

(資料 3 0) 重点研究分野の平成 1 3 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	グローバルから林班規模の炭素収支の観測研究は計画通り進行中であり、機器開発・観測の展開・データの蓄積が進んでいる。特に海洋吸収増大を目的とした鉄散布実験では、その評価が可能なデータが得られた。京都議定書対応では森林吸収のモデルによる解析が進み、また制度的な側面の研究体制が整った。 定期貨物船を用いた太平洋上大気のコ2 炭素同位体比、酸素濃度観測のためのボトルサンプリング装置を開発し、緯度分布観測を開始した。国際的データ統合に向けた同位体比測定と比較実験を実施中。 陸域吸収源観測のために、タワーとコンテナラボを使い CO2、オゾン、ラドンの大気濃度連続観測システムを開発した。現在、西シベリアのトムスクにある 70m タワーから大気をサンプリングし、分析を実施しており、幾つかのトラブルはあるものの、順調にデータを蓄積中。 陸域吸収源観測のため、タワーに設置された超多波長分光センサを使った、森林植生活動の季節変動を観測する手法を開発した。多角度観測センサを用いた航空機実験によって、森林樹冠上の反射特性と樹冠密度の関係を明らかにした。H14 に予定している航空機による大気観測の機器を開発した。 吸収源評価モデルの開発により、吸収源活動による炭素クレジット量を推定し、炭素クレジットの認証と取引に関する国際的なメカニズムに関する検討を開始した。 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。
(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	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、主要モデル及びデータベースの基本部分の改良・開発に着手するとともに、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とおり。 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。 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との関係をより精度よく予測するモデルを開発した。 アジア太平洋 4 2 か国を対象にして、簡略型環境・経済統合モデルを開発した。 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。 世界の 9 つのモデリングチームをコーディネートして、I P C C 用安定化排出シナリオを作成し提供した。

	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に着手した。 大循環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した。 大循環モデルの高分解能化・高精度化に着手し、テスト実験を行った。 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するとともに、過去の歴史の再現実験を目指し、エアロゾル等の排出データベースの作成を開始した。 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開始した。 水資源影響モデルの需要推計部分を、灌漑面積や給水人口の過去トレンドと将来の社会経済シナリオを反映したものとし、アジア地域の水需要推計を空間的に行った。 河川流域管理のインフラ投資と長期的な温暖化適応対策の関係を明らかにするため、経済モデルを開発して中国に適用し、最適な河川流域投資政策を検討した。 今までに開発した影響モデルを用いて、I P C C - S R E S シナリオ及び安定化シナリオに対応した各種影響を概括的に推計した。 水資源や水質の影響を都市レベルで解析するため、都市データベースの開発と都市・流域総合モデルの開発に着手した。
(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	COP6 以降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行った。また、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を明らかにするため、最新の情報を用いて温室効果ガスの削減可能性、対策に伴う経済影響、環境投資の経済効果のシミュレーションを開始するとともに、排出量取引・クリーン開発メカニズム等の柔軟措置及び炭素税などの国内的政策パッケージについての効果分析に着手した。
