

環境創造センター調査研究計画

【フェーズ2】

平成31年（2019年）度～平成33年（2021年）度

環境創造センター



目次

はじめに

I	放射線計測	1
1	分析・測定技術の開発	2
2	被ばく線量等の評価手法・モデル開発	5
II	除染・廃棄物	8
1	除染等に関する継続的な技術支援	9
2	廃棄物等の適正処理・再生利用技術の確立	12
III	環境動態	16
1	移行挙動評価	17
2	移行モデル	21
3	生態系への影響把握	23
IV	環境創造	25
1	持続可能な地域づくり	26
2	強靱な社会づくり	29
3	自然豊かなくらしの実現	31
4	統合イノベーションの創出	33
	フェーズ2 調査研究課題の全体像	35
	フェーズ1からフェーズ2における調査研究課題の変遷	36

はじめに

環境創造センター調査研究事業は、環境創造センター中長期取組方針に基づき、平成27年（2015年）度¹から平成36年（2024年）度までの10年間において、放射性物質に汚染された地域の環境回復・創造のため、汚染状況や放射性物質の動態の把握、汚染地域や施設に応じた除染等の措置、その結果の評価、除去土壌及び汚染廃棄物の減容化・貯蔵・処理・処分・再生利用といった一連の措置を的確に実施するとともに、変化した生物相・生態系の回復などに資する取組を進めていく必要がある。さらに、県民が将来にわたり安心して暮らせる美しく豊かな環境を創造するため、放射性物質の動向や除染の進捗状況などを踏まえ、地域の環境、資源、産業などの特性を生かした循環型社会等の構築や、東日本大震災の教訓を生かした災害に強い社会の構築、さらには環境保全対策を進め、美しいふくしまの創造に向けた取組を進めることも必要である。

このため、平成27年（2015年）度から平成30年（2018年）度のフェーズ1において、部門長による運営・調整の下、三機関（福島県、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下「JAEA」という。）及び国立研究開発法人国立環境研究所（以下「NIES」という。））及びIAEAを始めとする他機関と連携・協力をを行いながら4つの部門（「放射線計測」、「除染・廃棄物」、「環境動態」及び「環境創造」）において、除染の推進、除去土壌及び放射性物質に汚染された廃棄物等の適正処理、放射性物質の環境動態解明等、県の環境回復に資する喫緊の課題への対応を優先しつつ、環境の創造に貢献する調査研究を進めたところ、各部門長から、環境放射線の測定及び分析技術の開発、除染の効果把握や効果的な除染手法の確立、廃棄物の安全な管理や減容化を含めた処理技術の開発、環境中及び野生生物への放射性物質の移行挙動の実態把握並びに環境創生モデルの設計手法開発に大きな成果が得られ、その成果については、国や地方公共団体の行政施策に反映されたほか、県民の様々な不安解消に役立てられたとする評価を受けた。一方、開発された測定及び分析手法の現場適用を踏まえた更なる最適化及び高度化に関する研究、廃棄物埋立処分後の放射性セシウムの移動評価や除去土壌等の中間貯蔵時の安全性評価等に関する研究、環境中の放射性物質の移行挙動の解明や野生生物への影響把握とこれらを踏まえたモデルの高度化に関する研究（環境動態）、中長期の復興計画の支援に向けた科学的エビデンスに基づく持続可能な地域社会デザインに係る横断型研究（環境創造）等について、継続性を含め今後取り組むべき課題であることが指摘された。また、様々な研究機関との連携の強化や、開発された技術等をフィールド調査等で活用する等、成果の実装と統合化を推進する必要があることも指摘されたところである。

さらにこの間、帰還困難区域を除く地域の避難指示解除や計画に基づく生活圏の除染終了等、本県の環境回復・復興が着実に進展しているほか、第五次環境基本計画（平成30年4月閣議決定）において「地域循環共生圏」の創造を目指すことが打ち出される等の社会情勢の変化を踏まえ、今後は長期的視点及び未来志向に立った取組について相対的に強化していく必要があることも明らかになった。

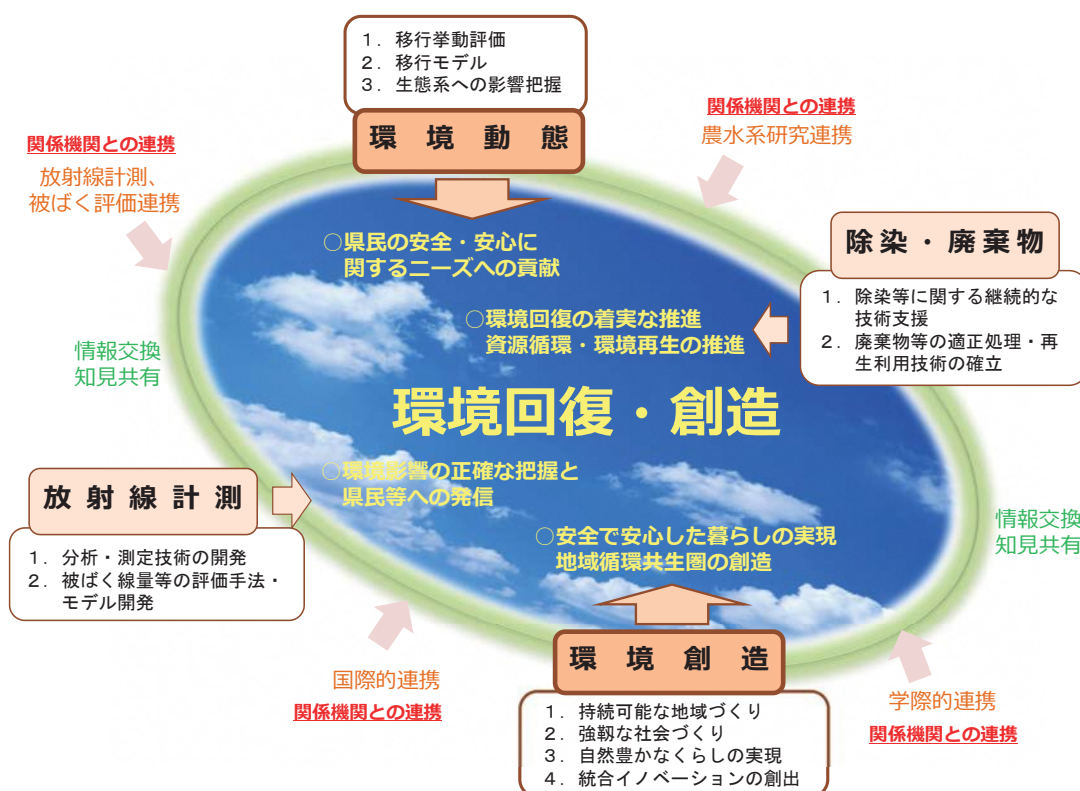
このような背景・経過のもと、平成31年（2019年）度から平成33年（2021年）度のフェーズ2では、これまでの事業成果及び社会情勢等の変化を踏まえつつ、放射性物

¹ 今後、元号の変更が予定されているが、本紙の作成時点では新元号が決まっていないため、表記の連続性及び分かりやすさの観点から、原則として「和暦」「西暦」表示を併記の上、和暦で表記する箇所については「平成」の表記とする。以下、同様。

質に汚染された環境の回復及び新たな環境の創造に資するため、環境動態や環境創造の部門に重きを置きつつ、より一層部門間、機関間で連携しながら、引き続き4つの部門において調査研究を進める。具体的には、県土の環境回復に資するため、長期的な放射性物質の環境動態や環境影響評価に関連した研究を中心としつつ、分析手法の開発・高度化、除去土壌や汚染廃棄物等の保管、減容、再生利用及び処分に関する調査研究等に取り組む。また、第五次環境基本計画に掲げる地域循環共生圏の創造に向けて、環境資源を生かした地域創生型のまちづくり、災害に強い社会の構築、猪苗代湖の水環境に代表される県の自然環境の保全等に関する調査研究等に取り組む。さらに、当初計画以外にも林野火災、洪水等の自然災害等といった突発的事象の発生に対しては、モニタリング事業とも連携する等し、放射性セシウム等動態の変化・周辺環境への影響評価といった、県民の安全や安心に資する調査研究に柔軟かつ積極的に取り組む。

これら調査研究を効果的に推進するため、例えばフェーズ2で重きを置く環境動態及び環境創造の部門において、同じフィールドを対象に調査研究を行う、フェーズ1の放射線計測の部門において研究開発された技術等をフィールド調査等で有効に活用する等、部門間の連携を一層推進する。また、複数部門合同の部門会議等も活用しながら、引き続き三機関の連携はもとより、国内外の機関等とも連携して調査研究を進める。さらに、得られた成果がより社会実装されるよう、定期的な意見交換を行う等、調査研究事業以外の事業や行政機関等との緊密な連携を強化する。情報発信のあり方の検討等も行いながら、県民はもとより国内外への積極的な情報伝達・情報発信も推進する。

環境創造センター調査研究計画（フェーズ2）（以下「調査研究計画」という。）は、上記方針のもと調査研究事業を構成する4つの部門において、フェーズ2に取り組む計画を示したものである。なお、調査研究計画は、調査研究の進捗状況、社会情勢や県民ニーズの変化等に応じ連絡調整会議を経て、適宜見直しを図ることとする。



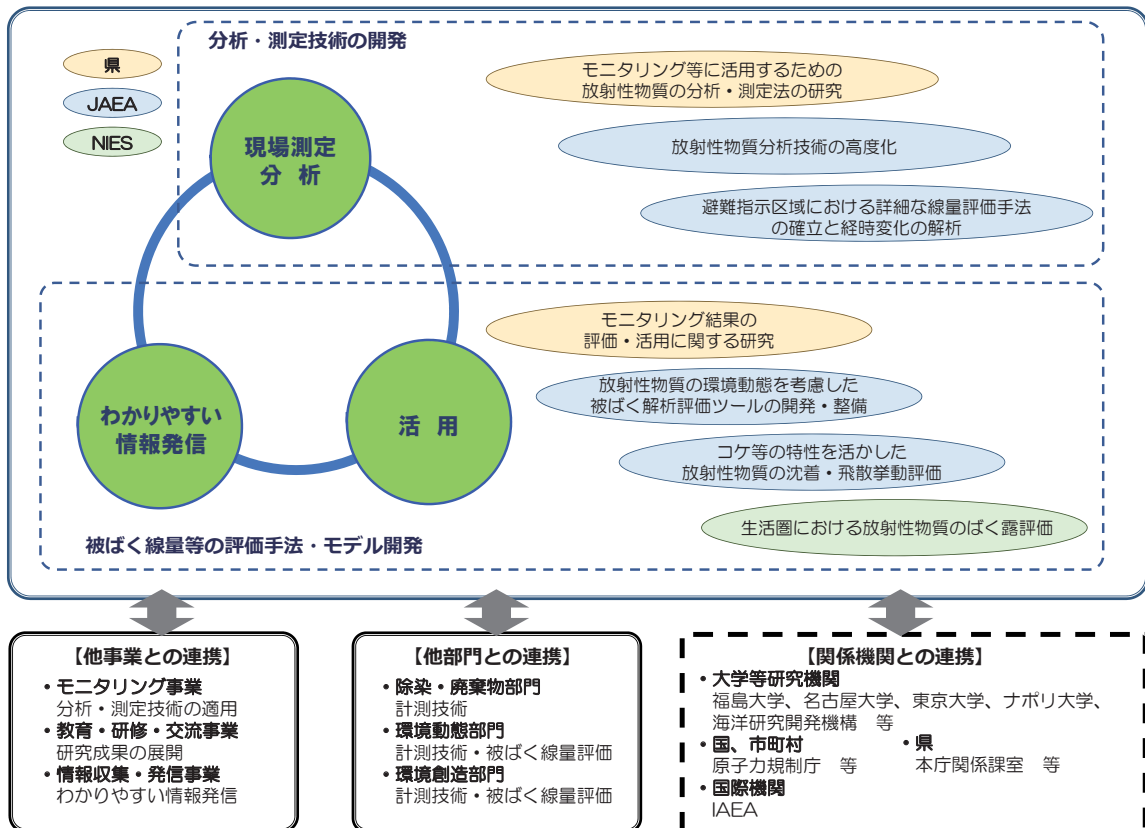
調査研究事業のイメージ

I 放射線計測

東京電力(株)福島第一原子力発電所事故（以下「原子力発電所事故」という。）が周辺に与えた影響の把握、長期に及ぶ廃炉・汚染水対策や汚染廃棄物等の処理等が周辺環境に与える影響の把握、緊急時のモニタリング等に対応するための分析・測定技術の開発・高度化が必要である。また、避難指示区域の解除に伴う住民帰還に資するため、被ばく線量、放射性物質の移動等に関する調査結果や精度の高い予測、被ばく線量を低減するための情報等が必要である。

