

表 3-3-3-1 未然防止対策 ①-1 において使用する主な恒設の事故対処設備

	設 備	設置場所	数量	備考
1	冷却塔	HAW建家屋上	1	容量 : 98 kVA
2	二次系の送水ポンプ	HAW建家屋上	1	容量 : 47 kVA
3	一次系の予備循環ポンプ	HAW建家内	1	容量 : 38 kVA

表 3-3-3-2 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) において移動式発電機から給電する機器の負荷容量

設備名称	用途	容量 (kVA)
一次系の予備循環ポンプ	高放射性廃液貯槽の冷却	38
冷却塔	高放射性廃液貯槽の冷却	98
二次系の送水ポンプ	高放射性廃液貯槽の冷却(二次)	47
セル換気系排風機	高放射性廃液貯蔵セルの換気	57
排風機	高放射性廃液貯槽の換気	7
ブロワ	高放射性廃液貯槽の水素掃気	7
その他	仮設照明, 水素濃度計, 予備	10
合計		264

表 3-3-3-3 未然防止対策 ①-1 において使用する主な可搬型事故対処設備

	設備	保管場所	使用場所	数量	備考
1	不整地運搬車 (ドラム缶運搬用)	南東地区	所内	1	最大積載本数：9本
2	消防ポンプ車	消防車庫	>T.P. +15 m	1	圧力：>0.187 MPa 揚程：>18.7 m 流量：>200 L/min
3	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW 外廻り	1	最大流量：60 m ³ /h 最大揚程：30 m
4	エンジン付きポンプ	HAW建家内	所内	1	流量：14.4 m ³ /h(流量は実測値) 揚程：約25 m (HAW屋上EL約18.7 m)
5	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	容量：5 m ³
6	組立水槽	HAW建家内	所内	1	
7	移動式発電機	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	出力：1000 kVA
8	消防ホース (屋外用)	PCDF駐車場※1	所内水源～HAW屋上 (最長1240 m)	62	65A 20 m

※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

表 3-3-3-4 未然防止対策 ①-1 において使用する主な可搬型事故対処設備（重機，通信設備等）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	ホイールローダ	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (29.9 PS) 標準バケット容量：0.09 m ³
2	油圧ショベル	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (30 PS) 標準バケット容量：0.4 m ³
3	エンジン付きライト	PCDF駐車場※1	所内	7	ランプ電力 1000 W
4	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	約3 kVA
5	MCA 携帯型無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	送信出力：2 W
6	衛星電話	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	—
7	簡易無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	16	送信出力：5 W

※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

表 3-3-3-5 未然防止対策 ①-1 において使用する主な可搬型事故対処設備（計装設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	可搬型温度測定設備 (272V31～272V35, 272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	12	V31～V35は各貯槽2個使用 V37, V38は各貯槽1個使用
2	可搬型液位測定設備 (272V31～272V36)	HAW建家内	HAW建家内	6	各貯槽1個使用
3	可搬型液位測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
4	可搬型密度測定設備 (272V31～272V35)	HAW建家内	HAW建家内	5	各貯槽1個使用
5	可搬型密度測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
6	計装設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	計装設備用可搬型圧縮空気設備, ペーパーレスレコーダー及び ノートPCに給電
7	計装設備用可搬型圧縮空気設備	HAW建家内	HAW建家内	1	液位及び密度の測定に使用
8	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	可搬型計装設備の伝送器からの 信号の受信
9	ノートPC	HAW建家内	HAW建家内	1	データ収集装置間のデータ表示及び データ保存に使用

表 3-3-3-6 未然防止対策 ①-1 において使用する主な可搬型事故対処設備（放射線管理設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
2	可搬型ガスモニタ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
3	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
4	放射線管理設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	出力 100 V 30 A
5	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
6	可搬型ガスモニタ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
7	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
8	放射線管理設備用可搬型発電機	TVF建家内	TVF建家内	1	出力 100 V 30 A

表 4-1-1-1 通行止めを想定する領域等

領域等	備考
設計津波・L2 津波の浸水域	茨城県津波ハザードマップ（H24年）等から設定
土砂災害警戒区域（急傾斜地）	茨城県土砂災害ハザードマップ（H29年）から設定 （土石流・地すべりの影響はない。）
久慈川，那珂川及び新川を渡河する橋	保守的に地震・津波による通行止めを想定

表 4-1-2-1 再処理施設から 12 km 圏内の居住者が有するスキル

スキル	12 km 圏内の居住者数	未然防止対策①-1 の必要人数
消防ポンプ車の操作	6 名	2 名
移動式発電機の操作	17 名	5 名
一次系冷却設備の操作	29 名	5 名
二次系冷却設備の操作	14 名	4 名
重機操作	20 名	7 名
その他一般作業	22 名	6 名
合計	108 名	29 名

高放射性廃液貯蔵場（HAW）における
未然防止対策①-2 の有効性について

目 次

1. 有効性評価の方針
2. 事故の想定
3. 対策（未然防止対策①-2）
 - 3.1 対策概要
 - 3.2 対策の具体的内容
 - 3.3 要員，資源，設備等
 - 3.3.1 対策に必要な事故対処要員
 - 3.3.2 対策に必要な資源
 - ①水の必要量
 - ②燃料の必要量
 - 3.3.3 使用する事故対処設備
 - 3.3.4 アクセスルート
 - 3.3.5 通信連絡
 - 3.4 監視測定
 - 3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.4.2 その他の監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.5 事故時の体制と支援
4. 有効性評価
 - 4.1 事故対処要員の確保
 - 4.1.1 事故対処要員の招集
 - ①事故対処要員の招集体制及び招集範囲
 - ②事故対処要員に必要なスキル
 - ③事故対処要員の招集に要する時間
 - 4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果
 - ①事故対処要員の有するスキルの結果
 - ②招集に要する時間の結果
 - ③対策着手に要する時間の結果
 - ④事故対処要員の確保の評価結果

- 4.2 必要な資源の確保
 - 4.2.1 水及び燃料の保管量
 - 4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果
- 4.3 事故対処設備の健全性
 - 4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況
 - 4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果
- 4.4 対策の実施までに要する時間
 - 4.4.1 事故の発生から対策の着手, 完了までに要する時間
 - ①事故の発生から対策の着手までに要する時間
 - ②対策の着手から完了までに要する時間
 - 4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果
- 4.5 監視測定に係る手順の確認
 - 4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順
 - ①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定
 - ②その他の監視測定
 - 4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果
- 5. 有効性評価の結果

1. 有効性評価の方針

事故対処では、事故の発生後、事故対処要員を招集し、事故対処を実施できる要員の数、事故対処に使用可能な資源（水及び燃料）の量及び事故対処設備の状態を把握する。その後、各対策の優先度、各対策に必要な資源、設備及び要員、対処に要する時間の見込み、設備等の修復に要する時間、ウェットサイトの津波がれきの散乱状況等を踏まえ、外部支援に期待しない期間（7日間）、継続して実施可能な対策又は対策の組合せの検討及び実施する対策の選定をした上で、事故対処を行う。

未然防止対策①-2については、事故対処要員の確保、資源の確保、設備の健全性、対策の実施までの所要時間並びに対策の成否判断及び高放射性廃液の状態監視に必要な監視測定手段を確認するとともに、対策の実施により外部支援に期待しない期間（7日間）、高放射性廃液を未沸騰状態に維持できることを確認することで、その有効性を評価する。

2. 事故の想定

起回事象により、耐震性のない建家及び構築物は損傷し、再処理施設の敷地内は浸水して所内の全動力電源を失い、高放射性廃液貯槽の崩壊熱除去機能が喪失することによる蒸発乾固を事故として想定する。また、遡上解析及び軌跡解析の結果から漂流物によるがれき等が敷地内に散乱することを考慮する。

事故の発生を仮定する機器は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び中間貯槽（272V37及び272V38）である（「添四別紙 1-1 1.1.6 事故の発生を仮定する際の条件の設定及び事故の発生を仮定する機器の特定」参照）。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又はガラス固化技術開発施設（TVF）からの返送時以外において中間貯槽には存在しない。また、これらの機器については、蒸発乾固が同時に発生する可能性があることから、有効性評価は同時発生するものとして評価する。なお、事故対処を実施する際の環境について、高放射性廃液は沸騰に至らないことから、高放射性廃液の状態が平常運転時と大きく変わるものではないため、他の事故事象が連鎖して発生することはない。

廃止措置段階にある再処理施設では、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、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増加していく。そこで、令和2年8月31日時点の高放射性廃液貯蔵場（HAW）の貯蔵状況に基づき有効性を評価する。なお、高放射性廃液の沸騰到達までの時間余裕は、「添四別紙 1-1-26 高放射性廃液貯蔵場（HAW）における高放射性廃液の沸騰到達時間の計算書」から、発熱密度が最も大きく、沸騰到達までの時間が他の貯槽よりも短い高放射性廃液貯槽（272V35）の77時間とする。

また、分離精製工場（MP）に貯蔵中の発熱密度が小さい廃液を、高放射性廃液貯蔵場（HAW）

の高放射性廃液貯槽に移送した場合、希釈により高放射性廃液貯槽の発熱密度は小さくなり、沸騰に至るまでの時間余裕はより長くなるが、分離精製工場（MP）からの廃液の移送による沸騰到達までの遅延は、有効性評価においては見込まないこととする。

3. 対策（未然防止対策①-2）

3.1 対策概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液を内包する高放射性廃液貯槽は、通常時には、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の冷却水系により冷却を行い、高放射性廃液の崩壊熱による温度上昇を防止している。

冷却水系は、高放射性廃液の崩壊熱を除去する一次冷却系、一次冷却系を冷却する二次冷却系、二次冷却系に移行した熱を大気中へ逃がす建家屋上の密閉式冷却塔等から構成される。

未然防止対策①-2では、崩壊熱除去機能の機能喪失に対し、移動式発電機により恒設の冷却設備へ給電を行い、事象発生から沸騰に至る評価時間（77時間）までの間に、崩壊熱除去機能を回復させる。また、二次冷却系の冷却は、建家屋上の密閉式冷却塔（以下「冷却塔」という。）により行うものであり、エンジン付きポンプ等により、屋上の冷却塔の運転に伴い消費される水を補給して冷却機能を維持する。対策に必要な資源である水は自然水利として再処理施設北側の新川から給水システムを確保する。燃料は、所内の燃料資源から確保する。さらに、津波によるウェットサイトを想定し、これら資源の確保等に当たって必要なアクセスルート上にがれき等の漂流物があった場合は、重機により撤去する等して必要な資機材の運搬を行う。未然防止対策①-2の対策概要図を図3-1-1に示す。

3.2 対策の具体的内容

未然防止対策①-2の構成を明確化し、平常運転時に使用する系統から速やかに電源系統等の切り替え操作ができるように、未然防止対策①-2に必要な手順書を整備する。また、訓練を実施して各手順を確認し、対策に要する時間（タイムチャート）を作成する。以下、未然防止対策①-2の具体的内容を示す。

イ. 移動式発電機の運転の着手判断

崩壊熱除去機能が喪失し、移動式発電機の運転に必要な燃料及び冷却塔への補給水等の未然防止対策①-2に必要な資源、設備及び要員が確保されている場合は、移動式発電機の運転の実施を判断し、以下のロ.及びハ.に移行する。

ロ. 移動式発電機の運転準備

移動式発電機及びエンジン付きポンプに使用する燃料を確保する。

移動式発電機の給電ケーブルをプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に設置されている接続端子盤に接続する。

ハ. 冷却水系の系統構成の構築

移動式発電機からの給電により運転を行う冷却塔，二次系の送水ポンプ及び一次系の予備循環ポンプによる系統構成を行う。

冷却塔への給水のため，エンジン付きポンプ，組立水槽及びホースにより，冷却塔に給水する経路を構築する。なお，自然水利からの取水ポイントは，高放射性廃液貯蔵場（HAW）から最も近い自然水利（新川河口付近）からの取水を基本とする。

ニ. 可搬型計装設備の準備

高放射性廃液貯槽の廃液の温度を測定するために可搬型計装設備を準備し，恒設の計装設備へ可搬型温度計測設備を接続し温度測定を可能とする系統を構築する。廃液の温度測定対象設備は，高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び中間貯槽*（272V37 及び V38）である。

* 高放射性廃液を保有している場合

ホ. 移動式発電機の運転の実施判断

ロ. 移動式発電機の運転準備及びハ. 冷却水系の系統構成の構築が完了後，移動式発電機の運転の実施を判断し，以下のヘ. に移行する。

ヘ. 移動式発電機の運転及び冷却塔への給水の実施

移動式発電機の運転を行い，給電を開始する。また，冷却塔への給水を開始する。

ト. 移動式発電機の運転による崩壊熱除去機能維持の成否判断

高放射性廃液貯槽に貯蔵する高放射性廃液が未沸騰状態（廃液温度 102℃未満）で安定していることを確認し，未然防止対策①-2 の実施により崩壊熱除去機能が維持されていると判断する。

チ. 監視測定

未然防止対策①-2 により崩壊熱除去機能が維持されていることを判断するために必要な

監視項目は、高放射性廃液貯槽及び中間貯槽の高放射性廃液の温度である。対策実施後に高放射性廃液の温度を測定することで、崩壊熱除去機能が維持されているか監視する。

上記に基づき未然防止対策①-2に係る訓練を実施し、タイムチャートの妥当性を検証した結果を反映したタイムチャートを表 3-2-1 に示す。未然防止対策①-2 実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例を図 3-2-1 に示す。

なお、タイムチャート中の自然水利からの給水に要する時間及び所内燃料資源からの給油に要する時間は、再処理施設北側の自然水利（新川河口付近）からの取水及び高放射性廃液貯蔵場(HAW)から最も遠い燃料を保管する既設設備を利用する場合の時間により確認した。

3.3 要員，資源，設備等

3.3.1 対策に必要な事故対処要員

未然防止対策①-2の各手順の実施に必要な人数及びスキルを表 3-3-1-1 に示す。要員数は、タイムチャート上に示す各手順の実施に必要な人数を合計して求めた。その結果、未然防止対策①-2の実施に必要な事故対処要員数は、29人であった。

3.3.2 対策に必要な資源

①水の必要量

未然防止対策①-2において使用する水は、建家屋上の冷却塔への補給水である。冷却塔への補給水量は、1時間当たりの消費水量に運転時間を乗じて算出した。

1時間当たりの消費水量は、冷却塔への補給水量の実測値（約 0.9 m³/h）を用いた。運転時間は外部支援を期待しない期間である7日間（168 h）とした。

$$0.9 \text{ m}^3/\text{h} \times 168 \text{ h} = 152 \text{ m}^3$$

これより、未然防止対策①-2における水の必要量は 152 m³である。

②燃料の必要量

未然防止対策①-2において使用する燃料は、主に移動式発電機等の燃料である。そこで、必要な燃料量は、各設備の燃費に使用時間及び台数を乗じて算出した。なお、アクセスルートの確保に使用するホイールローダ、不整地運搬車及び油圧ショベルについては、訓練実績からがれき撤去等の作業時間を約 6 時間と想定したものの、その不確かさを考慮して、訓練結果から算出した必要量（0.12 m³）を保守的に見積もり、1 m³に設定した。

燃費については、実測値又は機器仕様から求め、実測値及び機器仕様が無いものについては定格出力と燃料消費量の積により算出した。各設備の燃費を表 3-3-2-1 に示す。

水の供給用又は冷却用設備、通信機器及び監視機器への給電設備は外部支援に期待しない期間である 7 日間とした。エンジン付きライトは、夜間を含む使用を想定して 84 時間とした。また、燃料を運搬する不整地運搬車の使用時間は、不整地運搬車を除く各設備に必要な燃料を運搬する時間に、燃料を搭載したドラム缶の積み下ろし時間、給油時間を加えて算出した。

これらを積算した結果、未然防止対策①-2 における燃料の必要量は 39 m³である（表 3-3-2-2 参照）。

3.3.3 使用する事故対処設備

未然防止対策①-2 において使用する主な恒設の事故対処設備は、冷却塔、二次系の送水ポンプ及び一次系の予備循環ポンプである。主な恒設の事故対処設備を表 3-3-3-1 に示す。移動式発電機の給電容量 1000 kVA に対して供給負荷の総容量は 264 kVA であり十分に下回っている。負荷容量の内訳を表 3-3-3-2 に示す。

未然防止対策①-2 において使用する主な可搬型事故対処設備は、移動式発電機、エンジン付きポンプ等である。主な可搬型事故対処設備を表 3-3-3-3～表 3-3-3-6 に示す。給水設備及び給電設備の主な事故対処に必要な設備について、単一故障を考慮し、適切な予備品及びその取替えのために必要な機材等を確保し、外部事象の影響を受けにくい場所を考慮して保管する。

3.3.4 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、事故対処設備の保管場所から設置場所への運搬又は他の設備の被害状況の把握のために、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、運搬及び配置に支障を来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認する。また、漂流物によるがれき等に対しては、重機による撤去、道路の補修等によりアクセスルートを確保する。

建家外のアクセスルートを図 3-3-4-1 に示す。また、建家内のアクセスルートを図 3-3-4-2 に示す。

3.3.5 通信連絡

想定される事故等が発生した際に、未然防止対策①-2 の実施に必要な通信連絡を行えるよう、通信連絡に係る手順を整備している。通信連絡の手順について「添四別紙 1-1-35 通信連

絡に関する手順等」に示す。

3.4 監視測定

3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定

①測定対象パラメータ

未然防止対策①-2は、恒設の冷却設備により高放射性廃液を冷却する対策であることから、高放射性廃液を沸点未満に維持できていることを確認するため、未然防止対策①-2の成否判断をする上で情報を把握するために必要な測定対象パラメータは、以下のとおりである。

<測定対象パラメータ>

- ・高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：廃液の温度
- ・中間貯槽（272V37及び272V38）：廃液の温度

恒設の計装設備は、外部事象等により全動力電源喪失が発生した場合、高放射性廃液貯槽等の蒸発乾固に至るおそれのある機器のパラメータの計測ができなくなる。このため、これらの恒設での監視機能が喪失した場合は、事故対処が困難となることから監視機能喪失時の事故対処に備えて可搬型による計装設備及びその専用となる計装設備用可搬型発電機を配備し、その機能を代替する。

②監視測定の方法

可搬型の計測機器による計測方法の概要を以下に示す。また、計測手順を「添四別紙 1-1-32 事故時の計装に関する手順等」に示す。

a. 設備の概要

可搬型計装設備には、液位や密度の計測設備と温度の計測設備とがある。液位や密度の計測設備は、既設伝送器の導圧管との差圧を計測するための差圧伝送器やパージメータ等の計器類を使用する。温度計測設備は、端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定する。未然防止対策①-2では、これらのうち、温度計測設備による測定を行う。

なお、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の可搬型計装設備による計測結果は、データ収集装置へ伝送する。

b. 可搬型計装設備の測定対象及び測定方法

(a) 測定対象

- ・高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：廃液の温度
- ・中間貯槽（272V37 及び 272V38）：廃液の温度

(b) 測定方法

温度の測定は既設熱電対を用い、既設の熱電対端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定を行う。なお、既設熱電対に断線や絶縁不良があった場合は、予備の熱電対と交換した上で測定を行う。

3.4.2 その他の監視測定

①測定対象パラメータ

高放射性廃液貯槽からのオフガスのモニタリングを実施する。

②監視測定の方法

可搬型モニタリング設備により高放射性廃液貯槽からのオフガスをサンプリングし、監視する。その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。

3.5 事故時の体制と支援

事故対応を実施する現場対応班及び情報の整理等を実施する現地対策本部の役割分担及び責任者を定め、指揮命令系統を明確にして効果的な事故対応を実施し得る体制を整備する。

事故対応は現場対応班により実施する。現場対応班の構成を図 3-5-1 に示す。現場対応班長は再処理廃止措置技術開発センター長が務め、現場対応班の統括管理を行い、原子力防災の活動方針を決定する。現場対応班における指揮命令系統を明確にするとともに、指揮者である現場対応班長が不在の場合は、あらかじめ定めた順位に従い、現場対応班長代理がその職務を代行する。

現場対応班では、役割分担及び責任者等を定め、指揮命令系統を明確にし、効果的な事故対応を実施し得る体制を整備する。

現場対応班は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）の両施設で同時に事故等が発生した場合においても対応できるようにする。

また、核燃料サイクル工学研究所長は、発生事象が警戒事象又は特定事象に該当すると判断した場合は、核燃料サイクル工学研究所内に防災体制を発令するとともに、防災業務計画に基づく原子力防災組織として現地対策本部を設置する。現地対策本部は、支援組織として事故対応を行う現場対応班に対して技術的助言を行う技術支援組織及び現場対応班が事故対

処に専念できる環境を整える運営支援組織等を設ける。具体的には、被災状況の集約，環境モニタリング，救助及び救護活動，外部への情報発信，資機材の調達等を実施する。

その他，外部からの支援については「添四別紙 1-1-31 事故収束対応を維持するための支援」に示す。また，中長期的な対応を行うための緊急時対策所の居住性については「添四別紙 1-1-34 緊急時対策所の居住性等に関する手順等」に示す。

4. 有効性評価

4.1 事故対処要員の確保

必要な人数に対して、事故対処要員（必要なスキルを有することを含む。）が確保できることを確認する。事故対処要員の招集は、勤務時間外（休日夜間）に地震及び津波が発生した場合等においても可能なことを確認する。また、事故対処要員の招集に要する時間を確認する。

4.1.1 事故対処要員の招集

①事故対処要員の招集体制及び招集範囲

未然防止対策①-2に必要な事故対処要員は29名であり、勤務時間内においては、技術者389名（平成29年6月1日時点（廃止措置計画（令和3年1月14日付け認可））を含む日勤者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時間常駐する交代勤務者に加えて事故対処要員を招集して事故対処を実施する。交代勤務者以外の事故対処要員については、勤務時間外（休日夜間）における東海村震度6弱以上の地震の発生又は大津波警報の発令により、招集指示の有無に関わらず核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集する体制としている。このため、地震等により通信障害が発生した場合においても、事故対処に必要な人数を確保できる体制となっている。

再処理施設は北部の久慈川流域及び南部の那珂川流域の間に位置し東部は太平洋に面した位置関係にあるため、事故対処要員の招集においては、設計津波襲来に伴う大規模な地震及び津波による橋の通行不可及び津波の浸水による交通への影響が考えられる。したがって、事故対処要員の招集に当たっては、これらの影響を受けない領域から必要人数の確保が可能な範囲として再処理施設から半径12 km圏内を設定する。事故対処要員の招集範囲及び招集時の通行ルートを図4-1-1-1に示す。

招集時の通行ルートについては、茨城県の津波ハザードマップ及び土砂災害ハザードマップを参考に表4-1-1-1に示すルートは、招集時に通行できないものとしてルートの選定を行った。なお、地震、津波等の影響を考慮し、久慈川より北側及び那珂川より南側の居住者の参集は期待しないこととした。

②事故対処要員に必要なスキル

未然防止対策①-2の実施には、消防ポンプ車の操作、移動式発電機の操作、一次系冷却設備の操作、二次系冷却設備の操作、重機操等作のスキルが必要である。このため、再処理施設から12 km圏内に居住する事故対処要員により未然防止対策①-2に必要なスキル及び人数

を確保する。

③事故対処要員の招集に要する時間

事故対処要員の招集に要する時間は、事故対処要員の居住地区ごとに自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東門まで徒歩で参集する訓練により確認する。また、事故対処要員の招集後に未然防止対策①-2の着手までに必要な人員点呼、役割分担等に要する時間を含め訓練にて確認する。

4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果

①事故対処要員の有するスキルの結果

再処理施設から12 km圏内には、事故対処に係る全要員のうち約100名が居住している。表4-1-2-1に12 km圏内に居住する事故対処要員が有する各スキルとその人数を示す。

この結果より、12 km圏内に居住する事故対処要員を招集することで、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の未然防止対策①-2の実施に必要なスキルと人数を確保できることを確認した。

②招集に要する時間の結果

招集訓練の結果、自宅を出発するまでの準備時間は約1時間であり、移動時間は最も移動距離が長くなる地区で約4時間であることを確認した。

徒歩による夜間の移動速度は、昼間の0.8倍程度になることが報告されている¹⁾。これを踏まえ、事故対処の有効性評価においては、事故対処要員の自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東地区までの移動に要する時間は、訓練実績を保守的に1.5倍した6時間とする。

- 1) ”南海トラフ巨大地震の被害想定について(第一次報告)”，中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ(2012)

③対策着手に要する時間の結果

事故対処要員が核燃料サイクル工学研究所に到着した状況を模擬し、未然防止対策①-2に着手するまでに必要な人員点呼、役割分担等の対応手順を確認する訓練を実施した。その結果、未然防止対策①-2の着手までには約2時間を要することを確認した。

そこで、事故対処の有効性評価においては、未然防止対策①-2の着手までに要する時間は訓練実績を保守的に1.5倍した3時間とする。

したがって、地震発生から未然防止対策①-2に着手するまでに要する時間は、合計10時間(準備時間：1時間、移動時間：6時間及び人員点呼等：3時間)となる。

④事故対処要員の確保の評価結果

必要な事故対処要員（29人）については、招集指示の有無にかかわらず起因事象の発生に伴い参集を開始する体制を構築しており、津波の影響を受けない参集ルートで、核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集して確保できることを確認した。

なお、起因事象の発生から対策開始までの時間は、参集移動の準備、居住地からの移動（徒歩）及び参集後の人員点呼・班編成等を考慮し10時間を想定する。

4.2 必要な資源の確保

水及び燃料の保管量が、未然防止対策①-2における7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認する。

4.2.1 水及び燃料の保管量

事故対処に必要な水は、核燃料サイクル工学研究所の敷地の北方向に隣接した自然水利（新川河口付近）から取水することを基本とする。

事故対処に必要な燃料は、既存の所内燃料から使用する。所内燃料の容量は、高台に約450 m³の設備及び低地に約278 m³の設備に燃料を有している。燃料を保管する既設の設備については、津波が遡上しないT.P.+15 m以上の高台には、南東地区（燃料タンク）に約390 m³、地層処分放射化学研究施設（クオリティ）地下タンクに約10 m³及びプルトニウム燃料技術開発センターユーティリティ棟に約50 m³の燃料を保管している。さらに、津波の遡上域ではあるものの、（再処理施設）ユーティリティ施設地下貯油槽に約114 m³、中間開閉所燃料地下貯油槽に約30 m³、第二中間開閉所燃料地下貯油槽に約45 m³、低放射性廃棄物処理技術開発施設（LWTF）地下貯油槽に約30 m³、ガラス固化技術開発施設（TVF）地下貯油槽に約25 m³、高レベル放射性物質研究施設（CPF）地下埋設オイルタンクに約9 m³及び非常用予備発電棟地下燃料タンク貯油槽に約25 m³の燃料を保管している。

4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果

水源の確保については、対策を継続するために必要な水152 m³に対し、自然水利による取水訓練において新川からの給水系統、取水状況を確認できたことから、7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たす。

燃料の確保については、対策を継続するために必要な燃料39 m³に対し、津波が遡上しない所内の高台に合計約450 m³の設備に燃料を保管している。

燃料を保管する既設の設備については、所内の高台を含め複数個所に分散しており、沸騰到達までの時間余裕の中で、被災状況に応じて使用可能な設備を利用する。これらのことか

ら、7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たす。

これらの結果から、水及び燃料の保管量が、未然防止対策①-2における7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認した。

4.3 事故対処設備の健全性

事故対処に必要な恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること及び設計津波に対する浸水による影響がないことを確認する。

事故対処に必要な可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する建家内に保管すること又は計地震動及び設計津波に対して健全性を有する屋外に分散配置することを確認する。

これらを確認することで事故時においても事故対処設備が健全性を維持することを確認する。

4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況

恒設の事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対して健全性が維持される高放射性廃液貯蔵場（HAW）に設置している。また、恒設の事故対処設備は、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（「添四別紙 1-1-30 廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備（事故対処設備）」参照）としている。これらより、恒設の事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

可搬型事故対処設備は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内及びプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に配備する。

また、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場は、津波の影響を受けない高台にあり、地盤改良を行うことで設計地震動及び設計津波に対して健全性を維持する。核燃料サイクル工学研究所の南東地区については、津波の影響を受けない高台にあり、設計地震動に対して地盤が安定な場所に可搬型事故対処設備を配備する。これらにより、可搬型事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果

恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること及び設計津波に対する浸水がないことを確認した。また、可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内に保管すること、設計地震動及び設計津波に対して健全性を有する屋外に分散配置することを確認した。

これらの結果より、事故時においても各事故対処設備の健全性は維持されることを確認し

た。

4.4 対策の実施までに要する時間

崩壊熱除去機能喪失後、高放射性廃液が沸騰に到達するまでの時間余裕は77時間であることから、事故の発生から未然防止対策①-2の実施完了までの時間が77時間以内であることにより、その有効性を確認する。

4.4.1 事故の発生から対策の着手及び完了までに要する時間

①事故の発生から対策の着手までに要する時間

4.1.2 ③項より、事故の発生から対策の着手に要する時間は約10時間である。

②対策の着手から完了までに要する時間

未然防止対策①-2の着手から完了までに要する時間は、表3-2-1のタイムチャートから、約13時間である。

このため、事故の発生から対策の完了までに要する合計時間は約23時間となる。

4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果

未然防止対策①-2に要する時間は合計約23時間であり、高放射性廃液が沸騰到達に至るまでの時間(77時間)よりも十分短い。このため、起因事象の発生から廃液の沸騰到達までの間に未然防止対策①-2を実施可能であることを確認した。

4.5 監視測定に係る手順の確認

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間(7日間)において実施できることを確認する。

4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順

①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定

対策の成否判断に必要な監視について、その手順を「添四別紙1-1-32事故時の計装に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策①-2の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

②その他の監視測定

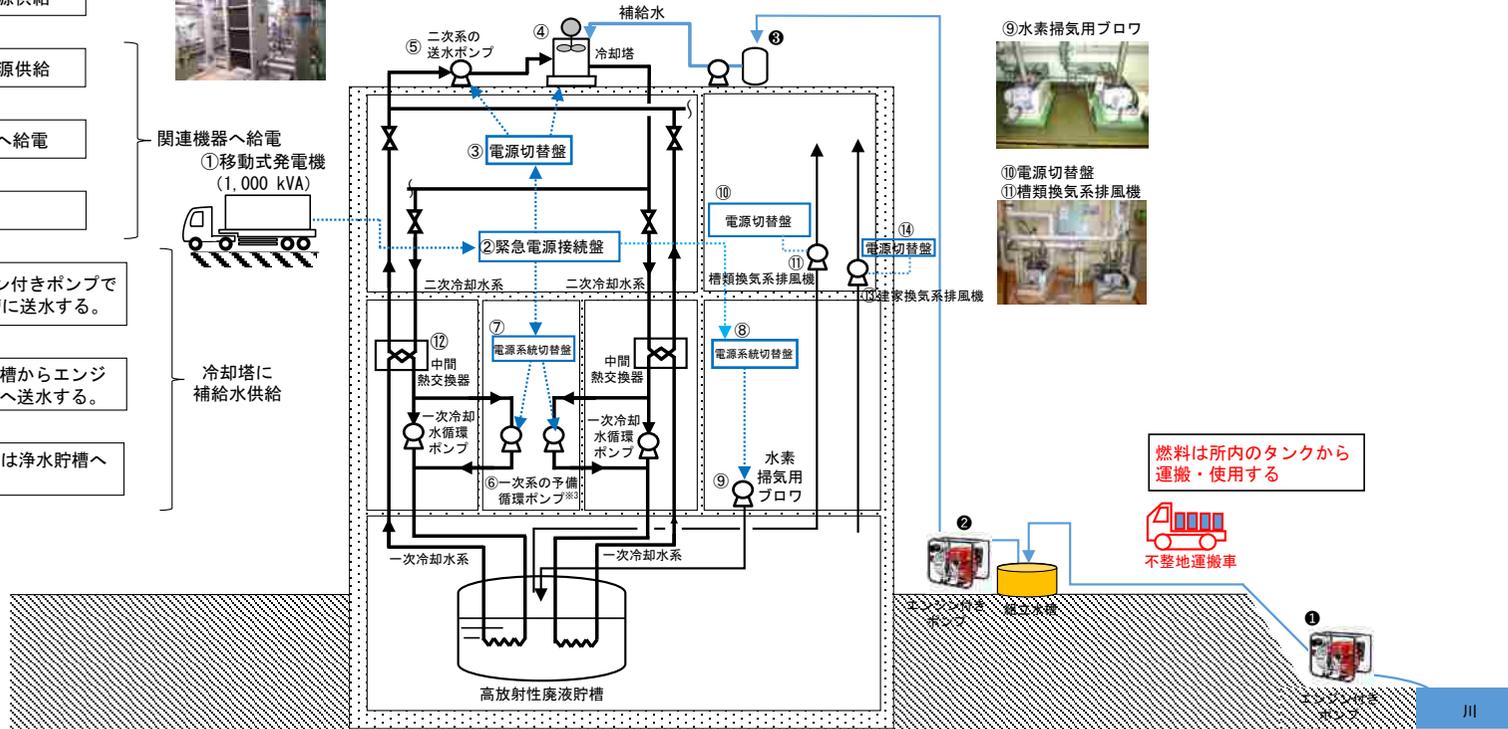
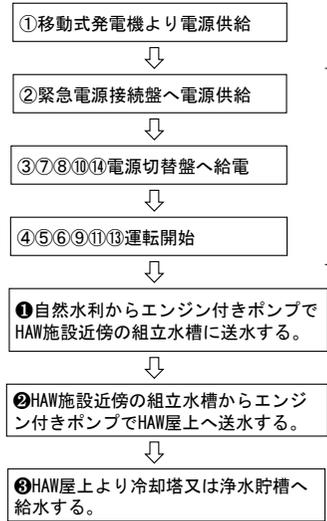
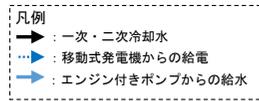
高放射性廃液が未沸騰状態に維持されていることを確認するための監視測定について、その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策①-2 の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7日間）において実施できることを確認した。

5. 有効性評価の結果

未然防止対策①-2の有効性評価においては、事故対応要員の確保、資源の確保、設備の健全性及び所要時間の確認並びに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。したがって、未然防止対策①-2による事故対応は有効であると判断する。



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 一次系の予備循環ポンプは、HAW貯槽（272V31～V36）で共用

図 3-1-1 未然防止対策 ①-2：移動式発電機からの給電及び冷却塔での冷却（自然水利及び所内燃料を利用する場合）

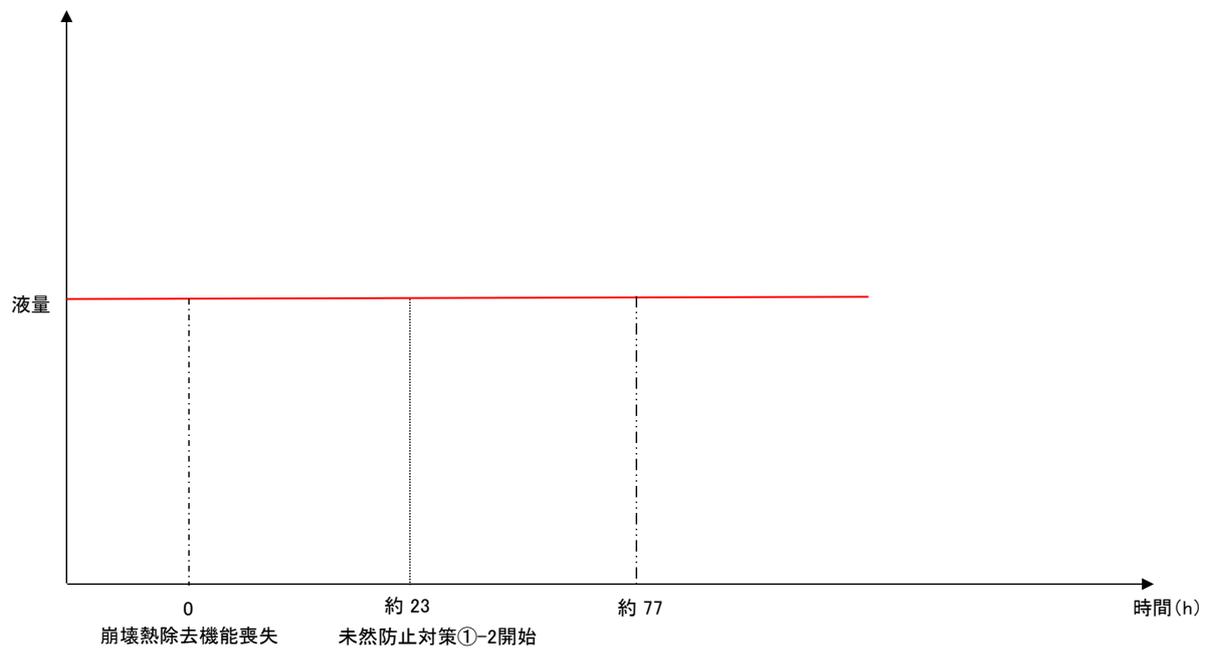
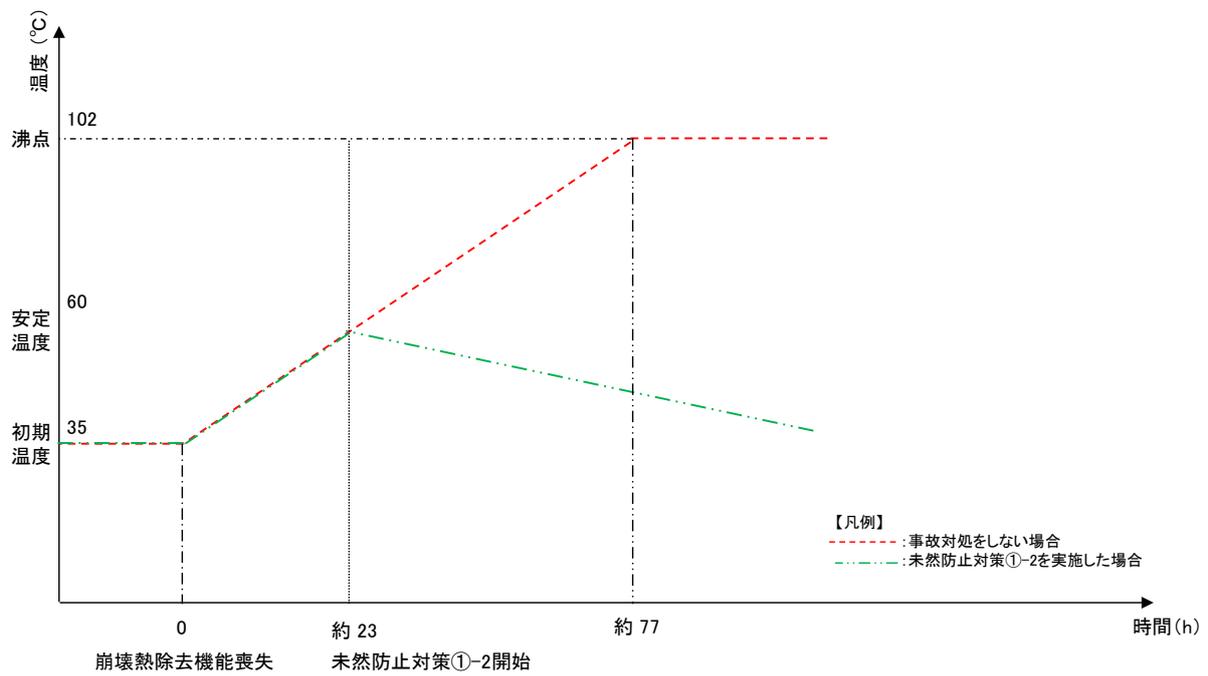


図 3-2-1 対策実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例

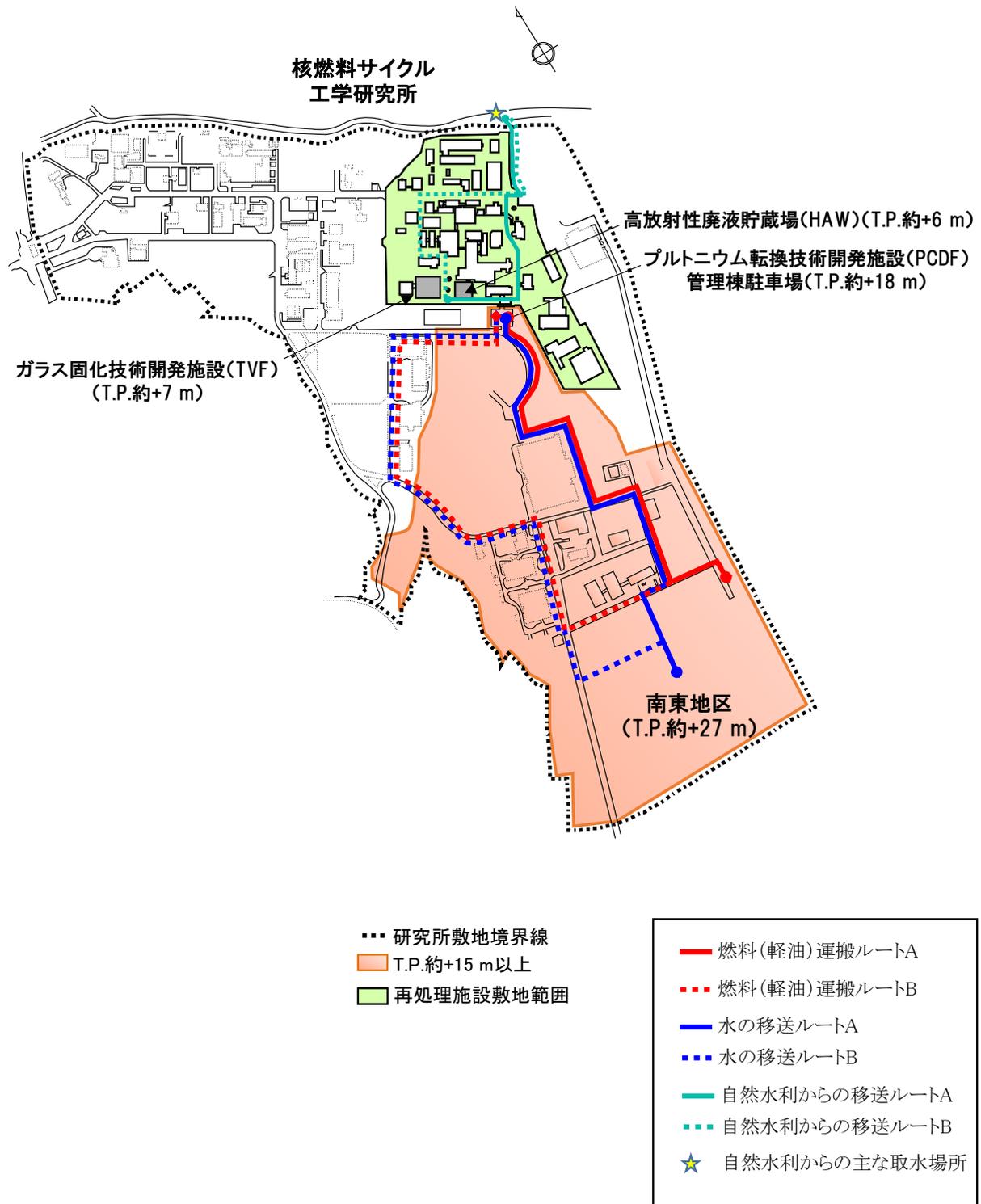


図 3-3-4-1 建家外のアクセスルート



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 5階/屋上

分離精製工場屋上から

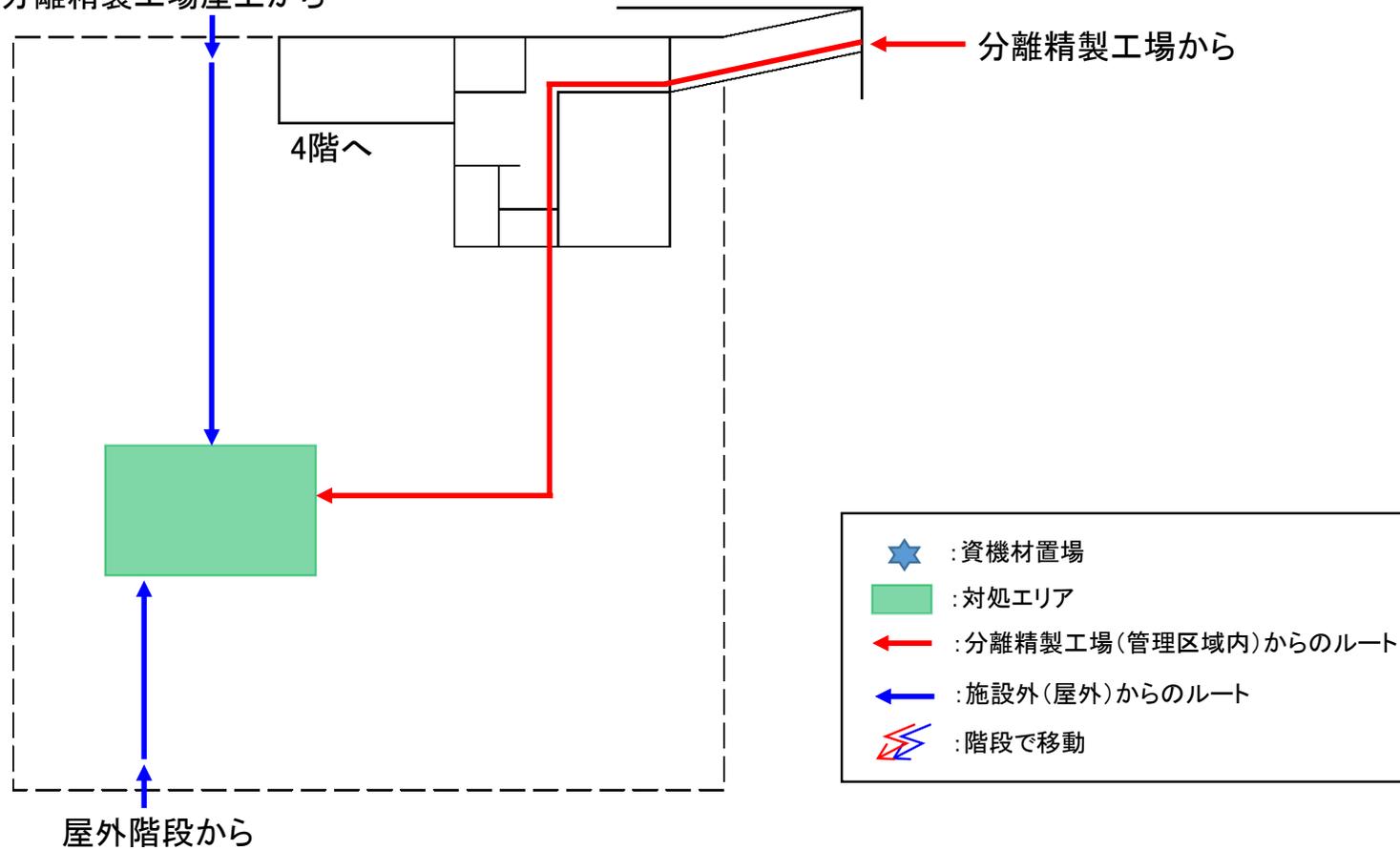


図 3-3-4-2 建家内アクセスルート

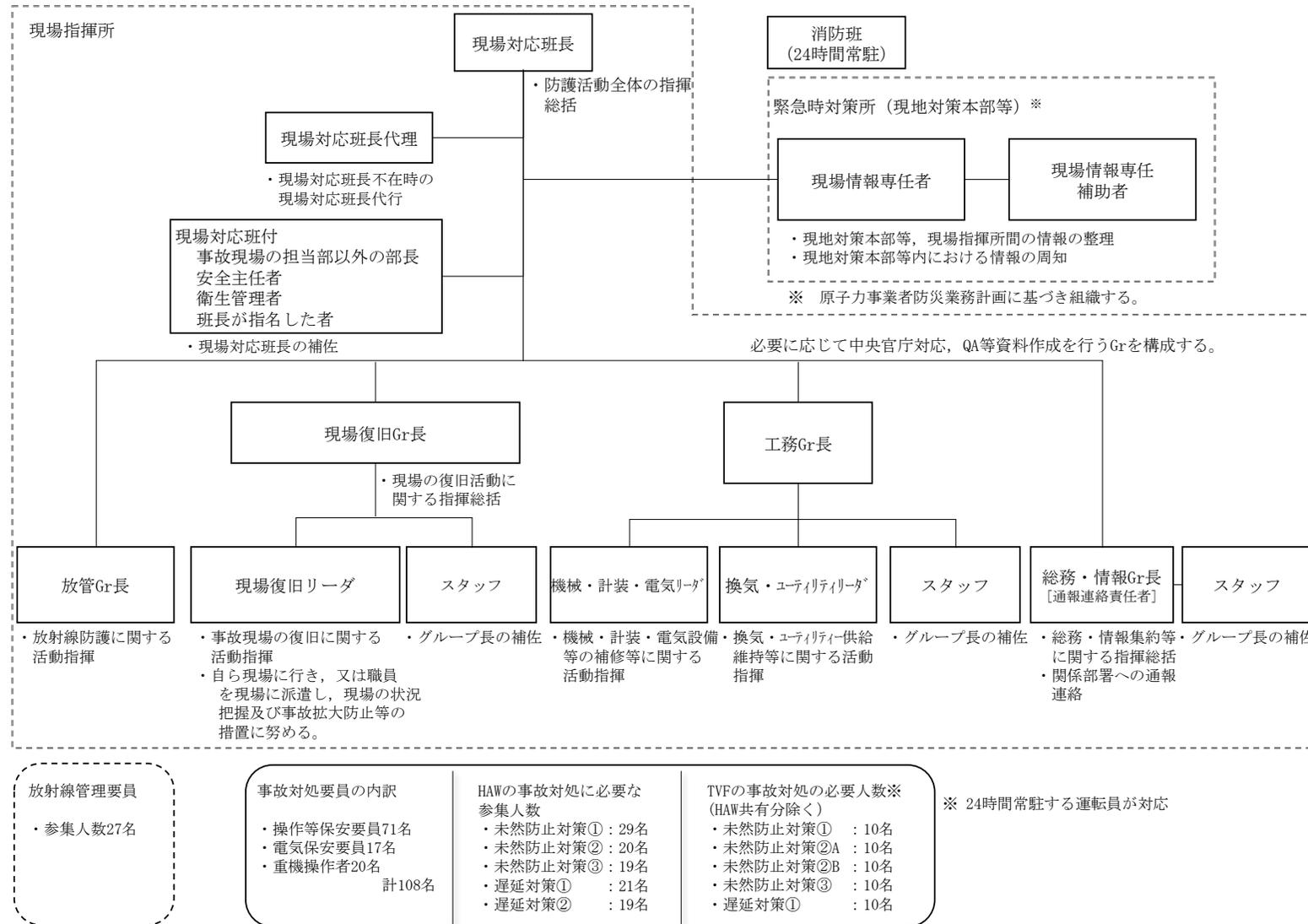
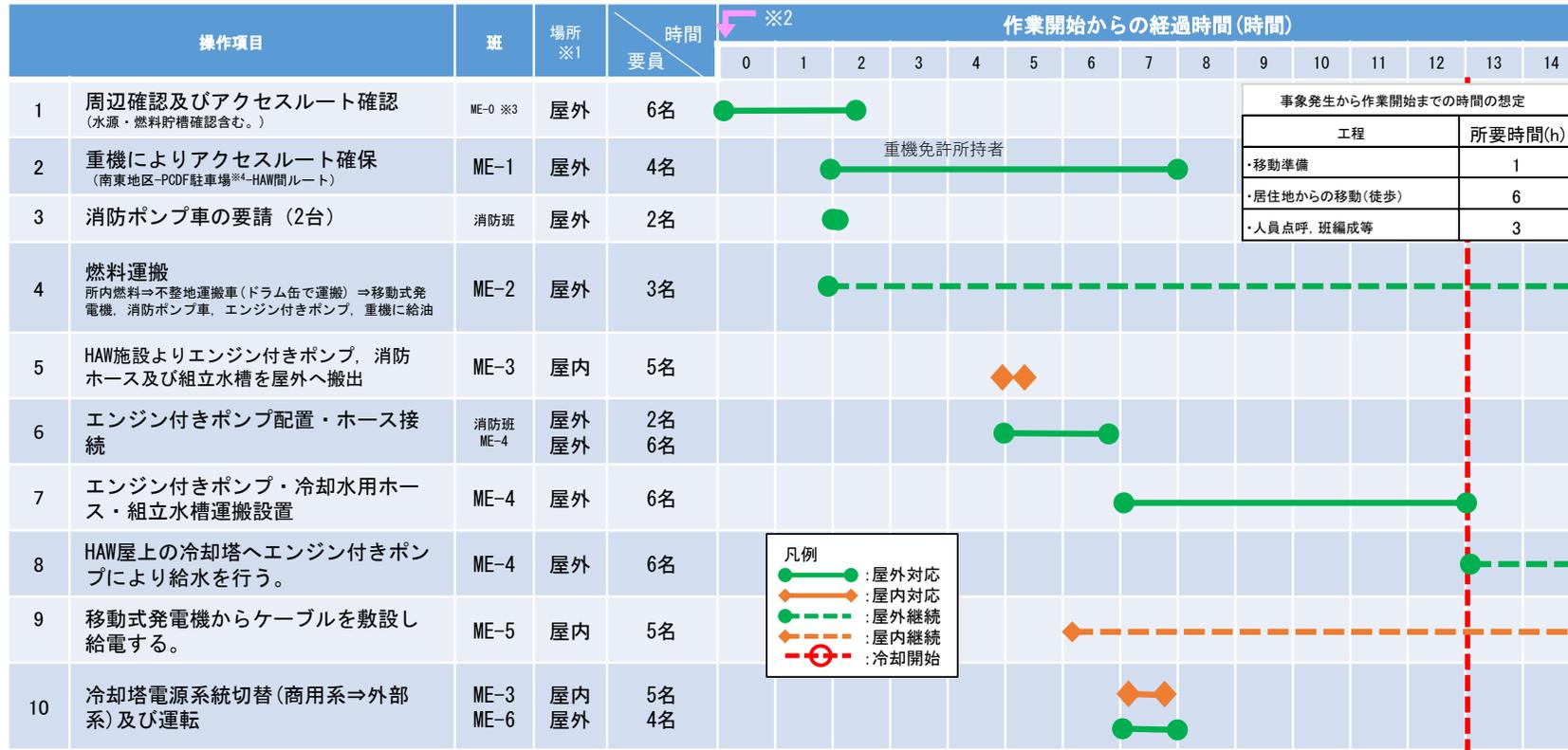


図 3-5-1 事故対処の体制図 (現場対応班)

表 3-2-1 移動式発電機からの給電及び冷却塔での冷却(自然水利及び所内燃料を利用する場合) (タイムチャート) 1/2



※1 制御室における復旧活動はない。

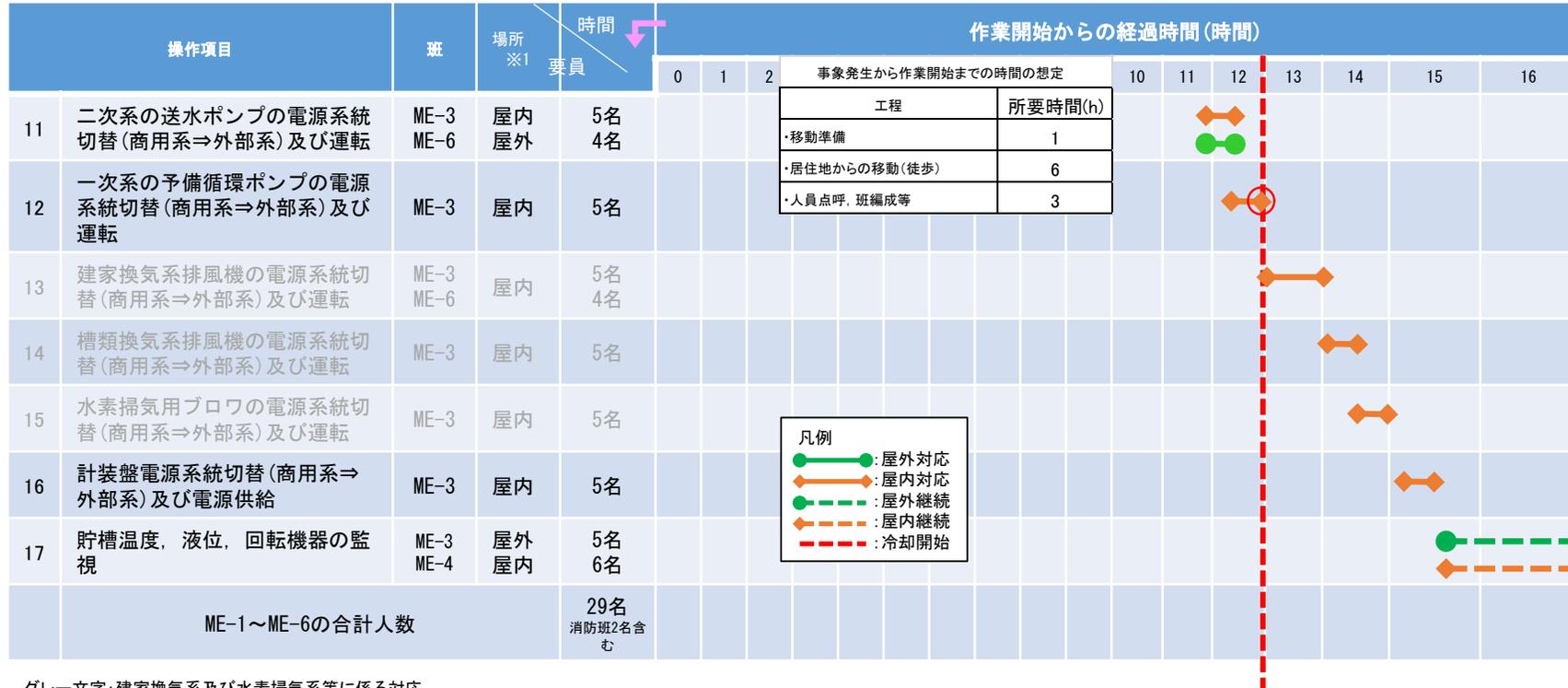
※2 事象発生後, 約10時間後を想定

※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

冷却開始
(準備時間: 13時間)

表 3-2-1 移動式発電機からの給電及び冷却塔での冷却(自然水利及び所内燃料を利用する場合) (タイムチャート) 2/2



冷却開始
(準備時間: 13時間)

グレー文字: 建家換気系及び水素掃気系等に係る対応

表 3-3-1-1 未然防止対策①-2 の各手順の実施に必要な人数及びスキル

スキル	未然防止対策①-2 の必要人数
消防ポンプ車の操作	2名
移動式発電機の操作	5名
一次系冷却設備の操作	5名
二次系冷却設備の操作	4名
重機操作	7名
その他一般作業	6名
合計	29名

表 3-3-2-1 事故対処設備の燃費

事故対処設備	燃費 [L/h]	備考
移動式発電機	約 210	機器仕様
エンジン付きポンプ	約 1.4	「定格出力 (4.3 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.323 L/kW-h)」より算出
消防ポンプ車	約 5.0	実測値
ホイールローダ	約 4.3	「定格出力 (28 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
油圧ショベル	約 3.4	「定格出力 (22 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
不整地運搬車	約 9.4	「定格出力 (70 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.134 L/kW-h)」より算出
可搬型蒸気供給設備	約 72	機器仕様
エンジン付きライト	約 0.8	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型蒸気供給設備用)	約 3.9	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型冷却設備用)	約 4.8	「定格出力 (33 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.145 L/kW-h)」より算出
可搬型発電機 (通信設備用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型コンプレッサー用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型モニタリング設備用)	約 1.7	機器仕様

※1：建設工事標準歩掛 改訂 56 版（一般財団法人 建設物価調査会）より引用

表 3-3-2-2 未然防止対策①-2 における燃料の必要量

【未然防止対策①-2】

用途	設備	燃料の必要量			
		①燃費 [m ³ /h/台]	②使用時間 [h]	③台数 [台]	必要量 [m ³] (①×②×③)
燃料の運搬	不整地運搬車	0.0094	79 (計算値)	1	0.75
冷却給水の供給	エンジン付きポンプ	0.0014	168 (7日間の使用を想定)	2	0.48
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などの作業時間は不確実性が大きいと見られ、1 m ³ 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 ³ 程度)				
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))	4	0.27
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)	1	0.29
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)	1	0.29
計					39

表 3-3-3-1 未然防止対策 ①-2 において使用する主な恒設の事故対処設備

	設 備	設置場所	数量	備考
1	冷却塔	HAW建家屋上	1	容量 : 98 kVA
2	二次系の送水ポンプ	HAW建家屋上	1	容量 : 47 kVA
3	一次系の予備循環ポンプ	HAW建家内	1	容量 : 38 kVA

表 3-3-3-2 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) において移動式発電機から給電する機器の負荷容量

設備名称	用途	容量 (kVA)
一次系の予備循環ポンプ	高放射性廃液貯槽の冷却	38
冷却塔	高放射性廃液貯槽の冷却	98
二次系の送水ポンプ	高放射性廃液貯槽の冷却(二次)	47
セル換気系排風機	高放射性廃液貯蔵セルの換気	57
排風機	高放射性廃液貯槽の換気	7
ブロワ	高放射性廃液貯槽の水素掃気	7
その他	仮設照明, 水素濃度計, 予備	10
合計		264

表 3-3-3-3 未然防止対策 ①-2 において使用する主な可搬型事故対処設備

	設備	保管場所	使用場所	数量	備考
1	不整地運搬車 (ドラム缶運搬用)	南東地区	所内	1	最大積載本数：9本
2	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW外廻り	1	最大流量：60 m ³ /h 最大揚程：30 m
3	エンジン付きポンプ	HAW建家内	自然水利取水場所	1	流量：14.4 m ³ /h(流量は実測値) 揚程：約25 m (HAW屋上EL約18.7 m)
4	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	容量：5 m ³
5	移動式発電機	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	出力：1000 kVA
6	消防ホース (屋外用)	PCDF駐車場※1	自然水利～HAW屋上 (最長1320 m)	66	65A 20 m

※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

表 3-3-3-4 未然防止対策 ①-2 において使用する主な可搬型事故対処設備（重機，通信設備等）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	ホイールローダ	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (29.9 PS) 標準バケット容量：0.09 m ³
2	油圧ショベル	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (30 PS) 標準バケット容量：0.4 m ³
3	エンジン付きライト	PCDF駐車場※1	所内	7	ランプ電力 1000 W
4	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	約3 kVA
5	MCA 携帯型無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	送信出力：2 W
6	衛星電話	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	—
7	簡易無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	16	送信出力：5 W

※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

表 3-3-3-5 未然防止対策 ①-2 において使用する主な可搬型事故対処設備（計装設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	可搬型温度測定設備 (272V31～272V35, 272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	12	V31～V35は各貯槽2個使用 V37, V38は各貯槽1個使用
2	可搬型液位測定設備 (272V31～272V36)	HAW建家内	HAW建家内	6	各貯槽1個使用
3	可搬型液位測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
4	可搬型密度測定設備 (272V31～272V35)	HAW建家内	HAW建家内	5	各貯槽1個使用
5	可搬型密度測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
6	計装設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	計装設備用可搬型圧縮空気設備, ペーパーレスレコーダー及び ノートPCに給電
7	計装設備用可搬型圧縮空気設備	HAW建家内	HAW建家内	1	液位及び密度の測定に使用
8	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	可搬型計装設備の伝送器からの 信号の受信
9	ノートPC	HAW建家内	HAW建家内	1	データ収集装置間のデータ表示及び データ保存に使用

表 3-3-3-6 未然防止対策 ①-2 において使用する主な可搬型事故対処設備（放射線管理設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
2	可搬型ガスモニタ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
3	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
4	放射線管理設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	出力 100 V 30 A
5	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
6	可搬型ガスモニタ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
7	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
8	放射線管理設備用可搬型発電機	TVF建家内	TVF建家内	1	出力 100 V 30 A

表 4-1-1-1 通行止めを想定する領域等

領域等	備考
設計津波・L2 津波の浸水域	茨城県津波ハザードマップ（H24年）等から設定
土砂災害警戒区域（急傾斜地）	茨城県土砂災害ハザードマップ（H29年）から設定 （土石流・地すべりの影響はない。）
久慈川，那珂川及び新川を渡河する橋	保守的に地震・津波による通行止めを想定

表 4-1-2-1 再処理施設から 12 km 圏内の居住者が有するスキル

スキル	12 km 圏内の居住者数	未然防止対策①-2の必要人数
消防ポンプ車の操作	6 名	2 名
移動式発電機の操作	17 名	5 名
一次系冷却設備の操作	29 名	5 名
二次系冷却設備の操作	14 名	4 名
重機操作	20 名	7 名
その他一般作業	22 名	6 名
合計	108 名	29 名

