

調査研究事業における令和5年度の取組

○放射線計測部門

所属	研究テーマ名	頁
県	動態解明等のための放射性物質の分析法の高度化	2
JAEA	放射性物質分析技術の高度化	4
JAEA	避難指示区域解除に向けた放射線測定技術開発と原子力防災への適用	6
県	原子力発電所事故の影響を踏まえたモニタリングデータの解析・評価に関する研究	8
JAEA	放射性物質の環境動態を考慮した被ばく解析評価ツールの開発・整備	9
JAEA	地衣類、コケ等の特性を活かした放射性物質の沈着・飛散挙動評価	10

○除染・廃棄物部門

所属	研究テーマ名	頁
県	資源循環等の推進に向けたバイオマスの有効利用に関する研究	12
NIES	対策地域内等におけるバイオマス利活用技術及びシステムの開発	14
県	廃棄物処理施設等における放射線影響についての安全性評価	16
NIES	最終処分に向けた除去土壌等の減容化・処分技術システムの開発	18
NIES	帰還困難区域等での廃棄物・資源循環フローと事故由来放射能汚染廃棄物対策の検証	20

○環境動態部門

所属	研究テーマ名	頁
県	放射性核種の環境中における移行挙動の実態把握及び将来予測に関する研究	22
JAEA	森林生態系における放射性物質の環境動態に関する研究	24
JAEA	水域における環境動態及び水産物への放射性物質の移行挙動に関する研究	26
JAEA	環境中放射性核種の固-液間相互作用機構の解明	28
NIES	流域スケールでの生物利用性放射性セシウムの動態解明と発生抑制策の評価	30
NIES	放射性セシウムの生物移行特性評価と将来予測	32
JAEA	陸水域動態モデルの開発	34
NIES	原子力発電所事故後初期の環境挙動の実態解明	36
JAEA	福島の実態影響評価を総合的に挙る包括的評価システムの整備	37
県	野生動物に対する原子力発電所事故の影響に関する研究	38
NIES	原発周辺における指標生物の平時モニタリング	40
NIES	生態系の実態把握と回復研究	42

○環境創造部門

所属	研究テーマ名	頁
NIES	地域課題への統合的アプローチによる持続可能な復興ビジョンの構築	44
NIES	持続可能な地域拠点の創生プロセスに関する研究	46
NIES	適切な森林管理に向けた木質バイオマス利活用による環境創生型地域づくり手法の開発	48
NIES	脱炭素化に資する地域復興・創生を駆動する資源循環・廃棄物処理システムの研究	50
NIES	広域・巨大災害時に向けた地域の資源循環・廃棄物処理システム強靱化研究	52
NIES	緊急時における化学物質のマネジメント戦略	54
県	猪苗代湖の水環境に関する研究	56
NIES	環境情報技術を活用した地産地消型エネルギー計画・評価手法の開発	58
NIES	環境創生に向けたステークホルダー分析および地域協働のプラットフォーム構築	60
県	正確な情報の効果的な発信のあり方に関する研究	62
県	脱炭素社会実現に向けた取組の効果検証	64

放射線計測部門	中区分課題：分析・測定技術の開発
動態解明等のための放射性物質の分析法の高度化（福島県）	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

トリチウムについては、社会的関心が高く、廃炉措置等に伴う環境影響の有無について評価を継続する必要がある。このことから、環境動態分野等への応用を見据えた分析手法の高度化を実施する。

また、現場において、簡易・迅速に放射性物質(セシウム 137)濃度を推定する手法が求められている。このことから、空間線量率等からセシウム 137 濃度を推定する方法について、研究を行う。

### ○令和5年度計画

- ・ 有機結合型トリチウム(OBT)を含めたトリチウム分析法について、引き続き他分析機関と連携しながら精度を向上する。
- ・ ALPS 処理水の状況を考慮し、適宜、トリチウムの迅速分析法及びその他の人工放射性核種の分析手法について検討する。
- ・ 引き続き JAEA の助言を得ながら、災害廃棄物仮置場を想定したシミュレーションによる効果的な測定方法の検討を実施する。

### ○令和5年度実績

- ・ 有機結合型トリチウム分析法の精度を高めるため、福島県沖で採取したヒラメを用いて、公益財団法人環境科学技術研究所相互比較分析を実施した。（予定）
- ・ 海水トリチウムの迅速な分析法を検討するため、試料の安定化に要する静置時間及び測定時間と検出限界値の関係等のデータを取得し、静置時間を従来法よりも短縮できることを確認した。得られた知見は、モニタリング事業関係者に情報提供し、ALPS 処理水放出後の海域モニタリングに活用されている。
- ・ 災害廃棄物の円滑な広域処理を目的に、災害廃棄物仮置場を想定した空間線量率のシミュレーション計算を行い、廃棄物内部の空間線量率は廃棄物表面の約 4 倍になると評価された。得られた知見は除染・廃棄物部門に提供した。

### ○令和6年度計画

- ・ 環境中のトリチウム濃度レベルを把握するため、有機結合型トリチウムを含めたトリチウム分析法について、引き続き他分析機関と連携しながら精度を向上する。
- ・ ALPS 処理水の状況を考慮し、適宜、その他の人工放射性核種の分析手法について検討する。
- ・ 引き続き JAEA の助言を得ながら、災害廃棄物仮置場を想定した空間線量率のシミュレーション計算結果から災害廃棄物中のセシウム 137 濃度を推定する手法の検討結果をとりまとめる。

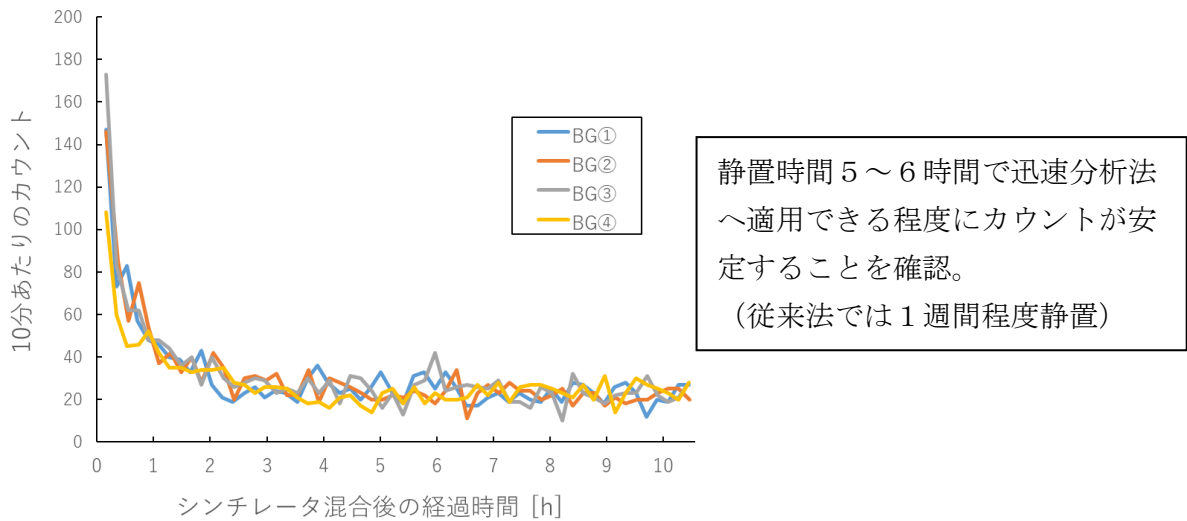


図1 バックグラウンド試料と液体シンチレータを混合した後の経過時間と測定値の変動

表1 液体シンチレーションカウンタによる測定時間とトリチウム検出限界値の関係（単位：Bq/L）

		試料：液体シンチレータ 混合比	測定時間[分]						
			1	2	3	5	10	20	30
試料中のトリチウム濃度[Bq/L]	0.39	50 ml : 50 ml	9.3	6.5	5.5	4.4	3.0	—	—
		10 ml : 90 ml	37.2	26.6	20.5	15.1	10.8	6.8	5.6

※試料中のトリチウム濃度は福島県沖の海水中のトリチウム濃度（ウェブサイト「日本の環境放射能と放射線」（原子力規制庁）内、「環境放射線データベース」を参照）を踏まえ設定した。

放射線計測部門	中区分課題：分析・測定技術の開発
放射性物質分析技術の高度化（JAEA）	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

廃炉作業によって、非意図的に放射性物質が環境中に放出する可能性がある。風評の払拭や廃炉作業による周辺環境への影響を一早く把握するため、環境中に存在する微量の放射性物質を迅速・高感度に分析する必要がある。また、環境中に放出された放射性物質の動態把握や将来予測には、分析技術的な課題を解決しつつ、詳細メカニズムの解明を進める必要がある。これら課題の解決に向けて、分析・測定技術の開発・高度化に関する研究開発に取り組み、それらを実際の環境試料に適用することで、福島環境回復に貢献する。

### ○令和5年度計画

- ・ 開発した固相抽出法と ICP-MS/MS 法とを合わせて環境試料中のヨウ素 129 の濃度データを取得し、他の手法との相互比較を実施する。
- ・ テクネチウム 99 の ICP-MS 分析手法の適用試料の拡充に関わる試験調査を実施する。
- ・ これまでに開発した OBT 迅速分析法等を環境試料へ適用し、得られた結果から環境への影響を考察する。
- ・ 継続して、微粒子の ToF-SIMS 分析/同位体比パターン解析法の適用性を調査する。

### ○令和5年度実績

- ・ 固相抽出法と ICP-MS/MS を組み合わせたヨウ素 129 分析システムを構築した(図2)。構築した分析法を値付けされた海藻試料（IAEA446）に適用し、本分析法の妥当性を確認した（IAEA のヨウ素 129 報告値： $0.12 \pm 0.1$  mBq/kg、本分析法のヨウ素 129 定量値： $0.12 \pm 0.2$  mBq/kg）。
- ・ 福島県沖の研究航海船に乗船し、テクネチウム 99 用の海洋サンプル（海水、海底土など）の採取を実施した。今後、採取した試料の分析を進める予定である。
- ・ 開発した OBT 迅速分析法を令和4年度に採取した福島県沿岸のヒラメへ適用し、全 OBT の値が全て検出限界値未満（検出限界値：1.1 Bq/kg 生）であることを地元漁協へ報告した。
- ・ 環境試料中の微粒子の ToF-SIMS 分析を進め、ルビジウム同位体比パターン解析法の適用性を調査し、その成果を国際学会で発表した（図3）。

### ○令和6年度計画

- ・ 令和5年度で構築した分析法を利用して、その他環境試料への適応拡大を図る。
- ・ オンサイト濃縮技術と ICP-MS/MS を用いたテクネチウム 99 のモニタリング技術開発を進める。
- ・ 開発した OBT 迅速分析法の適用試料を拡充し、得られた結果から環境への影響を考察する。
- ・ 環境試料等の ToF-SIMS 分析を進め、同位体比パターンを指標とする起源追跡への適用を目指す。

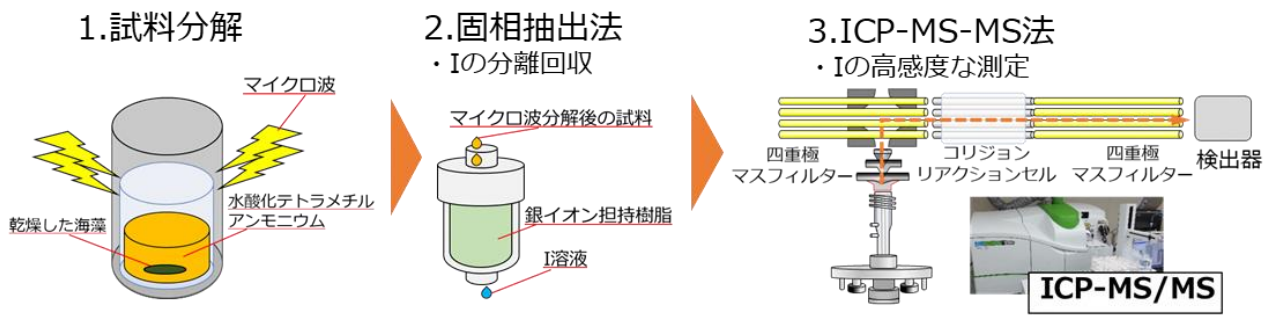


図 2 固相抽出法と ICP-MS/MS 法を組み合わせたヨウ素 129 分析システム

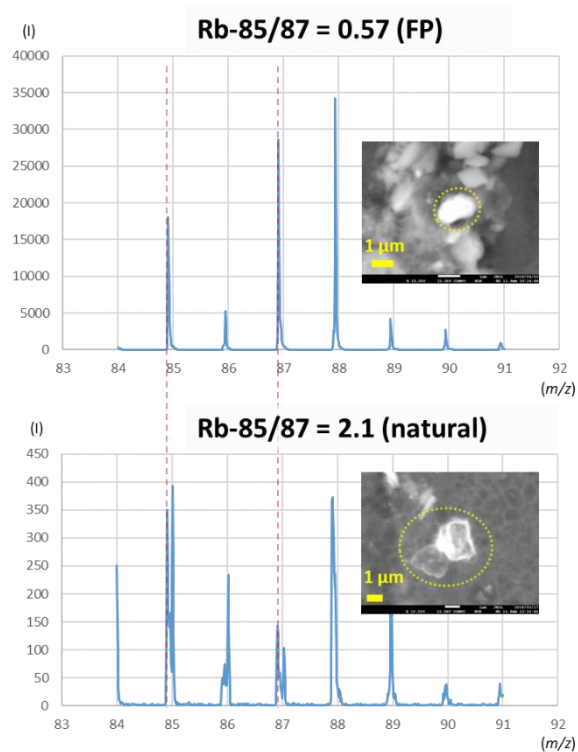


図 3 同一地点で採取された微粒子の同位体比パターン解析の例。  
 (1F 事故起源 (上)、天然起源 (下) と判定した微粒子)

放射線計測部門	中区分課題：分析・測定技術の開発
避難指示区域解除に向けた放射線測定技術開発と原子力防災への適用 (JAEA)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

避難指示区域解除を目標とした生活圏のモニタリング、個人線量評価技術の提供を行うとともに、未除染の森林、河川、沿岸海域等の線量評価手法を確立する。また、上空、地上及び水中における遠隔測定技術の高精度化を図り、民間等への技術移転を進めるとともに、原子力防災ツールへの適用等の他の研究への活用を進める。

### ○令和5年度計画

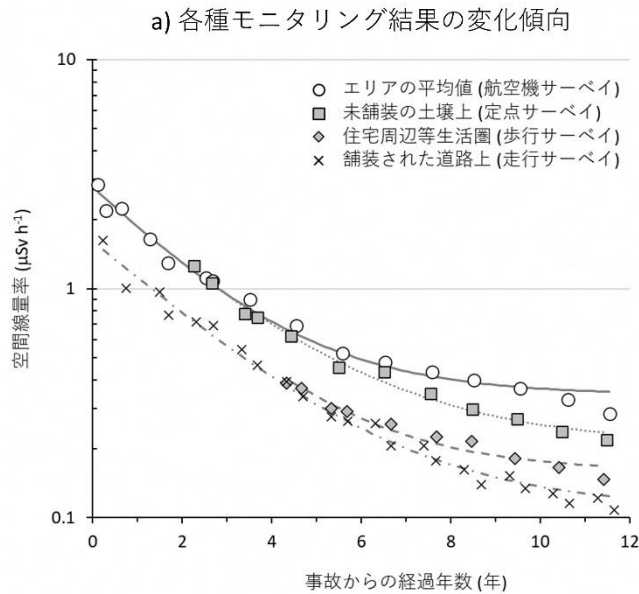
- 原子力規制庁から受託する大規模モニタリング事業の確実な実施と線量率及び放射性セシウム濃度の変化傾向を解析する。
- 特定復興再生拠点外の帰還困難区域に関するモニタリング及び線量評価を継続的に実施するとともに、自治体との情報共有を図る。
- プラスチックシンチレータを用いた in-situ トリチウムモニターの 1F 構内現場に適用する。
- 原子力防災への活用を目指した無人飛行機のフライト試験（原子力総合防災訓練への組み込み）を実施する。

### ○令和5年度実績

- 原子力規制庁から受託する大規模モニタリング事業を確実に実施した。また、線量率及び放射性セシウム濃度の変化傾向を解析し（図4）、土地利用と空間線量率の減衰傾向の関係性を明らかにした。
- 特定帰還居住区域に関するモニタリングを実施した。また、線量評価を継続的に実施し、自治体の除染検証委員会に情報提供を実施した。
- プラスチックシンチレータを用いたトリチウムモニターの実用機開発に成功した（図5）。また、1F 構内での利用を想定し海水の簡易ろ過システムを開発した。
- 原子力防災への活用を目指した無人飛行機のフライト試験を令和5年度の柏崎刈羽原発で行われた原子力防災訓練で実施した。

### ○令和6年度計画

- 原子力規制庁から受託する大規模モニタリング事業の確実な実施と線量率及び放射性セシウム濃度の変化傾向を解析する。
- 特定復興再生拠点外の帰還困難区域に関するモニタリング及び線量評価を継続的に実施するとともに、自治体との情報共有を図る。
- トリチウムを含めた海洋のモニタリングデータの解析を実施するとともに結果を原子力規制庁に共有する。
- 原子力防災への活用を目指した無人飛行機のデータ収集およびデータ共有システムを開発する。



