

2025/3/14

日本原子力学会 2025春の年会

福島第一原子力発電所廃炉検討委員会セッション



廃棄物検討分科会における検討概要

Outline of Studies Conducted by Subcommittee of
Radioactive Waste Management

- (3) 汚染水処理で発生する放射性廃棄物の管理
- (3) Management of Radioactive Waste Generated by
Contaminated Water Treatment

日立GE ○浅野 隆
福井大 柳原 敏
福井大 川崎 大介
北大 渡辺 直子

1 はじめに

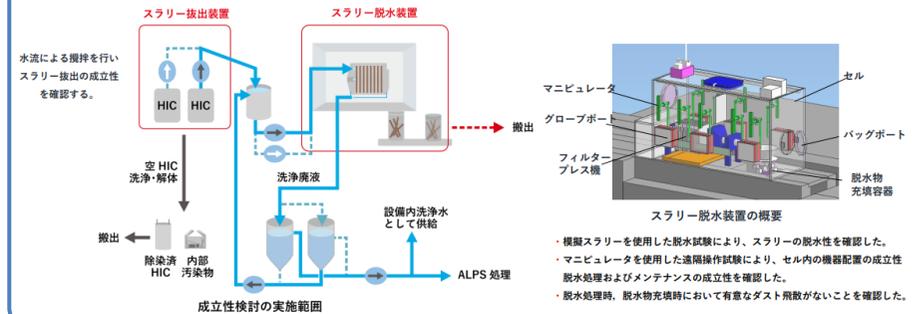
- ① 汚染水処理で発生した放射性廃棄物(所謂、水処理二次廃棄物)を安定に保管するための今後の取り組みが公開されている[1]。
- ② これら廃棄物の発生量(ケーススタディ)や保管管理方針の概要を紹介する。

出典[1]: 東京電力ホールディングス株式会社、これからの廃炉の取り組み2024 廃炉中長期実行プラン2024(別冊)、
<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/plan/2024-j.html>

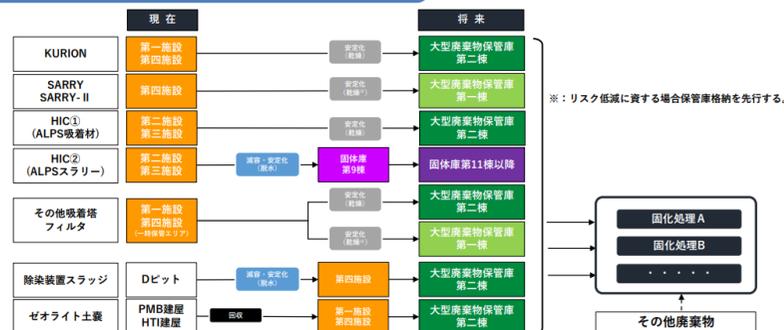
①吸着塔類の屋内保管への移行



③スラリーの脱水安定化



②保管管理方針の策定



④スラリー保管容器の健全性維持(移替え)



2 汚染水処理設備について

- ① 地下水等の建屋への流入と燃料デブリ冷却のための原子炉建屋への注水により汚染水が発生している。
- ② セシウム吸着装置、RO装置の処理水が燃料デブリ冷却のため注水される。
- ③ 一方、RO濃縮水は多核種除去設備で処理された後、多核種除去設備では除去できないトリチウムが基準を満たすように希釈されて放出される。
- ④ また汚染土壌と接触した地下水はサブドレン他浄化設備で処理されている。