高放射性廃液貯蔵場（HAW）における
未然防止対策②の有効性について

目 次

1. 有効性評価の方針
2. 事故の想定
3. 対策（未然防止対策②）
 - 3.1 対策概要
 - 3.2 対策の具体的内容
 - 3.3 要員，資源，設備等
 - 3.3.1 対策に必要な事故対処要員
 - 3.3.2 対策に必要な資源
 - ①水の必要量
 - ②燃料の必要量
 - 3.3.3 使用する事故対処設備
 - 3.3.4 アクセスルート
 - 3.3.5 通信連絡
 - 3.4 監視測定
 - 3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.4.2 その他の監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.5 事故時の体制と支援
4. 有効性評価
 - 4.1 事故対処要員の確保
 - 4.1.1 事故対処要員の招集
 - ①事故対処要員の招集体制及び招集範囲
 - ②事故対処要員に必要なスキル
 - ③事故対処要員の招集に要する時間
 - 4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果
 - ①事故対処要員の有するスキルの結果
 - ②招集に要する時間の結果
 - ③対策着手に要する時間の結果
 - ④事故対処要員の確保の評価結果

- 4.2 必要な資源の確保
 - 4.2.1 水及び燃料の保管量
 - 4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果
- 4.3 事故対処設備の健全性
 - 4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況
 - 4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果
- 4.4 対策の実施までに要する時間
 - 4.4.1 事故の発生から対策の着手, 完了までに要する時間
 - ①事故の発生から対策の着手までに要する時間
 - ②対策の着手から完了までに要する時間
 - 4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果
- 4.5 監視測定に係る手順の確認
 - 4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順
 - ①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定
 - ②その他の監視測定
 - 4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果
- 5. 有効性評価の結果

1. 有効性評価の方針

事故対処では、事故の発生後、事故対処要員を招集し、事故対処を実施できる要員の数、事故対処に使用可能な資源（水及び燃料）の量及び事故対処設備の状態を把握する。その後、各対策の優先度、各対策に必要な資源、設備及び要員、対処に要する時間の見込み、設備等の修復に要する時間、ウェットサイトの津波がれきの散乱状況等を踏まえ、外部支援に期待しない期間（7日間）、継続して実施可能な対策又は対策の組合せの検討及び実施する対策の選定をした上で、事故対処を行う。

未然防止対策②については、事故対処要員の確保、資源の確保、設備の健全性、対策の実施までの所要時間並びに対策の成否判断及び高放射性廃液の状態監視に必要な監視測定手段を確認するとともに、対策の実施により外部支援に期待しない期間（7日間）、高放射性廃液を未沸騰状態に維持できることを確認することで、その有効性を評価する。

2. 事故の想定

起回事象により、耐震性のない建家及び構築物は損傷し、再処理施設の敷地内は浸水して所内の全動力電源を失い、高放射性廃液貯槽の崩壊熱除去機能が喪失することによる蒸発乾固を事故として想定する。また、遡上解析及び軌跡解析の結果から漂流物によるがれき等が敷地内に散乱することを考慮する。

事故の発生を仮定する機器は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び中間貯槽（272V37及び272V38）である（「添四別紙 1-1 1.1.6 事故の発生を仮定する際の条件の設定及び事故の発生を仮定する機器の特定」参照）。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又はガラス固化技術開発施設（TVF）からの返送時以外において中間貯槽には存在しない。また、これらの機器については、蒸発乾固が同時に発生する可能性があることから、有効性評価は同時発生するものとして評価する。なお、事故対処を実施する際の環境について、高放射性廃液は沸騰に至らないことから、高放射性廃液の状態が平常運転時と大きく変わるものではないため、他の事故事象が連鎖して発生することはない。

廃止措置段階にある再処理施設では、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、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増加していく。そこで、令和2年8月31日時点の高放射性廃液貯蔵場（HAW）の貯蔵状況に基づき有効性を評価する。なお、高放射性廃液の沸騰到達までの時間余裕は、「添四別紙 1-1-26 高放射性廃液貯蔵場（HAW）における高放射性廃液の沸騰到達時間の計算書」から、発熱密度が最も大きく、沸騰到達までの時間が他の貯槽よりも短い高放射性廃液貯槽（272V35）の77時間とする。

また、分離精製工場（MP）に貯蔵中の発熱密度が小さい廃液を、高放射性廃液貯蔵場（HAW）

の高放射性廃液貯槽に移送した場合、希釈により高放射性廃液貯槽の発熱密度は小さくなり、沸騰に至るまでの時間余裕はより長くなるが、分離精製工場（MP）からの廃液の移送による沸騰到達までの遅延は、有効性評価においては見込まないこととする。

3. 対策（未然防止対策②）

3.1 対策概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液を内包する高放射性廃液貯槽は、通常時には、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の冷却水系により冷却を行い、高放射性廃液の崩壊熱による温度上昇を防止している。

冷却水系は、高放射性廃液の崩壊熱を除去する一次冷却系、一次冷却系を冷却する二次冷却系、二次冷却系に移行した熱を大気中へ逃がす建家屋上の密閉式冷却塔等から構成される。

未然防止対策②では、崩壊熱除去機能の機能喪失に対し、エンジン付きポンプ等の可搬型事故対処設備により、冷却コイルへ給水し高放射性廃液を冷却する。冷却に使用した水は可搬型冷却設備により除熱し、再度、冷却コイルへ給水することで、事象発生から沸騰に至る評価時間（77時間）までの間に、崩壊熱除去機能を回復させる。対策に必要な資源である水は可搬型貯水設備からの給水システムを確保して給水し、燃料は地下式貯油槽から運搬して必要な設備へ給油する。さらに、津波によるウェットサイトを想定し、これら資源の確保等に当たって必要なアクセスルート上にながれき等の漂流物があった場合は、重機により撤去する等して必要な資機材の運搬及び配置を行う。未然防止対策②の対策概要図を図3-1-1に示す。

3.2 対策の具体的内容

未然防止対策②の構成を明確化し、平常運転時に使用する系統から速やかに切り替え操作ができるように、未然防止対策②に必要な手順書を整備する。また、訓練を実施して各手順を確認し、対策に要する時間（タイムチャート）を作成する。以下、未然防止対策②の具体的内容を示す。

イ. 冷却コイルへの通水の着手判断

崩壊熱除去機能が喪失し、可搬型冷却設備、エンジン付きポンプ等を用いて冷却コイルへ通水する未然防止対策②に必要な資源、設備及び要員が確保されている場合は、冷却コイルへの通水の実施を判断し、以下のロ.及びハ.に移行する。

ロ. 建家外からの水の供給経路の構築

エンジン付きポンプに使用する燃料を確保する。エンジン付きポンプ及び組立水槽から

ホースを敷設し、冷却コイルに水を供給する経路を構築する。また、排水用組立水槽から可搬型冷却設備を経由し、供給用組立水槽に冷却された水が送水される経路を構築する。なお、組立水槽の液量が減少した場合は、可搬型貯水設備等から水を補給する。

ハ. 可搬型計装設備の準備

高放射性廃液貯槽の廃液の温度を測定するために可搬型計装設備を準備し、恒設の計装設備へ可搬型温度計測設備を接続し温度測定を可能とする系統を構築する。廃液の温度測定対象設備は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び中間貯槽*（272V37 及び V38）である。

*高放射性廃液を保有している場合

ニ. 冷却コイルへの通水の実施

エンジン付きポンプ及び可搬型冷却設備を起動し、排水経路及び供給経路に異常がないことを確認し通水する。

燃料を消防ポンプ車又はエンジン付きポンプに補給する。

冷却コイルへの通水に使用した冷却水は、組立水槽に回収し、サーベイメータ等を用いて汚染の有無を確認した上で、再循環する。

なお、組立水槽の液量が減少した場合は、消防ポンプ車又はエンジン付きポンプにより、可搬型貯水設備等から補給する。

ホ. 可搬型冷却設備の運転の実施

可搬型冷却設備を可搬型発電機からの給電により運転を開始する。

ヘ. 冷却水の通水による崩壊熱除去機能維持の成否判断

高放射性廃液貯槽に貯蔵する高放射性廃液が未沸騰状態（廃液温度 102 °C未満）で安定していることを確認することにより、未然防止対策②の実施により崩壊熱除去機能が維持されていると判断する。

ト. 監視測定

未然防止対策②により崩壊熱除去機能が維持されていることを判断するために必要な監視項目は、高放射性廃液貯槽及び中間貯槽の高放射性廃液の温度である。対策実施後に高放射性廃液の温度を測定することで、崩壊熱除去機能が維持されているか監視する。

上記に基づき未然防止対策②に係る訓練を実施して作成したタイムチャートを表 3-2-1 に示す。未然防止対策②実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例を図 3-2-1 に示す。

なお、可搬型貯水設備等の配備前においては、タイムチャート中の可搬型貯水設備からの給水に要する時間及び地下式貯油槽からの給油に要する時間は、高放射性廃液貯蔵場(HAW)から最も遠い水を保管する既設設備及び燃料を保管する既設設備を利用する場合の時間により確認した。

3.3 要員，資源，設備等

3.3.1 対策に必要な事故対応要員

未然防止対策②の各手順の実施に必要な人数及びスキルを表 3-3-1-1 に示す。要員数は、タイムチャート上に示す各手順の実施に必要な人数を合計して求めた。その結果、未然防止対策②の実施に必要な事故対応要員数は、20 人であった。

3.3.2 対策に必要な資源

①水の必要量

未然防止対策②において使用する水は、可搬型冷却設備、エンジン付きポンプ等の可搬型事故対応設備を用いて構築する循環システムの容量から算出した。使用する組立水槽（5 m³/基を 3 基，2 m³/基を 1 基使用）の総容量は約 17 m³，使用するホース（内径 65 mm，長さ約 20 m/本，15 本使用）の総容量は約 1.2 m³であることから、これらを積算すると、未然防止対策②における水の必要量は 19 m³である。

なお、構築した循環系統の水は、沸騰しないために時間当たり 12 m³の流量で循環させる^{※1}（詳細は「添四別紙 1-1-28 高放射性廃液貯蔵場（HAW）における高放射性廃液の除熱に必要な冷却水流量の計算書」参照）。

※1：エンジン付きポンプは、1 台当たり約 60 m³/h の送水能力を有し、消防ポンプ車は 1 台当たり 168 m³/h の送水能力を有している。

②燃料の必要量

未然防止対策②において使用する燃料は、主に消防ポンプ車、エンジン付きポンプ等の燃料である。必要な燃料量は、各設備の燃費に使用時間及び台数を乗じて算出した。なお、アクセスルート確保に使用するホイールローダ、不整地運搬車及び油圧ショベルについては、訓練実績からがれき撤去などの作業時間を約 6 時間と想定したものの、その不確かさを考慮して、訓練結果から算出した必要量（0.12 m³）を保守的に見積もり、1 m³に設定した。

燃費については、実測値又は機器仕様から求め、実測値及び機器仕様が無いものについては定格出力と燃料消費量の積により算出した。各設備の燃費を表 3-3-2-1 に示す。

各設備の使用時間については、水の供給用又は冷却用設備、通信機器及び監視機器への給電設備は、外部支援に期待しない期間として 7 日間とした。エンジン付きライトは、夜間を含む使用を想定して 84 時間とした。また、燃料を運搬する不整地運搬車の使用時間は、不整地運搬車を除く各設備に必要な燃料を運搬する時間に、燃料を搭載したドラム缶の積み下ろし時間、給油時間を加えて算出した。

これらを積算した結果、未然防止対策②における燃料の必要量は 6 m³である（表 3-3-2-2 参照）。

3.3.3 使用する事故対処設備

未然防止対策②において使用する主な恒設の事故対処設備は、一次冷却水系である。

未然防止対策②において使用する主な事故対処設備は、可搬型冷却設備、可搬型発電機、エンジン付きポンプ等である。主な事故対処設備を表 3-3-3-1～表 3-3-3-4 に示す。給水設備及び給電設備の主な事故対処に必要な設備について、単一故障を考慮し、適切な予備品及びその取替えのために必要な機材等を確保し、外部事象の影響を受けにくい場所を考慮して保管する。

3.3.4 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、事故対処設備の保管場所から設置場所への運搬又は他の設備の被害状況の把握のために、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、運搬及び配置に支障を来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認する。また、漂流物によるがれき等に対しては、重機による撤去、道路の補修等によりアクセスルートを確認する。

建家外のアクセスルートを図 3-3-4-1 に示す。また、建家内のアクセスルートを図 3-3-4-2 に示す。

3.3.5 通信連絡

想定される事故等が発生した際に、未然防止対策②の実施に必要な通信連絡を行えるよう、通信連絡に係る手順を整備している。通信連絡の手順について「添四別紙 1-1-35 通信連絡に関する手順等」に示す。

3.4 監視測定

3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定

①測定対象パラメータ

未然防止対策②は、可搬型冷却設備等により高放射性廃液を冷却する対策であることから、高放射性廃液を沸点未満に維持できていることを確認するため、未然防止対策②の成否判断をする上で情報を把握するために必要な測定対象パラメータは、以下のとおりである。

<測定対象パラメータ>

- ・ 高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：廃液の温度
- ・ 中間貯槽（272V37 及び 272V38）：廃液の温度

恒設の計装設備は、外部事象等により全動力電源喪失が発生した場合、高放射性廃液貯槽等の蒸発乾固に至るおそれのある機器のパラメータの計測ができなくなる。このため、これらの恒設での監視機能が喪失した場合は、事故対処が困難となることから監視機能喪失時の事故対処に備えて可搬型による計装設備及びその専用となる計装設備用可搬型発電機を配備し、その機能を代替する。

②監視測定の方法

可搬型の計測機器による計測方法の概要を以下に示す。また、計測手順を「添四別紙 1-1-32 事故時の計装に関する手順等」に示す。

a. 設備の概要

可搬型計装設備には、液位や密度の計測設備と温度の計測設備とがある。液位や密度の計測設備は、既設伝送器の導圧管との差圧を計測するための差圧伝送器やパージメータなどの計器類を使用する。温度計測設備は、端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定する。未然防止対策②では、これらの内、温度計測設備による測定を行う。

なお、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の可搬型計装設備による計測結果は、データ収集装置へ伝送する。

b. 可搬型計装設備の測定対象及び測定方法

(a) 測定対象

- ・ 高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：廃液の温度
- ・ 中間貯槽（272V37 及び 272V38）：廃液の温度

(b) 測定方法

温度の測定は既設熱電対を用い、既設の熱電対端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定を行う。なお、既設熱電対に断線や絶縁不良があった場合は、予備の熱電対と交換した上で測定を行う。

3.4.2 その他の監視測定

①測定対象パラメータ

高放射性廃液貯槽からのオフガスのモニタリングを実施する。

②監視測定の方法

可搬型モニタリング設備により高放射性廃液貯槽からのオフガスをサンプリングし、監視する。その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。

3.5 事故時の体制と支援

事故対応を実施する現場対応班及び情報の整理等を実施する現地対策本部の役割分担及び責任者を定め、指揮命令系統を明確にして効果的な事故対応を実施し得る体制を整備する。

事故対応は現場対応班により実施する。現場対応班の構成を図 3-5-1 に示す。現場対応班長は再処理廃止措置技術開発センター長が務め、現場対応班の統括管理を行い、原子力防災の活動方針を決定する。現場対応班における指揮命令系統を明確にするとともに、指揮者である現場対応班長が不在の場合は、あらかじめ定めた順位に従い、現場対応班長代理がその職務を代行する。

現場対応班では、役割分担及び責任者などを定め、指揮命令系統を明確にし、効果的な事故対応を実施し得る体制を整備する。

現場対応班は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）の両施設で同時に事故等が発生した場合においても対応できるようにする。

また、核燃料サイクル工学研究所長は、発生事象が警戒事象又は特定事象に該当すると判断した場合は、核燃料サイクル工学研究所内に防災体制を発令するとともに、防災業務計画に基づく原子力防災組織として現地対策本部を設置する。現地対策本部は、支援組織として事故対応を行う現場対応班に対して技術的助言を行う技術支援組織及び現場対応班が事故対応に専念できる環境を整える運営支援組織等を設ける。具体的には、被災状況の集約、環境モニタリング、救助及び救護活動、外部への情報発信、資機材の調達等を実施する。

その他、外部からの支援については「添四別紙 1-1-31 事故収束対応を維持するための支援」に示す。また、中長期的な対応を行うための緊急時対策所の居住性については「添四別紙 1-

1-34 緊急時対策所の居住性等に関する手順等」に示す。

4. 有効性評価

4.1 事故対応要員の確保

必要な人数に対して、事故対応要員（必要なスキルを有することを含む。）が確保できることを確認する。事故対応要員の招集は、勤務時間外（休日夜間）に地震及び津波が発生した場合等においても可能なことを確認する。また、事故対応要員の招集に要する時間を確認する。

4.1.1 事故対応要員の招集

①事故対応要員の招集体制及び招集範囲

未然防止対策②に必要な事故対応要員は 20 名であり、勤務時間内においては、日勤者が事故対応を実施する。

勤務時間外（休日夜間）においては、24 時間常駐する交代勤務者に加えて事故対応要員を招集して事故対応を実施する。交代勤務者以外の事故対応要員については、勤務時間外（休日夜間）における東海村震度 6 弱以上の地震の発生又は大津波警報の発令により、招集指示の有無に関わらず核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集する体制としている。このため、地震等により通信障害が発生した場合においても、事故対応に必要な人数を確保できる体制となっている。

再処理施設は北部の久慈川流域及び南部の那珂川流域の間に位置し東部は太平洋に面した位置関係にあるため、事故対応要員の招集においては、設計津波襲来に伴う大規模な地震及び津波による橋の通行不可及び津波の浸水による交通への影響が考えられる。したがって、事故対応要員の招集に当たっては、これらの影響を受けない領域から必要人数の確保が可能な範囲として再処理施設から半径 12 km 圏内を設定する。事故対応要員の招集範囲及び招集時の通行ルートを図 4-1-1-1 に示す。

招集時の通行ルートについては、茨城県の津波ハザードマップ及び土砂災害ハザードマップを参考に表 4-1-1-1 に示すルートは、招集時に通行できないものとしてルートの選定を行った。なお、地震、津波等の影響を考慮し、久慈川より北側及び那珂川より南側の居住者の参集は期待しないこととした。

②事故対応要員に必要なスキル

未然防止対策②の実施には、消防ポンプ車の操作、重機操作及びその他の可搬型冷却設備の運転、エンジン付きポンプの運転等のスキルが必要である。このため、再処理施設から 12 km 圏内に居住する事故対応要員により未然防止対策②に必要なスキル及び人数を確保する。

③事故対処要員の招集に要する時間

事故対処要員の招集に要する時間は、事故対処要員の居住地区ごとに自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東門まで徒歩で参集する訓練により確認する。また、事故対処要員の招集後に未然防止対策②の着手までに必要な人員点呼、役割分担等に要する時間を含め訓練にて確認する。

4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果

①事故対処要員の有するスキルの結果

再処理施設から 12 km 圏内には、事故対処に係る全要員のうち約 100 名が居住している。表 4-1-2-1 に 12 km 圏内に居住する事故対処要員が有する各スキルとその人数を示す。

この結果より、12 km 圏内に居住する事故対処要員を招集することで、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の未然防止対策②の実施に必要なスキルと人数を確保できることを確認した。

②招集に要する時間の結果

招集訓練の結果、自宅を出発するまでの準備時間は約 1 時間であり、移動時間は最も移動距離が長くなる地区で約 4 時間であることを確認した。

徒歩による夜間の移動速度は、昼間の 0.8 倍程度になることが報告されている¹⁾。これを踏まえ、事故対処の有効性評価においては、事故対処要員の自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東地区までの移動に要する時間は、訓練実績を保守的に 1.5 倍した 6 時間とする。

1) ” 南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告） ” ， 中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ（2012）

③対策着手に要する時間の結果

事故対処要員が核燃料サイクル工学研究所に到着した状況を模擬し、未然防止対策②に着手するまでに必要な人員点呼、役割分担等の対応手順を確認する訓練を実施した。その結果、未然防止対策②の着手までには約 2 時間を要することを確認した。

そこで、事故対処の有効性評価においては、未然防止対策②の着手までに要する時間は訓練実績を保守的に 1.5 倍した 3 時間とする。

したがって、地震発生から未然防止対策②に着手するまでに要する時間は、合計 10 時間（準備時間：1 時間，移動時間：6 時間及び人員点呼等：3 時間）となる。

④事故対処要員の確保の評価結果

必要な事故対処要員（20人）については、招集指示の有無にかかわらず起回事象の発生に伴い参集を開始する体制を構築しており、津波の影響を受けない参集ルートで、核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集して確保できることを確認した。

なお、起回事象の発生から対策開始までの時間は、参集移動の準備、居住地からの移動（徒歩）及び参集後の人員点呼・班編成等を考慮し10時間を想定する。

4.2 必要な資源の確保

水及び燃料の保管量が、未然防止対策②における7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認する。

4.2.1 水及び燃料の保管量

対策に必要な水は、事故時に使用できるように可搬型貯水設備にて所内のプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に19 m³以上保管する。

また、対策に必要な燃料は、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場の地下式貯油槽に6 m³以上を保管する。

4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果

水については、対策を継続するために必要な水19 m³に対し、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に19 m³以上を保管することから、7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たす。

燃料については、対策を継続するために必要な燃料6 m³に対し、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に地下式貯油槽に6 m³以上を保管することから、7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たす。

これらの結果から、水及び燃料の保管量が、未然防止対策②における7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認した。

4.3 事故対処設備の健全性

事故対処に必要な恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること及び設計津波に対する浸水による影響がないことを確認する。

事故対処に必要な可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する建家内に保管すること又は設計地震動及び設計津波に対して健全性を有する屋外に分散配置することを確認する。

これらを確認することで事故時においても事故対処設備が健全性を維持することを確認する。

4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況

恒設の事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対して健全性が維持される高放射性廃液貯蔵場（HAW）に配備している。また、恒設の事故対処設備は、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（「添四別紙 1-1-30 廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備（事故対処設備）」参照）としている。これらより、恒設の事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

可搬型事故対処設備は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内及びプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に配備する。また、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場は、津波の影響を受けない高台にあり、地盤改良を行うことで設計地震動及び設計津波に対して健全性を維持する。

核燃料サイクル工学研究所の南東地区については、津波の影響を受けない高台にあり、設計地震動に対して地盤が安定な場所に可搬型事故対処設備を配備する。これらより、可搬型事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果

恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること及び設計津波に対する浸水がないことを確認した。また、可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内に保管すること又は設計地震動及び設計津波に対して健全性を有する屋外に分散配置することを確認した。

これらの結果より、事故時においても各事故対処設備の健全性は維持されることを確認した。

4.4 対策の実施までに要する時間

崩壊熱除去機能喪失後、高放射性廃液が沸騰に到達するまでの時間余裕は 77 時間であることから、事故の発生から未然防止対策②の実施完了までの時間が 77 時間以内であることにより、その有効性を確認する。

4.4.1 事故の発生から対策の着手及び完了までに要する時間

①事故の発生から対策の着手までに要する時間

4.1.2 ③項より、事故の発生から対策の着手に要する時間は約 10 時間である。

②対策の着手から完了までに要する時間

未然防止対策②の着手から完了までに要する時間は、表 3-2-1 のタイムチャートから、約 17 時間である。

このため、事故の発生から対策の完了までに要する合計時間は約 27 時間となる。

4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果

未然防止対策②に要する時間は合計約 27 時間であり、高放射性廃液が沸騰到達に至るまでの時間（77 時間）よりも十分短い。このため、起回事象の発生から廃液の沸騰到達までの間に未然防止対策②を実施可能であることを確認した。

4.5 監視測定に係る手順の確認

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7 日間）において実施できることを確認する。

4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順

①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定

対策の成否判断に必要な監視について、その手順を「添四別紙 1-1-32 事故時の計装に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策②の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

②その他の監視測定

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されていることを確認するための監視測定について、その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策②の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7 日間）において実施できることを確認した。

5. 有効性評価の結果

未然防止対策②の有効性評価においては、事故対応要員の確保、資源の確保、設備の健全性及び所要時間の確認並びに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。したがって、未然防止対策②による事故対応は有効であると判断する。

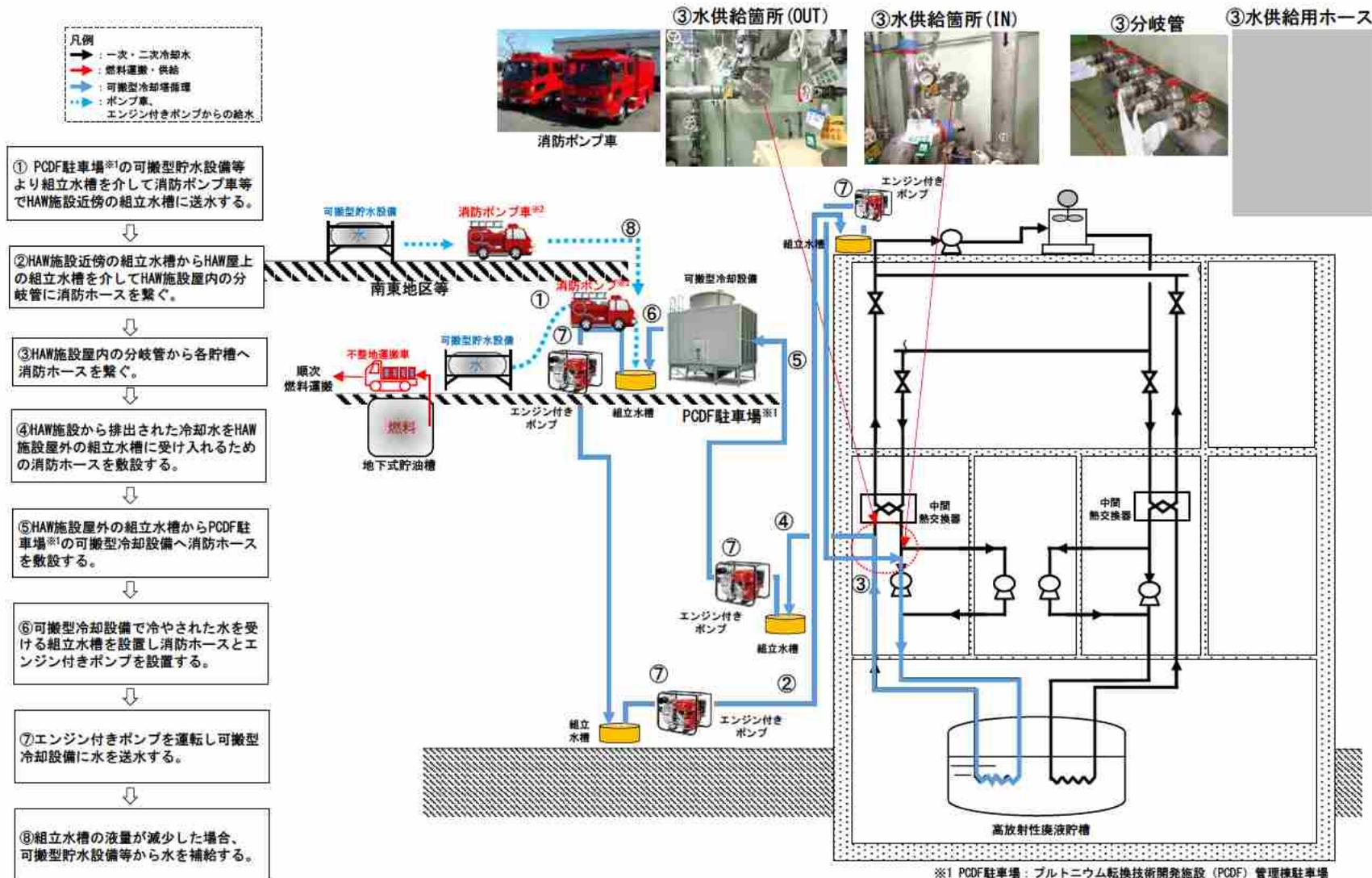


図 3-1-1 未然防止対策 ② : 可搬型冷却設備による冷却

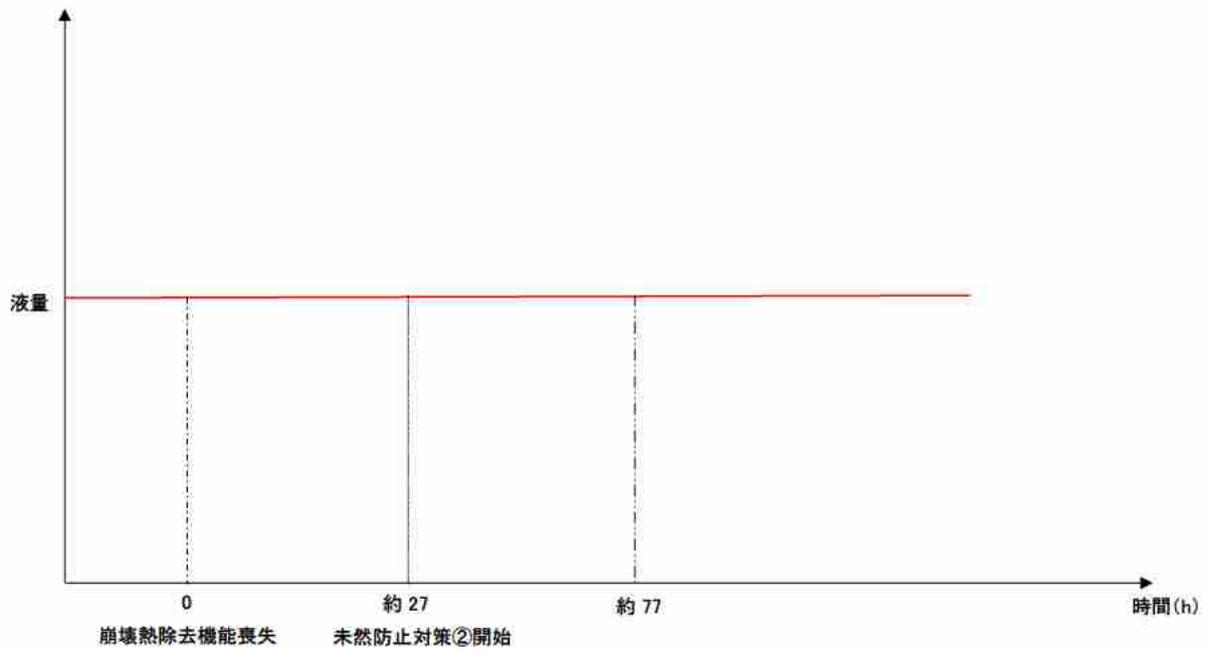
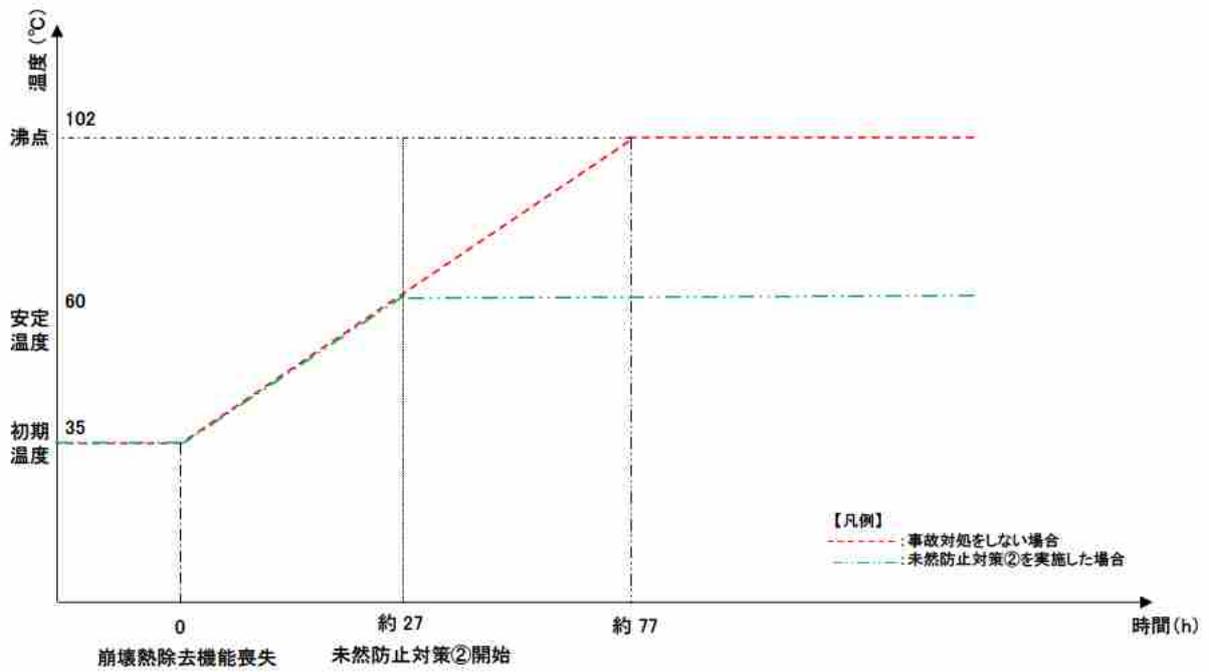


図 3-2-1 対策実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例

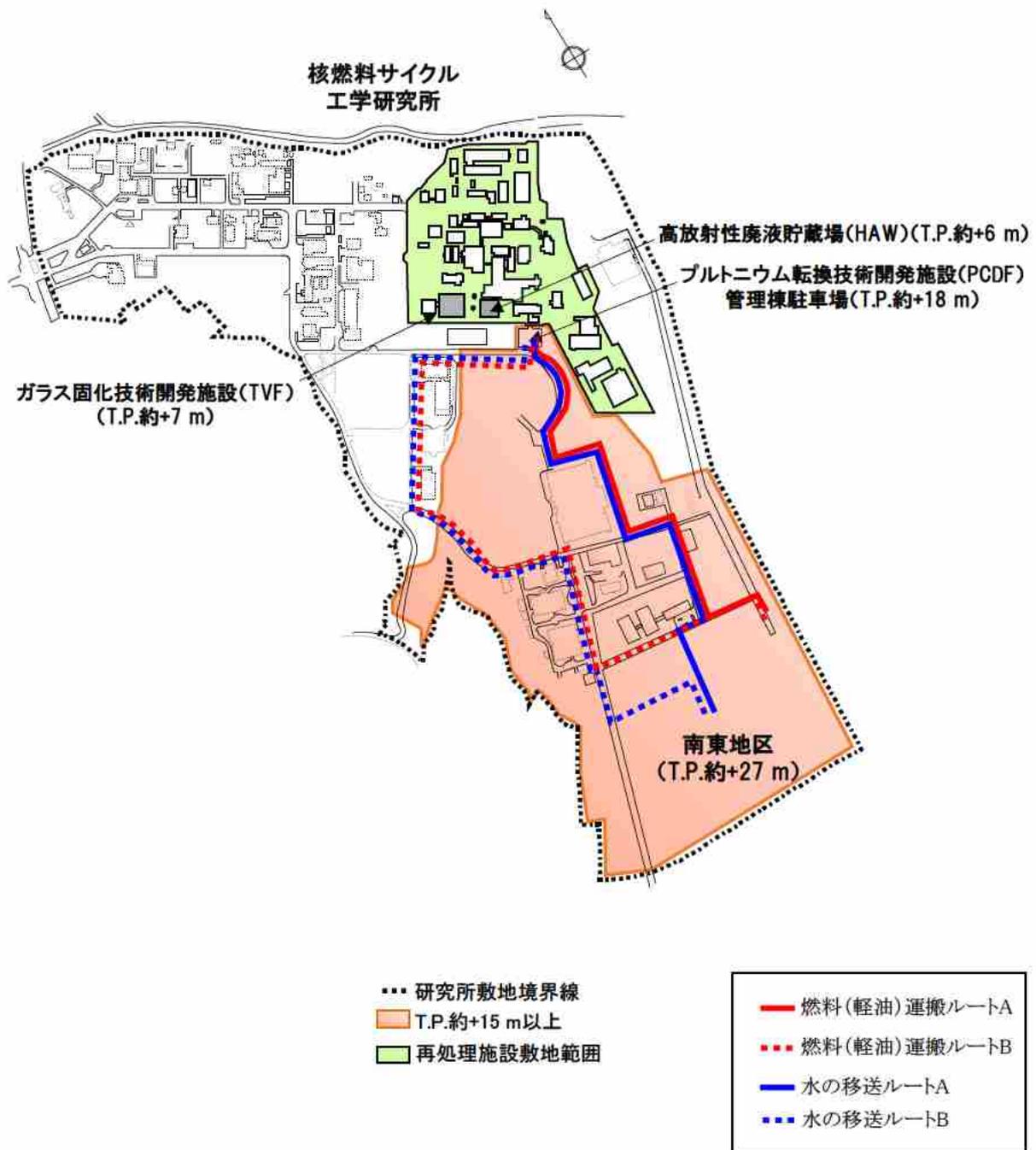


図 3-3-4-1 建家外のアクセスルート



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 1階

添四別紙 1-1-5-18

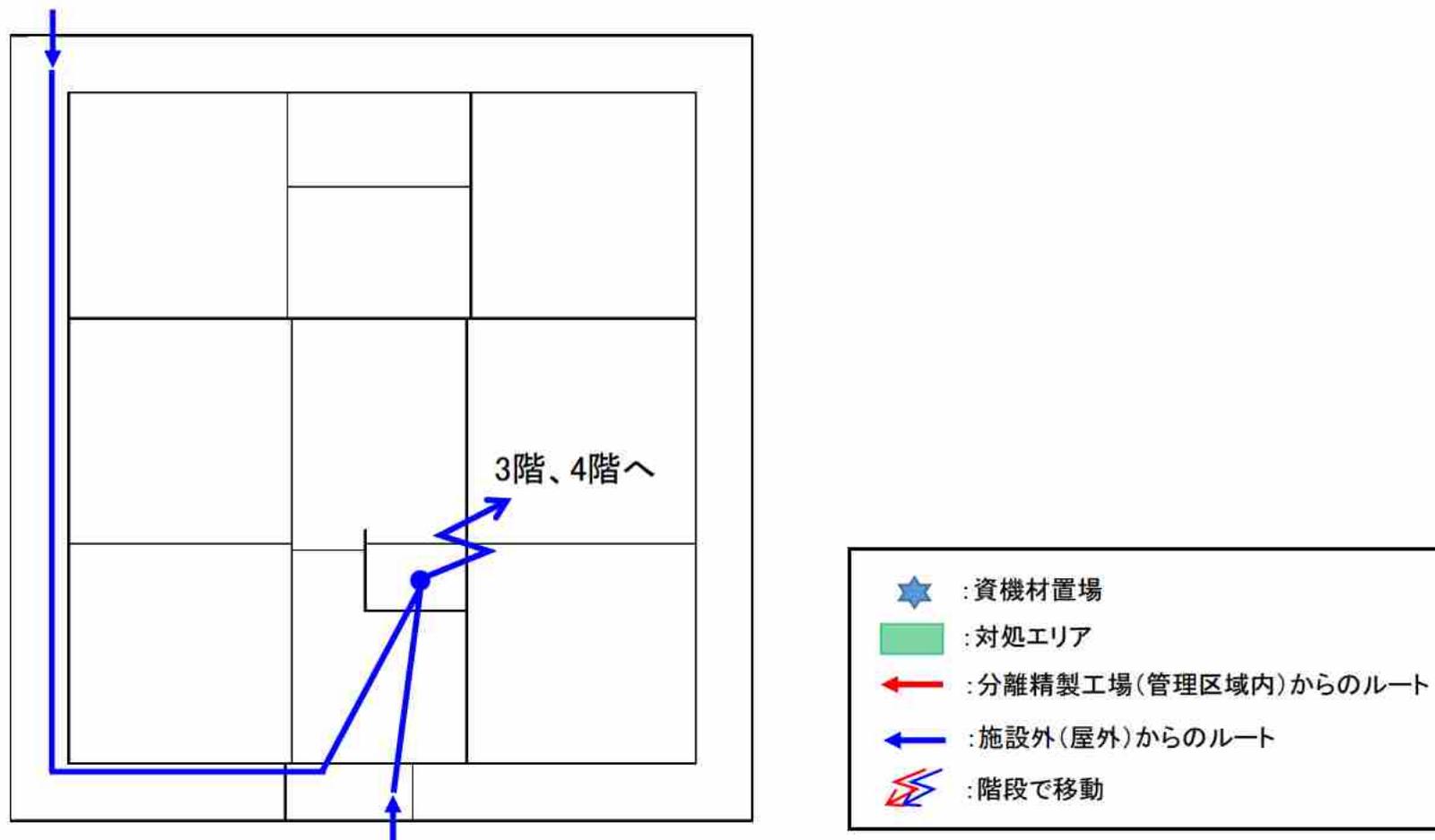


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (1/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 3階

添四別紙 1-1-5-19

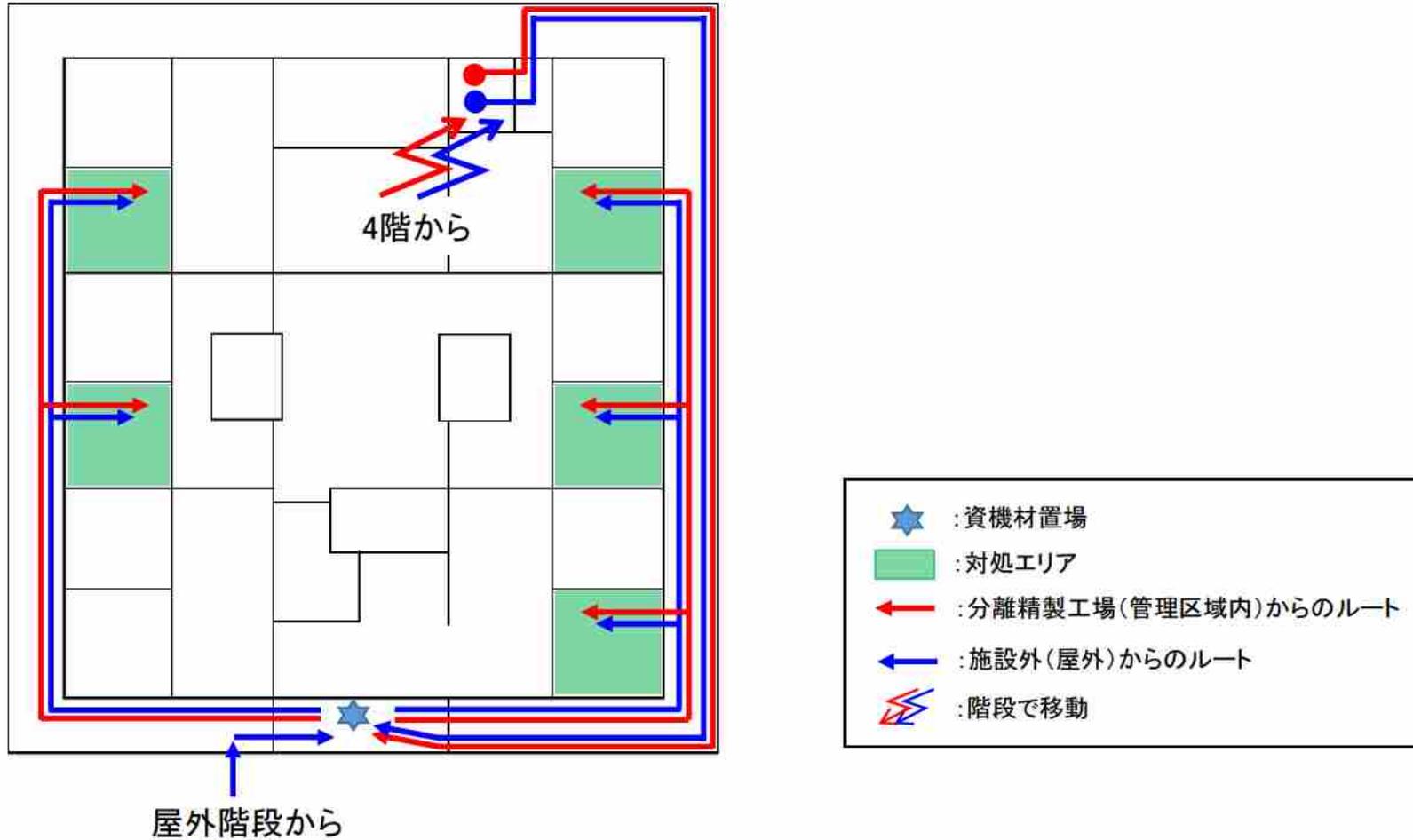
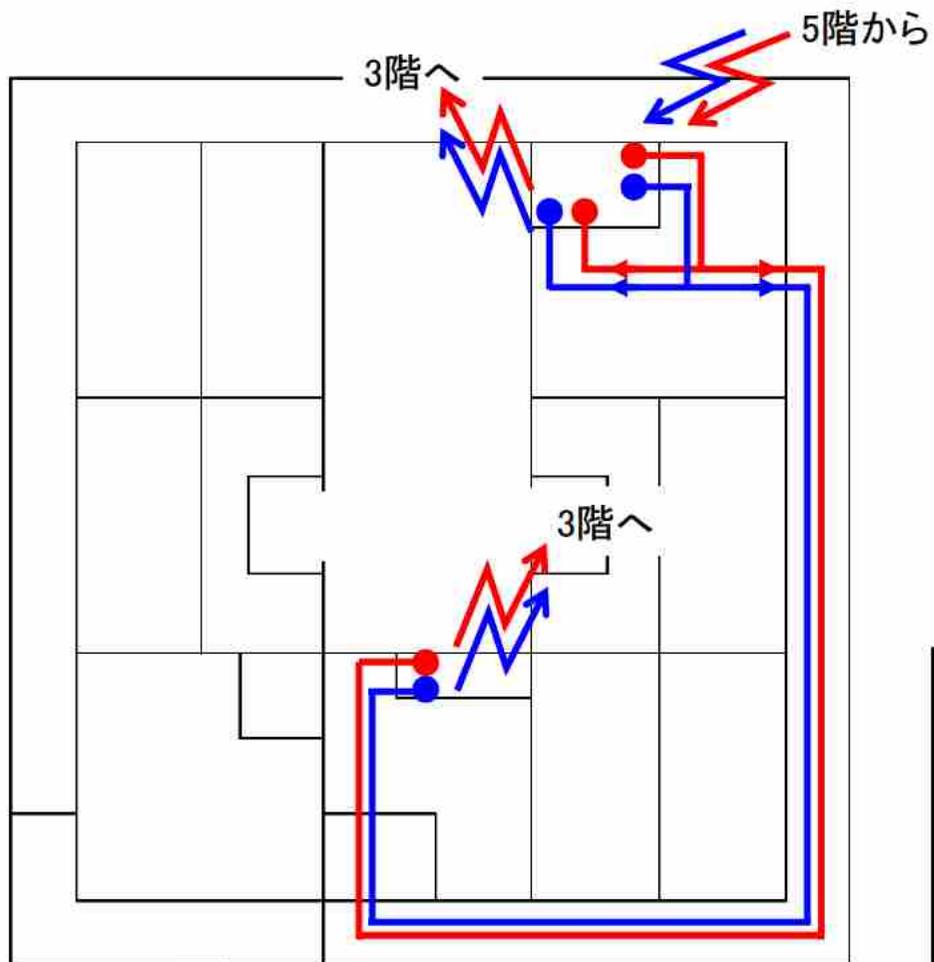


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (2/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 4階



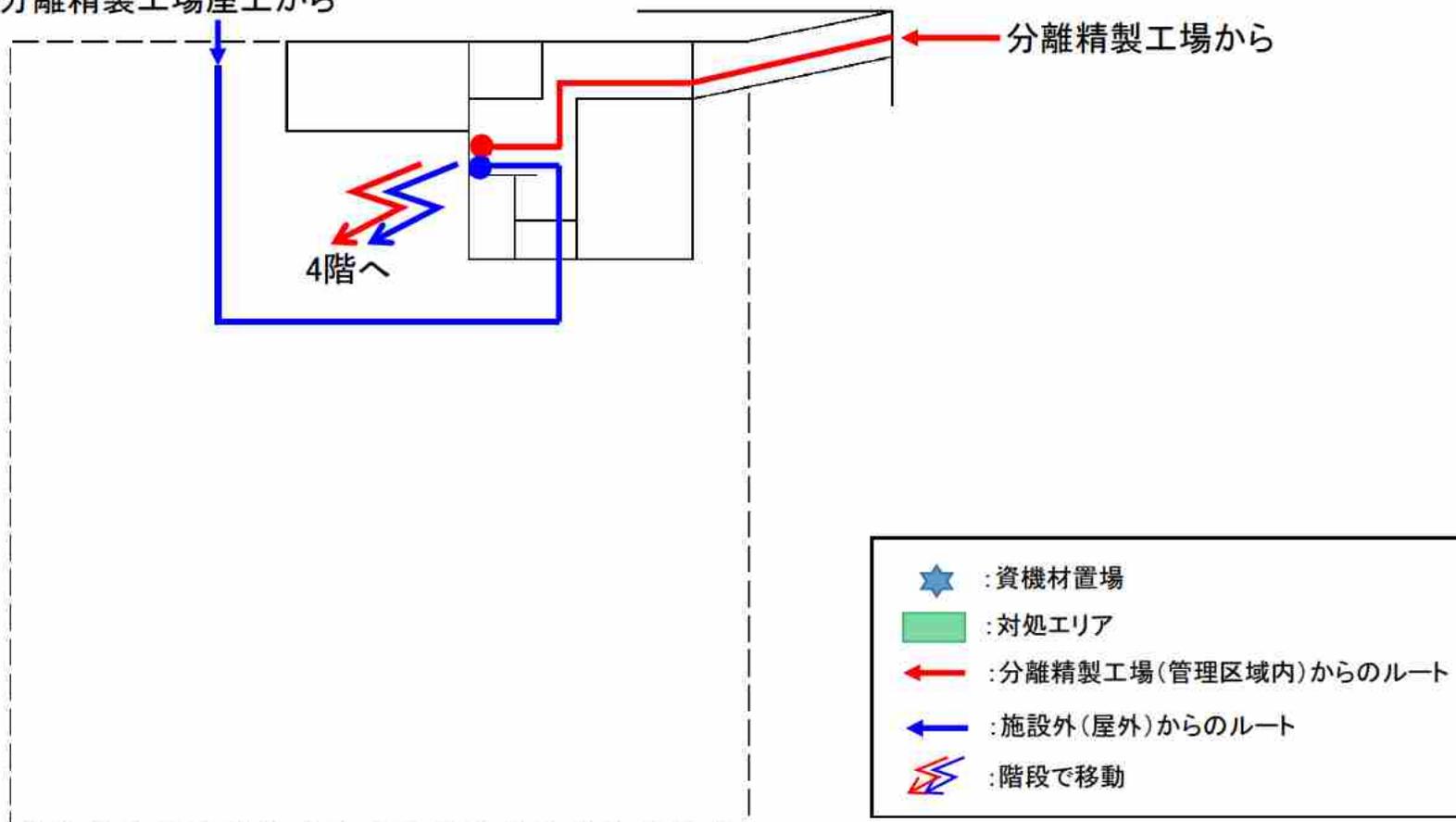
- ★ : 資機材置場
- : 対処エリア
- ← : 分離精製工場(管理区域内)からのルート
- ← : 施設外(屋外)からのルート
- ↯ : 階段で移動

図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (3/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 5階/屋上

分離精製工場屋上から



添四別紙 1-1-5-21

図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (4/4)

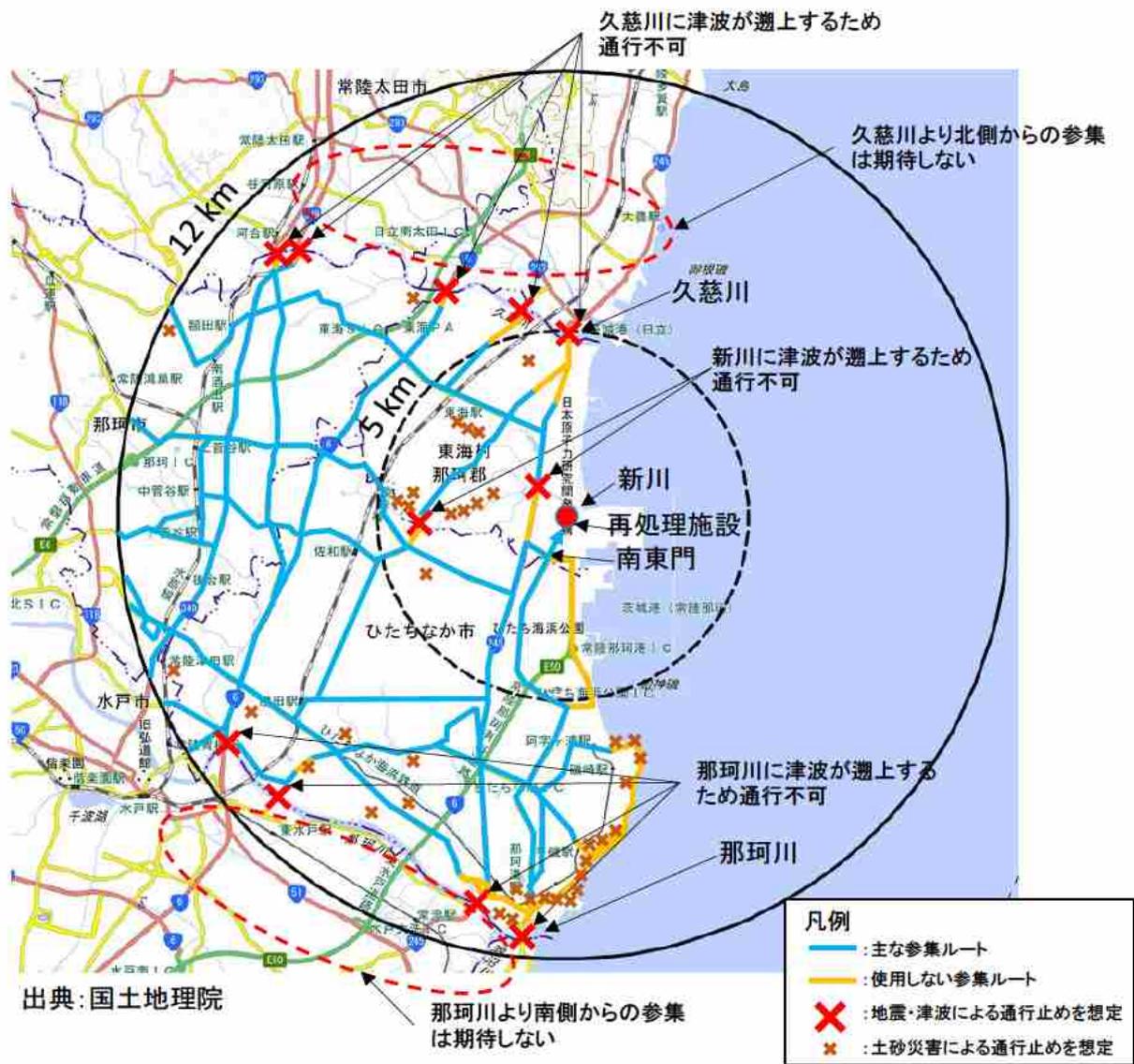


図 4-1-1-1 再処理施設から 12 km 圏内の参集ルート

表 3-2-1 未然防止対策②：可搬型冷却設備による冷却（タイムチャート）（1/2）



※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:ブルトニウム転換技術開発施設(PCDF)管理棟駐車場

表 3-2-1 未然防止対策②：可搬型冷却設備による冷却（タイムチャート）（2/2）



※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 可搬型貯水設備等の水が無くなる場合は、南投地区の可搬型貯水設備等より消防ポンプ車を介して水を送水する。

冷却開始
(準備時間: 17時間00分)

表 3-3-1-1 未然防止対策②の実施に必要な人数及びスキル

スキル	未然防止対策② の必要人数
消防ポンプ車の操作	2名
重機操作	7名
その他一般作業	11名
合計	20名

表 3-3-2-1 事故対処設備の燃費

事故対処設備	燃費[L/h]	備考
移動式発電機	約 210	機器仕様
エンジン付きポンプ	約 1.4	「定格出力 (4.3 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.323 L/kW-h)」より算出
消防ポンプ車	約 5.0	実測値
ホイールローダ	約 4.3	「定格出力 (28 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
油圧ショベル	約 3.4	「定格出力 (22 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
不整地運搬車	約 9.4	「定格出力 (70 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.134 L/kW-h)」より算出
可搬型蒸気供給設備	約 72	機器仕様
エンジン付きライト	約 0.8	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型蒸気供給設備用)	約 3.9	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型冷却設備用)	約 4.8	「定格出力 (33 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.145 L/kW-h)」より算出
可搬型発電機 (通信設備用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型コンプレッサー用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型モニタリング設備用)	約 1.7	機器仕様

※1：建設工事標準歩掛 改訂 56 版（一般財団法人 建設物価調査会）より引用

表 3-3-2-2 未然防止対策②における燃料の必要量

【未然防止対策②】

用途	設備	燃料の必要量			
		①燃費 [m ³ /h/台]	②使用時間 [h]	③台数 [台]	必要量 [m ³] (①×②×③)
燃料の運搬	不整地運搬車	0.0094	17 (計算値)	1	0.16
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)	4	0.95
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
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などの作業時間は不確実性が大きいので 1 m ³ 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 ³ 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)	1	0.29
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)	1	0.29
				計	6

表 3-3-3-1 未燃防止対策 ② において使用する主な可搬型設備

	設備	保管場所	使用場所	数量	備考
1	不整地運搬車 (ドラム缶運搬用)	南東地区	所内	1	最大積載本数：9本
2	可搬型冷却設備	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	交換熱量：約270 kW
3	可搬型発電機	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	消費電力：62.5 kVA 35 kW×0.8×0.7
4	消防ポンプ車	消防車庫	>T. P. +15 m	1	圧力：>0.187 MPa 揚程：>18.7 m 流量：>200 L/min
5	消防ポンプ車	正門車庫	>T. P. +15 m	1	
6	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW外廻り	1	最大流量：60 m ³ /h 最大揚程：30 m 流量：14.4 m ³ /h(流量は実測値) 揚程：約25 m (HAW屋上EL約18.7 m)
7	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW外廻り	1	
8	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW屋上	1	
9	エンジン付きポンプ	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	
10	組立水槽	HAW建家内	HAW屋上	1	容量：5 m ³
11	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	
12	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	
13	組立水槽	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	
14	消防ホース(屋外用)	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1～ HAW施設	12	65A 20 m
15	消防ホース(屋内用)	HAW建家内	HAW建家内	25	65A 20 m (約500 m)
16	分岐管A(IN)	HAW建家内	HAW建家内	1	入口側：差込式消火栓弁(65A)×1個 出口側：差込式消火栓弁(65A)×6個
17	分岐管B(OUT)	HAW建家内	HAW建家内	1	入口側：差込式消火栓弁(65A)×1個 出口側：差込式消火栓弁(65A)×6個
18	切換えバルブ(IN)	HAW建家内	HAW建家内	6	入口側：差込式消火栓弁(65A-80A) (フランジ付き)×6個
19	切換えバルブ(OUT)	HAW建家内	HAW建家内	6	出口側：差込式消火栓弁(80A-65A) (フランジ付き)×6個

※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

表 3-3-3-2 未然防止対策 ②において使用する主な可搬型設備（貯水設備、重機、通信設備等）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	可搬型貯水設備	PCDF駐車場※ ¹ 南東地区	PCDF駐車場※ ¹ 南東地区	15	積載量：26 kL
2	ホイールローダ	PCDF駐車場※ ¹	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (29.9 PS) 標準バケット容量：0.09 m ³
3	油圧ショベル	PCDF駐車場※ ¹	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (30 PS) 標準バケット容量：0.4 m ³
4	エンジン付きライト	PCDF駐車場※ ¹	所内	7	ランプ電力 1000 W
5	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	約3 kVA
6	MCA 携帯型無線機	PCDF駐車場※ ¹ 南東地区	所内	1	送信出力：2 W
7	衛星電話	PCDF駐車場※ ¹ 南東地区	所内	1	—
8	簡易無線機	PCDF駐車場※ ¹ 南東地区	所内	16	送信出力：5 W

※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

表 3-3-3-3 未然防止対策 ②において使用する主な可搬型設備（計装設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	可搬型温度測定設備 (272V31～272V35, 272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	12	V31～V35は各貯槽2個使用 V37, V38は各貯槽1個使用
2	可搬型液位測定設備 (272V31～272V36)	HAW建家内	HAW建家内	6	各貯槽1個使用
3	可搬型液位測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
4	可搬型密度測定設備 (272V31～272V35)	HAW建家内	HAW建家内	5	各貯槽1個使用
5	可搬型密度測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
6	計装設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	計装設備用可搬型圧縮空気設備, ペーパーレスレコーダー及び ノートPCに給電
7	計装設備用可搬型圧縮空気設備	HAW建家内	HAW建家内	1	液位及び密度の測定に使用
8	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	可搬型計装設備の伝送器からの 信号の受信
9	ノートPC	HAW建家内	HAW建家内	1	データ収集装置間のデータ表示及び データ保存に使用

表 3-3-3-4 未然防止対策 ②において使用する主な可搬型設備（放射線管理設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
2	可搬型ガスモニタ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
3	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
4	放射線管理設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	出力 100 V 30 A
5	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
6	可搬型ガスモニタ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
7	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
8	放射線管理設備用可搬型発電機	TVF建家内	TVF建家内	1	出力 100 V 30 A

表 4-1-1-1 通行止めを想定する領域等

領域等	備考
設計津波・L2 津波の浸水域	茨城県津波ハザードマップ（H24年）等から設定
土砂災害警戒区域（急傾斜地）	茨城県土砂災害ハザードマップ（H29年）から設定 （土石流・地すべりの影響はない。）
久慈川，那珂川及び新川を渡河する橋	保守的に地震・津波による通行止めを想定

表 4-1-2-1 再処理施設から 12 km 圏内の居住者が有するスキル

スキル	12 km 圏内の居住者数	未然防止対策②の必要人数
消防ポンプ車の操作	6 名	2 名
重機操作	20 名	7 名
その他一般作業	82 名	11 名
合計	108 名	20 名

高放射性廃液貯蔵場（HAW）における
未然防止対策②-1 の有効性について

目 次

1. 有効性評価の方針
2. 事故の想定
3. 対策（未然防止対策②-1）
 - 3.1 対策概要
 - 3.2 対策の具体的内容
 - 3.3 要員，資源，設備等
 - 3.3.1 対策に必要な事故対処要員
 - 3.3.2 対策に必要な資源
 - ①水の必要量
 - ②燃料の必要量
 - 3.3.3 使用する事故対処設備
 - 3.3.4 アクセスルート
 - 3.3.5 通信連絡
 - 3.4 監視測定
 - 3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.4.2 その他の監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.5 事故時の体制と支援
4. 有効性評価
 - 4.1 事故対処要員の確保
 - 4.1.1 事故対処要員の招集
 - ①事故対処要員の招集体制及び招集範囲
 - ②事故対処要員に必要なスキル
 - ③事故対処要員の招集に要する時間
 - 4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果
 - ①事故対処要員の有するスキルの結果
 - ②招集に要する時間の結果
 - ③対策着手に要する時間の結果
 - ④事故対処要員の確保の評価結果

- 4.2 必要な資源の確保
 - 4.2.1 水及び燃料の保管量
 - 4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果
- 4.3 事故対処設備の健全性
 - 4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況
 - 4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果
- 4.4 対策の実施までに要する時間
 - 4.4.1 事故の発生から対策の着手, 完了までに要する時間
 - ①事故の発生から対策の着手までに要する時間
 - ②対策の着手から完了までに要する時間
 - 4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果
- 4.5 監視測定に係る手順の確認
 - 4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順
 - ①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定
 - ②その他の監視測定
 - 4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果
- 5. 有効性評価の結果

1. 有効性評価の方針

事故対処では、事故の発生後、事故対処要員を招集し、事故対処を実施できる要員の数、事故対処に使用可能な資源（水及び燃料）の量及び事故対処設備の状態を把握する。その後、各対策の優先度、各対策に必要な資源、設備及び要員、対処に要する時間の見込み、設備等の修復に要する時間及びウェットサイトの津波がれきの散乱状況等を踏まえ、外部支援に期待しない期間（7日間）、継続して実施可能な対策又は対策の組合せの検討及び実施する対策の選定をした上で、事故対処を行う。

未然防止対策②-1については、事故対処要員の確保、資源の確保、設備の健全性、対策の実施までの所要時間並びに対策の成否判断及び高放射性廃液の状態監視に必要な監視測定手段を確認するとともに、対策の実施により外部支援に期待しない期間（7日間）、高放射性廃液を未沸騰状態に維持できることを確認することで、その有効性を評価する。

2. 事故の想定

起因事象により、耐震性のない建家及び構築物は損傷し、再処理施設の敷地内は浸水して所内の全動力電源を失い、高放射性廃液貯槽の崩壊熱除去機能が喪失することによる蒸発乾固を事故として想定する。また、遡上解析及び軌跡解析の結果から漂流物によるがれき等が敷地内に散乱することを考慮する。

事故の発生を仮定する機器は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び中間貯槽（272V37及び272V38）である（「添四別紙 1-1 1.1.6 事故の発生を仮定する際の条件の設定及び事故の発生を仮定する機器の特定」参照）。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又はガラス固化技術開発施設（TVF）からの返送時以外において中間貯槽には存在しない。また、これらの機器については、蒸発乾固が同時に発生する可能性があることから、有効性評価は同時発生するものとして評価する。なお、事故対処を実施する際の環境について、高放射性廃液は沸騰に至らないことから、高放射性廃液の状態が平常運転時と大きく変わるものではないため、他の事故事象が連鎖して発生することはない。

