

「もんじゅ」シミュレータ訓練の変遷と
運転再開に向けたシミュレータの高度化
(技術報告)

2002年7月

核燃料サイクル開発機構
敦賀本部国際技術センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184
Japan.

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2002

2002年7月

**「もんじゅ」シミュレータ訓練の変遷と
運転再開に向けたシミュレータの高度化
(技術報告)**

小屋越 直喜*, 佐々木 和一*
澤田 誠*
奥出 利行**, 川西 伴岳**
吉田和生**, 林 学生**

要 旨

「もんじゅ」シミュレータ (MARS:Monju Advanced Reactor Simulator) は、平成3年4月から運転担当者の教育訓練や運転手順書の検証等に活用されてきた。本報告書は、平成6年度から平成13年度までのシミュレータ運用経験を取りまとめたものであり、次の2部から構成されている。なお、平成5年度までの運用経験については、「高速増殖原型炉もんじゅシミュレータ「MARS」の開発及び運用経験：PNC ZN-2410 95-015」で報告している。

第1部 「もんじゅ」事故に伴う教育訓練体系の改訂

- ・Na取扱・消火訓練の強化
- ・安全総点検指摘事項に係わる訓練体系の見直し及び訓練頻度の改訂
- ・訓練評価手法の策定
- ・教育ガイドラインの作成
- ・CAI(Computer Assisted Instruction)を用いた基礎教育の強化

第2部 「もんじゅ」運転再開に向けたシミュレータの高度化

- ・性能試験で得られた「もんじゅ」実データの反映及び設備改造
- ・教育体系見直しに伴う異常模擬事象の追加
- ・Na漏えい訓練強化にかかる模擬盤の追加及び模擬ソフトウェア開発
- ・新型計算機システムによるシミュレータ能力向上及びソフトウェア改造
- ・今後のシミュレータ機能高度化策について

*国際技術センタ実技訓練グループ

**高速炉技術サービス株式会社

July, 2002

Transition of Monju simulator training owing to Monju accident and upgrade of Monju advanced reactor simulator (MARS)

Naoki Koyagoshi^{*1}, Kazuich Sasaki^{*1}, Makoto Sawada^{*1},
Toshiyuki Okude^{*2}, Tomotake Kawanishi^{*2}, Kazuo Yoshida^{*2}, Manabu Hayashi^{*2}

Abstract

The Monju advanced reactor simulator (MARS) has been operated for training of Monju operators and for verification of Monju operating manual's appropriateness since 1991 for over 11 years. This report covers transition of Monju training system and modified of MARS owing to Monju accident as operating experience of MARS on from 1994 to 2001. The principal points mentioned are as follows:

- (1). Improved Monju training system owing to Monju accident
 - 1) Reinforcement of sodium handling and sodium fire-fighting exercise
 - 2) Improved of training system and revised of training frequency
 - 3) Introduced of evaluation and analysis system regarding training results
 - 4) Providing of training guide line
 - 5) Step up of fundamental education by introducing of CAI (Computer Assisted Instruction System)
- (2). Upgrade of MARS for Monju restarting
 - 1) Reflected of the real plant data obtained from Monju performance test
 - 2) Addition of malfunction items
 - 3) Development of simulation software and addition of simulation panel concerning reinforced sodium leakage corresponding training
 - 4) Improvement of simulation ability and remodeling of calculating model by renewal of computer system
 - 5) Up graded program in the future

Additionally, regarding operating experience of MARS before 1994 had been already reported named 「Development and operation experience of a Full Scope Simulator for the Prototype FBR Monju」 , PNC ZN 2410-95-015.

*1: Operation and Maintenance Training Group in International Cooperation and Technology Development Center

*2: FBR Technical Service Co.

目 次

1.	はじめに	1
2.	「もんじゅ」事故に伴う教育訓練体系の改訂	1
2.1	教育訓練の変化	1
(1)	N a漏えい事故までの教育訓練体系	1
(2)	N a漏えい事故後の教育訓練体系	1
2.2	教育訓練実績	10
3.	「もんじゅ」運転再開に向けたシミュレータの高度化	11
3.1	性能試験事前確認のためのシミュレータ改造（平成6年度）	11
3.2	実プラントのパラメータ及び設備改造のシミュレータへの反映	11
3.3	訓練効果向上のための改造	17
3.4	安全総点検における指摘事項反映のための改造	19
4.	おわりに	25
4.1	「もんじゅ」事故に伴う教育訓練体系の改訂	25
4.2	「もんじゅ」運転再開に向けたシミュレータの高度化	26
5.	参考文献	26

表 目 次

表-2.1 教育訓練コースの変遷（平成6年度～平成13年度）	27
表-2.2 「もんじゅ」運転担当者教育訓練体系（マニュアル改訂前）	28
表-2.3 教育訓練コース開設実績及び計画	29
表-2.4 「40%出力試験中における2次主冷却系ナトリウム漏えい事故」の原因調査状況（第3報報告書）抜粋	30
表-2.5 運転員に対する教育訓練内容（ナトリウム漏えい事故前後における比較）	32
表-2.6 「もんじゅ」運転担当者教育訓練体系（マニュアル改訂後）	35
表-2.7 運転員に対する教育訓練の追加・変更	36
表-2.8 原電東海贈号訓練センタ研修カリキュラム	37
表-2.9 直内研鑽会実施テーマ	37
表-2.10 教育訓練内容の強化	38
表-2.11 平成6年度教育訓練実績	40
表-2.12 平成7年度教育訓練実績	41
表-2.13 平成8年度教育訓練実績	42
表-2.14 平成9年度教育訓練実績	44
表-2.15 平成10年度教育訓練実績	46
表-2.16 平成11年度教育訓練実績	48
表-2.17 平成12年度教育訓練実績	50
表-2.18 平成13年度教育訓練実績	52
表-3.1 改造対象系統	54
表-3.2 反映した実機図書リスト	55
表-3.3 ホワイトノイズ一覧	57
表-3.4 状態変更にて変更可能な制御定数	58
表-3.5 安全総点検での指摘と改造項目の対比表	59
表-3.6 「動特性モデルの移植」現地作業分担（メーカ側）	60

図 目 次

図-3.1 模擬盤搬入作業	61
図-3.2 模擬盤設置状況	62
図-3.3 2次冷却系ガスサンプリング式ナトリウム漏えい監視盤	63
図-3.4 シミュレータ室レイアウト変更	64
図-3.5 変更前後のハードウェア構成図	65
図-3.6 ヴァーチャル盤画面例（中央制御室裏）	66
図-3.7 シミュレータハードウェア構成図（平成14年度以降）	67

1. はじめに

高速増殖原型炉もんじゅシミュレータ「MARS : Monju Advanced Reactor Simulator」は、平成3年4月から運転員の教育訓練や運転手順書の検証等に活用されてきた。運転員に対する教育訓練コースの整備は、このシミュレータを用いたコースの策定から着手し、平成4年9月にプラント第一課課内マニュアルとして教育訓練に関する要領を定めた。一方、シミュレータ設備も運転員からの要望や「高速増殖原型炉もんじゅ（以下「もんじゅ」という）」の設備変更等を受けて機能向上に係る改造を行ってきた。

平成5年度までに実施した教育訓練コースの策定及びシミュレータ改造等の運用経験については「高速増殖原型炉もんじゅシミュレータ「MARS」の開発及び運用経験：PNC ZN-2410 95-015」にて既に報告している。本報告書では、主に平成6年度から平成13年度までに実施した教育訓練コースの見直しを含めた実績及びシミュレータ設備の改造等の運用経験について報告する。

2. 「もんじゅ」事故に伴う教育訓練体系の改訂

2.1 教育訓練の変化

運転員の教育訓練に関する課内マニュアルは平成4年9月に制定され、これに伴い教育訓練体系が徐々に整備されてきた。しかしながら、平成7年に発生した「もんじゅ」事故（ナトリウム漏えい事故）によりこれらの見直しが必要となり、平成8年度に運転員の教育訓練に係わる課内マニュアルが大幅に改訂された。

表-2.1に平成6年度以降の教育訓練コースの変遷を、以下にそれぞれの年度毎の詳細を示す。

(1) ナトリウム漏えい事故までの教育訓練体系

運転員の教育訓練に係る課内マニュアルとして平成4年9月30日に「高速増殖原型炉もんじゅ運転担当者教育訓練基本計画」、「高速増殖原型炉もんじゅ運転担当者教育訓練要領」が、運転担当者の任命に係るマニュアルとして同日付けで「高速増殖原型炉もんじゅ運転担当者の任命に関する規定」、「高速増殖原型炉もんじゅ運転担当者の任命に関する規定細則」及び「高速増殖原型炉もんじゅ運転担当者資格基準審査要領」がそれぞれ制定された。表-2.2に当時の運転員教育訓練体系を示す。

表-2.3に示すように教育訓練コースは、年度毎に順次開設してきた。初級コース以外の階層別机上教育は平成7年度下期から開設する計画であったが、ナトリウム漏えい事故の発生により開設しないままマニュアルが改訂され、教育コース名称、教育内容が見直された。

(2) ナトリウム漏えい事故後の教育訓練体系

平成7年12月8日に発生したナトリウム漏えい事故により、運転員に対する教育訓練内容・頻度等について国からの指摘を受けると共に自らも点検を行い問題点等の抽出を行った。平成7年度の教育訓練は、ナトリウムの諸性質、防護服の装着等に関する再教育訓練を運転員全員に対して平成8年1月から2月の間に実施した他は、事故後も年度当初の計画に従って行われた。

平成8年3月にこの事故に関する第3報報告書が提出され、その中に運転員の教育訓練に

ついて今後の追加内容等が記載されている。表-2.4に第3報報告書の記載内容を、次表に今後追加するとして報告した内容を示す。また、①項以降に、平成8年度以降の教育訓練体系の変化について示す。

No.	コース名称	今後追加する内容
1	導入教育	漏えい事故に関する教育として、「原子力安全と社会的安心との意識のギャップを埋めるために、安全だけでなく社会的に安心が求められていること」の徹底を図る。
2	初級コース（机上）	今回のナトリウム漏えい事故の事例についてより詳細に教育する。
3	中級コース (シミュレータ)	ナトリウム漏えい事故発生時の現場の状況を運転員に教育するため、火災報知盤の発報状況の映像、当該室の入口映像、ナトリウムの白煙の発生状況等を記録した映像等を映し出し、運転員が自ら現場で確認する状況を再現することにより実態に近い形での訓練を行う。
4	ファミリー訓練 (シミュレータ)	「異常時運転手順書」「故障時運転手順書」で記載されている異常事象全てについて1回／Gr／年の頻度で実施する。
5	直間連携コース (シミュレータ)	各運転直の同一級の運転員を集め、異常時における対応操作を通じて対応の考え方等について切磋琢磨し、技術向上を図ることを目的に実施する。
6	ファミリー教育 (机上)	直内研鑽会として、各運転Grの知識維持、向上を目的に、1回／月／Grの頻度で勉強会を実施する。教育項目は、各当直長が決定するが、保安規定、課内規定等の各種規定類の教育についても実施する。
7	大洗工学センタ研修	参加者全員を対象に、ナトリウム取扱、消火操作を実施できるように充実化を図るものとする。 今後各直1回／年の頻度で、当面大洗工学センターにて実施することとする。
8	実技講習会	以下の教育を運転員全員を対象に定期的に実施することとする。 防護服、空気呼吸器の装着訓練（2回／年） 1次系フィルタの放射線量率操作（2回／年） 2次系フィルタの化学分析（pH測定）操作（2回／年）
9	講演会	「原子力安全と社会的安全のギャップを埋めるために、安全だけでなく社会的に安心が求められていること」の徹底を図るため、社外講師による講演会等を開催し、所員に教育する。
10	総合模擬訓練	ナトリウム漏えい時の基本動作訓練として、2次系ナトリウム漏えいが発生したことを前提に、火災報知器の発報を確認し、ナトリウム漏えい検出器の指示値の確認、防護具の装着、白煙の確認等の現場対応訓練、各種通報訓練等を相互に連携を取り総合的に行う模擬訓練を2回／年の頻度で行う。

① 平成8年度

平成8年度の教育訓練計画は、第3報報告書に記載した内容を反映して策定し、同年8月に教育訓練に関する課内マニュアルを大幅に改訂した。事故前後の教育訓練内容の比較を表-2.5に、事故後の運転員教育訓練体系を表-2.6に示す。

主な改訂点は次表の通りである。

改 訂 点	
1	原子力技術者と社会一般の方々との安全に対する考え方に対する隔たりがあることが指摘されたため、導入教育に事故概要教育を追加し、ナトリウム漏えい事故の概要について教育すると共に「原子力安全と社会的安全の意識のギャップを埋めるために、安全だけでなく社会的安心が求められていること」の徹底を図った。
2	運転班の間でシミュレータ訓練事象に片寄りが見られたので、「直内連携コース」において「異常時運転手順書」、「故障時運転手順書」に記載されている事象全てを1回以上/Gr/年の頻度で行うこととした。また、年2回の頻度で原子炉主任技術者立ち会いによる訓練を実施することとした。
3	入社又は転入時に1回だけ大洗工学センタにおいて受講してきたナトリウム取扱・消火訓練を反復訓練とし、運転員全員を対象に年1回の受講を義務づけた。
4	ナトリウム漏えい事故発生時に、漏えいに有無を運転員自らが確認できるよう、防護服の装着・2次系漏えい検出器フィルタ線量測定・2次系漏えい検出器フィルタpH測定訓練を設定し、年2回運転員全員を対象に実施することとした。
5	机上教育としては主に「もんじゅ」の系統について学習する「初級コース」のみが設定されていた。このため、机上教育の強化として「設置許可申請書教育」、「所内規定教育」、「法令教育」を新設した。

これらにより、第3報報告書に記載のあった事項は、「ナトリウム漏えい事故発生時の現場状況を映像により再現し、運転員自ら現場確認の模擬を行う、より実態に近い訓練の実施」を除いて運転員の教育訓練に反映できた。

また、平成8年9月に出された第4報報告書には以下が記載された。

記 載 内 容	
1	シミュレータ訓練は、中央制御室の計器を用いた事象の判定及び対応操作訓練を主体に行っており、現場確認により事象の判定を行う事象について訓練範囲外としていたため、現場での状況確認等に対応した訓練が十分に行われていない。
2	シミュレータ訓練の成果をより有効に活用するために、訓練を通して得られた改善点を手順書に反映する方策を定めた。
3	実際のプラントを用いて中央制御室での模擬警報発報からスタートして現場状況を報告するまでのOJT(On the Job Training)を実施する。
4	ナトリウムの性質及び取扱に係る教育訓練が入社時又は転入時に1回しか実施されないという問題があった。事故後の反省として、このナトリウム取扱教育について1年に1回の受講を義務づけた。さらに、これまでの消火器、防護具等を用いた実地訓練について、数名の代表者が体験して他の受講者が見学するという形態から、全員が体験できるように改善した。
5	直内連携コースで異常時運転手順書を用いたシミュレータ訓練を、全ての事象について1回以上/グループ/年の頻度で実施するよう訓練計画を見直した。
6	ナトリウム漏えいについては漏えい量、エアロゾルの拡散状況等の把握が重要であり、これらの情報に基づいて適切な判断をして操作する必要がある。このため、系統の理解に加えて、漏えいナトリウムの挙動及び影響について深い理解が得られるような教育を行う。
7	設計の考え方についての教育、運転員の基本動作についての教育を充実させる。

これらのうち、3～5項は、第3報報告書に示した改善方針の実施状況を報告したもので、既に教育訓練に反映した事項である（詳細は表-2.5参照のこと）。2項は、シミュレータ訓練時に抽出された問題点等（手順書を含む）を適時集約するための様式をシミュレータ室内に配置し、教育訓練グループ（現実技訓練グループ運転員訓練チーム）がそれをと

りまとめて、必要に応じて担当箇所に改善を要求するものであり、訓練の成果を有効活用するために定めたものである。また、7項の運転員の基本動作についての教育は平成8年度から「運転員の基本手引き書教育」として、系統教育に追加した。一方設計の考え方は、平成8年度に新設した「設置許可申請書教育」にて実施しているものの明確に規定されていない。

以上のことから、第3報及び第4報報告書に記載した内容で、教育訓練に未反映のものは、平成8年9月の段階で1及び6の実践的なシミュレータ訓練の実施と7の設計の考え方に関する教育の追加であった。前者は、教育訓練体系よりもシミュレータ設備に対する改善点が多いため、シミュレータ設備の改造を検討する必要があった。シミュレータ設備の改造については、第3項で述べる。

平成8年度は、前述のように運転員の教育訓練体系を見直し、課内マニュアルを改訂した。また、年度当初の教育計画では予定していなかったが、平成9年1月22日に発生した「外部電源喪失事故」を教訓とするため同年3月14日に「送電線保護回路教育」を実施した。

② 平成9年度

平成9年度は運転員に対する教育訓練内容の適切性、教育訓練実施状況及び教育訓練の効果についての点検を行った。教育訓練効果の点検に当たっては、原子力発電訓練センター（N T C）における訓練評価方法を調査し、この結果を参考に点検表を作成した。点検は運転直5班それぞれに対し、シミュレータを用いて、異常時・故障時運転手順書に記載された各事象の模擬事象を無作為に発生させるとともに、これとは異なった事故模擬（計器又は機器の故障）も発生させ、当直長及び当直長補佐を含む運転員の対応処置状況を以下に観点で点検した。

- (イ) プラント第一課長は、当直長からの通報連絡や状況報告を把握し、適切な指示や確認をとっているか。
- (ロ) 当直長又は当直長補佐は、必要箇所への通報連絡、状況報告を適宜、速やかに行っているか。
- (ハ) 原子炉トリップを含めた異常時に取るべき措置を当直長が指示しているか。また、拡大防止措置を早期にとっているか。
- (ニ) 運転員は、プラントの推移について、及び操作の前後に当直長又は当直長補佐に報告を行っているか。また、運転員間の連絡を確実に行っているか。
- (ホ) 運転員は、監視すべきパラメータについて多重監視を行うとともに、指差呼称を励行し、正確かつ迅速な操作を行っているか。
- (ヘ) 運転員は、原子炉がトリップした場合、原子炉及びタービン・発電機設備等の安全停止、崩壊熱除去設備の正常運転、必要な電源の確保、放射能による周辺環境への影響の有無並びにその他プラントの異常の有無を表示灯、計器等により確認しているか。
- (ト) 運転員は、故障模擬（計器又は機器の模擬）に対し、適切な応急処置等をとっているか。

以上の観点に基づき各班に対して点検を行い良好な結果を得た。また、この点検方法につ

いてSTA（科学技術庁）の安全総点検チームの点検を受け、その結果良好であるとの結論を得た。

この他、教育訓練内容の適切性、教育訓練実施状況について自ら点検した結果、以下の問題点が摘出された。

- (イ) 机上教育の内容の程度、シミュレータ訓練やOJT実施時の指導ポイントが講師、インストラクタ等の主觀に左右されやすい。
- (ロ) 他原子力施設の教育訓練内容と比較・評価した結果、基礎知識教育や再教育として実施すべき項目の点で不足が見られる。
- (ハ) シミュレータ設備は、中央制御盤及び中央監視盤についてはフルスコープ模擬を行っているが、現場機器等は現場模擬盤による簡易模擬又は模擬範囲外となっているため、プラントの実際の状況に即した訓練として不足している面がある。また、シミュレータ設備をより実際のプラントに近い動きとするために、実機の運転データを反映したものとする必要がある。
- (ニ) プラント運転の管理者、判断者に対する管理能力育成のための教育が盛り込まれていない。また、定期的な再教育を行う体系になっていない。
- (ホ) 教育訓練の評価及び以降の教育訓練への反映方法について明確になっていない。

これらに対する改善方針として以下を示した。また、点検の過程で将来的に改善を検討すべき事項も摘出されたので以下に示す。

(イ) 改善方針

1	以下の教育訓練に対するガイドライン（教育訓練項目、実施頻度、受講対象者、教育内容・方法、使用教材等）の策定 ・机上教育 ・シミュレータ訓練（基本動作の徹底、不動作機器対応訓練を含む） ・日常業務教育（OJT）
2	教育訓練に使用する教材の更なる充実
3	教育訓練内容の追加・変更（表-2.7に詳細を示す。） ・設計の考え方についての教育実施の明確化 ・運転に係る基礎知識教育の追加（電気の基礎知識、測定計器類の取扱等） ・運転員の基本動作、保安規定教育、事故事例教育等の再教育としての頻度見直
4	シミュレータ設備の更なる充実及び実機運転データの反映
5	当直長に対する管理面の教育訓練内容の見直し
6	教育訓練の評価方法確立及び反映手順の明確化

