



環境動態評価の まちづくりへの反映 (成果報告)

青野 辰雄
(エフレイ 放射生態学ユニットリーダー)

環境動態研究に係る部分の既存施設の統合に向けて

2



国立環境研究所 (NIES)
福島地域協働研究拠点 (三春町)

河川流域データ蓄積とモデル開発

環境動態評価



放射生態学ユニット



森林内放射性セシウム循環モデルの開発
人間活動の影響評価手法の確立

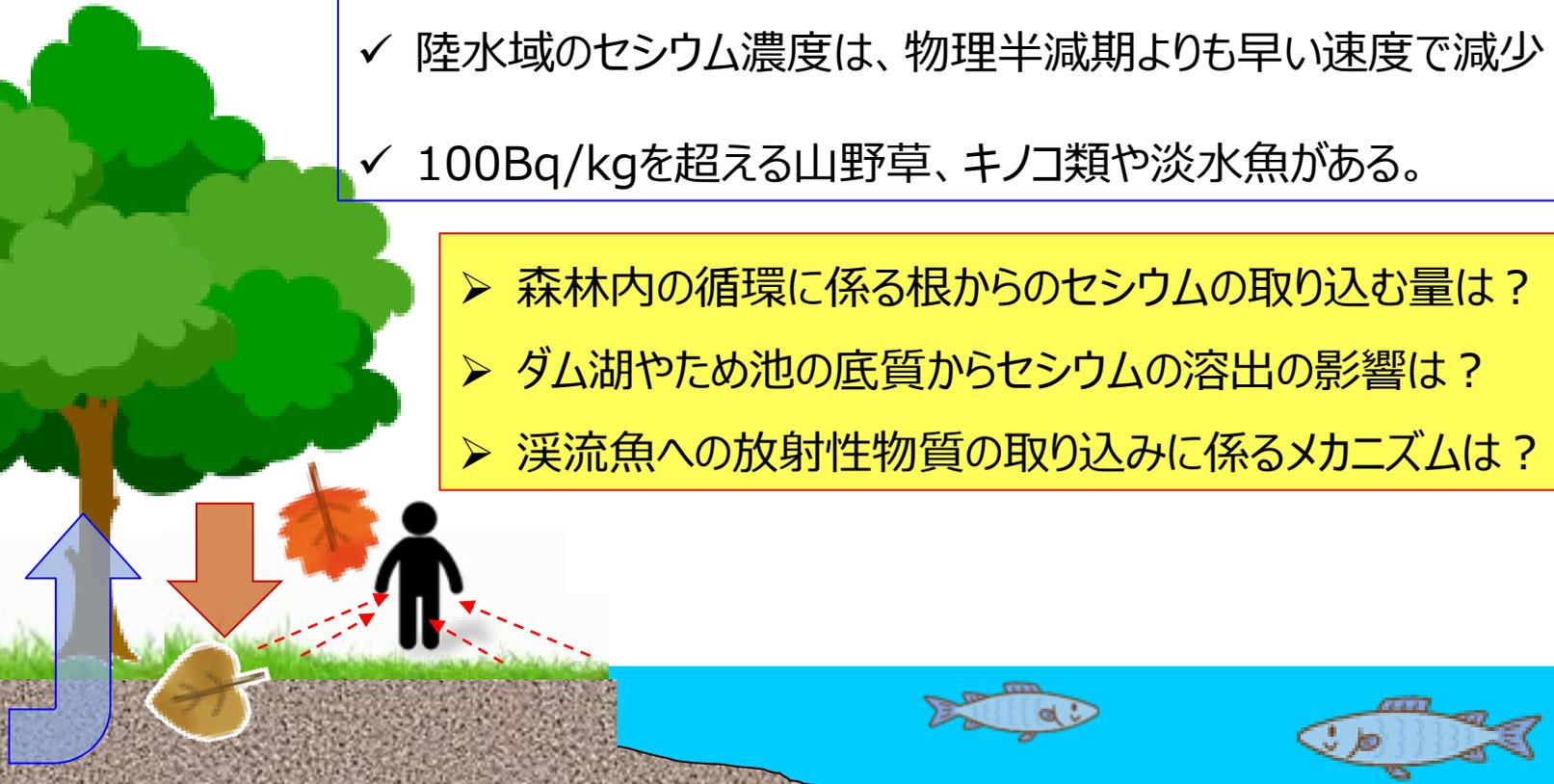
日本原子力研究開発機構 (JAEA)
廃炉環境国際共同研究センター (CLADS)
(三春町)

これまでの知見と福島環境に残る課題

3

- ✓ 森林のセシウムは森林地表面に98%、樹木に2%程度
- ✓ 陸水域のセシウム濃度は、物理半減期よりも早い速度で減少
- ✓ 100Bq/kgを超える山野草、キノコ類や淡水魚がある。

- 森林内の循環に係る根からのセシウムの取り込む量は？
- ダム湖やため池の底質からセシウムの溶出の影響は？
- 溪流魚への放射性物質の取り込みに係るメカニズムは？

