

茨城県原子力安全対策委員会
東海第二発電所
安全性検討ワーキングチーム(第12回)
ご説明資料

東海第二発電所

放射性物質の拡散抑制対策への対応について

平成30年12月25日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

目 次

1. 福島第一原子力発電所事故の教訓	3-5- 3
2. 福島第一原子力発電所事故の教訓に対する新たな対策	3-5- 4
3. 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要	
(1)従来状況	3-5- 5
(2)大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要	3-5- 6
①大気への放射性物質の拡散抑制措置	3-5- 8
②海洋への放射性物質の拡散抑制措置	3-5-12
③放射性物質の拡散抑制措置の時間評価	3-5-15
4. まとめ	3-5-16

1. 福島第一原子力発電所事故の教訓



【事故の推移】

【事故の教訓】

【対応方針】

地震の発生

外部電源の喪失

大津波の襲来

全電源の喪失

(浸水による多重故障及び共通要因故障)

原子炉の冷却機能の喪失

炉心の損傷

格納容器の破損, 原子炉建屋
への放射性物質, 水素の漏えい

原子炉建屋の水素爆発

環境への大規模な
放射性物質の放出

放射性物質の連続的放出を想定しておらず, 放射性物質の拡散を低減するための措置が取られていなかった。

原子炉建屋放水設備による大気への放射性物質の拡散抑制

①

海洋拡散抑制設備による海洋への放射性物質の拡散抑制

②

2. 福島第一原子力発電所事故の教訓に対する新たな対策



○福島第一原子力発電所事故で得られた教訓に対する新たな対策として、環境への放射性物質の拡散を抑制するための措置として、以下の対策を施す。

対応方針	従来の対策	新たな対策	備考
①原子炉建屋放水設備による大気への放射性物質の拡散抑制	—	<ul style="list-style-type: none"> ・地震、津波等の自然現象による影響を受けない頑健な保管場所に可搬型代替注水大型ポンプ(放水用)及び放水砲等を配備する。 ・予備機についても、上記と同様な保管場所に配備する。 ・原子炉建屋から放出される放射性物質の漏えい箇所を把握するため、ガンマカメラ※及びサーモカメラ※を配備する。 	新規
②海洋拡散抑制設備による海洋への放射性物質の拡散抑制	—	<ul style="list-style-type: none"> ・地震、津波等の自然現象による影響を受けない頑健な保管場所に汚濁防止膜及び放射性物質吸着材※を配備する。 ・予備品についても、上記と同様な保管場所に配備する。 ・汚染水が発電所から海洋に流出する放水路及び雨水排水路集水柵に汚濁防止膜設置場所を整備する。 ・放射性物質吸着材※については、雨水排水路集水柵に設置場所を整備する。 	新規

※印は自主対策設備を示す。

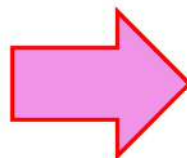
3. 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要

