

中期目標に係る事業報告書

(平成13年度～平成17年度)

別添資料

平成18年6月

独立行政法人国立環境研究所

目 次

	ページ
資料1 重点研究分野の平成13～17年度成果の研究実施概要	
1. 地球温暖化を始めとする地球環境問題への取り組み	1
2. 廃棄物の総合管理と環境低負荷型・循環型社会の構築	7
3. 化学物質等の環境リスクの評価と管理	12
4. 多様な自然環境の保全と持続可能な利用	17
5. 環境の総合的管理(都市域の環境対策、広域的環境問題等)	19
6. 開発途上国の環境問題	25
7. 環境問題の解明・対策のための監視観測	26
資料2 重点特別研究プロジェクトの平成13～17年度成果の概要	
1. 地球温暖化の影響評価と対策効果	28
2. 成層圏オゾン層変動モニタリングと機構解明	35
3. 内分泌かく乱化学物質及びダイオキシン類のリスク評価と管理	39
4. 生物多様性の減少機構の解明と保全	46
5. 東アジアの流域圏における生態系機能のモデル化と持続可能な環境管理	54
6. 大気中微小粒子状物質(PM _{2.5})・ディーゼル排気粒子(DEP)等の大気中粒子状物質の動態解明と影響評価	57
資料3 政策対応型調査・研究の平成13～17年度成果の概要	
1. 循環型社会形成推進・廃棄物管理に関する調査・研究	61
2. 化学物質環境リスクに関する調査・研究	72
資料4 知的研究基盤の整備の平成13～17年度成果の概要	
1. 環境研究基盤技術ラボラトリー	80
2. 地球環境研究センター	84

資料 1 重点研究分野の平成13～17年度研究実施概要

重点研究分野	研究成果の概要
1. 地球温暖化を始めとする地球環境問題への取り組み	
(1) 温室効果ガスの排出源・吸収源評価と個別対策の効果評価に関する研究	<p>陸域生態系や海洋の二酸化炭素収支の観測研究は、観測機器開発・観測の展開・データの蓄積が進んだ。京都議定書対応では森林吸収のモデルによる解析・遠隔計測技術開発が進み、また制度的な側面の研究の取り組みを行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・北太平洋の海洋表層CO₂分圧観測データを解析し、1990年代後半の平均的海洋吸収量(約0.3Gt)を明らかにした。CO₂吸収策としての海洋鉄散布の環境影響評価実験で著しい植物量増加を観測したが、海洋中層への炭素輸送量がそれほど増大しないことを見出した。 ・定期貨物船を用いた海洋・大気二酸化炭素交換を測定するシステムの国際比較を行い、相互にデータを利用する体制が整備した。 ・陸域での meso-scale の炭素収支を推量するためのモニタリングネットワーク構築を目的とし、廉価なメンテナンスの少ない高精度自動二酸化炭素測定システムを開発した。 ・西シベリアで航空機による高頻度の二酸化炭素高度分布観測と地上での観測結果を比較した結果、日中の地上濃度が対流圏濃度を代表していることを明らかにする等その変動のメカニズムを検討した。メタンの連続測定器を開発し、一部配備を終えた。 ・海洋表層CO₂観測に関する国際ワークショップを開催し、海洋表層のCO₂測定の誤差要因が解明され、国際データ相互利用のためのデータフォーマット、各国機関観測データの公開促進が合意された。ドイツとの共同研究による北大西洋の海洋表層CO₂観測データの解析、太平洋との比較を行った。 ・波照間・落石のO₂/N₂比およびCO₂の平均経年変化率から陸上生物圏/海洋の過去5年間の吸収量は0.7 ± 0.4 GtC/yr/2.5 ± 0.7 GtC/yrと推定された。 ・定期船舶による緯度毎の大気の採取による同位対比の測定から、グローバルに平均2Gtc/yr前後の吸収が海洋によって行われていることと、陸域の吸収の年変動を明らかにした。 ・樹木の反射光の分光測定により、光合成活性を評価するための研究を実施し、遠隔計測により光合成活性を評価できる可能性を見出した。 ・Tsubimoモデルのキャリブレーションを、高山と苫小牧のフラックス計測データを用いて実施し、モデルによるフラックスの推定が高精度で可能であることが示された。また、地域レベルでの吸収源活動に伴う炭素吸収量の認証手法の確立に向けて、リモートセンシングと吸収量推定モデルを組み合わせた評価手法の検討を実施した。

<p>(2) 地球温暖化に伴う地球環境変動の将来見通しに関する観測・解析・モデリングと影響評価に関する研究</p>	<p>本研究分野の研究課題は、重点特別研究プロジェクト「地球温暖化の影響評価と対策効果」の一部として推進し、モデル及びデータベースの開発・改良を行うとともに、これらを適用して排出シナリオ、気候変動シナリオ、及びアジアの将来環境の変化シナリオを概括的に予測した。個別の成果は以下の通りである。</p> <p>(ア) 排出モデル</p> <p>アジア主要国の国レベルあるいは省・県レベルで温室効果ガスと大気汚染物質を同時に推計できる排出モデルを開発した。</p> <p>アジア太平洋42か国を対象にして、簡略型環境・経済統合モデルを開発し、さらにこれを改良することで世界モデルへと拡張した。</p> <p>アジア地域を中心に国際経済と温暖化対策の相互関係を分析するため、多地域多部門一般均衡モデルの開発を行い、シナリオの定量化の作業を進めた。</p> <p>日本を対象にして、経済システム、エネルギーフロー、マテリアルフローを統合して、温室効果ガス排出と経済活動との関係をより精度よく分析するモデルを開発し、インド・中国にも適用した。</p> <p>エネルギー関連排出モデルを改良して非CO₂ガスの排出に適用するとともに汎用化を進め、アジア主要国における経済発展と温暖化対策との関係を分析した。</p> <p>温暖化対策技術をとりまとめることを目的として、戦略的データベースの開発、改良を行い、データの収集・整理を開始した。</p> <p>日本を対象とし、2050年までの温室効果ガス削減にいたる道筋を検討し、日本を対象とした2020年の温室効果ガス削減シナリオと2050年の排出シナリオを作成した。</p> <p>世界の9つのモデリングチームをコーディネートして、IPCC第3次評価報告書の排出安定化シナリオを作成し提供した。また、非CO₂ガスも含めた対策シナリオの分析結果などをIPCC第4次評価報告書作成に提供した。このほか、本研究の成果は、政府、UNEP、MA、エコアジア等で活用された。</p> <p>以上のモデルを適用して、日本、アジア主要国、及び世界の温室効果ガス削減シナリオ、並びに経済発展と環境問題の関係を概括的に予測した。</p> <p>(イ) 気候モデル</p> <p>総合評価実験の検証に必要な各種の気候および地球環境のモニタリングデータを収集し、衛星観測による全球エアロゾルデータを作成するとともに、過去の歴史の再現実験の入力データとして、エアロゾル等の排出データベースを作成した。</p> <p>気候モデルの今までのシミュレーション結果を精査してモデルの改良方針を明確化するとともに、気候モデルの高分解能化・高精度化を進めた。</p> <p>各種温室効果気体および各種エアロゾルソース排出データを全球大気海洋結合気候モデルに与えて、過去150年の気候の再現実験を実施し、自然要因や炭素性エアロゾルの役割を示すなど、過去の気候変動の機構の理解に資した。</p> <p>高解像度気候モデルの結果を解析し、将来の日本の夏季の気候変化、特に真夏日や豪雨の増加等に関する</p>
---	--

	<p>将来見通しおよびメカニズムの考察を行った。 気候モデルによる将来予測結果に大きな不確実性を与える雲過程について、雲過程の取り扱いの違いが予測結果にもたらす効果を調査するとともに、大規模火山噴火に対する応答の再現実験によるモデルのテストを行った。 全球気候モデルと影響モデルを繋ぐインターフェースモデルとしてのアジア太平洋地域を対象とした地域気候モデルの開発を試みた。</p> <p>(ウ) 影響モデル IPCC-SRES 排出シナリオに基づく気候シナリオデータベースを作成し影響評価へ適用できるようにした。 水資源影響モデルを開発し、それを適用して、全球を対象地域として、流域別に水需要・渇水リスク推計を行った。 短期の気候変動性(異常気象等)への脆弱性の軽減と、長期の気候変化への脆弱性の軽減を、同時に勘案して効率的な適応政策を提案するため、適応投資政策分析用モデルを開発して、中国の河川投資評価に適用した。 影響モデルの普及を図るために、既開発の農業モデルならびに気候シナリオ開発ツールを各国研究者が利用できるようにパッケージ化をはかった。また実際に韓国に技術移転し、影響評価を行った。 給水・衛生設備導入にかかる費用とその効果に関する分析を行った。費用データを収集・整備し、アジア全域についての評価を行った。 気候変化ならびに公衆衛生環境から下痢発症数を推計する健康影響モデルを開発し、社会経済発展による公衆衛生環境改善を考慮した地域別の健康影響評価を行った。 予測される温暖化影響を低減するための適応対策の評価に関する既存情報のデータベース化を行った。また、農業影響について、適応策を勘案した影響評価を行った。 影響知見の統合化による影響閾値検討のためのツール開発と、それをを用いた閾値検討と気候抑制目標提案を行った。</p>
<p>(3) 京都議定書及び第二約束期間への我が国及びアジア諸国の対応可能性の政策研究</p>	<p>COP6以降において議論になると予想される課題「途上国の参加のあり方」に関し、国際交渉過程の実証分析、及び、同分析結果をふまえたわが国の対応やアジア諸国との協調の可能性に関する政策分析を進めてきた。その成果は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2001年COP7にて採択されたマラケシュ合意に基づき、主要国における京都議定書の実施方法を、各国の政治制度をふまえ比較分析を実施した。特に、排出量取引、共同実施、クリーン開発メカニズム(CDM)につき2012年までの削減目標達成という短期的目的と、地球全体の排出量抑制という長期的目的に分けた上で、望ましい活用方法を検討した。 ● マラケシュ合意後の新たな課題として、途上国や米国で温暖化対策を促進するための国際制度のあり方について、過去の公平性に関する議論の分析を中心に政策分析を行った。

	<ul style="list-style-type: none"> ● 南北間の公平性の観点から同問題を議論しているヴッパータル研究所（ドイツ）及びケープタウン大学エネルギー開発研究所（南アフリカ）共催の国際研究プロジェクトに参加し、途上国の持続可能な発展と温暖化対策の両立に関する議論に参加し、報告書執筆を分担した。 ● 地球温暖化対策関連として現在唯一の国際合意である京都議定書には、2012年までの義務しか規定されていないことから、2013年以降の国際制度に関する議論が国内外で始まっている。本研究では、2013年以降の国際制度に関する論文を収集し、その特徴を明らかにした。現段階では、世界各国で多数の論文が出されており、本研究で収集しただけで、160ほどになる。これを地域ごとに分類すると、欧州と米国の研究者が8割ほどを占めており、その他の先進国や途上国の研究者は残りの2割ほどを占めるにすぎないことが分かった。また、欧州と米国では、論文の内容の傾向に大きな差があることが示された。これらの知見を国内に広く周知するために、2003年10月、財団法人地球環境戦略研究機関と共催で国際シンポジウムを開催した。そこでは欧州、米国、途上国から計6名のパネリストを招へいし、200名程の聴衆を得た。また、上記の研究活動を諸外国に周知するために、2003年12月ミラノにて開催された第9回気候変動枠組条約締約国会議（COP9）でサイドイベントを開催し、約120名の聴衆を得た。 ● 気候変動問題に関する将来の国際枠組みの提案に向けて、幅広い観点から分析を実施し、将来枠組みのあり方に示唆を与えるべく研究を方向づけた。シナリオプランニングアプローチを用いて、気候変動に関する将来枠組みを取り巻く3つの異なる将来世界像（シナリオ）を作成し、既存の諸提案をこれらシナリオにあてはめ、その長所短所を明らかにした。また、シナリオのさらなる精緻化および定量化のため、国内外の専門家へのインタビュー調査や関連資料の収集を実施した。さらに、今後の適応策のあり方について検討するため、交渉経緯の検証や文献レビューを行い、課題を明らかにした。本研究成果の周知として、欧州、米国、途上国から計5名のパネリストを招へいした国際シンポジウムを開催し（2004年9月、東京。（財）地球環境戦略研究機関と共催）、200名程の聴衆を得た。また、第10回気候変動枠組条約締約国会議（COP10）（同年12月、ブエノスアイレス）にて英文報告書を配布した。
<p>(4) オゾン層変動及び影響の解明と対策効果の監視・評価に関する研究</p>	<p>本重点研究分野では、極域オゾン層を中心に行った衛星観測および地上リモートセンシング観測のデータ検証解析、国内外のオゾン層研究者に向けての検証済みデータの提供、観測データを活用したオゾン層変動実態の把握とオゾン層破壊関連のプロセスの解明、成層圏化学気候モデルならびに化学輸送モデルを用いたオゾン層変動の解析と将来予測、に関する研究を実施した。更に、気象庁から公表されている札幌、つくば、鹿児島、那覇におけるオゾン量及び紫外線量観測値の解析を行い、成層圏オゾン層変動が紫外線地表到達量に及ぼす影響、対流圏オゾンや大気汚染物質等の影響評価、紫外線増加が人の健康や生物に及ぼす影響評価に関する研究を実施した。紫外線暴露量推定法の精緻化を測ると共に、紫外線暴露量の低減化の方法を検討した。主な成果は下記の通り。</p> <p>1. オゾン層の監視と監視データの提供</p> <p>(i) I L A S 観測</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 人工衛星 A D E O S 搭載センサー I L A S（運用観測期間：1996年10月 - 1997年6月）で取得したデータの処理を行い、他の検証データとの比較により、その精度検証を行った。検証済みデータ（バ

	<p>ージョン5.2プロダクト)を一般ユーザに公開した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ I L A S version5.20の検証結果をアメリカ地球物理学会誌 (Journal of Geophysical Research) に発表、特集として掲載された。 ・ アルゴリズムの改良により、I L A S 観測データからこれまで抽出が困難だった硝酸塩素 (C l O N O₂) データの導出に成功 (バージョン6.0) し、その精度検証を行った。 ・ I L A Sバージョン6.1プロダクトを一般ユーザに公開した。 ・ P S C イベント時のデータ解析手法として、ガス - エアロゾル同時算出法を開発した。 ・ ガス - エアロゾル同時算出法を I L A S データに適用し、N₂O、C H₄、H₂O、O₃ 間の相関を利用してその手法の有効性を実証、また極成層圏雲 (P S C) の組成判別への応用の可能性も示した。 <p>(ii) I L A S -</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 人工衛星A D E O S - 搭載センサーI L A S - (運用観測期間: 2003年4 - 10月) で取得したデータの処理を行い、観測の初期段階から、(I L A Sの初期段階での導出化学成分以上の) 様々な化学成分の高度分布の導出がなされた。 ・ I L A S - データと他の検証データとの比較により、そのI L A S - データの精度・確度検証を行った。例えば、I L A S - オゾンに関しては、10 ~ 70 km の高度領域でほぼ10%以内の精度でI L A S - データと比較検証データが一致する事が確かめられた。また自前の比較検証実験が行えなかった南半球でのI L A S - ガス状硝酸データに関しては、I L A S データ解析から得られたオゾン - 硝酸の相関を利用した検証方法を開発し、I L A S - データの検証を可能にした。 ・ I L A S - の観測スペクトルデータの処理アルゴリズムの改良とそのデータ検証に努めた。オゾン、硝酸、亜酸化窒素、メタン、エアロゾルなど各観測化学種に対して検証解析 (Version1.4) を実施し、その精度評価を行った。その成果はアメリカ地球物理学会誌 (Journal of Geophysical Research) に特集として発表した。(2006年6月) ・ I L A S - Version1.4プロダクトを国内外の一般ユーザーに向けて提供した。 ・ I L A S - Version2.0アルゴリズムを開発、重点プロジェクトの最終プロダクトとしてサイエンスチームメンバーへ提供した。 <p>(iii) 地上リモートセンシングによるオゾン層の監視</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1990年以降のオゾンライダー観測データの再解析のための新たなアルゴリズムを開発、観測データの再解析を行い、特に1991年のピナツボ火山噴火以降のエアロゾル量の増大によるデータ質の低下の問題や、受信信号のひずみによるデータ低下の問題を解決し、データ質の向上がなされた。 ・ オゾンライダーの再解析データをオゾンゾンデや衛星観測データと比較検証解析から、オゾン、エアロゾルならびに気温の高度プロファイルの精度検証がなされた。 ・ オゾンライダー再解析オゾンデータをN D S C (成層圏の変化の検出に関する国際観測ネットワーク) のデータベースに登録、国内外の研究者にデータ提供をおこなった。 ・ 陸別におけるミリ波分光計を用いたオゾンの鉛直分布モニタリングを実施、そのデータ検証を行った。 ・ 陸別のミリ波オゾンデータをN D S Cに登録した。
--	--

- ・ つくばミリ波オゾン分光計の分光帯を従来の 60 MHz に加えて 1 GHz にまで広帯域化を行うと共に、放射強度の校正のための常温および冷却黒体の設置、更には高度分布導出アルゴリズムの開発を行う事で、観測高度領域の下端を従来の 38 km から 15 km 付近の下部成層圏にまで広げる事に成功した。
- 2 . オゾン層破壊に關与するプロセスの解明
- ・ I L A S オゾンデータをもとに、1997年3月末の北極オゾン層において、高度約 18 km で当初オゾン量の 50 % ものオゾン破壊が起こっている事を確認した。
 - ・ 極域オゾン層を高頻度観測した I L A S のオゾンデータとトラジェクトリ解析を併用して、世界で始めて衛星 Match 解析 (同一空気塊を異なる時間に観測して、その時間差の間での化学的变化量を見積もる解析手法) を適用し、北極域でのオゾンの化学的分解速度を見積もった。
 - ・ I L A S による水蒸気の観測データから世界で始めて北極域における脱水現象を確認した。
 - ・ I L A S のガス状硝酸データをもとに、北極渦内の成層圏の広範囲において、脱室現象が起こっている事を確認した。
 - ・ I L A S のガス状硝酸データおよびトレーサー分子 (N_2O) データとの比較から、北極域での脱室量とより低い高度領域での硝酸の蒸発量を定量的に決定した。
 - ・ I L A S 観測データをもとに、北極域で「極成層圏雲 (P S C) の生成 脱室の進行 大規模なオゾン分解」仮説が成り立っている事を実証した。
 - ・ I L A S - エアロゾル消散係数データをもとに、南極オゾンホール最大期にエアロゾルのクリーニング現象が起こっている事を確認した。
 - ・ I L A S - データを利用した P S C 出現頻度と最低気温や硝酸混合比との相関の有無を明らかにし、バックグランドエアロゾル (成層圏硫酸エアロゾル) 量も P S C 出現頻度の因子であることを示した。
 - ・ I L A S - オゾンデータとトレーサー分子データをもとに、トレーサー相関法を用いてオゾンホール内でのオゾン分解量を定量化した。
 - ・ I L A S - のメタン観測データをもとに、南極域での大規模な大気の運動による下降運動の存在を見出した。
 - ・ I L A S - エアロゾルデータとガス状硝酸データをもとに、オゾンホール生成初期のガス状硝酸濃度の増加・減少量とエアロゾル量の変化との間の相関関係を明らかにした。
 - ・ 極渦生成期や北極夏季などの期間のオゾン濃度の変動原因を I L A S / I L A S - データや 3 次元化学輸送モデル (C T M) から化学的なオゾンの破壊の寄与と力学的な影響に分離して説明できた。
 - ・ つくばにおけるミリ波分光計を用いた上部成層圏 ~ 中間圏にかけてのオゾン分布モニタリングを実施。高度 56 ~ 76 km の領域に半年周期の変動がある事やその位相が高度 68 km 付近で反転する事を発見した。
 - ・ 陸別上空での下部成層圏での短周期振動を発見し、垂直および水平方向の大気の運動との関連性を明らかにした。
 - ・ 化学輸送モデルを用いて、北極渦崩壊後の極渦内空気塊と中緯度空気塊の混合過程を再現し、混合過程を定量的に評価した。
 - ・ 化学輸送モデルを用いて北極域夏季のオゾン分布を再現し、その波動構造を明らかにした。
- 3 . オゾン層モデルの構築ならびにオゾン層変動の解析とその将来予測

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 東京大学気候システム研究センターと国立環境研究所によって開発された大気大循環モデル(CCSR/NIES AGCM)をベースに塩素化学反応を含む成層圏化学過程を導入した、化学気候モデル(CCSR/NIES CCM)ならびに実際の気象場への同化を行った化学輸送モデル(CCSR/NIES nudging CTM)を開発した。 ・ 化学気候モデルを用いて、オゾン全量の緯度 - 季節分布の再現実験を実施、その再現性を評価した。 ・ 化学気候モデルを用いて、CO₂ 漸増下での成層圏オゾン層の応答に関する数値実験を行い、南極オゾンホール内のオゾン量はCO₂の増加より塩素量の変化により敏感に応答する事を示した。 ・ 化学気候モデルの改良として、大気球面効果をモデル内で考慮し、天頂角が大きい状況(特に90度を越える天頂角条件)での光化学過程の評価の正当性を向上させた。 ・ 大気球面効果導入の有無を利用して、化学気候モデルと化学輸送モデルを用いた数値実験を行うことにより、オゾンホール形成期および回復期における光化学反応の寄与や化学 - 放射過程の相互作用の重要性を定量的に評価した。 ・ 化学輸送モデルを用いて、日本上空のオゾン全量の年々変動の再現に成功した。 ・ 化学輸送モデルを用いて、北極域オゾン破壊が北半球の中高緯度オゾン全量に及ぼす影響を見積もった。 ・ 化学輸送モデルへの臭素化学反応系の導入を図り、更に極域でのオゾン層破壊における臭素オゾン分解反応の寄与を見積もった。 ・ 化学気候モデルの空間分解能を従来のT21からT42に向上させた。 ・ 化学輸送モデルでの臭素化学反応系の導入をベースに、化学気候モデルへの臭素化学反応系の導入を行い、オゾン全量の緯度 - 季節分布の妥当性を確かめた。 ・ 西太平洋亜熱帯期冬季に存在するオゾンホールレベルの低濃度オゾン域の空間分布およびオゾン量の年々変動を、化学輸送モデルを用いて再現した。 ・ 過去から将来にわたるフロンなどのオゾン層破壊物質やCO₂などの温室効果気体の放出量シナリオに基づいて、過去から将来にわたる成層圏オゾン層の長期的な変化についての長期数値実験を行った。 <p>4. オゾン層変動が紫外線量に及ぼす影響ならびに人の健康や生態系に対する紫外線暴露の影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地球環境研究センターと連携して、日本各地での紫外線量のモニタリングを実施した。 ・ 紫外線の健康影響に関連して、生活スタイルを考慮した紫外線暴露量推定など紫外線暴露量推定法の精緻化を図った。 ・ 皮質白内障および翼状片の発症などの国内外の疫学調査結果を利用し、その紫外線暴露量との間の有意な相関を見出した。 ・ 紫外線増加が生物に及ぼす影響評価として、紫外線照射によって植物体内に8-ヒドロキシグアニンという新たな遺伝子損傷物質が蓄積する事を明らかにした。 ・ 紫外線の植物影響に関して、遺伝子損傷を修復する酵素の光誘導の作用スペクトルを明らかにした。
<p>2. 廃棄物の総合管理と環境低負荷型・循環型社会の構築</p>	
<p>(1) 環境低負荷型・循環型社会への転換支援のためのシステム分析手法と基盤</p>	<p>政策対応型調査・研究として「循環型社会への転換策の支援のための評価手法開発と基盤システム整備に関する研究」を実施し、産業連関表と連動したマテリアルフロー分析手法、ライフサイクル的視点を考慮し</p>

<p>整備に関する研究</p>	<p>た資源循環促進策の評価、循環システムの地域適合性診断手法の構築、リサイクル製品の安全性評価及び有効利用に関する検討を進めた（具体的成果については「政策対応型調査・研究」の項に別掲）。</p> <p>一方、外部資金により、廃棄物対策を中心とした循環型経済社会に向けての展望と政策効果に関する定量的分析、社会的受容性獲得のための情報伝達技術の開発、環境負荷低減のための産業転換促進手法、環境勘定・環境指標を用いた企業・産業・国民経済レベルでの持続可能性評価手法の開発、物質フローモデルに基づく持続可能な生産・消費の達成度評価手法、耐久財起源の循環資源の適正管理、木材系廃棄物の利用法の拡大、アジア地域における資源循環・廃棄の構造解析等に関する調査・研究、廃棄物対策が家計のごみ排出量削減に及ぼす影響に関する計量経済学的研究、アジア地域における資源循環システムの解析と指標化、再生製品に対する環境安全評価手法のシステム規格化に基づく安全品質レベルの合理的設定手法に関する研究を行った。また、経常研究、奨励研究による研究として、環境配慮型ライフスタイルの形成要因、環境負荷の低減と自然資源の適正管理のためのシステム分析手法と基盤整備、意思決定主体の態度・行動モデルを用いた環境負荷低減施策の分析、環境管理・意思決定プロセスにおける各種環境評価手法の有効活用、持続可能な消費に向けた家計消費における財・サービスの環境負荷低減特性に関する基礎分析、循環型社会のイメージに関する基礎研究等を行った。これらにより、次のような成果を得た。（一部のみ例示）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・優先化学物質ランキングモデルの改良、課税政策・技術進歩・環境投資の拡大・環境産業の育成・脱物質化などの政策の経済モデルによる評価解析を行った。 ・企業の環境対策が海外取引のある製造業中心から多くの部門へと広がる第二段階を迎えていること、環境配慮商品について企業と消費者のイメージにずれが存在することを把握した。 ・ISO14001を審査登録した事業所は、環境負荷削減の数値目標を厳しく設定する傾向にあり、目標達成に強制力を感じていることから、ISO14001による環境負荷削減の可能性を確認した。 ・消費者調査の結果、低環境配慮グループは高配慮グループに比べて安売りなどの価格戦略に反応しやすく、また機能やデザインなどに反応することや、購買先としては量販店が多いことなどが判明した。また、環境配慮型商品の選択要因についての分析の結果、商品特性として環境特性は消費者の選択基準として有意であること、また商品特性や購買者特性だけでなく購入先特性も要因として有意であることがわかった。 ・市民参加型のワークショップを開催し、そこで提供された情報や参加者の議論によるごみ処理システム代替案の比較評価を行い、望ましい総合評価と情報提供のあり方に関する検討を行った。ワークショップの結果から、環境情報提供と思い込み除去の重要性が認められた。また、コンジョイント分析によって、環境性能・利便性・経済性における市民の効用を評価した。 ・多次元物量投入産出表(MDP I O T)について、SEE A 2 0 0 0との整合性の向上、隠れたマテリアルフローや貿易による国際連関の明示のための枠組みの再構築、誘発分析システムを用いた最終需要と資源投入量との関係の構造変化の分析を行った。 ・自動車の素材別の時系列的なマテリアルフローの概算による蓄積量の推算、地域ブロック別、木造・非木造別、主要建材別建材の蓄積・廃棄量の推計を行った。 ・都市施設整備に関する費用便益分析について、日独で現行実施されている手法と制度を比較検討した。また、ロジット型の態度・行動モデルの設計に関する既存研究について情報収集した。
-----------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> ・ライフサイクルアセスメントの手法および未利用エネルギー活用等への適用の検討、環境パフォーマンス指標・環境効率指標および環境マネジメントシステムの利用動向調査を行った。 ・日本・中国を中心とするアジアにおける循環構造の事例研究として、E-Waste（電子電気廃棄物）と廃プラスチックを取り上げて、ワークショップ開催や現地視察を含む各種調査を行い、国際資源循環にかかる課題と方向性を提示した。 ・各種環境評価手法の有効活用に関する研究において、ライフサイクルアセスメント等の4分野にわたる既存研究のレビューにより、簡易評価手法を既存の詳細な手法をベースに評価の実施プロセスを効率化する“streamlining”と、詳細な手法とほぼ独立した方法論を用いる“simplification”に二分し、それぞれの活用方策を検討した。 ・木材系廃棄物の利用拡大のため、廃木材に含まれる防蟻剤の変異原性の検索、リサイクル製品の炭化物ボードの室内環境改善効果の評価を行った。
<p>(2) 廃棄物の資源化・適正処理技術及びシステムに関する研究</p>	<p>政策対応型調査・研究として「廃棄物の循環資源化技術、適正処理・処分技術及びシステムに関する研究」を実施し、循環・廃棄過程における環境負荷の低減技術開発、最終処分場容量増加技術の開発と適地選定手法の確立、最終処分場安定化促進・リスク削減技術の開発と評価手法の確立、有機性廃棄物の資源化技術・システムの開発に関する検討を進めた（具体的成果については「政策対応型調査・研究」に項に別掲）。</p> <p>一方、外部資金により、最終処分場による環境汚染防止のための対策手法、最終処分場安定化実態調査、最終処分場安定化監視手法検討調査、埋立層内ガスに着目した海面埋立最終処分場の安定化メカニズム、バイオ指標導入による最終処分場安定化促進技術の評価、最終処分場の早期跡地利用を考慮した多機能型覆土、最終処分場環境汚染修復ポテンシャル評価のためのDNAマイクロアレイ、廃棄物処分場の有害物質の安全・安心保証、埋立廃棄物の品質並びに埋立構造改善による高規格最終処分システム、有機性廃棄物と焼却灰の混合による水素発生メカニズムの解明、バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発、アジア諸国の廃棄物埋立地におけるCDM事業に資する温室効果ガス排出削減量予測および排出削減対策の評価、に関する研究を行った。また、経常研究や特別研究として、焼却処理におけるダイオキシン類発生量予測指標、産業廃棄物の焼却に伴うダイオキシン類の発生挙動解明と抑制技術の開発、最終処分場管理における化学物質リスクの早期警戒システムの構築、および埋立地浸出水の高度処理、および埋立廃棄物の陸生動物を用いた生態毒性評価手法の開発に関する研究等を行った。以上の研究により次のような成果を得た。（一部のみ例示）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・循環・廃棄物分野における化学物質プライオリティリストの一案を作成し、多岐にわたる化学分析及び生物試験結果による最終処分場のリスク管理ツールとしての試験系の有用性評価した。 ・最終処分場台帳の電子化及びGIS情報等との統合と跡地利用等における環境汚染ポテンシャルの把握方法や調査対象地点の敷地境界の特定及び実地調査方法の評価を行った。 ・埋立地浸出水中に含まれる内分泌攪乱作用等の毒性や検出頻度、濃度がともに高いベンゾフェノンの生分解能が、生物活性炭に生息する分解菌により効果的に行われることを明らかにした。 ・ダイオキシン類含有埋立地浸出水での馴養汚泥もしくはダイオキシン類分解菌を活性炭とともに包括固定化した活性炭複合担体を好気流動床プロセスの担体において、ダイオキシン類の高い分解・除去率が長期間安定して達成できることが明らかとなった。

