

I . 各研究分野の研究活動の概要

地球環境研究分野の研究活動の概要

代表者： 地球環境研究センター
センター長 笹野泰弘

構成者：

[地球環境研究センター]

副センター長 向井人史
 上席主席研究員 野尻幸宏（上席主席研究員）、安中さやか（特別研究員）、原沢寿美子、和田千里（高度技能専門員）
 炭素循環研究室 向井人史（室長(併)）、梁 乃申（主任研究員）、寺尾有希夫（主任研究員）、野村渉平、奈良英樹^{*}、後藤誠二郎^{*}（特別研究員）、橋本 茂、寺本宗正、梶田陽子（高度技能専門員）
 地球大気化学研究室 谷本浩志（室長）、猪俣 敏、杉田考史（主任研究員）、大森裕子、近藤文義（特別研究員）奈良英樹（高度技能専門員）
 衛星観測研究室 横田達也（室長）、森野 勇（主任研究員）、吉田幸生（研究員）、井上 誠、菊地信弘、山下陽介（特別研究員）、中前久美（准特別研究員）
 物質循環モデリング・解析研究室 Shamil Maksyutov（室長）、中山忠暢、伊藤昭彦（主任研究員）、飯尾淳弘、金 憲淑、横井孝暁、仁科一哉、Hayyan Alsibai、Rajesh Janardanan、石澤みさ（特別研究員）、佐伯田鶴、千田昌子、高木宏志（准特別研究員）、Dmitry Belikov（共同研究員）
 気候モデリング・解析研究室 野沢 徹（室長）、秋吉英治、小倉知夫（主任研究員）、川瀬宏明^{*}、中村 哲^{*}（特別研究員）
 気候変動リスク評価研究室 江守正多（室長）、花崎直太（主任研究員）、横島徳太、塩竈秀夫（研究員）、石崎安洋、眞崎良光、阿部 学^{*}、Strassmann Kuno^{*}（特別研究員）
 主席研究員 山形与志樹（主席研究員）、安立美奈子、庄山紀久子、加藤悦史、瀬谷 創、中道久美子^{*}（特別研究員）
 主席研究員 遠嶋康徳（主席研究員）、松下準士（高度技能専門員）
 大気・海洋モニタリング推進室 町田敏暢（室長）、笹川基樹、中岡慎一郎（研究員）、宮崎千尋^{*}（特別研究員）、勝又啓一（高度技能専門員）
 陸域モニタリング推進室 三枝信子（室長）、高橋善幸（主任研究員）、高橋厚裕^{*}、平田竜一（特別研究員）、林 真智、井出玲子、田中佐和子、山尾幸夫（高度技能専門員）
 地球環境データベース推進室 中島英彰（室長）、白井知子（主任研究員）、眞板英一（特別研究員）曾 継業、長浜芳寛、佐藤智洋、宮内正厚（高度技能専門員）、
 主幹 福澤謙二、小司晶子
 観測第一係長、観測第二係長 坂川信昭、林 大祐
 研究支援係 野口孝明（高度技能専門員）
 国環研 GOSAT プロジェクトオフィス 渡辺 宏、内野 修、河添史絵、二宮啓一郎、Sergey Oshchepkov、Andrey Bril、相川茂信、網代正孝、田中ゆき^{*}、菊地信行^{*}（高度技能専門員）
 GCP プロジェクトつくば国際オフィス Shobhakar Dhakal^{*}（フェロー）、尾島優雅子（高度技能専門員）
 地球温暖化観測推進事務局 藤谷徳之助、會田久仁子、伊藤玲子（高度技能専門員）
 温室効果ガスインベントリオフィス 尾田武文、赤木純子、早淵百合子^{*}（特別研究員）、酒井広平、ホワイト雅子、畠中エルザ、大佐古晃、平井圭三、小坂尚史、玉井暁大^{*}（高度技能専門員）

[資源循環・廃棄物研究センター]

国際資源循環研究室 南齋規介（主任研究員）

[生物・生態系環境研究センター]

生物多様性評価・予測研究室 山野博哉（主任研究員）、杉原 薫（特別研究員）

環境ストレス機構解明研究室 唐 艶鴻（主任研究員）、富松 元、沈 妙根^{*}（特別研究員）

生物資源保存研究推進室 河地正伸（室長）

主席研究員 五箇公一（主席研究員）

[社会環境システム研究センター]

センター長 原澤英夫
 フェロー 甲斐沼美紀子
 環境経済・政策研究室 久保田泉（主任研究員）、岡川 梓（研究員）
 環境計画研究室 一ノ瀬俊明（主任研究員）
 統合評価モデリング研究室 増井利彦（室長）、高橋 潔、花岡達也、金森有子（主任研究員）、
 藤森真一郎（研究員）、申 龍熙*）（特別研究員）、長谷川知子（JSPS フェロー）
 持続可能社会システム研究室 亀山康子（室長）、肱岡靖明、藤野純一（主任研究員）、芦名秀一（研
 究員）、森田香菜子、Diego Silva Herran、朝山由美子（特別研究員）、
 須田真依子、亀井未穂（准特別研究員）

[環境計測研究センター]

動態化学研究室 横内陽子*）（室長）、荒巻能史、斉藤拓也（主任研究員）
 環境情報解析研究室 松永恒雄（室長）、小熊宏之（主任研究員）

※所属・役職は10月31日時点のもの。また、*）印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

地球環境は人類の生存基盤に関わる最も基本的かつ重要な要素であり、人間活動に起因する温室効果ガス増加による地球温暖化の進行とそれに伴う気候変動や、オゾン層変動等がもたらす人類を含む生態系への影響に関し、その予測される影響の大きさや深刻さからみて、持続可能な社会の構築のためには地球規模の環境保全に向けた取組が必要不可欠である。しかも、地球環境に対して人間活動の影響が現れるまでには時間が比較的長くかかることから、中長期的な視点に立った継続的な研究への取組が重視される必要がある。

そこで、地球環境の現況の把握とその変動要因の解明、それに基づく地球環境変動の将来予測及び地球環境変動に伴う影響リスクの評価、並びに地球環境保全のための対策に関する研究を実施する。特に、大気中の温室効果ガスの地球規模での動態の観測・解明、過去から将来にわたる気候変動の解明・予測、気候変動に対する地球規模の影響リスクの評価、気候変動に対する国際的な適応・緩和対策に関する研究など、気候変動（地球温暖化）問題に重点をおいて研究を推進する。

また、地球環境の戦略的モニタリングの実施、地球環境データベース（自然科学データ、及び社会・経済データ）の構築・運用、国内外で実施される地球環境研究の推進にかかる支援を行う。衛星による温室効果ガスモニタリングについては、引き続きデータの処理・検証・提供を行う。その他、地球環境の監視・観測技術及びデータベースの開発・高度化に関わる研究、将来の地球環境に関する予見的研究や、新たな環境研究技術の開発等の先導的・基盤的研究を行う。

以上の調査・研究を推進することにより、以下の方向を目指す。

- ① 全球及び東アジア域を中心とした地球環境に影響を及ぼす温室効果気体等の物質の観測・解析を行い、それらの地球規模での循環の実態とその長期的な変動機構を明らかにする。
- ② 地球環境変動の実態の解明と将来予測の精緻化を進める。
- ③ 気候変動に対する地球規模の影響リスクの評価を行うことにより、気候変動政策に資する科学的知見を提供する。
- ④ 世界規模での温室効果ガス排出抑制策（緩和策）や気候変動に対する適応策を総合的に評価することにより、気候変動に対する国際的な適応・緩和対策の推進に関する科学的知見を提供する。
- ⑤ 地球環境の戦略的モニタリング事業、地球環境データベース事業、地球環境研究の支援事業等を進めることにより、上記をはじめとする地球環境研究の基盤の提供に資する。

1.2 平成24年度の実施計画概要（平成24年度国立環境研究所年度計画に準ずる。）

地球環境の現況の把握とその変動要因の解明、それに基づく地球環境変動の将来予測及び地球環境変動に伴う影響リスクの評価、並びに地球環境保全のための対策に関する研究を実施する。特に、大気中の温室効果ガスの地球規模での動態の観測・解明、過去から将来にわたる気候変動の解明・予測、気候変動に対する地球規模の影響リスクの評価、気候変動に対する国際的な適応・緩和対策に関する研究など、気候変動（地球温暖化）問題に重点をおいて研究を推進する。

- ① 衛星観測を含む各種プラットフォーム・先駆的手法を用いて、全球及び東アジア域を中心として地球環境に影響を及ぼす温室効果気体等の物質に関する観測を展開し、データを蓄積する。得られた

観測データ・モニタリングデータの解析手法の高度化ならびに大気輸送モデルを用いた観測データの総合的な解析を行う。

- ② 気候変動に対する地球規模の影響リスクの評価を行うことにより、気候変動政策に対する科学的知見の提供に貢献するため、気候変動の影響・対策と水・食料問題の関係を評価するモデルの構築を進めるとともに、気候変動に係る地球規模のリスク管理戦略の検討に着手する。
- ③ 日本及びアジア主要国、世界を対象とした統合評価モデルの改良を行い、低炭素社会実現に向けた将来シナリオの定量化や政策分析を行う。また、ダーバンプラットフォームの決定を受けて2015年での合意を目指した具体的な提案の作成に着手する。
- ④ 地球環境変動の実態の解明と将来予測の精緻化および不確実性評価に向け、気候モデルを用いた過去の気候変動（地球温暖化、オゾン層）再現および将来予測結果の解析を継続するとともに、気候モデルの開発・改良方針の検討に着手する。
- ⑤ 衛星による温室効果ガスの全球観測に関し、高次プロダクト導出手法改良と検証に関する研究を進める。
- ⑥ 地上観測ステーション、船舶、航空機をプラットフォームとした大気・海洋のモニタリング観測および海洋生態系の温暖化影響にかかるモニタリング観測を継続して実施する。
- ⑦ 森林フラックス観測サイト等における炭素収支および陸域生態系の温暖化影響にかかるモニタリング観測を継続して実施する。
- ⑧ 温室効果ガス等の自然科学的観測データや社会経済データに関するデータの収集・整備・提供およびデータ利用ツールの整備を継続して実施する。
- ⑨ スーパーコンピュータの利用支援、グローバルカーボンプロジェクトつくば国際オフィスなどを運営し、国内外の地球環境研究の推進に向けた支援を行う。
- ⑩ 温室効果ガスインベントリオフィスを運営し、わが国の平成22年度の温室効果ガス排出・吸収量目録（インベントリ）の確定と平成23年度インベントリに係るデータ収集・整理・解析を行う。

この他、地球環境研究センター独自のセンタープロジェクトとして、「オゾン層変動に関する研究」および「国環研 GOSAT プロジェクト」を実施する。また、経常研究として、1) 地球環境の監視・観測技術及びデータベースの開発・高度化に関わる研究、2) 将来の地球環境に関する予見的研究、3) 新たな環境研究技術の開発、等の先導的・基盤的研究を実施する。

1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	累計
①運営費交付金 (うち、GOSAT 衛星関連経費)	1,134 (678)	1,170 (692)				2,304 (1,370)
②総合科学技術会議が示した競争的資金						
1) 環境省環境研究総合推進費	269	308				577
2) 文部科学省科学研究費助成事業	39	55				94
3) 文部科学省戦略的創造研究推進事業	1	2				3
4) 文部科学省国際科学技術共同研究推進事業	11					11
5) 地球規模課題対応国際科学技術協力(SATREPS)		10				10
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)						
1) 環境省地球環境保全試験研究費	143	134				277
2) 文部科学省21世紀気候変動予測革新	9					9

プログラム 3) 文部科学省地球観測技術等調査研究委託事業	20	43				63
4) 文部科学省気候変動リスク情報創生プログラム		10				10
④その他の外部資金						
1) 環境省請負費 (GIO 関連)	83	83				166
2) 環境省請負費 (0x 標準関連)	17	17				34
3) 環境省請負 (MRV・GOSAT 強化関連)	128	944				1,072
4) 環境省請負 (GOSAT 検証関連)	89	103				192
5) 環境省請負費 (NOx 標準関連)		1				1
6) 環境省一般委託費 (OCCCO 関連)	27	27				54
総額	2,056	2,907				4,877

1.4 平成24年度研究成果の概要

【当該分野の研究活動】

地球環境研究センター独自のプロジェクトとして「オゾン層変動に関する研究」および「国環研 GOSAT プロジェクト」を実施した。「オゾン層変動に関する研究」プロジェクトにおいては、昨年度の研究を継続して発展させ、IPCC の温暖化予測実験モデルをベースにした新しい化学気候モデル・化学輸送モデルを開発し、さらに衛星観測データを使って北極オゾン破壊の解析を進めた。また、「国環研 GOSAT プロジェクト」においては、GOSAT (いぶき) データに関し、長期間検証データを用いた季節変動成分や経年変動成分等の大気化学的視点を考慮した検証、および重点サイトで取得したデータを用いた検証と誤差要因の特定を行い、解析アルゴリズムの改良や参照値の改訂と「いぶき」観測データの再解析を行うとともに、検証用データの取得業務を進め、検証作業を進めた。

経常研究として、(1) 地球環境の監視・観測技術及びデータベースの開発・高度化に関わる研究、(2) 将来の地球環境に関する予見的研究、(3) 新たな環境研究技術の開発等において、先導的・基盤的研究として、個々に課題目標を設定した 22 課題におよぶ研究を実施した。

【研究プログラム「地球環境研究プログラム」】

研究プログラム全体としては、温室効果ガスの観測的研究を中心とした「プロジェクト1」、気候予測と地球規模のリスク管理を研究する「プロジェクト2」、気候変動に関する政策研究を行う「プロジェクト3」に分かれて研究を実施した。合同のセミナーを開催することにより、プロジェクト間の情報交換、意見交換等を通して連携の促進を図った。

プロジェクト1では、大気観測の各種観測プラットフォーム(地上、船舶、航空機、衛星)を総合的に使用することを主眼としているが、今年度は、海外サイトを含むプラットフォームでのデータの解析や高度な解析技術を必要とする GOSAT 衛星からのデータプロダクトの分析を進め、データの検証、観測パラメータの統合化、スケールの国際的統合化を通して、データプロダクトの総合化を進めるための検討を行った。同時に、トップダウンの手法やボトムアップの手法による二酸化炭素ならびにメタンの地域的またはグローバルな比較検討を行うために、両サブテーマ間でのターゲットの場所などを検討した。

プロジェクト2では、気候予測研究に関しては、予測の不確実性評価のための新たなアンサンブル実験の準備を進めるとともに、IPCC 第5次評価報告書 (AR5) への貢献に向けた新実験結果 (CMIP5) の影響評価研究への応用のための研究を行った。生態系、土地利用、水資源等を統合したモデル分析に関しては、個々のモデルの開発が進み、初期的な実験、分析を行うとともに、国際モデル比較実験にも参加した。地球規模リスク管理の検討に関しては、リスク管理フレーミングの概念的な検討を進めるととも

に、統合評価モデルの高度化とそれを用いた初期的な分析を行った。

プロジェクト3では、環境省環境研究総合推進費（推進費）等を通じて、各種モデル開発を行い、開発したモデルを用いてアジア低炭素社会研究や、国内政策評価を実施した。また、温室効果ガス排出削減に向けた国際合意にいたる道筋について分析を行った。このほか、IPCC AR5に向けた共通社会経済シナリオの検討および執筆活動を行った。

【環境研究の基盤整備「地球環境の戦略的モニタリング、地球環境データベースの整備、地球環境研究支援」】

地球環境の戦略的モニタリングとして、波照間・落石岬の両ステーションを活用した長期的かつ時間分解能の高い温室効果ガス等のモニタリングを引き続き実施した。また、北太平洋航路と日豪航路において、表層海洋中のCO₂分圧観測、大気中の温室効果ガスおよび関連ガスの観測を引き続き実施し、緯度分布とその時間変動に関する基礎データを収集した。温室効果ガスの全球収支におけるシベリアの陸域生態系の役割を明らかにするために、シベリアの3地点において、ほぼ月に1回、航空機を利用して対流圏上部から下部にかけての温室効果ガス濃度や同位体比の高度分布を観測した。富士北麓フラックス観測サイト、天塩CC-LaGサイト、苫小牧フラックスリサーチサイトにおいて、カラマツ林生態系の炭素収支を微気象、生態学、リモートセンシング等の手法に基づき総合的なモニタリングを行った。

基準標準ガスの製造法の確立、濃度スケール維持を行うと共に定期的に国内外の機関との相互比較を実施した。また、作業標準ガスの検定、特殊標準ガスの製造を行った。オゾンについては測定基準器SRPを維持し、全国の自治体のオゾン計の校正体制を構築・維持した。

これまでに取得した成層圏オゾンデータの検証・再解析作業を行うと共に、帯域紫外線計とブリューワ分光計を用いて有害紫外線量の分布と経年変化を継続観測した。また、有害紫外線観測ネットワークの事務局として紫外線観測値の収集と配信を行った。

温暖化影響モニタリングとして、23年度中に本格的に展開した北海道、北アルプスにおける観測サイトを継続するとともに、雪解け時期や植生活動のサイト間比較を行った。また一部サイトについては、無人越冬観測技術を確立した。また、海洋について、緯度変化にともなうサンゴ群集の変化を明らかにするために、8か所のサンゴモニタリングサイトのすべてに永久方形枠を設置して定点観測サイトを設定し、着実なモニタリングを開始した。

GOSAT 定常処理運用システムの改良・更新・調整を行い、データ処理アルゴリズムの改訂事項のシステムへの反映とデータの再処理、プロダクトの作成・保存・提供を行った。また、システムへのユーザ登録・管理とユーザへの情報発信や、ユーザからの観測要求の受付・整理を行った。

昨年度までに整備されてきた地球環境データベース・ツール・サーバー等の維持・管理・改良を行った。これまでコンテンツの内容や個々のページに統一性が少なかった地球環境データベース全体の構成・検索システムの更新作業に着手した。また、DIASとの連携を図り、データ提供を順次行った。

その他、温室効果ガスインベントリ策定事業支援、地球温暖化観測連携拠点事業支援、グローバルカーボンプロジェクト事業支援、スーパーコンピュータ利用した地球環境研究の支援を行うとともに、地球環境研究の広報・出版にかかる事業を実施した。

1.5 今後の研究展望

【当該分野の研究活動】

センタープロジェクトのうち、「オゾン層変動に関する研究」は小ぶりながらも整合的な研究展開が可能となるよう地球環境研究センター独自のプロジェクトとして位置づけて実施しており、2年度目となる。さらに、課題間の協調を図りつつ、有意な成果を創出させる必要がある。

「国環研 GOSAT プロジェクト」は、GOSAT から得られるプロダクトの検証・解析手法の高度化に係るものであり、ルーチン的な観測・解析作業と応用としての地球温暖化研究との間に位置するものとして重要であることから、引き続きエフォートを割いて実施していく。今後とも GOSAT の継続的な観測・データ解析処理は「環境研究の基盤整備」として位置付け、またその成果は「地球温暖化プログラム」において利用される。

経常研究は、基本的に「地球温暖化研究プログラム」や、センター事業としての「環境研究の基盤整備」とは異なり、個人の研究者としての発想を最大限尊重し、経常研究費（運営費交付金）や外部競争的資金による予算により実施されている。将来の地球環境研究の萌芽とするためにも、個々の課題毎に目標をしっかりと定め、着実な進展を図る必要がある。

【研究プログラム「地球環境研究プログラム」】

プロジェクト1では、温室効果ガス、特に二酸化炭素やメタンの発生量分布とその時系列変化、その将来などを考える際に、トップダウンとボトムアップの双方のアプローチによる結果の比較を行いながら、各モデルの精度向上を目指しているが、実際の比較に際してはトップダウンから求められるフラックスの面的な情報や時間的な情報の細かさと、ボトムアップから求まるフラックスデータの情報の粗さがある程度合わせる努力が必要と考えられる。それぞれ、まだ技術的な改良を先行して行う必要があり、基礎的な情報の収集やモデルの改良に時間が費やされると考えられる。

プロジェクト2においては、今年度から環境省環境研究総合推進費 S-10「地球規模の気候変動リスク管理戦略の構築に関する総合的研究」が開始されたことから、本プロジェクトはこの研究体制の核となり、国内他機関の様々な分野の研究者と協力しながら包括的なリスク評価に基づく気候変動対応戦略の研究を実施し、ダーバンプラットフォームなどの条約交渉の議論にも科学的見地から貢献したい。気候予測については、文科省の GRENE 事業北極気候変動分野および気候変動リスク情報創生プログラムへの参画を通じて他機関と連携し、IPCC AR5 の次を睨んだメカニズム解明および不確実性評価の研究を進める。影響評価、対策研究については AR5 への貢献がまだ間に合うタイミングであり、特に国際的に展開されている新シナリオ研究や影響評価モデルの国際相互比較研究への参加を通じて、研究成果を国際的に発信していきたい。

プロジェクト3では、第一約束期間後の国際的な議論は待ったなしの状況にあり、今後も、議論の基礎となる材料を提供していきたい。また、国内に関しても、原子力発電所の問題を受けてエネルギー計画の見直し等が行われる状況にあり、様々な想定に対応可能となるようなモデル改良を行う。また、低炭素社会シナリオの開発と政策への展開に関し、これまでの研究成果をより発展させてアジアの低炭素社会実現への道筋検討を進展させていく。IPCC AR5 に向けて気候変動緩和策と影響・適応分野の評価の基礎となる共通社会経済シナリオの開発作業については、国際的に大幅に作業が遅れ、AR5 では部分的に引用される見通しとなっているが、作業そのものの重要性はこれまでと同様に、緩和策と適応策をつなぐ重要な役割を果たしている。必要となる指標をできるだけ多く提供できるように、モデル開発や定量化を行う。国際的な制度については、第一約束期間後の取り組みについて先行きが不透明であるが、主要国の動向を調査することで、これまで分析してきた国際合意への道筋について更に検討を進める。

【環境研究の基盤整備「地球環境の戦略的モニタリング、地球環境データベースの整備、地球環境研究支援」】

モニタリング事業の特徴は、長期的に行って初めて成果が現れる性質のものであり、継続性が重要である。CGER の初期に立ち上げられた大気・海洋等の各種モニタリング施設・機器の老朽化が進み、その対策が必要となってきた。また、GOSAT 事業も含めこれらの地球環境に関するデータに関しては、国際ネットワークへの参加やデータの提供を行っているが、さらにデータ利用を効果的に進める必要性が特に高まっている。観測されたデータの一次処理からデータベースへの登録をシステム化し、データの品質評価を系統的に行うとともにデータ処理の迅速化を行い、新たな系統的なモニタリングデータベースを構築する必要がある。

陸域のモニタリングでは、従来取り組んできた森林炭素収支モニタリングと森林リモートセンシングを統合し、森林炭素収支を微気象観測、分光観測、炭素循環プロセス観測等の複数の手法から長期的に把握するための総合的なモニタリングを開始しているが、炭素収支に加えて生物起源の揮発性有機物の交換や大気エアロゾルとの関連性など気候変動の予測に大きな不確かさを与えているとされる要素についても観測プラットフォームの整備によるデータの集積と知見の共有を進めていく必要がある。

地球温暖化影響のモニタリングとして、高山帯植生のフェノロジー（生物季節）および植生分布域の変動調査、およびサンゴの北上に関するモニタリングを昨年度より本格的に開始した。できるだけ長期にわたりモニタリングを実施できるよう、観測のシステム化などを行っていく必要がある。

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT) による定常処理システムは、データ処理手法（アルゴリズム）の改訂に伴って、これまで蓄積されたデータの再処理と定常処理とを実施し、より精度の高いプロダクトを国内外の研究者及び一般ユーザに提供して、成果の創出に貢献する必要がある。また、GOSAT プロジェクトの当初に計画された標準プロダクトで未提供のものについては、今後プロダクトの処理結果を確認の上、処理の実施と提供を計画的に実施していくことが今後の課題である。

1. 6 自己評価

【当該分野の研究活動】

「オゾン層変動に関する研究」プロジェクトは、昨年度からセンターとして予算的なサポートを始めたところであり、今後の研究の方向性をさらに見定めることが課題である。「国環研 GOSAT プロジェクト」については、堅実に検証事業として進めており、検証結果に基づいたアルゴリズムの改訂への反映などに貢献している。

経常研究は、「地球温暖化研究プログラム」や、センター事業としての「環境研究の基盤整備」とは異なり、個々の研究者の個性的な発想を実践に移す機会である。将来の発展に向けた踏み台として活用するという認識を個々の研究者に一層求めたい。一方で、経常研究とは位置づけていないものの、プログラムやセンター事業の中でも新たな研究の芽は生まれていることは評価したい。

【研究プログラム「地球環境研究プログラム」】

プロジェクト1における観測に関しては順調に進んでおり、観測場所の拡大、観測項目の拡充や精度向上も行われ、世界的な相互比較への参加によりデータの不確実性が低減している。本プロジェクトは、GOSAT プロジェクトの定常処理運用業務の進行状況とも大きく関係しており、情報を共有しながら推進を図っている。研究のサブ課題は外部資金に依存している場合が多く、ある種の制約の下にプロジェクトの研究展開がなされているという状況にある。研究参加者の交代などもあり、全体が軌道に乗るには今少し時間が必要と考えられるが、徐々にその体制が固まりつつある。

プロジェクト2では推進費 S-10 の開始により、地球規模リスク管理戦略の検討等が軌道に乗り始めた。また、IPCC AR5 への引用を目指した論文を、気候予測研究（第1作業部会）については期限内に複数投稿することができた。また、影響評価研究（第2作業部会）についても期限内に投稿できるよう準備を進めており、IPCC への一定の貢献が見込まれる。一方で、気候予測研究について、文科省の気候変動リスク情報創生プログラムの開始が遅れたことや、統合評価モデルを用いた研究においてポストドク研究員の適任者が見つからない状態が続いていることから、一部の研究に若干の遅れが生じている。

プロジェクト3については、国内の気候変動緩和策に関しては、中央環境審議会やエネルギー・環境会議等に試算結果を提供することを通じて、また国際的な将来枠組みの取り組みに関しては、主要国の動向に関する分析結果を提供するなど、国内外を対象とした気候変動緩和策に関する政策貢献を行うことができた。アジア低炭素シナリオ開発においても、開発したシナリオをタイやインドネシア、マレーシア等の国々の研究者、政策決定者と議論し、NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Action) の評価に貢献するなどの成果も上げつつある。このように着実に研究成果を上げ、成果を政策等にフィードバックさせていると考えているが、社会の動きは非常に速く、それに応えるには体制の強化が必要と考えている。

【環境研究の基盤整備「地球環境の戦略的モニタリング、地球環境データベースの整備、地球環境研究支援」】

本年度は、震災による予算の削減、経済的活動変化による定期船舶の不定期化などの問題もやっと落ち着き、大気・海洋に関わる各モニタリングで観測活動を順調に継続できた。波照間の施設は大がかりな外壁、屋上防水工事を計画し、3ヶ月程度の期間を掛けて工事を行った。施設竣工以来20年の節目の年として、記念シンポジウムや施設公開イベント（平成24年11月10日～12日）を行うことにより、モニタリング事業やその成果の発信に努めることで地元との協力体制が作られると考えられる。

従来の陸域モニタリングを組み替え、フラックス観測サイトにおける総合的な森林炭素収支モニタリングと、地球温暖化の影響を集中的に検出するための高山帯モニタリングを開始し、ほぼ予定通りに観測を継続している。高山帯モニタリングについては、長期的な植生の変化の検出を行うことが重要であるため、当面の数年間は、気象要素の年々変動がフェノロジーに与える影響を捉えることが最初の課題になると予想している。

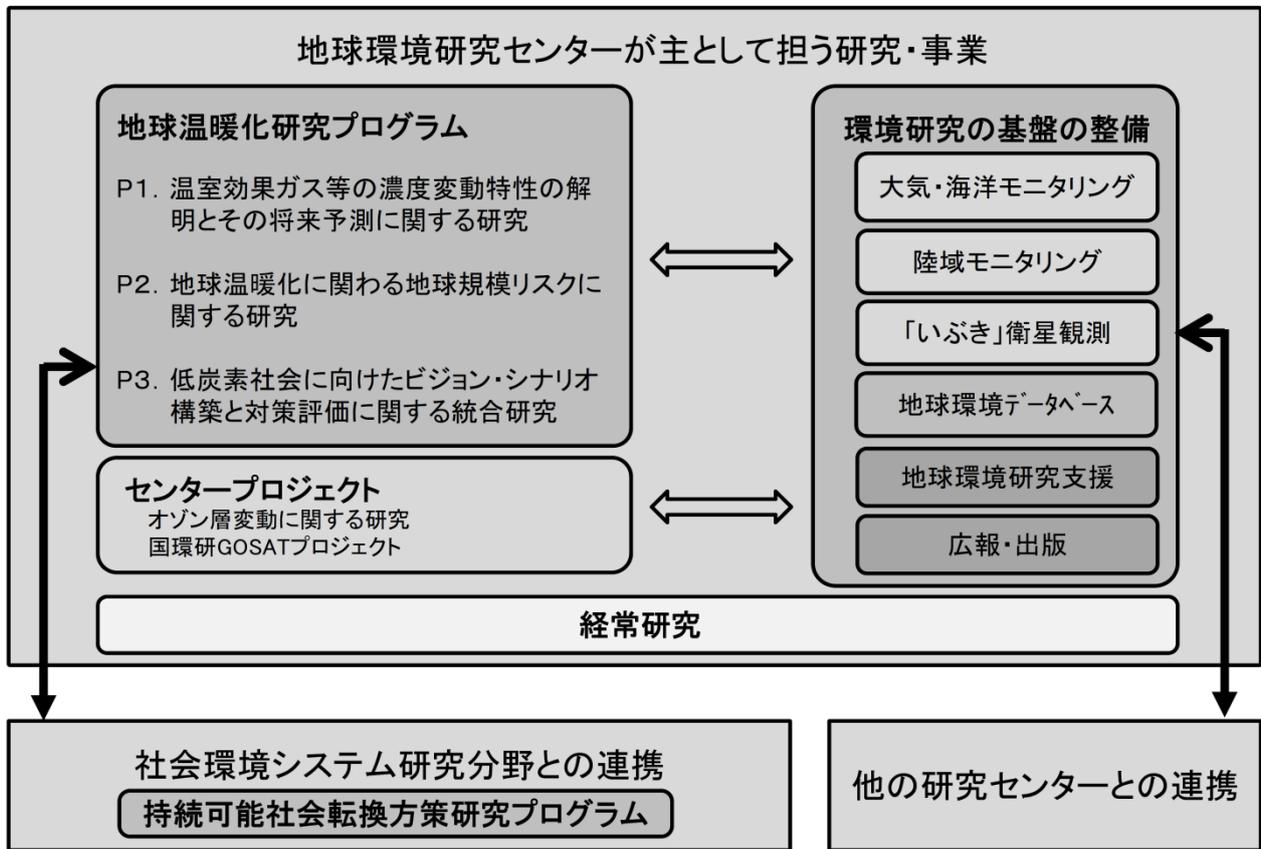
GOSAT の定常処理においては、検証・研究に基づいて改訂された解析手法（アルゴリズム）を適用し、過去データに遡って全数処理を実施して着実にユーザに提供するという責任を有している。当システムにおける改訂プロダクトのデータ質は JAXA の作成するレベル1データのデータ質の改善に依存するため、JAXA との一層の連携を強め、当システムのアルゴリズム改訂作業の進捗に遅れを出さないことが必要である。プロダクトの作成と提供及び関連情報の発信については、総じて計画通りに進捗していると言える。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし 25	査読あり 80	10	国内 131	国外 114	0

地球環境研究分野の研究・事業全体計画



資源循環・廃棄物研究分野の研究活動の概要

代表者：資源循環・廃棄物研究センター

研究センター長 大迫政浩

構成者：

研究副センター長室	川本克也（研究副センター長）、魯保旺、水原詞治（特別研究員）
循環型社会システム研究室	大迫政浩（室長）、田崎智宏、稲葉陸太（主任研究員）、河井紘輔、朱文率、秋山貴、多島良、加用千裕*）（特別研究員）
国際資源循環研究室	寺園淳（室長）、南齋規介、中島謙一、吉田綾（主任研究員）、横尾英史*）（特別研究員）
ライフサイクル物質管理研究室	滝上英孝（室長）、鈴木剛、梶原夏子、小口正弘（研究員）、佐野和美、藤森崇*）（特別研究員）、松神秀徳（准特別研究員）
循環資源基盤技術研究室	倉持秀敏（室長）、山本貴士、肴倉宏史（主任研究員）
廃棄物適正処理処分研究室	山田正人（室長）、遠藤和人、石垣智基（主任研究員）、石森洋行、金喜鍾、佐藤昌宏（特別研究員）
環境修復再生技術研究室	徐開欽（室長）、小林拓朗（研究員）、神保有亮、佐野彰（特別研究員）
研究開発連携推進室	大迫政浩（室長）、大塚康治、高田光康（研究調整主幹）、蛭江美孝（主任研究員）、山田一夫（フェロー）

※所属・役職は平成24年10月31日時点のもの。また、*印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要 別添1～別添8参照

