

## ( 資料 32 )

### 重点特別研究プロジェクトの研究実施状況

- 1 . 地球温暖化の影響評価と対策効果
- 2 . 成層圏オゾン層変動のモニタリングと機構解明
- 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
- 4 . 生物多様性の減少機構の解明と保存
- 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
- 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

# 1 . 地球温暖化の影響評価と対策効果プロジェクト

## 研究の概要

経済発展・気候変動及びそれらの影響を統合的に評価するモデルを開発・適用して、京都議定書及びそれ以降の温暖化対策が地球規模の気候変動及びその地域的影響を緩和する効果を推計する。そして、中・長期的な対応方策のあり方を経済社会の発展の道筋との関係で明らかにし、これらの対応方策をアジア地域の持続可能な発展に融合させる総合戦略について検討する。また、フィールド観測、遠隔計測、統計データ等をもとに、陸域と海洋の吸収比、森林の二酸化炭素吸収/放出量・貯留量、二酸化炭素の海洋吸収とその気候変動に対する応答等を推計し、炭素循環とその変動要因を解明する。

## 研究計画

平成 13 年度：主要モデル及び戦略的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ベースライン・シナリオ、ベースライン気候変動シナリオ、及びアジアの将来環境の変化シナリオを概括的に予測する。また、炭素循環解明のための観測技術の開発方針を検討するとともに、炭素吸収源の計測技術の検討及びその評価のための制度設計調査を行う。

平成 14 年度：個別モデルの精緻化を進めるとともに、これらの個別モデルのインターフェースを整備してモデルの統合を開始する。そして、排出シナリオ及び気候変化シナリオを精緻化する。また、炭素循環解明のための観測データの質的チェック体制を確立して高精度化へフィールドバックするとともに、炭素吸収源評価手法を確立して炭素クレジット認証手法を開発する。

平成 15 年度：モデルの統合化を完成させ、戦略的データベースの詳細部分を完成させる。そして、地域気候変化シナリオ及び影響シナリオの精緻化を図る。また、炭素循環関連パラメータの短期的時間変動や空間分布を把握するとともに、炭素吸収のモデル化と炭素クレジット認証手法の実証を行う。

平成 16 年度：統合モデルの基本部分をアジア主要途上国に移転し、政策導入の効果分析を行うとともに、気候変化シナリオ及び影響シナリオを完成させる。また、炭素循環関連パラメータの年々変動要因を解明するとともに、炭素吸収源ストック算定モデルの開発とクレジット取引の分析を行う。

平成 17 年度：統合モデルの詳細部分及び戦略的データベースを含めてアジア主要途上国に移転し、アジア主要国の経済政策と気候政策との統合政策を評価する。そして、気候変化や影響シナリオにおける不確実性の度合いを明らかにする。また、炭素循環と気候変動との関係を明らかにし、炭素吸収量を詳細に推計して、統合評価モデルに反映する。

## 研究期間

平成 13～17 年度（5 年間）

## 研究予算額

374,053 千円（平成 13 年度）

## プロジェクト研究計画に対する評価・助言 (平成13年4月実施)

### 評価結果(参考)

A: 4人    A': 1人    B: 6人    C            D            E

(A:大変すぐれている B:すぐれている C:普通 D:やや劣っている E:劣っている)

### 評価者意見の概要

「極めて重要な課題、今までの試算を使った努力を期待、国際問題としての理解が深い、提言に説得力がある」等、肯定的な評価を受けた一方で、プロジェクト全体として「『炭素循環』と『統合評価モデル』とを一つのプロジェクトにする必然性が理解できない」、「全体に問題点を明確にして焦点を絞るべき」、「大学や他の研究機関の活動をクラウドディング・アウトさせないように配慮すべき」といった指摘があった。また、炭素循環研究については、「生物圏の応答メカニズムの把握と定量化に焦点を当てるべき」、「測定精度の向上を図るべき」との指摘が、また、統合評価モデル研究に対しては、「政策的に切迫した事態に対応する計画を立てるべき」、「具体的な対策シナリオが書けるように努力すべき」、「途上国の立場に立った評価も考慮すべき」との指摘があった。

