

2月13日の地震によるタンクへの影響について

2021年3月25日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

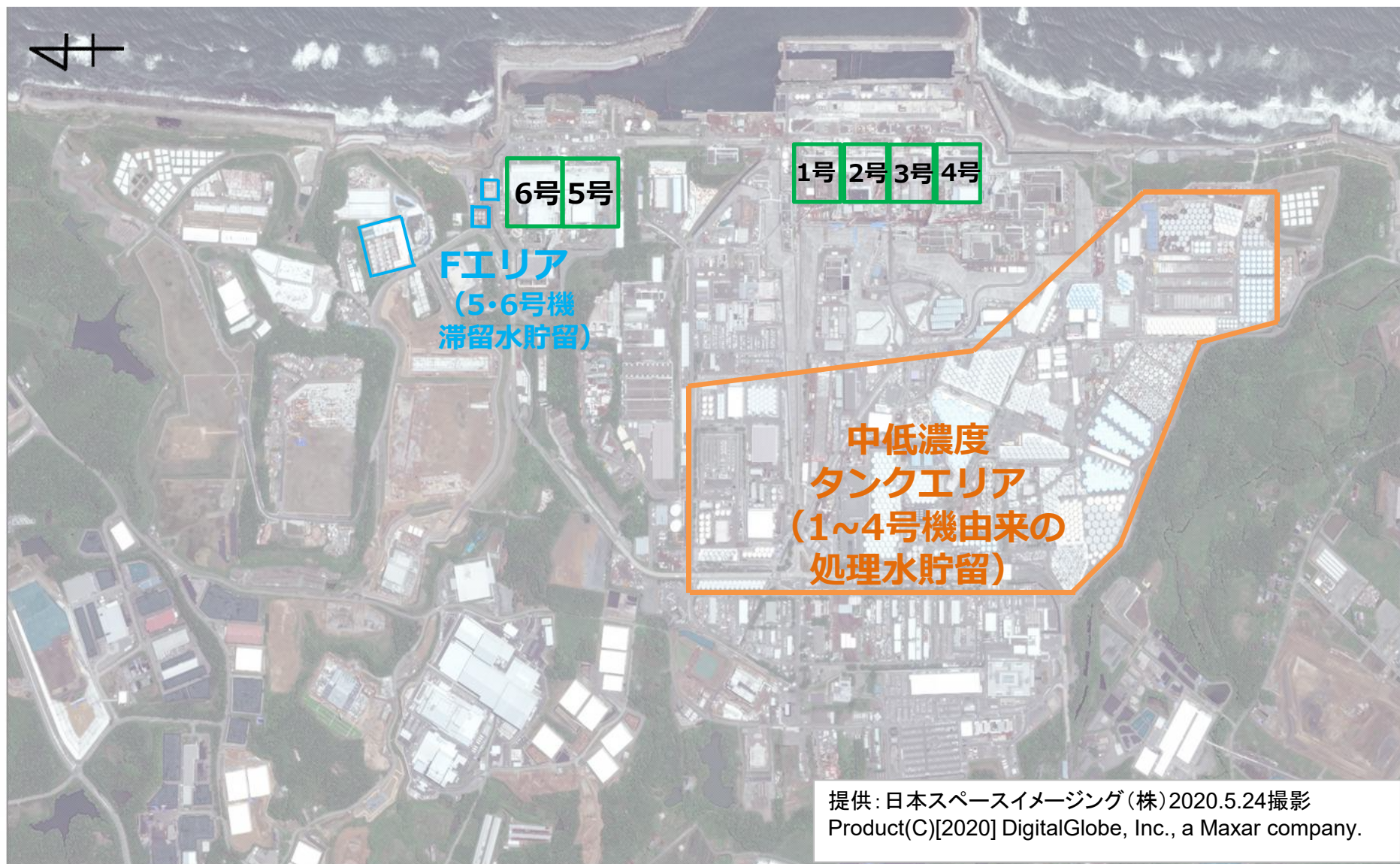
1. タンクの点検状況

- 2月13日午後11時8分に発生した地震による1F構内で運用しているタンク(1,837基)の調査(漏えい・滑動確認)及び滑動したタンクの連結管点検を実施。

分類	エリア	基数	漏えい有無調査		滑動有無調査		連結管点検	
			対応	結果	対応	結果	対応	結果
1~4号機由来の 処理水貯留タンク (中低濃度タンク)	Dエリア	1,074	済	無	済	有 13基	済	有 12箇所 メーカー推奨 変位値 を超過
	Dエリア 以外							有 40基
その他 タンク	Fエリア	62						有 2基の フランジ型 タンクの継 ぎ目から 滴下等を 確認
			無					
		701						

- 滴下等を確認した2基については、滴下箇所以下まで水位を低下させており、現在は滴下が停止。また、運用も休止としている。
- メーカー推奨変位値を超過した連結管が12箇所確認されたDエリアについては、全ての連結管を一時「閉」とし、その後、堰内容量(2,140m³)以内の連結で運用中。

※1：5・6号機滞留水は、1~4号機滞留水と比べ放射性物質濃度が十分低いため、区別する目的で「低レベル滞留水」と記載
 ※2：滑動を確認したタンクには、連結管無し



1~4号機由来の処理水貯留タンク（中低濃度タンク）

2. 中低濃度タンク（1～4号機滞留水の処理水を貯留）の影響確認結果

- 中低濃度タンク1,074基のうち53基に滑動（最大で190mm）が確認された。
- 滑動したタンクの連結管点検を実施（保温材を取外し外観点検・変位量計測）
 - 滑動量の大きいDエリアの連結管は実施済
 - メーカ推奨変位値を超過する連結管は45箇所中12箇所
 - その他エリアにおいて滑動したタンクの連結管点検を実施中
- 中低濃度タンクに接続している移送配管（可撓性の高いポリエチレン（PE）管を採用）は、目視により漏えいおよび有意な変位が無い事を確認済

エリア	基数	タンク滑動			連結管メーカ 推奨変位値 超過箇所
		有無	基数	最大滑動量 (mm)	
B	37	有	6	50	0
D	41	有	13	190	12
H 1	63	有	7	30	調査中
H 4 S	51	有	1	40	0
H 4 N	35	有	13	90	0
J 4	35	有	3	30	調査中
J 5	35	有	7	30	調査中
多核種除去設備 サンプルタンク	10	有	3	50	—
その他	767	無	0	—	—
合計	1074		53		12

- Dエリアは他エリアと比較して特異的に滑動量が大きいため個別に要因分析を実施中

- タンク設置時に滑動量の評価を実施しているが、2月13日の地震ではDエリアのタンクにおいて、評価値を上回る滑動量（最大で190mm）が確認された。
- 評価値を上回った滑動の原因については、鉛直方向の地震力やタンク構造等の差異による影響などが考えられるが、詳細は検討中。