生産・消費活動の負の側面である廃棄物問題を解決し、資源の効率的な利用と健全な物質循環が確保された循環型社会への転換を進めることが、わが国のみなならず世界共通の課題であり、問題解決のための科学的、技術的課題の克服が求められている。そこで、社会経済活動に伴う物質の利用と付随する環境負荷の実態解明及び将来展望、資源性・有害性の両面からみた物質の評価・管理手法の構築、並びに資源の循環的利用、廃棄物・排水等の適正処理及び汚染された環境の修復・再生のための技術・システムの開発、評価及び社会実装に関する調査・研究を行う。

また、平成23年3月に発生した東日本大震災は被災地各地に大量の災害廃棄物をもたらし、さらに、原子力発電所の事故により放出された放射性物質に汚染された廃棄物や土壌等が広域かつ大量に発生し、その除染や適正処理処分が危急の課題となっている。これらの課題を取り巻く状況の変化に適切に対応しながら各課題に迅速かつ適切に対応するため、所外の関係機関との連携を図りつつ、環境省及び地方自治体からの協力依頼・要請等に対応しながら、緊急的な調査研究を実施し、災害廃棄物及び放射性物質汚染廃棄物等の処理の推進に貢献する。

資源循環・廃棄物研究分野における研究の実施にあたっては、資源循環・廃棄物研究センターが主体となって以下の研究活動体系により研究を推進する。

【研究プログラム】

- ・より大きな資源循環・廃棄物分野のパラダイムである循環型社会の構築に関する研究を『循環型社会研究プログラム』として柱立てし、日本とアジア諸国にまたがる国際的な資源循環、アジア新興国の廃棄物処理、日本国内の地域的な資源循環システムという3つの空間スケールに着目した課題解決型の研究プロジ

ェクト（PJ）を機動的に推進する。

【当該分野の研究活動】

- ・国の資源循環・廃棄物管理政策に対応し、着実な実施が必要となる個別の研究課題を『政策対応型廃棄物管理研究』として進めるとともに、中長期視点も踏まえた基盤研究として、資源循環・廃棄物分野の新たな研究技法や概念に関する『萌芽的な基盤研究』及び環境研究の基盤となる情報・データ等の整備に関する『環境研究基盤の整備』を実施する。
- ・資源循環・廃棄物研究分野における横断的な取組として、今期より同研究センターに新設した「研究開発連携推進室」が中核となり、連携推進のテーマに応じて「災害・放射能汚染廃棄物等対策チーム」、「アジア等研究・技術開発推進基盤チーム」（循環型社会研究プログラムPJ2と連携）、「循環型社会地域再生チーム」（循環型社会研究プログラムPJ3と連携）を編成し、国内外の関係機関との協力・連携を図りながら、研究プログラムや政策対応型廃棄物管理研究との連動も意識しつつ、精力的に『研究開発連携の推進』活動を展開する。
- ・上記のうち、特に『災害・放射能汚染廃棄物等対策』については、当研究センター内の各研究室メンバーが組織横断的に「災害・放射能汚染廃棄物等対策チーム」に参画し、研究構成要素に応じて研究班を構成するとともに、出口指向の研究プロジェクトを各種設定し、行政（国・関係自治体）や外部機関（研究機関・関連学会・大学・廃棄物等関連団体・民間企業等）、関係研究者と連携しつつ、精力的かつ機動的に調査研究・行政政策支援活動を展開する。

1.2 平成24年度の実施計画概要（平成24年度国立環境研究所年度計画に準ずる。）

【当該分野の研究活動】

《政策対応型廃棄物管理研究》

焼却施設について熱・資源回収施設の視点から適正な指標を用いた類型化と検証等を行う。低温型ガス化改質プロセスにおける触媒適用技術向上を図るとともに、改質工程に続くガス変換工程での変換特性及び効率等を詳細に把握する。

浄化槽、汲み取り便槽等の温室効果ガス排出量の測定・算定の方法論を確立する。節水やディスプレイ等のライフスタイル変化に伴う生活排水の質・量変化と低炭素化の観点からの処理システムに及ぼす効果・影響解析を進める。また、地域特性に適した水環境再生のための修復技術システムや環境負荷を低減させる循環技術の開発と評価を行う。

既存及び新規埋立類型の長期的なパフォーマンスを検証するため、埋立層内で生ずる現象を記述する数値埋立モデルの構築と必要なパラメータの実験的な取得を進める。

石綿や廃POPの処理技術やブラウン管等ガラス素材中の有害元素の分離技術等の実験的検討を行う。不法投棄・不適正処分場の環境修復技術の評価方法について検討する。

建設用循環資材の試験方法の開発を進め、環境安全品質検査方法の素案を提示する。プラスチック再生製品では製品中の添加剤や重金属類の含有量試験と溶出試験を継続するとともに、使用過程を想定した各種分解試験を実施する。

《萌芽的な基盤研究》

循環資源等に含まれる有害物質等の物質同定、毒性、物性等に係る測定・評価手法を開発し、開発手法の難燃剤や関連試料への適用性について考察する。また、処理・資源化技術フローを整備しつつ、新規バイオ燃焼等の資源化技術の開発と実証へ着手する。

将来の資源需要と国際物質フローの構造や物質ライフサイクルにおけるリスク管理方策、循環型社会・廃棄物分野の施策等を国際的、科学的視点から提示するために、解析手法の開発やデータ収集、事例調査を進める。

《環境研究基盤の整備》

資源利用に関わる物質フローや性状、費用等の適切な循環利用と廃棄物処理に必要なデータの調査とデータ

ベース整備において、国際資源フロー、製品含有資源量、廃棄物処理時系列データ、最終処分場データなどの情報集積を進める。

《研究開発連携の推進》

国内における循環型社会形成と3Rのアジア等国際展開に向けて、外部連携の推進による社会実装に向けた今後の戦略・戦術を具体化する。特に、日本独自の資源化技術や環境修復再生技術等の適用、循環資材の環境安全管理のアジア域内標準化、3Rのアジア等国際展開などに向けた連携体制を更に強化・構築することを目的にアジア域内の研究拠点形成に着手する。

《災害・放射能汚染廃棄物等対策研究》

災害廃棄物及び放射性物質に汚染された廃棄物・土壌等について、中間処理（減容化・再生利用等）や中間貯蔵を含む最終処分に係る処理処分技術の基礎的又は実証的な試験検討により、新たな技術システムの開発・高度化・評価を行う。また、既存の放射性物質汚染廃棄物処理関連施設における放射性物質の蓄積挙動などを調査把握し、長期的管理・解体等技術に関する基礎的な知見を得る。

【研究プログラム「循環型社会研究プログラム」】

《PJ1：国際資源循環に対応した製品中資源性・有害性物質の適正管理》

資源性・有害性物質の適正管理に資するマテリアルフロー・サプライチェーン及び環境影響に係る情報収集を継続するとともに、資源回収と有害物質排出の評価のための事例を蓄積する。また、関連したESM（環境上適正な管理）の考え方を整理し、国内と途上国での要件を検討する。

《PJ2：アジア地域に適合した廃棄物管理》

準好気性埋立技術におけるガスと浸出水の定式化と検証を進める。アジア地域における分散型液状廃棄物の性状・処理実態を踏まえ、地域特性に適した省エネメタン発酵等の技術開発を行う。継続的にアジアの廃棄物管理ツールを集積しつつ、廃棄物管理計画策定支援ツールの開発に着手する。

《PJ3：地域特性を活かした資源循環システムの構築》

地域の潜在的循環資源量や既存の産業規模・施設立地等のデータ収集・解析を進める。地域づくりに関する既往研究のレビューをとりまとめ、地域循環と地域活性化の関係性についてソーシャルキャピタルを含めた調査・解析を行う。これらをもとに、資源循環システムが地域振興や地域産業の活用と調和するうえでの要点や枠組みを構築する。

1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	累計
① 運営費交付金	290	585				875
②総合科学技術会議が示した競争的資金	347 (396)	546 (583)				893 (979)
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)	15	5				20
④その他の外部資金	36	6				42
総額	688 (737)	1,142 (1,179)				1,830 (1,916)

注1. 括弧内は、再委託費を含めた金額。

1.4 平成24年度研究成果の概要

【当該分野の研究活動】

《全体総括》

資源循環・廃棄物研究分野の従来からの柱である**政策対応型廃棄物管理研究**については、それぞれの設定課題について全体的には着実に成果が挙げられているが、論文化とともに政策貢献についての活動は今後の課題である。**萌芽的な基盤研究**については、国際的な物質フロー分析手法の確立や循環型社会形成に資する新たな制度設計など、これまでの当該分野で不十分であったテーマへのチャレンジがみられ、研究体制整備により将来の柱になる可能性がある。バイオマスエネルギー化の新たな技術開発研究は、特有の性状をもち逆有償である廃棄物系への適用の意味で差異化でき、独自性の高いコンセプトでの技術開発が進みつつある。**環境研究の基盤整備**については、情報基盤の整備が進んでいても公開に費やす労力の確保が出来ない状況である。**研究開発連携の推進**については、災害・放射能汚染廃棄物等対策研究の推進体制の一層の強化を図り、積極的に成果の発信と政策貢献を果たし、アジア連携体制推進においても共同研究拠点をタイに設置した。特に**災害・放射能汚染廃棄物等対策研究**については、これまでの蓄積してきた廃棄物管理研究分野の蓄積をベースに、放射性物質挙動、処理処分・再生利用技術、施設長期管理・解体技術、測定・モニタリング技術、フローストック管理手法、リスクコミュニケーション・マネジメント手法などについての基礎研究及び開発・高度化のための応用研究に幅広く着手し、社会及び行政等への情報発信も同時に行いながら先端的な成果創出を行っている。

《政策対応型廃棄物管理研究》

低炭素社会に適合した熱的処理技術については、一般廃棄物焼却発電能力の増強等に関する最新のデータを蓄積し、焼却残さの排出施設外での有効利用等の実態を明らかにした。成果は、自治体による焼却施設設置時の方式選定等のための総合指標として提示する。メソポーラス触媒担体の新たな合成方法の開発を行い、触媒の微細構造を明らかにした。また、CO₂ 対象逆シフト反応特性と効果を明らかにした。

新しい埋立・管理手法の構築については、中型カラム通水試験を用いた実験条件を最適化し室内試験により評価した。海面最終処分場の廃止期間同定法を提案し、実処分場への適応を進めた。準好気性埋立に関する数値解析へのアプローチと現場計測や模型実験の結果を融合させるための研究に着手した。海面埋立処分場のアジアへの技術移転を念頭に、現地コンサルや自治体等との技術的な交渉を進めている。

流域内自然循環と調和した低炭素型液状廃棄物処理については、分散型污水处理施設におけるGHGs 排出量推定の方法論を確立するとともに、実測調査により浄化槽等の排出係数を得た。この成果は、国家インベントリへ反映予定である。また、閉鎖性水域の環境修復に貢献する水耕植物として、クレソン・セリ混合植物による浄化性能が一番大きいことが分かった。汚泥や植物残渣などのバイオマス残渣からアセトン合成する技術を水熱処理試験で評価し、汚泥と初殻では酢酸生成能が良好であった。

負の遺産対策・難循環物質処理・計測手法については、石綿の適正管理に関して、偏光顕微鏡を用いた石綿の迅速判定法の有効性を建材がれきに適用して確認した。POPs の適正処理に関して、ヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)が制御燃焼下で適正処理できる可能性を示し、適正処理技術の実証として国際的にも先駆的な知見を得た。鉛ガラスからの鉛分離技術に関して、塩化揮発法により鉛の揮発率が99%となる条件を得て、実証レベルでも低エネルギーで高い鉛の揮発率を得られる可能性を示した。不適正が疑われる処分場の現地調査方法を策定するため、物理探査やサンプリングによる斜面安定解析、地下水漏洩、安定化年数判断に向けた調査研究を実施し、埋立物強度特性について成果を提供した。また、被災地の仮置場火災防止として現地を巡回すると同時に、除染廃棄物の仮置場管理方策についてとりまとめた。

再生製品の環境安全品質評価については、大型水槽実験による製鋼スラグの海域利用におけるpH 影響はほとんどなく、実海域でのpH を判定するための試験法標準化の知見を提供できた。プラスチック再生材料の射出成形において腐食等で金型の表面が荒れ、成形品に表面不良が発生して問題となっており、その原因について検討、考察を行った結果を事業所にフィードバックし、品質管理上の有用知見として活用された。

《萌芽的な基盤研究》

資源利用のライフサイクル管理に関するシステム評価と制度研究については、金属資源とバイオマスの国際移動量の物質フロー分析に着手し、限定された統計データ等からの推計を可能にするために二次計画法によるフローの最適手法を設計・適用した。海外における使用済み小型電池の回収・リサイクル制度において、自治体の回収費用は生産者によって充当され回収インセンティブがあること等の特徴を把握できた。また、高齢者の3R・ごみ排出行動の規定因や途上国における廃棄物分野のインフォーマルセクターの成立要因を明らかにする研究に着手した。

資源循環・適正処理を支援する基盤技術研究については、バイオアッセイを用いた難燃剤及びPAHsの包括的毒性評価法の構築を進めるとともに、試料媒体としてハウスダスト及びバイオ重油に含まれる化学物質リスクの評価に着手した。また、新規臭素系難燃剤の蒸気圧等の物理化学パラメータを測定した。焼却残渣の溶融スラグ化における重金属溶出抑制処理について、実施設のヒアリング調査を行い溶出抑制への効果を考察した。バイオ重油の製造技術開発では、実装規模で燃料製造を行いつつ常温で固化を防ぐ技術開発を行った。

《環境研究基盤の整備》

風力発電や燃料電池などの新エネルギー技術に必要なレアメタル（ネオジウム、コバルト等）を中心に経年的な国際移動量のデータ収集を行い、国際貿易統計(BACI等)における品目分類に関する時系列データの一貫性の検証を進めた。また、主に国内の法令における物質管理の規定の類型や特徴を800以上整理したデータベースの公開準備を進めた。さらに、自治体政策情報として、約780自治体の電気電子機器および乾電池の分別収集区分についての情報を整理するとともに、製品中の資源賦存量についてスマートフォンなどの新製品のデータを蓄積した。国際データとしては、東南アジア主要都市の都市廃棄物の性状データを、処理技術の適用範囲等の視点から三角ダイヤグラムに整理した。

《研究開発連携の推進》

災害・放射能汚染廃棄物等対策研究の推進体制については、昨年度に研究センター内連携体制を整備し、今年度は環境省福島環境再生事務所への派遣常駐、他機関との共同研究等による連携により一層の体制強化を図り、調査研究、成果の発信、環境省との連携により学術及び政策への大きな貢献を果たしている。

3R分野におけるアジア等研究・技術開発推進基盤の構築については、研究連携を進めてきたタイのキングモンクット工科大学、カセサート大学及びNIESの三者で共同研究拠点を設立した。ベトナムにおいては、ハノイ市内の研究協力機関内にサテライトデスクを設置した。タイにおいて2011年に発生した洪水被害を受けて水害廃棄物管理に関する人材育成を目的にセミナーを2回実施し、「洪水廃棄物管理ガイドライン」を策定中である。韓国、中国、台湾、シンガポール、インドと交流し、廃棄物・産業副産物の循環利用と環境安全品質管理に関するワークショップを10月に開催した。使用済み電気電子機器(e-waste)に関して東南アジア諸国等の研究者と情報交換を行い、タイでワークショップを行い議論する予定である。

循環型社会を基調とした地域再生プロジェクトについては、環境自治体会議やまちづくりの有識者とのコミュニケーションを図り、ネットワーキングを行った。

《災害・放射能汚染廃棄物等対策研究》

放射性物質の基礎挙動・挙動メカニズムの解明については、焼却プロセスを再現可能なマルチゾーン平衡計算を開発し、放射性セシウムの挙動メカニズムが説明可能になった。放射性Csの草木類腐植化過程での溶出挙動、各種土壌材料の吸着性能、吸着挙動を明らかにした。成果は自治体の汚染廃棄物の処理方法設計に活用された。

処理処分・再生利用技術の開発・高度化・評価については、**熱処理減容化技術**について方式が異なる2施設で調査し、放射性Cs等の濃縮・分配上の諸特性データとの関係性さらにバグフィルターでの除去性等について定量的に明らかにした。また、ラボ試験等により土壌等を含む廃棄物高温溶融、ガス化改質プロセスでのCs等主な無機元素の挙動を明らかにした。**洗浄・水処理技術**については、埋立地浸出水中の放射性Csに関する実証試験を実施し、RO膜の適用による放射性Csの分離・濃縮、ゼオライトやプルシアンブルーなどの吸着材による放射性Cs除去技術を確立した。また、飛灰洗浄技術の実証試験を企業等との連携により実施し、最適な

洗浄条件、洗浄排水中の放射性セシウムの吸着濃縮回収条件、作業や周辺環境への安全管理等に関する要件を明らかにした。**不燃物等減容化・再生利用技術**については、効率的除染実施のためのコンクリートへのCs浸透状況測定、汚染コンクリートなどの活用に関する技術的課題抽出、除染浄化物の復興工事への安全な活用、汚染材料を安全に利用し利用者の理解を得るためのリスク評価の準備を行った。これらの活動・成果等は、建築学会と日本コンクリート工学会における提言や被災地域における復興資材としての活用のためのプロジェクト（東北大学主催）において活用された。**コンクリート技術**については、焼却飛灰に含まれる放射性Csの安定的固化と溶出防止のためのコンクリートバリアに関する基礎検討を行い、CsとSrの各種セメント硬化体への浸透状況の予備試験を行った。また、汚染した焼却飛灰などの指定廃棄物の最終処分施設に用いるコンクリートに関して、求められる技術的要求事項を明確にするべく、少数の専門家からなるコンクリート研究委員会を立ち上げた。**最終処分（仮置保管含む）技術**については、仮置場管理の適正化に向けた腐敗性廃棄物の減容化と固形化技術について、除染草木類の圧縮成形による発熱実証試験、除染稲わらのペレット化とセメント固型化の室内試験を実施し、圧縮成形での発熱上昇低下やセメント固型化による溶出率低下を確認した。

関連施設の長期的管理・解体等技術の確立については、**焼却施設**での耐火物中セシウム量等の実態データを蓄積するため、汚染程度の異なる多数試料の分析を行うとともに、実設備内に設置の気孔率等の異なる耐火物試料の追跡試験をもとに、実際の浸透特性を把握した。一方、小規模加熱装置を用いた模擬実験系で、耐火物試料へのセシウムの供給と分布の測定の準備を進めた。これらを踏まえ、セシウム蓄積量を推算するシミュレーションモデルの構築を検討中である。また、**最終処分場**における放射能汚染廃棄物の環境放出を制御するため、焼却灰やその固化体の溶出・吸着試験を実施して、具体的な封じ込め技術を数値埋立モデルを援用して提案し、実処分場での指導や特措法ガイドラインの科学的根拠として利用した。また、海面処分場における特定一廃、特定産廃、広域処理災害廃棄物焼却灰の埋立における安全性評価手法を開発し、自治体に適用した。

測定分析・モニタリング技術の確立については、各種の廃棄物、再生材料等を選択し、放射能濃度、線量測定に向けた基礎的検討を行っている。不均一性が見込まれる試料1ロットに対して代表性のあるインクリメントの取り方について事例を積んだ。また、複合部材からなる廃製品中の放射能濃度、線量の包括的な把握に向けた基礎的検討を廃船舶等を対象に現地にて実施し、成果を関連自治体に報告した。廃棄物試料のセシウム放射能濃度の精度確保を目指したクロスチェックを実施し、ばらつき要因の解析を行った。また、放射性ストロンチウムの簡易測定法の検討に入った。上記で得られた成果は、「廃棄物等の放射能調査・測定法暫定マニュアル」（平成23年11月、廃棄物等の放射能調査・測定法研究会編）の改訂や追加策定に、さらには廃棄物関係ガイドラインに反映される予定である。

フローストック把握・管理システム最適化については、一般廃棄物焼却灰の放射性物質汚染状況の推移と季節変動を明らかにした。空間線量率や放射性物質土壌濃度、土地利用状況、施設の処理方式等を用いて汚染レベルの傾向を分析した。下水汚泥についても同様の分析に着手した。産業廃棄物統計等を解析して放射性物質が再生利用に向かうフローを特定した。破碎選別や堆肥化など、焼却以外の中間処理技術における放射性物質の挙動把握に着手した。

リスクコミュニケーション・マネジメントについては、放射性物質汚染廃棄物の処理において、施設立地等にかかる住民説明会の状況分析により、コミュニケーションにかかる問題構造を一般化した。また、マスコミ報道の傾向分析等により情報リテラシー向上に向けた課題を整理した。災害廃棄物処理における各主体の対応等について、システム思考の分析により課題を整理し災害の非常時におけるマネジメントのあり方について提示した成果は、震災廃棄物対策指針の改訂作業に活用予定である。

【研究プログラム「循環型社会研究プログラム」】

《全体総括》

循環型社会研究プログラムにおいては、国内地域から世界（アジア圏）までの安定かつ環境負荷低減性と環境効率の高い資源循環と廃棄物管理、それを支える社会システムづくりに貢献することを目的としている。各

研究プロジェクトは空間的に研究対象の場が異なるが相互に関係性があることから、プログラム全体として共通の研究アプローチを体系的に構築し、各プロジェクト間の融合を図ることを目指し、以下の4つの研究ステップで、自然科学と社会科学における研究技法を適用することとした。(1) 資源・廃棄物と金銭のフローを明らかにする、(2) フローの成立要因としての技術・経済・社会的な関連要因を構造化する、(3) 管理すべき資源の消費や廃棄物等の環境の影響を明らかにする、(4) 望ましい循環型社会を実現するための政策や技術システムを設計・評価し提示する。各プロジェクトの成果は、未だ震災対応へのウェイトが大きいため不十分であることは否めないが、上記の(1)～(4)に沿って再構成すると、以下のように総括できる。

(1) については、国際サプライチェーンのモデル構築が進展しており、国際資源循環の動態解析だけでなく、日本の最終消費からみた国際的連鎖構造を分析する研究アプローチが進化してきた。これにより、国内のマテリアルフローとの連結が可能になっていくと考えられ、国際的な資源循環と調和した日本の循環型社会の方向性に関する様々な政策的含意からの分析基盤を整備しつつある。また、日本の地域やアジア新興国内の資源や廃棄物等の詳細なマテリアルフローの把握は、地域の循環型社会の将来像を議論する上での重要な情報基盤となる。バイオマスや金属資源、廃棄物管理の観点からの都市廃棄物のミクロなフロー構築も進んでいる。

(2) については、地域循環と地域活性化との関連性についてソーシャルキャピタルに着目した調査解析を進めている段階であるが、一般化された結果までには至っていない。アジア新興国におけるリサイクルに寄与しているインフォーマルセクターの動態について、社会科学的アプローチにより理解を深めつつある。国際資源循環の動態、特に静脈フローへの影響要因については、一般化に向けた検討は不十分である。

(3) については、国際資源循環に伴う環境保全レベルの低い途上国でのリサイクル段階での環境影響の知見を集積している。また、国内での資源消費やアジア新興国での廃棄物処理に伴う温室効果ガス排出等の環境負荷について、LCAの手法に基づく評価を行っている。後述する(4)の改善シナリオによる効果分析のベースとなる。

(4) については、国際資源循環の環境上適正な管理の概念について、作業仮説としてのフレーム案を提示した。また、地域循環システム概念・方向性について、5つの目標(評価軸)を提示した。それらの概念のもとに循環型社会を構築する上での政策・制度の方向性の議論は十分でない。技術システムの設計評価の観点からは、アジア新興国に適用可能な準好気性埋立処分や分散型液状廃棄物処理の個別技術の開発研究が進展するとともに、各国・各都市の廃棄物性状に応じた技術システムの適合性や最適設計の手法を提示した。

《PJ1：国際資源循環に対応した製品中資源性・有害性物質の適正管理》

国際サプライチェーンの分析モデルを構築し、日本の最終需要に関連して国内外で発生する温室効果ガス排出量の世界分布の同定や、日本の財・サービスに関する国際サプライチェーン内包型環境負荷原単位を算定した。金属資源を対象として、国際マテリアルフローに関する基礎データの整備、日本からの中古携帯電話の輸出量の推定を行った。また、国際フローと国内フローとのリンケージを意識して、主要金属の国内サプライチェーン構造の解析により、鉄鋼材料のAlloy to Alloy リサイクルの重要性を示すとともに、全国の一般廃棄物処理における電気電子機器廃棄物(E-waste)の排出原単位を推定した。

フィリピンを例にE-waste リサイクルサイトにおける作業環境ダストと土壌の有害金属類の調査を行い、両媒体において高い汚染濃度を示す元素が同定された。インフォーマルサイトの作業員からは生体影響の見られるレベルの血中鉛濃度が検出された。子供のダストまたは土壌の暴露を仮定し、リスクありとの評価を得た。

E-waste などの循環資源のESMの概念について、海外における取組みのレビュー、インフォーマルセクターに関連するフィリピンでのワークショップ開催、国内ではE-wasteの輸出向け金属スクラップへの混入状況の確認と関係行政機関への情報提供を行った。

《PJ2：アジア地域に適合した廃棄物管理》

準好気性埋立地におけるアジア地域の気候特性(降雨・温度)に適用可能なGHGs排出モデルを開発し、テストセル実験などの実データを元に検証した。小規模のアジア向け装置としてカスタマイズしたバイオガス装置と脱硫プロセスを開発し、地域的・社会的制約条件より最適技術を導き出すアルゴリズムを開発した。廃棄

物管理システムの改善方策の「実行可能性」を、分別による都市ごみの品質変化に着目して、ベトナム国ハノイ市を事例に評価した。

《PJ3：地域特性を活かした資源循環システムの構築》

国内外の事例から、地域循環圏の形成に求められている社会的潮流、地域システムの設計・評価に欠かせない視点を調査・整理した。地域循環圏への要請の理論的根拠は脆弱であり、5つの異なる目標（評価軸）を有する地域資源循環システムの方向性・キーワードを提示した。また、循環する物質（金属およびバイオマス）、空間（高知県）に着目して評価軸の基礎データとなる地域特性のプロファイルデータを収集・整備した。それらのプロファイルデータを組み合わせた資源ポテンシャル等の指標作成の検討に着手するとともに、地域循環と地域活性化との関係についてソーシャルキャピタルに着目した調査・解析を実施した。得られた地域プロファイルデータ等を用い、ケーススタディの一つとして、人口減少とリサイクルの進展シナリオにおける地域の一般廃棄物処理システムの設計と評価を行い、CO₂排出削減効果の観点からは中小規模の人口地域での統合化に合理性があると考えられた。

1.5 今後の研究展望

【当該分野の研究活動】

《全体総括》

当面は危急の課題である**災害・放射能汚染廃棄物等対策研究**に傾注すべく、体制の拡充を国に要望しつつ現有体制により社会からの要請に添えていくしかない。外部連携を一層進める必要がある。放射能汚染廃棄物に関する研究は、廃棄物の適正処理研究の長年の蓄積がベースになっている。その意味では、放射能問題に関する研究の深化を従来研究の学術的基盤強化にフィードバックさせることが可能である。また、災害と環境に関する新たな学術体系を構築できる可能性がある。

政策対応型廃棄物管理研究においては、短期から中長期的な政策課題を見通しつつ、プライオリティを明確にしていく。熱処理における廃棄物のエネルギー転換、埋立処分における超長期的物質挙動、アスベスト・ナノマテリアルの廃棄物管理、流域保全に向けた分散型液状廃棄物処理システムなどの技術研究に今後は政策・マネジメント研究を統合的に行っていく必要がある。**萌芽的な基盤研究**において展開を図っている国際マテリアルフローモデル構築と政策的応用、拡大生産者責任に関する法制度研究、廃棄物系バイオマスからの革新的エネルギー転換技術開発研究には、次期の柱となる研究として重点的に投資していく。**環境研究基盤の整備**については、学術的・社会的に波及効果の大きなデータベース等を優先的に発信していく。**研究開発連携の推進**については、災害・放射能汚染廃棄物等対策研究は先に述べたとおりである。もう一つの柱であるアジア新興国との共同研究拠点を軸に、国内においても援助機関や民間企業等との連携を一層強化しアジア関連研究の展開を強化する。

《政策対応型廃棄物管理研究》

低炭素社会に適合した熱的処理技術については、熱エネルギー回収と残さの物質利用という二つの指標を統合し得る総合指標の創出、ガス化改質とガス変換プロセスの開発における触媒充てん剤の性能向上に向けた複合的材料開発を継続する。

新しい埋立・管理手法の構築については、準好気性埋立を理論的に証明できる数値埋立モデル構築に向け、実験データと数値計算結果の統合的研究展開を進めていく。海面処分場については、廃止基準の社会実装に向けた取り組みと理論構築を強化し、アジア諸国への技術移転を含めた情報発信力等を強化する。

流域内自然循環と調和した低炭素型液状廃棄物処理については、ライフスタイル変化等による液状廃棄物の質・量の変化に応じた利便性向上や低炭素化推進と、災害対応を考慮した分散型処理システムの構築を図る。また、水生植物緩衝帯等の役割と水質浄化の影響要因の解明を行い、未利用汚泥植物残渣等からのアセトン生成能などの改善手法開発・評価を実施する。

負の遺産対策・難循環物質処理・計測手法については、建材や廃棄物からの石綿繊維飛散量を実験的に検討

するとともに、引き続き POPs 候補物質の燃焼試験を進める。ブラウン管ガラスの鉛分離技術に関して、塩化揮発法や熔融分相法等の基礎検討を引き続き継続する。不適正が疑われる処分場については、産業廃棄物処分場の調査を継続して実施し、安定化年数同定に関するデータ収集を行う。災害廃棄物仮置場管理について、現地調査を継続すると同時に、除染仮置場についてより合理的な技術案を提示していく。

再生製品の環境安全品質評価については、製鋼スラグの海域利用判定試験、建設系循環資材全般のカラム通水試験の標準化を目指す。再生プラスチックでは劣化や成形時の金型腐食等のメカニズム研究から、再生製品全般の品質を俯瞰するアプローチへ展開する。

《萌芽的な基盤研究》

資源利用のライフサイクル管理に関するシステム評価と制度研究については、資源の国際マテリアルフローと GLIO モデルと接続した分析手法の開発を進めるとともに、拡大生産者責任（EPR）についてのステークホルダーの認知ギャップに関し国際アンケート調査を行う。資源循環・適正処理を支援する基盤技術研究については、バイオ燃料の製造技術を実証フェーズに完全移行するために、スケールアップ等の積み残し課題を解決する。熔融スラグ中金属鉛粒子の生成抑制法開発を目指す。

《環境研究基盤の整備》

ソフト研究の将来展望について議論した内容や今後議論される技術研究・リスク研究の将来展望をふまえ、今中期計画期間における実施事項を再度明確化し、求められるデータベースの整備を進める。

《研究開発連携の推進》

災害・放射能汚染廃棄物等対策研究の推進について、外部連携体制を強化し、中核機関としての役割を果たす。3R分野におけるアジア等研究・技術開発推進基盤の構築については、タイにおける共同研究拠点を中心に東南アジア地域内における研究連携を強化させ、共同研究結果を国際ジャーナル等で発表し、アジア域内外での NIES 廃棄物研究のプレゼンスを向上させる。また、アジア域内での手法・技術の標準化については各国研究機関と連携し推進を図る。

《災害・放射能汚染廃棄物等対策研究》

放射性物質の基礎挙動・挙動メカニズムの解明については、マルチゾーン平衡計算、溶出・吸着モデルのメカニズム解明と一般化をはかり、各種評価、制御方法への応用展開を図る。

処理処分・再生利用技術の開発・高度化・評価については、熱処理減容化技術の操作条件を最適化と標準化、飛灰洗浄技術のスケールアップ化に向けた各種の実用化検討、不燃物等減容化・再生利用技術における汚染コンクリートや焼却灰固化物の資材活用等におけるシナリオ設定と安全評価、最終処分（仮置保管含む）技術における腐敗性廃棄物の仮置場適正管理手法、最終処分における隔離層性能等の実証的検討、コンクリート構造物の長期安定性評価と設計方法の提示を行う。また、関連施設の長期的管理・解体等技術の確立について、施設内への Cs 蓄積挙動のモデル化に基づく維持管理・解体手法の指針化、最終処分場における特定一般／産業廃棄物処分場、中間貯蔵施設や指定廃棄物処分場整備に向けた技術思想を踏まえた長期ライフサイクルにおける管理手法の考え方を構築する。

測定分析・モニタリング技術の確立については、各種の廃棄物処理、リサイクルの適正性やリスクの評価を行う上で欠かせない基盤要素であるため、現場事例調査を重ね、ライフサイクル静脈側の各場面における放射能計測や管理のあり方について十分な考察を踏まえて、廃棄物分野における方法論の確立を図る。

フローストック把握・管理システム最適化については、下水汚泥、浄水発生土の放射性物質汚染状況の傾向分析を進める。また、各処理プロセスへの放射性物質流入量の推定と今後の推移の試算を行う。

リスクコミュニケーション・マネジメントについては、現在の行政による説得型合意形成手法の限界を踏まえて、国民の情報リテラシー向上と、地域ごとの立地問題における各主体の責任の自覚と相互信頼の下で熟議を通じた新たなコミュニケーション手法と社会開発への可能性を検討する。

