

高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)における 事故対処の有効性評価

1. 有効性評価の基本的考え方

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高放射性廃液貯蔵場(HAW)とガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の重要な安全機能(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。

2. 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、遡上解析及び軌跡解析の結果から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、高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の建家内は、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。

また、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、高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟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対策を講じる。一方で、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。

事故対処の有効性評価においては、可搬型設備等により、高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)を回復させるための訓練を通じて具体的な操作手順に要する時間、体制、対策に要する資源(水源及び燃料)等の確認を行った。

起因事象発生後においては、継続的に冷却状態を維持する未然防止対策を

実施する。未然防止対策が実施できない場合は遅延対策の実施により更なる時間余裕を確保する。これらの対策では、複数の対処手段を確保して対策の信頼性を高め、沸騰に至るまでの間に確実に対策を完了させる方針である。また、今後、再処理に伴う新たな高放射性廃液の発生はなく、時間経過による放射性物質の減衰及び高放射性廃液のガラス固化処理に伴う内蔵放射エネルギーの減少等により、沸騰に至るまでの時間余裕は更に増加する。

このように十分な時間余裕を有する中で沸騰の未然防止に重点を置き対処することで沸騰状態に至らないことを確認するための有効性評価を行った。

3. 事故の抽出

事故の起回事象は、自然現象等を起因とする外的事象及び機器故障等による内的事象とし、崩壊熱除去機能及び閉じ込め機能を維持するための設備の機能喪失を想定する。

(1) 外的事象

自然現象及び再処理施設敷地内又はその周辺の状況を基に想定される飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等のうち再処理施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）（以下「人為事象」という。）に対して、想定する規模において事故に至る可能性がある機能喪失を特定する。

事故の起因となる安全機能の喪失の要因となる自然現象及び人為事象を抽出し、安全機能の喪失により考えられる施設の損傷状態等を考慮し、事故の起因となりうる外部事象を以下のとおり選定した。

- ・ 地震
- ・ 津波
- ・ 火山
- ・ 竜巻
- ・ 森林火災

選定した起回事象による安全機能への影響を以下に示す。

1) 地震

設計地震動に対する耐震性を有さない建物、構築物、機器等は機能喪失することから、ユーティリティ関連施設や構内道路等を含め機能喪失範囲が広範に及ぶ。倒壊した建物等により復旧活動の障害となり津波に次いで影響の大きな事象となる。

2) 津波（地震との重畳含む。）

事故の復旧活動に要する時間、要員数、設備等の規模は、安全機能の喪失範囲に応じて大きくなる。特に、設計津波を起因事象とした場合、設計津波の遡上に伴いユーティリティ関連施設等を含め機能喪失範囲が広範に及ぶことに加え、津波がれき等が広く散乱し屋外での復旧活動の障害となる。随伴する地震による影響も加わり、最も厳しい事象となる。重要な安全機能を担う施設において、機能喪失する範囲を以下のとおり想定する。

機 能	関連する常設施設	高さ	水密扉等の津波対策	耐震設計
非常用電源(発電機)	第二中間開閉所	T.P. 約+6 m	T.P. 約+10 m 位置までの浸水に対して対策済	B 類
非常用電源(発電機)	ガラス固化技術管理棟	T.P. 約+8 m	T.P. 約+11 m 位置までの浸水に対して対策済	B 類
工業用水の供給	資材庫	T.P. 約+6 m	無し	C 類
蒸気の供給	中央運転管理室	T.P. 約+14 m (重油タンク設置位置)	－ (遡上波は到達しない)	一般施設

3) 火山

降下火砕物の影響に対しては、除灰やフィルタ交換作業等の措置により対応可能であり、降下火砕物による影響は津波、地震と比べ限定的となる。

4) 竜巻

設計竜巻に対する防護が行えない屋外冷却塔等の設備は機能喪失するが、竜巻による機能喪失範囲は、津波、地震と比べ限定的となる。

5) 森林火災

想定する森林火災から高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟を防護するために防火帯を設けることにより、森林火災による影響は、津波、地震と比べ限定的となる。

(2) 内的事象

1) 内部火災、内部溢水等

高放射性廃液貯蔵場(HAW)、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟建家内において、内部火災、内部溢水等に対する対策を

施すとともに、事故の復旧活動において必要となる設備及びアクセスルートについては、復旧活動に影響を与えないように対策を施すことから、内部火災、内部溢水等による影響は津波、地震と比べ限定的となる。

以上のことから、火山(降下火砕物)、竜巻及び森林火災の外的事象及び内的事象を起因事象とした事故対処は、地震及び津波が重畳した場合と比べて、再処理施設の被害が限定的な状況で実施することができ、また、屋外のアクセスルート確保が容易であるとともに、安全機能を喪失した場合の事故対処の方法が、地震及び津波の重畳時の事故対処と同じである。

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。

4. 事故の選定

高放射性廃液は、放射性核種の崩壊による発熱を伴うため冷却を必要とする。このため、崩壊熱除去機能(冷却)の喪失が継続した場合には、高放射性廃液が沸騰し、外部へ放出される放射性物質が増加するおそれが生じる。

よって、再処理施設の事故として、「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」第一条の三に定める事故のうち、以下を選定する。

「2)使用済燃料から分離されたものであって液体状のもの又は液体状の放射性廃棄物を冷却する機能が喪失した場合にセル内において発生する蒸発乾固」(以下「蒸発乾固」という。)

このため、蒸発乾固が想定される機器として、冷却コイル又は冷却ジャケットを備え、保有する高放射性廃液の冷却が必要な機器を対象とする。

以下に対象機器を示す。

< 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) >

機器名称	機器番号
高放射性廃液貯槽	272V31～V35
中間貯槽 ^{*1}	272V37, V38

^{*1}：中間貯槽は移送時の使用に限定され、高放射性廃液は高放射性廃液貯槽からの移送時及びTVFからの返送時以外において中間貯槽（272V37 及びV38）には存在しない。

＜ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟＞

機器名称	機器番号
受入槽	G11V10
回収液槽	G11V20
濃縮液槽	G12V12
濃縮液供給槽	G12V14
濃縮器	G12E10

5. 事故対処の方法

5.1 事故対処の基本的考え方

事故対処は、大きく分けて貯槽の冷却コイル及び冷却ジャケットへの給水により崩壊熱除去機能を回復し持続的な対策効果が期待できる未然防止対策と、水を貯槽等に直接注水し発熱密度を低下させることにより沸騰に至るまでの時間余裕を確保する遅延対策の 2 種類から構成する。未然防止対策及び遅延対策を事象の進展状況に応じて組み合わせて実施することにより、外部からの支援が得られるようになるまで高放射性廃液が沸騰に至らない状態を維持して事故を収束させる考えである。さらにこれらの対策は使用する設備、資源の供給源の組合せに基づき具体化し複数の構成パターンとして分類する。

未然防止対策では、定常時に近い状態かつ最も安定した状態に回復させることを優先し、移動式発電機からの給電により、恒設設備による崩壊熱除去機能回復の可否の判断を行い、それが不可な場合は、可搬型冷却設備、エンジン付きポンプ等を用いた対策、さらに実施できない場合は、エンジン付きポンプ等を用いた対策とする。

また、遅延対策により高放射性廃液の沸騰に至る時間を遅延させる際には、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) では、可搬型蒸気供給設備を用いて予備の高放射性廃液貯槽 (272V36) に貯蔵した水を他の高放射性廃液貯槽にスチームジェットで送液する対策又はエンジン付きポンプ等を用いて高放射性廃液貯槽に水を直接供給する対策とし、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟では、施設内水源を用いて受入槽等に直接供給する対策又はエンジン付きポンプ等を用いて所内水源等から受入槽等に水を直接供給する対策とする。

事故対処の使用資源となり得る既存の所内水源及び燃料の保管設備は、設計地震動及び設計津波に対し確実に耐え得るものではないことから、事故時に確実に使用可能な水源及び燃料を確保し、それらを津波の影響を受けない

高台に分散配備するものとし、既存の所内水源・燃料及び自然水利については、被災状況に応じて使用可能な場合は利用する。

また、事故対処の継続時間は、外部支援を受けることができない状況を 7 日間とし、必要な資源を上記の方針に基づき確保する。所内水源及び燃料の配備場所を図 1 に示す。

5.2 事故対処に必要な資源

- ・ 事故対処に必要な資源として 7 日間の燃料を約 41 m³ (HAW) 及び約 3 m³ (TVF) 確保する。
- ・ 事故対処に必要な資源として 7 日間の水源を約 152 m³ (HAW) 及び約 185m³ (TVF) 確保する。

5.3 事故対処要員

事故対処として実施する未然防止対策に必要な事故対処要員は、高放射性廃液貯蔵場(HAW)では 29 名、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟では 10 名であり、勤務時間内においては、日勤者（技術者 389 名（平成 29 年 6 月 1 日時点））が事故対処を実施する。

勤務時間外（休日夜間）においては、24 時間常駐する交替勤務者 14 名に加えて事故対処要員を招集して事故対処を実施する。

ガラス固化処理運転中においては、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟に 24 時間常駐する運転員 10 名により事故対処を実施する。

勤務時間外（休日夜間）における交替勤務者以外の事故対処要員については、東海村震度 6 弱以上の地震の発生または大津波警報の発令により核燃料サイクル工学研究所の南東門を経由し南東地区に自動参集する体制とし、地震等により通信障害が発生し、緊急連絡網等による非常招集連絡ができない場合においても、事故対処に必要な人数を確保する。

5.4 事故対処設備

事故対処設備のうち恒設設備については、設計地震動が作用した場合においても、必要な機能が喪失しない設計とし、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場所に配置している。

事故対処設備のうち可搬型設備については、一部を除き、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放射性廃液貯蔵場(HAW)及

