

令和 4 年度新規課題に対する行政要請研究テーマ（行政ニーズ）について

■本資料の目的・対象

環境研究総合推進費は環境政策貢献型の競争的資金であり、環境研究・環境技術開発の推進戦略（令和元年 5 月 21 日環境大臣決定）（以下「推進戦略」という。）に基づく重点課題への貢献を基本としつつ、環境省が策定する行政要請研究テーマ（行政ニーズ）も重視して研究開発を推進します。

本資料は、環境研究総合推進費の令和 4 年度新規課題公募において特に提案を求める行政要請研究テーマ（行政ニーズ）を示すものです。

なお、本資料では、公募対象のうち「戦略的研究開発」以外の公募区分に係る行政要請研究テーマ（行政ニーズ）を示しています。

「戦略的研究開発」については、以下の資料を参照ください。

- ・別添資料 2：令和 4 年度戦略的研究開発課題（SⅡ-9）の公募方針

令和 4 年度新規課題公募の対象区分		行政要請研究テーマ （行政ニーズ）
環境研究総合推進費	環境問題対応型研究	p 13～40 に掲載されている重点課題及び行政要請研究テーマ（行政ニーズ）をご確認ください。
	環境問題対応型研究（技術実証型）	
	次世代事業	
	革新型研究開発（若手枠）	
	戦略的研究開発（FS）	p 41～45 に掲載されている行政要請研究テーマ（行政ニーズ）をご確認ください。

■本資料の構成

令和元年 5 月に環境大臣決定された推進戦略（⇒詳しくは以下をご参照ください）に示された 16 項目の重点課題及び環境省から挙げられた行政要請研究テーマ（行政ニーズ）は、

- ・ p 3～5：研究領域、重点課題、研究技術開発例
- ・ p 6～12：Ⅰ．推進戦略における重点課題の内容
- ・ p 13～40：Ⅱ．行政要請研究テーマ（行政ニーズ）（環境問題対応型研究・環境問題対応型研究（技術実証型）・革新型研究開発（若手枠）・次世代事業）
- ・ p 41～45：Ⅲ．行政要請研究テーマ（行政ニーズ）（戦略的研究開発（FS））

として示しています。

「行政要請研究テーマ（行政ニーズ）」に適合するとして環境省より推薦された研究課題は、研究開発の必要性（環境行政上の意義）の観点から、審査において高く評価されます。

令和元年 5 月に環境大臣決定された推進戦略においては、我が国の環境研究・技術開発について、中長期的（2030 年、2050 年）の目指すべき社会像を整理し、この 5 年間で取り組むべき 16 項目の重点課題や、その効果的な推進方策が示されています。

- 「環境研究・環境技術開発の推進戦略」（令和元年5月環境大臣決定）については以下をご参照ください。

<https://www.env.go.jp/policy/tech/kaihatsu.html>

表 推進戦略における重点課題と研究・技術開発例一覧 (1/3)

領域	重点課題	研究・技術開発例
1. 統合領域	【重点課題①】持続可能な社会の実現に向けたビジョン・理念の提示	<ul style="list-style-type: none"> ○持続可能な社会像とその実現に向けたビジョンの提示 ○地域循環共生圏の実現に向けたビジョンの提示 ○持続可能な社会・地域循環共生圏の実現に向けた地域レベルのビジョン策定への貢献
	【重点課題②】ビジョン・理念の実現に向けた研究・技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ○地域循環共生圏のモデルづくりや評価手法・評価指標、シナリオづくりに関する研究（脱炭素・資源循環・自然共生等の各種シミュレーションモデルの統合を含む） ○気候変動への適応等、地域循環共生圏構築に必要な分野横断的・領域横断的な取組（災害・農林水産等との複数分野、暑熱対策・生態系等との複数領域にまたがるもの）に関する研究 ○ICTを活用した地域循環共生圏に資する統合的な経済社会システム（エネルギーシステム、交通・輸送システム等）の構築に関する研究（MaaS11を含む。） ○地域循環共生圏の実現に向けた各主体とのパートナーシップの強化手法に関する研究 ○地域循環共生圏の実現に当たり地域固有の資源を有効活用するための核となる技術の開発・実用化（個々の圏域の地域特性や規模に合わせた既存技術の組合せ・改良等を含む） ○地域循環共生圏の海外展開に関する研究
	【重点課題③】持続可能な社会の実現に向けた価値観・ライフスタイルの変革	<ul style="list-style-type: none"> ○環境教育・ESDの進展に向けた知見の充実 ○環境分野におけるリスクコミュニケーションの手法と実践に関する知見の充実 ○環境分野における合意形成の手法と実践に関する知見の充実 ○持続可能な消費と生産を含む環境問題の解決に向けた個人・企業の行動変容に資する手法と実践に関する知見の充実（ナッジ(nudge: そっと後押しする)等） ○豊かな環境の経済的価値、環境悪化による社会的費用損失の評価 ○環境倫理の形成と幼少期における自然とのふれあいにに関する自然科学、社会科学等の総合的研究 ○環境に関するソフト施策の政策効果を測る指標の研究 ○経済の効率性(eficiency)から、人々の充足性(sufficiency)へのパラダイム転換に資する研究
	【重点課題④】環境問題の解決に資する新たな技術シーズの発掘・活用	<ul style="list-style-type: none"> ○国内外における地域の環境問題解決に貢献する最適技術の開発・普及 ○IoTやAI等、ICTを活用した新たな環境技術の開発 ○極端現象をはじめとする気候変動リスク、温室効果ガス等の大規模排出源、生物多様性・生態系の機能、大気環境や水環境等の環境関連ビッグデータの集約と可視化及びそれらの社会での活用に向けた研究 ○実空間での環境データと仮想空間で開発される各種シミュレーションモデルの統合によるデジタルツインの開発 ○バイオテクノロジー等を活用した環境問題の解決に資する新素材等の技術シーズの発掘、活用に向けた研究・技術開発 ○生態系が持つ低環境負荷かつ高度な機能を活用・模倣する技術(バイオミメティクス)の応用
	【重点課題⑤】災害・事故に伴う環境問題への対応に貢献する研究・技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ○除染・放射性物質汚染廃棄物に関する技術・影響評価 ○放射性物質の環境動態の解明 ○除去土壌等の減容・再生利用 ○環境配慮型の地域復興に資する研究・技術開発 ○災害廃棄物の円滑・迅速な処理に関する研究・技術開発 ○災害廃棄物の再生利用率の向上に資する研究・技術開発 ○生活排水処理システムの強靱化に関する研究・技術開発 ○首都直下地震等も見据えた災害環境マネジメント ○環境事故の防止・事故後の対応に資する研究・技術開発
	【重点課題⑥】グローバルな課題の解決に貢献する研究・技術開発(海洋プラスチックごみ問題への対応)	<ul style="list-style-type: none"> ○従来のプラスチックの代替となる生分解性プラスチックやバイオマスプラスチック等の環境配慮型素材の応用に関する研究・技術開発 ○廃プラスチック類・海洋プラスチックごみの再生利用に関する研究・技術開発 ○陸域でマイクロ化したプラスチックの実態把握・動態把握に関する研究 ○海洋プラスチックごみの発生メカニズム・動態把握に関する研究 ○海洋プラスチックごみによる生態系への影響把握 ○空撮画像の活用も含めた新たなモニタリング手法の開発

表 推進戦略における重点課題と研究・技術開発例一覧 (2/3)

領域	重点課題	研究・技術開発例
2. 気候変動領域	【重点課題⑦】気候変動の緩和策に係る研究・技術開発	○省エネルギー・再生可能エネルギー・未利用エネルギー活用の導入拡大に向けた技術の高度化・低コスト化 (IoTやAI等のICT活用を含む。)
		○フロン対策技術の研究・技術開発
		○二酸化炭素を回収し、貯留または活用する技術 (CCUS) に係る研究・技術開発 ○二国間クレジット制度 (JCM) 等を活用した優れた低炭素技術の海外展開
	【重点課題⑧】気候変動への適応に係る研究・技術開発	○不確実性を考慮した気候変動及びその影響についての定量的な評価に関する研究
		○適応策と他の政策とのコベネフィットの評価に関する研究
		○適応策の検討に資する気候予測とそのダウンスケーリング手法の開発
		○気候変動による自然災害への影響等、各分野への気候変動影響評価に関する研究
		○観測・予測モデルに基づく適応技術の評価に関する研究 ○気候変動適応に関する施策の効果等の評価手法の開発
	【重点課題⑨】地球温暖化現象の解明・予測・対策評価	○気候変動に関わる物質の地球規模での循環の解明に資する総合的観測・予測研究
○地球温暖化対策の評価に向けた地球規模及びアジア太平洋地域における観測・モデル等を活用した研究		
○地球温暖化現象の要因解明、統合的な予測、影響評価、対策評価の研究及びそれらの成果を通じたIPCC等の国際枠組みへの貢献		
3. 資源循環領域	【重点課題⑩】地域循環共生圏形成に資する廃棄物処理システムの構築に関する研究・技術開発	○地域循環共生圏を見据えたバイオマスや他の様々な資源からの効率的なエネルギー回収・利用技術の開発
		○廃棄物発電のネットワーク化等のエネルギー回収・利用の高度化及び、廃棄物処理施設を活用した産業振興等、地域の課題解決や活性化に向けた研究・技術開発
		○多様なバイオマスの混合消化・利用によるエネルギー回収の安定化・効率向上に向けた研究・技術開発
		○リサイクルが困難な可燃性廃棄物の多段階での循環利用に関する効率化に向けた研究・技術開発
	【重点課題⑪】ライフサイクル全体での徹底的な資源循環に関する研究・技術開発	○資源循環におけるライフサイクル全体での物質フローの最適化に関する研究
		○高度な需要予測による最適生産に関する研究・技術開発
		○サービサイジング等の2Rを強く推進する社会システムの構築に関する研究・技術開発
		○素材別の徹底リサイクルに関する研究・技術開発
		○IoTやAI等のICTの活用による国内循環を前提としたプラスチック等の質の高い再資源化のための破碎・選別・分離技術の開発
	【重点課題⑫】社会構造の変化に対応した持続可能な廃棄物の適正処理の確保に関する研究・技術開発	○国際資源循環体制の構築と循環産業の海外展開を推進するための研究・技術開発
		○少子高齢化等の社会構造の変化への対応も含めたIoTやAI等のICTの活用等による処理システムや不法投棄対策、収集運搬システムの高度化・効率化に関する研究・技術開発
		○気候変動の影響によるごみ質の変化や災害の頻発化・激甚化に対応する廃棄物処理施設の長寿命化・強靱化に資する研究・技術開発
4. 自然共生領域	【重点課題⑬】生物多様性の保全に資する科学的知見の充実や対策手法の技術開発に向けた研究	○POPs等を含む有害廃棄物や使用済み製品等の適正管理・処理技術の高度化及び資源循環の阻害要因となる化学物質管理技術の高度化
		○廃棄物処理システムの社会的受容性向上に向けたリスクコミュニケーションや社会・経済的側面も考慮した課題解決等に関する研究
		○リモートセンシング、環境DNA解析、遺伝子分析など、様々なレベルの新技術を活用した生物多様性及び生態系サービスに関する情報の集積、集積されたビッグデータを解析するためのICTを活用した評価手法、利活用手法の開発
		○絶滅危惧種把握の基礎となる情報の集積・評価や、絶滅危惧種の効率的な個体数推定法及び分布推定手法、地域や民間事業者等と連携・協働する生息／生育地の保全・再生手法の開発
		○野生復帰を見据えた生息域外保全における飼育繁殖・栽培技術及び野生復帰に向けた手法の開発
		○人口減少社会における鳥獣の効率的・効果的な捕獲・処理・モニタリング技術及びそれらを踏まえた鳥獣の統合的な保護管理システムの開発並びに野生鳥獣における感染症対策にかかる研究
		○ICT等の新技術を活用した外来種を効率的・効果的に低密度段階から根絶するための防除技術、侵入初期即時発見をするための侵入予測及びモニタリング手法の開発
○各種の外的要因を考慮した気候変動による生物多様性及び生態系サービスへの影響の評価・変化予測手法及びそれら影響への適応策に関する研究開発		
○自然環境の変化の総合的な把握とそれを踏まえた生物多様性の保全及び我が国の国土管理に資する研究など、ポスト2020 目標の実施・評価等に貢献する研究		

表 推進戦略における重点課題と研究・技術開発例一覧 (3/3)

領域	重点課題	研究・技術開発例
4. 自然共生領域 (つづき)	【重点課題⑭】生態系サービスの持続的な利用やシステム解明に関する研究・技術開発	○生態系サービスの評価・解明と、これを維持する社会システム等の構築に資する研究・技術開発
		○健全な水循環を可能にする土地利用デザインや管理手法の開発
		○人間の福利との関係を含む生態系サービスの解明と地域における合意形成に利用できる評価ツールの開発
		○人の働きかけの変化による生態系の変化と、働きかけに対する反応の解明
		○水質浄化や防災・減災機能等、生態系の有する多面的機能を活用したグリーンインフラストラクチャや生態系を基盤とするアプローチ(EbA13及びEco-DRR14)の評価と利用
		○森・里・川・海の連関確保に資する自然再生に関わる技術・手法の開発
		○生態系ネットワークの形成やグリーンインフラストラクチャの活用に向けたエリアマネジメント手法との連携に関する研究
		○里地・里山・里海の保全・管理を通じたコミュニティの再生や地域活性化に関する研究
		○海外遺伝資源の利用から生じる利益の適切な配分を通じた途上国の生物多様性保全への貢献に関する経済的・政策的アプローチによる研究
		○ESG投資を呼び込むことのできる企業の生物多様性の保全・利用・代償手法の開発や消費者の意識・行動変容を促進するための手法など、生物多様性の民間参画に関する研究
5. 安全確保領域	【重点課題⑮】化学物質等の包括的なリスク評価・管理の推進に係る研究	○多種・新規の化学物質等の網羅的な環境動態の把握・管理と予測・評価
		○環境中の化学物質等の複合的なリスク等による生態・健康影響の評価・解明
		○環境中の化学物質等の生体高次機能(小児の神経発達への影響を含む)や多世代への影響の解明
		○小児及び高齢者等のぜい弱性を考慮したリスク評価・ライフサイクル全体での包括的リスク管理の推進
		○生態系の視点に基づく生態毒性等のリスク評価・管理の推進
		○国際条約に基づく水銀・POPsなど全球的な課題への対応
		○PM2.5・光化学オキシダント等の健康影響の評価・リスク評価
		○国土強靱化に資するための災害・事故時における事業所からの有害化学物質の漏出等に対応する研究・技術開発
		○水銀に関する効率的な生物相の国際的曝露モニタリングによるリスク評価
		○代替物や機能進化に迅速に対応するための、AI等の活用も想定した適切なリスク評価スキームの構築
	○騒音・振動等による人への影響評価に関する研究や長期暴露の疫学研究	
	【重点課題⑯】大気・水・土壌等の環境管理・改善のための対策技術の高度化及び評価・解明に関する研究	○健全な水循環を可能にする流域評価・管理・保全及び水利用
		○閉鎖性水域における良好な水環境・生物多様性の確保や気候変動による影響評価及び適応策の検討を含めた総合的な水環境改善に関する研究
		○海洋プラスチックごみの発生メカニズムや生態系の影響等の把握に関する研究
		○越境汚染を含む大気汚染現象の解明及び気候変動による大気環境への影響評価
		○PM2.5 や光化学オキシダント等の大気汚染対策の実施効果の評価・検証及び適応策の検討を含めた総合的な大気環境改善に関する研究
		○建材中や大気中の低濃度域における石綿含有状況の迅速な把握方法や多様な石綿含有建材等からの飛散や拡散の傾向の把握に係る研究・技術開発
		○水俣条約の有効性評価のための水銀の長期的動態・ばく露メカニズムの解明
		○革新的な環境監視技術についての研究・技術開発
		○環境管理・保全技術の国際展開に向けた研究開発
○災害時・事故時等におけるモニタリングの迅速化		
○汚染土壌から揮発した有害物質のリスク等に関する研究		
○騒音・振動等の効果的な対策研究・技術開発		

※ 推進費における研究・技術開発のうち、エネルギー起源 CO₂ の排出抑制に資する技術開発等は推進費の公募対象としません。

※ エネルギー起源 CO₂ とは、エネルギーの使用に伴って発生する二酸化炭素を指します。

※ 気候変動領域における研究・技術開発は特定の産業の発達、改善、調整を目的としているものではありません。

I. 推進戦略における重点課題の内容

1. 統合領域における重点課題

本領域では、ICT等の先端科学技術の社会実装により、Society 5.0 との一体的な実現が期待されている「地域循環共生圏」を中核に据えつつ、国際的な理念・ビジョン、環境教育、リスクコミュニケーション、環境の経済的価値、技術シーズの発掘・活用等の環境分野全体に関連する課題と災害・事故に関連する課題を設定する。本領域の課題に取り組む上では、人文・社会科学領域や、従来の環境分野の枠を超えた研究コミュニティとの連携を進めながら、諸外国との連携・協力も見据えて、広く持続可能な社会づくりに貢献することが望まれる。