	<ul style="list-style-type: none"> ・落ち葉や野菜などの食材を野焼きに近い状態で焼却した場合のダイオキシン類発生量を調べた結果、$0.19 \sim 0.74 \text{ ng-TEQ/m}^3$であった。焼却温度だけでなく、塩素含有量とアルカリ金属の種類と含有濃度もダイオキシン類発生量に影響することがわかった。 ・地域特性に応じた地域内自立型の資源・環境負荷最小化システムを検討するため、資源賦存量の推定を人口規模別に行い、システム解析モデルを作成した。 ・好気性バイオリクター型埋立の安定化促進効果をリーチングポテンシャルと酸素呼吸量から評価した。 ・最終処分場の構造や埋立廃棄物の種類、埋立経過年数によって異なる環境影響ポテンシャルを解析し処分場を類型化するため、現在稼働中の一般廃棄物最終処分場（延べ42ヶ所）アンケート調査から処分場の位置、構造、埋立量、浸出水等を地理情報システム（GIS）上にデータベースとして構築した。 ・バイオ資源・廃棄物等からの水素製造技術開発について、触媒を適用した低温でのガス化・改質技術に関する広範な実験検討を行い、触媒効果を総合的に評価したところ、組成の中にアルカリ金属の酸化物が共存する場合効果が大きく、とくにCaOを含む触媒で効果的であることが分かった。また、グルコースからの連続水素発酵において、pH、滞留時間の制御により水素ガス生成を効率良く行うことができた。
<p>(3) 廃棄物処理に係るリスク制御に関する研究</p>	<p>政策対応型調査・研究として「資源循環・廃棄物管理システムに対応した総合リスク制御手法の開発に関する研究」を実施し、バイオアッセイによる循環資源・廃棄物の包括モニタリング、有機臭素化合物の発生と制御、循環資源・廃棄物中有機成分の包括的分析システム構築、循環資源・廃棄物中ダイオキシン類やPCB等の分解技術開発に関する検討を進めた。（具体的成果については「政策対応型調査・研究」の項に別掲）</p> <p>一方、外部資金による調査研究として、オゾン層破壊物質及び代替物質の排出抑制システム、残留性有機汚染物質（POPs）を含む廃棄物処理、廃棄物の熱的処理における臭素化ダイオキシン類の長期的管理方策に関する研究、内分泌攪乱化学物質等の有害化学物質の簡易・迅速・自動分析技術、非制御燃焼過程におけるダイオキシン類等の残留性有機汚染物質の生成と挙動、人工衛星による不法投棄等の監視システム、不法投棄廃棄物等に含まれる化学物質の包括的計測手法、廃棄物溶融スラグの再生利用促進、廃棄物及び循環資源処理過程における有機ハロゲンの簡易測定法の開発と毒性評価、残留性化学物質の物質循環モデルの構築とリサイクル・廃棄物政策評価への応用、臭素化ダイオキシン等削減対策、再生建材の循環利用過程における長期的な環境影響評価のための促進試験系の開発及び標準化、循環資源・廃棄物中の有機臭素化合物およびその代謝物管理のためのバイオアッセイ/モニタリング手法の開発、ナノ・マイクロLC/MSによる環境・廃棄物試料のグリーンケミストリ分析技術の開発、循環廃棄過程を含めた水銀の排出インベントリと排出削減、アスベスト廃棄物の無害化条件に係る緊急研究等に取り組んだ。また、経常研究により、PCBの排出インベントリ作成とその検証、資源循環・廃棄物処理過程におけるPCNの挙動および分析法の開発等、多くの課題に取り組んだほか、緊急を要する政策的対応として、ごみ固形燃料の発熱・発火メカニズムの解明を行った。これらの調査研究により、次のような成果を得た。（一部のみ例示）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・業務用空調機器におけるフローストック量分布の推計手法を開発した。また、ハロン類の高温分解特性を明らかにし、任意の分解速度、滞留時間、酸素濃度での分解率の予測を可能にした。 ・非意図的生成POPs等の存在に関する実態調査を行い、現存量推定を行うとともに、POPs廃棄物の収集、運搬、保管方法や廃農薬を中心とするPOPs廃棄物の処理処分に関する技術的な留意事項の取り

	<p>まとめを行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・不法投棄要監視地域のゾーニングシステムに使用する因子を抽出し、「不法投棄を誘発する廃棄物が発生する地域」と「廃棄物が不法に到達しうる地域」をゾーニングする方法論を提示した。これをもとに、地理情報システム(GIS)を用いた要監視地域のゾーニング技術と画像解析による投棄箇所候補のスクリーニング技術から構成されるシステムを開発し、三県モデルとしてその有効性を実証した。 ・プラスチック添加物の塩素処理生成物の変異原性試験と化学分析を行い、ベンゾフェノン系添加物の一部に変異原性を認め、複数の含塩素化合物を検出した。 ・PCN含有廃棄物の熱処理過程における、PCNのインプット、施設内での物質挙動、非意図的PCN生成量、排出量を分解挙動試験から確認し、PCNの挙動を定量的に把握した。 ・循環廃棄過程における臭素化ダイオキシン類、臭素系難燃剤の制御対策に資するべく、最新研究の動向調査、発生源インベントリ作成のための排出係数推定にかかる調査研究、燃焼過程の制御技術に関する実機比較研究を行った。 ・セメント製造過程で原燃料の廃棄物利用が製品に及ぼす影響を調査し、セメントの土木利用・再利用過程での有害物質の溶出による環境負荷について実験的検討を行った。 ・含水率15%以上のごみ固形燃料(RDF)が生物発酵により発熱すること、人為的にRDFをゆっくり加熱した場合、120～130℃付近から事故発熱することが確認された。 ・廃棄物の熱的処理における臭素化ダイオキシン類の長期的管理方策に関する研究として、廃テレビの国内処理フローの調査結果や実験的研究成果から得られた排出係数等を加味して、製造から廃棄までのフロー及び主要処理方式からの排出までの廃テレビ由来の有機臭素化合物のインベントリ情報を整備した。 ・ASR試料を用いた熱分解実験を行いPCNの生成・分解挙動を調べた結果、一次燃焼室ではPCNの分解と非意図的生成の両方が起きていること、二次燃焼過程やその後の排ガス処理によってPCNのほとんどが除去されることが分かった。 ・PCBの排出インベントリについて、直近年(2002年)のPCB大気モニタリング結果から推定される国内PCB排出量は2.5 ton/年であった。一方、非意図的生成による排出インベントリ推定値は0.66 ton/年であり、大気中濃度から推定される排出量の約4分の1にとどまった。
(4) 汚染環境の浄化技術に関する研究	<p>政策対応型調査・研究として「液状廃棄物の環境低負荷・資源循環型環境改善技術システムの開発に関する研究」を行い、窒素、リン除去・回収型技術システムの開発、浄化システム管理技術の簡易容易化手法の開発、開発途上国の国情に適した省エネ、省コスト、省維持管理浄化システムの開発、バイオ・エコと物理化学処理の組合せを含めた技術による環境改善システムの開発を進めた。(具体的成果については「政策対応型調査・研究」の項に別掲)</p> <p>一方、外部資金により、小型合併浄化槽によるリン除去及び消毒の高度化に関する研究、微生物を活用する汚染土壌修復の基盤研究、CH_4、N_2Oのインベントリの精緻化と開発中核技術の内外への普及、有毒アオコの発生防止国際ネットワーク創り、有害藻類発生湖沼の有機物、栄養塩類、生物群集の動態解析と修復効果の評価に関する研究、原生動物および微小後生動物データベースの高度化に関する研究、生態工学を導入した汚濁湖沼水域の水環境修復技術の開発とシステム導入による改善効果の総合評価に関する研究、生活排</p>

水処理システム浄化槽の窒素除去の律速因子となる硝化細菌の迅速測定・高度処理・維持管理技術の開発研究、新世紀枯渇化リン資源回収型の総量規制対応システム技術開発、ナノ反応場を活用した酵素活性生分解水環境改善システムの開発、豊かな生き物を育む湖沼の再生 - 汚濁湖沼の底質改善技術開発による健全生態系の構築 -、環境汚染修復のための新規微生物の迅速機能解析技術の開発、中国湖沼をモデルとしたバイオ・エコシステム導入アオコ発生防止効果の調査研究、洗浄剤注入による土壌バイオレメディエーション技術の効率と安全性に関する基礎的研究、霞ヶ浦バイオマスリサイクルシステム開発事業、生物学的栄養塩類除去プロセスにおける同位体解析を導入した微生物ループの解明を行った。また、経常研究、奨励研究による研究として、生物・物理・化学的手法を活用した汚水および汚泥処理に関する研究、水質改善効果の評価手法に関する研究、環境浄化への微生物の利用およびその影響評価に関する研究、新しい抽出溶媒を用いた汚染物質の回収に関する基礎的研究、を行った。これらにより、次のような成果を得た。（一部のみ例示）

- ・小型合併処理浄化槽について、リンを吸着・除去・回収する技術を開発するとともに、紫外線消毒をはじめ処理水の有効な消毒技術を検討し、より高度化かつ安全性の高い浄化槽構造への有益な情報を得た。
- ・有害藻類発生湖沼の環境修復について、湖内有機物の起源と特性、藍藻由来の有害物質の分解のための生物膜処理技術およびそれらに関わる微生物種の把握、有機物の物理化学的分解の可能性を見いだした。
- ・生活系・事業場系排水処理および固形廃棄物処理等における CH_4 、 N_2O 排出インベントリの充実に図ると同時に、嫌気条件下における硝酸還元のための有機物濃度の最適化および好気条件下における硝化反応の促進等、温室効果ガス発生抑制における重要な運転操作条件の適正化を図ることができた。
- ・有毒アオコの発生防止に関する国際ネットワークを構築し、有毒アオコの優占種の変遷や、ばっ気拡散・循環法が発生防止に有効であること等を明らかにし、毒性物質合成遺伝子に基づく有毒アオコの解析技術の確立を図ると同時に、国際ワークショップによる普及を図った。
- ・霞ヶ浦流域圏から排出される家畜排泄物・生ごみ混合物のメタン発酵処理の高度・効率化について、豚糞尿と生ごみを混合することにより、スタートアップ期間の反応を安定化できるとともに、処理負荷とメタン転換率を向上できることが明らかとなった。
- ・生活系・事業場系排水の生物処理システムの効率的なリン回収の可能性と、汚泥からのリンの溶出特性、溶出リンの効率的な吸着の可能性を検討し、リンを効率的に吸着・回収可能なこと、また、低温真空濃縮法を用いるプロセスを導入することにより、リンを実験的に回収可能となることを明らかにできた。
- ・生体触媒担持用セラミックスにより微量有害化学物質を削減するシステムを検討したところ、連続的なマイクロキスチンの除去が可能であることが示唆され、ナノ反応場を活用した酵素活用生分解水環境改善システムが実用的にも適用可能であることが明らかとなった。
- ・富栄養化湖沼を模擬したシミュレータを用いて、水生植物の根圏を模擬した構造物導入による藍藻捕食者の集積効果を検討し、水生植物圏は、栄養塩類の吸収のみならず、藍藻捕食者のハビタット形成の場としての物理的環境を提供する重要な役割を果たすことが推定された。
- ・マイクロコズムのモデルシミュレーションを行い、原生物質の捕食作用の影響や藻類と細菌類の間の競争関係についての解析を実施し、水圏生態系に対する農薬などの安全性評価のための有用な知見を得た。

3．化学物質等の環境リスクの評価と管理

(1) 内分泌かく乱化学物質のリスク評価
と管理に関する研究

内分泌かく乱化学物質の新たな計測手法に関する開発研究
内分泌かく乱化学物質を特定する新しい分析手法として液体クロマトグラフ核磁気共鳴法、化学イオン化陰イオン検出質量分析法（C I / N I / G C / M S）、液体イオン化質量分析法（L C / M S）の応用をすすめ、エストラジオールやその抱合体の分析法の開発を行った。これらを東京湾や流入域において適用し、アルキルフェノール類やエストラジオール及びその代謝物の物質濃度の測定により、存在形態、挙動、分解経路について検討し、数理モデル化をおこなった。各成分とも表層海水において多摩川河口や東京港沖など湾奥北西部で濃度の極大値が観察されたのに対し、底層水濃度や表層堆積物濃度は湾奥北東地域に高濃度の地点が移動する傾向を再現できる3次元モデル東京湾モデルが作成された。内分泌かく乱化学物質の生物検定法の開発としては、エストロゲンリセプター、アンドロゲンリセプター、甲状腺ホルモンリセプター、レチノイドXリセプター（R X R）との結合性を評価する酵母ツーハイブリッド試験系、メダカのピテロゲニン誘導試験系、アフリカツメガエルを用いた試験系、ミジンコ試験系を確立し、内分泌かく乱化学物質作用の検定を行えるようにした。これらの作用の検定を環境水や化学商品約100種について実施し、その評価を行うと共に湖水・海水の作用レベルを明らかとした。この過程で水酸化P C Bに強い作用があること、また作用の強い2つの化学品をみいだした。モノ水酸化P C B（91化合物）についてR X Rに対するアゴニスト活性を酵母ツーハイブリッド法により検討した結果、20種類の化合物がアゴニスト活性を示すことを見出した。メダカの試験系において精巣卵形成および性転換に関する基礎的研究を行い、曝露濃度だけでなく、曝露期間も重要な因子であることを見いだした。化学物質をウズラの卵に注入し、成鳥段階での輸卵管の発達、卵殻の厚さなどをエンドポイントとした試験法を検討した結果、女性ホルモン及びP C Bで有意な影響が認められ、試験法として有望であることを示した。

野生生物の繁殖に及ぼす内分泌かく乱化学物質の影響に関する研究
アワビ類及びイボニシ等巻貝の内分泌かく乱化学物質の影響に関する全国規模の実態調査を実施し、各地から収集した試料の解剖学的並びに組織学的観察及び体内有機スズ濃度の化学分析を行うと共に、アワビの資源量減少、特に局所的な個体群の崩壊に対する有機スズ汚染の寄与を示唆した。またインボセックスと呼ばれる現象のメカニズムとして、R X Rの関与を明らかにし、メカニズムの検討を行った。またマコガレイとシャコに内分泌攪乱が生じていないかを東京湾におけるフィールド調査で検証した。さらに近年の東京湾では底棲魚介類群集が質的及び量的に変化し、サメ・エイ類の顕著な増加などが起きていることを見出した。霞ヶ浦におけるヒメタニシの性比の偏りについての調査を行い、雌の寿命が雄より長いことを見いだした。鳥類では、カワウの環境汚染物質蓄積レベルを調査し、甲状腺の濾胞面積が汚染レベルの指標になることを示唆した。

内分泌かく乱物質の生殖系、神経系、免疫系への影響研究
子宮重量法による化学物質の評価、多動症モデルラットにおけるビスフェノールAのドーパミン神経情報伝達系へのタンパクレベルでの影響、ジフェニルアルシンの協調運動障害を見いだした。低投与量フタル酸エステル投与による卵巣アロマトーゼ発現阻害、ディーゼル排気粒子中に含まれる内分泌かく乱物質による肺における酵素や遺伝子誘導を見いだした。またアトピー皮膚炎モデルを確立し、フタル酸エステルの胎児期曝露がアトピー性皮膚炎を増悪することを見いだした。ヒト脳への影響を評価するために超高磁場MRI

	<p>を用いる代謝測定法、機能マッピング法の開発を進めた。脳局所スペクトルによる代謝解析の手法を確立した。またボランティア被験者の解剖学的画像の集積を行った。</p> <p>内分泌かく乱化学物質の分解処理技術に関する研究 ビスフェノールAの植物による不活性化のメカニズムを明らかとした。またフタル酸分解菌の選抜を行った。ダイオキシンの処理技術として熱水抽出分解、植物による吸収・分解の有効性を明らかとすると共に、排水処理として活性炭処理及び新しい試みとして超好熱菌の探索及び超音波分解法について検討した。1, 4-dioxane等の環状エーテル化合物を分解する、しの菌類のキノコ、Cordyceps sinensisがダイオキシン類を分解してカテコール類を生成し、このカテコール類もさらに代謝分解されることを明らかにした。1, 2, 4, 5-テトラクロロベンゼンのイソプロパノール溶液に金属アルミニウム粉末を加えてアルカリ性で加熱した結果、脱塩素化率は96%に達した。一方、金属パラジウムを触媒として1, 2, 4, 5-テトラクロロベンゼン(イソプロパノール溶液)を高圧水素還元した結果、完全な脱塩素化が起こった。</p> <p>内分泌かく乱化学物質等の管理と評価のための統合情報システムの構築 統合情報システムをGIS上に構築し、モニタリングデータのGIS上における解析、流域及びグリッドモデルの作成、国際比較研究によるモデルの検証を行い、従来の多媒体モデルに比較してより実測に近い曝露分布の予測が可能なこと、また、国際比較によりモデルの各プロセスの信頼性を示した。</p>
<p>(2) ダイオキシン類のリスク評価と管理に関する研究</p>	<p>新たな計測手法に関する研究としてダイオキシン類分析の信頼性向上と測定の効率化を図るため、ダイオキシン類の低分解能質量分析法の適用、前処理の簡易化の評価を行った。また排ガスのリアルタイムモニタリング機器の試運転を行った。</p> <p>ダイオキシン類の曝露量及び生体影響の評価として、ヒトの母乳中のダイオキシン濃度の測定を行うと共に、母乳中の細胞におけるCYP1A1を測定し、バイオマーカーとしての有用性を検討した。ダイオキシンのラット、マウスへの授乳期曝露で尿細管上皮の過形成を伴わない水腎症の発症を見だし、そのメカニズムを尿細管のイオンチャンネル関連遺伝子への影響を解析することにより、分子レベルで明らかにした。コブラナーPCBの甲状腺ホルモン低下作用に非Ahレセプター依存性のメカニズムを見いだした。</p> <p>ダイオキシン類及びPOPsの運命予測に関する研究として、大気グリッド流域複合多媒体運命予測モデルの基本的な開発を終了し、日本周辺におけるダイオキシン類および数種のPOPs対象物質の多媒体動態の推定を行い、物質によって異なる輸送特性に関する知見を得た。同時に、地域環境レベル及び地球環境における汚染実態の解明をすすめる、モデル推定結果との定性的対応を示した。</p> <p>ダイオキシン類の発生源情報の整備 発生源情報として入手できるダイオキシン類の詳細な異性体情報はほとんど皆無であったため、一般廃棄物焼却施設排ガス：8件、産業廃棄物焼却施設排ガス：60件、農薬：12件、化学染料：6件、農薬燃焼実験：12件、その他：5件について1-8塩素化PCDD/Fsと1-10塩素化PCBsの全異性体を同一条件で測定した。その結果、全ての試料からPCDDs/FsおよびPCBsを検出したが、その濃度には大きな差が見られた。PCDDs、PCDFs、PCBsの組成は、同一種の試料であっても必ずしも一致していなかったが、PCPやCNPなどの農薬はPCDD/Fsの割合が高く、染料・インクでは</p>

	<p>PCBsの割合が高い傾向にあった。今回分析した試料中のダイオキシン類濃度は、文献値と比較すると低い部類に属すようであった。また、幾つかの試料種において特徴的な異性体組成を確認した。</p>
<p>(3) 化学物質の環境動態の解明とモニタリング手法の開発に関する研究</p>	<p>環境動態の解明のための計測法として、加速器質量分析法、マルチファラディカップICP/MS法、二次イオン質量分析法、粒径別蛍光X線分析法、PIXE法について研究を推進した。加速器質量分析法では微量試料に対応するため0.1mg炭素の試料のグラファイト化をルーチン化するとともに、環境試料中化学物質の単離精製技術を確立し、大気粉じん中炭素の有機、無機、粒径別発生源探索や、その中のPAHの¹⁴C年代測定による発生源推定などの研究を推進した。またX線光電子分光法による光電子スペクトルの化学シフトを利用することで、ケイ素の化学結合状態別イメージングが可能であることを明らかにするとともに、これら表面分析法による生物起源重金属膜の研究を推進した。さらに環境試料中鉛同位体比精密測定による起源の探索、ガス状ホウ素による植物被害のメカニズムに関する研究、ヒ素の化学形態分析による神栖ヒ素汚染の解明並びに環境動態、体内動態に関する研究などを進めた。</p> <p>海水濃縮装置等の改造により種々の商船に対応可能な採取システムを構成し、太平洋・珊瑚海域の海水及び大気試料の採取を行うとともに、前年度に採取した高緯度地域試料の測定を行いHCHの異性体分布に興味深い知見を得た。また、離島における低分子有機ハロゲン化合物の連続測定、POPsの定期捕集などを進め、これらの化学物質の長距離移動性に関する基礎データを蓄積するとともに、バックトラジェクトリ解析により発生源との関係の解析を進めた。さらに、データの比較可能性を担保するために、国際的枠組みや二国間での比較検討、ハーモナイゼーションに関する研究を進めた。</p> <p>つくばのエアロゾル中の短寿命鉛同位体Pb-212の濃度と冬季の接地逆転層の形成に強い相関を見いだした。これらの結果から放射性核種の環境動態に関する検討を行った。霞ヶ浦と手賀沼の底質コアサンプル試料の分析から、湖水中寿命の長短による化学物質の底質中の水平・鉛直分布パターンの相違を見いだした。また底質シミュレーターを用いた研究をすすめるための基礎的知見の集積を行った。</p> <p>Microcystis属の藍藻が産生する有毒物質について藍藻を大量培養し、新規の蛋白質分解酵素阻害物質2種を単離し、その構造解析を行った。</p> <p>PFOsで代表される有機フッ素化合物による環境汚染の研究を開始した、PFOsの高感度分析法を開発し、これらの都市部河川や沿岸域での分布と移動の様子を明らかにするとともに、投与動物への影響解析にあわせて体内分布に關与する基礎データを蓄積した。</p> <p>また生物学的モニタリング法として、突然変異原物質を検出するために開発された遺伝子組み替え体の魚(ゼブラフィッシュ)を用いた水質モニタリングの実用化の検討を行った。また変異原検出用のシャトルヘクターを遺伝子導入したマウスを用いて、ディーゼル排ガスの変異原性の定量的検出を行った。</p>
<p>(4) 化学物質のリスク評価と管理に関する研究</p>	<p>曝露評価、健康リスク評価、生態リスク評価のそれぞれについて評価手法の高精度化、効率化を進めるとともに、効果的なリスク情報伝達手法の開発を進めた。</p> <p>曝露評価については、GIS統合システム(G-CIEMS)、マルチメディアモデル(MuSEM)、河川モデル、東京湾を対象に三次元内湾モデルのそれぞれについてモデルの改良及び物性や排出量などの基礎情報を収録したデータベースを構築し環境濃度予測システムとして完成させた。生物環相互作用を考慮した生態リスク評価のため、水理モデルと生態モデルを組み合わせた湖沼生態系モデルのプロトタイプを作成した。また、</p>

	<p>モンテカルロシミュレーションを用いて、環境中の濃度分布が対数正規分布に従うという仮定のもとで不検出値を含むモニタリングデータセットから母集団の代表統計量の信頼区間を予測する手法を開発した。</p> <p>健康リスク評価については、感受性要因を考慮した健康リスク評価手法の開発に向けて、生体試料の収集をインフォームドコンセントを行って継続し、収集した試料のアルデヒドデヒドロゲナーゼや砒素代謝酵素の遺伝多型を調べた。ヒ素メチル化酵素であるヒトリコンビナントCyt19を作製して無機ヒ素のメチル化機構の研究より、ヒ素メチル化酵素Cyt19とともにヒ素グルタチオン転移酵素などの酵素の遺伝的多型も重要な要因であることを示した。また、第 相薬物代謝酵素の欠損によりB[a]Pへの感受性が2倍上昇することを示した。複合曝露によるリスク評価手法の開発に向けて、代謝活性化を考慮した揮発性有機物の大気経路の複合曝露や相加性を仮定した発がんリスクをの試算を行なった。水道水源中に含まれる化学物質を摂取したと想定した場合の発がんリスクを算定し、大気からの曝露による発がんリスクと比較した。</p> <p>生態リスク評価については、既往の論文などから毒性試験結果の収集及び信頼性評価を行い、アミン類が甲殻類にとくに強い毒性を示すことを見いだした。構造活性相関に用いるデータセットを作成し、既存の構造活性相関式の適用性の検討、ニューラルネットワーク法による魚類の構造活性相関式の信頼性の向上、多変量解析手法による構造活性相関式の導出のためのパラメータ抽出を行った。化合物の構造と毒性の関係から毒性作用を特徴づける24部分構造を抽出し、その部分構造を用いて化合物の分類を行い、12の物質群に対して魚類急性毒性に関する回帰式を導出した。底生生物の試験法として既存手法の評価を行いユスリカを用いた試験のリングテストを実施し、化審法の試験法プロトコールを作成した。また、OECDにおける藻類生長阻害試験改定案及びウキクサ生長阻害試験新規提案について、わが国における適用可能性の検討を行うとともに、海生生物等を用いた試験法に関する検討に着手した。</p> <p>リスク情報伝達手法については、化学物質の一般的情報、水生生物に対する生態毒性試験結果、予測モデルや農薬に関するデータベースを作成・改良し、検索しやすい形で公開するとともに、化学物質の分析法を収録した環境測定法データベース(EnvMethod)や生態毒性データベース(AQUIRE)の公開、農薬データベースの出荷量データの収集範囲の拡大、農薬等のADI、化審法関連の既存化学物質、第二種監視化学物質(旧指定化学物質)などの名称と化学構造式の入力を進めた。地理情報システムと各種データベースを連携させ、Web上で地図情報とともに提供できるシステムを構築した。</p>
<p>(5) 環境有害因子の健康影響の発生メカニズムの解明とその検出手法の開発に関する研究</p>	<p>環境化学物質、重金属、有機塩素系化合物、大気汚染ガスと粒子、放射線及び電磁波の健康影響に関して、遺伝子から行動影響までの様々な指標を用いて量・反応関係等を検討するとともに、そのメカニズムを解明し、成果を疫学における野外調査へと応用する技術を確認することを目的として研究している。具体的には、免疫系をはじめとする各種系統・臓器・細胞において、ダイオキシン類やDEPによる毒性に関与する遺伝子を明らかにするための研究を行った。ダイオキシン類に対する感受性の動物種差の定量法やメカニズムに関する研究も行った。ダイオキシン・PCB類、DEPの呼吸器系、免疫系や肝臓に及ぼす影響を遺伝子発現変化の観点から検討した。また、ホルムアルデヒドやトルエン等が引き起こすメモリー機能の変動と化学物質による過敏状態誘導との関連を脳神経・免疫軸の視点から解明するための実験的研究を行った。加えて、ホルムアルデヒドが引き起こす化学物質過敏状態のメカニズムを脳機能・免疫機能・内分泌機能の観点から解明するための実験的研究も開始した。環境化学物質が免疫・アレルギー系を中心とする高次機能に及ぼす影響を明らかにし、</p>