(1) 従来状況

福島第一発電所の事故の状況や、放射性物質が制御されずに連続的に放出される事態に陥った場合、それらの影響を緩和する対策が従来の発電所では取られていなかった。

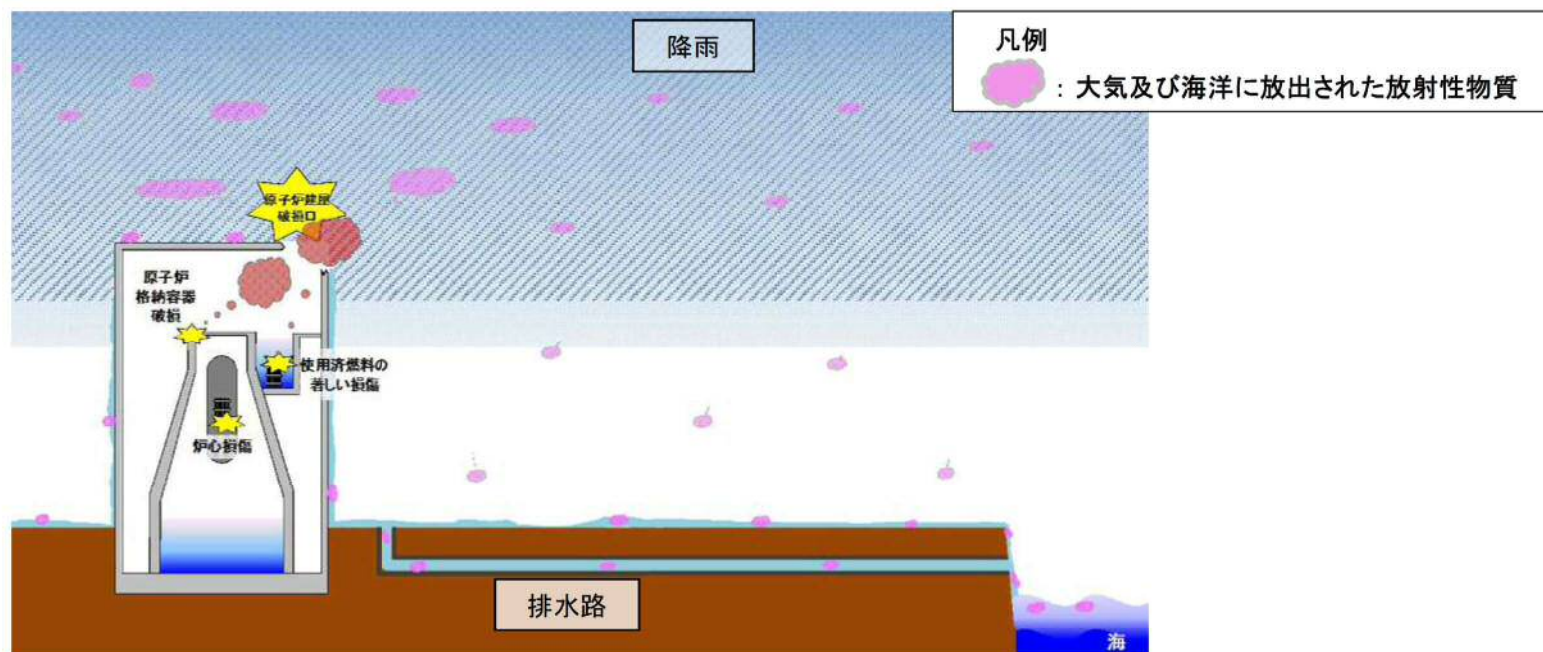
<想定される放出経路>

- 炉心損傷
- 原子炉格納容器破損
- 使用済燃料の著しい損傷
- 原子炉建屋破損もしくはブローアウトパネル開放



<環境汚染>

- 広範囲にわたる大気、土壌及び海洋汚染
- 降雨等により地表面に落下した放射性物質の一般排水路等からの海洋流出



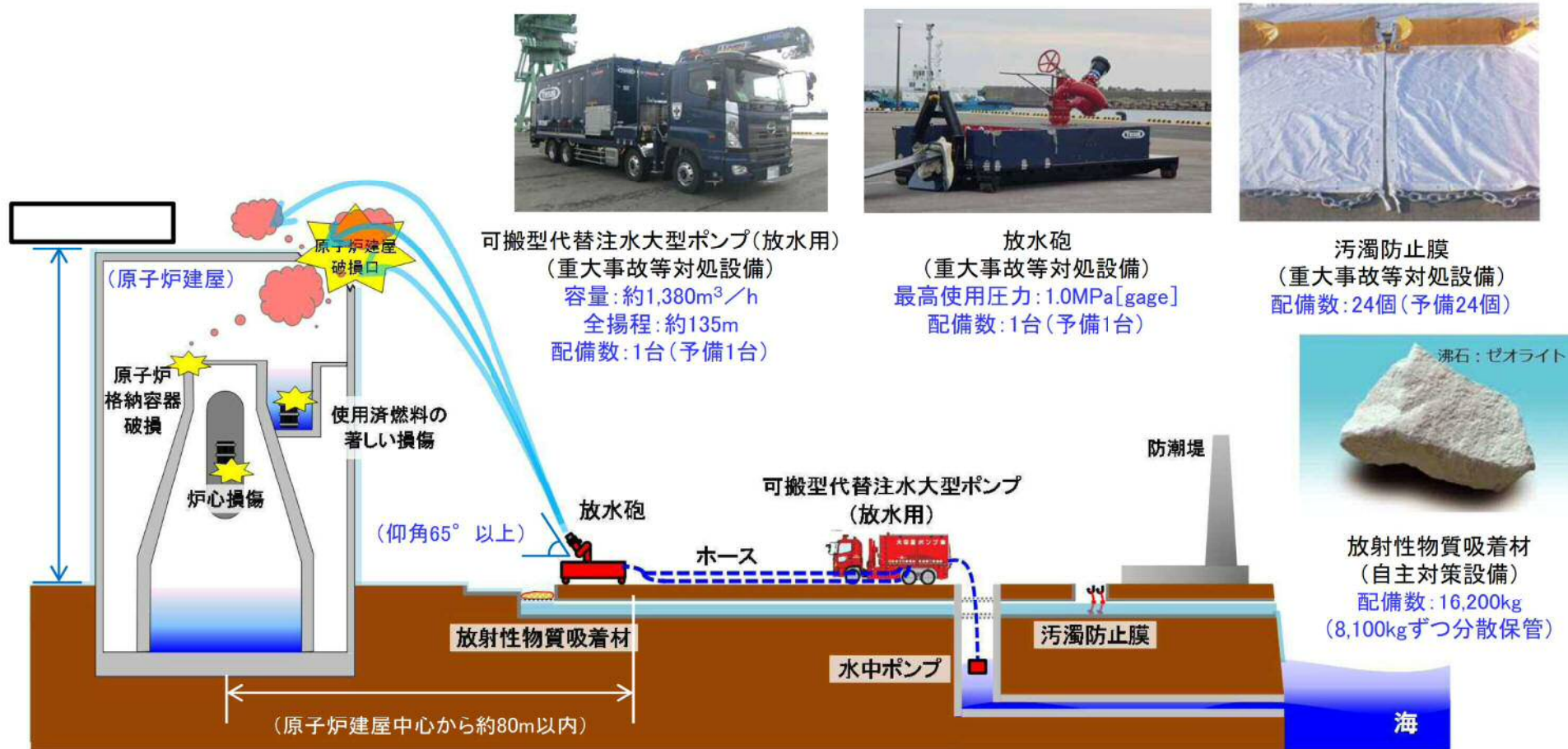
従来の事故時における放射性物質の環境放出経路イメージ(対策なし)