【研究プログラム「循環型社会研究プログラム」】

《全体総括》

得られている成果は断片的になっている印象があるが、それは異なる空間スケールの資源循環・廃棄物管理システム間の関係性を理解し、また全体を包含する概念と研究の方法論づくりが途上であることに起因している。また、震災対応で研究者の-effortを十分に投入できない点も大きな原因となっている。今後、各PJごとに当初計画に基づく研究推進を図りながら、三つのPJの核となる研究をプログラム全体の概念の下に明確にして、統合的アプローチを同時並行的に検討して行く。

《PJ1：国際資源循環に対応した製品中資源性・有害性物質の適正管理》

マクロな視点から、金属資源を対象にして国際サプライチェーンの構造解析と資源性と有害性の観点からの評価に関する研究展開を図るとともに、国内サプライチェーン分析に基づく高度な物質循環像の提案および精緻な解析を進める。ミクロな視点からは、電気電子機器廃棄物（E-waste）について国内フローとアジア諸国の排出量インベントリ等に関する検討を進める。

フィールド調査に関しては、開発途上国におけるE-wasteリサイクルや金属製錬等のフィールド調査例数を増やし、ラボ試験やマテリアルフロー等の量的情報と組み合わせた無機金属や有機物質の排出係数の算定を試みる。標準的かつ具体的な調査及びリスク評価手法提供を含めた総合的な取り組みを進める。

製品中資源性・有害性物質の環境上適正な管理（ESM）に関して、ESM要件の検討の継続と、対策効果の検証研究枠組みづくりの構想に着手する。また、E-wasteをはじめ有害危険廃棄物のハザード評価と防止対策の検討を継続し、越境移動のルール作りと合わせて、途上国におけるESM事例と普及の課題を提示する。

《PJ2：アジア地域に適合した廃棄物管理》

高温多雨のアジアモンスーン地域の気象条件等を考慮した上で、準好気性埋立に浸透する水と大気の空間分布を数値解析によって表現するとともに、GHG排出モデルと併せて制御手法とその評価を進める。また、準好気性埋立技術とアジアに適合した浸出水循環や人工湿地等の浸出水処理技術の開発を進める。

中国新農村建設対策に適した生活污水处理技術評価と政策課題を検討するとともに、小規模バイオガス施設向けに開発したサイフォン型無動力攪拌の仕組みを、現行施設へ実装可能なオプションユニット化する。メタン濃度安定化のため脱硫装置をアップグレードし、二酸化炭素吸収能を備えた装置の開発に着手する。また、汚泥処理の技術選択アルゴリズムを開発する。

埋立処分に代わる都市廃棄物の処理技術導入に当たって制約条件となる要素を抽出し、処理技術の適用条件を明らかにする。さらに東南アジアの都市部を想定した都市廃棄物管理システムの環境負荷を定量化する。

《PJ3：地域特性を活かした資源循環システムの構築》

整備した地域プロフィールデータを活用しながら、金属、バイオマス、下水汚泥、プラスチック等を対象に、①統合化（技術連携、産業連携、同種属性を有する異種廃棄物の一括処理）、②地域活性化（人的活用、雇用効果）、③地域資源の活用、④人口減少、⑤クリーン・サイクルという5つの方向性を有する地域資源循環システムの一次評価を行う。その結果をもとに、地域システム評価の方法論の検討、不足データの収集、プロフィールデータの指標化、得られた知見の事例調査のなかでの妥当性確認などを行い、地域資源循環システムの設計への展開を図る。

【研究分野全体】

循環型社会形成は環境政策の柱であり、資源循環・廃棄物研究分野への社会的要請は極めて大きい。加えて、災害・放射能汚染廃棄物の問題は、現在の日本が復興・再生するために第一に解決しなければならない最重要課題であることは自明である。それらに応えるために現在の研究者リソースでは限界があることから、将来を見据えて今後推進すべき柱となる研究課題を明確にすることとしたい。循環型社会研究と廃棄物管理研究の統合的概念としての資源性と有害性の管理方策を、地域からアジア圏までの空間スケールで社会の持続性を確保する術として提示することを目指したい。

1. 6 自己評価

【当該分野の研究活動】

東日本大震災・原発災害による現状の国難に立ち向かい、国立研究機関の使命として災害・放射能汚染廃棄物等対策研究を推進し、国や自治体等の政策形成に資する科学的基盤を提供し続けている。研究センター内の体制整備と中核機関として他機関等との連携を一層強化し、機動的運営を図っている。

そのような状況の中で当初中期計画における研究課題については進捗が遅れているものもあるが、着実に成果が挙げられているものもあり、新たな外部競争的資金獲得も行っていることから、他機関との連携も積極的に行いながら今後は進捗が早まるものと期待している。アジア共同研究拠点の設置は、新たなチャレンジである。

【研究プログラム「循環型社会研究プログラム」】

構成する個別研究課題の成果は挙がっており、震災対応による進捗の遅れやプログラム全体の研究概念自体の熟議は未だ足りないが、各プロジェクト研究の核となる部分に関しても、徐々に明確になってきた。成果発信が不十分である点が課題である。

【研究分野全体】

研究者リソースと推進しなければならない多くの研究課題の間には、明らかに大きなアンバランスがあり、効率的・効果的に成果を創出する臨界点を越えている感がある。しかし、国立研究機関として強い使命感と果敢なチャレンジ精神で多大な政策貢献を果たしている点は、政策対応型研究組織として発足した本分野（研究センター）の伝統と研究蓄積の基盤に根ざしており、評価に値するものと自負している。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
34	39	8	171	46	0

別添1

研究分野の概要

資源循環・廃棄物研究分野の研究体制

資源循環・廃棄物研究センター

正規研究員（センター長・副センター長含む）：21名 研究系契約職員：15名

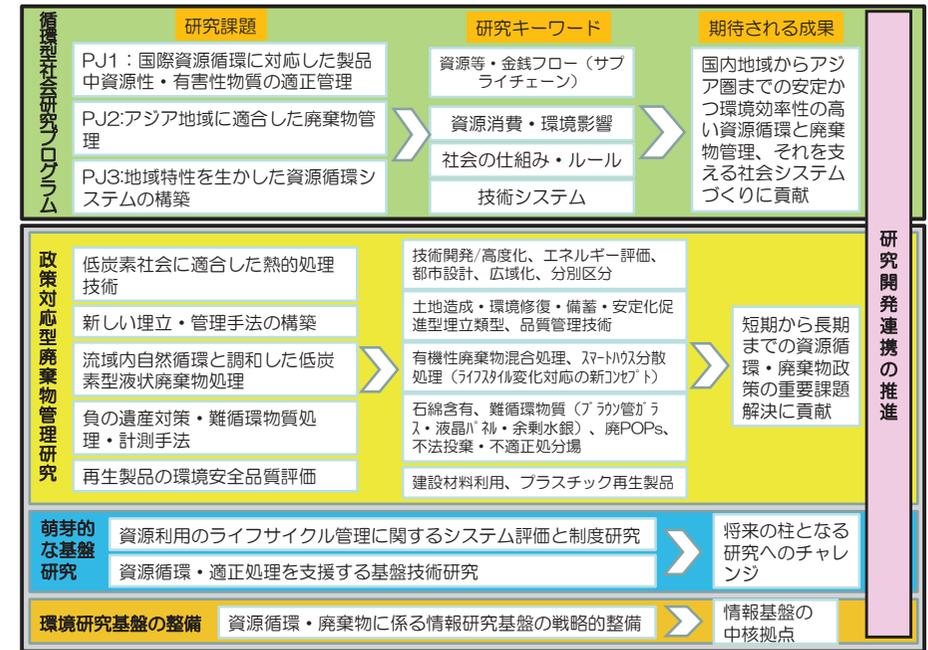
専門分野：工学（環境工学、土木工学、化学工学等）、理学（環境化学、分析化学等）、環境経済学、その他

循環型社会システム研究室	循環型社会に関するシステム分析手法、制度設計、3R技術の総合的なシステム設計・評価に関する調査・研究を行う。
国際資源循環研究室	資源の国際的循環の実態およびこれに伴う環境影響の把握・評価、適正な国際資源循環のための制度設計の支援に関する調査・研究を行う。
ライフサイクル物質管理研究室	有害性・資源性の両面からみた製品・循環資源中の各種物質の挙動解明、ライフサイクル管理方針に関する調査・研究を行う。
循環資源基盤技術研究室	廃棄物・資源循環に係る試験評価手法および性状・物性評価手法の開発、資源循環・廃棄物管理の基礎となる要素技術開発に関する調査・研究を行う。
廃棄物適正処理処分研究室	効率・信頼性が高く、適正な固形状・液状廃棄物の処理・処分技術の開発・評価および地域特性に応じた国内外への社会実装に関する調査・研究を行う。
環境修復再生技術研究室	物質利用・水利用に伴って生じる都市域や流域における土圏・水圏環境の汚染・汚濁の修復と資源の再生・循環利用技術に関する調査・研究を行う。
研究開発連携推進室	資源循環・廃棄物分野の技術の開発および社会実装のための国内外の他機関との連携を推進する。

別添2

研究分野の概要

資源循環・廃棄物研究分野の研究活動体系

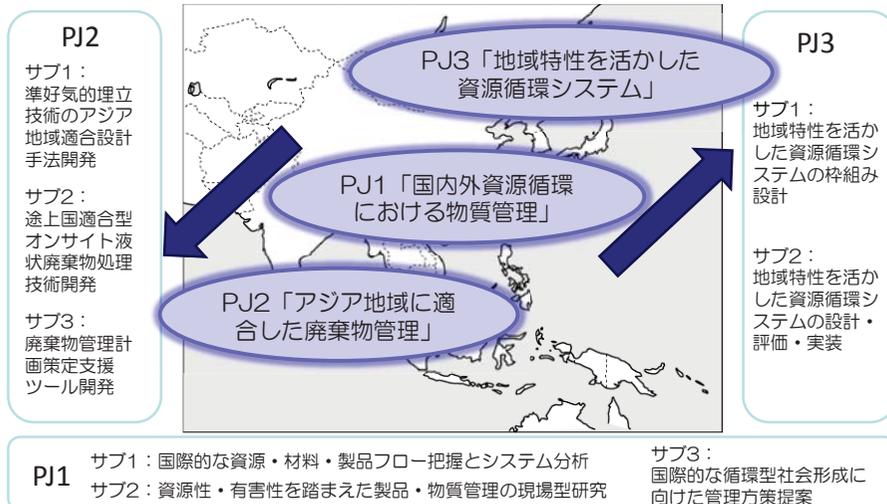


別添3

研究分野の概要

循環型社会研究プログラム ～研究概要・全体像～

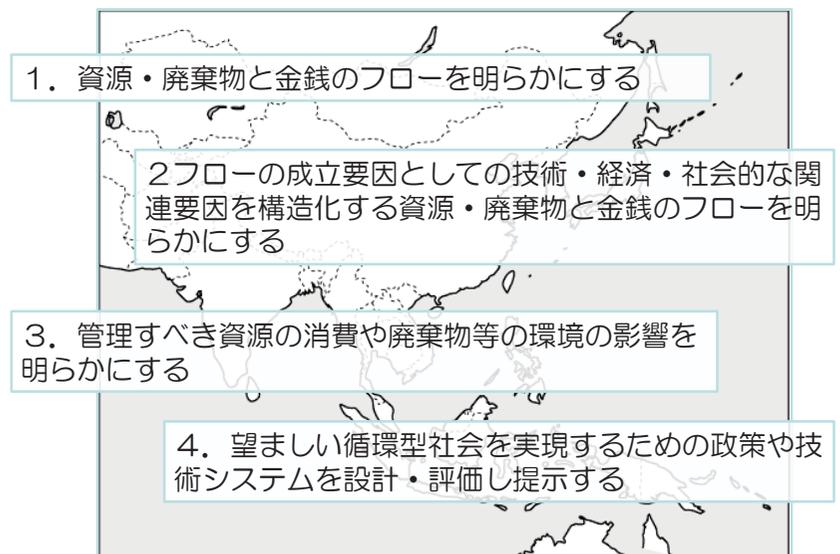
研究の目標：国内地域から世界（アジア圏）までの資源（廃棄物）と金銭の連鎖と社会の因果関係を捉え、安定かつ環境効率性の高い資源循環と廃棄物管理、それを支える社会システムづくりの構想・概念・戦略・戦術を示すこと



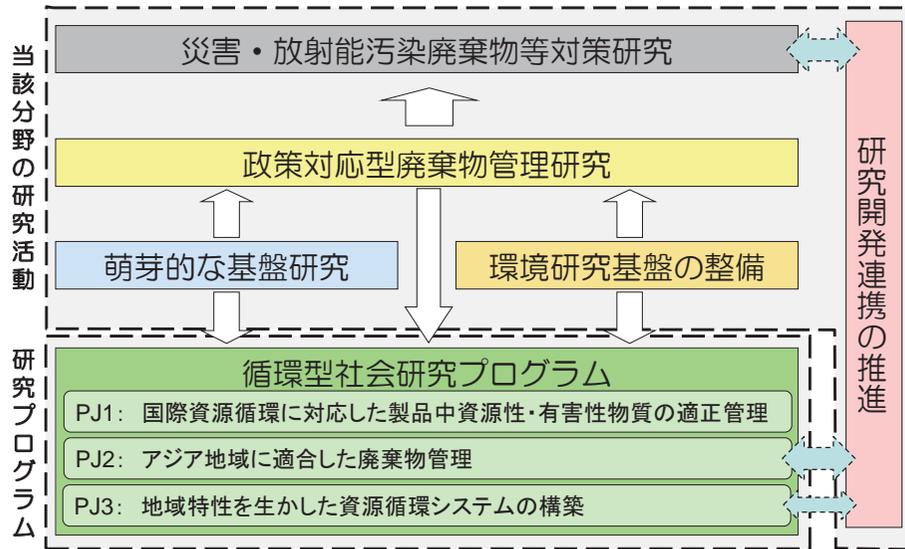
別添4

研究分野の概要

共通概念の形成とプロジェクト間の融合に向けて ～研究アプローチの共通化と共有～



資源循環・廃棄物研究分野における研究活動の構成及び構成要素間の関係



研究開発連携の推進 ～研究開発連携推進室のミッション・体制～

ミッション

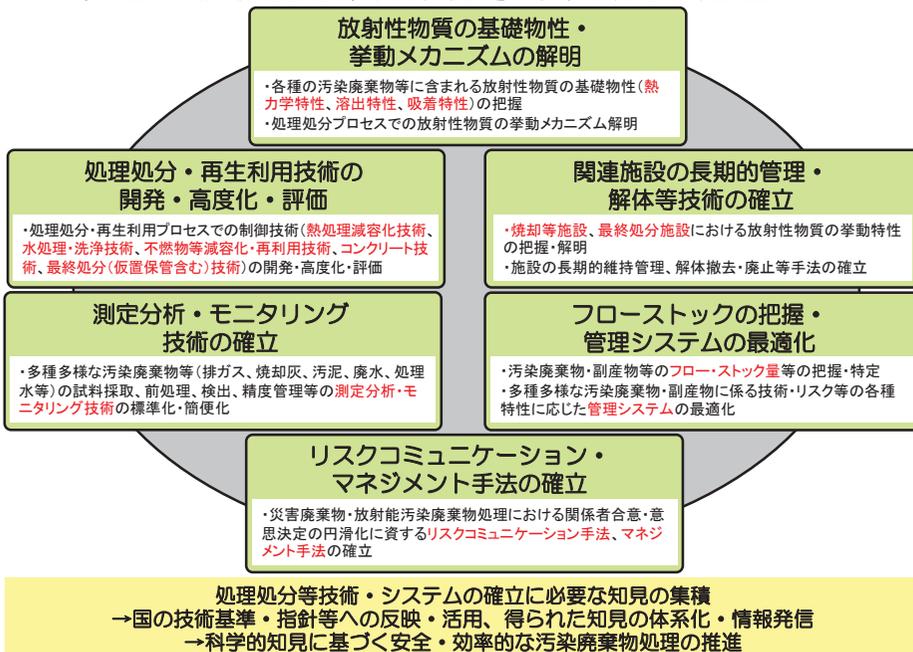
- (1) 東日本大震災に伴う災害・放射能汚染廃棄物等対策の推進
- (2) 3R分野におけるアジア等研究・技術開発推進基盤の構築
- (3) 循環型社会を基調とする地域再生プロジェクトの推進

体制

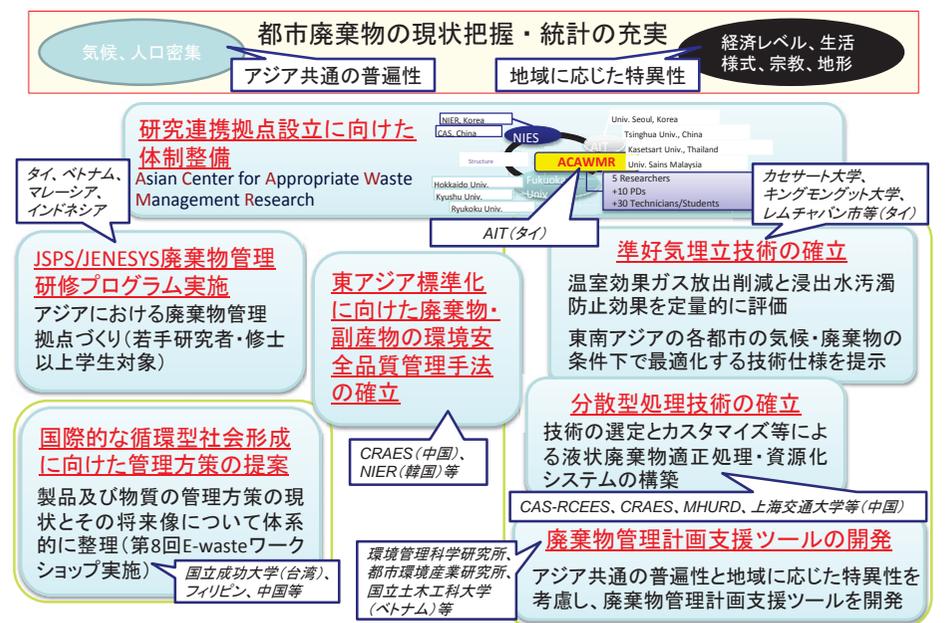
研究開発連携推進室

1. 災害・放射能汚染廃棄物等対策チーム
 - (1) 基礎挙動・物性班
 - (2) 中間処理技術班
 - (3) 再生利用技術班
 - (4) 最終処分技術班
 - (5) 測定・モニタリング班
 - (6) フロー・ストック管理班
 - (7) リスコミ・制度・マネジメント班
2. アジア等研究・技術開発推進基盤チーム
(循環型社会研究プログラムPJ2と連携)
3. 循環型社会地域再生チーム
(循環型社会研究プログラムPJ3と連携)

災害・放射能汚染廃棄物等対策研究の推進



3R分野におけるアジア等研究・技術開発推進基盤の構築



環境リスク研究分野の研究活動の概要

代表者： 環境リスク研究センター 白石寛明(センター長)

構成者：

環境リスク研究センター

	青木康展(副センター長)
[センター長室]	白石不二雄(フェロー)
[環境リスク研究推進室]	青木康展(室長、併任)、菅谷芳雄、鑪迫典久、松本理(主任研究員)、林岳彦、古濱彩子(研究員)、渡部春奈、岡知宏 [*] (特別研究員)、高信ひとみ、田村生弥(准特別研究員)
[曝露計測研究室]	白石寛明(室長、併任)、中島大介(主任研究員)、河原純子(研究員)
[生態リスクモデリング研究室]	田中嘉成(室長)、多田満(主任研究員)、横溝裕行(研究員)、真野浩行 [*] (特別研究員)
[生態系影響評価研究室]	堀口敏宏(室長)、児玉圭太(研究員)、漆谷博志、杉島野枝、李政勲 [*] (特別研究員)、朴正彩(リサーチアシスタント)
[健康リスク研究室]	平野靖史郎(室長)、石堂正美、黒河佳香、曾根秀子、古山昭子(主任研究員)、藤谷雄二(研究員)、宮山貴光(特別研究員)、赤沼宏美 [*] (准特別研究員)
[リスク管理戦略研究室]	鈴木規之(室長)、櫻井健郎、今泉圭隆(主任研究員)、河合徹(特別研究員)
[主席研究員]	藤巻秀和 [*] (主席研究員)

資源循環・廃棄物研究センター

[ライフサイクル物質管理研究室] 滝上英孝(室長)、鈴木 剛^{*}(研究員)

社会環境システム研究センター

[環境経済・政策研究室]	日引聡 [*] (室長)
[環境計画研究室]	青柳みどり [*] (室長)
[環境都市システム研究室]	松橋啓介(主任研究員)、村山麻衣(特別研究員)

環境計測研究センター

[上級主席研究員]	田邊潔(上級主席研究員)
[環境計測化学研究室]	西川雅高 [*] (室長)
[有機計測研究室]	伏見暁洋(研究員)

環境健康研究センター

	新田裕史 [*] (センター長)
[総合影響評価研究室]	中山祥嗣 [*] (主任研究員)
[生体影響研究室]	Tin Tin Win Shwe(研究員)
[環境疫学研究室]	竹内文乃(研究員)

※所属・役職は10月31日時点のもの。また、*印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

環境リスク（人の健康や生態系に有害な影響を及ぼすおそれ）への対応が予防的に行われ、安心が確保されている社会の実現が求められている。化学物質のリスクについては、人の健康と環境にもたらす著しい悪影響を最小化する方法で化学物質が使用・生産されるという、「WSSD2020年目標」の達成を目指して、人の健康や生態系に与えるリスクを総体として把握し、大きなリスクを取り除くための施策の推進が始まっている。化学物質による環境リスクの管理を一層徹底するとともに、予防的対応を念頭にリスク管理・評価手法を高度化する観点から、化学物質等の未解明なリスクや脆弱性集団に対するリスクの評価・管理に資するリスク評価手法の確立が必要とされている。

そこで、環境リスク要因の同定、曝露評価法、健康リスク評価法、生態リスク評価法、並びに、リスク管理に関する手法の高度化を目的として、生態影響試験法の開発、理論化学・情報科学に基づく化学物質の毒性予測手法の開発、曝露経路及び動態の解明と曝露評価法構築、化学物質の環境経由の曝露・影響実態の把握手法の開発、影響評価に資する機構解明と生態リスク評価法構築、有害性評価に資する機構解明と健康リスク評価法構築、環境リスクに関する政策・管理に関する研究、リスクコミュニケーションに係る研究、並びにこれら一連の環境リスクに関する情報整備等を統合的に推進する。

以上の調査・研究を推進することにより、以下の方向を目指す。

- 1、化学物質の生態影響及び健康影響の評価に関する基盤的な研究を進め、環境行政における試験評価手法の検討およびリスク評価の実施に対して科学的な基盤を提供する。
- 2、化学物質の物理化学的性状、及び、統計的外挿手法に基づく毒性予測手法を開発することにより、施策への活用に必要な毒性予測の不確実性に対する定量的な情報の提供を可能にする。
- 3、化学物質の人への健康影響、生態系への影響の評価に必要な有害性や曝露にかかわるデータや情報を体系的に整備することにより、環境リスク評価の実施や指針値の策定等の環境施策を推進する基盤を構築する。
- 4、管理コストと様々な不確実要因を考慮した最適な管理シナリオの作成に貢献するよう、化学物質、貧酸素水塊など、様々な環境かく乱要因の生態系への影響機構を解明し、リスクを評価する。
- 5、多様な有害物質に対する健康リスクの評価に貢献するよう、粒子状物質等の吸入毒性試験を中心に、化学物質の生体影響評価手法の開発と標準化を進める。
- 6、人、生物、水、大気など様々の環境媒体を対象とした高感度・高分離能クロマトグラフ法等による測定法や生物応答試験法等による影響検出法を開発・高度化することにより、網羅的測定による多様な化学物質の曝露と影響の実態把握を可能にする。
- 7、管理戦略策定に必要な基盤構築に貢献するよう、GIS多媒体モデルや排出シナリオなど、環境分布や排出・曝露状況の解析が可能な数理解析手法を開発する。

1.2 平成24年度の実施計画概要（平成24年度国立環境研究所年度計画に準ずる。）

環境リスク研究分野では、「化学物質評価・管理イノベーション研究プログラム」を実施する。また、東日本大震災復興支援調査・震災放射線研究の分野横断的な取り組みを進めるとともに、化審法等で求められる短中期的な政策課題に対応するため「環境施策に資する基盤的な調査研究」をセンター独自の調査・研究として実施する。さらに、環境リスク研究を進める上で長期的な取り組みが必要である環境リスク研究に係る調査・研究を研究室あるいは研究者単位で実施する。環境リスク研究の研究基盤として、1) 化学物質に関するデータベース等の環境リスク情報の提供、および、2) 生態影響試験に関する標準機関（レファレンス・ラボラトリー）としての機能整備を行う。

(1) 環境施策に資する基盤的な調査研究

政策ニーズを踏まえた基盤的研究として次の3課題を実施する。

① 化学物質の環境排出の新たな推定手法の開発

化学物質の製造、使用など様々の過程からの排出と人・生物への曝露、およびその時間変動などこれまで配慮が不十分であった諸要因を考慮した新たな排出推定手法を開発する。

② 化学物質の毒性予測手法の開発と活用に関する研究

化学物質の有害性（特に生態毒性）予測に必要な情報を収集・整理し、さらに、定量的構造活性相関(QSAR)やベイジアン統計に基づく数理モデルを活用して生態毒性を予測する手法を開発する。

③ 化学物質の作用機序に基づく生物試験手法の開発

複合的曝露 (Combined Exposure) による影響を予測する手法の開発に資するため、作用機序に基づいて物質を類型化し、その活性を評価できる試験法を開発し、試験データを整備する。

(2) 経常的な基盤研究

化学物質の生態影響、健康影響、および曝露評価に関する基盤的な研究を進め、環境行政における試験評価手法の検討およびリスク評価の実施に対して科学的な基盤を提供するために必要な手法の開発とデータの整備に関する研究を行う。運営交付金による研究に加えて、環境省・環境研究総合推進費による研究 (研究代表3課題)、文部科学省・科学研究費による研究 (研究代表7課題 他分担2課題)、厚生労働省・科学研究費による研究 (2課題)、内閣府・食品健康影響評価技術研究費による研究 (1課題) を実施している。

(3) 化学物質評価・管理イノベーション研究プログラム

研究プログラム全体としては、生態リスクの数理モデル的研究を中心としたプロジェクト1、ナノマテリアルの影響評価研究を中心としたプロジェクト2、環境リスク管理に関する戦略研究を行うプロジェクト3に分かれ、これまでの研究を発展させるとともに、新たに取り組むべき研究課題を効率的に進めるための検討を行う。

- ①化学物質の生態影響を評価するための数理モデルを完成させ、対象生物の生態情報に基づくモデルパラメータの設定を行うとともに、解析に必要な生態毒性情報を主要な農薬類や界面活性剤を対象に収集する。オペレーションズ・リサーチの手法を化学物質の最適管理に応用した解析手法を考案する。
- ②ナノ粒子の分散性、表面電荷に着目したナノマテリアル試験方法を確立するために、安定に分散したエアロゾルや懸濁液の作製方法に関して研究を進め、生態毒性試験法及び培養細胞や哺乳動物を用いた試験法の検討を開始する。
- ③化学物質による環境リスクの最適な管理法を導出する理論的枠組みを提示するために、化学物質の動態や曝露特性の評価手法の高度化を進め、また、化学物質の管理戦略の基礎として科学的知見と社会におけるリスク認識の関連性について考察を進める。

(4) 環境研究の基盤整備

- ① 生態影響試験に関する標準機関 (レファレンス・ラボラトリー) 機能の整備
生態影響試験に関する標準機関 (レファレンス・ラボラトリー) としての機能を整備し、生態影響試験法の精度管理を検討するほか、試験用水生生物の維持と提供を行う。標準試験法の整備を行う。
- ② 化学物質データベース等の整備・提供
化学物質に関するデータベース等を構築し提供するために必要な更新を行う。

(5) 東日本大震災復興支援調査・研究

- ①津波被災地域の環境調査 (環境健康研究センターと連携)
- ②多媒体環境における放射性物質の実態把握・動態解明 (地域環境研究センターと連携)
- ③内湾生態系における放射性核種の挙動と影響評価に関する研究 (分野横断研究調査・研究)

(6) 実践的課題への対応 — 基準値設定やガイドライン策定等環境施策への貢献 —

実践的課題への対応として、化学物質審査規制法、水質汚濁防止法、農薬取締法等の環境施策ニーズによる調査・研究を環境省・委託費等により実施する。

1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	累計
①運営費交付金	257	282				539
②総合科学技術会議が示した競争的資金	52 (87)	68 (91)				120 (178)

③②以外の競争性のある資金（公募型受託費等）	295	308				603
④その他の外部資金	4	2				6
総額	608 (643)	660 (683)				1268 (1326)

注 1. 括弧内は、再委託費を含めた金額。

1.4 平成24年度研究成果の概要

【当該分野の研究活動】

環境リスク研究分野では、「化学物質評価・管理イノベーション研究プログラム」を実施する。また、東日本大震災復興支援調査・震災放射線研究の分野横断的な取り組みを進めるとともに、化審法等で求められる短中期的な政策課題に対応するため「環境施策に資する基盤的な調査研究」をセンター独自の調査・研究として実施する。さらに、環境リスク研究を進める上で長期的な取り組みが必要である環境リスク研究に係る調査・研究を研究室あるいは研究者単位で実施する。環境リスク研究の研究基盤として、1) 化学物質に関するデータベース等の環境リスク情報の提供、および、2) 生態影響試験に関する標準機関（レファレンス・ラボラトリー）としての機能整備を行っている。

(1) 環境施策に資する基盤的な調査研究

①「化学物質の環境排出の新たな推定手法の開発」

改正化審法における、スクリーニング評価と優先評価化学物質のリスク評価（以下、詳細評価）に着目し、両者の相互関係を解析し、対象物質の物性や詳細用途の違いが排出係数に及ぼす影響を示し、多くの用途において詳細評価における予測排出量がスクリーニング評価よりも大きくなる可能性があることを示した。また、改正化審法における排出係数を活用した環境中濃度予測を可能にするために既存モデル（MuSEM）の改良版を作成し、並行して排出推定におけるストックとフローの取り扱いの検討のための時間次元の取り扱い等概念の整理を行った。

②「化学物質の毒性予測手法の開発と活用に関する研究」

化学物質の2次元構造から計算可能なGasteigerの部分電荷PEOE（partial equalization of orbital electronegativity）を用いた急性毒性予測 QSAR の適用範囲をマイケル付加反応前駆体含む化学物質へと拡張を試みた。魚類については相関係数の高い回帰式が得られた。一方、ミジンコでは、アルコール類の QSAR のクラス分類そのものを見直す必要があることが分かった。

また、現行の急性毒性/慢性毒性比を用いた外挿的推定手法の代替手法の開発を進めた。OECD ガイドラインに従って得られた急性毒性データ、および慢性毒性データを活用し、事象の同時確率表を用いたベイジアンネットワークの方法論に基づく慢性毒性の推定手法の開発を行った。その結果、質的に異なる情報が毒性推定の精度上昇にどの程度寄与するかの定量化が可能になった。

③「化学物質の作用機構に基づく生物試験手法の開発」

大気中に存在する多環芳香族炭化水素（PAH）類の発がんリスクを評価するために、関東圏の都市大気をモデルとして浮遊粒子中の各物質の濃度を分析し、さらに、代表的な物質について発がん性/変異原性ポテンシー（RPF; BaP を 1 とした発がん性/変異原性の相対値）から、発がん性を予測した。その結果、一部の PAH については濃度と RPF の積が BaP の 2 倍程度となり、大気発がんリスクを評価する上で無視できない物質である可能性が示唆された。また、芳香族キノンの RPF を求めるため、in vivo 変異原性アッセイを行っている。

種々の化学物質の受容体結合活性試験を 600 物質弱について実施し、3 種類の試験（hER、medER 及び AhR）と発光細菌毒性試験が終了している。また将来これらのデータを収載するデータベースについてはフレームワークのプロトタイプが完成したところである。

(2) 経常的な基盤研究

1) 曝露評価手法、2) 生態影響評価、3) 健康影響評価に関する研究を実施した。24年度に実施中の主要な課題は以下の通り。

- 1) 曝露評価手法の研究
 - ① クロマトグラフィー質量分析法における網羅的分析のための測定・解析手法に関する研究
 - ② ディーゼル起源ナノ粒子内部混合状態の新しい計測法（健康リスクへの貢献）＜環境省・環境研究総合推進費＞
 - ③ 自動車から排出される粒子状物質の粒子数等排出特性実態調査＜環境省・環境保全調査等委託費＞
- 2) 生態影響評価に関する研究
 - ④ 定量的生態リスク評価の高精度化に資する数理生態学的研究
 - ⑤ 貧酸素水塊が底棲生物に及ぼす影響評価手法と底層DO目標の達成度評価手法の開発に関する研究＜環境省・環境研究総合推進費＞
 - ⑥ 環境リスク因子の環境経路による生物への曝露及び影響実態の把握・検証手法の開発
- 3) 健康影響に関する研究
 - ⑦ ヒ素結合タンパク質のキャラクターゼーションと生体影響評価への応用＜文部科学省・科学研究費基盤研究B＞
 - ⑧ 曝露形態別毒性学的知見に基づく有害化学物質の健康リスク評価手法の開発
 - ⑨ 健康影響の統合データベース HEALS の整備と更新
 - ⑩ ヒト多能性幹細胞試験バッテリーによる化学物質の発達期影響予測法に関する研究＜厚生労働省・科学研究費＞

