

# 柏崎刈羽原子力発電所7号機における 原子炉格納容器破損防止対策について

～代替循環冷却設備※<sup>1</sup>とフィルタベント（FV）※<sup>2</sup>について～

設置許可変更申請書における表記

※1：代替循環冷却系

※2：格納容器圧力逃がし装置

2020年6月5日

東京電力ホールディングス株式会社

**TEPCO**

---

# 説明内容

---

- 1. 格納容器破損防止対策（説明の全体像, 対策の目的）
- 2. 地上式FV基礎の耐震性・液状化について
- 3. 地上式FVの耐震性確保（不等沈下対策・液状化対策等）
- 4. 格納容器破損防止対策（代替循環冷却設備導入経緯ほか）
- 5. 地下式FVについて
- 6. まとめ

# 1. 格納容器破損防止対策（説明の全体像）

## 【本日の説明内容】

- ・地上式FVの耐震性確保対策
- ・代替循環冷却設備導入経緯
- ・**代替循環冷却設備の優先使用により、放射性物質の放出を可能な限り回避することで、「被ばく低減、避難に要する時間余裕の確保、土壤汚染の更なる低減」の効果**が期待できること

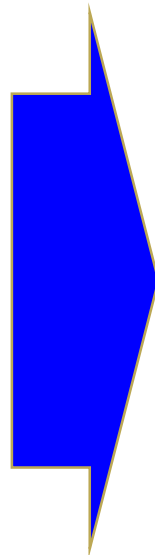
＜当初申請時点＞  
(2013年9月27日)

地上式FV

地上式FVのみで  
新規制基準適合を想定

地下式FV

F V設備の多重性確保により、  
信頼性を向上



＜許可内容＞  
(2017年12月27日)

代替循環冷却設備

優先的に使用

地上式FV

代替循環冷却設備が使用  
不能の場合に使用

共通の要因で同時に  
機能を失う事がないよ  
うに原理の異なる冷却  
及び減圧手段を用い  
る事で多様性を確保

特定重大事故等  
対処施設

地下式FV

2019年10月24日補正申請

# 1. 格納容器破損防止対策（対策の目的：1F事故の振り返りから）

**全ての電源を失う**

地震で発電所外からの電源を失う

開閉所・送電線

津波で発電所内の電源も失う

非常用電源 配電盤 直流電源

**『冷やす』機能を失う**

原子炉冷却

原子炉と格納容器への注水

炉内の水が蒸発・減少

格納容器冷却

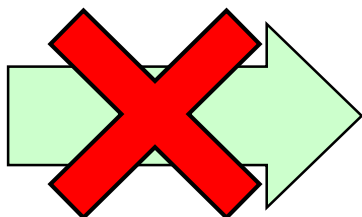
**炉心損傷**

炉心損傷

格納容器の温度・圧力が上昇

放射性物質

格納容器



炉心損傷後の事象進展を防止するために、格納容器破損防止対策を要求

- ・過圧・加温破損防止
- ・水素爆発による破損防止

**『閉じ込める』機能を失う**

大量の放射性物質が環境へ放出

原子炉建屋

水素爆発

原子炉格納容器破損

バントが十分機能せず

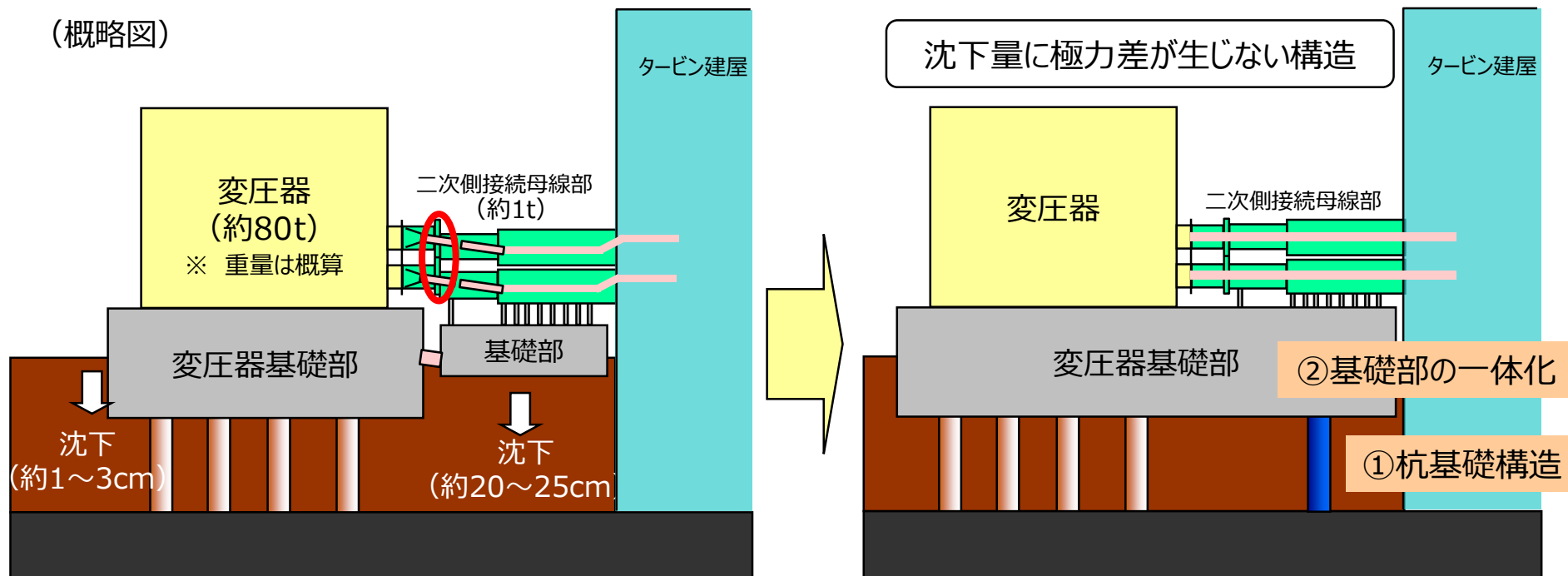
大規模な土壌汚染

詳細は、参考1参照

## 2. 地上式FV基礎の耐震性・液状化について (1/3)

- 当社は、2013年7月に施行された新規制基準への適合申請（設置変更許可申請）を行う際、**地上式FVの設置を計画**
- 地上式FVの基礎の設計に対して、中越沖地震での変圧器火災に対する**不等沈下対策**（下図参照）が**十分取られていないとして、2013年当時の新潟県知事が耐震性に懸念**（配管損傷による放射性物質の放出を危惧）を表明

(概略図)

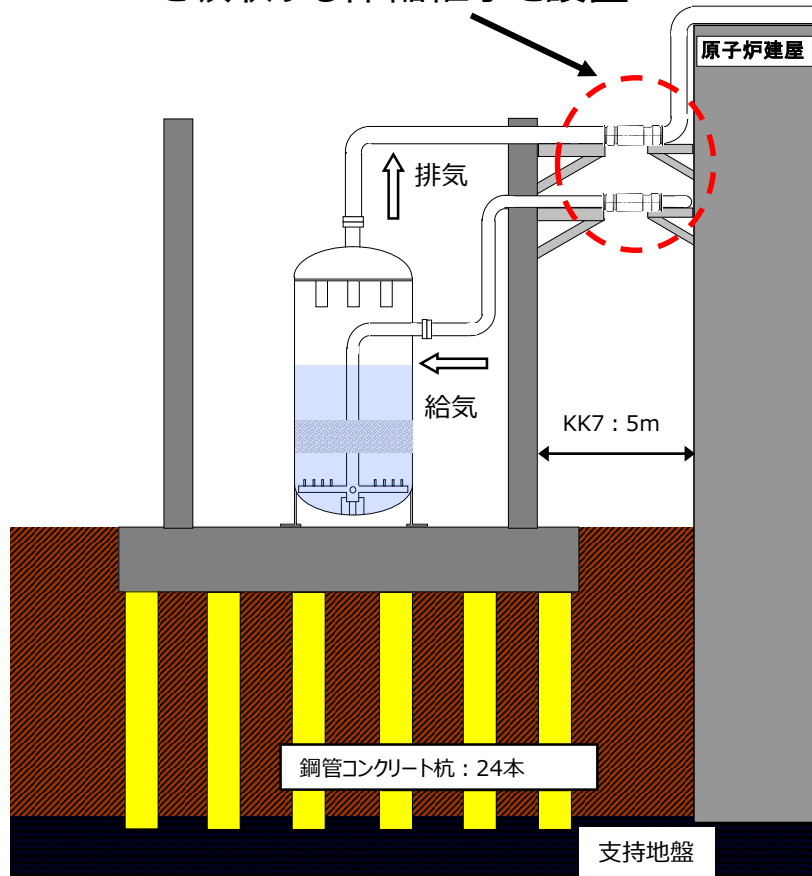


中越沖地震に伴う柏崎刈羽原子力発電所 所内変圧器 3 B 火災の原因と対策

## 2. 地上式FV基礎の耐震性・液状化について (2/3)

- 当社は、地上式FVの耐震性を確保するとともに、信頼性向上策として地下式FVの追加設置を表明、2013年9月の設置変更許可申請において格納容器破損防止対策を「地上式FVと地下式FV」として申請

水平方向・鉛直方向の相対変位を吸収する伸縮継手を設置



〈当初申請時点〉  
(2013年9月27日)

重大事故等対処施設

地上式FV

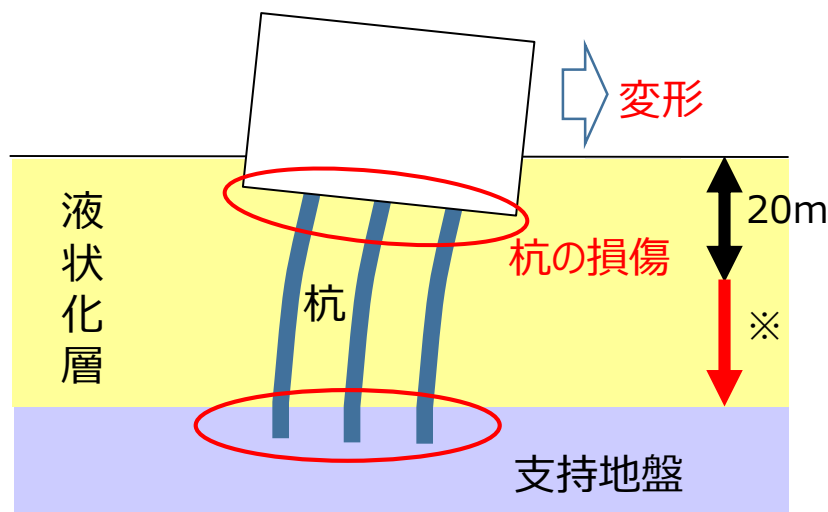
地上式FVのみで  
新規制基準適合を想定

地下式FV

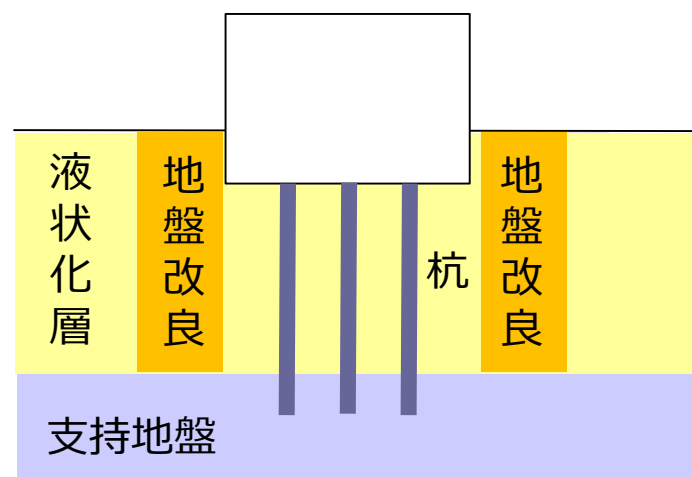
FV設備の多重性確保により、  
信頼性を向上

## 2. 地上式FV基礎の液状化について (3/3)

- 2017年1月，設置変更許可申請の審査において，地上式FVを含め液状化評価対象設備を抽出，必要に応じて対策を行うことを説明
- 2018年2月，地上式FVの液状化対策の地盤改良工事の成立性を確認，発電所長会見で公表



杭の損傷・構造物の変形



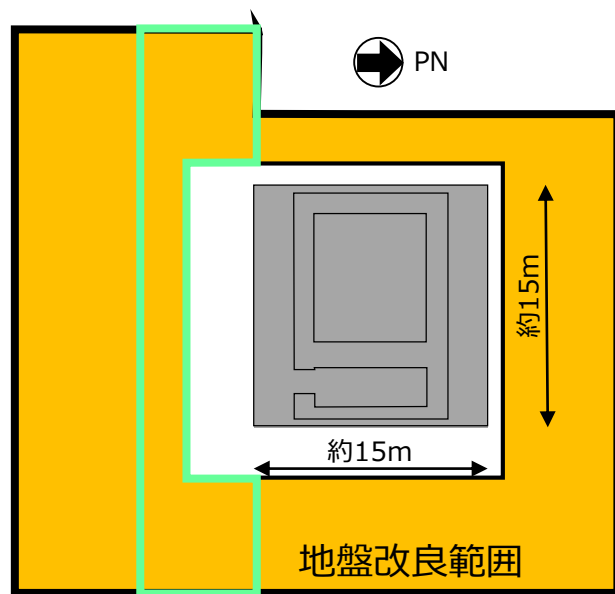
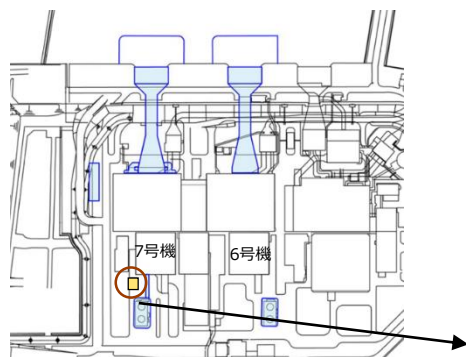
地盤改良による変位の抑制

※地表面から20mの地層に加えて，基準地震動が大きいこと等を踏まえて，更に深い地層までを液状化検討対象として検討

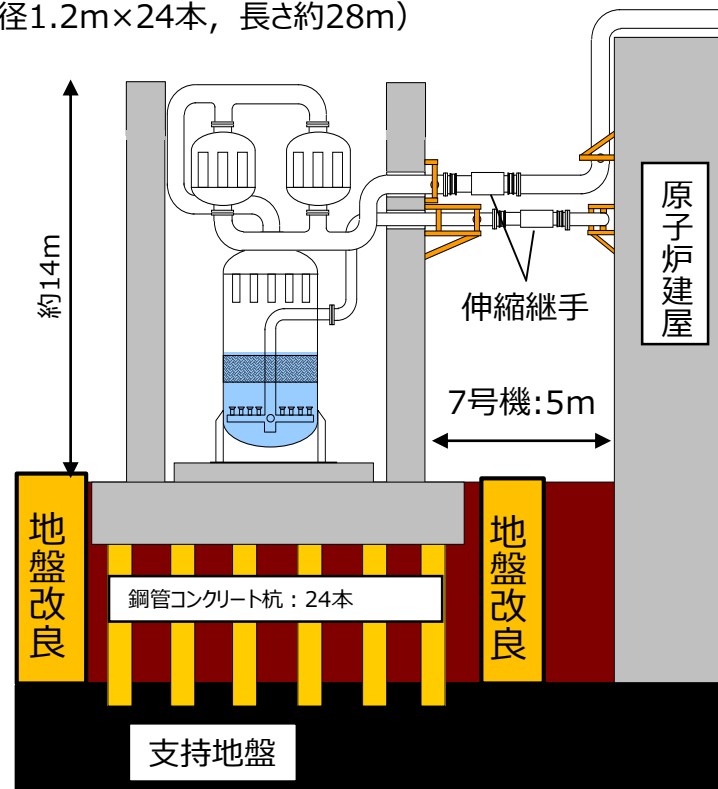
### 3. 地上式FVの耐震性確保 ～不等沈下対策，液状化対策～

- 不等沈下対策として，原子炉建屋と同じ支持層までの杭基礎構造
- 地震時における液状化対策として，FV基礎部周囲を地盤改良

- 構造種別：鉄筋コンクリート造
- 規模：南北約15m×東西約15m×高さ約14m
- 基礎種別：基礎スラブ（厚さ2.5m）+ 杭基礎（場所打ち鋼管コンクリート杭，径1.2m×24本，長さ約28m）  
基礎周辺を地盤改良（南北約37m×東西約34m×深さ約23m）



格納容器圧力逃がし装置基礎



#### 地盤改良工法

■ 置換工法

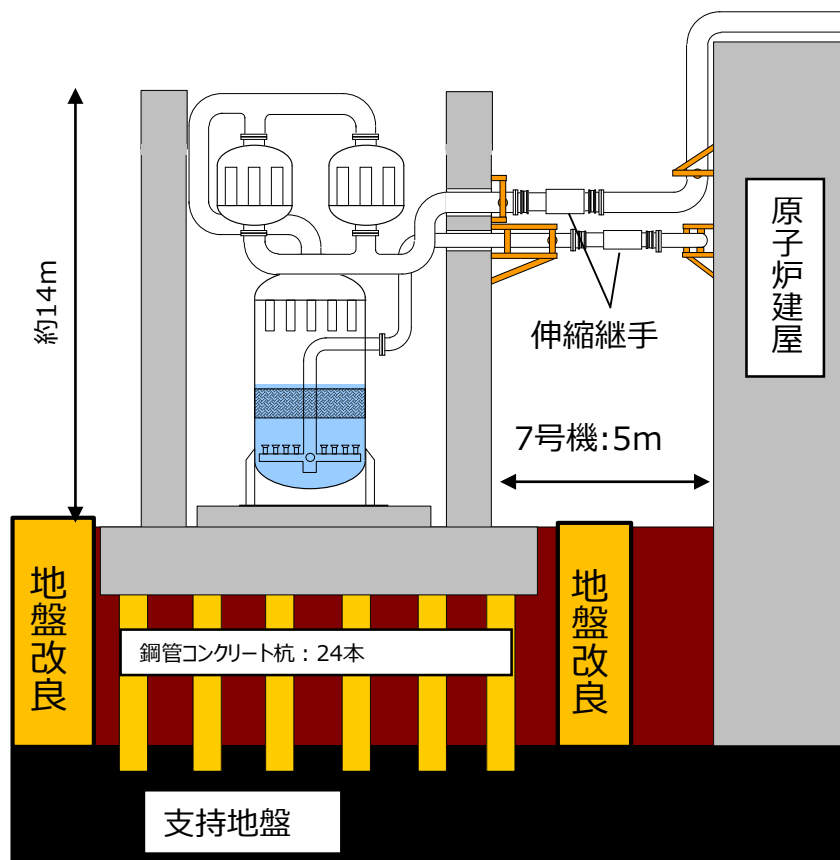
■ 高圧噴射攪拌工法

詳細は，参考3参照



### 3. 地上式FVの耐震性確保 ～相対変位量～

- 原子炉建屋とフィルタベント遮へい壁の配管渡り部には、水平方向・鉛直方向の相対変位を吸収する伸縮継手を設置し、十分な余裕を持った設計
- 基準地震動による相対変位量が、伸縮継手の許容変化量を下回る事を確認