3. 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要



(2) 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要 (1/2)

- **可搬型代替注水大型ポンプ(放水用)及び放水砲等**により, 大気への放射性物質の拡散抑制を行う。
- **汚濁防止膜及び放射性物質吸着材**により, 海洋への放射性物質の拡散抑制を行う。



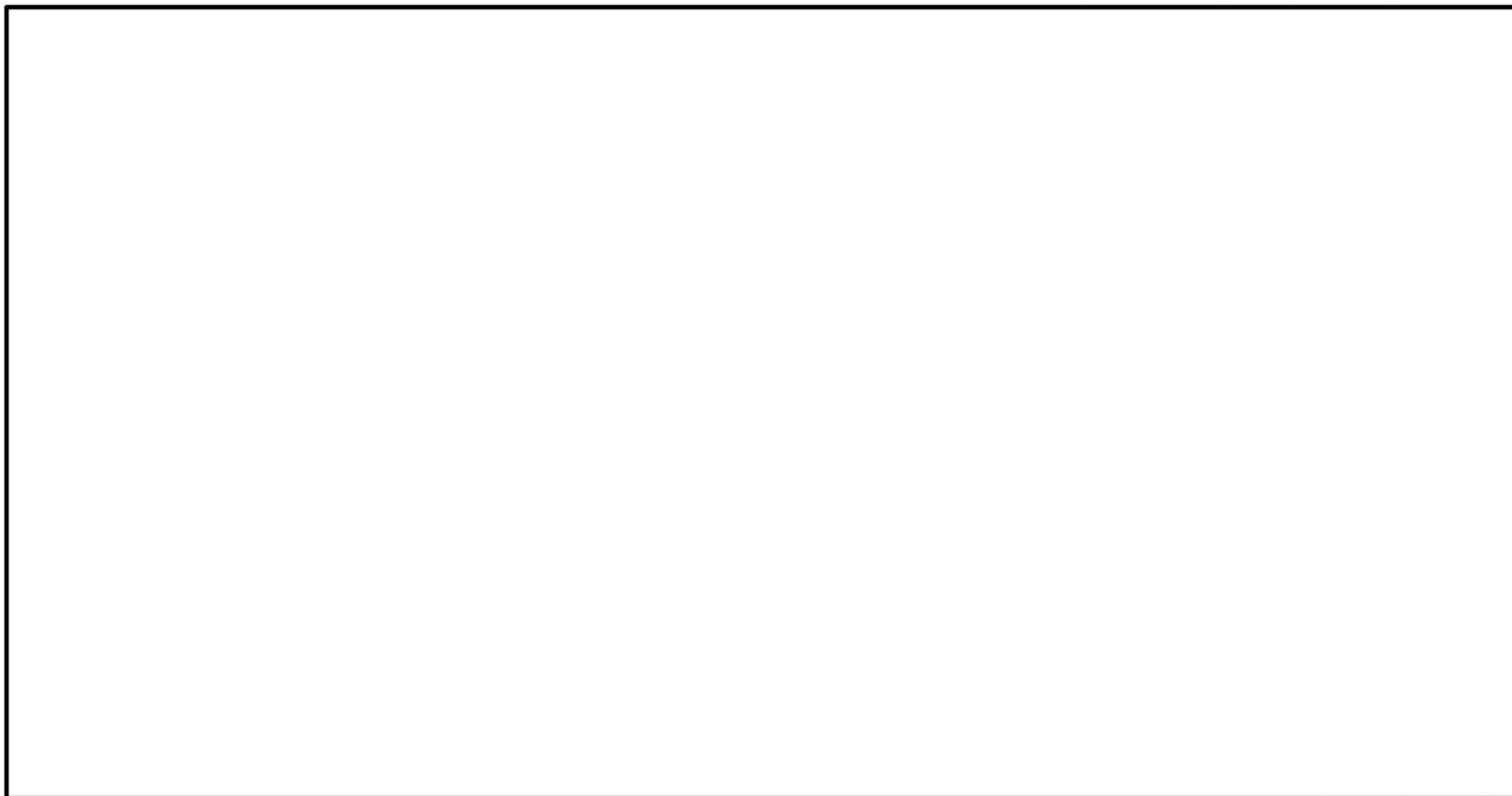
放射性物質の拡散抑制措置の概要

3. 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要



(2) 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要 (2/2)

- 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制に使用する設備は、地震及び防潮堤を越え敷地に遡上する津波による影響を受けない、西側及び南側保管場所に分散して保管。なお、点検及び万一の故障時に使用するバックアップ設備は予備機置場に保管。



