



## - 高速増殖炉サイクルの研究開発 - 高速増殖原型炉「もんじゅ」の研究開発

### 1. 高速増殖原型炉「もんじゅ」

2004年6月22日，プラント維持費節減のため，2次主冷却系ナトリウムをドレンし，1次冷却系1系統のナトリウムのみを循環する冷却系の運用変更を行っている。

2004年度設備点検を，2004年7月5日から実施し，2005年3月30日に計画した作業をすべて終了した。今回の設備点検では，ディーゼル発電機設備，原子炉補機冷却海水ポンプ，制御用空気圧縮機，液体廃棄物処理設備廃液加熱器の分解点検等を実施した。また，追加作業として，過熱器（C）ナトリウム入口分配管等の修復を行った。点検実績を表1及び表2に示す。

2004年度第4回保安検査が2月14日から2月25日にわたり原子力安全・保安院により実施された。保安検査では，原子力安全に係る品質マネジメントシステムの保安規定への取り込みを踏まえ，放射性廃棄物管理に係るプロセス確認等を中心に詳細な検査が行われた。今後も，安全確保のもと施設の適切な維持管理と改造工事を着実に実施していく。

2003年11月21日に福井県知事からサイクル機構に対し，「もんじゅ」の安全確保対策の強化や研究開発拠点化の推進等についての要請書が出された。この回答書を2005年2月3日に福井県へ提出し2月7日には福井県及び敦賀市から改造工事の事前了解を頂いた。これを受けて2月21日に国に対し原子炉設置許可における工事計画の変更届出を行うとともに，同日，福井県及び敦賀市に対し，ナトリウム漏えい対策等に係る工事計画を提出した。その後，準備工事開始安全大会を3月1日に行い，3月3日から準備工事を開始した。表3に「もんじゅ」工事工程を示す。

研究開発拠点化の推進について，福井県「エネルギー研究開発拠点化計画策定委員会ワーキング

グループ」は，第4回会合を2005年1月26日に開催し，エネルギー研究開発拠点化計画骨子（案）をとりまとめた。1月29日の第2回計画策定委員会にて計画骨子（案）が了承された後2月にはパブリックコメントを行い3月26日の第3回計画策定委員会にて拠点化計画が策定された。

サイクル機構「敦賀本部研究開発強化検討委員会（委員長：伊藤靖彦同志社大学教授）」は，第3回委員会を2005年1月19日に開催し，委員からのご意見に対するサイクル機構の対応等について審議いただいた。また，日本原子力学会に設けた「もんじゅ研究利用特別専門委員会」については，4つのワーキンググループ（照射利用，プラント・熱利用，教育，アンケート）を設置し，活動を開始した。

地域の皆様にサイクル機構の業務及び原子力の基本的な事項も含めて理解していただくことを目的に「さいくるミーティング」を継続して実施している。2001年10月1日から開始して2005年3月31日で453回，13,722人の方々と交流を図った。3月25日（敦賀）と30日（福井）には，「サイクル機構業務報告会」を開催し，敦賀では約210名，福井では約230名の参加のもと，「もんじゅ」の今後の取組等について報告した。報告会では，参加者から「地域との共生を深めて欲しい」，「小さなトラブルでも迅速な情報公開を」，「地元への理解活動を継続してほしい」などの貴重な意見を頂いた。一方，「もんじゅ」見学会を継続的に開催し，2005年1月1日から3月31日までの期間中，県内から1,036名（累積8,149名）の方々に直接現場を見学していただくとともに，御意見を頂いた。