(ロ) 将来的に改善を検討すべき事項

1	教育訓練内容の追加の検討 ・緊急時手順書（EOP : Emergency Operation Procedure）対応訓練の導入 ・基本的な保守技能訓練の導入
2	シミュレータ設備の機能の多様化及び高度化 (模擬能力・範囲の拡大、緊急時手順書(EOP)対応訓練の導入)
3	運転員に対する十分な教育訓練期間の確保（6班3交代制の導入検討）

平成9年度の運転員に対する教育訓練は、平成8年度に見直し・制定した課内マニュアルに従い実施した。この他、平成9年3月11日に発生した「東海再処理施設のアスファ

ルト固化処理施設爆発火災事故」の水平展開として「消火設備教育」を追加した。

また、新入職員の教育訓練に関する規定がなかったため、初級教育やその他必要な教育の受講時期が当直長の判断に委ねられており、配属班により教育訓練の受講タイミングにバラツキがあった。このため、次の2つのマニュアルを制定し、プラント第一課に配属された新入職員の養成に係る教育訓練を明確に規定した。これらに基づき平成9年度の新入職員に対して、管理課労務チームと連携を取りながら教育訓練を実施した。

- ・高速増殖原型炉もんじゅ新入職員（訓練運転員）課内教育マニュアル

（第87号：5月1日制定）

- ・「高速増殖原型炉もんじゅ運転員（新入職員）教育基本計画

（第88号：6月2日制定）

この他、教育訓練の評価方法を確立するため、「シミュレータ訓練評価マニュアル（第97号）」を平成10年2月17日に制定し、運用を開始した。また、運転員の教育実績を管理する「運転担当者教育手帳」を計算機化したことにより、教育訓練項目の追加・変更や、上長による状況確認等が容易に実施できるようになった。

③ 平成10年度

平成10年度は、平成9年度に摘出した改善点を運転員の教育訓練に反映すべく検討を重ねた。その結果、全ての改善点を運転員の教育訓練体系に反映することは現状の5班体制（4班3交1日勤）では、教育訓練に充てる時間が不足するため困難であり、電力会社で主流になりつつある6班体制への移行が必要であるとの結論に達した。

平成10年度は現状の5班体制で実施可能なものについて運転員の教育訓練体系に追加し、その他については6班体制に移行後実施することとした。

平成10年度に追加・変更した主な教育訓練は以下の通りである。

(イ) 基礎知識教育の追加

(a) CAI (Computer Assisted Instruction) 教育の導入

運転に必要な基礎知識を習得するためCAIを導入した。CAIとは、コンピュータを使って自主学習するシステムであり、種々の教育の場で利用されているシステムの1つである。ここで導入したCAIはネットワーク対応であり、もんじゅ建設所の所内LAN (Local Area Network) に接続されたパソコン（ただし、Windowsマシン）であれば、どこからでもアクセスすることができる。ライセンス数は3で契約しており、3人まで同時アクセスすることができる。また、運転員が夜勤時に利用できる様、中央制御室2階プラント会議室に専用パソコンを配備した。平成10年度は以下の6コースを導入した。

- ・ 電気の基礎コース
- ・ 電気の保全コース
- ・ 計装の保全コース
- ・ 制御の基礎コース
- ・ シーケンス制御の基礎コース
- ・ ポンプの基礎コースⅡ

(b) 保守技能訓練の導入

運転員として必要とする基本的な保守技術を習得すべく保守技能訓練を導入した。ただし、サイクル機構内には、この時点ではまだ保守訓練施設を有していなかったため、「原電東海総合訓練センタ」へ派遣して教育を受講することとした。対象は原則プロパーの初級運転員とし、教育内容については、事前に訓練センタと協議し、「もんじゅ」運転員専用コースを新設した。表-2.8にカリキュラムを示す。

(c) 再教育の頻度見直し

(a) 直内研鑽会教育項目の具体化

再教育が必要な教育の項目及び頻度を明確にするため、直内研鑽会の項目を具体化した。表-2.9にその内容を示す。

(b) リフレッシュ操作訓練の導入

運転技術の維持・向上を目的に初級運転員以上を対象にリフレッシュ操作訓練を導入した。

(d) 当直長に対する管理面の教育訓練内容の見直し

(a) 原子力発電訓練センター（N T C : Nuclear Power Training Center）における再訓練コースの追加

管理者・監督者に対する教育として、軽水炉運転員に対する教育訓練を専門に実施しているN T Cにおける再教育コースを追加した。

平成10年度は「運転訓練シミュレータを用いた人間信頼性の研究」及び「事故・故障例教育（タービン、発電機、送電系統、所内電源等）」についての講義を受講した。

(e) その他

(a) 直内連携コースの訓練方法及び訓練体系の見直し

ナトリウム漏えい事故の反省から平成8年度以降、故障時・異常時運転手順書に記載のある全事象について毎年1回以上訓練を行うことが外部に対しての約束事になった。しかし、シミュレータの模擬範囲外の事象や現場対応が中心の事象に対する訓練をシミュレータで行っても十分な訓練効果が得られないという意見が運転員から出されたため、教育訓練グループ（現、実技訓練グループ）にて訓練事象を検討しシミュレータを用いた訓練を必ず実施すべき事象と当直長の判断によりシミュレータ訓練を行わずに手順書の読み合わせのみに留めてもよい事象とに区分した。また、平成10年度から直内連携コースは、原則班員が全員で実施するよう訓練体制を見直した。さらに、原子炉主任技術者立ち会い訓練は各班の対応操作が比較しやすいように、同一事象に対して行うこととした。

(b) 「新型転換炉ふげん発電所」研修の試行

「もんじゅ」がナトリウム漏えい事故以降、完全に停止している状態にあるため、プラントの起動・停止等の経験がない初級運転員を稼働中の「ふげん」に派遣し、起動・停止操作、定期検査及び燃料交換等を体験させ、「もんじゅ」では習得することのできない現場の作業手順等の知見、経験を得ることを目的に研修を試行した。約1ヶ月間（6月1日～7月5日）「ふげん」の計画停止作業管理班に所属し定檢、運転

操作に立ちあつたが、研修報告書を見る限りでは所期の効果は得られなかつた。

これらを以下のプラント第一課課内マニュアルに反映し、7月1日付けて以下の課内マニュアルを改訂した。

- ・高速増殖原型炉もんじゅ運転担当者教育訓練基本計画 (第39号)
- ・高速増殖原型炉もんじゅ運転担当者教育訓練マニュアル (第40号)
- ・高速増殖原型炉もんじゅ新入職員(訓練運転員)課内教育マニュアル (第87号)
- ・高速増殖原型炉もんじゅ運転員(新入職員)教育基本計画 (第88号)

ただし、NTCにおける再教育及び「ふげん」研修は試行的な実施と位置づけたため課内マニュアルへの反映は行わなかつた。表-2.10に平成10年度及び6班体制移行後の教育訓練の強化内容を示す。

この他、講師によって教育内容に差異が生じないように、教育内容・教材・時間等について定めた教育訓練ガイドラインの策定に着手し、集合教育(机上教育、シミュレータ訓練)に関しては1次案を作成しプラント第一課内各班からのコメントを集約した。

④ 平成11年度

管理・監督者の管理意識の高揚を目的として「当直長セミナー」を設定し、実施要領をプラント第一課マニュアル第101号「当直長セミナー実施マニュアル」に定めた。

また、プラント第一課内に設置されている「教育資料作成委員会」で作成を検討していた教育訓練ガイドラインのうちOJT部分を作成することが決定し、プラント停止状態において必要な操作項目から順次作成を開始した。

その他、前年度に導入したCAIの教材として、以下の4コースを追加し、全10コースとした。更に、もんじゅ特有のCAI教材として「ナトリウム取扱コース」を製作するための詳細設計を開始した。

- ・伝熱の基礎コース
- ・バルブコース(下)
- ・運転の基礎理論コースⅠ
- ・運転の基礎理論コースⅡ

⑤ 平成12年度

平成12年12月28日に「原子炉施設保安規定」が改正され、これに伴う教育訓練体系の見直しを開始した。

その他には、教育訓練体系の見直し、追加等は行っていない。

また、10月に「FBRサイクル総合研修施設」が開校したことにより、これまで「大洗工学センタ」において実施してきた「ナトリウム取扱・消火訓練」は、この研修施設で実施することが可能となつた。これに伴い、「大洗工学センタ研修」のカリキュラムから同訓練を削除した。

CAIの教材には、以下の4コースを追加し、全14コースとした。なお、「ナトリウム取扱コース」は「もんじゅ」特有のCAI教材として製作したものである。

- ・バルブコース（上）
- ・ポンプの基礎 I
- ・タービン制御機構
- ・ナトリウム取扱コース

⑥ 平成 13 年度

平成 13 年度は、前年度に引き続き「原子炉施設保安規定（以下保安規定という）」改正に伴う教育訓練体系の見直しを行った。改正により「もんじゅ」建設所所員及び協力会社従業員への保安教育が明確に規定され、特に運転員に対しては非常に細かく規定された。

保安教育実施のための教育訓練体系見直しに際し、以下に示す問題点への対応が必要であることが判明した。

- ・現行の運転員教育体系を大きく変更せずに必要な保安教育を実施するための方策が必要となる。
- ・運転員は出向者が多いため、年度途中での交代や運転員資格変更が頻繁であり、実績管理が非常に複雑となる。
- ・講師に左右されず、同一な教育を行うための方策が必要となる。

これらを解決するため、以下とした。

- ・これまでの教育訓練体系を大きく変更することなく、保安教育を体系に組み込むべく、保安教育を現行の教育体系に対して振り分け、教育体系に無いものについては新規保安教育項目として立ち上げた。また、新規保安教育の中で管理課が実施主催である運転員以外の技術系所員に対する「保安規定等反復教育」で約半数の項目が受講できることから、運転員も参加できるように管理課と実施回数と日時の調整を行った。
- ・保安教育の実績管理は、年度途中の交替や資格の変更に柔軟に対応できるよう年度単位で管理する方法とした。これに伴い、運転員は必要な保安教育を年度内に受講終了することを原則とし、「個人管理表」により実施状況及び時間を管理することとした。この個人管理表は四半期毎に更新し、プラント第一課長が確認すると共に当直長が教育の進行状況を確認することにも使用している。さらに、管理課長が運転員の保安教育実施状況を容易に把握できるように「保安教育進捗確認表」を四半期毎に作成し報告することにした。

これらについては、課内マニュアル「保安教育管理マニュアル」として制定した。

- ・プラント第一課内で実施する新規保安教育は、「直内研鑽会」及び「集合教育」で行うが、教育内容が各直間でばらつきが生じないように、教育時間、講師、内容、テキストを「教育訓練ガイドライン」に明記・制定した。また、保安教育テキストを新規に作成した。

以上により、保安教育の確実な実行及び実績管理が行える見通しを得た。また、これらの事項は全てプラント第一課の課内マニュアルとして制定したため、担当者が変わっても同様の教育の実施及び実績の管理を行うことができる。

この保安教育を実施するために制定・改訂されたプラント第一課の課内マニュアルは以

下の通りである。

- ・高速増殖原型炉もんじゅ運転担当者教育訓練基本計画（第39号：8月31日改訂）
- ・高速増殖原型炉もんじゅ運転担当者教育訓練マニュアル（第40号：8月31日改訂）
- ・保安教育管理マニュアル（第111号：8月24日制定）
- ・プラント第一課教育訓練ガイドライン（第112号：8月31日制定）

また、巡視点検を今まで以上に正確に行うために「巡視点検実習」・「巡視点検直内実習」を教育訓練体系に追加した。

この他、以下のC A I教材を追加した。「原子炉物理コース」は「もんじゅ」特有のC A I教材として製作したものである。

- ・原子炉物理コース
- ・回転機器の保全コース
- ・火災爆発の安全知識コース
- ・ヒューマンエラー防止のための要因分析コース
- ・ヒューマンエラー防止のためのエラー自己制御コース
- ・系統保護の基礎

2.2 教育訓練実績

平成6年度から平成13年度までの教育訓練実績を表-2.11～表-2.18に示す。

3. 「もんじゅ」 運転再開に向けたシミュレータの高度化

「もんじゅ」 シミュレータは、平成3年4月から運用を開始し、運転員の訓練や運転手順書の検証等に活用されてきた。平成7年12月のナトリウム漏えい事故以前は、シミュレータに対して、性能試験の事前検証を行うために必要な改造や模擬能力向上のための故障模擬機能（マルファンクション）の追加等を主として実施してきたが、事故以降は、安全総点検時の指摘事項の反映を順次計画的に行ってきました。以下に詳細を示す。

3.1 性能試験事前確認のためのシミュレータ改造（平成6年度）

実プラントで行う制御系応答試験の事前確認をシミュレータにて実施すべく、以下の制御系にSV値ステップ変更及びMV値へのステップ外乱印加のためのテスト回路を追加した。

- (1) 気水分離器ドレン弁A～C制御回路／気水分離器A～C出口圧力制御
- (2) 起動用給水調節弁制御回路／給水ポンプ出口ヘッダ圧力制御
- (3) 過熱器バイパス弁A～C・過熱器A～C入口バイパス調節弁制御回路／過熱低減器A～C出口温度制御
- (4) フラッシュタンク水位調節弁制御回路／フラッシュタンク水位制御
- (5) フラッシュタンクドレン回収調節弁制御回路／脱気器器内圧力制御
- (6) ダンプ蒸気温度調節弁制御回路／ダンプ蒸気温度制御
- (7) フラッシュタンク圧力調節弁制御回路／フラッシュタンク出口圧力制御
- (8) 給水調節弁A～C制御回路／蒸発器A～C給水流量制御
- (9) 原子炉出力制御装置
- (10) 1次主冷却系流量制御装置
- (11) 2次主冷却系流量制御装置
- (12) 蒸発器出口温度制御装置
- (13) 主蒸気温度制御装置
- (14) 起動バイパス制御系給水調節弁

3.2 実プラントのパラメータ及び設備改造のシミュレータへの反映

「もんじゅ」 シミュレータは、実プラントの運転開始前に運用を開始した（平成3年度）ため、各パラメータは、他プラントのシミュレータのように実プラントのパラメータから求めた近似式による模擬ではなく、物理式による計算結果により模擬している。このため、より実プラントに近い挙動を示すシミュレータするために、性能試験等で得られたプラントデータに基づき動特性モデルの係数等を調整する必要がある。

また、シミュレータとそのモデルプラントは、制御盤盤面・プラント計算機の機能・インタロック等が正確に一致していないければ有効な訓練を行うことはできない。このため、総合機能試験や性能試験結果に基づく実プラントの設備改造は、迅速にシミュレータに反映する必要がある。

以下に、これらの反映実績を示す。

(1) 平成6年度

① 負荷しや断リセット後の気水分離器ドレン弁制御回路のモード切替

50%以下の負荷しや断リセット後の運転手順は、気水分離器ドレン弁を手動モードにより徐閉することになっている。よって、気水分離器ドレン弁は 50%以下の負荷しや断発生時に、自動的に自動モードから手動モードに切り替わり、開度が 45%に保持されるようソフトウエアを改造した。

② 起動用給水調節弁制御回路可変ゲイン機能の追加

プラント状態に応じた適切な給水制御を行うため、過熱器入口 N a 温度による可変ゲイン機能を起動用給水調節弁制御回路に追加した。

③ フラッシュタンク廻りの制御系改造

フラッシュタンク圧力調節弁の全開全閉時間を 30 秒→12 秒に変更し、負荷しや断時のフィードフォワード回路を変更した。フィードフォワードの設定値は予備解析での推奨値である 30%を設定した。また、高圧第2給水加熱器圧力調節弁及び高圧第1給水加熱器圧力調節弁にフィードフォワード回路を追加した。前者のフィードフォワードの設定値は予備解析の推奨値である 100%を設定し、後者は 0 %を設定した。

④ 蒸気発生器水漏えい発生時の水・蒸気系インタロックの改善

蒸気発生器水漏えい発生後は、蒸気放出弁からの水・蒸気系のブローにより蒸発器及び過熱器出口蒸気圧力は降下する。この出口蒸気圧力が 7 kg/cm²g 以下になった時点で放出弁全閉及びドレン弁中間開度になるが、この時系統に残留している水・蒸気が N a 側から再加熱され、圧力が 7 kg/cm²g 以上に再上昇する可能性は否定できない。これにより弁が開閉動作を繰り返すことを回避するため、水漏えい発生後に蒸発器及び過熱器出口蒸気圧力が 7 kg/cm²g 以下となり、放出弁が閉となった後、圧力が再度上昇しても弁が動作しないようにインタロックを改造した。なお、放出弁全閉後は、ドレン弁が中間開度になっているので系統に残留している水・蒸気を 7 kg/cm²g 以上になった状態で封じ込め続けることはない。

⑤ 脱気器循環ポンプ自動起動回路の追加

運転計画書によれば早期再起動として原子炉トリップに伴う一連の監視・停止作業が一段落する約 1 時間後に海水系統・復水系統の起動操作を開始することを計画している。

一方、負荷しや断等により負荷が急激に減少し、プラント停止となった場合、脱気器器内圧力の低下に伴い脱気器貯水タンク及び脱気器降水管において復水がフラッシュし、気相が形成される。

このようなケースで早期に再起動する場合は脱気器に冷たい復水が流入しフラッシュにより発生した気相を凝縮することによりウォータハンマーが発生する可能性がある。火力プラントでは、この対策として負荷低下時に脱気器循環ポンプ又は補助ボイラ蒸気で給水ポンプを運転することにより急激な凝縮熱伝達を行わないように脱気器内の温水と冷水を置換する方法が取られている。従って、負荷急減プラント停止後の早期再起動時の脱気器ウォータハンマー防止対策として火力プラントの実績を基に、発電機負荷 30%以下で脱気器循環ポンプを自動起動するインタロック回路を追加した。

⑥ 水・蒸気系自動化計算機ソフトウェア改造

(イ) SHバイパス運転開始時のSHバイパス弁全閉操作の追加

SHバイパス運転開始時にSH入口止め弁の全開操作により急激に主蒸気配管に圧力が加わるのを回避するため、SHバイパス弁の全閉操作を追加した。

(ロ) FWP切替（起動）時の起動順序の固定化

FWP切替の際、1台目に起動するT/D-FWPは、FWP-T HPSVの内面メタル温度の高い方が自動的に選択され起動するインターロックとなっていたが、1台目をA号機、2台目をB号機に固定した。

(ハ) 圧力切替時操作タイミング条件の追加

以下に示すように操作タイミング条件にプロセス値整定の条件を追加した。

(a) SHバイパス運転

気水分離器ドレン弁出口圧力の整定を「気水分離器ドレン弁制御回路手動側切替操作」のタイミング条件に追加した。また、主蒸気圧力設定値減操作が完了し、一定時間経過後に「気水分離器ドレン弁徐閉操作」を実施するよう条件を追加した。

(b) SH隔離

気水分離器出口圧力の整定を「気水分離器出口圧力設定127 kg/cm²変更操作」のタイミング条件に追加した。

(ニ) FWP切替時操作タイミング条件の追加

「起動用給水調節弁制御回路手動側切替操作」のタイミング条件に給水ポンプ出口ヘッダ圧力の整定を追加した。

(ホ) SHウォーミング（I）自動化制御プログラム変更

SH及び主蒸気管ウォーミングにおける補助蒸気弁開度の制御方式変更及びSH保護用回路の追加を行った。

⑦ 非常用ディーゼル発電機に関する実プラントパラメータ反映

(イ) ディーゼル発電機の起動時間を調整し、電源喪失発生から界磁投入（定格回転数の50%到達）までを3±1秒、定格電圧（6.9 kV）到達までを6±1秒とした。

(ロ) シミュレータの模擬範囲内の補機のうち、「1次ナトリウムオーバフロー系電磁ポンプA」と、「1次ナトリウムオーバフロー系電磁ポンプB」の自動負荷投入タイマーをそれぞれ0秒から29秒、0秒から43秒に修正した。