(3) 化学物質評価・管理イノベーション研究プログラム

研究プログラム全体としては、生態リスクの数理モデル的研究を中心としたプロジェクト1、ナノマテリアルの影響評価研究を中心としたプロジェクト2、環境リスク管理に関する戦略研究を行うプロジェクト3に分かれ、これまでの研究を発展させるとともに、新たに取り組むべき研究課題に対して、研究を効率的に進めるための検討を行った。各プロジェクトの成果は以下の通り。

プロジェクト1では、オオミジンコの性比攪乱・繁殖毒性試験法および多世代試験法を開発し、内分泌攪乱効果の生態影響を個体群レベルで評価することを可能にした。藻類・ミジンコ・メダカの生態毒性に基づく3栄養段階生態リスク評価モデルを完成させ、モデルパラメータのカリブレーションと生態毒性データの解析法を考案した。東京湾底棲魚類（シャコ）の初期生活史における貧酸素耐性を実験的に明らかにし、低層DO基準の科学的根拠を収集した。

プロジェクト2では、ナノ粒子の細胞への沈着効率を計算により求め、また、ナノマテリアルの一種である dendritic 構造を蛍光標識して細胞内への取り込み過程を調べた。カーボンナノチューブのマウス胸腔内投与実験結果の解析をおこない、組織線維化への過程について調べた。ほ乳類の細胞に銀ナノ粒子を曝露したところ、銀ナノ粒子がライソゾームに移行した後に一部溶解して毒性を示すことを明らかにした。二酸化チタンナノ粒子分散液を用いて、魚毒性試験を実施した。二酸化チタンの光触媒効果発現条件下で胚・仔魚期に対する短期慢性毒性試験を実施したところ、光照射下で強い毒性が見られることを明らかにした。

プロジェクト3では、水田除草剤の排出推定モデルの殺虫・殺菌剤への拡張を開始し、フィールド観測との検証を実施した。臭素系難燃剤の形態別排出量をモデルルーム実験で求め、形態別放散量を求めた。地球規模動態モデルの塩素・臭素系POPsへの拡張とPCB汚染の排出地域寄与を推定した。また、科学的知見と社会的文脈の間での観察可能性、閾値等の考察を進めた。

(4) 環境研究の基盤整備

「生態影響試験に関する標準機関（レファレンス・ラボラトリー）機能の整備」

連携・協働活動として、生物応答を利用した排水管理手法（WET）の国内導入に向けて、試験法マニュアル（調査計画立案から結果報告まで）の妥当性確認を行うため、3つの事業所において選定した試験機関とともに検証試験を11-12月に実施する予定である。またOECDの生態影響試験に関する専門家会合等に出席し、生態影響試験法の整備に関する情報収集・国際協調及び協力を進めた。普及・啓発活動としては、3日間の短期実習セミナーを5月と12月（予定）の年2回開催し、ミジンコおよび魚類（ゼブラフィッシュ）を用いた生態影響試験に関わる基礎的な知識や技術の普及を図った。

「化学物質データベース等の整備・提供」

Webkis-plusに農薬出荷量、登録農薬有効成分、環境省化学物質環境実態調査（黒本調査）、PRTR 排出・移動量、環境リスク初期評価などの情報を追加し、EnvMethodに環境省の化学物質分析法開発調査報告書の情報を追加した。GISを利用した地理情報として環境測定データを公表するための準備と、パ

イオアッセイデータの Web 公開ページの開発を進めた。

(5) 東日本大震災復興支援調査・研究、震災放射線調査研究

「津波被災地域の環境調査」において、大気調査、震災廃棄物仮置き場周辺の環境水の生態影響調査及び津波堆積物の毒性評価を主に担当した。大気中のナトリウムなど、津波堆積物由来と思われる無機物質濃度は時間の経過とともに減少する傾向にあること、逆にクロム等は仮置き場周辺大気で一時的に濃度が上昇した時期があったことなどを認めた。震災廃棄物処理の本格化とともに現場での粉塵濃度が上昇しており、それに含まれる化学物質の定量を進めている。また仮置き場周辺の環境水について AhR 及び CAR 結合活性の継続的なモニタリングを進めており、時間の経過とともに減少傾向がありながら、渇水期には再上昇するなどの変動が認められている。以上の成果、経過については、4月16日に宮城県庁、6月8日に石巻市で中間報告会を開催し、関係者との情報共有を図った。

「多媒体環境における放射性物質の実態把握・動態解明」において、地域 C の大気モデルより算出される大気沈着量をリスク C 多媒体モデルの土壌・河川入力値としてオフライン結合する方法で進むことを検討し、福島県中通り、浜通り地域を中心に、阿武隈川流域、利根川流域程度までを包含する地域についてモデル推定を実施した。G-CIEMS モデルによる陸域多媒体動態の推定により放射性セシウム 137 の土壌・河川水中濃度の予備的な予測値と多媒体間分配の推定結果等を得て、また、推定結果に対する環境因子の感度解析を実施した。

一方、河川等を通じた沿岸域への放射性物質の移行や蓄積に関する定期調査を、福島県・松川浦において 2012 年 10 月から水質、底質及び生物について開始した(福島県水産試験場相馬支場との共同研究)。さらに、福島県の沖合 30km までを対象とする 66 の定点(警戒区域を含む)で底質試料を採取するとともに、相馬市沖、大熊町沖(福島第一原発の沖合：警戒区域)、広野町沖(いずれの地点も岸から約 5km 沖)の 3 定点で魚介類等の調査を行った。また、福島県の警戒区域を含む高線量域を中心に 12 地点でカエル類の生殖腺等の組織検査及び核種分析を進めている(奥羽大学並びに広島大学との共同研究)。

「内湾生態系における放射性核種の挙動と影響評価に関する研究」において、東京湾内湾部と流入河川における放射性セシウム等の水平分布を明らかにするため、2012 年 7 月に東京湾内湾の 80 定点と流入河川の約 60 定点において底質試料を採取し、核種分析を進めている。また、東京湾内湾部の 20 定点で年 4 回の定期調査を実施しており、採取された魚介類、表層底質中の放射性セシウム等の核種分析をゲルマニウム半導体検出器により進めている。

(6) 実践的課題への対応 —基準値設定やガイドライン策定等環境施策への貢献—

実践的課題への対応として、大気健康リスク評価に関連して、「有害大気汚染物質の健康リスク評価手法等に関するガイドライン策定検討委託業務」、「自動車から排出される粒子状物質の粒子数等排出特性実態調査」、「ディーゼル排気由来二次生成有機エアロゾルの生体影響調査委託業務」を実施している。また、生態リスク評価に関連して、「水生生物への影響が懸念される有害物質情報収集等調査業務」「水産動植物登録保留基準設定に関する文献等調査」「農薬による水生生物影響実態把握調査」「化学物質の内分泌かく乱作用に関する試験法開発に係る業務」「生態毒性 GLP 査察支援業務」を実施している。化学物質のリスク評価・管理に関連して「化審法審査支援等検討調査」「化学物質環境リスク初期評価等実施業務」「生物応答を利用した水環境管理手法検討調査」を環境省・委託費等により実施している。

1.5 今後の研究展望

環境リスク分野では生態系や健康に影響を与えうる様々の環境要因の中でも、特に化学物質を対象を重点化して研究を進めている。使用される化学物質の種類や用途は今後より一層増加し、これに伴って化学物質のリスクは多様化していくことが予想される。環境リスク研究センターでは曝露評価手法、生態影響評価および健康影響に関する基盤的研究を奨励し、外部研究資金を獲得しつつ実施してきた。個々の研究成果はいずれも化学物質管理に関連しており、「化学物質管理イノベーション研究プログラム」および「環境施策に資する基盤的な調査研究」の成果を含め、化学物質のライフサイクルを通じた包括的な管理に活用できるよう整理していく。個別物質の管理にとどまらず、環境中で非意図的に生成する物質を含めた複合的曝露によるリスクの評価・管理に展開していく。また、国内の課題だけでなく、地球規模での管理方策の体系化も視野に入れて研究を進め、化学物質の管理の在り方を環境リスクの側面から提言できるよう研究を展開したい。

東日本大震災復興支援調査・研究では、原発事故後の放射性物質の拡散のシミュレーション、および災害廃棄物等に由来する有害物質への曝露評価という重要な課題について、地域環境研究センターや環

環境健康研究センターと連携して取り組みを開始し、その活動を継続している。化学物質の流失などについては、バイオアッセイや化学物質の網羅的分析など新たな手法を導入し、災害から復興の経過で起こりうる様々のリスクを現地調査、モデリングの両面から継続的に調査・研究を推進していく。これらの取り組みを実施しつつ、環境に放出された放射性物質によるリスクの評価、災害、復興時のリスク管理など新たな研究課題に展開していくことになる。

環境研究の基盤整備「化学物質データベース等の整備・提供」を継続しつつ、自らのデータを蓄積し、発信できるよう内容をさらに充実していく。化学物質の生態影響試験法については国内での政策ニーズが高く、環境研究の基盤整備「生態影響試験に関する標準機関（レファレンス・ラボラトリー）機能の整備」として、今後とも、生態毒性試験の開発に貢献し、その普及・啓発を推進する。

1. 6 自己評価

外部研究資金を獲得しつつ経常的な基盤研究を実施し、曝露評価手法においては「網羅的化学分析手法を活用した有害物質同定法の開発」に着手し、生態影響評価においては「化学物質、貧酸素水塊等重要な環境因子の影響実態を把握するフィールド調査・研究」、健康影響においては「健康影響予測システムの開発」に成果を上げた。

「環境施策に資する基盤的な調査研究」では、近年集積されている排出係数やカテゴリー細分化などの情報収集を進め、化審法のリスク評価で用いられる排出係数の問題点を明らかにし、QSARのほか統計的推定手法に基づく毒性予測手法の開発を同時に進め、化学物質審査規制法などの政策ニーズへの対応の道筋をさらに明確にした。また、重要な政策ニーズになりつつある化学物質の複合的曝露のリスク評価へ対応するよう、生物試験法活用の観点からケーススタディーを開始することが出来た。

「環境研究の基盤整備」のうち「レファレンスラボラトリー機能の整備」では、OECDテストガイドラインの策定に貢献することができた。また、ミジンコによる生態毒性試験の実習セミナーを昨年度に引き続き実施し、さらに、魚類毒性試験の実習セミナーを行うこととしている。試験担当研究者間のネットワークが構築され、試験法の普及が進んでいると評価している。また、「化学物質データベース」では、当センターに蓄積されたバイオアッセイデータのWeb公開ページの開発を進めた。本年度4月から9月の月平均アクセス数は、Webkis-plusが11万アクセス、EnvMethodが22万アクセスであった。広い情報発信を実現している。

「化学物質評価・管理イノベーション」研究プログラムでは、生態学的視点に基づく化学物質の生態リスク評価の基礎となる、個体群モデルと3種系生態リスク評価モデルを完成させた。前者では、改良型繁殖毒性試験で得られた性比攪乱と繁殖阻害データに適用し、これまで困難であった内分泌かく乱作用の定量的な生態リスク評価の可能性を示した。東京湾底棲魚介類を対象とした群集・生態系レベルの生態リスク研究では、貧酸素耐性の生物データを収集するとともに、栄養素負荷による貧酸素水塊の個体群レベル効果のシミュレーションを実施した。全体的に、個体群から群集レベルにかけての生態リスク研究の骨格部分は出来上がってきている。ナノマテリアルについては、酸化ナノチタン、銀ナノ粒子、カーボンナノチューブをナノマテリアル研究対象として取り上げているが、フラクタル構造をもち理論的に解析しやすい dendrimer も対象として細胞内動態に関して研究を進めた。銀ナノ粒子や dendrimer については新しい知見が得られていると考えている。プロジェクト3の化学物質動態と曝露の時空間分布の評価手法の研究では、農薬類に対する排出・動態モデル予測手法、PCBに対するFATEモデル検証などの課題を順調に実施しつつあり、G-CIEMSなどはアウトカムとしても確立されつつある。化学物質リスクに対する社会における管理のあり方に関する研究は、集中的な討議による検討を進め、観察可能水準に関する知見についての整理が進んだ。

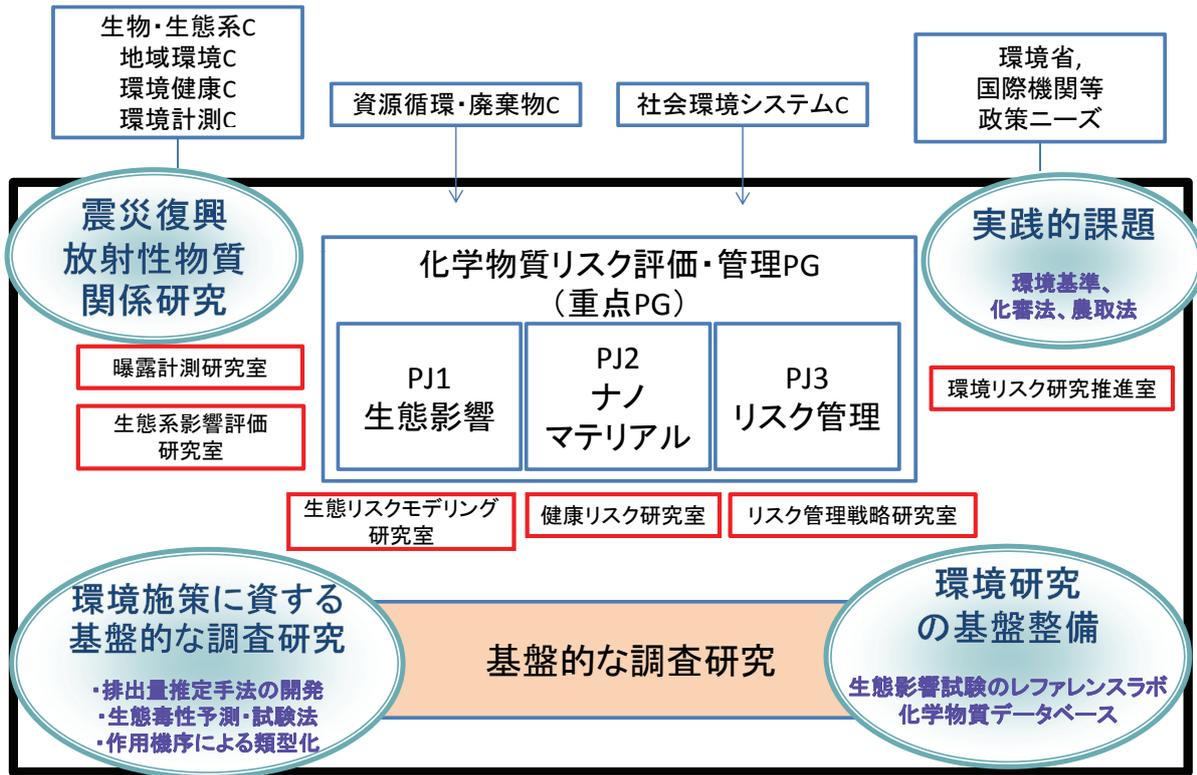
公募型受託費により、水生生物保全環境基準の検討、化学物質審査規制法での化学物質リスク評価、生物応答を利用した水環境管理手法の検討、有害大気汚染物質指針値設定ガイドライン策定などの政策ニーズに大きく貢献することができた。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
15	49	2	126	25	0

環境リスク研究分野の概要



地域環境研究分野の研究活動の概要

代表者： 地域環境研究センター
センター長、大原利眞

構成者：

[地域環境研究センター]

副センター長	今井章雄
研究調整主幹	水落元之
大気環境モデリング研究室	大原利眞（室長）、永島達也（主任研究員）、森野悠、五藤大輔（研究員）、西澤匡人（特別研究員）
広域大気環境研究室	高見昭憲（室長）、佐藤圭、清水厚（主任研究員）、伊禮聡、三好猛雄（特別研究員）
都市大気環境研究室	大原利眞（室長）、菅田誠治、近藤美則（主任研究員）
水環境管理研究室	稲葉一穂（室長）、山村茂樹、岩崎一弘 [*] 、永野匡昭 [*] （主任研究員）、坪井隼（准特別研究員）
湖沼・河川環境研究室	今井章雄（室長）、小松一弘、富岡典子、高津文人（主任研究員）、篠原隆一郎（研究員）、佐藤貴之（特別研究員）
海洋環境研究室	中村泰男（室長）、牧秀明、越川海、東博紀（主任研究員）、金谷弦（研究員）、古市尚基（特別研究員）
土壌環境研究室	林誠二（室長）、村田智吉、越川昌美、渡邊未来（主任研究員）、錦織達啓、渡邊圭司 [*] （特別研究員）
地域環境技術システム研究室	珠坪一晃（室長）、水落元之（主任研究員）、岡寺智大（研究員）、小野寺崇、大場真 [*] （特別研究員）
首席研究員	王勤学（首席研究員）、孫志剛、楊永輝 [*] （特別研究員）
首席研究員	清水英幸（首席研究員）、小林祥子（特別研究員）

※所属・役職は10月31日時点のもの。また、*印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

地域環境研究分野では、国内及びアジアの大気、水、土壌などの環境圏で発生する、国を越境するスケールから都市スケールの地域環境問題を対象に、観測・モデリング・室内実験などを統合した研究によって発生メカニズムを科学的に理解するとともに、問題解決のための保全・改善手法の提案と環境創造手法の検討を進め、最終的にこれらを総合化することにより、地域環境管理に資する研究を推進する。

具体的には、アジアを中心とする海外及び国内の大気環境評価・大気汚染削減、陸域・海洋環境の統合的評価・管理手法、流域圏環境の保全・再生・創造手法、都市・地域のコベネフィット型環境保全技術・政策シナリオ、快適で魅力的な地域環境の創造手法などに関する研究を推進すると同時に、地域環境変動の長期モニタリングを実施する。

また、東日本大震災に起因する原子力発電所の事故によって放出された放射性物質による環境汚染を緊急かつ重要な地域環境問題として捉え、放射性物質の実態把握・動態解明・将来予測に係る研究を進めることによって被災地の復旧・復興に貢献する。

- ① 広域大気環境管理の推進に貢献するよう、東アジアの広域越境大気汚染を対象に、観測とモデルを統合して、半球／東アジア／国内のマルチスケール大気汚染の実態を解明し、越境大気汚染の国内への影響評価手法を確立する。（「東アジア広域環境研究プログラム」のプロジェクト1において、地球環境研究センターと連携して実施）
- ② 陸域・海洋の統合環境管理施策の立案に貢献するよう、陸域の人間活動が、水・大気圏を經由して東シナ海・日本近海の海洋環境に及ぼす影響を観測とモデルにより解明し、陸域負荷変動に対する海洋環境の応答をマルチスケールで評価する。（「東アジア広域環境研究プログラム」のプロジェクト2にて実施）
- ③ 流域圏の保全・修復に貢献するよう、流域圏における生態系機能及び関連環境因子の定量的関係を、窒素・炭素等の物質循環の視点から評価する。（「流域圏生態系研究プログラム」において、生物・生態系環境研究センターと連携して実施）
- ④ 多媒体環境における放射性物質の実態把握・動態解明・将来予測に関する研究を進める。（環境リス

ク研究センター、生物・生態系環境研究センター、環境計測研究センター、健康環境研究センター、資源循環・廃棄物研究センターと連携して実施)

- ⑤ 都市・地域のコベネフィット型環境技術システムを開発し、その社会実証プロセスを提示する。(「環境都市システム研究プログラム」において、社会環境システム研究センターと連携して実施)
- ⑥ 地域環境の問題解決と創造に貢献するよう、都市・地域大気環境や流域圏環境の保全・再生・創造に係る基盤的研究を、他の研究センターと連携して実施する。
- ⑦ 大気環境や水環境の長期モニタリングを実施し、地域環境変動を把握する。(大気環境の長期モニタリングは環境研究の基盤整備として、また、水環境の長期モニタリングは生物・生態系環境研究センター、環境計測研究センターと連携して実施)

1.2 平成24年度の実施計画概要(平成24年度国立環境研究所年度計画に準ずる。)

国内及びアジアの大気、水、土壌などの環境圏で発生する、国を越境するスケールから都市スケールの地域環境問題を対象に、観測・モデリング・室内実験などを統合した研究によって発生メカニズムを科学的に理解するとともに、問題解決のための保全・改善手法の提案と環境創造手法の検討を進め、最終的にこれらを総合化することにより、地域環境管理に資する研究を推進する。(図1、2参照)

- ① 半球/東アジア/国内のマルチスケール大気汚染の実態を解明し、越境大気汚染の国内への影響評価手法を確立するために、東アジアの広域大気汚染を対象とした野外観測ならびに数値モデルの開発など、観測とモデルの統合的研究を進める。
- ② 陸域の人間活動が、水・大気圏を經由して東シナ海・日本近海の海洋環境に及ぼす影響を評価するために、長江からの汚濁流下と東シナ海への影響を対象とした調査や数値モデルの開発を進める。
- ③ 流域圏における生態系機能及び関連環境因子の定量的関係を、窒素・炭素等の物質循環の視点から評価する研究を進め、生態系機能及び環境関連因子の定量評価手法の開発ならびに典型的な自然生態系(森林や湖沼、沿岸域等)を対象としたモニタリングを継続する。
- ④ 放射性物質・災害と環境に関する研究の一環として、環境中の多媒体での放射性物質の実態を把握し動態を解明するために、他分野と連携して観測・モデル研究を推進する。
- ⑤ 都市・地域大気環境や流域圏環境の保全・再生・創造に係る研究を進める。都市・地域のコベネフィット型環境技術システムを開発するため、適地型生活排水の適地処理技術に関するパイロット規模実証試験の準備をタイにおいて開始し、関連するデータベース等の構築を進める。
- ⑥ 沖縄辺戸と長崎福江において大気質モニタリングを継続する。霞ヶ浦等の湖沼や流入河川において水質・生物モニタリングを継続する。

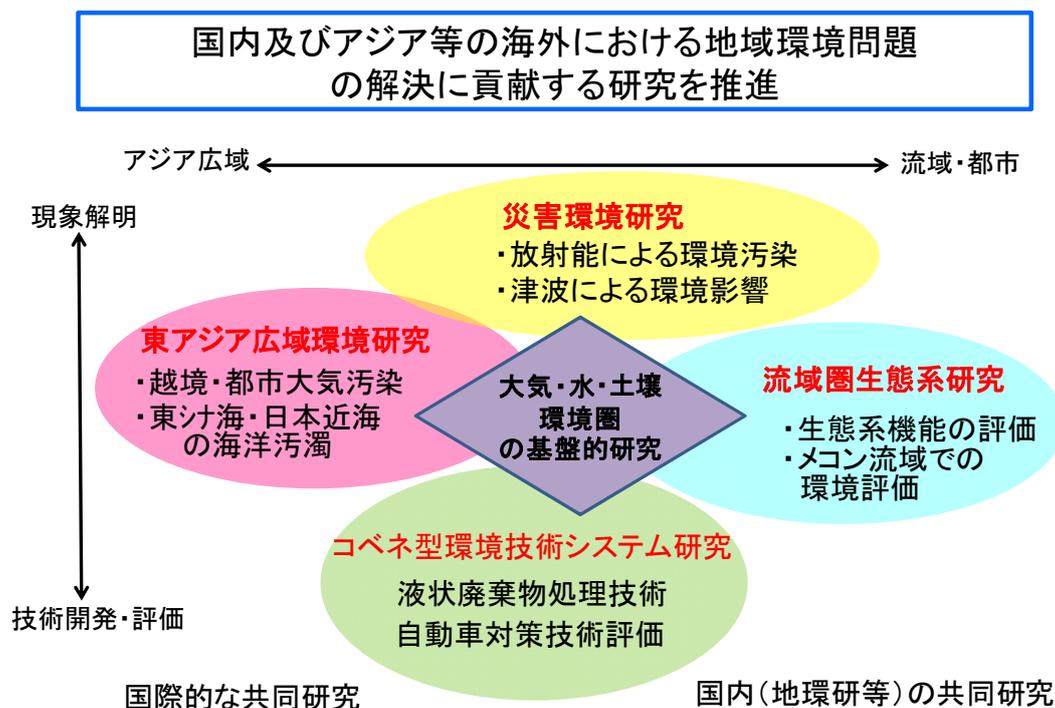


図1 地域環境研究分野の研究概要

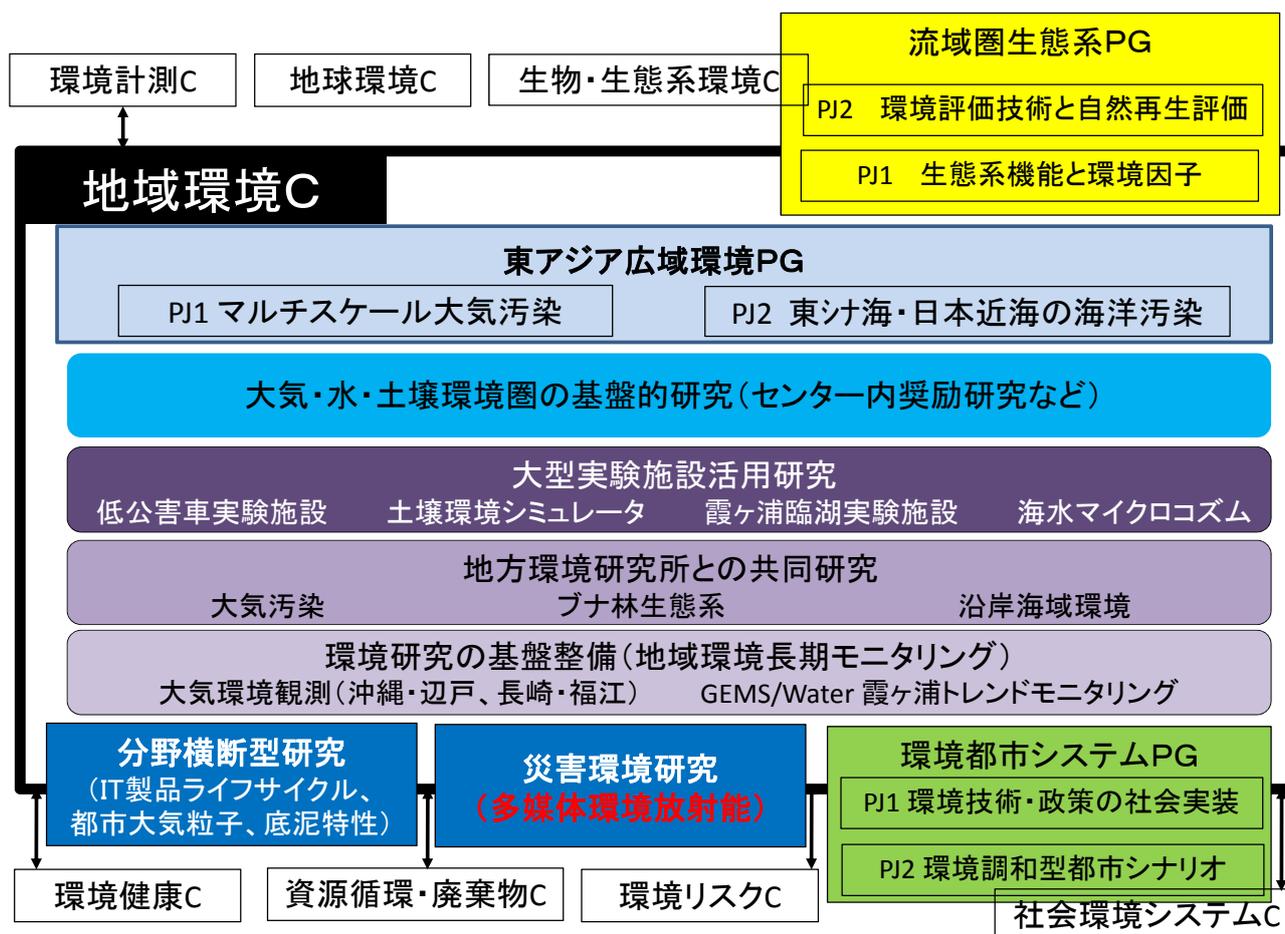


図2 地域環境研究分野の研究構成

1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	累計
①運営費交付金	268	311				579
②総合科学技術会議が示した競争的資金	184 (247)	130 (181)				314 (428)
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)	80	83 (110)				163 (190)
④その他の外部資金	0	0				0
総額	532 (595)	524 (602)				1056 (1197)

注1. 括弧内は、再委託費を含めた金額。

1.4 平成24年度研究成果の概要

【当該分野の研究活動（研究プログラムを除く）】

(1) 平成24年度の目標

地域環境の保全・再生に資する研究を実施する。

- 1) 放射性物質・災害と環境に関する研究の一環として、多媒体環境での放射性物質の実態を把握し動態を解明し、更には将来変化を予測するために、他の研究センターと連携して観測・モデル研究を推進する。
- 2) 都市・地域のコベネフィット型環境技術システムを開発するため、環境都市システム研究プログラム（主担当：社会環境システム研究センター）において適地型生活排水の適地処理技術に関するパイロット規模実証試験の準備をタイにおいて開始し、関連するデータベース等の構築を進める。
- 3) 他センターと連携した分野横断型研究（2研究課題を主担当、1研究課題を担当）、特別研究（前期から継続の2課題）、地方環境研究所との共同研究（Ⅱ型共同研究3課題など）などを実施し、都市・地域大気環境や流域圏環境の保全・再生に係る基盤的研究を進める。
- 4) 若手育成を主目的とした地域環境研究センター奨励研究を実施する。
- 5) 「研究基盤の整備」として、沖縄辺戸と長崎福江における大気質モニタリング、及び、霞ヶ浦等の湖沼や流入河川における水質・生物モニタリングを継続する。

(2) 平成24年度の成果

1) 多媒体環境における放射性物質の実態把握・動態解明

地域環境、環境計測、生物・生態系環境、環境リスク、環境健康の5研究センターの連携研究として実施した。本研究センターは研究グループを統括するとともに、霞ヶ浦流域及び福島県北東部の宇多川流域を主要対象とした環境動態計測、東北・北関東地域をカバーする広域スケールの多媒体環境モデリングにおける大気モデルと沿岸海洋モデルの開発・解析を担当した。

① 霞ヶ浦流域における放射性物質の連続計測 [環境計測、生物・生態系環境研究センターと連携]

- ・筑波山森林試験地から渓流水への¹³⁷Cs流出率を算定し、事故後1年間で0.3%、同17か月間で0.5%であることを明らかとした。更に、霞ヶ浦への陸域由来の¹³⁷Cs流入量に占める森林域全体からの流出量の割合を1%程度と推定した。本成果は、環境省の環境回復検討会において、森林除染の在り方を取りまとめる上で活用された。
- ・分解過程にあるリター（粒状態有機物）がセシウムの流出に直接寄与していることを示す結果を得た。
- ・霞ヶ浦を対象とした魚種別の放射性セシウム蓄積量調査から、魚種ごとに蓄積量が大きく異なること、肉食性魚類の方が草食性魚類よりも蓄積量が多い傾向にあることを確認した。

② 多媒体環境モデリング [環境リスク研究センターと連携]

放射性物質の陸域から沿岸海域までの多媒体環境における長期間の汚染推移の予測を可能とするために、多媒体環境シミュレーションモデル（大気モデル・海洋モデル・陸域モデルで構成）を構築した。このうち、本センターは大気モデルと海洋モデルを担当し、陸域モデルは環境リスク研究センターが担当した。

- ・大気モデルの検証、感度解析、他機関との相互比較等を進め、モデルは航空機モニタリングによる東日本における¹³⁷Csの沈着量分布を再現すること、原子力研究開発機構が推計した大気放出量はほぼ妥当であること、SPEEDIなどで用いられている湿性沈着係数は湿性沈着速度を過小評価している可能性が高いこと等を明らかにした。
- ・海洋拡散シミュレーション（大気モデルで計算された沈着量を入力データとして使用）により、海水中の¹³⁷Csの沈降速度を5 m/day程度に設定した時に、底層水の濃度および海底堆積量の観測値に近い計算結果が得られることを確認した。

2) コベネフィット型環境技術システムの開発と社会実証プロセスの検討

[環境都市システム研究プログラムにおいて、社会環境システム研究センターと連携]

適地型生活排水処理技術の実証と開発をバンコク都及び現地大学と連携して実施している。本年度は、バンコクの既存下水処理場に設置した処理試験装置を用いた性能評価を連続排水処理試験により行った。その結果、既存排水処理システムと比較して、半分程度の処理時間で同等の処理水質を安定して得られることが分かった。また実証技術は排水処理・汚泥処理に関わる運転エネルギーを大幅に削減できる可能性が示された。この実証技術は、排水の分散処理に適していることから、今後の展開が見込まれる小規模処理施設での現状調査を実施した。

