

増設多核種除去設備 前処理設備改造に伴う 実施計画の変更に関する補足説明資料

2021年7月28日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 実施計画変更申請の目的

<目的>

増設多核種除去設備は、前処理設備及び多核種除去装置にて構成されている。

前処理設備は、後段の吸着塔による核種除去性能向上のため、薬品注入によりストロンチウム処理済水中の吸着阻害物質（Ca,Mgイオン）をスラリー化させて高性能容器に排出している。

本工事では、スラリーの回収効率を向上させることを目的に前処理設備改造を実施し、処理プロセスの改善を図る。

2. 実施計画の変更内容の概要(1/2)

第Ⅱ章 特定原子力施設の設計, 設備

2.16.1 多核種除去設備

記載箇所	変更内容
添付資料－2	・ 増設多核種除去設備との取合箇所について記載の適正化

2.16.2 増設多核種除去設備

記載箇所	変更内容
本文	・ 増設多核種除去設備の前処理設備改造工事に伴う基本設計及び基本仕様の記載追加
添付資料－1 添付資料－3 添付資料－4 添付資料－5 添付資料－9	<ul style="list-style-type: none"> ・ 増設多核種除去設備の系統構成図の変更及び追加 ・ 増設多核種除去設備の前処理設備改造工事に伴う記載追加 ・ 配管概略図の変更及び追加 ・ 機器の強度評価の記載追加 ・ 施設外への漏えい防止に関する評価の変更 ・ 増設多核種除去設備に係る確認事項の記載追加 ・ その他記載の適正化

2. 実施計画の変更内容の概要(2/2)

第Ⅱ章 特定原子力施設の設計, 設備

2.16.3 高性能多核種除去設備

記載箇所	変更内容
添付資料 - 4	・ 増設多核種除去設備との取合箇所について記載の適正化

第Ⅲ章 特定原子力施設の保安

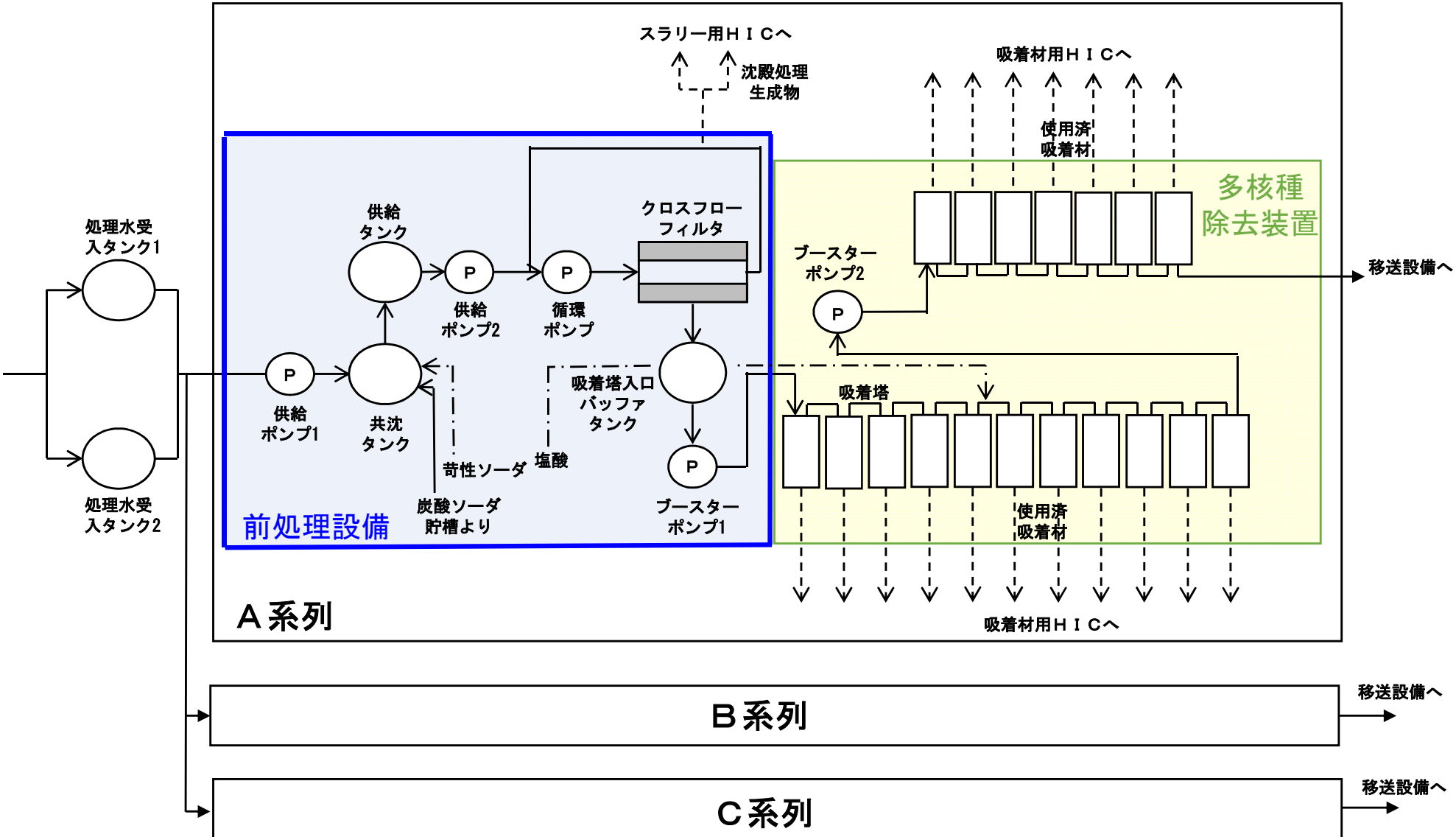
第3編 (保安に係る補足説明)

