

多核種除去設備等処理水の取扱い
に関する小委員会（第10回）

資料3

2018年10月1日

福島県原子力発電所の廃炉に関する安全監視協議会

資料（2）－①

汚染水対策について

多核種除去設備等処理水のトリチウム以外の 核種測定結果について

2018年11月30日

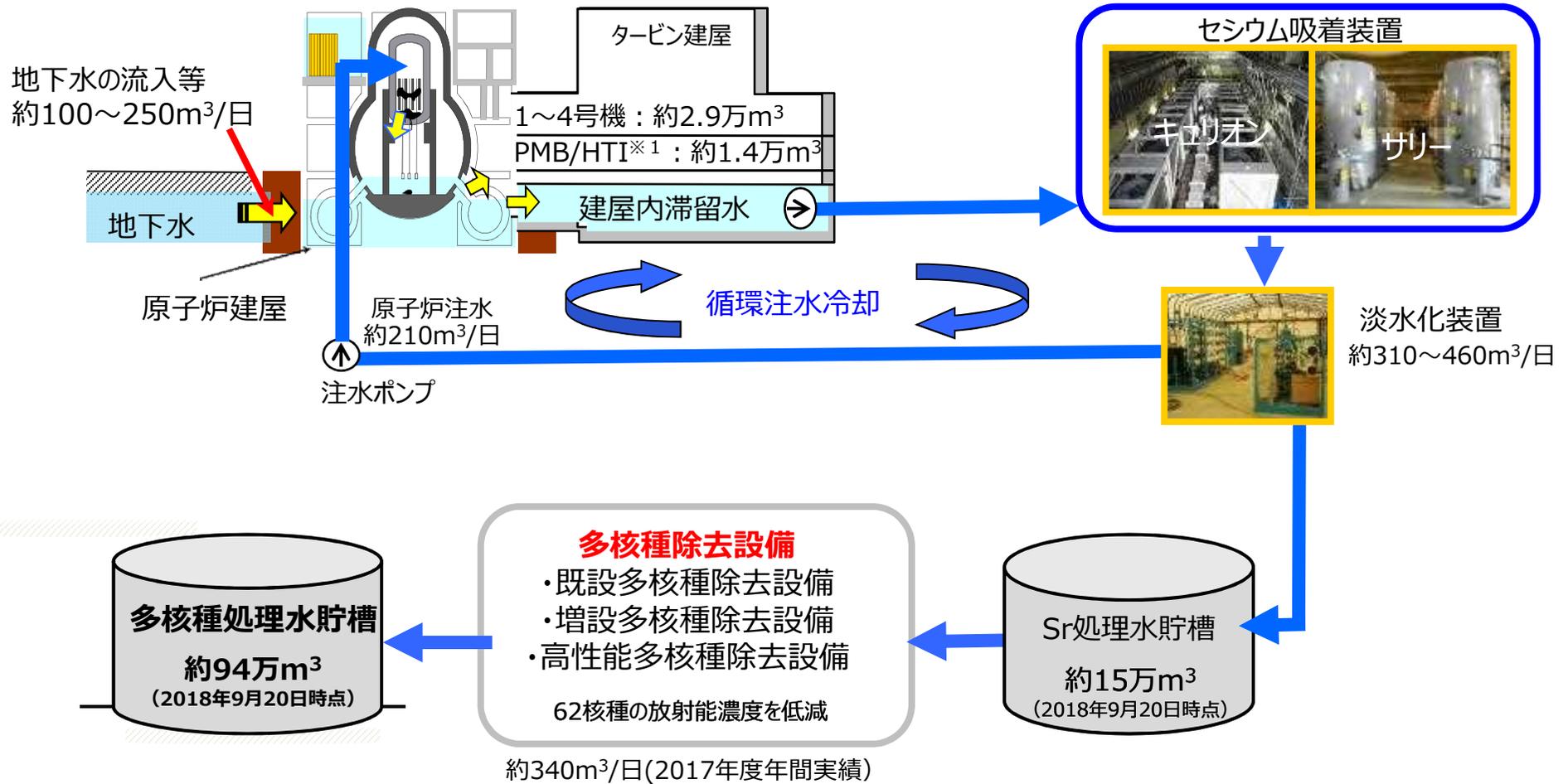
TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- 汚染水処理の概要
- 多核種除去設備(ALPS)の基本情報
 - ALPSの基本情報
 - ALPSで除去対象としている核種選定の考え方
 - ALPSによる核種除去システムの概要
 - ALPSの運用方針
- ALPS処理水関係のデータ
 - ALPS処理水関係のデータ採取箇所
 - ALPS処理による核種の除去
 - ALPS処理水の放射能濃度の変動要因
 - ALPS処理水タンクの放射能濃度
- ALPS処理水の二次処理
- 参考資料
 1. ALPS処理水データ集（出口濃度推移）
 2. ALPS処理水データ集（62核種評価結果）
 3. ALPS処理水データ集（タンク群毎）

- 汚染水処理の概要
- 多核種除去設備(ALPS)の基本情報
 - ALPSの基本情報
 - ALPSで除去対象としている核種選定の考え方
 - ALPSによる核種除去システムの概要
 - ALPSの運用方針
- ALPS処理水関係のデータ
 - ALPS処理水関係のデータ採取箇所
 - ALPS処理による核種の除去
 - ALPS処理水の放射能濃度の変動要因
 - ALPS処理水タンクの放射能濃度
- ALPS処理水の二次処理

- 日々流入する地下水等により発生する汚染水（建屋内滞留水）は、セシウム吸着装置及び淡水化装置で処理後、淡水化装置の透過水は原子炉注水へ再利用するとともに、濃縮水（ストロンチウム処理水）は多核種除去設備にて浄化されタンクで貯留



※ 1 プロセス主建屋/高温焼却炉建屋

- 汚染水処理の概要
- 多核種除去設備(ALPS)の基本情報
 - ALPSの基本情報
 - ALPSで除去対象としている核種選定の考え方
 - ALPSによる核種除去システムの概要
 - ALPSの運用方針
- ALPS処理水関係のデータ
 - ALPS処理水関係のデータ採取箇所
 - ALPS処理による核種の除去
 - ALPS処理水の放射能濃度の変動要因
 - ALPS処理水タンクの放射能濃度
- ALPS処理水の二次処理

- 多核種除去設備（以下、「ALPS」）は、既設多核種除去設備（既設ALPS）、増設多核種除去設備（増設ALPS）、高性能多核種除去設備（高性能ALPS）で構成
- ALPSは、滞留水に含まれるトリチウムを除く放射性の62核種を告示濃度限度未満まで除去できる能力を有するよう設計
- ALPSは、2015.5末まではRO濃縮塩水（淡水化装置の濃縮水でストロンチウム（Sr）-90を除去していない水）、以降はSr処理水（淡水化装置の濃縮水でSr-90の濃度が低減された水）を処理
- 既設ALPS,増設ALPS,高性能ALPSの除去性能（DF；除染係数）は同程度。至近は処理量調整の容易さ等を考慮して、既設ALPS、増設ALPSで処理を実施

設備名	供用開始月	処理量	運用状況
既設ALPS	2013.3	250m ³ /日/系列×3系列	<ul style="list-style-type: none"> ・供用開始以降、<u>I-129、Ru-106、Sb-125の除去性能不足（DF不足）</u>を確認 ・2013年度末に前処理設備の不具合により、Srを含んだ炭酸塩を貯留タンク側へ流出させた事象が発生 ・RO濃縮塩水処理完了以降、<u>性能向上のため吸着塔の増設、吸着材の変更を実施</u>
増設ALPS	2014.9	250m ³ /日/系列×3系列	<ul style="list-style-type: none"> ・既設ALPSから、吸着塔の増塔、吸着材の変更等を行い供用開始
高性能ALPS	2014.10	500m ³ /日	<ul style="list-style-type: none"> ・供用開始以降、<u>Sr-90の除去性能持続時間が短いことを確認</u> ・RO濃縮塩水処理完了以降、<u>Sr-90の除去性能向上のため処理プロセスの改善（pH調整等）を実施</u>

- ALPSで除去対象としている62核種は、以下の考え方に基づき選定（『実施計画Ⅱ.2.16.1多核種除去設備』に記載し、原子力規制委員会に認可された内容の概要）

【核分裂生成物（核分裂により生成した核種）】

- 原子炉停止30日後の炉心に存在する核種を評価※1、その中からトリチウム、不溶解性核種（滞留水へ移行し難い）、希ガスといった核種を除外
- 滞留水に含まれるCs-137の放射能濃度測定結果等から各核種の滞留水への移行※2を評価し、原子炉停止365日後の滞留水中の放射能濃度を推定
- 滞留水中の放射能濃度が告示濃度限度の1/100を超える核種を除去対象として抽出（56核種を抽出）

【腐食生成物（原子炉冷却系等で使用している金属が放射化された核種）】

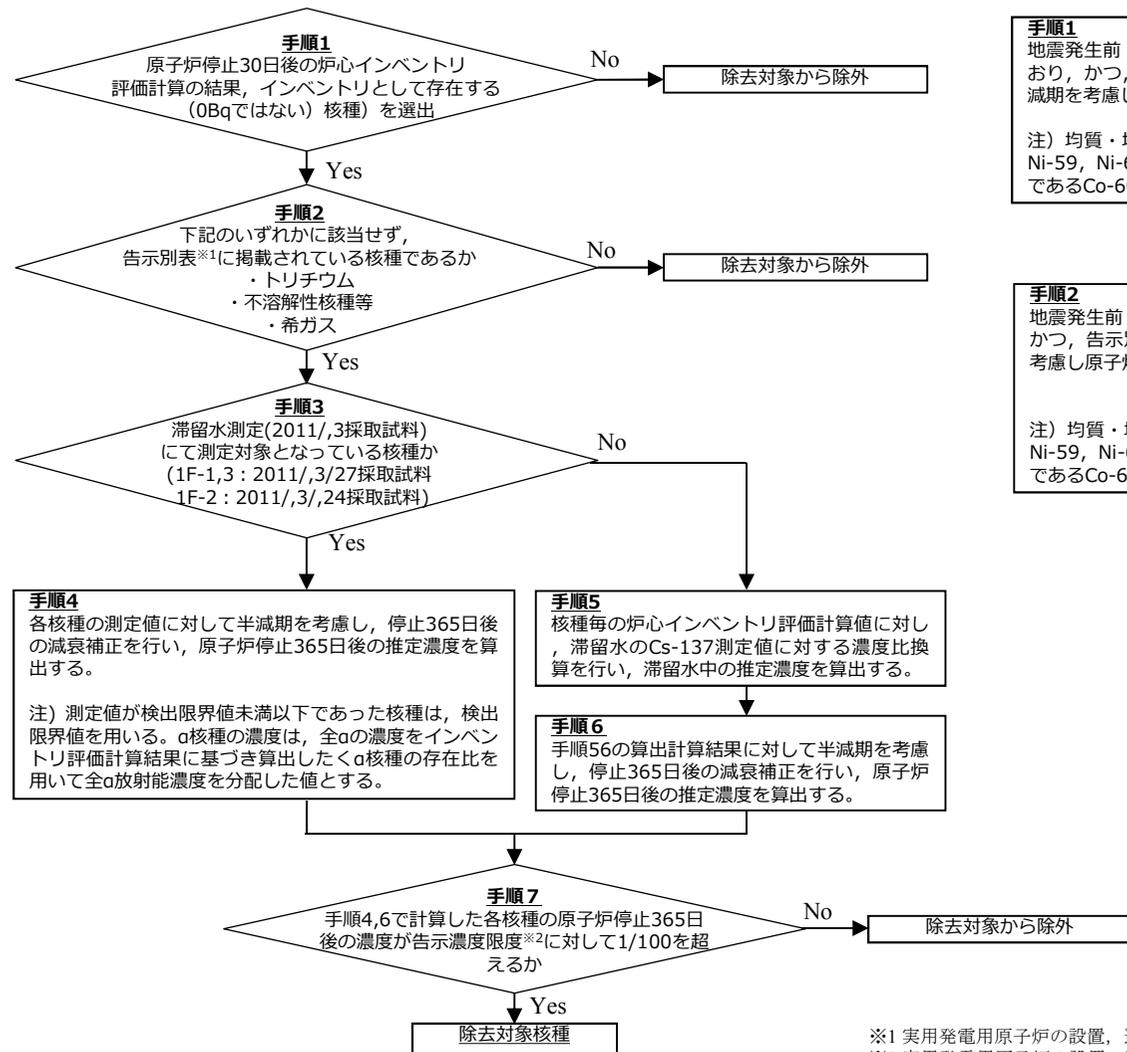
- 震災の影響による1～3号機の原子炉保有水、濃縮廃液タンクから滞留水への移行を考慮
- 地震発生前における1～3号機原子炉保有水の放射能濃度測定結果及び濃縮廃液タンク保有水の放射能濃度測定結果から、海水流入等による希釈及び1年後の減衰を考慮し、滞留水中の放射能濃度が告示濃度限度の1/100を超えるものについて、除去対象核種として抽出（6核種を抽出）

※1 ORIGEN（放射性物質の生成、壊変、減損について計算を行うためのコードシステム）による評価

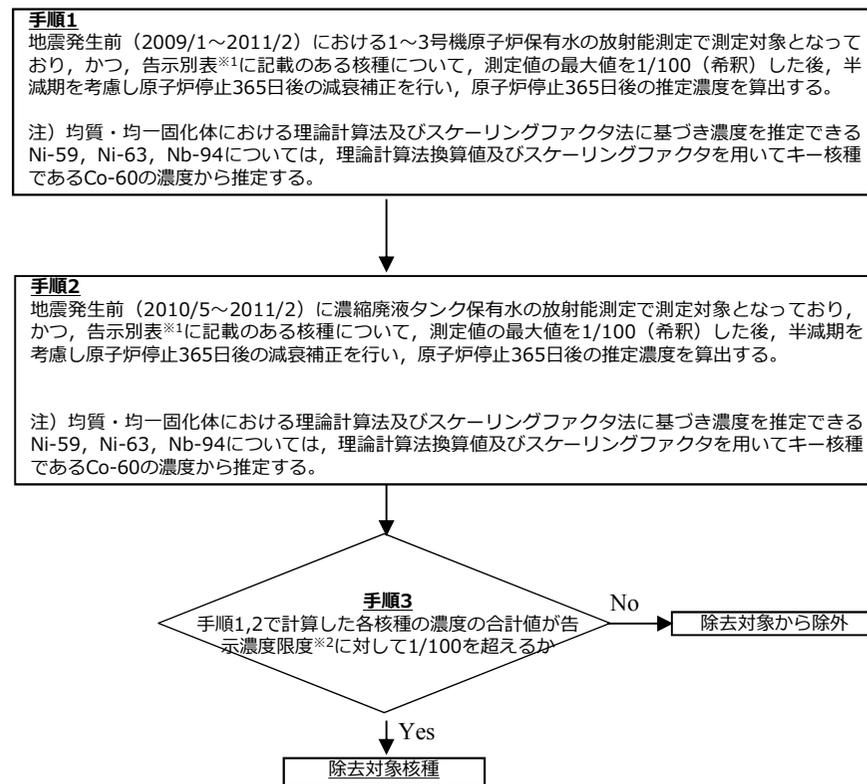
※2 滞留水におけるCs-137等の測定結果及び事故解析コード（MAAP）による滞留水への移行を評価

【参考】除去対象核種の選定フロー

＜核分裂生成物＞

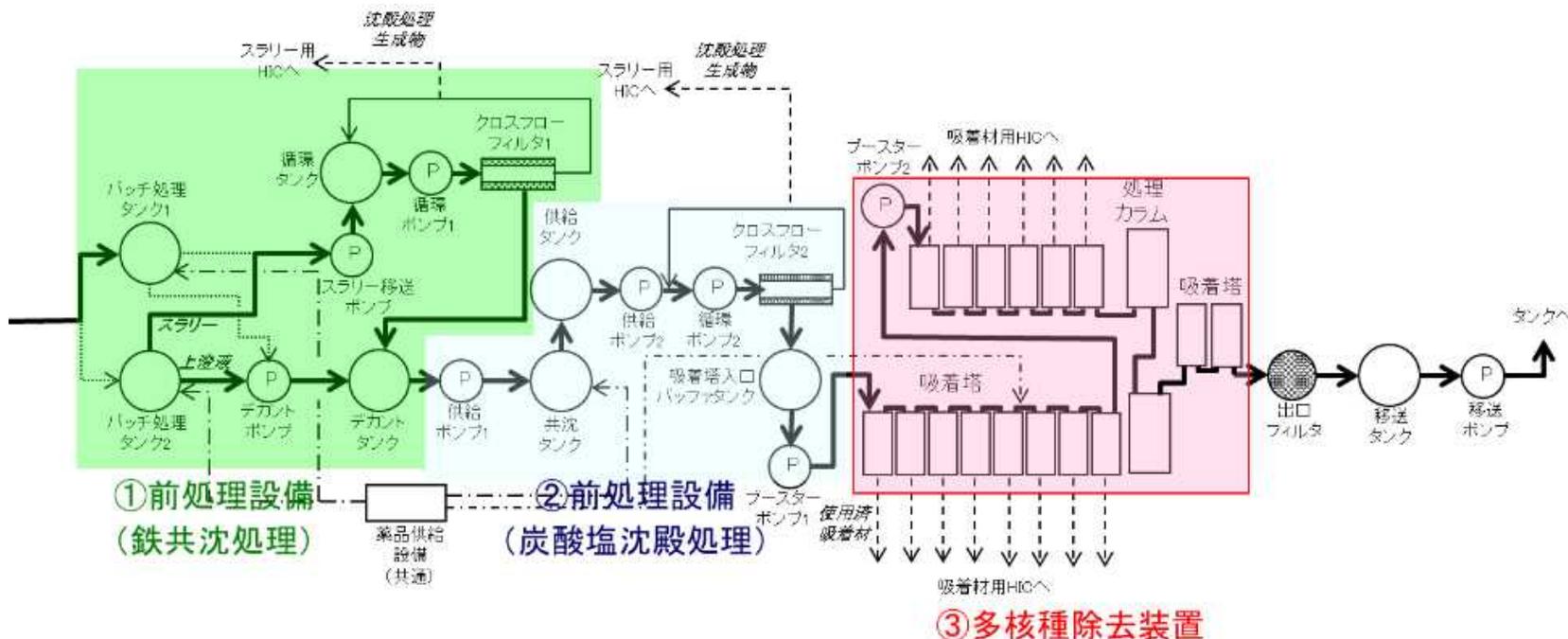


＜腐食生成物＞



※1 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示（別表第2第六欄）
 ※2 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示（別表第2第六欄）周辺監視区域外の水中の濃度限度

■ 既設ALPS・増設ALPSでは薬液、活性炭や機能性材料（吸着材）による吸着などの物理的・化学的性質を利用した処理方法より放射性核種を除去



既設ALPS系統構成 (A,B,C系統共に同様の構成)

【既設ALPS・増設ALPSの主要設備と役割】

I. 前処理設備

①鉄共沈処理設備 (既設ALPSのみ) : 鉄共沈によるα核種、重金属等の除去

②炭酸塩沈殿処理設備 : Sr吸着の障害イオン (Mg、Ca等) を除去し、吸着塔におけるSr除去性能向上を促進

II. 多核種除去装置

③吸着塔他 : 複数種類の吸着材によりイオン状及びコロイド状の核種 (Cs、Sr、I、Sb等) を除去

- 既設ALPS・増設ALPSにおける除去システムと主な除去対象は以下の通り

除去システム		主な除去対象
前処理設備	鉄共沈処理 (既設ALPSのみ)	α核種の除去、Co-60、Mn-54
	炭酸塩沈殿処理	吸着阻害イオン (Mg、Ca等) Sr-89,90
多核種除去装置 (吸着塔)	活性炭	コロイド状の核種(I-129,Co-60等)
	Sr吸着材	Sr-89,Sr-90
	Cs吸着材	Cs-134,Cs-137
	I,Sb吸着材	I-129 (IO ³⁻) ,Sb-125
	I吸着材	I-129(I ⁻)
	Ru吸着材	Ru-106

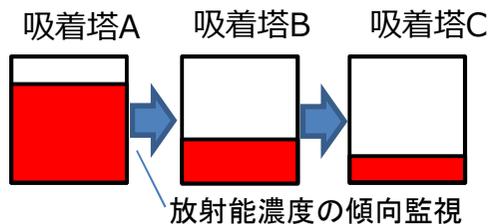
ALPSの吸着塔構成

- ALPSでは、吸着材が充填された吸着塔へ汚染水を通水させることで放射性核種を除去
- 吸着塔の一部では、メリーゴーラウンド運用により吸着材の利用効率を向上
 - ✓ 先頭塔の破過時に後段の吸着塔でバックアップするとともに、吸着塔の並びを変更することで、効率のよい運用が可能

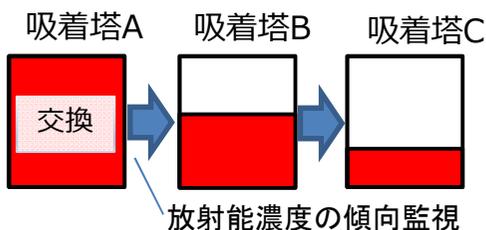
既設ALPS 吸着塔構成(2018.9現在※1)



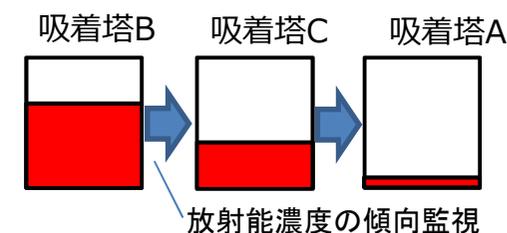
(参考) 吸着材の交換・運用 (メリーゴーラウンド運用) イメージ(Sr吸着材を充填した吸着塔3塔の場合)