3) 地域環境問題に関する分野横断型研究**①都市大気における粒子状物質削減のための動態解明と化学組成分析に基づく毒性・健康影響の評価**

[環境計測、環境リスク、環境健康研究センターと連携]

都市大気における微小粒子状物質の低減対策検討に資する科学的知見を得るために、粒子状物質の環境動態、毒性、健康影響を明らかにすることを目的とした研究を開始した。本年度は、農作物残渣の野焼きによって発生する微小粒子の成分別排出係数の把握、ガソリン直噴車からの粒子排出特性の把握、有機エアロゾルモデルの改良、二次有機エアロゾルの細胞曝露装置の改良などを進めた。

②MRI 画像解析と同位体解析による栄養塩や温室効果ガスの底泥からのフラックス予測

[環境計測、生物・生態系環境研究センターと連携]

湖の富栄養化を引き起こす底泥表層の嫌気化メカニズムの解明に貢献するために、底生動物の巣穴構造とガス泡といった空隙の底泥中での空間分布様式を、MRI と CT の画像解析を組み合わせる新しい手法の開発を進めた。その結果、主たる底生動物であるユスリカの巣穴構造を MRI 画像で認識でき、また、ガス泡の形や密度を CT 画像で確認できることが明らかとなった。このように、非破壊で巣穴構造とガス泡構造を同時に解析することにより、世界でも類を見ない研究成果が得られつつある。

③汎用 IT 製品中金属類のライフサイクルに着目した環境排出・動態・影響に関する横断連携研究

[環境リスク、資源循環・廃棄物研究センターと連携]

電子機器廃棄物が破損し投棄された場合の金属元素の溶出量を把握するために、浸析溶出試験と降雨暴露試験の 2 種類の実験を実施した結果、Pb、Cu、Zn の溶出が重要であることが明らかとなった。また、海水程度の NaCl を添加した水溶液への浸析溶出試験の結果、津波被災地では塩化鉛の沈殿生成を考慮する必要があると考えられた。

4) 地域環境の保全に係る、その他の研究

大気・水・土壌環境圏で発生している環境問題の実態解明・保全対策の立案に資するために、特別研究（2 課題）、新発想型研究（1 課題）、若手育成を主目的とした地域環境研究センター奨励研究（5 課題）を実施した。

①特別研究

- ・窒素飽和状態にある森林域からの窒素流出負荷量の定量評価および将来予測
- ・都市沿岸海域の底質環境劣化の機構とその底生生物影響評価に関する研究

②新発想型研究

- ・津波により堆積物と混合・沈降した流出油の分布・消長と底質環境影響評価に関する研究

③センター奨励研究

- ・アジア域における多角的観測網を用いた大気環境モデル間相互比較研究
- ・大気浮遊粒子中に存在する水溶性有機炭素と二次生成有機粒子の関連性評価
- ・最新直噴ガソリン車の排気ガス中粒子状物質の特性解析
- ・ろ床型排水処理システムにおける微生物相と安定同位体比の解析による排水浄化汚泥減容化機構の評価
- ・海洋大循環モデルの高精度化へ向けた乱流混合パラメータリゼーションの数値的研究

5) 地方環境研究所との共同研究

全国の地方環境研究所との共同により、大気、沿岸海域、森林生態系を対象とした共同研究を実施し、地方の環境問題の解決に資する科学的知見の集積と広範な研究ネットワークの構築を進めた。

6) 環境研究の基盤整備

東アジアにおける大気質変化を解明するための沖縄辺戸・長崎福江における長期モニタリング、環境計測研究センター及び生物・生態系環境研究センターと連携した GEMS/Water 霞ヶ浦トレンドモニタリングを継続して実施した。

【研究プログラム「東アジア広域環境研究プログラム」】

(1) 平成 24 年度の目標

第二期中期計画におけるアジア自然共生研究プログラムの蓄積をもとに、東アジアにおける代表的な広域環境問題である大気・海洋汚染を対象とし、観測とモデルを統合することにより、これらの問題の発生メカニズムを解明する。汚染発生に関わる空間スケールの重層性を考慮したマルチスケールモデルを構築し、大気から海洋と陸域への物質負荷も考慮して、環境負荷と広域環境応答の関係を定量的に評価する。更に、「環境都市システムプログラム」や社会環境システム研究分野と連携して削減シナリオの提示及びその影響評価シミュレーションを実施し、東アジアの広域環境問題の解決に資する。

①PJ1「観測とモデルの統合によるマルチスケール大気汚染の解明と評価」

観測とモデルを統合して、半球／東アジア／日本のマルチスケール大気汚染の実態と変動を把握し、越境大気汚染による国内での影響を評価するために、東アジアの広域大気汚染を対象にしたガス状・粒子状物質の観測を開始・継続するとともに、全球・領域化学輸送モデルや排出インベントリーの開発などを進める。また、越境大気汚染による国内への影響評価研究を進める。

②PJ2「広域人為インパクトによる東シナ海・日本近海の生態系変調の解明」

東アジアにおける汚濁負荷等の陸域人間活動が東シナ海・日本近海の海洋環境に及ぼす影響を解明するために、数値モデルと現地調査に基づく長江流域負荷の推計、数値モデルと航海観測・培養実験に基づく東シナ海環境への影響把握を進める。

③東アジアにおける大気・海洋環境の将来変化を予測・評価するために、環境都市システム研究プログラムや社会環境システム研究センターと連携して、大気汚染物質排出シナリオ・水質汚濁負荷シナリオの検討を進める

(2) 平成 24 年度の成果

① **PJ1**：定期貨物船舶等を用いた東アジアにおける大気中のオゾン・エアロゾルのモニタリング観測を拡充して進めるとともに、アジア大陸からの越境汚染の影響を強く受ける九州地域において大気汚染物質の観測を継続し、健康影響調査の準備を進めた。船舶観測では、短寿命気候汚染物質（SLCP）である、メタン、対流圏オゾン、ブラックカーボンについて、アジア大陸からの季節風の吹き出しに伴うと考えられる濃度増大が見られ、森林火災など何らかの燃焼起源からの影響が考えられた。また、九州北部地域（福岡市と長崎県福江島）におけるエアロゾルの包括的観測を継続し、越境輸送によるPM_{2.5}の相対的寄与率を推計するとともに、当該地域における疫学調査の準備を進めた。更に、マルチスケールの化学輸送モデルと排出インベントリの整備が進んだ。排出インベントリについては、アジア地域 2000～2008 年に加えて、日本国内の詳細なインベントリについて 1990～2005 年の整備を終え、これらを統合した 2000～2010 年のインベントリの整備を進めた。さらに、アサガオ等で開発してきたオゾン曝露によるストレス診断手法をハウレンソウやブナに応用した。

② **PJ2**：水物質循環モデルを長江全流域に適用し、2001～2010 年の長江から東シナ海への窒素・リン流出量の再現計算を試みた。また、2009～2010 年を対象として計算結果と観測値との比較を行った。水物質循環モデルの検証のため長江下流の大通における定期水質観測を中国研究機関と共同で行った。また、東シナ海航海を実施した結果、陸棚では潮汐による鉛直混合が著しく、栄養塩循環の駆動力としての重要性が示唆された。大型培養槽実験では陸棚で優占する渦鞭毛藻の日周鉛直移動特性の解明を進め、この結果を海洋流動・生態系モデルに反映することで低次生態系の再現性が向上することを確認した。

③ 温暖化対策シナリオと整合した、アジア地域の大気汚染物質の将来排出シナリオの検討を進めた。また、中国の汚濁負荷削減施策の現状把握と将来展望のために、長江デルタ域の太湖を対象としてその施策群の解析を行った。

【研究プログラム「流域圏生態系研究プログラム」】

(1) 平成 24 年度の目標

流域圏生態系の水・物質循環に着目し、生態系機能の健全性を定量評価するための手法開発を行う。新規性の高い測定法やモデル解析を駆使して長期・戦略的モニタリングを行うことで、生態系機能・生態系サービスと様々な環境因子とのリンケージ（連動関係）を定量的に評価する。ここでの評価に基づき、メコン河等の広域な流域圏における生態系と生物多様性を戦略的に保全し、生態系機能・生態系サービスを維持するための施策に資する研究を行う。

①PJ1「生態系機能と環境因子の連動関係の定量評価に関する研究」

- ・筑波山や東北大学演習林等を対象に、森林生態系における物質動態に関するモニタリングを継続し、人工林荒廃と窒素飽和現象の関連性を評価するとともに、そのメカニズムについて検討を行う。
- ・霞ヶ浦等の湖沼を対象にフィールド調査と室内実験等を継続して、湖水柱と底泥での物質循環と微生物（藻類、バクテリア等）活動の連動関係を検討する。藻類一次生産とバクテリア二次生産の測定を行う。
- ・谷津干潟等の沿岸域を対象に、野外調査、操作実験や室内実験を実施して、一次生産者の変化や侵入種による優占現象が干潟の生態系機能に及ぼす影響について検討する。

②PJ2「戦略的環境アセスメント技術の開発と自然再生の評価に関する研究」

- ・メコン河流域の下流 4 カ国で選定した重点研究サイト（ダム貯水池）において、定期的な水および底泥のサンプリング、また一次生産の測定を行う。実験室（日本）にてこれらサンプルを効率的に処理する。
- ・すでに取得してある回遊魚の耳石サンプルを LA-ICP-MS で分析し、そのデータから回遊経路の推定を行う。また上述のダム貯水池から新たに得られる耳石サンプルの分析も進める。
- ・沿岸域（干潟等）における底生生物の種多様性・生態系機能のデータベース整備を継続し、広域スケールの生物多様性の評価を行う。

(2) 平成 24 年度の成果

- ①PJ1：新たな測定手法や解析手法の開発と適用によって、物質動態や一次生産量等生態系機能の定量評価が可能となった。異なる間伐強度で管理されているスギ人工林試験区において強度間伐区で根圏土壌からの硝酸態窒素の溶脱が抑制されることを定量的に確認した。窒素溶脱抑制に対する下層植生の吸収効果とその確認された。湖沼における生態系機能定量評価に係る多くの手法が開発・確立された（藻類・細菌の生産速度、底泥中リンの存在形態、湖内窒素循環等）。核磁気共鳴(31P-NMR)によるリン形態分析から、霞ヶ浦の底泥・懸濁物中リンにはリン脂質、DNA-P、RNA-P が共通して存在することが明らかになった。3種のグリーンタイド形成アオサ（アナアオサ、ミナミアオサ、リボンアオサ）の簡便かつ低コストな種判別手法の開発に成功した。これにより、谷津干潟におけるグリーンタイドの主要な形成種は、侵入種ミナミアオサであることが判明した。
- ②PJ2：タイとカンボジアのダム貯水池や自然湖沼を対象にサンプリングを行い、生物生産や物質循環に関するデータを取得・分析した。また、ベトナムのマングローブ植林地で現地調査等を進展させた。タイのダム貯水池やカンボジア・トンレサップ湖沿岸部で採取した底泥試料の酵素活性（セルロース分解酵素、リン無機化酵素）を測定した。底泥でリンの蓄積が少ない湖沼ほど微生物により活発にリンが無機化されることがわかった。上記の貯水池や湖沼で一次生産速度を測定し（13C法）、貯水池では水深 3 m 付近まで表層と同程度の一次生産能があった。また、トンレサップ湖では光不足で一次生産が制限されていた。更に、メコン流域で採取した淡水魚の耳石の元素分析を行い、耳石内部のSrとBaの成長に伴うプロファイルから、淡水魚は同一経路を回遊していることが示唆された。

1.5 今後の研究展望

平成 23 年度第 2 回外部研究評価委員会において以下の指摘を受けた。

【現状についての評価・質問等】

- ① 研究の対象と方向性を整理されたことにより、本研究の位置づけがより明確になった。研究は順調に遂行され、評価すべき成果も得られつつあり、今年度の研究計画はほぼ達成された。
- ② 当初計画設定後に発生した原発事故による放射性物質の拡散に関して、臨機応変に取り組み、見るべき成果を上げた点は高く評価できる。
- ③ 2つのプログラムともこれまでの研究を引き継いでおりテーマが拡散しているため、それぞれのプログラムとしての全体像が把握し難い。
- ④ 二次生成有機エアロゾル(SOA)の環境動態と毒性に関する研究において、今後の SOA 対策の方向性を示唆する成果を得ており、大きな期待が持てる。

【今後への期待など】

- ① 廃液処理システムなど優れた技術が進んでいるので、普及に向けた今後の発展に期待する。
- ② 震災対応を含め、次年度における各種課題の「緊急度」をもう一度見直す必要がある。
- ③ 研究プロジェクト間、及び所内の他の研究センターや所外との連携による大きな成果を期待する。
- ④ 放射線物質大気シミュレーションはインパクトが強く、今後のモデル検証を期待する。

これらの指摘を踏まえ、以下のような取り組みを実施している。

- ① 放射性物質の大気シミュレーション及び環境動態研究について
他の研究機関と連携して、大気シミュレーションモデルの相互比較や検証を進めた。また、大気-陸域-海洋の多媒体での放射性物質の動態を解明するために、モデリングとモニタリングを統合した研究を他センターと連携して進めている。
- ② 研究課題の「緊急度」に応じた見直しについて
放射能汚染問題を、新たに発生した緊急かつ重要な地域環境問題と捉え、重点的に研究を推進した。同時に、東アジアの広域環境問題、流域圏生態系、環境技術、都市大気汚染なども、引き続き重要な地域環境分野の研究課題であることから、優先度を意識しつつ、他のセンターや所外の学術研究機関との連携を一層強化して、これらの研究を推進している。
- ③ 2つの研究プログラムの全体像の明確化について
研究プログラムの研究方針・研究計画を集中的に議論したことにより、重点的に取り組むべき研究課題やプログラム内の研究連携の形を明らかにした。これを踏まえ、各サブテーマ間および各プロジェクト間での議論等を活発に行い、プログラムの全体像を明確化することに努めている。今後、研究成果の活用を含めた研究計画の継続的検討が必要である。
- ④ 環境技術研究の今後の展開について
水環境を中心としたコベネフィット型環境技術研究は、地域環境問題の解決に資する重要な出口研究と考えており、環境都市システム研究プログラムにおいて社会環境システム研究センターと連携して、東南アジア等での普及に向けた取り組みを進めている。
- ⑤ その他
 - ・ SOA の動態・毒性に関する研究は、今年度から開始した分野横断型研究において、より総合的・定量的に推進している。
 - ・ 研究プロジェクト間、及び所内の他の研究センターや所外との連携を一層強化して研究を進めている。
 - ・ 若手育成を主目的とした地域環境研究センター奨励研究制度を設け、公募により 5 課題を選定し研究を進めている。
 - ・ 地域環境研究分野の方向性に関し、センター内にタスクフォースを設けて議論し、中間的な報告書を取りまとめた。

1. 6 自己評価

今年度計画の達成に向けて、概ね順調に研究が進捗しつつある。今後、定期的開催している研究セミナーなどを通じて、研究課題間の連携を図りつつ、年度計画・目標の達成を目指して研究を進める予定である。また、研究プログラム、多媒体放射能研究、分野横断型研究などのプロジェクト研究と、センター奨励研究、外部資金活用研究などによる基盤研究をバランス良く進め、その中で若手を含めた全体のボトムアップを図る。

【当該分野の研究活動（研究プログラムを除く）】

- ① 多媒体環境における放射性物質の実態把握・動態解明が、5研究センター横断プロジェクトとして、他の研究機関とも連携して進捗した。本センター関係では、他のセンターと連携して筑波山と霞ヶ浦、宇多川（福島県北東部）をフィールドとした放射性物質の実態・動態把握研究が進み、筑波山の森林から渓流水への放射性物質の流出に関する研究成果は、環境省の環境回復検討会を通して福島県の森林除染策の検討に活用された。また、環境リスクセンターの陸域多媒体モデルを核とした、大気・陸域・海洋を対象とする統合モデリングが進んでいる。更に、管理部門との連携により、福島県南相馬での研究拠点整備、所内の震災放射能実験室等の整備なども進み、研究体制が整備されつつある。
- ② 環境都市システム研究プログラムにおいて、生活排水の適地処理技術に関するパイロット規模実証試験をタイ・バンコクで開始し、短い処理時間で安定した処理水質が得られること、排水処理・汚泥処理に関わる運転エネルギーを大幅に削減できる可能性が示された。これらのことから、実証技術を東南アジア等での排水の分散処理に適用できる展望が開けた。
- ③ 地域環境問題に関する分野横断型研究（3課題）を他研究センターと連携して進め、都市大気中の粒子状物質の環境動態・毒性・健康影響、底泥表層の生物・物理的構造、電子機器廃棄物からの金属元素の溶出に関する新たな科学的知見が得られた。
- ④ 「特別研究」2課題、「新発想型（災害環境）研究」1課題、「地域環境研究センター奨励研究」5課題、「研究基盤の整備」による地域環境の長期モニタリング2課題などがほぼ順調に進捗している。

【東アジア広域環境研究プログラム】

東シナ海での海洋観測、九州北部での大気連続観測と健康影響調査の準備、インベントリとモデルの整備・改良、中国の研究機関や全国の地環研との共同研究などが進み、全体としてほぼ順調に進捗している。今後、各サブテーマの研究を推進するとともに、サブテーマ間の連携を一層強めることによって、研究プロジェクト全体として目標達成を目指す。同時に、2つのプロジェクトが協働して、東シナ海での大気・海洋合同観測、大気化学輸送モデルと海洋生態系モデルのリンク、社会統計情報やシナリオの共通化などを実施し連携を強化することが重要な課題である。更に、東アジアの広域環境は、社会経済活動の変化と対策の進捗に伴って急激に変化しており、また、地球温暖化との現象的・対策的なリンケージが一層重要になっていることから、研究成果の活用を含めた研究計画の継続的検討が必要である。

【流域圏生態系研究プログラム】

新たな測定手法の開発と適用により、生態系機能の定量評価や、生態系機と環境因子の連動性におけるメカニズムの解明につながる知見が集積されつつあり、全体としてほぼ計画通りに進捗している。また、タイやベトナムの現地関係機関との連携も進んでいる。一方で、これらの知見を、人為由来の慢性的高負荷環境下での生態系機能の保全・改善にどのように結び付けていくのかという観点での取組は、時間的・予算的制約もあり不十分である。また、今年度の研究業績はかなり限られており、今後に向けての大きな課題と考えられる。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
18	60	8	172	29	1

生物・生態系環境研究分野の研究活動の概要

代表者： 生物・生態系環境研究センター 高村 典子（センター長）

構成者：

生物・生態系環境研究センター

[生物多様性評価・予測研究室] 竹中 明夫（上級主席研究員・室長）、山野 博哉、井上 智美、石濱 史子（主任研究員）、角谷 拓、深澤 圭太（研究員）、石原 光則*）、杉原 薫（特別研究員）、今井 葉子、浪崎 直子、屋良 由美子、小川 みふゆ（高度技能専門員）

[生物多様性保全計画研究室] 高村 健二（室長）、佐竹 潔、上野 隆平、吉田 勝彦（主任研究員）、今藤 夏子、松崎 慎一郎（研究員）、中川 恵、大林 夏湖（高度技能専門員）

[生態系機能評価研究室] 野原 精一（室長）、広木 幹也、福島 路生、亀山 哲（主任研究員）

[生態遺伝情報解析研究室] 中嶋 信美（室長）、玉置 雅紀、矢部 徹、川嶋 貴治（主任研究員）、大沼 学（研究員）、岡野 司、山田 勝雅、有田 康一（特別研究員）、西沢 徹（高度技能専門員）

[環境ストレス機構解明研究室] 佐治 光（室長）、久保 明弘、唐 艶鴻、青野 光子、戸部 和夫（主任研究員）、富松 元、沈 妙根*）（特別研究員）

[生物資源保存研究推進室] 河地 正伸（室長）、志村 遥平、出村 幹英*）（特別研究員）、山口 晴代（JSPSフェロー）

[主席研究員] 五箇 公一（主席研究員）、井上 真紀、岡本 卓、森口 紗千子、早坂 大亮（特別研究員）

[センター長付] 東 典子、石井 弓美子、石田 真也、木塚 俊和、福森 香代子（特別研究員）、勝又 聖乃、戸津 久美子（高度技能専門員）

地域環境研究センター

[湖沼・河川環境研究室] 今井 章雄（副センター長）
高津 文人、富岡 典子、小松 一弘（主任研究員）、篠原 隆一郎（研究員）、佐藤 貴之（特別研究員）

[土壌環境研究室] 越川 昌美（主任研究員）

環境計測研究センター

[同位体・無機計測研究室] 田中 敦（主任研究員）、武内 章記（研究員）、

[柴田上級主席研究員室] 柴田 康行（上席主席研究員・室長）

[環境計測化学研究室] 西川 雅高（室長）

[環境情報解析研究室] 小熊 宏之（主任研究員）

環境リスク研究センター

[生態リスクモデリング研究室] 横溝 裕行（研究員）

※所属・役職は10月31日時点のもの。また、*印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

過去数十年の間に肥大化した人間活動が、地球上の生物多様性や生態系を著しく損ない、そのことが私たちの社会、経済、そして環境の持続可能性の基盤を揺るがすことが危惧されている。生物・生態系環境研究分野では、地球上の多種多様な生物と、それらが生活する生態系の構造と機能に関する調査・研究に基軸を置きながら、生物多様性と生態系の保全の実践を支える研究ならびに事業を進展させる。

重点プログラム「生物多様性研究プログラム」では、特に広域的な生物多様性の状況を効率的に観測する手法を開発するとともに、集積された観測データに基づいて生物多様性の状況及び保全策の効果の総合的な評価と、将来の状況の予測を行う。また、生物多様性への直接の圧力要因のうち特に早急な対応が必要なものとして愛知目標に挙げられている侵略的外来生物・遺伝子組換え生物および気候変動の影響の実態を把握し、効果的な対応策の立案に必要な将来予測を行う。

観測手法の開発においては、リモートセンシングデータ及び分子遺伝学的な情報の統合・活用手法を確立する。総合的な評価と予測にあたっては、集積されたデータに基づいて生物多様性の状況を適確に

表現する指標の開発を行う。さらに、これらの成果を活用しつつ具体的な問題の解決に取り組む。

また、地域環境研究センターが主体となって実施する先導プログラム「流域圏生態系研究プログラム」に参画し、アジア流域圏での生態系機能の定量化の研究を通して、最適な生態系の保全・再生の方法を探る。

一方で、主に若手が幅広く自由な発想で実施できる提案型研究を生物多様性研究プログラムのサテライト研究として位置付け、生態系保全のための基礎研究や、自然科学と人文・社会科学との融合を重視した研究を育てる。震災対応研究では、環境中に放出された放射性物質の生物・生態系への影響についての研究に積極的に取り組むとともに、津波等の生態系影響についての研究を実施する。

環境研究の基盤整備としては、長期的な視野に立ち、生物多様性・生態系保全研究の基盤となる生物資源の保存・提供事業（「環境微生物および絶滅危惧藻類の収集・系統保存・提供」と「絶滅に危機に瀕する野生生物種の細胞・遺伝子保存」）や長期モニタリング（湖沼モニタリングと組み換え遺伝子モニタリング）を継続し、これらの研究資源を活用した新規の研究展開を進展させる。生物多様性情報の整備・提供を進め、本分野での今後の研究ニーズに応える。長期湖沼モニタリングについては、地域環境研究センターと環境計測研究センターと共同で実施する。研究プログラム・プロジェクトと環境研究の基盤整備は、おのおのが国内外の研究機関や国際的なネットワークと連携を取り、双方向での連携を強化する。生物多様性研究プログラムやサテライト研究を基盤として、外部競争的資金を獲得し、それにより他の研究機関との連携研究や分野横断的研究を進展させるというシナジー効果を作り、生物多様性・生態系環境研究の拠点としての役割を強化する。

これらの研究による科学的な裏付けを提供することを通じて、生物多様性条約・第10回締結国会議（2010.10）で採択された愛知目標の達成や名古屋議定書締結国の責務に貢献する。さらに、アジアスケールや局所的に生起する様々な環境問題、ならびに東日本大震災や福島第一原子力発電所の事故などから生起した環境問題の解決のための研究に、生物・生態系環境の視点から取り組む。

1.2 平成24年度の実施計画概要（平成24年度国立環境研究所年度計画に準ずる。）

生物多様性研究プログラム

（1）プロジェクト1「生物多様性の景観のおよび遺伝的側面とその観測手法に関する研究」では、土地利用図等の地理情報を生物多様性評価・予測に向けてビルドアップし、統一的な基準で全国規模の土地利用図を整備する。生物種の判別を種固有DNA塩基配列に基づいて信頼性を高めるDNAバーコーディング手法の開発を、形態では判別の難しい水生生物について進める。

（2）プロジェクト2「生物多様性の広域評価およびシナリオ分析による将来予測に関する研究」では、定量的な絶滅リスク評価を行うため、対象種の分布の拡大・縮小を評価・予測可能な動的な分布推定モデルを構築する。また、既存の保護区の効果を絶滅危惧植物の個体群サイズ減少の防止という観点から評価する。

（3）プロジェクト3「人為的環境攪乱要因の生物多様性影響評価と管理手法に関する研究」では、外来昆虫類を対象として、影響を受けている在来種を特定し、在来種の回復を指標として外来種防除手法を開発する。サンゴに関して複数の温室効果ガス排出シナリオに基づいた将来の潜在的な分布予測を行う。

流域圏生態系プログラム「戦略的アセスメント技術の開発と自然再生の評価」プロジェクト

タイの大型ダム貯水池（4カ所）、ラオスのナムグムダム貯水池、カンボジアのトンレサップ湖において5、8、11、2月（3か月毎）に水質、底泥、生物を採取・分析し、これらメコン流域の大型水界での生物生産、物質循環を明らかにする。耳石の元素分析によるメコンの淡水魚の回遊生態の解明を継続する。北ベトナム沿岸域のマングローブ湿地を対象とし、自然再生事業の候補地の選定と再生技術の開発を進める。新たな環境問題として、東北沿岸の震災による津波の生態系影響評価また再生支援を目的とし、沿岸域の底生生物調査を行う。

重点・先導プログラム以外の研究（その他の研究）

（1）生物多様性・生態系の保全に関する基盤的研究（生物多様性研究プログラムのサテライト研究）
1）生物多様性保全の根拠を提供するメカニズム解明4課題、2）生物多様性・生態系への影響評価予測についての研究6課題、3）自然科学と人文社会科学との連携・融合研究3課題のほか、津波による生態系影響に関する2課題を採択し実施する。

（2）震災対応研究

環境中に放出された放射性物質による生物に対する放射線影響を把握するために、植物・ほ乳類を対象

とした遺伝的影響調査を実施する。そのために、福島県及び対象地域において、野生齧歯類・植物を捕獲・採取し、放射線による生殖器官・生殖細胞への影響調査を行う。また、放射線による植物の体細胞変異を高感度で検出する遺伝子組換え植物を作製し、放射線の遺伝子への直接影響を定量化できる実験系の開発を行う。さらに、放射性物質の動態解明のために森林生態系における植物・菌類・昆虫の放射能測定を継続的に行う。

環境研究の基盤整備

(1) 環境微生物および絶滅危惧藻類の収集・系統保存・提供

環境研究に資する保存株の収集・寄託受け入れ・保存・管理・提供に加え、株情報、形態・遺伝子情報等の付加情報の収集・整備を行う。また凍結困難株の生存率と生存検査精度の向上や絶滅危惧藻類種の凍結保存と単藻化、形態分類の困難な種を対象とする DNA バーコーディング情報の整備を実施する。

(2) 絶滅の危機に瀕する野生生物種の細胞・遺伝子保存

平成 24 年度は少なくとも 100 個体からの試料凍結保存を目指す。種の保存法により保護増殖事業計画が策定されている絶滅危惧鳥類 14 種および絶滅危惧哺乳類 4 種より重点的に試料収集を行う。また、やんばる野生生物保護センターにおける試料の凍結保存を開始し、試料保存のバックアップ体制を構築する。凍結試料を活用した研究としてヤンバルクイナの全ゲノム解析を実施する。

(3) 長期モニタリング

長期モニタリングでは、モニタリング手法の開発・改良を進め、データベースの整備と利活用を促進する。遺伝子組換えセイヨウアブラナ（以下 GM セイヨウアブラナ）の国内における分布変化を監視しカルタヘナ議定書締約国会議での報告材料を提供する。

(4) 生物多様性・生態系情報の整備

生物多様性研究プログラム、藻類や絶滅危惧野生動物の細胞保存事業、長期モニタリング事業と連携し、研究のプロセスで得られ、他の研究者の利活用が期待される生物多様性・生態系情報を整備し公開する。

1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	累計
①運営費交付金	247	246				493
②総合科学技術会議が示した競争的資金	131	143				274
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)	80	113				193
④その他の外部資金	77	73				150
総額	535	575				1110

1.4 平成 24 年度研究成果の概要

生物多様性研究プログラム

平成 24 年度の目標

5 年計画の 2 年目にあたり、1 年めの立ち上げを踏まえて各プロジェクトの研究を進展させる。統一的な基準で全国規模の土地利用図の整備、絶滅リスクに基づく保護区選定手法の開発と既存保護区の効果の評価、外来種防除手法の開発、温暖化シナリオのもとでのサンゴ礁生態系の将来予測等を行う。

平成 24 年度の成果(成果の活用状況を含む)

- 1) 環境省自然環境保全基礎調査による植生データ等を用いて生物多様性や生態系サービス評価に活用できる時系列の土地利用情報を統一的に整備し、作成方法を発表するとともに公開準備を行った。
- 2) 生物多様性情報が不足している水生生物について、生物種固有の遺伝子 DNA 塩基配列の収集を進め、一部を公開した。さらに固有塩基配列による種判別手法を普及するために、100~200 円/検体で解析できる手法を開発した。
- 3) 日本全体を対象とした定量的な絶滅リスク評価を行うため、2 時期の広域的な分布データをもとに、

対象種の分布の拡大・縮小を評価・予測可能な動的な分布推定モデルを構築した。絶滅リスク評価にもとづいて国内の保全優先地域を求めた結果は、環境省が本年度に公開した生物多様性評価地図に反映された。

4) 絶滅危惧維管束植物について収集された個体サイズ変化のデータから、国立公園が個体群の減少防止にどの程度貢献しているかを定量的に評価した。

5) セイヨウオオマルハナバチのコロニー生産を阻害するための薬剤選定を室内スクリーニングレベルで行い、昆虫成長制御剤が有効であることを見いだした。アルゼンチンアリの防除手法が高い効果を上げたことからマニュアル化を進め、環境省と共同で全国の防除事業への応用を図っている。また環境省中央環境審議会外来生物対策小委員会において、外来生物法見直しにあたっての防除技術の開発についてデータを提供している。

6) 除草剤耐性遺伝子を組み込んだGMセイヨウアブラナが広範囲かつ高密度に分布している調査地で、訪花昆虫が除草剤耐性遺伝子を含む花粉を運んでいることを確認した。

7) 水温と海洋酸性化両方を考慮した将来の潜在的なサンゴ分布予測を行って論文発表し、記者発表を行った。温室効果ガスの将来の放出量を高めに見積もる A2 シナリオの下ではサンゴの北上が海洋酸性化によって抑制することが示された。

流域圏生態系プログラム「戦略的アセスメント技術の開発と自然再生の評価」プロジェクト

平成24年度の目標

タイ、ラオス、カンボジアのメコン流域にある3国で、現地研究機関と共同で定期的な湖沼と貯水池を対象としたモニタリング体制を整備する。

平成24年度の成果

1) 3つの貯水池（タイ）とトンレサップ湖（カンボジア）の調査を実施し、底泥のリン酵素の活性条件と明らかにするとともに、リンが鉄酸化物で存在していることを示した。水界では¹³Cをマーカーとして一次生産を現場で測定し、より低緯度の自然湖沼トンレサップにおいて高い値を得た。アオコを形成する藍藻*Microcystis aeruginosa*のrDNA濃度を定量し、毒素生産株も報告されている糸状藍藻

*Dolichospermum affine*のブルームを観測した。

2) 引き続きメコン流域で採取した淡水魚の耳石分析を進め、近縁なコイ科淡水魚 *Henicorhynchus siamensis* と *H. lobatus* の2種が Sr と Ba の成長に伴うプロファイルから、ほぼ同じような回遊行動をとることが分かった。

3) ベトナム北部・Quang Ninh 省のマングローブ再生地に2008-9年にかけて植林されたマングローブ3種は、海水面からの比高に応じてメヒルギ、ヤエヤマヒルギ、ヒルギダマシの順に高い生残率を示した。ベトナム沿岸に7,800地点のマングローブ再生候補地（放棄されたエビ養殖池）を衛星画像から判読した。

重点・先導プログラム以外の研究（その他の研究）

（1）生物多様性・生態系の保全に関する基盤的研究（生物多様性研究プログラムのサテライト研究）

平成24年度の目標

若手研究者の提案研究を育てよりよきものにする。新しいシーズ研究を奨励する。

平成24年度の成果

本枠組み研究は成果報告会を通して研究をより良きものにするためのコメントが渡された。昨年度からの継続課題は、どれも研究が進展した（具体的な成果は様式2参照のこと）。