2 放射性廃棄物等の管理に関する補足説明

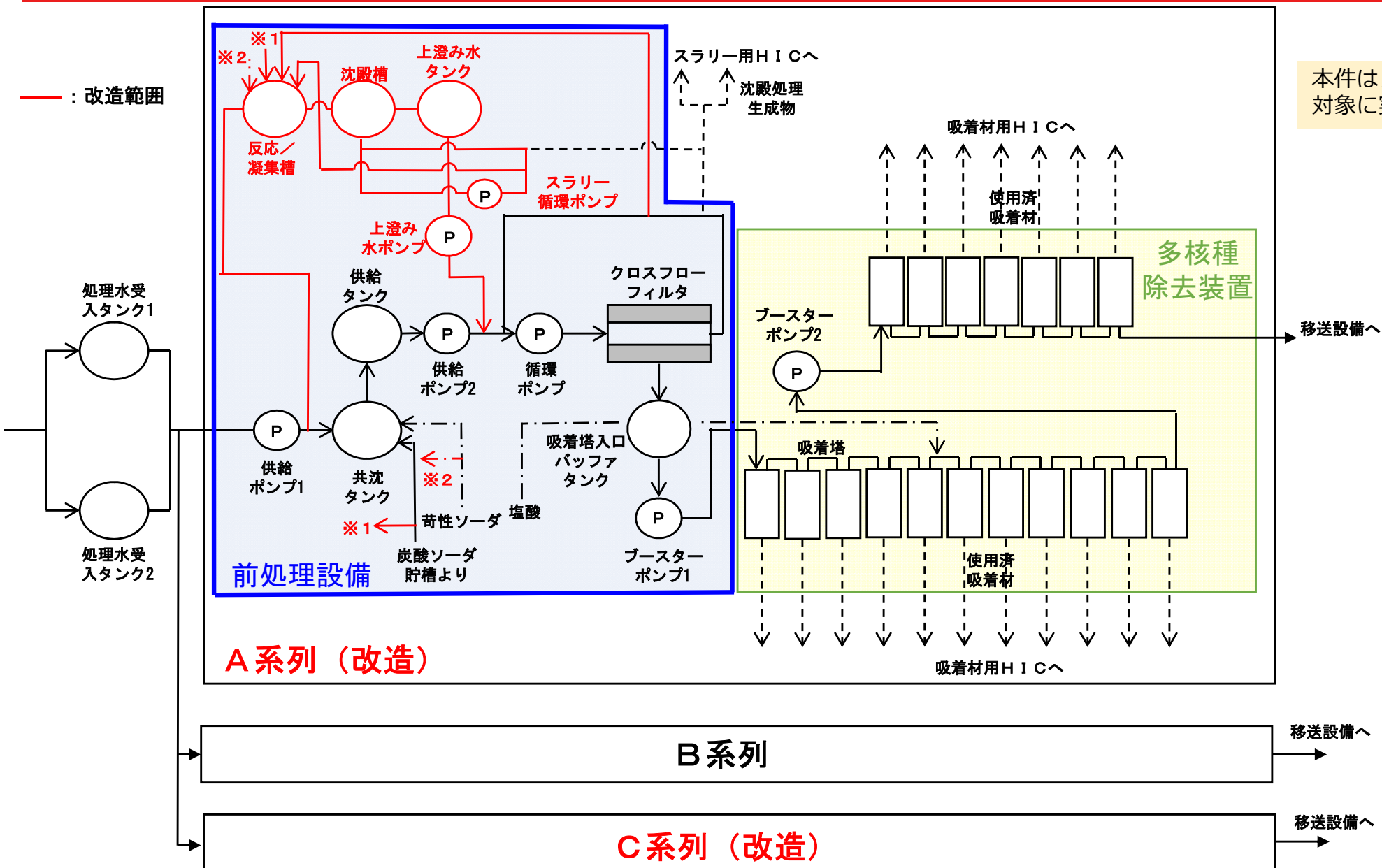
2.2 線量評価

記載箇所	変更内容
2.2.2 敷地内各施設からの直接 線ならびにスカイシャイ ン線による実効線量	<ul style="list-style-type: none"> ・ 増設多核種除去設備の線量評価条件について記載変更 ・ 添付資料4の評価結果の更新 ・ 添付資料5について増設多核種除去設備の前処理設備改造工事に伴う記載追加

3. 前処理設備改造の概要（変更前）