航空機サーベイは視野角が広いのでエリアの平均値を測定  
 歩行サーベイ・走行サーベイは道路上の放射性セシウムの洗い流しの効果で比較的線量が低い

図4 福島80km圏内のモニタリングデータから評価した変化傾向（エリアの平均値を測定している航空機モニタリングに比べて地上のモニタリングは減少速度が速い）

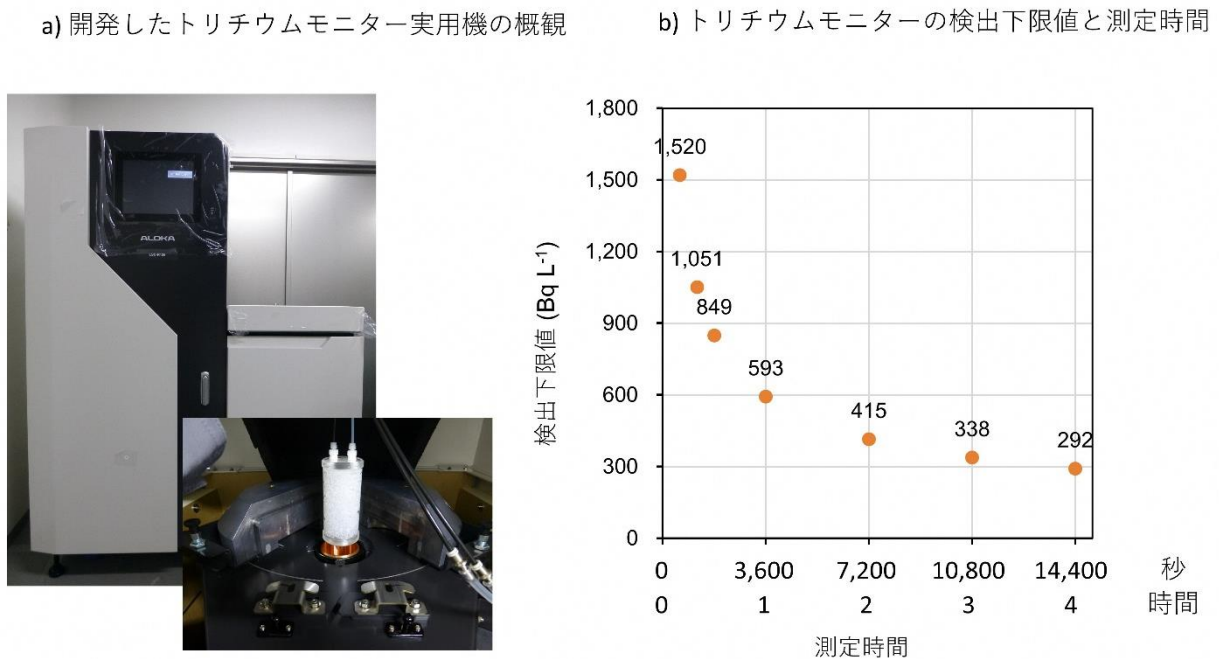


図5 開発したトリチウムモニターの概観と検出限界値（プラスチックシンチレーション検出器を採用し、30分測定で検出限界値1000Bq/L以下を達成）

放射線計測部門	中区分課題：被ばく線量等の評価手法・モデル開発
原子力発電所事故の影響を踏まえたモニタリングデータの解析・評価に関する研究 (福島県)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

環境中の放射性物質のモニタリング結果を評価する際、過去の統計解析結果から設定される「平常の変動幅」の範囲内であることが客観的な評価の指標の1つとなっているが、原発事故による汚染の影響により、「平常の変動幅」の設定ができていない。

このため、原発事故前も含めたモニタリング結果を集計し、シミュレーション等を活用した解析を行い、モニタリング結果の変動要因等について検証する。

### ○令和5年度計画

- ・ 別のモニタリングポストにおいて同様の測定を実施する。
- ・ レスポンスマトリクス法によるセシウム由来の線量評価について、精度を向上する。
- ・ 環境試料の放射性核種（セシウム 134、セシウム 137、トリチウム、ストロンチウム 90 等）のデータについて、経時変化を物理半減期による減衰と比較する等の解析を実施する。

### ○令和5年度実績

- ・ モニタリング結果の評価を客観的に行うための手法を検討するため、環境試料の放射性核種（セシウム 134、セシウム 137、トリチウム、ストロンチウム 90 等）のデータについて、経時変化を物理半減期による減衰と比較する等の解析を実施した。（予定）

### ○令和6年度計画

- ・ モニタリング結果の評価を客観的に行うことを目的として、環境試料の放射性核種（セシウム 134、セシウム 137、トリチウム、ストロンチウム 90 等）のデータについて、「平常の変動幅」の設定手法を検討する。
- ・ モニタリング結果の評価を多角的に行うことを目的として、大気浮遊じん、上水等のモニタリングデータを用いた被ばく線量評価を試行する。



放射線計測部門	中区分課題：被ばく線量等の評価手法・モデル開発
放射性物質の環境動態を考慮した被ばく解析評価ツールの開発・整備 (JAEA)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

フェーズ2までに森林内の線量率や溪流魚の経時変化と放射性セシウムの環境動態の関係に係るメカニズムの解明が進んできた一方で、ばらつきに対する評価はなお十分とは言えない状況である。

このため、放射性セシウムの動態に伴う線量率分布変化の空間的精緻化を行い、外部被ばく評価に寄与する。また、農林水産物へ移行する放射性セシウムの汚染源、汚染ルートの一層の解明に取り組み、放射性セシウム濃度の将来予測および対策を検討する。

### ○令和5年度計画

- ・ 継続して、環境中の放射性セシウムの動態及び対策が、線量率及び林産物等に与える影響についてシミュレーションにより評価する。特にデータのばらつきに着目した評価を実施する。

### ○令和5年度実績

- ・ コンパートメントモデルを用いたシミュレーション結果と森林内の各部位中の放射性セシウム濃度のモニタリング結果を比較することで、データのばらつきの原因について検討した。(予定)

### ○令和6年度計画

- ・ 継続して、環境中の放射性セシウムの動態及び対策が、線量率及び林産物等に与える影響についてシミュレーションにより評価する。

放射線計測部門	中区分課題：被ばく線量等の評価手法・モデル開発
地衣類、コケ等の特性を活かした放射性物質の沈着・飛散挙動評価 (JAEA)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

放射性セシウム濃度の指標となる地衣類の選定、セシウム供給源の微粒子判別・単離法の確立、コケバッグによる飛散物定量評価の見通しを得た。一方、生体内セシウムの存在状態、当該微粒子の割合、コケバッグ中放射性セシウム濃度の変動要因解明は不十分である。

このため、生物種や装置特性を踏まえた前処理・分析法、微粒子の存在量評価法の確立、地点特性等によるコケバッグ中の放射性セシウム濃度への影響評価に取り組む。

### ○令和5年度計画

- ・ 地衣類中の放射性セシウム濃度の経時変化と、生体内セシウムの存在状態との関係を調査する。
- ・ 地衣類等が捕捉した微粒子の存在量評価のための手法検討と試験を継続する。
- ・ 令和4年度に取得したコケバッグ観測データの解析及びコケバッグが捉えた大気中の放射性セシウム輸送媒体の考察を実施する。

### ○令和5年度実績

- ・ 地衣類中の放射性セシウム濃度の経時変化の結果を取りまとめた。また、地衣類中のセシウム抽出試験等を行い、生体内セシウムの存在状態との関係性を検討した。  
(予定)
- ・ 地衣類等が捕捉した微粒子の存在量評価のための手法を検討した。(予定)
- ・ 令和4年度に取得したコケバッグ観測データの解析を実施した。また、コケバッグが捉えた大気中の放射性セシウム輸送媒体の考察を実施した。(予定)

### ○令和6年度計画

- ・ 継続して地衣類等が捕捉した微粒子の存在量評価のための手法を検討する。
- ・ 令和5年度に取得したコケバッグ観測の結果と、これまでの観測試験および解析結果を総括し、コケバッグ適用時の観測条件などを取りまとめ評価する。



除染・廃棄物部門	中区分課題：地域循環共生圏の創造に向けたバイオマス利活用技術の確立
資源循環等の推進に向けたバイオマスの有効利用に関する研究（福島県）	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

バイオマスの利用状況の調査、バイオマス利用による経済性評価を実施するとともに、木質バイオマスの燃焼等に伴う放射性セシウムの挙動調査を行い、生活環境への影響を明らかにする。

これらの取組により、バイオマスを有効利用していく上で生じうる問題点等の整理、及び解決手法の検討を行う。

### ○令和5年度計画

- ・ ストーカ式のラボ燃焼炉を用いて放射性セシウムを含む木質バイオマスの専焼試験と混焼試験を実施し、燃焼温度及び排ガス濃度の安定性を調べると共に、燃焼に伴う灰及び排ガスへの放射性セシウムの挙動を明らかにする。
- ・ 木質バイオマス等の利用状況を把握し、利用促進に資する知見を得る。

### ○令和5年度実績

- ・ 木質バイオマスの燃焼に伴う灰及び排ガスへの放射性セシウムの挙動を明らかにするため、ストーカ式と流動床式のラボ燃焼炉を用いて燃焼試験を実施した。（予定）
- ・ NIES（環境創造部門）と連携し、林業における素材生産者が抱える課題を明らかにするためアンケート調査を実施した。この結果、放射性物質に関する課題を抱える事業者は人員不足等の一般的な課題と比較が少ないものの、中通り・会津に比べて浜通りで課題と感じている事業者が多いことがわかった。
- ・ 木質バイオマスをガス化利用した際に生じるバイオ炭の自然発火性を把握するため、高感度熱分析装置等を用いて評価試験を実施した。結果、断熱状態であれば40℃程度での貯蔵であってもバイオ炭は蓄熱し火災に至る可能性が示された。
- ・ JAEA（環境動態部門）と連携し落ち葉堆肥の適正利用促進の観点から県内の森林の落ち葉のセシウム濃度を測定し、林縁部のリター層の放射性セシウム濃度の地理的分布を明らかにした。（予定）

### ○令和6年度計画

- ・ 放射性物質を含む木質燃料を燃焼させた際の放射性物質の挙動を明らかにするため、これまで実施してきた放射性セシウムを含む木質燃料燃焼試験の結果について、試験スケール（実機・ラボレベル）、炉形式（ストーカ式・流動床式等）、燃焼温度及び燃料の種類（黒チップ・白チップ・バーク）を踏まえてとりまとめを行う。
- ・ 持続可能な木質バイオマスの利用に資するため、木質燃料の流通状況に関する調査について、NIES（環境創造部門）の調査結果と組み合わせつつとりまとめを行う。

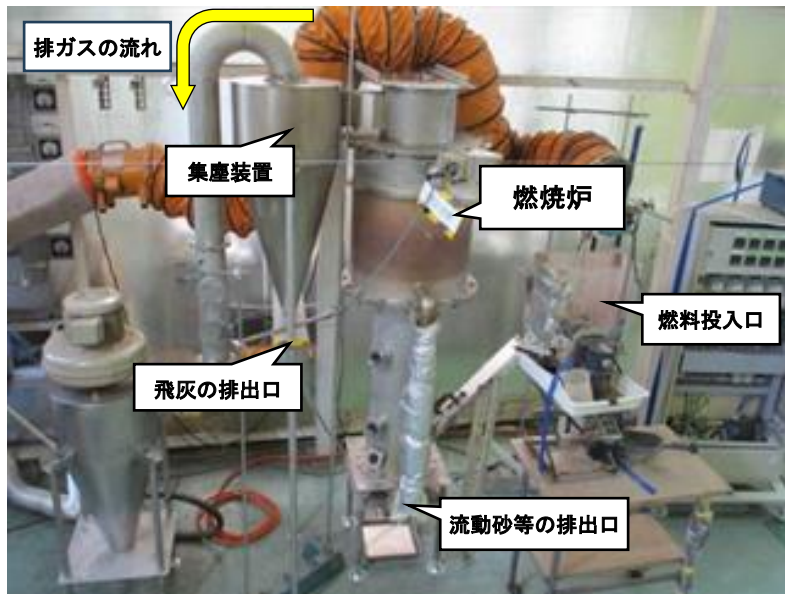


図6 流動床式のラボ燃烧炉



図7 ストーカ式のラボ燃烧炉

除染・廃棄物部門	中区分課題：地域循環共生圏の創造に向けたバイオマス利活用技術の確立
対策地域内等におけるバイオマス利活用技術及びシステムの開発 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

対策地域等におけるバイオマス利活用の要素技術と技術システムを開発し、処理等における放射性セシウムの挙動を明らかにする。また、実装するための技術システムの設計を行う。

放射性セシウムの挙動解明や残渣利用を含めて、木質バイオマスの熱変換技術を開発し、また、汚染農業残渣等を対象として、放射性セシウムの制御を含めて熱変換技術と嫌気性発酵技術のコンバインド発電システムを開発・設計する。

木質バイオマス発電施設の実証及び実機化に加えて、CCUS（CO<sub>2</sub>の回収・貯留・利用）付き嫌気性発酵とのコンバインド発電システムを設計し、実証する。

### ○令和5年度計画

- 木質バイオマス燃焼及びガス化発電施設における放射性セシウムの挙動を方式ごとに整理し、熱力学平衡計算を用いて放射性セシウムの化学形態や飛灰—主灰間の放射性セシウムの分配挙動を予測する。
- 木質バイオマスガス化における原料の拡大の可能性と制約を明確にし、バイオ炭の安定貯蔵法及び利活用法を提示する。
- 農業残渣等のバイオ炭作成における炭機能性を保持するための熱処理条件と、発酵でのバイオ炭受入ポテンシャルの実験的検討を実施する。
- 調査・実験に基づくガス化-メタン発酵コンバインドシステムのスペック及びシステム設計を精緻化し、実証するための体制を構築する。

### ○令和5年度実績

- 福島県環境創造センターと共同で木質バイオマス燃焼発電施設（ストーカ式燃焼炉）の施設調査を実施し、残渣である主灰と飛灰に対する放射性セシウム濃度を測定し、飛灰及び主灰への放射性セシウムの分配率を算出した。飛灰への分配率は65%–80%程度であった。一方ガス化発電施設の調査では、バイオ炭に対する放射性セシウムの濃縮率は40–50倍程度であった。なお、下記のガス化実験装置を用いて、木質原料のガス化における放射性セシウムの挙動を把握する予定である。
- 木質バイオマスガス化実験装置（図8）を製作し、未利用木質原料であるバークのガス化特性（ガス化率、生成ガス組成、バイオ炭の生成率や比表面積等）を明らかにした。具体的には、従来原料である木質チップのガス化と比較すると、バークのガス化ガスの熱量は若干低下し、バイオ炭の生成率が多いが、タールの発生率は少ないことが示唆された。
- 先述のガス化発電施設で得られたバイオ炭（通常産廃処理）に対して、規制重金属に係る環境安全性評価を行い、バイオ炭は各種規制及び規格を満足し、土壌改良剤（炭素貯留効果も含む）等として利用できる可能性が示唆された（図9）。
- バイオ炭の原料、生成条件と発酵促進効果との関係を実験からの取得データをもとに整理し、高比表面積・高灰分のバイオ炭が望ましく、木質または農業残渣原料の場合はCO<sub>2</sub>等で賦活化したバイオ炭や高灰分のメタン発酵残渣由来のバイオ炭が効果的であることを示した。

- ・ ガス化-メタン発酵コンバインドシステム（NIES で独自に提案している残渣ゼロと炭素貯留を併せ持つ先進システム）において、ガス化由来のバイオ炭を使った連続メタン発酵実験を実施し、CO<sub>2</sub>で賦活化したバイオ炭のみ発酵促進に対して継続的に効果を発揮することが明らかとなった。

### ○令和6年度計画

- ・ 前年度に調査した施設と異なる実機木質バイオマスガス化熱電併給施設（県外）に対して調査を実施し、物質収支と放射性セシウムを含めた元素フローを解析する。
- ・ 福島県の木質バイオマスに対して、上記施設への適用可能性を評価する。また、実機バイオ炭に対して、リンやカリウム等に着目した肥料特性を把握する。
- ・ ネットゼロに向けたバイオマス利活用計画を進める地域に関して、メタン発酵原料となり得るバイオマス種と量を整理し、代表的な品目については近赤外吸収スペクトルと分析した栄養成分との対応データを蓄積し、スペクトルからのバイオマス性状予測モデルの構築を進める。



図8 ガス化実験装置

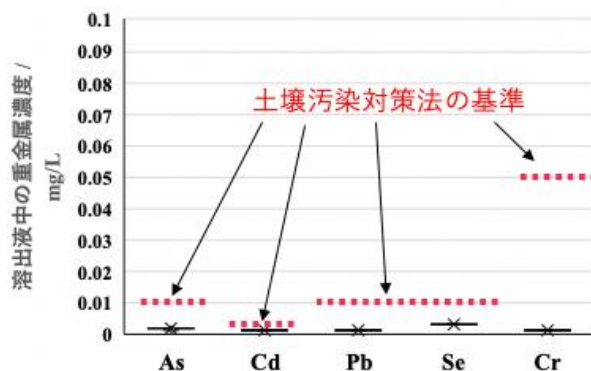


図9 バイオ炭の規制重金属の溶出液中の濃度と土壤汚染対策法の基準（赤線）

除染・廃棄物部門	中区分課題：廃棄物等の適正処理・再生利用技術の確立
廃棄物処理施設等における放射線影響についての安全性評価（福島県）	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

原発事故により放出された放射性セシウムは、廃棄物等にも含まれていることから、福島県内の廃棄物処理・処分等に懸念を持つ人や施設管理者もいる。また災害発生時における廃棄物の広域処理を行う際にも支障が生じている。それらの懸念を払しょくし、災害廃棄物を含めた廃棄物等の処理を円滑に進めるため、廃棄物中放射性セシウムの簡易分析法の検討、廃棄物の処理・処分時の放射性セシウムの挙動の解析を実施する。さらに、放射性セシウムの最終処分場内部における挙動の研究成果を活用し、重金属等の挙動を解析することで処分場の長期的な管理方法を検討する。

### ○令和5年度計画

- ・ より多くの県内に存在する一般廃棄物最終処分場に対して、静的な安全性評価<sup>\*</sup>を実施する。
  - ※ 処分場の内部が均一な状況であると仮定し、一つの大きな箱とみなして放射性セシウムの移行を検討した安全性評価
- ・ 最終覆土の施工による最終処分場からの放射性セシウム浸出抑制効果のメカニズムを明らかにする。
- ・ 最終処分場内の放射性セシウム濃度の深さ方向分布を調査する。
- ・ 廃棄物中の放射性セシウム濃度とγ線線量計の計測結果を比較し、両者の相関関係について検討する。

### ○令和5年度実績

- ・ 県内の4か所の一般廃棄物最終処分場を対象に、最終処分場周辺住民らの将来にわたる被ばく線量を安全性評価ツールにより評価した。（予定）
- ・ 最終覆土による放射性セシウムの浸出抑効果を検討するため、最終処分場を縮小簡略模擬した体系を使って最終覆土あり及びなしの条件で、最終処分場内を移動する雨水と放射性セシウムが付着した微小粒子の挙動を解析した。最終覆土を行った処分場では雨水の侵入が抑制されたことで、雨水とともに移動する放射性セシウム付着微小粒子の挙動も制限され、結果として放射性セシウムの浸出が抑制される傾向にあることを定性的に明らかにした（図10、11参照）。
- ・ 最終処分場間の浸出水中の放射性セシウム濃度に差が見られた要因の一つとして、廃棄物中の放射性セシウム濃度が処分場毎に異なることが考えられた。そこで、最終覆土を実施していない複数の最終処分場を対象に、鉛直方向に積層する廃棄物の放射性セシウム濃度を検討するため、処分場表面から深さ100cmまでの任意の位置で廃棄物を採取し放射性セシウム濃度を測定した。鉛直方向の放射性セシウム濃度の分布は、深さとの関連性が見られる結果もあるが傾向にはばらつきが見られた。
- ・ 災害廃棄物の放射性セシウム濃度を迅速に推計する手法を検討するため、災害廃棄物の濃度及び線量を測定し、測定結果を放射線計測部門が実施するシミュレーションへ供した。