(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	本研究分野の研究課題のうち、極域オゾン層を中心に行った衛星観測、地上モニタリング等により得られた観測データやその他の種々の観測データを活用した研究、大気大循環モデル及び光化学トラジェクトリーモデル結果を用いた研究、不均一変換過程の寄与見積りに関わる反応データの整備等の室内実験に関する研究については、重点特別研究プロジェクト「成層圏オゾン層変動のモニタリングと機構解明」の一部として実施した。 本研究分野においては、その他に、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、大気汚染物質等の影響を評価した。また、紫外線増加が生物に及ぼす影響評価に関する研究、オゾン等の大気微量成分の観測装置開発に係る研究を実施した。 この結果、以下の知見が得られた。人工衛星 ADEOS 搭載センサー ILAS による観測から、1997 年春期北極域でのオゾンを定量的に見積もった結果、1997 年 3 月末には、約 18km 高度で当初オゾン量の 50% ものオゾン破壊が確認された。また、北極域における脱水現象が、ILAS による水蒸気の観測データから世界で初めて確認された。さらに、広範囲にわたる脱窒現象が ILAS による硝酸の観測データから確認された。1 次元及び 3 次元

	光化学モデルを用いた計算によって、火山爆発後の気温変動やオゾン変動、QB0などに、化学・放射・輸送相互作用による変動を見いだした。 人工衛星からの温室効果気体の広範囲モニタリングのためのイメージングフーリエ変換赤外分光計の概念検討を行った。その結果、海面での太陽反射光を光源に用いた観測により、温室効果気体の気柱全量を導出する事が可能であることを示した。 紫外線増加が生物に及ぼす影響評価に関する研究から、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ことを明らかにした。紫外線の健康影響に関して、国内外の疫学調査により、皮質白内障および翼状片の発症と紫外線暴露との間に有意な関連を見出した。
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整備に関する研究	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。 また、環境配慮型ライフスタイルの形成要因に関する研究、環境負荷の低減と自然資源の適正管理のための施策とその評価手法に関する研究、環境負荷低減のための産業転換促進手法に関する研究、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に関する研究、耐久財起源の循環資源の適正管理に関する研究、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に関する研究及び社会的受容性獲得のための情報伝達技術の開発に関する研究を行い、次のような成果を得た。 ・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。 ・ライフサイクルアセスメントにおける地域性の考慮や統合評価手法に関する情報収集、技術革新や需要変化がCO₂の排出や資源消費、廃棄物発生などに与える影響分析を行った。 ・ISO14001審査登録が多くの環境負荷項目について連関を持っており環境負荷削減手段として有効と考えられるが、その連関は注目されている環境負荷に限定される傾向があることを把握した。 ・先行研究で試作した多次元物量投入産出表(MDPIOT)について、SEEA2000との整合性の向上や「隠れたマテリアルフロー」・貿易による国際連関の明示のための枠組みの再構築、誘発分析システムの開発を行った。 ・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。 ・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。 ・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。

(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	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。 また、埋立地浸出水の高度処理に関する研究、焼却処理におけるダイオキシン類発生量予測指標に関する研究、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に関する研究、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に関する研究及び最終処分場による環境汚染防止のための対策手法検討調査を行い、次のような成果を得た。 ・ 生物活性炭処理では物理的吸着のみならず付着微生物の機能によりビスフェノールA等の内分泌攪乱化学物質を除去しており、その有効性が示唆されることを確認した。 ・ リグニンと塩素源が共存する状態での加熱ではダイオキシン類が生成しやすいこと、ダイオキシン類の生成しやすさは無機塩化物の固体状態での塩素原子と金属原子との結合エネルギーと相関を持っていることを見出した。 ・ 炉床温度が 800 以上の場合には、焼却物に塩素がある程度含まれていても、ダイオキシン類の生成量は微量である一方、炉床温度が 800 以下の場合には、焼却物中の塩素含量とダイオキシン類の生成量の間に比例関係が成立することを確認した。 ・ 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と最適化に向けた検討を行った。 ・ 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検討を行った。