このため、**分析・測定技術の開発**として、フェーズ1で開発・検討した技術の活用、分析試料に応じた最適化、測定結果の妥当性検証、さらなる技術の高度化等について、廃炉・汚染水対策の状況等の社会的ニーズを見極めながら取り組む。また、**被ばく線量等の評価手法・モデル開発**として、フェーズ1で開発された被ばく評価モデルの検証を進め、高度化に取り組む。

これら取組は、環境動態部門をはじめとした他の部門、モニタリング事業をはじめとした他事業において展開し、活用を進める。また、災害等の緊急時においても、各部門、各事業等と連携しながら、放射性物質が周辺環境へ与える影響の把握に努める。



放射線計測部門における調査研究の構成図

1 分析・測定技術の開発

(1) 背景・目的

原子力発電所事故から8年以上が経過し、自然減衰、除染活動等の結果、生活圏における人工放射性核種の濃度は大きく減少している。しかし、帰還困難区域のように未だ空間線量率の高い地域や、森林等のように技術的な課題等で十分にモニタリングがなされていない地域がある。また、原子力発電所事故による影響の把握、汚染水の処理、廃炉に関わる作業等が周辺環境に与える影響の把握及び放射性物質の環境動態の詳細なメカニズムの解明が課題となっている。これらの解決に必要な分析・測定手法の開発、簡易・迅速化等に取り組む必要がある。

(2) 研究課題

① モニタリング等に活用するための放射性物質の分析・測定法の研究〔福島県〕

フェーズ1で研究に取り組んだ、低濃度トリチウム及び有機結合型トリチウム（以下「OBT」という。）の分析法等について、環境モニタリングでの活用を念頭に、他機関との相互比較分析、分析の精度確認・向上、及び簡易化・迅速化等の改良を行う。これと並行して、環境試料の分析を進め、分析結果について他地域の分析結果との比較検討を行い、分かりやすくとりまとめる。また、フェーズ1で開発した、歩行サーベイ等の測定技術についても、行政機関や研究機関等と連携し、利活用についての検討を行う。

【実施内容】

- ・低濃度トリチウム及びOBT分析法の精度確認・向上及び改良
- ・環境試料を用いた低濃度トリチウム及びOBTの試験分析
- ・分析手法・測定技術の利活用の検討

② 放射性物質分析技術の高度化〔JAEA〕

これまでに進めてきた、環境中での放射性物質の動態を支配するマイクロ量の放射性セシウムと土壌等の固相との反応機構の推定・解明の成果を、長期的な環境動態の予測・精緻化に具体的に結び付けていくため、生物、土壌、堆積物中、妨害元素等が共存する試料中の放射性核種濃度の分析手法の整備や、長期にわたる環境動態の観測など必要に応じて環境試料中の極微量放射性物質の分析法の高度化・適用法の検討を行う。

【実施内容】

- ・化学分析・TOF-SIMS等を用いた放射性核種を分析する手法の検討
- ・OBTの迅速分析法の開発
- ・放射性ストロンチウムの迅速分析法の開発

③ 避難指示区域における詳細な線量評価手法の確立と経時変化の解析 [JAEA]

これまで、様々な環境下での面的な放射性物質の分布状況測定技術とそのマップ化技術を開発し、それらを放射性物質の分布の状況調査やデータ集約に関する原子力規制庁の事業等に活用してきたが、引き続き、原子力規制庁の事業等の枠組みを活用しつつ進める。また、生活圏のモニタリング、個人線量評価技術の活用を行うとともに、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。さらに、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や環境動態研究等の他の研究への活用を進める。

【実施内容】

- ・ 無人機を用いた環境中の放射線測定技術の実証及び高度化
- ・ 海洋における汚染水測定技術の活用
- ・ 海底の効率的なモニタリングのための無人観測船の開発
- ・ 地上測定データによる広域マッピング

(3) 期待される成果

分析・測定手法の高度化及び新規開発によって得られた成果を、モニタリング活動や調査研究活動に適用することで、原子力発電所事故によって放出された放射性物質の環境中での挙動及び環境への影響、廃炉・汚染水対策が周辺環境へ与える影響のより精緻な把握に貢献するとともに、放射性物質の移動による広範囲の放射線量の変化や、帰還困難区域の復興・復旧計画策定に必要な放射線量の評価等に貢献する。

(4) スケジュール

	フェーズ1	フェーズ2			フェーズ3
	~H30 (~2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)	H34~※1 (2022~)
① モニタリング等に活用するための放射性物質の分析・測定法の研究 [福島県]					
・低濃度トリチウム及びOBT分析法の精度確認・向上及び改良	→	→	→	→	
・環境試料を用いた低濃度トリチウム及びOBTの試験分析	→	→	→	→	→
・分析手法・測定技術の利活用の検討	→	→	→	→	→
② 放射性物質分析技術の高度化 [JAEA]					
・化学分析・TOF-SIMS等を用いた放射性核種を分析する手法の検討	→	→	→		
・OBTの迅速分析法の開発	→	→	→	※2	→
・放射性ストロンチウムの迅速分析法の開発	→	→	→		
③ 避難指示区域における詳細な線量評価手法の確立と経時変化の解析 [JAEA]					
・無人機を用いた環境中の放射線測定技術の実証及び高度化	→	→	→		
・海洋における汚染水測定技術の活用	→	→	→		
・海底の効率的なモニタリングのための無人観測船の開発		→			
・地上測定データによる広域マッピング	→	→	→	→	→

※1 フェーズ2の調査研究の進捗状況や社会情勢等の変化を踏まえて検討。(以降の※1も同じ)

※2 環境動態研究等の現場への実装

2 被ばく線量等の評価手法・モデル開発

(1) 背景・目的

原子力発電所事故から8年以上が経過し、除染活動及び放射性物質の物理減衰による空間線量率の低減、それに伴う避難指示区域の解除等、福島の復興は着実に進んでいる。今後は県民の安全・安心に寄与するため、現在及び将来にわたっての被ばく線量に関する情報や、空間線量率及び放射性物質の分布に関する情報、被ばく線量を低減するための情報を提供していくことが必要である。

(2) 研究課題

① モニタリング結果の評価・活用に関する研究 [福島県]

これまでに検討を重ねてきた各種空間線量率を統合する解析手法について、解析の簡便化についてさらに検討することで、各種空間線量率のデータ入力から連続したメッシュ図(統合化マップ及び経時変化マップ)の作成に係る作業の効率化、作業時間の短縮化を検討する。

また、メッシュ図作成のための測定エリア・データ量を拡大し、より精度の高い解析を確保することとする。

【実施内容】

- ・データ解析手法の見直し
- ・メッシュ図の精度向上

② 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1で開発したモデルについて、フェーズ2では、その解析精度の向上を図るとともに、遠隔放射線測定技術を活用した精度の高いモニタリングデータを取得し、その結果を基に空間線量率分布変化予測の空間的精緻化、陸水生態系を包含した放射性セシウムの移行ルートの解明、各種対策への反映検討を行う。

【実施内容】

- ・放射性セシウムの動態に伴う空間線量率分布変化予測の空間的精緻化
- ・陸水生態系を包含した放射性セシウムの移行ルートの解明、各種対策への反映検討

③ 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]

簡便・汎用的に放射性核種を含む飛散物の特性評価、飛散量や被ばく線量を評価する手法を整備する。そのため、地衣類・コケ等に捕集されている飛散物を対象に放射性物質の沈着時の化学形態や挙動を分析し、大気中の浮遊物質による被ばく評価等に反映させる。また、化学形態や挙動の分析結果については、動態研究での詳細な山域における空間線量率の分布調査の結果などと併せて解析することで、環境中での放射性核種の動態モデル等に反映させる。

【実施内容】

- ・ 飛散物評価に適した地衣類・コケの種を選定
- ・ 飛散物質の飛散量と放射能濃度の測定及び被ばく線量評価と従来法との比較
- ・ 地衣類・コケ等に捕捉されている初期沈着物質の特性評価と沈着挙動の推定

④ 生活圏における放射性物質のばく露評価 [NIES]

フェーズ1に引き続き生活環境（主に室内環境、大気環境）中の放射性物質のモニタリングを進めるとともに、内部被ばく線量推計モデルの改良、データ整備、環境動態モデルとの連携強化、より精緻なばく露評価と予測を行い、県民に情報を提供する。

【実施内容】

- ・ 自家採取食物由来の内部被ばく線量評価と将来予測
- ・ 避難指示の解除された地域を中心とする生活環境モニタリング

(3) 期待される成果

放射性物質の環境中での動態や生活圏の分布を調査し、放射性物質の分布や被ばく線量等の評価手法及びモデル構築手法を確立・高度化することや、空間線量率分布の変動傾向等を可視化することで、県民等の安全・安心につながる情報を提供する。

(4) スケジュール

	フェーズ1	フェーズ2			フェーズ3
	~H30 (~2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)	H34~※1 (2022~)
① モニタリング結果の評価・活用に関する研究 [福島県]					
・データ解析手法の見直し	→	→	→	→	
・メッシュ図の精度向上	→	→	→	→	
② 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]					
・放射性セシウムの動態に伴う空間線量率分布変化予測の空間的精緻化	→	→	→	→	→
・陸水生態系を包含した放射性セシウムの移行ルート の 解明、各種対策への反映検討	→	→	→	→	→
③ 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]					
・飛散物評価に適した地衣類・コケの種を選定	→	→	→		
・飛散物質の飛散量と放射能濃度の測定及び被ばく線量評価と従来法との比較	→	→	→		
・地衣類・コケ等に捕捉されている初期沈着物質の特性評価と沈着挙動の推定	→	→	→	※2	→
④ 生活圏における放射性物質のばく露評価 [NIES]					
・自家採取食物由来の内部被ばく線量評価と将来予測	→	→	→	→	
・避難指示の解除された地域を中心とする生活環境モニタリング	→	→	→	→	