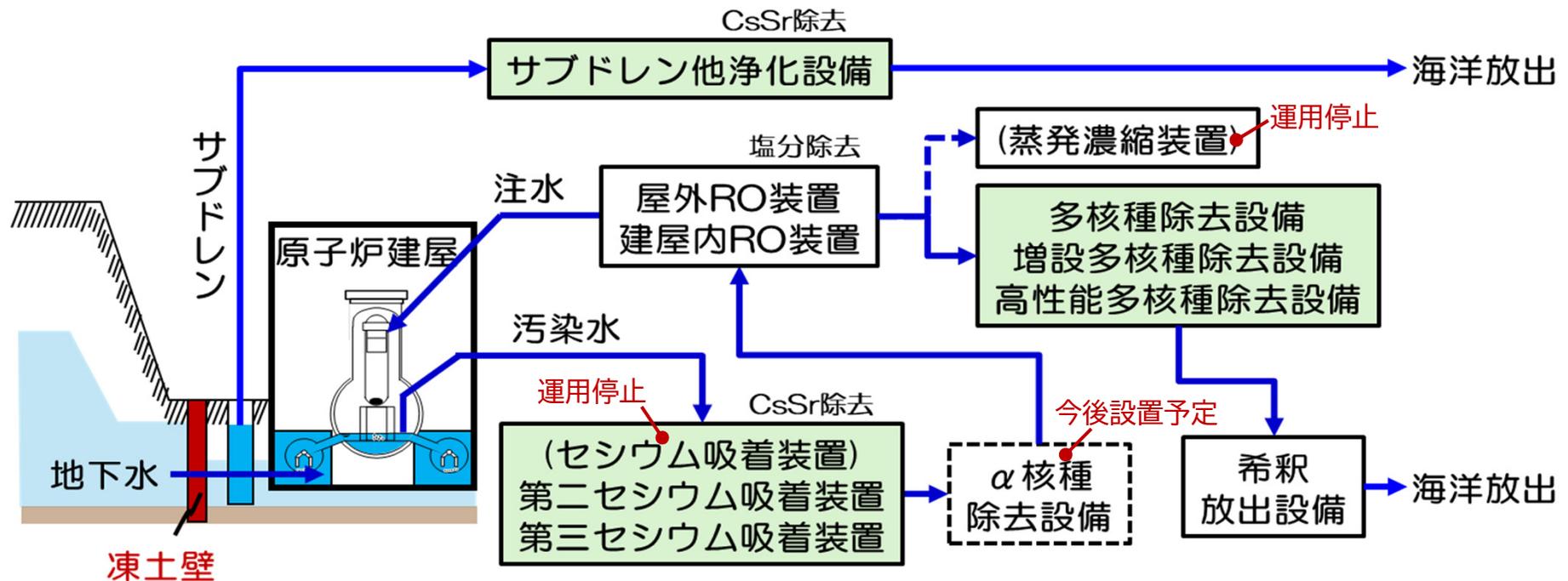


図1 主な汚染水処理設備（実施計画および廃炉中長期実行プランをもとに作図）

3 水処理二次廃棄物と廃棄物ヒエラルキーについて

HITACHI



- ① 廃棄物の管理における優先順位が最も高いのは、「廃棄物の発生抑制」である。
- ② 吸着塔類の発生量は処理水の量に概ね比例することから、「**廃棄物の発生抑制**」とは「**汚染水の発生量低減**」と言い換えることができる。
- ③ その他、処理に用いる**吸着材の延命技術の採用も「廃棄物の発生抑制」**に資すると言える。
- ④ 次に優先度の高い「廃棄物の最小化」の例として、スラリーの脱水安定化が挙げられる。**脱水安定化によりスラリー状態に比べ「廃棄物の容量が最小化」**される。
- ⑤ また「再使用」「再利用」の例としては、使用済み吸着材の他設備での再使用が挙げられる。サブドレン他浄化設備で**使用した吸着材をセシウム吸着装置で「再利用」**することなどが考えられる。



図2 廃棄物ヒエラルキー

4 (1) 廃棄物の発生抑制 (現在の廃棄物発生量①)

- ① 水処理二次廃棄物のうち主な吸着塔類の発生量を下表に示す[2]。現在の設備稼働状況から、今後も廃棄物が発生する設備は背景を色付けしている。
- ② 多核種除去設備(増設多核種除去設備)の「保管容器」に収納されている廃棄物の多くは、これら設備で沈殿処理を行った際に発生する沈殿物スラリーである。

表1 '25年2月20時点の廃棄物(吸着塔類)発生量(出典[2]等をもとに作成)

*公開資料をもとに報告者にて試算

No.	処理設備	放射性廃棄物	発生量	処理量
1	セシウム吸着装置	使用済バツセル	779本	約40万m3
2	第二セシウム吸着装置	//	265本	約200万m3
3	第三セシウム吸着装置	//	22本	約30万m3
4	多核種除去設備 増設多核種除去設備	保管容器	4,450基	*約140万m3
		処理カラム	17塔	
5	高性能多核種除去設備	使用済バツセル	90本	*約10万m3
6	サブドレン他浄化設備	//	55本	*約170万m3

今後も廃棄物が発生

出典[2]：東京電力ホールディングス株式会社、福島第一原子力発電所における高濃度の放射性物質を含むたまり水の貯蔵及び処理の状況について(第689報)、<https://www.da.nra.go.jp/view/NRA100008492?contents=NRA100008492-002-001#pdf=NRA100008492-002-001>

4 (2) 廃棄物の発生抑制 (現在の廃棄物発生量②)

- ① セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置および第三セシウム吸着装置の使用済ベッセルの発生量を下図に示す。
- ② 近年の発生量は震災直後に比べて少なくなってきたいるが((a)図)、発生量は概ね汚染水の処理量に比例して増加している((b)図)。