(ハ) 電源喪失発生時の発生警報を実プラントデータに基づき再確認した。

(2) 平成9年度

安全総点検により、実践的な訓練を行うためには実プラントのデータをシミュレータに反映させる必要があると指摘された（指摘内容については3.1.5項参照）こと、及び、この時点（平成9年度）のシミュレータは、一部の系統を除き平成5年9月末までの実プラントデータしか反映されておらず、いつ運転が再開できるか分からず状態で、実プラントと大きく異なる運転手順での訓練を継続しても訓練効果があまり望めないことから、実プラントで得られた性能試験データやインターロック改造をシミュレータに反映すること

とした。以下に、その内容を示す。

① 通常起動・停止手順

平成9年9月末までの実プラント改造（中央計算機関連を除く）及び性能試験等で得られたプラントデータをシミュレータ設備に反映し、最新の通常時運転手順書に従った起動・停止操作が行えるようソフトウェアの改造・調整を行った。

改造は、表-3.1に示す系統の動特性モデル、ロジックモデル・制御系モデル及び水・蒸気系自動化計算機への実プラント改造の反映（表-3.2）について実施し、最新運転手順による起動・停止操作が行えることを確認した。特に気水分離器ドレン弁 320CV115 のCV特性は、詳細に反映し、実プラントと同じ感覚で操作ができるようチューニングした。

ただし、中央計算機模擬計算機のソフトウェア改造は予算の都合上実施できなかつたため、中央計算機模擬計算機に関連するガイドメッセージの出力や自動運転は以前のままとなつた（3.1.2(3)②参照）。

② プラント出力40%時のヒートバランス

性能試験から得られたプラント出力40%での実プラントのヒートバランス（エンジニアリングシート：Q2-95263ROL）をシミュレータに反映するため、動特性モデルの係数等を調整した。その結果、主要パラメータ全てが、±2%以内の誤差範囲に収まることを確認した。

プラント出力100%のヒートバランスについては、この40%時のヒートバランスからの予測値を設定する計画であったが、シミュレータでは、プラント制御系の流量プログラム等を調整しないと定格時の各種パラメータが設計値を上回ることが確認された。このため、100%のヒートバランスはこれまでと同様に設計値を用いることとし、これに合わせてプラント制御系のプログラムを調整した。実プラントデータを得た後に再度調整する。

③ プラント出力40%からのタービントリップ時のプラント挙動

プラント出力40%にて安定している状態から手動タービントリップを発生させ、主要パラメータの挙動が実プラントの挙動（プラントトリップ時の特性評価（タービンその1）試験報告書：PNC ZN 2410 96-022）と定性的に一致していることを確認した。

④ 圧縮空気設備情報表示パネル等の追加

シミュレータの工学的安全設備中央制御盤模擬盤に「圧縮空気設備情報表示パネル」及び「所内用空気母管圧力指示計」を設備改造連絡書「制御用及び所内用圧縮空気設備情報表示の追加：H46-733M-MF429-16-R0」に従い追加した。また、これらを動作させるためのシミュレータ計算機のソフトウェア改造も合わせて実施した。この他、「原子炉設備中央制御盤（C-C005）」のパーミッシュップ窓に「セットバックリセット許可」窓を追加した。

(3) 平成 11 年度

① 中央制御盤模擬盤改造

中央制御盤模擬盤上の以下の計器・スイッチ等を改造した。

- フラッシュタンク水位調節弁ステーション (320-LIC003) の PV・SV スパンの変更
- 発電機内 N₂ガス注入・解除スイッチ(381AV115)への⑥ランプ, ⑧ランプ, ⑨ランプの追加
- 発電機軸受室 N₂ガス注入・解除スイッチ(381AV105)への⑥ランプ, ⑧ランプの追加
- 主タービンリセットスイッチ(371AX001)ハンドル色の変更（赤から黒に変更）

② 中央計算機模擬計算機のソフトウェア改造

実プラントのプラント計算機である中央計算機のソフトウェア改造をシミュレータの中央計算機模擬計算機に反映した。改造内容を以下に示す。

(i) 運転操作ガイド等の変更に係わる改造

(a) 2次系ポンモータの操作手順変更

主モータ起動前に系統内の各機器の液位を NL に復帰させるため、ポンモータを一旦停止する手順に変更する。

(b) 水・蒸気系の運転手順 (S Hバイパス運転時, FWP切替時) 変更

- S Hバイパス運転開始時に過熱器入口止め弁全開により急激に主蒸気配管に圧力が加わるのを回避するため、バイパス運転開始前に過熱器バイパス弁を一旦全閉とし、過熱器入口止め弁全開後に同弁を徐々に全開する操作手順に変更する。
- FWP切替時にFWP-T A又はBのHPSV内面メタル温度の高い方を自動的に選択し起動する手順となっていたが、これをA号機から起動する手順に変更する。

(c) 2次主冷却系循環ポンプ, オーバフローコラム, SH・EVの液位確認メッセージ追加

2次主循環ポンプ主モータ起動前に2次主循環ポンプ, 2次主循環ポンプオーバフローコラム、過熱器及び蒸発器のナトリウム液位がNLに復帰していることを確認するメッセージを追加する。

(d) 負荷変更時の出力指令変化率設定器の上昇率(降下率)設定値確認削除

(e) 水素濃度監視強化に係わる改造

水素濃度監視用トレンド画面について、時間レンジ変更 (40 分→12 時間) 及び水素濃度変化率のガイドライン設定(15ppb/60 分の固定表示)による変更 (3 枚)。水素濃度狭域レンジ・短時間レンジ固定画面の追加 (3 枚) (濃度レンジは 50~300 ppb,

時間レンジは4時間とし、水素濃度変化率のガイドラインは15ppb/15分の固定表示とする)。

- (ハ) FFD計数率トレンド機能の強化に係わる改造
 - (a) FFD DN法計数率、CG法のプレシピテータ計数率及びNaI計数率の固定トレンド画面(1枚)追加
 - (b) Arガス供給系の画面フォーマットの配管ライン一部変更
活性炭フィルタC廻りの配管ラインを変更する。
 - (c) 制御棒位置(起動領域)の画面及び制御棒位置(出力領域)の画面について起動率のレンジ変更($-1 \sim 5 \text{ DPM} \rightarrow -1 \sim 1 \text{ DPM}$)及び表示桁数変更(小数点以下1桁 \rightarrow 2桁)
 - (d) 原子炉容器出口ナトリウム温度変化率の監視警報範囲が核加熱からプラント出力40%までの間に限定されるように当該入力点の警報監視条件の変更
 - (e) 高圧第1、第2給水加熱器器内圧力の表示桁数を小数点以下1桁から2桁に変更
- (イ) 原子炉起動時操作ガイドの変更
「原子炉出力再上昇」SBP、「FA/PA切替」SBPの操作順序を入れ替える。これに伴う操作ガイド、計算機制御ロジック及びSBP銘板の入替(自動化進行管理パネル)を行う。
- (ホ) 運転進行管理パネルSBP PB窓表示色の変更
「EV出口蒸気温度制御系自動」SBPが運転手順書の見直しにより自動化対象となつたためPB表示窓を白から緑に変更する(ハード改造)。
- (ヘ) 「給水流量増大」(H-3) SBP進行許可条件変更
「給水流量増大」(H-3) SBPの進行許可条件の内、出力領域中性子束高選別値の下限値を性能試験データにあわせて2%から1.5%に変更する。
- (ト) 「通水待機」(F-4, T-1) SBPの進行状態メッセージ変更
「通水待機」(F-4, T-1) SBPのACS出口流量の進行状態メッセージ「 $-> 7 \text{ T/H}$ 」を「 $-> 20 \text{ T/H}$ 」に変更する。
- (チ) 「ACS起動」(T-2) SBPの操作ガイド表示タイミング変更
当該SBPにおける「オイルリフタポンプA～C起動」と「ボニーモータ冷却ファンA～C起動」を同時表示とするように計算機制御ロジックを変更する。
- (リ) 「主冷却系起動」SBPフリッカ前条件変更
当該条件の一つであるSH(及びEV)液位異常信号監視を削除するように計算機制御ロジックを変更する。
- (ヌ) EV給水流量の進行許可条件変更
EV給水流量の許容幅を性能試験実績により 20 T/H に変更する。
- (ル) 安全保護系の2次系流量、ポンプ回転数の%換算の入力点一覧変更
40%出力時における2次系主ポンプ回転数、2次系流量の定格値見直しに伴い、計算機入力点(定格値より2次系主ポンプ回転数、2次系流量の%換算を行う疑似アナログ入力点24点)の変更を行う。

(7) 「FWP切替」系統図におけるトレンドレンジ変更

「FWP切替」画面のトレンド部分におけるT-FWP流量のレンジを 0~500T/Hから 0~650T/Hに変更する。

(8) フラッシュタンク通常水位変更に伴う入力スパン変更

フラッシュタンク通常水位変更に伴い、当該入力点スパンを-550mm~+1350mm から -1150mm~+750mm へ変更する。

(9) WRMレベル(P/Cモード)の表示上の単位変更

WRMレベル(P/Cモード)のCRT表示上の単位を「E3CPS」から「CPS」に変更する。このため、当該単位を使用しているCRT画面(7枚)の画面データの変更、当該単位の表示プログラム及び単位変換プログラムを変更する。

(10) FCR自動制御中におけるFCR作動時のチャイム出力機能追加

FCR自動制御中に任意のFCRが作動時(任意のFCR駆動中信号がONになった時)にチャイムにてFCR作動を運転員に知らせる機能を追加するため、チャイム及びチャイム出力プログラムを追加する。

以上の改造により、ナトリウム漏えい事故前に実施した中央計算機関連の改造のうち訓練上必要な改造は、全てシミュレータに反映した

3.3 訓練効果向上のための改造

シミュレータ訓練を通して集約された運転員やインストラクタからの要求をシミュレータに反映するため以下の改造を行った。

(1) 平成6年度

シミュレータのマルファンクションは、「もんじゅ」の設置許可申請書添付資料八、十記載の解析事象やシミュレータ設計当時に異常時措置の検討対象となっていた事象、「常陽」や軽水炉のシミュレータで考慮されている事象等に基づき選定したが、「もんじゅ」の異常時運転手順書及び故障時運転手順書がシミュレータの運用開始以降に制定されたため、故障の発生原因に差異があった。また、運転担当者からの要望があつたこと並びに緊急事象に対する模擬能力の検討を行っていたことから、マルファンクションを追加した。平成6年度に追加したマルファンクションは以下の通りである。このうち(a), (b)は、実プラントの運転手順書の想定と同じ故障事象とするために追加したものであり、(c)から(e)はシミュレータの緊急事象模擬能力を確認するために追加したもので運転担当者の訓練に利用するものではない。(f)以降は運転班からの要求及び実技訓練グループが訓練範囲を拡大するために追加したものである。

- (a) 過熱器液位制御異常(排気調節弁誤開)
- (b) ACS出口止め弁バイパス弁誤開
- (c) 原子炉トリップしゃ断器「開」失敗
- (d) 1次主循環ポンプトリップ失敗
- (e) 1次アルゴンガス系隔離失敗

- (f) D/G 自動起動失敗
- (g) オーバフロー系電磁ポンプ汲み上げインタロック動作（原子炉トリップ時及び1次系配管破損時）
- (h) SG 入口止め弁閉失敗（原子炉トリップ時）

(2) 平成 7 年度

シミュレータの入出力信号には英数字を組み合わせた P I D が付けられており、任意に盤面上の指示計の針を振らせたり、警報窓を点灯／消灯させたりするには、この P I D をインストラクタコンソールから入力しなければならない。しかしながら、盤面上の入出力信号はアナログ出力約 650 点、デジタル入力約 2,500 点、デジタル出力約 3,500 点あり、リストから必要な信号の P I D を探し出すのはシミュレータの操作に熟練した者でも、かなりの時間をする作業である。更に、複雑な模擬を行うには、ロジックモデル内部の接点やセンサーに付けられた P I D を探し出す必要があり、これは約 10,000 点ある。このため、訓練中に突然予定していなかった故障模擬を発生させるよう要求されても P I D 検索に時間がかかり対応することができなかつた。そこで、これらをデータベース化した。これにより P I D 検索スピードが大幅に向上了。

(3) 平成 9 年度

訓練の臨場感向上させるために指示計、記録計へノイズを付加した。ノイズ付加に当たっては、実プラント中央制御盤のチャートを全て確認しノイズ幅を決定した。表-3.3 にノイズを付加した信号及びノイズ幅を示す。

また、訓練を通して制御系に対する理解を深めることができるように、以下に示す水・蒸気系各制御系の制御定数変更機能を追加した。表-3.4 に詳細を示す。

- ・脱気器水位調節弁
- ・起動用給水調節弁
- ・気水分離器ドレン弁 圧力制御
- ・気水分離器ドレン弁 弁開度制御
- ・フラッシュタンク圧力調節弁
- ・フラッシュタンク水位調節弁
- ・フラッシュタンクドレン回収調節弁 脱気器圧力制御
- ・給水調節弁ローカル制御
- ・蒸発器出口温度制御
- ・給水調節弁差圧制御

3.4 安全総点検における指摘事項反映のための改造

安全総点検において、シミュレータに対して以下の 3 点の指摘を受けた。

- (1) シミュレータ設備の現場機器等は、現場模擬盤による簡易模擬又は模擬範囲外としているため、プラントの実際の状況に即した訓練としては不足している面がある。（模擬盤

- の追加) – (第4報報告書(2.4教育訓練の分析))
- (2) 事故、故障原因の想定が単一的で訓練内容がマンネリ化するきらいがある。(訓練機能の強化) – (第6報報告書(3.3.4教育、訓練の内容の点検))
 - (3) シミュレータ設備をより実際のプラントに近い動きとするために実プラントの運転データを反映したものとする必要がある。(実プラント運転データ及び改造設備の反映) – (第6報報告書(3.3.4教育、訓練の内容の点検))

この他、旧科学技術庁もんじゅ安全性総点検チーム「動力炉・核燃料開発事業団高速増殖原型炉もんじゅ安全総点検結果について(平成10年3月30日)」報告書(II.1.(2))では、「微候ベース運転手順書の整備、導入」について明記されていることから、もんじゅにおいても軽水炉と同等の運転技術を有する運転員を養成する必要があり、微候ベース運転手順書を用いた緊急事象のシミュレータ訓練を実施するため、上記(2)への対応を強化する必要がある。

これらの指摘を全てシミュレータに反映するためには長期にわたる訓練の停止が必要となり、運転員の必要人数が確保できなくなる。このため、運転員育成計画に障害が出ないように予算の確保できたものから、計画的に分割して改造を行うことになった。

平成11年度に指摘事項(1)で訓練上(Na漏えい模擬等)必要とされる火災報知盤模擬盤、換気空調盤模擬盤、送電盤模擬盤の3面を追加し反映が完了した。また、それに伴いシミュレータ全体の計算機負荷の検討を行ったところ、全ての指摘を反映するには既設のプラント模擬計算機では処理能力が今後不足することが分かった。

このため、平成12年度に全ての指摘事項の反映に耐えられるよう、プラント模擬計算機のうち「動特性演算用計算機」を新計算機システムに更新した。

以下に年度毎の改造内容の詳細を、表-3.5に上述の指摘とそれに対応して実施した改造の対比を示す。

(1) 平成8年度

「プラントの実際の状況に即した訓練としては不足している面がある。」との指摘に対する改善策として、シミュレータへの換気空調盤や火災報知盤等の模擬盤増設を行うこととした。模擬盤を増設するには計算機への入出力信号を増加する必要があることから、平成8年度は、次年度以降の制御盤模擬盤増設にかかる予算負担を軽減するため、PI/O(入出力制御装置)の増設を先行して実施した。

増設したPI/Oは、以下の7枚である。

- DI(デジタル入力) ボード 1枚
- DO(デジタル出力) ボード 4枚
- AO(アナログ出力) ボード 2枚

なお、既設の筐体だけではこれらのPI/Oボードが収まりきらなかったので、PI/O筐体も1面追加した。

(2) 平成 9 年度

シミュレータの 1 次・2 次主冷却系のナトリウム漏えい想定箇所は、1 次・2 次主循環ポンプ出口部のみで、漏えい規模も、小規模と大規模の 2 つからの選択しかできなかつた。「事故・故障原因の想定が単一的」との指摘があつたことから、下記の想定箇所を追加するとともに漏えい規模の選択を「破断面積」により指定する方法に変更した。

- 原子炉容器出口部
- 中間熱交換器 1 次側出口部
- 中間熱交換器 2 次側出口部
- 2 次主冷却系過熱器入口部 (SG 入口止め弁から過熱器入口までの間)
- 2 次主冷却系蒸発器出口部 (蒸発器出口から SG 出口止め弁の間)

また、これまでの「2 次主冷却系ナトリウム漏えい」対応訓練時の現場状況に関する情報はインストラクタが提供しており、これが安全総点検時に「実践的な訓練でない。」と指摘された。このため、訓練生自らが現場状況を確認し、漏えい規模の判断を行うためのシステムを構築した。

以下の 4 箇所の現場を撮影し、これに CG 及び特殊効果映像により作成した模擬ナトリウム煙を重ね合わせ、模擬する漏えい規模に応じて、「白煙なしの映像」、「配管保温材の隙間から薄く白煙が漏れ出ている映像」、「部屋全体が薄くもやつており漏えい箇所付近の煙が少し濃い映像」の 3 種類を製作した。

- 2 次主冷却系配管室 (A) (A-442) (中間熱交換器 2 次側出口配管)
- 2 次主冷却系配管室 (A) (A-442) (コールドレグ配管)
- 過熱器室 (A) (A-431)
- 蒸発器室 (A) (A-330)

これらの映像を、レーザディスクに記憶しておき、シミュレータから伝送されるマルチアンクション実行信号に応じて自動再生するシステムを製作した。これにより、訓練生自らが現場で漏えい規模を判断し、中央制御室に報告するという実践的な訓練を行うことができるようになった。

(3) 平成 10 年度

安全総点検にて指摘された「実践的な訓練」を行うため、送電盤、換気空調盤及び火災報知盤の 3 面のハードウェア増設並びに関連するソフトウェアの改造・追加に必要な予算を漏えい事故以降継続して要求し、平成 10 年度に認可された。しかしながら、種々の事情により予算の執行が遅れたため、予算の年度繰越手続きを行い、平成 11 年度に改造に着手することになった。

(4) 平成 11 年度

安全総点検の指摘である「プラントの実際の状況に即した訓練」を実現すべく、模擬盤及び関連ソフトウェアの追加を行つた。以下にその内容を示す。

① 模擬盤及び関連ソフトウェアの追加

安全総点検の指摘事項である「プラントの実際の状況に即した訓練」を実現するため以下に模擬盤を追加した。

- 換気空調盤 1 模擬盤
- 換気空調盤 2 模擬盤
- 送電盤模擬盤
- 火災報知盤模擬盤

これらのうち、換気空調盤 1 と送電盤の模擬盤はフルスコープ模擬としたが、換気空調盤 2 と火災報知盤の模擬盤は、シミュレータ室のスペースと操作頻度を考慮して、部分模擬とした。

換気空調盤 2 模擬盤は、実プラント制御盤のうち「S/G (Steam Generator) 換気系」の C/S (Control Switch) 及び警報窓のみを模擬範囲とし、火災報知盤模擬盤は実プラントでは 2 面ある火災報知盤 1・2 のうち、1 のみを模擬対象として、火災報知盤 2 に設置してあるスイッチのうち、訓練に必要な機器（「ベル停止」、「火災復旧」スイッチ等）を火災報知盤 1 に追加した。

これら模擬盤は、実プラント制御盤の製作会社を特命とする予定であったが、シミュレータ計算機とのインターフェイスに関する知識を有している会社であるならば、必要な図面を提示すれば製作可能と判断し、シミュレータの製作会社 3 社（東芝、日立製作所、三菱重工業）の競争とした。その結果、火災報知盤模擬盤を「東芝」、他の 3 面の模擬盤を「三菱重工業」が製作することになった。

製作した模擬盤は平成 8 年度に追加した PI/O 筐体を介してシミュレータ計算機に接続したが、平成 8 年度に計画していた追加点数を大幅に上回った（当初模擬範囲外としていた換気空調盤 1 模擬盤のグラフィックパネルを模擬範囲に含めたこと等による）ため、以下の PI/O ボードを更に追加した。