放射性物質の拡散抑制に使用する設備の保管場所

3. 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要



(2) ①大気への放射性物質の拡散抑制措置 (1/4)

➤ 可搬型代替注水大型ポンプ(放水用)及び放水砲による大気への放射性物質の拡散抑制

炉心の著しい損傷が発生した場合において、原子炉格納容器の破損を防止するため、格納容器スプレイによる原子炉格納容器内の除熱や格納容器圧力逃がし装置及び代替循環冷却による原子炉格納容器内の減圧及び除熱させる手段がある。






また、使用済燃料プールからの大量の水の漏えいにより使用済燃料プールの水位が異常に低下し、使用済燃料プール注水設備で注水しても水位が維持できない場合は、使用済燃料プールスプレイにより燃料損傷を緩和する手段がある。

しかし、これらの機能が喪失し、原子炉建屋から直接放射性物質が拡散する場合を想定し、可搬型代替注水大型ポンプ(放水用)及び放水砲により原子炉建屋に海水を放水し、大気への放射性物質の拡散抑制を行う。

◇作業箇所 : 原子炉建屋周辺, 取水箇所(SA用海水ピット)周辺

◇必要要員数 : 準備 8名 ⇒ 拡散抑制時 4名

◇所要時間目安 : 145分 (ホース敷設長さが約200mの場合の時間であり、敷設長さによって変わる)

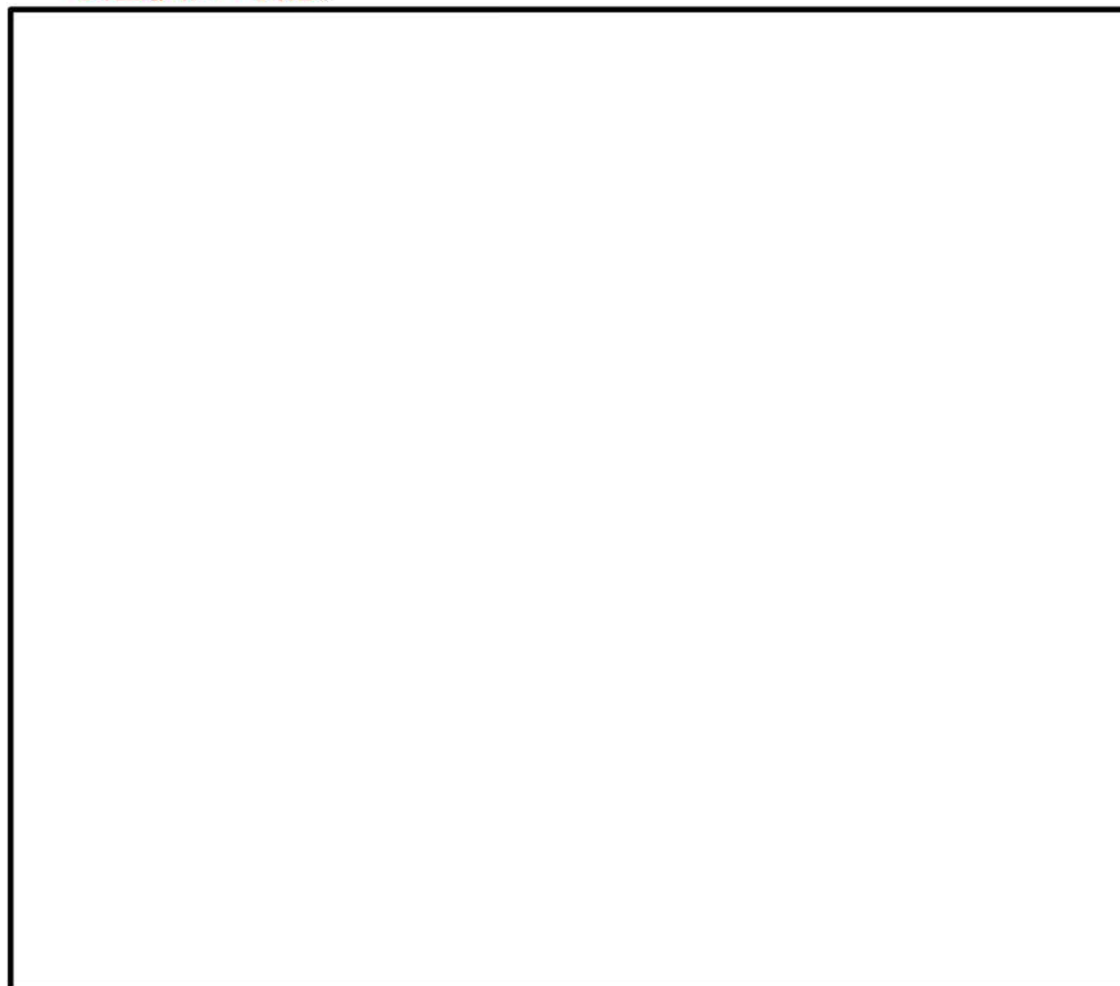
				
可搬型代替注水 大型ポンプ(放水用)	水中ポンプ(2台収納)	水中ポンプの設置状況	ホースの敷設状況	放水砲による放水 (直状放射)