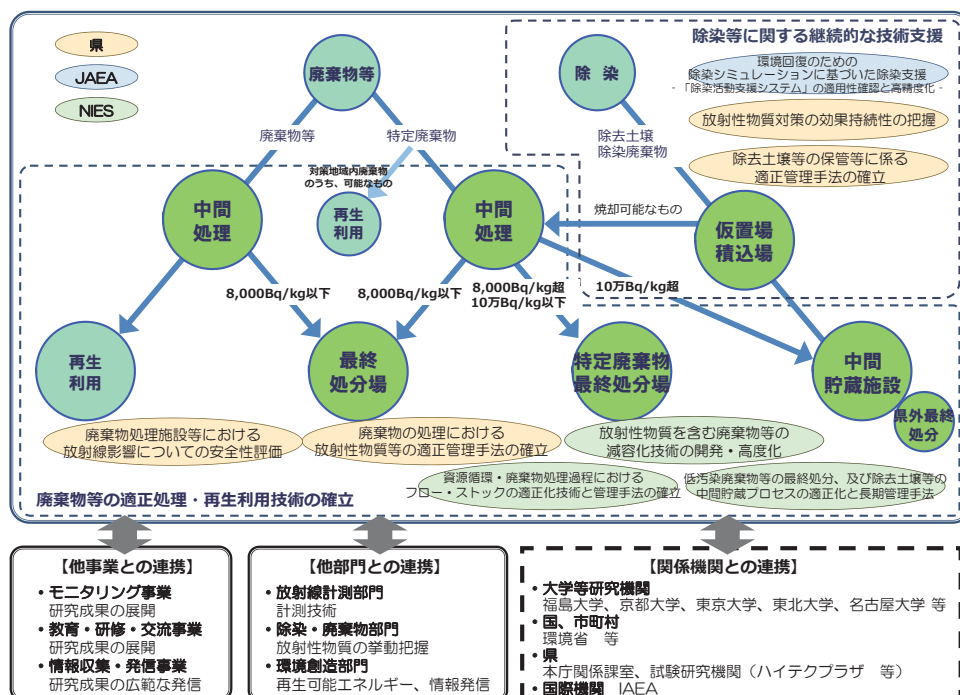
※2 環境動態研究等の現場への実装

II 除染・廃棄物

除染については、帰還困難区域を除く地域の面的除染終了後の県民の放射線に対する不安軽減に資する科学的知見の充実や特定復興再生拠点区域の整備に伴う除染等に対応するための市町村等への技術的な支援が必要である。また、除去土壌等については、仮置場における保管及び輸送の安全性確保に加え、仮置場の原状回復、中間貯蔵施設稼働後の長期管理、県外最終処分に向けた減容化や再生利用等に関する対応が引き続き必要である。さらに、汚染廃棄物等についても、最終処分場での長期管理をはじめとした、適正処理に関する技術的課題への対応が引き続き必要である。

このため、**除染等に関する継続的な技術支援**として、国や市町村等への除染シミュレーションの適用を踏まえたシステムの高精度化と動態研究等への実装を行うほか、除染後の陸域及び陸水域における空間線量率等の変化を踏まえた効果的な放射性物質対策の検討、仮置場における除去土壌等の搬出後の原状回復を含めた適正管理手法の確立に取り組む。また、**廃棄物等の適正処理・再生利用技術の確立**として、廃棄物最終処分場及び中間貯蔵施設における放射性核種の挙動把握及び適正処理技術の確立、放射性物質による汚染地域で発生する廃棄物・副産物の処分・再生利用を放射線リスクに応じて合理的に選択するツールの開発、除染後のバイオマスの利活用を促進するための技術開発等、除去土壌等や汚染廃棄物等の保管、中間貯蔵、減容、再生利用及び処分に関する調査研究に取り組む。

これら取組は、フェーズ1において開発された技術、得られた知見を活用しつつ行う。また、環境創造部門における被災地復興支援の取組と連携するほか、情報収集・発信事業をはじめとした他事業、行政機関等とも連携しながら効果的に進める。



除染・廃棄物部門における調査研究の構成図

1 除染等に関する継続的な技術支援

(1) 背景・目的

帰還困難区域を除く地域の面的除染が終了したことに加え、放射性物質の自然減衰により、空間線量率は着実に低減している一方で、依然として県民から放射線に対する不安の声があり、県民の不安軽減に向けた継続的な調査及び対策の検討が必要である。また、特定復興再生拠点区域の整備が開始されたことを受け、除染を進める市町村等への情報提供が必要である。さらに、除去土壌等について、仮置場等からの搬出や中間貯蔵の本格化に伴い、除去土壌等の保管のみならず、搬出作業時の安全管理や除去土壌等の搬出完了後の仮置場跡地の原状回復措置等、様々な管理工程で生じる又は生じうる課題に対し、調査研究の側面から支援することが県民の安全で安心な暮らしの確保のために必要である。

(2) 研究課題

① 放射性物質対策の効果持続性の把握 [福島県]

河川敷や公園、公共施設等を対象とし、中長期的な放射性物質の蓄積状況及び空間線量率の変化状況を把握するとともに、将来予測を行う。また、その状況に変化がある場合にはその要因を明らかにし、必要に応じて施設や河川の適正管理手法等の対策を検討する。

【実施内容】

- ・河川敷や公共施設等における空間線量率等のモニタリング
- ・放射性物質の蓄積状況及び空間線量率の変化状況の把握とその要因の解析
- ・必要に応じた放射性物質対策の検討

② 環境回復のための除染シミュレーションに基づいた除染支援 - 「除染活動支援システム (RESET)」の適用性確認と高精度化 - [JAEA]

広域かつ詳細な空間線量率のマップ (統合マップ) を基に、除染事業を支援するため除染活動支援システム (以下「RESET」という。) を用いて、帰還困難区域等の除染シミュレーションを行い、空間線量率減衰の2成分モデルの適用性評価を行うとともに、実際の空間線量率の変化を踏まえて減衰モデルの改良を検討し、空間線量率の予測手法の高精度化を実施する。また、得られた成果については、環境動態研究の基礎情報として活用するとともに、解析結果を国や自治体等へ提供して住民帰還や産業復興に貢献する。

【実施内容】

- ・RESETによる特定復興再生拠点区域の除染シミュレーションと適用性評価
- ・減衰モデルの改良による空間線量率の予測手法の高精度化

③ 除去土壌等の保管等に係る適正管理手法の確立〔福島県〕

仮置場で使用されている除去土壌保管容器をはじめとした資材について、仮置場資材強度の長期耐久性を予測及び検証するとともに、必要に応じて安全な保管方法を確立する。また、仮置場跡地の原状回復の手法や課題を整理した上で、原状回復手法の評価のための状況確認を行う。さらに、今後の除去土壌等の管理に関する施策の推進状況、社会情勢の変化等に備え、除去土壌等の管理フローにおける放射線影響について、引き続き評価体制の整備を進める。

【実施内容】

- ・ 仮置場資材の長期耐久性の予測、評価等
- ・ 仮置場跡地の原状回復の手法及び課題の整理、状況確認等
- ・ 除去土壌等の管理フローにおける放射線影響評価手法の改良等

(3) 期待される成果

除染やその後の空間線量率の変化予測、放射性物質対策後の効果持続性等を明らかにし、その結果を市町村等に情報提供することにより、県民の除染後の再汚染や放射線リスクに対する不安に応えるための基礎資料としての活用や必要な対策立案に貢献する。また、仮置場における資材耐久性の評価、原状回復の手法等を市町村等に情報提供することにより、適正な除去土壌等の管理のための基礎資料としての活用に貢献する。

(4) スケジュール

	フェーズ1	フェーズ2			フェーズ3
	~H30 (~2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)	H34~※1 (2022~)
① 放射性物質対策の効果持続性の把握 [福島県]					
・河川敷や公共施設等における空間線量率等のモニタリング	→	→	→	→	→
・放射性物質の蓄積状況及び空間線量率の変化状況の把握とその要因の解析	→	→	→	→	→
・必要に応じた放射性物質対策の検討	→	→	→	→	→
② 環境回復のための除染シミュレーションに基づいた除染支援 - 「除染活動支援システム (RESET)」の適用性確認と高精度化 - [JAEA]					
・RESET による特定復興再生拠点区域の除染シミュレーションと適用性評価	→	→	→	※2	→
・減衰モデルの改良による空間線量率の予測手法の高精度化	→	→	→		
③ 除去土壌等の保管等に係る適正管理手法の確立 [福島県]					
・仮置場資材の長期耐久性の予測、評価等	→	→	→	→	→
・仮置場跡地の原状回復の手法及び課題の整理、状況確認等	→	→	→	→	→
・除去土壌等の管理フローにおける放射線影響評価手法の改良等	→	→	→	→	→

※2 帰還困難区域の復旧・復興支援

2 廃棄物等の適正処理・再生利用技術の確立

(1) 背景・目的

除染に伴い発生する除去土壌等や特定廃棄物について、その種類に応じて、仮置場等から輸送し、中間処理を経て、特定廃棄物最終処分場での処分や中間貯蔵施設で管理し、県外で最終処分等されることとなるが、これら各工程における適正処理を確保するための調査研究に取り組む必要がある。また、上記以外の廃棄物について、通常的一般廃棄物及び産業廃棄物と同様の処分が可能とされているものの、放射性物質による汚染に対する根強い不安等により処理が滞っている等の課題があり、適正処理の推進に繋がる調査研究に取り組む必要がある。さらに現在、廃棄物として処理されているバーク（樹皮）をはじめとしたバイオマスについて、利活用の促進に向けた調査研究にも取り組む必要がある。

(2) 研究課題

① 廃棄物の処理における放射性物質等の適正管理手法の確立 [福島県]

一般廃棄物及び産業廃棄物の最終処分場を対象に、浸出液の処理過程において、吸着材等を用いることにより、浸出液中の放射性セシウム濃度をより低減させる技術の確立を目指す。また一般廃棄物及び産業廃棄物の焼却処理施設を対象に、粘土鉱物を用いることにより、焼却灰に含まれる放射性セシウムが最終処分後に溶出することを防ぐ技術の実用化を目指す。

【実施内容】

- ・ 廃棄物最終処分場の浸出液中からの放射性セシウムの処理方法の検討
- ・ 焼却灰中放射性セシウムの難溶化手法の実用化検討

② 放射性物質を含む廃棄物等の減容化技術の開発・高度化 [NIES]

主に除去土壌等や特定廃棄物を対象に、仮設中間処理施設や中間貯蔵施設における熱的減容化プロセス等における放射性セシウムの挙動を解明し、中間貯蔵施設で必要となる熱的減容化技術と県外最終処分に向けての高度濃縮化及びその最終廃棄体化等に関する技術開発を行うとともに、中間処理施設等の適正な維持管理及び解体手法を確立する。また、バイオマスから再生可能エネルギーを製造する技術開発及びその過程における放射性物質の挙動解明を行うとともに、実証試験を行い安全性や事業性を評価する。

【実施内容】

- ・ 熱的減容化プロセス等における放射性セシウムの挙動解明
- ・ 中間貯蔵施設での高度濃縮化及びその最終廃棄体化等に関する技術開発
- ・ 中間処理施設等での適正な維持管理及び解体手法の確立
- ・ 再生可能エネルギー製造技術の開発及び放射性物質の挙動解明、実証試験による安全性の評価

③ 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]

一般廃棄物及び産業廃棄物の最終処分場を対象に、放射性物質の挙動を予測するため、シミュレーションモデルの確立及び実用化を目指す。また、廃棄物の種類に応じた放射性物質の濃度、表面線量、表面汚染密度等との関連性の有無を確認し、関連性が見出された場合には、簡易に表面線量から放射性物質濃度を推計する簡易分析法の確立を検討する。

また、バイオマス発電における燃料利用の際の周辺への放射性物質の影響評価を行う。

【実施内容】

- ・最終処分時の放射性物質の処分場内挙動予測
- ・廃棄物処理施設に搬入される廃棄物の簡易分析法の検討
- ・パークの利用過程における放射性物質挙動把握等

④ 資源循環・廃棄物処理過程におけるフロー・ストックの適正化技術と管理手法の確立 [NIES]

放射性物質による汚染地域で発生する廃棄物及び副産物を対象に、処理や再生利用の過程における、放射性物質のフロー・ストックの定量化及びデータベース化、自然環境中での放射性物質の動態モデルとの統合、及びリスクに応じた保管、中間処理、最終処分、再生利用の方法を合理的に選択する手法を確立する。また、主に事故由来放射性物質に汚染された廃棄物を対象に、現場における放射性セシウムやその他核種の濃度推定方法や評価方法を確立する。

【実施内容】

- ・廃棄物・副産物の処分・再生利用の方法をリスクに応じて合理的に選択できる評価ツールの検討
- ・現場における放射性セシウム濃度やその他核種の濃度推定方法の検討

⑤ 低汚染廃棄物等の最終処分、及び除去土壌等の中間貯蔵プロセスの適正化と長期管理手法 [NIES]

