

洗浄・水処理プロジェクト

資源循環・廃棄物研究センター

蛭江美孝、大迫政浩

洗浄・水処理プロジェクト

目的及び達成目標

放射性セシウムが濃縮された飛灰(ばいじん)などの溶出性の高い廃棄物等を対象にして、洗浄除染によって含有濃度と溶出性の大幅な低減を図り、洗浄排水から放射性セシウムを吸着等の作用により濃縮除去する洗浄技術の確立を目的とする。また、埋立処分場浸出水などを対象にして、プルシアンブルーなどの吸着材利用や、逆浸透(RO)膜処理などを適用した放射性セシウム除去技術を確立する。

研究概要

1. 飛灰洗浄技術の開発

ラボ試験による放射性セシウム溶出性等の特性把握
ベンチ試験による実飛灰の処理実験
放射線管理を含めた設計及び運転管理

2. 浸出水等処理技術の開発

既存施設の実態調査
ゼオライト及びプルシアンブルーによる吸着特性のラボ試験
実浸出水を用いたベンチ試験及び実規模試験
放射線管理を含めた設計及び運転管理

放射能汚染廃棄物に関する現状と課題

クリーンセンターに おける課題



飛灰保管場所の
ひっ迫

高溶出性

地域全体における 課題



- 剪定枝の受入停止等の措置
- 有機性除染廃棄物の保管場所の確保
- 保管期間の長期化
- 地域除染や農業系汚染物処理の遅れ

腐敗性

指定廃棄物としての焼却灰

指定廃棄物とは、放射能濃度が8,000ベクレル/kgを超える、特措法に基づき環境大臣が指定する廃棄物で、国が責任をもって処理することになっています。

平成25年3月31日時点

都道府県	焼却灰				浄水発生土 (上水)		浄水発生土 (工水)		下水汚泥 ※焼却灰含む		農業集落 排水汚泥		農林業系副産物 (稲わらなど)		その他		合計	
	焼却灰(一般)		焼却灰(産廃)		件	数量(t)	件	数量(t)	件	数量(t)	件	数量(t)	件	数量(t)	件	数量(t)	件	数量(t)
	件	数量(t)	件	数量(t)														
岩手県	5	181.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	176.4	6	357.5
宮城県	0	0	0	0					0	0	0	2	2,238.2	5	2.8	15	3,252.2	
山形県	0	0	0	0					0	0	0	0	0	3	2.7	3	2.7	
福島県	176	72,433.2	38						8,710.7	0	0	10	1,808.9	45	12,158.3	338	99,164.4	
茨城県	19	2,295.5	0	0	0	0	0	0	2	925.8	0	0	0	0	2	226.9	23	3,448.2
栃木県	18	2,008.4	0	0	10	584.5	0 (1)	0 (66.6)	8	2,200	0	0	10	4,715	2	0.2	48	9,508
群馬県	0	0	0	0	5	450.6	1	127	2	171.1	0	0	0	0	0	0	8	748.7
千葉県	27	1,920.1	2	0.6	0	0	0	0	1	542	0	0	0	0	7	227.6	37	2,690.2
東京都	1	980.7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0					981.7
新潟県	0	0	0	0					0	0	0	0	0					1,017.9
静岡県	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	1	8.6	1	8.6
合計	246	79,818.9	41	1,692.5	58	5,258.5	4	295.1	48	12,549.6	0	0	22	8,762.1	66	12,803.5	485	121,180