【重点課題①】 持続可能な社会の実現に向けたビジョン・理念の提示

持続可能な社会の実現に向けては、気候変動・資源循環・自然共生・安全確保の各領域における取組の統合が求められる。そうした持続可能な社会の実現の在り方や、そこに至るまでの道筋を、SDGsの内容や環境・経済・社会の動向を踏まえながら不断に追究することは引き続き重要である。その際、環境・経済・社会の統合的向上の具体化の鍵の1つとなる「地域循環共生圏」についても、実現の在り方やそこに至るまでの道筋を検討する必要がある。更に、持続可能な社会や「地域循環共生圏」を実現するためには、国レベルだけでなく、地域レベルでもビジョンを設定し、実現に向けた取組を行う必要があるため、地域レベルのビジョン策定に向けた支援を行っていくことも重要である。加えて、これらの国内のスケールのビジョンと、地球規模の持続可能性のビジョンとの整合性に留意することも重要である。

【重点課題②】 ビジョン・理念の実現に向けた研究・技術開発

国全体で持続可能な社会を構築するためには、環境基本計画で示された「地域循環共生圏」をSociety 5.0 と一体的に創造していくことが求められている。そして、「地域循環共生圏」を具体化していくためには、第一に、地域の現状把握分析を行うとともに、理想のモデルや評価手法・評価指標を確立することが重要である。そして、その結果に基づき、脱炭素で気候変動に柔軟に対応する社会の構築に向けたシナリオづくりや経済社会システムの構築を行っていく必要がある。その際、気候変動への適応など、地域での取組が必要なことも考慮しなければならない。

また、個々の地域での地域循環共生圏の実現に向けて、地方公共団体等の各主体とのパートナーシップの充実・強化を図りつつ、地域固有の資源を有効に活用するための核となる技術の開発・実用化を支援していくことも重要である。更に、国内において構築された地域循環共生圏のモデルをパッケージとして海外に展開し、世界における持続可能な地域づくりに貢献していくことが重要である。

なお、これら統合的なシナリオ・社会・システム・制度等の検討に当たり、IoTやAI等のICTを積極的に活用していくことが重要である。

【重点課題③】 持続可能な社会の実現に向けた価値観・ライフスタイルの変革

持続可能な社会の実現に向けては、持続可能な社会に関する国民全体の知識・意識の向上を

図り、環境問題の解決に向けた無理のない行動変容に貢献することが重要である。このため、環境教育・ESD、リスクコミュニケーション、合意形成の手法、持続可能な消費と生産について実際の政策展開の現場で実践につなげるための知見の充実が求められる。

また、様々な分野での政策立案において持続可能な社会の実現に向けた方向性を主流化するため、豊かな環境の経済的価値や環境悪化による社会的費用損失の評価の充実も求められる。これらの研究の展開に向けて、教育学・心理学・社会学・経済学等の分野の研究コミュニティとの連携が望まれる。

【重点課題④】環境問題の解決に資する新たな技術シーズの発掘・活用

環境・経済・社会の課題が相互に連関・複雑化している現代においては、国内の各地域や途上国等の資源や経済状況、社会情勢に応じた最適な性能・コスト等を有する環境技術の開発と普及が求められる。また、従来の環境分野の枠組みにとどまらず、IoT、AI、環境関連のビッグデータ（温室効果ガスインベントリ、生物多様性、水環境モニタリングデータ等に関する情報）、生態系の機能を活用・模倣する技術（バイオミメティクス）、バイオテクノロジー、材料工学等の新たな技術シーズを取り込み、環境問題の解決に向けた応用に関する研究・技術開発を推進すべきである。本重点課題は、環境分野の研究・技術開発のフロンティアを開拓する位置づけであり、その成果は、従来の環境政策への反映だけでなく、災害対応・防災、地方創生における環境配慮等にも貢献することが望まれる。

【重点課題⑤】災害・事故に伴う環境問題への対応に貢献する研究・技術開発

東日本大震災からの復興のため、放射性物質に汚染された廃棄物等の適切な処理・処分方法、除去土壌等の適切な保管及びこれらの減容・再生利用や、環境中における放射性物質の動態解明・将来予測に向けた研究・技術開発を引き続き推進するとともに、その成果を適切に情報発信していくことが求められる。また、熊本地震（2016年）や平成30年7月豪雨（2018年）等の近年発生した災害の経験から得られた知見を踏まえ、被災地の復興と新しい環境の再生・創造や、今後想定される大規模な災害への対応に向けた安全で安心な地域社会づくり等に資する研究・技術開発及びその成果の社会実装を推進していくことも併せて求められる。加えて、環境分野に関連して想定される様々な災害や事故の予防や発災時の迅速かつ適切な対応に向けた研究・技術開発をIoTやAI等のICTを活用しながら推進していくことも重要である。

【重点課題⑥】グローバルな課題の解決に貢献する研究・技術開発（「海洋プラスチックごみ問題への対応」）

プラスチックはグローバルな経済社会に深く浸透し、我々の生活に利便性と恩恵を与えてきた一方、海洋プラスチックごみによる海洋汚染は地球規模で広がっており、将来的には海水中の魚の重量を上回るとの予測もある。このため、プラスチックの海洋への流出の削減や、海洋中にあるプラスチックごみへの対処など、総合的な対策が必要である。これを踏まえ、海洋プラスチックごみの減少に向けて、従来のプラスチックの使用削減に資する代替材料の応用に関する研究・技術開発や廃プラスチック類・海洋プラスチックの再生利用に関する研究・技術開発を推進していく必要がある。また、海洋プラスチックごみによる被害を評価するために、海洋プラスチックごみの発生メカニズムや生態系への影響を把握するための研究も重要である。

更に、発展してきた技術を活用し、新たなモニタリング手法を開発することも海洋プラスチックごみ対策には不可欠である。

なお、海洋プラスチックごみ対策は、資源循環・自然共生・安全確保など様々な分野に関する問題であることから、本課題の実施に当たっては、領域の壁を超えた統合的アプローチが求められる。

2. 気候変動領域における重点課題

気候変動が進行している中、緩和策と適応策の両面の研究・技術開発の展開が求められている。緩和策においては、脱炭素社会の構築に向けて、国際的にも貢献していくことが求められている中で、我が国では、環境基本計画等において2050年までに温室効果ガス排出量を80%削減することを掲げており、その達成に向けて、世界トップレベルの優れた低炭素技術の更なる高度化と国内外での普及・展開に資する研究・技術開発が求められる。

また、気候変動問題に対処するためには、緩和策のみならず、適応策、及び緩和と適応の相互関係（トレードオフ、コベネフィット、シナジー、それぞれのコスト）に関する研究が必要である。これらは、安全・安心で持続可能な社会を支える技術として期待される。更に、我が国の気候変動領域での研究・技術開発の成果は、地球温暖化現象の解明・予測・対策評価等の研究を中心に、これまでにIPCCなどの国際的な取組にも貢献している。今後も国内の課題解決のみならず国際的な取組への貢献が重要である。

本領域では、特に、自律分散型エネルギーマネジメントシステムや脱炭素化に資する運輸・交通システムの開発、気候変動及びその影響の観測・予測の更なる高度化・精緻化等において、ICTの活用が期待される。

【重点課題⑦】気候変動の緩和策に係る研究・技術開発

中長期的な社会像に基づき、ストックとしての国土の価値向上やあるべき未来を支える技術として、気候変動の緩和策に係る研究・技術開発を進める必要がある。

本研究・技術開発に当たっては、時間軸と成果の規模を意識し、今後5年後までに、どの地域で、どの程度貢献しうるかを意識し、展開することが重要である。

【重点課題⑧】気候変動への適応に係る研究・技術開発

中長期的な社会像に基づき、安全・安心で持続可能な社会を支える技術として、気候変動の適応策に係る研究・技術開発を進める必要がある。本研究・技術開発には、気候変動のモニタリング、気候及び気候変動の予測、影響評価に係るものと、適応策に係るものに分類することができる。

気候変動のモニタリング、気候及び気候変動影響の予測については、気候変動適応法において概ね5年ごとに気候変動影響の評価を行うこととされていること、IPCCを始め、国際的にも貢献してきたことから、引き続き、研究の推進が必要である。また、適応策に係る研究では、他の政策とのコベネフィット等を意識した研究・技術開発の展開が期待される。また、気候変動適応法においても各地域における適応が重要とされており、これを支援する研究開発も必要である。

【重点課題⑨】地球温暖化現象の解明・予測・対策評価

近年、経済・社会に大きな影響を与える「大雨や高温などの極端現象」と「地球温暖化」の関連性が指摘されていることから、これらに関する科学的な知見を蓄積することが求められている。

中長期的な社会像に基づき、国際的な環境協力等にも資する地球温暖化現象の「解明」、「予測」、「対策評価」に焦点を当てた研究が必要とされている。

これらの研究は、例えば、地球温暖化現象の解明といった個別研究課題の達成に留まらず、統合的に観測・予測を行う枠組みも期待される。

3. 資源循環領域における重点課題

循環基本計画では、①持続可能な社会づくりとの統合的取組、②多種多様な地域循環共生圏形成による地域活性化、③ライフサイクル全体での徹底的な資源循環、④適正処理の更なる推進と環境再生、⑤万全な災害廃棄物処理体制の構築、⑥適正な国際資源循環体制の構築と循環産業の海外展開の推進、⑦循環分野における基盤整備を重要な方向性としている。廃棄物処理施設整備計画

(2018年6月閣議決定)では、人口減少等の社会構造の変化に鑑み、ハード・ソフト両面で3R・適正処理の推進等に加え、地域に新たな価値を創出する廃棄物処理施設の整備を推進している。これらを踏まえ、コスト等の経済性も考慮しつつ、社会実装を見据えた取組を進める必要がある。また、地球規模の循環型社会の構築に活かすため、国際協力の推進や国際機関等との連携を通じた海外展開を視野に入れることが重要である。

本領域では、廃棄物処理やリサイクル、エネルギー回収における最適なシステムの開発や、製品ライフサイクルの最適化等において、ICTの活用が期待される。

【重点課題⑩】地域循環共生圏形成に資する廃棄物処理システムの構築に関する研究・技術開発

循環基本計画における中長期的な方向性に基づき、「地域循環共生圏」を形成するためには、循環資源や再生可能資源などの地域資源を持続可能な形で最大限活用していくことが重要である。

廃棄物処理施設で回収したエネルギーの活用による地域産業の振興、廃棄物発電施設等のネットワーク化による廃棄物エネルギーの安定供給及び高付加価値化、災害時の防災拠点としての活用、循環資源に関わる民間事業者等との連携による循環資源の有効利用の推進などにより、地域の課題解決や地域活性化に貢献する廃棄物処理システムの構築が求められる。そのためには、地域特性に応じたバイオマスや他の様々な資源を有効活用するシステムの構築や、自律・分散型エネルギー源として廃棄物エネルギーの地域での利活用等の社会実装を見据えたシステム研究が必要となる。更に、多様なバイオマスの混合消化・利用によるエネルギー回収の安定化・効率向上に向けた研究・技術開発が必要である。

加えて、リサイクルが困難な可燃性廃棄物の多段階での循環利用に関する効率化も重要である。

【重点課題⑪】ライフサイクル全体での徹底的な資源循環に関する研究・技術開発

循環基本計画における中長期的な方向性に基づき、現在の経済社会の物質フローを、製品のサ

プライチェーンから循環利用までを含んだライフサイクル全体で徹底的な資源循環を行うフローに最適化する必要がある。

そのためには、資源確保段階から、生産段階、流通段階、使用段階、廃棄段階の各段階が最適化されている必要があり、それに向けた研究・技術開発が求められている（個人・企業の行動変容に関するものを含む。）。

例えば、生産段階においては、高度な需要量予測による最適生産に関する研究・技術開発が求められる。使用段階においては、資源投入量や廃棄物発生量を抑制するために、サービサイジング等の2R（リデュース・リユース）を強く推進する社会システムの構築に関する研究・技術開発が求められる。廃棄段階では、素材別の徹底リサイクルに関する研究・技術開発が求められる。

【重点課題⑫】社会構造の変化に対応した持続可能な廃棄物の適正処理の確保に関する研究・技術開発

循環基本計画における中長期的な方向性に基づき、今後の人口減少・少子高齢化社会の課題にも対応しつつ、廃棄物を適正に処理する体制の整備を目指した研究・技術開発が求められる。

具体的には、少子高齢化やそれに伴うコミュニティ劣化、外国人労働者・観光客の増加等の社会構造の変化への対応も含めたIoTやAI等のICTの活用等による処理システムや不法投棄対策、収集運搬システムの更なる高度化・効率化に関する研究などが必要とされる。また、気候変動の影響によるごみ質の変化や災害の頻発化・激甚化に対応する廃棄物処理施設の長寿命化・強靱化に資する研究・技術開発も重要である。更に、国際条約等で求められるPOPs等を含む有害廃棄物や使用済み製品等の適正管理・処理技術の高度化及びプラスチック等の循環資源中に含有され、資源循環の阻害要因となる化学物質の適正管理に係る研究・技術の開発も求められる。

4. 自然共生領域における重点課題

本領域においては、人口減少等の社会的要因や気候変動のような地球規模での変化など多角的な視点から行う将来予測やそれに備える対応策のための技術開発が、今後益々重要となってくる。そのため、科学的知見を蓄積・分析することを基礎として、現在既に生じている課題への対処のみならず、今後発生が予想される事象への対処や防止策につながる技術開発が期待される。

また、国際的には、愛知目標の達成とそれ以降の展開を踏まえた生物多様性分野への貢献が強く求められている。例えば、「生態系と生物多様性の経済学（TEEB）」などを発展させ、生物多様性の保全に資する行動を社会システムに組み込んでいくような社会科学的な研究開発も期待される。

本領域では、動植物の分布状況や生息環境変化の把握及び情報処理の効率化・高度化（画像や音声による生物の同定やリアルタイム観測、行動予測）などにおいて、ICTの活用が期待される。

【重点課題⑬】生物多様性の保全に資する科学的知見の充実や対策手法の技術開発に向けた研究

我が国では生物多様性国家戦略2012-2020が策定されており、当該戦略に資する研究・技術開発課題の展開が期待される。特に、鳥獣保護管理、外来種の防除や水際対策、絶滅危惧種の

保全、遺伝資源の保全、沖合海底域の生物多様性の保全など、これらを効果的に進めるための科学的知見の充実や野生生物管理に関するICT等の新たな観測・分析手法を活用した技術開発が求められる。

更に、高まる気候変動による自然生態系への影響のリスクに対応し、気候変動への適応策を検討する上で、現状を把握し、将来の予測に結びつく基礎的な情報の蓄積と分析を充実させていくことが必要となる。

【重点課題⑭】生態系サービスの持続的な利用やシステム解明に関する研究・技術開発

健康で心豊かな暮らしの実現やストックとしての国土の価値向上に資するため、森・里・川・海といった地域資源を保全し、持続的に利用していくための社会システム構築に向けた研究・技術開発が求められる。

生態系サービスと人間の福利（健康で豊かな暮らし）の関係の解明とともに、開発とサービス間、または、サービス間のシナジー・トレードオフ問題へ対応するための合意形成のツール等の構築やサービスの価値評価（定性的・定量的・経済的）も重要であり、生態系サービスのメカニズムの解明には人文社会系領域や経済系領域との連携等の学際的な研究が期待される。加えて、都市と農山漁村の有機的な連携の構築による、里地里山里海の保全と持続的な活用に資する社会システムを考えていく必要がある（耕作放棄地の適切な管理も含む。）。また、気候変動に伴う自然災害の増加への対応に向け、海岸林や藻場が本来有する防災機能等の生態系機能の評価・解明に加え、生態系をインフラとして捉えた土地利用を含めた国土デザインの提案に関する研究が期待される。更に、遺伝資源の利用に向けては、遺伝資源の定量的な評価に加え、喪失リスクの評価等の経済学的アプローチ、海外遺伝資源の利用から生じる利益の適切な配分を通じた途上国の生物多様性保全への貢献等の経済的・政策的アプローチによる研究も推進する必要がある。

5. 安全確保領域における重点課題

安全確保は、各社会実現の全ての基礎であり、WSSD2020年目標の達成及び2020年以降の化学物質管理に向けた更なる取組の推進のために、東アジア地域の急速な経済発展等も考慮しつつ、国際的な連携を強化し、化学物質等による人の健康及び環境・生態系のリスク評価・管理に資する課題や健全な水循環の確保に資する課題において世界をリードすることが強く求められている。

PM2.5や光化学オキシダント等の大気汚染に注目が集まるとともに、水銀に関する水俣条約など国際的な取組が進展しているため、研究・技術開発の面でも国際的な貢献を視野に入れた取組が求められる。また、建築物等の解体工事等に係る石綿飛散防止の対策や、東日本大震災からの復興や、災害時・事故時の化学物質等（災害・事故等で工場等から排出された有害物質を含む。）の排出などへの対応についても視野に入れるべきである。

更に、水質や土壌、大気汚染が深刻な新興国、とりわけアジア地域への管理手法・技術の展開や社会実装に関する研究が期待される。

本領域では、化学物質濃度・水質等のリモートセンシングや精緻な対策に資するモデリング・影響予測等において、ICTの活用が期待される。

【重点課題⑮】 化学物質等の包括的なリスク評価・管理の推進に係る研究

中長期的な社会像に基づき、人々の健康及び環境・生態系への影響、災害・事故への対応等、化学物質等のリスク評価・管理手法の確立に関する研究課題が想定される。

人々の健康面の生体高次機能や多世代影響へのリスク評価・管理に導入するため、メカニズム解明、影響予測等の手法確立に資する研究の重点的推進、生態系の視点に基づく生態毒性の評価手法、複合曝露への評価手法の確立が期待される。また、国際的な調和・連携を図りつつ、研究・技術開発の推進によって、多種多様な化学物質等の網羅的な環境中での把握・予測・管理や全球的課題への対応、化学物質のぜい弱な集団への影響及び複合的な影響などの評価・管理手法を確立するための研究が期待される。

