

この資料に含まれる技術情報は、日立GE
ニュークリア・エナジー（株）の所有財産
であり、ノウハウ等の機密情報を含んでお
りますので、契約条項に従い機密の保持を
御願います。

WE-FJ-0923 r0

日本原子力学会「水化学部会」第27回定例研究会 サブドレン水処理の状況

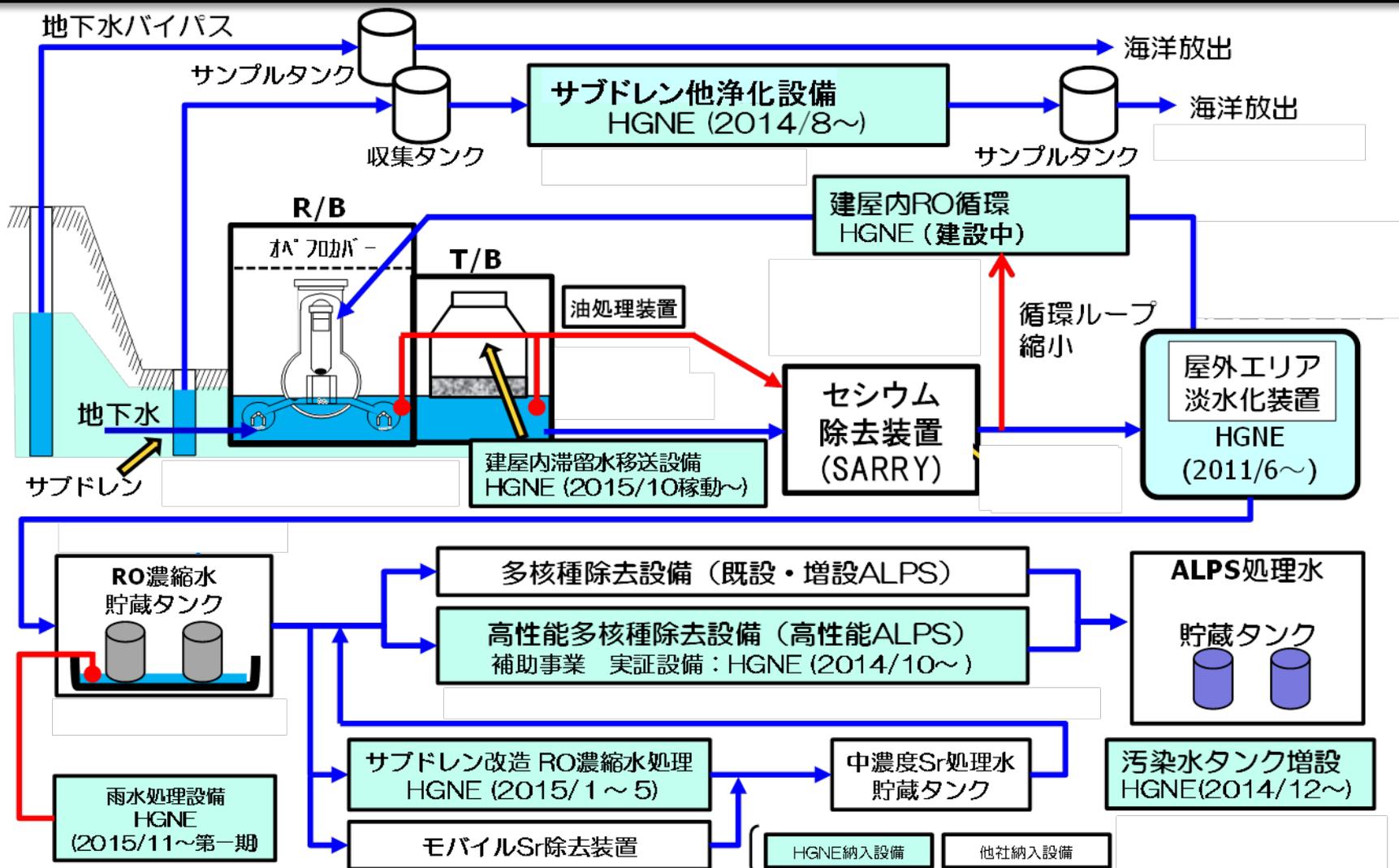
2016年6月3日

日立GEニュークリア・エナジー株式会社
燃料サイクル部 原子力化学システム計画Gr.
北本 優介

1. 1F水処理の状況
2. 地下水流入量低減の取り組み
3. サブドレン他浄化設備の概要
4. サブドレン他浄化設備の水質管理
5. 処理実績
6. 地下水水位低減効果
7. 今後の動向

1. 1F水処理の状況

現在、1Fサイトでは地下水が原子炉建屋等に流入しているとされており、汚染水量低減のため、地下水流入量の低減が課題。



1. 1F水処理の状況
2. 地下水流入量低減の取り組み
3. サブドレン他浄化設備の概要
4. サブドレン他浄化設備の水質管理
5. 処理実績
6. 地下水水位低減効果
7. 今後の動向

2.1 地下水流入量低減の取り組み

① 地下水バイパス

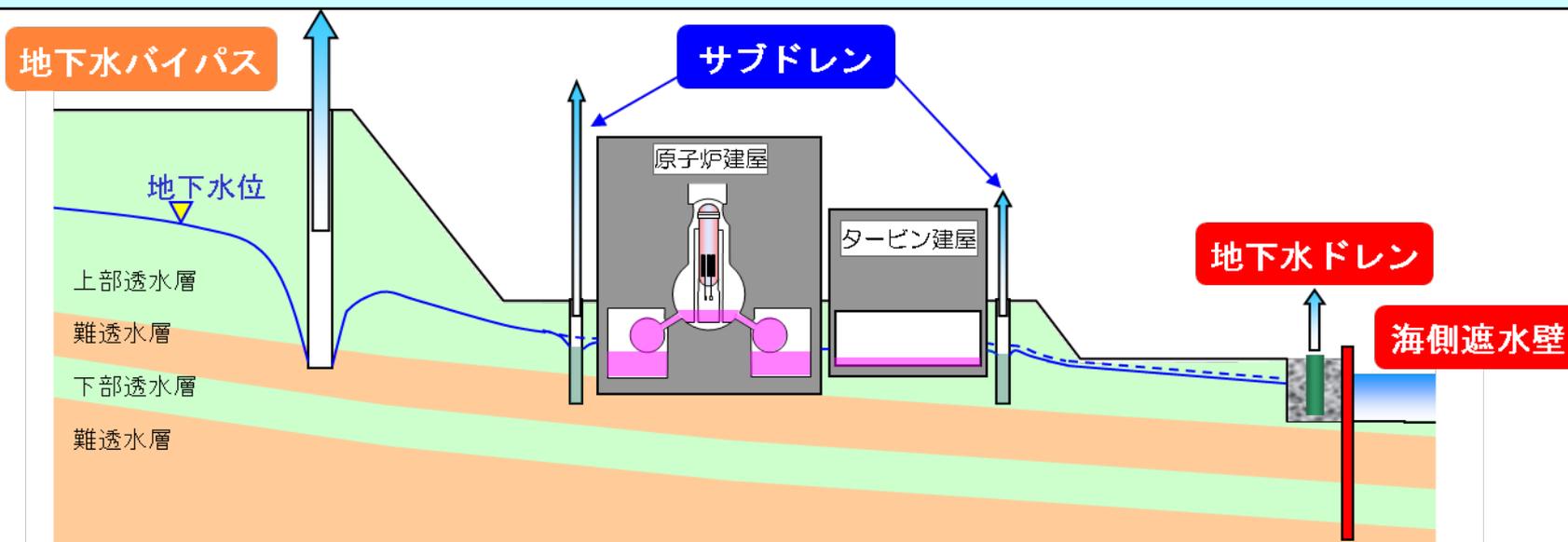
建屋上流で地下水をくみ出し、排水することで建屋周辺の地下水水位を低減

② サブドレンの処理

建屋近傍の井戸（サブドレン）から地下水をくみ上げて浄化、排水することで建屋への地下水流入量を低減。

③ 海側遮水壁の閉合と地下水ドレン処理

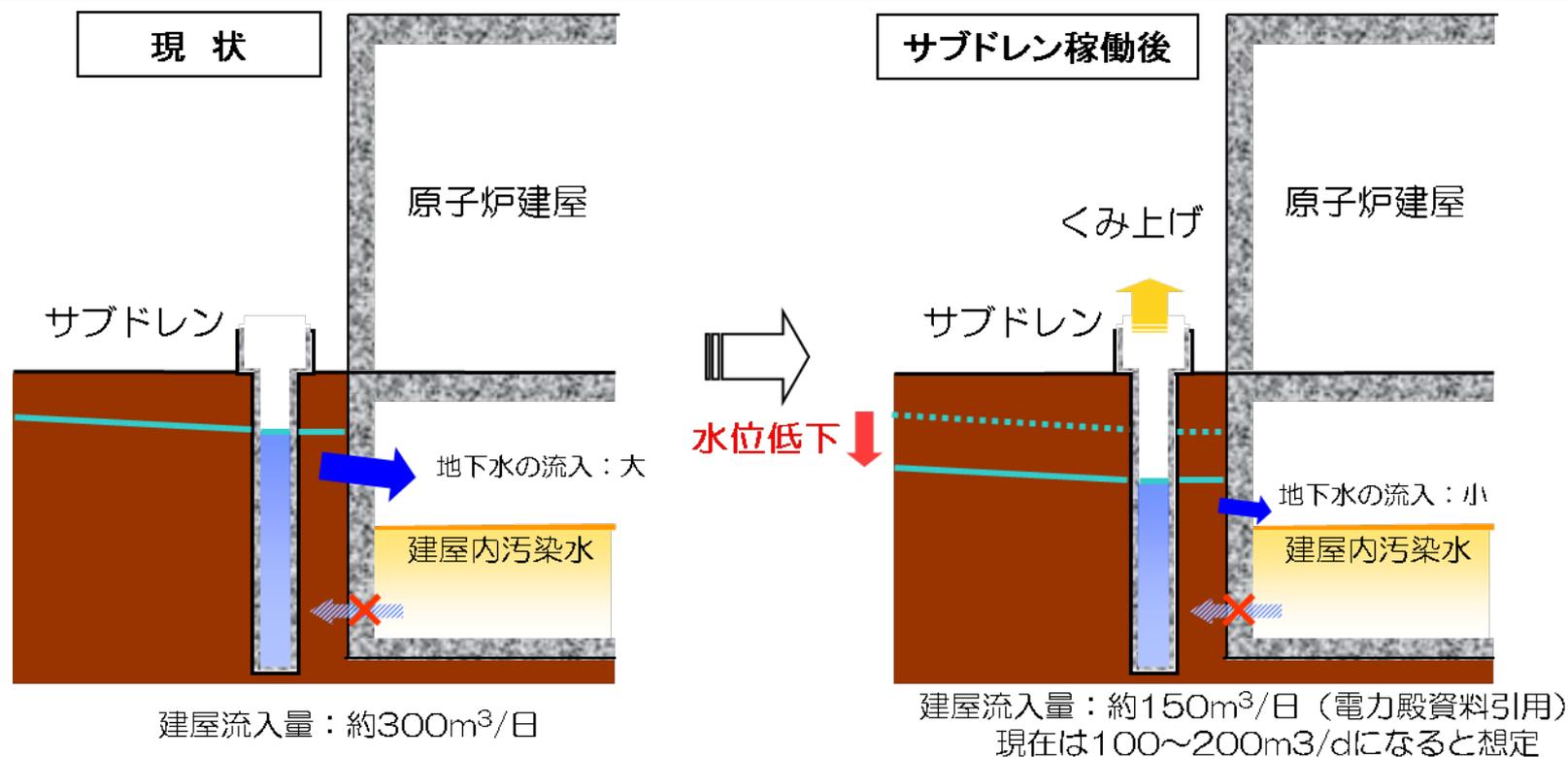
海側遮水壁の閉合により、放射能を微量に含む地下水が港湾内に流れ込むことを防止。これに伴い、水位上昇した地下水を護岸に設置した井戸（地下水ドレン）で組み上げ、浄化して排水