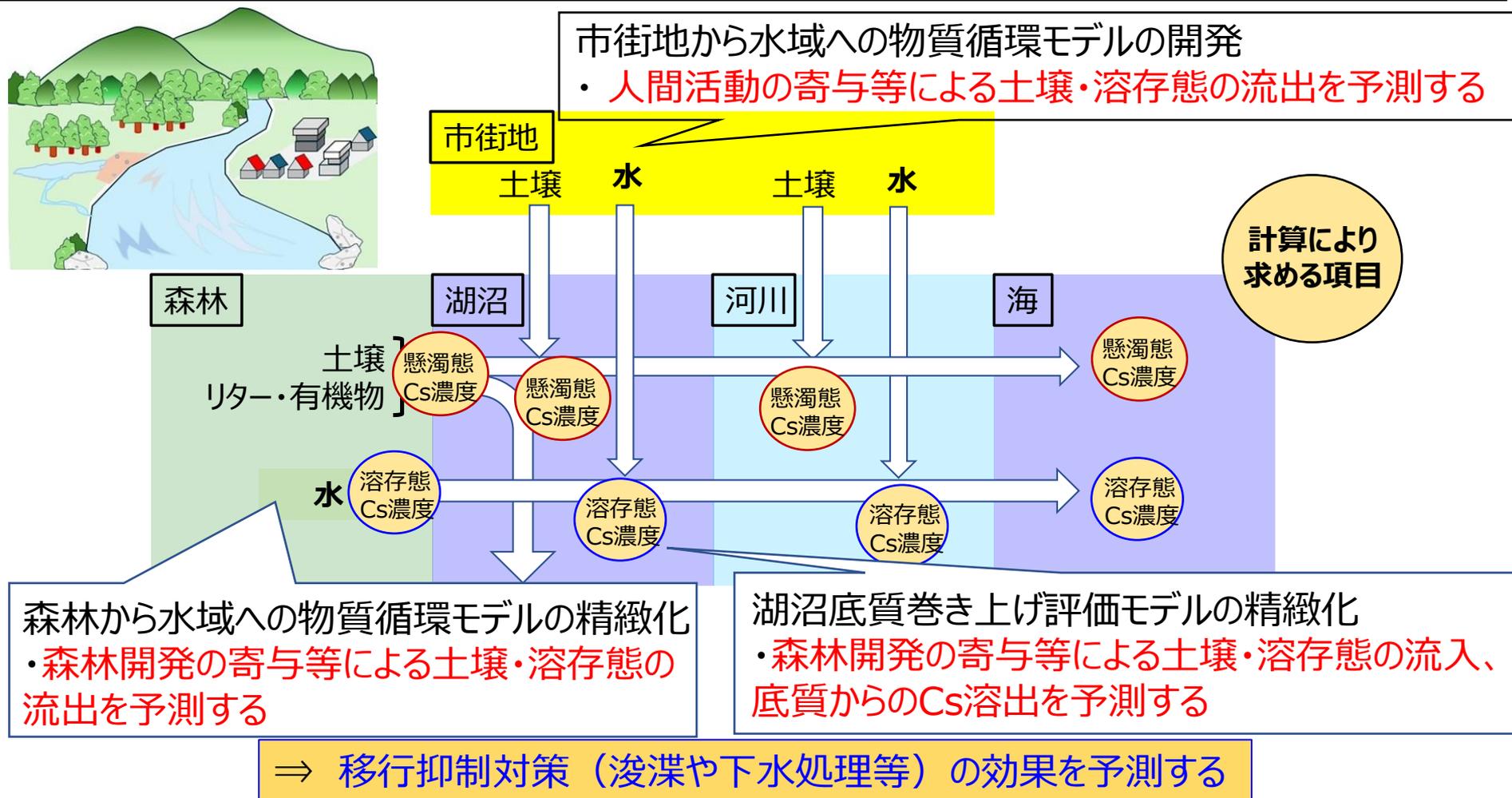


今後の課題

- 高いセシウム濃度を示す原因となっているその移行や保持メカニズムの解明
⇒ 将来のセシウム濃度を予測するシミュレーションツールの精緻化

環境動態評価の研究開発の目標とする成果

森林での放射性物質の循環を経た河川流域での移動と生態系への影響の調査や評価を踏まえ、(住民帰還等に伴う)人間活動が及ぼす影響と移行抑制対策の効果に関わる評価に着目した取組により、**住民の不安・懸念に応え、まちづくりに貢献**



環境動態評価を活かしたまちづくりの取組

活力あるまちづくりへの反映

新たなコミュニティの形成
(研究者・専門家の積極的参加)