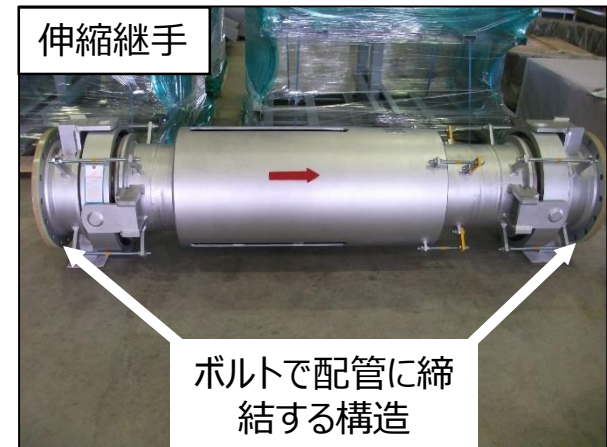
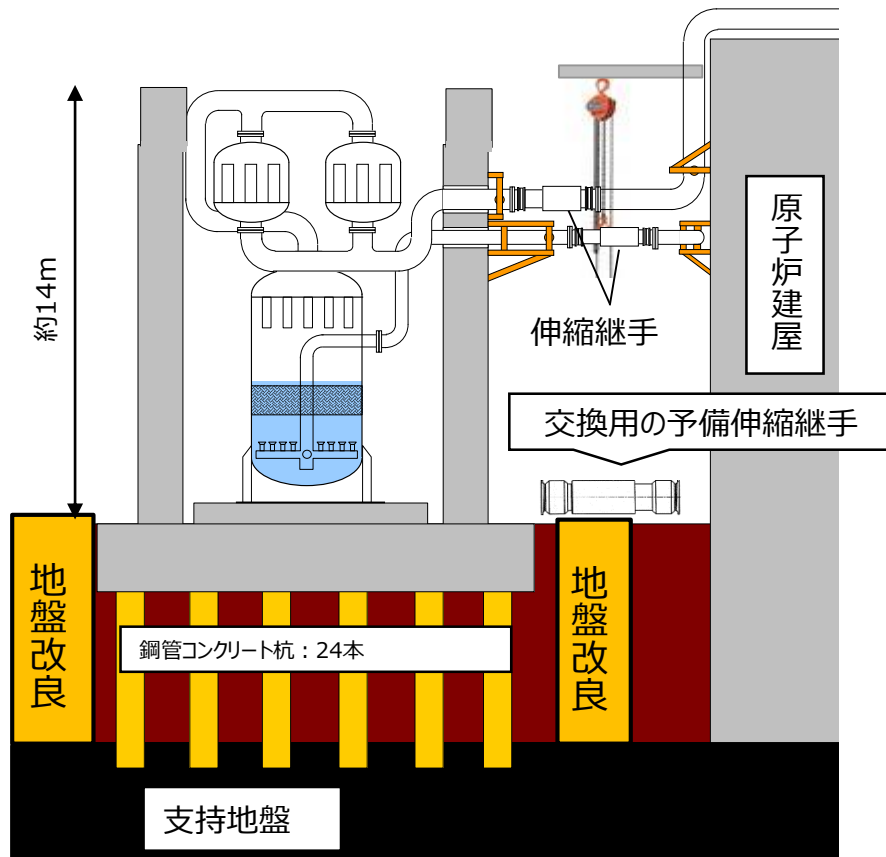
相対変位量の評価結果

	相対変位量	伸縮継手の許容変化量
水平	17.06cm※	30cm
鉛直	2.64cm※	30cm

※現在、工事計画認可の審査中のため暫定値

### 3. 地上式FVの耐震性確保 ～万への備え～

- 深層防護の観点から、万一に伸縮継手が破損する場合にも備え、**常設の吊り具による交換手段を予め確保**
- 系統内に充填している窒素ガスの圧力降下の有無を監視することで異常を早期に検出



	口径	長さ	重量
給気側	400mm	2550mm	910kg
排気側	500mm	2550mm	1300kg

伸縮継手仕様

## 4. 格納容器破損防止対策 ～代替循環冷却設備の導入経緯～

- 格納容器圧力と温度が上昇しても、出来るだけベントを実施せずに（放射性物質を可能限り放出せずに）格納容器の破損を防止する方法を検討、**「代替循環冷却設備」を考案**
- 2017年6月、格納容器破損防止対策を、「地上式FVと地下式FV」の組み合わせから、**「代替循環冷却設備と地上式FV」の組み合わせに変更**  
(地上式FVには、よう素除去のためのよう素フィルタ追設)

＜当初申請時点＞  
(2013年9月27日)

地上式FV

地上式FVのみで  
新規制基準適合を想定

地下式FV

FV設備の多重性確保により、  
信頼性を向上



＜2017年6月補正＞

**代替循環冷却設備**

優先的に使用

**地上式FV**

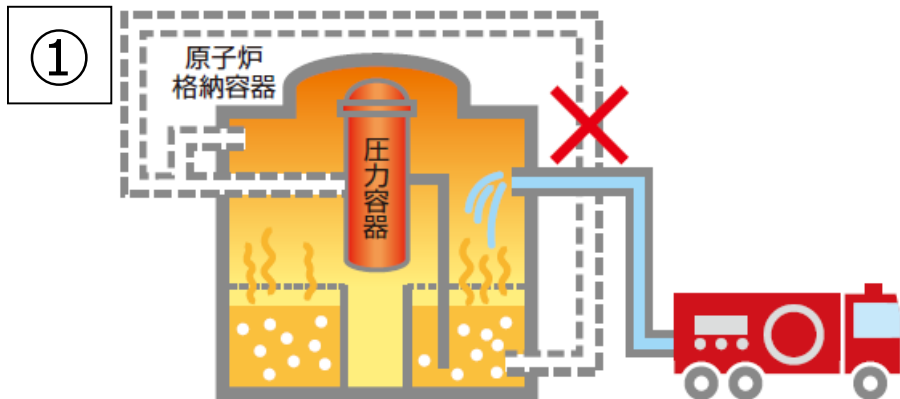
代替循環冷却設備が使用  
不能の場合に使用

放射性物質を可能な限り放出せずに格納容器の破損を防止する設備として考案

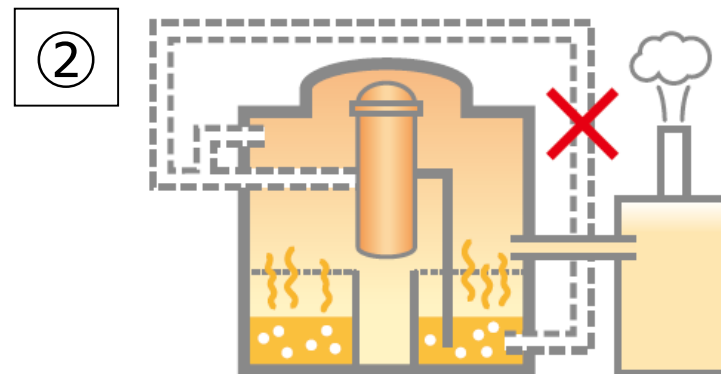
## 4. 格納容器破損防止対策 ～事象進展と対策の流れ(1/3)～

### ■当初申請時点の考え：地上式FVを使用

#### 過圧・過温破損防止



- ・格納容器内の圧力と温度が上がり限界を超えると、格納容器が破損し、放射性物質が大量に放出される可能性
- ・格納容器内の圧力と温度の上昇を抑制するために、消防車等を用いて格納容器へスプレーし格納容器を冷却、圧力と温度の上昇を抑制
- ・損傷した炉心の冷却のために原子炉へ注水している水が、炉心の冷却に伴って蒸発、格納容器へ排出され、格納容器の圧力と温度が更に上昇



- ・格納容器内の圧力と温度を下げるために、地上式FVを使って格納容器内のガスを大気へ放出（フィルタ装置・よう素フィルタを介して、放射性物質を出来るだけ除去）して減圧、格納容器の破損を防止※
- ・放射性物質を出来るだけ除去することで、大規模な土壌汚染と避難の長期化を回避

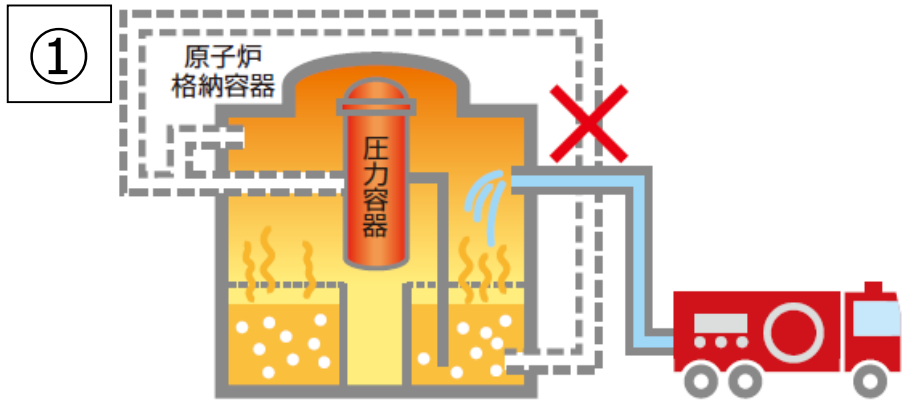
詳細は、参考3参照

※格納容器圧力を0.62MPa(gage)以下、温度を200℃以下とする

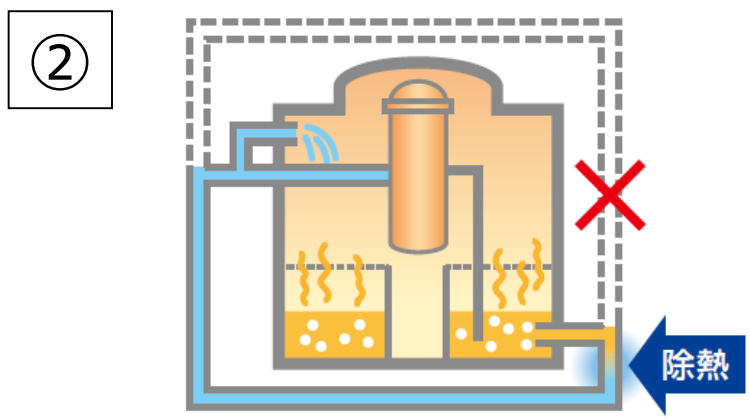
# 4. 格納容器破損防止対策 ～事象進展と対策の流れ(2/3)～

■ 許可内容に基づく考え：代替循環冷却設備を優先使用

## 過圧・過温破損防止



- ・ 格納容器内の圧力と温度が上がり限界を超えると、格納容器が破損し、放射性物質が大量に放出される可能性
- ・ 格納容器内の圧力と温度の上昇を抑制するために、消防車等を用いて格納容器へスプレーし格納容器を冷却、圧力と温度の上昇を抑制
- ・ 損傷した炉心の冷却のために原子炉へ注水している水が炉心の冷却に伴って蒸発、格納容器へ排出され、格納容器の圧力と温度が更に上昇



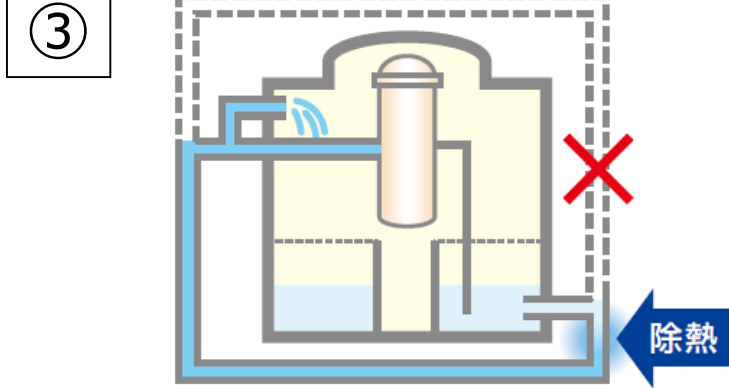
- ・ 代替循環冷却設備を使用し、サブレーションプールの水を循環させることによって格納容器内の熱を除去（除熱）し、圧力と温度の上昇を抑制※（放射性物質の放出を回避）

詳細は、参考2参照

※格納容器圧力を0.62MPa(gage)以下、温度を200℃以下とする

## 4. 格納容器破損防止対策 ～事象進展と対策の流れ(3/3)～

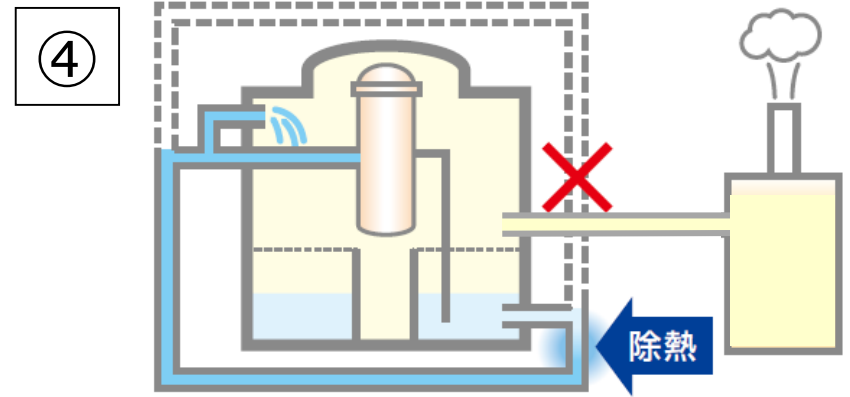
### 過圧・過温破損防止



- ・ 代替循環冷却設備を用いてサプレッションプールの水を継続して循環させ、格納容器内の圧力と温度を下げることで、格納容器の破損を防止※1

※1：格納容器圧力を0.62MPa(gage)以下，温度を200℃以下とする

### 水素爆発防止※2



- ・ 格納容器内に溜まった酸素の排出を目的として、地上式FVを使って格納容器内のガスを排出（フィルタ装置・よう素フィルタを介して、放射性物質を出来るだけ除去）

※2：水素濃度4vol%以上かつ酸素濃度5vol%以上で水素爆発の可能性あり

原子力規制委員会は，代替循環冷却設備を次の通り評価，新規制基準を改正，設置を要求

- 「代替循環冷却設備はFVと同等以上の効果を有する」
- 「（新規制基準が挙げている対策（FV）より）さらに信頼性ないしは影響という観点から有利なものが提案された」

# 4. 格納容器破損防止対策 ～代替循環冷却設備, FVの有効性評価シナリオ～

- 「①大破断LOCA + ②ECCS注水機能喪失 + ③全交流動力電源喪失」を想定
- 以下により, 格納容器内の圧力及び温度が上昇
  - 配管破断等により高温の原子炉冷却材が格納容器内に流出
  - 崩壊熱及びジルコニウム-水反応の反応熱により発生した水蒸気の格納容器への排出
  - ジルコニウム-水反応及び水の放射線分解による可燃性ガス(水素, 酸素)の発生

