

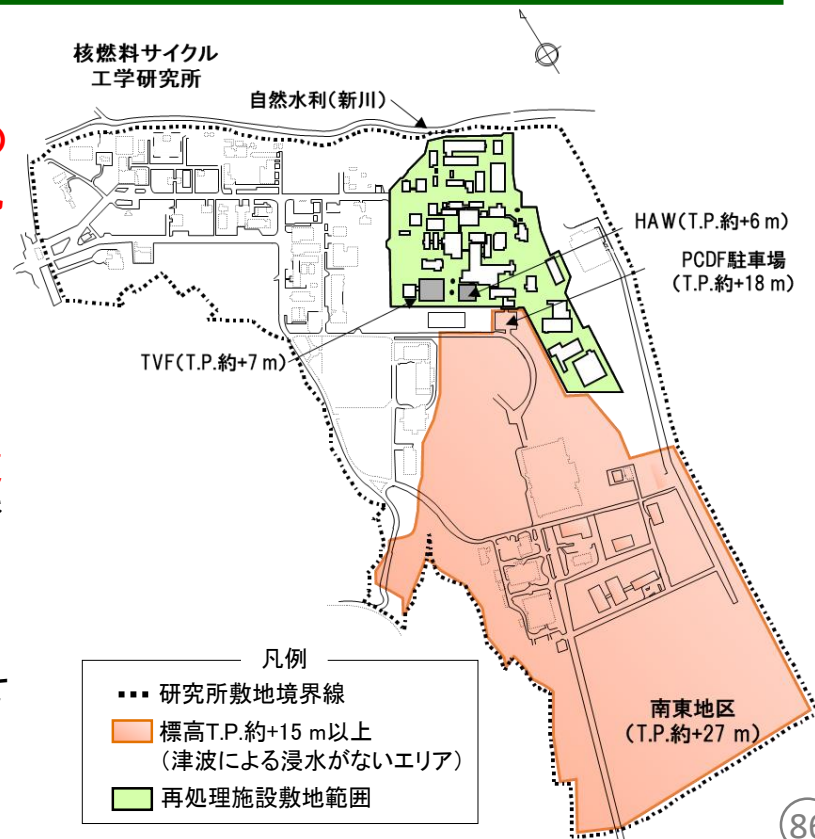
## 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 — 基本的考え方 —

- 再処理施設においては、高放射性廃液に伴うリスクが集中するHAWとTVFの重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)を維持するために、事故対処設備を用いて必要な電力やユーティリティ(冷却に使用する水や動力源として用いる蒸気)を確保することとし、それらの**有効性の確保に必要な対策(保管場所及びアクセスルートの信頼性確保, 人員の確保等)を実施する。**
- 事故対処においては、**過酷な状況が想定される地震及び津波の重畳を起因事象とし事象進展とその対策について有効性を評価する。**その他の事象については、地震及び津波を起因とした事象進展に包含されることを確認する。

## 【事故対処の特徴】

- ◆ 設計津波(T.P.約+14 m)が襲来した際は、**再処理施設の敷地内は浸水し、漂流物による瓦礫等が敷地内に散乱しウェットサイトになることが想定されるが、HAW及びTVFの建家内は、設計津波から浸水を防止する対策を施しており、建家内は事故対処が可能である。**
- ◆ 事故対処に使用するエンジン付きポンプ、組立水槽等の崩壊熱除去を行う**可搬型設備は、HAW及びTVFの建家内に保管し設計津波及び設計竜巻に対しても防護できるように対策を講じる。**
- ◆ 移動式発電機等の**大型の事故対処設備**については、設計地震動及び設計津波により機能が損なわれるおそれのない**高台に分散配備する。**



## 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

### － 事故の選定(再処理施設の事故) －

廃止措置段階の再処理施設においては、高放射性廃液に伴うリスクがHAW及びTVFに集中していることから、その特徴を踏まえて安全対策の対象として発生防止を考慮すべき事象を選定した。

事象	評価結果
臨界	高放射性廃液の主成分は核分裂生成物であり、臨界事故に至るウラン及びプルトニウムを含まないことから事故は発生しない。
蒸発乾固※1	<u>高放射性廃液を保有する設備の冷却機能が喪失した場合は、蒸発乾固事象に至る可能性を否めない。</u>
水素爆発※2	高放射性廃液を貯蔵する施設は、実設備での測定結果より水素濃度が4%に至る時間は年単位であるため水素爆発事象として選定しない。
溶媒火災	高放射性廃液には火災又は爆発に至るような有機溶媒を含まないことから事故は発生することはなく、事故として選定しない。
使用済燃料の損傷※3	HAW及びTVFでは使用済燃料を取り扱わないことから対象外とする。
放射性物質の漏えい	高放射性廃液を内蔵する貯槽は設計地震動に対し耐震性を有するとともに、貯槽の液量制限による耐震性の裕度を向上させていることから、地震起因での放射性物質の漏えいは考え難く、事故として選定しない。

廃止措置段階の再処理施設において想定される事故は、  
高放射性廃液を保有する設備における『蒸発乾固』のみに限定される。

- ※1 高放射性廃液貯槽(272V31～V35)において、崩壊熱除去機能の喪失が7日間継続し、各貯槽の高放射性廃液が沸騰に至った場合の放射性物質の放出量(セシウム-137換算)は、約0.008 TBqと評価している。(この時の敷地境界における被ばく影響は約10  $\mu$  Sv。詳細はP.88参照。)
- ※2 水素4%到達時間は、実設備での測定結果を基に高放射性廃液の崩壊熱が全て水素発生に寄与するものとして評価した結果、最短でも679日間と評価している(詳細はP.89参照)。
- ※3 分離精製工場(MP)の使用済燃料プールに貯蔵しているふげん使用済燃料(約41トン)は、プール水が全喪失に至った場合においても、燃料の損傷や臨界に至ることはないとして評価している。

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － 事故時の被ばく影響評価 －

### 高放射性廃液貯槽 沸騰時の放出放射エネルギーと被ばく線量評価

- ◆ 高放射性廃液貯槽の冷却機能が喪失し、7日間の間、機能の回復が出来なかった場合を仮定。
- ◆ 高放射性廃液貯槽ごとに沸騰に至るまでの時間を考慮し、沸騰後に放出される放射エネルギーを試算。
- ◆ 放出放射エネルギーより再処理敷地境界における外部被ばく・内部被ばくの合算値を求めた。

評価条件		備考
初期液量 [m <sup>3</sup> ]	336	2020年8月31日の貯蔵量(HAWの5基の貯槽の合計)。
平均発熱密度 [W/m <sup>3</sup> ]	798	HAWの5基の貯槽の平均値。
沸騰継続時間 [h]	44～91	事故発生から沸騰に至るまでの時間(貯槽ごとに異なる)を7日間から差し引いた値とした。
気相への移行率	$5.00 \times 10^{-5}$	乾固に至らないためルテニウムにおいても移行率は左記とした。
放出経路除染係数(DF)	1000	・ 蒸気によるフィルタのDF低下を考慮してDF=10×2段, 配管エルボ部での沈着によるDF=10を考慮。 ・ よう素はDF=1。
相対濃度(γ/Q) [s/m <sup>3</sup> ]	$5.15 \times 10^{-6}$	主排気筒*1からの放出時。
	$2.79 \times 10^{-4}$	屋上放出時からの放出時。
乾燥沈着率 [m/s]	0.01	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」の値
呼吸率 [m <sup>3</sup> /s]	$3.33 \times 10^{-4}$	成人活動時の呼吸率。



\*1 主排気筒は、設計地震動に耐えるように補強工事を行う。

評価結果		
放出放射エネルギー(Cs-137換算) [Bq]		$7.69 \times 10^9$ (約0.008 TBq)
被ばく線量*2 [mSv]	主排気筒からの放出	0.0104 (約10 μSv)
	屋上からの放出	0.5631 (約0.56 mSv)

\*2 ICRP-Pub.72の実効線量係数を使用。被ばく線量は、令和3年2月10日付け廃止措置計画変更認可申請書には記載していない。

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － HAWの高放射性廃液の貯蔵状況 －

(令和2年8月31日時点)

貯槽	272V31	272V32	272V33	272V34	272V35	合計*1
貯蔵量(m <sup>3</sup> )	55.0	65.6	69.2	74.9	71.6	336
発熱量(kW)	38	57	42	62	69	268
内蔵放射能量(TBq)	$4.6 \times 10^5$	$6.4 \times 10^5$	$5.0 \times 10^5$	$7.4 \times 10^5$	$8.2 \times 10^5$	$3.2 \times 10^4$
沸騰到達時間(hr)	107	84	124	88	77	—
水素4%到達時間*2(hr)	115	66	87	53	50	—
実測値に基づく 水素4%到達時間*3(d)	7,621	4,439	5,770	3,552	3,399	—
沸騰状態における 水素4%到達時間*4(d)	1,524	887	1,153	710	679	—

\*1 端数処理のため、各貯槽の発熱量の和と合計値は異なる

\*2 水素掃気機能停止時の水素4%到達時間は、高放射性廃液の崩壊熱が全て水素発生に寄与するものとして、安全側の条件で評価(G値:0.091)

\*3 高放射性廃液貯蔵場で実施した高放射性廃液のオフガス中に含まれる水素濃度の測定結果から水素発生G値を算出した条件で評価(G値: $6.0 \times 10^{-5}$ )  
冷却機能停止時の沸騰到達時間は、貯槽を断熱モデルとし、高放射性廃液の崩壊熱が全て液の温度上昇に寄与するものとして、安全側の条件で評価  
【出典】高放射性廃液から発生する水素の測定及び解析(1) 高放射性廃液貯槽のオフガス中の水素濃度測定と評価(2013 日本原子力学会春の年会)

\*4 沸騰状態におけるG値は静止状態の5倍として評価 (G値: $3.0 \times 10^{-4}$ )しても、時間裕度は十分ある

【出典】日本原燃(株) R2.2.7 公開会合資料「資料3-2 放射線分解により発生する水素による爆発への対処」

### 【貯蔵量(m<sup>3</sup>)】

各貯槽の液位と密度の測定値から槽容量校正式に基づき液量を算出

### 【発熱量(W)】

製品に移行するウラン、プルトニウム及びオフガスに移行する希ガス、ヨウ素を除く主要核種が、高放射性廃液に全量移行するものとして、内蔵放射能量をORIGEN計算により算出(廃液の分析においても主要な核種の放射能量を確認)。発熱量は、その主要核種の内蔵放射能量と崩壊熱から算出

### 【内蔵放射能量(Bq)】

上記発熱量の算出に用いた主要核種の内蔵放射能量に、分析値から求めた高放射性廃液中に微量に含まれるウラン、プルトニウムの内蔵放射能量を加えて算出

○ 内蔵放射能量が多い主な核種: Cs-137, Ba-137m, Sr-90, Y-90

○ 放出を考慮した場合の実効線量に寄与する割合の大きい主な核種: Am-241, Cm-244, (Ru-106: 溶融炉での事故評価時)

## 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

### － 事故の選定(蒸発乾固が想定される機器) －

- ◆ 蒸発乾固が想定される機器は、高放射性廃液を貯蔵するHAWの高放射性廃液貯槽(5基)、中間貯槽(2基)と、ガラス固化処理運転時に高放射性廃液を一時貯留する4基の貯槽と濃縮器とする。

#### ■ HAW

(令和2年8月31日時点)

対象となる貯槽	貯槽番号	設計容量 [m <sup>3</sup> ]	高放射性廃液の 液量 [m <sup>3</sup> ]	放射エネルギー [TBq] ※2	発熱密度 [W/m <sup>3</sup> ]	備考
高放射性廃液貯槽	272V31	120※1	55.0	4.6 × 10 <sup>5</sup>	694	
	272V32	120※1	65.6	6.4 × 10 <sup>5</sup>	872	
	272V33	120※1	69.2	5.0 × 10 <sup>5</sup>	605	
	272V34	120※1	74.9	7.4 × 10 <sup>5</sup>	834	
	272V35	120※1	71.6	8.2 × 10 <sup>5</sup>	958	
中間貯槽	272V37	10	—	—	—	高放射性廃液貯槽からの移送時、TVFからの返送時以外は存在しない。
	272V38	10	—	—	—	

※1 貯槽の耐震裕度確保のため、貯留可能な液量を90 m<sup>3</sup>以下に制限している。

※2 各核種の放射エネルギーの和(廃止措置計画変更認可申請書(令和3年2月10日申請)に記載)

#### ■ TVF

(令和2年8月31日時点)

対象となる貯槽	貯槽番号	設計容量 [m <sup>3</sup> ]	高放射性廃液の 液量 [m <sup>3</sup> ]	放射エネルギー [TBq]	発熱密度 [W/m <sup>3</sup> ]	備考
受入槽	G11V10	11※3	5.5	6.3 × 10 <sup>4</sup>	958	TVFでガラス固化する予定の高放射性廃液のうち、最も発熱密度の高い272V35の値を基準とした。
回収液槽	G11V20	11※3	5.5	9.5 × 10 <sup>4</sup> ※4	1437 ※4	
濃縮液槽	G12V12	1.5	1.38	2.4 × 10 <sup>4</sup> ※4	1437 ※4	
濃縮液供給槽	G12V14	0.9	0.84	1.5 × 10 <sup>4</sup> ※4	1437 ※4	
濃縮器	G12E10	1.4※3	0.36	6.2 × 10 <sup>3</sup> ※4	1437 ※4	

※3 貯槽等の耐震裕度確保のため、貯留可能な液量をG11V10とG11V20は運転時5.5 m<sup>3</sup>以下・回収時4 m<sup>3</sup>以下、G12E10は1 m<sup>3</sup>以下に制限している。

※4 濃縮液を取り扱う槽については、高放射性廃液を1.5倍に濃縮することを考慮した。

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － 事故の選定(蒸発乾固に至るまでの時間) －

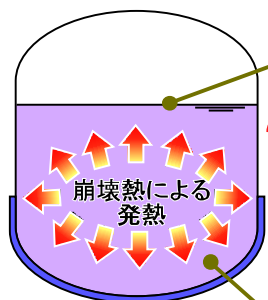
- ◆ 事故対処(冷却機能の回復)の完了は、高放射性廃液が沸騰に至るまでに達成しなければならない。沸騰から蒸発乾固までの時間は、対策の時間制約の中に含まないことで保守的な検討する。

### 高放射性廃液が沸騰に至るまでに要する時間の評価

高放射性廃液と貯槽構造物の温度を初期温度(35℃)から沸点(102℃)\*1まで上昇させるのに必要な熱量が、崩壊熱によって何時間で発生するか、を求めた。

$$t = \frac{(\rho V C_1 + M C_2) \times (T_a - T_0)}{QV}$$

- $t$  : 沸騰までの時間 [hr]
- $\rho$  : 高放射性廃液の密度 [kg/m<sup>3</sup>]
- $V$  : 高放射性廃液の液量 [m<sup>3</sup>]
- $M$  : 貯槽構造材の質量 [kg]
- $C_1$  : 高放射性廃液の比熱 [J/kg-K]
- $C_2$  : 貯槽構造材の比熱 [J/kg-K]
- $T_a$  : 沸点 [°C]
- $T_0$  : 高放射性廃液の初期温度 [°C]
- $Q$  : 高放射性廃液の崩壊熱の発熱密度 [W/m<sup>3</sup>]



発熱によって高放射性廃液と、貯槽の構造材の温度が上昇する。

保守側の想定として、貯槽からの放熱(熱伝導、対流伝熱、輻射伝熱)は考慮しない。=断熱境界

高放射性廃液の初期温度(冷却機能喪失前)は実測値の最大値を設定。

#### ■ HAW

対象となる貯槽	貯槽番号	沸騰到達時間 [hr]
高放射性廃液貯槽	272V31	107
	272V32	84
	272V33	124
	272V34	88
	272V35	77

HAWにおける時間制限は【77時間】(3日と5時間)

#### ■ TVF

対象となる貯槽	貯槽番号	沸騰到達時間 [hr]
受入槽	G11V10	86
回収液槽	G11V20	57
濃縮液槽	G12V12	56
濃縮液供給槽	G12V14	56
濃縮器	G12E10	128 (26*2)

TVFにおける時間制限は【56時間】(2日と8時間)

\*1高放射性廃液の通常の酸濃度(2 mol/L)における沸点として102 °Cとした。

【出典】再処理プロセス・化学ハンドブック 第2版, JAEA-Review 2008-037, 日本原子力研究開発機構

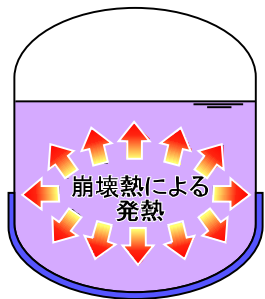
\*2 濃縮器(G12E10)は、通常運転操作として加熱することで沸騰状態にしており、沸騰しても問題が無い設計となっているが、ここでは電源喪失直後の濃縮プロセスの停止操作(0.2 m<sup>3</sup>の水を注入)後、再度沸騰状態になるまでの時間を評価した。

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

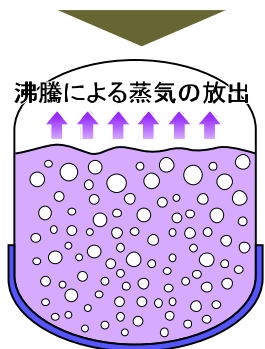
## － 事故の選定(蒸発乾固の発生防止に必要な対応) －

### 高放射性廃液の蒸発乾固

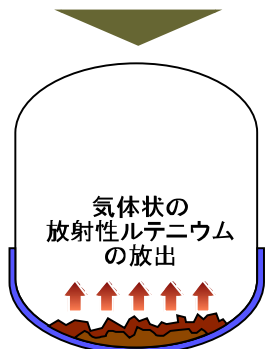
◆高放射性廃液貯槽の冷却機能が喪失すると…



- 高放射性廃液中の放射性物質(核分裂生成物(セシウム, スロンチウム等), アクチニド(アメリシウム等))の崩壊熱により溶液温度が上昇する。
- この段階では顕著な放射性物質の放出は起きない。



- 溶液温度が沸点に達すると、蒸気や気泡によるミストが多量に放出される。
- これらの蒸気中には放射性物質(核分裂生成物(セシウム, スロンチウム等), アクチニド(アメリシウム等))が含まれている。
- 蒸気は施設外に放出されるまでの経路で、凝縮等により部分的に除去される。



- すべての水分が蒸発して無くなると、溶液中の放射性物質等が析出し、固体となって貯槽底に固まる(蒸発乾固)。
- この段階では放射性ルテニウムが気体状に変化して放出される。
- 気体状ルテニウムを放出経路の途中で除去することは難しく、大部分が施設外へ放出される。

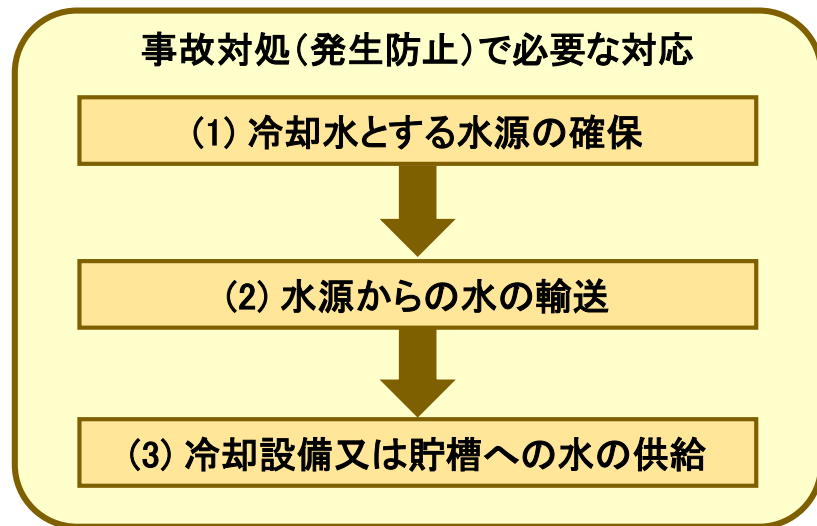
- ◆HAW・TVFの高放射性廃液の冷却機能を担う建家内の設備は地震・津波等から防護する。
- ◆ただし、施設外から供給される電力やユーティリティ(冷却に使用する水や動力源として用いる蒸気)は、供給がストップする可能性がある。



- ◆その際、冷却水を建家内の冷却機能を担う設備に送水できれば、高放射性廃液の冷却が可能となる。



- ◆事故対処では、以下の3つの対応を地震・津波等を被災した後の状態においても確実にを行い、蒸発乾固の発生を防止する。





# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

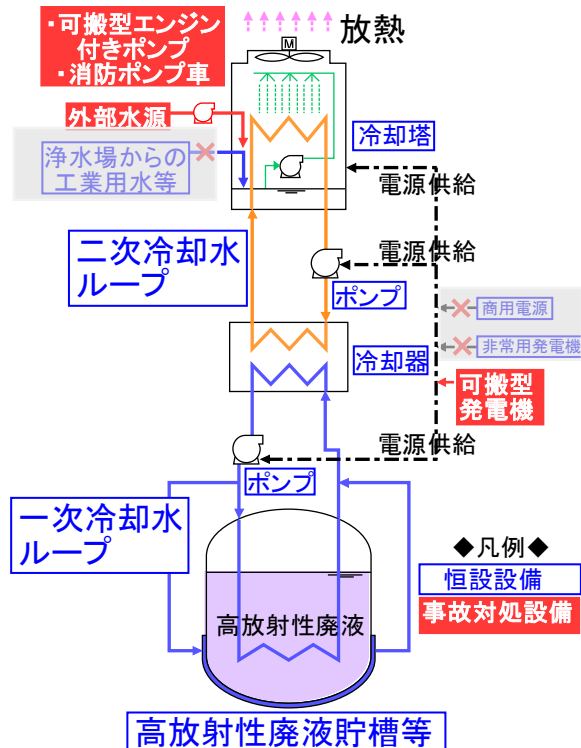
## － 事故対処の方法(未然防止対策) －

### 事故対処における崩壊熱除去(高放射性廃液貯槽等の冷却)の方法

#### 既設冷却ループによる冷却

##### 未然防止対策 ①

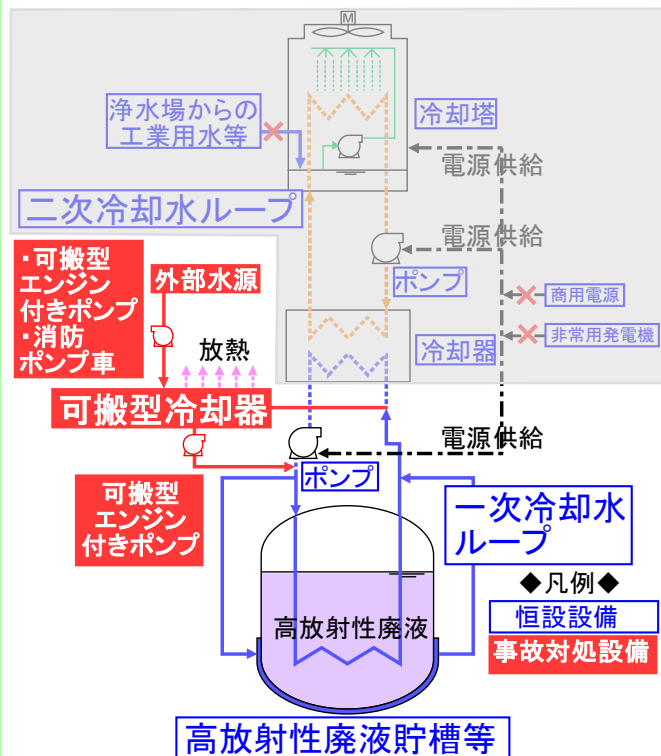
- ◆ 恒設の冷却設備を可能な限り使用することで、安定的な冷却システムを構成する。
- ◆ 電源が必要。使用水量は少ない。



#### 既設冷却ループへの可搬型冷却設備の接続

##### 未然防止対策 ②

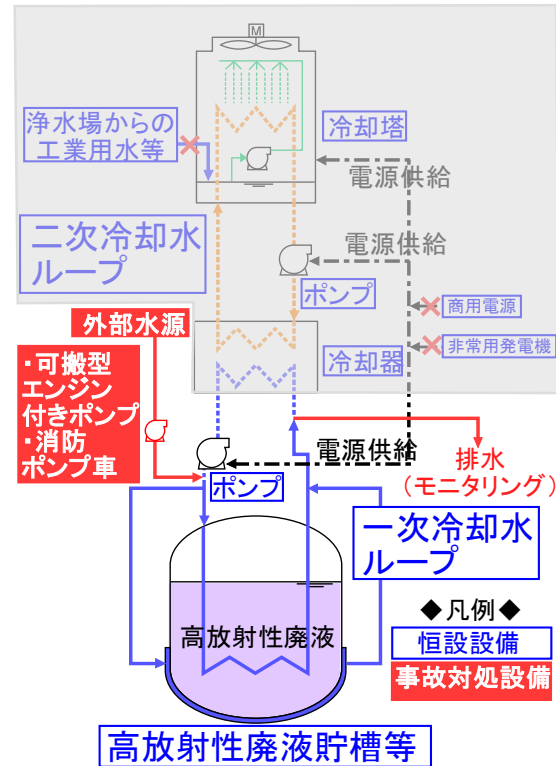
- ◆ 動力付きのポンプ、可搬型冷却器により冷却システムを構成。
- ◆ 電源は不要。使用水量も少ない。



