

研究分野

地域環境研究分野

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]

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（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）、岩崎一弘、永野匡昭、山村茂樹（主任研究員）
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、佐藤貴之（特任研究員）
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（特任研究員）
土壌環境研究室	林誠二（室長）、村田智吉、越川昌美（主任研究員）、渡邊未来（研究員）、渡邊圭司（特別研究員）
地域環境技術システム研究室	大原利眞（室長）、水落元之、珠坪一晃（主任研究員）、岡寺智大（研究員）、大場真、小野寺崇（特別研究員）
主席研究員	王勤学（主席研究員）、楊永輝、孫志剛（特別研究員）
主席研究員	清水英幸（主席研究員）、小林祥子（特別研究員）

※所属・役職は11月1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。

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 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）
- ⑤ 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。
- ⑥ 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 今年度の実施計画概要（平成23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に着手する。
- 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ならびに数値モデルの開発に着手する。
- 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の詳細な実施計画を作成し、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に着手する。
- ④ 都市・地域大気環境や流域圏環境の保全・再生・創造に係る研究に着手する。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、生活排水の適地処理技術に関するパイロットスケール実証試験の準備をタイにおいて行い、関連するデータベース等の構築を開始する。
- ⑤ 東日本大震災によって発生した環境放射能汚染を対象に、他の研究センターと連携して、放射性物質の環境動態研究を進める。
- ⑥ 大気環境や水環境の長期モニタリング計画を作成し、モニタリングを開始する。沖縄辺戸と長崎福江において大気質モニタリングを実施する。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実施する。

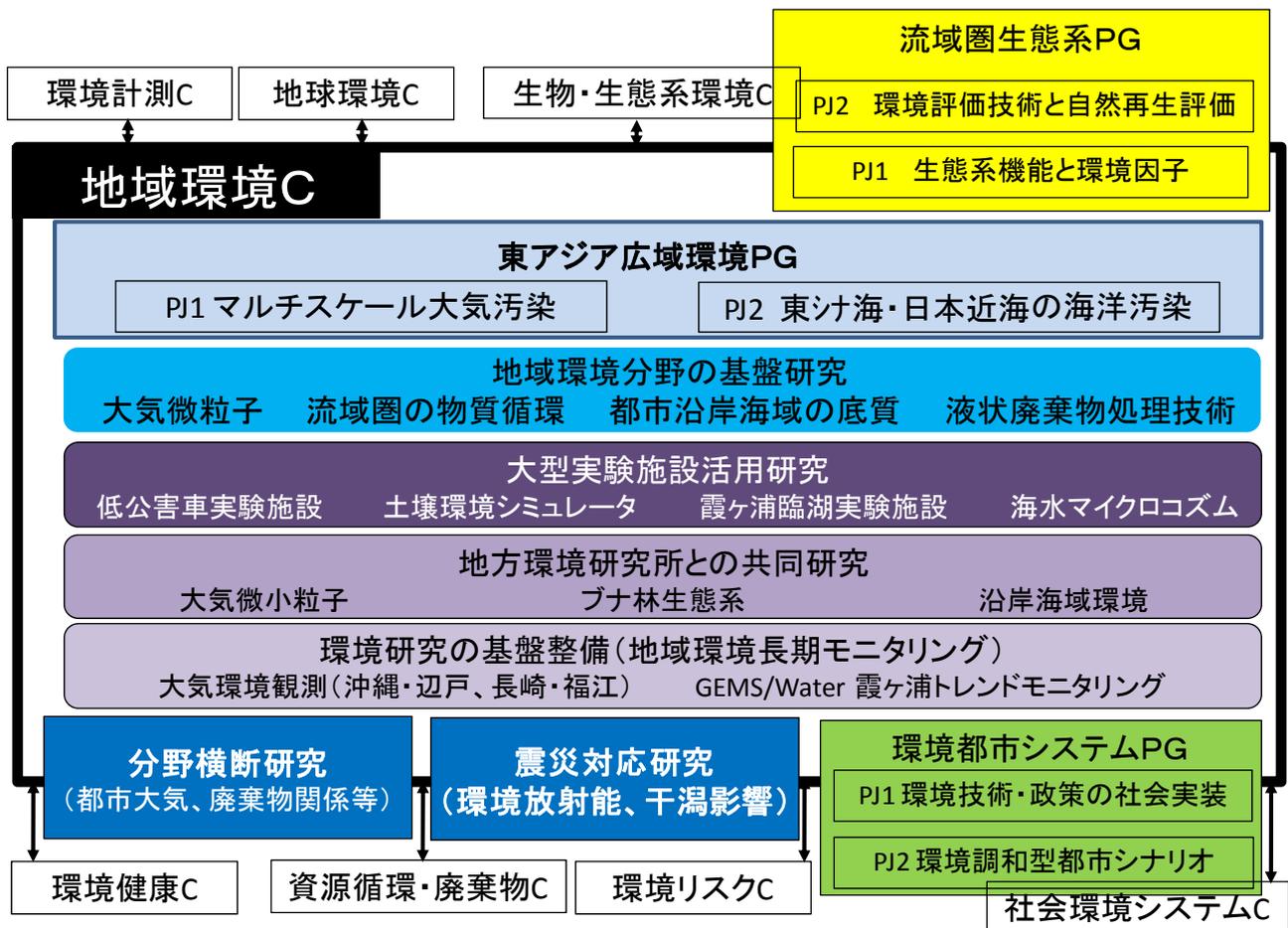


図1 地域環境研究分野の研究構成

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	250.4					
②総合科学技術会議が示した競争的資金	178.2 (230.0)					
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)	42.3					
④その他の外部資金	0					
総額	470.9 (522.7)					

注1. 括弧内は、再委託費を含めた金額。

1.4 平成23年度研究成果の概要（研究分野：地域環境研究分野）

構成するプログラム・基盤整備、その他活動	平成23年度の目標	平成23年度の成果（成果の活用状況を含む）
当該分野の研究活動	<p>地域環境の保全・再生に資する研究を開始する。具体的には、都市のコベネフィット型環境技術システムを開発するため、生活排水の適地処理技術に関するパイロットスケール実証試験の準備をタイで行う。都市・地域大気汚染や流域圏の物質循環に関する基盤的研究に着手する。放射性物質の環境動態を把握するために、環境多媒体でのモニタリングとモデリングを実施する。大気環境や水環境の長期モニタリング計画を作成し、大気質と水質・生物のモニタリングを開始する。</p>	<p>①環境技術開発研究：環境都市システム研究プログラムにおいて、バンコクにおける排水処理技術開発研究が現地研究機関との協働によって進み、年内に試験を開始する目途が立った。また、実証試験結果の他地域への普及と適応性評価のための現地での研究ネットワークができつつある。一方、タイで研究を進めているバイオエタノール製造廃液等に対するメタン発酵処理システムは、開発途上国にも適用可能で温室効果ガスの排出抑制と炭素循環に貢献するコベネフィット型処理技術としての可能性が示されており、今後、現地での適用・普及に向けた研究展開が必要である。</p> <p>②震災対応研究：環境放射能汚染と干潟環境影響に関する研究を進めた。前者に関しては、福島原発から大気中に放出された放射性物質の挙動をモデル解析し、その沈着量の広域分布を明らかにした。この結果は世界で最初に国際学術誌に発表され、そのエッセンスがNature誌でも取り上げられた。更に、科学的知見を国・地方自治体に提供し、また、多くの報道発表・誌上発表を通して、放射能汚染に関する科学的情報を社会に発信した。また、震災直後から、つくば周辺で、大気、湖、土壌、水生生物などの放射能測定を継続的に実施し、その実態と挙動の把握を進めた。後者に関しては、宮城県・蒲生干潟の津波影響に関するフィールド研究が東北大学等との共同研究によって進み、自然環境への影響と回復に関する貴重な知見が得られつつある。</p> <p>③都市大気汚染、土壌汚染に関する分野横断型研究：「二次生成有機エアロゾルの環境動態と毒性に関する研究」において、都市大気中の有機二次粒子の測定、実験、モデル、毒性評価を一体的に進めることにより、その粒子が酸化ストレスを発現させることが分かり、過酸化物が酸化ストレス発現と関係することが示唆された。また、「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」では、製品ライフサイクルの視点から製品廃棄物の土壌環境での動態・影響を把握するための準備を進めた。</p> <p>④流域圏の物質循環等に関連する研究：湖沼の有機物、森林の窒素、河川流域の炭素、都市沿岸海域などを対象とした物質循環・環境影響に係る基盤的研究が進み、流域圏における物質循環に関する科学的知見が得られつつある。</p> <p>⑤地方環境研究所との共同研究：全国の地方環境研究所の参加により、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が進んだ。</p> <p>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が計画通り進捗している。</p>

<p>研究プログラム 「東アジア広域環境研究プログラム」</p>	<p>東アジアの広域大気汚染を対象にした新規観測を検討・開始するとともに、化学輸送モデルや排出インベントリの開発、越境大気汚染による国内への影響評価研究に着手する。数値モデルと現地調査と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への影響把握に着手する。大気汚染・水質汚濁負荷の将来・削減シナリオの検討を開始する。</p>	<p>地上や船舶等を用いたアジアにおけるバックグラウンド大気中のオゾン・エアロゾルのモニタリング観測を開始するとともに、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開始した。また、マルチスケールにおける化学輸送モデルと排出インベントリの開発・改良が進んだ。具体的には、自由対流圏中の観測やユーラシア大陸内部における観測の検討を進めるとともに、アジアのバックグラウンド・オゾンの長期変化を解析し、その濃度レベル・増加率が欧米を上回っていることを明らかにした。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開始し、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。また、マルチスケール化学輸送モデルの開発・改良、2000-2008年のアジア域排出インベントリの作成、日本の排出インベントリの整備を進めた。さらに、越境大気汚染が日本国内の植物に及ぼす影響評価のための観測・実験的研究に着手し、初期的な結果を得た。</p> <p>長江流域圏から海域への水質汚濁負荷量の経年変化の評価ならびに土地利用・社会経済・環境政策の変化に対応した汚濁負荷量予測手法の開発を進めた。具体的には、長江デルタ域における社会経済活動に基づくマクロ型・分布型汚濁発生インベントリ（2000年対象）、長江全流域における土地利用と汚濁負荷量の関係解析のためのシミュレーションモデル、長江下流の大通における水質観測体制を構築した。また、東シナ海における赤潮形成等の広域環境変調の実態把握のための航海観測を2011年6月に実施するとともに、2010年度の観測データを解析して底層水から混合層への栄養塩供給速度を評価した。更に、大型培養槽（海水マイクロコズム）を用いた赤潮形成藻類の培養実験により、渦鞭毛藻の日周鉛直移動特性の解明を進めた。これらの観測・実験に基づき、海洋生態系モデル・流動モデルの高度化と再現計算に取り組んだ。</p> <p>社会環境システム研究分野と連携して、アジア域の大気汚染物質排出シナリオの作成を進めた。また、中国大陸の水質汚濁負荷削減シナリオを作成するため、中国の農業・工業政策と汚濁発生・抑制関係の解析を進めた。</p>
<p>研究プログラム 「流域圏生態系研究プログラム」</p>	<p>森林、湖沼、沿岸域を対象として、人為由来の慢性的高負荷環境条件が生態系機能に及ぼす影響の実態把握と機構解明に着手する。メコン河を対象に、研究サイトを選定しサンプリング体制を整備する。魚類の耳石サンプルを分析し、回遊魚の回遊生態を解明する。</p>	<p>研究対象となる調査地・場が決定され、生態系機能と環境因子の連動関係を定量評価する手法の開発・検討がなされた。プログラム全体を通じて、生物体の存在量・動態、生物地球化学反応と環境因子の間に強い因果関係が認められた。</p> <p>プロジェクト1「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」では、人為由来の慢性的高負荷環境条件をキーワードに、流域圏の典型的な自然生態系ユニットである、森林域、湖沼、沿岸域それぞれの生態系機能の定量評価、特に慢性的高負荷による影響（窒素飽和、富栄養化・難分解性有機物増加、グリーンタイド）の実態把握とメカニズムの解明を目的に、長期的なモニタリングと新規測定手法の開発を開始した。いずれの対象ユニットにおいても、環境因子と生態系機能のリンケージに対する生物多様性の深い関与を示す結果が得られつつあり、生態系機能の定量評価を行う上で、生物多様性との相互関係性が重要であることが改めて示唆された。</p> <p>プロジェクト2「戦略的環境アセスメント技術の開発と自然再生の評価」では、タイ・ウボンラチャタニ県のメコン流域にあるシリントーン・ダム貯水池にて底泥と湖水の予備的調査を現地のウボンラチャタニ大学、またダム貯水池を管理するタイ水産局と共同で実施した。また、これまでに採集した淡水魚の耳石のうち、メコンの代表的水産有用種であるコイ科回遊魚の耳石について元素分析をほぼ終了し、その成果がNature誌のニュースとして紹介された。</p>

1.5 今後の研究展望

第1回外部研究評価委員会において以下の指摘を受けた。

- ①各課題が羅列的で全体としての方向性がわかりづらく、優先して行うべきことを精査すべきである。
- ②地域環境問題の総合的かつ実効的な解決策の確立に向けての努力を期待する。そのために、大気・水・土壌の研究者ネットワークを活かし、また、地球分野や健康分野との連携を強化し、更には他機関とも協働することにより分野横断的な研究を推進して欲しい。
- ③地球環境研究分野との連携と、領域一局所（都市）など、シームレスな観測・モデル・解析を行うことが重要である。
- ④対象地域の選定が、環境問題のある地域で解決策を探っているのか、自然環境の違う地域を調査し、共通した環境プロセスを導きだそうとしているのかを明確にすべきである。

これらの指摘に対して、これまでに以下のような取り組みを実施した。

- ①に関して：地域環境分野に関係する3つの研究プログラム（東アジア広域環境、流域圏生態系、環境都市システム）、2つの分野横断研究（都市大気、汎用IT製品ライフサイクル）、環境放射能研究、及び、地方環境研究所との共同研究に重点を置いて研究を進めている。
- ②に関して：東アジア広域環境研究プログラムや流域圏生態系研究プログラムにおいて、大気から水・土壌への窒素負荷に着目した研究や放射性物質の環境動態研究を実施している。また、健康分野との連携研究は、重要な分野横断研究の一つと考えており、東アジア広域環境研究プログラムや分野横断型研究において大気汚染による健康影響に関する研究を実施している。
- ③に関して：東アジア広域環境研究プログラムにおいて、地球環境研究センターと連携して半球スケール大気汚染の研究を進めるとともに、半球－東アジア－日本－都市を対象としたマルチスケール研究、観測・モデル・データ解析を統合した研究を実施している。また、流域圏生態系研究プログラムや特別研究等においても、観測・モデル・室内実験などの研究手法を統合した研究を進めている。
- ④に関して：地域環境研究分野における短中期的ゴールは、地域で発生している環境問題の解決に貢献することであるが、中長期的には、複数の地域環境研究から共通する法則性を見出して一般化する研究へと発展させたいと考えており、その方向で研究を進めている。

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、年度計画に沿った研究を進める予定である。

1.6 自己評価

当初、震災影響等のために研究に遅れが見られたが、その後は回復し、現時点では研究の立ち上がりほぼ終了し、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・年度目標に沿った研究を進める予定である。

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	
6	44	4	153	51	0

当該分野の研究活動

(研究プログラムと個別評価を受ける環境研究の基盤整備を除く)

