

**第53条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）に係る説明書
（その5：大規模損壊）**

- 基本的考え方及び放出抑制対策の概要 -

2021年2月9日

**日本原子力研究開発機構 大洗研究所
高速実験炉部**

大規模損壊として想定する事故の原因及び説明

大規模な自然災害（地震等）又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズム等により、炉心の著しい損傷及び格納容器の破損並びに使用済燃料の損傷に至ることを仮想的に想定。

- 燃料体の損傷が想定される事故において、炉心損傷防止措置及び格納容器破損防止措置を講じたにもかかわらず、大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズム等により、炉心の著しい損傷及び格納容器の破損に至る事象として想定。
 - 複数の安全機能を喪失する事象
 - 冷却材ナトリウムが漏えいした状態で格納容器が破損する事象

- 使用済燃料の損傷が想定される事故において、使用済燃料の損傷を防止するための措置を講じたにもかかわらず、大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズム等により、使用済燃料の損傷に至る事象として想定。
 - 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備の水冷却池で使用済燃料の冠水が維持できなくなる事象



達成すべき目標の設定：事業所外への放射性物質の放出抑制

大規模な自然災害により発生することを仮想する状態

(1) 燃料体の損傷が想定される事故

- 原子炉停止後の崩壊熱除去機能喪失による炉心の著しい損傷
- 多量の冷却材ナトリウムの漏えい
- 格納容器の破損

(2) 使用済燃料貯蔵設備の冷却機能を喪失する事故

- 使用済燃料貯蔵設備損傷等による冠水維持失敗

大型航空機の衝突により発生することを仮想する状態

核物質防護情報が含まれているため公開できません。

大規模損壊対策

大規模な自然災害（地震等）又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズム等により、炉心の著しい損傷及び格納容器の破損並びに使用済燃料の損傷に至る場合において、以下の対策に関する手順書を適切に整備するとともに、当該手順書に従って活動を行うための体制及び資機材を整備する。また、当該手順書等を活用した対策によって緩和措置を講じることができることを説明する。

燃料体の損傷に係る大規模損壊の想定	炉心の著しい損傷の緩和対策	格納容器破損緩和対策	放射性物質放出抑制対策
<ul style="list-style-type: none"> 格納容器内での冷却材ナトリウムの大規模漏えい 	<ul style="list-style-type: none"> 機能を喪失していない設備を用いて崩壊熱を除去し、炉心の著しい損傷を緩和 上記に係る消火*1 	<ul style="list-style-type: none"> 機能を喪失していない設備を用いて崩壊熱を除去し、格納容器の破損を緩和 上記に係る消火*1 	<ul style="list-style-type: none"> 格納容器の目張り 特殊化学消火剤の散布 仮設カバーシートの敷設 仮設放水設備による原子炉施設周辺への放水 上記に係る運搬ルートの整地、消火*1
<ul style="list-style-type: none"> 主冷却機建物内での冷却材ナトリウムの大規模漏えい 	<ul style="list-style-type: none"> 電源確保及び原子炉建物（格納容器含む）への影響緩和に係る消火*1 		—

使用済燃料貯蔵設備に係る大規模損壊の想定	使用済燃料損傷緩和対策	放射性物質放出抑制対策
<ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料貯蔵設備損傷等による冠水維持失敗 	<ul style="list-style-type: none"> 仮設放水設備（可搬型ポンプ及びホースを含む）による注水 上記に係る運搬ルートの整地、消火*1 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉施設周辺への放水 上記に係る運搬ルートの整地、消火*1

*1 空気雰囲気中でのナトリウム火災及び航空機燃料火災には特殊化学消火剤を使用する。状況に応じて2次冷却材の緊急ドレンや火災区域への窒素ガスの供給を実施する。上記以外の火災についてはABC消火器又は仮設放水設備等を使用する。

大規模損壊対策の対応フロー

大規模な損傷が発生

- ・ 燃料体の損傷が想定される事故 → プラント状態の確認及び対策の判断 → 炉心損傷緩和/格納容器破損緩和/放出抑制措置の実施
- ・ 使用済燃料貯蔵設備の冷却機能を喪失する事故 → プラント状態の確認及び対策の判断 → 使用済燃料損傷緩和/放出抑制措置の実施