3. 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要

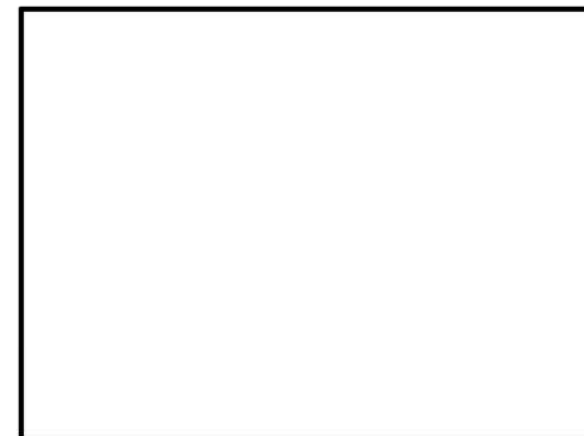


(2) ①大気への放射性物質の拡散抑制措置 (2/4)

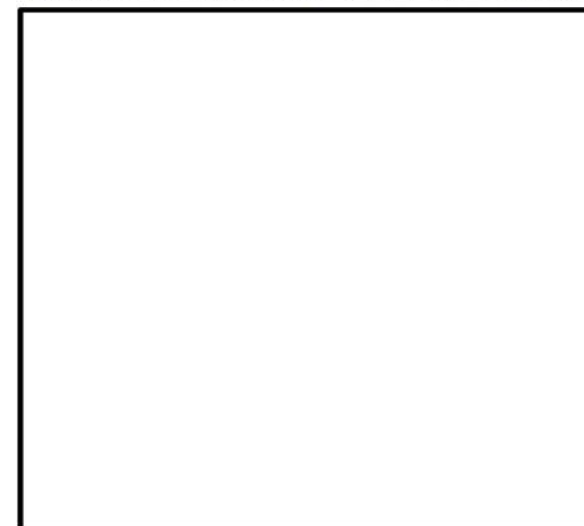
- 放水砲設置箇所は、放水砲を原子炉建屋中心から約80mの範囲内に仰角65°で設置した場合に、**原子炉建屋屋上中心部まで放水可能な箇所を複数設定。**
- 海水取水箇所から放水砲設置箇所までのホース敷設は、現場の状況に応じて**複数あるルートから選択が可能。**



アクセスルート及び海水取水箇所、放水砲設置箇所 3-5-9



放水砲設置箇所及び原子炉建屋中心からの距離



放水砲の射程と射高の関係(例:設置位置A)

3. 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要

(2) ①大気への放射性物質の拡散抑制措置 (3/4)

➤ 放水による放射性プルームの除去効果について

放水砲の放射方法は、噴射ノズルを調整することで直状放射と噴霧放射の切替えが可能。

放射性プルームに含まれる微粒子状の放射性物質の粒子径は $0.1\mu\text{m} \sim 0.5\mu\text{m}$ と考えられ、この微粒子の放水時の水滴による除去機構は、水滴と微粒子の慣性衝突作用(水滴径 $0.3\text{mm}\phi$ 前後で最も衝突作用が大きくなる)によるもの。

放水砲による噴霧放射を活用することでその衝突作用に期待できる。また、水滴と微粒子の相対速度を大きくし、水の流量を大きくすることで除去効果の増大が期待できる。

なお、直状放射でしか目標箇所に届かない場合においても、到達点では霧状になっていることから放射性物質の除去が期待できる。



直状放射による放水(全景)



直状放射による放水(到達点での状態)



放水実施状況(東海港にて実施)
〔原子炉建屋地上高さ に
放水が到達することを確認〕

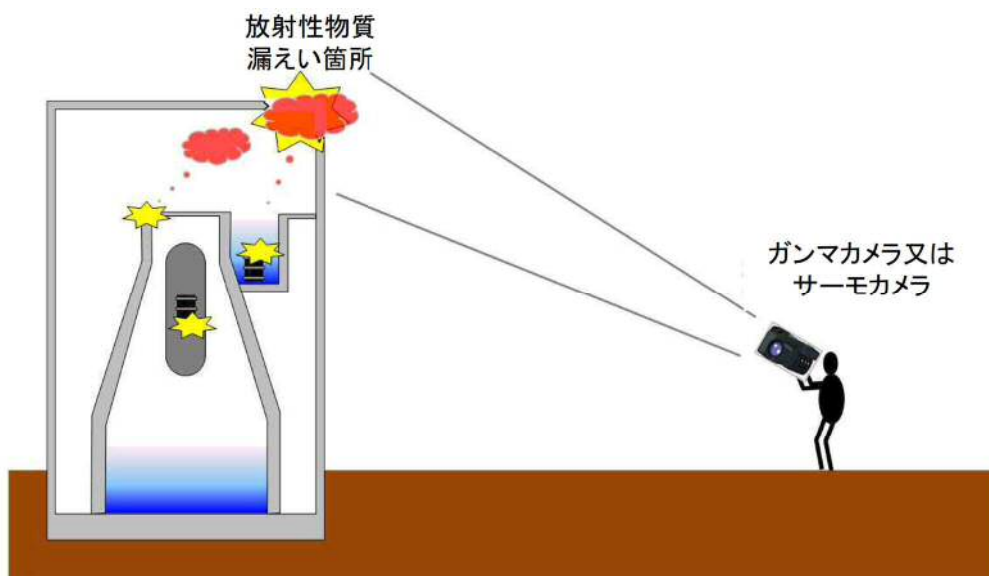
3. 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要