3. 前処理設備改造の概要（変更後）

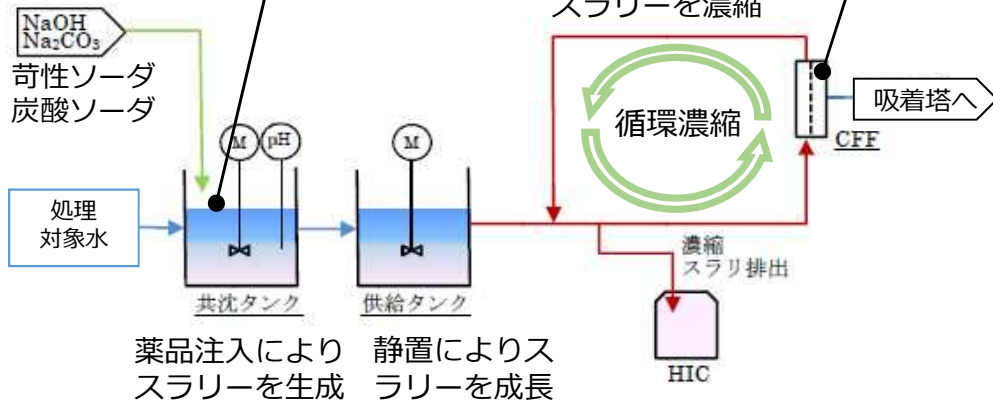


3. 前処理設備改造の概要（比較）

変更前

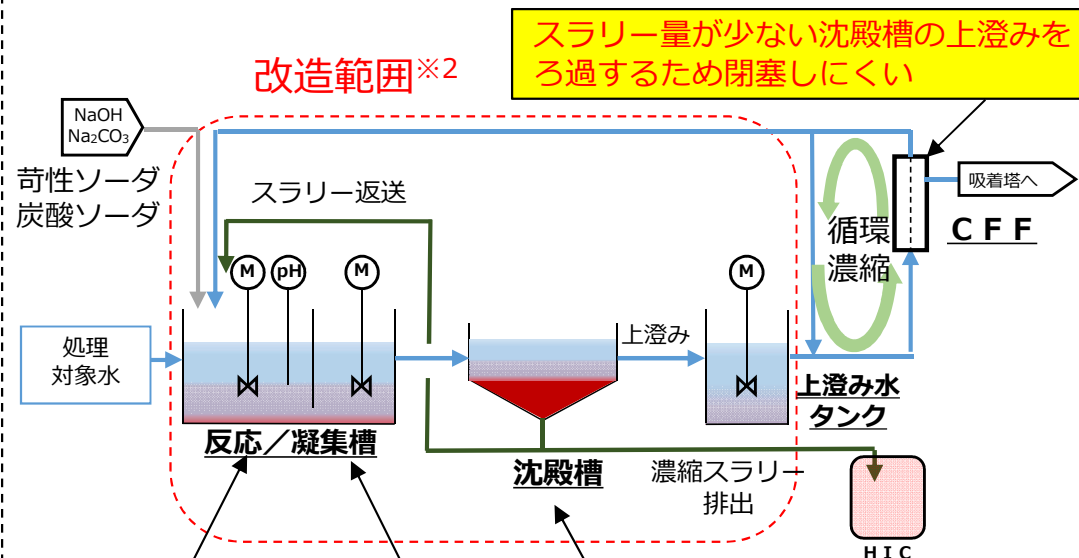
- ・ CFFではスラリーを含む水をろ過し、ろ過された水は後段の吸着塔へ、残ったスラリーは循環濃縮し、高性能容器（HIC）に排出
⇒処理対象水中のCa, Mg濃度低下により微粒子状のスラリーがCFFを詰まらせる要因（閉塞しやすい）※1

