属材料研究所 副所長
委 員	細田 敏和	千代田テクノル(株)代表取締役社長
委 員	松井 一秋	エネルギー総合工学研究所 研究理事
委 員	諸橋 和雄	新金属協会 シリコン部会長
(敬称略、委員は 50 音順)		
幹 事	河村 弘	日本原子力研究開発機構 経営企画部次長
幹 事	鈴木 雅秀	日本原子力研究開発機構 安全研究センター研究主席
幹 事	中島 照夫	日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センター 副所長兼材料試験炉部長
オブザーバ	文部科学省 研究開発局 原子力研究開発課	
オブザーバ	原子力安全・保安院 原子力安全技術基盤課	
オブザーバ	資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 原子力政策課	
(所属については 2006 年 3 月 31 日末現在)		

あとがき

JMTR 年報は、本報が第 20 回目の刊行となります。

本報の作成に際しましては、関係各位からのご助言・ご指導をいただきましたこと、ここに謝意を表します。

JMTR 年報編集委員会

2005 年 JMTR 年報編集委員会名簿

委員長	本間 建三	(材料試験炉部次長)
副委員長	石塚 悅男	(材料試験炉部)
委 員	田中 秀隆	(J M T R 技術課)
委 員	後藤 真悟	(J M T R 原子炉課)
委 員	綿引 俊介	(J M T R 原子炉課)
委 員	花川 裕規	(J M T R 原子炉課)
委 員	阿部 新一	(J M T R 照射課)
委 員	柴田 晃	(J M T R ホットラボ課)
委 員	松井 義典	(技術開発部照射技術課)
委 員	近藤 吉男	(放射線管理第 2 課)
事務局	佐藤 憲次	(材料試験炉業務課)

(所属は 2006 年 4 月現在)

付録 1 材料試験炉部の組織

(5名)

業務課

課長 西脇 圭一郎
代理 阿部 真也

企画・予算、管財に関する業務
JMTR の許認可申請、安全審査業務
部内の庶務、調整に関する業務

(10名)

JMTR 技術課

課長 佐藤 政四
代理 雨澤 博男

技術第1係 技術第2係

材料試験炉の運転計画及び調整
材料試験炉の技術開発
水、ガス等の化学分析及び技術開発
照射試料の検査及び管理並びに技術開発

(41名)

JMTR 原子炉課

課長 宮澤 正孝
代理 明石 一朝
代理 根本 正

運転管理係 運転第1係 運転第2係 技術係 燃料係 保守第1係 保守第2係

原子炉施設の運転及び保守の実施計画、管理、運転資料等の整備
原子炉本体施設の運転
原子炉本体施設の運転
特定施設の運転
核燃料の管理
電気施設及び計装施設の定期点検、試験、補修、改修工事の設計、施工及び監督
機械施設の定期点検、試験、補修、改修工事の設計、施工及び監督

(6名)

材料試験炉部

部長 中島 照夫
次長 新見 素二
次長 本間 建三

(19名)

JMTR 照射課

課長 北島 敏雄
代理 菅野 勝

運転管理係 照射第1係 照射第2係 照射第3係

照射施設の運転及び保守の計画、照射施設の運転保守の管理技術、照射施設の運転・保守に関する技術開発
照射装置の運転、キャップセル照射装置の保守及び改良
照射装置の運転、水カラビット照射装置の保守及び改良、
BOCA/OSF-1 照射装置の保守及び改良、計算機システムの保守及び改良
照射装置の運転、高度材料環境照射装置の保守及び改良

(13名)

JMTR ホットラボ課

課長 清水 道雄
代理 近江 正男

計画調整係 試験第1係 試験第2係 試験第3係

運転計画及び調整、ホットラボの RI・核燃料の管理
内装設備・機器の整備及び照射後試験の技術開発
コンクリートセル No.1～No.2 の運転・保守、照射済試料の搬出入及びキャップセルの解体・組立
コンクリートセル No.3～No.8 及び顕微鏡鉛セル No.1～No.4 の運転・保守、照射済燃料・材料の非破壊試験及び金相試験
材料試験用鉛・鉄セルの運転・保守及び照射済試料の特性試験

職員人数： 94名

付録 2 外部発表

A) 論文投稿

近江正男：“2005 照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナー論文集”