①核種吸着により先頭の吸着塔から吸着性能が低下 (■ は吸着材の吸着量を示す)



②吸着塔出口の放射能濃度の傾向監視により、放射能濃度の上昇傾向が確認された場合、先頭の吸着材が破過 (吸着能力が失われた) したものと見なし吸着材を交換



③先頭塔の吸着材交換後、バルブ操作により通水順序を切替え (以降、①⇒②⇒③の繰返し)

- ALPSは、滞留水に含まれるトリチウムを除く62核種の放射能濃度を告示濃度限度未満まで低減する能力を有す
- ただし、実際のALPS処理では、リスク低減目標を踏まえた運用を実施

【リスク低減目標とALPSの運用状況】

2013～2015年度（フェーズ1）：

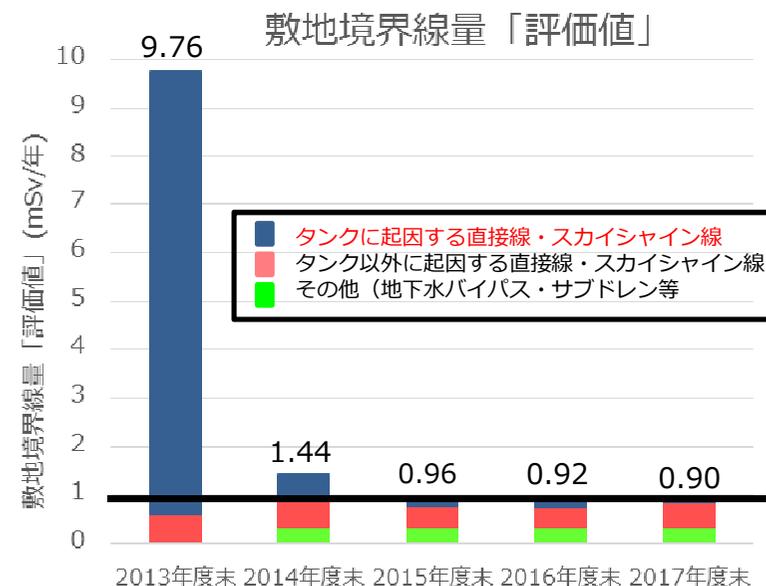
RO濃縮塩水の早期処理・敷地境界1mSv/年未満の早期達成を目標とし、稼働率を上げて処理を実施

2016年度（フェーズ2）：

既設ALPS・増設ALPSの処理容量がタンクの建設容量を上回っていたため、告示濃度限度未満を意識した処理を実施

2017年度以降（フェーズ3）：

漏えいリスクの高いフランジタンクに貯留している水を2018年度末までに処理することを目標とし、敷地境界1mSv/年未満を維持しつつ運用



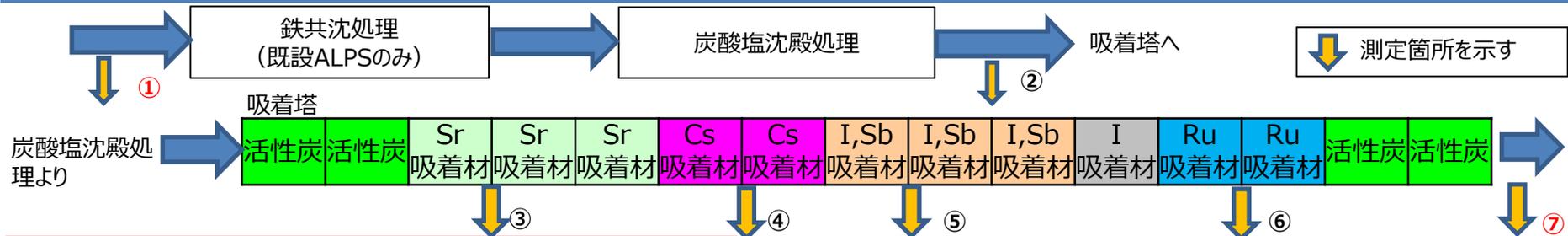
- 稼働率を上げて運用するためには、吸着材交換による停止期間を短くする必要がある。吸着材交換による停止期間は短いもので1塔あたり2日程度（処理量換算で500m³※1）、長いもの（吸着材が固着しやすいもの）で14日程度（処理量換算で3,500m³※1）要することから、吸着材交換による処理量の低下の影響が大きい場合は、告示濃度限度を大きく超えない範囲において交換時期を調整

※1 処理量は250m³/日（定格流量）で評価

- 汚染水処理の概要
- 多核種除去設備(ALPS)の基本情報
 - ALPSの基本情報
 - ALPSで除去対象としている核種選定の考え方
 - ALPSによる核種除去システムの概要
 - ALPSの運用方針
- **ALPS処理水関係のデータ**
 - ALPS処理水関係のデータ採取箇所
 - ALPS処理による核種の除去
 - ALPS処理水の放射能濃度の変動要因
 - ALPS処理水タンクの放射能濃度
- ALPS処理水の二次処理

ALPS処理水関係のデータ採取箇所

- ALPSでは、設備入口・出口の放射能濃度の測定及び吸着材の破過傾向の確認等のため処理プロセス途中における測定を実施（定常測定）
 - 測定項目・頻度は処理対象水の性状等に応じ適宜見直しを実施
- 定常測定の他に使用前検査時、施設定期検査時等で設備入口・出口の62核種の測定を実施



測定箇所①：設備入口（処理対象水）
 測定核種：Cs-134,Cs-137,Co-60,Mn-54,Sb-125, Ru-106,Sr-90,Tc-99,I-129,全β,全α
 測定頻度：全αを除く核種：1回/週程度,全α:1回/2週
 測定目的：処理前の性状の確認

測定箇所②：炭酸塩沈殿処理出口
 測定核種：Cs-134,Cs-137,Co-60,Mn-54,Sb-125, Ru-106,全β
 測定頻度：1回/週程度
 測定目的：処理前の性状の確認

測定箇所③：Sr吸着塔先頭塔出口
 測定核種：Sr-90
 測定頻度：1回/週程度
 測定目的：Srに対する吸着塔の破過傾向の確認

測定箇所④：Cs吸着塔先頭塔出口
 測定核種：Cs-134,Cs-137
 測定頻度：1回/週程度
 測定目的：Csに対する吸着塔の破過傾向の確認

測定箇所⑤：I,Sb吸着塔先頭塔出口
 測定核種：I-129,Sb-125
 測定頻度：1回/週程度
 測定目的：I-129,Sb-125に対する吸着塔の破過傾向の確認

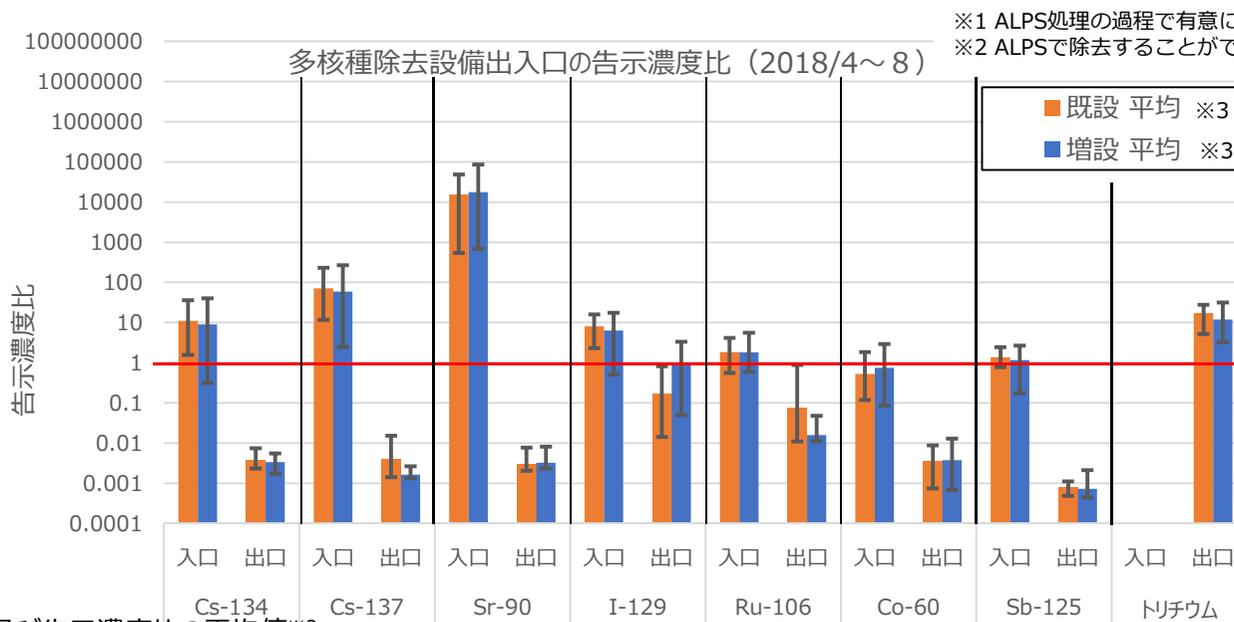
測定箇所⑥：Ru吸着塔先頭塔出口
 測定核種：Ru-106
 測定頻度：1回/週程度
 測定目的：Ruに対する吸着塔の破過傾向の確認

測定箇所⑦：設備出口（処理済水）
 測定核種：Cs-134,Cs-137,Co-60,Mn-54,Sb-125,Ru-106, Sr-90,Tc-99,I-129,全β
 測定頻度：1回/週程度
 測定目的：処理済水の性状の確認

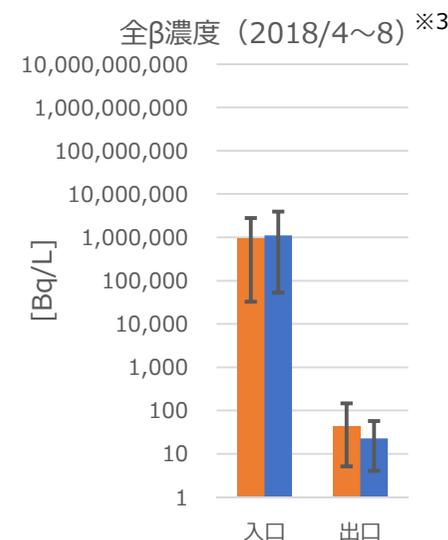
ALPS処理による核種の除去



- 2018年度の定常測定における主要7核種（Cs-134,Cs-137,Sr-90,I-129,Ru-106,Co-60,Sb-125）※1、全β、トリチウム※2のALPS入口・出口の放射能濃度
 - Cs-134,Cs-137,Sr-90,Ru-106,Co-60,Sb-125は、告示濃度限度を下回る濃度まで低減
 - I-129は、告示濃度限度を下回る測定値と告示濃度限度を超えている測定値をともに確認
- 2017年度以前ではCs-137,Sr-90,I-129,Ru-106,Sb-125について、告示濃度限度を下回る測定値と告示濃度限度を超えている測定値をともに確認（詳細はデータ集参照）



※1 ALPS処理の過程で有意に検出される核種
 ※2 ALPSで除去することができないため除去対象核種ではないが参考として掲載



告示濃度及び告示濃度比の平均値※3

		Cs-134	Cs-137	Sr-90	I-129	Ru-106	Co-60	Sb-125	トリチウム	
告示濃度限度[Bq/L]		60	90	30	9	100	200	600	60000	
告示濃度比「(二)」	既設	入口	11	71	15000	8.1	1.9	0.53	1.4	-
		出口	0.0038	0.0040	0.0031	0.18	0.077	0.0036	0.00079	17
	増設	入口	9.0	59	18000	6.4	1.8	0.75	1.2	-
		出口	0.0034	0.0017	0.0033	0.94	0.016	0.0038	0.00073	12

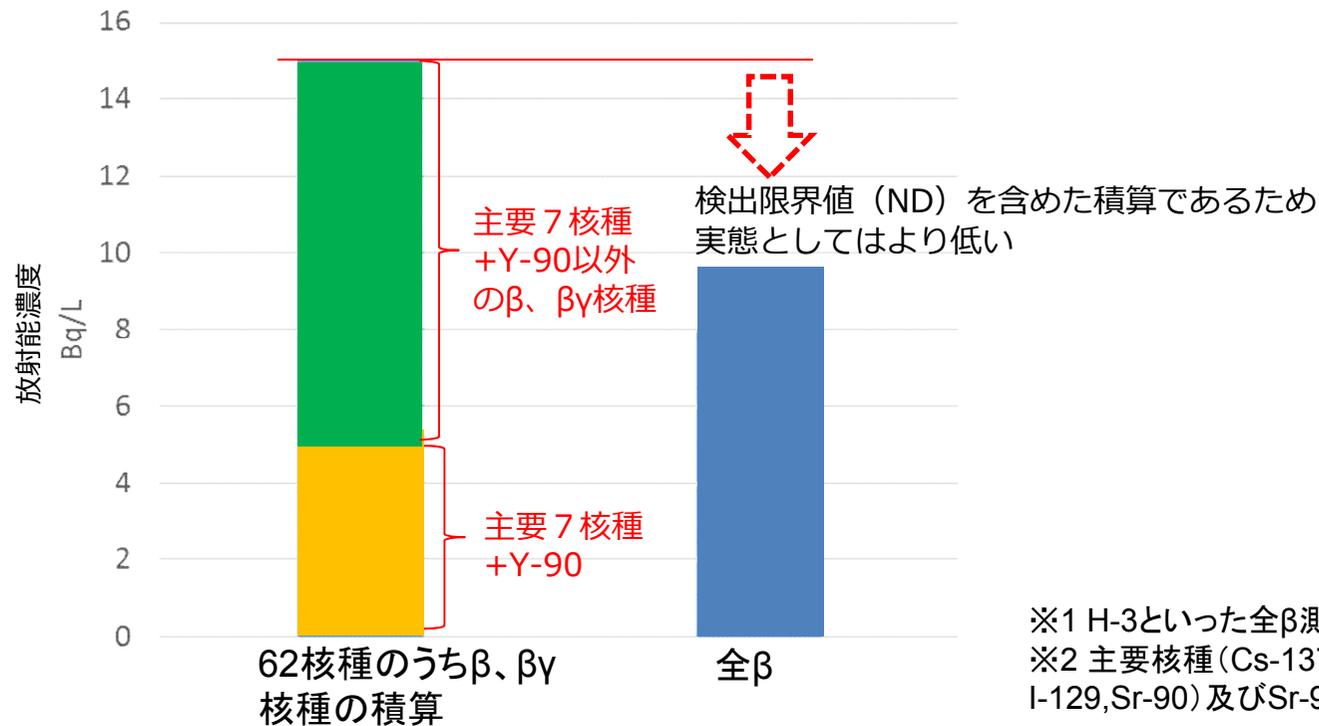
全β濃度の平均値※3[Bq/L]

		全β濃度
既設	入口	92万
	出口	42
増設	入口	110万
	出口	23

※3：平均値の計算に際し、検出限界未満(ND)の核種は検出限界値を採用、平均値は単純平均であり、処理量は考慮されていない

【参考】全β測定値に関する考察

- 62核種中のβ核種及びβγ核種には直接測定できない核種があり、これらの放射能濃度は測定可能な核種から評価を実施している。これら核種の寄与を把握^{※1}するため全β測定を実施している。
 - 全β測定値は、主要7核種とY-90^{※2}の放射能濃度の積算値と比べて、高い傾向にあるが、62核種中のβ、βγ核種の放射能濃度積算値よりは低い
 - 62核種中のβ、βγ核種の積算値は、検出限界値（ND）未満の核種を含んでおり、実態の濃度としてはより低い可能性があり全β測定値に近づくと推定



※1 H-3といった全β測定では測定できない核種を除く
※2 主要核種 (Cs-137, Cs-134, Co-60, Sb-125, Ru-106, I-129, Sr-90) 及びSr-90と放射平衡となるY-90

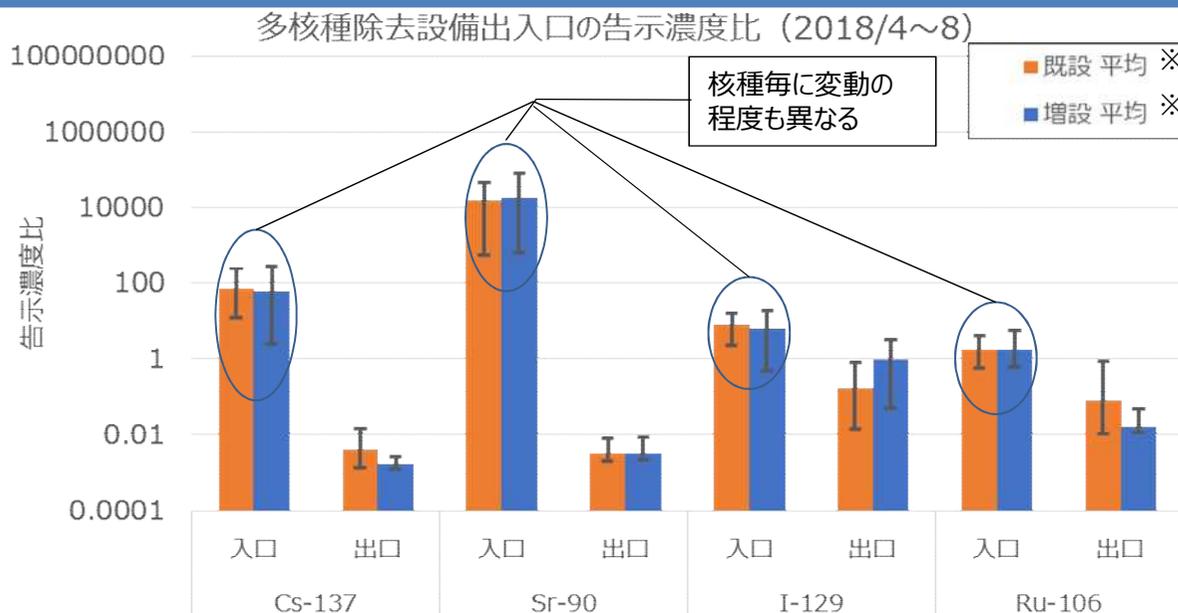
K4タンクにおけるβ、βγ核種(62核種)の積算と全βの比較

ALPS処理水の放射能濃度の主な変動要因は、『①処理前の水の放射能濃度の変動』、『②吸着材性能の低下』、『③設備不具合・除去性能不足』による。

①処理前の水の放射能濃度の変動

ALPS処理前のタンク水に放射能濃度の分布があるため、処理後の水においても濃度分布が発生

- RO濃縮塩水とSr処理水との違い；2015.5のRO濃縮塩水処理完了後は、Sr濃度の低いSr処理水を主に処理
- 地下水による希釈；原子炉建屋等の滞留水は地下水等により希釈されるため放射能濃度は低下傾向となるが、放射能濃度の高い水（トレンチ水等）を受け入れた場合には、濃度が上昇する。また、地下水流入量は天候や陸側遮水壁等の効果により変化する。そのため、滞留水が汲み上げられた時期によって放射能濃度が異なる。
- 濃縮水の再処理の有無；淡水を多く生成する必要がある場合には、淡水化装置で濃縮水の再循環運転を実施している。再循環運転により濃縮水側の放射能濃度が上昇するため、処理時期によって放射能濃度が異なる。
- Sr処理水生成過程の違い；現在貯留しているSr処理水は、セシウム吸着装置でCs,Srの放射能濃度を低減した水の他に、RO濃縮塩水をモバイルSr処理装置でSr放射能濃度を低減した水があり、タンク群毎に低減濃度が一定でない。



※：平均値の計算に際し、検出限界未満(ND)の核種は検出限界値を採用、平均値は単純平均であり、処理量は考慮されていない

②吸着材性能の低下

- ALPSで使用する吸着材は、使用に伴い除去性能が低下（下グラフ参照）
 - I-129等の核種は複数の吸着材で除去するため、各吸着材の除去性能の低下度合いにより、放射能濃度の変動範囲が異なる。
 - **I-129といった多くの化学形態※をとる核種**は、化学形態ごとの存在比が処理対象水毎に異なること、及び吸着塔1塔あたりの除去性能が小さいことから、処理後の**放射能濃度の変動範囲はより大きくなる**傾向

【I-129の主な化学形態の特徴】

活性炭で物理吸着しやすい形態； I_2 、HOI

吸着材で化学吸着しやすい形態； I^- 、 IO_3^-

※化学形態はpHなどによって可逆的に変化

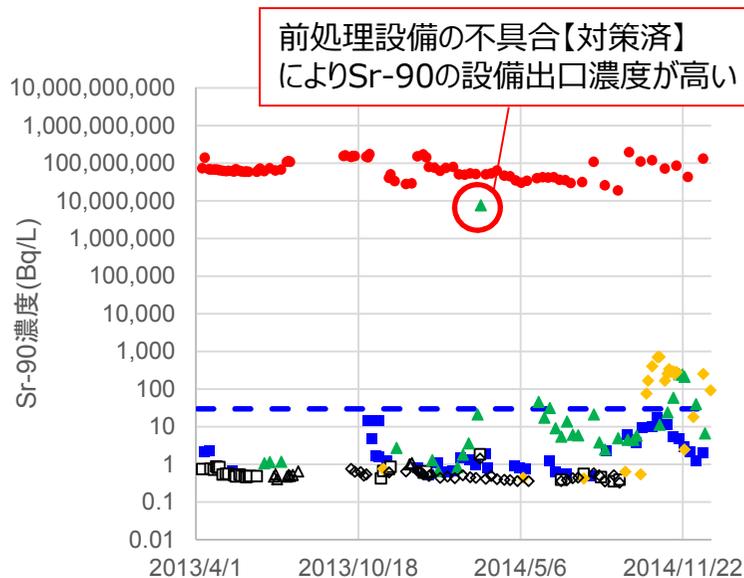


ALPS処理水の放射能濃度の変動要因 (3/3)

