

平成23年 6月14日
独立行政法人
日本原子力研究開発機構
敦賀本部

平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえた シビアアクシデントへの対応に関する措置の実施状況の報告について

当機構は、平成23年6月7日付け、経済産業大臣からの「平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえた他の原子力発電所におけるシビアアクシデントへの対応に関する措置の実施について」の指示^{※1}を受け、高速増殖原型炉もんじゅ（以下、「もんじゅ」という。）及び新型転換炉原型炉施設（以下、「ふげん」という。）の現状及び対応方策について取りまとめ、本日、経済産業大臣に報告いたしました。

当機構は、引き続き、福島第一原子力発電所事故等の情報収集及び分析を行うとともに、今後得られる新たな知見をもとに迅速かつ的確に対策を追加し、「もんじゅ」及び「ふげん」の安全確保に万全を期してまいります。

※1 「平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえた他の原子力発電所におけるシビアアクシデントへの対応に関する措置の実施について（指示）」

（平成23・06・07原第2号）

平成23年に発生した福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所事故に係る原子力災害対策本部において、同事故に関する報告書を取りまとめ、同事故を収束するための懸命な作業の中で抽出された課題（シビアアクシデントへの対応）から、万一シビアアクシデント（炉心の重大な損傷等）が発生した場合でも迅速に対応するための措置を整理しました。

以上を踏まえ、当省は、これらの措置のうち、直ちに取り組むべき措置として、各電気事業者等に対し、福島第一原子力発電所以外の原子力発電所において下記の事項について実施するとともに、その状況を平成23年6月14日までに報告することを求めます。

記

1. 中央制御室の作業環境の確保

緊急時において、放射線防護等により中央制御室の作業環境を確保するため、全ての交流電源が喪失したときにおいても、電源車による電力供給により中央制御室の非常用換気空調系設備（再循環系）を運転可能とする措置を講じること。

2. 緊急時における発電所構内通信手段の確保

緊急時において、発電所構内作業の円滑化を図るため、全ての交流電源が喪失したときにおける確実な発電所構内の通信手段を確保するための措置を講じること。

3. 高線量対応防護服等の資機材の確保及び放射線管理のための体制の整備

緊急時において、作業員の放射線防護及び放射線管理を確実なものとするため、事業者間における相互融通を含めた高線量対応防護服、個人線量計等の資機材を確保するための措置を講じるとともに、緊急時に放射線管理を行うことができる要員を拡充できる体制を整備すること。

4. 水素爆発防止対策

炉心損傷等により生じる水素の爆発による施設の破壊を防止するため、緊急時において炉心損傷等により生じる水素が原子炉建屋等に多量に滞留することを防止するための措置を講じること。

5. がれき撤去用の重機の配備

緊急時における構内作業の迅速化を図るため、ホイールローダー等の重機を配備するなどの津波等により生じたがれきを迅速に撤去することができるための措置を講じること。

別紙ー 1 : 平成 2 3 年福島第一原子力発電所事故を踏まえたシビアアクシデントへの対応に関する措置の実施状況報告書 (高速増殖原型炉もんじゅ)

別紙ー 2 : 平成 2 3 年福島第一原子力発電所事故を踏まえたシビアアクシデントへの対応に関する措置の実施状況報告書 (新型転換炉原型炉施設)

以 上

平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえた
シビアアクシデントへの対応に関する措置の
実施状況報告書
(高速増殖原型炉もんじゅ)

平成23年 6 月

独立行政法人 日本原子力研究開発機構
敦賀本部 高速増殖炉研究開発センター

目 次

1. 概 要	1
2. シビアアクシデントへの対応に関する措置の実施状況	2
2. 1 中央制御室の作業環境の確保	2
2. 2 緊急時における発電所構内通信手段の確保	3
2. 3 高線量対応防護服等の資機材の確保及び 放射線管理のための体制の整備	5
2. 4 水素爆発防止対策	6
2. 5 がれき撤去用の重機の配備	7
3. 今後の対応	8
添付資料一覧	9

1. 概要

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による津波に起因する東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故については、当機構は同じ原子力事業に携わる者として重く受け止め、最大限の支援を行うとともに、高速増殖原型炉もんじゅ（以下、「もんじゅ」という。）について、引き続き安全確保を最優先とし、実施可能な対応をすみやかに行っている。

3月30日、経済産業大臣から当機構に対する指示文書「平成23年福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた他の発電所の緊急安全対策の実施について（指示）（平成23年3月30日付け平成23・03・28原第7号）」を受領し、津波により3つの機能（交流電源を供給する全ての設備の機能、海水を使用して原子炉施設を冷却する全ての設備の機能及び使用済燃料貯蔵槽を冷却する全ての設備の機能）を喪失したとしても、炉心損傷及び使用済燃料の損傷を防止し、放射性物質の放出を抑制しつつ、原子炉施設の冷却機能の回復を図るための緊急安全対策について直ちに取り組むとともに、それらの実施状況について早急に報告するよう指示があったことから、本指示内容に照らし、「もんじゅ」の緊急安全対策について、その実施状況を4月20日に報告した。これらの緊急安全対策については、5月6日に原子力安全・保安院より、適切に実施されているものと判断するとの評価を頂いた。

6月7日、平成23年福島第一・第二原子力発電所事故に係る原子力災害対策本部において、同事故に関する報告書がとりまとめられ、事故を収束するための懸命な作業の中で抽出された課題（シビアアクシデントへの対応）から、万一シビアアクシデントが発生した場合でも迅速に対応するための措置が整理されたことを踏まえ、指示文書「平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえた他の原子力発電所におけるシビアアクシデントへの対応に関する措置の実施について（指示）（平成23年6月7日付け平成23・06・07原第2号）」により、以下の項目について取り組み、その実施状況を報告するよう経済産業大臣から指示を受けた。

- ・中央制御室の作業環境の確保
- ・緊急時における発電所構内通信手段の確保
- ・高線量対応防護服等の資機材の確保及び放射線管理のための体制の整備
- ・水素爆発防止対策
- ・がれき撤去用の重機の配備

本報告書は、経済産業大臣から指示のあった上記5項目に対する当機構「もんじゅ」の実施状況を取りまとめたものである。

2. シビアアクシデントへの対応に関する措置の実施状況

2. 1 中央制御室の作業環境の確保

(添付資料－1)

(1) 福島第一原子力発電所事故の教訓

今回の事故時に、中央制御室は放射線量が高くなり、一時は運転員が立ち入れなくなるとともに、現在も長時間の作業が困難であるなど、中央制御室の作業環境が悪化した。

このため、緊急時において、放射線防護等により中央制御室の作業環境を確保するため、全ての交流電源が喪失したときにおいても、電源車による電力供給により中央制御室の非常用換気空調系設備（再循環系）を運転可能とする必要がある。

(2) 「もんじゅ」の対応方策

中央制御室の空調は、通常運転時には、中央制御室空調ファンならびに中央制御室排気ファンにより、中央制御室の空気を循環しつつ、外気の一部取入れと屋外への放出により行っている。

1次冷却材漏えい事故時や中央制御室にて高放射線が検知された場合には、中央制御室隔離信号が発信し、中央制御室浄化ファンが自動起動し、中央制御室排気ファンが自動停止するとともに、外気取り入れ隔離ダンパ及び排気ファン隔離ダンパが閉動作し、閉回路循環運転に切り替わる。また、循環空気の一部をよう素除去フィルタが装着された中央制御室浄化フィルタユニットへ通すことにより中央制御室内の空気を浄化する内部再循環浄化運転を行う。