(3) 廃棄物処理に係るリスク制御に関する研究	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。 また、オゾン層破壊物質及び代替物質の排出抑制システムに関する研究、残留性有機汚染物質（POPs）を含む廃棄物処理に関する調査研究、内分泌攪乱化学物質等の有害化学物質の簡易・迅速・自動分析技術に関する研究、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に関する研究、人工衛星による不法投棄等の監視システムに関する研究、廃棄物溶融スラグの再生利用促進に関する研究等を行い、次のような成果を得た。 ・ 業務用空調機器におけるフロン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うとともに、POPs 廃棄物の収集、運搬、保管方法についての技術的な留意事項の取りまとめを行った。

	・土壤中ダイオキシン類の免疫測定における正の干渉物質の検索を行った。また、抗ダイオキシン類モノクローナル抗体の作製に着手した。 ・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の抽出を行うとともに、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」をゾーニングする一つの方法論を提示した。 ・人工衛星の光学センサ、熱赤外センサ、合成開口レーダセンサ、パנקロマチックステレオセンサによる投棄箇所検知システムの開発を行った。 ・鉛等の重金属類の溶出に関わる要因解明と溶出防止方法に関する実験的検討を行った。また、タンクリーチング試験等による重金属類の長期的溶出挙動のモデル化を行った。
(4) 汚染環境の浄化技術に関する研究	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。 また、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、微生物を活用する汚染土壌修復の基盤研究、微生物分解を用いた汚染環境修復に関する研究、新しい抽出媒体を用いた汚染物質の回収に関する基礎的研究を行い、次のような成果を得た。 ・環境中から水銀除去能の高い新規微生物のスクリーニングを行い、水銀除去能の高い菌株（D5 株）を得るとともに、水銀還元酵素遺伝子の塩基配列の決定等を行った。 ・TCA および TCE を同時に分解できるエタン酸化細菌 TA27 株を土壤中より分離した。また、TCE を好氣的に分解するメタン酸化菌 M 株の MMO 遺伝子の一部を PCR で増幅することによる M 株の検出方法を開発し、大型土壌・地下水シュミレータを用いて M 株の浄化効果について検討した。 ・名古屋市内の 1,2-ジクロロエタンで汚染した河川水及びその底質の調査を実施し、その微生物浄化の可能性について検討した。 ・熱固化性高分子等の新規抽出媒体を用いて、環境試料中の汚染物質の抽出を行い、従来から使用されている有機溶媒と比較しても利用を検討するに値する媒体であるとの知見が得られた。
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化学イオン化陰イオン検出質量分析法（CI / NI / GC / MS）、液体イオン化質量分析法（LC / MS）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。また GC / MS による尿中のビスフェノール A の分析法の開発を行うと共に、霞ヶ浦湖水等においてエストラジオール等の物質濃度の測定を行った。 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、メダカのビ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。

	エストロゲン活性試験は S9 代謝活性を組み込んで、代謝物の作用検定が可能なように拡充した。またこれらのストロゲン作用の検定を霞ヶ浦湖水や化学商品約 200 種について実施し、湖水や化学物質の作用レベルを明らかにした。 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実施した。 内分泌かく乱物質の生殖系、神経系、免疫系への影響研究 甲状腺ホルモン阻害剤や環境ホルモンを投与した実験動物の行動試験法の確立、有機スズを投与した実験動物の神経細胞死及び再生、ドーパミン枯渇による広調性、発達障害、低投与量フタル酸エステル投与に卵巣アロマターゼ発現阻害、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誘導を見いだした。また乳癌細胞株や骨芽細胞を用いて植物エストロゲンが細胞の増殖に及ぼす影響を調べた。 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を明らかにした。ま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にすると共に、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。 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、環境モデルの適用の可能性等に関する基礎的検討を行い、システム基盤の整備を行った。