#### 既設冷却ループへの直接給水

##### 未然防止対策 ③

- ◆ 動力付きのポンプのみで可能。
- ◆ 電源は不要。使用水量は多い。



# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － 事故対処の方法(遅延対策) －

未然防止対策により、蒸発乾固の発生防止の確実性を確保

未然防止対策の実行に必要な水源やエンジン付きポンプ等の燃料の確保に時間がかかる可能性もあり得ると想定

時間余裕を確保するため、高放射性廃液が沸騰に至るまでの時間を遅延させる対策も準備

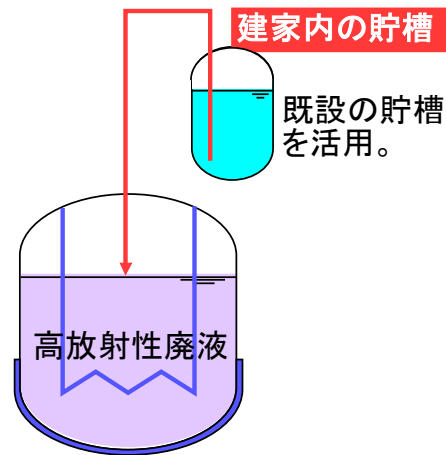
- 高放射性廃液に注水する。
- 注水により液温は直ちに低下する。
- 注水後、発熱量は変わらず、液量が増加することにより温度上昇の速度も遅くなる。

### 蒸発乾固に至る時間を遅延させる方法

#### 予め建家内に確保した水を貯槽に注入

##### 遅延対策①

- ◆ 沸騰する前に高放射性廃液に注水し、温度を低下させる。
- ◆ 地震・津波に耐える建家内の貯槽に確保した水を使用。
- ◆ 確保可能な量は限られている。

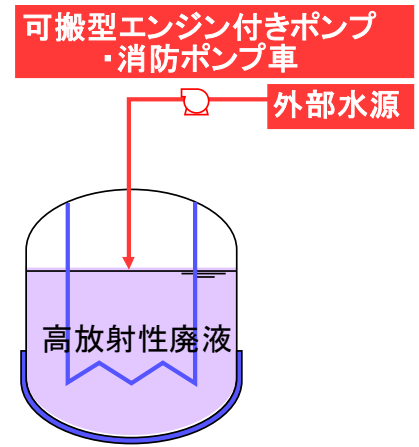


高放射性廃液貯槽等

#### 建家外の外部水源の水を貯槽に注入

##### 遅延対策②

- ◆ 沸騰する前に高放射性廃液に注水し、温度を低下させる。
- ◆ 外部水源から動力付きのポンプを用いて水を供給。
- ◆ 候補となる水源や貯水量は多いが、実際にどの程度確保できるかは不確実。



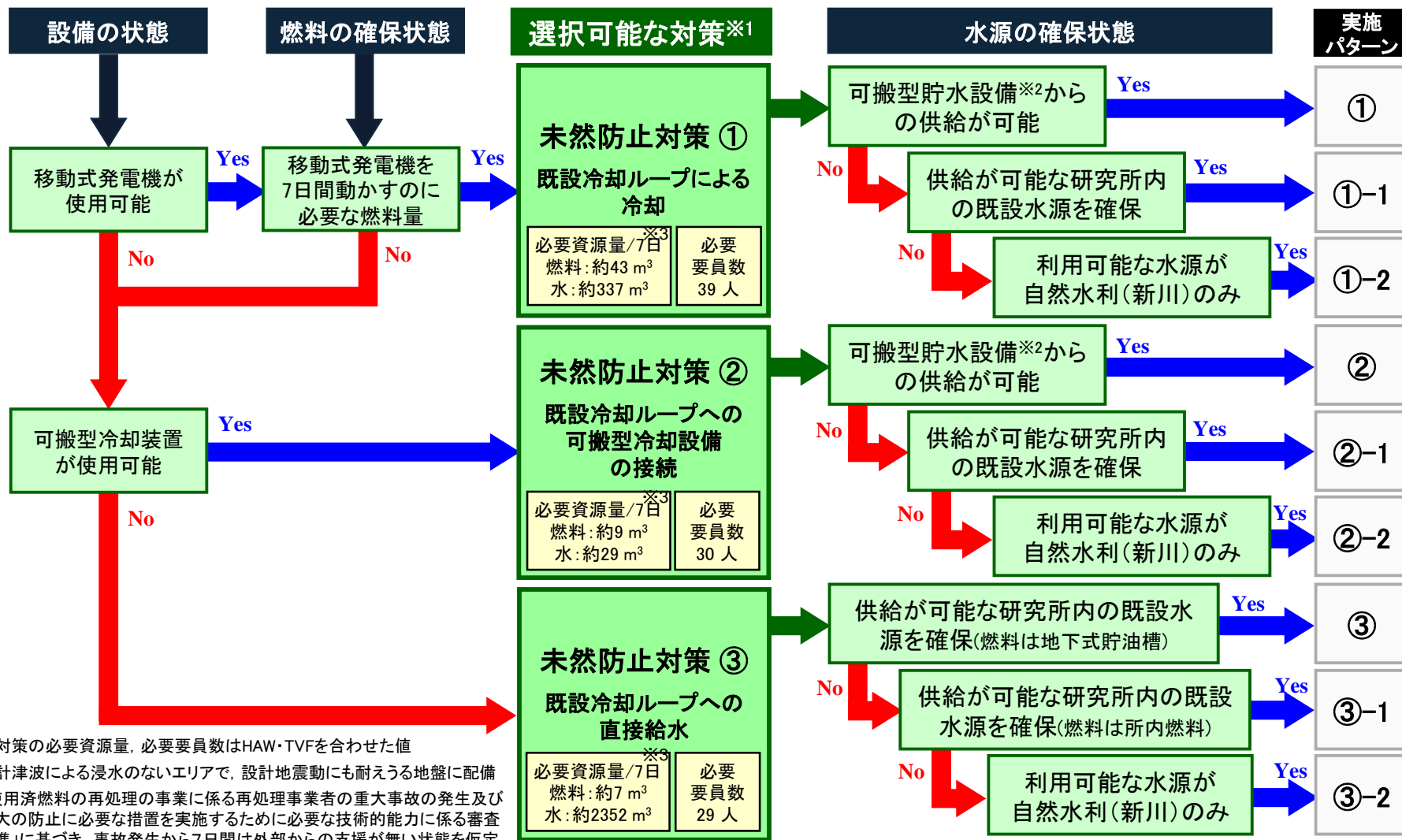
高放射性廃液貯槽等

外部水源：可搬型貯水設備、所内の既設貯水設備、自然水利(新川)

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － 事故対処の基本フロー －

- ◆ 未然防止対策は、系統構成が最も堅牢な未然防止①を優先するが、必要な資源量が多いため、状況に応じて未然防止②を実行する。
- ◆ 遅延対策は、未然防止対策の作業時間の裕度や、資源の残存状態等に応じて、適時実施を判断する。



# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － 未然防止対策に要する資源の一覧 －

◆ HAW・TVFにおける未然防止対策の燃料、冷却水・補給水の必要量は、事故対処設備の構成により異なる。7日間※<sup>1</sup>の間、高放射性廃液を沸騰させないよう対策の継続に必要な量を確保する。

事故対処			冷却機能の回復に必要な事故対処設備	燃料		冷却水・補給水		作業要員数
対策	方法	パターン		供給元	必要量※ <sup>2</sup>	供給元	必要量※ <sup>3</sup>	
未然防止 ①	電気を供給して恒設の冷却システムを動かす。電源は移動式発電機から供給する。冷却塔の散水用に外部から水を供給する。水の供給にはエンジン付きポンプ等を用いる。	①	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動式発電機(1000kVA)×1</li> <li>・エンジン付きポンプ×5</li> <li>・水中ポンプ×1</li> <li>・消防ポンプ車×2</li> <li>・組立水槽×4</li> </ul>	事故対処用地下式貯油槽(80 m <sup>3</sup> )	43 m <sup>3</sup>	可搬型貯水設備(357 m <sup>3</sup> )	337 m <sup>3</sup>	39人
		①-1		所内の既設燃料貯蔵施設(450 m <sup>3</sup> )	42 m <sup>3</sup>	所内の既設貯水設備(11630 m <sup>3</sup> )		
		①-2			41 m <sup>3</sup>	自然水利(新川)		
未然防止 ②	可搬型冷却設備を恒設の冷却システムに接続して冷却する。	②	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型冷却設備(HAW用)×1</li> <li>・可搬型チラー(TVF用)×2</li> <li>・可搬型コンプレッサー×1</li> <li>・エンジン付きポンプ×7</li> <li>・消防ポンプ車×2</li> <li>・組立水槽×6</li> <li>・可搬型発電機×4</li> </ul>	事故対処用地下式貯油槽(80 m <sup>3</sup> )	9 m <sup>3</sup>	可搬型貯水設備(357 m <sup>3</sup> )	29 m <sup>3</sup>	30人
		②-1		所内の既設燃料貯蔵施設(450 m <sup>3</sup> )	9 m <sup>3</sup>	所内の既設貯水設備(11630 m <sup>3</sup> )		
		②-2			8 m <sup>3</sup>	自然水利(新川)		
未然防止 ③	外部から供給する水を直接冷却システム配管に通水し、ワンスルーで排水する。	③	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エンジン付きポンプ×6</li> <li>・消防ポンプ車×1</li> <li>・組立水槽×6</li> </ul>	事故対処用地下式貯油槽(80 m <sup>3</sup> )	7 m <sup>3</sup>	所内の既設貯水設備(11630 m <sup>3</sup> )	2352 m <sup>3</sup>	29人
		③-1		所内の既設燃料貯蔵施設(450 m <sup>3</sup> )	7 m <sup>3</sup>	所内の既設貯水設備(11630 m <sup>3</sup> )		
		③-2			5 m <sup>3</sup>	自然水利(新川)		

※<sup>1</sup>「使用済燃料の再処理の事業に係る再処理事業者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」に基づき、事故発生から7日間は外部からの支援が無い状態を仮定。

※<sup>2</sup> 未然防止①は、移動式発電機(1000kVA)を常時運転して電気を供給するため、燃料の必要量が他の対策に比べ多い。

※<sup>3</sup> 未然防止②は可搬型冷却設備を一次冷却系に接続し、一次冷却系の仮設循環ループを構築することにより、崩壊熱除去機能を復旧するため、他の対策に比べ冷却水・補給水の必要量が少ない。未然防止③は、一次冷却系の供給水を循環せずにワンスルー方式で使用するため、他の対策に比べ冷却水・補給水の必要量が多い。

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 — HAWにおける未然防止対策① —

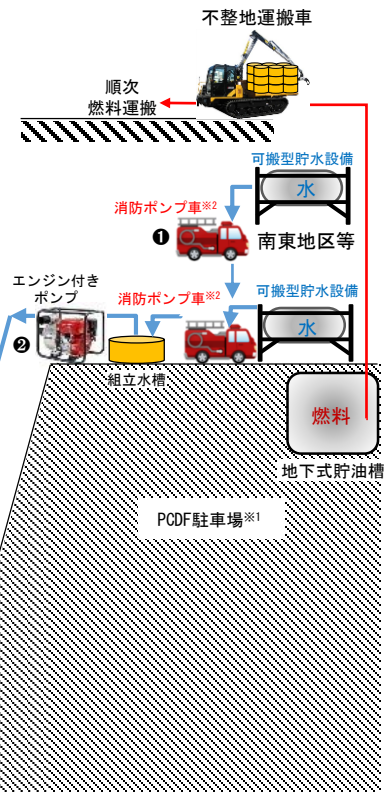
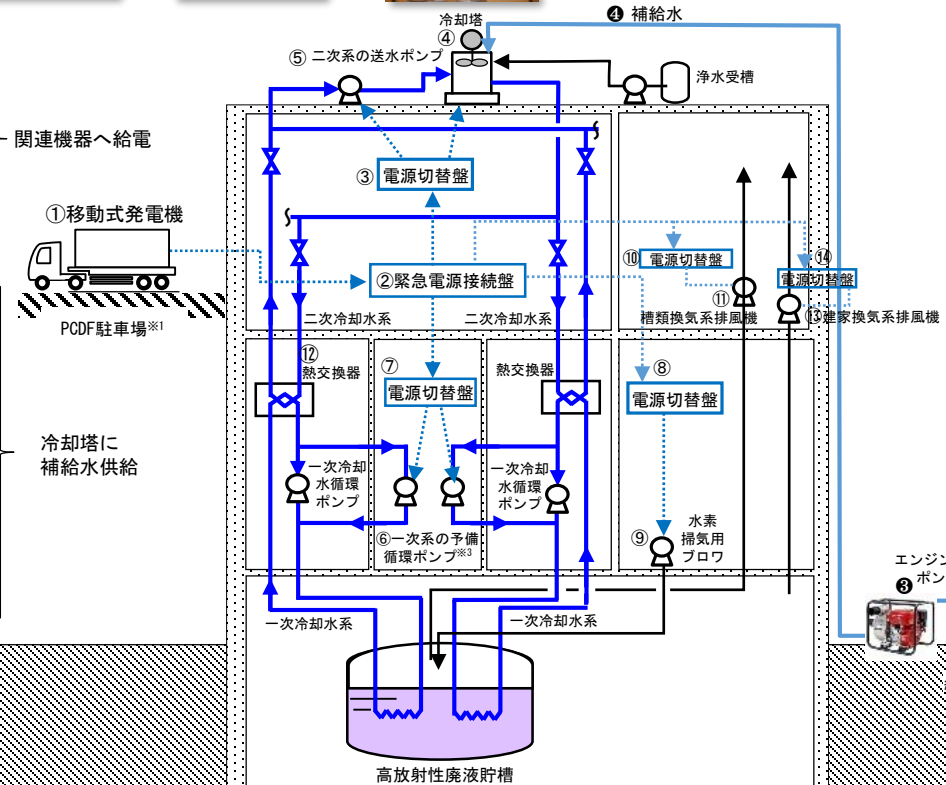
## 実施パターン① (HAW未然防止対策①)

- ①移動式発電機 ②緊急電源接続盤 ③電源切替盤 ④冷却塔 ⑤二次系の送水ポンプ ⑥一次系の予備循環ポンプ ⑦⑧⑩電源切替盤

- 凡例
- : 一次・二次冷却水
  - : 移動式発電機からの給電
  - : 消防ポンプ車、エンジン付きポンプからの給水
  - : 燃料



- ①移動式発電機より電源供給
- ↓
- ②緊急電源接続盤へ電源供給
- ↓
- ③⑦⑧⑩⑭電源切替盤へ給電
- ↓
- ④⑤⑥⑨⑪⑬運転開始
- ↓
- ①消防ポンプ車よりPCDF駐車場※1へ給水
- ↓
- ②PCDF駐車場※1よりエンジン付きポンプでHAW施設近傍へ給水する。
- ↓
- ③HAW施設近傍よりエンジン付きポンプでHAW屋上へ給水する。
- ↓
- ④HAW屋上に設置している冷却塔へ給水する。



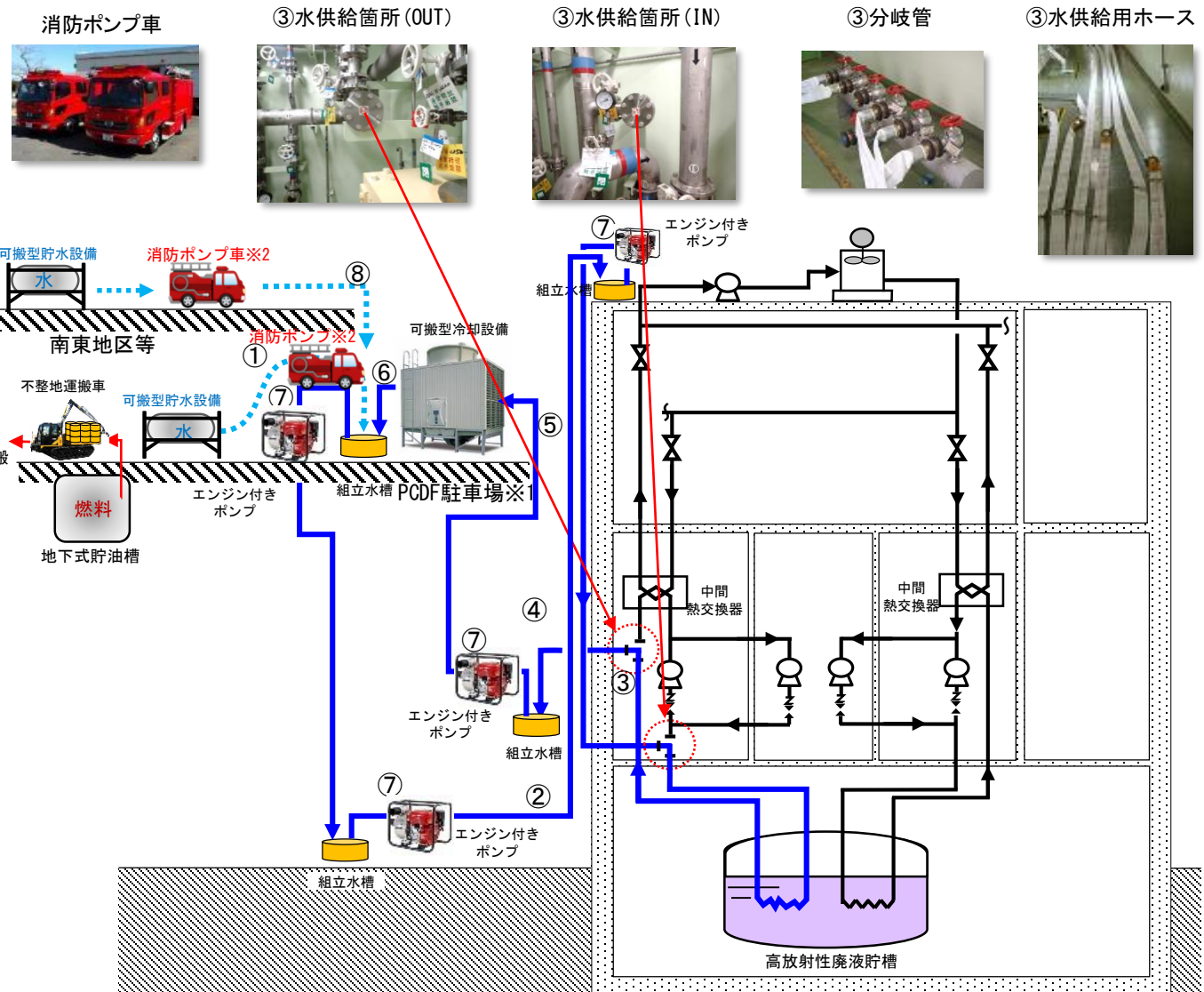
※1 PCDF駐車場：プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場  
 ※2 消防ポンプ車又はエンジン付きポンプを使用する。  
 ※3 一次系の予備循環ポンプは、HAW貯槽（272V31～V36）で共用

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 — HAWにおける未然防止対策② —

## 実施パターン② (HAW未然防止対策②)

- 凡例
- : 一次・二次冷却水
  - (Red) : 燃料運搬・供給
  - (Blue) : 可搬型冷却塔循環
  - (Dotted Blue) : ポンプ車, エンジン付きポンプからの給水

- ① PCDF駐車場※<sup>1</sup>の可搬型貯水設備等より組立水槽を介して消防ポンプ車等でHAW施設近傍の組立水槽に送水する。
- ② HAW施設近傍の組立水槽からHAW屋上の組立水槽を介してHAW施設屋内の分岐管に消防ホースを繋ぐ。
- ③ HAW施設屋内の分岐管から各貯槽へ消防ホースを繋ぐ。
- ④ HAW施設から排出された冷却水をHAW施設屋外の組立水槽に受け入れるためのホースを敷設する。
- ⑤ HAW施設屋外の組立水槽からPCDF駐車場※<sup>1</sup>の可搬型冷却設備へホースを敷設する。
- ⑥ 可搬型冷却設備で冷やされた水を受け取る組立水槽を設置しホースとエンジン付きポンプを設置する。
- ⑦ エンジン付きポンプを運転し可搬型冷却設備に水を送水する。
- ⑧ 組立水槽の液量が減少した場合、可搬型貯水設備等から水を補給する。

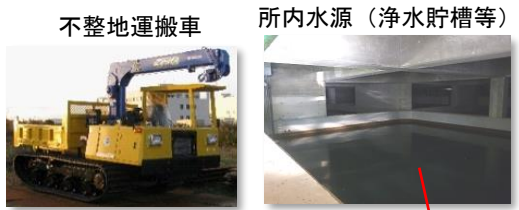


※1 PCDF駐車場：プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場  
 ※2 消防ポンプ車又はエンジン付きポンプを使用する。

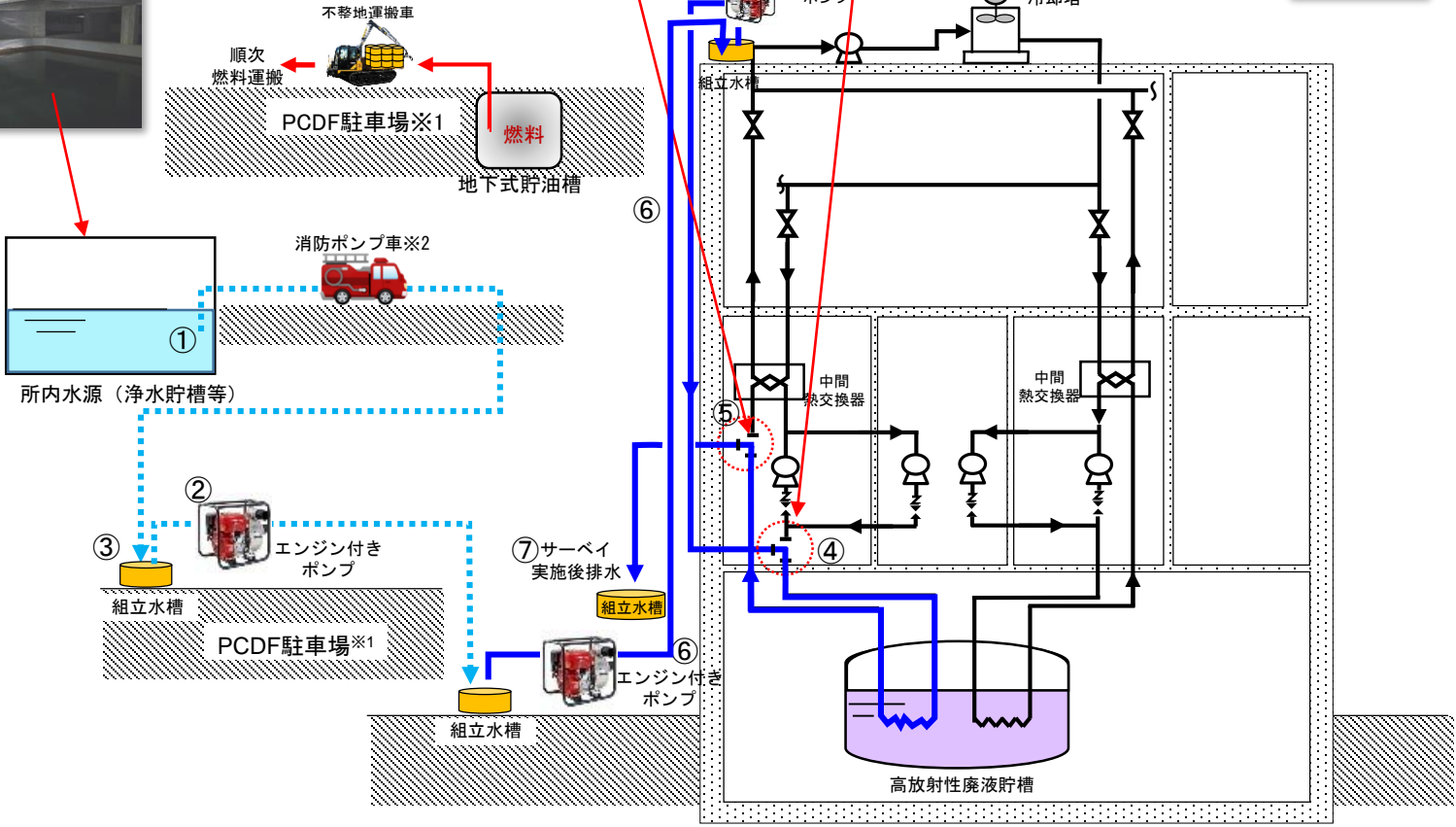
# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 — HAWにおける未然防止対策③ —

## 実施パターン③ (HAW未然防止対策③)

- 凡例**
- : 一次・二次冷却水
  - (with blue arrow) : 消防ポンプ車、エンジン付きポンプからの給水
  - (with blue arrow) : 冷却コイルワンスルー
  - (with red arrow) : 燃料