廃止措置段階にある再処理施設では、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増加していく。そこで、令和2年8月31日時点の高放射性廃液貯蔵場（HAW）の貯蔵状況に基づき有効性を評価する。なお、高放射性廃液の沸騰到達までの時間余裕は、「添四別紙 1-1-26 高放射性廃液貯蔵場（HAW）における高放射性廃液の沸騰到達時間の計算書」から、発熱密度が最も大きく、沸騰到達までの時間が他の貯槽よりも短い高放射性廃液貯槽（272V35）の77時間とする。

また、分離精製工場（MP）に貯蔵中の発熱密度が小さい廃液を、高放射性廃液貯蔵場（HAW）

の高放射性廃液貯槽に移送した場合、希釈により高放射性廃液貯槽の発熱密度は小さくなり、沸騰に至るまでの時間余裕はより長くなるが、分離精製工場（MP）からの廃液の移送による沸騰到達までの遅延は、有効性評価においては見込まないこととする。

3. 対策（未然防止対策②-1）

3.1 対策概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液を内包する高放射性廃液貯槽は、通常時には、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の冷却水系により冷却を行い、高放射性廃液の崩壊熱による温度上昇を防止している。

冷却水系は、高放射性廃液の崩壊熱を除去する一次冷却系、一次冷却系を冷却する二次冷却系、二次冷却系に移行した熱を大気中へ逃がす建家屋上の密閉式冷却塔等から構成される。

未然防止対策②-1では、崩壊熱除去機能の機能喪失に対し、エンジン付きポンプ等の可搬型事故対処設備により、冷却コイルへ給水し高放射性廃液を冷却する。冷却に使用した水は可搬型冷却設備により除熱し、再度、冷却コイルへ給水することで、事象発生から沸騰に至る評価時間（77時間）までの間に、崩壊熱除去機能を回復させる。

対策に必要な資源である水は所内水源のからの給水システムを確保して給水し燃料は使用可能な所内燃料の確保を行い必要な設備へ運搬し給油する。さらに、津波によるウェットサイトを想定し、これら資源の確保等に当たって必要なアクセスルート上にがれき等の漂流物があった場合は、重機により撤去する等して必要な資機材の運搬及び配置を行う。未然防止対策②-1の対策概要図を図3-1-1に示す。

3.2 対策の具体的内容

未然防止対策②-1の構成を明確化し、平常運転時に使用する系統から速やかに切り替え操作ができるように、未然防止対策②-1に必要な手順書を整備する。また、訓練を実施して各手順を確認し、対策に要する時間（タイムチャート）を作成する。以下、未然防止対策②-1の具体的内容を示す。

イ. 冷却コイルへの通水の着手判断

崩壊熱除去機能が喪失し、可搬型冷却設備、エンジン付きポンプ等を用いて冷却コイルへ通水する未然防止対策②-1に必要な資源、設備及び要員が確保されている場合は、冷却コイルへの通水の実施を判断し、以下のロ.及びハ.に移行する。

ロ. 建家外からの水の供給経路の構築

エンジン付きポンプに使用する燃料を確保する。エンジン付きポンプ及び組立水槽からホースを敷設し、冷却コイルに水を供給する経路を構築する。また、排水用組立水槽から可搬型冷却設備を経由し、供給用組立水槽に冷却された水が送水される経路を構築する。

なお、組立水槽の液量が減少した場合は、所内水源等から水を補給する。

ハ. 可搬型計装設備の準備

高放射性廃液貯槽の廃液の温度を測定するために可搬型計装設備を準備し、恒設の計装設備へ可搬型温度計測設備を接続し温度測定を可能とする系統を構築する。廃液の温度測定対象設備は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び高放射性廃液を保有している場合の中間貯槽*（272V37 及び V38）である。

*高放射性廃液を保有している場合

二. 冷却コイルへの通水の実施判断

エンジン付きポンプ及び可搬型冷却設備を起動し、排水経路及び供給経路に異常がないことを確認し通水する。

冷却コイルへの通水に使用した冷却水は、組立水槽に回収し、サーベイメータ等を用いて汚染の有無を確認した上で、再循環する。

なお、組立水槽の液量が減少した場合は、消防ポンプ車又はエンジン付きポンプにより、所内水源等から水を補給する。

ホ. 可搬型冷却設備の運転の実施

可搬型冷却設備を可搬型発電機からの給電により運転を開始する。

ヘ. 冷却水の通水による崩壊熱除去機能維持の成否判断

高放射性廃液貯槽に貯蔵する高放射性廃液が未沸騰状態（廃液温度 102 °C未満）で安定していることを確認することにより、未然防止対策②-1 の実施により崩壊熱除去機能が維持されていると判断する。

ト. 監視測定

未然防止対策②-1 により崩壊熱除去機能が維持されていることを判断するために必要な監視項目は、高放射性廃液貯槽及び中間貯槽の高放射性廃液の温度である。対策実施後に高放射性廃液の温度を測定することで、崩壊熱除去機能が維持されているか監視する。

上記に基づき未然防止対策②-1に係る訓練を実施して作成したタイムチャートを表 3-2-1 に示す。未然防止対策②-1 実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例を図 3-2-1 に示す。

なお、タイムチャート中の所内の水を保管する既設設備からの給水に要する時間及び所内の燃料を保管する既設設備からの給油に要する時間は、高放射性廃液貯蔵場(HAW)から最も遠い水を保管する既設設備及び燃料を保管する既設設備を利用する場合の時間により確認した。

3.3 要員，資源，設備等

3.3.1 対策に必要な事故対応要員

未然防止対策②-1の各手順の実施に必要な人数及びスキルを表 3-3-1-1 に示す。要員数は、タイムチャート上に示す各手順の実施に必要な人数を合計して求めた。その結果、未然防止対策②-1の実施に必要な事故対応要員数は、20人であった。

3.3.2 対策に必要な資源

①水の必要量

未然防止対策②-1において使用する水は、可搬型冷却設備、エンジン付きポンプ等の可搬型事故対応設備を用いて構築する循環システムの容量から算出した。使用する組立水槽(5 m³/基を3基、2 m³/基を1基使用)の総容量は約17 m³、使用するホース(内径65 mm、長さ約20 m/本、15本使用)の総容量は約1.2 m³であることから、これらを積算すると、未然防止対策②-1における水の必要量は19 m³である。

なお、構築した循環系統の水は、沸騰しないために時間当たり12 m³の流量で循環させる^{※1}(詳細は「添四別紙 1-1-28 高放射性廃液貯蔵場(HAW)における高放射性廃液の除熱に必要な冷却水流量の計算書」参照)。

※1：エンジン付きポンプは、1台当たり約60 m³/hの送水能力を有し、消防ポンプ車は1台当たり168 m³/hの送水能力を有している。

②燃料の必要量

未然防止対策②-1において使用する燃料は、主にエンジン付きポンプ等の燃料である。必要な燃料量は、各設備の燃費に使用時間及び台数を乗じて算出した。なお、アクセスルートの確保に使用するホイールローダ、不整地運搬車及び油圧ショベルについては、訓練実績からがれき撤去等の作業時間を約6時間と想定したものの、その不確かさを考慮して、訓練結果から算出した必要量(0.12 m³)を保守的に見積もり、1 m³に設定した。

燃費については、実測値又は機器仕様から求め、実測値及び機器仕様が無いものについては定格出力と燃料消費量の積により算出した。各設備の燃費を表 3-3-2-1 に示す。

各設備の使用時間については、水の供給用又は冷却用設備、通信機器及び監視機器への給電設備は外部支援に期待しない期間として 7 日間とした。エンジン付きライトは、夜間を含む使用を想定して 84 時間とした。また、燃料を運搬する不整地運搬車の使用時間は、不整地運搬車を除く各設備に必要な燃料を運搬する時間に、燃料を搭載したドラム缶の積み下ろし時間、給油時間を加えて算出した。

これらを積算した結果、未然防止対策②-1 における燃料の必要量は 6 m³である（表 3-3-2-2 参照）。

3.3.3 使用する事故対処設備

未然防止対策②-1 において使用する主な恒設の事故対処設備は、一次冷却系統である。

未然防止対策②-1 において使用する主な事故対処設備は、可搬型冷却設備、可搬型発電機、エンジン付きポンプ等である。主な事故対処設備を表 3-3-3-1～表 3-3-3-4 に示す。給水設備及び給電設備の主な事故対処に必要な設備について、単一故障を考慮し、適切な予備品及びその取替えのために必要な機材等を確保し、外部事象の影響を受けにくい場所を考慮して保管する。

3.3.4 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、事故対処設備の保管場所から設置場所への運搬又は他の設備の被害状況の把握のために、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、運搬及び配置に支障を来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認する。また、漂流物によるがれき等に対しては、重機による撤去、道路の補修等によりアクセスルートを確認する。

建家外のアクセスルートを図 3-3-4-1 に示す。また、建家内のアクセスルートを図 3-3-4-2 に示す。

3.3.5 通信連絡

想定される事故等が発生した際に、未然防止対策②-1 の実施に必要な通信連絡を行えるよう、通信連絡に係る手順を整備している。通信連絡の手順について「添四別紙 1-1-35 通信連絡に関する手順等」に示す。

3.4 監視測定

3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定

①測定対象パラメータ

未然防止対策②-1は、可搬型冷却設備等により高放射性廃液を冷却する対策であることから、高放射性廃液を沸点未満に維持できていることを確認するため、未然防止対策②-1の成否判断をする上で情報を把握するために必要な測定対象パラメータは、以下のとおりである。

<測定対象パラメータ>

- ・高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：廃液の温度
- ・中間貯槽（272V37及び272V38）：廃液の温度

恒設の計装設備は、外部事象等により全動力電源喪失が発生した場合、高放射性廃液貯槽等の蒸発乾固に至るおそれのある機器のパラメータの計測ができなくなる。このため、これらの恒設での監視機能が喪失した場合は、事故対処が困難となることから監視機能喪失時の事故対処に備えて可搬型による計装設備及びその専用となる計装設備用可搬型発電機を配備し、その機能を代替する。

②監視測定の方法

可搬型の計測機器による計測方法の概要を以下に示す。また、計測手順を「添四別紙1-1-32 事故時の計装に関する手順等」に示す。

a. 設備の概要

可搬型計装設備には、液位や密度の計測設備と温度の計測設備とがある。液位や密度の計測設備は、既設伝送器の導圧管との差圧を計測するための差圧伝送器やパージメータなどの計器類を使用する。温度計測設備は、端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定する。未然防止対策②-1では、これらの内、温度計測設備による測定を行う。

なお、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の可搬型計装設備による計測結果は、データ収集装置へ伝送する。

b. 可搬型計装設備の測定対象及び測定方法

(a) 測定対象

- ・高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：廃液の温度
- ・中間貯槽（272V37及び272V38）：廃液の温度

(b) 測定方法

温度の測定は既設熱電対を用い、既設の熱電対端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定を行う。なお、既設熱電対に断線や絶縁不良があった場合は、予備の熱電対と交換した上で測定を行う。

3.4.2 その他の監視測定

①測定対象パラメータ

高放射性廃液貯槽からのオフガスのモニタリングを実施する。

②監視測定の方法

可搬型モニタリング設備により高放射性廃液貯槽からのオフガスをサンプリングし、監視する。その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。

3.5 事故時の体制と支援

事故対処を実施する現場対応班及び情報の整理等を実施する現地対策本部の役割分担及び責任者を定め、指揮命令系統を明確にして効果的な事故対処を実施し得る体制を整備する。

事故対処は現場対応班により実施する。現場対応班の構成を図 3-5-1 に示す。現場対応班長は再処理廃止措置技術開発センター長が務め、現場対応班の統括管理を行い、原子力防災の活動方針を決定する。現場対応班における指揮命令系統を明確にするとともに、指揮者である現場対応班長が不在の場合は、あらかじめ定めた順位に従い、現場対応班長代理がその職務を代行する。

現場対応班では、役割分担及び責任者などを定め、指揮命令系統を明確にし、効果的な事故対処を実施し得る体制を整備する。

現場対応班は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）の両施設で同時に事故等が発生した場合においても対応できるようにする。

また、核燃料サイクル工学研究所長は、発生事象が警戒事象又は特定事象に該当すると判断した場合は、核燃料サイクル工学研究所内に防災体制を発令するとともに、防災業務計画に基づく原子力防災組織として現地対策本部を設置する。現地対策本部は、支援組織として事故対処を行う現場対応班に対して技術的助言を行う技術支援組織及び現場対応班が事故対処に専念できる環境を整える運営支援組織等を設ける。具体的には、被災状況の集約、環境モニタリング、救助及び救護活動、外部への情報発信、資機材の調達等を実施する。

その他，外部からの支援については「添四別紙 1-1-31 事故収束対応を維持するための支援」に示す。また，中長期的な対応を行うための緊急時対策所の居住性については「添四別紙 1-1-34 緊急時対策所の居住性等に関する手順等」に示す。

4. 有効性評価

4.1 事故対応要員の確保

必要な人数に対して、事故対応要員（必要なスキルを有することを含む。）が確保できることを確認する。事故対応要員の招集は、勤務時間外（休日夜間）に地震及び津波が発生した場合等においても可能なことを確認する。また、事故対応要員の招集に要する時間を確認する。

4.1.1 事故対応要員の招集

①事故対応要員の招集体制及び招集範囲

未然防止対策②-1に必要な事故対応要員は20名であり、勤務時間内においては、を含む日勤者が事故対応を実施する。

勤務時間外（休日夜間）においては、24時間常駐する交代勤務者に加えて事故対応要員を招集して事故対応を実施する。交代勤務者以外の事故対応要員については、勤務時間外（休日夜間）における東海村震度6弱以上の地震の発生又は大津波警報の発令により、招集指示の有無に関わらず核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集する体制としている。このため、地震等により通信障害が発生した場合においても、事故対応に必要な人数を確保できる体制となっている。

再処理施設は北部の久慈川流域及び南部の那珂川流域の間に位置し東部は太平洋に面した位置関係にあるため、事故対応要員の招集においては、設計津波襲来に伴う大規模な地震及び津波による橋の通行不可及び津波の浸水による交通への影響が考えられる。したがって、事故対応要員の招集に当たっては、これらの影響を受けない領域から必要人数の確保が可能な範囲として再処理施設から半径12km圏内を設定する。事故対応要員の招集範囲及び招集時の通行ルートを図4-1-1-1に示す。

招集時の通行ルートについては、茨城県の津波ハザードマップ及び土砂災害ハザードマップを参考に表4-1-1-1に示すルートは、招集時に通行できないものとしてルートの選定を行った。なお、地震、津波等の影響を考慮し、久慈川より北側及び那珂川より南側の居住者の参集は期待しないこととした。

②事故対応要員に必要なスキル

未然防止対策②-1の実施には、消防ポンプ車の操作及び重機操作等のスキルが必要である。このため、再処理施設から12km圏内に居住する事故対応要員により未然防止対策②-1に必要なスキル及び人数を確保する。

③事故対処要員の招集に要する時間

事故対処要員の招集に要する時間は、事故対処要員の居住地区ごとに自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東門まで徒歩で参集する訓練により確認する。また、事故対処要員の招集後に未然防止対策②-1の着手までに必要な人員点呼、役割分担等に要する時間を含め訓練にて確認する。

4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果

①事故対処要員の有するスキルの結果

再処理施設から12 km圏内には、事故対処に係る全要員のうち約100名が居住している。表4-1-2-1に12 km圏内に居住する事故対処要員が有する各スキルとその人数を示す。

この結果より、12 km圏内に居住する事故対処要員を招集することで、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の未然防止対策②-1の実施に必要なスキルと人数を確保できることを確認した。

②招集に要する時間の結果

招集訓練の結果、自宅を出発するまでの準備時間は約1時間であり、移動時間は最も移動距離が長くなる地区で約4時間であることを確認した。

徒歩による夜間の移動速度は、昼間の0.8倍程度になることが報告されている¹⁾。これを踏まえ、事故対処の有効性評価においては、事故対処要員の自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東地区までの移動に要する時間は、訓練実績を保守的に1.5倍した6時間とする。

1) ”南海トラフ巨大地震の被害想定について(第一次報告)”，中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ(2012)

③対策着手に要する時間の結果

事故対処要員が核燃料サイクル工学研究所に到着した状況を模擬し、未然防止対策②-1に着手するまでに必要な人員点呼、役割分担等の対応手順を確認する訓練を実施した。その結果、未然防止対策②-1の着手までには約2時間を要することを確認した。

そこで、事故対処の有効性評価においては、未然防止対策②-1の着手までに要する時間は訓練実績を保守的に1.5倍した3時間とする。

したがって、地震発生から未然防止対策②-1に着手するまでに要する時間は、合計10時間(準備時間:1時間、移動時間:6時間及び人員点呼等:3時間)となる。

④事故対処要員の確保の評価結果

必要な事故対処要員（20人）については、招集指示の有無にかかわらず起因事象の発生に伴い参集を開始する体制を構築しており、津波の影響を受けない参集ルートで、核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集して確保できることを確認した。

なお、起因事象の発生から対策開始までの時間は、参集移動の準備、居住地からの移動（徒歩）及び参集後の人員点呼・班編成等を考慮し10時間を想定する。

4.2 必要な資源の確保

水及び燃料の保管量が、未然防止対策②-1における7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認する。

4.2.1 水及び燃料の保管量

事故対処に必要な水は、既存の所内水源から使用する。所内水源の容量は、高台に約1000 m³の設備及び低地に約10630 m³の設備に水を有している。所内水源のうち、津波が遡上しないT.P.+15 m以上の高台には、中央運転管理室（給水タンク）、中央運転管理室（受水タンク）及び付属機械室（蓄熱槽）があり、それぞれ約300 m³、約300 m³及び約400 m³の水を保管している。また、津波の遡上域ではあるものの、浄水貯槽、屋外冷却水設備、散水貯槽及び工業用水受水槽には、それぞれ約4800 m³、約800 m³、約30 m³及び約5000 m³の水を保管している。

また、事故対処に必要な燃料は、既存の所内燃料から使用する。所内燃料の容量は、高台に約450 m³の設備及び低地に約278 m³の設備に燃料を有している。燃料を保管する既設の設備については、津波が遡上しないT.P.+15 m以上の高台には、南東地区（燃料タンク）に約390 m³、地層処分放射化学研究施設（クオリティ）地下タンクに約10 m³及びプルトニウム燃料技術開発センターユーティリティ棟に約50 m³の燃料を保管している。さらに、津波の遡上域ではあるものの、（再処理施設）ユーティリティ施設地下貯油槽に約114 m³、中間開閉所燃料地下貯油槽に約30 m³、第二中間開閉所燃料地下貯油槽に約45 m³、低放射性廃棄物処理技術開発施設（LWTF）地下貯油槽に約30 m³、ガラス固化技術開発施設（TVF）地下貯油槽に約25 m³、高レベル放射性物質研究施設（CPF）地下埋設オイルタンクに約9 m³及び非常用予備発電棟地下燃料タンク貯油槽に約25 m³の燃料を保管している。

4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果

水源の確保については、対策を継続するために必要な水19 m³に対し、津波が遡上しない所内の高台に合計約1000 m³の設備に水を保管している。

燃料の確保については、対策を継続するために必要な燃料 6 m³ に対し、津波が遡上しない所内の高台に約 450 m³ の設備に燃料を保管している。

水及び燃料を保管する既設の設備については、所内の高台を含め複数個所に分散しており、沸騰到達までの時間余裕の中で、被災状況に応じて使用可能な設備を利用する。これらのことから、7 日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たす。

これらの結果から、水及び燃料の保管量が、未然防止対策②-1 における 7 日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認した。

4.3 事故対処設備の健全性

事故対処に必要な恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること、また、設計津波に対する浸水による影響がないことを確認する。

事故対処に必要な可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する建家内に保管すること、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する屋外に分散配置することを確認する。

これらを確認することで事故時においても事故対処設備が健全性を維持することを確認する。

4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況

恒設の事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対して健全性が維持される高放射性廃液貯蔵場（HAW）に配備している。また、恒設の事故対処設備は、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（「添四別紙 1-1-30 廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備（事故対処設備）」参照）としている。これらより、恒設の事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

可搬型事故対処設備は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内及びプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に配備する。また、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場は、津波の影響を受けない高台にあり、地盤改良を行うことで設計地震動及び設計津波に対して健全性を維持する。

核燃料サイクル工学研究所の南東地区については、津波の影響を受けない高台にあり、設計地震動に対して地盤が安定な場所に可搬型事故対処設備を配備する。これらにより、可搬型事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

これらにより、可搬型事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果

恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること、また、設計津波に対する浸水がないことを確認した。また、可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内に保管すること、設計地震動及び設計津波に対して健全性を有する屋外に分散配置することを確認した。

これらの結果より、事故時においても各事故対処設備の健全性は維持されることを確認した。

4.4 対策の実施までに要する時間

崩壊熱除去機能喪失後、高放射性廃液が沸騰に到達するまでの時間余裕は77時間であることから、事故の発生から未然防止対策②-1の実施完了までの時間が77時間以内であることにより、その有効性を確認する。

4.4.1 事故の発生から対策の着手、完了までに要する時間

①事故の発生から対策の着手までに要する時間

4.1.2.③項より、事故の発生から対策の着手に要する時間は約10時間である。

②対策の着手から完了までに要する時間

未然防止対策②-1の着手から完了までに要する時間は、表3-2-1のタイムチャートから、約16時間である。

このため、事故の発生から対策の完了までに要する合計時間は約26時間となる。

4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果

未然防止対策②-1に要する時間は合計約26時間であり、高放射性廃液が沸騰到達に至るまでの時間（77時間）よりも十分短い。このため、起因事象の発生から廃液の沸騰到達までの間に未然防止対策②-1を実施可能であることを確認した。

4.5 監視測定に係る手順の確認

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7日間）において実施できることを確認する。

4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順

①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定

対策の成否判断に必要な監視について、その手順を「添四別紙 1-1-32 事故時の計装に関する手順」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策②-1 の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

②その他の監視測定

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されていることを確認するための監視測定について、その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策②-1 の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7日間）において実施できることを確認した。

5. 有効性評価の結果

未然防止対策②-1 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、所要時間の確認及び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。したがって、未然防止対策②-1 による事故対処は有効であると判断する。

- 凡例
- : 一次・二次冷却水
 - ⇄ : 可搬型冷却塔循環
 - ⇄ : ポンプ車、エンジン付きポンプからの給水

- ① 所内水源より消防ポンプ車又はエンジン付きポンプでHAW施設近傍に設置した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屋外組立水槽に受け入れるための消防ホースを敷設する。
- ⇓
- ⑤ HAW施設屋外の組立水槽からPCDF駐車場※1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る組立水槽を設置し消防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。

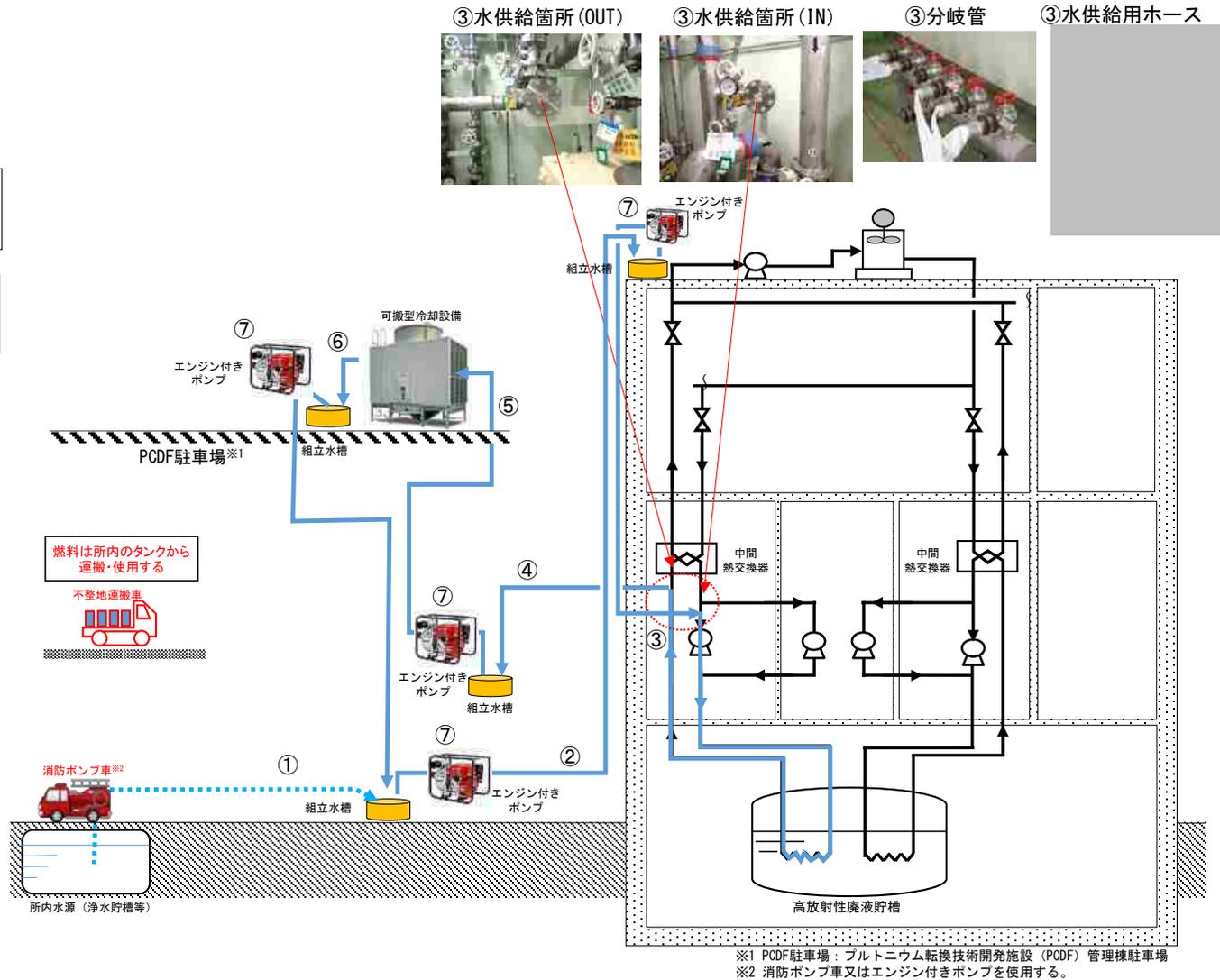


図 3-1-1 未然防止対策 ②-1 : 可搬型冷却設備による冷却 (所内資源を利用する場合)

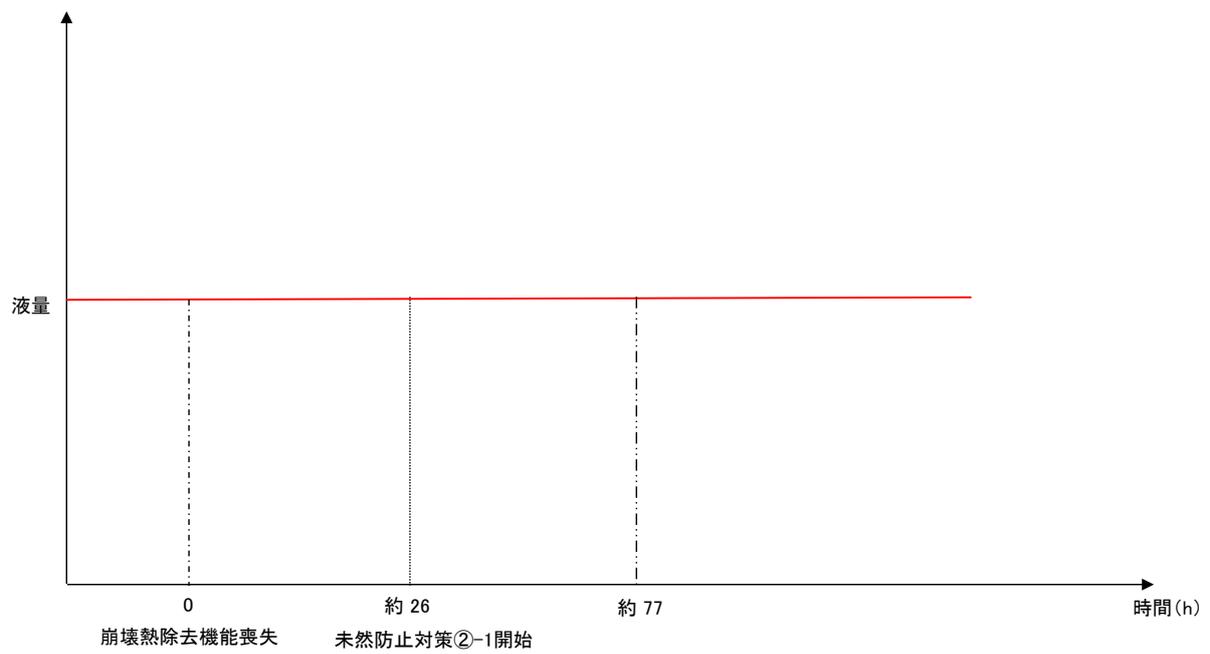
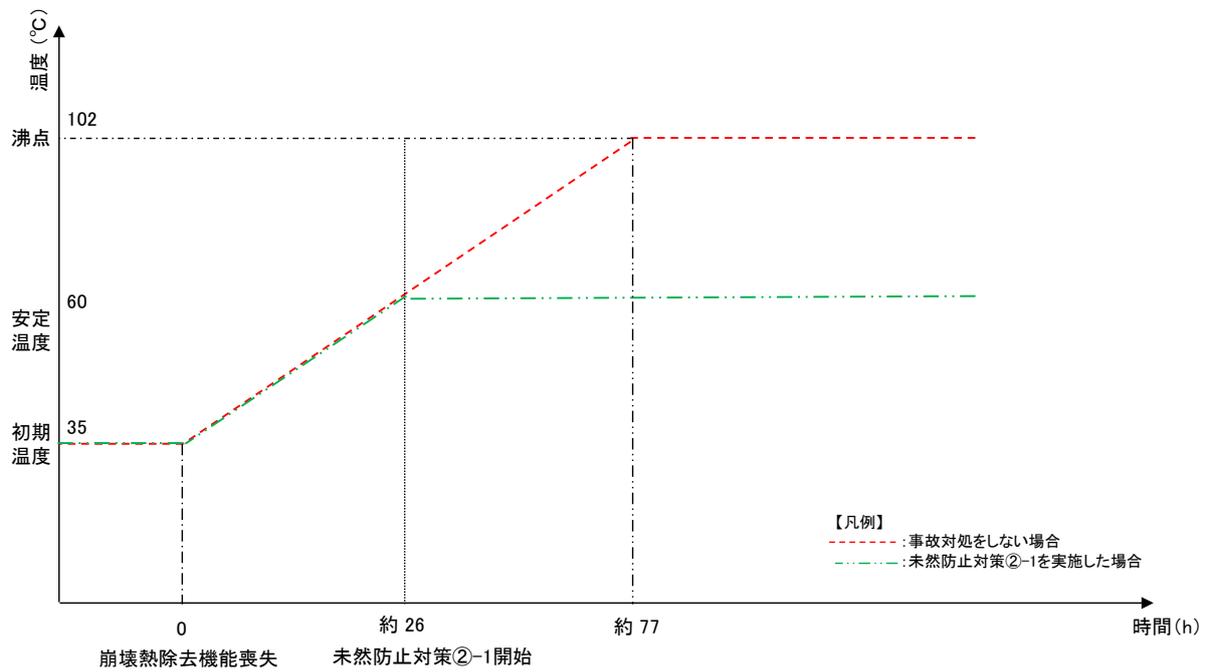


図 3-2-1 対策実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例

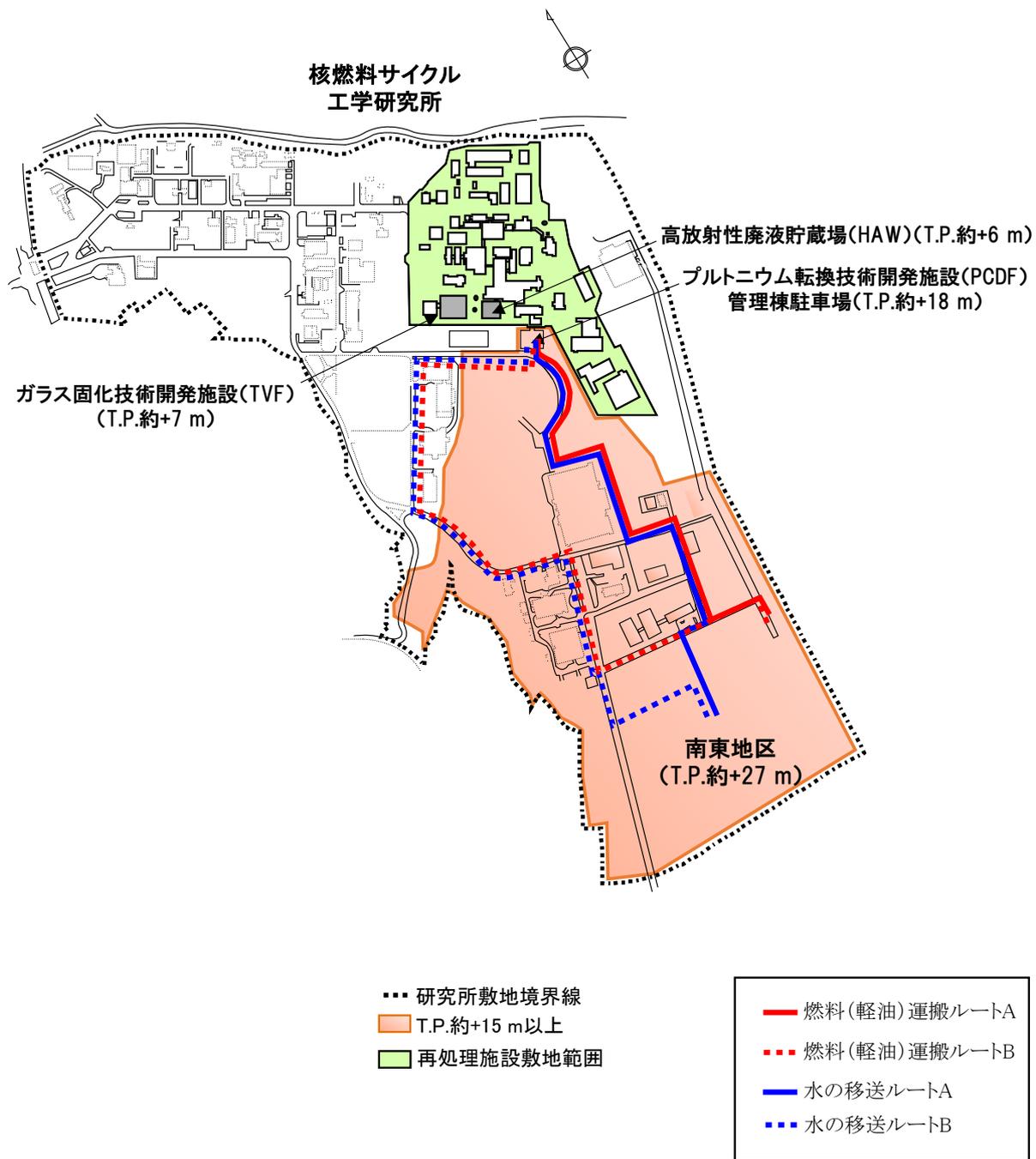


図 3-3-4-1 建家外のアクセスルート



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 1階

添四別紙 1-1-6-19

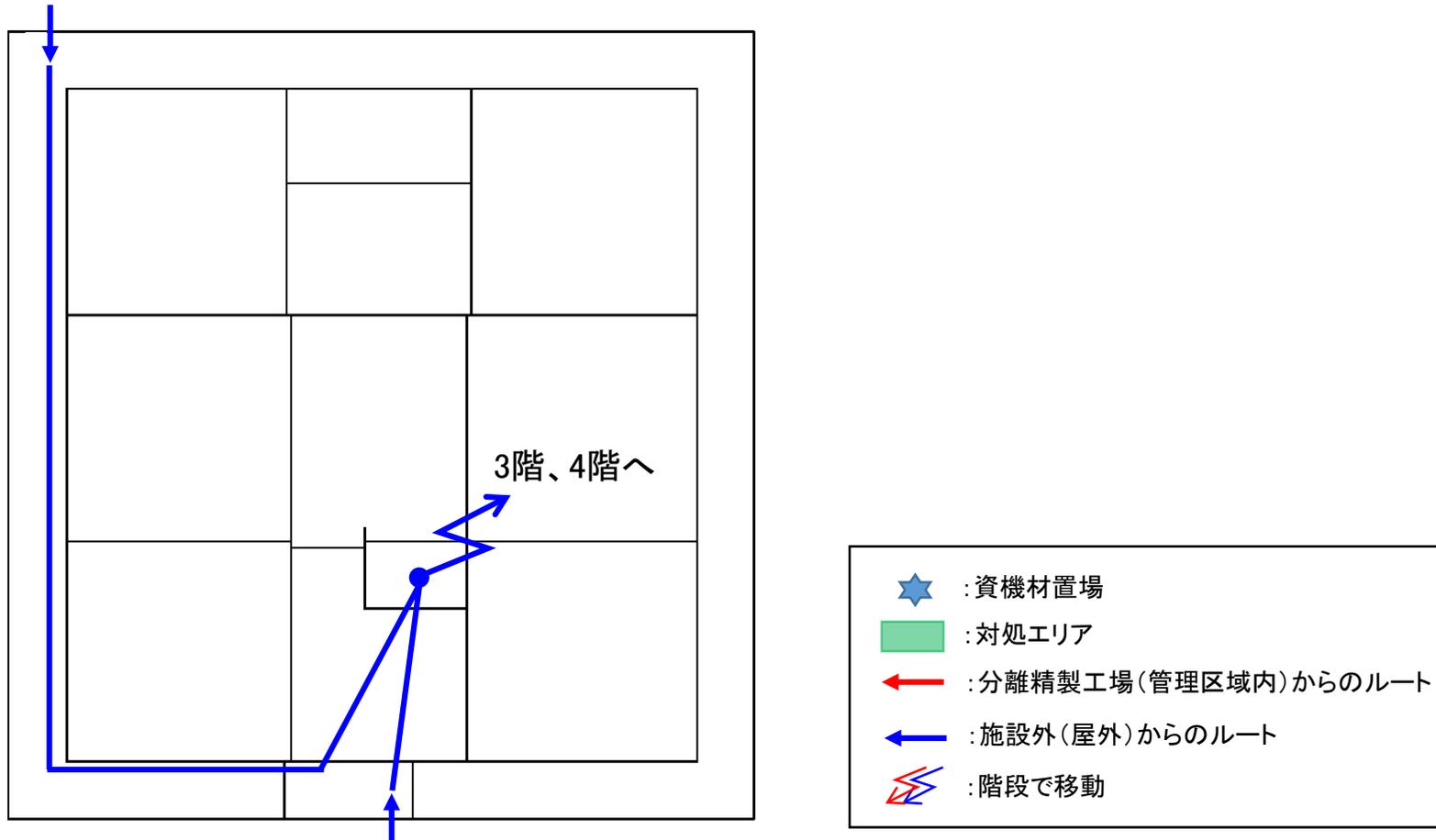


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (1/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 3階

添四別紙 1-1-6-20

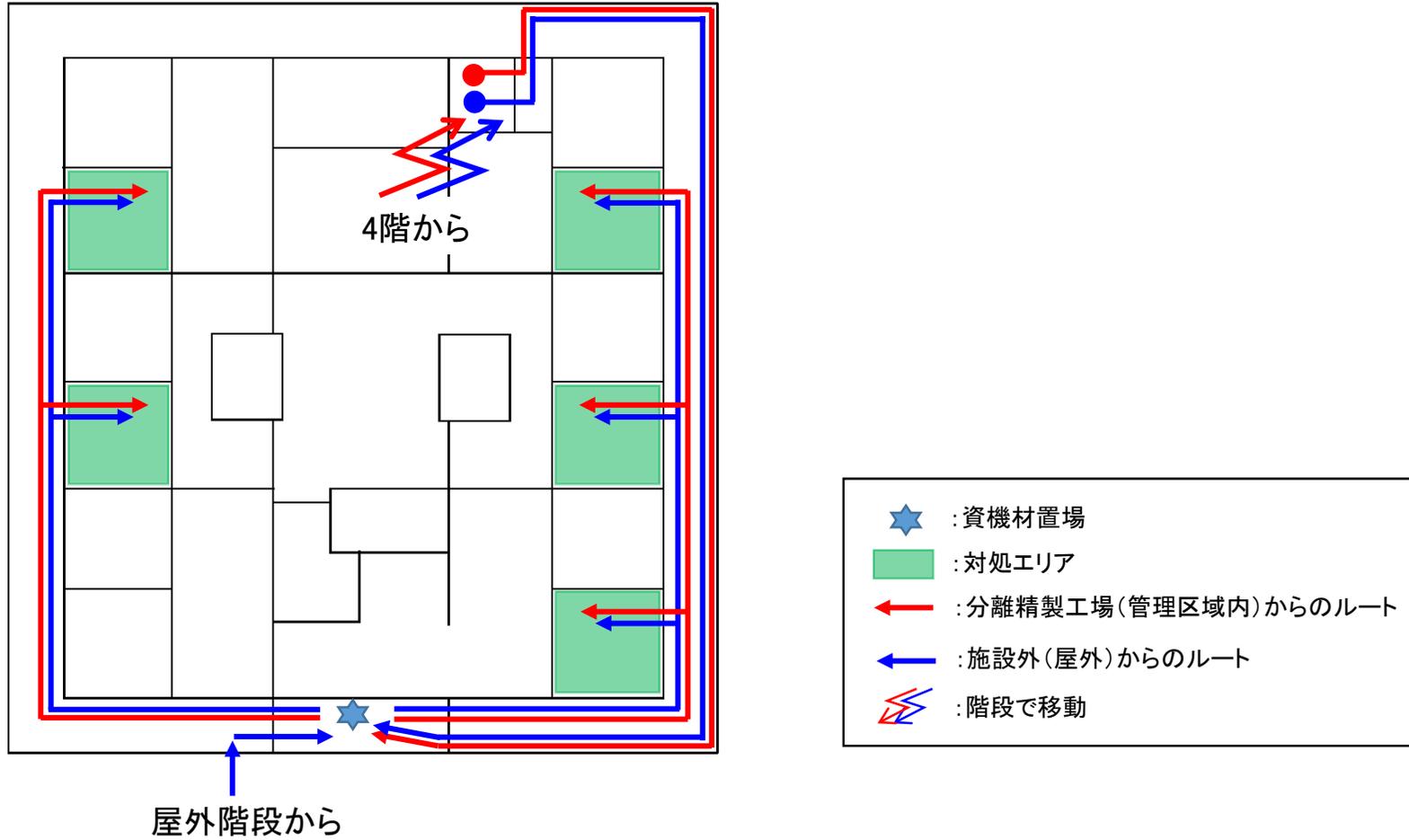


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (2/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 4階

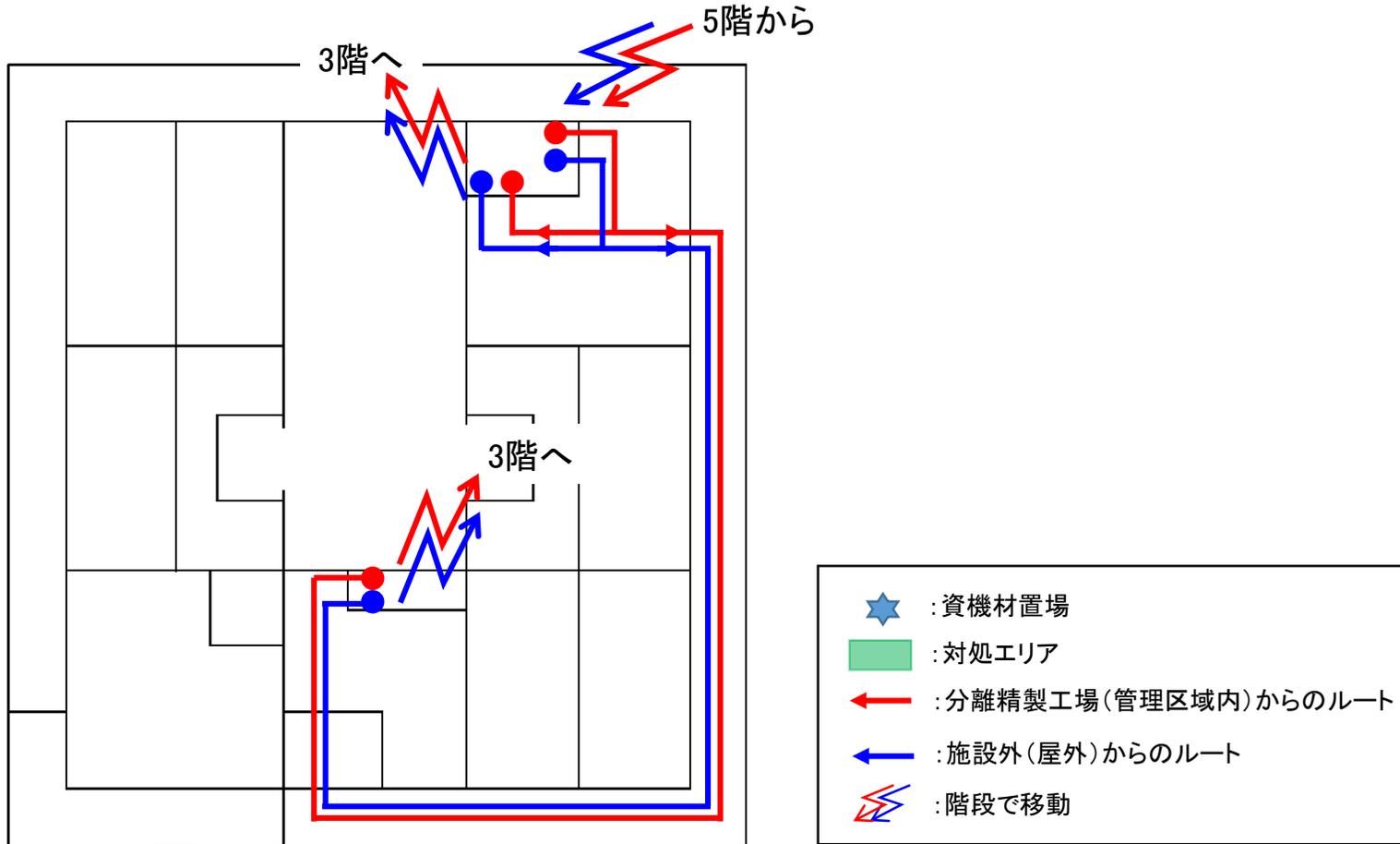
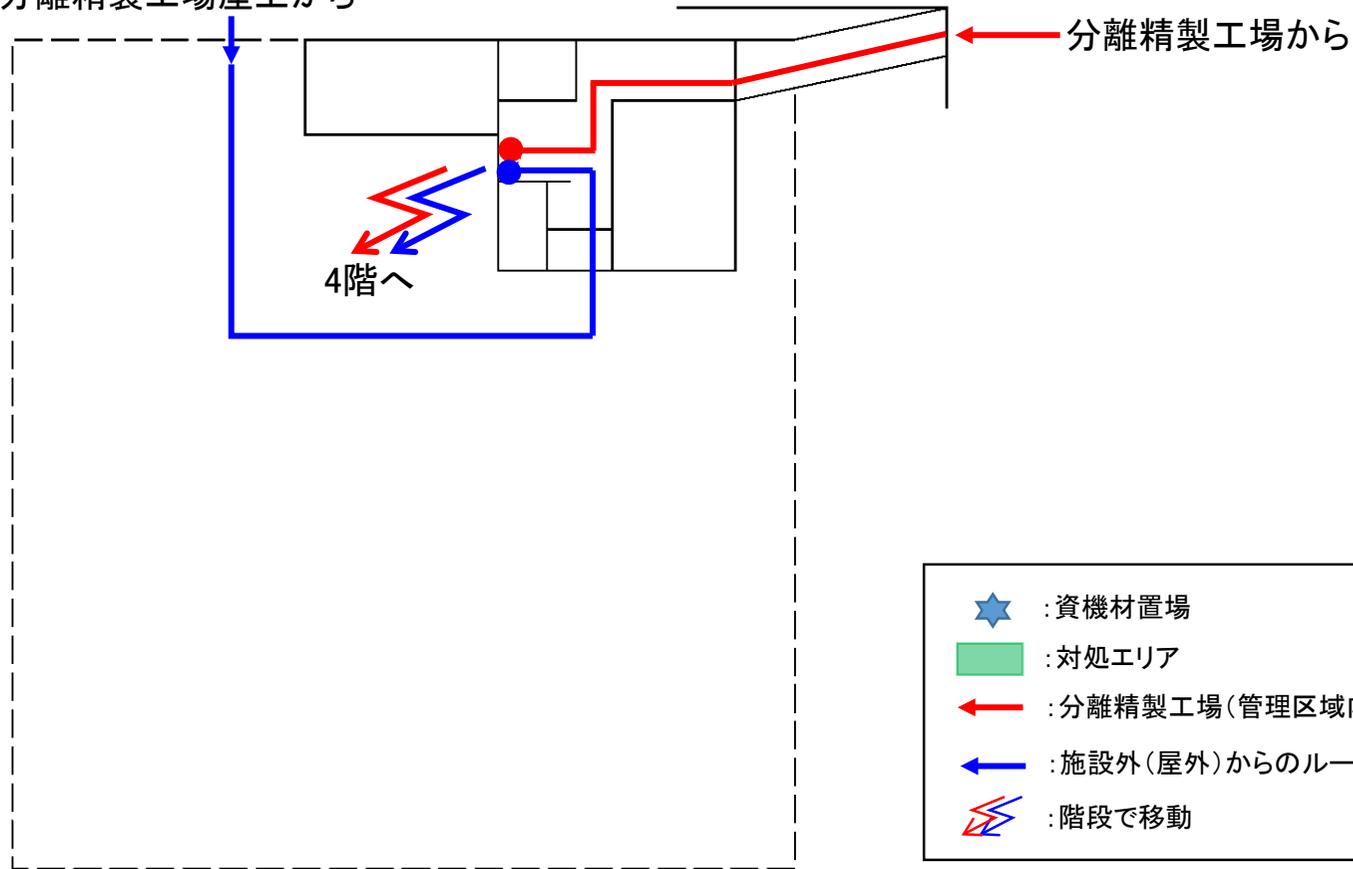


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (3/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 5階/屋上

分離精製工場屋上から



添四別紙 1-1-6-22

図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (4/4)

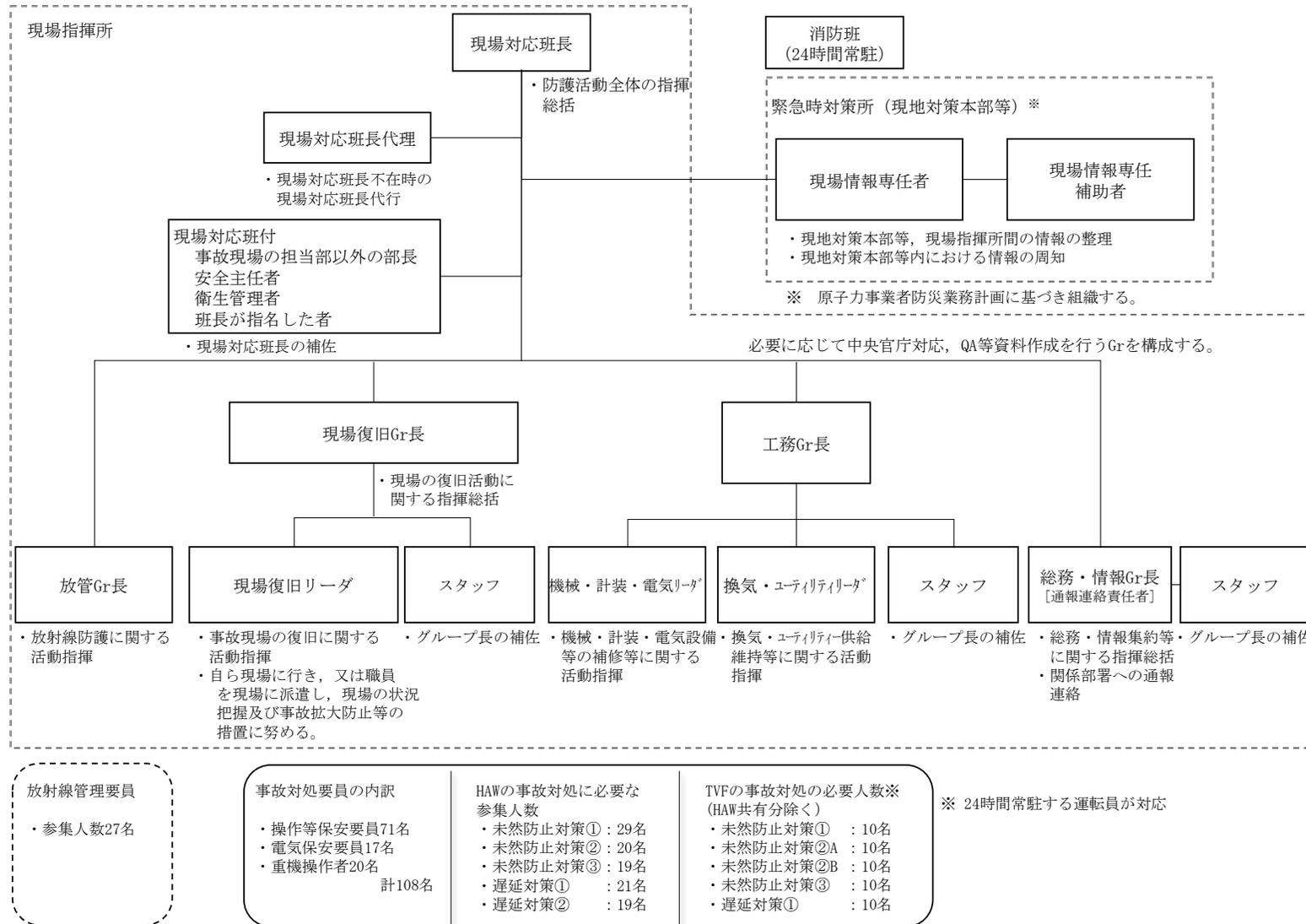
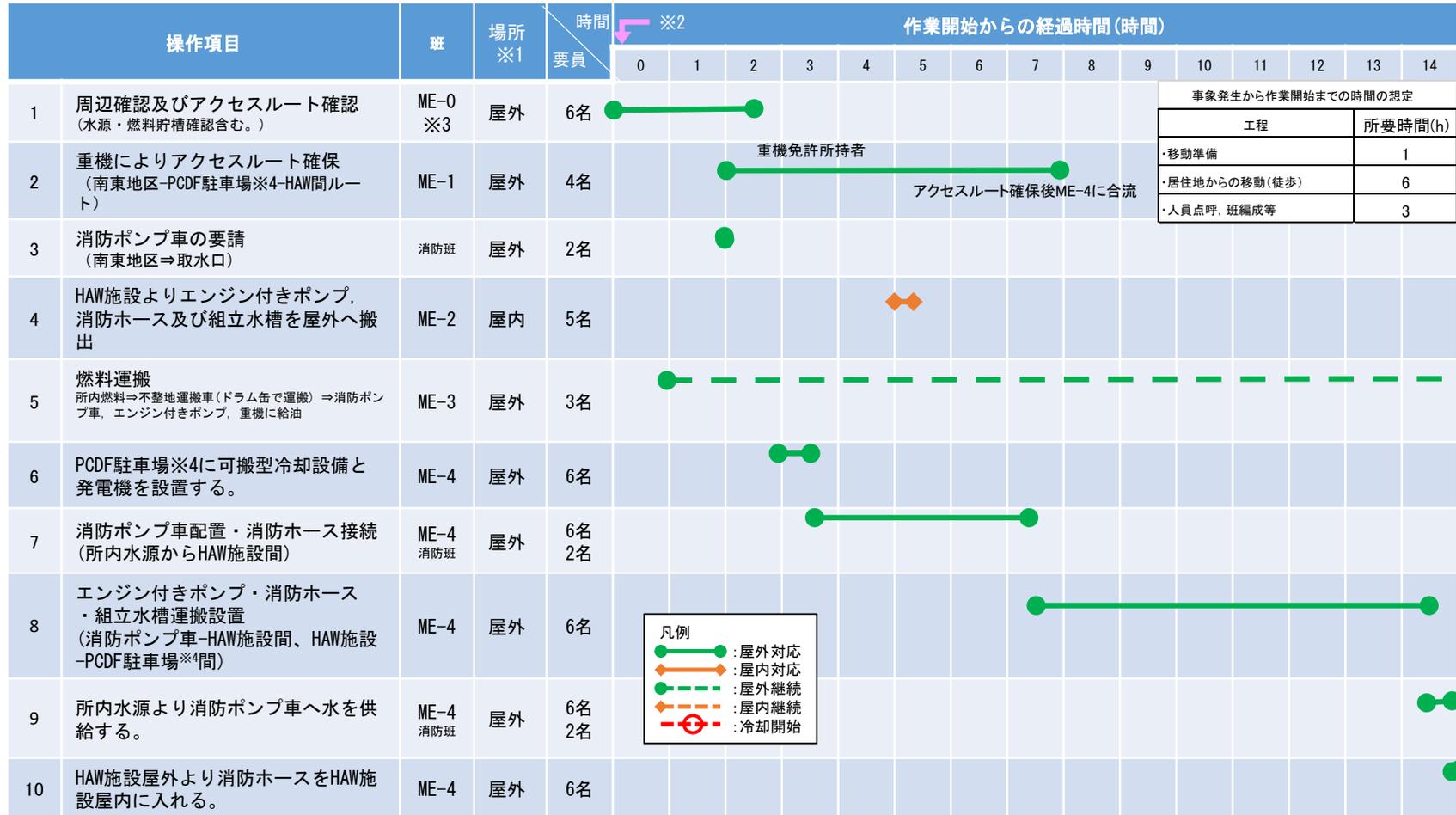


図 3-5-1 事故対処の体制図 (現場対応班)

表 3-2-1 未然防止対策②-1： 可搬型冷却設備による冷却（所内資源を利用する場合）（タイムチャート）（1/2）



※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：ブルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場

表 3-2-1 未然防止対策②-1： 可搬型冷却設備による冷却（所内資源を利用する場合）（タイムチャート）（2/2）



※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 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
(準備時間:16時間)

表 3-3-1-1 未然防止対策②-1 の各手順の実施に必要な人数及びスキル

スキル	未然防止対策②-1 の必要人数
消防ポンプ車の操作	2名
重機操作	7名
その他一般作業	11名
合計	20名

表 3-3-2-1 事故対処設備の燃費

事故対処設備	燃費[L/h]	備考
移動式発電機	約 210	機器仕様
エンジン付きポンプ	約 1.4	「定格出力 (4.3 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.323 L/kW-h)」より算出
消防ポンプ車	約 5.0	実測値
ホイールローダ	約 4.3	「定格出力 (28 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
油圧ショベル	約 3.4	「定格出力 (22 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
不整地運搬車	約 9.4	「定格出力 (70 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.134 L/kW-h)」より算出
可搬型蒸気供給設備	約 72	機器仕様
エンジン付きライト	約 0.8	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型蒸気供給設備用)	約 3.9	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型冷却設備用)	約 4.8	「定格出力 (33 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.145 L/kW-h)」より算出
可搬型発電機 (通信設備用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型コンプレッサー用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型モニタリング設備用)	約 1.7	機器仕様

※1：建設工事標準歩掛 改訂 56 版（一般財団法人 建設物価調査会）より引用

表 3-3-2-2 未然防止対策②-1 における燃料の必要量

【未然防止対策②-1】

用途	設備	燃料の必要量			
		①燃費 [m ³ /h/台]	②使用時間 [h]	③台数 [台]	必要量 [m ³] (①×②×③)
燃料の運搬	不整地運搬車	0.0094	17 (計算値)	1	0.16
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)	4	0.95
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
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などの作業時間は不確実性が大きいので 1 m ³ 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 ³ 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)	1	0.29
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)	1	0.29
				計	6

表 3-3-3-1 未然防止対策 ②-1 において使用する主な可搬型設備

	設備	保管場所	使用場所	数量	備考
1	不整地運搬車 (ドラム缶運搬用)	南東地区	所内	1	最大積載本数：9本
2	可搬型冷却設備	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	交換熱量：約270kW
3	可搬型発電機	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	消費電力：62.5kVA 35kW×0.8×0.7
4	消防ポンプ車	消防車庫	>T. P. +15 m	1	圧力：>0.187MPa 揚程：>18.7 m 流量：>200L/min
5	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW外廻り	1	最大流量：60 m ³ /h 最大揚程：30 m 流量：14.4 m ³ /h (流量は実測値) 揚程：約25 m (HAW屋上EL約18.7 m)
6	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW外廻り	1	
7	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW屋上	1	
8	エンジン付きポンプ	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	
9	組立水槽	HAW建家内	HAW屋上	1	容量：5 m ³
10	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	
11	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	
12	組立水槽	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	
13	消防ホース (屋外用)	PCDF駐車場※1	所内水源～HAW施設 (最長1240m)	62	65A 20 m
14	消防ホース (屋内用)	HAW建家内	HAW建家内	25	65A 20 m (約500 m)
15	分岐管 (IN)	HAW建家内	HAW建家内	1	入口側：差込式消火栓弁 (65A) × 1個 出口側：差込式消火栓弁 (65A) × 6個
16	分岐管 (OUT)	HAW建家内	HAW建家内	1	入口側：差込式消火栓弁 (65A) × 1個 出口側：差込式消火栓弁 (65A) × 6個
17	切換えバルブ (IN)	HAW建家内	HAW建家内	6	入口側：差込式消火栓弁 (65A-80A) (フランジ付き) × 6個
18	切換えバルブ (OUT)	HAW建家内	HAW建家内	6	出口側：差込式消火栓弁 (80A-65A) (フランジ付き) × 6個

※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

表 3-3-3-2 未然防止対策 ②-1 において使用する主な可搬型設備（重機，通信設備等）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	ホイールローダ	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (29.9 PS) 標準バケット容量：0.09 m ³
2	油圧ショベル	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (30 PS) 標準バケット容量：0.4 m ³
3	エンジン付きライト	PCDF駐車場※1	所内	7	ランプ電力 1000 W
4	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	約3 kVA
5	MCA 携帯型無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	送信出力：2 W
6	衛星電話	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	—
7	簡易無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	16	送信出力：5 W

※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

表 3-3-3-3 未然防止対策 ②-1 において使用する主な可搬型設備（計装設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	可搬型温度測定設備 (272V31～272V35, 272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	12	V31～V35は各貯槽2個使用 V37, V38は各貯槽1個使用
2	可搬型液位測定設備 (272V31～272V36)	HAW建家内	HAW建家内	6	各貯槽1個使用
3	可搬型液位測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
4	可搬型密度測定設備 (272V31～272V35)	HAW建家内	HAW建家内	5	各貯槽1個使用
5	可搬型密度測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
6	計装設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	計装設備用可搬型圧縮空気設備, ペーパーレスレコーダー及び ノートPCに給電
7	計装設備用可搬型圧縮空気設備	HAW建家内	HAW建家内	1	液位及び密度の測定に使用
8	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	可搬型計装設備の伝送器からの 信号の受信
9	ノートPC	HAW建家内	HAW建家内	1	データ収集装置間のデータ表示及び データ保存に使用

表 3-3-3-4 未然防止対策 ②-1 において使用する主な可搬型設備（放射線管理設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
2	可搬型ガスモニタ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
3	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
4	放射線管理設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	出力 100 V 30 A
5	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
6	可搬型ガスモニタ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
7	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
8	放射線管理設備用可搬型発電機	TVF建家内	TVF建家内	1	出力 100 V 30 A

表 4-1-1-1 通行止めを想定する領域等

領域等	備考
設計津波・L2 津波の 浸水域	茨城県津波ハザードマップ（H24 年）等から設定
土砂災害警戒区域 （急傾斜地）	茨城県土砂災害ハザードマップ （H29 年）から設定 （土石流・地すべりの影響はな い。）
久慈川，那珂川及び 新川を渡河する橋	保守的に地震・津波による 通行止めを想定

表 4-1-2-1 再処理施設から 12 km 圏内の居住者が有するスキル

スキル	12 km 圏内 の居住者数	未然防止対策②-1 の必要人数
消防ポンプ車の操作	6 名	2 名
重機操作	20 名	7 名
その他一般作業	82 名	11 名
合計	108 名	20 名

高放射性廃液貯蔵場（HAW）における
未然防止対策②-2の有効性について

目 次

1. 有効性評価の方針
2. 事故の想定
3. 対策（未然防止対策②-2）
 - 3.1 対策概要
 - 3.2 対策の具体的内容
 - 3.3 要員，資源，設備等
 - 3.3.1 対策に必要な事故対処要員
 - 3.3.2 対策に必要な資源
 - ①水の必要量
 - ②燃料の必要量
 - 3.3.3 使用する事故対処設備
 - 3.3.4 アクセスルート
 - 3.3.5 通信連絡
 - 3.4 監視測定
 - 3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.4.2 その他の監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.5 事故時の体制と支援
4. 有効性評価
 - 4.1 事故対処要員の確保
 - 4.1.1 事故対処要員の招集
 - ①事故対処要員の招集体制及び招集範囲
 - ②事故対処要員に必要なスキル
 - ③事故対処要員の招集に要する時間
 - 4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果
 - ①事故対処要員の有するスキルの結果
 - ②招集に要する時間の結果
 - ③対策着手に要する時間の結果
 - ④事故対処要員の確保の評価結果