2.2 サブドレンくみ上げによる効果

サブドレンによる地下水のくみ上げにより、建屋周辺の地下水位を低下。これにより、現在約300m³/日程度の地下水流入量に対し、約100～200m³/日程度に減少すると想定。

⇒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る。



1. 1F水処理の状況
2. 地下水流入量低減の取り組み
3. サブドレン他浄化設備の概要
4. サブドレン他浄化設備の水質管理
5. 処理実績
6. 地下水水位低減効果
7. 今後の動向

3.1 サブドレン他水処理施設の全体概要

■ サブドレン他水処理施設は、集水設備、浄化設備、移送設備から構成される。

<集水設備>

サブドレン集水設備

1～4号機タービン建屋等の周辺に設置されたサブドレンピットから地下水をくみ上げる設備

地下水ドレン集水設備

海側遮水壁と既設護岸の間に設置された地下水ドレンポンドから地下水をくみ上げる設備

<浄化設備>

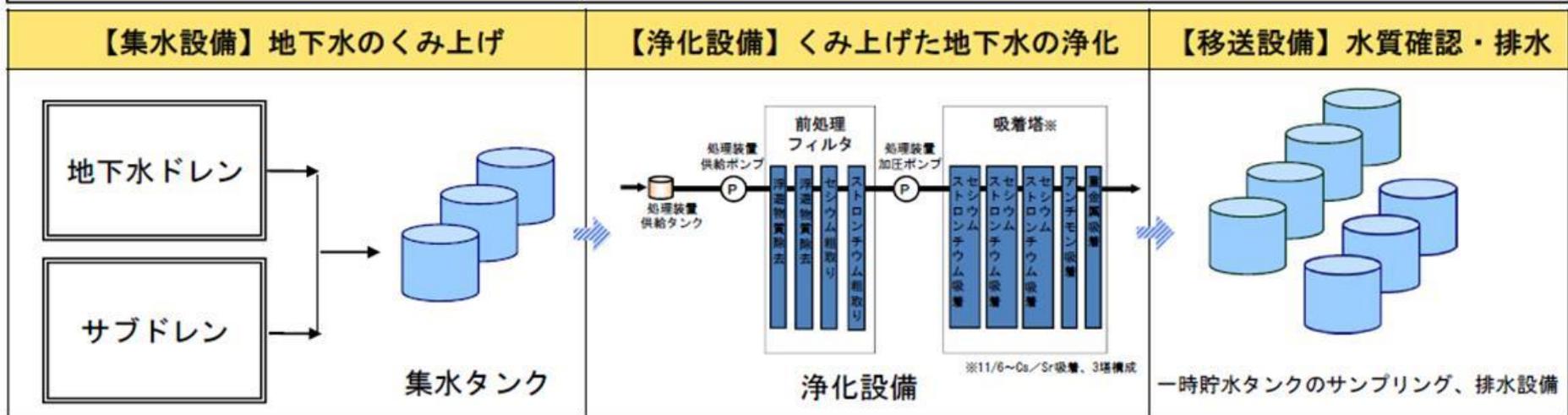
サブドレン他浄化設備

くみ上げた水に含まれている放射性核種（トリチウム除く）を十分低い濃度になるまで除去し、一時貯水タンクに貯留する設備

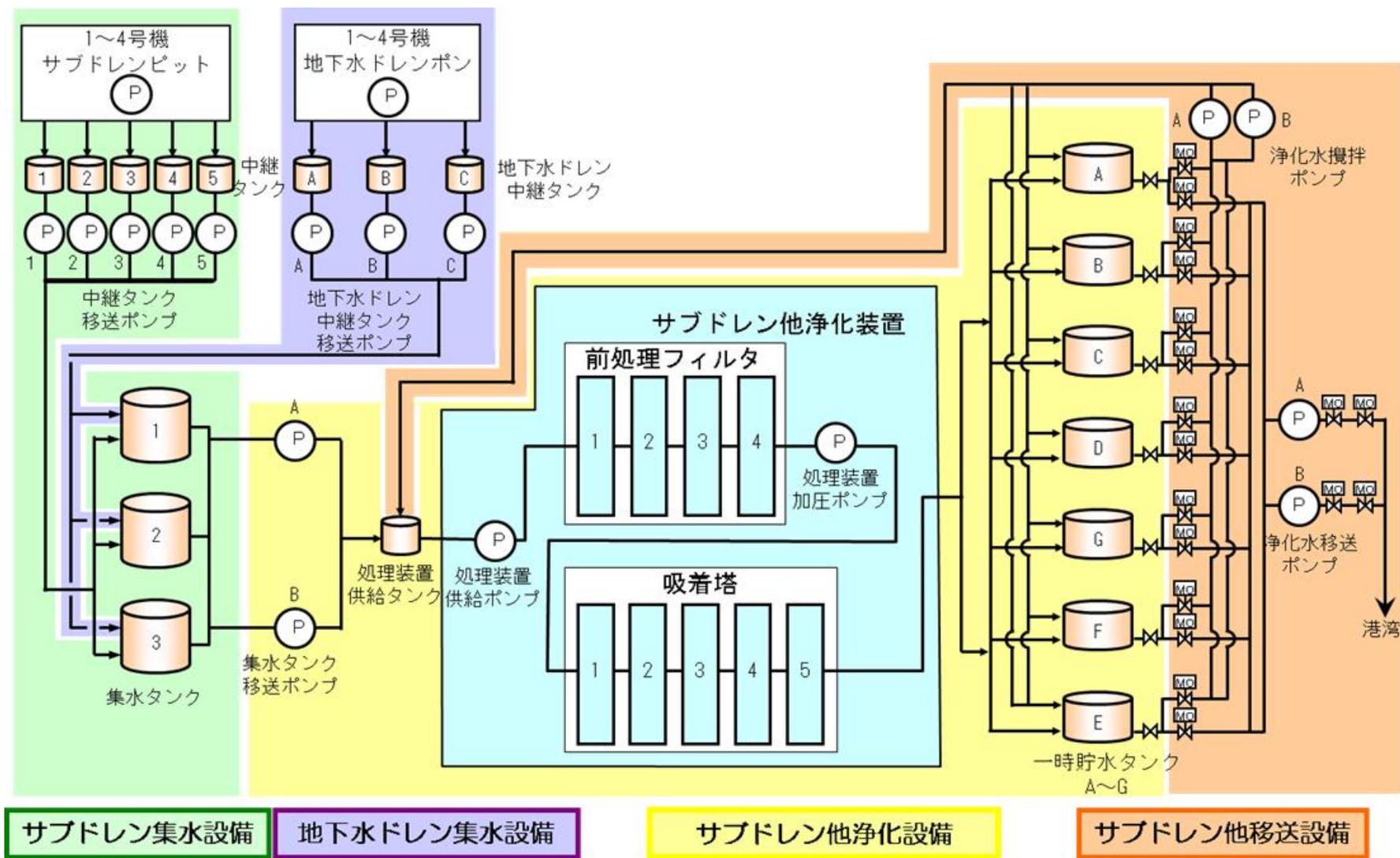
<移送設備>

サブドレン他移送設備

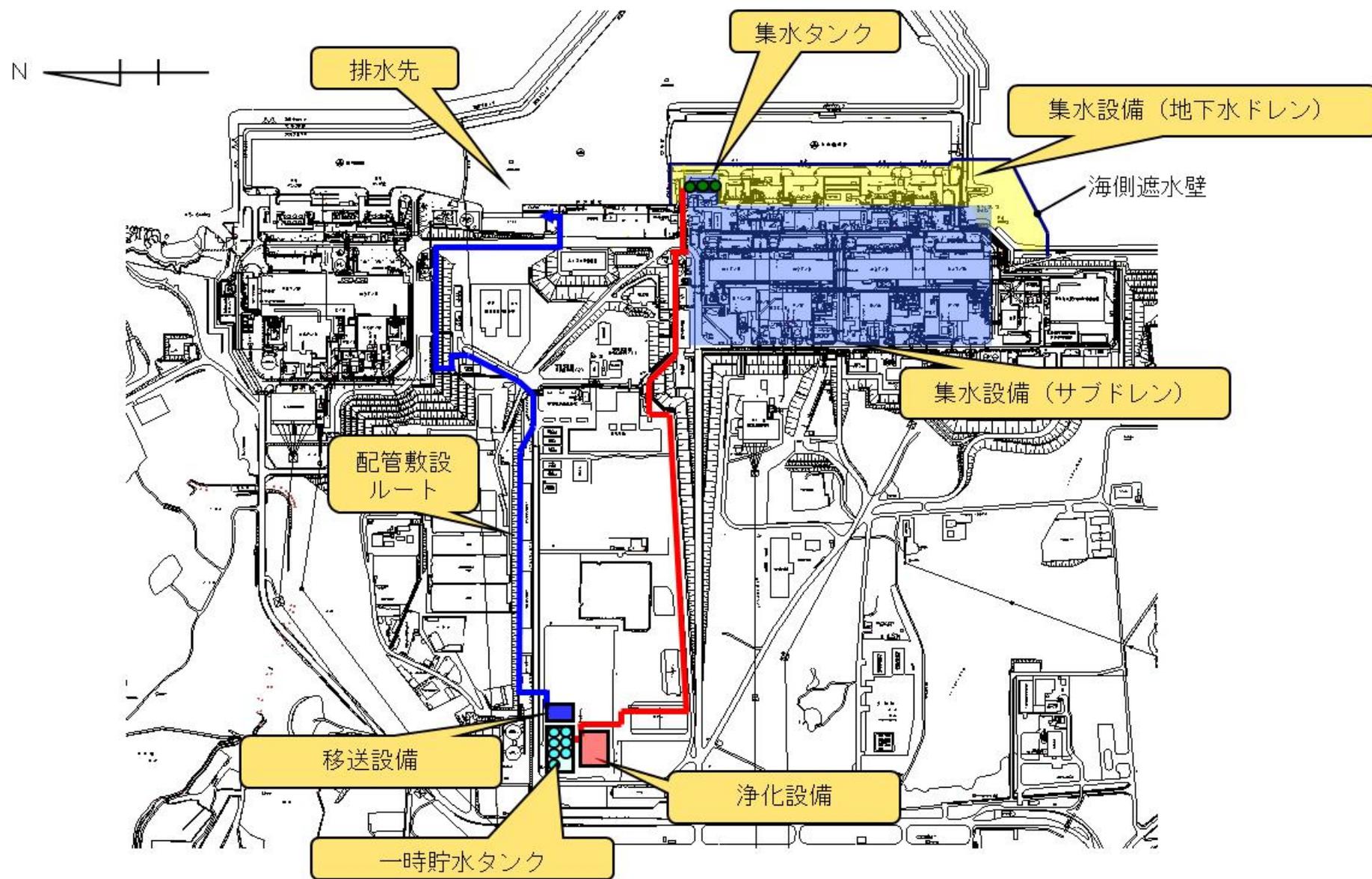
一時貯水タンクに一時貯留した処理済水を水質分析した後、排水する設備



3.2 サブドレン他水処理施設の系統図

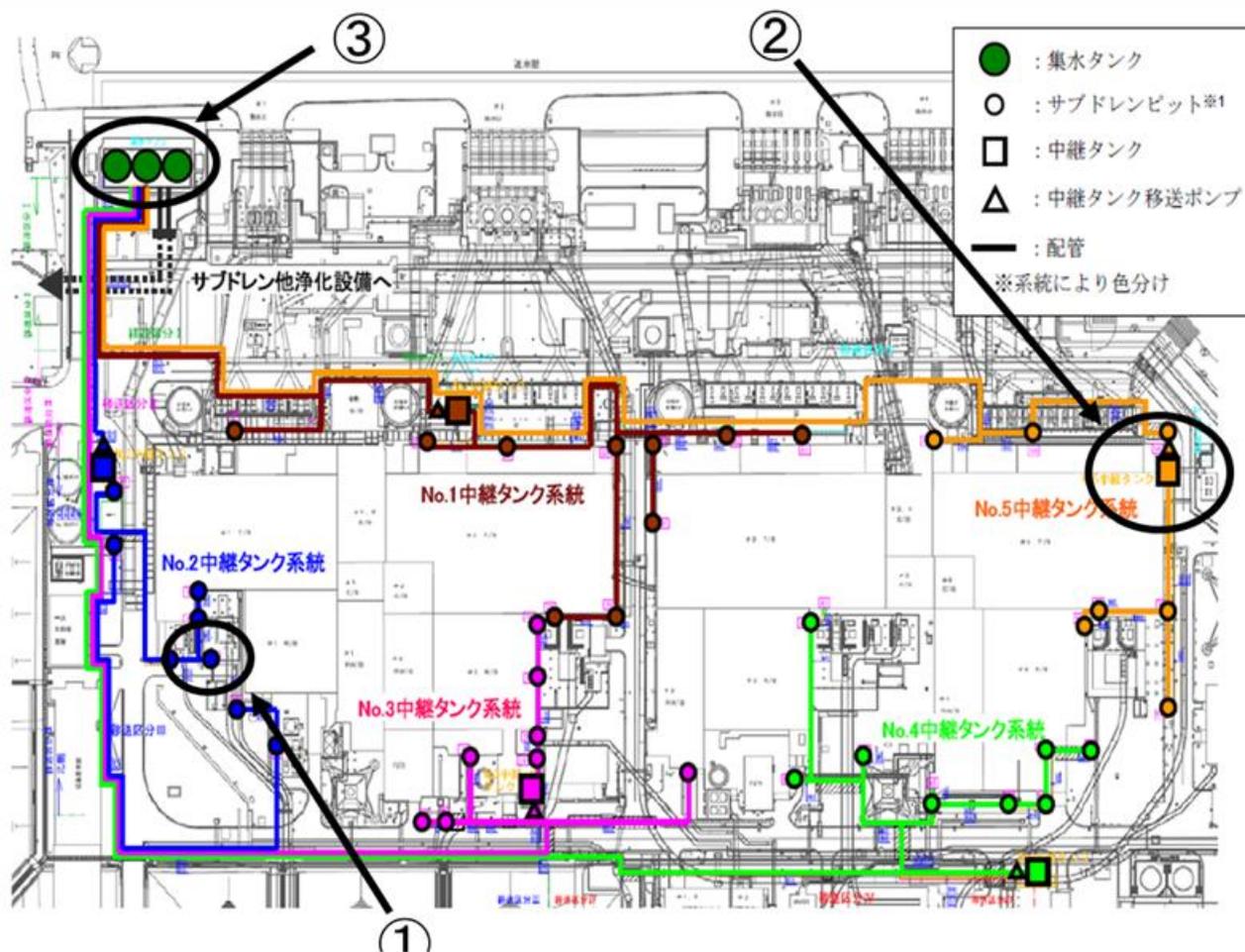


3.3 サブドレン他水処理施設・設備配置