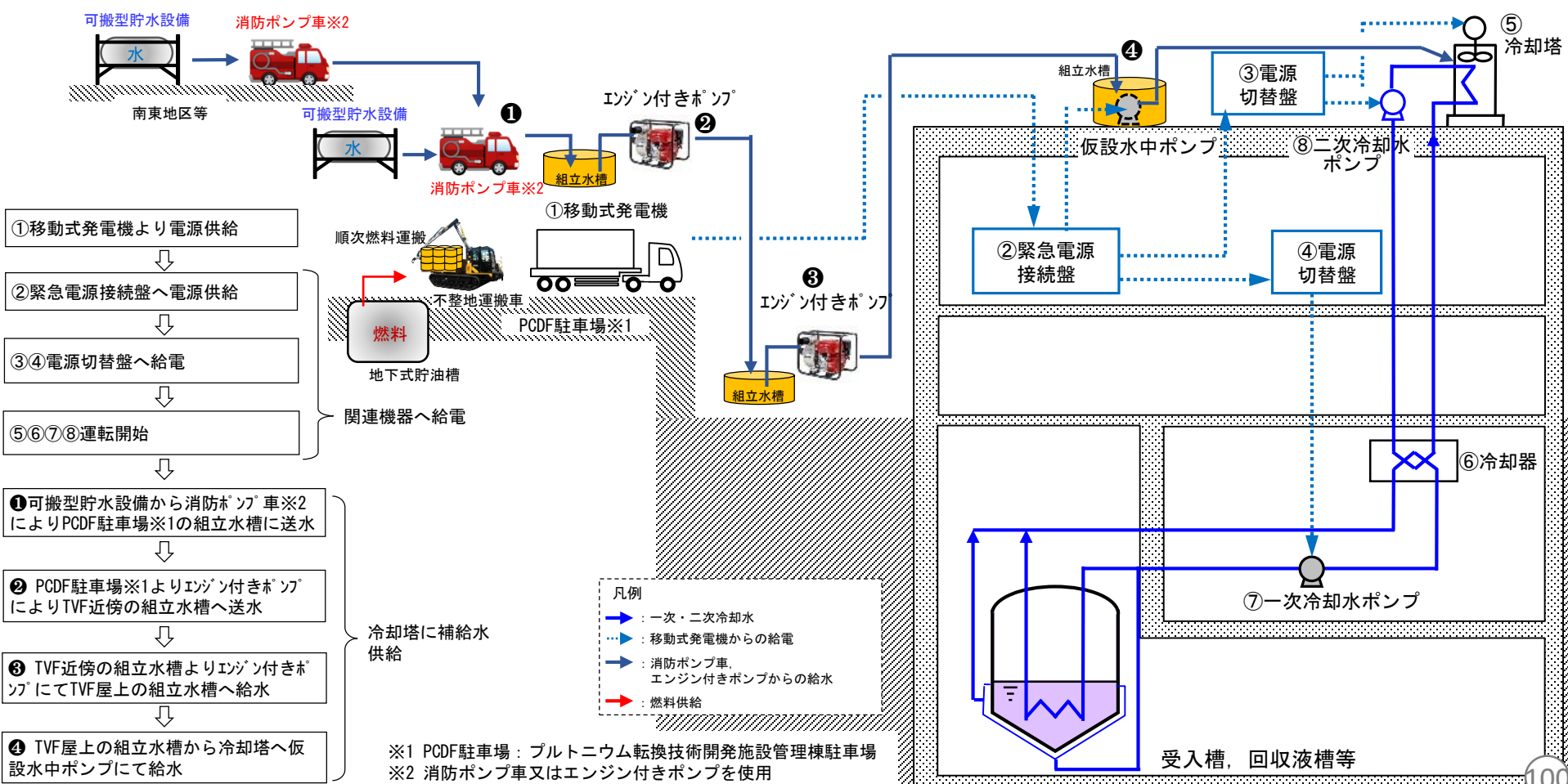
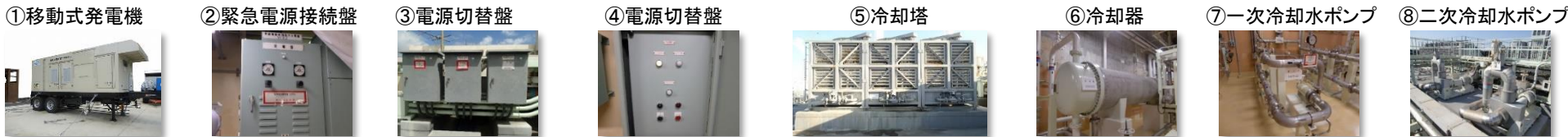
- ① 所内水源（浄水貯槽等）から消防ポンプ車で取水する。
- ↓
- ② 消防ポンプ車・エンジン付きポンプを配置しホースを接続する。
- ↓
- ③ 組立水槽を設置する。
- ↓
- ④ HAW施設近傍の組立水槽からHAW屋上の組立水槽を介してHAW施設屋内の分岐管にホースを繋ぐ。
- ↓
- ⑤ HAW屋内の分岐管から各貯槽へホースを繋ぐ。
- ↓
- ⑥ エンジン付きポンプから貯槽コイルに水を供給する。
- ↓
- ⑦ HAW施設から排出された冷却水はサーベイ実施後、施設外へ排水する。



※1 PCDF駐車場：プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場  
 ※2 消防ポンプ車又はエンジン付きポンプを使用する。

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 - TVFにおける未然防止対策① -

## 実施パターン① (TVF未然防止対策①)





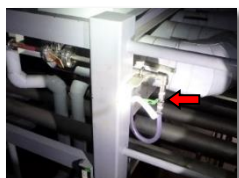
# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 — TVFにおける未然防止対策②(1/2) —

## 実施パターン② (TVF未然防止対策②(1/2))

④組立水槽



⑤補給用水用ホース接続



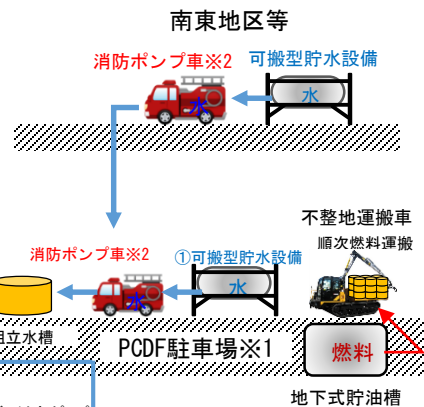
⑥仮設ホース接続



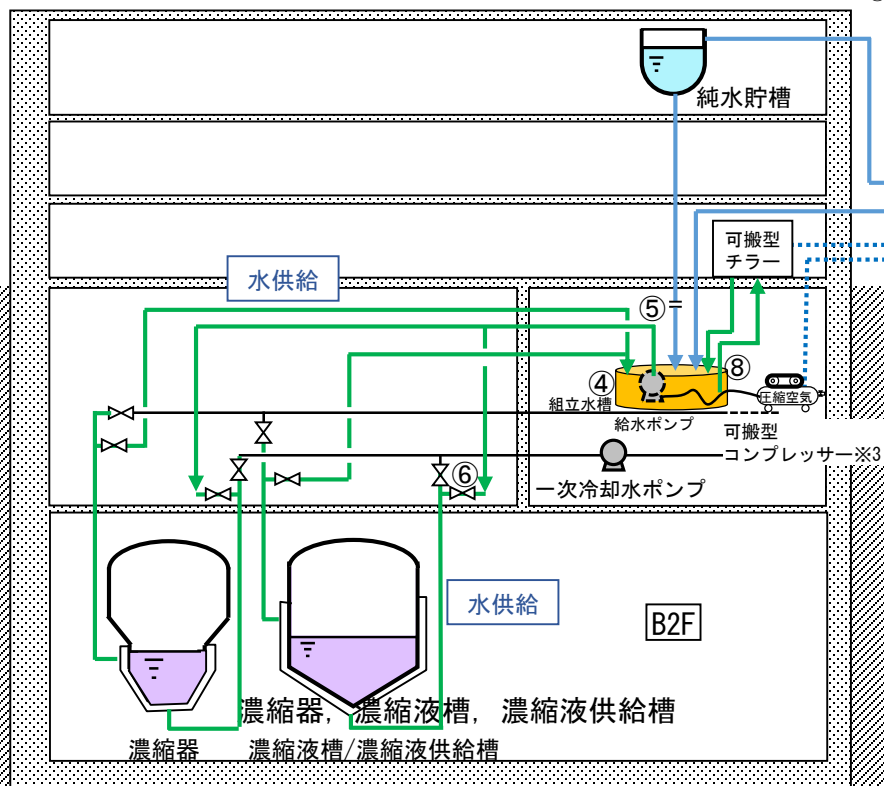
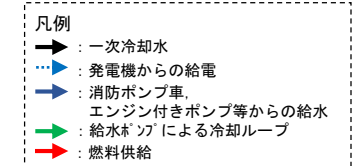
⑦可搬型発電機



⑧給水作業



- ①可搬型貯水設備等からエンジン付きポンプを介して組立水槽に送水
- ↓
- ②PCDF駐車場※1よりエンジン付きポンプによりTVF施設屋外の組立水槽へ送水
- ↓
- ③TVF施設屋外の組立水槽からエンジン付きポンプを介してTVF屋内にホースを敷設
- ↓
- ④⑤TVF施設内に組立水槽、可搬型チラー、給水ポンプ及びホース等を配置
- ↓
- ⑥各槽の冷却ジャケットのドレン用バルブにホースを接続
- ↓
- ⑦⑧TVF施設屋外のエンジン付きポンプ、発電機及び施設内の給水ポンプを起動し、水を供給

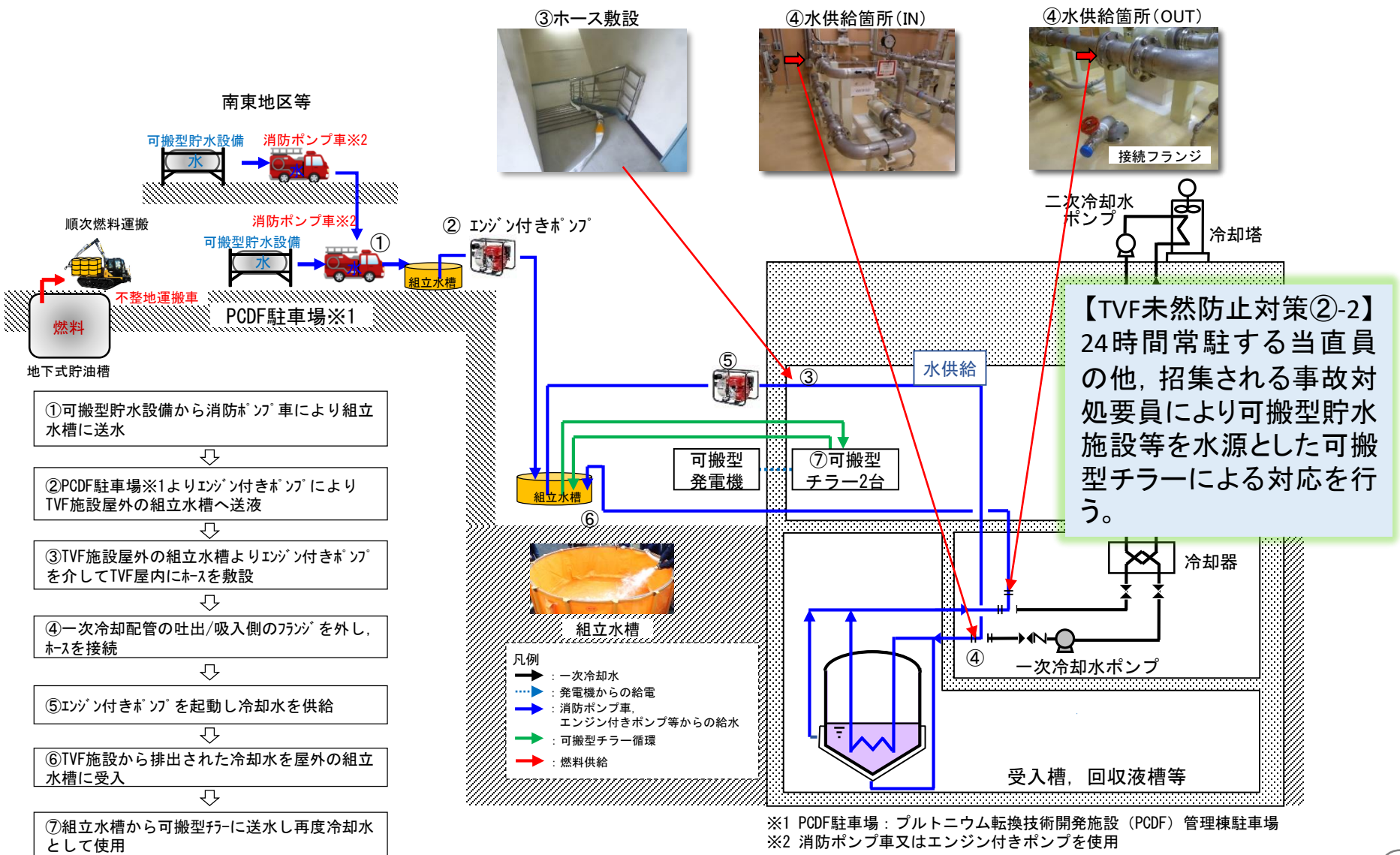


**【TVF未然防止対策②-1】**  
24時間常駐する当直員により施設内水源を使用した対応を行う。招集される事故対処要員を待たずに対策を行うことが可能であるが対象機器は濃縮器、濃縮液槽/濃縮液供給槽である。

※1 PCDF駐車場: プルトニウム転換技術開発施設 (PCDF) 管理棟駐車場  
 ※2 消防ポンプ車又はエンジン付きポンプを使用  
 ※3 給水ポンプの駆動用圧空として使用

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 - TVFにおける未然防止対策②(2/2) -

## 実施パターン② (TVF未然防止対策②(2/2))





# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － 遅延対策に要する資源の一覧 －

- ◆ 遅延対策①は、予め施設内の貯槽に確保した水を、高放射性廃液貯槽等に注水する。
- ◆ 遅延対策②では、対策に必要な水量が遅延対策①で確保した量を超える場合に、建家外の水源から注水する。
- ◆ HAWでは、可搬型蒸気供給設備が使用できない場合、遅延対策②を行う。
- ◆ 燃料、冷却水の必要量は、対策毎に違いのある使用設備に影響する。

事故対処			遅延対策に必要な 事故対処設備	燃料※1		蒸気用水※1		作業 要員数
対策	方法	パターン		供給元	必要量	供給元	必要量	
遅延 ①	建家内の貯槽に確保した水を高放射性廃液貯槽等へ注水して、液温を低下させるとともに、液量を増やして温度上昇速度を遅くする。 ・ HAWでは、高放射性廃液貯槽の予備貯槽に120 m <sup>3</sup> の水を確保し、スチームジェットにより各貯槽へ注水する。 ・ TVFでは、純水貯槽に17 m <sup>3</sup> の水を確保し、水中ポンプにより各貯槽へ注水する。	①	・可搬型蒸気供給設備×1 ・エンジン付きポンプ×1 ・給水ポンプ×1 ・可搬型コンプレッサー×1 ・可搬型発電機×1 ・消防ポンプ車×1 ・組立水槽×2	事故対処用 地下式貯油 槽 (80 m <sup>3</sup> )	5 m <sup>3</sup>	可搬型貯 水設備 (357 m <sup>3</sup> )	12 m <sup>3</sup>	31人
		①-1		所内の既設 燃料貯蔵施 設 (450 m <sup>3</sup> )		所内の 既設貯水 設備 (1000 m <sup>3</sup> )		

※1 燃料及び蒸気用水は、HAWでの遅延①のみで使用する。高放射性廃液の貯槽への注水は建家内の既設貯槽にある水のみを利用するため、上記の水の必要量に含めていない。

事故対処			遅延対策に必要な 事故対処設備	燃料		補給水		作業 要員数
対策	方法	パターン		供給元	必要量	供給元	必要量※2	
遅延 ②	建家外の水源から高放射性廃液貯槽等へ注水して、液温を低下させるとともに、液量を増やして温度上昇速度を遅くする。	②	・エンジン付きポンプ×4 ・水中ポンプ×1 ・可搬型コンプレッサー×1 ・消防ポンプ車×1 ・組立水槽×4	事故対処用 地下式貯油 槽 (80 m <sup>3</sup> )	4 m <sup>3</sup>	可搬型貯 水設備 (357 m <sup>3</sup> )	283 m <sup>3</sup>	29人
		②-1		所内の既設 燃料貯蔵施 設 (450 m <sup>3</sup> )		所内の 既設貯水 設備 (1000 m <sup>3</sup> )		

※2 遅延②では高放射性廃液の貯槽への注水の水を施設外の水源から調達することから、そのための水量を示す。なお、必要量としては高放射性廃液の貯槽の空き容量分(注水可能な最大量)を積算した。

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 — HAWにおける遅延対策① —

## 実施パターン① (HAW遅延対策①)

凡例

- ➡: 蒸気供給ホース敷設
- ➡: 可搬型貯蔵設備等より水供給
- ➡: 予備貯槽からHAW貯槽へ水を供給

①TVFトラックエリアより可搬型蒸気供給設備及び蒸気供給用ホースを搬出しHAW近傍へ設置する。



②蒸気供給用ホースの敷設を行う。



③可搬型貯蔵設備等からエンジン付きポンプでスチームジェットの駆動用蒸気を供給するために可搬型蒸気供給設備へ水を供給する。  
(蒸気設備作動用)



④予備貯槽の送液用ジェットに蒸気供給用ホースを繋ぐ。



⑤分配器で送液先にレバーを設定する。



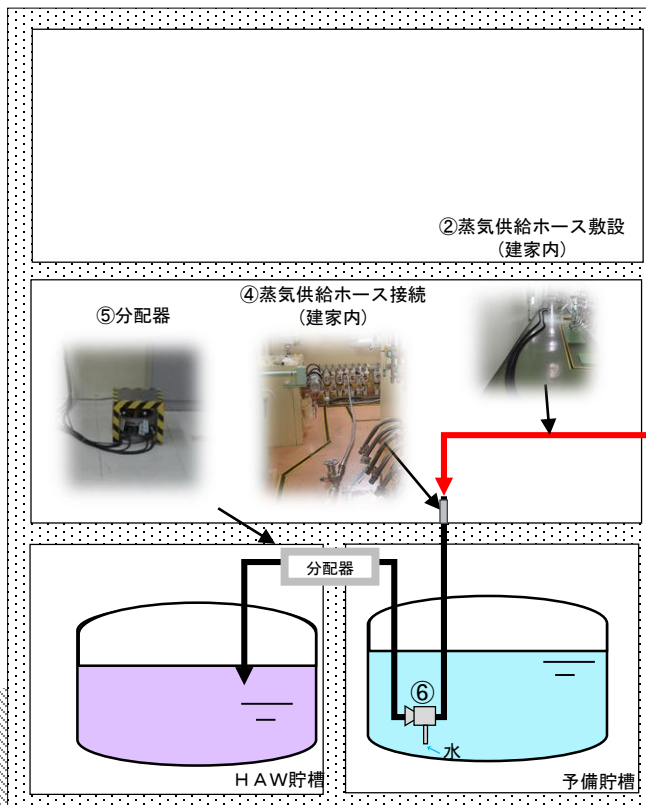
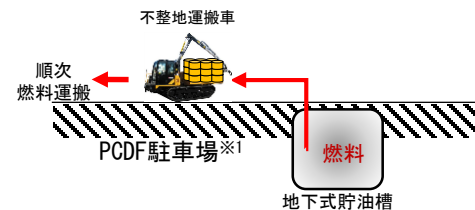
⑥水を移送させるためのスチームジェットに駆動用蒸気を供給することで、予備貯槽の水が吸い込まれHAW貯槽へ送液される。



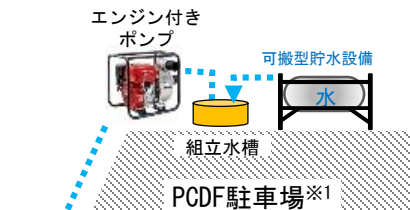
可搬型蒸気供給設備運搬



①TVFより可搬型蒸気供給設備を搬出しHAW施設近傍へ設置  
PCDF駐車場※1より水を供給



建家外より建家内へ蒸気ホース搬入  
可搬型蒸気供給設備

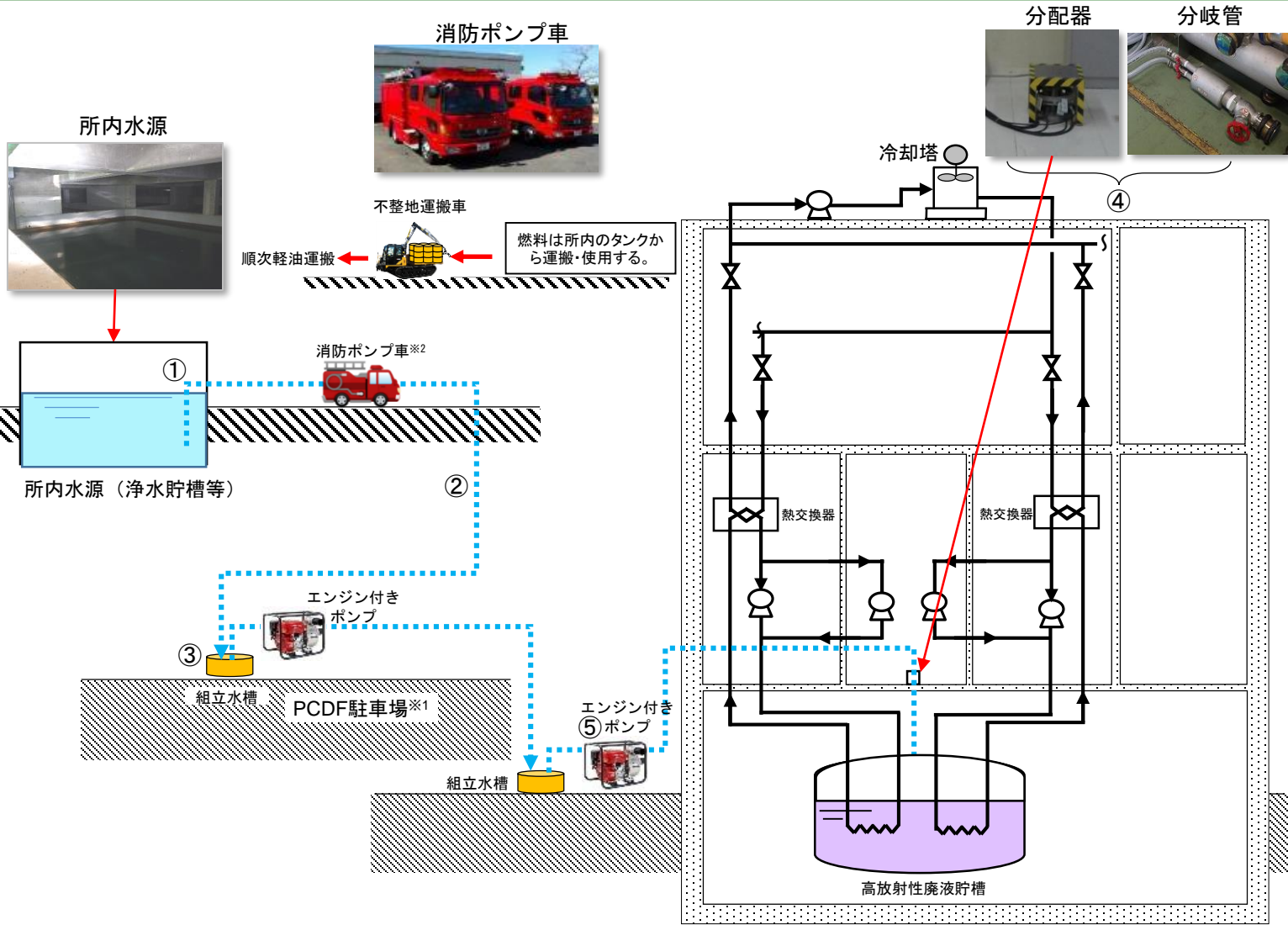


予備貯槽には可搬型ポンプ等を外部から接続できないため、注水には既設の送液設備であるスチームジェットを使用する。

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 — HAWにおける遅延対策② —

## 実施パターン②（HAW遅延対策②）

- 凡例
- : 一次・二次冷却水
  - (Blue) : 消防ポンプ車、エンジン付きポンプからの給水
  - (Red) : 燃料



① 所内水源（浄水貯槽等）から消防ポンプ車で取水する。

② 消防ポンプ車・エンジン付きポンプを配置し消防ホースを接続する。

③ 組立水槽を設置する。

④ HAW施設屋内の分岐管から分配器を介し各貯槽へ消防ホースを繋ぐ。

⑤ エンジン付きポンプから貯槽に水を直接供給する。

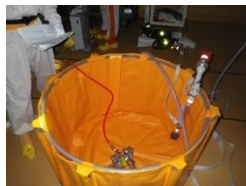
燃料は所内のタンクから運搬・使用する。

※1 PCDF駐車場：プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場  
 ※2 消防ポンプ車又はエンジン付きポンプを使用する