③設備不具合・除去性能不足によるもの

- 既設ALPSでは前処理設備の不具合によりSr-90を含むスラリーが設備後段に透過し、2014.3頃のSr-90出口濃度が告示濃度限度より高い。
- 既設ALPSは運転開始初期のI-129除去性能が低く、2015年度に実施した吸着塔の増塔工事まではI-129出口濃度が告示濃度限度より高い。

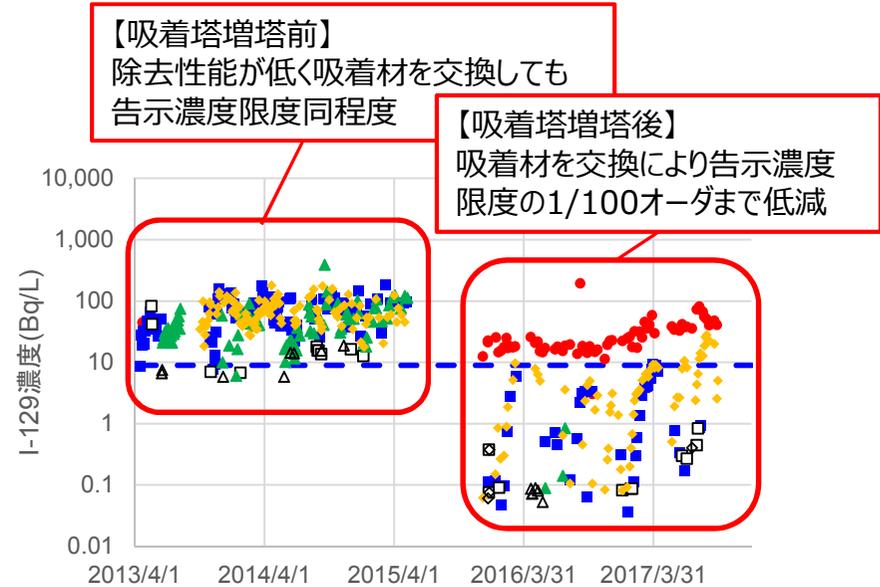
既設ALPS【Sr-90】(データ集より抜粋)



前処理設備の不具合【対策済】によりSr-90の設備出口濃度が高い

- 告示濃度限度(30Bq/L)
- 処理前
- 処理前(ND)
- 設備出口A
- 設備出口A(ND)
- ▲ 設備出口B(ND)
- ◇ 設備出口C(ND)
- ▲ 設備出口B
- ◆ 設備出口C

既設ALPS【I-129】(データ集より抜粋)



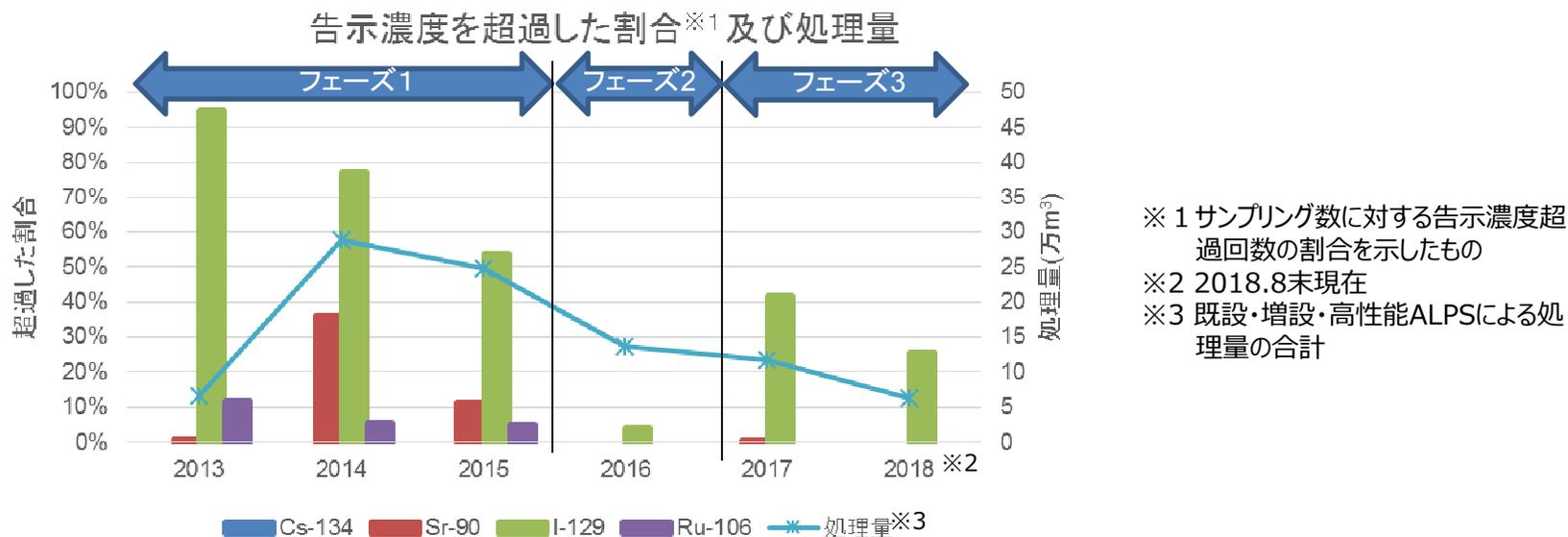
【吸着塔増塔前】除去性能が低く吸着材を交換しても告示濃度限度同程度

【吸着塔増塔後】吸着材を交換により告示濃度限度の1/100オーダまで低減

- 告示濃度限度(9Bq/L)
- 処理前
- 処理前(ND)
- 設備出口A
- 設備出口A(ND)
- ▲ 設備出口B(ND)
- ◇ 設備出口C(ND)
- ▲ 設備出口B
- ◆ 設備出口C

ALPS処理水の放射能濃度の変動要因（まとめ）

- ALPS処理水の放射能濃度は、処理前の水の放射能濃度の分布、吸着材の性能低下、設備の不具合・除去性能不足により変動
- 設備不具合・除去性能不足の対策を取った現状では、吸着材の交換頻度を上げて運用を行えば、告示濃度限度未満まで除去する事が可能
- ただし、ALPSは、リスク低減目標を踏まえた運転を実施しており、現在は漏えいリスクの高いフランジタンクに貯留している水を2018年度末までに処理することを目標とし、敷地境界1mSv未満を維持しつつ稼働率を上げて処理を実施



○2013～2015年度（フェーズ1）

RO濃縮塩水の早期処理及び敷地境界 1 mSv/年未満の早期達成を目標とし、ALPSの稼働率を上げて処理。また、既設ALPSの性能向上前であり、既設ALPS前処理設備の不具合も発生したため告示濃度超えの割合が多い

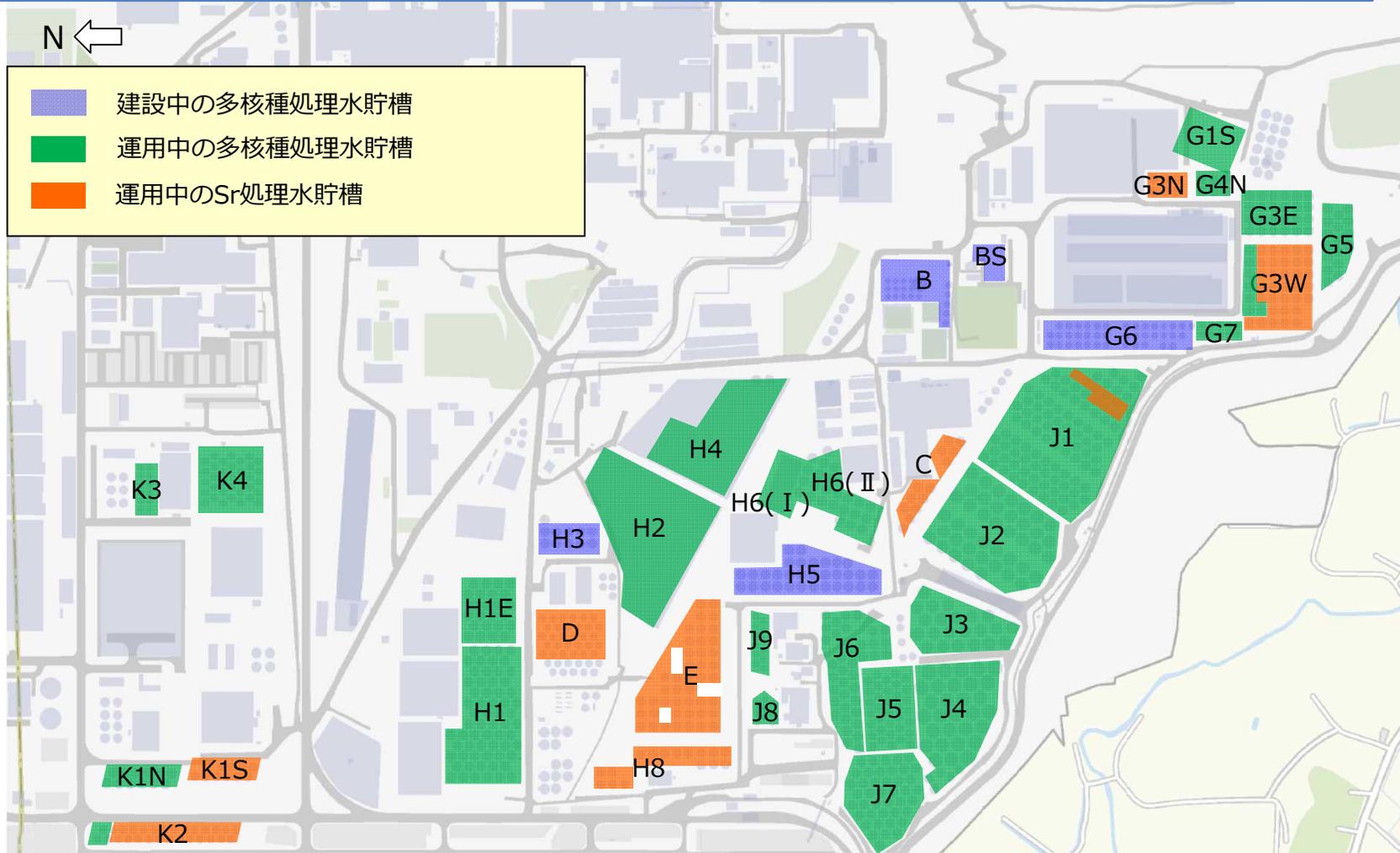
○2016年度（フェーズ2）

既設ALPS・増設ALPSの処理容量がタンクの建設容量を上回り、告示濃度限度未満を意識した処理を実施したため、告示濃度限度超えの割合が少ない

○2017年度以降（フェーズ3）

漏洩リスクの高いフランジタンクに貯留している水を2018年度末までに処理すること目標とし、ALPSの稼働率を上げて処理。2016年度と比べ告示濃度限度超えの割合が多い

■ 既設／増設／高性能ALPSで処理した水（ALPS処理水）は、2018.9現在、敷地内に設置したタンクで貯留



ALPS処理水タンクの放射能濃度（1/2）

- ALPS出口の処理水分析結果及び貯留タンク群への移送時期から、タンク群毎に主要7核種及びトリチウムの放射能濃度と告示比総和を推定
- タンク群の一部についてはサンプリングによる放射能濃度測定を実施済みで、推定値との乖離は小
- タンク群の放射能濃度の測定は、今後も継続して実施

【タンク群毎の放射能濃度の推定（詳細はデータ集参照）】

- 62核種の告示比総和の推定値（主要7核種の告示比総和推定値 + 主要7核種以外の告示比総和推定値0.3）とタンク水貯留量の関係は下グラフの通り。
 - 2018.8.7時点で満水であったタンクに群について告示比総和を評価したところ、1未満のALPS処理水は約13.7万m³
 - 告示比総和の推定値が特に高いものは既設ALPSの不具合等によるもの



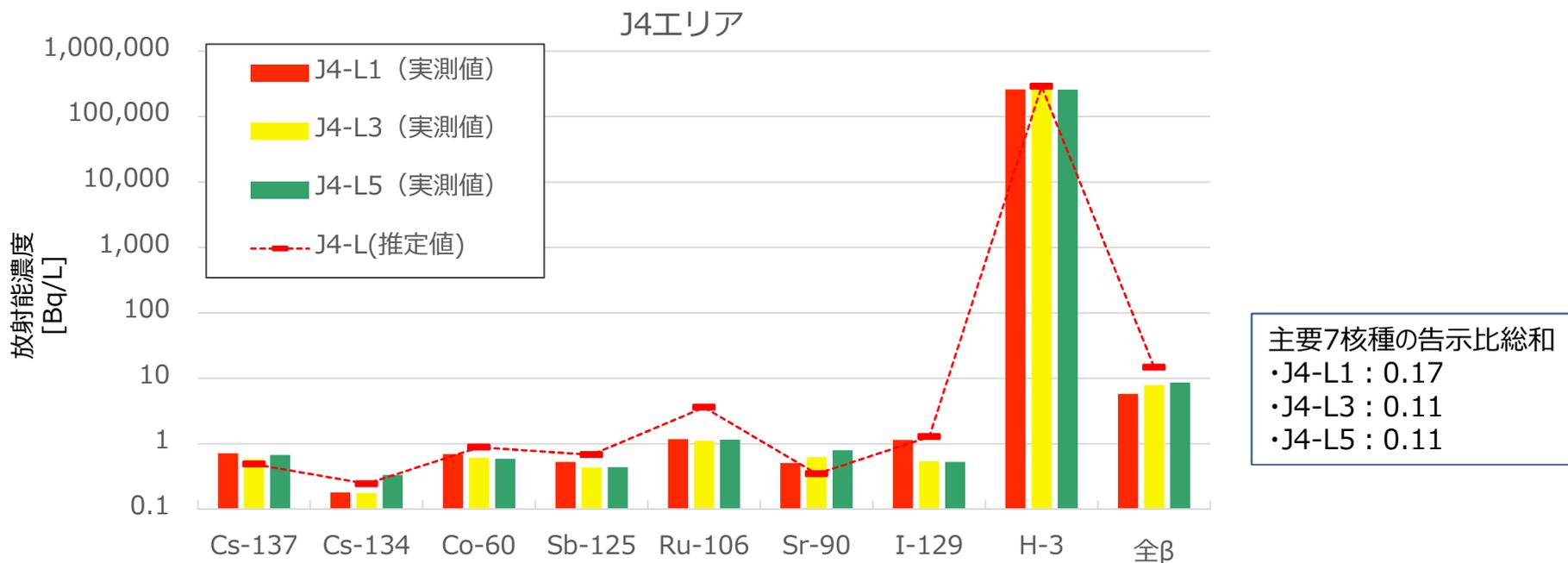
- 設備運用開始初期の処理水等
- クロスフローフィルタの透過水※、放射能濃度の高いSr処理水の残水にALPS処理水が混合された水

※2013年度に発生した既設ALPSのクロスフローフィルタの不具合により炭酸塩沈殿処理のスラリーが設備出口に透過した事象

ALPS処理水タンクの放射能濃度 (2/2)

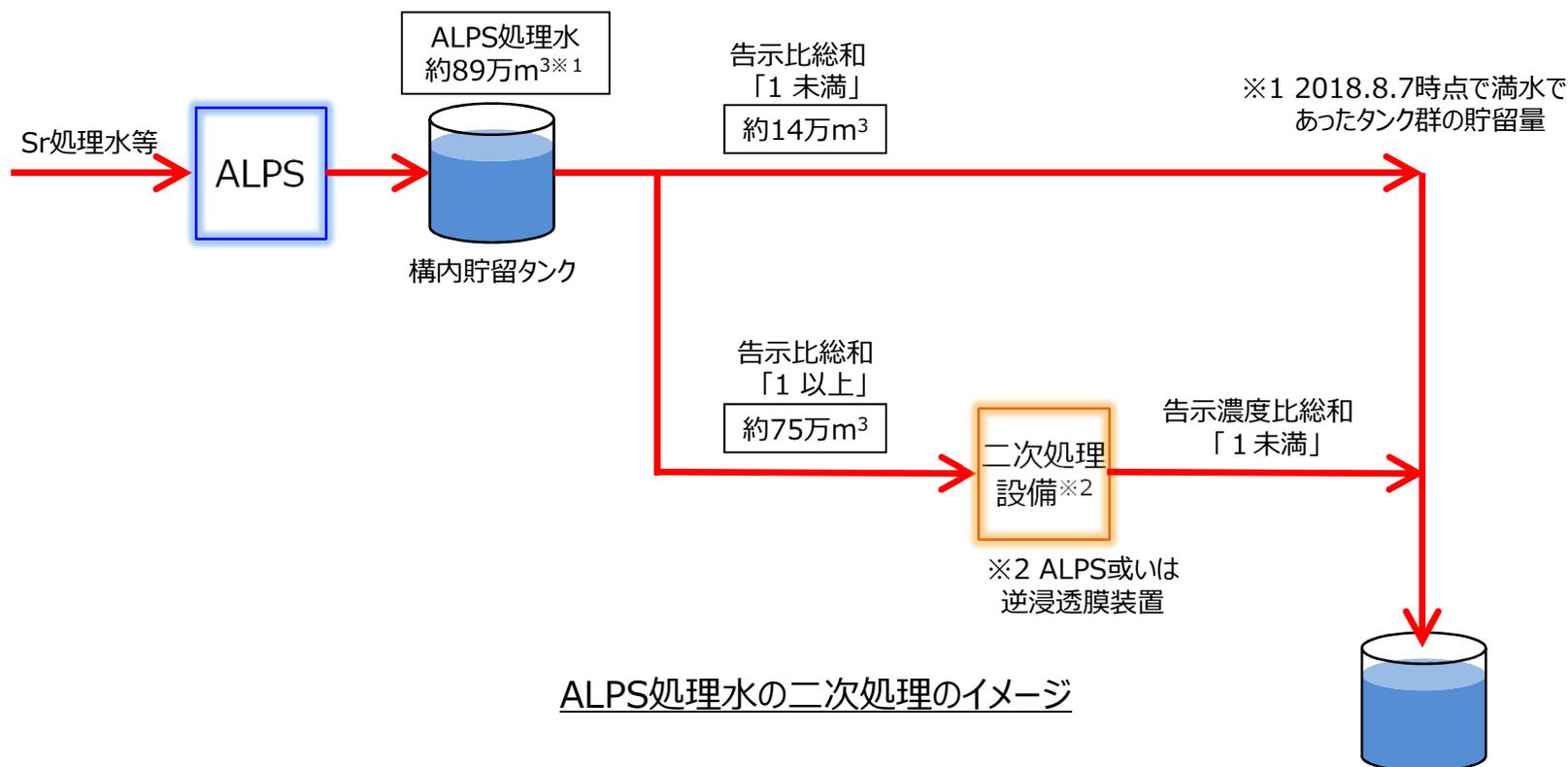
【タンク群毎の放射能濃度の測定】

- タンク群毎に主要7核種、トリチウム、全β放射能濃度の分析を2017年度より実施中
 2017年度実績：5エリア33群
 2018年度実績：3エリア26群
 2018年度予定：17エリア100群（2017年度時点で満水となっているエリアのタンク群を実施）
 2019年度以降の予定：2018年度以降で満水となるエリアのタンク群について順次実施
- 実測値は推定値と比較しても大きな差異はない（下グラフ参照）。他エリアはデータ集参照



- 汚染水処理の概要
- 多核種除去設備(ALPS)の基本情報
 - ALPSの基本情報
 - ALPSで除去対象としている核種選定の考え方
 - ALPSによる核種除去システムの概要
 - ALPSの運用方針
- ALPS処理水関係のデータ
 - ALPS処理水関係のデータ採取箇所
 - ALPS処理による核種の除去
 - ALPS処理水の放射能濃度の変動要因
 - ALPS処理水タンクの放射能濃度
- **ALPS処理水の二次処理**

- ALPS運転時の62核種の分析結果及びK4エリアタンクの分析結果より、ALPSは吸着材を適切に交換管理することで、十分に低い濃度まで低減することが可能
- ALPS処理水の処分に当たり、環境へ放出する場合は処分前に告示比総和 1 未満となるよう二次処理を実施
- 二次処理の方法として、ALPS或いは逆浸透膜装置を用いる方法を検討中
- 逆浸透膜装置を用いた処理では透過水と濃縮水の比にもよるが、目標とする放射能濃度まで低減できる見込み

