

福島国際研究教育機構(F-REI)で進める 放射性物質の環境動態研究について

福島国際研究教育機構 研究開発部門
地域環境共創ユニット ユニットリーダー

林 誠二



福島国際研究教育機構（F-REI）（令和5年4月1日設立）の概要



福島国際研究教育機構（以下「機構」）は、**福島をはじめ東北の復興を実現するための夢や希望**となるものとするとともに、**我が国の科学技術力・産業競争力の強化を牽引し、経済成長や国民生活の向上に貢献する、世界に冠たる「創造的復興の中核拠点」を目指す。**

内閣総理大臣 復興大臣
文部科学大臣
厚生労働大臣
農林水産大臣
経済産業大臣
環境大臣

主務大臣として共管

7年間の中期目標・中期計画

※機構が長期・安定的に運営できるように必要な予算を確保

福島国際研究教育機構(F-REI)

Fukushima Institute for Research, Education and Innovation

〔福島復興再生特別措置法に基づく特別の法人〕

理事長：山崎光悦（前金沢大学長）

理事長のリーダーシップの下で、研究開発、産業化、人材育成等を一体的に推進

- 研究者にとって魅力的な研究環境（国際的に卓越した人材確保の必要性を考慮した給与等の水準などを整備）
- 若手・女性研究者の積極的な登用

国内外の優秀な研究者等

将来的には数百名が参画

研究開発

- 福島での研究開発に優位性がある下記5分野で、被災地や世界の課題解決に資する国内外に誇れる研究開発を推進

産業化

- 産学連携体制の構築
- 実証フィールドの積極的な活用
- 戦略的な知的財産マネジメント

人材育成

- 大学院生等
 - 地域の未来を担う若者世代
 - 企業の専門人材等
- に対する人材育成

司令塔

- 既存施設等に横串を刺す協議会
- 研究の加速や総合調整のため、一部既存施設・既存予算を機構へ統合・集約

機構が取り組むテーマ ※新産業創出等研究開発基本計画（R4.8.26策定）

【①ロボット】

廃炉にも資する高度な遠隔操作ロボットやドローン等の開発、性能評価手法の研究等



ロボット・ドローンを活用した被災者の捜索・救助

【②農林水産業】

農林水産資源の超省力生産・活用による地域循環型経済モデルの実現に向けた実証研究等



