

県外最終処分に向けたシナリオ評価と技術システムの構築

国立環境研究所 ○三成 映理子, 山田 一夫, 遠藤 和人

本研究では、福島第一原発事故で発生した除去土壌・廃棄物の県外最終処分に向け、複数の減容化シナリオを設定し、発生物量・安全性を総合的に評価した。Comsolによる浸出水濃度解析の結果、いずれも¹³⁷Cs濃度が放流水基準(90 Bq/L)を下回り、安全性が確認された。

高度減容化により廃棄物量の削減効果が減容率・安全性の両面で有効と示唆された。本手法は、今後の県外最終処分システム設計における安全評価の有効な枠組みを提供する。

研究背景・目的

□ 県外最終処分に向けた取組と課題^[1,2]

- 戰略目標: 減容化基盤技術開発完了(2024年度)
- 県外最終処分に向けた個別プロセスの多様化
- 効率的かつ低コストな技術の組みせを意識
- 県外最終処分に向けたシナリオ評価を実施し、
処分影響の定量的評価が必要

研究の着眼点と目的

減容化技術の選択と県外最終処分場の施設成立性の関係を整理することで国民の理解醸成に貢献

- ✓ 溶融処理後の熱処理飛灰に着目
- ✓ 複数の減容化技術シナリオ・処分システムの構築
- ✓ 選択する技術の組合せに応じてパラメータを設定
⇒ 処分システムの処分施設下部層(評価点)における浸出水/漏洩水のCs濃度の評価を行い、システム全体の安全性について議論を行う