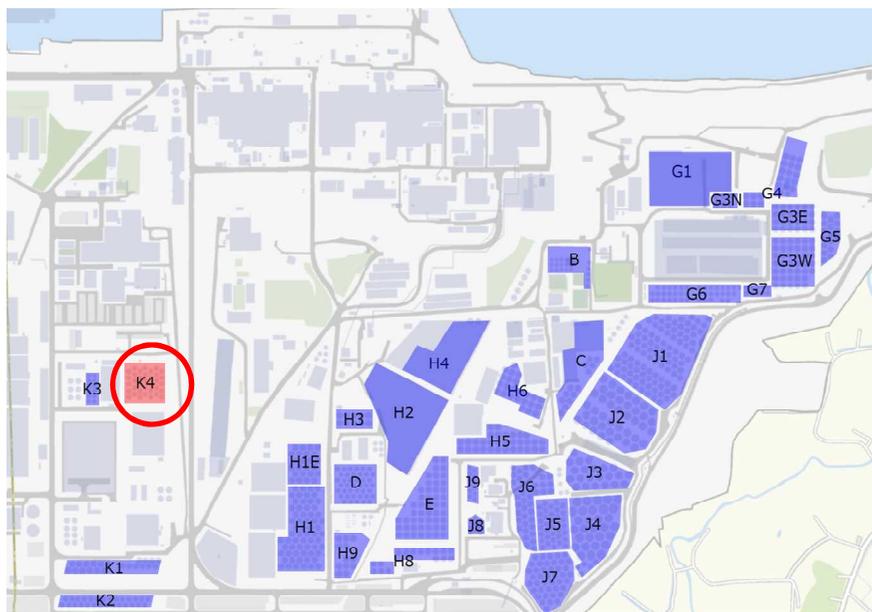


- 2016年度は、既設ALPS・増設ALPSの処理容量がタンクの建設容量を上回っていたため、告示濃度限度未満を意識した処理を実施

- K4エリアタンクは、2016年度に既設ALPS、増設ALPSで処理した水を移送
 - K4エリアタンク移送期間、貯留水の種類
 - K4-A群；2016.8.4～2017.1.13 増設ALPS処理水
 - K4-B群；2016.8.4～2017.1.8 既設ALPS処理水
 - K4-C群；2016.8.26～2016.12.15 増設ALPS処理水
 - K4-D群；2016.8.25～2016.12.15 増設ALPS処理水
 - K4-E群；2016.8.25～2016.9.23 既設ALPS処理水

- タンク水の放射能濃度を確認するため、2017年度にK4エリアタンク水のサンプリング、放射能濃度測定を実施
 - A～E群から各タンク2基を選定・サンプリングし、主要7核種及びトリチウム、全β放射能濃度を測定
 - さらに、各サンプリング水を混合し（コンポジット試料）、検出下限値を通常分析より低減した62核種の詳細分析も実施

【参考】K4エリアタンクの概要



K4エリアタンク主要仕様
 タンク基数：35基
 タンク容量：1000m³
 タンク水貯留総量：34040m³

- : サンプリグ箇所
- : 連結管
- : 受払タンク
- : 払出弁

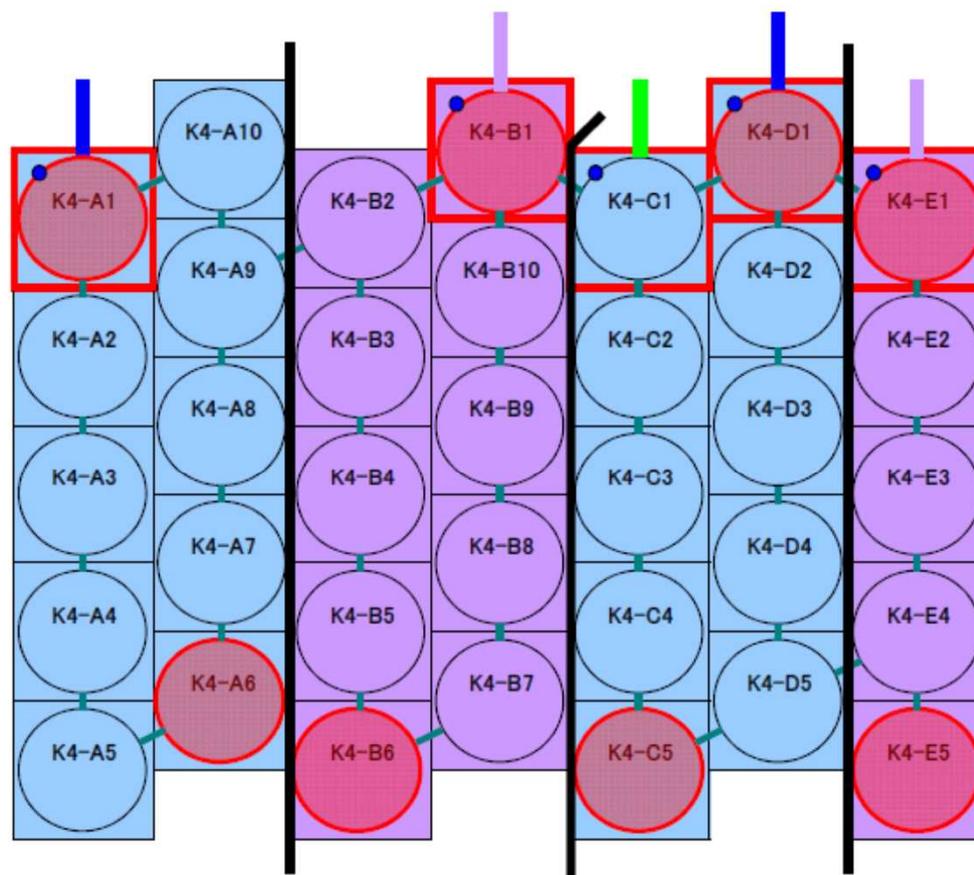


図 K4エリアタンクの配置及びサンプリグ箇所

- K4エリアタンク群毎のサンプリング水において、主要核種の放射能濃度は全て告示濃度限度未満（詳細はデータ集参照）
- K4エリアタンク水コンポジット試料※1の62核種詳細分析の結果、全ての核種において告示濃度限度未満（詳細はデータ集参照）に加え、62核種の告示比の総和を算出（NDとなっている核種はND値を採用）したところ総和約0.29であり、総和においても1未満を達成

※1 K4エリアタンクのサンプリング箇所（前ページに示す8箇所）の試料を平均化のため混合した試料

K4エリアタンク水コンポジット試料の詳細分析結果（主要核種抜粋）

	Cs-134	Cs-137	Sr-90	I-129	Ru-106	Co-60	Sb-125
告示濃度限度 [Bq/L]	60	90	30	9	100	200	800
放射能濃度 [Bq/L]	0.045	0.42	0.22	2.1	1.6	0.44	0.33
告示比	0.00075	0.0047	0.0073	0.23	0.016	0.0022	0.00041

K4エリアタンク水コンポジット試料の告示比まとめ

主要7核種 告示比総和	主要7核種以外 告示比総和	62核種 告示比総和
0.26	0.03	0.29

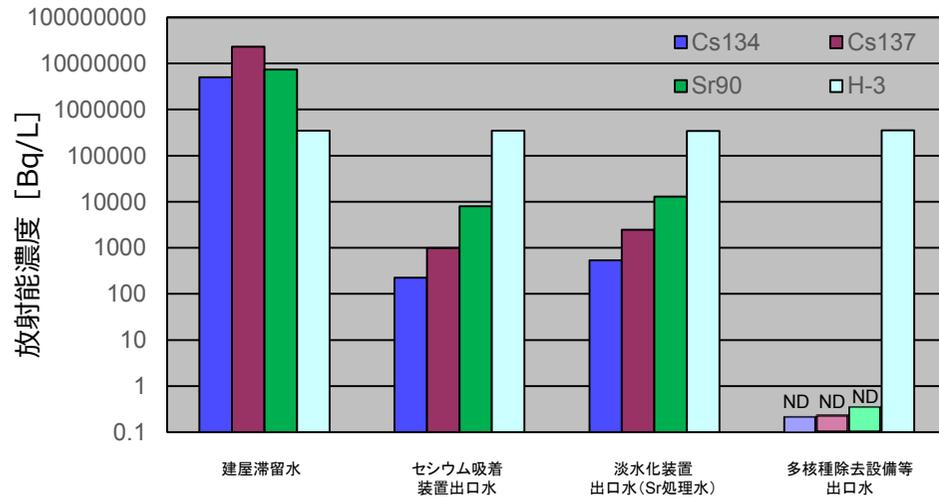
【参考】タンクで貯蔵している水の性状

2016/11/11 多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会（第1回） 資料2-2抜粋

■ タンクに貯蔵している水（多核種除去設備等処理水）は、トリチウムを除く放射性物質の大部分を取り除いた状態※1。

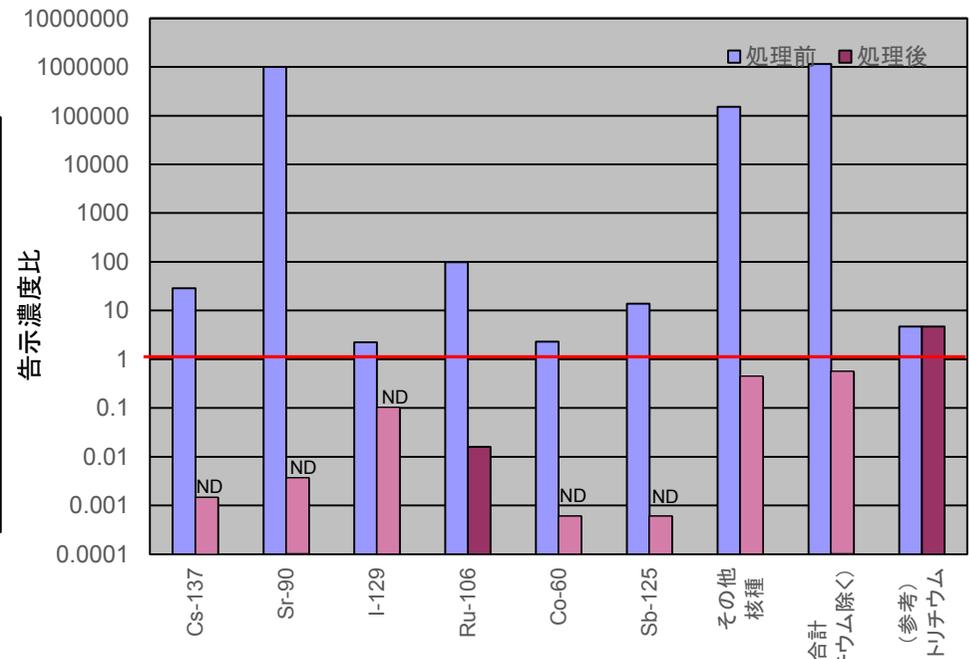
※1：多核種除去設備等は、汚染水に含まれる放射性核種（トリチウムを除く）を『実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示』に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度（以下、「告示濃度」という。）より低いレベルまで低減できる能力を有している。

■ 汚染水処理の効果



汚染水処理過程における主な核種の放射能濃度

【補足事項】
 ・ 建屋滞留水：HTI建屋滞留水濃度。
 但し、H-3はセシウム吸着装置出口水濃度。
 ・ セシウム吸着装置出口水：淡水化装置入口水濃度。
 ・ 採取日：2016.3.8
 （セシウム吸着装置出口水のSr90：2016.3.5）
 （多核種除去設備等出口水：2016.3.21）
 ・ 多核種除去設備等出口水：増設多核種除去設備A系濃度。
 ・ 検出限界値以下（ND）の場合は、検出限界値を示す。



【補足事項】・採取日：2014.9.20～28
 （トリチウムは淡水化装置出口水（2014.10.7）の分析結果を使用。）
 ・ 検出限界値以下（ND）の場合は、検出限界値を使用。

多核種除去設備等で処理した水の性状※2 （増設多核種除去設備A系）

※2：装置運用開始時の性能。運用に伴い処理水の濃度は一定程度の範囲で変動する。

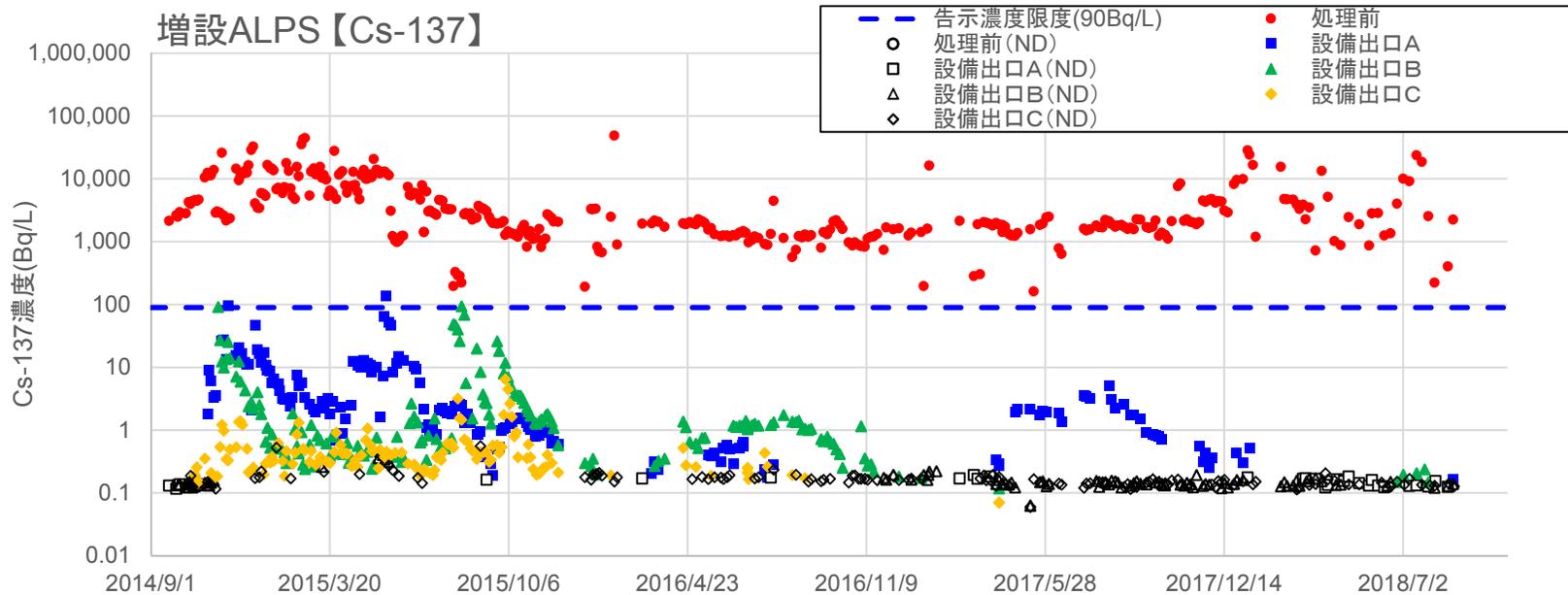
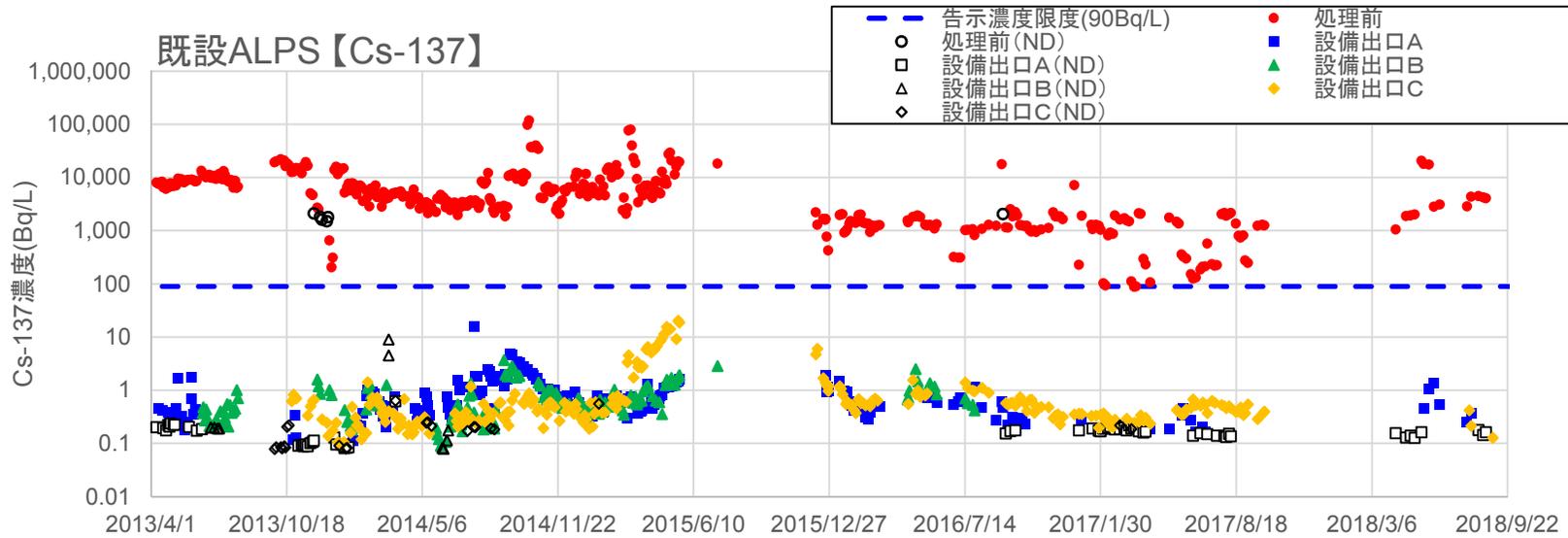
A L P S 処理水 データ集 (出口濃度推移)