○D I ボード	5 枚 (64 点/枚)
○D O ボード	6 枚 (64 点/枚)
○R O ボード	1 枚 (32 点/枚)
○A O ボード	1 枚 (16 点/枚)

模擬盤設置の現地工事の様子及び設置後の各模擬盤を図-3.1～3.2 に示す。

これら模擬盤増設に伴うソフトウェアは、全て「東芝」が製作した。なお、追加した動特性モデルは「簡易モデル」とし、格納容器内の酸素濃度変化については模擬範囲外とした。また、ロジックモデルは実プラントと同等のインターロックモデルとしている（酸素・フロン測定装置操作パネルは模擬範囲外）。

火災報知盤模擬盤は「原子炉建物、原子炉補助建物、タービン建物、ディーゼル建物」内の火災感知器全てを模擬範囲とし、「メンテナンス・廃棄物処理建物、淡水供給設備、排水処理設備、燃料タンク」の火災感知器は模擬範囲外とした。火災感知器は、「2 次系ナトリウム漏えい」マルファンクション投入時の破断面積等により発報間隔を変化させるため動特性モデルで模擬を行っている。発報の間隔は小漏えい、中漏えい、大漏え

いの3パターンとし、破断面積に閾値を設けて判別している。また、発報の順番は変更しないが漏えい発生ループの「SG 室隔離ダンパ」を「一括閉」とした場合は、火災拡大が停止したとしてその段階で発報の拡大を停止するものとした。なお、実プラントにて発生したナトリウム漏えい事故時の排気ガラリから外部に放出されたエアロゾルが給気ガラリに再度吸い込まれる「還流拡散」は考慮していない。ただし、ナトリウム漏えい事故を教訓とするために、事故時の火災感知器発報状況は実プラントデータを忠実に再現できる機能を追加した。

これら4面の模擬盤の他に、現場盤である「2次冷却系ガスサンプリング式ナトリウム漏えい監視盤」についても追設する必要があったが、シミュレータ室内の限られたスペースに本模擬盤を設置することは困難であったため、パソコン内に十分な臨場感を持った監視盤を構築した。マウス操作による画面との対話形式で仮想盤面の操作及び監視を行うことができる。この監視盤の動特性モデルは、「簡易モデル」をパソコン内で実行しているが、ロジックモデルは実プラントと同等のものをプラント模擬計算機内で模擬している。なお、RID型ナトリウム漏えい検出器による漏えい検出は漏えいのファーストヒットトリガーとしての位置付けとしており、漏えいの状態、規模による信号の変化、及び漏えいの拡大については模擬範囲外とした。図-3.3に本監視盤の概要を示す。また、これらの模擬盤設置のためにシミュレータ室のレイアウトを変更した。図-3.4にレイアウト変更前後の比較を示す。

これらの改造工事は平成11年7月末に三菱重工業契約分が、8月末に東芝契約分が納入され、9月から訓練に供された。

(5) 平成12年度

シミュレータ計算機の更新が安全対策費として認められたことから、シミュレータ計算機の更新作業に着手した。シミュレータ訓練は運転員ライセンス付与に必須となっており、長期にわたってシミュレータを訓練に使用できない場合は運転員の確保ができなくなる。よって、シミュレータの更新は、2年度に分割して実施することとし、平成12年度は、プラント模擬計算機のハードウェア更新及び動特性モデルの移植を行った。

新規で購入するプラント模擬計算機は特命にする必要はないと考えたが、OEM品であっても、販売メーカによってOSのバージョンが異なっていたり、バージョンが同じでも独自のパッチがあたっていたりして、ソフトウェアが動作しなかった経験があったことから、既設の計算機と同じ「東芝」製のものを購入した。なお、予算の関係上平成12年度は、動特性モデルを動作させるのに必要な最低限のスペックの計算機とし、シミュレータ機能高度化の時に計算機ハードウェアも合わせて拡張することとした。計算機仕様を以下に、図-3.5に改造前後のハードウェア構成を示す。

- 型式 UX7000E/3500
- CPU 2CPU (UltraSPARC-II 400MHz)
- メモリー 1GB
- 磁気ディスク 9.1GB

計算機更新に伴い、OS が東芝独自のものから UNIX に変更となったため動特性モデル及びデータファイルの変換並びに制御ソフトウェアの製作を行った。以下にその内容を示す。

① 制御ソフトウェアの製作

(イ) 動特性管理ソフト

旧計算機と同等に動特性モデルの計算周期管理や計算機負荷による演算時間の配分管理及びシミュレータのラン／フリーズや初期状態設定等の状態に応じた動特性演算の制御を行うソフトウェアを製作した。

(ロ) インターフェイスソフト

プログラムが使用しているデータ配列の構成を変更することなく、新計算機システムに移行するため、新計算機と既設データ配列間のインターフェイスを取るソフトウェアを製作した。

② 動特性モデルの移植

「もんじゅ」シミュレータの動特性モデルは「BRED」（三菱電機製作）と「STRAC」（東芝製作）から成る。このため、移植作業はそれぞれのモデルの製作担当社が行った。なお、現地作業については表-3.6 の通り作業分担した。

本作業により計算機性能が格段に向上したため、シミュレーション範囲全域で倍速モードでの模擬が可能になった。

この他、平成 11 年度に製作した「ナトリウム漏えい監視盤」と同様に「水・蒸気系補助盤」をヴァーチャル盤として追加した。中央制御室裏（火災報知盤からプロセスマニタ盤までの範囲）を自由に移動できるため、臨場感の高いシステムを製作することができた。図-3.6 にその画面例を示す

(6) 平成 13 年度及び今後の計画

運転員の訓練期間を確保するため、平成 13 年度は新計算機システムのハードウェア強化のみとし、シミュレータの改造は実施していない。

以下に平成 13 年度の実施内容及び平成 14 年度以降の計画について示す。また、図-3.7 に今後のハードウェア構成を示す。

① 平成 13 年度

平成 14 年度以降に計画されている「ロジックモデルの高度化」及び「炉心部模擬機能」の高度化に備え、新計算機システムのハードウェアを強化（部品追加）した。

追加した計算機部品は以下の通りである。

- | | |
|-------------------------|-----|
| ○ 磁気ディスク装置(18.2GB) | 1 台 |
| ○ 4 チャンネルリーサネットインターフェイス | 1 台 |

○ CPU	4台
○ CPU／メモリボード	2台
○ 電源モジュール	1台
○ Oracle8i Enterprise Edition サーバライセンス 1式	

この他、ハードウェア構成変更（PI/0 をロジック演算用計算機からシミュレータデータサーバ計算機の管理下に変更する）の準備として、シミュレータデータサーバ計算機用の以下の部品を購入した。

○ 電源装置	1台
○ 拡張シャーシ	1台
○ システムアップ／ケーブル（筐体内配線用コネクタ等）	1式
○ Iバス入出力制御プロセッサ	1台
○ 状態検出デジタル入力ボード	1台

② 平成14年度計画

(イ) 新計算機システムを使用した「ロジックモデル」の高度化

「ロジックモデル」の高度化は、もんじゅのインターロックを模擬するロジックモデルを新計算機システム上に再構築することにより、演算処理速度の高速化及び処理容量が増大し、今後のシミュレータ改造で追加するプログラムを実行可能とする。また、今後、指摘事項である「実プラントデータの反映」及び実プラント改造部分の反映への対応も計算機ハード面の追加を最小限にしながら行うことができる。

ただし、ロジックモデルの高度化作業は、既存ソフトウェアを単に新計算機へ移し替える単純な作業でなく、製作会社専用言語によって製作されているソフトウェアのロジック構造を解析し、新型計算機上にて動作するようモデルを変換、再構築することとなる。

(ロ) シミュレータ操作機能であるインストラクタ機能の高度化

インストラクタ機能の高度化は、既設インストラクタシステムでの、

- 旧式のシステムのため、進行管理を行うためにはキーボードからコマンドを入力しなくてはならない。
- プログラムの制限から変更できないポイントがあり、故障するポイントが固定となり、訓練が単調になる。
- 訓練中において、迅速な変更が出来ないため、事前にストーリを用意しておく必要があり単調な訓練となってしまう。

等の問題点により発生する指摘事項である「訓練内容のマンネリ化」を解決するために実施するものである。

本作業でインストラクタコンソールを専用端末からパソコン（windows機）ベースに更新し、

- 進行管理を迅速に行うためのヒューマン－マシンインタフェイス開発

- 変更箇所を画面上の機器をマウスで操作できるようにし、直感的に変更箇所を選択可能
- 柔軟に変更ポイントを選択し、自由に設定変更を行えるシステムの構築を行うことにより、操作の簡略化、インストラクタ情報量が拡大され、インストラクタの操作性を格段に向上させることができ、且つ、変化に富んだ訓練に対応することができる。また、模擬限界の表示、ロジック状態表示機能等の新たな機能を設け、更なる機能高度化を図る。尚、パソコンベースであることからシステムハードウェアの予算を大幅に抑えることが出来る。

③ 平成 15 年度計画

平成 15 年度に実施を計画している改造は以下の 3 点である。これらの改造を以て、安全総点検時にシミュレータに対して受けた指摘のうち「実プラントデータの反映」以外は全て解決することができる。「実プラントデータの反映」は、「もんじゅ」の運転開始以降に実施する計画である。

- 炉心部模擬機能の高度化
- ナトリウム緊急ドレン機能の追加
- ナトリウム総合漏えい監視盤模擬盤の追加

4. おわりに

「もんじゅ」運転員の教育訓練体系は、平成 7 年 12 月のナトリウム漏えい事故を契機として全面見直しが行われ、電力の運転員教育訓練体系と同等の体系が確立できた。また、シミュレータ設備について点検し、実践的な 2 次系ナトリウム漏えい訓練ができるようシミュレータの改造を行った。以下に、これまでの報告を簡単にまとめて示す。

4.1 「もんじゅ」事故に伴う教育訓練体系の改訂

- (1) ナトリウム取扱・消火訓練を 1 年に 1 回受講することを義務付けると共に、これまでの消火器・防護具等を用いた実地訓練について、数名の代表者が体験して他の受講者が見学するという形態から、全員が体験できるように改善した。また、この訓練は、大洗工学センタにおいて実施してきたものであったが、平成 12 年度に「F B R サイクル総合研修施設」が開所したことから、以降の訓練は、この施設を利用して実施している。
- (2) ナトリウム漏えい事故後直ちに運転員の教育訓練体制を見直し、その体系について再度自ら点検した結果種々の問題点が抽出されたため、「リフレッシュ操作訓練」・「基礎教育」・「当直長セミナー」・「保守技能訓練」等を訓練体系に追加した。
- (3) 教育訓練の評価方法を確立するため、「シミュレータ訓練評価マニュアル」をプラント第一課課内マニュアルとして制定し運用を開始した。
- (4) 講師によって教育・訓練内容に差異が生じないように教育訓練に対するガイドラインを制定した。ガイドラインには、「教育訓練項目」、「実施頻度」、「受講対象者」、「教育内容及び方法」、「使用教材」が定められている。

- (5) 基礎知識に対する教育を強化するためにC A I を導入した。平成 13 年度末までに 20 コースについて整備した。

4.2 「もんじゅ」運転再開に向けたシミュレータの高度化

- (1) 「もんじゅ」シミュレータは、実プラントの運転開始前に運用を開始したため、田の原子力プラントのシミュレータとは異なり、詳細な物理式を解くことによってシミュレーションを行っている。より実機に近い挙動を示すシミュレータとするために、実プラントの性能試験で得られたデータや平成 9 年 9 月末時点までに実施した設備改造をシミュレータに反映してきた。
- (2) 「もんじゅ」の異常時及び故障時運転手順書に記載の事象について、その発生原因が手順書とシミュレータで若干異なる点が見られた。正確な故障模擬を行うためシミュレータにおける故障の発生原因を手順書のそれと一致させた。
- (3) 実践的なナトリウム漏えい訓練を行うため、「換気空調盤 I・II 模擬盤」、「火災報知盤」及び「2 次冷却系ガスサンプリング式ナトリウム漏えい監視盤」を追加した。
- (4) 安全総点検の指摘事項をシミュレータに反映するため、模擬盤の追加を行いつつ、シミュレータ計算機の負荷について検討したところ、全ての指摘を反映することは既設の計算機では処理能力が今後不足することが分かった。このため、シミュレータへの機能追加は、平成 11 年度を以て一旦中断し、平成 12 年度は計算機の更新作業を行った。平成 14 年度以降、シミュレータへの機能追加（インストラクタ機能の高度化、炉心模擬能力の高度化等）作業を再開する計画である。

5. 参考文献

- (1) 小屋越 直喜、他：“高速増殖原型炉もんじゅシミュレータ「MARS」の開発及び運用経験”，PNC ZN-2410 95-015，(1995)

表-2.1 教育訓練コースの変遷(平成6年度～平成13年度)

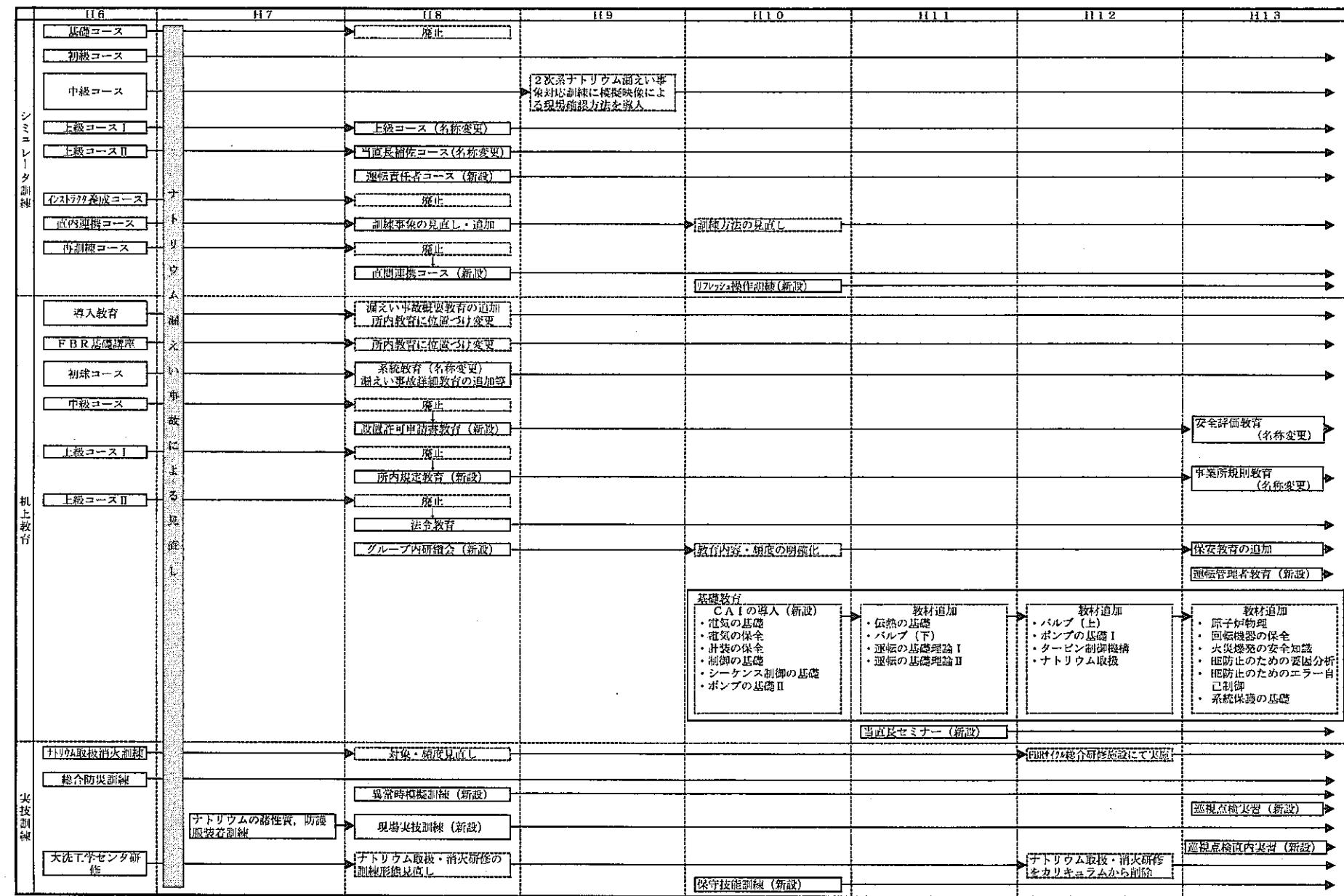


表-2.2 「もんじゅ」運転担当者教育訓練体系 (マニュアル改訂前)

養成モデル	訓練運転員	初級運転員	中級運転員	上級運転員	当直長補佐	当直長
高卒	運転経験 1年未満	運転経験 1年～4年未満	運転経験 4年～7年未満	運転経験 7年以上	運転経験 9年以上	運転経験 10年以上
		運転経験 1年～4年未満	運転経験 3年～5年未満	運転経験 5年以上	運転経験 7年以上	運転経験 8年以上
		運転経験 1年～4年未満	運転経験 2年～3年未満	運転経験 3年以上	運転経験 5年以上 (修士:運転経験3年以上)	運転経験 6年以上 (修士:運転経験4年以上)
事業団外教育訓練	知識	【机上教育】 導入教育	初級コース		上級コース (I)	
				F B R 基礎講座		上級コース (II)
				中級コース		
					日常業務教育	
					核燃料サイクル工学室教育	
	【階層別教育】 導入研修			技術2級研修	監督者研修	
					技術1級研修	
						管理職研修
	技能	【シミュレータ訓練】 基本操作コース	初級コース	中級コース		
					上級コース (I)	
						上級コース (II)
					直内連携コース	
					直間連携コース	
					再訓練コース	
					日常業務教育	
事業団外教育訓練	知識	【原研研修】		原子力入門講座		
				原子力工学専門コース		
					一般課程	
					原子炉理論短期講座	
					セミナー、講習会、研修会	
	技能				原子力発電訓練センタ(NTC)初期訓練コースⅡ、Ⅲ	
					技能講習会、技能研修会	

表-2.3 教育訓練コース開設実績及び計画

	教育訓練コース名称	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8
シミュレータ訓練	基礎コース			○			
	初級コース	○					
	中級コース	○					
	上級コースⅠ		○				
	上級コースⅡ		○				
	直内連携コース		○				
	インストラクタ養成コース	○					
	直間連携コース						△
	再訓練コース						△
機上教育	導入教育		○				
	F B R 基礎講座	○					
	初級コース			○			
	中級コース					△	
	上級コースⅠ						△
	上級コースⅡ						△
	大洗工学センタ研修			○			

○：開設実績

△：計画のみ

表-2.4 「40%出力試験中における2次主冷却系ナトリウム漏えい事故」の原因調査状況（第3報報告書）抜粋

No.	コース名称	訓練内容	今後追加する内容
1	導入教育	もんじゅ建設所の所員として従事するに必要な知識を習得するため、転入者及び出向者を対象に実施している教育で、服務、労働安全、従事者指定教育等の基本的な事項を机上で教育する。運転担当者には、「導入教育」の中で、危険物取扱、酸欠に関する教育を机上で行う。	今回の事故に関する教育として、「原子力安全と社会的安心との意識のギャップを埋めるために、安全だけでなく社会的に安心が求められていること」の徹底を図る。
2	F B R 基礎講座	F B Rに関する材料、燃料、構造、安全性等基本的な事項を外部講師も招いて机上で教育する。なお、この講座でNaの諸性質、取扱上の注意事項について教育する。	
3	初級コース (机上)	系統設備等に関する知識の習得及び保安規定、原子炉設置許可申請書、課内の要領等についても合わせて習得することを目的として実施する。又、この教育の中で各種事故事例についても教育する。	今回のナトリウム漏えい事故の事例についてより詳細に教育する。
4	初級コース (シミュレータ)	シミュレータを用いてもんじゅの通常起動・停止操作を訓練する。	
5	中級コース (シミュレータ)	異常時対応訓練で、主に機器のハード的故障時の対応訓練を行う。なお、ナトリウム漏えい事故に対する訓練はここで実施している。	ナトリウム漏えい事故発生時の現場の状況を運転員に教育するため、既設の現場操作支援システムの中で、火災報知盤の発報状況の映像、当該室の入口映像、ナトリウムの白煙の発生状況等を記録した映像等を映し出し、運転員が自ら現場で確認する状況を再現することにより実態に近い形での訓練を行うこととする。
6	上級コース I (シミュレータ)	異常時対応訓練で、主に制御系故障の対応訓練を行う。	
7	上級コース II (シミュレータ)	異常時対応訓練で、当直長補佐に対して行う。	
8	ファミリー訓練及び再訓練 (シミュレータ)	ファミリー訓練については、運転班ごとにチームワークの維持を行い、訓練項目は当直長が策定し、訓練を行う。	<ul style="list-style-type: none"> 「異常時運転手順書」「故障時運転手順書」で記載されている異常事象全てについて1回/G r/年の頻度で実施する。 訓練の頻度は、6回以上/年で行う事とし、そのうち2回は原子炉主任技術者の立ち会いによる訓練とする。
9	直間連携コース (シミュレータ) (従来の再訓練)	再訓練は、運転員個人の技術向上、維持を行い、訓練項目は教育訓練グループが策定するもので各運転直の同一級の運転員を集め、技術向上を図ることを目的に実施する。	各運転直の同一級の運転員を集め、異常時における対応操作を通じて対応の考え方等について切磋琢磨し、技術向上を図ることを目的に実施する。