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 - TVFにおける遅延対策① -

## 実施パターン① (TVF遅延対策①)

- ①組立水槽
- ②分岐管
- ③給水用ホース接続
- ④給水用ホース接続



①純水貯槽から、受入槽及び濃縮器へ注水するために、手動バルブを開操作及び圧空供給設備により圧空バルブを開操作

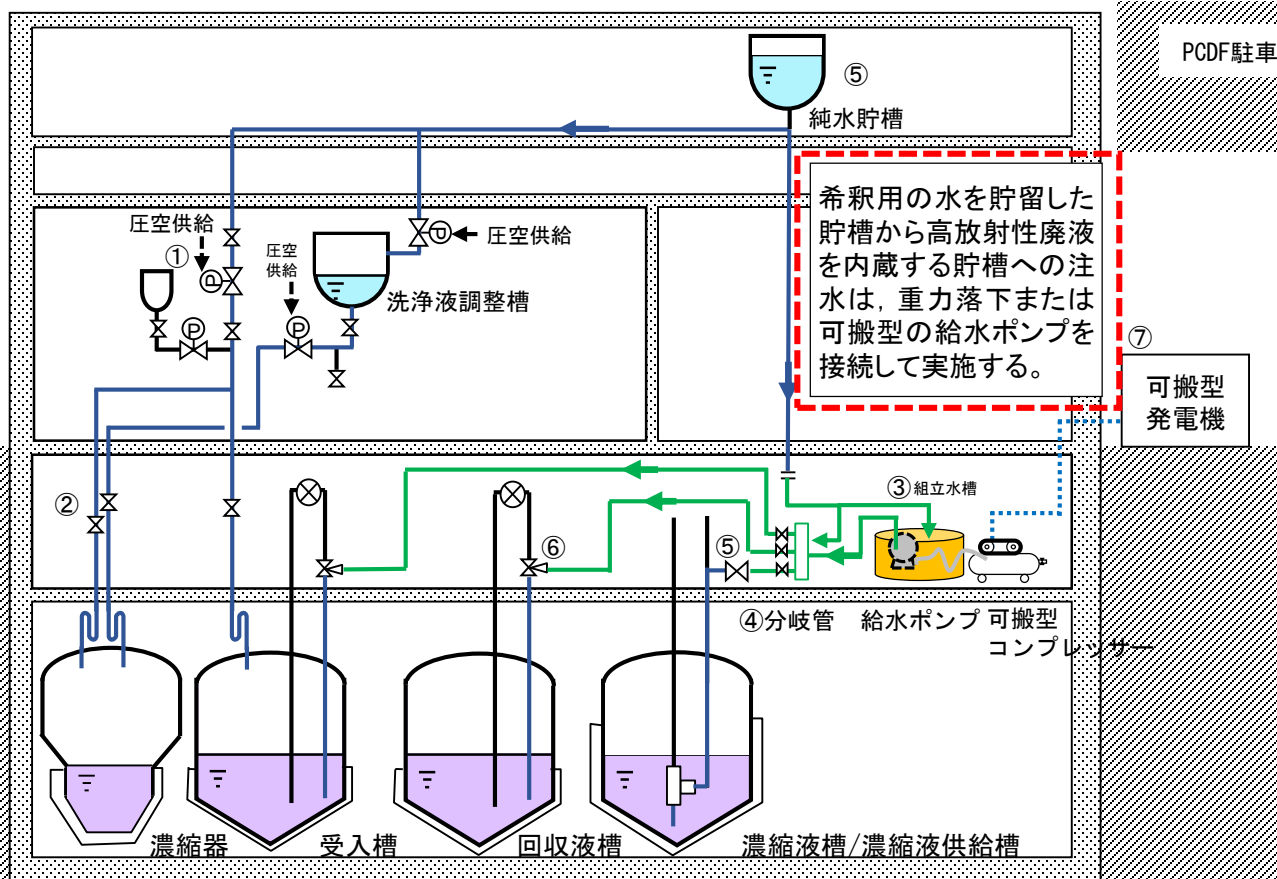
②地下1階のセル外第1手動バルブを開操作し、TVF施設内の純水貯槽の恒設ラインから水を注水

③④TVF施設内に組立水槽、分岐管、給水ポンプ及びホース等を配置

⑤⑥各槽の既設配管に給水用ホースを接続

⑦純水貯槽からの恒設ラインを使用した注水ができない回収液槽等は、TVF施設外の可搬型発電機から施設内の可搬型コンプレッサを起動し給水ポンプを使用して注水

- 凡例
- : 計装系・試薬供給系等
  - : 発電機からの給電
  - : 仮設注水ライン
  - : 恒設配管を利用した注水ライン

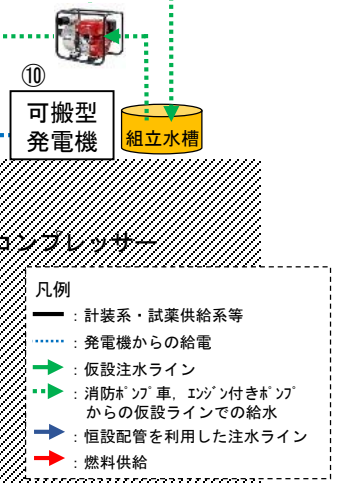
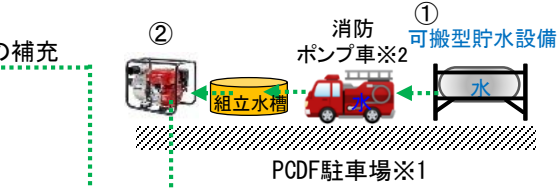
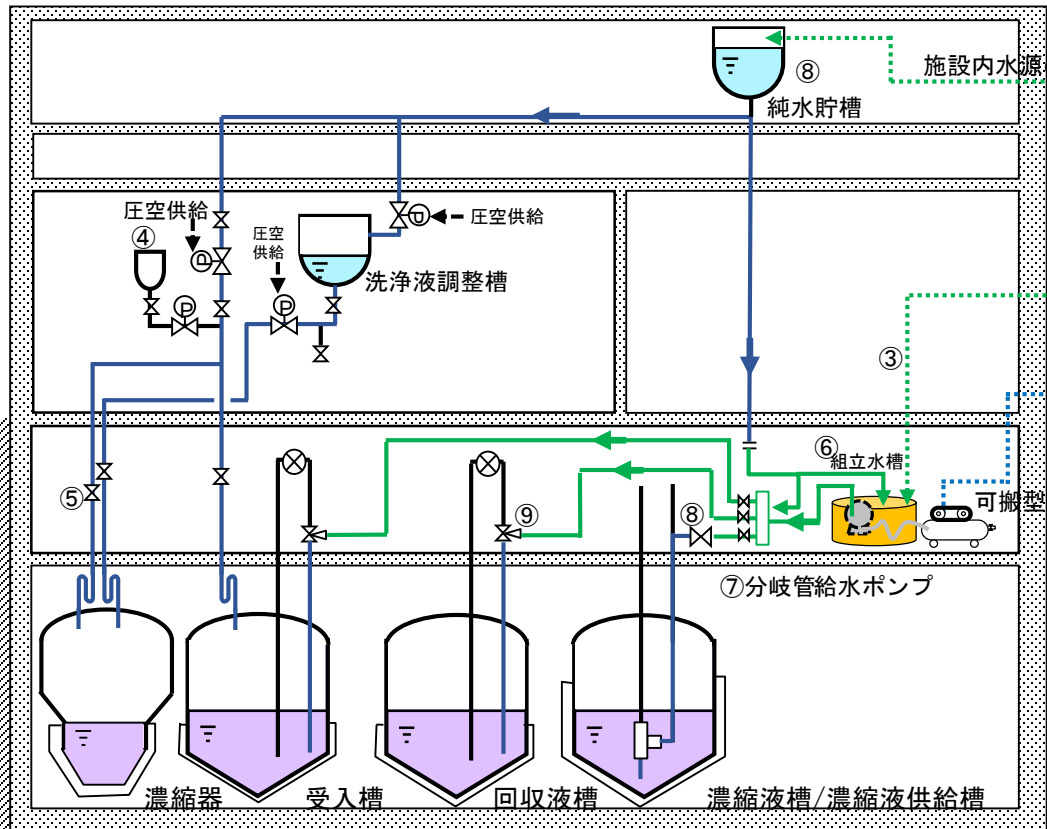
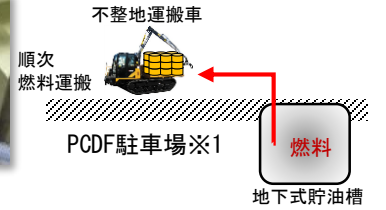


※ PCDF駐車場：プルトニウム転換技術開発施設 (PCDF) 管理棟駐車場

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 - TVFにおける遅延対策② -

## 実施パターン② (TVF遅延対策②)

- ① 可搬型貯水設備から消防ポンプ車又はエンジン付きポンプにより組立水槽に送水
- ② PCDF駐車場※1よりエンジン付きポンプによりTVF施設屋外の組立水槽へ送水
- ③ TVF施設屋外の組立水槽からエンジン付きポンプを介してTVF屋内にホスを敷設
- ④ 純水貯槽から、受入槽及び濃縮器へ注水するために、手動バルブを開操作及び圧空供給設備により圧空バルブを開操作
- ⑤ 地下1階のセル外第1手動バルブを開操作し、TVF施設内の純水貯槽の恒設ラインから水を注水
- ⑥ TVF施設内に組立水槽、分岐管、給水ポンプ及びホスを配置
- ⑧ 各槽の既設配管に給水用ホスを接続
- ⑩ 純水貯槽からの恒設ラインを使用した注水ができない回収液槽等は、TVF施設外の可搬型発電機から施設内の可搬型コンプレッサーを起動し給水ポンプを使用して注水



- 凡例
- : 計装系・試薬供給系等
  - ..... : 発電機からの給電
  - : 仮設注水ライン
  - : 消防ポンプ車、エンジン付きポンプからの仮設ラインでの給水
  - : 恒設配管を利用した注水ライン
  - : 燃料供給

※1 PCDF駐車場：プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場  
 ※2 消防ポンプ車又はエンジン付きポンプを使用



# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 — 事故対処設備を用いた訓練 —

◆ 実際の訓練により、実行可能な手順となっていることの確認や、各操作に必要な時間を測定。

## 移動式発電機からの給電操作

ケーブル敷設



移動式発電機起動操作



端子接続, 絶縁抵抗測定

## エンジン付きポンプを用いた外部からの給水操作

エンジン付きポンプによる送水



エンジン付きポンプ運搬



エンジン付きポンプ運搬

## その他の訓練



不整地運搬車による燃料運搬



ホイールローダによるがれき撤去(夜間)



消防ポンプ車の展開



自然水利からの取水

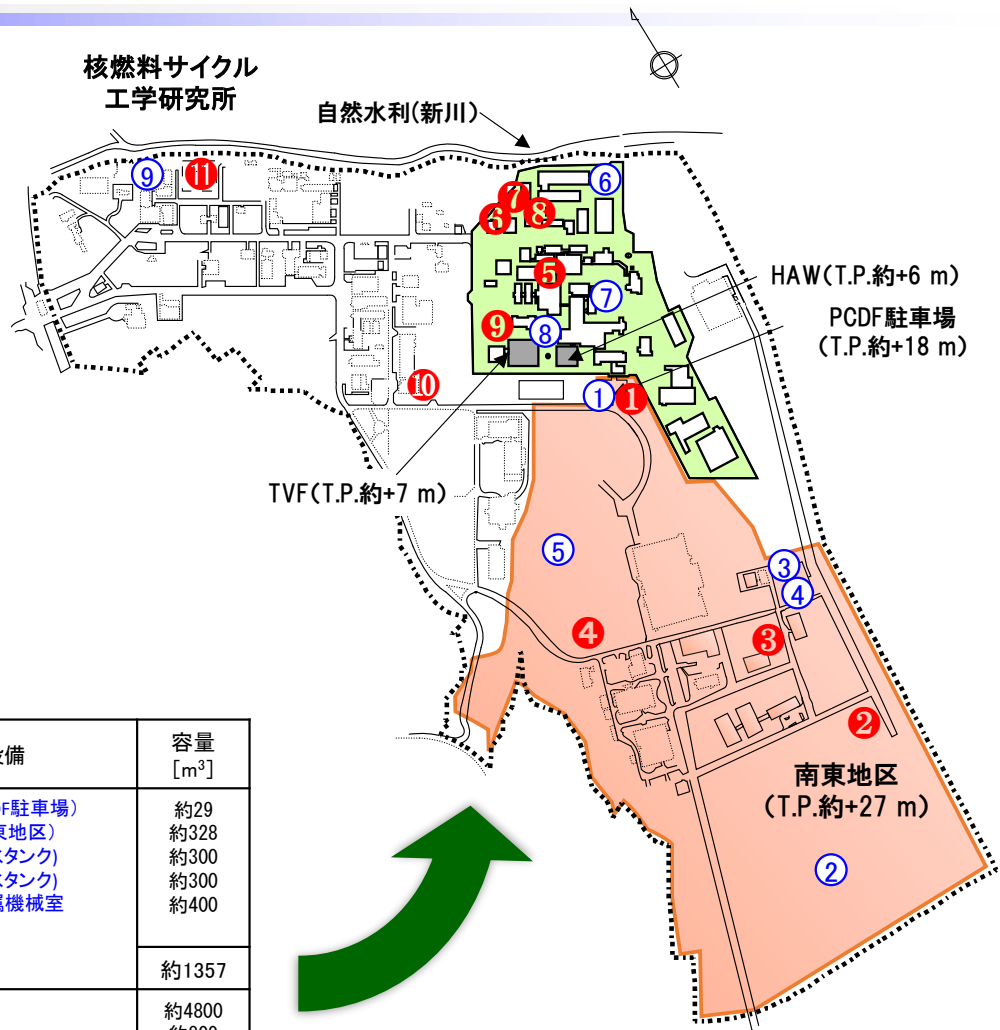
# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## — 事故対処に必要な資源(燃料・水) —

- ◆ 令和5年度末までに、津波が遡上しない高さにある、PCDF駐車場に耐震性を確保した地下式貯油槽を設けて、燃料の確保を確実にする。
- ◆ 同様に、可搬型貯水設備(タンクコンテナ)をPCDF駐車場及び南東地区に設置して必要な水を確実に確保する。



これらの設備が整備されるまでの間、あるいは万が一これらの設備も使用できなくなった場合を想定し、予め所内の利用可能な資源を調査し、アクセスルートや搬送手順についても検討しておくことで、事故対処を迅速に行う。



	燃料の貯蔵設備	容量 [m <sup>3</sup> ]	水の貯蔵設備	容量 [m <sup>3</sup> ]
T.P. 約+15m 以上	<ul style="list-style-type: none"> <li>①地下式貯油槽</li> <li>②南東地区(燃料タンク)</li> <li>③地層処分放射化学研究施設(クオリティ)地下タンク</li> <li>④プルトニウム燃料技術開発センターユーティリティ棟</li> </ul>	約80 約390 約10 約50	<ul style="list-style-type: none"> <li>①可搬型貯水設備(PCDF駐車場)</li> <li>②可搬型貯水設備(南東地区)</li> <li>③中央運転管理室(給水タンク)</li> <li>④中央運転管理室(受水タンク)</li> <li>⑤プルトニウム燃料付属機械室(蓄熱槽)</li> </ul>	約29 約328 約300 約300 約400
		約530		約1357
T.P. 約+15m 以下	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑤(再処理施設)ユーティリティ施設地下貯油槽</li> <li>⑥中間閉閉所燃料地下貯油槽</li> <li>⑦第二中間閉閉所燃料地下貯油槽</li> <li>⑧低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)地下貯油槽</li> <li>⑨ガラス固化技術開発施設(TVF)地下貯油槽</li> <li>⑩高レベル放射性物質研究施設(CPF)地下埋設オイルタンク</li> <li>⑪非常用予備発電棟地下燃料タンク貯油槽</li> </ul>	約114 約30 約45 約30 約25 約9 約25	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑥浄水貯槽</li> <li>⑦屋外冷却水設備</li> <li>⑧散水貯槽</li> <li>⑨工業用水受水槽</li> </ul>	約4800 約800 約30 約5000
		約278		約10630

凡例

- 研究所敷地境界線
- 標高T.P.約+15 m以上 (津波による浸水がないエリア)
- 再処理施設敷地範囲

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 ー 燃料及び水の必要量に係る評価の一例(1/5) ー

未然防止対策①(移動式発電機+既設冷却塔への散水による冷却)に必要な水と燃料の算出

用途	設備	燃料の必要量				水の必要量
		①燃費 [m <sup>3</sup> /h/台]	②使用時間 [h]	③台数 [台]	必要量※ [m <sup>3</sup> ] (①×②×③)	必要量※ [m <sup>3</sup> ]
燃料の運搬	不整地運搬車	0.0094	82 (計算値)	1	0.78	【HAW】 既設の冷却塔への 補給水量(0.9m <sup>3</sup> /h) × 補給時間(168h)  補給水量は実績値 (約0.8m <sup>3</sup> /54分⇒約 0.889m <sup>3</sup> /hを切り上 げ)  【TVF】 計算値(1.1m <sup>3</sup> /h×補 給時間(168h)  蒸発量:0.019m <sup>3</sup> /h 飛散水量:0.54m <sup>3</sup> /h ブロウダウン量: 0.54m <sup>3</sup> /h
冷却水の供給	消防ポンプ車	0.005	168 (7日間の使用を想定)	2	1.68	
冷却水の供給	エンジン付きポンプ	0.0014	168 (7日間の使用を想定)	5	1.19	
水の冷却	移動式発電機(既設の冷却塔等への給電)	0.21	168 (7日間の使用を想定)	1	35.28	
アクセスルートの確保	ホイールローダ	0.0043	6 (訓練実績を反映したタイムチャート 設定時間)	1	0.03	
	不整地運搬車	0.0094	6 (訓練実績を反映したタイムチャート 設定時間)	1	0.06	
	油圧ショベル	0.0034	6 (訓練実績を反映したタイムチャート 設定時間)	1	0.03	
	津波によるウェットサイトを想定した場合のがれき撤去等の作業時間は不確実性が大きい ため 1 m <sup>3</sup> に設定(訓練実績を反映したタイムチャート設定時間での上記3台の重機の合計必要量は 0.12 m <sup>3</sup> 程度)				1	
作業用の照明	エンジン付きライト	0.0008	84 (夜間での使用(12時間/日×7日))	6	0.41	
通信機器の充電	通信機器の充電用発電機	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	2	0.58	
計測系の監視機器の充電	可搬型発電機(可搬型コンプレッサー用)	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	1	0.29	
	可搬型発電機(可搬型モニタリング設備用)	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	2	0.58	
				合計※	43	337

※ 各欄毎に端数処理を行っているため、各欄の和と合計は一致しない。

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 ー 燃料及び水の必要量に係る評価の一例(2/5) ー

未然防止対策②(可搬型冷却器により冷却系統を構成)に必要な水と燃料の算出

用途	設備	燃料の必要量				水の必要量
		①燃費 [m <sup>3</sup> /h/台]	②使用時間 [h]	③台数 [台]	必要量※ [m <sup>3</sup> ] (①×②×③)	必要量※ [m <sup>3</sup> ]
燃料の運搬	不整地運搬車	0.0094	17 (計算値)	1	0.16	【HAW】 (組立水槽の容量 17m <sup>3</sup> (5m <sup>3</sup> /基×3基 +2m <sup>3</sup> /基×屋上1基) + ホース15本の内容容量 1.2m <sup>3</sup> (ホース内径 65mm・長さ20m/本、 総延長300m))  【TVF】 (組立水槽の容量 10m <sup>3</sup> (5m <sup>3</sup> /基×2基) ※受入槽/回収液槽 分、濃縮器等分
冷却水の供給	消防ポンプ車	0.005	168 (7日間の使用を想定)	2	1.68	
冷却水の供給	エンジン付きポンプ	0.0014	168 (7日間の使用を想定)	7	1.65	
水の冷却	可搬型発電機(可搬型冷却設備への給電)	0.0048	168 (7日間の使用を想定)	1	0.81	
	可搬型発電機(可搬型チラーへの給電)	0.004	168 (7日間の使用を想定)	1	0.68	
	可搬型発電機 (可搬型コンプレッサー用:ダイヤフラムポンプ用)	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	2	0.58	
アクセスルートの確保	ホイールローダ	0.0043	6 (訓練実績を反映したタイムチャート 設定時間)	1	0.03	
	不整地運搬車	0.0094	6 (訓練実績を反映したタイムチャート 設定時間)	1	0.06	
	油圧ショベル	0.0034	6 (訓練実績を反映したタイムチャート 設定時間)	1	0.03	
	津波によるウェットサイトを想定した場合のがれき撤去等の作業時間は不確実性が大きい ため 1 m <sup>3</sup> に設定(訓練実績を反映したタイムチャート設定時間での上記3台の重機の合計必要量は0.12 m <sup>3</sup> 程度)				1	
作業用の照明	エンジン付きライト	0.0008	84 (夜間での使用(12時間/日×7日))	6	0.41	
通信機器の充電	通信機器の充電用発電機	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	2	0.58	
計測系の監視機器の充電	可搬型発電機(可搬型コンプレッサー用)	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	1	0.29	
	可搬型発電機(可搬型モニタリング設備用)	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	2	0.58	
				合計※	9	29

※ 各欄毎に端数処理を行っているため、各欄の和と合計は一致しない。

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 ー 燃料及び水の必要量に係る評価の一例(3/5) ー

未然防止対策③(ワンスルーによる冷却系統への供給)に必要な水と燃料の算出

用途	設備	燃料の必要量				水の必要量
		①燃費 [m <sup>3</sup> /h/台]	②使用時間 [h]	③台数 [台]	必要量* [m <sup>3</sup> ] (①×②×③)	必要量* [m <sup>3</sup> ]
燃料の運搬	不整地運搬車	0.0094	14 (計算値)	1	0.14	【HAW】 (冷却コイルへの給水量(12m <sup>3</sup> /h)×補給時間(168h))  【TVF】 (冷却コイルへの給水量(2m <sup>3</sup> /h)×補給時間(168h))
冷却水の供給	消防ポンプ車	0.005	168 (7日間の使用を想定)	1	0.84	
冷却水の供給	エンジン付きポンプ	0.0014	168 (7日間の使用を想定)	6	1.42	
アクセスルートの確保	ホイールローダ	0.0043	6 (訓練実績を反映したタイムチャート設定時間)	1	0.03	
	不整地運搬車	0.0094	6 (訓練実績を反映したタイムチャート設定時間)	1	0.06	
	油圧ショベル	0.0034	6 (訓練実績を反映したタイムチャート設定時間)	1	0.03	
	津波によるウェットサイトを想定した場合のがれき撤去等の作業時間は不確実性が大きいので 1 m <sup>3</sup> に設定(訓練実績を反映したタイムチャート設定時間での上記3台の重機の合計必要量は0.12 m <sup>3</sup> 程度)				1	
作業用の照明	エンジン付きライト	0.0008	84 (夜間での使用(12時間/日×7日))	7	0.48	
通信機器の充電	通信機器の充電用発電機	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	2	0.58	
計測系の監視機器の充電	可搬型発電機(可搬型コンプレッサー用)	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	1	0.29	
	可搬型発電機(可搬型モニタリング設備用)	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	2	0.58	
				合計*	7	2352

※ 各欄毎に端数処理を行っているため、各欄の和と合計は一致しない。

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 ー 燃料及び水の必要量に係る評価の一例(4/5) ー

遅延対策①(建家内水源使用による沸騰到達時間の遅延)に必要な水と燃料の算出

用途	設備	燃料の必要量				水の必要量	
		①燃費 [m <sup>3</sup> /h/台]	②使用時間 [h]	③台数 [台]	必要量 <sup>※</sup> [m <sup>3</sup> ] (①×②×③)	必要量 <sup>※</sup> [m <sup>3</sup> ]	
燃料の運搬	不整地運搬車	0.0094	14 (計算値)	1	0.14	【HAW】 送液量(120m <sup>3</sup> (V36からの送液量))の1割(実績値)  【TVF】 TVFにおける遅延対策①は各貯槽等への注水を建家内の既設貯槽にある水を利用するため、水の必要量に含めていない。	
蒸気の供給	可搬型蒸気供給設備	0.072	13 (V36貯留水120 m3送液時間(12時間)+暖機運転時間(1時間))	1	0.94		
	可搬型発電機(可搬型蒸気供給設備への給電)	0.0039	13 (V36貯留水120 m3送液時間(12時間)+暖機運転時間(1時間))	1	0.06		
蒸気発生用水の供給	エンジン付きポンプ	0.0014	13 (7日間の使用を想定)	1	0.02		
水の供給	供給ポンプ駆動用コンプレッサー(TVF)	0.0017	24	1	0.05		
アクセスルートの確保	津波によるウェットサイトを想定した場合のがれき撤去等の作業時間は不確実性が大きいため 1 m <sup>3</sup> に設定(訓練実績を反映したタイムチャート設定時間での上記3台の重機の合計必要量は0.12 m <sup>3</sup> 程度)				1		
作業用の照明	エンジン付きライト	0.0008	84 (夜間での使用(12時間/日×7日))	5	0.34		
通信機器の充電	通信機器の充電用発電機	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	2	0.58		
計測系の監視機器の充電	可搬型発電機(可搬型コンプレッサー用)	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	1	0.29		
	可搬型発電機(可搬型モニタリング設備用)	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	2	0.58		
				合計 <sup>※</sup>	5	12	

※ 各欄毎に端数処理を行っているため、各欄の和と合計は一致しない。

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 ー 燃料及び水の必要量に係る評価の一例(5/5) ー

遅延対策②(建家外水源使用による沸騰到達時間の遅延)に必要な水と燃料の算出

用途	設備	燃料の必要量				水の必要量	
		①燃費 [m <sup>3</sup> /h/台]	②使用時間 [h]	③台数 [台]	必要量 <sup>※</sup> [m <sup>3</sup> ] (①×②×③)	必要量 <sup>※</sup> [m <sup>3</sup> ]	
燃料の運搬	不整地運搬車	0.0094	11 (計算値)	1	0.11	【HAW】 (R2.8.31時点のHAW貯槽5基の総量約330m <sup>3</sup> (336.3m <sup>3</sup> を切り下げ)から満水600m <sup>3</sup> (120m <sup>3</sup> ×5基)までの注水量)	
冷却水の供給	消防ポンプ車	0.005	1.7 (168 m <sup>3</sup> /h送水流量で注水量270 m <sup>3</sup> を注水する時間)	1	0.01		
	エンジン付きポンプ	0.0014	1.7 (7日間の使用を想定)	4	0.01		
水の供給	供給ポンプ駆動用コンプレッサー(TVF)	0.0017	20	1	0.04		
アクセスルートの確保	津波によるウェットサイトを想定した場合のがれき撤去等の作業時間は不確実性が大きいとため 1 m <sup>3</sup> に設定(訓練実績を反映したタイムチャート設定時間での上記3台の重機の合計必要量は0.12 m <sup>3</sup> 程度)				1		【TVF】 以下の貯槽に満水まで注水する。 受入槽5.5m <sup>3</sup> +回収液槽5.5m <sup>3</sup> =11m <sup>3</sup> 濃縮器+濃縮液槽 +濃縮液供給槽=2m <sup>3</sup>
作業用の照明	エンジン付きライト	0.0008	84 (夜間での使用(12時間/日×7日))	7	0.48		
通信機器の充電	通信機器の充電用発電機	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	2	0.58		
計測系の監視機器の充電	可搬型発電機(可搬型コンプレッサー用)	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	1	0.29		
	可搬型発電機(可搬型モニタリング設備用)	0.0017	168 (7日間の使用を想定)	2	0.58		
				合計 <sup>※</sup>	4	283	