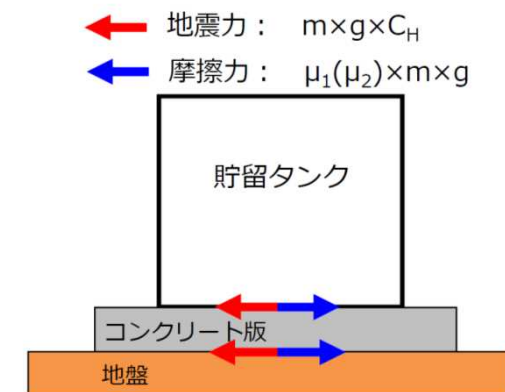
- 耐震Bクラス機器の設計震度に対する評価

水平方向の設計震度（0.36）と比較して、鋼材とコンクリートの摩擦係数（0.4）およびコンクリートと地盤の摩擦係数（0.46）の方が大きいことから、耐震Bクラス機器に対する設計震度ではタンクは滑動しないと評価していた。

- 基準地震動Ssに対する評価（参考で実施※）

基準地震動Ssの水平方向の加速度だけを用いて、簡易的な手法で滑動量を算出し、57.5mmと評価していた。

※：RO濃縮水を貯留していることから、基準地震動Ssによる評価を参考で実施



- なお、タンク設置時より、耐震Bクラス機器の設計震度を超える地震動によるタンクの滑動を想定し、設計上や運用上で考慮している。
 - <設計> 可撓性のある連結管でタンク間を連結する。
 - <運用> 貯留用タンクは満水後に連結弁を「閉」とする

4. 中低濃度タンク（1～4号機滞留水の処理水を貯留）の点検スケジュール

■ 応急対策実施状況（Dエリア）

- 特異的に滑動量が大きかったDエリアのタンクの一部は、炉注水用RO処理水やSr処理水の運用タンクとして使用してきた。
- 炉注水用RO処理水の運用タンクは、連結するタンク内の処理水が、堰内容量（2,140m³）を超えない範囲で連結弁を「開」状態とし、それ以外のタンクは「閉」状態とした。
- Sr処理水の運用タンクは、連結して使用できないため、中長期的に水処理の運用に影響を与える可能性がある。

■ Dエリアの要因分析を進めており、その結果も踏まえつつ恒久対策を検討・実施していく。

項目		2月	3月	4月	5月
漏えい確認		■			
滑動確認		■■■■■			
連結管点検（変位量計測）		■■■■■	■■■■■		
詳細点検検討・実施			■■■■■	■■■■■	■■■■■ ※1
Dエリアの特異的な滑動量の要因分析	設計・施工条件等の整理		■■■■■	■■■■■	■■■■■ ※2
	地盤条件等の整理		■■■■■	■■■■■	
	地震動の検討		■■■■■	■■■■■	■■■■■ ※2
恒久対策検討				■■■■■	■■■■■ ※2

※1：点検内容により期間を決定 ※2：検討内容により期間を決定

その他タンク（5・6号機滞留水（低レベル滞留水）他）

5. その他タンク（5・6号機滞留水（低レベル滞留水）他）の影響確認結果

■ 5・6号機滞留水（低レベル滞留水；Fエリア）タンク

- 漏えい確認結果と対応状況
 - 全62基（フランジ型タンク・溶接型タンク）について調査した結果、フランジ型タンク2基のフランジの継ぎ目から滴下等を確認。
 - 滴下箇所以下まで水位を低下させ、滴下が停止。運用休止。
- 滑動確認
 - 溶接型タンク3基で、最大35mmの滑動量を確認。
- 移送配管点検
 - 目視により漏えいおよび有意な変位が無い事を確認済
- その他点検結果：応急対策状況
 - フランジ型タンク8基で歩廊の一部落下を確認：立入禁止処置を実施済
 - フランジ型タンク6基で天板点検口蓋がタンク内部に落下：開口部養生を実施済

エリア		基数	タンク滑動			連結管メーカー 推奨変位値 超過箇所
			有無	基数	最大滑動量 (mm)	
F	F1	39	有	3	35	連結管無し
	F2	23	無	0	-	0
合計		62		3		

■ その他タンク

- 漏えい・滑動が無いことを確認済。引き続き詳細点検内容について検討。

6. その他タンク（5・6号機滞留水（低レベル滞留水）他）の恒久対策検討

- 詳細点検の内容については、現在検討中であるが、今後計画し、実施していく。

■ : 予定 ■ : 実績

項目	2月	3月	4月	5月
漏えい確認	■			
滑動確認	■			
連結管点検	連結管を有し滑動したタンクがないため点検対象なし			
詳細点検検討・実施		■	■	■ ※1

※1：点検内容により期間を決定

- 継手部からの滴下・歩廊及び天板点検口蓋の落下の確認されたタンクは、全てフランジ型タンクである事から溶接型タンクへのリプレースの必要性も含めて恒久対策を検討していく。

項目	2月	3月	4月	5月	6月
継手部からの滴下		■ 恒久対策検討	■	■ 恒久対策準備・実施	■ ※1
歩廊の落下		■ 補強等対策検討	■	■ 不要な歩廊の撤去・補強実施	
天板点検口蓋の落下		■ 回収可否等検討	■		

※1：対策内容により期間を決定


以下 参考

- ALPS処理済水タンクの受入中は連結弁を「開」として、運用するが満水になった際に連結弁を「閉」とし、連結管破断時の影響を最小限に抑える運用としている。
- 現状、汚染水（RO処理水・Sr処理水・ALPS処理済水）の受払いのため連結弁を常時「開」として運用しているエリアは下記の通り。