### 2. 「もんじゅ」に係る研究開発

「もんじゅ」による研究開発，FBRサイクル総合研修施設や運転訓練シミュレータを用いた運転

表1 2004年度設備点検主要工程（実績）

2005年3月30日

| 項目                | 2004年度 |    |                     |                               |    |    |     |                    |                           |              |    |    | 備考 |
|-------------------|--------|----|---------------------|-------------------------------|----|----|-----|--------------------|---------------------------|--------------|----|----|----|
|                   | 4月     | 5月 | 6月                  | 7月                            | 8月 | 9月 | 10月 | 11月                | 12月                       | 1月           | 2月 | 3月 |    |
| 1次アルゴンガス系設備       |        |    |                     |                               |    |    |     |                    | 圧縮機(A)                    |              |    |    |    |
| 1次メンテナンス冷却系設備     |        |    |                     |                               |    |    |     |                    |                           | エクステンション弁    |    |    |    |
| 原子炉補機冷却水設備        |        |    |                     | 熱交換器(A)等                      |    |    |     |                    |                           | 熱交換器(B)等     |    |    |    |
| 原子炉補機冷却海水設備       |        |    | 原子炉補機冷却海水ポンプ(A,C1)等 |                               |    |    |     |                    |                           |              |    |    |    |
| 機器冷却系設備           |        |    |                     |                               |    |    |     | 冷却ポンプ(B)           |                           |              |    |    |    |
| 制御用圧縮空気設備         |        |    |                     | 制御用空気圧縮機(A)等                  |    |    |     |                    |                           |              |    |    |    |
| 液体廃棄物処理設備         |        |    |                     |                               |    |    |     | 廃液加熱器(A)等          |                           |              |    |    |    |
| 換気空調設備            |        |    |                     |                               |    |    |     | 中央制御室空調装置浄化ファン(B)等 |                           |              |    |    |    |
| 空調用冷媒・冷水設備        |        |    |                     | 冷凍機(A)等                       |    |    |     |                    |                           | 冷凍機(B)等      |    |    |    |
| ディーゼル発電機設備        |        |    |                     | 内燃機関(A)等                      |    |    |     |                    |                           | 内燃機関(B)等     |    |    |    |
| 所内電源供給設備          |        |    |                     | メタクラ(6.6kv)、パワーセンタ(A,D系:440v) |    |    |     |                    |                           |              |    |    |    |
| 無停電電源一般計装電源設備     |        |    | 蓄電池、インバータ盤、充電器等     |                               |    |    |     |                    |                           |              |    |    |    |
| 屋外開閉所主要変圧器設備      |        |    |                     | 275kV開閉装置等点検                  |    |    |     |                    | 275kV送電線引込部・起動用変圧器(1A,1B) |              |    |    |    |
| 過熱器(C)の修復作業(追加作業) |        |    |                     |                               |    |    |     |                    |                           | 過熱器入口分配管等の修復 |    |    |    |

表2 2004年度設備点検期間内の設備保全工程（実績）

2005年3月30日

| 項目         | 2004年度 |    |               |    |    |    |     |     |     |    |    |    | 備考 |
|------------|--------|----|---------------|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|
|            | 4月     | 5月 | 6月            | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |    |
| もんじゅ港湾内の浚渫 |        |    | 取水口、もんじゅ港の浚渫等 |    |    |    |     |     |     |    |    |    |    |

表3 「もんじゅ」工事工程

| 2004年度 | 2005年度                                      |  |       |     | 2006年度 |     |       |                      | 2007年度   |                                    |       |     |            |
|--------|---|--|-------|-----|--------|-----|-------|----------------------|----------|------------------------------------|-------|-----|------------|
| 1~3    | 4~6   | 7~9  | 10~12 | 1~3 | 4~6    | 7~9 | 10~12 | 1~3                  | 4~6      | 7~9                                | 10~12 | 1~3 |            |
|        | 準備工事<br>照明器具の撤去、仮設電源の設置、床、壁の穴あけ工事、扉・ハッチ改造など |  |       |     | 本体工事   |     |       |                      |          |                                    |       |     |            |
|        |   | 2次冷却系温度計の交換・撤去工事、ナトリウム漏えいに対する改善工事、蒸発器ブローダウン性能の改善工事 |       |     |        |     |       | 工事確認試験               |          |                                    |       |     | 臨界<br>性能試験 |
|        |   |  |       |     |        |     |       | セルモニタ機能試験、ドレン系機能試験など |          |                                    |       |     |            |
|        |   |  |       |     |        |     |       |                      | プラント確認試験 |                                    |       |     |            |
|        |   |  |       |     |        |     |       |                      |          | 1次主冷却系循環ポンプ運転試験、制御棒駆動装置運転試験、燃料交換など |       |     |            |
|        |   |  |       |     |        |     |       |                      |          |                                    |       |     |            |

概況報告

員・保守員の教育訓練，国際協力，敦賀地区の技術情報管理にかかわる業務を進めている。

## 2.1 研究開発

(1) プルトニウム利用高度化を目指した研究開発  
原子炉の運転サイクル期間を延ばし，プラント稼働率を上げるため，高速増殖炉燃料を高性能化し経済性を向上させる研究開発を進めている。

高速増殖炉燃料の高性能化については，当初設計の安全・安定運転を達成した後の高度化された炉心体系への移行計画や，マイナーアクチニド照射試験計画等について検討を継続した。

(2) 供用期間中検査技術開発

供用期間中検査技術開発については，主として，原子炉容器廻り検査システムと蒸気発生器伝熱管検査システムの開発整備を進めている。原子炉容器廻り検査システムについては，検査装置への搭載を検討しているEMAT（電磁超音波探触子）について，センサー用磁石の小型高性能化のための構造検討を行っている。今までに行った予測解析及び試験により，センサー用磁石としてHalbach磁石構造を用いることにより，従来のEMATに比べて約2倍の検出感度が得られることが分ってきた。現在，更に小型化が可能な単一探触子法による検出方法と信号処理方法の検討を進めており，従来の2倍の信号対ノイズ比（S/N比）が得られる差分処理手法を考案し試験により確認した。蒸気発生器伝熱管検査システムについては，ECT（渦電流探傷）センサー性能の向上を目指し，センサーの解析・試作・試験を進めている。現在，短管試験片や実寸大のモックアップ装置を用いて各種人工欠陥の検出試験を実施するとともに，取得した欠陥信号を用いて欠陥の形状やサイズを予測する手法の検討を進めている。