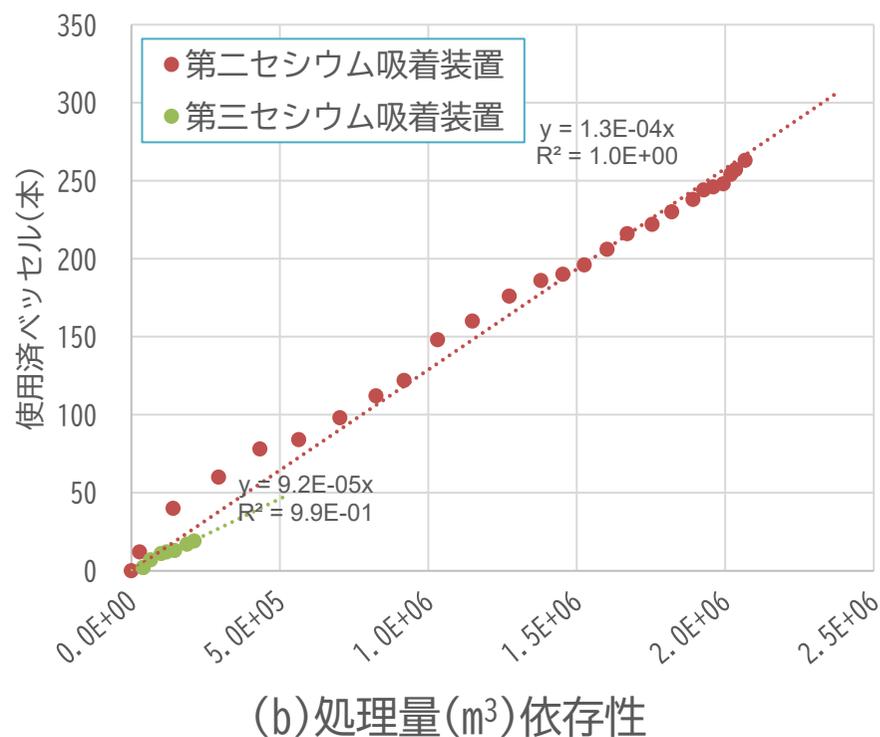
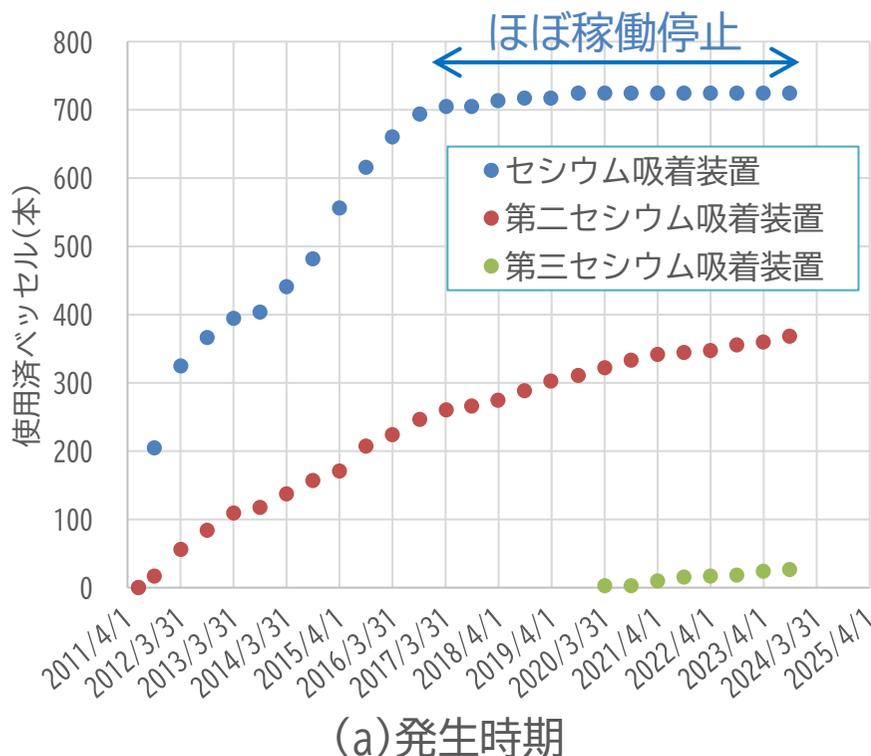


図3 セシウム吸着装置(第二、第三セシウム吸着装置)の使用済ベッセルの発生量

4 (3) 廃棄物の発生抑制 (現在の廃棄物発生量③)

- ① 多核種除去設備および増設多核種除去設備の保管容器の発生量を下図に示す。
- ② 近年の発生量はR0濃縮水を処理していた時期(2014～2015)に比べて少なくなってきたが((a)図)、発生量は概ね汚染水の処理量に比例して増加している((b)図)。