No.	コース名称	訓練内容	今後追加する内容
10	ファミリー教育 (机上)		直内研鑽会として、各運転 Gr の知識維持、向上を目的に、1回／月／Gr の頻度で勉強会を実施する。教育項目は、各当直長が決定するが、保安規定、課内規定等の各種規定類の教育についても実施する。
11	大洗工学センタ研修	運転員の広い知識習得を目的に、大洗工学センターにおいてナトリウムの取り扱い研修、各種試験設備見学を実施する。具体的にはF B Rに係る研究開発の現状や実験炉「常陽」等の施設について見学し、その概要の習得と「ナトリウム取扱教育」を実施している。「ナトリウム取扱教育」では、ナトリウムを切ったり水と反応等の基本的な性質を知る研修やナトリウム付着機器の洗浄、ナトリウム燃焼形態の観察等を行う。	参加者全員を対象に、ナトリウム取扱、消火操作を実施できるように充実化を図るものとする。 運転員のナトリウム取扱消火訓練については、ナトリウムを燃焼させるための特別な施設が必要であり、今後各直1回／年の頻度で、当面大洗工学センターにて実施することとする。なお、他の地区での施設の設置についても検討する。
12	実技講習会	防護服、防護マスク及び携帯用空気ポンベ等の消火支援機具等の取扱についての教育を実施する。 防護服、空気呼吸器の装着訓練 1次系フィルタの放射線量率操作 2次系フィルタの化学分析（pH測定）操作	防護服、防護マスク及び携帯用空気ポンベ等の消火支援機具等の取扱についての教育を運転員全員を対象に定期的に実施することとする。 防護服、空気呼吸器の装着訓練（2回／年） 1次系フィルタの放射線量率操作（2回／年） 2次系フィルタの化学分析（pH測定）操作（2回／年）
13	講演会	定期的に特定したものはなかった。	「原子力安全と社会的安全のギャップを埋めるために、安全だけでなく社会的に安心が求められていること」の徹底を図るために、社外講師による講演会等を開催し、所員に教育する。
14	総合模擬訓練	総合防災訓練として各種事故を想定した訓練を実施する。（1回／年）	ナトリウム漏えい時の基本動作訓練として、2次系ナトリウム漏えいが発生したことを前提に、火災報知器の発報を確認し、ナトリウム漏えい検出器の指示値の確認、防護具の装着、白煙の確認等の現場対応訓練、各種通報訓練等を相互に連携を取り総合的に行う模擬訓練を2回／年の頻度で行う。

表-2.5 運転員に対する教育訓練内容（ナトリウム漏えい事故前後における比較）

No.	教育訓練名称	事故前の教育訓練内容	事故後（平成8年度）に追加・変更した内容	備考
1	導入教育	◎もんじゅ建設所員として必要な基礎教育【机上】 【内容】 ・服務、労務管理 ・運転概要 ・保守計画 ・毒・劇物取扱 ・建設の経緯、体制、プラント概要 ・ナトリウム取扱 ・環境管理 ・品質保証概要 ・保安規定 ・文書管理 ・許認可 ・防護活動措置要領 ・労働安全 ・性能試験概要 ・OA機器取扱 ・計算機システム概要 ・従事者指定教育 ・予算管理	○カリキュラムの追加 ・事故概要 (ナトリウム漏えい事故の概要について教育するとともに、「原子力安全と社会的安全の意識のギャップを埋めるために、安全だけでなく社会的に安心が求められていること」の徹底を図る。)	建設所の教育として位置付けたため、プラント第一課の課内マニュアルから記載を削除した。
2	FBR基礎講座	◎FBRの特殊性に関する教育【机上】 【内容】 ・FBRの原理と開発の歴史 ・ナトリウムの諸性質 ・プルトニウムの諸性質 ・FBRの炉物理 ・放射線及び放射性廃棄物の管理 ・FBRの炉心及び燃料設計上の特徴 ・FBRプラントシステムの特徴 ・FBRの冷却材と構造材料 ・FBRのシステムと計装制御 ・FBRの機器 ・FBRの炉心構造 ・FBRの構造健全性		建設所の教育として位置付けたため、プラント第一課の課内マニュアルから記載を削除した。
3	初級コース 【机上】	◎運転担当者として必要な基礎教育【机上】 【内容】 ・系統教育 ・保安規定 ・原子炉設置許可申請書 ・保修票等管理要領 ・事故事例 ・ヒューマンファクタ ・課内マニュアル	○「系統教育」に名称変更 ○カリキュラムの追加 ・ナトリウム漏えい事故詳細教育 (事故を教訓とするために事故について、より詳細に教育する。) ・運転員の基本手引書教育 (異常の早期収束の観点が徹底されていなかった面があつたため運転員の基本動作について教育を強化する。)	
4	設置許可申請書教育 【机上】		○教育体系の見直しに伴う追加 ◎異常時の解析結果等についての教育 ・原子炉設置許可申請書添付資料+	
5	所内規定教育 【机上】		○教育体系の見直しに伴う追加 ◎運転上遵守すべき所内規定についての教育 ・運転管理 ・非常時の処置 ・劇毒物取扱 ・化学管理 ・通信 ・放射性廃棄物管理 ・高圧ガス ・公害防止 ・出入管理 ・核物質防護 ・防火管理 ・危険物取扱 ・ナトリウム漏えい時措置 ・その他	
6	法令教育 【机上】		○教育体系の見直しに伴う追加 ◎原子炉等規制法、電気事業法等に関する教育 ・原子力基本法 ・原子力委員会及び原子力安全委員会設置法 ・放射線障害防止の技術的基準に関する法律 ・核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律 ・放射性同位体元素等による放射線障害の防止に関する法律 ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令 ・安全審査指針（高速炉の安全性の評価の考え方について：昭和55年11月6日）	
7	初級コース 【シミュレータ】	◎通常時操作訓練【実技】 【内容】 ・通常起動操作 ・通常停止操作		

N.o.	教育訓練名称	事故前の教育訓練内容	事故後（平成8年度）に追加・変更した内容	備 考
8	中級コース [シミュレータ]	<p>◎異常時対応訓練 [実技] [内容] 单一機器故障による異常事象（ナトリウム漏えい含む）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉トリップ・ターピントリップ ・外部電源喪失 ・1次冷却材漏えい事故 ・2次冷却材漏えい事故 ・1次アルゴンガス漏えい事故 ・1次ナトリウムオーバーフロー系故障 ・2次ナトリウムオーバーフロー系故障 ・2次アルゴンガス系過熱器均圧ライン止め弁誤開・蒸気発生器伝熱管水漏えい ・主給水ポンプ1台トリップ ・給水加熱器ドレン水位制御系故障 ・循環水ポンプ1台トリップ ・制御用圧縮空気設備の供給配管故障 ・外部電源喪失 ・2次主循環ポンプトリップ ・2次主循環ポンプトリップ ・2次ナトリウム純化系流量低 ・給水加熱喪失 ・発電機負荷しを断 ・原子炉補機冷却系故障 	<p>○訓練方法の変更 実践的な訓練を実施するため、現場状況（ナトリウムの白煙の発生状況等）を映像表示等にて運転員に提供し、運転員自らが現場で確認する状況を再現し、より実態に近い形での訓練を行えるよう訓練方法を変更する。</p>	ナトリウム漏えいによる白煙の発生状況を運転員自らが模擬確認が行えるよう平成9年度から模擬映像表示機能をシミュレータ設備に追加した。
9	上級コース I [シミュレータ]	<p>◎異常時対応訓練 [実技] [内容] 制御系故障による異常事象</p> <ul style="list-style-type: none"> ・微調整棒連続引抜き ・制御棒誤挿入 ・1次主冷却系流量増大 ・1次主冷却系流量減少 ・2次主冷却系流量減少 ・補助冷却設備の制御系故障 ・蒸気発生器の水・蒸気系弁故障・過熱器バイパス弁誤開 ・給水流量調節弁故障 ・給水流量差圧制御系故障 ・タービンバイパス弁誤開 ・2次主冷却系流量増大 ・2次主冷却系液面異常 ・給水流量調節弁故障 ・主蒸気圧力制御系故障 	○「上級コース」に名称変更	
10	上級コース II [シミュレータ]	<p>◎異常時対応訓練 [実技] [内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外部電源喪失 ・反応度（正）挿入 ・1次主冷却系循環ポンプ軸固着 ・2次主冷却系循環ポンプ軸固着・蒸気発生器伝熱管破損事故 ・燃料取替取扱事故 ・燃科破損 ・E V S T系のナトリウム漏えい ・E V S T系のナトリウム漏えい 	○「当直長補佐コース」に名称変更	
11	運転責任者コース [シミュレータ]		<p>○教育体系の見直しに伴う追加 ○運転責任者実技試験（所内実施）受験予定者に対するシミュレータ訓練 [内容] ・異常時対応操作 ・事故状況把握</p>	
12	直内連携コース [シミュレータ]	<p>◎当直長設定事象に対する実技訓練 [実技] [内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運転班ごとに実施 ・当直長が策定した事象 ・チームワークの維持・向上 	<p>○訓練項目の追加（訓練内容の偏りを無くすため、異常時・故障時手順書に記載のある全事象について訓練を行うよう訓練項目を追加した） ○再訓練コースの廃止（再訓練コースと直内連携コースの位置付けが不明確であったため） [内容] ・異常時手順書記載の全項目（ナトリウム漏えいを含む）及び故障時手順書記載の全項目を年1回以上実施 ・本コースを2回／年の頻度で原子炉主任技術者立ち会いで実施</p>	
13	直間連携コース (従来の再訓練) [シミュレータ]	<p>◎運転員個人の技術向上・維持 [実技] [内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教育訓練グループが内容策定 ・異常時対応訓練 ・同一クラスの運転員で実施 	<p>○再訓練コース廃止に伴い、「直間連携コース」として独立 [内容] ・事象に対する検討 ・切磋琢磨・技術向上</p>	

N.o.	教育訓練名称	事故前の教育訓練内容	事故後（平成8年度）に追加・変更した内容	備考
14	ナトリウム取扱・消火訓練【机上】、【実技】		<p>○実施頻度見直しによる訓練コースの追加 （従来は、入社又は転入時に1回のみ受講） 【内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象者：運転員全員 ・頻度：年1回 ・訓練内容は、18項に示す「大洗工学センタ研修」内の「ナトリウム取扱・消火研修」と同じ 	
15	現場実技訓練【実技】	<p>◎防護具等の取り扱い訓練 【内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防護服装着訓練 ・空気呼吸器装着訓練 ・1次系漏えい検出器フィルタ線量測定 ・2次系漏えい検出器フィルタ pH測定 	<p>○訓練頻度等の見直し（受講対象及び受講頻度を明確に規定した） 【内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象者：運転員全員 ・頻度 <ul style="list-style-type: none"> 防護服装着訓練（2回／年） 空気呼吸器装着訓練（2回／年） 1次系漏えい検出器フィルタ線量測定（2回／年） 2次系漏えい検出器フィルタ pH測定（2回／年） 	
16	異常時模擬訓練 【実技】	<p>◎総合防災訓練の実施 【内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・所全體を対象に実施 ・1回／年の頻度 ・各種事故を想定し実施 	<p>○訓練項目の追加（事故の反省を踏まえて、ナトリウム漏えい時の基本動作訓練を追加する。異プラントでの模擬訓練を行う。） 【追加内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運転担当課を対象に追加 ・2次ナトリウム漏えい時の総合対応訓練 ・現場対応訓練（火報、漏えい信号確認、防護具、白煙確認） ・各所への通報連絡訓練 ・2回／年の頻度 	
17	ファミリ教育【机上】		<p>◎直内研鑽会の追加 【内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各運転G r内の知識維持・向上 ・1回／月／G rの頻度 ・当直長が内容を設定 ・保安規定教育、課内規定教育を含む 	
18	大洗工学センター研修【机上】【実技】	<p>◎運転員に対する幅広い知識習得 【内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ナトリウム取扱・消火研修（体験は代表者のみ） <ul style="list-style-type: none"> ・ナトリウムの諸性質 ・法、規制等 ・ナトリウム処理方法 ・防護具装着訓練 ・ナトリウム切断体験 ・ナトリウム水反応確認 ・ナトリウム燃焼窒息消火実験 ・ナトリウム燃焼消火訓練・ナトリウムの燃焼処理洗浄体験 ・燃焼後生成物の処理訓練 ・各種試験設備研修 ・「常陽」研修 ・東海地区研修 	<p>○ナトリウム取扱・消火研修の訓練形態の見直し (数名の体表者が消火・訓練等を体験し、他の受講者が見学するという形態から、全員が体験するように見直した)</p>	
19	講演会	◎広く知識を得るために随時実施【机上】	<p>◎社会的意識と原子力意識とのギャップ解消 【内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・社外講師による講義 ・社会的安全・安心の意識教育 	

表-2.6 「もんじゅ」運転担当者教育訓練体系 (マニュアル改訂後) [] 変更箇所

養成モデル	訓練運転員	初級運転員	中級運転員	上級運転員	当直長補佐	当直長				
高卒	運転経験1年未満	運転経験1年~4年未満	運転経験4年~7年未満	運転経験7年以上	運転経験9年以上	運転経験10年以上				
		運転経験1年~4年未満	運転経験3年~5年未満	運転経験5年以上	運転経験7年以上	運転経験8年以上				
		運転経験1年~4年未満	運転経験2年~3年未満	運転経験3年以上	運転経験5年以上 (修士:運転経験3年以上)	運転経験6年以上 (修士:運転経験4年以上)				
事業団外教育訓練	【所内教育】	【導入教育】	F B R 基礎講座							
		【課内教育】	所内規定教育							
		【社内教育】	設置許可申請書教育		法令教育					
		日常業務教育								
		核燃料サイクル工学室教育								
事業団外教育訓練	【シミュレータ訓練】	【初級コース】		当直長補佐						
		【中級コース】		運転責任者コース						
		【上級コース】								
		直内連携コース								
		直間連携コース								
		リフレッシュ操作訓練								
		実技訓練								
		日常業務教育								
事業団外教育訓練	【原研研修】	原子力入門講座	原子力工学専門コース	一般課程	原子炉理論短期講座					
		セミナー、講習会、研修会								
事業団外教育訓練	技能	保守技能訓練			原子力発電訓練センタ(NTC)初期訓練コースⅡ、Ⅲ					
		技能講習会、技能研修会								

表-2.7 運転員に対する教育訓練の追加・変更

教育種別	追加、変更内容	対象者	実施時期又は頻度	備考	
追加すべき教育	机上教育	基礎知識教育 ・系統要素(弁・ポンプ等)の種類と特徴 ・電気の基礎知識 ・測定機器類の取扱	訓練運転員	養成教育として実施する。	
		水質管理・化学管理教育	運転員全員	1回/年	
		プラントの基本設計、耐震設計等教育	上級運転員	養成教育として実施	
		設備改造内容の周知教育	運転員全員	運転に関する設備改造を実施した場合、プラント再起動前	
		環境問題教育	運転員全員	1日/回 (1回/年) 地元の環境状況、運転操作における環境面の配慮教育	
	実習	救急訓練	運転員全員	1回/年	
	シミュレータ訓練	EPG訓練	上級運転員以上	運転員養成のための訓練コースの一部として実施	
	保守技能訓練	保守技能訓練 ・ポンプの分解点検 ・弁の分解点検 ・非破壊検査 ・電動機の分解・組立 ・開閉器の分解・組立 ・各種検出器、変換器及び調節器の試験調整	初級運転員	養成教育として実施する。 本訓練をもんじゅサイトで実施する場合は教材の整備が必要である。	
	他施設調査	視野拡大教育	運転員全員	資質向上のため外部施設を調査し視野を広める。	
	机上教育	保安規定教育	運転員全員	1日/2回/年	
再教育を実施すべき教育		事故事例教育	運転員全員	1回/2ヶ月	
		放射線管理・放射線防護教育	運転員全員	1日/年	
		運転心得、基礎知識教育	運転員全員	(1回/年)	
		原子力関連法規教育	運転員全員	(1回/年)	
		労働安全教育	上級運転員以下	1回/年	
		所内規定教育	上級運転員以下	規定類が制定、改訂され次第実施する	
内容の見直しが必要な教育訓練	机上・シミュレータ訓練	炉心特性・プラント特性教育	運転員全員	1~2日/年	
	シミュレータ訓練	中級コース、上級コース及び当直長補佐コースにおいても通常起動操作訓練を部分的に実施する。			

表-2.8 原電東海総合訓練センタ研修カリキュラム

日 時	内 容
第1日目 14:30～15:00	オリエンテーション
15:00～	電気設備の概要（電動機・電動弁・SWGR の構造機能・特性）
第2日目 8:45～10:00	電気設備の概要（継続）
10:00～12:00	実習（MCC回路の仕組み）
13:00～15:00	実習（低圧電気回路の配線）
15:00～	機械設備の概要（ポンプ・弁・ドロントップ・油圧防振器・がばなーの構造・機能・特性）
第3日目 8:45～10:00	機械設備の概要（継続）
10:00～12:00	実習（回転機の振動診断）
13:00～15:00	実習（ポンプの不具合：振動・キャビテーション）
15:00～	計測制御設備概要（測定原理・構造・機能特性）プロセス計器
第4日目 8:45～15:00	実習（計器の点検校正、ループ設備のトラブルシューティング）
15:00～15:15	修了式

表-2.9 直内研鑽会実施テーマ

教育項目	頻度	備 考
事事故例教育	原則1回／2月	当直長回覧している原子力情報センタからのFAXを教材として周知教育を行う。 教育対象の事例は、教育訓練グループから別に指定する。
運転心得、基礎知識教育	1回／年	運転員の基本手引書により教育する。
原子力関連法規教育	1回／年	原子力関連法規に関する教育。
労働安全教育	1回／年	ビデオを使用する。
現場実技訓練	2回／年	ビデオ及び実技。
送電線保護回路教育	1回／年	ビデオを使用する。
所内規定教育	運転に関する規定が制定／改訂の都度	規定が制定／改訂の都度教育の実施依頼を教育訓練グループから発信する。
水化学教育	1回／年	ビデオを使用する。
危険物取扱教育	1回／年	ビデオを使用する。
保安規定教育	2回／年	
消火設備教育	1回／年	ビデオ及び現場確認
設備改造内容周知教育	必要に応じて実施	実施については管理グループからの指示に従う。
その他、当直長が決定する事項	—	—