代表者： 地域環境研究センター
センター長、大原利真

構成者：

[地域環境研究センター]

大気環境モデリング研究室	大原利真（室長）、永島達也（主任研究員）、森野悠（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	大原利真（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）、岩崎一弘、永野匡昭、山村茂樹（主任研究員）
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、佐藤貴之（特任研究員）
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（特任研究員）
土壌環境研究室	林誠二（室長）、村田智吉、越川昌美（主任研究員）、渡邊未来（研究員）、渡邊圭司（特別研究員）
地域環境技術システム研究室	大原利真（室長）、水落元之、珠坪一晃（主任研究員）、岡寺智大（研究員）、大場真、小野寺崇（特別研究員）
首席研究員	王勤学（首席研究員）、楊永輝、孫志剛（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11月1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。地域環境研究センターが主担当となっている研究プログラム（東アジア広域環境研究プログラムと流域圏生態系研究プログラム;後出の様式3参照）を除く研究の概要は以下の通りである。

- ① 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研究を、「環境都市システム研究プログラム」（主担当は社会環境システム研究センター）において進める。
- ② 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（資源循

環・廃棄物研究センター、環境リスク研究センター、生物・生態系環境研究センター、環境健康研究センター、環境計測研究センター) や全国の地方環境研究所と連携して実施する。

- ③ 東日本大震災によって発生した環境放射能汚染を対象に、他の研究センター（資源循環・廃棄物研究センター、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）と連携して、放射性物質の環境動態研究を進める。
- ④ 「環境研究の基盤整備」として、大気環境や水環境の長期モニタリングにより地域環境変動を把握する。

1.2 今年度の実施計画概要

地域環境の保全・再生に資する研究を開始する。

- ① 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、生活排水の適地処理技術に関するパイロットスケール実証試験の準備をタイにおいて行い、関連するデータベース等の構築を開始する。
- ② 都市・地域大気汚染や流域圏の物質循環に関する基盤的研究を継続もしくは新規に開始する。
- ③ 放射性物質の環境動態を把握するために、環境多媒体でのモニタリングとモデリングを実施する。
- ④ 大気環境や水環境の長期モニタリング計画を作成し、沖縄辺戸と長崎福江において大気質モニタリングを、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、それぞれ継続する。

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	175.8					
②総合科学技術会議が示した競争的資金	178.2 (230.0)					
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)	42.3					
④その他の外部資金	0					
総額	396.3 (448.1)					

注1. 括弧内は、再委託費を含めた金額。

1. 4 平成23年度研究成果の概要（当該分野の研究活動：地域環境研究分野）

構成するプロジェクト・活動等	平成23年度の目標	平成23年度の成果（成果の活用状況を含む）
<p>【環境都市研究プログラムの一部】 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 [社会環境システム研究センターと連携]</p>	<p>水、エネルギー、資源循環を制御する環境イノベーション技術・施策の研究開発のために、生活排水の適地処理技術に関するパイロットスケール実証試験の準備をタイにおいて行い、関連するデータベース等の構築を開始する。</p>	<p>現地における建設・運転管理コストおよび想定される処理規模の制約条件からスポンジを担体に用いた散水ろ床法を開発対象技術として、タイのバンコク都下廃水部およびキングモンクット大学との間に共同研究協定を結び、実証試験をバンコク市の Thungkru 下水処理場で実施することで合意した。試験に供する排水は処理場流入原水を用い、実証試験装置の処理規模は1日あたり1m³として、装置の設計を経て、12月上旬の試験開始を目処に装置の製作および組み立てを行っている。上記の共同研究協定に基づき、タイ国内で公表されている統計資料を入手し、生活排水を含む都市排水に関連した汚濁負荷発生量のインベントリー作成を開始した。また、実証試験結果の他地域への広範な普及および適応性評価のために、コンケン大学、アジア工科大学等との研究ネットワーク作り着手した。なお、今般の洪水により、実証試験の開始には2ヶ月以上の遅延が想定される。</p>
<p>【特別研究(継続)】 湖沼における有機物の循環と微生物群集との関係に関する研究</p>	<p>(1)プロモデオキシウリジン(BrdU)法により放射性同位体を使用せずに細菌2次生産速度を測定する。(2)特異的プライマーを開発し、アオコ形成藻類の動態を詳細に評価する。(3)細菌生産速度と溶存有機物(DOM)の分解性・化学特性の関係を評価してDOMの難分解性化メカニズムを検討する。(4)モデル解析により湖内特定地点におけるDOMの寄与算定を行う。</p>	<p>(1)BrdU法の完全放射性同位体フリーを目指して細菌中のBrdU濃度の定量(LC/MS)を実施した。DNA抽出前処理過程でかなりの量が分解することがわかった。(2)アオコを形成する藍藻Microcystis属の存在密度と動態を定量PCRによって評価した。Microcystis属の増殖は光供給量に依存することがわかった。(3)湖水分解実験における細菌2次生産速度や光学異性別アミノ酸組成の結果から、霞ヶ浦湖水の難分解性DOMは主に細菌起源(30-60%)であると示唆された。(4)モデル解析(01-07年)によって難分解性フミン物質の特定地点での起源別寄与を算定した。湖心での平均寄与率は、桜川25.3%、恋瀬川12.5%、小野川10.2%、他河川36.5%、下水処理水2.7%、底泥溶出は湖心域9.2%、土浦入り域1.7%、高浜入り域1.9%であった。河川水の寄与が卓越していた。湖心域の溶出寄与は特徴的な経年変動を示し、05年に急減したが06年以降は急上昇した。</p>

<p>【特別研究(継続)】 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</p>	<p>筑波山森林試験地を主な対象とした物質収支調査を行い、過去の観測結果との比較から窒素飽和の推移を定量評価する。カルシウム供給能という観点で脆弱な地質である花崗岩を母岩とした複数の森林集水域を対象に、ストロンチウム同位体比等をトレーサーとした渓流水中のカルシウム起源を明らかにする。</p>	<p>①窒素飽和の長期推移 1980年代の調査結果との比較から、大気降水経由での窒素流入負荷量は減少傾向にあるものの、窒素飽和の指標となる平水時の渓流水中の硝酸態窒素濃度は、80年代に比べて試験地全体で1.4倍上昇していた。また、年間の無機態窒素収支も流出負荷量(22kgN・ha⁻¹)が流入負荷量(13kgN・ha⁻¹)を約1.7倍上回っていた。以上から、森林生態系における窒素過多の傾向はより顕著となり、流入量よりも流出量が明らかに上回る真の窒素飽和状態に陥っていることが明らかとなった。</p> <p>②地質的に脆弱な森林集水域におけるカルシウム起源推定 渓流水とともに集水域内の降水、土壌、樹木、母岩それぞれのストロンチウム安定同位体比やカルシウム・バリウム比の測定から、カルシウム供給源として既知の降水や地質だけでなく、新たに火山灰堆積物が極めて重要な役割を担っていることが明らかになった。</p>
<p>【特別研究(継続)】 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</p>	<p>前年度と同様の定点観測を引き続き行くと共に、硫化物生成と蓄積が底質の酸素消費等の物質循環におよぼす影響を評価する。底質環境モデル開発においては、硫化物発生過程の構造化に着手・検証を行う。</p>	<p>東京湾奥部での定点観測において、従来測定されている底泥のAVS(酸揮発性硫化物)に比べて本特研で測定している間隙水中の遊離硫化水素は明確な季節間・地点間変動を示し、底生動物の生息環境としての底質の劣化をより適性に表す指標であることがわかった。京浜運河の大井人工干潟(品川区)において底生動物の餌利用を安定同位体比から推定した。その結果、同干潟では「栄養塩→微細藻類→底生動物」という食物連鎖が重要であり、底生動物が栄養塩の一時的貯蔵体(シンク)として機能していることが示唆された。</p>
<p>【特別研究(継続)】 資源作物由来液状廃棄物のコベネフィット型処理技術の開発</p>	<p>多量の温室効果ガスの排出と水環境汚染の原因となっている糖蜜系廃液(バイオエタノール製造廃液等)に対して、独自に開発したメタン発酵処理システムを用いた連続処理試験を行い、硫化物やカチオン等による阻害を回避しつつ廃水は無希釈(低希釈)で安定処理するための運転操作条件の検討と性能評価、処理プロセスの運転管理のための指標となる保持汚泥の微生物学的な知見収集を行う。また、タイ(コ</p>	<p>酸生成槽と新規に開発した高負荷対応型メタン発酵槽との組み合わせによる糖蜜系廃液の連続処理試験と性能評価を行った。その結果、酸生成槽での糖成分の効率的な酸生成、気・固・液分離部を多段に設置したメタン発酵槽における効率的な硫化水素排除と菌体保持、処理水循環によるアルカリ度の供給等により、流入COD濃度80-120 gCOD/lの超高有機物濃度廃液の安定処理が可能な処理システムを構築することに成功した。最終的な処理性能として、COD容積負荷20-25 kgCOD/m³/dayを達成し、既存の安定化池処理や簡易発酵槽に比べ、5-10倍の有機物処理速度を示した。</p> <p>また有機物除去効率についても、適切な後段処理システムの採用等により、COD除去率95%、BOD除去率99%を達成した(糖蜜供給時)。糖蜜廃液に多く含まれるカリウムがメタン発酵微生物の活性に及ぼす影響を評価し、特に酢酸資化性メタン生成細菌への強い阻害性が明らかになり、安定運転のための酢酸濃度モニタリングの必要性が示された。</p> <p>タイで実施した実バイオエタノール廃液処理試験の結果、安定した処理性能が発揮され、提案システムの実廃液処理への適用可能性が示された。また、処理後の廃液のサトウキビへの施肥試験を行い、</p>

	<p>ンケン大学と連携)における糖蜜系バイオエタノール製造廃液の処理試験と、処理後の廃液を液肥としての利用する場合の効果や環境影響の評価を継続して行う。更に、提案システムの創エネルギー効果・温暖化ガス抑制効果について試算する。</p>	<p>その効果が認められた。加えて、処理廃液の畑地への散布は、安定化池への廃液貯留に比べ温室効果ガスの排出の点で有利であった(精糖企業, MitrPhol Sugarcane Research Center との連携)。</p> <p>提案システムによる糖蜜系廃液処理では、曝気電力が不要でメタンエネルギーが回収可能なメタン発酵や省エネルギー型の後段処理法の採用と性能最適化により、電力基準で約 10 倍の高いエネルギー収率(生産/消費の割合)を発揮し、開発途上国にも適用可能で温室効果ガスの排出抑制と炭素循環に寄与出来るコベネフィット型処理技術としての可能性が示された。</p>
<p>【特別研究(継続)】 二次生成有機エアロゾルの環境動態と毒性に関する研究 [環境計測、環境リスク、環境健康の各研究センターと連携]</p>	<p>二次生成有機エアロゾル(SOA)の毒性を評価するために、室内チャンバーを使ってキシレンから生成したSOA及び野外で捕集した大気微粒子を細胞曝露して酸化ストレスを計測する。また、フィールド観測とモデルにより、大気環境中の微小粒子の毒性を評価する研究に取り組む。</p>	<p>大気中への放出量が多いキシレンから生成する二次生成有機エアロゾル(SOA)を室内チャンバーで生成し、細胞に曝露した結果、アルファピネン、トリメチルベンゼンから生成したSOAよりも酸化ストレスに対応する遺伝子が多く発現した。</p> <p>大気微粒子を筑波と騎西(埼玉)で捕集し、抽出液を細胞に曝露した結果、酸化ストレスに対応する遺伝子が発現した。また、KI法で測定した過酸化物質と酸化ストレスの発現に良い相関がみられた。これらのことから大気中で生成するSOAも酸化ストレスを発現させることが分かり、過酸化物質が酸化ストレス発現と関係することが示唆された。</p>
<p>【奨励研究】 河川水の溶存無機炭素の安定同位体比による河川を含めた流域の炭素循環の解析</p>	<p>河川水の溶存無機炭素(DIC)の濃度および炭素安定同位体比を測定するとともに、大気平衡および土壌呼吸の寄与を評価する。</p>	<p>$H_2CO_3^*$の濃度と$\delta^{13}C$の解析結果から、小河川では水源が池や湿地など水の滞留時間の長くなる生態系で大気平衡の寄与の大きな水系がいくつかみられたが、それ以外の多くは土壌呼吸由来の炭酸ガスが主たるDICのソースになっていることが明らかとなった。</p>
<p>【奨励研究】 樹木葉圏における微生物群集がアンモニア酸化に及ぼす影響</p>	<p>アンモニア酸化にかかわる樹木葉圏微生物の検出およびその現存量や動態を解明する。</p>	<p>林内雨培養実験および林内雨培養液中の硝酸イオンの酸素安定同位体比の測定より、樹木葉圏に微生物活動によるものと推定されるアンモニア酸化(硝化)を確認した。また、樹木葉圏から古細菌由来のアンモニア酸化遺伝子(amoa)を検出した。アンモニア酸化古細菌数は、樹種間および季節により変動していることが示された。本研究により、樹木葉圏で微生物活動による硝化反応(アンモニア酸化)が起こっている可能性が高いことを、世界で初めて明らかにした。</p>

<p>【分野横断型研究】 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 [資源循環・廃棄物、環境リスク研究センターと連携]</p>	<p>IT 製品、金属類（レアメタル、重金属等）のライフサイクルに着目した分野横断研究において、廃棄過程における土壌圏への排出、環境動態、ヒトや土壌圏生態系への曝露・影響を把握する。本年度は、①廃 IT 製品の研究用試料への調製方法の検討、②含有する金属元素の種類と濃度の特定と溶出レベルの確認、③溶出したレアメタル元素の土壌内挙動の長期試験、④土壌中および土壌を分散させた水中での微生物とレアメタルとの相互作用の検討を実施する。</p>	<p>(1) 使用する廃 IT 製品の性状と調整および問題点の検討を行った。電子基板は基板を 5mm 片に裁断して試料とするが、現在、その不均一性が問題となっている。ブラウン管ガラスは 5～10cm のガラス塊に調整した後に、さらに用途に合わせて粉砕して使用することとした。液晶画面は 1.5cm 角片に裁断したものを凍結乾燥により粉砕して使用することとした。液晶画面は脱泡剤としてヒ素またはアンチモンを含有していることから、種類別に調製することとした。</p> <p>(2) 廃 IT 製品からのレアメタル元素の溶出量は、溶出試験マニュアル（環告 46 号法）に基づいて測定するが、試料の使用量が膨大となるため、改変法を作成することとし、現在予備試験を継続中である。</p> <p>(3) 溶出したレアメタル元素の土壌内挙動は、実林内環境での降雨暴露試験、室内実験での土壌カラム試験共に準備完了し、暴露を開始した。</p> <p>(4) 微生物とレアメタルとの相互影響は、溶出試験の結果を見て開始予定である。</p> <p>(5) 溶出試験および微生物影響試験では、震災対応の一環として、塩化ナトリウムを添加した系での測定も今後、実施する予定である。</p>
<p>【新発想型研究】 藻類由来の有機炭素濃度の算出手法の開発 (特異的プライマーを用いて)</p>	<p>富栄養湖沼に多く存在する特定藻類の存在量をその rDNA に対する特異的プライマーを用いて測定し、その存在量から藻類由来の有機物量を算出するための換算係数を算出する。</p>	<p>既にプライマー取得済みの藍藻類 <i>M. aeruginosa</i>, <i>P. agardhii</i> については、優占している霞ヶ浦湖水の特定種の rDNA 濃度と懸濁態有機物の測定結果から、rDNA 濃度から懸濁態有機物濃度への換算係数の算出を行った。現在、Thalassiosiraceae spp. 等の珪藻、緑藻類については、プライマーを設計中であり、湖水及び培養菌株を用いて換算係数を算出する予定である。</p>
<p>【震災対応研究】 放射性物質の多媒体モニタリングと長期モニタリングに関する研究 [環境計測、環境リスク、生物・生</p>	<p>福島第一原発から大気中に放出された放射性物質の環境動態を解明するために、環境多媒体モデルを開発する。大気・湖水・森林・水生生物の長期モニタリング体制を整備し、データの初期解析を行う。</p>	<p>大気シミュレーションモデルを用いて、福島第 1 原発から大気中に放出された放射性物質の広域的な挙動を解析し、その沈着量の広域分布を明らかにした。この結果は世界で最初に国際学術誌に発表され、そのエッセンスが Nature 誌でも取り上げられた。更に、水道水や食品への影響に関する科学的知見を国・地方自治体に提供し、また、多くの報道発表・誌上発表を通して、放射能汚染に関する科学的情報を社会に発信した。一方、震災直後から、本研究所周辺、筑波山、霞ヶ浦において、大気、湖、土壌、水生生物などの放射能測定を継続的に実施し、その実態と挙動の把握を進めている。現在、大気モデルと陸域多媒体モデル、沿岸海域モデルを結合することにより、放射性物質の多媒体環境シ</p>