結果および考察

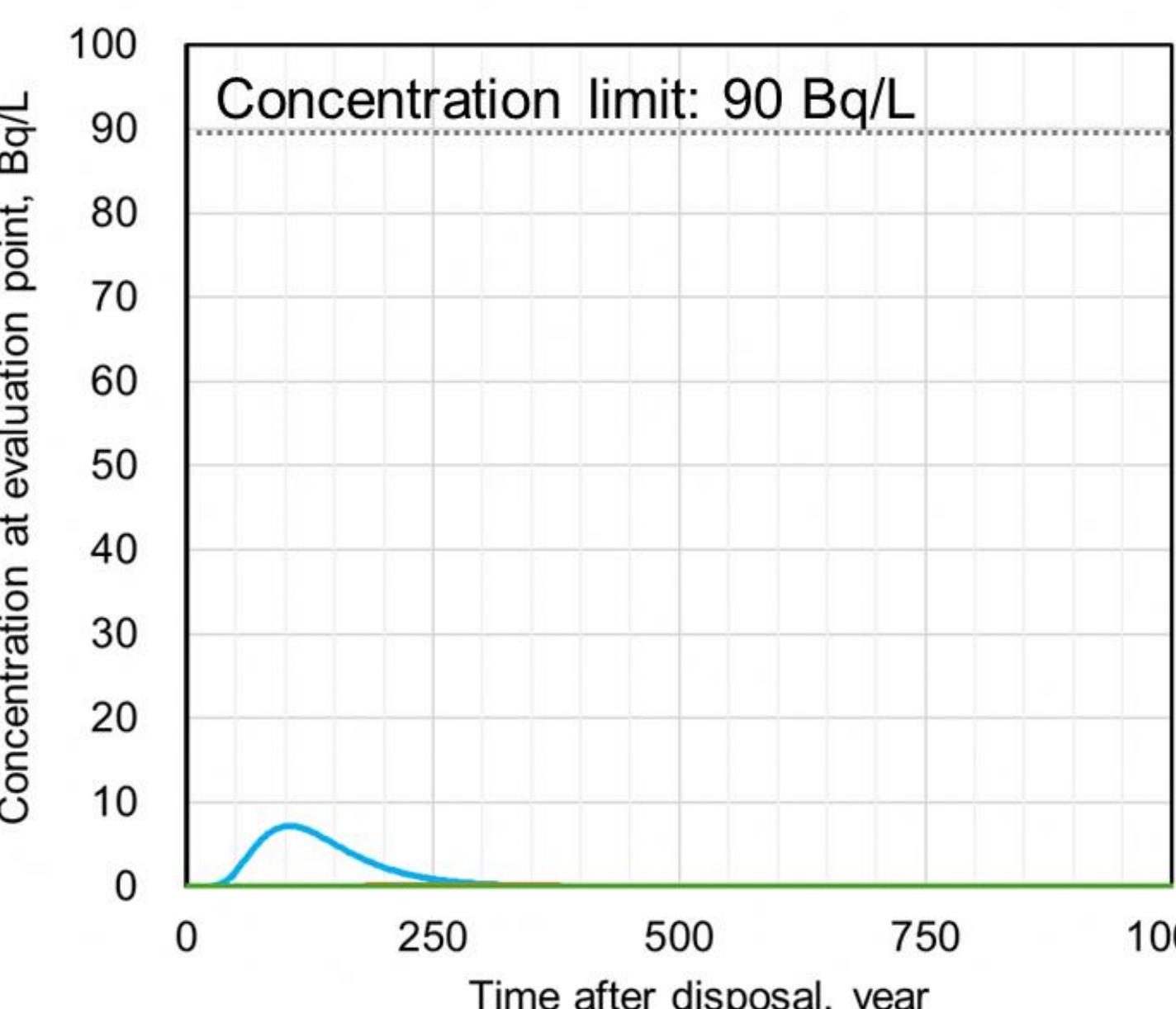


図1 評価点における浸出水の経時変化(計算例)累積溶出率1%

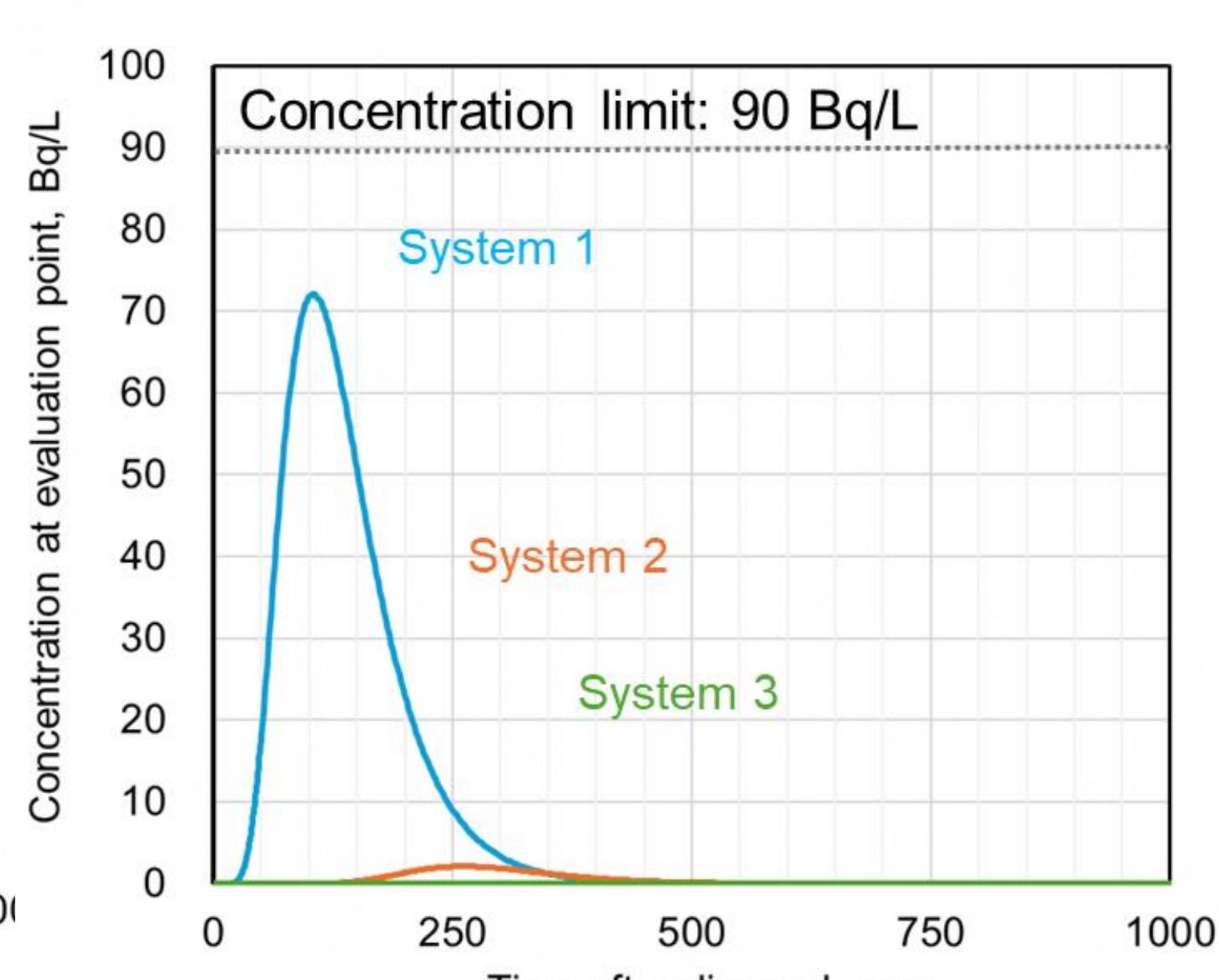


図2 評価点における浸出水の経時変化(計算例)累積溶出率10%

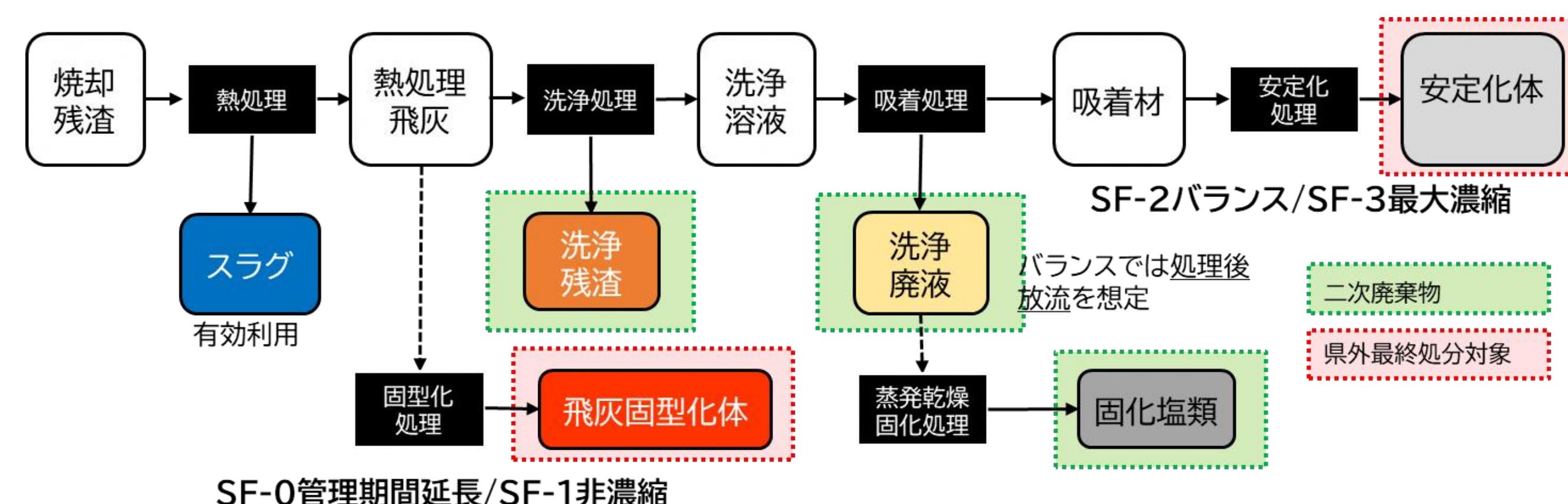
図.	シナリオ	溶出率	Kd	Max.	Time
#		%	ml/g	Bq/L	Year
1	NC	1	4	7.21	104
	Balance	1	100	2.10×10^{-1}	260
	MC	1	1000	3.56×10^{-8}	682
2	NC	10	4	7.21×10^1	104
	Balance	10	100	2.10	260
	MC	10	1000	3.56×10^{-7}	682