2021.3.8時点

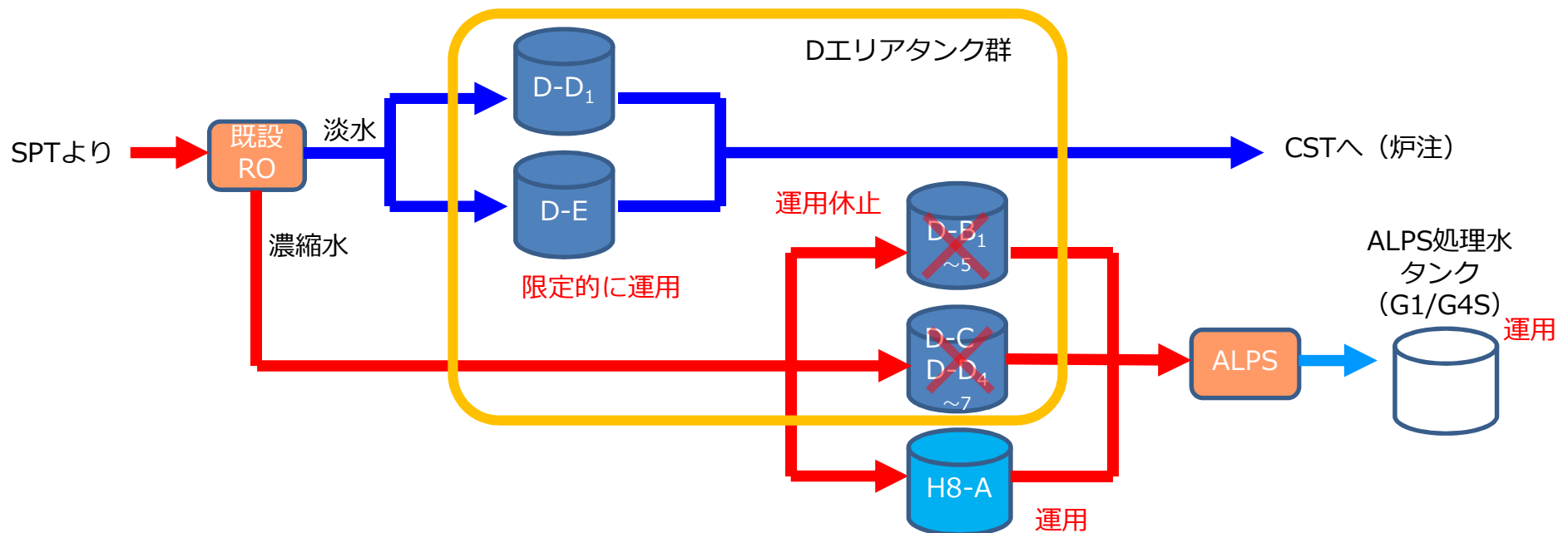
	貯留水	連結貯留量	連結数	堰内想定漏えい容量※
Dエリア	RO処理水（淡水）	約2,000m ³	4/12	2,140m ³
H8-Aエリア	RO濃縮水	約4,000m ³	5/ 5	1,100m ³
G1エリア	ALPS処理済水	約38,000m ³	39/66	4,480m ³
G4南エリア	ALPS処理済水	約26,000m ³	26/26	1,770m ³

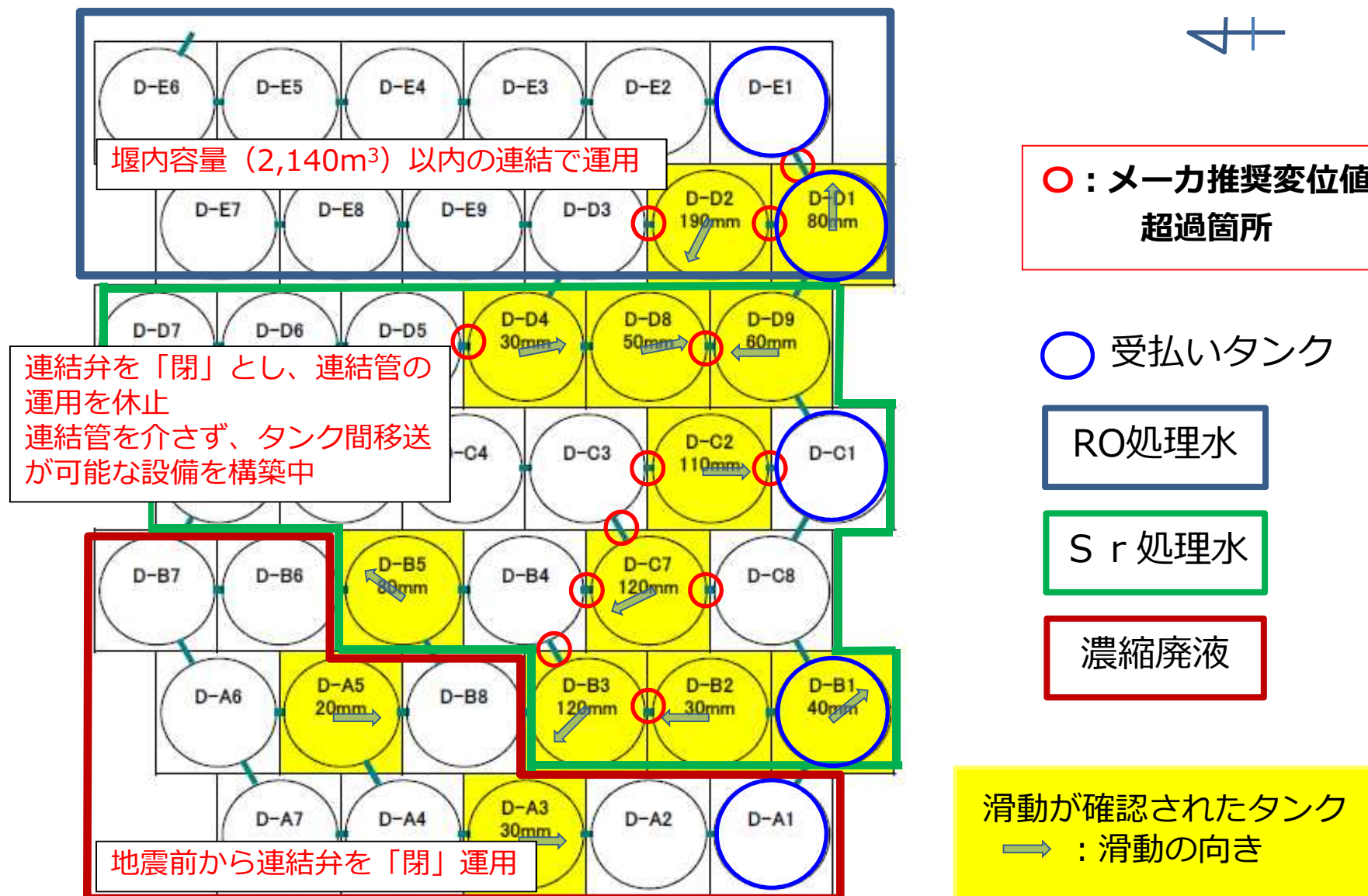
※堰内想定漏えい量：堰内に20cmの雨水が貯留している場合にタンクからの漏えいを受入れる事の出来る容量
 堰内想定漏えい量 = (堰底面積 - タンク専有面積) × (堰高さ - 20cm)