※ 各欄毎に端数処理を行っているため、各欄の和と合計は一致しない。

## 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

### － 除熱に必要な冷却水流量(1/8) －

#### 事故対処における崩壊熱除去(高放射性廃液貯槽等の冷却)の方法

##### 【前提条件】

冷却水出口温度は、ホースの使用条件の上限値60 °Cに対して余裕を見込んだ55 °C以下となるようにする。また、内包液温度は、設計上の運転温度の60 °C以下となるようにする。

##### 【評価条件】

高放射性廃液貯槽が内包する溶液の発熱量から対数平均温度差及び総括伝熱係数の計算に用いる物性値を表1に示す。冷却水の比熱, 冷却水の密度, 冷却水の熱伝導率及び冷却水の粘度は, 冷却水の平均温度(=(冷却水入口温度+冷却水出口温度)/2)又は冷却水の壁面温度における「伝熱工学資料 改訂第5版, 日本機械学会, 1980」に示す値の線形近似値とする。

##### 【評価方法】

冷却水出口温度及び内包液温度を満足するとともに, 必要伝熱面積 $A[m^2]$ と実際の伝熱面積 $A_r[m^2]$ が等しくなる定常状態での冷却水流量 $W[m^3/h]$ を算出する。この際に使用する対数平均温度差 $\Delta t_L[K]$ 及び総括伝熱係数 $U[W/m^2K]$ の評価式を以下に示す。

##### a. 冷却水流量 $W[m^3/h]$ の算出

$$W = Q / (C_i \times \rho_i (t_2 - t_1))$$

##### b. 対数平均温度差 $\Delta t_L[^\circ C]$ の算出

$$\Delta t_L = \frac{(T - t_1) - (T - t_2)}{\ln \frac{(T - t_1)}{(T - t_2)}}$$

対数平均温度差の算出に用いるパラメータ		
Q	[J/h]	発熱量
T	[°C]	内包液温度
t <sub>1</sub>	[°C]	冷却水入口温度
t <sub>2</sub>	[°C]	冷却水出口温度 (= t <sub>1</sub> + Q / (C <sub>i</sub> × ρ <sub>i</sub> × W) )
W	[m <sup>3</sup> /h]	冷却水流量
C <sub>i</sub>	[J/kgK]	冷却水の比熱
ρ <sub>i</sub>	[kg/m <sup>3</sup> ]	冷却水の密度



# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － 除熱に必要な冷却水流量(2/8) －

### 事故対処における崩壊熱除去(高放射性廃液貯槽等の冷却)の方法

c. 総括伝熱係数  $U$  [W/m<sup>2</sup>K] の算出

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_o} + \frac{1}{h_{so}} + \frac{2 \times L \times d'}{\lambda \times (d + d')} + \frac{d'}{(d \times h_{si})} + \frac{d'}{d \times h_i}$$

・冷却コイル外面(内包液側)の熱伝達率  $h_o$  [W/m<sup>2</sup>K] は下式で表される。

$$h_o = \frac{\lambda_o \times Nu_o}{d'}$$

・冷却コイル外面(内包液側)のヌセルト数  $Nu_o$  は以下のとおり求める(1)。

( $Gr_o \times Pr_o = 10^4 \sim 10^9$  の場合)

$$Nu_o = 0.53 \times (Gr_o \times Pr_o)^{\frac{1}{4}}$$

( $Gr_o \times Pr_o > 10^9$  の場合)

$$Nu_o = 0.13 \times (Gr_o \times Pr_o)^{1/3}$$

総括伝熱係数の算出に用いるパラメータ		
$h_o$	[W/m <sup>2</sup> K]	冷却コイル外面(内包液側)の熱伝達率
$h_i$	[W/m <sup>2</sup> K]	冷却コイル内面(冷却水側)の熱伝達率
$L$	[m]	冷却コイル厚さ
$\lambda$	[W/mK]	冷却コイルの熱伝導率
$h_{so}$	[W/m <sup>2</sup> K]	冷却コイル外面(内包液側)の汚れ係数
$h_{si}$	[W/m <sup>2</sup> K]	冷却コイル内面(冷却水側)の汚れ係数
$d'$	[m]	冷却コイル外径
$d$	[m]	冷却コイル内径

内包液側のヌセルト数の算出に用いるパラメータ		
$Pr_o$	—	内包液のプラントル数 ( $= C_o \times \mu_o / \lambda_o$ )
$Gr_o$	—	内包液のグラスホフ数 ( $= g \times d'^3 \times \rho_o^2 \times \beta \times (T - T_w) / \mu_o^2$ )
$g$	[m/s <sup>2</sup> ]	重力加速度 (=9.8)
$\beta$	[K <sup>-1</sup> ]	内包液の体膨張係数
$T_w$	[°C]	内包液のコイル壁面温度
$\mu_o$	[kg/ms]	内包液の粘度
$\lambda_o$	[W/mK]	内包液の熱伝導率
$\rho_o$	[kg/m <sup>3</sup> ]	内包液の密度
$C_o$	[J/kgK]	内包液の比熱
$d$	[m]	冷却コイル内径

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － 除熱に必要な冷却水流量(3/8) －

### 事故対処における崩壊熱除去(高放射性廃液貯槽等の冷却)の方法

・冷却コイル内面(冷却水側)の熱伝達率 $h_i$ [W/m<sup>2</sup>K]は下式で表される。

$$h_i = \frac{\lambda_i \times Nu_i}{d}$$

・冷却コイル内面(冷却水側)のヌセルト数 $Nu_i$ は以下のとおり求める。

( $Re_i = 10^4 \sim 1.2 \times 10^5$ の場合)

$$Nu_i = 0.023 \times Re_i^{0.8} \times Pr_i^{0.4}$$

( $Re_i = 2320 \sim 10^4$ の場合)

$$Nu_i = 0.116 \times (Re_i^{\frac{2}{3}} - 125) \times Pr_i^{\frac{1}{3}} \times \left[ 1 + \left( \frac{d}{L_c} \right)^{\frac{2}{3}} \right] \times \left( \frac{\mu_i}{\mu_{wi}} \right)^{0.14}$$

冷却水側のヌセルト数の算出に用いるパラメータ

$L_c$	[m]	コイル長さ
$Re_i$	—	冷却水のレイノルズ数 (= $d \times u \times \rho_i / \mu_i$ )
$Pr_i$	—	冷却水のプラントル数 (平均温度における値) (= $C_i \times \mu_i / \lambda_i$ )
$u$	[m/s]	冷却水の流速
$\mu_i$	[kg/ms]	冷却水の粘度 (平均温度における値)
$\mu_{wi}$	[kg/ms]	冷却水の粘度 (壁面温度における値)
$\lambda_i$	[W/mK]	冷却水の熱伝導率 (平均温度における値)
$C_i$	[J/kgK]	冷却水の比熱

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － 除熱に必要な冷却水流量(4/8) －

事故対処における崩壊熱除去(高放射性廃液貯槽等の冷却)の方法

対数平均温度差及び総括伝熱係数の計算に用いる物性値 (HAW)

No.	パラメータ	記号	単位	272V31	272V32	272V33	272V34	272V35	備考
1	発熱密度	P	W/m <sup>3</sup>	694	872	605	834	958	計算値
2	内包液量	V	m <sup>3</sup>	55.0	65.6	69.2	74.9	71.6	実測値
3	冷却水入口温度	t <sub>i</sub>	°C	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	設定値
4	内包液の比熱	C <sub>o</sub>	J/kg K	2930	2930	2930	2930	2930	計算値
5	内包液の密度	ρ <sub>o</sub>	kg/m <sub>3</sub>	1203	1211	1249	1228	1244	実測値
6	内包液の粘度	μ <sub>o</sub>	kg/m s	9.44E-04	9.44E-04	9.44E-04	9.44E-04	9.44E-04	計算値
7	内包液の体膨張係数	β	K <sup>-1</sup>	3.84E-04	3.84E-04	3.84E-04	3.84E-04	3.84E-04	計算値
8	冷却コイル厚さ	L	m	5.20E-03	5.20E-03	5.20E-03	5.20E-03	5.20E-03	設計値
9	冷却コイルの熱伝導率	d	W/m K	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	設計値
10	冷却コイル外径	d'	m	7.63E-02	7.63E-02	7.63E-02	7.63E-02	7.63E-02	設計値
11	冷却コイル内径	d	m	6.59E-02	6.59E-02	6.59E-02	6.59E-02	6.59E-02	設計値
12	冷却コイル外面(内包液側)の汚れ係数	h <sub>so</sub>	W/m <sup>2</sup> K	1860	1860	1860	1860	1860	設計値
13	冷却コイル内面(冷却水側)の汚れ係数	h <sub>si</sub>	W/m <sup>2</sup> K	3488	3488	3488	3488	3488	設計値

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － 除熱に必要な冷却水流量(5/8) －

事故対処における崩壊熱除去(高放射性廃液貯槽等の冷却)の方法

冷却水の通水による除熱に関する評価結果 (HAW)

No	パラメータ	記号	単位	272V31	272V32	272V33	272V34	272V35
1	発熱量	Q	kW	38.1	57.2	41.9	62.5	68.6
2	内包液温度	T	°C	57.0	56.6	56.2	56.3	56.6
3	冷却水出口温度	$t_2$	°C	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0
4	対数平均温度差	$\Delta t_l$	°C	8.37	7.73	6.89	7.17	7.68
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	1.7	2.5	1.8	2.7	3.0
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	77	105	81	108	116
7	内包液のコイル壁面温度	$T_w$	°C	55.5	55.2	55.2	55.1	55.1
8	内包液のプラントル数	$Pr_o$	-	5.17	5.17	5.17	5.17	5.17
9	内包液のグラスホフ数	$Gr_o$	-	4.04E+06	4.06E+06	2.91E+06	3.50E+06	4.36E+06
10	プラントル数とグラスホフ数の積	$Gr_o \times Pr_o$	-	2.09E+07	2.10E+07	1.51E+07	1.81E+07	2.26E+07
11	冷却コイル外面(内包液側)のヌセルト数	$Nu_o$	-	35.8	35.9	33.0	34.6	36.5
12	冷却コイル外面(内包液側)の熱伝達率	$h_o$	W/m <sup>2</sup> K	251	252	231	242	256
13	冷却水のレイノルズ数	$Re_i$	-	2.94E+03	4.41E+03	3.23E+03	4.81E+03	5.29E+03

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － 除熱に必要な冷却水流量(6/8) －

事故対処における崩壊熱除去(高放射性廃液貯槽等の冷却)の方法

対数平均温度差及び総括伝熱係数の計算に用いる物性値 (TVF)

No	パラメータ	記号	単位	G11V10	G11V20	G12E10	G12V12	G12V14	備考
1	発熱密度	P	W/m <sup>3</sup>	958.0	1437.0	1437.0	1437.0	1437.0	計算値
2	内包液量	V	m <sup>3</sup>	11.0	11.0	1.4	1.5	0.9	設計値
3	冷却水入口温度	t <sub>i</sub>	°C	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	設定値
4	内包液の比熱	C <sub>o</sub>	J/kg K	2931	2931	2931	2931	2931	計算値
5	内包液の密度	ρ <sub>o</sub>	kg/m <sub>3</sub>	1244	1244	1244	1244	1244	実測値
6	内包液の粘度	μ <sub>o</sub>	kg/m s	9.44E-04	9.44E-04	9.44E-04	9.44E-04	9.44E-04	計算値
7	内包液の体膨張係数	β	K <sup>-1</sup>	3.84E-04	3.84E-04	3.84E-04	3.84E-04	3.84E-04	計算値
8	冷却コイル厚さ*1	L	m	0.0037	0.0037	0.012	0.012	0.012	設計値
9	冷却コイルの熱伝導率*1	d	W/m K	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	設計値
10	冷却コイル外径*2	d'	m	4.86E-02	4.86E-02	1.02E+00	1.33E+00	8.74E-01	設計値
11	冷却コイル内径*2	d	m	4.12E-02	4.12E-02	9.24E-01	1.23E+00	7.74E-01	設計値
12	冷却コイル外面(内包液側)の汚れ係数*3	h <sub>so</sub> *3	W/m <sup>2</sup> K	1860	1860	1860	1860	1860	設計値
13	冷却コイル内面(冷却水側)の汚れ係数*4	h <sub>si</sub> *4	W/m <sup>2</sup> K	3488	3488	3488	3488	3488	設計値

\*1: G12E10, G12V12及びG12V14については貯槽の厚さ/熱伝導率

\*2: G12E10, G12V12及びG12V14については冷却ジャケットの外径/内径

\*3: G12E10, G12V12及びG12V14については冷却ジャケット外面(内包液側)の汚れ係数の逆数(1/ro)

\*4: G12E10, G12V12及びG12V14については冷却ジャケット内面(冷却水側)の汚れ係数の逆数(1/ri)

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － 除熱に必要な冷却水流量(7/8) －

事故対処における崩壊熱除去(高放射性廃液貯槽等の冷却)の方法

冷却水の通水による除熱に関する評価結果 (TVF)

No.	パラメータ	記号	単位	G11V10	G11V20	G12E10	G12V12	G12V14
1	発熱量	Q	kW	10.5	15.8	2.0	2.2	1.3
2	内包液温度	T	°C	55.6	55.9	53.1	43.0	42.1
3	冷却水出口温度	$t_2$	°C	55.0	55.0	40.6	40.6	40.6
4	対数平均温度差	$\Delta t_l$	°C	5.6	6.4	15.1	4.6	3.5
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	0.46	0.69	0.31	0.34	0.20
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	99.9	130.6	104.1	81.5	80.0
7	内包液のコイル壁面温度 *1	$T_w$	°C	53.5	53.0	48.3	41.5	41.0
8	内包液のプラントル数	$Pr_o$	-	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
9	内包液のグラスホフ数	$Gr_o$	-	4.2E+05	6.75E+05	2.16E+09	1.98E+10	2.87E+10
10	プラントル数とグラスホフ数の積	$Gr_o \times Pr_o$	-	4.20E+05	6.75E+05	1.12E+10	1.03E+11	1.48E+11
11	冷却コイル外面(内包液側)のヌセルト数*2	$Nu_o$	-	20.3	22.9	290.5	608.5	688.2
12	冷却コイル外面(内包液側)の熱伝達率*3	$h_o$	W/m <sup>2</sup> K	224.0	252.2	378.2	253.9	228.5
13	冷却水のレイノルズ数	$Re_i$	-	3.25E+03	4.87E+03	6.48E+03	5.28E+03	5.28E+03

\*1: G12E10, G12V12及びG12V14については冷却ジャケット外面(内包液側)温度

\*2: G12E10, G12V12及びG12V14については冷却ジャケット外面(内包液側)のヌセルト数

\*3: G12E10, G12V12及びG12V14については冷却ジャケット外面(内包液側)の熱伝達率

## 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

### － 除熱に必要な冷却水流量(8/8) －

#### 事故対処における崩壊熱除去(高放射性廃液貯槽等の冷却)の方法

高放射性廃液貯槽の冷却コイルへの通水に必要な冷却水の合計流量は約12 m<sup>3</sup>/hであった。また、受入槽等の冷却コイル又は冷却ジャケットへの通水に必要な冷却水の合計流量は約2.0 m<sup>3</sup>/hであった。

各貯槽に必要な流量 (HAW)

貯槽	必要流量 m <sup>3</sup> /h
高放射性廃液貯槽(272V31)	約1.7
高放射性廃液貯槽(272V32)	約2.5
高放射性廃液貯槽(272V33)	約1.8
高放射性廃液貯槽(272V34)	約2.7
高放射性廃液貯槽(272V35)	約3.0
合計	約12

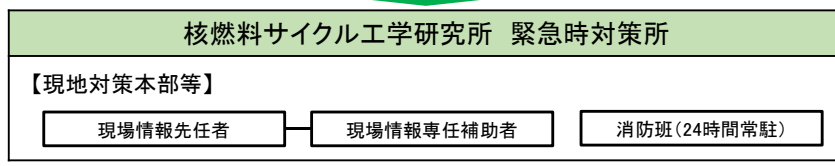
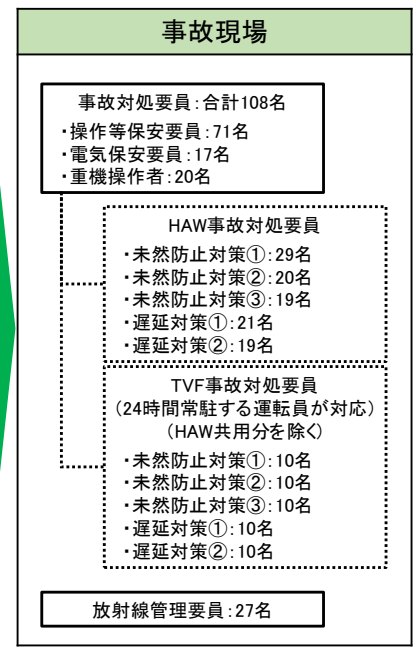
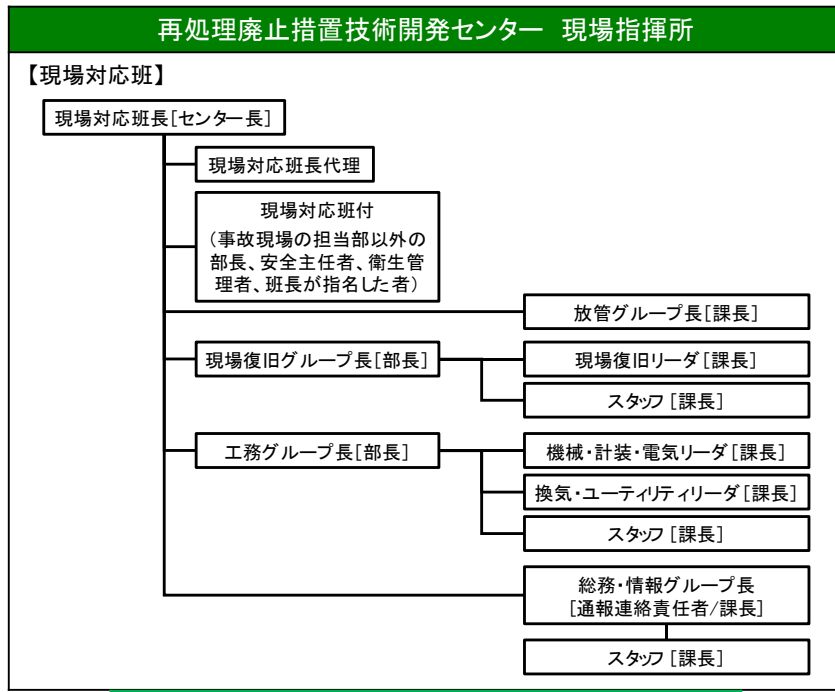
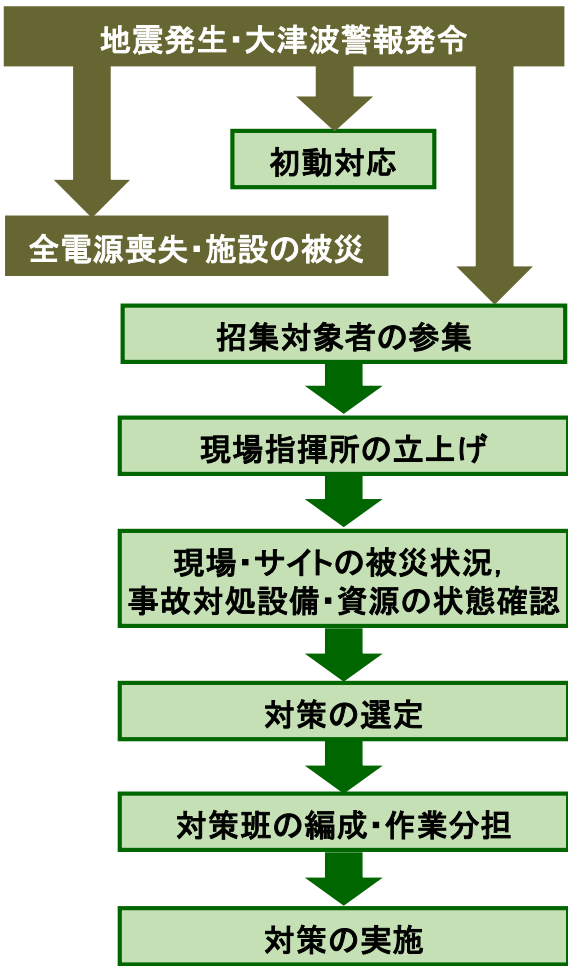
各貯槽に必要な流量 (TVF)

貯槽	必要流量 m <sup>3</sup> /h
受入槽(G11V10)	約0.46
回収液槽(G11V20)	約0.69
濃縮器(G12E10)	約0.31
濃縮液槽(G12V12)	約0.34
濃縮液供給槽(G12V14)	約0.20
合計	約2

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## — 事故対処の指揮・体制 —

- ◆ 事象発生直後の初動対応は、24時間常駐している当直長，保安要員，消防班が行う。
- ◆ 招集対象者は連絡がなくとも報道等に基づき研究所 南東地区に集合し，直ちに再処理廃止措置技術開発センターの現場指揮所を立ち上げる。
- ◆ 現場指揮所は，制御室や研究所緊急時対策所からの情報を集約し，被災状況を把握した上で，事故対処の実施方法を判断し，指揮する。





# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## — 事故対処要員 —

- ◆ 事故対処要員は、徒歩での参集が可能  
なように再処理施設から12 km圏内で、那珂川以北～久慈川以南の居住者を割り  
当てる。
- ◆ 自治体のハザードマップを参考に、地震・  
津波・土砂災害の危険性のあるルートは  
参集ルートから除外した。
- ◆ 有効性評価では、事象の発生から招集者  
が集合し、事故対処作業の準備完了まで  
に要する時間を、10時間と推定した。



- 招集対象者は**108名**。
- 実際の招集訓練(早朝の事象発生を想定)  
における実績として、**4時間程度で研究所  
南東門に到達可能**であった(途中休憩時間  
含む)。



招集訓練の様子



# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 — 事故対処設備(配備済み) —

## ◆ 配備済みの主要な事故対処設備

名称	設備	仕様	配備数	配備場所	名称	設備	仕様	配備数	配備場所
移動式発電機		発電能力: 1000 kVA	2基	PCDF駐車場 南東地区	消防ポンプ車		圧力: >0.187 MPa 揚程:>18.7 m 流量: >200 L/min	2台	正門車庫
可搬型発電機		発電能力: 100 kVA (可搬型蒸気供給設備用)	1基	PCDF駐車場	可搬型蒸気供給設備		使用圧力範囲: 0.49~0.88 MPa	1基	TVF建家内
不整地運搬車		最大積載量: 200Lドラム缶 9本	1台	南東地区	エンジン付きポンプ		最大揚程: 30 m 最大流量: 60 m <sup>3</sup> /h	6基	HAW建家内 TVF建家内
ホイールローダー		定格出力: 22 kW バケット容積: 0.4 m <sup>3</sup>	1台	PCDF駐車場	組立水槽		容積:5 m <sup>3</sup> 容積:1 m <sup>3</sup>	7槽 1槽	HAW建家内 TVF建家内 PCDF駐車場
油圧ショベル		定格出力: 22 kW バケット容積: 0.09 m <sup>3</sup>	1台	PCDF駐車場	可搬型圧縮空気設備		最高圧力: 0.8MPa	3基	HAW建家内 TVF建家内

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 — 事故対処設備(今後配備予定) —

## ◆ 今後配備予定の主要な事故対処設備

名称	設備	仕様	配備数	配備場所	配備時期
移動式 発電機		発電能力: 1000 kVA	2基追加配備	PCDF駐車場 南東地区	R3年度末
可搬型 発電機		発電能力: 100 kVA 他 (可搬型冷却設備用他)	5基追加配備	PCDF駐車場 南東地区	R4年度末
可搬型 冷却設備	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>HAW</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>TVF</p>  </div> </div>	HAW交換熱量: 約270 kW	2基配備	PCDF駐車場 南東地区	R4年度末
		TVF交換熱量: 約12.5 kW	2基配備	PCDF駐車場 南東地区	R3年度末
可搬型蒸気 供給設備		使用圧力範囲: 0.49~0.88 MPa	1基追加配備	南東地区	R3年度末
エンジン付き ポンプ		最大揚程:30 m 最大流量:60 m <sup>3</sup> /h	2基追加配備	HAW建家内 TVF建家内	R3年度末
可搬型 貯水設備		貯水量:26 m <sup>3</sup> /基	15基配備	PCDF駐車場 南東地区	R4年度末
可搬型 ダスト・ヨウ 素サンプラ		測定対象核種: $\alpha$ , $\beta$ , <sup>131</sup> I, <sup>129</sup> I	2基配備	HAW建家内 TVF建家内	R3年度末

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

## － 事故対処時の監視・測定 －

- ◆ 地震・津波等の事象発生時においても、事故の進展状況や現場の状況を把握し、適切な対応を判断するために監視・測定が可能な対策を講じる。
- ◆ プロセス系パラメータについては電源喪失を考慮し、現場に持ち込んで仮設可能な可搬型測定設備とデータ収集装置を準備し、測定値は無線等で連絡する体制とする。
- ◆ 蒸発乾固の発生防止に注力するものの、放射性物質の放出が起きていないことを確認するために、可搬型設備等により環境放射線監視を行う。