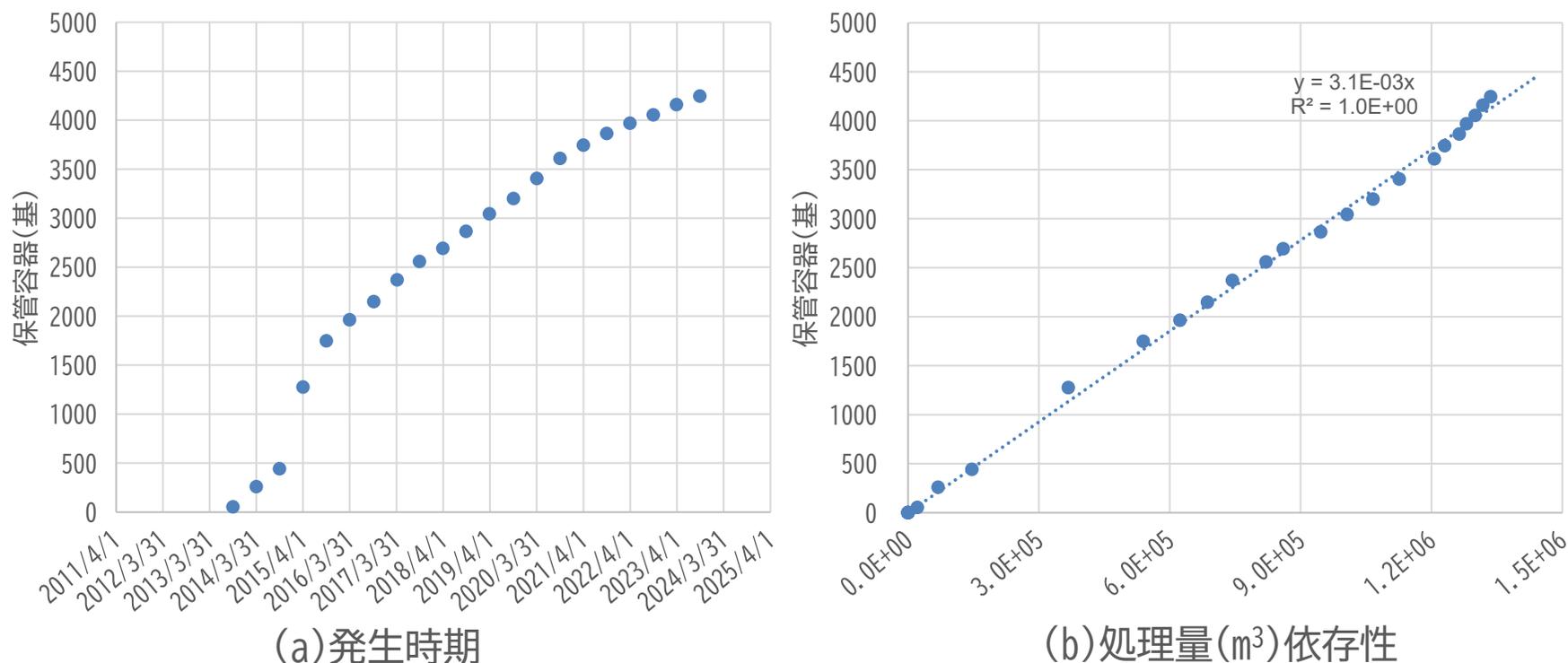


図4 多核種除去設備(増設多核種除去設備)の保管容器の発生量

※ この資料の複写、第三者への公開を固く禁じます。

4 (4) 廃棄物の発生抑制 (今後の廃棄物発生量①)

- ① 汚染水発生量の推移を下図に示す[1]。中長期ロードマップのマイルストーンは2022年度に達成されている状況である。
- ② 汚染水発生量が低減されたため、今後の廃棄物発生量も汚染水発生量に比例して少なくなる可能性が大きいと考えられる。

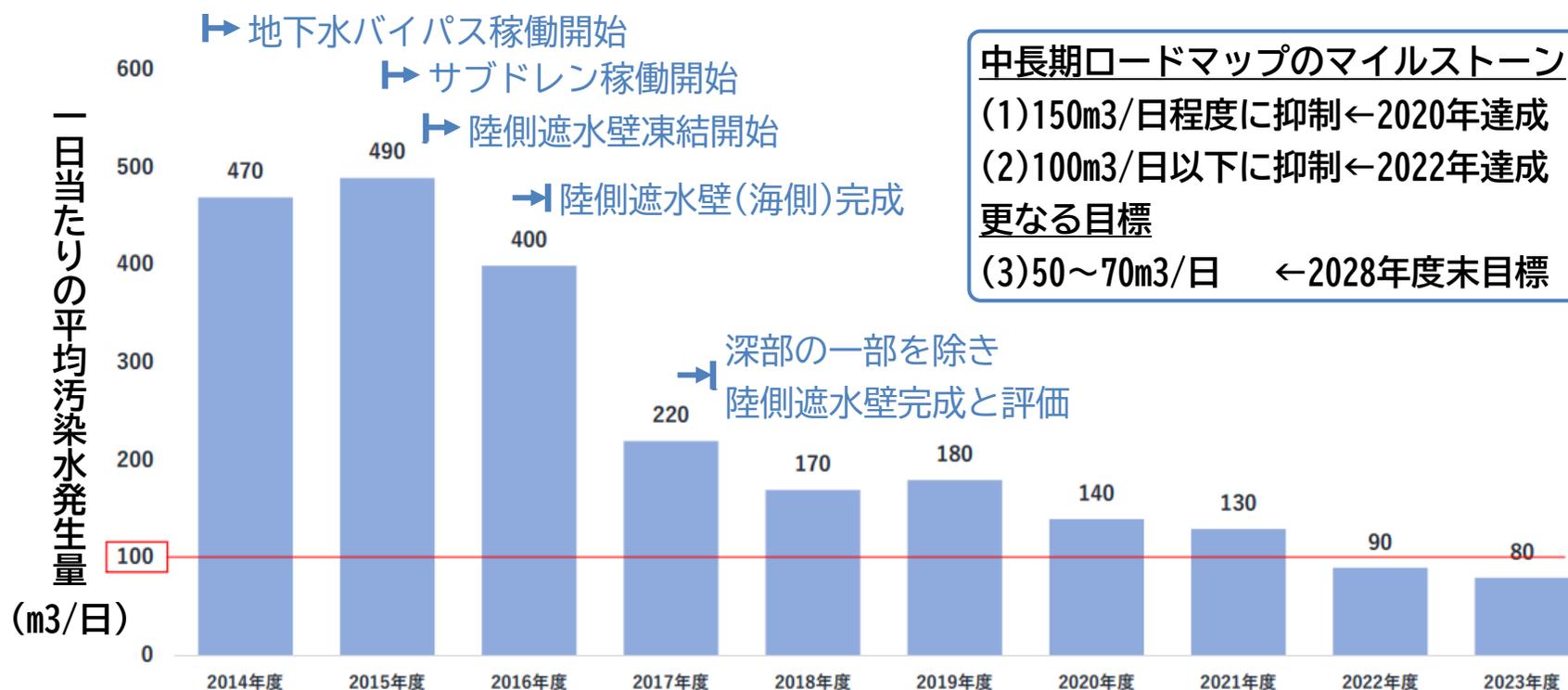


図5 汚染水発生量の推移 (出典[1]のグラフに加筆)

