

<概要>

高速増殖炉原型炉「もんじゅ」は、わが国の高速増殖炉実用化の技術基盤を確立するため、日本原子力研究開発機構（旧 動力炉・核燃料開発事業団）を中心に自主開発しているプルトリウム燃料・ナトリウム冷却の電気出力280MWの発電プラントである。昭和58年5月に設置許可を受け、昭和60年10月に本格着工、平成3年5月からの総合機能試験を経て、平成6年4月に初臨界を達成した。その後性能試験を重ね、平成7年8月29日初発電を達成した（電気出力5%、熱出力40%）。しかし、平成7年12月8日、40%出力試験のため原子炉出力を上昇中に、2次主冷却系配管の温度計部からナトリウムが漏えいする事故が発生し、以降プラントが停止していた。その後の安全性向上を目指した改造工事・準備作業が完了したので、平成22年5月6日に原子炉を起動して14年5ヶ月ぶりに性能試験を再開し、5月8日に臨界に到達したが、実験終了後の燃料交換用炉内中継装置に不具合が発生し、再度プラントが停止した。その後、運転の早期再開を図るべく、種々の改造工事及び準備作業が進められてきたが、平成23年3月11日に日本周辺における観測史上最大の東北地方太平洋沖地震が発生した。この地震に伴う津波により、東京電力福島第一原子力発電所に事故が発生し、これ以降「もんじゅ」の運転再開は見通せなくなった。文部科学省の「もんじゅ計画作業部会」は平成25年9月25日に高速増殖炉研究の継続を盛込んだ計画案をまとめ、運転再開から6年後を目途に研究成果をまとめ、継続の可否を決めることとした。しかし、平成28年12月21日の内閣官房長官が主宰する原子力関係閣僚会議において、「もんじゅ」は原子炉としての運転再開はせず、廃止措置に移行することが決定された。本稿ではATOMICAデータ「高速増殖炉原型炉「もんじゅ」の開発（その1）<03-01-06-04>」に記されている本体改造工事（平成18年9月末）以降の改造工事、運転再開を目指した準備作業、廃止措置移行への経緯等についてまとめる。

（注）平成24年9月19日に新たな規制行政組織として原子力規制委員会が発足したため、原子力安全・保安院と原子力安全委員会は廃止されたが、ここでは該当する時点での名称を用いている。

<更新年月>

2020年3月

<本文>

「高速増殖炉原型炉「もんじゅ」の開発（その1）<03-01-06-04>」に平成18年9月末までの改造工事（進捗率、約80%）をまとめたが、その後引き続き実施された改造工事、平成22年度の原子炉再起動達成を挟んで平成25年度までに行った種々の点検・確認試験等、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全性向上対策の一環としての耐震強化対策及び地質調査、また、原子力規制委員会から指摘された「もんじゅ」の組織体制の改革、「もんじゅ」が廃止措置へ移行した経緯、更に今後の取り組みについて、以下にまとめる。

1. 改造工事及び準備作業（図1 参照）

（1）本体工事・改造工事として、2次冷却系温度計の交換撤去工事、ナトリウム漏えい対策に係る改造工事、蒸気発生器信頼性向上に係る改造工事を引き続き実施し、平成19年5月に完了した。

（2）工事確認試験として、セルモニタ機能試験、ドレン系機能試験、窒素ガス注入設備機能試

験、蒸気発生器伝熱管破損対策確認試験などを平成18年12月から平成19年8月まで実施し完了した。

(3) プラント確認試験として、**制御棒**駆動装置運転試験、燃料取替え、燃料健全性確認、原子炉格納容器漏えい率試験などを平成19年9月から平成20年10月まで実施し完了した。引き続き性能試験前準備・点検を実施し平成22年1月に終了した。

(4) 屋外排気ダクトの老朽化で腐食孔が発生したため、短期的対策として補修工事を平成21年3月から5月まで実施し、恒久対策として屋外排気ダクトの取替えを平成23年4月から7月まで実施し完了した。

(5) 平成22年5月の原子炉再臨界達成後、8月末に燃料交換後の片付け作業中に「炉内中継装置」が落下した。「炉内中継装置」の引抜き・分解点検作業を平成23年6月から平成24年6月にかけて実施し、国による機能検査を受検し、平成24年8月に復旧完了した。

(6) 設備・機器の保安確保のため、保全計画に従い「平成22・23年度設備点検（1次・2次系統）」を平成22年10月から平成24年7月にかけて実施した。

(7) 長期保管状態であった水・蒸気系統設備の健全性を確認するため、平成22年4月から12月にかけて設備を点検し、水・蒸気系設備機能確認試験を平成23年2月から10月にかけて実施し、終了した。