1. ALPS処理水（ALPS出口）の放射能濃度

ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度（Cs-137）

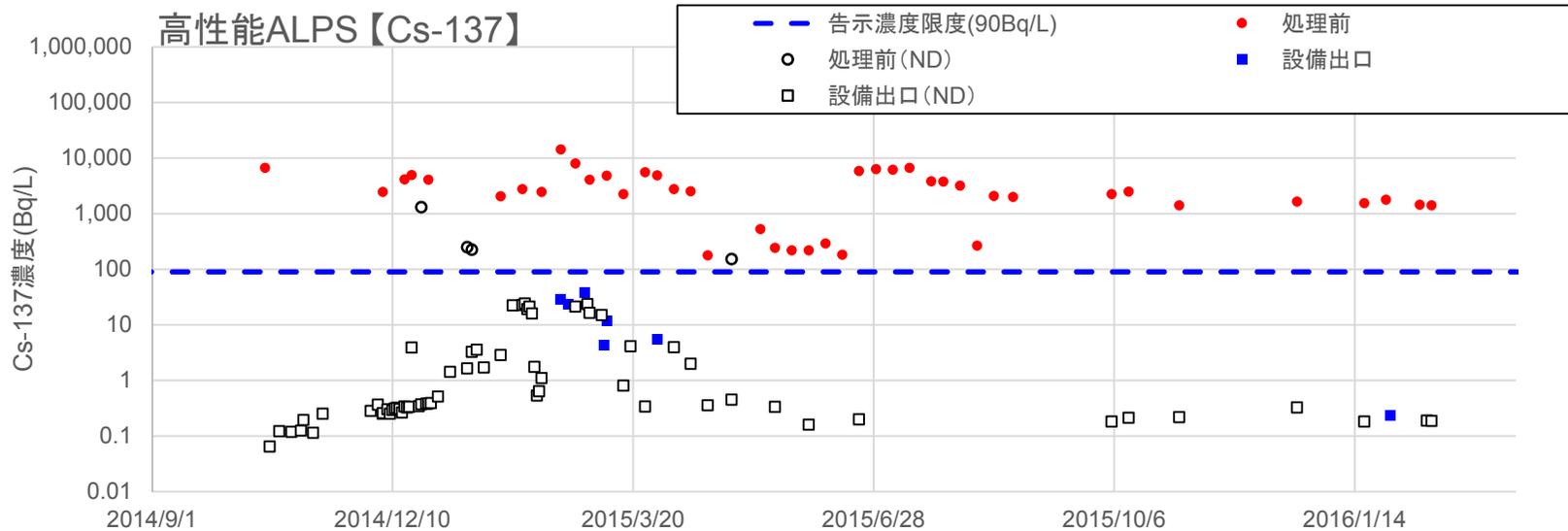
< 2018.10.17訂正 >



※2015/4/30以降のデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載

ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度（Cs-137）

< 2018.10.17訂正 >

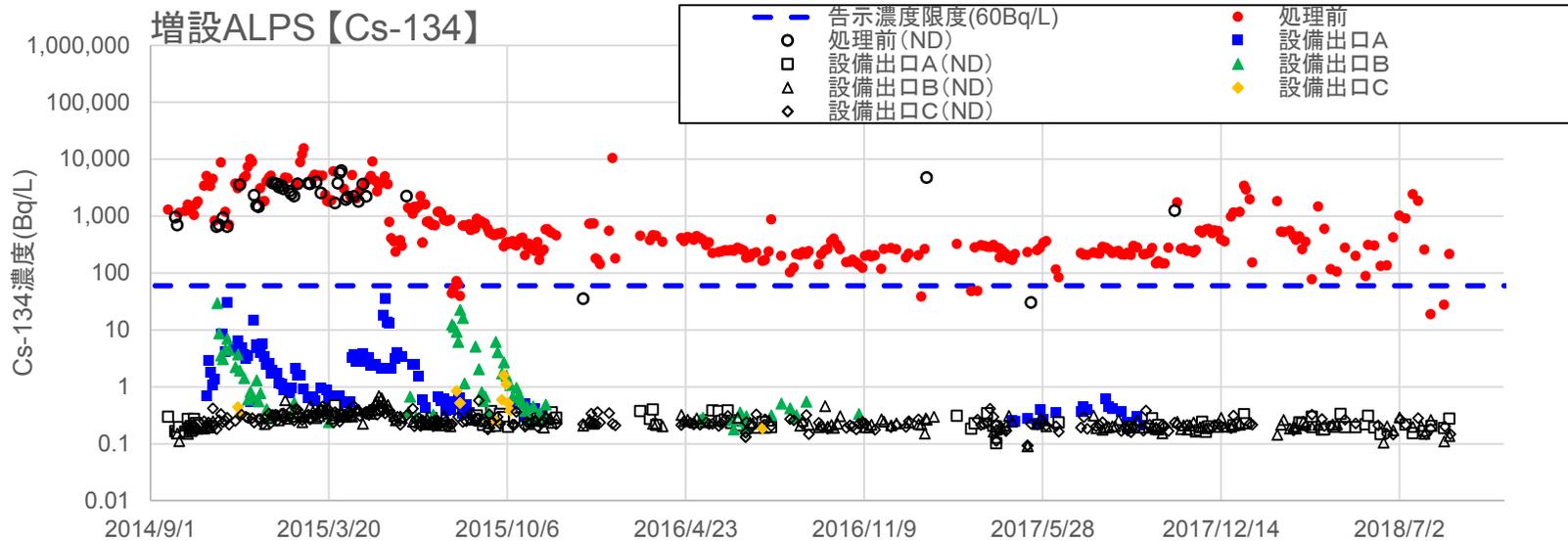
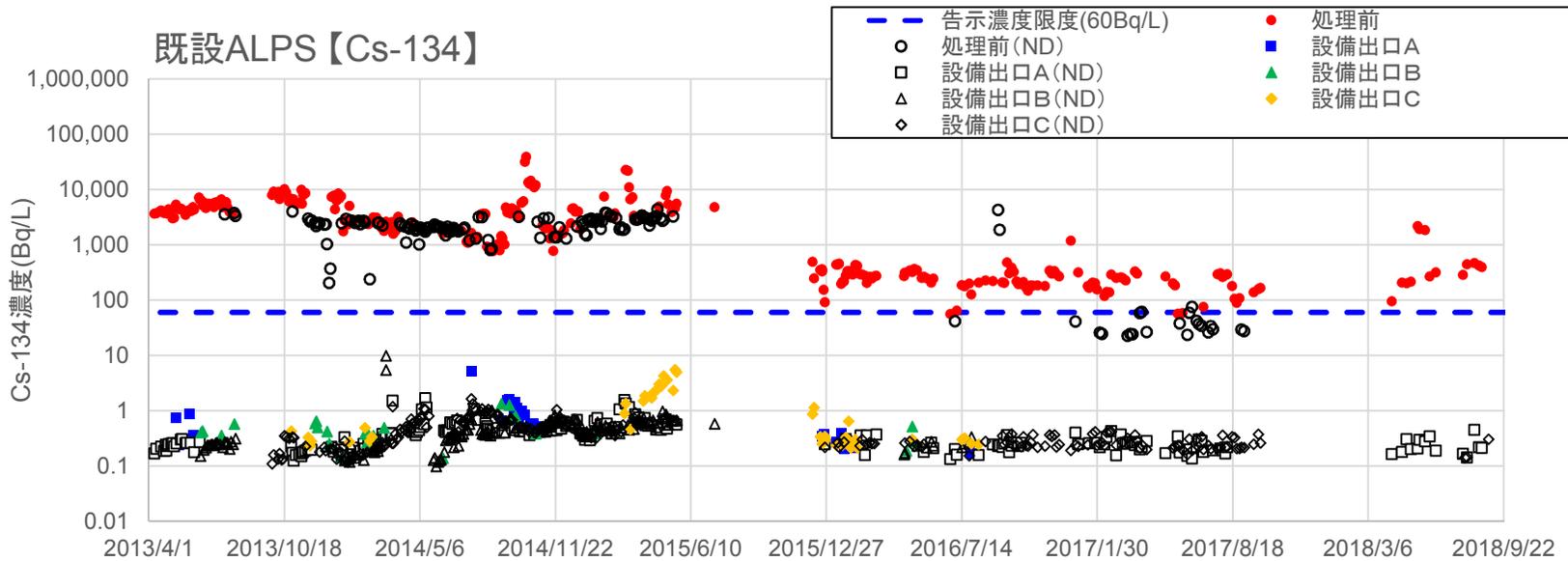


2016年度以降は、高性能ALPSによる処理は行っており、設備保全のため循環運転を実施。循環運転時に採取したデータについてはグラフに掲載してない。

※2015/4/30以降のデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載

ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度（Cs-134）

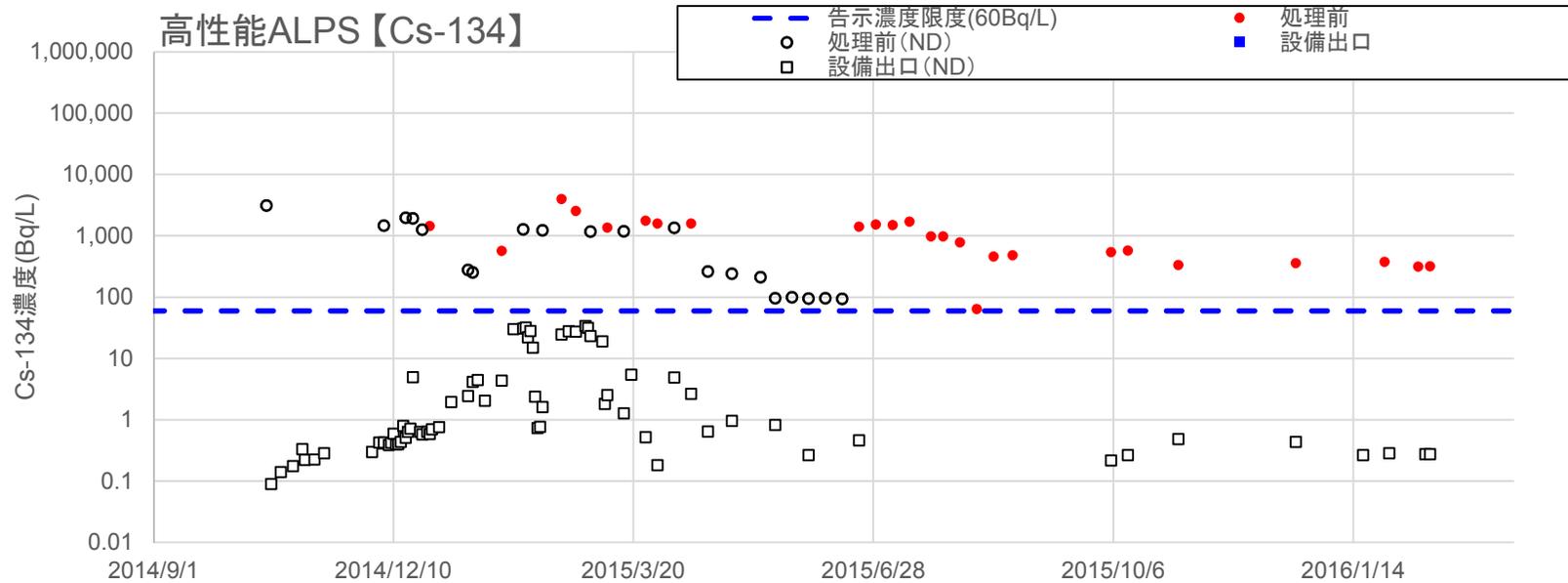
< 2018.10.17訂正 >



※2015/4/30以降のデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載

ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度（Cs-134）

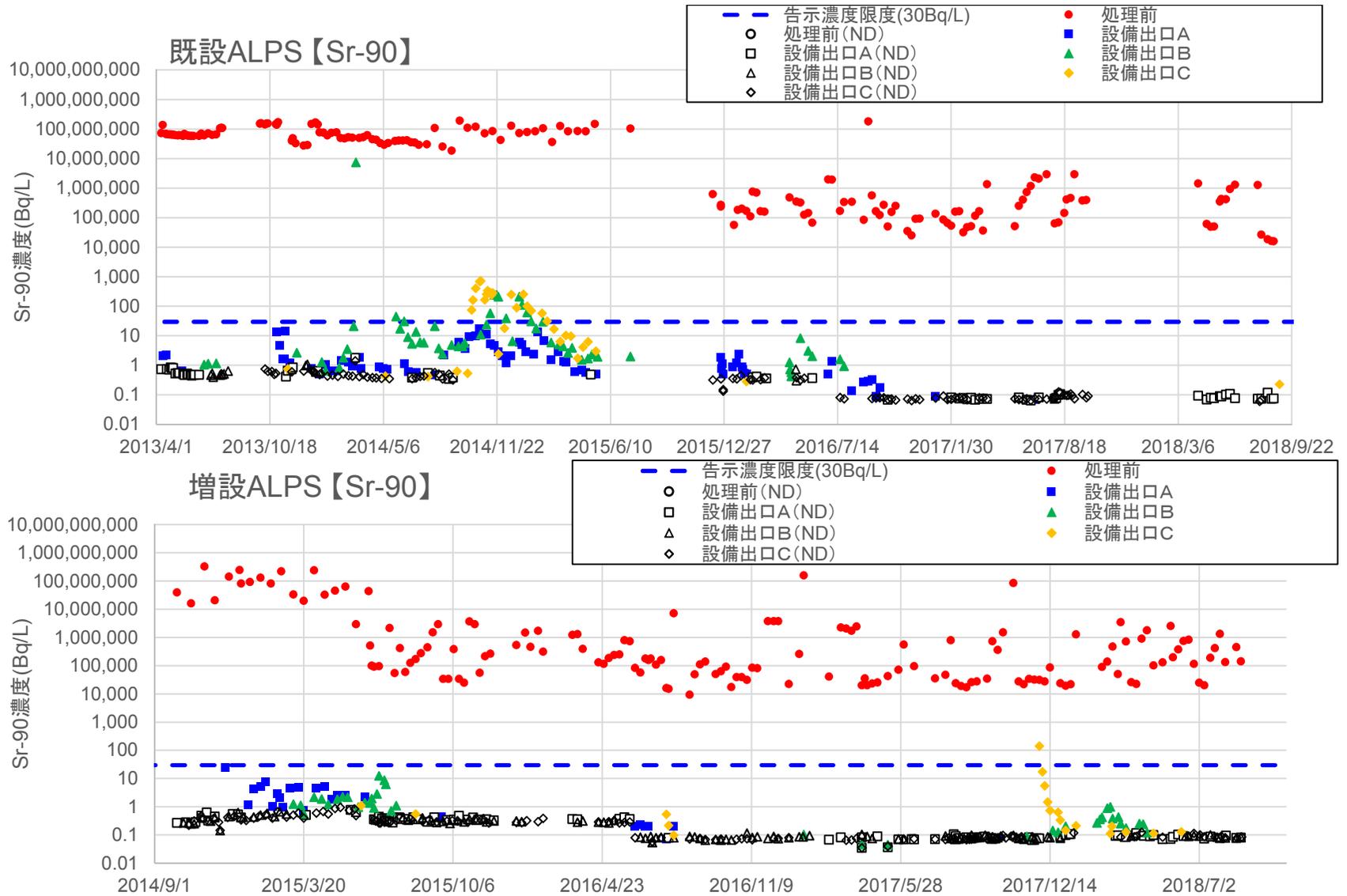
< 2018.10.17訂正 >



2016年度以降は、高性能ALPSによる処理は行っておらず、設備保全のため循環運転を実施。循環運転時に採取したデータについてはグラフに掲載してない。

ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度（Sr-90）

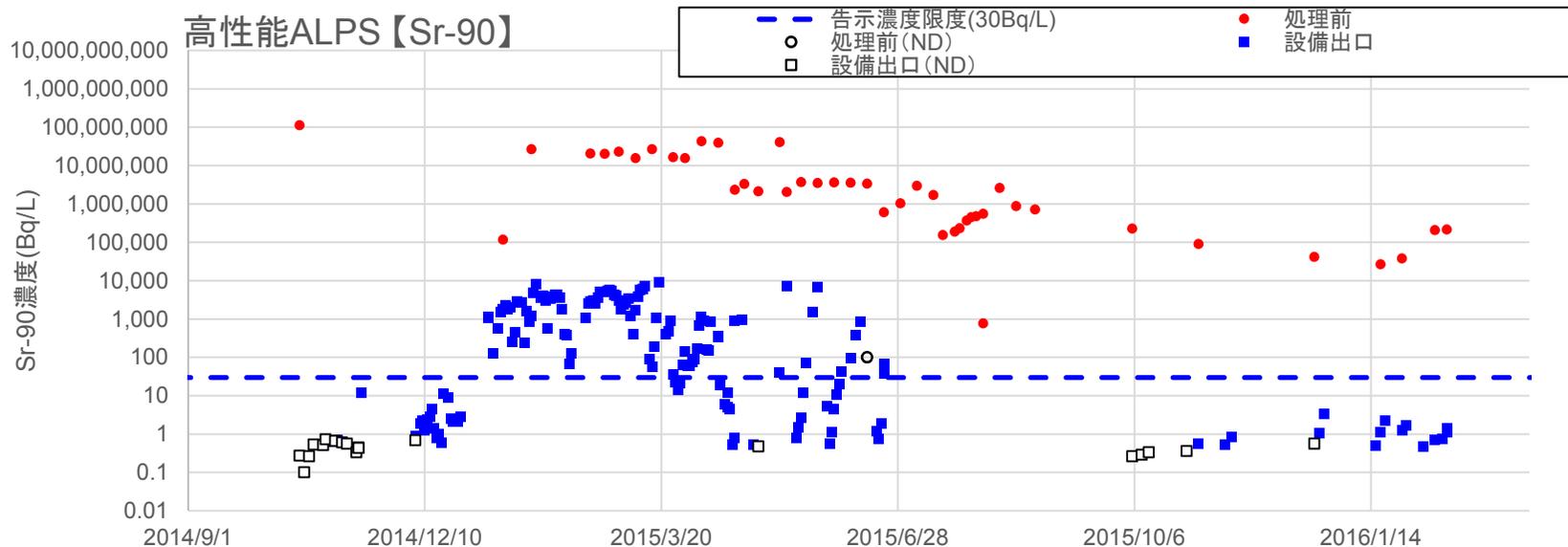
< 2018.10.17訂正 >



※2015/4/30以降のデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載

ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度（Sr-90）

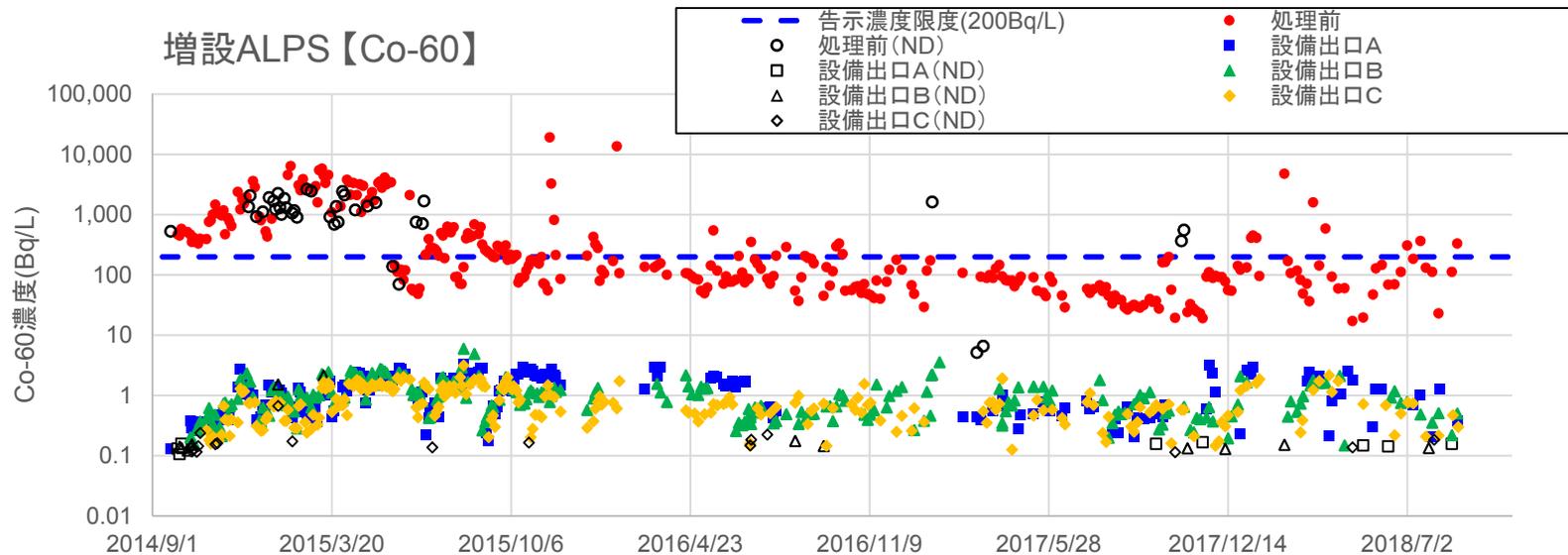
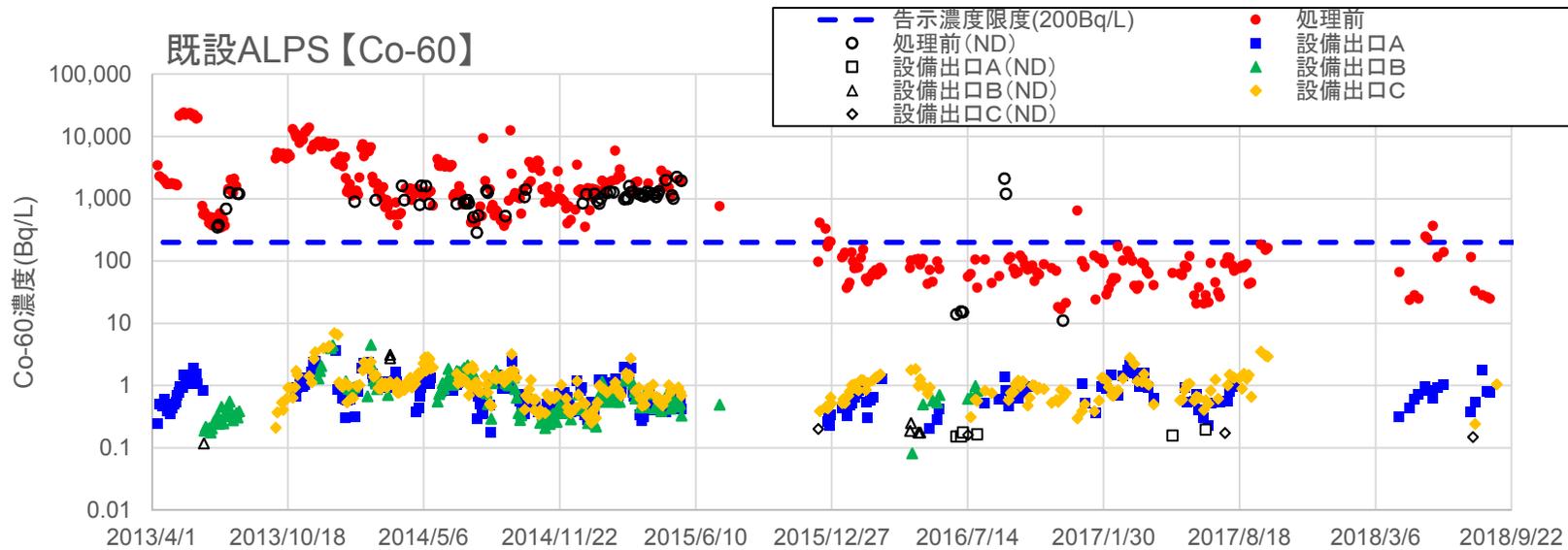
< 2018.10.17訂正 >



