

海洋汚染をより確実に防止するための取り組み

平成27年2月17日

東京電力株式会社
福島第一廃炉推進カンパニー
福島第一原子力発電所

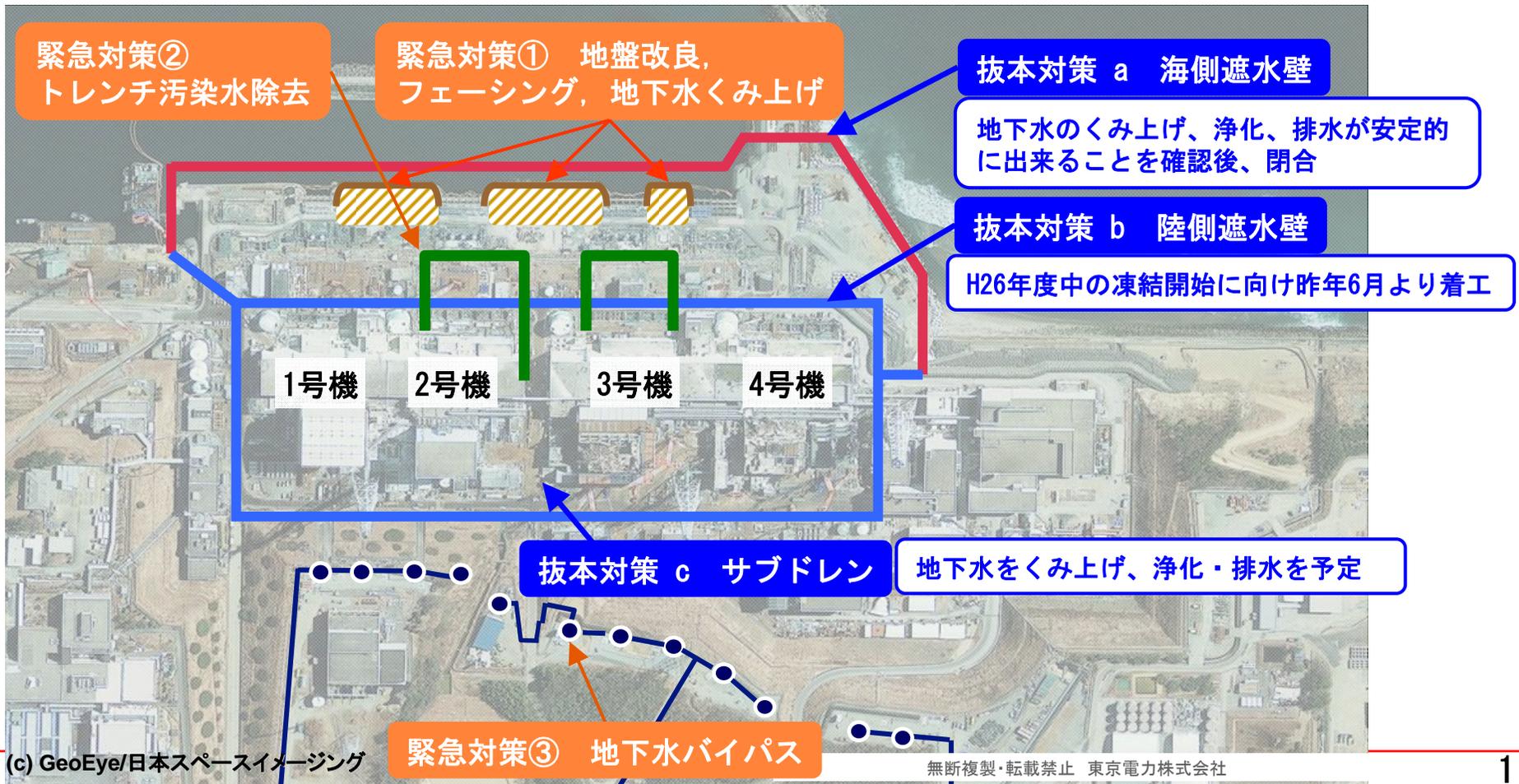
1. 海洋汚染防止対策（全体概要）

緊急対策

- ・港湾への流出防止・・・① 汚染エリアの地盤改良・地下水くみ上げ・フェーシング 【漏らさない】【近づけない】
- ・汚染源除去・・・・・・・② トレンチ内高濃度汚染水の除去 【取り除く】
- ・汚染水増加の抑制・・・③ 建屋山側の地下水くみ上げ(地下水バイパス) 【近づけない】

抜本対策

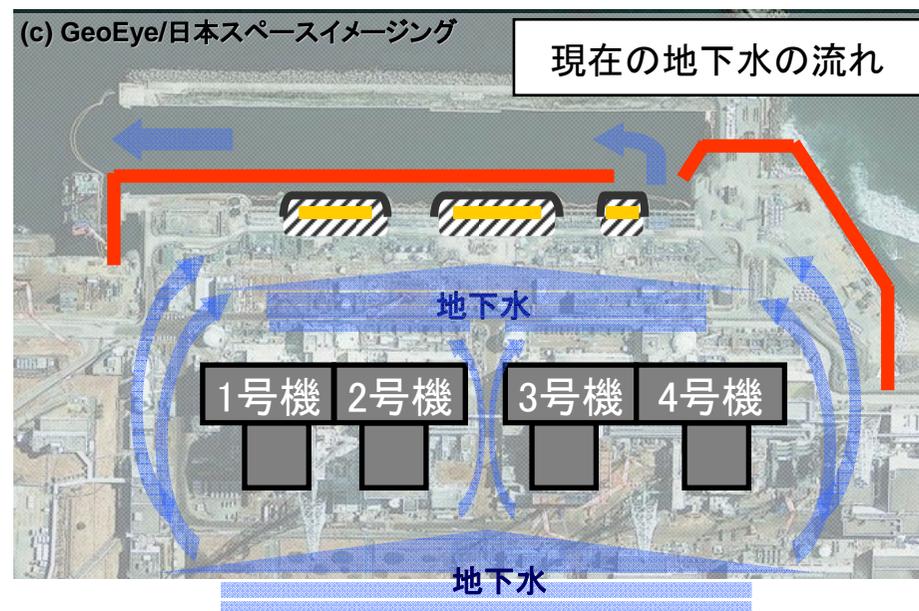
- ・海洋流出の阻止・・・・・・・・・・・・・・a 海側遮水壁の設置 【漏らさない】
- ・汚染水増加抑制・港湾流出の防止・・・b 陸側遮水壁の設置 【近づけない】
- ・原子炉建屋等への地下水流入抑制・・・c サブドレンからの地下水くみ上げ 【近づけない】



2. 地下水の状況について

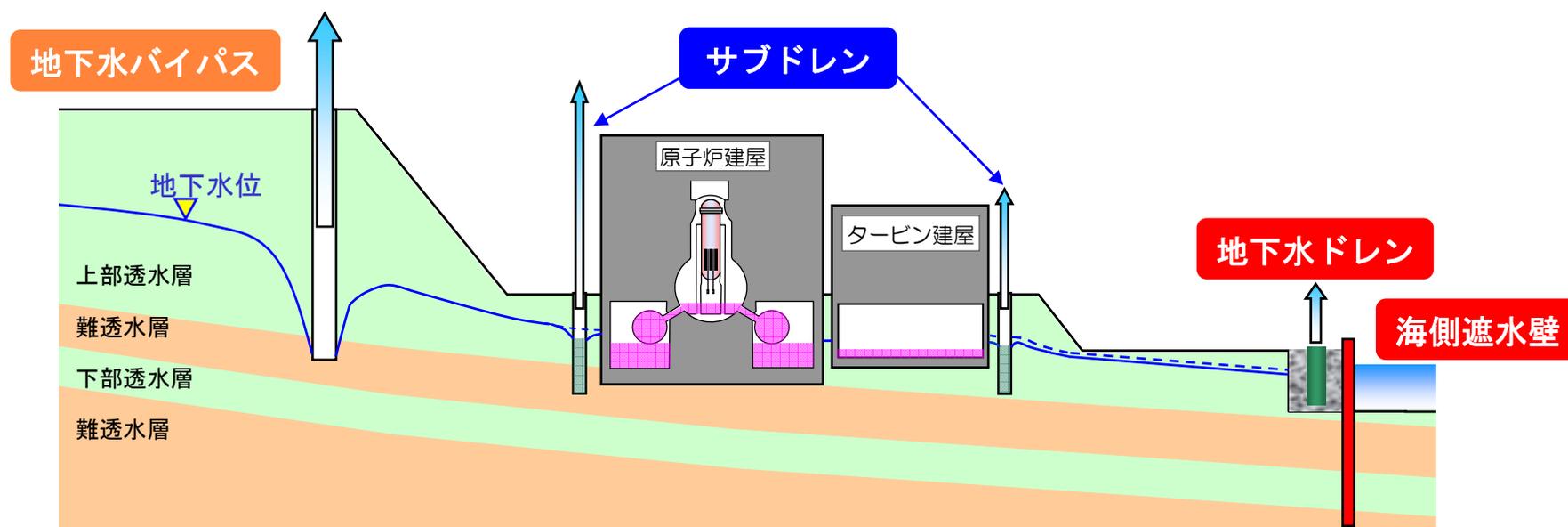
- 発電所構内の地下水は、山側から海側に向かって流れています。これらの地下水には、事故の影響により汚染された地表面のがれき等にふれた雨水が混合されていることから、**放射性物質を含む**ことが確認されています。
- その放射性物質濃度※につきましては、**原子炉建屋内に滞留している高濃度の汚染水に比べ、はるかに低いレベル**です。また、建屋内汚染水は、建屋周辺の地下水位より低く保つことで、建屋外に流出することを防止しており、**建屋周辺に流れている地下水には混入していないと考えております。**