長期の内部再循環浄化運転により、中央制御室の作業環境が悪化した場合は、必要に応じて運転員の判断により外気を中央制御室浄化フィルタユニットで浄化しながら取り入れる外気浄化取入再循環運転を行うことができる。

全交流電源喪失時には、中央制御室空調が停止するが、中央制御室周辺に放射性物質が存在していても、直ちに中央制御室の作業環境が損なわれることはない。

しかしながら、全交流電源喪失時における長期間の事故対応活動を継続的に実施するため、今後配備を予定している電源車から中央制御室空調ファン（約 37 kVA）、中央制御室浄化ファン（約 6 kVA）、中央制御室排気ファン（約 1 kVA）及び中央制御室浄化フィルタユニット用電気ヒータ（約 12 kVA）に給電し、中央制御室空調を運転する。これにより、外部からの放射性物質

の浸入を防止し、中央制御室内の空気を浄化するとともに、一部外気を取り入れることで、中央制御室の作業環境を確保することとする。なお、中央制御室空調のダンパを作動させるためには制御用圧縮空気が必要であるので、この代替としてダンパ駆動用制御用圧縮空気ヘッドに窒素ガスボンベを設置することとする。

これらの対応策を踏まえた手順書を整備するが、今後配備を予定している電源車の容量を踏まえ、中央制御室空調を起動する場合は、中央制御室空調ファン及び中央制御室浄化ファン等の起動電流を考慮した手順とする。

さらに、中央制御室で監視・操作を実施する運転員については、緊急時における被ばく線量を適切に管理できるよう個人線量計を中央制御室に配備する。

緊急安全対策に必要な容量【kVA】	中央制御室空調容量【kVA】 ()内は起動時最大容量	必要容量【kVA】 ()内は起動時最大容量を考慮した必要容量	配備容量【kVA】	容量余裕【kVA】
約 483	約 56	約 539	600	約 61
	(約 250)	(約 733) *1	(既設 500×1 を 300×2 に配備変更)	

*1 中央制御室空調ファン等の起動時は、緊急安全対策に必要な負荷の一部を一時的に減少させ（炉外燃料貯蔵槽冷却系負荷等）、中央制御室空調ファン等の起動後に減少させた負荷を復旧することで対応する。

2. 2 緊急時における発電所構内通信手段の確保

(添付資料－2)

(1) 福島第一原子力発電所事故の教訓

今回の事故では、地震及び津波による全交流電源喪失により、発電所構内での通信環境や照明の悪化により、事故対応活動に大きな困難が生じた。

このため、緊急時において、発電所構内作業の円滑化を図るため、全交流電源が喪失したときにおける確実な発電所構内の通信手段及び照明を確保する必要がある。

(2) 「もんじゅ」の対応方策

構内での通信手段としては、PHS、ページング設備、無線機、衛星電話（構外との通信も可）を配備している。全交流電源喪失が発生した場合でも各設備が有している蓄電池等により、現場、中央制御室、緊急対策室間の通信機能の確保は可能である。

通信設備の状況について確認を行い、長時間の交流電源喪失及び津波による影響に対する通信手段の確保の観点で検討を行った。

a. ページング設備

電源車による電源供給により、全交流電源が喪失しても、長時間の使用が可能である。また、ディーゼル建物（海拔 21m）に設置されているページングの制御装置についても津波の影響を受ける可能性は少ない。

また、中央制御室と緊急対策室を接続する専用の有線通話器を設置している。

b. PHS

電源車による電源供給により、全交流電源が喪失しても、長時間の使用が可能である。また、総合管理建物（海拔 21m）に設置されている自動交換機本体及び電源装置については津波の影響を受ける可能性は少ない。

c. 無線機

ページングが使用できない屋外での通信手段として、無線機を配備している。無線機は充電式であり、電源車から電源供給される緊急対策室のコンセントから充電できる。

d. 衛星携帯電話

構内と外部との通信機能を確保するため携帯型の衛星電話を増配備している。衛星携帯電話は充電式であり、電源車から電源供給される緊急対策室のコンセントから充電できる。

今後、中央制御室と緊急対策室を接続する専用の有線通話器について、電源車による電源供給により、全交流電源が喪失しても、長時間の使用を可能とする。

PHS自動交換機本体及び電源装置の設置場所については、地震・津波の影響を受けない施設の整備の検討も踏まえて、緊急時対応、防護対策対応、総合管理建物機能の観点から、総合的に検討していく。

照明については、全交流電源喪失が発生した場合でも蓄電池等により非常用照明を一定期間確保することが可能であるが、長期間の全交流電源喪失時には、電源車から供給される中央制御室及び緊急対策室の一部の照明を除き使用できなくなるため、ヘッドライトを運転員及び自衛消防隊について配備済みである。さらに、ヘッドライトを増配備する。

2. 3 高線量対応防護服等の資機材の確保及び放射線管理のための体制の整備

(添付資料－3)

(1) 福島第一原子力発電所事故の教訓

今回の事故では、事象の進展により、想定を大きく超える放射性物質が発電所構内や建屋内に飛散したため、空間線量率が極めて高くなり、安定化作業を行う作業員の被ばく線量が非常に高くなるなど、作業を円滑に進める上での大きな課題となっている。

また、事故の初期段階において、個人線量計やマスクなどの資機材が不足し、安定化作業に従事する作業員個人毎に線量計や防保護具などが確保できず、適切な放射線管理ができない状態が生じた。

同じく事故の初期段階において、空気中の放射性物質の濃度測定などの放射線管理上の対応が遅れ、内部被ばくのリスクが増大した。

このような事態に備え、高線量作業環境下での遮へい機能を有する防護服（以下、高線量対応防護服という。）や個人線量計などの必要な資機材を備えておくことが有用である。

また、放射線管理業務が急増することに対応して、放射線管理要員以外の者が助勢することにより、放射線管理要員がより重要な業務を行えるようにする仕組みを、あらかじめ構築しておくことが有用である。

(2) 「もんじゅ」の対応方策

今回の事故を踏まえ、高線量対応防護服については、10着を配備する。また、高線量対応防護服や個人線量計及び全面マスクなどの資機材については、「もんじゅ」に常備しているものに加え、福井地区の原子力事業者との防災協定（若狭地域原子力事業者における原子力災害発生時等の連携に関する確認書）に基づいた対応及び機構の他拠点等からの支援により速やかに必要数を確保する体制としている。なお、上記の高線量対応防護服を配備するまでの応急処置として、鉛エプロンを15着配備した。

緊急時における放射線管理要員については、現状、放射線管理要員以外の者についても、放射線業務従事者教育などの保安教育によって放射線防護に関する知識や測定機器などの取扱についての教育を実施しているが、必要に応じて放射線管理要員以外の者が、個人線量計の貸し出しや被ばく線量のデータ入力等の補助的な業務を行い、放射線管理要員の業務を助勢する仕組みを整備する。

2. 4 水素爆発防止対策

(添付資料－4)

