



「もんじゅ」の運転と中央制御室の設計について

原 広 須藤 孝幸 浜野 博之
動力炉建設運転本部

資料番号：57-4

Plant Operation and Main Control Room
Design in Monju

Hiroshi Hara Takayuki Sudo
Hiroyuki Hamano
(Reactor Construction and Operation
Project.)

高速増殖原型炉「もんじゅ」はナトリウム冷却型高速炉に特徴的な設備を種々有しており、110万kWクラスの軽水炉に比べて同等以上の情報を運転上処理する必要がある。このため、運転制御システムには計算機およびCRTが活用され、運転の自動化が大幅に導入されている。過水待機から40%出力運転までは水・蒸気、タービン発電機系が自動制御され、40%から100%出力運転まではプラント出力の設定値に応じてプラント全体が自動制御される。なお、中央監視盤と中央制御盤の設計にはモックアップを有効に用いた。

Key Words: LMFBR, Monju, Operation, Plant Control, Reactor Control System, Water-steam Automatic Control System, Main Control Room, Supervisory Panel, Main Control Panel.

1. はじめに

高速増殖原型炉「もんじゅ」の運転制御システムの機器構成とそれを用いた実際の運転方法、そして運転においてプラントと運転員のインターフェイスになる中央制御室の設計の現状について概要を記す。これらの機器設計に関しては、我が国で初めての高速増殖炉発電所ということから、既に稼働している高速実験炉「常陽」や軽水炉など先行原子力プラントの経験を生かしつつも、「もんじゅ」として独自の設計が実現されている。

特に中央監視盤と中央制御盤の設計検討作業には、フルサイズのモックアップを有効に用いた。

2. 運転制御システムの構成

ナトリウム冷却型高速炉の特徴として、2次主冷却系、補助ナトリウム系、そしてナトリウム予熱設備やナトリウム漏洩検出設備などをもつ「もんじゅ」

は100万kWクラスの軽水炉に比べて、同等以上の情報を運転において処理する必要がある。このため、「もんじゅ」の運転制御システムの設計に当っては、運転員の負担を低減し、誤判断、誤操作を防止することを基本方針としており、計算機およびCRT (Cathode Ray Tube) を活用して、運転員と機器設備間のインターフェイスの効率向上を図ると共に、プラントの自動化を大幅に導入している。「もんじゅ」の運転制御システムの構成を図1に示す。

中央監視盤は、座位で監視・操作を行うためのデスク型の盤であり、垂直部に埋め込まれた6台のCRTには、発電所の運転状態に応じて必要な情報が表示される。

従来は、熟練運転員が長年の経験から最適な監視情報を選択していたが、この過程を中央計算機で自動的にを行い、中央監視盤のCRT上に必要な情報を

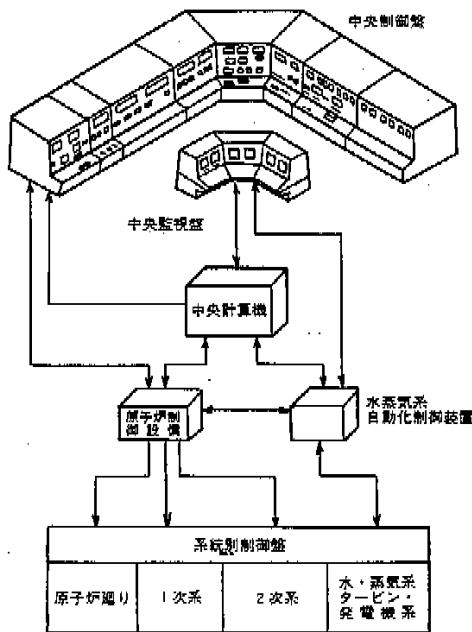


図1 プラント自動化運転システム構成

系統図等の形でわかりやすく表示する。

中央制御盤は、万一の事故やプラント異常時の運転操作を行うベンチ型の盤である。事故時にも確実に作動しなければならない設備に対しては、ケーブルや操作器具を他系統から分離することにより、系

統の独立性を確保している。

一方、プラントの自動化に係わる装置が、原子炉制御設備と水・蒸気系自動化制御装置である。図2に示す原子炉制御設備は、後で述べる様に40%から100%出力運転において「もんじゅ」プラント全体を制御する装置であり、制御棒を動かす原子炉出力制御系、主冷却系の冷却材流量を制御する1次、2次主冷却系流量制御系、水・蒸気、タービン系の流量・温度・圧力を制御する給水流量制御系、主蒸気温度制御系、主蒸気圧力制御系とこれらの総括制御を行う出力指令装置から構成される。また、水・蒸気系自動化制御装置は、煩雑な水・蒸気系およびタービン・発電機系の操作を省力化するために導入されたプロセス計算機である。

3. 「もんじゅ」の運転

「もんじゅ」の運転モードを図3に示す。

「もんじゅ」の運転は、次のような3つのモードに分けられる。

(1) 水・蒸気系の通水待機まで

制御棒は全挿入されている状態で、原子炉起動前の準備を行う段階であり、1次、2次主冷却系および水・蒸気・タービン系の操作は、CRTに表示されるオペレーションガイドに基づき中央制御盤等において手動で行う。