（2）震災対応研究

平成24年度の目標

放射線による植物の体細胞変異を高感度で検出するため、相同組換えレポーター遺伝子を導入したシロイヌナズナを作製する。また、放射線の野生齧歯類・植物への生殖影響を調べるために、対象生物種の捕獲・採取地点の選定を行い研究試料の収集を開始する。さらに、森林生態系における放射性物質の動態解明のために、筑波山と福島県宇多川で植物・菌類・昆虫の試料収集と放射能測定を行う。

平成24年度の成果

1) 植物の遺伝子への放射線による影響を調べるため、DNA鎖切断に伴う遺伝子修復を細胞レベルで検出できる遺伝子組換えシロイヌナズナを4系統確立した。うち、3系統については非放射線土壌で栽培した植物での体細胞変異頻度を算出することが出来た。

2) 福島を含む各地の野外でアサガオを生育させ、花や葉、種子の試料採取や形態観察等を行った。葉の試料は遺伝子発現解析中である。さらに5月にサクラの花序を採取し、花粉を染色して生死を判定す

る方法を確立した。対照区の国立環境研究所内のサクラ花粉の未熟（死亡）率は12.0%であった

3) 繁殖期における野生齧歯類の捕獲を開始し、福島県の高放射線量地域でこれまでに113個体の捕獲に成功した。また、対照地域である富山県では50個体、青森県では108個体の捕獲に成功した。現在これら捕獲個体の月齢推定、産仔数カウント、酸化ストレス量の定量等を実施している。

4) 筑波山と福島県宇多川で植物・菌類・昆虫のサンプルを採集し、昆虫サンプルの種分類を行った。また、一部の植物・菌類サンプルの放射能測定結果から、菌類やシダで放射性セシウムの濃度が高くなる傾向が見られた。

環境研究の基盤整備

(1) 環境微生物及び絶滅危惧藻類の収集・系統保存・提供

平成24年度の目標

- 1) 保存株の寄託受入れと安定的な保存、国内外からの分譲依頼への対応を行う。
- 2) 少なくとも50株の凍結保存困難株について、凍結条件の検討と生存検査の精度向上に取り組む。
- 3) 絶滅危惧藻類種の凍結保存と単藻化に取り組む。
- 4) 種識別の可能なDNAバーコーディング情報を整備する。
- 5) 保存株の形態、遺伝子、生理生化学的情報等の付加情報の収集、データベース登録と公開を行う。

平成24年度の成果

- 1) 赤潮形成藻やタイプ種を含む69株の寄託を受け入れ、2,325株の安定的な保存と管理を実施して、国内外からの187件496株の分譲依頼に対応した。
- 2) 凍結保存困難株69株の凍結保存を行うとともに、低生存率培養株を凍結保存に移行するための検査法を確立した。
- 3) 絶滅危惧藻類種10株の凍結保存を行い、オトメフラスコモ3株の単藻化に取り組んだ。
- 4) 形態分類の困難な *Clamydomonas* 属53種79株と有毒性シアノバクテリア *Cylindrospermopsis raciborskii*63株のDNAバーコーディング情報を整備した。
- 5) 前年度の寄託株42株について、形態情報を取得し、データベースに登録した。

(2) 絶滅の危機に瀕する野生生物種の細胞・遺伝子保存

平成24年度の目標

- 1) 少なくとも100個体からの試料凍結保存を目指す。
- 2) やんばる野生生物保護センターにおいて試料の分散凍結保存を開始する。
- 3) 試料を活用した研究としてヤンバルクイナの全ゲノム解析に取り組み2000遺伝子について塩基配列を決定する。

平成24年度の成果：

- 1) 9月30日までに絶滅危惧種8種69個体より凍結チューブ1,141本分の試料を採取し凍結保存した。
- 2) 試料保存の危険分散を目的に沖縄県・環境省やんばる野生生物保護センターに設置したタンクへの液体窒素の充填を開始し、機能に問題が無いことを確認した。
- 3) ヤンバルクイナの全ゲノム解析では、これまでに1,500遺伝子について部分配列を決定した。

(3) 長期モニタリング

平成24年度の目標

- 1) 湖沼のモニタリングでは手法の開発・改良を進めるとともに、これまで蓄積したデータの整備を進め、新規整備データの一部の公開を開始する。すでに公表しているデータでは、GEMS/Water 事業やJaLTER（日本長期生態学研究ネットワーク）に新たに登録することでこれらの活動に貢献する。
- 2) セイヨウアブラナ生育個体数の周年変化を明らかにする。セイヨウアブラナの最盛期にGMセイヨウアブラナの個体数を確認する。

平成24年度の成果：

- 1) 霞ヶ浦定期調査を継続するとともに、多波長励起蛍光光度計を用いた植物プランクトンの現存量・全クロロフィル量の計測、FRRF法による一次生産量測定（流域圏生態系プログラムとの連携）などに関する手法の改良・開発を進めた。魚類モニタリング、1978年～2010年の植物プランクトン、1996年～2010年のピコプランクトン等のモニタリングデータをJaLTERのデータベースに登録し、その活動に大きく貢献した。また、魚類モニタリングから、新たな外来種コウライギギの侵入を遺伝子レベルで確認し魚類学雑誌に論文が受理された。摩周湖については、これまで蓄積した水温・クロロフィル等の係留観測データ、光学パラメータの深度データ、画像データ等について、公開を開始した。

2) 月2回3年間の個体数確認調査が終了し、セイヨウアブラナは10月から個体数が増加し3月～5月にかけて最大になり、6月から激減することが再度確認できた。2005年度から8年間継続したモニタリングにより、国道51号線沿いのGMセイヨウアブラナが消滅したことを確認した。国道51号線沿いでは道路工事が頻繁に行われるために、こぼれ落ちたGMセイヨウアブラナは分布拡大できず衰退することが確認された。国道23号線では総数944個体で、GMセイヨウアブラナは77.7%に達していた。

(4) 生物多様性・生態系の情報整備

平成24年度の目標

侵入種データベースについては利便性の向上を行う。絶滅危惧野生動物の保存細胞の検索システムを構築する。霞ヶ浦長期モニタリングの英語版のウェブサイトの整備。摩周湖長期モニタリングデータベースの作成に着手。土地利用データベースを整備。サンゴ被度データベースに関して報告書や文献等の情報を収集する。

平成24年度の成果：

外来種についての概論を解説するページなどを追加し、基礎知識の普及を図った。また、日本国内の外来種に関するウェブ情報源について情報収集を行い、対象種・対象地域・ウェブサイト種別・コンテンツ種別をキーに検索可能な簡易メタ情報データベースを構築・公開した。国立環境研究所で保存している野生生物種の細胞・組織のリストおよび絶滅危惧藻類の保存株リストを整備し、検索閲覧システムとしてウェブサイトで公開した。霞ヶ浦データベースの英語版ホームページを整備した。また、摩周湖の長期観測データについてはデータ整備およびウェブサイトの作成に着手した。土地利用データベースに関しては、生物多様性PGのPJ1と連携し、環境省自然環境保全基礎調査のデータ項目をまとめ、1970年代と1990年代のデータベースを整備し、整備方法に関して文書化し論文発表を行った。サンゴ被度データベースに関しては、2007年までのデータをGISデータベース化した。

1.5 今後の研究展望

生物多様性研究プログラム

昨年度の外部評価および本年10月に開催した所内外の助言者を招いての助言会合では、個別の研究課題の意義付けや相互関係を明確にし、統合の方向を考えながら研究を推進することの重要性を指摘された。現在もプロジェクト・サブテーマの連携をも意識して研究を行なっているが、今後は、プロジェクト・サブテーマの枠にこだわらずに有機的に研究を進めることをよりいっそう心がける。また、助言会合では、形のうえで愛知目標の方向を向いていけばよしとするのではなく、生物多様性の保全のために真に重要な課題に取り組むべきとの指摘も受けた。重要な課題を主体的に選定し、実施的な貢献につながるよう努力する。また、その成果を具体的な保全の施策・場にどのように活かすかについて、関係各方面と情報交換を行いながら検討する。

流域圏生態系プログラム「戦略的アセスメント技術の開発と自然再生の評価」プロジェクト

メコン流域のダム貯水池、トンレサップ湖でのモニタリングは環境省総合環境推進費の課題(D-1202代表 福島)と連携させ継続させる。これら大規模な水界での生物生産、物質循環、食物網構造などを明らかにし、ダム貯水池から得られる生態系サービス(主に養殖魚の漁業生産)がダム建設で失われる生態系サービス(野生魚の漁業生産、アオコによる被害など)とどのように釣り合うのか、合わないのかを評価する。またその評価手法を戦略アセスの手法として確立する。

ベトナム・ドンズイ地域では測量地点を拡大し、主要な植林対象マングローブ種について、生育範囲のデータを得る。今後、より多様性の高いマングローブ林を低コストで再生する手法の確立を目指す。

津波による甚大な被害を受けた東北沿岸域を対象に、主に底生生物に着目し、津波前後での生物多様性の変化を、津波を受けていない地域を比較地として評価する。

重点・先導プログラム以外の研究(その他の研究)

(1) 生物多様性・生態系の保全に関する基盤的研究(生物多様性研究プログラムのサテライト研究) 生物多様性プログラムのサテライト研究としての位置づけを強化するとともに、シーズ研究の創出を進める。一部については、外部競争的資金の獲得を目指し、より大きな研究に育てる。

(2) 震災対応研究

放射線による生物影響は当研究所でこれまで取り組んでこなかった研究テーマなので、研究方法・研究対象についてしっかりとした検証を行い、災害からの復興を科学的に支えるための研究に育てる。単なる調査・研究に留めることなく、どの様に復興に寄与できるのかを考えながら研究を展開する。

環境研究の基盤整備

(1) 環境微生物及び絶滅危惧藻類の収集・系統保存・提供：藻類の遺伝子情報の整備に力を入れ、保存株を活用した研究を進展させる。

(2) 絶滅の危機に瀕する野生生物種の細胞・遺伝子保存：新たに野生動物ゲノム連携研究グループ（グループ長：村山美穂京都大学教授）が発足した。今後、凍結保存試料を活用したゲノム解析および細胞生物学的研究の進展が期待できる。

(3) 長期モニタリング：より簡便・迅速・低コスト・高精度な湖沼モニタリング手法の開発を進め、定期調査に適用していく。長期データの公開など、湖沼長期モニタリングのプラットフォーム機能を充実させることで、新たな研究（者）を呼び込む必要がある。また、一般向けの研究発表会等を通じ、アウトリーチ活動の充実を図っていく。GM セイヨウアブラナモニタリングは資金が次年度で切れるため、新たな枠組みを考える必要がある。

(4) 生物多様性・生態系の情報整備：生物多様性研究と連携する形で、生物多様性の保全研究に資する情報整備を進め、情報提供を行い、利活用を促進させる。侵入生物データベースについては環境省外来生物法との連携を強化し、政策支援を進める。さらに関連情報コンテンツを充実させるとともに、国際的な情報ポータルとして発展させる。

1. 6 自己評価

生物多様性研究プログラム

当初のロードマップの目標通り、もしくはそれ以上に成果が出ている。課題間の連携はよりいっそう進める必要がある。また、研究成果を学会発表や学術論文などの形で広く公表するとともに、保全の施策・現場に活かす努力が必要である。

流域圏生態系プログラム「戦略的アセスメント技術の開発と自然再生の評価」プロジェクト

運営交付金、所内公募型研究費、外部資金を適材適所に配分しつつ、計画通りの研究を実行できた。現地関係機関との連携もうまく取れている。ただベトナムではマングローブ試験植林の権利を得たはずのエビ池が違法植林されてしまい、多くの時間を失った。今年度の誌上・口頭発表数が限られており、今後に向けての課題となった。

重点・先導プログラム以外の研究（その他の研究）

(1) 生物多様性・生態系の保全に関する基盤的研究（生物多様性研究プログラムのサテライト研究）それぞれ進捗に違いはあるものの、総じてオリジナリティーの高い研究成果を出している。サテライト機能の強化や次のシーズ創出が課題である。

(2) 震災対応研究

放射線による生物影響については外部の助けを借りながらも、ほ乳類・植物・菌類への影響研究を立ち上げることが出来た。今後は今年度の成果を検証しながら、調査・研究方法の改善を行う。さらに蓄積された放射線による生物影響データを速やかに発信し、政策提言に結びつけていく。

環境研究の基盤整備

(1) 環境微生物及び絶滅危惧藻類の収集・系統保存・提供は、藻類リソースの保存機関として、国内外の様々な分野の研究者に広く利用され、藻類研究を推進する中核機関としての機能を果たしている。

(2) 絶滅の危機に瀕する野生生物種の細胞・遺伝子保存は、東日本大震災以来の懸案であった、試料の分散保存を開始する目処がたち、国内絶滅危惧種の遺伝資源保存体制の充実を図ることができた。また、野生動物ゲノム連携研究グループの発足により試料を活用した研究体制も充実した。

(3) 長期モニタリングは、日本における GEMStat への水質データ登録件数が世界第4位（125の参加国のうち）となり、ナショナルセンタージャパンとして国連の事業に大きく貢献した。GM セイヨウアブラナの推移を長期にわたって確認した研究は世界的に見ても例がなく、GM 農作物の生物多様性影響評価研究に重要なデータを提供した。GM 農作物の安全性を議論する国際会議においても我々の論文が頻りに引用されている。

(4) 生物多様性・生態系の情報整備では、これまでの保存事業や長期モニタリング事業で蓄積された生物多様性・生態系情報を整備し公開する道筋を作り、公開を進めた。侵入種データベースは外来種情報ソースとして広く利用され、データベースを通じた取材、問合せ、情報提供が多数寄せられ中核的なデータベースとしての機能を果たしている。土地利用データベースに関しては、すでに複数の方から利用希望がある。

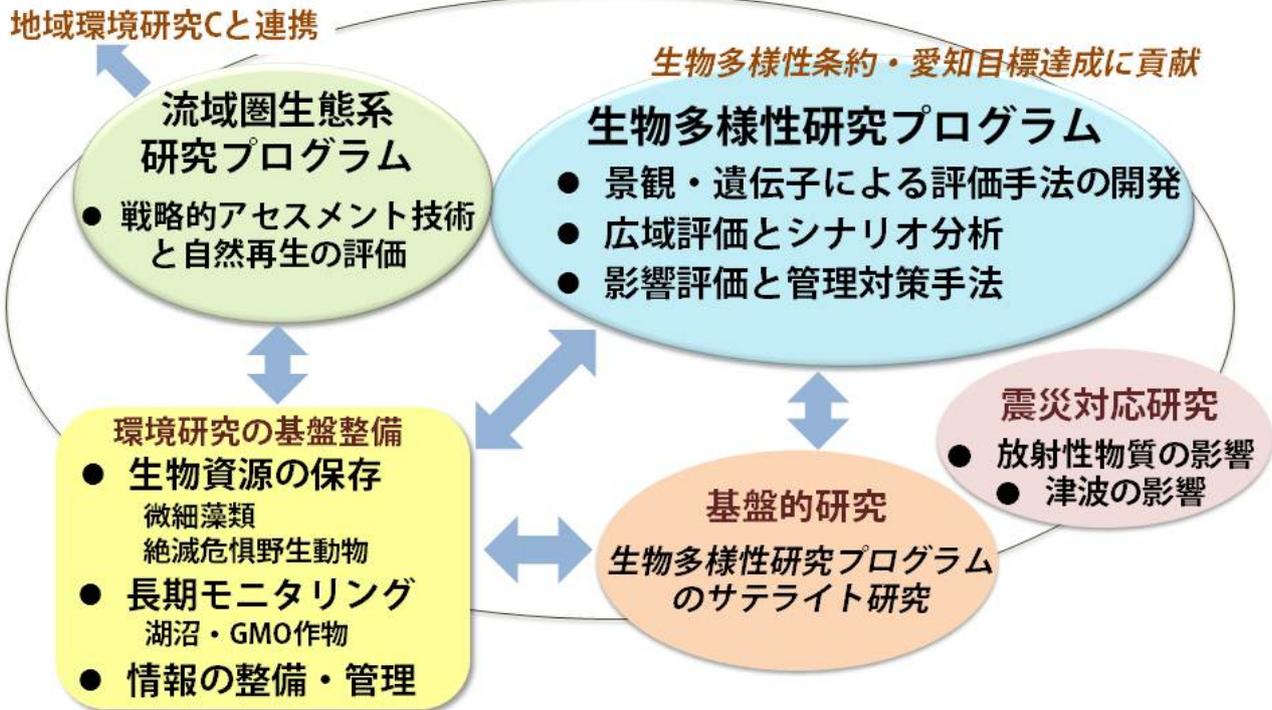
2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
12	56	10	131	33	0

生物多様性を損なわず、生態系の恵みを末永く享受するための科学的知識を取得し、それを広く社会に提供する。

生物・生態系環境研究分野



環境健康研究分野の研究活動の概要

代表者： 環境健康研究センター 新田 裕史（センター長）

構成者：

[環境健康研究センター]

生体影響研究室	是澤裕二（次長）、柴田康行（上級主席研究員）、持立克身（フェロー） 新田裕史（室長（兼務））、小池英子（主任研究員）、伊藤智彦（主任研究員）、 TIN-TIN-WIN-SHWE（研究員）
分子毒性機構研究室	野原恵子（室長）、小林弥生（主任研究員）、前川文彦（主任研究員）、 鈴木武博（主任研究員）、内匠正太（特別研究員）
総合影響評価研究室	中山祥嗣（室長）、佐藤ゆき（研究員）、鈴木弥生（特別研究員）
環境疫学研究室	新田裕史（室長（兼務））、上田佳代（研究員）、道川武紘（研究員） 竹内文乃（研究員）、Ng Chris Fook Sheng（特別研究員）

[子どもの健康と環境に関する全国調査コアセンター]

小児健康影響調査企画推進室	川本俊弘（センター長）、新田裕史（センター長代行）、是澤裕二（次長）、 柴田康行（上級主席研究員）、米元純三（フェロー）、小野雅司（フェロー）、 田村憲治（フェロー）、須田英子（特別研究員）
小児健康影響調査解析・管理室	成島克子（室長）、赤塚輝子（係長）、渡邊浩行（係員）、澤田史哉（係員） 中山祥嗣（室長（兼務））、上田佳代（研究員（兼務））、 道川武紘（研究員（兼務））、竹内文乃（研究員（兼務））、 猪爪京子（データ管理専門職）
総合影響評価研究室（再掲）	

[小児・次世代環境保健プログラムメンバー]

プログラム総括	新田裕史
研究担当者	中山祥嗣、佐藤ゆき、上田佳代、道川武紘、竹内文乃、野原恵子、小林弥生、 前川文彦、鈴木武博、内匠正太、小池英子、伊藤智彦、TIN-TIN-WIN-SHWE、 柳澤利枝 青木康展（環境リスク研究センター）、鈴木規之（環境リスク研究センター）、 今泉圭隆（環境リスク研究センター）、橋本俊次（環境計測研究センター）、 田邊潔（環境計測研究センター）、佐野友春（環境計測研究センター）

※所属・役職は10月31日時点のもの。また、*印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

環境健康研究分野は環境汚染物質等の環境要因による健康影響及びその発現機構の実験的研究による解明と評価、簡易・迅速な曝露・影響評価系の開発、並びに環境が健康にもたらす影響の同定と要因の究明に関する疫学的調査・研究を実施する。以上により、環境汚染物質等の環境要因による健康影響の低減、未然防止に貢献することを目的とする。

環境汚染物質等の環境因子による健康影響は未だ十分に明らかにされておらず、小児や脆弱性の高い集団を中心にその影響と機構を明らかにし、健康影響の低減と未然防止を図る必要がある。そこで、環境汚染物質等の環境因子による健康影響・発現機構の実験的解明と評価、簡易・迅速な曝露・影響評価系の開発、並びに環境が健康にもたらす影響の同定と要因の究明に関する疫学的調査・研究を実施する。

環境健康研究分野は環境健康研究センターが主体として研究を行っており、4研究室、及びエコチル調査コアセンターの2室と1研究室（総合影響評価研究室）から構成される。環境健康研究センターは、先導研究プログラム「小児・次世代環境保健プログラム」を主体的に推進し、「子どもの健康と環境に関

する全国調査（エコチル調査）」のコアセンターとしても機能する。エコチル調査は、環境省の作成する基本計画に基づく全国規模の出生コホート調査であり、コアセンターは、研究実施の中心機関として調査の総括的な管理・運営を行う。さらに、小児・次世代環境保健プログラムと連携しながら、東日本大震災に関わる環境汚染による健康影響評価等、環境要因による健康影響に関する疫学的研究及びその発現機構の実験的研究にも取り組む。

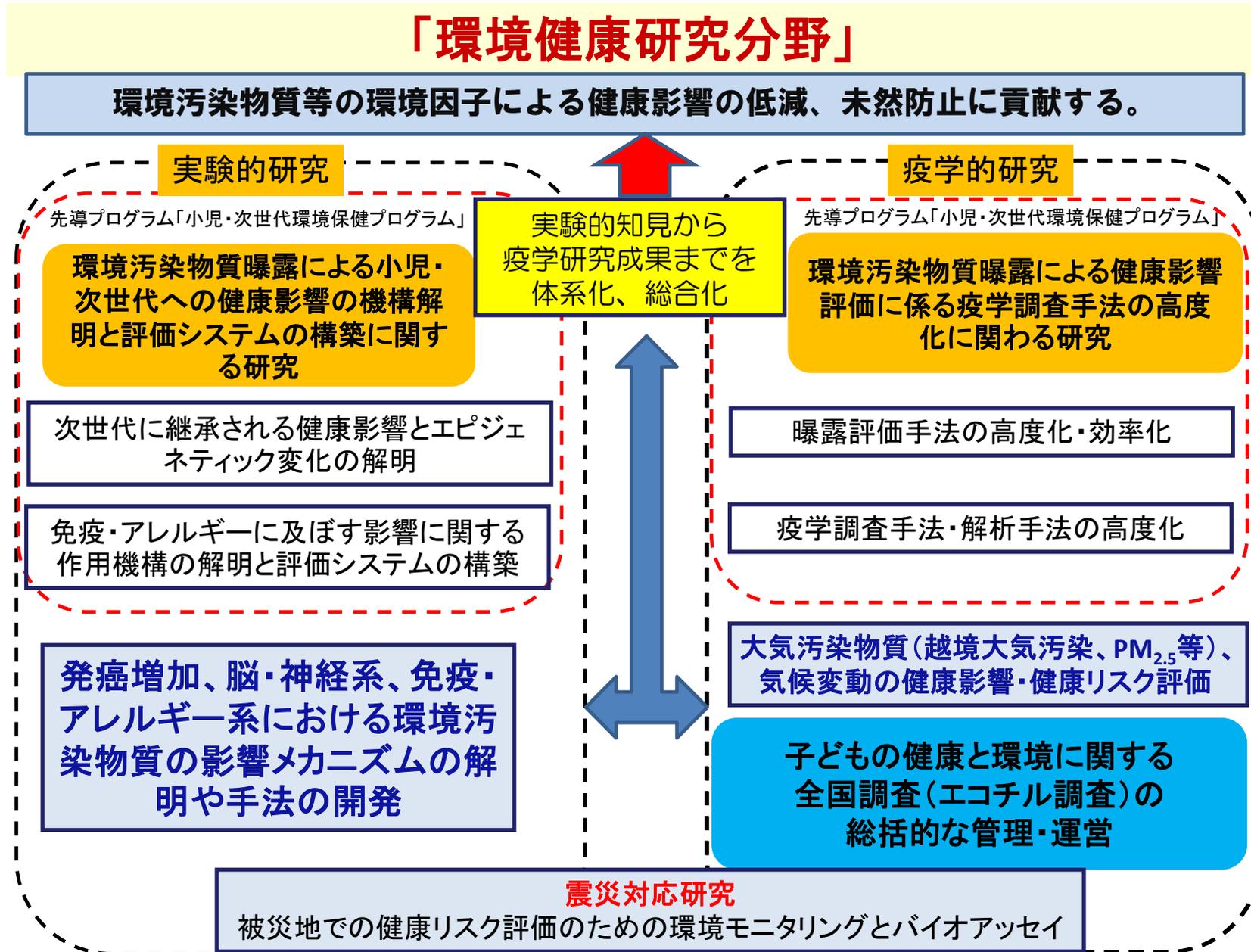
小児・次世代環境保健プログラムはエコチル調査から得られると考えられる環境因子と健康との関連性に関する多くの知見に加えて、健康影響メカニズムを解明することにより疫学知見に生物学的妥当性を与え、また莫大な数に上る環境汚染物質や健康影響の中から疫学研究で検討すべき対象物質や影響指標を提案するなど、これを相補・補完する実験的研究をあわせて推進して、環境因子が小児・次世代に及ぼす影響を、疫学的、実験的研究の双方向から総合的に検討、評価、解明することをめざす。

研究プログラム以外の研究活動については、小児・次世代環境保健プログラムを構成する研究課題をはじめとして、環境汚染物質等の環境要因による健康影響評価及びその発現機構解明の基盤となる研究や特定の環境汚染物質の健康影響評価に特化した研究を行う。

1.2 平成24年度の実施計画概要（平成24年度国立環境研究所年度計画に準ずる。）

環境健康研究分野では以下の5つの課題について取り組む。具体的には、先導研究プログラム「小児・次世代環境保健プログラム」とそれ以外の研究活動を、(A)疫学研究手法を用いた大気汚染物質の影響評価と環境汚染物質・環境因子による健康影響に関わる曝露評価研究、(B)震災対応研究として、被災地での健康リスク評価のための環境モニタリングとバイオアッセイ、及び(C)毒性学研究手法を用いた環境化学物質等の生体影響とその評価手法の確立、特にゲノミクス、エピジェネティクスに着目した環境汚染物質・環境因子の健康影響及び発現機構の解明の3グループに集約して研究を進めるとともに、相互に連携しながら、研究プログラムにおいては、小児・次世代への影響に絞った研究を行い、小児や脆弱性の高い集団を中心に環境汚染物質の健康影響と機構を明らかにするという「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）」の最終的な目標に繋がっていく研究を目指す。

- ① 環境汚染物質・環境因子の免疫・アレルギー系等への影響とその機構の解明に向けて、バイオマーカーの探索とその評価を進め、体系的評価システムを構築のための基礎情報を蓄積する。
- ② 環境汚染物質・環境因子が生理機能や生体反応に及ぼす影響とその機構解明のための実験的研究を進める。
- ③ 環境汚染物質・環境因子の健康影響を総合的に評価するために、実験による知見から疫学研究成果までを広く体系化、総合化するための方法論の検討を進める。
- ④ 環境汚染物質・環境因子が健康へ及ぼす影響を明らかにするための疫学調査手法の開発を進めるとともに、高度化の方法を検討する。
- ⑤ 「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）」を推進するために、妊婦の参加を募り、生体試料の採取保存や出生した子どもについて質問票による追跡調査等を行う。



1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	累計
① 運営費交付金 (下段はエコチル調査予算)	129	138				267
	4,368	2,896*				7,264
②総合科学技術会議が示した競争的資金	48	46				94
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)	10	16				26
④その他の外部資金		2				2
総額	4,555	3,098				7,653

注 1. 括弧内は、再委託費を含めた金額。

*ユニットセンターの業務費を、国立環境研究所からユニットセンターへの委託から、環境省からユニットセンターへの委託に変更としたために、見かけ上減額となった。

1.4 平成 24 年度研究成果の概要

【当該分野の研究活動】

大気汚染物質等の健康影響に関する疫学的研究

- 越境大気汚染に含まれる粒子が循環器疾患発症に及ぼす影響に関する検討を行い、九州地域において黄砂曝露と救急搬送リスクが上昇することを見出した。また黄砂の輸送経路により、その影響の大きさが異なることを見出した。また、脳卒中疾患登録データを用い、黄砂曝露により特定の脳卒中(血栓性脳梗塞)の発症リスクが上昇することを見出した。
- 気候変動による健康影響評価とその適応策を構築するために、関東地域の気温分布、大気汚染物質の濃度分布と健康影響の結果を用いて、関東域における健康被害予測図を作成した。
- 環境省が実施する微小粒子状物質等大気汚染物質に係る疫学調査のための、疫学デザイン、統計手法について検討し、シミュレーションに基づく例数設計および検出力計算を実施するとともに、小児の追跡調査について多段階モデル等の個人の成長を考慮した統計解析モデルについて検討した。

環境汚染物質の健康影響評価とその機構解明に関する実験研究

- フタル酸ジイソノニル (DINP) のアレルギー性喘息に及ぼす影響について経気道曝露によって検討した結果、一部、所属リンパ節における抗原提示細胞の活性化も認められた。これまでに *in vitro* で骨髄由来樹状細胞に対する影響が認められた DEHP および DINP、BaP の影響のメカニズムにおいて、シグナル伝達系等について現在検討中である。
- 黄砂およびその含有成分による健康影響を気道上皮細胞や免疫担当細胞を用いて評価した結果、黄砂イベントにより健康影響に大きな相違があること、付着微生物や化学物質が影響の相違に寄与する可能性があることを明らかにした。
- ディーゼル排ガス由来二次生成有機エアロゾル(SOA) のマウスへの単回点鼻投与では、マウスの脳に影響は認められなかったが、肺における炎症性サイトカインやそれに関わる転写因子、神経免疫反応に関わる神経栄養因子などの遺伝子発現を誘導することを見出した。
- 微小粒子・エアロゾルに含有される多環芳香族炭化水素 (PAHs) およびその誘導体が、気道上皮細胞に及ぼす影響のメカニズムについて検討し、気道上皮細胞の IL-6 産生は、EGFR tyrosine kinase から p38 MAPK の活性化を介したシグナル伝達が主要な経路であり、ある種の化学物質はそれらを促進すること、その一部に酸化ストレスが寄与している可能性があることを見出した。
- フタル酸エステルやベンゾ[a]ピレンが、脾細胞に及ぼす影響の作用メカニズムについて検討した結果、CD86 の発現強度の増加に、甲状腺ホルモン受容体等のホルモン受容体を介した反応の可能性が示された。
- 医療用のドラッグデリバリー剤や電子デバイスの基盤などに多用されている PAMAM デンドリマーナノ粒子

を対象とし、単回点鼻投与による、脳、肝、腎、生殖器等の主要臓器への分布について現在検討中である。

- マウスに酸化ストレスを誘導すると考えられている低メチル食を投与し、肝臓の能動的脱メチル化酵素遺伝子群の発現を検討した結果、低メチル食投与によって Tet2 および Tet3 遺伝子の発現が有意に増加することをみいだした。
- 亜ヒ酸ナトリウムを曝露した神経細胞を採取し、神経突起形成に関わる細胞骨格の発現量を調べ、亜ヒ酸ナトリウム曝露により発現量に変化することを明らかにした。
- 環境汚染物質曝露によって発現が変化することが知られているレトロトランスポゾン L1 の脳における性差について検討し、7 週令のマウスの視索前野において、L1 mRNA の発現に雌雄差があることを定量 PCR 法により明らかにした。
- 生体試料中ヒ素化合物の高感度一斉分析法の開発を進めるとともに、各種ヒ素化合物と腸内容物との反応性と反応生成物を比較し、腸内細菌のターゲットヒ素化合物を検索した。
- ヒト尿路上皮細胞株において、がん抑制遺伝子 p16INK4a がヒ素により減少するメカニズムをエピジェネティクス作用に着目して検討した結果、細胞周期測定から、ヒ素により p16INK4a が減少しているときに DNA 合成期である S 期が増加していることを明らかにした。また、p16INK4a プロモーター領域において転写抑制型のヒストン修飾のレベルがヒ素により増加することを明らかにした。
- 酸化ストレスが能動的脱メチル化機構の活性化及び DNA のメチル化に関与するか検討した結果、酸化ストレスを誘発する化学物質により DNA 脱メチル化に関与する酵素の遺伝子発現の増加が明らかになった。
- 前年度に発見した肝臓における DNA メチル基転移酵素 Dnmt3b 遺伝子の概日リズムに関して、肝臓内で概日リズムを形成する時計遺伝子との関連を検討し、時計遺伝子 Bmal1 欠損により Dnmt3b mRNA 発現に変化が生じることから Bmal1 が Dnmt3b mRNA 発現制御に関与する可能性が示された。

震災対応研究(他センターとの共同研究)

- 東日本大震災の津波被災地において、これまでに石巻市内 5 地点から大気 160 サンプル、石巻および気仙沼がれき置き場からの浸出水 48 サンプルを採取し、採取した試料の分析およびバイオアッセイを実施した。大気試料、土壌および前年度採取した津波堆積物について発生源解析のための元素分析を実施している。
- 一部の大气試料および津波堆積物(40 μm ふるい下)について、培養細胞を用いた上気道炎症反応試験を行い、堆積物について強い反応を確認し、同時にエンドキシン量を測定し、堆積物中の高濃度エンドキシンを認めた。他の地域で採取した試料を対照として同様の実験を行っている。
- AhR、CAR などの核内受容体結合アッセイにて、大気試料、浸出水試料に影響を認めた。上記影響の原因物質については現在探索中である。