(2)ダイオキシン類のリスク評価と管理に関する研究	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、ダイオキシン類標準物質の作成と濃度検定、新たなスクリーニング手法の設計と前処理の簡易化の検討を行った。 また排ガスのリアルタイムモニタリング機器の概念設計を行った。 ダイオキシン類の曝露量及び生体影響の評価として、ヒトの血液、組織等のダイオキシン濃度の測定を行うと共に、ダイオキシンによって鋭敏に動く遺伝子の探索を DNA マイクロアレーを用いて開始した。 甲状腺ホルモン (T₄) 低下による脳への影響を調べるため T₄ 輸送タンパク (TTR) をノックアウトしたマウスを用いたメカニズムの解明を行い、また妊娠ラットへのダイオキシン投与による胎児死亡の観察と胎盤におけるグルコース動態の異常を明らかにした。TCDD 曝露胎盤で発現量が上昇する 8 種のタンパク質を同定し、この中には低酸素状態を示すタンパク質が存在した。ダイオキシンの内分泌攪乱作用とそのメカニズムを解明するために、雌ラット及びマウスにダイオキシンを投与して仔の性比、精子形成、胎盤機能、膣開口、性行動、甲状腺ホルモン、抗体産生等について検討した。生殖発生、脳性分化、免疫機能にかかわるいくつかの影響指標は出生後の特定の時期に発現し、これまでに知られているレベルと同じように低用量で発現することが明らかとなった。 臭素化ダイオキシン類の環境影響評価に関する研究として東京湾底質中の臭素化ダイオキシン及び人体脂肪組織中の臭素化ダイオキシンの測定を行った。臭素化ダイオキシンの生物残留は今までほとんど見いだされていないが、はじめて人体脂肪組織から検出された。

	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設計および日本国内環境におけるデータ作成を実施した。
(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	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 法について検討を行った。水銀分析における PIXE 法については、還元気化原子吸光法との比較を行っている。放射線計測のための新しい検出器として常温動作可能な Si (Li) の開発を行った。また TIBr 検出器について結晶評価方法を検討した。 分析の精度管理のための研究を特に環境中のダイオキシン類を対象として、当研究所で作製した標準試料を用いて検討した。またフィールドで採取した土壌、底質、水生生物等における前処理による分析値差を明らかにした。 有害化学物質による地球規模での海洋汚染の実態を知る手法として、商船を利用したサンプリングシステム及び連続モニタリング手法の構築を行った。固相抽出剤のブランクの低減及び回収率の向上のために、選定と洗浄方法の検討を行い、2 種類について実験室及び現場での実験を行った。また 2 種類の POPs(マイレックス、トキサフェン) の分析法の確立を行った。 環境動態の解明にかかわる研究としていくつかの界面活性剤の底泥への吸着性や生分解性、藻類への毒性について検討した。また共存する有害化学物質への界面活性剤の影響としてミセル可溶化による殺菌剤トリクロサンの水への溶解度および遊離塩素付加反応への影響について検討した。 降水、降下物、大気中の放射線核種の挙動に関する研究として Be-7、Pb-210、Ru-22 の観測を行った。大気中の Be-7 と Pb-210 の濃度は両核種の期限が異なるにもかかわらず季節変動が類似し、春季と秋季に高値を示す。成層圏下部における Pb-210 の蓄積と下降との関連が示唆された。また 1991 年 12 月から 1992 年 1 月につくばで観測された Pb-210 と Be-7 の放射能強度の一次的増大はフィリピンのピナツボ火山の 1991 年 6 月の噴火の一部に由来している可能性が考えられた。 藍藻が産生する有毒物質について Planktothrix rubescens の下部の大量培養し、新規の蛋白質脱リン酵素阻害物質を単離し、その構造解析を行った。 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) を作製した。それを用いた水質モニタリングを実用化するために、代表的な化学物質としてベンゾ (a) ピレン、MeIQx、トリプ - P-Z をトランスジェニック魚に曝露し、毒性、突然変異頻度等について検討した。また導入遺伝子の維持や精子凍結法について検討し、凍結精子を用いての人工受精に成功した。