農林水産業のスマート化（農機制御システム）

【③エネルギー】

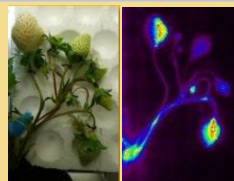
福島を世界におけるカーボンニュートラル先駆けの地にするための技術実証等



カーボンニュートラルの実現（バイオ・ケミカルプロセスによる化学製品等の製造）

【④放射線科学・創薬医療、放射線の産業利用】

放射線科学に関する基礎基盤研究やR Iの先端的な医療利用・創薬技術開発及び、超大型X線CT装置による放射線産業利用等



放射線イメージング技術の研究開発

【⑤原子力災害に関するデータや知見の集積・発信】

自然科学と社会科学の融合を図り、原子力災害からの環境回復、原子力災害に対する備えとしての国際貢献、更には風評払拭等にも貢献する研究開発・情報発信等



復興・再生まちづくりの実践と効果検証研究

<機構及び仮事務所の立地>

円滑な施設整備、周辺環境、広域波及等の観点から、以下に決定

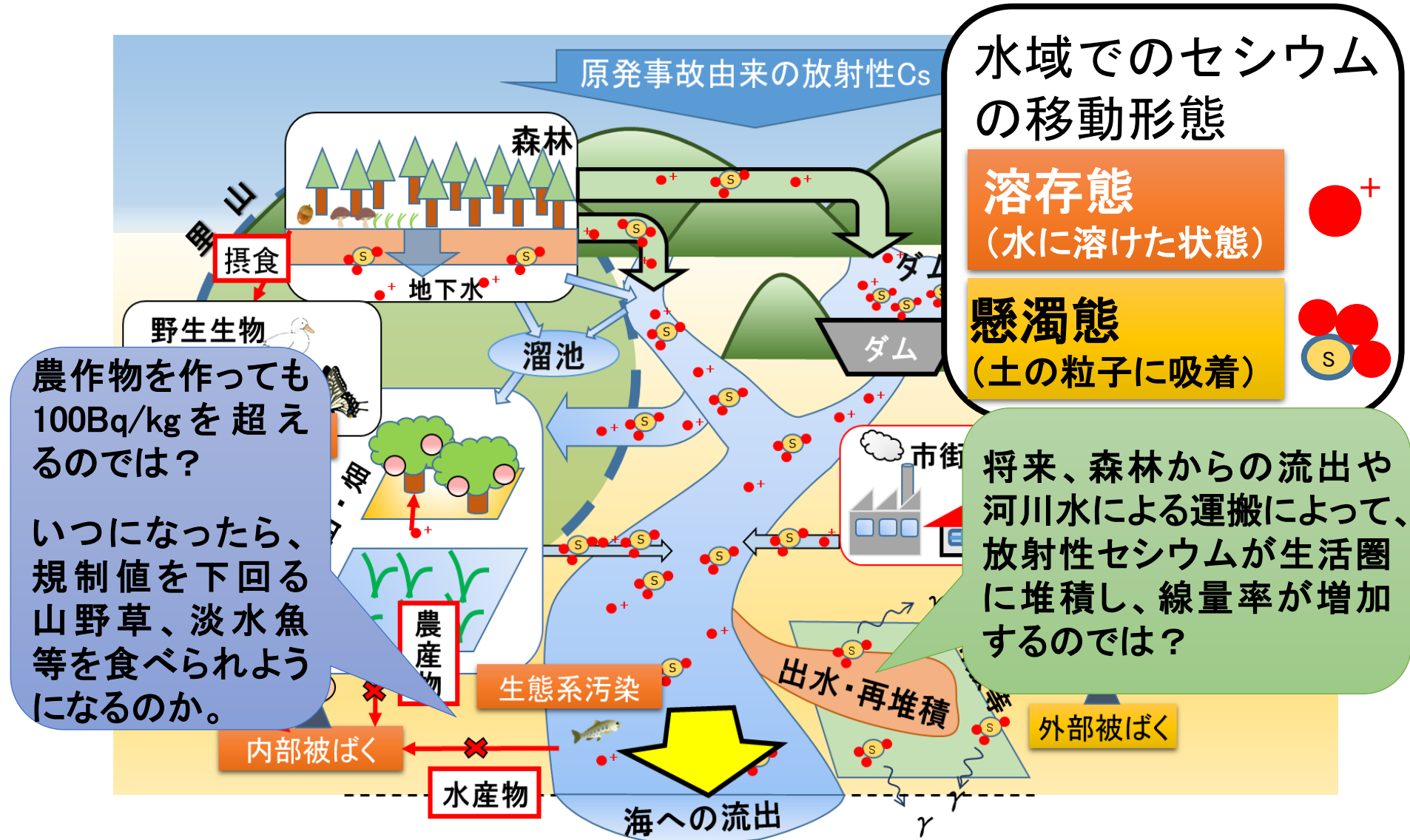
本部：ふれあいセンターなみえ内

本施設：浪江町川添地区

福島国際研究教育機構の設置効果の広域的な波及へ

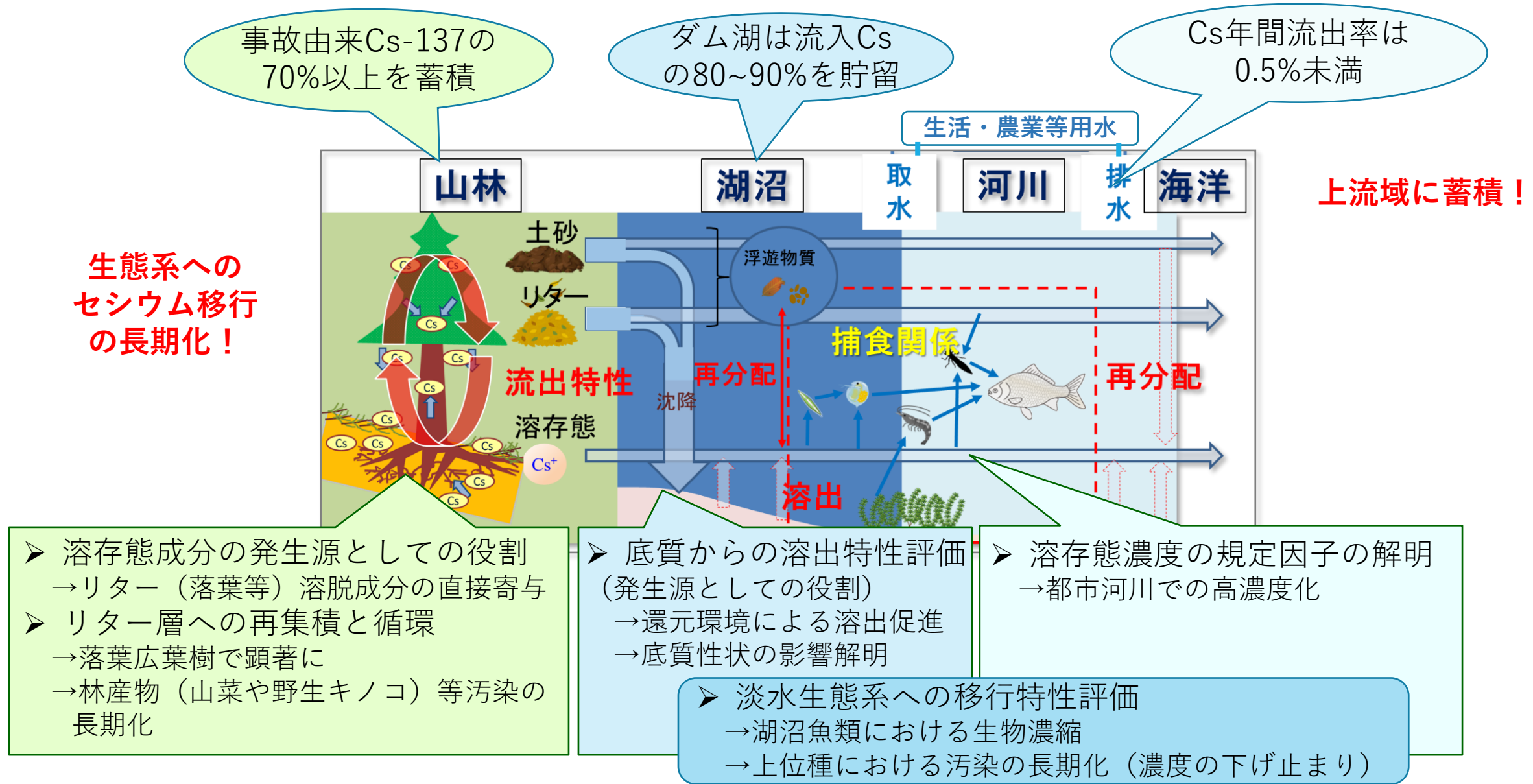
- 機構を核として、市町村、大学・研究機関、企業・団体等と多様な連携を推進
- 浜通り地域を中心に「世界でここにしかない研究・実証・実装の場」を実現し、国際的に情報発信

河川流域を対象とした放射性物質の環境動態研究



様々な経路での被ばくリスクの評価と低減対策に資する情報の提供

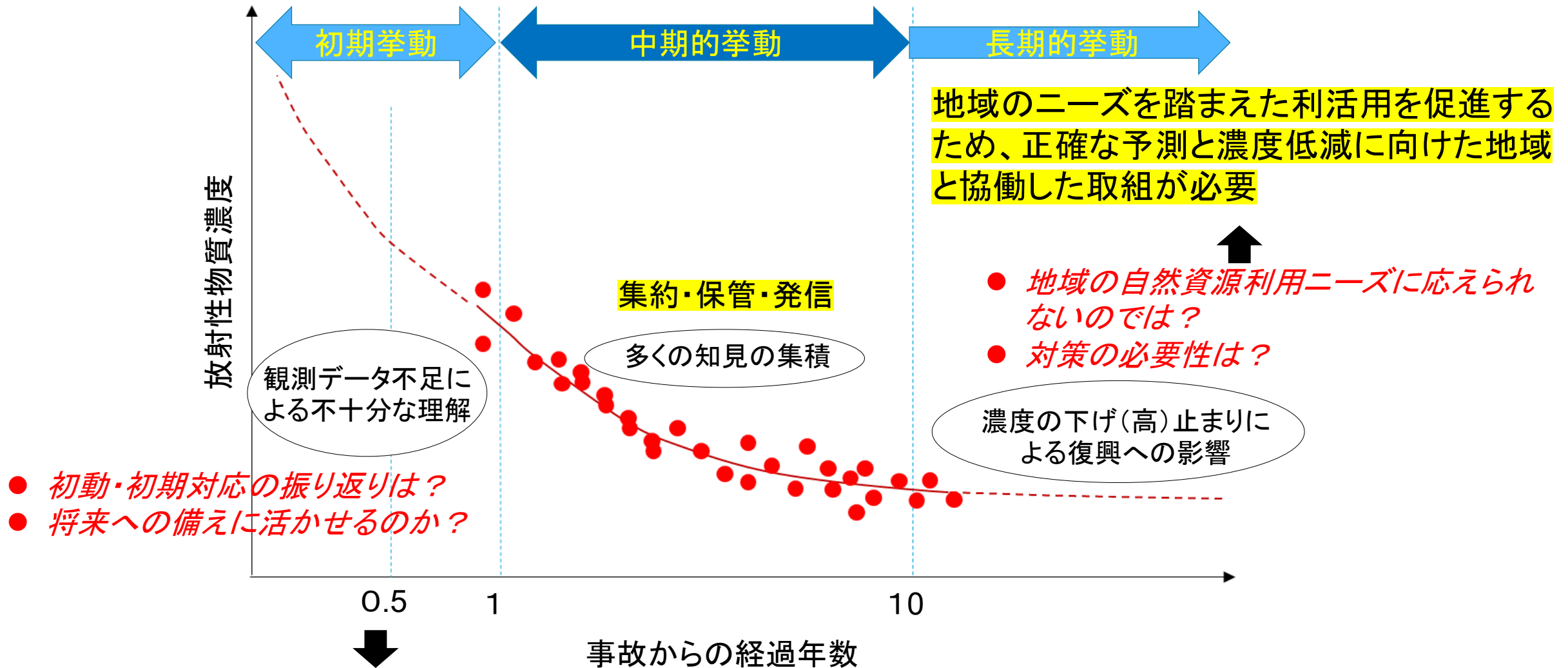
これまでの取組による成果と知見：河川流域における放射性Cs動態



数値モデルも活用した自然資源の放射性Cs汚染の中長期予測と低減対策の実施へ

河川流域における環境動態研究のこれから：F-REIで取り組むべき課題

福島原発事故後の各種媒体における放射性物質の濃度レベルの変化イメージ



原発事故の振り返り(検証)に基づいた将来の原子力災害への備えに資する取組が必要

地域環境共創ユニットの研究体制と取組概要

ミッション:

「最先端の放射性物質モデリングと協働型アセスメントにより、F-REIのイノベーション技術を原子力災害被災地に活かし、安全でレジリエントなまちづくりに貢献する。」

スコープ: 放射性物質の環境影響評価・原子力災害への備え・森林資源等の活用と管理・協働型アセスメント

重点研究コア

多媒体環境モデリング

環境動態計測・計測手法開発



プロジェクト研究

PJ3 事故対応検証
国際連携プロジェクト

原発災害対応
2030年レポート

PJ1 移行特性評価・抑制手法開発
プロジェクト

PJ2 地域協働型アセスメント
プロジェクト

阿武隈中山間地域の再生と利活用提言
他分野との連携プロジェクトへの展開

日本原子力研究開発機構、量子研究開発機構、国立環境研究所から集結した10名の研究者によるユニットで研究を実施！

PJ1 移行特性評価・抑制手法開発プロジェクト

汚染地域に残された課題

森林内に滞留する放射性セシウム

- ・ 未除染の森林
- ・ 森林域を由来とする自然資源の高濃度化

- ・ 木材利用の制限
- ・ 野生きのこ・山菜・淡水魚・野生鳥獣の出荷制限の継続
- ・ 作業時の被ばく

- ・ 林業・内水面水産業の回復の遅れ
- ・ 里山文化の衰退

プロジェクトのアプローチ

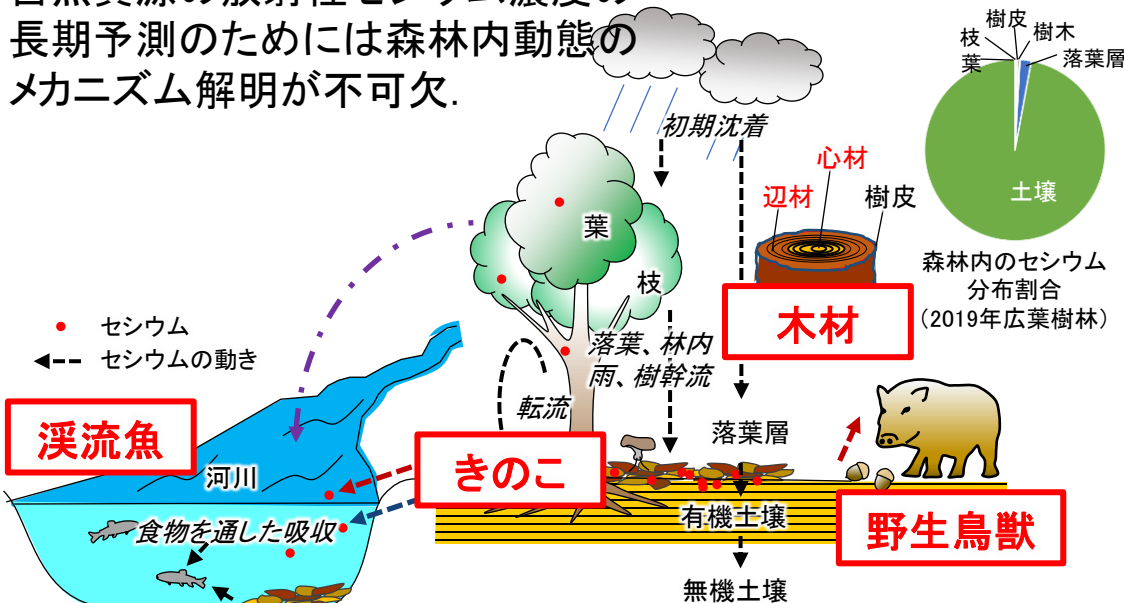
汚染状況の実態把握・メカニズム解明

- ・ フィールド調査・モデリング・室内試験

- ・ 将来予測による見通しの提示
- ・ ゾーニングによる施策提言
- ・ 移行抑制・低減対策の提案

阿武隈山地の自然資源の利活用

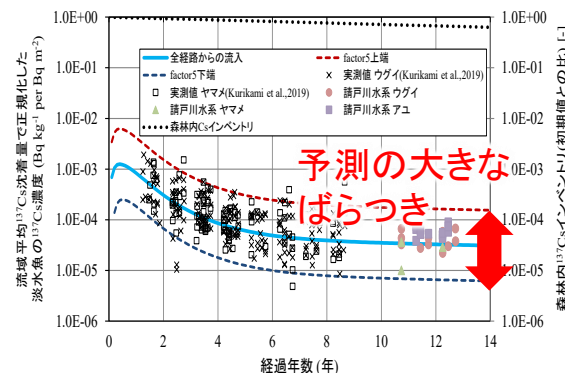
自然資源の放射性セシウム濃度の長期予測のためには森林内動態のメカニズム解明が不可欠。



予測の不確実性低減

濃度上昇メカニズム(ばらつき要因)を解明し、それを踏まえたモデル改良により、予測精度向上を目指す！

モデルによる淡水魚の予測例



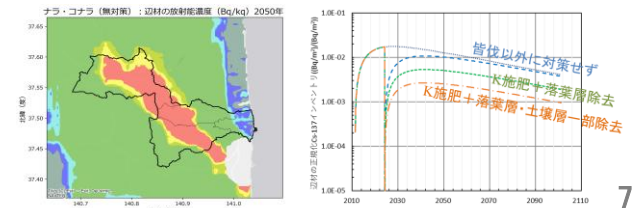
ゾーニングによる回復促進

濃度に応じたゾーニングと、ゾーン毎の施策提言

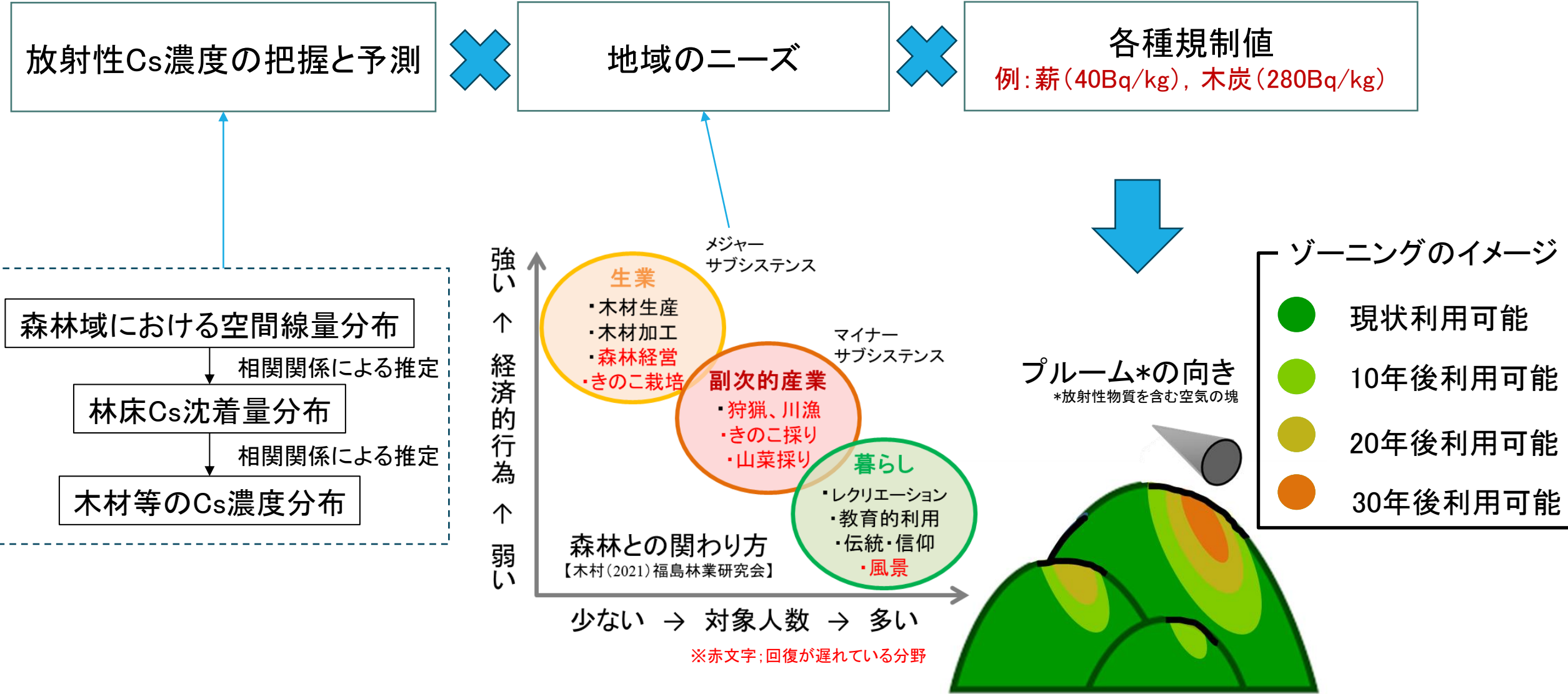
淡水魚：河川毎、支流毎、魚種毎の予測・対策



木材：森林の部位別Cs濃度予測マップと対策



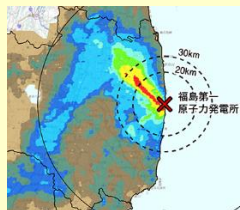
PJ1: 森林利活用に向けた森林のゾーニング手法の開発



PJ1:ゾーニングの段階的アプローチ

ステップ 1

空間線量率・
沈着量分布の
取得

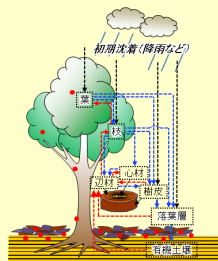


Cs-137沈着量分布 (Bq/m²)

歩行サーベイやドローン
技術の活用

ステップ 2

木材等部位ごと
のセシウム濃度
の推定

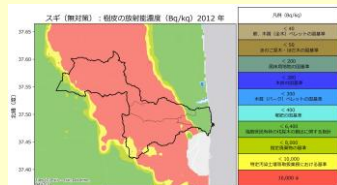


森林の部位別の正規化
Cs-137濃度 (m²/kg)

予測モデルの精緻化

ステップ 3

樹種・ニーズ・
基準値に応じた
ゾーニングマッ
プの作成

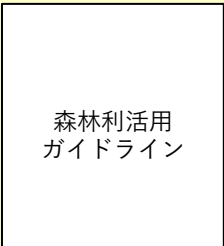


部位別Cs-137濃度 (Bq/kg)
= 沈着量分布 (Bq/m²)
× 部位別正規化Cs-137濃度 (m²/kg)