3.4 サブドレン集水設備の概要

- 建屋外周に設置されたサブドレンピットから汲み上げた地下水(サブドレン水)を集水タンクに集め、処理装置に供給。
- サブドレンピット内の水位は、建屋内の滞留水の水位を下回らないように、各サブドレンピット内に水位計が設置され、監視されている。



①サブドレンピット (41カ所)



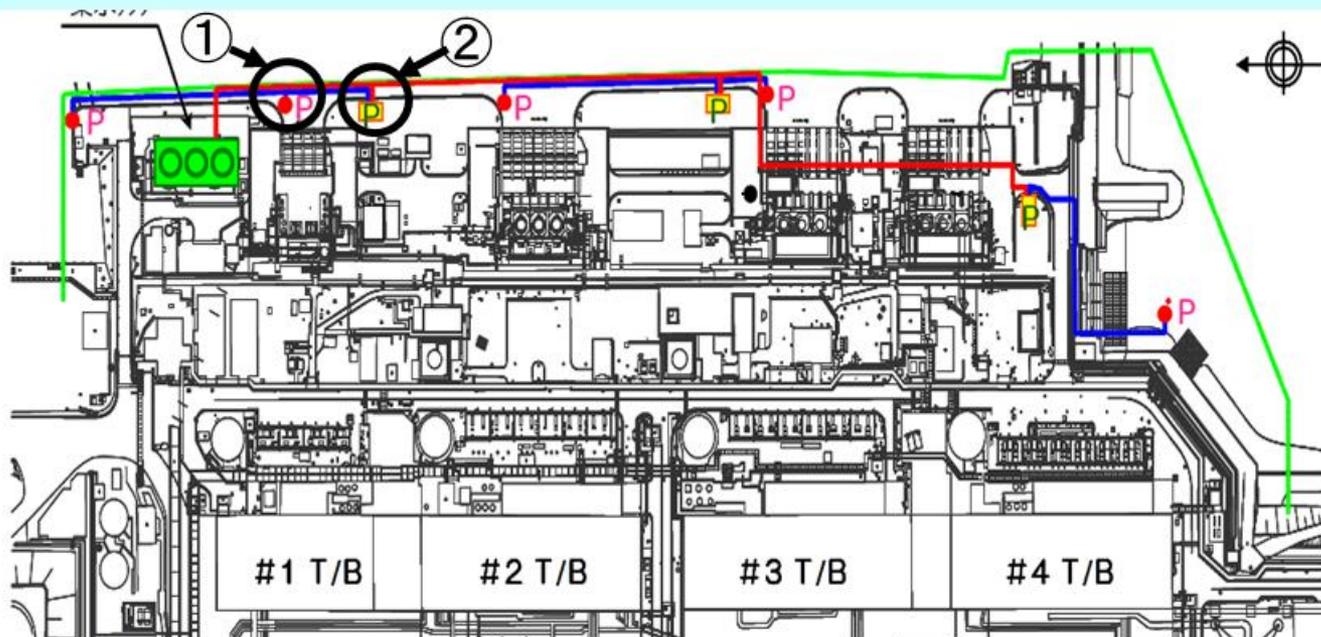
②サブドレン中継タンク (5基)



③集水タンク (3基)

3.5 地下水ドレン集水設備の概要

- 海側遮水壁近傍の地下水ドレンポンドから汲み上げた地下水(地下水ドレン)を集水タンクに集め、処理装置に供給。(地下水ドレンは、地下水と海水が混ざり合っており、塩分濃度等が高いため、処理が地下水のみより難しい。)
- 各地下水ドレンポンド内の水位は、サブドレンピット内と同様に水位計が設置され、監視されている。



凡例

	地下水ドレンポンド
	地下水ドレンポンド揚水ポンプ※1
	移送配管 (地下水ドレンポンド～地下水ドレン中継タンク)
	地下水ドレン中継タンク移送ポンプ※2
	地下水ドレン中継タンク
	移送配管 (1) 中継タンク～集水タンク)
	海側遮水壁 (甲種範囲外)



①地下水ドレンポンド (5カ所)

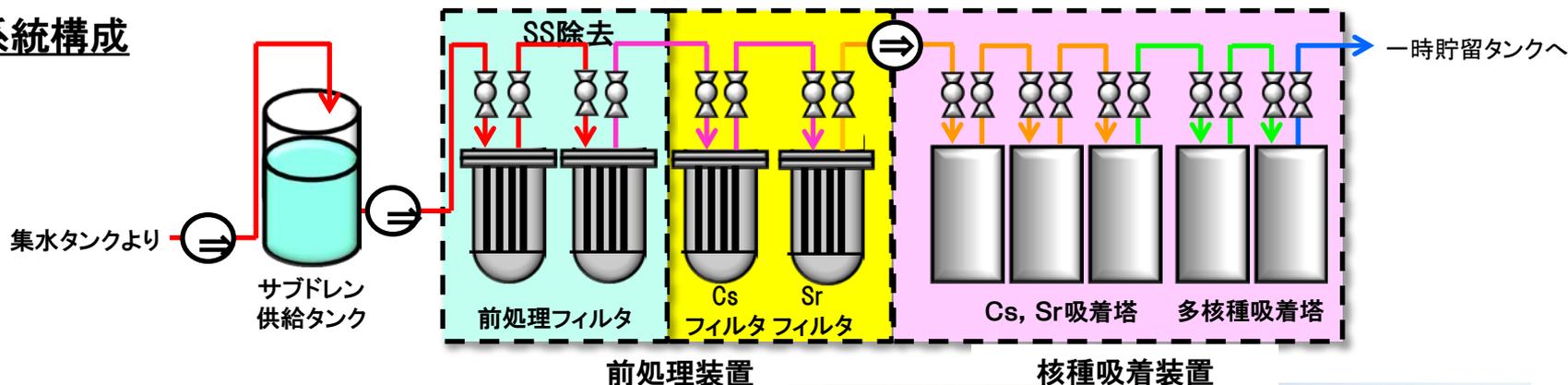


②地下水ドレン中継タンク (3基)

3.6 サブドレン浄化設備の概要

- サブドレン他浄化設備はサブドレン／地下水ドレンに含まれる放射能を十分低い濃度まで浄化。
- 前処理装置によるSS/コロイド除去と核種吸着装置によるイオン核種除去を組み合わせた構成
- Cs/Sr除去にはCa/Sr選択性の高い吸着材を採用