	<p>影響を総合的に評価することが可能な <i>in vivo</i> モデルの開発を目指し研究を進めた。また、大気汚染物質の影響評価のために、培養細胞を用いた新たな人工肺胞組織の形成について研究した。また、ヒ素化合物に慢性曝露したマウスにおける癌関連遺伝子の発現量変化に関する実験的研究、プラズマ質量分析を用いたヒ素の代謝機構に関する研究、有機ヒ素化合物の細胞毒性に関する研究を行った。人間集団を対象とした環境有害因子への曝露による影響解明と環境保健指標の開発のため、粒子状物質や紫外線等の環境有害因子への曝露実態調査、人口動態死亡統計を用いた浮遊粒子状物質濃度と循環器疾患、呼吸器疾患による死亡との関連解析、紫外線曝露や高温曝露と健康影響との関連性についての解析、ならびにゴミ焼却施設等のデータベース作成と各種健康影響との関連性について解析を行い、関連情報のデータベース作成を行った。</p>
<p>4．多様な自然環境の保全と持続可能な利用</p>	
<p>(1) 生物多様性の減少機構の解明と保全に関する研究</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・環境省の生物多様性情報（トンボ編）から、2次メッシュ単位（10km）での潜在生息種のリストを全国にわたって作成できる手法を開発した。 ・ヨシ原に生息する鳥類に関する研究から、生息地の縮小にいくつかのパターンがあり、それが生息確率に異なった影響を与えることを示した。 ・メダカの生息適地推定からある程度の分布予測ができる手法を開発した。 ・イトヨ淡水群は流域内の内陸部と沿岸部のどちらに生息するかに応じて保全手段の異なることが遺伝子解析から判明した。 ・北海道の淡水魚類の生息適地モデルから、ア)全道的に淡水魚類の種の多様性がダムによって低下していること、特に小型の回遊性魚類への影響が著しいこと、イ)水産資源保護法によって指定された保護水面では、絶滅危惧種に指定された魚類をはじめとして有意に生息確率の低い魚類が多数あり、保護水面だけに頼った水生生物の多様性保全には限界があること、ウ)北海道の1級2級水系のなかに、道東の標津川など過去半世紀のあいだに著しく直線化された河川が検出された。淡水魚保護水面が、漁業対象魚中心に選ばれていることが判明した。 ・兵庫県南西部をモデル地区として、ため池を主な生息地としているトンボ群集を用い、生物多様性の評価を行った結果、トンボ群集の多様性を減少させている要因は、トンボ成虫については市街化、幼虫ではアメリカザリガニやブルーギルなどの侵入種であることが判明した。 ・侵入種データベースのインターネット公開をおこなった。 ・セイヨウオオマルハナバチおよび外国産クワガタムシについて、在来種との交雑の可能性、寄生生物の随伴導入が判明した。 ・ブラックバス由来推定については、遺伝子ハプロタイプ利用の有効性と不十分な点と明確にし、国内定着群の遺伝的な類別が可能であることを明らかにした。 ・ビタミンCの合成遺伝子が点突然変異により欠失した変異体と、同じ遺伝子をアンチセンス法で抑制した組換え体との遺伝子発現プロファイルを比較し、組換え体の方が遺伝子発現パターンに大きな影響が出ること示した。 ・組換え微生物の組換え遺伝子の発現量を評価するために、リアルタイムRT-PCR法を用いて組換え遺

	<p>伝子由来のmRNAを定量する手法を開発した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・輸入されている組換え農作物のうち、除草剤耐性セイヨウアブラナ（二種類）が国内のいくつかのナタネ輸入港の近辺や一部の国道で生育していることを確認し、さらにそれらの近縁種との交雑を調べるためのDNAマーカーを開発した。 ・個体ベースのシミュレーションモデルの解析によって、種の競争排除・共存のしかたが、局所的な種の多様性にも、局所個体群の存続にも、さらには個々の種の分布範囲の決り方や気候変動への反応にも密接に関係していることを示した。 ・食物網の進化動態を、数理モデルを用いて解析し、現実の食性の多様性に類似するパターンを再現できた。このモデルでは、狭食性の分類群が絶滅しやすいとは限らないこと、近縁種間での捕食 被食関係が成立している分類群は多様化しやすいこと、進化的に成立した食物網は攪乱に対して強い回復力を持つことがわかった。 ・オゾン感受性の異なるシロイヌナズナの突然変異体を単離し、その分子遺伝学的・生理学的解析を行った。オゾン感受性変異体を約90系統単離し、その1系統がジャスモン酸低感受性でストレスエチレン高生産性であること、および別な1系統の原因遺伝子が膜貫通型トランスポーター様タンパク質をコードしていることが判明した。 ・ユスリカ、ヨコエビ、トビケラ等での分類学的研究で新種等のあらたな知見を獲得した。 ・有毒アオコを形成するシアノバクテリアの毒素遺伝子は自然界で組み換えをおこし、多様な毒素を生産している可能性が判明した。 ・過去の生育記録のある溜池、池、水田などで絶滅危惧種の車軸藻の生育調査を行い、63地点で15種の生育を確認した。さらにこれらの車軸藻類や絶滅の危機に瀕する淡水産紅藻類の生息域外保全として、177系統の継代培養保存を行った。絶滅危惧鳥類、ほ乳類、魚類の333系統の細胞・遺伝子を凍結保存した。 ・異種間同士の生殖巣キメラが可能かどうか、ニワトリとキジとの間で実験した結果、キジの精子をもつニワトリが得られた。このことから、希少種と近縁種の異種間キメラ形成により、希少種の増殖技術を開発する可能性がひろがった。
<p>(2) 生態系の構造と機能及びその管理手法に関する研究</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・自然再生事業技術評価のための機能評価モデル（JHGM-R）を開発するためのケーススタディとしての比較調査を霞ヶ浦の低湿地4ヶ所で実施し、自然再生シナリオを作成し検討を行った。特に分解活性、航空機による植生把握、熱画像撮影により粗朶消波堤の影響評価を行った。また、東京湾の小櫃川河口塩生湿地・盤洲干潟において調査を行い塩生植物の生育特性を明らかにした。減少傾向にあるハマツナは汀線付近の塩水の冠水影響や地下水浸透影響、水門操作による有機的底質流入の影響が推定された。 ・近年の急激な釧路湿原湖沼の生物多様性と生態系機能の劣化の要因について調査研究を行った。その結果、流域の畜産排水が主要な原因であることを特定した。また、野外調査をとおして外来性ザリガニの分布を決定する因子を特定した。霞ヶ浦沿岸域で、ブルーギルの有無が沈水植物群落の再生に及ぼす影響を隔離水界を用いて評価した。 ・熱帯生態系でのエコシステムマネジメントへ向けた実証研究を目的として、マレーシア半島部の農耕地や山林を含む地域にパイロットサイトを設置し、域内の炭素蓄積機能、土壌保全機能、栄養塩保全機能な

	<p>どのエコシステムサービスが農地開発によってどのような影響受けてきたかについて調査・分析を行った。また、環境変化や森林管理の状況が判定・評価出来るような生態学的な指標抽出のための調査を行い、キツキや霊長類などの中小型の野生生物が森林の断片化や劣化の状況を推定する上で有効な指標になりうることを示した。またピンポイント的に取得されている生態学的調査データを広いエリアに外挿するためのスケールアップ技術の開発や土地利用変化にともなうリスク評価ができるシステム開発を行った。さらに地域社会や地域の人々を森林資源管理にどのように取り込むかについてそのためのインセンティブ導入について検討を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> チベット高原の北部で高山湿地草原においてCO₂、H₂Oとエネルギーフラックスの長期観測を実施し、当該草原生態は2001年からの3年間で平均約120gC/m²/yrの正味吸収と推定した。また、青海/チベット高原全体の炭素蓄積量を85から320億トンと推定した。さらに、放牧が草原生態系の炭素吸収を低下させ、炭素放出を増加させることを示した。また、既存資料の分析から、植物の種数と生態系のバイオマスの正の相関関係を見いだした。温暖化影響の早期検出と早期予測のため、チベット高原中部に標高4300mから5500mまでの直観測トランゼクトを設け、物理環境と生態系構造の長期モニタリングを開始した。
<p>5. 環境の総合的管理</p>	
<p>(1) 浮遊粒子状物質等の都市大気汚染に関する研究</p>	<p>浮遊粒子状物質等の都市大気汚染の発生源把握、測定方法開発、環境動態解明、曝露量評価、毒性評価、に関する研究を実施した。</p> <p>排出実態に関しては、シャシーダイナモ実験、車載計測、トンネル・沿道調査などの手法を組み合わせ、主にディーゼル車からの排出特性を調べた。特に、沿道・都市地域における大気微小粒子データを蓄積し、発生源との関連性を検討した。これと共に、リアルワールドの排出係数を与える事が出来る車載型計測システムを開発利用し、様々な走行状態でのデータを取得した。特にDEPに関して、発生源を正しく把握する為に、車載計測システムの構築とシャシーダイナモを活用してリアルワールド発生源把握を行った。</p> <p>環境動態把握に関しては、モニタリングにより、SPM、PM_{2.5}などの地域的・季節的な特徴が把握出来た。OC/ECの測定方法を確立し、国際比較研究を行った。環境基準値超過に及ぼす黄砂の影響についての新知見を得た。大阪をモデル地域として炭素成分の国外寄与を把握した。日本へのアジアからの寄与量を見積もった。沿道でのPM_{2.5}へのDEPの寄与は大きい、一般環境では二次生成の寄与が大きいことが分かった。PMの発生源と環境濃度の定量的関係を把握するため、沿道大気汚染モデル、都市大気汚染モデルを開発した。</p> <p>曝露量評価に関しては、DEP曝露量モデルの構成要素となるサブモデルとして、交通システム対策評価モデル、DEP排出量の詳細推計・地域分布予測モデル、交通流モデルを完成させた。これと共に、曝露量評価モデルを構築し利用した。交通流モデル、対策モデル、拡散モデル、生活パターンモデルを統合して曝露量評価モデルを完成させ対策効果の評価を行った。</p> <p>環境ナノ粒子研究に関しては発生源や、環境での動態把握、毒性スクリーニング実験を実施した。発生源、環境での動態把握に関しては、自動車から排出されるナノ粒子の排出特性把握に加えて、道路沿道及び都市大気中におけるモニタリングや粒径別組成分析を行い、ナノ粒子の動態、物理化学特性を明らかにした。毒性スクリーニング実験では、模擬ナノ粒子を用い、細胞に酸化ストレスを誘発し、免疫系や循環系に影響を</p>

	<p>及ぼす可能性を明らかにした。</p> <p>研究を進めるにあたっては、地方自治体環境・公害研究機関との共同研究（C型共同研究）やJCAPII等との連携を強めた。また、中国、メキシコとの国際共同研究を重視した。</p>
<p>(2) 酸性雨等の長距離越境大気汚染とその影響に関する研究</p>	<p>平成13年以来、黄砂の3次元的な輸送過程の解明を目的としたライダー、サンフォトメーター等による観測網を整備しており、最近では富山、松江観測地点が新たに加わった。これらの観測網を活用し、黄砂を含む空気塊の動態に関するデータの集積を図り、データ解析を行うとともに発生・輸送モデルの精緻化を進めた。ライダー観測基準で判定した黄砂飛来回数では、日本の地上で観測される回数ほどには年々の違いは見られず、むしろ、飛来ルートに年毎の特徴が見られた。構築したモデルにより、北京に到達する黄砂発生源別の比率を推定した結果、タクラマカンおよび黄土高原に比してゴビ砂漠由来が大半を占めることを明らかにした。また、多点捕集試料の化学的分析から、北京に飛来する黄砂は発生源の特徴を示す粒子と、輸送ルート上の巻き上げによると見られる土壌粒子とが混在すること、二酸化硫黄等のガス成分が輸送中に黄砂粒子表面に付加することを明らかにした。さらに、偏光解消度に関する観測手法の改良も行った。</p> <p>中国環境科学研究院と共同で、中国領内での航空機観測を行ってきた、13, 14, 15, 16年度に中国渤海湾周辺（H13）、上海周辺の東シナ海沿岸（H14）、中国上海 - 武漢 - 成都の内陸領域（H15, 16）において大気汚染物質およびエアロゾルの航空機観測を実施した。大都市周辺では低高度大気で汚染物質の濃度が高いが、内陸の大都市周辺において、粗大粒子、微小粒子ともに沿岸の大都市周辺に比べて酸性成分が過剰に存在する状況が見られた。大都市周辺ではNOxによってオゾンが破壊され、オゾン濃度とNOx濃度の間に逆相関が見られる一方、NOxとSO₂は高い相関を示し、濃度比から算出した放出量の比を計算値と比較した。また、エアロゾル質量分析計、TEOM質量濃度計、EC/OC（黒色炭素/有機炭素）分析計、硝酸塩測定器などを沖縄本島北端の辺戸岬に設置し、エアロゾル化学成分の変動の詳細な測定を開始した。東アジアからの気塊が到達するときに硫酸塩の濃度およびEC/OCの比が顕著に増加することを見出した。平成17年度には東アジアに由来するエアロゾル等の広域越境大気汚染現象の解明のため、沖縄辺戸岬に大気/エアロゾル観測ステーションを建設し、国内のエアロゾル観測スーパーサイトとして、エアロゾルの化学成分、エアロゾルの物理や放射パラメーターの測定などを押し進めた。</p> <p>東シベリアのイルクーツク等の3地点および沿海州の1地点（プリモールスカヤ）で降水成分および大気中ガス・粒子濃度を継続して観測し分析した結果、同地域の降水は主に硫酸によって酸性化しており、非海塩性硫酸イオン、アンモニウムイオン沈着量は日本の全国中央値と同程度か少ない傾向にあることを示した。また、シミュレーションモデルを用い、東アジア地域のソースリセプターマトリックスを作成した。これによると、日本全体の年間沈着量は、硫酸化合物0.84TgS、窒素化合物0.62TgNであり硫酸化合物沈着量の国別の寄与量は、中国49%、日本21%、朝鮮半島12%、火山13%であり、国外寄与が60%程度であった。窒素化合物沈着量の国別の寄与率は、日本39%、中国34%、朝鮮半島18%であり、国外寄与が50%程度であった。モデルによって、元素状炭素（EC）と有機炭素（OC）の東アジア域における動態を解析した。硫酸化合物、窒素化合物、アンモニア、揮発性炭化水素の発生源インベントリーを平成12年をベースに改訂し、発生量マップと含めてCD-ROM化した。</p> <p>酸性汚染物質の陸水の水質と生物に与える影響の実態解明のため、新潟県の三面川水系、西関東の多摩川</p>

	<p>水系、北海道北部の朱鞠内湖水系の調査を行った。これらの溪流においては酸性雨によって一時的にpHが低下、全炭酸濃度の低下、塩素イオンや硝酸イオンの濃度上昇が起こることを示していた。特に、花崗岩地域ではサケ科魚類の繁殖行動に影響する程度のpH低下が見いだされ、降雨の終了後も低いpH状態がしばらく続くことを見いだした。</p>
<p>(3) 流域圏の総合的環境管理に関する研究</p>	<p>1. 衛星データを利用したアジア・太平洋地域の統合的モニタリング</p> <p>ウルムチと北京に高機能地球観測センサMODISの受信局を開設した後、シンガポール、オーストラリアの受信局とのネットワーク体制を組み、5つの検証用地上観測点と2つのデータ解析よりなるアジア太平洋モニタリング体制を確立した。</p> <p>5つの検証用地上観測点のデータを用いて、NASAの高次プロダクツが中国において大きな誤差を持っていることを明らかにし、その高次処理アルゴリズムを改良することで地表面温度(MOD11)、土地被覆(MOD12)、陸域の蒸発散量や水分不足指数(MOD16)、葉面積指数(MOD15)及び植生生産性(MOD17)の精度を上げたさらに、代表的な生態系モデルであるBiome-BGCを水循環機能、炭素循環機能、農業生産機能の評価モデルに発展させ、その検証を行った。次に、これを用いてアジア地域における植物による炭素固定量の空間分布推定を可能とし、2001～2003年の時間的变化を推定した。</p> <p>2. 長江における水循環変化による自然資源劣化の予測とその影響評価</p> <p>長江全流域を対象とした降雨流出モデルを開発し、その検証を行った。さらにこのモデルに水田からの流出特性を表現したサブモデル及び洞庭湖、ハン陽湖との流量交換のサブモデルを組み込みことで、長江中下流域における水文事象の再現精度の向上を図った。</p> <p>開発した降雨流出モデルを用いて三峡ダムの洪水制御機能の検討を試みた。その結果、1998年の大洪水を対象とした数値模擬によると、洪水期の放流量を50,000m³/s程度に維持した場合でも、洞庭湖周辺域における洪水氾濫の発生を、十分に抑制する効果が得られないことが認められた。さらに、放流量を制限した場合は、洪水抑止に効果が見られた一方で、ダム貯水量は貯水容量を越える結果となった。以上から、1998年タイプの洪水現象に対して、三峡ダム単独の洪水調節では、その抑止に十分な効果が発揮されず、流域全体での洪水制御の必要性が示唆された。</p> <p>そのため、中国政府が提案する流域対策の一つである土砂生産抑止対策である退耕還林(急傾斜地の農耕作地を林に戻す)政策の効果を、降雨流出モデルと土砂生産モデルを組み合わせた土砂動態モデルを用いて検討した。その結果、三峡ダム上流域の土砂生産源である嘉陵江流域を対象とした数値模擬結果によると、中国政府が推奨している角度25度以上の急傾斜農地を森林に戻したとしても、5%程度の減少効果しかなく、20%程度の減少効果を求めるためには15度以上(17%)、10度以上(22%)とする必要があることが分かった。</p> <p>また、三峡ダム湖の水質に大きな影響を与える今年度は長江流域上流域の主要都市である重慶市を対象として、水需要及び汚濁負荷(炭素、窒素、りん)発生インベントリモデルの開発を行った。その結果、2000年度の重慶市の産業部門の用水量は51億m³/年であり、排水量29億m³/年とともに、炭素136万t/年、窒素60万t/年、りん32万t/年が発生する。生産活動による用水量の部門別内訳は農林水産業(44%)、化学工業(16%)、紙・印刷・出版(10%)であり、汚濁負荷は種類に関わらず農林水産業部門からの排出が</p>

	<p>9割以上を占めた。また重慶市では用水量の89%が重慶市内の消費活動に伴い誘発され、11%が重慶市外での消費活動(移輸出)に起因していることが明らかにされた。</p> <p>3. 黄河流域における自然資源劣化の予測とその影響評価</p> <p>地表流・土中水・地下水流を統合し衛星データの使用により植生の季節変化を考慮したグリッド型水循環・熱収支モデルの開発を進め、長江支流嘉陵江流域に適用し、その精度検証を行った。シミュレーション結果は河川流量・土壌水分量の観測値を良好に再現するとともに、地下水位の空間分布の推定も可能であることが認められ、流域の水収支において地下水の影響は無視できないことが明らかにされた。</p> <p>次に、このモデルを灌漑目的の地下水過剰揚水による急激な地下水位低下が持続的な農業への脅威となっている黄河流域・華北平原に適用し、農業生産量(冬小麦及びトウモロコシ)、灌漑量、地下水位の関係を評価するとともに、蒸発散量の空間分布の推定を行った。</p> <p>4. 東シナ海における長江経由の汚染・汚濁物質の動態と生態系影響評価</p> <p>長江から東シナ海へ流入する汚濁負荷量を推定するため、1987、1988、1998、1999年の水質データを用いて流入汚濁負荷量と長江河川流量との回帰関係を求め、上海での汚濁負荷発生量を考慮することで、東シナ海への流入汚濁負荷量の推定を可能とした。その結果、上海からの負荷が大きいこと、洪水期からの流出負荷が重要であることが明らかにされた。</p> <p>長江河口域および東シナ海における汚濁負荷の動態と生態系との関係を把握するため、韓国EEZ海域を含む東シナ海陸棚中央部から縁辺部にかけて、水研センター調査船「陽光丸」による海洋観測および係留実験を実施したの航海調査を実施した。平成15年の調査では、陸棚上で密度躍層付近に非常に高濃度のクロロフィル極大が広範囲に観測され、長江希釈水起源の海水の関与が示唆された。平成16年の調査では長江希釈水が存在する陸棚中央部の亜表層水塊における再生産の寄与を明らかにするための実験を行った。また平成14年および15年に実施した東シナ海陸棚域における海洋観測結果について解析を進め、季節的な長江流量の変化による陸棚域水塊構造および生態系構造に及ぼす影響を明らかにした。</p> <p>5. 沿岸域環境総合管理</p> <p>干潟・藻場など浅海域の底生生物による水質浄化能を内湾全体に対する寄与という観点から、水質浄化、親水性の向上等を目的として東京湾大井埠頭中央海浜公園内に設置された人工干潟で、定性動物の生息環境調査を継続的に実施している。</p> <p>まず、夏期の底層での貧酸素状態等の影響で人工干潟の二枚貝が斃死するため、微細気泡発生装置を人工干潟面に設置し、二枚貝の生残や成長に及ぼす貧酸素の影響を軽減させる技術開発を行った。東京湾奥部の調査し、貧酸素に対する耐性が強いホンビノスガイ生息を確認し、その東京湾内の分布を調べた。また、人工干潟での生残、成長を観測し、本種がアサリに比べ生存率が大変高いことが認められた。</p>
(4) 湖沼・海域環境の保全に関する研究	<p>湖沼環境保全に関連し、湖沼を含む流域圏における溶存有機物(DOM)や難分解性DOMの存在形態や量を測定し、霞ヶ浦を対象として湖内3次元流動モデルを構築して湖水難分解性DOMの場所的・季節的変動を把握した。さらに霞ヶ浦では下水処理水が直接放流されている状況を鑑みて、このモデルを使って、下水処理場放流水の湖内放流地点を変更した場合に(現状と9地点)、環境基準点や上水取水口において下水処理場由来の難分解性DOMの寄与がどのように変化するかをモデル計算によって評価した。湖水の流れが複雑</p>

	<p>に影響することが明らかとなった。湖尻に近い環境基準点を除けば、湖尻へ処理水を放流すると環境基準点と上水取水口における処理水の寄与が最も減少した（湖心で現状から-84%、上水取水口で-90%）。</p> <p>海域環境保全に関連した、N（窒素） P（リン） Si（ケイ素）各栄養塩の海域流入につき、停滞陸水域の増大によって海域へのSi流下量が減少し、海域のN:P:Si相対比が変化して海洋生態系の変質につながる可能性の検証を行った。また、石西礁湖自然再生推進事業の一助として、サンゴ礁の流動モデルによってサンゴ卵・幼生の輸送が主に風による吹送流によることを明らかにし、これに基づいて有効なサンゴ卵放出域に重点をおいた保護地域を設定すべきことを明らかにした。また、有明海における調査により、植物プランクトン光合成に対して海水の濁度や巻貝類の吸収が重要であり、望ましい栄養塩レベルの維持のためにはそれらの要素を勘案した海域管理を行うべき旨を明らかにした。</p>
<p>(5) 地下水汚染機構の解明とその予測に関する研究</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水中の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の起源を探るため、元素分析計と質量分析計を組み合わせた窒素安定同位体比の迅速分析法を開発した。 ・茶畑地域の地下水水質と土地利用データの解析から、Sr濃度と¹⁵N比が茶畑からの影響を定量的に表す指標として有効であることを明らかにするとともに、肥料から漏出した窒素分の硝酸化と降雨によるその損失を考慮した地下水水質変動予測モデルを開発した。 ・既存の地下水汚染を調査結果の解析により、土壌汚染に由来した地下水汚染の広がりを把握した。また、土壌から揮発した有害物質の呼吸に伴う曝露量を推定するモデルを開発した。さらに、粒子に吸着しやすいダイオキシン類の地下水での挙動を推測するため、地下水での粒子の挙動について既存情報の収集を行うとともに、地下水中のダイオキシン類の形態ごとの調査データの収集を行った。 ・長期化する地下水浄化対策に対応するため、モニタリングしながら自然の浄化機構に期待する方法を確立するため、これに移行するための条件を探る研究を実施した。いくつかの現場において地下水質と関連項目の推移を観測した。 ・茶畑における肥料の施用に起因する硝酸性窒素の地下水汚染を予測するモデルを開発した。さらに、茶畑内で生じている肥料中窒素分の硝酸態化の機構解明を行った。 ・自然減衰手法(MNA)による地下水汚染対策がわが国でも有効か検証するため、塩素系化合物とガソリン汚染地区を対象とした長期モニタリングを行っている。また、リスクアセスメントの見地をベースにしたMNA導入のためのチェックシートの確立が必要であり、そのチェック項目の検証も開始した。 ・インド・西ベンガル地方の地下水ヒ素汚染事例において、灌漑用水中に含まれていたヒ素が取り込まれた餌を摂取した牛の糞を乾燥させて煮炊きを使う過程で、室内大気汚染を引き起こす新たな暴露ルートが存在を明らかにした。化学形態分析の結果から、餌の植物ならびに乾燥糞中に含まれていた有機ヒ素化合物は、燃焼過程でほとんど無機化されて粉塵中にとどまることが明らかとなった。一方、銅鉱石採掘にともなうヒ素汚染が問題となっている南米チリで河口域ならびに沿岸の魚介類中のヒ素の化学形態を調べたが、アルセノベタイン、ヒ素糖類など一般的な有機ヒ素化合物が中心であり、無機ヒ素による特段の汚染の兆候は認められなかった。 ・高濃度硝酸による地下水汚染の原因を明らかにするとともに、それによって生じている重金属汚染の広域分布調査のまとめとモデル化を試み、規制項目等に関する物質収支の把握を行った。さらに、共同研究機

	<p>関との連携により、処理技術の提言を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ガソリン系地下水汚染地域の地下水流動構造を解明し、微生物分解環境を明らかにするため、窒素同位体比、酸素同位体比調査を行う他、微生物種の特定を進めた。また、水文学的情報量を広範囲に収集し、汚染物質の将来変動予測のモデリングを試行した。
<p>(6) 土壌劣化、土壌汚染の機構解明とその予測に関する研究</p>	<p>近い将来、電気・電子産業で、「鉛フリーはんだ」などの金属材料として、利用が急増すると考えられる次世代技術利用金属 (Ag、In、Sn、Sb、及びBi) の土壌負荷機構と土壌中動態を解明し、その土壌生態系に対する影響評価を行うことを最終目標として、これら次世代技術利用金属の土壌中動態を明らかにする目的で以下の研究を実施した。なお、本研究では、不攪乱の淡色黒ボク土を採取・充填した室内大型ライシメーター (内径80 cm、深さ150 cm) を利用した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 金属の土壌 (淡色黒ボク土、褐色森林土、褐色低地土、及び砂丘未熟土) 中における天然賦存量、金属の天然の存在形態等を明らかにした。 2) ライシメーター内淡色黒ボク土と4種のカラム土壌中のAg、In、Bi、Sb、及びSnの天然賦存量は砂丘未熟土以外では、Ag: 0.19-0.26、In: 0.063-0.095、Bi: 0.32-0.43、Sb: 0.71-1.2、Sn: 1.9-2.8 ppmの範囲で大差なかったが、砂丘未熟土では少なくとも約半分であった (ただしInは同レベルであった)。また、それらの金属は2-8種類の形態で存在し、形態分布は金属の種類や土壌種で相当に異なったが、土壌層位 (深さ) による差異は少なかった。ライシメーターに添加した金属は、添加の3ヶ月後にはその大部分が最表層 (2cm以浅) に止まっており、次層以深への移行は極めて少なかった (数%以内)。これは、土壌溶液や浸透水中の金属濃度が極めて低かった (SnとSb以外は不検出) 事実とも調和した。また、添加金属の形態 (3ヶ月後の) は天然状態とは著しく異なっていて、Agでは残渣画分が、InとBiではイオン交換態と炭酸塩結合態が、Sbでは有機物態 (有機物錯体態 + 有機物結合態) が、そしてSnでは有機物錯体態と金属酸化物結合態 (非結晶性金属酸化物結合態 + 結晶性Fe酸化物結合態) が相対的に多かった。 3) 遊離金属イオンの細菌毒性は、Ag >> Ni > Pb > Cu > Sb >> Inの順で、Agは極めて強い毒性を示した。Biチオール錯体の毒性もかなり強く、毒性は錯体の脂溶性の増大とともに強くなった。Biシステイン錯体を土壌に加えた場合 (1mMまで)、微生物バイオマス量は変化しなかったが、低地土では呼吸 (デヒドロゲナーゼ) 活性が低下した (褐色森林土では影響なし)。 4) 4種類の鉛フリーはんだ (0.8Ag/57Bi/Sn、3Ag/2In/1Bi/Sn) 0.5Cu/3Ag/Sn、3Bi/8Zn/Sn) と従来の鉛はんだ (37Pb/Sn) の降雨暴露試験で得られた金属1g当たりの年間溶出量は、5地点 (裸地とスギ、ヒノキ、マツ、及びシラカシ林内) の平均で、Zn (19.1mg) > Cu (4.7mg) > Pb (1.5mg) >> In (25µg) ≈ Sn (23µg) > Bi (7µg) >> Ag (0.8µg) の順となり、鉛などの2価金属はレアメタルに比べて100倍ほど溶け易かった。従って、レアメタルの毒性が鉛と同等に高い場合でも、鉛フリー化は環境リスクを軽減すると考えられた。また、鉛フリーはんだが降雨に曝されると、含有金属がゆっくりと溶け出したが、その速度は裸地よりも林内で速く、特にシラカシ林でその傾向が顕著であった。林内での溶出は、樹木の生理活性が高まる春先に増大した。 5) 林内雨の銅錯化容量 (CuCC) を分析し、CuCC/DOC比を比較した結果、シラカシ林内雨 (2.0µmol/mg-C) は他の林内雨 (0.42-0.55µmol/mg-C) より大きな比錯化容量を持つことが明らか