(1) 福島第一原子力発電所事故の教訓

今回の事故では、原子炉建屋で格納容器から漏えいした水素が原因とみられる爆発が発生し、事故をより重大なものとした。

このため、水素の爆発による施設の破壊を防止するため、原子炉建屋等に多量に水素が滞留することを防止するための措置を講じる必要がある。

(2) 「もんじゅ」の対応方策

「もんじゅ」は、燃料の構造材にステンレス鋼を、冷却材にナトリウムを使用しており、燃料の構造材にジルコニウムを使用している軽水炉のように、燃料が高温になった場合に燃料の構造材が水と反応し、水素が発生することはない。一方、冷却材として使用しているナトリウムによる水素の発生と、その爆発防止対策については、次の通りである。

a. ナトリウムと水の反応による水素の発生

「もんじゅ」の蒸気発生器（蒸発器、過熱器）には、内部に伝熱管が設置されており、その外側を2次系のナトリウムが流れ、内側を水・蒸気が流れる。蒸気発生器内部のナトリウムは液面を有しており、液面の上部はアルゴンガスで満たされている。蒸気発生器のアルゴンガス空間部は、圧力開放板を介してナトリウム・水反応生成物収納容器（以下、反応生成物収納容器という。）と配管で接続されている。さらに、反応生成物収納容器は圧力開放板を介して、外気へ開放されている配管に接続されている。

蒸気発生器伝熱管が破損すると、内部の水・蒸気がナトリウム中に噴出し、ナトリウム・水反応により水素が発生する。発生した水素は、蒸気発生器内部の圧力を上昇させるが、蒸気発生器の圧力開放板が開いて、発生した水素を反応生成物収納容器に逃がす。さらに、反応生成物収納容器の圧力が上昇すると、反応生成物収納容器の圧力開放板が開いて、水素を外気に放出し燃焼処理する。一方、蒸気放出弁が自動的に開き、水・蒸気を外気に放出することにより蒸気発生器内から抜き取り、ナトリウム・水反応を停止させる。このように、蒸気発生器の伝熱管破損により水素が発生した場合でも、発生した水素を燃焼処理して外気に逃がすことにより、蒸気発生器及び2次主冷却系の過度の圧力上昇を防ぎ、その影響が1次主冷却系及び原子炉に及ぶことを防止している。

なお、2次系のナトリウムや水・蒸気には放射能が含まれていないの

で、仮にナトリウム・水反応で発生した水素や水・蒸気をそのまま外気に放出しても、環境へ放射能の影響を与えることはない。

b. ナトリウムとコンクリート(水)の反応による水素の発生

一般に高温のナトリウムとコンクリートが接触すると、ナトリウムがコンクリート中の水分と反応して水素が発生する。このため「もんじゅ」の1次冷却系機器、配管が設置されている部屋には、ナトリウムが漏えいした場合でも、漏えいナトリウムと建物コンクリートの接触を防止する鋼製ライナが設置されているので、ナトリウムとコンクリート(水)が反応して水素が発生することはない。また、「もんじゅ」の1次冷却系機器、配管が設置されている部屋は、窒素雰囲気中に維持されているので、漏えいナトリウムの燃焼は抑制される。

「もんじゅ」の2次冷却系機器、配管が設置されている部屋についても、漏えいナトリウムと建物コンクリートの接触を防止する鋼製ライナが設置されているので、ナトリウムとコンクリート(水)が反応して水素が発生することはない。2次冷却系機器、配管が設置されている部屋は空気雰囲気であり、漏えいしたナトリウムは燃焼するが、鋼製ライナの健全性は確保される。万一、漏えいしたナトリウムの燃焼により鋼製ライナが破損し、ナトリウムとコンクリート(水)が反応することを仮定しても、発生した水素はナトリウム燃焼環境では燃焼してしまうので、水素が蓄積することはない。

上記の通り、「もんじゅ」においては水素が発生し蓄積する可能性は極めて小さいが、更なる信頼性向上のために原子炉補助建物に排気口の設置など水素が蓄積することを防止する対策を行う。

2. 5 がれき撤去用の重機の配備

(添付資料-5)

(1) 福島第一原子力発電所事故の教訓

今回の事故では、津波来襲後に発電所構内に漂着物やがれきが散乱する状況に至った。また、周辺においても地震・津波の被害が発生していたため、事故管理活動を支援するレスキュー部隊の動員を迅速かつ十分に行うことができず、漂着物やがれきが障害となり、現場での事故対応が十分に機能しなかった。

このため、緊急時における構内作業の迅速化を図るため、津波等により生じたがれきを迅速に撤去することができる重機の配備が必要である。

(2) 「もんじゅ」の対応方策

全交流電源喪失に至った場合、電源供給や使用済燃料池への給水確保のため、電源車のつなぎ込みや原子炉補機冷却海水ポンプ代替ポンプの設置、消防車等を使用した作業を行う必要が生じるが、その際、車両の通行障害物の排除等を行いながらの作業が必要となる可能性がある。

このため、がれき撤去のための重機として、ホイールローダを配備することとする。また、がれき撤去の重機の運用については、配備と同時に重機の運転操作を実施できる体制を整備する。