※参考資料(スライドP20)参照



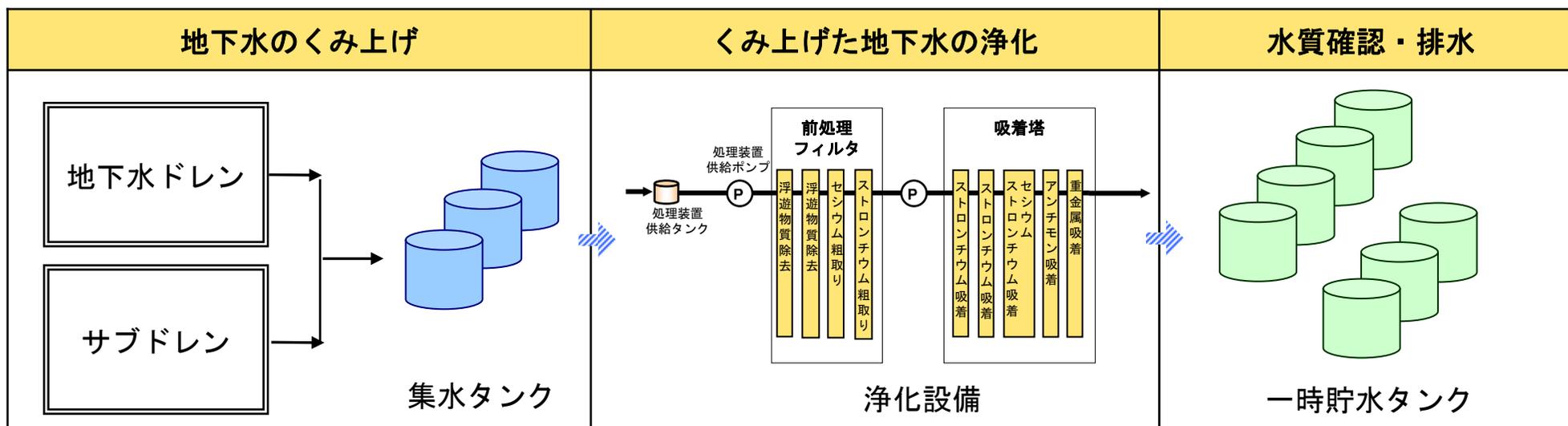
3. 地下水ドレンとサブドレンによる地下水のくみ上げ

- 海側に流れ込む地下水は、護岸に設置した井戸（**地下水ドレン**）でくみ上げます。
- また、地下水ドレンより上流側にある建屋近傍の井戸（**サブドレン**）も利用することで、海側に流れる地下水の量を低減させます。
- なお、**サブドレンで地下水をくみ上げることにより、原子炉建屋へ流入する地下水が大幅に低減**するため、**発電所構内で保有する高濃度の汚染水の量を減らす**ことになり、結果として、港湾内への汚染拡大リスクの低減に繋がるものと考えています。



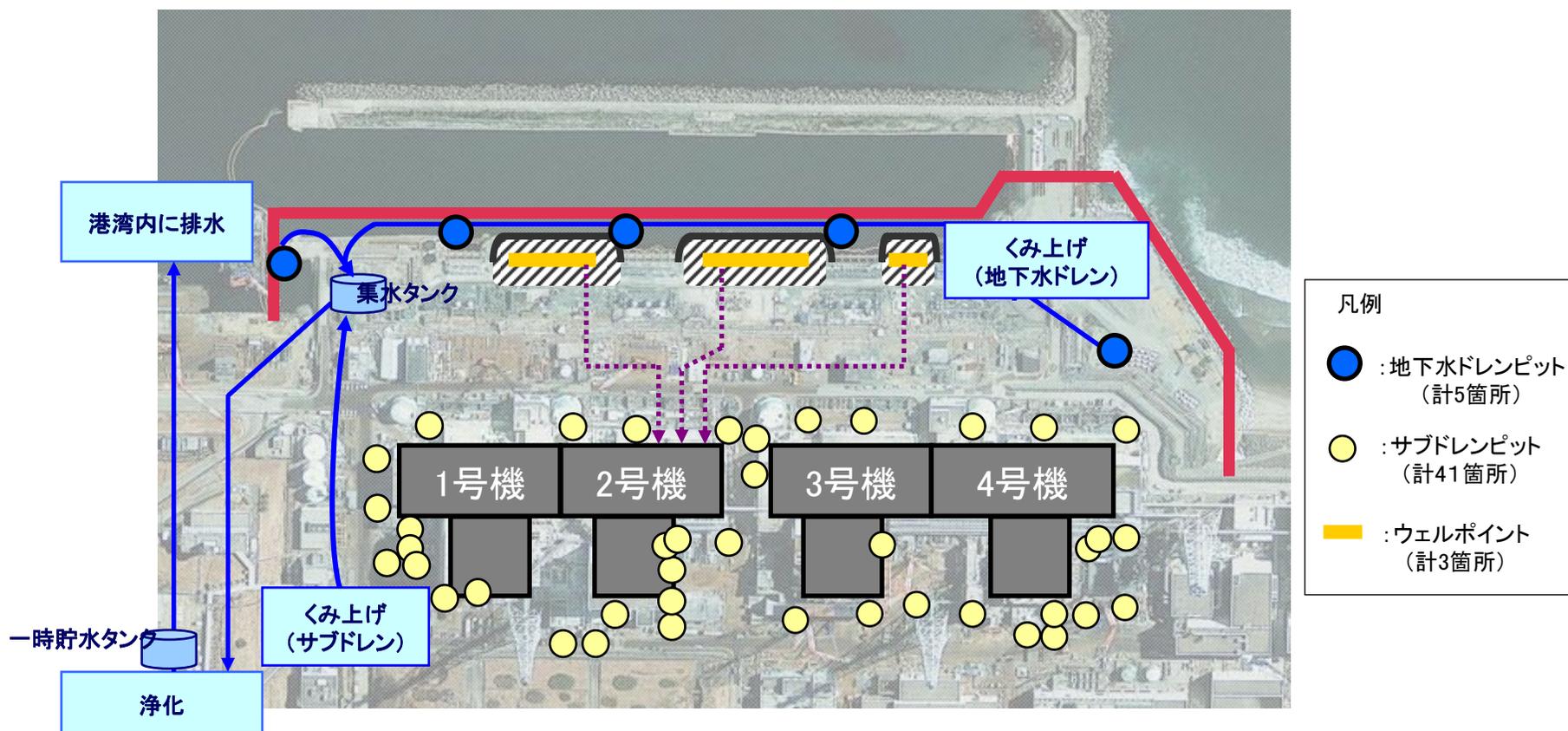
4. くみ上げた地下水の浄化と安定稼働の確認

- くみ上げた地下水は、放射性物質濃度を1/1,000~1/10,000程度まで小さくする能力を持っている**専用の設備**により浄化します。
- くみ上げた地下水は建屋滞留水と比べてはるかに低い放射性物質濃度のため設備構成が単純であり、故障リスクは少ないと考えております。
- なお、実際にくみ上げた地下水による浄化性能試験等により、**安定的に地下水を浄化できることおよび地下水を移送できること**を確認しました。