(3) 運転・保守支援技術，機器・システム技術の高度化

運転・保守を支援するためのシステム開発，データベースの整備，事故・トラブルを未然に防ぐための異常診断技術の開発等を進めている。

運転・保守支援技術開発については「もんじゅ」作業票・保修票管理システムの開発，CADデータの整備を継続して進めている。配管系統図の電子化は完了しており，今後改造工事の設備変更に対応していく。

予防保全技術の開発として，地震時構造健全性

速報システムの開発を進めた。また先行高速炉のトラブル事例の調査を継続すると共に，1次主冷却配管系の応力解析を継続した。

(4) もんじゅプラント評価

「もんじゅ」性能試験等の実機データから，系統設備の設計余裕及び設計解析の妥当性を示し，得られた知見を将来炉の設計に資することを目的に，もんじゅ設計技術評価を実施している。

高速炉の設計条件や仕様を決める際の判断を支援するソフトウェアの高度化，及び蒸気発生器の内部挙動を詳細に把握するための解析コードの整備を進めている。また，水・蒸気系設備を中心にスクラムフォルトツリーの検討・評価を実施している。

(5) FBR 実用化戦略調査研究

軽水炉に比肩できるFBR発電コストを達成するためには，定期検査の期間を短縮し，プラントの稼働率を向上させる必要があり，大洗工学センターを中心に進めている実用化戦略調査研究の一環として，国際技術センターでは運転・保守コストの低減のための検討を行っている。

高温用蒸気発生器伝熱管体積検査技術の開発については，高温ナトリウム中に伝熱管を浸漬した状態における超音波による欠陥検出性能試験を行い，ノンカプラント式の電磁超音波とロングレンジ超音波の適用可能性について検討した。

## 2.2 教育訓練

2004年度FBRサイクル総合研修計画及びシミュレータ研修計画を策定し，運転員や保守員の教育訓練を計画的に進めている。

2005年1月から3月にかけては，6コースのナトリウム取扱研修及び保守研修を計10回（延べ受講者数77名）シミュレータ研修を11コース計25回（延べ受講者数118名）実施するとともに，FBR技術者育成のためのFBR技術研修の最終講座として整備を進めてきたFBR応用講座を開講し8名が受講した。

また「国際技術センター教育検討会」を開催し，2005年度教育研修計画を審議，策定するとともに，研究開発拠点化計画の一環として行う，県内企業を対象とした技術研修などについてその準備を進めている。

### 2.3 国際協力

日仏米の三国間協力によるマイナーアクチニド燃焼について、2005年1月14日にワシントンで開催されたGIF政策会合の際に三国の役割分担などについて協議し、基本的な計画推進に合意した。4月から本格検討を始め、夏頃までには正式な合意文書を交換することを目標として作業を進めている。

2005年2月7日に「もんじゅ」改造工事についての福井県知事の事前了解が得られたことから、各国の関係機関に挨拶状を発信した。

### 2.4 技術情報管理

「もんじゅ」プラント運転支援に必要なネットワーク計算機、性能評価などに利用する共有科学技術計算機の運用・管理、及び事務業務・FBR研究開発業務に必要な計算機についてITインフラ環境の運用・整備・高度化を継続した。本期間中においては、ネットワークウィルス信号への対応、敦賀本部基幹LAN更新、ソフトウェアライセンス管理のフォローを実施した。

### 3. 外部機関との研究協力

若狭湾エネルギー研究センターとの研究協力では、「高速炉制御棒材の照射影響に関する基礎研

究」など3件の2004年度の研究を実施した。

共同研究では、福井大学と「液体金属中のキャビテーション壊食に関する研究」「高出力ミリ波セラミックス焼結法による制御棒材の改良と長寿命化」の2004年度の研究を実施した。また、福井大学、福井キヤノン事務機協と「ヘリカルコイル型蒸発管内の沸騰現象の可視化・事象解明」を実施した。

先行基礎工学研究協力では、福井大学と「高速増殖炉構造材の超長寿命疲労強度特性に関する基礎研究」、「光画像計測を応用した気液二相壁面乱流の特徴抽出に関する研究」を、また、京都大学と「Fe基系ホイスラー合金熱電モジュールの高温システム適合技術に関する研究」を、更に、大阪大学とは「もんじゅ」性能試験における反応度分布・増殖比解析手法の高度化研究」について実施した。

核燃料サイクル公募型研究では、蒸気発生器伝熱管の検査用プローブが伝熱管内で振動ノイズを生じる現象について九州大学と共同研究を実施した。

更に、福井大学大学院工学研究科に非常勤講師を派遣し、「エネルギー・環境概論」、「高速炉構造工学」等の講義を行っている。

(敦賀本部)