住民の不安・懸念
の解消

研究成果に基づく住民とのコミュニケーション

環境動態・社会科学分野
研究者・専門家

住民

住民

放射性物質が移動しない方法は？

知識のデータベース

環境動態評価

人間活動の影響

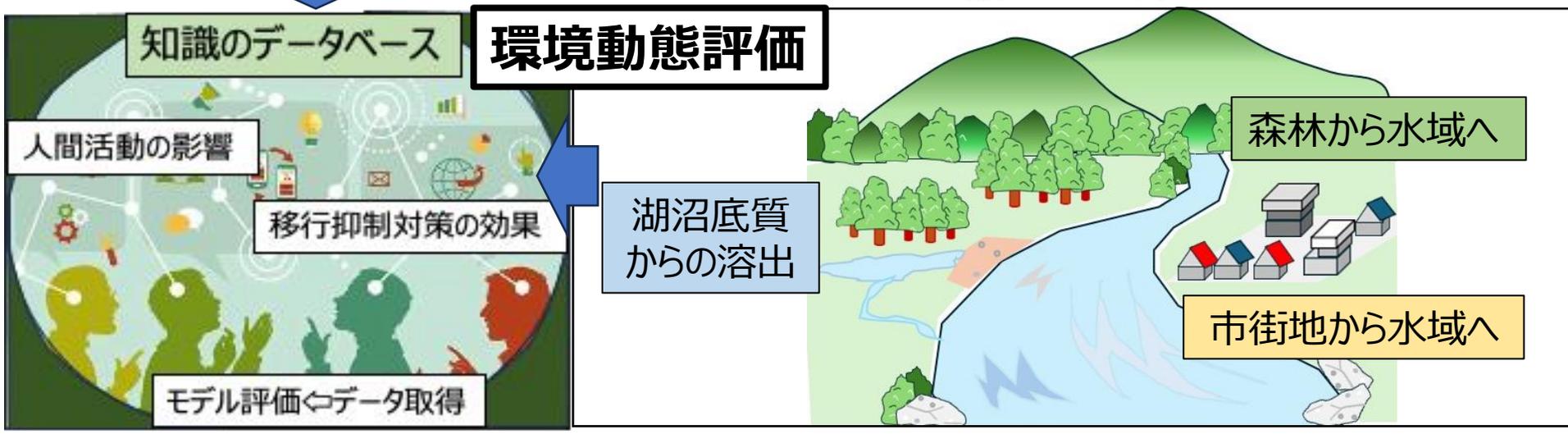
移行抑制対策の効果

モデル評価⇄データ取得

湖沼底質
からの溶出

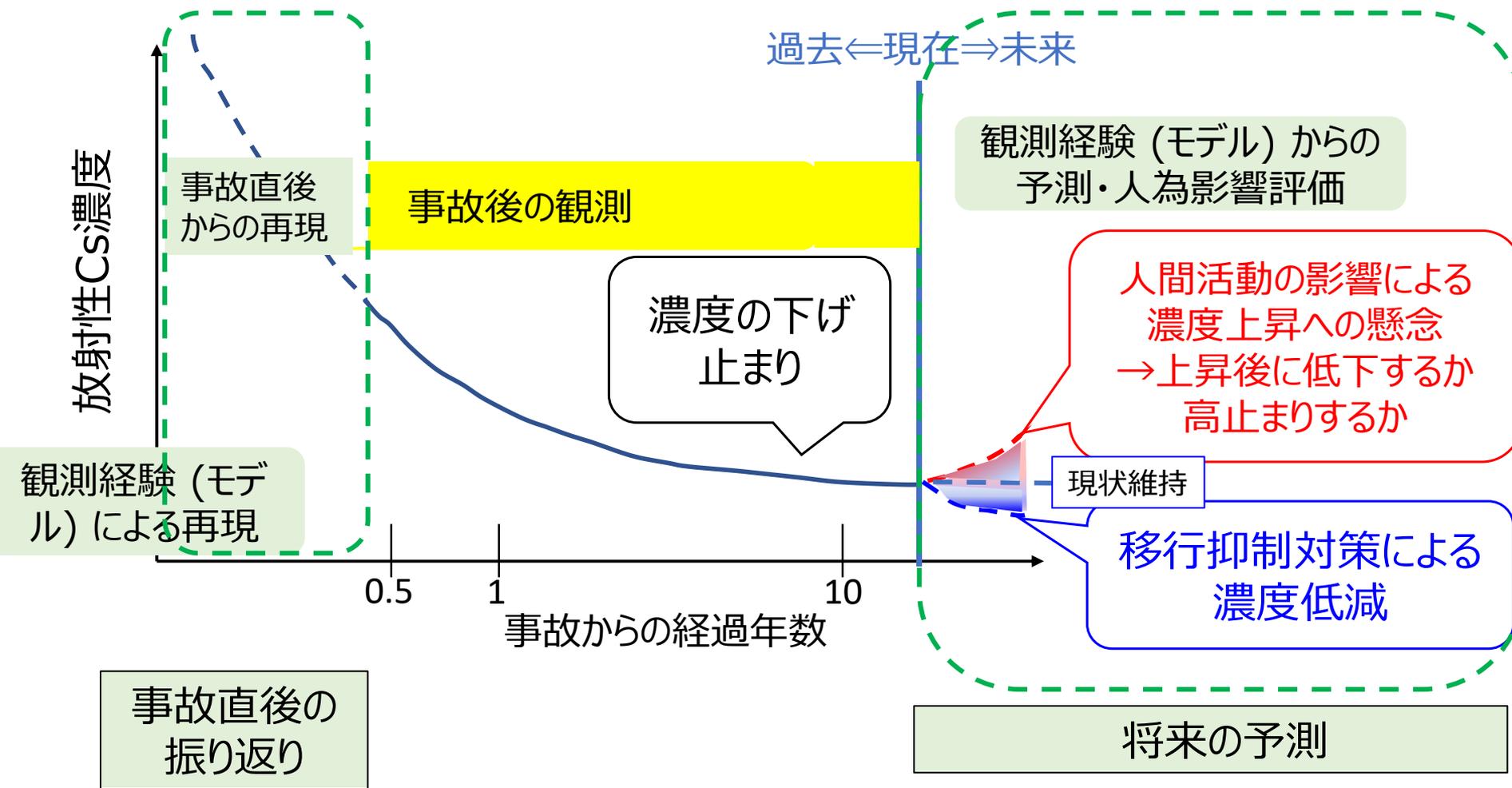
森林から水域へ

市街地から水域へ



人間活動の影響、移行抑制対策の効果の予測

避難解除に伴う人間活動の影響や移行抑制対策による陸水域でのセシウム濃度の変化とそれに伴う空間線量率や山菜、キノコ、淡水魚等のセシウム濃度への影響の解明が必要



過去←現在⇒未来

放射性Cs濃度

事故直後からの再現

事故後の観測

濃度の下げ止まり

観測経験 (モデル) からの予測・人為影響評価

人間活動の影響による濃度上昇への懸念 → 上昇後に低下するか 高止まりするか

観測経験 (モデル) による再現

現状維持

移行抑制対策による濃度低減

0.5 1 10

事故からの経過年数

事故直後の振り返り

将来の予測

環境動態評価研究の手法

森林での放射性物質の循環、河川流域での放射性物質の移動を介した生態系への移行の理解やモデル化に向けて

- ✓ リアルなデータの取得が可能 (ビックデータが生み出される)
- ✓ 要因が複雑で特定が難しい。



野外調査



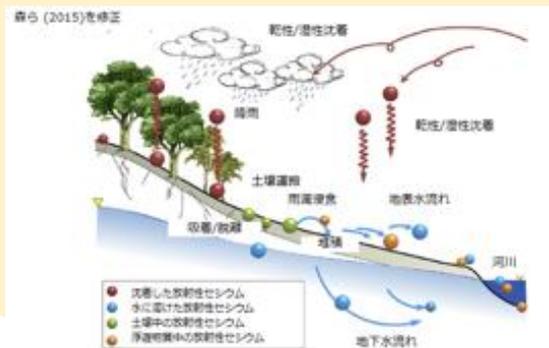
分析

モデル/解析

室内試験

- ✓ 野外調査で環境中で観測された傾向の支配的な条件の推定

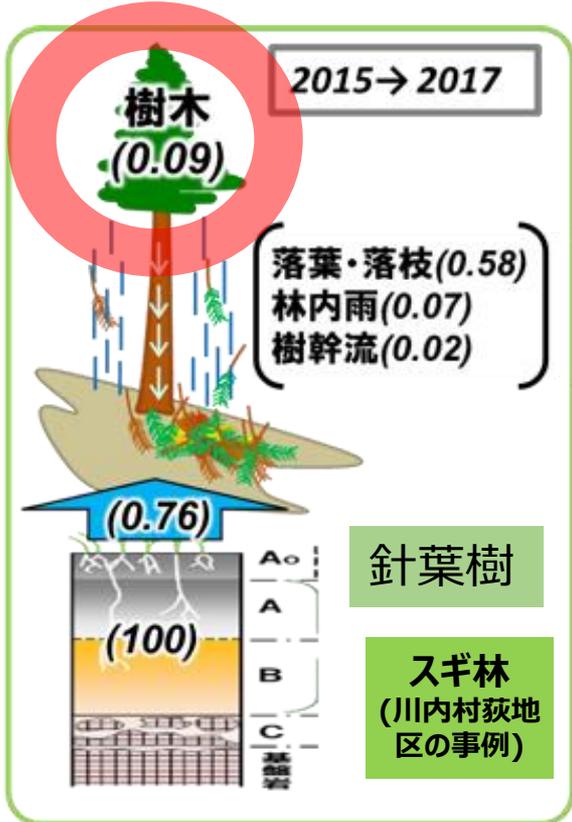
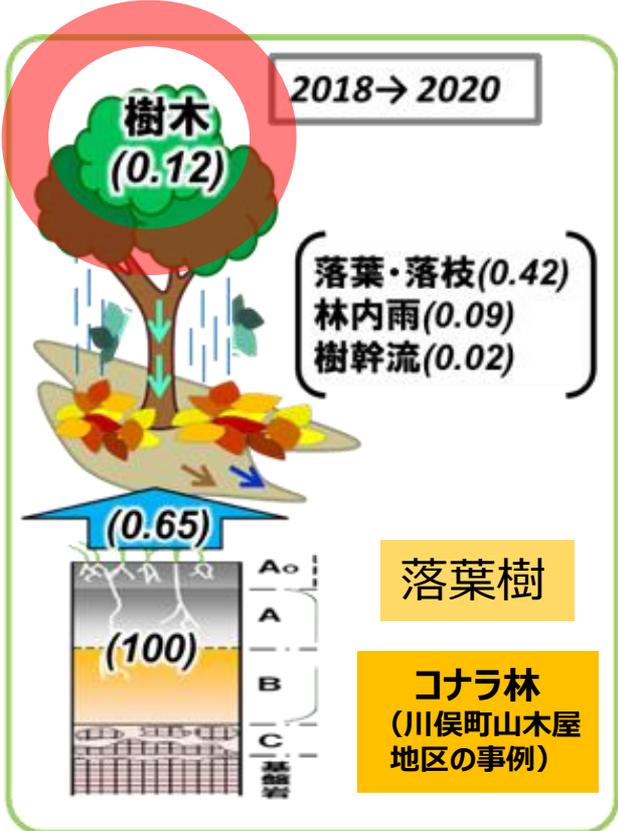
- ✓ できるだけ簡素な系で支配的な環境や条件を探索
- ✓ 緊張や圧迫がない穏やかな環境その条件下での変化への応答を調査