びガラス固化技術開発施設(TVF) ガラス固化技術開発棟の建家内及びプルトリウム転換技術開発施設(PCDF)管理棟駐車場(地盤改良予定)に配備する。

可搬型設備のうち一部については、核燃料サイクル工学研究所の南東地区に広がる設計津波が浸水せずドライサイトを維持できる高台に分散配備する。これらの可搬型設備については、設計地震動による地震力に対する支持性能を有し、地震発生に伴う不同沈下、液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状により事故対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない地盤に設置する。

事故対処に使用する可搬型設備の保管場所、使用場所及び使用台数を表 1 に示す。

5.5 アクセスルート

想定される事故等が発生した場合において、事故対処設備を保管場所から設置場所へ運搬し、又は他の設備の被害状況を把握するため、アクセスルートが確保できるように、以下の実効性のある運用管理を実施する。

アクセスルートは、自然現象を起因とする外的事象及び機器故障等による内的事象を考慮しても、運搬、移動に支障をきたすことがないように、被害状況に応じてルートを選定することができるように、迂回路も含めた複数のルートを確保する。建家外のアクセスルートを図 2 に示す。

5.6 支援

事故対処を実施するため、再処理施設内であらかじめ用意された手段（事故対処設備、水源、燃料等）により、事故対処を実施し、事故発生後 7 日間は継続して事故対処を維持できるようにする。

事故発生後 7 日間以降の事故対処を維持するため、事故発生後 6 日後までに、再処理施設の事故対処を維持するための支援を受けられる体制を整備する。

事故発生時における外部からの支援については、東海村・大洗町・銚田市（旧旭村）及び那珂市（旧那珂町）に所在する 17 の原子力事業者による「原子力事業所安全協力協定」を締結しており、平常時や緊急事態発生時に各事業所が相互に協力して対応する体制を整備している。事故発生後、核燃料サイクル工学研究所長を本部長とする現地対策本部を設置し、協力体制が整い次第、外部からの線量当量率測定、空気中の放射性物質濃度測定、汚染検査

等の放射線管理業務等を実施する要員の派遣，防護資機材の手配及びその他の支援を迅速に得られるように支援計画を定める。

5.7 未然防止対策及び遅延対策の具体的内容

未然防止対策及び遅延対策について，使用する事故対処設備及び使用資源に応じて，表 2，表 3 の通り分類する。

核燃料サイクル工学研究所内の使用可能な水源及び燃料の有無を確認し，被災状況の集約を行う。情報集約の結果及び各対策の必要資源等を基に対策を選定する。事故対処の選定では今後配備を計画している設備等を踏まえたフローと現状の設備でのフローを準備し，いずれのフローにおいても有効性を評価する。HAW の対策の優先度に係る基本フローを図 3，TVF の対策の優先度に係る基本フローを図 4 に示す。

5.7.1 未然防止対策

HAW 及び TVF における未然防止対策として，以下の対策①～③を定める。

未然防止対策①：恒設設備により崩壊熱除去機能を回復させる対策

恒設設備（一次冷却水系統及び二次冷却水系統）を稼働させるための電力及び水の供給を可搬型設備から受けるが，定常時に近い状態かつ最も安定した状態に回復可能な対策であり，事故対処の基本とする対策。

未然防止対策②：可搬型冷却設備等により崩壊熱除去機能を回復させる対策

可搬型冷却設備，エンジン付きポンプ等の可搬型設備により一次冷却水系統のループを構築し，可搬型冷却設備で冷却した水をエンジン付きポンプ等で再度，冷却コイル，冷却ジャケットへ給水し，循環することで高放射性廃液を 60℃以下に冷却する対策。

未然防止対策③：エンジン付きポンプ等により崩壊熱除去機能を回復させる対策

エンジン付きポンプ等の可搬型設備によりワンスルー方式で一次冷却コイル，冷却ジャケットへ給水し，高放射性廃液を 60℃以下に冷却する対策（除熱後の水は，汚染がないことを確認した後に排水する）。

5.7.2 遅延対策

(1) HAW における遅延対策として、以下の対策①～②を定める。

遅延対策①：可搬型蒸気供給設備による遅延対策

あらかじめ予備貯槽(272V36)に貯留した水を水源として、可搬型蒸気供給設備によりスチームジェットで、各貯槽へ直接注水する対策。

遅延対策②：エンジン付きポンプ等による遅延対策

所内の水源から、エンジン付きポンプ等により各貯槽へ直接注水する対策(所内水源の確保が可能な場合に実施)。

(2) TVF における遅延対策として、以下の対策①～②を定める。

遅延対策①：施設内水源による遅延対策

施設内水源(純水貯槽)を水源として、バルブを開くことにより自重で各貯槽へ注水する対策。

遅延対策②：エンジン付きポンプ等による遅延対策

所内の水源から、エンジン付きポンプ等により各貯槽へ直接注水する対策(所内水源の確保が可能な場合に実施)。

6. 有効性評価

有効性評価においては、事故時に確実に使用できるものとして、今後、整備を計画している可搬型貯水設備、地下式貯油槽に保管する水源・燃料を使用することを想定する。また、既存の水源・燃料及び自然水利が使用できることを想定した場合の評価も行う。

今後、事故対処設備(地下式貯油槽、可搬型貯水設備及び可搬型冷却設備)について設計地震動が作用した場合においても、必要な機能が損なわれるおそれがない場所に配置し、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、継続的な訓練により習熟を図る。

6.1 有効性評価の方法

対策毎にタイムチャートを作成し、対策の構成要素毎に実動訓練又は過去に実施した訓練からの推定を通じて、対策に要する時間を確認し、沸騰到達までに冷却が開始できることを確認する。

(1) 高放射性廃液貯蔵場(HAW)における未然防止対策

高放射性廃液貯蔵場(HAW)における未然防止対策は、沸騰に至るまでの時間が最も短い高放射性廃液貯槽(272V35)が沸騰に至る時間(約 77 時間)ま

で各貯槽(272V31～V35)の冷却コイルへ水を供給できることを確認する。一例として、HAWの未然防止対策①の概要及びタイムチャートを図5に示す。

(2) 高放射性廃液貯蔵場(HAW)における遅延対策

高放射性廃液貯蔵場(HAW)における遅延対策は、沸騰開始前までに各貯槽(272V31～V35)へ直接水を供給することで高放射性廃液の温度が沸点に達するまでの時間余裕を確保できることを確認する。一例として、HAWの遅延対策①の概要及びタイムチャートを図6に示す。

(3) ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟における未然防止対策

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟における未然防止対策は、沸騰に至るまでの時間が最も短い濃縮液槽(G12V12)及び濃縮液供給槽(G12V14)が沸騰に至る時間(約56時間)までに各貯槽(G11V10, G11V20, G12V12, G12V14)及び濃縮器(G12E10)の冷却コイル及び冷却ジャケットへ水を供給できることを確認する。一例として、TVFの未然防止対策①の概要及びタイムチャートを図7に示す。

(4) ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟における遅延対策

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟における遅延対策は、沸騰開始前までに各貯槽及び濃縮器へ直接水を供給することで高放射性廃液の温度が沸点に達するまでの時間余裕を確保できることを確認する。

なお、運転中の濃縮器(G12E10)は、停止操作後も約26時間で再沸騰に至る可能性があることから、常駐する当直員がバルブを開くことで施設内水源(洗浄液調整槽又は純水貯槽)の水を濃縮器に直接注水することにより、再沸騰に至るまでの時間を、濃縮液槽(G12V12)及び濃縮液供給槽(G12V14)の沸騰到達時間以上に遅延するものとしており、再沸騰に至る時間(約26時間)までに濃縮器(G12E10)に直接注水できることを確認する。一例として、TVFの遅延対策①の概要及びタイムチャートを図8に示す。

6.2 有効性評価の結果

(1) 未然防止対策

未然防止対策の着手から完了までに要する時間は、各タイムチャートから、HAWで17時間30分以内、TVFで15時間以内であった。

未然防止対策に着手するまでに要する時間10時間*2を含め、HAWで27時間30分以内、TVFで25時間以内に給水に係る準備作業を完了し、沸騰に至る時間(HAW:77時間, TVF:56時間)までに各貯槽の冷却コイル等へ水を

供給することで高放射性廃液の温度を沸点未満に維持し、高放射性廃液が沸騰に至ることを防止できることを確認した。

未然防止対策の有効性評価においては、事故対処要員の確保、資源の確保、設備の健全性、所要時間の確認、監視測定手段の確認により、高放射性廃液を未沸騰状態に維持できることを確認した。従って、未然防止対策による事故対処は有効であると判断する。

*2: 地震発生から対策に着手するまでに要する時間は、夜間・休日における要員の招集を考慮し、要員が自宅を出発するまでの準備時間(1 時間)、招集に要する時間(6 時間(訓練での確認した時間の 1.5 倍))、対策着手に要する時間(3 時間(訓練での確認した時間の 1.5 倍))を合計した 10 時間となる。

(2) 遅延対策

遅延対策の着手から完了までに要する時間は、各タイムチャートから、HAW で 12 時間 30 分以内、TVF で 13 時間以内であった。

遅延対策に着手するまでに要する時間 10 時間*2を含め、HAW で 22 時間 30 分以内、TVF で 23 時間以内に給水に係る準備作業を完了し、沸騰開始前までに各貯槽及び濃縮器へ水を供給することで高放射性廃液の温度が沸点に達するまでの時間余裕を確保できることを確認した。

遅延対策の有効性評価においては、事故対処要員の確保、資源の確保、設備の健全性、所要時間の確認、監視測定手段の確認により、対策の実施により高放射性廃液が沸騰に至る前に、高放射性廃液の沸騰到達に至るまでの時間を遅延できることを確認した。従って、遅延対策による事故対処は有効であると判断する。