(2) ①大気への放射性物質の拡散抑制措置 (4/4)

➤ ガンマカメラ又はサーモカメラによる放射性物質漏えい箇所の絞り込み

可搬型代替注水大型ポンプ(放水用)及び放水砲等により原子炉建屋に向けて放水する際に、**原子炉建屋から放出される放射性物質の漏えい箇所を把握し、大気への放射性物質の拡散抑制をより効果的なものとするため、ガンマカメラ又はサーモカメラにより放射性物質や熱を検出し、放射性物質漏えい箇所を絞り込む。**

- ◇作業箇所 : 原子炉建屋周辺
- ◇必要要員数 : 8名
- ◇所要時間目安 : 30分(手順着手から65分)



放射性物質漏えい箇所の絞り込み概要図



ガンマカメラ(参考例)



サーモカメラ(参考例)

3. 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要



(2) ②海洋への放射性物質の拡散抑制措置 (1/3)

➤ 汚濁防止膜による海洋への放射性物質の拡散抑制

原子炉建屋から直接放射性物質が拡散する場合を想定し、可搬型代替注水大型ポンプ(放水用)及び放水砲等により原子炉建屋に海水を放水する場合、放射性物質を含む汚染水が発生する。

放射性物質を含む汚染水は、原子炉建屋周辺を取り囲む地上部の一般排水路で集水され、地下埋設の一般排水路を通して雨水排水路集水柵又は放水路から海へ流れ込むため、汚濁防止膜を設置することで海洋への放射性物質の拡散抑制を行う。

◇作業箇所 : 雨水排水路集水柵－1～9及び放水路－A～C

◇必要要員数及び操作時間

(1) 雨水排水路集水柵－8

必要要員数 : 5名

所要時間目安^{※1} : 45分(1重目, 手順着手から45分)

^{※1} 保管場所での準備及び保管場所からの移動時間を含む

(2) 放水路－A～C

必要要員数 : 5名

所要時間目安^{※2} : 95分(1重目, 手順着手から140分)

^{※2} 雨水排水路集水柵－8からの移動時間を含む

(3) 雨水排水路集水柵－1～7, 9(2重), 雨水排水路集水柵－8(2重目), 放水路－A～C(2重目)

必要要員数 : 9名

所要時間目安^{※3} : 220分(手順着手から360分(6時間))

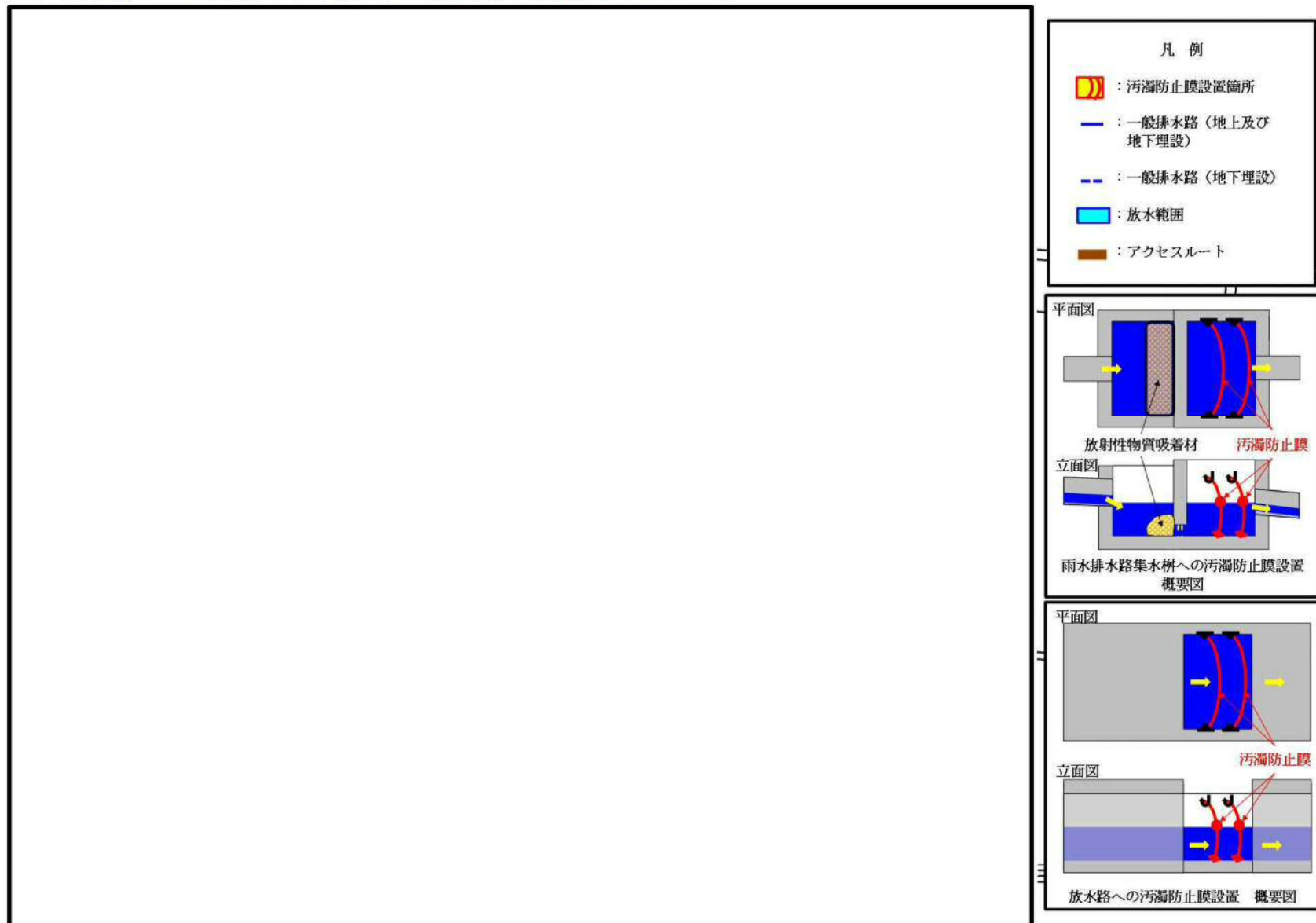
^{※3} 上記(2)の作業終了後に順次, 各設置場所に移動, 設置するための時間を積算