B) 講演・学会口頭発表

石井敏満、大岡紀一* “JMTR ホットラボにおける原子炉構造材の照射後特性評価に係る技術開発；超音波法の利用など” 日本鉄鋼協会第 149 回春季講演大会（横浜、2005. 03）

*印：原研職員以外

近江正男 “JMTR ホットラボにおける燃料・材料の照射研究への貢献” 日本原子力学会核燃料部会第 20 回「核燃料・夏期セミナー」（遊佐、2005. 7）

松井義典、塙 悟史、井手広史、飛田正浩、細川甚作、小沼勇一、川又一夫、金沢賢治、岩松重美、斎藤順市、宇賀地弘和、塙田 隆 “JMTR における IASCC 研究のための照射下試験キャップセルの開発” 2005 照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナー（2005. 11. 16～18）

石井敏満、近江正男、清水道雄、加治芳行、上野文義（原子力機構） “JMTR ホットラボにおける照射後試験技術の開発と現状” 2005 照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナー（2005. 11. 16～18）

川又一夫、石井敏満、金沢賢治、岩松重美、近江正男、清水道雄、松井義典、宇賀地弘和、加治芳行、塙田 隆（原子力機構） “ホットセル内における照射下き列進展試験キャップセル組立のための遠隔溶接技術” 2005 照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナー（2005. 11. 16～18）

塙 悟史、扇柳 仁、森 雄一郎、斎藤順市、塙田 隆（原子力機構） “JMTR IASCC 照射ループの水化学” 2005 照射試験・照射後試験技術に関する日韓セミナー（2005. 11. 16～18）

森 雄一郎、塙 悟史、佐藤智徳、扇柳 仁、鍋谷栄昭、内田俊介 “JMTR インパイルループの水質評価（II）－インパイルループ内の水質計算結果－” 日本原子力学会「2006 年春の年会」（2006. 3）

付録 3 研究報告書類

材料試験炉部：“材料試験炉－運転と技術開発 No. 19－（2004 年度）”
JAERI-Review 2006-001 (2006. 2)

付録 4 協力研究

該当なし

付録 5 官庁申請許認可一覧

5.1 設計及び工事の方法の認可

申請年月日	内 容	認可年月日
	該当なし	

5.2 使用前検査

申請年月日	件 名	合格年月日
2002. 9. 6	JMTR 取替用燃料体（第 32 次低濃縮ウラン燃料要素）	2005. 4. 15
2004. 11. 17	接続ユニットの製作	2005. 7. 26

5.3 施設検査

申請年月日	件 名	合格年月日
	該当なし	

5.4 施設定期検査

申請年月日	件 名	合格年月日
2005. 7. 1	施設定期検査	2005. 12. 19

付録 6 プレス発表・表彰（受賞）・特許一覧

(1) プレス発表一覧

発表年月日	件名	記事掲載新聞
2005.7.7	JMTR 原子炉施設の自動停止について	朝日新聞他 5 社
2005.10.20	材料試験炉（JMTR）の施設定期検査期間の延長について	朝日新聞他 4 社
2005.11.25	材料試験炉（JMTR）の施設定期検査期間の再延長について	読売新聞社

(2) 表彰（受賞）等一覧

受賞年月日	表彰（受賞）件名	受賞者
	平成 17 年度火力及び原子力発電所現場永年勤務者表彰	飛田 健治
		細川 甚作
		作田 善幸

(3) 特許一覧

登録年月日	発明の名称（発明者）	登録番号
2005.12.2	精密鍛造法 発明者 武山 友憲、雨澤 博男 板橋 行夫、千葉 雅明 菊池 泰二、菊池 六夫	3746840

付録 7 計画外停止への対応

J M T R 原子炉施設の自動停止について

(2005年7月7日付け発表資料)

大洗研究所のJ M T R（定格熱出力 50MW）は、共同利用のため定格運転中であったが、16時39分頃、商用電源の停電により自動停止した。今回の運転は、平成17年6月18日から7月18日までの予定であった。原子炉は非常系の電源により崩壊熱除去運転を行った。JMTR施設には異常はない。商用電源の復電により、非常系電源から商用電源に切り替えて安全に崩壊熱除去運転を継続している。なお、点検の結果、大洗研究所のH T T R施設、ホットラボ施設、廃棄物管理施設等に異常はない。原因は、外部商用電源への落雷によるものであった。周辺公衆及び従事者への影響はない。