(3) 有効性評価の結果

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、高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF) ガラス固化技術開発棟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など施設設備の状況の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。

以上のことから、高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF) ガラス固化技術開発棟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。

7. その他の安全機能維持への対応

事故対処として実施する上記対応のほか、以下の項目に対し現状配備している緊急安全対策等の設備による安全機能維持を図る。

(1) 津波に対する安全機能維持

- ・ガラス固化技術開発施設(TVF) ガラス固化技術開発棟建家外壁貫通配管損傷時のバルブ閉止操作を行うための手順等を整備し訓練により実効性を確認した。
- ・分離精製工場に設置している屋外監視カメラの監視機能維持のための構成部品の交換等の操作について、手順等を整備し訓練により実効性を確認した。

(2) 漏えいに対する安全機能維持

- ・高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF) ガラス固化技術開発棟における漏えい液の回収等の操作を行うための手順等を整備し、操作の実効性を訓練により確認した。

(3) 水素掃気に対する安全機能維持

- ・高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟での水素掃気を行うための設備の回復操作として、排風機を起動し換気機能を回復するための手順等を整備し、操作の実効性を訓練により確認した。

(4) ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟におけるガラス固化体保管ピットの強制換気のための対応

- ・ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟において、全交流電源が喪失した場合においても、ガラス固化体の崩壊熱除去機能を維持するため、ガラス固化体保管設備の換気機能を復旧し、保管セルの除熱能力を確保する。このため、既設の建家及びセル換気系送排風機に、移動式発電機から給電するための処置を行う。

(5) 大型航空機の衝突等により大規模な損壊・火災が発生した場合における消火活動等に係る対応

- ・大型航空機の衝突等により、高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の大規模な損壊が発生した場合に備えた放射性物質の放出を低減するための対策及び大規模な火災等が発生した場合における消火活動に関する手順書を整備し、当該手順書に従って活動を行うための資機材を配備する。

8. 仮に沸騰に至った場合の放射性物質の放出量評価

- ・高放射性廃液が沸騰に至る前に、未然防止対策及び遅延対策により崩壊熱除去機能を回復させることを有効性評価により確認した。
- ・仮に崩壊熱除去機能の喪失が7日間継続した場合の放出量(セシウム-137換算)について評価した結果、高放射性廃液貯蔵場(HAW)では各貯槽(272V31～V35)の合計で約0.008 TBq、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟では各貯槽(G11V10, G11V20, G12V12, G12V14)及び濃縮器(G12E10)の合計で約0.0000072 TBqであり、十分小さい値であることを確認した。

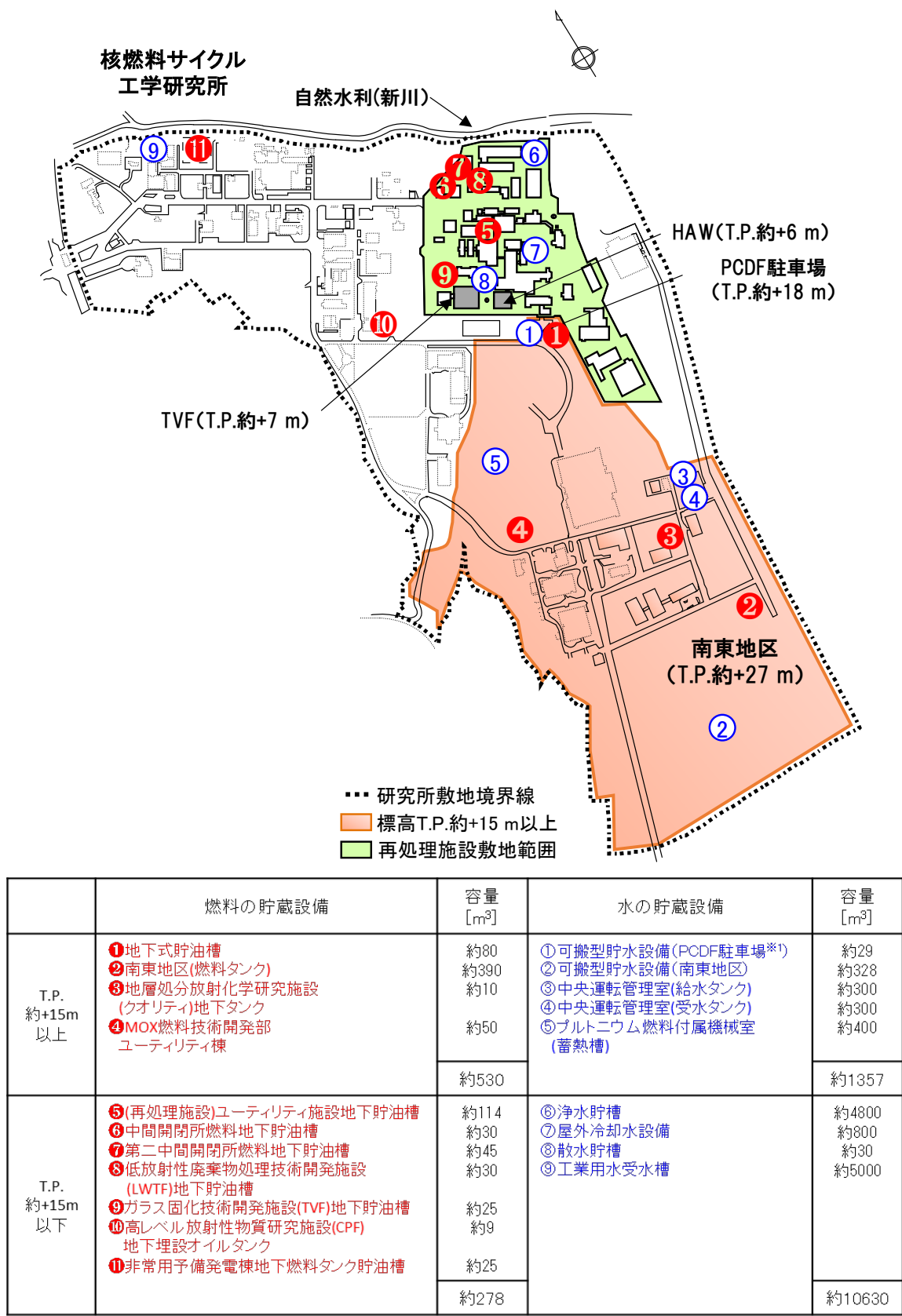


図 1 所内水源及び燃料の配備場所

表 1 事故対処に使用する可搬型設備の保管場所、使用場所及び使用台数(1/4)

	設備	保管場所	使用場所	使用 個数	備考
1	不整地運搬車 (ドラム缶運搬用)	南東地区	所内	1	
2	消防ポンプ車	消防車庫	所内	1	
3	消防ポンプ車	正門車庫	所内	1	
4	エンジン付きポンプ	HAW 建家内	HAW 外廻り/屋上	3	
5	エンジン付きポンプ	PCDF 駐車場 ^{※1}	PCDF 駐車場 ^{※1} 自然水利取水場所	2	令和 3 年 7 月に配備予定 (HAW 未 然防止対策②-2 で使用)
6	組立水槽	HAW 建家内	HAW 外廻り/屋上	3	
7	組立水槽	PCDF 駐車場 ^{※1}	PCDF 駐車場 ^{※1}	1	
8	移動式発電機	PCDF 駐車場 ^{※1}	PCDF 駐車場 ^{※1}	1	
9	消防ホース (屋外用)	PCDF 駐車場 ^{※1}	自然水利～HAW 屋上	66	20 m/本
10	消防ホース (屋内用)	HAW 建家内	HAW 建家内	25	20 m/本
11	可搬型冷却設備	PCDF 駐車場 ^{※1}	PCDF 駐車場 ^{※1}	1	令和 4 年度中に配備予定 (HAW 未 然防止対策②, ②-1 及び②-2 で 使用)
12	分岐管 (IN)	HAW 建家内	HAW 建家内	1	
13	分岐管 (OUT)	HAW 建家内	HAW 建家内	1	
14	切換えバルブ (IN)	HAW 建家内	HAW 建家内	1	
15	切換えバルブ (OUT)	HAW 建家内	HAW 建家内	1	
16	可搬型蒸気供給設備	TVF 建家内	HAW 外回り	1	
17	蒸気用ホース	HAW 建家内	HAW 外回り ～HAW 建家内	4	20 m/本
18	給水用ホース (消防ホース)	PCDF 駐車場 ^{※1}	PCDF 駐車場 ^{※1} ～HAW 外回り	5	20 m/本
19	二又分岐管	HAW 建家内	HAW 建家内	1	

表 1 事故対処に使用する可搬型設備の保管場所、使用場所及び使用台数(2/4)

	設備	保管場所	使用場所	使用 個数	備考
20	可搬型貯水設備	PCDF 駐車場 ^{※1}	PCDF 駐車場 ^{※1}	1	令和 4 年度中に配備予定 (HAW 未然防止対策①、②及び遅延対策①並びに TVF 未然防止対策①、②A、②B 及び遅延対策②で使用)
21	可搬型貯水設備	南東地区	南東地区	14	令和 4 年度中に配備予定 (HAW 未然防止対策①、②及び遅延対策①並びに TVF 未然防止対策①、②A、②B 及び遅延対策②で使用)
22	ホイールローダ	PCDF 駐車場 ^{※1}	所内	1	
23	油圧ショベル	PCDF 駐車場 ^{※1}	所内	1	
24	エンジン付きライト	PCDF 駐車場 ^{※1} 南東地区	・ PCDF 駐車場 ^{※1} ・ 南東地区 ・ HAW 外廻り ・ 所内水源 ・ 所内燃料 ・ 現場指揮所近傍	7	5 台は令和 3 年度中に配備予定
25	可搬型発電機 (通信機器の充電用)	PCDF 駐車場 ^{※1} 南東地区	所内	1	令和 3 年度中に配備予定
26	簡易無線機	PCDF 駐車場 ^{※1} 南東地区	所内	16	令和 3 年度中に配備予定
27	可搬型温度測定設備	HAW 建家内	HAW 建家内	14	令和 3 年度中に配備予定
28	可搬型液位測定設備 (V31～V36)	HAW 建家内	HAW 建家内	6	令和 3 年度中に配備予定
29	可搬型液位測定設備 (V37～V38)	HAW 建家内	HAW 建家内	2	令和 3 年度中に配備予定