主に特定廃棄物を対象として、高濃度に放射性物質を含む特定廃棄物の中間貯蔵や最終処分の際に用いられる、コンクリートへのセシウムとストロンチウムの浸透予測及び耐久性維持管理の検討を行う。また、除染で発生した除去土壌等を対象として、中間貯蔵施設における貯蔵方法や中間貯蔵後の長期管理等のさらなる適正化に関する技術開発を行うとともに、除去土壌等の有効利用を目的とした品質評価や管理方法の検討を行う。さらに、県外最終処分に向けた最終処分場の考え方についても併せて検討する。

【実施内容】

- ・廃棄物最終処分場の長期管理に関する技術開発
- ・中間貯蔵施設における貯蔵の方法や中間貯蔵後の長期管理等のさらなる適正化に関する技術開発

- ・ 県外最終処分に向けた最終処分場のあり方と技術的検討

(3) 期待される成果

特定廃棄物の熱的減容化機構の解明、最終廃棄体化技術の開発等を行うことにより、特定廃棄物の減量化及び安定化、ひいては中間貯蔵施設における安全な保管及び県外最終処分場に関する安全な輸送並びに処分に貢献する。また、廃棄物からの放射性セシウムの難溶化技術の確立、最終処分場内の放射性セシウムの挙動把握、予測等を行い、市町村等に情報提供することにより、将来にわたる埋立最終処分場の適正管理及び周辺住民理解促進のための基礎資料としての活用にご貢献する。さらに、バーク等を含むバイオマス利用時の放射性物質の挙動分析及び再生利用時の安全性評価ツールを示すことで、迅速な廃棄物の再生利用及びバイオマス資源の有効活用が進み、県内における資源循環の適正な推進にご貢献する。

(4) スケジュール

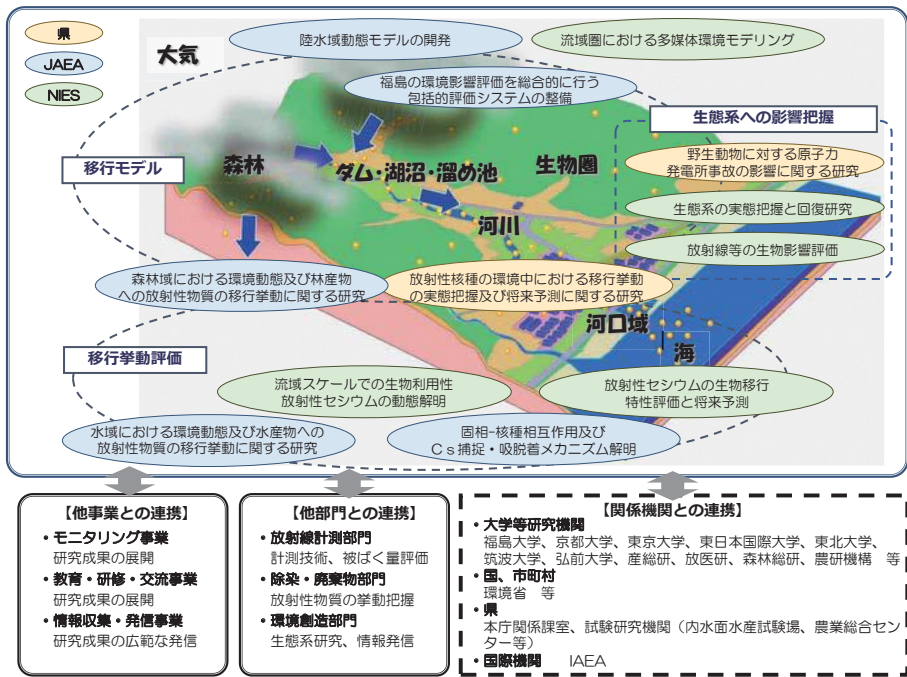
	フェーズ1	フェーズ2			フェーズ3
	~H30 (~2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)	H34~※1 (2022~)
① 廃棄物の処理における放射性物質等の適正管理手法の確立 [福島県]					
・廃棄物最終処分場の浸出液中からの放射性セシウムの処理方法の検討	→	→	→	→	→
・焼却灰中放射性セシウムの難溶化手法の実用化検討	→	→	→	→	→
② 放射性物質を含む廃棄物等の減容化技術の開発・高度化 [NIES]					
・熱的減容化プロセス等における放射性セシウムの挙動解明	→	→	→	→	→
・中間貯蔵施設での高度濃縮化及びその最終廃棄体化等に関する技術開発	→	→	→	→	→
・中間処理施設等での適正な維持管理及び解体手法の確立	→	→	→	→	→
・再生可能エネルギー製造技術の開発及び放射性物質の挙動解明、実証試験による安全性の評価	→	→	→	→	→
③ 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]					
・最終処分時の放射性物質の処分場内挙動予測	→	→	→	→	→
・廃棄物処理施設に搬入される廃棄物の簡易分析法の検討	→	→	→	→	→
・バークの利用過程における放射性物質挙動把握等	→	→	→	→	→
④ 資源循環・廃棄物処理過程におけるフロー・ストックの適正化技術と管理手法の確立 [NIES]					
・廃棄物・副産物の処分・再生利用の方法をリスクに応じて合理的に選択できる評価ツールの検討	→	→	→	→	→
・現場における放射性セシウム濃度やその他核種の濃度推定方法の検討	→	→	→	→	→
⑤ 低汚染廃棄物等の最終処分、及び除去土壌等の中間貯蔵プロセスの適正化と長期管理手法 [NIES]					
・廃棄物最終処分場の長期管理に関する技術開発	→	→	→	→	→
・中間貯蔵施設における貯蔵の方法や中間貯蔵後の長期管理等のさらなる適正化に関する技術開発	→	→	→	→	→
・県外最終処分に向けた最終処分場のあり方と技術的検討	→	→	→	→	→

III 環境動態

避難指示の解除に伴う住民帰還や廃炉・汚染水対策の進展等に伴い、多様化する県民の安全・安心に関する知見のニーズに長期にわたり応えるため、生活環境及び生態系への放射能汚染による直接的、間接的な影響評価と、それに基づく生活環境リスク管理手法並びに環境・生態系回復手法の検討と構築を長期的に進め、知見のより一層の集積と精緻化を図ることが必要である。

このため、**移行挙動評価**として、河川流域圏における溶存態放射性セシウムの生成メカニズム解明等の放射性セシウム動態の詳細把握、放射線計測部門と連携した発電所近傍でのその他放射性核種を含めた汚染実態把握等に引き続き取り組むとともに、**移行モデル**において、移行挙動評価において得られた知見を活用し、放射性セシウム移行モデルの高度化に取り組む。また、**生態系への影響評価**として、放射性セシウムの野生生物への移行解明、生物相に対する住民避難による無人化の影響評価を引き続き行い、得られた成果を活用し、個体群動態予測モデルの構築等に取り組む。さらに、野生生物の保護管理に資する研究、土地利用変化や自然災害等による影響の評価・予測研究等に取り組む。これら成果を基に、生活環境及び生態系への放射能汚染による直接的、間接的な影響評価を可能とする評価システム・データベースの整備に取り組むほか、中長期的なモニタリング体制の構築、災害等の緊急時における初動・初期の環境調査手法及び環境管理手法の整理を目指す。

これら取組は、放射線計測部門での開発技術の活用や環境創造部門による被災地復興支援の取組と連携するほか、情報収集・発信事業をはじめとした他事業、行政機関等とも連携しながら効果的に進める。



環境動態部門における調査研究の構成図

1 移行挙動評価

(1) 背景・目的

原子力発電所事故から8年以上が経過し、これまでに陸域生態系への放射性セシウムの移行や、河川、ダム等の多くの地点における形態別放射性セシウムの移動量や蓄積量（フロー・ストック）に関するデータが蓄積されてきた。今後は、避難指示の解除区域を主に、県民の安全・安心の醸成のために、引き続き森林や河川、ダム湖沼等での溶存態放射性セシウム等に関する中長期的な観測とその将来予測に取り組むとともに、林産物や水生生物等への移行実態・機構解明を行う必要がある。また、様々な災害に備えるために、河川流域圏における災害発生後の放射性セシウムの挙動解明に取り組み、自然災害等発生時の初動・初期の環境調査手法、環境管理手法に関する科学的知見の集約を図ることが重要である。

(2) 研究課題

① 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1に引き続き、これまでの調査地点での放射性セシウム動態の観測を行い、放射性セシウム動態の長期的な時空間変動及び流域内の土地利用状況の変化との関係を明らかにする。また、森林火災等、水圏での放射性核種の動態に影響を及ぼす突発的事象が発生した場合の観測等を行う。観測結果を基にした数値モデルによる計算結果と実測値との比較を県内の複数の河川等に対して行うことでモデル計算の精緻化を目指す。さらに、得られた知見については、農業用水等の他の水圏や放射性セシウム以外の物質への応用も検討する。

【実施内容】

- ・河川や森林火災跡地における河川水等のモニタリングの継続
- ・広瀬川、口太川を対象とした数値モデル計算の実施、精緻化
- ・農業用ため池放射性物質対策事業等への技術協力及び情報提供の実施

② 森林域における環境動態及び林産物への放射性物質の移行挙動に関する研究 [JAEA]

森林各部における放射性セシウム分布と様々な状況下の森林を対象とした流出量のモニタリングを遠隔放射線計測技術も活用して行い、森林内部及び外部への放射性セシウム移行状況及び循環状況を解明するとともに、それらを考慮した林内作業員や山間部居住者の外部被ばく線量評価に係るデータを取得する。それらに加え、林産物に吸収されやすい溶存態放射性セシウムの発生源の把握と濃度の経年変化データを取得し、河川源頭域や森林リターからの溶存態放射性セシウム生成メカニズムを解明する。

【実施内容】

- ・森林各部における放射性セシウムの分布及び流出状況調査
- ・山菜等の林産物への放射性セシウムの移行調査
- ・森林内での外部被ばく線量評価に係る基礎データ取得
- ・森林域における溶存態セシウムの生成メカニズム解明

③ 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]

集水域における放射性セシウム沈着量が比較的多い河川水系とその河口及び沿岸域を対象として、溶存態放射性セシウム濃度の変動傾向とともに、各水系の上流部にあたる源頭域のリターからの放射性セシウム溶出状況等との関連性を明らかにし、放射性セシウムの移行挙動に係る要因の解明とその将来予測を遠隔放射線計測技術も活用して行う。また、淡水魚等の水生生物とその生息環境における放射性セシウム濃度との関連性を検討し、水域生態系への放射性セシウムの影響を評価する。

【実施内容】

- ・河川、貯水池及び河口・沿岸域における放射性セシウムの移行挙動調査
- ・上流の源頭域におけるリターからの溶出に係る原位置試験等
- ・淡水魚等の水生生物への放射性セシウムの移行挙動調査
- ・溶存態放射性セシウムの変動や移行に係る将来予測評価

④ 固相-核種相互作用及びCs捕捉・吸脱着メカニズム解明 [JAEA]

生態系を含む環境中における原子力発電所事故に由来する放射性核種濃度の将来予測のため、表土及び地下水中の核種移行を支配する現象(溶解や凝集、固着等)を明らかにし、放射性セシウムをはじめとする放射性核種の移行挙動に資するデータを取得する。また、生態系に移行しやすい間隙水や地下水中の溶存態核種濃度を評価するとともに、河川及び海水中の核種移行を支配する固相と固-液分配挙動を明らかにし、溶存態濃度を評価する。

【実施内容】

- ・環境中における放射性核種の化学状態の解明

⑤ 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 [NIES]

河川等の定期モニタリングを含む調査研究によって、中長期的な環境中放射性セシウムの動態把握・予測を行うとともに、上流河川水系(森林-ダム湖)での生物利用性放射性セシウムの包括的挙動評価、下流市街地における溶存態放射性セシウムの流出挙動解明を行う。

【実施内容】

- ・ダム湖底質等における形態別放射性セシウム量の評価

- ・ダム湖底質からの放射性セシウム溶出特性評価と溶出対策効果の検討
- ・市街地における放射性セシウム流出特性評価

⑥ 放射性セシウムの生物移行特性評価と将来予測 [NIES]