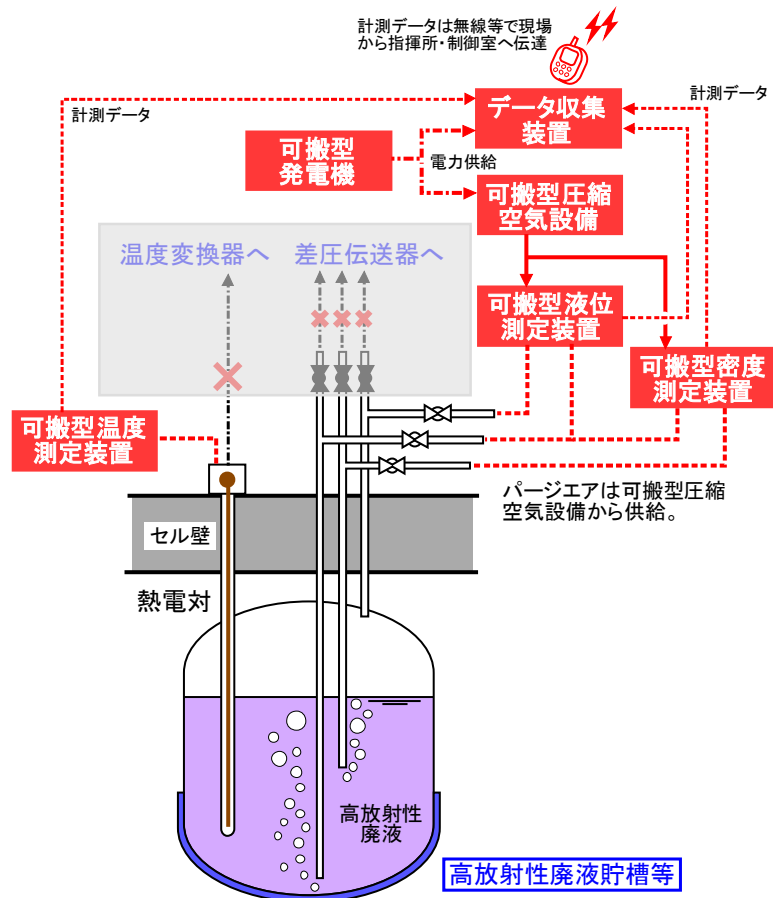
### 高放射性廃液の温度・液位等の監視・測定

重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)に係る監視パラメータ(プロセス系)

- HAW :
  - ・ 高放射性廃液貯槽等の液温, 液位, 圧力
  - ・ 高放射性廃液貯槽等の冷却水の流量, 温度
  - ・ 高放射性廃液貯槽等の設置されたセルの漏えい検知
  - ・ 建家及びセル換気系の差圧
- TVF :
  - ・ 受入槽等の液温, 液位
  - ・ 受入槽等の冷却水の流量, 温度
  - ・ 固化セルの漏えい検知, 圧力
  - ・ 建家及びセル換気系の差圧

### 放射線等の監視・測定

- HAW :
  - ・ 可搬型排気モニタリング設備 (主排気筒)
- TVF :
  - ・ 可搬型排気筒モニタリング設備 (第二付属排気筒)
- 環境モニタリング
  - ・ 可搬型モニタリングポスト
  - ・ 可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ
  - ・ モニタリングカー



# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 — アクセスルート(必要な資源の確保) —

- ◆ アクセスルートの確認においては、HAW・TVFから最も遠い場所の資源からも搬送できることを確認する。
- ◆ 道路等が自然災害の被害を受けたり、漂流物等のガレキが散乱することが想定されることから、**車両移動を期待せず、人力により送水ホースの敷設等**を行う。
- ◆ 燃料搬送も、燃料缶を用いて、人力もしくは不整地走行車によって行う。
- ◆ 複数ルートでのアクセスが可能のように予め調査を行い、実行可能であることを確認する。

## 訓練結果

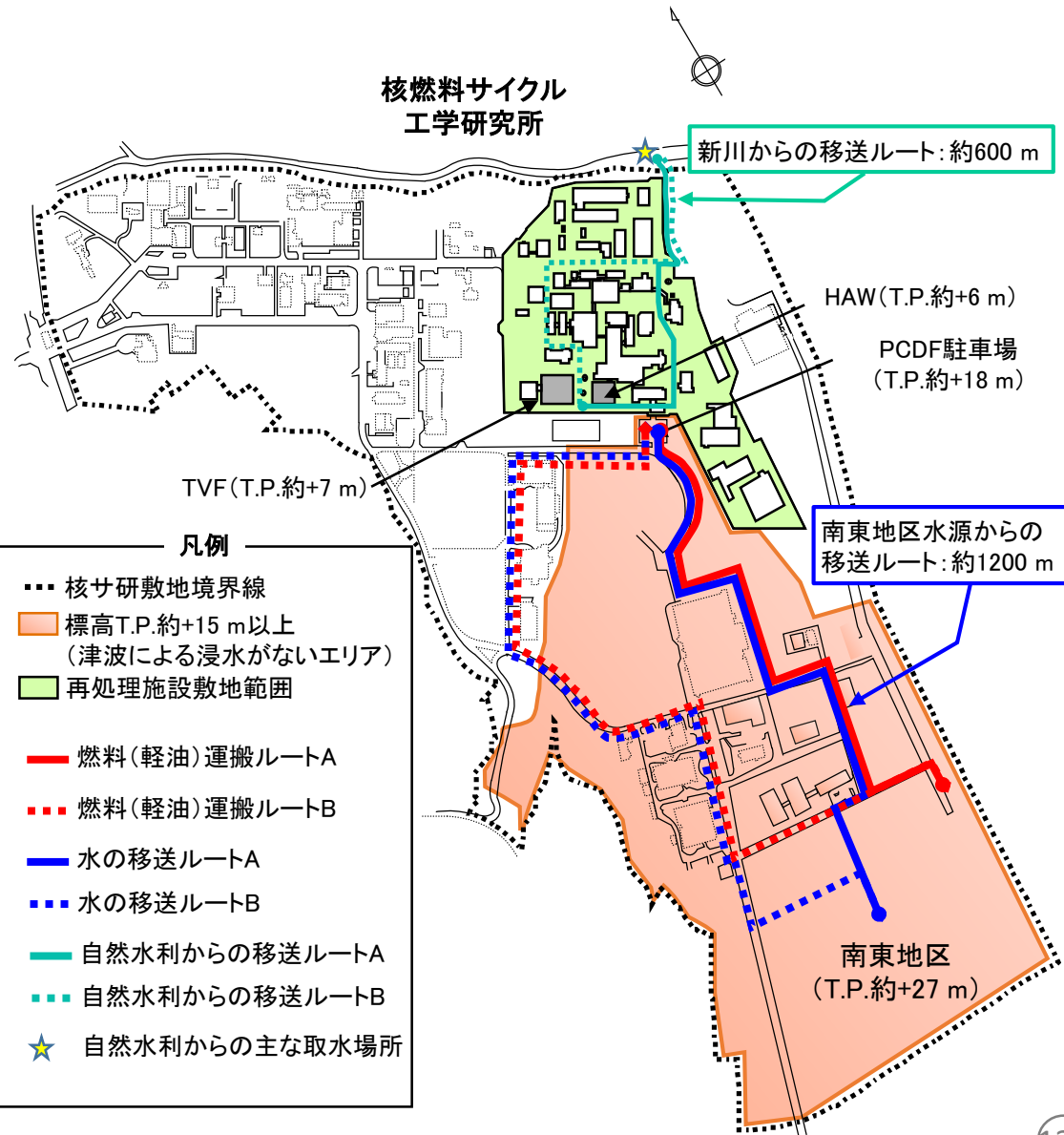
実際に送水ホース・消防ポンプ車を接続して送水が可能であることを確認した。



法面でのホース敷設



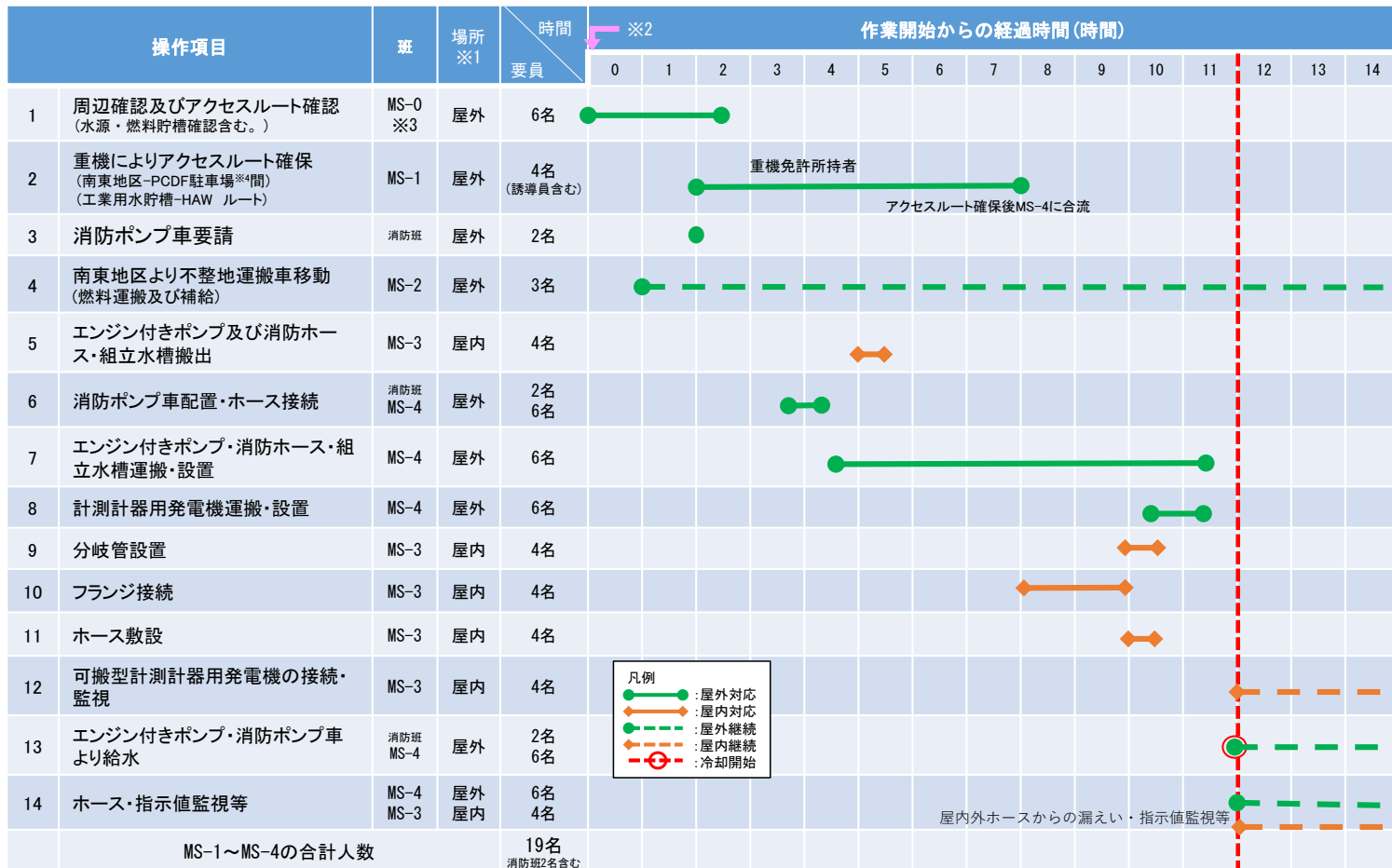
組立式水槽の設置



# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 － タイムチャートを用いた分析 －

- ◆ 実施時間については、対策の各段階の操作を時系列(タイムチャート)に並べて、それぞれの作業に要する時間を積算して評価し、事故対処が有効であることを確認する。
- ◆ 各作業に要する時間は、これまでの運転・保守作業実績や事故対処訓練での実測値を基に設定する。

例：HAWの未然防止対策③：タイムチャート分析結果



※1 制御室における復旧活動はない。  
 ※2 事象発生後、移動準備(1時間)、居住地からの徒歩移動(6時間(訓練結果の1.5倍))、人員点呼・班編成等(3時間(訓練結果の1.5倍))の合計約10時間を要する想定  
 ※3 MS-1、MS-4より各3名  
 ※4 PCDF駐車場：プルトニウム転換技術開発施設(PCDF)管理棟駐車場

冷却開始  
(事象発生から約22時間)

HAWにおける沸騰到達時間(77時間)

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 － HAWにおける分析結果 －

- ◆ 全ての事故対処に対してタイムチャート分析を行い、事故対処は高放射性廃液の沸騰までの時間以内で実施できることを確認した。

事故対処			【A】 事象発生から 招集～準備完了まで に要する時間	【B】 作業着手から冷 却機能回復まで の作業時間	【A】 + 【B】 事象発生から冷 却機能回復まで の合計時間	高放射性廃液 が沸騰に至る までの時間	有効性の 判定
対策	方法	パターン					
未然 防止 ①	電源を供給して恒設の冷却システムを動かす。電源は移動式発電機から供給する。冷却塔の散水用に外部から水を供給する。水の供給にはエンジン付きポンプ等を用いる。	①	10時間	11時間	21時間	77時間	○
		①-1		11時間	21時間		○
		①-2		13時間	23時間		○
未然 防止 ②	可搬型冷却設備を恒設の冷却システムに接続して冷却する。	②		17時間	27時間		○
		②-1		16時間	26時間		○
		②-2		17.5時間	27.5時間		○
未然 防止 ③	外部から供給する水を直接冷却系統配管に通水し、ワンスルーで排水する。	③		12時間	22時間		○
		③-1		12時間	22時間		○
		③-2		12時間	22時間		○

# 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価 — TVFにおける分析結果 —

◆ 全ての事故対処に対してタイムチャート分析を行い、事故対処は高放射性廃液の沸騰までの時間以内で実施できることを確認した。

事故対処			【A】 事象発生から 招集～準備完了まで に要する時間	【B】 作業着手から冷 却機能回復まで の作業時間	【A】 + 【B】 事象発生から冷 却機能回復まで の合計時間	高放射性廃液 が沸騰に至る までの時間	有効性の 判定
対策	方法	パターン					
未然 防止 ①	電源を供給して恒設の冷却システムを動かす。電源は移動式発電機から供給する。冷却塔の散水用に外部から水を供給する。水の供給にはエンジン付きポンプ等を用いる。	①	10時間	11時間	21時間	56時間	○
		①-1		11時間	21時間		○
		①-2		12時間	22時間		○
未然 防止 ②	可搬型冷却設備を恒設の冷却システムに接続して冷却する。	②		15時間	25時間		○
		②-1		15時間	25時間		○
		②-2		15時間	25時間		○
未然 防止 ③	外部から供給する水を直接冷却系統配管に通水し、ワンスルーで排水する。	③		15時間	25時間		○
		③-1		15時間	25時間		○
		③-2		15時間	25時間		○



## 3.2 HAW・TVFにおける事故対処の有効性評価

### － 評価結果 －

- 未然防止対策及び遅延対策では、必要となる操作手順毎に所要要員及び所要時間を積み上げタイムチャートに示し、一連の操作が**高放射性廃液の沸騰に至る前に完了できることを確認**した。
- 各操作項目については、過去の訓練実績に基づき評価するとともに、新たな操作項目に対しては、要素訓練の実施により操作手順、所要要員、所要時間の妥当性を確認した。
- 総合訓練では、**HAW及びTVFの両施設が設計津波の遡上により同時に全交流電源喪失に至ることを想定**し、TVFにおいては運転中の濃縮器の停止操作等を含む初動対応を確認した。また、実施可能な対策の選択に際しては、設備の被災状況、所内の資源確保の状況等に基づき、採るべき対策の判断が行えることを確認した。
- 事故対処の確実性を増すため、**可搬型貯水設備、地下式貯油槽、可搬型冷却設備等を今後配備**する計画であり、新規の事故対処設備の配備等の施設設備の状況変化に応じて事故対処の実効性を検証するとともに、事故対処に関連する**保守点検活動を通して実務経験を積むこと等**により、事故対処に使用する再処理施設の恒設設備及び予備品等についての**知識の習熟を図る**。
- また、保守点検活動を通じた恒設設備、事故対処の資機材等に関する情報及びマニュアルの整備、事故時の対策の選定に必要な資料の整備、整備したマニュアル等を即時利用できるようにするための事故対応訓練、夜間、悪天候、瓦礫等の厳しい環境条件を想定した事故対応訓練等、**継続的な訓練により習熟を図る**。
- さらに、事故対処の有効性評価に伴い、その結果を踏まえ今後関連する規則類への反映を行う。



HAW及びTVFにおける事故の同時発生においても、事故対処設備を用いて、高放射性廃液の沸騰を防止することができ、**事故対処が有効であることを確認**した。

## 3.3 HAW・TVFの安全対策に係る 性能維持施設の追加

# 3.3 HAW・TVFの安全対策に係る性能維持施設の追加

## － 概要(1/2) －

- **性能維持施設**とは、廃止措置段階に移行した後も、必要とされる期間中はその性能の維持が必要な施設として廃止措置計画申請書に明記することが求められている施設。
- 再処理施設の廃止措置計画の認可(平成30年6月13日)時点においては、審査に関する考え方※に基づき、**運転段階において施設定期検査の対象となっていた施設及び緊急安全対策で整備した施設を性能維持施設と定めた。**
- 選定した性能維持施設については、「**再処理施設の技術基準に関する規則**」に適合するよう、定期事業者検査等により定期的な健全性の確認を行い、計画的な保全を実施する等、維持管理を行っている。(再処理施設の大部分は運転停止しているものの、**運転を行っていた時期と同じレベルの維持管理を今も継続**)

※「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所(再処理施設)の廃止措置計画の認可の審査に関する考え方」(平成29年4月), 原子力規制委員会

今回の一連の安全対策において新たに追加するとした施設等についても性能維持施設に加え、今後必要とされる期間にわたって適切な維持管理を行う。

- ◆ 施設に求められる性能レベルは廃止措置の進捗に伴い変化することから、今後も廃止措置の進展及び施設の状況変化に応じて、適宜、性能維持施設の見直しを行っていく。
  - 解体廃棄物の処理等に必要な新たな廃棄施設を追加する場合は、その廃棄施設は性能維持施設に追加される。
  - 系統除染や廃液の処理等が完了し、安全確保のために不要となった施設は性能維持施設から除外される。

# 3.3 HAW・TVFの安全対策に係る性能維持施設の追加

## － 概要(2/2) －

運転段階

廃止措置段階

【施設定期検査等の対象を選ぶときの母集団】

事業指定・設工認に基づき  
認可され設置した施設  
(運転段階)

【性能維持施設の対象を選ぶときの母集団】

施設定期自主検査・  
施設定期検査の  
対象施設

3.11東北地方太平洋沖地震以降の  
緊急安全対策で  
整備した施設等

「核燃料サイクル工学研究所(再処理施設)の廃止措置計画の認可の審査に関する考え方」(平成29年4月)に基づき性能維持施設の範囲に含めた。

※「施設定期自主検査」「施設定期検査」は新検査制度の施行に伴い「定期事業者検査」に変更。

初期の廃止措置計画申請認可段階では、一旦、運転段階での施設定期検査等の対象を全て引き継いだ。(まだ工程洗浄やガラス固化処理が完了していなかったための当面の措置)

性能維持施設  
(廃止措置段階A)

【性能維持施設の追加対象を選ぶときの母集団】

【今回の変更】

今回追加する  
性能維持施設

廃止措置計画に基づき  
認可されて新たに  
設置した施設  
(HAW/TVF安全対策)

性能維持施設  
(廃止措置段階B)

性能を維持する期間において維持基準規則の技術基準を満足していることを確認する必要がある施設を抽出

《今後の廃止措置の進展に伴う変更》

性能維持施設に  
該当しなくなった  
施設

廃止措置段階の進展(工程洗浄やガラス固化処理の完了等)に伴い、安全確保等のために必要ではなくなった施設は除外される。

性能維持施設  
(追加)

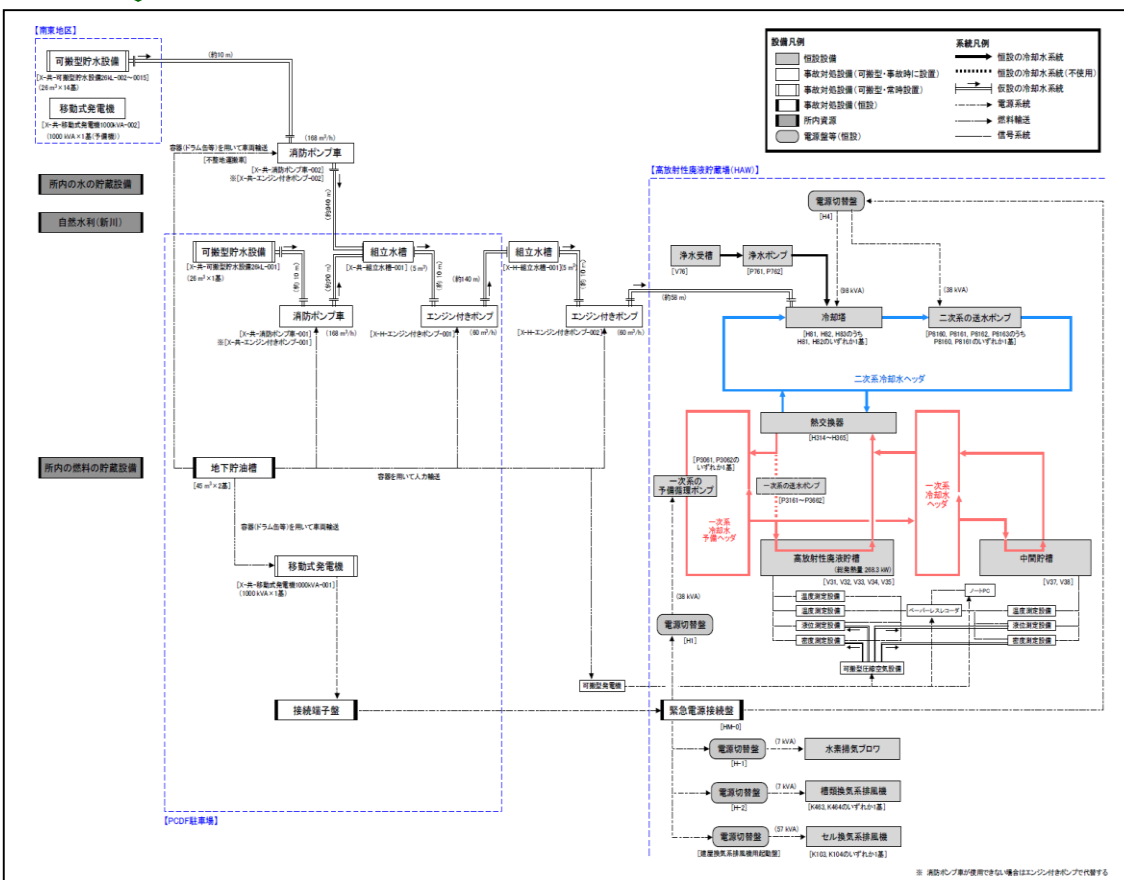
今後、新たに新規施設(廃棄施設・保管廃棄施設等)を追加した時

性能維持施設  
(廃止措置段階C)

# 3.3 HAW・TVFの安全対策に係る性能維持施設の追加 — 基本的考え方 —

事故対応設備(令和3年2月10日変更申請)は、事故対応のパターンに応じた可搬型設備の組合せが複雑であるため、漏れが生じないようにパターンごとの系統構成図を作図し、必要となる全ての設備を確認して抽出した。

- 下記のような実際の事故対応を行う場合の系統構成図をHAW/TVFそれぞれの未然防止①～③, 遅延対策①～②及び可搬型計装設備について作成。



系統構成図を基に、事故対応に必要な可搬型設備を漏れなく拾い上げて整理。

(例)HAW未然防止対策①に使用する事故対応設備

設備(可搬型設備)	合計数量	機番	使用場所	備考
消防ポンプ車	2	X-共-消防ポンプ車-001	PCDF駐車場	HAW/TVF共用。
		X-共-消防ポンプ車-002	南東地区	HAW/TVF共用。
エンジン付きポンプ	2(4)	X-H-エンジン付きポンプ-001	PCDF駐車場	HAW/TVF共用。
		X-H-エンジン付きポンプ-002	HAW外廻り	HAW/TVF共用。
		(X-共-エンジン付きポンプ-001)	PCDF駐車場	X-共-消防ポンプ車-001を代用する場合。
		(X-共-エンジン付きポンプ-002)	南東地区	X-共-消防ポンプ車-002を代用する場合。
組立水槽	2	X-共-組立水槽-001	PCDF駐車場	5 m <sup>3</sup> /基。HAW/TVF共用。
		X-H-組立水槽-001	HAW外廻り	5 m <sup>3</sup> /基。
不整地運搬車	1	X-共-不整地運搬車-001	所内	燃料運搬用。HAW/TVF共用。
移動式発電機	1(2)	X-共-移動式発電機1000kVA-001	PCDF駐車場	1000 kVA。
		(X-共-移動式発電機1000kVA-002)	南東地区	1000 kVA。予備機。

※ 合計数量の( )内数値は予備機・代替機を加えた総数。

設備(可搬型設備)	合計数量	機番	使用場所	備考
可搬型貯水設備	15	X-共-可搬型貯水設備26kL-001	PCDF駐車場	HAW/TVF共用。26 m <sup>3</sup> /基。
		X-共-可搬型貯水設備26kL-002～015	南東地区	HAW/TVF共用。26 m <sup>3</sup> /基。