プラント状態の確認

- ・ 原子炉停止の確認
- ・ 中央制御室の状態及び建物損壊状況等の確認
- ・ 安全機能の状態の確認
- ・ プラントパラメータの監視及び監視機能の確認
- ・ 火災（ナトリウム漏えいを含む）発生有無の確認
- ・ 資機材（電源及び水源を含む）の状態の確認
- ・ アクセスルートの状態の確認
- ・ 通信連絡設備の状態の確認



- ・ プラント状態及びその時点におけるリソースから、最大限の努力により得られる結果を想定し、目標を「事業所外への放射性物質の放出抑制」として対策の優先順位を決定する。



大規模損壊対策を遂行

放射性物質の放出抑制対策の基本的な考え方

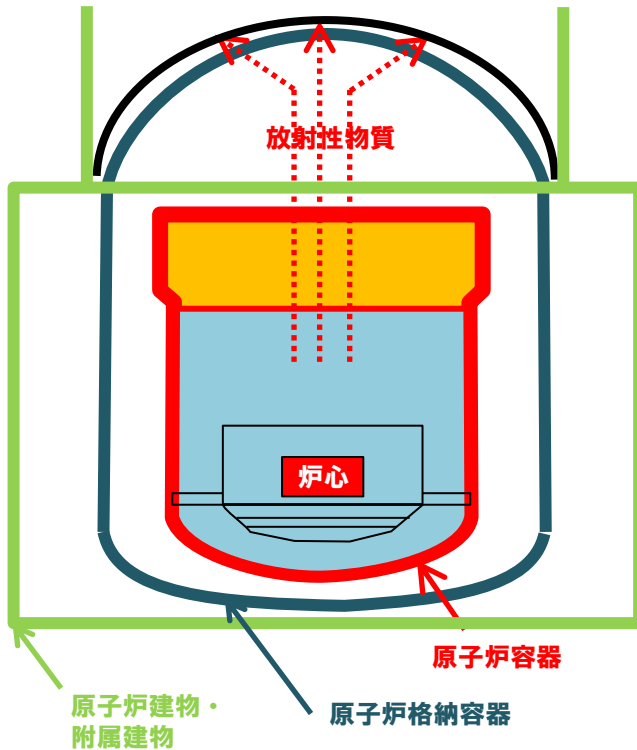
- a. 放射性物質の放出低減機能や閉じ込め機能を有する設備・機器について、その復旧が可能な場合には、当該設備・機器を復旧し、放射性物質の放出を抑制する。
- b. 格納容器内の床上放射能レベルを測定するものとし、所定の値を超過した場合には、工学的安全施設の作動により、格納容器から放出される放射性物質を低減する。なお、工学的安全施設は、手動操作によっても作動できるものとする。
- c. 格納容器（床上）において、冷却材であるナトリウムが漏えいし、燃烧していることが確認された場合には、特殊化学消火剤により消火する。
- d. 格納容器の漏えい箇所を調査し、目張り等の措置に努める。なお、当該措置等の実施に当たっては、個人被ばくモニタリング設備（個人線量計）の着用等により、作業員の被ばく管理を行い、緊急作業時の線量限度を超えないものとする。また、必要に応じて、空気呼吸器を着用し、内部被ばくを低減できるものとする。
- e. 原子炉施設における放射性物質の濃度及び放射線量並びに周辺監視区域の境界付近における放射線量を監視及び測定するための放射線管理施設による情報収集により、多量の放射性物質等が放出されているおそれがあることが判断された場合には、格納容器の漏えい箇所からの放射性物質の放散を抑制するため、移動式揚重設備を用いて仮設カバーシートを敷設する。
- f. 仮設放水設備により、原子炉施設周辺又は使用済燃料貯蔵設備に放水し、放射性物質の放出抑制に努める。水源には、大洗研究所内の貯水を利用する。