【重点課題⑯】 大気・水・土壌等の環境管理・改善のための対策技術の高度化及び評価・解明に関する研究

中長期的な社会像に基づき、大気汚染対策、健全な水循環の維持・回復、流域全体を視野に入れた生態系の保全と再生、騒音・振動対策、新興国への大気・水・土壌等の環境管理技術の展開に関する研究課題が想定される。

PM_{2.5} や光化学オキシダント等の大気汚染については、生成機構の解明や発生源寄与率の定量化、観測と数値モデルの統合による実態解明を進めるとともに、大気汚染対策の実施効果の評価・検証手法を開発する必要がある。石綿の飛散防止については、石綿含有建材や解体工事等現場周辺の大気中における迅速な把握方法や、多様な石綿含有建材等からの飛散や拡散の傾向を把握するために、更なる研究開発が必要である。また、健全な水循環を確保するとともに、貧酸素水塊の発生防止、生物多様性・生物生産性の確保、気候変動による影響等、閉鎖性水域における課題への対応も求められる。環境騒音等に関する研究や騒音等の対策効果の評価・解明研究を進める必要がある。新興国における黄砂、PM_{2.5}、水銀等の環境汚染については、大気汚染防止法に係る所要の措置に必要な対応を行うほか、国際的にはとりわけアジアでの大気・水・土壌環境等の問題解決が重要であることから、産業・経済を含むあるべき社会像を踏まえつつ、大気・水・土壌等の問題解決に知識集約的な評価系、健全な管理等に焦点を当て、重点的に取り組む必要がある。

更に、UNEP等とも連携し、大気汚染物質等の排出抑制技術の高度化を図るとともに、広範囲の大気や水域の管理・計測技術を確立する。実効性のある国際的な取組の推進とアジア地域への展開を行うためには、我が国の技術を活かす視点から高度化・低コスト化を実現する研究・技術開発が必要になると考えられる。また、水銀に関する水俣条約の有効性評価に資する、実態解明・予測・対策評価に関する科学的な知見の蓄積も必要とされている。

Ⅱ. 行政要請研究テーマ（行政ニーズ）（環境問題対応型研究・環境問題対応型研究（技術実証型）・革新型研究開発（若手枠）・次世代事業）

No.	行政要請研究テーマ（行政ニーズ）	該当する重点課題	該当箇所
1-1	生物への曝露量予測のための微細なマイクロプラスチックの実態把握と将来予測	⑥、④	P15
1-2	マイクロプラスチックの物理化学的特性の違いを考慮した生物影響の研究	⑥、⑮	P16
1-3	福島の復興・再生を加速させる脱炭素型社会の先行モデル地域・地域循環共生圏の形成に関する研究・技術開発	⑤、⑦	P16
1-4	自然資源活用や第一次産業を基盤とする脱炭素社会と原子力災害被災地の再生の両立に関する研究	⑤、⑯	P17
1-5	2050年カーボンニュートラルの達成のための土地利用分野 CO2 吸排出量シミュレーターの開発	②、⑦	P17
1-6	アジア途上国における気候中立社会を実現するロードマップ作成とその実装化を支援する枠組の検討	②	P18
1-7	地域猫活動がネコの地域個体群及び地域社会にもたらす影響に関する研究	②、⑭	P18
2-1	植物の二酸化炭素（CO ₂ ）吸収能力等に対するオゾンの影響の定量的把握	⑨、⑯	P19
2-2	湖沼水環境に係る気候変動適応に関する研究	⑧、⑯	P19
2-3	燃焼起源 SLCF の排出量把握と削減効果の評価による気候変動政策手段としての可能性探求	⑨、⑦	P20
2-4	大学を核とした地域の実効性あるカーボンニュートラル化に向けた取組を評価する指標策定	⑦、②	P20
2-5	地域特性に応じた適応の優先度と限界等を考慮した適応策立案手法の開発	⑧、②	P21
2-6	循環経済（サーキュラーエコノミー）への移行による脱炭素社会の実現に向けたシナリオ分析の高度化	⑦、⑪	P21
2-7	再生可能エネルギー導入促進等に向けた環境影響評価手法の研究・開発	⑦、⑬	P22
3-1	2050年カーボンニュートラルに向けた浄化槽システムの転換方策の検討	⑫、⑩	P22
3-2	地域の有機性廃棄物を活用した脱炭素化に資する自立分散型エネルギーシステム構築	⑩、⑪	P23
3-3	地域特性に合わせた廃棄物分別・回収システム構築及びモデル化	⑩	P24

3-4	感染症対策を踏まえた地域における持続可能な資源循環・廃棄物処理システム構築に関する研究	⑫、⑩	P24
3-5	廃棄物に由来して排出される POPs 等のリスク評価及び低減手法の開発	⑫、⑮	P25
3-6	アスファルトやコンクリート等の建設資材やガラス・アルミ等のプラスチック以外の素材の水平リサイクル実現に向けたリサイクルの質向上に関する研究開発	⑪、⑩	P25
4-1	企業の技術・製品・サービスにおける生物多様性への貢献に関する定量的評価手法の研究開発	⑭、⑬	P26
4-2	国立公園等における利用者負担の導入に関する影響予測・評価手法の開発	⑭、⑬	P27
4-3	野生動物の忌避行動等を活用した保全策の開発	⑬	P27
4-4	侵略的外来種の早期侵入把握・革新的な防除技術の開発	⑬	P28
4-5	市街地出没に対応できる新たな野生鳥獣管理技術の開発	⑬	P28
5-1	PM2.5 成分濃度と循環器系疾患（心筋梗塞・脳卒中）等の発症との関連性の解明に係る研究	⑮、⑯	P29
5-2	多環芳香族炭化水素（PAHs）の個別物質に係る毒性強度の把握手法の開発と把握	⑮、⑯	P30
5-3	PM2.5 等の年平均濃度分布を把握するための長期曝露評価手法の確立に係る研究	⑯、⑮	P30
5-4	石綿残存状況の把握のための推計方法の開発に関する研究	⑯	P31
5-5	大気濃度測定に基づく、石綿の除去現場における実用的な漏えい確認手法の開発	⑯	P31
5-6	国際動向を踏まえた我が国における道路交通等騒音と健康影響に係る疫学的解析	⑯、④	P32
5-7	船舶排出ガスの化学組成等の評価・分析及び大気環境等への影響評価	⑮、⑯	P32
5-8	情報技術（IT）の活用による地方自治体における環境測定分析技術の保全・向上及び環境管理の支援・改善に関する研究	⑯、⑮	P33
5-9	車種や音源の分離が可能な高精度の道路交通騒音モニタリングシステムの開発	⑯、④	P33
5-10	自動車から排出されるタイヤ粉塵等に対する新たな排出量評価法の研究	⑯、⑥	P34
5-11	干潟生態系機能の把握と活用：閉鎖性海域の新たな管理手法の開発	⑯	P34
5-12	瀬戸内海における順応的プロセスによる栄養塩類の管理に向けた評価手法の提案	⑯、⑬	P35
5-13	水環境改善に向けた底層溶存酸素量の効果的な運用に関する基礎研究	⑯、⑭	P35

5-14	水生生物に対する影響指向型解析を用いた化学物質による環境リスクの評価とその原因推定に関する研究	⑮、⑯	P36
5-15	化学物質に対する鳥類繁殖毒性評価のための新規試験法の開発に関する研究	⑮	P36
5-16	環境中の医薬品が魚類の行動、繁殖等に及ぼす影響の評価手法に関する研究	⑮、⑯	P37
5-17	作用、構造等が類似する複数物質の生態リスク評価に関する実践的研究	⑮、⑯	P37
5-18	環境中における化学物質の生涯総ばく露（エクスポソーム）の測定・評価に関する研究	⑮	P38
5-19	瀬戸内海における順応的プロセスによる栄養塩類の管理に向けた数理モデルの開発と実証	⑯	P39
5-20	栄養塩類管理計画の適切な実施に向けた海域における栄養塩類循環機能の解明と効果的な栄養塩類供給方法の探索	⑯、⑭	P39

※ 該当する重点課題が2つある場合は関連の強い順番にて表記。

《行政要請研究テーマ（行政ニーズ）概要》

（1-1）生物への曝露量予測のための微細なマイクロプラスチックの実態把握と将来予測

【背景・必要性】海洋プラスチックごみの将来予測に関する既往研究では、300 μm 以上の浮遊マイクロプラスチック（MP）を基本としている。一方、生物毒性を指摘した室内実験では nm～数十 μm サイズの微細 MP を対象としている。そこで、これまで開発したモニタリング手法も活用し、300 μm 未満の微細 MP の動態を組み込んだシミュレーションモデルを作成し、MP のサイズ・濃度等の曝露量データを構築することがリスク評価に重要である。

【到達目標】実海域を模擬した環境でのプラスチックの微細化メカニズムの解明、300 μm 未満の微細 MP 検出手法の開発、300 μm 未満の微細 MP の世界的なモニタリングデータの収集、そして微細 MP を組み込んだ海水面での浮遊に加え、沈降（海中及び海底）を含む海洋シミュレーションモデルの構築による存在量の将来予測を行う。

【研究開発要素】

- 実海域での海洋プラスチックごみの微細 MP 化への劣化メカニズムの解明
- 300 μm 未満の微細 MP 検出手法の開発
- 海水面での微細 MP に関する世界的な分布調査
- 微細 MP について沈降動態を組み込んだシミュレーションの構築
- 300 μm 以上とそれ未満の MP のサイズ・濃度等の毒性の違いの関係の把握

【成果の活用方法等】構築した微細 MP の分布予測を活用して、実海域と海洋生物への影響に関する室内実験において指摘される MP サイズのギャップを埋めることで、リスク評価を行い、リスクの高いエリアや時期等を特定し、MP 対策施策（サイズ・濃度等）の優先順位付けの基礎情報として活用する。あわせて、得られた研究開発成果を東南アジアをはじめとする関係国等と共有し、国際的な問題解決促進につなげることで、我が国のプレゼンスの向上を図る。

(1-2) マイクロプラスチックの物理化学的特性の違いを考慮した生物影響の研究

【背景・必要性】マイクロプラスチック (MP) による海洋生物への生物・生態系影響の解明は、生態系保全及びヒト健康影響を解明するために重要である。既往の MP による生物毒性試験に関する既往研究では、主に単一形状の試験用 MP が利用されることが多い。一方、実環境中での MP はプラスチックのサイズ・形状・材質等の物理化学的特性が多岐にわたり、これによる毒性の違いが指摘されているが、国際的にも定量的な知見が十分把握されていない。

【到達目標】室内試験等に使用される単一形状のマイクロプラスチック (MP) ではなく、物理化学的特性の異なる MP 試料を使用し、既往研究で適用例のあるモデル生物 (魚類等) を対象に毒性試験を行い、MP 試料の物理化学的特性の違いによる毒性の違い (物理化学的特性の異なる MP ごとの生物影響の評価等) を定量的に把握する。

【研究開発要素】物理化学的特性の異なるマイクロプラスチック試料を使った毒性の定量的な試験・評価

【成果の活用方法等】マイクロプラスチック (MP) による生物・生態系影響が社会的に懸念されているものの、定量的なリスク評価は十分ではない。特に、MP の物理化学的特性の違いによる毒性の違い (生物に影響が出始める重量濃度等) の知見が世界的に不足しており、これを明らかにすることで、優先的に流出抑制対策すべきプラスチックの形状・材質等を特定し、合理的且つ効果的な政策の立案に活用する。

(1-3) 福島復興・再生を加速させる脱炭素型社会の先行モデル地域・地域循環共生圏の形成に関する研究・技術開発

【背景・必要性】原子力災害被災地においては、地域循環共生圏の形成にとって重要な森林等が未除染のままであり、除染後の農地では耕作放棄地が多い。また、住民の帰還が進まないことに加え、風評被害が続くなど、大きなハンディを負っている。こうした特殊な事情を抱える地域において、地域循環共生圏の形成や、地域の復興と脱炭素型社会の形成を両立させるためには、学際的な連携も視野に入れた研究や技術開発による支援が必要となっている。

【到達目標】原子力被災地における脱炭素型社会形成に向けたロードマップ作成等に資するツール開発。具体的には例えば吸収源を正しく評価するためバイオマス資源の持続的な利用を評価する支援ツールを開発することや、再生可能エネルギーのより一層の有効活用を図るため再生可能エネルギー施設の連携に関する支援ツールを開発することが到達目標となる。

【研究開発要素】原子力災害被災地の各種制約条件を踏まえた上で、脱炭素化の取組を通じて、森林資源や耕作放棄地の広がりなど原子力災害に起因する課題の解決にも役立つ研究開発。例えば、森林による CO2 吸収量の簡易計算ツール等、バイオマス資源の利用を簡易に評価するツールの開発。

点在する再生可能エネルギー施設の有効活用等、広域連携による脱炭素社会の構築に関する研究開発。

【成果の活用方法等】福島県との連携協力協定に基づく具体的な支援として、開発した支援ツールを活用したゼロカーボン実現のためのシナリオ提示や、再生可能エネルギーの地域連携を通じて、各市町村独自で取り組んでいる「ゼロカーボンシティ宣言」の施策を加速させるとともに、研究対象地区も含めて原子力災害被災地の面的な広がりに繋げ、当該地域を全国の先行モデル地域としての復興に貢献する。また、こうした取組を契機として、地域の実情を踏まえた地域循

環共生圏形成を図る。

(1-4) 自然資源活用や第一次産業を基盤とする脱炭素社会と原子力災害被災地の再生の両立に関する研究

【背景・必要性】原子力災害により定住人口が回復していない地域において、地域資源を活用した再生を行い、移住者等にとって魅力ある生活の提示は地域再生のモデルとなりうるため、福島県においてこのようなモデル形成を図る研究が必要である。加えて、福島復興計画（第3次）では農林水産業再生プロジェクトが掲げられ、農林水産業の再生が進められている。一方、農地による炭素隔離という観点での取組は少ないのが現状であり、地域再生、営農再開と脱炭素社会構築を両立する研究が望まれている。

【到達目標】原子力災害被災地における地域風評払拭と自然資源の活用や営農再開を通じた地域の再生、農業分野におけるカーボンニュートラル（農業の脱炭素化と農業による炭素隔離）に資する研究開発が行われ、福島県における復興と脱炭素社会の両立を実現する社会モデルを提示することが到達点となる。

【研究開発要素】グリーンツーリズムと風評払拭の取組等を営農再開と交流人口の拡大及び移住定住に結びつけ、地域の再生につながる仕組みの研究開発。

土壌の生態系機能の向上や営農活動による環境負荷の最小化等をはかり、炭素隔離を増進する農林業体系の研究開発。

【成果の活用方法等】放射性物質による環境汚染で急速な過疎化が進行した地域において、脱炭素・環境保全型農業や自然資源を活用した新たなまちづくり、地域再生により、環境面から被災地の復興を加速させる。

(1-5) 2050年カーボンニュートラルの達成のための土地利用分野CO₂吸排出量シミュレーターの開発

【背景・必要性】2050年脱炭素社会実現に向けた吸収量拡大への期待の高まり、また、IPCCによる算定方法ガイドラインの充実を受け、最新の科学的知見等を反映した吸収量の算出等方法の精緻化による我が国のインベントの更なる網羅性や透明性向上を図る必要がある。吸収量の予測にはリモートセンシング等を通して得られた偏りの少ない高い空間解像度のデータと、環境および社会的変化に対応した各種シナリオに応じた吸排出量の動態予測が強く求められる。

【到達目標】将来的には、複数のデータの積み上げでなく、国土全体を広範にカバーした地図データから、一元把握するアプローチの方が国際的に主流になると想定され、環境のみならず社会的変化に応じた複数のシナリオに対応して、脱炭素社会実現に向けた土地利用分野におけるCO₂吸排出量を予測するモデルシミュレーター開発する。

【研究開発要素】国土全体をカバーした地図データなど大規模調査を元にしたデータから一元把握するアプローチによる土地利用分野におけるCO₂の吸排出量のモデル化、また、木材需要に応じた森林施業、土地利用変化などの各種社会経済シナリオを背景とした社会的動態を地理的要因を元に予測、これら変化によるCO₂吸排出量を予測するシミュレーターを開発する。

【成果の活用方法等】環境省は「温室効果ガス排出量算定方法検討会」を組織、吸収量算出方法論の精緻化・改定に向けた課題、方針および対策等について整理を行っている。本研究成果を上記検討会で提案することにより、次世代の算定方法の活用実現に向けて関係省庁と議論を行うこ

とが可能。また、本成果は、地域レベルでの予測も可能であり自治体にとっても有用であり、さらに、各種社会シナリオの検討など、全国の研究者へも活用が期待される。

(1-6) アジア途上国における気候中立社会を実現するロードマップ作成とその実装化を支援する枠組の検討

【背景・必要性】1.5°C目標実現に向けて、2050年までに世界の気候中立達成が求められ、日本は2050年気候中立社会実現を表明した。途上国における現在の長期戦略や支援研究はピークアウト実現に止まり、炭素中立計画はなく、研究も十分ではない。温室効果ガス排出量予測、対策や影響を評価するモデルの開発等を通じて、アジアでの研究網構築と低炭素シナリオ開発の支援成果を活用し、地域の多様性を考慮した炭素中立検討が緊要である。