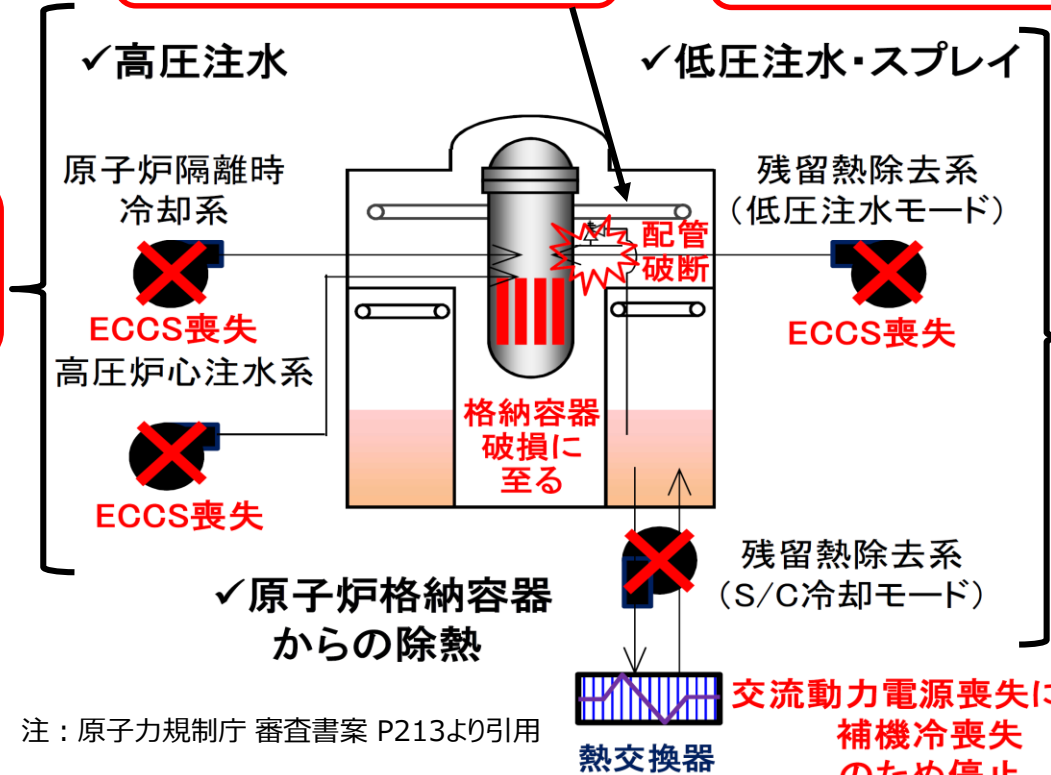
LOCA : 原子炉冷却材喪失事故  
ECCS : 非常用炉心冷却系

**①大規模な冷却材喪失 (LOCA)発生**

**③全交流動力電源喪失 (外部電源, 非常用DG(3系統)喪失)**

**②ECCS機能喪失 (高圧注水系 3系統)**

**②ECCS機能喪失 (低圧注水系 3系統)**



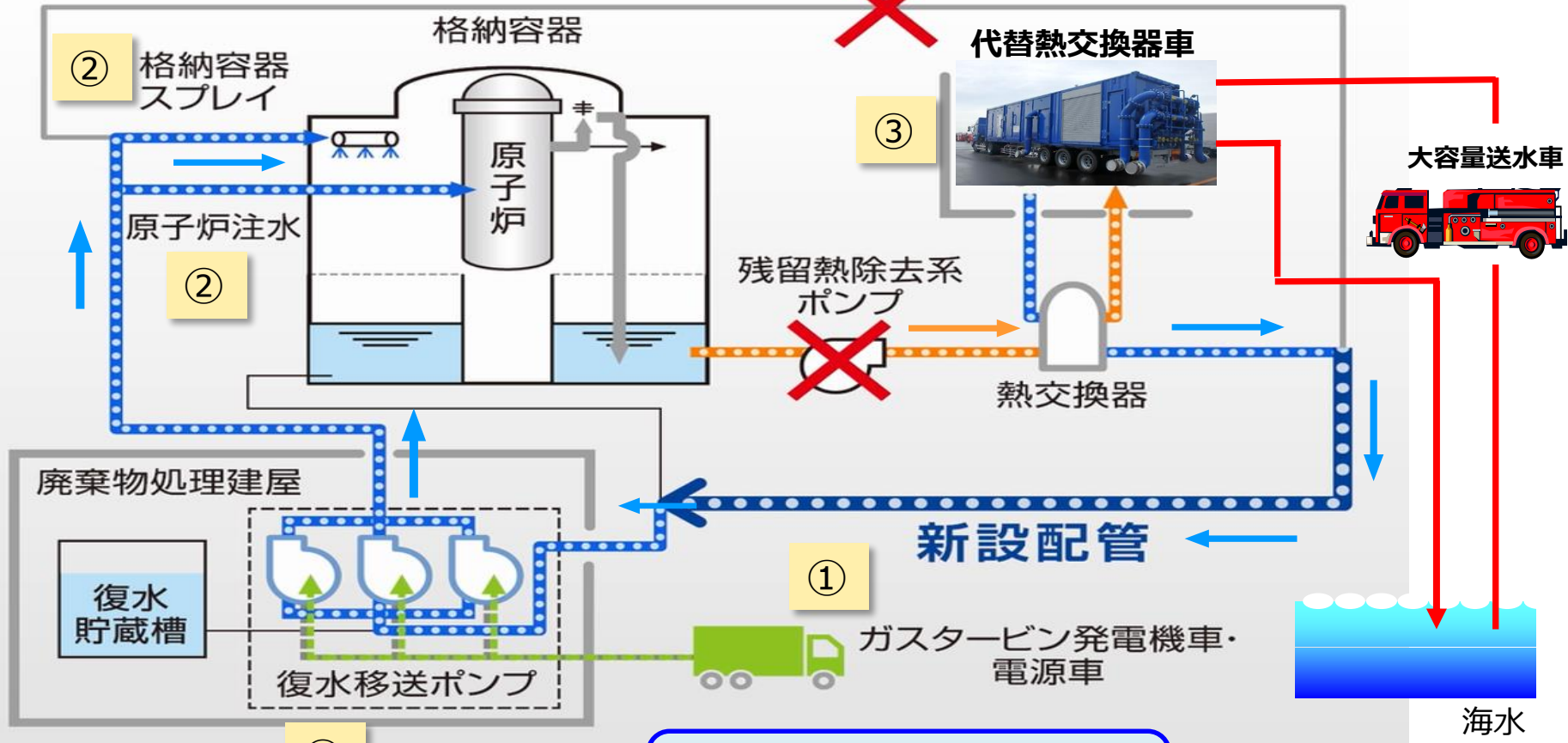
注 : 原子力規制庁 審査書案 P213より引用

詳細は, 参考4参照

# 4. 格納容器破損防止対策 ～代替循環冷却設備～

②復水移送ポンプを用いた原子炉注水及び格納容器スプレイにより、炉心/格納容器内を冷却

③代替熱交換器により、サプレッションプール水を除熱



①ガスタービン発電機車・電源車等により交流電源回復

詳細は、参考2参照



## 4. 格納容器破損防止対策 ～有効性評価結果～

大気中へのCs-137放出量（事象発生から7日間）：評価基準100TBq※1未満		
代替循環冷却設備を使用	地上式FVを使用（事象発生から <b>38時間後に放出</b> ）	
<b>放出なし</b>	W/Wベント 約 <b>1.4×10<sup>-3</sup>TBq</b>	D/Wベント 約 <b>2.0TBq</b> ※2

※1：福島第一原子力発電所事故時の2011年3月12日～3月31日までのCs-137放出量約10,000TBqの1/100

※2：福島第一原子力発電所事故の1/5000

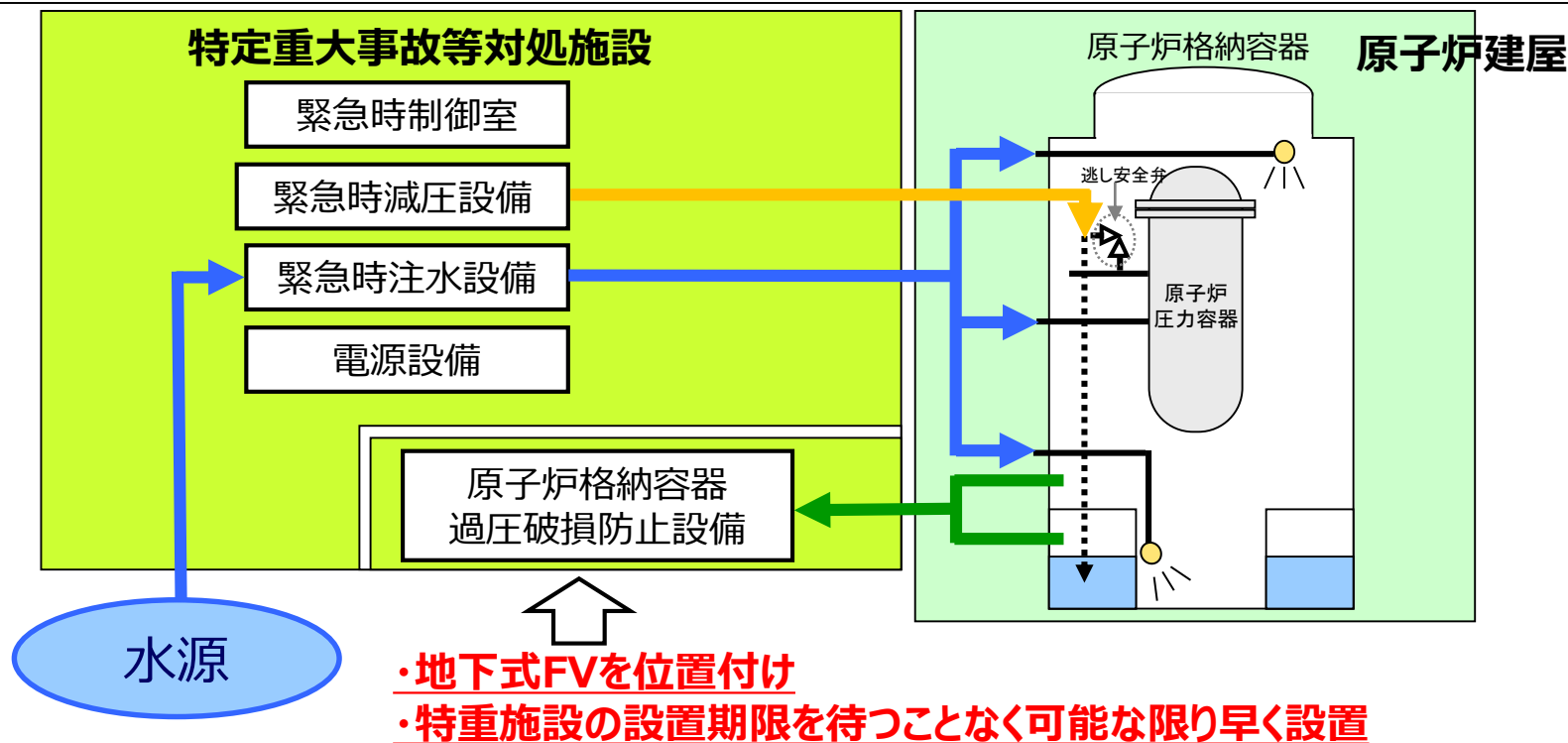
- 事象発生から7日間は、代替循環冷却設備の使用により、Cs-137の放出なしで格納容器の『過圧・過温破損』を防止可能 ⇒ 代替循環冷却設備を優先使用
  - 格納容器内の酸素濃度が可燃限界に到達するため、
    - ✓ 設備の復旧に期待出来ない場合、『水素爆発防止※3』として格納容器内に溜まった酸素の排出を目的に、格納容器内のガスを14日後に排出
    - ✓ 設備の復旧に期待できる場合は、ガスを排出しない可能性あり
  - 仮に14日後に排出したとしても、38時間後に排出した場合に比べて土壌汚染の原因となるCs-137は1/2程度、外部被ばくの原因となる希ガスは1/10程度
- 万が一、代替循環冷却設備が使用できない場合であっても、地上式FVによる格納容器ベントによって格納容器の破損を防止

※3； 水素濃度4vol%以上かつ酸素濃度5vol%以上で水素爆発の可能性あり

詳細は、参考4参照

## 5. 地下式FVについて ～特重施設に位置付け～

- 2014年12月，特定重大事故等対処施設（以下，特重施設）に関する設置許可申請実施，格納容器破損防止対策として，地下式FVを位置付け（6/7号機の地下式FVと共用）
- 2017年6月，代替循環冷却設備の導入により，6/7号機設置変更許可申請書における格納容器破損防止対策を，「代替循環冷却設備と地上式FV」に変更
- 2019年10月，**特重施設の設置許可申請の補正申請実施（地下式FVの位置付けは格納容器破損防止対策として変更無し）**



## 5. 地下式FVについて ～進捗状況～

- 2019年10月，特重施設の設置許可申請の補正申請実施，格納容器破損防止対策として地下式FVを位置付け，現在審査中
- 地下式FVは，特重施設の設置期限を待つことなく，可能な限り早く設置する
- なお，7号機の工事計画が審査中のため，特重施設の設置期限は決定していない

### (設計及び工事の状況)

- 設置変更許可審査中
- FV容器，よう素フィルタ製作中
- 機器，配管等詳細設計中
- 地下ピットの工事実施中

詳細は，参考5参照

## 6. まとめ

- 「代替循環冷却設備＋地上式FV」で設置変更許可を取得，再稼働に必要な安全性を確保
- 代替循環冷却設備の優先使用により，放射性物質の放出を可能な限り回避することで「被ばく低減，避難に要する時間余裕の確保，土壤汚染の更なる低減」の効果が期待できる
- 地下式FVは，特重施設として，設置期限を待つことなく可能な限り早期に設置

- 代替循環冷却設備を優先使用することで以下の効果が期待される
  - 事象発生から7日間はCs-137の放出なし ⇒ **【土壤汚染の更なる低減】**
  - 水素爆発防止を考慮しても放出タイミングは38時間後から14日後（設備の復旧に期待しない場合） ⇒ **【避難に要する時間余裕の確保】【被ばく低減】**  
（設備の復旧に期待できる場合は，放出しない可能性あり）
  - 14日後に放出したとしても，Cs-137の放出量は1/2程度，希ガスの放出量は1/10程度  
⇒ **【被ばく低減】【土壤汚染の更なる低減】**
- 地上式FVは耐震性の確保により，配管破損による放射性物質の放出の可能性を軽減
  - 事象発生から38時間後のCs-137放出量は最大約2.0TBq※ **【大規模な土壤汚染回避】**

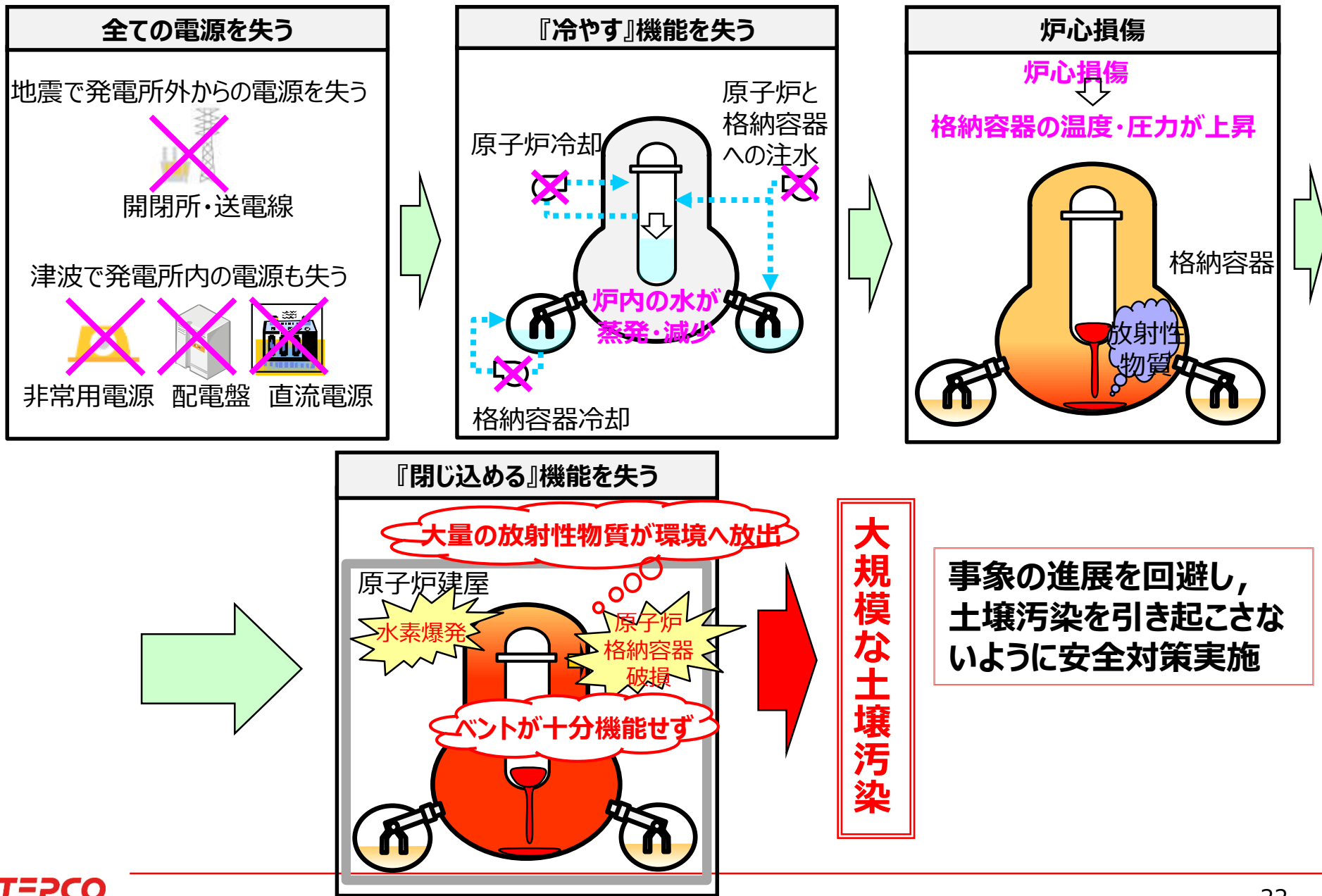
※福島第一原子力発電所事故の1/5000

## 参考資料

- 参考 1 : 福島第一原子力発電所事故の概要と安全対策 …… 21ページ
- 参考 2 : 代替循環冷却設備関連 …… 26ページ
- 参考 3 : FV関連 …… 30ページ
- 参考 4 : 格納容器破損防止対策の有効性評価関連 …… 44ページ
- 参考 5 : 特定重大事故等対処施設関連 …… 59ページ

- 
- 参考 1 : 福島第一原子力発電所事故の概要と安全対策
    - 福島第一原子力発電所事故の概要 ..... 22ページ
    - 福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策 ..... 23ページ


# 参考1：福島第一原子力発電所事故の概要






# 参考1：福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策（1/3）

**全ての電源を失う**

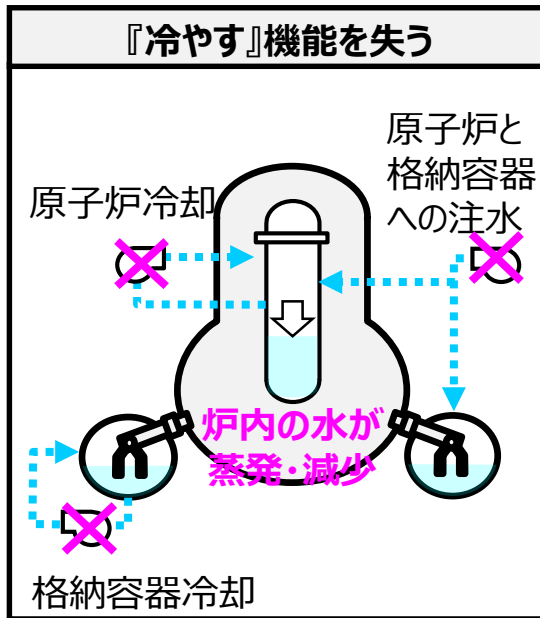
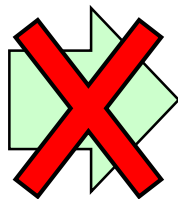
地震で発電所外からの電源を失う

 開閉所・送電線

津波で発電所内の電源も失う

非常用電源 配電盤 直流電源



## 様々な電源供給手段の強化



空冷式ガスタービン発電機車  
(建屋脇及び高台待機)



電源車配備  
(高台待機)

## 事象の進展を回避する対策例

①津波の敷地への流入防止

敷地高さ  
(T.M.S.L.+12.0m)

▽

津波の最大遡上高さ  
(T.M.S.L.+8.3m)