薬液注入により処理対象水中のCa, Mgをスラリー化



※1：RO濃縮塩水の全量処理が完了した2015年5月以降、処理対象水中のCa/Mg濃度が低下しており、スラリー粒径が運転開始当初より小さいため閉塞しやすい

変更後（スラリー返送式）



①薬剤添加により、返送したスラリー表面でCa, Mgが析出 ⇒ 凝集物を生成

②反応槽～凝集槽でスラリーが循環・滞留する間に凝集物同士が結合
⇒ スラリー粒径の粗大化

③粗大化し、沈降性が向上したスラリー粒子は、沈殿槽でスラリーと上澄み水に容易に分離

イメージ



※2：改造前の共沈タンク、供給タンク及び移送配管は撤去せず、改造前の処理プロセスでも処理可能な構成とする。

4. 設備仕様

■ タンク類

名称	反応／凝集槽	沈殿槽	上澄み水タンク
容量	11 m ³	12 m ³	2 m ³
基数	1個／系列 (2系列に設置)	1個／系列 (2系列に設置)	1個／系列 (2系列に設置)
最高使用圧力	静水頭	静水頭	静水頭
最高使用温度	60°C	60°C	60°C
材料	SS400 内面ゴムライニング	SUS316L	SUS316L

■ ポンプ類

名称	スラリー循環ポンプ	上澄み水ポンプ
台数	1台／系列 (2系列に設置)	1台／系列 (2系列に設置)
容量	13 m ³ /h	12 m ³ /h

■ 配管（詳細は実施計画を参照）

材質 SUS316L,STPG370+ライニング,EPDM

5. 基本設計

2.16.2 増設多核種除去設備

2.16.2.1 基本設計

2.16.2.1.5 主要な機器

変更前

(1) 前処理設備

前処理設備は、多核種除去装置での吸着材によるストロンチウムの除去を阻害するマグネシウム、カルシウム等の2価の金属を炭酸塩沈殿処理により除去することを目的とし、炭酸ソーダと苛性ソーダを添加する。

炭酸塩沈殿処理による生成物は、クロスフローフィルタにより濃縮し、高性能容器に排出する。

変更後

(1) 前処理設備

前処理設備は、多核種除去装置での吸着材によるストロンチウムの除去を阻害するマグネシウム、カルシウム等の2価の金属を炭酸塩沈殿処理により除去することを目的とし、炭酸ソーダと苛性ソーダを添加する。

炭酸塩沈殿処理による生成物は、クロスフローフィルタまたは沈殿槽により濃縮し、高性能容器に排出する。

6. 線量評価

2.2.2 敷地内各施設からの直接線ならびにスカイシャイン線による実効線量

2.2.2.2 各施設における線量評価

2.2.2.2.9 増設多核種除去設備

変更前

2.2.2.2.9 増設多核種除去設備

増設多核種除去設備については、各機器に表 2. 2. 2-6 に示す核種、放射能濃度が内包しているとし、制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGEN-Sにより求め、3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

放射能強度：表 2. 2. 2-6 参照

遮蔽：
 鉄（共沈タンク・供給タンクスキッド） 40～80mm
 ：鉄（クロスフローフィルタスキッド） 20～60mm
 ：鉄（スラリー移送配管） 28mm
 ：鉄（吸着塔） 30～80mm
 ：鉄（高性能容器（HIC）） 120mm
 ：コンクリート（高性能容器（HIC））