### 意見の反映

全体的には、「炭素循環研究」の成果を「統合評価モデル研究」に反映させるべく、両者の連携をより密接にして、総合的な研究として推進していきたい。また、個々の研究課題において、初年度に問題の所在をさらに明確にして、来年度以降の研究の焦点をより明確にしていくこととしている。さらに、大学や他の研究所との役割分担については、総合科学技術会議の全体のフレームワークにもとづいて、より有効な協力と競争の関係を形成していきたい。

「炭素循環研究」については、生物圏の応答メカニズムの解明に力を入れることはこのプロジェクトの基本的な方針であり、モニタリング、モデル化を含めて総合的に研究を推進していく予定である。ただし、海洋の応答についても、国際的な分担・共同研究計画により、実施すべき研究は分担する予定にしている。また、測定精度向上は本研究プロジェクトと表裏一体をなすものであり、酸素や炭素同位体比測定、航空機による二酸化炭素の高度分布測定、土壌呼吸の自動測定等、各種の測定法の精度向上を図っていきたい。

「統合モデル研究」については、切迫した政策対応は過去10年間に実施した研究成果で対応することが可能であり、この研究プロジェクトにおいては、2010年以降一世紀のタイムスパンのシナリオ分析に力を入れていく計画である。また、これらのシナリオ分析においては、経済、産業、技術、ライフスタイル、貿易、地域的な気候変化、地域的な環境変化や土地利用変化を含めて、可能な限り具体的なシナリオが描けるよう努力していく。さらに、発展途上国の立場に立った評価については、過去7年間にわたって共同研究を続けてきた中国やインド等の研究者と共同して、発展途上国が自律的に政策立案に活用していくレベルにまで、途上国のシナリオ分析のキャパシティを高めていきたい。

## 13年度の研究成果に対する評価・助言 (平成14年4月実施)

### 平成13年度研究成果の概要

本研究は、「炭素循環研究」と「統合モデル研究」の二つの分野に分けて実施している。平成13年度の研究成果は、以下の通り。

#### (炭素循環研究)

- 陸域吸収源観測のために、タワーとコンテナラボを使うCO<sub>2</sub>、オゾン、ラドンの大気濃度鉛直プロファイル連続観測手法を開発した。
- 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。
- 定期貨物船を用いた太平洋上大気中のCO<sub>2</sub>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。
- 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。
- 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。

#### (統合モデル研究)

- 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。
- 9つの世界のモデリングチームをコーディネートして、IPCC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、IPCC-SRES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。

#### 評価結果（参考）

A：4人      B：9人      C      D      E

#### 評価者意見の概要

「大変に重要な課題、国際レベルの研究として高く評価できる、総合的な見通しを与える、まとめよくやっている」等、肯定的な評価を受けた一方で、プロジェクト全体として「『炭素循環』と『統合評価モデル』との連携をもっと明確かつ強化すべき」、「世界の研究活動の中で重点的に取り組む対象を明確にすべき」、「全体の研究が継続性を持って長期的に取り組むべき」といった指摘があった。また、炭素循環研究については、「炭素収支への気候変化の影響や土壌の炭素収支に重点を置くべき」、「生態系の成熟度や落葉の影響を考慮すべき」、「geo-engineering 研究の対策全体での意味と二次的影響を検討する必要がある」との指摘が、また、統合評価モデル研究に対しては、「Dynamic Vegetation Model や生態系への影響を取り込むべき」、「健康影響について検討が必要」、「温暖化影響の地域的な検討が重要」、「人口動態や土地利用変化をモデルに組み込むべき」、「人々の知識・態度の差の影響の考慮が必要」との指摘があった。