○令和6年度計画

- 一般廃棄物最終処分場の浸出水の放射性セシウム濃度と各種元素濃度の関係、放射性セシウム濃度と浸出水量及び降雨量の関係を明らかにするため、浸出水等の測定や処分場管理者へのヒアリング等を行う。
- 一般廃棄物最終処分場内の放射性セシウムの挙動を明らかにするため、シミュレーションによって定性的に評価する。
- これまで実施してきた一般廃棄物最終処分場等に関する調査結果及びシミュレーション結果についてとりまとめを実施する。

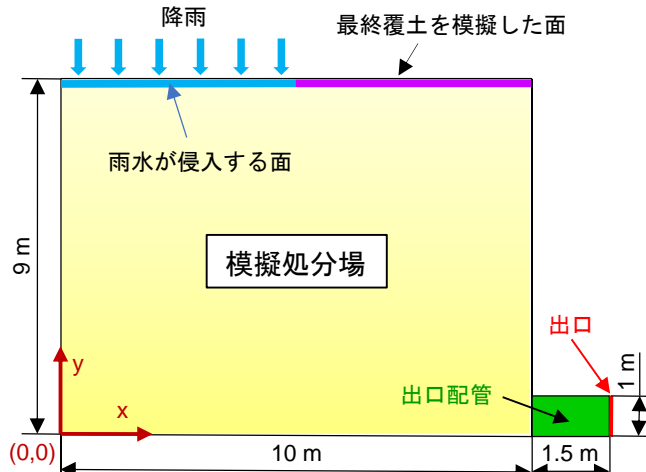


図10 最終処分場を縮小簡略模擬した解析体系

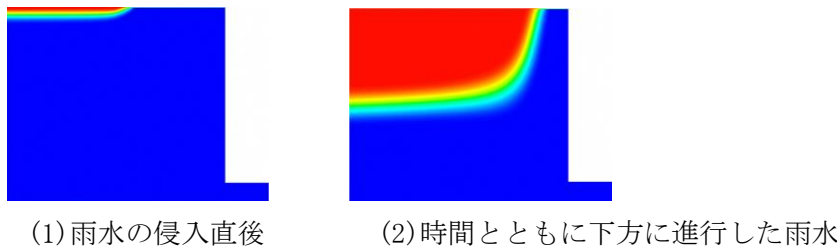


図11 処分場内を浸透する雨水の予測結果

赤色で示す雨水は計算開始とともに模擬処分場内に侵入し、時間とともに下降へと浸透する。

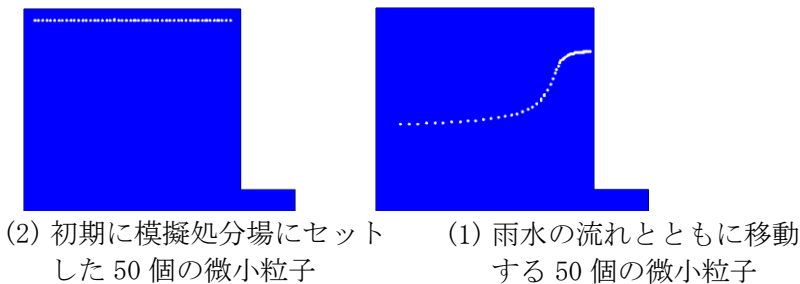


図12 処分場内を移動する微小粒子の予測結果

白丸で示す微小粒子は放射性セシウム粒子を模擬する。最終覆土を模擬した面（図10参照）の下方にセットした微小粒子は、雨水が侵入する面（図10参照）の下方にセットした微小粒子よりも水の流の影響を受けにくい傾向にある。

除染・廃棄物部門	中区分課題：廃棄物等の適正処理・再生利用技術の確立
最終処分に向けた除去土壌等の減容化・処分技術システムの開発 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

国が定める戦略目標の設定期限 2024 年をターゲットとし、有効利用に着目した福島県外最終処分量の減容化技術評価と、福島県外最終処分にむけた個別技術開発、シナリオ評価を行う。

除去土壌や熔融スラグの有効利用における環境的、構造的安全性について室内試験や実証試験を実施する。福島県外最終処分に向けた減容化技術開発と経済的、社会的な多面的な側面を考慮したシナリオ評価を実施する。

除去土壌等の有効利用時の安全性を明らかにし、有効利用促進のための科学的根拠を提供する。

福島県外最終処分の技術メニュー拡充とシナリオ評価を通して学術的知見を提示する。

### ○令和5年度計画

- ・ 熔融スラグの環境安全性に関する実証試験（テストセル）を技術実証フィールドで開始する。
- ・ 灰洗浄・吸着濃縮に関して、カラム試験を実施し、現実的運転条件で到達可能な減容化率について 100g 単位の吸着材でベンチ試験を実施する。
- ・ 福島県内の多様な岩種の骨材への特異的セシウム吸着を測定し、文科省英知事業における成果も活用し、ひび割れたコンクリートへの、飛灰洗浄液条件におけるセシウム浸透速度を推定する。
- ・ 現実の減容化を踏まえた多様な処理・処分シナリオを準備し、環境影響、経済性、安全性の評価を実施できるモデルを準備する。

### ○令和5年度実績

- ・ 環境安全性の評価を目指した熔融スラグ 3 種のテストセル建設に着手した。本年度末には完成する予定。
- ・ 灰洗浄・吸着濃縮については、最大濃縮を目指した技術開発として液中合成（2 段階操作）を実施し、13 万分の 1 まで減容化できる可能性を示唆した。
- ・ 阿武隈川の川砂利へのセシウム吸着を、放射性同位元素により計測し、流紋岩やデイサイト中の斜長石や輝石が風化・変質して生成したスメクタイト類に選択的に吸着していることが分かった。この骨材へのセシウム吸着の多くは当初はイオン交換であるが、いったん吸着すると再交換しなくなり、コンクリートへのセシウム浸透速度が遅延し、特に低濃度セシウム溶液では著しく遅延することが分かった。一方、カリウムイオンが共存する場合は骨材への吸着においてカリウムとセシウムが競合し、結果としてセシウムの浸透が促進された。処分施設コンクリートへのセシウム浸透予測へも応用できる。
- ・ 処理・処分シナリオとして 4 つの大枠シナリオを作成し、マスバランス、経済性について試算し、概略安全評価のフレームワークを作成した。

## ○令和6年度計画

- 熔融スラグ3種のテストセルの環境モニタリングを実施して、スラグ再生利用における安全性の評価を実施する。
- 灰洗浄・吸着濃縮については処理時間も考慮したベンチ試験を実施して、現実的運転条件について提案する。
- セシウム含有飛灰のセメント固型化体にはセシウム溶出を完全に防止する能力はないが、コンクリートへのセシウム浸透は骨材による固定吸着により浸透遅延する。また、コンクリートの炭酸化によってもセシウムは著しい吸着を起こす。処分施設内からセシウムが溶出することをコンクリートは防止できることが分かったが、より長期的にはいったんコンクリートに入ったセシウムが放出されるのか確認する必要もある。そこで、いったんコンクリートに浸透・吸着したセシウムが、低濃度セシウム溶液によりイオン交換し溶出するのか検討する。
- 処理・処分シナリオ評価では、多様なシナリオを評価しつつ、経済性評価の精緻化、そしてシナリオ毎の安全評価を実施する。

除染・廃棄物部門	中区分課題：廃棄物等の適正処理・再生利用技術の確立
帰還困難区域等での廃棄物・資源循環フローと事故由来放射能汚染廃棄物対策の検証 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

帰還困難区域の復興に伴い発生する廃棄物の適正処理と自然環境回復への取組に資するため、放射性セシウムの時空間分布を可視化する。原発事故由来の放射能汚染廃棄物処理に係る経験を国際発信する。

帰還困難区域等における廃棄物・循環資源のフロー・ストックを自然環境における動態モデルに統合し、放射性セシウムの時空間分布を可視化する。原発事故由来の汚染廃棄物処理システムの検証を行う。

帰還困難区域の廃棄物等の有効利用の選択肢を住民等が利用可能な形で提示する。原子力災害発生時の放射性セシウムの廃棄物処理システムへの影響を経験知としてとりまとめる。

### ○令和5年度計画

- 令和4年度に報告した以外の特定制業廃棄物等の処理・処分に伴う放射性セシウムの移動量について推計を進め、事故後の処理における放射性セシウム移動量のデータベース化を進める。
- 環境再生事業の実施に伴う除去土壌、特定廃棄物の過去の移動量の精緻化を進める。特に特定制業廃棄物の処理・処分に伴う放射性セシウムの移動量を把握する。
- これまでの経験を総合化し、想定した事故規模がオフサイトの廃棄物処理システムに及ぼす影響の検討を進め、原子力災害廃棄物処理計画に向けた基本的な考え方を提示する。

### ○令和5年度実績

- 特定制業廃棄物等の処理・処分に伴う放射性セシウムの移動量について、発生場所の空間線量率情報の再生整理を実施して、移動量の精緻化を実施した。
- 環境再生事業の実施に伴う放射性セシウムの移動量調査については、濃度推計手法を再整理してビッグデータの可視化に向けたシステムを作成した。（予定）
- 公表されている原子力発電所の事故予測評価を用いて、除去土壌等の汚染状況を簡易予測するためのプロトタイプを作成した。

### ○令和6年度計画

- 特定一般廃棄物として移動した放射性セシウム量の推計に着手し、東日本全域で移動した概略をとりまとめる。
- 環境再生事業に伴う放射性セシウムの移動量について、構築したシステムを用いて移動量の可視化を試みると同時に、データの拡充に向けた情報整理を実施する。
- 東京電力福島第一原子力発電所事故での除去土壌等の発生特性を整理し、公表されている事故予測評価を元に全国の原子力発電所に展開し、除去土壌等の発生量について試算して、原子力災害廃棄物処理計画の基礎データを作成する。



環境動態部門	中区分課題：移行挙動評価
放射性核種の環境中における移行挙動の実態把握及び将来予測に関する研究（福島県）	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

福島県を流れる河川の放射性セシウム濃度は十分に低下し、その傾向は維持されている。しかし、源流域の森林は未除染のままであることから、今後も注視する必要がある。

このため、県内を流れる河川を対象としたモニタリングを継続するとともに、河川を流下する放射性セシウムの供給源の推定に向けた研究に取り組む。

これらの取り組みにより、中長期的な変化及び将来的な濃度変化等を把握・推定するとともに、供給源の推定も含めた移行挙動の実態を把握する。

### ○令和5年度計画

- ・ 県内を流れる主要な河川における形態別の放射性セシウム濃度のモニタリングを継続する（広域多地点調査）。
- ・ これまでの広域多地点調査の観測結果を解析し、将来的な濃度変化等の推定を試みる。
- ・ 源流域から河川へ至るまでの放射性セシウムの移行挙動について詳細な解析を実施するため、渓流水質（イオン濃度など）に特徴があった源流域において、更なる調査と解析を実施する。
- ・ 河川水及び周辺環境中の安定同位体比その他成分のデータ解析を行い、放射性セシウムの移行挙動を説明できる要因等の絞り込みを実施する。

### ○令和5年度実績

- ・ 県内を流れる主要な河川の放射性セシウム濃度の分布や経時変化を明らかにするために、引き続き阿武隈川と福島県浜通りの複数河川において河川水の懸濁態及び溶存態の放射性セシウム濃度を測定した。その結果、これらの濃度は共に減少しつつあった。福島第一原発事故から1.7～10年後について、懸濁態及び溶存態セシウム137の環境半減期は、それぞれ2.17～5.46年、1.90～4.05年であった。これは物理半減期（約30年）より短かったことから、定常状態にあるとは言えなかった。
- ・ 県内の複数河川において懸濁態セシウム137濃度と濁度を測定し、河川流量等の観測結果を用いて計算した結果、河川から海洋への1か月あたりの懸濁態セシウム137の移行量は $1.46 \times 10^6 \sim 3.41 \times 10^{12}$  Bqであった。また、台風通過による大雨に伴い懸濁態セシウム137の移行量が一時的に増加していた（図13）。
- ・ 気候変動に伴い河川を介した放射性セシウムの移行量がどのように変化するかを明らかにするため、計算モデル「MERCURY」と福島県内の気候変動予測結果を用いて、阿武隈川本流の二本松地点における2100年までの懸濁態及び溶存態セシウム137の移行量を試算した（予定）。
- ・ 河川の増水に伴い懸濁態放射性セシウムの移行挙動がどのように変化するかを明らかにするために、阿武隈川本流の二本松地点において増水時に24時間採水（2時間ごと）を行い、懸濁態セシウム137濃度、懸濁物質濃度及び粒度分布等のデータを取得した（予定）。

- 源流域から河川へ至るまでの放射性セシウムの移行挙動について解析を実施するため、2023年11月時点で帰還困難区域に指定されている森林域において、渓流水中の懸濁態及び溶存態放射性セシウム濃度、濁度、水位などのデータを取得し、解析を進めた。渓流水中の硝酸イオン濃度（溶脱）、カルシウムイオン濃度（風化）が比較的高かった流域においても、平水時の溶存態セシウム 137 濃度には顕著な差がみられなかった。
- 河川水及び周辺環境中の放射性セシウムの移行挙動を説明できる要因等の絞り込みを実施するため、2023年11月時点で帰還困難区域に指定されている森林域において、河川水中の放射性セシウム及び主なイオン濃度・溶存有機炭素などを測定するとともに、土壌とリター等のセシウム 137 濃度と土壌に含まれる元素の相関を調べた（予定）。

### ○令和6年度計画

- 県内を流れる主要な河川の放射性セシウム濃度の分布や経時変化と移行量を明らかにするため、阿武隈川と浜通りの複数河川において、河川水の懸濁態及び溶存態放射性セシウム濃度のモニタリングを継続する（広域多地点調査）。
- 気候変動に伴い河川を介した放射性セシウムの移行量がどのような変化するかを明らかにするため、これまでの広域多地点調査の観測結果と福島県内の気候変動予測結果に基づいて、計算モデル「MERCURY」を用いた放射性セシウム移行量の経年変化等に関する将来予測を試みる。
- 現時点で帰還困難区域に指定されている森林域において、生活圏への放射性セシウムの移行量や供給源の推定に向けた研究に取り組むため、渓流水中の懸濁態及び溶存態放射性セシウム濃度などの測定や解析を実施する。
- 河川における放射性セシウムの移行挙動を明らかにするため、河川水中の懸濁物質に含まれる元素等と放射性セシウムとの相関関係について、調査及び解析を実施する。

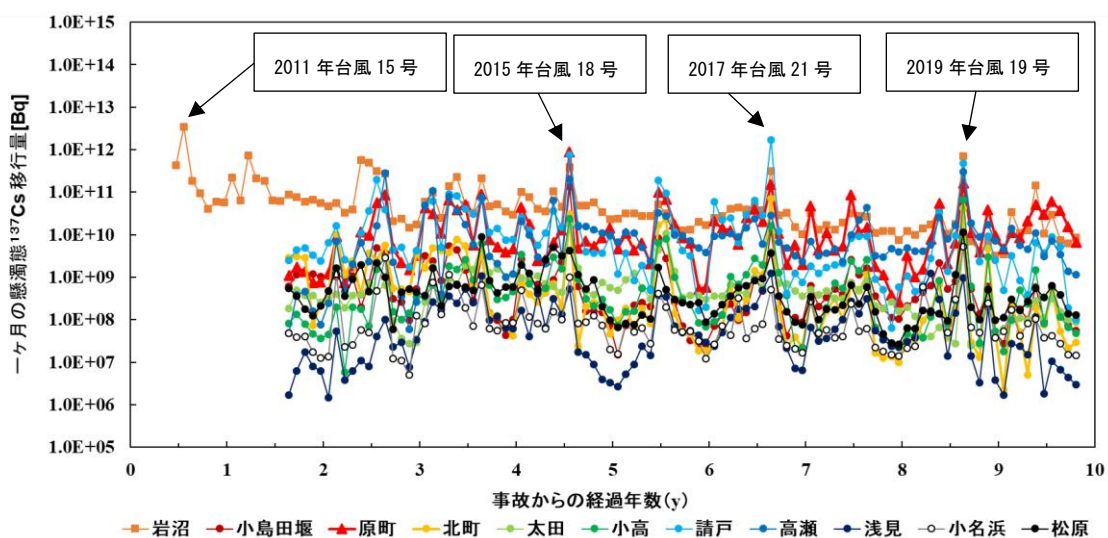


図 13 県内を流れる 9 河川（11 地点）における 1 か月ごとの懸濁態セシウム 137 移行量  
 ※ 台風通過に伴う大雨が降った際に、一時的に移行量が増加する傾向がみられた。

環境動態部門	中区分課題：移行挙動評価
森林生態系における放射性物質の環境動態に関する研究（JAEA）	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

これまでの調査研究により、放射性セシウムは森林内に留まる傾向にあり、今後、林内の放射性セシウムについて林産物への移行量見積もりやメカニズム解明に基づく濃度予測が必要である。

このため、森林生態系における放射性セシウム移行量の経年変化と動的平衡時における濃度予測、生物移行性の高い溶存態放射性セシウムの生成量や速度及び移行メカニズム解明に係る調査研究について、大規模自然災害による影響も含めて取り組む。

### ○令和5年度計画

- 森林生態系での林床への放射性セシウム還元量評価に係る樹幹流、林内雨及び落葉落枝に伴う現地観測と樹木伐木による樹木内セシウム量の経年変化に係る現地調査を継続する（2林分）。
- 現地観測データに基づく樹木の放射性セシウム吸収量推定及び安定セシウムを用いた放射性セシウム濃度の動的平衡時期の推定方法の開発を継続する（2林分）。
- 森林の林床において生成する溶存態セシウムのきのこ等の林産物への移行挙動を把握するための調査を継続する。