- 4.2 必要な資源の確保
 - 4.2.1 水及び燃料の保管量
 - 4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果
- 4.3 事故対処設備の健全性
 - 4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況
 - 4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果
- 4.4 対策の実施までに要する時間
 - 4.4.1 事故の発生から対策の着手, 完了までに要する時間
 - ①事故の発生から対策の着手までに要する時間
 - ②対策の着手から完了までに要する時間
 - 4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果
- 4.5 監視測定に係る手順の確認
 - 4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順
 - ①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定
 - ②その他の監視測定
 - 4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果
- 5. 有効性評価の結果

1. 有効性評価の方針

事故対処では、事故の発生後、事故対処要員を招集し、事故対処を実施できる要員の数、事故対処に使用可能な資源（水及び燃料）の量及び事故対処設備の状態を把握する。その後、各対策の優先度、各対策に必要な資源、設備及び要員、対処に要する時間の見込み、設備等の修復に要する時間、ウェットサイトの津波がれきの散乱状況等を踏まえ、外部支援に期待しない期間（7日間）、継続して実施可能な対策又は対策の組合せの検討、実施する対策の選定をした上で、事故対処を行う。

未然防止対策②-2については、事故対処要員の確保、資源の確保、設備の健全性、対策の実施までの所要時間並びに対策の成否判断及び高放射性廃液の状態監視に必要な監視測定手段を確認するとともに、対策の実施により外部支援に期待しない期間（7日間）、高放射性廃液を未沸騰状態に維持できることを確認することで、その有効性を評価する。

2. 事故の想定

起因事象により、耐震性のない建家及び構築物は損傷し、再処理施設の敷地内は浸水して所内の全動力電源を失い、高放射性廃液貯槽の崩壊熱除去機能が喪失することによる蒸発乾固を事故として想定する。また、遡上解析及び軌跡解析の結果から漂流物によるがれき等が敷地内に散乱することを考慮する。

事故の発生を仮定する機器は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び中間貯槽（272V37及び272V38）である（「添四別紙 1-1 1.1.6 事故の発生を仮定する際の条件の設定及び事故の発生を仮定する機器の特定」参照）。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又はガラス固化技術開発施設（TVF）からの返送時以外において中間貯槽には存在しない。また、これらの機器については、蒸発乾固が同時に発生する可能性があることから、有効性評価は同時発生するものとして評価する。なお、事故対処を実施する際の環境について、高放射性廃液は沸騰に至らないことから、高放射性廃液の状態が平常運転時と大きく変わるものではないため、他の事故事象が連鎖して発生することはない。

廃止措置段階にある再処理施設では、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増加していく。そこで、令和2年8月31日時点の高放射性廃液貯蔵場（HAW）の貯蔵状況に基づき有効性を評価する。なお、高放射性廃液の沸騰到達までの時間余裕は、「添四別紙 1-1-26 高放射性廃液貯蔵場（HAW）における高放射性廃液の沸騰到達時間の計算書」から、発熱密度が最も大きく、沸騰到達までの時間が他の貯槽よりも短い高放射性廃液貯槽（272V35）の77時間とする。

また、分離精製工場（MP）に貯蔵中の発熱密度が小さい廃液を、高放射性廃液貯蔵場（HAW）

の高放射性廃液貯槽に移送した場合、希釈により高放射性廃液貯槽の発熱密度は小さくなり、沸騰に至るまでの時間余裕はより長くなるが、分離精製工場（MP）からの廃液の移送による沸騰到達までの遅延は、有効性評価においては見込まないこととする。

3. 対策（未然防止対策②-2）

3.1 対策概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液を内包する高放射性廃液貯槽は、通常時には、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の冷却水系により冷却を行い、高放射性廃液の崩壊熱による温度上昇を防止している。

冷却水系は、高放射性廃液の崩壊熱を除去する一次冷却系、一次冷却系を冷却する二次冷却系、二次冷却系に移行した熱を大気中へ逃がす建家屋上の密閉式冷却塔等から構成される。未然防止対策②-2では、崩壊熱除去機能の機能喪失に対し、エンジン付きポンプ等の可搬型事故対処設備により、冷却コイルへ給水し高放射性廃液を冷却する。冷却に使用した水は可搬型冷却設備により除熱し、再度、冷却コイルへ給水することで、事象発生から沸騰に至る評価時間（77時間）までの間に、崩壊熱除去機能を回復させる。対策に必要な資源である水は自然水利として再処理施設北側の新川から給水システムを確保する。燃料は、所内の燃料資源から確保する。さらに、津波によるウェットサイトを想定し、これら資源の確保等に当たって必要なアクセスルート上にながれき等の漂流物があつた場合は、重機により撤去する等して必要な資機材の運搬及び配置を行う。未然防止対策②-2の対策概要図を図3-1-1に示す。

3.2 対策の具体的内容

未然防止対策②-2の構成を明確化し、平常運転時に使用する系統から速やかに切り替え操作ができるように、未然防止対策②-2に必要な手順書を整備する。また、訓練を実施して各手順を確認し、対策に要する時間（タイムチャート）を作成する。以下、未然防止対策②-2の具体的内容を示す。

イ. 冷却コイルへの通水の着手判断

崩壊熱除去機能が喪失し、可搬型冷却設備、エンジン付きポンプ等を用いて冷却コイルへ通水する未然防止対策②-2に必要な資源、設備及び要員が確保されている場合は、冷却コイルへの通水の実施を判断し、以下のロ.及びハ.に移行する。

ロ. 建家外からの水の供給経路の構築

エンジン付きポンプに使用する燃料を確保する。

エンジン付きポンプ及び組立水槽から冷却コイルに水を供給する経路を構築する。供給用組立水槽に水を供給する経路を構築する。なお、自然水利からの取水ポイントを選定し、取水ホースを敷設し、なお、自然水利からの取水ポイントは、高放射性廃液貯蔵場（HAW）から最も近い新川河口付近からの取水を基本とする。また、排水用組立水槽から可搬型冷却設備を経由し、供給用組立水槽に冷却された水が送水される経路を構築する。なお、組立水槽の液量が減少した場合は、自然水利等から水を補給する。

ハ. 可搬型計装設備の準備

高放射性廃液貯槽の廃液の温度を測定するために可搬型計装設備を準備し、恒設の計装設備へ可搬型温度計測設備を接続し温度測定を可能とする系統を構築する。廃液の温度測定対象設備は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び中間貯槽*（272V37 及び V38）である。

* 高放射性廃液を保有している場合

ニ. 冷却コイルへの通水の実施判断

冷却コイルへの通水の準備が完了後、冷却コイルへの通水の実施を判断し、以下のホ.に移行する。

ホ. 冷却コイルへの通水の実施

エンジン付きポンプ及び可搬型冷却設備を起動し、排水経路及び供給経路に異常がないことを確認し通水する。

冷却コイルへの通水時に必要な監視項目は高放射性廃液の温度である。

燃料は、所内燃料から消防ポンプ車又はエンジン付きポンプに逐次、補給する。

冷却コイルへの通水に使用した冷却水は、組立水槽に回収し、サーベイメータ等を用いて汚染の有無を確認した上で、再循環する。

なお、組立水槽の液量が減少した場合は、消防ポンプ車又はエンジン付きポンプにより、自然水利から補給する。

ヘ. 可搬型冷却設備の運転の実施

可搬型冷却設備を可搬型発電機からの給電により運転を開始する。

ト. 崩壊熱除去機能維持の成否判断

高放射性廃液貯槽に貯蔵する高放射性廃液が未沸騰状態（廃液温度 102 °C未満）で安定

していることを確認することにより、未然防止対策②-2の実施により崩壊熱除去機能が維持されていると判断する。

チ. 監視測定

未然防止対策②-2により崩壊熱除去機能が維持されていることを判断するために必要な監視項目は、高放射性廃液貯槽及び中間貯槽の高放射性廃液の温度である。対策実施後に高放射性廃液の温度を測定することで、崩壊熱除去機能が維持されているか監視する。

上記に基づき未然防止対策②-2に係る訓練を実施して作成したタイムチャートを表 3-2-1 に示す。未然防止対策②-2 実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例を図 3-2-1 に示す。

なお、タイムチャート中の自然水利からの給水に要する時間及び所内燃料資源からの給油に要する時間は、再処理施設北側の新川河口付近からの取水及び高放射性廃液貯蔵場 (HAW) から最も遠い燃料を保管する既設設備を利用する場合の時間により確認した。

3.3 要員, 資源, 設備等

3.3.1 対策に必要な事故対処要員

未然防止対策②-2の各手順の実施に必要な人数及びスキルを表 3-3-1-1 に示す。要員数は、タイムチャート上に示す各手順の実施に必要な人数を合計して求めた。その結果、未然防止対策②-2の実施に必要な事故対処要員数は、20人であった。

3.3.2 対策に必要な資源

①水の必要量

未然防止対策②-2において使用する水は、可搬型冷却設備、エンジン付きポンプ等の可搬型事故対処設備を用いて構築する循環システムの容量から算出した。使用する組立水槽 (5 m³/基を3基及び2 m³/基を1基使用) の総容量は約17 m³、使用するホース (内径65 mm, 長さ約20 m/本, 15本使用) の総容量は約1.2 m³であることから、これらを積算すると、未然防止対策②-2における水の必要量は19 m³である。

なお、構築した循環システムの水は、沸騰しないために時間当たり12 m³の流量で循環させる^{※1} (詳細は「添四別紙 1-1-28 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) における高放射性廃液の除熱に必要な冷却水流量の計算書」参照)。

※1: エンジン付きポンプは、1台当たり約60 m³/hの送水能力を有し、消防ポンプ車は

1 台当たり 168 m³/h の送水能力を有している。

②燃料の必要量

未然防止対策②-2において使用する燃料は、主にエンジン付きポンプ等の燃料である。必要な燃料量は、各設備の燃費に使用時間及び台数を乗じて算出した。なお、アクセスルート確保に使用するホイールローダ、不整地運搬車及び油圧ショベルについては、訓練実績からがれき撤去等の作業時間を約 6 時間と想定したものの、その不確かさを考慮して、訓練結果から算出した必要量 (0.12 m³) を保守的に見積もり、1 m³に設定した。

燃費については、実測値又は機器仕様から求め、実測値及び機器仕様が無いものについては定格出力と燃料消費量の積により算出した。各設備の燃費を表 3-3-2-1 に示す。

各設備の使用時間については、水の供給用又は冷却用設備、通信機器及び監視機器への給電設備は外部支援に期待しない期間として 7 日間とした。エンジン付きライトは、夜間を含む使用を想定して 84 時間とした。また、燃料を運搬する不整地運搬車の使用時間は、不整地運搬車を除く各設備に必要な燃料を運搬する時間に、燃料を搭載したドラム缶の積み下ろし時間、給油時間を加えて算出した。

これらを積算した結果、未然防止対策②-2における燃料の必要量は 5 m³である (表 3-3-2-2 参照)。

3.3.3 使用する事故対処設備

未然防止対策②-2において使用する主な恒設の事故対処設備は、一次冷系統である。

未然防止対策②-2において使用する主な事故対処設備は、可搬型冷却設備、可搬型発電機、エンジン付きポンプ等である。主な事故対処設備を表 3-3-3-1～表 3-3-3-4 に示す。給水設備及び給電設備の主な事故対処に必要な設備について、単一故障を考慮し、適切な予備品及びその取替えのために必要な機材等を確保し、外部事象の影響を受けにくい場所を考慮して保管する。

3.3.4 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、事故対処設備の保管場所から設置場所への運搬又は他の設備の被害状況の把握のために、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、運搬及び配置に支障を来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認する。また、漂流物によるがれき等に対しては、重機による撤去、道路の補修等によりアクセスルートを確認する。

建家外のアクセスルートを図 3-3-4-1 に示す。また、建家内のアクセスルートを図 3-3-4-2 に示す。

3.3.5 通信連絡

想定される事故等が発生した際に、未然防止対策②-2 の実施に必要な通信連絡を行えるよう、通信連絡に係る手順を整備している。通信連絡の手順について「添四別紙 1-1-35 通信連絡に関する手順等」に示す。

3.4 監視測定

3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定

①測定対象パラメータ

未然防止対策②-2 は、可搬型冷却設備等により高放射性廃液を冷却する対策であることから、高放射性廃液を沸点未満に維持できていることを確認するため、未然防止対策②-2 の成否判断をする上で情報を把握するために必要な測定対象パラメータは、以下のとおりである。

<測定対象パラメータ>

- ・高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：廃液の温度
- ・中間貯槽（272V37 及び 272V38）：廃液の温度

恒設の計装設備は、外部事象等により全動力電源喪失が発生した場合、高放射性廃液貯槽等の蒸発乾固に至るおそれのある機器のパラメータの計測ができなくなる。このため、これらの恒設での監視機能が喪失した場合は、事故対処が困難となることから監視機能喪失時の事故対処に備えて可搬型による計装設備及びその専用となる計装設備用可搬型発電機を配備し、その機能を代替する。

②監視測定の方法

可搬型の計測機器による計測方法の概要を以下に示す。また、計測手順を添四別紙「1-1-32 事故時の計装に関する手順等」に示す。

a. 設備の概要

可搬型計装設備には、液位や密度の計測設備と温度の計測設備とがある。液位や密度の計測設備は、既設伝送器の導圧管との差圧を計測するための差圧伝送器やパーズメータな

どの計器類を使用する。温度計測設備は、端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定する。未然防止対策②-2では、これらの内、温度計測設備による測定を行う。

なお、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の可搬型計装設備による計測結果は、データ収集装置へ伝送する。

b. 可搬型計装設備の測定対象及び測定方法

(a) 測定対象

- ・高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：廃液の温度
- ・中間貯槽（272V37 及び 272V38）：廃液の温度

(b) 測定方法

温度の測定は既設熱電対を用い、既設の熱電対端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定を行う。なお、既設熱電対に断線や絶縁不良があった場合は、予備の熱電対と交換した上で測定を行う。

3.4.2 その他の監視測定

①測定対象パラメータ

高放射性廃液貯槽からのオフガスのモニタリングを実施する。

②監視測定の方法

可搬型モニタリング設備により高放射性廃液貯槽からのオフガスをサンプリングし、監視する。その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。

3.5 事故時の体制と支援

事故対応を実施する現場対応班及び情報の整理等を実施する現地対策本部の役割分担及び責任者を定め、指揮命令系統を明確にして効果的な事故対応を実施し得る体制を整備する。

事故対応は現場対応班により実施する。現場対応班の構成を図 3-5-1 に示す。現場対応班長は再処理廃止措置技術開発センター長が務め、現場対応班の統括管理を行い、原子力防災の活動方針を決定する。現場対応班における指揮命令系統を明確にするとともに、指揮者である現場対応班長が不在の場合は、あらかじめ定めた順位に従い、現場対応班長代理がその職務を代行する。

現場対応班では、役割分担及び責任者などを定め、指揮命令系統を明確にし、効果的な事故対応を実施し得る体制を整備する。

現場対応班は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）の両施設で

同時に事故等が発生した場合においても対応できるようにする。

また、核燃料サイクル工学研究所長は、発生事象が警戒事象又は特定事象に該当すると判断した場合は、核燃料サイクル工学研究所内に防災体制を発令するとともに、防災業務計画に基づく原子力防災組織として現地対策本部を設置する。現地対策本部は、支援組織として事故対処を行う現場対応班に対して技術的助言を行う技術支援組織及び現場対応班が事故対処に専念できる環境を整える運営支援組織等を設ける。具体的には、被災状況の集約、環境モニタリング、救助及び救護活動、外部への情報発信、資機材の調達等を実施する。

その他、外部からの支援については「添四別紙 1-1-31 事故収束対応を維持するための支援」に示す。また、中長期的な対応を行うための緊急時対策所の居住性については「添四別紙 1-1-34 緊急時対策所の居住性等に関する手順等」に示す。

4. 有効性評価

4.1 事故対応要員の確保

必要な人数に対して、事故対応要員（必要なスキルを有することを含む。）が確保できることを確認する。事故対応要員の招集は、勤務時間外（休日夜間）に地震及び津波が発生した場合等においても可能なことを確認する。また、事故対応要員の招集に要する時間を確認する。

4.1.1 事故対応要員の招集

①事故対応要員の招集体制及び招集範囲

未然防止対策②-2 に必要な事故対応要員は 20 名であり、勤務時間内においては、日勤者が事故対応を実施する。

勤務時間外（休日夜間）においては、24 時間常駐する交代勤務者に加えて事故対応要員を招集して事故対応を実施する。交代勤務者以外の事故対応要員については、勤務時間外（休日夜間）における東海村震度 6 弱以上の地震の発生又は大津波警報の発令により、招集指示の有無に関わらず核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集する体制としている。このため、地震等により通信障害が発生した場合においても、事故対応に必要な人数を確保できる体制となっている。

再処理施設は北部の久慈川流域及び南部の那珂川流域の間に位置し東部は太平洋に面した位置関係にあるため、事故対応要員の招集においては、設計津波襲来に伴う大規模な地震及び津波による橋の通行不可及び津波の浸水による交通への影響が考えられる。したがって、事故対応要員の招集に当たっては、これらの影響を受けない領域から必要人数の確保が可能な範囲として再処理施設から半径 12 km 圏内を設定する。事故対応要員の招集範囲及び招集時の通行ルートを図 4-1-1-1 に示す。

招集時の通行ルートについては、茨城県の津波ハザードマップ及び土砂災害ハザードマップを参考に表 4-1-1-1 に示すルートは、招集時に通行できないものとしてルートの選定を行った。なお、地震、津波等の影響を考慮し、久慈川より北側及び那珂川より南側の居住者の参集は期待しないこととした。

②事故対応要員に必要なスキル

未然防止対策②-2 の実施には、消防ポンプ車の操作、重機操作等のスキルが必要である。このため、再処理施設から 12 km 圏内に居住する事故対応要員により未然防止対策②-2 に必要なスキル及び人数を確保する。

③事故対処要員の招集に要する時間

事故対処要員の招集に要する時間は、事故対処要員の居住地区ごとに自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東門まで徒歩で参集する訓練により確認する。また、事故対処要員の招集後に未然防止対策②-2の着手までに必要な人員点呼、役割分担等に要する時間を含め訓練にて確認する。

4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果

①事故対処要員の有するスキルの結果

再処理施設から12 km圏内には、事故対処に係る全要員のうち約100名が居住している。表4-1-2-1に12 km圏内に居住する事故対処要員が有する各スキルとその人数を示す。

この結果より、12 km圏内に居住する事故対処要員を招集することで、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の未然防止対策②-2の実施に必要なスキルと人数を確保できることを確認した。

②招集に要する時間の結果

招集訓練の結果、自宅を出発するまでの準備時間は約1時間であり、移動時間は最も移動距離が長くなる地区で約4時間であることを確認した。

徒歩による夜間の移動速度は、昼間の0.8倍程度になることが報告されている¹⁾。これを踏まえ、事故対処の有効性評価においては、事故対処要員の自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東地区までの移動に要する時間は、訓練実績を保守的に1.5倍した6時間とする。

1) ”南海トラフ巨大地震の被害想定について(第一次報告)”，中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ(2012)

③対策着手に要する時間の結果

事故対処要員が核燃料サイクル工学研究所に到着した状況を模擬し、未然防止対策②-2に着手するまでに必要な人員点呼、役割分担等の対応手順を確認する訓練を実施した。その結果、未然防止対策②-2の着手までには約2時間を要することを確認した。

そこで、事故対処の有効性評価においては、未然防止対策②-2の着手までに要する時間は訓練実績を保守的に1.5倍した3時間とする。

したがって、地震発生から未然防止対策②-2に着手するまでに要する時間は、合計10時間(準備時間:1時間、移動時間:6時間及び人員点呼等:3時間)となる。

④事故対処要員の確保の評価結果

必要な事故対処要員（20人）については、招集指示の有無にかかわらず起回事象の発生に伴い参集を開始する体制を構築しており、津波の影響を受けない参集ルートで、核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集して確保できることを確認した。

なお、起回事象の発生から対策開始までの時間は、参集移動の準備、居住地からの移動（徒歩）及び参集後の人員点呼・班編成等を考慮し10時間を想定する。

4.2 必要な資源の確保

水及び燃料の保管量が、未然防止対策②-2における7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認する。

4.2.1 水及び燃料の保管量

事故対処に必要な水は、核燃料サイクル工学研究所の敷地の北方向に隣接した自然水利（新川河口付近）から取水することを基本とする。

事故対処に必要な燃料は既存の所内燃料から使用する。所内燃料の容量は、高台に約450 m³の設備及び低地に約278 m³の設備に燃料を有している。燃料を保管する既設の設備については、津波が遡上しないT.P.+15 m以上の高台には、南東地区（燃料タンク）に約390 m³、地層処分放射化学研究施設（クオリティ）地下タンクに約10 m³及びプルトニウム燃料技術開発センターユーティリティ棟に約50 m³の燃料を保管している。さらに、津波の遡上域ではあるものの、（再処理施設）ユーティリティ施設地下貯油槽に約114 m³、中間開閉所燃料地下貯油槽に約30 m³、第二中間開閉所燃料地下貯油槽に約45 m³、低放射性廃棄物処理技術開発施設（LWTF）地下貯油槽に約30 m³、ガラス固化技術開発施設（TVF）地下貯油槽に約25 m³、高レベル放射性物質研究施設（CPF）地下埋設オイルタンクに約9 m³及び非常用予備発電棟地下燃料タンク貯油槽に約25 m³の燃料を保管している。

4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果

水源の確保については、対策を継続するために必要な水19 m³に対し、自然水利による取水訓練において新川からの給水系統、取水状況を確認できたことから、7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たす。

燃料の確保については、対策を継続するために必要な燃料5 m³に対し、津波が遡上しない所内の高台に合計約450 m³の設備に燃料を保管している。

燃料を保管する既設の設備については、所内の高台を含め複数個所に分散しており、沸騰到達までの時間余裕の中で、被災状況に応じて使用可能な設備を利用する。これらのことか

ら、7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たす。

これらの結果から、水及び燃料の保管量が、未然防止対策②-2における7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認した。

4.3 事故対処設備の健全性

事故対処に必要な恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること及び設計津波に対する浸水による影響がないことを確認する。

事故対処に必要な可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する建家内に保管すること又は設計地震動及び設計津波に対して健全性を有する屋外に分散配置することを確認する。

これらを確認することで事故時においても事故対処設備が健全性を維持することを確認する。

4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況

恒設の事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対して健全性が維持される高放射性廃液貯蔵場（HAW）に配備している。また、恒設の事故対処設備は、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（「添四別紙 1-1-30 廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備（事故対処設備）」参照）としている。これらより、恒設の事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

可搬型事故対処設備は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内及びプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に配備する。このうち、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場の地上部に配備する設備については、竜巻対策として南東地区にも分散配備する。さらに、単一故障についても考慮した設備数を配備する（「添四別紙 1-1-38 地震及び津波以外の外的事象に対する事故対処について」参照）。

また、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場は、津波の影響を受けない高台にあり、地盤改良を行うことで設計地震動及び設計津波に対して健全性を維持する。

核燃料サイクル工学研究所の南東地区については、津波の影響を受けない高台にあり、設計地震動に対して地盤が安定な場所に可搬型事故対処設備を配備する。これらにより、可搬型事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果

恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること又は設計津波に対する浸水がないことを確認した。また、可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性

を有する高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内に保管すること、設計地震動及び設計津波に対して健全性を有する屋外に分散配置することを確認した。

これらの結果より、事故時においても各事故対処設備の健全性は維持されることを確認した。

4.4 対策の実施までに要する時間

崩壊熱除去機能喪失後、高放射性廃液が沸騰に到達するまでの時間余裕は77時間であることから、事故の発生から未然防止対策②-2の実施完了までの時間が77時間以内であることにより、その有効性を確認する。

4.4.1 事故の発生から対策の着手及び完了までに要する時間

①事故の発生から対策の着手までに要する時間

4.4.1.2 ③項より、事故の発生から対策の着手に要する時間は約10時間である。

②対策の着手から完了までに要する時間

未然防止対策②-2の着手から完了までに要する時間は、表3-2-1のタイムチャートから、約17.5時間である。

このため、事故の発生から対策の完了までに要する合計時間は約27.5時間となる。

4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果

未然防止対策②-2に要する時間は合計約27.5時間であり、高放射性廃液が沸騰到達に至るまでの時間（77時間）よりも十分短い。このため、起因事象の発生から廃液の沸騰到達までの間に未然防止対策②-2を実施可能であることを確認した。

4.5 監視測定に係る手順の確認

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7日間）において実施できることを確認する。

4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順

①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定

対策の成否判断に必要な監視について、その手順を「添四別紙1-1-32 事故時の計装に関する手順」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策②-2の成否判断に必要な

な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

②その他の監視測定

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されていることを確認するための監視測定について、その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策②-2 の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7日間）において実施できることを確認した。

5. 有効性評価の結果

未然防止対策②-2 の有効性評価においては、事故対応要員の確保、資源の確保、設備の健全性及び所要時間の確認並びに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。したがって、未然防止対策②-2 による事故対応は有効であると判断する。

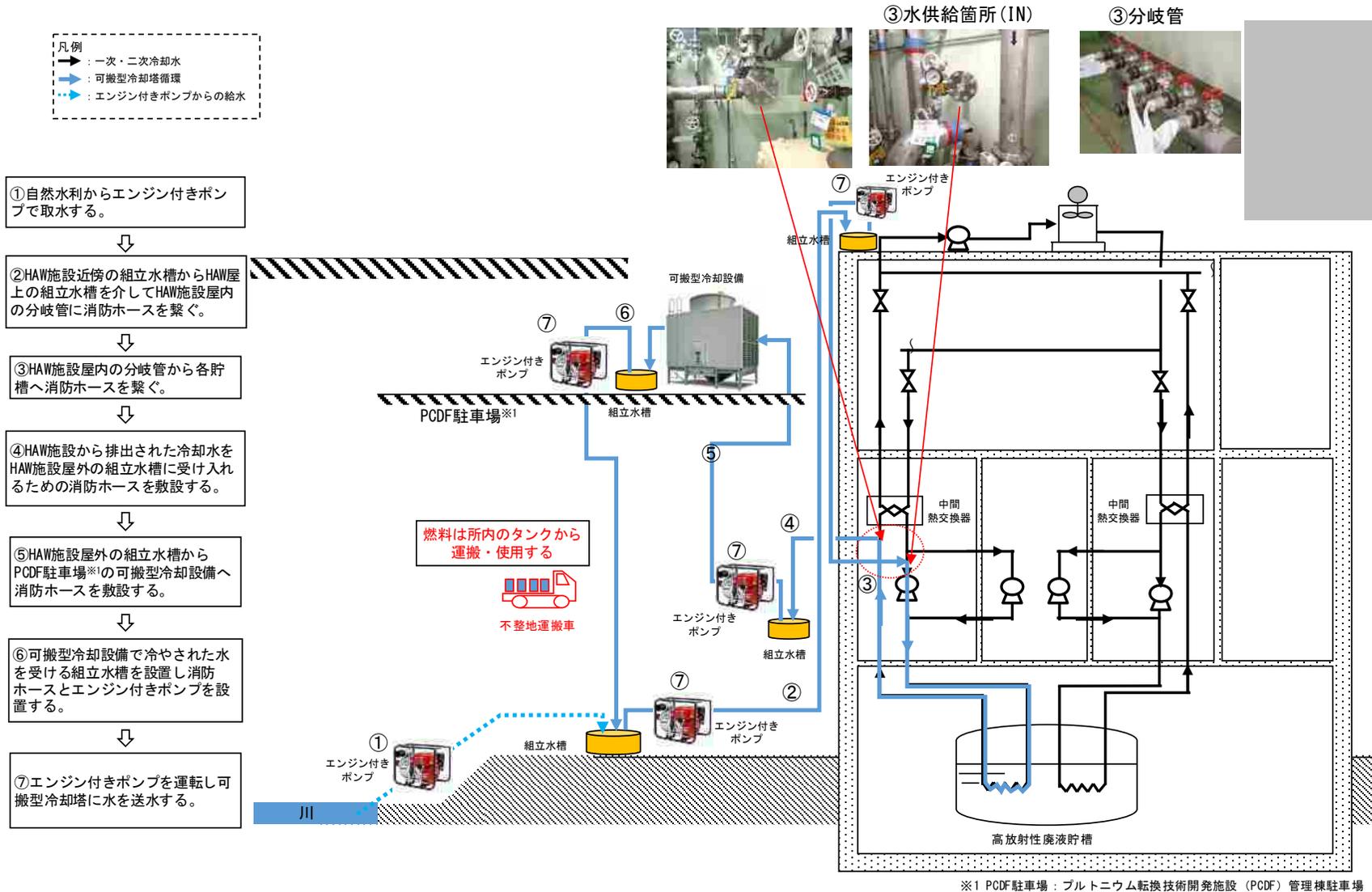


図 3-1-1 未然防止対策 ②-2 : 可搬型冷却設備による冷却 (自然水利及び所内燃料を利用する場合)

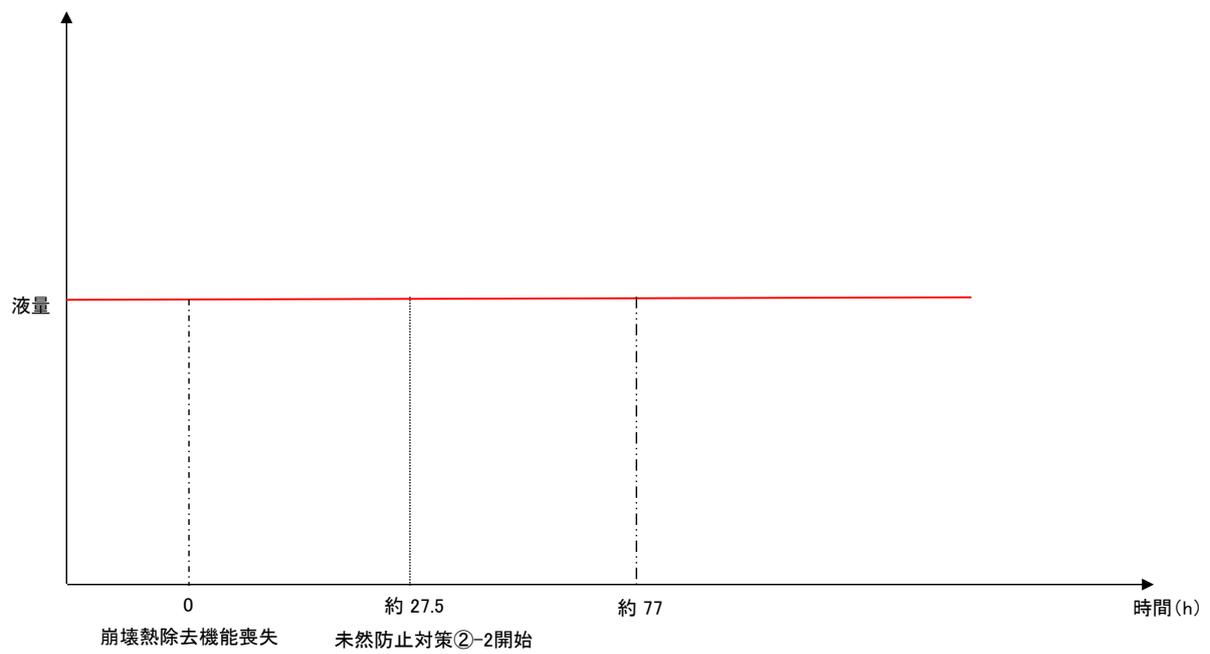
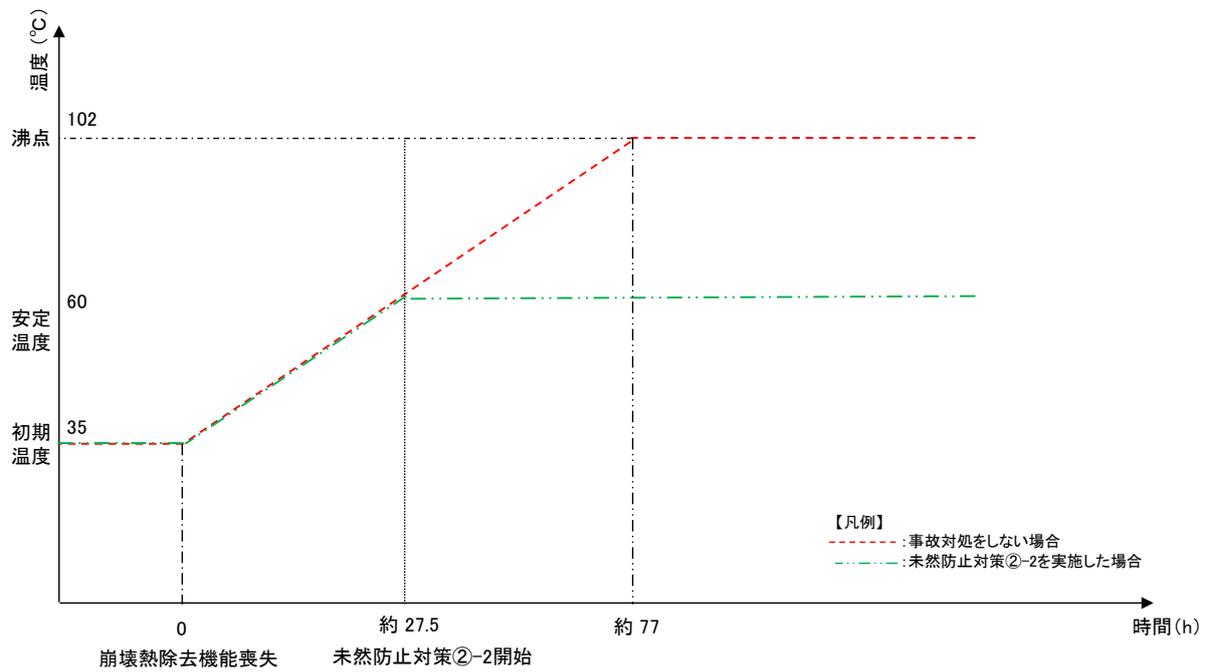


図 3-2-1 対策実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例

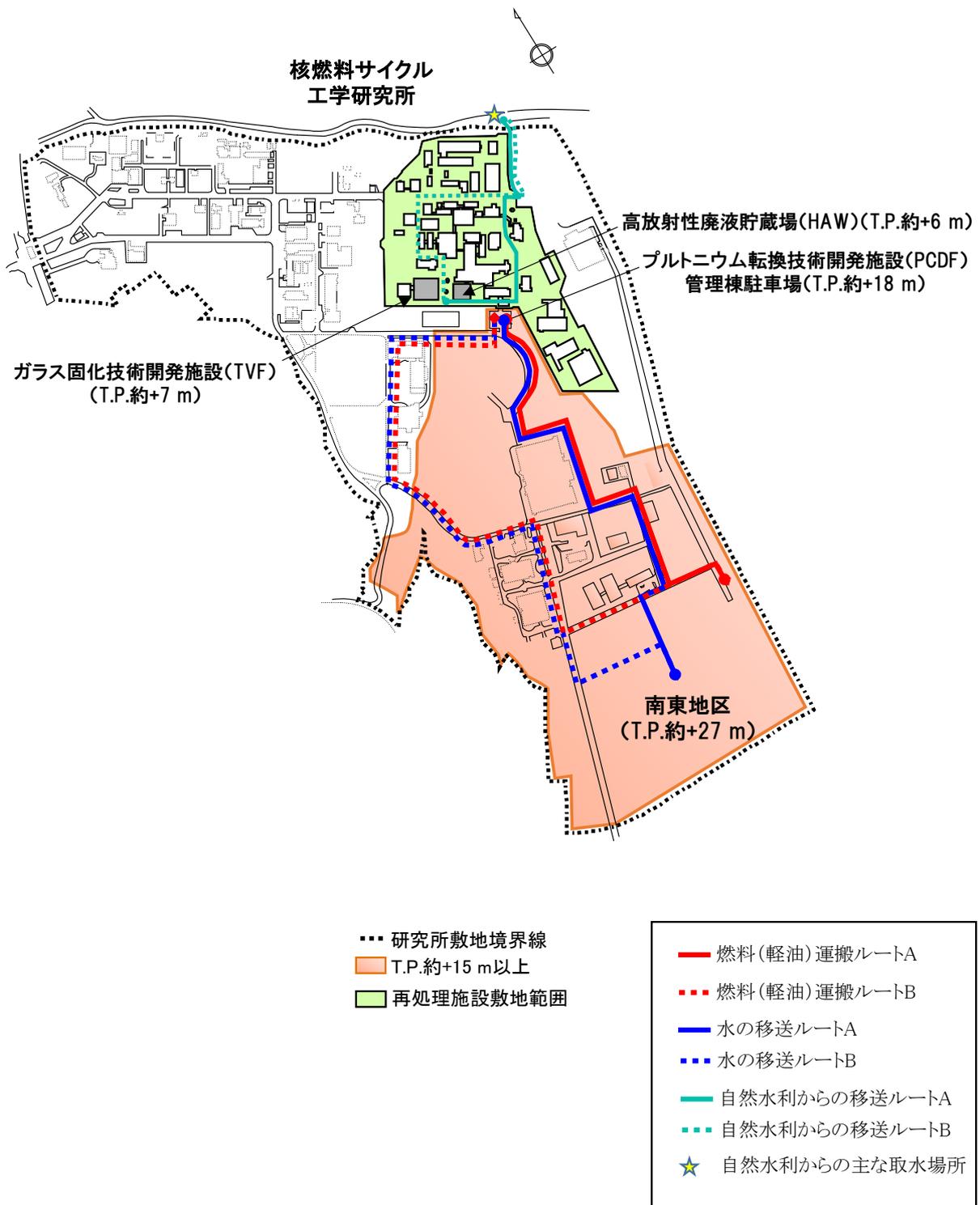


図 3-3-4-1 建家外のアクセスルート



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 1階

添四別紙 1-1-7-19

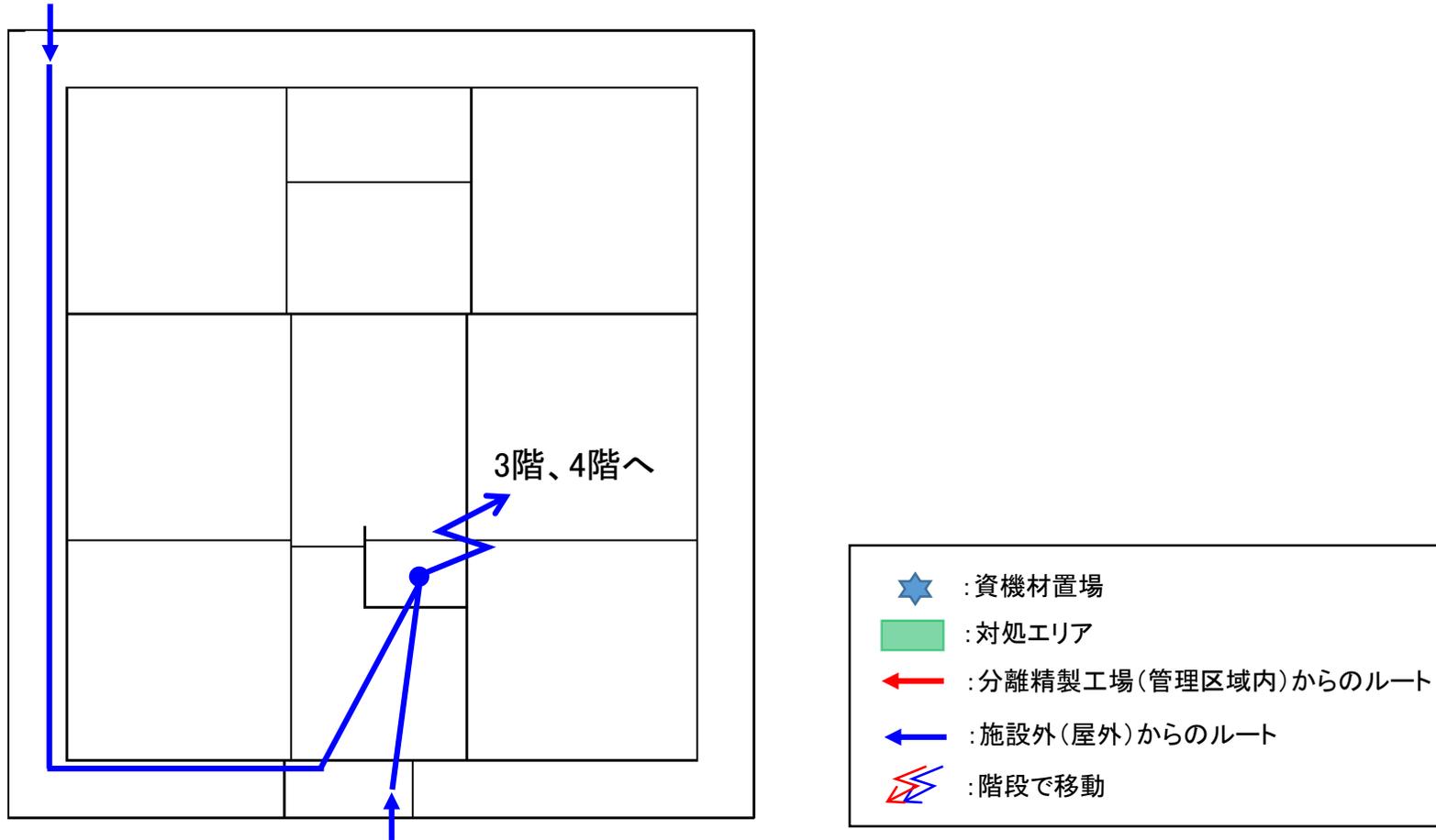
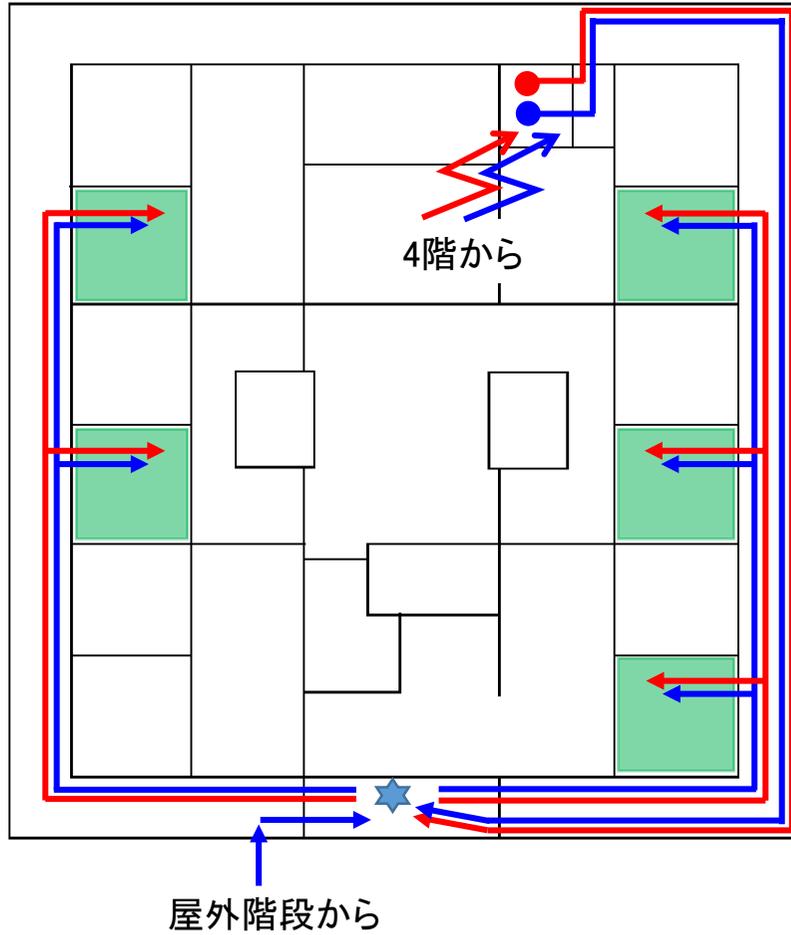


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (1/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 3階

添四別紙 1-1-7-20



- ★ : 資機材置場
- : 対処エリア
- ← (Red) : 分離精製工場(管理区域内)からのルート
- ← (Blue) : 施設外(屋外)からのルート
- ↯ (Zigzag) : 階段で移動

図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (2/4)

高放射性廃液貯蔵場(HAW) 4階

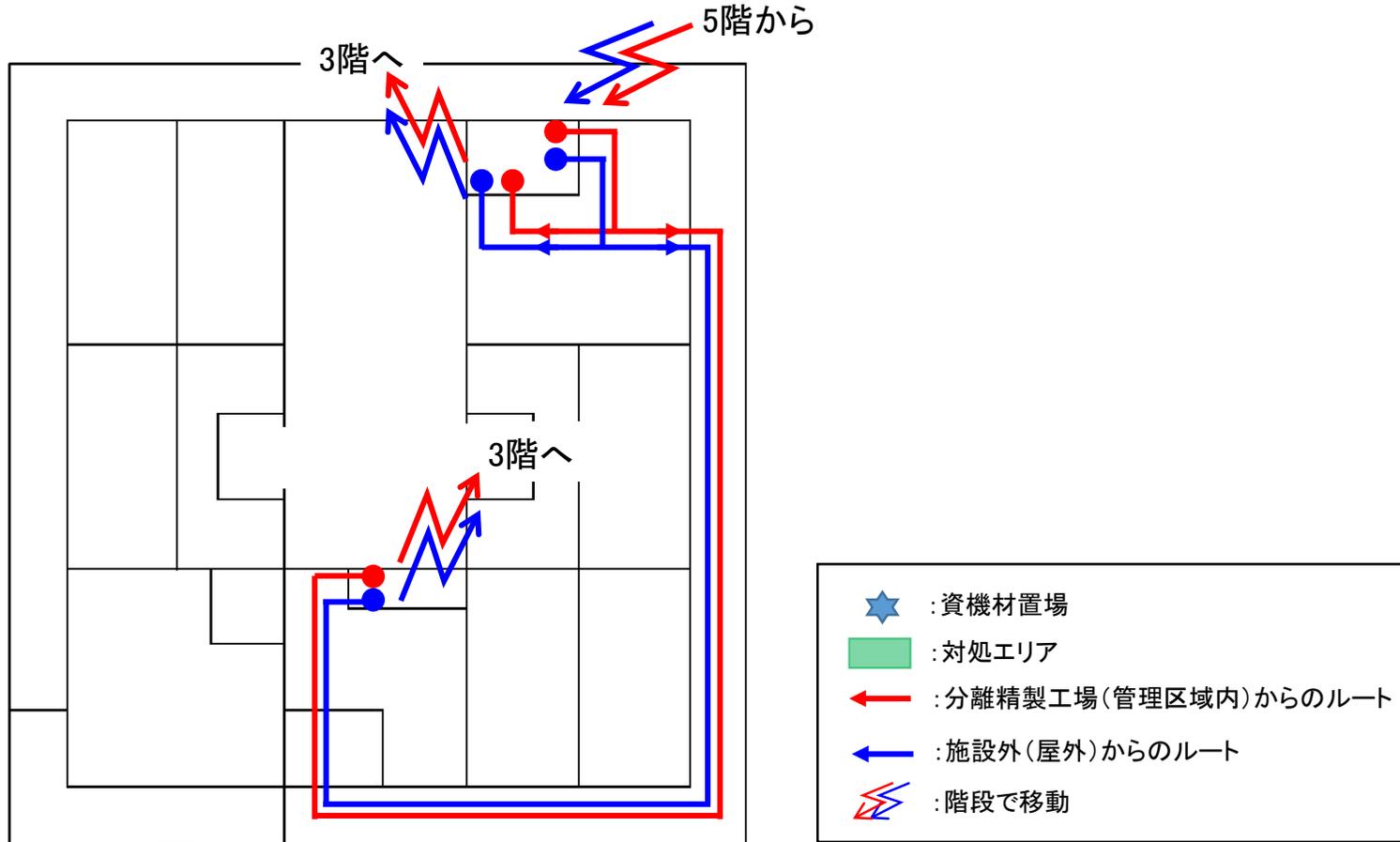
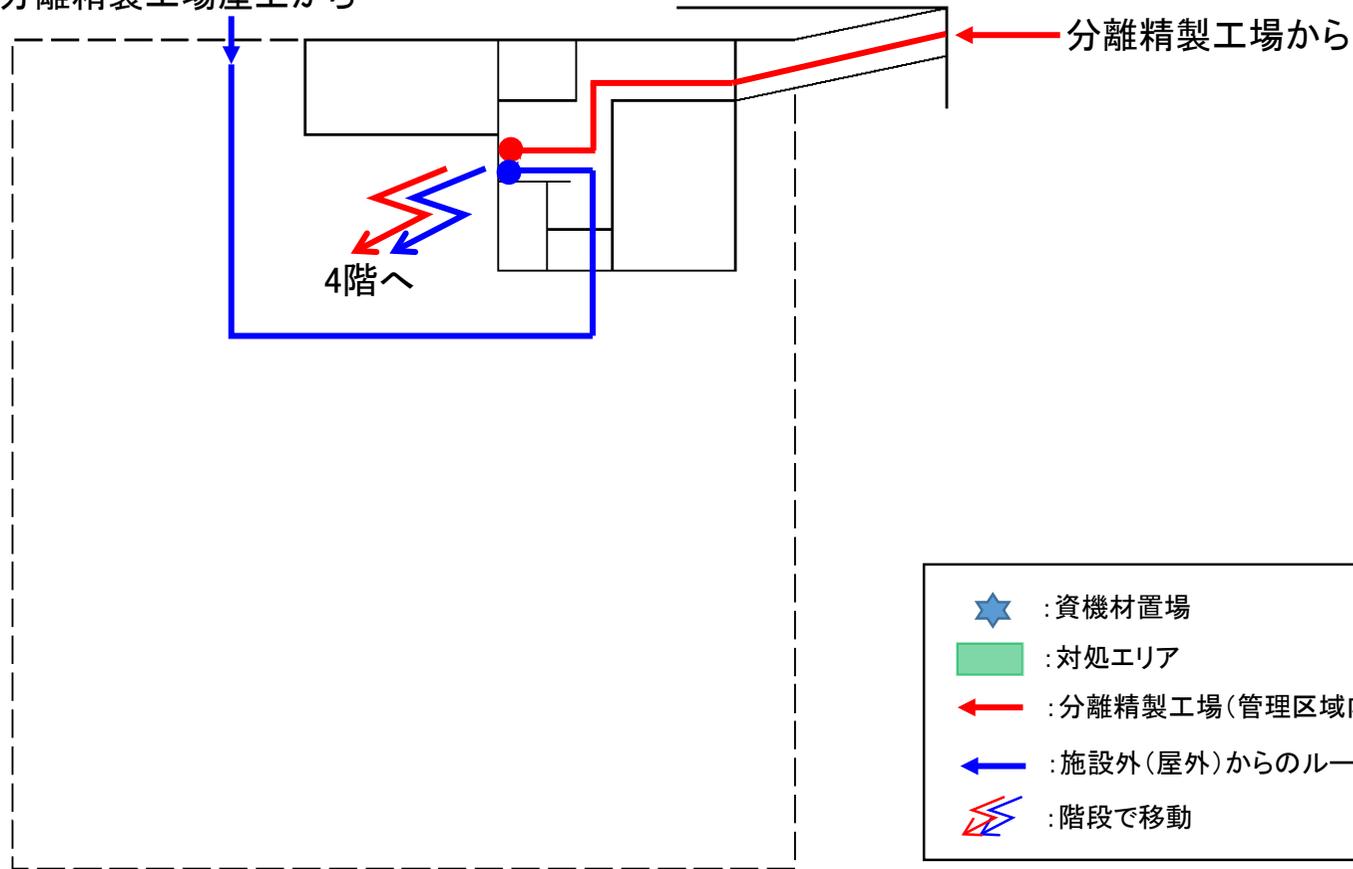


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (3/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 5階/屋上

分離精製工場屋上から



添四別紙 1-1-7-22

図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (4/4)

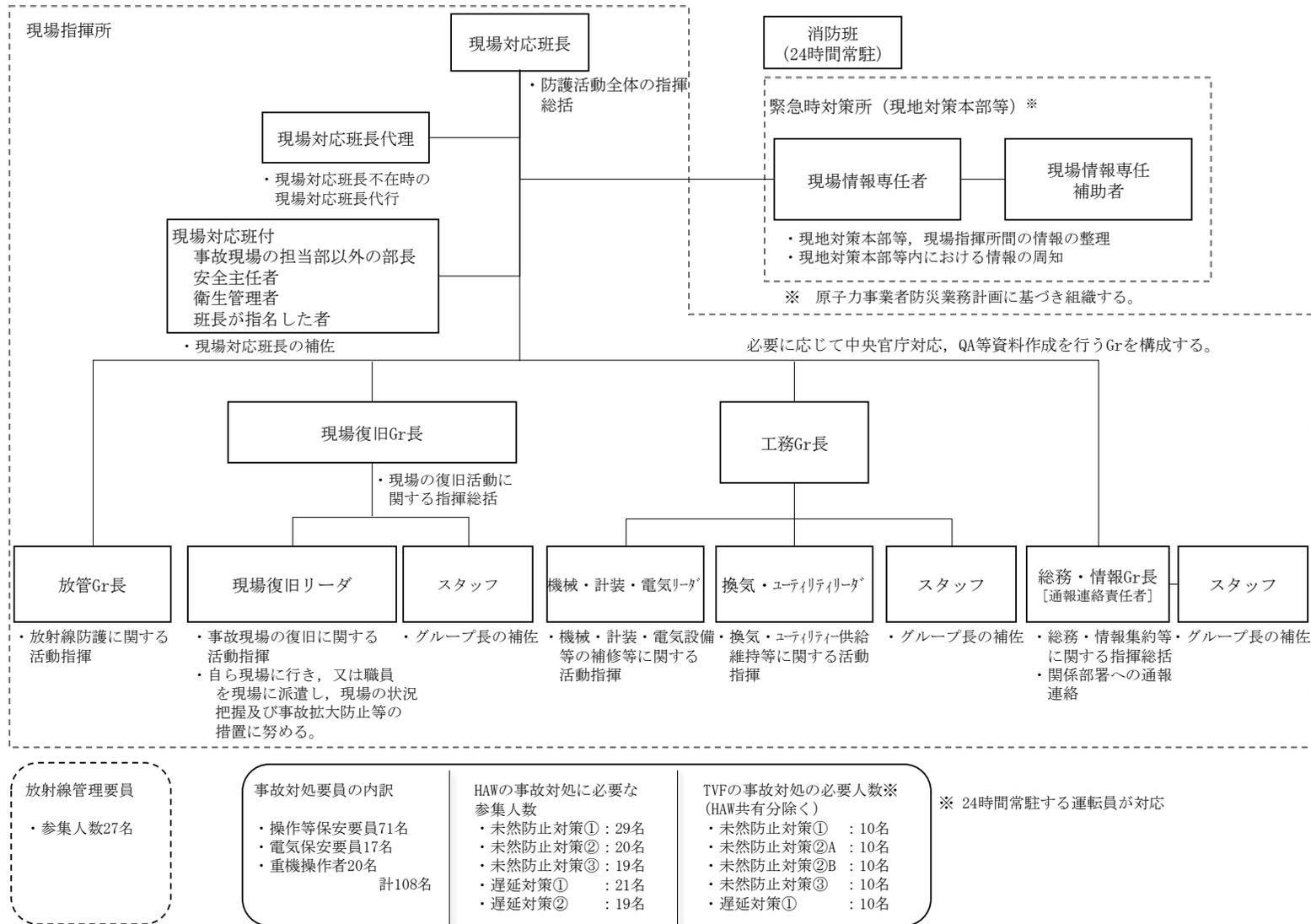


図 3-5-1 事故対処の体制図 (現場対応班)

表 3-2-1 未然防止対策②-2：可搬型冷却設備による冷却（自然水利及び所内燃料を利用する場合）（タイムチャート）（1/2）



※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：プラトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場

表 3-2-1 未然防止対策②-2：可搬型冷却設備による冷却（自然水利及び所内燃料を利用する場合）（タイムチャート）（2/2）



※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 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
(準備時間: 17時間30分)

表 3-3-1-1 未然防止対策②-2 の各手順の実施に必要な人数及びスキル

スキル	未然防止対策②-2 の必要人数
消防ポンプ車の操作	2名
重機操作	7名
その他一般作業	11名
合計	20名

表 3-3-2-1 事故対処設備の燃費

事故対処設備	燃費[L/h]	備考
移動式発電機	約 210	機器仕様
エンジン付きポンプ	約 1.4	「定格出力 (4.3 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.323 L/kW-h)」より算出
消防ポンプ車	約 5.0	実測値
ホイールローダ	約 4.3	「定格出力 (28 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
油圧ショベル	約 3.4	「定格出力 (22 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
不整地運搬車	約 9.4	「定格出力 (70 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.134 L/kW-h)」より算出
可搬型蒸気供給設備	約 72	機器仕様
エンジン付きライト	約 0.8	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型蒸気供給設備用)	約 3.9	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型冷却設備用)	約 4.8	「定格出力 (33 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.145 L/kW-h)」より算出
可搬型発電機 (通信設備用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型コンプレッサー用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型モニタリング設備用)	約 1.7	機器仕様

※1：建設工事標準歩掛 改訂 56 版（一般財団法人 建設物価調査会）より引用

表 3-3-2-2 未然防止対策②-2 における燃料の必要量

【未然防止対策②-2】

用途	設備	燃料の必要量			
		①燃費 [m ³ /h/台]	②使用時間 [h]	③台数 [台]	必要量 [m ³] (①×②×③)
燃料の運搬	不整地運搬車	0.0094	17 (計算値)	1	0.16
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	1.18
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
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などの作業時間は不確実性が大きいと見做し、1 m ³ 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 ³ 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)	1	0.29
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)	1	0.29
計					5

表 3-3-3-1 未然防止対策 ②-2 において使用する主な可搬型設備

	設備	保管場所	使用場所	数量	備考
1	不整地運搬車 (ドラム缶運搬用)	南東地区	所内	1	最大積載本数：9本
2	可搬型冷却設備	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	交換熱量：約270 kW
3	可搬型発電機	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	消費電力：62.5 kVA 35 kW×0.8×0.7
4	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW外廻り	1	最大流量：60 m ³ /h 最大揚程：30 m 流量：14.4 m ³ /h(流量は実測値) 揚程：約25 m (HAW屋上EL約18.7 m)
5	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW外廻り	1	
6	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW屋上	1	
7	エンジン付きポンプ	HAW建家内	自然水利取水場所	1	
8	エンジン付きポンプ	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	容量：5 m ³
9	組立水槽	HAW建家内	HAW屋上	1	
10	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	
11	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	
12	組立水槽	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	
13	消防ホース (屋外用)	PCDF駐車場※1	自然水利～HAW施設 (最長1320 m)	66	65A 20 m
14	消防ホース (屋内用)	HAW建家内	HAW建家内	25	65A 20 m (約500 m)
15	分岐管 (IN)	HAW建家内	HAW建家内	1	入口側：差込式消火栓弁 (65A) × 1個 出口側：差込式消火栓弁 (65A) × 6個
16	分岐管 (OUT)	HAW建家内	HAW建家内	1	入口側：差込式消火栓弁 (65A) × 1個 出口側：差込式消火栓弁 (65A) × 6個
17	切換えバルブ (IN)	HAW建家内	HAW建家内	6	入口側：差込式消火栓弁 (65A-80A) (フランジ付き) × 6個
18	切換えバルブ (OUT)	HAW建家内	HAW建家内	6	出口側：差込式消火栓弁 (80A-65A) (フランジ付き) × 6個

※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

表 3-3-3-2 未然防止対策 ②-2 において使用する主な可搬型設備（重機，通信設備等）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	ホイールローダ	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (29.9 PS) 標準バケット容量：0.09 m ³
2	油圧ショベル	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (30 PS) 標準バケット容量：0.4 m ³
3	エンジン付きライト	PCDF駐車場※1	所内	7	ランプ電力 1000 W
4	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	約3 kVA
5	MCA 携帯型無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	送信出力：2 W
6	衛星電話	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	—
7	簡易無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	16	送信出力：5 W

※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

表 3-3-3-3 未然防止対策 ②-2 において使用する主な可搬型設備（計装設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	可搬型温度測定設備 (272V31～272V35, 272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	12	V31～V35は各貯槽2個使用 V37, V38は各貯槽1個使用
2	可搬型液位測定設備 (272V31～272V36)	HAW建家内	HAW建家内	6	各貯槽1個使用
3	可搬型液位測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
4	可搬型密度測定設備 (272V31～272V35)	HAW建家内	HAW建家内	5	各貯槽1個使用
5	可搬型密度測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
6	計装設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	計装設備用可搬型圧縮空気設備, ペーパーレスレコーダー及び ノートPCに給電
7	計装設備用可搬型圧縮空気設備	HAW建家内	HAW建家内	1	液位及び密度の測定に使用
8	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	可搬型計装設備の伝送器からの 信号の受信
9	ノートPC	HAW建家内	HAW建家内	1	データ収集装置間のデータ表示及び データ保存に使用

表 3-3-3-4 未然防止対策 ②-2 において使用する主な可搬型設備（放射線管理設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
2	可搬型ガスモニタ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
3	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
4	放射線管理設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	出力 100 V 30 A
5	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
6	可搬型ガスモニタ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
7	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
8	放射線管理設備用可搬型発電機	TVF建家内	TVF建家内	1	出力 100 V 30 A

表 4-1-1-1 通行止めを想定する領域等

領域等	備考
設計津波・L2 津波の浸水域	茨城県津波ハザードマップ（H24年）等から設定
土砂災害警戒区域（急傾斜地）	茨城県土砂災害ハザードマップ（H29年）から設定 （土石流・地すべりの影響はない。）
久慈川，那珂川及び新川を渡河する橋	保守的に地震・津波による通行止めを想定

表 4-1-2-1 再処理施設から 12 km 圏内の居住者が有するスキル

スキル	12 km 圏内の居住者数	未然防止対策②-2の必要人数
消防ポンプ車の操作	6 名	2 名
重機操作	20 名	7 名
その他一般作業	82 名	11 名
合計	108 名	20 名

高放射性廃液貯蔵場（HAW）における
未然防止対策③の有効性について

目 次

1. 有効性評価の方針
2. 事故の想定
3. 対策（未然防止対策③）
 - 3.1 対策概要
 - 3.2 対策の具体的内容
 - 3.3 要員，資源及び設備等
 - 3.3.1 対策に必要な事故対処要員
 - 3.3.2 対策に必要な資源
 - ①水の必要量
 - ②燃料の必要量
 - 3.3.3 使用する事故対処設備
 - 3.3.4 アクセスルート
 - 3.3.5 通信連絡
 - 3.4 監視測定
 - 3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.4.2 その他の監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.5 事故時の体制と支援
4. 有効性評価
 - 4.1 事故対処要員の確保
 - 4.1.1 事故対処要員の招集
 - ①事故対処要員の招集体制及び招集範囲
 - ②事故対処要員に必要なスキル
 - ③事故対処要員の招集に要する時間
 - 4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果
 - ①事故対処要員の有するスキルの結果
 - ②招集に要する時間の結果
 - ③対策着手に要する時間の結果
 - ④事故対処要員の確保の評価結果

- 4.2 必要な資源の確保
 - 4.2.1 水及び燃料の保管量
 - 4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果
- 4.3 事故対処設備の健全性
 - 4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況
 - 4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果
- 4.4 対策の実施までに要する時間
 - 4.4.1 事故の発生から対策の着手及び完了までに要する時間
 - ①事故の発生から対策の着手までに要する時間
 - ②対策の着手から完了までに要する時間
 - 4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果
- 4.5 監視測定に係る手順の確認
 - 4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順
 - ①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定
 - ②その他の監視測定
 - 4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果
- 5. 有効性評価の結果

1. 有効性評価の方針

事故対処では、事故の発生後、事故対処要員を招集し、事故対処を実施できる要員の数、事故対処に使用可能な資源（水及び燃料）の量及び事故対処設備の状態を把握する。その後、各対策の優先度、各対策に必要な資源、設備及び要員、対処に要する時間の見込み、設備等の修復に要する時間、ウェットサイトの津波がれきの散乱状況等を踏まえ、外部支援に期待しない期間（7日間）、継続して実施可能な対策又は対策の組合せの検討及び実施する対策の選定をした上で、事故対処を行う。

未然防止対策③については、事故対処要員の確保、資源の確保、設備の健全性、対策の実施までの所要時間並びに対策の成否判断及び高放射性廃液の状態監視に必要な監視測定手段を確認するとともに、対策の実施により外部支援に期待しない期間（7日間）、高放射性廃液を未沸騰状態に維持できることを確認することで、その有効性を評価する。

2. 事故の想定

起因事象により、耐震性のない建家及び構築物は損傷し、再処理施設の敷地内は浸水して所内の全動力電源を失い、高放射性廃液貯槽の崩壊熱除去機能が喪失することによる蒸発乾固を事故として想定する。また、遡上解析及び軌跡解析の結果から漂流物によるがれき等が敷地内に散乱することを考慮する。