<p>態系の各研究センターと連携]</p>		<p>ミュレーションモデルの構築に着手しており、今後、観測データも活用して、放射性物質の動態解明と将来予測を進める予定である。</p>
<p>【震災対応研究】 大津波による干潟環境と底生動物への影響評価</p>	<p>津波により壊滅的な影響を受けた仙台湾沿岸の潟湖干潟を対象とし、津波による干潟・海岸地形、水理・水質・底質環境、および底生動物への影響を、野外モニタリングにより明らかにする。</p>	<p>2011年8月に仙台市蒲生潟内の63調査地点で震災5ヶ月後の底生動物の空間分布と底質環境を詳細に調べた。その結果、ゴカイ類の個体群は既に回復しつつあるが二枚貝が激減したこと、津波によりヘドロが流失し底質環境が著しく改善したことを明らかにした。調査は現在も継続中である。</p>
<p>【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・長崎福江におけるモニタリング [環境計測、環境リスク研究センターと連携]</p>	<p>沖縄辺戸・長崎福江において、エアロゾルを始めとする大気汚染物質の長期モニタリングを継続実施する。</p>	<p>沖縄辺戸（2004年春から開始）と長崎福江（2008年秋から開始）におけるエアロゾルの光学的、物理化学的性質（散乱係数、化学組成、質量濃度、鉛直分布）の測定を継続して実施している。このデータの解析により、硫酸塩に関して、中国からの越境輸送の寄与が大きいことがわかった。なお、観測データの一部は、大気汚染物質の半球規模越境輸送のアセスメント報告書（HTAP2010）に引用された。現在、中国におけるSO₂とNO_x排出量の経年動向を捉えるために、SO_y/NO_yの観測も継続している。また、環境省による辺戸での水銀観測も平成19年から継続して実施しており、そのデータは水銀条約締結の資料として活用されている。</p>
<p>【環境研究の基盤整備】 GEMS/Water 霞ヶ浦トレンドモニタリング（霞ヶ浦全域調査） [環境計測、生物・生態系環境研究センターと連携]</p>	<p>多項目水質センサー、多波長蛍光光度計や最新のプラズマ分光分析手法などの導入を通じたモニタリング手法の開発・改良に重点的に取り組む。また、福島第一原発事故を受け、湖水、底泥、生物試料（プランクトン、貝類、抽水植物、魚類等）に含まれる放射性セシウムのモニタリングを開始する。</p>	<p>今年度より導入した多項目水質センサーと多波長蛍光光度計についてデータの妥当性について検証を行った。多項目水質センサーについては、今年度の調査において旧センサーとのクロスチェックを行っており、各測定値について問題なく測定できることを確認できた。また、水深も同時に測定できることから、旧センサーと比べ作業時間を大幅に短縮できるようになった（1作業地点あたり約7分→約2分へと短縮）。放射性物質のモニタリングについては、湖水から魚類にいたる様々な項目を対象に調査を開始したほか、一部を茨城県内水面水産試験場と共同で行うなど長期モニタリング体制を整えた。モニタリングを開始した放射性セシウム濃度については、特に底泥試料に関して空間的変化が見られた。</p>

<p>【地方環境研究所との共同研究】 PM2.5と光化学オキシダントの実態解明と発生源寄与評価に関する研究</p>	<p>平成22年度に整備した研究体制および策定した研究計画に基づき、全国の大気環境時間値やPM2.5測定値のデータベース化、その解析によるPM2.5と光化学Oxの全国的な汚染実態の把握、PM2.5成分・VOC成分の観測、モデルを利用した発生源寄与率の試算、PM2.5測定法に関する検討、衛星観測データの予備解析などを進める。</p>	<p>全国の大気環境時間値やPM2.5測定値などのデータベース化を進め、これらのデータを解析することにより、PM2.5と光化学Oxの全国的な汚染実態の把握を進めている。また、PM2.5の測定や成分分析に関する検討を進め、その知見をメンバー間で共有するとともに、PM2.5成分とVOC成分の観測を実施した。PM2.5や光化学Oxの高濃度が発生した時に速やかに情報を共有し速報的解析を行うための体制を整備した。更に、既往測定データとモデルを利用した発生源寄与率の試算を行い、また、衛星観測データの予備解析を開始した。</p>
<p>【地方環境研究所との共同研究】 沿岸海域環境の診断と地球温暖化の影響評価のためのモニタリング手法の提唱</p>	<p>全国各地の沿岸海域におけるCOD漸増傾向と基準超過状況の解析、底層DO観測の有無と貧酸素水塊発生状況の把握を行う。</p>	<p>全国7海域において、多項目水質計を用いたDOの鉛直分布を測定し、幾つかの底層DO未測定海域での貧酸素水塊の発生状況を把握しつつある。COD漸増・基準超過要因については、全国12海域においてCODの年間最高値を示す時期の海水試料を用いて、関連項目の詳細分析を行っている。</p>
<p>【地方環境研究所との共同研究】 ブナ林生態系における生物・環境モニタリングシステムの構築</p>	<p>地方環境研究所と協働して、全国のブナ林生態系を継続的に調査する。生物調査では、再検討した長期継続モニタリング方法を用いた共通調査を実施する。環境調査では、オゾンに加えて、窒素酸化物や硫黄酸化物の計測法を検討し、調査を試行する。さらに、気象・土壤環境計測法等についても検討し、試行する。</p>	<p>関係機関のネットワーク化を推進し、各機関関連のブナ林において共通調査等を実施した。樹木衰退度調査に加え、一部機関では毎木調査、林床植生調査、ブナの生物季節調査を行った。また、葉緑素計測に加え、樹木水分生理活性調査を一部の地域で実施した。パッシブサンプラーによるオゾン計測に加え、一部の地域では窒素酸化物や硫黄酸化物の計測も行った。また、連続計測による植物・植生に対する基準指標(AOT40、SUM60等)とパッシブサンプラーによる測定値との関係性を検討した。さらに、土壤の温度・水分含有量の現地計測を試行した。</p>

1. 5 今後の研究展望

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研究に着手した。

地域環境研究センターが主担当となって推進している研究プログラム（東アジア広域環境研究プログラムと流域圏生態系研究プログラム）を除く研究に関して、その進捗状況と今後の展望を整理すると以下のとおりである。

①環境技術開発研究

環境都市システム研究プログラムにおいて、バンコクにおける排水処理技術開発研究が現地研究機関との協働によって進み、年内に試験を開始する目途が立った。また、実証試験結果の他地域への普及と適応性評価のための現地での研究ネットワークができつつある。今後、技術の社会実装に向けて社会環境システム研究センターとの議論を進めることが重要である。なお、タイでの洪水による実証試験への影響が懸念される。

一方、同じくタイで研究を進めているバイオエタノール製造廃液等に対するメタン発酵処理システムは、温室効果ガスの排出抑制と炭素循環に貢献するコベネフィット型処理技術として開発途上国にも適用できる可能性が示された。今後、現地での適用・普及に向けた研究展開が必要である。

②震災対応研究

震災対応研究として、環境放射能汚染と津波による干潟環境影響に関する研究を実施している。前者に関しては、環境多媒体のモデリングとモニタリングを統合して、放射性物質の環境中での実態と動態を解明する研究に着手している。今後、これらの研究を軸に、土壌・廃棄物の除染・処理処分研究等の関連研究と連携しつつ、研究所全体として「放射性物質・災害と環境に関する研究」を推進する方向で準備を進めている。後者に関しては、宮城県・蒲生干潟の津波影響に関するフィールド研究が東北大学等との共同研究によって進み、自然環境への影響と回復に関する貴重な知見が得られつつある。

③都市大気汚染、土壌汚染に関する分野横断型研究

「二次生成有機エアロゾルの環境動態と毒性に関する研究」では、所内の多様な分野の研究者が参画して、都市大気中の有機二次粒子の測定、室内実験、モデル、毒性評価に一体的に取り組み、本研究所ならではの分野横断型・統合型研究が進んでいる。また、「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」では、他の研究センターと連携して、製品ライフサイクルの視点から製品廃棄物の土壌環境での動態・影響研究を進めている。このような分野横断研究を、地域環境研究分野の重要な研究の柱として、今後も重視して取り組んでいく。

④流域圏等の物質循環等に関連する研究

湖沼の有機物、森林の窒素、河川流域の炭素、都市沿岸海域などを対象とした物質循環・環境影響に係る基盤的研究が進み、流域圏における物質循環に関する科学的知見が得られつつある。今後、これらの研究を流域圏生態系研究プログラムに取り込みつつ、総合的に研究を進めていく予定である。

⑤地方環境研究所との共同研究

地方環境研究所との共同研究として、大気環境、沿岸海域環境、及び森林生態系を対象とした3つのⅡ型

共同研究（比較的規模が大きい共同研究）を進めている。これらの共同研究には、全国から延べ81機関の地方環境研究所が参加しており、地方における環境問題の解決に資する科学的知見の集積と研究ネットワークの構築が進みつつある。

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、生物・生態系センターと連携して進めている GEMS/Water 霞ヶ浦トレンドモニタリングが計画通り進捗しており、今後もモニタリング手法の開発・改良、機器の整備を進めつつ、着実に継続実施する予定である。

1. 6 自己評価

当初、震災影響等のために研究の立ち上がりに遅れが見られたが、その後は回復し、現時点では今年度計画の達成に向けて、概ね順調に進捗しつつある。今後、定期的に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・年度目標に沿った研究を進める予定である。

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	
6	44	4	153	51	0

研究プログラム

東アジア広域環境研究プログラム

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]

高見昭憲（室長）、清水英幸、王勤学（主席研究員）、佐藤圭、清水厚、菅田誠治、永島達也、近藤美則、越川海、牧秀明、東博紀、水落元之（主任研究員）、森野悠、岡寺智大（研究員）、伊禮聡、西澤匡人、小林祥子（特別研究員）

[地球環境研究センター]

向井人史（副センター長）、谷本浩志、町田敏暢（室長）、猪俣敏（主任研究員）、奈良英樹（特別研究員）

[環境計測研究センター]

杉本伸夫（室長）、原由香里（特別研究員）

[生物・生態系環境研究センター]

青野光子（主任研究員）

[環境健康研究センター]

上田佳代（研究員）

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

東アジア地域では急速な経済発展に伴って様々な環境問題が深刻化し、それが広域越境汚染のような具体的な問題として我が国にも影響を及ぼしている。そのため、東アジアにおける持続可能社会、及び、広域越境汚染のWin-Win解決に向けた2国間・多国間の枠組みを構築するための中長期戦略を提示することが強く求められているが、その基礎となる問題発生に関する科学的知見、及び人間活動による環境負荷と広域汚染の定量的関係を評価する科学的手法の開発・活用が不十分な状況にある。

そこで、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。

プロジェクト1：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

東アジアではオゾン・エアロゾルの前駆物質排出量が急増し、地域規模で大気汚染が深刻化している上、半球規模で大気質が変化している。このような状況下、日本においてもオゾンの環境基準見直しの機運が高まるとともに、PM_{2.5}の環境基準が新しく制定された。しかしながら、オゾンやPM_{2.5}に関する大気汚染には、国外からの越境汚染に加えて国内における生成も影響するため定量的理解が困難である。そこで本研究では、地上・船舶・航空機による野外観測、宇宙からの衛星観測、全球・領域化学輸送モデルを統合的に使用して、半球／東アジア／日本域のマルチスケール大気汚染の実態と発生機構を解明するとともに、将来予測と対策シナリオ・影響の評価を行う。それにより、東アジア地域における広域大気環境管理のための国際的枠組みの策定に寄与することを目指す。

プロジェクト2：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

東アジア陸域起源の汚濁負荷増大が東シナ海陸棚域における赤潮発生等の広域海洋環境劣化を引き起こしていることが懸念される。本プロジェクトでは、東シナ海や日本近海の環境保全、あるいは中国国内の汚濁負荷削減施策の推進に資することを目的として、長江流域圏の汚濁負荷推計、海域への汚濁輸送と海洋生態系への影響機構の把握、陸域起源汚濁負荷が及ぼす海洋環境への影響評価のための数理モデルの開発を行う。特に、陸域汚濁負荷推計では、土地利用や環境政策の変化に応じて予測可能な手法の確立と将来の陸域負荷削減シナリオを提示し、海洋生態系モデルとの連携により、陸域・海域の統合的広域環境管理オプションの定量的な評価を目指す。

1.2 今年度の実施計画概要

- (1) 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・粒子状物質の新規観測を検討・開始するとともに、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に着手する。また、越境大気汚染による国内への影響評価研究に着手する。
- (2) 東アジアにおける汚濁負荷等の陸域人間活動が、水及び大気を介して東シナ海・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と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に着手する。
- (3) 東アジアの大気汚染・水質汚濁負荷の将来・削減シナリオに対する大気・海洋環境への影響を予測・評価するために、「環境都市システムプログラム」や社会環境システム研究センターと連携して、シナリオの検討を開始する。

プロジェクト1：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

地上や船舶等を用いたアジアにおけるバックグラウンド大気中のオゾン・エアロゾルのモニタリング観測を開始するとともに、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ガス状・粒子状大気汚染物質の包括的観測を開始する。また、マルチスケールにおける化学輸送モデルや排出インベントリーの開発に着手する。具体的には、自由対流圏中の観測やユーラシア大陸内部における観測について観測の開始を検討するとともに、過去の観測データを用いてアジアのバックグラウンド大気中におけるオゾン・エアロゾルの長期変化・年々変動の検出を試み、欧州や北米と比較研究を行う。また、九州北部地域におけるエアロゾルの包括的観測を開始し、越境輸送されてくるPM_{2.5}の相対的寄与率を求めるとともに、当該地域における疫学調査の実施計画を検討する。排出インベントリは、東アジアについて1980-2010年の期間を整備するとともに、日本の排出インベントリの整備にも取り組む。また、社会環境システム研究分野と連携して、アジア域における大気汚染物質排出シナリオの検討を開始する。さらに、越境大気汚染が日本国内の植物に及ぼす影響評価のための観測・実験的研究に着手する。