出典[1]：東京電力ホールディングス株式会社、これからの廃炉の取り組み2024 廃炉中長期実行プラン2024(別冊)、
<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/plan/2024-j.html>

4 (5) 廃棄物の発生抑制 (今後の廃棄物発生量②)

- ① 第二セシウム吸着装置の使用済ベッセルと多核種除去設備(増設多核種除去設備)の保管容器について、2050年までの廃棄物発生量をケーススタディとして試算した。
- ② 燃料デブリ取り出しの規模拡大によって注水量は大きく変化することが想定されるが、廃棄物の発生抑制には注水量の低減が有効である。

✓ 今後処理すべき汚染水の量

- ・今後の汚染水発生量：50～70m³/日
- ・2050年までの日数：約1万日

⇒ 今後処理すべき汚染水の量は約70万m³

✓ 燃料デブリの冷却に必要な注水量

- ・現在の注水量：約150m³/日(1～3号機の合計)
- ・2050年までの日数：約1万日

⇒ 今後の注水量は約150万m³

今後の注水量を減らすことが
廃棄物の発生抑制に有効

現在までの
発生量と同等

✓ 今後の廃棄物発生量

- ・使用済ベッセル：1.3E-4×(70万m³+150万m³) = 286本
- ・保管容器：3.1E-3×70万m³ = 2170基

現在までの
発生量の1/2程度

4 (6) 廃棄物の発生抑制 (吸着材の延命技術)

- ① 吸着材の延命技術の例として、サブドレン他浄化設備へのpH緩衝塔の設置 (2020年10月より運用開始)を紹介する。
- ② Cs/Sr同時吸着塔の交換周期は、地下水由来の安定Srの吸着が律速となっており、弱アルカリで使用することで交換周期を1.3~2倍に延命できる。

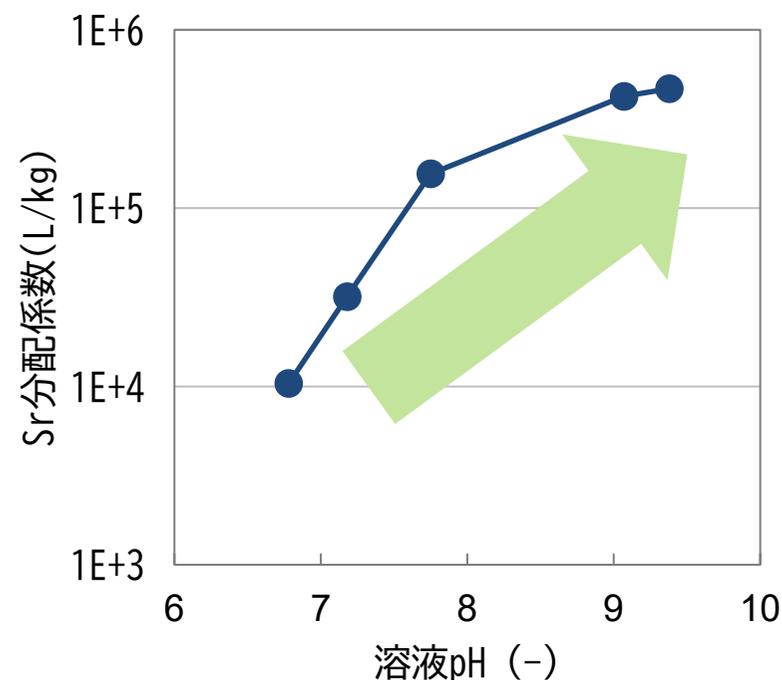
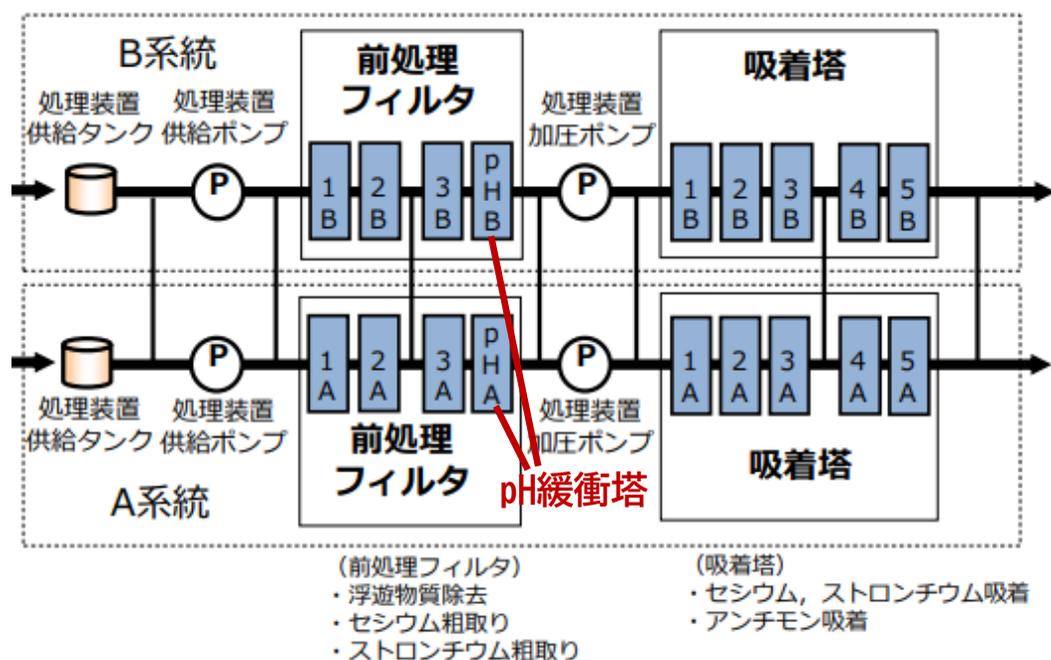