(4) 化学物質のリスク評価と管理に関する研究	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。 曝露評価については、変動を考慮した曝露評価に向けて、統合曝露評価システムを構成する河川モデルの開発とデータベースの作成を行った。また、より少ない情報に基づく曝露評価モデルを開発するため、既存の環境挙動モデルや構造活性相関手法を収集し、目的に合わせた評価を行った。 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、感受性を決定する遺伝子多型要因を抽出するため、インフォームドコンセントを行って生体試料を採取し、分析を始めた。また、

	中国のヒ素慢性汚染地域を対象に、住民の生体試料と飲料水や石炭を採取し、重金属等の分析を進め、尿中のヒ素の化学形態が日本人を異なることを確かめた。また、複合曝露によるリスク評価手法の開発に向けて、作用機構の類似した物質群を基調として評価手法の検討を行った。一方、バイオアッセイ手法の実用化に向けて、各種の活用形態ごとに必要条件を整理し、この観点から既存手法の評価を行った。また、ゼブラフィッシュを用いた変異原性検出方法の開発を試みている。 生態リスク評価については、日本特産種であるセスジユスリカを用いた底質毒性試験法の開発を進めた。また、OECDの底質毒性試験法の検証を行った。 リスク情報伝達手法については、生態リスク評価の高精度化に向けて収集した生物毒性データを既に開設しているデータベースに搭載、公開した。また、リスク情報伝達への専門家関与の効果を探る実験計画を策定した。
(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	重金属、有機塩素系化合物、大気汚染ガス、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指標を用いて量・反応関係に基づきそのメカニズムを解明し、その成果を疫学における野外調査へと応用する技術を確立するための研究をおこなった。 ダイオキシンをラットに投与することにより抗酸化ストレスタンパク質であるヘムオキシゲナーゼ-1 とメタロチオネイン遺伝子が早期に発現されることを見いだした。また、Ah レセプター・ノックアウトマウス、Nrf2・ノックアウトマウスを用いて、ダイオキシン類や多環芳香族化合物の毒性発現への酸化ストレスの関与の解明を進めている。大気汚染物質（ディーゼル排ガス粒子、オゾン、花粉など）が免疫系など生体防御機能に与える影響を解明するために、マウスをディーゼル排気暴露環境下で育て、炎症性細胞の集積に及ぼす影響について検討を行った。また、大気汚染物質の影響評価のための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 分子疫学的な指標の確立を目指して、砒素化合物の癌関連遺伝子の発現に及ぼす実験的研究、代謝動態に関する速度論的研究、感受性要因に関する文献調査研究などが行われたさらに、人間集団を対象とした環境保健指標の開発のため、人口動態死亡統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、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開始した。中国における都市大気汚染による健康影響と予防対策に関する国際共同研究では、瀋陽市において二酸化硫黄、粒子状物質濃度の環境測定と住民の個人曝露調査を開始し、小学生を対象にした肺機能検査、質問票調査などによる呼吸器影響の調査を実施した。
4．多様な自然環境の保全と持続可能な利用	
(1) 生物多様性の減少機構の解明と保全に関する研究	航空写真・植生図・数値地図より生物生息環境のデジタル地図を作成する手法を確立し、那珂川と利根川の水系について地図を試作した。この地図に基づく生息適地推定が複数の生物群について可能であることを実証した。 生物多様性の地域固有性を評価し保全地区設定を目的とする指標である置換不能度(irreplaceability)は膨大な計算時間を必要とすることが弱点となっている。この計算能率を格段に高める手法を開発し、関東地方

	の鳥、蝶、トンボ類についての置換不能度の高い地域を抽出することができた。 流域ランドスケープにおける生物多様性の維持機構において、流域および局所生態系スケールで景観要素（土地利用、地形、植生）と生物群集、水質との関係を調査した。また、砂防ダム、貯水ダムが魚類の種多様性に及ぼす影響を分析した。 個体の確率的な死亡と種子散布を課程した森林動態の個体ベースモデルの設計を行った。種子の分散能力の制約が塊状の樹木分布を生み出すが、これが種間競争が原因でおきる絶滅の速度を低下させる効果がある事が示唆された。 侵入生物に関して主要種リストを作成し、データベースのフレーム作りを行った。侵入生物がもたらす生態影響について整理し、競争在来種の絶滅、遺伝的侵食、寄生虫/病気の伝播の3点について検討した。 組み換え体の挙動調査に用いるマーカー遺伝子を導入した植物を開発した。また、ツルマメの開花時期を調査し、遺伝子組み換えダイズ(GMO ダイズ)と交配可能な品種を選抜した。標的の微生物をモニタリングするためのマーカー遺伝子として水銀化合物分解酵素遺伝子に着目し、これを各種土壌細菌に導入した。また、微生物の環境中での生残性に関する検討を行った。