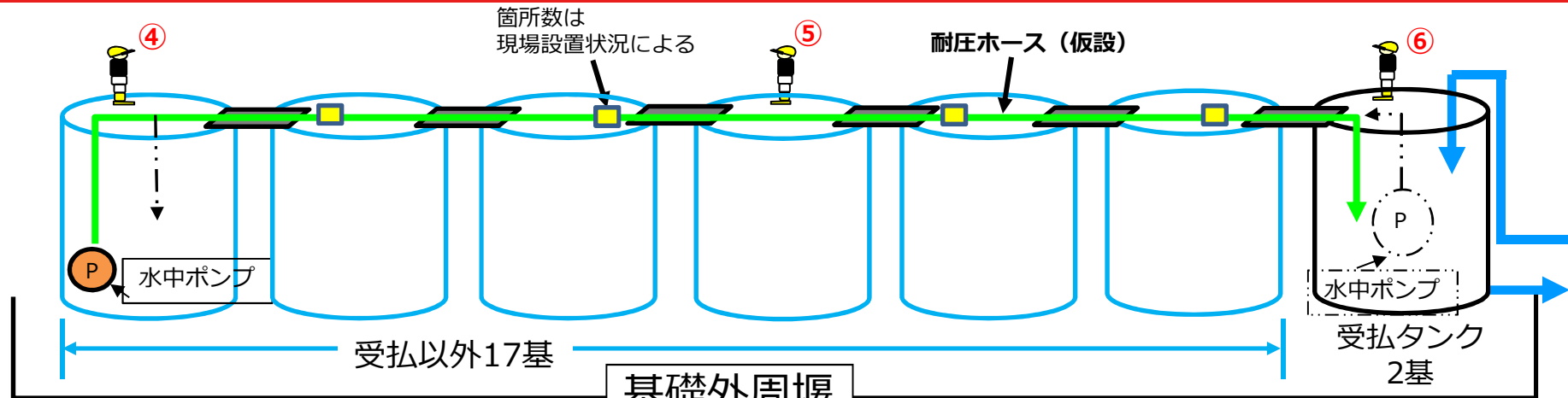
- 当面の対応
- ・ Dエリアについては、他のエリアと比べ滑動量が大きい。ただし、原子炉注水に必要なタンクである為、当面の間、堰内容量（2,140m³）以内の連結で運用を実施。
- 
- ・ それ以外のタンク群については、地震による滑動量が少なく、連結管の変位値が許容値以内であり、汚染水処理を継続するため、リスク低減対策を講じた上で引き続き連結弁を開として運用を実施。

- RO処理水（淡水）タンク（D-D1,E群）
 （役割） 炉注水用のRO処理水（淡水）を貯留
（今後の運転） 限定的に当該エリアにて運用を継続※
- Sr処理水（濃縮水）タンク（D-B1~5,C,D4~7群）
 （役割） ALPSで処理する前のSr処理水を貯留
（今後の運転） 連結弁を「閉」とし、連結管の運用を休止としているが連結管を介さず、タンク間移送が可能な設備を構築中
- 濃縮廃液タンク（D-A,B6~8群）
 （役割） 震災直後の濃縮塩水を蒸発濃縮装置で分離した濃縮廃液を貯留
（今後の運転） 地震前から連結弁を「閉」運用

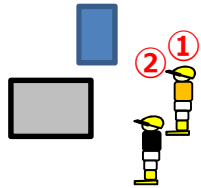
※影響がないと確認できたタンク（D-D2除く）のみを限定的に活用し、
 堰容量（2,140m³）以内の連結で運用