表 1 事故対処に使用する可搬型設備の保管場所、使用場所及び使用台数(3/4)

	設備	保管場所	使用場所	使用 個数	備考
30	可搬型密度測定設備 (272V31～V35)	HAW 建家内	HAW 建家内	5	令和 3 年度中に配備予定
31	可搬型密度測定設備 (27V37 及び V38)	HAW 建家内	HAW 建家内	2	令和 3 年度中に配備予定
32	計装設備用可搬型発 電機	HAW 建家内	HAW 建家内	1	令和 3 年度中に配備予定
33	計装設備用可搬型圧 縮空気設備	HAW 建家内	HAW 建家内	1	
34	ペーパーレスレコー ダー（データ収集装 置）	HAW 建家内	HAW 建家内	1	令和 3 年度中に配備予定
35	可搬型トリチウムカ ーボンサンプラ	HAW 建家内	HAW 建家内	1	令和 3 年度中に配備予定
36	可搬型ガスモニタ	HAW 建家内	HAW 建家内	1	令和 3 年度中に配備予定
37	可搬型ダスト・ヨウ素 サンプラ	HAW 建家内	HAW 建家内	1	令和 3 年度中に配備予定
38	放射線管理設備用可 搬型発電機	HAW 建家内	HAW 建家内	1	令和 3 年度中に配備予定
39	エンジン付きポンプ	TVF 建家内	PCDF 駐車場 ^{※1} 外回り	3	
40	水中ポンプ	TVF 建家内	TVF 屋上	1	
41	組立水槽	TVF 建家内	PCDF 駐車場 ^{※1} TVF 外廻り TVF 屋上	3	
42	組立水槽	TVF 建家内	TVF 建家内	1	
43	消防ホース	TVF 建家内	所内水源～TVF 内	80	20 m/本

表 1 事故対処に使用する可搬型設備の保管場所、使用場所及び使用台数(4/4)

	設備	保管場所	使用場所	使用 個数	備考
44	給水用ホース（屋内用）	TVF 建家内	TVF B1F	10	20 m/本
45	可搬型チラー	TVF 建家内	TVF 建家内	2	令和 4 年度中に配備予定（TVF 未然防止対策②A, ②A-1, ②A-2, ②B, ②B-1 及び②B-2 で使用）
46	給水ポンプ	TVF 建家内	TVF 建家内	1	
47	分岐付ヘッダー	TVF 建家内	TVF 建家内	1	
48	可搬型温度測定設備	TVF 建家内	TVF 建家内	2	令和 3 年度中に配備予定
49	可搬型液位測定設備 (G11V10 及び V20)	TVF 建家内	TVF 建家内	2	令和 3 年度中に配備予定
50	可搬型液位測定設備 (G12E10)	TVF 建家内	TVF 建家内	1	令和 3 年度中に配備予定
51	可搬型液位測定設備 (G12V12 及び V14)	TVF 建家内	TVF 建家内	2	令和 3 年度中に配備予定
52	可搬型密度測定設備	TVF 建家内	TVF 建家内	4	令和 3 年度中に配備予定
53	コンプレッサー用発電機	TVF 建家内	TVF 建家内	1	令和 3 年度中に配備予定
54	コンプレッサー	TVF 建家内	TVF 建家内	1	
55	可搬型トリチウムカーボンサンプラ	TVF 建家内	TVF 建家内	1	令和 3 年度中に配備予定
56	可搬型ガスモニタ	TVF 建家内	TVF 建家内	1	令和 3 年度中に配備予定
57	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	TVF 建家内	TVF 建家内	1	令和 3 年度中に配備予定
58	放射線管理設備用可搬型発電機	TVF 建家内	TVF 建家内	1	令和 3 年度中に配備予定

※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

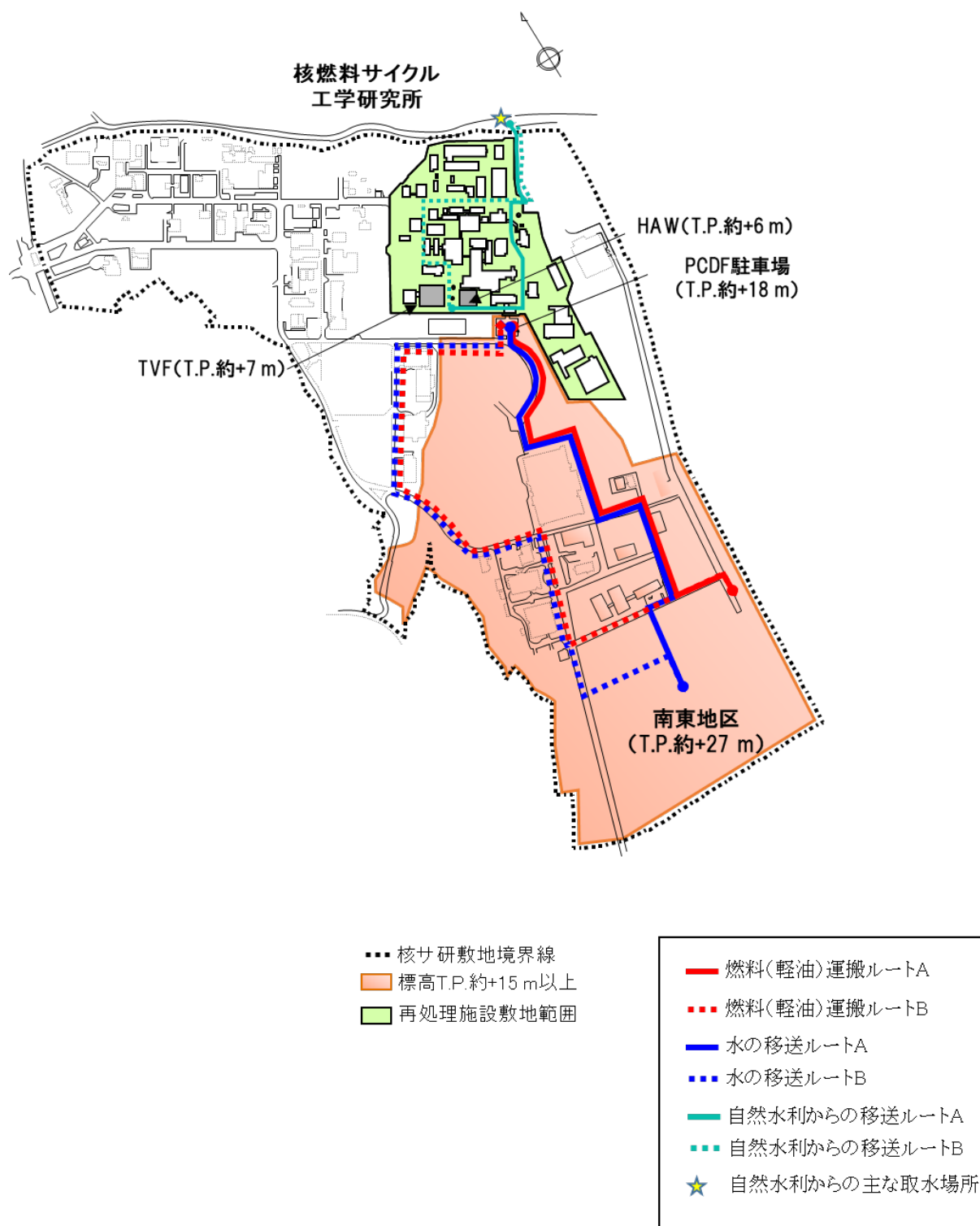


図2 建家外のアクセスルート

表 2 事故対処の対策分類結果(高放射性廃液貯蔵場(HAW))

対 策		対策及び使用設備の概要	使用する燃料		使用する水源		
			貯地 油下 槽式	所内 燃料	貯可 水搬 設備型	所内 水源	自然 水利
未然防止対策	①	移動式発電機を起動し既設の冷却塔及び冷却水の循環ポンプに給電する。既設の冷却塔に補給水を給水する。可搬型貯水設備及び地下式貯油槽に保管する水及び燃料を使用する。	○		○		
	①-1	未然防止対策①において、所内の水及び燃料が利用可能な場合は使用する。		○		○	
	①-2	未然防止対策①-1 において、自然水利が利用可能な場合は使用する。		○			○
	②	移動式発電機が使用できない場合は、冷却コイルに給水した冷却水を可搬型冷却設備により冷却して循環する。可搬型貯水設備及び地下式貯油槽に保管する水及び燃料を使用する。	○		○		
	②-1	未然防止対策②において、所内の水及び燃料が利用可能な場合は使用する。		○		○	
	②-2	未然防止対策②-1 において、自然水利が利用可能な場合は使用する。		○			○
	③	冷却コイルに給水した冷却水を冷却せずに排水する。地下式貯油槽の燃料を使用する。所内の水が利用可能な場合は使用する。	○			○	
	③-1	未然防止対策③において、所内の燃料が利用可能な場合は使用する。		○		○	
	③-2	未然防止対策③-1 において、自然水利が利用可能な場合は使用する。		○			○
遅延対策	①	可搬型蒸気供給設備により予備貯槽の水を貯槽に直接注水する。可搬型貯水設備及び地下式貯油槽に保管する水及び燃料を使用する。	○		○※1		
	①-1	遅延対策①において、所内の水及び燃料が利用可能な場合は使用する。		○		○※1	
	②	エンジン付きポンプ等により貯槽に直接注水する。所内の水及び燃料が利用可能な場合は使用する。		○		○	