大部分が飛灰もしくは
飛灰と主灰の混合物

焼却灰(一般)
で約8万t

全体で12.1万t

※栃木県の浄水発生土(工水)(1件、66.6t)は、上水と兼用の施設で発生したものであり、浄水発生土(上水)に含めた。



G施設



H施設

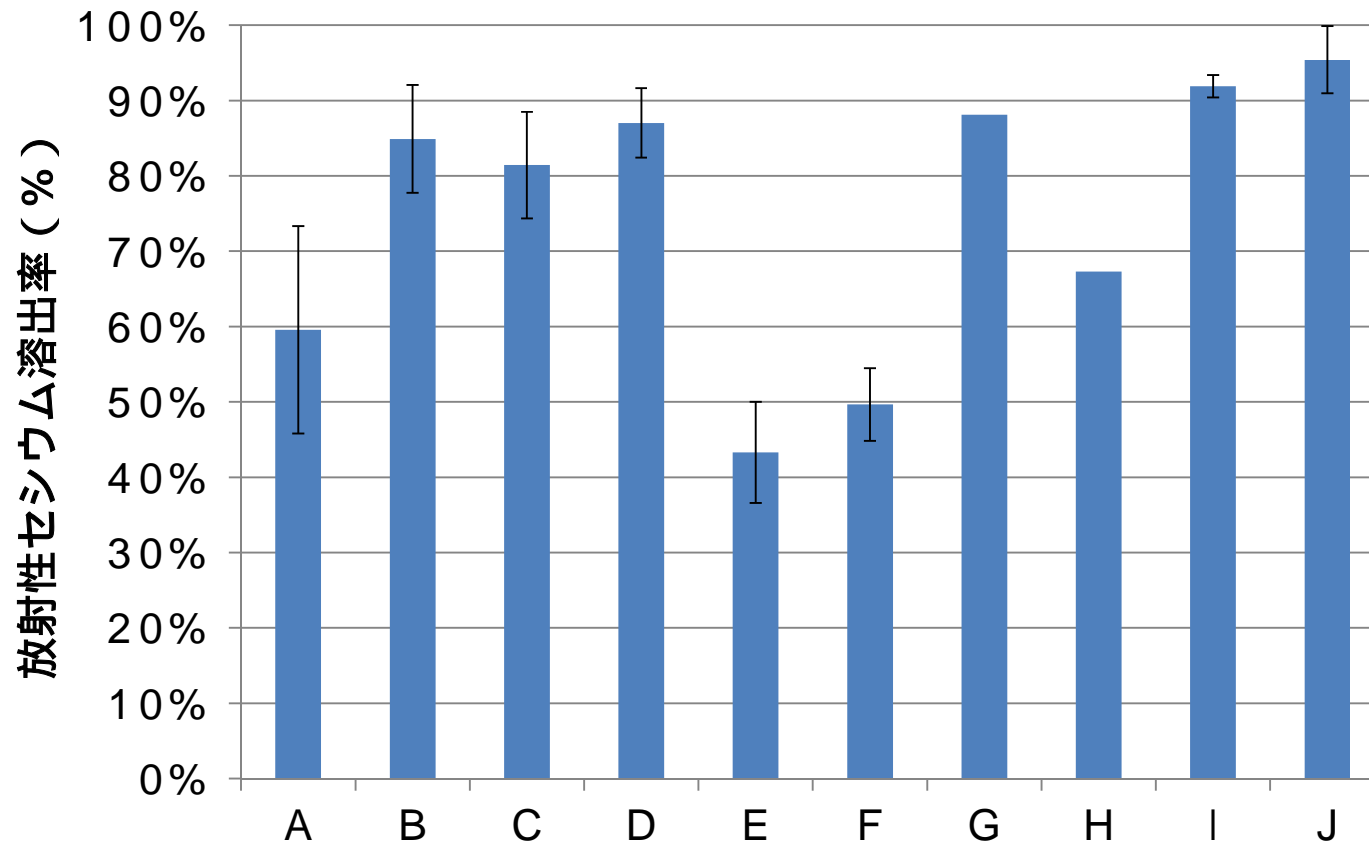


I施設



J施設

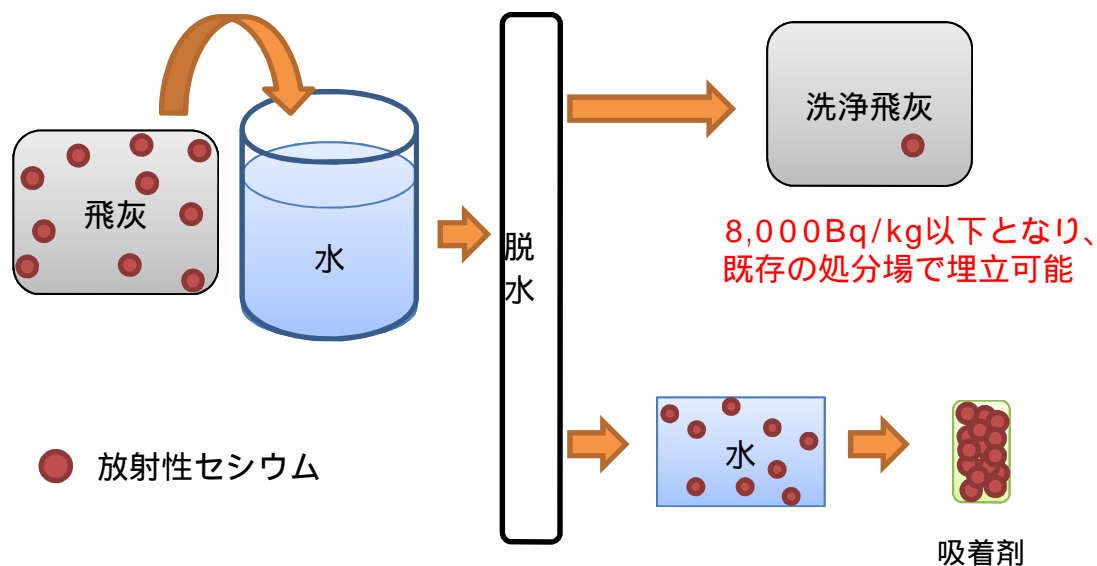
飛灰からの放射性セシウム溶出率



A : セメント処理

飛灰からの放射性セシウムの溶出性は高い (平均 : 75%)

飛灰洗浄技術の基本原則



飛灰を水で洗浄して放射性セシウムを除去し、吸着体に濃縮させる。

- 洗浄飛灰を埋立処分することにより、保管スペースを確保できる。
- 放射性セシウムを溶出性の低い吸着体に濃縮・保管できる。

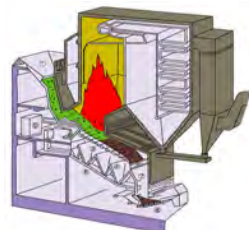
飛灰洗浄技術を適用した際の流れ



保管飛灰

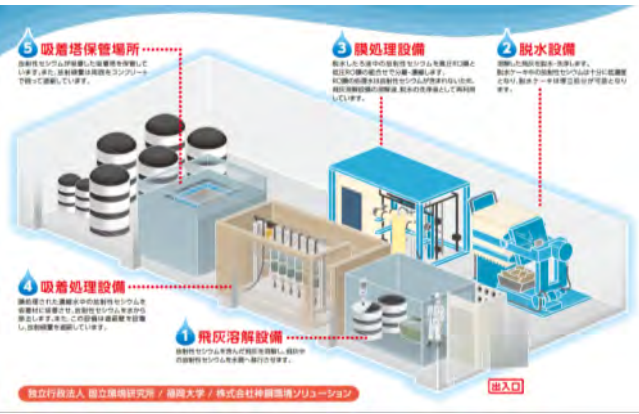


可燃性除染物



飛灰

出典：三菱重工環境・化学エンジニアリング㈱HPより



飛灰洗浄処理

数倍～千倍に濃縮

洗浄飛灰

放射性セシウム吸着体

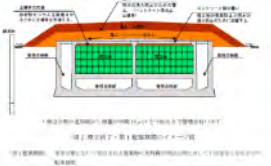


既存管理型処分場へ

遮へい保管



国の最終処分場へ



一般廃棄物焼却施設でのベンチ試験概要

ごみ焼却飛灰中の放射性物質の洗浄・除去設備

5 吸着塔保管場所

放射性セシウムが吸着した吸着塔を保管しています。また、放射線量は周囲をコンクリートで囲って遮蔽しています。

3 膜処理設備

脱水したる液中の放射性セシウムを高圧RO膜と低圧RO膜の組合せで分離・濃縮します。RO膜の処理水は放射性セシウムが含まれないため、飛灰溶解設備の溶解液、脱水の洗浄液として再利用しています。