2016年度以降は、高性能ALPSによる処理は行っておらず、設備保全のため循環運転を実施。循環運転時に採取したデータについてはグラフに掲載してない。

ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度（Co-60）

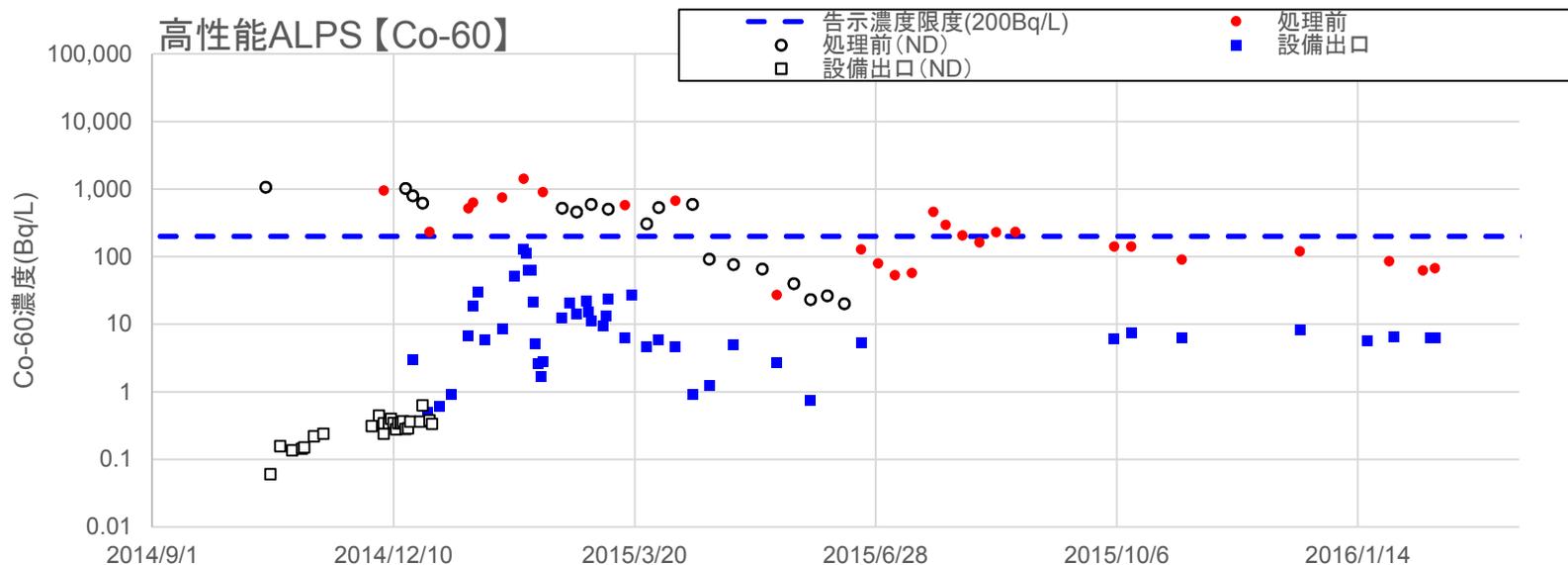
< 2018.10.17訂正 >



※2015/4/30以降のデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載

ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度（Co-60）

< 2018.10.17訂正 >

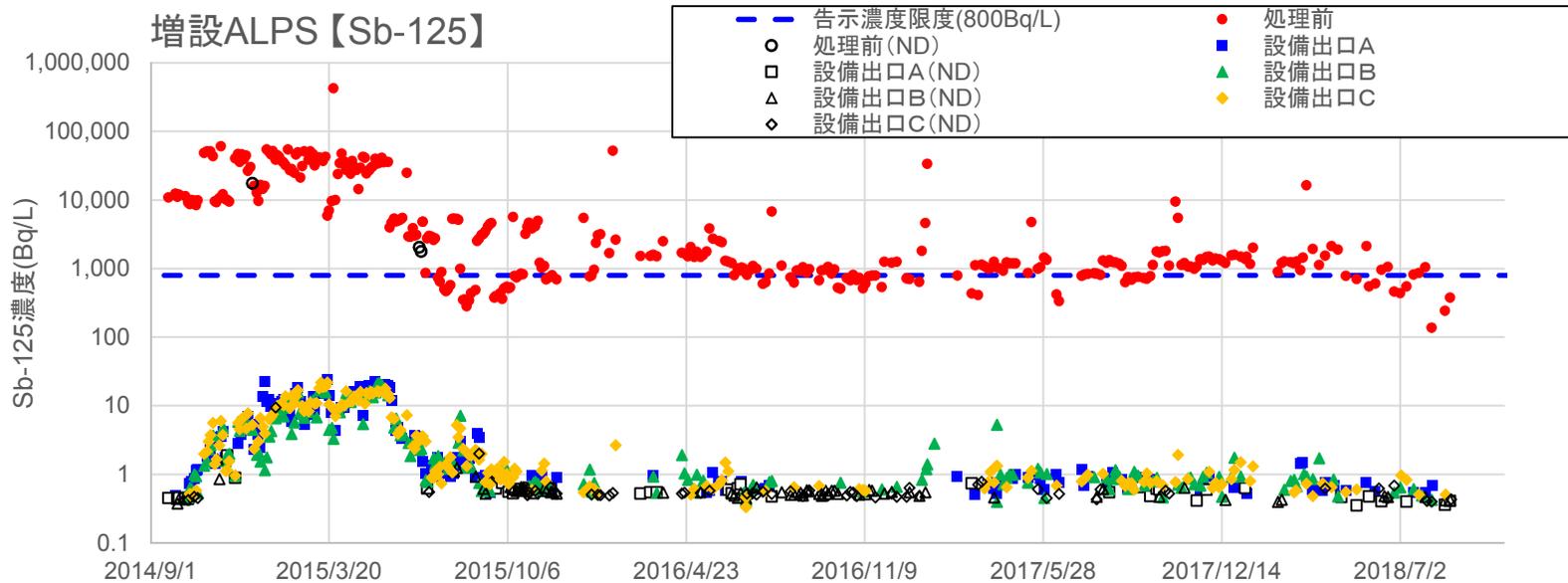
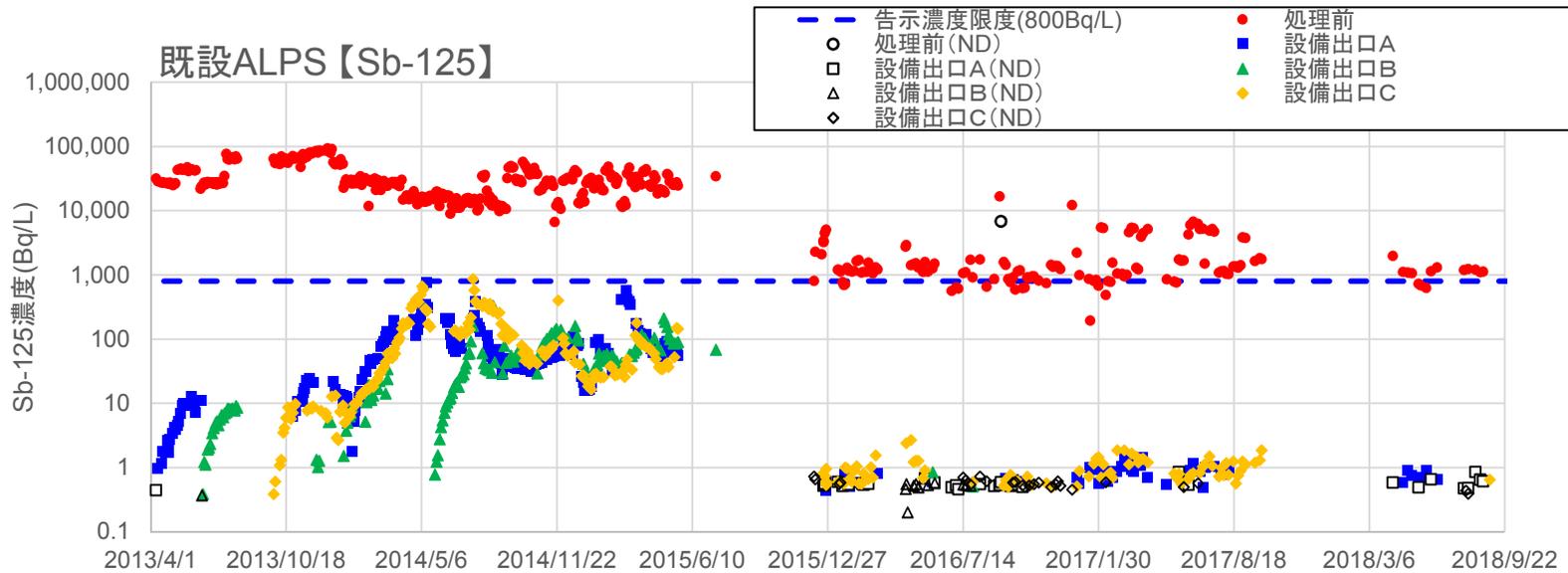


2016年度以降は、高性能ALPSによる処理は行っておらず、設備保全のため循環運転を実施。循環運転時に採取したデータについてはグラフに掲載してない。

※2015/4/30以降のデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載

ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度(Sb-125)

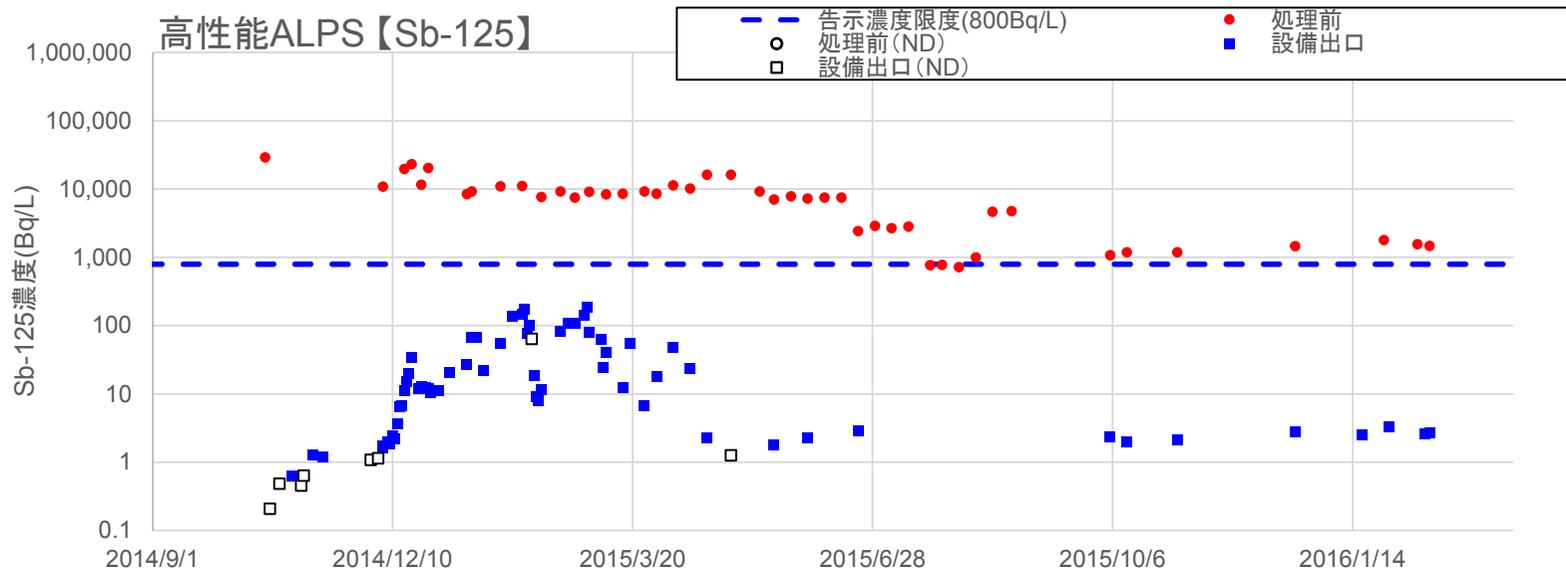
< 2018.10.17訂正 >



※2015/4/30以降のデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載

ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度(Sb-125)

< 2018.10.17訂正 >

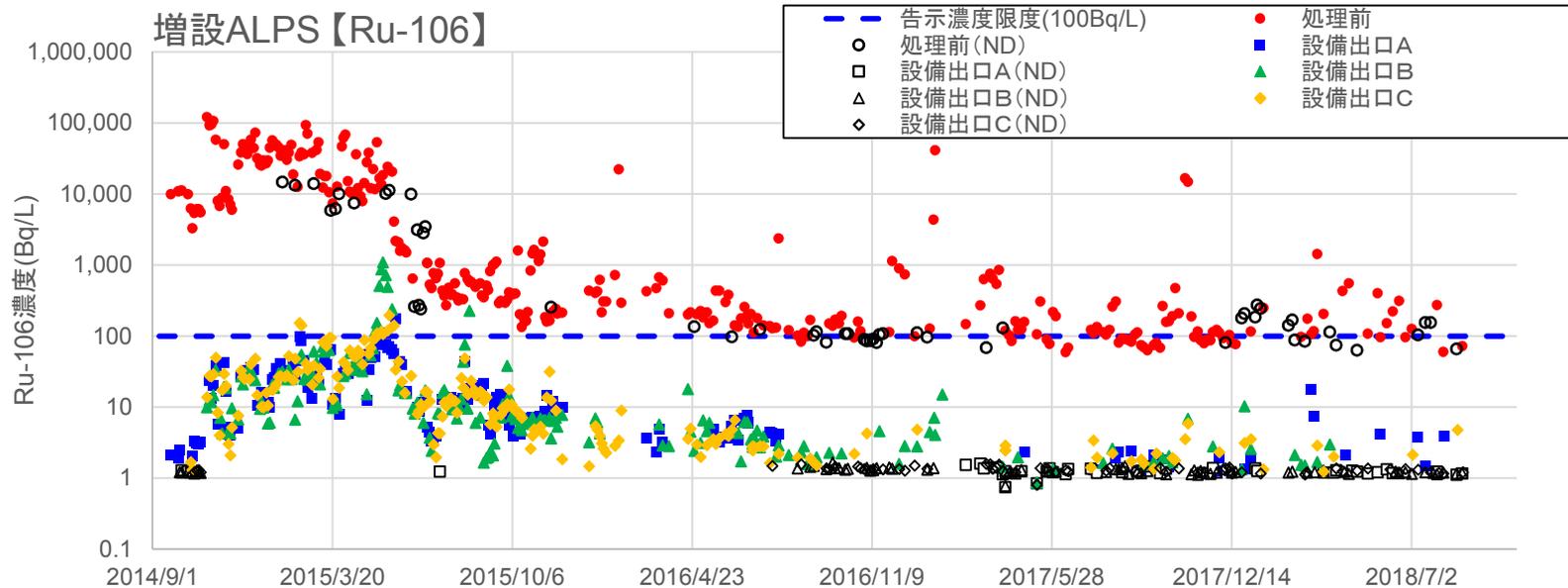
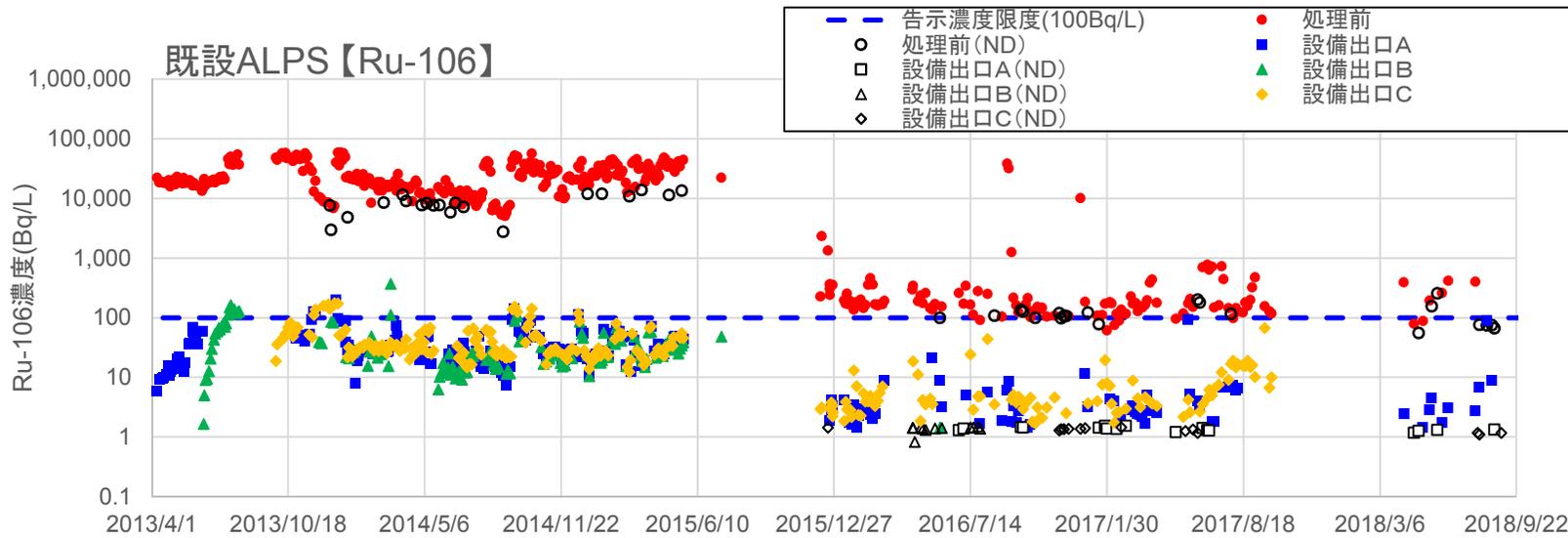


2016年度以降は、高性能ALPSによる処理は行っておらず、設備保全のため循環運転を実施。循環運転時に採取したデータについてはグラフに掲載してない。

※2015/4/30以降のデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載
 ©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度(Ru-106)

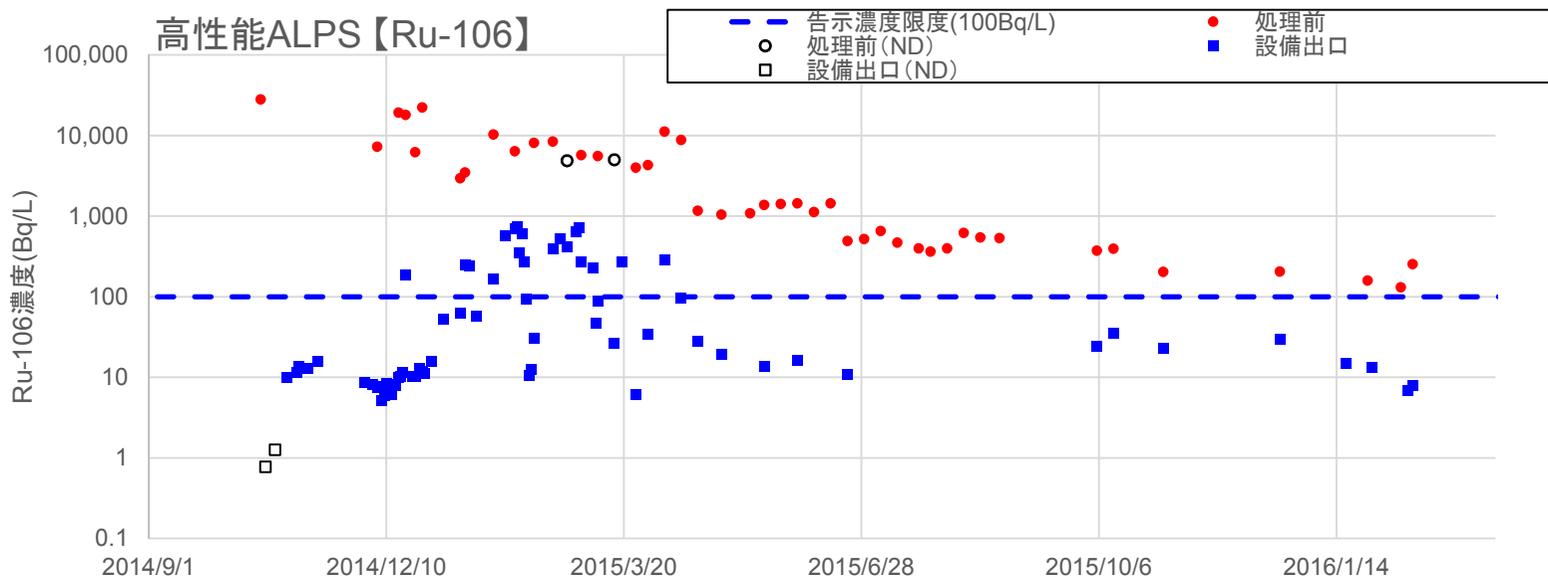
< 2018.10.17訂正 >



※2015/4/30以降のデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載

ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度(Ru-106)

< 2018.10.17訂正 >

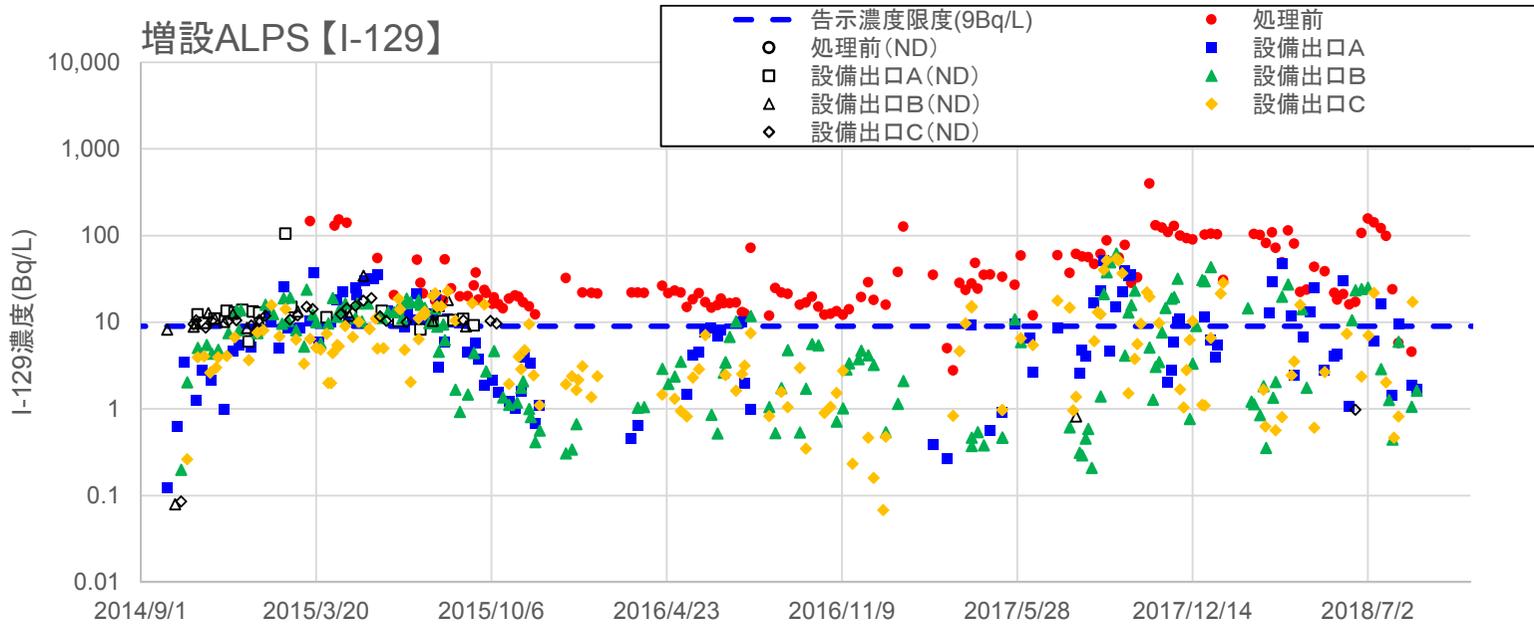
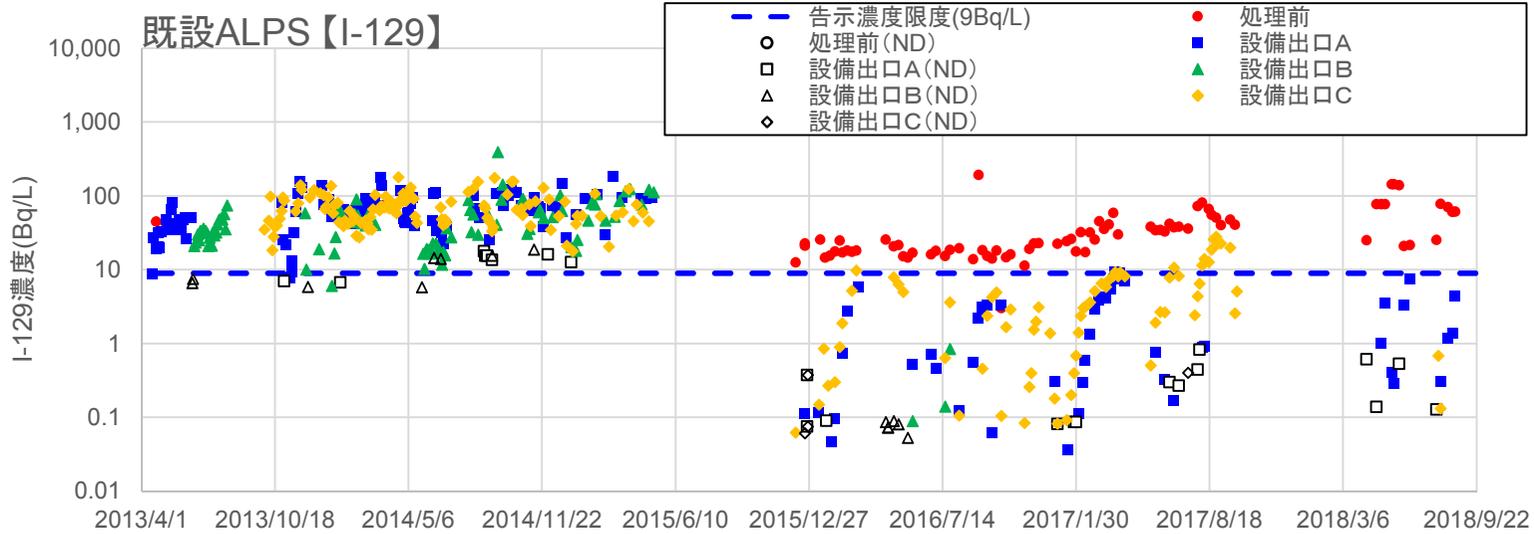