木材に放射性物質が取り込まれるのではないか？

- 樹木の放射性セシウム吸収量は、その場所に存在するセシウム量の**1%未満/年**
- 吸収されたセシウムの大部分は**林床へ戻る (還元される)**

川内村荻地区における
現地調査の状況



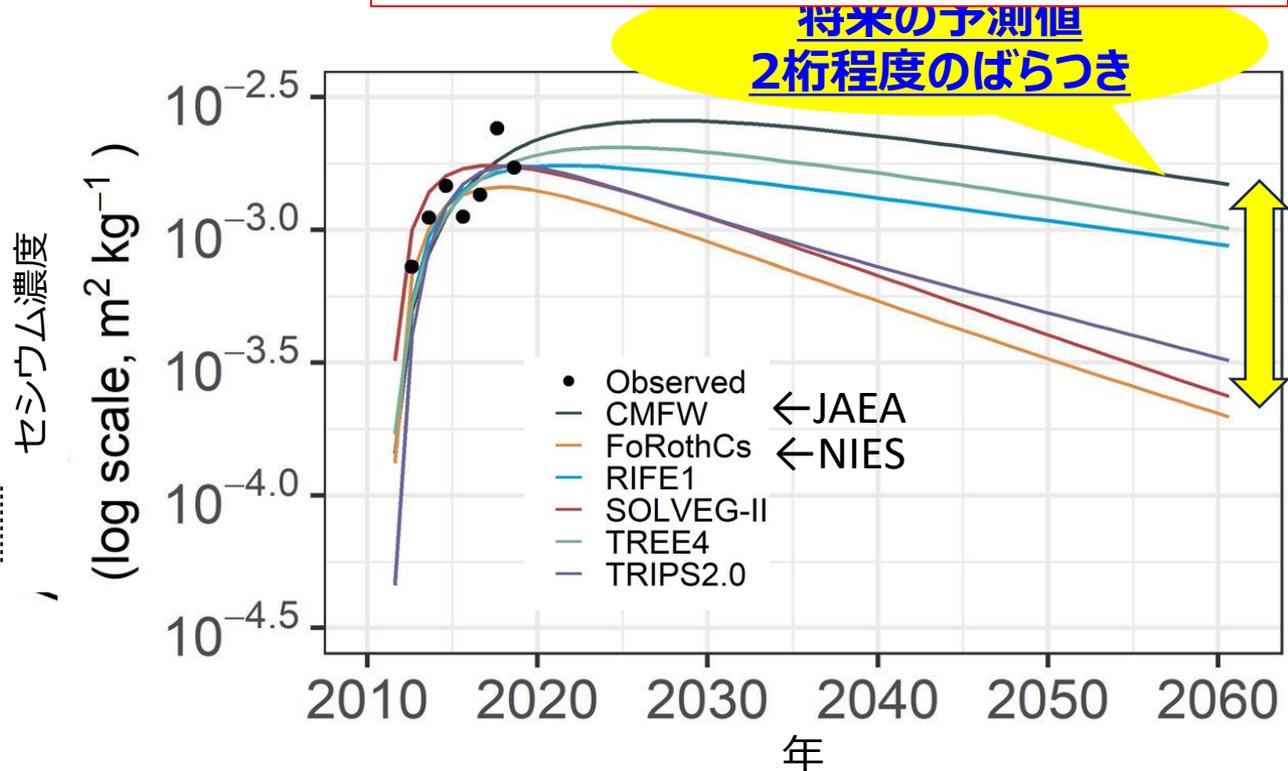
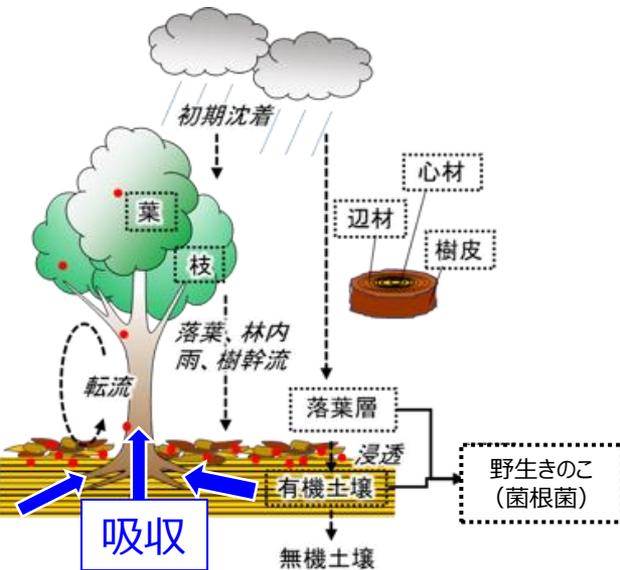


人間活動が及ぼす影響を予測する

- 日仏英の6つの研究機関のシミュレーションツールを用いて、**将来の森林内のセシウム濃度予測**の計算結果を比較⇒モデルによる将来の予測幅は、**2桁程度のばらつき**を示した。

Hashimoto et al., *J. Environ. Radioact.* (2021)