5. 浄化した地下水の排水

- 浄化した地下水は、**地下水バイパスで設定した水質基準（運用目標）**をさらに**厳格化した運用目標を満たすこと**を確認した後、**港湾内に排水させていただく計画**です。
- なお、**排水については、関係省庁や漁業関係者の皆さま等にご説明し、ご理解を得ることが必要と考えています。**



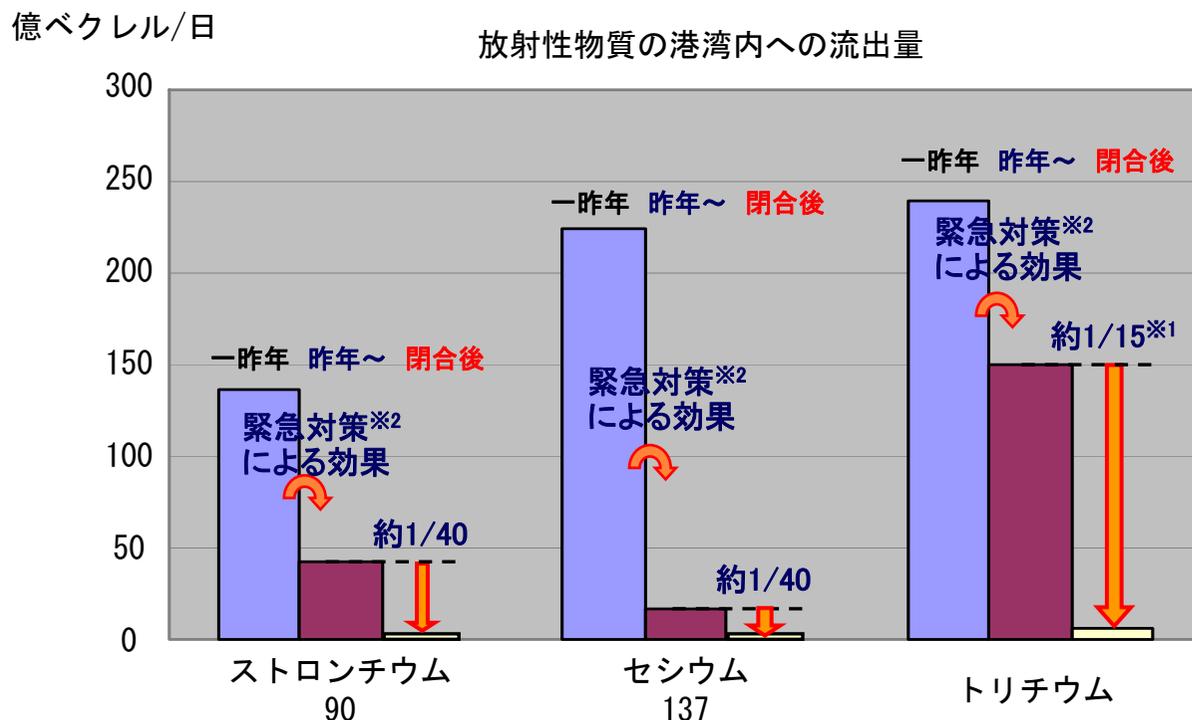
6. 海側遮水壁の閉合

- **くみ上げた地下水を安定的に浄化・移送できることが確認**できた後、海側遮水壁を閉合する計画です。
- 海側遮水壁は、地中深さ30m程度の下部透水層より深くまで設置します。
- 1～4号機護岸を囲う**海側遮水壁**により、敷地から港湾内に流れている地下水をせき止めることができ、海洋汚染をより確実に防止することができます。



7. くみ上げた地下水の浄化と排水による効果

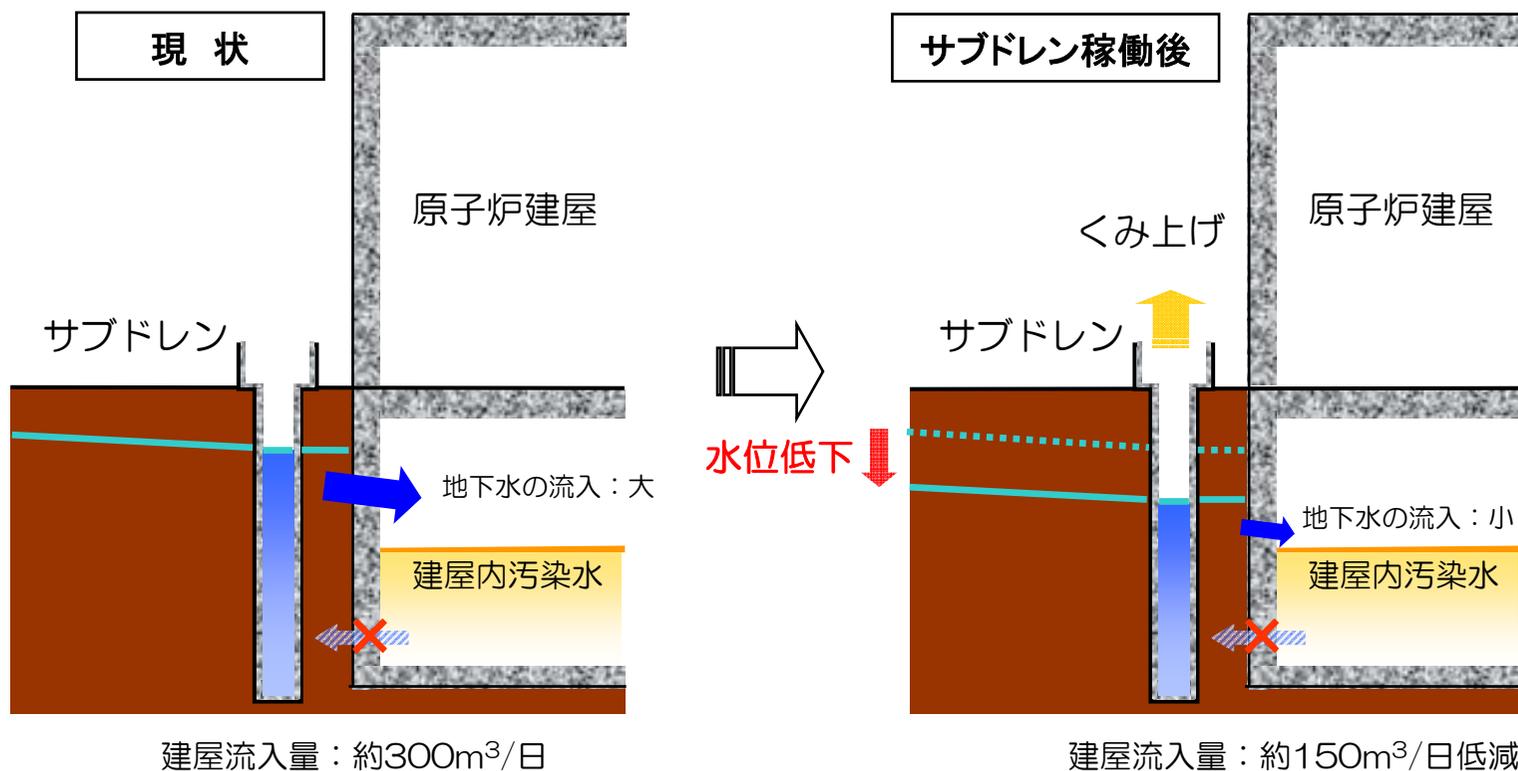
- これまでも地盤改良等の緊急対策を実施してきたことにより、放射性物質の港湾内への流出量を抑制してきました。
- 港湾内へ流出する地下水をくみ上げ・浄化・排水し、海側遮水壁を閉合した場合、放射性物質の海洋への流出量を低減できると考えています。
- これにより、海側遮水壁の閉合後、港湾内の水質はさらに改善される見込みです。
- また、廃炉へ向け中長期的に取り組む各作業において、万が一、汚染水の漏えい事故が生じた場合にも、海側遮水壁により、海洋汚染をより確実に防止できると考えています。