ポンプ起動停止用仮設発電機（堰外）
漏えい検知警報盤（堰外）



基礎外周堰
免震棟orCCR
受払タンク
水位計確認 ③

- Ⓟ : 仮設水中ポンプ
- : 仮設ライン（耐圧ホース）→最長約100m
- : 耐圧ホース接続箇所
- : 受払い配管（PE管）

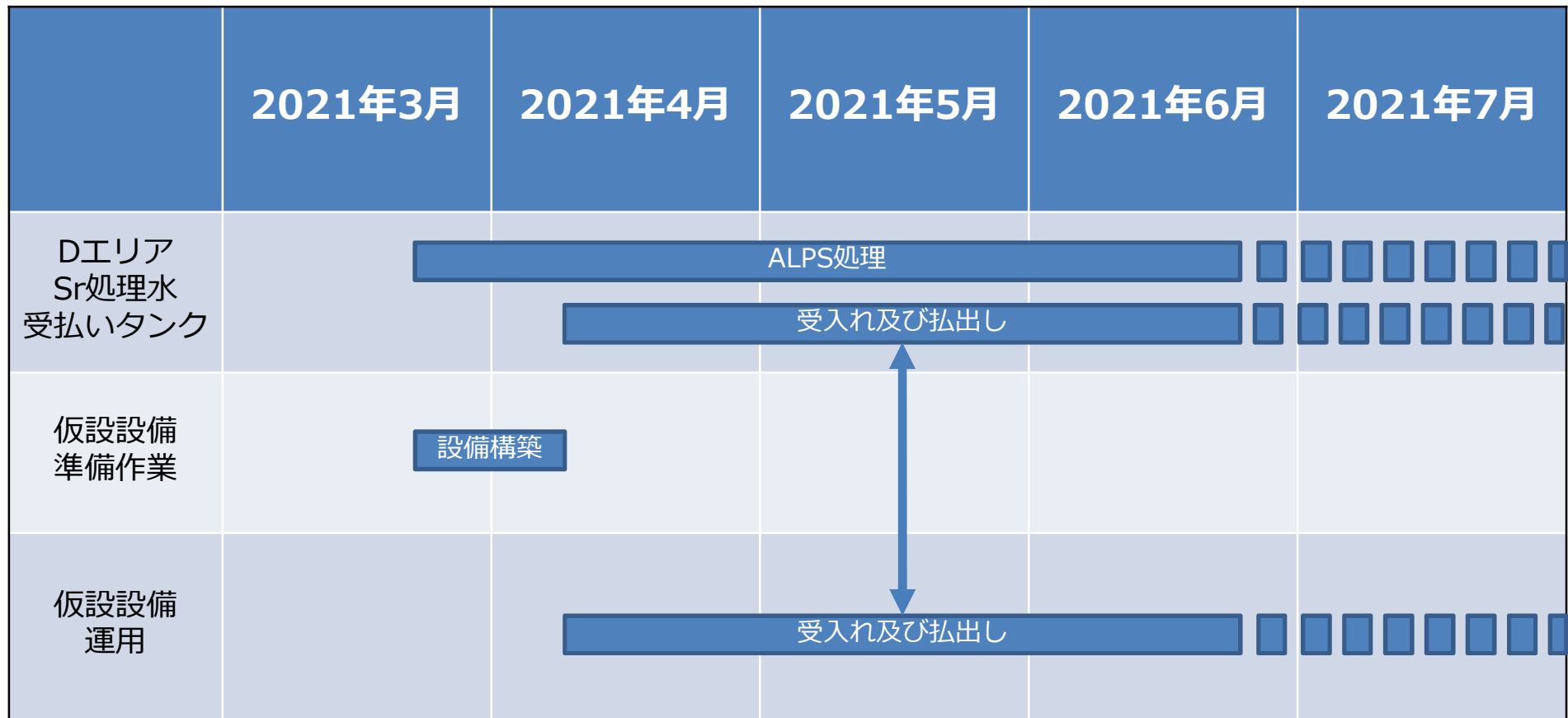
【補足】

- ・受払い配管（PE管）は、可撓性により耐震性を確保しており、目視で有意な変位・漏えいが無い事は確認済
- ・耐圧ホースは二重化して使用
- ・耐圧ホースは、ガイドに則り下記項目を確認（金具の異常有無・ホース外傷有無等）
- 確認の結果、異常が確認された場合は、交換を実施
- 耐圧ホースの使用期間は、タンク移送完了の都度、ホース取付・取外を繰り返すことより、コネクタ部の破損やホース布設によるかき傷の可能性を考慮し、最長3か月で管理
- ・移送は昼間の監視員が居る場合のみ実施
- ・日々の移送完了後は空気圧送し、ホース内残水を移送する



【耐圧ホース接続箇所】

耐圧ホース（二重化）接続箇所に受けパンを設置し、受けパン内に漏えい検知器を取り付ける。漏えい時は警報盤にてランプ点灯及び、アラーム音で漏えいを知らせる。

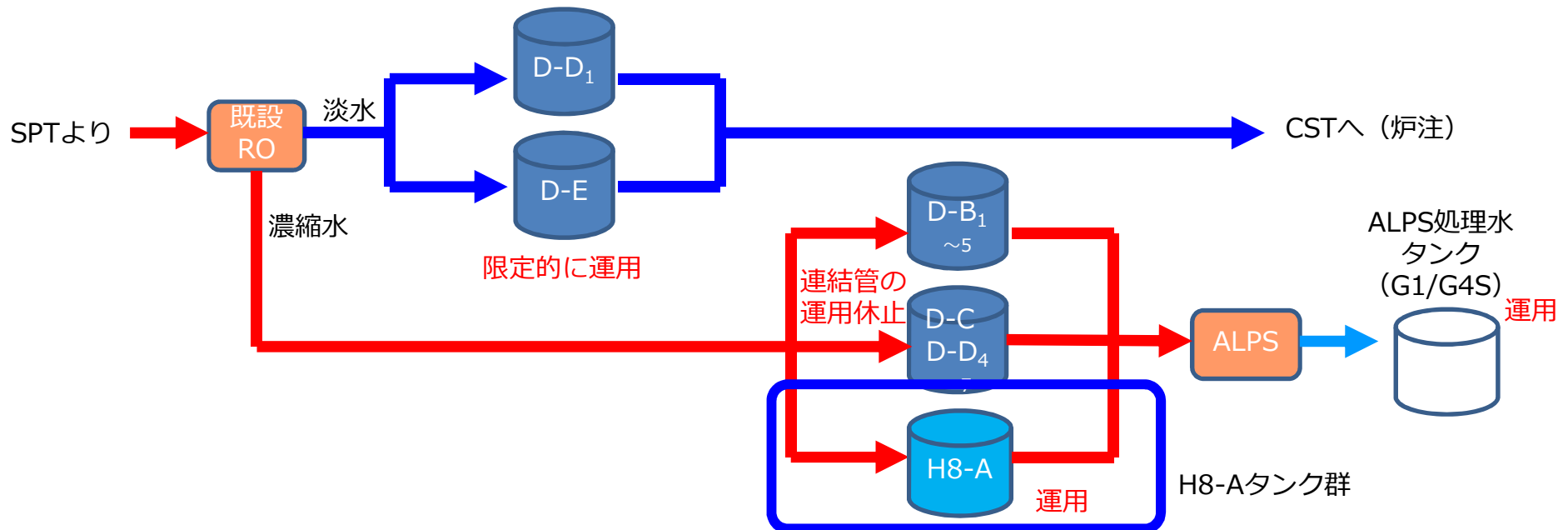


- 受払い配管（PE管）は、可撓性により耐震性を確保している。また、地震後の点検により、目視で有意な変位・漏えいが無い事は確認済。その為、受払いタンクの使用は可能と判断。
- 3/26以降、準備が整い次第、受払いタンク（D-B1・C1）内のSr処理水のALPS処理を実施する予定。
- 連結管を介さない方法でのタンク間移送は、設備構築後（4月中旬）に実施し、順次Sr処理水のALPS処理を進める予定。

- Sr処理水（RO濃縮水）タンク（役割）ALPSで処理する前のSr処理水を貯留
 （今後の運転）リスク低減対策を行い、連結弁を「開」として運用

【リスク低減対策】

- DエリアのRO処理水（淡水）タンクと同様に、堰内容量（1,100m³）内での運用を行う場合、タンク1基で運用することとなり、各汚染水処理装置の処理バランスを考慮すると、運転が困難となる。
- その為、H8-A群タンクについては、5基連結した状態で運用する事とするが、地震時の連結管破断に備え、堰内に移送ポンプ等を準備し、移送が可能な設備構成と体制の構築を図る。