木材中の放射性セシウムの濃度予測結果

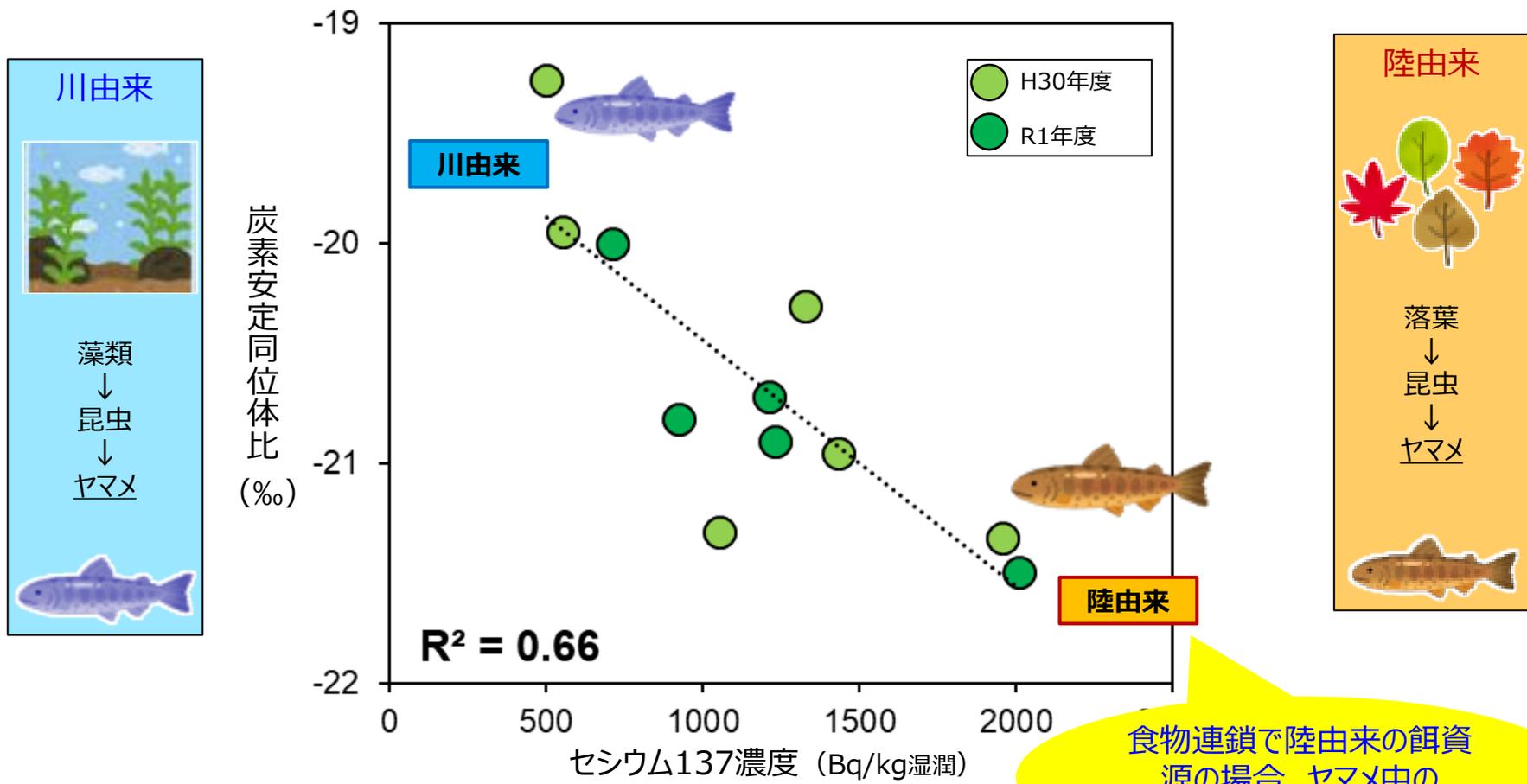


(課題) モデルの精度向上。モデルによるバラつきは、根からの吸収挙動の解明がカギであり、継続した調査、解析評価が必要

⇒ **F-REI研究として精度向上を目指した取り組みを開始**

- セシウム濃度と安定同位体の分析から、**溪流に生息するヤマメ**のセシウム濃度は、**食べ物の違い**に関係すると推定

天然ヤマメ筋肉中のセシウム137濃度と炭素安定同位体比



食物連鎖で陸由来の餌資源の場合、ヤマメ中のセシウム濃度が高い。

● 蓄積量や移行量の予測と低減化方策の提示

- 樹木への放射セシウムが根からの吸収に起因する主要な要因の解析が重要

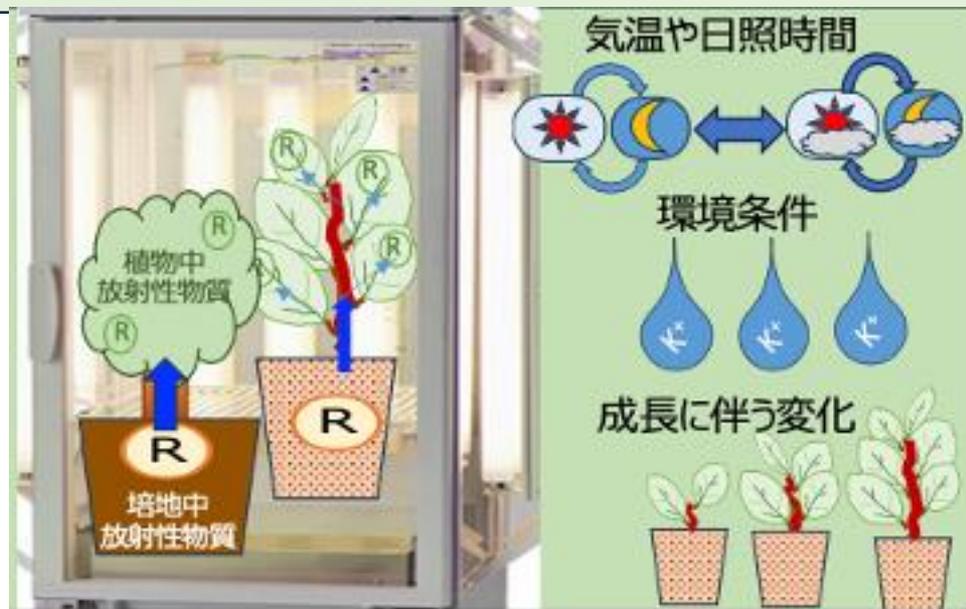
- 1) カリウムなど共存物質の影響
- 2) 土壌へのセシウム収着・固定化
- 3) セシウムの深度方向への移行
- 4) 菌類によるセシウム輸送

- 室内試験でアプローチする放射性セシウムの移行や蓄積に関する環境因子の探索

- 1) セシウムの吸収に関する要因の解明
- 2) 樹木の成長量とセシウム濃度の関係
- 3) 土壌環境や栽培条件の影響の比較



2023年4月F-REI福島医大分室



栽培装置を用いた草木等へのセシウム移行の実験

○ 淡水系における放射性核種の移行や蓄積に関する環境因子の探索

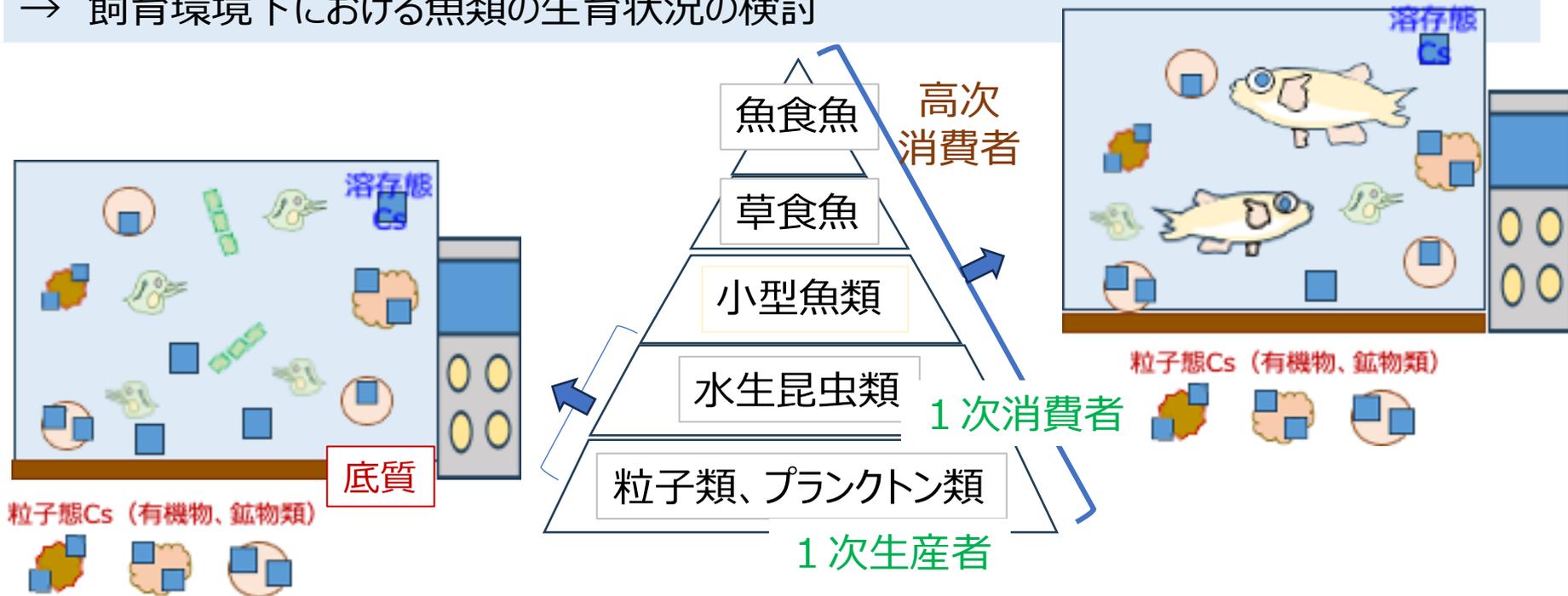
・ 水槽を用いた自然環境化における粒子や小型生物への放射性物質移行の検討

→ 様々な環境下における水から粒子や小型生物への分配係数

(温度、嫌気・好気環境)