評価地点までの距離：約460m

線源の標高：T.P. 約37m

評価結果：約2.26×10⁻²mSv/年

変更後

2.2.2.2.9 増設多核種除去設備

増設多核種除去設備については、各機器に表 2. 2. 2-6-1 及び表 2. 2. 2-6-2 に示す核種、放射能濃度が内包しているとし、制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGEN-Sにより求め、3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

放射能強度：表 2. 2. 2-6-1 及び表 2. 2. 2-6-2 参照

遮蔽：
 鉄（共沈タンク・供給タンクスキッド） 40～80mm
 ：鉄（クロスフローフィルタスキッド） 20～60mm
 ：鉄（スラリー移送配管） 28mm
 ：鉄（吸着塔） 30～80mm
 ：鉄（高性能容器（HIC）） 120mm
 ：鉄（反応／凝集槽，沈殿槽） 20～40mm
 ：コンクリート（高性能容器（HIC））

評価地点までの距離：約460m

線源の標高：T.P. 約37m

評価結果：約2.58×10⁻²mSv/年

- 変更申請時点で線量値が最も高いNo.71においては上記記載の通り、本件により線量は3.21e-3mSv/年上昇する。本設備の最寄り点であるNo.70においては3.98E-3mSv/年上昇する。なお、何れも改造する2系列での評価値である。

6. 線量評価

新規追加

表 2. 2. 2 - 6 - 2 評価対象核種及び放射能濃度

核種	放射能濃度[Bq/cm ³]		
	反応/凝集槽	沈殿槽下部	沈殿槽上部 上澄み水タンク
Fe-59	4.45E+01	8.90E+01	8.90E+00
Co-58	6.75E+01	1.35E+02	1.35E+01
Rb-86	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sr-89	2.82E+04	5.64E+04	5.64E+03
Sr-90	6.50E+05	1.30E+06	1.30E+05
Y-90	6.50E+05	1.30E+06	1.30E+05
Y-91	6.60E+03	1.32E+04	1.32E+03
Nb-95	2.86E+01	5.72E+01	5.72E+00
Tc-99	1.12E+00	2.23E+00	2.23E-01
Ru-103	6.05E+01	1.21E+02	1.21E+01
Ru-106	1.05E+03	2.09E+03	2.09E+02
Rh-103m	6.05E+01	1.21E+02	1.21E+01
Rh-106	1.05E+03	2.09E+03	2.09E+02
Ag-110m	3.90E+01	7.79E+01	7.79E+00
Cd-113m	3.01E+03	6.01E+03	6.01E+02
Cd-115m	9.00E+02	1.80E+03	1.80E+02
Sn-119m	5.30E+02	1.06E+03	1.06E+02
Sn-123	3.98E+03	7.95E+03	7.95E+02
Sn-126	3.08E+02	6.15E+02	6.15E+01
Sb-124	1.90E+01	3.79E+01	3.79E+00
Sb-125	1.19E+03	2.37E+03	2.37E+02

核種	放射能濃度[Bq/cm ³]		
	反応/凝集槽	沈殿槽下部	沈殿槽上部 上澄み水タンク
Te-123m	7.75E+01	1.55E+02	1.55E+01
Te-125m	1.19E+03	2.37E+03	2.37E+02
Te-127	6.40E+03	1.28E+04	1.28E+03
Te-127m	6.40E+03	1.28E+04	1.28E+03
Te-129	6.95E+02	1.39E+03	1.39E+02
Te-129m	1.13E+03	2.26E+03	2.26E+02
I-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ba-137m	1.08E+03	2.16E+03	2.16E+02
Ba-140	1.69E+02	3.38E+02	3.38E+01
Ce-141	1.42E+02	2.83E+02	2.83E+01
Ce-144	6.15E+02	1.23E+03	1.23E+02
Pr-144	6.15E+02	1.23E+03	1.23E+02
Pr-144m	5.05E+01	1.01E+02	1.01E+01
Pm-146	6.40E+01	1.28E+02	1.28E+01
Pm-147	2.18E+04	4.36E+04	4.36E+03
Pm-148	6.35E+01	1.27E+02	1.27E+01
Pm-148m	4.10E+01	8.19E+01	8.19E+00