②津波の建屋内への流入防止

取水槽閉止板の設置例

③重要機器設置エリアの止水対策

水密扉の設置例

貫通部止水処置の設置例

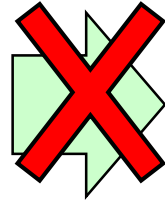
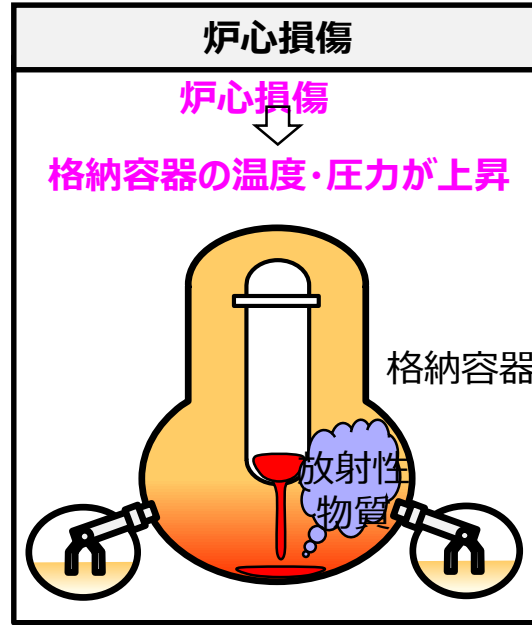
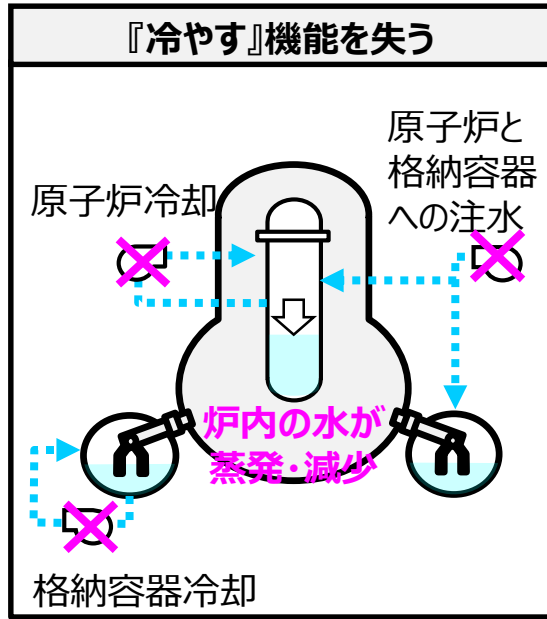
蓄電池増強

充電

(建屋高所設置)



# 参考1：福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策（2/3）



## 事象の進展を回避する対策例

### 除熱手段の確保



代替熱交換器車配備  
(通常時高台待機)

### 代替の低圧注水手段

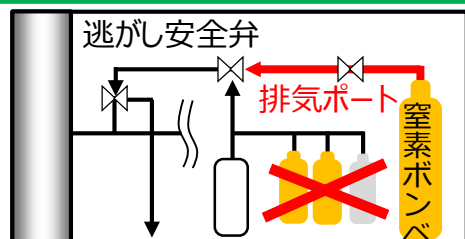


消防車配備  
(建屋脇及び高台待機)

### 減圧の信頼性向上



予備ポンベの配備



代替逃がし安全弁駆動装置

### 代替の高圧注水手段



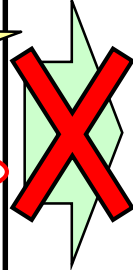
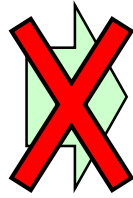
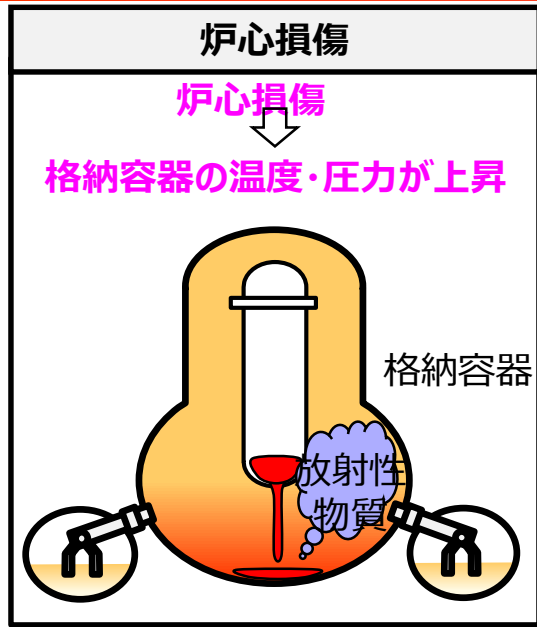
高圧代替注水系の設置

### 予備水源の増強



淡水貯水池設置

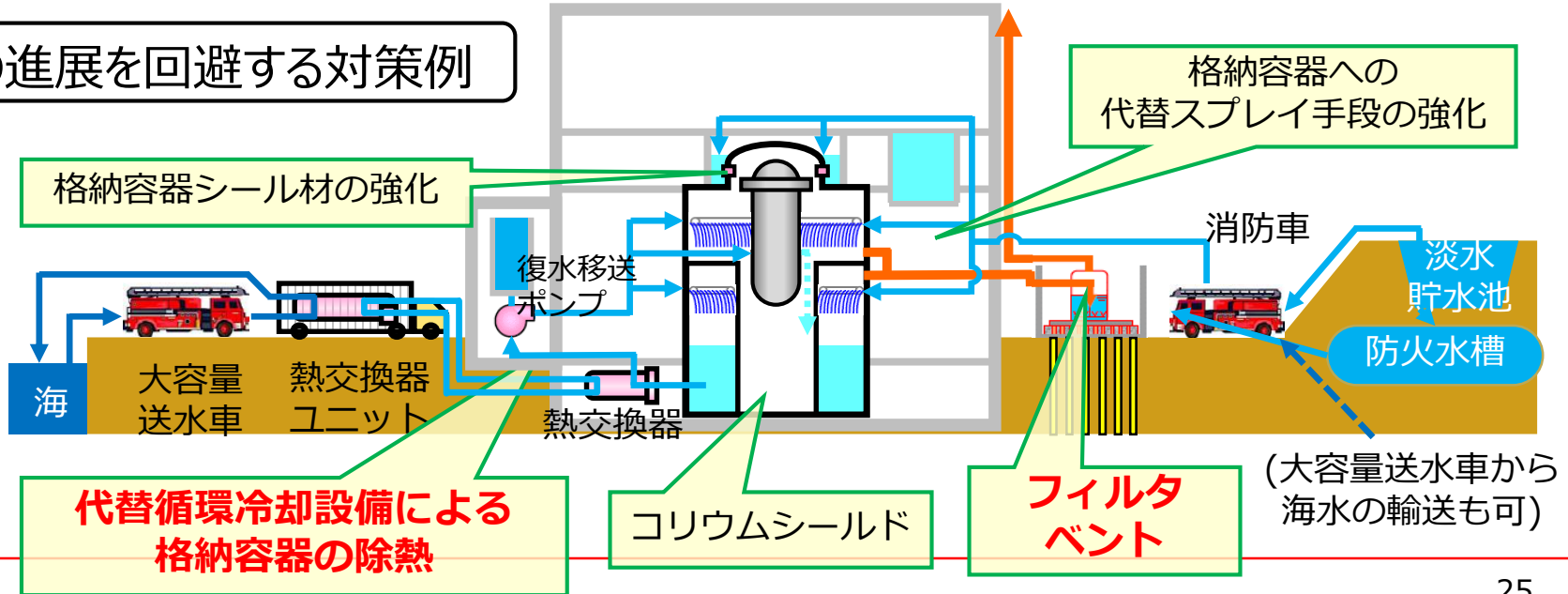
# 参考1：福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策（3/3）



大規模な土壌汚染



## 事象の進展を回避する対策例



---

## ■参考2：代替循環冷却設備関連

- 代替循環冷却設備の運用手順 …… 27ページ
- 代替循環冷却設備の主な仕様 …… 29ページ

# 参考 2 : 代替循環冷却設備の運用手順(1/2)

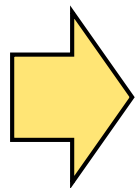
			経過時間(時)										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
作業場所	要員	人数	現場対応開始			代替補機冷却開始							循環冷却開始
建屋内	運転員 (中央制御室) (遠隔操作)	2人	補機冷却水供給のための 弁操作等			この時間内に実施							循環冷却 起動
	運転員 (現場操作)	4人	補機冷却水供給のための 電源確保・弁操作等			循環冷却起動のための 電源確保・弁操作等							
屋外	緊急時 対策要員	13人	可搬型車両の移動			補機冷却水供給のための現場作業・起動操作							



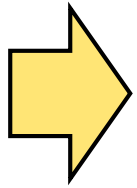
- 代替循環冷却設備を運転するために、中央制御室で操作する運転員と現場で操作する運転員及び緊急時対策要員が建屋内と屋外において準備作業を行う。
- 作業想定時間約9時間に対して、継続した訓練により約7時間で設置可能。引き続き時間短縮に努めている。

# 参考 2 : 代替循環冷却設備の運用手順(2/2)

- 作業時間短縮に向けた改善
  - 代替熱交換器車の配管接続位置の変更

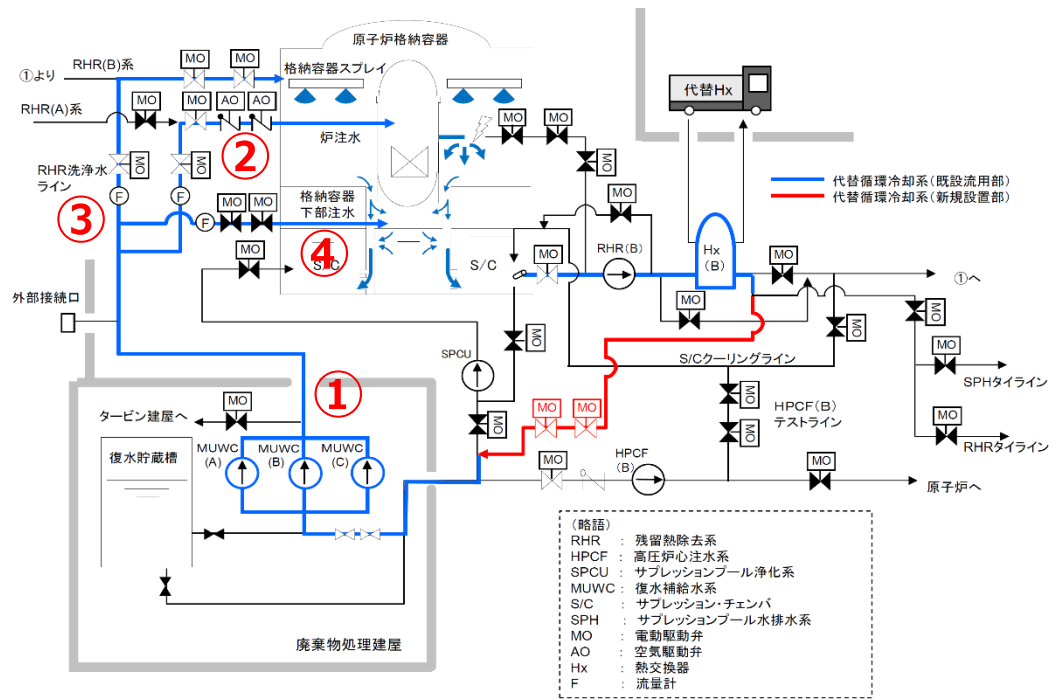


- 建屋接続口の位置の変更



# 参考 2 : 代替循環冷却設備の主な仕様

- ガスタービン発電機・代替熱交換器等を接続することで、原子炉及び格納容器内の双方に冷却された水を連続して注水可能
- 代替循環冷却設備の運転は、可搬設備を用いたフレキシブルな対応が可能
  - ✓ ガスタービン発電機または高台に保管している電源車から給電することにより駆動が可能
  - ✓ 代替熱交換ユニットは2プラントで計5台を配置（予備含む）
- 地上式FVとの位置的な分散も確保



流量設計 (単位 : m<sup>3</sup>/h)

①	系統流量	190	
②	原子炉注水流量	90	-
③	格納容器スプレイ流量	100	140
④	格納容器下部注水流量	-	50

その他設計

全揚程	m	85
最高使用圧力	MPa[gage]	1.7
最高使用温度	℃	85
耐震クラス	基準地震動Ss機能維持	

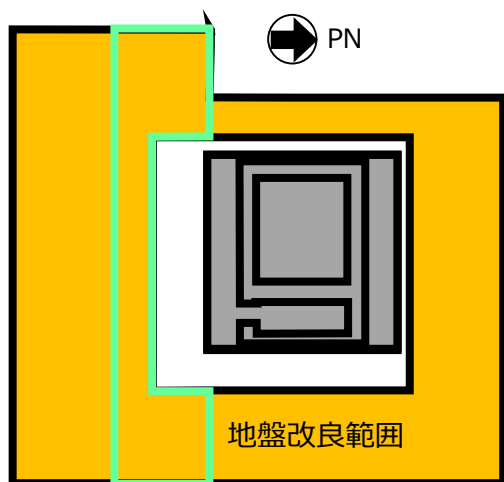
## ■参考3：FV関連

- 地上式FV基礎の液状化対策 ～地盤改良工法～ …… 31ページ
- 地上式FV設備の概要 …… 32ページ
- 地上式FVの仕様 …… 33ページ
- フィルタ装置の構造・性能 …… 34ページ
- よう素フィルタの構造・性能 …… 35ページ
- フィルタ装置の捕捉メカニズム …… 37ページ
- よう素抑制対策（サプレッションプール水のpH制御） …… 40ページ
- よう素の抑制対策の効果 …… 41ページ
- 格納容器ベント操作の遠隔手動操作 …… 42ページ
- 格納容器ベントの判断基準 …… 43ページ

# 参考3：地上式FV基礎の液状化対策 ～地盤改良工法～

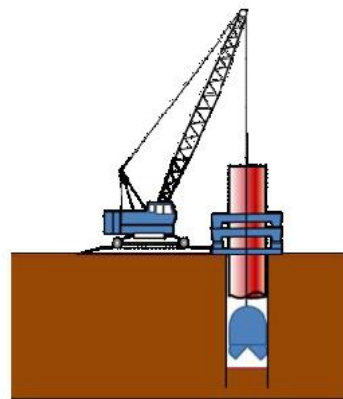
## 【置換工法】

- 原地盤を開削し、流動化処理土を投入することで、改良体を造成。
- 地上構造物及び埋設構造物がなく、開削が可能な場所にて採用。



地盤改良範囲

地盤改良範囲図



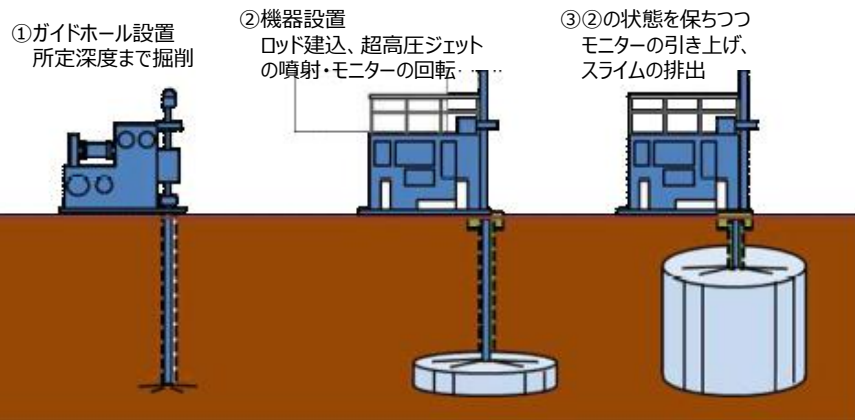
施工概念図



施工中写真

## 【高圧噴射攪拌工法】

- 高圧でセメントミルクを吐出し、原地盤を掘削・攪拌し、改良体を造成。
- 地上構造物及び埋設構造物等がある、開削が困難な場所にて採用。





①ガイドホール設置  
所定深度まで掘削

②機器設置  
ロッド建込、超高压ジェット  
の噴射・モニターの回転...