→ 生育環境の情報収集等およびプランクトン等の生産者や低次消費者の飼育環境を検討

→ 飼育環境下における魚類の生育状況の検討

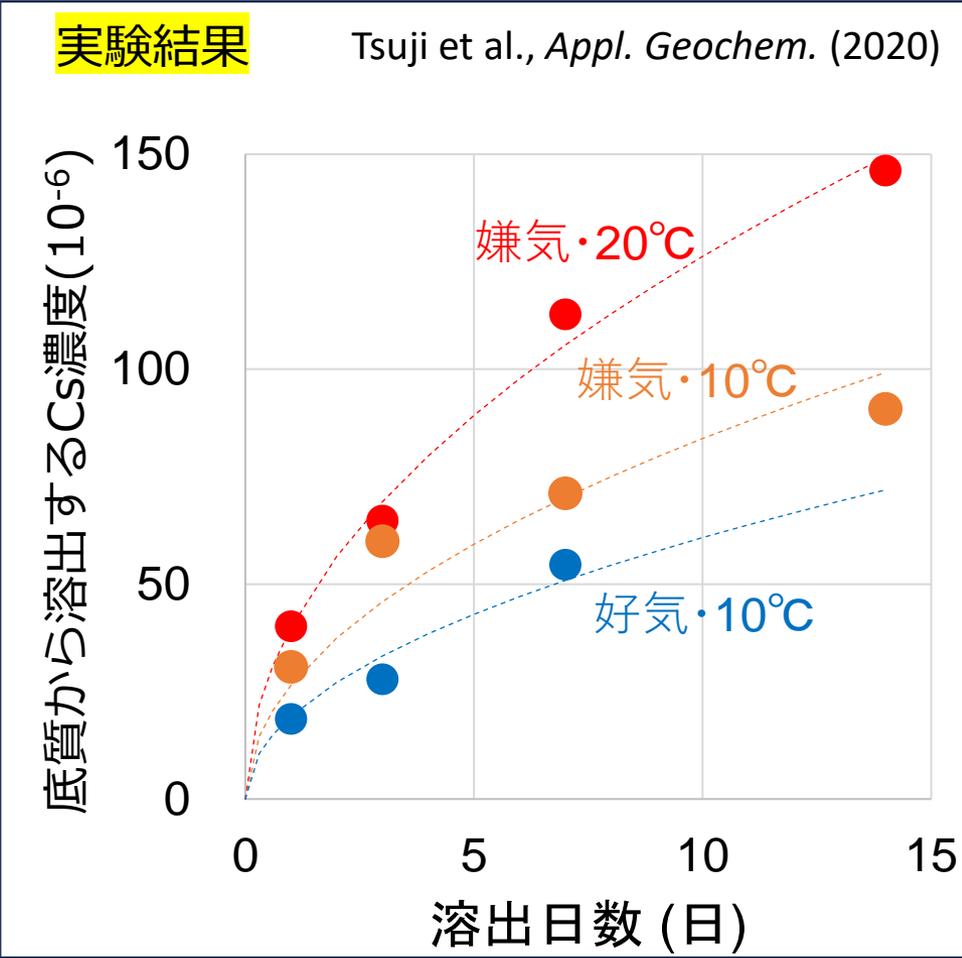
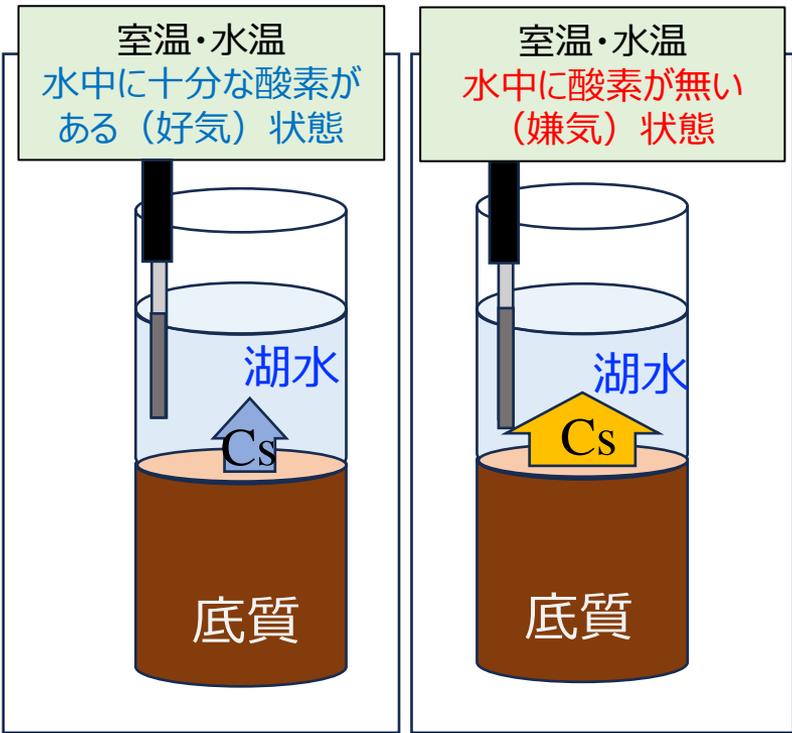




堆積した底泥から放射性物質が溶出してくるのではないかな？

ダム湖の不攪乱底質からのセシウム¹³⁷の溶出に及ぼす環境条件を明らかにする。

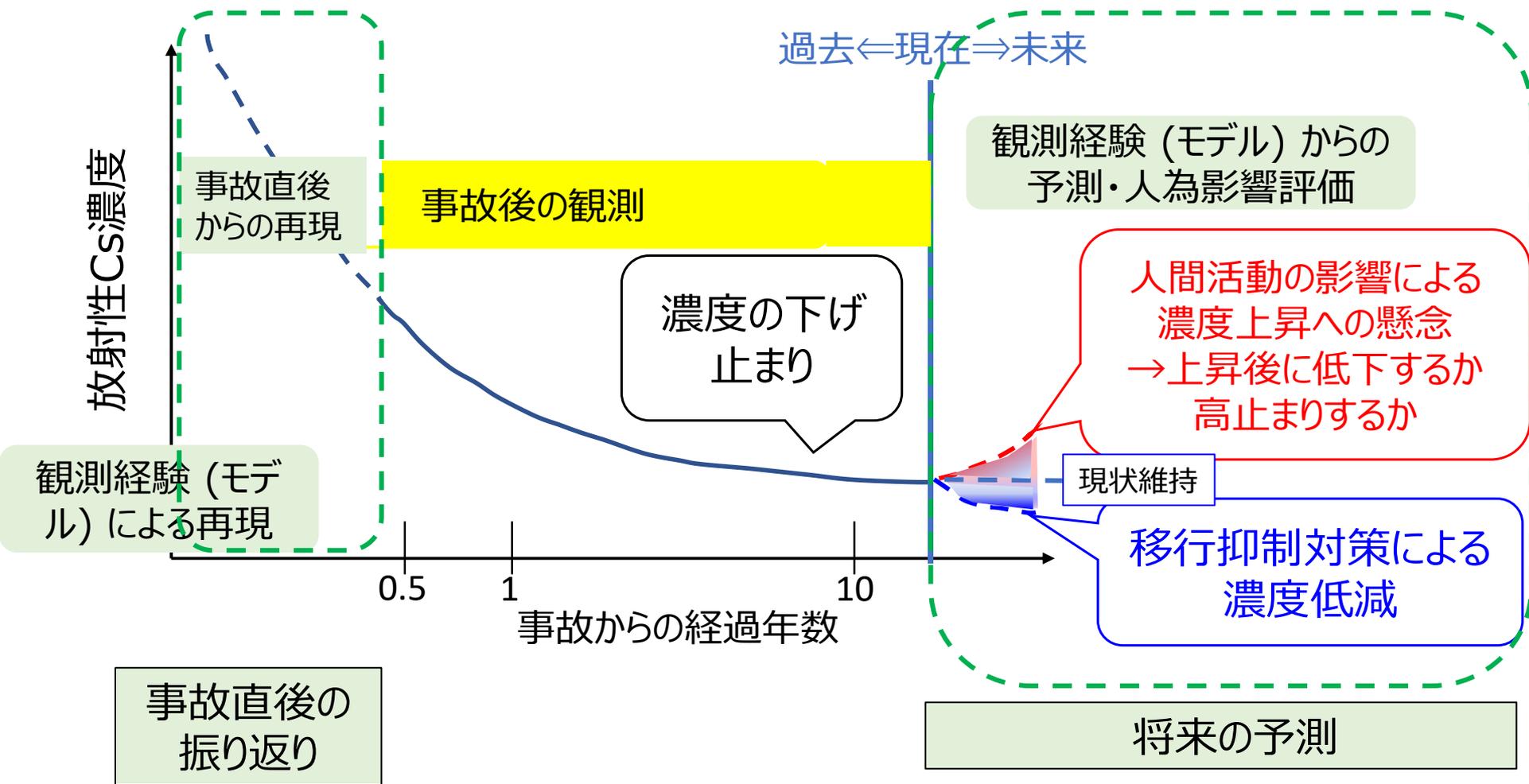
温度と溶存酸素濃度を制御して
静置した培養実験を実施



高温や溶存酸素濃度が低い条件で溶出しやすい。
→ 夏季の水域における溶存態セシウム濃度の増加に影響

対策の効果の予測等の知見の集積

人間活動の影響による濃度上昇や移行抑制対策による濃度低減については、フィールド調査と室内試験を組合せた研究成果からモデルによる予測評価を行い、知見の集積へ



放射性Cs濃度

過去←現在⇒未来

事故直後からの再現

事故後の観測

観測経験 (モデル) からの
予測・人為影響評価

人間活動の影響による
濃度上昇への懸念
→ 上昇後に低下するか
高止まりするか

観測経験 (モデル) による再現

濃度の下げ
止まり

現状維持

移行抑制対策による
濃度低減

0.5 1 10

事故からの経過年数

事故直後の
振り返り

将来の予測

- 調査研究で得られた成果を、解説とともに取りまとめ、「福島総合環境情報サイト (FaCE!Sフェイス)」として“<https://fukushima.jaea.go.jp/ceis/>”に公開。
⇒JAEAからF-REIに移行するための再設計/手続きを実施中