【到達目標】アジア途上国を対象に、現地支援を受けつつ、各国の社会課題解決と1.5°C目標を同時実現する排出経路や将来シナリオを定量的、叙述的に作成し、シナリオ実現の行程表、その政策実装の要件を示す。

【研究開発要素】アジアでは気候中立社会実現に向けて、温室効果ガス排出量削減に加えて、貧困や技術移転等の課題解決が必要。従来の低炭素社会実現を目指すデータ・モデルに加えて、社会問題解決と気候中立化を同時実現するデータ・モデルを開発し、現地研究者と共に、実現可能なシナリオや行程表の数値目標を定め、シナリオ実装への課題も示す。

【成果の活用方法等】構築したアジアの大学との協働研究網を活用し、対象国の気候中立社会化シナリオ開発と、各国が抱える諸課題解決を同時に目指すと共に、アジアの科学に基づく長期戦略の気候政策策定支援の強化にも貢献する。また、環境省等は、大学コアリション・地域のゼロカーボンWGで、日本のシナリオ研究の成果を政策活用する条件等を整理し、研究成果を自治体や企業が活用する枠組構築について議論し、国際連携WGでは、海外大学等との連携強化が図られており、共同研究は、これらWGにも寄与する。

(1-7) 地域猫活動がネコの地域個体群及び地域社会にもたらす影響に関する研究

【背景・必要性】野良猫による地域の問題解決は、猫の殺処分減少と生活環境被害防止を図る上で重要である。この解決策に、住民の理解の下、不妊去勢の徹底や給餌の管理等を行う地域猫活動があり、動物愛護管理法改正を受けて昨年改正された基本指針において、今後の検討と取組の推進が位置づけられた。しかし、このような取組は、地域や方法により一定の効果があると言われているものの、科学的な面から有効性評価や効果測定をする先行研究はない。

【到達目標】地域猫活動について、方法の検証や地域の実情の比較等を通じて、個体群動態等の自然科学的な面から取組の有効性の評価と、住民意識の変化等の社会科学的な面から地域社会にもたらす効果の測定をすること。また、その結果から、地域特性に応じた効果的な方法を研究開発し、地域猫活動の合意形成やルール作り等を行う上で、活用できる新たな知見を得ること。

【研究開発要素】取組の実施地域において、繁殖制限や餌の管理等に伴う個体群の増加抑制効果の検証といったような個体群動態に関する研究等の自然科学的アプローチ及び、住民意識の変化や合意形成過程に着目し、取組の成否の関連要素の調査・分析（例えば、アンケート調査や計量テキスト分析・因子分析等）を行うといったような社会科学的方法の双方からのインターディシプリナリー領域として、一定期間の調査研究を行い、効果を検証すること。また、野良猫が減少する等の有効性に影響した要因を解明する。

【成果の活用方法等】動物愛護管理法の基本指針において、「地域猫活動の在り方に関し検討を加え、適切な情報発信を行うこと」や「後先を考えない無責任な餌やり行為が望ましくないことについての普及啓発の強化や、地域猫活動に対する理解の促進等を通じ、所有者等のいない子犬及び子猫の発生を防止するための取組を推進すること」が位置づけられており、これらの検討や科学的根拠に基づく普及啓発等に活用する。

（２－１）植物の二酸化炭素（CO₂）吸収能力等に対するオゾンの影響の定量的把握

【背景・必要性】2050年カーボンニュートラル実現のため、植物の二酸化炭素（CO₂）吸収は重要である。しかし、対流圏オゾンの濃度上昇が光合成能力を低下させ、植物のCO₂吸収能力を低下させることが危惧されている。森林の健全性は人の生活環境の改善にも貢献するため、それを損なう要因として、影響把握も重要である。そこで、欧米と比べて圧倒的に多種多様な植物が存在し、特有の気象条件をもつ我が国において、森林面積が広い針葉樹を中心に、植物のCO₂吸収能力等に対するオゾンの影響を定量的に把握する必要がある。

【到達目標】代表的な針葉樹を中心に、我が国特有の気象条件、生育環境で生育している植物を対象として、CO₂吸収阻害等に対するオゾンの悪影響について、吸収されるオゾンの量に基づき定量的に評価すること。

【研究開発要素】生育面積を考慮し、我が国において代表的な植物種を選定する。我が国特有の気象条件、生育環境を考慮し、気孔を介した針葉樹のオゾン吸収量を評価し、CO₂吸収阻害等の関連性を定量的に把握する。オゾンの影響の把握においては、諸外国におけるオゾンの環境目標値の設定方法にも留意すること。

【成果の活用方法等】得られた知見は、気候変動緩和（森林による大気CO₂濃度の低減促進）の検討、森林の健全性の維持のための方策の検討および光化学オキシダントの生活環境に係る環境基準を設定するに当たって活用される。

（２－２）湖沼水環境に係る気候変動適応に関する研究

【背景・必要性】環境省では、令和3年3月に「気候変動による湖沼の水環境への影響評価・適応策検討に係る手引き」を策定し、気候変動による湖水の全循環不全、貧酸素化や植物プランクトンの増殖等、将来の湖沼水環境の変化と影響、適応策検討の考え方を示した。しかし、湖内水質と生態系の変化機構は未だ不明な点が多く、影響に対する具体的な適応策の評価まで至っていない。このため、将来の気候変動を踏まえた湖内水質と生態系の変化機構を解明し、具体的な適応策の効果を定量的に把握することが必要となっている。

【到達目標】将来の湖水の水温上昇に伴う全循環不全や植物プランクトン増殖等の影響に対する抑制効果を評価するために必要な湖内水質と生態系の変化機構を明らかにする。想定される適応策を選定し、魚類等の高次生態系を含む水質予測モデルの構築等による気候変動への適応効果の定量評価を行い、具体的な適応策を提案する。

【研究開発要素】気候変動による湖沼の水質及び生態系（魚類等の高次捕食者を含む）への影響とその変化機構を解明する。この成果を活用し、湖沼における気候変動の影響を精度よくシミュレーションすることを可能とし、湖沼水環境に係る気候変動への適応策を明らかにする。適応策の選定においては、湖沼の環境基準の達成に向けた取組としても配慮すること。

【成果の活用方法等】得られた知見について、地域における気候変動適応計画、琵琶湖保全再生法に

基づく琵琶湖保全再生計画及び湖沼水質保全特別措置法に基づく湖沼水質保全計画の策定に活用し、気候変動を踏まえた湖沼水環境保全の取組を推進する。また、令和3年3月に策定した「気候変動による湖沼の水環境への影響評価・適応策検討に係る手引き」の改定につなげていく。

(2-3) 燃烧起源 SLCF の排出量把握と削減効果の評価による気候変動政策手段としての可能性探求

【背景・必要性】パリ協定の1.5°C目標達成に、SLCF削減を活用した計画策定や排出規制を始める動きが世界的に始まっている。特に、燃烧起源 SLCF である BC とオゾン(前駆物質含む)について、東アジア域での排出抑制策は我が国では大気汚染改善、風下で影響を受けやすい北極域では温暖化緩和への貢献が期待される。IPCC も国家インベントリに SLCF を含める検討を近く始めるため、各国にはインベントリ制度設計のための方法論の提案が要求されている。

【到達目標】日本の燃烧起源 SLCF 排出インベントリの推計手法を確立し、ボトムアップ及びトップダウン推計の両面から、排出量推計の正確性を向上させる。時空間変動や化学過程を考慮し、汚染物質の国内環境基準に対して気候変動の影響をモデル実験で定量する。北極域の温暖化緩和策を提案する。

【研究開発要素】SLCF についても GHG 同様に、大気濃度観測データを活用したトップダウン排出量推計手法を開発し、東アジア主要国と日本の排出インベントリを検証する。リアルタイムの排出インベントリで大気質・気候モデル計算を行い、日本及び北極域の大気質・気候変動影響を評価する。知見を総合し、制度設計の方法論として IPCC に提供する。

【成果の活用方法等】O₃ 及び PM2.5 汚染の抑止策検討及び環境基準再評価のための科学的知見として活用する。将来予測計算に用いる BC 排出シナリオの妥当性を検証し、気候変動と大気汚染の対策を両立する SLCF 削減策の立案に活かす。我が国の北極域への平和的貢献として、北極の大気質保全・気候変動抑止のために効果的な全球規模の SLCF 削減施策の設計に活用する。IPCC 第7次報告書の国家インベントリ制度設計に関する議論に提案する。

(2-4) 大学を核とした地域の実効性あるカーボンニュートラル化に向けた取組を評価する指標策定

【背景・必要性】2050年カーボンニュートラル(CN)の実現には、技術革新、経済社会革新の双方が必要である。現在、2050年までにCN化を掲げる自治体は400程度存在し、多くは目標達成への具体的な計画策定を行い、着実に結果に反映できる知見・支援を必要としている。地域の核であり、教育・研究等を通じて知見の創出や取組の評価基準の策定、CN推進の人材育成を目指す大学等の役割に、地域CN化への大きな期待が寄せられている。

【到達目標】地域のCN化に資するオープンイノベーション創出を目指した産官学民の連携基盤へ貢献可能な、環境教育を含んだCN化に向けた科学的知見を基に、太陽光、風力、地中熱、バイオマス等、CN化の鍵となる地域毎の特徴を反映した再エネを活かしたZEB化を進める施設整備手法、地域のCN化の取組評価指標を開発する。

【研究開発要素】実効性のあるCN化手法を地域のニーズに合わせながら全国展開するために、各地で実施されている施設のZEB化、脱炭素ライフスタイルに向けた環境行動・ナッジ、その定着を図る環境教育等、CN化に資する手法をモデル化し地域特性に応じて定量評価、効果検証を

図ると共に、研究成果を全国に展開する仕組みを開発する。

【成果の活用方法等】環境省等は、大学等コアリッション・地域ゼロカーボン WG で、大学等による CN 化への取組の横展開、自治体や企業との連携強化を通じた社会実装やニーズに応じた研究開発の推進を目指す。テーマにおいて開発した CN 化の取組評価指標を活用し、大学の CN 化への取組や研究成果、それらを評価する指標と評価結果を一元的に集積し、統合的に解析し、各自治体が地域性や地域固有の課題に合わせた科学的知見と、環境教育を含めた CN 化への支援を直接・間接的に得ることができる仕組みの構築を支援する。

（2-5）地域特性に応じた適応の優先度と限界等を考慮した適応策立案手法の開発

【背景・必要性】気候変動適応法（平成 30 年 12 月施行）では、地方公共団体において地域特性に応じた気候変動適応に関する施策を推進することが求められている一方、地方公共団体の担当者が最新の科学的知見を活用し適切な適応策を立案・実施するためには、多くの専門的知識を必要とし困難が伴う。特に適応策立案においては確立された手法がなく、今後の適応取組の充実に向けた課題となっており、手法の確立や適切な意思決定をサポートするツール開発について地方自治体等からも要望が寄せられている。このような研究開発は世界的にも開発途上であり、影響予測手法の開発に続く新たな研究課題として IPCC でも注目されているとともに、適応策の実践に繋がる科学として UNFCCC や ISO でも注目されている。

【到達目標】地方公共団体等の担当者が、不確実性を含む科学的知見に基づいて、地域特性や適応の優先度、適応策の限界等を考慮した適応策を立案するための手法を開発する。また、開発した手法を活用して、適応策立案に必要な情報を簡易に収集し自ら検討することができるツール開発を目指す。実施にあたっては、地方公共団体や地域気候変動適応センター等と連携し、その意見を十分に反映するなど手法の実用性の向上を図る。

【研究開発要素】適応策立案の際には気候変動影響の将来予測やそれに含まれる不確実性、対応の優先度、適応策の効果や限界、スケジュール等を中長期的な視点で検討し適応策を実装する必要があるが、具体的手法は確立されていない。本研究はこの手法の確立を目指す新規性の高いものである。さらに、本研究では適応策の検討に必要な地域特性や適応キャパシティ、適応策の効果等の情報を定量化する手法を開発し、手法に沿って適切な適応策や適応の限界、施策の優先度等に関する意志決定を行えるよう支援するツールの開発を目指す。

【成果の活用方法等】環境省では、地域における気候変動適応取組の充実・強化を目指し、状況に応じて「地域気候変動適応計画策定マニュアル（以下、マニュアル）」を改定することを考えており、随時最新の科学的知見や、知見を活用するための適応策立案手法を組み込んでいくことで、地方自治体の適切な適応取組の実施や充実に貢献することを目指している。本研究の成果は、新たな適応策立案手法の開発を通じてマニュアルの充実に貢献するとともに、手法を活用したツールについては、地方公共団体等の適切な適応策立案を支える基盤となることが期待される。

（2-6）循環経済（サーキュラーエコノミー）への移行による脱炭素社会の実現に向けたシナリオ分析の高度化

【背景・必要性】国連環境計画国際資源パネルの報告書で、経済をより循環型にすることは、全てのセクターにおける温室効果ガスの大幅かつ加速度的な削減可能性を高めるために不可欠と指

摘されているほか、本年5月のG7 気候・環境大臣会合コミュニケにおいても循環経済アプローチの推進が大きくうたわれている。こうした流れを受け、従前のエネルギー中心に検討されてきた脱炭素社会のシナリオ分析に、資源循環の要素をうまく取り込む必要がある。

【到達目標】物質のストック、フローを踏まえ、物質・エネルギー両方を対象とする脱炭素シナリオを示すとともに、資源循環の取組による脱炭素社会への貢献を定量的に分析することで、気候変動及び循環経済を含む環境関連政策決定の判断材料となる知見を得る。

【研究開発要素】脱炭素社会において、我が国の需要を満たすために、物質のストックを踏まえてリサイクルや生産がどれだけ必要になるか、さらに廃棄物削減の効果や脱物質化がどこまで可能かを定量的に扱い切れていないため、LCA手法やシミュレーションモデル等を用いて、循環経済の進展度合いによる社会経済面での影響等を定量的に評価する。

【成果の活用方法等】循環経済への移行による脱炭素社会の実現に向け、循環型社会形成推進基本計画や地球温暖化対策計画など各種政府計画に適切に反映することを目指すとともに、気候変動対策・資源循環対策に係る施策への反映を図る。さらには、IPCC、国際資源パネル等へのインプットによる国際貢献も図る。

(2-7) 再生可能エネルギー導入促進等に向けた環境影響評価手法の研究・開発

【背景・必要性】2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現に向け、再生可能エネルギーの導入促進が重要である。再生可能エネルギー導入に当たっては、地域でのさまざまな課題への対応が必要となる。具体的には、風力発電をはじめとする再生可能エネルギーの開発に当たって、環境影響等の懸念から、地域での合意形成等に時間を要していることが挙げられる。これは風力発電等に係る環境影響が十分に解明・理解されていないことが一因と考えられる。

このため、風力発電等の再生可能エネルギーの最大限の導入促進に向けて、これらの影響をより明らかにすることが必要であり、環境保全に適正に配慮し、地域の理解の下で、再生可能エネルギーの導入を加速的に進めるための手法・知見を研究開発するものである。

【到達目標】風力発電をはじめとする再生可能エネルギーの大量導入に向けて、環境影響が十分に解明・理解されていない事項、又は合意形成に向けたコミュニケーション手法等の研究を行い、環境アセスメントの場面等において、関係者の理解の促進に資する科学的な知見として活用できるような研究成果を取りまとめることを目標とする。

【研究開発要素】風力発電等の再生可能エネルギーに係る環境影響について、十分解明されていない環境影響等（例えば、洋上風力発電に係る海生生物への影響、飛翔性動物への影響、地域における合意形成の手法など）を研究し、環境影響評価に資する手法や知見等を開発する。

【成果の活用方法等】環境アセスメントの場面等において、事業者、地方公共団体、有識者及び住民等が、風力発電をはじめとする再生可能エネルギーの導入に伴う環境影響等に関する手法や知見を共有することにより、個別の事業において適切な環境配慮を確保できるよう促していくことができるとともに、関係者の理解の促進による再生可能エネルギーの円滑な導入を実現する。

(3-1) 2050年カーボンニュートラルに向けた浄化槽システムの転換方策の検討

【背景・必要性】浄化槽分野において、2050年カーボンニュートラルに貢献するためには、今後新設される浄化槽の脱炭素化等の対応が不可欠である。また、人口減少が進み、分散型インフラである浄化槽の重要性が増している状況において、分散化社会への移行及び地域循環共生圏の視

点も取り入れ、運転管理効率向上や下水道システムとの適切な組み合わせなどを検討する必要がある。すなわち、浄化槽法改正を踏まえた、浄化槽システムの脱炭素化に向けた転換方策が重要な位置づけにある。

【到達目標】浄化槽システムにおける削減が困難な GHGs 排出源とその量的把握を行い、合理的な削減目標と CN に向けた転換シナリオを作成する。また、シナリオ達成に向けた維持管理技術や新たな運転管理技術を開発する。さらに地域循環共生圏の視点から、下水道システム、汚泥処理施設を含めた多面的な価値の評価を行うとともに、脱炭素化に向けた政策の提案及び検討を行う。

【研究開発要素】原理上もしくは現行制度上、削減が困難な GHGs 排出源と量的把握を行い CCUS の可能性を検討する。また AI を活用した運転管理の最適化手法を提案し汚泥の利用ポテンシャル評価及び資源循環・CO2 削減に向けた検討を行う。浄化槽の普及シナリオ検討よりシステムデザインと LCCO2 の感度分析を行う。また、脱炭素化に向けた政策の提案及び検討を行う。