系統構成



主要仕様

項目	仕様
処理量	1200m ³ /日
主要材料	二相ステンレス 炭素鋼+ライニング
前処理方式	フィルタ方式
吸着塔数	5塔



集水タンク移送ポンプ



サブドレン浄化設備建屋



サブドレン他浄化設備



吸着塔



一時貯水タンク

3.7 サブドレン他移送設備の概要

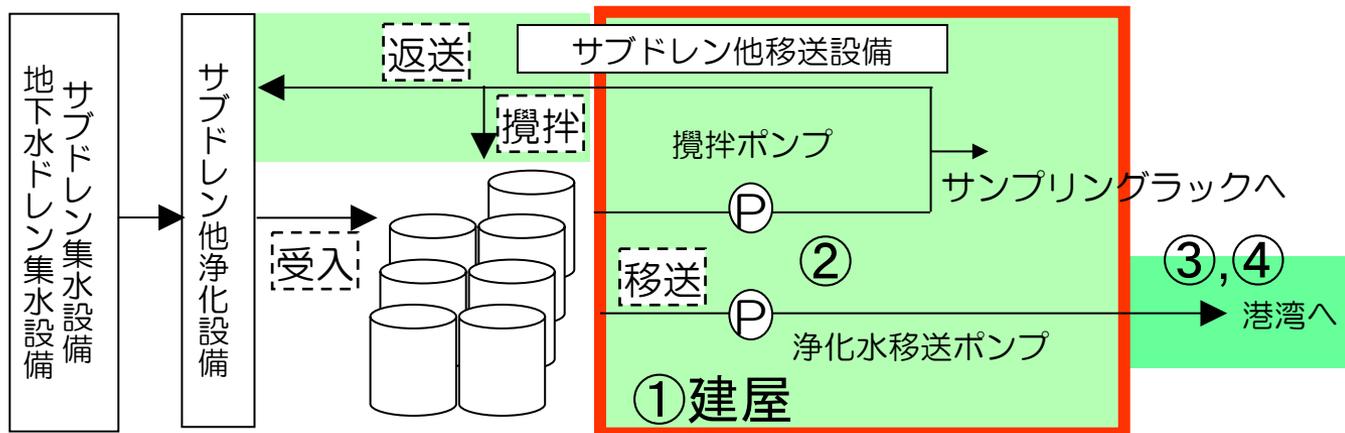
■サブドレン他移送設備は、一時貯水タンクに受け入れた処理済水の攪拌・移送・返送を行う

【攪拌】一時貯水タンクの処理済水を、水質の均質化のため攪拌後、サンプリング（※）を行う。

【移送】主要核種運用基準を満足することを確認した後、処理済水の移送（排水）を行う。

【返送】浄化が十分でない場合に、一旦処理した水をサブドレン他浄化設備へ返送する。

（※）東京電力殿及び第三者による水質分析を実施



一時貯水タンク※
約1,000m³×7基

※サブドレン他浄化設備に含まれる



③排水配管



①移送設備建屋



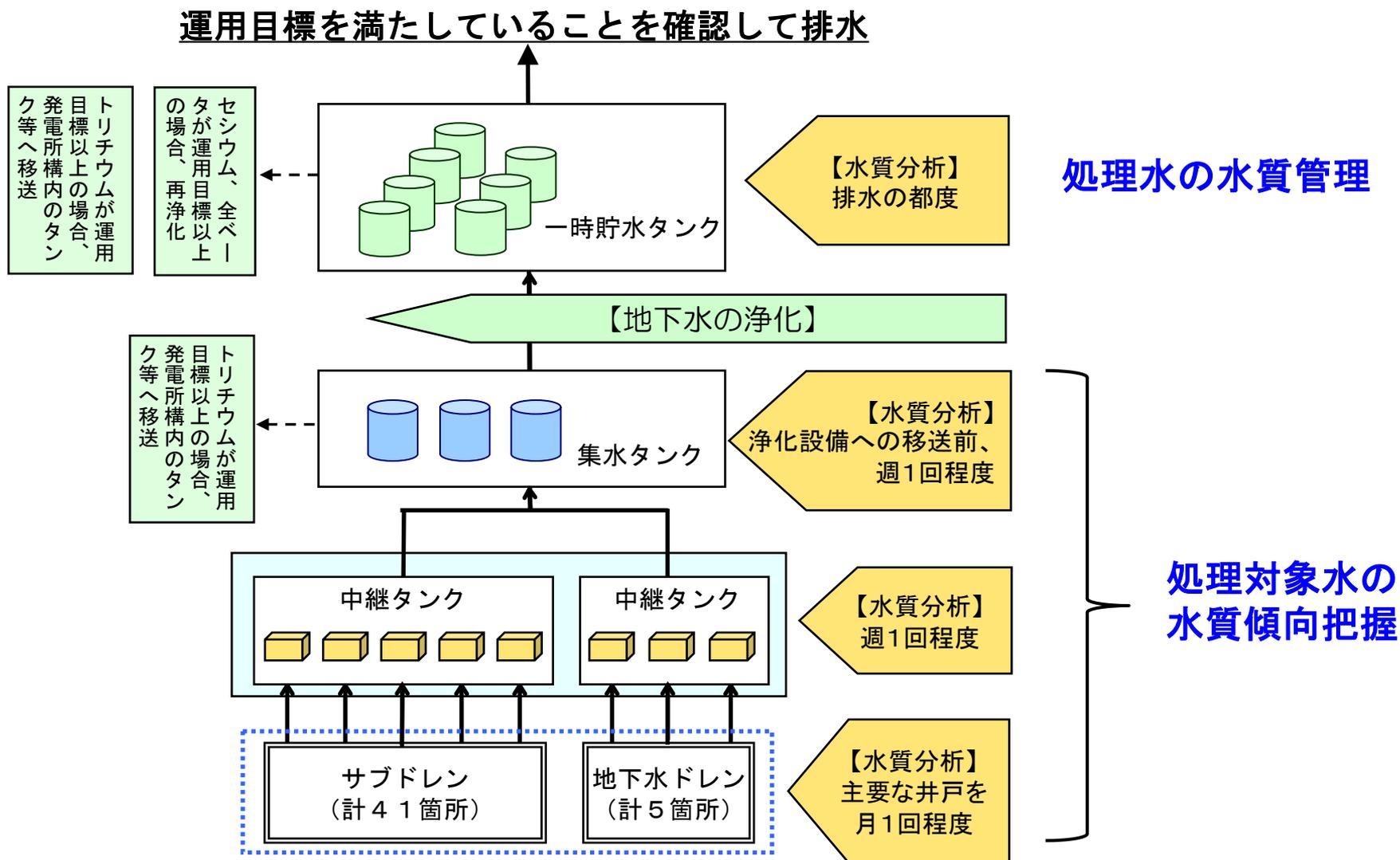
②浄化水移送ポンプ・攪拌ポンプ (各2台)



④排水口

1. 1F水処理の状況
2. 地下水流入量低減の取り組み
3. サブドレン他浄化設備の概要
4. サブドレン他浄化設備の水質管理
5. 処理実績
6. 地下水水位低減効果
7. 今後の動向

4.1 サブドレン・地下水ドレン処理における水質管理



4.2 サブドレン・地下水ドレン処理における水質基準

《一時貯水タンクに溜めた水(浄化後)》

《運用目標値》 ✓ 運用目標値より低い検出限界値で分析 【単位: Bq/L】

セシウム134	セシウム137	全ベータ	トリチウム
1	1	3※	1, 500

(参考1: 告示濃度限度)

セシウム134	セシウム137	ストロンチウム90	トリチウム
60	90	30	60, 000

(参考2: WHO飲料水水質ガイドライン)

セシウム134	セシウム137	ストロンチウム90	トリチウム
10	10	10	10, 000

排出毎
(排出前に分析)

東京電力
及び
第三者機関^{【注1】}

※: 10日に1回、より低い検出限界値(1ベクレル/リットル未満)で分析

《集水タンクに溜めた水(サブドレン他浄化設備に移送する前)》

タンク毎
(サブドレン等
浄化設備に移送
する前に分析)

東京電力

✓ トリチウム監視分析^{【注2】}により、運用目標である1, 500Bq/Lを下回ることを確認

✓ セシウム134,137の急激な変化が無い監視(トリチウム分析と同時)

週1回

東京電力

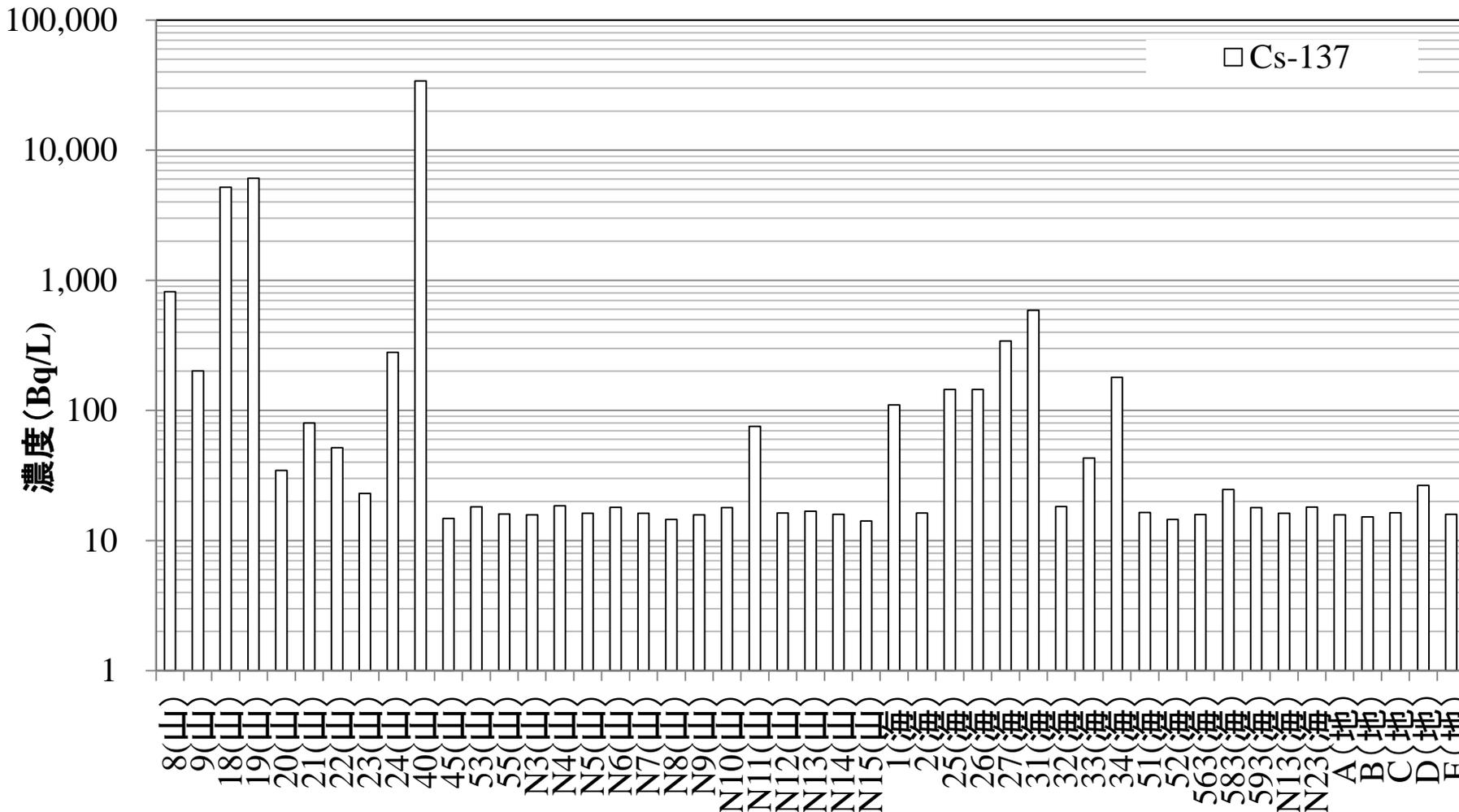
✓ 浄化設備の浄化機能把握のため、全ベータを分析

(注1) 東京電力と資本関係のない分析機関で、上記の他、必要に応じて追加的な分析も行う。

(注2) トリチウム監視分析とは、トリチウムのおおよその濃度を短期間で把握する手法であり、通常分析で約1.5日のところ約6時間で算出するもの。

4.3 各ピットのCs-137濃度

Cs-137濃度は概ね数10Bq/L程度。一部、濃度が他のピットに比較して高いものもあるが、混合比率の調整により、処理装置入口の濃度を概ね100Bq/L程度として運用中。