事故の発生を仮定する機器は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び中間貯槽（272V37及び272V38）である（「添四別紙 1-1 1.1.6 事故の発生を仮定する際の条件の設定及び事故の発生を仮定する機器の特定」参照）。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又はガラス固化技術開発施設（TVF）からの返送時以外において中間貯槽には存在しない。また、これらの機器については、蒸発乾固が同時に発生する可能性があることから、有効性評価は同時発生するものとして評価する。なお、事故対処を実施する際の環境について、高放射性廃液は沸騰に至らないことから、高放射性廃液の状態が平常運転時と大きく変わるものではないため、他の事故事象が連鎖して発生することはない。

廃止措置段階にある再処理施設では、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、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増加していく。そこで、令和2年8月31日時点の高放射性廃液貯蔵場（HAW）の貯蔵状況に基づき有効性を評価する。なお、高放射性廃液の沸騰到達までの時間余裕は、「添四別紙 1-1-26 高放射性廃液貯蔵場（HAW）における高放射性廃液の沸騰到達時間の計算書」から、発熱密度が最も大きく、沸騰到達までの時間が他の貯槽よりも短い高放射性廃液貯槽（272V35）の77時間とする。

また、分離精製工場（MP）に貯蔵中の発熱密度が小さい廃液を、高放射性廃液貯蔵場（HAW）

の高放射性廃液貯槽に移送した場合、希釈により高放射性廃液貯槽の発熱密度は小さくなり、沸騰に至るまでの時間余裕はより長くなるが、分離精製工場（MP）からの廃液の移送による沸騰到達までの遅延は、有効性評価においては見込まないこととする。

3. 対策（未然防止対策③）

3.1 対策概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液を内包する高放射性廃液貯槽は、通常時には、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の冷却水系により冷却を行い、高放射性廃液の崩壊熱による温度上昇を防止している。

冷却水系は、高放射性廃液の崩壊熱を除去する一次冷却系、一次冷却系を冷却する二次冷却系、二次冷却系に移行した熱を大気中へ逃がす建家屋上の密閉式冷却塔等から構成される。

未然防止対策③では、崩壊熱除去機能の機能喪失に対し、エンジン付きポンプ等の可搬型事故対処設備により、一次冷却水系統の冷却コイルへワンスルーで水を給水し、事象発生から沸騰に至る評価時間（77 時間）までの間に、崩壊熱除去機能を回復させる。対策に必要な資源である水は所内水源からの給水系統を確保して給水し、燃料は地下式貯油槽から運搬して必要な設備へ給油する。本対策は、大容量の水を使用することから可搬型貯水設備の水では 7 日間継続することはできない。しかしながら核燃料サイクル工学研究所内においては約 12000 m³ の水源を有していることから設計津波による浸水の影響がないドライエリアの所内水源から優先に確保する。その間に設計津波による浸水の影響が考えられるエリアの水源において取水準備を行う。なお、設計津波による浸水の影響が考えられるエリアの水源からの取水が困難な場合は、未然防止対策③-2 として自然水利からの取水準備を行う。さらに、津波によるウェットサイトを想定し、これら資源の確保等に当たって必要なアクセスルート上にがれき等の漂流物があつた場合は、重機により撤去する等して必要な資機材の運搬を行う。未然防止対策③の対策概要図を図 3-1-1 に示す。

3.2 対策の具体的内容

未然防止対策③の構成を明確化し、平常運転時に使用する系統から速やかに切り替え操作ができるように、未然防止対策③に必要な手順書を整備する。また、訓練を実施して各手順を確認し、対策に要する時間（タイムチャート）を作成する。以下、未然防止対策③の具体的内容を示す。

イ. 冷却コイルへの通水の着手判断

崩壊熱除去機能が喪失し、エンジン付きポンプ等を用いて冷却コイルへ通水する未然防

止対策③に必要な資源、設備及び要員が確保されている場合は、冷却コイルへの通水の実施を判断し、以下のロ.及びハ.に移行する。

ロ. 建家外からの水の供給経路の構築

エンジン付きポンプに使用する燃料を確保する。

使用可能な所内水源へ取水ホースを敷設し、エンジン付きポンプ及び組立水槽から冷却コイルに水を供給する経路を構築する。

ハ. 可搬型計装設備の準備

高放射性廃液貯槽の廃液の温度を測定するために可搬型計装設備を準備し、恒設の計装設備へ可搬型温度計測設備を接続し温度測定を可能とする系統を構築する。廃液の温度測定対象設備は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び高放射性廃液を保有している場合の中間貯槽*（272V37 及び V38）である。

*高放射性廃液を保有している場合

ニ. 冷却コイルへの通水の実施判断

冷却コイルへの通水の準備が完了後、冷却コイルへの通水の実施を判断し、以下のホ.に移行する。

ホ. 冷却コイルへの通水の実施

エンジン付きポンプを起動し、排水経路及び供給経路に異常がないことを確認する。

冷却コイルへの通水時に必要な監視項目は高放射性廃液の温度である。

冷却コイルへの通水に使用した冷却水は、組立水槽に一時的に受け、サーベイメータ等を用いて汚染の有無を確認した上で、施設外へ排水する。

燃料は、地下式貯油槽から逐次、消防ポンプ車又はエンジン付きポンプに補給する。

ヘ. 崩壊熱除去機能維持の成否判断

高放射性廃液貯槽に貯蔵する高放射性廃液が未沸騰状態（廃液温度 102 °C未満）で安定していることを確認し、未然防止対策③の実施により崩壊熱除去機能が維持されていると判断する。

ト. 監視測定

未然防止対策③により崩壊熱除去機能が維持されていることを判断するために必要な

監視項目は、高放射性廃液貯槽及び中間貯槽の高放射性廃液の温度である。対策実施後に高放射性廃液の温度を測定することで、崩壊熱除去機能が維持されているか監視する。

上記に基づき未然防止対策③に係る訓練を実施して作成したタイムチャートを表 3-2-1 に示す。未然防止対策③実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例を図 3-2-1 に示す。

なお、タイムチャート中の所内の水を保管する既設設備からの給水系統の給水に要する時間及び所内の燃料を保管する既設設備からの給油に要する時間は、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) から最も遠い水を保管する既設設備及び地下式貯油槽を利用する場合の時間により確認した。

3.3 要員、資源及び設備等

3.3.1 対策に必要な事故対処要員

未然防止対策③の各手順の実施に必要な人数及びスキルを表 3-3-1-1 に示す。要員数は、タイムチャート上に示す各手順の実施に必要な人数を合計して求めた。その結果、未然防止対策③の実施に必要な事故対処要員数は、19 人であった。

3.3.2 対策に必要な資源

①水の必要量

未然防止対策③において使用する水は、沸騰までの時間余裕が最も短い高放射性廃液貯槽 (272V35) の発熱量から、沸騰しないために冷却コイルへ供給する水の必要量を算出した (詳細は「添四別紙 1-1-28 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) における高放射性廃液の除熱に必要な冷却水流量の計算書」参照)。時間当たり 12 m^3 で冷却コイルへ供給し^{※1}、7 日間を積算すると、未然防止対策③における水の必要量は 2016 m^3 である。

$$12 \text{ m}^3/\text{h} \times 168 \text{ h} = 2016 \text{ m}^3$$

これより、未然防止対策③における水の必要量は 2016 m^3 である。

※1：エンジン付きポンプは、1 台当たり $60 \text{ m}^3/\text{h}$ の送水能力を有し、消防ポンプ車は 1 台当たり $168 \text{ m}^3/\text{h}$ の送水能力を有している。

②燃料の必要量

未然防止対策③において使用する燃料は、主にエンジン付きポンプ、消防ポンプ車等の燃料である。必要な燃料量は、各設備の燃費に使用時間及び台数を乗じて算出した。なお、ア

クセスルートの確保に使用するホイールローダ、不整地運搬車及び油圧ショベルについては、訓練実績からがれき撤去などの作業時間を約 6 時間と想定したものの、その不確かさを考慮して、訓練結果から算出した必要量 (0.12 m³) を保守的に見積もり、1 m³とした。

燃費については、実測値及び機器仕様から求め、実測値や機器仕様が無いものについては定格出力と燃料消費量の積により算出した。各設備の燃費を表 3-3-2-1 に示す。

水の供給用、冷却用設備、通信機器及び監視機器への給電設備は外部支援に期待しない期間として 7 日間とした。エンジン付きライトは、夜間を含む使用を想定して 84 時間とした。また、燃料を運搬する不整地運搬車の使用時間は、不整地運搬車を除く各設備に必要な燃料を運搬する時間に、燃料を搭載したドラム缶の積み下ろし時間、給油時間を加えて算出した。

これらを積算した結果、未然防止対策③における燃料の必要量は 5 m³である (表 3-3-2-2 参照)。

3.3.3 使用する事故対処設備

未然防止対策③において使用する主な恒設の事故対処設備は、一次冷却系統である。

また、未然防止対策③において使用する主な可搬型事故対処設備は、エンジン付きポンプ等である。主な可搬型事故対処設備を表 3-3-3-1～表 3-3-3-4 に示す。給水設備及び給電設備の主な事故対処設備について、単一故障を考慮し、適切な予備品及びその取替えのために必要な機材等を確保し、外部事象の影響を受けにくい場所を考慮して保管する。

3.3.4 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、事故対処設備の保管場所から設置場所への運搬又は他の設備の被害状況の把握のために、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、運搬及び配置に支障を来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認する。また、漂流物によるがれき等に対しては、重機による撤去、道路の補修等によりアクセスルートを確認する。

建家外のアクセスルートを図 3-3-4-1 に示す。また、建家内のアクセスルートを図 3-3-4-2 に示す。

3.3.5 通信連絡

想定される事故等が発生した際に、未然防止対策③の実施に必要な通信連絡を行えるよう、通信連絡に係る手順を整備している。通信連絡の手順について「添四別紙 1-1-35 通信連絡に関する手順等」に示す。

3.4 監視測定

3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定

①測定対象パラメータ

未然防止対策③は、崩壊熱除去機能の機能喪失に対し、エンジン付きポンプ等の可搬型事故対処設備により、一次冷却水システムの冷却コイルへワンススルーで水を給水し、崩壊熱除去機能を回復させる対策であることから、高放射性廃液を沸点未満に維持できていることを確認するため、未然防止対策③の成否判断をする上で情報を把握するために必要な測定対象パラメータは、以下のとおりである。

<測定対象パラメータ>

- ・高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：廃液の温度
- ・中間貯槽（272V37 及び 272V38）：廃液の温度

恒設の計装設備は、外部事象等により全動力電源喪失が発生した場合、高放射性廃液貯槽等の蒸発乾固に至るおそれのある機器のパラメータの計測ができなくなる。このため、これらの恒設での監視機能が喪失した場合は、事故対処が困難となることから監視機能喪失時の事故対処に備えて可搬型による計装設備及びその専用となる計装設備用可搬型発電機を配備し、その機能を代替する。

②監視測定の方法

可搬型の計測設備による計測方法の概要を以下に示す。また、計測手順を「添四別紙 1-1-32 事故時の計装に関する手順等」に示す。

a. 設備の概要

可搬型計装設備には、液位や密度の計測設備と温度の計測設備とがある。液位や密度の計測設備は、既設伝送器の導圧管との差圧を計測するための差圧伝送器やパージメータなどの計器類を使用する。温度計測設備は、端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定する。未然防止対策③では、これらのうち、温度計測設備による測定を行う。

なお、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の可搬型計装設備による計測結果は、データ収集装置へ伝送する。

b. 可搬型計装設備の測定対象及び測定方法

(a) 測定対象

- ・高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：廃液の温度

- ・ 中間貯槽（272V37 及び 272V38）： 廃液の温度

(b) 測定方法

温度の測定は既設熱電対を用い、既設の熱電対端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定を行う。なお、既設熱電対に断線や絶縁不良があった場合は、予備の熱電対と交換した上で測定を行う。

3.4.2 その他の監視測定

①測定対象パラメータ

高放射性廃液貯槽からのオフガスのモニタリングを実施する。

②監視測定の方法

可搬型モニタリング設備により高放射性廃液貯槽からのオフガスをサンプリングし、監視する。その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。

3.5 事故時の体制と支援

事故対応を実施する現場対応班及び情報の整理等を実施する現地対策本部の役割分担及び責任者を定め、指揮命令系統を明確にして効果的な事故対応を実施し得る体制を整備する。

事故対応は現場対応班により実施する。現場対応班の構成を図 3-5-1 に示す。現場対応班長は再処理廃止措置技術開発センター長が務め、現場対応班の統括管理を行い、原子力防災の活動方針を決定する。現場対応班における指揮命令系統を明確にするとともに、指揮者である現場対応班長が不在の場合は、あらかじめ定めた順位に従い、現場対応班長代理がその職務を代行する。

現場対応班では、役割分担及び責任者等を定め、指揮命令系統を明確にし、効果的な事故対応を実施し得る体制を整備する。

現場対応班は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）の両施設で同時に事故等が発生した場合においても対応できるようにする。

また、核燃料サイクル工学研究所長は、発生事象が警戒事象又は特定事象に該当すると判断した場合は、核燃料サイクル工学研究所内に防災体制を発令するとともに、防災業務計画に基づく原子力防災組織として現地対策本部を設置する。現地対策本部は、支援組織として事故対応を行う現場対応班に対して技術的助言を行う技術支援組織及び現場対応班が事故対応に専念できる環境を整える運営支援組織等を設ける。具体的には、被災状況の集約、環境モニタリング、救助及び救護活動、外部への情報発信、資機材の調達等を実施する。

その他、外部からの支援については「添四別紙 1-1-31 事故収束対応を維持するための支援」

に示す。また、中長期的な対応を行うための緊急時対策所の居住性については「添四別紙 1-1-34 緊急時対策所の居住性等に関する手順等」に示す。

4. 有効性評価

4.1 事故対応要員の確保

必要な人数に対して、事故対応要員（必要なスキルを有することを含む。）が確保できることを確認する。事故対応要員の招集は、勤務時間外（休日夜間）に地震及び津波が発生した場合等においても可能なことを確認する。また、事故対応要員の招集に要する時間を確認する。

4.1.1 事故対応要員の招集

①事故対応要員の招集体制及び招集範囲

未然防止対策③に必要な事故対応要員は19名であり、勤務時間内においては日勤者が事故対応を実施する。

勤務時間外（休日夜間）においては、24時間常駐する交代勤務者に加えて事故対応要員を招集して事故対応を実施する。交代勤務者以外の事故対応要員については、勤務時間外（休日夜間）における東海村震度6弱以上の地震の発生又は大津波警報の発令により、招集指示の有無に関わらず核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集する体制としている。このため、地震等により通信障害が発生した場合においても、事故対応に必要な人数を確保できる体制となっている。

再処理施設は北部の久慈川流域及び南部の那珂川流域の間に位置し東部は太平洋に面した位置関係にあるため、事故対応要員の招集においては、設計津波襲来に伴う大規模な地震及び津波による橋の通行不可及び津波の浸水による交通への影響が考えられる。したがって、事故対応要員の招集に当たっては、これらの影響を受けない領域から必要人数の確保が可能な範囲として再処理施設から半径12 km圏内を設定する。事故対応要員の招集範囲及び招集時の通行ルートを図4-1-1-1に示す。

招集時の通行ルートについては、茨城県の津波ハザードマップ及び土砂災害ハザードマップを参考に招集時に通行できないルートがあるものとしてルートの選定を行った。なお、地震、津波等の影響を考慮し、久慈川より北側及び那珂川より南側の居住者の参集は期待しないこととした。

②事故対応要員に必要なスキル

未然防止対策③の実施には、消防ポンプ車の操作及び重機操作のスキルが必要である。このため、再処理施設から12 km圏内に居住する事故対応要員により未然防止対策③に必要なスキル及び人数を確保する。

③事故対処要員の招集に要する時間

事故対処要員の招集に要する時間は、事故対処要員の居住地区ごとに自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東門まで徒歩で参集する訓練により確認する。また、事故対処要員の招集後に未然防止対策③の着手までに必要な人員点呼及び役割分担等に要する時間を含め訓練にて確認する。

4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果

①事故対処要員の有するスキルの結果

再処理施設から 12 km 圏内には、事故対処に係る全要員のうち約 100 名が居住している。表 4-1-2-1 に 12 km 圏内に居住する事故対処要員が有する各スキルとその人数を示す。

この結果より、12 km 圏内に居住する事故対処要員を招集することで、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の未然防止対策③の実施に必要なスキルと人数を確保できることを確認した。

②招集に要する時間の結果

招集訓練の結果、自宅を出発するまでの準備時間は約 1 時間であり、移動時間は最も移動距離が長くなる地区で約 4 時間であることを確認した。

徒歩による夜間の移動速度は、昼間の 0.8 倍程度になることが報告されている¹⁾。これを踏まえ、事故対処の有効性評価においては、事故対処要員の自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東地区までの移動に要する時間は、訓練実績を保守的に 1.5 倍した 6 時間とする。

1) ”南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）”，中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ（2012）

③対策着手に要する時間の結果

事故対処要員が核燃料サイクル工学研究所に到着した状況を模擬し、未然防止対策③に着手するまでに必要な人員点呼及び役割分担等の対応手順を確認する訓練を実施した。その結果、未然防止対策③の着手までには約 2 時間を要することを確認した。

そこで、事故対処の有効性評価においては、未然防止対策③の着手までに要する時間は訓練実績を保守的に 1.5 倍した 3 時間とする。

したがって、地震発生から未然防止対策③に着手するまでに要する時間は、合計 10 時間（準備時間：1 時間，移動時間：6 時間及び人員点呼等：3 時間）となる。

④事故対処要員の確保の評価結果

必要な事故対処要員（19人）については、招集指示の有無にかかわらず起回事象の発生に伴い参集を開始する体制を構築しており、津波の影響を受けない参集ルートで、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参集して確保できることを確認した。

なお、起回事象の発生から対策開始までの時間は、参集移動の準備、居住地からの移動（徒歩）及び参集後の人員点呼・班編成等を考慮し10時間を想定する。

4.2 必要な資源の確保

水及び燃料の保管量が、未然防止対策③における7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認する。

4.2.1 水及び燃料の保管量

事故対処に必要な水は、既存の所内水源から使用する。所内水源の容量は、高台に約1000 m³の設備及び低地に約10630 m³の設備に水を有している。所内水源のうち、津波が遡上しないT.P.+15 m以上の高台には、中央運転管理室（給水タンク）、中央運転管理室（受水タンク）及び付属機械室（蓄熱槽）があり、それぞれ約300 m³、約300 m³及び約400 m³の水を保管している。また、津波の遡上域ではあるものの、浄水貯槽、屋外冷却水設備、散水貯槽及び工業用水受水槽には、それぞれ約4800 m³、約800 m³、約30 m³及び約5000 m³の水を保管している。このように、複数の水源が所内各地にそれぞれ分散配置されている。

また、対策に必要な燃料は、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場の地下式貯油槽に5 m³以上を保管する。

4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果

水については、対策を継続するために必要な水2016 m³に対し、津波が遡上しない所内の高台の約1000 m³の設備及び低地の約10630 m³の設備に水を分散配置して保管している。

水を保管する既設の設備については、所内の高台を含め複数個所に分散しており、沸騰到達までの時間余裕の中で、被災状況に応じて使用可能な設備を利用する。これらのことから、7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たす。

燃料の確保については、対策を継続するために必要な燃料5 m³に対し、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に地下式貯油槽に5 m³以上を保管することから、7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たす。

これらの結果から、水及び燃料の保管量が、未然防止対策③における7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認した。

4.3 事故対処設備の健全性

事故対処に必要な恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること及び設計津波に対する浸水による影響がないことを確認する。

事故対処に必要な可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する建家内に保管すること又は設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する屋外に分散配置することを確認する。

これらを確認することで事故時においても事故対処設備が健全性を維持することを確認する。

4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況

恒設の事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対して健全性が維持される高放射性廃液貯蔵場（HAW）に設置している。また、恒設の事故対処設備は、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（「添四別紙 1-1-30 廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備（事故対処設備）」参照）としている。これらより、恒設の事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

可搬型事故対処設備は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内及びプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に配備する。

また、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場は、津波の影響を受けない高台にあり、地盤改良を行うことで設計地震動及び設計津波に対して健全性を維持する。核燃料サイクル工学研究所の南東地区については、津波の影響を受けない高台にあり、設計地震動に対して地盤が安定な場所に可搬型事故対処設備を配備する。これらより、可搬型事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果

恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること及び設計津波に対する浸水がないことを確認した。また、可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内に保管すること又は設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する屋外に分散配置することを確認した。

これらの結果より、事故時においても各事故対処設備の健全性は維持されることを確認した。

4.4 対策の実施までに要する時間

崩壊熱除去機能喪失後、高放射性廃液が沸騰に到達するまでの時間余裕は 77 時間であるこ

とから、事故の発生から未然防止対策③の実施完了までの時間が 77 時間以内であることにより、その有効性を確認する。

4.4.1 事故の発生から対策の着手及び完了までに要する時間

①事故の発生から対策の着手までに要する時間

4.1.2③項より、事故の発生から対策の着手に要する時間は約 10 時間である。

②対策の着手から完了までに要する時間

未然防止対策③の着手から完了までに要する時間は、表 3-2-1 のタイムチャートから、約 12 時間である。

このため、事故の発生から対策の完了までに要する合計時間は約 22 時間となる。

4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果

未然防止対策③に要する時間は合計約 22 時間であり、高放射性廃液が沸騰到達に至るまでの時間（77 時間）よりも十分短い。このため、起因事象の発生から廃液の沸騰到達までの間に未然防止対策③を実施可能であることを確認した。

4.5 監視測定に係る手順の確認

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7 日間）において実施できることを確認する。

4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順

①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定

対策の成否判断に必要な監視について、その手順を「添四別紙 1-1-32 事故時の計装に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策③の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

②その他の監視測定

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されていることを確認するための監視測定について、その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策③の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7日間）において実施できることを確認した。

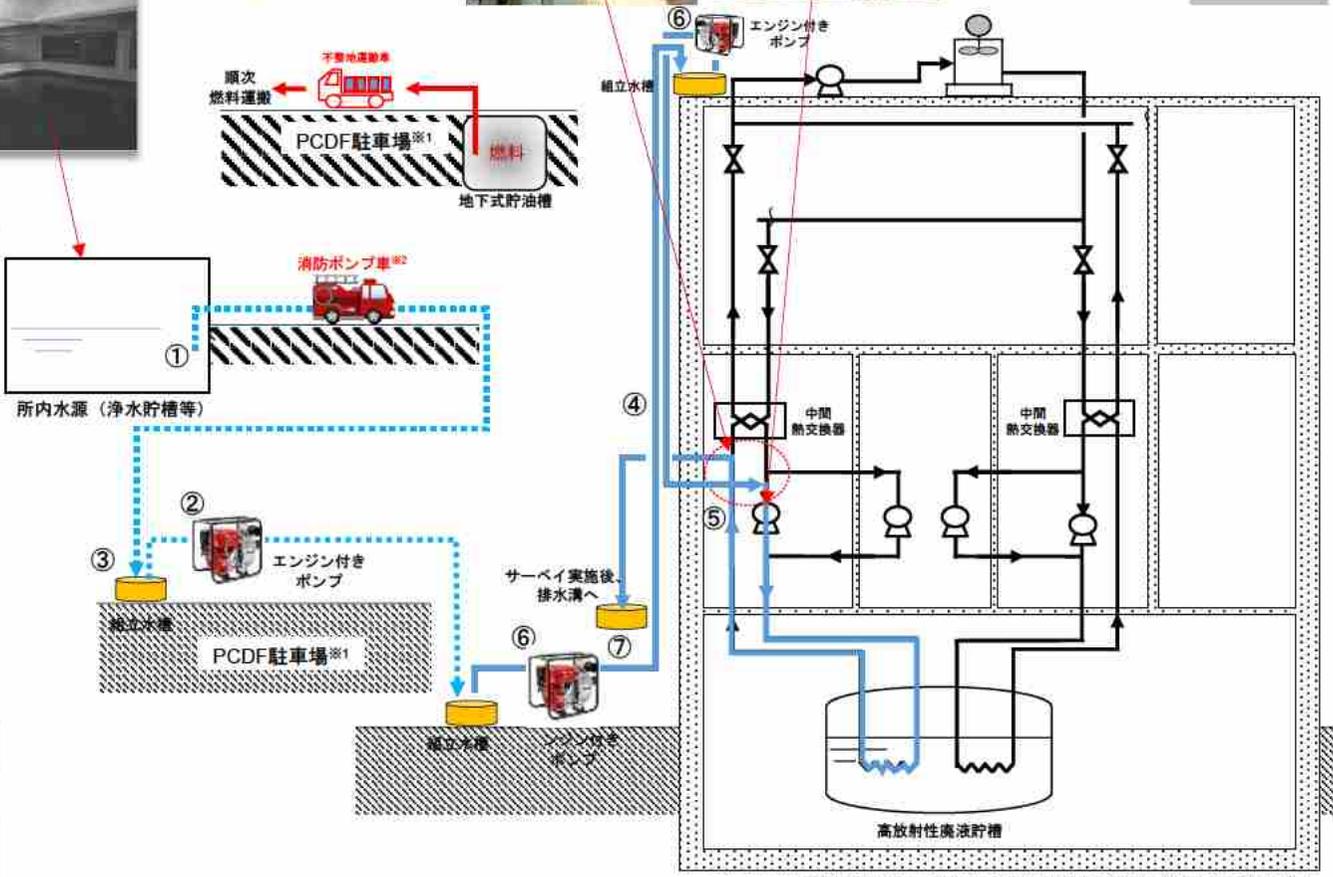
5. 有効性評価の結果

未然防止対策③の有効性評価においては、事故対応要員の確保、資源の確保、設備の健全性及び所要時間の確認並びに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。したがって、未然防止対策③による事故対応は有効であると判断する。

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



- ① 所内水源 (浄水貯槽等) から消防ポンプ車等で取水する。
- 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。
- ⑤ HAW屋内の分岐管から各貯槽へ消防ホースを繋ぐ。
- 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

図 3-1-1 未然防止対策 ③ : エンジン付きポンプ等による冷却 (所内水源を利用する場合)

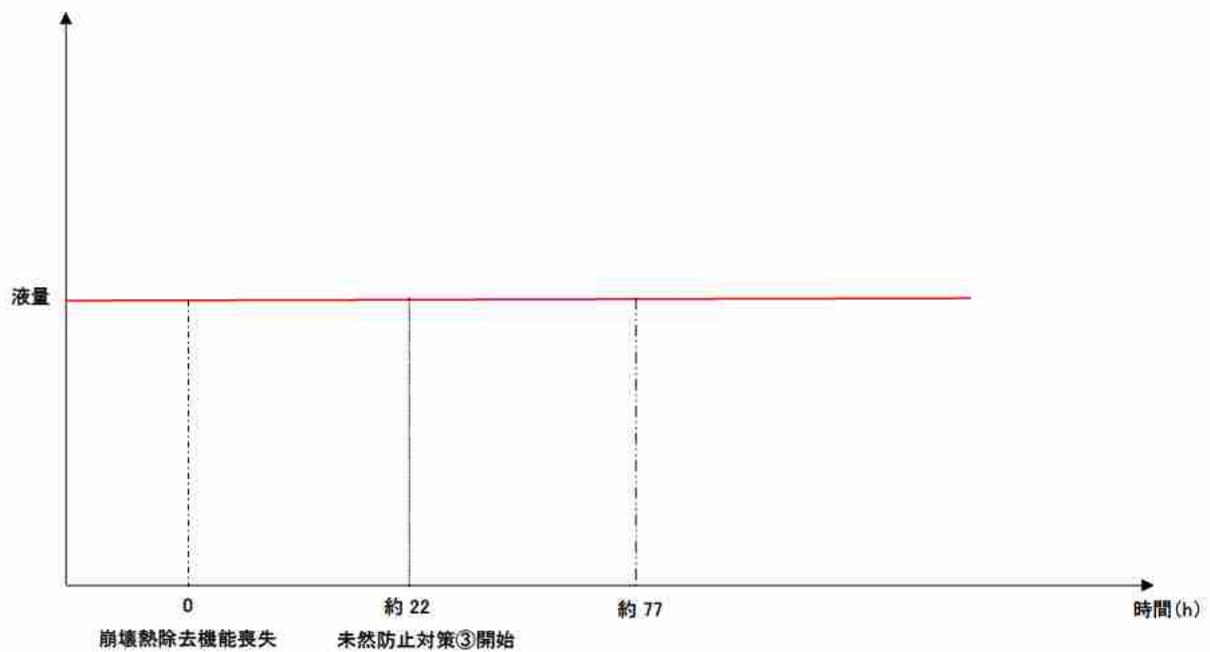
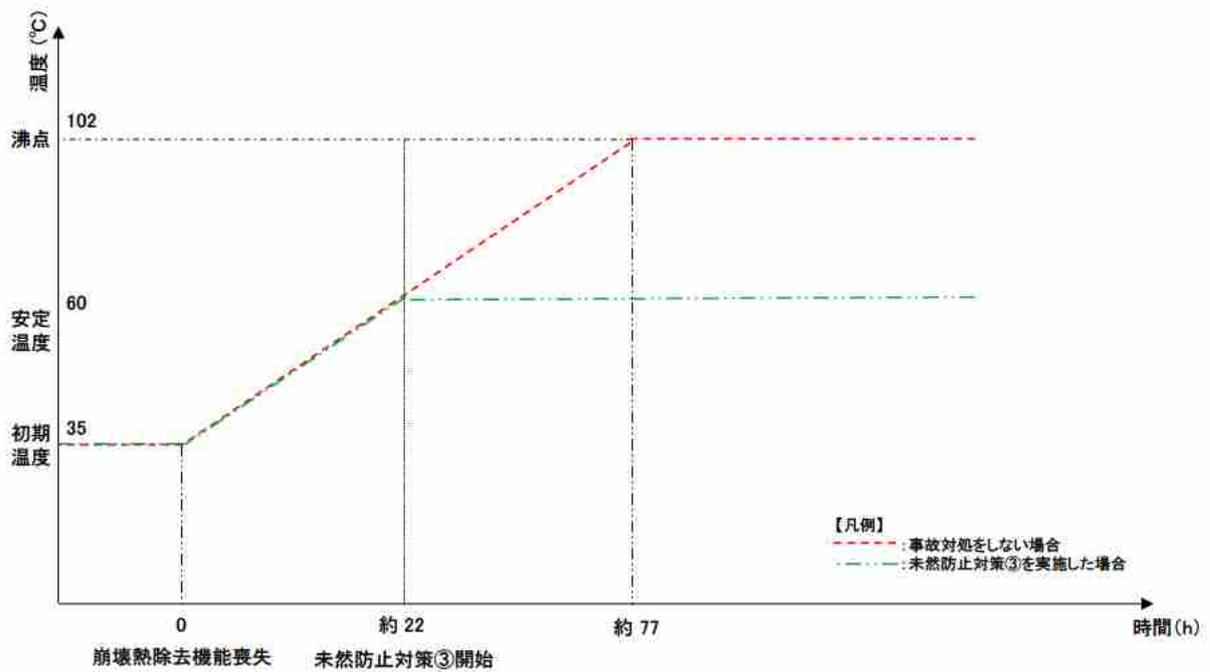


図 3-2-1 対策実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例

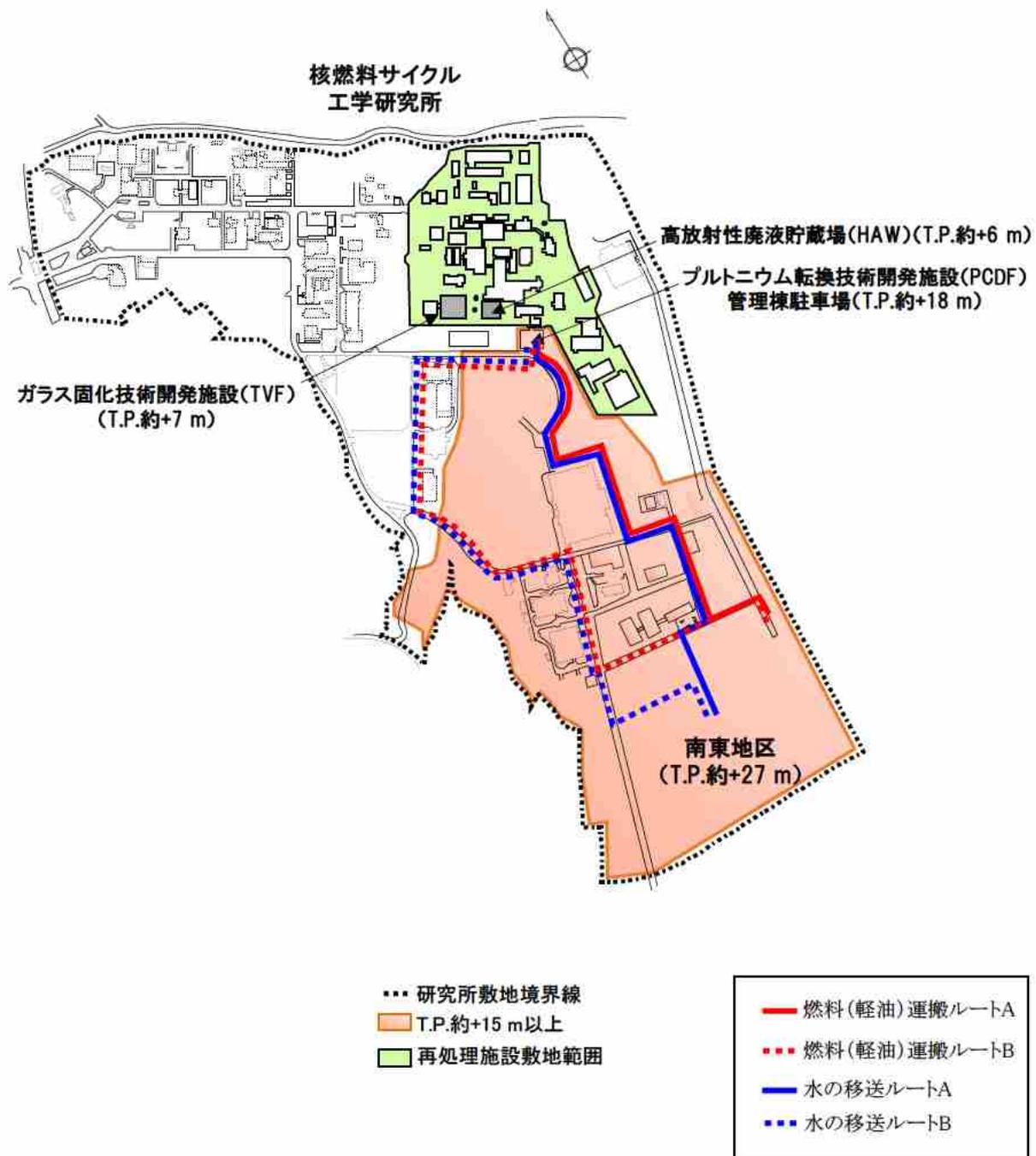
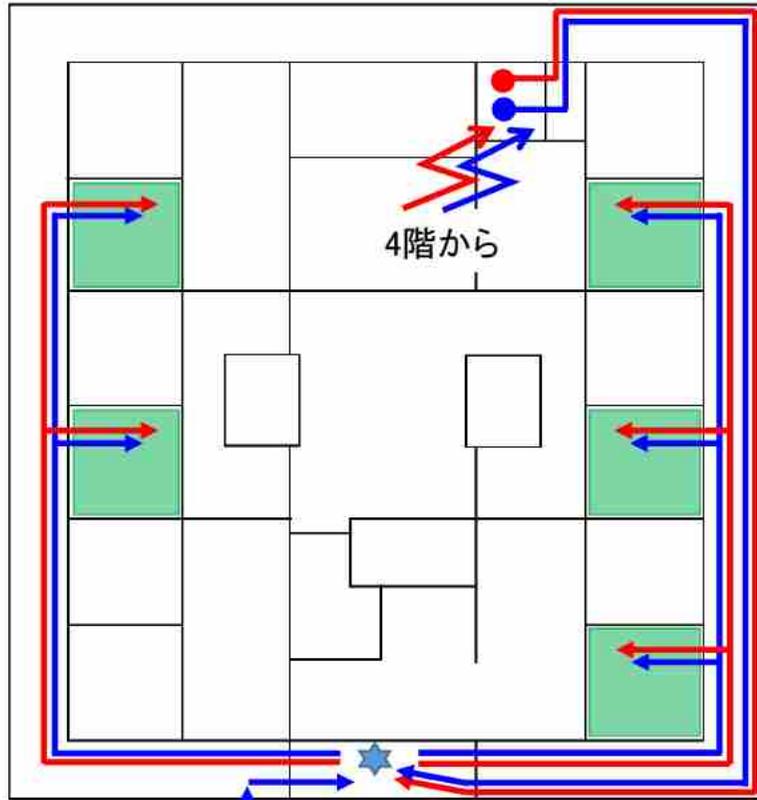


図 3-3-4-1 建家外のアksesルート



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 3階

添四別紙 1-1-8-20



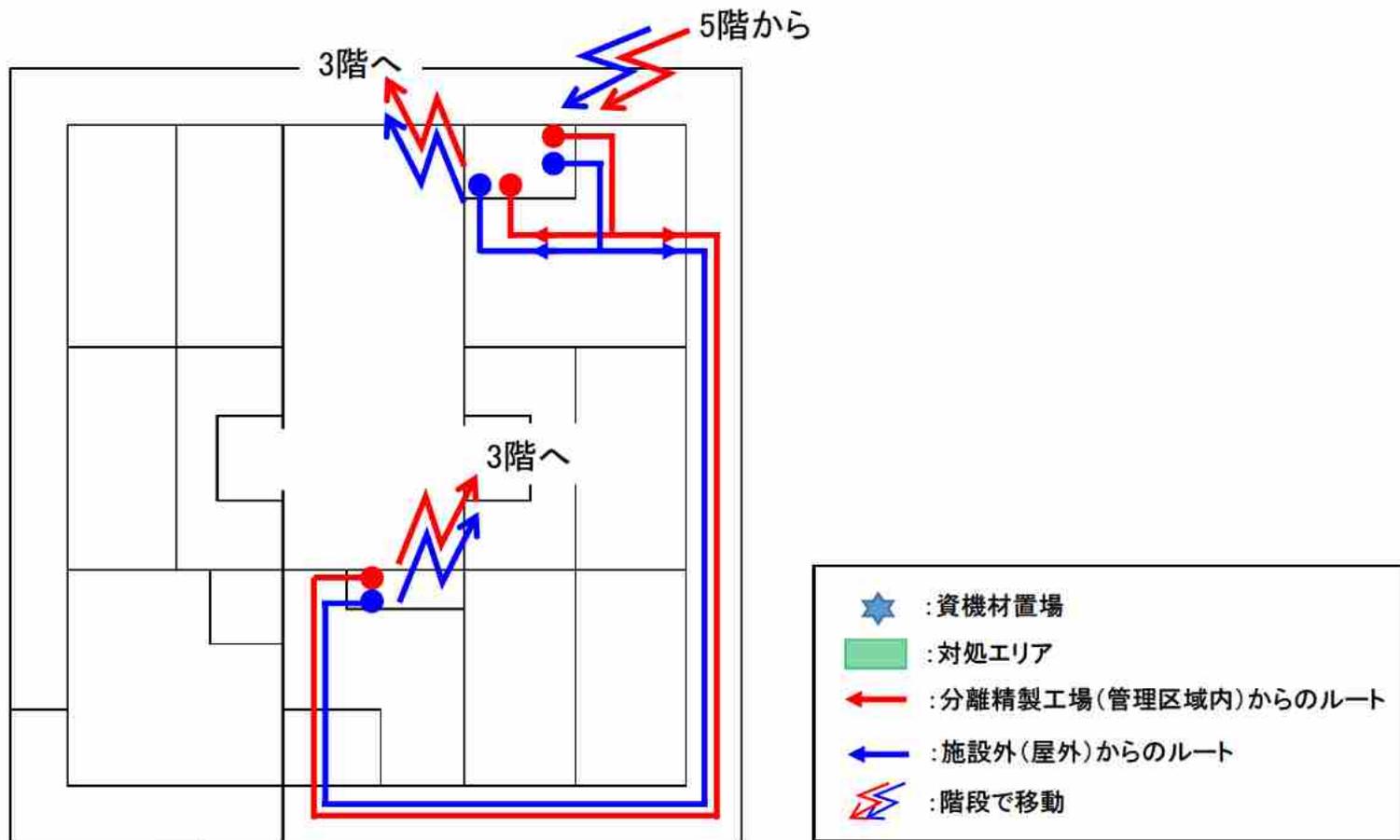
屋外階段から

- : 資機材置場
- : 対処エリア
- : 分離精製工場(管理区域内)からのルート
- : 施設外(屋外)からのルート
- : 階段で移動

図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (2/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 4階



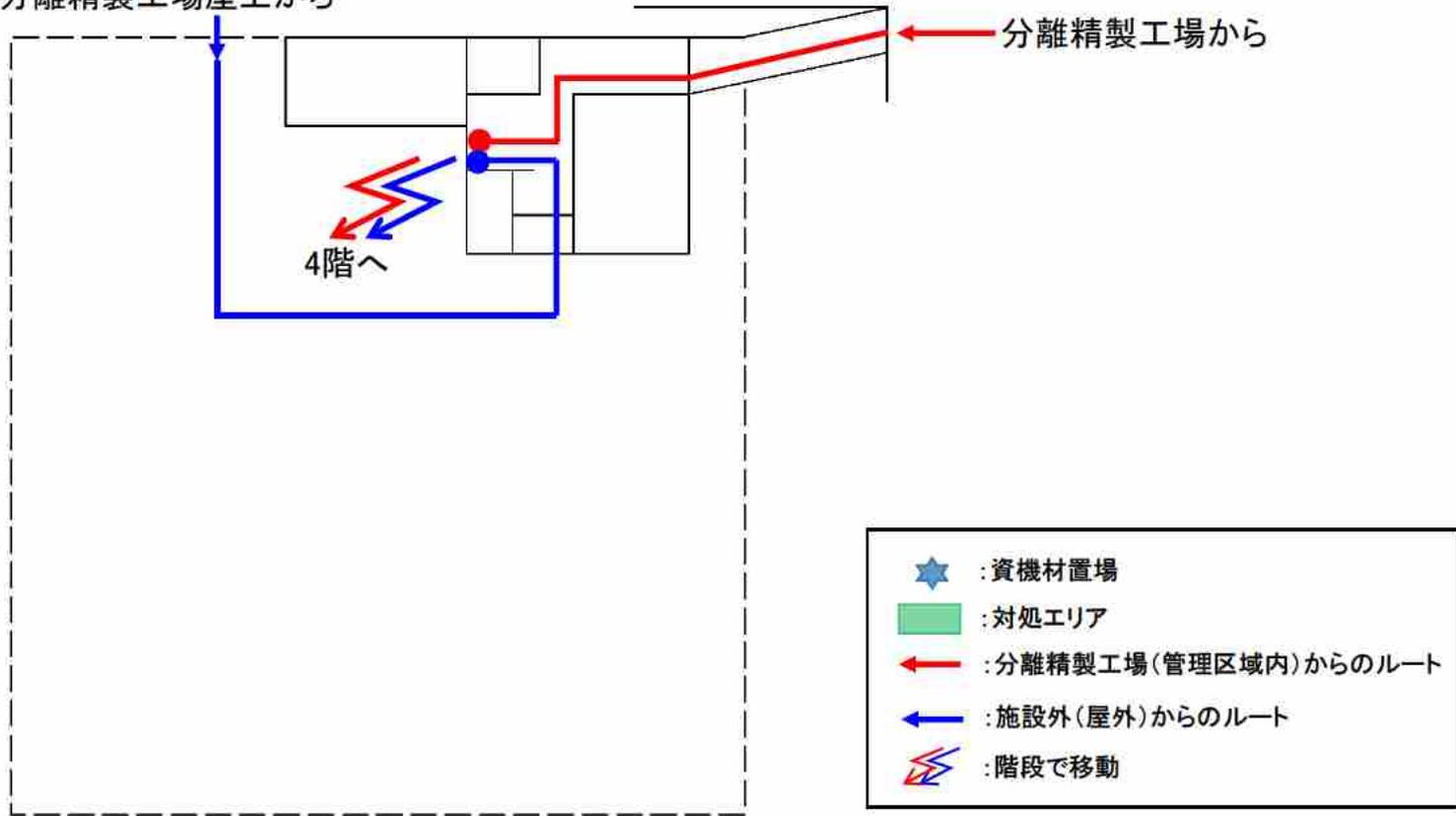
添四別紙 1-1-8-21

図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (3/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 5階/屋上

分離精製工場屋上から



添四別紙 1-1-8-22

図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (4/4)

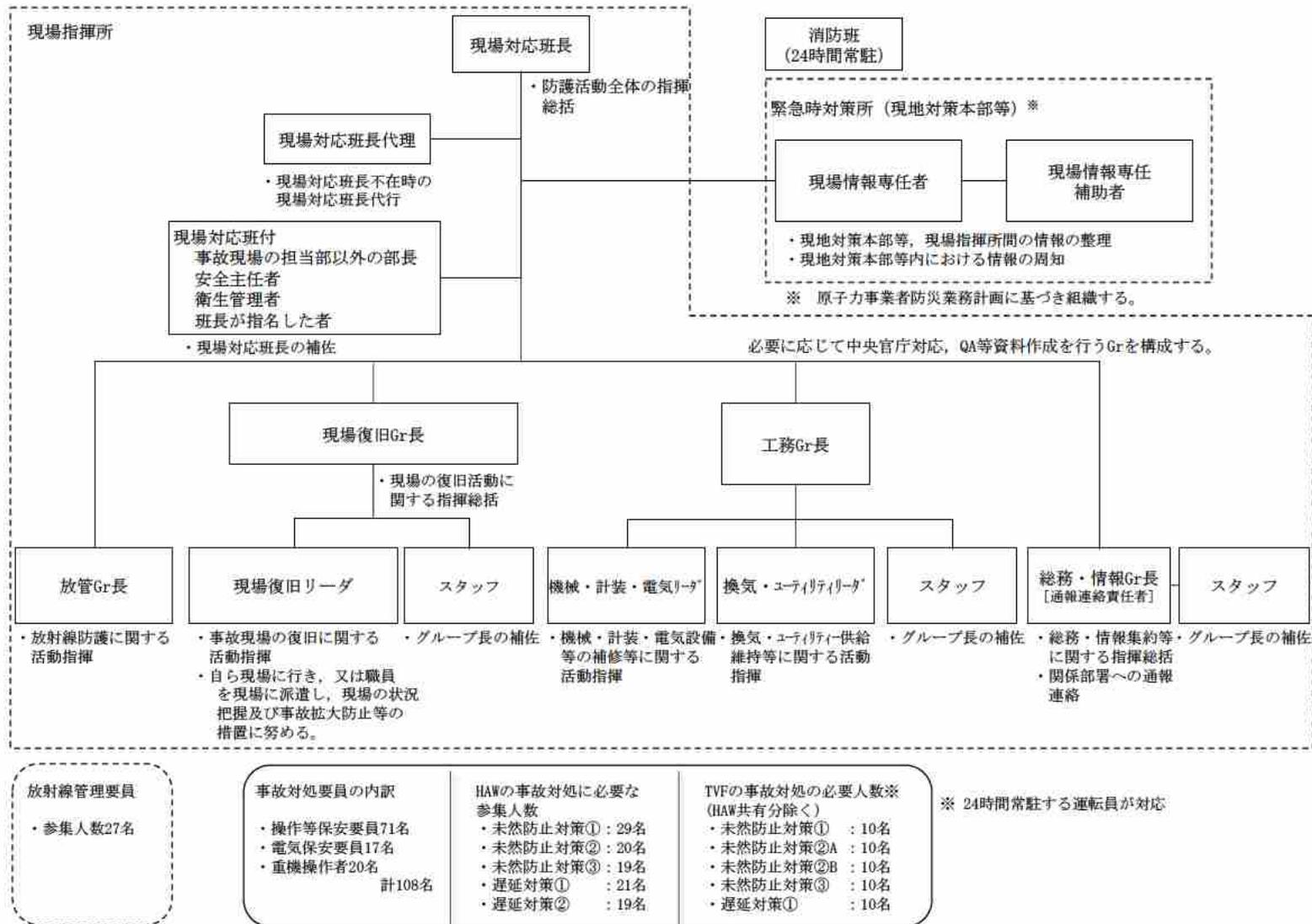


図 3-5-1 事故対処の体制図 (現場対応班)

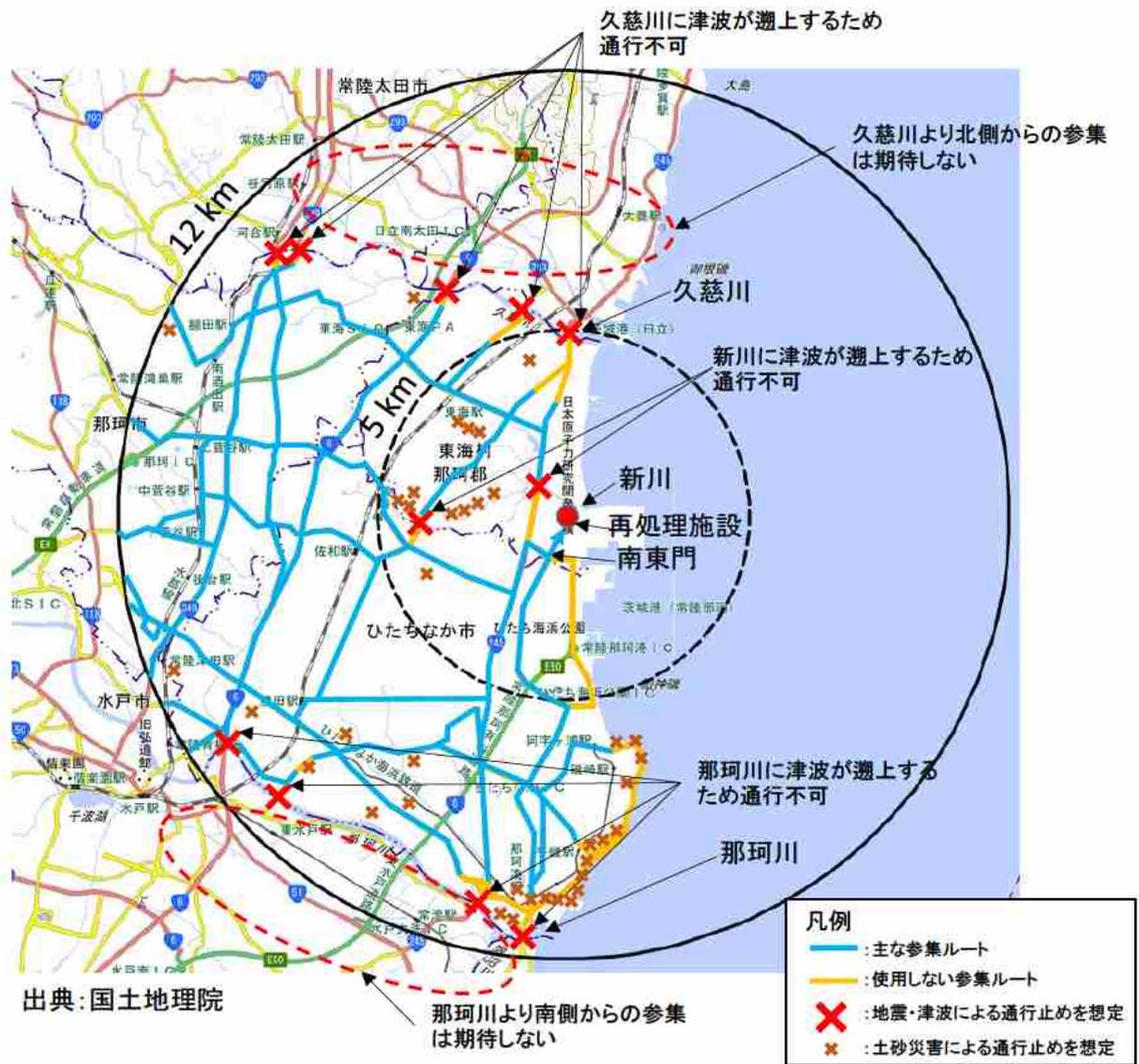
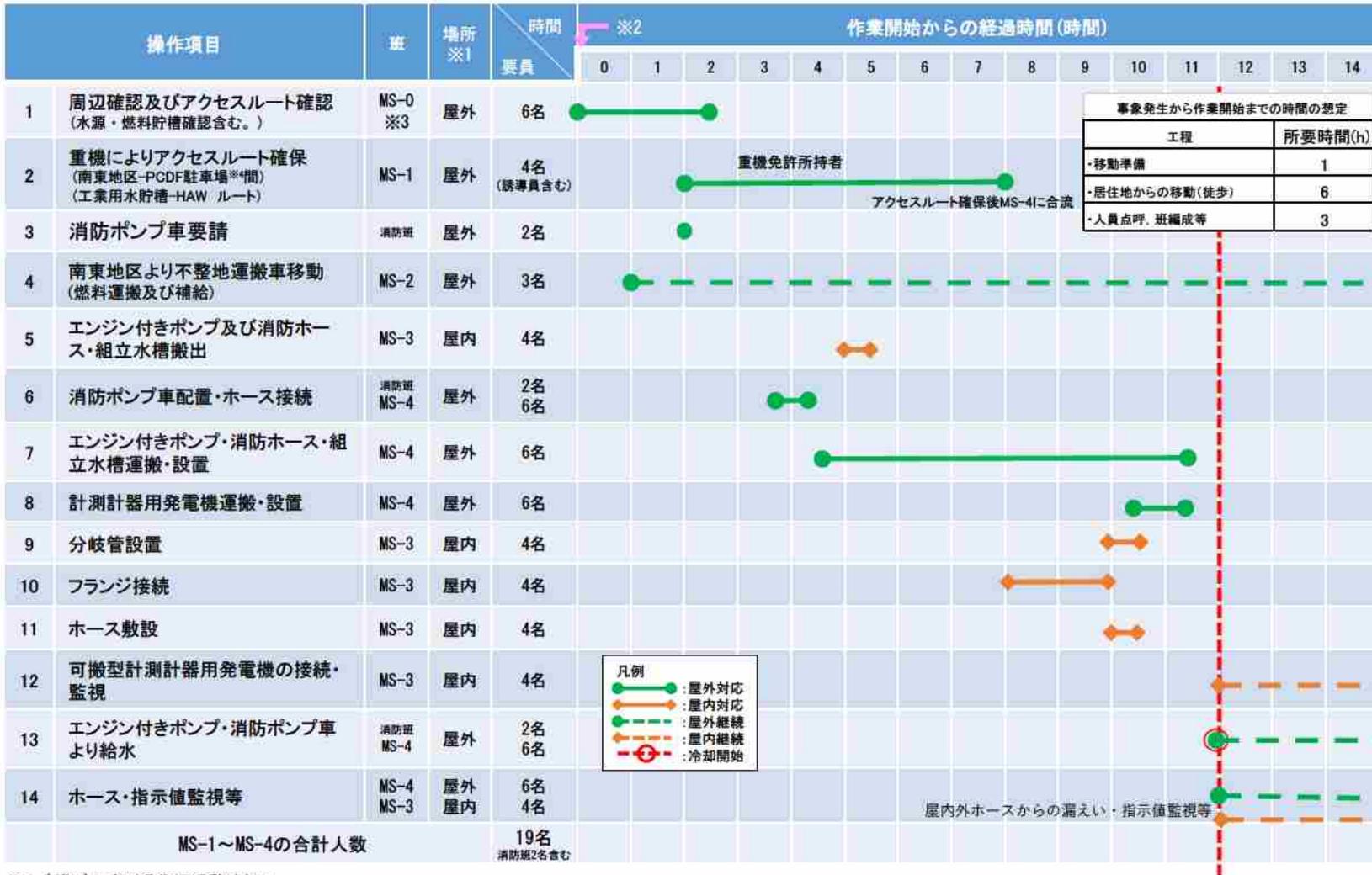


図 4-1-1-1 再処理施設から 12 km 圏内の参集ルート

表 3-2-1 未然防止対策③：エンジン付きポンプ等による冷却（所内水源を利用する場合）（タイムチャート）



※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 MS-1, MS-4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

冷却開始
(準備時間:12時間00分)

表 3-3-1-1 未然防止対策③の各手順の実施に必要な人数及びスキル

スキル	未然防止対策③ の必要人数
消防ポンプ車の操作	2名
重機操作	7名
その他一般作業	10名
合計	19名

表 3-3-2-1 事故対処設備の燃費

事故対処設備	燃費 [L/h]	備考
移動式発電機	約 210	機器仕様
エンジン付きポンプ	約 1.4	「定格出力 (4.3 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.323 L/kW-h)」より算出
消防ポンプ車	約 5.0	実測値
ホイールローダ	約 4.3	「定格出力 (28 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
油圧ショベル	約 3.4	「定格出力 (22 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
不整地運搬車	約 9.4	「定格出力 (70 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.134 L/kW-h)」より算出
可搬型蒸気供給設備	約 72	機器仕様
エンジン付きライト	約 0.8	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型蒸気供給設備用)	約 3.9	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型冷却設備用)	約 4.8	「定格出力 (33 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.145 L/kW-h)」より算出
可搬型発電機 (通信設備用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型コンプレッサー用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型モニタリング設備用)	約 1.7	機器仕様

※1：建設工事標準歩掛 改訂 56 版（一般財団法人 建設物価調査会）より引用

表 3-3-2-2 未然防止対策③における燃料の必要量

【未然防止対策③】

用途	設備	燃料の必要量			
		①燃費 [m ³ /h/台]	②使用時間 [h]	③台数 [台]	必要量 [m ³] (①×②×③)
燃料の 運搬	不整地運搬車	0.0094	14 (計算値)	1	0.14
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
	エンジン付きポンプ	0.0014	168 (7日間の使用を想定)	3	0.71
アクセス 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などの作業時間は不確実性が大きいため 1 m ³ 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 ³ 程度)				1
照明 設備	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)	1	0.29
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)	1	0.29
				計	5

表 3-3-3-1 未然防止対策 ③において使用する主な可搬型事故対処設備

	設備	保管場所	使用場所	数量	備考
1	不整地運搬車 (ドラム缶運搬用)	南東地区	所内	1	最大積載本数：9本
2	消防ポンプ車	消防車庫	>T. P. +15 m	1	圧力：>0.187 MPa 揚程：>18.7 m 流量：>200 L/min
3	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW外廻り	1	最大流量：60 m ³ /h 最大揚程：30 m 流量：14.4 m ³ /h(流量は実測値) 揚程：約25 m (HAW屋上EL約18.7 m)
4	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW屋上	1	
5	エンジン付きポンプ	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	
6	組立水槽	HAW建家内	HAW屋上	1	容量：5 m ³
7	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	
8	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	
9	組立水槽	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	
10	消防ホース（屋外用）	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1～ HAW施設(約160 m)	8	65A 20 m
11	消防ホース（屋内用）	HAW建家内	HAW建家内	25	65A 20 m (約500 m)
12	分岐管（IN）	HAW建家内	HAW建家内	1	入口側：差込式消火栓弁（65A）×1個 出口側：差込式消火栓弁（65A）×6個
13	分岐管（OUT）	HAW建家内	HAW建家内	1	入口側：差込式消火栓弁（65A）×1個 出口側：差込式消火栓弁（65A）×6個
14	切換えバルブ（IN）	HAW建家内	HAW建家内	6	入口側：差込式消火栓弁（65A-80A） （フランジ付き）×6個
15	切換えバルブ（OUT）	HAW建家内	HAW建家内	6	出口側：差込式消火栓弁（80A-65A） （フランジ付き）×6個

※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

表 3-3-3-2 未然防止対策 ③において使用する主な可搬型事故対処設備（重機、通信設備等）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	ホイールローダ	PCDF駐車場※1	<T.P.+15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (29.9 PS) 標準バケット容量：0.09 m ³
2	油圧ショベル	PCDF駐車場※1	<T.P.+15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (30 PS) 標準バケット容量：0.4 m ³
3	エンジン付きライト	PCDF駐車場※1	所内	7	ランプ電力 1000 W
4	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	約3 kVA
5	MCA 携帯型無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	送信出力：2 W
6	衛星電話	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	—
7	簡易無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	16	送信出力：5 W

※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

表 3-3-3-3 未然防止対策 ③において使用する主な可搬型事故対処設備（計装設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	可搬型温度測定設備 (272V31～272V35, 272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	12	V31～V35は各貯槽2個使用 V37, V38は各貯槽1個使用
2	可搬型液位測定設備 (272V31～272V36)	HAW建家内	HAW建家内	6	各貯槽1個使用
3	可搬型液位測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
4	可搬型密度測定設備 (272V31～272V35)	HAW建家内	HAW建家内	5	各貯槽1個使用
5	可搬型密度測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
6	計装設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	計装設備用可搬型圧縮空気設備, ペーパーレスレコーダー及び ノートPCに給電
7	計装設備用可搬型圧縮空気設備	HAW建家内	HAW建家内	1	液位及び密度の測定に使用
8	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	可搬型計装設備の伝送器からの 信号の受信
9	ノートPC	HAW建家内	HAW建家内	1	データ収集装置間のデータ表示及び データ保存に使用

表 3-3-3-4 未然防止対策 ③において使用する主な可搬型事故対処設備（放射線管理設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
2	可搬型ガスモニタ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
3	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
4	放射線管理設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	出力 100 V 30 A
5	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
6	可搬型ガスモニタ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
7	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
8	放射線管理設備用可搬型発電機	TVF建家内	TVF建家内	1	出力 100 V 30 A

表 4-1-1-1 通行止めを想定する領域等

領域等	備考
設計津波・L2 津波の浸水域	茨城県津波ハザードマップ（H24年）等から設定
土砂災害警戒区域（急傾斜地）	茨城県土砂災害ハザードマップ（H29年）から設定 （土石流・地すべりの影響はない。）
久慈川，那珂川及び新川を渡河する橋	保守的に地震・津波による通行止めを想定

表 4-1-2-1 再処理施設から 12 km 圏内の居住者が有するスキル

スキル	12 km 圏内の居住者数	未然防止対策③の必要人数
消防ポンプ車の操作	6 名	2 名
重機操作	20 名	7 名
その他一般作業	82 名	10 名
合計	108 名	19 名

高放射性廃液貯蔵場（HAW）における
未然防止対策③-1の有効性について

目 次

1. 有効性評価の方針
2. 事故の想定
3. 対策（未然防止対策③-1）
 - 3.1 対策概要
 - 3.2 対策の具体的内容
 - 3.3 要員，資源及び設備等
 - 3.3.1 対策に必要な事故対処要員
 - 3.3.2 対策に必要な資源
 - ①水の必要量
 - ②燃料の必要量
 - 3.3.3 使用する事故対処設備
 - 3.3.4 アクセスルート
 - 3.3.5 通信連絡
 - 3.4 監視測定
 - 3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.4.2 その他の監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.5 事故時の体制と支援
4. 有効性評価
 - 4.1 事故対処要員の確保
 - 4.1.1 事故対処要員の招集
 - ①事故対処要員の招集体制及び招集範囲
 - ②事故対処要員に必要なスキル
 - ③事故対処要員の招集に要する時間
 - 4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果
 - ①事故対処要員の有するスキルの結果
 - ②招集に要する時間の結果
 - ③対策着手に要する時間の結果
 - ④事故対処要員の確保の評価結果

- 4.2 必要な資源の確保
 - 4.2.1 水及び燃料の保管量
 - 4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果
- 4.3 事故対処設備の健全性
 - 4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況
 - 4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果
- 4.4 対策の実施までに要する時間
 - 4.4.1 事故の発生から対策の着手及び完了までに要する時間
 - ①事故の発生から対策の着手までに要する時間
 - ②対策の着手から完了までに要する時間
 - 4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果
- 4.5 監視測定に係る手順の確認
 - 4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順
 - ①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定
 - ②その他の監視測定
 - 4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果
- 5. 有効性評価の結果

1. 有効性評価の方針

事故対処では、事故の発生後、事故対処要員を招集し、事故対処を実施できる要員の数、事故対処に使用可能な資源（水及び燃料）の量及び事故対処設備の状態を把握する。その後、各対策の優先度、各対策に必要な資源、設備及び要員、対処に要する時間の見込み、設備等の修復に要する時間、ウェットサイトの津波がれきの散乱状況等を踏まえ、外部支援に期待しない期間（7日間）、継続して実施可能な対策又は対策の組合せの検討及び実施する対策の選定をした上で、事故対処を行う。

未然防止対策③-1については、事故対処要員の確保、資源の確保、設備の健全性、対策の実施までの所要時間並びに対策の成否判断及び高放射性廃液の状態監視に必要な監視測定手段を確認するとともに、対策の実施により外部支援に期待しない期間（7日間）、高放射性廃液を未沸騰状態に維持できることを確認することで、その有効性を評価する。

2. 事故の想定

起因事象により、耐震性のない建家及び構築物は損傷し、再処理施設の敷地内は浸水して所内の全動力電源を失い、高放射性廃液貯槽の崩壊熱除去機能が喪失することによる蒸発乾固を事故として想定する。また、遡上解析及び軌跡解析の結果から漂流物によるがれき等が敷地内に散乱することを考慮する。