【成果の活用方法等】得られた研究成果を踏まえ、浄化槽やバイオマス利活用等の補助政策や規制改革に活用でき、また、地域循環共生圏づくりへの貢献、地方創生、脱炭素化への施策に反映できる。

さらに、国産技術である浄化槽の海外展開施策にも将来的に活用できる。

（3-2）地域の有機性廃棄物を活用した脱炭素化に資する自立分散型エネルギーシステム構築

【背景・必要性】2050 年カーボンニュートラル社会に向けたグリーン成長戦略会議における資源循環産業関連では、今後のごみ質の大きな変化に伴うメタン化施設の大規模化を見据えた技術実証事業を進めると示されており、中央環境審議会循環型社会部会（令和 2 年 9 月 8 日）では、メタン発酵施設のブラックスタートや液肥利用・肥料散布省力化等が検討されているが、平成 30 年 4 月時点での生ごみ等を対象としたメタンガス化施設は約 30 団体と少ないことから、有機性廃棄物から安定的・効率的にエネルギー回収を図り、生産するエネルギーを利用して地域活性化等に貢献することが必要である。

【到達目標】地域に賦存する有機性廃棄物を含むバイオマスや地域密着型の再生可能エネルギーの活用や災害時に地域へ電気や熱を供給する自立分散型エネルギーシステムの活用による社会実装を見据えたバイオマス活用に関わる原料発生から貯蔵・利用まで分野連携のあるシステム全体のビジネスモデルの作成手法を構築し、この手法で従前に比べ 20%以上の地域収益の増加と 20%以上の温室効果ガス排出量の削減を目標とした実証事業を行う。

【研究開発要素】

- ① 全国自治体への調査、課題抽出、モデル地域の物質・エネルギーキャッシュフローの調査・分析
- ② ICT を活用した収益性・温室効果ガス削減効果向上手法の開発
- ③ 地域循環共生圏構築・レジリエンス強化のための実証及びビジネスモデルの作成手法の構築
- ④ バイオマス混合発酵によるエネルギー生産増加及び消化液肥料成分改善手法の開発

【成果の活用方法等】有機性廃棄物の適正処理を含む地域資源を活用した災害時にも安心感のある自立分散型のエネルギーシステムの活用によるビジネスモデルの作成手法の構築と実証結果を、脱炭素化と地域経済活性化に貢献する地域循環共生圏形成の地域モデルとして横展開してい

く。

(3-3) 地域特性に合わせた廃棄物分別・回収システム構築及びモデル化

【背景・必要性】プラスチック資源循環促進法が施行されれば、新たなプラスチックの分別・回収方法の確立と円滑化が求められる。同様に、プラスチック以外の有機・金属系廃棄物等についても、資源化・エネルギー化が不可欠であり、地域特性に合わせた分別ルールと回収システム造りが必要である。地域特性に合わせた分別・回収システムを構築及びモデル化するためには、循環経済を基盤とした地域適合技術及び要素技術の開発が求められている。

【到達目標】各地域におけるプラスチックをはじめとした分別・回収に係る定量的な評価、地域の社会特性、産業特性及び経済特性に合わせた廃棄物の分別ルールや効率的な回収システムのモデルを提示すること。また、それらを支える回収・収集拠点の整備とそこに導入される技術等の地域適合技術や要素技術の開発を行う。

【研究開発要素】

- 1) 各地域の金属およびプラスチック等の賦存資源量の推計と地域内・地域外へのマテリアルフロー解析
- 2) 地域産業・施設を活用可能とする各自治体の分別ルールおよび回収システムの解析と評価
- 3) 地域産業・施設を活用可能とする効率的な分別・収集拠点(家庭系廃棄物の集積所)解析
- 4) 拠点で必要となる技術要素の選択と開発

【成果の活用方法等】各リサイクル制度やプラスチック資源循環戦略や持続可能な適正処理の確保に向けたごみ処理の広域化等、廃棄物を資源化し循環経済に載せる仕組みを後押しする。

(3-4) 感染症対策を踏まえた地域における持続可能な資源循環・廃棄物処理システム構築に関する研究

【背景・必要性】2020年からのCOVID-19のパンデミックは人々の生活様式を大きく変えた。廃棄物処理は感染症が流行する最中であっても、停止してはならないライフラインであり、社会的に重要な役割を担っていることが改めて認識された。また、地域循環共生圏の確立に向けて、廃棄物処理システムの活用が求められている。一般廃棄物の3R・適正処理政策の実施は、自治体の基本計画と指標によりマネジメントされているが、①計画改定時に指標の値と政策の関係性が検討されない、②指標間のトレードオフ関係を含めた総合的な評価が困難である、③3R・適正処理に係る社会情勢の変化や一多面的な価値をとらえた指標が体系的に整備されていない、等の課題がある。衛生的な処理の確保を前提とした上で、地域循環共生圏の確立に向けた廃棄物処理システムの構築について検討する必要がある。

【到達目標】将来起こりえる感染性家庭系一般廃棄物を想定し、廃棄物処理システムのモデル化を行い、廃棄物処理過程における、公衆や処理従事者等の感染リスクを低減するなど、衛生処理を確保した上で、地域循環共生圏の確立に向け、一般廃棄物の3R・適正処理政策の進捗を総合的にマネジメントするための指標、指標活用方法、指標測定方法を提示すること。

【研究開発要素】既存指標の整理と体系的整理、典型的な資源循環・廃棄物処理政策に関する効果発現メカニズムの解明、市民アンケートを活用した3R施策の進捗評価方法の開発、複数の定性・定量指標を重みづけし総合解釈する方法の開発をする。その際、将来起こりえる感染症流行への対応にも資するよう、分別、家庭内等での保管・容器、排出、収集車両の形態を含めた収集

方法を示しつつ、流行対応型の廃棄物処理システムのモデル化等についても検討する。

【成果の活用方法等】得られた知見を一般廃棄物処理基本計画策定指針や市町村における循環型社会づくりに向けた一般廃棄物処理システムの指針に反映することで、自治体の廃棄物処理計画への活用を促進する。また、指標の測定を担保するために、一般廃棄物処理実態調査と接合する。さらに、多面的価値を創出する廃棄物処理施設整備促進ガイダンスや一般廃棄物処理における中長期ビジョンに本研究の成果として得られる指標を活用し、その実施を担保する。

（3-5）廃棄物に由来して排出される POPs 等のリスク評価及び低減手法の開発

【背景・必要性】POPs に対しては、国際条約の下、化審法や農薬取締法等の規制によって国内生産量や排出量は激減している。一方、最終処分場に埋め立てられた POPs を含有する廃棄物に由来する浸出水中 POPs の排出実態や、水処理施設での処理効果は明らかになりつつあるが、その要因となる廃棄物の種類の特定や、全国的な排出量やその将来予測についての知見は蓄積されていない。処分場浸出水による影響を把握するとともに、その対処・管理手法の検討に資する調査研究が必要である。

【到達目標】最終処分場の浸出水からの排出実態が明らかになりつつある POPs については、発生由来となる廃棄物の種類の特定、排出による影響の推計及びその影響低減のための対処・管理等技術の検証・整理を行うとともに、排出実態の把握が進んでいない POPs 等については、汎用性の高い分析手法を構築・マニュアル化等を行った上で、実態の把握を行う。

【研究開発要素】POPs を溶出しやすい条件の検討、最終処分場における浸出動態の解析等により、埋立てられた廃棄物の性状等から排出量等を把握・評価する手法を新たに開発するとともに、排出による影響低減のための POPs への対処・管理等技術の有効性を検証する。実態把握が進んでいない POPs、候補物質及び前駆体については、浸出水の特性を踏まえた分析手法を構築する。

【成果の活用方法等】分析手法の構築・マニュアル化等については、地方行政との連携して汎用性を担保することで、全国的な実態把握に資するとともに、地方の行政・環境研究所の分析・調査技術力の底上げも期待できる。排出による影響の推計については最終処分場管理者への指導や住民不安の払拭の材料としての活用に、有効性が確認された水処理技術や POPs 発生要因となる廃棄物の特定により考えられる対策等の対処・管理等技術については最終処分場の浸出水対策の向上に資することが期待できる。さらに全体を通じて、中央行政と地方行政との連携の下で、実行可能かつ合理性のある POPs への対応方針の検討に当たって、基礎的な知見として活用する。

（3-6）アスファルトやコンクリート等の建設資材やガラス・アルミ等のプラスチック以外の素材の水平リサイクル実現に向けたリサイクルの質向上に関する研究開発

【背景・必要性】2050 年カーボンニュートラル社会に向けたグリーン成長戦略会議における資源循環産業関連では、リサイクルについては、更なる再生利用拡大に向け、リサイクル性の高い高機能素材やリサイクル技術の開発・高度化や再生利用の市場拡大を図るとされている。また、サーキュラーエコノミーの実現に向けては、使用済み製品や素材ごとにマテリアルリサイクルの量を増やしていくというだけでなく、新たな再生利用の需要を生み出す観点からもその質を向上させていくことが重要である。例えば、アスファルトやコンクリート等の建設資材や自動

車や家電、太陽電池モジュールに使われているガラスやアルミ等の素材の水平リサイクルの実現に当たっては、経済合理性や忌避物質の含有の観点から、低品位なカスケードリサイクルに回っている状況にあり、こうしたプラスチック以外の素材リサイクルの質の向上に向けた課題抽出や効果的なシステムの検討、技術開発を行っていくことが必要である。

【到達目標】アスファルトやコンクリート等の建設資材や使用済み製品に多く使われるガラスやアルミ等の素材のいずれか、ないしはその組合せについて、水平リサイクルの実現に向けた課題抽出や効果的なシステムの検討、技術開発・用途実証を行う。

【研究開発要素】

- ①アスファルトやコンクリート等の建設資材やガラスやアルミ等のプラスチック以外の素材の水平リサイクルに向けた課題抽出、排出フローの調査・分析
- ②アスファルトやコンクリート等の建設資材やガラスやアルミ等のプラスチック以外の素材の水平リサイクルに向けた技術開発
- ③アスファルトやコンクリート等の建設資材やガラスやアルミ等のプラスチック以外の素材の水平リサイクルに向けた用途実証
- ④アスファルトやコンクリート等の建設資材やガラスやアルミ等のプラスチック以外の素材の特性を踏まえた効率的で高度な資源循環システムモデルの提案

【成果の活用方法等】技術開発された手法及び実証結果については、個別のリサイクル制度の運用の中で、民間企業が設備導入する際の補助や国としてのリサイクルの高度化に向けた実証事業などの社会実装に向けた支援に繋げていき、一つのモデルとして全国的に横展開を図っていく。

(4-1) 企業の技術・製品・サービスにおける生物多様性への貢献に関する定量的評価手法の研究開発

【背景・必要性】ポスト 2020 生物多様性枠組において、生産活動における生物多様性への負の影響削減に関する定量的目標が提案されており、また、最近の欧米などにおける経済と生物多様性に関する動向などから、定量的な影響評価を含む企業の情報開示への要求も強くなっている。こうした動向を踏まえると、これからの 10 年における企業活動では、定量的な目標の設定やその評価が必須となるものと考えられる。影響評価手法としてはエコロジカルフットプリント等が開発されているが、企業の持つ技術・製品・サービス等がどのような影響を与えるかを定量的に評価する手法は確立されていない。目標の達成には生物多様性の保全に関する企業の取組が不可欠であり、それを支援するためのツールの開発が求められる。

【到達目標】企業の有する技術・製品・サービスに関する生物多様性への正負の影響を定量的に評価でき、かつ企業が容易に活用できるため社会実装しやすいツールを開発する。

【研究開発要素】エコロジカルフットプリントやライフサイクルアセスメント等、既存の影響評価手法の構造を理解し、生物多様性保全のために企業が行うべき具体的な取組との関係を整理する。その上で、具体的な取組と貢献との関係が分かりやすく、貢献の量を容易に定量把握できるツールを開発し、提案する。このようなツールは世界的にも未完成であり、研究が必要である。

【成果の活用方法等】開発したツールをマニュアル化またはガイドライン化し、技術・製品・サービスのみならず組織の評価も含め、国内企業に広く活用されるよう普及啓発する。生物多様性の保全に関する取組を容易にし、ビジネスにおける生物多様性の主流化につなげる。また、ポスト 2020 生物多様性枠組の経済活動に関する目標の達成状況を把握し、政策の立案及び実施の

参考にするとともに、我が国企業の取組の成果を国際社会へ発信するのに役立てる。

(4-2) 国立公園等における利用者負担の導入に関する影響予測・評価手法の開発

【背景・必要性】国立公園等において利用者負担を進めることで自然環境の保全と持続可能な利用がより一層促進されることが期待できる。「自然公園法の施行状況等を踏まえた今後講ずべき必要な措置について（令和3年1月・中央環境審議会答申）」においても、地域自然資産法に基づく入域料の仕組みづくり等を地域と連携して積極的に推進する必要性が指摘されている。一方、平成27年に同法が施行されて以降、国立公園等における活用は2事例にとどまっており、地域での合意形成等を進めていくためには、簡易な手法による、利用者負担による影響の予測や効果の評価が必要であるが、確立されていない。

【到達目標】

- ・利用者負担が利用者数、満足度等に与える影響に関して、行政機関の担当者等でも利用可能な効率的かつ効果的な調査・分析・予測等の手法開発
- ・利用者負担を財源とする各種取組による経済的な効果に関して、行政機関の担当者等でも利用可能な効率的かつ効果的な調査・分析・評価等の手法開発

【研究開発要素】実地調査等による従来手法では、サンプル数及び属性の不足又は偏り、多大な調査コスト、低い回答率、複雑な調査設計等が課題となっていることから、ビッグデータ、web調査、携帯アプリ等も活用し、効率的かつ効果的な影響予測手法及び評価手法を以下の観点から開発する。

- ・利用者負担が利用者数、満足度等に与える影響の予測
- ・利用者負担を財源とする各種取組による経済的な効果

【成果の活用方法等】国立公園等における利用者負担の導入に関する効率的かつ効果的な影響予測・評価が可能となることで、科学的根拠に基づく入域料等に関する取組を推進するためのバックデータ及び入域料等の導入検討を進めている地域における制度設計及び合意形成のツールとしての活用がなされることにより、国立公園等における利用者負担の導入促進に寄与することが期待される。

(4-3) 野生動物の忌避行動等を活用した保全策の開発

【背景・必要性】希少野生動植物種の保全は、再生可能エネルギー導入の社会的ニーズの高まりなどによって、新たな局面を迎えている。風力発電施設においては海ワシ類のバードストライク回避技術の確立が急務となっている。また、生物多様性の保全上重要な地域等におけるロードキルは引き続き課題となっている。このように人の生活と希少野生動物の軋轢を低減するため、希少野生動植物種を近づかせない忌避技術の開発が求められている。

【到達目標】既設風車や今後増加する小型・洋上風力発電施設でのバードストライク回避技術を開発する。他に、ロードキル対策として、希少種に車等の接近を知らせたり、道路への侵入を回避させたりするための技術を開発するなど、希少野生動植物種を近づかせない効果的な忌避技術によって人と野生動物の軋轢を低減する。

【研究開発要素】バードストライク回避技術はこれまで彩色による視認性の向上等による忌避技術が実施されてきているところであるが、設置場所や対象種による多様な手法の開発が求められている。他に、ロードキルについて、車等の接近を知らせたり、道路への侵入を回避させたりする

ための手法について、対象種の生態に合わせた技術の開発も求められている。

【成果の活用方法等】バードストライク回避技術はガイドラインや手引きへの反映によって希少野生動植物種である海ワシ類の保全と再生可能エネルギーの導入促進のより一層の両立を図る。また、ロードキル対策では道路事務所等との連携によって開発した技術の運用を図る。

（４－４）侵略的外来種の早期侵入把握・革新的な防除技術の開発

【背景・必要性】我が国の生態系は、物資への付着等による新たな外来種の非意図的な侵入や、既に国内に分布している種の拡大など、外来種のリスクに晒されている。外来種による被害を防ぐためには、侵入を早期に把握し防除を行うことが、実効性及びトータルコストの観点から最も有効である。また、国内で蔓延している種についても、拡大箇所を中心として、革新的な技術の活用によりより効果的・省力的に防除を行い拡大防止を図る必要がある。

【到達目標】「我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト」における緊急対策外来種等をはじめとする侵略的外来種（特に昆虫や水草、無脊椎動物。又は、大量に飼育され、逸出により生態系等への被害が危惧されている種。）について、早期発見技術、侵入初期及び蔓延期において効果的・省力的に根絶や拡大防止を果たすための防除技術を開発する。

【研究開発要素】

以下のいずれかに該当するもの

- ①侵入を速やかに把握及び影響を把握するための監視・モニタリング手法及び侵入後に速やかに対応するための拡大予測手法
 - ②各主体が把握している外来種の分布情報の集約や拡大予測（気候変動による影響含む）
 - ③従来の技術では低密度化や根絶が困難な外来種に対する新たな防除技術
- ※IoT、環境DNA、化学的防除等の新規技術を活用し、社会実装を見据えたもの（当該技術に関するリスクコミュニケーションも行ったもの）が望ましい。

【成果の活用方法等】開発された技術を環境省や他の自治体等の防除に活用することで、侵入及び拡大の防止、さらには低密度化や根絶を図る。具体的には、侵入初期における対策の精度を向上させ、侵入・定着防止を図るとともに、すでに蔓延し幅広い主体が苦勞して対策している種についての新たな防除手法を確立し、各地に展開することで、全国的な防除を推進する。