プロジェクト2：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

長江流域圏から海域への汚濁負荷量の経年変化の評価ならびに土地利用・社会経済・環境政策の変化に対応した汚濁負荷量予測手法の開発に着手する。特に長江デルタ域における社会経済活動に基づくマクロ型・分布型汚濁発生インベントリの構築、長江全流域における土地利用と汚濁負荷量の関係解析のためのモデル構築、また長江における水質観測体制の構築を行う。また、東シナ海における赤潮形成等の広域環境変調の実態把握のための航海観測を行う。特に陸棚域赤潮形成機構の鍵となる栄養塩の3次元分布観測、ならびに栄養塩の鉛直拡散や藻類分布・増殖に影響を与える乱流強度の観測を行う。また、渦鞭毛藻の栄養塩獲得戦略の一つである日周鉛直移動特性について、大型培養槽を用いた赤潮形成藻類の培養実験により検討する。これらの観測・実験に基づき、海洋生態系モデル・流動モデルの高度化を進める。更に、中国陸域負荷削減シナリオ検討の基礎的条件を把握するため、中国の過去の農業・工業政策と汚濁発生・抑制関係の解析を行う。

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	61.8					
②総合科学技術会議が示した競争的資金	118.2 (170.0)					
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)	21.6					
④その他の外部資金	0					
総額	201.6 (253.4)					

注 1. 括弧内は、再委託費を含めた金額。

1.4 平成23年度研究成果の概要（東アジア広域環境研究プログラム）

研究プログラム・プロジェクト・サブテーマ	平成23年度の目標	平成23年度の成果（成果の活用状況を含む）
研究プログラム	<p>(1) 東アジアの広域大気汚染を対象にした新規観測を検討・開始するとともに、化学輸送モデルや排出インベントリの開発、越境大気汚染による国内への影響評価研究に着手する。</p> <p>(2) 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への影響把握に着手する。</p> <p>(3) 東アジアの大気汚染・水質汚濁負荷の将来・削減シナリオの検討を開始する。</p>	<p>地上や船舶等を用いたアジアにおけるバックグラウンド大気中のオゾン・エアロゾルのモニタリング観測を開始するとともに、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開始した。また、マルチスケールにおける化学輸送モデルと排出インベントリの開発・改良が進んだ。具体的には、自由対流圏中の観測やユーラシア大陸内部における観測の検討を進めるとともに、アジアのバックグラウンド・オゾンの長期変化を解析し、その濃度レベル・増加率が欧米を上回っていることを明らかにした。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開始し、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。また、マルチスケール化学輸送モデルの開発・改良、2000-2008年のアジア域排出インベントリの作成、日本の排出インベントリの整備を進めた。さらに、越境大気汚染が日本国内の植物に及ぼす影響評価のための観測・実験的研究に着手し、初期的な結果を得た。</p> <p>長江流域圏から海域への水質汚濁負荷量の経年変化の評価ならびに土地利用・社会経済・環境政策の変化に対応した汚濁負荷量予測手法の開発を進めた。具体的には、長江デルタ域における社会経済活動に基づくマクロ型・分布型汚濁発生インベントリ（2000年対象）、長江全流域における土地利用と汚濁負荷量の関係解析のためのシミュレーションモデル、長江下流の大通における水質観測体制を構築した。また、東シナ海における赤潮形成等の広域環境変調の実態把握のための航海観測を2011年6月に実施するとともに、2010年度の観測データを解析して底層水から混合層への栄養塩供給速度を推計した。更に、大型培養槽を用いた赤潮形成藻類の培養実験により、渦鞭毛藻の日周鉛直移動特性の解明を進めた。これらの観測・実験に基づき、海洋生態系モデル・流動モデルの高度化と再現計算に取り組んだ。</p> <p>社会環境システム研究分野と連携して、アジア域の大気汚染物質排出シナリオの作成を進めた。また、中国陸域の水質汚濁負荷削減シナリオを作成するため、中国の農業・工業政策と汚濁発生・抑制関係の解析を進めた。</p>
<p>プロジェクト1 「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」 （1）大陸規模モニタリングによる半球規模大気汚染の時空間変動の解明</p>	<p>サブテーマ（1） 半球規模大気汚染の時空間変動の解明のために地上や船舶等の観測設備を整備するとともに、これまでのデータを欧州や北米と比較しアジアにおけるトレンドを半球規模の視点で評価する。</p>	<p>サブテーマ（1） 半球規模大気汚染の実態把握に向けて、アジア・オセアニア地域におけるバックグラウンド大気の観測について、地上・船舶による観測プラットフォームや測定装置の拡充に着手した。また、日本の地上ステーションで観測された対流圏オゾン濃度について観測データを更新し、1998年から2009年までのトレンド（長期変化）を解析した。その結果を北米や欧州における同緯度帯の地上観測データと比較したところ、日本における地上オゾンは、その濃度レベル・増加率ともに欧米を上回っていることが明らかになった。さらに、日本-東南アジア・オセアニア航路の定期貨物船による観測、人工衛星データおよび輸送モデルの解析から、2006年のエルニーニョ現象に伴ってインドネシアの泥炭燃焼火災から大量の一酸化炭素が大気中に放出されており、現在多くの化学輸送モデルで使われているバイオマスバーニングの排出インベントリによる排出量は大幅に過小評価されていることが示唆された。</p>

<p>(2) アジア地域における包括的観測による日本への越境大気汚染の実態解明</p>	<p><u>サブテーマ (2)</u> 北部九州地区において春季に頻繁にみられる越境汚染による高濃度粒子状物質 (PM_{2.5}) について、化学組成別の汚染実態と健康影響を把握する調査を開始する。</p>	<p><u>サブテーマ (2)</u> アジア大陸からの越境汚染の影響を頻繁に受ける九州北部に注目して、福岡県・福岡市および長崎県・福江島における微小粒子の化学組成と質量濃度の長期連続観測を開始するとともに、過去に得られたデータを用いてアジア大陸からの長距離輸送と国内生成による寄与の分離を試みた。その結果、硫酸塩が有機物や硝酸塩に対して高い時は越境汚染が支配的、有機物や硝酸塩が硫酸塩に対して高い時は国内汚染が支配的であると推定され、主成分因子分析により越境大気汚染と国内大気汚染の寄与を半定量的に分離できる可能性が示された。また、九州北部地区における健康影響調査の準備に着手した。野外観測に同期して医療機関による疾患（循環器疾患など）登録データを活用すべく、地元の自治体や病院などに協力を要請中である。</p>
<p>(3) モデルシミュレーションによる汚染機構の解明と影響・対策評価</p>	<p><u>サブテーマ (3)</u> 北半球・東アジア規模におけるオゾン・PM_{2.5} 汚染の実態とその発生機構を解明し、将来予測・影響評価をするための化学輸送モデルについて、排出インベントリとともにマルチスケール化に着手する。さらに、越境大気汚染が日本国内の植物に及ぼす影響評価のための観測・実験的研究に着手する。</p>	<p><u>サブテーマ (3)</u> これまで開発してきた東アジアスケールの排出インベントリ REAS について、排出係数やエネルギーデータ等を一新して 2000 年から 2008 年までのインベントリを新たに構築し、REASv2.0 としてリリースした。この際、マルチスケール排出インベントリとすべく、東アジアの対象地域を拡大するとともに日本国内についても整備を進めている。また、社会環境システム研究分野と連携して、2050 年を対象としたアジア域の大気汚染物質排出シナリオの作成を進め、温暖化シナリオと整合する二つの排出シナリオ（成り行き、温室効果ガス半減）を作成した。これらの排出量データを入力する化学輸送モデルとして、マルチスケール CTM の開発に取り組み、全球モデル（CHASER）と東アジア領域モデル（CMAQ）の連携運用に着手した。現状（2005 年）における東アジア大気質の再現能力を各種観測データとの比較を通して検証し、CMAQ の計算条件を再検討した。また、モデルによる過小評価が問題となっている二次有機粒子モデルを改良するため、領域モデルに揮発性ビンモデルと詳細反応モデルの導入を進め、初期的な成果を得た。 生物影響の面では、越境大気汚染として日本に運ばれてくるオゾンによる植物への影響評価を目的とし、樹木（ブナ）や草本植物（ホウレンソウ）を材料として実験や野外調査を行った。200ppb までのオゾン短期曝露はブナに急性影響を与えない一方で、平均 50ppb のオゾンがブナの生長を抑制する事を明らかにした。また、土壌乾燥化（水ストレス）がオゾンストレスと相加的に影響し、ブナの生長低下を引き起こす事を定量的に示した。さらに、地方環境研究所等とのネットワーク化を推進し、ブナ林域において衰退度調査や水分生理活性調査、オゾン計測等を実施し、ブナ林衰退と大気汚染等との関係解析を行った。一方、これまでアサガオ等で開発してきた遺伝子発現解析や酸化還元物質測定等の手法によるストレス診断手法をホウレンソウやブナに応用した。現在、ホウレンソウにおいてオゾン影響のマーカーとなる遺伝子を探索中である。ブナでは日本海側型と太平洋側型の 2 つの生態型についてアスコルビン酸含量を予備的に測定した。今後、オゾン暴露時のマーカー遺伝子の発現変化や、アスコルビン酸等の含量の変化等を調べ、オゾン影響程度を数値化することを試みる。最終的には、これらの結果を樹木や農作物の影響予測のモデルに利用することを目指す。</p>

<p>プロジェクト2 「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」</p>	<p><u>サブテーマ（1）</u> 長江流域圏から海域への汚濁負荷量の経年変化の評価ならびに土地利用・社会経済・環境政策の変化に対応した汚濁負荷量予測手法の開発に着手する。特に長江デルタ域における社会経済活動に基づくマクロ型・分布型汚濁発生インベントリの構築、長江全流域における土地利用と汚濁負荷量の関係解析のためのモデル構築、また長江における水質観測体制の構築を行う。</p>	<p><u>サブテーマ（1）</u> 長江デルタ域における社会経済活動に基づくマクロ型・分布型汚濁発生インベントリの構築に関しては、これまでに開発を進めてきた長江流域の水需要インベントリモデルを窒素・リン排出へと適用し、長江下流域の社会経済活動による排水中の窒素・リンの排出インベントリを作成した。中国の窒素、リン濃度に関するデータの入手は困難なため、独自に推計をおこなった。農業は化学肥料投入量から窒素、リン濃度を求め、工業およびサービス部門については中国環境年鑑のCODデータと、日本の産業別CODと全窒素、全リンの比率から推計した。畜産業については、日本の畜種別原単位から畜産廃水濃度を推計した。その結果、長江下流の汚水由来の窒素およびリンの年間排出量（2000年）は、250万t-Nおよび32万t-Pという結果が得られた。また、窒素、リン共に耕種農業、畜産からの排出が5割を超える一方で、窒素に関しては電力・熱供給部門からの排出量が大きいことが明らかとなった。 長江全流域における土地利用と汚濁負荷量の関係解析のためのモデル構築については、昨年度までに漢江流域への適用・検証を終えた流域圏水・物質循環評価モデルの長江全流域への適用を試みた。このモデルは、アメリカテキサスA&M大学とBlack land研究所が開発したSWAT(Soil and Water Assessment Tool)をベースに改良したものであり、水循環のプロセス、炭素、窒素、リンなどの物質循環も組み合わせている。流域の土地利用や産業活動に関するデータを入力することにより、人間生活や土地利用の変化、気候変動などの自然・社会・経済的な要因が流域に与える影響が評価可能となる。モデルの入力データとして、アメリカ航空宇宙局(NASA)が公開している90mメッシュ標高データ、環境省の委託研究「温暖化影響早期観測ネットワークの構築(平成18-22年度)」プロジェクトにおいて、中国科学院地理科学・資源研究所と共同で作成した中国の土地利用メッシュデータ、中国科学院南京地理・湖沼研究所の土壌類型分布データ、および国立環境研究所の中核プロジェクト「東アジア水・物質循環評価システムの開発(平成18-22年度)」において、中国水利部長江水利委員会及び中国科学院との共同研究で作成した気象や水文水質などのデータなどを含めた。その結果、河川の上流・中流・下流の流量を精度よく再現したものの、水質項目については、特に下流域において大きな誤差を示した。水量シミュレーションの結果によると、2000-2008年の間に長江全流域の年平均降水量は996mm、そのうち、蒸発散量は421mm、地表と地下合わせた流出量は522mmであることが分かった。 長江における水質観測体制に構築については、長江下流にある大通水文観測点で水質観測を軸とした共同研究の実施を中国科学院地理科学与資源研究所との間で合意した。観測項目は、水温、水量、全懸濁粒子のほか、全窒素・全リン、無機態窒素・リン等の水質項目を含む。今後の大通水文観測点での水質データの取得により、長江全流域における水質シミュレーションの精度向上を図る。</p>
<p>(2) 東シナ海陸棚域の生態系劣化機構の解明</p>	<p><u>サブテーマ（2）</u> 東シナ海における赤潮形成等の広域環境変調の実態把握のための航海観測を行う。特に陸棚域赤潮形成機構の鍵となる栄養塩分布、鉛直拡散、藻類分布・増殖に影響を与える乱流</p>	<p><u>サブテーマ（2）</u> 東シナ海における赤潮形成等の広域環境変調の実態把握のため、2011年6月に東シナ海陸棚域の海洋観測を実施した。植物プランクトンの増殖、生残、亜表層ピーク形成などに影響を及ぼすと考えられる微細乱流強度や栄養塩(硝酸塩)の高密度鉛直プロファイリング観測を主として行った(現在データ解析中)。 東シナ海陸棚域の植物プランクトン群集への栄養塩供給動態を把握するために、2010年度の硝酸塩鉛直濃度分布および乱流強度データを用いて底層水から混合層への栄養塩供給速度の評価を行った。亜表層水深に渦鞭毛藻が卓越した海域では亜表層クロロフィルピーク直下で硝酸塩濃度の急激な低下が認められた。これは密度勾配変化から予想される減衰を大きく上回り、底層水から供給される硝酸塩(鉛直上方へのフラックス=1.3mmol/m²/day)は、亜表層集積した植物プランクトンに消費され尽くし、上方混合層の植物プランクトンへの供給が極めて小さいと考えられた。 渦鞭毛藻(<i>Prorocentrum dentatum</i>)の陸棚域での栄養塩獲得戦略解明と数理モデル化のため、鉛直可動式クロロフ</p>