2 脱水設備

溶解した飛灰を脱水・洗浄します。脱水ケーキ中の放射性セシウムは十分に低濃度となり、脱水ケーキは埋立処分が可能となります。

4 吸着処理設備

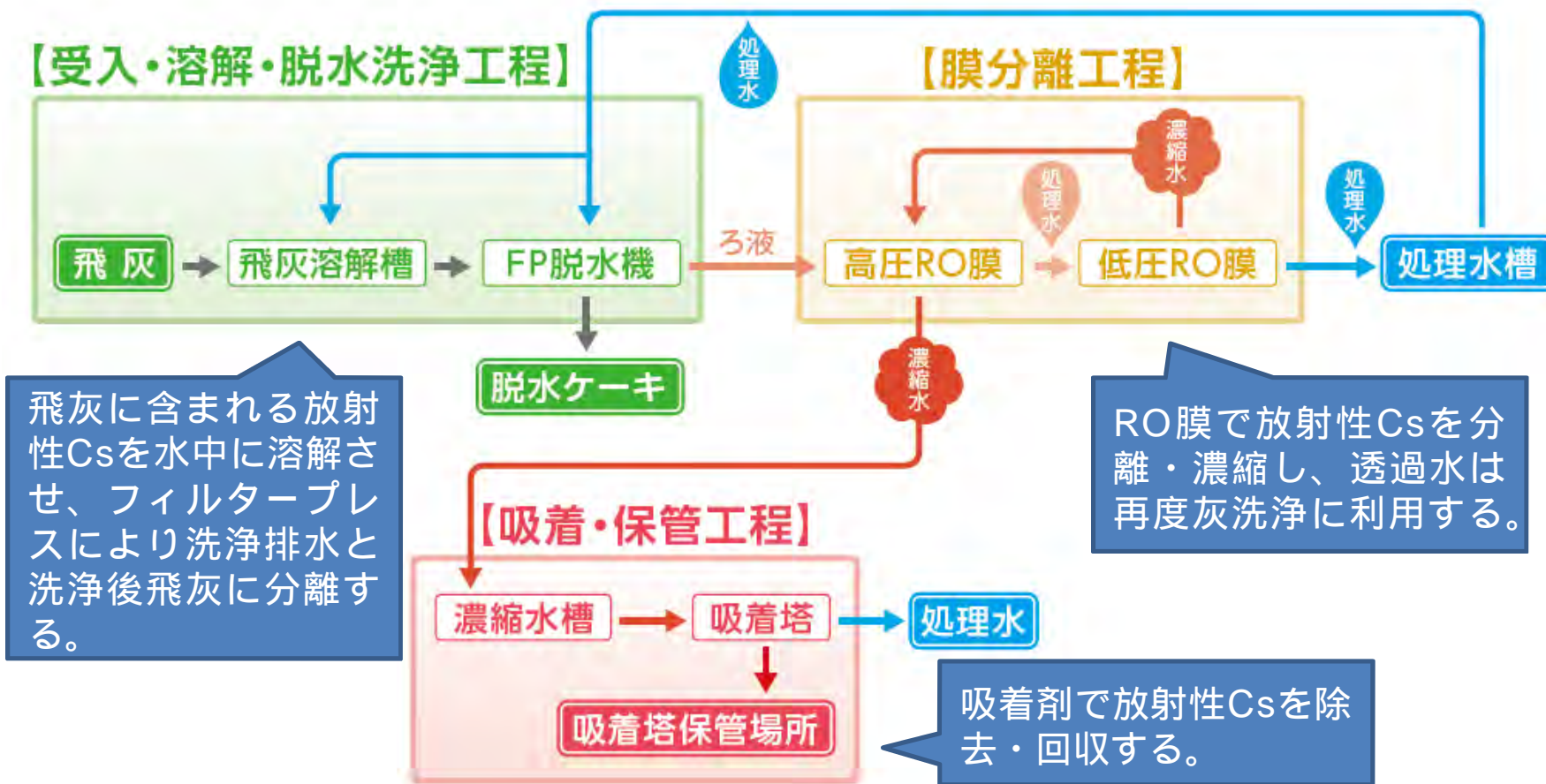
膜処理された濃縮水中の放射性セシウムを吸着材に吸着させ、放射性セシウムを水から除去します。また、この設備は遮蔽壁を設置し、放射線量を遮蔽しています。