表-2.10 教育訓練内容の強化

分類	対象者	平成9年度		平成10年度			6班体制へ移行後		
		教育訓練コース	頻度	教育訓練コース	頻度	変更・追加点等	教育訓練コース	頻度	変更・追加点
養成	訓練運転員	導入教育（5日）		同左			同左		
		系統教育（10日）		同左			同左		
		初級コース（シミュレータ訓練）（10日）		同左		<ul style="list-style-type: none"> ・訓練期間を10日から12日に延長した。 ・計器類の位置確認を追加した。 	同左		
		大洗工学センタ教育（5日）		同左			同左		
		基礎知識教育（自主教育）		同左		<p>原子力の基礎教育に加え、教育の強化としてCAIを導入した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電気の基礎コース ・電気の保全コース ・計器の保全コース ・制御の基礎コース ・シグナル制御の基礎コース 	同左		
	初級運転員	FBR基礎講座（6日）		同左			同左		
		設置許可申請書教育（2日）		同左			同左		
		中級コース（シミュレータ訓練）（10日）		同左			同左		
				保守技能訓練（4日）		<ul style="list-style-type: none"> ・機械設備関係 ・電気設備関係 ・計測制御関係 <p>（原発総合訓練センタ派遣）</p>	同左		
	中級運転員	所内規定教育（2日）		同左			同左		
		上級コース（5日）		同左			同左		<ul style="list-style-type: none"> ・EPG訓練を追加（ただし、EOPが整備され、かつ、シミュレータの緊急時対応に関する改造が完了してから実施する）。
上級運転員	法令教育（2日）	同左					同左		
		当直長補佐コース（5日）		同左			同左		<ul style="list-style-type: none"> ・EPG訓練を追加（ただし、EOPが整備され、かつ、シミュレータの緊急時対応に関する改造が完了してから実施する）。
							プラント設計教育（1日）		<ul style="list-style-type: none"> ・安全設計方針 ・安全設計の適合 ・耐震設計
	当直長補佐	運転責任者コース（1日）		同左			同左		<ul style="list-style-type: none"> ・EPG訓練を追加（ただし、EOPが整備され、かつ、シミュレータの緊急時対応に関する改造が完了してから実施する）。
再訓練	運転担当者及び訓練運転員	直間連携コース（1日）	3回／年	同左		<ul style="list-style-type: none"> ・実施時期を変更（中級、上級、当直長補佐コース終了時に実施）。 ・受講対象を初級運転員～当直長補佐から中級運転員～当直長補佐に変更。初級運転員は計器類の位置確認をもって、本訓練の代替とする。 	同左		
		直内連携コース（1日）	1回／月	同左		<ul style="list-style-type: none"> ・クルー全員での実施を原則とした。 ・原子炉主任技術者立ち会い訓練（1回／半期）は訓練事象を統一した。 	同左		

分類	対象者	平成9年度		平成10年度			6班体制へ移行後		
		教育訓練コース	頻度	教育訓練コース	頻度	変更・追加点等	教育訓練コース	頻度	変更・追加点
再訓練	初級運転員～当直長			リフレッシュ操作訓練 (1日)	1回／年	<ul style="list-style-type: none"> 各人が年1回実施 異常時対応操作訓練、通常操作訓練等を実施。 	同左		
	運転担当者及び訓練運転員	現場実技訓練	2回／年	同左		直内研鑽会に含めた。			
	運転担当者及び訓練運転員	ナトリウム取扱・消火訓練（1日、ただし移動日を含めて2日必要）	1回／年	同左			同左		
	運転担当者及び訓練運転員	異常時模擬訓練	1回／年／班	同左			同左		
	運転担当者及び訓練運転員			放射線測定器取扱教育	1回／年	平成9年度は、現場実技訓練の後実施した。現場実技訓練は直内で実施することとしたため、本教育は独立して設定することとする。	同左		
	運転担当者及び訓練運転員	グループ内研鑽会	1回／月	同左		教育内容・頻度を明確にした。 <ul style="list-style-type: none"> 事故事例教育（1回／2ヶ月） 運転心得、基礎知識教育（1回／年） 原子力関連法規教育（1回／年） 労働安全教育（1回／年） 現場実技訓練（2回／年） 送電線保護回路教育（1回／年） 所内規定教育（規定改定の都度） 水化学教育（1回／年） 保安規定教育（2回／年） 消防設備教育（1回／年） 危険物取扱教育（1回／年） 設備改造内容周知教育（適時） その他、当直長が決定する事項 	同左		保安規定教育は本教育項目からは削除する。
	運転担当者及び訓練運転員	講演会	一	同左			同左		
	運転担当者及び訓練運転員						保安規定教育（1日）	2回／年	日勤時に保安規定教育を実施する。グループ内研鑽会の指定項目からは削除。
	運転担当者及び訓練運転員						放射線管理・放射線防護教育（1日）	1回／年	放射線管理・防護に関する再教育。
	運転担当者及び訓練運転員						環境問題教育（1日）	1回／年	<ul style="list-style-type: none"> 地元の環境状況 運転操作における環境面への配慮 安全協定等
運転担当者及び訓練運転員	運転担当者及び訓練運転員						救急訓練（1日）	1回／年	日赤救急員（資格保持者）を講師として救急訓練を実施する。
	運転担当者及び訓練運転員						炉心特性・プラント特性教育（1日）	1回／年	もんじゅの炉心特性、試験等により得られたプラント特性に関する教育を行う。
	運転担当者及び訓練運転員						視野拡大教育（3日程度）	1回／年	視野拡大を目的に他の原子力関連施設の調査を行う。
	当直長 P1課長 P1課長代理						再訓練管理監督者コース	1回／2年	管理監督能力の向上を図る。

表-2.11 平成6年度教育訓練実績

年月 教育訓練項目		平成6年									平成7年		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
机上教育	導入教育	11~12	11~12		11~22	10~11		11~21					13~14
	F B R基礎講座	25~28	9~16		7/25~8/5								
	初級コース		5/17~6/10			8/10~9/2							2/27~3/24
シミュレータ訓練	初級コース		5/17~6/10			8/10~9/2							2/27~3/24
	中級コース				4~14 7/25~8/5			10/24~11/2					
	上級コースⅠ		9~11 5/25~6/10		8~9				14~18				
	上級コースⅡ	11~14 25~27	16~18 5/27~6/3	6~8 13~17					8~10				
	直内連携コース	5, 7, 8, 25, 26, 27	12, 20, 23, 26, 30	2, 9, 13, 14, 26, 28, 30	1	17, 18, 22, 23, 30, 31	1, 16, 26		21	5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 26, 27	6, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 20, 23	6, 7, 8, 9, 15
その他	大洗工学センタ研修			13~17			5~9						

表-2.12 平成7年度教育訓練実績

教育訓練項目 年月	平成7年									平成8年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
机上教育	導入教育	<u>4/13~5/8</u>			<u>11~21</u>			<u>16~20</u>	<u>8~30</u>	<u>12~14</u>		<u>13~15</u>
	F B R基礎講座		<u>15~26</u>		<u>7/27~8/4</u>							
	初級コース		<u>5/29~6/23</u>			<u>8/28~9/22</u>				<u>1/29~2/23</u>		
シミュレータ訓練	初級コース		<u>5/29~6/23</u>			<u>8/28~9/22</u>				<u>1/29~2/23</u>		
	中級コース	<u>10~22</u>					<u>9/26~10/5</u> <u>11~20</u>			<u>8~19</u>		<u>18~29</u>
	上級コースⅠ		<u>22~24</u>				<u>7~13</u>			<u>5~8</u> <u>20~22</u>		
	上級コースⅡ		<u>8~11</u>									<u>15, 20</u>
	直内連携コース	4, 6, 7, 24, 27, 28	2, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 30, 31	7, 13, 15, 16, 19, 21, 25, 28, 29	1, 3, 6, 7, 24, 25, 27, 28	8, 9, 17, 18, 22, 23, 24, 27, 28, 30	19, 21, 25, 29	6, 9, 18, 23, 26, 30	15, 16, 18, 20, 21, 24, 28, 29	4, 8, 21		8, 21 5, 7, 11, 13, 15
その他	ナトリウム取扱教育, 実技訓練									<u>19, 22, 23</u>		
	フィルタ分析実習										<u>16, 20</u>	
	大洗工学センタ研修			<u>26~30</u>			<u>25~29</u>					

表-2.13 平成8年度教育訓練実績

年月 教育訓練項目	平成8年									平成9年			
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
机上教育	導入教育	15~25				9~27				16~20		17~21	14~21
	F B R 基礎講座								5~12				
	系統教育		5/13~6/7			9/17~10/4						3~31	
	設置許可申請書教育							28, 29			6, 7		
	所内規定教育							25, 26			17, 18		
	法令教育									9, 11			23
シミュレータ訓練	送電線保護回路教育												14
	初級コース		5/13~6/7			9/17~10/4							10~31
	中級コース				8~18					2~13		2/24~3/7	
	上級コース	1~3			19~23		7~9				10~14		
	当直長補佐コース		7~8		29~31						19~21		
	運転責任者コース									13			
	直内連携コース (□付きの日は炉主任立ち会い訓練を示す)	11, 12, 17, 18, 22	2, 14, 16, 20, 22, 24	19, 21, 25, 27	1, 3, 5, 15, 23, 25	6, 9, 12, 14, 30	5, 9, 10, 11, 13	3, 17, 23, 25, 28, 30	2, 13, 14, 16, 18, 19	18, 19, 20	17, 21, 27, 31	4, 6, 17, 18	18, 24, 26, 28
	直間連携コース				4							3, 7, 12, 14, 17, 21, 24, 25	

教育訓練項目 年 月	平成8年									平成9年			
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
その他	現場実技訓練				5, 11, 15, 26					18, 26	13, 17, 27	14	21, 23
	異常時模擬訓練							28		6			19
	大洗工学センタ研修			10~14			9~13						
	ナトリウム取扱・消 火訓練			13, 14 24, 25			12, 13 26, 27	16, 17					

表-2.14 平成9年度教育訓練実績

教育訓練項目	平成9年									平成10年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
机上教育	導入教育	14~18			14~18	18~22		13~17		15~19		16~19
	F B R基礎講座		12~19				9~11 24~26					
	系統教育		5/20~6/13				9/1~10/22					
	設置許可申請書教育				26, 27	28, 29			13, 14			
	所内規定教育				22, 23 28, 29			30, 31				
	法令教育			23								
シミュレータ訓練	電力系統運用教育			28								
	初級コース (シミュレータを用いたO J Tを含む)		5/21~6/13 23~27				9/29~10/22 23~29					2~13 17~20
	中級コース			6/30~7/11			1~12		17~27			
	上級コース				16~18	18~22			4~7			23~27
	当直長補佐コース											
	運転責任者コース		23	2, 5								
直内連携コース (□付きの日は炉主任立ち会い訓練を示す)		7, 8, 9, 10, 11, 14, 17, 22, 25	13, 20	6, 11, 19	22, 24, 25	5, 11, 15, 2 5, 27, 29	18, 22	7, 14, 16	11, 12, 13	1, 2, 3, 9, 15	23	8, 10, 12, 15, 17

年 月 教育訓練項目	平成 9 年									平成 10 年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
直間連携コース	7, 8, 9, 10, 11, 14, 17, 21, 22, 24, 25	16							28			13, 27
その他	現場実技訓練				2, 8, 14, 2 8	23, 29				10	17	15, 16, 18
	異常時模擬訓練							27			16, 18	2, 19
	大洗工学センタ研修			16~20			13~17					
	ナトリウム取扱・消 火訓練		22, 23 29, 30	26, 27	3, 4 10, 11		25, 26	16	13, 14	4, 5		

表-2.15 平成10年度教育訓練実績

年月 教育訓練項目	平成10年									平成11年			
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
机上教育	導入教育	13~16			9~14 —	19~21 —		12~16 —			1/7~2/5		
	F B R基礎講座						13~15 —						
	系統教育		5/12~6/12			1~28 —				1/7~2/5			
	設置許可申請書教育			2, 3 —				5, 6 —		18, 19 —			
	所内規定教育		18, 19 —						10, 11 —				
	法令教育											15, 16 —	
シミュレータ訓練	初級コース		5/11~6/12			8/31~9/24 —				1/7~2/5			
	中級コース			6~17 —				9~20 —			2/22~3/5		
	上級コース		22~26 —						14~18 —				
	当直長補佐コース											17	
	運転責任者コース												
	直内連携コース	10, 17, 20, 21, 24	8, 20, 22, 26, 28	17, 18, 19	1, 3, 23, 27	6, 10, 14, 28	7, 8, 9, 11 27	7, 8, 9, 13, 27	4, 18, 25	4, 11, 21, 22, 29	21, 25		12, 16, 24, 30, 31
	直間連携コース			29	21				24	21		8, 18	
	リフレッシュ操作訓練							26, 30	2, 4, 8		16		

年 月 教育訓練項目	平成10年									平成11年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
その他の 教育訓練	現場実技訓練	7	20	9, 15 —	26	29	11	—	11			10, 19, 24
	異常時模擬訓練								10			
	大洗工学センタ研修			16~18			7~9					
	ナトリウム取扱・消火訓練		14, 15 27, 28	6/30, 7/1	20, 21	3, 4						
	ふげん研修			6/1~7/4								
	保守技能訓練			21~24								
	NTC 初期訓練									1/5~4/9		
	特別教育 ^{*1}								15			

* 1 : 教育内容は以下の通り。

- ・ 運転訓練シミュレータを用いた人間信頼性の研究
- ・ ヒューマンファクタに関する研究
- ・ 軽水炉の事故・故障事例

表-2.16 平成11年度教育訓練実績

年月 教育訓練項目		平成11年									平成12年		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
机上教育	導入教育	8~13			8~13	16~18						14~16	14~16
	F B R基礎講座				12~16			12~14 26~28					
	系統教育		5/24~6/25				9/20~10/26						21~4/21
	設置許可申請書教育	8, 9							17, 18		13, 14		
	所内規定教育		18, 19							9~10			
	法令教育												
シミュレータ訓練	当直長セミナ											22	
	初級コース		5/24~6/25				9/20~10/26						21~4/21
	中級コース	12~23							1~15		17~28		
	上級コース		10~14							13~17			
	当直長補佐コース												
	運転責任者コース									20, 22	7, 28		
	直内連携コース 口は炉主任立会訓練	7, 8, 9, 27, 28	7, 19, 20, 25, 27	10, 11, 22	18, 28	4, 26	20, 24, 29, 30	4, 29	19, 25, 26, 29	7, 8, 9, 21, 29	14	17, 25, 29	2, 6, 14, 16, 17, 19, 20
直間連携コース		26	17							16	20	29	

年 月 教育訓練項目		平成11年									平成12年		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
その他	リフレッシュ操作訓練											8, 9, 21	6
	現場実技訓練				8, 28, 30			3, 28		7, 8		3, 14, 17, 22, 25	23, 26
	異常時模擬訓練											4, 23	8, 13, 15
	放射線測定器取扱教育											3, 15, 21	2, 16
	大洗工学センタ研修				12~16							15~18	
	ナトリウム取扱・消火訓練						21, 22	14, 15 21, 22	4, 5 18, 19				
	保守技能訓練									14~16			
	N T C 初期訓練												
	特別教育 ^{*1}							20				4	

* 1 : 教育内容は以下の通り。

- 信頼されるリーダの条件
- 國際単位系 (SI) について
- 最近の事故・故障事例

表-2.17 平成12年度教育訓練実績

年月 教育訓練項目		平成12年									平成13年		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
机上教育	導入教育	10~14 18~24			10~14								
	F B R 基礎講座			8~14					13~17				
	系統教育			6/15~7/21			9/7~10/16						
	設置許可申請書教育		18~19					25~26		8~9			
	所内規定教育				24, 25				21~22				
	法令教育		8~9										
シミュレータ訓練	当直長セミナー				18								
	初級コース	3/21~ 4/26		6/15~7/21			9/7~10/16						
	中級コース		5/18~6/2					10/27~11/10		12~25			
	上級コース				7/26~8/1				24~30				
	当直長補佐コース		10~12							4~6			
	運転責任者コース	27								7			
	直内連携コース □は炉主任立会訓練	5, 27, 28	16, 17, 19	8, 12, 14, 15, 16	6, 10, 24, 26	11, 31	2, 4, 6, 12, 16, 18, 20	13	16, 17, 21	7, 10	19	4, 6, 7, 14, 15	2, 9, 14, 21, 24
	直間連携コース			5		2, 3			13	1, 26			

年 月 教育訓練項目		平成12年									平成13年		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
	リフレッシュ操作訓練							18, 19, 24	15, 21				
その他	現場実技訓練			4, 23, 24	25, 29		19				22	21	10, 14, 16, 23, 25, 28, 29, 30
	異常時模擬訓練												13, 16, 23, 26, 28
	大洗工学センタ研修					22~25							
	ナトリウム取扱・消防訓練								30	12	11, 25	13	16, 21, 23
	保守技能訓練					8/30~9/1							
	NTC 初期訓練												
	特別教育*1							5			26		

* 1 : 教育内容は以下の通り。

- 最近の国内外事故・故障事例
- 耐震設計について
- 原子炉等規制法改正、原災法制定について

表-2.18 平成13年度教育訓練実績

年月 教育訓練項目	平成13年									平成14年			
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
机上教育	導入教育	9~13 16~20		8~14	9~13	9~15				10~14			
	F B R基礎講座		5/29~6/1					19~22					
	系統教育		7~28					10~31			5~20		
	設置許可申請書教育			25~26						9~10		27~28	
	所内規定教育				17~18				29~30				
	法令教育				10~11								
	当直長セミナー		10										
シニアレーダー訓練	初級コース		5/18~6/6					10/18~11/15			2/21~3/12		
	中級コース			6/27~7/10						11~25		3/29~	
	上級コース				19~26					3~7			
	当直長補佐コース				12~16								
	運転責任者コース		28										
	直内連携コース □は炉主任立会訓練	24	8, 16	11, 13, 14, 25	16, 17, 18, 31	21, 22, 28, 30	3, 13, 25	3, 15, 31	26, 30	11, 20	23	15	15, 19
	直間連携コース				11, 27					10	28		

教育訓練項目 年 月	平成13年									平成14年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
リフレッシュ操作訓練			12, 15		7, 8	4, 21, 26, 28	9, 10, 17	21				
その他	現場実技訓練			18, 27, 31	18		18, 20, 23		7	29	20	20, 21, 22, 23
	異常時模擬訓練				28	28	28	12	3			
	大洗工学センタ研修					5~7						
	ナトリウム取扱・消火訓練		6	4			11, 25	13	4	10, 17	6	
	特別教育 ^{*1}						24				27	

* 1 : 教育内容は以下の通り。

- ・ チームワークの向上
- ・ プルサーマルについて

表-3.1 改造対象系統

分類	対象機器
原子炉容器モデル	核特性 熱特性
1次主冷却系モデル	1次主冷却系循環ポンプ 中間熱交換器 1次主冷却系流動特性
2次主冷却系モデル	2次主冷却系循環ポンプ 蒸気発生器 2次主冷却系流動特性
補助冷却設備モデル	空気冷却器
水・蒸気系モデル	給水ポンプ 気水分離器 給水流動特性 給水ポンプ駆動用タービン タービン及び発電機 復水器 脱気器 給水加熱器 復水流動特性 循環水系及び軸受冷却海水系 軸受冷却水系
原子炉補助系モデル	1次ナトリウムオーバフロー系 1次ナトリウム純化系 メンテナンス冷却系 2次ナトリウムオーバフロー系 2次ナトリウム純化系 2次ナトリウム充填ドレン系 1次アルゴンガス系 2次アルゴンガス系 原子炉補機冷却水系 原子炉補機冷却海水系
その他の系統・設備モデル	1次主循環ポンプ潤滑油系 2次主循環ポンプ潤滑油系 M-Gセット油系統 サイリスタインバータ冷却装置 機器冷却水系 アニュラス循環排気装置