放水砲による原子炉建屋への放水開始(所要時間145分目安)以内の140分で、汚濁防止膜の1重設置を完了

更なる対応として、360分後(6時間後)に汚濁防止膜の2重設置を完了

3. 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要

(2) ②海洋への放射性物質の拡散抑制措置 (2/3)



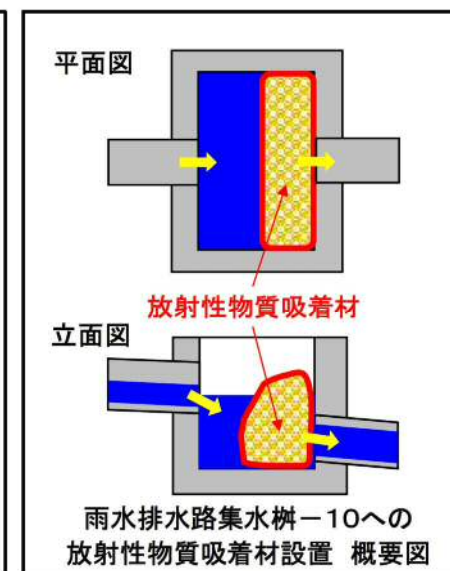
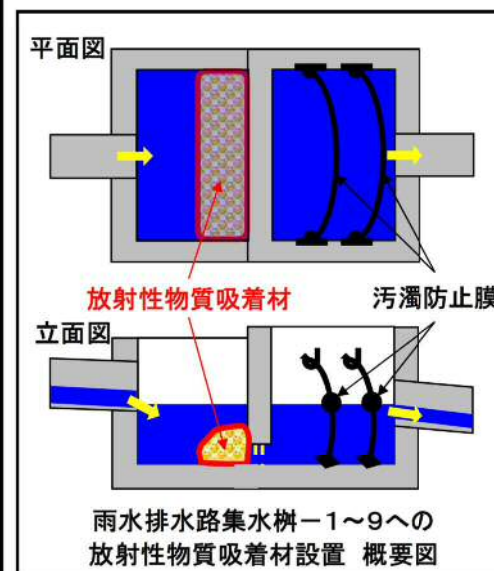
3. 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要

(2) ②海洋への放射性物質の拡散抑制措置 (3/3)

➤ 放射性物質吸着材による海洋への放射性物質の拡散抑制

汚濁防止膜の設置に合わせて、その上流側に放射性物質吸着材を設置することで海洋への放射性物質の拡散抑制を行う。

- ◇作業箇所 : 雨水排水路集水柵-1~10
- ◇必要要員数 : 9名
- ◇所要時間目安 : 15時間(手順着手から21時間)