③②の状態を保ちつつ  
モニターの引き上げ、  
スライムの排出

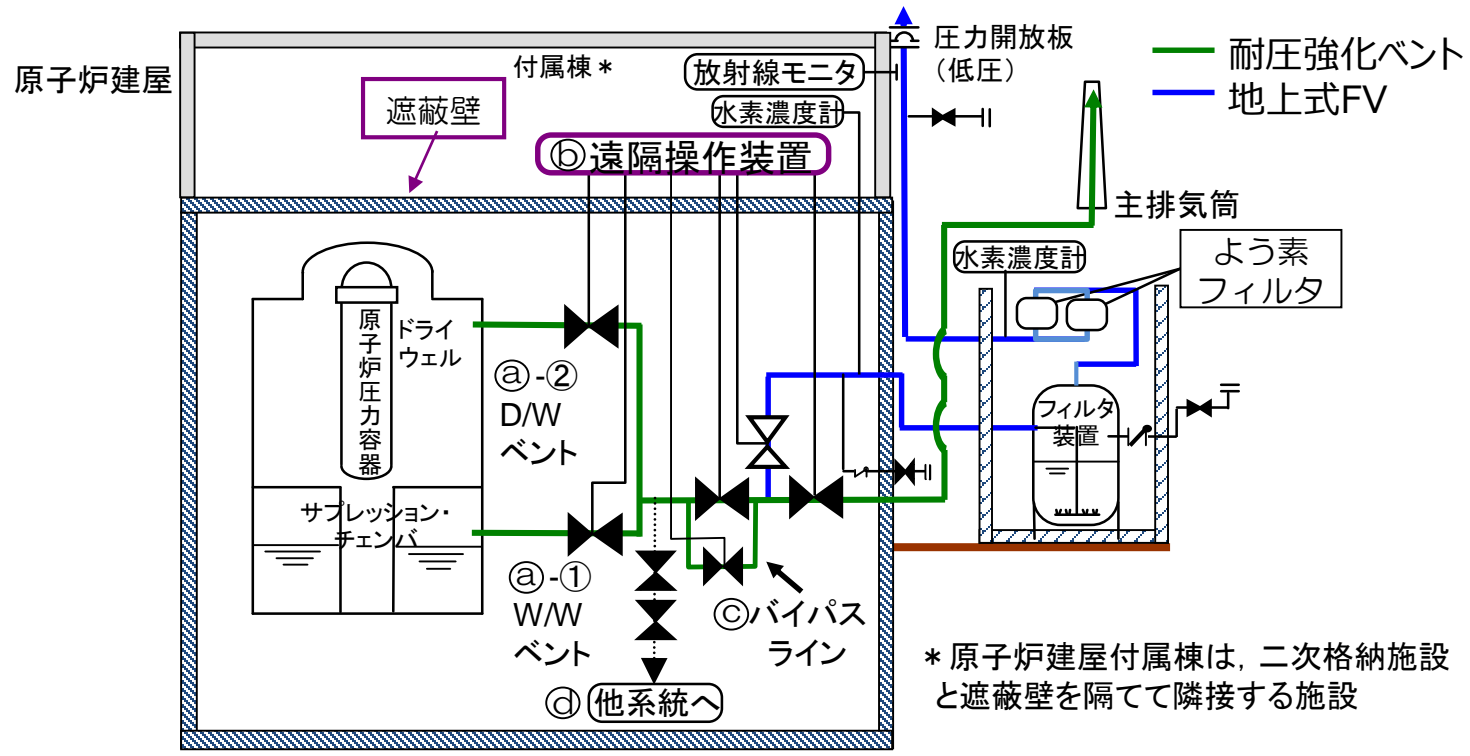
### 地盤改良工法

	置換工法
	高圧噴射攪拌工法



# 参考 3 : FV設備の概要

- 建設当初より設置している耐圧強化ベント系に追加して設置。耐圧強化ベントから分岐し、フィルタ装置、よう素フィルタで放射性物質を低減後、原子炉建屋屋上より排気



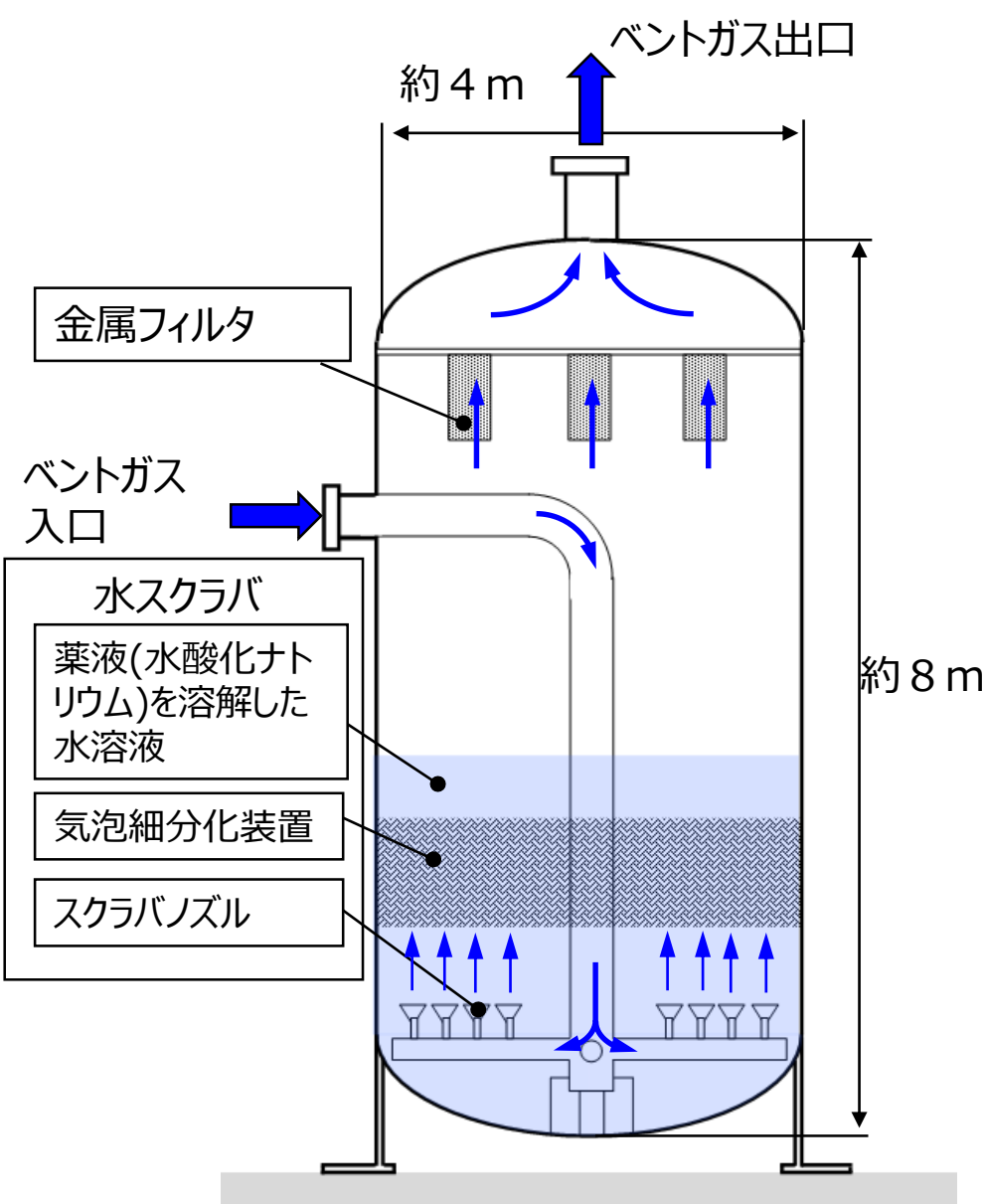
- ① : 格納容器ベントの優先順位は①ウェットウェル(W/W)ベント, ②ドライウェル(D/W)ベント
- ② : 操作が必要な弁は, 事故時にも遮蔽壁の外側から遠隔操作可能な装置を設置
- ③ : ベントラインの信頼性を向上させるためバイパスラインを追設
- ④ : 他系統との隔離弁は直列で二重に設置。また, 他プラントとは共用しない

## 参考 3 : 地上式FVの仕様

項目		当社の仕様・評価結果
環境条件	耐震性能	基準地震動Ssにて機能維持
	最高使用温度	200℃
	最高使用圧力	620kPa (gage) / 250kPa (gage)
操作の容易性		電源喪失時においても、手動操作可能
悪影響の防止（他系統との隔離）		他系統とは併で隔離しており影響を及ぼさない
現場の作業環境（操作時の線量低減）		放射線量の低い場所からの手動操作が可能
容量（能力）		31.6kg/sの蒸気処理可能 【定格出力の1%に相当する蒸気量は15.8kg/sであり2倍の能力】
（他ユニットとの）共用禁止		別ユニットと共用していない
性能（放射性物質の低減）		・粒子状放射性物質，無機よう素を，99.9%以上(DF1000以上)除去 ・有機よう素を98%（DF50以上）以上除去
可燃性ガスの爆発防止		系統内は不活性ガスで置換している
圧力開放板の使用条件		圧力開放板の設定圧は0.1MPa (gage)
放射線防護対策		フィルタ装置の周囲に遮蔽壁を設置し使用後の放射線低減
水素・放射能測定装置の設置		水素検出器，放射性物質濃度測定装置を設置

- **地下式FVの仕様も地上式FVと同様に**、『**『实用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則』**の要求を満足する仕様とする

# 参考3：フィルタ装置の構造・性能



**金属フィルタ**

- ガスが金属フィルタを通過する過程で、放射性微粒子を捕集します。

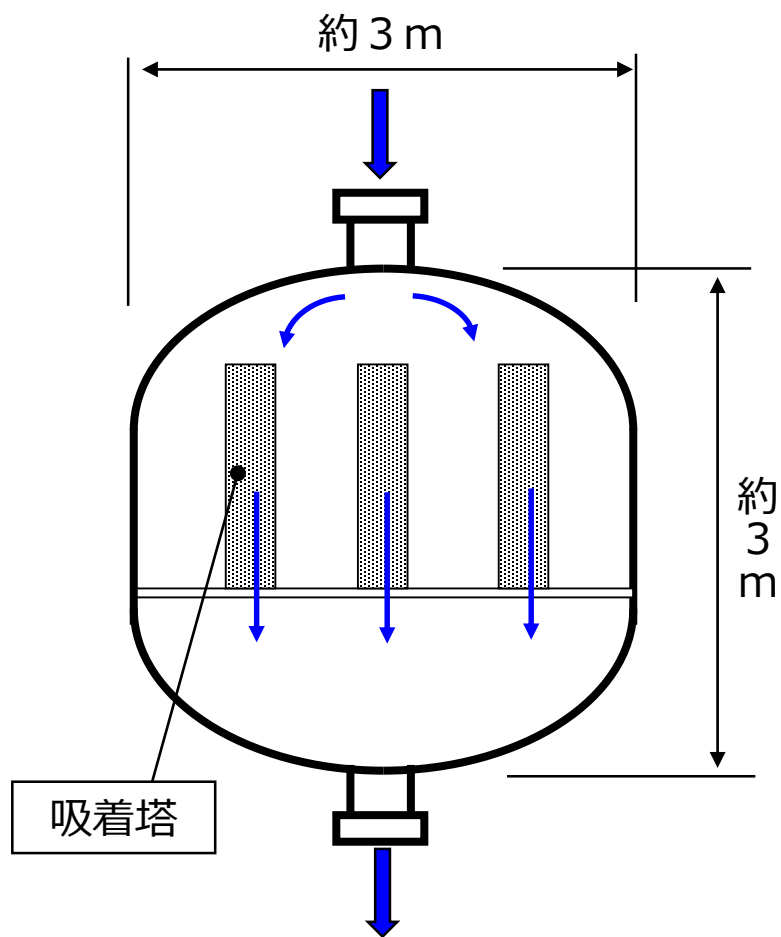
**水スクラバ**

- ガスが水中を通過する過程で、放射性微粒子を捕集します。
- スクラバノズルでガスを勢いよく噴射し、気泡細分化装置で気泡を細かくして、効率良く放射性物質を捕集します。



**粒子状の放射性物質  
(放射性セシウム) ,  
無機よう素を  
99.9%以上除去**

## 参考3：よう素フィルタの構造・性能（1/2）



### 吸着塔

- 吸着塔には、銀ゼオライトを充填
- 気体状のよう素を含んだガスが吸着塔を通過する過程で、銀ゼオライトに気体状よう素が吸着・捕捉される

**よう素フィルタでは、格納容器ベントにより排気ガスと共に放出される放射性物質のうち、気体状放射性よう素（有機よう素）を98%以上除去する**

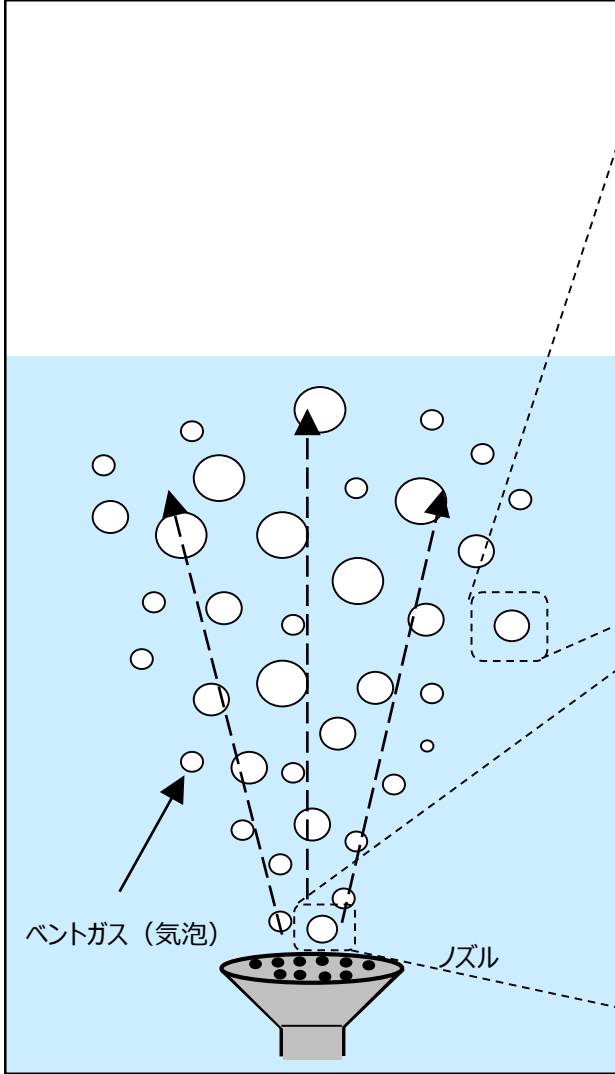
※ よう素フィルタは、容量50%のものを並列に2基設置

## 参考3：よう素フィルタの構造・性能(2/2)

設計条件		考え方
最高使用圧力	250kPa[gage]	地上式FVの系統の圧力損失を評価した結果から、よう素フィルタで発生しうる最大の圧力を考慮して250kPa[gage]とする。
最高使用温度	200℃	地上式FVの設計条件に合わせて200℃とする。
設計流量 (ベントガス流量)	31.6kg/s	原子炉格納容器が最高使用圧力の2倍の圧力にてベントを実施した際に、原子炉定格熱出力の2%相当の飽和蒸気を排出可能な設計とする。
効率	有機よう素に対して98%以上	有機よう素に対して、効率98%以上（DF50以上）とする。
機器クラス	重大事故等クラス2	常設の重大事故等対処設備であることから、『重大事故等クラス2』とする。
耐震クラス	基準地震動Ssにて機能維持	基準地震動Ssによる地震力により、よう素フィルタの機能が喪失しないよう、『基準地震動Ssにて機能維持』とする。

# 参考3：フィルタ装置の捕捉メカニズム①（水スクラバ）

## ■ 水スクラバ部



◆ ベントガス浮上域

●：粒子状放射性物質（Cs等）

【捕捉メカニズムと変動パラメータの影響】

- ガスの浮上中の動きに伴う加速度により、粒子に慣性力が生じ、スクラバ水に捕捉
  - ① **水位**：**水位が高いほど**，水中滞留時間が長くなり，**DFは上がる**。
- 粒子の重力沈降やブラウン拡散※<sup>1</sup>により、スクラバ水に捕捉
  - ① **水位**：**水位が高いほど**，水中滞留時間が長くなり，**DFは上がる**。
  - ③ **ガス流量**：**流量が大きいほど**，水中滞留時間が短くなり，**DFは下がる**。
- ガス中の水蒸気の凝縮により、粒子がスクラバ水に捕捉
  - ② **水温**：**水温が高いほど**水蒸気の凝縮量は小さくなるため，**DFは下がる**。

◆ ベントガス噴射直後

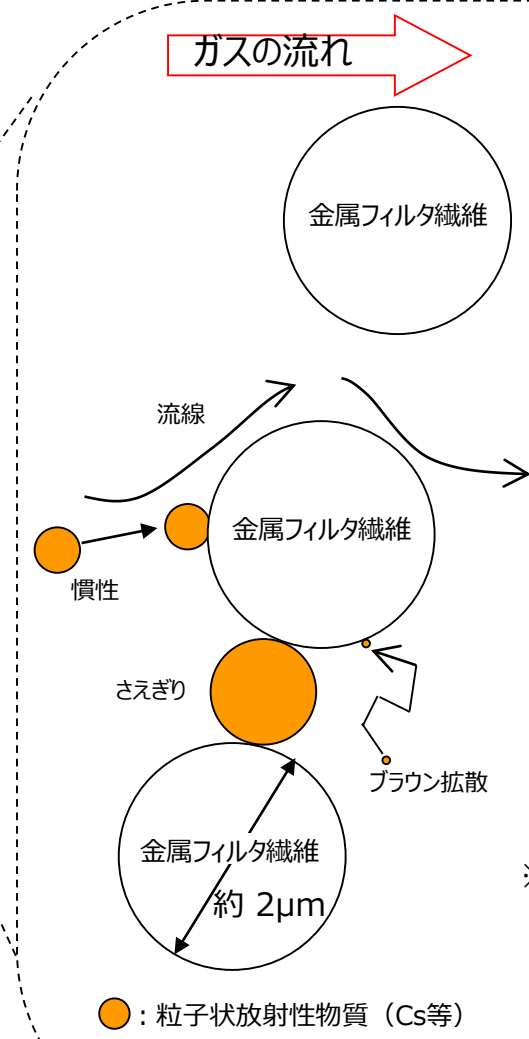
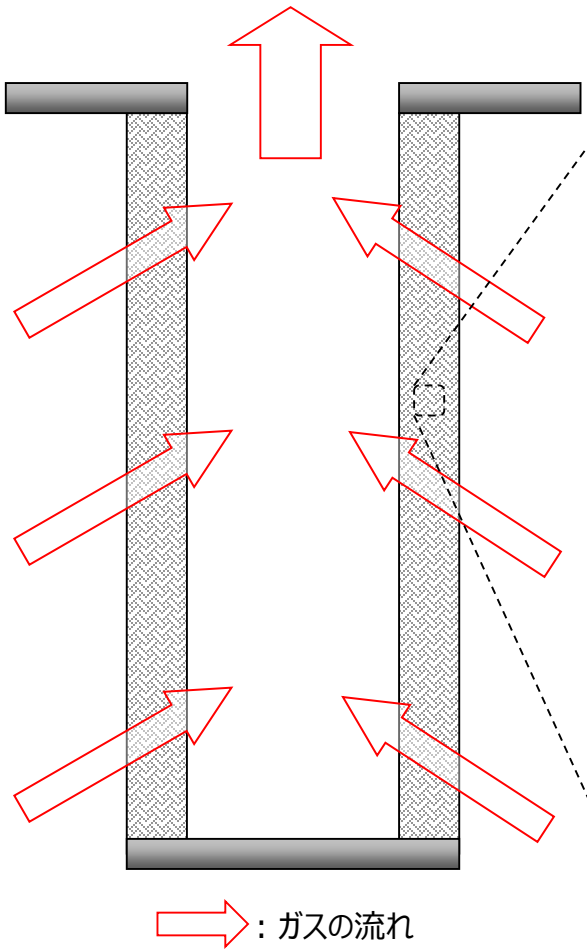
【捕捉メカニズムと変動パラメータの影響】

- ガス噴射直後のガス速度急減速により粒子に慣性力が生じ、スクラバ水に捕捉
  - ③ **ガス流量**：**流量が大きいほど**減速の加速度が大きく**DFは上がる**。
- ガス中の水蒸気の凝縮により、粒子がスクラバ水に捕捉
  - ② **水温**：**水温が高いほど**水蒸気の凝縮量は小さくなるため，**DFは下がる**。