低減対策の反映
被ばく線量評価

ステップ 4

利活用ガイド
ラインの作成

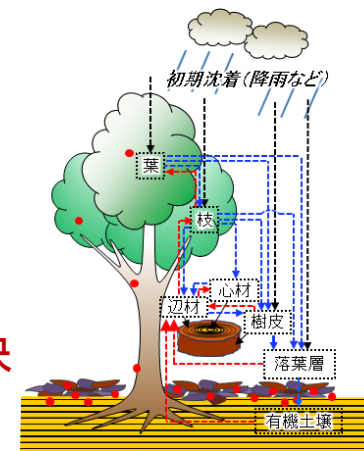


期待される成果

コミュニケーションツールとしての
森林利活用ガイドライン

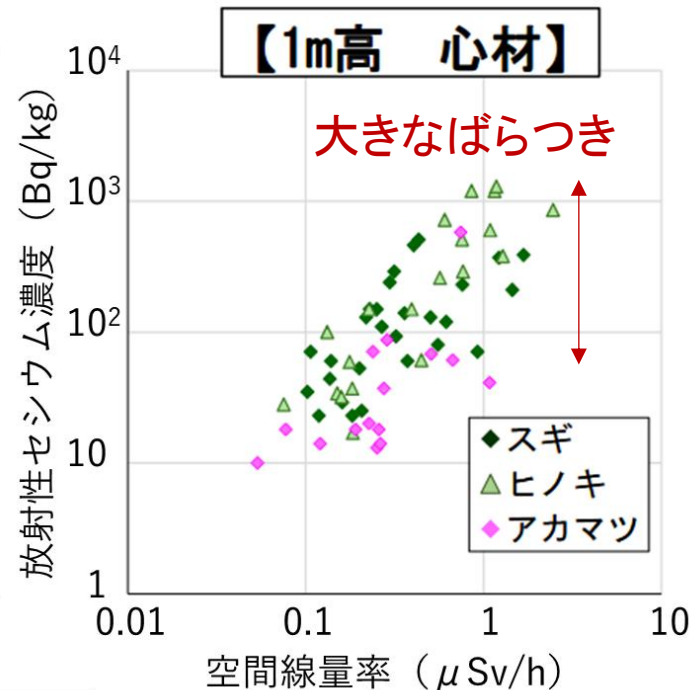
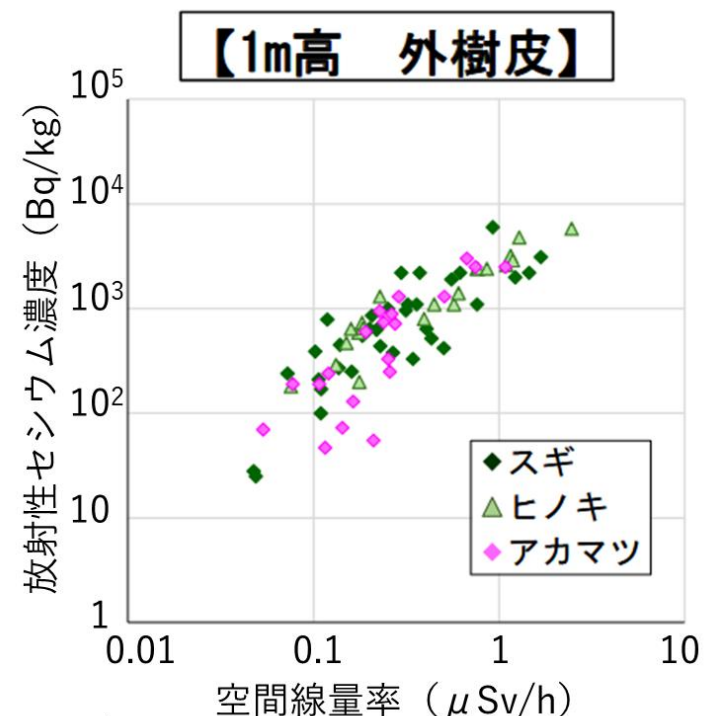
PJ1: 木材等部位ごとのセシウム濃度の推定(予測モデルの精緻化)

- どの程度まで空間線量率(沈着量)による精緻な木材部位の濃度推定が可能か？
→ 帰還困難区域での調査+最新の既往調査事例による検討(コナラ等落葉広葉樹も対象)
- 空間線量率に対して部位の濃度の大きなばらつきをもたらす要因は何か？
→ 地形や土壌の化学性(交換性カリウム他)等も含めた調査検討による要因の抽出

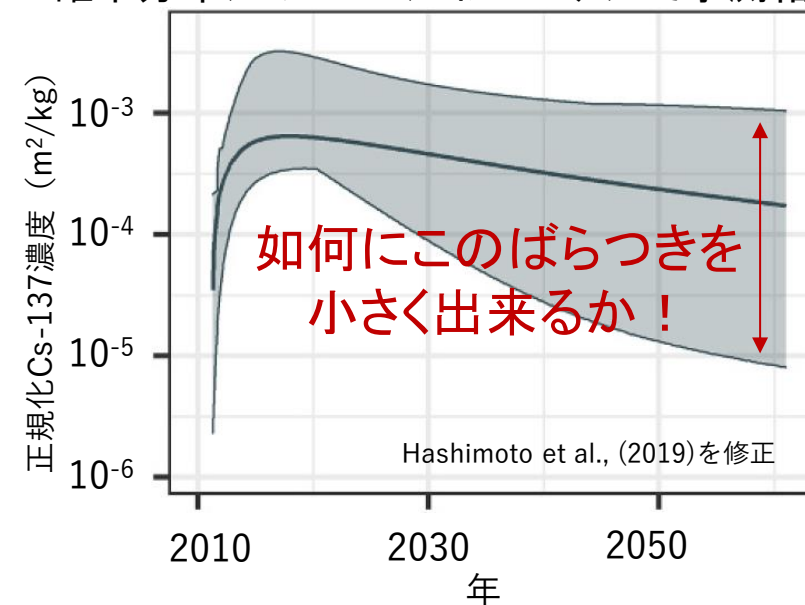


モデルへ反映

空間線量率と木材の部位別の放射性Cs濃度の関係
福島県によるR6年度の調査事例(帰還困難区域外、福島県森林保全課)



森林の部位別の正規化Cs-137濃度(m^2/kg)の
確率分布シミュレーション・モデルで予測結果



PJ1 : 利活用ガイドラインの作成と利用

ゾーニングマップと木材利用のガイドライン

林業関係者、自治体、加工業者などのステークホルダーに対し、
✓ 利用可能ゾーンのマップ、利用上の注意点や用途別の推奨事項(建材、燃料など)を提示

リスクコミュニケーションと適応型ゾーニングの導入

地域住民や関係機関と連携しながら、
✓ ゾーニングの根拠、利用制限の理由、自然減衰や長期的な回復見通しについて共有
✓ 新たなモニタリング結果や社会的要請に応じて、ゾーンを柔軟に更新

濃度レベルに応じた対応策のとりまとめイメージ

	濃度レベル		
	低い	中程度	高い
森林	● 針葉樹利用 ● コナラ・クヌギ等に対しては移行抑制対策を検討。他用途での利用も検討。 ● きのこの菌床栽培や原木栽培再開に向けた移行抑制試験	● 針葉樹利用に向けた濃度分布の詳細把握 ● コナラ等については他用途での利用を検討 ● 他県産を利用した、きのこの菌床栽培や原木栽培	● 保全、入域の制限
里地	● 除染された農地での山菜栽培	● 除染された農地での山菜栽培	● 除染された農地での山菜栽培

露地栽培キノコの ^{137}Cs 動態調査

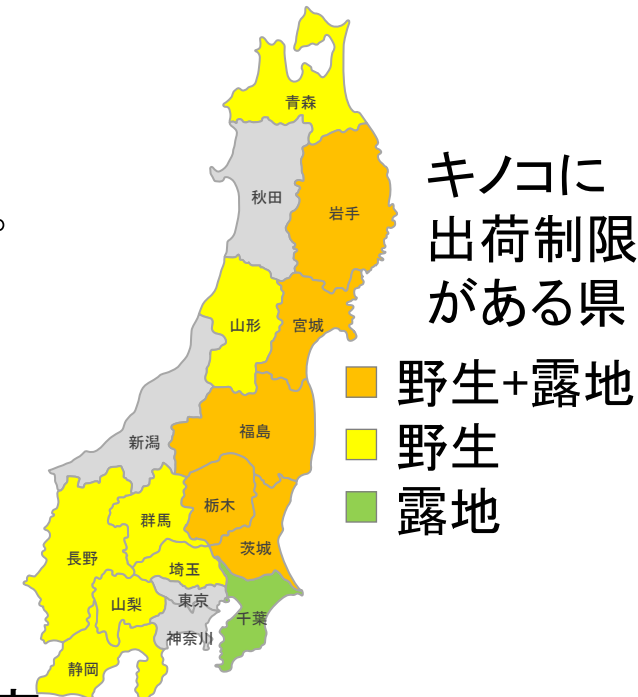
福島県きのご振興センター
と国環研との共同研究

背景と目的

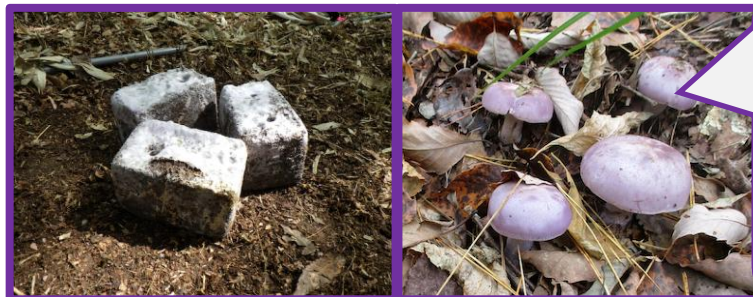
- 山林の放射能汚染により、キノコを利用する生業と文化が衰退。
- 基準値を下回るための、菌床露路栽培方法を提案できないか。
- ^{137}Cs 動態解明と生産再開を通して、中山間山地の復興に貢献。