	<p>になった。シラカシはビスマス、銅などの特定金属と強く結合する有機物（配位子）を多量に放出してそれら金属の可溶化を促進したと考えられる。</p> <p>6) 非汚染土壌のレアメタルが移動可能な形態（交換態、炭酸塩結合態、金属有機錯体結合態、及び易還元性金属酸化物結合態）として存在する割合は、黒ボク土、褐色森林土、低地土、及び砂丘未熟土の平均で、$Sn (36\%) \geq Sb (33\%) > Bi (19\%) > Ag (12\%) \approx In (11\%)$であったが、その割合は、いずれの金属についても、土壌のpH、全表面積、C含量、陽イオン交換容量、及び粘土含量などを変数とする関数で精度良く（$r > 0.980$、$p < 0.02$）予測できた。</p> <p>7) 培養試験でレアメタルの土壌微生物に対する毒性を比較した結果、遊離金属イオンについては、$Ag \gg Pb > Cu > Sb > In$の順で、銀は極めて毒性が高かった。この傾向は土壌に添加した場合も同様で、土壌中に交換態銀が数ppb存在すると土壌微生物活性に顕著に影響が現れた。</p> <p>8) これらの研究結果は平成17年度までに7編の論文として投稿した。</p>
<p>6 . 開発途上国の環境問題</p>	
<p>(1) 途上国の環境汚染対策に関する研究</p>	<p>開発途上国においては工業化・都市化の進展に伴い、かつて我が国が経験した大気汚染や水質汚濁などさまざまな環境汚染とそれに伴う健康被害に直面している。中国東北地方における共同研究では、13年度に対象とした瀋陽市3地区において年4期に大気汚染の状況を測定するとともに、大気汚染の影響について前回実施した3小学校児童を対象に標準質問紙調査と肺機能検査を3回実施した。14年度の撫順市、15年度の鉄嶺市の個人曝露量調査結果から、各都市の冬季においては、屋外が高濃度になるだけでなく、家屋内、個人曝露ともPM_{2.5}、PM₁₀濃度が上昇し、平均濃度が0.1mg/m³を大きく越える地区がほとんどであった。最後の肺機能検査、環境測定は次年度5月実施であるので、その結果を待って結果を解析したい。</p> <p>日本国内と中国現地において、静電気型乾式選炭試験装置の改良型乾式試験装置による低品位石炭の選炭適応性及び選炭精度向上のため、乾式選炭の実験手法の改善および異なる形状の電極の試作を行い、それらを用いて選別精度を評価するための実験を実施した。重慶市において、石炭使用家庭、バイオブリケット（BB）使用家庭における室内空気中の汚染物質の濃度の測定をおこない、合わせて浮遊粉じん用パッシブサンプラーの改良を行った。また、鞍山市においては、石炭使用家庭、BB使用家庭の健康調査を継続して行った。一般家庭でのバイオブリケット利用時におけるフッ化物の効果的な排出抑制策について検討するとともに、疫学調査に協力してBB利用地域における室内外の汚染物質濃度を測定した。</p>
<p>(2) 途上国の経済発展と環境保全の関わりに関する研究</p>	<p>アジア主要国に適用できる本格的な環境・経済統合モデルを開発・改良し、これを用いてイノベーション技術がアジアの経済発展と環境問題に与える影響について検討した。環境問題に関するイノベーション戦略には、技術、制度、管理など様々な手法が存在する。このような多岐にわたるイノベーション戦略に関する環境オプションを中国、インド、タイなどのアジア主要国を中心に収集し、データベースを更新した。また各国それぞれ、収集した環境オプションの一部について、コスト、環境負荷削減効果、将来普及率など詳細な定量的データを作成し、定量的に分析した。インドにおいては、国連開発計画の持続的発展目標達成のために有効な環境オプションの整理、タイにおいては、運輸部門におけるバイオ燃料の活用による温室効果ガス</p>

	<p>削減効果及び大気汚染物質の削減効果について分析した。また、将来開発途上国において重要問題となることが予想されている水問題に関して、中国、インド、タイの3国を対象に、水需要の推移や下水道の普及について比較・分析を行った。</p>
<p>7. 環境問題の解明・対策のための監視観測</p>	
<p>(1) 地球環境モニタリング</p>	<p>波照間・落石岬での従来の観測を継続しつつ、測定項目・機器の充実に努めている。酸素 / 窒素比測定、AGAGEのPFC、HCFC観測などの研究プラットフォームとして利用に供している。</p> <p>シベリア・相模湾での航空機モニタリングを継続するとともに、旅客機に搭載する自動CO₂観測システムの開発をほぼ終了した。</p> <p>苫小牧カラマツ林でのフラックス計測では、森林施業による森林機能の変化を把握するため、2004年1月にカラマツを間伐し8月まで観測を行った。2004年9月に台風18号により森林および計測システムが全壊したために、代替観測点を山梨県富士山北麓のカラマツ林に整備し、2006年1月より観測を再開した。また、陸域生態のフラックス観測研究のアジア地域のネットワーク(AsiaFlux)の事務局としての活動を進めた。</p> <p>温室効果ガスの標準ガスの整備と国際比較、オゾン計の校正方法の国際比較を行った。</p> <p>2002年7月から、北太平洋線観測として、トヨフジ海運所属Pyxisに設備を乗せ換え、北太平洋航路の観測を再開した。</p> <p>標準ガスの整備を行った。二酸化炭素のスケールの拡大、メタンのNOAAスケールとの比較、CO₂同位体比標準の作製、オゾン濃度の相互比較など。</p> <p>つくば及び陸別でのミリ波分光計によるオゾンプロファイル観測において、計測システムの広帯域化を進め、成層圏下部から中間圏までのオゾンプロファイルの自動連続観測を継続した。</p> <p>帯域型紫外線計を用いた有紫外線モニタリングをボランティアネットワークとして組織し、観測データの集約を進め、ホームページより観測データ及びUVインデックスをホームページより情報発信を継続した。</p> <p>国際的な陸水モニタリングネットワーク(GEMS/Water)において、わが国のナショナルセンターとしての支援業務とともに、摩周湖、霞ヶ浦での水質・水生生物のモニタリングを継続した。</p> <p>メコン河の開発に伴う水質悪化や生態系のかく乱をモニタリングする計画に向けた検討を進めた。</p>
<p>(2) 衛星観測プロジェクト</p>	<p>ILAS(運用観測期間:平成8年10月-平成9年6月)の観測データの再処理に関しては、Version5.2データプロダクトを一般ユーザに公開した。更にVersion6.1データプロダクトも一般ユーザに公開した。</p> <p>ILAS- の打ち上げに向けてデータ処理運用システムの開発・試験・改訂を進めた。</p> <p>環境省が担当するILAS- 地上検証実験に係わる準備やデータ利用研究者の組織化への支援を行った。</p> <p>ILAS- 打ち上げ後(平成14年12月)後はILAS- の装置の動作および性能確認試験、ILAS- 観測データのファイル転送試験、データ処理のデータ処理運用システムの運用試験を行い、ILAS- が初期段階としてほぼ所定の性能を有している事を確認した。</p> <p>ILAS- の本格運用(運用観測期間:平成15年4月-10月)への移行後は、南北両半球高緯度域でのILAS- によるオゾン層観測データの処理を実施し、微量成分濃度などの高度分布情報の導出を行った。</p>

	<p>太陽輪郭センサデータなどの装置の補助信号データ及び観測処理結果と検証データとの比較などをもとにアルゴリズム並びに運用システムの改訂を進めた。</p> <p>開発・改良を進めた I L A S - データ処理アルゴリズムを用いたデータの再処理を実施、データプロダクトの検証解析を行い、登録研究者及び一般ユーザへの提供を行った。</p> <p>I L A S - Version1.4 プロダクトを国内外の一般ユーザーに向けて提供した。</p> <p>I L A S - Version2.0 アルゴリズムを開発、重点プロジェクトの最終プロダクトとしてサイエンスチームメンバーへ提供した。</p> <p>太陽光の近赤外光の地表面散乱を分光測定し、二酸化炭素のカラム濃度をフーリエ変換分光器で計測する温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）プロジェクトを開始した。二酸化炭素カラム濃度を1%の精度で測定するためのセンサ仕様をJAXAに提示し、JAXAはエンジニアリングモデルの開発に移行した。データ解析の手法開発を進め、特に巻雲による妨害を補正する方式を開発した。</p>
--	---

資料2 重点特別研究プロジェクトの平成13～17年度研究成果の概要

1. 地球温暖化の影響評価と対策効果プロジェクト

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
炭素循環 と吸収源 変動要因 の解明	温室効果ガス 等のモニタリ ングデータを 駆使して、グロ ーバルな陸 域・海洋の二酸 化炭素吸収を 評価する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 二酸化炭素の吸収量を求めるために、精密な大気中の酸素濃度測定法や炭素同位体比の精度の良い測定法を開発することができた。 ・ 酸素や炭素同位体比を用いて、大気中の二酸化炭素のグローバルな収支を求めるために、波照間島で1997年7月から、落石岬で1998年12月から大気試料のフラスコサンプリングを継続した。また、日米間および日本-ニュージーランド間を航行する貨物船を利用して、太平洋上大気の広い緯度範囲(南緯30度から北緯55度まで)でのサンプリングによる観測を行うためのプラットフォームの整備などを行った。特に酸素用に開発したガラスフラスコによる船上サンプリングも2001年から可能になった。 ・ 波照間・落石の酸素濃度の観測結果から1998年から2005年までの7年間の平均的な炭素収支を見積もると、陸域生物圏の炭素吸収量は1.1 ± 0.6 GtC/yr、海洋の炭素吸収量は2.0 ± 0.5 GtC/yr となった。(なお、温暖化に伴う海洋からの酸素フラックスを考慮すると、陸域生物圏および海洋の炭素吸収量はそれぞれ若干下方修正および上方修正されるものと考えられる。) ・ 船舶による広範囲の緯度毎に観測された炭素同位体比によって、陸域吸収量の変動がエルニーニョもしくはその直後のグローバルな気温上昇と良く対応することが明らかとなった。同時に、海洋側の変化も観測され、エルニーニョ時には吸収量の増大、ラニーニャ時期には吸収量の減少傾向が明らかとなった。しかし、この5年間の急激なトレンドの変化は検出されなかった。 ・ 大気中酸素濃度をモニタリングステーションで現場観測を実施するための、自動連続分析システムを開発し、波照間島および落石岬のモニタリングステーションにおいて連続観測を行った。その結果、フラスコサンプリングでは捕らえることのできない酸素濃度の詳細な変動を検出することができるようになった。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 窒素・酸素・アルゴン・二酸化炭素の重量を測定しながら高压容器に充填する方法（重量充填法）によって大気中酸素濃度測定のための標準ガスの調製を試みた。その結果、酸素濃度をおよそ 3 ppm の精度で標準ガスを調製することに世界で初めて成功した。この標準ガスを用いて大気主成分の濃度をこれまでよりもずっと高い精度で再評価することができた。2000年の波照間での平均濃度は、窒素が 780, 876 ± 2 ppm、酸素が 209, 392 ± 3 ppm、アルゴンが 9, 333.2 ± 2 ppm であった。 ・ 二酸化炭素の同位体比参照物質を 2 種類作製し、世界の関係機関との共同比較実験を行った。その結果、この参照物質を用いることで、各機関で出されているデータの整合性や各機関の基準スケールに関して有益な情報を与えることが分かった。 ・ 船舶を利用した西部太平洋上における酸素濃度の観測から、大気中酸素濃度の緯度分布が明らかになった。これまで赤道域は観測の空白域であったが、本研究により赤道域の分布を世界で初めて明らかにすることができた。特に、酸素 + 二酸化炭素として定義されるとレーサ、A P O (Atmospheric Potential Oxygen ; 大気 - 海洋間のガス交換のみを反映するトレーサー) の緯度分布について、これまでのモデル研究では赤道域に高まりがあることが予想されていたが、それを実証することに初めて成功した。これらの研究結果は海洋の循環モデルや生物地球化学モデルの検証に非常に役立つものである。
	<p>温室効果気体の吸収・排出を地域規模で評価するために、観測によって各種変動要因を解析する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 西シベリアの森林地帯におけるタワーを利用し、CO₂濃度の連続観測とタワー上空における小型航空機を使った高頻度定期観測によってパイロット観測を行い、タワーを使った観測が日中のデータを抽出することによって境界層内の大気を代表できることを明らかにした。 ・ 小型航空機を使った高頻度定期観測から、森林地帯上空の大気境界層内におけるCO₂濃度の季節振幅が、直上の自由対流圏における振幅の2倍以上になっていることがわかった。また、この詳細な観測値を使って3次元輸送モデルの鉛直輸送過程の評価を行い、環境研で開発したモデル(NIES05モデル)が現実的な境界層過程を表現出来ていることが確認できた。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 小型航空機を使ったCO₂鉛直分布の日変動観測を行い、CO₂濃度の変動が大気の鉛直混合だけでなく、水平方向の移流や前線活動による気団の移動にも大きく影響されていることを明らかにした。 ・ 小型航空機を用いてCO₂の炭素同位体比の鉛直分布について日変動を観測した。CO₂濃度と同位体比の関係は光合成のみを仮定した両者の関係とは有意に異なっており、大気境界層内における光合成フラックスおよび呼吸フラックスを分離して推定できる可能性を見いだした。 ・ トップダウンアプローチで500km規模の分解能で炭素収支を推定するため、シベリアでのタワー観測ネットワーク構築を目指し、小型・省電力のCO₂濃度連続観測システムを開発した。 ・ H17年度までに西シベリアの5ヶ所、東シベリアの1ヶ所におけるタワーを利用してCO₂濃度連続観測ネットワークを構築した。冬季のCO₂濃度数百km離れた観測地点でもほぼ同じ濃度を示していたが、夏季の濃度は時間的にも空間的にも変動が大きく、CO₂収支が地域的に不均一であることを示唆する結果となった。 ・ タワー観測網の結果を利用してCO₂収支の分布を推定するために、地域規模のインバースモデルを開発した。モデルをより精緻化するために地表データの収集とデジタル化、大気輸送モデルの高分解能化、大容量データの計算手法の改善を行い、亜大陸規模のCO₂収支推定の準備を整えた。
	<p>森林の二酸化炭素フラックス観測、モデル開発により、森林生態系の二酸化炭素吸収を総合的に評価する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ リモートセンシング・フラックス・インベントリーデータ等、多様な観測データを融合的に同化して、炭素吸収量評価モデルの推定精度を向上した。 ・ 植生タイプの変動の予測や、気候変動に伴う環境ストレスの植生影響評価を視野に入れた新たな遠隔観測・解析手法の開発を実施した。 ・ 生態学的なアプローチによる森林炭素吸収量を推定するモデルの開発を進め、森林や気象環境に関する地理情報を整備して入力データとして、わが国の森林吸収量推定に適用した。 ・ 開発されたモデルのキャリブレーションを、高山と苫小牧のフラックス計測データを用いて実施し、モデルによるフラックスの推定が高精度で可能であることが示された。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域レベルでの吸収源活動に伴う炭素吸収量の認証手法の確立に向けて、リモートセンシングと吸収量推定モデルを組み合わせた評価手法を開発した。 ・ 森林生態系炭素吸収量評価モデルと土地利用変化モデルとを統合化し、中長期的な陸域生態系炭素収支の変動予測を実施した。 ・ リモートセンシングによる植生群落の分光情報をもとにした炭素吸収量推定モデルを構築し、地域森林レベルでの経時的な炭素吸収量変動の推定・検証を実施した。
	<p>観測と解析により太平洋の二酸化炭素吸収フラックスの変動と、グローバルな炭素収支における太平洋の寄与を明らかにする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 北太平洋の海洋表層二酸化炭素観測データ解析からその時空間変動、年々変動を明らかにした。35N以北の北太平洋では、年間の二酸化炭素吸収量は約0.24Gtであったが、この年々変動の大きさを見積もったところ、ベーリング海では pCO_2 の15 μatm 程度の減少がエルニーニョ時期に見られたが、他の海域では10 μatm 以下の小さい変動しか見られなかった。観測から、このような年変動を正確に評価できたのは世界でも数少ない。 ・ 海洋表層二酸化炭素測定装置の国際統一精度実験を行い、NIESのタンDEM型平衡器が世界の基準となりえることがわかった。 ・ 海洋表層CO₂観測に関する国際ワークショップを開催した。 ・ ドイツとの共同研究による北大西洋の海洋表層CO₂観測データの解析、太平洋との比較を開始した。 ・ 西部太平洋の海洋表層二酸化炭素観測を開始するために、必要な協力商船を確保することができた。これに、海水観測装置を設置し、次年度からの測定が開始できるように準備を整えた。 ・ 太平洋の中緯度域の表層海水観測を継続し、広い範囲での太平洋の二酸化炭素分圧のデータベースを作製した。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
統合評価 モデルを 用いた地 球温暖化 のシナリ オ分析と アジアを 中心とし た総合的 対策研究	アジア全域及 び主要国に適 用できる環境 - 経済統合モ デルを開発し、 シナリオ分析 を基に環境対 策分野のイノ ベーションに よる温暖化対 策実現を評価 する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ A I M/技術選択モデルを地域、都市レベルに適用できるように汎用化し、二酸化炭素以外の温室効果ガスの評価モジュールを開発するとともに、対策の国間比較分析やC D Mの効果分析に適用した。本モデルは中国、インドなどにおいても政策分析に適用された。I P C C 第4次評価報告書に情報を提供した。 ・ 日本、インド、中国、タイ、韓国の経済・マテリアル統合モデルの基本モジュールを各国の研究者と共同で開発し、温暖化対策の経済影響について分析した。また、大気汚染による経済影響を分析できるモジュールを追加した。これにより、温暖化対策の健康影響緩和などの副次効果を分析できるようになった。 ・ 簡略型統合モデルを開発してアジア42カ国に適用し、さらに世界に拡張・汎用化を実施した。アジア版の結果についてはU N E P / G E O 3に引用された。 ・ 多地域多部門一般均衡モデルを開発し、技術発展を内生化したシミュレーションを行い、技術発展と温暖化対策費用の関係について分析した。 ・ A I M/技術選択モデル、経済・マテリアル統合モデル、応用一般均衡モデルを適用して、日本の炭素税の影響について分析した。結果は中央環境審議会の専門委員会で引用された。 ・ 戦略的データベースの設計を行い、交通部門、家庭部門のエネルギー消費削減やバイオマスの導入可能性などについて分析した。また、将来シナリオと対応させたイノベーションの効果进行分析した。結果はエコ・アジアに提供した。 ・ アジア地域を中心としたエンド・ユースモデルを世界21地域に拡張し、地域の削減ポテンシャルについて分析した。 ・ 日本を対象とし、2050年までの温室効果ガス削減にいたる道筋を検討し、日本を対象とした2020年の温室効果ガス削減シナリオと2050年の排出シナリオを作成した。 ・ 長期的な温室効果ガス削減目標と経済発展および、短期的な地域環境目標を考慮した温室効果ガス削減対策についてアジアの主要国と共同で検討した。ミレニアム開発目標の分析結果などをN U E P / G E O 4に提供した。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
	<p>大気海洋結合気候モデルの高精度化、並びに地域気候モデルの開発・高精度化を図る。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 旧モデルで行った過去の気候再現実験結果について検討し、その問題点を明らかにした。 ・ エアロゾル輸送モデルを簡略化して気候モデルと結合し、エアロゾル - 気候相互作用を陽に考慮することが可能となった。 ・ 気候モデル計算のため、過去150年程度の期間について硫酸エアロゾル前駆物質および黒色炭素の排出量データを構築した。 ・ 様々な気候変動要因（太陽定数変動、火山噴火、温室効果気体増加、オゾン変動など）のデータ整備およびそれらを数値気候モデルに導入するためのプログラム開発を行った。 ・ モデルによる気候再現性を比較・検討するための気象データの整備やエアロゾル特性に関する長期解析に着手した。 ・ 現状で考慮し得るほぼすべての気候変動要因を考慮した過去の気候再現実験を行い、20世紀に観測された地上気温の長期変化を尤もらしく再現した。 ・ 炭索性エアロゾル排出量の経年変化を考慮することにより、地上気温変化の地理的な分布の再現性が向上することが確認された。 ・ 人為起源および自然起源の気候変動要因を切り分けた実験を行い、20世紀前半の昇温は自然起源の気候変動要因に起因すること、20世紀最後の30年程度の昇温は人為起源の気候変動要因に起因することが示唆された。 ・ 高解像度気候モデルの結果を解析し、将来の日本の真夏日や豪雨の増加に関する将来見通しを行った。 ・ 観測された地上気温変動の要因別の寄与率を統計的手法に基づいて推定した。 ・ 気温以外の物理量についても過去の長期変動要因推定を試みた。また、地域的な気候変動についても、特にアジア域に着目して、同様の解析を行った。 ・ 高解像度気候モデル等の結果を用いて、豪雨等の極端な気象現象に関する将来予測とメカニズムの解明を行った。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 気候感度の異なる2つのモデルバージョンを用いて大規模火山噴火に対する応答のテストを行い、気候感度の不確実性に関する検討を行った。
	<p>水資源や農業等への影響モデルの開発・改良を行うとともに、気候変動に対するアジア地域の適応可能性を検討・評価する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 気候シナリオデータの開発：IPCCに基づく気候シナリオデータを作成し影響評価へ適用できるようにした。 ・ 水資源影響モデルの開発：水資源影響モデルを開発し、それを適用して、全球を対象地域として、流域別に水需給・渇水リスク推計を行った。 ・ 適応投資政策分析モデルの開発：短期の気候変動性（異常気象等）への脆弱性の軽減と、長期の気候変化への脆弱性の軽減を、同時に勘案して効率的な適応政策を提案するため、適応投資政策分析用モデルを開発して、中国の河川投資評価に適用した。 ・ 影響モデルの技術移転：影響モデルの普及を図るために、既開発の農業モデルならびに気候シナリオ開発ツールを各国研究者が利用できるようなパッケージ化をはかった。また実際に韓国に技術移転し、影響評価を行った。 ・ 水資源管理モデルの開発とアジア地域への適用：給水・衛生設備導入にかかる費用とその効果に関する分析を行った。費用データを収集・整備し、アジア全域についての評価を行った。 ・ 健康影響モデルの開発と適用：気候変化ならびに公衆衛生環境から下痢発症数を推計する健康影響モデルを開発し、社会経済発展による公衆衛生環境改善を考慮した地域別の健康影響評価を行った。 ・ 適応策の検討：予測される温暖化影響を低減するための適応対策の評価に関する既存情報のデータベース化を行った。また、農業影響について、適応策を勘案した影響評価を行った。 ・ 影響閾値の検討：影響知見の統合化による影響閾値検討のためのツール開発と、それを用いた閾値検討と気候抑制目標提案を行った。

2. 成層圏オゾン層変動のモニタリングと機構解明プロジェクト

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
オゾン層 の監視	<p><u>衛星モニタリング</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ I L A S データの検証と提供 ・ I L A S - 観測データの取得・解析・検証とデータの提供 ・ I L A S - による極域オゾン層の変動実態の監視 ・ 新たなデータ解析手法の開発とその検証 	<ul style="list-style-type: none"> ・ I L A S version 5.20 の検証結果をアメリカ地球物理学会誌 (Journal of Geophysical Research) に発表、特集として掲載された。 ・ I L A S version 5.20 プロダクトを国内外の一般ユーザーに向けて提供した。 ・ I L A S version 6.0 プロダクト (登録研究者に提供) で C I O N O₂ など I L A S の計画時に想定していなかった化学種の高度分布の導出にも成功した。 ・ I L A S - によるオゾン層の観測を実施 (2 0 0 3 . 4 - 2 0 0 4 . 1 0) し、観測スペクトルデータの運用・処理を行った。 ・ I L A S - 観測スペクトルデータの処理アルゴリズムの改良とそのデータ検証に務めた。オゾン、硝酸、亜酸化窒素、メタン、エアロゾルなど各観測化学種に対して検証解析 (version 1.4) を実施し、その精度評価を行った。その成果はアメリカ地球物理学会誌 (Journal of Geophysical Research) に特集として発表 (2 0 0 6 年 6 月) 。 ・ I L A S - version 1.4 プロダクトを国内外の一般ユーザーに向けて 2 0 0 6 年 2 月に提供した。 ・ プロジェクトの最終データプロダクトの提供に向けた I L A S - version 2.0 アルゴリズムを開発、最終プロダクトをサイエンスチームメンバーへ提供した。 ・ P S C イベント時のデータ解析手法として、ガス - エアロゾル同時算出法を開発した。 ・ ガス - エアロゾル同時算出手法を I L A S データに適用し、N₂O, C H₄, H₂O, O₃ 間の相関を利用してその手法の有効性を実証、また極成層圏雲 (P S C) の組成判別への応用の可能性も示した。
	<p><u>地上モニタリング</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ オゾンレーザーレーダーデータを再解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・ オゾンレーザーレーダーの全観測データの再解析を終了し、再解析データを衛星データ (S A G E) などと検証比較し、その精度を確かめた。 ・ 再解析・検証済みのオゾンレーザーレーダーによるオゾン高度プロファイルデータを N D S C に登録した。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
	<p>後、国際観測ネットワークNDS Cに登録</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ミリ波分光計による中層大気オゾン観測データのNDS Cへの登録 ・ ミリ波分光計を用いた中層大気におけるオゾンモニタリング手法の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ミリ波分光計によるオゾンのモニタリングをつくばならびに陸別（北海道）で実施。 ・ 陸別のミリ波オゾンデータをNDS Cに登録した。 ・ 下部成層圏オゾンデータの取得のため、つくばミリ波分光計に対しハード面（1GHz帯域分光計の導入と新たな光学システムの開発、広帯域/狭帯域分光計の併用による不安定要因の解決）およびソフト面（オゾンの高度分布データの導出アルゴリズムの開発）の改良を実施。下部成層圏から中間圏におよぶ高度領域でのオゾンモニタリング手法を確立した。
オゾン破壊機構解明	<ul style="list-style-type: none"> ・ I L A S、I L A S - データ活用による極域オゾン層変動に関わる物理・化学的なプロセスの解明 ・ I L A S と I L A S - の比較から、南北両半球高緯度でのオゾン層破壊機構の共通性と相違点の 	<ul style="list-style-type: none"> ・ I L A Sデータ解析をもとに、北極で「気温の低下 P S C生成 脱窒プロセスの進行 オゾン破壊速度の増加」のメカニズムが機能している事を実証した。 ・ I L A Sデータから、北極域での脱水現象の存在を衛星観測として始めて実証した。 ・ I L A S - メタンをトレーサーとした極渦内での大気の下降速度を決定した。 ・ I L A S - データを利用したP S C出現頻度と最低気温や硝酸混合比との相関の有無を明らかにし、バックグランドエアロゾル（成層圏硫酸エアロゾル）量もP S C出現頻度の因子である事を示した。 ・ 極渦生成期や北極夏季などの期間のオゾン濃度の変動原因をI L A S / I L A S - データや3次元化学輸送モデル（C T M）から化学的なオゾン破壊の寄与と力学的な影響に分離して説明できた。 ・ トレーサー相関法を用いて南極オゾンホール期間のオゾン分解速度の見積もりを行った。 ・ 衛星データ（I L A S）を利用した化学的オゾン破壊速度の導出（衛星 Match 解析）に世界で初めて

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
	<p>明確化</p> <ul style="list-style-type: none"> 極域オゾン破壊が中緯度オゾン分布に及ぼす影響の定量的評価 	<p>成功し、北極域でのオゾン分解速度を決定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 衛星 Match 手法を応用して南極オゾンホール内でのガス状硝酸と成層圏エアロゾルとの相関から脱硝酸過程の時間変化を明らかにした。 CTMを用いて北極極渦崩壊後の空気の混合過程を数値シミュレーションで再現した。 CTMによるトレーサー分子 (N_2O) 分布の解析から、北極極渦崩壊時期の成層圏子午面循環の年々変動と極渦崩壊時期との相関を明らかにした。 極渦内オゾン破壊の極渦外のオゾンへの影響を定量化するための手法として、時間閾値解析法とCTMを併用した手法を開発。ILASデータとの比較もあわせて北半球中高緯度でのオゾン分布への極域オゾン破壊の影響を定量化した。 ミリ波オゾン分光計を用いたつくばでのオゾンモニタリングの結果、60 km 以上の高度領域でこれまでに知られていないオゾン濃度の新たな季節変動を発見した。 陸別上空での下部成層圏での短周期振動を発見し、垂直および水平方向の大気の運動との関連性を明らかにした。
オゾン層 のモデ リング	<ul style="list-style-type: none"> 成層圏化学気候モデル (CCM) ならびに化学輸送モデル (CTM) を開発する。 CTMを用いた中低緯度オゾンの長期変動の解析を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> CCMおよびCTMを開発し、オゾン分布の再現性などをチェックし、更なる高精度化に向けて、臭素化学系の導入や大気球面効果の導入、更には空間分解能の向上などを行った。 西太平洋亜熱帯域に存在するオゾンホールレベルの低オゾン濃度領域の年々変動についてCTMを用いた再現実験を行い、その変動要因として力学過程と化学過程の寄与を分離し、力学的な要因が支配的である事を明らかにした。 CCMとCTMに球面大気の効果を導入し、2つのモデルでの比較実験を実施した。オゾンホールの規模に対する光化学的オゾン分解と力学的要因が影響を及ぼす時期を明らかにし、特にオゾンホール生成そのものがオゾンホールの持続期間に影響を及ぼしている事を明らかにした。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
	<ul style="list-style-type: none"> ・ C C Mを用いたオゾン層の長期変動数値実験を行い、オゾンホールの将来予測を行う。 ・ モデルの高精度化に向けた改良を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ C C Mを用いてCO₂増加条件下でのオゾンホールの長期変動数値実験を実施し、今後のオゾンホールは主として塩素負荷量に依存して変化する事を示した。 ・ 更に臭素化学反応系を含んだ改良版C C Mでの過去のオゾン層変動再現実験および将来予測実験を実施、最新のWMOオゾン科学アセスメント2006へインプットした。