河川や湖沼等の生息環境や食物網構造に着目し、魚への放射性セシウム移行経路を解明するとともに、それらを踏まえた多様な環境での魚への放射性セシウム移行予測を目指す。また、山野草への放射性セシウムの移行については、土壤中の生物利用性放射性セシウムの挙動に着目し、山野草への移行実態と生物利用性セシウム存在量との関係を明らかにし、生態系モデルを用いた将来予測を目指す。

【実施内容】

- ・環境から魚に移行する放射性セシウムの経路解析
- ・水界生態系における放射性セシウム濃度の動態予測
- ・山野草の放射性セシウム濃度測定や土壤中の形態別放射性セシウム存在量評価
- ・山野草への放射性セシウム移行特性評価

(3) 期待される成果

森林域や河川水系、河口、沿岸域における溶存態放射性セシウム等の環境動態の詳細を明らかにし、中長期的な環境中放射性セシウムの動態予測を行うことで、住民の安全・安心を醸成するための正確な情報発信に貢献する。また、放射性セシウム動態の観測を継続して行うことにより森林火災等の突発的事象が放射性セシウム動態へ及ぼす影響をいち早く把握するとともに、突発的事象発生後の環境調査手法及び管理手法に関する知見の集約を図ることで、様々な災害に備えた科学的データの蓄積に貢献する。さらに、森林域の放射性セシウム分布等を考慮した林内作業者や山間部居住者の外部被ばく線量評価を行うとともに、林産物、山野草、魚や水生生物等への放射性セシウムの移行挙動等を明らかにすることで、森林活動の再開や水産業の活動再開に係る行政施策等に貢献する。

(4) スケジュール

	フェーズ1	フェーズ2			フェーズ3
	～H30 (～2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)	H34～※1 (2022～)
① 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]					
・河川や森林火災跡地における河川水等のモニタリングの継続	→	→	→	→	→
・広瀬川、口太川を対象とした数値モデル計算の実施、精緻化	→	→	→	→	→
・農業用ため池放射性物質対策事業等への技術協力及び情報提供の実施	→	→	→	→	→
② 森林域における環境動態及び林産物への放射性物質の移行挙動に関する研究 [JAEA]					
・森林各部における放射性セシウムの分布及び流出状況調査	→	→	→		
・山菜等の林産物への放射性セシウムの移行調査	→	→	→		
・森林内での外部被ばく線量評価に係る基礎データ取得	→	→	→		
・森林域における溶存態セシウムの生成メカニズム解明	→	→	→	→	→
③ 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]					
・河川、貯水池及び河口・沿岸域における放射性セシウムの移行挙動調査	→	→	→	→	→
・上流の源頭域におけるリターからの溶出に係る原位置試験等	→	→	→		
・淡水魚等の水生生物への放射性セシウムの移行挙動評価	→	→	→	→	
・溶存態放射性セシウムの変動や移行に係る将来予測評価	→	→	→	→	→
④ 固相-核種相互作用及びCs 捕捉・吸脱着メカニズム解明 [JAEA]					
・環境中における放射性核種の化学状態の解明	→	→	→	→	→
⑤ 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 [NIES]					
・ダム湖底質等における形態別放射性セシウム量の評価	→	→	→		
・ダム湖底質からの放射性セシウム溶出特性評価と溶出対策効果の検討	→	→	→	→	→
・市街地における放射性セシウム流出特性評価	→	→	→	→	
⑥ 放射性セシウムの生物移行特性評価と将来予測 [NIES]					
・環境から魚に移行する放射性セシウムの経路解析	→	→	→	→	
・水界生態系における放射性セシウム濃度の動態予測	→	→	→	→	→
・山野草の放射性セシウム濃度測定や土壌中の形態別放射性セシウム存在量評価	→	→	→	→	
・山野草への放射性セシウム移行特性評価	→	→	→	→	→

2 移行モデル

(1) 背景・目的

避難指示の解除に伴う住民帰還が進む中、放射性物質の環境動態の全体的な実態把握から、場所や媒体を限定した精緻化された将来予測への関心が高まっている一方、初期被ばくへの関心も根強く残っており、これらの実態解明を進めることが必要である。そのため、これまでに開発してきたモデルの解析精度の向上を図るとともに、環境動態研究で得られた知見を科学的な裏付けに基づいた情報として国民に提供し、避難指示の解除や住民帰還に関する市町村等の計画立案、被ばく低減のための合理的な安全対策の検討、農林水産業等の再生に向けた取組等に資する。

(2) 研究課題

① 陸水域動態モデルの開発 [JAEA]

森林の樹冠やリター等の分布を適切に考慮し、溶存態セシウムの溶脱の温度変化等を考慮した陸域動態モデルを開発するとともに、水域動態モデルにおける数値拡散の低減及び計算高速化、適用範囲の拡充により、陸域・水域での放射性セシウム動態モデルの解析精度の向上を図る。

【実施内容】

- ・森林域における環境動態を考慮した陸域動態モデルの開発
- ・水域動態モデルにおける数値拡散の低減及び計算高速化、適用範囲の拡充

② 流域圏における多媒体環境モデリング [NIES]

流域圏を中心に大気、陸域、沿岸海域における放射性物質の環境動態の中長期的な予測を進め、中長期的にわたる戦略的なモニタリングにも資するより確からしい将来予測を行う。さらに、原子力発電所事故直後の環境挙動や初期被ばくの実態解明を進める。これにより、避難指示の解除地域を中心とした住民の生活環境リスク評価・管理のための基礎資料としての活用や、将来的な原子力災害に備えた環境管理に係る取組に貢献する。

【実施内容】

- ・溶存態等セシウムの物理化学性状に着目した動態モデルの精緻化
- ・ダム湖流域を対象としたコンパートメントモデルの構築
- ・原子力発電所事故直後の環境挙動の実態解明

③ 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]

環境動態研究で得られた知見を適宜適切に科学的な裏付けに基づいた情報として提供し、市町村等や住民に役立つ成果を発信するため、空間線量率や放射性物質濃度（土壌、河川水、地下水、海水、食品、大気）のデータベース、計算コードに

よる空間線量率と放射性物質濃度等の現状再現や将来予測及び Q&A 方式で成果を分かりやすく説明するコンテンツからなる「包括的評価システム」を開発する。

【実施内容】

- ・包括的評価システムの開発

(3) 期待される成果

種々の環境要因を反映した大気・陸域・水域における放射性セシウム動態モデルの開発及び解析精度の向上を図るとともに、土壌に付着したセシウムや生物利用性のある溶存態放射性セシウムの物理化学的な動態解明、各種対策の検討結果等の行政機関等への情報提供、流域圏を中心に放射性物質の環境動態の将来予測、原子力発電所事故直後の環境挙動や初期被ばくの実態解明を行い、河川やダム管理等の各種対策立案、避難指示解除区域を中心とした住民の生活環境リスク評価・管理のための基礎資料としての活用、将来的な原子力災害に備えた環境管理に係る取組に貢献する。また、調査研究で得られたデータや知見を適宜適切に科学的な裏付けに基づいた情報として国民や、行政機関等へ提供することにより、避難指示解除や住民帰還に係る市町村等の行政施策、被ばく低減のための合理的な安全対策の検討、農林水産業等の再生に向けた取組及び住民一人ひとりの不安払拭や疑問解消に貢献する。

(4) スケジュール

	フェーズ1	フェーズ2			フェーズ3
	～H30 (～2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)	H34～※1 (2022～)
① 陸水域動態モデルの開発 [JAEA]					
・森林域における環境動態を考慮した陸域動態モデルの開発	→	→	→	→	→
・水域動態モデルにおける数値拡散の低減及び計算高速化、適用範囲の拡充	→	→	→	→	→
② 流域圏における多媒体環境モデリング [NIES]					
・溶存態等セシウムの物理化学性状に着目した動態モデルの精緻化	→	→	→	→	→
・ダム湖流域を対象としたコンパートメントモデルの構築	→	→	→	→	→
・原子力発電所事故直後の環境挙動の実態解明	→	→	→	→	→
③ 福島的环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] ※2					
・包括的評価システムの開発	→	→	→	→	→

※2 運用・データ更新

3 生態系への影響把握

(1) 背景・目的

環境中の放射線によって身の回りの生物にどのような影響が出ているのかを知ることは、県民の安心感を得るために重要であるが、国内に生息する野生生物への影響についての明確な基準はない。そこで、現在の避難指示区域内における放射線量が野生生物にとって影響を及ぼすレベルであるかどうかを示す必要がある。また、環境中からの移行により、野生生物中からも放射性核種が検出されており、野生生物への影響のみならず資源利用の観点からも問題となっている。そのため、環境中から野生生物への放射性核種の移行メカニズム及び野生生物中の放射性核種の動態を明らかにする必要がある。一方で、長期間の無居住化により、生物相の変化が予想されることから、避難指示区域及びその周辺地域等における生物相モニタリングを実施し、野生鳥獣対策に資する情報提供を行う必要がある。また、生物相モニタリングデータを活用した野生生物の分布・動態の予測モデルに基づく広域管理戦略の構築が必要である。

(2) 研究課題

① 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]

イノシシ・ツキノワグマ等における放射性核種の動態、食性及び行動を調査する。また、筋肉中の放射性セシウム濃度が比較的低い野生動物について重点的にモニタリング調査等を行い、その利活用方法の検討に資する研究を行う。さらに、避難指示区域及びその周辺区域で分布域の拡大と個体数の増加が懸念されるツキノワグマの生息状況や行動を調査する。

【実施内容】

- ・野生動物体内における放射性核種の動態調査
- ・野生動物のモニタリング手法開発・行動・利活用調査
- ・避難指示区域及びその周辺地域における狩猟鳥獣の生息状況調査

② 放射線等の生物影響評価 [NIES]

DNA 損傷をモニタリング可能な生物及び指標の開発を実施し、野生生物の DNA 変異の蓄積評価手法の改良及び帰還困難区域内における DNA 変異蓄積マップの作成を行う。また、森林内で捕獲した野生アカネズミの調査及び津波被害と原子力発電所事故による汚染を同時に受けた沿岸域における網羅的な生物相調査を行い、放射線等による野生生物の繁殖・生存等への影響とその原因の特定を行う。

【実施内容】

- ・新規 DNA 損傷評価指標の開発とこれを用いた DNA 変異蓄積評価の実施
- ・野生アカネズミにおける影響調査及び潮間帯生物相調査の実施

③ 生態系の実態把握と回復研究 [NIES]

避難指示区域内外における動物相、昆虫相及び鳥類相調査を継続的に行うとともに、調査の継続性確保のための簡便な調査手法の開発を行う。また、人間活動の変化に伴う土地被覆の変化を明らかにし、これを生物モニタリングデータと組み合わせることにより、野生生物の分布変化モデルを構築し、迅速かつ継続的に公開する。

【実施内容】

- ・ 避難指示区域内外における生物相モニタリング調査の実施と調査手法の改良
- ・ 野生生物の分布変化モデルの構築とその精緻化の実施

(3) 期待される成果

環境中から野生生物への放射性核種の移行メカニズム及び生物中の放射性核種の動態を明らかにすることで、野生生物における放射性核種汚染の解明、県で実施されている狩猟鳥獣の放射性核種濃度モニタリング手法の改善に貢献する。また、野生生物への放射線影響について現状の把握及び影響をモニタリングする指標を開発することにより、今後の放射線リスク管理及び生態系管理に貢献する。さらに、避難指示区域周辺における動物相の現状を明らかにすることにより、避難指示区域周辺のみならず同様のかく乱環境（人口の急激な減少等）における野生動物管理や生態系管理に貢献する。