(8) 保守管理上の不備（約1万点の機器の点検未実施）が平成24年11月に判明し、平成25年2月の原子力規制委員会の立入検査で保安規定違反と判断された。「点検が完了し、規制委員会の確認が完了するまでの間、使用前検査（原子炉施設の性能に関する事項）を進めるための活動を行わないこと」との措置命令が平成25年5月に発令された。

2. 耐震安全性及び地質調査

2.1 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性結果報告書（改訂版）の提出

平成18年9月20日、当時の原子力安全・保安院より、改訂された「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」に照らした耐震安全性の評価（バックチェック）をするよう指示を受け、「もんじゅ」の耐震安全性評価を実施してきた。併せて平成19年7月16日に発生した新潟県中越沖地震から得られる知見を適切に反映し、評価を完了するよう指示があった。上記の耐震安全性評価結果報告書を平成20年3月31日に原子力安全・保安院に提出した。その後、原子力安全・保安院の委員会で審議され、その審議結果を反映し平成22年2月2日に改訂版を提出した。この評価結果報告書には次のような改訂内容が盛り込まれている。

(1) 基準地震動Ssの見直し；活断層評価の見直し等を反映して、基準地震動を水平方向最大加速度600galから760galに見直すとともに、断層モデルに基づく基準地震動Ssを追加した。

(2) 施設・設備等の耐震安全性評価；見直した基準地震動Ssに基づき、原子炉建物や安全上重要な機能を有する耐震Sクラスの施設やナトリウムを取扱う主要設備等、評価対象となる全施設の耐震安全性評価を実施した。

(3) 活断層評価と基準地震動Ssの見直し；津波、基礎地盤、斜面の安定性について再評価を実施し、施設の安全性が確保されていることを取りまとめた。その後、原子力安全・保安院からの指示、委員からの意見に対する追加・修正の補正を、平成22年3月12日に行い、原子力安全・保安院指示に基づく「もんじゅ」の耐震バックチェックは終了した。

2.2 敷地内破砕帯の追加地質調査報告書の提出

平成24年8月29日付けで原子力安全・保安院から「もんじゅ」敷地内破砕帯の追加調査の指示を受けた。これは耐震バックチェックの一環として、全国の原子力発電所敷地内の破砕帯についての評価を改めて整理することとなったためである。「もんじゅ」に関しては、地震・津波に関する意見聴取会において専門家から意見聴取した結果、特に東北地方太平洋沖地震の知見を踏まえると断層の変位は必ずしも安定しているとは限らないこと、また、敷地から約500メートル西に位置する白木-丹生断層との地質構造上の関連性が不明確であるとの指摘を受けたことから、追加調査等が必要との判断が下された。これに対して日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」という。）の敦賀本部は「調査の結果、敷地内破砕帯には活動的であることを示す痕跡は認められず、また、白木-丹生断層に引きずられて敷地内破砕帯が動くこともないと判断した」旨をまとめ、平成25年4月30日付けの「高速増殖原型炉「もんじゅ」、敷地内破砕帯の追加地質調査報告書の提出について」の調査報告書を原子力規制委員会に提出した。

原子力規制委員会では、敷地内破砕帯の活動性を検討し評価するため、平成25年5月に「「もんじゅ」敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合」を設置した。有識者会合は、平成28年8月までに5回の評価会合、2回の現地調査、1回のピアレビュー会合を実施した。その間、原子力機構は追加の調査を指示され、平成26年1月31日と、平成26年3月28日に追加調査結果を原子力規制委員会へ報告するとともに、地質調査データの拡充を行い、有識者の現地調査に対応した。有識者会合

が取りまとめた評価書では、「原子炉建物付近の破砕帯は少なくとも後期更新世以降の活動性はない」、「白木-丹生断層の活動の影響が、「もんじゅ」の敷地内に及んで、敷地内破砕帯が後期更新世以降に活動したと考えられる証拠は認められない」等と判断され、原子力機構の調査結果が概ね認められる結果となった。