#### 意見の反映

全体的には、「炭素循環研究」の成果を「統合評価モデル研究」に反映させるべく、Dynamic Vegetation Model を開発するとともに、相互の出力の関係をより明確にする等、両者の連携をより密接にして、総合的な研究として推進していきたい。また、地球温暖化に関する各種の国際研究プログラムの中で、本プロジェクトの国際的な役割をさらに明確にしていくとともに、地球環境研究センターの活動とも連携をとりつつ長期的に研究継続を図る体制を検討していきたい。

「炭素循環研究」については、陸域生態系の炭素循環の観測・プロセス・モデルの統合的研究を、アジアを対象にして共同研究体制を確立する予定にしている。この中で、気候変化のフィードバックや土壌、生態系の成熟度等の影響を研究していくことにしている。また、geo-engineering の温暖化対策全体での意義については、統合評価モデル研究と連携して検討してみたい。

「統合モデル研究」については、Dynamic Vegetation Model を統合モデルの中に取り組むよう努力するとともに、温暖化の植生影響、健康影響についても、モデル開発を試みる予定であり、また、洪水等の影響の地域的分析についても検討を進めたい。さらに、土地利用等の人間活動の空間的動学モデルは重要な研究対象なので、重点的にモデル開発を図っていくとともに、人々の知識・態度の差の影響については、定量的モデル化の可能性について検討してみたい。

## 2 . 成層圏オゾン層変動のモニタリングと機構解明

### 研究の概要

平成 14 年度に打ち上げ予定の、環境省が開発する人工衛星搭載オゾン層観測センサー「改良型大気周縁赤外分光計 II 型 (ILAS-II)」で取得される観測データを処理し、オゾン層研究、オゾン層監視等、科学的利用のためのデータプロダクトとして、国内外に向けて提供する。さらに、平成 17 年頃の打ち上げ予定の、ILAS-II 後継センサーである「傾斜軌道衛星搭載太陽掩蔽法フーリエ変換分光計(SOFIS)」のデータ処理、運用に係る地上システムを開発し、SOFIS の運用開始に備える。つくば(国立環境研究所)及び陸別(陸別成層圏総合観測室)における地上からのオゾン層モニタリングを継続実施し、国際的ネットワークである NDSC データベースにデータを提供するとともに、国内外に向けてデータの提供を行う。極域オゾン層変動に係る物理・化学的に重要な要素プロセスについて、その機構及びオゾン変動に対する寄与の解明を行う。また、オゾン層保護対策の根拠となったオゾン層変動予測、及び最新のオゾン層変動予測の検証を行い、オゾン層保護対策の有効性評価に係る知見を提供する。

### 研究計画

平成 13 年度：ILAS-II データ処理運用システムの改訂と、データの処理・提供を行う。SOFIS データ処理運用システムの開発研究を行う。陸別、つくばにおけるオゾン層のモニタリングを実施する。地上リモートセンシングデータ及び ILAS データを用いた解析を行う。以上については、以後、継続的に行う。データ解析に基づく極域プロセスの分析とモデルモジュールの検証を行う。

平成 14 年度：地上及び気球観測データを用いた ILAS-II データの検証解析を行う(以後、継続して行う)。ILAS および地上観測データ解釈へのモデルの応用とオゾン層破壊関連物質の分布のモデル分析を行う。

平成 15 年度：ILAS-II データを用いた解析研究を開始し、以後、継続して行う。ILAS および地上観測に基づく特異事象へのモデルの応用と個々の温室効果気体の変動に対するオゾン層応答のモデル実験を行う。

平成 16 年度：極域オゾン層破壊関連物質の分布の再現と温室効果気体の変動に対するオゾン層応答の分類化を行う。

平成 17 年度：SOFIS データ処理運用システムの試験、調整を完了し、運用を開始する。極域でのオゾン破壊速度の年々変動の再現と温室効果気体変動に対するオゾン層の応答の定量化を行う。

### 研究期間

平成 13～17 年度(5 年間)