- 処分システムとしての安全性確保は当然ながら、安定化体からの溶出特性、間詰材や鉄筋コンクリートといった構造体などのCs吸着性も考慮し、柔軟かつ合理的なシステムを設計する必要がある
- 処分システムの安全性は、少なくとも処分場内で濃度制限を満足すること、浸出水の流出を防ぐ(水との接触を避ける)ことが重要
- 上記処分システムを提案するためには、本研究の浸出水による評価手法は有効である

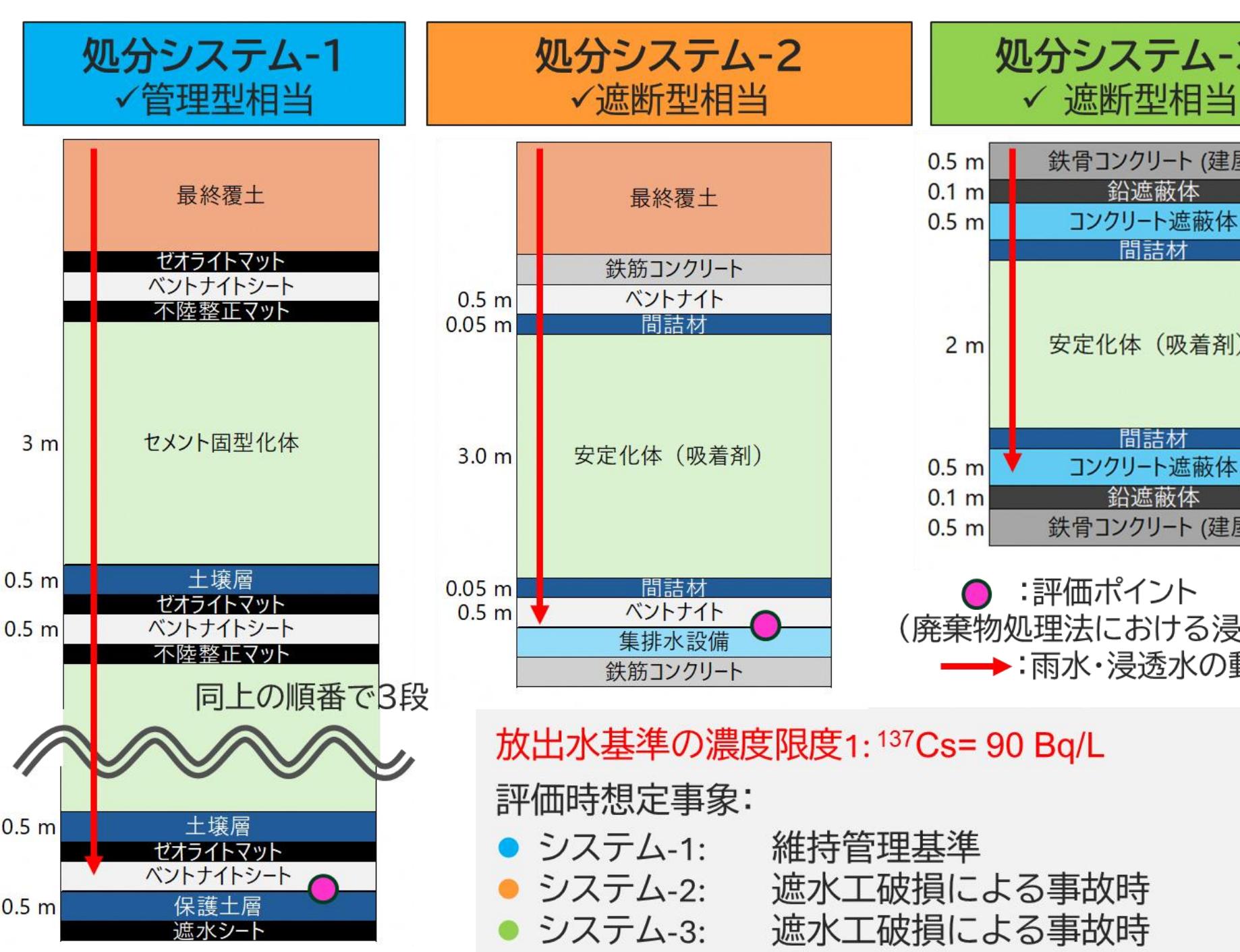
研究手法

□ 評価シナリオの設定

- 非濃縮(SF-1): 熱処理直後直ちに熱処理飛灰固化化
- バランス(SF-2)/最大濃縮(SF-3): 選択する吸着剤や安定化方法の違いにより濃度・発生量が異なる



□ 処分システムおよび入力パラメータ



計算ツール: Comsol Multiphysics® v. 6.1
分配係数、浸透水量、溶出率等は暫定値を設定)
東京電力福島第一原子力発電所事故による汚染において、主たる放射性核種は¹³⁴Csと¹³⁷Csだが、本検討では時間経過と共に大部分を占める¹³⁷Csのみを対象とする^[3]

項目	単位	NC (System 1)	Balance (System 2)	MC (System 3)
放射性Cs濃度	Bq/kg	9万	2,000万	7臆
分配係数	ml/g	0	—	—
固型化体	ml/g	—	0	0
安定化体	ml/g	—	100	—
土壤	ml/g	4	100	—
間詰材	ml/g	—	1,000	1,000/2,000/3,000
ペントナイト	4/100/500	100/500/1,000	—	—
コンクリート遮蔽体	ml/g	—	—	500
降雨浸透量	mm/year	3	3	3
50年~	mm/year	15	15	15
溶出率	%	1/5/10	1/5/10	1/5/10
固型化体	m ² /s	2×10 ⁻⁹	2×10 ⁻⁹	2×10 ⁻⁹
安定化体	m ² /s	—	2×10 ⁻⁹	2×10 ⁻⁹
土壤	m ² /s	2×10 ⁻⁹	2×10 ⁻⁹	2×10 ⁻⁹
間詰材	m ² /s	—	—	1×10 ⁻⁹
コンクリート遮蔽体	m ² /s	—	—	—
縦分散長	—	0.1	0.1	0.1