付録 8 施設定期検査期間の延長及び再延長

施設定期検査期間の延長

(2005年10月20日付け発表資料)

JMTRでは、平成17年度の施設定期検査を7月21日から10月31日までの予定で進めてきました。全4回のうち2回目の国の立会検査を受検してきた所、施設定期検査項目の一つである、スクラム検査に使用する計器の校正管理に不備がありました。この不備について再発防止措置を講ずるため、施設定期検査期間を1ヶ月程度延長しますのでお知らせいたします。

添付資料

テストパルス発生器、制御棒落下時間計数器の概要と外観

テストパルス発生器、制御棒落下時間計数器の概要と外観

テストパルス発生器

テストパルス発生器は、制御棒を保持している電磁石電流を、ごく短い時間切るためのパルスを発生させるものです。

外観を写真-1に示します。

制御棒落下時間計数器

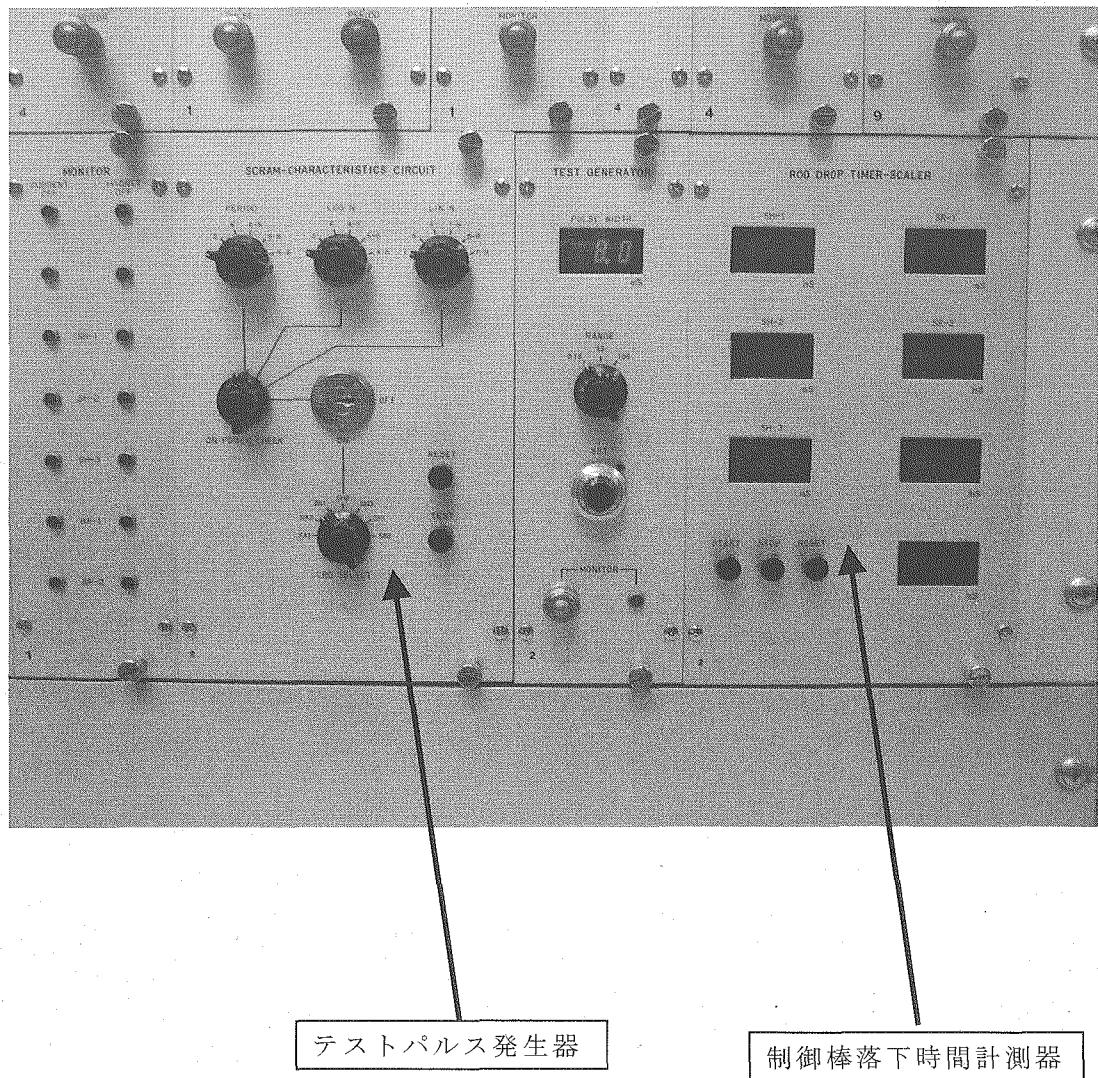
制御棒落下時間計数器は、制御棒が落下した時に落下時間を測定するものです。

外観を写真-1に示します。

この2つの計器は、スクラム検査に使用されます。

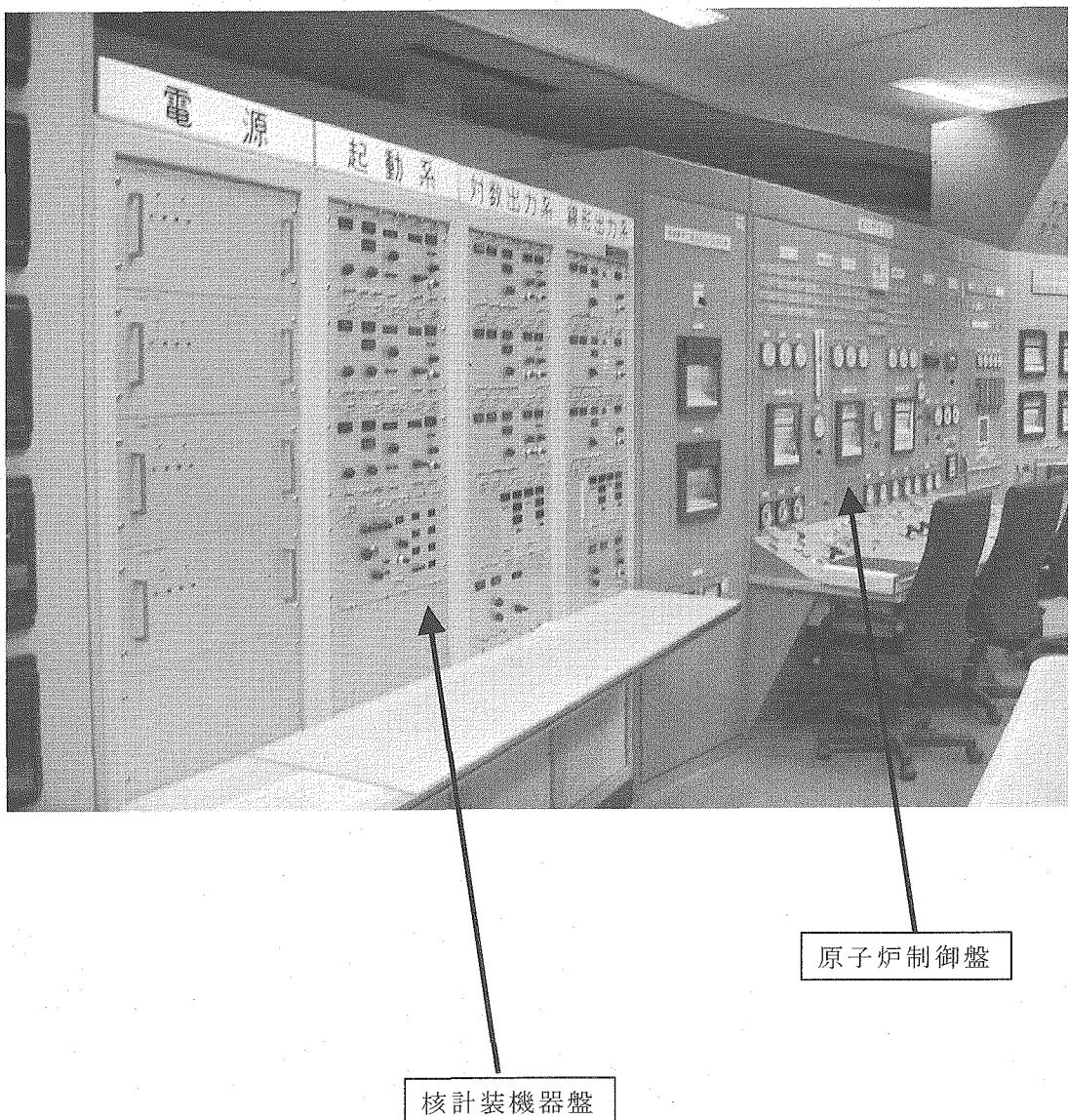
テストパルス発生器及び制御棒落下時間計数器が組み込まれた外観を写真-2に示します。