※1 可搬型蒸気供給設備にて発生させる蒸気用の水に使用

表 3 事故対処の対策分類結果(ガラス固化技術開発施設(TVF))

対 策		対策概要	使用する燃料		使用する水源		
			貯地 油下 槽式	所内 燃料	貯可 水搬 設備型	所内 水源	自然 水利
未然 防 止 対 策	①	移動式発電機を起動し既設の冷却塔及び冷却水の循環ポンプに給電する。既設の冷却塔に補給水を給水する。可搬型貯水設備及び地下式貯油槽に保管する水及び燃料を使用する。	○	-	○	-	-
	①-1	未然防止対策①において、所内の水及び燃料が利用可能な場合は使用する。	-	○	-	○	-
	①-2	未然防止対策①-1において、自然水利が利用可能な場合は使用する。	-	○	-	-	○
	②A ②B	移動式発電機が使用できない場合は、冷却コイル又は冷却ジャケットに給水した冷却水を可搬型チラーにより冷却して循環する。可搬型貯水設備及び地下式貯油槽に保管する水及び燃料を使用する。	○	-	○	-	-
	②A-1 ②B-1	未然防止対策②A, ②B において、所内の水及び燃料が利用可能な場合は使用する。	-	○	-	○	-
	②A-2 ②B-2	未然防止対策②A-1, ②B-1 において、自然水利が利用可能な場合は使用する。	-	○	-	-	○
	③	冷却コイル又は冷却ジャケットに給水した冷却水を冷却せずに排水する。地下式貯油槽の燃料を使用する。所内の水が利用可能な場合は使用する。	○	-	-	○	-
	③-1	未然防止対策③において、所内の燃料が利用可能な場合は使用する。	-	○	-	○	-
	③-2	未然防止対策③-1において、自然水利が利用可能な場合は使用する。	-	○	-	-	○
遅延 対 策	①	施設内水源及び地下式貯油槽に保管する燃料を活用し、受入槽等に直接注水する。	○	-	-	-	-
	②	可搬型貯水設備及び地下式貯油槽に保管する水及び燃料を活用し、受入槽等に直接注水する。	○		○		
	②-1	遅延対策②において、所内の水及び燃料が利用可能な場合は使用する。	-	○	-	○	-

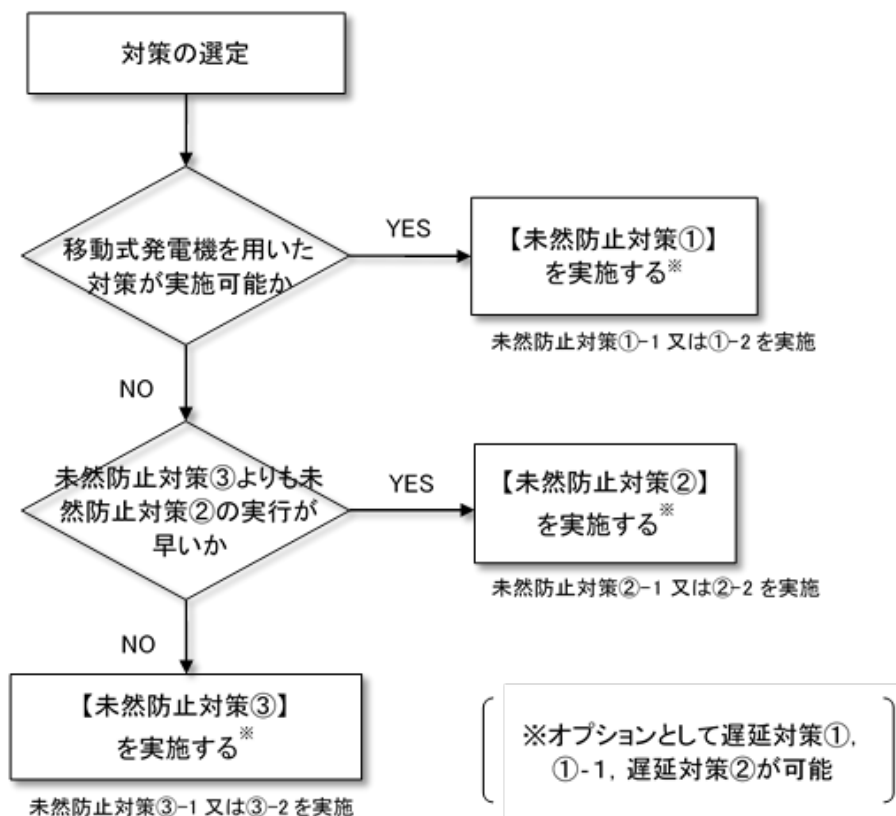


図 3 対策の優先度に係る基本フロー（高放射性廃液貯蔵場（HAW））

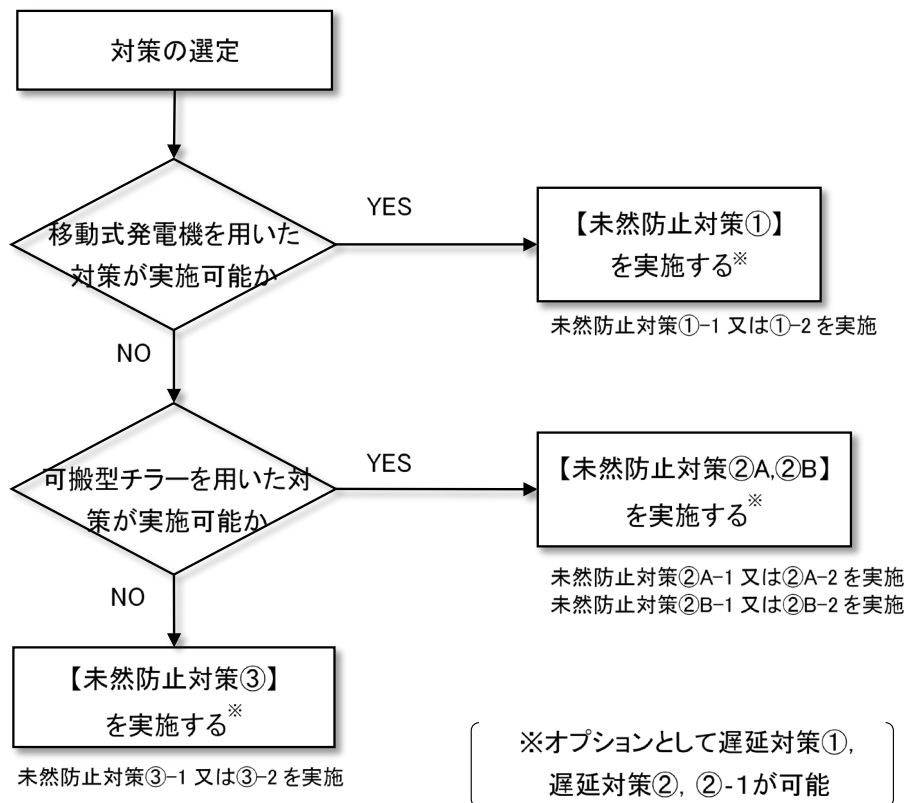
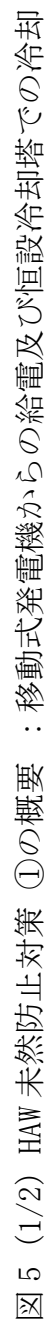
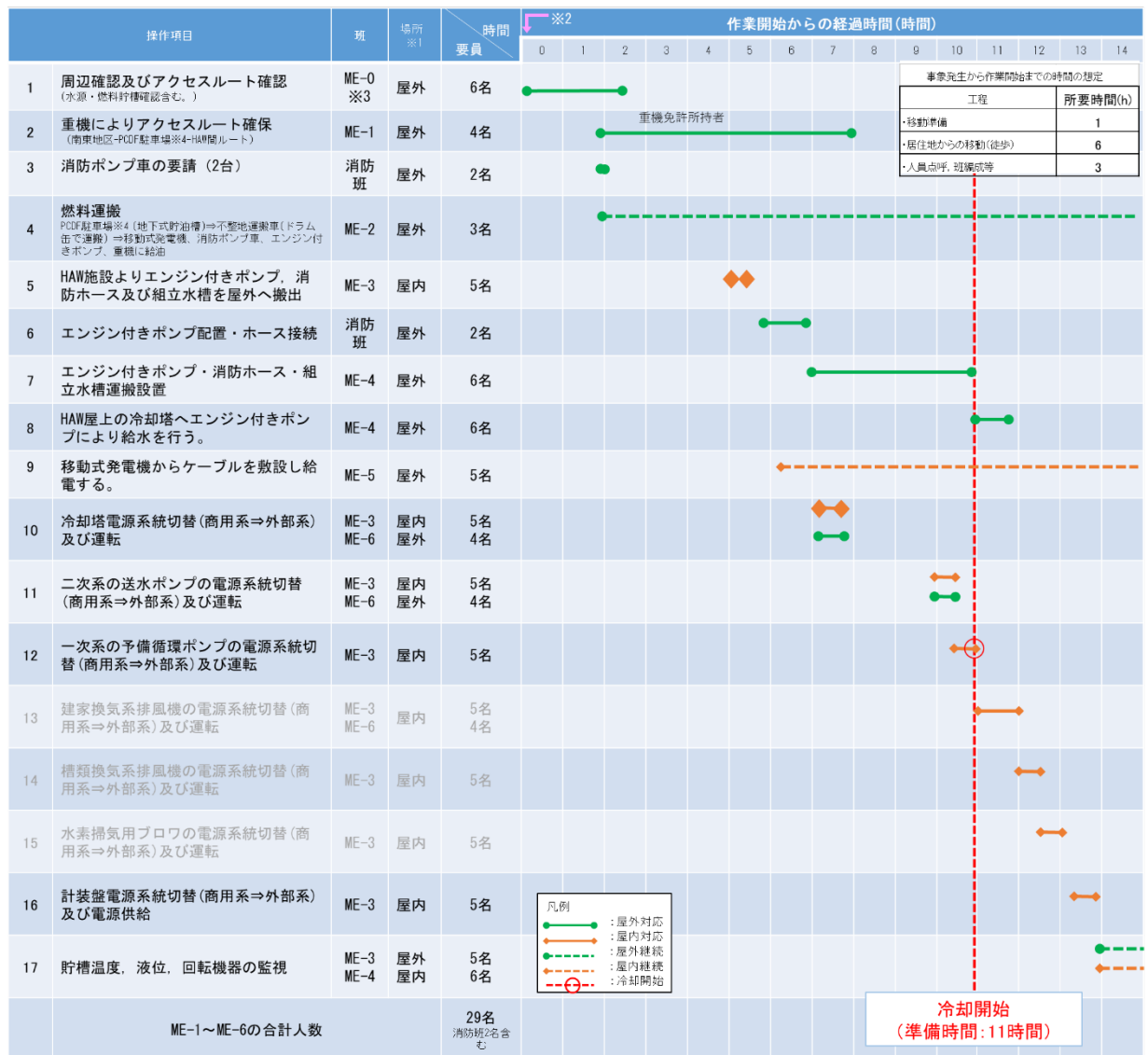