※港湾内への放出量については、地下水の水質や流量を仮定して評価したものであり、今後変更する可能性があります。

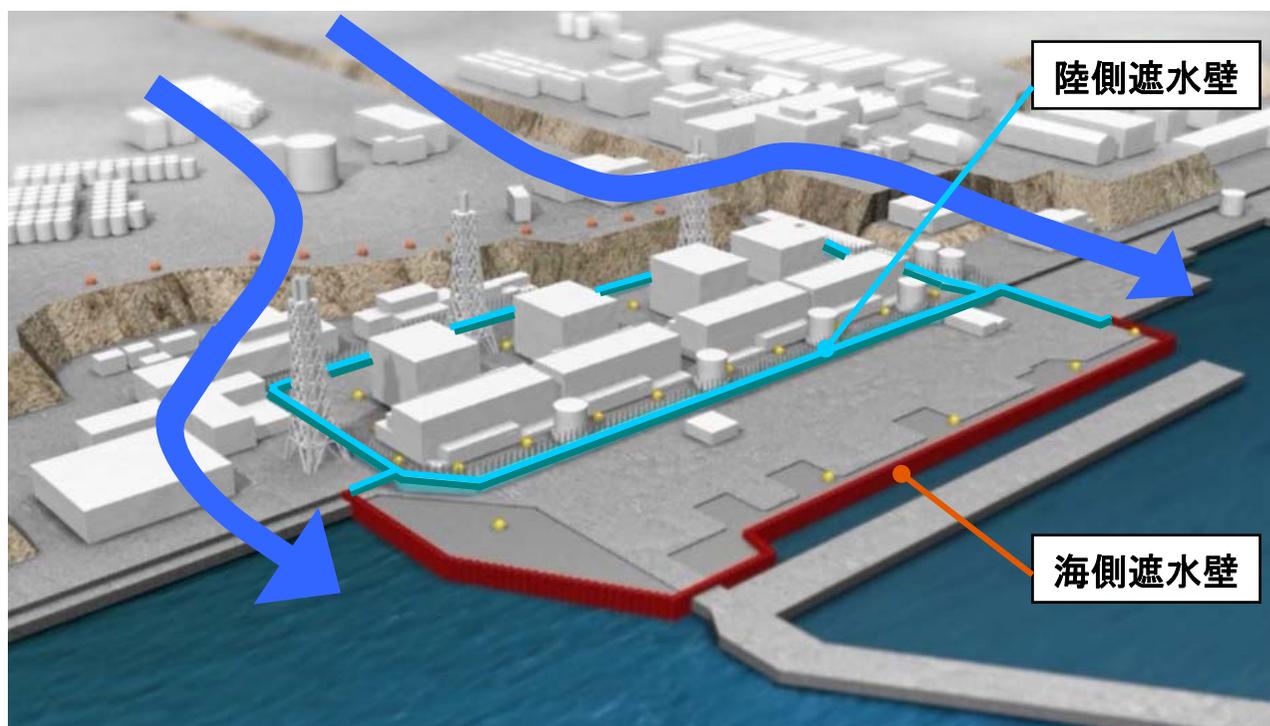
8. サブドレンくみ上げによる効果

- サブドレンの稼働により、建屋周辺の地下水位を低下させることができます。特に建屋山側では、周辺地下水位と建屋内汚染水の水位差は約4m～5m程度であることが確認されており、サブドレンによる地下水のくみ上げにより、現在約300m³/日程度の地下水流入量に対し、約150m³/日程度の低減効果が見込めると考えております。地下水流入量を低減することは、敷地内に保有する**高濃度の汚染水の発生量を減少**させることにつながります。



9. 陸側遮水壁（凍土壁）設置後の地下水

- 汚染水対策の抜本対策として、サブドレンからの地下水くみ上げ、海側遮水壁の閉合に加え、1～4号機周辺に**陸側遮水壁**を設置する計画を進めております。H26年6月に工事に着手し、H26年度内の凍結開始を目指しております。
- 現在、上流から1～4号機周辺に流れ込む地下水は、陸側遮水壁により**大きく迂回**し、建屋周辺で汚染されることなく、海洋へ流れ出ることになります。
- 陸側遮水壁設置後、**1～4号機周辺に流れ込む地下水は大幅に抑制**されますので、サブドレンおよび地下水ドレンのくみ上げ量は小さくなります。



浄化設備の安定稼働の確認について

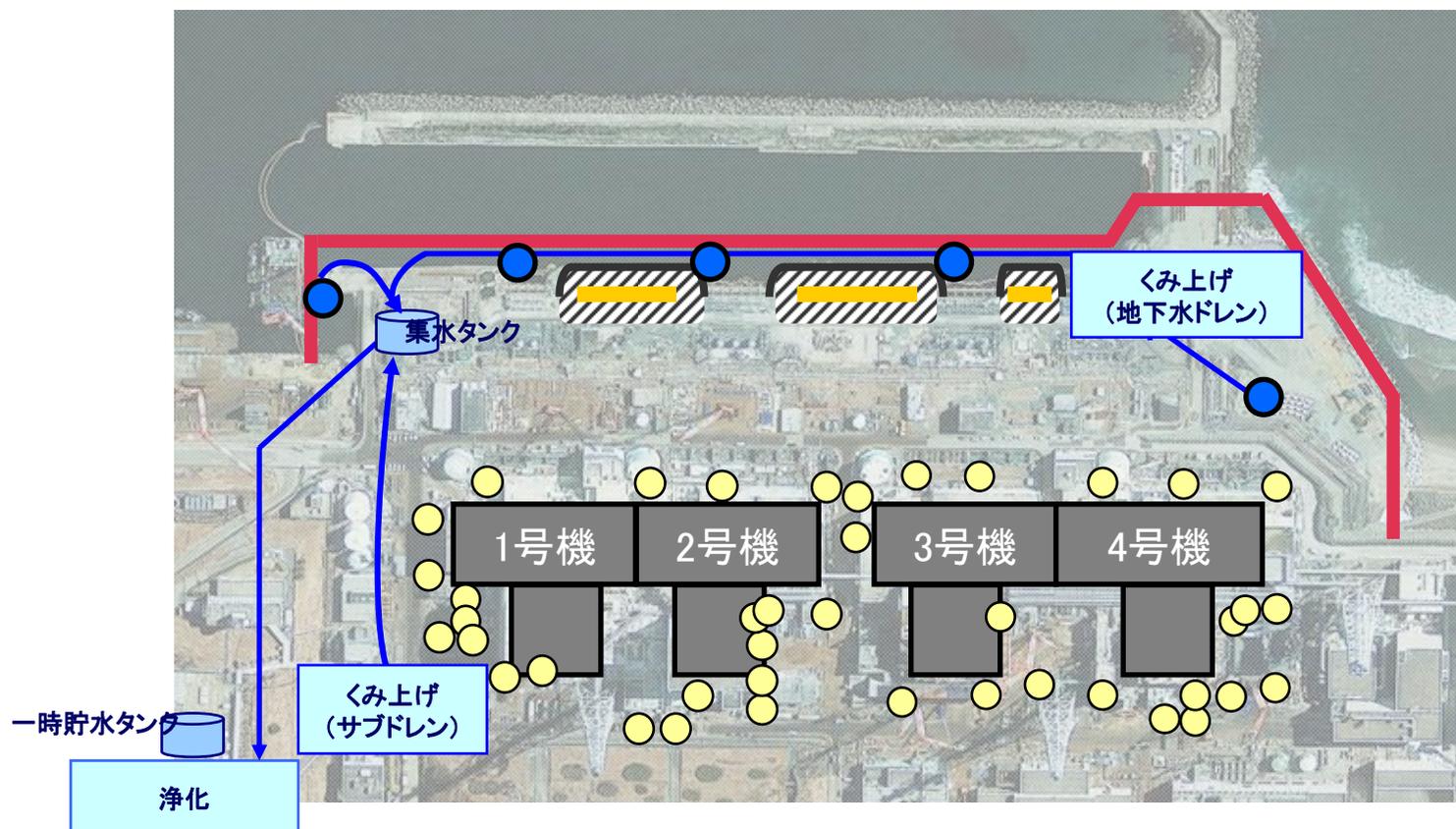
浄化設備の安定稼働の確認

- 昨年7月から11月の4ヶ月にわたり、延べ約4,000m³の地下水をくみ上げ、設備が安定的に稼働することを確認してきました。

				
	サブドレンピット	集水タンク	浄化設備（吸着塔）	一時貯水タンク
【STEP1】 通水運転試験			<7/10> ろ過水による通水運転 (約2時間, 50m ³)	
【STEP2】 浄化性能試験	<8/14~8/16> 地下水のくみ上げ	地下水の集水	地下水の浄化 1回目(約300m ³) <8/20>	地下水の貯留
【STEP3-1】 連続循環運転試験			<9/5~9/11> 地下水による連続循環運転 (8時間×7日間)	
【STEP3-2】 系統運転試験	地下水のくみ上げ	地下水の集水	地下水の浄化	地下水の貯留
	<9/16~>		2回目(約700m ³): <9/26~9/27> 3回目(約1,000m ³): <10/17~10/18> 4回目(約1,000m ³): <10/26~10/27> 5回目(約1,000m ³): <11/4~11/5>	