<p>(3) 陸域・海域 統合環境管理に向けた陸域負荷削減シナリオの検討と海域環境の応答予測</p>	<p>強度の観測を行う。またの渦鞭毛藻の日周鉛直移動特性について大型培養槽を用いた培養実験により検討する。これらの観測・実験に基づき、海洋生態系モデル・流動モデルの高度化を進める。</p> <p><u>サブテーマ (3)</u> 中国陸域負荷削減シナリオ検討の基礎的条件を把握するため、中国の過去の農業・工業政策と汚濁発生・抑制関係の解析を行う。</p>	<p>イルセンサーを備えた大型培養槽（海水マイクロコズム）において日周鉛直移動の再現実験を行った。この実験により、本種の日周鉛直移動を明瞭に再現できること、夜間下降時に温度躍層付近に集積する傾向があること、上昇時には一様移動ではなく混合層に分散することなどが明らかとなった。</p> <p>海洋生態系モデル・流動モデルの高度化については、陸棚域における渦鞭毛藻ブルームの出現機構およびそれを維持する栄養塩起源を明らかにするため、流動・水質・底質・低次水界生態系モデルによる再現計算に取り組んだ。現時点で得られている計算結果では、陸棚域にて観測された渦鞭毛藻の密度躍層周辺への集積の再現性について課題があるものの、陸棚域における栄養塩の供給源は主として台湾暖流であることが示唆された。その他、台湾暖流から陸棚域への栄養塩供給には季節特性が明瞭に見られ、初夏の季節風に伴う供給が卓越していること、植物プランクトンにとって台湾暖流由来の水塊ではリンが、長江起源の水塊では窒素が律速になっており、陸棚域では両水塊が合わさることによって渦鞭毛藻ブルームを維持しうる栄養塩環境が形成されている可能性が高いことなどが明らかになった。今後、モデルの信頼性を高めるため、密度躍層周辺への渦鞭毛藻の集積の再現性向上を図る予定である。</p> <p><u>サブテーマ (3)</u> 中国陸域負荷削減シナリオ検討の基礎的条件を把握するため、中国の過去の農業・工業政策と汚濁発生・抑制関係の解析を行う事を目標に基盤情報の整理を行った。ここで、長江デルタ経済圏には太湖流域が内包されており、発生する T-N および T-P の 80%程度は太湖流域から発生している。したがって、汚濁負荷量に係る将来シナリオは太湖水質保全計画の影響を強く受ける事が予想されるため、公表されている太湖水污染防治第 9 次 5 ヶ年計画、10 次 5 ヶ年計画および太湖流域水環境総合治理総体方案に示されている都市起源発生源に対する対策を比較検討し、汚濁負荷削減対策項目を整理し、その特徴を検討した。太湖では 1996 年に最初となる 5 ヶ年の水質保全計画（九次五計）が開始され、2001 年から第 2 期計画（十次五計）が開始された。2006 年には第 3 期となる太湖水污染防治第 11 次 5 ヶ年計画（十一次五計）が開始されたが、この計画が一般に公示される 2007 年 5 月から 6 月にかけて、アオコの大発生による大規模な水道供給障害が無錫市を中心に起きた。その結果、この 5 ヶ年計画は廃棄され、現在は 2008 年を開始年度とした太湖流域水環境総合治理総体方案（以下、総体方案）が 2012 年までの予定で実施されている。九次五計の主体は工業排水対策であり、改革開放を担った中小規模の郷鎮重化学工業工場の閉鎖を含めて整理・統合し、厳しい排水規制に耐える産業構造調整を行った。十次五計では生活排水対策として都市下水整備に外資を含めた集中的な投資を行い、総体方案では、これらを受けて、排水規制の強化と監督に重点を置きつつある。個々の対策項目に対して経済施策である産業調整をリンクさせている事が大きな特徴であり、今後、将来シナリオにおける汚濁負荷排出量を検討する上で重要なポイントであることが明らかとなった。</p>
--	---	---

1.5 今後の研究展望

第1回外部研究評価委員会において、本プログラムに関係する以下の指摘を受けた。

- ①地域環境問題の総合的かつ実効的な解決策の確立のために、大気・水・土壌の研究者ネットワークを活かし、また、地球分野や健康分野との連携を強化し、更には機関とも協働することにより分野横断的な研究を推進されたい。
- ②地球環境研究分野との連携と、領域一局所（都市）など、シームレスな観測・モデル・解析を行うことが重要である。

本プログラムでは、東アジアで発生している広域環境問題の解決を目指して、分野横断研究を、地球環境、計測環境、環境健康、生物・生態系、社会環境システムなどの研究センター、国内外の研究機関と連携して進めており、今後一層、研究連携を強化する予定である。また、プロジェクト1では、地球環境研究センターと連携して半球スケール大気汚染の研究を進めるとともに、半球－東アジア－日本一都市のマルチスケール大気汚染を、また、プロジェクト2では、長江流域圏（上流からデルタ域まで）から東シナ海に至る水環境問題を対象にして、観測・モデル・データ解析などを統合した研究を実施している。

プロジェクト別の今後の研究展望は以下のとおりである。

プロジェクト1：半球－東アジア－日本一都市のマルチスケール大気汚染の解明を目指した、地上・船舶・衛星観測、化学輸送モデル、排出インベントリ、排出シナリオ、植物・健康影響に関する総合的研究がほぼ順調に立ち上がりつつある。今後、これらの多様な研究を相互に連携させ、また、国内外の研究機関との協働を一層強化して、研究を推進する予定である。

プロジェクト2：長江デルタ域の汚濁発生量は、長江河口の汚濁通過量に匹敵する推計結果が得られており、その重要性が大きいと考えられるため、今後詳細な解析を行う。東シナ海生態系の劣化指標として着目する渦鞭毛藻の動態等の知見収集が図られ、次年度以降に計画する生態系モデルの改良への見通しが立った。陸棚域低次生態系への栄養塩供給動態については、観測や数理モデル解析の結果から長江起源水とともに台湾暖流の寄与が示唆されており、今後、長江流域圏のみならず、台湾暖流への陸域負荷についても検討する予定である。

1.6 自己評価

当初、震災影響等のために研究の立ち上がりに遅れが見られたが、その後は回復し、現時点では今年度計画の達成に向けて、概ね順調に進捗しつつある。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することにより、プロジェクト間の連携を強化することが今後の大きな課題である。

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	
6	22	1	60	23	0

研究プログラム

研究プログラム名 流域圏生態系研究プログラム

代表者： 所属名 地域環境研究センター
役職名、氏名 室長、今井章雄

構成者：

[地域環境研究センター]

林誠二（室長）、越川昌美、小松一弘、富岡典子、高津文人、村田智吉、岩崎一弘（主任研究員）、
渡邊未来、森野悠（研究員）、金谷弦（特任研究員）、渡邊圭司、佐藤貴之（特別研究員）

[生物・生態系環境研究センター]

野原精一（室長）、福島路生、広木幹也、亀山哲、矢部徹、玉置雅紀（主任研究員）

[地球環境研究センター]

伊藤昭彦（主任研究員）

※所属・役職は11月1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

生物多様性国家戦略2010において生物多様性と生態系の回復は重要な国家戦略と位置付けられている。生物多様性のホットスポットとして重要な生態系の保全と、生態系機能を最大限活用して生物多様性の減少を防止することが強く求められており、そのため生態系機能の健全性評価に関する研究は喫緊の課題となっている。一方、健全性評価には生態系機能の定量評価が不可欠であるが、その評価手法はほとんど確立されていない。生態系機能と環境因子との連動関係や相互作用についても多くが未解明なままであり、生態系機能の保全、再生・修復に向けた具体的な取組が大きく進展しない要因となっている。

そこで、流域圏（森林域、湖沼・河川、沿岸域）における生態系を対象として、水・物質循環に着目し、生態系機能の新たな定量的評価手法の開発・確立を行う。典型的な生態系に対して、長期・戦略的モニタリング、新規性の高い測定法やモデル解析を駆使して、生態系機能・サービスと様々な環境因子との連動関係（リンケージ）を定量的に評価する。更に、機能劣化が著しい自然生態系を対象に劣化メカニズムの解明と機能改善手法の構築を図る。これらの科学的知見をもとに、メコン河等の広域スケール流域圏における重要な生態系を戦略的に保全し、生態系機能を最大に発揮させることで生物多様性を減少させない施策に資する戦略的環境アセスメント手法を開発する。これらの成果に基づき流域圏の環境健全性を評価して、生態系機能の保全、創造、環境修復や自然再生の在り方を提言する。

更に、研究成果に基づいて、流域圏における環境因子と生態系機能、環境因子と生物多様性、生態系機能と生物多様性を定量的に繋げる方向やアプローチを展望する。

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 人工林荒廃と窒素飽和現象の関連性を解明し、適正な人工林管理施設の推進に貢献する。落葉樹混交の種多様性回復が窒素貯留能に与える影響を評価して、窒素飽和改善シナリオ構築を目指す。
- ② 長期モニタリング、新規の測定手法、湖沼モデル解析等により、湖沼における水中と底泥での物質循環と微生物活動の連動関係、環境因子と生態系機能の連動関係を定量的に評価し、湖沼環境の環境改善シナリオ作成を目指す。
- ③ 沿岸域における一次生産者の変化や移入種による優占現象が、生物相、水-生物-底質間の物質収支や食物連鎖などの生態系機能へ及ぼす影響を定量的に評価する。流域負荷と生物多様性の関係を探索し、生態系機能の健全性を評価する。
- ④ ダム開発に対する戦略的環境アセスメントの技術を開発し、失われる沈水林の生態系機能を推定する。迅速・高感度のアオコ定量手法を開発し、計画中のダム貯水池でのアオコ発生の可能性を予測する。
- ⑤ 重要な漁業資源である回遊性淡水魚の回遊生態を解明し、ダム開発による食糧供給に対するリスクを事前に推定する。

- ⑥ 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を構築して、広域スケールの生物多様性、生態系機能及び健全性の関係を評価する。

1.2 今年度の実施計画概要

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。

プロジェクト1「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」

多様なユニットで構成される流域圏において、典型的な自然生態系ユニットである森林域、湖沼、沿岸域を対象として、人為由来の慢性的高負荷環境条件が生態系機能に及ぼしている影響（変質、劣化）について、以下の計画に基づき、その実態把握とメカニズム解明のための研究に着手する。

- ① 筑波山や人工林試験地等を対象に、森林生態系における物質動態に関する定期モニタリングを開始し、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。
- ② 霞ヶ浦等の湖沼を対象に定期フィールド調査と室内実験等を開始して、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。
- ③ 谷津干潟等の沿岸域を対象に、定期野外調査、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。

プロジェクト2「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」

本プロジェクトでは、流域開発に伴い生物多様性の低下と生態系機能の劣化に直面している大河川（メコン河）を対象に、広域なスケールで開発の政策、計画、プログラムの早い段階から環境への配慮を行うことを特徴とする戦略的環境アセスメントに向けた技術開発に着手する。迅速・簡便・高感度な技術を開発し、マングローブ植林など自然再生の効果・効率に対する科学的評価やダム開発に伴うリスクの回避や影響緩和について保全シナリオを提言するための研究を開始する。以下の目標を掲げて研究を実施する。

- ① メコン川流域ならびにベトナム沿岸域で重点研究サイトを選定し、サイトごとに定期的なサンプリング体制を整備する。
- ② 既に取得してある魚類の耳石サンプルを分析し、主要な水産資源である回遊魚の回遊生態を解明する。
- ③ 沿岸域（干潟等）の底生生物の種多様性・生態系機能についてデータベース整備を開始する。

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	23.8					
②総合科学技術会議が示した競争的資金	1.6					
③②以外の競争性のある資金（公募型受託費等）	11.0					
④その他の外部資金	15.2					
総額	51.6					

注1. 括弧内は、再委託費を含めた金額。

1.4 平成23年度研究成果の概要（流域生態系研究プログラム）

研究プログラム・プロジェクト・サブテーマ	平成23年度の目標	平成23年度の成果（成果の活用状況を含む）																												
研究プログラム	生態系機能の健全性を評価するための手法開発を行う。生態系機能と環境因子とリンケージを検討する。	<p>研究対象となる調査地・場が決定され、生態系機能と環境因子の連動関係を定量評価する手法の開発・検討がなされた。プログラム全体を通じて、生物体の存在量・動態、生物地球化学反応と環境因子の間に強い因果関係が認められた。</p> <p>プロジェクト1では調査域での長期モニタリング実施の仕組みが整い、実質的なモニタリングが開始され、生態系機能と環境因子の連動関係を定量するための様々な手法の開発・検討が実施された。森林の植生吸収や土壌有機物の質的变化と窒素飽和、湖沼底泥や干潟底質の間隙水特性が生物体の種・量に強く関係すると示唆された。</p> <p>プロジェクト2では適切な調査地の選定、データベース整備とサンプリング体制の整備に大きな労力が注がれプロジェクトの方向性が固まった。メコン河での魚の回遊生態に係る成果は、Nature 誌のニュースとして取り上げられ国際的に注目された。</p>																												
<p>プロジェクト1 「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」</p> <p>サブテーマ1 陸域自然生態系における生態系機能と環境因子の連動関係の定量的評価に関する研究</p>	<p>森林生態系における物質動態モニタリングを開始し、人工林荒廃と窒素飽和現象の関係性の評価とそのメカニズムを検討する。</p>	<p>人為由来の慢性的高負荷環境条件をキーワードに、流域圏の典型的な自然生態系ユニットである、森林域、湖沼、沿岸域それぞれの生態系機能の定量評価、特に慢性的高負荷による影響（窒素飽和、富栄養化・難分解性有機物増加、グリーントイド）の実態把握とメカニズムの解明を目的に、長期的なモニタリングと新規測定手法開発を開始した。いずれの対象ユニットにおいても、環境因子と生態系機能のリンケージに対する生物多様性の深い関与を示す結果を得つつあり、生態系機能の定量評価を行う上で、生物多様性のとの相互関係性が重要な因子となることが改めて示唆された。</p> <p>軽度の大气汚染環境下にある、異なる間伐強度（無間伐，1/3間伐，2/3間伐）で管理されているスギ人工林試験区を対象に、物質動態モニタリング（降水・土壌水の水文水質調査，リターフォール量や下層植生のバイオマス調査等）を開始した。現段階までの成果として、間伐強度が土壌中の窒素動態に強く影響することが明らかになりつつある（図1）。具体的には、林分が過密状態にある無間伐区に比べ、強度間伐により誘引され発達した下層植生（広葉樹の低木と草本類）を有する人工林生態系では、植物-土壌における窒素貯留能が高められている可能性</p> <div data-bbox="1556 766 1971 1212" data-label="Figure"> <table border="1"> <caption>Figure 1: Average NO₃-N concentration (mgN/L) in soil pore water at different depths for three thinning intensities.</caption> <thead> <tr> <th>土壌の深さ (cm)</th> <th>無間伐 (mgN/L)</th> <th>1/3間伐 (mgN/L)</th> <th>2/3間伐 (mgN/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>~10</td> <td>~10</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>~10</td> <td>~10</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>~10</td> <td>~10</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>~10</td> <td>~10</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>~10</td> <td>~10</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>~10</td> <td>~10</td> <td>~10</td> </tr> </tbody> </table> </div>	土壌の深さ (cm)	無間伐 (mgN/L)	1/3間伐 (mgN/L)	2/3間伐 (mgN/L)	0	~10	~10	~10	20	~10	~10	~10	40	~10	~10	~10	60	~10	~10	~10	80	~10	~10	~10	100	~10	~10	~10
土壌の深さ (cm)	無間伐 (mgN/L)	1/3間伐 (mgN/L)	2/3間伐 (mgN/L)																											
0	~10	~10	~10																											
20	~10	~10	~10																											
40	~10	~10	~10																											
60	~10	~10	~10																											
80	~10	~10	~10																											
100	~10	~10	~10																											

図1. スギ人工林試験区における土壌間隙水のNO₃⁻-N鉛直濃度分布

サブテーマ 2

湖沼における物質循環と生態系機能と環境因子の連動関係の定量的評価に関する研究

霞ヶ浦等湖沼を対象にフィールド調査と室内実験等を開始し、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。

サブテーマ 3

沿岸域における生態系機能と環境因子の連動関係の定量的評価に関する研究

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、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を検討する。