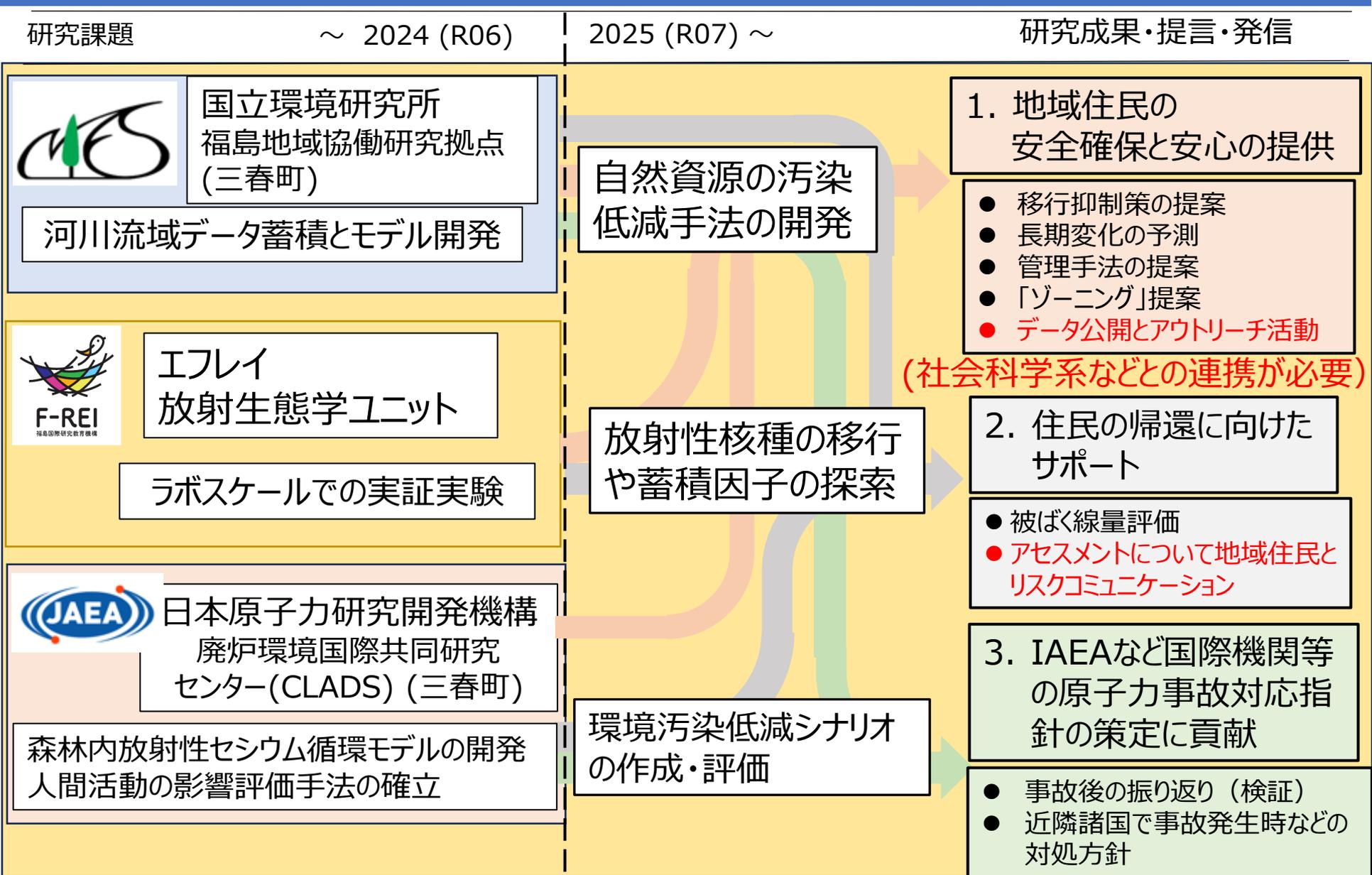
放射線物質モニタリングデータの情報公開サイト | 概観情報Q&Aサイト | FaCE!S 使い方ガイド

このサイトについて | 関連リンク集 | [【English】](#)



⇒ アクセス解析によるコンテンツの最適化等に取り組む

今後の環境動態評価の流れ

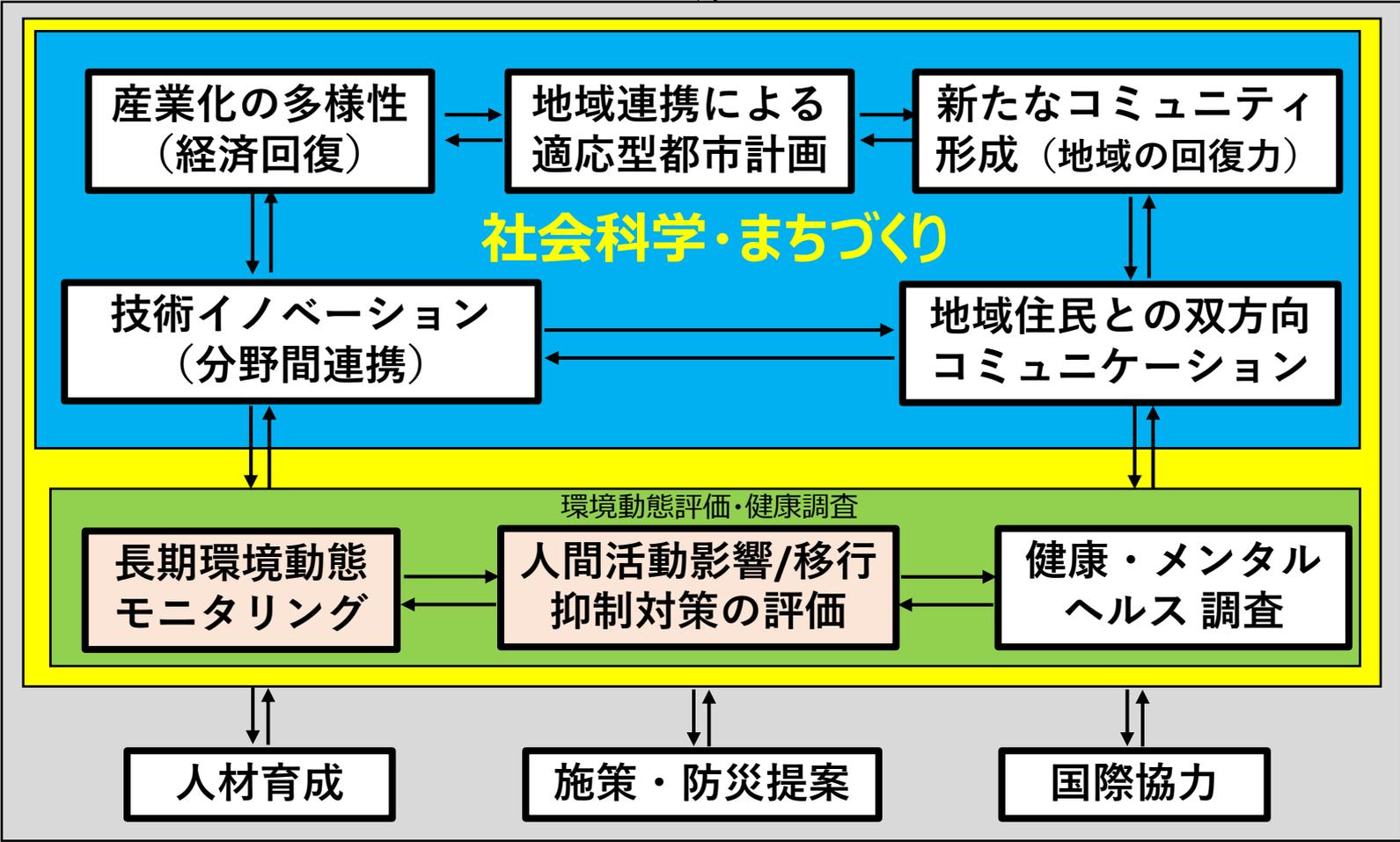


原子力災害被災地の復興に向けたまちづくりへの貢献

F-REI (第5分野研究開発チーム)