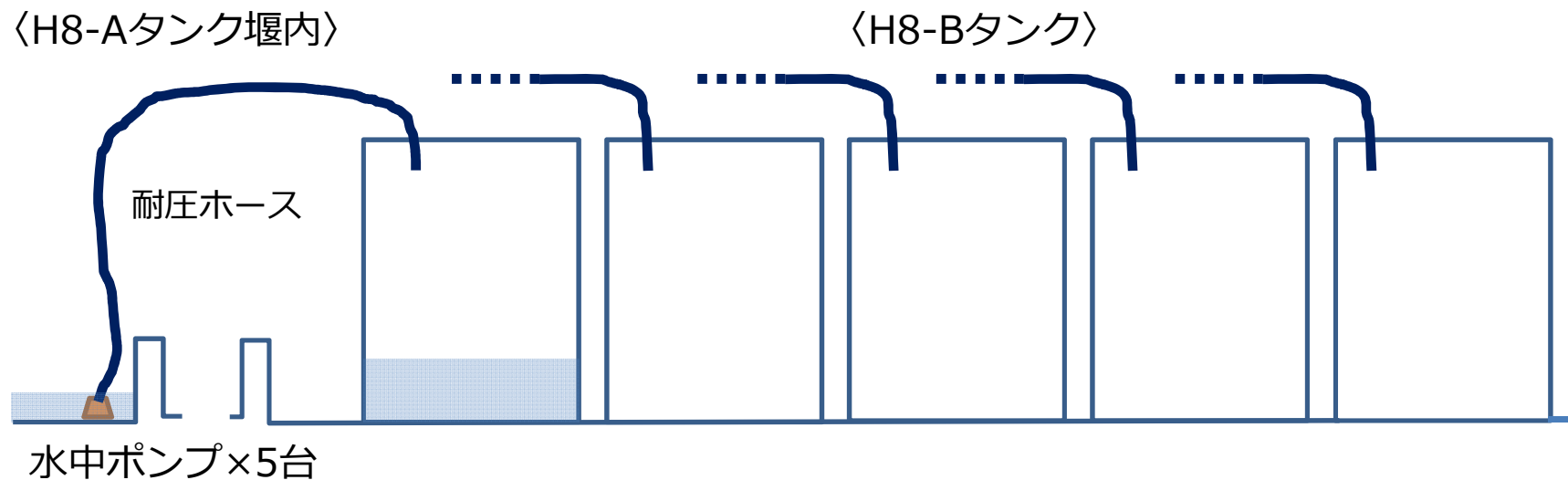


- H8-Aタンクについては、5基連結した状態で運用する事とするが、地震時の連結管破断に備え、堰内に移送ポンプ等を準備し、H8-Bタンクに移送が可能な設備構成と体制の構築を図る。

移送能力	177.5m ³ /h (35.5m ³ /h×5台) ^{※1}
受入れ可能容量	5,000m ³ (1,000m ³ ×5基) ^{※2}

※1 現場にて確保可能な容量。なお、連結管に直径5cm程度の穴が生じた場合の漏えい量は約100m³/hとなる。

※2 5基分が全量漏れた場合においても受入れ可能な容量。



3/9現在、1系統の設置完了。3月末までに5系統全て設置予定。

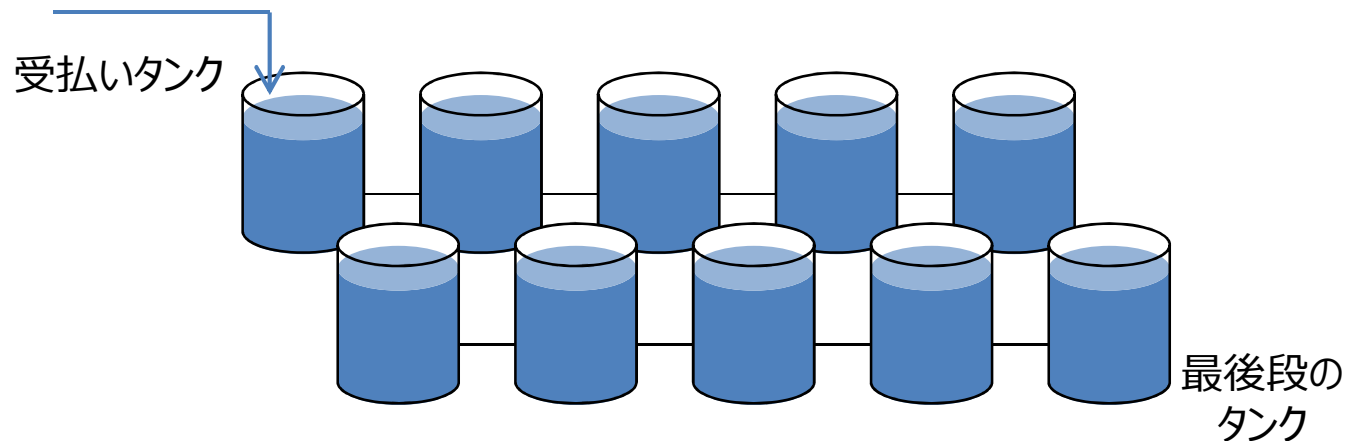
■ ALPS処理済水タンク

（今後の運転） リスク低減対策を行い、連結弁を「開」として運用

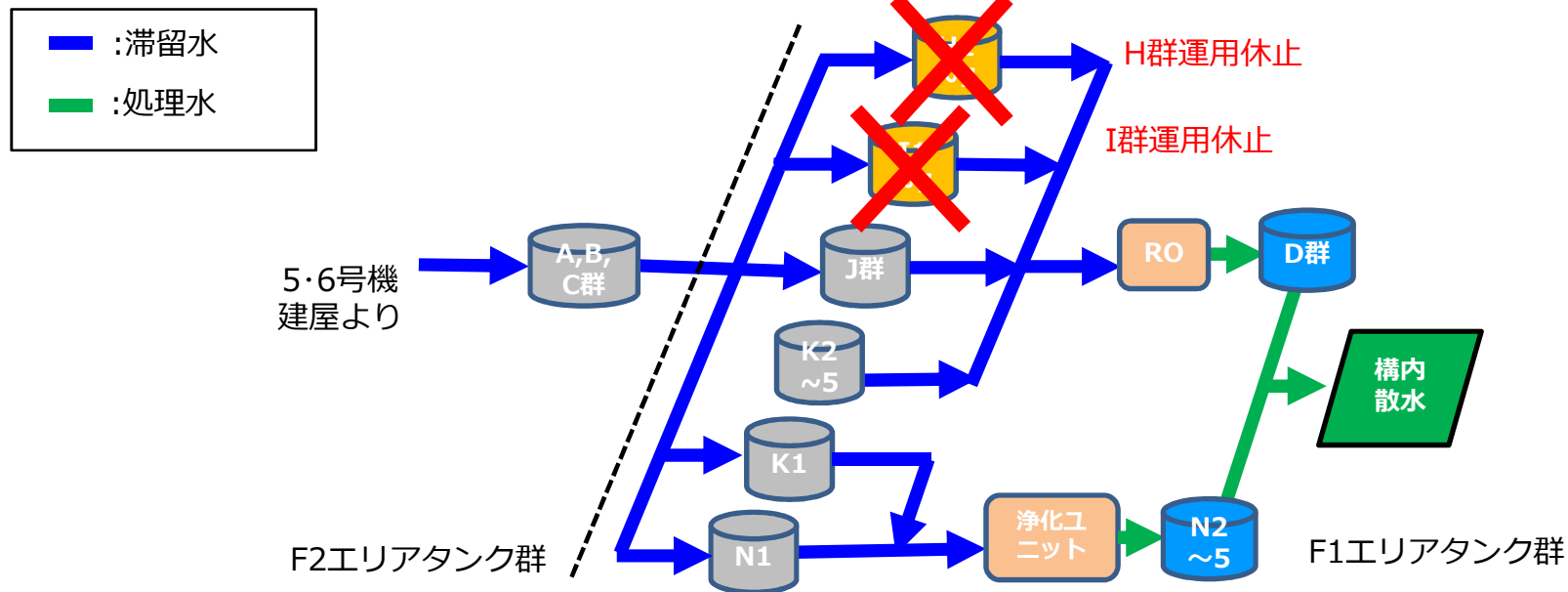
（ALPS処理済水タンクは、受入中は連結弁を「開」運用とするが、満水になった際に連結弁を「閉」とし、連結管破断時の影響を最小限に抑える運用としている。）