6. 線量評価

新規追加

表 2. 2. 2 - 6 - 2 評価対象核種及び放射能濃度

核種	放射能濃度[Bq/cm ³]		
	反応/凝集槽	沈殿槽下部	沈殿槽上部 上澄み水タンク
Sm-151	3.66E+00	7.31E+00	7.31E-01
Eu-152	1.90E+02	3.80E+02	3.80E+01
Eu-154	4.93E+01	9.86E+01	9.86E+00
Eu-155	4.00E+02	8.00E+02	8.00E+01
Gd-153	4.13E+02	8.26E+02	8.26E+01
Tb-160	1.09E+02	2.17E+02	2.17E+01
Pu-238	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Pu-239	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Pu-240	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Pu-241	9.15E+01	1.83E+02	1.83E+01
Am-241	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Am-242m	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Am-243	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Cm-242	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Cm-243	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Cm-244	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Mn-54	1.39E+02	2.78E+02	2.78E+01
Co-60	6.50E+01	1.30E+02	1.30E+01
Ni-63	4.33E+01	8.66E+01	8.66E+00
Zn-65	4.66E+01	9.32E+01	9.32E+00

6. 線量評価

- 放射能濃度（表2. 2. 2-6-2）は以下の通り設定した。線量評価への寄与が高いSr,Y,Mn,Co等の核種は最近の分析値の傾向を踏まえて引き下げを行った。なお、原水の放射能濃度が高い場合には従来方式にて処理を行う。

評価対象	反応／凝集槽	沈殿槽		上澄み水タンク
		下部	上部	
放射能条件	沈殿物混合水	沈殿物	上澄み水	上澄み水
Sr-89,Sr-90,Y-90 Mn-54,Co-60	沈殿物×0.5	従来評価に用いたスラリー濃度×0.1	沈殿物×0.1	沈殿物×0.1
他の核種		従来評価に用いたスラリー濃度より変更なし		

- 反応／凝集槽の沈殿物混合水は沈殿槽から返送する沈殿物と、処理対象水（汚染水）の混合水であり、混合比率は沈殿物流量：処理対象水流量 = 1：2以上であることから、混合水の濃度を沈殿物の放射能濃度の1/2に設定する。
- 沈殿槽下部の沈殿物はスラリーであるが、増設多核種除去設備設置以降の処理対象水（汚染水）の放射能濃度低減を踏まえてSr-89,Sr-90,Y-90,Mn-54,Co-60濃度を従来評価に用いたスラリー濃度値の1/10に設定する。
- 上澄み水タンク及び沈殿槽上部の上澄み水は沈殿槽で沈殿物を除いた後の上澄み水であり、沈殿物の放射能濃度の1/10に設定する。

7. 設計上の考慮

設備の追設となるため増設ALPSの従来の設計方針を踏襲し以下の通りとする。

➤ 漏えい発生防止

- ✓ 機器は、腐食による漏えい発生防止のため、液性等に応じて、炭素鋼（内面ライニング）、ステンレス鋼、ポリエチレン材等を採用する。

➤ 漏えい検知・漏えい拡大防止

- ✓ スキッド毎に漏えいパン及び漏えい検知器を設け、漏えいを早期に検知する。
- ✓ 増設多核種除去設備設置エリアの最外周及び系統毎に、漏えいの拡大を防止する堰及び漏えい検知器を設ける放射性液体を扱う周囲（スキッド内他）に漏えい受け皿（堰）および漏えい検知器を設置する。
- ✓ 漏えいを検知した場合は免震重要棟集中監視室等に警報を発報・表示し、運転員が停止操作する等の必要な措置を講ずる。

➤ 放射線遮へい・被ばく低減

- ✓ 増設多核種除去設備からの放射線による雰囲気線の線量当量率が0.1mSv/h以下（放射線業務従事者が作業を行う位置で、遮へい体を含む機器表面から1mの位置）となるよう適切な遮へいを設ける。

8. スケジュール

年度	2021年度			2022年度			
	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
許認可等	申請 ↓	審査期間 —————			使用前検査開始／終了 ↓	修了証発行 ↓
現場設置工程	材料手配, 製作等 —————				現地工事・試運転 —————	 ⇒ 運用開始

※認可後、速やかに溶接検査を申請予定