3. 今後の対応

現在の対策については、これまでに判明している知見に基づいたものであり、今後も引き続き事故の推移を注意深く見守っていく。

事故の全体像の解明が更に進み、事故シーケンスの分析や評価が行われた後には、得られた新たな知見を安全対策に適切に反映していく。

以 上

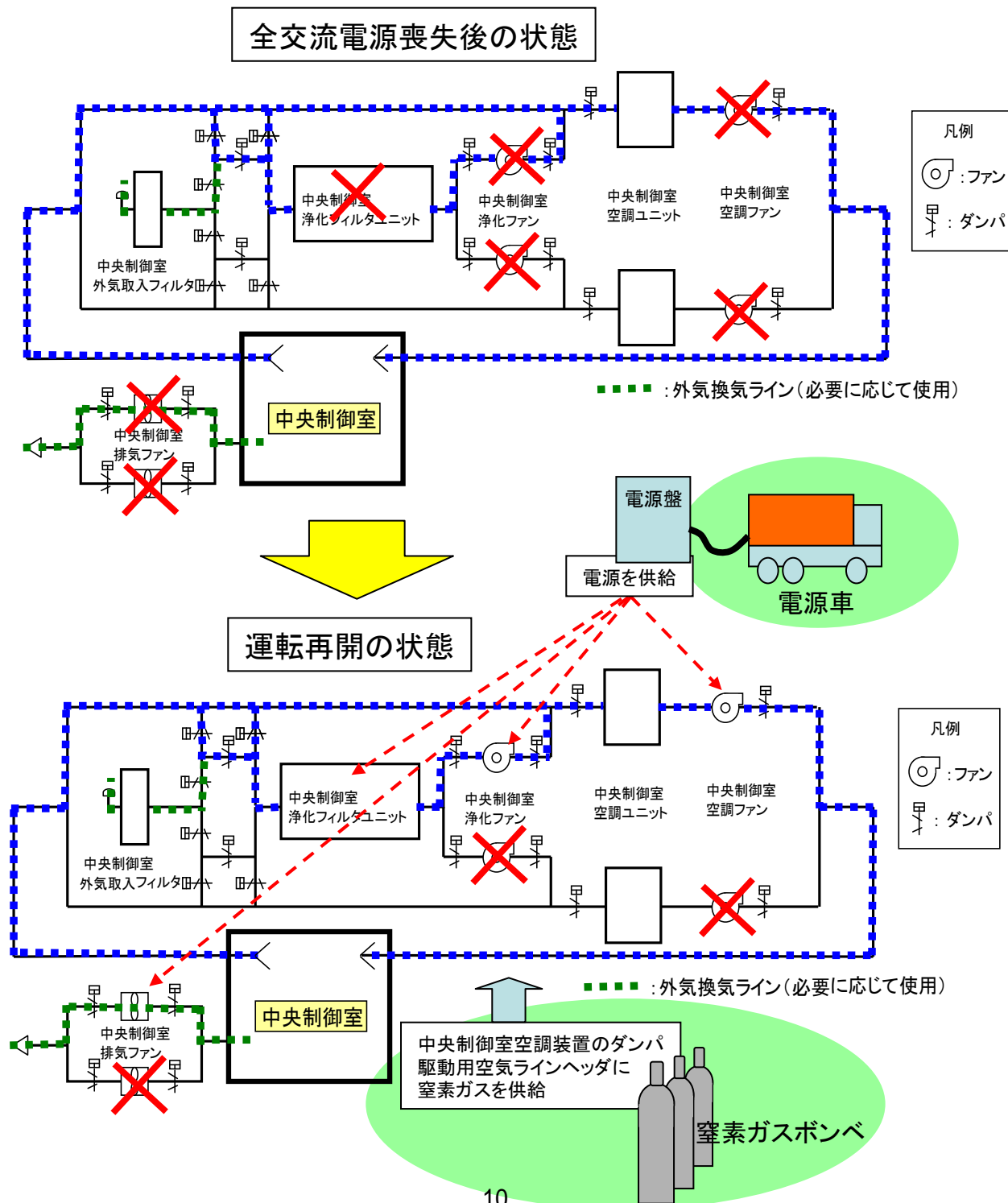
添付資料一覧

- 添付資料－ 1 中央制御室の作業環境の確保
- 添付資料－ 2 緊急時における発電所構内通信手段の確保
- 添付資料－ 3 高線量対応防護服等の資機材の確保及び放射線管理のための体制の整備
- 添付資料－ 4 水素爆発防止対策
- 添付資料－ 5 がれき撤去用の重機の配備
- 添付資料－ 6 対策工程表

中央制御室の作業環境の確保

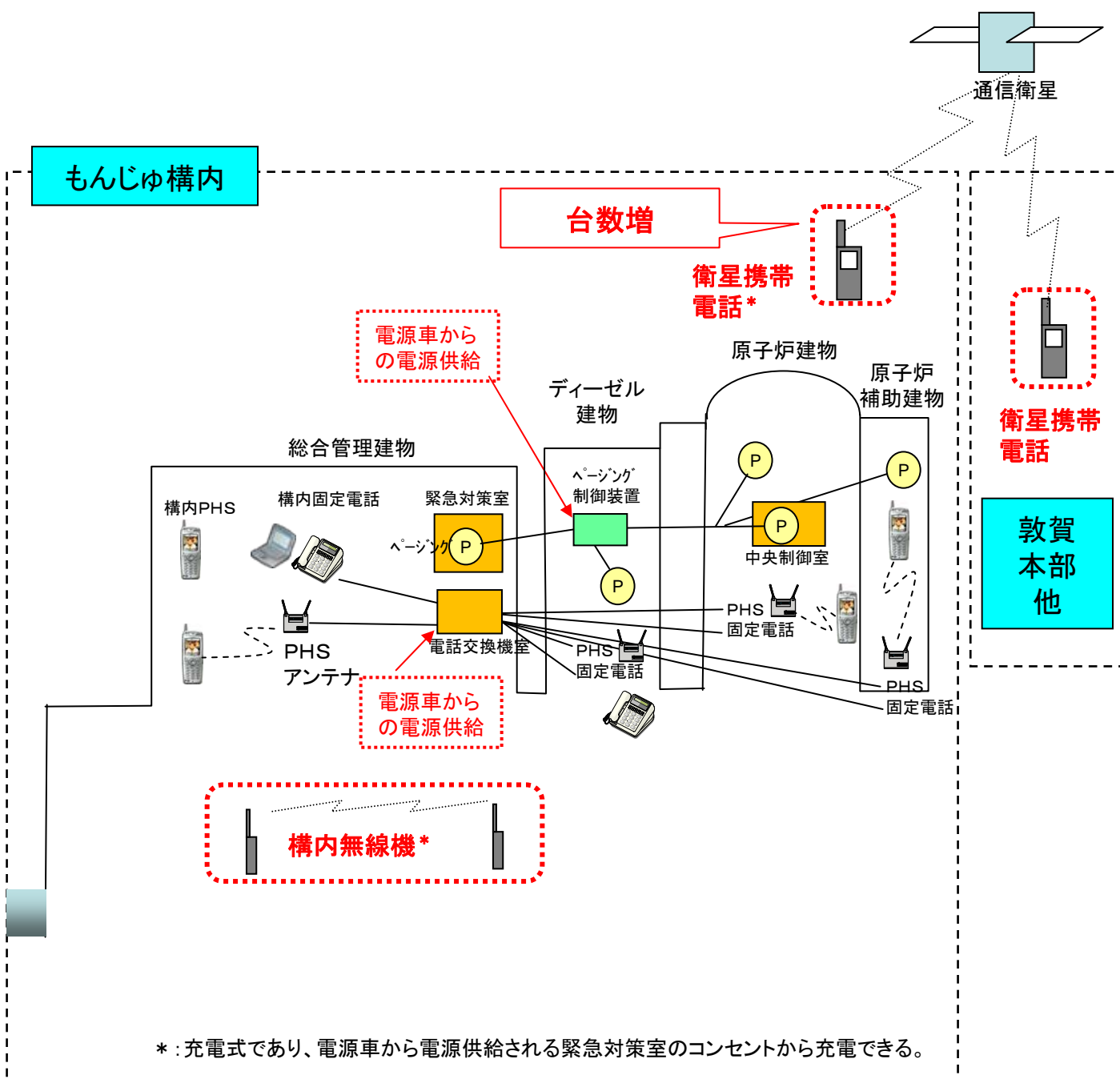
1次冷却材漏えい事故時や中央制御室にて高放射線が検知された場合、中央制御室の空調は、閉回路循環運転に切り替わり、循環空気の一部を中央制御室浄化フィルタユニットへ通すことにより浄化されるが、全交流電源が喪失すると、空調ファン等が使用できないため、徐々に作業環境が悪化する。

このため、電源車から空調ファン等へ給電するとともに空調ダンパを駆動させるための窒素ガスポンペを設置することにより、空調を運転し、作業環境を確保する。また、そのための手順書を整備する。



緊急時における発電所構内通信手段の確保

- 地震・津波による長時間の全交流電源喪失が発生した場合でも、通信手段を確保するため、無線機等を配備している。
- 照明が悪化した場合も、作業が可能となるよう、ヘッドライトを運転員及び自衛消防隊に配備しているが、更にヘッドライトの増配備を行う。

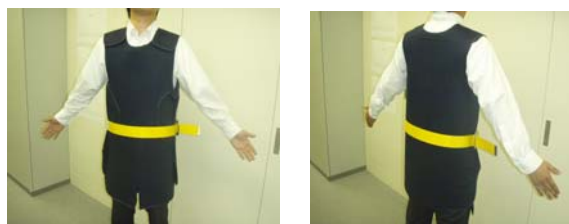


地震・津波による長時間の
全交流電源喪失

高線量対応防護服等の資機材の確保及び 放射線管理のための体制の整備

- 事故時における高線量区域での作業のため、高線量対応防護服(タングステン入り)を10着配備する。(平成23年12月末までに配備予定)
 なお、上記を配備するまでの応急処置として、鉛0.5mm当量相当の鉛エプロンを15着配備した。(6/13)