図6 サブドレン他浄化設備の構成 (出典[3])

図7 Cs/Sr同時吸着材のSr吸着性能

出典[3]: 東京電力ホールディングス株式会社、サブドレン他水処理施設の運用状況等
 廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合/事務局会議(第134回)、
https://www.tepco.co.jp/decommission/information/committee/roadmap_progress/pdf/2025/d250130_15-j.pdf

※ この資料の複写、第三者への公開を固く禁じます。

5 廃棄物の最小化 (スラリー脱水安定化①)

- ① 多核種除去設備(増設多核種除去設備)で発生するスラリーは多くの水分が含まれており、脱水安定化処理を行うことが計画されている[1]。
- ② 本処理が実施されれば、廃棄物の容量が大幅に低減されることが期待される。

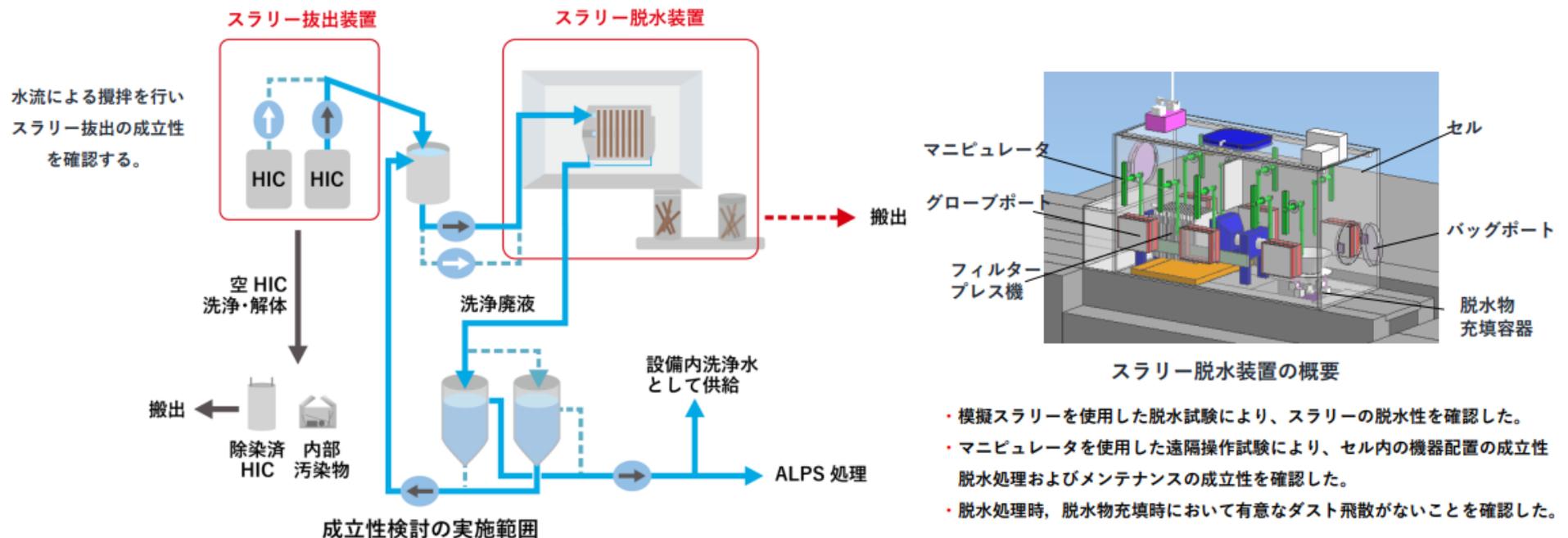
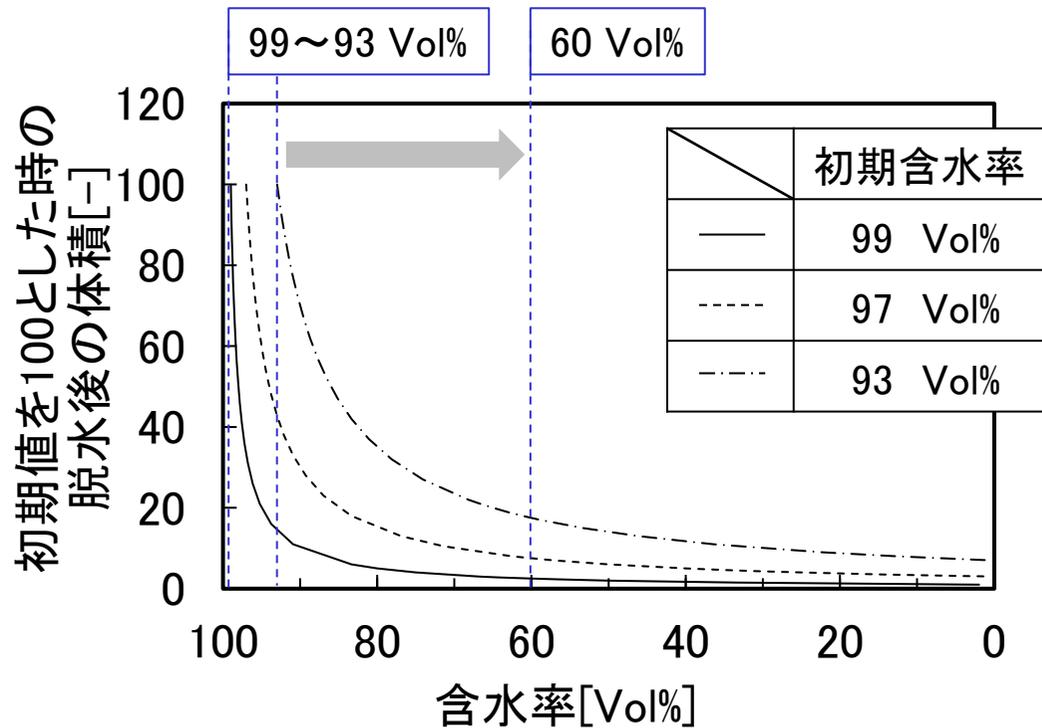