(2) 生態系の構造と機能及びその管理手法に関する研究	生態系機能の空間的な広がりと季節性を考慮した機能評価モデル(JHGM)を適用するための調査を実施した。ケーススタディとして東京湾の盤洲干潟において干潟機能ユニットの空間的把握法の調査及び機能の季節性データを取りまとめた。その結果、底生微細藻類の現存量は前浜干潟では変動が小さいが、河口干潟では季節変動が激しい事がわかった。窒素やリンの無機化速度は前浜干潟より塩生湿地隣の河口干潟では大きく、干潟の物質循環モデルには修正を要する事もわかった。また、中国吉林省において中国吉林省自然保護研究所との共同(NIES- IEPJPC プロジェクト)で湿地の現地調査を実施した。 マレーシア半島部の低地熱帯雨林や農耕地などを対象に、低地熱帯林の林分動態と炭素蓄積・循環機能に関する研究、熱帯林の土壌型と土壌化学性に関する研究、フタバガキ科の種子繁殖や森林内の光環境に関する研究、林冠構成種の遺伝構造に関する研究などをおこなった。森林伐採やその後の管理形態により様々なサービス機能の劣化や回復過程への影響が現われることが明らかとなった。また森林のエコロジカルサービスの経済評価に関する研究をおこない、地域住民の各生態系に対する認識や経済的な価値が集団の大きさや、人口構成などによって変化することがわかった。
5 . 環境の総合的管理	
(1) 浮遊粒子状物質等の都市大気汚染に関する研究	浮遊粒子状物質等の都市大気汚染の発生源特性の把握、測定方法の開発、環境大気中での挙動の解明、並びに地域濃度分布及び人への曝露量の予測、動物曝露実験による毒性評価について検討した。 特に、平成 13 年度においては、大気浮遊粒子状物質研究の現状と問題点を明らかにし、 国立環境研究所における今後の研究内容を検討し報告書として取りまとめ出版公表した。これと共に、各個別研究分野における実験、観測、解析を実施した。 発生源の把握に関しては、シャッター実験装置を完成させ各種の環境条件や走行状態における自動車発生源原単位の把握を可能とした。また自動車排ガス高希釈装置を完成させ、車からのナノ粒子が環境中で成長、変化する様子を把握するための基礎実験を行った。同時に車載型大気汚染計測システムを完成させ実走行状態で

	の発生量把握を実施した。測定の結果、交差点などでは通常の数倍にも及ぶ発生源強度があることが明らかとなった。これと共にマクロ推計による浮遊粒子状物質等の面源分布把握システムを改善し特に沿道曝露量の予測精度を高め、疫学研究との接点を探った。 測定方法開発に関しては、有機炭素成分と元素炭素成分の分離分析装置を導入し基礎的な測定条件の検討を実施した。これと共に各種のモニタリング測定機器の実験室における比較評価実験を実施した。また沿道大気汚染の実態把握と行う為に高密度モニタリングシステム開発の基礎的検討を行った。 環境大気中での挙動の解明、並びに地域濃度分布及び人への曝露量の予測研究に関しては、フィールド観測データの解析、風洞実験、数値予測モデル開発に関する研究を実施した。具体的には、2000年冬季の東京を中心とした関東地域と、2001年春季の大阪を中心とした関西地域で野外観測結果を中心に解析を実施し地域的な特徴を明らかにした。 この中で大陸スケールでの大気汚染の輸送現象を明らかにし、数値モデルでの定量的な評価を実施する為のモデルフレームの構築と発生源の把握がなされた。また、局地大気汚染解析の為の観測を川崎市において実施しナノ粒子の環境動態等に関する予備的な測定を行い、シャドウイング実験結果と比較した。これと共に風洞実験による沿道大気汚染研究を進め、高架道路が周辺大気環境に及ぼす影響を詳細に解析した。 動物曝露実験による毒性評価については、これまでの研究成果を取りまとめ報告書として公表する準備を整えた。 これらの研究を推進するにあたっては、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）、中国都市大気汚染特別研究、中国北東地域黄砂、開発途上国健康影響評価などの所内のプロジェクト研究や JICA プロジェクト、JCAP 等の外部プロジェクトと協力を図った。
(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	中国における酸性雨原因物質や黄砂を含む大気エアロゾルの空間分布、広域光化学大気汚染を明らかにするため、中国環境科学研究院、日中友好環境保全センターと共同で中国における大気汚染物質等の観測を実施し、また、日本各地における大気汚染物質連続観測やライダー観測、奥日光地域におけるオゾン、過酸化物の測定を行った。気流解析、気団特性の解析、大陸起源汚染物質の輸送の解析、モデルによる検討、発生源インベントリー作成のための基礎資料の収集・精緻化を行った。また、貧栄養山岳地域に分布する樹木組織の樹種別の窒素分布とその時系列変化、窒素負荷の影響を明らかにするための樹種別窒素利用、湿原における窒素代謝の調査検討を行った。この結果、以下の知見が得られた。 大芝高原アカマツ林における観測を行い、次の2つの成果を得た。i) 森林における光化学的オゾン生成を確認し、これまでオゾンの吸収源と考えられてきた森林が発生源にもなり得ることを示した。ii) 従来、森林へのオゾンの沈着は外部の大気汚染によってもたらされると考えられてきたが、それだけでなく、森林それ自体の働きで生成するオゾンが内部から沈着して影響を与え得ることが判った。 ライダーによる黄砂の観測から、i) 中国北京で観測された黄砂は、高度 3000m 以下の低層域を通過することが多いこと、ii) 中国北京と日本つくばで観測された同一黄砂は、1-2 日かけて風送されてくること、iii) 中国北京の大気中の黄砂濃度は、日本九州域のそれよりも 1 桁高かったことなどを示した。 1995 年における硫酸化物の発生源地域別寄与割合を夏期（7 月）と冬期（12 月）で比較したところ、北