各ピットのCs-137濃度(2015/10の測定値)

4.4 浄化水の水質

実際のサブドレン水を処理した結果、浄化水の核種濃度は運用目標値以下となっている。

単位：Bq/L

核種	浄化後の水質 2016/5/24採取※1	浄化後の水質 2016/5/25採取※2	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 (<0.66)	検出限界値 未満 (<0.56)	1	10
セシウム137	検出限界値 未満 (<0.78)	検出限界値 未満 (<0.61)	1	10
全β	検出限界値 未満 (<2.4)	検出限界値 未満 (<2.0)	3(1)※4	10 (ストロンチウム90)
トリチウム	650	640	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(<0.68)、セシウム137：検出限界値未満(<0.64)、全β：検出限界値未満(<0.38)、トリチウム：680)

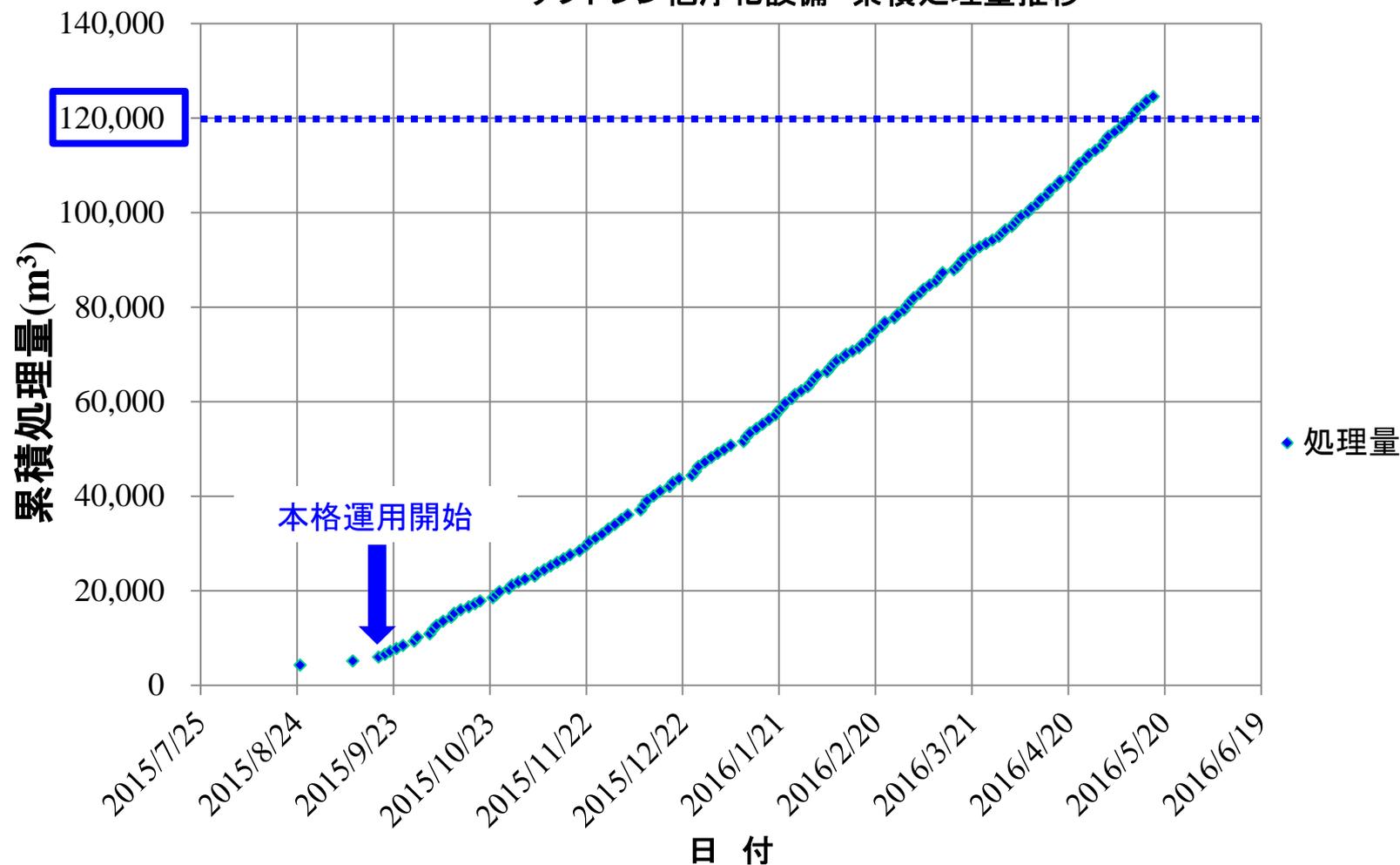
※2 第三者機関分析を行い、運用目標を下回ることを確認

(セシウム134：検出限界値未満(<0.70)、セシウム137：検出限界値未満(<0.61)、全β：検出限界値未満(<0.35)、トリチウム：660)

1. 1F水処理の状況
2. 地下水流入量低減の取り組み
3. サブドレン他浄化設備の概要
4. サブドレン他浄化設備の水質管理
5. 処理実績
6. 地下水水位低減効果
7. 今後の動向

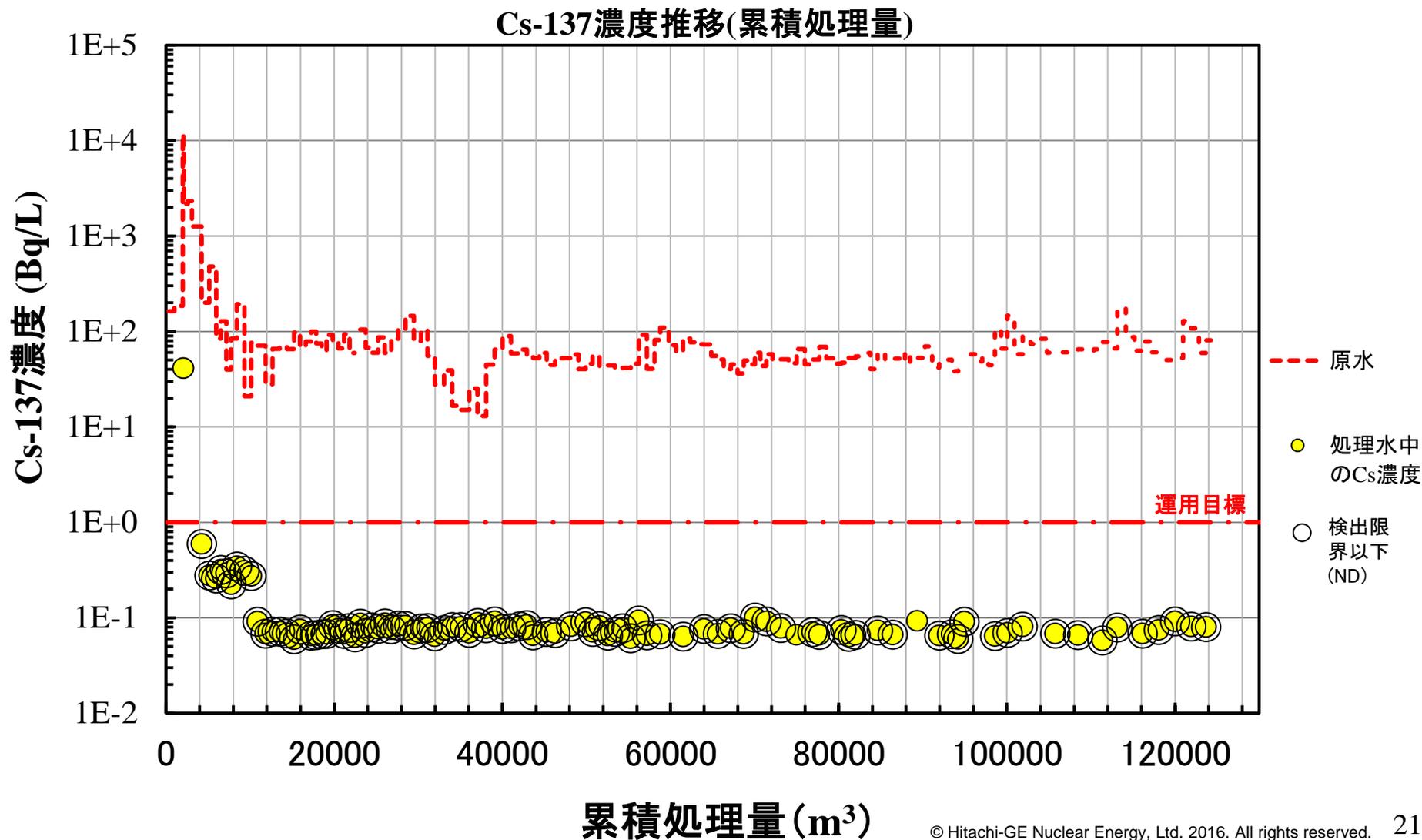
**2015年9月から本格運転を開始。
現時点で、12万m³の汚染水を処理し、系外に放出している。**