### ○令和5年度実績

- 定期的な伐倒調査を継続し、樹木各部のセシウム濃度、バイオマス量および落葉・落枝等で樹冠から林床へ移動するセシウム量を継続的に観測した。
- 避難指示の解除された地域に分布する雑木林のコナラを対象として、観測データを総合的に解析し年間あたりのコナラへのセシウム吸収量の算出を進めた結果、単位面積あたりのコナラへの吸収量は0.1%台と推定される見込み。（予定）
- 室内における培養試験の結果、きのこ（子実体）が発生する際に、子実体は菌糸が成長した培地全体から放射性セシウムを吸収していることが明らかになった。

### ○令和6年度計画

- 森林生態系での林床への放射性セシウム還元量評価に係る樹幹流、林内雨及び落葉落枝に伴う現地観測を継続する（1林分）。
- 現地観測データに基づく樹木の放射性セシウム吸収量推定及び安定セシウムを用いた放射性セシウム濃度の動的平衡時期を推定する（1林分）。
- 森林の林床を模擬した試験環境を構築し、溶存態セシウムのきのこ等の林産物への移行挙動を把握するための室内の調査試験を継続する。



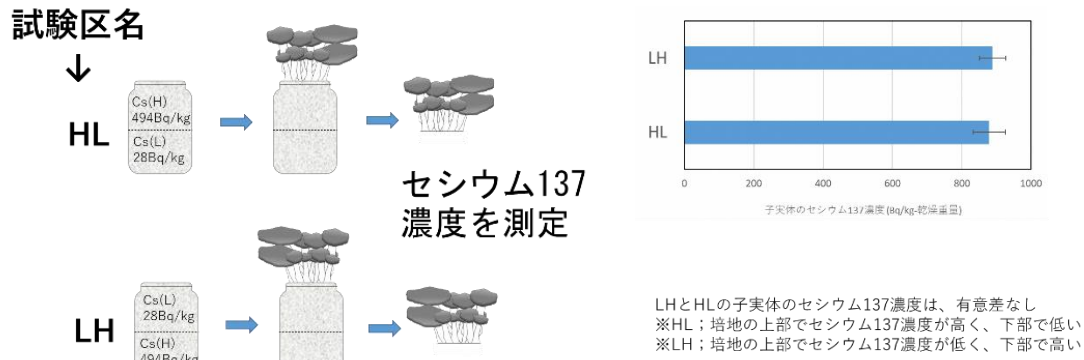


図 14 きのこと栽培試験の流れおよび各試験での子実体（きのこ）のセシウム 137 濃度

放射性セシウムによる汚染度合いが異なる培地を培養瓶の上下に分け充填し、培養を行った結果、充填パターンを反転させた条件（HL と LH）においても、発生したきのこのセシウム 137 濃度はほぼ同じであった。このことから、子実体が培地全体から放射性セシウムを吸収しているものと考えられた。

環境動態部門	中区分課題：移行挙動評価
水域における環境動態及び水産物への放射性物質の移行挙動に関する研究 (JAEA)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

溶存態放射性セシウム濃度の減少速度が懸濁態と比較して鈍化傾向が顕在してきた。水産物への移行評価に関わるため、長期モニタリングおよび供給メカニズムの調査研究が必要とされる。

このため、モニタリングの継続実施とともに、供給源と供給メカニズム、大規模出水時の動態予測にかかる調査研究とともに、水産物への移行にかかる調査研究に取り組む。

### ○令和5年度計画

- ・ 各河川、貯水池、及び河口・沿岸域において放射性セシウムのモニタリングを実施する。
- ・ 放射性セシウムの供給源と供給メカニズムに係る調査と室内試験を実施する。
- ・ 生活圏・市街地における放射性セシウムの動態調査を実施する。

### ○令和5年度実績

- ・ 請戸川河口閉塞域の底質において深さ1 mまで放射性セシウムの分布が認められたが、河川水へのセシウム溶出は検知できない程度であった。
- ・ 水深10 m程度の外浜の底質では、海底面下1 m程度まで放射性セシウムが分布していることが分かった。また、それらが波浪などによる強い鉛直混合を受けて擾乱することにより、均質化するため、放射性セシウム濃度の低下が抑制されていることが示唆された（図15）。
- ・ 放射性セシウムの主要なソースとなる地表において、舗装面からの流失速度は平坦な土壌面よりも早いことが示された。

### ○令和6年度計画

- ・ 各河川、貯水池、及び河口・沿岸域において放射性セシウムのモニタリングを実施する。
- ・ 放射性セシウムの供給源と供給メカニズムに係る調査と室内試験を実施する。
- ・ 生活圏・市街地における放射性セシウムの動態調査を実施する。

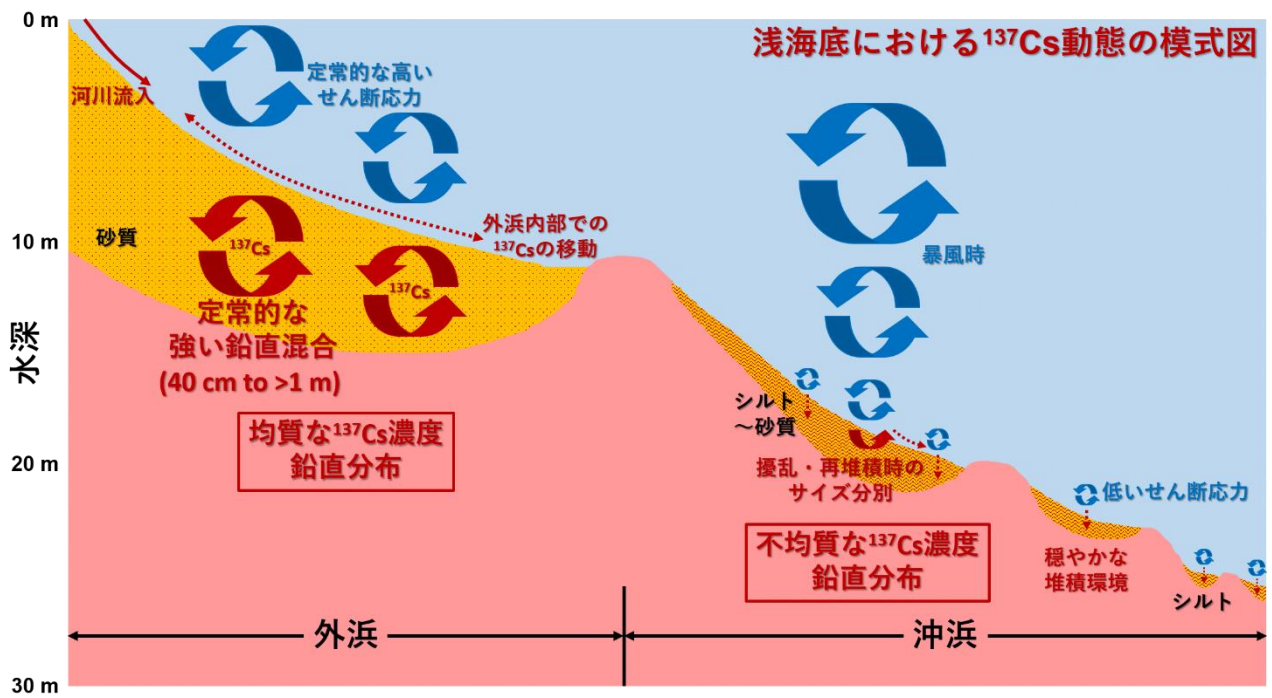


図 15 浅海底における放射性セシウム動態の模式図

環境動態部門	中区分課題：移行挙動評価
環境中放射性核種の固－液間相互作用機構の解明 (JAEA)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

廃炉が進展していく過程において、放射性セシウムとともに廃炉に起因する微量放射性核種（テクネチウム 99、ストロンチウム 90、有機結合トリチウム、アクチノイド核種等）が注目される中、生態系を含む環境中における放射性核種の状況を迅速に理解するため、原発事故に由来する放射性核種濃度の予測・評価が必要である。

このため、表土及び水中の核種移行を支配する現象や生態系で移行しやすい溶存態核種の濃度を評価し、森林から河川及び海水中の核種移行を支配する固相と固－液間の分配挙動を明らかにする研究に取り組む。

### ○令和5年度計画

- ・ 東京電力福島第一原子力発電所近傍の土壌を逐次抽出するなどし、これまでに取得した移行挙動のデータと合わせることで、メカニズムの解明を実施する。
- ・ TEM 及び EPMA などの固相分析装置を用いて、イオンが吸着している鉱物を分析することにより、鉱物の形状因子のみならず、元素構成比及び化学結合状態等の情報を得て、吸着のメカニズムを考察する。
- ・ 地衣類中の放射性セシウム濃度の経時変化と、生体内セシウムの存在状態との関係を調べ、移行への寄与を考察する。

### ○令和5年度実績

- ・ 移行挙動のデータのメカニズムの解明のため、土壌中の粘土鉱物表面の元素構成比（特にマトリクス元素であるアルミニウム、ケイ素）、結晶構造及び比表面積等の変化が与える収着の違いを検討するため、ユウロピウムイオン(III)を用いて硫酸加熱処理したカオリナイトへのバッチ収着試験を実施し、収着分配係数  $K_d$  を評価した。
- ・ X線回折による結晶性の確認、TEM 及び EPMA 等の固相分析装置によって、カオリナイト粒子に収着したユウロピウムと収着サイトのアルミニウムおよびケイ素の存在比を評価した。
- ・ 開発した有機結合トリチウム (OBT) 迅速分析法を令和4年度に採取した福島県沿岸のヒラメへ適用し、全 OBT の値が全て下限値未満（検出下限値：1.1 Bq/kg 生）であることを地元漁協へ報告した。
- ・ 地衣類中の放射性セシウム濃度の経時変化を調べ、生体内セシウムの存在状態との関係を考察した。

### ○令和6年度計画

- ・ 天然の土壌に対する放射性物質の吸着メカニズムの解明のため、環境中に存在する有機物等の影響について評価をするため、収着試験や固相分析装置を用いた表面分析を実施する。
- ・ 開発した OBT 迅速分析法の適用試料を拡充し、得られた結果から環境への影響を考察する。
- ・ セシウムを含む地衣類の抽出試験を行い、生体内のセシウム分布と化学形態を推定する。

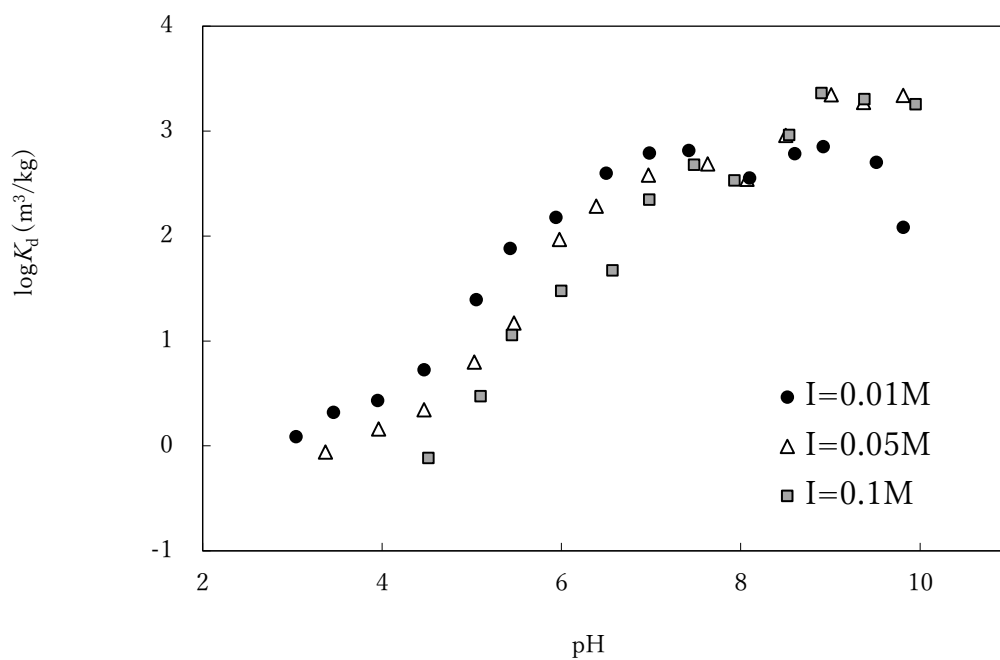


図 16 カオリナイト(変質前)へのユウロピウムイオン(Ⅲ)の収着分配係数の pH およびイオン強度依存性

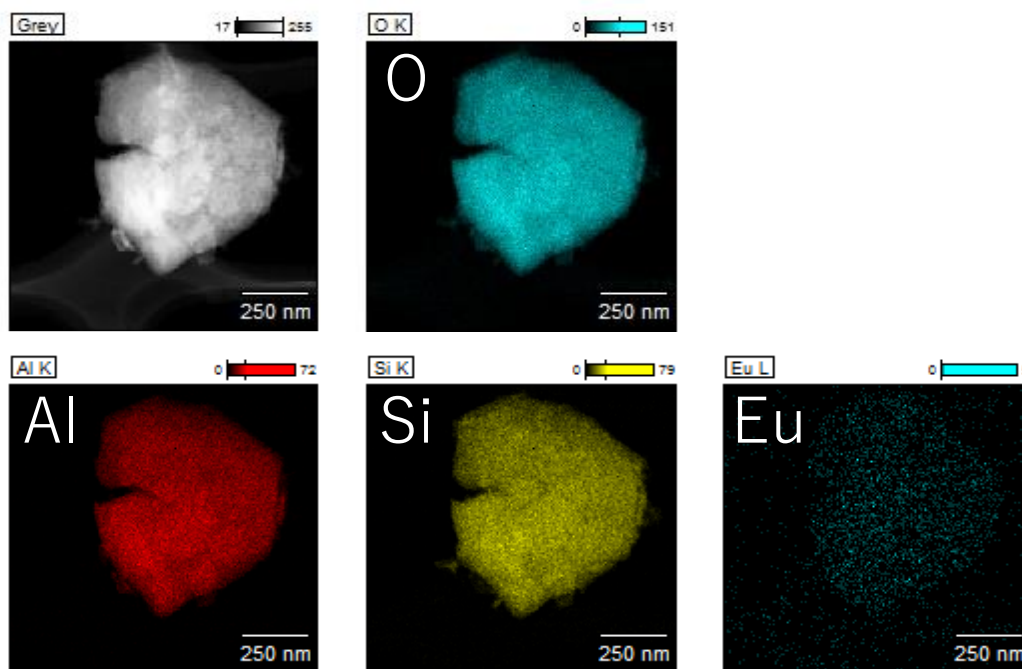


図 17 カオリナイト(酸変質処理後)に収着したユウロピウムイオン(Ⅲ)の TEM 画像

環境動態部門	中区分課題：移行挙動評価
流域スケールでの生物利用性放射性セシウムの動態解明と発生抑制策の評価 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

福島県内における生物生態系の放射能汚染の長期化を緩和するためには、森林・河川・ダム湖における生物利用性放射性セシウムの環境動態の解明と、有効な発生抑制策の検討が必要である。

このため、本研究では森林・河川・ダム湖において土壌・水等の放射性セシウム濃度分布を継続的に測定し、数値計算モデルによる中長期的な濃度変動の予測と発生抑制策の有効性評価に取り組む。

### ○令和5年度計画

- 令和元年東日本台風後の森林・河川における放射性セシウム動態の実測結果を、ダム湖の放射性セシウム動態モデルに組み込み、モデルの再現精度を向上する。
- ダム湖の放射性セシウム動態モデルを用いて、底層ばっ気による好気環境の維持及び底質の部分的浚渫等による放流水中放射性セシウム負荷の低減効果を予測する。将来的に他のモデルでも同様な再現計算が可能となるよう、抑制対策のシナリオを整理する。

### ○令和5年度実績

- ダム湖の放射性セシウム動態再現モデルの精緻化を検討し、横川ダムにおける2014～2022年におけるダム放流水中の溶存態セシウム 137 濃度の再現計算を実施した。
- 放流水中の溶存態セシウム 137 負荷を抑制するためのシナリオとして、図 18 の通りダム湖底質の浚渫、および底層の曝気による底質からのセシウム 137 溶出抑制効果（流入河川水中の溶存態セシウム 137 の底質吸着効果）について検証を実施した。
- 2023年夏季のダム湖低貯水量時の調査により、ダム湖が一定水位以下になると湖水の溶存態セシウム 137 濃度が上昇する傾向が確認されたことから、水位の維持管理が溶存態セシウム 137 の放流負荷抑制に重要である可能性が示唆された。

### ○令和6年度計画

- 除染作業実施中の貯水池の流入部・下流部の定期観測結果から、除染事業による放流水の放射性セシウム低減効果を評価する。
- ダム湖内とともにダム集水域の除染実施を想定し、様々な除染シナリオ・ダム管理シナリオに対するダム放流水中の放射性セシウム負荷の軽減効果を数値計算モデルによって予測する。

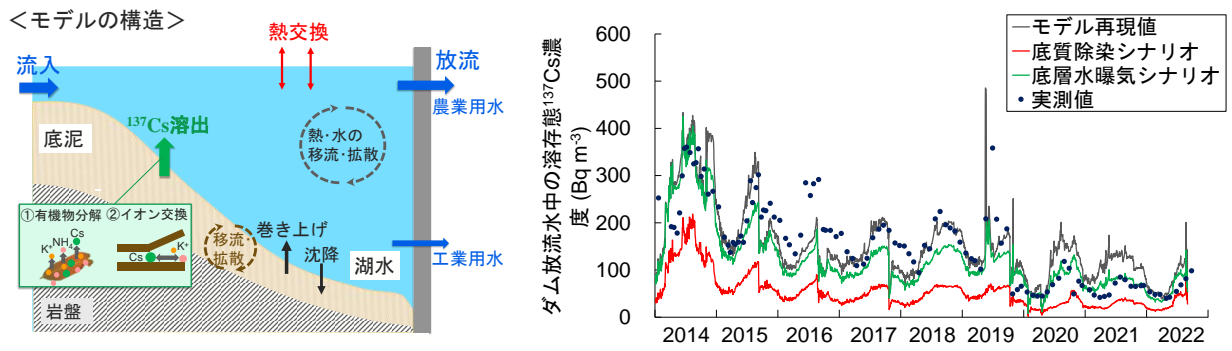


図 18 横川ダム放流水中の溶存態セシウム 137 濃度の実測値・再現結果と各シナリオによる溶存態セシウム 137 濃度の抑制効果の計算例

環境動態部門	中区分課題：移行挙動評価
放射性セシウムの生物移行特性評価と将来予測 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