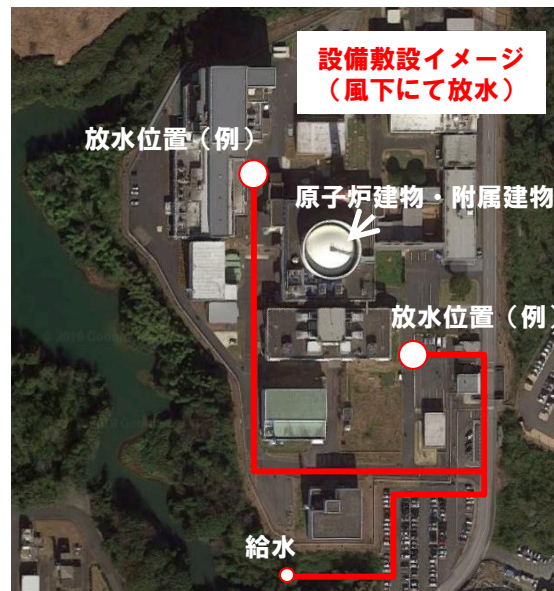
- 措置に必要な手順書を適切に整備
- 当該手順書に従って措置を実施するための体制及び資機材を整備
- 事故の状況に応じて、措置を適切に組み合わせて対応