	陸を中心とする日本海側では、中国起源の硫黄酸化物沈着量は夏期は約 20%であるのに対して、冬期には約 60%と割合が大きく、越境大気汚染の存在を示していた。
(3) 流域圏の総合的環境管理に関する研究	アジア・太平洋地域における環境が持つ受容力を科学的に解明するため、高機能地球観測センサー EOS-TERRA/MODIS のデータ受信局を中国ウルムチに設置し、中国側の北京受信局と併せて環境観測ネットワークを構築し、アジア・太平洋地域の統合的環境モニタリング体制の整備を進めた。また、MODIS データと陸域生態系と関係性との検証のため、中国における生態系の基本パターンである畑地、水田、草地、半乾燥地に、生態系観測ステーションを設置した。 流域環境管理モデルの開発を進め、本年度は長江全流域の年間総流出水量(約 1 兆立方メートル)の約 20%を占める洞庭湖から長江への流入水量を記述する高精度かつ簡便な水理モデルの開発と検証を行い、既存の流域水文モデルとの統合化を行った。提案したモデルは長江の水位変動の影響を受けた洞庭湖から長江への急激な日流入水量の変動を的確に再現しえた。また、河川網と洞庭湖を統合化したモデルは、上中流域を対象とした計算結果も高い再現性を示した。 長江経由の懸濁物質の河口・沿岸域における動態と生態系への影響を把握するため、長江から供給されるシルトの高濁度水域(河口) - 低濁度水域(混合・希釈海域) - 外洋を対象に、懸濁粒子の沈降・堆積の物理化学過程と、高濁度物質の沈降に伴う光制限の解除と植物プランクトン光合成生産との関係についての観測を行った。
(4) 湖沼・海域環境の保全に関する研究	霞ヶ浦湖心における溶存有機物(DOM)、フミン物質、親水性酸および難分解性 DOM、フミン物質、親水性酸の 1997～2000 年の 4 年間に渡る動態を明らかにした。湖水中の難分解性 DOM の増減(動態)は、フミン物質ではなく、主に親水性酸の寄与によることが明らかとなった。また、下水処理水の DOM 励起 - 蛍光マトリックス(3 次元蛍光特性)は、霞ヶ浦湖水や流入河川水とは異なり、励起波長 490 nm、 蛍光波長 514 nm 付近に特異的な蛍光ピークを有することが確認された。 藻場・干潟などからなる浅海域には、幼魚を育んだり水鳥に給餌場・休息場を与えるなどの働きの他に、水質を浄化するという働きがある。水質浄化の主な担い手は、二枚貝などの底生生物と、海草・海藻などの植物で構成される。海域環境管理研究チームでは、東京湾のように都市化の進んだ内湾に残された浅海域で、この水質浄化能を調査してきたが、それと同時に、自然に近い環境が保全されている福島県の松川浦でも調査した。松川浦では、生物による水質浄化能が、流入負荷量と同程度であり、環境保全上、生物が重要な役割を果たしていることが明らかになった。
(5) 地下水汚染機構の解明とその予測に関する研究	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。また、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 ^{15}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した。また、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、土壤汚染に由来した地下水汚染の広がりを把握した。また、土壤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中での挙動を推測するため、地下水中での粒子の挙動について既存情報の収集を行うと

	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。 インド・西ベンガル地方の地下水ヒ素汚染を対象に、灌漑用水中のヒ素の環境循環の解明を試みている。平成 13 年度は、生物活動によりメチル化されたヒ素の大気への揮散を把握するため、ガス状ヒ素化合物の現場捕集方法の開発を進め、硫黄化合物との反応による 5 価の有機ヒ素化合物の捕集方法の原理を開発した。
(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	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銀、ビスマス、アンチモン、インジウム、錫など（いわゆる次世代技術利用金属）の土壌中動態と土壌微生物影響を明らかにすることを目的として研究を行い、以下の結果を得た。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。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を明らかにした。2）金属の天然の存在形態を逐次抽出法を用いて明らかにした。3）金属をライシメーター土壌表層に添加し、その移動と形態変化を追跡して金属の短期移動特性を明らかにした。4）金属添加実験を小型土壌カラムで行い、金属移動特性の土壌種間差を明らかにした。5）微生物毒性を調べるための金属含有培地を確立した。6）前述の培地を用いて土壌微生物の培養試験を行い、ビスマスの毒性を鉛との比較において明らかにした。