被災地域のウェルビーイングの確保・向上



原子力災害に関わるデータ・知見の集積・発信



F-REI

福島国際研究教育機構

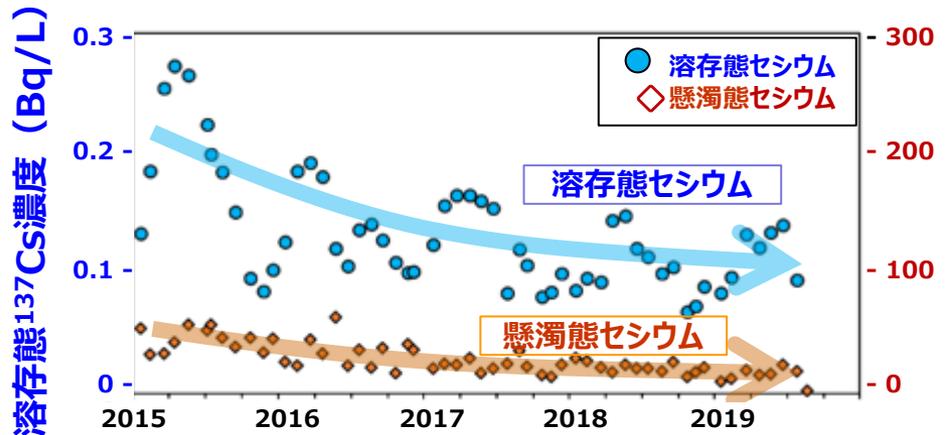
ご清聴ありがとうございました

- 溶存態セシウム-137および懸濁態セシウム-137濃度は、観測開始以降、河川及びダム湖ともに、徐々に低下した。
- 季節的な変動が見られるものの1 Bq/Lを十分に下回る。

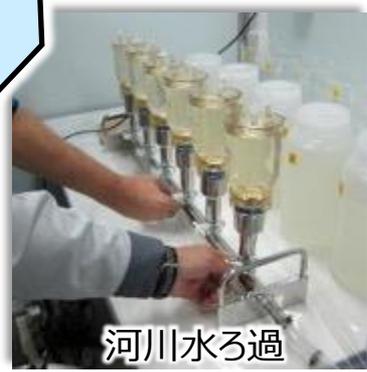
食品中の放射性セシウムの基準値（食品衛生法）
飲料水 10 Bq/kg

Nakanishi et al., *Cnemosphere* (2016)

請戸川のフィールド観測結果



河川水の採水



河川水ろ過

半減期 (濃度が半分になる年数)	溶存態セシウム-137	4.8年
	懸濁態セシウム-137	2.4年

<土壌粒子と水を分離>
 ✓懸濁態セシウム→土壌粒子に付着 (ろ紙上)
 ✓溶存態セシウム→水に溶け込んでいる (ろ液)

- フィールドデータや物理モデルによる再現計算により求めたパラメータをベースとした環境モデルを構築。⇒精度向上のための検証をR5年よりF-REI研究としてスタート。

Kurikami et al., *J. Environ. Radioact.* (2019)
 Hashimoto et al., *J. Environ. Radioact.* (2021)

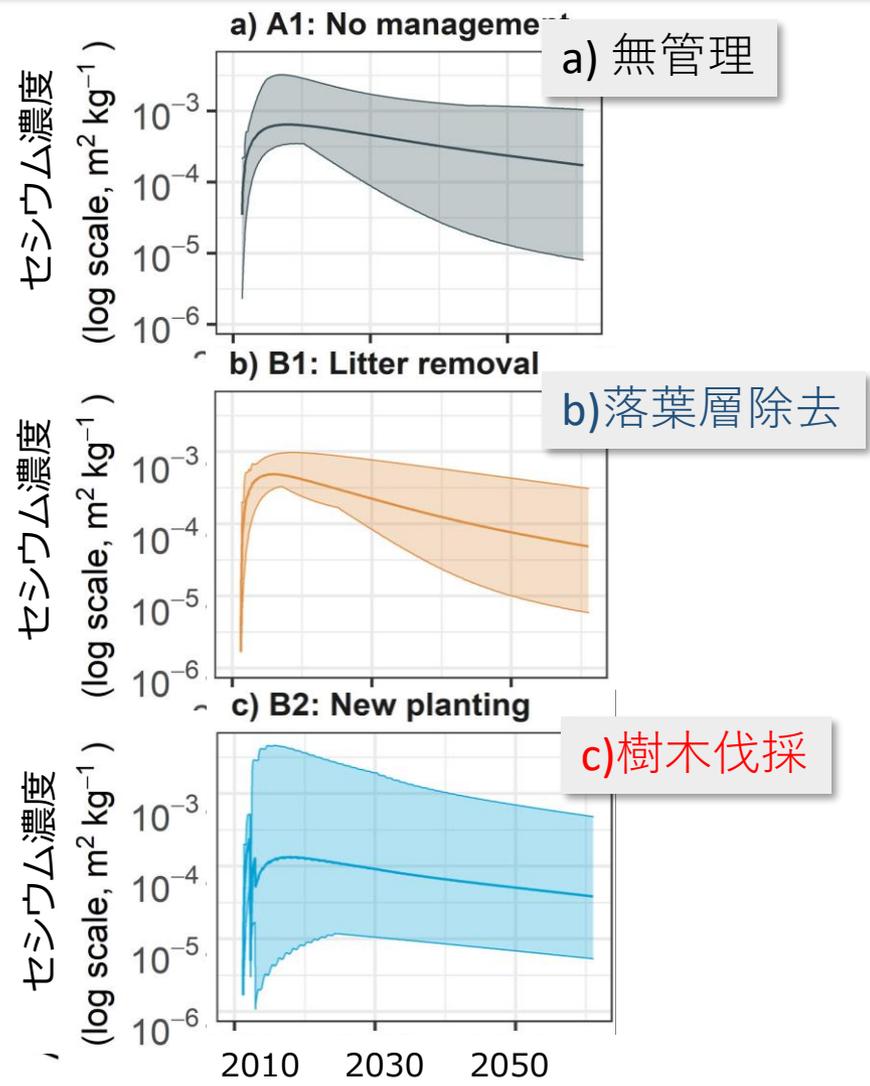
*記載あり: 移行係数の設定が必要な現象

大気	降雨/ 降雪	降雨/ 降雪	降雨/ 降雪			降雨/ 降雪			
	葉	転流	ウエザ リング			落葉*			
	転流	枝	ウエザ リング	転流	転流	落枝*			
			樹皮	転流		ウエザ リング			
		転流	転流	辺材	転流				
				転流	芯材				
				経根 吸収		落葉層	分解/ 浸透	流出	
				経根 吸収		土壌層		流出	
									水系

c) 樹木伐採
(樹木濃度を0)

b) 落葉層除去
(落葉層の濃度を0)

* ウエザリング含む



課題：精度の向上、移行抑制対策の立案