STEP3-2 連続運転試験

- 一時貯水タンク4基分（計4,000m³）を使用し、本格稼働後と同様の運転試験を実施しました。
 - ✓ 一時貯水タンクに貯留可能な地下水量をサブドレンおよび地下水ドレンからくみ上げ、浄化設備が安定的に稼働することを確認しました。
 - ✓ この連続運転試験により、**設備の安定稼働が確認できました。**



地下水ドレンピット設置状況
(1号取水口前)

くみ上げた地下水による浄化

- 集水する設備, 浄化する設備, 移送する設備が計画通り稼働することが確認できました。
- 浄化する設備は, **運用目標を下回るまで浄化**できることが確認できました。

単位：ベクレル/リットル

	浄化後の水質 第1回※1 約300m ³	浄化後の水質 第2回 約700m ³	浄化後の水質 第3回※2 約1,000m ³	浄化後の水質 第4回 約1,000m ³	浄化後の水質 第5回※3 約1,000m ³	サブドレン・ 地下水ドレン の運用目標	【参考】 WHO飲料水 ガイドライン
セシウム 134	検出限界値未満 (<0.54)	検出限界値未満 (<0.71)	検出限界値未満 (<0.46)	検出限界値未満 (<0.53)	検出限界値未満 (<0.62)	1	10
セシウム 137	検出限界値未満 (<0.46)	検出限界値未満 (<0.58)	検出限界値未満 (<0.62)	検出限界値未満 (<0.77)	検出限界値未満 (<0.68)	1	10
全β	検出限界値未満 (<0.83)	検出限界値未満 (<0.80)	検出限界値未満 (<0.88)	0.93	検出限界値未満 (<0.88)	3(1)※4	10 (ストロンチウム90)
トリチウム	670	620	520	450	360	1,500	10,000

- ※1 第三者機関分析を行い、運用目標を下回ることを確認
(セシウム134：検出限界値未満(<0.43)、セシウム137：検出限界値未満(<0.52)、
全β：検出限界値未満(<0.31)、トリチウム：610)
- ※2 第三者機関分析を行い、運用目標を下回ることを確認
(セシウム134：検出限界値未満(<0.48)、セシウム137：検出限界値未満(<0.42)、
全β：検出限界値未満(<0.32)、トリチウム：530)
- ※3 第三者機関分析を行い、運用目標を下回ることを確認
(セシウム134：検出限界値未満(<0.50)、セシウム137：検出限界値未満(<0.43)、
全β：検出限界値未満(<0.33)、トリチウム：350)
- ※4 10日に1回程度のモニタリングで1ベクレル/リットル未満を確認

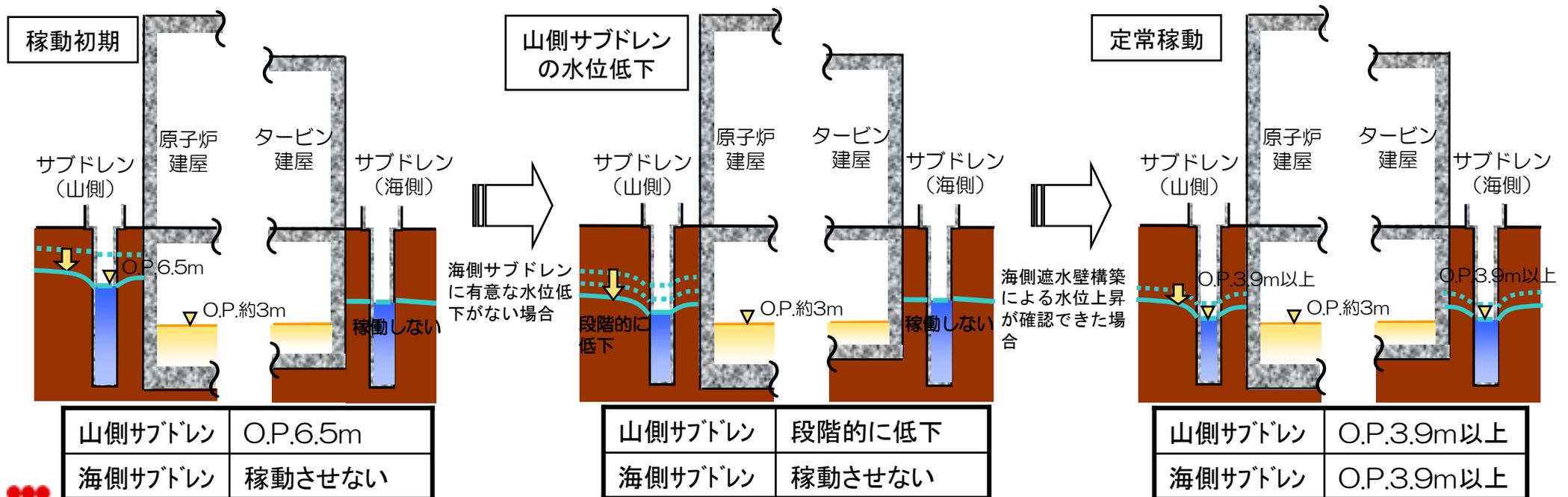
サブドレン他水処理施設の設備構成

- 地下水ドレンは約50m³/日～100m³/日，サブドレンは約500m³/日～700m³/日のくみ上げ量を想定しております。
- 地下水をくみ上げるポンプ，地下水を浄化する浄化設備の処理能力，地下水を貯留するタンクは，くみ上げ量に余裕をもたせた設計としています。

		地下水のくみ上げ	くみ上げた地下水の浄化	水質確認・排水	
運転工程		 サブドレンピット  地下水ドレンピット	 集水タンク	 浄化設備	 一時貯水タンク
	設備能力・容量	くみ上げ能力 <地下水ドレン> 約800m³/日 (くみ上げ量：50m ³ ～100m ³) <サブドレン> 約1,800m³/日 (くみ上げ量：500m ³ ～700m ³)	貯留容量 約3,000m³ (約1,000m ³ ×3基)	処理能力 約1,200m³/日	貯留容量 約7,000m³ (約1,000m ³ ×7基)