を国内で初めて確認した。その要因として、下層植生の吸収作用と土壌集積有機物(下層植生やスギのリター)の質的变化(特にC/N比)による土壌微生物の窒素資化作用への影響が示唆される。本調査結果は、森林管理(強度間伐による荒廃人工林の針広混交林化)が窒素飽和の改善をもたらす可能性を強く示唆するとともに、現在の森林政策の大きな流れとなりつつある針広混交林化を、水質保全機能の向上という観点から更に促進するものと考えられる。

本年度は、計画に沿ったフィールド調査の実施と微生物関係の測定法の開発に重点を置いた。放射性同位体を使用しない藻類1次生産量をリアルタイムで測定できるアクティブ蛍光法(FRRF法)を採用して、湖沼での藻類1次生産量を測定した(図2)。アオコが大発生した地点では1次生産が低いことがわかった。霞ヶ浦底泥の微生物多様性をクローンライブラリー法により解析した。いずれの試料でも深さ4-6cmで亜硝酸酸化細菌の*Nitrospira*属細菌が優占していた。凍結保存サンプル等を使って、アオコを形成する藍藻マイクロキスティスの動態を特異的プライマー法によって明らかにした。2004年以降、当該藻類の数密度は急上昇した。底泥間隙水中の糖類組成と動態を評価した。2005年秋-2006年春、2cm以深で糖類濃度が激増したが、2007年夏には急激に減少した。湖水柱での藍藻と底泥中の糖類の動態に関連性が示唆された。

かつては一連の前浜干潟であり、現在でも底質の鉱物組成や供給される海水組成がほぼ等しい千葉県谷津干潟と三番瀬干潟を研究対象とし、アオサ類によるグリーンタイドの発生が生態系機能へ及ぼす影響の定量的評価を目標として研究を開始した。特に目視では困難とされるアオサ類の種組成とそれに伴う生物季節性(フェノロジー)に留意して、これまでに採集した生物種の同定と定量を行っている。その結果、両干潟におけるグリーンタイドの発生期間と発生量が大きく異なったこと、アオサ類や生息する他の生物の種構成も大きく異なることが確認された。一方、底質環境については、間隙水中の栄養塩濃度等に両干潟間の差が確認されただけでなく、グリーンタイドが衰退する時期に増加する項

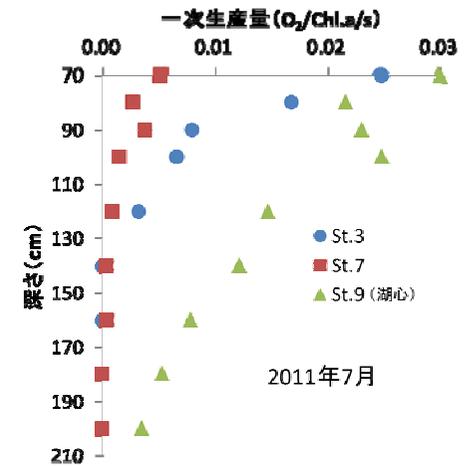


図2. FRRF法による霞ヶ浦湖心での藻類1次生産

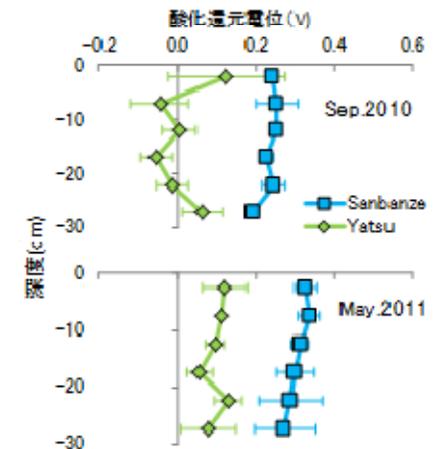


図3. アオサ類衰退期(上)と繁茂期(下)の底質酸化還元電位の垂直プロファイル

		<p>目も複数確認され、グリーンタイトの底質環境への影響が示唆された（図3）。これらの結果より、侵入種ミナミアオサによる優占現象であるグリーンタイトが、干潟の生態系機能に及ぼす多面的な影響についてさらに研究を進めることが必要であることが示された。</p>
<p>プロジェクト2 「戦略的環境アセスメント技術の開発と自然再生の評価」</p> <p>サブテーマ1 生態系機能としての底泥の分解活性評価</p> <p>サブテーマ2 生態リスクとしての有害藻類の発生と予測</p>	<p>調査地の選定とサンプリング体制の整備</p> <p>同上</p>	<p>H23年度はタイ・ウボンラチャタニ県のメコン流域にあるシリントーン・ダム貯水池にて底泥と湖水の予備的調査を現地大学（ウボンラチャタニ大学）、またダム貯水池を管理するタイ水産局と共同で実施した（サブテーマ1 & 2）。またこれまでに採集した淡水魚の耳石のうち、メコンの代表的水産有用種であるコイ科回遊魚 Siamese mud carp (<i>Henicorhynchus siamensis</i>)の耳石について元素分析をほぼ終了し、いくつかの知見を得た（サブテーマ3）。エビ養殖等で破壊されたベトナムのマングローブ再生候補地を現地調査した（サブテーマ4）。</p> <p>得られた底泥サンプルを分析した結果、シリントーン・ダム貯水池の底泥での微生物活性（リン酸無機化酵素等）と底泥中のリン含量とは、ともに日本のため池で測定した値と比べて有意に低いこと、また全体的に底泥のリン含量と微生物活性との間に正の相関があることなどが分かった（図4；IP=無機態リン，PA=フوسفターゼ）。また底泥の粒径組成や鉍物組成、同位体・元素濃度等を測定し、底泥成分の輸送メカニズムや水質形成への寄与率の解明を行うための分析フローチャートを作成した。</p> <p>上記シリントーン・ダム貯水池では湖水も採取し定量PCRによる分析を行った。本ダム湖からは有害藻類 <i>Microcystis</i> は検出されなかった。しかしウボンラチャタニの北西に位置するコーンケン県の貯水池（Kaen Nakorn）とウボンラットダム貯水池から流出する用水路（Nam Pong）からは <i>Microcystis</i> が検出された。この周辺は市街地および農地が広がっており、周辺土地利用によってアオコ発生のリスクがあることが示唆された（図5）。中国・武漢にある中国科学院水</p>

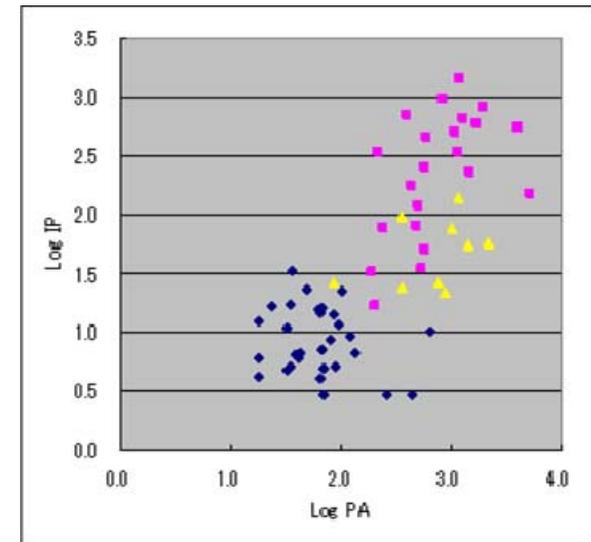


図4. タイのダム貯水池、また日本のため池底泥から測定したフوسفターゼ（横軸）と無機態リン（縦軸）との関係。

サブテーマ3
生態系サービス
としての淡水魚
の生態解明

耳石解析による回
遊生態解明

生生物研究所で開催された国際シンポジウムで定
量 PCR を用いた *Microcystis* の定量法についてポ
スター発表した。

メコンの代表的水産資源であるコイ科回遊魚
Siamese mud carp (Henicorhynchus siamensis)
について耳石の元素分析をほぼ終了し、いくつか
の知見を得た (図6)。具其他的には1) 本種が群れ
を成して回遊する回遊魚であること、2) 支流を
広く回遊するが、本流を經由して他の支流にまで
回遊することはない、3) 産卵のために生まれた
川に母川回帰することなどである。米国シアトル
で開催されたアメリカ水産学会にて口頭発表。ま
た *Nature* のニュースに研究が紹介された
(*Nature* 478, 305-307)。

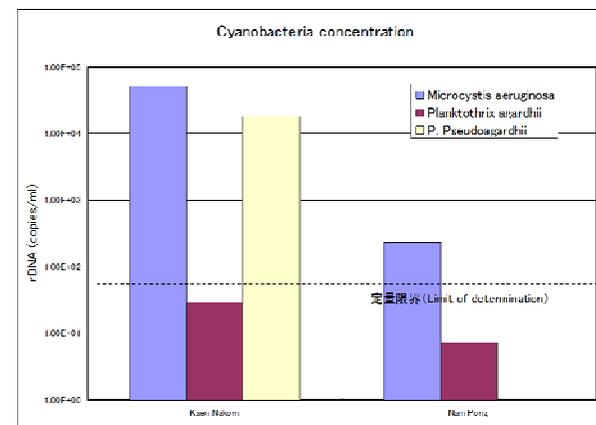


図5. タイのダム貯水池と貯水池流出河川から
検出された *Microcystis aeruginosa* と他2種の
藍藻類。

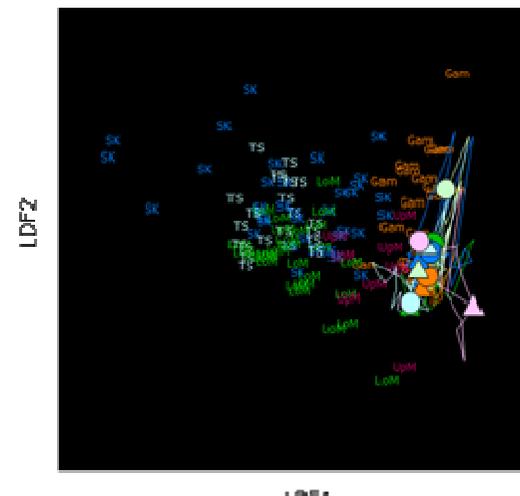


図6. *Siamese mud carp* の耳石 (150 個) の表面で測
定した微量元素濃度 (Mg, Sr, Ba) から採集河川を判
別。Gam 川で採集した耳石について耳石核 (▲) か
ら外縁 (●) にかけての成長の軌跡を描いた。

サブテーマ 4
自然再生と開
発の適地選定

データベース整備
と調査地選定

北ベトナム沿岸域を対象に、マングローブ再生事業の支援を目的とし、基盤データベース整備と現地調査、また関係機関とのネットワーク構築を行った。データベースは衛星画像解析等から植林候補地となる人工養殖池を抽出し GIS データとして一元的に整備した (1,300 地点終了; 図 7)。

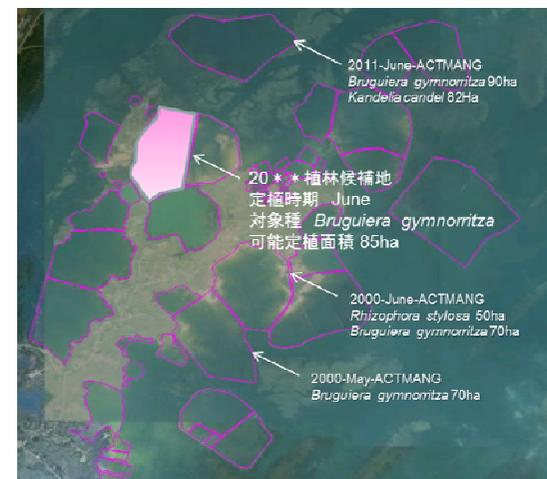


図 7. GIS とリモートセンシングを用い、養殖池の一元的なデータベースを整備し、潜在的な植林候補地の抽出に役立てる。

1.5 今後の研究展望

プログラム全体としての観点から今後展開が求められる案件は：①定量手法の先端化を図ること；研究成果の新規性・独創性を向上させるために生態系機能や環境因子に対して新規かつ簡便な定量手法の更なる開発が必要である，②プロジェクト内サブテーマの更なる連携を図ること；プロジェクトは慢性的高負荷条件にある流域（プロジェクト1）とアジアの大河川広域スケール（プロジェクト2）という共通の切り口で各々のサブテーマ間の連携が取られているが，この連携を支える具体的な取り組みの在り方を絞り込む必要がある，③プロジェクト間の更なる連携を図ること；現時点でプロジェクト間の連携はある程度取れているが，今後，プロジェクト2がメコン河で精力的に調査を行う際に，両プロジェクトが互恵的に進展できるような枠組みや連携・方向性を具体的に構築する必要がある，④生態系機能と生物多様性の関係性を評価する方向性・方法を検討する；今後，機能と多様性の関係をどのように評価するかについて具体的な方法論を展開する必要がある。

1.6 自己評価

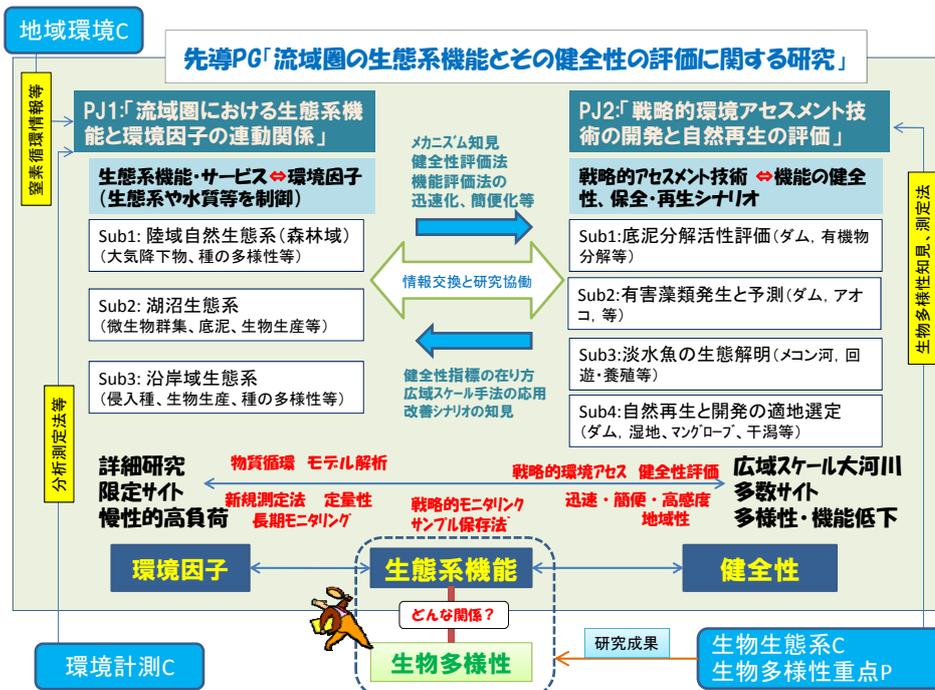
本プログラムはセンター横断型プログラムのため，研究の立脚点や方法論にかなり隔たりを持った研究者メンバーの集合体という形でプログラムはスタートした。現時点では，討議・討論を経て，プロジェクト・サブテーマ間およびプロジェクト間での連携は相当に高まってきた。今後は，当該連携が研究成果に直接的に結び付くような仕組みを考え出さなければならない。また，プログラム構成研究者では対応できない研究テーマも見えてきた。積極的に信頼がおける外部研究者との連携を図ることも視野に入れる必要がある。