1 飛灰溶解設備

放射性セシウムを含んだ飛灰を溶解し、飛灰中の放射性セシウムを水側へ移行させます。

出入口

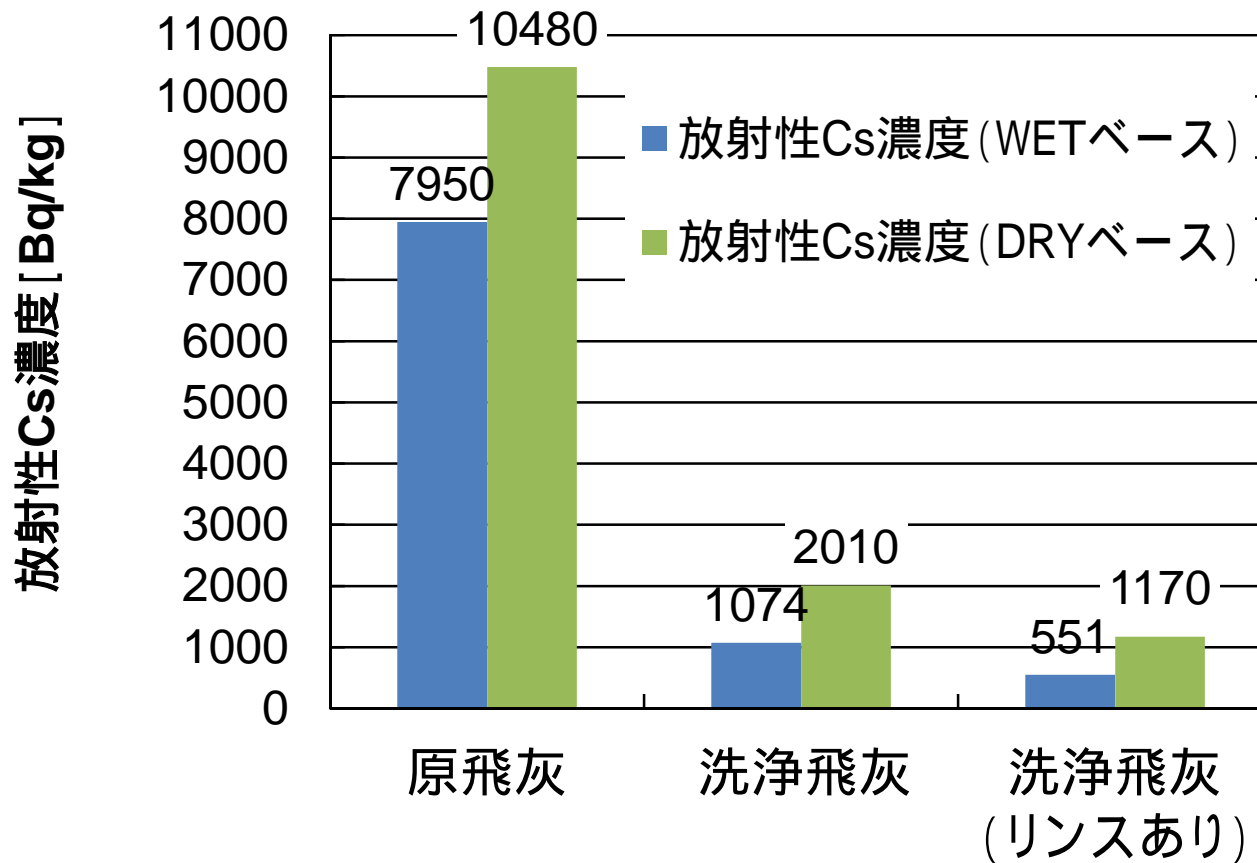
飛灰洗浄処理技術のフロー



【本技術のアドバンテージ】

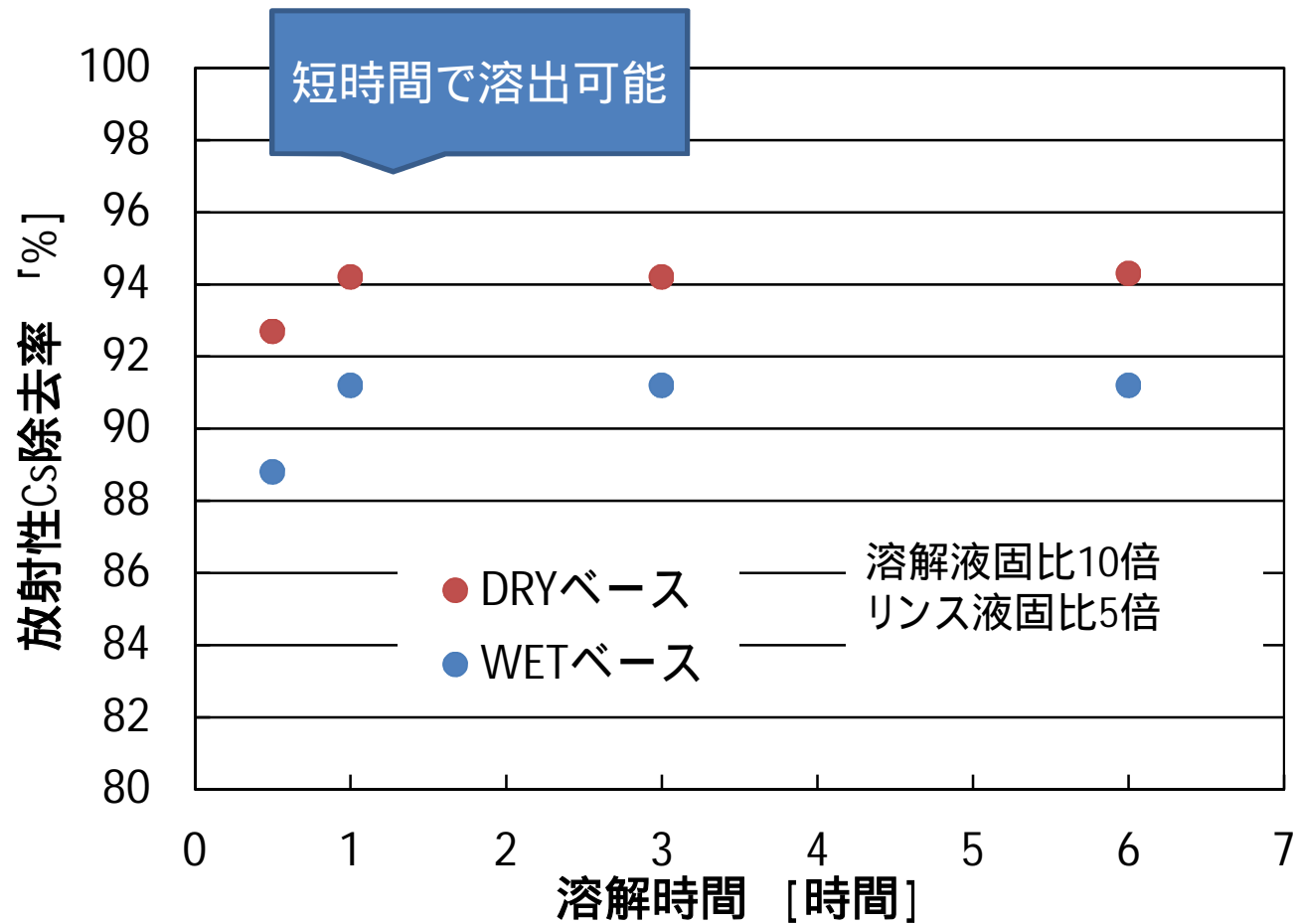
- RO膜の採用により高い液固比での水洗浄が可能であり、洗浄後飛灰の放射性Cs含有量・溶出性を大幅に低減できる。
- プルシアンブルー吸着剤（造粒）により処理水中の放射性Csを数Bq/L以下まで除去可能であり、かつ、高濃度に濃縮できる。