図 4 対策の優先度に係る基本フロー（ガラス固化技術開発施設（TVF））





※1 制御室における復旧活動はない

※2 事象発生後、約10時間後を想定

※3 ME-1、ME-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

グレー文字：建家換気系及び水素掃気系等に係る対応。

図5 (2/2) HAW 未然防止対策 ①：移動式発電機からの給電及び恒設冷却塔での冷却
(タイムチャート)

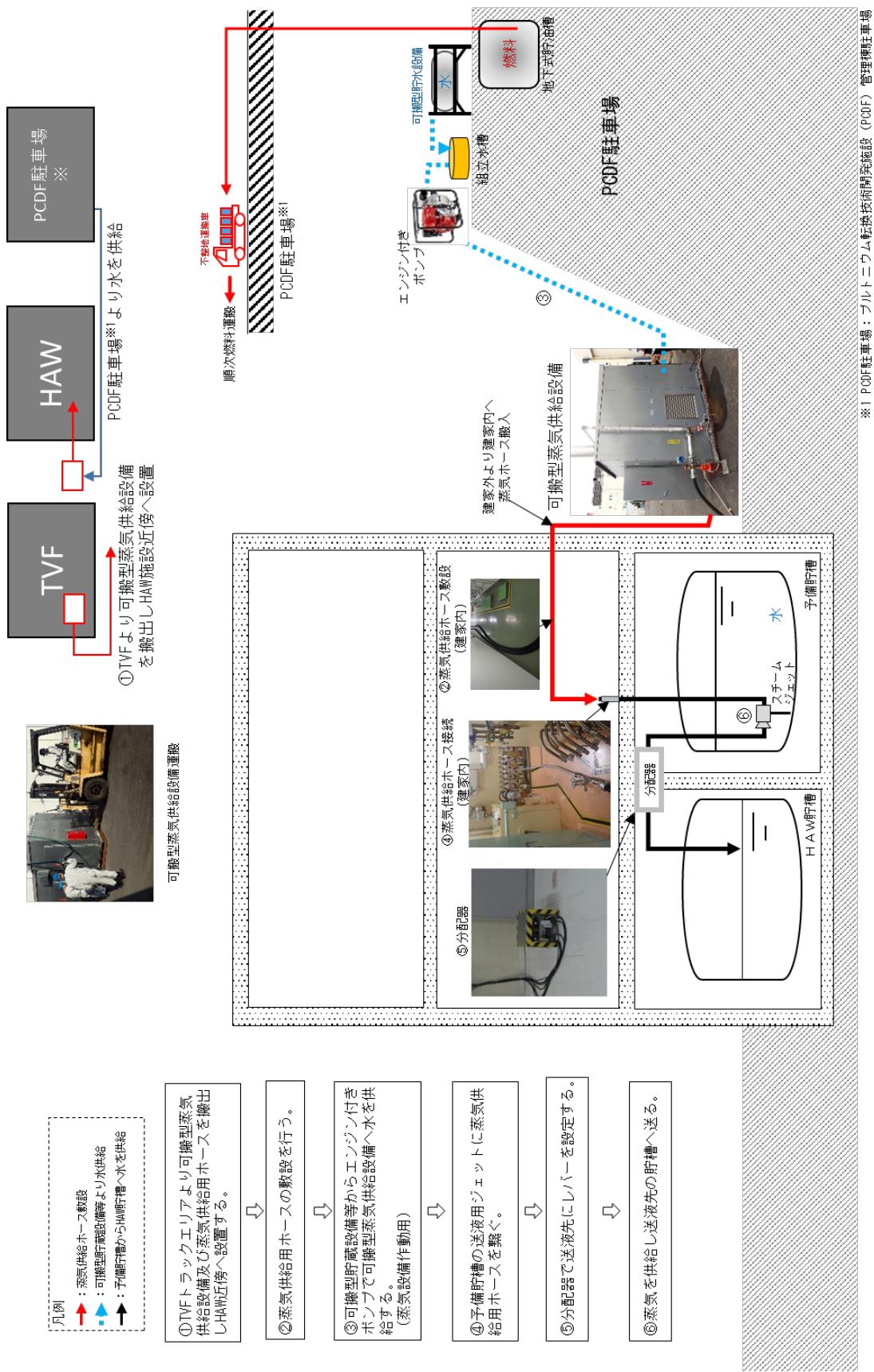


図 6 (1/2) HAW 遅延対策 ①の概要：直接注水(可搬型蒸気供給設備使用)

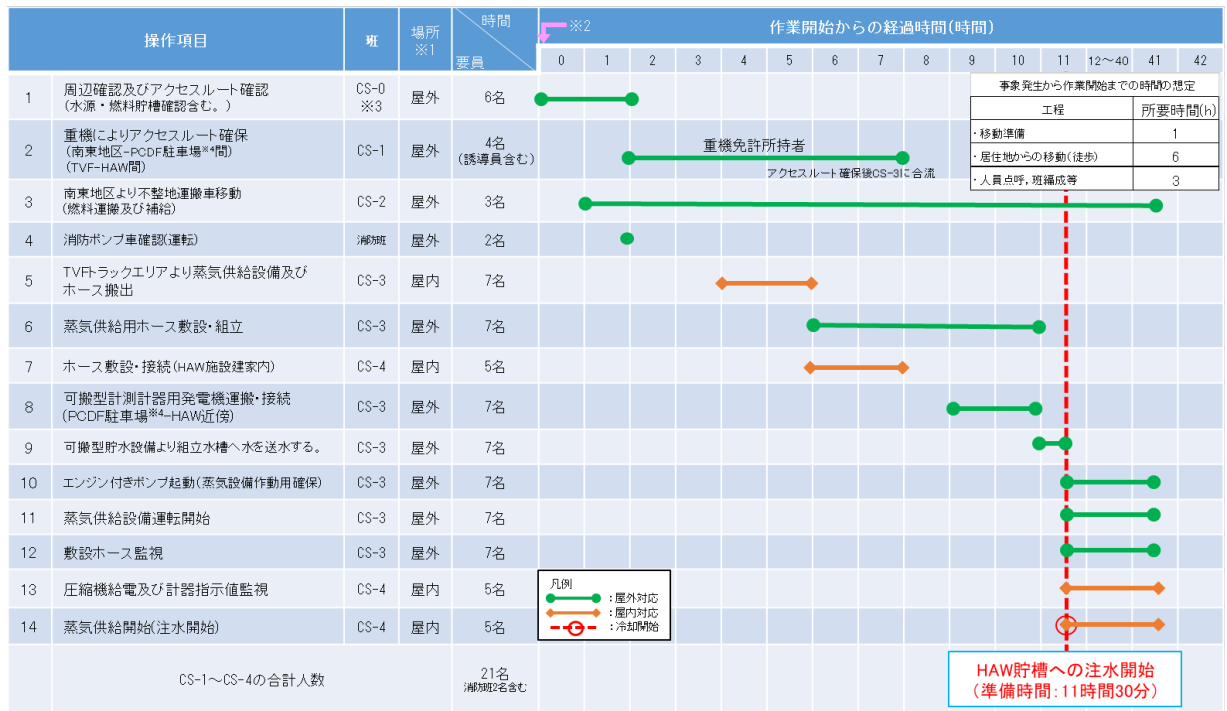


図 6 (2/2) HAW 遅延対策 ①：直接注水(可搬型蒸気供給設備使用)
(タイムチャート)