※ 合計数量の( )内数値は予備機・代替機を加えた総数。

(例) 高放射性廃液貯蔵場(HAW)未然防止対策① 事故対応設備の系統構成図

# 3.3 HAW・TVFの安全対策に係る性能維持施設の追加 — 追加した主要な性能維持施設 —

◆ 性能維持施設として今回追加したものの一部、主要な施設について以下に示す：

安全対策	施設・設備	機能の概要	維持期間	備考
津波対策	漂流物防護柵 (押し波用, 引き波用)	代表漂流物の建家外壁への衝突防止)	<p>今回新たに設けた施設は高放射性廃液のリスクに対応するための安全対策であることから、維持期間としてはガラス固化完了までとする。</p> <p>(TVFの安全対策に関わる一部の施設は、TVFのガラス固化体保管ピットの安全性にも関わることから、その維持期間に保管ピットにあるガラス固化体の搬出完了までを含めている。)</p>	建家に設置している浸水防止扉については既に性能維持施設に含まれている。
	屋外監視カメラ	津波の遡上状況の監視		MP屋上に設置されており、津波遡上方向の海面を監視。
竜巻対策	防護板・防護扉	開口部からの竜巻飛来物の侵入を防止		HAW・TVFの外壁のすべての開口部に設ける。
制御室	仮設送風機・スポットクーラー・環境用測定装置	制御室の居住性維持のための外気の遮断		TVF制御室に運転員が留まれるための設備。
	制御室パラメータ監視・津波監視システム	蒸発乾固発生防止の事故対処に必要なパラメータの監視		TVF制御室からHAWの貯槽の状態や津波監視カメラを監視するためのシステム。
事故対処	可搬型冷却設備・可搬型チラー	高放射性廃液の崩壊熱除去に用いる冷却水の冷却		恒設の冷却系統が使用できない場合に用いる。
	移動式発電機(1000kVA)	ガラス固化体保管ピットの冷却のための給電		既に性能維持施設となっている移動式発電機が2台ある。
	エンジン付きポンプ	冷却水等の送水		可搬型貯水設備からの送水に用いる。
	可搬型貯水設備	事故対処に用いる冷却水等の貯蔵		PCDF管理棟駐車場と研究所南東地区に分散配置する。
	可搬型液位測定設備・可搬型密度測定設備	重要パラメータの測定機能		外部電源喪失時に貯槽の状態(温度・液位の変化)や、建家からの放射線放出状況の監視を行う。
	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	放射性物質放出の監視		

● 令和3年9月30日に申請した火災防護(消火設備)・溢水対策に係る性能維持施設は、今後改めて追加する。

## 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象 に対する安全対策

# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 — 基本的考え方 —

高放射性廃液の貯蔵に伴うリスクが集中するHAW・TVFは、崩壊熱除去機能及び閉じ込め機能の維持が図れるよう安全対策を行う。

**HAW・TVF以外の施設**（以下「**その他の施設**」）に貯蔵・保管している放射性物質は**低濃度の溶液や固形物**あるいは**十分な冷却期間が経過した使用済燃料集合体**（P.151でご説明）。

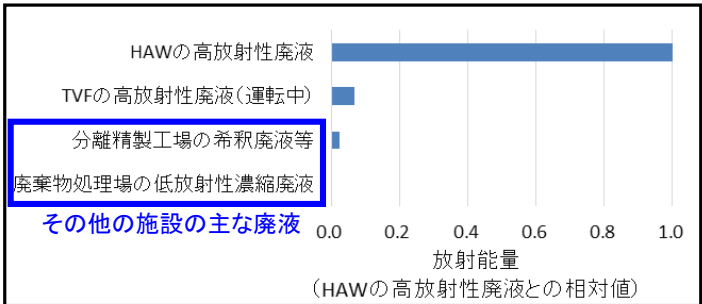
高放射性廃液とは異なり**自発的に過度の放射性物質の放出に至る事象の要因とはならない**。

➤ また高放射性廃液に比べて**保有している放射エネルギーも少ない**。

**その他の施設**から放射性物質が施設外に流出・放出した場合には、

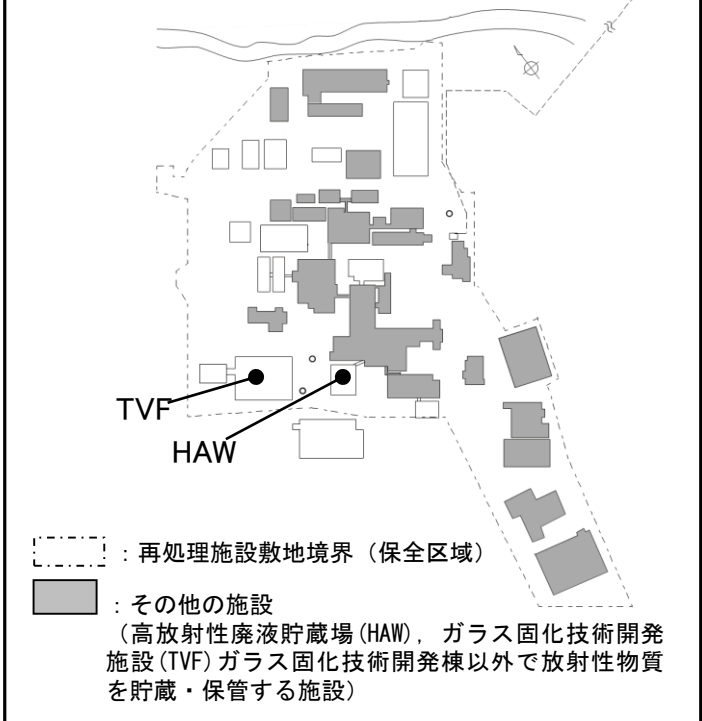
- ・周辺公衆への影響
- ・敷地内の広範囲が汚染し周囲の放射線量が上昇
- ・津波の発生時のHAW・TVFの事故対処活動への波及的影響が予想される。

**その他の施設**については、設計津波等の外部事象に対して、**有意に放射性物質を建家外に流出・放出させない**（十分浄化されていない溶液、容器等を建家外に流出・放出させない）**ことを基本として、安全対策を講ずる**。



各施設で保有する主な廃液の放射エネルギーの比較

HAW・TVF以外にも放射性物質を貯蔵・保管する分離精製工場(MP)等の25の建家がある。





# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 — 施設の状況と評価・検討の概要 —

## ○施設の状況

その他施設 ⇒ ①【低放射性**廃液**等を貯蔵する施設】  
②【**廃棄物容器**・**製品容器**等を貯蔵・保管する施設】

### ①【低放射性**廃液**等を貯蔵する施設】

大部分の貯槽等は、

- 耐震性・耐津波性を期待できる**地下階のセル・部屋に設置。**
- 竜巻・火山の影響を受けない**建家中心部等に設置。**

### ②【**廃棄物容器**・**製品容器**等を貯蔵・保管する施設】

- 建家の大部分は**耐震性・耐津波性を期待**できる。
- **製品容器は堅牢**である。
- 廃棄物容器は**多重に梱包**されている。

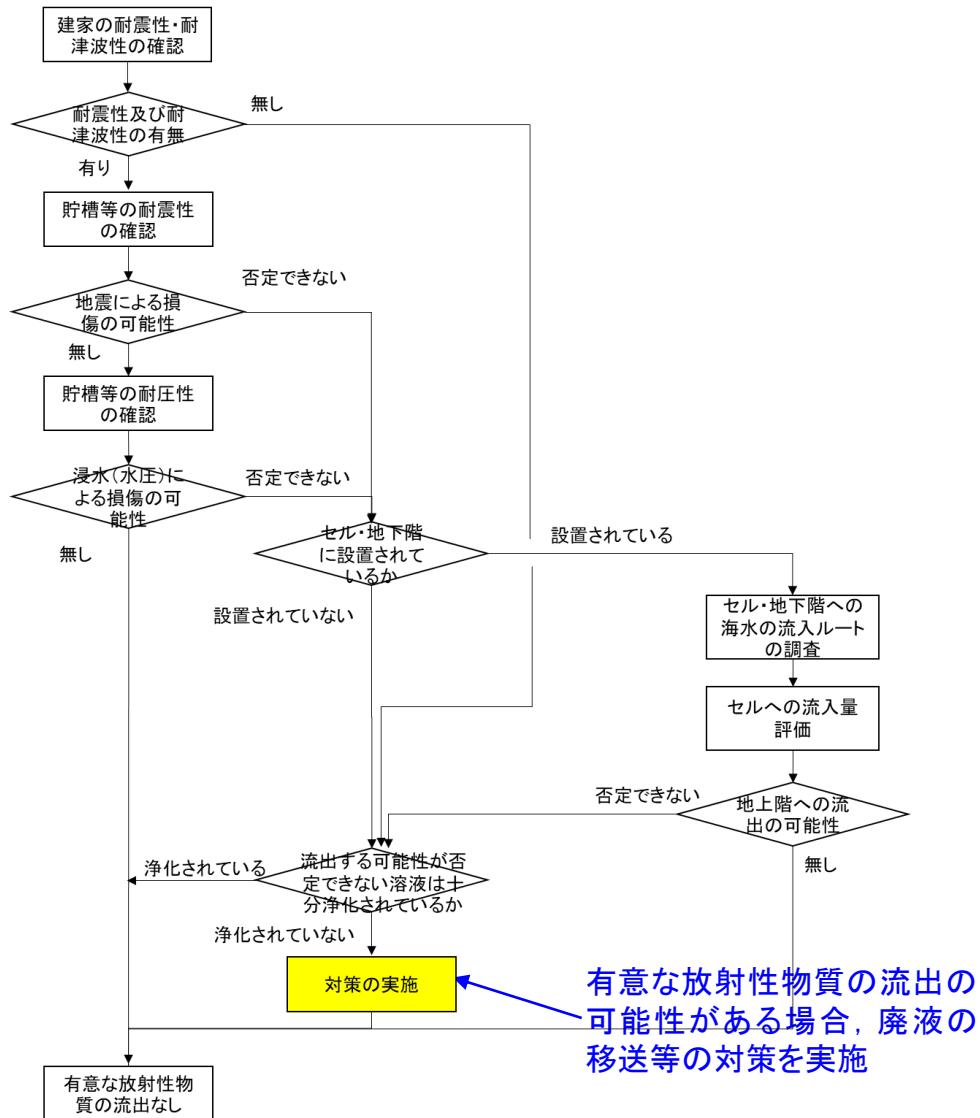
⇒以下の特徴を踏まえ、建家外への流出・放出の可能性について評価し、対策が必要な箇所を確認。

- (1) 津波(地震を含む): 現場調査, 建家の耐震性・耐津波性, 機器の耐震性・耐圧性等
- (2) 竜巻: 建家の健全性, 設計飛来物の貫通の有無
- (3) 火山事象: 建家に対する降下火砕物の許容堆積荷重, 貯槽, 容器等の施設内配置
- (4) 外部火災: 森林火災, 近隣の産業施設の火災・爆発等による影響評価

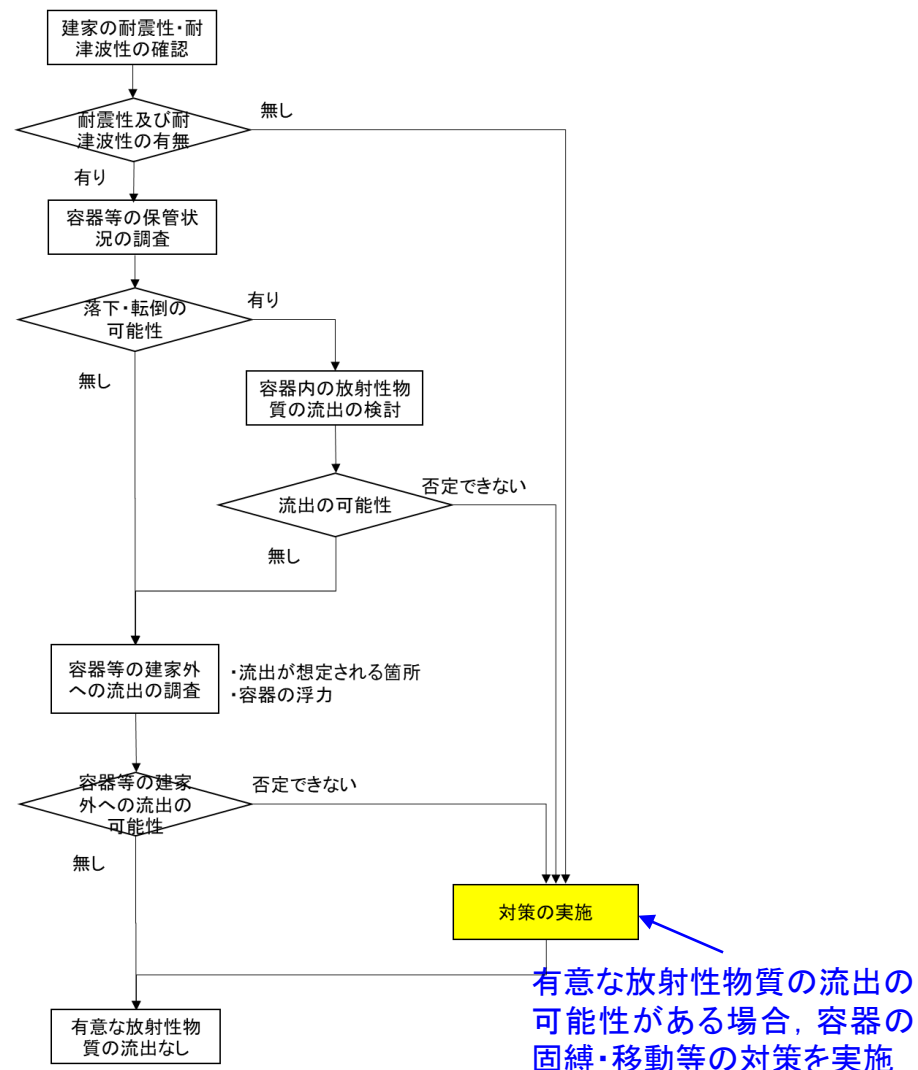
# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策

## — 津波(地震含む)(1/10) —

◆HAW・TVFと同様の**設計地震動・設計津波**(R2.7.22ご報告済み)を想定し、廃液や廃棄物容器等を貯蔵している施設毎に以下のようなフローを用い建家外への放射性物質の流出の可能性について評価。



低放射性廃液等を貯蔵する貯槽等の評価対策検討のフロー



製品容器・廃棄物容器等の評価対策検討のフロー

# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 — 津波(地震含む)(2/10) —

## ■ 地震

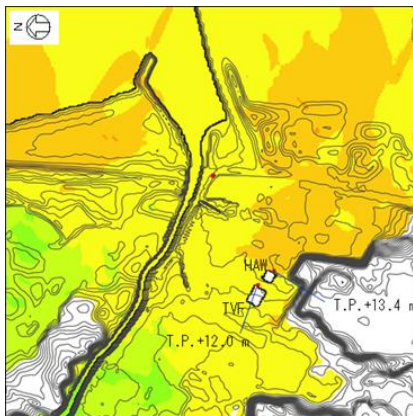
設計地震動を用いたHAW・TVFの応答結果を参考に建家及び機器の簡易的な耐震性評価を実施。

設計地震動		最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )		
		南北成分	東西成分	上下成分
Ss-D	応答スペクトル手法による設計地震動	800		580
Ss-1	F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)	617	451	401
Ss-2	2011年東北地方太平洋沖型地震 (SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)	952	911	570

※表中のグラフは各設計地震動Ssの加速度時刻歴波形  
(縦軸: 加速度[cm/s<sup>2</sup>], 横軸: 時間[s])

## ■ 津波

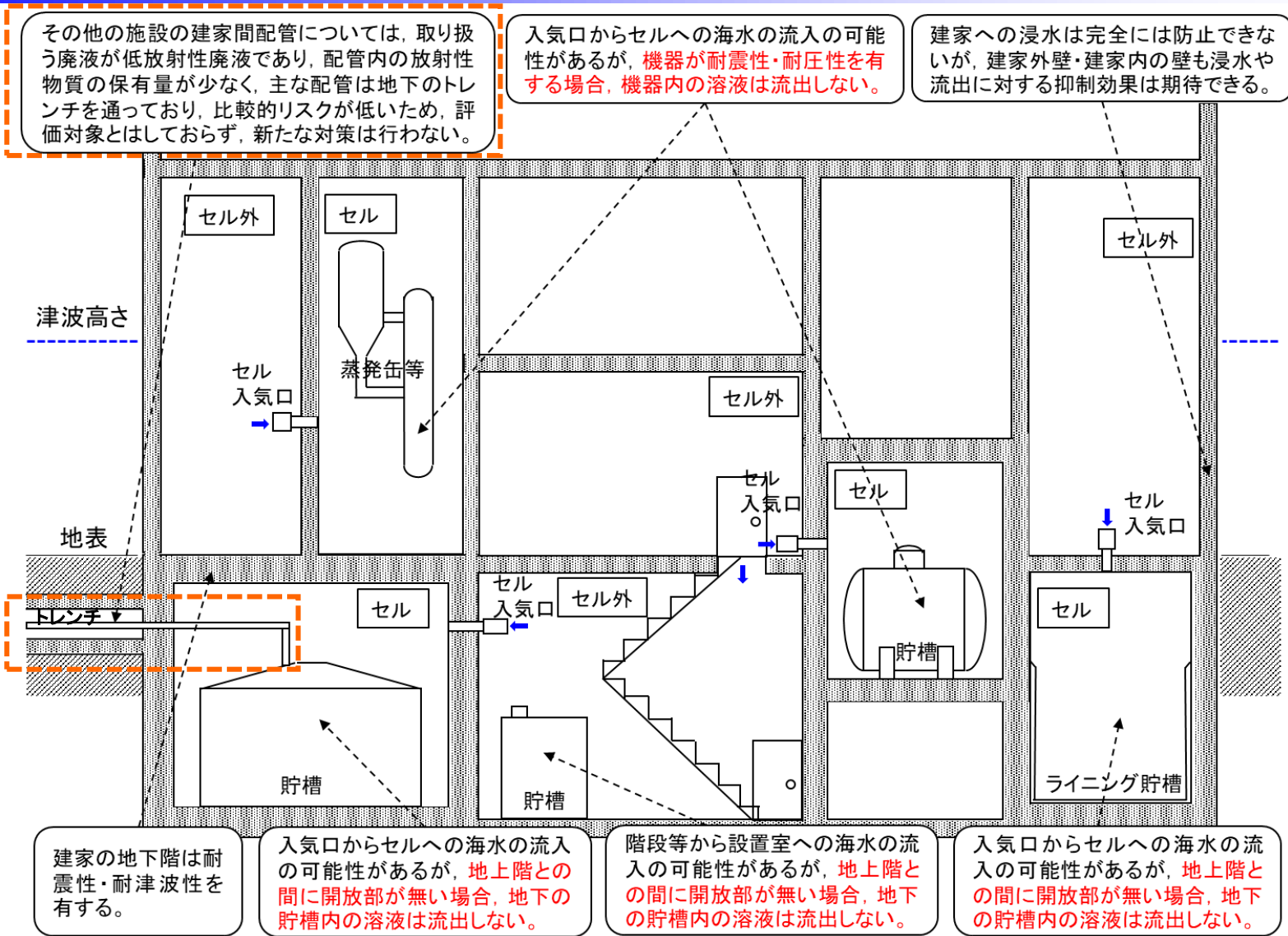
設計津波による各建家位置での浸水深さ(約4.5 m～約6.4 m)を用いて, 建家の耐津波性, 機器の耐圧性等の評価を実施。



建家名	最大浸水深(m)	建家名	最大浸水深(m)
分離精製工場(MP)	5.8	第二低放射性廃液蒸発処理施設(E)	5.4
廃棄物処理場(AAF)	5.5	廃溶媒貯蔵場(WS)	5.3
高放射性固体廃棄物貯蔵庫(HASWS)	6.2	放出廃液油分除去施設(C)	5.7
プルトニウム転換技術開発施設(PCDF)	6.0	第二アスファルト固化体貯蔵施設(AS2)	5.3
第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設(2HASWS)	6.0	低放射性濃縮廃液貯蔵施設(LWSF)	5.2
アスファルト固化処理施設(ASP)	5.5	廃溶媒処理技術開発施設(ST)	5.4
アスファルト固化体貯蔵施設(AS1)	6.0	焼却施設(IF)	5.5
スラッジ貯蔵場(LW)	5.3	第二低放射性固体廃棄物貯蔵場(2LASWS)	6.2
第三低放射性廃液蒸発処理施設(Z)	5.6	第一低放射性固体廃棄物貯蔵場(1LASWS)	6.4
第二スラッジ貯蔵場(LW2)	5.1	第三ウラン貯蔵所(3UO3)	4.5

入力津波の条件: 「港湾構造物無し」, 「HAW・TVFモデル化」

# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 ー 津波(地震含む)(3/10) ー



建家外への有意な放射性物質の流出の可能性がある場合は、耐震性の確保、耐圧性の確保(入気口からセルへの海水の流入量低減)等の必要な対策を実施する。

低放射性廃液等を貯蔵する施設の状況(概要)

注) 本図は代表的な例を纏めたもの

# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 — 津波(地震含む)(4/10) —

## 【現場調査】

設計津波における津波シミュレーションの最大浸水深以下に放射性物質を貯蔵・保管する施設を対象に調査。

### ① 流入ルート調査

窓・扉・シャッター等の海水の流入の可能性が高い箇所を調査

### ② 下層階への流入ルート調査

階段・ハッチ等の地下階と繋がる箇所を調査

### ③ セル内への流入ルート調査

入気ダクト・排気ダクト・セルクロージング等の海水の流入の可能性の高い箇所を調査

### ④ 評価対象機器と配管内への流入ルート調査

評価対象機器に接続された開放機器、地震・津波に対し脆弱と考えられる設備(評価対象機器と配管で接続されたグローブボックス等)を調査

### ⑤ 廃棄物容器・製品容器等の保管状況調査

津波に先立つ地震による容器等の転倒・落下による破損、容器等の建家外への流出の可能性を把握するため、容器の保管状況(現状の転倒・落下防止・固縛等の措置等)を調査



②の例(グレーチング)



③の例(セル入気口)



④の例(グローブボックス)



⑤の例(容器の保管状況)

# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 ー 津波(地震含む)(5/10) ー

## 【耐震性・耐津波性評価】

建家の耐震性及び耐津波性の双方を満たす場合、設計津波襲来時に建家の各階が維持されるものとし、①建家の耐震性 ②建家の耐津波性③機器の耐震性④機器の耐圧性の評価を実施した。

### ①【建家の耐震性】

#### ➤分離精製工場(MP):

防護柵の一部として設計地震動に対する耐震性が確認されている※。

#### ➤分離精製工場(MP)以外の施設:

建家の各階の保有水平耐力により耐震性を確認した。

評価の例(分析所(CB))

階	保有水平耐力比	耐震性 (1.2以上で○)	備考
3F	1.35	× (1.2以上であるが下層階が×のため)	放射性物質を貯蔵する機器等はない。
2F	1.01	×	
1F	1.35	○	
B1F	2.97	○	

⇒ 放射性物質を貯蔵・保管する階及びその下層階の耐震性に問題はない。

### ②【建家の耐津波性】

#### ➤分離精製工場(MP):

設計津波に対する耐津波性が確認されている※。

#### ➤分離精製工場(MP)以外の施設:

設計津波による荷重(波力及び漂流物)と各階の保有水平耐力により耐津波性を確認した。

評価の例(分析所(CB))

階	最大浸水深	保有水平耐力 / 設計津波荷重	耐津波性 (1.0以上で○)
3F	5.8 m	3.78	○
2F		2.04	○
1F		1.28	○
B1F		2.10	○

⇒ 放射性物質を貯蔵・保管する階及びその下層階の耐津波性に問題はない。

※「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書」(令和3年4月27日付け原規規発第2104272号をもって認可)

# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 ー 津波(地震含む)(6/10) ー

## ③【機器の耐震性】

### ▶ 分離精製工場(MP):

有限要素法(FEM)解析又は原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601)に示される方法により、設計地震動に対する対象機器の耐震性を確認した。

### ▶ 分離精製工場(MP)以外の施設:

既往の評価の発生応力等に設計地震動相当の地震力に対する増大率を乗じることにより、対象機器の耐震性を確認した。

評価の例(廃棄物処理場(AAF))

機器	評価項目	応力比 (発生応力 /設計引張 応力)	耐震性 (1未満 で○)	備考
中間受槽	胴	0.99	○	溶液はセル内で保持される
	取付ボルト	1.20	×	
廃希釈剤貯槽	胴	0.81	○	
	取付ボルト	0.60	○	
廃溶媒・廃希釈剤貯槽	胴	0.81	○	
	取付ボルト	0.60	○	

⇒ 耐震性が十分でないとして評価された一部の機器については、津波時にセル内等で溶液が保持されるかを評価した。

## ④【機器の耐圧性】

津波シミュレーションにおける各施設の最大浸水深、又はセルへの海水の流入量を考慮した水位における対象機器の耐圧性を確認した。

評価の例(スラッジ貯蔵場(LW))

機器	最大浸水深	耐圧性	備考
スラッジ貯槽	5.3 m	×	溶液はセル内で保持される
廃溶媒貯槽		×	セル外への溶液の流出対策が必要

⇒ 耐圧性が十分でないとして評価された一部の機器については、津波時にセル内等で溶液が保持されるかを評価した。

# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 — 津波(地震含む)(7/10) —

## 【評価のまとめ(1/2)】

### 【低放射性廃液等を貯蔵する施設】

- 貯槽等の大部分は、耐震性・耐津波性を期待できる地下階のセル・部屋に設置。
- 地上階の貯槽等については、設計津波に対しても貯槽等の障壁は維持。
- プール水等は浄化されており、放射性物質の有意な流出はない。