（４－５）市街地出没に対応できる新たな野生鳥獣管理技術の開発

【背景・必要性】近年クマ類やイノシシ、ニホンジカ、ニホンザル等の野生鳥獣が市街地へ出没する事案が増加傾向にあり、出没に伴う交通事故や人身被害、感染症リスクなど、地域住民に深刻な影響をもたらす危険が高まっている。しかしながら、出没時には対処療法的な対応が求められることが多く、かつ、安全に捕獲する猟具・方法がない状況にある。また、出没した鳥獣の多くが興奮状態にあり、逃走時に二次的な被害が発生したり、逃走後の追跡が難しく、再度見つかるまで住民の不安が続き、自治体職員や警察等の捜索による行政コストも大きい。そのため、市街地周辺の環境を分析して野生鳥獣の生息や出没のリスクを検証し、出没時には鳥獣を見失うことなく追跡して本来の生息域である山林等に安全に追払うとともに、追払いが困難な場合に対象鳥獣を不動化させる機材・技術の開発が必要である。

【到達目標】

- ・市街地の周辺環境により野生鳥獣の生息や出没のリスクを分析する技術を開発する。

- ・市街地等に出没した鳥獣を見失うことなく追跡する技術を開発するとともに、安全に追払う防除技術を開発する。
- ・市街地や集落内に出没した中大型哺乳類を安全に不動化（確保・捕獲）できる機材・装置を開発する。

【研究開発要素】市街地出没を予防するため、UAV等により周辺環境や野生鳥獣の痕跡などを把握し、過去の出没記録、植生、地形等のデータと解析することで、鳥獣の生息状況や出没ルートとともに、市街地への出没リスクを分析・予測するシステムを構築する。また、人体への影響も考慮しながら、野生鳥獣に対して追払い効果を有する音や光の波長、振動などを検証する。これらを統合した機材について、鳥獣の種類や生態・行動特性を踏まえながら、ICTやAI等を活用して自動追尾や誘導的な追払いが可能となる技術・機材を開発する。加えて、野生鳥獣を電気ショックや誘導式捕獲機材等により不動化できるリモート式機材・技術を開発する。これらの検証により、事前の出没予測、出没時の追払い及び忌避、追払いできない場合の不動化という、市街地出没の各フェーズに総合的かつ段階的に対応できる野生鳥獣管理技術を確立する。

【成果の活用方法等】開発された技術は鳥獣保護管理を担っている都道府県・市町村等へ共有するほか、技術資料として公表することで捕獲機器メーカーや類似の技術を有するメーカー、研究開発機関における技術的改良・普及などを期待し、現場実証を進めることで、人口縮小社会でも効率的かつ効果的な鳥獣の保護管理を推進する。

（5-1）PM2.5成分濃度と循環器系疾患（心筋梗塞・脳卒中）等の発症との関連性の解明に係る研究

【背景・必要性】平成21年の中央環境審議会の答申によってPM2.5の環境基準の指針が示された際、専門委員会報告では、PM2.5の成分濃度の異なる様々な地域を対象とした疫学研究の知見の蓄積が必要とされており、循環器系疾患（心筋梗塞・脳卒中）等に関しては、引き起こされる死亡との関係は把握されてきているが、発症との関連は一部地域のみ研究に限られており、またPM2.5の成分濃度ごとの影響は明らかとされていない。

【到達目標】PM2.5成分濃度の異なる様々な地域を対象とし、循環器系疾患等の発症をアウトカムにした疫学研究を行うことで、未だ解明されていないPM2.5の成分濃度と循環器系疾患等の発症との関連性を明らかにする。

【研究開発要素】東京及びその他の複数都市において、PM2.5の成分濃度データと循環器系疾患等の発症に係る健康アウトカムデータ（既存コホートや疾患登録データベースなど）を利用した疫学研究を行う。PM2.5成分濃度と循環器系疾患等の発症との関連性を明らかにすることで、これまでになく新たな知見を得ることができると同時に、過去の疫学研究で指摘されたPM2.5と死亡等の関連の解明につながると期待される。

【成果の活用方法等】平成21年のPM2.5に関する専門委員会報告では、PM2.5の成分濃度の異なる様々な地域を対象とした疫学研究の知見の蓄積が求められている。本研究を実施することで、PM2.5の環境基準の再評価に貢献するとともに、国内における大気汚染物質の削減対策におけるPM2.5成分の削減指針を健康影響の観点から策定できると考えられる。さらに、脆弱な集団を特定することで、循環器系疾患等の発症に対して効果的に注意喚起するなど予防に貢献できる。

(5-2) 多環芳香族炭化水素 (PAHs) の個別物質に係る毒性強度の把握手法の開発と把握

【背景・必要性】有害大気汚染物質である多環芳香族炭化水素 (PAHs) のベンゾ(a)ピレン (BaP) は、平成 8 年に優先取組物質に選定されたが、我が国では指針値等が未設定の状況にあり、令和 2 年の中央環境審議会専門委員会報告で指摘されているように、指針値設定に向けた早急な科学的知見の収集が求められている。BaP の指針値等の設定に当たっては、WHO の PAHs のリスク評価手法が参考となるが、個別物質の相対的な毒性強度は皮膚塗布等の試験によって示されたものであり、一般環境中での存在形態や燃焼により同時生成する他の PAHs の影響を考慮した真の毒性強度を踏まえたものになっていない。

【到達目標】PAHs のうち特に毒性が強いことが皮膚塗布等の試験から示唆され、環境省の調査等で環境中での存在量が多いとされている物質 (BaP を含む 5 物質程度) について、一般環境中での PAHs 存在形態を考慮した試料を作製したうえで、例えば吸入曝露等の実験系を構築し、動物実験により個別物質の BaP との相対的な毒性強度を把握すること。

【研究開発要素】一般環境中において PAHs は粒子状あるいは核となる物質に付着し存在していると考えられるが、これまでの実験では PAHs を皮膚に塗布する等、実際の曝露環境とは異なる条件で行われていたため、PAHs の一般環境中の存在形態を考慮した吸入曝露等の実験系を構築し、個別物質ごとの毒性強度を把握する。また、PAHs と一般環境中の存在形態が類似すると考えられるニトロ化 PAHs 等についても、構築された実験系を活用して個別物質ごとの毒性強度を把握する。

【成果の活用方法等】個別物質ごとの毒性強度と一般環境中での存在濃度・各種の発生源近傍での濃度とを照らし合わせ、PAHs 総体の毒性強度にしめる BaP の毒性強度を比較し、諸外国にて実施された発生源における PAHs に係る疫学調査を用いて指針値等の設定を行う。また、PAHs と一般環境中の存在形態が類似すると考えられるニトロ化 PAHs 等についても、構築された実験系を活用して個別物質ごとの毒性強度の把握を行い指針値等の設定を検討する。

(5-3) PM2.5 等の年平均濃度分布を把握するための長期曝露評価手法の確立に係る研究

【背景・必要性】大気汚染物質の疫学調査における長期曝露評価は、測定局の測定結果を曝露濃度とする事例が多かったが、平成 21 年に PM2.5 の環境基準を定めた際の専門委員会報告では、空間濃度分布を詳細に把握することは発生源周辺の住民の健康影響の観点から重要とされている。近年、PM2.5 等について、ポータブルの測定器の技術が進歩してきており、個人曝露計のデータを利用した年平均濃度分布を把握する手法の確立が期待される。

【到達目標】個人曝露計による機器ごとの PM2.5 等の濃度の測定精度を把握したうえで、測定局の測定結果を基準としたデータのばらつき度合として個人曝露計のデータを活用し、年平均濃度分布を把握するための長期曝露評価手法及びデータのばらつき度合いの特徴を定量的に把握する手法を確立すること。なお、疫学調査での活用を想定し、推定精度を確保すること。

【研究開発要素】疫学調査での活用を見据え、おおよそ 1000 個程度の個人曝露計を活用して PM2.5 等濃度を測定し、サンプルの抽出法の検討、GIS 情報の活用を行い、適宜シミュレーションも活用しながら個人曝露計を利用した長期曝露評価手法の確立を行う。

【成果の活用方法等】疫学調査では調査対象地域内の測定局のデータを用いて長期曝露評価が行われてきた。本研究を通し、個人曝露計データを利用したより精度の高い PM2.5 等の長期曝露評価手法が確立されれば、今後の大気汚染物質に係る疫学調査の精度の向上が期待される。

微小粒子状物質の環境基準設定の際の答申において、国内の疫学知見の充実が課題とされている。本研究で得られた手法で新たに疫学調査が行われる場合には、PM2.5等の環境基準の再評価への活用が期待される。

(5-4) 石綿残存状況の把握のための推計方法の開発に関する研究

【背景・必要性】日本では、過去50年間で約1,000万トンの原石綿が輸入・生産され、約8割が建築材料として使用され、その9割が石綿含有成形板等（レベル3建材）に使用されたと推定されている。今後、石綿使用建築物の老朽化により解体工事数が増加することが予想され、今後、効果的な施策を検討する上では、建築物の種類、建築年等に応じた石綿の残存状況を把握するための推計方法を開発することが大変有効である。

【到達目標】石綿含有量の分析結果や各種既存データから信頼性のある石綿残存状況、将来の見込み残存量の推計方法を開発する。

【研究開発要素】

- ①各種統計や既存情報、諸外国のデータ等を収集・分析し、石綿残存状況に必要な情報を整理する。
- ②解体工事現場における廃棄物の発生実態調査、代表的な石綿含有の建材及び廃棄物の石綿含有量の分析調査などにより、不足するデータや補足するデータを収集し、①のデータとの相関・関連性を把握する。
- ③②の結果を踏まえ、石綿の輸入・使用データ等から全国の石綿残存状況（可能であれば建材ごと）の推計を行うに当たっての統計学的推計方法の開発、現在の状況を表現した回帰式のモデルの構築等を行うとともに、容易に時点修正が行えるようにする。

【成果の活用方法等】

石綿飛散防止対策の施策を検討する上での基礎データとして活用する。
中央環境審議会石綿飛散防止小委員会答申に基づく対応となる。

(5-5) 大気濃度測定に基づく、石綿の除去現場における実用的な漏えい確認手法の開発

【背景・必要性】中環審答申において、石綿繊維数濃度測定に時間を要しその結果を活用できる工事が限定されること、また、総繊維数濃度測定では、測定値と現場からの石綿漏えいの関連を示すことが難しいことから、測定の制度化は今後の課題とされた。

これを踏まえ、石綿繊維数濃度については研究が進められているが、総繊維数濃度についても、測定時間の短縮や除去等現場からの漏えいの蓋然性が高いと評価できる方法の検討が求められる。

【到達目標】その測定結果を現場管理に利用できるよう、総繊維数濃度について迅速に測定でき、除去等現場からの漏えいの蓋然性が高いと評価できるような現場で導入可能な測定技術の開発。

【研究開発要素】

- ①AI等を用いた迅速な総繊維数濃度測定技術の開発（リアルタイム又は現場での判断が可能なレベルでの迅速性）
- ②総繊維数濃度の測定結果が除去現場からの漏えいであると判断する蓋然性が高いといえるまでの条件・評価目安値等の確立

【成果の活用方法等】解体等工事での石綿除去現場における石綿繊維数濃及び総繊維数濃度測定によ

る現場管理することを法令で義務化することができる。

(5-6) 国際動向を踏まえた我が国における道路交通等騒音と健康影響に係る疫学的解析

【背景・必要性】平成30年にWHO欧州事務局は、騒音が虚血性心疾患等の健康影響を引き起こす可能性を指摘し、それらと騒音曝露との定量的な関係を考慮した上で、我が国の環境基準より厳しい勧告値を示した。

一方、当省の有識者検討会では、欧州データを根拠とするWHO勧告値は、身体的特性、生活習慣、交通・騒音暴露状況等が異なる我が国で適用できないと提言された。

従って、環境基準の再評価のためには、騒音と健康影響に関する我が国独自のデータを蓄積し、疫学調査を行う必要がある。

【到達目標】虚血性心疾患等の健康影響を未然に防止するため、生活環境保全の観点から設定されている現在の騒音の環境基準の再評価の検討にあたり、知見が乏しい我が国独自の騒音と健康影響に関するデータを蓄積し、疫学的な調査・評価を行う。

【研究開発要素】道路交通等騒音の個人レベルでの曝露量を推計する技術の開発と、個人の長年の健康情報を追跡した大規模な既存のコホート研究等を組み合わせることで、騒音が人へ与える健康影響に係る我が国独自の疫学的な解析を行う。このような騒音曝露と健康との関連性の有無について、コホート研究の視点で検討することは、我が国では初めての取組である。

【成果の活用方法等】身体的特性、生活習慣、交通状況、騒音暴露状況等が他国とは異なる我が国において、現在知見が乏しい騒音と人の健康影響の関連性を検討し、因果関係を明らかにするためのエビデンスを創出することで、騒音の環境基準について、生活環境保全の観点ではなく、健康影響に基づいた再評価を検討する。

(5-7) 船舶排出ガスの化学組成等の評価・分析及び大気環境等への影響評価

【背景・必要性】中央環境審議会の報告では、人への健康リスクが高い大気中PM2.5は瀬戸内海海域で環境基準未達成であり、船舶の重油燃焼の影響が大きいと示唆されている。また、同報告では、燃料の国際的な規制に対応していくこととされているが、船舶の重油燃焼の排出実態が明らかでない。このような背景を踏まえ、排出実態が明らかになっていない船舶の排気粒子の化学組成や大気環境への寄与率及び健康影響を評価する研究開発が必要である。

【到達目標】船舶エンジンを用いて、採取した排気粒子の質量、化学組成の変化及び健康影響を明らかにする。また、大気中PM2.5に対する船舶の寄与を明らかにする研究開発を行う。これらの研究により、燃料の国際的な規制への対応や効果、大気中PM2.5の濃度や健康影響を減らせるよう船舶に期待されている対策の方向性の提示を到達目標とする。

【研究開発要素】船舶エンジンを用いて排気粒子を採取し、排気粒子の化学組成及び健康影響を評価する。具体的には発生源解析の高度化に向け、有機硫黄成分や元素同位体など、船舶の特徴的な新規マーカーを探索する。また、動物実験等の手法により、呼吸器・循環器影響を評価する。さらに細胞や化学試薬を用いた試験によって、発がん等に関連し得る健康影響指標を評価する。

【成果の活用方法等】船舶からの排気ガスについては、これまで直接的な測定が行われていなかったが、本研究により計測・分析技術を確立し、標準的な手法とすることが期待される。確立した手法によりデータを蓄積・活用することで、環境影響に関するシミュレーションが高度化される。また、船舶排気の化学的実態を明らかにし、凝縮性粒子の排出実態や健康影響に関する知

見を充実させることで、今後のPM2.5排出削減対策を検討で活用する。

(5-8) 情報技術 (IT) の活用による地方自治体における環境測定分析技術の保全・向上及び環境管理の支援・改善に関する研究

【背景・必要性】環境測定分析業務を担っている地方環境研究所は、業務効率化等を背景として民間への業務委託割合が増加し、自らの分析能力のみならず、管理能力の確保・向上が一層求められており、測定分析精度の維持・向上に係る取組が急務となっている。

しかしながら、その組織の大幅な強化を図ることは難しい状況にあるため、効率的な環境測定分析手法の確立や地方環境研究所間の連携を促進することにより、より信頼性の高い環境測定分析体制を構築し、測定分析精度の維持・向上を図る必要がある。

【到達目標】情報技術 (AI, ビッグデータ, IoT 等) を活用して、より効果的な環境モニタリング手法を確立するとともに、得られた知見の共有化等を図り、地域において密接に関係する地方環境研究所が相互に連携・補完する環境モニタリング体制を示し、地方環境研究所の分析能力、管理能力の確保・向上を図る。

【研究開発要素】

- ・情報技術 (AI, ビッグデータ, IoT 等) を環境測定分析に適用するための測定データ品質 管理手法の確立
- ・データ駆動型の物質同定や幅広い物質に適用可能な分析技術等に基づく従来の調査対象を限定した環境モニタリングの補完技術の確立
- ・情報技術 (AI, ビッグデータ, IoT 等) を活用した知見を共有化するためのレポジトリの構築
- ・地方環境研究所が共同利用可能な検索システム、データベースの開発等

【成果の活用方法等】得られた研究成果をもとに、新たな分析法の公定法化を含む公定法の見直し・改定や、その他地方公共団体を支援するための新たな制度等、地方環境研究所の分析能力、管理能力に確保・向上に資する措置の実施について検討する。また、Web システムを用いた環境モニタリング、精度管理などの環境管理業務を支援し、地方自治体における効率的な環境管理体制への再構築を目指す。更に、将来的にはネットワークを活用したモニタリング技術の活用も検討する。

(5-9) 車種や音源の分離が可能な高精度の道路交通騒音モニタリングシステムの開発

【背景・必要性】自動車騒音の環境基準は未達成の地域もあり、苦情も依然として存在している。その対策の一つとして、中央環境審議会においては、今後の自動車単体騒音低減対策のあり方について検討を進めているところ。電動車の普及により、道路交通騒音の状況も大きく変化することが予想される中、使用過程車も混在する交通状況において、これまでに累次の規制強化が行われてきた一方でいまだ環境基準が未達成の地域もある状況を鑑みると、実環境における詳細な音源寄与度を把握し分析することにより、総合的な自動車単体対策について、将来的な課題を抽出し検討する必要がある。