3. 内分泌かく乱化学物質及びダイオキシン類のリスク評価と管理プロジェクト

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
分 析 法・試験法 (a)化学 計測法	高感度、高精度或いは簡易迅速な測定方法の開発を行い、それを用いた環境汚染状況の把握や汚染の改善に資することを目標としている。また、環境省の公定法等として広く用いられることを通じて、監視手法の確立に結びつける。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 質量分析法を中心として、高感度高精度微量分析法の開発をすすめ、環境調査への適用をはかった。 ・ 環境ホルモンの分析においては、高感度、高精度化を達成した。ダイオキシン類の分析については、微量分析のための前処理法をはじめとする各種検討を行い、公定法化を進めた。また、リアルタイム、オンサイトモニタリングのための測定装置を開発し、実証試験を行った。 ・ LC/MS/MS法を用いビスフェノールA、ノニルフェノール或いはエストラジオール等の女性ホルモン作用を有する物質の抱合体を含む一斉高感度分析法を開発した。 ・ LC/核磁気共鳴法を用いた未知のホルモン様物質の手法の評価を行った結果、μgレベルでの同定が可能となった。 ・ ジフェニルヒ素を含む有機ヒ素の化学形態別分析法の開発をLC/ICP/MS, LC/MS/MSを用いて行った。またNMRを用いてフェニル、ジフェニルヒ素のみならず、それらのメチル化体等の存在を確認した。 ・ ダイオキシンについては10ml血液の超微量の測定法の公定法化をすすめた。ダイオキシン類の超微量分析のための前処理法の改良を行った。血中微量ダイオキシン分析のための抽出法として、従前の有機溶媒を用いた抽出をオクタデシルシリル基(ODS)を持つカートリッジカラムに切り替える検討を行った結果、迅速かつ簡単な方法となりうる事が明らかとなった。また土壌底質試料からの抽出法として高温溶媒抽出法(ASE)を検討した。その結果、効率よく且つ迅速に抽出されるが、一部の異性体が分解することも明らかとなった。またダイオキシン類の簡易分析法の評価を行った。 ・ ダイオキシン類のリアルタイムモニターの製作とその評価を行った。具体的には、レーザー光イオン化、TOF質量分析を用いて、排ガスの中の微量PCBの測定装置開発及び吸着/熱脱着IT/MSによる排ガス中の微量PCB測定装置を開発し、実証試験を行った。 ・ 煙道排ガス中のダイオキシン濃度のオンサイト測定装置の開発、改良を行った。低分解能MS条件での測

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
		<p>定であるが、良好なクロマトグラムが得られ、感度もサブp gが測定可能であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 臭素化ダイオキシン、臭素化難燃剤等の臭素系化合物の統合的な微量分析法を確立した。
(b) 生 物検定法	<p>化学物質の内分泌かく乱作用の有無強弱を評価するための生物検定法を確立することを目標とし、それにより、環境の状況の把握に資する。国際的に調和された評価法として位置づけると共に、化学物質の安全性(あるいは危険性)を判定することに役立つ。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 酵母ツーハイブリッド法をはじめとする各種のバイオアッセイ系のラインアップを揃え、環境試料への適用をはかった。酵母ツーハイブリッド法のハイスループット化を達成した。甲殻類における内分泌攪乱化学物質試験法を構築し、OECDの試験法としてバリデーションを行った。 ・ 酵母ツーハイブリッド法とELISA法の組み合わせがもっとも適用性が高いと判断し、迅速化、高感度化への改良を行い、ヒトエストロゲン受容体(hER)、メダカエストロゲン受容体(mER)、ヒトアンドロゲン受容体(hAR)、ヒト甲状腺ホルモン受容体(hTR)、ヒトレチノイドX受容体(RXR)を導入した酵母アッセイ系を構築し、多くの化学物質についてスクリーニングを行った。hER導入酵母アッセイでスクリーニングした291種類の化学物質についてS9代謝試験も含めて、アゴニスト活性及びアンタゴニスト活性のデータをホームページ上に掲載した。 ・ 環境蓄積とその影響が危惧されているPCBの代謝化体である水酸化PCBの91物質についてhER、hTR、及びhRXR酵母アッセイでスクリーニングを行い、27種類(30%)からエストロゲン活性が、24種類(26%)から甲状腺ホルモン活性が、4種類(4.4%)から甲状腺ホルモンアンタゴニスト活性が、20種類(22%)からレチノイドX受容体結合活性が認められ、構造活性相関について検討した。 ・ 酵母アッセイ法を用いて実際の環境水等の評価を行い、霞ヶ浦などの湖水、都市河川、東京湾などにおけるエストロゲン作用の強さについての知見を得た。メダカエストロゲン受容体(mER)酵母アッセイを併用する事により汚染源の推定に有効であることを示した。 ・ メダカ、ヌカエビ、ミジンコを用いたin vivoの評価法を確立し、それらを用いた内分泌かく乱物質の評価をいくつかの化学物質について行った。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 小型甲殻類の仲間であるオオミジンコ (Daphnia magna) は通常単為生殖によってメスだけを産む。研究の結果、あらたな知見として、昆虫や甲殻類の幼若ホルモン (ジュベニールホルモンI、 、メチルファネソエート) およびそれらの類似化学物質として知られている幼若ホルモン様昆虫成長制御剤 (フェノキシカルブ、ピリプロキシフェン、メトプレン、キノプレン、エポフェノナン、ヒドロプレン) への曝露によってオオミジンコのオス仔虫生産の誘導が起きることを明らかにした。このオス仔虫の誘導をエンドポイントとして、ミジンコを用いた甲殻類における内分泌かく乱化学物質試験法を構築し、OECDに正式提案を行い、世界各地のオオミジンコの感受性を調べ試験法のバリデーションを行った。 ・ メダカの試験系において精巣卵形成および性転換に関する基礎的研究を行い、暴露濃度だけでなく、暴露期間も重要な因子であることを見いだした。メダカの卵黄タンパク質の前駆体であるピテロジェニンのELISA法による測定の標準化、バリデーションをメダカピテロジェニン標準タンパク (NIESスタンダード) を作成して行った。 ・ 鳥類における内分泌かく乱作用検出法として、ウズラ受精卵への化学物質投与による発育試験法システムを構築した。DES及び水酸化PCBの投与により、内分泌かく乱作用の指標となりうる成熟ウズラにおける輸卵管の異常、卵殻の菲薄化が検出され、内分泌かく乱作用検出法として優れていることを示した。 ・ 複合影響をエストロゲン活性及び甲状腺ホルモン活性について酵母アッセイ法を用いて検討を行い、相加的であることを確認した。 ・ 内分泌攪乱化学物質の試験法開発における国際協力 (OECD、日韓、日米) を行った。
環境動 態の解明 (a)室内実 験	フィールド調査での 内分泌かく乱物質の 分布状況の把握や室 内での分析試験等の	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内分泌かく乱物質の環境動態の解明については、フィールド調査及び実験室内におけるメカニズム研究を含めて行い、東京湾におけるノニルフェノール分布、地球規模のダイオキシン・POPsの分布を明らかにした。 ・ 底質中には、エストロンの蓄積がみられるが、室内実験によりエストロンの嫌気分解を検討した。東京湾

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
(b) 東 京 湾・霞ヶ浦 フ ィ ー ル ド 研 究 (c) 地 球 規 模 の 動 態 解 明	実験を通じて、内分 泌かく乱物質の環境 汚染の状況を地域レ ベルであるいは地球 規模レベルで明らか にする。また、これ らの情報を環境基準 値等の数値目標設定 に活用する。	<p>の海水/底質系においてエストロンの一部は嫌気条件下でエストロジオールに変換されることが明らかになった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 界面活性剤ノニルフェノールエトキシレートは分解してノニルフェノールになると考えられている。東京湾内湾及び流入河川、下水処理放流水中のこれらの物質の分析を行い、分布の状況等についての知見を得た。 ・ 有機塩素系農薬類（DDT、クロルデン、トキサフェン）の蓄積をオーストラリア州オード河で調査し、ワニに高濃度で蓄積していることを明らかにした。 ・ 臭素化ダイオキシンおよび臭素化難燃剤について、分析法を確立し、底質コアや生物体の分析を行ってきている。人体脂肪組織中或いは野鳥カワウに存在し、これらの物質の生物蓄積がすすんでいることを明らかにした。またカワウにおいて甲状腺の過形成が進んでいることを明らかにした。関連する汚染物質の分布情報の集積を始めた。霞ヶ浦においては、環境データの蓄積を行った。 ・ 東京湾の稚シャコ中のダイオキシン類の水域間の比較を行った。PCDDsとPCDFsは湾北東部で高く、コプラナーPCBsは湾北西部で高かった。コプラナーPCBs濃度が高いため、ダイオキシン類の総量では湾の北西部で高い結果となった。 ・ 地球規模のダイオキシン類およびPOPs汚染を解明するために1995年から97年に捕獲されたイカの肝臓を用い、外洋におけるダイオキシン類の分布と発生源の推定を行った。その結果、北部太平洋周辺、ことに日本付近の海域で高く、それと比べて南半球では低く、赤道付近では検出できないレベルであった。また、発生源は多くが燃焼起源であると推定された。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
<p>生物影響の解明 (a)野生生物への影響の解明 (b)人体影響の解明 (哺乳動物)</p>	<p>野生生物や人において内分泌かく乱によって引き起こされると疑われる生物影響を詳細に調べ、化学物質との関連を明らかにとする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ イボニシのインポセックス発症における R X R の関与、ダイオキシンによる水腎症発症における腎イオンチャンネル関連遺伝子の変動など、遺伝子レベルでメカニズム解明を進めた。特に水腎症という病態と遺伝子発現の変動の関係を明らかにした点は画期的な成果である。ヒトにおける影響では、出生年代別の精巣重量変化を明らかにした。 ・ 霞ヶ浦におけるヒメタニシ、東京湾におけるマコガレイを対象として内分泌攪乱影響の調査を行った。東京湾における内分泌攪乱の実態解明のため定点観測による生物量把握、生物サンプルの分析、過去データとの比較を行い、サメ、エイ類が増加していることを明らかにした。 ・ 巻貝類におけるインポセックスと有機スズ汚染に関する全国的な調査、アワビ類の内分泌攪乱に関する全国規模の実態調査を行った。有機スズ化合物のアワビ類に対する流水連続曝露試験を実施し、神経節や生殖巣での組織変化を観察した。 ・ 巻貝におけるインポセックスの発生メカニズムにおける Retinoid X receptor (R X R) の関与を明らかにし、R X R 遺伝子及びタンパクの発現、R X R 標的遺伝子、ペニス及び輸精管の分化と増殖(成長)について検討した。しかし、卵巣の精巣化では、R X R とは異なるメカニズムの存在の可能性を示唆した。 ・ 甲状腺ホルモン阻害剤、環境ホルモン、有機ヒ素化合物の脳神経系、行動への影響を実験動物を用いて行った。多動症モデル実験を行い、生後5日齢のラットへの大槽内投与により、ビスフェノールA、p-オクチルフェノール、トリブチルスズで多動症が起きることを示した。また、ビスフェノールA、p-オクチルフェノールについては、ラット新生仔への経口投与によっても多動症が起きることを示した。 ・ ダニアレルゲン誘発アトピー性皮膚炎マウスモデルを構築し、フタル酸エステルのDEHPが皮膚炎症状を増悪させることを見いだした。 ・ ダイオキシンの授乳期曝露による水腎症は尿管の閉塞を伴わないこと、尿細管の特定部位においてイオンチャンネル関連の遺伝子が増動していることを見いだした。すなわち、AhRを介して起こる腎臓COX2

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
		<p>の発現上昇に伴うNKCC2およびROMK遺伝子発現の抑制により、腎尿細管のNa、K、Clイオンチャネル関連遺伝子発現が変動していることを明らかにした。コプラナーPCB114、PCB118について甲状腺ホルモン低下作用のメカニズムを検討し、PCB118の作用機序にはTTRが関与し、AhRは関与しないことを示した。ダイオキシンの毒性評価にAhRを介さない毒性を考慮する必要性を示唆した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ヒト用超高磁場NMRの脳測定を行い、ボランティアの脳形態画像の集積と、脳機能画像測定のための基盤整備を行った。ヒト脳内のグルタミン酸、GABAの同時検出を可能とし、脳局所スペクトルによる代謝解析の手法を確立した。 ・ 母乳中のダイオキシン類を測定するとともにダイオキシン類曝露の生体影響指標として、母乳細胞のCYP1Aの有用性を検討した。また、CYP1A1の多型が感受性要因として機能しているかどうかを検討した。 ・ ヒトの剖検データから精巣重量の出生年別経年変化を解析し、出生年が新しいほど、最大精巣重量に達する年齢が若く、また、精巣重量が17gを切る年齢も早まる傾向があることが示された。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
<p>総合対策の研究 (a)分解処理技術 (b)総合的情報システムの研究</p>	<p>内分泌かく乱化学物質による汚染や影響を未然に防止するための情報とリスクの管理手法を提示すると共に、汚染の修復に貢献しうる技術の萌芽的な開発を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 分解技術についてはバイオ技術を中心に展開した。内分泌攪乱化学物質のリスク評価と管理のための統合情報システムについてはGIS上の高詳細環境モデルを完成させ、ダイオキシン類やP R T R対象物質に対するケーススタディとモデルの検証を実施した。 ・ P C B分解について光増感光分解の有効性を検討した。また光分解反応プロセスの量子化学的解析を行った。一方植物はビスフェノールAをよく吸収し、不活性化させることを見いだしたので、有用な植物種の選抜を行った。微生物分解については、P C B、フタル酸エステル類、dioxaneの分解菌を分離して、その有効性を検討した。dioxane分解菌を用いてダイオキシンの分解産物の同定と分解経路の推定を行い、応用に向けた知見を得た。 ・ 高温・高圧の熱水により土壤のダイオキシン類を効率よく除去できることを示した。 ・ 内分泌攪乱化学物質のリスク評価と管理のための統合情報システムをGIS上に構築し、システム基盤の整備とモニタリングデータのGIS上における解析手法の検討を行いGIS多媒体モデル(G - S I E M S)を開発した。このモデルを用いて、ダイオキシン類やP R T R対象物質に対するケーススタディとモデルの検証を実施した。また、P O P s輸送モデルに対する複数の国際比較共同研究に参加し、性能比較研究を行った。

4. 生物多様性の減少機構の解明と保全プロジェクト

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
1. 野生生物の保全地域設定をめざした生息適地分布モデルの開発	流域ないし地域スケールでの生物多様性の変動を予測できる二次元空間モデルの開発を行う。野生生物の地理的分布の文献・フィールド調査を行い、地図情報化する。土地改変や気候変動の歴史的情報から野生生物の分布変化を把握する手法を開発する。	<p>(1) 環境省の生物多様性情報などを用いた昆虫類の生息適地モデルの開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 生物分布データベースから、生息種リストがほぼ完全なグリッドだけを抽出することに成功した。その結果を用いてトンボの種ごとの生息適地モデルを構築した結果、種ごとの生息地選好性と生息適地の面的推定の精度が格段に向上した。 環境省生物多様性センターの所有するトンボの分布記録をもとに、120種の地理分布について気温、傾斜角による説明を試みた。10kmグリッドをベースにした場合、ほぼ100%気温だけで説明できる種からほとんど説明できない種までさまざまであることがわかった。
	流域を構成する様々なランドスケープを客観的に定義し、その質、量、および配置と生物多様性との関係を導き出すことによって、人為的改変が生物多様性におよぼす影響を評価する。そして生態系保全を流域レベルの空間スケールで行うための生物多様性予測モデルの開発を行う。	<p>(2) 淡水魚類の生息適地モデルの開発と保全地域の評価</p> <ul style="list-style-type: none"> 北海道全域を対象に、種ごとの生息適地モデルを開発して解析した結果、種の多様度、種の生息確率ともにダム上流において著しく低下していることが分かった。 魚種ごとの生息適地モデルを用いて、淡水魚類保全地域の評価を行った結果、保護水面で有意に生息密度が高い魚種がある一方で、27種もの淡水魚類が保護水面で生息密度が有意に低いことが明らかとなった。 河川地形の多様度を定量化する指標を開発して解析した結果、最近の半世紀の間に、北海道の河川地形の多様度が平均して73%程度低下していると推定された。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
	<p>生物多様性減少の現状を淡水魚を材料に多角的に把握する。その際には、1)土地利用変化、2)個体群孤立化、3)生物導入、に注目し、減少が進行する上でどの魚種でどの要素が貢献しているかを評価する。その上で、生物多様性の減少予測やそれに対する保全を進める上で、どのような生物多様性の要素に着目していくべきかを把握する。</p>	<p>(3) <u>淡水魚の分布の縮小/拡大過程の評価</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 水資源・土地利用変化による水域とその周辺の環境変化によって淡水魚の生息範地の縮小・孤立化が引き起こされていることがわかった。これは、従来の生息域が広範な種（メダカ）にも、限られた種（イトヨ）にも生じている。 マイクロサテライトマーカーおよびミトコンドリア遺伝子座を用いて、遺伝的多様度・系統解析を実施し、取扱う対象生物・課題に適した遺伝マーカーを利用あるいは開発することができた。本来の系統地理分布の情報がないと、現時点での系統分布の解析が十分には出来ないため、系統地理分布情報の分析・収集・蓄積を進めた。
	<p>生物多様性の変遷の解析し、オオヨシキリの地理的な分布要因を解明し、ハビタット消失にする反応を個体群存続可能性分析から予測する。さらに、自然環境保全基礎調査データを用いた複数種へのモデル拡張を行う。</p>	<p>(4) <u>鳥類の生息適地モデルの開発</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 湿地性鳥類の指標種であるオオヨシキリの生息確率を予測するロジスティック回帰モデルを構築した。オオヨシキリの生息確率は、0.5 ha 以上の大きいヨシ原の分布と標高の2つの変数で説明可能なことが明らかになった。 自然環境保全基礎調査のデータをもとに全国規模の繁殖鳥類の生息予測モデルを作成した。変数増減法によるロジスティック回帰モデルによって繁殖鳥類79種のモデルを構築し、このうち7割以上で実用可能なモデルが得られた。
	<p>流域の様々な人間活動が生物多様性に及ぼす影響と、その生態学的なメカニズムの解明を行う。さらに、現実に急速にいなくなっていく身近な水生生物の生息域を保全するための具体的なシナリオを作る</p>	<p>(5) <u>ため池/湿地の生物多様性の減少機構の解明</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 兵庫県のため池をフィールドに、トンボ群集を支配する環境要因を調べた。近くの森があり、池の水生生物相が豊かで、護岸をしていないため池で多種のトンボ成虫が見られた。また、幼虫に対してはアメリカザリガニの影響が大きいことが示唆された。同様の解析を魚群集、底生動物群集、プランクトン群集について行ったところ、それぞれ重要な環境変数が異なり、微小な生物ほど広い空間スケールの景観変数が選ばれ

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
		<p>る傾向を示した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 釧路湿原達古武沼で大型生物種の窒素・炭素安定同位体比を測定した結果、定住性のある魚種の食物網中の栄養的地位は、水生植物群落が残存する水域で高いことが明らかになった。
	<p>種構成の空間的相補性を考慮した保全重点地域の選定手法の開発</p>	<p><u>(6) 種多様性によって保全の重点地域を抽出する手法の開発</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 生息域の狭い種や希少種の存在を敏感に反映する指標である「置換不能度」をパソコンで短時間に計算するアルゴリズムを開発するとともに、全種出現組合せの考え方を拡張し、複数回出現の場合の組合せ算出法を開発した。 ・ 生物の分布情報にもとづいて効率的かつ柔軟に保護区のデザインを行うアルゴリズムを開発した。このアルゴリズムでは、近似的に最適なデザインの多数の候補を高速に算出する。提示された多数の候補デザインから、その他のさまざまな制約条件などを考慮して採用するデザインを選択するという手順を提案した。
<p>2. 侵入生物・遺伝子組換え生物の生態系影響</p>	<p>侵入生物の侵入経路、現在の分布、在来生物へのインパクトなどの情報のデータベース化と地図情報化を行い、分布拡大の原因を分析する。</p>	<p><u>(1) 侵入生物に関するデータベースの構築</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 既往の文献から移入種の一覧を作成し、ほ乳類26種・鳥類27種・は虫類14種・両生類3種・魚類32種・昆虫246種・維管束植物1,336種を記録した。このうち生物多様性への影響の大きい種を中心にデータベース化を行った。侵入種名・侵入特性・生態特性・影響・文献の項目と国内分布地図からなるデータ構造を設定し、収集したデータの入力を行った。各項目の入力仕様を整備し、国内初の侵入種生態データベースの基礎が完成した。完成した初版データベースの一般への公開を開始した。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
	農業資材としての輸入生物による遺伝的攪乱、在来生物への影響、寄生生物の随伴に関する実態調査を行い、生態系への影響を評価する。	<p>(2) <u>セイヨウオオマルハナバチなどの侵入種生態リスク評価</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ セイヨウオオマルハナバチと在来マルハナバチの野外における種間交雑の実態および外来寄生生物の持ち込みの実態を解剖生理学および分子遺伝学的手法を駆使して明らかにした。 ・ マルハナバチ生態リスク管理に関する初の産官学共同プロジェクトとして農林水産研究高度化事業課題を立ち上げ、本課題のリスク評価データは、本種の特定外来生物指定へとつながった。
	輸入ペットによる遺伝的攪乱、在来生物への影響、寄生生物の随伴に関する実態調査を行い、生態系への影響を評価する。	<p>(3) <u>外国産クワガタムシの生態リスク評価</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 分子遺伝解析からアジア域に分布するクワガタムシ個体群の進化的重要単位を明らかにした。500万年以上前に分化して隔離されていたと考えられる侵入種と在来種の間でも妊性のある雑種が生じ、種間交雑による遺伝的浸食のリスクがあることが示された。クワガタムシと寄生性ダニの分子系統比較を行った結果、宿主の系統分化と地理的分布拡大に合わせて、寄生性ダニも宿主特異的に分化するとともに、宿主転換をして分布拡大してきた歴史的背景が明らかとなった。
	ブラックバスの侵入起源、国内での分布拡大を遺伝的解析によって再構築する	<p>(4) <u>ブラックバスなど外来魚の分布拡大過程の把握</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国内各地よりブラックバス標本を収集して、ミトコンドリア遺伝子の解析から系統群を推定した結果、オオクチバスについて3系群が確認され、うち2群が国内定着していた。そのうち、1系群はミネソタ産由来のハプロタイプが含まれるので1972年導入のミネソタ産・ペンシルベニア産個体に由来する可能性が高い。 ・ 関東地方河川のオイカワを対象に琵琶湖由来の遺伝子型を探索した結果、当該遺伝子型の定着を確認した。琵琶湖からの放流魚が国内の生物多様性に攪乱を与えている場合のあることを確認した。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
	外来ザリガニの分布規定要因を生息環境の解析によって明らかにする。	<p>(5) <u>釧路湿原の湖沼とその流出入河川における外来ザリガニの分布モデル</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 釧路湿原達古部沼とその流出入河川において、侵入種シグナルザリガニの除去活動を効果的に行う基礎として、分布特性の調査を行った。分類木を用いてザリガニの分布を予測したところ、岸直下のえぐれの体積がシグナルザリガニ出現の有無を規定していた。
	侵入鳥類が在来鳥類に与える遺伝的・寄生生物の影響を分析する。日本産メジロと外国産メジロのサンプルを収集し、その遺伝的変異および鳥マラリアへの感染率を明らかにする。	<p>(6) <u>大陸からの輸入ヒメメジロが日本固有のメジロに与える影響評価</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 鳥マラリアとトリパノゾーマの寄生率を解析する生化学的手法を確立した。これにより、血液寄生虫の寄生率は過去の報告よりも高いことを明らかにした。また、過去大量に輸入されたヒメメジロは、日本産メジロとは別種の可能性が高いことを明らかにした。
	GMダイズとツルマメを開放系で栽培し交雑率を求める。GMダイズとツルマメの雑種を人工交配によって作成し、後代における除草剤耐性遺伝子の挙動を調べる。	<p>(7) <u>GMダイズとツルマメの雑種作成と除草剤耐性遺伝子の世代間挙動</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ GMダイズをツルマメと近接して開放系で栽培して3,000粒のツルマメの種子を採取し、除草剤耐性試験を行ったが、除草剤耐性個体は得られなかった。
	野外におけるGMセイヨウアブラナの分布を調べる。 アブラナ科植物の野外における遺伝子流動を調べる。	<p>(8) <u>GMセイヨウアブラナの野外における遺伝子流動調査</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 一般環境中におけるGMセイヨウアブラナの生育の現状、導入遺伝子の拡散状況等の調査をおこなった。関東地方の主な河川敷と輸入港及びその周辺国道の状況を調べた結果、鹿嶋港およびその周辺国道でGMセイヨウアブラナの生育を確認した。国道51号線（佐原 成田間約25km）の調査では、除草剤耐性遺伝子を持つ遺伝子組換えセイヨウアブラナが少なくとも35地点で確認された。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
	<p>遺伝子組換え植物の環境中での挙動を簡便に調査する方法を確立するために、葉の形態異常や色の変化を引き起こす可視的マーカー遺伝子の開発を行う。</p>	<p>(9) 組換え植物の環境中での挙動調査マーカーの開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 遺伝子組換え植物の環境中での挙動を簡便に調査する方法を確立するために、葉の形態異常や色の変化を引き起こす可視的マーカー遺伝子の開発を行った。その際に用いる候補の遺伝子として、葉の形態変化を付与するタバコホメオボックス遺伝子(<i>NTH</i>)及び葉の色の変化を付与する2種類の遺伝子(<i>GFP</i>及び<i>R-gene</i>)を用いた。これらを導入した遺伝子組換えシロイヌナズナ及びタバコはいずれも非遺伝子組換え植物と可視的に区別することが出来た。この遺伝子を導入した組換え体と野生型との間の交雑率を検証したところ、交雑率は0.24%であった。またこの値は隣接した植物間の距離が離れるほど低下していった。この組換え体を用いてシロイヌナズナの近縁種であるミヤマハタザオとの間の交雑率も調べることが出来た。
	<p>cDNAアレイ法を用いた遺伝子組換え植物の発現遺伝子プロファイリングを行うことにより、遺伝子導入による内生遺伝子発現の攪乱についての予備的な研究を行う。</p>	<p>(10) cDNAアレイ法による組換え遺伝子の内生遺伝子発現への影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ DNAマイクロアレイ法により組換え遺伝子の導入による他の内在性遺伝子の発現が変化するかどうかについての調査を行った。その結果、遺伝子導入が内在性遺伝子発現に及ぼす影響は、品種の分化よりも大きいことが明らかになった。 ・ 同じ遺伝子(アスコルビン酸合成酵素)を突然変異および遺伝子組換えにより欠失させた植物と野生型との間の遺伝子発現変化を調べた結果、従来育種法に比べて遺伝子組換えによる育種は内在性遺伝子発現に対する影響が大きいことが示された。
	<p>環境中でのモニタリングあるいは影響評価のための遺伝的マーカーの検索を行い、それを導入した組換え微生物を作成する。次いで、環境中でのモニタリング手法の開発をするとともに微生物</p>	<p>(11) 組換え微生物の生物多様性への影響評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 定量的PCR法による特定微生物の検出法を開発した。反応液中に1細胞でもあれば検出することができる、従来法と比較して迅速、簡便かつ高感度の定量法が開発できた。さらにこの手法を発展させて有用微生物の特定遺伝子mRNAの定量法も開発した。 ・ 分子生物学的手法を基盤とした組換え微生物の微生物多様性に及ぼす影響を評価し