3. 組織体制の改革

保全計画に定めた設備・機器や計測装置等の点検間隔及び頻度で「もんじゅ」の点検を行ってこなかったこと等に関する「保安管理上の不備による保安規定遵守義務違反」が平成25年2月に実施された原子力規制委員会の立会い検査により明らかとなり、保安管理体制及び品質保証体制が有効に構築されていないことが指摘された。「もんじゅ」の保安管理上の不備の問題を契機に、監督官庁の文科省・研究開発局原子力課は平成25年8月8日付け「日本原子力研究開発機構改革の基本的とりまとめ（中間とりまとめ）について」で「もんじゅ」を中心に原子力機構全体の改革について基本計画を立案・決定し、原子力機構に早期の改革を指示した。上記の基本計画では「もんじゅ」の運転管理体制の抜本改革について議論され、体制見直しに係る改革のイメージが示された。この改革案を基に、原子力機構改革推進本部は平成25年9月26日付けで「日本原子力研究開発機構の改革計画」を発表・提出した。そのうち、「もんじゅ」に関する改革の全体像について以下に記す。

(1) 理事長が改革を直接指揮、「もんじゅ」組織再編、安全確保に必要な予算・人員を機構全体から投入（保安管理等のプロフェッショナル）

(2) 安全最優先意識の浸透、安全文化醸成活動の実質化、安全確保を最優先とする組織の再構築

(3) 現行の、理事長-敦賀本部長-高速増殖炉研究開発センター、の組織を廃止し、改革後は、理事長-「もんじゅ」安全・改革本部（本部長：理事長）-「もんじゅ」発電所、として強力なリーダーシップを持つ人材を所長に任命し、「もんじゅ」は運転・保全・管理に集中する。加えて、「もんじゅ」安全・改革本部の下に原型炉研究開発・支援センターを設置し、「もんじゅ」の研究開発・支援を強化する。

(4) 理事長の陣頭指揮で運営管理体制をゼロベースで抜本的に改革する。集中改革期間（平成25年10月～1年間）を設け、抜本的に改革を実施する。現場力を強化し、職員一人ひとりが自らの問題と認識し、強い意志で改革を実施する。

原子力機構全体の改革では、機動的な事業運営のため、事業ごとに大括り化した「事業部門制」組織に再編することとし、現状の8研究部門・17事業所等の25事業を6事業部門に集約し、老朽化した6施設の廃止を実施する等を含め、平成26年度に新体制に移行した。この改革により事業部門は次のように再編された。

(1) 福島研究開発部門（東電福島原発事故に最優先で対応）

(2) 安全研究・防災支援部門（原子力の安全性向上に向けた研究）

(3) 原子力科学研究部門（原子力基盤の維持・強化）

(4) 高速炉研究開発部門（「もんじゅ」を中心とした研究開発）

(5) バックエンド研究開発部門（放射性廃棄物処理・処分の技術開発）

(6) 核融合研究開発部門（将来的には事業の分離・移管の余地あり）

その後、核融合研究開発部門及び原子力科学研究部門のうち量子ビーム応用研究センターの一部が平成28年4月に[放射線医学総合研究所]へ統合され「量子科学技術研究開発機構」が発足、また平成29年3月に「もんじゅ」が廃止措置段階へ移行したことから、平成30年4月以降の事業部門体制は以下のようになっている。

(1) 福島研究開発部門

(2) 安全研究・防災支援部門

(3) 原子力科学研究部門

(4) 高速炉・新型炉研究開発部門

(5) 核燃料・バックエンド研究開発部門

(6) 敦賀廃止措置実証部門

4. 廃止措置移行までの経緯

平成23年3月の東京電力福島第一原子力発電所の事故後、原子力安全・保安院からの指示「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた既設の発電用原子炉施設の安全性に関する総合評価の実施について（平成23年7月22日）」を受け、原子力機構では、設計上の想定を超える外部事象に対する頑健性に関して評価を実施した。評価は、平成23年11月に外部専門家による「「もんじゅ」安全性総合評価検討委員会」を設置し、評価結果を逐次同委員会へ報告し確認を受けながら評価作業を進めた。評価の結果、地震に関しては、耐震バックチェックで設定した基準地震動 S_s に対し原子炉冷却系統は1.86倍、EVST系は2.2倍の余裕があること、自然循環による冷却が可能な「もんじゅ」はポンプやブロワを動かす電源を全て失ったとしても燃料の冷

却が可能なこと、津波に対しては敷地高さの21.0mまで耐えること等を確認した。

平成24年9月に発足した原子力規制庁は、ナトリウム冷却高速炉等の研究開発段階発電用原子炉を対象とした重大事故を考慮した新規規制基準を平成25年7月に定めた。この基準について、原子力規制庁はパブリックコメント等を踏まえ再度見直しをすることとしていた。原子力機構はこれまでの知見を活かし、独自に「高速増殖原型炉「もんじゅ」に関する重大事故を含む安全確保の考え方」を構築すべく、高速増殖炉の技術及び安全性評価に精通した専門家から構成される「「もんじゅ」安全対策ピアレビュー委員会」を平成25年12月に設置した。科学的・技術的知見に基づき検討を行って、安全確保の考え方として適切に対策を講じるべき16の要求事項に整理し、平成26年7月に報告書としてまとめた。この安全確保の考え方は、海外の高速炉の安全評価の専門家にレビューを依頼し、「もんじゅ」の重大事故発生の防止と、影響緩和に関する基本的考え方は、高速炉特有の安全特性を考慮すれば適切であり、国際的な共通認識とも一致することが確認された。