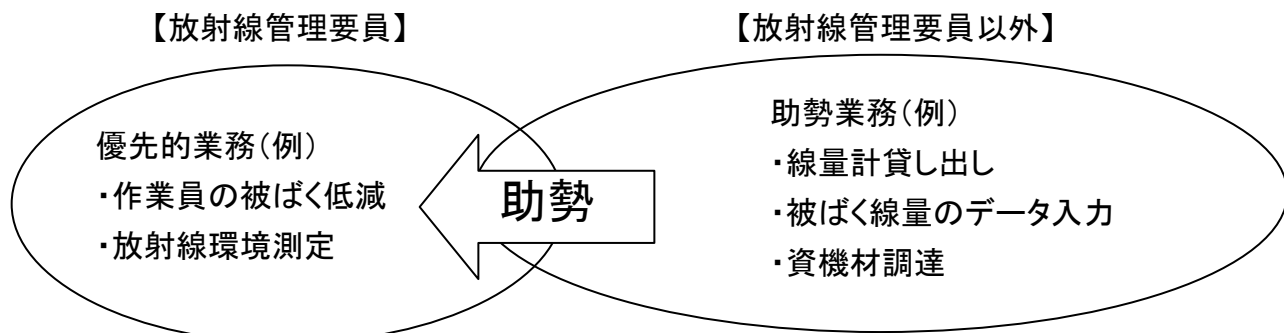
- タングステン製高線量対応防護服(例)
 ・重量:約18kg
 ・遮蔽能力:約20%減、鉛2mm当量相当
 (カタログ値)



- 高線量対応防護服や個人線量計及び全面マスクなどの資機材については、常備されているものに加え、福井地区の原子力事業者との防災協定に基づく対応及び機構の他拠点等からの支援により速やかに必要数を確保する体制としている。



- 緊急時においては、放射線管理要員以外の要員が放射線管理要員を助勢する仕組みを整備する。



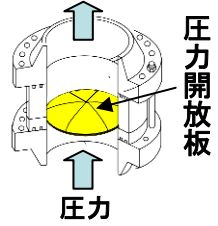
水素爆発防止対策

蒸気発生器(蒸発器、過熱器)の伝熱管が破損すると、ナトリウム・水反応により水素が発生するが、圧力開放板が開いて、発生した水素を反応生成物収納容器を介して外気に放出し、燃焼処理する。



開放前 開放後

圧力逃がし方向



設計された圧力より高い圧力がかかると開い(破れ)て圧力を逃がす。

水・蒸気系

蒸気放出弁

圧力開放板

蒸気

水

タービン

発電機

アルゴンガス

1次冷却系

2次冷却系

原子炉建物

原子炉補助建物

2次主循環ポンプ

補助冷却設備空気冷却器

圧力開放板

蒸気放出弁

圧力開放板

水素を放出して燃焼処理

ナトリウム・水

反応生成物収納容器

ブローアウトパネル

原子炉

中間熱交換器

1次主循環ポンプ

原子炉

蒸発器

過熱器

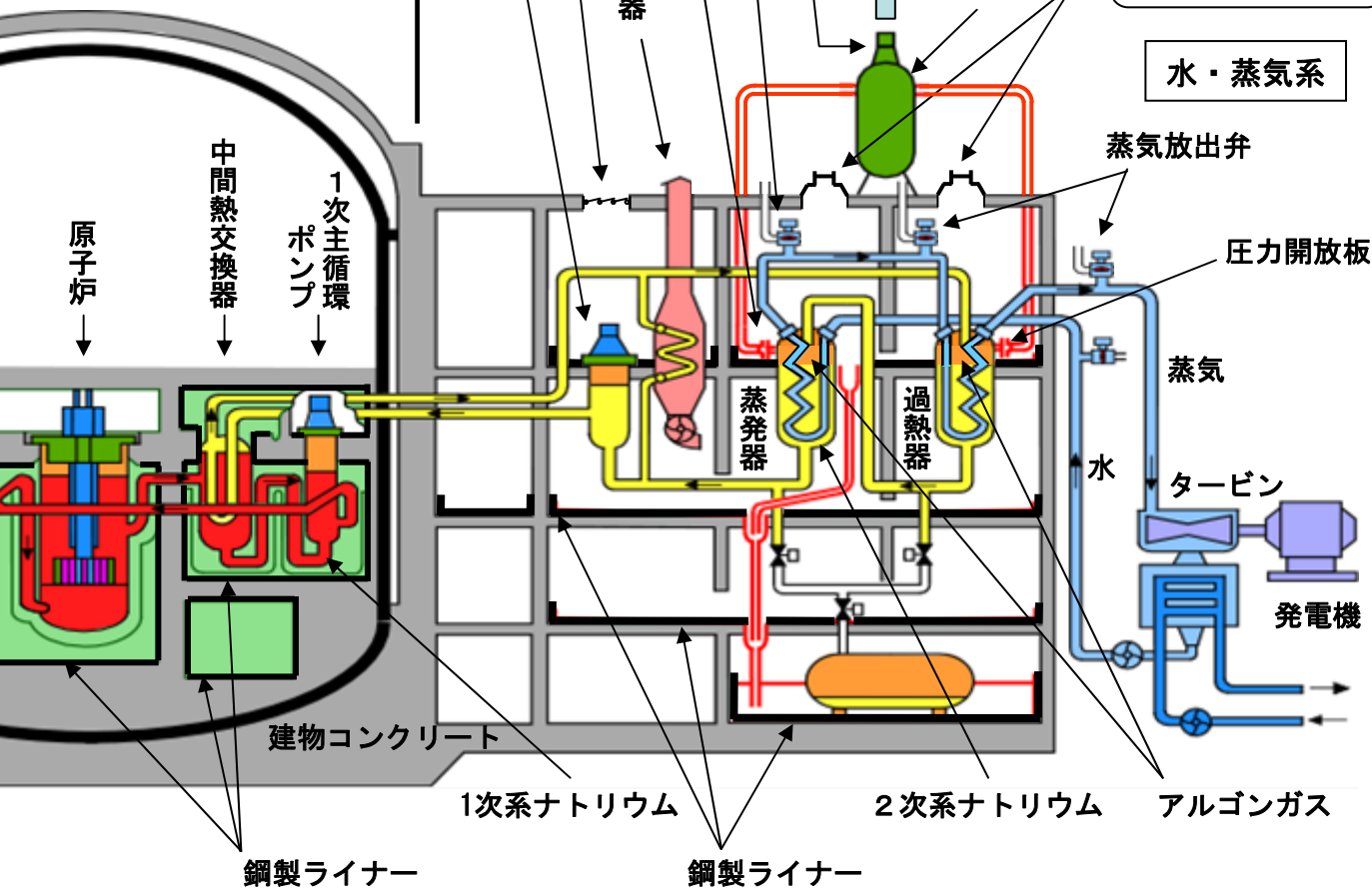
建物のコンクリート

鋼製ライナー

1次系ナトリウム

2次系ナトリウム

アルゴンガス



ナトリウム機器、配管が設置されている部屋には、ナトリウムが漏えいした場合でも、漏えいナトリウムと建物コンクリートの接触を防止する鋼製ライナーが設置されているので、ナトリウムとコンクリート(水)が反応して水素が発生することはない。