具体的な研究成果は，東北大震災の影響のため，想定したレベルに達しなかったと判断する。今後，このハンディを乗り越え，着実に成果を積み上げてゆく。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
4	15	3	24	6	0



(付図) 流域圏生態系研究プログラムの概要

研究分野業績リスト

研究分野名 地域環境研究センター

1. 誌上発表（査読あり）

（当該分野の研究活動）

- 1) Furutani H., Jung J., Miura K., Takami A., Kato S., Kajii Y., Uematsu M. (2011) Single-particle chemical characterization and source apportionment of iron-containing atmospheric aerosols in Asian outflow. *Journal of Geophysical Research*, 116 (D18204)
- 2) Fushimi A., Wagai R., Uchida M., Hasegawa S., Takahashi K., Kondo M., Morino Y., Shibata Y., Ohara T., Kobayashi S., Tanabe K. (2011) Radiocarbon (¹⁴C) diurnal variations in fine particles at sites downwind from Tokyo, Japan in Summer. *Environmental Science & Technology*, 45, 6784-6792
- 3) Granier C., Bessagnet B., Bond T., Angiola A.D., Denier van der Gon H., Frost G., Heil A., Kaiser J. W., Kinne S., Klimont Z., Kloster S., Lamarque J.-F., Lioussé C., Masui T., Meleux F., Mieville A., Ohara T., Raut J.-C., Riahi K., Schultz M., Smith S. J., Thompson A., van Aardenne J., van der Werf G. R., van Vuuren D. P. (2011) Evolution of anthropogenic and biomass burning emissions at global and regional scales during the 1980-2010 period. *Climate Change*. (in press)
- 4) Hara Y., Uno I., Shimizu A., Sugimoto N., Matsui I., Yumimoto K., Kurokawa J., Ohara T., Liu Z. (2011) Seasonal characteristics of spherical aerosol distribution in eastern Asia: Integrated analysis using ground/space-based lidars and a chemical transport model. *SOLA*, 7, 121-124
- 5) Hatakeyama S., Hanaoka S., Ikeda K., Watanabe I., Arakaki T., Sadanaga Y., Bandow H., Kato S., Kajii Y., Sato K., Shimizu A., Takami A. (2011) Aerial observation of aerosols transported from East Asia—chemical composition of aerosols and layered structure of an air mass over the East China Sea. *Aerosol and Air Quality Research*, 11 (5), 497-507
- 6) Hyodo F., Nishikawa J., Kohzu A., Fujita N., Saizen I., Tsogtbaatar J., Javzan C., Enkhtuya M., Gantomor D., Amartuvshin, Ishii R., Wada E. (2011) Variation in nitrogen isotopic composition in the Selenga river watershed, Mongolia. *Limnology* (in press)
- 7) Itahashi S., Uno I., Yumimoto K., Irie H., Osada K., Ogata K., Fukushima H., Wang Z., Ohara T. (2011) Up/Down trend in the MODIS Aerosol Optical Depth and its relationship to the Sulfur Dioxide Emission Changes in China during 2000 and 2010. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 11, 21971-21993
- 8) Kanaya G, Suzuki T, Kikuchi E (2011) Spatio-temporal variations in macrozoobenthic assemblage structures in a river-affected lagoon (Idoura Lagoon, Sendai Bay, Japan): Influences of freshwater inflow. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 92, 169-179
- 9) Kanaya G, Suzuki T, Kikuchi E (2011) Spatio-temporal variations in macrozoobenthic assemblage structures in a river-affected lagoon (Idoura Lagoon, Sendai Bay, Japan):

- Influences of freshwater inflow. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 92: 169–179
- 10) Kawasaki N., Matsushige K., Komatsu K., Kohzu A., Nara F.W., Ogishi F., Yahata M., Mikami H., Goto T., Imai A. (2011) Fast and precise method for HPLC–size exclusion chromatography with UV and TOC (NDIR) detection: Importance of multiple detectors to evaluate the characteristics of dissolved organic matter. *Water Research*, 45, 6240–6248
 - 11) Kohzu A., Imai A., Ohkouchi N., Fukushima T., Kamiya K., Komatsu K., Tomioka N., Kawasaki N., Miura S., Satou T. (2011) Direct evidence for the alteration of ^{13}C natural abundances during early diagenesis in Lake Kasumigaura, Japan. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* (in press)
 - 12) Kondo Y., Takegawa N., Takami A. (2011) Seasonal variations of the transport of black carbon and carbon monoxide from the Asian continent to the western Pacific in the boundary layer, *J. Geophys. Res.* (in press)
 - 13) Kondo Y., Oshima N., Kajino M., Mikami R., Moteki N., Takegawa N., Verma R.L., Kajii Y., Kato S., Takami A. (2011) Emissions of black carbon in East Asia estimated from observations at a remote site in the East China Sea. *Journal of Geophysical Research*, 116 (D16201)
 - 14) Mohri T., Kogawara S., Igasaki T., Yasutani Y., Aono M., Nakajima N., Shinohara K. (2011) Improvement in the ozone tolerance of poplar plants with an antisense DNA for 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase. *Plant Biotechnology*, 28, 417–421
 - 15) Morino Y., Ohara T., Nishizawa M. (2011) Atmospheric behavior, deposition, and budget of radioactive materials from the Fukushima Daiichi nuclear power plant in March 2011. *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 38 (L00G11)
 - 16) Nagai T., Tomioka N., Kawasaki T., Imai A., Matsushige K. (2011) In situ growth rate of *Microcystis* spp. and their growth limiting factors: An application of cellular RNA content. *Limnology* doi 10.1007/s10201-010-0339-8 (in press).
 - 17) Nakao S., Clark C., Tang P., Sato K., Cocker D. III (2011) Secondary organic aerosol formation from phenolic compounds in the absence of NO_x , *Atmos. Chem. Phys.*, 11(20), 10649–10660
 - 18) Nishikawa M., Matsui I., Batdorj D., Jugder D., Mori I., Shimizu A., Sugimoto N., Takahashi K. (2011) Chemical composition of urban airborne particulate matter in Ulaanbaatar. *Atmospheric Environment*, 45, 5710–5715
 - 19) Noguchi K., Richter A., Bovensmann H., Hilboll A., Burrows J. P., Irie H., Hayashida S., Morino Y. (2011) A feasibility study for the detection of the diurnal variation of tropospheric NO_2 over Tokyo from a geostationary orbit. *Advances in Space Research*, 48 (9), 1551–1564
 - 20) Onodera T, Sase S, Choeisai P, Yoochatchaval W, Sumino H, Yamaguchi T, Ebie Y, Xu K, Tomioka N, Syutsubo K. (2011) High rate treatment of molasses wastewater by combination of an acidification reactor and a USSB reactor. *Journal of Environmental Science and Health: Part A* (in press)
 - 21) Saikawa E., J. Kurokawa, M. Takigawa, J. Borcken-Kleefeld, D. L. Mauzerall, L. W. Horowitz,

- and T. Ohara (2011) The impact of China's vehicle emissions on regional air quality in 2000 and 2020: a scenario analysis. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 9465-9484
- 22) Sato K., Nakao S., Clark C. H., Qi L., Cocker III D. R. (2011) Secondary organic aerosol formation from the photooxidation of isoprene, 1,3-butadiene, and 2,3-dimethyl-1,3-butadiene under high NO_x conditions. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11 (14), 7301-7317
 - 23) Shinohara R., Isobe M. (2011) Effects of temperature-induced sea breezes on phosphorus dynamics in a shallow eutrophic lake. *Mar. Freshw. Res.* (in press)
 - 24) Syutsubo K., Yoochatchaval W., Tsushima I., Araki N., Kubota K., Onodera T., Takahashi M., Yamaguchi T., Yoneyama Y. (2011) Evaluation of sludge properties in a pilot scale UASB reactor for sewage treatment in temperate region, *Water Sci. Technol.* (in press).
 - 25) Takahashi M., Ohya A., Kawakami S., Yoneyama Y., Onodera T., Syutsubo K., Yamazaki S., Araki N., Ohashi A., Harada H., Yamaguchi T. (2011) Evaluation of Treatment Characteristics and Sludge Properties in a UASB Reactor Treating Municipal Sewage at Ambient Temperature. *Int. J. Environ. Res.*, 5 (4), 821-826
 - 26) Tomioka N., Imai A., Komatsu K. (2011) Effect of light availability on *Microcystis aeruginosa* blooms in shallow hypereutrophic Lake Kasumigaura. *Journal of Plankton Research* 33, 1263-1273
 - 27) Ueda S., Osada K., Takami A. (2011) Morphological features of soot-containing particles internally mixed with water-soluble materials in continental outflow observed at Cape Hedo, Okinawa, Japan. *Journal of Geophysical Research*, 116 (D17207)
 - 28) Yamane K., Maki H., Matsuyama S. and Uchiyama H. (2011) Microbial communities in crude petroleum oils and metagenomics., *Metagenomics and its Applications in Agriculture, Biomedicine and Environmental Studies*, Li R. W. edit., Nova Science Publishers, Inc., New York, 381-406
 - 29) Yoochatchaval W., Kumakura S., Tanikawa D., Yamaguchi T., Yunus M. F. M., Chen S. S., Kubota K., Harada H., Syutsubo K. (2011) Characteristic of anaerobic degradation of palm oil mill effluent (POME), *Water Sci. Technol.* (in press)
 - 30) 青木仁孝, 荒木信夫, 珠坪一晃, 山口隆司 (2011) Real-time PCR 定量に用いるスタンダード DNA の評価. *水環境学会誌*, 34 (2), 41-45
 - 31) 射手園章吾, 久保田健吾, 谷川大輔, 珠坪一晃, 関口勇地, 山口隆司, 原田秀樹 (2011) 微生物コミュニティレベルでみる高級脂肪酸阻害メカニズム. *環境工学研究論文集*, 47 (印刷中)
 - 32) 角野晴彦, 和田桂児, 珠坪一晃, 山口隆司, 原田秀樹, 大橋晶良 (2011) AnDHS および UASB リアクターによるメタノール含有排水処理. *土木学会論文集 G(環境)*, 67 (3), 114-122
 - 33) 金谷弦, 菊地永祐 (2011) 富栄養化が汽水域の底生生態系に及ぼす影響について. *地球環境* 16, 33-44
 - 34) 高津文人, 今井章雄, 中島泰弘, 小松一弘, 川崎伸之, 佐藤貴之 (2011) 硝酸イオンの窒素・酸素安定同位体比測定のための自作による安価な自動前処理ラインの開発. *RADIOISOTOPES*, 60 (6), 231-240
 - 35) 高津文人, 渡邊未来, 林誠二, 今井章雄, 中島泰弘, 尾坂兼一, 三浦真吾 (2011) 筑波山周辺

の渓流水中の硝酸イオンの酸素・窒素安定同位体比による硝酸イオンの生成・混合・消費プロセスの解析. 陸水学雑誌 (印刷中)

- 36) 越川昌美, 渡邊未来, 高松武次郎, 林誠二, 野原精一, 佐竹研一 (2011) 新潟県三面川水系における渓流水質と集水域の地質および地形の関係. 陸水学雑誌, 72 (1), 71-80
- 37) 近藤美則, 加藤 秀樹, 松橋啓介, 米澤健一 (2011) 乗用車の長期間の利用実態から見た電気自動車の利用可能性評価. エネルギー・資源, 32 (5), 66
- 38) 渋谷幸子, 久保田健吾, 谷川大輔, 射手園章吾, 珠坪一晃, 山口隆司, 関口勇地, S. S. Chen, M. F. M. Yunus, 原田秀樹 (2011) パームオイル圧搾廃液(POME)を処理する密閉型嫌気性消化槽の処理特性と微生物群集構造. 環境工学研究論文集, 47 (印刷中)
- 39) 神野有生, 田中陽二, 篠原隆一郎 (2011) 全天日射量の経年増加がサンゴ礁温熱環境に与える影響に関する数値解析, 第 39 回環境システム研究論文発表会講演集, 179-183
- 40) 高見昭憲, 長田和雄, 定永靖宗, 坂東博 (2011) 沖縄辺戸岬における大気中のアンモニア/アンモニウム濃度の変動と分配, エアロゾル研究, 26(1), 42-46
- 41) 中田誠, 武直子, 仁平聡, 大原利眞, 大泉毅 (2011) 佐渡島と新潟県内陸の山岳におけるオゾン濃度の垂直変化と季節変動. 環境化学 (Journal of Environmental Chemistry), 21, 237-243
- 42) 東博紀, 越川海, 村上正吾, 木幡邦男 (2011) 長期シミュレーションによる 1990 年代の伊勢湾のアサリ資源量変動に関する考察, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 67(2) (印刷中)
- 43) 村上正吾, 越川海 (2011) 日本の統合的流域・沿岸域環境管理技術開発の動向. 水環境学会誌, 34A(9), 284-287
- 44) 山神真紀子, 大原利眞, 中島寛則, 池盛文数, 久恒邦裕, 大場和生 (2011) 名古屋市における PM_{2.5} の化学組成と高濃度発生パターンの経年変化. 大気環境学会誌, 46, 139-147

(研究プログラム)

東アジア広域環境研究プログラム

- 1) Furutani H., Jung J., Miura K., Takami A., Kato S., Kajii Y., Uematsu M. (2011) Single-particle chemical characterization and source apportionment of iron-containing atmospheric aerosols in Asian outflow. *Journal of Geophysical Research*, 116 (D18204)
- 2) Fushimi A., Wagai R., Uchida M., Hasegawa S., Takahashi K., Kondo M., Morino Y., Shibata Y., Ohara T., Kobayashi S., Tanabe K. (2011) Radiocarbon (14C) diurnal variations in fine particles at sites downwind from Tokyo, Japan in Summer. *Environmental Science & Technology*, 45, 6784-6792
- 3) Granier C., Bessagnet B., Bond T., Angiola A. D., Denier van der Gon H., Frost G., Heil A., Kaiser J. W., Kinne S., Klimont Z., Kloster S., Lamarque J.-F., Liousse C., Masui T., Meleux F., Mieville A., Ohara T., Raut J.-C., Riahi K., Schultz M., Smith S. J., Thompson A., van Aardenne J., van der Werf G. R., van Vuuren D. P. (2011) Evolution of anthropogenic and biomass burning emissions at global and regional scales during the 1980-2010 period. *Climate Change*. (in press)
- 4) Hara Y., Uno I., Shimizu A., Sugimoto N., Matsui I., Yumimoto K., Kurokawa J., Ohara T., Liu Z. (2011) Seasonal characteristics of spherical aerosol distribution in eastern Asia: Integrated analysis using ground/space-based lidars and a chemical transport model. *SOLA*,

