

## 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"> <li>・北太平洋の海洋表層CO<sub>2</sub>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。CO<sub>2</sub>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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・海洋表層CO<sub>2</sub>観測に関する国際ワークショップを開催し、海洋表層のCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>観測データの解析、太平洋との比較を行った。</li> <li>・波照間・落石のO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>比およびCO<sub>2</sub>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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>

<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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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"> <li>● 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。</li> <li>● 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。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 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。</li> <li>● 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。</li> <li>● 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。</li> </ul>
<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"> <li>・ 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</li> </ul>

	<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"> <li>・ 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。</li> <li>・ 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 O<sub>2</sub>) 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ ガス - エアロゾル同時算出法を I L A S データに適用し、N<sub>2</sub>O、C H<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>O、O<sub>3</sub> 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。</li> </ul> <p>(ii) I L A S -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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)</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> </ul> <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"> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 陸別のミリ波オゾンデータをN D S Cに登録した。</li> </ul>
--	--

- ・ 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"> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 化学気候モデルを用いて、CO<sub>2</sub> 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CO<sub>2</sub>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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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CO<sub>2</sub>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。</li> </ul> <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"> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> </ul>
2. 廃棄物の総合管理と環境低負荷型・循環型社会の構築	
(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	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>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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>
-----------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>
<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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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、<math>0.19 \sim 0.74 \text{ ng-TEQ/m}^3</math>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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>
<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"> <li>・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。</li> <li>・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</li> </ul>

	<p>まとめを行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>
(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、<math>CH_4</math>、<math>N_2O</math>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污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を図ると同時に、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

<p>(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</p>	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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酸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ラーゼ発現阻害、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>
--------------------------------------	---

	<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、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<sup>14</sup>C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関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換え体の魚(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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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</li> </ul>

	<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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>
<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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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</li> </ul>

	<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を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"> <li>チベット高原の北部で高山湿地草原においてCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O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/m<sup>2</sup>/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。</li> </ul>
<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><b>排出実態</b>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><b>環境動態把握</b>に関しては、モニタリングにより、SPM、PM<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>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><b>曝露量評価</b>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><b>環境ナノ粒子研究</b>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NO<sub>x</sub>によってオゾンが破壊され、オゾン濃度とNO<sub>x</sub>濃度の間に逆相関が見られる一方、NO<sub>x</sub>とSO<sub>2</sub>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><b>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</b></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><b>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</b></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50,000m<sup>3</sup>/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m<sup>3</sup>/年であり、排水量29億m<sup>3</sup>/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><b>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</b></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><b>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</b></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><b>5. 沿岸域環境総合管理</b></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"> <li>・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。</li> <li>・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<sup>15</sup>N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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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</li> </ul>

	<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"> <li>・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。</li> </ul>
<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"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>3) 遊離金属イオンの細菌毒性は、Ag &gt;&gt; Ni &gt; Pb &gt; Cu &gt; Sb &gt;&gt; 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)。</li> <li>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) &gt; Cu (4.7mg) &gt; Pb (1.5mg) &gt;&gt; In (25µg) ≈ Sn (23µg) &gt; Bi (7µg) &gt;&gt; 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。</li> <li>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</li> </ol>

	<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、<math>Sn (36\%) \geq Sb (33\%) &gt; Bi (19\%) &gt; Ag (12\%) \approx In (11\%)</math>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（<math>r &gt; 0.980</math>、<math>p &lt; 0.02</math>）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、<math>Ag \gg Pb &gt; Cu &gt; Sb &gt; In</math>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<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>濃度が上昇し、平均濃度が0.1mg/m<sup>3</sup>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CO<sub>2</sub>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、CO<sub>2</sub>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>
--	---