材料と方法

- 事故前に菌床販売されていた、人気のキノコ2種類で実態解明。
- キノコ ^{137}Cs 濃度と、土壌 ^{137}Cs 濃度や環境因子の関係を広域調査。



ムラサキシメジ



^{137}Cs 高い

落葉分解菌
菌床を被覆した
腐葉土から発生

ハタケシメジ



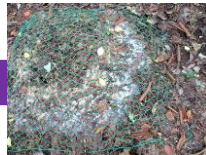
^{137}Cs 低い

木材腐朽菌
落葉分解菌
菌床直上に発生

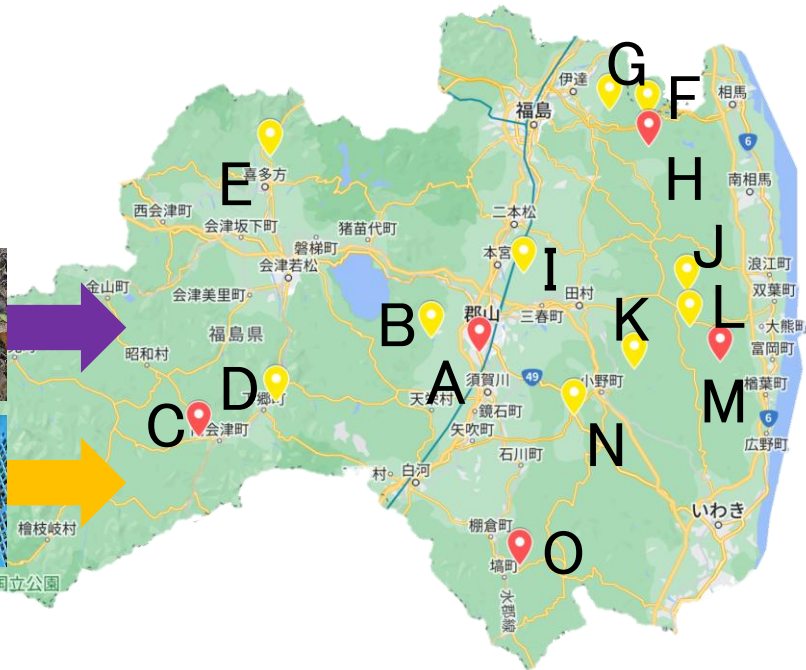
PJ1: 林産物の利活用に向けた取組の一例(主な成果)

福島県内15地点で菌床露路栽培

ムラサキシメジ

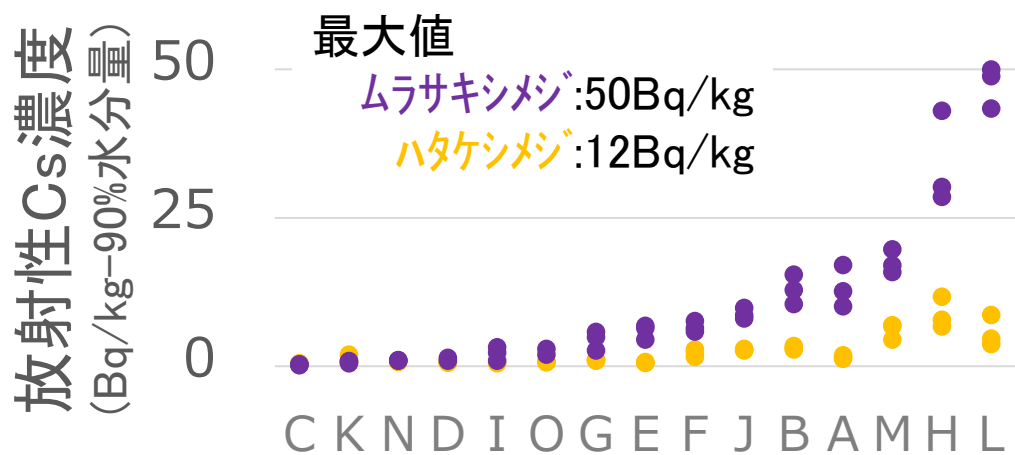


ハタケシメジ

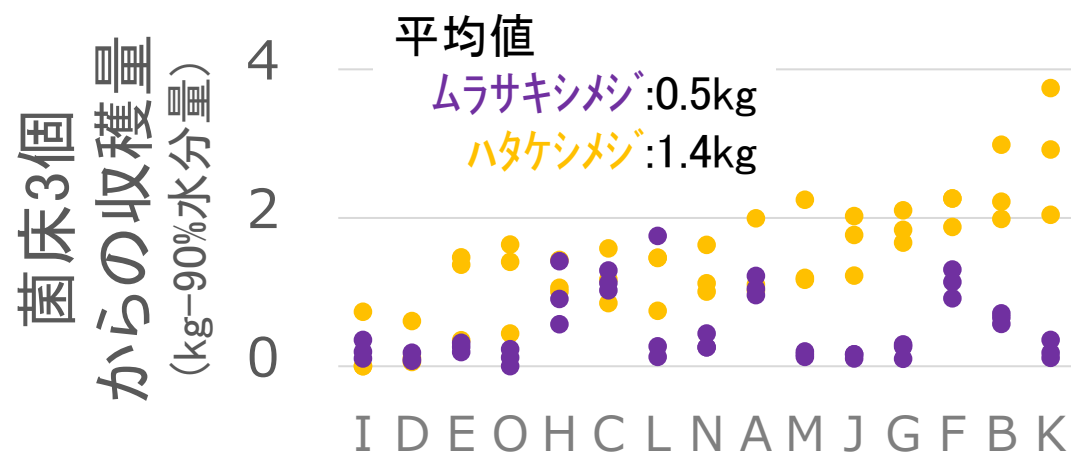


結果①キノコの放射性Cs濃度と収穫量

➤出荷制限値を下回る(<100Bq/kg)。



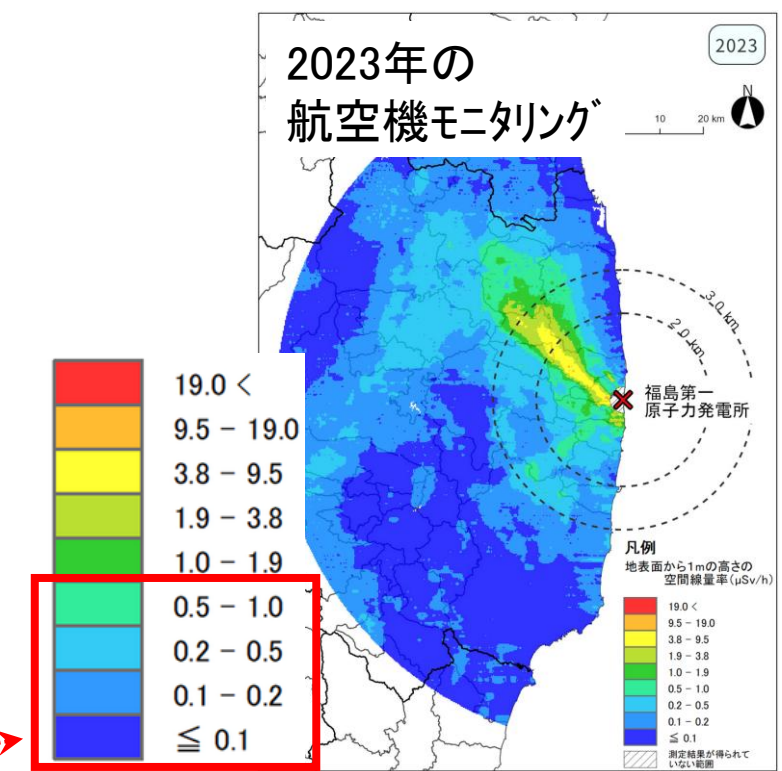
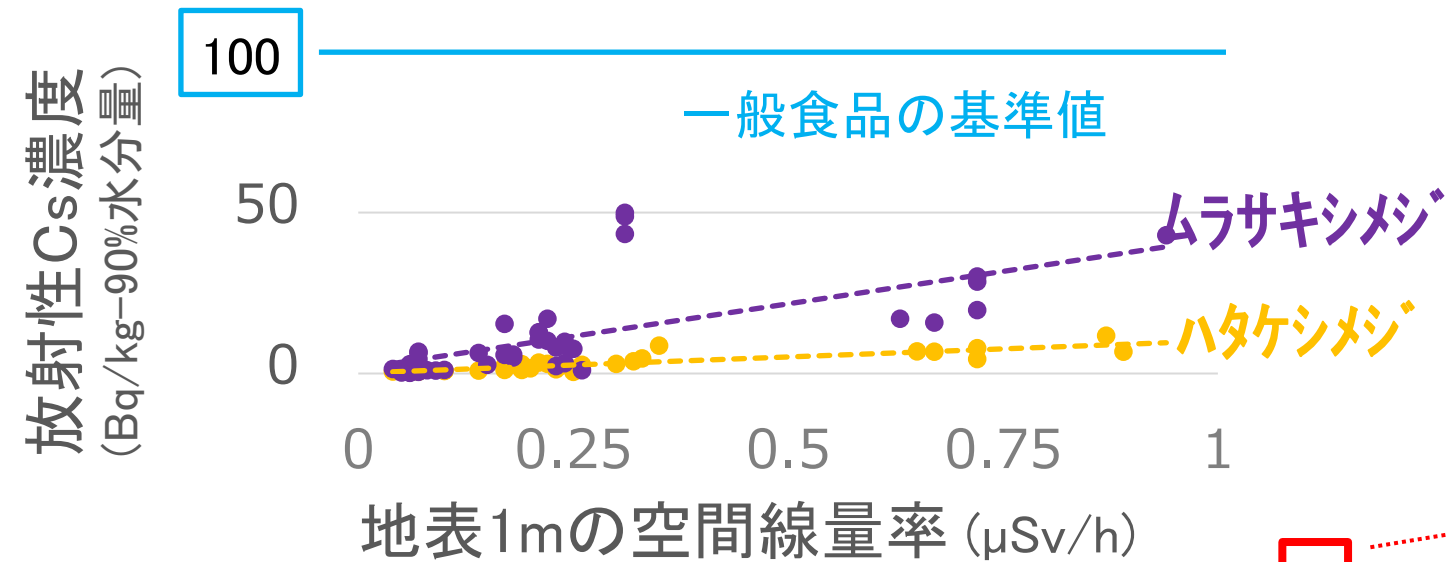
➤収穫量も見込める(適地と管理は必要)。