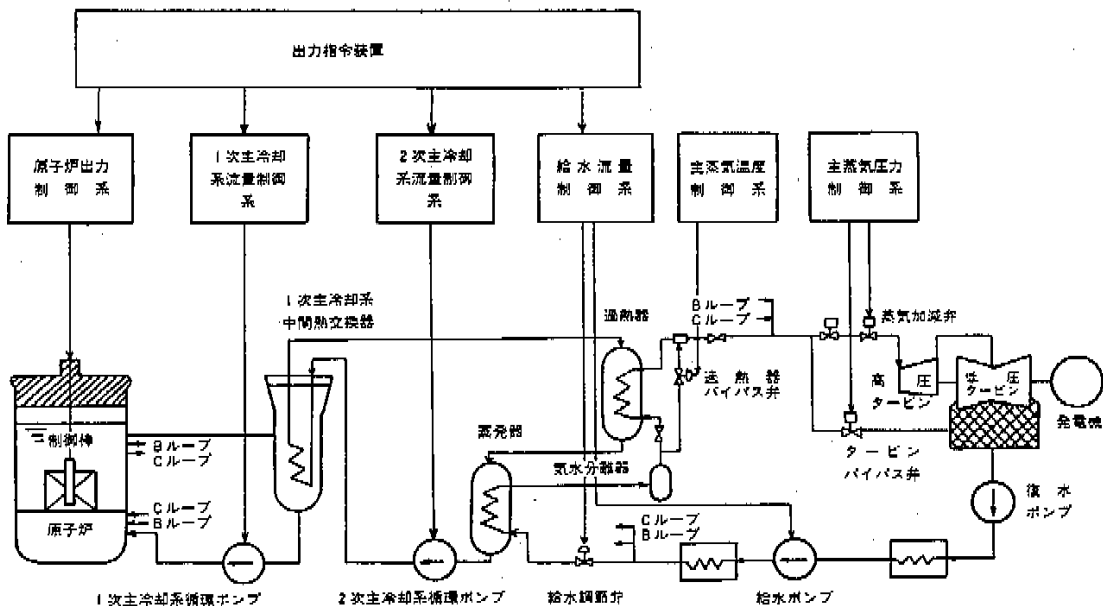
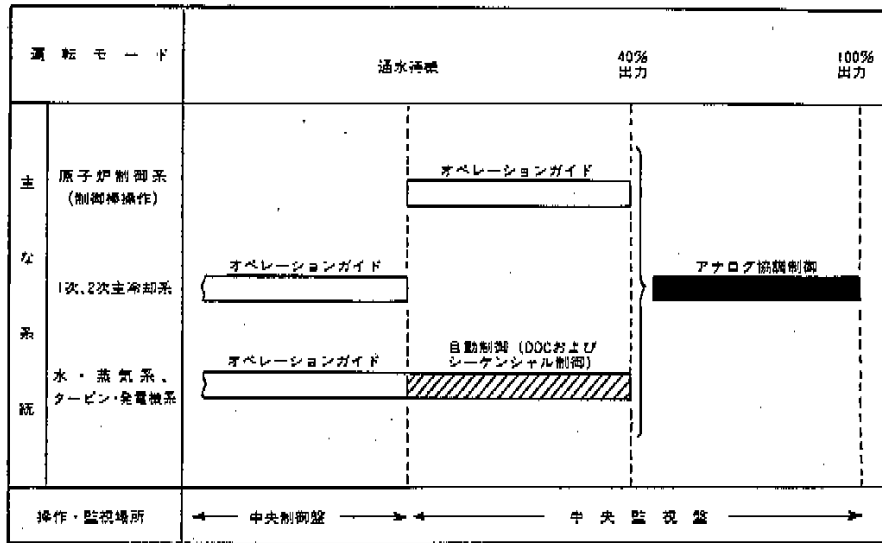


図2 原子炉制御設備



(注) DDC: Direct Digital Control (直接制御方式)

図3. 運転モード

(2) 通水待機から40%出力運転まで

主冷却系の流量は、中央制御盤で手動設定により一定値に制御し、制御棒は中央監視盤で運転員が手動で操作する。

一方、水・蒸気、タービン・発電機系は、水・蒸気系自動化制御装置により自動制御される。操作は、中央監視盤上に設けられた運転進行パネルのサブブレイクポイントスイッチ（運転グループ単位毎に対応したスイッチ）をCRTに表示され