【到達目標】道路交通騒音モニタリングシステムを開発し、環境基準超過地域等の実環境における道路交通騒音をモニタリングした結果から騒音源の要因や詳細な寄与率を正確に把握する。その結果及び実測データ等を用いた音源モデルを構築し、実環境において自動車単体による騒音低

減対策効果が道路交通騒音に与える影響を明らかにする。

【研究開発要素】場所によって異なる交通状況や路面状態にも対応し、且つ AI 技術を用いて正確に車種や音源の分離が可能な高精度の道路交通騒音モニタリングシステムを開発し、時間で変化する道路交通騒音データを取得、蓄積する。蓄積したデータ等を用い、車両や路面の状態も考慮した自動車騒音の各音源の寄与度や騒音低減効果を分析する。

【成果の活用方法等】環境基準達成率の改善に向けた今後の自動車単体騒音低減対策のあり方については、中央環境審議会において審議しているところ。道路交通騒音モニタリングシステムによる実態把握の結果や、実環境において自動車単体からの騒音低減対策が道路交通騒音に与える影響を踏まえて中央環境審議会で議論を行うことにより、より効果的で効率的な自動車単体騒音低減対策につなげることができる。

(5-10) 自動車から排出されるタイヤ粉塵等に対する新たな排出量評価法の研究

【背景・必要性】中央環境審議会において、タイヤ摩耗等による非排気粒子の排出割合が相対的に高まるため対策を検討すべきとされている。2030 年には総交通量から排出される粒子状物質のうち 90%を非排気粒子が占めるとの予想や、タイヤはマイクロプラスチック発生の一因との指摘もある。タイヤ粉塵の測定法等はまだ知見が少なく、日本の排出実態を踏まえた適切な評価方法について研究を行う必要がある。また、当該評価法を活用し、大気環境における非排気粒子の寄与割合等について研究する必要がある。

【到達目標】実車によるタイヤの摩耗具合及び粉塵の発生に係る特性を調査し、実車走行環境を模した室内ドラム試験法等を確立する。また、自動車由来の非排気粒子に関する排出インベントリを作成する。

【研究開発要素】タイヤの種類、路面状態、気温等の排出量に影響する要素の整理に加え、自動車の走行実態及び路面実態を把握する。これらの結果を踏まえて室内ドラム試験等にて実際の走行時における排出実態を再現するための測定条件及び測定方法について研究開発を行う。また、得られた測定法を活用し、自動車由来の非排気粒子に関する排出インベントリを作成する。

【成果の活用方法等】国連会議へ参画し、本研究結果を用いて日本の走行実態に則したタイヤ粉塵測定法を提案することで、国際基準策定活動及び環境対策に貢献する。また、国際的に統一したタイヤ粉塵の測定法を策定することにより、タイヤメーカーはより PM 排出量の少ないタイヤの開発を進めることができ、大気環境保全やマイクロプラスチック発生の抑制につながるほか、日本のデータが盛り込まれることで、国内における試験法の導入等の対応も円滑に進むと思慮される。

(5-11) 干潟生態系機能の把握と活用：閉鎖性海域の新たな管理手法の開発

【背景・必要性】有明海・八代海等総合調査評価委員会が平成 29 年 3 月に取りまとめた委員会報告において、今後の調査・研究開発の課題として水環境、水産資源等に係る科学的知見の蓄積・共有を図ること等が必要と述べられている。現状、有明海・八代海では、アサリやタイラギなど有用二枚貝類の減少が著しく、その捕食者であるエイの集中的な駆除にも関わらず、二枚貝類は増加していない。これは、単純に捕食者と被食者のみで生態系を捉えることは適切でないことを示唆している。これまで干潟生態系ではトップダウンコントロールによる水環境管理を行った例はなく、従来の環境評価にない生態系全体の構造や機能の評価に基づいた新たな管理

手法が求められている。

【到達目標】閉鎖性海域の水産資源の回復と生物多様性保全の両立を図るため、干潟生態系の複雑な食物連鎖を形成する物理・生物環境要因を解明するとともに、頂点からの全栄養段階を含む干潟生態系構造の包括的な把握とトップダウンコントロールの視点から干潟生態系への影響を明らかにし、新たな水環境の管理手法の開発を目的とする。

【研究開発要素】高次～低次生態系の各機能を明らかにし、有明海の干潟生態系の俯瞰的なネットワークを解明する。モデルにより水環境が高次生物の生息状況や生態系構造の変化に与える影響を評価する。これらの結果から、高次捕食者が有用二枚貝類や魚類へ与える影響を、定量的・空間的に評価できる干潟生態系の新たな管理手法を開発する。

【成果の活用方法等】有明海及び八代海等を再生するための特別措置に関する法律に基づき、有明海・八代海では、評価委員会が再生に係る評価を行うこととされている。生態系全体の構造・機能の評価を可能とする新たな干潟生態系の管理手法は、評価委員会による評価にあたり、当該海域における高次捕食者が干潟生態系に与える影響も考慮でき、干潟生態系の生物多様性の保全を図り、豊かな海を復活させるための基盤として活用が期待される。

(5-1-2) 瀬戸内海における順応的プロセスによる栄養塩類の管理に向けた評価手法の提案

【背景・必要性】瀬戸内海的环境保全について、生物多様性等に係る課題や、湾・灘ごとの課題に対応する必要性が指摘されてきた。

中央環境審議会は R2.3 に赤潮・貧酸素水塊の発生メカニズムや栄養塩類と水産資源の関係について調査研究が必要であることを答申で示し、R3.2 に閣議決定された瀬戸内海環境保全特別措置法改正案には順応的管理を行う栄養塩類管理制度が盛り込まれた。

水環境の保全と地域の水産資源の持続的な利用の両立を円滑に行うためには知見の充実が必要である。

【到達目標】瀬戸内海環境保全特別措置法の一部を改正する法律（令和3年6月9日公布）第12条の6第1項第1号に規定する対象海域において、具体的な栄養塩類の供給手法・期間・場所等を検討するため、特に把握が必要な指標（水質・底質・生物、光量、水温・淡水流入量等）と、関連するデータ取得にあたっての留意点、及び、それぞれの指標について栄養塩類を管理する観点での評価手法の提案。なお、特に着目すべき指標とその評価を明らかにするものとする。

【研究開発要素】対象海域での無機態 (NO₂⁻、NO₃⁻、NH₄⁺、PO₄³⁻等)・有機態も含めた栄養塩類と、ノリ、貝類等水産資源の関係について明らかにする。その際、栄養塩類等要因変化による赤潮・貧酸素水塊発生等への影響を考慮するとともに、より正確で効率的な実態把握・評価のため水質・生物モニタリング等の手法開発を行う。これらにより影響・効果の評価手法を提案する。

【成果の活用方法等】本研究で得られる成果を活用することで、水環境行政の大きな転換となる栄養塩類管理の施行に必要な根幹を支える知見・データを得て、既往調査における測定項目の追加や栄養塩類管理の実施が海域に与える効果や影響の評価の検討に資する。

(5-1-3) 水環境改善に向けた底層溶存酸素量の効果的な運用に関する基礎研究

【背景・必要性】底層 D0 は平成 28 年に環境基準に位置付けられ、その後「第 9 次水質総量削減の在り方について」においてもその活用が位置付けられたほか、まもなく底層 D0 の水域類型指定が初めて行われる見込みとなっており、今後、本格的な活用が期待される。一方で、新しい指

標であることから、実際の環境中における水生生物の生息状況と底層 D0 の関係性や、効果的な改善対策に関する知見が十分でなく、関連する研究を充実させる必要がある。

【到達目標】底層 D0 の基準値は、貧酸素耐性評価値により導出されたが、実際の水環境中の底層 D0 は一様で無く、水域における濃度レベル及び時間的空間的な底層 D0 の変動と、水生生物の生息の健全性に関する関係について知見の充実を図る。また、覆砂や藻場干潟造成等のような改善対策が効果的であるかについても知見の充実を図る。

【研究開発要素】底層 D0 の濃度レベル及びその時間的空間的な変動が国内の閉鎖性海域や湖沼における代表的な水生生物の生息・再生産に与える影響の解析、覆砂や藻場干潟造成等の改善対策が底層 D0 にどの程度影響するかについての解析、底層 D0 の水質予測技術の向上、など。

【成果の活用方法等】特に底層 D0 が低下しやすい水域における目標達成率の設定に関する科学的な知見として活用する。また、水質予測精度の向上を図り、個別の水域において、流入負荷対策や、覆砂、藻場・干潟造成等の改善策の効果を評価することで、行政に対し科学的な知見の提供を行う。さらに、これらの検討結果を踏まえ、行政においては、よりよい環境基準の在り方に関するレビューに活用する。

（5-14）水生生物に対する影響指向型解析を用いた化学物質による環境リスクの評価とその原因推定に関する研究

【背景・必要性】近年、化審法では、排出量が少ないため毒性試験が免除されている少量新規・低生産新規物質の申出件数が増加傾向にあるが、毒性が強い物質の存在や複数物質の共存などにより、環境中での影響が考えられる。

このような課題に対応するため、生物に悪影響を及ぼす毒性物質を含む環境水を効率よく分析し、毒性未把握の化学物質（群）も考慮した原因物質の推定ができる影響指向型解析が必要である。

【到達目標】人間活動によって排出される化学物質が原因で環境影響が起きている可能性のある地点を抽出し、化審法対象水生生物へ悪影響を及ぼしている環境水について、主要原因毒性物質およびその寄与率を推定する手法を開発する。

【研究開発要素】化学物質による環境影響の実態を把握し、環境・周辺状況や影響の種類（生物種や作用）等に応じた戦略的な原因推定手法の提案をする。特に、これまでに推定手法が検討されていない、幅広い種類の有機物に焦点を当てて行う。さらに影響の実態と現行の化学物質管理制度等の考え方との相違を把握してすり合わせするための考察を行う。

【成果の活用方法等】本研究により、現行の化学物質管理制度では管理が十分とは言い切れない化学物質による影響実態を把握し、原因物質の種類（法規制対象物質か否か等）や流出原因（恒常的な事業場排水のほか、事故的な流出、非意図的生成等）等に応じて、採るべき対策や制度的対応の検討につなげる。

特に化審法での活用においては、リスク評価の実施、第 2 種特定化学物質の規制の対象とすることの検討や、少量新規・低生産新規物質等の有害性に係る事前審査対象外の物質の対策強化の検討につなげることを想定している。

（5-15）化学物質に対する鳥類繁殖毒性評価のための新規試験法の開発に関する研究

【背景・必要性】平成 21 年の化審法及び平成 30 年の農取法の改正時の参議院附帯決議において、動

物実験代替法の開発・活用を促進すること等が盛り込まれた。また、近年、アメリカでは 2035 年までの哺乳類を用いた動物実験の廃止、OECD においても各種ガイドラインの検討や代替法の導入方法について議論が進められるなど、動物実験削減に向けた取組が加速している。このような流れを受け、今後の我が国の化学物質管理制度への影響も想定しておく必要がある。

【到達目標】化審法及び農取法における化学物質の有害性評価の迅速化・効率化とともに、鳥類繁殖毒性評価の信頼性向上に貢献可能な新規試験法を確立すること。

【研究開発要素】鳥類における慢性影響評価に必要となる鳥類繁殖毒性試験の国際公定法（OECD テストガイドライン 206）に係る、高コスト、時間を費やす、試験再現性、試験精度、動物福祉などの課題を克服するために、開発途中の試験法の開発推進や新たな試験法の開発を行う。

【成果の活用方法等】化審法における第一種特定化学物質への指定を検討する際のスクリーニング試験としての導入可否、及び農薬の鳥類慢性影響評価への導入可否の判断材料を提供する。また、現在、鳥類毒性試験法開発のリード国はないため、日本発の公定試験法として国際的なテストガイドライン化を目指す。

（５－１６）環境中の医薬品が魚類の行動、繁殖等に及ぼす影響の評価手法に関する研究

【背景・必要性】医薬品は構造や作用が多岐にわたるため、魚類の行動や繁殖に影響を及ぼすものがあることが既存の研究で確認されているが、一般化学物質の横並び評価を念頭に置く既存の国際標準試験法（OECD テストガイドライン等）ではこのような影響を的確に把握することができない。このような影響を効果的かつ効率的に把握するため、新たな試験評価法を開発する必要があり、まずはそのような手法の確立に向けた基盤的な検討を行う必要がある。

このような試験評価手法の確立の必要性は、環境省の PPCPs (pharmaceuticals and personal care products) の環境影響に関する研究班会議においても指摘されている。

【到達目標】医薬品が魚類の行動や繁殖に及ぼす影響を把握するための評価手法を、定型的な試験法として確立することを到達目標とする。現在の科学的知見と向こう 3 年間の研究の推進のみでは本到達目標の達成が困難である場合は、基盤となる研究成果を集積し、試験法の確立に向けた更なる検討の道筋を提示することを求める。

【研究開発要素】

- ・ 医薬品が魚類に及ぼす影響について、医薬品受容遺伝子と応答遺伝子のレベルで作用機序を解明する。
- ・ 低濃度長期暴露による生物影響について、表現型への影響も含め作用機序を解明する。
- ・ 医薬品等の実環境における存在状況を確認し、これによる影響発現を予測する。
- ・ これらを踏まえ、試験法の確立（または提案）を行う。

【成果の活用方法等】環境中の医薬品等については、環境保健部において関連する知見を収集し、環境調査や生態毒性試験を通じてデータを補った上で、順次環境リスク評価を進めている。本研究で得られた試験評価手法は、このような環境リスク評価の中で直ちに活用することにより、現状では把握・評価できていない影響を含める形で評価を進めていく所存である。

（５－１７）作用、構造等が類似する複数物質の生態リスク評価に関する実践的研究

【背景・必要性】化学物質の生態リスク評価は、単一物質ごとの実施が基本とされているが、環境中には多数の化学物質が存在し、生物はそれらに同時に曝露されている。作用、構造等が類似す

る複数物質の同時曝露に基づくリスクの評価(いわゆる「複合影響評価」)については、WHO/IPCS が段階的評価の枠組みを提案し、OECD でガイダンス文書が刊行されているが、生態リスク評価を具体的に進めるための手法は確立されておらず、そのための知見は不十分であるため、研究開発を進める必要がある。

【到達目標】環境行政にとって生態リスク評価の必要性が高いと考えられる物質群(構造、作用等が類似するもの)を取り上げ、実現可能な複合影響評価に関する手法(有害性評価、曝露評価及びリスク判定(risk characterization)を含む)を開発した上で、環境行政の下での評価の実践を念頭に置いて生態リスク評価結果を提案する。

本研究は、対象物質群を選定した上で、「リスク判定に至る一連のリスク評価」の手法を開発し、さらにその試行的実践を行う点に特徴があり、そのような検討に相応しい物質群の選定も重要な課題である。「手法の科学的裏付けや得られるデータに限界がある中で、いかにリスク評価を進めるべきか」という視点の下で、そのための手法、考え方等の開発を求めるものであり、評価のための個別の科学的なツールの開発を求めるものではない。

【研究開発要素】

- ・有害性評価：評価対象物質の有害性(生態毒性)の共通性の程度を踏まえた合算評価手法の開発等(必要に応じ実験的検討を含む)
- ・曝露評価：評価対象物質の共存状態の効果的・効率的な把握手法の開発等(必要に応じ実験的検討を含む)
- ・リスク判定：効果的かつ効率的な評価のとりまとめ手法の提案等
- ・評価の実施：必要となる知見、データ等を取得し、信頼性確認を行った上で評価結果を提示

【成果の活用方法等】本研究により開発された生態リスク評価手法は、環境保健部において作成予定の「化学物質の複合影響評価に関するガイダンス(仮称)」に盛り込むことを想定する。また、

本研究により提案された評価結果は、環境行政の下で実施する環境リスク評価において最大限活用することが想定される。これらは、複数物質の生態リスク評価を混乱なく進める上で、有用な知見になると期待される。

(5-18) 環境中における化学物質の生涯総ばく露(エクスポソーム)の測定・評価に関する研究

【背景・必要性】環境中の化学物質によるヒトへの健康影響を評価する上で、ばく露評価を正確に行うことが重要である。しかし、現在のばく露評価手法では、ある一定期間のばく露量を評価することしかできない点が課題となっている。個人が生涯においてばく露する化学物質の総量である生涯総ばく露(エクスポソーム)という概念が近年提唱されたが、その測定方法は未だ確立していない。欧米では大気汚染等の体外の環境を測定する技術、体内の化学物質を網羅的に測定する技術の開発が進んでいるが、本邦での研究は限られている。

【到達目標】環境中における化学物質のヒトへの生涯総ばく露を評価する直接測定法(センサーによる周辺環境の測定、バイオモニタリングによる化学物質の網羅的測定等)と間接測定法(生体内物質による環境ストレスの測定等)に関する研究を行い、既存のリスク評価及びリスク管理に活用することを目指す。

【研究開発要素】エクスポソームを体外・体内とにわけて、体外はセンサー(大気汚染等)や質問票(精神ストレスや社会経済状況等)により測定し、体内は生体試料中の物質を網羅的に測定していく。複合ばく露としての生体影響を考慮したバイオマーカーの開発を目指し、優先被検物