【リスク低減対策】

- ALPS処理済水タンクは、受払いタンクで受入れ、後段のタンクには、連結管を介して受入れる運用としている。タンク群は、約10基連結しており、DエリアのRO処理水（淡水）タンクと同様に堰容量（4,480m³/1,770m³）以内での運用は困難である。
- その為、G1/G4Sエリアについては、下記3つのリスク低減対策を行う。
- 現状の運用通り、満水になった際に速やかに連結弁を「閉」とする運用を継続する。
- 地震発生時（震度5弱以上）連結管を「開」として運用しているタンクについて、優先的にパトロールを行い、漏えいが確認された場合、速やかに連結弁を「閉」とする。
- また、作業により連結弁を「開」とする場合は、地震による連結管破断時の影響を踏まえ出来るだけ短い作業時間となる様に検討を行う。

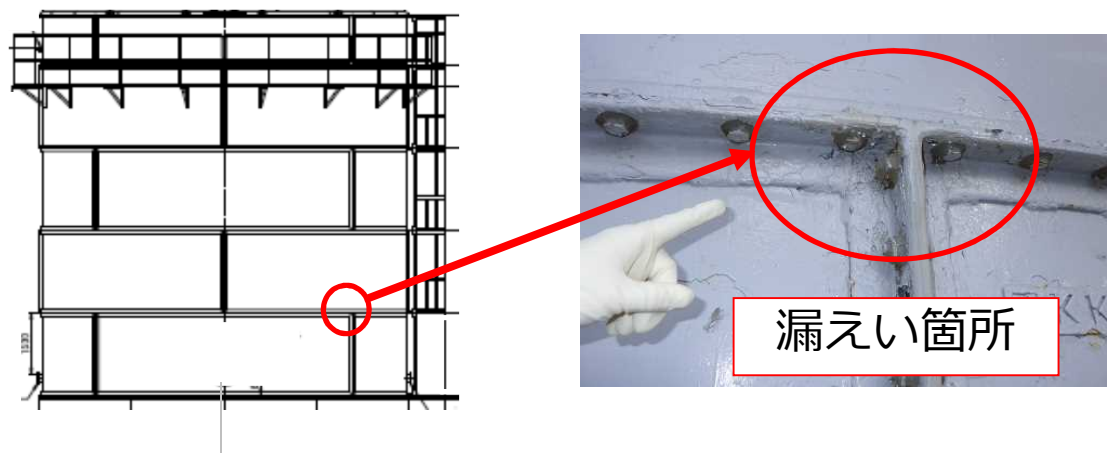


<p>■ 滞留水受入タンク (A・B・C群)</p>	<p>(役割) 5・6号機滞留水を受入、払出 (今後の運転) 運用継続</p>
<p>■ 滞留水貯留タンク (H・I・J・K群)</p>	<p>(役割) 5・6号機滞留水及びRO濃縮水を貯留 (今後の運転) H3・I7タンクフランジ部漏えいにつきH・I群の運用休止 (J・K群にて運用が可能のため、影響無し)</p>
<p>■ 滞留水中間タンク (N群)</p>	<p>(役割) 5・6号機滞留水を貯留 (N1) 浄化ユニット処理水を貯留 (N2～N5) (今後の運転) 運用継続</p>
<p>■ 滞留水貯留タンク (D群)</p>	<p>(役割) 5・6号機RO処理水を貯留 (今後の運転) 運用継続</p>



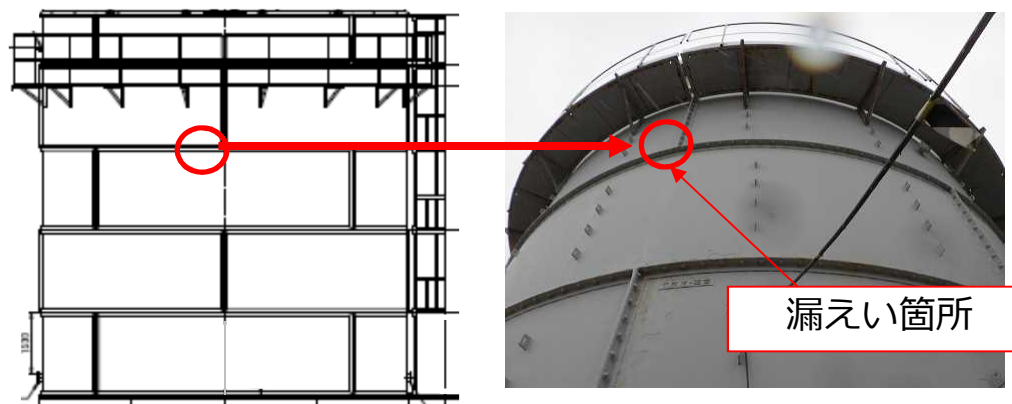
F1エリアタンク H3タンクフランジ部からの漏えい

- 概要：鉛筆の芯1本程度の漏えい。現在は漏えいが停止している状況。



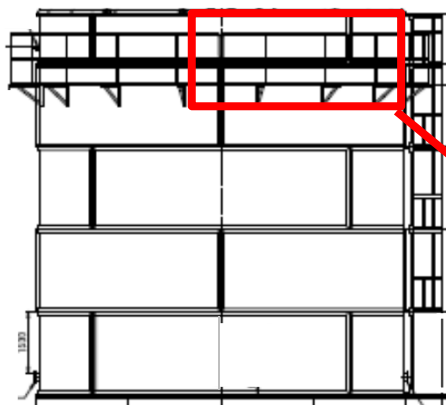
F1エリアタンク I7タンクフランジ部からの漏えい

- 概要：3秒に1滴程度の漏えい。現在は漏えいが停止している状況。



F1エリアタンク 歩廊一部落下

- 概要：フランジタンク8基（H4・I2・I3・I7・J3・J4・J5・J6タンク）に歩廊の一部が落下していることを確認。立入禁止処置を実施済み。



F1エリアタンク フランジタンク天板点検口蓋なし

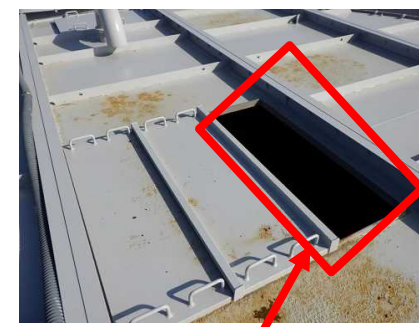
- 概要：フランジタンク6基（H6・I6・J3・J4・J5・J6タンク）に天板点検口の蓋が無いことを確認。（タンク内へ落下と推定）