東京電力福島第一発電所の事故後、平成25年12月から内閣官房長官が主宰する原子力関係閣僚会議の場で、原子力政策に関する重要事項の検討が始まった。文部科学省の「「もんじゅ」計画作業部会」では平成25年9月25日に高速増殖炉研究の継続を盛り込んだ研究計画案をまとめた。この研究計画案によると、運転再開から試験運転を2年、本格運転を4年程度行い、炉心管理技術やナトリウム取り扱い技術などを研究して発電システムの信頼性を確認するまでの6年後を目途に研究成果を取りまとめ、さらなる継続の可否を決めることとされていた。

一方、平成27年11月に原子力規制委員会から文部科学大臣宛てに「もんじゅ」の運営に関する勧告が出された。文部科学省は「もんじゅ」の在り方に関する検討会を設置して検討を進め、平成28年5月に報告書を取りまとめた。高速炉開発の今後の進め方に関する原子力関係閣僚会議の場における議論は、平成28年9月と12月に行われた。この会議の場で、「もんじゅ」については廃炉を含め抜本的な見直しを行うこととされ、平成28年12月21日に、原子炉としての運転再開はせず、廃止措置へ移行することが決定された。

5. 廃止措置計画

国の方針を受け、原子力機構は、「もんじゅ」の廃止措置へ向けた検討を開始した。高速炉の廃止措置は、海外では経験が蓄積されているものの、国内の高速炉では「もんじゅ」が初めてとなる。海外高速炉、国内軽水炉、「ふげん」の廃止措置情報、大洗研究所のナトリウム取扱施設の解体経験等を参考に「もんじゅ」の廃止措置計画を検討した。「もんじゅ」の廃止措置計画は、平成29年12月6日に原子力規制委員会へ認可を申請し、平成30年2月23日に補正を行い平成30年3月28日に認可を取得した。

「もんじゅ」の廃止措置計画では、燃料取出し期間、解体準備期間、廃止措置期間Ⅰ、廃止措置期間Ⅱと4段階で実施し、30年で廃止措置を完了する計画としている（[図2](#)参照）。軽水炉の場合、炉心から使用済燃料が取出されていることが廃止措置の認可基準となっている。しかし、「もんじゅ」の場合、炉心から燃料を取出し、燃料池へ移送するまでの間に、炉外燃料槽における一時貯蔵、燃料池へ移送する前に燃料に付着するナトリウムの洗浄処理工程が加わり、炉心からの燃料取出しに時間を要す。原子力規制委員会は「もんじゅ」の特徴を考慮し、炉心等からの燃料取出しから廃止措置となるよう平成29年4月に原子力規制委員会規則を改正した。また、初回の廃止即計画認可申請書では、燃料取出し期間の計画までを具体的に記載し、廃止措置全体の計画概要を示したものの、将来実施する工事の内容に関しては、後期工程に着手するまでに廃止処置計画に反映し変更認可を受ける旨の記載としている。

廃止措置計画認可後、「もんじゅ」は、平成30年8月30日から、炉外燃料貯蔵槽内の燃料を取出し、ナトリウムを洗浄処理し燃料池へ移送する作業に着手し、平成31年1月28日までに86体の燃料取出しを完了した。令和元年9月17日からは、燃料を炉心から炉外燃料貯蔵槽へ取出す作業に着手し、令和元年11月14日までに100体の燃料取出しを完了した。令和2年2月5日からは第2回目の炉外燃料貯蔵槽からの燃料取出しに着手した。

6. 今後の取り組み

「もんじゅ」は、廃止措置に移行したとはいえ、まだ、原子炉から燃料を取出し、燃料池へ移送している段階である。運転期間中においても実施するプロセスであったが、平成30年度に実施した炉外燃料貯蔵槽からの燃料取出しでは、経験の少ない作業であったため色々な状況があることを再認識した。本格的な廃止措置となる大型ナトリウム機器の解体・撤去等の作業は、第1段階の燃料の取出し完了以降となる。第2段階以降の廃止措置計画では、検討すべき項目が多岐に及ぶ。英国や仏国の高速炉の廃止措置経験情報を入手し、それぞれの段階で必要となる事項を廃止措置計画に反映し、安全を確保しつつ「もんじゅ」の廃止措置を着実に進める。