PJ1: 林産物の利活用に向けた取組の一例(主な成果と今後展開)

結果②栽培地の空間線量率とキノコの放射性Cs濃度

➤<1 μSv/hの場所では生産再開が見通せる



今後の展開

- キノコへの¹³⁷Cs供給源の推定と対策
- 菌床栽培の普及支援による地域振興に貢献
- 原木しいたけを対象とした研究にも着手

1 避難指示解除区域の大部分が該当 (森林域の約90%)



室内栽培+Cs同位体分析で起源推定



野外で対策試験

PJ2: 地域協働型アセスメントプロジェクト

福島原発事故によって避難指示を要した阿武隈中山間地域を主な対象として、地域のニーズを把握し、地域と協働した環境アセスメントを実施する。さらに、汚染状況の実態と地域の機能に応じたゾーニングと、それに基づいた安全安心の醸成、生業の回復、資源利用を目的とした実証的研究を地域関係主体と協働して実施し、その成果を基に環境再生のための施策提言を行う。

取組の概要と進め方 → 最初から最後まで地域関係者との双方向での取り組み

対象地域の選定と地域住民との対話の場の創出

汚染状況の実態把握のための協働環境アセスメントの実施

地域ニーズの把握とゾーニングの検討

ニーズに応じた実証研究の展開

線量低減

生業の回復

資源利用

効果と影響の評価

取りまとめと発信、施策提言

対象地: 浪江町津島地区

● アウトカム

- ・地域住民の安心安全の醸成に資する施策の提言
- ・地域の生業の回復と維持
- ・里山環境の再生

● アウトプット

- ・実証研究(事業)による線量低減や林産物の濃度や収量等効果(費用便益も含む)の把握

PJ2: 今年度調査の概要

1. 森林環境評価のための事前調査(5月～7月)

主な植生別に、地上部(材や樹皮、枝、葉)と地下部(落葉層、土壌深度別)の放射性セシウム濃度、蓄積量を調査

→5月16日(金)に地域住民の方達も参加した調査を実施。

2. キノコ菌床露地栽培に向けた実証研究の実施(7月～11月) (PJ2と協働)

→7月30日(水)に地域住民の方達も参加した菌床の設置と
土壌調査を実施予定

3. 歩行調査による林内空間線量率測定(10月～12月)

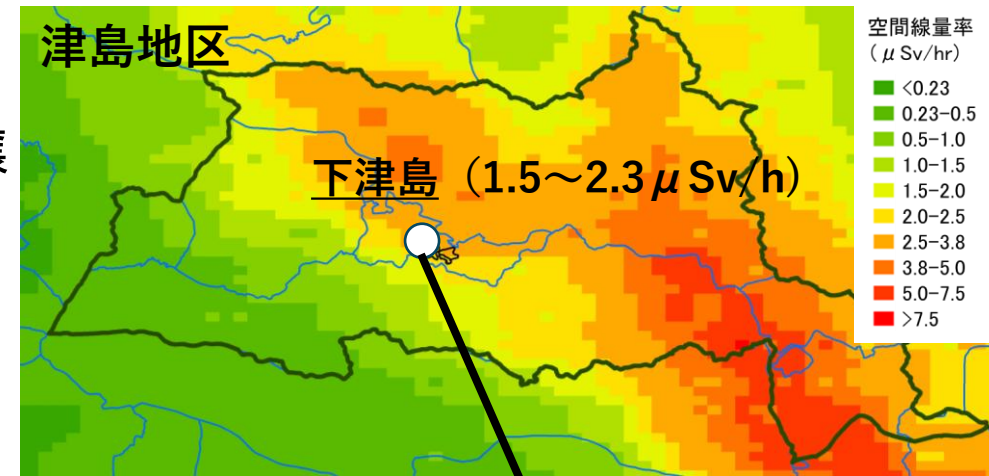
携行型空間線量率計を用いた林内の空間線量率の測定

4. ドローンを用いた線量率等分布調査(10月～12月)

空間線量率、標高、森林資源賦存量を対象とした詳細分布測定を実施

5. 調査報告会の開催(2026年4月)

地域関係者の理解と協力を得て、空間線量率やセシウム濃度
レベルの異なる地域の林地への展開



PJ2: 地域住民との協働調査の様子(2025年5月16日、下津島地区山林内)



PJ2: 津島地区における森林との関わりについて考える「対話の場」

(2025年5月16日 於: つしま活性化センター)

津島地区における住民参加型環境アセスメント(5/16・下津島・里山調査)に参加した住民の皆様から改善点・要望を伺うとともに、今後の津島地区における森林の管理・利用に関する住民の皆様のニーズを伺うことを目的に実施

参加者(計24名)

- ・津島地区行政区長や津島地区復興組合員をはじめとして、地域住民の方計9名
- ・F-REIや国環研、早稲田大学、株式会社ふたば、福島イノベーション・コースト構想推進機構より計15名

対話の時間・形式

- 2025年5月16日(金)15:00～17:00
- 4グループに分かれて実施(1グループあたり5～7名)

対話のテーマ

①下津島・里山調査に参加した感想の共有

主な意見: 実際に調査内容を知ることが出来て良かった。調査に参加することで、現状や課題をほかの住民に教えることが可能になると感じた。

②これからの津島における森林の管理・利用にむけて

主な意見: 現状で汚染実態が良く分からないので、この調査結果を基に利用できる場所の活用方法を検討したい。山菜やきのこの採取や栽培の再開により地域の活性化を図りたい。

頂戴した意見は今後のアセスメント実施内容や方法に反映

福島第一原発事故とその後の対応の反省に基づき、

- ・ 原子力災害発生後の除染・環境回復の戦略はどうあるべきか
- ・ 原子力災害に対する地域レジリエンスをどのように強化可能かが科学的な根拠をもとに検証されていない。



将来的な原子力災害への備えとしての知見継承のため
福島原発事故の課題と教訓を取りまとめた「レポート」を作成

PJ3: レポートの狙い

福島原発事故からの環境回復を目指した観測・管理の実態を振り返り、対応の課題・教訓を抽出し、次世代に役立つ環境回復シナリオを提示する。

事故後のフェーズ変遷との関係

発災・RN沈着

※RN : radionuclides

ターゲットとするフェーズ

住民避難

出荷規制

除染事業・環境観測

避難解除

規制解除

復興まちづくり

共創ユニットの強み(専門性)を活かすために、「発災をどう防ぐか」ではなく、「発災後の汚染拡大をどう抑えるか」「汚染からの回復をどう早めるか」に力点を置く
→メインターゲットは発災・RN初期沈着より後のフェーズ

PJ3: ターゲット読者層と中心コンテンツ

	ターゲット読者層	レポートの形式	中心コンテンツ
専門的 ↑ ↓ 一般的	1. 研究者/専門家	学術論文の総集編	・ 放射性物質(RN)の環境動態 ・ 除染・RN移行抑制技術
	2. 原子力災害の発災時に 対応が想定される 公的職員・政策決定者 (環境省・地方自治体・議員)	ガイドライン(技術指針) + 根拠資料	・ 生物資源の汚染と回復 ・ 除染・環境回復に向けた政策
	3. 一般市民の関心層	読み物(教訓書)	・ 後世に伝承すべき知見 (住民避難/環境汚染など) ・ 市民でも実践可能な対策 (PJ2の実践内容等)

対象読者設定の方針:

政策決定者向けのレポートを作成、その後一般者向けの読み物を作成

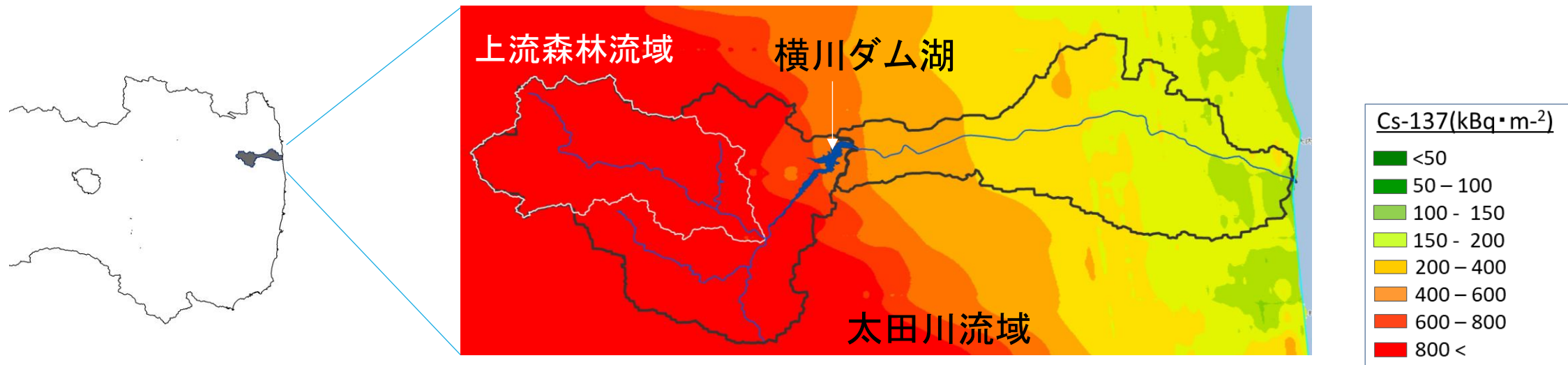
PJ3:これまでの主な取り組み ―福島原発事故後初期の放射性物質動態の再構築―

高精度な数値シミュレーションモデルの開発と適用により、未だ不明な点が多い原発事故後初期の河川流域における放射性物質の環境動態を再構築

→振り返りから得られる事故後初期に適用されなかった（出来なかった）モニタリングや除染戦略による環境回復効果の検証に活用

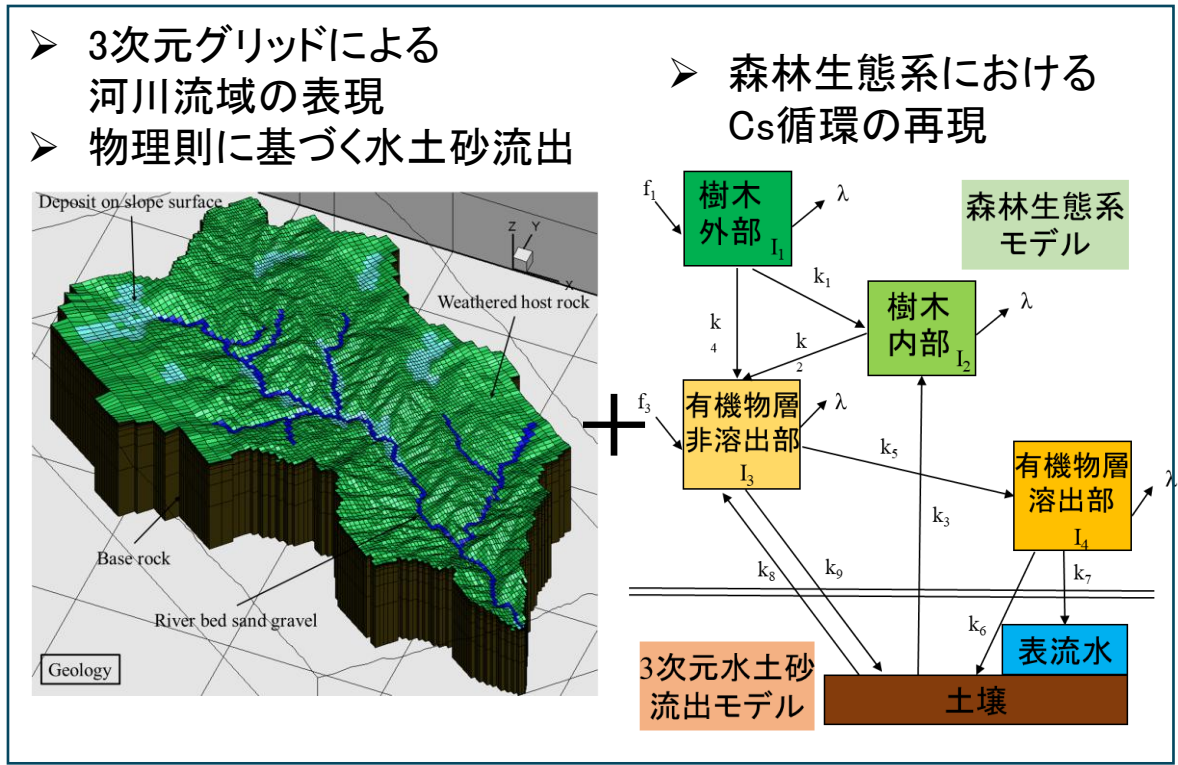
浜通り地方河川の一つ太田川流域を対象とした取り組み

1. **森林域**では、**原発事故後1年間のセシウム137の流出挙動**を推定（入力データに高精度大気化学モデル初期沈着量計算値を用いた世界初の試み）
2. **ダム湖**では、底泥溶出過程を考慮した3次元動態でモデルを用い、**溶存態濃度の季節変動特性**を評価。さらに、上記セシウム137流出データを用いて**事故後初期の湖内における挙動**を推定（**計算中**）
3. **河川流域全体**では、上記2つのモデルの統合利用によって**事故後初期のセシウム137移行挙動**を推定（**実施予定**）



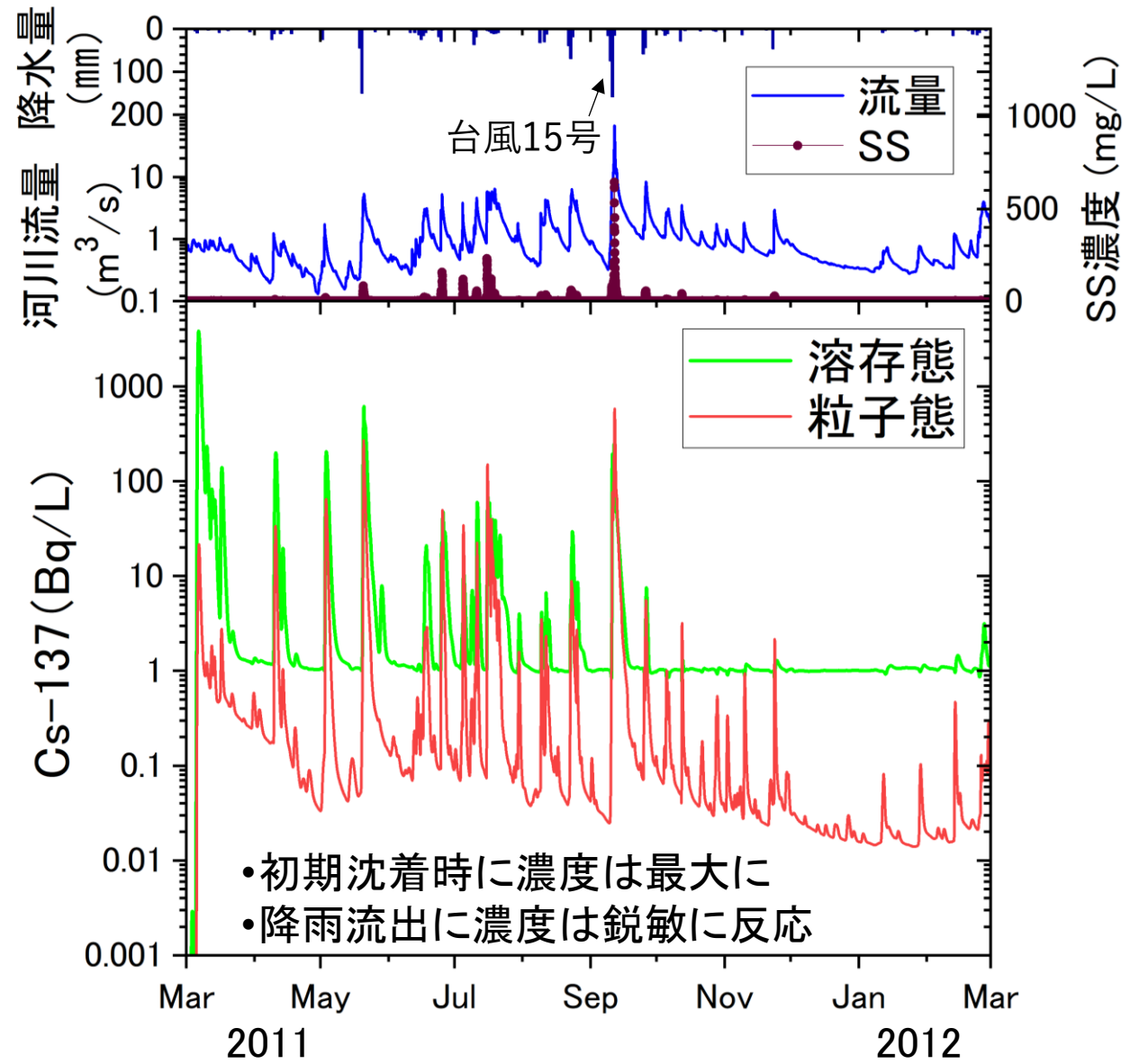
PJ3: 森林河川流域における放射性セシウムの初期流出挙動の再構築(計算結果)