サブドレン他浄化設備 累積処理量推移



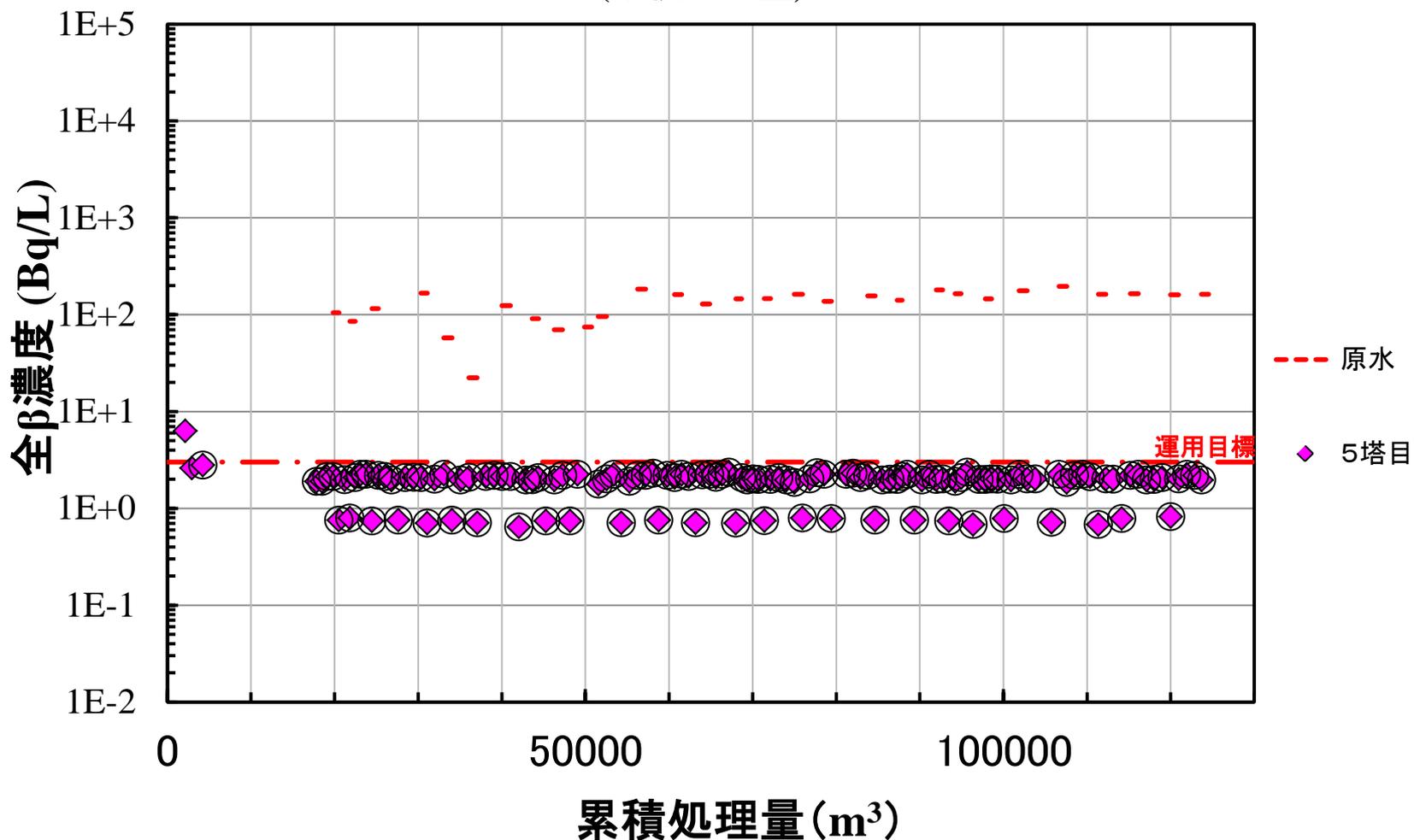
5.2 運転実績 -Cs-137濃度-

入口水質は、 10^2 (Bq/L)オーダーで安定。処理水のCs濃度は運用目標以下を維持。



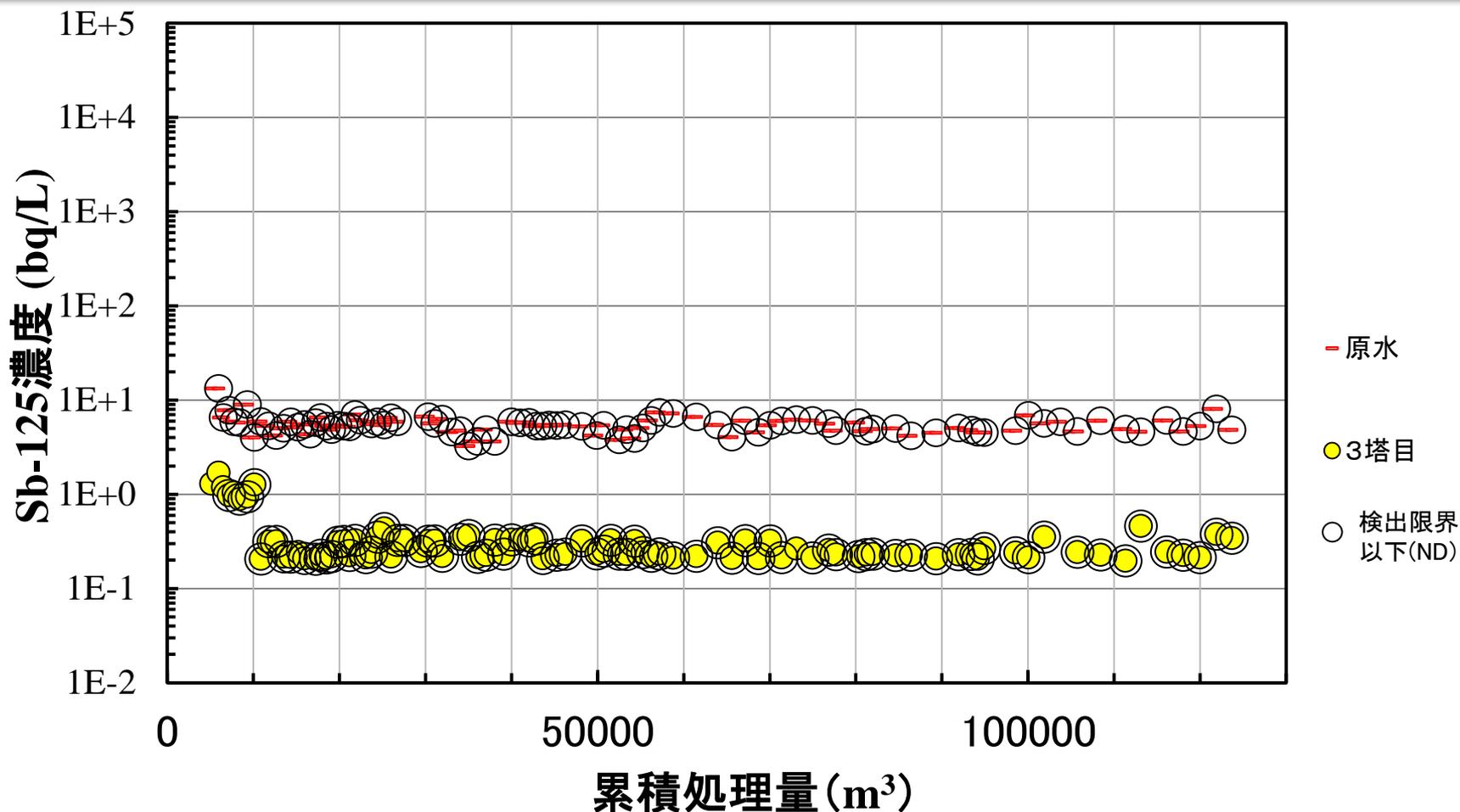
処理水中の全β濃度は運用目標以下を維持。

サブドレン浄化設備 全β濃度推移
(累積処理量)



5.4 運転実績 -Sb-125他-

- Sb-125については装置出口までに除去されて検出限界以下。その後は入口水、出口水ともに検出限界以下を継続している。
- その他核種(Co-60)等については処理装置入口でNDの状態が継続しており、処理装置出口での検出例はなし。