(4) スケジュール

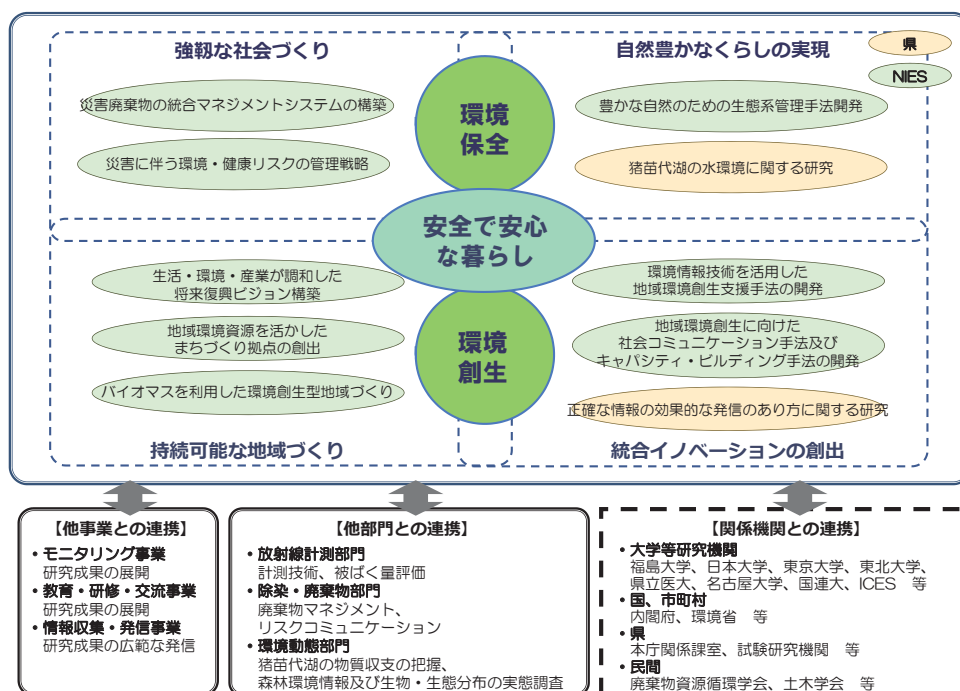
	フェーズ1	フェーズ2			フェーズ3
	～H30 (～2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)	H34～※1 (2022～)
① 野生動物に対する原子力発電所事故の影響に関する研究 [福島県]					
・ 野生動物体内における放射性核種の動態調査	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
・ 野生動物のモニタリング手法開発・行動・利活用調査		⇒	⇒	⇒	⇒
・ 避難指示区域及びその周辺地域における狩猟鳥獣の生息状況調査		⇒	⇒	⇒	⇒
② 放射線等の生物影響評価 [NIES]					
・ 新規 DNA 損傷評価指標の開発とこれを用いた DNA 変異蓄積評価の実施	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
・ 野生アカネズミにおける影響調査及び潮間帯生物相調査の実施	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
③ 生態系の実態把握と回復研究 [NIES]					
・ 避難指示区域内外における生物相モニタリング調査の実施と調査手法の改良	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
・ 野生生物の分布変化モデルの構築とその精緻化の実施	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒

IV 環境創造

福島復興及び再生が着実に進展する中、福島においても第五次環境基本計画に掲げる地域循環共生圏を創造していくため、県民が将来にわたって安心して暮らせる美しく豊かな環境の創造に向けて、環境保全や環境に配慮した持続可能な地域づくり、強靱な社会づくり等の研究を引き続き行うことが求められている。また、これらの研究成果について、統合的手法を用いながら被災地をはじめとした県土の環境回復と未来志向に立った持続的な地域環境の創造に貢献することが必要である。

このため、**持続可能な地域づくり**として、環境創生型の復興実現のための将来シナリオ開発、エネルギー事業支援に関する研究、災害地域での森林利活用モデルの改良等に取り組むとともに、**強靱な社会づくり**として、災害廃棄物や化学物質等による環境リスクを管理するための技術や行政的なマネジメント手法の開発、検証等に取り組む。また、**自然豊かなくらしの実現**として、猪苗代湖内の物質フロー、ストック等の量的評価、森林・生態系管理手法の確立に取り組む。さらに、平成30年(2018年)6月に閣議決定された「統合イノベーション戦略」の考え方である「データ連携基盤の構築」や「論理的筋道、時間軸等を示し基礎研究から社会実装・国際展開まで」との考え方を念頭に置いて、この部門における**統合イノベーションの創出**として、地域創生のためのコミュニティ・キャパシティビルディング(地域社会に関わる人々がある目標を達成するために必要な能力を構築・向上させる)手法開発、地域環境情報システムの更新や実証運用による地域環境の将来予測、正確で分かりやすい情報発信のあり方の検討等に取り組む。

また、これら取組は、環境動態部門をはじめとする他の部門、情報収集・発信事業をはじめとする他の事業、行政機関等とも連携しつつ効果的に進める。



環境創造部門における調査研究の構成図

1 持続可能な地域づくり

(1) 背景・目的

放射性物質による環境汚染からの環境回復の進展に伴い、避難指示の解除、住民の帰還、復興まちづくりが進んでいる。経済面では福島イノベーション・コースト構想による新産業の創出が計画・開始され、帰還困難区域においても特定復興再生拠点区域の除染が始まる等、復興は新しい段階に入っている。一方で地球温暖化への適応、地域の再生可能エネルギーの活用といった環境上の課題や、高齢化・少子化に対応したまちづくり等、復興とともに取り組むべき課題は多い。このような多分野に渡る課題を同時並行的に解決していくため、地域全体の持続可能な将来ビジョンの構築、拠点ごとのまちづくりの取組、福島県の主要な地域資源である森林の活用支援等の様々な側面を定量的に分析し、科学的根拠を基に地域の取組を支援する研究を行う必要がある。

(2) 研究課題

① 生活・環境・産業が調和した将来復興ビジョン構築 [NIES]

環境・社会の様々な課題を解決し、環境創生型の復興を中長期的に実現していくための定量的な将来ビジョンの構築手法を開発する。具体的には、フェーズ1で開発した地域統合評価モデルの空間的な詳細化と土地利用・農業・生態系等の関連分野への拡大を行い、様々な指標から将来像を評価可能とする。市町村等において開発した手法を適用可能性の検証を行う。

【実施内容】

- ・地域情報データベースの拡充、特に空間的により詳細な情報や東日本大震災以降の復興事業、復興拠点等に関する情報の整備
- ・地域統合評価モデルの時間的・空間的な詳細化と関連分野への拡大
- ・開発した手法の市町村等における適用可能性の検証、関係者との協働による双方向的なシナリオ構築手法の開発と一般化

② 地域環境資源を活かしたまちづくり拠点の創出 [NIES]

新地町や三島町を対象として整備してきた、分散型エネルギーシステムの計画支援フレームワークを発展させ、拠点事業の地域経済や雇用への波及効果や被災地からのバイオマス廃棄物の利活用に関する検討が可能なように拡張を行う。また、先導的な環境エネルギー事業の調査に基づく技術インベントリデータベースを整備し、被災地以外も含む他の地域にも適用可能なように、一般的な環境拠点の創出手法としてデザインガイドライン等の形式でとりまとめを行う。

【実施内容】

- ・分散型エネルギーシステムの計画支援フレームワークの改良

- ・被災地からのバイオマス廃棄物のエネルギー転換に向けた基礎調査と施策検討
- ・環境拠点の創出手法に関するとりまとめ・デザインガイドライン等の開発

③ バイオマスを利用した環境創生型地域づくり [NIES]

フェーズ1において開発された統合型バイオマス利活用モデル (BaIM) をさらに改良し、モデルパラメーターの最適化を行い、精度向上を行う。また、林種の変更や生態系保全等を行った場合のシナリオ分析を BaIM で行い、生態系研究や再生可能エネルギーシステム設計研究と連携し、具体的な木質バイオマス利活用拠点を想定した長期的なバイオマス需給予測とその影響評価予測を行う。

【実施内容】

- ・統合型バイオマス利活用モデルの改良
- ・林種の変更や生態系保全等を行った場合のシナリオ分析
- ・具体的な木質バイオマス利用拠点を想定した長期的なバイオマス需給予測とその影響評価予測

(3) 期待される成果

将来復興ビジョンの構築手法が開発されることで、目標とする将来の地域の姿を定量的に示し、目標達成に必要な取組とその貢献度を評価することができるようになる。特に、現在も行われている様々な取組の長期的な効果を環境・経済・社会等の様々な側面から分析し、計画等の策定・評価に貢献する。また、分散型エネルギーシステムに関するモデルとデータベースを開発することで、市町村を対象として、環境資源を活用した地域拠点の創出を支援するとともに、それらの成果をデザインガイドラインとしてとりまとめることにより、地方創生を実現するための基礎資料として、行政施策や民間の地域計画に貢献する。さらに、森林活用の長期シミュレーションを通じて、望ましい森林管理シナリオを複数提示し、地域の産業と暮らしとに共存した木質資源利用促進に貢献する。また、具体的なケーススタディによるバイオマス利用グッドプラクティスを提示した上で、手法の一般化により国内のより広い地域へも貢献する。

(4) スケジュール

	フェーズ1	フェーズ2			フェーズ3
	~H30 (~2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)	H34~ ^{※1} (2022~)
① 生活・環境・産業が調和した将来復興ビジョン構築 [NIES]					
・地域情報データベースの拡充、特に空間的により詳細な情報や東日本大震災以降の復興事業、復興拠点等に関する情報の整備	⇒	⇒			
・地域統合評価モデルの時間的・空間的な詳細化と関連分野への拡大	⇒	⇒			
・開発した手法の市町村等における適用可能性の検証、関係者との協働による双方向的なシナリオ構築手法の開発と一般化		⇒	⇒	⇒	⇒
② 地域環境資源を活かしたまちづくり拠点の創出 [NIES]					
・分散型エネルギーシステムの計画支援フレームワークの改良	⇒	⇒			
・被災地からのバイオマス廃棄物のエネルギー転換に向けた基礎調査と施策検討			⇒	⇒	
・環境拠点の創出手法に関するとりまとめ・デザインガイドライン等の開発				⇒	
③ バイオマスを利用した環境創生型地域づくり [NIES]					
・統合型バイオマス利活用モデルの改良	⇒	⇒			
・林種の変更や生態系保全等を行った場合のシナリオ分析		⇒	⇒	⇒	
・具体的な木質バイオマス利用拠点を想定した長期的なバイオマス需給予測とその影響評価予測			⇒	⇒	⇒

2 強靱な社会づくり

(1) 背景・目的

東北地方太平洋沖地震後も全国各地で様々な自然災害が発生し、被災地の復興のための災害廃棄物対策が行われているが、災害対応力向上に向けた知の体系化と実践のための技術やマネジメント手法の開発は不十分である。また、平常時における有害な物質や成分に関わる環境及び健康リスクの管理や評価は広く研究されているものの、災害時におけるリスク管理への取組は大きく遅れている。このため、災害廃棄物の適正処理や化学物質等による環境リスクの管理を行うための技術やシステム、行政的なマネジメント手法の開発・検証及び人材育成等を行うことにより、災害に対する強靱な社会づくりに資する必要がある。

(2) 研究課題

① 災害廃棄物の統合マネジメントシステムの構築 [NIES]

災害廃棄物のマネジメントに係る技術の体系化やマネジメント手法の開発について、国、市町村等、その他関係団体等と連携しつつ、試行的な実践を通して、適用可能性を検証、評価し、社会実装につなげる。また、それを支援する情報基盤整備とその充実化を図るとともに、人材育成プログラム開発、普及展開を促進する。

【実施内容】

- ・過去の種々の災害事例を調査分析
- ・小規模市町村等向けの災害廃棄物処理マネジメント手法の開発
- ・災害廃棄物情報プラットフォーム改善・運用
- ・人材育成のための新たな教育・研修プログラムの開発・実践

② 災害に伴う環境・健康リスクの管理戦略 [NIES]

災害に伴う環境・健康のリスク管理戦略の確立を目指し、災害時のリスク管理手法に関する研究、災害時の環境調査手法に関する研究、災害時の陸海域でのばく露や環境影響に関する研究を行う。