流出モデルの概要



- 大気化学モデルによる ^{137}Cs 沈着量は、初期の航空機モニタリングデータに概ね合致
- 樹種に応じて樹冠と有機物層への沈着量の配分を変化
- 河川流量観測データを用いた雨水流出過程の検証後、 ^{137}Cs 動態を計算

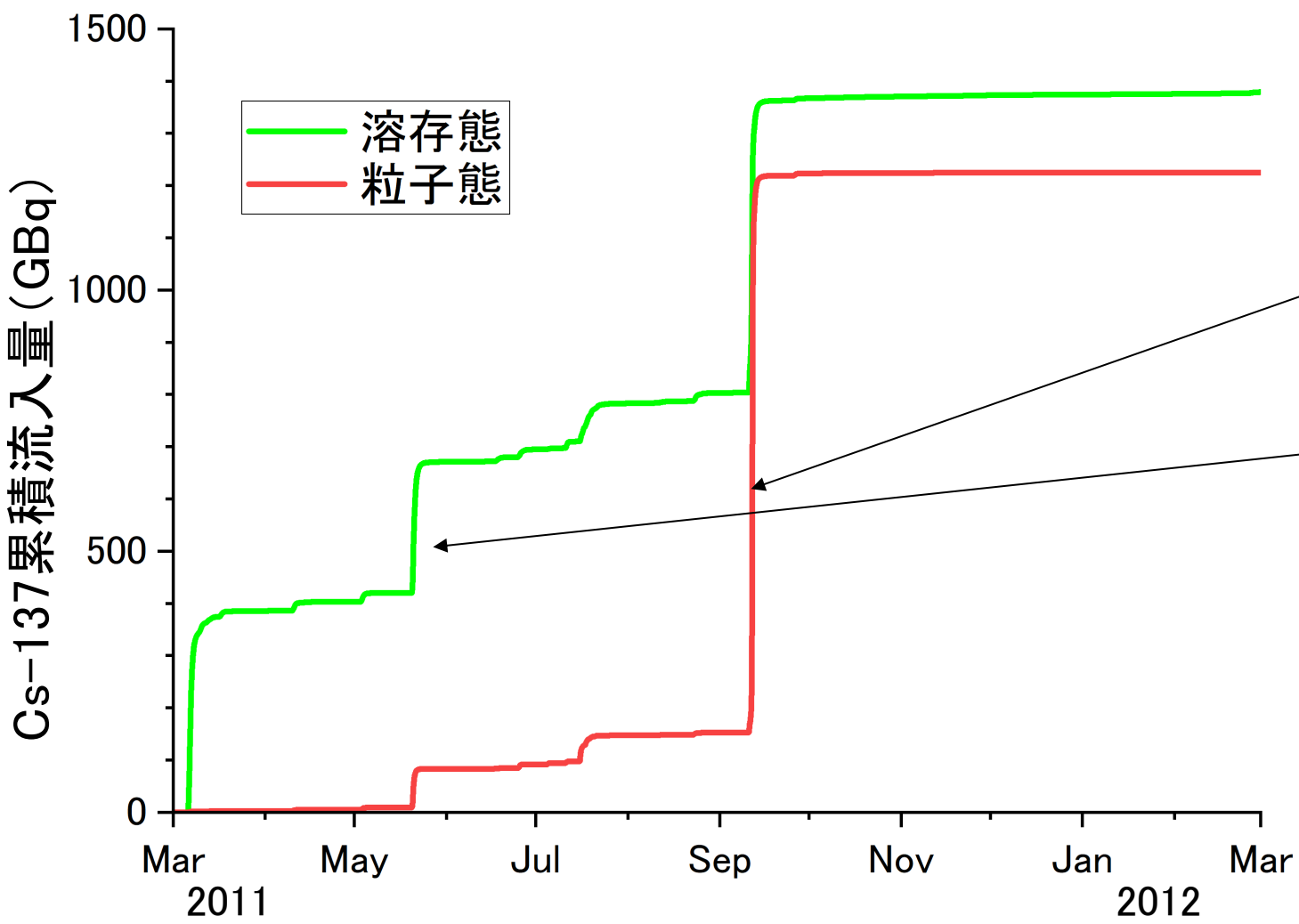
原発事故後1年間の流出水におけるセシウム137濃度変動



PJ3: 森林河川流域における放射性セシウムの初期流出挙動の再構築(計算結果)

原発事故後1年間における横川ダム湖へのセシウム137流入量(ダム湖集水域からの流出量)の推移

(ダム湖流域全体に対象を拡張して計算を実施)

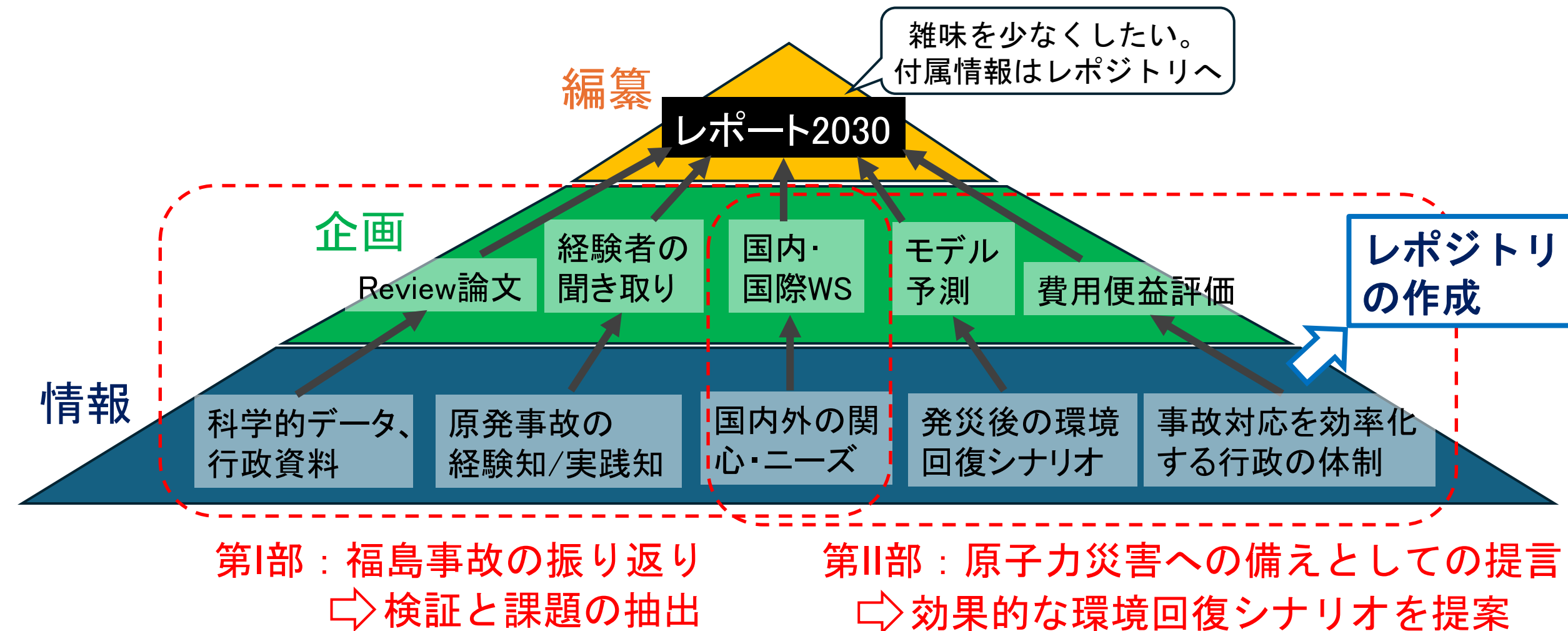


- 初期沈着量に対する事故後1年間の¹³⁷Cs流出割合は2.6%(現在は0.01%オーダー)
- 大規模豪雨(台風25号)時の顕著な土砂流出に伴う大量の粒子態の移行(粒子態年間流出量の87%)→既往の大規模豪雨時と合致
- 初期沈着～大規模豪雨まで溶存態の割合が卓越し、大規模豪雨時にも顕著な流出
→ 堆積有機物の関与を示す新しい知見



原発事故後初期の放射性セシウム移行抑制のための環境管理手法を検討するうえで、
様々な有用な知見を提供

PJ3: レポート2030の作成に向けて



福島原発事故後の観測データ・経験の**コア部分**を集約・昇華し、
将来的な原子力災害への対応に資するガイドラインを提示