横分散長	—	0.01	0.01	0.01
固型化体	kg/m ³	1,000	—	—
安定化体	kg/m ³	—	1,000	1,000
土壤	kg/m ³	1,500	1,500	—
間詰材	kg/m ³	—	1,000	1,000
コンクリート遮蔽体	kg/m ³	—	—	2,500
乾燥密度	—	0.4	—	—
土壤	—	0.4	0.4	—
間詰材	—	0.4	0.4	—
コンクリート遮蔽体	—	—	—	0.4
間隙率	—	—	—	—

□ まとめ

Scenario	Elution Rate	Kd	Cs (¹³⁷ Cs) concentration	Disposal footprint	Water Treatment Facility	Max.	Time
	%	ml/g	Bq/kg	m ²	-	Bq/L	Year
NC (System 1)	10	4	90,000	10,000	With	7.21×10^1	104
Balance (System 2)	10	100	20 million	150	Without	2.10	260
MC (System 3)	10	1000	700 million	16	Without	3.56×10^{-7}	682

本研究は、環境省・(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF22S20910)により実施した

参考文献: (1) 環境省、中間貯蔵施設情報サイト、県外最終処分に向けた取組 (2) 環境省、放射性物質汚染廃棄物処理情報サイト、福島における取組、福島県内の汚染廃棄物の処理フロー (3) 環境省、放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料(令和6年度版)WEB版、<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/current/kisoshiryohtml.html> (参照 2025年8月19日) (3) 三成映理子、山田一夫、遠藤和人、複数の減容技術シナリオにおける処分システムの安全性の検討、13回環境放射能除染学会発表会要旨集(2024)、P1-14、56