2016年度以降は、高性能ALPSによる処理は行っておらず、設備保全のため循環運転を実施。循環運転時に採取したデータについてはグラフに掲載してない。

※2015/4/30以降のデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度(I-129)

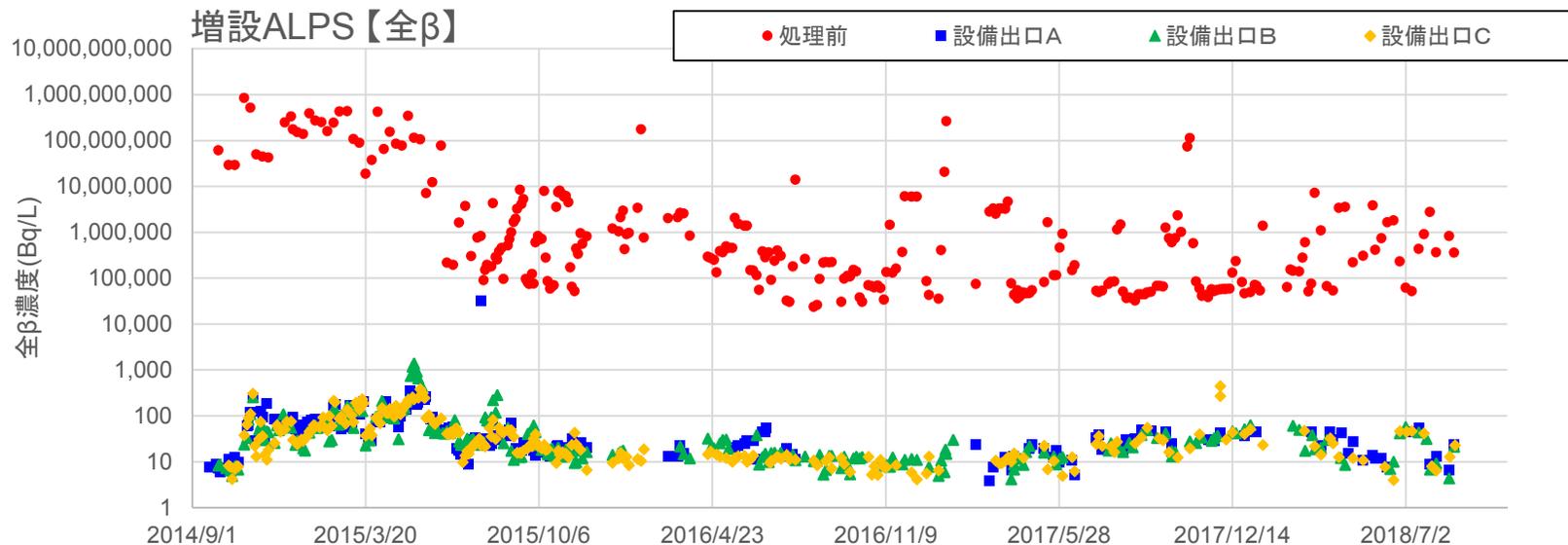
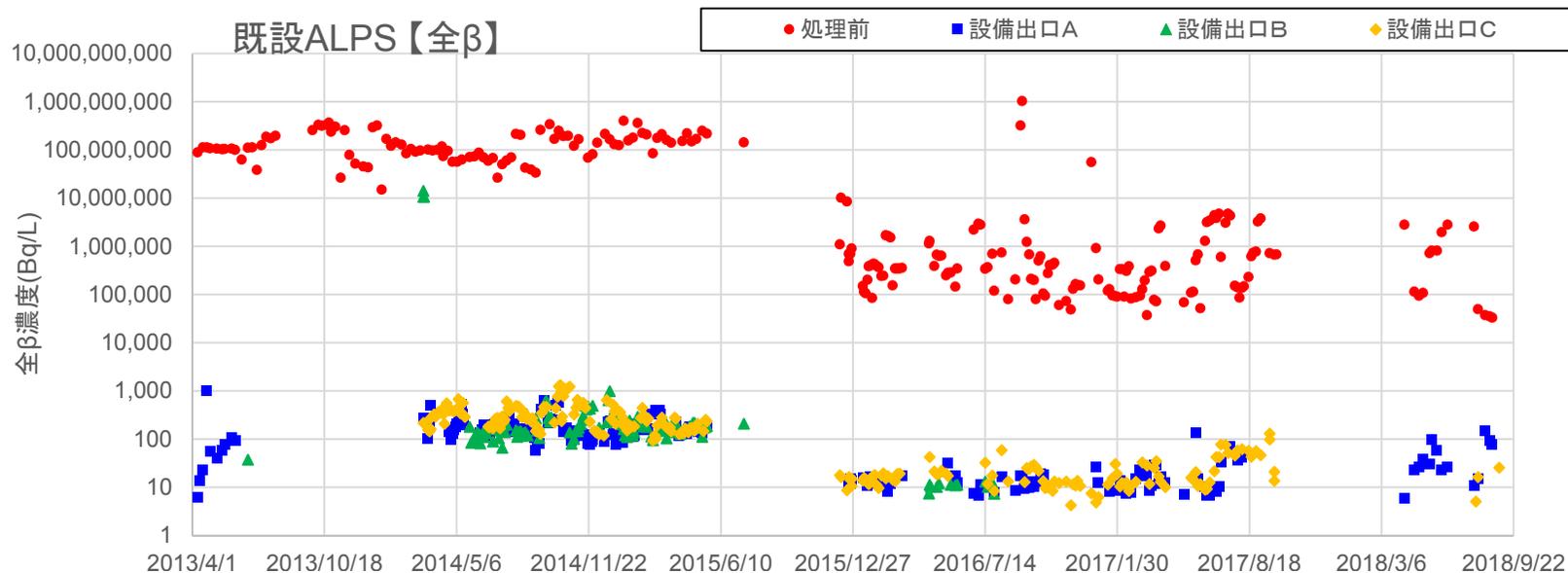
< 2018.10.17訂正 >



※2015/4/30以降のデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載

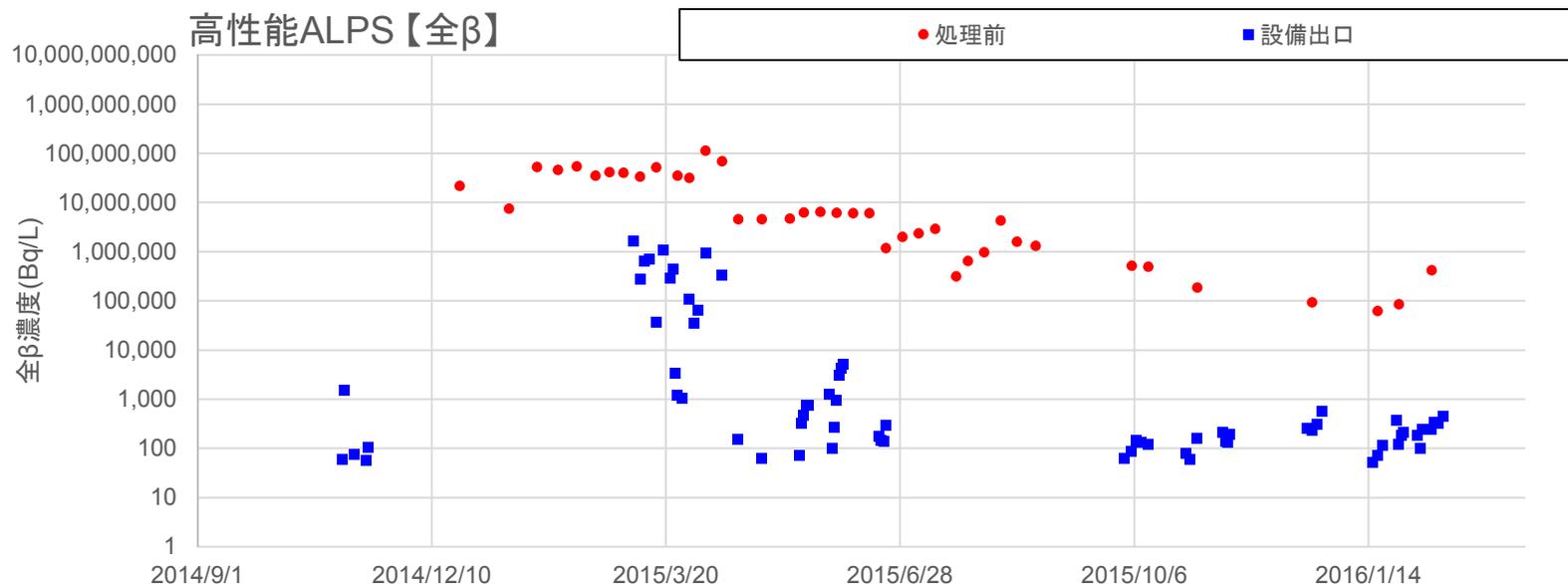
ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度(全β)

< 2018.10.17訂正 >



※2015/4/30以降のデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載

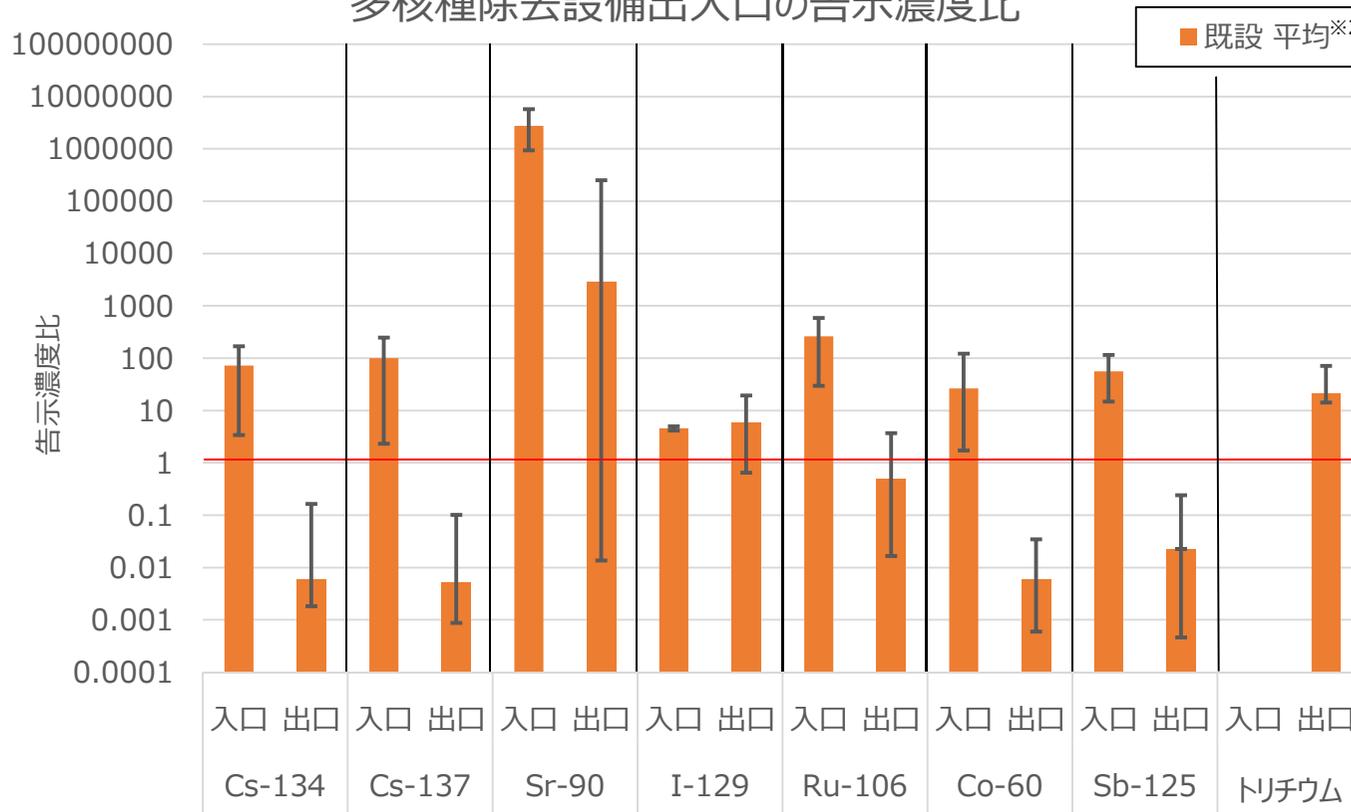
ALPS処理水（ALPS設備出口）の放射能濃度(全β)



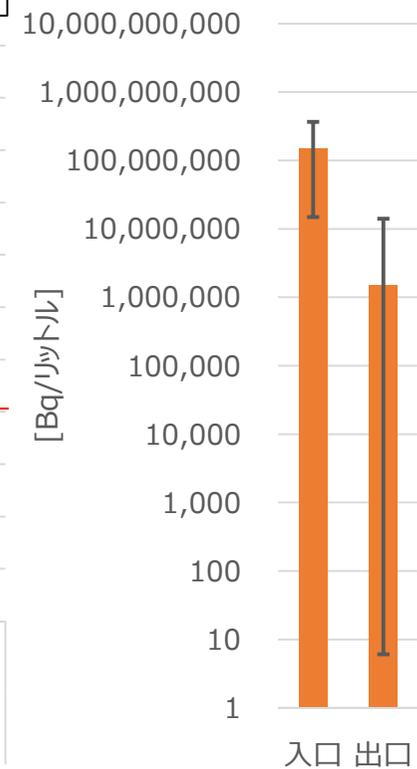
2016年度以降は、高性能ALPSによる処理は行っておらず、設備保全のため循環運転を実施。循環運転時に採取したデータについては掲載していない。

2. ALPS出入口の告示濃度比

多核種除去設備出入口の告示濃度比



全β濃度※2



告示濃度及び告示濃度比の平均値※2

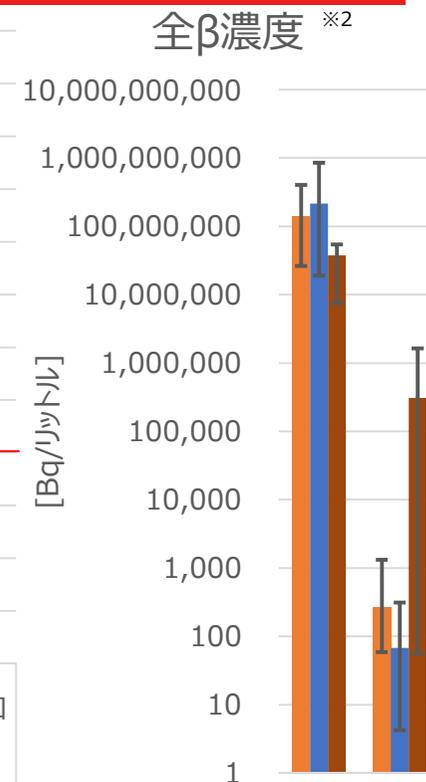
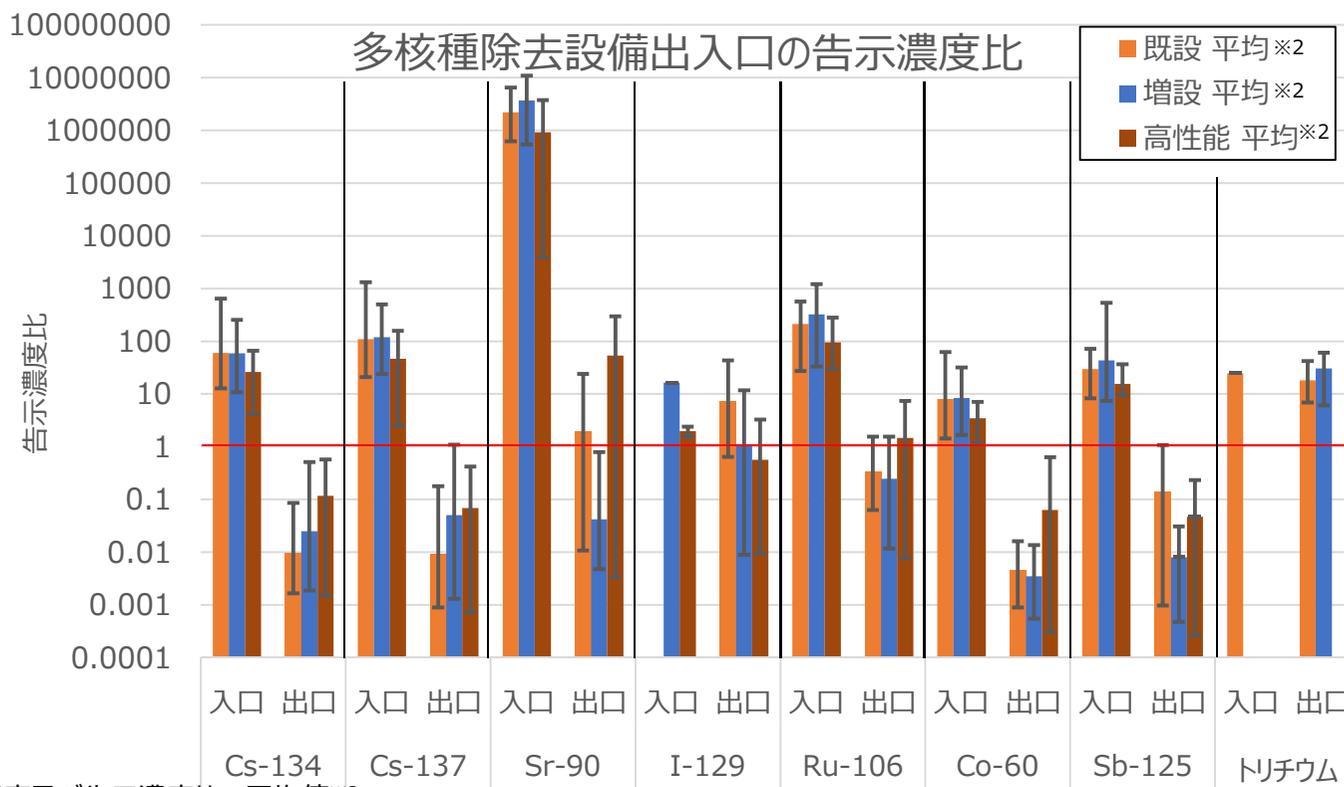
		Cs-134	Cs-137	Sr-90	I-129	Ru-106	Co-60	Sb-125	トリチウム	
告示濃度限度[Bq/L]		60	90	30	9	100	200	600	60000	
告示濃度比「()」	既設	入口	72	99	280万	4.5	260	26	56	-
	出口	0.0059	0.0053	2900	6.0	0.51	0.0061	0.023	21	

全β濃度の平均値※2 [Bq/L]

		全β濃度
既設	入口	1.5億
	出口	150万

※1：2015/4/30までのデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載開始前のデータを使用
 ※2：平均値の計算に際し、検出限界未満(ND)の核種は検出限界値を採用、平均値は単純平均であり、処理量は考慮されていない

2014年度※1



告示濃度及び告示濃度比の平均値※2

		Cs-134	Cs-137	Sr-90	I-129	Ru-106	Co-60	Sb-125	トリチウム	
告示濃度限度[Bq/L]		60	90	30	9	100	200	600	60000	
告示濃度比「1」	既設	入口	60	110	220万	-	210	8.0	30	25
		出口	0.0098	0.0094	2.0	7.3	0.33	0.0046	0.14	18
	増設	入口	59	120	370万	16	320	8.4	44	-
		出口	0.025	0.051	0.042	1.1	0.25	0.0035	0.0080	31
	高性能	入口	26	47	92万	2.0	95	3.5	16	-
		出口	0.12	0.068	54	0.56	1.5	0.063	0.047	-