放射性物質の放出抑制対策の概要

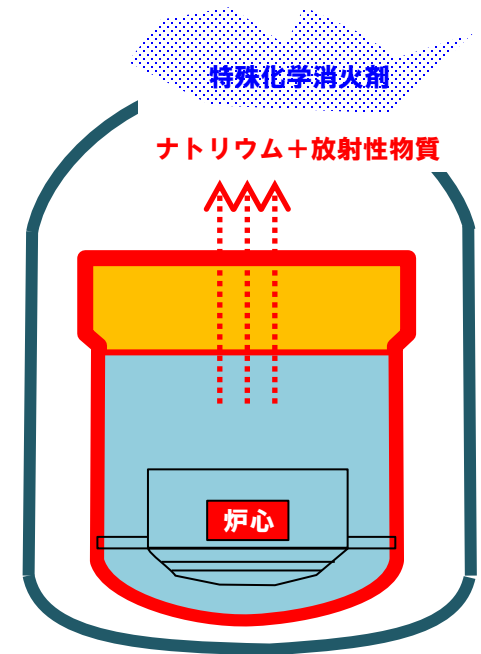
格納容器上部に仮設カバーシートを展開し、放射性物質の放出を抑制



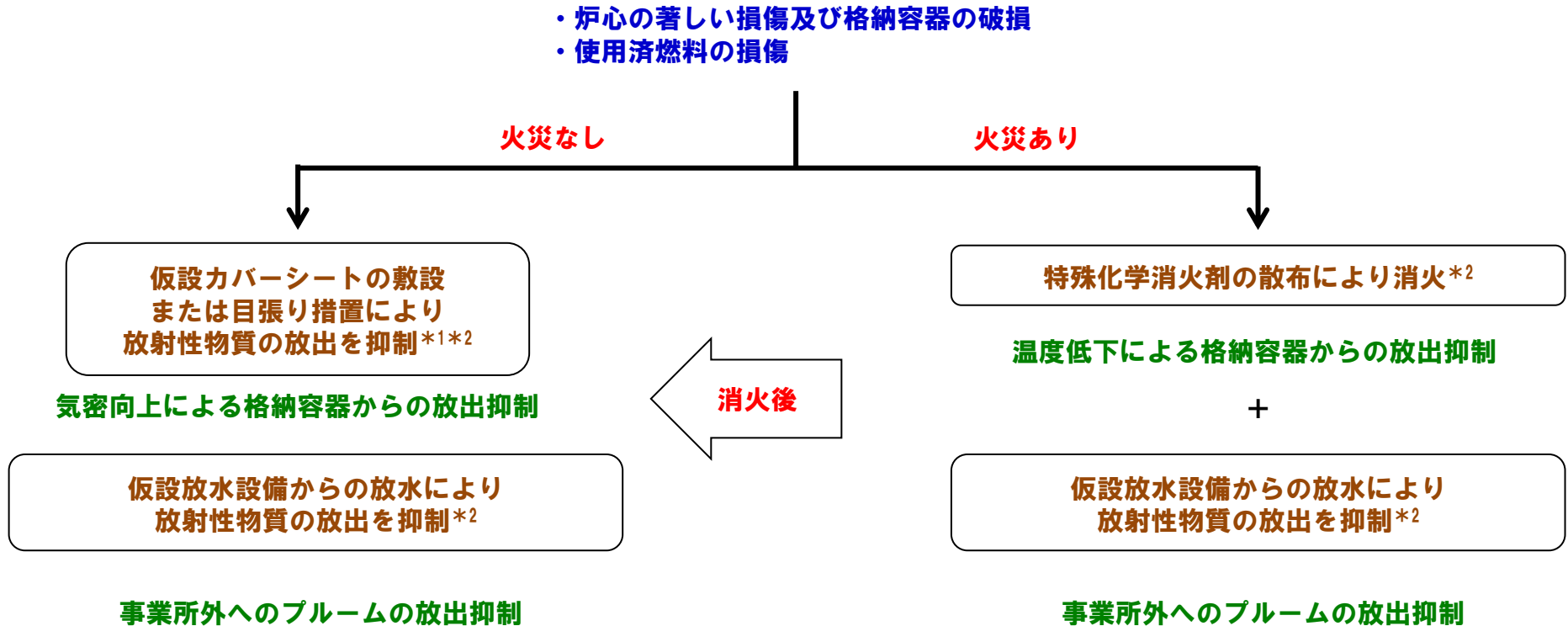
可搬式放水設備の設置により、放射性物質の放散を抑制



特殊化学消火剤の散布により消火
(温度低下に伴う放散抑制を含む)



放射性物質の放出抑制対策の組み合わせ



*1： 放射線レベルが低い場合等においては、格納容器の漏えい箇所を調査し、目張り等の措置を実施。

*2： 放射性物質の放出低減機能や閉じ込め機能を有する設備・機器について、その復旧が可能な場合には、当該設備・機器の復旧措置を並行して実施。また、工学的安全施設の作動により、格納容器から放出される放射性物質を低減。

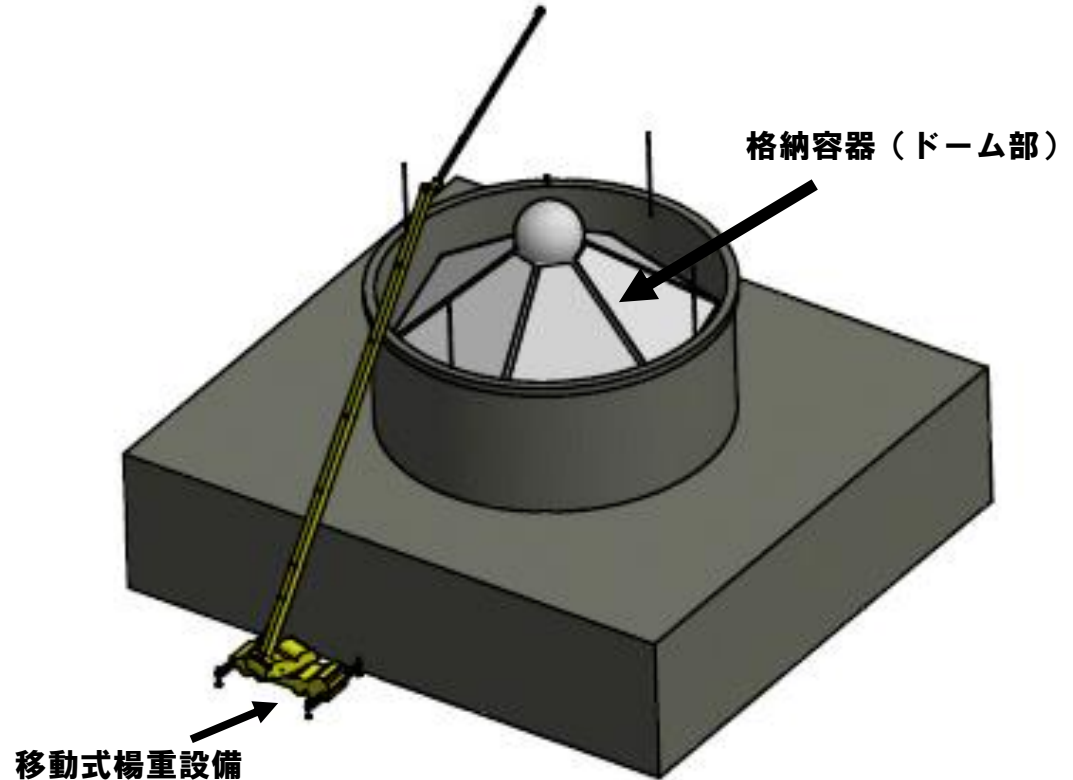
※ 発電炉では、仮設放水設備により、原子炉建屋への直接放水が可能であり、①格納容器からの放出抑制、②事業所外へのプルームの放出抑制、③消火の役割を担うと認識。「常陽」では、仮設カバーシート敷設が①を、仮設放水設備からの放水が②を、特殊化学消火剤散布が③を担当。