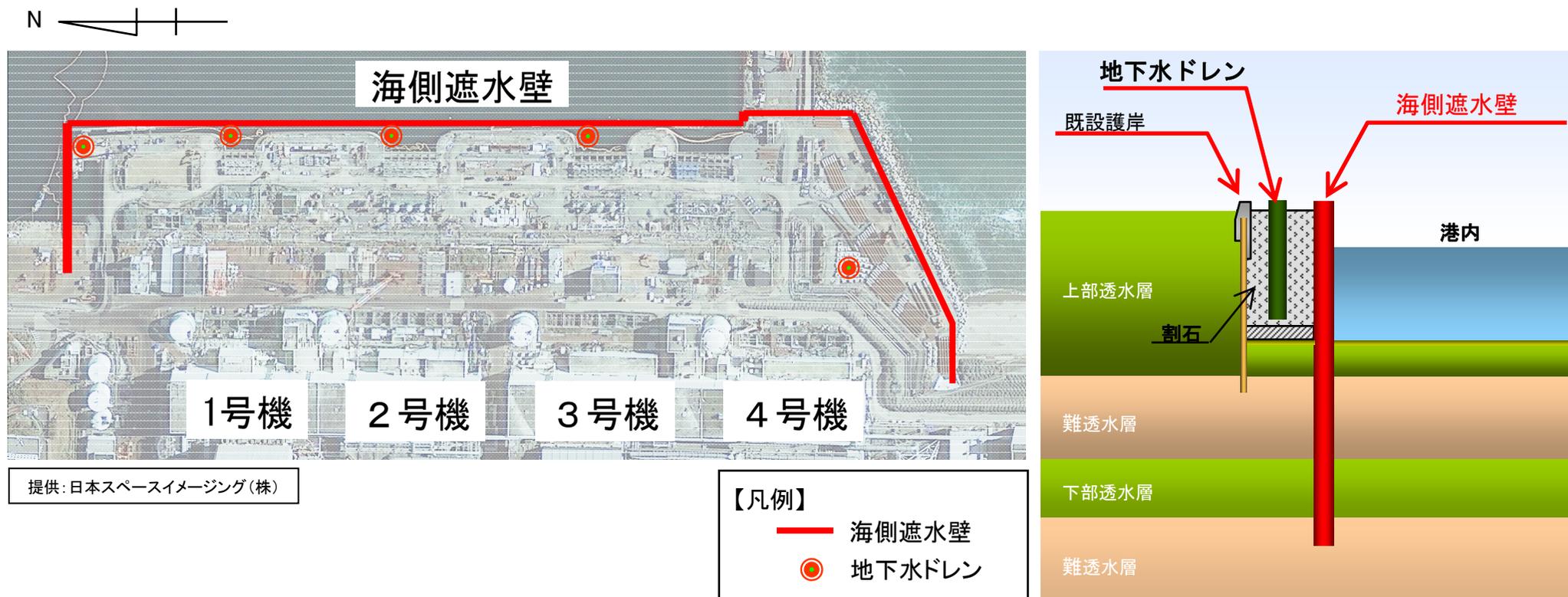
サブドレン稼働に伴う安全の確保について

- 建屋山側に位置するサブドレンは、建屋海側に位置するサブドレン水位が有意な変動を生じさせない範囲で、段階的に下げていきます。
- 海側遮水壁構築による建屋海側に位置するサブドレン等の水位上昇が確認されるまでは、建屋海側に位置するサブドレンは稼働させません。建屋山側に位置するサブドレンはポンプ停止位置（L値）をO.P. 6.5mに設定し、建屋海側に位置するサブドレンの水位変動を一定期間（1週間程度）確認します。その際、建屋海側に位置するサブドレンに有意な水位低下がないこと、建屋滞留水との十分な水位差が確保されていること、建屋滞留水の移送先受け入れ容量が十分であることが確認できれば、建屋滞留水の流出リスクがないと判断し、設定値を下げます。以降、同様に建屋滞留水の流出リスクがないことを確認しながら、段階的に設定値を下げます。
- 海側遮水壁構築による海側サブドレンの水位上昇が確認できた後は、建屋山側に位置するサブドレン及び建屋海側に位置するサブドレンのポンプ停止位置（L値）をO.P. 3.9mを下限值として、水位変動を確認しながら稼働させます。



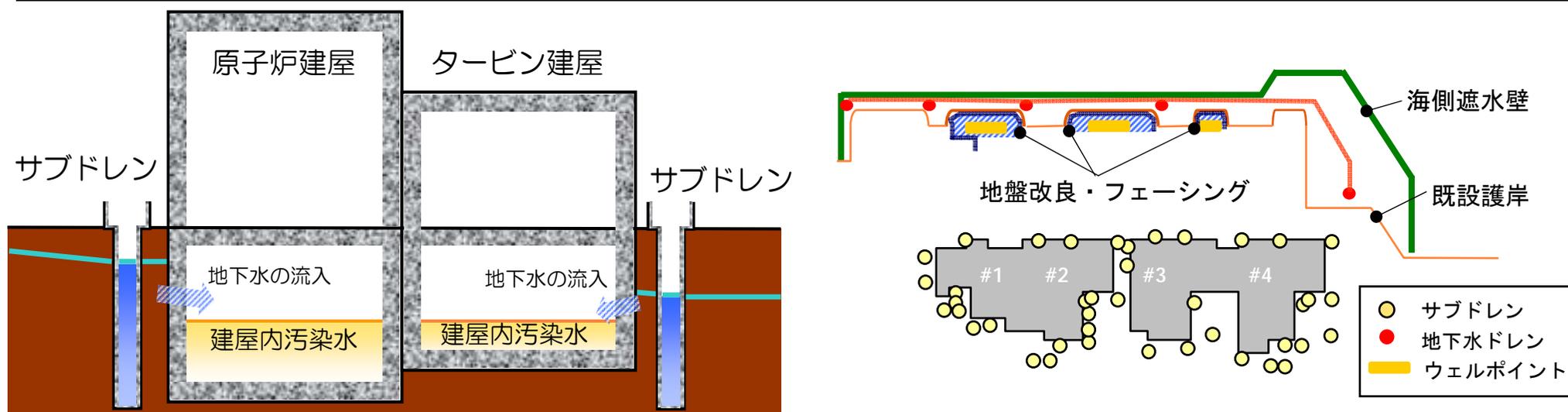
【参考】海側遮水壁と地下水ドレンの設置

- 海側遮水壁は、地中深さ30m程度の下部透水層より深くまで設置します。
- 新たに5本の揚水井（地下水ドレン）を設置し、海側遮水壁内側の地下水をくみ上げます。



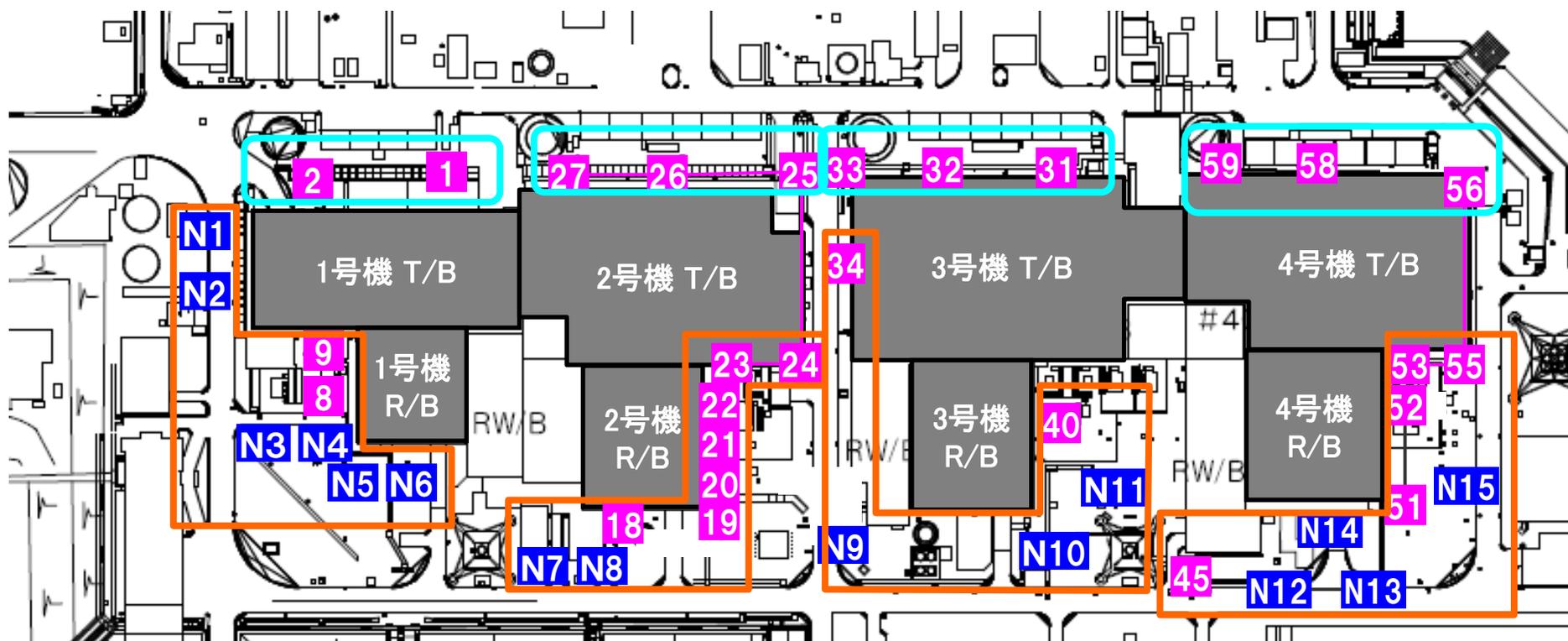
【参考】サブドレン・地下水ドレンのくみ上げ水の性質

- 建屋内汚染水は、建屋周辺地下水の水位より低く保つことで、建屋外へ流出することを防止しており、**建屋周辺に流れている地下水には混入していないと考えています。**
- サブドレンおよび地下水ドレンからくみ上げられた地下水は、**事故の影響により汚染された地表面のがれき等にふれた雨水**が混合されることから、放射性物質を含むことが確認されています。
これらの地下水の放射性物質濃度は、**建屋内汚染水の放射性物質濃度と比較するとはるかに低い**（1/1,000～1/10,000程度）レベルです。
- 過去にトレンチからの漏洩が確認された護岸は、地盤改良により囲い込み、専用の井戸（ウェルポイント）により地下水をくみ上げ、タービン建屋に移送しております。これにより、地下水ドレンでくみ上げる地下水が汚染されることを防止しています。海側遮水壁閉合後も、ウェルポイントによる地下水くみ上げとタービン建屋への移送は**継続して実施**いたします。