るオペレーションガイドを参照しながら順次押しでゆくことにより行う。

(3) 40%から100%出力運転まで

このモードでは、主冷却系流量を原子炉出力にほぼ比例するよう、また、蒸発器出口温度が一定となるよう制御を行う。

これらの制御は、原子炉制御設備により機器に対する熱衝撃を緩和するよう協調制御される。また、タービン効率を高めるためのタービン入口圧

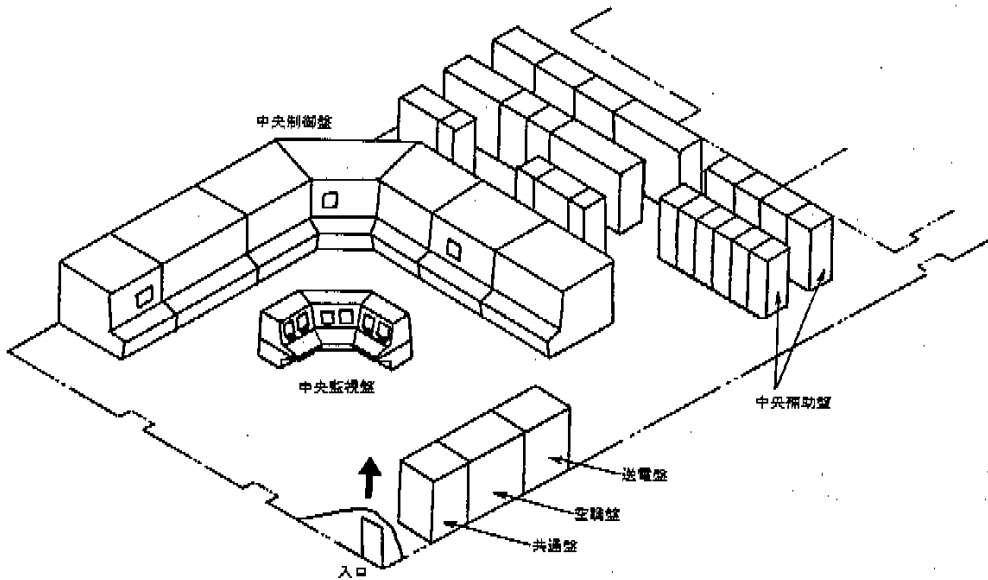


図4 中央制御室

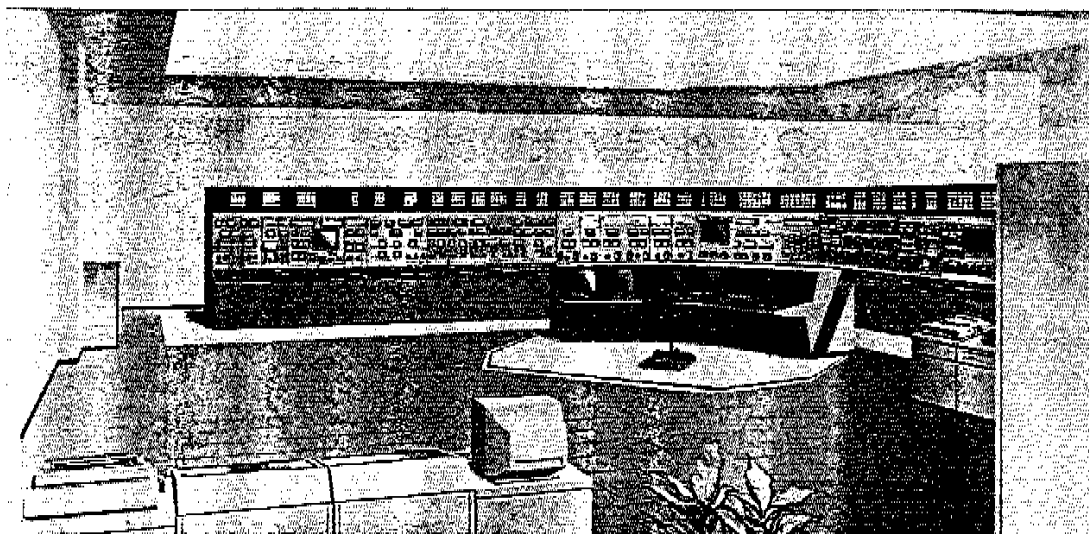


図5 中央制御室の完成予想図

力一定制御は、タービン・発電機系のEHC盤により行われる。原子炉出力の操作は、中央監視盤に設けられた出力設定スイッチにより行い、運転に必要なプラント情報は、中央計算機により収集され、CRTに表示される。

4. 中央制御室

中央制御室には、図4のように、中央監視盤、中央制御盤、中央補助盤が運転員の動線の短縮化を考慮して配置されている。中央制御室の運転員の数は設計上最少3名を前提としているが、実際の運転に際しては他の要素も考慮してその数が決められる予定である。

中央監視盤は、中央制御室の中央に設置され、中央監視盤の後方に配置されている中央制御盤の垂直部が見渡せる様、高さを考慮している。中央補助盤

は垂直型の自立盤で、操作頻度が少なく、かつ緊急操作が必要でない設備機器の監視操作を行う盤である。

図5は、図4の矢印方向から見た中央制御室の完成予想図である。

5. おわりに

以上、「もんじゅ」の運転と中央制御室の設計について、特に設計上「もんじゅ」の特徴となっている点に重点を置いて概要を記した。前述のモックアップを用いた設計検討において運転方法の骨格が確認され、それをベースにして総合インタロックも固まりつつある。これを受けて、プラント制御設備、各系統設備の機器設計、インタロック設計、計装設計そして盤類の設計などが進行中である。