福島県の原因周辺地域では淡水魚、山菜やきのこの放射性セシウム濃度の低下が鈍いことから、環境中からの放射性セシウム移行メカニズムの解明と移行抑制策の検討が必要とされている。

このため、本研究では環境から自然生態系への放射性セシウムの移行経路を解明するとともに、有効な移行抑制対策の提示と費用便益評価に取り組む。

### ○令和5年度計画

- ・ 魚類・水生生物の炭素・窒素安定同位体比の測定を含め、放射性セシウムの食物網内の動態について継続的に検証する。
- ・ コシアブラへの放射性セシウムの移行抑制実験を継続するとともに、山菜及びきのこに含まれる放射性セシウムが調理によって減少するかを検証する。
- ・ 魚類・山菜等、自然資源の汚染実態と移行特性の知見を積み上げることで、将来的な放射性物質の環境中での挙動評価と予測に繋げる。

### ○令和5年度実績

- ・ 淡水魚と餌生物の放射性セシウム濃度について、引き続きモニタリングを実施した。
- ・ 炭素・窒素安定同位体比の解析により、湖における沿岸部底生動物と湖心プランクトンの魚の餌としての寄与率と放射性セシウム濃度の関係を調べた。底生動物として、はやま湖流入河川で付着生類等を食べる水生昆虫を採取した。その結果、底生動物よりプランクトンに餌を依存した魚の放射性セシウム濃度が高く、栄養段階の高い魚ほど放射性セシウム濃度が高いことが分かった（図19）。この結果から、湖やダム湖においてはプランクトンを介した溶存態放射性セシウムの取り込みが重要であることが明らかになり、溶存態濃度から淡水魚の放射性セシウムを精度良く予測するモデルの基盤となるデータが得られた。
- ・ 野生のコシアブラに対して有機物層の除去、カリウム施肥を行ったが、いずれの試験区でも、1年後、2年後の新芽の放射性セシウム濃度が、対照区に比べ大きく低下することはなかった。一方、調理実験では、茹でたりアク抜き処理を行ったりすることによって、放射性セシウム量を大きく低減させることができた。

### ○令和6年度計画

- ・ 淡水魚と餌生物の放射性セシウム濃度についてモニタリングを継続し、淡水魚の魚類セシウム放射性濃度と環境中の放射性セシウム濃度との関係解明を進める。原発事故後の放射性セシウム濃度の減少傾向の変化について評価を実施する。



- 魚類・山菜等、自然資源の汚染実態と移行特性の知見を積み上げることで、将来的な放射性物質の環境中での挙動評価と予測に繋げる。

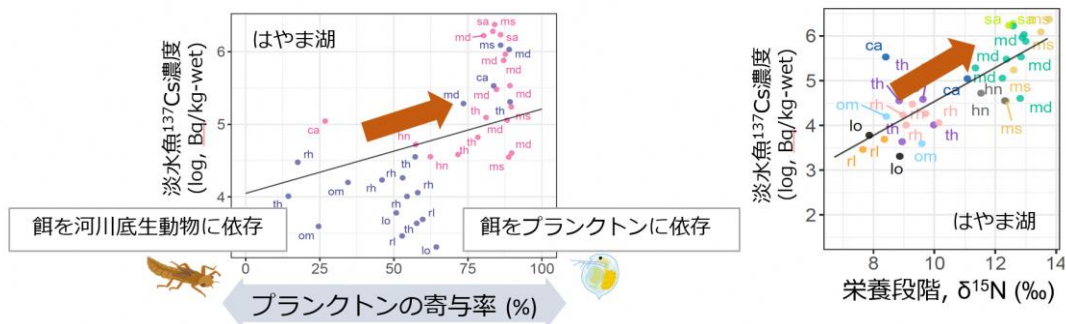


図 19 淡水魚の餌寄与率及び栄養段階と放射性セシウム濃度

環境動態部門	中区分課題：移行モデル
陸水域動態モデルの開発（JAEA）	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

フェーズ2までに河川から海への放射性物質の流出量や生物利用性のある溶存態セシウムの物理化学的な動態について、沈着量分布や土地利用との関係が理解されてきた一方で、ばらつきに対する評価はなお十分とは言えない状況である。

このため、演繹的視点から陸域・水域における溶存態セシウムの物理化学的な動態解明、不確実性評価を目指したモデル開発を行う。また、河川由来の放射性物質の沿岸域への影響について解析評価を行う。

### ○令和5年度計画

- ・ 陸域・水域での放射性セシウム動態モデルの開発・検証を継続する。
- ・ 汽水湖を対象に、潮汐に伴う塩淡境界の変動による放射性セシウムの脱離・収着、凝集・沈殿等の現象に着目した解析を実施する。

### ○令和5年度実績

- ・ 事故初期における陸域での放射性セシウム動態の解明に向け、太田川上流域を対象とした陸域動態モデル GETFLOWS を用いて、NIES による大気拡散計算結果を入力条件とした放射性セシウム流出計算を実施した。（予定）
- ・ 汽水湖での放射性セシウムの脱離及び凝集沈殿のメカニズム解明に向け、松川浦を対象とした水域動態モデル 3D-Sea-SPEC のシミュレーションを継続した。解析メッシュやパラメータの修正を行うことで、実測値の再現性を向上した。（予定）

### ○令和6年度計画

- ・ 陸域・水域での放射性セシウム動態モデルの開発・検証を継続する。
- ・ 汽水湖を対象に、潮汐に伴う塩淡境界の変動による放射性セシウムの脱離・収着、凝集・沈殿等の現象に着目した解析を継続する。

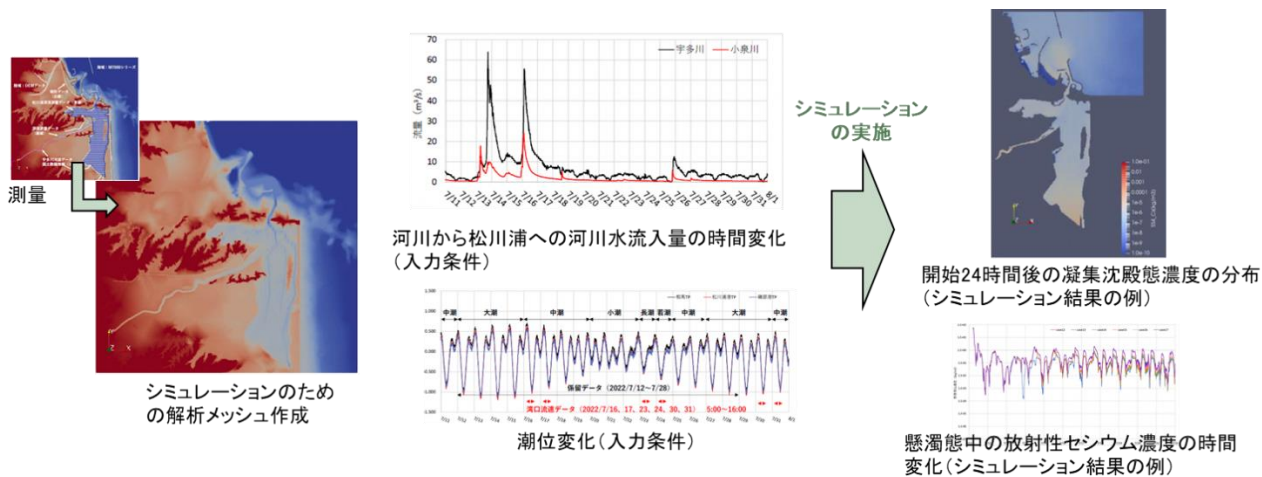


図 20 水域動態モデル 3D-Sea-SPEC を用いた汽水湖を対象にしたシミュレーションの試行例

環境動態部門	中区分課題：移行モデル
原子力発電所事故後初期の環境挙動の実態解明 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

将来の原子力災害に環境面から備える取組として、原発事故後の初期における河川流域における放射性物質の詳細動態の推定と、それに基づく環境管理手法を検討する。

このため、大気、河川流域、森林生態系等、多媒体環境を対象とする各種数値動態モデルの精緻化を図るとともに、汚染軽減や除染廃棄物の減量化を想定した対策シナリオの構築とその検討を行う。

### ○令和5年度計画

- ・ 東京電力福島第一原子力発電所事故後初期の放射性セシウムの大気動態の高空間解像度化及び精緻化を継続して進める。
- ・ 森林生態系モデルの精緻化を継続して進める。
- ・ 森林生態系モデルと森林流出モデルの統合利用により、事故後初期の放射性セシウムの流出挙動について検討を進め、福島原発事故の振り返り（汚染対策に係る様々な取組の検証）と将来の原子力災害の備え（発災後初動初期の流域環境管理手法の構築）に繋げる。

### ○令和5年度実績

- ・ 大気モデルにおいて放射性セシウム動態の高空間解像度化及び精緻化を進め、初期沈着量分布の再現性の向上を図った。
- ・ 太田川上流域を適用対象として大気、森林生態系、流出の各過程に係るモデルの非同化、統合利用を行い、原発事故後初期のセシウム 137 流出挙動について JAEA と連携して再現計算を実施した。
- ・ 原発事故後初期のセシウム 137 の流出特性について定量評価を実施した。（予定）

### ○令和6年度計画

- ・ 太田川水系横川ダム湖を対象として、JAEA と連携し、JAEA が開発している3次元水土砂動態モデル 3D-Sea-SPEC へ NIES が開発したダム湖底泥からのセシウム 137 溶出サブモデルを結合し、湖内における放射性セシウム挙動の精緻化を図る。
- ・ ダム湖ならびにその集水域（森林流域）にそれぞれ開発を進めているセシウム 137 動態モデルを適用し、統合的に利用することで、事故後初期の放射性セシウムの流出挙動について検討を進め、福島原発事故の振り返り（汚染対策に係る様々な取組の検証）と将来の原子力災害の備え（発災後初動初期の流域環境管理手法の構築）に繋げる。

環境動態部門	中区分課題：移行モデル
福島環境影響評価を総合的に行う包括的評価システムの整備 (JAEA)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

原発事故から10年以上が経過し、科学的知見が蓄積されている一方で研究成果やデータは必ずしもわかりやすい形で国民に提供されているとは言えず、これらの集約・発信は重要である。

このため、環境動態研究や廃炉技術に関して新たに得られる知見を収集し、一般向けに提供するとともに、環境モニタリングデータベースの運用を継続する。また、フェーズ3以降も見据えたデータや知識のアーカイブ化、効率的な運用のためのシステム開発を進める。

### ○令和5年度計画

- ・ 引き続き最新の研究成果およびモニタリングデータを収集・登録し、広く公開する。

### ○令和5年度実績

- ・ 最新の研究成果を取り込み階層型 Q&A サイト (<https://fukushima.jaea.go.jp/QA/>) を拡充した（分野別：環境関連8件、処理水関連4件／組織別：NIES・森林総研1件、森林総研・福島大1件、福島県・林野庁1件、水産庁2件、JAEA7件）。
- ・ 環境モニタリングデータベース (<https://emdb.jaea.go.jp/emdb/>) にデータを追加（約440万レコード）した。

### ○令和6年度計画

- ・ 引き続き最新の研究成果およびモニタリングデータを収集・登録し、広く公開する。
- ・ データや知識のアーカイブ化を進める。

環境動態部門	中区分課題：生態系への影響把握
野生動物に対する原子力発電所事故の影響に関する研究（福島県）	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

イノシシ等における放射性核種濃度のモニタリング調査をするとともに、放射性核種濃度の変動への影響が示唆される食性及び行動等を調査する。また、イノシシ等における採食物から体内への放射性核種に移行に関する調査を行う。

### ○令和5年度計画

- ・ 野生動物の筋肉中放射性核種濃度調査を実施する。
- ・ 野生動物の胃内容物を採集し、食性解析（目視、DNA分析）を実施する。
- ・ 野生動物の消化管内容物等を採集し、分析及び解析をする。
- ・ 行動範囲が広く高線量地域とその他地域を行き来する可能性があり狩猟対象種でもあるツキノワグマについてGPS首輪を用いた行動調査を実施する。
- ・ セシウム投与実験をブタで実施し、体内でのセシウムの挙動について調査する。

### ○令和5年度実績

- ・ イノシシ等の筋肉中の放射性核種濃度を測定し、現在の状況を把握した（図21）。
- ・ 放射性セシウム濃度の季節変動の機構を解明するために、イノシシ及びツキノワグマの胃内容物において放射性核種濃度を測定するとともに、胃内容物の組成分析及びDNAを分析した。組成分析の結果、2023年の春～夏は液果類よりも支持組織、地下部分の割合が大きかった。
- ・ イノシシの胃から結腸にかけての放射性セシウムの吸収率を推定するために、胃と結腸の内容物を分析し、見かけの放射性セシウム消失率と有機物消失率に有意な正の相関があることを明らかにした（表2、図22）。
- ・ ツキノワグマ及びキジについて、GPS発信器を装着し、行動圏及び利用場所に関する知見を得た。
- ・ イノシシへのセシウム蓄積に関する基礎的な知見を得るために、安定セシウム投与実験をイノシシと同種であるブタで実施した。
- ・ 野生鳥獣肉の出荷制限解除に向けて、非破壊式簡易測定器とゲルマニウム半導体検出器の比較検証を実施した。

### ○令和6年度計画

- ・ 野生動物の放射性核種の汚染状況を継続的に調査する。
- ・ 放射性セシウム濃度の季節変動の機構を解明するために、野生動物の胃内容物を採集し、食性解析（目視、DNA）を実施する。
- ・ 環境中から体内への放射性核種移行を調べるために、野生動物の消化管内容物を採集し、分析及び解析をする。
- ・ 出荷制限解除に向けた知見を得るために、キジについてGPS発信器を用いた行動調査を実施する。

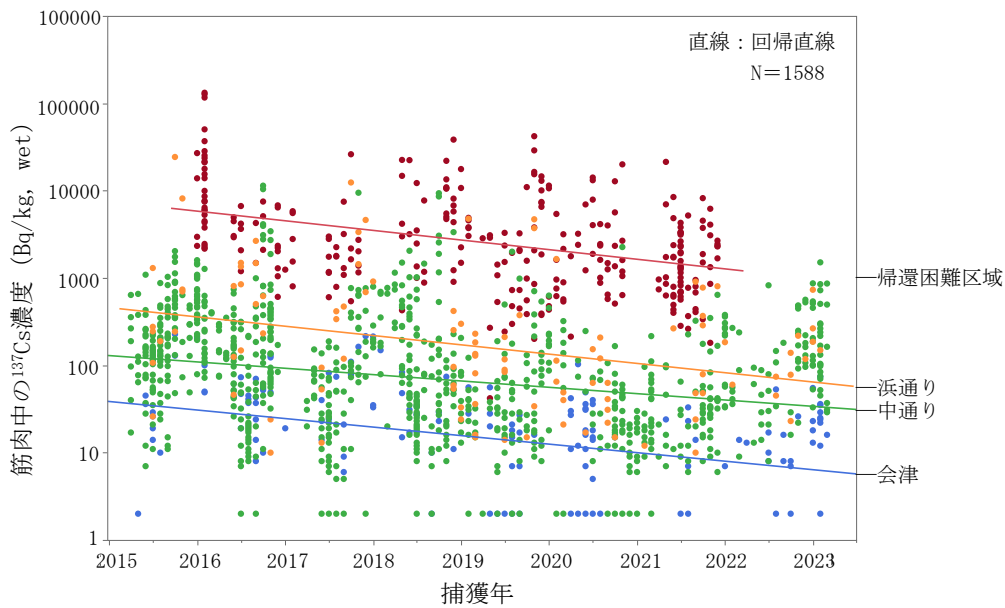


図 21 福島県全域におけるイノシシ筋肉中のセシウム 137 濃度

表 2 各消失率の記述統計量

	消失率		
	乾物	有機物	134+137Cs
平均	0.44	0.34	-1.26
標準偏差	1.03	1.42	4.80
中央値	0.80	0.84	0.38
最小値	-2.27	-3.44	-13.97
最大値	0.98	0.98	0.95
変動係数 (%)	236	424	-380
N	9	9	9

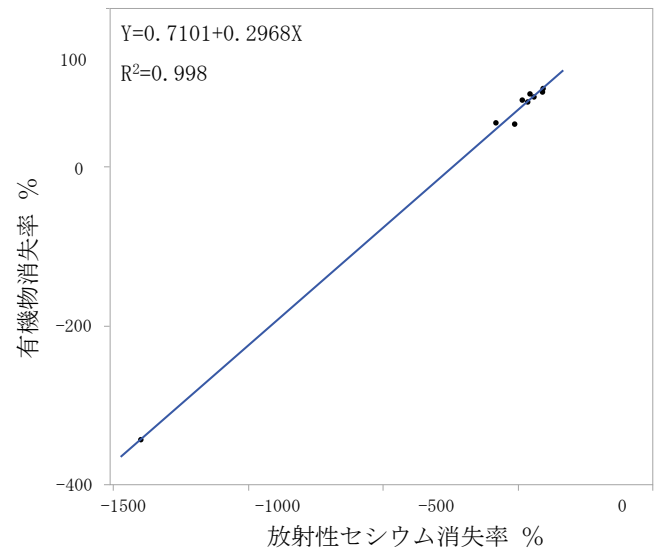


図 22 みかけの有機物消失率と放射性セシウムの消失率の相関

成分測定法および消失率計算法

有機物：乾物－灰分

灰分：乾式灰化法（450℃，5h）

酸不溶性灰分(AIA)：灰分-塩酸可溶性灰分（1N HCl，90℃，60分×3回）

$$\text{消失率} = \frac{(\text{有機物}_{\text{または Cs137/AIA}})_{\text{胃}} - (\text{有機物}_{\text{または Cs137/AIA}})_{\text{結腸}}}{(\text{有機物}_{\text{または Cs137/AIA}})_{\text{胃}}}$$

※胃から結腸に流れる内容物組成は同一と仮定した。

※消失率が負であれば分泌、正は消失を表す。

環境動態部門	中区分課題：生態系への影響把握
原発周辺における指標生物の平時モニタリング (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

将来の原発事故による野生生物への遺伝的影響を評価するために、日本全国の原発周辺にて野生アカネズミを捕獲し、原発事故前試料として保存及び遺伝情報の取得を図る。

そのため、日本国内にある17カ所の原発周辺においてアカネズミ50～100匹程度を捕獲し、筋肉、頭骨及び生殖器を採取する。これらを利用して遺伝子情報、年齢構成及び繁殖時期などの基礎情報を取得する。また得られた情報をデータベースとして公開を進める。