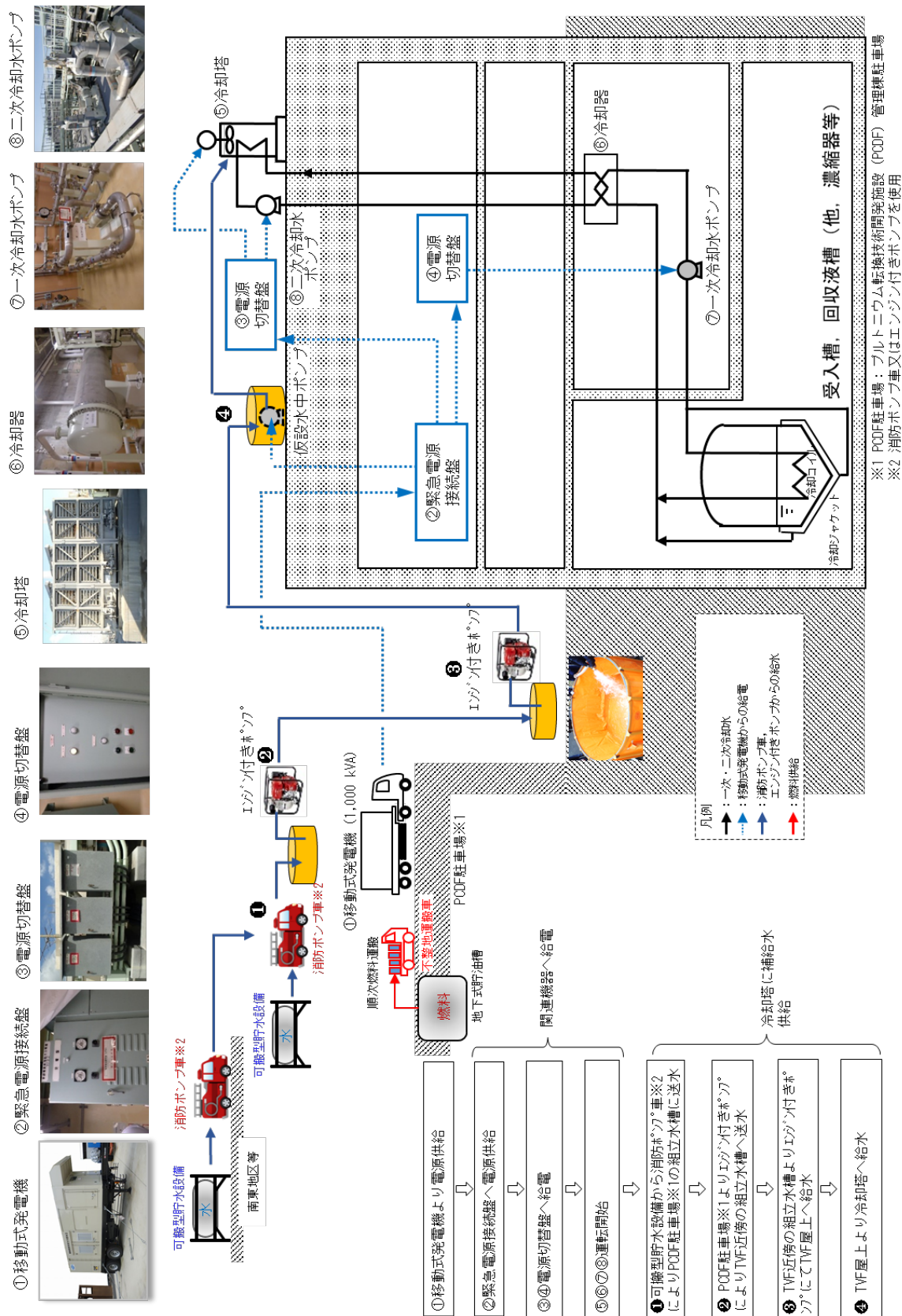
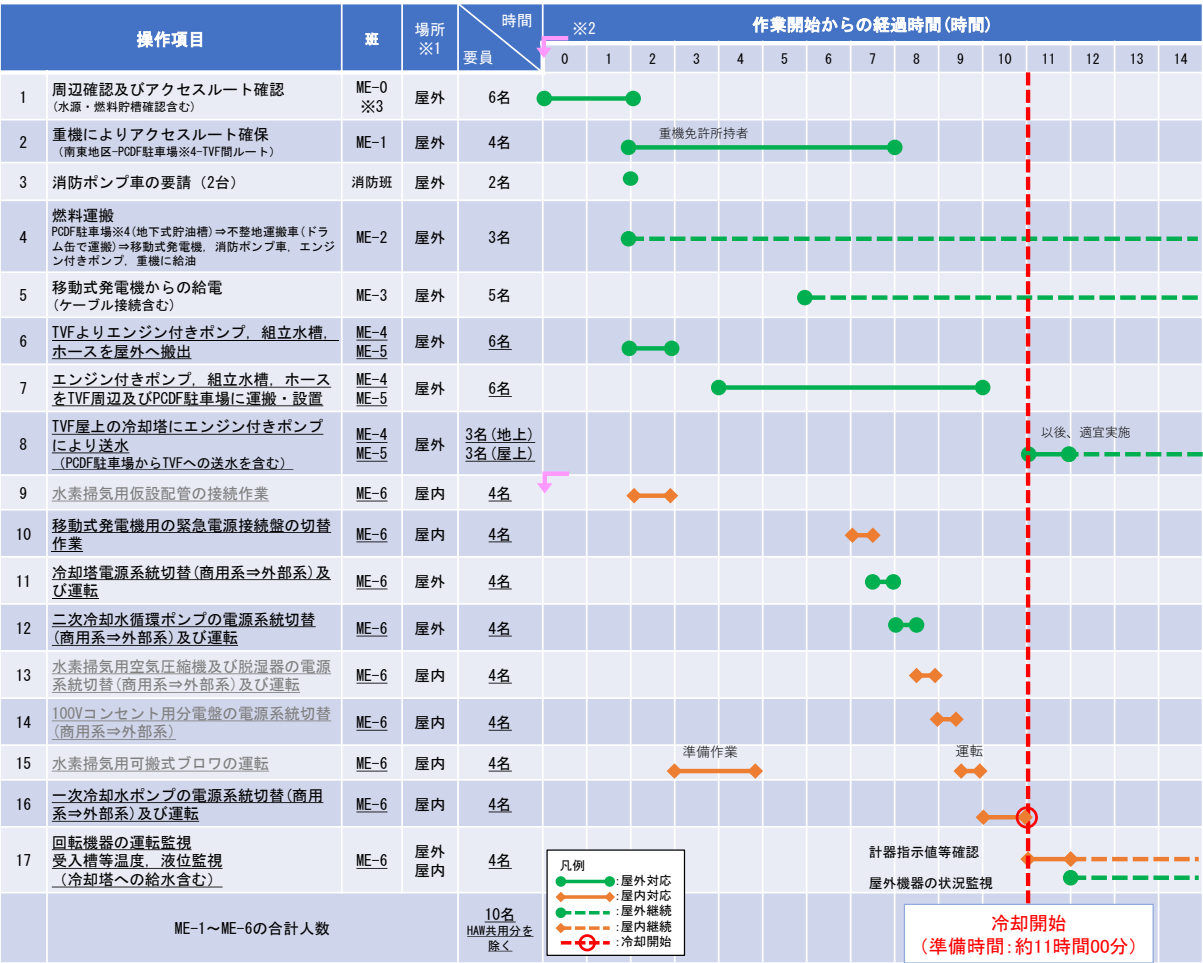


図 7 (1/2) TVF 未然防止対策①の概要：移動式発電機からの給電及び冷却塔での冷却



※1 制御室における復旧活動はない ※2 事象発生後、約10時間後を想定 ※3 ME-1, ME-4～6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
グレー文字: 水素掃気系等に係る対応 下線: TVF交替勤務者対応

図 7 (2/2) TVF 未然防止対策①: 移動式発電機からの給電及び冷却塔での冷却
(タイムチャート)