【参考】サブドレンピットのサンプリング

- 代表ピットは下記方針で選定する予定です。
 - 各号機周りで、海側1ピット、山側1ピット以上
 - 過去に周辺ピットよりも放射性物質濃度が比較的高いことが確認されたピット
- ※放射性物質濃度の変動等の状況に応じて対象ピットは適宜見直します。



- | | |
|----------------|---------------|
| ■ 既設ピット (27箇所) | □ ピット選定群 (海側) |
| ■ 新設ピット (15カ所) | □ ピット選定群 (山側) |

※No.1ピットは、トリチウム濃度が高いため、くみ上げは行わない。

【参考】水質調査結果

	建屋	ピット	セシウム 134	セシウム 137	全β	トリチウム	採取日
サブドレン 既設ピット	1号機	1	21	76	81	45,000	H26 10/22
		2	ND(8.4)	6.9	ND(17)	640	H26 10/22
		8	59	240	320	2,100	H26 10/22
		9	42	160	240	1,400	H26 10/22
		18	3,800	14,000	17,000	1,100	H27 1/8
	2号機	19	1,600	6,200	7,300	1,800	H27 1/8
		20	ND(13)	20	60	1,500	H27 1/8
		21	15	60	100	1,500	H26 10/22
		22	44	140	220	650	H26 10/22
		23	ND(8.4)	23	67	790	H26 10/22
		24	100	280	350	530	H26 10/22
		25	38	140	250	480	H26 10/22
		26	37	150	270	ND(120)	H26 10/22
		27	50	140	220	ND(120)	H26 10/22
		3号機	31	200	590	1,000	300
	32		ND(9.4)	5.9	ND(17)	ND(120)	H26 10/22
	33		13	43	65	390	H26 10/22
	34		63	180	290	690	H26 10/22
	40		3,500	11,000	16,000	500	H26 10/22
	4号機	45	ND(12)	ND(19)	ND(16)	ND(110)	H26 10/17
51		ND(12)	ND(20)	21	760	H26 10/17	
		52	ND(9.4)	ND(6.8)	ND(17)	210	H26 10/22

	建屋	ピット	セシウム 134	セシウム 137	全β	トリチウム	採取日
サブドレン 既設ピット	4号機	53	ND(8.1)	ND(6.2)	ND(17)	ND(120)	H26 10/22
		55	ND(7.2)	ND(6.2)	ND(17)	170	H26 10/22
		56	ND(9.4)	ND(5.9)	ND(17)	290	H26 10/22
		58	ND(8.5)	37	30	140	H26 10/22
		59	ND(8.4)	12	ND(17)	130	H26 10/22
サブドレン 新設ピット	1号機	N1	ND(6.5)	ND(6.2)	ND(17)	ND(110)	H26 10/22
		N2	ND(6.7)	ND(5.9)	ND(17)	110	H26 10/22
		N3	ND(8.5)	ND(7.2)	ND(17)	260	H26 10/22
		N4	ND(7.6)	9.0	69	210	H26 10/22
		N5	ND(7.2)	ND(6.2)	ND(17)	240	H26 10/22
		N6	ND(7.3)	ND(6.8)	ND(17)	ND(110)	H26 10/22
	2号機	N7	ND(5.5)	ND(6.2)	ND(17)	150	H26 10/22
		N8	ND(11)	ND(17)	ND(16)	ND(100)	H27 1/8
	3号機	N9	ND(9.4)	ND(7.1)	ND(16)	490	H26 10/22
		N10	ND(11)	ND(17)	20	ND(110)	H26 10/17
		N11	ND(11)	ND(16)	16	120	H26 10/17
	4号機	N12	ND(12)	ND(19)	ND(16)	150	H26 10/17
		N13	ND(11)	ND(17)	ND(16)	410	H26 10/17
		N14	ND(13)	ND(19)	ND(16)	12,000	H26 10/17
		N15	ND(7.6)	ND(8.0)	ND(17)	ND(110)	H26 10/22
地下 水 採取ポイント	A		ND(2.5)	ND(2.5)	1,300	3,800	H26 10/17
	B		ND(2.2)	ND(2.3)	1,300	3,300	H26 10/17
	C		7.4	24	1,100	3,800	H26 10/17
	D		16	39	770	2,600	H26 10/17
	E		2.5	7.7	53	320	H26 10/17

※No.1ピットは、トリチウム濃度が高いため、くみ上げは行わない。
 ※「ND」は検出限界値未満を表し、()内に検出限界値を示す。

【参考】サブドレン他水処理施設の運転管理（くみ上げ量の観点から）

- 地下水ドレンは約50m³/日，サブドレンは約500m³/日のくみ上げ量を想定しておりますが，地下水ドレンのくみ上げ可能量は合計約800m³/日，サブドレンのくみ上げ可能量は合計約1,800m³/日を確認しており，くみ上げポンプが故障した場合でも，全体のくみ上げ量を確保できる設計としています。
- 浄化設備は約1,200m³/日の処理能力を有します。くみ上げた地下水は建屋滞留水と比べてはるかに低い放射性物質濃度のため設備構成が単純であり，故障リスクは少なく，メンテナンス期間も短期間となります。
- なお，浄化設備に何らかの不具合が発生した場合は，速やかに補修し，浄化を再開できるよう，バルブ，モーター，フィルタ，吸着材等，1系統分の予備品を常にストックしています。
- くみ上げた地下水は浄化設備に移送する前に集水タンクに貯留しますが，設備停止期間中はサブドレンのくみ上げ量を減らし，容量約1,000m³のタンク3基により，浄化設備停止期間中の貯留が可能な設計としています。
- また，浄化した地下水は，水質分析のため一時貯水タンクに貯留しますが，容量約1,000m³のタンクを7基設置し，浄化性能低下等による繰り返し浄化が必要となった場合にも貯留が可能な設計としています。

【参考】サブドレン他水処理施設の誤排水等防止について

(1) 過剰なくみ上げによるオーバーフローの防止

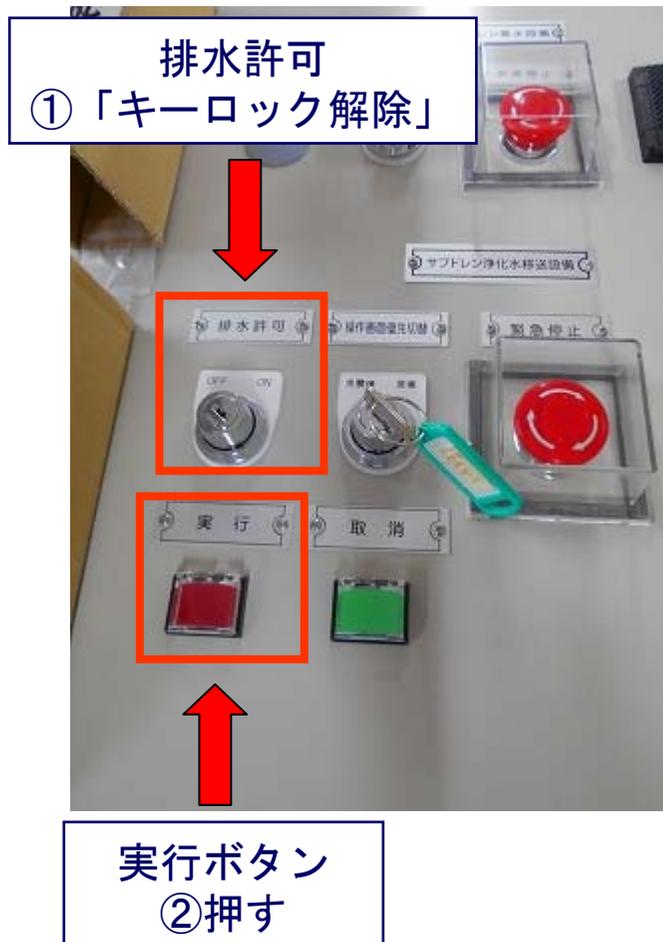
- 各タンクには水位検出器を設け、水位を監視します。
- タンク水位が高くなった場合に移送元のポンプを自動停止させるインターロックを設けており、くみ上げた水が送り続けられることはありません。

(2) 誤操作・誤動作による排水の防止

- サブドレン他水処理施設は、操作端末での操作にあたりダブルアクションが要求され、地下水の移送元・移送先、使用するポンプ等を選定後、運転内容を再確認した後でなければ運転が開始されない設計としています。
- 地下水の排水に関しては更に厳重に管理し、上記のダブルアクション設計に加えて操作盤にキーロックを設けることにより、浄化した地下水の分析結果を確認した上で鍵を用いて操作しなければ排水操作が出来ない設計としています。（次スライド参照）