【実施内容】

- ・災害及び事故に伴う排出・漏出シナリオの構築
- ・迅速分析、多成分分析手法の開発
- ・陸域・海域の環境調査手法の開発及びリスク評価手法の検討
- ・災害及び事故で懸念される環境・健康リスクに対する管理戦略の検討

(3) 期待される成果

過去の災害の特性に応じた災害廃棄物対策上の課題を体系的に一般化・整理することで、特にフェーズ1で十分な検討が出来なかった小規模な市町村等における災害廃棄物処理のマネジメント手法と実務的にツール化された成果が提供でき

る。また、適正なマネジメントの基盤となる情報プラットフォームの機能・コンテンツの充実化が図られ、平時・災害緊急時に活用されることが期待される。さらに、対象や目的に応じた多様な人材育成のための教育・研修プログラムが開発され、広く普及していくことが期待される。また、災害時に必要となる環境調査・分析手法と評価手法、環境調査の手法と実例、これらを踏まえたリスク管理の方向性について検討を進め、災害に伴う環境・健康のリスク管理戦略の確立に貢献する。

(4) スケジュール

	フェーズ1	フェーズ2			フェーズ3
	~H30 (~2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)	H34~※1 (2022~)
① 災害廃棄物の統合マネジメントシステムの構築 [NIES]					
・過去の種々の災害事例を調査分析	→	→			
・小規模市町村等向けの災害廃棄物処理マネジメント手法の開発	→	→			
・災害廃棄物情報プラットフォーム改善・運用	→	→	→	→	→
・人材育成のための新たな教育・研修プログラムの開発・実践	→	→	→	→	→
② 災害に伴う環境・健康リスクの管理戦略 [NIES]					
・災害及び事故に伴う排出・漏出シナリオの構築	→	→			
・迅速分析、多成分分析手法の開発	→	→	→	→	→
・陸域・海域の環境調査手法の開発及びリスク評価手法の検討	→	→	→	→	→
・災害及び事故で懸念される環境・健康リスクに対する管理戦略の検討			→	→	

3 自然豊かなくらしの実現

(1) 背景・目的

福島復興及び再生が着実に進展する中、県民が将来にわたり安心して暮らすことができる自然豊かな環境の実現に向けて、自然環境の保全や生態系の管理等に関する調査研究へのより一層の取組が必要である。具体的には、湖水 pH の中性化とともに水質の悪化（COD 上昇・大腸菌群数の環境基準超過）が顕在化している猪苗代湖において、水質悪化の解明や将来予測等の調査研究に取り組む必要がある。また、福島県内の 7 割を占め、人工林の高齢化、管理不足等が認識されている森林生態系において、社会経済的要因を考慮した森林施業や林地転換等の生物多様性や生態系サービスへの影響評価に取り組む必要がある。

(2) 研究課題

① 猪苗代湖の水環境に関する研究 [福島県]

フェーズ 1 から継続している現状・実態把握をさらに拡充させ、猪苗代湖の水質の物質フロー・ストック等の量的評価（物質収支）の側面から水質の汚濁機構を明らかにし、それに基づいて水質シミュレーションモデルを構築する。さらに、現状の水質改善及び将来の水質保全に向けた効果的な方法等の検討を行う。

【実施内容】

- ・猪苗代湖及び流入河川における水質の現状及び実態把握
- ・水質悪化原因の解明
- ・水質シミュレーションモデル構築
- ・水質改善策の検討

② 豊かな自然のための生態系管理手法開発 [NIES]

会津地域等を対象として、フェーズ 1 で得たより詳細な森林環境情報、生物・生態系分布を実地調査も含め調査する。社会経済的な要因も考慮した林種・樹種ゾーニングを提案し、将来にわたる森林管理が及ぼす生物多様性・生態系サービスへの影響を通じて、生態系管理の立場から望ましい森林管理手法を検討し、開発した手法の一般化も行う。

【実施内容】

- ・森林環境情報、生物・生態系分布の調査、推定
- ・生態系影響・生態系サービス等モデルの開発とモデルを用いた社会経済的な要因も考慮した林種・樹種ゾーニング推定
- ・他地域への手法の一般化・適用

(3) 期待される成果

猪苗代湖の水質の量的評価から水質悪化の原因を明らかにしつつ、水質シミュ

レーションモデルにより将来の水環境について予測を行うことにより、効果的な水質改善策を行政機関に提案し、自然環境の保全に貢献する。また、より正確な森林環境情報を取得し、広域推定した結果と森林長期シミュレーションを通じた生態系保全と社会経済的木材利用が両立するような森林ゾーニングとを市町村に提供し、望ましい森林管理手法の活用に貢献する。さらに、手法の一般化により国内のより広い地域へも貢献する。

(4) スケジュール

	フェーズ1	フェーズ2			フェーズ3
	~H30 (~2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)	H34~※1 (2022~)
① 猪苗代湖の水環境に関する研究 [福島県]					
・猪苗代湖及び流入河川における水質の現状及び実態把握	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
・水質悪化原因の解明		⇒	⇒	⇒	⇒
・水質シミュレーションモデル構築			⇒	⇒	⇒
・水質改善策の検討				⇒	⇒
② 豊かな自然のための生態系管理手法開発 [NIES]					
・森林環境情報、生物・生態系分布の調査、推定	⇒	⇒			
・生態系影響・生態系サービス等モデルの開発とモデルを用いた社会経済的な要因も考慮した林種・樹種ゾーニング推定	⇒	⇒			
・他地域への手法の一般化・適用				⇒	⇒

4 統合イノベーションの創出

(1) 背景・目的

帰還困難区域を除く地域の面的除染が終了し、生活環境の基盤整備が進められる等、福島復興及び再生は着実に進展している。今後は、避難地域をはじめとする住民帰還後の地域コミュニティの再生、多様化する地域環境に係る社会的ニーズへの対応、県民の放射線リスク等への不安軽減、根強い風評等の環境創生に係る課題に対して、社会コミュニケーションの活性化、ステークホルダー等が有する社会的ニーズ抽出及び情報共有の仕組みづくり、社会対話・人材育成の手法の開発、正確な情報の発信手法等、調査研究の側面から支援していく必要がある。

(2) 研究課題

① 環境情報技術を活用した地域環境創生支援手法の開発 [NIES]

様々な地域において環境情報技術を活用した地域生活環境の評価や環境配慮行動の支援を効果的に行う情報共有システムを構築し、生活と環境を含む地域の多様なニーズを取り入れた地域コミュニティ生活支援手法の開発を行う。

【実施内容】

- ・社会モニタリングデータの解析による地域環境評価
- ・社会モニタリングデータと地理情報解析による生活行動のモデリング
- ・生活行動モデルの情報解析を通じた住民の視点での地域復興・活性化方策の検討

② 地域環境創生に向けた社会コミュニケーション手法及びキャパシティ・ビルディング手法の開発 [NIES]

市町村担当者へのヒアリング及びアンケート調査を実施し、環境創生に係る研究ニーズの抽出を行うとともに、住民アンケート調査を通じて、市町村の環境政策・地域コミュニティでの環境保全活動に対する住民の参加実態・評価・意識を明らかにする。さらに、ワークショップ等の住民参加型の科学コミュニケーション活動を行うことを通じて、環境創生に係る社会対話・人材育成の手法の開発を行う。

【実施内容】

- ・環境創生に係る市町村への行政・住民ニーズに関するヒアリング・アンケート調査
- ・住民参加型の科学コミュニケーション活動（ワークショップ等）
- ・環境創生に係る社会対話・人材育成手法の一般化及びツールの作成

③ 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]

県がこれまで実施したアンケート調査等を統計解析し、県民等が抱く様々な不安や課題とその要因、それぞれの属性（ターゲット）が必要としている情報等を明ら

かにする。また、水環境に関するワークショップ及び参加者へのアンケートを実施し、データ解析を行い、地域対話による環境保全活動の活性化への効果検証を行う。

【実施内容】

- ・既存のアンケート調査結果の統計解析
- ・水環境に関するワークショップの実施及び参加者へのアンケート調査、データ解析

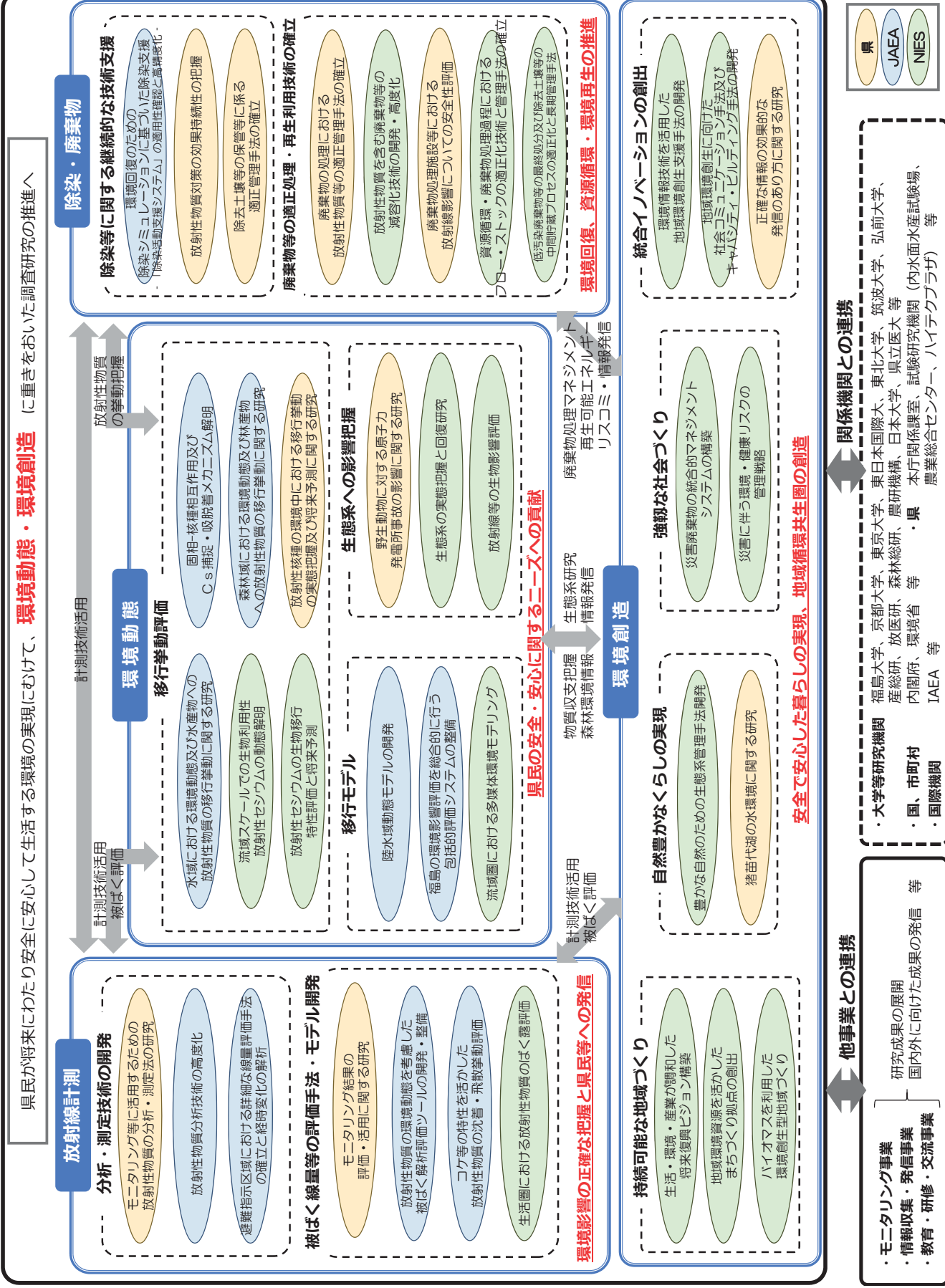
(3) 期待される成果

地域情報システム、環境モニタリングシステム等を活用した地域コミュニティ生活支援手法を開発し、県内の様々な地域に展開することにより、地域住民が快適で持続可能な生活環境の実現に貢献する。また、環境創生に係るステークホルダーのニーズを明らかにするとともに、住民参加型の社会コミュニケーション活動を通じた環境創生に係る社会対話・人材育成の手法を開発し、行政機関に情報提供することにより、実効性のある政策立案に貢献する。さらに、県民等をはじめとした情報の受け手が抱く放射線リスクへの不安やその要因、情報発信のあり方を明らかにし、行政機関に情報提供等することにより、効果的な施策の活用に貢献する。