### 研究予算額

849,958 千円(平成 13 年度)

## プロジェクト研究計画に対する評価・助言 (平成13年4月実施)

### 評価結果(参考)

A : 5人    B : 4人    C            D            E

### 評価者意見の概要

「内容は着実であり、適切な研究計画である。研究計画が明確で研究項目、順序等も非常にきちんと整理されている。大型の国家的研究として期待したい。将来的にはオゾン層のモニタリングが環境省の業務として定着することを期待したい。」等、おおむね肯定的な評価を受けた。一方、「地上からのリモートセンシングモニタリングを利用した研究課題を、もっとはっきり提案すべき。」との指摘を受けた。また、モデル計算に関連して、「将来予測に係わる仮説をいくつか立て、それを検証するという立場も強める必要がある。」との示唆を受けた。また、今回の研究計画がどのような知見を集積しようとしているのか、そしてそれがどのように、より正確な予測を保証するのかが具体的に示されているとは言い難い、との指摘があった。

### 意見の反映

地上モニタリングデータを用いた研究については、極域オゾン層の影響とそれ以外の要因によるオゾン変動が交錯する中緯度オゾン層の短期的・中期的オゾン層変動を解析することとしており、地上からのリモートセンシングが衛星観測と相互補完的な役割を果たすことを示していく。

モデル研究の位置づけについて指摘の通りと考えており、本研究プロジェクトでは、衛星ならびに地上観測データを活用した数値モデルによるオゾン破壊の機構解明に加え、火山噴火に対するオゾン層の応答や温室効果ガスなどの増加シナリオのもとでのオゾン層の長期変動予測等の将来予測に係わる研究を行っていくこととしている。また、モデルによって予測されたオゾン層の長期変動を、衛星ならびに地上モニタリングを通して検証していく。

どのような知見の集積が予測の精度向上にどのように貢献できるかについてはモデル研究を実施する中で明らかにしつつ、具体的な研究課題やそこから期待される知見をより明確にし、研究を進めていきたい。

なお、本プロジェクトで実施する研究の範囲は、人的資源を考慮して絞ったものとなっている。質問のあった研究課題の一部(UV-Bの地上到達量に関する研究等)については、当研究所の基盤的調査研究の一部として実施されることになっている。

13年度の研究成果に対する評価・助言  
(平成14年4月実施)

平成13年度研究成果の概要

(1) ILAS-II データ処理運用システムの改訂等

- ・ILAS-II データ処理運用に係るソフトウェア (Version 1) の整備を完了した。
- ・ILAS-II データ処理運用システム性能試験、NASDA との専用回線試験を実施した。
- ・SOFIS データ処理運用システムの開発研究を継続。
- ・ILAS-II データ処理アルゴリズムの改訂作業に関連して、ILAS データの再解析・検証作業を実施し、最新バージョンのプロダクトを一般に公開した。

(2) 地上リモートセンシング機器の整備、データ解析

- ・つくばミリ波オゾン分光計データから、高度 60km のオゾン半年周期変動を発見した。
- ・陸別ミリ波オゾン分光計と衛星センサーSAGE II 観測結果とを比較し、高度 22km 以上では 10% 程度の範囲で一致することを示した。
- ・オゾンレーザーレーダーデータを再解析し、オゾン、気温、エアロゾルの鉛直分布の経年変化を得た。