がれき撤去用の重機の配備

電源車、消防車等のアクセス道路に散乱したがれきを除去するため、もんじゅ構内の津波の影響を受けない高所にホイールローダ1台を配備する。(平成23年12月末までに配備する。)

ホイールローダの例



写真出典:コマツ建機販売(株)カタログ

仕様

- | | |
|----------------------------|-------------|
| ・全長 約7 m | ・全幅 約2.5 m |
| ・高さ 約3 m | ・重量 約10 t |
| ・バケット容量 2.0 m ³ | ・常用荷重 3.2 t |
| ・最大掘起力 9.5 t | |

【重機の燃料について】

ホイールローダの燃料は下記のタンクより補給する。(タンク容量は有効容量)

- ・補助ボイラ燃料タンク 350kL × 1基
- ・ディーゼル燃料貯蔵タンク 230kL × 3基

対策工程表

対策	時期		備考
	H23年度	H24年度	
中央制御室の作業環境の確保	新規電源車の配備(現在配備の電源車の代替)	8月末	
	空調ダンパ駆動用窒素ガスポンベの設置	8月末	
	新規電源車からの電源供給と窒素ガスポンベによる空調ダンパへの駆動用ガス供給により中央制御室空調を運転する手順書の整備	8月末	本手順書による訓練を9月に実施する。
緊急時における発電所構内通信手段の確保	中央制御室への個人線量計の配備	6月末	
	中央制御室と緊急対策室を接続する専用の有線通話器への電源車からの電源供給	8月末	
	ヘッドライトの増配備	6月末	
高線量対応防護服等の資機材の確保及び放射線管理のための体制の整備	高線量対応防護服の配備	6/13	12月末 (鉛2mm当量相当)
	個人線量計等の他拠点等からの必要数確保の体制整備		
	放射線管理要員以外の者が助勢する仕組みの整備	6月末	
水素爆発防止対策	原子炉補助建物水素蓄積防止対策	8月末 対策検討	対策の完了時期は、対策の検討結果による。
	かれき撤去用の重機の配備	12月末	

平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえた
シビアアクシデントへの対応に関する措置の
実施状況報告書（新型転換炉原型炉施設）

平成23年 6 月

独立行政法人日本原子力研究開発機構
敦賀本部 原子炉廃止措置研究開発センター

目 次

1. 概要	1
2. シビアアクシデントへの対応に関する措置の実施状況	2
2. 1 中央制御室の作業環境の確保	2
2. 2 緊急時における発電所構内通信手段の確保	3
2. 3 高線量対応防護服等の資機材の確保及び 放射線管理のための体制の整備	4
2. 4 水素爆発防止対策	5
2. 5 がれき撤去用の重機の配備	6
3. 今後の対応	7
4. 添付資料	7

1. 概要

平成23年3月11日に発生した、東北地方太平洋沖地震による津波に起因する東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故については、同じ原子力事業に携わる者として重く受け止め、当機構の原子炉廃止措置研究開発センターにおける新型転換炉原型炉施設（以下、「ふげん」という。）については、引き続き、設備の安全確保に万全を期すとともに、実施可能な対応をすみやかに行なっている。

3月30日、経済産業大臣から当機構に対する指示文書「平成23年福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた他の発電所の緊急安全対策の実施について（指示）（平成23年3月30日付け平成23・03・28原第7号）」を受領し、津波により3つの機能（交流電源を供給する全ての設備の機能、海水を使用して原子炉施設を冷却する全ての設備の機能及び使用済燃料槽を冷却する全ての設備の機能）を喪失したとしても、使用済燃料の露出を防止し、使用済燃料の冷却機能の回復を図るための緊急安全対策について直ちに取り組みとともに、それらの実施状況について早急に報告するよう指示があったことから、本指示内容に照らし、「ふげん」の緊急安全対策について、その実施状況を4月26日に報告した。これらの緊急安全対策については、5月6日に原子力安全・保安院より適切に実施されているものと判断するとの評価を頂いた。

6月7日、平成23年福島第一・第二原子力発電所事故に係る原子力災害対策本部において、同事故に関する報告書が取りまとめられ、事故を終息するための懸命な作業の中で抽出された課題（シビアアクシデントへの対応）から、万一シビアアクシデントが発生した場合でも迅速に対応するための措置が整理されたことを踏まえ、指示文書「平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえた他の原子力発電所におけるシビアアクシデントへの対応に関する措置の実施について（指示）（平成23年6月7日付け平成23・06・07原第2号）」により、以下の項目について取組み、その実施状況を報告するよう経済産業大臣から指示を受けた。

- ・中央制御室の作業環境の確保
- ・緊急時における発電所構内通信手段の確保
- ・高線量対応防護服等の資機材の確保及び放射線管理のための体制の整備
- ・水素爆発防止対策
- ・がれき撤去用の重機の配備

本報告書は、経済産業大臣からの指示のあった上記5項目に対する「ふげん」の実施状況を取りまとめたものである。

2. シビアアクシデントへの対応に関する措置の実施状況

2. 1 中央制御室の作業環境の確保

(1) 福島第一原子力発電所事故の教訓

今回の事故時に、中央制御室は放射線量が高くなり、一時は運転員が立ち入れなくなるとともに、現在も長時間の作業が困難であるなど、中央制御室の作業環境が悪化した。

このため、緊急時において、放射線防護等により中央制御室の作業環境を確保するため、全交流電源が喪失したときにおいても、電源車による電力供給により中央制御室の非常用換気空調系設備（再循環系）を運転可能とする必要がある。

(2) 「ふげん」の対応方策

「ふげん」は、廃止措置段階にあり、平成 15 年 3 月 29 日に原子炉を恒久停止し、原子炉から全ての燃料を取り出し、全て使用済燃料貯蔵プールに貯蔵されている。使用済燃料貯蔵プールに貯蔵されている使用済燃料（466 体）は、原子炉から取り出してから約 8 年以上が経過しており、十分に冷却された状態である。使用済燃料貯蔵プールの冷却水が何らかの原因で喪失したとしても、室内空気の自然対流により冷却され、被覆管及び燃料中心の温度は、約 200℃以下に保たれ、「軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針」に示された冷却材喪失時の基準（被覆管温度 1, 200℃以下）及び認可を受けた燃料体設計認可申請書の「使用材料の耐熱性」に記載した二酸化ウラン燃料及びMOX燃料の融点（約 2, 800℃）より十分低いことから、燃料の健全性が損なわれることはない。

このことから炉心の重大な損傷等のシビアアクシデントは発生しない。

「ふげん」の中央制御室においては、原子炉運転及び停止に関する作業がなく、全交流電源が喪失した場合においては、使用済燃料の冷却機能を確保するための水補給は、屋外の建屋廻り及び使用済燃料貯蔵プールで行い、使用済燃料貯蔵プールの水位・水温の監視は、燃料貯蔵プール建屋で行うことができ、周辺を含めた空間線量当量率の監視は屋外にて行う。そのため、中央制御室外での作業となることから、中央制御室に留まる必要性はない。