【研究プログラム「小児・次世代環境保健プログラム」】

プロジェクト 1:「環境汚染物質曝露による健康影響評価に係る疫学調査手法の高度化に関わる研究」

- 多岐の用途にわたって使用され、複雑化している化学物質への曝露推計を行うために、大気、水、土壌、食物、室内環境等を総合した、曝露モデルの構築を進めている。本年度は福島第一原発事故による放射性物質汚染データを用いて、曝露推計モデルの構築およびその高度化を行った。本モデルは特定の集団の曝露分布を推計するもので、今後化学物質の曝露推計に広げていく予定である。
- また、大規模疫学調査における環境試料・生体試料の分析による曝露評価では、可能な限り少ない試料量でかつ多成分の化学物質を一斉分析できる分析法の開発が必須である。そのため、生体試料の複雑な分析前処理を自動化し、かつ従来別に分析が必要であった陽イオン性物質と陰イオン性物質を同時に分析する方法を開発した。
- 環境汚染物質の曝露経路として重要な食物摂取量の推計をするための調査手法のひとつとして、簡易な質問票(食物摂取頻度調査質問票)を作成するため、全国 13 都道府県内の 2~6 歳児を対象とした食事調査を実施した。調査計画は、日間変動や季節性を考慮し、3 日以上最大 7 日分の秤量食事記録法を 3 カ月毎の計 4 回(四季別)とし、春期と夏期調査が終了した。計 450 名から、のべ 4084 日分の食事データと子どもの食生活習慣、飲用水、料理水など食事(食物)由来の環境汚染物質曝露源を推定するために必要な情報を同時に収集した。
- 対象者が長期追跡され、原因・交絡因子・結果(疾患)が経時的に測定・観察される場合は、従来のシンプルな線形回帰モデルでは因果関係の正確な定量ができないことから、適用可能な統計モデルの候補についてエコチル調査で収集されるデータを例に、解析上の問題点を整理した。

プロジェクト2「環境汚染物質曝露による小児・次世代への健康影響の機構解明と評価システムの構築に関する研究」

- ・ これまでの研究で、胎児期ヒ素曝露によって後発的に肝臓で酸化ストレスが増加し変異が増加する可能性が示唆されたことから、今年度は肝臓組織で癌遺伝子 Ha-ras の変異解析を行った。その結果、ヒ素曝露群では変異が入り活性化型となった Ha-ras をもった癌が増加することをみいだした。
- ・ マウスにおいて胎児期の無機ヒ素曝露が中枢神経系に与える影響を in vivo, in vitro の両面から検討した。In vivo では全自動行動解析装置インテリケージを用いて、後発的に行動柔軟性や固執性に影響を及ぼすことを明らかにした。In vitro の研究では、特に胎児脳から作成した初代培養神経細胞で、ヒ素曝露で誘導される神経突起伸長の低下がグルタミン酸受容体 GluA1 の低下によっておこる可能性を明らかにした。
- ・ マウス B リンパ球細胞株を用いて無機ヒ素による免疫抑制の原因となると考えられる増殖抑制の機序に関して検討した。その結果、無機ヒ素曝露によって retinoblastoma タンパクファミリー p130 のリン酸化が低下しユビキチン化-プロテアソーム分解が抑制されることによって p130 が蓄積し、細胞増殖を抑制することが明らかとなった。
- ・ フタル酸ジイソノール(DINP)の経気道曝露が、若齢期のアレルギー性喘息に及ぼす影響について検討した。その結果、肺局所への炎症細胞浸潤、炎症性因子のタンパク発現において、DINP 用量依存的な増悪傾向を示し、一部、所属リンパ節における抗原提示細胞の活性化も認められたが、アレルギー単独曝露との比較による有意な違いはなかった。また、脳神経系への影響に関しては、DINP 曝露により視床下部の TNF α および CCL2 の遺伝子発現が減少を認めた。

【環境研究の基盤整備「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）」の総括的な管理・運営】

- ・ 平成 24 年 10 月 30 日時点のデータ管理システムへの登録状況に基づくエコチル調査への参加同意者数は母親(妊婦)48,201 名、父親は 22,643 名となった。
- ・ 現行の研究計画書について、全体調査フォローアップ計画の内容を反映させるとともに、福島第一原子力発電所事故の発生に伴い、放射線の健康影響に関する国民の不安が高まっていることを踏まえ、環境要因の一つとして放射線の影響の検討を行うこととし、また、エコチル調査の調査地区を福島県全域に拡大することとしたため、その内容を反映させた改訂を行った。
- ・ 説明文書及び同意文書について、研究計画書の改訂内容を反映させるとともに、記載内容をより適切に、かつ、わかりやすくするための見直しを行った。
- ・ 調査開始時に作成した以下のマニュアルについて、調査実施過程で生じた新たな事象等に対応するために進行管理マニュアルを中心として記載内容の修正や追加を行った。
- ・ 平成 23 年度末に作成した 6 歳までの追跡調査の内容、スケジュール、及び調査手法等に関する全体調査フォローアップ計画を実行に移すために、平成 23 年度までに作成した妊娠前期用及び妊娠中期用質問票、父親質問票、出産時診察記録票、妊婦健診転記票、出生後 1 か月質問票、6 か月質問票に加えて、出生後 1 歳、1 歳半質問票を作成した。さらに、質問票への病歴記載内容を確認するための医療機関への二次調査方法の検討を行った。
- ・ 全体調査参加者の一部を対象として実施する詳細調査におけるアウトカム測定や環境測定手順に関する検討を行い、詳細調査計画素案を作成した。
- ・ 全体調査及び詳細調査を立案するにあたって、それぞれの調査内容に関するパイロット調査を実施した。
- ・ 民間の検査会社に委託して実施している生体試料の回収、生化学項目等の検査、化学分析や長期保管のための試料の分注操作、並びに化学物質分析用試料(分析前保管試料)の保管については、その管理体制に関する検討を引き続き行い、試料数の増加に伴って、入出庫管理システム、化学分析や長期保管施設の整備・拡充のための検討を行った。
- ・ 遺伝子解析用の試料及び長期保管試料については、国立環境研究所において受入体制を構築し、デュープフリーザー(-80℃)および液体窒素タンク(-150℃)での保管を引き続き実施した。
- ・ 採取された生体試料について行ったアレルギー検査やコレステロール等の生化学項目の分析結果に関する参加者への通知を順次行った。
- ・ 生体試料(血液、尿、母乳、毛髪)中の各種化学物質の測定法に関する検討を引き続き行った。
- ・ 参加者の ID 発行、同意書及び個人情報の登録、生体試料の検査結果の管理、同意書・質問票・診察記録票等の入力・管理、調査進行状況の管理、謝礼の管理等を行うためのデータ管理システムを構築し、その管理・運営を行った。各ユニットセンターには、運用開始当初に設置した専用端末に加えて、データ入力業務量の増大等に応じて増設を行った。調査の進捗に伴い必要となったシステムの拡充を行うとともに、

出生後6か月毎に実施される質問票の作成にあわせて、入力インターフェースの追加を行った。

- ・ ユニットセンターとの連絡調整や意見交換を円滑に進め、調査手法の統一・標準化を図るため、ユニットセンター連絡協議会及び実務担当者による月例WEB会議等を開催し、また電子掲示板を開設して、調査実施上必要な各種文書、Q&A、会議案内等を掲載するなど、ユニットセンターとのコミュニケーションを向上させた。
- ・ 各地域でリクルートを担当するエコチル調査リサーチコーディネーターを対象として、いくつかのユニットセンター独自の取り組みを紹介して、意見交換を行う交流会を東京と大阪において開催した。ユニットセンター管理者を対象として、主にガバナンス、リスク管理に重点を置いた研修を実施した。
- ・ リスク管理及び危機管理に対応するために、コアセンター及び各ユニットセンターにリスク管理責任者を置き、リスク管理・危機管理のための情報を集約し、対応する体制を構築した。リクルート・同意・システム登録、生体試料採取・回収等に関わるトラブル等については、ユニットセンター及び生体試料の回収・検査の委託機関等と連携し、迅速な対応に努めるとともに、調査関係者に対する作業手順の確認・徹底の指示や周知等を行った。
- ・ 調査参加者への情報提供と継続意識の醸成を目的として、ニューズレター「エコチル調査だより」の2号、3号を発行し、参加者に配付した。また、年2回の発行にあわせて、次号の企画を開始した。
- ・ 各ユニットセンターが企画する調査対象地域での講演会等のイベントに参加して、広報活動を行った。
- ・ 昨年度策定したデータ利用と成果発表の基本ルールの改訂を行った。また、成果発表リスト及び執筆責任者の指名に向けた検討を行った。
- ・ 平成23年12月末までに出産した参加に関わるデータの一部固定のためのデータクリーニング作業を開始した。

1.5 今後の研究展望

第3期中期計画期間においては、環境健康研究分野では「小児・次世代」をキーワードとして、先導プログラムとしての「小児・次世代環境保健プログラム」に取り組むとともに、環境研究の基盤整備として位置づけられている「子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査)」の総括的な管理・運営を担っている。研究プログラム以外の活動についても、基本的には直接的、間接的に小児・次世代の健康に影響に関するものである。

競争的資金等に基づく研究については個々の研究目標を達成するために着実に研究を展開するとともに、先導プログラムとの連携を意識して、研究を進めたい。また、担当する研究者の自発的なアイデアを活かして環境健康研究分野の課題に取り組むとともに、環境政策への貢献を旨したい。

エコチル調査は、種々の課題はあるものの、研究基盤の整備という観点では着実にデータ・試料は収集され、蓄積されつつある。課題の中には、「小児・次世代環境保健プログラム」PJ1の成果によって克服できることが期待されるものがあり、エコチル調査の資産を活かした研究展開を目指したい。国内外からのエコチル調査への期待も高まっており、国際的な連携・研究展開を進めて、環境疫学研究の拠点を目指したい。

また、震災対応研究についても、放射性物質以外の汚染物質についての被災地でのモニタリングや環境試料の分析等を継続して、健康影響の未然防止の観点から調査研究に所内外の研究者と連携して取り組んでいきたい。

1.6 自己評価

エコチル調査については全国規模の多施設疫学調査として着実に進んでいると評価するが、環境健康研究センターに所属する研究者のうち、疫学研究に関わる者はエコチル調査の実施に必要な計画立案や調査内容・手法の評価とその具体化など、研究的な色彩の強い業務に多くのエフォートを割かざるを得ない状況である。これらの業務を研究成果として発信できるようになるためには、数年の時間が必要である。一方で、このような大規模疫学研究に関わることによってはじめて生まれるアイデアがあることも期待される。これまで取り組んで来た疫学研究や関連する曝露評価に関わる研究では、所内外の研究者との共同研究などによって成果を上げていると考えているが、人員の不足もあり、行政上の貢献が期待されているものに十分に応えられていないというのが現状である。実験研究について、個々の研究課題ではこれまでの研究資産の蓄積に基づいて継続的に研究成果が発信できていると評価できる。疫学研究と毒性学研究の知見は環境汚染物質の健康影響評価の両輪といえるものであり、研究者間の議論を密にして、新たな研究に発展させていく場ができてくると考えている。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
5	22	0	43	19	0

社会環境システム研究分野の研究活動の概要

代表者： 社会環境システム研究センター
センター長 原澤英夫

構成者：

[社会環境システム研究センター]

フェロー	甲斐沼美紀子
主席研究員	森保文
環境経済・政策研究室	須賀伸介、久保田泉（主任研究員）、岡川梓（研究員）
環境計画研究室	青柳みどり（室長）、一ノ瀬俊明（主任研究員）、Li Yen、李重韻（准特別研究員）
統合評価モデリング研究室	増井利彦（室長）、高橋潔、花岡達也、金森有子（主任研究員）、藤森真一郎（研究員）、Shin Yonghee（特別研究員）*）、長谷川知子（JSPSフェロー）、白石和恵、岩渕裕子（高度技能専門員）
持続可能社会システム研究室	亀山康子（室長）、肱岡靖明、藤野純一（主任研究員）、芦名秀一（研究員）、森田香菜子、朝山由美子、Diego Silva Herran、（特別研究員）、須田真依子、亀井未穂（准特別研究員）
環境都市システム研究室	藤田壮（室長）、松橋啓介、藤井実、平野勇二郎（主任研究員）、有賀敏典、大西悟、村山麻衣、戸川卓哉（特別研究員）、金田百永（准特別研究員）

※所属・役職は10月31日時点のもの。また、*印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

環境問題の根源となる人間の社会経済活動を持続可能なものとする環境と経済が両立する持続可能社会への転換に貢献するためには、人間と環境を広く研究の視野に入れて、社会経済活動と環境問題との関わりを解明するとともに、環境と経済の調和した持続可能な社会のあり方とそれを実現するための対策・施策を提示する必要がある。

持続可能な社会の早期実現を目指して、社会環境システム研究分野の調査・研究を実施する。特に、環境・社会・経済のモデル開発と改良を進め、内外の諸問題へ適用し、現状及び政策分析を進めるとともに、国内及び世界を対象とした持続可能性の検討、シナリオ・ビジョンの構築、持続可能な生産と消費のあり方の検討を行う。

具体的には、持続可能な社会や都市に向けた実現シナリオやロードマップの構築と実現方策の立案、持続可能な都市のあり方の検討、コベネフィット型の環境都市とモデル街区のシステム設計と社会実証に関する研究など、持続可能な社会の構築に重点をおいた研究を推進する。また、これらに関連して、環境意識等に関するモニタリングや社会と科学に関するコミュニケーション、環境政策の経済的評価や効果実証と制度設計など基盤的な研究を行う。

以上の調査・研究を推進することにより、以下の方向を目指す。

- ① 持続可能な社会の将来シナリオの基礎となるドライビングフォースとしての社会・経済のビジョンを、シナリオアプローチにより分析し、今後生じうる様々な環境問題を想定しつつ、持続可能な社会実現に必要な対策や社会・経済のあり方、消費やライフスタイルのあり方を定性的及び定量的に提示する。
- ② 人間活動から発生する環境負荷の環境資源と都市活動への影響を解析する環境シミュレーションを踏まえつつ、環境影響の低減と社会経済の改善を同時に実現するコベネフィット型の技術と施策を組み合わせる環境ソリューションとその計画システム及び評価方法論を構築する。
- ③ 統合評価モデルや環境経済モデルの開発・改良及び関連データの収集整備を進め、上記①及び②への適用、内外の諸問題へ適用し、現状及び政策分析を進めるとともに、環境政策の経済的評価や効果実証などの研究を行う。

2つの先導研究プログラムを進めるとともに、当該研究分野の基盤的研究として、震災対応型研究、基盤研究プロジェクト、外部競争的資金による研究、経常研究を実施する。また、国際的活動を積極的

に展開することにより、研究関連情報を得るとともに、研究成果を発信することにも努める。特に震災対応型研究では、昨年度に引き続き、大震災からの復旧・復興に資する調査研究、とくに都市復興再生や、大震災後のエネルギー対策と温暖化対策の検討など、研究プログラム及び基盤的研究とも関連させて研究を進める。

1.2 今年度の実施計画概要（平成24年度国立環境研究所年度計画に準ずる。）

持続可能社会に向けた実現シナリオ・ロードマップの構築と実現方策の立案、持続可能な都市のあり方の検討、コベネフィット型の環境都市とモデル街区のシステム設計と社会実践に関する研究など、持続可能な社会と都市の構築に重点をおいた研究を推進する。また、これらに関連して、環境意識・行動等に関する分析や社会と科学に関するコミュニケーション、環境政策の経済的評価や効果実証と制度設計など基盤的な研究を行う。

① 先導研究プログラム（持続可能社会転換方策研究プログラム）：

プロジェクト1：将来シナリオと持続可能社会の構築に関する研究では、昨年度作成した将来シナリオの基本的枠組みをもとにして、各シナリオにおいて生じうる様々な環境問題について、専門家や関係主体の意向を集約、検討し、持続可能な社会を構築するに当たって必要となる対策や社会・経済のあり方を明示的に表現する方法を検討するとともに、将来シナリオのストーリーライン案を作成する。

プロジェクト2：持続可能なライフスタイルと消費への転換に関する研究では、昨年度に実施したライフスタイル変化要因の分析、ライフスタイルに関する定性的、定量的なシナリオの内外の事例調査・分析から得られた持続可能なライフスタイルの基本的枠組みをもとに、ライフスタイルシナリオの構築手法を検討する。その検討に基づいて専門家ワークショップを開催し、ライフスタイルシナリオの方向性を定めるとともに、ライフスタイルシナリオを定量的に評価する家計モデルの開発を進める。

将来シナリオ作成にあたっては、本研究プログラムで当初予定していた社会、経済、環境データの収集を拡大して大震災後の社会、経済、環境の変化に関わるデータの収集・分析を昨年度に引き続き実施する。

②先導研究プログラム（環境都市システム研究プログラム）：

- ・低炭素社会や地域循環圏の形成等の都市・地域の将来シナリオのコベネフィット型の目標群と、その達成に向けた環境技術と施策を操作変数とする定量的な環境計画とその評価システムに関する調査を引き続き進める。あわせて都市・地域の特性に応じた環境都市とモデル地区を計画、効果を算定する基本的枠組みの構築を進める。

- ・昨年度に進めた川崎市、中国瀋陽市等の国内とアジアのモデル都市、モデル地区で技術・施策の社会実装研究のプラットフォームを活用して、空間的にまとまった単位で複合的な環境問題を解決する技術・施策（環境都市ソリューション）の計画と評価システムの構築を進める。

- ・都市・地域環境施策や街区等の都市・地域の拠点開発事業など、国内外の環境都市実現の社会実装プロセスの設計に必要な要因に関する昨年度の調査分析をもとに、国内都市の低炭素化や地域循環圏の計画ガイドラインに資する研究とアジア都市の技術システムの研究を進める。また、都市・地域空間に関する将来の土地利用転換や基盤整備の分析手法の調査結果を踏まえ、将来シナリオの構築手法の開発を進めるとともに、低炭素やコベネフィットなどの社会環境ターゲットに応じたマルチスケールの地域・都市・地区の計画などの都市環境施策への反映プロセスを検討する。

③ 基盤的研究：

昨年度に引き続き、特別研究、震災対応型研究、基盤研究プロジェクト、外部競争的資金研究、経常研究、国際的活動を進める。これらの研究を通じて、統合評価モデルや環境経済モデルの開発・改良、関連データベースの更新など、基礎的な情報・ツールの改良に努める。本研究センターの基盤的研究として、2つの先導研究プログラムに含まれない、以下の研究課題を実施する。

(1) 特別研究

世界の水資源評価に関する長期シナリオ研究（23年度終了）の成果を取りまとめ、特別研究報告書（Rシリーズ）を出版する。

(2) 震災対応型研究

昨年度、①研究所の節電・省エネ、②被災地の都市復興再生、③原発事故後のエネルギー研究を開始した。今年度もセンター経費で継続することとしたが、②被災地の都市復興再生については環境都市

7. 社会環境システム研究分野

システム研究プログラムに統合して実施することとした。

(3) 基盤研究プロジェクト (平成 23～24 年度、うち 1 件は 25 年度まで)

センター内公募型研究として 6 件を採択して、昨年度から研究を開始した。昨年度末に実施した中間評価および外部競争的資金の獲得状況を考慮して、2 件を 1 年で終了することとし、4 件を継続して進める。

(4) 外部競争的資金による研究プロジェクト

昨年度は、環境省環境研究総合推進費課題 9 件（戦略課題 3 件、個別課題 6 件）、地球規模課題対応国際科学技術協力課題 (JST-JICA) 1 件、民間受託研究 6 件、二国間交流事業協同研究 1 件、科研費 11 件を進めた。

環境研究総合推進費課題については 2 課題が昨年度終了し、今年度から新たに 3 課題（戦略課題 1 件、個別課題 2 件）を開始した（戦略課題 4 件、個別課題 6 件）。今夏、環境研究総合推進費課題 3 件が中間評価を受け、いずれの課題も A 評価であった。その他に、地球規模課題対応国際科学技術協力課題 (JST-JICA) 1 件、民間受託研究 2 件、科研費 6 件を進めている。

(5) 経常研究

経常研究は昨年度設定した 4 件を引き続き進める。

(6) 国際的活動

気候変動枠組条約・京都議定書交渉への専門家としての参画、IPCC への貢献、統合評価モデルに関するネットワークや低炭素社会の国際ネットワークへの協力、統合評価モデルや低炭素シナリオ作成のトレーニングワークショップを進める。

1.3 研究予算

(単位：百万円)

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	累計
①運営費交付金	106*1	111*3				217
②総合科学技術会議が示した競争的資金						
1) 環境省環境研究総合推進費など	325*2	350*2				675
2) 文部科学省科学研究費助成事業	7	3				10
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)	0	0				0
④その他の外部資金						
1) 民間受託研究	59	9				68
総額	497	473				970

* 1 平成 24 年度への繰越分を含む。

* 2 大学・独法などへの委託契約金額を含む。

* 3 前年度からの繰越分を含む。

1.4 平成 24 年度研究成果の概要

(持続可能社会転換方策研究プログラム)

平成 24 年度の研究目標と成果の詳細については、様式 3 にまとめている。

(1) プロジェクト 1：将来シナリオと持続可能社会の構築

① 社会の中で「持続可能」という用語がどの分野で多用されているか、調査した。日本語では、経済、環境、商品、情報、財政など、経済的側面が強い語が上位に多くランクされ、一方、英語では community、agriculture、living、design、forest など社会や環境に近い語が多い傾向が見られた。

・持続可能な取組みを行う際の要求事項として、「1. 可逆であること、もしくは代替・修繕できること」と「2. 人や活動の基本的なニーズを満たし、発展段階に応じた上位ニーズを満たすこと」とは、ほぼ同等であり実践レベルで「環境保全」と「人間開発」の両立が求められていることがわかった。

7. 社会環境システム研究分野

- ② 昨年度作成した生産・技術を中心とした叙述シナリオを確認する振り返り会合での指摘を踏まえて、持続可能社会シナリオは GDP 成長に限界が生じた際の代替シナリオに位置付けられること、ICT や芸術・文化、都市・生活のあり方をシナリオに反映させ、叙述シナリオの要約表を基に叙述シナリオ案を作成した。
- ③ 持続可能社会の定量化を目的とした日本多地域モデルとデータ収集を行うとともに、②の叙述シナリオで示されている社会の再現計算を開始した。例えば、経済成長が 0 となる社会を想定した推計結果から、2030 年の CO₂ 排出量は通常の経済成長を見込んだ社会の CO₂ 排出量と比較して 6%削減されるが、GDP あたりの CO₂ 排出量は悪化しており、0 成長下においていかにエネルギー効率を上げるかが課題となることを示した。

(2) プロジェクト 2：持続可能なライフスタイルと消費への転換

- ① 昨年度実施した意識調査結果から、東日本大震災と電力不足により、人々の省エネ意識は高く、過半数の回答者が、平成 23 年夏の省電力について積極的に取り組む意向を示した。また、将来のエネルギー選択について、再生可能エネへの関心と期待は大きく、原発については技術的な安全性よりも、管理に不信を抱いていることがうかがえた。
- ② 平成 23 年度終盤から、ライフスタイルの重層的シナリオ・ライティングを開始した。(株) 博報堂と協力して、「未来洞察」手法を用いて、①未来仮説イシューの構築、② 専門家ワークショップによる未来シナリオの描出、③シナリオ描写の具体化・精緻化の 3 段階で叙述シナリオの作成作業を進めた。

(環境都市システム研究プログラム)

平成 24 年度の研究目標と成果の詳細については、様式 3 にまとめている。

(1) プロジェクト 1：都市の環境技術・施策システムの評価と社会実証プロセスの構築

- ① 東日本大震災被災地域にある環境未来都市に選定された宮城県東松島市、福島県新地町と協議をしつつ、地域エネルギー・資源を活用した復興計画策定の支援を行い、現在も検討を継続している。また計画作成支援ツールとして、地理情報システム (GIS) を活用し、対策技術メニューと潜在的なエネルギーの供給・需要のマッチングから、再生可能エネルギー等の導入可能量と効果を推計するモデルを作成した。
- ② 都市の資源循環については、有機系循環資源を対象に、高品質廃棄物の素材産業での積極的活用と、低品質廃棄物の複合拠点化による高効率利用を行うシステムを提案し、その低炭素化と費用削減を両立する効果を評価した。また、将来の人口減少や廃棄物の需給バランス変化に柔軟に対応し、長期的視点でも高い費用対効果が得られるリサイクル・処理システム設計の基礎的フレームと評価方法を構築した。
- ③ 開発途上国に展開可能な適地型生活排水処理技術の実証と開発をバンコク都、現地大学との連携により実施した。排水処理性能の評価を行った結果、既存排水処理システム (活性汚泥法、Thung Khru 処理場) と比較して同等の処理水質 (BOD、窒素等) を約半分の処理時間で発揮する事が出来た。

(2) プロジェクト 2：環境的に持続可能な都市・地域発展シナリオの構築

- ① 市町村内のメッシュ人口の集約度 (偏在度) を評価するために導入した人口分布ジニ係数と各種の地域指標との間で推移を考慮した連関分析を行ったが、政策的に有用な示唆が得られなかった。そのため、市町村特性別および偏在度の傾向別にメッシュ規模別人口変化率を分類・集計して、偏在化と均一化のいずれかの傾向を示した場合の将来の人口分布を各々シミュレーションすることで、実現可能性の高い地域内人口分布シナリオを構築する手法として提案した。
- ② 福島県新地町とその周辺 8 市町を対象に、太陽光発電、地域冷暖房、バイオマスによる家庭エネルギーの供給可能性を評価し、環境未来都市計画の資料として提案した。

(当該分野の研究活動)

平成 24 年度の研究目標と成果の詳細については、様式 2 にまとめている。

(1) 特別研究

昨年度終了した特別研究「世界の水資源評価に関する長期シナリオ研究」の成果を研究所の特別研究報告 (R シリーズ) として取りまとめた。

(2) 震災対応型研究

- ① 国立環境研究所における省エネルギー対策シミュレーションと事後分析に基づく持続可能なワー

7. 社会環境システム研究分野

クスタイルの実証研究（平成23年度～）

平成23年度に引き続き研究所のエネルギー需給データを取得し、分析を行い、節電が定着していることを確認した。

- ② 地理空間情報技術を活用した復興構想の検討（復興に向けた環境地域計画システム研究会）（平成23年度～）

東日本大震災直後の緊急対応や復旧から1年半が経過し、復旧・復興の段階に入ったことを受けて、当初震災対応型研究として位置付けていた被災地都市の復興再生支援については、「環境都市システム研究プログラム」と一体化して進めた。研究計画・進捗状況・研究成果については、様式3「環境都市システム研究プログラム」を参照されたい。

- ③ 大震災後のエネルギー供給システムを考慮したシナリオ解析（平成23年度～）

平成24年度は、国家戦略室、環境省中央環境審議会などから、革新的エネルギー・環境戦略の策定に資するエネルギーミックス（原発比率など）と温暖化対策のシナリオ分析および経済影響について統合評価モデル（AIMモデル）による推計作業の依頼があった。昨年度の成果も踏まえて原発比率、温暖化対策強度（上位・中位・低位）に応じた温室効果ガス排出削減量、GDPや電力料金への影響について試算して、結果を提供した。

(3) 基盤研究プロジェクト（平成23～24年度、1件は25年度まで）

②～⑤については、平成24年度も引き続き研究を進めた。得られた研究成果は、様式2にとりまとめている。

- ① 地球温暖化問題におけるリスクアプローチの概念整理と課題検討（平成23年度終了）
- ② 気候変動と洪水リスクの経済分析～洪水被害額の推計と洪水リスクモデルの構築（平成23～24年度）
- ③ 国際レベルにおけるフロン類の排出抑制策の促進に関する研究（平成23～25年度）
- ④ 気候変動枠組条約と生物多様性条約における制度間相互作用の研究：REDD+の事例（平成23～24年度）
- ⑤ 温暖化影響・適応ならびに持続可能な開発に関する最新研究情報の収集と整理（平成23～24年度）
- ⑥ 日本の成人男女の環境問題重要度認識に関する時系列調査（平成23年度終了）

(4) 外部競争的資金による研究プロジェクト

以下の研究課題・プロジェクトを進めている。得られた研究成果は、様式2にとりまとめている。

- ① アジア低炭素社会に向けた中長期的政策オプションの立案・予測・評価手法の開発とその普及に関する総合的研究（環境省・環境研究総合推進費 S-6）
- ② JST-JICA アジア地域における低炭素ネットワークの構築（SATREPS）
- ③ 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究（環境省・環境研究総合推進費 S-8）
- ④ 東京都適応プロジェクト（平成24年度まで延長）
- ⑤ 統合評価モデルを用いた世界の温暖化対策を考慮したわが国の温暖化政策の効果と影響（環境省・環境研究総合推進費 A-1103）
- ⑥ 東アジアにおける広域大気汚染の解明と温暖化対策との共便益を考慮した大気環境管理の推進に関する総合的研究（環境省・環境研究総合推進費 S-7）

本年度は、新規課題として採択された以下の研究プロジェクト（いずれも環境省・環境研究総合推進費課題）を開始した。

- ⑦ 気候変動問題に関する合意可能かつ実効性をもつ国際的枠組みに関する研究（E-1201）
- ⑧ 技術・社会に対する価値観の変化とリスク受容性に関する調査研究（ZE-1202）
- ⑨ 地球規模の気候変動リスク管理戦略の構築に関する総合的研究プロジェクト（S-10）

(5) 経常研究

引き続き下記の経常研究を進め、得られた成果を適宜研究プログラム、外部競争的資金研究に活用している。

- ① 環境保全のための環境政策・制度設計の有効性・あり方に関する基礎的研究
- ② 環境計画、ライフスタイルのための基礎的研究
- ③ 持続可能社会を評価するためのモデル開発に資する情報整備。
- ④ 低炭素社会実現に向けた緩和策のあり方に関する研究

(6) 国際活動

① 気候変動枠組条約、京都議定書交渉への貢献

温暖化防止や適応の国際交渉、水銀条約の国際交渉に専門家として参画して、交渉時の情報を得るとともに、今後の方針などの議論に際して助言などを行った。

② IPCC への貢献

第5次報告書の作成・編集に協力するとともに、IPCCの世界共通の社会経済シナリオ（SSP: Shared Socio-economic Pathway）は、今年度完成予定であることから、統合評価モデルの計算結果を提供するなど、積極的に協力した。

③ 統合評価モデルに関する国際ネットワークへの参画

統合評価モデルの国際比較、低炭素社会構築ネットワークに参画して研究で得られた成果を提供した。

- ・統合評価モデルの開発や比較検討のネットワーク： 統合評価モデリング・コンソーシアム（IAMC）、エネルギーモデリング・フォーラム（EMF）、アジアモデリング・エクササイズ（AME）、農業統合モデル国際比較プロジェクト（AgMIP）など。

- ・低炭素社会構築のための国際ネットワーク： 低炭素社会国際研究ネットワーク（LCS-Rnet）、低炭素アジア研究ネットワーク（LoCARNet、平成24年4月～）。

- ・二国間オフセット・クレジット制度（BOCM: Bilateral Offset Credit Mechanism）下でのMRV（測定：Measurement、報告：Report、検証：Verification）方法論の検討プロジェクトへ参画

④ JST-JICAの地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS、対象国マレーシア）

京都大学、マレーシア大学などと協力してSATREPSを進めた。

⑤ 途上国若手研究者を対象としたトレーニングワークショップの開催

アジア途上国の若手研究者を対象に、低炭素社会シナリオ、統合評価モデル・経済モデルのトレーニングワークショップを開催して、若手研究者への統合モデルや低炭素社会シナリオについて技術移転を行った。

⑥ 環境都市関連の国際活動

中国瀋陽市の環境都市に関する連携研究を進めるとともに、研究成果を報告する国際シンポジウムを開催した。

1.5 今後の研究展望

平成23年度第2回外部評価委員会で受けた指摘に対して取り組んだ内容などは、以下のとおりである。

(1) 震災対応型研究への取組み

昨年度、①研究所の夏期節電調査、②原発比率とエネルギー・GHG排出量の推定を実施したが、平成24年度も継続して実施した。①については今夏は東京電力の電力抑制の規制もなく、また節電が身についたこともあり、電力がひっ迫する状況はなかった。②の原発比率などのエネルギーと温暖化対策については、統合評価モデル（AIMモデル）を活用することにより、エネルギー環境会議や中央環境審議会地球環境部会などにおける選択肢議論のために基礎的情報を提供でき、貢献できた。一方、コンピュータモデルの結果に対する不信感も議論の過程で表明され、モデル適用のみに留まらず、成果を研究論文として発表することにより、環境政策支援ツールとしての高度化を進めることが不可欠であることを再認識した。

(2) 持続可能な社会や都市研究の位置づけ

持続可能な社会や都市研究については、従来の低炭素社会、循環型社会、環境共生社会を統合するかたちで持続可能な社会が定義されてきたが、大震災及び原発事故を契機として、人々の安全・安心に対する要求が非常に高まった。今年4月に決定された第4次環境基本計画においても、3つの社会を支える基盤として安全が取り上げられている。大震災から1年半を経過して、被災都市の復興再生に向けての活動が国、自治体でスピード感をもって進みつつある。当研究センターの都市環境システム研究室が従来蓄積してきた環境都市の分析・計画ツールを活かし貢献できる段階に入った。都市再生は中長期で進むが、最初の青写真（基本計画）作成が後々影響をすることから、復興再生の段階で、新たな安全・安心を基盤として持続可能な社会や都市に向けて支援を行うことは、当研究センターが実施すべき研究と位置付けている。