※ベントガス気泡のサイズを小さくすることにより、これらのメカニズムによる粒子捕捉効率は上がる。

# 参考 3 : フィルタ装置の捕捉メカニズム② (金属フィルタ)

## ■ 金属フィルタ部

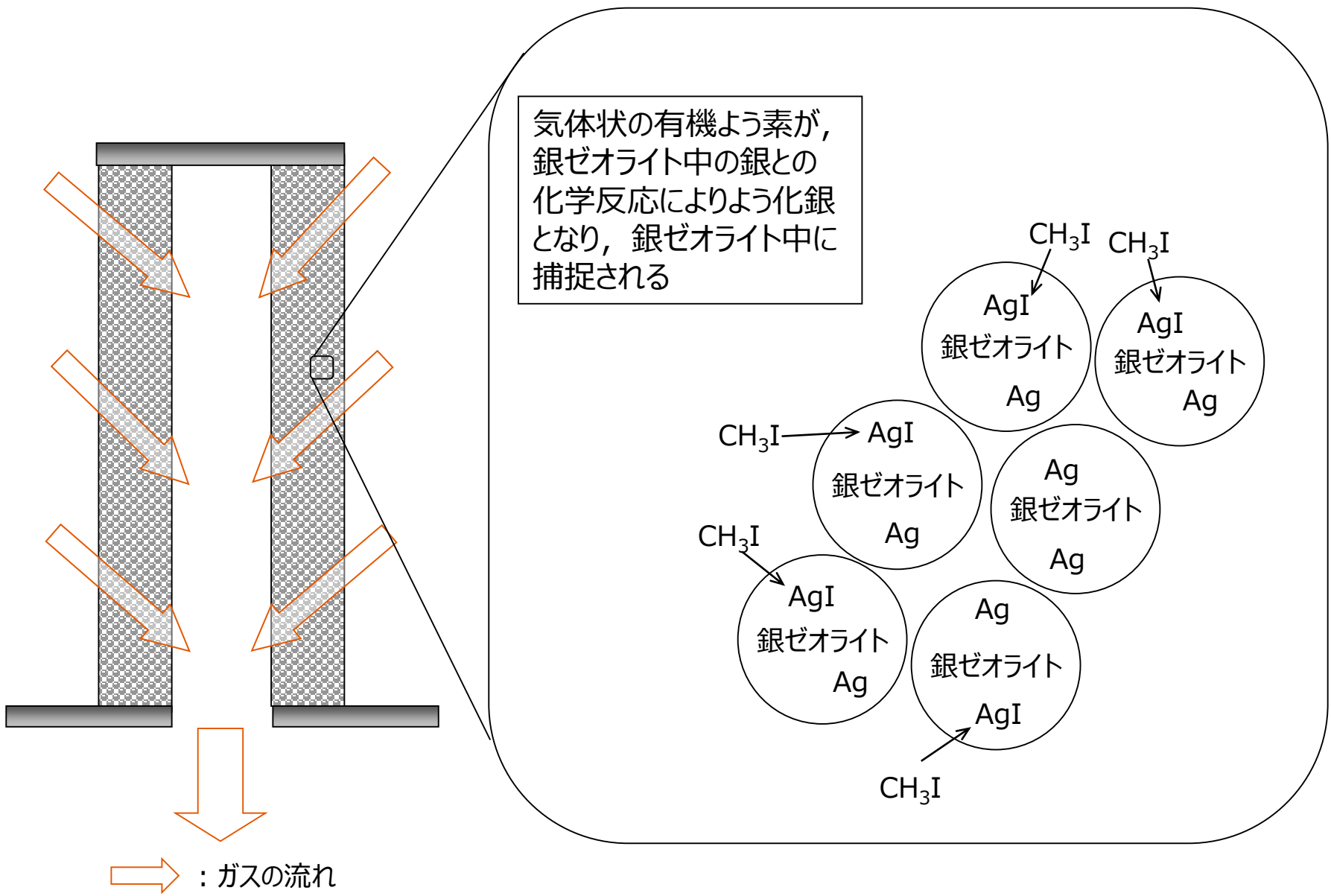


【捕捉メカニズムと変動パラメータの影響】

- 粒子に慣性力が生じ、金属フィルタに粒子が付着して捕捉される。
- ③ **ガス流量** : **ガス流量が大きいほど慣性力は大きく、DFは上がる。**
- ブラウン拡散※1により、粒子が金属フィルタ繊維に付着して捕捉される。
- ③ **ガス流量** : **流量が大きいほど、フィルタ内での滞留が短くなり、DFは下がる。**
- 金属フィルタ繊維の隙間に粒子が付着して捕捉される。これは粒子の大きさに依存する。

※1 FVにて想定される粒子径の存在領域では、ブラウン拡散のDF効果はほぼ無い。そのため、**金属フィルタ部においては、ガス流量が大きいほど、DFは上がる。**

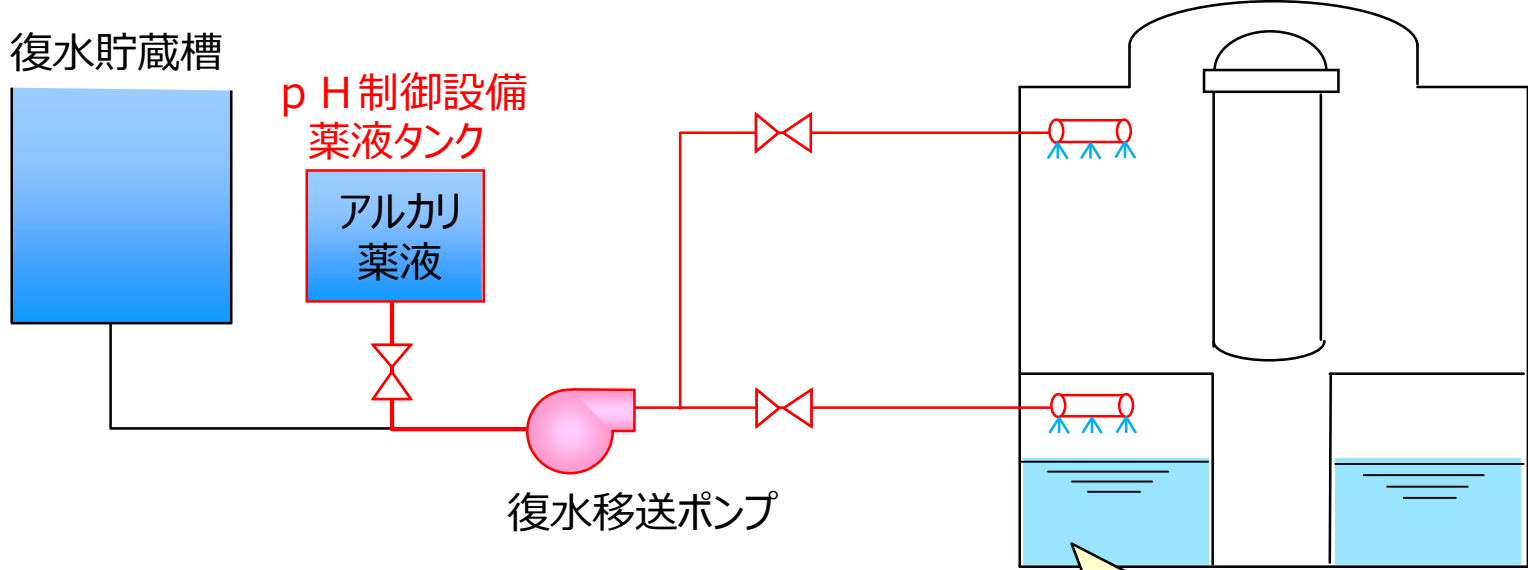
# 参考 3 : フィルタ装置の捕捉メカニズム③ (よう素フィルタ)





# 参考 3 : よう素抑制対策 (サプレッションプール水のpH制御)

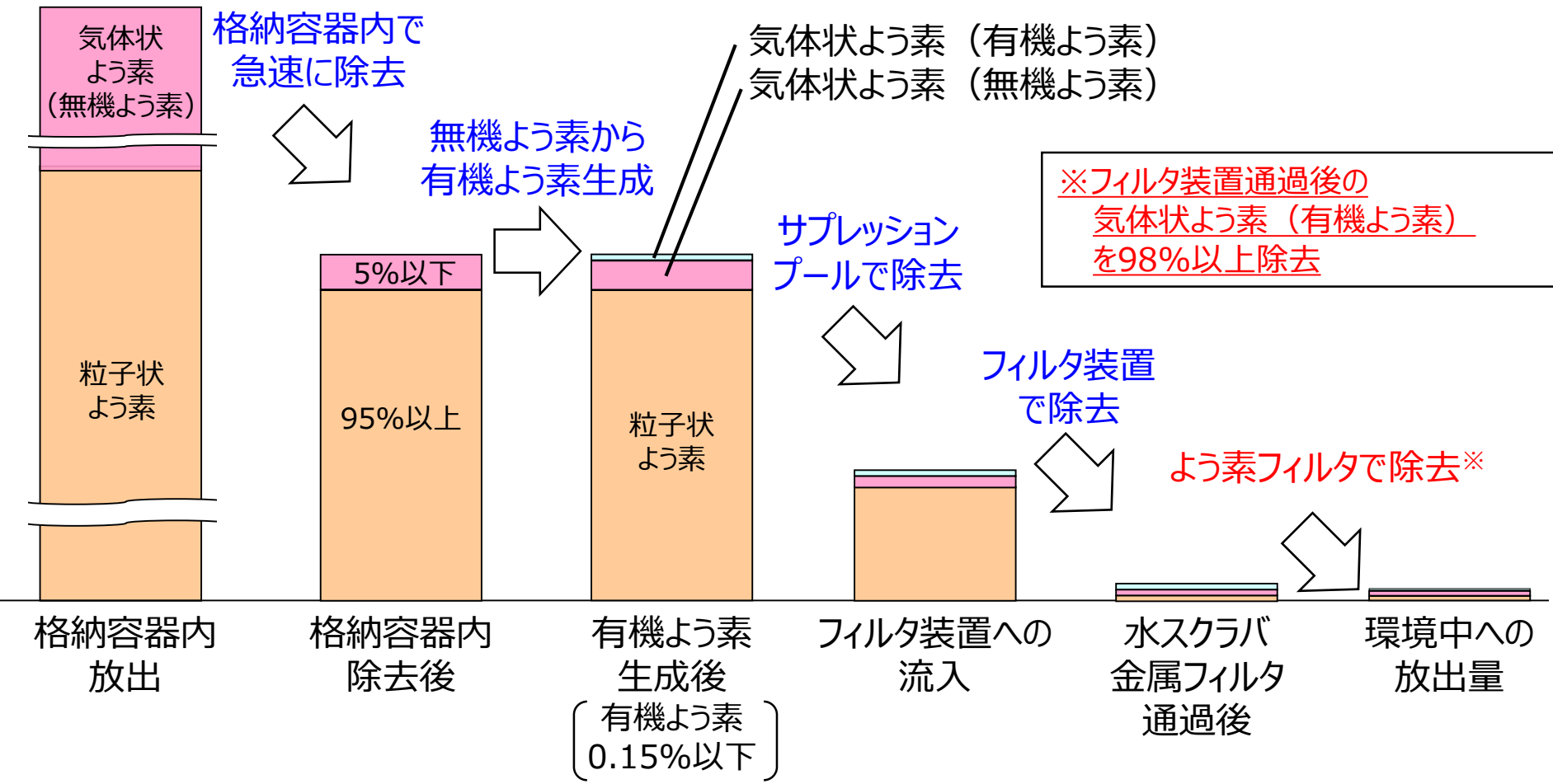
■サプレッションプール水をアルカリ性 (pH 7 以上) に維持することで、格納容器内でのガス状よう素の発生を抑制し、ベントに伴って環境へ放出されるよう素の量を低減



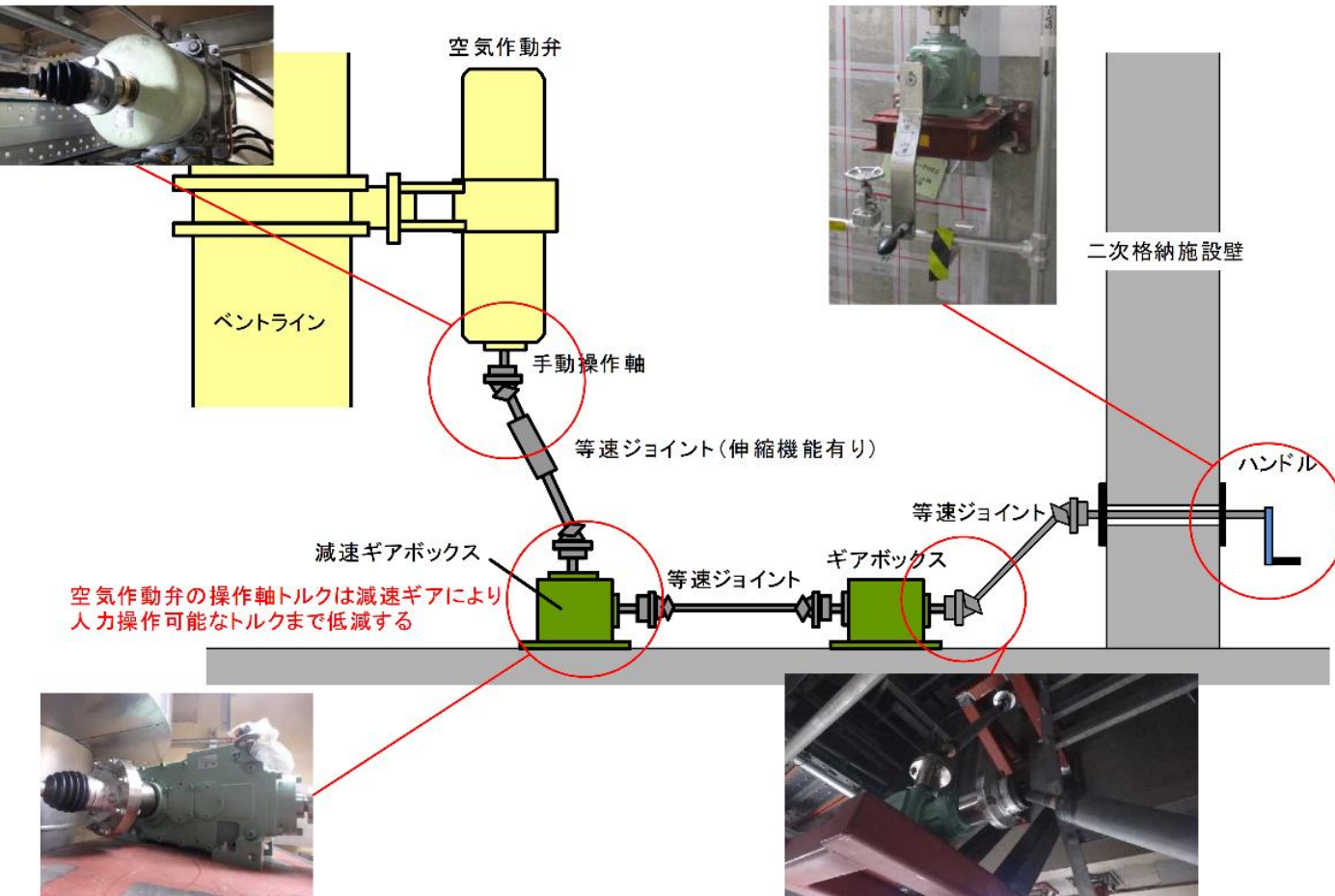
S/C水をアルカリ性に維持  
↓  
ガス状よう素の発生を抑制

# 参考3：よう素の抑制対策の効果

■ よう素を除去する様々な対策を組合せて、放出量を低減します。



# 参考 3 : 格納容器ベント操作の遠隔手動操作



- 格納容器ベント操作は中央制御室で操作する運転員と現場で操作する運転員により実施
- 格納容器ベント操作に必要な弁の電源が無い場合でも，壁を隔てた箇所から遠隔で操作できる設備としている

## 参考 3 : 格納容器ベントの判断基準

- 格納容器ベントが必要となった場合には、運転操作手順書に従い、所長（原子力防災管理者）の権限と責任において、当直副長が格納容器ベントを実施

### ベント手順着手の判断基準

炉心損傷を判断した場合において、炉心の著しい損傷の緩和及び原子炉格納容器の破損防止のために必要な操作が完了した場合

### ベント実施の判断基準

- ・残留熱除去系の復旧又は代替循環冷却設備によって格納容器圧力が限界圧力（2Pd）以下に抑制する見込みがなく、外部水源により格納容器内水位が真空破壊装置位置に到達した場合（放射性物質を可能な限り格納容器内に閉じ込めることを基本とする）

又は

- ・原子炉建屋オペレーティングフロア天井付近の水素濃度が2.2vol%に到達した場合、もしくは格納容器内酸素濃度が4vol%に到達した場合

### ベント停止の判断基準

- ・格納容器ベント実施時に、残留熱除去系又は代替循環冷却設備による格納容器の除熱が可能であること及び可燃性ガス濃度制御が可能であることが確認された場合

## ■参考 4：格納容器破損防止対策の有効性評価関連

- 重大事故等対策の有効性評価 …… 45ページ
- 重大事故等対策の有効性評価～炉心損傷防止～ …… 46ページ
- 重大事故等対策の有効性評価～格納容器破損防止～ …… 48ページ
- 格納容器破損防止対策の有効性評価シナリオ …… 50ページ
- 格納容器破損防止対策の概要 …… 51ページ
- 有効性評価結果～地上式FV使用時～ …… 52ページ
- 有効性評価結果～代替循環冷却設備使用時～ …… 54ページ
- 有効性評価結果～代替循環冷却設備使用時の水素爆発防止～ …… 56ページ
- 保守的な条件設定による原子炉建屋からの放出量評価 …… 57ページ

# 参考 4 : 重大事故等対策の有効性評価

重大事故等対処設備(SA設備) などにより, 炉心損傷又は原子炉格納容器破損を回避できることを実動訓練の結果や解析等により評価し, 対策に有効性があることを確認すること

想定される重大事故を抽出し, 有効性評価を実施するまでの流れ

## PRA等の実施

目的: 無数にある事故シーケンスを全て抽出。(後段の有効性評価用のシーケンスを抽出するため, プラント設計当初の設備・運用のみを考慮。)

実施項目:

- ・ 内的PRA
- ・ 地震PRA
- ・ 津波PRA
- ・ その他自然現象等の影響評価
  - ・ 竜巻
  - ・ 火山
  - ・ 積雪
  - ・ :



## シーケンス選定

目的: PRA等により特定された事故シーケンスから, 有効性評価で評価すべき事故シーケンスを選定(絞り込み)

選定の着眼点:

- ・ 事象の厳しさ
- ・ 代表性(事故発生頻度)
- ・ :

+

設置許可基準規則において必ず評価すべき事故シーケンスとして挙げられている事故シーケンス。



## 有効性評価

### 炉心損傷防止対策の有効性評価

- 高圧・低圧注水機能喪失
- 高圧注水・減圧機能喪失
- 全交流動力電源喪失(SBO)
  - ・ 長期TB: SBOのみ
  - ・ TBU: SBO+RCIC故障
  - ・ TBD: 全直流電源喪失
  - ・ TBP: SBO+SRV開固着
- 崩壊熱除去機能喪失
  - ・ 取水機能喪失
  - ・ RHR機能喪失
- 原子炉停止機能喪失(ATWS)
- 中小LOCA+注水機能喪失
- インターフェイスシステムLOCA

### 格納容器破損防止対策の有効性評価

- 大LOCA+注水機能喪失
- 高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱
- RPV外の溶融燃料-冷却材相互作用
- 水素燃焼
- 溶融炉心・コンクリート相互作用

### 大規模損壊時の対策等を用いて影響を緩和する事象(有効性評価とは別の審査項目)

- 地震によるRPV損傷
- 地震によるPCV破損
- 地震によるR/B損壊 等

# 参考4：重大事故等対策の有効性評価 ～炉心損傷防止(1/2)～

## 【炉心損傷防止対策における規制要求】（有効性評価ガイド）

➤ 地上式FVを使用する場合は、敷地境界での実効線量を評価し、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないこと（**発生事故当たり概ね5mSv 以下**）