仮設カバーシートの概要

- 格納容器の破損箇所からの放射性物質の放散を抑制するため、移動式揚重設備を用いて仮設カバーシートを敷設する。仮設カバーシートには、ポリエステル製リップストップクロス（引き裂き（rip）に対し、裂け目が広がるのを防いだ高強力織物）を使用する。当該材料は、飛行船及び気球の外袋（風船部）に使用できる十分な密封性・耐久性を有しており、放射性物質の放散を抑制する効果が期待できる。
- 仮設カバーシートは、コンテナに収納し、原子炉建物（格納容器含む）及び原子炉附属建物から100m以上の離隔距離を確保して保管する（移動式揚重設備及び運搬車両を含む）。



仮設カバーシートの敷設イメージ
(スケールモデルを使用)



仮設カバーシートの敷設作業イメージ

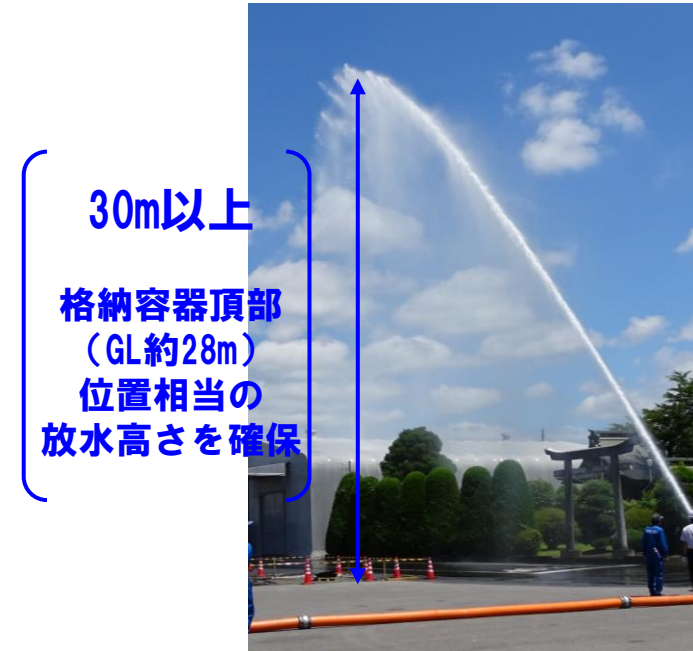
仮設放水設備の概要（1/2）

- 仮設放水設備により原子炉施設周辺に放水し、放射性物質の放散抑制に努める。仮設放水設備（水中ポンプ1基、ポンプ駆動エンジン1基、放水ホース2式）は、地上30m以上の放水高さを有するものを選定する。
- 仮設放水設備は、原子炉建物（格納容器含む）及び原子炉附属建物から100m以上の離隔距離を確保して保管する（資機材運搬車両を含む）。

【仮設放水設備使用イメージ】



放水ホース

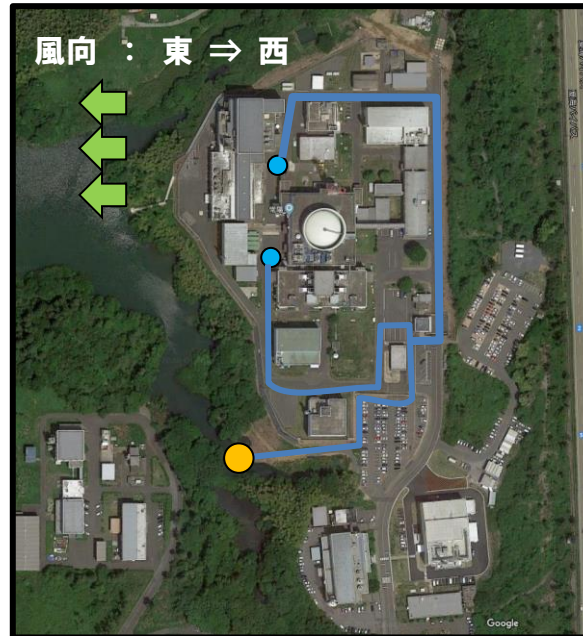
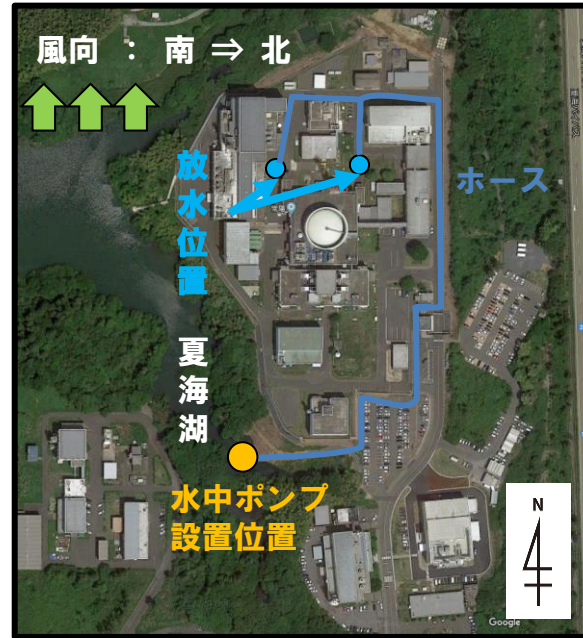