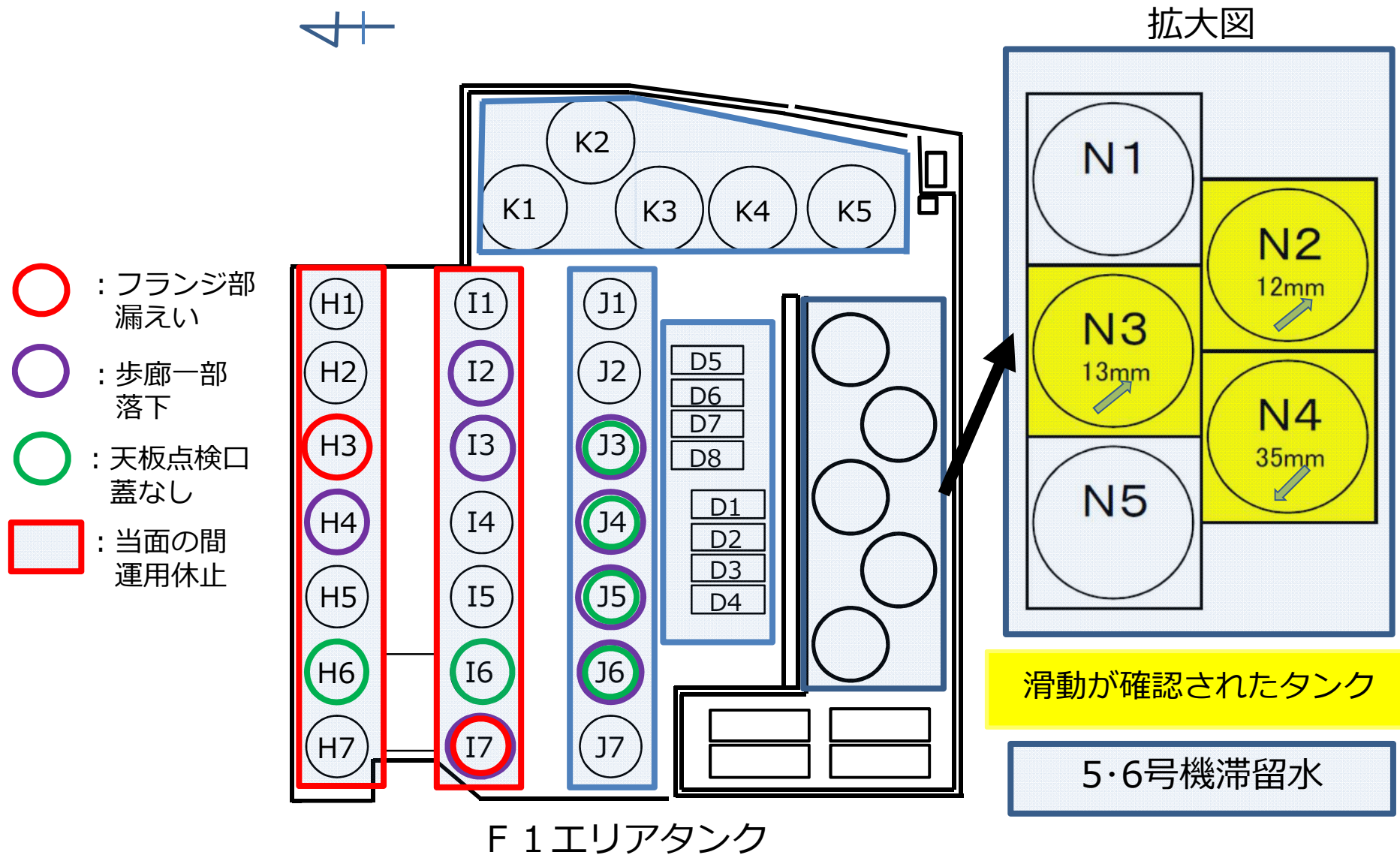
天板点検口（蓋あり）



天板点検口（蓋なし、養生実施）



天板点検口（3枚蓋、蓋なし、養生前）



耐震重要度分類に関しては、「原子力発電所耐震設計技術規程」に以下のとおり記載されている。

■ 耐震クラス別施設

JEAC4601-2008より抜粋

各耐震クラスの機能上の分類によるクラス別施設は、以下のとおりとする。

(1) Sクラスの施設

- a. 「原子炉冷却材圧力バウンダリ」（軽水炉についての安全設計に関する審査指針について記載されている定義（同じ。）を構成する機器・配管系
- b. 使用済燃料を貯蔵するための施設
- c. 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設
- d. 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
- e. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
- f. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設
- g. 放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設で上記 f. 以外の施設

(2) Bクラスの施設

- a. 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一時冷却材を内蔵しているか又は内蔵しうる施設
- b. 放射性廃棄物を内蔵している施設。ただし、内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損による公衆に与える放射線の影響が周辺監視区域外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。
- c. 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設
- d. 使用済燃料を冷却するための施設
- e. 放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設

(3) Cクラスの施設

上記 Sクラス、Bクラスに属さない施設

✓ Bクラスとした考え方

- 汚染水処理設備等を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは、Bクラス相当の設備と考えられる。

- 2/13地震時、Dエリアは他エリアと比較して特異的に大きな滑動量が確認されている。
- 今後、要因分析ならびに恒久対策を検討・実施していく。
 - 現状整理
 - タンク構造の違い（型式、施工方法、施工年代）
 - 地盤改良、基礎構造の違い
 - 堰内塗装、シール施工（基礎コンクリートとタンク間のシール）の違い
 - 連結管の違い・連結弁開閉状態
 - 原地形・地盤条件の違い
 - 解析検討（地下深部での観測地震波から地表面の地震動レベルを想定）

		2月	3月	4月	5月
応急対策検討・実施		■			
現状整理		■			
解析検討	地盤条件・パラメータの整理	■			
	剥ぎ取り波の検討		■		
	剥ぎ取り波によるタンクエリア地表面での地震動レベルの想定			■	
要因分析※			■		
恒久対策検討			■		

※ 現状整理、解析検討の結果を踏まえつつ、並行して要因分析を進めていく。状況に応じて、解析検討等は再実施する。