(3) データ解析、モデル研究等

- ・改良した Match Technique を ILAS データに適用し、1997 年春期北極域におけるオゾン破壊量を定量的に導出した。
- ・ILAS による亜酸化窒素分布データを用いて、1997 年南半球における極渦内空気塊下降運動の等価緯度による違いを定量化した。
- ・ILAS による硝酸データ、水蒸気データ、エアロゾル消散係数データ等の解析により、極渦内での極成層圏雲生成過程、窒素酸化物の再配分過程等を評価した。
- ・成層圏プロセスを取り入れた大気大循環モデル (AGCM) を用いて、ピナツボ火山噴火後のエアロゾル分布の時間変化などを再現した。火山噴火の数年以上のタイムスケールの力学場への影響を評価するには、硫酸エアロゾルの増加に伴う化学的な影響を無視できないことを明らかにした。
- ・極域での極渦の崩壊に伴う空気塊が中緯度空気と混合する過程の再現実験へ、化学輸送モデルを応用。極渦崩壊後の北半球高緯度域での水平渦拡散係数を見積った。
- ・不均一反応の反応データの整備に関する室内実験において、蟻酸がホルムアルデヒドを介した  $\text{HNO}_3$   $\text{NO}_x$  の不均一変換過程の良い指標になることを見出した。

評価結果 (参考)

A : 2人      B : 8人      C : 2人      D : 1人      E

評価者意見の概要

「短期的なオゾン層変動の検証の面で優れた成果を挙げている。」「学術的側面として不鮮明の部分を明らかにするスタンスは基本的には良い。」「測定データの解析については大きな進展があった。」「新しいセンサーとその解析システムの準備状況は良好である。」「窒素酸化物など他の物質にも注目することは大変よい。」「衛星及び地上からのオゾン層測定系、解析系およびデータの解析系の構築を評価する。」といった肯定的な評価を頂いた。

その一方、「オゾン層保護のためのフロン対策の効果を評価することも研究の一つとしてあげられているが、研究の観測方式にはそのようなフィードバックが想定されていない。」「機構解明の面では、長期的変動のメカニズムや人間活動を含めたメカニズムの解明に重点をおくことが望まれる。」「もう少し総合的、体系的に成層圏の化学過程をとらえ、これに物理過程を重ね

て解析した結果を提示してほしい。」「オゾン層破壊の主因子を同定したり、その寄与率を決定したりできないか。」というような研究の進め方や、「オゾン層破壊の生物影響に対して指標となるような評価系はできないか。」「オゾン層破壊が生物圏に与える影響の研究に対する、成層圏研究者からのアドバイスが待たれる。」といった生物影響研究との関連に関する指摘を受けた。また、「国際間データ交流による広域観測網の整備」「国際協力による効率化」への要請があった。

この他、「この研究の特色は何かが明確でない。」「観測、監視のウエイトが大きく、解析・研究をアピールしにくいという側面がある」「今の時点で、オゾン層変動監視を引き続き行う意義を外部に知らせる必要あり」「問題意識に対して、研究の道筋を明らかにすべき」「研究予算が大きい、有効か否かの的確な判断ができない。」といった、外部への説明責任に関するご意見を頂いた。

### 意見の反映

当初計画に従い、観測システムの構築とそれによる良質の観測データの内外への発信（国際的な枠組みでのデータ交換や国際協力を含む）を推進するとともに、これらを最大限に活用した解析研究、モデル研究を進め、オゾン層変動機構の理解と将来予測の高度化につなげたい。研究の進め方についての指摘の多くは、当初から研究計画の中で想定されているものであり、本プロジェクトで取り組むこととしている。生物影響研究については本プロジェクトでは対象外であるが、可能な範囲で関連研究者と連携を取っていきたい。

なお、本研究の意義・特色、オゾン層観測・監視の意義、研究推進のシナリオ等について、より分かりやすく外部にアピールしていく努力を払い、説明責任を果たしたい。

### 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に関する研究

#### 研究の概要

内分泌かく乱化学物質及びダイオキシン類の総合的対策をより高度に実施するため、(i)高感度・迅速分析技術について、包括的一斉分析、簡易化、評価成分の拡大、の各側面において、新規の実用試験法の提案を行い、(ii)環境動態について、地域環境における動態のうち、特に環境中での生物濃縮、分解性について定量的評価を提示する。また、(iii)ヒト及び生態系への影響について、実験動物の発生生殖、脳行動、免疫系への影響評価や感受性要因について検討を行い、またヒトの生殖器や脳の MRI による新たな影響解明技術の提案、野生生物の生殖異常に関するデータの拡充を行う。(iv)処理技術について、汚染土壌の植物分解プロセスを用いた処理システムの適用可能性を確立し、(v)未知の関連物質のうち、特に臭素化ダイオキシン類について、分析技術の提案と初期リスク評価を実施する。(vi)最後に、モニタリングデータ、環境動態、影響評価等の各情報を統合化する情報管理・予測システム、の検討を行い、各個別のリスク評価の統合化評価のためのデータベース等の可能性を提案するとともに、リスク管理のためのシステム的手法を提示する。