### ○令和5年度計画

- ・ 東海第二原発（茨城県）周辺の採取地を見直し再捕獲を実施する。また、東通原発（青森県）、玄海原発（佐賀県）及び川内原発（鹿児島県）周辺の国有林にて野生アカネズミの捕獲を実施する。
- ・ 令和5年度に東海第二原発（茨城県）周辺の国有林にて捕獲されたアカネズミのゲノム配列の解読及び被ばく線量評価を進める。

### ○令和5年度実績

- ・ 玄海原発（佐賀県）及び川内原発（鹿児島県）周辺の国有林にて野生アカネズミの捕獲を実施した。その結果、玄海原発周辺で1匹、川内原発周辺で3匹の野生アカネズミを捕獲することができた。
- ・ 捕獲した野生アカネズミを解剖し、生殖器及び筋肉組織を採取した。これらは国立環境研究所のタイムカプセル棟にてアーカイブ試料として保管した。
- ・ 捕獲した野生アカネズミのゲノム配列のリシーケンスを行い、遺伝情報を取得する予定。
- ・ 来年度の捕獲予定地である伊方原発（愛媛県）及び美浜原発（福井県）周辺の国有林の下見を行う予定。なお、アカネズミの捕獲は稼働中の原発を優先して行うこととし、捕獲場所の選定を行っている。

（補足）

福島県以外での捕獲個体での被ばく線量評価については、既に青森県及び富山県で捕獲したアカネズミについて行っているため、本調査で捕獲した個体については行わない。

### ○令和6年度計画

- ・ 伊方原発（愛媛県）及び美浜原発（福井県）周辺の国有林にて野生アカネズミの捕獲を実施する。
- ・ 捕獲した野生アカネズミのゲノム配列のリシーケンスを行い、遺伝情報を取得する予定。





環境動態部門	中区分課題：生態系への影響把握
生態系の実態把握と回復研究 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

避難指示解除が進む中で、避難住民の帰還や農林業等の営み、自然体験の再開に資する情報を提供するためには避難指示区域及び避難指示が解除された地域において害獣や身近な生き物等の生物・生態系の実態を把握するとともに、生態系管理の効果の予測評価が必要となる。

そのため、獣害や身近な自然の指標となる生き物のモニタリング調査及びデータ整備を行う。生物の分布情報を分析することで、避難指示やその解除・生態系管理が分布に及ぼす影響について解明する。

また、営農再開を意識した鳥類や昆虫類等の調査手法の開発・改良を進めるとともに、モニタリング調査によって整備されたデータを引き続き公開する。さらに生物分布及びそれらへの避難指示解除や生態系管理の影響等をモデル化・可視化し、生態系管理への活用に資する。上記モデルの検証や精緻化・一般化に資するような無人調査及び市民参加型調査の推進に資するツールを開発・改良する。

### ○令和5年度計画

- ・ 継続的に生物分布データの取得・整備・公開を進め、避難指示とその解除の関係を評価する。
- ・ 哺乳類・鳥類・昆虫類・豚熱ウイルス等のモデリング及びモニタリング手法・体制の開発・改良を実施する。

### ○令和5年度実績

- ・ 令和4年度の昆虫類暫定集計値等を調査対象地の各小学校等に報告するとともに、哺乳類、鳥類、カエル類、昆虫類について継続的にサンプリングを実施した。また、避難指示が解除された飯舘村長泥地区の水田試験地等で赤トンボ類の自動撮影調査を実施した。
- ・ 2015-2022年の昆虫調査を基に避難指示区域と旧避難指示区域の送粉昆虫を分析したところ、ハナバチ類は避難指示区域及び旧避難指示区域で個体数が多い一方で、チョウ類は個体数が少ない傾向があること等が示唆された。
- ・ 鳥獣個体数管理の重要性が高まっていることを踏まえて哺乳類調査についてモニタリング体制の見直しを行い、これまでの調査結果と比較可能かつ、REST法による個体数密度の推定により適した方法で自動撮影装置の設置を実施した。
- ・ 環境省によるイノシシ捕獲事業による情報等を基に、避難指示区域でのイノシシの個体数指標と豚熱感染に関する情報を収集・整備した。2022年の暫定集計では捕獲個体のうち2割近くに陽性反応が検出された。
- ・ 鳴き声から鳥の種同定を実施するスキルを訓練するオンライン訓練システム「とりトレ」を一般公開し、モバイル端末への対応も実施した。

## ○令和6年度計画

- ・ 継続的に生物分布データの取得・整備・公開を進めるとともに、指標的な生物種群に関する統計モデルの精緻化等により、避難指示区域の状態とその解除が及ぼす影響の頑健な評価を進める。
- ・ 継続的に哺乳類・鳥類・昆虫類・豚熱ウイルス等のモデリング及びモニタリング手法・体制の開発・改良を実施する。



図 23 「とりにトレ」によるクイズトレーニング画面

環境創造部門	中区分課題：持続可能な地域づくり
地域課題への統合的アプローチによる持続可能な復興ビジョンの構築 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

地域によって異なる帰還の進展・復興の課題、国・地域における脱炭素化に向けた取組、及びSDGs達成に向けた世界の動きのもと、多課題解決による持続可能な復興の将来ビジョンが必要とされている。

このため、被災地における復興の進捗を示すデータを収集し、大規模避難後の地域再生描写と多課題分析の可能な地域統合評価モデルを開発し、地方自治体において持続可能な発展の将来像を描く。

### ○令和5年度計画

- ・ 避難指示解除区域の人口動態に関する情報収集及び解析を継続し、長期的な人口回復の将来推計を実施し、各市町村の人口回復目標の達成に必要な要件を同定する。
- ・ 脱炭素目標の達成に向け、地域の各種の再生可能エネルギー資源のポテンシャルと省エネルギー及び電化を考慮したエネルギー需給シナリオを構築する。

### ○令和5年度実績

- ・ 地域統合評価モデルを実装し、避難指示解除区域及び浜通り市町村の人口の将来推計を実施し、長期的に各市町村の人口回復目標達成に必要な産業の回復水準、雇用規模、通勤構造等を明らかにした。
- ・ 同モデルを活用し、浜通り市町村の再生可能エネルギーポテンシャルと社会経済活動の将来推計から、同地域で2050年に脱炭素を達成するためのエネルギー需給シナリオを試算した。(予定)

### ○令和6年度計画

- ・ これまでに構築したデータベースおよび地域統合評価モデルを活用し、被災地における複数の地域課題を踏まえた持続可能な発展の定量的な将来シナリオを構築し、各課題の目標達成に必要な取組・事業・技術の水準と課題を示す。



環境創造部門	中区分課題：持続可能な地域づくり
持続可能な地域拠点の創生プロセスに関する研究 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

東日本大震災を契機として、大規模集中型のエネルギーシステムへ大きく依存してきた状況が見直されるとともに、環境との調和や災害への耐性等の観点から再生可能エネルギーを中心とする地域資源を活用したまちづくりが被災地の内外で展開されている。フェーズ3では、先導的な事業により得られた知見を相互に利用可能な知識としてとりまとめるとともに、浜通り避難指示解除区域等において展開する。過去の地域資源を活用したまちづくりにおける優れた取組を調査しその成功要因を分析する。得られた知見をもとに、浜通り避難指示解除区域等において持続可能な地域拠点の創生するためのプロセスを検討する。

### ○令和5年度計画

- ・ パターンの記述内容を調査対象自治体へフィードバックし議論すること等を通じて、各記述内容の精度を向上させるとともに、冊子等のコンテンツとして整備する。
- ・ パターンを活用したワークショップの開催等、浜通り地域での実証研究を実施する。

### ○令和5年度実績

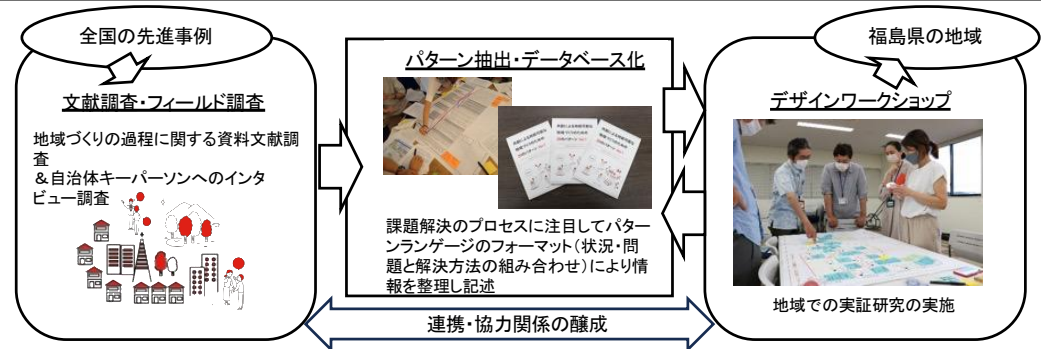
- ・ 宮崎県日南市を対象としてフィードバック調査を実施するとともに、岡山県真庭市を対象とした拡張ヒアリング調査を実施し、各記述内容の精度を向上させた。その上で、これまでに実施してきた、環境まちづくり先進都市の調査結果を整理して、地域ごとにパターンとそれに対応する具体例をまとめた冊子を作成した。
- ・ パターンを活用したワークショッププログラムを構築し、浜通り地域における地域ステークホルダーと協働してワークショップを実施し、パターンの復興まちづくりにおける適用可能性について検討した。

### ○令和6年度計画

- ・ パターンを活用したワークショッププログラムの地域への適用を進め、その結果にもとづいてプログラムを改良する。
- ・ パターンの活用可能性等についての意見収集を目的としたアンケート調査を実施し、その展開可能性を検討する。

# 研究の枠組

・ 全国の環境的視点を考慮したまちづくり先進事例を調査し、それらの知見を福島県の地域づくりに展開するためのフレームワークを構築



- ・ 「パターン」とは、繰り返し発生する課題に対して実践されてきた課題解決のアイデアを文書化したもの。
- ・ 各「パターン」は、それが適用できる「状況」、明確化された「課題」、その背後に働いている力であり解決方法を導出するためのヒントとなる情報「フォース」、そして「解決方法」とそれが実行された後に実現する「結果状況」という一連のフォーマットに基づいて記述される。

## 成果1 環境まちづくり先進事例の調査 地域別パターン集の制作



## 成果2 パターンの浜通り地域における適用可能性を検証するためのワークショップの実施



図 24 持続可能な地域拠点の創生プロセスに関する研究の概要

環境創造部門	中区分課題：持続可能な地域づくり
適切な森林管理に向けた木質バイオマス利活用による環境創生型地域づくり手法の開発 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

復興に向けた重要課題のひとつである森林資源の利活用に対して、長期的な視点からの木質バイオマス需給予測や環境保全効果の評価を通じた、適切な森林管理手法の構築が必要とされている。

これらに向けて、具体の対象地域において木質バイオマスエネルギーの利活用を中心とした復興シナリオの開発と実装に向けた分析、および将来にわたる森林管理が及ぼす環境影響評価等を通じて、環境保全の立場から望ましい森林管理手法を構築する。

### ○令和5年度計画

- 令和4年度に開発した手法を用いて、県内地域（三島町及び浜通り地域を想定）における森林情報の取得及び森林管理施策の検討支援を検討するとともに、手法の精度向上を検討する。

### ○令和5年度実績

- 浜通り地域自治体において UAV を用いた森林情報取得の手法に関する知見の提供を行い、具体の調査実施に関する意見交換を実施した。
- 田村市において上記手法の精度向上を目的とした UAV 飛行調査を実施した。
- 県内における地域産材を用いた木質バイオマス利用（燃料製造および発電）の現状把握を目的とした郵送アンケート調査を実施した。

### ○令和6年度計画

- 令和5年度までに開発、改良した手法を用いて、県内地域（三島町及び浜通り地域を想定）における森林情報の取得及び森林管理施策の検討支援を引き続き検討するとともに、手法の精度向上を検討する。



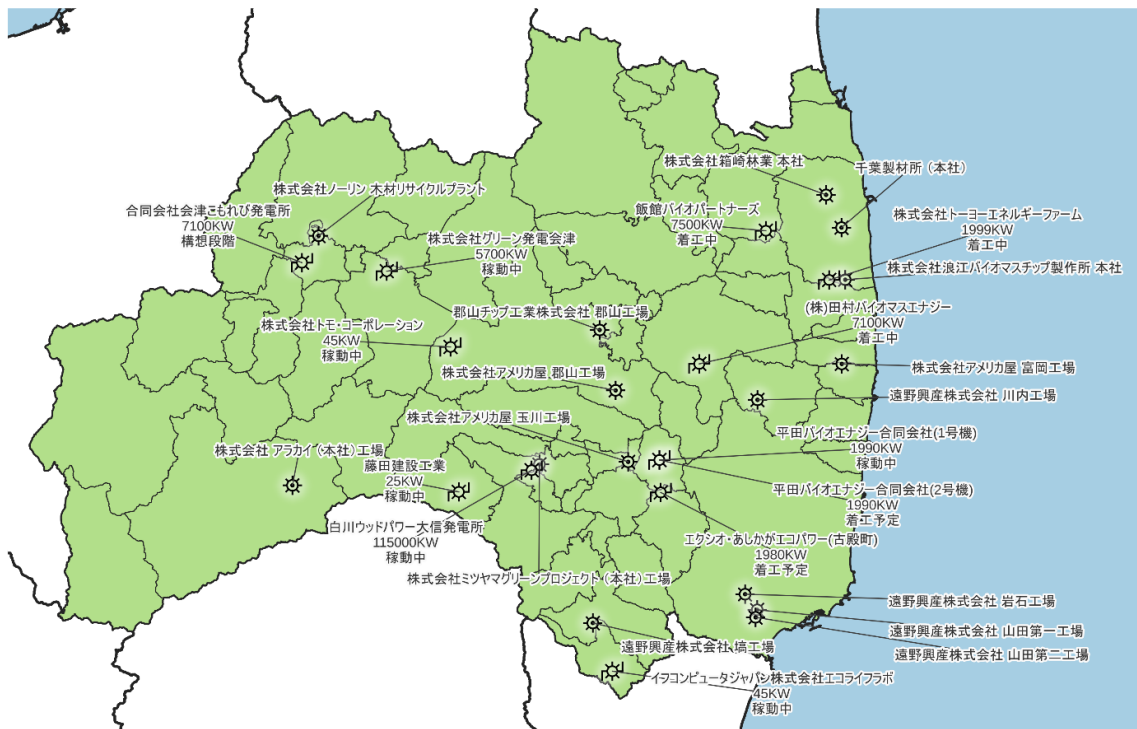


図 25 福島県内における主要な木質バイオマス燃料製造施設および発電施設 (2023年1月1日現在、計画中含む)

環境創造部門	中区分課題：持続可能な地域づくり
脱炭素化に資する地域復興・創生を駆動する資源循環・廃棄物処理システムの研究 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

福島県の脱炭素宣言を受けて、廃棄物部門でも対策が課題となっている。加えて、廃棄物部門は、資源循環・エネルギー利活用による他部門の削減、さらには地域復興・創生の拠点となりうる。

そこで、脱炭素および地域復興・創生に向けた資源循環・廃棄物処理システムの選択肢を設計し、評価する手法を開発し、それに基づく地方自治体の廃棄物処理計画に活用するガイドラインを共同で策定し、県内への資源循環・廃棄物施策を提供する。

### ○令和5年度計画

- ・ 特定の地域において、脱炭素化にむけた廃棄物・木質バイオマス利活用策を検討し、自治体担当者と協議する。
- ・ 特に、廃棄物分野の脱炭素化政策に木質及び産業部門等、他セクターの連携の意義を明確にし、自治体での設計、評価方策を提示する。
- ・ 上記を廃棄物処理計画に反映するための施策群を提示する。

### ○令和5年度実績

- ・ 浜通り地域において、廃棄物・木質バイオマス利活用策について特定の自治体を対象に、具体システムを設計し、温室効果ガス排出削減及び経済性について評価をした。
- ・ その中で、他セクターの連携の意義を明確にした。
- ・ それら結果をもとに、関係者との協議を進めた。

### ○令和6年度計画

- ・ 令和5年度に設計した廃棄物・木質バイオマス利活用システムについて、より具体化していく。
- ・ 実証・実装にむけた課題を明確にするとともに、体制整備にむけた協議を開始する。

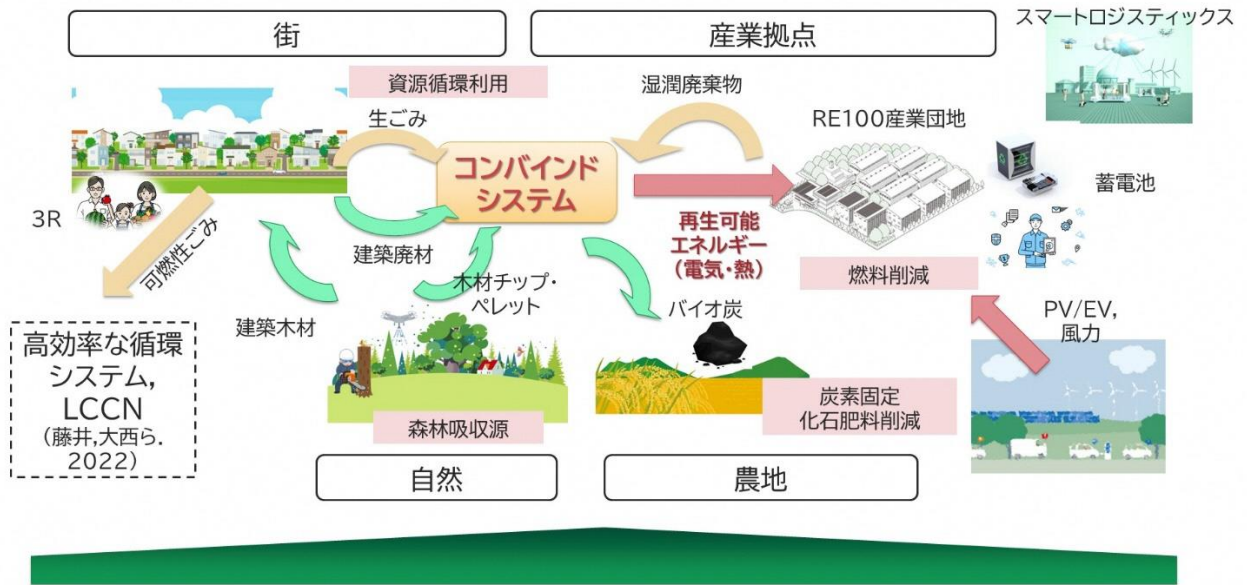


図 26 脱炭素化にむけた廃棄物・木質バイオマス利活用システムと実証・実装にむけた検討

環境創造部門	中区分課題：強靱な社会づくり
広域・巨大災害時に向けた地域の資源循環・廃棄物処理システム強靱化研究 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