仮設放水設備の概要 (2/2)

- 放水は、放射性物質の放出経路を考慮し、風向に合わせて、格納容器への放水を避けて運用する（風向の変化に応じて、適宜放水位置及び方向を調整：風下で放水）。水源には、夏海湖を使用する。

なお、使用済燃料貯蔵設備への給水が必要な場合にも使用可能である。

※ 仮設放水設備は、多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止のための資機材として新規に整備（所内他施設と共用しない）。また、水中ポンプ設置位置の整備を今後進める計画。



特殊化学消火剤の概要

- ・ 燃焼しているナトリウムの消火に必要な特殊化学消火剤の堆積厚さを1cm^[1]とし、格納容器（床上）部の床面積620m²を乗じた6.2m³を超える特殊化学消火剤を、コンテナ等に収納し、原子炉建物（格納容器含む）及び原子炉附属建物から100m以上の離隔距離を確保して保管する。
 - ※ 特殊化学消火剤の比重は、0.6～0.8であり、格納容器（床上）部の床前面を堆積厚さ1cmで覆うために必要な特殊化学消火剤の総重量は約5トンである。これに余裕を見込んで、7トンの特殊化学消火剤を準備する。
- ・ 燃焼しているナトリウムにアクセスできる場合には、可搬型消火器を用いて消火活動を行う。格納容器上部が大きく破損した場合には、バケットを吊荷部分に装着した移動式揚重設備（クレーン）により、特殊化学消火剤を散布する。なお、特殊化学消火剤は、航空機落下による火災の消火にも使用可能である。



可搬型消火器の形状で保管



粉末で保管

[1] 29 原機（も）第468号 高速増殖原型炉もんじゅ廃止措置計画認可申請書の補正について「4-別7-4（4）禁水エリアでの消火剤（ナトレックス）」

放射性物質の放出抑制対策に係る資機材の保管及び運搬

- 資機材は、原子炉建物（格納容器含む）及び原子炉附属建物から100m以上の離隔距離を確保して保管する。
- 運搬経路は、2方向からのアクセスが可能となるように整備する。
- 運搬経路に瓦礫等が散乱している場合に使用するホイールローダ又はショベルカーを所内に準備する。
- 当該保管場所には、以下の資機材を保管する。
 - > 仮設カバーシート
 - > 仮設放水設備
 - > 特殊化学消火剤
 - > 移動式揚重設備
 - > 資機材運搬車両
 - > 防護機材（空気呼吸器）
 - ※ 4人（主作業員、補助作業員、連絡員、放射線管理員）×2交代を想定して8式以上。活動時間として10時間を仮定し、100本*1以上の空気ポンペを保管（有毒ガスの対策とも共有）。

- *1：空気ポンペ内容積：8.4ℓ
 空気ポンペ最高充填圧力：14.7MPa
 → 空気ポンペ携行空気量：約1260 ℓ
 → 空気ポンペ圧力低警報設定値：5.5MPa及び呼吸量：24 ℓ/min*2より、約30分のポンペ使用が可
 → 作業員等：4名、1名・1時間当たりのポンペ使用本数：2本及び活動時間：10時間を乗じた80本に、予備：20本を加算
- *2：成人の「歩行」時の呼吸量（出典：空気調和・衛生工学便覧）