#### 年度計画

##### (1) 内分泌かく乱化学物質のリスク評価と管理

平成 13 年度： 内分泌かく乱化学物質の分析手法に関して、液体クロマトグラフ質量分析法、液体クロマトグラフ核磁気共鳴分光法を用いた未知の環境ホルモンの同定方法の開発に着手する。フラグメントインプリント法等の選択的濃縮樹脂の開発を検討する。高感度・迅速酵母エストロゲンアッセイシステム等を用いて多数化学物質のスクリーニングを行い、内分泌かく乱化学物質データベースへの入力を行なう。

東京湾及び霞ヶ浦における環境ホルモンの動態と蓄積を明らかにする。

巻貝の雄性化、及び魚類の雌性化の現状を明らかにするとともに、その評価手法の開発を行う。

内分泌かく乱化学物質が実験動物の生殖器官及び脳に与える影響を画像診断するための高感度機能イメージング手法の開発に着手、超高磁場 MRI 装置の基本的な測定システムを確立する。実験動物を用いた甲状腺ホルモンの影響に関する検討を開始する。

植物による内分泌かく乱化学物質（平成 13 年度はビスフェノール A）の不活性化とメカニズム検討を開始する。

内分泌かく乱化学物質等の管理と評価のための情報システムについて、河川情報データベースの作成、多媒体環境動態モデルの基本構造の構築、及び内分泌かく乱化学物質データベース設計を開始する。

平成 14 年度： ～ の各サブ研究テーマにおける研究を具体的に設定して個別要素テーマの研究を行い、これらに関する予備的な成果を報告する。

平成 15 年度： ～ の各サブ研究テーマにおける研究を継続し、中間的な成果をまとめる。

平成 16 年度： ～ の各サブ研究テーマにおける研究を継続し、中間的な成果を踏まえ、最終目標に到達するために適切な研究方針の修正を行い、実施する。サブ研究分野における研究を検証する。

平成 17 年度： ～ の各サブ研究テーマにおける 5 年間の成果に基づき、最終目標として、内分泌かく乱化学物質のリスク評価の結果を総括し、また、それを踏まえて内分泌かく乱化学物質の物質のリスク管理に関する手法を提示する。

## (2) ダイオキシン類のリスク評価と管理

平成 13 年度： 簡易・迅速な分析法として低分解能質量分析法、生物検定法の評価を開始する。

ダイオキシン類のヒトの暴露量の把握、ダイオキシン類応答遺伝子の定量、新規ダイオキシン類応答遺伝子の探索を行う。

妊娠時期に暴露した実験動物を用いて、胎児・胎盤への影響、脳機能への影響、T 細胞機能等の免疫機能に及ぼす影響について知見を得る。

臭素化ダイオキシン類について、底質、生体試料に対する分析法、底質コア試料中の臭素化ダイオキシン類及び、臭素化ダイオキシン類の分析を行う。

地球規模のダイオキシンの移動・分布等について、太平洋をフィールドとした予備的な検討を行う。

ダイオキシン類に対するグリッド型多媒体運命予測モデルを構築し、長距離輸送モデルの構造について基礎的検討を行う。

平成 14 年度： ~ の各サブ研究テーマにおける研究を具体的に設定して個別要素テーマの研究を行い、これらに関する予備的な成果をまとめる。

平成 15 年度： ~ の各サブ研究テーマにおける研究を継続し、中間的な成果をまとめる。

平成 16 年度： ~ の各サブ研究テーマにおける研究を継続し、中間的な成果を踏まえ、最終目標に到達するために適切な研究方針の修正を行い、実施する。サブ研究分野における研究を検証する。