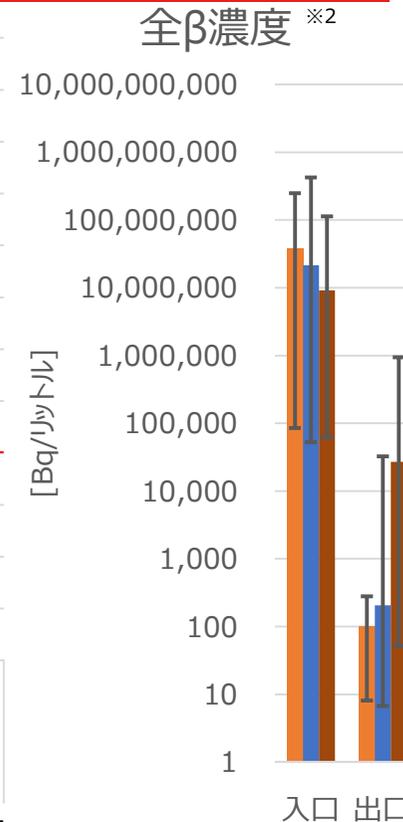
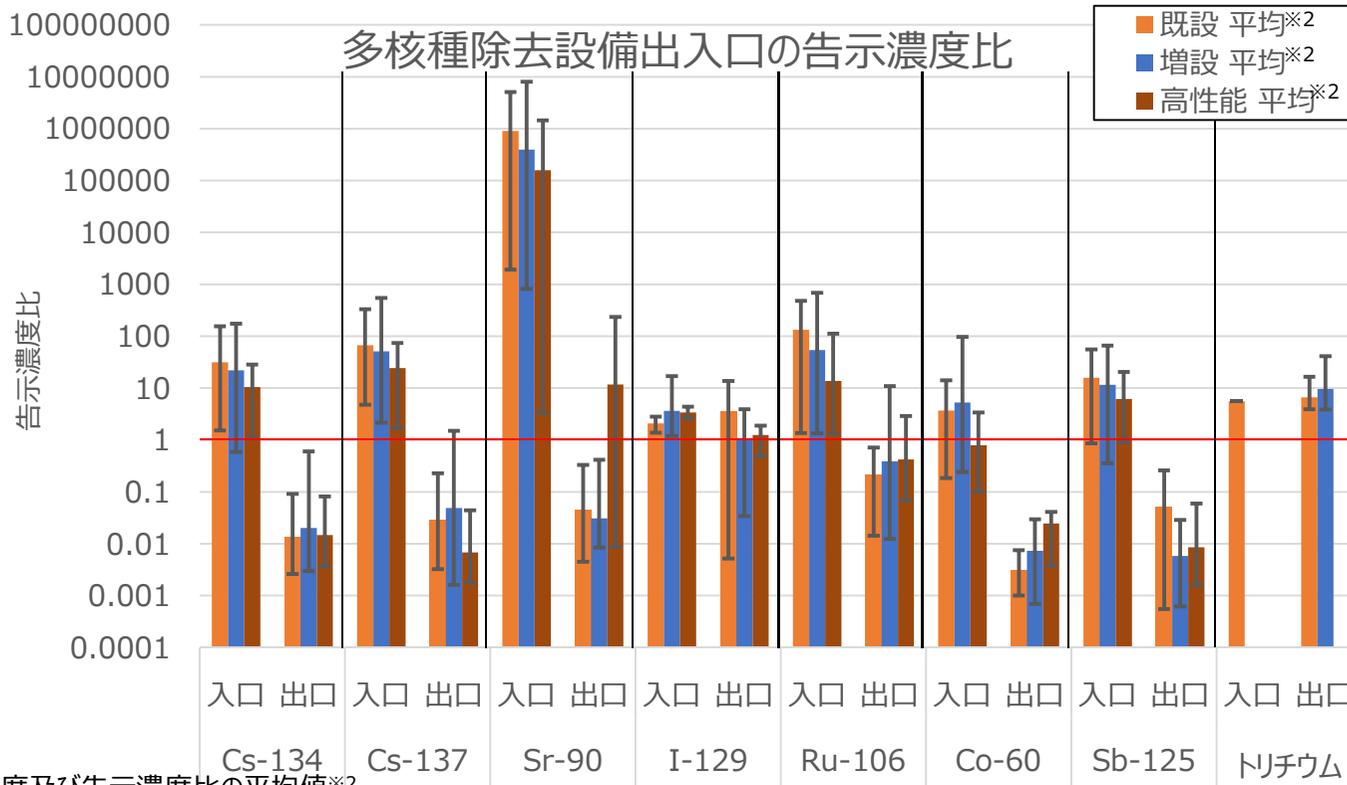
全β濃度の平均値※2 [Bq/L]

		全β濃度
既設	入口	1.4億
	出口	260
増設	入口	2.2億
	出口	68
高性能	入口	3700万
	出口	31万

※1：2015/4/30までのデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載開始前のデータを使用

※2：平均値の計算に際し、検出限界未満(ND)の核種は検出限界値を採用、平均値は単純平均であり、処理量は考慮されていない

2015年度※1



告示濃度及び告示濃度比の平均値※2

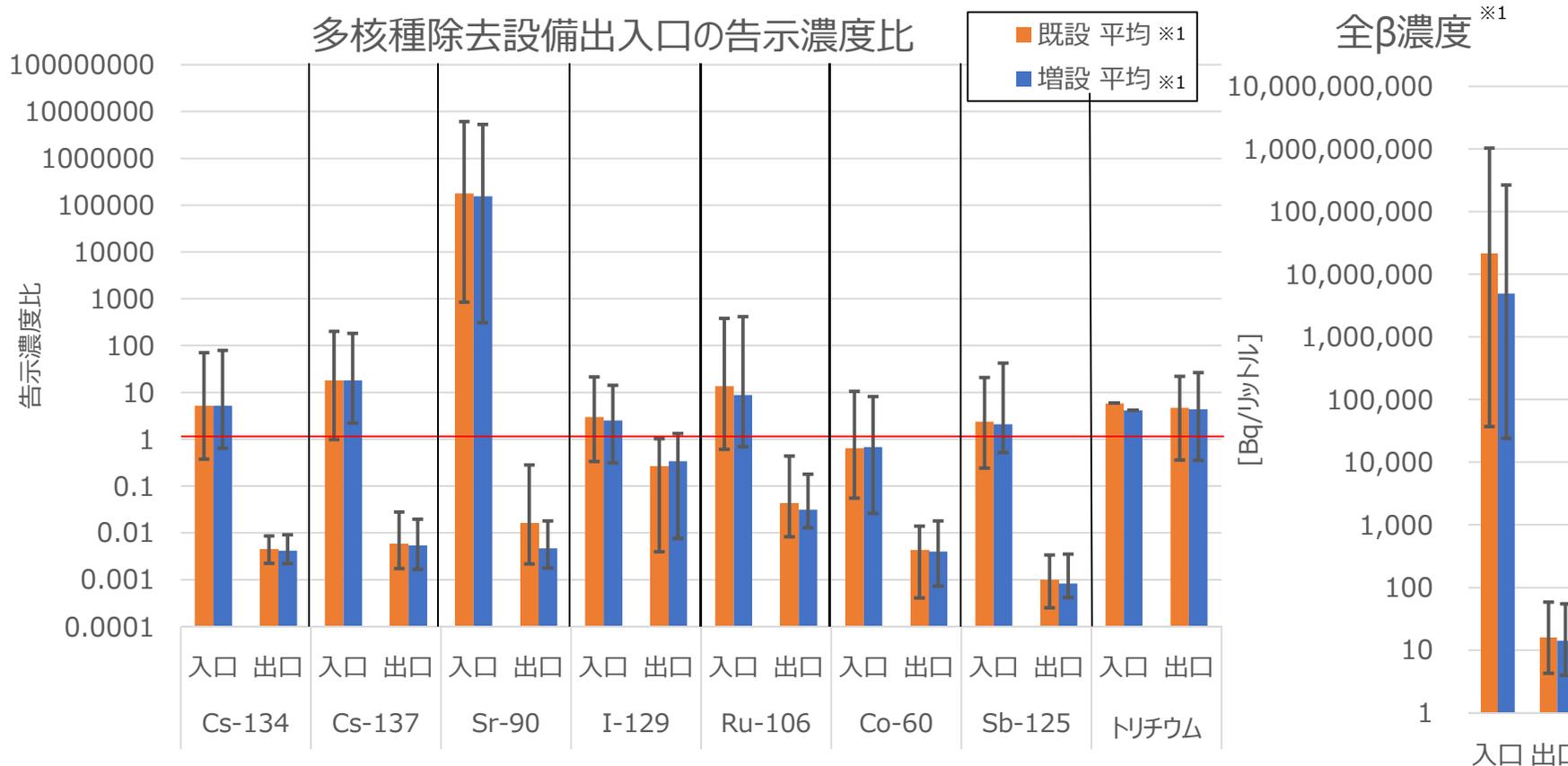
全β濃度の平均値※2 [Bq/L]

		Cs-134	Cs-137	Sr-90	I-129	Ru-106	Co-60	Sb-125	トリチウム	
告示濃度限度[Bq/L]		60	90	30	9	100	200	600	60000	
告示濃度比「二」	既設	入口	31	67	90万	2.1	133	3.7	16	5.6
		出口	0.014	0.029	0.046	3.6	0.21	0.0032	0.052	6.6
	増設	入口	22	51	40万	3.7	54	5.3	12	-
		出口	0.020	0.049	0.031	1.1	0.39	0.0073	0.0058	9.6
	高性能	入口	10	24	16万	3.4	14	0.79	6.2	-
		出口	0.015	0.0068	12	1.2	0.42	0.025	0.0085	-

		全β濃度
既設	入口	3800万
	出口	99
増設	入口	2100万
	出口	210
高性能	入口	910万
	出口	27000

※1：2015/4/30までのデータは当社HP「福島第一原子力発電所における日々の放射性物質の分析結果」に掲載開始前のデータを使用

※2：平均値の計算に際し、検出限界未満(ND)の核種は検出限界値を採用、平均値は単純平均であり、処理量は考慮されていない



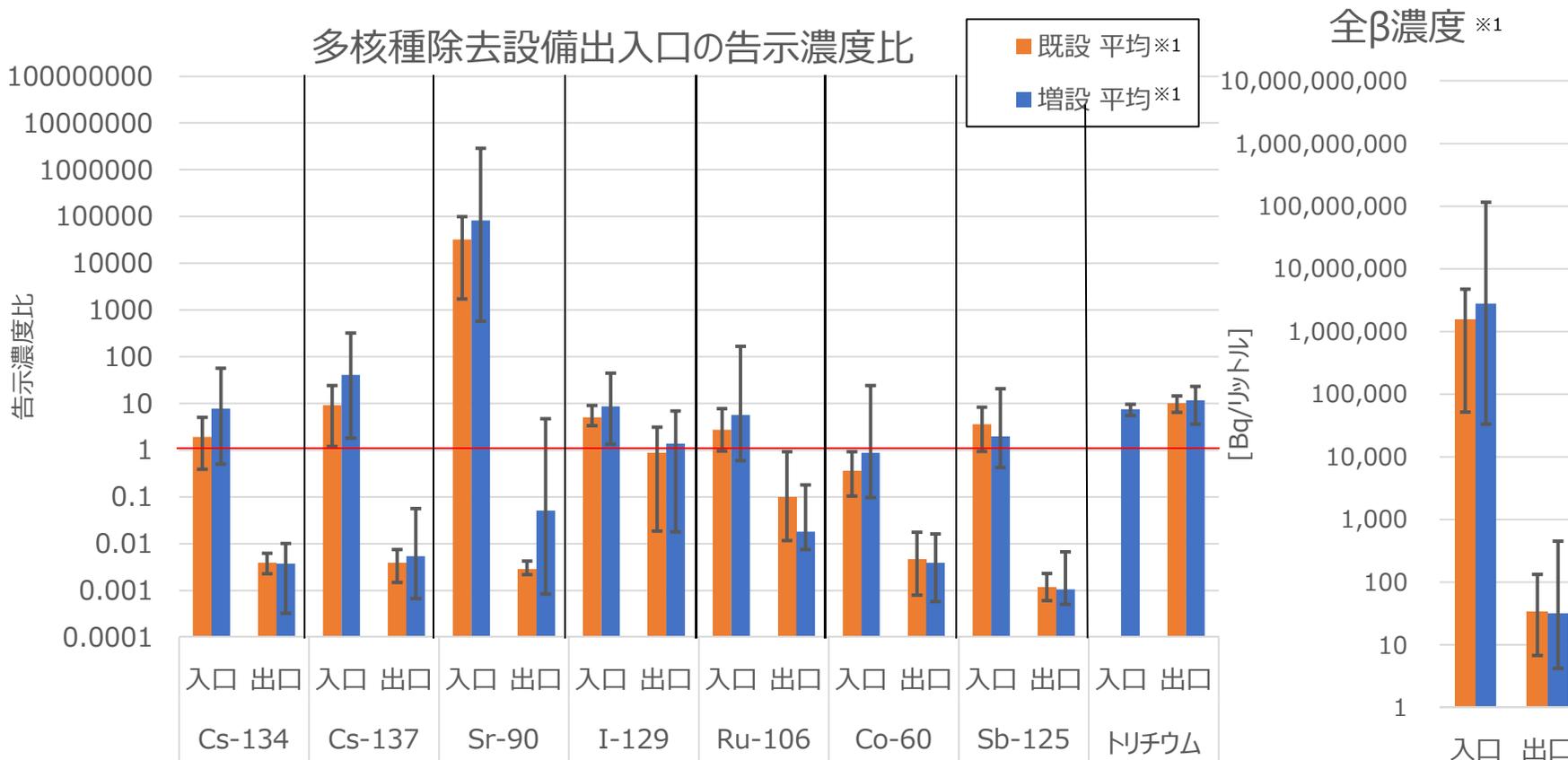
告示濃度及び告示濃度比の平均値※1

		Cs-134	Cs-137	Sr-90	I-129	Ru-106	Co-60	Sb-125	トリチウム	
告示濃度限度[Bq/L]		60	90	30	9	100	200	600	60000	
告示濃度比「」	既設	入口	5.2	18	18万	3.0	14	0.65	2.4	5.8
		出口	0.0044	0.0058	0.016	0.26	0.043	0.0042	0.0010	4.7
	増設	入口	5.2	18	16万	2.5	8.8	0.68	2.1	4.1
		出口	0.0041	0.0054	0.0047	0.34	0.031	0.0040	0.00083	4.3

全β濃度の平均値※1 [Bq/L]

		全β濃度
既設	入口	2100万
	出口	16
増設	入口	490万
	出口	14

※1：平均値の計算に際し、検出限界未満(ND)の核種は検出限界値を採用、平均値は単純平均であり、処理量は考慮されていない



告示濃度及び告示濃度比の平均値※1

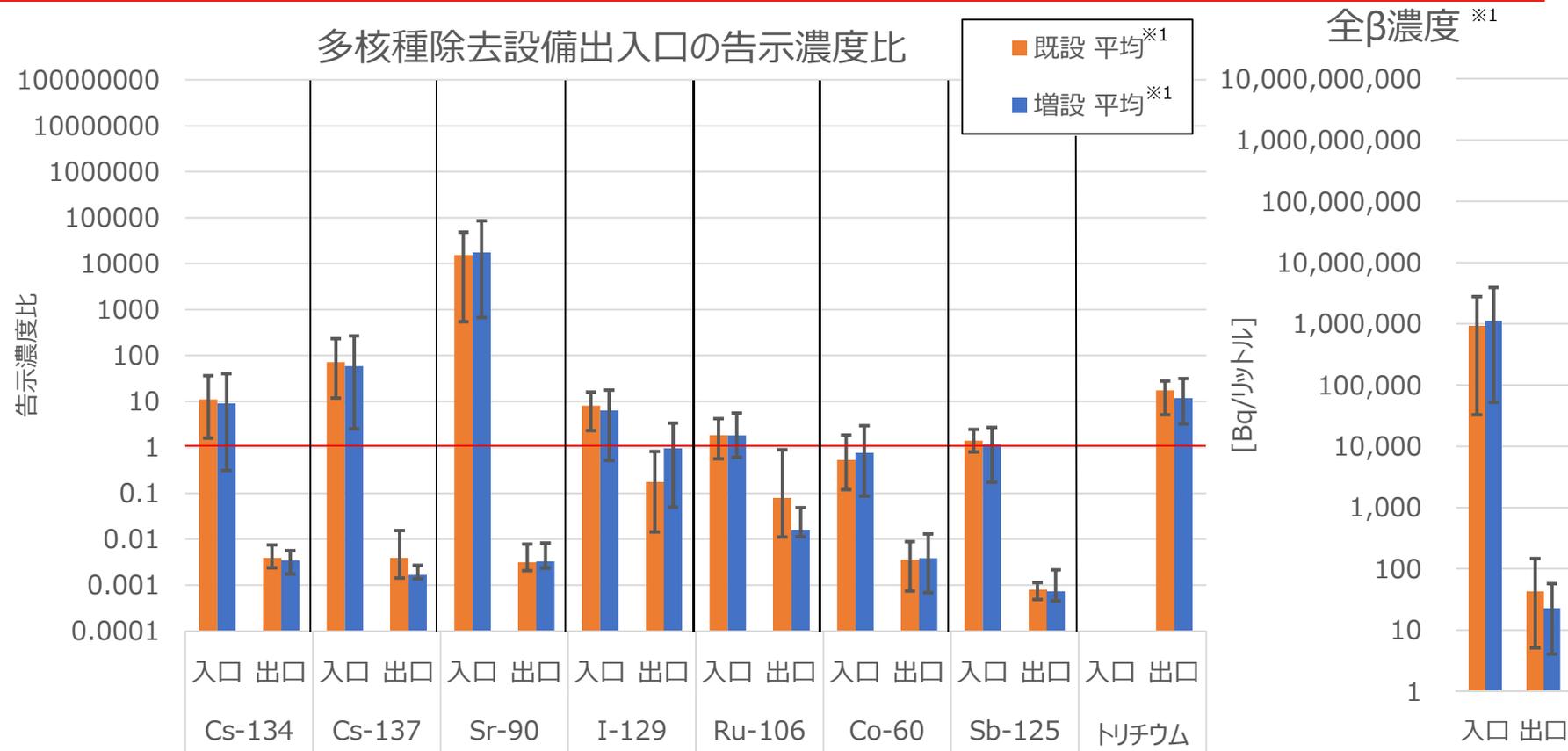
		Cs-134	Cs-137	Sr-90	I-129	Ru-106	Co-60	Sb-125	トリチウム	
告示濃度限度[Bq/L]		60	90	30	9	100	200	600	60000	
告示濃度比「二」	既設	入口	1.9	9.1	32000	5.1	2.7	0.36	3.6	-
		出口	0.0039	0.0039	0.0028	0.86	0.10	0.0047	0.0012	10
	増設	入口	7.7	41	83000	8.6	5.6	0.88	2.0	8
		出口	0.0037	0.0054	0.051	1.4	0.02	0.0039	0.0010	12

全β濃度の平均値※1 [Bq/L]

		全β濃度
既設	入口	160万
	出口	34
増設	入口	280万
	出口	32

※1：平均値の計算に際し、検出限界未満(ND)の核種は検出限界値を採用、平均値は単純平均であり、処理量は考慮されていない

2018年度(～2018/8/31)



告示濃度及び告示濃度比の平均値^{※1}

		Cs-134	Cs-137	Sr-90	I-129	Ru-106	Co-60	Sb-125	トリチウム	
告示濃度限度[Bq/L]		60	90	30	9	100	200	600	60000	
告示濃度比〔二〕	既設	入口	11	71	15000	8.1	1.9	0.53	1.4	-
		出口	0.0038	0.0040	0.0031	0.18	0.077	0.0036	0.00079	17
	増設	入口	9.0	59	18000	6.4	1.8	0.75	1.2	-
		出口	0.0034	0.0017	0.0033	0.94	0.016	0.0038	0.00073	12

全β濃度の平均値^{※1} [Bq/L]

		全β濃度
既設	入口	92万
	出口	42
増設	入口	110万
	出口	23

※1：平均値の計算に際し、検出限界未満(ND)の核種は検出限界値を採用、平均値は単純平均であり、処理量は考慮されていない

ALPS処理水の測定において告示濃度限度を超過した回数



		2018		2017		2016		2015			2014			2013
		既設	増設	既設	増設	既設	増設	既設	増設	高性能	既設	増設	高性能	既設
Cs-134	超過回数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	測定回数	17	44	49	138	102	118	92	258	15	298	172	57	168
Cs-137	超過回数	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0
	測定回数	17	44	49	138	102	118	92	258	15	298	172	57	168
Sr-90	超過回数	0	0	0	1	0	0	0	0	25	31	0	71	1
	測定回数	17	45	33	118	56	69	42	110	67	110	65	108	88
I-129	超過回数	0	15	12	53	2	4	13	90	6	159	47	1	149
	測定回数	16	43	37	118	75	71	34	159	10	160	99	9	157
Ru-106	超過回数	0	0	0	0	0	0	0	18	1	10	2	18	20
	測定回数	17	44	49	138	102	118	92	258	15	298	172	57	168
Co-60	超過回数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	測定回数	17	44	49	138	102	118	92	258	15	298	172	57	168
Sb-125	超過回数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	測定回数	17	44	49	138	102	118	92	258	15	298	172	57	168