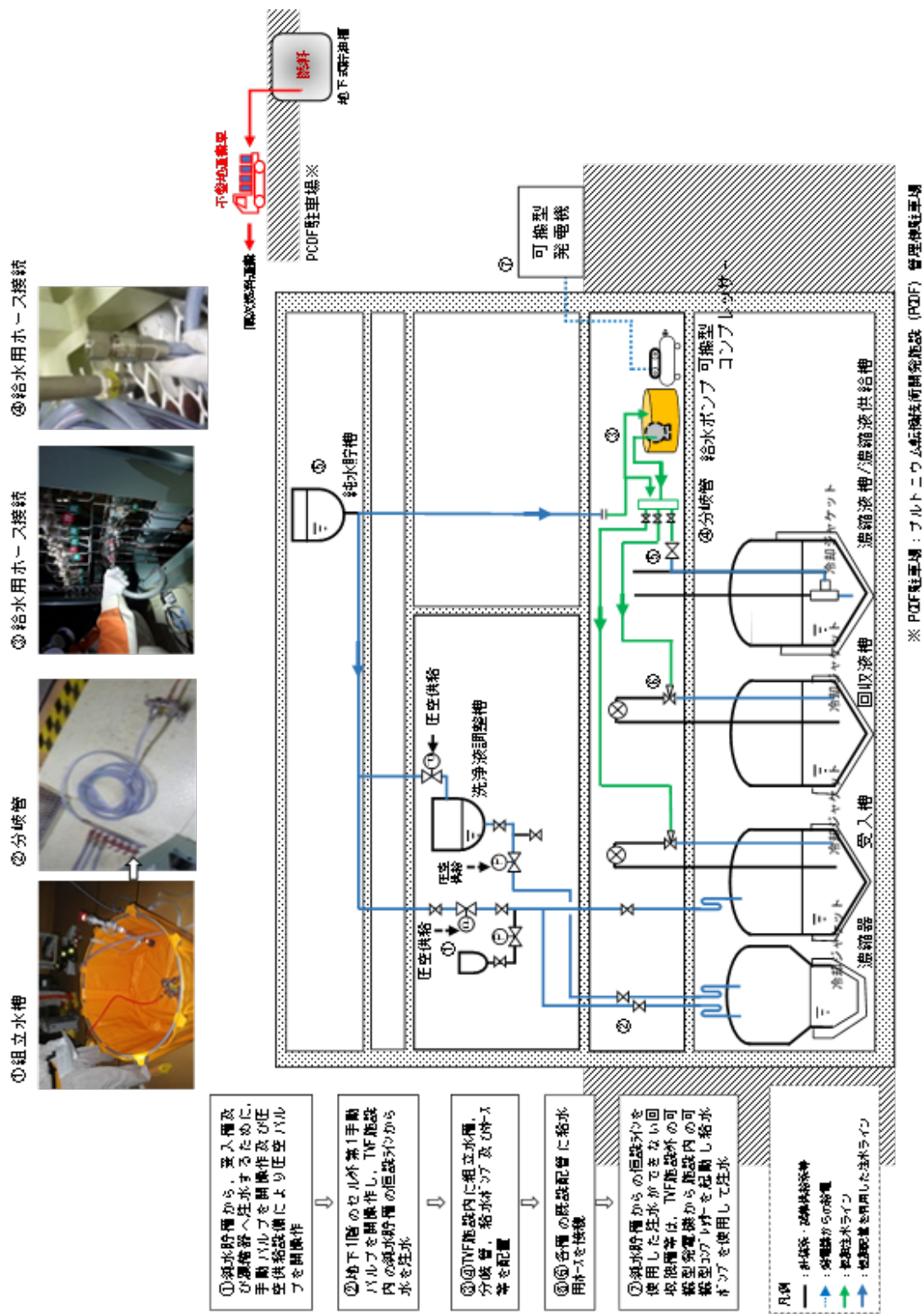
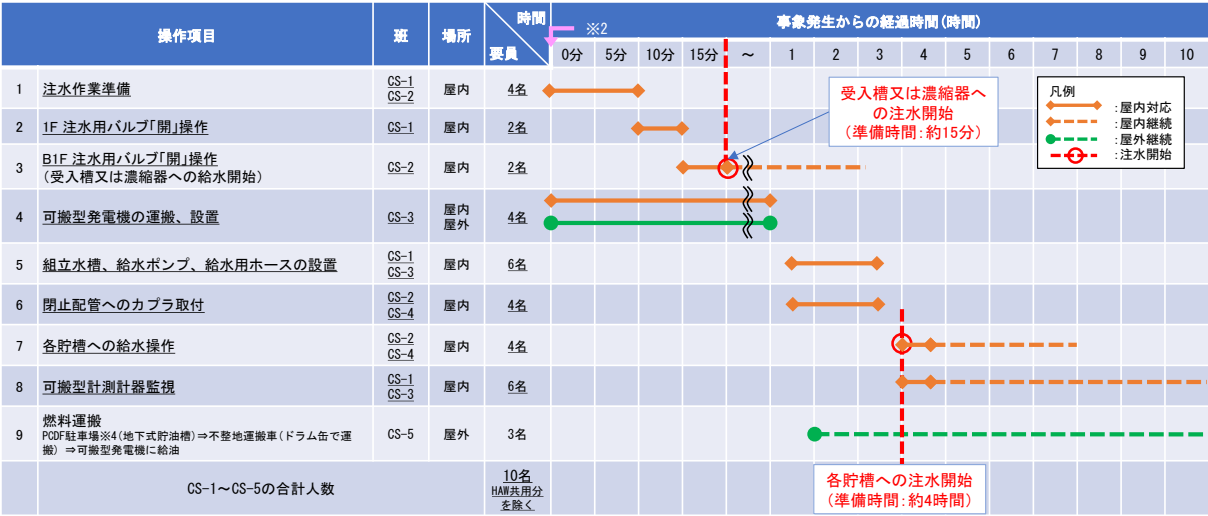


図 8 (1/2) TVF 遅延対策①の概要：受入槽等への直接注水



※1 制御室における復旧活動はない ※2 事象発生後、約10時間後を想定 ※3 CS-1、CS-4～6より各3名
※4 PCDF駐車場:ブルトニウム転換技術開発施設(PCDF)管理棟駐車場 下線: TVF交替勤務者対応

図 8 (2/2) TVF 遅延対策①: 受入槽等への直接注水作業
(タイムチャート)

以上

その他の施設の外部事象に対する安全対策について

1. 概要

その他の施設に貯蔵・保管している放射性物質の量は、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 及びガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟と比較し少量であり、さらにいずれも建家内の貯槽や容器等に内包することにより閉じ込めを確保している。

その他の施設については、高放射性廃液に係る重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設ではないことから、既往の許認可における管理を継続するとともに、津波、地震、その他外部事象に対して、有意に放射性物質を建家外に流出・放出させない（低放射性廃液等を貯蔵する貯槽等については貯槽内の溶液を流出・放出させない、製品容器・廃棄物容器等については容器及び容器の内容物を流出・放出させない）ことを基本として、対策を講じる。

なお、その他の施設についても高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 及びガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟と同様に、竜巻、森林火災及び火山の影響以外の自然現象、並びに、航空機墜落、爆発、外部火災等の火災以外の人為による事象による損傷の防止については、地震、津波、竜巻、火山及び外部火災に包絡されること等の理由により対象外とした。

2. その他の施設の現状について

分離精製工場 (MP) においては、使用済燃料、工程内に洗浄液、ウラン溶液、高放射性廃液の希釈液等を保有している。

プルトニウム転換技術開発施設 (PCDF) 及びウラン脱硝施設 (DN) においてはウラン溶液を保有している。また、プルトニウム転換技術開発施設 (PCDF) においてはMOX粉末を貯蔵している。

ウラン貯蔵所 (UO3) 等においてはウラン製品を貯蔵している。

廃棄物の処理・貯蔵施設においては、廃棄物の処理・貯蔵を継続する必要がある、施設内に高放射性固体廃棄物、低放射性固体廃棄物、低放射性濃縮廃液、低放射性廃液等を貯蔵している。

3. その他の施設の外部事象影響評価結果及び対策

3.1 津波影響評価

(1) 低放射性廃液等を貯蔵する施設

大部分の貯槽等について、溶液は貯槽内または地下階のセル・部屋内で保持され、また、溶液が地上階へ流出する可能性はないことから、建家外への放射

性物質の有意な流出がないことを確認した。

セルの地上階に開口部等があり、溶液の流出の可能性が否定できない貯槽等として、分離精製工場（MP）の使用済燃料プール、スラッジ貯蔵場（LW）の廃溶媒貯槽、放出廃液油分除去施設（C）の放出廃液貯槽・スラッジ貯槽・廃炭貯槽が抽出された。これらのうち、分離精製工場（MP）の使用済燃料プールのプール水は循環・ろ過により浄化されており、放出廃液油分除去施設（C）の放出廃液貯槽等の溶液は低放射性廃液の蒸発缶で処理された凝縮液及びその吸着剤であり、十分浄化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。スラッジ貯蔵場（LW）の廃溶媒貯槽については、建家外への放射性物質の有意な流出を防止するため、セルへの海水の流入量低減対策を講じる。

(2) 廃棄物容器・製品容器等を貯蔵・保管する施設

貯蔵ピット内の製品容器やセル内の廃棄物容器については容器が建家外に流出することはない。その他の製品容器や廃棄物容器等については、津波の影響を受けない場所への移動、固縛等の対策を講じる。

3.2 地震影響評価

大部分の建家及び貯槽等は設計地震動相当の外力に対し耐震性を有していることを確認した。一部の耐震性が十分でない貯槽はセル内に設置されており、当該建家及びセルが設計地震動相当の外力に対し耐震性を有し、貯槽内の溶液がセル内等に保持されることから、地震において建家外への放射性物質の有意な放出がないことを確認した。

3.3 竜巻影響評価

設計飛来物に対して、外壁等の厚さが十分でないと評価されたセル外機器・容器については、建家外への放射性物質の有意な放出を防止するため、容器の移動、溶液の移送、貫通部補修・容器養生に使用する資材の配備、金属製ではない廃棄物容器へのネット設置等の対策を講じる。

3.4 火山影響評価

その他の施設の火山事象対策として、建家外への放射性物質の有意な放出を防止するため、以下の対策を講じる。

溶液の移送、許容堆積荷重に相当する降下火砕物の堆積厚さの小さい施設の優先的な除灰作業、除灰に使用する資機材（シャベル、箒、エアダスター、除灰ポリ袋、ゴーグル、防塵マスク等）を配備等の対策を講じる。

3.5 外部火災影響評価

(1) 森林火災

森林火災に対する危険距離（壁面温度200℃に相当する距離）は、その他の

施設の離隔距離を下回り、建家の健全性に影響を与えないため、有意な放射性物質の放出がないことを確認した。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。

(2) 近隣産業施設

再処理施設から10 kmの範囲内の石油類貯蔵施設において火災が発生した場合の危険距離（壁面温度200 °Cに相当する距離）は、再処理施設の離隔距離を下回っており、その他の施設の健全性に影響を与えないことを確認した。

核燃料サイクル工学研究所内屋外貯蔵施設において火災が発生した場合、廃棄物処理場屋外タンクに対策を講じることで、危険距離（壁面温度200 °Cに相当する距離）は離隔距離を下回り、その他の施設の健全性に影響を与えないことを確認した。

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の危険限界距離（爆風圧が0.01 MPa以下になる距離）は、離隔距離を下回っており、その他の施設の健全性に影響を与えないことを確認した。

以上の結果から、再処理施設の敷地外において火災又は爆発が発生した場合及び屋外貯蔵施設において火災が発生した場合、その他の施設の建家の健全性に影響を与えないため、有意な放射性物質の放出がないことを確認した。

(3) 航空機落下

航空機墜落に対する危険距離（壁面温度200 °Cに相当する距離）は、その他の施設の離隔距離を下回り、建家の健全性に影響を与えないため、有意な放射性物質の放出がないことを確認した。

以上