飛灰の洗浄効率



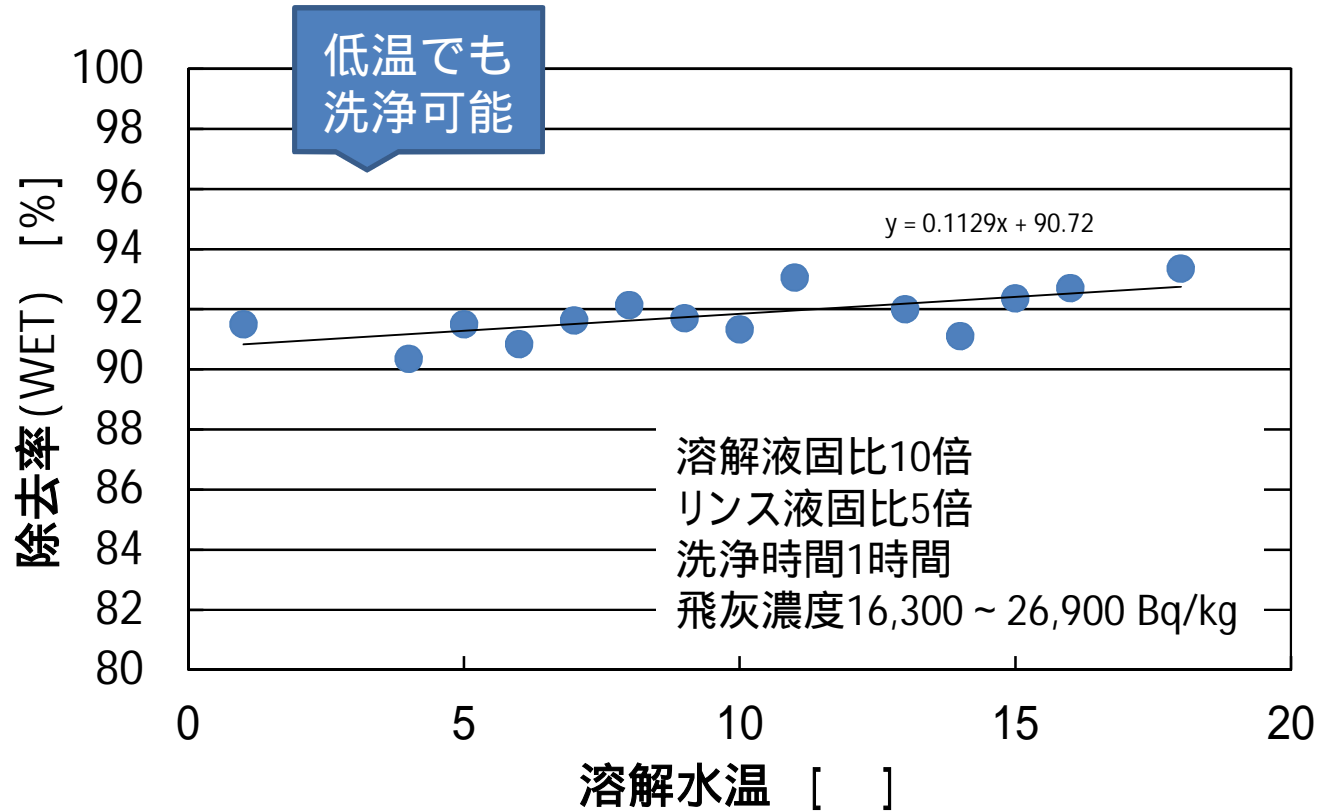
飛灰洗浄により、放射性セシウムを90%程度除去できた。

飛灰の洗浄効率に及ぼす時間の影響



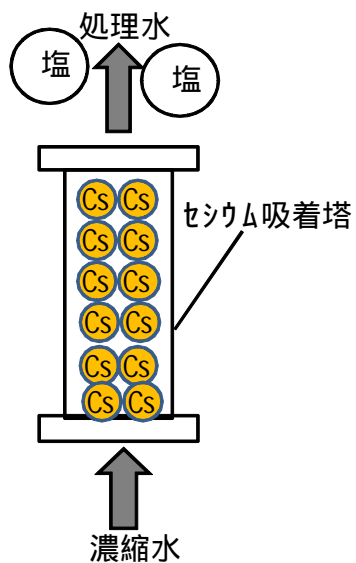
飛灰中の放射性セシウムは短時間で溶出する。

溶解水温が除去率に及ぼす影響



飛灰からの放射性セシウムの溶出は温度依存性が低く、低温でも洗浄できる。

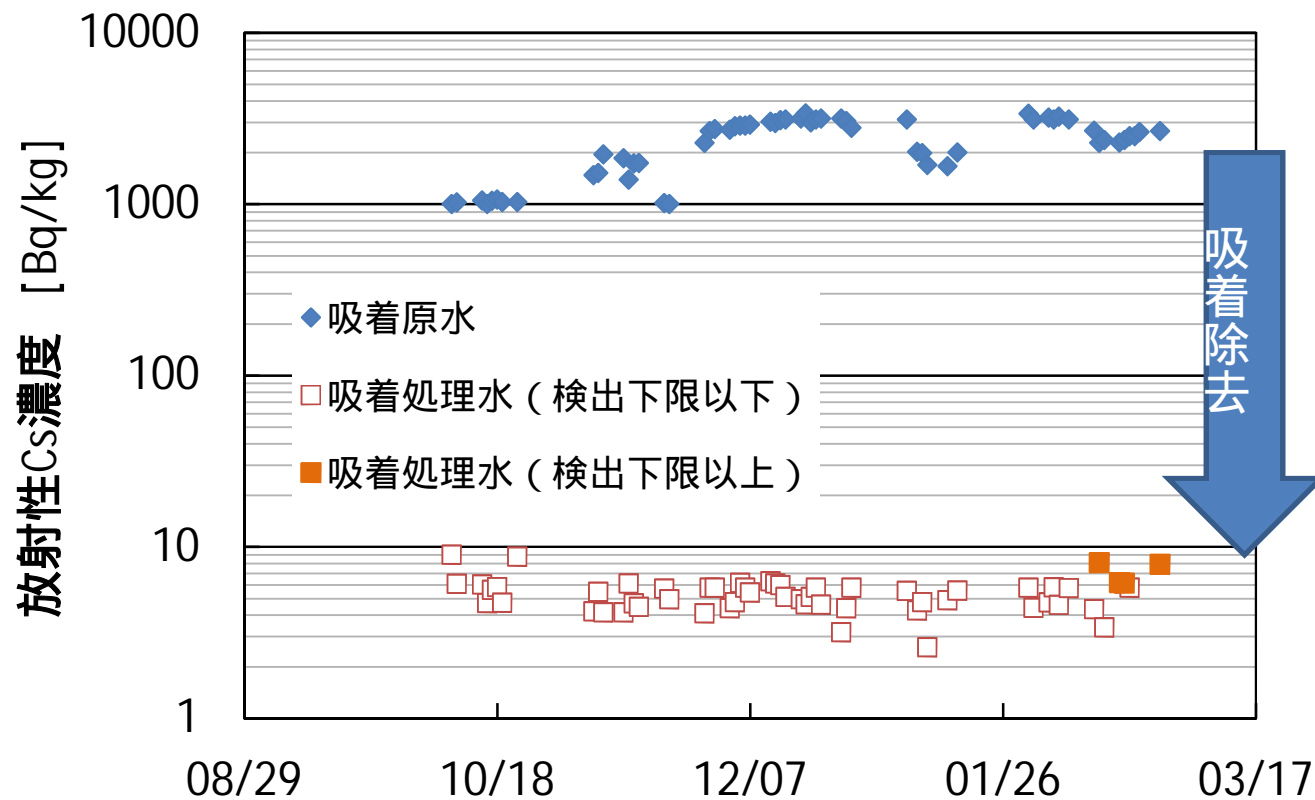
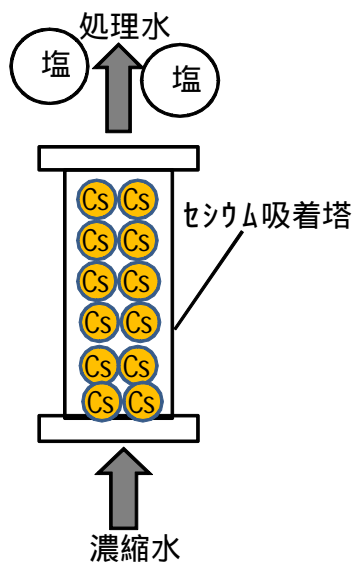
プルシアンブルー吸着剤による放射性Cs除去