事故の発生を仮定する機器は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び中間貯槽（272V37及び272V38）である（「添四別紙 1-1 1.1.6 事故の発生を仮定する際の条件の設定及び事故の発生を仮定する機器の特定」参照）。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又はガラス固化技術開発施設（TVF）からの返送時以外において中間貯槽には存在しない。また、これらの機器については、蒸発乾固が同時に発生する可能性があることから、有効性評価は同時発生するものとして評価する。なお、事故対処を実施する際の環境について、高放射性廃液は沸騰に至らないことから、高放射性廃液の状態が平常運転時と大きく変わるものではないため、他の事故事象が連鎖して発生することはない。

廃止措置段階にある再処理施設では、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、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増加していく。そこで、令和2年8月31日時点の高放射性廃液貯蔵場（HAW）の貯蔵状況に基づき有効性を評価する。なお、高放射性廃液の沸騰到達までの時間余裕は、「添四別紙 1-1-26 高放射性廃液貯蔵場（HAW）における高放射性廃液の沸騰到達時間の計算書」から、発熱密度が最も大きく、沸騰到達までの時間が他の貯槽よりも短い高放射性廃液貯槽（272V35）の77時間とする。

また、分離精製工場（MP）に貯蔵中の発熱密度が小さい廃液を、高放射性廃液貯蔵場（HAW）

の高放射性廃液貯槽に移送した場合、希釈により高放射性廃液貯槽の発熱密度は小さくなり、沸騰に至るまでの時間余裕はより長くなるが、分離精製工場（MP）からの廃液の移送による沸騰到達までの遅延は、有効性評価においては見込まないこととする。

3. 対策（未然防止対策③-1）

3.1 対策概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液を内包する高放射性廃液貯槽は、通常時には、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の冷却水系により冷却を行い、高放射性廃液の崩壊熱による温度上昇を防止している。

冷却水系は、高放射性廃液の崩壊熱を除去する一次冷却系、一次冷却系を冷却する二次冷却系、二次冷却系に移行した熱を大気中へ逃がす建家屋上の密閉式冷却塔等から構成される。

未然防止対策③-1では、崩壊熱除去機能の機能喪失に対し、エンジン付きポンプ等の可搬型事故対処設備により、一次冷却水系統の冷却コイルへワンスルーで水を給水し、事象発生から沸騰に至る評価時間（77時間）までの間に、崩壊熱除去機能を回復させる。対策に必要な資源である水は所内水源からの給水系統を確保して給水し燃料は所内燃料資源から確保する。本対策は、大容量の水を使用することから可搬型貯水設備の水では7日間継続することはできない。しかしながら核燃料サイクル工学研究所内においては約12000 m³の水源を有していることから設計津波による浸水の影響がないドライエリアの所内水源から優先に確保する。その間に設計津波による浸水の影響が考えられるエリアの水源において取水準備を行う。なお、設計津波による浸水の影響が考えられるエリアの水源からの取水が困難な場合は、未然防止対策③-2として自然水利からの取水準備を行う。さらに、津波によるウェットサイトを想定し、これら資源の確保等に当たって必要なアクセスルート上にがれき等の漂流物があった場合は、重機により撤去する等して必要な資機材の運搬を行う。未然防止対策③-1の対策概要図を図3-1-1に示す。

3.2 対策の具体的内容

未然防止対策③-1の構成を明確化し、平常運転時に使用する系統から速やかに切り替え操作ができるように、未然防止対策③-1に必要な手順書を整備する。また、訓練を実施して各手順を確認し、対策に要する時間（タイムチャート）を作成する。以下、未然防止対策③-1の具体的内容を示す。

イ. 冷却コイルへの通水の着手判断

崩壊熱除去機能が喪失し、エンジン付きポンプ等を用いて冷却コイルへ通水する未然防

止対策③-1に必要な資源，設備及び要員が確保されている場合は，冷却コイルへの通水の実施を判断し，以下のロ.及びハ.に移行する。

ロ. 建家外からの水の供給経路の構築

エンジン付きポンプに使用する燃料を確保する。

使用可能な所内水源へ取水ホースを敷設し、エンジン付きポンプ及び組立水槽から冷却コイルに水を供給する経路を構築する。

ハ. 可搬型計装設備の準備

高放射性廃液貯槽の廃液の温度を測定するために可搬型計装設備を準備し、恒設の計装設備へ可搬型温度計測設備を接続し温度測定を可能とする系統を構築する。廃液の温度測定対象設備は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び高放射性廃液を保有している場合の中間貯槽*（272V37 及び V38）である。

*高放射性廃液を保有している場合

ニ. 冷却コイルへの通水の実施判断

冷却コイルへの通水の準備が完了後、冷却コイルへの通水の実施を判断し、以下のホ.に移行する。

ホ. 冷却コイルへの通水の実施

エンジン付きポンプを起動し、排水経路及び供給経路に異常がないことを確認する。

冷却コイルへの通水時に必要な監視項目は高放射性廃液の温度である。

冷却コイルへの通水に使用した冷却水は、組立水槽に回収し、サーベイメータ等を用いて汚染の有無を確認した上で、施設外へ排水する。

燃料は、所内燃料から消防ポンプ車又はエンジン付きポンプに逐次、補給する。

なお、高台から高放射性廃液貯蔵場（HAW）近傍へのアクセスルートにおいて車両走行が可能な場合は、高台に退避している消防ポンプ車を使用する。

ヘ. 崩壊熱除去機能維持の成否判断

高放射性廃液貯槽に貯蔵する高放射性廃液が未沸騰状態（廃液温度 102 °C未満）で安定していることを確認し、未然防止対策③-1の実施により崩壊熱除去機能が維持されていると判断する。

ト. 監視測定

未然防止対策③-1により崩壊熱除去機能が維持されていることを判断するために必要な監視項目は、高放射性廃液貯槽及び中間貯槽の高放射性廃液の温度である。対策実施後に高

放射性廃液の温度を測定することで、崩壊熱除去機能が維持されているか監視する。

上記に基づき未然防止対策③-1に係る訓練を実施して作成したタイムチャートを表 3-2-1 に示す。未然防止対策③-1 実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例を図 3-2-1 に示す。

なお、タイムチャート中の所内の水を保管する既設設備からの給水系統の給水に要する時間及び所内の燃料を保管する既設設備からの給油に要する時間は、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) から最も遠い水を保管する既設設備及び燃料を保管する既設設備を利用する場合の時間により確認した。

3.3 要員、資源及び設備等

3.3.1 対策に必要な事故対応要員

未然防止対策③-1 の各手順の実施に必要な人数及びスキルを表 3-3-1-1 に示す。要員数は、タイムチャート上に示す各手順の実施に必要な人数を合計して求めた。その結果、未然防止対策③-1 の実施に必要な事故対応要員数は、19 人であった。

3.3.2 対策に必要な資源

①水の必要量

未然防止対策③-1 において使用する水は、沸騰までの時間余裕が最も短い高放射性廃液貯槽 (272V35) の発熱量から、沸騰しないために冷却コイルへ供給する水の必要量を算出した (詳細は「添四別紙 1-1-28 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) における高放射性廃液の除熱に必要な冷却水流量の計算書」参照)。時間当たり 12 m³ で冷却コイルへ供給し^{*1}、7 日間を積算すると、未然防止対策③-1 における水の必要量は 2016 m³ である。

$$12 \text{ m}^3/\text{h} \times 168 \text{ h} = 2016 \text{ m}^3$$

これより、未然防止対策③-1 における水の必要量は 2016 m³ である。

※1：エンジン付きポンプは、1 台当たり 60 m³/h の送水能力を有し、消防ポンプ車は 1 台当たり 168 m³/h の送水能力を有している。

②燃料の必要量

未然防止対策③-1 において使用する燃料は、主にエンジン付きポンプ、消防ポンプ車等の

燃料である。必要な燃料量は、各設備の燃費に使用時間及び台数を乗じて算出した。なお、アクセスルートの確保に使用するホイールローダ、不整地運搬車及び油圧ショベルについては、訓練実績からがれき撤去等の作業時間を約 6 時間と想定したものの、その不確かさを考慮して、訓練結果から算出した必要量 (0.12 m³) を保守的に見積もり、1 m³ とした。

燃費については、実測値及び機器仕様から求め、実測値や機器仕様が無いものについては定格出力と燃料消費量の積により算出した。各設備の燃費を表 3-3-2-1 に示す。

水の供給用、冷却用設備、通信機器及び監視機器への給電設備は外部支援に期待しない期間として 7 日間とした。エンジン付きライトは、夜間を含む使用を想定して 84 時間とした。また、燃料を運搬する不整地運搬車の使用時間は、不整地運搬車を除く各設備に必要な燃料を運搬する時間に、燃料を搭載したドラム缶の積み下ろし時間、給油時間を加えて算出した。

これらを積算した結果、未然防止対策③-1 における燃料の必要量は 5 m³ である (表 3-3-2-2 参照)。

3.3.3 使用する事故対処設備

未然防止対策③-1 において使用する主な恒設の事故対処設備は、一次冷却系統である。

また、未然防止対策③-1 において使用する主な可搬型事故対処設備は、エンジン付きポンプ等である。主な可搬型事故対処設備を表 3-3-3-1～表 3-3-3-4 に示す。給水設備及び給電設備の主な事故対処設備について、単一故障も考慮し、適切な予備品及びその取替えのために必要な機材等を確保し、外部事象の影響を受けにくい場所を考慮して保管する。

3.3.4 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、事故対処設備の保管場所から設置場所への運搬又は他の設備の被害状況の把握のために、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、運搬及び配置に支障を来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。また、漂流物によるがれき等に対しては、重機による撤去、道路の補修等によりアクセスルートを確保する。

建家外のアクセスルートを図 3-3-4-1 に示す。また、建家内のアクセスルートを図 3-3-4-2 に示す。

3.3.5 通信連絡

想定される事故等が発生した際に、未然防止対策③-1 の実施に必要な通信連絡を行えるよう、通信連絡に係る手順を整備している。通信連絡の手順について「添四別紙 1-1-35 通信連

絡に関する手順等」に示す。

3.4 監視測定

3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定

①測定対象パラメータ

未然防止対策③-1は崩壊熱除去機能の機能喪失に対し、エンジン付きポンプ等の可搬型事故対処設備により、一次冷却水系統の冷却コイルヘワンスルーで水を給水し、崩壊熱除去機能を回復させる対策であることから、高放射性廃液を沸点未満に維持できていることを確認するため、未然防止対策③-1の成否判断をする上で情報を把握するために必要な測定対象パラメータは、以下のとおりである。

<測定対象パラメータ>

- ・高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：廃液の温度
- ・中間貯槽（272V37及び272V38）：廃液の温度

恒設の計装設備は、外部事象等により全動力電源喪失が発生した場合、高放射性廃液貯槽等の蒸発乾固に至るおそれのある機器のパラメータの計測ができなくなる。このため、これらの恒設での監視機能が喪失した場合は、事故対処が困難となることから監視機能喪失時の事故対処に備えて可搬型による計装設備及びその専用となる計装設備用可搬型発電機を配備し、その機能を代替する。

②監視測定の方法

可搬型の計測設備による計測方法の概要を以下に示す。また、計測手順を「添四別紙 1-1-32 事故時の計装に関する手順等」に示す。

a. 設備の概要

可搬型計装設備には、液位及び密度の計測設備及び温度の計測設備がある。液位や密度の計測設備は、既設伝送器の導圧管との差圧を計測するための差圧伝送器やページメータ等の計器類を使用する。温度計測設備は、端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定する。未然防止対策③-1では、これらのうち、温度計測設備による測定を行う。なお、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の可搬型計装設備による計測結果は、データ収集装置へ伝送する。

b. 可搬型計装設備の測定対象及び測定方法

(a) 測定対象

- ・高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：廃液の温度
- ・中間貯槽（272V37 及び 272V38）：廃液の温度

(b) 測定方法

温度の測定は既設熱電対を用い、既設の熱電対端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定を行う。なお、既設熱電対に断線や絶縁不良があった場合は、予備の熱電対と交換した上で測定を行う。

3.4.2 その他の監視測定

①測定対象パラメータ

高放射性廃液貯槽からのオフガスのモニタリングを実施する。

②監視測定の方法

可搬型モニタリング設備により高放射性廃液貯槽からのオフガスをサンプリングし、監視する。その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。

3.5 事故時の体制と支援

事故対応を実施する現場対応班及び情報の整理等を実施する現地対策本部の役割分担及び責任者を定め、指揮命令系統を明確にして効果的な事故対応を実施し得る体制を整備する。

事故対応は現場対応班により実施する。現場対応班の構成を図 3-5-1 に示す。現場対応班長は再処理廃止措置技術開発センター長が務め、現場対応班の統括管理を行い、原子力防災の活動方針を決定する。現場対応班における指揮命令系統を明確にするとともに、指揮者である現場対応班長が不在の場合は、あらかじめ定めた順位に従い、現場対応班長代理がその職務を代行する。

現場対応班では、役割分担及び責任者などを定め、指揮命令系統を明確にし、効果的な事故対応を実施し得る体制を整備する。

現場対応班は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）の両施設で同時に事故等が発生した場合においても対応できるようにする。

また、核燃料サイクル工学研究所長は、発生事象が警戒事象又は特定事象に該当すると判断した場合は、核燃料サイクル工学研究所内に防災体制を発令するとともに、防災業務計画に基づく原子力防災組織として現地対策本部を設置する。現地対策本部は、支援組織として事故対応を行う現場対応班に対して技術的助言を行う技術支援組織及び現場対応班が事故

対処に専念できる環境を整える運営支援組織等を設ける。具体的には、被災状況の集約，環境モニタリング，救助及び救護活動，外部への情報発信，資機材の調達等を実施する。

その他，外部からの支援については「添四別紙 1-1-31 事故収束対応を維持するための支援」に示す。また，中長期的な対応を行うための緊急時対策所の居住性については「添四別紙 1-1-34 緊急時対策所の居住性等に関する手順等」に示す。

4. 有効性評価

4.1 事故対応要員の確保

必要な人数に対して、事故対応要員（必要なスキルを有することを含む。）が確保できることを確認する。事故対応要員の招集は、勤務時間外（休日夜間）に地震及び津波が発生した場合等においても可能なことを確認する。また、事故対応要員の招集に要する時間を確認する。

4.1.1 事故対応要員の招集

①事故対応要員の招集体制及び招集範囲

未然防止対策③-1に必要な事故対応要員は19名であり、勤務時間内においては日勤者が事故対応を実施する。

勤務時間外（休日夜間）においては、24時間常駐する交代勤務者に加えて事故対応要員を招集して事故対応を実施する。交代勤務者以外の事故対応要員については、勤務時間外（休日夜間）における東海村震度6弱以上の地震の発生又は大津波警報の発令により、招集指示の有無に関わらず核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集する体制としている。このため、地震等により通信障害が発生した場合においても、事故対応に必要な人数を確保できる体制となっている。

再処理施設は北部の久慈川流域及び南部の那珂川流域の間に位置し東部は太平洋に面した位置関係にあるため、事故対応要員の招集においては、設計津波襲来に伴う大規模な地震及び津波による橋の通行不可及び津波の浸水による交通への影響が考えられる。したがって、事故対応要員の招集に当たっては、これらの影響を受けない領域から必要人数の確保が可能な範囲として再処理施設から半径12 km圏内を設定する。事故対応要員の招集範囲及び招集時の通行ルートを図4-1-1-1に示す。

招集時の通行ルートについては、茨城県の津波ハザードマップ及び土砂災害ハザードマップを参考に表4-1-1-1に示すルートは、招集時に通行できないものとしてルートの選定を行った。なお、地震、津波等の影響を考慮し、久慈川より北側及び那珂川より南側の居住者の参集は期待しないこととした。

②事故対応要員に必要なスキル

未然防止対策③-1の実施には、消防ポンプ車の操作及び重機操作のスキルが必要である。このため、再処理施設から12 km圏内に居住する事故対応要員により未然防止対策③-1に必要なスキル及び人数を確保する。

③事故対処要員の招集に要する時間

事故対処要員の招集に要する時間は、事故対処要員の居住地区ごとに自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東門まで徒歩で参集する訓練により確認する。また、事故対処要員の招集後に未然防止対策③-1の着手までに必要な人員点呼及び役割分担等に要する時間を含め訓練にて確認する。

4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果

①事故対処要員の有するスキルの結果

再処理施設から12 km圏内には、事故対処に係る全要員のうち約100名が居住している。表4-1-2-1に12 km圏内に居住する事故対処要員が有する各スキル及びその人数を示す。

この結果より、12 km圏内に居住する事故対処要員を招集することで、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の未然防止対策③-1の実施に必要なスキル及び人数を確保できることを確認した。

②招集に要する時間の結果

招集訓練の結果、自宅を出発するまでの準備時間は約1時間であり、移動時間は最も移動距離が長くなる地区で約4時間であることを確認した。

徒歩による夜間の移動速度は、昼間の0.8倍程度になることが報告されている¹⁾。これを踏まえ、事故対処の有効性評価においては、事故対処要員の自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東地区までの移動に要する時間は、訓練実績を保守的に1.5倍した6時間とする。

- 1) ”南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）”，中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ（2012）

③対策着手に要する時間の結果

事故対処要員が核燃料サイクル工学研究所に到着した状況を模擬し、未然防止対策③-1に着手するまでに必要な人員点呼及び役割分担等の対応手順を確認する訓練を実施した。その結果、未然防止対策③-1の着手までには約2時間を要することを確認した。

そこで、事故対処の有効性評価においては、未然防止対策③-1の着手までに要する時間は訓練実績を保守的に1.5倍した3時間とする。

したがって、地震発生から未然防止対策③-1に着手するまでに要する時間は、合計10時間（準備時間：1時間，移動時間：6時間及び人員点呼等：3時間）となる。

④事故対処要員の確保の評価結果

必要な事故対処要員（19人）については、招集指示の有無にかかわらず起回事象の発生に伴い参集を開始する体制を構築しており、津波の影響を受けない参集ルートで、核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集して確保できることを確認した。

なお、起回事象の発生から対策開始までの時間は、参集移動の準備、居住地からの移動（徒歩）及び参集後の人員点呼・班編成等を考慮し10時間を想定する。

4.2 必要な資源の確保

水及び燃料の保管量が、未然防止対策③-1における7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認する。

4.2.1 水及び燃料の保管量

事故対処に必要な水は、既存の所内水源から使用する。所内水源の容量は、高台に約1000 m³の設備及び低地に約10630 m³の設備に水を有している。所内水源のうち、津波が遡上しないT.P. +15 m以上の高台には、中央運転管理室（給水タンク）、中央運転管理室（受水タンク）及び付属機械室（蓄熱槽）があり、それぞれ約300 m³、約300 m³及び約400 m³の水を保管している。また、津波の遡上域ではあるものの、浄水貯槽、屋外冷却水設備、散水貯槽及び工業用水受水槽には、それぞれ約4800 m³、約800 m³、約30 m³及び約5000 m³の水を保管している。このように、複数の水源が所内各地にそれぞれ分散配置されている。

また、事故対処に必要な燃料は、既存の所内燃料から使用する。所内燃料の容量は、高台に約450 m³の設備及び低地に約278 m³の設備に燃料を有している。

燃料を保管する既設の設備については、津波が遡上しないT.P. +15 m以上の高台には、南東地区（燃料タンク）に約390 m³、地層処分放射化学研究施設（クオリティ）地下タンクに約10 m³及びプルトニウム燃料技術開発センターユーティリティ棟に約50 m³の燃料を保管している。さらに、津波の遡上域ではあるものの、（再処理施設）ユーティリティ施設地下貯油槽に約114 m³、中間開閉所燃料地下貯油槽に約30 m³、第二中間開閉所燃料地下貯油槽に約45 m³、低放射性廃棄物処理技術開発施設（LWTF）地下貯油槽に約30 m³、ガラス固化技術開発施設（TVF）地下貯油槽に約25 m³、高レベル放射性物質研究施設（CPF）地下埋設オイルタンクに約9 m³及び非常用予備発電棟地下燃料タンク貯油槽に約25 m³の燃料を保管している。このように、複数の燃料資源が所内各地にそれぞれ分散配置されている。

4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果

水については、対策を継続するために必要な水 2016 m³に対し、所内水源の容量は、高台に約 1000 m³の設備及び低地に約 10630 m³の設備に水を分散配置して保管している。

燃料の確保については、対策を継続するために必要な燃料 5 m³に対し、津波が遡上しない所内の高台の約 450 m³の設備に燃料を分散配置して保管している。

水及び燃料を保管する既設の設備については、所内の高台を含め複数個所に分散しており、沸騰到達までの時間余裕の中で、被災状況に応じて使用可能な設備を利用する。これらのことから、7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たす。

これらの結果から、水及び燃料の保管量が、未然防止対策③-1における7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認した。

4.3 事故対処設備の健全性

事故対処に必要な恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること及び設計津波に対する浸水による影響がないことを確認する。

事故対処に必要な可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する建家内に保管すること又は設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する屋外に分散配置することを確認する。

これらを確認することで事故時においても事故対処設備が健全性を維持することを確認する。

4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況

恒設の事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対して健全性が維持される高放射性廃液貯蔵場（HAW）に設置している。また、恒設の事故対処設備は、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（「添四別紙 1-1-30 廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備（事故対処設備）」参照）としている。これらより、恒設の事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

可搬型事故対処設備は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内及びプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に配備する。

また、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場は、津波の影響を受けない高台にあり、地盤改良を行うことで設計地震動及び設計津波に対して健全性を維持する。核燃料サイクル工学研究所の南東地区については、津波の影響を受けない高台にあり、設計地震動に対して地盤が安定な場所に可搬型事故対処設備を配備する。これらより、可搬型事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果

恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること及び設計津波に対する浸水がないことを確認した。また、可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内に保管すること又は設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する屋外に分散配置することを確認した。

これらの結果より、事故時においても各事故対処設備の健全性は維持されることを確認した。

4.4 対策の実施までに要する時間

崩壊熱除去機能喪失後、高放射性廃液が沸騰に到達するまでの時間余裕は77時間であることから、事故の発生から未然防止対策③-1の実施完了までの時間が77時間以内であることにより、その有効性を確認する。

4.4.1 事故の発生から対策の着手及び完了までに要する時間

①事故の発生から対策の着手までに要する時間

4.1.2③項より、事故の発生から対策の着手に要する時間は約10時間である。

②対策の着手から完了までに要する時間

未然防止対策③-1の着手から完了までに要する時間は、表3-2-1のタイムチャートから、約12時間である。

このため、事故の発生から対策の完了までに要する合計時間は約22時間となる。

4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果

未然防止対策③-1に要する時間は合計約22時間であり、高放射性廃液が沸騰到達に至るまでの時間（77時間）よりも十分短い。このため、起因事象の発生から廃液の沸騰到達までの間に未然防止対策③-1を実施可能であることを確認した。

4.5 監視測定に係る手順の確認

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7日間）において実施できることを確認する。

4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順

①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定

対策の成否判断に必要な監視について、その手順を「添四別紙 1-1-32 事故時の計装に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策③-1 の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

②その他の監視測定

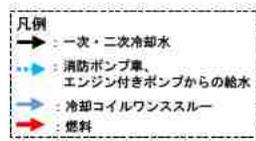
高放射性廃液が未沸騰状態に維持されていることを確認するための監視測定について、その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策③-1 の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果

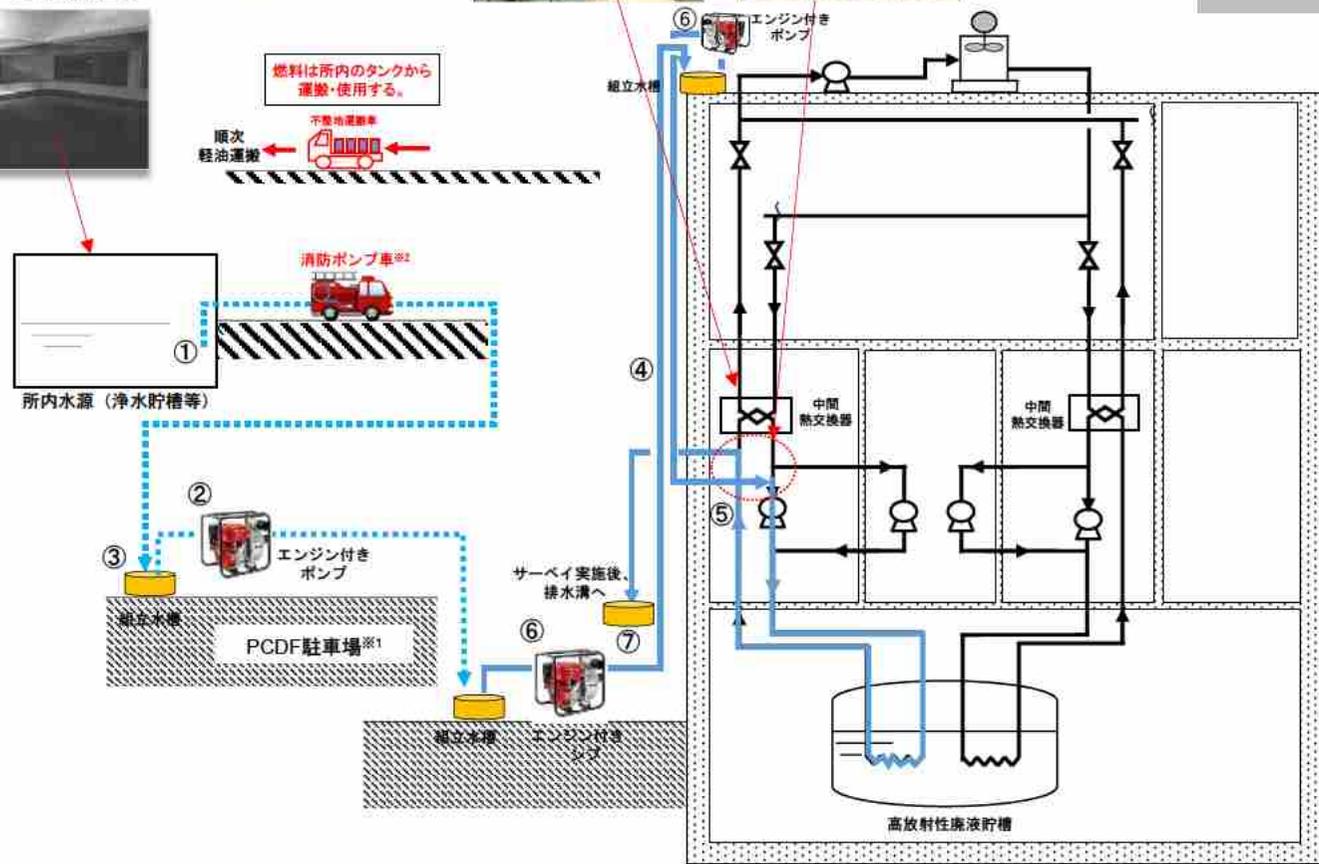
高放射性廃液が状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7日間）において実施できることを確認した。

5. 有効性評価の結果

未然防止対策③-1 の有効性評価においては、事故対応要員の確保、資源の確保、設備の健全性及び所要時間の確認並びに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。したがって、未然防止対策③-1 による事故対応は有効であると判断する。



- 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。
- ④HAW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。
- ⑤HAW屋内の分岐管から各貯槽へ消防ホースを繋ぐ。
- ⑥エンジン付きポンプから貯槽コイルに水を供給する。
- ⑦HAW施設から排出された冷却水はサーベイ実施後、施設外排水溝へ移送する。



※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

図 3-1-1 未然防止対策③-1：エンジン付きポンプ等による冷却（所内資源を利用する場合）

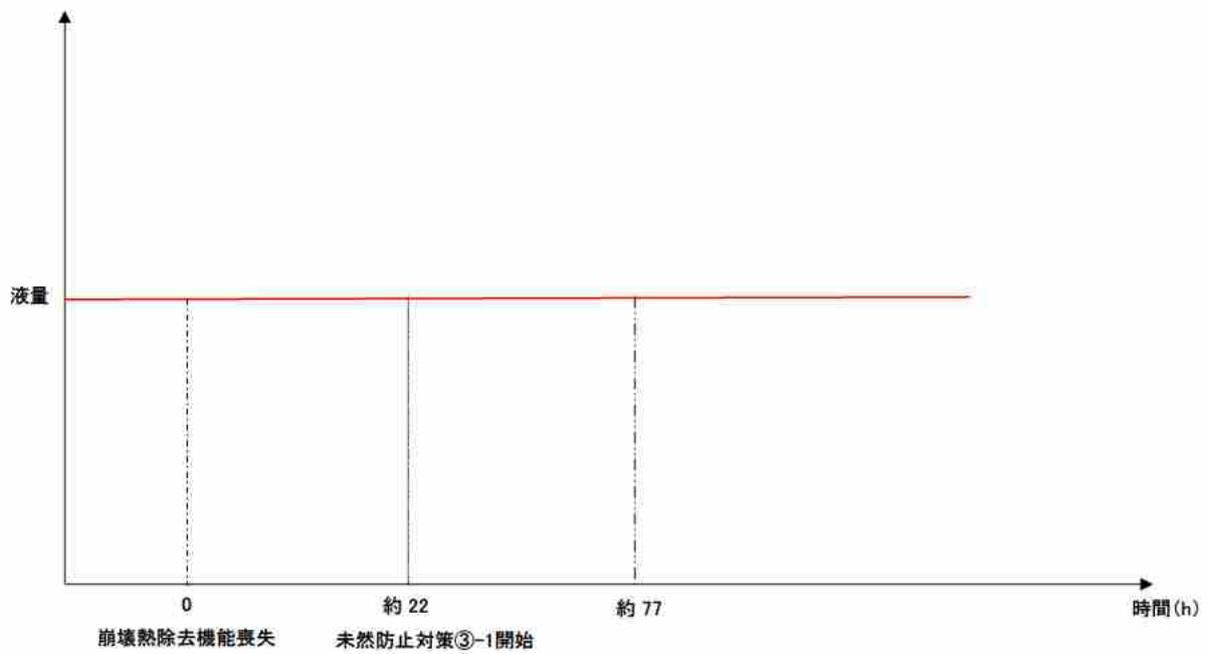
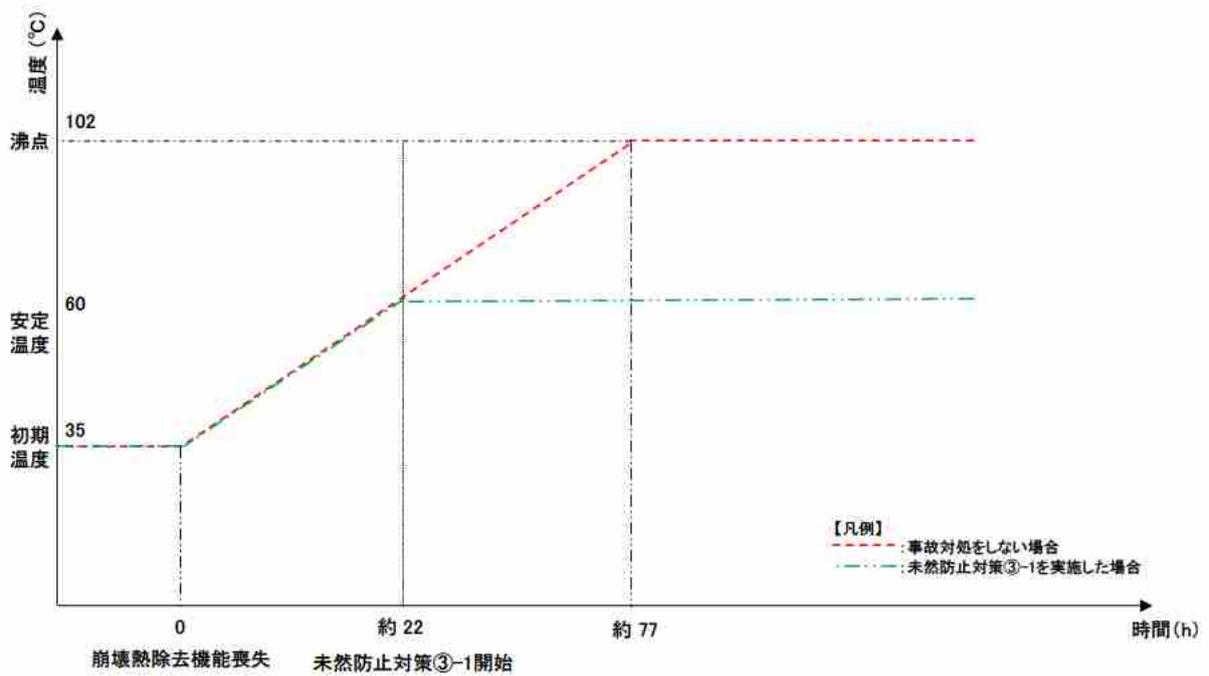


図 3-2-1 対策実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例

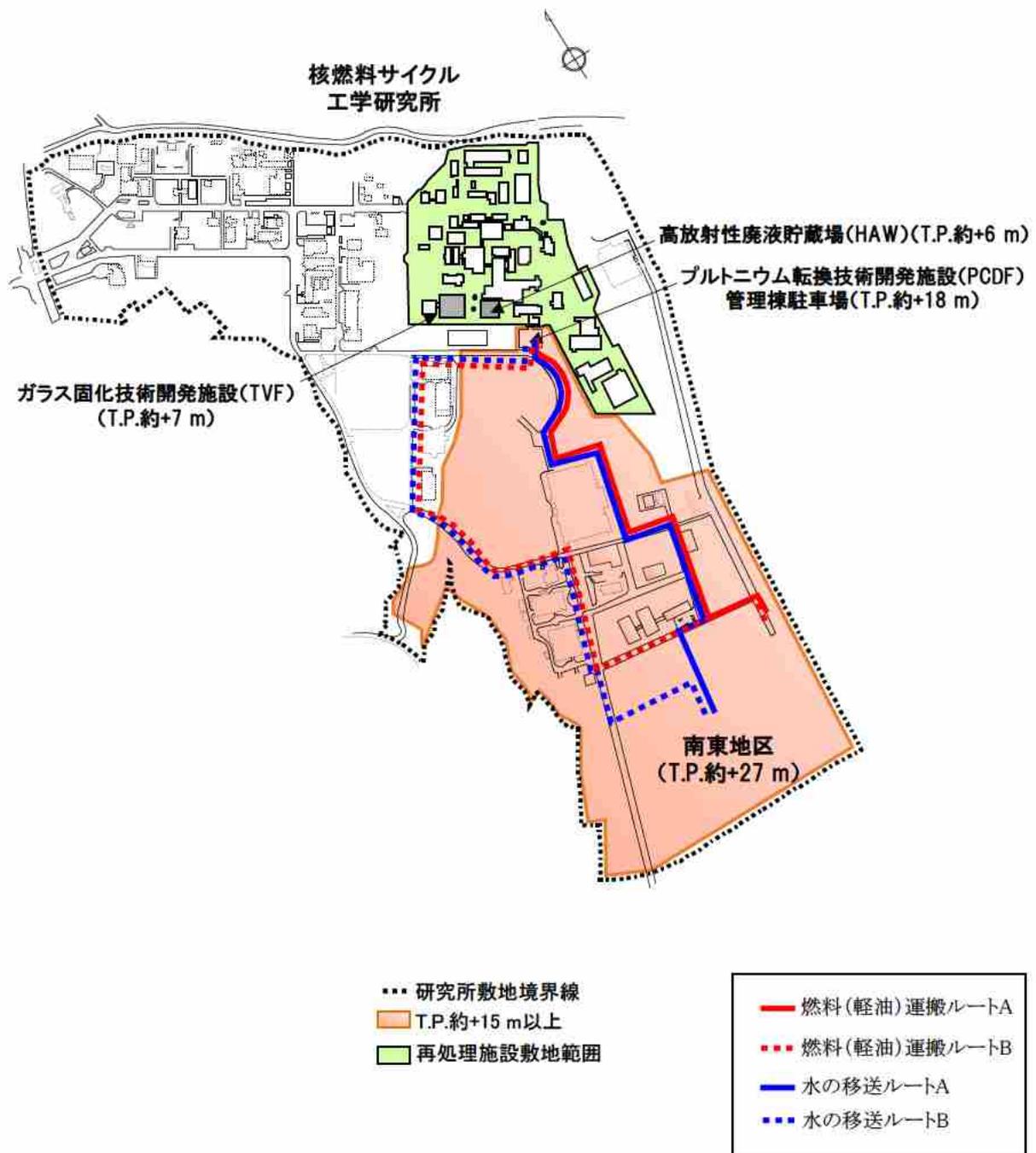
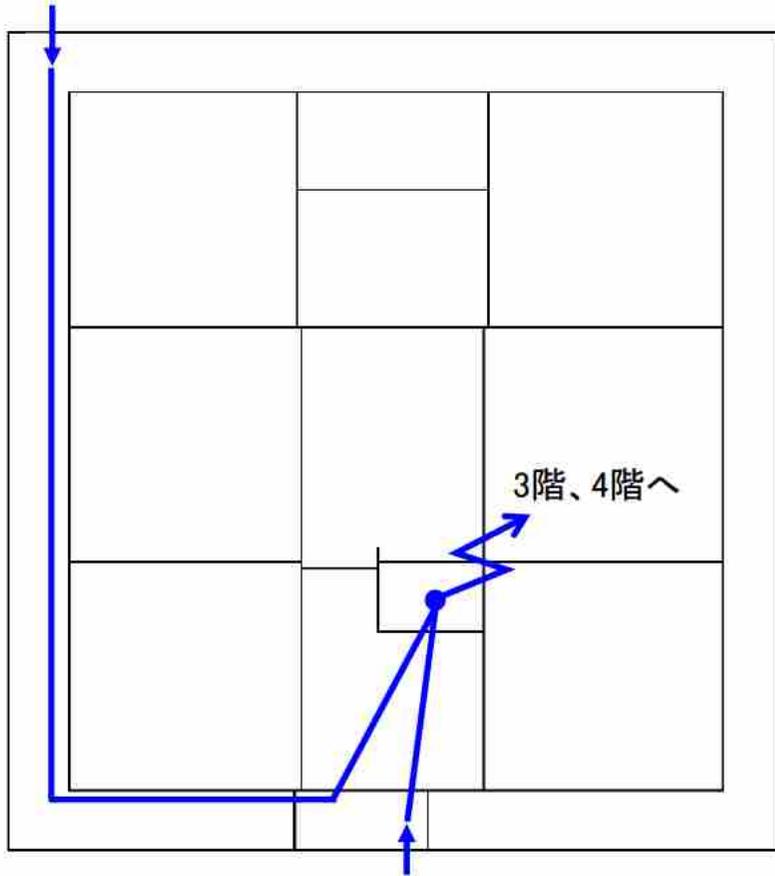


図 3-3-4-1 建家外のアクセスルート



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 1階

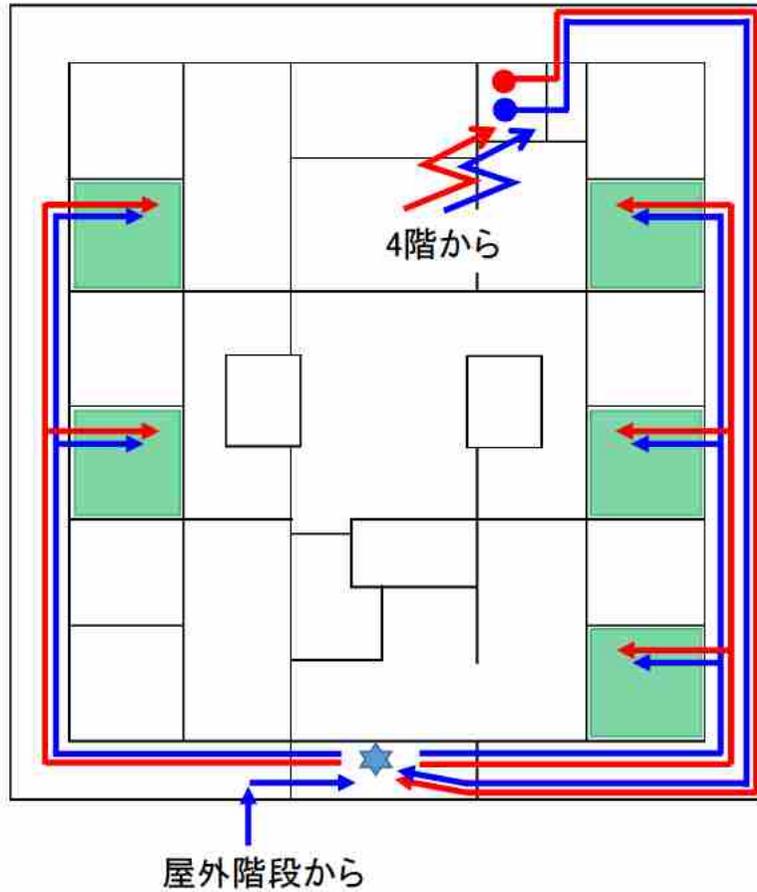


- : 資機材置場
- : 対処エリア
- : 分離精製工場(管理区域内)からのルート
- : 施設外(屋外)からのルート
- : 階段で移動

図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (1/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 3階



- : 資機材置場
- : 対処エリア
- : 分離精製工場(管理区域内)からのルート
- : 施設外(屋外)からのルート
- : 階段で移動

添四別紙 1-1-9-21

図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (2/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 4階

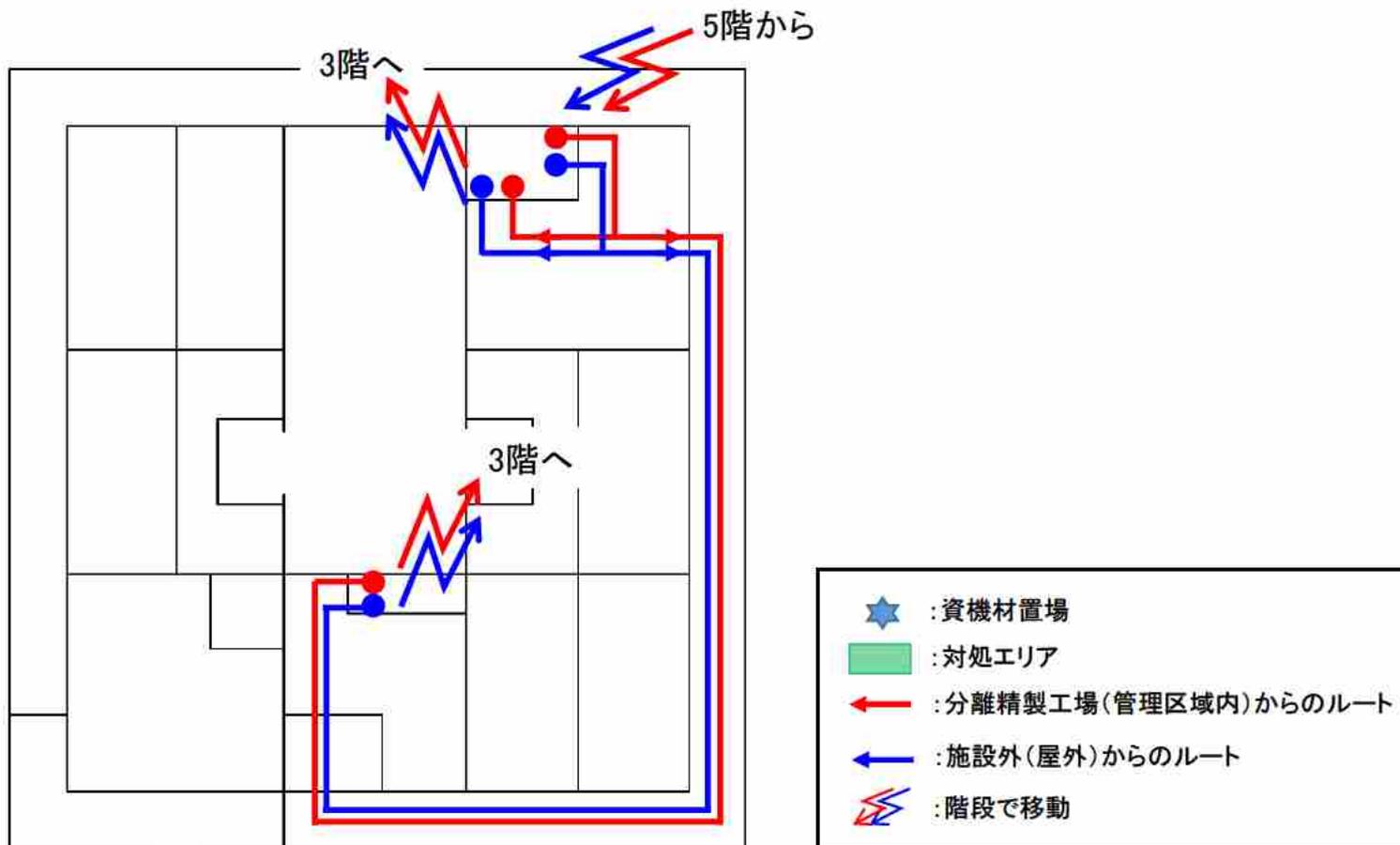


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (3/4)

PN 高放射性廃液貯蔵場(HAW) 5階/屋上

分離精製工場屋上から

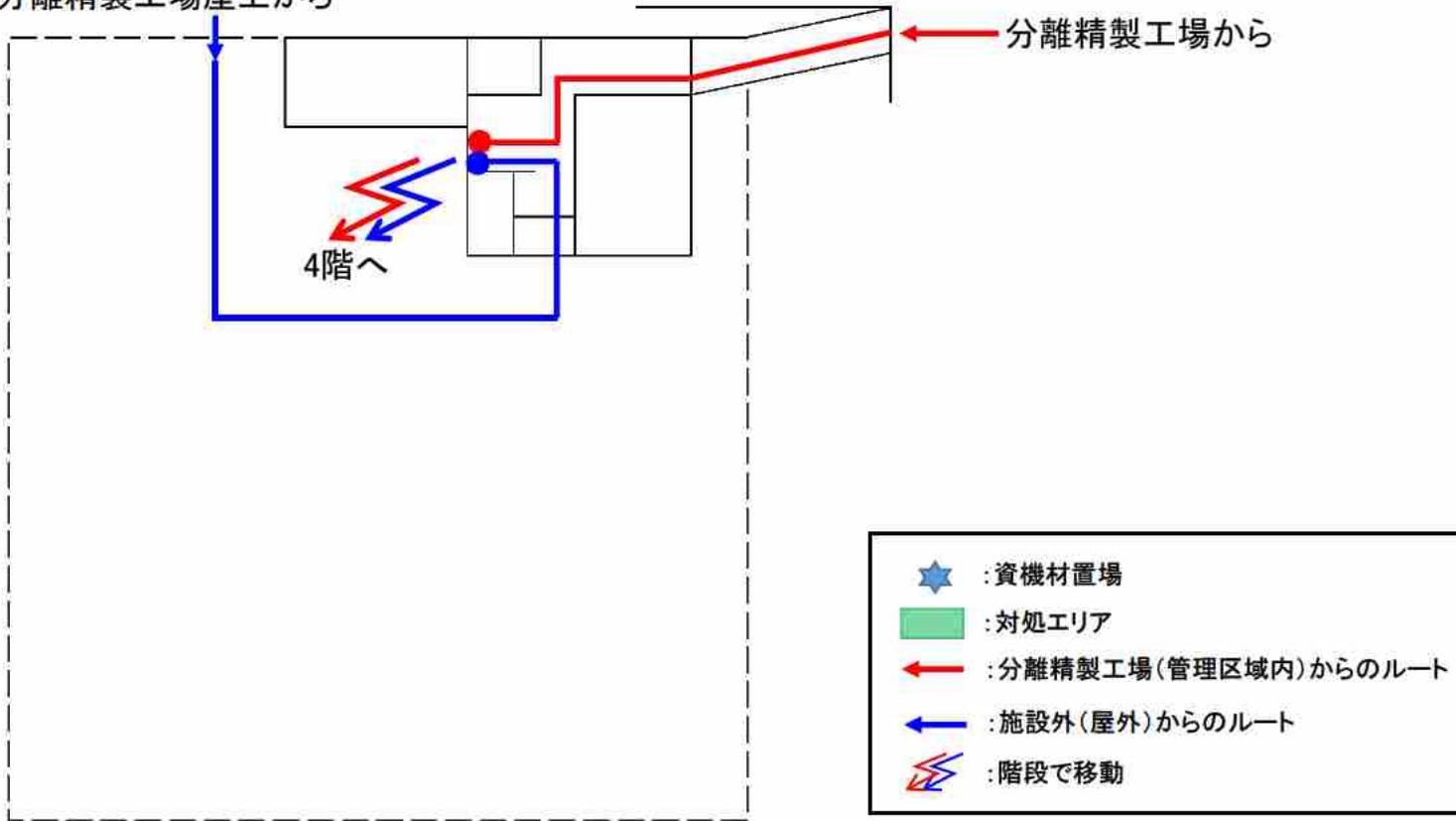


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (4/4)

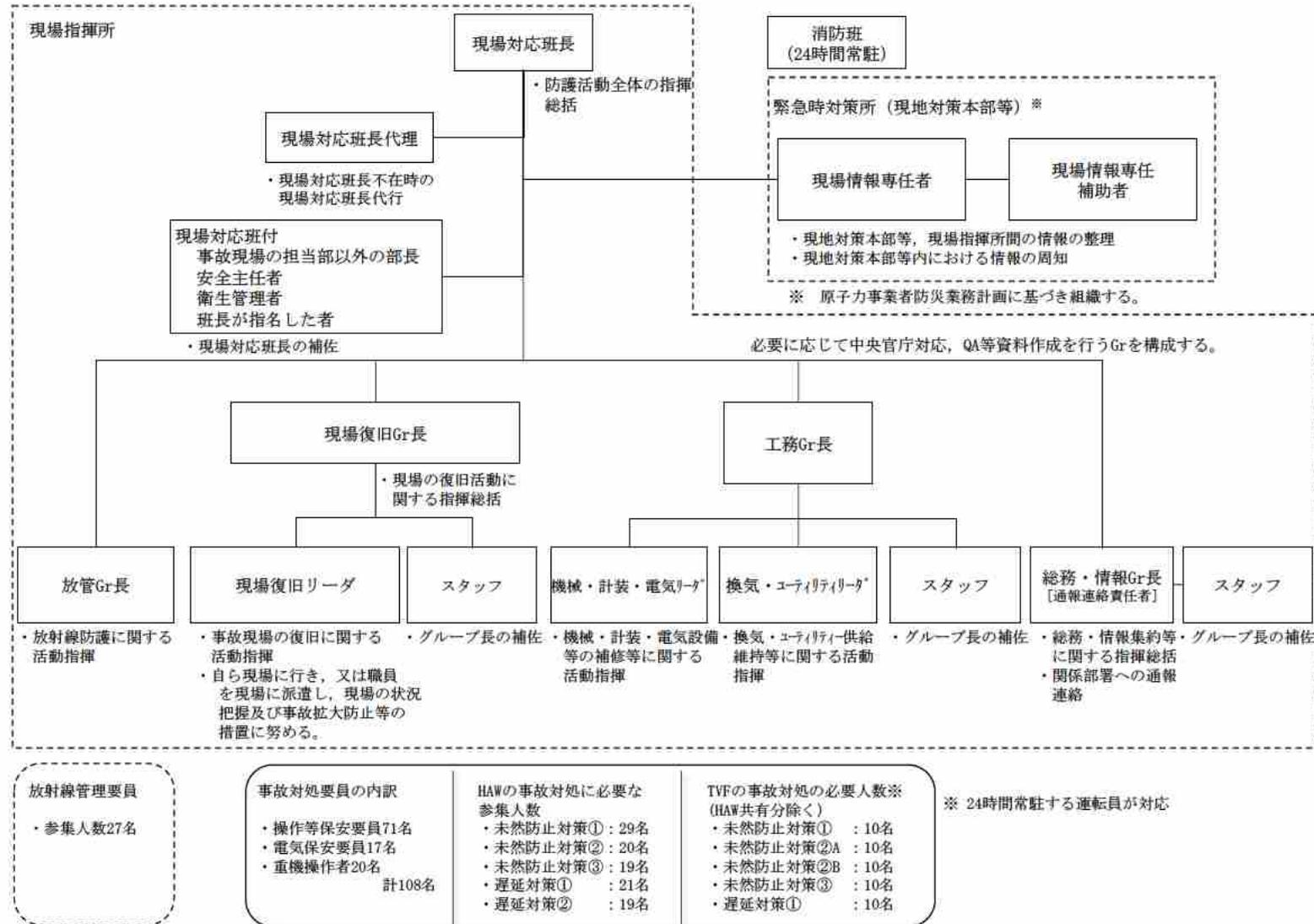


図 3-5-1 事故対処の体制図 (現場対応班)

表 3-2-1 未然防止対策③-1：エンジン付きポンプ等による冷却（所内資源を利用する場合）（タイムチャート）



※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 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
(準備時間:12時間00分)

表 3-3-1-1 未然防止対策③-1 の各手順の実施に必要な人数及びスキル

スキル	未然防止対策③-1 の必要人数
消防ポンプ車の操作	2名
重機操作	7名
その他一般作業	10名
合計	19名

表 3-3-2-1 事故対処設備の燃費

事故対処設備	燃費 [L/h]	備考
移動式発電機	約 210	機器仕様
エンジン付きポンプ	約 1.4	「定格出力 (4.3 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.323 L/kW-h)」より算出
消防ポンプ車	約 5.0	実測値
ホイールローダ	約 4.3	「定格出力 (28 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
油圧ショベル	約 3.4	「定格出力 (22 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
不整地運搬車	約 9.4	「定格出力 (70 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.134 L/kW-h)」より算出
可搬型蒸気供給設備	約 72	機器仕様
エンジン付きライト	約 0.8	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型蒸気供給設備用)	約 3.9	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型冷却設備用)	約 4.8	「定格出力 (33 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.145 L/kW-h)」より算出
可搬型発電機 (通信設備用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型コンプレッサー用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型モニタリング設備用)	約 1.7	機器仕様

※1：建設工事標準歩掛 改訂 56 版（一般財団法人 建設物価調査会）より引用

表 3-3-2-2 未然防止対策③-1 における燃料の必要量

【未然防止対策③-1】

用途	設備	燃料の必要量			
		①燃費 [m ³ /h/台]	②使用時間 [h]	③台数 [台]	必要量 [m ³] (①×②×③)
燃料の 運搬	不整地運搬車	0.0094	14 (計算値)	1	0.14
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
	エンジン付きポンプ	0.0014	168 (7日間の使用を想定)	3	0.71
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などの作業時間は不確実性が大きいため 1 m ³ 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 ³ 程度)				1
照明 設備	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)	1	0.29
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)	1	0.29
				計	5

表 3-3-3-1 未然防止対策③-1 において使用する主な可搬型事故対処設備

	設備	保管場所	使用場所	数量	備考
1	不整地運搬車 (ドラム缶運搬用)	南東地区	所内	1	最大積載本数：9本
2	消防ポンプ車	消防車庫	>T. P. +15 m	1	圧力：>0.187 MPa 揚程：>18.7 m 流量：>200 L/min
3	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW外廻り	1	最大流量：60 m ³ /h 最大揚程：30 m 流量：14.4 m ³ /h(流量は実測値) 揚程：約25 m (HAW屋上EL約18.7 m)
4	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW屋上	1	
5	エンジン付きポンプ	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	
6	組立水槽	HAW建家内	HAW屋上	1	
7	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	容量：5 m ³
8	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	
9	組立水槽	PCDF駐車場※1	PCDF駐車場※1	1	
10	消防ホース(屋外用)	PCDF駐車場※1	所内水源～HAW屋上 (最長1240 m)	62	65A 20 m
11	消防ホース(屋内用)	HAW建家内	HAW建家内	25	65A 20 m (約500 m)
12	分岐管(IN)	HAW建家内	HAW建家内	1	入口側：差込式消火栓弁(65A)×1個 出口側：差込式消火栓弁(65A)×6個
13	分岐管(OUT)	HAW建家内	HAW建家内	1	入口側：差込式消火栓弁(65A)×1個 出口側：差込式消火栓弁(65A)×6個
14	切換バルブ(IN)	HAW建家内	HAW建家内	6	入口側：差込式消火栓弁(65A-80A) (フランジ付き)×6個
15	切換バルブ(OUT)	HAW建家内	HAW建家内	6	出口側：差込式消火栓弁(80A-65A) (フランジ付き)×6個

※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

表 3-3-3-2 未然防止対策③-1 において使用する主な可搬型事故対処設備（重機，通信設備等）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	ホイールローダ	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (29.9 PS) 標準バケット容量：0.09 m ³
2	油圧ショベル	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (30 PS) 標準バケット容量：0.4 m ³
3	エンジン付きライト	PCDF駐車場※1	所内	7	ランプ電力 1000 W
4	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	約3 kVA
5	MCA 携帯型無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	送信出力：2 W
6	衛星電話	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	—
7	簡易無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	16	送信出力：5 W

※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

表 3-3-3-3 未然防止対策③-1 において使用する主な可搬型事故対処設備（計装設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	可搬型温度測定設備 (272V31～272V35, 272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	12	V31～V35は各貯槽2個使用 V37, V38は各貯槽1個使用
2	可搬型液位測定設備 (272V31～272V36)	HAW建家内	HAW建家内	6	各貯槽1個使用
3	可搬型液位測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
4	可搬型密度測定設備 (272V31～272V35)	HAW建家内	HAW建家内	5	各貯槽1個使用
5	可搬型密度測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
6	計装設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	計装設備用可搬型圧縮空気設備, ペーパーレスレコーダー及び ノートPCに給電
7	計装設備用可搬型圧縮空気設備	HAW建家内	HAW建家内	1	液位及び密度の測定に使用
8	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	可搬型計装設備の伝送器からの 信号の受信
9	ノートPC	HAW建家内	HAW建家内	1	データ収集装置間のデータ表示及び データ保存に使用

表 3-3-3-4 未然防止対策③-1 において使用する主な可搬型事故対処設備（放射線管理設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
2	可搬型ガスモニタ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
3	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
4	放射線管理設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	出力 100 V 30 A
5	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
6	可搬型ガスモニタ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
7	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
8	放射線管理設備用可搬型発電機	TVF建家内	TVF建家内	1	出力 100 V 30 A

表 4-1-1-1 通行止めを想定する領域等

領域等	備考
設計津波・L2 津波の 浸水域	茨城県津波ハザードマップ（H24 年）等から設定
土砂災害警戒区域 （急傾斜地）	茨城県土砂災害ハザードマップ （H29 年）から設定 （土石流・地すべりの影響はな い。）
久慈川，那珂川及び 新川を渡河する橋	保守的に地震・津波による 通行止めを想定

表 4-1-2-1 再処理施設から 12 km 圏内の居住者が有するスキル

スキル	12 km 圏内 の居住者数	未然防止対策③-1 の必要人数
消防ポンプ車の操作	6 名	2 名
重機操作	20 名	7 名
その他一般作業	82 名	10 名
合計	108 名	19 名

高放射性廃液貯蔵場（HAW）における
未然防止対策③-2の有効性について

目 次

1. 有効性評価の方針
2. 事故の想定
3. 対策（未然防止対策③-2）
 - 3.1 対策概要
 - 3.2 対策の具体的内容
 - 3.3 要員，資源及び設備等
 - 3.3.1 対策に必要な事故対処要員
 - 3.3.2 対策に必要な資源
 - ①水の必要量
 - ②燃料の必要量
 - 3.3.3 使用する事故対処設備
 - 3.3.4 アクセスルート
 - 3.3.5 通信連絡
 - 3.4 監視測定
 - 3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.4.2 その他の監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.5 事故時の体制と支援
4. 有効性評価
 - 4.1 事故対処要員の確保
 - 4.1.1 事故対処要員の招集
 - ①事故対処要員の招集体制及び招集範囲
 - ②事故対処要員に必要なスキル
 - ③事故対処要員の招集に要する時間
 - 4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果
 - ①事故対処要員の有するスキルの結果
 - ②招集に要する時間の結果
 - ③対策着手に要する時間の結果
 - ④事故対処要員の確保の評価結果

- 4.2 必要な資源の確保
 - 4.2.1 水及び燃料の保管量
 - 4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果
- 4.3 事故対処設備の健全性
 - 4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況
 - 4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果
- 4.4 対策の実施までに要する時間
 - 4.4.1 事故の発生から対策の着手, 完了までに要する時間
 - ①事故の発生から対策の着手までに要する時間
 - ②対策の着手から完了までに要する時間
 - 4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果
- 4.5 監視測定に係る手順の確認
 - 4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順
 - ①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定
 - ②その他の監視測定
 - 4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果
- 5. 有効性評価の結果

1. 有効性評価の方針

事故対処では、事故の発生後、事故対処要員を招集し、事故対処を実施できる要員の数、事故対処に使用可能な資源（水及び燃料）の量及び事故対処設備の状態を把握する。その後、各対策の優先度、各対策に必要な資源、設備及び要員、対処に要する時間の見込み、設備等の修復に要する時間、ウェットサイトの津波がれきの散乱状況等を踏まえ、外部支援に期待しない期間（7日間）、継続して実施可能な対策又は対策の組合せの検討及び実施する対策の選定をした上で、事故対処を行う。

未然防止対策③-2については、事故対処要員の確保、資源の確保、設備の健全性、対策の実施までの所要時間並びに対策の成否判断及び高放射性廃液の状態監視に必要な監視測定手段を確認するとともに、対策の実施により外部支援に期待しない期間（7日間）、高放射性廃液を未沸騰状態に維持できることを確認することで、その有効性を評価する。

2. 事故の想定

起回事象により、耐震性のない建家及び構築物は損傷し、再処理施設の敷地内は浸水して所内の全動力電源を失い、高放射性廃液貯槽の崩壊熱除去機能が喪失することによる蒸発乾固を事故として想定する。また、遡上解析及び軌跡解析の結果から漂流物によるがれき等が敷地内に散乱することを考慮する。

事故の発生を仮定する機器は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び中間貯槽（272V37及び272V38）である（「添四別紙 1-1 1.1.6 事故の発生を仮定する際の条件の設定及び事故の発生を仮定する機器の特定」参照）。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又はガラス固化技術開発施設（TVF）からの返送時以外において中間貯槽には存在しない。また、これらの機器については、蒸発乾固が同時に発生する可能性があることから、有効性評価は同時発生するものとして評価する。なお、事故対処を実施する際の環境について、高放射性廃液は沸騰に至らないことから、高放射性廃液の状態が平常運転時と大きく変わるものではないため、他の事故事象が連鎖して発生することはない。

廃止措置段階にある再処理施設では、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、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増加していく。そこで、令和2年8月31日時点の高放射性廃液貯蔵場（HAW）の貯蔵状況に基づき有効性を評価する。なお、高放射性廃液の沸騰到達までの時間余裕は、「添四別紙 1-1-26 高放射性廃液貯蔵場（HAW）における高放射性廃液の沸騰到達時間の計算書」から、発熱密度が最も大きく、沸騰到達までの時間が他の貯槽よりも短い高放射性廃液貯槽（272V35）の77時間とする。

また、分離精製工場（MP）に貯蔵中の発熱密度が小さい廃液を、高放射性廃液貯蔵場（HAW）

の高放射性廃液貯槽に移送した場合、希釈により高放射性廃液貯槽の発熱密度は小さくなり、沸騰に至るまでの時間余裕はより長くなるが、分離精製工場（MP）からの廃液の移送による沸騰到達までの遅延は、有効性評価においては見込まないこととする。

3. 対策（未然防止対策③-2）

3.1 対策概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液を内包する高放射性廃液貯槽は、通常時には、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の冷却水系により冷却を行い、高放射性廃液の崩壊熱による温度上昇を防止している。

冷却水系は、高放射性廃液の崩壊熱を除去する一次冷却系、一次冷却系を冷却する二次冷却系、二次冷却系に移行した熱を大気中へ逃がす建家屋上の密閉式冷却塔等から構成される。

未然防止対策③-2では、崩壊熱除去機能の機能喪失に対し、エンジン付きポンプ等の可搬型事故対処設備により、一次冷却水系統の冷却コイルへワンスルーで水を給水し、事象発生から沸騰に至る評価時間（77時間）までの間に、崩壊熱除去機能を回復させる。対策に必要な資源である水は自然水利として再処理施設北側の新川から給水系統を確保する。燃料は所内の燃料資源から確保する。さらに、津波によるウェットサイトを想定し、これら資源の確保等に当たって必要なアクセスルート上にかれき等の漂流物があった場合は、重機により撤去する等して必要な資機材の運搬を行う。未然防止対策③-2の対策概要図を図3-1-1に示す。

3.2 対策の具体的内容

未然防止対策③-2の構成を明確化し、平常運転時に使用する系統から速やかに切り替え操作ができるように、未然防止対策③-2に必要な手順書を整備する。また、訓練を実施して各手順を確認し、対策に要する時間（タイムチャート）を作成する。以下、未然防止対策③-2の具体的内容を示す。

イ. 冷却コイルへの通水の着手判断

崩壊熱除去機能が喪失した場合は、エンジン付きポンプ等を用いて冷却コイルへ通水する未然防止対策③-2に必要な資源、設備及び要員が確保されている場合は、冷却コイルへの通水の実施を判断し、以下のロ.及びハ.に移行する。

ロ. 建家外からの水の供給経路の構築

エンジン付きポンプに使用する燃料を確保する。

自然水利からの取水ポイントを選定し、取水ホースを敷設し、エンジン付きポンプ及び組立水槽から冷却コイルに水を供給する経路を構築する。なお、自然水利からの取水ポイントは、高放射性廃液貯蔵場（HAW）から最も近い自然水利（新川河口付近）からの取水を基本とする。自然水利から取水するためのアクセスルートにおいて車両走行が可能な場合は、高台に退避している消防ポンプ車を使用し、冷却コイルに水を供給する経路を構築する。