炉心の著しい損傷の防止	事故シーケンスグループ		重要事故シーケンス	格納容器ベント有無	格納容器ベントタイミング	規制要求	評価結果
	高圧・低圧注水機能喪失		高圧注水失敗+低圧注水失敗	有	約17時間後	5mSv 以下	長期TB代表 格納容器ベント 約 $9.9 \times 10^{-3}$ mSv 耐圧強化ベント 約 $4.9 \times 10^{-2}$ mSv
	高圧注水・減圧機能喪失		高圧注水失敗+原子炉減圧失敗	無	-	-	
	全交流電源喪失	長期TB	全交流動力電源喪失(外部電源喪失+DG喪失)	有	約16時間後	5mSv 以下	
		TBU	全交流動力電源喪失（外部電源喪失+DG喪失）+RCIC失敗	有	約16時間後	5mSv 以下	
		TBD	全交流動力電源喪失（外部電源喪失+DG喪失）+直流電源喪失	有	約16時間後	5mSv 以下	
		TBP	全交流動力電源喪失（外部電源喪失+DG喪失）+SRV再閉失敗	有	約16時間後	5mSv 以下	
	崩壊熱除去機能喪失	取水機能喪失	崩壊熱除去機能喪失（取水機能が喪失した場合）	無	-	-	
		残留熱除去系機能喪失	崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系が故障した場合）	有	約22時間後	5mSv 以下	
	原子炉停止機能喪失		原子炉停止失敗	無	-	-	
LOCA時注水機能喪失		中破断LOCA+HPCF注水失敗+低圧ECCS注水失敗	有	約17時間後	5mSv 以下		
格納容器バイパス（インターフェイスシステムLOCA）		インターフェイスシステムLOCA	無	-	-		

DG：非常用ディーゼル発電機， RCIC：原子炉隔離時冷却系， SRV：主蒸気逃がし安全弁， ECCS：非常用炉心冷却系

## 参考4：重大事故等対策の有効性評価 ～炉心損傷防止(2/2)～

### 【炉心損傷防止対策における規制要求】（有効性評価ガイド）

➤ 「有効性があることを確認する」とは、以下の評価項目を概ね満足することを確認することをいう。

- (a) 炉心の著しい損傷が発生するおそれがないものであり、かつ、炉心を十分に冷却できるものであること。
  - (ア) 燃料被覆管の最高温度が 1,200℃以下であること。
  - (イ) 燃料被覆管の酸化量は、酸化反応が著しくなる前の被覆管厚さの 15%以下であること
- (b) 原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力が最高使用圧力の 1.2 倍又は限界圧力を下回ること。
- (c) 原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力が最高使用圧力又は限界圧力を下回ること。
- (d) 原子炉格納容器バウンダリにかかる温度が最高使用温度又は限界温度を下回ること。



# 参考 4 : 重大事故等対策の有効性評価 ～格納容器破損防止(1/2)～

## 【格納容器破損防止対策における規制要求】(有効性評価ガイド)

➤ 想定する格納容器破損モードに対し、Cs (セシウム) -137 の放出量が100TBq ※未済

※福島第一原子力発電所事故時の2011年3月12日～3月31日までのCs-137放出量約10,000TBqの1/100 (福島第一原子力発電所事故における放射性物質の大気中への放出量の推定について (2012年5月 東京電力株式会社) )

格納容器破損モード	評価事故シーケンス	格納容器ベント有無	格納容器ベントタイミング	規制要求	評価結果
雰囲気圧力・温度による静的負荷 (格納容器過圧・過温破損)	大破断LOCA + ECCS注水機能喪失 + 全交流動力電源喪失 (代替循環冷却設備を使用する場合)	無	-	100TBq (Cs-137) 未済	約15TBq
	大破断LOCA + ECCS注水機能喪失 + 全交流動力電源喪失 (代替循環冷却設備を使用しない場合)	有	約38時間後		約16TBq
高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱 (DCH)	過渡事象 + 高圧注水失敗 + 原子炉減圧失敗 + 炉心損傷後の原子炉減圧失敗	無	-		約2.5TBq ※1
原子炉圧力容器外の溶融燃料 - 冷却材相互作用 (FCI)	過渡事象 + 高圧注水失敗 + 低圧注水失敗 + 損傷炉心冷却失敗	無	-		※2
水素燃焼	大破断LOCA + ECCS注水機能喪失 + 全交流動力電源喪失	無	-		※3
溶融炉心・コンクリート相互作用	溶融炉心・コンクリート相互作用過渡事象 + 高圧注水失敗 + 低圧注水失敗 + 損傷炉心冷却失敗	無	-		※2

DG : 非常用ディーゼル発電機, RCIC : 原子炉隔離時冷却系, SRV : 主蒸気逃がし安全弁, ECCS : 非常用炉心冷却系

※1 : DCHシナリオで放出量評価値が低いのは、事象初期のW/Wスクラビングによるもの  
 ※2 : DCHシナリオで代表  
 ※3 : 代替循環冷却設備を使用する場合で代表

## 参考4：重大事故等対策の有効性評価 ～格納容器破損防止(2/2)～

### 【炉心損傷防止対策における規制要求】（有効性評価ガイド）

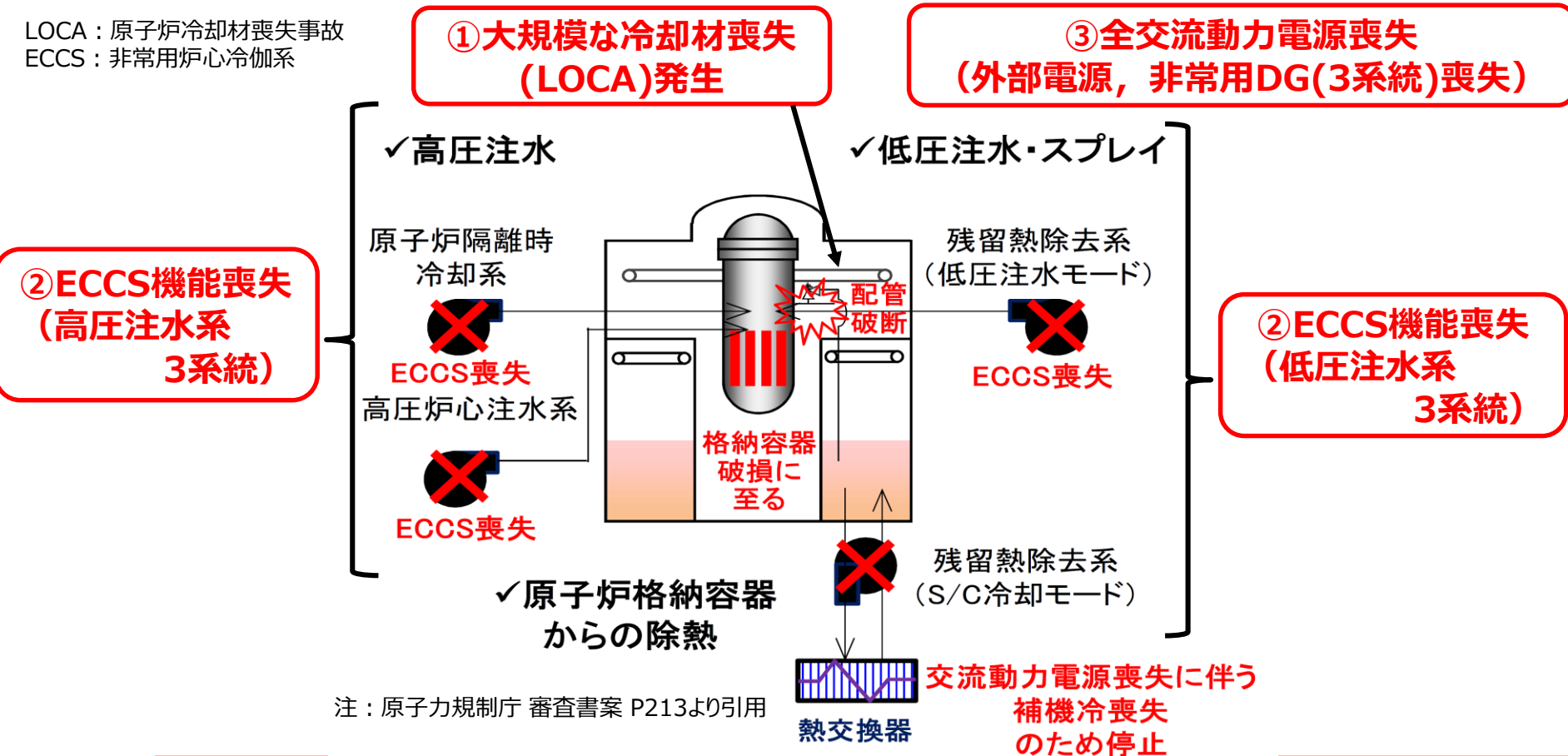
➤ 「有効性があることを確認する」とは、以下の評価項目を概ね満足することを確認することをいう。

- (a) 原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力が最高使用圧力又は**限界圧力を下回ること**。
- (b) 原子炉格納容器バウンダリにかかる温度が最高使用温度又は**限界温度を下回ること**。  
→原子炉格納容器の過圧・過温に対する基準
- (c) 放射性物質の総放出量は、放射性物質による環境への汚染の視点も含め、**環境への影響をできるだけ小さくとどめる**ものであること。  
→Cs放出量に対する基準（Cs-137の放出量が100TBqを下回っていること）
- (d) 原子炉圧力容器の破損までに原子炉冷却材圧力は**2.0MPa以下**に低減されていること。  
→高圧溶融物噴出／格納容器直接過熱に対する基準
- (e) 急速な原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用による熱的・**機械的荷重によって原子炉格納容器バウンダリの機能が喪失しない**こと。  
→炉外水蒸気爆発に対する基準
- (f) 原子炉格納容器が破損する可能性のある**水素の爆轟を防止**すること。  
→水素燃焼に対する基準（原子炉格納容器内の水素濃度がドライ条件に換算して13vol%以下又は酸素濃度が5vol%以下であること）
- (g) 可燃性ガスの蓄積、燃焼が生じた場合においても、(a)の要件を満足すること。
- (h) 原子炉格納容器の床上に落下した溶融炉心が床面を拡がり原子炉格納容器バウンダリと直接接触しないこと及び溶融炉心が適切に冷却されること。  
→格納容器直接接触（シェルアタック）に対する基準
- (i) 溶融炉心による侵食によって、原子炉格納容器の**構造部材の支持機能が喪失しない**こと及び**溶融炉心が適切に冷却**されること。  
→溶融炉心・コンクリート相互作用（MCCI）に対する基準

# 参考4. 格納容器破損防止対策の有効性評価シナリオ

- 「①大破断LOCA + ②ECCS注水機能喪失 + ③全交流動力電源喪失」を想定
- 以下により，格納容器内の圧力及び温度が上昇
  - 配管破断等により高温の原子炉冷却材が格納容器内に流出
  - 崩壊熱及びジルコニウム－水反応の反応熱により発生した水蒸気の格納容器への排出
  - ジルコニウム－水反応及び水の放射線分解による非凝縮性ガス（水素，酸素）の発生

LOCA：原子炉冷却材喪失事故  
ECCS：非常用炉心冷却系

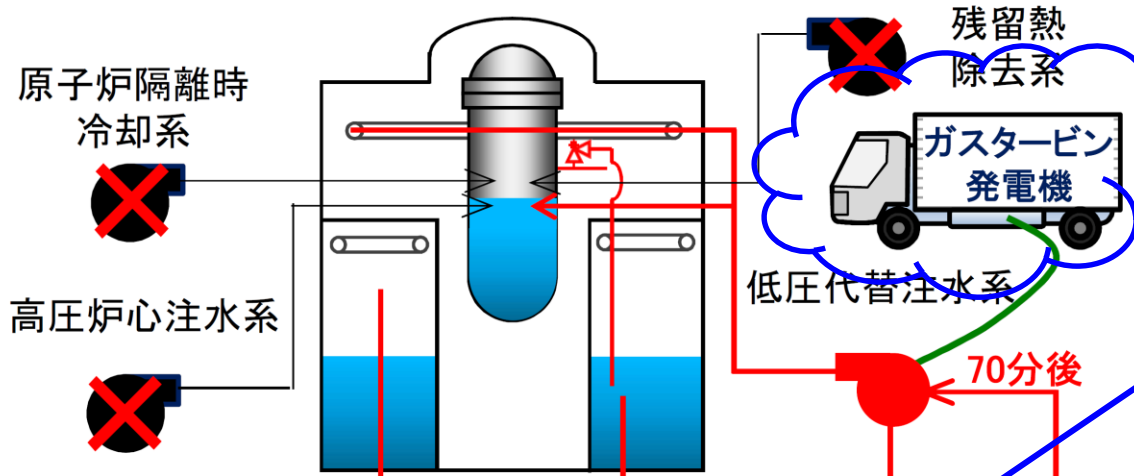


注：原子力規制庁 審査書案 P213より引用

# 参考 4 : 格納容器破損防止対策の概要

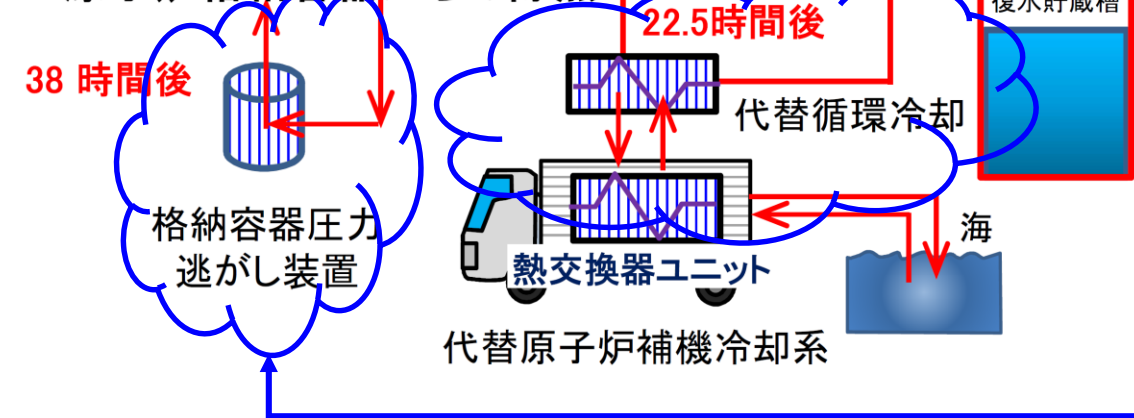
✓ 高圧注水

✓ 低圧注水・スプレー



① ガスタービン発電機により交流電源回復。復水移送ポンプを用いた原子炉注水及び格納容器スプレーを実施。

✓ 原子炉格納容器からの除熱



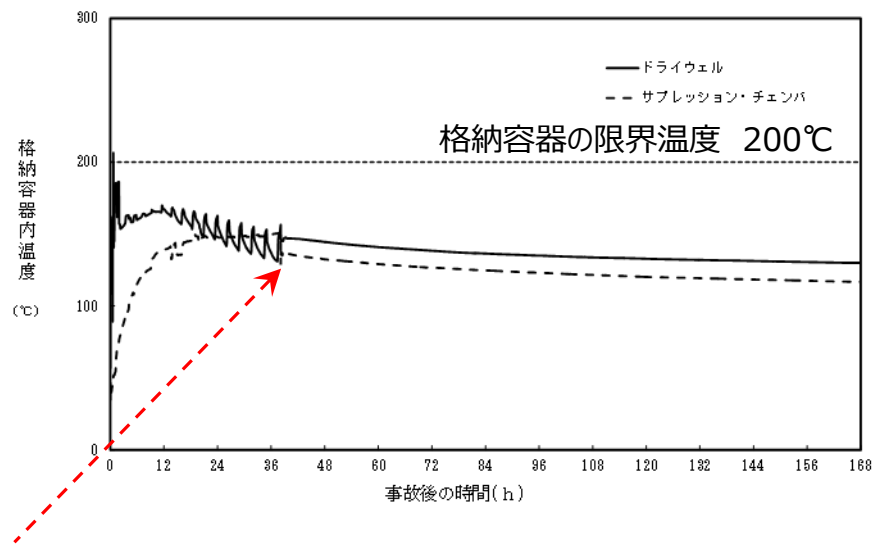
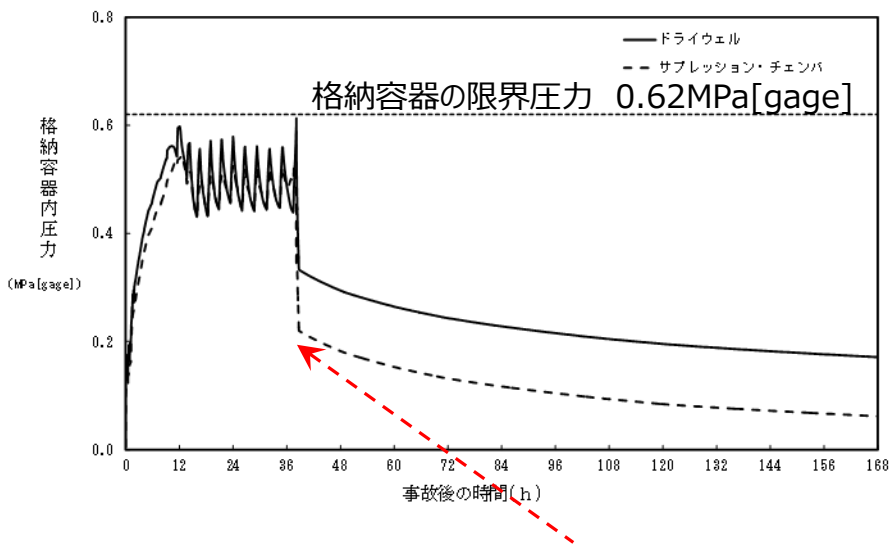
② 代替循環冷却設備により格納容器を除熱。

③ 代替循環冷却設備が使用できない場合は地上式FVによる格納容器ベントを実施。

注：原子力規制庁 審査書案 P213より引用

# 参考4：有効性評価結果 ～地上式FV使用時(1/2)～

■ 代替循環冷却設備が使用できない場合，地上式FVを用いた格納容器ベントの実施により，格納容器の限界圧力及び限界温度に到達することなく，格納容器の『過圧・過温』破損を防止