プルシアンブルー吸着剤（粒状）

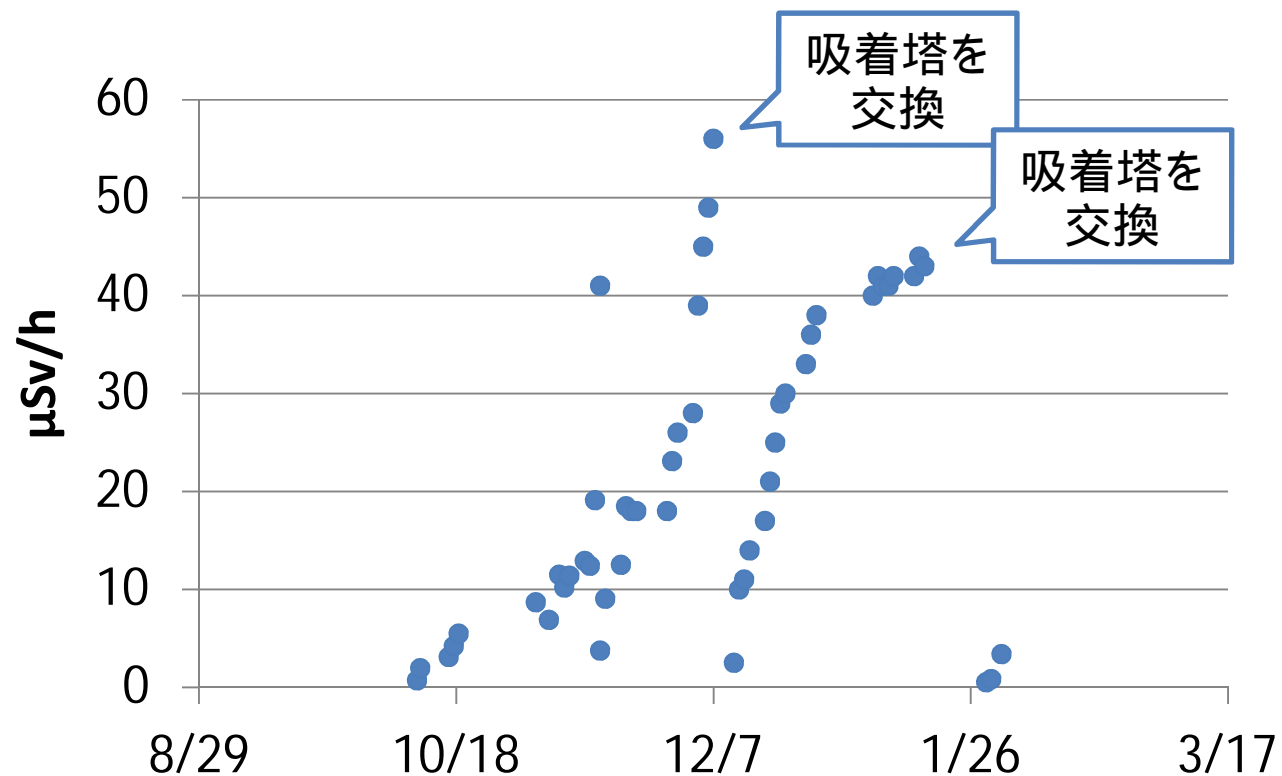
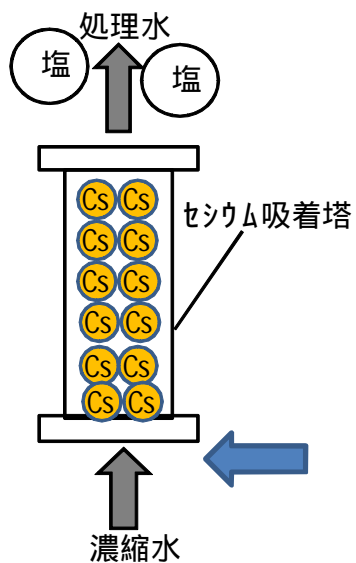
東亜合成（株）製造