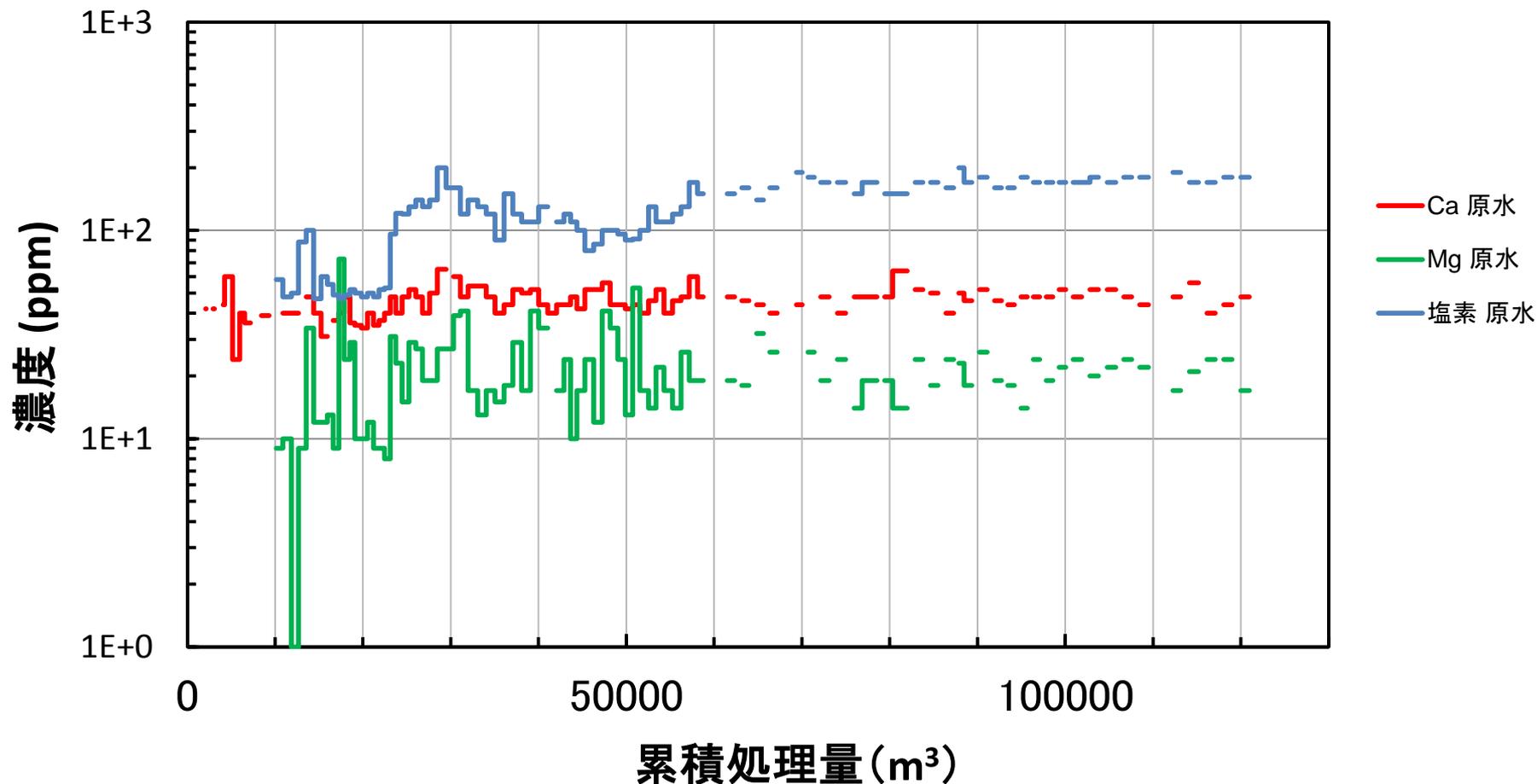


5.5 処理対象水の一般水質

塩分濃度はCa:約60(ppm)、Mg:約30(ppm)、Cl:約200(ppm)程度で推移

海水組成に比較して、塩素濃度に対するCa濃度の割合が約15倍高い傾向がみられる。

⇒ Sr-90の安定除去にはCa/Sr選択性の高い吸着材を用いる必要がある。

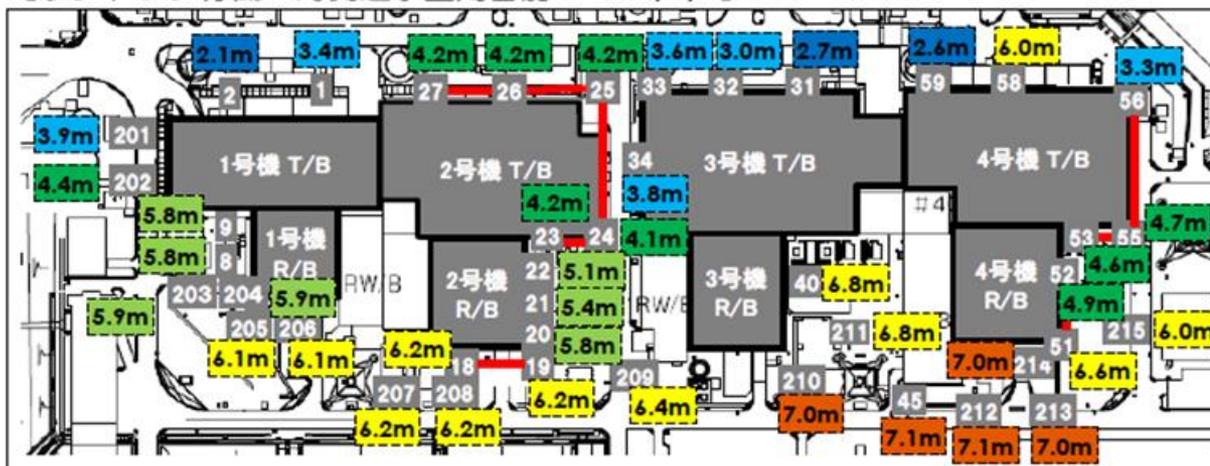


1. 1F水処理の状況
2. 地下水流入量低減の取り組み
3. サブドレン他浄化設備の概要
4. サブドレン他浄化設備の水質管理
5. 処理実績
6. 地下水水位低減効果
7. 今後の動向

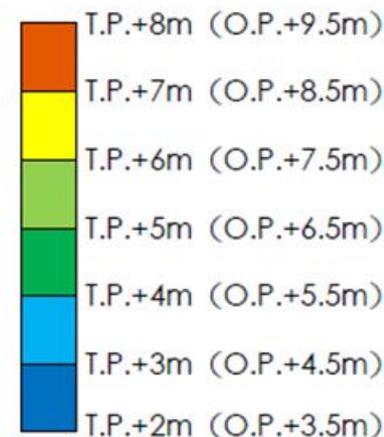
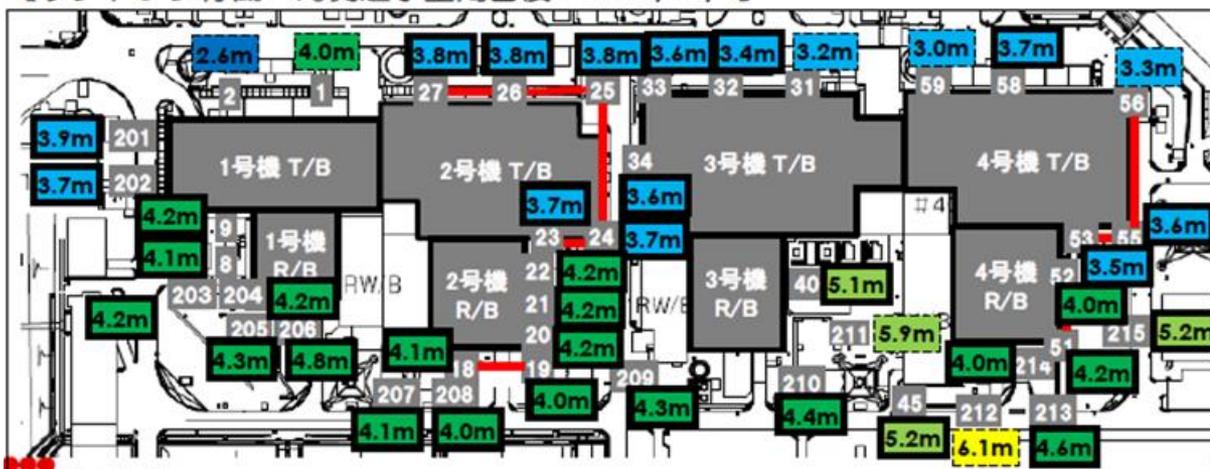
6.1 サブドレン水位(地下水位)の低減効果