図8 多核種除去設備で発生するスラリーの脱水安定化処理(出典[1])

出典[1]：東京電力ホールディングス株式会社、これからの廃炉の取り組み2024 廃炉中長期実行プラン2024(別冊)、
<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/plan/2024-j.html>

5 廃棄物の最小化 (スラリー脱水安定化②)

- ① スラリーの含水率と体積の関係を下図に示す。
- ② 仮にスラリーの含水率が99～93vol%とすると、含水率60vol%にできれば体積は1/5～1/40に低減される。



$$\frac{V_t^f}{V_t^i} = \frac{1 - \alpha^i}{1 - \alpha^f}$$

V_t^f : 脱水後の体積

V_t^i : 脱水前の体積

α^f : 脱水後の含水割合

α^i : 脱水前の含水割合

図9 スラリーの含水率と体積の関係

6 廃棄物の再利用

- ① 吸着材の再利用の例として、サブドレン他浄化設備や高性能多核種除去設備で使用したCs/Sr同時吸着材を第二セシウム吸着装置/第三セシウム吸着装置で再利用すること(2021年1月実施計画認可)を紹介する。
- ② 使用済みのCs/Sr同時吸着材は新品の8割程度の交換周期が期待できるとされており、実施されれば廃棄物の増加抑制に役立つと考えられる。

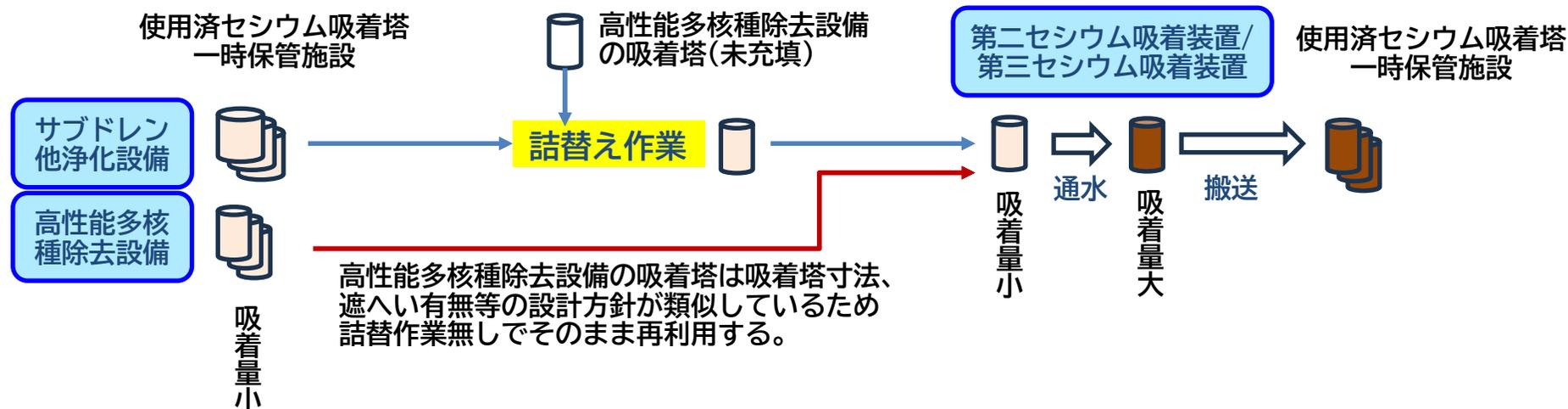


図10 Cs/Sr同時吸着材の再利用(出典[4]の装置概要等をもとに作成)

出典[4]：東京電力ホールディングス株式会社、福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画 2.5 汚染水処理設備等 添付資料-17&25、https://www.tepco.co.jp/decommission/information/implementation/pdf/2_2_5.pdf