プルシアンブルー吸着剤による放射性Cs除去



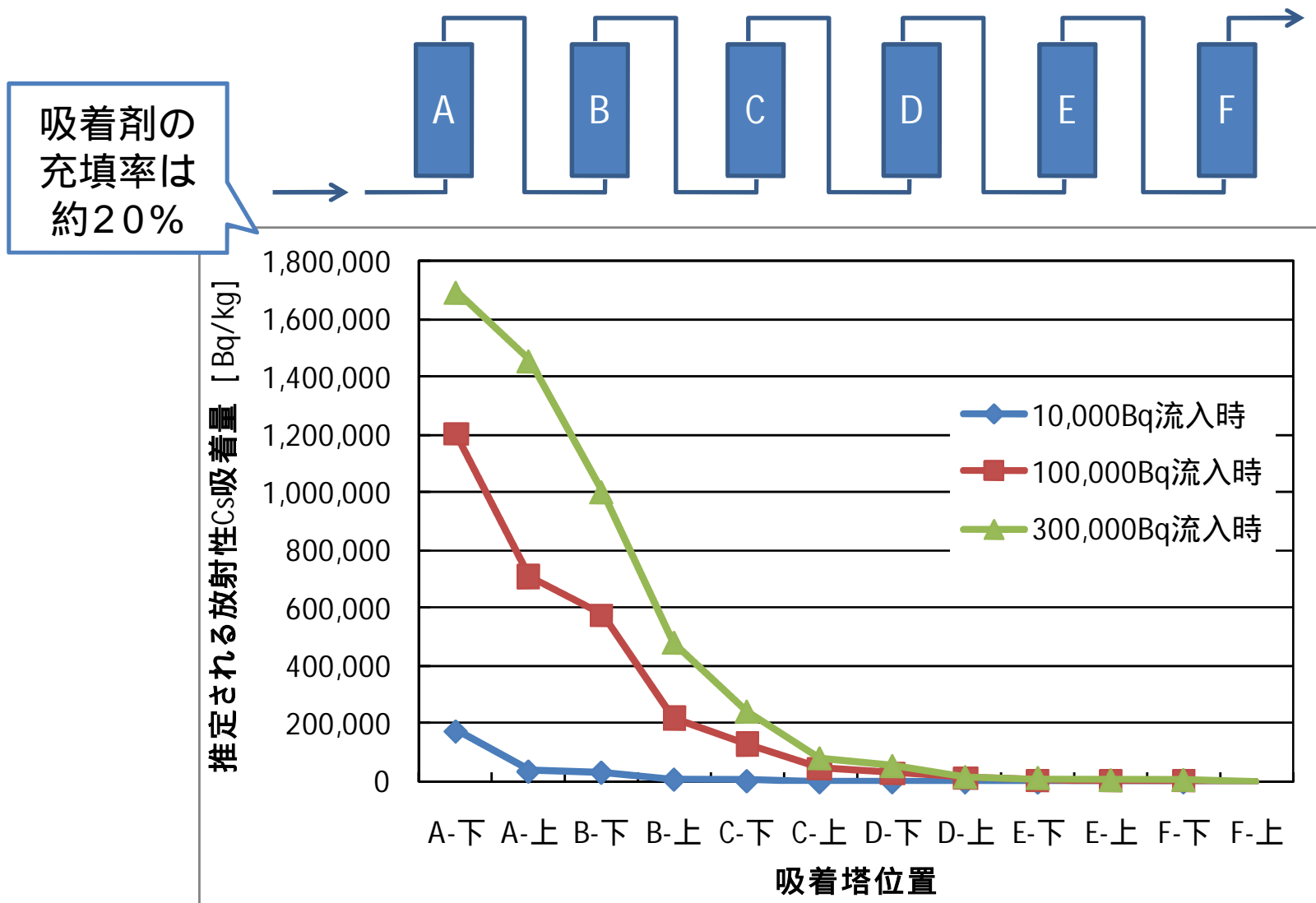
処理水の放射能濃度はNDレベルまで処理可能

吸着塔の表面線量率



表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) から内部の放射能濃度 (Bq/kg) を推定

放射性Cs吸着量の推定



A ~ Fの6塔の放射性Cs吸着状況を把握し、適宜、交換

ベンチ試験における物質収支の試算

< 仮定 >

飛灰: 20,000Bq/kg

吸着容量: 1,000万Bq/kg

固形物 75.4

水分 24.6

放射性Cs 100

重量割合

Bq割合

原飛灰

洗浄後飛灰

固化塩

廃吸着剤

固形物 53.2

水分 37.7

放射性Cs 9.8

固形物 22.2

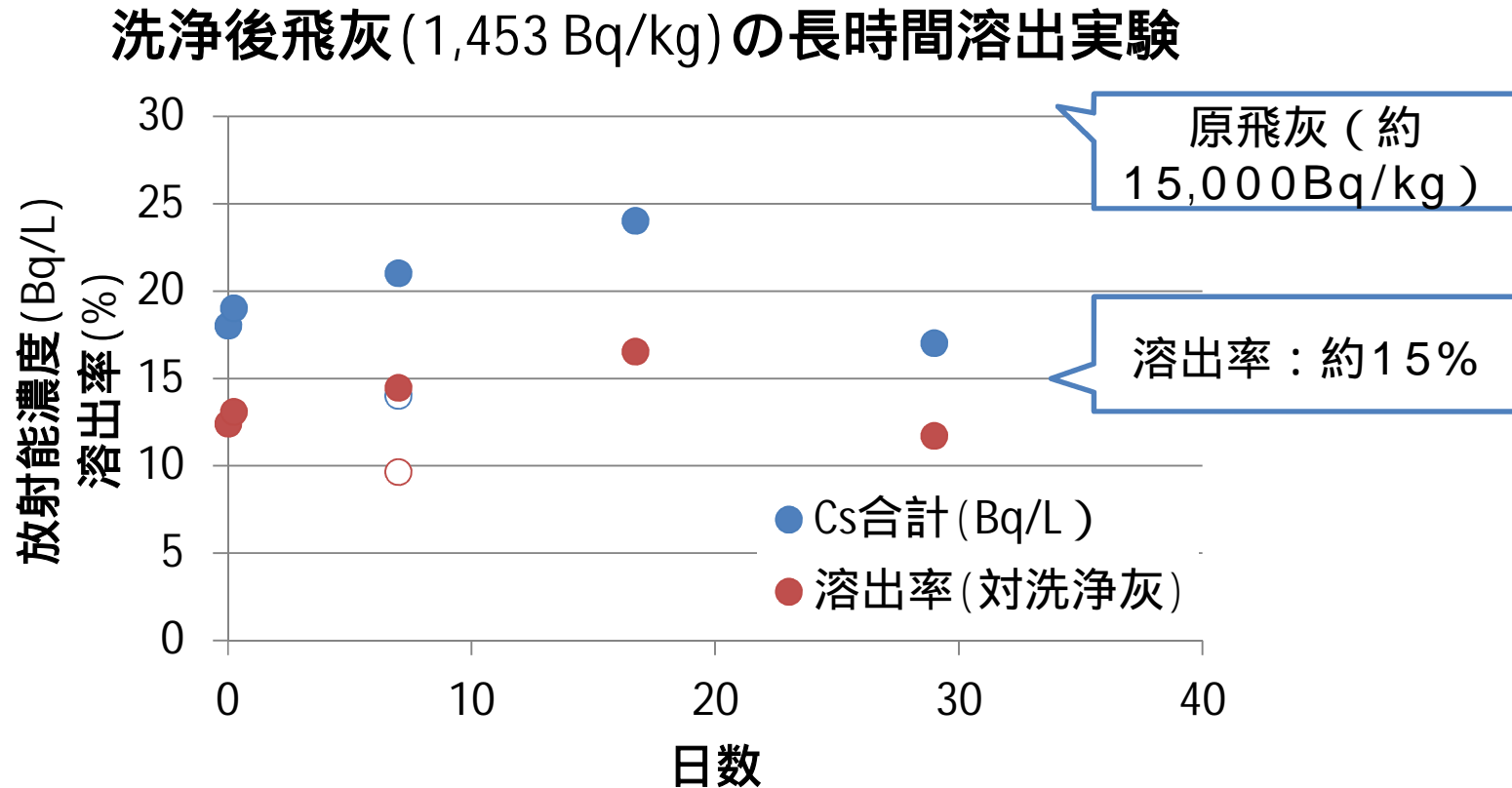
水分 0

放射性Cs ND

吸着剤 0.196

放射性Cs 90.2

洗浄後飛灰の溶出試験

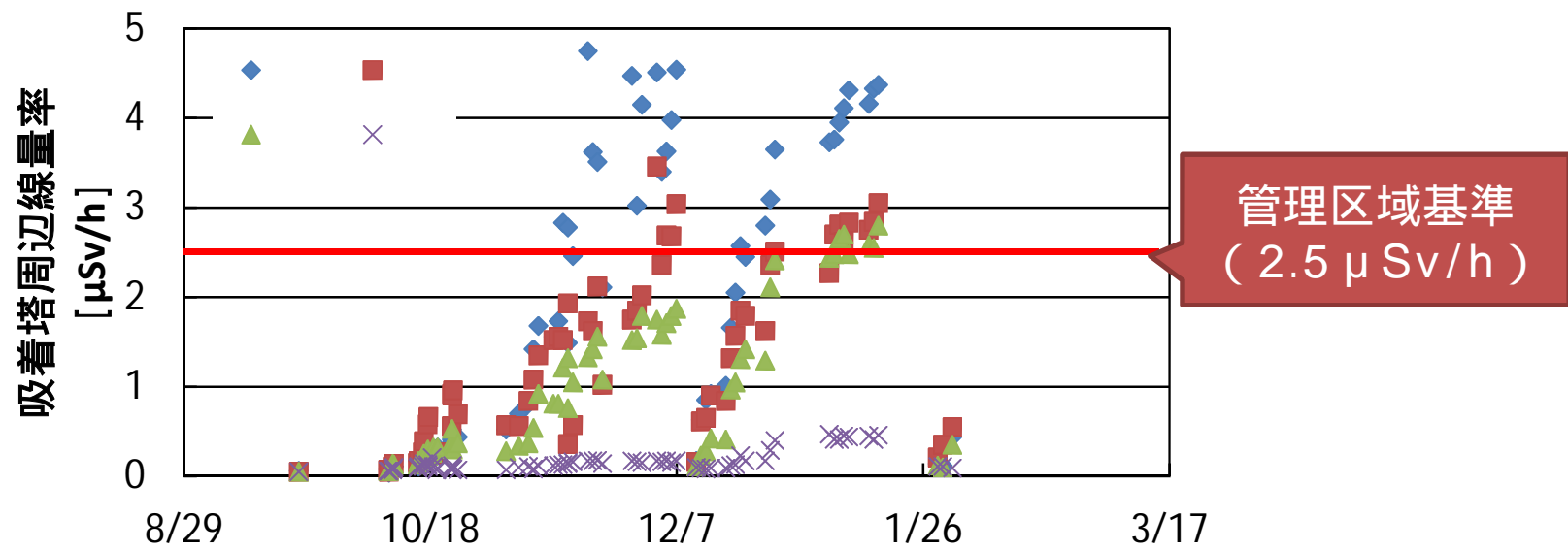
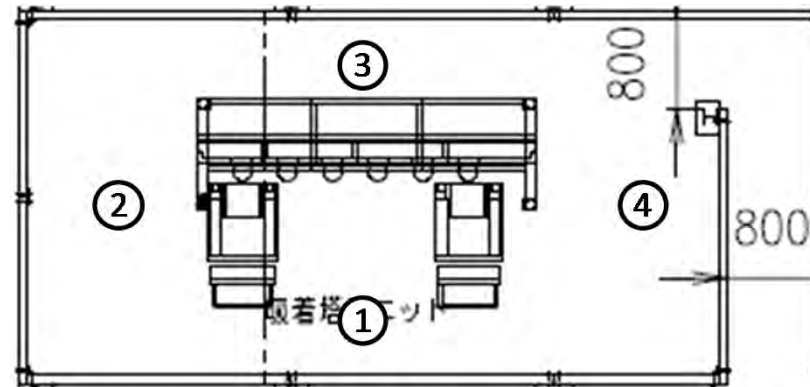