(4) スケジュール

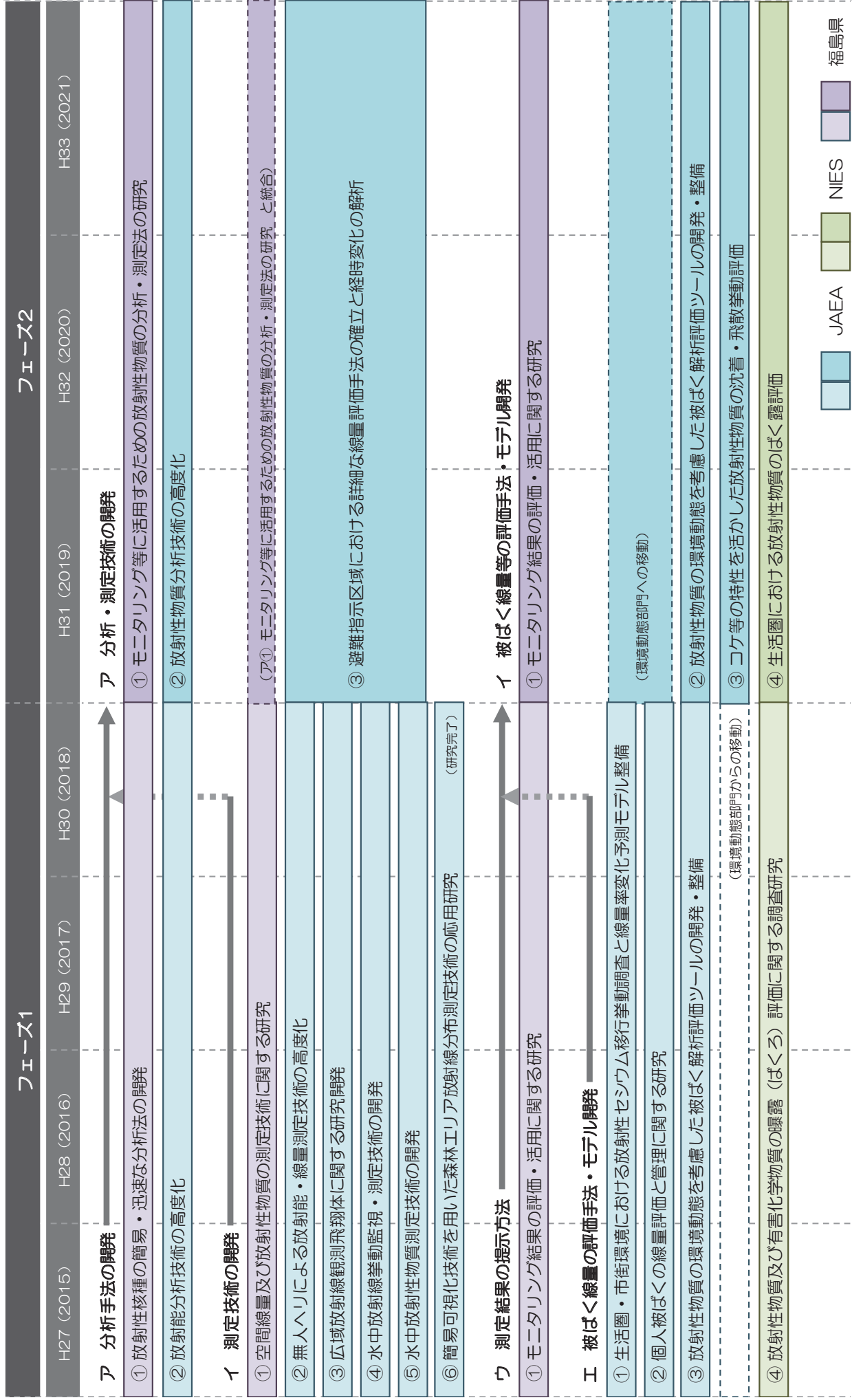
	フェーズ1	フェーズ2			フェーズ3
	～H30 (～2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)	H34～※1 (2022～)
① 環境情報技術を活用した地域環境創生支援手法の開発 [NIES]					
・社会モニタリングデータの解析による地域環境評価	⇒	⇒			
・社会モニタリングデータと地理情報解析による生活行動のモデリング			⇒	⇒	
・生活行動モデルの情報解析を通じた住民の視点での地域復興・活性化方策の検討				⇒	⇄
② 地域環境創生に向けた社会コミュニケーション手法及びキャパシティ・ビルディング手法の開発 [NIES]					
・環境創生に係る市町村への行政・住民ニーズに関するヒアリング・アンケート調査		⇒	⇒	⇒	
・住民参加型の科学コミュニケーション活動(ワークショップ等)			⇒	⇒	⇄
・環境創生に係る社会対話・人材育成手法の一般化及びツールの作成				⇒	⇄
③ 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]					
・既存のアンケート調査結果の統計解析	⇒	⇒	⇒	⇒	⇄
・水環境に関するワークショップの実施及び参加者へのアンケート調査、データ解析	⇒	⇒	⇒	⇒	⇄

フェーズ2 調査研究課題の全体像

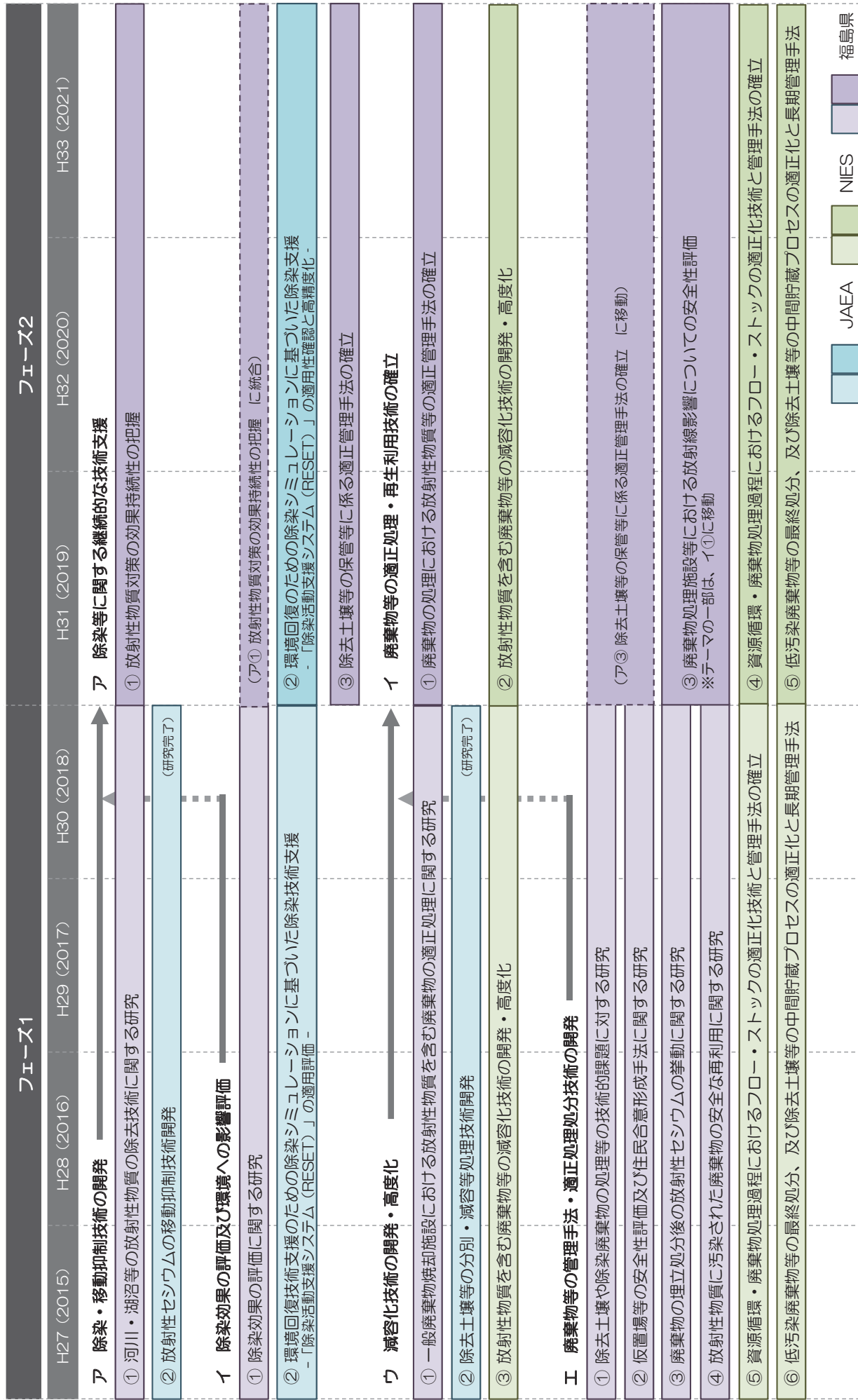


フェーズ1からフェーズ2における調査研究課題の変遷

【放射線計測部門】



【除染・廃棄物部門】



【環境動態部門】

フェーズ1			フェーズ2			
H27 (2015)	H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)
ア 移行挙動評価						
↑						
① 放射性核種の環境中における移行挙動に関する研究	ア 移行挙動評価					① 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
② 森林域における放射性セシウム移行挙動調査と環境動態モデル構築	ア 移行挙動評価					② 森林域における環境動態及び林産物への放射性物質の移行挙動に関する研究
③ 河川における放射性セシウム移行挙動調査	ア 移行挙動評価					③ 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
④ ダム・溜め池における放射性セシウム移行挙動調査	ア 移行挙動評価					④ 固相-核種相互作用及びCs捕捉・吸脱着メカニズム解明
⑤ 河口域における放射性セシウム移行挙動調査	ア 移行挙動評価					(放射線計測部門への移動)
⑥ 環境動態を支配するミクロ量放射性核種の微視的挙動解明	ア 移行挙動評価					⑤ 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
⑦ 環境中の放射性セシウム沈着挙動評価	ア 移行挙動評価					⑥ 放射性セシウムの生物移行特性評価と将来予測
⑧ 流域圏における放射性セシウムの動態解明	ア 移行挙動評価					イ 移行モデル
↑						
イ 移行モデル						
↑						
① (再掲) 放射性核種の環境中における移行挙動に関する研究	イ 移行モデル					(ア① 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 に統合)
② (再掲) 森林域における放射性セシウム移行挙動調査と環境動態モデル構築	イ 移行モデル					① 陸水域動態モデルの開発
③ 放射性セシウムの河川・ダム・ため池・河口域における移動解析モデルの開発	イ 移行モデル					② 流域圏における多媒体環境モデリング
④ 福島県内の広域を対象とした土壌流亡解析モデルの開発	イ 移行モデル					③ 福島県の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
⑤ 流域圏における多媒体環境モデリング	イ 移行モデル					ウ 生態系への影響把握
↑						
(一部、放射線計測部門からの移動)						
ウ 野生生物への影響把握						
↑						
① 野生生物における放射性核種の挙動及び行動予測に関する研究	ウ 野生生物への影響把握					① 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
② 放射線等の生物影響評価	ウ 野生生物への影響把握					② 放射線等の生物影響評価
↑						
工 生態系管理手法等						
↑						
① 生態系・景観変化の実態調査	工 生態系管理手法等					③ 生態系の実態把握と回復研究
② かく乱された生態系の回復研究	工 生態系管理手法等					



【環境創造部門】