【参考】サブドレン他水処理施設の誤排水等防止について

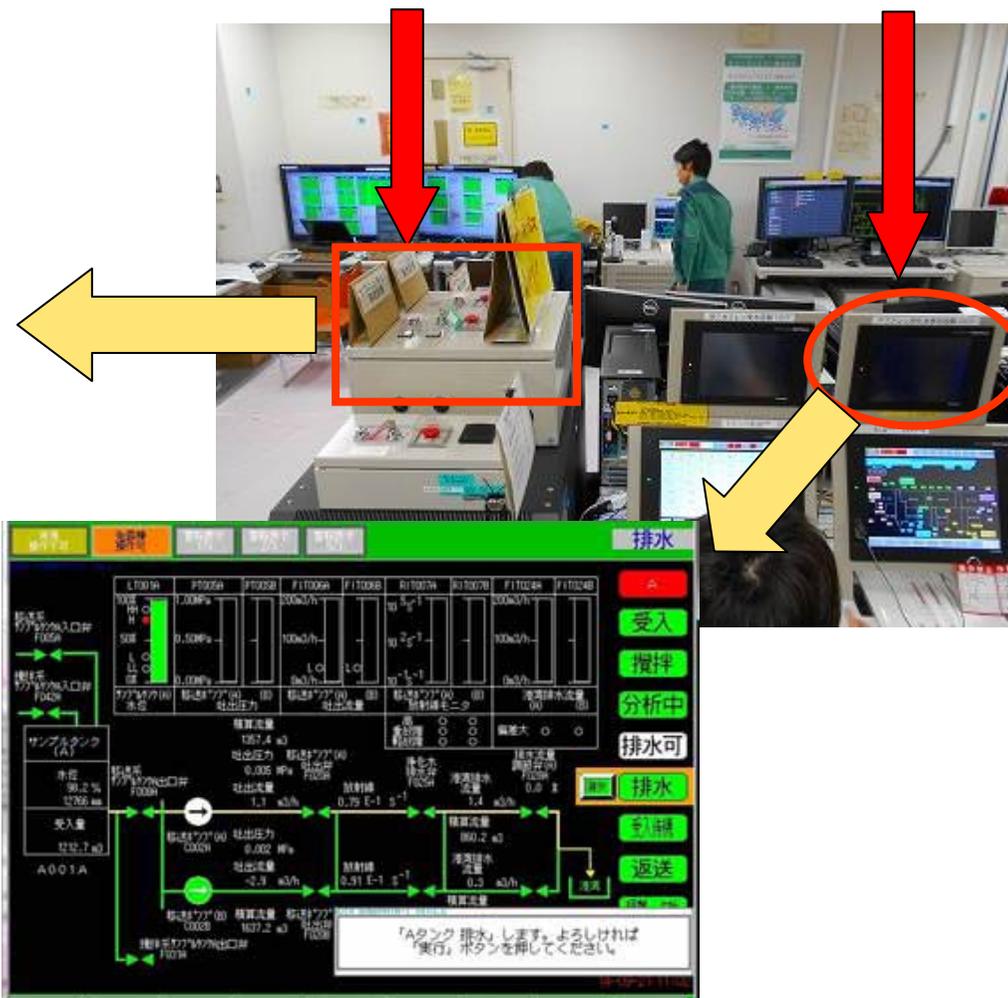
操作盤: 真上から撮影



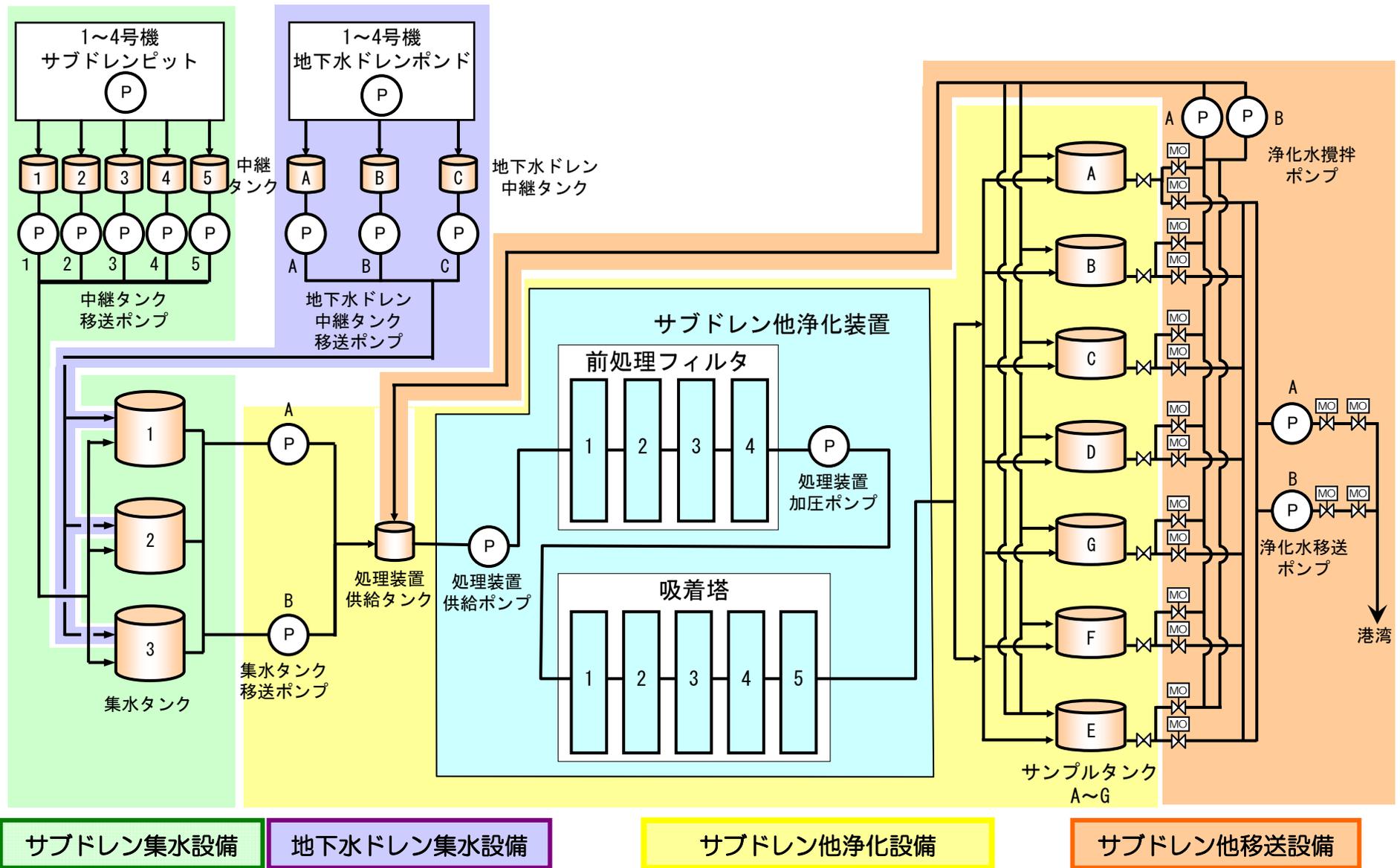
1F免震重要棟 集中監視室内

操作盤

GOT画面



【参考】サブドレン他水処理施設の配管系統図



【参考】当社ホームページでの情報発信

- 当社ホームページにおいて、サブドレンの設備概要について、分かりやすくお知らせしております。
- 設備運用開始後は、排水実績についても当社ホームページにおいてお知らせして参ります。（地下水バイパスと同様）
※サブドレン解説ページは2月16日より公開
- 発電所付近の海水モニタリングについても、継続して実施しお知らせして参ります。



当社ホームページ
「廃炉プロジェクト」
トップ画面



サブドレンの設備概要
解説ページ

※画像は開発中の画面

一時貯留タンクの運用状況

最新の運用状況

2016年2月12日現在
@ 同一装置
■ 排水機稼働時間 79,944h
■ 排水機稼働回数 48回

2月	イメー													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	
グループ1	地下水くみ上げ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	水質確認													
	排水													
グループ2	地下水くみ上げ													
	水質確認													
	排水													
グループ3	地下水くみ上げ													
	水質確認													
	排水													

排水実績のご報告

※画像は地下水バイパスで
運用中の画面