平成 17 年度： ~ の各サブ研究テーマにおける 5 年間の成果に基づき、最終目標として、ダイオキシン類のリスク評価の結果を総括し、また、それを踏まえてダイオキシン類のリスク管理に関する手法を提示する。

### 研究期間

平成 13～17 年度（5 年間）

### 研究予算額

397,000 千円（平成 13 年度）

プロジェクト研究計画に対する評価・助言  
(平成13年4月実施)

評価結果(参考)

A: 2人 B: 3人 C: 2人 D E

評価者意見の概要

内分泌かく乱化学物質及びダイオキシン類についての研究プログラムの方向性とアプローチについては概ね適正との評価を得た。

その一方、内分泌かく乱化学物質研究のゴールを明確化すること、計測の正確さに留意してデータ発信基地とし機能すること、暴露評価に研究ターゲットを絞り、バイオマーカー等を明らかとすること、ヒトへの影響を1960年代にさかのぼって調査してはどうか、化学物質管理のための調査研究など対策型研究の強化をはかるべきではないか等との指摘をうけた。

意見の反映

現状においては、内分泌かく乱物質による影響と指摘される現象と化学物質との因果関係の解明が極めて不十分な状況にあり、現象の科学的解明がまず必要と考えている。指摘されている研究事項を組みこみつつ、研究ターゲットに重みづけをしながら、学問的に価値の高い研究の成果を追求すると共に、社会的な関心から提起されている諸問題にも可能なかぎり答える努力をつづけたい。

## 13年度の研究成果に対する評価・助言

(平成14年4月実施)

### 平成13年度研究成果の概要

ダイオキシン・環境ホルモン研究として以下の成果が得られた。

エストロジオールの高感度分析法を開発した。酵母ツーハイブリッド法によるエストロゲンアッセイシステムを構築し、250種の化学物質を評価した。魚類ピテロゲニンアッセイのためのピテロゲニン測定法を完成させた。霞ヶ浦や東京湾流入河川のエストロゲン活性および化合物の測定を行った。エストロジオールやその代謝産物及びその抱合体の安定性を調査し、硫酸抱合体を除き半減期が時間単位であることを示した。

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の実施、ダイオキシン類の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、ダイオキシン類のリアルタイムモニタリング機器の概念設計を行った。

アワビ類の内分泌かく乱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生殖巣組織標本の作製と観察並びに化学分析を実施中である。また有機スズ化合物(トリブチルスズ及びトリフェニルスズ)のアワビ類に対する流水式連続暴露試験を実施し、神経節を含む頭部への有機スズの高濃縮と雌の卵巣内での精子形成に代表されるいくつかの組織変化を観察した。また霞ヶ浦のヒメタニシと東京湾のコノシロ等に対する内分泌かく乱の実態解明に関する調査並びにヒメダカ、ヌカエビ、ウズラ等に対する室内実験も実施した。

ヒト用超高磁場MRIの画像ノイズ低減と、動物を用いる脳代謝試験法の研究、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、有機スズを投与した実験動物の神経細胞死及び再生に関する研究を実施した。

ヒトの血液、組織等のダイオキシン濃度の測定した。ダイオキシン暴露の生体影響指標について、ヒト血液サンプルでの測定法を確立し、血液サンプルの測定を行った。ダイオキシンによって鋭敏に動く遺伝子の探索をDNAマイクロアレイを用いて開始した。また、ビスフェノールAとその代謝物の尿中濃度を決定するための分析法を確立した。