以上のとおり、全交流電源が喪失した場合でも、炉心の重大な損傷等のシビアアクシデントは発生せず、中央制御室外で使用済燃料の冷却機能・監視機能の確保、放射線監視を行うため、中央制御室に留まる必要性はないことから、全ての交流電源が喪失した場合において、中央制御室の非常用換気空

調系設備（再循環系）を運転可能とさせる措置は不要である。

2. 2 緊急時における発電所の構内通信手段の確保

（添付資料－1）

（1）福島第一原子力発電所事故の教訓

今回の事故では、地震及び津波による全交流電源喪失により、通信環境や照明の悪化により、事故対応活動に大きな困難が生じた。

このため、緊急時において、発電所構内作業の円滑化を図るため、全交流電源が喪失したときにおける確実な発電所構内の通信手段及び照明を確保する必要がある。

（2）「ふげん」の対応方策

「ふげん」は、2. 1（2）に示すとおり、炉心の重大な損傷等のシビアアクシデントは発生しないが、全交流電源が喪失した場合でも、事故対応活動を継続的に実施できるようにする必要がある。

構内での通信手段としては、PHS、ページング設備、無線機、衛星電話（構外との通信）を配備している。全交流電源喪失が発生した場合でも各設備が有している蓄電池等により一定期間の通信機能の確保は可能である。

ただし、全交流電源喪失が長時間継続した場合に、現有設備による現場、中央制御室、緊急時対策所、事故対策本部間の通信手段の更なる強化が必要である。

通信設備の状況について確認を行い、長時間の交流電源喪失および津波による影響に対する通信手段の確保の観点で検討を行った。

a. ページング設備

ページング設備は、海拔 20m に位置していることから津波の影響を受ける可能性は少ない。また、全交流電源が喪失しても、ページング設備用の蓄電池により、数時間使用可能であるが、全交流電源喪失が長時間に及ぶ場合、蓄電池が枯渇し、使用不能となる。

b. PHS

PHSの自動交換機本体及び電源装置は、海拔 20m に位置していることから津波の影響を受ける可能性は少ない。また、専用の蓄電池により、数時間使用可能であるが、全交流電源喪失が長時間に及ぶ場合、蓄電池が枯渇し、使用不能となる。

c. 無線機

構内の消防活動用に無線機を消防器材庫（海拔 20m）及び中央制御室

(海拔約 27m)に配備しており、津波の影響を受ける可能性は少ない。また、無線機のバッテリーにより、数時間使用可能であり、全交流電源喪失が長時間に及ぶ場合でも、現在配備(海拔約 70m)している可搬式発電機により電源供給(充電)することができる。

d. 衛星電話

中央制御室に携帯型の衛星電話を配備しており、海拔約 27m に位置していることから津波の影響を受ける可能性は少ない。また、衛星電話のバッテリーにより、数時間使用可能であり、現在配備(海拔約 70m)している可搬式発電機により電源供給(充電)することができる。

照明については、全交流電源が喪失した場合でも、蓄電池等により非常用照明を一定期間確保することが可能であるが長時間の交流電源喪失時には使用不能となるため、ハンドライト等を配備済みである。

以上のとおり、ページング設備及びPHSについては、全交流電源喪失が長時間に及ぶ場合、蓄電池が枯渇し、使用不能となり、構内の通信手段は無線機のみとなることから、作業時における構内での通信手段として、トランシーバを中央制御室に数台配備する。

2. 3 高線量対応防護服等の資機材の確保及び放射線管理のための体制の整備 (添付資料- 2)

(1) 福島第一原子力発電所事故の教訓

今回の事故では、事象の進展により、想定を大きく越える放射性物質が発電所構内や建屋内に飛散したため、空間線量率が極めて高くなり、安定化作業を行う作業員の被ばく線量が非常に高くなるなど、作業を円滑に進める上での大きな課題となっている。

また、事故の初期段階において、個人線量計やマスクなどの資機材が不足し、安定化作業に従事する作業員個人毎に線量計やマスクなどの防保護具などが確保できず、適切な放射線管理ができない状態が生じた。

同じく事故の初期段階において、空気中の放射性物質の濃度測定などの放射線管理上の対応が遅れ、内部被ばくのリスクが増大した。

このような事態に備え、高線量作業環境下での遮へい機能を有する防護服(以下、「高線量対応防護服」)や個人線量計などの必要な資機材を備えておくことが有用である。

また、放射線管理業務が急増することに対して、放射線管理要員以外の者

が助勢することにより、放射線管理要員がより重要な業務を行えるようにする仕組みを、あらかじめ構築しておくことが有用である。

(2) 「ふげん」の対応方策

「ふげん」は、2. 1 (2) に示すとおり、炉心の重大な損傷等のシビアアクシデントや使用済燃料の溶融は発生しないため、直ちに高線量作業環境下での作業を実施する必要性はない。

また、使用済燃料の総発熱量は約 42kW であり、全交流電源喪失時においては、使用済燃料貯蔵プールの保有量約 1, 250m³に対して、1 日の水の蒸発量は約 1～2 m³と評価している。使用済燃料貯蔵プールへの水補給等が遅れ水位が低下したとしても、高線量作業環境下になるまでは、時間的余裕があるため、その間に高線量対応防護服の確保ができる体制を整備することが必要と考える。

個人線量計（乾電池式、充電式）や全面マスクなどの資機材については、全交流電源が喪失した場合の使用済燃料貯蔵プールの冷却機能等を確保するための対応要員分を常備しており、個人線量計の充電式のもの、現在配備している可搬式発電機により電源供給し、充電することができる。

放射線管理要員については、使用済燃料貯蔵プールの冷却機能等を確保するための対応要員の放射線管理や周辺を含めた空間線量当量率の監視であり、「ふげん」の事故対策要員から必要人数を確保することができる。

以上のとおり、高線量対応防護服については、必要な状態となるまでは時間的な余裕があることから、その間に、運搬経路及び運搬手段を確実にし、当機構の敦賀地区の他拠点(もんじゅ)から高線量対応防護服を融通できる体制とする。

2. 4 水素爆発防止対策

(1) 福島第一原子力発電所事故の教訓

今回の事故では、原子炉建屋で、格納容器から漏えいした水素が原因とみられる爆発が発生し、事故をより重大なものとした。

このため、水素の爆発による施設の破壊を防止するため、原子炉建屋等に多量に滞留することを防止するための措置を講じる必要がある。

(2) 「ふげん」の対応方策

「ふげん」の燃料被覆管には、ジルコニウム合金（ジルカロイ-2）を使用し

ており、軽水炉燃料と同様に、燃料が 900℃以上の高温ではジルコニウム-水反応が促進され水素が発生する。

しかしながら、「ふげん」は、平成 15 年 3 月 29 日に原子炉を恒久停止し、原子炉から全ての燃料を取り出して、使用済燃料貯蔵プールに貯蔵（466 体）し、十分に冷却された状態（原子炉から取り出してから約 8 年以上経過）である。そのため、全交流電源喪失により使用済燃料貯蔵プールを冷却する手段がなくなった場合においても、プール水の温度上昇は 100℃以下に留まること、また仮にプール水が完全に無くなった場合を想定しても、空気による冷却によって被覆管及び燃料中心の温度は約 200℃以下に保たれるため、燃料被覆管の温度がジルコニウム-水反応が生じるような温度にまで上昇することはなく、水素が発生することはない。