写真－1



スクラン検査用計器
(核計装機器盤に組み込まれている)

写真－2



J M T R 原子炉制御盤及び核計装機器盤

施設定期検査期間の再延長

(2005年11月25日付け発表資料)

J M T R では、平成 17 年度の施設定期検査を 7 月 21 日から 10 月 31 日までの予定で受検しておりましたが、既にご案内のとおり、施設定期検査項目の一つである、スクラム検査に使用する計器の校正管理に不備が認められたことから施設定期検査を 11 月 30 日まで延長し、再発防止措置を講じてまいりました。再発防止措置を確実なものとしつつ、残りの施設定期検査を行うため、施設定期検査期間を約 20 日再延長致しました。

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
立体積	立方メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	メートル毎秒	m ⁻¹
密度(質量密度)	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
質量体積(比体積)	立法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
(物質量の)濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率	(数の)1	1

表 3. 固有の名称とその独自の記号で表される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 ^(a)	rad		$m \cdot m^{-1}$ ^(b)
立体角	ステラジアン ^(a)	sr ^(c)	$m^2 \cdot m^{-2}=1$ ^(b)	s^{-1}
周波数	ヘルツ	Hz		
压力	ニュートン	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
エネルギー、仕事、熱量	パスカル	Pa	N/m^2	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
工率、放熱	ワット	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
電荷、電気量	クーロン	C	J/s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
電位差(電圧)、起電力	ボルト	V		$s \cdot A$
静電容量	ファラード	F		W/A
電気抵抗	オーム	Ω		$m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
コンダクタンス	ジemens	S		V/A
磁束密度	テスラ	T		A/V
インダクタンス	ヘンリ	H		$V \cdot s$
セルシウス温度	セルシウス度	$^{\circ}C$		Wb/m^2
(放射性核種)放射能吸収線量、質量エネルギー	ベクレル	Bq		Wb/A
ギガ一分率、カーマ	グレイ	Gy		$m^2 \cdot s^{-2}$
線量当量、周辺線量当量、方向性線量当量、個人線量当量、組織線量当量	シーベルト	Sv		J/kg

(a) ラジアン及びステラジアンの使用は、同じ次元であっても異なる性質をもった量を区別するときの組立単位の表し方として利点がある。組立単位を形作るときのいくつかの用例は表 4 に示されている。

(b) 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 “1” は明示されない。

(c) 測光学では、ステラジアンの名称と記号 sr を単位の表し方の中にそのまま維持している。

(d) この単位は、例としてミリセルシウス度 m°C のように SI 接頭語を伴って用いても良い。

表 4. 単位の中に固有の名称とその独自の記号を含む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
粘度	パスカル秒	Pa · s	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
のモーメン	ニュートンメートル	N · m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m	$kg \cdot s^{-2}$
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} = s^{-1}$
角加速度	ラジアン毎平方秒	rad/s ²	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-2} = s^{-2}$
熱流密度、放射照度	ワット毎平方メートル	W/m^2	$kg \cdot s^{-3}$
熱容量、エンントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
質量熱容量(比熱容量)	ジュール毎キログラム		
質量エンントロピー	毎ケルビン	J/(kg · K)	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
質量エネルギー(比エネルギー)	ジュール毎キログラム	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	$W/(m \cdot K)$	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m ³	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
体積電荷	クーロン毎立方メートル	C/m ³	$m^{-3} \cdot s \cdot A$
電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	$m^{-2} \cdot s \cdot A$
誘電率	ファラード毎メートル	F/m	$m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	$m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot mol^{-1}$
モルエンントロピー	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol · K)	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
モル熱容量	クーロン毎キログラム	C/kg	$kg^{-1} \cdot s \cdot A$
照射線量(X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	Gy/s	$m^2 \cdot s^{-3}$
吸収線量	グレイ毎秒	W/sr	$m^4 \cdot m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3} = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
放射強度	ワット毎平方メートル	W/(m ² · sr)	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3} = kg \cdot s^{-3}$
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン		