洗浄後の飛灰に残存する放射性セシウムの溶出濃度は低く、溶出率も15%程度に減少した。
(原飛灰の溶出率は約90%)

放射線管理

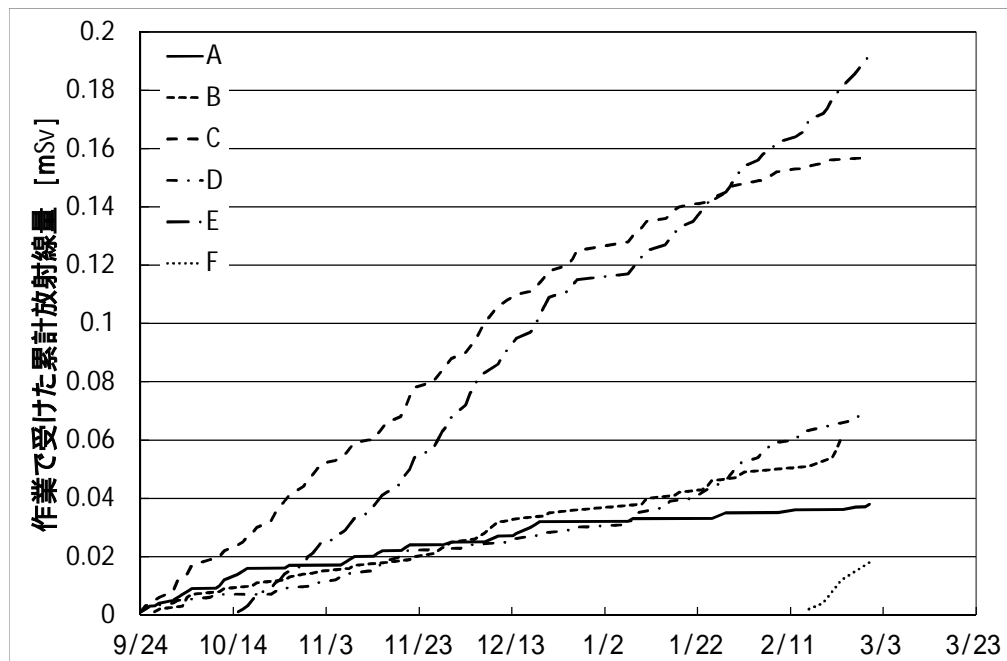
- 作業従事者の被ばくは0 ~ 2 μ Sv/日程度であり、1mSv/年を下回るレベル。
- 飛灰の受け入れ・溶解エリア（放射性物質取扱作業室相当）であっても、作業環境測定値は、ほぼBGレベル。
 - 床の拭き取り（スミアテスト）
 - 空気中の放射能濃度

吸着塔エリア（管理区域相当）の線量率



作業員の被ばく線量

作業員	主な作業内容	平均放射線量率
A	データ整理	0.048 μ Sv/h
B	作業環境測定、RO膜装置データ測定	0.157 μ Sv/h
C	吸着装置データ測定	0.206 μ Sv/h
D	作業環境測定、RO膜装置データ測定	0.162 μ Sv/h
E	飛灰溶解作業	0.265 μ Sv/h
F	吸着装置データ測定	0.225 μ Sv/h



飛灰洗浄技術のまとめ

- 飛灰洗浄による放射性Cs除去率は概ね90%以上であった。
- 洗浄後飛灰には10%程度残存したが、基準(8,000Bq/kg)を大きく下回り、放射性Csの溶出濃度・溶出性は著しく減少した。
- 洗浄排水中の放射性Csは、プルシアンブルーの吸着塔で除去・回収され、処理水中の放射性Cs濃度はND (<2Bq/L)であった。
- 一連のプロセスを通して、適切に放射線管理が可能であった。

その他の課題

- クリーンセンター等では排水できないケースが多いため、処理水の蒸発固化が必要。
 - 使用水量の削減
- 飛灰に含まれる重金属等の溶出に留意する必要がある。
 - 洗浄時にキレート剤やpH調整剤を添加
- 安全性を確保した上で、コストを最小化する必要がある。
 - 吸着塔以外の洗浄排水処理方法（凝集沈殿法、クラウンエーテルによるCs選択吸着・濃縮法、吸着・磁気分離法）の検討

今後の課題

- 現時点では二次廃棄物（廃吸着剤）の出口がないため、高濃度の放射性セシウムを含む二次廃棄物を厳重な遮へい容器で場内に一時保管する必要がある。
- 放射能濃度が高いため、一度保管したら開封は困難であるため、中間貯蔵および最終処分における廃棄体と保管形態・容器等の条件を整理しておく必要がある。

洗浄・水処理プロジェクト

H25研究計画概要

飛灰洗浄技術の開発

- 使用水量低減によるコスト削減の検討
- 飛灰洗浄における二次廃棄物の放射能濃度の制御技術を確立
- 地域の可燃性の除染廃棄物や農業系副産物等の焼却を考慮した全体計画
- 汚染廃棄物の発生量、焼却飛灰の放射能濃度の推移予測等を踏まえたシステム設計

浸出水等処理技術の開発

- 浸出水処理施設における放射性セシウム対策の準備について、技術的資料の作成

汚染廃棄物等処理への成果活用 / その他行政(国・自治体)への支援

成果活用：

熱的処理プロセスと飛灰洗浄技術の組み合わせによる地域除染や農業系汚染物の減容化及び放射性セシウムの濃縮回収技術実用化

行政支援：

保管飛灰の処理、最終処分や中間貯蔵施設における適用、技術基準・ガイドラインへの反映