表-3.2 反映した実機図書リスト

1. 設備改造連絡書

No.	図書番号	発行日	件 名	備 考
1	MF-211T-95548-01-R0	1996.3.15	2次主循環ポンプ潤滑油系ダンプタンク液位に係るインタロックの変更作業	ロジックモデル改造
2	MF-112H-95531-01-R0	1995.10.23	1次主冷却系循環ポンプM-Gセット停止回路タイマ新設	ロジックモデル改造
3	MF-120H-95528-03-W0	1995.10.23	120 系電磁ポンプ IR 設定値変更及びタイマ追設	ロジックモデル改造
4	MF-120H-95529-01-W0	1995.10.26	1次系 O/F 補助ライン止め弁 120MV2 弁閉リミットスイッチ設定値変更	ロジックモデル改造
5	MF-722M-95524-05-W0	1995.11.17	セットバッククリセット回路の見直し	制御系, ロジックモデル改造
6	H46-733M-MF504-03-R0	1995.1.31	水漏えい一括警報回路の R.F. 化	ロジックモデル改造
7	H46-733M-MF429-16-R0	1995.3.15	制御用及び所内用圧縮空気設備情報表示の追加	ロジックモデル, データベース改造
8	H42-260T-MF426-01-R0	1994.12.9	H6 年度設備点検 準助冷却設備瞬停対策	ロジックモデル改造
9	MF300T-95514-01-W0	1995.8.17	グランド蒸気主蒸気圧力調節弁前弁自動閉インタロック変更	ロジックモデル改造
10	H42-300T-95514-03-W0	1995.8.17	TD-FWP 入口圧力低トリップ回路タイマ追加	ロジックモデル改造
11	H42-300T-95514-02-W0	1995.8.17	主タービン軸受油温度制御設定値変更	制御系モデル改造
12	MF-320T-95511-01-W0	1995.7.21	蒸気発生器回り水・蒸気系 SH 湿分流入防止インタロック	ロジックモデル改造
13	H42-320T-MF548-01R0	1995.4.3	フラッシュタンクドレン回収調節弁出口ドレン弁の操作スイッチ回路追加	ロジックモデル改造, 現場操作項目追加
14	MF-371T-95514-02-W0	1995.8.17	グランド蒸気蒸気圧力調節弁前弁自動閉インタロック変更	ロジックモデル改造
15	MF-371T-95514-03-W0	1995.8.17	主油ポンプ出口圧力低低タービントリップインタロック設定回転数リセットスパン変更	ロジックモデル改造
16	MF384T-95514-01-W0	1995.8.17	発電機初期励磁回路タイマ整定値変更	ロジックモデル改造
17	G46-320T-MF445-01-R0	1994.12.8	蒸気発生器差圧変化監視機能の追加	自動化計算機ソフト改造
18	MF-320T-95514-03-W0	1995.8.14	気水分離器ドレン弁制御回路フィードバック制御回路のオープンループ化	制御系モデル, ロジックモデル改造
19	MF-320T-95514-01-W0	1995.8.11	起動バイパス制御系回路の可変ゲイン機能の改善	制御系モデル, ロジックモデル改造
20	G46-320T-MF548-01-R0		水・蒸気系自動化盤	自動化計算機ソフト改造
21	MF722M-95524-03-W0			制御系モデル改造

2. TQ レターリスト

No.	図書番号	件 名	備 考
1	TQ-A1340R0	給水加熱器・脱気器貯水タンク水位高高抽気止め弁自動閉インタロックタイマ追加	ロジックモデル改造
2	TQ-A1384R1	フラッシュタンク通常水位変更に伴う他設備への影響について	制御系モデル, データベース改造
3	TQ-A1526R0	抽気止め弁／ドレン弁自動開閉インタロック改造	ロジックモデル改造
4	TQ-A1531R0	高圧第1／第2給水加熱器筒内圧力制御フィードフォワード開回路変更	制御系, ロジックモデル改造

No.	図書番号	件 名	備 考
5	TQ-A1530R0	低圧タービン伸び差大設定値変更	ロジックモデル、自動化計算機ソフト改造
6	TQ-A1529R0	10月末停止期間中 TG 設備関連水蒸気系自動化盤変更内容について	自動化計算機ソフト改造
7	TQ-A1534R1	10月停止期間中の水蒸気系自動化盤ソフトウェアの変更について	自動化計算機ソフト改造
8	TQ-A1505R01	9月停止期間中の水蒸気系自動化盤ソフトウェアの変更について	自動化計算機ソフト改造
9	TQ-A1556R0	水・蒸気系自動化試験結果に基づく計算機自動化ロジック図見直し変更内容の提示	自動化計算機ソフト改造
10	TQ-A1501R0	同期準備・併入初負荷 SBP Δf , ΔV 監視変更	自動化計算機ソフト改造
11	TQ-A1500R0	自動化準備成立条件変更の件	自動化計算機ソフト改造
12	TQ-A1486R01	ターニング時主タービン軸受温度設定変更について	制御系モデル改造
13	TQ-A1307R0	M/D FWP 吸込流量低低 FS 設定変更について	ロジックモデル改造

表-3.3 ホワイトノイズ一覧

No.	P I D	信号名称	ノイズ幅
1	C2661FI1AP1	アニュラス少量排気流量A	1.1%
2	C2661FI1BP1	アニュラス少量排気流量B	1.1%
3	C2661FR1AP1	アニュラス少量排気流量A	1.1%
4	C2661FR1BP1	アニュラス少量排気流量B	1.1%
5	C3230AFLR1P1	A 2次ナトリウム純化流量	0.25%
6	C3230BFLR1P1	B 2次ナトリウム純化流量	0.25%
7	C3230CFLR1P1	C 2次ナトリウム純化流量	0.25%
8	C4110AFPR1P2	A 1次主冷却系流量	1.2%
9	C4110BFPR1P2	B 1次主冷却系流量	1.2%
10	C4110CFPR1P2	C 1次主冷却系流量	1.2%
11	C5120FRS1P1	1次系EMP-A出口ナトリウム流量	0.5%
12	C5120FRS1P2	1次系EMP-B出口ナトリウム流量	0.5%
13	C5711NR1P2	広域	0.5%
14	C5711NI2A5P1	中性子計装WR起動率I	0.5%
15	C5711NI2B5P1	中性子計装WR起動率II	0.5%
16	C5711NI2C5P1	中性子計装WR起動率III	0.5%
17	C6320TR2P2	A蒸発器出口蒸気温度1	0.25%
18	C6320TR2P3	B蒸発器出口蒸気温度1	0.25%
19	C6320TR2P4	C蒸発器出口蒸気温度1	0.25%
20	C6320FR1P1	蒸発器A給水流量1	0.75%
21	C6320FR1P2	蒸発器B給水流量1	0.75%
22	C6320FR1P3	蒸発器C給水流量1	0.75%
23	C6320FR1P4	主蒸気流量	0.75%
24	C6320FR2P1	M/D FWP入口流量	1.2%

表-3.4 状態変更にて変更可能な制御定数

制御系	制御定数
脱気器水位調節弁	比例定数
	積分時定数
起動用給水調節弁	比例定数
	積分時定数
気水分離器ドレン弁A 壓力制御	比例定数
	積分時定数
気水分離器ドレン弁B 壓力制御	比例定数
	積分時定数
気水分離器ドレン弁C 壓力制御	比例定数
	積分時定数
気水分離器ドレン弁A 弁開度制御	比例定数
	積分時定数
気水分離器ドレン弁B 弁開度制御	比例定数
	積分時定数
気水分離器ドレン弁C 弁開度制御	比例定数
	積分時定数
フラッシュタンク圧力調節弁	比例定数
	積分時定数
フラッシュタンク水位調節弁	比例定数
	積分時定数
フラッシュタンクドレン回収調節弁 脱気器圧力制御	比例定数
	積分時定数
給水調節弁A ローカル制御	比例定数
	積分時定数
給水調節弁B ローカル制御	比例定数
	積分時定数
給水調節弁C ローカル制御	比例定数
	積分時定数
蒸発器A出口温度制御	流量チャンネル比例定数
	流量チャンネル積分時定数
	温度チャンネル比例定数
	温度チャンネル積分時定数
蒸発器B出口温度制御	流量チャンネル比例定数
	流量チャンネル積分時定数
	温度チャンネル比例定数
	温度チャンネル積分時定数
蒸発器C出口温度制御	流量チャンネル比例定数
	流量チャンネル積分時定数
	温度チャンネル比例定数
	温度チャンネル積分時定数
給水調節弁差圧制御	比例定数
	積分時定数

表-3.5 安全総点検での指摘と改造項目の対比表

	指 摘	改造項目	実施年度	参照項
1	シミュレータ設備の現場機器等は、現場模擬盤による簡易模擬又は模擬範囲外としているため、プラントの実際の状況に即した訓練としては不足している面がある。	模擬盤の追加 ・ 換気空調盤 1、2 模擬盤 ・ 送電盤模擬盤 ・ 火災報知盤模擬盤 ・ ナトリウム漏えい監視盤（パソコン内）	平成 11 年度	3.1.5(4)
		ナトリウム総合漏えい監視盤模擬盤の追加	平成 15 年度（計画）	3.1.5(6)③
2	事故、故障原因の想定が単一的で訓練内容がマンネリ化するくらいがある。	ナトリウム漏えい想定箇所及び任意の漏えい規模設定機能の追加	平成 9 年度	3.1.5(2)
		映像による現場模擬確認機能の追加	平成 9 年度	//
		インストラクタ機能の高度化	平成 14 年度（計画）	3.1.5(6)②
		炉心模擬機能の高度化（緊急事象のシミュレータ訓練導入のため）	平成 15 年度（計画）	3.1.5(6)③
3	シミュレータ設備をより実際のプラントに近い動きとするために実プラントの運転データを反映したものとする必要がある。	平成 9 年 9 月末までの実プラント改造及び性能試験データ（40% 出力まで）の反映	平成 9 年度	3.1.3(2)
		中央計算機模擬計算機への改造反映	平成 11 年度	3.1.2(3)②
		「緊急ドレン機能」の追加	平成 15 年度（計画）	3.1.5(6)③

この他、上記全ての指摘を反映するには既設のプラント模擬計算機では処理能力が不足することが分かったため、平成 12 年度及び 13 年度でプラント模擬計算機の更新を行う。

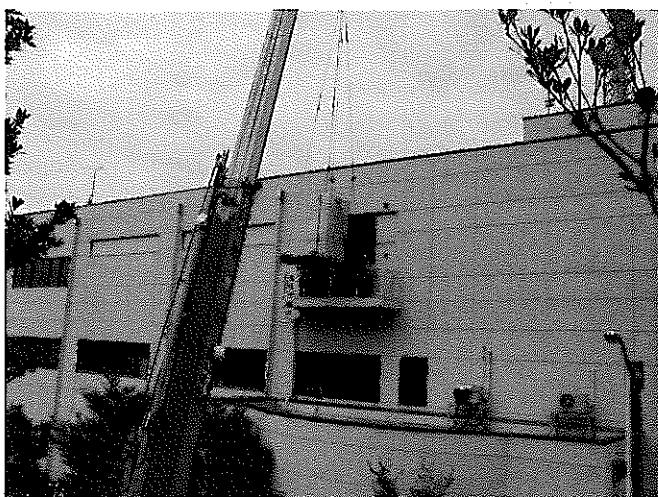
表-3.6 「動特性モデルの移植」現地作業分担（メーカ間）

No.	作業名	三菱	東芝	備考
1	モデルソースコード、インクルードファイルの吸い上げ	三菱モデルソースコードを吸い上げる（拡張子を「.f」に変更する）。 三菱・東芝のインクルードファイルを吸い上げる。	東芝モデルソースコードを吸い上げる（拡張子を「.f」に変更する）。	インクルードファイルは特殊エリアに保存されているため、その取扱は製作時と同様に東芝とした。
2	コモン初期値データの吸い上げ（定格運転状態初期値及び定数データ）	なし	全てのコモンファイルの初期データをテキストデータとして吸い上げる。	
3	新計算機へのファイルセーブ	三菱モデルソースファイルを新計算機の指定エリアにセーブする。 東芝・三菱インクルードファイルをセーブする。	東芝モデルソースファイルを新計算機の指定エリアにセーブする。 東芝・三菱インクルードファイルをセーブする。	
4	コンパイル	なし（エラー発生時のデバックは実施）	コンパイル及びエラー発生時のデバック	
5	モデルの登録	なし	新規作成の動特性モジュールに実行条件を登録する。	
6	単体機能試験	三菱モデルについて実施	東芝モデルについて実施	
7	組合せ機能試験	三菱モデルについて実施	組合せ試験の実施及び東芝モデルについて実施	システム全体の組合せ作業は東芝が実施した。
8	運転試験（初期状態作成）	三菱モデルの動作確認	東芝モデルの動作確認及び初期値作成	

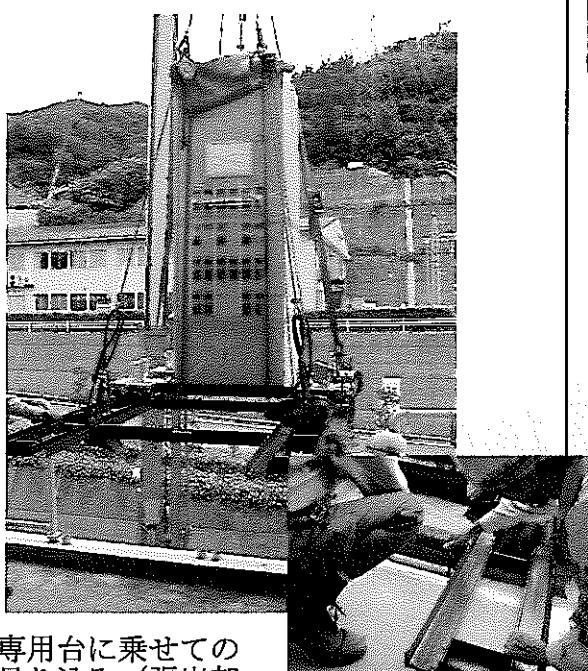
- 現地搬入前に実施した三菱分の作業のうち、新計算機が必要な作業（上述の3～7）については、三菱電機の技術者が東芝の府中工場に出向いて作業を行った。



① シミュレータ室搬入口開放



② クレーンによる吊り込み

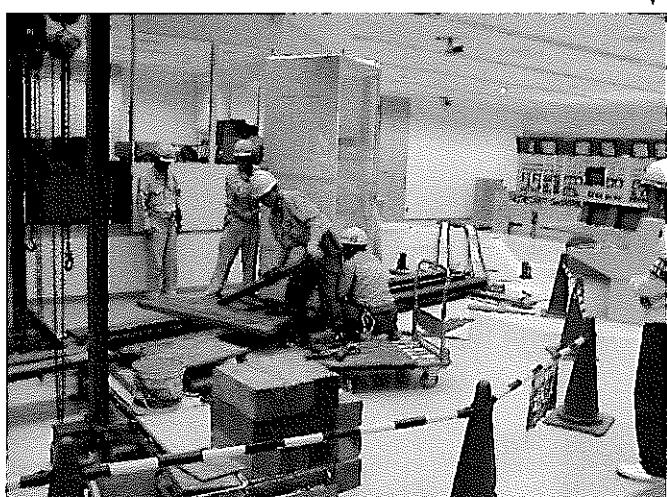


③ 専用台に乗せての
吊り込み（張出部
分に荷重をかけな
い様専用台を作作
した）

④ 専用台を建家へ固定



⑤ コロにより移動（既設模擬班盤裏）



⑥ コロにより移動（シミュレータ室内）



図-3.1 模擬盤搬入作業

⑦ 所定の場所へ設置

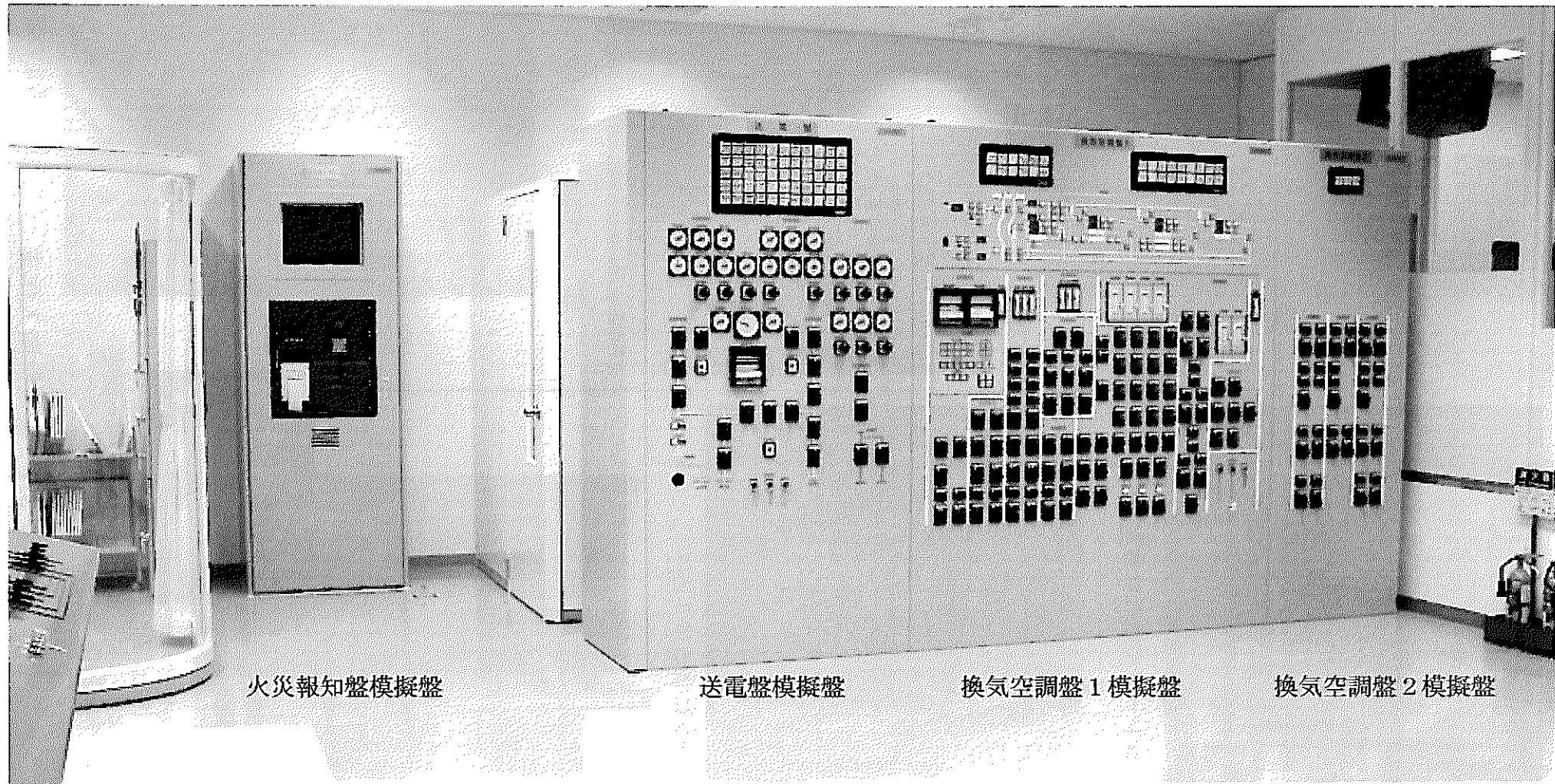
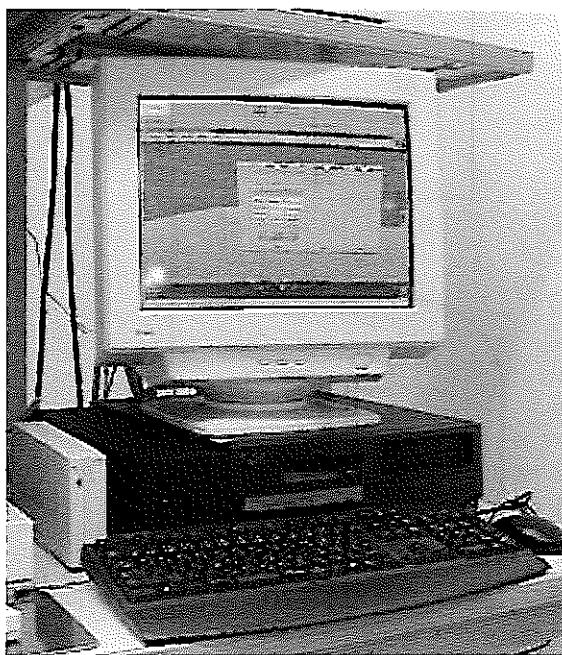