<関連タイトル>

日本における高速増殖炉開発の経緯 (03-01-06-01)

高速増殖炉原型炉「もんじゅ」の開発（その1） (03-01-06-04)

動燃／サイクル機構における高速増殖炉研究開発 (03-01-06-06)

高速増殖炉のプラント構成 (03-01-02-02)

高速増殖炉原型炉「もんじゅ」訴訟の経緯 (10-05-02-10)

<参考文献>

(1) 文部科学省ホームページ：日本原子力研究開発機構改革の基本的とりまとめ（中間とりまとめ）について（平成25年8月8日）、研究開発局原子力課

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/kaihatu/018/houkoku/1338627.html

(2) 日本原子力研究開発機構ホームページ：その他のお知らせ、日本原子力研究開発機構改革計画の提出、<http://www.jaea.go.jp/index.html>

(3) 日本原子力研究開発機構ホームページ：「もんじゅ」、

http://www.jaea.go.jp/04/turuga/monju_site/index.html

(4) 原子力規制委員会トップページ；第8回 原子力規制委員会、配布資料-資料2 高速増殖原型炉「もんじゅ」における原子炉等規制法違反に係る今後の対応について、

(5) 原子力委員会：平成17年版原子力白書（平成18年3月）、

(6) 首相官邸ホームページ：革新的エネルギー・環境戦略、

<http://www.kantei.go.jp/jp/topics/2012/pdf/20120914senryaku.pdf>

(7) 原子力規制委員会「もんじゅ」敷地内の破砕帯の調査に関する有識者会合：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構「もんじゅ」の敷地内破砕帯の評価について、平成29年3月15日

(8) 日本原子力研究開発機構：東京電力福島第一発電所事故を考慮した「もんじゅ」の安全性に関する総合評価、平成25年1月、JAEA-Research 2013-001

(9) 「もんじゅ」安全対策ピアレビュー委員会編：高速増殖原型炉「もんじゅ」の安全確保の考え方、平成26年7月、JAEA-Evaluation 2014-005

(10) 日本原子力研究開発機構：「高速増殖原型炉「もんじゅ」の安全確保の考え方」の国際レビュー報告書、平成27年9月、JAEA-Evaluation 2015-029

(11) 日本原子力研究開発機構ホームページ：敦賀事業本部、定例週報、

<https://www.jaea.go.jp/04/turuga/jturuga/press/weekly.html>

(12) 日本原子力研究開発機構ホームページ：敦賀事業本部、プレスリリース、

<https://www.jaea.go.jp/04/turuga/jturuga/press/press.html>

(13) 日本原子力研究開発機構ホームページ：敦賀事業本部、トピックス、

<https://www.jaea.go.jp/04/turuga/jturuga/press/topic.html>

(14) 内閣官房ホームページ：政策・制度、各種本部・会議等の活動情報、原子力関係閣僚会議、https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/genshiryoku_kakuryo_kaigi/

(15) 文部科学省ホームページ：政策・審議会、審議会情報、審議会一覧、調査研究協力者会議等（研究開発）、「もんじゅ」の在り方に関する検討会、

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/kaihatu/019/index.html

(16) 原子力規制委員会ホームページ：会議・面談等、規制法令及び通達に係る文書、文部科学大臣から高速増殖原型炉「もんじゅ」に関する勧告に対する回答を受領、

<https://www.nsr.go.jp/disclosure/law/RAR/20161228monju.html>

(17) 原子力規制委員会ホームページ：会議・面談等、規制法令及び通達に係る文書、日本原子力研究開発機構から高速増殖原型炉「もんじゅ」に係る廃止措置計画認可申請を受理、

<https://www.nsr.go.jp/disclosure/law/RAR/20171206monju.html>

【出所】(独)日本原子力研究開発機構ホームページ:もんじゅ、http://www.jaea.go.jp/04/turuga/monju_site/index.html

区分	第 1 段階 燃料体取出し期間	第 2 段階 解体準備期間	第 3 段階 廃止措置期間 I	第 4 段階 廃止措置期間 II
年度	H 30 (2018) ~ R 4 (2022)	R 5 (2023)	~	R 29 (2047)
主な実施事項	燃料体の取出し			
		ナトリウム機器の解体準備		
			ナトリウム機器の解体撤去	
	放射能の調査及び評価			
		水・蒸気系等発電設備の解体撤去		
				建物等解体撤去
	放射性固体廃棄物の処理・処分			

図2 もんじゅの廃止措置全体工程