ハ. 可搬型計装設備の準備

高放射性廃液貯槽の廃液の温度を測定するために可搬型計装設備を準備し、恒設の計装設備へ可搬型温度計測設備を接続し温度測定を可能とする系統を構築する。廃液の温度測定対象設備は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び高放射性廃液を保有している場合の中間貯槽*（272V37 及び V38）である。

* 高放射性廃液を保有している場合

ニ. 冷却コイルへの通水の実施判断

冷却コイルへの通水の準備が完了後、冷却コイルへの通水の実施を判断し、以下のホ. に移行する。

ホ. 冷却コイルへの通水の実施

エンジン付きポンプを起動し、排水経路及び供給経路に異常がないことを確認する。

冷却コイルへの通水時に必要な監視項目は高放射性廃液の温度である。

冷却コイルへの通水に使用した冷却水は、組立水槽に回収し、サーベイメータ等を用いて汚染の有無を確認した上で、施設外へ排水する。

燃料は、所内燃料から消防ポンプ車又はエンジン付きポンプに逐次、補給する。

なお、取水場所から高放射性廃液貯蔵場（HAW）近傍へのアクセスルートにおいて車両走行が可能な場合は、高台に退避している消防ポンプ車を使用する。

ヘ. 崩壊熱除去機能維持の成否判断

高放射性廃液貯槽に貯蔵する高放射性廃液が未沸騰状態（廃液温度 102℃未満）で安定していることを確認し、未然防止対策③-2の実施により崩壊熱除去機能が維持されていると判断する。

ト. 監視測定

未然防止対策③-2により崩壊熱除去機能が維持されていることを判断するために必要な

監視項目は、高放射性廃液貯槽及び中間貯槽の高放射性廃液の温度である。対策実施後に高放射性廃液の温度を測定することで、崩壊熱除去機能が維持されているか監視する。

上記に基づき未然防止対策③-2に係る訓練を実施して作成したタイムチャートを表 3-2-1 に示す。未然防止対策③-2 実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例を図 3-2-1 に示す。

なお、タイムチャート中の自然水利からの給水系統の給水に要する時間及び所内の燃料を保管する既設設備からの給油に要する時間は、再処理施設北側の自然水利（新川河口付近）からの取水及び高放射性廃液貯蔵場(HAW)から最も遠い燃料を保管する既設設備を利用する場合の時間により確認した。

3.3 要員、資源及び設備等

3.3.1 対策に必要な事故対処要員

未然防止対策③-2の各手順の実施に必要な人数及びスキルを表 3-3-1-1 に示す。要員数は、タイムチャート上に示す各手順の実施に必要な人数を合計して求めた。その結果、未然防止対策③-2の実施に必要な事故対処要員数は、19人であった。

3.3.2 対策に必要な資源

①水の必要量

未然防止対策③-2において使用する水は、沸騰までの時間余裕が最も短い高放射性廃液貯槽（272V35）の発熱量から、沸騰しないために冷却コイルへ供給する水の必要量を算出した（詳細は「添四別紙 1-1-28 高放射性廃液貯蔵場（HAW）における高放射性廃液の除熱に必要な冷却水流量の計算書」参照）。時間当たり 12 m³で冷却コイルへ供給し^{※1}、7日間を積算すると、未然防止対策③-2における水の必要量は約 2016 m³である。

$$12 \text{ m}^3/\text{h} \times 168 \text{ h} = 2016 \text{ m}^3$$

これより、未然防止対策③-2における水の必要量は 2016 m³である。

※1：エンジン付きポンプは、1台当たり約 60 m³/h の送水能力を有し、消防ポンプ車は 1台当たり 168 m³/h の送水能力を有している。

②燃料の必要量

未然防止対策③-2において使用する燃料は、主にエンジン付きポンプ、消防ポンプ車等の燃料である。必要な燃料量は、各設備の燃費に使用時間及び台数を乗じて算出した。なお、アクセスルートの確保に使用するホイールローダ、不整地運搬車及び油圧ショベルについては、訓練実績からがれき撤去等の作業時間を約6時間と想定したものの、その不確かさを考慮して、訓練結果から算出した必要量(0.12 m³)を保守的に見積もり、1 m³とした。

燃費については、実測値及び機器仕様から求め、実測値及び機器仕様が無いものについては定格出力と燃料消費量の積により算出した。各設備の燃費を表3-3-2-1に示す。

水の供給用、冷却用設備、通信機器及び監視機器への給電設備は外部支援に期待しない期間として7日間とした。エンジン付きライトは、夜間を含む使用を想定して84時間とした。また、燃料を運搬する不整地運搬車の使用時間は、不整地運搬車を除く各設備に必要な燃料を運搬する時間に、燃料を搭載したドラム缶の積み下ろし時間、給油時間を加えて算出した。

これらを積算した結果、未然防止対策③-2における燃料の必要量は3 m³である(表3-3-2-2参照)。

3.3.3 使用する事故対処設備

未然防止対策③-2において使用する主な恒設の事故対処設備は、一次冷却系統である。

また、未然防止対策③-2において使用する主な可搬型事故対処設備は、エンジン付きポンプ等である。主な可搬型事故対処設備を表3-3-3-1～表3-3-3-4に示す。給水設備及び給電設備の主な事故対処設備について、単一故障も考慮し、適切な予備品及びその取替えのために必要な機材等を確保し、外部事象の影響を受けにくい場所を考慮して保管する。

3.3.4 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、事故対処設備の保管場所から設置場所への運搬又は他の設備の被害状況の把握のために、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、運搬及び配置に支障を来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。また、漂流物によるがれき等に対しては、重機による撤去、道路の補修等によりアクセスルートを確保する。

建家外のアクセスルートを図3-3-4-1に示す。また、建家内のアクセスルートを図3-3-4-2に示す。

3.3.5 通信連絡

想定される事故等が発生した際に、未然防止対策③-2の実施に必要な通信連絡を行えるよう、通信連絡に係る手順を整備している。通信連絡の手順について「添四別紙 1-1-35 通信連絡に関する手順等」に示す。

3.4 監視測定

3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定

①測定対象パラメータ

未然防止対策③-2は崩壊熱除去機能の機能喪失に対し、エンジン付きポンプ等の可搬型事故対処設備により、一次冷却水システムの冷却コイルへワンスルーで水を給水し、崩壊熱除去機能を回復させる対策であることから、高放射性廃液を沸点未満に維持できていることを確認するため、未然防止対策③-2の成否判断をする上で情報を把握するために必要な測定対象パラメータは、以下のとおりである。

<測定対象パラメータ>

- ・高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：廃液の温度
- ・中間貯槽（272V37 及び 272V38）：廃液の温度

恒設の計装設備は、外部事象等により全動力電源喪失が発生した場合、高放射性廃液貯槽等の蒸発乾固に至るおそれのある機器のパラメータの計測ができなくなる。このため、これらの恒設での監視機能が喪失した場合は、事故対処が困難となることから監視機能喪失時の事故対処に備えて可搬型による計装設備及びその専用となる計装設備用可搬型発電機を配備し、その機能を代替する。

②監視測定の方法

可搬型の計測設備による計測方法の概要を以下に示す。また、計測手順を「添四別紙 1-1-32 事故時の計装に関する手順等」に示す。

a. 設備の概要

可搬型計装設備には、液位及び密度の計測設備及び温度の計測設備がある。液位や密度の計測設備は、既設伝送器の導圧管との差圧を計測するための差圧伝送器やパージメータなどの計器類を使用する。温度計測設備は、端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定する。未然防止対策③-2では、これらのうち、温度計測設備による測定を行

う。

なお、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の可搬型計装設備による計測結果は、データ収集装置へ伝送する。

b. 可搬型計装設備の測定対象及び測定方法

(a) 測定対象

- ・ 高放射性廃液貯槽（272V31～272V35） : 廃液の温度
- ・ 中間貯槽（272V37 及び 272V38） : 廃液の温度

(b) 測定方法

温度の測定は既設熱電対を用い、既設の熱電対端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定を行う。なお、既設熱電対に断線や絶縁不良があった場合は、予備の熱電対と交換した上で測定を行う。

3.4.2 その他の監視測定

①測定対象パラメータ

高放射性廃液貯槽からのオフガスのモニタリングを実施する。

②監視測定の方法

可搬型モニタリング設備により高放射性廃液貯槽からのオフガスをサンプリングし、監視する。その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。

3.5 事故時の体制と支援

事故対処を実施する現場対応班及び情報の整理等を実施する現地対策本部の役割分担及び責任者を定め、指揮命令系統を明確にして効果的な事故対処を実施し得る体制を整備する。

事故対処は現場対応班により実施する。現場対応班の構成を図 3-5-1 に示す。現場対応班長は再処理廃止措置技術開発センター長が務め、現場対応班の統括管理を行い、原子力防災の活動方針を決定する。現場対応班における指揮命令系統を明確にするとともに、指揮者である現場対応班長が不在の場合は、あらかじめ定めた順位に従い、現場対応班長代理がその職務を代行する。

現場対応班では、役割分担及び責任者等を定め、指揮命令系統を明確にし、効果的な事故対処を実施し得る体制を整備する。

現場対応班は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）の両施設で同時に事故等が発生した場合においても対応できるようにする。

また、核燃料サイクル工学研究所長は、発生事象が警戒事象又は特定事象に該当すると判断した場合は、核燃料サイクル工学研究所内に防災体制を発令するとともに、防災業務計画に基づく原子力防災組織として現地対策本部を設置する。現地対策本部は、支援組織として事故対処を行う現場対応班に対して技術的助言を行う技術支援組織及び現場対応班が事故対処に専念できる環境を整える運営支援組織等を設ける。具体的には、被災状況の集約、環境モニタリング、救助及び救護活動、外部への情報発信、資機材の調達等を実施する。

その他、外部からの支援については「添四別紙 1-1-31 事故収束対応を維持するための支援」に示す。また、中長期的な対応を行うための緊急時対策所の居住性については「添四別紙 1-1-34 緊急時対策所の居住性等に関する手順等」に示す。

4. 有効性評価

4.1 事故対応要員の確保

必要な人数に対して、事故対応要員（必要なスキルを有することを含む。）が確保できることを確認する。事故対応要員の招集は、勤務時間外（休日夜間）に地震及び津波が発生した場合等においても可能なことを確認する。また、事故対応要員の招集に要する時間を確認する。

4.1.1 事故対応要員の招集

①事故対応要員の招集体制及び招集範囲

未然防止対策③-2に必要な事故対応要員は19名であり、勤務時間内においては日勤者が事故対応を実施する。

勤務時間外（休日夜間）においては、24時間常駐する交代勤務者に加えて事故対応要員を招集して事故対応を実施する。交代勤務者以外の事故対応要員については、勤務時間外（休日夜間）における東海村震度6弱以上の地震の発生又は大津波警報の発令により、招集指示の有無に関わらず核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集する体制としている。このため、地震等により通信障害が発生した場合においても、事故対応に必要な人数を確保できる体制となっている。

再処理施設は北部の久慈川流域及び南部の那珂川流域の間に位置し東部は太平洋に面した位置関係にあるため、事故対応要員の招集においては、設計津波襲来に伴う大規模な地震及び津波による橋の通行不可及び津波の浸水による交通への影響が考えられる。したがって、事故対応要員の招集に当たっては、これらの影響を受けない領域から必要人数の確保が可能な範囲として再処理施設から半径12 km圏内を設定する。事故対応要員の招集範囲及び招集時の通行ルートを図4-1-1-1に示す。

招集時の通行ルートについては、茨城県の津波ハザードマップ及び土砂災害ハザードマップを参考に表4-1-1-1に示すルートは、招集時に通行できないものとしてルートの選定を行った。なお、地震、津波等の影響を考慮し、久慈川より北側及び那珂川より南側の居住者の参集は期待しないこととした。

②事故対応要員に必要なスキル

未然防止対策③-2の実施には、消防ポンプ車の操作及び重機操作のスキルが必要である。このため、再処理施設から12 km圏内に居住する事故対応要員により未然防止対策③-2に必要なスキル及び人数を確保する。

③事故対処要員の招集に要する時間

事故対処要員の招集に要する時間は、事故対処要員の居住地区ごとに自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東門まで徒歩で参集する訓練により確認する。また、事故対処要員の招集後に未然防止対策③-2の着手までに必要な人員点呼及び役割分担等に要する時間を含め訓練にて確認する。

4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果

①事故対処要員の有するスキルの結果

再処理施設から12 km圏内には、事故対処に係る全要員のうち約100名が居住している。表4-1-2-1に12 km圏内に居住する事故対処要員が有する各スキル及びその人数を示す。

この結果より、12 km圏内に居住する事故対処要員を招集することで、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の未然防止対策③-2の実施に必要なスキル及び人数を確保できることを確認した。

②招集に要する時間の結果

招集訓練の結果、自宅を出発するまでの準備時間は約1時間であり、移動時間は最も移動距離が長くなる地区で約4時間であることを確認した。

徒歩による夜間の移動速度は、昼間の0.8倍程度になることが報告されている¹⁾。これを踏まえ、事故対処の有効性評価においては、事故対処要員の自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東地区までの移動に要する時間は、訓練実績を保守的に1.5倍した6時間とする。

1) ”南海トラフ巨大地震の被害想定について(第一次報告)”，中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ(2012)

③対策着手に要する時間の結果

事故対処要員が核燃料サイクル工学研究所に到着した状況を模擬し、未然防止対策③-2に着手するまでに必要な人員点呼及び役割分担等の対応手順を確認する訓練を実施した。その結果、未然防止対策③-2の着手までには約2時間を要することを確認した。

そこで、事故対処の有効性評価においては、未然防止対策③-2の着手までに要する時間は訓練実績を保守的に1.5倍した3時間とする。

したがって、地震発生から未然防止対策③-2に着手するまでに要する時間は、合計10時間(準備時間：1時間，移動時間：6時間及び人員点呼等：3時間)となる。

④事故対処要員の確保の評価結果

必要な事故対処要員（19人）については、招集指示の有無にかかわらず起因事象の発生に伴い参集を開始する体制を構築しており、津波の影響を受けない参集ルートで、核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集して確保できることを確認した。

なお、起因事象の発生から対策開始までの時間は、参集移動の準備、居住地からの移動（徒歩）及び参集後の人員点呼・班編成等を考慮し10時間を想定する。

4.2 必要な資源の確保

水及び燃料の保管量が、未然防止対策③-2における7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認する。

4.2.1 水及び燃料の保管量

事故対処に必要な水は、核燃料サイクル工学研究所の敷地の北方向に隣接した自然水利（新川河口付近）から取水することを基本とする。

事故対処に必要な燃料は、既存の所内燃料から使用する。所内には、高台に約450 m³の設備及び低地に約278 m³の設備に燃料を有している。津波が遡上しないT.P.+15 m以上の高台には、南東地区（燃料タンク）に約390 m³、地層処分放射化学研究施設（クオリティ）地下タンクに約10 m³及びプルトニウム燃料技術開発センターユーティリティ棟に約50 m³の燃料を保管している。さらに、津波の遡上域ではあるものの、（再処理施設）ユーティリティ施設地下貯油槽に約114 m³、中間開閉所燃料地下貯油槽に約30 m³、第二中間開閉所燃料地下貯油槽に約45 m³、低放射性廃棄物処理技術開発施設（LWTF）地下貯油槽に約30 m³、ガラス固化技術開発施設（TVF）地下貯油槽に約25 m³、高レベル放射性物質研究施設（CPF）地下埋設オイルタンクに約9 m³及び非常用予備発電棟地下燃料タンク貯油槽に約25 m³の燃料を保管している。このように、複数の燃料資源が所内各地にそれぞれ分散配置されている。

4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果

水については、対策を継続するために必要な水2016 m³に対し、自然水利による取水訓練において新川からの給水系統、取水状況を確認できたことから、7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たす。

燃料については、対策を継続するために必要な燃料3 m³に対し、津波が遡上しない所内の高台の約450 m³設備に燃料を分散配置して保管している。

燃料を保管する既設の設備については、所内の高台を含め複数個所に分散しており、沸騰到達までの時間余裕の中で、被災状況に応じて使用可能な設備を利用する。これらのことか

ら、7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たす。

これらの結果から、水及び燃料の保管量が、未然防止対策③-2における7日間（外部支援に期待しない期間）の必要量を満たすことを確認した。

4.3 事故対処設備の健全性

事故対処に必要な恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること及び設計津波に対する浸水による影響がないことを確認する。

事故対処に必要な可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する建家内に保管すること又は設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する屋外に分散配置することを確認する。

これらを確認することで事故時においても事故対処設備が健全性を維持することを確認する。

4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況

恒設の事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対して健全性が維持される高放射性廃液貯蔵場（HAW）等に設置している。また、恒設の事故対処設備は、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（「添四別紙 1-1-30 廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備（事故対処設備）」参照）としている。これらより、恒設の事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

可搬型事故対処設備は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内及びプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に配備する。

また、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場は、津波の影響を受けない高台にあり、地盤改良を行うことで設計地震動及び設計津波に対して健全性を維持する。核燃料サイクル工学研究所の南東地区については、津波の影響を受けない高台にあり、設計地震動に対して地盤が安定な場所に可搬型事故対処設備を配備する。これらより、可搬型事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果

恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること及び設計津波に対する浸水がないことを確認した。また、可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内に保管すること又は設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する屋外に分散配置することを確認した。

これらの結果より、事故時においても各事故対処設備の健全性は維持されることを確認し

た。

4.4 対策の実施までに要する時間

崩壊熱除去機能喪失後、高放射性廃液が沸騰に到達するまでの時間余裕は77時間であることから、事故の発生から未然防止対策③-2の実施完了までの時間が77時間以内であることにより、その有効性を確認する。

4.4.1 事故の発生から対策の着手及び完了までに要する時間

①事故の発生から対策の着手までに要する時間

4.1.2③項より、事故の発生から対策の着手に要する時間は約10時間である。

②対策の着手から完了までに要する時間

未然防止対策③-2の着手から完了までに要する時間は、表3-2-1のタイムチャートから、約12時間である。

このため、事故の発生から対策の完了までに要する合計時間は約22時間となる。

4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果

未然防止対策③-2に要する時間は合計約22時間であり、高放射性廃液が沸騰到達に至るまでの時間(77時間)よりも十分短い。このため、起因事象の発生から廃液の沸騰到達までの間に未然防止対策③-2を実施可能であることを確認した。

4.5 監視測定に係る手順の確認

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間(7日間)において実施できることを確認する。

4.5.1 対策の成否判断に必要な監視の手順

①崩壊熱除去機能が維持されていることを確認するための監視測定

対策の成否判断に必要な監視について、その手順を「添四別紙1-1-32事故時の計装に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策③-2の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

②その他の監視測定

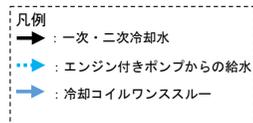
高放射性廃液が未沸騰状態に維持されていることを確認するための監視測定について、その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、未然防止対策③-2 の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

4.5.2 監視の手順に係る有効性評価結果

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7日間）において実施できることを確認した。

5. 有効性評価の結果

未然防止対策③-2 の有効性評価においては、事故対応要員の確保、資源の確保、設備の健全性及び所要時間の確認並びに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。したがって、未然防止対策③-2 による事故対応は有効であると判断する。



- ① 自然水利からエンジン付きポンプで取水する。
- ↓
- 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。
- ↓
- ⑤ HAW施設屋内の分岐管から各貯槽へ消防ホースを繋ぐ。
- ↓
- ⑥ エンジン付きポンプで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、施設外排水溝へ移送する。

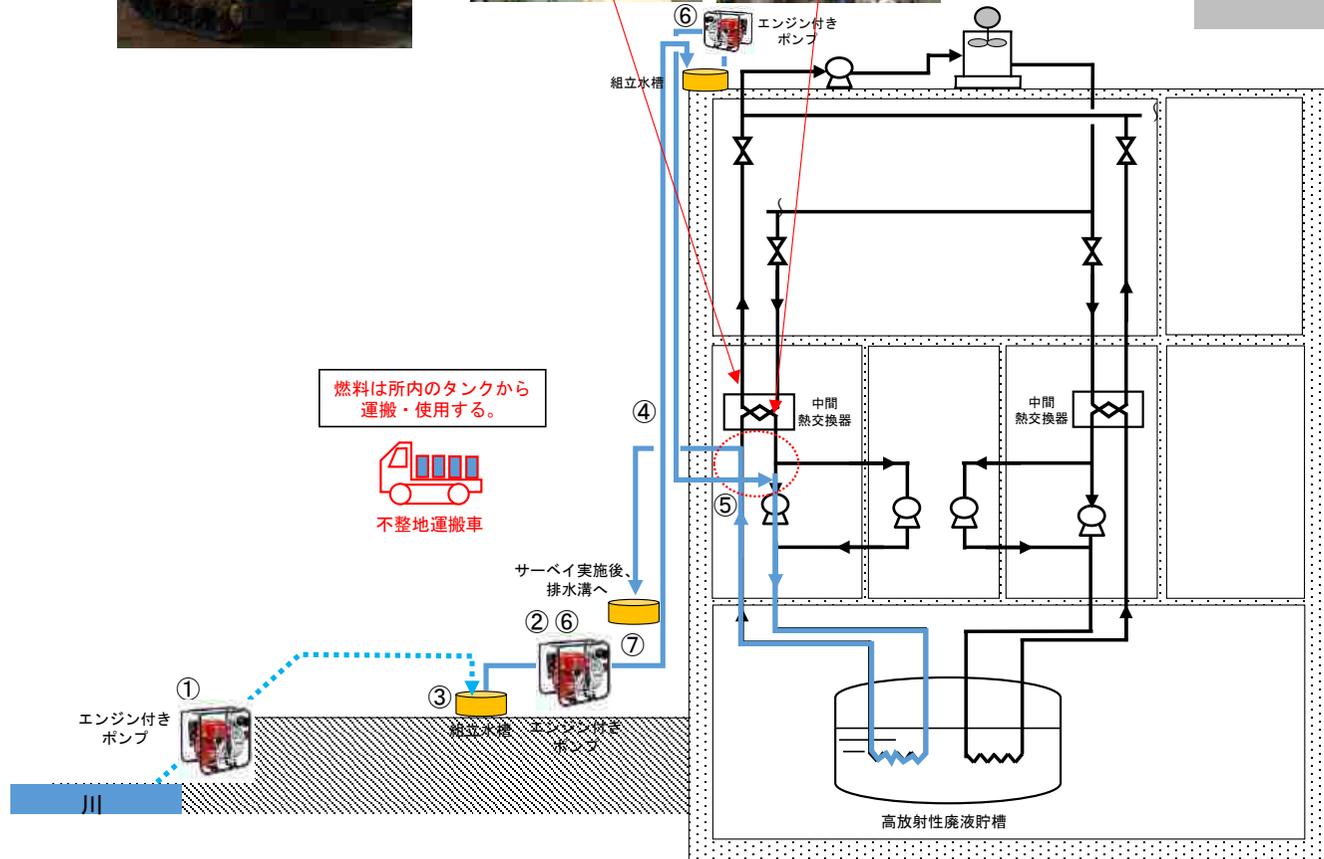


図 3-1-1 未然防止対策③-2 : エンジン付きポンプ等による冷却 (自然水利及び所内燃料を利用する場合)

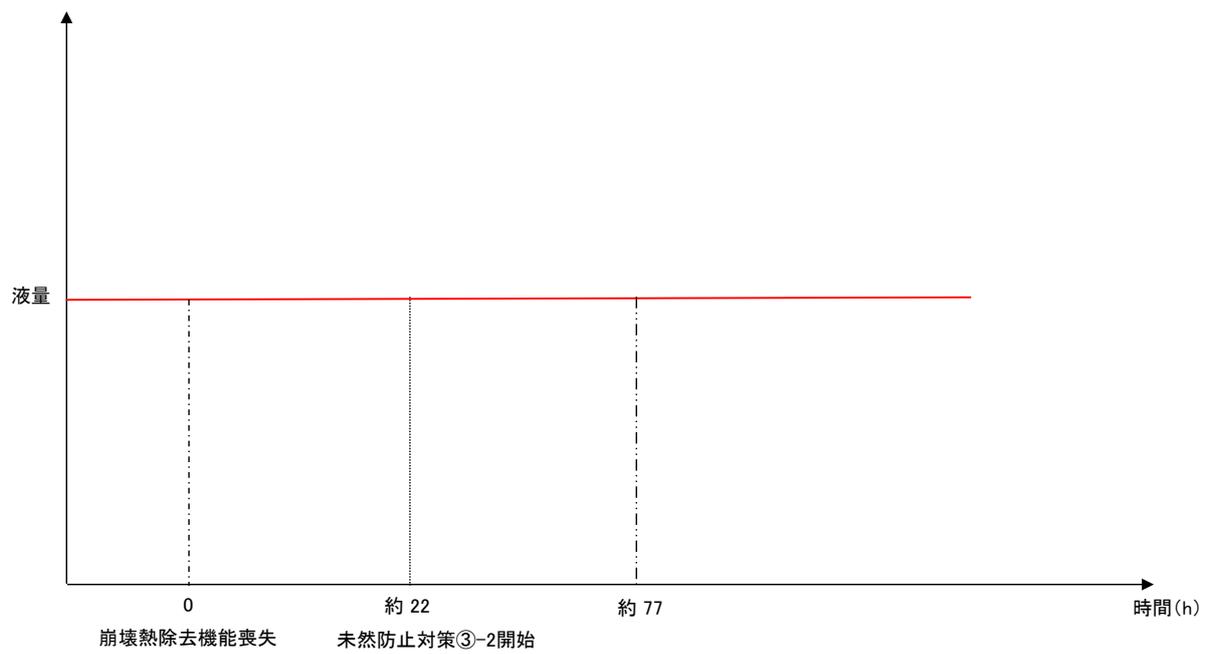
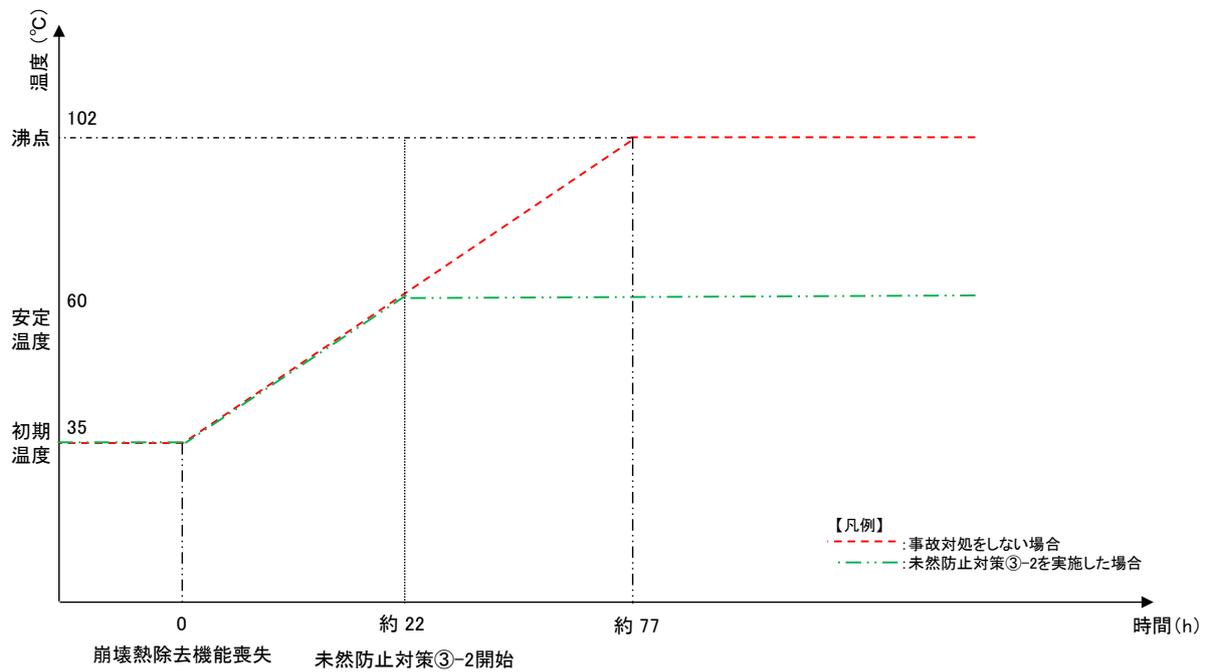


図 3-2-1 対策実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例

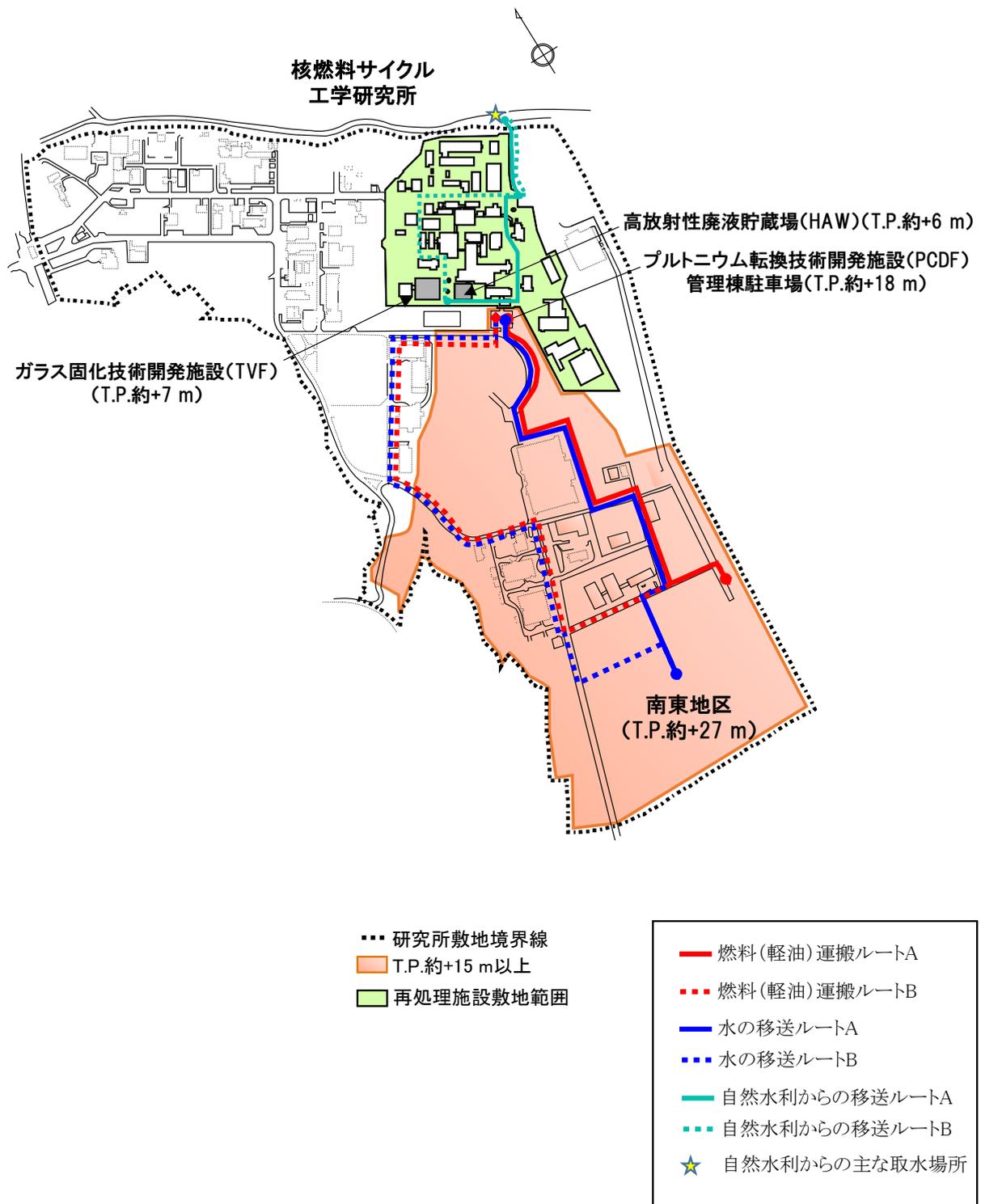


図 3-3-4-1 建家外のアクセスルート



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 1階

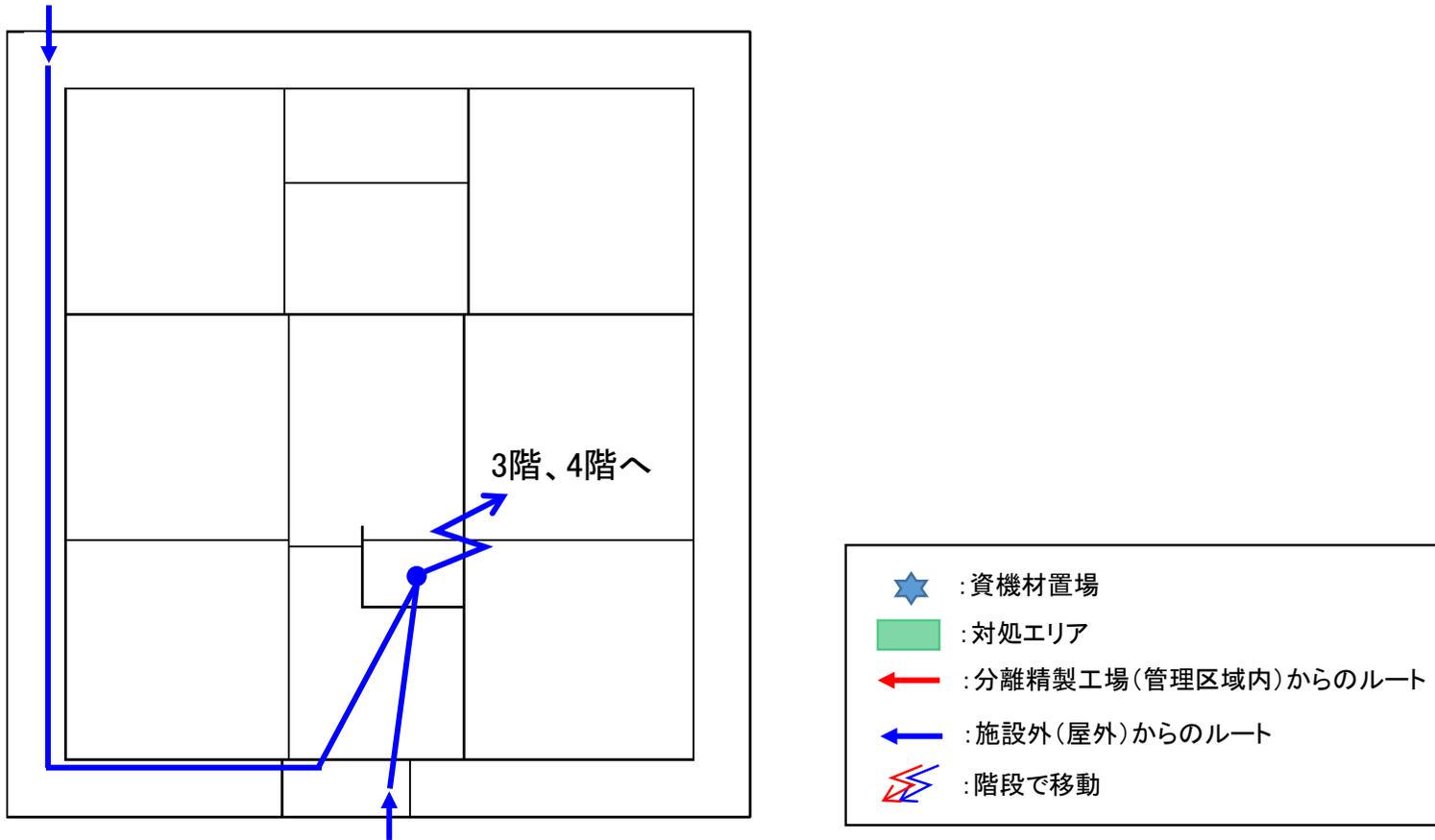


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (1/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 3階

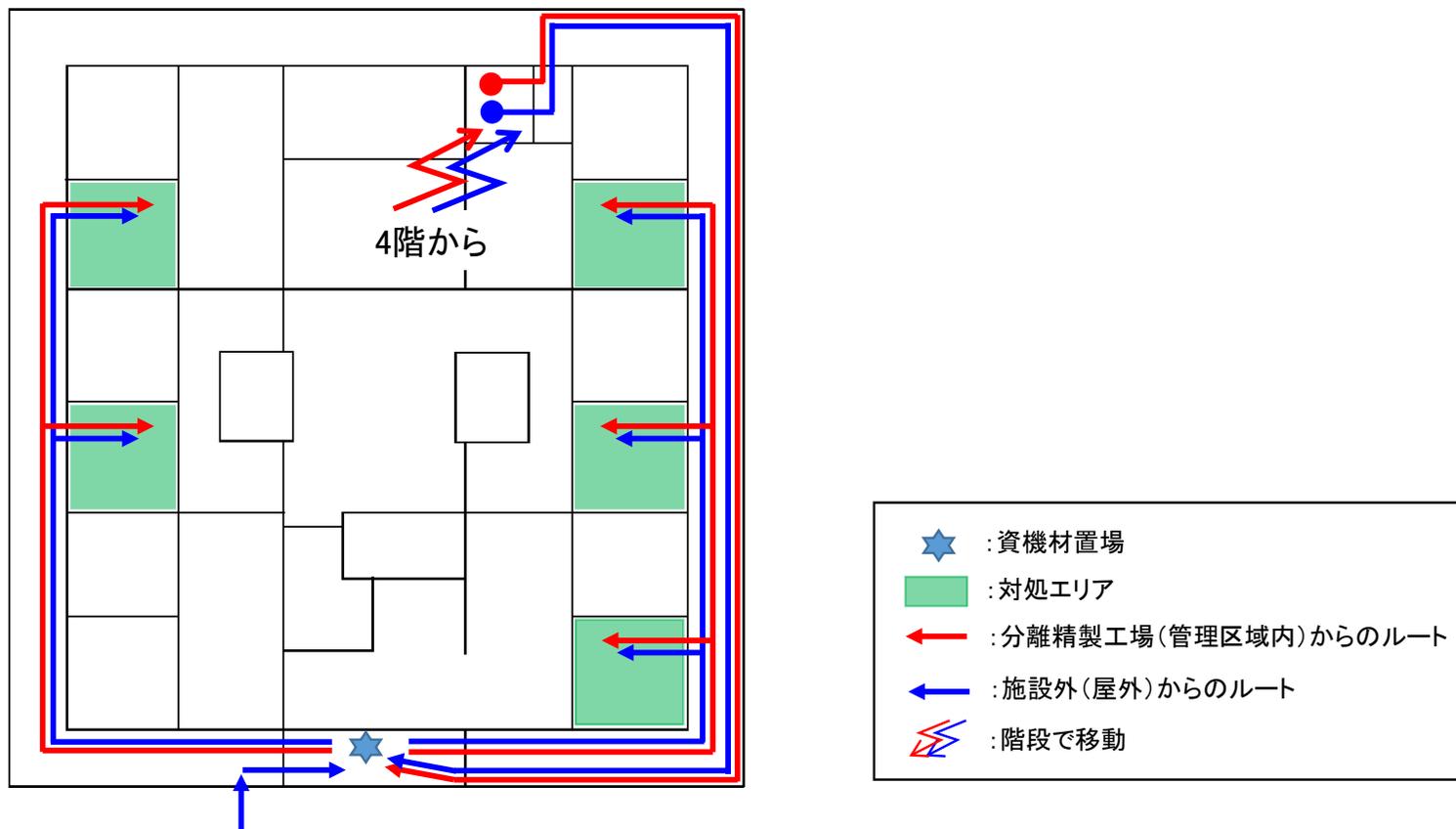


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (2/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 4階

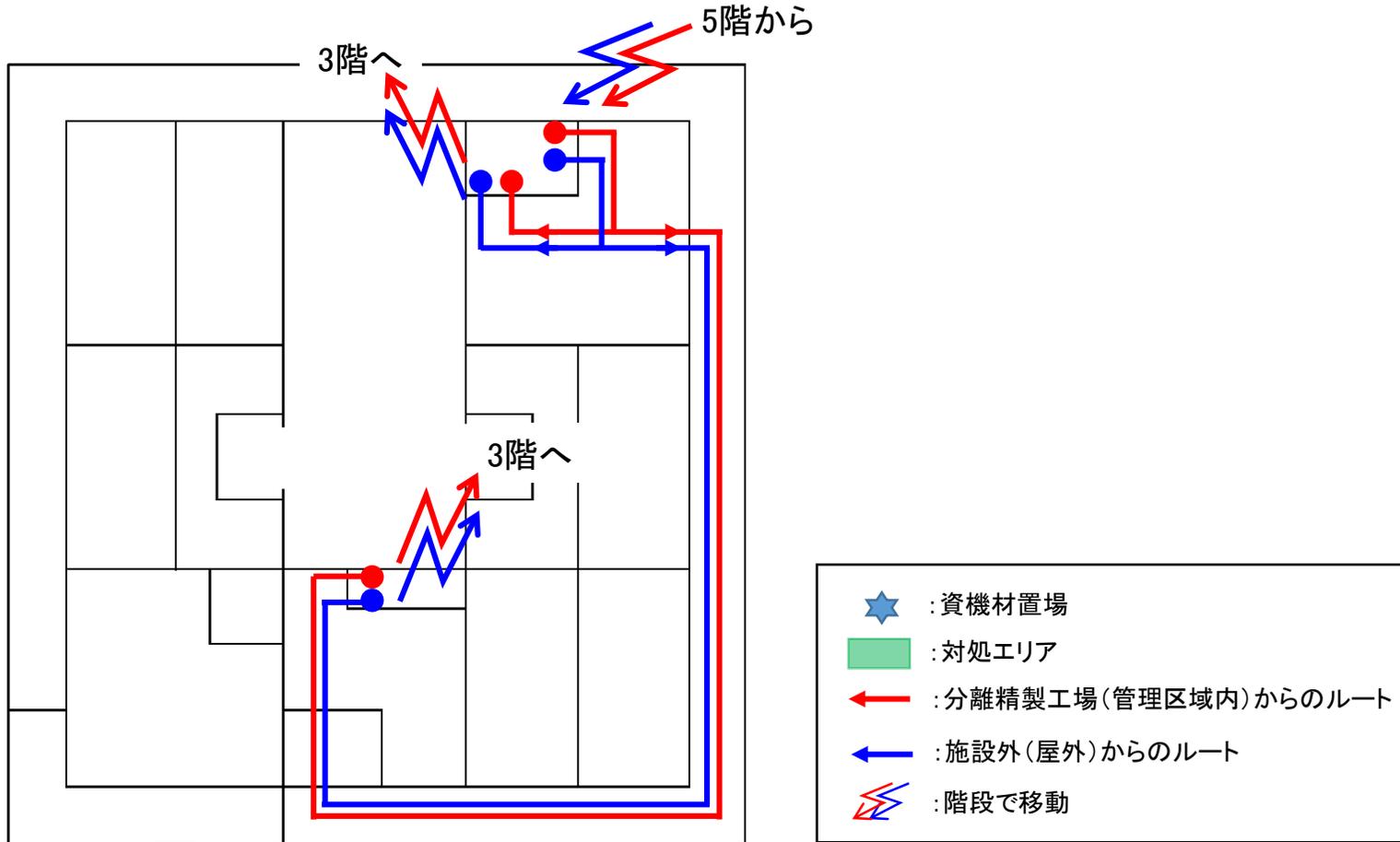


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (3/4)

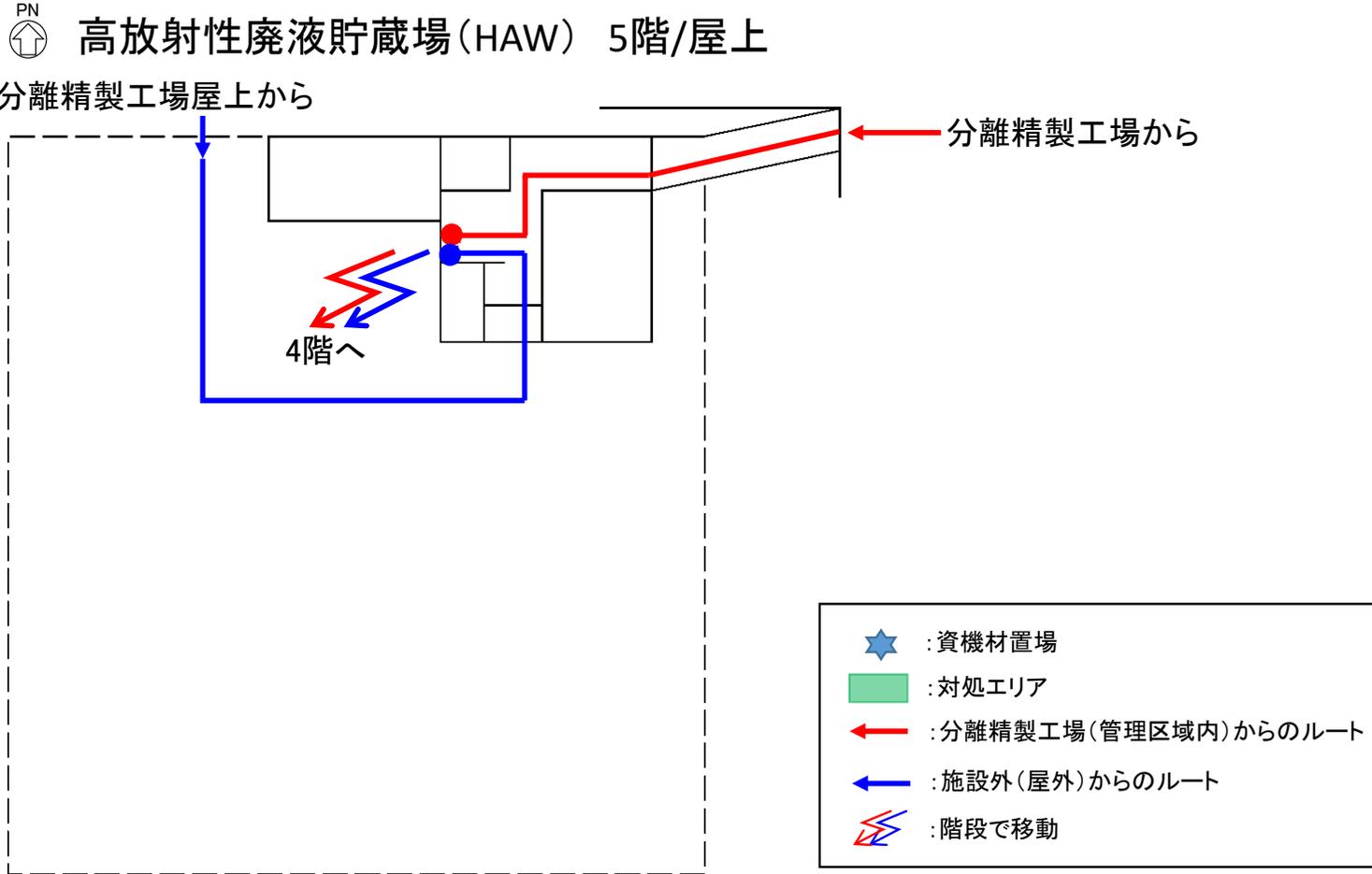


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (4/4)

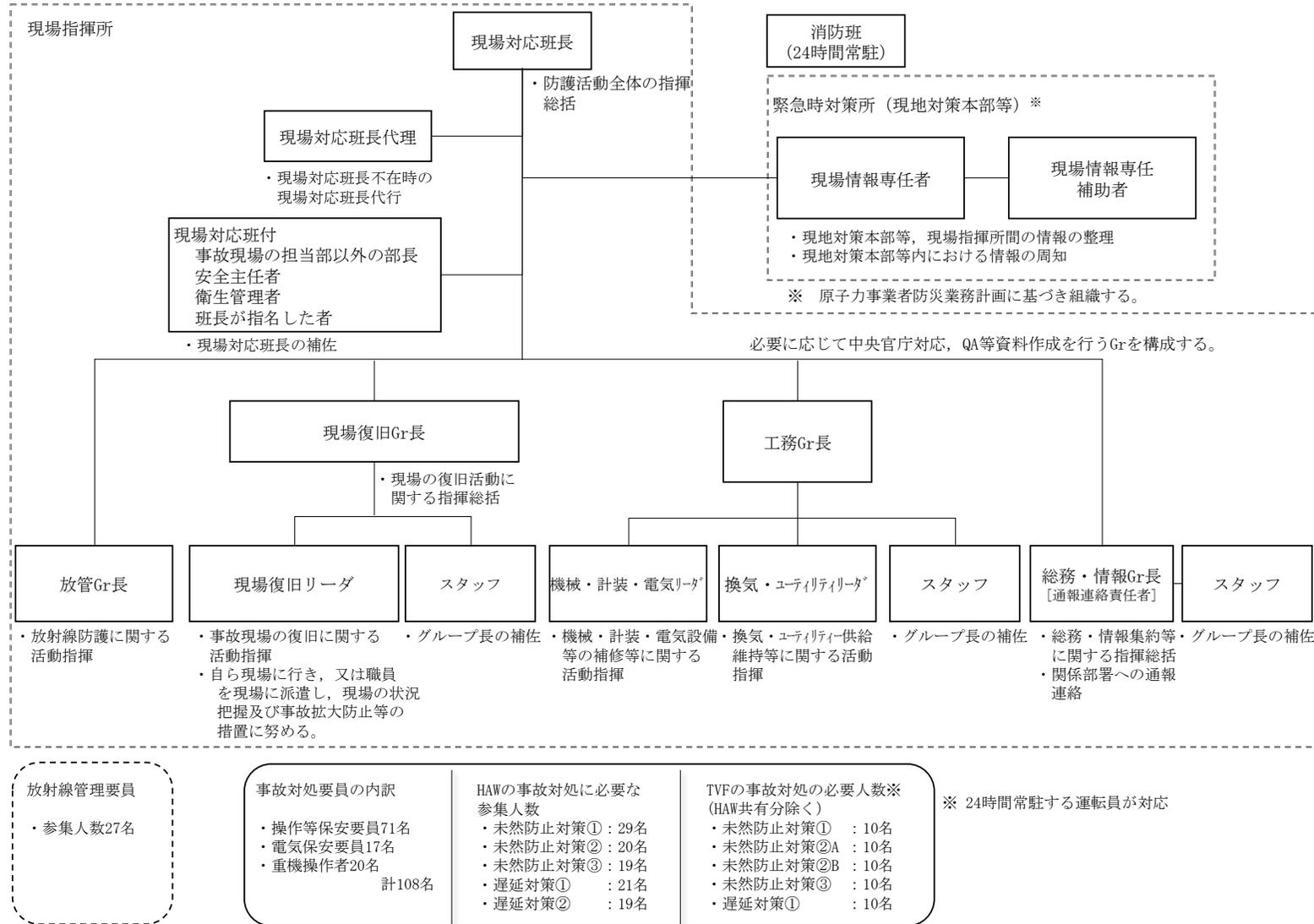
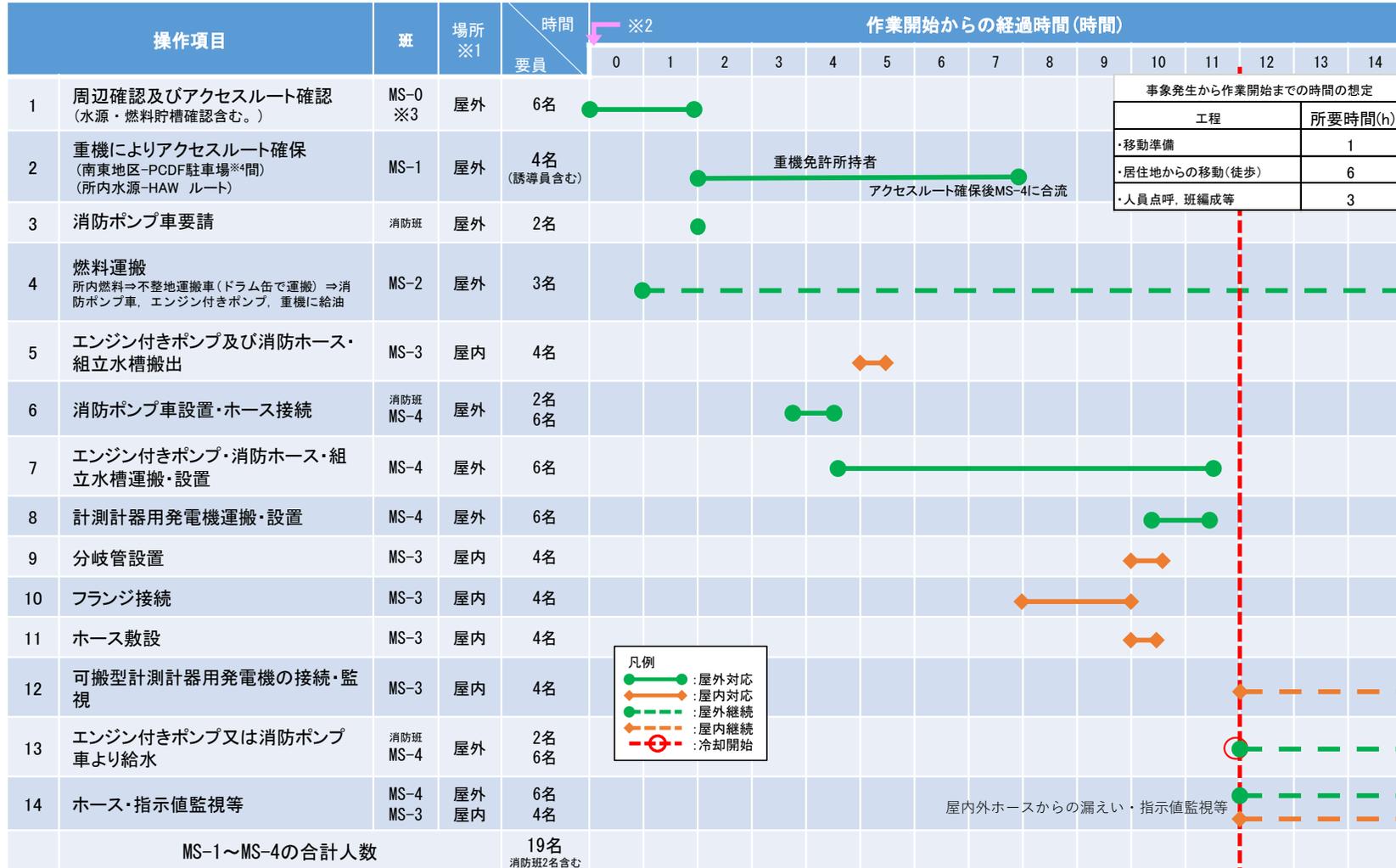


図 3-5-1 事故対処の体制図 (現場対応班)

表 3-2-1 未然防止対策③-2：エンジン付きポンプ等による冷却（自然水利及び所内燃料を利用する場合）（タイムチャート）



※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 MS-1, MS-4より各3名

※4 PCDF駐車場：フルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場

冷却開始
(準備時間: 12時間00分)

表 3-3-1-1 再処理施設から 12 km 圏内の居住者が有するスキル

スキル	未然防止対策 ③-2 の必要人数
消防ポンプ車の操作	2 名
重機操作	7 名
その他一般作業	10 名
合計	19 名

表 3-3-2-1 事故対処設備の燃費

事故対処設備	燃費[L/h]	備考
移動式発電機	約 210	機器仕様
エンジン付きポンプ	約 1.4	「定格出力 (4.3 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.323 L/kW-h)」より算出
消防ポンプ車	約 5.0	実測値
ホイールローダ	約 4.3	「定格出力 (28 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
油圧ショベル	約 3.4	「定格出力 (22 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
不整地運搬車	約 9.4	「定格出力 (70 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.134 L/kW-h)」より算出
可搬型蒸気供給設備	約 72	機器仕様
エンジン付きライト	約 0.8	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型蒸気供給設備用)	約 3.9	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型冷却設備用)	約 4.8	「定格出力 (33 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.145 L/kW-h)」より算出
可搬型発電機 (通信設備用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型コンプレッサー用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型モニタリング設備用)	約 1.7	機器仕様

※1：建設工事標準歩掛 改訂 56 版（一般財団法人 建設物価調査会）より引用

表 3-3-2-2 未然防止対策③-2 における燃料の必要量

【未然防止対策③-2】

		燃料の必要量			
用途	設備	①燃費 [m ³ /h/台]	②使用時間 [h]	③台数 [台]	必要量 [m ³] (①×②×③)
燃料の運搬	不整地運搬車	0.0094	14 (計算値)	1	0.14
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)	3	0.71
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などの作業時間は不確実性が大きいため 1 m ³ 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 ³ 程度)				1
照明設備	エンジン付きライト	0.0008	84 (夜間での使用 (12時間/日×7日))	4	0.27
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)	1	0.29
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)	1	0.29
計					3

表 3-3-3-1 未然防止対策③-2 において使用する主な可搬型事故対処設備

	設備	保管場所	使用場所	数量	備考
1	不整地運搬車 (ドラム缶運搬用)	南東地区	所内	1	最大積載本数：9本
2	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW外廻り	1	最大流量：60 m ³ /h 最大揚程：30 m 流量：14.4 m ³ /h(流量は実測値) 揚程：約25 m (HAW屋上EL約18.7 m)
3	エンジン付きポンプ	HAW建家内	HAW屋上	1	
4	エンジン付きポンプ	HAW建家内	自然水利取水場所	1	
5	組立水槽	HAW建家内	HAW屋上	1	容量：5 m ³
6	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	
7	組立水槽	HAW建家内	HAW外廻り	1	
8	消防ホース（屋外用）	PCDF駐車場※1	自然水利～HAW施設 (最長1320 m)	66	65A 20 m
9	消防ホース（屋内用）	HAW建家内	HAW建家内	25	65A 20 m (約500 m)
10	分岐管（IN）	HAW建家内	HAW建家内	1	入口側：差込式消火栓弁（65A）×1個 出口側：差込式消火栓弁（65A）×6個
11	分岐管（OUT）	HAW建家内	HAW建家内	1	入口側：差込式消火栓弁（65A）×1個 出口側：差込式消火栓弁（65A）×6個
12	切換えバルブ（IN）	HAW建家内	HAW建家内	6	入口側：差込式消火栓弁（65A-80A） （フランジ付き）×6個
13	切換えバルブ（OUT）	HAW建家内	HAW建家内	6	出口側：差込式消火栓弁（80A-65A） （フランジ付き）×6個

※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

表 3-3-3-2 未然防止対策③-2 において使用する主な可搬型事故対処設備（重機、通信設備等）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	ホイールローダ	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (29.9 PS) 標準バケット容量：0.09 m ³
2	油圧ショベル	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (30 PS) 標準バケット容量：0.4 m ³
3	エンジン付きライト	PCDF駐車場※1	所内	7	ランプ電力 1000 W
4	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	約3 kVA
5	MCA 携帯型無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	送信出力：2 W
6	衛星電話	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	—
7	簡易無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	16	送信出力：5 W

※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

表 3-3-3-3 未然防止対策③-2 において使用する主な可搬型事故対処設備（計装設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	可搬型温度測定設備 (272V31～272V35, 272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	12	V31～V35は各貯槽2個使用 V37, V38は各貯槽1個使用
2	可搬型液位測定設備 (272V31～272V36)	HAW建家内	HAW建家内	6	各貯槽1個使用
3	可搬型液位測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
4	可搬型密度測定設備 (272V31～272V35)	HAW建家内	HAW建家内	5	各貯槽1個使用
5	可搬型密度測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
6	計装設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	計装設備用可搬型圧縮空気設備, ペーパーレスレコーダー及び ノートPCに給電
7	計装設備用可搬型圧縮空気設備	HAW建家内	HAW建家内	1	液位及び密度の測定に使用
8	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	可搬型計装設備の伝送器からの 信号の受信
9	ノートPC	HAW建家内	HAW建家内	1	データ収集装置間のデータ表示及び データ保存に使用

表 3-3-3-4 未然防止対策③-2 において使用する主な可搬型事故対処設備（放射線管理設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
2	可搬型ガスモニタ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
3	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
4	放射線管理設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	出力 100 V 30 A
5	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
6	可搬型ガスモニタ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
7	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
8	放射線管理設備用可搬型発電機	TVF建家内	TVF建家内	1	出力 100 V 30 A

表 4-1-1-1 通行止めを想定する領域等

領域等	備考
設計津波・L2 津波の浸水域	茨城県津波ハザードマップ（H24年）等から設定
土砂災害警戒区域（急傾斜地）	茨城県土砂災害ハザードマップ（H29年）から設定（土石流・地すべりの影響はない。）
久慈川，那珂川及び新川を渡河する橋	保守的に地震・津波による通行止めを想定

表 4-1-2-1 再処理施設から 12 km 圏内の居住者が有するスキル

スキル	12 km 圏内の居住者数	未然防止対策③-2の必要人数
消防ポンプ車の操作	6名	2名
重機操作	20名	7名
その他一般作業	82名	10名
合計	108名	19名

高放射性廃液貯蔵場（HAW）における
遅延対策①の有効性について

目 次

1. 有効性評価の方針
2. 事故の想定
3. 対策（遅延対策①）
 - 3.1 対策概要
 - 3.2 対策の具体的内容
 - 3.3 要員，資源，設備等
 - 3.3.1 対策に必要な事故対処要員
 - 3.3.2 対策に必要な資源
 - ①水の必要量
 - ②燃料の必要量
 - 3.3.3 遅延対策①で使用する事故対処設備
 - 3.3.4 アクセスルート
 - 3.3.5 通信連絡
 - 3.4 監視測定
 - 3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.4.2 その他の監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.5 事故時の体制と支援
4. 有効性評価
 - 4.1 事故対処要員の確保
 - 4.1.1 事故対処要員の招集
 - ①事故対処要員の招集体制及び招集範囲
 - ②事故対処要員に必要なスキル
 - ③事故対処要員の招集に要する時間
 - 4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果
 - ①事故対処要員の有するスキルの結果
 - ②招集に要する時間の結果
 - ③対策着手に要する時間の結果
 - ④事故対処要員の確保の評価結果

- 4.2 必要な資源の確保
 - 4.2.1 水及び燃料の保管量
 - 4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果
- 4.3 事故対処設備の健全性
 - 4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況
 - 4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果
- 4.4 対策の実施までに要する時間
 - 4.4.1 事故の発生から対策の着手及び完了までに要する時間
 - ① 事故の発生から対策の着手までに要する時間
 - ② 対策の着手から完了までに要する時間
 - 4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果
- 4.5 監視測定に係る手順の確認
 - 4.5.1 対策の成否判断に必要な監視測定
 - ①高放射性廃液の沸騰に至るまでの時間が遅延されていることを確認するための監視測定
 - ②その他の監視測定
- 5. 有効性評価の結果

1. 有効性評価の方針

事故対処では、事故の発生後、事故対処要員を招集し、事故対処を実施できる要員の数、事故対処に使用可能な資源（水及び燃料）の量及び事故対処設備の状態を把握する。その後、各対策の優先度、各対策に必要な資源、設備及び要員、対処に要する時間の見込み、設備等の修復に要する時間、ウェットサイトの津波がれきの散乱状況等を踏まえ、外部支援に期待しない期間（7日間）、継続して実施可能な対策又は対策の組合せの検討及び実施する対策の選定をした上で、事故対処を行う。

遅延対策①については、事故対処要員の確保及び資源の確保、設備の健全性、対策の実施までの所要時間並びに対策の成否判断及び高放射性廃液の状態監視に必要な監視測定手段を確認するとともに、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することで、その有効性を評価する。

2. 事故の想定

起因事象により、耐震性のない建家及び構築物は損傷し、再処理施設の敷地内は浸水して所内の全動力電源を失い、高放射性廃液貯槽の崩壊熱除去機能が喪失することによる蒸発乾固を事故として想定する。また、遡上解析及び軌跡解析の結果から漂流物によるがれき等が敷地内に散乱することを考慮する。

事故の発生を仮定する機器は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び中間貯槽（272V37及び272V38）である（「添四別紙 1-1 1.1.6 事故の発生を仮定する際の条件の設定及び事故の発生を仮定する機器の特定」参照）。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又はガラス固化技術開発施設（TVF）からの返送時以外において中間貯槽には存在しない。また、これらの機器については、蒸発乾固が同時に発生する可能性があることから、有効性評価は同時発生するものとして評価する。なお、事故対処を実施する際の環境について、高放射性廃液は沸騰に至らないことから、高放射性廃液の状態が平常運転時と大きく変わるものではないため、他の事故事象が連鎖して発生することはない。

廃止措置段階にある再処理施設では、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、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増加していく。そこで、令和2年8月31日時点の高放射性廃液貯蔵場（HAW）の貯蔵状況に基づき有効性を評価する。なお、高放射性廃液の沸騰到達までの時間余裕は、「添四別紙 1-1-26 高放射性廃液貯蔵場（HAW）における高放射性廃液の沸騰到達時間の計算書」から、発熱密度が最も大きく、沸騰到達までの時間が他の貯槽よりも短い高放射性廃液貯槽（272V35）の77時間とする。