代替循環冷却設備が使用できない場合，  
事象発生約38時間後に格納容器ベントを実施

# 参考4：有効性評価結果 ～地上式FV使用時(2/2)～

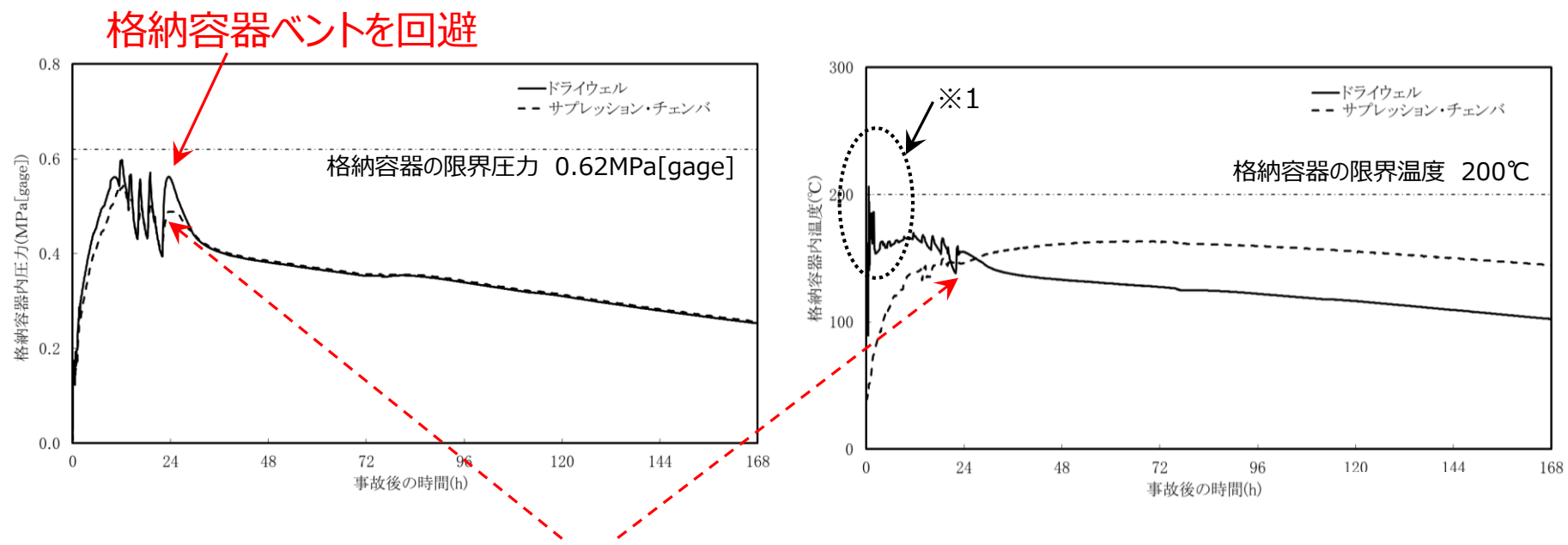
■有効性評価において、**過酷な事故**（「大破断LOCA + ECCS注水機能喪失 + 全交流電源喪失」シナリオ）**を想定した場合でも規制要求を満たす**ことを確認

規制要求 (有効性評価審査が1つ)	想定する格納容器破損モードに対し、 <b>Cs (セシウム) -137 の放出量が100TBq 未滿</b>
----------------------	---

大気中へのCs-137放出量（7日間）	
地上式FVを使用	
格納容器ベント (W/Wベント) によるCs-137放出量 約 <b>1.4×10<sup>-3</sup>TBq</b>	格納容器ベント (D/Wベント) によるCs-137放出量 約 <b>2.0TBq</b>

# 参考4：有効性評価結果 ～代替循環冷却設備使用時(1/2)～

■ 代替循環冷却設備の運転により放射性物質を可能な限り放出せずに、格納容器の限界圧力及び限界温度に到達することなく、格納容器の『過圧・過温』破損を防止



発電所外からの要員参集時間（約10時間）を考慮し、  
**事故後22.5時間から代替循環冷却設備運転開始**

※1：事象発生直後の急激な温度上昇は、破断箇所からの加熱された蒸気による温度上昇であり、格納容器壁面は限界温度である200度を超えない（評価上、格納容器気相部最高温度約207℃、気相最高温度時の上部D/W壁面（全体）温度約144℃）

# 参考4：有効性評価結果 ～代替循環冷却設備使用時(2/2)～

■有効性評価において、**過酷な事故**（「大破断LOCA + ECCS注水機能喪失 + 全交流電源喪失」シナリオ）**を想定した場合でも規制要求を満たす**ことを確認

規制要求 (有効性評価審査が伴)	想定する格納容器破損モードに対し、 <b>Cs (セシウム) -137 の放出量が100TBq 未滿</b>
---------------------	---

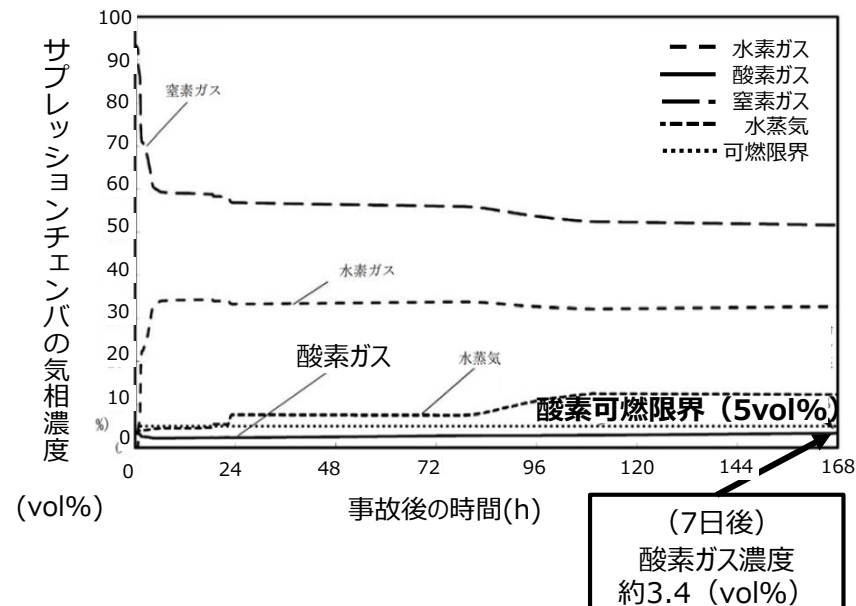
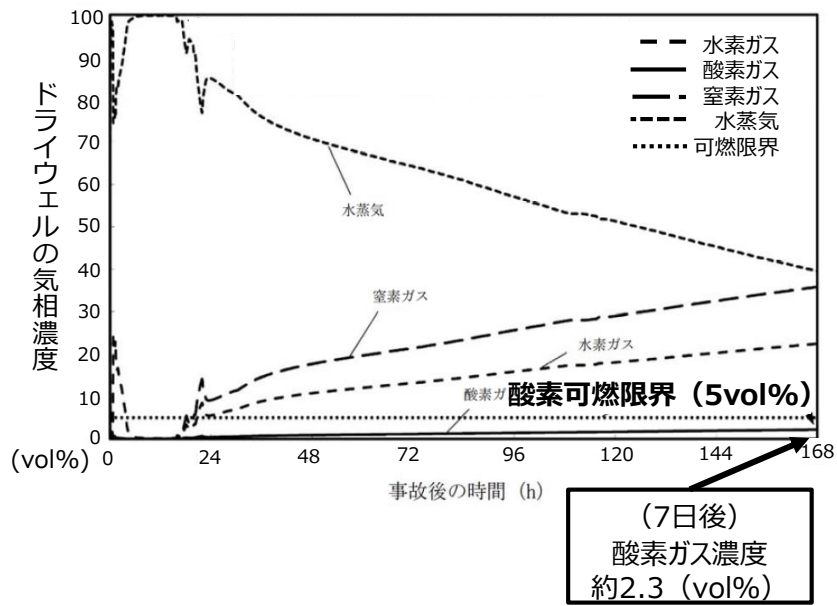
大気中へのCs-137放出量（7日間）
代替循環冷却設備を使用
放出なし



# 参考4：有効性評価 ～代替循環冷却設備使用時の水素爆発防止～

- 有効性評価の条件において、代替循環冷却設備を使用した場合、水の放射線分解により約14日後に格納容器内の酸素濃度が可燃限界に到達
- 『水素爆発防止※1』のため、格納容器内に溜まった酸素の排出を目的として、地上式FVを用いて格納容器内のガスを排出※2

※1：水素濃度4vol%以上かつ酸素濃度5vol%以上で水素爆発の可能性あり  
 ※2：代替循環冷却設備使用によって、格納容器ベント時（38時間後ベント時）の希ガス（0.5MeV換算）放出量の1/10程度になると見込まれる



# 参考 4 : 保守的な条件設定による原子炉建屋からの放出量評価(1/2)

- 有効性評価では、格納容器からの設計漏えいに伴い放出される放射性物質を保守的に考慮しても規制要求である「100TBq」を満足していることを確認
- この際、格納容器漏えい箇所(貫通孔等)の除去効果，原子炉建屋内の沈着による除去効果には期待しないで評価
- なお、格納容器漏えい箇所には放出量を少なくとも1/10にする効果が確認されており、これを考慮することで原子炉建屋からの漏えい量は少なくとも1/10になる

	原子炉建屋からの 7日間のCs-137漏えい量	ベントによるCs-137 放出量	合計
代替循環冷却設備 使用時	約1.5TBq未満 <sup>※1</sup> (約15TBq) <sup>※2</sup>	0	<u>約1.5TBq未満<sup>※1</sup></u> <u>(約15TBq)</u>
地上式FV 使用時	約1.4TBq未満 <sup>※1</sup> (約14TBq)	D/Wベント 約2.0TBq  W/Wベント 約 $1.4 \times 10^{-3}$ TBq	<u>D/Wベント</u> <u>約3.4TBq未満<sup>※1</sup></u> <u>(約16TBq)</u>  <u>W/Wベント</u> <u>約1.4TBq未満<sup>※1</sup></u> <u>(約14TBq)</u>

※1：格納容器漏えい箇所の除去効果を考慮した場合

※2：代替循環冷却設備を使用する場合、地上式FVを使用する場合と比較し、格納容器圧力が全般的に高めに推移するため、原子炉建屋から大気中への放射性物質（Cs-137）の漏えい量は若干大きくなる

# 参考4：保守的な条件設定による原子炉建屋からの放出量評価(2/2)

## ■ 格納容器ベント以外からの放射性物質（Cs-137を含む）の放出を保守的に設定

### ① 格納容器からの漏えい

✓ 事象発生と同時に、格納容器から原子炉建屋内に漏えい※すると仮定  
 ※ 1Pd以下：0.4%/day, 1~2Pd：1.3%/day

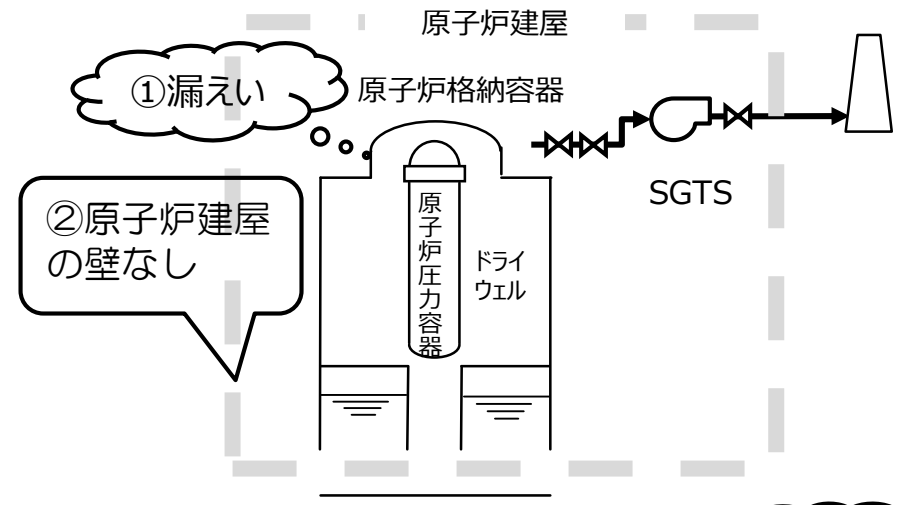
### ② 原子炉建屋からの漏えい

✓ 事象発生から40分間は、原子炉建屋内に漏えいした放射性物質は全量大気中へ放出される（建屋の壁なし）と設定  
 ※ 建屋内での時間減衰，又は沈着によりほとんど放出されないものと想定されるが考慮せず

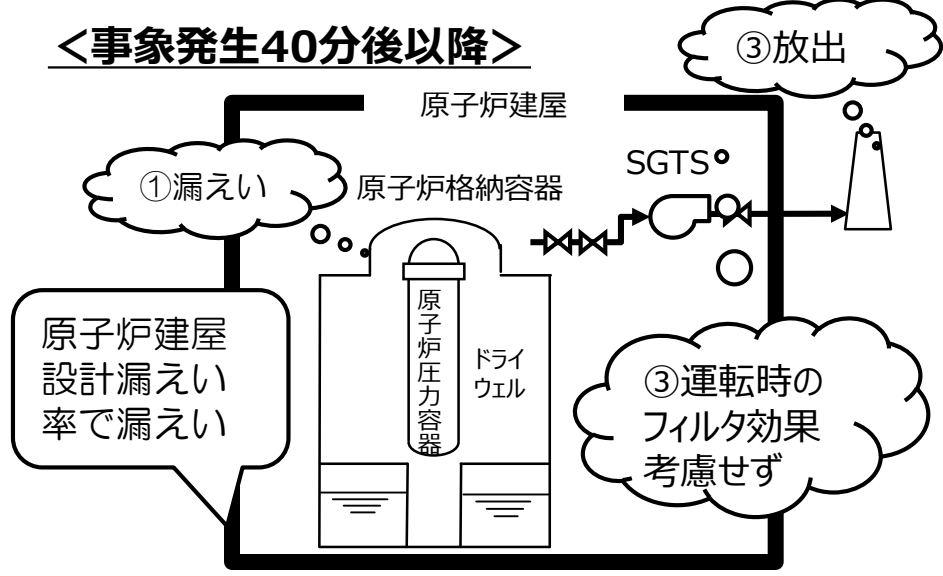
### ③ 非常用ガス処理系(SGTS)からの放出

✓ 事象発生40分後以降は、SGTSが起動し、当該系統により排気筒から放出される（原子炉建屋壁復活，設計漏えい率で漏洩）と設定（フィルタ性能考慮せず）

### <事象発生から40分間>



### <事象発生40分後以降>



---

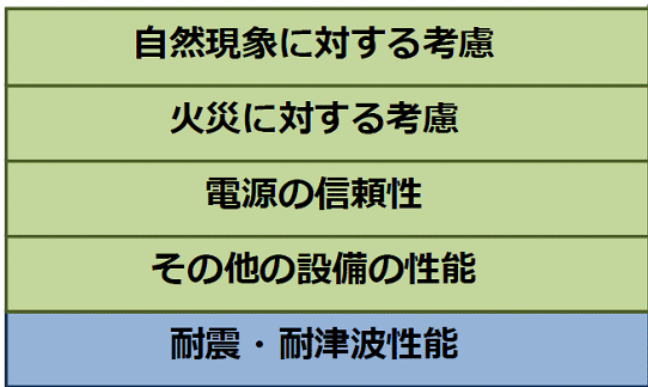
## ■参考 5：特定重大事故等対処施設関連

- 特定重大事故等対処施設の位置付け …… 60ページ
- 特定重大事故等対処施設の法令要求事項 …… 61ページ

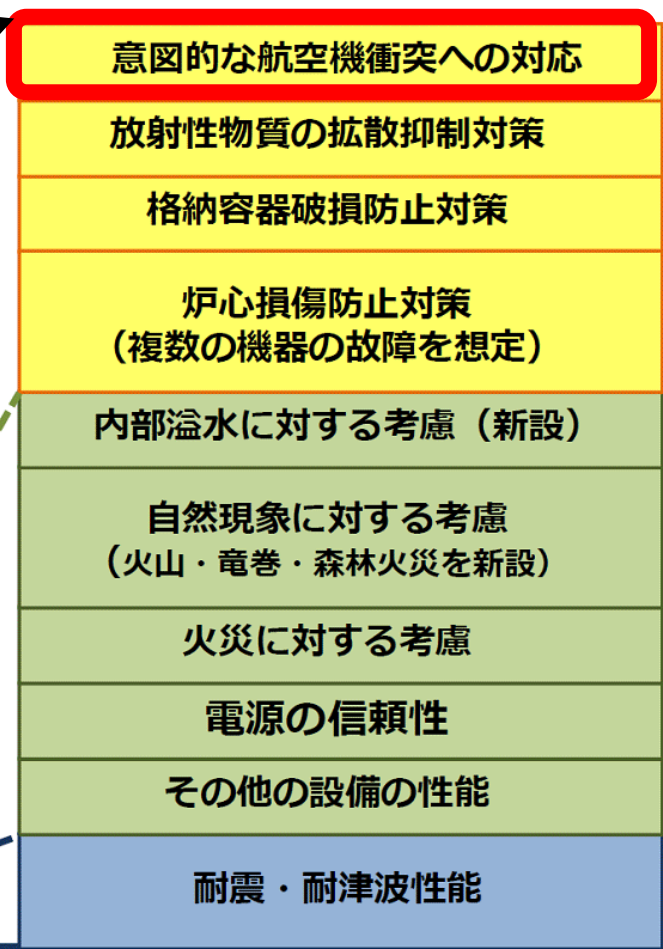
# 参考5：特定重大事故等対処施設の位置付け

・可搬型設備を中心とした対策を整備済み  
 ・これら対策の常設化により信頼性を向上させる施設 = 特定重大事故等対処施設

シビアアクシデントを防止するための基準（いわゆる設計基準）  
 （単一の機器の故障を想定しても炉心損傷に至らないことを確認）



〈従来の規制基準〉



〈新規規制基準〉

（テロ対策）新設  
 （シビアアクシデント対策）新設  
 強化または新設  
 強化

KK6/7設置変更許可取得済  
 (2017.12.27)

（出典：原子力規制委員会HP）

# 参考5：特定重大事故等対処施設の法令要求事項

新規制基準※（第42条）	新規制基準※の解釈（第42条）	新規制基準※ 附則
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して必要な機能が損なわれるおそれがないこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓原子炉建屋との同時破損を防ぐため、               <ul style="list-style-type: none"> <li>・離隔距離（例えば100m以上）を確保すること</li> </ul> </li> <li>又は               <ul style="list-style-type: none"> <li>・頑健な建屋に収納すること</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備を有すること</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓以下の機能を有すること               <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧操作機能</li> <li>・炉内の溶融炉心の冷却機能</li> <li>・原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却機能</li> <li>・格納容器内の冷却・減圧・放射性物質低減機能</li> <li>・原子炉格納容器の過圧破損防止機能</li> <li>・水素爆発による原子炉格納容器の破損防止機能</li> </ul> </li> <li>✓居住性を確保した緊急時制御室を設けること</li> <li>✓電源設備を設けること</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓プラント本体の工事計画認可から5年間を猶予期間とする</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムの発生後、発電用原子炉施設の外からの支援が受けられるまでの間、使用できると</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓少なくとも7日間、必要な設備が機能するに十分な容量を有すること</li> </ul>	

※実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則