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
	物の生残性やその遺伝子の挙動に及ぼす環境因子を解析し、環境中で組換え微生物の状態を支配する機構の解明を行う。さらに組換え微生物の生物多様性への影響を評価するための適正なモデル実験生態系の設計を試みていく。	た。組換え微生物あるいはその宿主である非組換え微生物の接種によって微生物多様性が大きく変動することは観察されなかった。 ・ 遺伝子組換え微生物の生残性に影響を及ぼす環境因子について調べたところ、特別な選択圧のない条件では、微生物の環境中での生残性に、遺伝子操作の影響は認められなかった。
3. 数理モデルによる多種共存メカニズムの分析	個体群動態と遺伝子地図のデータを組み込んだ個体ベースモデルを開発し、サラソウ個体群の存続可能性を評価できるようにする。これを利用して、サラソウ個体群の適切な管理・保全方法を提案する。	<u>(1) サクラソウの遺伝・個体群動態モデルによる、個体群の存続性評価</u> ・ 個体群動態と遺伝子地図のデータを組み込んだ個体ベースモデルを開発した。また、遺伝解析により個体間の花粉のやりとりを求め、群落の空間構造から相対的な送粉量を推定するモデルを開発した。 ・ 遺伝解析による花粉散布範囲の推定から、同じ花型内では交配できないサラソウでは異なる花型がごく近距離に存在しなければ著しく種子生産が低下することが明らかになった。また、花粉媒介昆虫の行動に基づいたモデル予測により、和合性タイプの偏りが非常に重要な要因となる可能性が示唆された。
	森林動態の個体ベースモデルを開発し、森林を構成する多数の樹種の共存メカニズムに関する研究を行う。このモデルを用いて種の絶滅の過程を調べ、どのような条件が絶滅を加速し、どのような条件が共存を促進するのかについて予備的な検討を行う。	<u>(2) 森林の個体ベースモデルなどによる多種の樹木の共存メカニズムの研究</u> ・ 樹木の個体ごとの生死、成長、繁殖を明示的に表現する個体ベースモデルを開発し、森林での種個体群の存続メカニズムの研究を行った。繁殖の時間変動や、種特異的な死亡要因の強さと、多種共存促進効果との関係を示した。また、少数者や競争弱者の存続を促進するメカニズムは、気候の変動に対する植生帯の反応のしかたにも影響することを示した。一方、森林の構造のデータから、その森林で多種の共存を促進しているメカニズムを特定するのは困難だという予測を得た。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
	<p>長期間の進化の結果形成された群集は、外部から加えられる刺激（人間が加える刺激）に対してどのような反応をするかを明らかにする。具体的には、仮想的な生物群集に 1)外部からの生物の侵入、2)群集内の種の除去を起こしたとき、群集の構造、多様性がどのように変化するかをコンピュータシミュレーションを用いて明らかにする。また、侵入して定着しやすい生物、影響を受けて絶滅しやすい生物の性質を明らかにする。</p>	<p><u>(3) 生物群集への侵入生物の影響に関するシミュレーション実験</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 種間の被食・捕食関係に基づく仮想的な生態系モデルを構築した。モデルを構成するそれぞれの種が、固有の性質を持つとともに、漸進的に進化する。このモデルは、実際の食物網によく似た性質を持つ食物網を再現できた。また、「生きた化石」など、従来のモデルでは再現できなかった多様性変動パターンを再現できた。 ・ 頻繁に侵入を受けながら進化した群集と、全く侵入を受けずに進化した群集をモデル上で構築してから、外部から生物を侵入させるシミュレーションを行った。侵入を受けずに進化した食物網は少数の種類植物が多く動物を支えており、下位種が侵入したときの影響が大きいことがわかった。

5. 東アジアの流域圏における生態系機能のモデル化と持続可能な環境管理プロジェクト

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
衛星データ を利用した アジア・太 平洋地域の 統合的モニ タリング	<p>(1)東アジアにおける生態系機能を科学的に解明し、環境の時系列変化を継続的に追跡・把握するために国環研と中国科学院が共同で衛星MODISの受信局を北京とウルムチに設置し、東アジアの観測ネットワークを構築する。</p> <p>(2)衛星データ及び地上観測により、陸域における水・物質循環にとって重要なパラメータ(植生分布、地表面温度、積雪量、降雨分布、土壌水分量、等)の計測手法を開発するとともに、水動態フラックス及び陸域の生物生産量の推定手法を開発する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ウルムチと北京に高機能地球観測センサMODISの受信局を開設した。シンガポール、オーストラリアの受信局とのネットワーク体制を組み、5つの検証用地上観測点と2つのデータ解析よりなるアジア太平洋モニタリング体制を確立した。 ・ 5つの生態機能観測点の地上観測データを用いて、畑、水田、草原と塩類土壌地域の水文プロセス、炭素フラックス、純一次生産性などを解析した。 ・ 高頻度衛星センサによって得られるNDVI時系列データセットを用いた土地被覆変化を検知するための手法を開発した。 ・ 衛星による光合成能と反射スペクトルの計測に基づく乾燥地・半乾燥地植生の植物生産量の推定手法を開発した。 ・ MODISによる実水位データと湖底地形のDEMとを組み合わせた湖沼の貯水量を推定する手法を開発した。 ・ 河川水面幅を衛星観測することで、リアルタイムの流量推定手法を開発した。
長江・黄河 流域におけ る水循環変 化による自 然資源劣化	<p>(1)中国における人為的な水循環変動が水資源保全能力、農業生産能力等の生態系機能に与える影響を予測するための陸域環境統合モデルの確立を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水田からの流出特性を表現したモデルを組み込んだ降雨流出モデルを開発し、長江全流域における水文事象の再現が可能となった。また、流域土壌水分の時系列変化も表現可能となった。 ・ 洞湖庭と長江本流との相互作用をモデル化することで、三峡ダムの洪水制御機能評価を可能とした。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
の予測とその影響評価	(2)ダム建設,長江・黄河流域間水輸送等の電力・水資源開発や,植林,節水型農業,工場・生活排水処理等の環境保全対策オプションが流域圏の生態系機能に与える影響評価を行い,流域圏の持続発展のための環境管理計画を提示する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 洪水氾濫モデルを開発した。 ・ 大流域スケールの降雨による表面土砂の侵食モデルを開発し,降雨流出モデルと組み合わせて,年間および月単位での土砂生産量の推定が可能となった。 ・ 地表流・土中水・地下水流を統合し衛星データの使用により植生の季節変化を考慮したグリッド型水循環・熱収支モデルの開発をした。 ・ 長江本川に適用可能な環境負荷と流量との相関式を確立した。 ・ 産業連関アプローチによる長江流域水需要及び汚濁負荷発生インベントリモデルの開発を行った。 ・ 1998年の長江大洪水に対する三峡ダムの洪水制御機能を,想定ダム水位シナリオに基づいて検討した。 ・ 流域洪水対策として中国で実施されている退耕還林政策の土砂力学的検討を可能とした。 ・ 三峡ダム湖の富栄養化の可能性を検討し,上流域での汚濁負荷制御の必要性を示した。 ・ 華北平原の地下水利用灌漑農業の持続的利用性を可能とする灌漑方法の検討を可能とした。
東シナ海における長江経路の汚染・汚濁物質の動態と生態系影響評価	長江流域起源で東シナ海に流入する汚濁物質の海洋生態系内での物質循環を河口域における流入物質の定量と河口域生態系の遷移機構調査や東シナ海での拡散輸送過程調査の実施により明らかにする。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 長江経路で東シナ海に流入する汚濁負荷量の回帰モデルを確立した ・ MODIS等を用いた懸濁物質濃度分布推定手法の枠組みを確立した。 ・ 長江河口域および東シナ海において航海調査を実施し,河口から外洋域にかけての生態系構成種の遷移,長江起源希釈水の関与等を検討した。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
沿岸域環境 総合管理	陸域からの汚濁負荷や開発等人為的 改変にともなう底生生態系を含む沿岸 海域生態系の変動予測手法と海域環境 管理モデルを開発する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 東京湾に設置した人工干潟を用いて、二枚貝の生残や成長を検討し、その浄化機能評価モデルを開発した。 ・ 人工干潟における底生生物生息場保全のための曝気等の外的操作技術の開発とその効果の評価手法を開発した。

6 . 大気中微小粒子状物質 (P M 2 . 5) ・ ディーゼル排気粒子 (D E P) 等の大気中粒子状物質の動態解明と影響評価プロジェクト

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
P M 2.5 ・ D E P 発 生源の把 握と対策 評価に関 する研究	トンネル調査や沿道調査の手法を用いて、実走行状態での発生源特性を明らかにする。これとともにシャーダイナモ実験を実施し、ディーゼル排気成分の排出特性を明らかにする。また、固定発生源からの粒子状物質発生量を調査し、固定・移動発生源からの都市・沿道 P M / D E P 発生量を明らかにする。さらに P M / D E P 対策の視点からの交通・物流システムの改善策とその効果を、大都市圏を対象に検討する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ シャーダイナモ及び車載計測装置による実験により、粒子及びガス状大気汚染物質の実使用条件下における排出特性やナノ粒子と呼ばれる微少粒子の排出特性を把握した。さらに、道路沿道及び都市大気中における微小粒子の長期間モニタリングや粒径別組成分析を行い、沿道及び一般大気中における微小粒子の動態、物理化学特性を明らかにした。 ・ 車載計測装置による実使用条件下における排出特性研究の成果は、環境省水・大気環境局の自動車排出ガス原単位調査や使用過程車の N O x ・ P M 低減対策調査等に活用されている。また、微小粒子に関する研究の成果は、粒子状物質の粒子数規制導入について検討を行っている国連欧州経済委員会 W P 2 9 / G R P E の P M P - W G に報告され、将来規制の検討に活用された。 ・ D E P 排出量の地域分布推計手法をベースとした削減シナリオ評価ツールを開発し、ディーゼル車規制やロードプライシングシナリオを例にして、曝露評価モデルとも組み合わせて、その効果を評価した。 ・ この研究に関連して開発された排出量推計手法は、平成 1 7 年度大気環境学会論文賞を受賞した。評価ツールは、環境省水・大気環境局の自動車交通抑制策にかかるインパクト調査等に活用された。
P M 2.5 ・ D E P の 環境動態 に関する	風洞実験，航空機観測，モデル解析，データ解析手法を確立し，沿道スケールから地域スケールの環境大気	<ul style="list-style-type: none"> ・ 風洞実験，航空機観測，モデル解析，データ解析をもとに，沿道スケールから地域スケールにおける粒子状物質の動態を総合的に把握するとともに，対策評価手法を開発した。 <p>風洞実験により，道路沿道の大気汚染高濃度地区における大気汚染対策手法を提案・評価し，関係自治体に提言した。</p>

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
研究	<p>中における二次生成粒子状物質を含む粒子状物質の動態を立体的に把握する。具体的には広域PM/D E Pモデル、及び都市・沿道PM/D E Pモデルを検証し、都市・沿道大気汚染予測システムを構築する。このモデルを用いて発生源と環境濃度の関連性を定量的に明らかにする。</p>	<p>航空機観測を含む野外観測を関東と関西で実施し、都市域におけるPM動態を立体的に把握した。この結果は、都市域におけるPM汚染機構の解明に寄与するものである。</p> <p>全国のS P M濃度データを解析して、全国分布や経年変化を把握した。その結果、S P M環境基準の達成/非達成は、春季の黄砂による影響が大きいことを明らかにした。</p> <p>PMの発生源と環境濃度の定量的関係を把握するために、大気質モデル(風洞実験に基づく沿道大気汚染モデル、越境汚染影響を考慮した都市大気汚染モデル)を開発した。これらのモデルは、行政等における対策評価ツールとして活用可能である。</p> <p>地方環境研究所との共同により、都市大気汚染予報システムを構築した。テスト運用後、大気汚染予報情報の提供を開始する予定である。</p>
P M2.5・D E P の測定に関する研究	<p>ガス状成分、粒子状物質計測のための各種測定手法を比較評価し、発生源と環境における粒径別粒子状物質やガス状物質の組成や濃度を把握する。特に、P M2.5計測手法の比較検証にあっては、公定法であるS P Mデータからの推算の可能性についても検討を加える。また、</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ P M2.5自動計測器の並行稼働試験：平成14年の冬季と夏季にP M2.5自動計測器の並行評価試験を行った。対象にした機器は米国E P A認証のF R M式ローポリウムサンブラとの比較を行った。各測定器とも濃度の変動は一致したが、ピーク時の濃度、ベースラインの変動の幅は異なった。また、夏季にはどの計測器もF R Mより高い値を示し大気湿度の影響が大きいことが示唆された。 ・ ブラックカーボン(B C)モニタリング装置の並行試験：平成15年の初冬季にB Cモニタリング装置の並行試験を行い、光学補正をした熱分離炭素分析結果と比較した。その結果、濃度変動は同様であったが濃度の絶対値は最大で6倍程度の差があった。B Cモニタリング装置の測定値はフィルタ分析値と比べ20%から70%低かった。炭素分析法の検討：熱分離法および熱分離・光学補正法による炭素分析結果の比較検討を行った。元素状炭素、有機系炭素は測定法により明確な差が見られた。検討の結果、適切に補正を施せる採取方法・条件を明らかにした。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
	PM _{2.5} 粒子の中で、主成分を占める炭素成分について、従来の熱分離分別測定法に科学的な検証を加え、炭素成分に関する精度の高い測定手法を提言する。	<ul style="list-style-type: none"> PM_{2.5}自動計測器の測定値に大気湿度が影響することを見出し、今後のモニタリングの注意点を明らかにすることができたほか、ベータ線式SPM計を改良したPM_{2.5}測定機も一般環境において対応可能なことも明らかにした。BCモニタリング装置については研究によって明らかになった問題点を製造元の改良点に反映させることができた。また炭素分析法の検討を行い、今後の分析手法として期待される光学補正法の注意点を学会発表により周知させることができた。
PM _{2.5} ・DEPの疫学・曝露評価に関する研究	曝露量・健康影響評価のために地理情報システムを運用し、PM/DEPの地域分布の予測を行う。この結果を統計解析し、それぞれの地域における曝露量を予測する。さらに、GISを利用した全国・地域PM/DEP曝露量予測結果と疫学データとの関連性を解析し、健康リスク評価に資する資料を提供する。	<ul style="list-style-type: none"> 交通システム対策評価モデル、排出係数式推計モデル、DEP排出量の詳細推計・地域分布予測モデル、交通流モデルからなる削減対策シナリオ評価ツールを構築した。これと共に、このモデルシステムにリアルワールドの排出係数を与える事が出来る車載型計測システムを開発利用し、様々な走行状態でのデータを取得した。 一方、GISを利用して曝露量推計の為に当該地域に居住する人に対する全生活時間帯の曝露量評価システムを独自に開発した。更に、削減対策シナリオ評価ツールと組合せ、各種の対策を実施した時の環境DEP濃度分布および曝露人口分布を推計した。 PMの急性影響に関する検討を行い、国内の大都市部でSPMと日死亡との関連性を明らかにするとともに、そのリスクの大きさが欧米での報告と類似していることを示した。また、SPM高濃度出現日における死亡リスクの増加について検討を行った。 これらはPM_{2.5}の健康影響評価において重要な疫学的知見となりうるものである。
PM _{2.5} ・DEPの毒性・影響	実験的研究を実施して、PM特にDEPの健康影響に関する知見を集積する。デ	<ul style="list-style-type: none"> 循環系への影響を検討し、全排気と除粒子排気曝露で異常心電図や心拍変動が生じること、作用はガス状成分またはフィルタで除去されない粒子成分にある可能性、DEP中の成分の一つであるニトロフェノール類が影響の一因になる可能性を明らかにした。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
評価に関する研究	ディーゼル排気全体の呼吸・循環系への影響を明らかにし、次にディーゼル排気中成分の曝露実験を行い、排気中の粒子あるいはガス成分の呼吸器系への影響並びに循環器系への影響を順次解明する。これらの結果をもとに、ディーゼル排気曝露の動物への濃度・影響関係の解析を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・ D E P の血管平滑筋細胞と血管内皮細胞への影響を解析し、肺高血圧等の循環器系への負担を増加させる要因になる可能性を明らかにした。 ・ 呼吸・免疫系への影響を検討し、感染性肺傷害では粒子成分、アレルギー性気道炎症では有機成分が病態を増悪することおよびその要因として D E P 有機成分の抗原提示機能増幅作用があることを見いだした。 ・ 呼吸・免疫系に影響を及ぼす成分は病態によって異なる可能性と成分の共存により影響が増幅される可能性を明らかにした。 ・ 自動車排出ガスに起因するナノ粒子曝露の生体影響解明のため、模擬ナノ粒子を用い酸化ストレス作用、自然免疫応答、抗原提示機能、グラム陰性菌毒素やグラム陽性菌毒素による肺炎症状、凝固・線溶系、循環機能に及ぼす影響を検討し、細胞に酸化ストレスを誘発し、免疫系や循環系に影響を及ぼす可能性を明らかにした。 ・ P M 2 . 5 ・ D E P の毒性・影響評価に資する成果が得られた。また、中期目標設定以降に開始したナノ粒子の影響評価研究においても成果が得られた。

資料3 政策対応型調査・研究の平成13～17年度研究成果の概要

1. 循環型社会形成推進・廃棄物管理に関する調査・研究

・循環型社会への転換策の支援のための評価手法開発と基盤システム整備に関する研究

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
1) 産業連 関表と連 動したマ テリアル フロー分 析手法の 確立	産業連関表と連動したマテリアルフロー分析手法を確立し、循環資源関連部門を含め数十程度に分割した経済部門ごとに主要資源の消費と環境負荷に係る物的勘定表を延べ10項目程度について作成することにより、環境負荷低減効果把握のための情報基盤を整備する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境負荷低減効果把握のための情報基盤では、以前から構築してきたエネルギー消費量、CO₂・大気汚染物質排出量(3項目)に加え、廃棄物排出・処分量、水質汚濁物質(3項目)排出量(以上、計10項目)について、統合中分類(約100部門)別の推計を行い、外部提供準備を進めた。また、金額・物量併記の産業連関分析モデルを設計、および、マテリアルフローの把握に基づく「循環の指標」を提案し、実証分析とともに提示した。 ・ マテリアルフロー分析に基づく循環の指標に関する一連の研究成果については、政府の循環型社会形成推進基本計画の数値目標策定に活用され、その後の計画の点検にも活用されている。また、持続可能な開発のための科学技術に関するG8行動計画に位置づけられた資源物質フロー研究に活用され、とくにこれに基づくOECD(経済協力開発機構)の作業計画に大きく貢献した。
2) ライフ サイクル 的視点を 考慮した 資源循環 促進策の 評価	ライフサイクルアセスメント(LCA)の考え方を適用して、循環資源の利用促進による環境負荷の低減効果を定量的・総合的に評価する手法を開発する。また、この手法を用いて、企業、消費者、	<ul style="list-style-type: none"> ・ 循環資源の利用促進による環境負荷の低減効果を定量的・総合的に評価するLCA手法を開発・提示することができた。具体的には、廃棄物・リサイクル分野におけるLCAのレビューを行い、LCA実施上の留意点や当該分野に特有の手法を提示するとともに、一般廃棄物の収集運搬モデルを開発することができた。次に、容器包装リサイクル法におけるその他プラスチック製容器包装のマテリアルリサイクル、サーマルリサイクル、および木くずの様々なリサイクル手法を対象としてLCA研究を行った。数種類のマテリアルリサイクル・ケミカルリサイクル技術を事例として、化石資源消費量、CO₂排出量、大気汚染物質排出量、埋立処分量等の環境負荷低減効果

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
	<p>政府等の各主体の行動促進策に係る5種類程度のシナリオについて、廃棄物処分量など主要な10項目程度の環境負荷の低減効果を評価する。</p>	<p>を比較・評価した結果からは、その他プラスチック製容器包装のケミカルリサイクルは焼却発電の場合と比べてプラスチック製容器包装1kgあたり2kg前後のCO₂削減効果があること、ケミカルリサイクルの種類によって削減される資源量が異なることなどを示すことができた。また、その他プラスチック製容器包装のサーマルリサイクルについては、塩化ビニルの選別が課題であり、この点が解決されれば、ケミカルリサイクルと同程度のCO₂削減効果が見込まれることなどを示した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・このようなプラスチックサイクル技術に関するLCA等の研究成果は、中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会でのヒアリングで提示し、「循環型社会の形成に向けた市町村の一般廃棄物処理の在り方について」の検討に活用された。また、この成果は、容器包装リサイクル法の制度改正にあたって、再商品化手法の見直しのための知見として活用された。 ・また、循環資源の利用促進に向けて、個別リサイクル法の制度評価やリサイクル法に共通する課題抽出、アジアを中心とした国際リサイクルに関する情報収集と研究を進めてきた。このうち、リサイクル法の制度評価に関しては、「家電リサイクル法の実態効力の評価」という報告書にまとめられ（平成17年度末に刊行・公表済み）、18年度から本格的に開始される中央環境審議会・産業構造審議会での法の見直し議論に利用されることが期待される。このリサイクル法の評価の枠組みは、物質フロー、金銭フロー、関係主体の行動変化、リサイクルシステム外の事象の4つを計測し、問題指摘に着目して評価を行うもので、その評価結果からは、再商品化率の達成は順調であるが、低額化への競争不足であること、量販店における安易な買い取り等が懸念されること、使用済み家電四品目の発生抑制効果は大きくなかったこと、品目拡大にあたって約3kg/台以下の製品を追加することは避けた方がよいこと、不法投棄が増加するかどうかは製品特性や回収ルートにも大きく依存していることなどが示された。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
3) 循環システムの地域適合性診断手法の構築	地域の産業基盤、物質・エネルギー需給、循環資源・廃棄物に係る施設立地等に関する情報を、地理情報システム等の情報技術を活用して統合的に分析する手法を開発する。これを用いて、地域に適合した資源循環システムの高度化を図るための統合型地域循環診断システムを関係主体と協力して開発する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域における環境・経済・社会的な資源循環の適正さを統合的に分析・評価する循環度指標を提示し、地域特性とそこから生ずる循環資源に適した循環の範囲と物流拠点を計画する統合型地域循環診断として、企業等の行動促進策にかかる異なるシナリオ間での環境負荷低減効果を比較・評価した。また、研究を通じて得られた課題から、今後のデータの整備の必要性を示した。 ・ 本研究で構築した産業廃棄物データベースは、事例対象地域とした埼玉県において、「第五次埼玉県廃棄物処理基本計画」等の政策立案に活用された。
4) リサイクル製品の安全性評価及び有効利用	廃棄物を原料としたリサイクル材料あるいは製品の安全性の評価方法について研究する。都市ごみ溶融スラグと焼却灰を対象として、リサイクル製品の用途ごとに環境中利用条件を想定した新たな溶出試験方法を確立し、国際的調和も考慮して公定	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設資材などのリサイクル製品の安全性評価手法について、用途を踏まえた試験法を取りまとめ、公定法あるいはJISなどにおける標準化のための基礎資料として提供した。 ・ 溶融スラグの有効利用促進のための試験系開発及び安全管理プログラム構築などの研究成果は、「スラグ類の化学物質試験方法」がJIS K 0058-1及び0058-2として経産省により規格化され、「一般廃棄物、下水汚泥等の道路用溶融スラグ骨材」の安全品質規格についても2006年度当初には規格化される見込みである。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
	法、I S OあるいはJ I Sなどにおける標準化のための基礎資料を提供する。	

．循環・廃棄物技術の高度化

(1) 廃棄物の循環資源化技術、適正処理・処分技術及びシステムに関する研究

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
1)循環・廃棄過程における環境負荷の低減技術開発	循環型社会における循環資源製造技術や廃棄物処理技術の適合性評価手法を開発する。具体的には、都市ごみ焼却技術、都市ごみ燃料(R D F)製造技術およびガス化溶融技術について、微量汚染物質や炭酸ガス排出特性、費用などを評価パラメータとした総合評価手法を提案する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 目標のうち焼却技術及び新規の熱的廃棄物処理プロセスであるガス化溶融技術に重点を置き、ダイオキシン類等の微量汚染物質に関する生成特性把握に基づく施設評価パラメータの提示、排ガス中有機ハロゲン総量を発生源指標とする管理手法の提示、吸着剤の材料特性と性能特性との関係に基づく汚染物質排出抑制の効率化方策の提示、さらに有機臭素化合物の基礎的挙動パラメータの精密測定による測定とデータベース化を行った。また炭酸ガス排出特性等を加えて焼却/ガス化溶融施設詳細調査と住民意識調査にもとづく施設の総合的な評価手法要件に関する成果を得た。さらに、今後重要性の高まる資源化技術の開発に取り組み、触媒適用ガス化 - 改質の基礎研究について、主要な廃棄物からの効率的な水素製造要件の明確化と水素製造量目標の達成等に関し成果を得た。 ・ 焼却排ガス中ダイオキシン類管理のための発生源での有機ハロゲン化合物総量モニタリング手法は、民間企業により一般廃棄物焼却施設における排ガス中ダイオキシン類の測定管理に適用されている。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
2) 資源化 技術・シス テムの開 発	有機性廃棄物の資源化技術として、乳酸化、炭化、および飼料化などの炭素回収技術、ならびにアンモニア回収技術を取り上げ、それらの資源化システムの地域適用を試みる。また地域における有機性廃棄物の排出構造やリサイクル製品の需要構造を明らかにし、資源化システムの評価を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 有機性廃棄物の資源化システム設計のために食品廃棄物および農業系廃棄物の組成データベースおよび細分類事業種別の雇用者一人当たりの排出組成データベースを作成した。資源化技術では、特に乳酸化に飼料化を付加した炭素回収を中心に実証実験を行い、ゼロエミッション型資源回収システムを構築した。さらにMAPによるアンモニア回収実証実験により、実排水での処理・回収が可能になるアンモニア回収技術までを開発した。また回収された有用物質の安全性を確認した。 ・ 有機性廃棄物の資源化システム構築のための業種別発生量および組成データベースは、環境省「生ごみ等の3R・処理に関する検討会」の資料として利用された。
3) 最終処 分場容量 増加技術 の開発と 適地選定 手法の確 立	埋立廃棄物の中間処理技術等を援用した質的な改善、覆土材や覆土施工技術の改良、ならびに遮水技術システムの見直しにより、埋立地容量の増加が可能な新しいシステムを提案する。とくに、既存埋立地の掘削・選別・資源回収による埋立地寿命延長技術システムを開発する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既存処分場の再生を中心に容量増加技術システムの要件を明らかにするとともに、再生事業の評価ツールおよび環境汚染防止技術選定手法を提案した。また、海面最終処分場の適正立地のための環境負荷に関する評価手法及びその低減技術および安定化促進技術について、実施設でその効果を明らかにした。 ・ 最終処分場の維持管理評価や再生事業評価に関する研究成果は、環境省「最終処分場に係る基準のあり方検討会報告書」に引用され、今後の最終処分場のあり方の方針に貢献した。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
4) 最 終 処 分 場 安 定 化 促 進 ・ リ ス ク 削 減 技 術 の 開 発 と 評 価 手 法 の 確 立	<p>廃棄物最終処分場の閉鎖ならびに廃止を判定する安定化の程度を地温、内部貯留水、埋立地ガス、浸出水等より非破壊で診断する指標と現場での緊急点検や長期監視に対応した計測法を開発する。これらの診断に基づき、必要な安定化促進技術ならびに不適正処分場の修復法を開発・評価する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特に不適正処分場の修復として安定型最終処分場における高濃度硫化水素発生メカニズムとその対策を提示した。既存最終処分場の安定化促進技術として、浸出水の循環及び通気法による最適な配管設計や通水・通気量及び分解量評価法を開発するとともに、廃棄物最終処分場の安定化の程度を、地温、内部貯留水、埋立地ガス、浸出水等により非破壊で診断する指標と現場での緊急点検や長期監視に対応した計測法を開発・構築した。さらに、最終処分場からの温暖化ガス排出量推定法の提案と排出制御技術の提案を行った。 ・ 最終処分場からの温室効果ガス発生量評価に関する研究成果は、I P C C “ THE IPCC 2006 GUIDELINES FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES, Volume 5: Waste Sector ” に引用された。また、安定型処分場における高濃度硫化水素の発生機構ならびに発生防止に関する研究成果は、環境省において埋立基準の見直しに活用され、最終処分場搬入規制に関する通達事項として検討されている。

(2) 液状廃棄物の環境低負荷・資源循環型環境改善技術システムの開発に関する研究

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
1)リン除去・回収型高度処理浄化槽、消毒等維持管理技術システムの開発	窒素、リン除去・回収型高度処理浄化槽、消毒等維持管理技術システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 目標のうち特に、窒素、リン除去・回収型技術システムに重点をおいて研究を実施し、リン除去・回収のための吸着脱リン担体を導入した窒素除去可能な高度処理浄化槽の基盤システムを開発すると同時に、枯渇化資源としてのリンの内外収支に関する循環フローを示し、その面的整備のための基盤の構築を図った。 ・ 窒素、リン除去・回収型技術システム開発研究の成果等は、茨城県霞ヶ浦流域の窒素・リン除去型浄化槽の補助制度構築およびBOD、窒素除去型の後段に付加する脱リン装置として茨城県の認定に採用されるとともに、浄化槽法改正において窒素、リンを処理水基準に導入する上での重要な課題として環境省に利用された。
2)システム管理技術の簡易容易化手法の開発	浄化システム管理技術の簡易容易化手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高度処理浄化槽等の浄化システム管理技術としての微生物モニタリングおよび浄化機能向上化の簡易容易化手法の基盤確立に目途をつけることができた。特に、BOD $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 以下、窒素 $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 以下、リン $1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 以下の性能を可能とするために必要な、分子生物学的手法等を用いた微生物の個体群動態解析に基づく次世代型の高度処理浄化槽設計方法、および維持管理方法の基盤を構築した。
3)途上国の国情に適した浄化システム技術の開発	開発途上国の国情に適した浄化システム技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 資源循環化と浄化能力を合わせ持つラグーンや湿地、土壌を活用した生態工学システムの適正化・両立化を図るために、微生物機能解析や反応プロセスなどに基づいた適正設計、適正操作を確立し、中国、東南アジアでの適正面的整備のための基盤の構築を図ることができた。 ・ バイオ・エコエンジニアリングを基調とした研究・技術国際支援に関する研究成果として、JICAの「太湖水環境修復モデルプロジェクト」において中国で適用可能な分散型浄化システムおよび生態工学浄化システムの技術開発並びにそれを起点とした水環境修復のための中国国家プロジェクト創りに利用されたことは重要な成果といえる。また、高度処理浄化槽、植生土壌浄化法