図-3.2 模擬盤設置状況



監視盤用パソコン

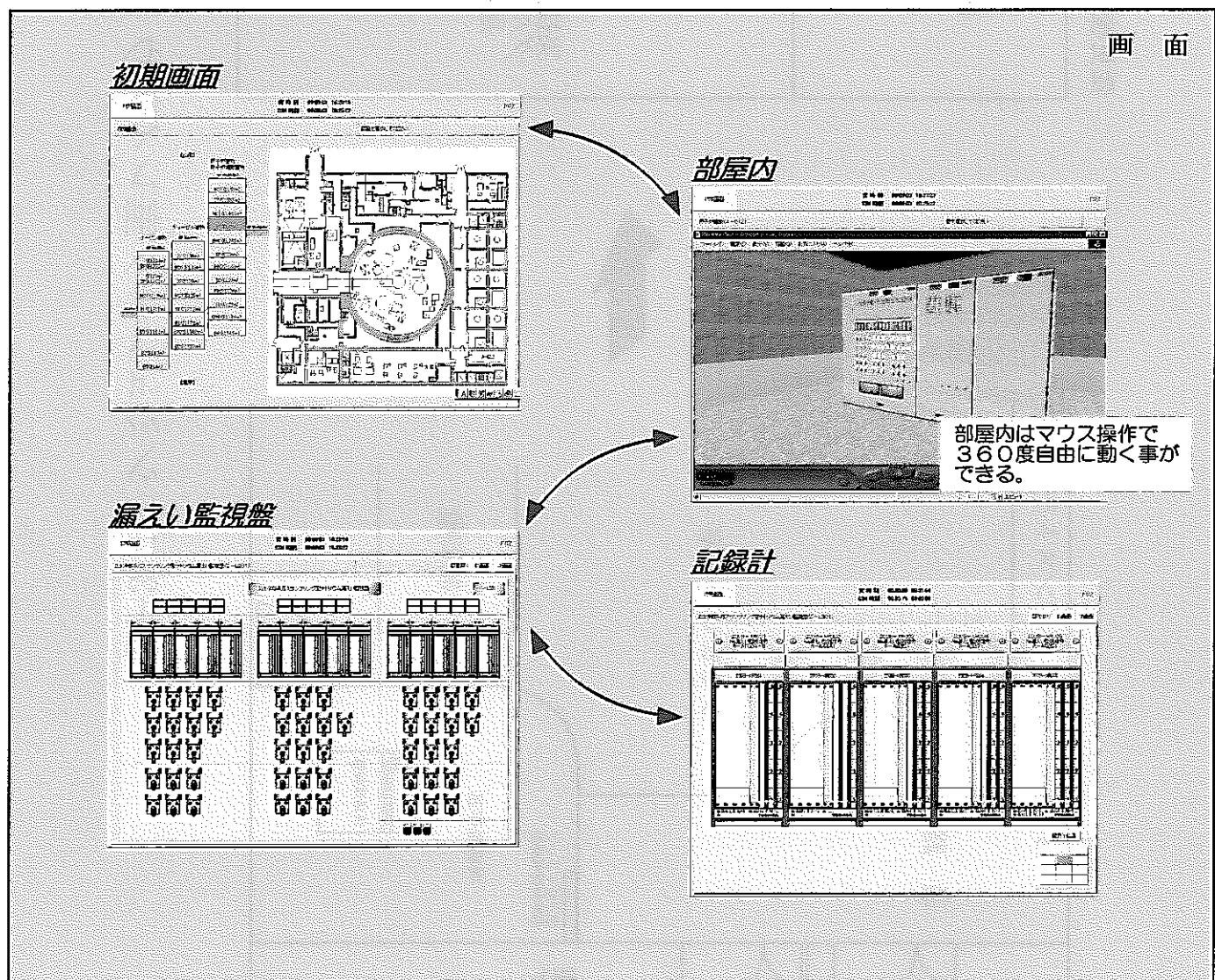


図-3.3 2次冷却系ガスサンプリング式ナトリウム漏えい監視盤

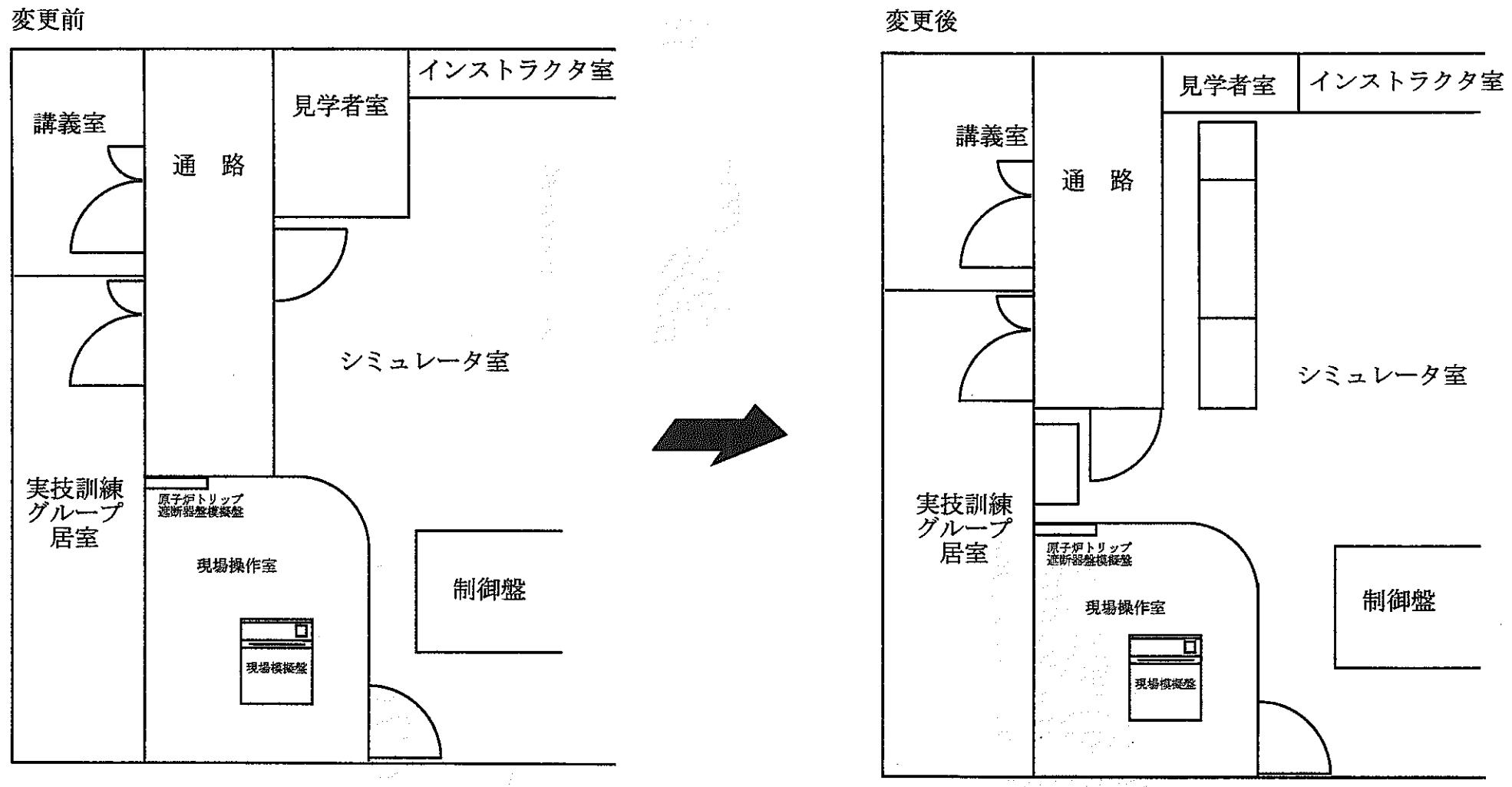
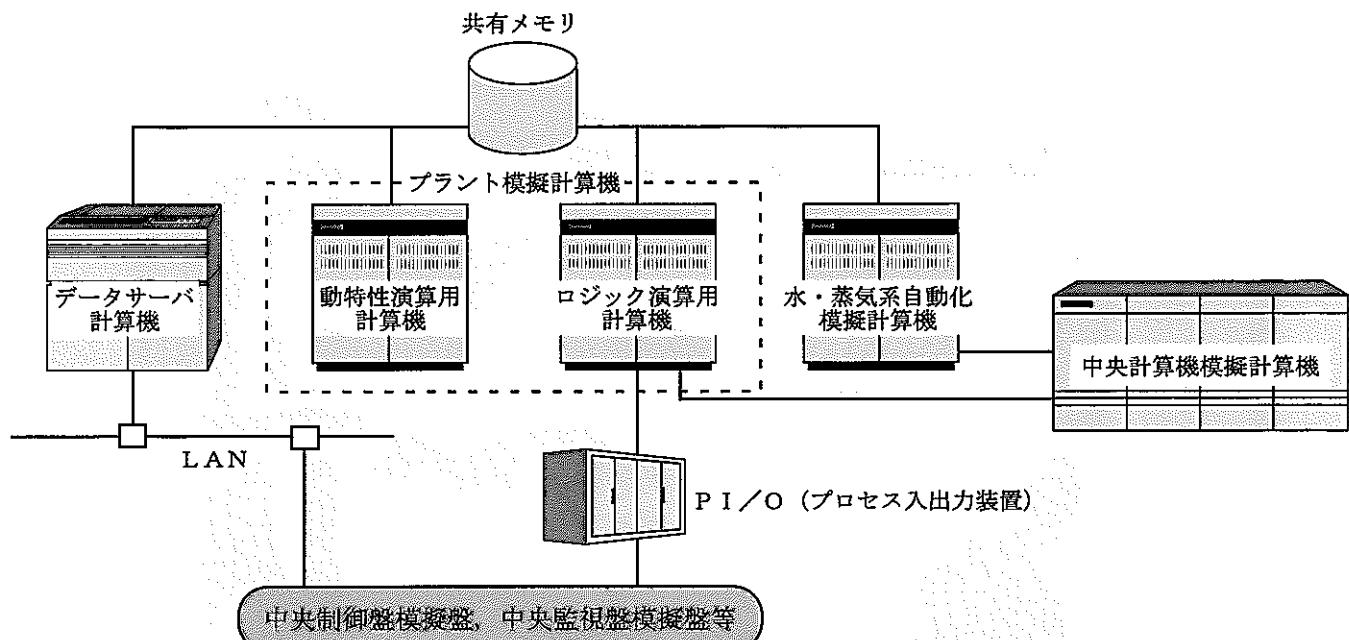
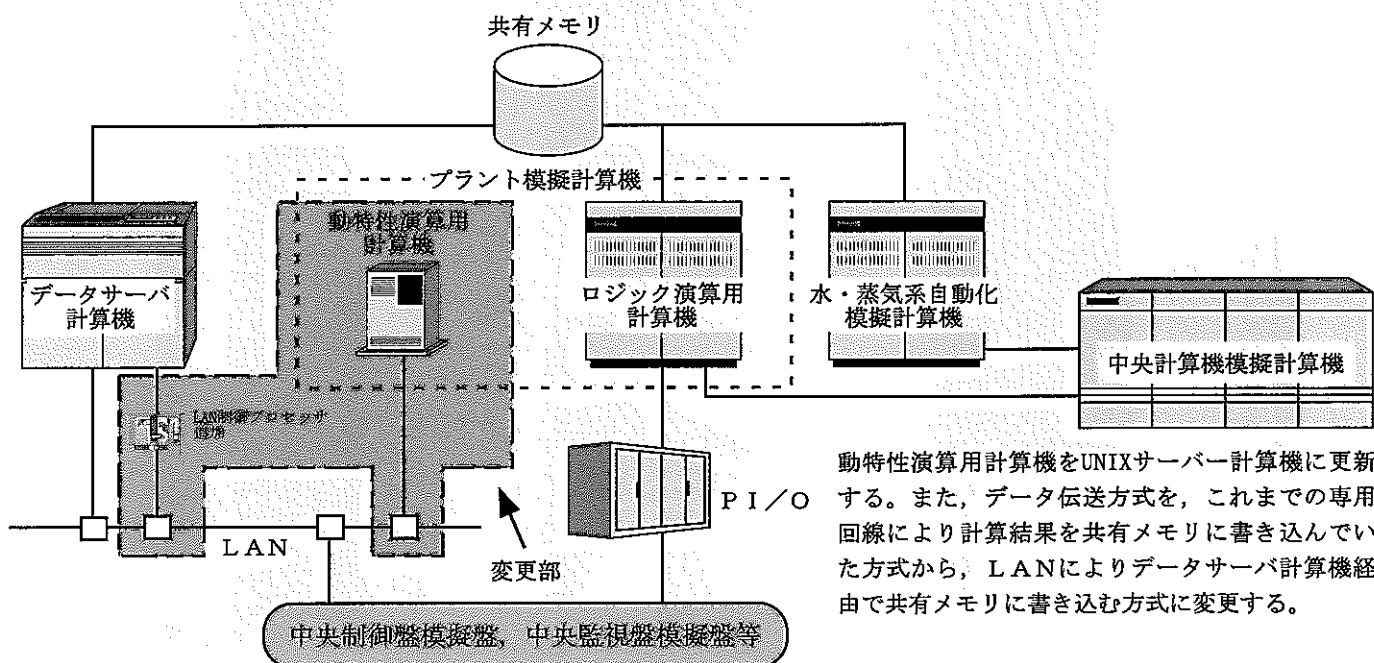


図-3.4 シミュレータ室レイアウト変更

1. 変更前のハードウェア構成



2. 変更後のハードウェア構成



動特性演算用計算機をUNIXサーバー計算機に更新する。また、データ伝送方式を、これまでの専用回線により計算結果を共有メモリに書き込んでいた方式から、LANによりデータサーバ計算機経由で共有メモリに書き込む方式に変更する。

図-3.5 変更前後のハードウェア構成図

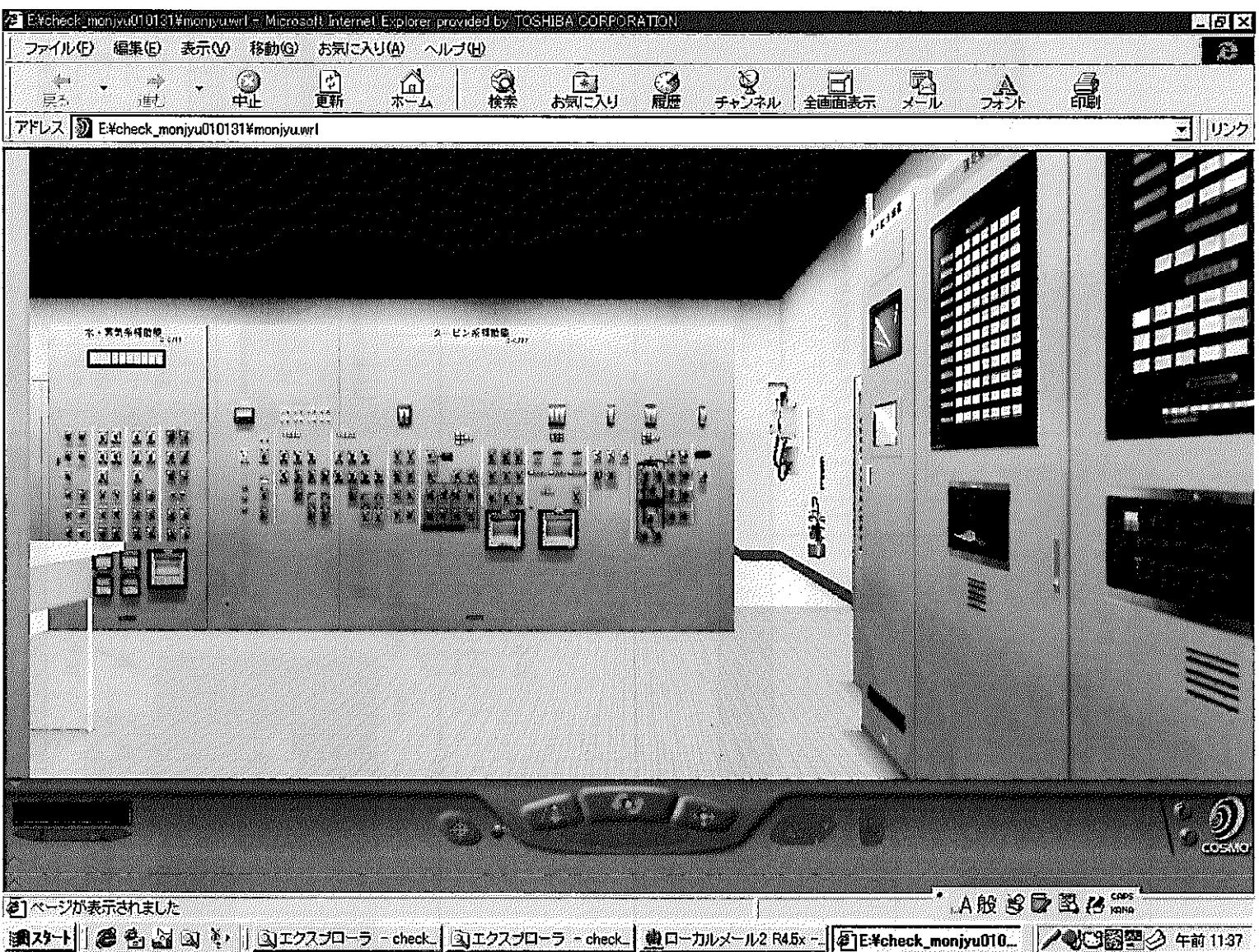


図-3.5 ヴァーチャル盤画面例（中央制御室裏）

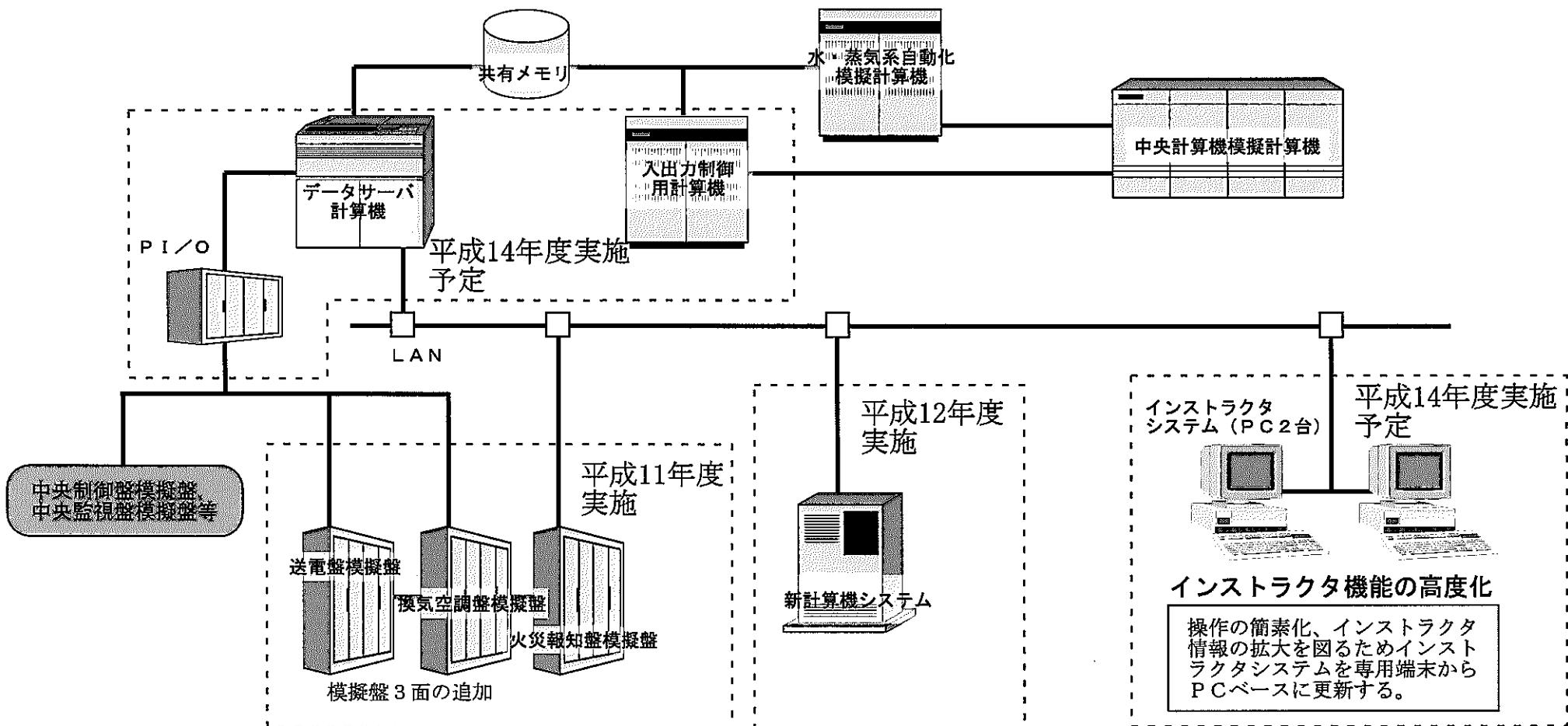


図-3.7 シミュレータハードウェア構成図（平成14年度以降）