質等を検討し、生体試料での内因性の物質も含めたオミックス技術が求められる。

【成果の活用方法等】エクスポソームの概念を環境中の化学物質のばく露評価に用いることで、ヒトへの健康影響の解明に活用されることが期待される。エクスポソームの測定手法を既存の環境疫学研究へ応用することが可能で、研究促進、更には環境政策立案へ繋げていく。エクスポソーム研究により開発された技術を用いた情報提供と、国民へのサービス提供の仕組み作りに還元することで、環境基準の設定等によるより安全な環境の維持に加えて、より安全な環境を国民自身が選択できる機会の提供を可能とする。

（５－１９）瀬戸内海における順応的プロセスによる栄養塩類の管理に向けた数理モデルの開発と実証

【背景・必要性】瀬戸内海に関する中央環境審会からの意見具申において示された特定の海域における順応的管理プロセスによる栄養塩類管理に当たっては、栄養塩管理の効果とともに周辺環境に及ぼす影響に係る事前評価のため、特定海域における栄養塩管理の在り方がそこでの栄養塩動態や生物多様性や生物生産性に与える影響とともに、周辺海域における水質変化等を予測する数値シミュレーションモデルの活用が期待されている。

【到達目標】様々な特定海域、ならびに栄養塩管理手法に適用できる数値シミュレーションモデルを開発し、一つの海域でその実証実験を行う。

- ① 特定海域内における栄養塩管理が生物多様性、生産性に与える影響のモデル化
- ② 特定海域での栄養塩管理が赤潮発生や貧酸素水塊等、周辺海域に与える影響のモデル化
- ③ 上記①②の統合モデルのパッケージ化

【研究開発要素】次の一部又は全部の実施結果を踏まえ評価。

- ① 特定海域内の工作物（ノリヒビ等）存在下における様々な栄養塩類管理手法が栄養塩類の挙動に与える影響のモデル化
- ② 特定海域内での栄養塩管理手法が生物多様性、生産性に与える影響のモデル化
- ③ 特定海域での栄養塩管理が赤潮発生や貧酸素水塊等、周辺海域に与える影響のモデル化

【成果の活用方法等】本研究で得られる成果を活用することで、栄養塩類管理の実施が周辺環境に及ぼす影響を評価し、栄養塩類管理計画の検討に資する。また、このような数値シミュレーションモデルは、平均的な水質の予測のみならず、局所的な事象の発生確率の予測にも活用でき、発生頻度を考慮した気候変動適応に関する検討にも資する。

（５－２０）栄養塩類管理計画の適切な実施に向けた海域における栄養塩類循環機能の解明と効果的な栄養塩類供給方法の探索

【背景・必要性】瀬戸内海は近年、栄養塩濃度が低下している。これまでの研究で、貧栄養状態では、植物プランクトンの利用可能な無機態窒素が非常に少ないが、有機態窒素は一定程度存在していることがわかっている。

一方、栄養塩濃度がある程度回復すると、バクテリア等によって有機態窒素から無機態窒素への分解が促進されることが明らかになりつつある。そこで、栄養塩類の好循環が生じる濃度等の解明が必要となる。

【到達目標】海域の栄養塩類循環メカニズムを解明し、栄養塩類の好循環を促進するため、適切な栄養塩類の濃度を見出す。さらに、栄養塩類管理計画に定められる水質目標値の設定と達成に向

けた効果的な栄養塩類の種類や供給量を示す。

【研究開発要素】

- ① 有機物の分解と栄養塩類の関係性を解明し定量化する。
- ② 海域における栄養塩類の移動と蓄積のメカニズムを、室内実験及びフィールド調査により解明する。
- ③ 栄養塩類管理計画に定められる水質目標値の設定と達成に向けた効果的な栄養塩類の供給方法を確立する。

【成果の活用方法等】現在進行している貧栄養化を抑制するため、水質目標値の設定と達成に向け効果的な栄養塩類の供給方法を見出し、栄養塩類管理計画の策定に寄与する。

Ⅲ. 行政要請研究テーマ（行政ニーズ）（戦略的研究開発（FS））

戦略的研究開発（FS）における行政ニーズは以下のとおり。なお、戦略的研究開発（FS）は、戦略的研究開発（I）のフィジビリティスタディ（FS）として、研究計画や研究体制の構築について検討するものです。

（1－8）生物多様性と社会経済課題を統合的に扱う評価手法の構築に関する研究

【背景・必要性】2010年にわが国の愛知県名古屋市で開催された生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）において、2050年までに「自然と共生する世界」を実現することを目指し、2020年までに生物多様性の損失を止めるための20の個別目標（愛知目標）が採択された。愛知目標の達成に向けて各国が取組を続けてきたが、2020年に生物多様性条約事務局がまとめた「地球規模生物多様性概況第5版（GB05）」においては、完全に達成できたものは1つとしてないと評価された。

生物多様性の損失は、人間の社会経済活動を背景とする土地利用や資源利用等の変化を通じて引き起こされている。2021年に我が国においてまとめられた「生物多様性及び生態系サービスの総合評価2021（JB03）」においても、産業構造の変化や生産・消費といった社会経済活動に関わる要因が生物多様性の損失をもたらしていると評価された。

一方で、生物多様性は生態系サービスを通じて社会経済活動の基盤となっており、その損失は人間の福利を損なう。SDGsとの関係も深く、直接的に関係しているゴール14及び15以外にも様々なゴールに関わっており、SDGs全体の基盤となっている。他方、個別のゴールやターゲット間での関係性を見ると、シナジーやトレードオフ関係、因果関係にあるものが存在している。例えば食糧生産と生物多様性保全との関係は、土地利用の方法によってはシナジー（里山における持続可能な食糧生産と生物多様性保全等）にも、トレードオフ（土地の劣化による生物多様性の損失等）にもなり得る。また、気候変動との関係では、2021年6月に公表されたIPBES-IPCCのレポートにおいても、地球の温暖化が生物多様性の主要な損失要因であると同時に、その対策が生物多様性に影響するといったトレードオフの関係や、生態系が有する緩和機能の維持・向上がカーボンニュートラルの実現に貢献するといったシナジーの関係にもあることが強調された。

このように複雑な関係性にある社会課題に同時に対処する際には、統合的な観点で分析・評価する統合評価モデルを構築し、社会経済の変化や政策介入による生態系サービスの変化への理解を深めることで、シナジーの最大化とトレードオフの最小化を図ることが必要である。このような統合評価モデルの必要性については、国際的にはIPBESのアセスメントレポート、国内においてはJB03等において指摘されており、政策形成の基盤として研究を進めることが強く求められている。しかし、先行して統合評価が進められている気候変動分野において温室効果ガスが取組の指標となるのに対し、生物多様性分野においては単一または少数の指標による取組の定量的な評価が困難であるという特徴がある。このことは、政策決定に大きく影響を与えている既存の統合評価モデルやシナリオにおいて生物多様性の考慮が不十分であることの背景となっている。

2020年代後半にはSDGsや生物多様性に関する後継枠組みの議論が進められることとなるが、現状の枠組みではまだ具体化が不十分な自然資本を基盤とする持続可能な社会像について、この

議論に統合する必要がある。その上で、2050年にはカーボンニュートラルや生物多様性条約のビジョン「自然との共生」の達成を具現化しなければならない。

また、2030年までの短期的な取組の観点でも、生物多様性条約の新たな世界目標（ポスト2020生物多様性枠組）のドラフトにおいて、気候変動対策と生物多様性保全のシナジー・トレードオフや、生産・消費活動による生物多様性への影響軽減は独立した目標案として掲げられおり、具体的な取組が求められる。国内においても、次期生物多様性国家戦略の方向性等の議論を行った有識者研究会の報告書において、今後10年間に取り組むべき政策の柱として、「自然を活用した解決策」の視点及び「生物多様性に対する影響を内部化する社会変革」の視点が柱として位置づけられており、これらは次期生物多様性国家戦略における主要な政策となる見込みである。これらの枠組みや戦略の履行においては、最適な政策の具体化とその投入場所や投入量の明確化が必要である。そのためには、これまでに行われた生物多様性の損失評価や生態系サービスの将来予測等に関する研究成果を礎に、生物多様性、気候変動及び他の社会経済課題を統合的に扱い、対策の効果を定量的に評価するための手法の構築が必要になる。また、このような手法を地域課題においても適用し、地域循環共生圏の実現に資する研究が求められている。さらに、生物多様性分野においてこのような手法構築を進めることで、気候変動分野で先行している統合評価に係る議論において生物多様性の考慮を組み込んでいく必要がある。

なお、本行政ニーズの背景となる研究としては、これまでにS-9において生物多様性の損失の定量的評価が、S-15において生態系サービスの変化まで含めた静的な評価・シナリオ分析が行われてきたが、気候変動を含む他の社会経済課題や変化のプロセスまで含めて統合的に扱う動的な評価手法の構築には至っておらず、これらを発展させた新たな研究開発が必要である。

【到達目標】SI課題として研究開発が開始された際には、個人の消費行動をはじめとする社会経済活動と生物多様性・生態系サービスを定量的に結びつけ、気候変動や他の社会経済課題とのシナジー・トレードオフを考慮した政策立案を可能とすることを目的に、生物多様性の保全・生態系サービスの持続可能な利用と人間の社会経済活動及び福利の向上を一連のプロセスとしてつなげ、社会-生態系の関係性を統合的に評価するモデルの構築を到達目標として想定する。

FSにおいてはSI課題における統合評価モデルの構築に向け、実現可能で効果的な手法に関する方法論を明確にすることを目標とする。例えば、成果の選択肢として、既存の統合評価モデルに生物多様性要素を組み込むこと、既存の数理モデルの実績を活用し、小規模なレベルで新たなモデルを構築した上で、今後さらに発展させること、又は、その他の可能性の存在について研究を行い、構築に向けたプロセスや期待されるアウトプットと政策貢献（最適な政策の具体化とその投入場所や投入量の明確化）について整理することが考えられる。

具体的な統合評価モデルの構築方法については、FSにおいて研究するものとするが、環境省としては以下の方法を基本として考えている。

＜想定される統合評価モデルの構築方法＞

●時間的スケール：2050年（自然共生社会やカーボンニュートラルを実現する年限）を区切りとしつつ、それよりも先の将来も評価する。

●空間的スケール：以下のように日本国内全域又は地域スケールを設定し、モデルの特性に応じて研究を進め、統合していく方策を検討することが考えられる。

- ①日本国内全域を対象として、気候変動政策に関する既存の統合評価モデルに生物多様性影響や生態系サービスの評価を組み込む
- ②地域（市町村から都道府県スケールが考えられる）スケールを対象として、人間の行動と資源利用を結び付ける小規模なモデルを構築し、生産・消費活動や生態系サービス利用、土地利用の変化をモデル化する。その際、社会や生態系を扱うエージェント・ベース・モデルといった数理モデルの知見を活用することが考えられる。

●社会経済活動と生物多様性・生態系サービスの統合・社会経済活動と生物多様性

・生態系サービスの関係を媒介する共通の指標として、土地利用、気候変動、物質循環（栄養塩等）等を設定することが考えられる。

・社会経済活動による生物多様性影響を測る手法としては、気候変動や土地利用のシナリオに応じて種分布モデリングを多様な生物種において実行し、潜在生息域を評価する方法や、生態系タイプ別の面積やモザイク性等の特性、生態系の連続性といった景観レベルの多様性を土地利用シナリオに応じて評価する方法が考えられるが、詳細にはFSにおいて検討を進める。また、気候変動緩和策と生物多様性保全、生態系サービスとのトレードオフを最小化するための評価もスコープに入れる。

・生態系サービスについては、「研究開発要素」や、「成果の活用方法等」で示している政策に関連するものとして、供給サービス、調整サービス及び文化的サービスを評価すること想定している。評価手法としては、S-15やJB03における評価をベースとして、サービスの物量としての評価や、土地面積の関数としての評価、貨幣換算を行った上での評価を行う方法が考えられるが、詳細にはFSにおいて検討を進める。

【研究開発要素】SI課題としての研究開発要素は、FSの結果に基づき設定されるものだが、研究開発が開始された際には、次の①から⑤の研究開発要素が想定され、とくに政策的観点からは③が重要な要素となると考えられる。なお、これらは相互に関係し合っており、情報のやりとりをしながら、成果を精緻化していくアプローチが必要になる。

FSにおいては、①のモデルの構築に関して方法論的検討を行うとともに、②～⑤の分析手法や組み込むべき具体的政策の検討、対象とすべき地域の選定等を行うことを目標とする。

①社会経済活動と生物多様性・生態系サービスを統合的に扱う評価モデルの構築

社会経済活動と生物多様性・生態系サービスの関係を媒介する共通の指標として土地利用、気候変動、物質循環等を設定し、それぞれの変化について全国スケールで時系列を追って評価できるダイナミクスを備え、社会経済活動と生物多様性・生態系サービス、それらに関する政策を統合的に評価できるモデルを構築する。このようなモデルに関して、気候変動分野や資源循環分野では先行した研究が進められているが、生物多様性分野においては研究が不十分であり、新規性がある。

②政策投入に関するレトロスペクティブな分析・評価

①のモデルにより、自然資本を基盤とする持続可能な社会の構築のために必要な政策投入に関して、過去の政策投入（例：保護地域の設定等）による効果検証の観点で分析を行うとともに

①のモデルの妥当性評価を行う。その際、自然環境保全基礎調査やモニタリングサイト 1000 等の生物多様性・生態系モニタリング情報を参照データとする。

③政策投入に関する将来シナリオ分析・評価

①のモデルや S-15 の研究成果等を活用し、将来の社会変化に関する複数のシナリオを設定し、自然資本を基盤とする持続可能な社会の構築のために必要な政策投入に関してシナリオ分析を行う。その際、②で組み込んだ政策に加え、JB03 や次期生物多様性国家戦略研究会報告書において今後拡充が必要とされた政策（※）を分析に組み込むことが考えられる。

（※）分析に組み込むことが考えられる政策の観点

<全国スケール>

・2021 年の G7 首脳会合で採択された「G7・2030 年自然協約」において示された、30 by30（2030 年までに少なくとも陸域及び海域の 30%を保全又は保護する）の達成のための保護地域や OECM (Other-Effective area based Conservation Measures) の設定、②生物多様性に有害な補助金・奨励措置の改廃、認証品・地域産品の利用拡大や、ESG 金融の促進に係るインセンティブといった経済的手法、③カーボンニュートラル施策による生物多様性への影響（トレードオフ）の解消や、自然を活用した解決策（NbS: Nature-based Solutions）による気候変動緩和への貢献

<地域（市町村、都道府県）スケール>

・OECM や、「生態系を活用した防災・減災(Eco-DRR: Ecosystem-based Disaster Risk Reduction)」をはじめとする NbS の取組や、それらを実施するための土地利用計画

④他分野の社会課題とのシナジー・トレードオフに関する分析・評価

②及び③の分析においては、気候変動や SDGs に掲げられた社会課題と、生物多様性保全と生態系サービスの持続可能な利用に係る政策との間でのシナジーの最大化とトレードオフの最小化を図るための、全国スケールでの政策の最適化に関する研究を行う。

⑤地理的スケールを考慮した実践に係る分析・評価

②及び③で分析する具体的政策に関して、地域を設定して実践とその効果に関する評価を行う。その際、空間スケールやガバナンス形態が異なる条件下で、これらの政策の効果をどのように発揮させることが出来るか検証する。

【成果の活用方法等】SI 課題としての研究開発成果の活用方法は、以下を想定している。

国際的には、IPBES において実施される評価（社会変革、ネクサス（生物多様性と水・食糧・健康の連関）、地球規模評価）等へ本研究で得られた知見のインプットを行い、議論をリードするとともに、2020 年代後半より開始される SDGs や生物多様性に係る地球規模での後継目標設定に関する議論への貢献として、自然資本を基盤として目標の取組間のシナジーを最大化するとともにトレードオフの最小化を実現する目標設定を促すべく、関連会合における政府としての対処方針の形成に活用する。

我が国では、次期生物多様性国家戦略の下での社会変容のための政策として、次期生物多様性国家戦略研究会報告書で今後 10 年の取組の柱とされている政策の具体化に活用する。また、世界目標の評価を踏まえた国家戦略の見直しや策定にも活用する。

＜次期生物多様性国家戦略研究会報告書において取り組むべきとされた政策＞

（１）人口減少社会・気候変動等に対応する自然を活用した社会的課題解決

- ①人口減少や気候変動を踏まえた土地利用の変化を見据えた取組の実装：Eco-DRR、OECM 等
- ②地域づくりに対する生物多様性からの貢献：NbS による自然資源の活用、文化的価値等
- ③自然資本の持続可能な利用の強化：里地里山の資源活用、再エネとの調整等

（２）ビジネスと生物多様性との好循環とライフスタイルへの再浸透

- ①生物多様性リスク・機会の認識と社会経済活動への組み込み：ESG 金融促進の土台となる評価・情報開示にかかるガイドラインの充実等
- ②持続可能な生産と消費：事業活動による生物多様性への影響の把握、認証品による持続可能な消費行動等
- ③生物多様性の保全につながる認識の向上と自然体験の充実：生物多様性の健康・幸福の関係性、グリーンインフラ推進等
- ④生物多様性に配慮した持続可能な農林水産業の維持・発展：ランドスケープアプローチ等

なお、研究成果の政策への反映は、研究の実施期間中に随時行うことが必要だが、特に、2025 年前後に見込まれる推進費の中間評価の時点での成果を同時期に実施予定の国家戦略中間評価の際の政策の見直しに反映するとともに、最終成果を 2030 年頃に見込まれる国家戦略の改定に活用し、国内における NbS の実装や経済的手法の政策等による生物多様性の保全と生態系サービスの持続可能な利用の社会実装を進める。