6 廃棄物の保管管理方針

- ① 保管中の腐食・漏えいリスクを解消することを目的に、保管管理方針を策定し、大型廃棄物保管庫等での屋内保管へ移行することが計画されている[1]。
- ② 今後は廃棄物の性状に応じた廃棄体化の検討についても必要と考えられる。

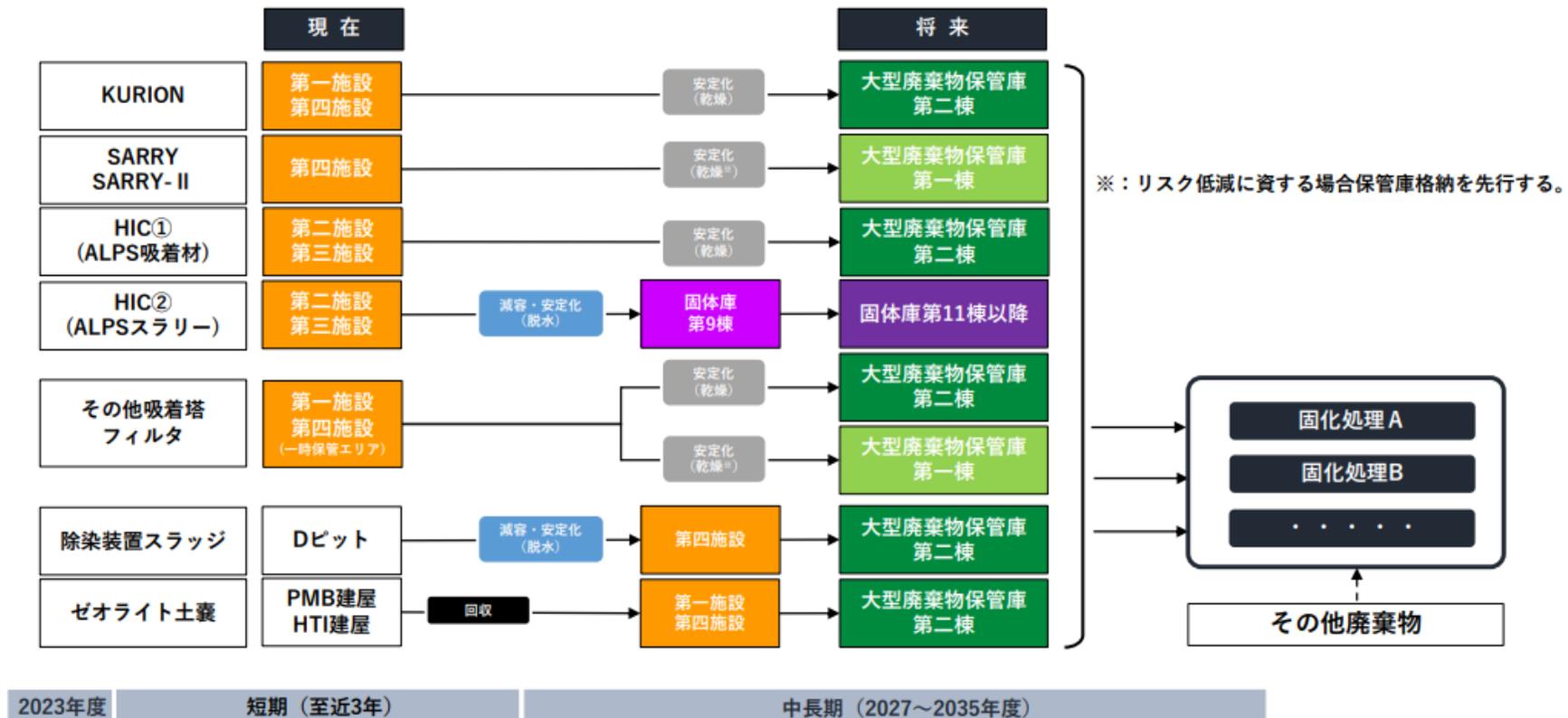


図11 水処理二次廃棄物の保管管理方針のイメージ(出典[1])

出典[1]：東京電力ホールディングス株式会社、これからの廃炉の取り組み2024 廃炉中長期実行プラン2024(別冊)、
<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/plan/2024-j.html>

※ この資料の複写、第三者への公開を固く禁じます。

本講演では廃棄物ヒエラルキーの考えに基づいて、東京電力ホールディングス株式会社が公表している資料をもとに、「廃棄物の発生抑制」、「廃棄物の最小化」、「再利用」の実施状況や計画について紹介してきた。

福島第一原子力発電所廃炉検討委員会 廃棄物検討分科会では最終処分する廃棄物量を出来る限り少なくする考慮が必要と考えて議論を進めている。

なお、本講演資料は、セッション開始前に以下URLに掲載予定。

日本原子力学会 廃炉委HP

https://www.aesj.net/aesj_fukushima/fukushima-decommissioning

END

**日本原子力学会 2025春の年会
福島第一原子力発電所廃炉検討委員会セッション
廃棄物検討分科会における検討概要
(3) 汚染水処理で発生する放射性廃棄物の管理**

2025/3/14

日立GE ○浅野 隆
福井大 柳原 敏
福井大 川崎 大介
北大 渡辺 直子

HITACHI