6．開発途上国の環境問題	
(1) 途上国の環境汚染対策に関する研究	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。中国を対象として以下の研究をおこなった。 大気汚染については、13 年度は石炭による都市暖房と自動車による大気汚染に注目して瀋陽市の 3 地区をフィールドとして各期の大気汚染の状況を測定するとともに、汚染影響について児童の肺機能の継続的観察と標準質問紙調査、個人曝露量の評価を中心に研究を実施した。 3 地点の粒径別粉じん濃度測定は継続中であるが、冬期暖房による高濃度現象が確認された。秤量が終わった試料は次年度に成分（PAH 及び重金属）の分析を行う。肺機能検査は暖房が終了する 3 月以降（5 月）に、同一児童に対する 4 回目の検査を実施し結果をまとめる。個人曝露調査については 1 月に 30 家屋内外を対象に、PM 濃度と SO₂ 濃度の測定を 7 日間行い、非暖房期の 5 月に再度実施して比較する。質問紙調査は小学生 1500 名程度に実施し現在データを入力中である。 また、中国では、インド・バングラディッシュと同様に、砒素・フッ素汚染により健康影響が深刻化している。13 年度は、中国慢性砒素中毒多発地区の住民より尿、毛髪とともに、飲料水と石炭のサンプルを採取し、一部重金属などの分析を行った。 さらに、中国における石炭燃焼（特に民生用）からの SO₂ 排出の低減のため、乾式選炭技術の開発と現地化を促進し、バイオブリケット技術の普及方策、ならびに途上国に適した環境改善技術を検討した。
(2) 途上国の経済発展と環境保全の関わりに関する研究	アジア太平洋の 42 カ国に適用できる簡略型環境・経済統合モデルを開発し、これを用いてアジアの経済発展と環境問題を概括的に予測するとともに、アジア地域の環境対策に必要なイノベーション導入の大枠を明らかにして、わが国についてイノベーション戦略の予備的設計を行なった。また、アジア地域の経済発展と環境の関係を一貫して分析するため、個々のモデルをつなぐインターフェースのグランドデザインを作成すると

	ともに、分析結果をアジア地域の政策担当者が活用するため、戦略的データ・ベースのグランドデザインを作成した。さらに、アジア地域における環境配慮型ライフスタイルの形成要因を明らかにし、持続可能な消費への転換の可能性を検討するため、既存研究のレビューと中国環境意識についてのデータ解析を進めた。
7．環境問題の解明・対策のための監視観測	
(1) 地球環境モニタリング	地球環境研究センターの実施する地球環境モニタリングは、成果の思わしくない部分を終了するなどの合理化を進め、予算削減に対処した。温室効果気体のモニタリングに関しては、 波照間・落石での従来の観測を継続しつつ、波照間の観測タワーの補修を行った。酸素 / 窒素比測定などの観測研究プラットフォームとして利用に供している。 航空機によるシベリア上空三カ所での温室効果気体の高度分布観測を継続すると共に、二酸化炭素の連続測定器配備を終了し、密度の高いデータ収集が進んでいる。 苫小牧でのフラックス計測を継続すると共に、土壌呼吸の自動連続測定、タワーによる二酸化炭素の高度分布測定、遠隔計測による気温分布測定を開始し、良好なデータを得つつある。また、スペクトル画像などの測定や炭素循環プロセス研究の場を提供している。 海洋表層水の二酸化炭素吸収については、従来の貨物船の航路変更に伴い機材の撤収と新たな船舶への搭載を行った。 ミリ波分光による成層圏オゾンの観測を継続し、更に低高度の測定が可能なように改良を加えた。有害紫外線のネットワーク観測を開始した。 オゾンライダーによる定常的観測、海洋汚染観測、NOA 衛星のデータ解析を廃止した。
(2) 衛星観測プロジェクト	平成 14 年度秋期に打ち上げ予定の ILAS-II のデータ処理運用システムの開発・試験を引き続き行うとともに、運用準備作業、およびアルゴリズム並びに運用システムの改定を行ってきた。アルゴリズム改訂の一環として、平成 8 年 11 月より平成 9 年 6 月まで運用観測を行った「改良型大気周縁赤外分光計 (ILAS)」データを利用した処理アルゴリズムの検討を行い、ILAS データの改訂に役立てた。環境省が担当する ILAS-II 地上検証実験に係る準備、データ利用研究者の組織化を引き続き支援した。平成 18 年頃の衛星打ち上げを計画している SOFIS のデータ処理運用システム基本設計を行い、また、環境省が担当する機器設計・開発のための支援を行った。 ILAS データ再処理を行い、オゾン高度分布等のプロダクトを整備し、一般に公開した。また、ILAS データを用いた科学的な解析を行い、その有効性を実証した。この他、ILAS データからの気温気圧導出に関しては、可視分光器の軌道上での装置パラメータの再評価を行い、それによって導出された ILAS データと地上ライダーデータ、衛星データ、そして全球気象データとの比較研究を行った。 なお、衛星観測プロジェクトは、重点特別研究プロジェクト「成層圏オゾン層変動のモニタリングと機構解明」の一部を構成している。