本研究では、広域・巨大災害時において地域の廃棄物処理を円滑に進めるため、平時-災害時の切れ目なく廃棄物管理が可能となる、地域関係主体の連携方法とその成立条件と、再生資材利活用の技術・社会システムを提示することをめざす。

このために、モデル地域において積極的に関与することを通じた参加型の実証研究を通して、地域関係主体の連携のあり方と制度枠組みを提示するとともに、それを支援する災害廃棄物対策支援ツールを構築する。さらに、土石系および木質系循環資源について、災害時には大量の受け入れ、利活用ができるような技術と仕組みを物質フロー分析や費用効果分析等により開発し、利活用・管理の制度・ルールを提示する。

### ○令和5年度計画

- ・ 社会ネットワーク分析を通じてガバナンスの在り方を提示し、具体地域における協働に向けた準備を進める。
- ・ ガバナンス構築の取組みに活用できる広報支援ツールのプロトタイプを開発する。
- ・ 巨大災害時におけるコンクリート殻の新出口戦略に係るシナリオ分析を精緻化するとともに、木質系廃棄物について発生量及び処理実態を把握する。

### ○令和5年度実績

- ・ 令和元年東日本台風の被災自治体Aにおいて災害廃棄物処理に関わった34の関係主体を対象に社会ネットワークの調査分析を実施し、市廃棄物担当に加えて、市防災担当、県、自治会、社会福祉協議会が、関係主体をつなぐ重要な役割を持つことが示唆された。
- ・ 全国市町村における、災害廃棄物処理に関する普及啓発、情報の周知、協働といった住民連携の実施状況について実態調査を実施し、住民が関与した対面訓練には地域リーダーの存在が重要である等、災害廃棄物処理に関する住民連携の取組種類ごとに特徴的な前提条件あることが示唆された。
- ・ 首都直下型地震におけるコンクリート殻（災害コン殻）の出口戦略として、マウンド構築による海洋利用シナリオを提案し、従来の陸上での路盤材利用シナリオとのCO2排出量の比較評価を行った結果、災害コン殻処理という範囲に絞れば新シナリオのほうがCO2排出量は大きく上回るものの、マウンド礁によるブルーカーボン生成効果を加味すればカーボンニュートラルを達成できることが示唆された。

### ○令和6年度計画

- ・ 具体地域において、廃棄物処理に係る協働によるガバナンス構築プロセスの検討を進める。
- ・ ガバナンス構築の取組みに活用できる広報支援ツールを開発する。
- ・ 巨大災害時における木質系廃棄物について、発生量及び処理実態の把握および処理シナリオの評価、検討を進める。

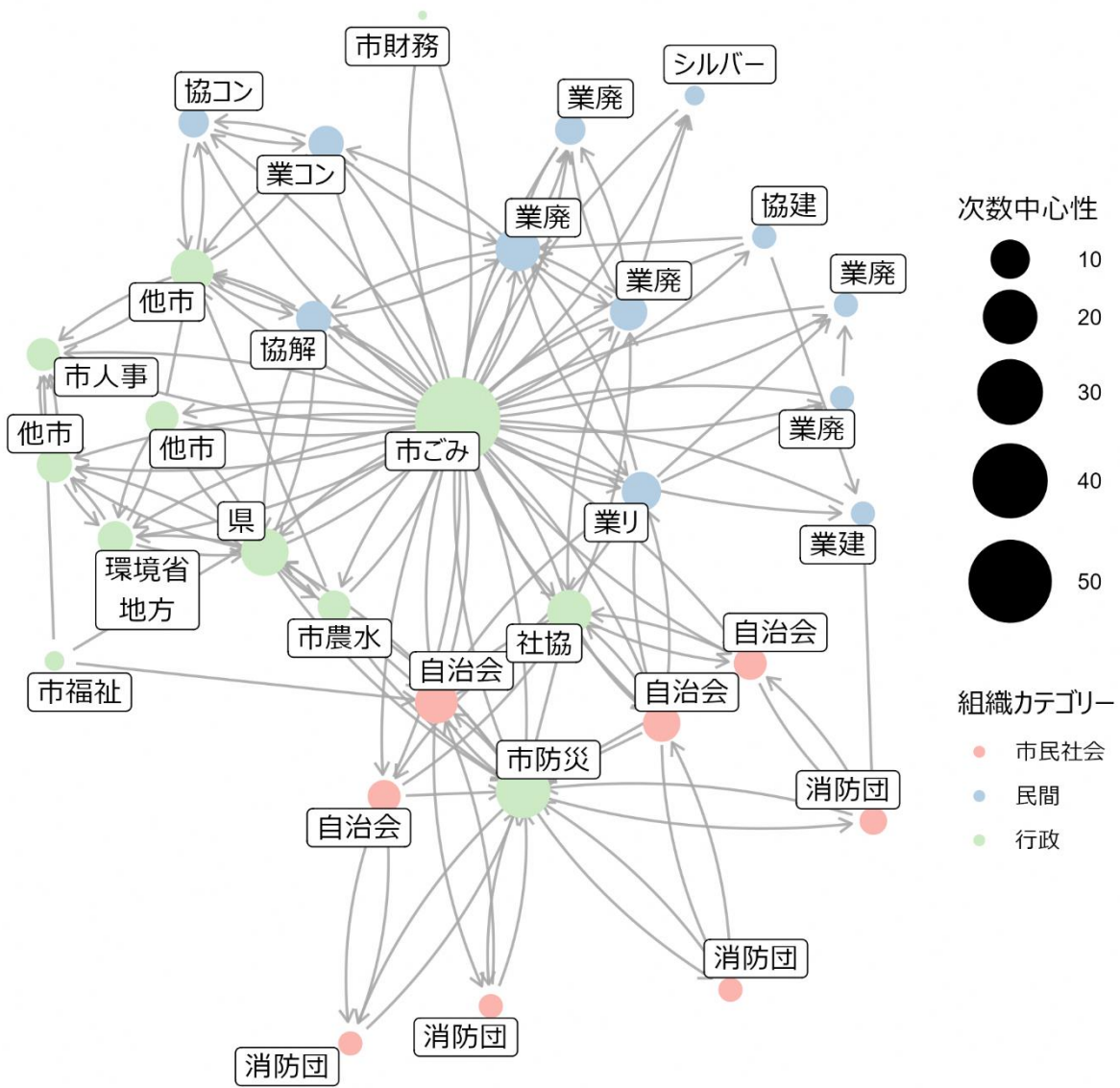


図 27 自治体 A における災害廃棄物処理に関する社会ネットワーク図

環境創造部門	中区分課題：強靱な社会づくり
緊急時における化学物質のマネジメント戦略 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

本研究では、災害等の緊急時において漏洩した化学物質に対して適切に対処するため、迅速調査手法の構築とその環境予測及び評価法の開発を実施する。迅速調査手法としては、対象とする親水性汚染物質の選定、簡易迅速同定法の実用化に向けた試料採取方法や収載データの検討を進めることで、汎用性の高い自動定量システムの構築を図る。

一方、漏洩した化学物質の環境影響予測及び評価法の観点では、沿岸生態系に着目してこれまでの災害の類型化を進めるとともに、現地調査による攪乱影響と機能保全に関する情報収集に基づいた影響予測手法を開発し提示する。総合的な実証試験を通じ、緊急時の環境調査体制の更なる進化をめざす。

### ○令和5年度計画

- ・ 自動同定定量システムへの収載データの拡充を進めるとともに、対象物質の定量精度の向上に取り組む。
- ・ 過年度までの現地調査に基づいて影響予測手法の検討を開始する。
- ・ 多様な石油製品について半揮発性炭化水素（アルカン類、多環芳香族炭化水素、バイオマーカー類）の網羅分析を実施し、得られた結果を製品の基本的物性と照合する。

### ○令和5年度実績

- ・ 自動同定定量システム（AIQS-GC：ガスクロマトグラフ質量分析計を用いた揮発性を有する化学物質を対象とした迅速定量法。任意の化学物質を事前に測定しデータベースへ登録することで、次回から短時間で膨大な化学物質の同時定量が可能）の測定精度を改善するため、データベース登録の全 920 物質中 505 物質を再測定し装置での検出時間のばらつきを抑制する因子を特定し精度改善を達成した。
- ・ 東日本の干潟（21 地点）での解析結果から震災後の生物相変化と復旧工事の影響を考察した。さらに、海岸生態系に関して福島県内のデータをとりまとめ、関係者と検討を進めた結果「ふくしまレッドリスト 2022 年版」に海岸動物が新たに追加された。
- ・ 商船三井技術研究所から提供された船舶重油や潤滑油 60 検体の炭化水素組成の詳細分析を実施した結果、四環以上の高分子の多環芳香族炭化水素の含有濃度には相当の差異があり、近年の燃料重油の低硫黄化に伴う製造過程の改変の影響が確認された。

### ○令和6年度計画

- ・ 揮発性化学物質だけでなく、親水性化合物向けの自動同定定量システム（AIQS-LC：液体クロマトグラフ質量分析計）についてもデータベース収載物質の拡充を進める。
- ・ 海域における様々な流出油事故の起源推定や汚染影響を的確に評価するため、船舶重油や潤滑油の分析検体数を増やして、含有炭化水素種と燃料重油の低硫黄化のためのプロセスの影響及び船舶機関での燃焼障害等との関係を検討する。



図 28 プレスリリース (PR) を受けて掲載された記事 (2022 年 12 月テレ朝 News [https://news.tv-asahi.co.jp/news\\_society/articles/000279034.html](https://news.tv-asahi.co.jp/news_society/articles/000279034.html))

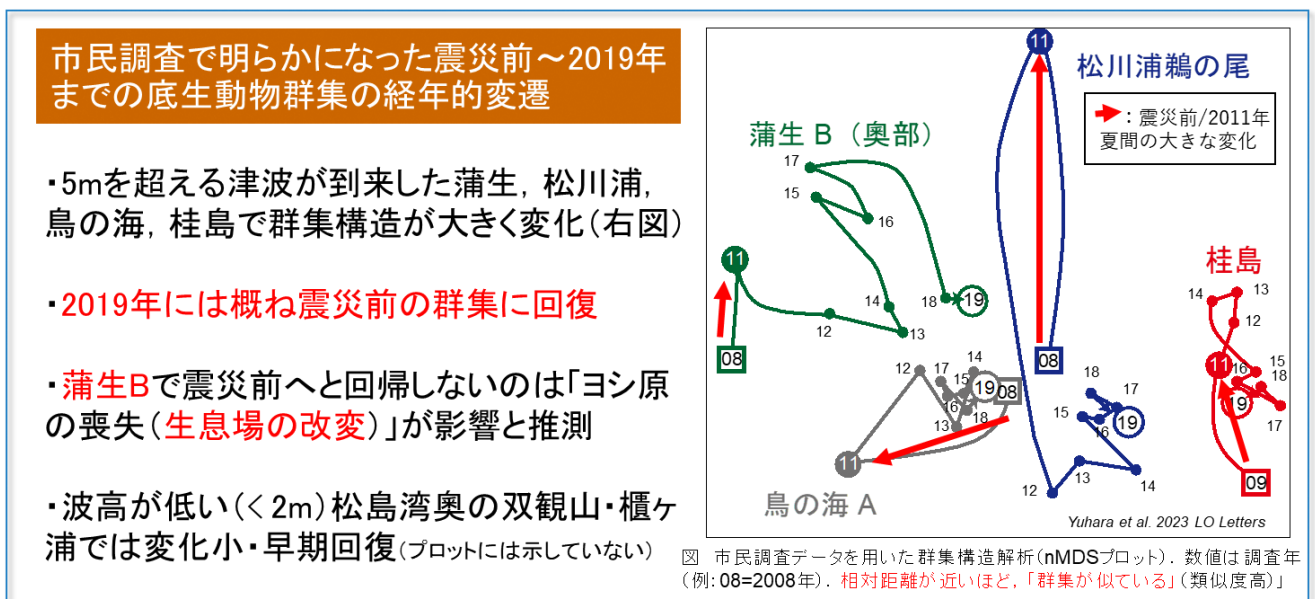


図 29 干潟生態系の回復モニタリングと将来予測

巨大津波からの生態系の回復速度を、市民調査・多定点調査・植生トレースなどから推定した結果、干潟の生物群集は約 10 年間で概ね回復することが明らかになった。

環境創造部門	中区分課題：自然豊かなくらしの実現
猪苗代湖の水環境に関する研究（福島県）	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

猪苗代湖の pH 中性化へ影響を与えた酸性河川（長瀬川）における化学特性や水理学的特徴の解析を進める。

また、フェーズ2で構築した水質予測モデルを用い、様々な条件（負荷量の増減等）での計算結果を比較する数値実験によって、対策シナリオ別の水質改善に与える効果を検証する。

さらに、流入汚濁負荷削減を目的として設置した直接浄化施設の実証試験を実施し、猪苗代湖の水質改善・保全に適合する課題等を抽出するとともに水質浄化施設設置による削減量を推定する。

### ○令和5年度計画

- ・ 長瀬川の詳細な流量観測及び水質測定を継続し、出水時、ダム放流時、代掻き後落水時等の水質特性を明らかにする。
- ・ 猪苗代湖水質予測モデルの改良のための現地観測等を引き続き実施するとともに、得られたデータを予測モデルに反映させる。
- ・ 猪苗代湖流入河川（赤井川）において植生浄化法を用いた水質浄化実証試験を引き続き実施する。

### ○令和5年度実績

- ・ 猪苗代湖流入河川中で流入負荷量が最も多い長瀬川を対象として、出水時及びダム放流時を中心に水質特性を明らかにした。
- ・ 猪苗代湖水質予測モデルについて、北岸部における COD 等の水質に対する再現性を向上させるため、計算格子の細分等の改良を実施した。また、令和12年度における水質目標を達成する各河川の栄養塩類等の負荷削減率を明らかにした。
- ・ 猪苗代湖への流入河川である赤井川における水質浄化実証試験を引き続き行い、稼働2年目となる水質浄化を検証した。また、猪苗代湖の水環境保全への理解醸成のため、高校生、大学生が水質浄化実証試験等を通して考え、発表するワークショップを開催した。

### ○令和6年度計画

- ・ 猪苗代湖北岸部における植生を考慮したモデルの精緻化を実施する。また、繁茂する水草回収等の対策を考慮したモデル計算を行い、モデルによって浄化対策効果を検証する。
- ・ 水質浄化実証試験結果をまとめ、上記のモデルの計算結果において、植生浄化の社会実装を実施した場合の水質改善に対する寄与を算出する。また、社会実装を見据えた植生浄化に係る啓発のため、水質浄化施設等の見学会を実施する。





図 30 ワークショップ『高校生・大学生が考える猪苗代湖水環境保全の取組』

環境創造部門	中区分課題：統合イノベーションの創出
環境情報技術を活用した地産地消型エネルギー計画・評価手法の開発 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

持続可能社会実現に向けた被災地域の復興・再生に貢献するため、先進的な地産地消型エネルギーマネジメントを実現している地域を先導モデル地域として選定し、事例の類型化と持続可能性等を評価し、適切な事業・技術を選定し環境まちづくりを実現するための地域情報の解析手法を開発する。

### ○令和5年度計画

- ・ 電力需要予測システム及びデマンドレスポンス制御モデル等の技術開発項目に関して主に新地町等と協議し、技術開発を継続する。
- ・ 太陽光発電と電気自動車を組み合わせた将来的な脱炭素ポテンシャル評価に関して、自治体の計画策定への成果出力に向けた協議を開始する。

### ○令和5年度実績

- ・ 新地町における電力モニタリングデータを活用し、下水処理場を対象とした太陽光発電の効率的利用のためのデマンドレスポンス制御モデルを開発した。
- ・ 住宅における蓄電池、電気自動車、ヒートポンプ給湯機を活用した需要調整ポテンシャル評価モデルのプロトタイプを構築した。
- ・ 電気自動車を用いた再生可能エネルギー利活用ポテンシャルの評価について、自治体担当者や地域エネルギー事業者との協議を開始した。

### ○令和6年度計画

- ・ エネルギー地産地消の実現に向けた地域エネルギーマネジメントの計画・評価システムに関する技術開発を継続する。
- ・ 地域内への電力供給と地域外への売電を併用した効率的な再生可能エネルギー利活用の評価について検討を開始する。

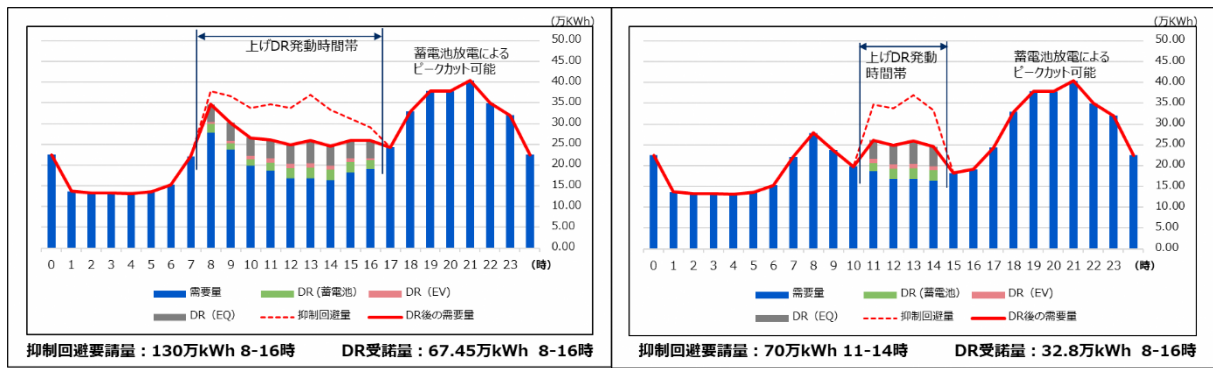


図 31 住宅におけるデマンドレスポンス導入シミュレーションの例  
(左：8-16 時ケース、右：11-14 時ケース)

環境創造部門	中区分課題：統合イノベーションの創出
環境創生に向けたステークホルダー分析および地域協働のプラットフォーム構築 (NIES)	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