(3) 国際活動の意義

国際活動について当研究センターは一貫して重視してきたが、国際的な統合評価モデルや低炭素社会づくりのネットワークは増加傾向にあり、こうした研究ネットワークや IPCC に積極的に関わっていく必要がある一方、限られた人材で、どこまで関与するか、検討する段階にある。

(4) 人材確保の必要性

当研究センターは 20 名の職員（昨年度と同様）と 31 名の契約職員（フェロー、特別研究員、准特別研究員、JSPS フェロー、リサーチアシスタント）の体制で、2 年度目の研究を進めた。2 つの先導研究プログラム、震災対応型研究、基盤研究プロジェクト、外部競争的資金研究、経常研究を進めるとともに、他研究センターの研究プログラム・プロジェクトにも協力していることから、慢性的な人材不足の状態である。研究力のもとには人材なので、優秀な研究者を採用し、育てることが不可欠であるが、特別研究員（ポスドク）を公募しても応募者ゼロの場合があるなど、人材確保が、年々難しい状況である。

(5) 他研究センターとの連携の推進

他研究センターとの連携は比較的うまくいっている。特に地球温暖化の影響・適応・緩和策では、地球環境研究センターの地球温暖化研究プログラムのプロジェクト 3 を担当するなどしている。また生物・生態系環境研究センターとは、生態系研究会を設置し 7 回の研究会を開催した。これまであまり接点のなかった生態系・生物多様性と経済・社会といった分野の交流が進み、いくつかの研究提案に結び付いた。今後ともこうした分野間交流を継続していくことにより、新たな発想や研究課題が創出できると考えている。

(6) 研究成果の発信に注力

研究成果については、開始 2 年度目ということも影響して査読付き論文数が少なかった。今後とも、研究成果の発信と社会や政策への反映などを考慮して研究を推進していきたい。各研究者が査読付論文文化を進めており、毎年学会等で発表するなどの結果、コンスタントに研究センターとして成果がでると期待している。さらに外国学術雑誌に投稿するなど、国際的にも認知される研究センターを目指したい。

1. 6 自己評価

(1) 研究プログラム

持続可能社会転換方策研究プログラムでは、初年度の文献レビューなどを踏まえ、将来シナリオ、ライフスタイルシナリオを構築するための枠組みを作成した。2 年度目は、その成果を踏まえ、具体的な叙述シナリオ作成と定量化のための統合評価モデルの開発と試算を進めている。シナリオ作成作業はプロジェクト 1 と 2 で異なる方法をとって進めていることから、若干作業が遅れ気味であるが、本年度末までには叙述シナリオをとりまとめる予定である。

環境都市システム研究プログラムでは、昨年末に環境未来都市が公表され、被災地の都市 6 件が選考された。環境モデル都市、環境未来都市の選考や推進を支援してきたことから、被災地の東松島市、新知町の復興再生計画づくりに参画することになり、当研究センターとしても環境都市システム研究室を中心に研究グループを組織して、本研究プログラムの一環と位置付け、対応することにした。本年度内に、両市の都市復興再生計画が具体化されると期待される。

(2) 大震災対応型研究

昨年度は、大震災後の原発停止が電力供給面の問題をもたらしたことから、緊急的な課題として、原発比率を想定しエネルギー需給や温室効果ガス削減の可能性について検討した。平成 24 年度は、国家戦略室、環境省中央環境審議会などから、革新的エネルギー・環境戦略の策定に資するエネルギーミックスと温暖化対策のシナリオおよび経済影響について統合評価モデル（A I Mモデル）による推計依頼があり結果を提供した。今後とも、エネルギーミックスと温暖化対策について国のエネルギー計画や温暖化対策が進められることから、統合評価モデル（A I Mモデル）の精度や適用性を高めるべく、検証・改良を進めるとともに、得られた結果を研究論文や学会などで発表を行っていく予定である。

(3) 基盤研究プロジェクト

当研究センターにおいては、新たな研究課題の創出や若手研究者の人材育成も考慮して、センター内

7. 社会環境システム研究分野

公募型の基盤研究プロジェクト（原則2年）を6件採択して研究を昨年度開始したが、うち2件は外部競争的資金を獲得できたことから終了した。基盤研究プロジェクトは、若手研究者の育成、新たな研究課題の創出、外部競争的資金研究課題提案のF S的研究などを対象として設定したもので、比較的広い範囲を研究対象とする当研究センターでは、今後の当該研究分野の在り方にも関係して重要性は高いと考えている。今年度末には、来年度から開始すべく新たに研究課題の募集を予定している（1件は継続）。

(4) 外部競争的資金研究

当研究センターでは、昨年度、環境研究総合推進費が2件終了したが、3件新規課題が採択されて、今年度から研究を開始した。外部競争的資金研究を研究テーマでくくると以下ようになる。

① 地球温暖化の影響・適応に関する研究（環境省環境研究総合推進費 S8 など）

環境研究総合推進費の温暖化影響・適応の戦略研究プロジェクト（S8）については、開始以来2年半を経過し、中間評価の審査を受け、全体評価はA評価であった。環境研が担当する、各分野の温暖化影響予測結果の影響関数作成、それを用いた地方自治体で利用できる温暖化影響の結果表示ツールの開発や自治体への適用による地域の適応策評価が今後とも重要なことから、さらに研究を進めるとともに長野県、埼玉県などの自治体と協力して影響アセスメント、適応策策定が可能となるよう研究を進める。

② 地球温暖化の緩和策や低炭素社会づくりに関する研究（環境省環境研究総合推進費 S6 や JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力）

従来から開発・適用を行ってきた統合評価モデル（A I Mモデル）を用いた研究プロジェクトであり、モデルの改良・拡張を進めながら、2020年の温室効果ガス削減の中期目標の設定や低炭素社会構築のための提言、さらにアジア途上国の低炭素化の具体策を検討してきた。途上国研究者や行政担当者との協力関係を基礎としてアジア途上国の低炭素化の具体的事例を増やすとともに10の提言としてとりまとめて11月のシンポジウムにおいて公表する予定である。

(5) 国際活動

地球温暖化対策や影響・適応、低炭素社会構築、途上国の温暖化対策（REDD+、RVM）など国際的な調査研究が種々のネットワークで進行している。国際的な活動は対象を国内に限定する研究と同様に重要性が高いので、今後とも人的リソースも考慮して、積極的に進めてい行く予定である。

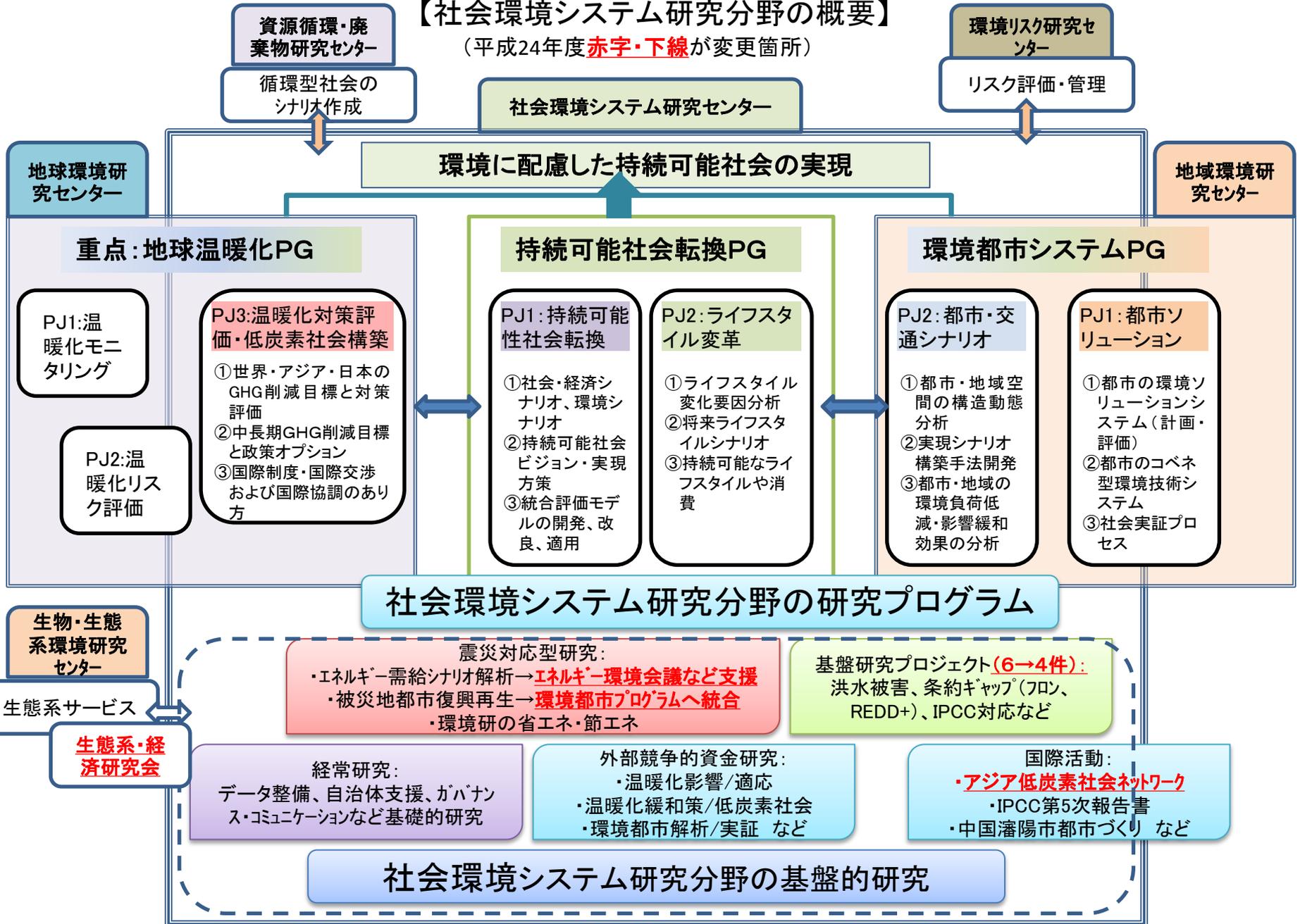
2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
32	39	10	43	33	0

【社会環境システム研究分野の概要】

(平成24年度 **赤字・下線**が変更箇所)



環境計測研究分野の研究活動の概要

代表者： 環境計測研究センター
センター長 今村隆史

構成者：

[環境計測研究センター]

センター長： 今村隆史（センター長）、瀬田孝将（特別研究員）

プログラム総括・上級主席研究員： 柴田康行（プログラム総括・上級主席研究員）

中宮邦近*、吉兼光葉*、苅部甚一、高木麻衣（特別研究員）、
木之下彩子（准特別研究員）

上級主席研究員： 田邊潔（上級主席研究員）

環境計測化学研究室： 西川雅高（室長）、佐野友春、高木博夫*（主任研究員）

有機計測研究室： 田邊潔（室長・併任）、橋本俊次、高澤嘉一（主任研究員）、伏見暁洋、近藤
美由紀（研究員）、頭士泰之（特別研究員）

同位体・無機計測研究室： 瀬山春彦（室長）、内山政弘*、田中敦、内田昌男（主任研究員）、
武内章記（研究員）、星野亜季*（特別研究員）

動態化学研究室： 横内陽子*（室長）、今村隆史**（室長・併任）、荒巻能史、斉藤拓也（主任研
究員）、山岸洋明*（研究員）、田中伸一、野副晋*（特別研究員）

生体応答計測研究室： 柴田康行（室長・併任）、梅津豊司、渡邊英宏（主任研究員）

遠隔計測研究室： 杉本伸夫（室長）、松井一郎、日暮明子、西澤智明（主任研究員）、原由香里
*（特別研究員）

環境情報解析研究室： 松永恒雄（室長）、小熊宏之（主任研究員）、横田康弘、山本聡、加藤創
史、石黒聡士、遠藤貴宏、Eric Dupuy（特別研究員）

[環境リスク研究センター暴露計測研究室] 中島大介（主任研究員）

[資源循環・廃棄物研究センターライフサイクル物質管理研究室] 滝上英孝（室長）

[環境健康研究センター総合影響評価研究室] 中山祥嗣（室長）

[生物・生態系環境研究センター生物多様性評価・予測研究室] 山野博哉（主任研究員）

※所属・役職は10月31日時点のもの。

*)印は過去に所属していた者を示す。**)印は平成24年4月1日より

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

顕在化した環境問題の解決、問題の拡大の防止、更には新たな問題の発生の未然防止のためには、環境問題の発生メカニズムの理解とそれに基づく将来予測、有効な対策の立案と対策効果の検証が必要である。そのためには、環境の状態やその変化とその影響を把握、追跡、評価することが不可欠である。

そこで当該研究分野、環境の状態や変化を把握・監視するための環境計測・モニタリング手法や、環境ストレスに対する生体・生物応答の計測技術の開発・高度化に関する調査・研究を実施する。また、大量・多次元の計測データから必要な環境情報を抽出するための情報解析技術の開発・高度化に関する調査・研究を実施する。更に、化学分析精度管理手法の改善や相互比較などによるデータ質の評価、環境標準物質の調製と環境計測への応用、並びに環境試料の保存や保存試料の活用技術の開発等に関わる調査・研究を実施する。以上により、環境計測技術等の革新的進展、環境保全の基盤となる計測データ質の保証と管理の充実、新たな環境悪化の懸念要因の発見やその評価等に貢献することを目標とし、環境計測研究センターが主体となって研究に取り組む。

環境計測研究センターで実施する研究活動を、図1に示すように、(1)先端的計測手法の開発、(2)計測データ質の確保と管理、(3)計測手法の整備と計測能力の向上、(4)計測手法の応用、の4つに分類して研究を推進している。この内、(1)の先端的計測手法の開発については、先導研究プログラムとして、様々な対象（大気、水、土壌、植物、生体試料など）における残留性有機汚染物質（POPs）

をはじめとした化学物質の監視のための手法開発、環境の変化やその状態を読み取れる環境トレーサーの開拓を含むモニタリング手法開発、衛星搭載センサの開発（データ解析を含む）に関わる研究を進めている。研究プログラムを含む当該研究分野の本中期計画期間における研究目標は以下の通りである。

- ① 環境分析方法の正確さと分析値の信頼性を支える観点から、国際標準となる環境標準物質の作製・頒布を進める。
- ② 環境汚染の長期的変遷の追跡の観点から、**POPs** 類を含む分析対象媒体の拡大や広範な化学物質を対象とした分析を可能にするような分析法を開発する。
- ③ 環境中化学物質の動態解明の一つの手段として、同位体 (^{14}C を含む) や生物起源化学物質あるいは人為起源化学物質をトレーサーとした動態解析手法の開発とその活用研究を行う。
- ④ 化学分析手法を用いた研究と連携を図りながら、磁気共鳴イメージング (**MRI** 計測) 手法や動物行動試験法など、環境ストレスに鋭敏に応答する脳神経系への影響評価手法を開発する。
- ⑤ 雲エアロゾルの計測手法の開発・高度化として、次世代型レーザーレーダー (ライダー) や衛星搭載型ライダーの原理検証とデータ解析手法開発、ライダーデータを活用したエアロゾルの種別判定手法開発、ライダーと受動型センサの併用手法並びにライダーデータの品質管理手法の開発を進める。
- ⑥ 大量かつ多次元の環境計測データからの環境情報の抽出手法開発として、ハイパースペクトルセンサのデータ解析手法を開発する。また、生物分布や生態系の変化を観測する各種計測手法及びそのデータ処理手法の開発研究を進める。

1.2 平成24年度の実施計画概要（平成24年度国立環境研究所年度計画に準ずる。）

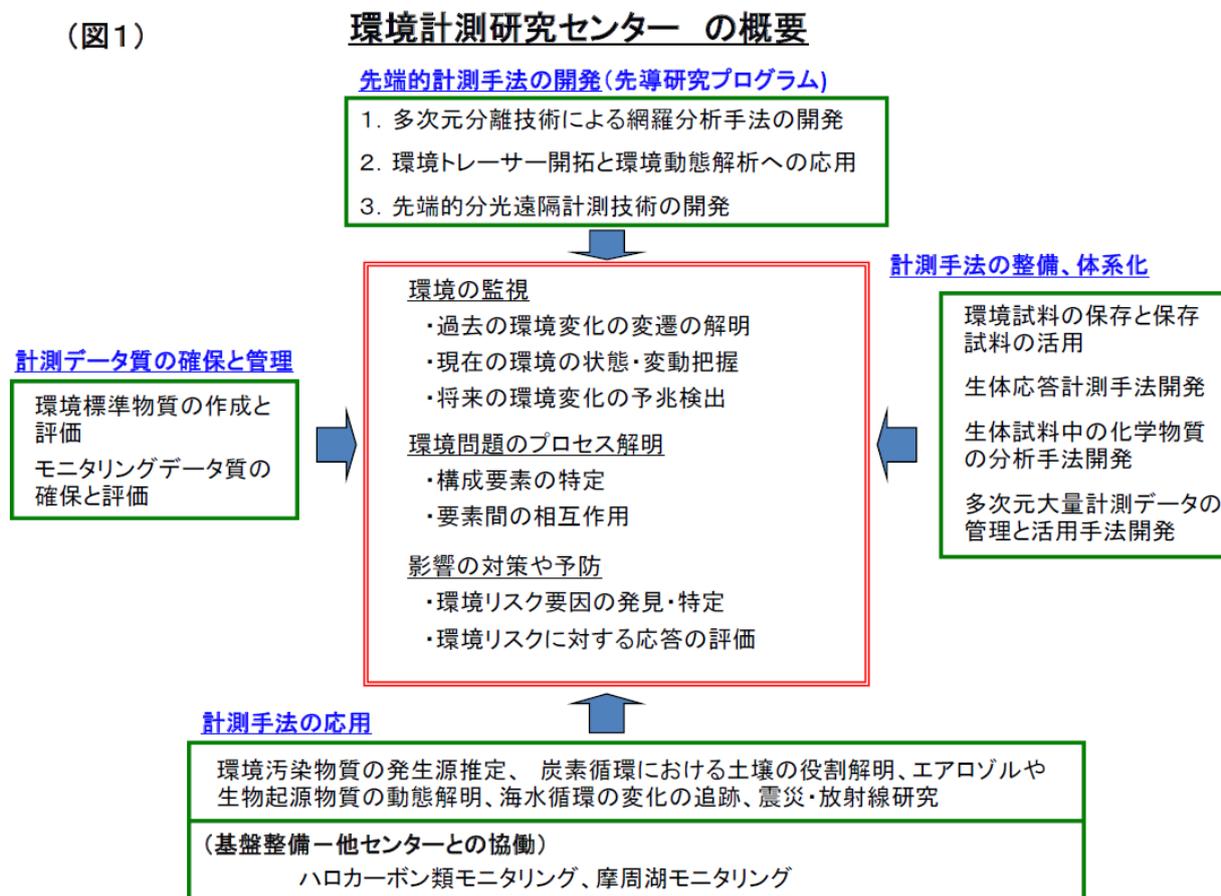
環境の状態の把握、状態の時間的・空間的な変化の監視、過去の変化の解明、将来の環境変化の予兆の検出、新たな環境悪化の懸念要因の発見・同定とその評価などに関する様々な環境研究を支えるための環境計測手法（計測データの分析・解析・活用手法なども含む）の開発・高度化に関する研究や計測手法の整備、体系化に関する取組を推進する。同時に、環境ストレスに対する生体影響評価のための計測手法の開発、計測データを総合的に分析するための情報解析手法の開発・高度化や計測データ質の保証と管理を目指した調査・研究を実施する。

- ① 環境分析方法の正確さと分析値の信頼性を支える取り組みである、環境標準物質の作製・頒布に向けて、環境標準物質の頒布状況や学術的利用状況などの解析から、早急に整備すべき試料種であると認められたカドミウム汚染玄米やゴビ黄砂の環境標準物質の作製を目指す。また、地方環境研究所との共同研究を進め、湖沼中のマイクロシスチンの測定精度の向上に資する分析手法の改良や開発にも取り組む。
- ② **POPs** を含む各種有機化合物についてのモニタリング手法、迅速分析法、網羅分析法の開発や分析対象媒体の拡大を目指して、**GCxGC-MS/MS** などによる環境試料中の各種有機ハロゲン系化合物の一斉定量法、網羅分析に必要とされるデータ解析法及びその **LC-HRTofMS** への応用を検討する。また、大気粒子や二次生成粒子、発生源粒子の有機成分の多成分分析を検討する。
- ③ 無機元素同位体計測技術の高度化を目指して、試料前処理法を含めた水銀安定同位体や放射性炭素同位体分析法の開発・改良を実施するとともに、その他の無機計測技術（微量分析法、X線分析法など）の改良と環境分析への応用を進めて行く。更に、将来にわたり環境分析に必要とされる環境試料の保存を引き続き実施し、高精度な分析データの提供とその評価に貢献する。
- ④ 海水の循環の変動を把握・追跡するために、商船（日米航路および日豪航路）を利用した太平洋表層水の炭素同位体比測定を継続する。その中でも特に、西太平洋における炭素同位体比の南北比較に重点を置く。また、大気-陸域生態系間における **VOC** の動態を把握するため、ガス交換量の計測手法を開発する。
- ⑤ 環境ストレスに鋭敏に応答する脳神経系への影響評価手法として、**MRI** を用いたヒト脳計測手法の開発と高度化ならびに、動物行動試験手法と化学分析を組み合わせるための基礎的条件の検討を継続する。さらに、**MRI** 研究の新たな展開を目指して底泥の分析手法開発を開始する。
- ⑥ ライダーを活用した雲エアロゾルの計測手法の開発・高度化やエアロゾルの種別判定手法開発ならびにライダーデータの品質管理手法の確立に向けて、地上ライダーネットワークの標準化と高度化に関する研究を進める。また、衛星搭載ライダー (**CALIPSO**, **EarthCARE**) の検証を目的として、多波長高スペクトル分解ライダーによる観測を行う。スカイラジオメーターと

複合したデータ利用手法についても検討する。

- ⑦ 大量かつ多次元の環境計測データからの環境情報の抽出手法開発ならびに生物分布や生態系の変化を観測する各種計測手法及びそのデータ処理手法の開発に向けて、様々なプラットフォームから観測された高分解能画像や熱赤外画像、地上の定点からの時系列画像等からの情報抽出に必要な技術開発を行なう。特に高分解能画像による野生動物の行動監視、熱赤外多波長画像による都市域の熱環境監視、植物の季節変化や積雪状態の監視、可視域のレーザーによる沿岸海底地形計測といった従来研究では取り扱われることの少なかった分野に重点を置く。

(図1)



1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	累計
①運営費交付金	301	308				609
②総合科学技術会議が示した競争的資金	99 (138)	99 (134)				198 (272)
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)	114	109				223
④その他の外部資金	57 (62)	48 (51)				105 (113)
総額	571 (615)	564 (602)				1,135 (1,217)

注1. 括弧内は、再委託費を含めた金額。

1.4 平成24年度研究成果の概要

【当該分野の研究活動】

1) 計測データの質の確保と管理

① 環境標準物質の整備： 土壤汚染防止法と関連する玄米中の Cd 規制値に該当する「カドミウム汚染米」の標準物質を作製した。また、北東アジア地域に飛来する黄砂を対象とした標準物質「ゴビ黄砂」をモンゴル気象水文環境研究所との共同研究によって世界で初めて作製した。

② 大気成分のモニタリングデータ質の確保： 2011年夏季にスタートした南鳥島でのフッ素系温室効果気体のモニタリングを継続した。また、東アジアライダーネットワークによる観測を継続的に実施、データ質の確保されたエアロゾルの立体分布の連続データを取得した。

2) 計測手法の整備と体系化

①環境試料の保存と保存試料の活用： タイムカプセル化事業と関連して、中国地方など9地点で二枚貝採取と冷凍保存を実施した。また、東日本大震災の被災地などでのサンプリングの実施と放射性元素ならびに重金属濃度の分析を行った。

②生体応答計測手法の開発： 核磁気共鳴画像イメージング (MRI) を用いて、ヒト脳内の生態的濃度イメージングの開発を継続し、3D T2 分布画像の取得を可能にした。

③生体試料中の化学物質分析： 定性機能、網羅性に優れた LC-TOFMS を用い、尿中代謝物の網羅分析を検討した。フラグメントが生成する条件で測定し、ニュートラルロス検索によってグルクロン酸抱合体、硫酸抱合体と思われる約 170 物質の検出に成功した。

④多次元大量データの管理と活用： 移動体 (無人 GPS ヘリコプター) に搭載した熱赤外カメラを用いた野生動物等の自動抽出に関する実験を実施し、そのデータ解析を進め、野生動物の活動情報の自動抽出が可能となる条件等の検討を行った。衛星搭載センサーについて、米国における衛星同期地上観測実験を継続するとともに、地上観測で使用する放射計の校正を行った。

⑤地環研との共同研究： ^{15}N 標識化マイクロシスチンを利用したマイクロシスチンの同族体毎の高精度な分析法の高精度分析手法の検討を行った。ストックホルム条約の対象となった PFOS を含むフッ素系界面活性剤の汚染実態や汚染源等に関する地方環境研究所との連携強化を目的に、分析法情報や汚染実態、汚染源等に関する情報共有を進め、共通試料の配布、共同分析を実施して結果を取りまとめた。

3) 開発した計測手法の応用

①放射性炭素同位体の活用： 土壤圏での炭素の貯留と動態評価に放射性炭素同位体 (^{14}C) 分析を活用し、例えば、大規模な森林火災が多発するタイガ林の火災の場合、一度の火災での炭素消失量を 50 年程度の間に蓄積した有機物量に匹敵すると推定した。また、 ^{14}C 分析を日本海の表層水ならびに底層水分析に応用し、 ^{14}C 濃度の鉛直分布から表層水の海底までの沈み込みイベントの有無の指標として用いることの有効性を示した。

②ライダーネットワーク観測の影響研究への活用： ライダーの黄砂消散係数と PM2.5 に含まれる Fe 濃度の高相関があることを見出した。また疫学研究で利用可能な地上付近のライダーデータの長期観測データセットを構築した。

【研究プログラム「先端環境計測プログラム」】

当該研究プログラムは、3つの研究プロジェクト (PJ1~3) から構成されており、震災の環境影響把握にも対応しつつ、化学物質適正管理のための新たな分析手法開発 (PJ1, PJ2 一部)、気候変動等地球規模環境問題にともなう環境、生態系変化の新たな計測手法開発 (PJ2, PJ3) に関する研究を推進している。それぞれのプロジェクトにおける主な研究活動は夏季の通りである。

PJ1: 従来法に代わる簡便、迅速で定量性の高い化学分析法ならびに環境試料や生体試料において網羅分析を可能にするため、GC×GC-HRTOFMSやGC×GC_MS/MS等を用いて試料の高分離能、精密質量計測、選択的イオン乖離を組み合わせた新たな化学分析手法の開発を継続するとともに、ターゲット物質の情報を抽出するためのソフトウェア開発も進めた。

PJ2: 気候変動影響の検出や化学物質の環境動態解析において有効なトレーサーの開発とその計

測を行うために、揮発性有機化合物（VOC）の特性に着目したトレーサーとしての活用ならびに同位体の新たなトレーサー活用法に関する研究を継続した。VOCトレーサーの活用としては、特定フロン類（CFC-11、12、113）やSF₆を活用した日本海深層水塊の年齢の算出や硫化カルボニル（COS）を光合成による炭素固定量推定のトレーサーに利用するための計測装置開発を進めた。また、同位体トレーサー利用としては、水銀同位体の活用のための分析方法の確立に努めるとともに、¹⁴Cや放射性ヨウ素（I-129）計測のための加速器質量分析計の整備（震災被害からの復旧）とI-129測定のための試料前処理方法の検討を進めた。

PJ3： 衛星搭載型の新たなセンサ・データ解析手法の提案を目指して、遠隔分光計測ならびにデータ解析手法の基礎技術開発を進めた。その中で、国際宇宙ステーションへの搭載が検討されている植生ライダーの様々な観測条件からの測定の有効性評価、2015年打ち上げ予定のEarthCARE衛星搭載ライダーデータの活用に向けたアルゴリズム開発を進めた。また、衛星搭載のハイパースペクトルセンサのデータ解析手法開発として、サンゴ礁の白化および白化からの回復状況の監視への応用を目指した解析研究を進めた。

1.5 今後の研究展望

平成23年度第2回外部評価委員会での指摘などを踏まえて、以下の取り組みを進めている。

【先端環境計測研究プログラム】

PJ1： 昨年の外部評価委員会では、開発を進めている一斉分析・網羅的分析手法についての先端性については一定の評価を頂いたものの、分析機器メーカーとの共同開発の模索など、他機関・グループとの共同研究体制や分析法の応用先の開拓の点でご指摘を頂いた。この点を踏まえ、メーカー等の参画で障害となっている計測データの解析手法（解析ソフト）開発の基本的指針やその応用例を示す方向で、多次元の高分解能質量スペクトルデータからターゲット物質情報を抽出するために必要となるデータベースの整備とソフトウェア開発を進めている。

PJ2： 昨年の外部評価委員会では、特に水銀の同位体活用研究に対する目標の明確化と展開への期待が寄せられた。本プロジェクトでは、微小な同位体比の変化を可能にするための計測法の確立を目指すとともに、鉛など放射起源同位体とは異なる形でのトレーサーとしての同位体活用による動態解明につなげていきたい。

PJ3： 昨年の外部評価委員会では、衛星観測の必要性和技術開発の重要性のご指摘を頂いた。当該プロジェクトで実施している衛星搭載センサによる計測のシステム検討や衛星観測データの解析手法に関する研究は、それぞれ個別の衛星観測提案と関係した形で進められている。一方で、本プロジェクト全体としては、将来的なライダー観測とイメージャー観測の複合利用を睨んだ、遠隔計測としての基礎技術開発の要素が含まれており、次世代型への展開を見据えた形で研究を進めていきたい。

【プログラム以外の研究活動】

計測データの質の確保と管理： 昨年の外部評価委員会では、環境標準物質の取り組みについて必要とご意見の他に、国際標準としての意義の点からのご指摘を頂いた。そこで、国内外のニーズ情報を的確に把握する工夫を検討すると共に、一方で、着実に標準物質の開発・作製と頒布に努めている。

計測手法の整備と体系化： 昨年の外部評価委員会では、環境試料保存ならびに保存試料の分析に関して、震災・放射線研究とも関連して、モニタリングデータの公表やデータベース化が必要とご指摘を、またMRIの利用研究では、脳内鉄分布計測について医学系との共同研究の必要性等のご指摘を頂いた。そこで、試料保存については、限られた予算内で優先順位をつけつつも、着実にサンプル保存を継続している。一方、過去の試料の分析も含めて、震災以降の二枚貝などの測定結果については、所内の震災対応研究の一環として、早期に分析結果等を公表する方向で検討している。またMRI研究については、外部の医学系研究者との共同研究を立ち上げており、連携を強化していきたい。

開発した計測手法の応用： 昨年の外部評価委員会では、ニーズの把握や先取りの必要性、開発した手法の積極的な応用への期待などのご指摘を頂いた。ニーズの把握や先取りについては、所内の他の研究・事業（例：エコチル事業、化学物質リスク研究、地球環境研究）を応用先として位置付

けながらの取り組みを進めている。例えば、 ^{14}C 計測の炭素循環研究や海洋循環研究への新たな応用例やライダーネットワークデータの疫学研究への活用可能性の検討を進めている。

1. 6 自己評価

先端環境計測プログラムについては、PJ1において、GC×GC-HRTOF から得られる大量のデータから分析対象とした POPs 等の物質の情報を自動抽出するソフトウェアを独自開発するなど、これまで開発が遅れていたデータ処理技術面での進展がみられた。今後も、具体的なターゲットを絞ったソフトウェア開発やターゲット枠の拡大により、例えばメーカーの開発意欲を喚起できるのではないかと期待している。PJ2 では水銀同位体の高精度分析や VOC 類のトレーサー活用の可能性に関する研究が順調に進められたと考えている。PJ3 については、衛星搭載ライダーやハイパースペクトルセンサのデータ処理システム開発などが着実に進められている。将来のライダーとイメージャー情報の複合利用に向けた取り組みは今後さらに加速したい。

プログラム以外の取り組みとしては、環境標準物質の作製・頒布や環境試料の長期保存などの事業に関しては、着実に中期計画目標を達成している。特に前者については、国内外のニーズを把握するより広くかつ効果的な方法を将来的には検討していくことが必要となると考えている。MRI 利用研究では、今年度から、地域環境研究センターとの共同研究で、底泥コアの 3 次元構造の可視化への応用を始めた。その結果、底生生物の巣穴の 3 次元構造の可視化に成功している。これまでヒト脳内の計測に応用してきた技術を応用する一つの試みだが、今後の他の分野との共同研究に向けて、学びとることの多い取り組みであると考えている。

震災関連研究では多くの計測・化学分析データが出始めてきている。一方で、分析データの公表状況やデータベース化は必ずしも順調とは言えない。今後はデータへの公開などの取り組みを加速したい。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
7	38	3	113	36	0