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
		等の研究成果は、日中韓三カ国環境大臣会合で合意された「淡水(湖沼)汚染防止プロジェクト」の三カ国共通のガイドラインに反映された。
4) バイオ・エコエンジニアリングと物理化学処理を組み合わせた技術システムの開発及び地域特性に応じた環境改善システムの最適整備手法の開発	バイオ・エコエンジニアリングと物理化学処理を組み合わせた技術システムの開発及び地域特性に応じた環境改善システムの最適整備手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 畜舎廃棄物等を対象としたバイオマスからの水素・メタン等のエネルギー利用化において、環境省の燃料電池活用戦略検討会資料でも重要性の指摘されているエネルギー回収やリン等の再資源化のための水素・メタン2段階発酵やマイクロバブルなどの物理化学的処理と生物処理の組合せによるシステム化技術を開発した。有害藻類増殖潜在能試験法の改良を行い、各種処理水による有害藻類増殖特性の解析を行なうことで、バイオ・エコエンジニアリングの面的整備による生活排水等の液状廃棄物処理対策への効果解析を行い、バイオ・エコエンジニアリング導入のための基盤の構築を図った。

・資源循環・廃棄物管理システムに対応した総合リスク制御手法の開発に関する研究

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
1) バイオアッセイによる循環資源・廃棄物の包括モニタリング	<p>循環資源や廃棄物、土壌、排水、排ガスなどに含有される重金属類やPCBなどの有害物質を、バイオアッセイ法により包括的に、かつ簡易に検出する測定監視手法を開発する。また、ダイオキシン類縁化合物把握にむけたバイオアッセイ手法の適用と未知物質の探索を行うことにより、循環廃棄過程における塩素化ダイオキシン類以外の制御対象物質群候補をスクリーニングする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 組換え細胞を用いたAhレセプター結合アッセイは環境、廃棄物試料について、十分な検出感度（1 pg-TEQ/g以下の定量下限値）繰り返し精度が確保できることが分かった。廃棄物処分場浸出水評価における生物試験手法の組み合わせ（バイオアッセイバッテリー）の利用法として、保全対象、評価エンドポイントを整理した生物試験マップならびに毒性の3段階スコアリング結果のチャートを作成し、個別の処分場の浸出水の毒性カテゴリー分けを行った。 ・ Ahレセプター結合細胞系バイオアッセイは、ダイオキシン類対策特別措置法において、廃棄物焼却排ガスなどのダイオキシン類の測定の一部に生物検定法として採用された。
2) 有機臭素化合物の発生と制御	<p>有機臭素化合物を緊急の検討対象物質とし、その主たる発生源、環境移動経路をフィールド研究から確認し、その制御手法を検討する。とくに臭素化・塩素化ダイオキシン類</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ GC/MSを用いた臭素化ダイオキシン類、ポリプロモジフェニルエーテル等の分析方法の確立、燃焼過程、破砕過程、埋立処分過程などの循環・廃棄過程と、難燃製品の製造加工、使用過程における排出調査の実施と暫定的な排出インベントリーの提示を行った。環境動態予測等に活用可能な臭素化合物の物性データの実測・推算値の提示や、リスク同定におけるバイオアッセイ法の有効性の確認、廃テレビ等の一部製品を対象とした有機臭素化合物の長期的管理方策の検討に必要な時系列的な物質フローモデルの構築を行った。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
	は分析手法が確立されていないため、現行の塩素化ダイオキシン類の公定法と同等の精度を持つ測定分析手法を確立する。	<ul style="list-style-type: none"> 得られた成果のうち、ポリプロモフェノール類の物理化学パラメータは、国際化学物質安全性計画（I P C S : The International Programme on Chemical Safety）の国際簡潔評価文書（C I C A D : Concise International Chemical Assessment Document）6 6 に引用され、環境動態の評価にも利用された。
3)循環資源・廃棄物中有機成分の包括分析システム構築	循環資源や廃棄物に含まれる物質の多くは不揮発性物質および不安定物質と考えられるが、現在の分析手法では把握できないものも多い。そこで、L C / M S による系統的分析システムを完成させ、廃棄物埋立地浸出水中の不揮発性物質を分析する。とくに浸出水の処理過程で生成する有害物質に着目し、その同定と定量を試みる。	<ul style="list-style-type: none"> 不揮発性有機汚染成分 L C / M S 分析法は、多ハロゲン化物をはじめリスクが大きいと考えられる物質に重点を置いて開発を進め、暴露量把握に利用可能な方法を開発した。また、(1) 廃棄物、循環資源、土壌、底質のすべての溶出液および廃棄物埋立地浸出水のすべてを対象とし、(2) 不揮発性有機汚染物質を系統的に分析する方法を開発し、(3) 開発した分析法による廃棄物埋立地浸出水中への適用性を実証した。このことによって、直接人や環境に影響を及ぼすおそれのある形態の循環資源、廃棄物関連試料について、L C / M S による不揮発性有機汚染成分の系統分析が可能となり、本研究の目的を達成した。 L C / M S の分析手法として得られた研究成果は、噴霧グロー放電イオン化(S G D I)法について、いくつかの特許権を国内外で取得するとともに、未知化学物質検索法として開発されたプログラム(MsMsFilter)は、国環研ホームページ上からフリーソフトウェアとして公開された。
4)循環資源・廃棄物中ダイオキシン	廃棄物および関連試料中に含まれる有機塩素系化合物（P C B、ダイオキシン類など）を高効率で抽出、無害化する	<ul style="list-style-type: none"> P C B 分解技術としては、廃 P C B 分解の脱塩素化メカニズムが明らかになった。特に国が行う保管 P C B 処理事業に採用された金属ナトリウム分解法、触媒分解法、水熱分解法などの分解メカニズムを解明することができ、またダイオキシン毒性等量も低下することを確認した。さらに、解体現場室内大気中の P C B 簡易迅速法を開発、P C B 含浸物の試験マニュアルを作成するなど

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
類やP C B等の分解技術開発	手法を開発する。また、こうした技術開発をふまえ、ダイオキシン類や重金属類などの有害物質の種類と量を追跡評価する物質フロー解析を行い、システムとしての制御方を提言する。	<p>廃P C B実処理システムへの制御方を提言した。ダイオキシン類、デカブロモジフェニルエーテル、P C N、有機スズ等種々の残留性汚染物質に対しては、水熱分解や光分解による分解機構を明らかにした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ P C B含浸物の試験法に関する研究成果は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律に基づく公定法として採用された。また、P C B分解技術のメカニズム解明および開発に関する研究成果は、バーゼル条約のP O P s 廃棄物ガイドライン策定に活用された。

2. 化学物質環境リスクに関する調査・研究

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
空間的・時間的変動を考慮した曝露評価手法の開発	環境侵入量の推定手法や環境挙動モデルを開発し、空間的・時間的変動を考慮した曝露評価手法を開発するとともに、これらと体内動態モデルなどを統合した評価システムを構築する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多媒体モデル (M u S E M) を開発し、物性や排出量などの基礎情報を収録したデータベースと連携させ、環境濃度予測システムとして完成させ、実測値との比較検証を行なった。河川と内湾について化学物質の特性に配慮したモデルを開発した。河川モデルでは実環境への対応を目的として多摩川と鶴見川のモデル化を行い、さらに全国の河道構造データベースと連携させ、環境濃度予測システムとして完成させた。内湾モデルでは、東京湾を対象海域としてモデルを構築した。物質動態モデルの改良を行うと共に、ビスフェノールやノニルフェノール、蛍光増白剤の実測値を用いてモデルの検証を行った。 ・ 空間的変動を考慮した曝露評価を実施するために、地理情報統合システム上で曝露に関連する諸情報の空間分布を取り扱う手法の開発を実施した。(1) 地理情報諸要素を、グリッド、流域、行政界、農業集落等のポリゴン単位の国内で利用可能なデータ構造単位上に規格化する方法の開発とデータ整備 (2) 地理空間上の化学物質動態を G I S (地理情報システム) 上で取り扱う G I S 多媒体モデルと、河道構造データベース及び気象データ等の関連データの整備により、曝露の空間分布と変動の解析を可能にした (G - C I E M S) 。 ・ また、時間的変動の評価手法開発についてダイオキシン類及び P O P s 農薬成分の経年的インベントリの作成を行い、人の乳児・小児、大人を対象とした P B P K モデルを構築し、母乳由来の P O P s の摂取による乳児・小児での体内濃度と大人との関係を比較し、成長に伴う長期曝露による蓄積量の変化を推定した。 ・ 生態影響については、観測値のある湖沼を対象に、湖内流動や物質の移流拡散、生態系のダイナミクス、水 - 底質相互作用などを考慮した垂直二次元モデルを開発した。4年間に及ぶダム湖の水質実測データを用いてモデルの検証を行い、湖内の物質群の挙動を再現し、水生生態系の時間的変動を長期にわたり評価することが可能であることを確認した。 ・ 上記のモデルの内、M u S E M は、環境省の初期リスク評価の分配予測に、河川モデルは、環境省の環

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
		<p>境エコ調査におけるモデル活用事業のモデルとして、また、環境省のP R T R支援システムの一部に採用されている。</p>
<p>少ない情報による曝露評価手法の開発</p>	<p>化学物質の審査などにおける曝露評価を高精度化するため、それぞれの段階で入手可能な情報に基づき、モデルなどを活用して化学物質の曝露量を予測する手法を開発する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 少ない情報に基づく予測手法として変数選択型重回帰分析をベースとし、有機化学物質の大気濃度について、予測結果が実測値と±1オーダーの範囲に収まるモデルを開発した。多媒体モデル(M u S E M)を用い、化管法(P R T R法)の第一種指定化学物質であり、環境実測データがある物質群に対してモデルを適用し、曝露可能性に基づいた化学物質の優先順位付けを行うとともに、G I S多媒体モデルを用いたケーススタディとして、P R T R対象物質のいくつかを対象に、大気及び河川濃度の空間分布の推定を実施した。大気では実測値を用いた検証、M u S E M的アプローチとの比較を行なった。 ・ G I S河川モデルを用いケーススタディとして信濃川流域中流部を選び、実測濃度の範囲と平均値、および2つのG I S河川モデル(希釈および消長モデル)を用いて、水量変動に対応する河川水質濃度の予測を行った。消長モデルからは、観測濃度の範囲とほぼ対応する予測濃度分布が得られ、モデル予測はほぼ流域動態を再現することが示された。 ・ 魚介類の産地別の濃度変動を、人へのダイオキシン類曝露評価に反映させるための検討を行ない、産地別の魚介類実測濃度から、トータルダイエツト調査等の食事調査で測定された曝露量分布をほぼ再現できることを明らかにした。 ・ モンテカルロシミュレーション法やブートストラップ手法を用いて、不検出値を含むモニタリングデータセットから母集団の代表統計量の信頼区間を予測する手法を開発した。検体数や検出数に依存して信頼区間が変化する本手法は、よりモニタリングデータの現実に即した評価手法である。ビスフェノールAやノニルフェノールなどの実測結果を用いて妥当性を検証し、環境濃度の経年変化の傾向を解析した。 ・ 環境モニタリングデータの活用法の高度化は、O E C Dの環境モニタリングの活用に関する検討に付されている。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
リスク情報加工・提供方法の開発	インターネットを活用した化学物質情報伝達システムを試作、運用し、順次改良を加えていくとともに、P R T R データなどを活用して、化学物質リスクを住民が理解しやすい形で表示する手法を開発する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 専門家の関与の方法について、事業者説明会の参加者に対するアンケート調査を通じて、事業者の説明方法が参加者の認識に影響を及ぼすことなどを見出した。 ・ 曝露評価に用いる農薬の県別出荷量を算出するために、農薬要覧のうち出荷量に係る項目をデータベース化した。特に、P O P s 関連農薬について経年変化を算出するために成分含有率を整備し、1963年から現在までの県別出荷量の推移を推計した。さらに、各都道府県の土地利用情報も併せて整備し、単位農地面積当たりの出荷量などの推計結果を整備した。 ・ 日本で規制の対象となる農薬を中心に許容一日摂取量を収集し、評価機関ごとに整理した。食品種ごとの日本国民の平均摂取量データを基に、各農薬の理論最大一日摂取量を求め、残留農薬に対する新たな基準（一律基準）が農薬のリスク評価結果に及ぼす影響を解析した。 ・ 化学物質の一般情報や水生生物に対する生態毒性試験結果、環境濃度予測モデル、農薬情報に関するデータベースを作成・改良し、検索しやすい形で公開するとともに、公開後にも随時、化学物質分析法データベース（EnvMethod）や化学構造式、初期リスク評価を始めとするリスク評価情報を追加し、各種データベースのデータ更新を進めてきた。利用者数の増加や利用者からの要望に対応して、システムの増強や、カテゴリ分類・検索機能の追加、法制度に基づいた化学物質の分類機能の追加など、より使い易い表示システムへと改良した。また、環境モニタリング結果やP R T R データなどの地図上で表示できるG I S（地理情報システム）情報をインターネットを介して提供するシステムを構築した。 ・ 農薬を中心に許容一日摂取量の解析は、ポジティブリスト制における一律基準を設定する際に参考にされた。分析法データベースにより、環境省からのP R T R 物質の分析法の配信がなされた。
生物種別の毒性試験に基づく	生態リスク評価においては、水圏生物への毒性試験デ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既往の論文などから毒性試験結果の収集及び信頼性評価を行い、構造活性相関に用いるデータセットを作成した。さらにデータを補うため試験候補物質の選定をおこなった。収集したデータを基に、既存の構造活性相関式の適用性の検討、ニューラルネットワーク法による魚類急性毒性の構造活性相関式が作

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
く生態リスク評価手法の高度化	ータを収集し、生物種毎に解析することによって、個別生物に対する毒性に基づく生態リスク評価手法の高度化を図り、化学物質の審査や水質モニタリングへの適用を目指して、化学物質動態モデルと組み合わせた生態リスク評価モデルを構築する。	<p>成された。多変量解析手法による構造活性相関式の導出のためのパラメータが抽出された。ミジンコ、藻類への拡大も行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 生態毒性試験法分野では、(1)ウキクサ生長阻害試験の標準試験手順のとりまとめと国内ラボ3機関のリングテストを実施、(2)着色性物質の藻類試験法の実施と化審法下での試験手順の検討、(3)土壌の生態影響試験法；ミミズの急性・繁殖試験およびトビムシ繁殖試験の有効性検討に着手した。新たに改訂もしくは新規提案されたOECDテストガイドラインに対して独自の検討と試験結果に基づく修正提案を行った。 ・ 海水域での化学物質の生態影響の評価に用いる試験法を検討するため、既存手法および既存毒性値データの解析を行った。現状では成分既知の人工海水の利用について急性毒性値の比較を行った。さらに藻類、海産ミジンコを用いてOECDテストガイドラインが試験環境条件の修正で試験が可能であることを示した。 ・ 生態毒性値を用いて生物個体群への影響を評価するために、ロジスティック型曲線に従って増殖する生物種の平均絶滅時間を拡散方程式から導かれる内的自然増加率、環境収容力および環境変動のパラメータを与えることで推定した。魚類2種（メダカ、ファットヘッドミノー）に対する化学物質の影響を推定したところ、急性毒性値(LC50)がさほど高くない化学物質でも、繁殖力を相応に下げた場合には種の絶滅リスクは大幅に上昇することが示された。 ・ 化学物質動態モデルと組み合わせた生態リスク評価モデル構築のため、湖沼について湖内流動や物質の移流拡散、生態系のダイナミクス、水-底質相互作用などを考慮した垂直二次元モデルを開発した。4年間に及ぶダム湖の水質実測データを用いてモデルの検証を行い、湖内の物質群の挙動を再現し、水生生態系の変動を長期に亘り評価することが可能であることを確認した。(課題1より再掲) ・ ユスリカの試験法が化審法の試験法に採用されている。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 化学構造と急性慢性比（ACR）の関係が明らかとなったミジンコ類に対するアミン類のACRの解析は化審法での生態毒性クライテリアに反映されている。 ・ 構築されたQSAR式をもとに化審法における魚毒性予測システムの開発が進行している。
<p>感受性要因の解明とそれを考慮した健康リスク管理手法の開発 リスク管理へのバイオアッセイ手法の活用</p>	<p>健康リスク評価においては、ヒトの化学物質感受性に係る要因を主要な数種類の遺伝子多型情報を基に解析し、それを踏まえた安全係数の設定方法など、より高度な化学物質健康影響評価手法の開発を進める。また、化学物質の有害性を作用メカニズムに基づいた評価する試験法を開発し、実用化に向けてその簡便化、標</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 化学物質の中でも、数千万の慢性中毒患者がいると報告されているヒ素を取り上げ、まず、中国における慢性ヒ素中毒発症地域住民の尿中ヒ素代謝物（無機ヒ素、モノメチルアルソン酸、ジメチルアルシン酸）の定性・定量分析を行い、わが国とは違いジメチルアルソン酸が多いこと、人によってメチル化の程度が3倍程、高まることなどを見いだした。ヒ素のメチル化率において個人差があることから、ヒ素の代謝について詳細な検討を加えるとともに、培養細胞を用いて環境中に見られる三価と五価の無機ヒ素、ならびに無機ヒ素の代謝物の細胞内取込み量と毒性の評価を行った。ヒ素メチル化酵素であるヒトリコンビナントCyt19を作製して無機ヒ素のメチル化を調べたところ、無機ヒ素がまずグルタチオンによる抱合を受け、その後にCyt19によりメチル化されると推測された。また、各ヒ素化合物の細胞毒性の違いは、細胞内への取込み量の差異により説明されることも明らかとなった。ヒ素に対する感受性を支配する遺伝的要因を探ることを目的として、わが国でインフォームドコンセントが得られた集団より採取した血液からDNAを抽出し、ヒ素の代謝において中心的役割を果たしていると考えられるヒ素メチル化酵素の一塩基多型頻度を調べた結果、多型が認められた。 ・ 薬物代謝酵素活性の欠損は発がん物質に対する感受性を増加することが知られているが、感受性がどの程度増加するか定量的に評価されていない。第 相薬物代謝酵素や抗酸化たんぱく質の遺伝子発現に必須の転写因子であるNrf2を遺伝子工学の手法により欠損したマウス（Nrf2-KOマウス）では、第 相薬物代謝酵素のレベルが著しく低下している。Nrf2-KOマウスの変異原物質・ベンゾ[a]ピレンへの感受性を野生型と比較したところ、突然変異頻度は2倍上昇した。第 相薬物代謝酵素の欠損によりB[a]Pへの感受性が2倍程度上昇することが明らかになった。in vivo 変異原性から発がん

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
	準化を試みる。	<p>性を予測する数理モデルを用いて解析した結果、第 相薬物代謝酵素の欠損による突然変異頻度上昇により、がん発症の時期が正常より早まることが予測された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ヒ素の感受性に関する研究を通じて収集した知見が、茨城県神栖町における有機ヒ素汚染による健康影響を検討する際に活用されるとともに、ヒ素のメチル化代謝機構に関してはH18年1月の Chem. Res. Toxicol. の総説にも最も信頼できるメカニズムとして紹介される運びとなった。
リスク管 理へのバ イオアッ セイ手法 の活用	<p>バイオアッセイ手法の実用化に向けて求められる条件を明らかにして、既存バイオアッセイ手法の比較・評価を行い、実用化が可能と判断される手法を選び出す。また、バイオアッセイ指標と生体影響との定量的な関係を明らかにする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ディーゼル排気をモデルとして、<i>in vivo</i> 変異原性から、発癌性を予測する手法の開発を進めた。ディーゼル排気の曝露期間に依存して遺伝子導入動物（g p t マウス）肺中の突然変異頻度の増加が観察され、ディーゼル排気の変異原性が証明された。ディーゼル排気粒子（D E P）の気管内投与による変異原性評価を試みたところ、D E P、D E P 抽出物ともに投与量に依存して、突然変異頻度は増加した。D E P と D E P 抽出物の比変異原性（単位重量あたりの突然変異頻度）の比較から、ディーゼル排気の変異原性が、D E P ・ D E P 抽出物の気管内投与で評価できることが示唆された。さらに、マウスにディーゼル排気を曝露することより、精巢の突然変異頻度が増加することを示した。 ・変異原物質検出用遺伝子導入ゼブラフィッシュを用いた変異原物質のバイオアッセイ手法の活用として、胚に誘導された突然変異の成魚への残存割合を定量的に明らかにし、変異原物質の次世代影響を解析した。ゼブラフィッシュ胚に変異原物質としてM N N G を曝露したが、胚と成魚の突然変異頻度は同じレベルであり、胚期に発生した突然変異は成長過程で修正されず、成魚に残存することが明らかとなった。また、遺伝子導入ゼブラフィッシュと遺伝子マウスを用いて標的遺伝子上の突然変異スペクトルを比較したところ、両者のスペクトルは非常によく一致したが、大腸菌とは全く異なっていた。遺伝子導入ゼブラフィッシュを用いても健康リスク評価に必要な <i>in vivo</i> 変異原性の知見が得られることが示唆された。 ・肺など幾つかの標的臓器では、化学物質を曝露した実験動物(マウスやゼブラフィッシュなど)の <i>in vivo</i>

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
		<p>変異原性と発がん性の間により相関性があることを見出した。<i>In vivo</i> 変異原性の強さから発がん性の予測が可能であることが示された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ エームス法を中心とした環境省の変異原性の環境モニタリングの見直しに際し、本研究のアッセイ法の知見を含めた検討がなされた。
複合曝露による健康リスク評価手法の開発	化学物質の複合曝露がもたらす相互作用の内容について検討を加えるとともに、大気を中心として相加性を仮定した複合曝露リスク評価指標の開発を目指す。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大気中の化学物質による複合曝露の状況を考察し、健康影響のエンドポイントとして発がんを取り上げ、複合曝露による発がんリスクの評価を試みた。P R T Rデータにおいて排出量の多い物質を中心に発がんユニットリスクを算出し、有害大気汚染物質モニタリング調査結果のデータと合わせ、相加性を仮定して複合発がんリスクを算出した。都道府県別のリスク分布図を作成し、リスクを分かりやすく表示した。 ・ 同様に飲用水中の発がんリスクについて、上水道原水及び浄水の水道水質データベースのデータを用いて試算を行った。化学物質間の相互作用については、ベンゼンを例として毒性作用機構を考慮して吸入による発がんリスクの修飾に関する検討を行ったが、実際の環境中では相互作用は無視できる程度であると考えられた。 ・ 閾値のある毒性に関する複合曝露影響のリスク評価について、同一の作用機構を持つ複数の化学物質群として有機リン系農薬を例に検討した。U S E P Aの方法に準拠して評価を進めているところであるが、同時に、農薬の複合曝露評価の第一段階として、食品による経口曝露を想定し、農産物、食品などから検出される残留農薬を調べた。 ・ ダイオキシン類の複合曝露影響を評価するにはT E F (toxicity equivalent factor)が用いられるが、各同族体の人と実験動物の間の感受性や体内動態の違いを考慮した値とはなっていない。この問題を解決するために、代表的なダイオキシン同族体の臓器中濃度を予測するP B P Kモデルを人について構築した。また、ダイオキシン投与による影響のマーカーであるラット肝臓前癌病変（結節）の形成能を各同族体間で比較し、結節形成を指標として、同族体間の毒性の相対強度を比較した。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 大気中の化学物質による複合曝露の評価で得られた知見より、有害大気汚染物質の環境指針値の設定に必要なユニットリスクを算定し、評価文書に採用されつつある。

資料4 知的研究基盤の整備の平成13～17年度研究成果の概要

1. 環境研究基盤技術ラボラトリー

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
標準試料の作成・提供	中期計画中に5種類の新たな標準試料を作成する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 茶葉、フライアッシュ、アオコ、食品及び大気粉塵の環境標準試料を作成し、大気粉塵以外の4種に関してはISOに準拠して国内外の分析機関による測定値を基に保証値を定め、ISOの標準試料リストに登録するとともに、国内外に頒布を開始した。大気粉塵試料については、国外機関の測定値の収集・整理を待って登録することとした。 ・ 第1期中期目標期間5年間で589試料の頒布を行った。
分析の精度管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境(標準)試料の経時変化をチェックするための簡易分析法並びに環境試料の高感度分析法の開発 ・ 基盤計測機器の円滑な利用とその適切な更新を可能とする運営管理体制の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境標準試料の経時変化をチェックするための簡易分析法並びに環境試料の高感度分析法としての分子鑄型分析法の開発を進めた。 ・ また、16年度に作製したアオコの環境標準試料を用いてMMPBを用いたアオコ毒素マイクロシチン総量の分析法の検討を行い、精度の高い分析法を開発した。この手法は、環境省の要調査項目等調査マニュアルの試験方法においてマイクロシチン類の分析法として採用された。 ・ 基盤計測機器として9種の汎用性が高く利用頻度の高い分析機器を対象として、基盤ラボが依頼分析を受けるなどして国立環境研究所内の高精度の分析を行うこととした。第一次中期計画期間に於いては、年間600～1,200万円程度の依頼分析を実施した。
環境試料の長期保存(スペシメン・バン	環境試料の収集、長期保存及び提供に関する基本的な手法・体制の整備を実現する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本周辺的环境質を代表する環境試料の収集、保存作業ならびに手法の検討を実施し、あわせて主要な元素、汚染物質などを分析し、均質性を確認するとともに汚染状況の変化を記録した。また、生物試料については、バイオマーカーとなる酵素、遺伝子等の保存を目指した試料保存技術の開発を行った。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
キング)		<p>a)二枚貝試料で約500試料を保存。 b)東京湾精密調査(魚類並びに底質試料)約350試料を保存。 c)母乳約100試料を保存。</p> <ul style="list-style-type: none"> 環境省環境保健部で実施されてきている化学物質環境汚染実態調査(略して黒本調査)で収集、分析された生物試料、底質試料並びに食事試料の保存用試料(1993年~)が今年度末にタイムカプセル棟に移されて、今後保存を継続することになる予定となった。茨城県神栖町の有機ヒ素化合物汚染に関連する人関連試料とあわせて、長期保管体制に入る準備を進めている。
絶滅危惧種の細胞・遺伝子保存	国内絶滅危惧種の細胞、遺伝子レベルでの生息域外保全を行うこととし、中期計画中に藻類が50系統、動物が200系統の細胞・遺伝子を保存することを目標とする。	<ul style="list-style-type: none"> 絶滅危惧I類種となっているシャジクモ藻類64系統、絶滅危惧I類種あるいは類種となっている淡水産紅藻類など、合計177系統を保存し、目標の50系統を大幅に上回った。 絶滅危惧鳥類であるヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ライチョウ、ワシミミズク、クオロツラヘラサギ、オオワシと、絶滅危惧哺乳類ホンドオコジョ、ゼニガタアザラシ、トド、ミヤコタナゴ、イチモンジタナゴ、オヤニラミなどの細胞培養及びDNA用組織保存に成功した。合計333系統の細胞・遺伝子が保存され、中期計画目標の200系統を超えた。 本研究に関しては、野生動物種を取り扱うことから人獣共通感染症に対する対策が必要となる。特にオウム病、Q熱、高病原性トリ型インフルエンザ、ブルセラ症、野兔病、レプトスピラ症、ウエストナイル熱に対する迅速な確定診断とこれに対する感染予防措置の必要がある。また、上記以外の感染症の中でも可能な限りこれを試料とともに保存することのないようにするためにも迅速かつ確実な検疫・診断体制の整備が必要となったため、対象とする絶滅危惧動物の検疫作業マニュアルと細胞培養マニュアルを作成してより安全かつ確実な試料採材・保存を行った

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
環境微生物の収集・保存・提供	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1500株の微細藻類株を収集・保存する。 ・ 我が国における藻類資源の中核センターとして機能し、平成18年までに我が国の藻類3600株を目標に収集する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 合計1871株が保存され、中期計画の数値目標を十分に達成した。このうち約1600株が提供可能な微細藻類株として、分譲株リストに掲載されることとなっている。 ・ 目標とする藻類株数の達成にむけて順調に藻類株数を増加させ、保存株数は3500株に達した。また、微細藻類資源保存は国立環境研究所に一元化された。 ・ 凍結保存技術の開発が進み、凍結状態で保存されている株は310株に増加した。 <ul style="list-style-type: none"> a) 富栄養水域に発生する有毒藻類株が70株 b) 将来のエネルギー資源として期待される炭化水素生産藻類株が180株 c) タイプ株・レファレンス株が60株 ・ CSIRO（オーストラリア）、生命科学研究所（韓国）、中国科学院水生生物研究所、タイ国科学技術研究所、NIWA（ニュージーランド）、マラヤ大学、ハノイ大学と藻類資源のアジア・オセアニア地域ネットワークを構築した。
生物資源情報の体系的整備	<p>生物資源情報の国際的動向を見据えつつ、微生物及び絶滅危惧生物の収集・保存と関連した独自の生物資源情報の整備を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国立環境研究所基盤ラボに国内の藻類資源の情報及び提供を一元化することができ、国立遺伝研にある全生物資源データベース組み入れられ、国内外に公開された。 ・ 藻類情報は、培養株の履歴データ、分類情報、培養・保存データ、特性データ、形態画像情報等からなり、現在まで1800株のデータベースが構築され、公開された。 ・ 藻類資源のアジア・オセアニア地域ネットワークにおいて、アジア・オセアニア地域藻類資源情報データベース作成のための活動を開始した。 ・ 絶滅危惧野生動物細胞・遺伝子試料に関する情報の整備について、15年度に作成したデータ整備の基本フォーマットにそって、データ入力等作業が進行し、保存されているシステムの70%にあたる約450系統のデータベースが構築された。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
その他：事 業 関 連 研 究	上記 6 事業に関連した研 究を推進し、事業の品質 や信頼性を高める。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本事業に関連して分子鑄型を用いた汚染物質の選択的吸着に関する研究からは、塩素化ビスフェノールA、ミクロシスチン以外の微細藻類毒素の高感度分析法の開発がなされた。 ・ 鳥類（ニワトリ）の始原生殖細胞を本来の細胞学的性質を維持したまま invitro で培養できる条件を確立。この様な培養系の開発は、哺乳類（マウス）においても報告されておらず、今後は生殖幹細胞研究の分野で有用な研究手法となる。 ・ 異種間生殖巣キメラ個体による子孫個体作成：ニワトリ/ニホンキジ間での異種間生殖巣キメラのうち雄3個体（全7個体）の精液からニホンキジのシグナルを検出し、異種間での免疫系による排除が行われないことが判明した。この結果は、生殖免疫系の新しい実験系の創出に発展する可能性がある。 ・ 熊本県指定天然記念物（久連子鶏：クレコドリ）を絶滅危惧鳥類種のモデルとして使用し、多産系ニワトリとの生殖巣キメラ個体から、久連子鶏の復元に成功した。 ・ 自然界から炭化水素生産藻類 <i>Botryococcus</i> 180株を分離培養し、系統を解析。重油以外にシクロヘキセンや軽油（ディーゼル油）を生産する新たな新属新種の藻類が分離培養された。 ・ 有毒アオコの毒遺伝子が水平伝播していることや自然界で組換えを行っていること、さらにハウスキーピング遺伝子の解析から、有毒アオコは遺伝的多様性が極めて高いが、ほとんどは突然変異によるという結果を得た。