除染・帰還後の地域コミュニティを対象として、自治体・地域住民組織等のステークホルダーが抱える環境創生に係るニーズの分析、ステークホルダー間の連携の実態分析を進める。加えて、地域コミュニティにおいて環境創生に取り組む多様なステークホルダーが協働するためのプラットフォーム整備の方法論（地域のステークホルダーと連携・協働による協議組織の立ち上げ・運営の方法等）を構築する。

### ○令和5年度計画

- ・ 福島イノベーション・コースト構想に関わる政策ネットワークの構造と、本構想の推進に関与する多様な団体間の広域的連携によるネットワーク形成の課題を分析する。
- ・ 福島浜通り地域（大熊町・双葉町等）における政治構造と住民自治の変遷を、地域資料・インタビュー調査のデータをもとに分析する。
- ・ 福島浜通り地域（大熊町等）の脱炭素型復興まちづくりに関与するステークホルダー相互の連携の実態及び復興政策・脱炭素政策に対するステークホルダーのニーズを分析する。

### ○令和5年度実績

- ・ 福島イノベーション・コースト構想に関与する団体を対象としたアンケート調査を実施し、団体の政策ニーズと政策ネットワークの分析を実施した（調査完了・分析中）。
- ・ 大熊町・双葉町を対象として、福島第一原発事故後に復興計画の改定が複数回なされるなかで、計画策定過程における住民参加の形態・内容がいかに変遷したのかを時系列で比較・分析した。本分析をもとに、浜通り地域における自治の課題と、政府が定める原子力災害の復興法制度・復興政策の課題を明らかにした。
- ・ 大熊町の脱炭素型復興まちづくりに関与するステークホルダー（町行政各部署・民間諸団体等）を対象とするインタビュー調査を実施した。（予定）

### ○令和6年度計画

- ・ 福島イノベーション・コースト構想に関わる政策ネットワークの構造と、本構想の推進に関与する多様な団体間の広域的連携によるネットワーク形成の課題を分析する。
- ・ 福島浜通り地域（大熊町等）の脱炭素型復興まちづくりに関与するステークホルダー相互の連携の実態及び復興政策・脱炭素政策に対するステークホルダーのニーズを分析する。
- ・ その他、福島浜通り地域の復興・環境創生に係る政策課題（アジェンダ）に着目して、当該政策課題におけるステークホルダー間の連携の実態分析を実施する。

表3 大熊町と双葉町の第二次復興計画における計画策定組織の構成と住民参加手法

	大熊町第二次復興計画（2015年3月策定）	大熊町第二次復興計画改訂版（2019年3月改訂）	双葉町復興まちづくり計画（第二次） （2016年12月策定）
主な策定組織	復興計画検討委員会	復興計画検討委員会	復興町民委員会
主な策定組織の委員数	21	21	35
町職員数	11	15	0
主な策定組織の委員構成 ※（ ）は委員数	有識者（1）町職員（11） 町民代表（9）	有識者（3）町職員（14） 公社（1） 産業団体（3）	町議会（2）商工団体・商工関係者（7） 農業団体・農業関係者（5） 行政区（7）避難先自治組織（3）民生団体（6） 教育委員会・学校・教育関係者（2） 医療福祉団体・機関（2） 復興支援員（1）
町職員比率	52.4%	71.4%	0.0%
その他の策定組織	<ul style="list-style-type: none"> <li>■復興対策会議 町長・副町長・教育長・役場各課の管理職</li> <li>■復興対策会議専門部会</li> <li>①子育て支援②医療福祉介護③産業振興雇用支援④復興拠点づくり。</li> <li>町内諸団体から各部会に5～6名参加</li> <li>※第1次と同様</li> </ul>	※第二次と同様、ただし復興対策会議専門部会は設置されず	<ul style="list-style-type: none"> <li>・復興まちづくり計画推進会議（副町長・町役場各課長）、同幹事会（町役場中堅・若手職員）</li> <li>・有識者会議（都市計画等の専門家5名）</li> </ul>
住民参加手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・策定委員によるワークショップ</li> <li>・大熊町復興のための中学生による意見発表会</li> <li>・町民アンケート</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・町民ヒアリング（計49名）</li> <li>①いわき市（1団地・10名）</li> <li>②郡山市（1団地・12名）</li> <li>③会津若松市（2団地・27名）</li> <li>※避難先の復興公営住宅団地の住民で、「帰町する・迷っている」「帰町しない」方を対象に実施</li> <li>・町民アンケート</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グループインタビュー（計39名）</li> <li>①小中高生・保護者（集まれ！ふたばっ子2016）</li> <li>②30～40代男性（夢ふたば人）</li> <li>③40～50代女性（ママサロン・加須市）</li> <li>・個別インタビュー（計3名）</li> <li>※30～40代の子育て中の女性（いわき市・日立市）</li> <li>・住民意向調査</li> </ul>

環境創造部門	中区分課題：統合イノベーションの創出
正確な情報の効果的な発信のあり方に関する研究（福島県）	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

県民への情報発信においては、福島県の着実な復興の状況や、県内の不安の状況等、その両面の情報を効果的に発信していく必要がある。また、県民の環境等に対する理解向上のためには、社会状況や関心を捉えた情報発信が必要となり、その効果を的確に把握することが必要である。

このため、アンケート調査等の解析等を通じて、よりよい情報発信の検討に必要な知見を整理するとともに、情報発信に関する事業等の向上に取り組む。

### ○令和5年度計画

- 2022年度の福島県政世論調査の結果提供を受け、放射線不安などに対する意識の経年変化を確認し、県民意識変化を明らかにする。
- 情報発信技法の整理、潮汐現象の説明事例（高校教科書、百科事典、国立天文台、海上保安庁、気象庁、国立科学博物館、学術団体等）の比較と、年齢及び学歴等を意識した説明資料を作成する。（環境創造センター版）
- 風評に関する社会科学的な分析：実情把握及び実施されている対策の評価、分かりやすい情報発信欲求との関連に関する考察を実施する。

### ○令和5年度実績

- 2022年の調査（年1回）では、放射線健康の不安感に明らかな減少が見て取れた。さらに、「伝えたい」や「知りたい」に関する問より深層心理の変化の解明を試みた。
  - 1) 現況を伝えたい集団と経済を志向する集団に2分される傾向が顕著になった
  - 2) 経済志向集団は安全やモニタリング情報を含む現況を伝えたくないとする傾向がある
  - 3) 子育て重視派は安全面と経済面に関心があり、安全面への関心が相対的減少にある
- 潮汐現象の説明に科学教育に関連する学会での議論を追い、理論的正確性と理解しやすさが共存した説明資料案を作成した。（予定）
- 風評に関する社会科学的な分析として、「わかりやすい情報発信欲求」と『欠如モデル志向』や責任の回避、実施可能な観点から立案した対策の在り方などとの関連に関する考察を継続した。わかりやすさを求め、わかりやすさで解決を目指す意識において、説明者と被説明者（説明を受けない者を含む）の間の差に着目する重要性を示唆した。

### ○令和6年度計画

- 「放射線健康不安」、「伝えたい」や「知りたい」に関する質問等から、深層心理の変化を明らかにする。
- 潮汐現象の説明に、理論的正確性と理解しやすさが共存した説明資料を作成する。
- 風評被害払拭対策として、「欠如モデル志向」や責任の回避、実施可能な観点から立案した対策の実施等、わかりやすい情報発信欲求との関連に着目した考察を継続する。

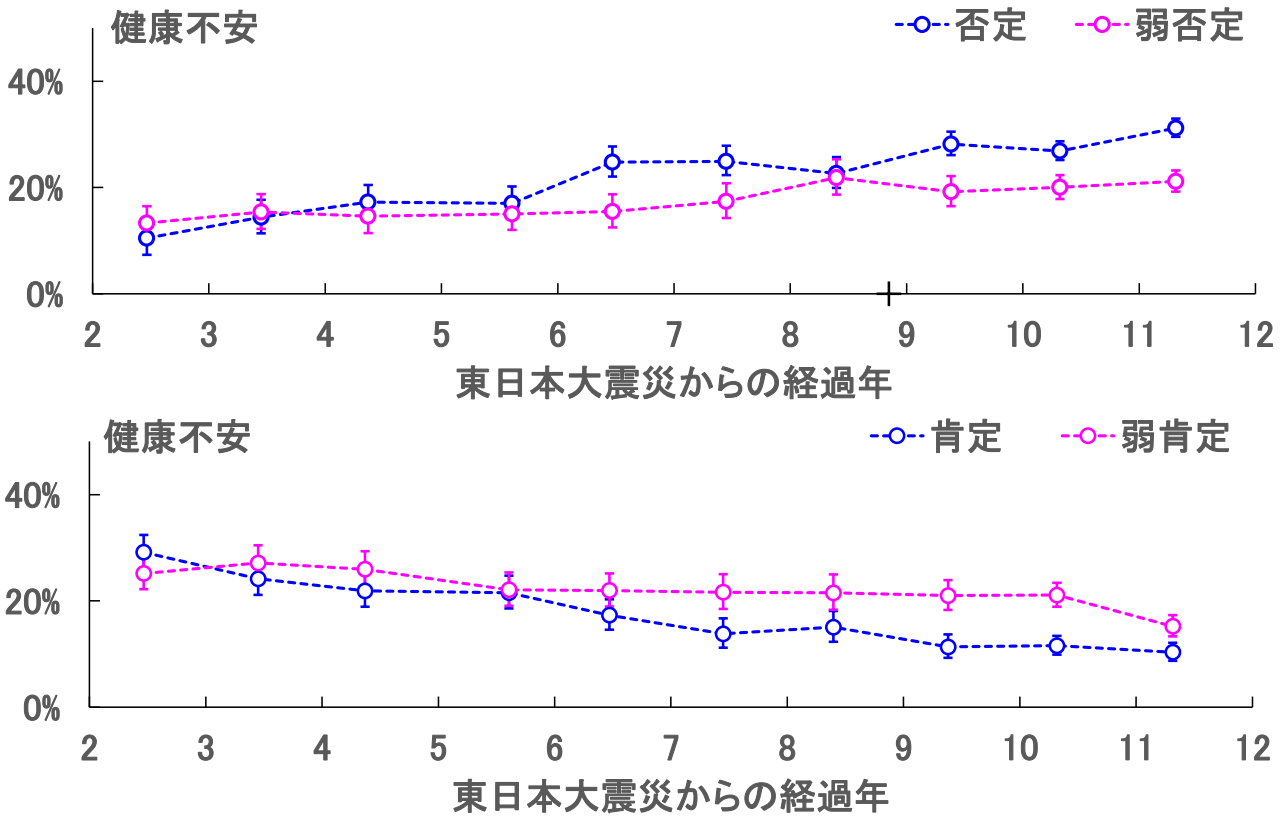


図 32 放射線健康に関する意識の変化（安心／不安）95%信頼区間（エラーバー）付記  
2013年（左端＝2.5年経過）から2022年（右端＝11.3年経過）

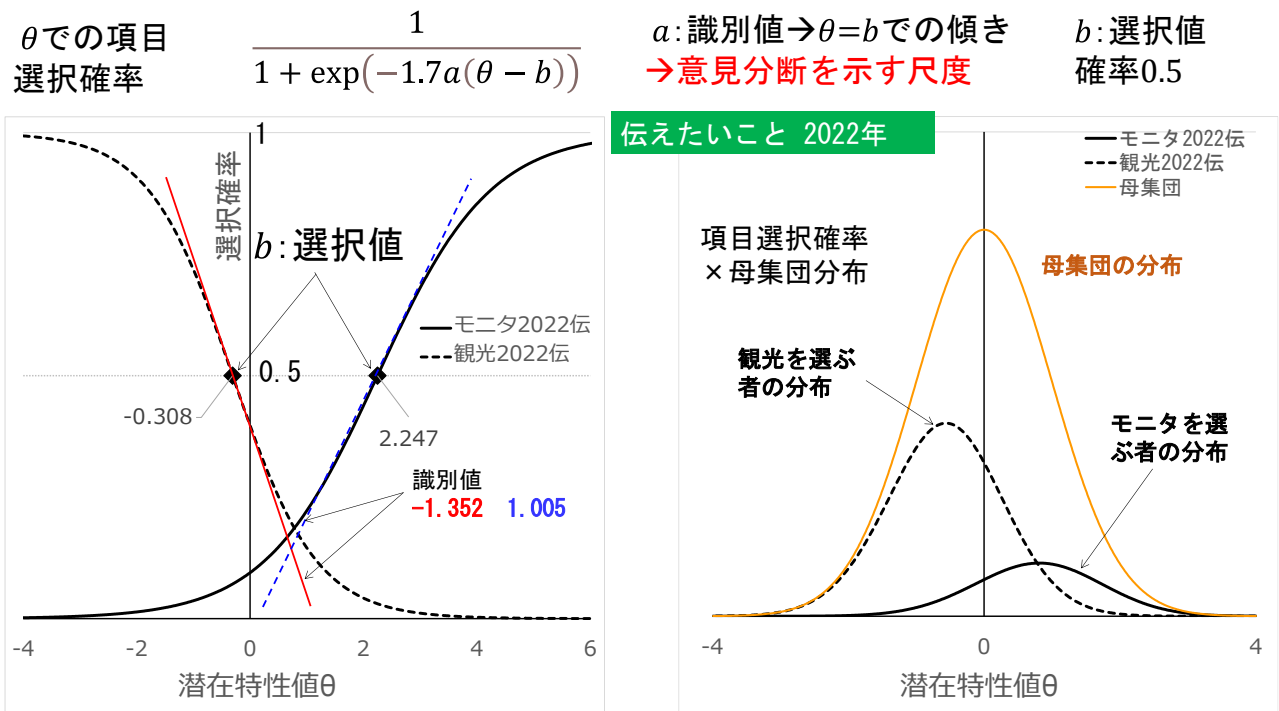


図 33 項目反応理論 = 離散的結果を特性値  $\theta$ （母集団・正規分布）による項目の選択確率  
観光などを選ぶ経済志向派は安全やモニタリング情報など現況を伝えたくないとする傾向

環境創造部門	中区分課題：統合イノベーションの創出
脱炭素社会実現に向けた取組の効果検証（福島県）	

### ○フェーズ3計画（背景・目的）

福島県は2050年までのカーボンニュートラル達成を目標として宣言し、その達成に向けた県民一人一人のライフスタイルの変革や、県内市町村における取組の支援等が必要と想定される。そのため、それら事業の促進と県民意識の向上が必要である。

このため、県内の温室効果ガス排出量の解析による影響要因の分析や、省エネ対策等の県民参加型の事業効果の検証や可視化、気候変動の影響の実態把握とその検証等を通じて、脱炭素に向けた取組を推進する。

### ○令和5年度計画

- ・ 経済学的アプローチに基づいた数理モデルを用いた解析により、自然災害が県内の経済活動にもたらす被害について明らかにする。
- ・ 県の計画及び方針等を基に、モデルとなる適応策のシナリオについて費用対効果を分析し、その効果を可視化する。
- ・ 得られた分析結果の評価を実施し、効果的な適応策に向けて必要な知見を整理する。

### ○令和5年度実績

- ・ 経済学的アプローチに基づいた数理モデル（動学的一般均衡モデル）を用いた解析を実施し、自然災害が県内の経済活動にもたらす被害について推計し、間接被害の影響も大きいことがわかった。
- ・ 洪水被害の影響は地域ごとに異なることが考えられるため、地域レベルを対象とした分析を実施した。（予定）。
- ・ また、洪水被害の影響は産業部門ごとに異なることも考えられるため、さらに産業部門を細分化して詳しく分析した。（予定）

### ○令和6年度計画

- ・ 気候変動に関する適応策実施のシナリオを検討し、関連機関と連携し、どういった適応策が考えられるかを検討し、上述のシミュレーションに反映させる。
- ・ シナリオごとに、適応策の費用対効果の分析を、地域レベルの河川流域を対象に実施する。



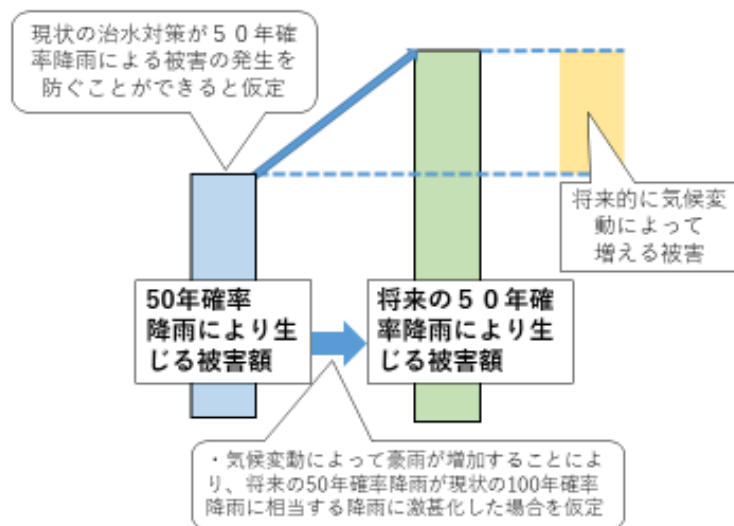


図 34 気候変動の影響による被害の増加の考え方のイメージ

注 1：50 年降雨とは、過去の降雨データを用いて統計的に推定した、50 年に一度起こりうる程度の大きさの降雨（俗にいう「50 年に 1 度の大雨」）

注 2：50 年降雨の時の被害額とは、対象期間（50 年）に生じる降雨量の最大値から浸水深を算出することで、洪水被害を推計

表 4 分析で用いたパラメータ設定の考え方

パラメータ	数値	詳細
分析期間	50 年	間接被害額は 50 年間の累積値
人口変化率	-1.19%	『日本の地域別将来推計人口』をベースに算出
資本ストック減耗率	-4%	資本ストックは減耗率に従って每期変化
資本収益率	5%	資本サービスは収益率に従って每期変化
代替弾力性	0.9%	県内で消費される財は移入財と県内を一定割合で混合した合成財とし、その投入比率は価格に応じて変化すると仮定
変形弾力性	0.9%	県内で生産された財を移出する際に、移入財と県内財の投入比率は価格に応じて変化すると仮定

表 5 将来の洪水被害が福島県に生じる影響

	数値	単位
福島県直接被害額	9045	億円
等価変分(EV)	16638.3	億円
乗数	1.83950	

※等価変分(EV)：価格の変化によって引き起こされるのと同じ効用の変化を引き起こす所得の変化