⇒ 大部分の溶液は貯槽内又は地下階のセル・部屋内で保持され、放射性物質が建家外に有意に流出することはない。

⇒ 放射性物質の流出が否定できない一部の貯槽(スラッジ貯蔵場(LW)の廃溶媒貯槽)に対して、対策を実施する。

### 評価の例

施設	主なインベントリ等	機器・容器 (○は機器内で保持)	貯蔵・保管場所 (○はセル内等で保持)	建家	評価・対策
分離精製工場 (MP)	希釈廃液	高放射性廃液貯槽 ○： 貯槽は耐震性・耐圧性を有しており、溶液は貯槽内で保持される。	高放射性廃液貯蔵セル ○： セルは満水とならず、貯槽内の溶液はセル内で保持される。	(耐震性○、耐津波性○であるが、建家外壁での海水の流入・溶液の流出防止は期待しない)	貯槽内の溶液は貯槽内に保持されることから、建家外への有意な放射性物質の流出はない。
廃棄物処理場 (AAF)	低放射性濃縮廃液	低放射性濃縮廃液貯槽 △： 貯槽の耐圧性が十分でない可能性がある。	低放射性濃縮廃液貯蔵セル ○： 地下階のセルであり、貯槽内の溶液はセル内で保持される。	(同上)	貯槽内の溶液はセル内に保持されることから、建家外への有意な放射性物質の流出はない。
スラッジ貯蔵場 (LW)	廃溶媒	廃溶媒貯槽 △： 貯槽の耐圧性が十分でない可能性がある。	廃溶媒貯蔵セル △： セル開口部から、貯槽内の溶液が流出する可能性を否定できない。	(同上)	貯槽内の溶液が貯槽内で保持、またはセル内で保持されるよう、セルへの海水の流入量低減等の対策を行う。



# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策

## — 津波(地震含む)(8/10) —

### 【評価のまとめ(2/2)】

#### 【廃棄物容器・製品容器等を貯蔵・保管する施設】

- 大部分の施設は耐震性・耐津波性を期待でき、**容器は建家内で保持。**
- **三酸化ウラン粉末容器**は海水に浸る可能性を否定できないが、**容器は堅牢。**
- **廃棄物容器自体への海水の浸入の可能性は否定できないが、大部分の廃棄物容器の中身はビニルバック等により多重に梱包されている。**

⇒ **微量の放射性物質が海水とともに流出する可能性はあるが、容器自体が建家外に流出しない対策を実施することにより、有意な放射性物質が建家外に流出することはない。**

### 評価の例

施設	主なインベントリ等	機器・容器	貯蔵・保管場所	建家 (○:容器の流出の可能性なし)	評価・対策
廃棄物処理場 (AAF)	ヨウ素フィルタ (AgX)	保管容器	地上1階 ・排気フィルタ室	△: 耐震性○、耐津波性○であるが、扉・シャッター一部から保管容器が建家外へ流出する可能性が否定できない。	保管容器が建家外へ流出することを防止するため、保管容器の連結・床面へ固定する対策を実施 (実施済み)
アスファルト固化体貯蔵施設 (AS1)	アスファルト固化体	ドラム缶	地下1階 ・貯蔵セル 地上1階 ・貯蔵セル	○: 耐震性○、耐津波性○であり、保管容器が建家外へ流出する可能性のある箇所はない。	貯蔵セルが浸水した場合、ドラム缶は浮き上がることはなく、遮蔽扉を經由し、建家外に流出する可能性はない。アスファルトはドラム缶に封入され、直接海水に曝されることはない。蓋の隙間部から海水が浸入する可能性は否定できないが、固化体上部には放射性物質を含まないアスファルトの充填層があり、浸入した海水が放射性物質と接触しにくい構造である。さらに、固化体はセル内に貯蔵されていることから、建家外への放射性物質の有意な流出はない*。
第二低放射性固体廃棄物貯蔵場 (2LASWS)	雑固体廃棄物	ドラム缶・コンテナ	地下1階 ・貯蔵室 地上1階 ・貯蔵室 地上2階 ・貯蔵室	△: 耐震性○、耐津波性○であるが、シャッター一部から容器が建家外へ流出する可能性が否定できない。	貯蔵室が浸水した場合、ドラム缶・コンテナは浮き上がる可能性があり、シャッター一部から建家外へ流出することを防止するため、ワイヤーネットを設置する対策を実施 (実施済み)

\* アスファルト固化体内の放射性物質が有意に建家外に流出することは考えにくいですが、保守側に10%のアスファルト固化体のアスファルト表面が直接海水と接触(上部のアスファルト充填層・ドラム缶に期待しない)、放射性物質が溶出、海水とともに建家外に流出することを想定した場合の環境への影響は0.005 mSv未満と評価している。

# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 — 津波(地震含む)(9/10) —

◆ 建家外への有意な放射性物質の流出の可能性が否定できない箇所に対策を実施する。

## 【低放射性廃液等を貯蔵する施設】

➢ スラッジ貯蔵場(LW)の廃溶媒貯蔵セル:

開口部(セル入気口)から、流入した海水とともに溶液の一部が流出する可能性を否定できないことから、

**セル入気口への弁の設置等の流入量低減等の対策**を行う。



対策が必要なセル入気口

## 【廃棄物容器・製品容器等を貯蔵・保管する施設】

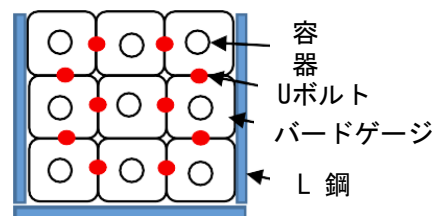
建家外に流出する可能性が否定できない廃棄物容器・製品容器等について、**移動、固縛等の対策**を行う(大部分は対策実施済み)。



廃棄物保管棚へのネットの設置



ヨウ素フィルタ保管容器の連結・床面への固定



平面図

三酸化ウラン粉末容器の連結・床面への固定



廃棄物容器が流出する可能性のある箇所へのワイヤーネットの設置

## 容器の流出対策の例

# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 — 津波(地震含む)(10/10) —

## 【参考】使用済燃料プールについて

### ○耐震性

東海再処理施設の使用済燃料プールが設置されている分離精製工場建家については、設計地震動に対する耐震性が確認されている※。

※「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書」(令和3年4月27日付け原規規発第2104272号をもって認可)

### ○冷却

東海再処理施設で貯蔵している燃料集合体の発熱量は小さく、冷却機能を喪失した場合を想定しても、燃料損傷に至ることはない。

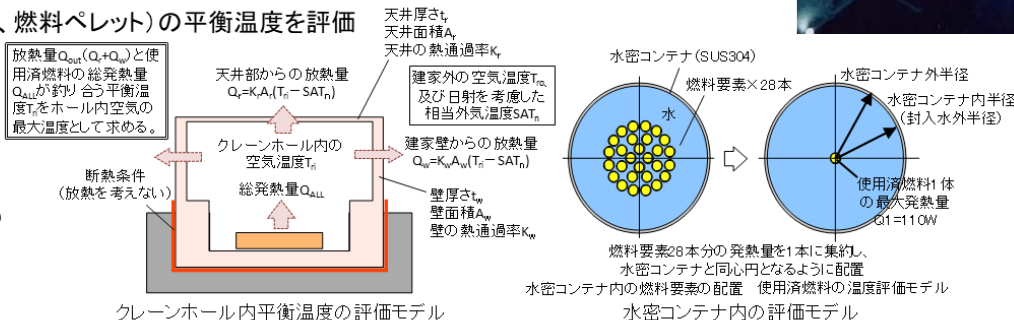


#### (1) 使用済燃料の健全性(温度)評価

プール水全喪失時の使用済燃料(被覆管、燃料ペレット)の平衡温度を評価

##### 【評価条件】

- ① 建家外表面からの放熱を考慮し、使用済燃料(265体)の総発熱量とクレーンホール内空気の平衡温度を評価
- ② クレーンホール内空気中で自然対流熱伝達での水密コンテナの放熱量が使用済燃料の最大発熱量(約110W/体)とつり合う水密コンテナ表面温度を評価
- ③ 水密コンテナ表面温度、構成材の熱伝導率等から使用済燃料の温度を評価



プール水全喪失時に建家換気系が停止したとしても、被覆管の平衡温度、使用済燃料の平衡温度は、約110℃以下となり、冷却材喪失時の被覆管の基準値1200℃及び使用済燃料(二酸化ウラン燃料)の融点 約2800℃より十分低く、燃料損傷に至ることはない。

「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所再処理施設に係る廃止措置計画認可申請書」(平成30年6月13日付け原規規発第1806132号をもって認可)より抜粋

## — 竜巻 —

HAW・TVFの竜巻影響評価で設定した**設計竜巻（100 m/秒）**，**設計飛来物（135kgの鋼製材）**を用い，その他施設建家・機器・容器への影響評価を行った。

◆大部分のその他施設建家は，放射性物質を貯蔵・保管する階の**健全性が保たれること**を確認した。

⇒ 屋根の健全性が保てない可能性のあるウラン貯蔵所(UO3)については，設計飛来物の衝突も考慮し，**有意な放出を防止するための対策を実施する。**

◆大部分のその他施設では，

- ・外壁若しくはセル壁等の厚さが**コンクリートの貫通限界厚さ以上**であること，
- ・複数の壁を貫通することがないこと，
- ・機器・容器を貫通することがないこと

のいずれかを満たすことを確認した。

評価の例(分析所(CB))

機器	設置位置	評価方向	壁・天井の貫通	備考
中間貯槽	地下1階	鉛直	○	
標準試料容器	1階	水平	×	容器を移動
グローブボックス	1階	鉛直	○	養生を行うための資材を配備
		水平	×	

⇒ 設計飛来物に対して外壁等の厚さが十分でないとして評価された一部の機器・容器については，**有意な放出を防止するため，以下の対策を実施する。**

- ・容器の移動，溶液の移送
- ・飛来物による外壁等の補修，損傷した容器等の養生を速やかに行うための資材の配備
- ・容器内の廃棄物の飛散防止のためのネットの設置

### 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 — 火山事象 —

HAW・TVFの火山影響評価で設定した層厚50 cm, 湿潤密度1.5 g/cm<sup>3</sup>を用い, 以下を確認。

- その他の施設の屋根の許容堆積荷重
- 対応する降下火砕物堆積厚さ
- 屋根の直下に放射性物質を貯蔵する機器



屋根の直下に放射性物質を貯蔵・保管し, 層厚50 cm以下で許容堆積荷重を超える施設として以下の施設が確認された。

- ・分離精製工場(MP)
- ・廃棄物処理場(AAF)
- ・ウラン貯蔵所(UO3)
- ・第二ウラン貯蔵所(2UO3)
- ・第一低放射性固体廃棄物貯蔵場(1LASWS)
- ・第二低放射性固体廃棄物貯蔵場(2LASWS)



降灰の確認後速やかに除灰に着手する, 降下火砕物の除去に使用する資機材を配備する等の対策を行う。仮に屋根の損傷を想定した場合においても, 容器が堅牢・多重に梱包されている等により, 放射性物質が建家外へ放出される可能性は低く, 万一の放出を想定しても被ばく線量は低い。

※ 容器が損傷することは考えにくい, 最も影響の大きい第二ウラン貯蔵所の容器の1%が破損と想定した場合の人が居住する可能性のある地域方向の敷地境界における被ばく影響は, 0.005 mSv未満と評価している。

# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 — 近隣の産業施設の火災・爆発等(1/2) —

**【石油コンビナート等, 石油類貯蔵施設, 高圧ガス貯蔵施設】**

HAW・TVFと同様の評価※であり, **その他の施設の建家の健全性に影響を与えない。**

- ・石油コンビナート等特別防災区域は, 再処理施設から10 km以上(53 km)離れている。
- ・石油類貯蔵施設壁面温度が許容温度(200 °C)に相当する危険距離は, 再処理施設の離隔距離を下回っている(離隔距離が最も短い600 mに対し, 危険距離は29 m)。
- ・再処理施設から10 kmの範囲内の高圧ガス貯蔵施設においてガス爆発が発生した場合, 危険限界距離(0.4 km)は再処理施設の離隔距離(4 km)を下回っている。

※「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所再処理施設に係る廃止措置計画 変更認可申請書」(令和2年9月25日付け原規規発第2009252号をもって認可)

**【核燃料サイクル工学研究所内屋外貯蔵施設】**

第三低放射性廃液蒸発処理施設(Z)及び焼却施設(IF)との離隔距離(9 m及び10 m)が危険距離(11 m)を下回る廃棄物処理場屋外タンクについて対策(貯蔵量の制限, 外壁への散水, 隔壁の設置等のいずれか)を実施する。

低放射性廃液貯蔵施設(LWSF)との離隔距離(2 m)が危険距離(10 m)を下回る低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)タンクについては, HAW・TVFの森林火災に対する防火帯の設置に伴い, **移設予定。**



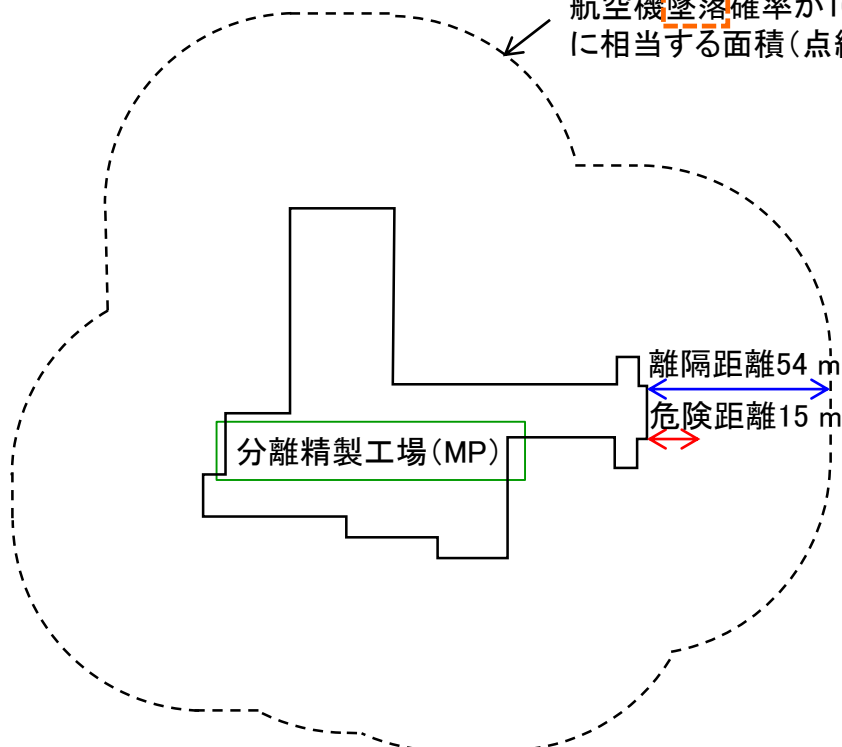
# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 — 近隣の産業施設の火災・爆発等(2/2) —

## 【航空機墜落】

- ・「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参考としたHAW・TVFと同様の評価※により、航空機墜落による火災に対して建家の健全性に影響を与えないことを確認。
- ・航空機の墜落は墜落確率が $10^{-7}$  回／年以上になる範囲のうち、施設への影響が最も厳しくなる地点で起こることを想定しても建家外壁の熱的影響は許容温度(200 °C)以下であり、**建家の健全性に影響を与えない。**

※「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書」(令和2年9月25日付け原規規発第2009252号をもって認可)

航空機墜落確率が $10^{-7}$  回／年に相当する面積(点線内)



標的面積が最も大きい分離精製工場(MP)の例

- ・HAW・TVF以外の施設は重要な安全機能は有しておらず、また、施設周辺での航空機の運航状況に基づく各施設への航空機の墜落確率は $10^{-7}$  回／年(航空機落下を「想定される外部人為事象」として設計上考慮すべき基準)よりも十分低い。
- ・一方、航空機が直撃しなくても大型旅客機が近くに墜落する場合を想定した外部火災への対応として、施設の周辺に墜落確率が $10^{-7}$  回／年となるエリアを描き、そのエリアの外縁に墜落して火災が発生した場合の施設への影響を評価した。
- ・施設からの離隔距離(墜落地点)は最も標的面積が大きい分離精製工場でも54 mであり、危険距離(壁面温度が200 °Cとなる距離)の15 mを上回る。
- ・建家外壁は64.7 °Cであり、許容温度(200 °C)以下となる。

# 3.4 HAW・TVF以外の施設の外部事象に対する安全対策 — 森林火災 —

HAW・TVFの森林火災影響評価結果から、その他の施設(再処理施設敷地境界付近)の危険距離を算出し、施設と森林の離隔距離との比較により評価した。



その他の施設は、施設と森林の離隔距離が危険距離(5 m)を上回り、施設の壁面温度も200 °C以下であることから(最も高い第二ウラン貯蔵所(2UO3)で129 °C)、**建家の健全性に影響を与えない。**



◆ 今後、施設と森林間の離隔距離が確保できるように草木の管理を行う。





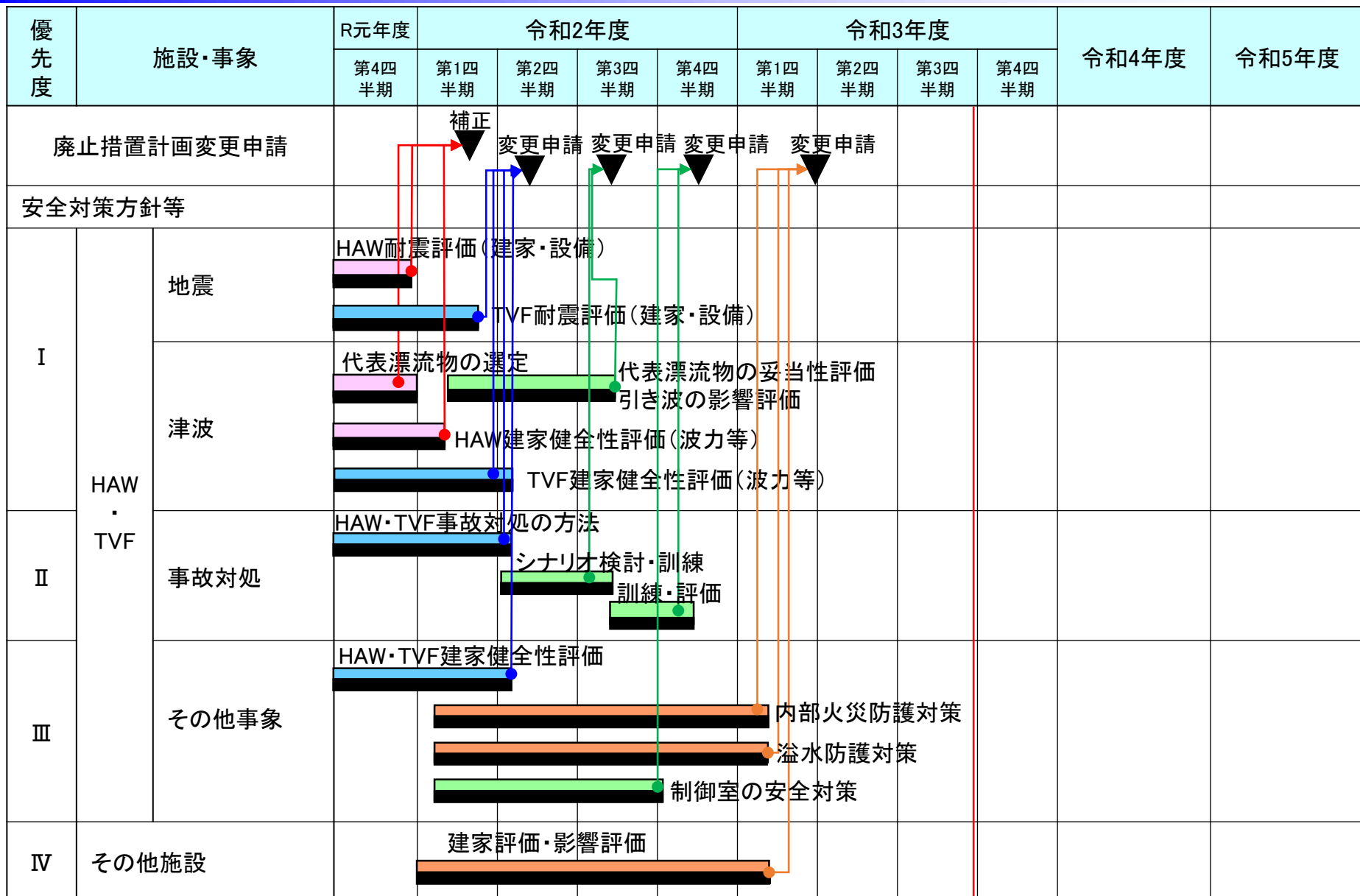
## 4. 安全対策に係る今後の予定

## 4. 安全対策に係る今後の予定

- 廃止措置段階にある再処理施設においては、リスクが特定の施設に集中しており、**高放射性廃液に伴うリスクが集中するHAW**と、これに付随して廃止措置全体の長期間ではないものの分離精製工場(MP)等の工程洗浄や系統除染に伴う廃液処理も含めて一定期間使用する**TVF**については、その重要性を踏まえた安全対策を最優先で講じる。
- このため、HAW・TVFについては、重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)が損なわれることのないよう、令和20年頃までの維持期間を想定し対策を講じる。
- 上記以外の施設については、今後とも安全かつ継続して施設を運用し計画的に廃止措置を進めることができるよう、リスクに応じた対策を講じる。
- 事故対処の有効性評価に伴い、その結果を踏まえ今後関連する規則類への反映を行う。
- 安全対策工事については、HAW・TVFの地震・津波対策工事を優先し進めているところであるが、現状における工事の進捗や作業の取り合い、エリア干渉等を考慮しスケジュールの見直しを行い、工事完了時期を令和4年度から令和5年度に変更した。
- 基本方針・スケジュールに従い、**令和5年度までを目途に東海再処理施設の安全対策を行う**とともに、その後の廃止措置を着実に進めていく。

# 4. 安全対策に係る今後の予定

## ー 安全対策方針等のスケジュール ー



# 4. 安全対策に係る今後の予定

## ー 安全対策の設計及び工事のスケジュール(1/2) ー

優先度	施設・事象		R元年度	令和2年度				令和3年度				令和4年度	令和5年度
			第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期		
	廃止措置計画変更申請			補正 変更申請	変更申請	変更申請	変更申請	変更申請	補正 変更申請				
	安全対策設計・工事												
I	HAW・TVF	地震		補正	HAW周辺地盤改良工事								
					準備／工事(変更前)				準備／工事(変更後)				
				変更申請	第二付属排気筒耐震補強工事								
				設計	準備／工事								
				主排気筒耐震補強工事	変更申請	準備／工事							
			設計	準備／工事									
			TVF設備耐震補強工事	変更申請	補正	準備／工事							
			設計	準備／工事									
		津波		変更申請	準備	HAW一部外壁補強工事							
			設計	準備／工事									
	津波漂流物防護柵設置工事		変更申請	準備／工事									
	設計		準備／工事										
	TVF一部外壁補強工事		変更申請	準備／工事									
		設計	準備／工事										
		TVF一部外壁補強(浸水防止扉耐震補強)	変更申請	準備／工事									
		設計	準備／工事										

# 4. 安全対策に係る今後の予定

## ー 安全対策の設計及び工事のスケジュール(2/2) ー

優先度	施設・事象	R元年度	令和2年度				令和3年度				令和4年度	令和5年度
		第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期		
	廃止措置計画変更申請		▼補正 変更申請	▼変更申請	▼変更申請	▼変更申請	▼変更申請	▼変更申請				
	安全対策設計・工事											
II	事故対処  HAW・TVF	HAW事故に係る対策	設計		▼変更申請	準備/工事(変更前)				準備/工事(変更後)		
		TVF事故に係る対策	設計		準備/工事							
		TVF制御室	設計	▼変更申請(換気対策工事)			▼変更申請(パラメータ監視等システム)			準備/工事		
		事故対処設備配備場所地盤補強工事	設計			▼変更申請(地盤)		▼変更申請(貯油槽等)		準備/工事(変更前)	準備/工事(変更後)	
		保安林解除・PP設備対応								準備/工事(変更前)	準備/工事(変更後)	
III	その他事象 (竜巻・火山・外部火災等)	HAW竜巻対策工事	設計		▼変更申請	準備/工事(変更前)				準備/工事(変更後)		
		TVF竜巻対策工事	設計				▼変更申請		準備/工事	準備/工事(変更後)		
		外部火災対策工事(防火帯の設置)				設計			設計	準備/工事(変更前)	準備/工事(変更後)	
		HAW/TVF内部火災対策工事				設計			▼変更申請	準備/工事(変更前)	準備/工事(変更後)	
		HAW/TVF溢水対策工事				設計			▼変更申請	準備/工事(変更前)	準備/工事(変更後)	
IV	その他施設			容器の固縛・移動等の処置								
				設計					準備/工事(変更前)	準備/工事(変更後)		

# おわりに

東海再処理施設の廃止措置は、数世代に跨る長期の大型プロジェクトであり、国内外の英知を結集し、施設に保有する放射性廃棄物に伴うリスクの低減に向け、施設の高経年化や新規規制基準等を考慮した安全対策に取り組むとともに、適切な工程管理の下で施設の廃止を着実に進めていく。

廃止措置の実施にあたっては、地域社会との共生を図りながら、過去のトラブル等の経験を十分に踏まえた上で、安全確保を最優先に安全対策を進めるとともに、関係省庁とも調整し、廃止措置に必要な予算と人材を確保することで、着実に工程管理を行っていく。