サブドレン浄化設備の稼働により、建屋山側、海側共にサブドレン水位は低下

【サブドレン稼働・海側遮水壁閉合前：2015/8/8】



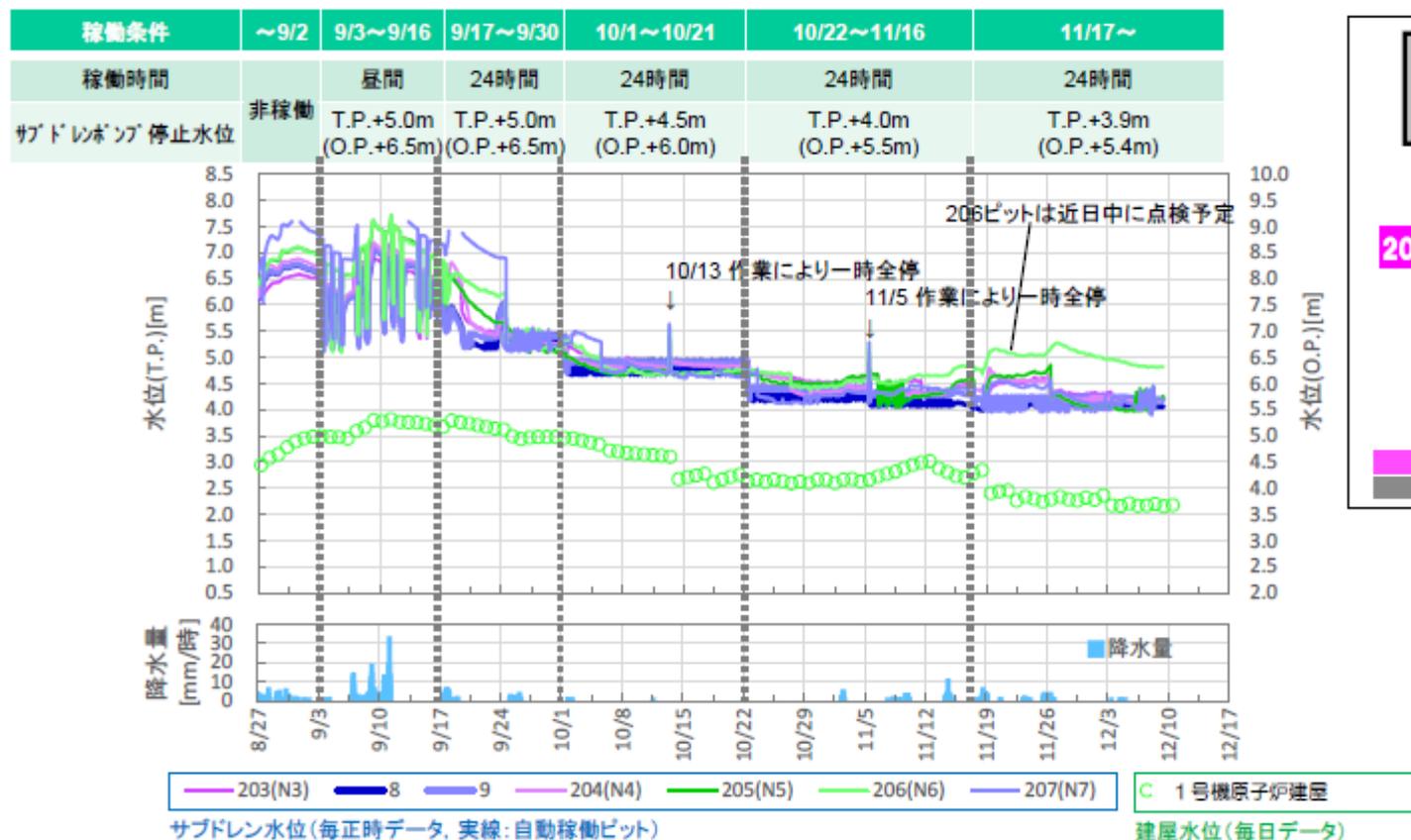
【サブドレン稼働・海側遮水壁閉合後：2015/12/9】



-  : 稼働ピット (35基/全42基)
-  : 非稼働ピット (7基/全42基)
-  : 横引き管

6.2 山側ピットの地下水水位挙動

サブドレン他浄化設備の稼働により、山側ピット水位は低下し、O.P 5.5m程度まで低下。
その後、徐々に水位を下げ、現在はO.P 4.0m程度を維持している。

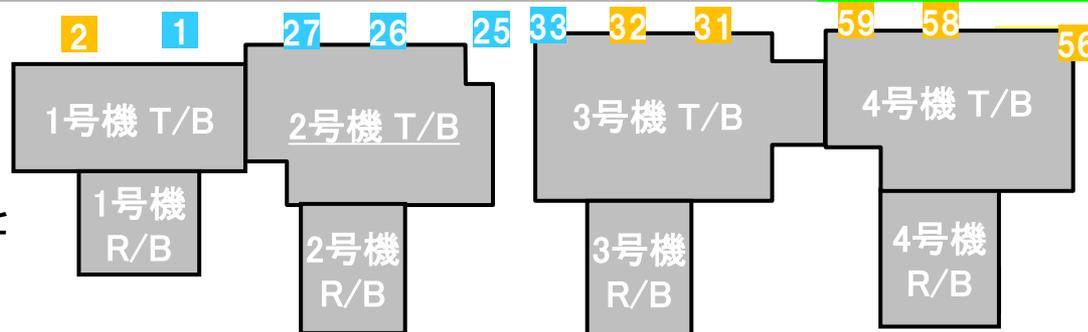


6.3 海側ピットの地下水水位挙動

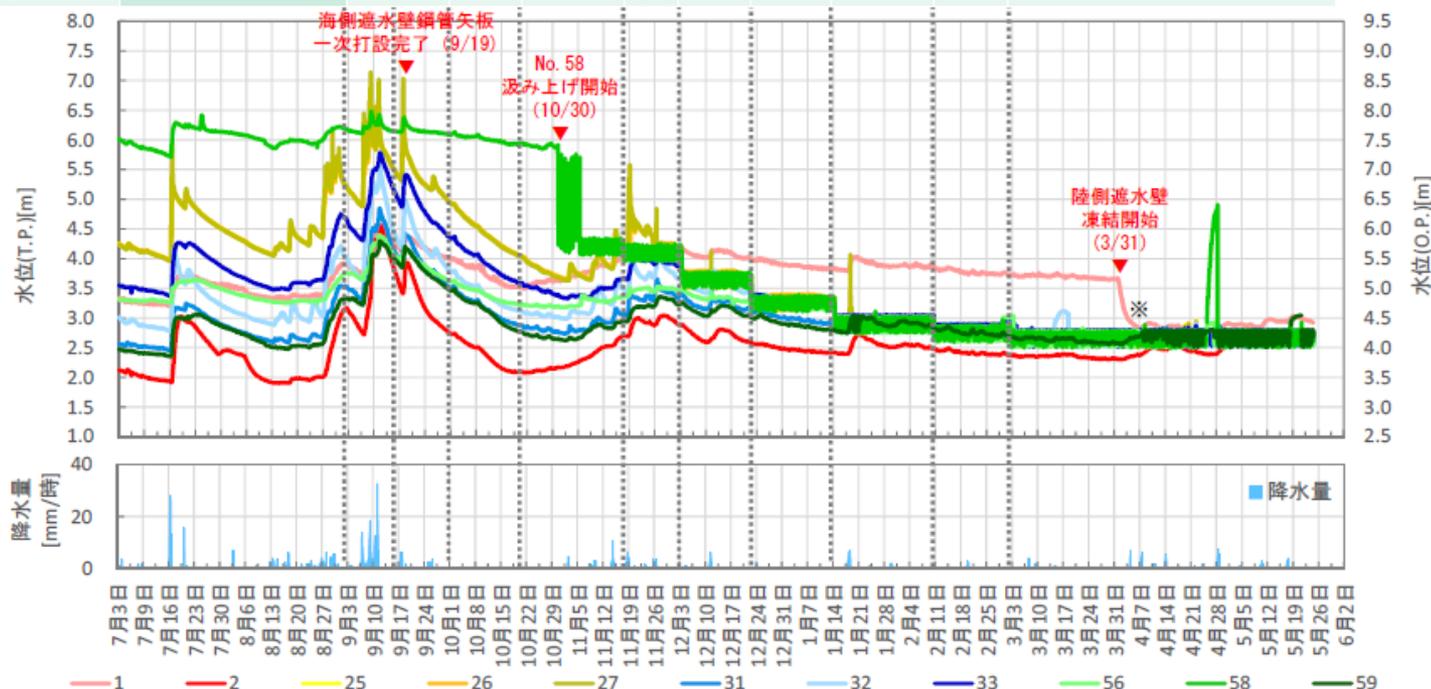
＜2号機タービン建屋の例＞

建屋周辺(※)のNo.1,21~27,33,34が対象

(※)隣接建屋廻りのピットを含むため、一部のピットは複数の建屋水位の比較対象となる。

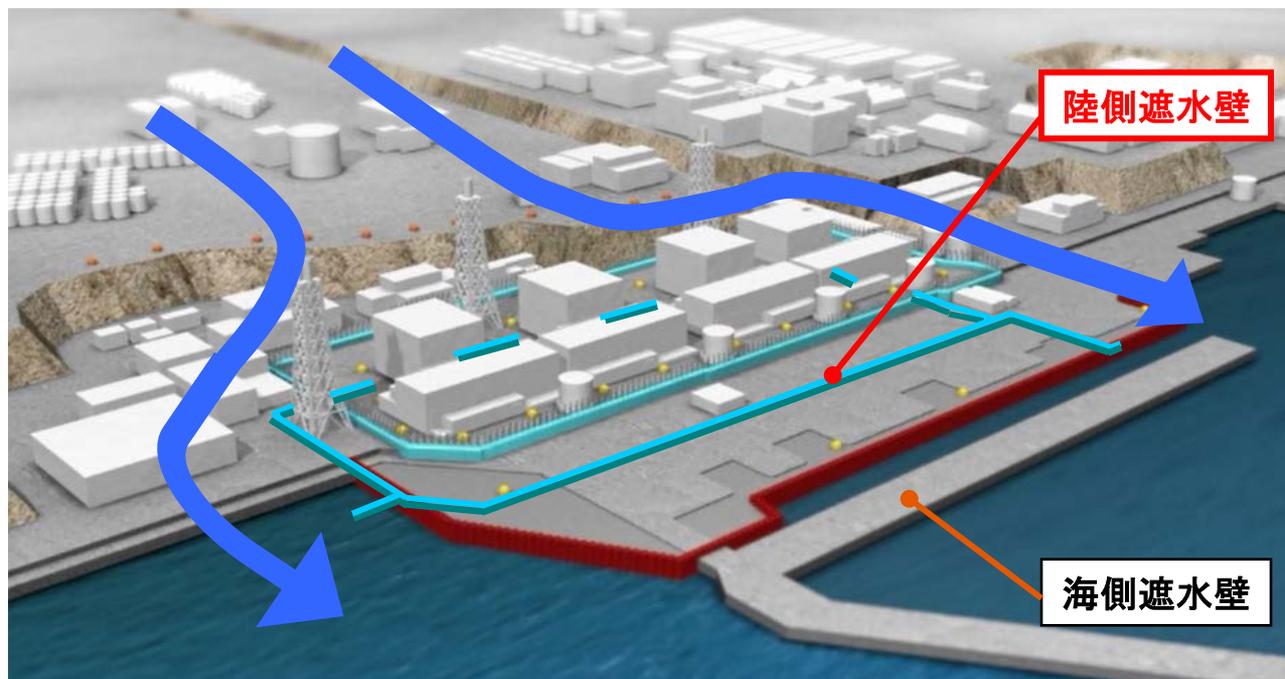


稼働条件	~9/3	9/3~9/16	9/17~9/30	10/1~10/21	10/22~11/16	11/17~12/2	12/3~12/21	12/22~1/13	1/14~2/9	2/10~3/1	3/2~
稼働時間	非稼働	昼間 24時間									
L値 [m] (内はO.P.)	非稼働	T.P.5.0 (6.5)	T.P.4.5 (6.0)	T.P.4.0 (5.5)	TP39 (5.4)	T.P.3.5 (5.0)	T.P.3.1 (4.6)	T.P.2.75 (4.25)	T.P.2.6 (4.1)	T.P.2.5 (4.0)	



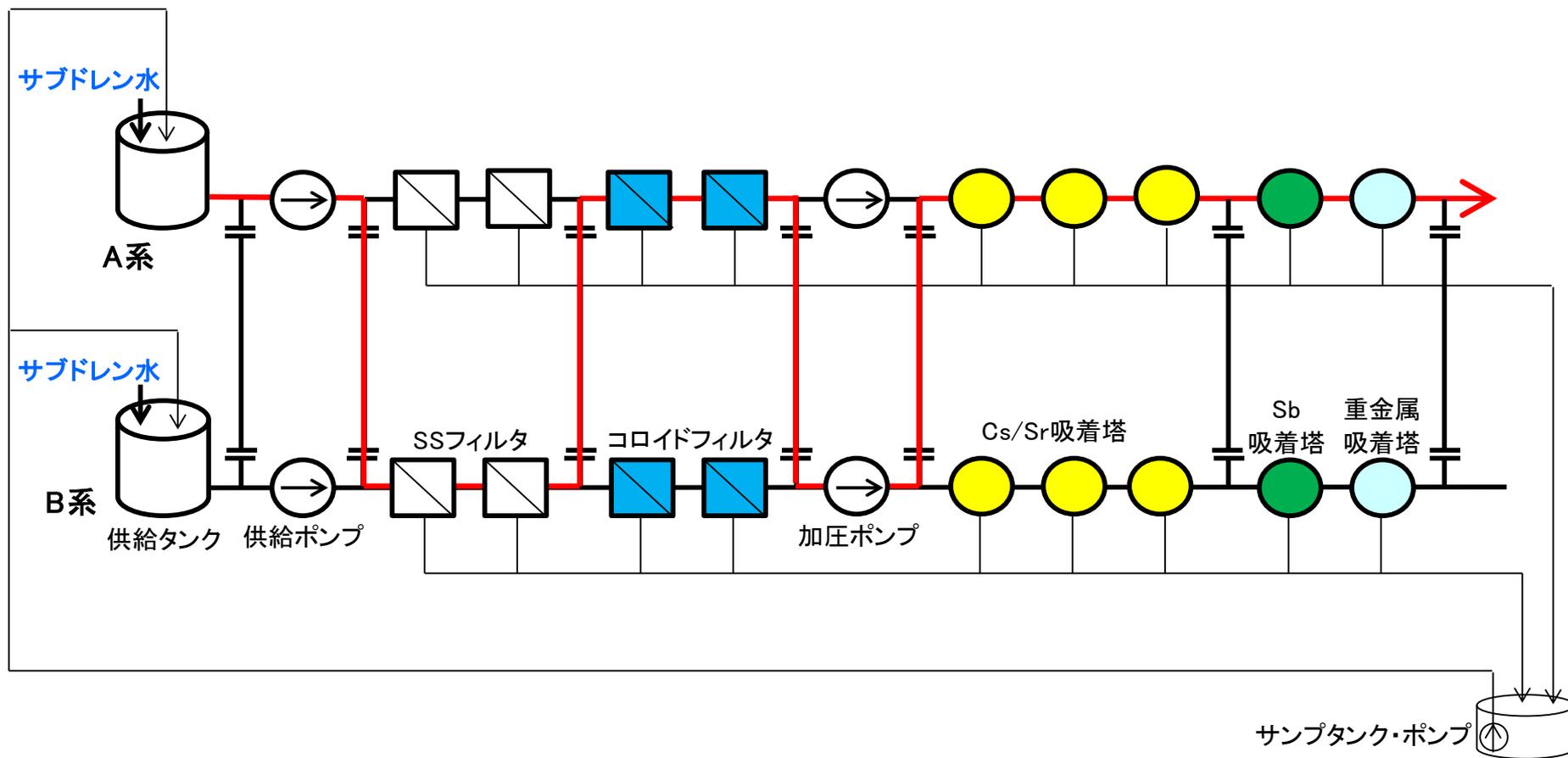
1. 1F水処理の状況
2. 地下水流入量低減の取り組み
3. サブドレン他浄化設備の概要
4. サブドレン他浄化設備の水質管理
5. 処理実績
6. 地下水水位低減効果
7. 今後の動向

1～4号機周辺に陸側遮水壁が設置しており、建屋内への地下水流入量は更に低減すると想定される。一方、地下水による希釈効果が低下することになるため、放射能濃度の推移を注視しつつ、慎重に処理を継続していく。



7.2 2系列化による信頼性向上

- 現状、サブドレン他浄化設備は1系列での運転を実施している。
- 更なる信頼性向上のため、浄化設備を2系列化し、機器故障時やメンテナンス中の運転継続を可能とし、設備信頼性の向上を図る。



- 建屋への地下水流入のため、サブドレン/地下水ドレンを汲みあげ、浄化・排水するサブドレン他浄化設備を設置し、運用を開始。
- 浄化水の放射能濃度は安定的に運用目標以下を維持しており、適切な水質管理のもと、海洋への排水を実施中。
- サブドレン稼働に伴い、建屋周囲の地下水水位は低下。目標管理値近傍で安定的に維持。
- 今後、陸側遮水壁の閉合に伴う水質動向を注視しつつ、慎重に処理を継続していく。
- 合わせて、浄化設備2系列化による更なる信頼性向上に取り組んでいく。

エネルギーを守るモノづくり、それは未来を守る技術



END

原子力学会水化学部会 第28回定例研究会
サブドレン水処理の状況

2016/06/03

日立GEニュークリア・エナジー株式会社
燃料サイクル部 原子力化学システム計画G r .
北本 優介