また、分離精製工場（MP）に貯蔵中の発熱密度が小さい廃液を、高放射性廃液貯蔵場（HAW）

の高放射性廃液貯槽に移送した場合、希釈により高放射性廃液貯槽の発熱密度は小さくなり、沸騰に至るまでの時間余裕はより長くなるが、分離精製工場（MP）からの廃液の移送による沸騰到達までの遅延は、有効性評価においては見込まないこととする。

3. 対策（遅延対策①）

3.1 対策概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液を内包する高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）は、通常時には、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の冷却水系により冷却を行い、高放射性廃液の崩壊熱による温度上昇を防止している。また、予備の高放射性廃液貯槽（272V36）（以下「予備貯槽」という。）は 120 m³の水を貯留する。

高放射性廃液貯槽間の液移送は、高放射性廃液貯槽に設置しているスチームジェットに蒸気を供給し行う。蒸気供給に伴い発生する差圧により貯槽内の溶液がスチームジェットまで吸い上げられ、蒸気の圧力により分配器へ移送される。分配器に到達した溶液は、重力により移送先の貯槽に移送される。

事故対処においては、崩壊熱除去機能の機能喪失に対し、未然防止対策により事象発生から沸騰到達に至るまでの間に、崩壊熱除去機能を回復させる。

遅延対策①では、崩壊熱除去機能の機能喪失に対し、未然防止対策の実施に時間を要する場合等に、事象発生から沸騰到達に至る 77 時間までの間に、可搬型蒸気供給設備により予備貯槽に貯留する水を高放射性廃液貯槽に送液し、高放射性廃液の熱容量を大きくすることで、高放射性廃液が沸騰に至るまでの時間を遅延する。対策に必要な資源である水は可搬型貯水設備からの給水系統を確保して給水し、燃料は地下式貯油槽から運搬して必要な設備へ給油する。さらに、津波によるウェットサイトを想定し、これら資源の確保等に当たって必要なアクセスルート上にながれき等の漂流物があった場合は、重機により撤去する等して必要な資機材の運搬を行う。遅延対策①の対策概要図を図 3-1-1 に示す。

3.2 対策の具体的内容

遅延対策①の構成を明確化し、平常運転時に使用する系統から速やかに切り替え操作ができるように、遅延対策①に必要な手順書を整備する。また、訓練を実施して各手順を確認し、対策に要する時間（タイムチャート）を作成する。以下、遅延対策①の具体的内容を示す。

イ. 予備貯槽からの注水の着手判断

崩壊熱除去機能が喪失し、高放射性廃液が沸騰に至るまでの時間を遅延する必要がある場合、予備貯槽からの注水の実施を判断し、以下のロ.及びハ.に移行する。

ロ. 予備貯槽からの注水経路の構築

高放射性廃液貯槽に直接注水するために、予備貯槽からスチームジェットの移送経路を設定する。

ハ. 可搬型計装設備の準備

高放射性廃液貯槽の液位、密度及び廃液の温度を測定するために可搬型計装設備を準備し、恒設の計装設備へ可搬型液位測定設備、可搬型密度測定設備及び可搬型温度計測設備を接続し、液位、密度及び廃液の温度測定を可能とする系統を構築する。測定対象設備は、高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）及び高放射性廃液を保有している場合の中間貯槽*（272V37 及び V38）である。

*高放射性廃液を保有している場合

ニ. スチームジェット用の蒸気供給ラインの構築

可搬型蒸気供給設備にて使用する蒸気用の水は、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に保管する水を確保する。また、可搬型蒸気供給設備の運転に必要となる可搬型発電機に使用する燃料は、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に保管する燃料を確保する。

可搬型蒸気供給設備と可搬型発電機を建家近傍に設置し、可搬型蒸気供給設備からスチームジェットの蒸気配管まで、可搬型の蒸気供給ホースで移送経路を構築する。

ホ. 予備貯槽からの注水の実施判断

ロ. 予備貯槽からの注水経路の構築及びハ. スチームジェット用の蒸気供給ラインの構築が完了後、予備貯槽からの注水の実施を判断し、以下のホ. に移行する。

ヘ. 予備貯槽からの注水の実施

可搬型発電機を起動後、可搬型蒸気供給設備を運転し、移送用のスチームジェットに蒸気を供給する事で予備貯槽から高放射性廃液を貯蔵している各貯槽の最大貯蔵能力（120 m³）の範囲において注水を実施する。

ト. 予備貯槽からの注水の成否判断

移送先の高放射性廃液貯槽の液位、密度及び廃液の温度を確認し、注水操作による貯槽内の廃液量の増加を確認することで、遅延対策①の実施により高放射性廃液が沸騰に至るまでの時間が遅延されていると判断する。

チ. 監視測定

高放射性廃液が沸騰に至るまでの時間が遅延されていることを判断するために必要な監視項目は、高放射性廃液貯槽の高放射性廃液の液位、密度及び廃液の温度である。対策実施後に、高放射性廃液貯槽の廃液量の増加を確認することで、沸騰に至るまでの時間が遅延されていることを確認する。

上記に基づき遅延対策①に係る訓練を実施して作成したタイムチャートを表3-2-1に示す。遅延対策①実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例を図3-2-1に示す。

なお、可搬型貯水設備等の配備前においては、タイムチャート中の可搬型貯水設備からの給水システムの確保に要する時間及び地下式貯油槽からの運搬に要する時間は、高放射性廃液貯蔵場(HAW)から最も遠い水を保管する既設設備及び燃料を保管する既設設備を利用する場合の時間により確認した。

3.3 要員，資源，設備等

3.3.1 対策に必要な事故対処要員

遅延対策①の各手順の実施に必要な人数及びスキルを表3-3-1-1に示す。要員数は、タイムチャート上に示す各手順の実施に必要な人数を合計して求めた。その結果、遅延対策①の実施に必要な事故対処要員数は、21人であった。

3.3.2 対策に必要な資源

①水の必要量

遅延対策①において使用する水は、可搬型蒸気供給設備の駆動用蒸気用の水である。この水量は、移送実績より、移送量の1割程度である。

$$120 \text{ m}^3 \times 0.1 = 12 \text{ m}^3$$

これより、遅延対策①における水の必要量は12 m³である。

②燃料の必要量

遅延対策①において使用する燃料は、主に可搬型蒸気供給設備、エンジン付きポンプ等の燃料である。必要な燃料量は、各設備の燃費に使用時間及び台数を乗じて算出した。なお、アクセスルートの確保に使用するホイールローダ、不整地運搬車及び油圧ショベルについては、訓練実績からがれき撤去などの作業時間を約6時間としたものの、その不確かさを考慮

して、訓練結果から算出した必要量（0.12 m³）を保守的に見積もり、1 m³に設定した。

燃費については、実測値又は機器仕様から求め、実測値及び機器仕様が無いものについては定格出力と燃料消費量の積により算出した。各設備の燃費を表 3-3-2-1 に示す。

各設備の使用時間については、水の供給用又は冷却用設備については対策 1 回分とし、通信機器及び監視機器への給電設備は外部支援を期待しない期間として 7 日間とした。エンジン付きライトは、夜間を含む使用を想定して 84 時間とした。また、燃料を運搬する不整地運搬車の使用時間は、不整地運搬車を除く各設備に必要な燃料を運搬する時間に、燃料を搭載したドラム缶の積み下ろし時間、給油時間を加えて算出した。

これらを積算した結果、遅延対策①における燃料の必要量は 4 m³である（表 3-3-2-2 参照）。

3.3.3 使用する事故対処設備

遅延対策①において使用する主な恒設の事故対処設備は、予備貯槽（272V36）、スチームジェット、蒸気供給系統等である。主な恒設の事故対処設備を表 3-3-3-1 に示す。

遅延対策①において使用する主な可搬型事故対処設備は、可搬型蒸気供給設備、エンジン付きポンプ等である。主な可搬型事故対処設備を表 3-3-3-2～表 3-3-3-5 に示す。また、事故対処に必要な機器及び部品等について、適切な予備品及びその取替えのために必要な機材等を確保し、外部事象の影響を受けにくい場所を考慮して保管する。

3.3.4 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、事故対処設備の保管場所から設置場所への運搬又は他の設備の被害状況の把握のために、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、運搬及び配置に支障を来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認する。また、漂流物によるがれき等に対しては、重機による撤去、道路の補修等によりアクセスルートを確認する。

建家外のアクセスルートを図 3-3-4-1 に示す。また、建家内のアクセスルートを図 3-3-4-2 に示す。

3.3.5 通信連絡

想定される事故等が発生した際に、遅延対策①の実施に必要な通信連絡を行えるよう、通信連絡に係る手順を整備している。

通信連絡の手順について「添四別紙 1-1-35 通信連絡に関する手順等」に示す。

3.4 監視測定

3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定

①測定対象パラメータ

遅延対策①は、予備貯槽に貯留する水を高放射性廃液貯槽へ送液する対策であり、高放射性廃液の沸騰に至るまでの時間を遅延できていることを確認する必要がある。遅延対策①の成否判断をする上で、情報を把握するために必要な測定対象パラメータは、以下のとおりである。

<測定対象パラメータ>

- ・高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：液位，密度，廃液の温度
- ・中間貯槽（272V37 及び 272V38）：液位，密度，廃液の温度

恒設の計装設備は、外部事象等により全動力電源喪失が発生した場合、高放射性廃液貯槽等の蒸発乾固に至るおそれのある機器のパラメータの計測ができなくなる。このため、これらの恒設での監視機能が喪失した場合は、事故対処が困難となることから監視機能喪失時の事故対処に備えて可搬型による計装設備及びその専用となる計装設備用可搬型発電機を配備し、その機能を代替する。

②監視測定の方法

可搬型の計測機器の概要及び計測方法の概要を以下に示す。

a. 設備の概要

可搬型計装設備には、液位や密度の計測設備と温度の計測設備とがある。液位や密度の計測設備は、既設伝送器の導圧管との差圧を計測するための差圧伝送器やパージメータなどの計器類を使用する。温度計測設備は、端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定する。遅延対策①では、これらの内、液位計測設備、密度計測設備及び温度計測設備による測定を行う。

なお、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の可搬型計装設備による計測結果は、データ収集装置へ伝送する。

b. 可搬型計装設備の測定対象及び測定方法

(a) 測定対象

- ・高放射性廃液貯槽（272V31～272V35）：液位，密度，廃液の温度
- ・中間貯槽（272V37 及び 272V38）：液位，密度，廃液の温度

(b) 測定方法

- ・液位及び密度（エアパージ方式）

測定は既設導圧管を用いることから，既設計装ラックの閉止プラグと可搬型計装設備を仮設ホースで接続し測定を行う。測定に必要な空気は，空気ボンベや可搬型空気圧縮機から供給を行う。

- ・温度（熱電対方式）

温度の測定は既設熱電対を用い，既設の熱電対端子箱内の端子と可搬型計装設備を補償導線で接続し測定を行う。なお，既設熱電対に断線や絶縁不良があった場合は，予備の熱電対と交換した上で測定を行う。

3.4.2 その他の監視測定

①測定対象パラメータ

高放射性廃液貯槽からのオフガスのモニタリングを実施する。

②監視測定の方法

全動力電源喪失により，恒設の放射線監視機能が喪失した場合は，高放射性廃液貯蔵場(HAW)において放射性物質濃度の有意な上昇がないことを確認するために可搬型排気モニタリング設備を配備する。

事故時には，可搬型排気モニタリング設備のうち，可搬型ダスト・ヨウ素サンプラにて捕集した試料を回収・測定し，有意な値が検出されないことを確認する。

3.5 事故時の体制と支援

事故対応を実施する現場対応班及び情報の整理等を実施する現地対策本部の役割分担及び責任者を定め，指揮命令系統を明確にして効果的な事故対応を実施し得る体制を整備する。

事故対応は現場対応班により実施する。現場対応班の構成を図 3-5-1 に示す。現場対応班長は再処理廃止措置技術開発センター長が務め，現場対応班の統括管理を行い，原子力防災の活動方針を決定する。現場対応班における指揮命令系統を明確にするとともに，指揮者である現場対応班長が不在の場合は，あらかじめ定めた順位に従い，現場対応班長代理がその職務を代行する。

現場対応班では、役割分担及び責任者などを定め、指揮命令系統を明確にし、効果的な事故対処を実施し得る体制を整備する。

現場対応班は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）の両施設で同時に事故等が発生した場合においても対応できるようにする。

また、核燃料サイクル工学研究所長は、発生事象が警戒事象又は特定事象に該当すると判断した場合は、核燃料サイクル工学研究所内に防災体制を発令するとともに、防災業務計画に基づく原子力防災組織として現地対策本部を設置する。現地対策本部は、支援組織として事故対処を行う現場対応班に対して技術的助言を行う技術支援組織及び現場対応班が事故対処に専念できる環境を整える運営支援組織等を設ける。具体的には、被災状況の集約、環境モニタリング、救助及び救護活動、外部への情報発信、資機材の調達等を実施する。

その他、外部からの支援については「添四別紙 1-1-31 事故収束対応を維持するための支援」に示す。また、中長期的な対応を行うための緊急時対策所の居住性については「添四別紙 1-1-34 緊急時対策所の居住性等に関する手順等」に示す。

4. 有効性評価

4.1 事故対処要員の確保

必要な人数に対して、事故対処要員（必要なスキルを有することを含む。）が確保できることを確認する。事故対処要員の招集は、勤務時間外（休日夜間）に地震及び津波が発生した場合等においても可能なことを確認する。また、事故対処要員の招集に要する時間を確認する。

4.1.1 事故対処要員の招集

①事故対処要員の招集体制及び招集範囲

遅延対策①に必要な事故対処要員は 21 名であり、勤務時間内においては日勤者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 時間常駐する交代勤務者に加えて事故対処要員を招集して事故対処を実施する。交代勤務者以外の事故対処要員については、勤務時間外（休日夜間）における東海村震度 6 弱以上の地震の発生又は大津波警報の発令により、招集指示の有無に関わらず核燃料サイクル工学研究所の南東門を經由し南東地区に参集する体制としている。このため、地震等により通信障害が発生した場合においても、事故対処に必要な人数を確保できる体制となっている。

再処理施設は北部の久慈川流域及び南部の那珂川流域の間に位置し東部は太平洋に面した位置関係にあるため、事故対処要員の招集においては、設計津波襲来に伴う大規模な地震及び津波による橋の通行不可及び津波の浸水による交通への影響が考えられる。したがって、事故対処要員の招集に当たっては、これらの影響を受けない領域から必要人数の確保が可能な範囲として再処理施設から半径 12 km 圏内を設定する。事故対処要員の招集範囲及び招集時の通行ルートを図 4-1-1-1 に示す。

招集時の通行ルートについては、茨城県の津波ハザードマップ及び土砂災害ハザードマップを参考に表 4-1-1-1 に示すルートは、招集時に通行できないものとしてルートの選定を行った。なお、地震、津波等の影響を考慮し、久慈川より北側及び那珂川より南側の居住者の参集は期待しないこととした。

②事故対処要員に必要なスキル

遅延対策①の実施には、消防ポンプ車の操作、可搬型蒸気供給設備の操作及び重機操作のスキルが必要である。このため、再処理施設から 12 km 圏内に居住する事故対処要員により遅延対策①に必要なスキル及び人数を確保する。

③事故対処要員の招集に要する時間

事故対処要員の招集に要する時間は、事故対処要員の居住地区ごとに自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東門まで徒歩で参集する訓練により確認する。また、事故対処要員の招集後に遅延対策①の着手までに必要な人員点呼、役割分担等に要する時間を含め訓練にて確認する。

4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果

①事故対処要員の有するスキルの結果

再処理施設から 12 km 圏内には、事故対処に係る全要員のうち約 100 名が居住している。表 4-1-1-2 に 12 km 圏内に居住する事故対処要員が有する各スキルとその人数を示す。

この結果より、12 km 圏内に居住する事故対処要員を招集することで、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の遅延対策①の実施に必要なスキルと人数を確保できることを確認した。

②招集に要する時間の結果

招集訓練の結果、自宅を出発するまでの準備時間は約 1 時間であり、移動時間は最も移動距離が長くなる地区で約 4 時間であることを確認した。

徒歩による夜間の移動速度は、昼間の 0.8 倍程度になることが報告されている¹⁾。これを踏まえ、事故対処の有効性評価においては、事故対処要員の自宅から核燃料サイクル工学研究所の南東地区までの移動に要する時間は、訓練実績を保守的に 1.5 倍した 6 時間とする。

1) ” 南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告） ” ， 中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ（2012）

③対策着手に要する時間の結果

事故対処要員が核燃料サイクル工学研究所に到着した状況を模擬し、遅延対策①に着手するまでに必要な人員点呼、役割分担等の対応手順を確認する訓練を実施した。その結果、遅延対策①の着手までには約 2 時間を要することを確認した。

そこで、事故対処の有効性評価においては、遅延対策①の着手までに要する時間は訓練実績を保守的に 1.5 倍した 3 時間とする。

したがって、地震発生から遅延対策①に着手するまでに要する時間は、合計 10 時間（準備時間：1 時間，移動時間：6 時間及び人員点呼等：3 時間）となる。

④事故対処要員の確保の評価結果

必要な事故対処要員（21人）については、招集指示の有無にかかわらず自動的に参集を開始する体制を構築しており、津波の影響を受けない参集ルートで、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参集して確保できることを確認した。

なお、起因事象の発生から対策開始までの時間は、参集移動の準備、居住地からの移動（徒歩）及び参集後の人員点呼・班編成等を考慮し10時間を想定する。

4.2 必要な資源の確保

水及び燃料の保管量が、遅延対策①における必要量を満たすことを確認する。

4.2.1 水及び燃料の保管量

対策に必要な水は、事故時に使用できるように可搬型貯水設備にて所内のプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場及び南東地区に12 m³以上保管する。

また、対策に必要な燃料は、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場の地下式貯油槽に4 m³以上を保管する。

4.2.2 資源の確保に係る有効性評価結果

水については、対策を完了するために必要な水12 m³に対し、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に12 m³以上を保管することから、対策の完了に必要な量を満たす。

燃料については、対策を完了するために必要な燃料4 m³に対し、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場の地下式貯油槽に4 m³以上を保管することから、対策の完了に必要な量を満たす。

これらの結果から、水及び燃料の保管量が、遅延対策①対策の完了に必要な量を満たすことを確認した。

4.3 事故対処設備の健全性

事故対処に必要な恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること及び設計津波に対する浸水による影響がないことを確認する。

事故対処に必要な可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する建家内に保管すること又は設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する屋外に分散配置することを確認する。

これらを確認することで事故時においても事故対処設備が健全性を維持することを確認する。

4.3.1 使用する事故対処設備の設計及び管理状況

恒設の事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対して健全性が維持される高放射性廃液貯蔵場（HAW）に設置している。また、恒設の事故対処設備は、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（「添四別紙 1-1-30 廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備（事故対処設備）」参照）としている。これらより、恒設の事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

可搬型事故対処設備は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内及びプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に配備する。

また、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場は、津波の影響を受けない高台にあり、地盤改良を行うことで設計地震動及び設計津波に対して健全性を維持する。核燃料サイクル工学研究所の南東地区については、津波の影響を受けない高台にあり、設計地震動に対して地盤が安定な場所に可搬型事故対処設備を配備する。これらより、可搬型事故対処設備の健全性は、事故時であっても維持される。

4.3.2 事故対処設備の健全性に係る有効性評価結果

恒設の事故対処設備は、設計地震動への耐震性を有すること及び設計津波に対する浸水がないことを確認した。また、可搬型事故対処設備は、設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内に保管すること又は設計地震動及び設計津波に対し健全性を有する屋外に分散配置することを確認した。

これらの結果より、事故時においても各事故対処設備の健全性は維持されることを確認した。

4.4 対策の実施までに要する時間

崩壊熱除去機能喪失後、高放射性廃液が沸騰に到達するまでの時間余裕は 77 時間であることから、事故の発生から遅延対策①の実施完了までの時間が 77 時間以内であることにより、その有効性を確認する。

4.4.1 事故の発生から対策の着手及び完了までに要する時間

① 事故の発生から対策の着手までに要する時間

4.1.2 ③項より、事故の発生から対策の着手に要する時間は約 10 時間である。

②対策の着手から完了までに要する時間

遅延対策①の着手から完了までに要する時間は、表 3-2-1 のタイムチャートから、約 11.5

時間である。このため、事故の発生から対策の完了までに要する合計時間は約 21.5 時間となる。

4.4.2 対策の実施までに要する時間の有効性評価結果

遅延対策①に要する時間は合計約 22 時間であり、高放射性廃液が沸騰到達に至るまでの時間（77 時間）よりも十分短い。このため、起因事象の発生から廃液の沸騰到達までの間に遅延対策①を実施可能であることを確認した。

4.5 監視測定に係る手順の確認

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7 日間）において実施できることを確認する。

4.5.1 対策の成否判断に必要な監視測定

①高放射性廃液の沸騰に至るまでの時間が遅延されていることを確認するための監視測定

対策の成否判断に必要な監視について、その手順を「添四別紙 1-1-32 事故時の計装に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、遅延対策①の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

②その他の監視測定

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されていることを確認するための監視測定について、その手順を「添四別紙 1-1-33 監視測定等に関する手順等」に示す。想定される事故等が発生した場合に、遅延対策①の成否判断に必要な監視測定を行えるよう、必要な手順を整備することを確認した。

4.5.2 監視測定手段の有効性評価結果

高放射性廃液が未沸騰状態に維持されることを確認する監視測定及び対策の成否判断に必要な監視について、必要な手順を整備し、訓練実績及び訓練実績に基づく評価により外部支援に期待しない期間（7 日間）において実施できることを確認した。

5. 有効性評価の結果

遅延対策①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、設備の健全性及び所要時間の確認並びに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。したがって、遅延対策①による事故対処は有効であると判断する。

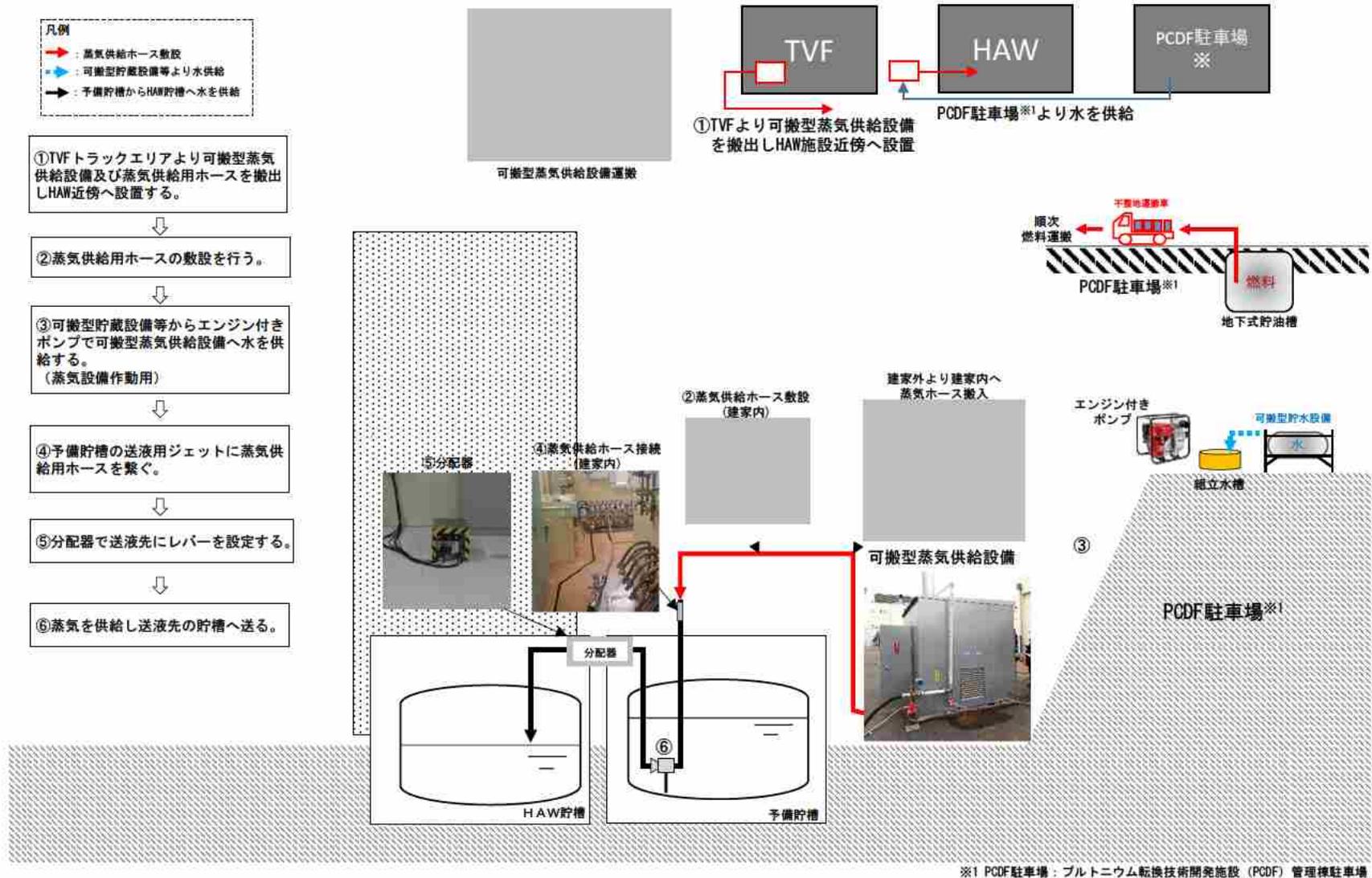


図 3-1-1 遅延対策 ① : 可搬型蒸気供給設備による直接注水

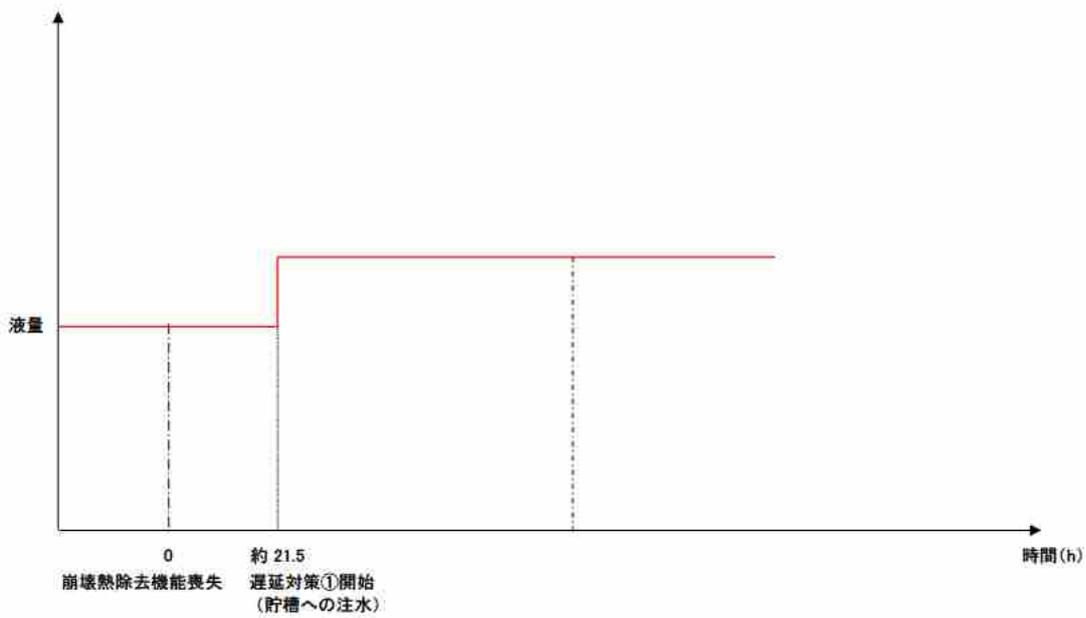
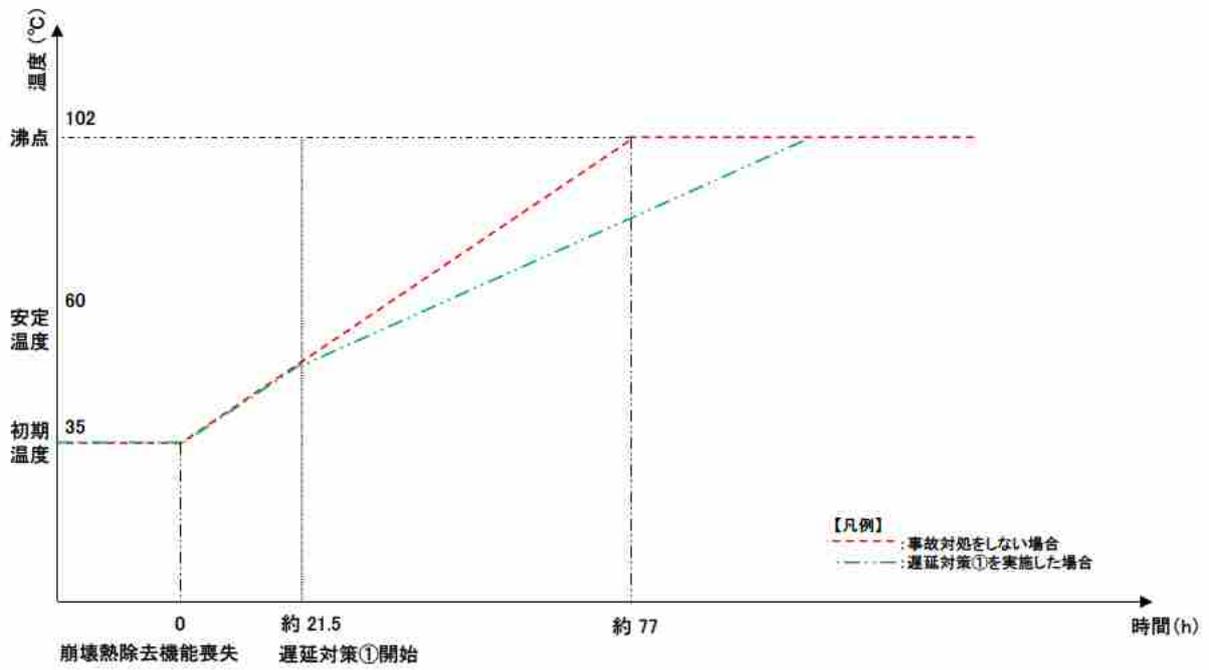


図 3-2-1 対策実施時の高放射性廃液貯槽の温度及び液量傾向の例

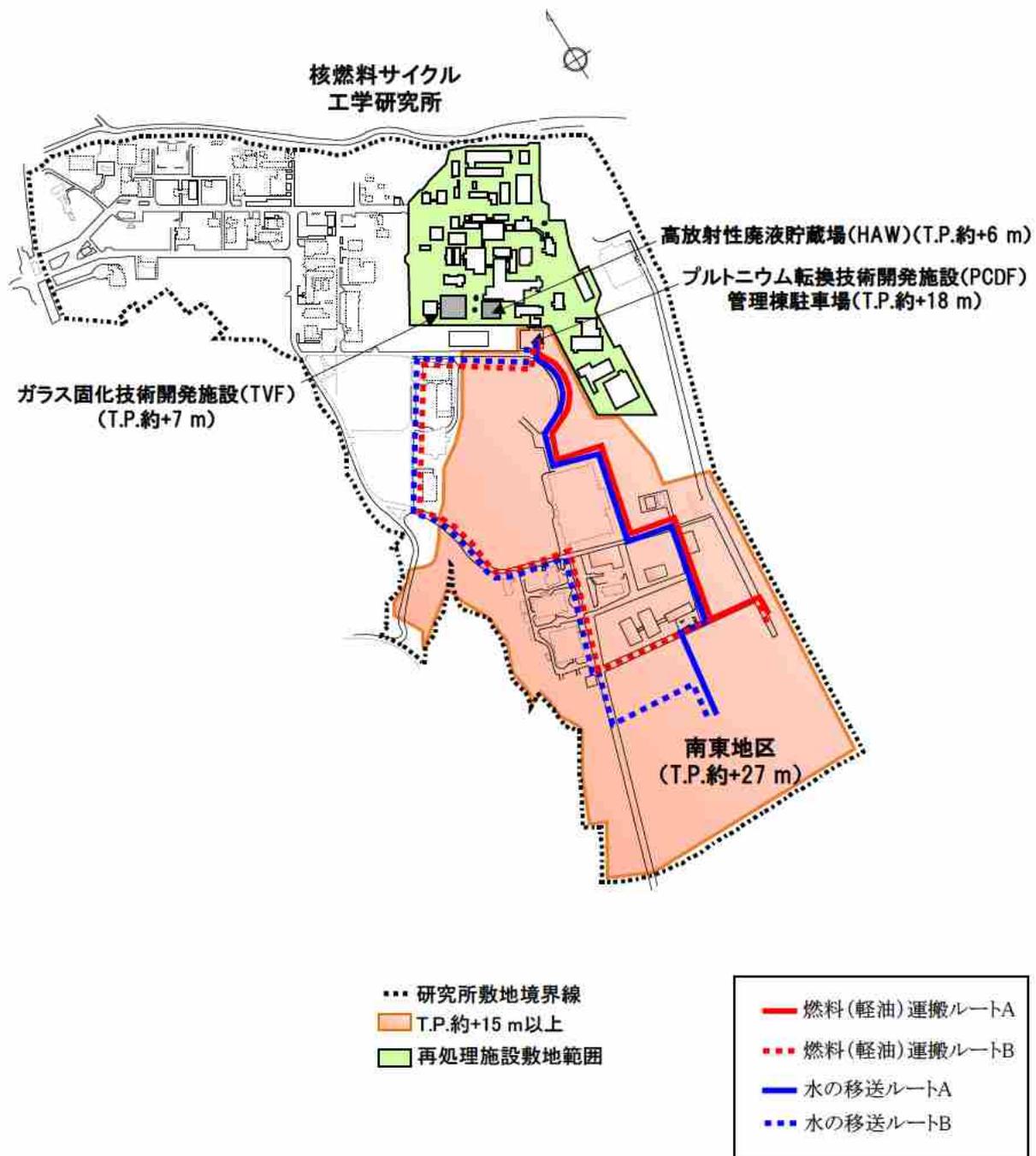


図 3-3-4-1 建家外のアクセスルート



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 1階

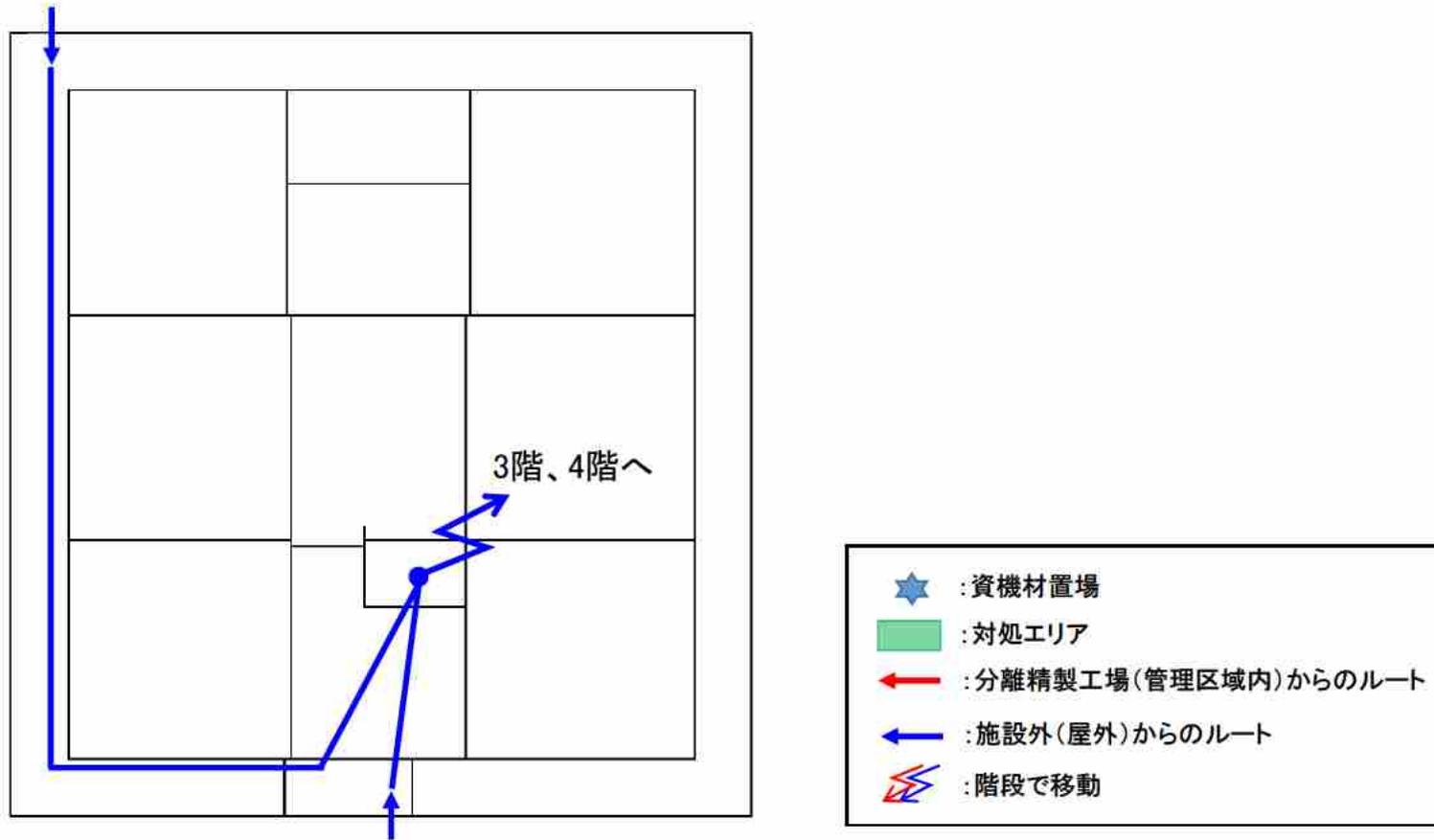


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (1/4)

高放射性廃液貯蔵場(HAW) 3階

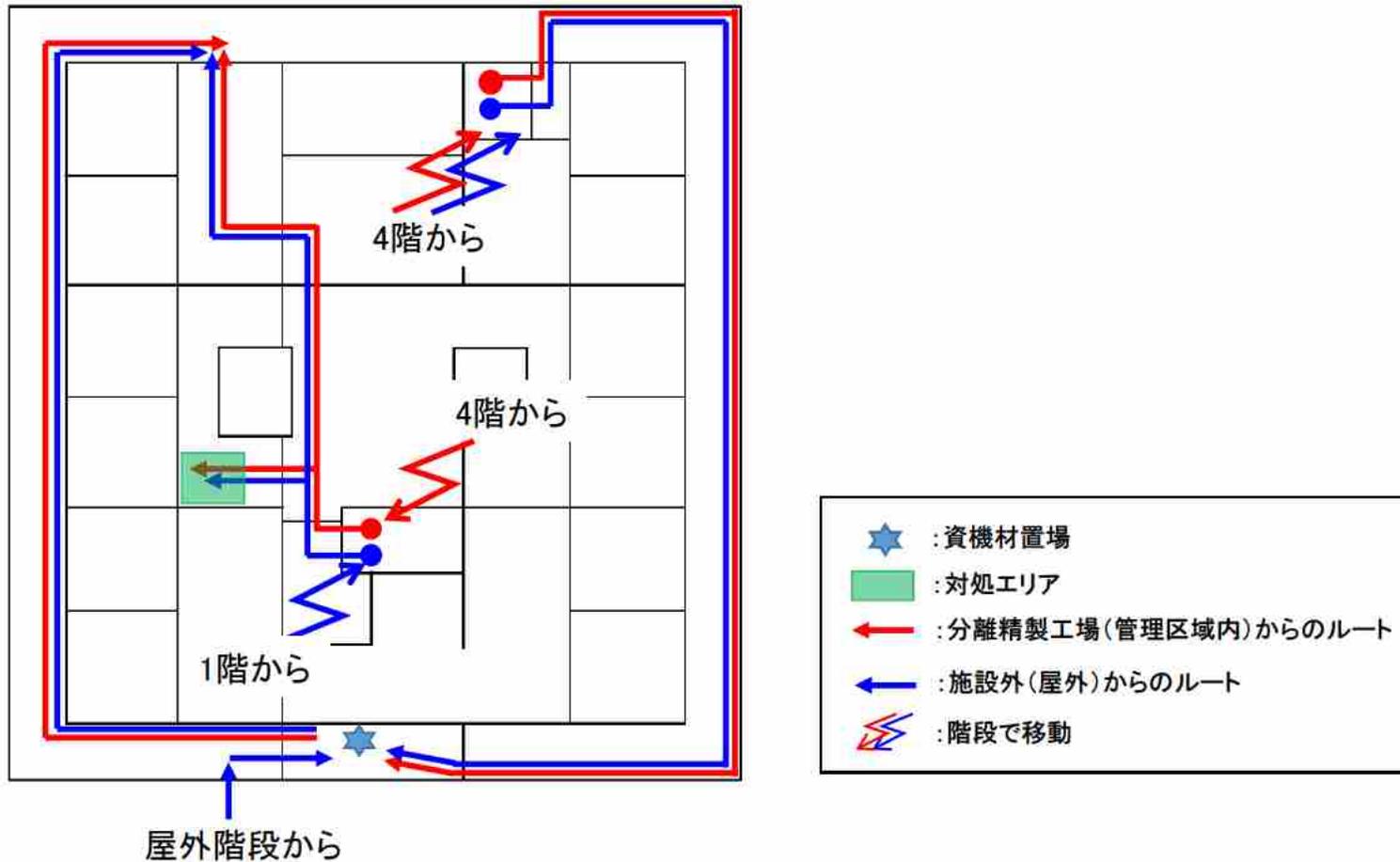


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (2/4)



高放射性廃液貯蔵場(HAW) 4階

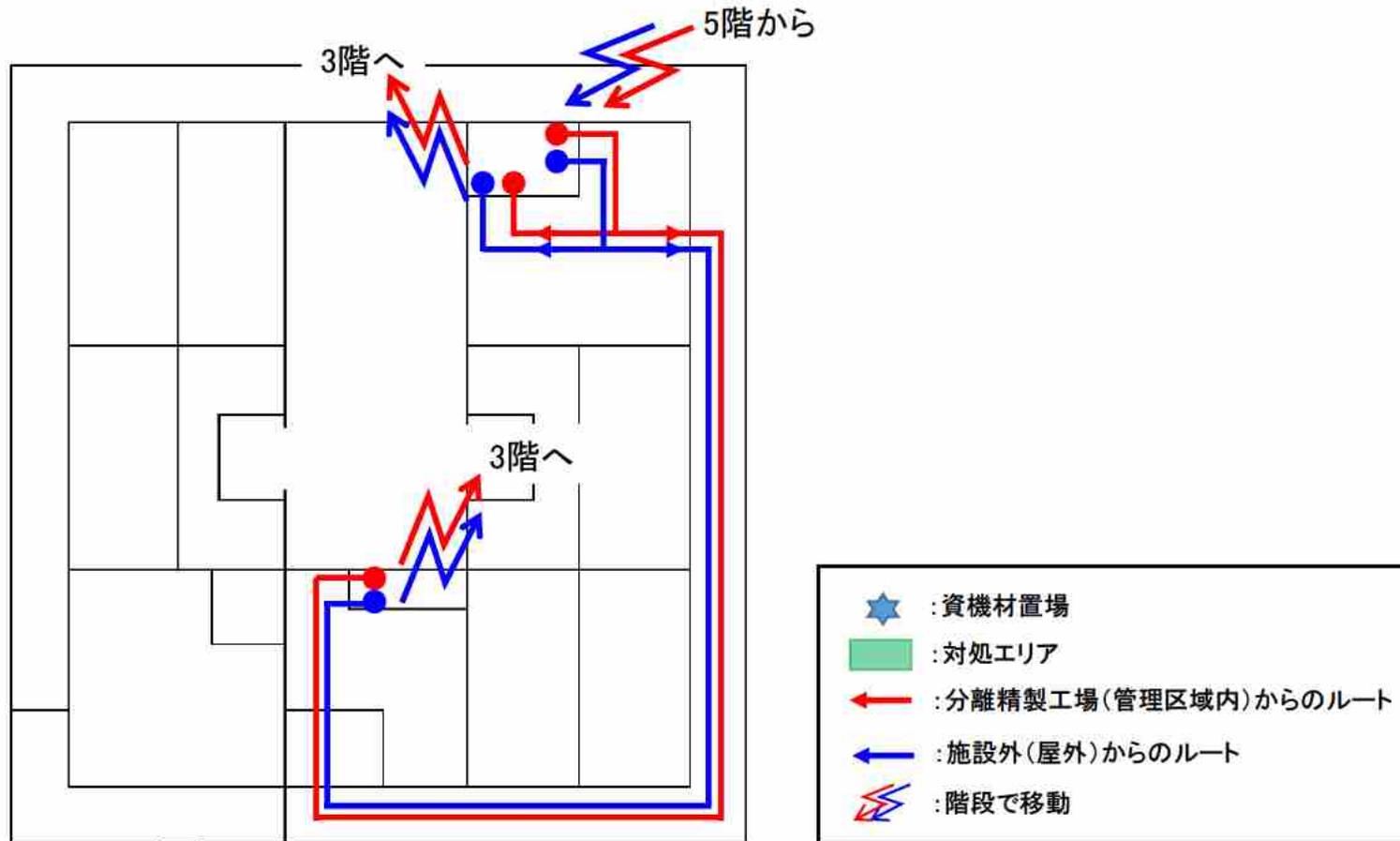


図 3-4-4-2 建家内のアクセスルート (3/4)

PN 高放射性廃液貯蔵場(HAW) 5階/屋上

分離精製工場屋上から

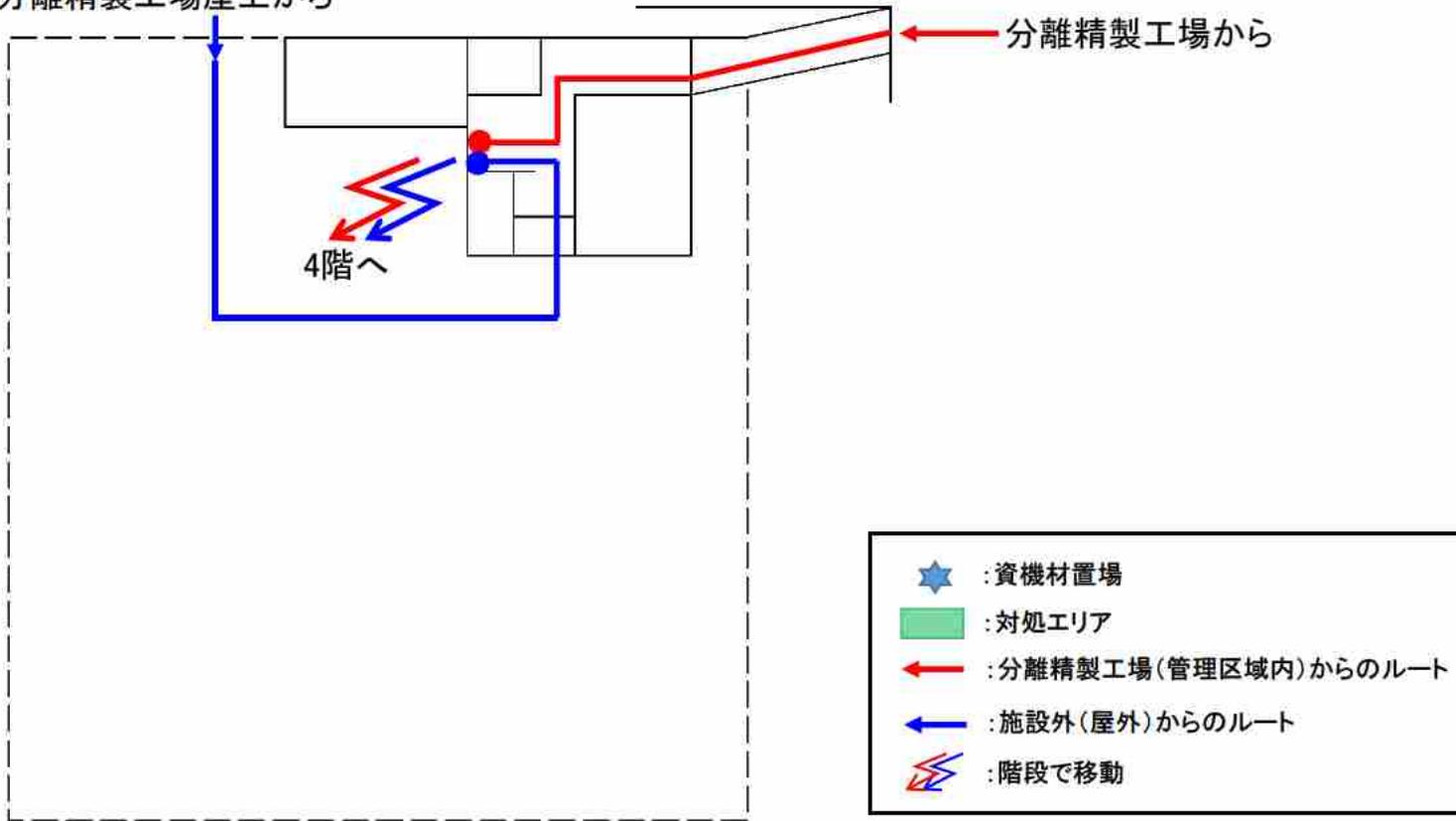


図 3-3-4-2 建家内のアクセスルート (4/4)

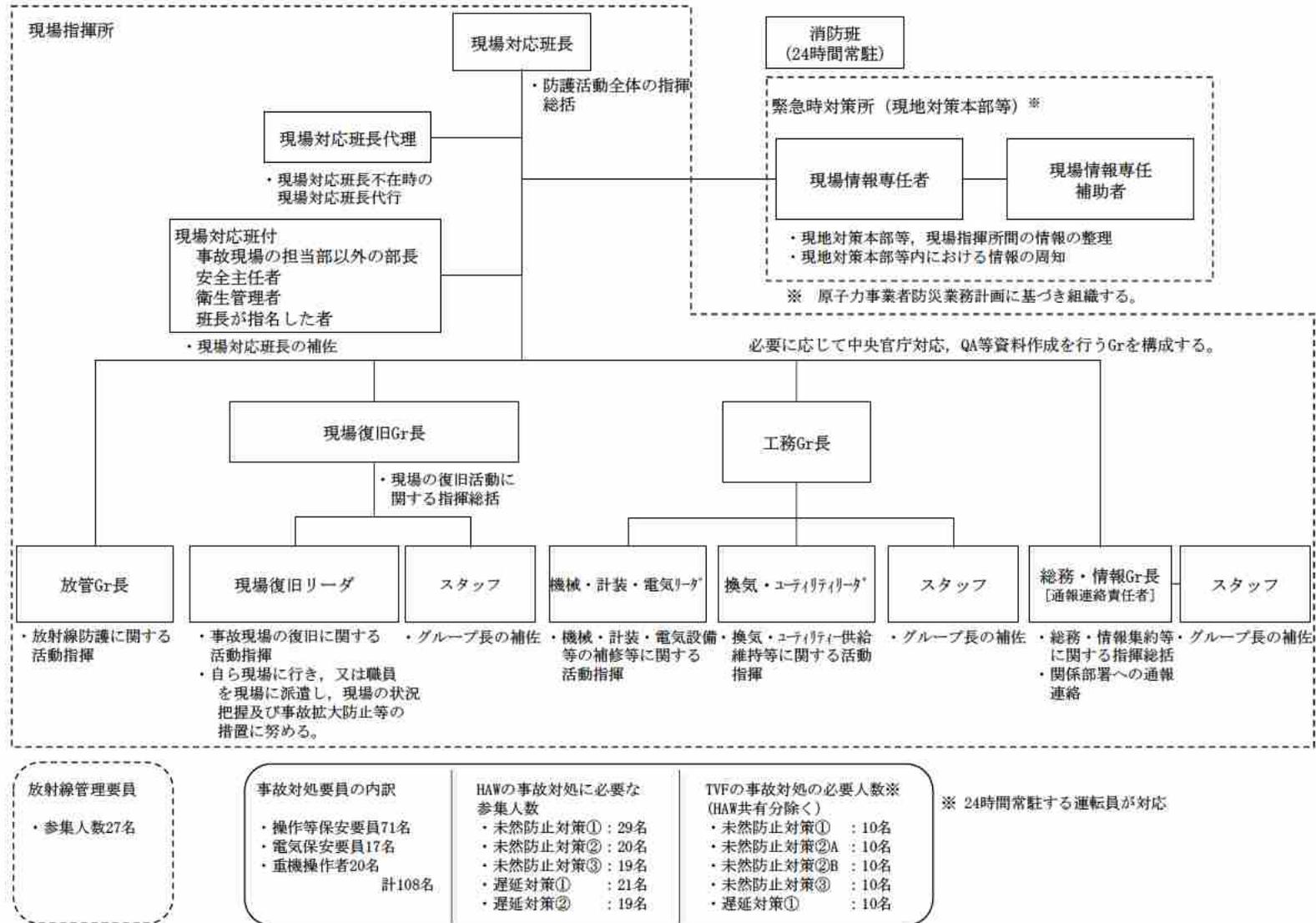


図 3-5-1 事故対処の体制図 (現場対応班)

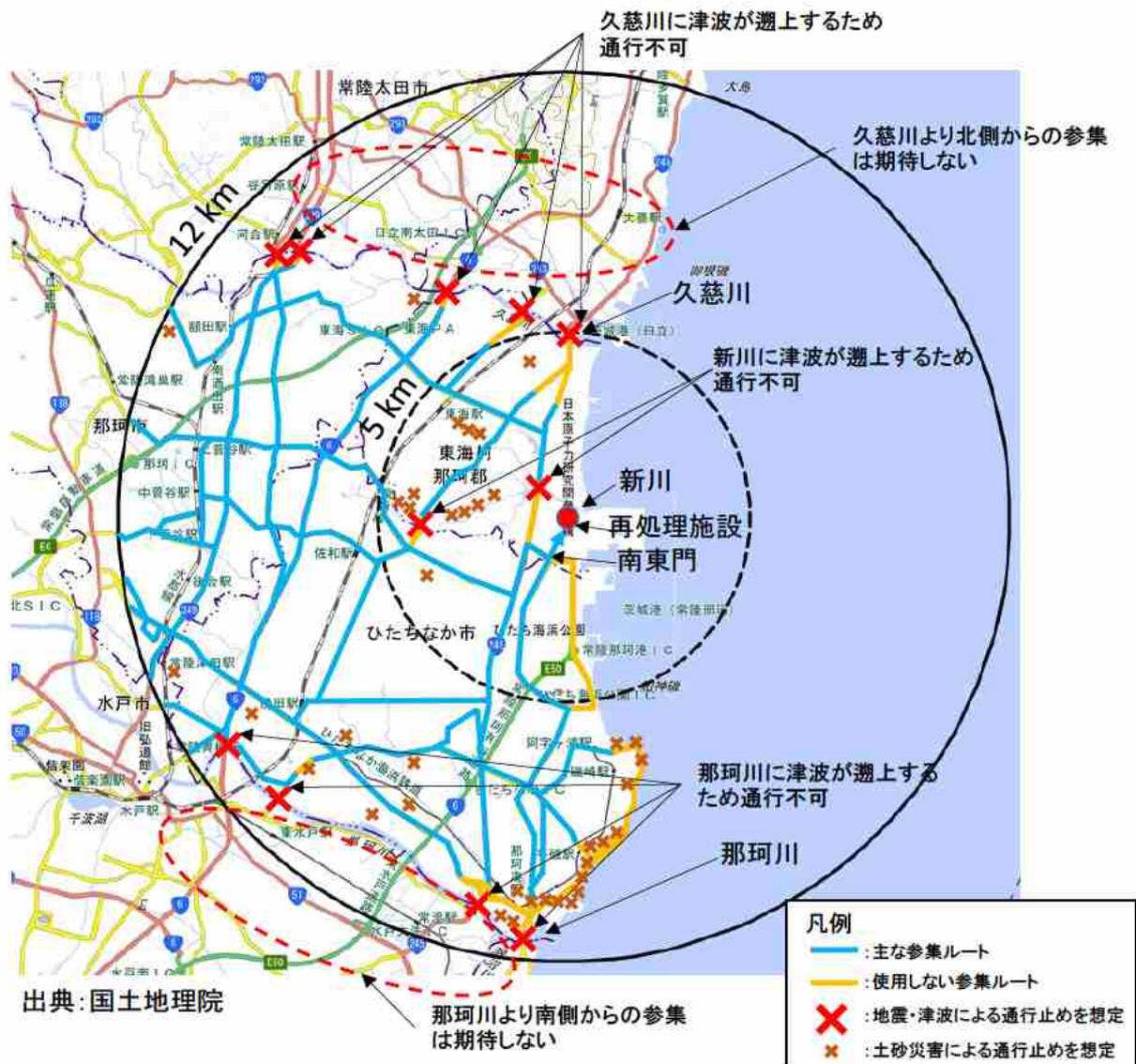


図 4-1-1-1 再処理施設から 12 km 圏内の参集ルート

表 3-2-1 遅延対策 ①：可搬型蒸気供給設備による直接注水（タイムチャート）



※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-3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

表 3-3-1-1 遅延対策①の各手順の実施に必要な人数及びスキル

スキル	遅延対策① の必要人数
消防ポンプ車の操作	2名
可搬型蒸気供給設備の操作	7名
重機操作	7名
その他一般作業	5名
合計	21名

表 3-3-2-1 事故対処設備の燃費

事故対処設備	燃費 [L/h]	備考
移動式発電機	約 210	機器仕様
エンジン付きポンプ	約 1.4	「定格出力 (4.3 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.323 L/kW-h)」より算出
消防ポンプ車	約 5.0	実測値
ホイールローダ	約 4.3	「定格出力 (28 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
油圧ショベル	約 3.4	「定格出力 (22 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.153 L/kW-h)」より算出
不整地運搬車	約 9.4	「定格出力 (70 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.134 L/kW-h)」より算出
可搬型蒸気供給設備	約 72	機器仕様
エンジン付きライト	約 0.8	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型蒸気供給設備用)	約 3.9	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型冷却設備用)	約 4.8	「定格出力 (33 kW) × 燃料消費量 ^{※1} (0.145 L/kW-h)」より算出
可搬型発電機 (通信設備用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型コンプレッサー用)	約 1.7	機器仕様
可搬型発電機 (可搬型モニタリング設備用)	約 1.7	機器仕様

※1：建設工事標準歩掛 改訂 56 版（一般財団法人 建設物価調査会）より引用

表 3-3-2-2 遅延対策①における燃料の必要量

【遅延対策①】

用途	設備	燃料の必要量			
		①燃費 [m ³ /h/台]	②使用時間 [h]	③台数 [台]	必要量 [m ³] (①×②×③)
燃料の運搬	不整地運搬車	0.0094	14 (計算値)	1	0.14
蒸気の供給	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 m ³ 送液時間 (12時間) + 暖機運転時間 (1時間))	1	0.06
	可搬型蒸気供給設備	0.072	13 (V36貯留水120 m ³ 送液時間 (12時間) + 暖機運転時間 (1時間))	1	0.94
水の供給	エンジン付きポンプ	0.0014	13 (V36貯留水120 m ³ 送液時間 (12時間) + 暖機運転時間 (1時間))	1	0.02
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などの作業時間は不確実性が大きいため 1 m ³ 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 ³ 程度)					1
作業用の	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)	1	0.29
計測系の充電監視機器	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)	1	0.29
計					4

表 3-3-3-1 遅延対策① において使用する主な恒設の事故対処設備

	設 備	設置場所	数量	備考
1	蒸気供給設備（スチームジェット）	HAW建家内	1	各貯槽への送液に使用
2	予備貯槽（272V36）	HAW建家内	1	

表 3-3-3-2 遅延対策 ① において使用する主な可搬型事故対処設備

	設備	保管場所	使用場所	数量	備考
1	不整地運搬車 (ドラム缶運搬用)	南東地区	所内	1	最大積載本数：9本
2	可搬型蒸気供給設備	TVF 1F	HAW外回り	1	使用圧力範囲：0.49～0.88 MPa
3	可搬型発電機	TVF 1F	HAW外回り	1	200V 50Hz
4	蒸気用ホース	HAW建家内	HAW外回り ～HAW施設	4	Φ50 耐圧1.8MPa 80 m (20 m×4本)
5	給水用ホース (消防ホース)	TVF 1F	PCDF駐車場※1 ～HAW外回り	5	65A 20 m (約100 m)
6	エンジン付きポンプ	HAW建家内	PCDF駐車場※1	1	最大流量：60 m ³ /h 最大揚程：30 m 流量：14.4 m ³ /h (流量は実測値) 揚程：約25 m (HAW屋上EL約18.7 m)
7	組立水槽	HAW建家内	PCDF駐車場※1	1	容量：5 m ³

※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

表 3-3-3-3 遅延対策 ① において使用する主な可搬型事故対処設備（貯水設備、重機、通信設備等）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	可搬型貯水設備	PCDF駐車場※1 南東地区	PCDF駐車場※1 南東地区	15	積載量：26 kL
2	ホイールローダ	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (29.9 PS) 標準バケット容量：0.09 m ³
3	油圧ショベル	PCDF駐車場※1	<T. P. +15 m	1	エンジン定格出力：22 kW (30 PS) 標準バケット容量：0.4 m ³
4	エンジン付きライト	PCDF駐車場※1	所内	7	ランプ電力 1000 W
5	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	約3 kVA
6	MCA 携帯型無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	送信出力：2 W
7	衛星電話	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	1	—
8	簡易無線機	PCDF駐車場※1 南東地区	所内	16	送信出力：5 W

※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

表 3-3-3-4 遅延対策 ① において使用する主な可搬型事故対処設備（計装設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	可搬型温度測定設備 (272V31～272V35, 272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	12	V31～V35は各貯槽2個使用 V37, V38は各貯槽1個使用
2	可搬型液位測定設備 (272V31～272V36)	HAW建家内	HAW建家内	6	各貯槽1個使用
3	可搬型液位測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
4	可搬型密度測定設備 (272V31～272V35)	HAW建家内	HAW建家内	5	各貯槽1個使用
5	可搬型密度測定設備 (272V37, 272V38)	HAW建家内	HAW建家内	2	各貯槽1個使用
6	計装設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	計装設備用可搬型圧縮空気設備, ペーパーレスレコーダー及び ノートPCに給電
7	計装設備用可搬型圧縮空気設備	HAW建家内	HAW建家内	1	液位及び密度の測定に使用
8	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	可搬型計装設備の伝送器からの 信号の受信
9	ノートPC	HAW建家内	HAW建家内	1	データ収集装置間のデータ表示及び データ保存に使用

表 3-3-3-5 遅延対策 ① において使用する主な可搬型事故対処設備（放射線管理設備）

	設備	保管場所	使用場所	基数	備考
1	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
2	可搬型ガスモニタ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
3	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	HAW建家内	HAW建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
4	放射線管理設備用可搬型発電機	HAW建家内	HAW建家内	1	出力 100 V 30 A
5	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	測定対象核種： ^3H , ^{14}C
6	可搬型ガスモニタ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： ^{85}Kr
7	可搬型ダスト・ヨウ素サンプラ	TVF建家内	TVF建家内	1	測定対象核種： α , β , ^{131}I , ^{129}I
8	放射線管理設備用可搬型発電機	TVF建家内	TVF建家内	1	出力 100 V 30 A

表 4-1-1-1 通行止めを想定する領域等

領域等	備考
設計津波・L2 津波の浸水域	茨城県津波ハザードマップ（H24年）等から設定
土砂災害警戒区域（急傾斜地）	茨城県土砂災害ハザードマップ（H29年）から設定 （土石流・地すべりの影響はない。）
久慈川，那珂川及び新川を渡河する橋	保守的に地震・津波による通行止めを想定

表 4-1-1-2 再処理施設から 12 km 圏内の居住者が有するスキル

スキル	12 km 圏内の居住者数	遅延対策①の必要人数
消防ポンプ車の操作	6 名	2 名
可搬型蒸気供給設備の操作	29 名	7 名
重機操作	20 名	7 名
その他一般作業	53 名	5 名
合計	108 名	21 名

高放射性廃液貯蔵場（HAW）における
遅延対策①-1 の有効性について

目 次

1. 有効性評価の方針
2. 事故の想定
3. 対策（遅延対策①-1）
 - 3.1 対策概要
 - 3.2 対策の具体的内容
 - 3.3 要員，資源，設備等
 - 3.3.1 対策に必要な事故対処要員
 - 3.3.2 対策に必要な資源
 - ①水の必要量
 - ②燃料の必要量
 - 3.3.3 遅延対策①-1 で使用する事故対処設備
 - 3.3.4 アクセスルート
 - 3.3.5 通信連絡
 - 3.4 監視測定
 - 3.4.1 対策の成否判断に必要な監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.4.2 その他の監視測定
 - ①測定対象パラメータ
 - ②監視測定の方法
 - 3.5 事故時の体制と支援
4. 有効性評価
 - 4.1 事故対処要員の確保
 - 4.1.1 事故対処要員の招集
 - ①事故対処要員の招集体制及び招集範囲
 - ②事故対処要員に必要なスキル
 - ③事故対処要員の招集に要する時間
 - 4.1.2 事故対処要員の確保に係る有効性評価結果
 - ①事故対処要員の有するスキルの結果
 - ②招集に要する時間の結果
 - ③対策着手に要する時間の結果
 - ④事故対処要員の確保の評価結果