3. 大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置の概要

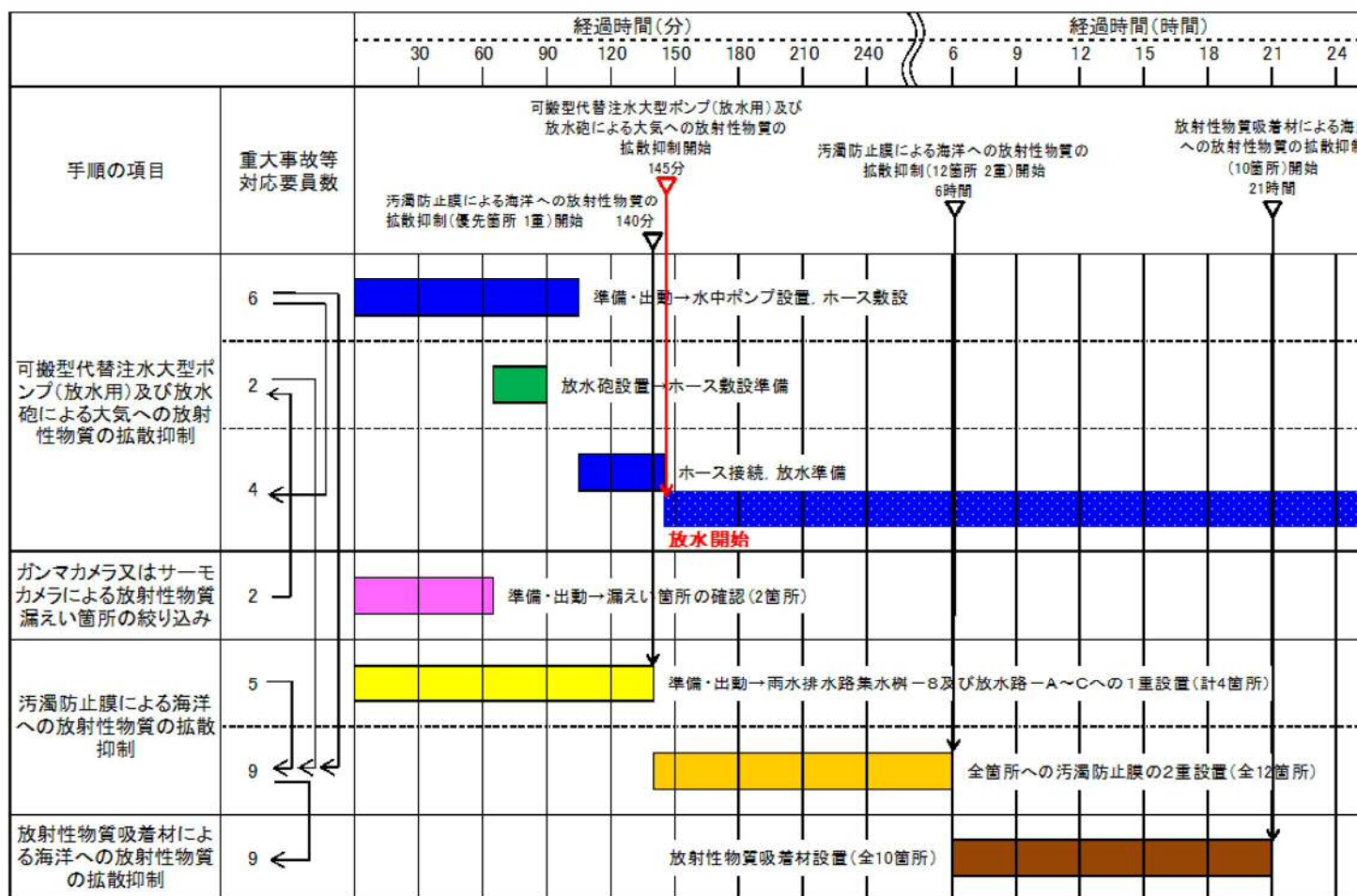


(2) ③放射性物質の拡散抑制措置の時間評価

大気及び海洋への放射性物質の拡散抑制措置に要する作業時間評価を下表にて示す。

放水砲による原子炉建屋への放水実施の判断を起点0時間として、放水開始時間は145分後、また放水開始前140分で汚濁防止膜(1重)の設置が完了することを示している。

本想定は、要員人数、移動時間、設備設置時間等を考慮して十分実現性のあるものとしている。



- 炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損又は使用済燃料プール内の燃料体等の著しい損傷に至った場合において、発電所外へ放射性物質が拡散するおそれがあるため、その対応手段と使用する重大事故等対処設備等を整備する。
- 地震、津波等による自然現象による影響を受けない頑健な保管場所に、可搬型代替注水大型ポンプ(放水用)及び放水砲等並びに汚濁防止膜及び放射性物質吸着材を配備する。
- 可搬型代替注水大型ポンプ(放水用)、放水砲等の原子炉建屋放水設備並びに汚濁防止膜及び放射性物質吸着材の海洋拡散抑制設備は、予備機(もしくは予備品)を配備し、上記と同様な頑健性のある異なる保管場所に分散して保管する。
- 大気への放射性物質の拡散抑制のために原子炉建屋に向けて放水する際に、放射性物質の漏えい箇所を把握するため、ガンマカメラ及びサーモカメラを配備する。
- 汚濁防止膜及び放射性物質吸着材の設置場所は、汚染水が発電所から海洋に流出する放水路及び雨水排水路集水柵に整備する。

これらの対策により、万一、発電所外へ放射性物質が放出される状況においても、環境への拡散を低減するための対応が可能であることを確認している。