- 5) Hatakeyama S., Hanaoka S., Ikeda K., Watanabe I., Arakaki T., Sadanaga Y., Bandow H., Kato S., Kajii Y., Sato K., Shimizu A., Takami A. (2011) Aerial observation of aerosols transported from East Asia—chemical composition of aerosols and layered structure of an air mass over the East China Sea. *Aerosol and Air Quality Research*, 11 (5), 497-507
- 6) Itahashi S., Uno I., Yumimoto K., Irie H., Osada K., Ogata K., Fukushima H., Wang Z., Ohara T. (2011) Up/Down trend in the MODIS Aerosol Optical Depth and its relationship to the Sulfur Dioxide Emission Changes in China during 2000 and 2010. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 11, 21971-21993
- 7) Kondo Y., Takegawa N., Takami A. (2011) Seasonal variations of the transport of black carbon and Carbon monoxide from the Asian continent to the western Pacific in the boundary layer, *J. Geophys. Res.* (in press)
- 8) Kondo Y., Oshima N., Kajino M., Mikami R., Moteki N., Takegawa N., Verma R.L., Kajii Y., Kato S., Takami A. (2011) Emissions of black carbon in East Asia estimated from observations at a remote site in the East China Sea. *Journal of Geophysical Research*, 116 (D16201)
- 9) Nakao S., Clark C., Tang P., Sato K., Cocker D. III (2011) Secondary organic aerosol formation from phenolic compounds in the absence of NO_x. *Atmos. Chem. Phys.*, 11(20), 10649-10660
- 10) Nara H., Tanimoto H., Nojiri Y., Mukai H., Zeng J., Tohjima Y., Machida T. (2011) CO emissions from biomass burning in Southeast Asia in the 2006 El Niño year: Shipboard and AIRS satellite observations. *Environ. Chem.* 8, 213-223
- 11) Mohri T., Kogawara S., Igasaki T., Yasutani I., Aono M., Nakajima N., Shinohara, K. (2011) Improvement in the ozone tolerance of poplar plants with an antisense DNA for 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase. *Plant Biotech.* 28, 417-421
- 12) Morino Y., Ohara T., Nishizawa M. (2011) Atmospheric behavior, deposition, and budget of radioactive materials from the Fukushima Daiichi nuclear power plant in March 2011. *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 38 (L00G11)
- 13) Noguchi K., Richter A., Bovensmann H., Hilboll A., Burrows J. P., Irie H., Hayashida S., Morino Y. (2011) A feasibility study for the detection of the diurnal variation of tropospheric NO₂ over Tokyo from a geostationary orbit. *Advances in Space Research*, 48 (9), 1551-1564
- 14) Saikawa, E., Kurokawa J., Takigawa M., Borcken-Kleefeld J., Mauzerall D. L., Horowitz L. W., Ohara T. (2011) The impact of China's vehicle emissions on regional air quality in 2000 and 2020: a scenario analysis. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 9465-9484
- 15) Sato K., Nakao S., Clark C. H., Qi L., Cocker III D. R. (2011) Secondary organic aerosol formation from the photooxidation of isoprene, 1,3-butadiene, and 2,3-dimethyl-1,3-butadiene under high NO_x conditions. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11 (14), 7301-7317
- 16) Ueda S., Osada K., Takami A. (2011) Morphological features of soot-containing particles

- internally mixed with water-soluble materials in continental outflow observed at Cape Hedo, Okinawa, Japan. *Journal of Geophysical Research*, 116 (D17207)
- 17) 近藤美則, 加藤 秀樹, 松橋啓介, 米澤健一 (2011) 乗用車の長期間の利用実態から見た電気自動車の利用可能性評価. *エネルギー・資源*, 32 (5), 66
 - 18) 高見昭憲, 長田和雄, 定永靖宗, 坂東博 (2011) 沖縄辺戸岬における大気中のアンモニア/アンモニウム濃度の変動と分配, *エアロゾル研究*, 26(1), 42-46
 - 19) 中田誠, 武直子, 仁平聡, 大原利眞, 大泉毅 (2011) 佐渡島と新潟県内陸の山岳におけるオゾン濃度の垂直変化と季節変動. *環境化学 (Journal of Environmental Chemistry)*, 21, 237-243.
 - 20) 東博紀, 越川海, 村上正吾, 木幡邦男 (2011) 長期シミュレーションによる 1990 年代の伊勢湾のアサリ資源量変動に関する考察, *土木学会論文集 B2(海岸工学)*, 67(2) (印刷中)
 - 21) 村上正吾, 越川海 (2011) 日本の統合的流域・沿岸域環境管理技術開発の動向. *水環境学会誌*, 34A(9), 284-287
 - 22) 山神真紀子, 大原利眞, 中島寛則, 池盛文数, 久恒邦裕, 大場和生 (2011) 名古屋市における PM_{2.5} の化学組成と高濃度発生パターンの経年変化. *大気環境学会誌*, 46, 139-147

流域生態系研究プログラム

- 1) Hyodo F., Nishikawa J., Kohzu A., Fujita N., Saizen I., Tsogtbaatar J., Javzan C., Enkhtuya M., Gantomor D., Amartuvshin, Ishii R., Wada E. (2011) Variation in nitrogen isotopic composition in the Selenga river watershed, Mongolia. *Limnology* (in press)
- 2) Kameyama S., Shimazaki H., Nohara S., Sato T., Fujii Y., Kudo K. (2011) Hydrological and Sediment Transport Simulation to Assess the Impact of Dam Construction in the Mekong River Main Channel. *American Journal of Environmental Sciences* (in press)
- 3) Kanaya G, Suzuki T, Kikuchi E (2011) Spatio-temporal variations in macrozoobenthic assemblage structures in a river-affected lagoon (Idoura Lagoon, Sendai Bay, Japan): Influences of freshwater inflow. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 92, 169-179
- 4) Kawasaki N., Matsushige K., Komatsu K., Kohzu A., Nara F.W., Ogishi F., Yahata M., Mikami H., Goto T., Imai A. (2011) Fast and precise method for HPLC-size exclusion chromatography with UV and TOC (NDIR) detection: Importance of multiple detectors to evaluate the characteristics of dissolved organic matter. *Water Research*, 45, 6240-6248
- 5) Kohzu A., Imai A., Ohkouchi N., Fukushima T., Kamiya K., Komatsu K., Tomioka N., Kawasaki N., Miura S., Satou T. (2011): Direct evidence for the alteration of ¹³C natural abundances during early diagenesis in Lake Kasumigaura, Japan. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* (in press).
- 6) Nagai T., Tomioka N., Kawasaki T., Imai A., Matsushige K. (2011) In situ growth rate of *Microcystis* spp. and their growth limiting factors: An application of cellular RNA content. *Limnology* doi 10.1007/s10201-010-0339-8 (in press).
- 7) Senga Y., Hiroki M., Nakamura Y, Watarai Y., Watanabe Y., Nohara S. (2011) Vertical profiles of DIN, DOC, microbial activities in the peat soil in Kushiro Mire, Northeastern Japan. *Limnology*, 12, 17-23
- 8) Tomioka N., Imai A., Komatsu K. (2011) Effect of light availability on *Microcystis*

- aeruginosa blooms in shallow hypereutrophic Lake Kasumigaura. *Journal of Plankton Research* 33, 1263-1273
- 9) Zimmerman C.E., Rand P.S., Fukushima M., Zolotukhin S.F. (2011) Migration of Sakhalin taimen (*Parahucho perryi*): evidence of freshwater resident life history types. *Environmental Biology of Fishes*. DOI: 10.1007/s10641-011-9908-x.
 - 10) 金谷弦、菊地永祐 (2011) 富栄養化が汽水域の底生生態系に及ぼす影響について. *地球環境* 16, 33-44
 - 11) 金子正美, 田中克佳, 赤松 里香, 長雄一, 濱原 和広, 木戸和男, 濱田 誠一, 亀山哲 (2011) 油汚染等の海洋生態系への影響評価につながる海域-陸域統合型GISの構築について. *沿岸域学会誌*, 23 (3), 1-7
 - 12) 高津文人, 今井章雄, 中島泰弘, 小松一弘, 川崎伸之, 佐藤貴之 (2011) 硝酸イオンの窒素・酸素安定同位体比測定のための自作による安価な自動前処理ラインの開発. *RADIOISOTOPES*, 60 (6), 231-240
 - 13) 高津文人, 渡邊未来, 林誠二, 今井章雄, 中島泰弘, 尾坂兼一, 三浦真吾 (2011) 筑波山周辺の渓流水中の硝酸イオンの酸素・窒素安定同位体比による硝酸イオンの生成・混合・消費プロセスの解析. *陸水学雑誌* (印刷中)
 - 14) 越川昌美, 渡邊未来, 高松武次郎, 林誠二, 野原精一, 佐竹研一 (2011) 新潟県三面川水系における渓流水質と集水域の地質および地形の関係. *陸水学雑誌*, 72 (1), 71-80
 - 15) 千賀有希子, 照井滋晴, 野原精一, 広木幹也, 渡辺泰徳 (2011) 釧路湿原内の腐植栄養湖赤沼における水質と植物プランクトンの季節変化. *地球環境研究*, 13, 59-66

2. 誌上発表 (査読なし)

(当該分野の研究活動)

- 1) 岩崎一弘 (2011) バイオレメディエーション技術による土壌の浄化. *粉体技術*, 3(5), 44-51
- 2) 大原利眞 (2011) 大気汚染の数値モデリングと排出インベントリに関する研究-大気環境の統合研究をめざして-. *大気環境学会誌*, 46, 201-208
- 3) 大原利眞、森野悠、田中敦 (2011) 福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の大気中の挙動. *保健医療科学*, 60, 292-299
- 4) 金谷弦 (2011) 東日本大震災による沿岸・干潟生態系, 生物多様性への影響. *資源環境対策*, 47 (9), 13-19
- 5) 珠坪一晃 (2011) 省エネルギーと資源循環を可能にする次世代型排水処理技術の開発. *産業と環境*, 40 (9), 61-65
- 6) 牧秀明, 関口博之, 樋渡武彦, 越川海, 木幡邦男, 渡辺正孝, 安藤晴夫, 川井利雄, 山崎正夫 (2011) 東京湾における降雨後出水の影響調査. *東京湾の漁業と環境*第3号

(研究プログラム)

東アジア広域環境研究プログラム

- 1) Keneyasu N., Takami A., Sato K., Matsumi Y. (2011) Field study of PM2.5 and harmful substances to human health in aerosols at upwind areas of Japan-Pollution characteristics of the Northern Kyushu area viewed from PM2.5 year-round data, PAHs, quinines, and single

- particle analysis-. Impacts of Aerosols in East Asia on Plants and Human Health (ASEPH) Research Report 2010, 121
- 2) Nara H., Tanimoto H., Nojiri Y., Mukai H., Machida T., Tohjima Y. (2011) Onboard measurement system of atmospheric carbon monoxide over the Pacific Ocean by voluntary observing ships. Atmos. Meas. Tech. Discuss. 4, 4505-4537
 - 3) 大原利眞 (2011) 大気汚染の数値モデリングと排出インベントリに関する研究—大気環境の統合研究をめざして—. 大気環境学会誌, 46, 201-208
 - 4) 兼保直樹, 高見昭憲, 佐藤圭, 松見豊 (2011) 健康影響が懸念される PM2.5 粒子状物質のわが国風上域での動態把握—PM2.5 通年濃度, PAHs, キノン, および個別粒子解析にみられる九州北部地域の特徴—, 東アジアにおけるエアロゾルの植物・人間系へのインパクト, 平成 22 年度研究成果報告書, 184
 - 5) 佐藤圭 (2011) 特集にあたって: 東アジアにおけるエアロゾルの植物・人間系へのインパクト. エアロゾル研究, 26 (2), 102-102
 - 6) 佐藤圭 (2011) 「東アジアにおけるエアロゾルの植物・人間系へのインパクト」関連用語. エアロゾル研究, 26 (2), 133-133

流域生態系研究プログラム

- 1) Kameyama S. (2011) Developing methods for environmental impact assessment of catchment ecosystems in Southeast Asia and Japan. NIES Annual Report 2011, 10-12
- 2) 今井章雄 (2011) 溶存有機物の研究—最近の動向—. 水環境学会誌 34(A) No. 5, 129.
- 3) 小松一弘 (2011) 湖沼における難分解性溶存有機物の特性評価. 水環境学会誌 34(A) No. 5, 139-144
- 4) 下田路子, 野原精一, 井上智美 (2011) ベトナム南西部におけるメコンデルタの水草. 水草研究会誌, 95, 29-38

3. 書籍

- 1) Baran E., Kang B., Chum N., Fukushima M., Jutagate T., Hand T., Hortle K. (in press) Fish biodiversity research in the Mekong Basin. Nakano S., T. Yahara and T. Nakashizuka editors. In: Biodiversity Observation Network in Asia-Pacific Region: Towards Further Development of Monitoring Activities. Springer.
- 2) 浅枝隆, 西浩二, 高橋和也, 篠原隆一郎, 寺田一美, 河内香織 (2011) 3.5 海岸域の生態系の特徴と開発の影響. 浅枝隆編著, 生態系の環境, 朝倉書店, 146-153
- 3) 高津文人 (2011) 炭素・窒素の安定同位体比測定法とは何か. 『川の蛇行復元』, 7章 蛇行河川における陸域・水域生態系のつながり. 技報堂出版, 218-220
- 4) 高見昭憲 (2011) 大気エアロゾルのモニタリング. 山下善之監修, 計測・モニタリング技術—化学計測・計装の最先端とその応用—, 株式会社シーエムシー出版, 154-164

4. 口頭発表

国外: 51

国内: 153

(招待講演)

- 1) Shimizu H., Ito S., Feng Y., An P., Sasakawa H., Zheng Y., Xu Z., Chen L., Gao Y., Zou C., Qiu G., Yu Y., Zheng Y. (2011) Impacts of ozone on native vegetation in North-east Asia. Acid Rain 2011 (Acid Rain 2011 Abstract Book, 301), June 2011, Beijing.
- 2) 大原利眞, 森野悠, 西澤匡人(2011) 放射性物質の大気中の輸送と数値シミュレーション, 第52回大気環境学会年会シンポジウム(第52回大気環境学会講演要旨集, 73-74)
- 3) 大原利眞 (2011)放射性物質の大気中における輸送・沈着のシミュレーション, 第35回酸性雨問題研究会シンポジウム
- 4) 大原利眞 (2011) 東アジアにおける広域大気汚染の最近の動向と日本への影響, 「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」一般公開シンポジウム「越境大気汚染への挑戦」－最新の知見と最近の動向－
- 5) 森淳子, 藤哲士, 清水英幸, 伊藤祥子, 佐治光, 渡邊大治, 藤山正史, 藤原伸介, 村野健太郎 (2011) 長崎県の高標高水田に於ける酸性霧の実態と水稻との関係, 第52回大気環境学会年会－酸性雨分科会 (第52回大気環境学会講演要旨集, 147-148)
- 6) 金谷弦 (2011) 汽水域の環境変動とベントスー川と田んぼと河口域－, 2011年度日本ベントス学会奨励賞受賞記念講演
- 7) 金谷弦, 中村泰男, 牧秀明, 鈴木孝男, 菊地永祐 (2011) 大津波による蒲生潟の環境と底生動物への影響評価, 第1回東北沿岸生態連絡会
- 8) 金谷弦 (2011) 日本ベントス学会奨励賞受賞講演 汽水域の環境変動とベントスー川と田んぼと河口域－. 2011年度日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会, 同予稿集, 185-185
- 9) 鈴木孝男, 金谷弦 (2011) 大津波で攪乱された蒲生干潟は回復するのか. 2011年度日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会, 同予稿集, 188-188
- 10) 鈴木孝男、金谷弦 (2011) 大津波で攪乱された蒲生干潟は回復するのか, 2011年度日本ベントス学会震災緊急シンポジウム「津波と地震とベントスー大攪乱のインパクト」
- 11) 牧 秀明(2011) 海洋流出油のバイオレメディエーション小規模現場試験, 第44回環境バイオテクノロジー学会シンポジウム「復旧・復興への環境バイオテクノロジーからの提言」

5. 特許等

0件

注)同一論文が、複数の項目に重複して掲載されている場合がある。