2. 地球環境研究センター

中期計画に記された研究の方向性と目標(研究成果目標)は次の通り。

1. 国際的な連携の下で先端的な地球環境モニタリング事業を実施
2. 観測データや地球環境研究の成果を国際ネットワークなどから提供されるデータと統合し、様々なレベルに加工・解析し、地球環境に係わる基盤データとして整備、広く提供・発信
3. 関連する観測研究との連携・協力を得て、モニタリング技術やデータベースの高度化
4. 多様なモニタリングプラットフォームやスーパーコンピュータにより地球環境研究を支援
5. 地球環境研究者の相互理解、研究成果の交流、地球環境問題の国民的理解を求めるための研究成果の普及
6. 国際ネットワークの中核拠点としての機能を強化

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
波照間島・落石岬における連続自動観測の継続	(1)(2)(4)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1993年以来の信頼性の高い観測の継続と、その後の新たな先進的な観測により、CO₂を始め、メタン、N₂O、などの温室効果ガスに加え、フロンやオゾン、一酸化炭素、窒素酸化物、硫黄酸化物など微量気体の長期の観測データを蓄積した。また、研究のプラットフォームとしての機能を果たし、酸素、同位体比観測、GC-MSによるフロン現場観測(国際的ネットワークの一つAGAGE)、酸性雨測定局などに利用され、その成果が得られた。 ・ これらのデータはCGERホームページや国際的な温暖化ガスデータベース(WDCGG)にバックグラウンド大気データとして登録され研究者に利用されると共に、モデル研究者が行っているTransComなどのモデルの比較実験や二酸化炭素収支の算定に提供された。 ・ そのうちCO₂は両地点とも10年間で20ppm近くの増加を示し、これまでより速い速度での上昇を示した。特に1998年や2002年から2004年にかけての増加率は3ppm/年近くに増加し、エルニーニョによる温度上昇と関連が見られた。これは、今後の温度上昇がと温室効果ガスの大気中濃度増加に拍車をかける

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
		<p>構造になっていることを意味した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一方CH₄は全体的な増加傾向の減少傾向はそのままであり、ここ1年で減少傾向が見えてきた。N₂Oは平均318ppb程度に対して、1ppb/年程度の増加率であり二酸化炭素と同程度の相対的増加率を持っていた。 O₃やNO_xなどの反応性気体の観測精度向上のためにガラス配管を用いた大気採取塔10mを波照間に完成させ、浮遊粒子状物質などの観測も追加し、観測の展開を図った。黒色カーボンは、波照間のデータでは落石以上に高い値を示し大陸の風下に近く影響がやすいことを明らかにした。一方、落石ではシベリアの森林火災の影響なども観測され、地域的影響が観測によって示された。
西太平洋南北 海洋性大気 の観測の継続	(1)、(3)、(4)	<ul style="list-style-type: none"> 1993以来ボトルサンプリングによって、南緯30度付近から北緯50度付近までの、広い緯度別のCO₂などの時系列変動を観測した。これによってよりグローバルな二酸化炭素の変動傾向が明らかになった。これは、同一の装置で広い緯度範囲を測定できる優れたプラットフォームであることを生かした観測である。 メタンや亜酸化窒素などの挙動や大気中の酸素濃度及び炭素同位体比を指標にしたグローバルな海洋・陸域CO₂吸収量の変動解析に関する研究にサンプルやプラットフォームを提供し、具体的収支の変動などの研究を推進させた。 船舶の路線として、日本 - オーストラリア往復から、日本 - オーストラリア - ニューゼalandへ変更し、観測緯度範囲が広がった。北太平洋の路線では、路線変更がおり船舶が高緯度へ行かなくなったために、40度以北のデータが一時期途切れたが、あらたな協力船舶を見つけ、高緯度のデータ採取を再開した。 装置の改良などをおこない、メンテナンスの容易な船舶用のCO₂観測システムを作製できた。これにより、他の路線への適用も図る。
標準ガス・分 析センターの 整備（第二世	(3)	<ul style="list-style-type: none"> これまでCO₂、CH₄、N₂O、CO、H₂、SF₆、Halocarbon、Isotopes、Oxygen、NO標準ガス開発を行ってきた。これにより、国内はもとより国際的な標準事業にも参加しその精度、確度の向上に貢献した。 特にCO₂に関してはスケールの拡大に関して検討を行い、一段希釈法での新たなスケール作りを成功した。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
代CO ₂ , オゾン校正など)		<p>メタンスケールのNOAAとの比較を行い、日本のスケールがより確度の高いスケールであることなどを指摘した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国際的比較実験においては、ヨーロッパとのフラスコを用いた相互比較を頻繁に行い、国立環境研究所の濃度と同位体比について、ヨーロッパ機関との差を求めた。これにより、NIESの基準が国際的にどのような関係にあるかが明らかとなり、データの各機関との比較が容易になった。 ・ 国内では基準となる比較スケールがなかったオゾンに関して、濃度のスケールづくりを行い、国際的に相互比較をおこなった。これにより、オゾンの国内の基準機関としての位置が確立されつつある。 ・ CO₂ 同位体比標準を2種作製し、厳密なスケール比較を国際的に行った。これによって、より具体的に観測値のずれを議論できるようになった。
シベリア上空 (3地点)の 高度分布測定 の継続と高頻 度化・地上支 援観測	(1)、(2)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 世界のデータ空白域の1つであるシベリア地域で空間代表性のある観測として、また世界の中で数少ない高度別の定期観測として、1993年以来CO₂をはじめ、CH₄、N₂O、SF₆、CO、H₂の各濃度とCO₂の同位体のデータを蓄積した。 ・ 得られたデータはNIES内で3次元輸送モデルを利用した炭素循環研究に使われる他、共同研究として世界の他機関のモデル研究者に提供し、インバースモデルを使った炭素収支量の推定等に利用された。 ・ シベリア上空のCO₂濃度の増加率にはENSOCycleと同期した変動が見られた。上部対流圏と地表付近で観測された位相の差から、シベリア付近における陸上生態系の気候変動に対する応答を明らかにした。 ・ シベリア上空のCH₄濃度は、湿地帯上空と森林地帯上空とではその季節変動や鉛直分布が著しく異なっており、夏季に湿地帯から大量のCH₄放出が存在していることが観測的に確認された。 ・ シベリア上空のH₂濃度の鉛直分布から、シベリアの土壌がH₂の吸収源になっていることを明らかにした。
北太平洋および西太平洋の	(1)、(3)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 商船を使った海洋のpCO₂の測定はわが国が開始し、国際的なモニタリングとして広がりを見せており、そのネットワーク充実と信頼性の向上に貢献した。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
C O ₂ 収支観測		<ul style="list-style-type: none"> ・ この5年間において、北太平洋のC O₂ フラックス観測は低緯度帯を航行するP Y X I S (トヨフジ海運) によって行われ、北緯40度以南でのデータを蓄積できた。アメリカ東海岸への航路もあり、北緯10度程度までその範囲が広がった。 ・ 2003年3月に、p C O₂ 観測の標準化のための国際相互検定実験を行い、標準ガスに起因する誤差よりも、平衡器、海水ライン、C O₂ システムから来る誤差はるかに大きいことを明らかにし、国立環境研究所が開発したタンデム平衡器のシステムの優位性が示された。 ・ 今後、 p C O₂ の観測を西太平洋に拡大するために、トヨフジ海運の所蔵するトランスフューチャー5号に海水観測用スペースを確保し、装置を設置した。
北方落葉針葉樹林におけるC O ₂ フラックスモニタリング	(1)、(2)、(3)、(4)、(6)	<p style="text-align: center;"><u>北海道苫小牧カラマツ林での温室効果ガスフラックスモニタリング</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2000年夏より、北海道森林管理局との共同事業体制を基盤として、北海道樽前山麓苫小牧国有林(カラマツ人工林)で、北海道大学、北海道庁などの協力を得て、森林生態系の炭素循環に係わる総合観測を開始した。 ・ 森林生態系の温室効果ガス・エネルギーフラックスなどを微気象学的手法で観測し、カラマツ林の年間の炭素収支を定量的に評価した。また、フラックス測定手法の評価・検証を行い、測定手法や測定位置などにより観測値に大きな差が生じる問題点を提言した。 ・ 森林生態系内の炭素収支プロセスの定量的評価のために、土壌呼吸・幹呼吸・葉の光合成速度の連続測定技術(チャンバー法)を開発し、森林生態系における炭素収支において、土壌からの二酸化炭素放出(土壌呼吸)が、極めて大きな割合を占めること、土壌呼吸の中で土壌微生物の寄与が1/2強であることを明らかにした。 ・ 森林生態系の炭素収支の基盤的データとなる森林バイオマスデータを積極的に取得し、異なる手法で得られた炭素固定量と比較検討し、それぞれの手法の特性を総合的に解析した。 ・ 森林生態系の総合観測プラットフォームとして利用研究を公募し、森林生態系の機能に係わる総合的な研究

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
		<p>を実施した。その結果、本観測林ではモニタリングの他、約20課題の利用研究が実施され、多くの分野から成果が得られた。</p> <ul style="list-style-type: none"> 取得データを Web 発信する体制を整え、CGERホームページから公開した。それらのデータは森林生態系の炭素収支研究の雛型的データとして、解析・モデル研究に多く利用された。 <p><u>山梨県富士北麓カラマツ林での温室効果ガスフラックスモニタリング</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 本観測林は、苫小牧観測林が2004年9月に来襲した台風18号により壊滅的被害を受け、観測の中止を余儀なくされたため、苫小牧に替わる観測林を山梨県富士北麓のカラマツ林に整備した。 富士北麓では森林生態系の炭素収支に係わる総合研究を推進することを目指し、微気象学的手法・植物生態学的手法・林学的手法・リモートセンシングなどを統合的した観測を2006年1月より開始した。 苫小牧、富士北麓の両観測拠点は、アジア地域の二酸化炭素フラックス観測ネットワーク(AsiaFlux)の中核的拠点として、測定手法やデータ処理の標準化、技術研修、データベース整備などに貢献した。また、新たな計測方法を開発し、総合的な森林の炭素循環観測のスタイルを確立した。
北海道北大天塩研究林における森林の炭素循環と森林施業に関するモニタリング	(3)(4)	<ul style="list-style-type: none"> 2001年度に、北海道大学及び北海道電力との産学官共同研究「落葉針葉樹林における炭素循環機能に関する観測研究(CC-Lag Experiment)」として、北海道大学天塩研究林内の針広混交天然林(約14ha)において観測を開始した。 本観測林では、森林管理及び森林生態系の遷移過程を追って、森林生態系の炭素循環機能の変化を長期にわたり観測をすることとし、針広混交林の天然林を2003年1月に皆伐し、2003年10月にはカラマツ苗木約32,000本を植樹した。 本観測林の大きな特徴は、一つの集水域を形成していることにあり、その特徴を生かして、皆伐前・皆伐後の裸地・カラマツ幼樹期と、森林生態系の変遷による物質循環過程の変化を継続的に調査観測した。 河川水中の溶存態有機炭素、溶存態有機窒素の濃度は、樹木の伐採前後には明瞭な変化が認められなかった

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
		<p>が、植樹前の整地作業後には溶存有機窒素や硝酸イオン濃度が上昇する傾向が認められた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 森林生態系の二酸化炭素収支は、天然林、植樹前の整地作業後・カラマツ植林後で、夏期には当観測林が放出源となっており、植樹後3年経過しても、整地作業やカラマツの植林の過程でCO₂の放出特性に大きな変化は起こっておらず、まだ、CO₂の排出源の状態が続いていることを明らかにした。 ・ 本観測林での長期観測によって、森林施業や再植林などの森林管理にともなう炭素収支の動態が明らかになり、わが国を含むアジア地域の森林管理に対する炭素循環の側面からの指針を提供できると考えられる。
森林リモート センシング	(3)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 苫小牧カラマツ林において、航空機搭載のレーザプロファイラや地上からのレーザ計測を行い、これまで大きな労力を必要としてきた人的な地上調査に替わる、森林バイオマス・森林立体構造の計測手段を確立した ・ バイオマスの変化をベースにした森林の炭素収支は、別途行われている微気象学的手法による結果と良好な一致が得られた。 ・ 富士北麓観測林の整備に際して、衛星画像と併せて既存の航空写真の解析を行い、サイト候補地の絞り込みから、対象森林の均一性、微地形の評価を行い、観測林の位置の決定への情報提供を行うとともに、航空写真をデジタル化して活用する森林センサス手法を確立した。 ・ 航空機レーザプロファイラよりも撮影コストを必要としないデジタル航空写真の処理技術を開発し、レーザプロファイラと同程度の精度による樹冠高計測が可能であることを示した。また樹冠高の抽出と同時に樹種分類や倒木の検出までを行う手法を確立した。 ・ 本事業で開発した手法や取得データは、AsiaFluxネットワークなどで高解像度の森林センサスデータを整備する基盤となるものであり、当該地域の精細な炭素収支の評価に貢献できる。
成層圏オゾン モニタリング	(1)、(2)、 (3)	<p><u>つくばにおける成層圏オゾンモニタリング</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1988年よりレーザーレーダーを用いて成層圏オゾン鉛直分布のモニタリングを継続実施した。本モニタリングは、成層圏変化検出ネットワーク(NDSC)の観測拠点として位置づけられており、アジア東地域のオ

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
		<p>ゾン観測として15年以上の観測実績を有している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ レーザーレーダーによる観測データの新たな解析プログラムを開発し、1988年以降のデータを再解析し、オゾン(10~40km)・エアロゾル(10~35km)・気温鉛直分布(35~75km)の同時観測データを導出した。データはNDS Cを登録するとともに、CGERホームページより発信した ・ 1996年より、天候・時刻に拘わらず自動連続観測を行うこと、及び高度40km以上のオゾン観測頻度を増大することを目的にミリ波分光計を導入し、観測頻度の高いオゾンデータを取得してきた。 ・ ミリ波分光計による長期連続観測の結果、中部中間圏(高度60km)のオゾン濃度の半年周期変動を示す明瞭なデータを世界で初めて得た。 ・ 2004年に、NDS C運営委員会の勧告に応え、また下部成層圏からのオゾン観測を可能にするために、ミリ波分光計への冷却黒体の導入、1GHz広帯域観測に必要なサブシステムの追加と装置の改造・調整等を行い、成層圏下部から中間圏にわたる16~76kmの広範囲で良好なオゾン時系列データを取得可能にし、以後、観測を継続した。 ・ オゾンライダーとミリ波分光計の2機種によるオゾン観測をその機能・特徴から位置づけを再検討し、定常的な高頻度観測はミリ波分光計が、観測の検証・イベント強化観測はオゾンライダーが担うこととして、観測の合理化を図り、オゾン層変動の長期観測データを提供する体制を整備した。 ・ 2004年より、欧州の衛星センサーEnvisatセンサーのオゾン鉛直分布の検証プロジェクトに参加しており、オゾンライダーのデータが利用された。 <p><u>北方成層圏総合モニタリング</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1997年より北海道陸別町の銀河の森天文台の一室(陸別成層圏総合観測室)を名古屋大学太陽地球環境研究所と共同で借り受け、ミリ波分光計による成層圏オゾンの鉛直分布観測、ブリューワ分光紫外線計によるオゾンカラム量と有害紫外線の観測、レーザーレーダーによる気温の鉛直分布等の観測を開始した。 ・ ミリ波オゾン観測については安定した連続観測を継続実施した。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 2005年には、観測下限を22kmから約15kmに拡大するために、測器の改造（帯域幅を500MHzから1GHzに変更）を行い、世界的に最高性能を有するミリ波分光計とした。 ・ 陸別は北極の極渦が到達する位置に位置することから、極渦の南下時に成層圏オゾンの減少過程を観測し、わが国でも極渦の影響があることを明らかにした。 ・ 2006年、NDS Cによって、陸別のミリ波オゾン観測が”Complimentary Measurement”として正式に承認された。
有害紫外線観測ネットワーク	(2)(3)(5)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1998年に全国の有害紫外線（B領域紫外線）を観測する研究機関・大学などとボランティアに連携したモニタリングネットワークを構築し、国内25地点の観測データを収集、取りまとめを行ってきた。ホームページから観測データとともに、紫外線に関する情報を発信してきた。 ・ モニタリングネットワーク事務局として、参加機関の計測手法・データ処理法の統一、測器の定期的な校正の実施体制の整備など観測のQA/QCを強化して、観測データの一元化を進めた。 ・ 観測のオンライン化を進め、データの即時発信とともに、有害紫外線の人体影響の指標であるUVインデックスの表示システムを整備し、CGERホームページより発信してきた。 ・ 有害性外線の生物影響を評価するために、枯草菌の胞子の発芽程度から有害紫外線の影響を評価するシステムを開発した。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
G E M S /Waterのモニ タリング	(1)(2)(3)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1994年から国際的な陸水モニタリングプログラム（GEMS/Water）のわが国のナショナルセンター業務を継続してきた。1994年には摩周湖（北海道）を、1996年には霞ヶ浦（茨城県）を観測湖沼として登録し、従来からNIESの湖沼観測を継続してきた。 ・ ナショナルセンターでは毎年、国内の23ヶ所の水質データを収集整備し、ナショナルセンター（CCIW；カナダ）のデータベースシステムに登録した。 ・ 摩周湖では、一般的な水質項目に加えて、超高感度分析技術を駆使して、非汚染地帯の湖水中のPOPsや微少金属などの年1回測定してきた。 ・ 霞ヶ浦では人為的影響の大きな湖沼の代表として、透明度，温度，電導度，栄養塩類，イオン成分などの水質観測を、月1回測定してきた。 ・ 摩周湖及び霞ヶ浦ともに、従来からの観測データ、他機関で行われた調査データを含む総合的なデータベースを整備し、提供した。 ・ 霞ヶ浦における最近の湖沼環境の変化が、湖底の堆積している汚泥の浚渫に大きく影響されていることを、長期間の観測データから明らかにした。
メコン河国際 河川の水質・ 生物多様性モ ニタリング	(3)(6)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2004年より、アジア最大の国際河川であるメコン川において、流域5カ国の共同による水質と生物多様性のモニタリング体制構築に向けた予備的検討を開始した。 ・ 流域諸国・関係国際機関の参加を得て、国際ワークショップを数回開催し、国際協力体制の構築、統一的なモニタリング体制のあり方、精度管理システムの構築、流域国におけるキャパシティなどについて検討した。

サブ テーマ	研究成果目標	研 究 成 果 の 概 要
温室効果ガス 排出シナリオ データベース の整備	(2)(3)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室効果ガス排出シナリオに関連する各種データを種々のシナリオグループに送付を依頼するとともに、文献データなどから収集したデータと合わせて、データベースを作成しインターネット等を通じて世界各国の研究者に配布した。 ・ さらに本データベースの活用を図るため、本データベースを利用した研究者からの意見等を参考にしつつ、データベースシステム、特に検索、表示関連のユーザーインターフェースの改良を実施した。さらにシナリオ作成のための重要な情報であるモデル情報との連携を図るためデータベースファイルの改良を行った。 ・ IPCC 第4次評価報告書作成に向けて、集中的にSRES、Post-SRES以降に発表されたシナリオを収集した。収集したシナリオには詳細な情報が不明なものがあるため、様々な角度から分析を実施し、疑義のあるデータについては直接問い合わせるなどして、収集シナリオの精査を実施した。その上で対象とするシナリオ群に対して、各シナリオの特徴、シナリオ間の差異やシナリオ全体の傾向について基礎的な分析を行った。
排出インベ ントリの作成	(2)(3)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中国、インド、タイ、ベトナム、韓国を対象として詳細な発生源別のエネルギー消費量やSO₂、NO_x、CO₂排出量データを収集・整備した。また、その他の地域についても、国レベルの排出量データを収集・整備した。 ・ 1995年、2000年度の州別排出量表及びアジア地域0.5度メッシュ図(地理情報システムを用いて作成)として提供した。 ・ 中国・インド・タイの産業部門からの2000年における点源・面源のエネルギー消費、大気汚染物質、温室効果ガス排出量のデータについて、データの精査をした。また、インドネシア、ベトナムのデータを追加した。 ・ インドネシアに関しては、点源・面源のエネルギー消費量データの収集・加工の追加作業を行い、点源・面源のSO₂・CO₂排出量データの作成を行った。ベトナムに関してはSO₂、CO₂排出量データに加えて、NO_x排出量データを作成した。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 中国・インド、タイ、インドネシア、ベトナム以外の国については、国レベルでの排出量データに発電所等の大規模発生源の情報を加味し、排出分布の地理的精度を向上させた。 ・ 大気汚染や地球温暖化に寄与する物質である Black Carbon についても新たに排出インベントリの対象とし、排出係数データを各種文献から収集・整備し、中国・インド・A S E A N 地域における Black Carbon 排出量を推計した。
炭素吸収源データベース	(2)	<ul style="list-style-type: none"> ・ C O P 3 以降の京都議定書における吸収源の取り扱いに関連する国際ルールや科学的な知見等についての最新情報を収集・整理しHPから公開した。 ・ HP データベース利用者や関連研究者からの意見等を参考にしつつ、データベースのコンテンツや表示関連のユーザーインターフェースの改良を継続的に実施した。 ・ 吸収量算定方式に関連して、I P C C において検討される土地利用、土地利用変化、林業のグッドプラクティスガイダンスに関する情報を収集・整理し、国別吸収量評価データベース(Excel 形式)により、吸収量のアカウント方式を変更したときに各国の吸収量を簡易的に推定するソフトを開発・公開した。 ・ 吸収源対策プロジェクトのアカウントルール等を詳細に分析するとともに、プロジェクトサイトにおける科学的な吸収量評価方式を事例解析を実施した。 ・ 第2約束期間以降における吸収源の取り扱いに関する最新の情報を収集・整理した。 ・ 陸域炭素吸収量の算定するために必要な土地被覆情報や吸収源対策のポテンシャル評価に必要な社会経済情報を整備した。
マテリアルフローデータベース	(2)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 産業関連表を用いた環境負荷原単位データに関し、第4刷まで再版を重ねてきた「産業関連表による二酸化炭素排出原単位」(CGER-D016-97)の更新・拡張版として、2002年に「産業関連表による環境負荷原単位データブック(3EID)~LCAのインベントリデータとして~」(CGER-D031-2002)を出版した。 ・ 資源貿易のマテリアルフローデータに関し、「マテリアルフローデータブック~日本を取りまく世界の資

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
		<p>源のフロー」(CGER - D 0 2 2 - 9 9)について、1998年の国連貿易統計データをもとにした新たな集計データを加え、2003年に第2版(CGER - D 0 3 3 - 2 0 0 3)を出版した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 木材は、資源貿易に占める日本の位置が大きく、また、近年炭素吸収源としての森林がクローズアップされてきたことから、伐採木材のフローやストックの変化の体系的・定量的把握を進め、「伐採木材のマテリアルフロー・炭素フローデータブック」(CGER - D 0 3 4 - 2 0 0 4)を出版した。 ・ 産業連関表を用いた環境負荷原単位データについて、2000年版産業連関表が公開されたことから、これに対応したデータの収集・加工を行い、エネルギー消費量、CO₂排出量について、HPからの公開を行った。 ・ 資源貿易のマテリアルフローデータについて、2003年の国連貿易統計データが公表されたことから、これに対応した更新版の作成作業を進め、データブック第3版(CGER - D 0 4 0 - 2 0 0 6)の編集を行い、公開準備を終えた。
東南アジア熱帯域における陸上生態系データ収集整備	(1)(2)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 東南アジア諸国の関連研究機関及び米国スミソニアン研究所と共同で、東南アジアの典型的な熱帯林5ヶ所(マレーシア、タイ、スリランカの低地雨林、熱帯季節林、丘陵地常緑広葉樹林など)の植生長期観測プロットで取得した、樹木の分布(稚樹を含む)およびサイズに関するセンサデータを整備した。 ・ 調査は、森林組成や構造に関するデータ蓄積が不十分な林分や地域(二次林など)にプロットを設置し、樹木の分布やサイズ・成長に関する計測及び種の同定作業を数年間隔の頻度で行っている。 ・ マレーシアの熱帯雨林で収集した樹木分布データをもとに、点過程モデルを用いて、主要フタバガキ科の分散構造に関する解析を行った。 ・ これらの東南アジアの典型的な熱帯林での森林センサデータの系統的な収集により、森林の多様性の維持機構や炭素蓄積・吸収機能などに関するデータを提供した。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
温室効果ガス 排出/吸収イ ンベントリ のとりまとめ と報告	(2)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室効果ガスインベントリオフィス(以下、「G I O」)を設置し、インベントリの作成及び作成方法の改善に関する検討を行った。 ・ 毎年度の日本の温室効果ガスの排出量及び吸収量を推計し公表するとともに、気候変動枠組条約締約国会合(C O P)で採択された共通報告様式(C R F)を用いて、当該データを条約事務局へ報告した。 ・ わが国の温室効果ガス排出の推計や評価に関する能力の向上が図られた。
衛星による温 室効果ガスモ ニタリング手 法の開発	(3)	<ul style="list-style-type: none"> ・ G O S A T搭載センサーの仕様を決定するために、観測目標を達成するための光学分解能と信号対雑音比の関係を数値シミュレーションによって求め、J A X Aに提示した。 ・ 雲やエアロゾルの影響のないクリアスカイ条件で観測された衛星データの処理手法と誤差検討を実施し、目標精度が達成されることを確認した。また、薄い雲(巻雲)の影響が含まれる観測データの処理手法を検討し、実用的な手法を開発した。 ・ J A X A及び環境省の製作したG O S A Tセンサーの地上モデル(B B M)を航空機や飛行船に搭載し、フーリエ変換分光器による太陽の地表面反射光(短波長赤外スペクトル)を世界で初めて観測し、スペクトルの評価・実証を行った。 ・ 衛星観測データを全球の炭素収支分布推定モデルに利用してモデル推定誤差を低減するための手法を検討し、数値シミュレーションによりその有効性を確認した。
スーパーコン ピュータ利用 支援	(4)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 所内外のスーパーコンピュータ利用者からの利用希望を募り、ステアリングコミッティによる評価を得た上で、コンピュータ資源の配分を行った。利用者に対する、コンピュータ利用上の技術支援を行った。 ・ 毎年、利用者による研究成果報告会を開催し、また Annual Report を発行した。5冊のモノグラフを刊行した。

サブ テーマ	研究成果目標	研究 成 果 の 概 要
Global Carbon Project 国際 オフィス支援	(6)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2003年にGCP国際オフィスを招致し、GCPの最終計画書作成のワークショップを開催した。 ・ CO₂ 吸収排出源評価のためのインバースモデルに関する国際的な研究コミュニティであるTransComなどの国際会議を開催した。 ・ Urban and Regional Carbon Management (IHDP分野)に関するワークショップを開催した。 ・ GCP計画文書及びパンフレット(和文)を印刷、発行した。
普及、啓発、 広報活動	(5)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ニュースレターの月1回の発行を継続し、関係機関、専門家などに地球環境研究に関する国内外の最新情報や地球環境研究センターの活動概要などを提供した(5年で60号発行。平成17年度末の毎号の発行部数は3,200部)。その他、各種の出版物の刊行、パンフレットの作成し、成果の普及、啓発、広報を行った。 ・ CGERの活動を一般市民に伝えるとともに、データベースの利用促進のためにホームページを平成8年に立ち上げているが、これを継続するとともに内容の充実を図った。観測ステーション現場を紹介する「地球環境モニタリングステーションバーチャルツアー」や地球温暖化に関する学習活動の推進を目的とした「見て、読んで、理解する、地球温暖化資料集」などを作成した。 ・ 児童に対し、地球環境問題に対する関心を喚起するための教材として、「地球環境ばらばらマンガ」や「かんきょう問題かんしん度チェック」などを作成し、研究所の施設公開やつくば市など主催の「つくば科学フェスティバル」などのイベントで活用した。 ・ 来訪者やマスコミに積極的に対応した。また、高校生を対象とした「サイエンスキャンプ」や、落石ステーションの地元小学校5,6年生を対象とした「エコスクール」などを毎年行い、教育活動への協力を行った。 ・ CGER関連の見学者は多く、研究所の一般公開を除いても、H15年の見学者数は1,602名、H16年は1,277名、H17年は1,062名に達した。