表 5. SI 接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10^{24}	ヨタ	Y	10^{-1}	デシ	d
10^{21}	ゼタ	Z	10^{-2}	センチ	c
10^{18}	エクサ	E	10^{-3}	ミリ	m
10^{15}	ペタ	P	10^{-6}	マイクロ	μ
10^{12}	テラ	T	10^{-9}	ナノ	n
10^9	ギガ	G	10^{-12}	ピコ	p
10^6	メガ	M	10^{-15}	フェムト	f
10^3	キロ	k	10^{-18}	アト	a
10^2	ヘクタ	h	10^{-21}	ゼット	z
10^4	デカ	da	10^{-24}	ヨクト	y

表 6. 国際単位系と併用されるが国際単位系に属さない単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86400 s
度	°	$1^{\circ}=(\pi/180) \text{ rad}$
分	'	$1'=(1/60)^{\circ}=(\pi/10800) \text{ rad}$
秒	"	$1''=(1/60)'=(\pi/648000) \text{ rad}$
リットル	L	$1L=1 dm^3=10^{-3} m^3$
トン	t	$1t=10^3 \text{ kg}$
ネーベル	Np	$1Np=1$
ベル	B	$1B=(1/2) \ln 10 (Np)$

表 7. 国際単位系と併用されこれに属さない単位で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 単位であらわされる数値
電子ボルト	eV	$1eV=1.60217733(49) \times 10^{-19} J$
統一原子質量単位	u	$1u=1.6605402(10) \times 10^{-27} kg$
天文単位	ua	$1ua=1.49597870691(30) \times 10^{11} m$

表 8. 国際単位系に属さないが国際単位系と併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
海里	里	1 海里=1852m
ノット	ト	1 ノット=1 海里毎時=(1852/3600) m/s
アーチル	a	$1a=1 dam^2=10^2 m^2$
ヘクタール	ha	$1 ha=1 hm^2=10^4 m^2$
バル	bar	$1 bar=0.1 MPa=100 kPa=1000 hPa=10^5 Pa$
オングストローム	Å	$1 Å=0.1 nm=10^{-10} m$
バーン	b	$1 b=100 fm^2=10^{-28} m^2$

表 9. 固有の名称を含むCGS組立単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
エルグ	erg	$1 erg=10^{-7} J$
ダイナ	dyn	$1 dyn=10^{-5} N$
ボアズ	P	$1 P=1 dyn \cdot s / cm^2=0.1 Pa \cdot s$
ストーカス	St	$1 St=1 cm^2/s=10^{-4} m^2/s$
ガウス	G	$1 G=10^{-4} T$
エルステッド	Oe	$1 Oe=(1000/4\pi) A/m$
マクスウェル	Mx	$1 Mx=10^{-8} Wb$
スチル	sb	$1 sb=1 cd/cm^2=10^4 cd/m^2$
ホル	ph	$1 ph=10^4 lx$
ガル	Gal	$1 Gal=1 cm/s^2=10^{-2} m/s^2$

表 10. 国際単位に属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
キュリ	Ci	$1 Ci=3.7 \times 10^{10} Bq$
レントグ	R	$1 R=2.58 \times 10^{-4} C/kg$
ラド	rad	$1 rad=1 cGy=10^{-2} Gy$
レム	rem	$1 rem=1 cSv=10^{-2} Sv$
X線単位	IX unit	$1 IX unit=1.002 \times 10^{-4} nm$
ガンマ	γ	$1 \gamma=1 nT=10^{-9} T$
ジャニスキー	Jy	$1 Jy=10^{-26} W \cdot m^{-2} \cdot Hz^{-1}$
フェルミ	fm	$1 fermi=1 fm=10^{-15} m$
メートル系カラット	Torr	$1 metric carat=200 mg=2 \times 10^{-4} kg$
トーラ	atm	$1 Torr=(101.325/760) Pa$
標準大気圧	atm	$1 atm=101.325 Pa$
カロリ	cal	$1 cal=1 cm^2/s^2=10^{-6} m$
ミクロ	μ	$1 \mu=1 mm=10^{-6} m$