また、使用済燃料からの放射線での使用済燃料貯蔵プールの水の分解による水素発生はほとんどない。

以上のとおり、「ふげん」においては水素が多量に発生する要因はないことから、燃料貯蔵プール建屋に水素が多量に滞留することを防止するための措置は不要である。

2. 5 がれき撤去用の重機の配備

(1) 福島第一原子力発電所事故の教訓

今回の事故では、津波来襲後に発電所構内に漂着物やがれきが散乱する状況に至った。また、周辺においても地震・津波の被害が発生していたため、事故管理活動を支援するレスキュー部隊の動員を迅速かつ十分に行うことができず、漂着物やがれきが障害となり、現場での事故対応が十分に機能しなかった。

このため、緊急時における構内作業の迅速化を図るため、津波等により生じたがれきを迅速に撤去することができる重機の配備が必要である。

(2) 「ふげん」の対応方策

全交流電源喪失に至った場合、使用済燃料貯蔵プールへの冷却機能の確保のため、代替の水を補給する資機材を使用し作業を行う必要が生じるが、これら資機材は、高台（海拔約 70m）に保管しており、対応要員による人力での運搬及び使用が可能であり、がれき等の影響を受けないため、ホイールローダ等の重機を必要としない。

以上のとおり、使用済燃料貯蔵プールへの冷却水の補給のための資機材は、がれき等が生じた場合においても対応要員により運搬及び使用が可能であるが、補給ルートにおいて、障害（屋外シャッターや扉の損傷による手動開閉不可等）が生じたときや作業スペースを確保することが必要となったときのために手作業で実施できる必要な工具類を配備する。

3. 今後の対応

現在の対策については、これまでに判明している知見に基づいたものであり、今後も事故の推移を注意深く見守っていく。

事故の全体像の解明がさらに進み、事故シーケンスの分析や評価が行なわれた後には、これらに対応した抜本的対策を適切に講じていく。

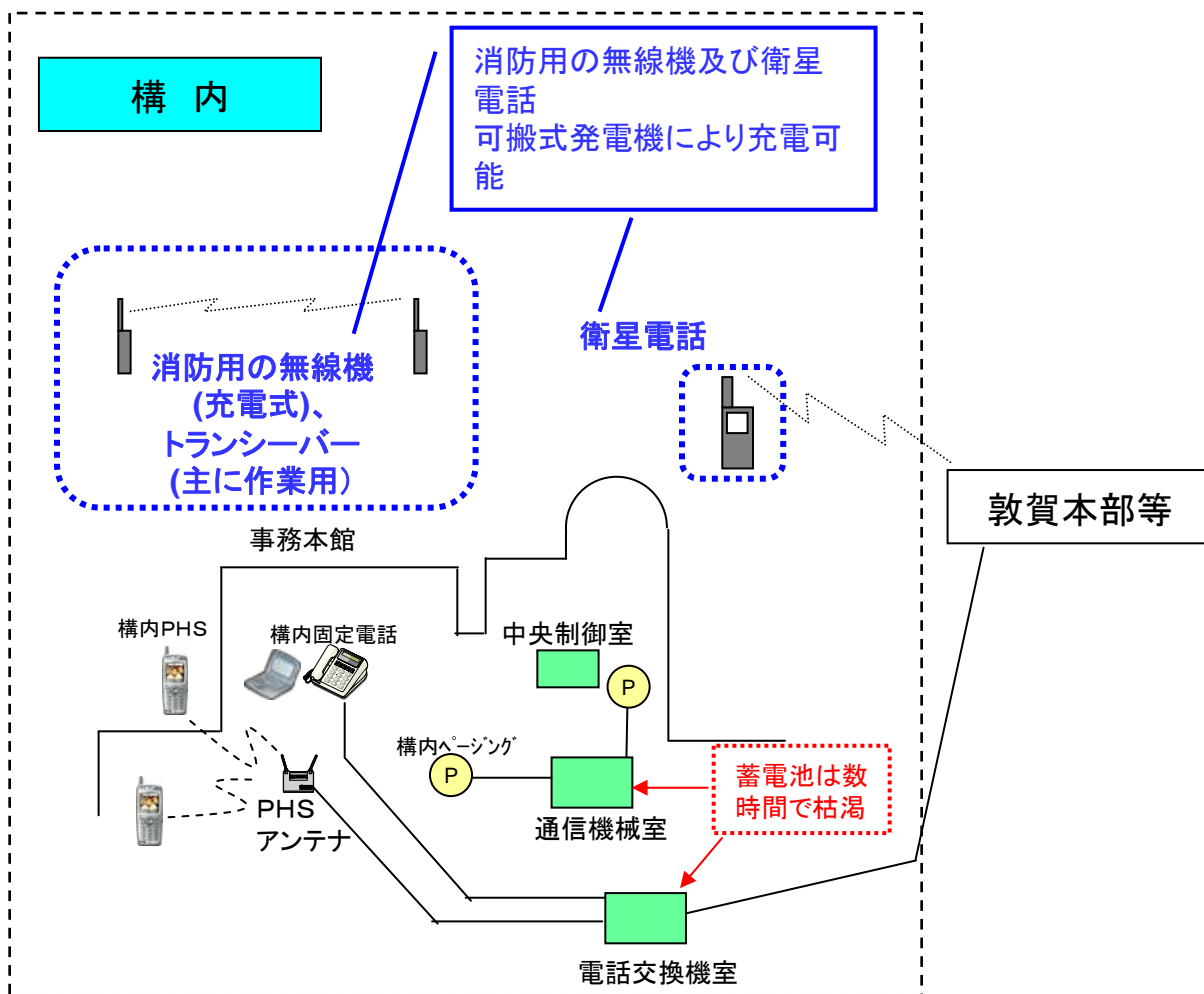
4. 添付資料

- (1) 緊急時における構内通信手段の確保
- (2) 事故時の放射線被ばくの管理体制の整備
- (3) 対策工程表

以 上

緊急時における構内通信手段の確保

- 地震・津波等の大規模な自然災害により長時間の全交流電源喪失が発生した場合でも、情報連絡手段を確保するため、無線機等を配備する。



事故時の放射線被ばくの管理体制の強化

○「もんじゅ」にて、福島第一原子力発電所事故を踏まえ高線量区域での作業のため、高線量対応防護服(タングステン製しゃへいベスト)を10着確保(平成23年12月末までに配備予定)する予定であり、「ふげん」の作業環境に応じて、「もんじゅ」から融通する。

なお、上記ベストが納入されるまでの応急処置として、平成23年6月末までに鉛エプロンを15着、もんじゅに配備する。(鉛エプロンの遮蔽性能は、鉛0.5mm当量相当)

タングステン製しゃへいベスト



○仕様

重量: 18kg

遮蔽範囲: 360度全周方向 首から膝上の範囲

遮蔽性能: 鉛2mm当量相当 γ 線(^{60}Co)約10%低減

γ 線(^{137}Cs)約20%低減

対策工程表

対策		時期		備考
		H23年度		
構内の通信手段の更なる確保	無線機は配備済み。トランシーバーの配備、手順書類への反映等。		H23年度上期中	現在保有中。
事故時の放射線被ばくの管理体制の強化	高線量対応防護服の配備(もんじゅ)、手順書類への反映。	6月末 ▽ (鉛0.5mm当量相当) 12月末 ▽ (鉛2mm当量相当)		もんじゅに配備
補給ルート上の障害の除去	手作業に必要な工具類の配備、手順書類への反映等		▽H23年度上期中	購入