熱水による土壤中ダイオキシン類の抽出・分解については、本手法の有効性を確認した。超音波照射分解については、ダイオキシン類含有排水を試料とした実験を行い、有効性を確かめることができた。微生物分解については、実験装置を作製し、超好熱菌の探索を行った結果、180℃を最適増殖温度とする新規微生物の存在を示すデータを得た。

臭素化ダイオキシンについて、底質試料の分析のため、試料の抽出、妨害物質の除去方法、GC/MSによる最終分析における問題点の対応など、塩素化ダイオキシン類と異なる臭素化ダイオキシン類分析法の問題点の解決をほぼ終了した。また人体脂肪組織中に存在することを初めて明らかとした。

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、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てきた。

### 評価結果(参考)

A : 5                      B : 8人                      C : 1人                      D                      E

### 評価者意見の概要

計測法の開発を中心に、広範囲な研究領域にわたって研究が進行しているという全般的な評価を受けた。その一方で今後の研究展開にむけて以下のような包括的あるいは個別的な指摘を受けた。

リスク評価やリスク管理にむけてのアクティブな方向性を示すべき  
人や野生生物への影響と化学物質との関わりについて解析をさらにおし進めるべき。  
ダイオキシンの簡易分析法、ピルの環境データ等、個別課題への対応も進めるべき。

#### 意見の反映

上記の指摘もふまえて 14 年度は当初の計画に基づく研究実施を行いつつ、以下の内容にウ  
ェイトをおいて研究を進めたい。

統合情報システムの活用により地域をベースとした環境ホルモン・ダイオキシン汚染の把握  
を進めると共にリスク評価や管理の枠組みについての提案を用意する。

生物検定法の応用により化学物質の内分泌攪乱作用の検出を拡充しつつ実際のフィー ル  
ドにおける事象の把握を急ぐ予定である。閉鎖性水域である東京湾や霞ヶ浦の調査を強化す  
る。

## 4 . 生物多様性の減少機構の解明と保全プロジェクト

### 研究の概要

野生動植物の遺伝子集団や種、群集の時間的変化を把握してその変動メカニズムを明らかにするためには、まず生息地の空間的な広がりを知る必要がある。生息地はいくつかの異なった空間スケールにおいて認識しなければならない。まず、ひとつの森林や湖沼など、ほぼ均一とみなせる生態系のなかでの集団や群集の動態の理解が重要である。次に森林、湖沼、農村部、都市部などがモザイク状に存在する流域ランドスケープでは、生息地がその中にどう分布するのかが重要な情報となる。さらに、もっと大きなスケールの地域（日本全体、東アジアなど）では、生物多様性を説明する要因として個々の生物種の地理分布が重要になってくる。そこで、このプロジェクトでは上記の3つのスケールを視野に、生物多様性に及ぼす人間活動の影響を評価する。特に着目する要因として、野生生物の生息地の分断縮小、外来生物の人為的導入、遺伝子組換え生物の開放系利用をとりあげ、保全手法を開発するための研究を行う。

### 年度計画

平成 13 年度：これまでに構築した関東中北部の GIS を利用して、現状の植生分布等と野生生物分布の重ね合わせから生息可能な環境を割り出す手法を開発する。河川流域における生態系多様性の成立要因を明らかにするために、単位となる局所生態系を生物群集構造から分類する手法を開発する。物理的・生物的攪乱による生物多様性の変動を予測するモデルのフレームワーク開発を行う。また、侵入生物/遺伝子組換え生物の生態影響に関する基礎情報を整備するために、侵入生物種については種のリストアップと文献情報の収集を行い、遺伝子組換え生物については環境浄化または組換え体の挙動調査に有用な生物および遺伝的マーカーを探索・単離するとともに、それを導入した組換え植物・微生物を作成する。

平成 14～15 年度：海外の研究者の協力をえて、東アジア地域の野生生物の分布情報を収集するとともに、フィールド調査を行う。流域スケールとフィールド調査に重点をおき、単位生態系内の生物群集構成を明らかにする。侵入生物の情報収集を国内各地の研究者の協力をえておこなう。遺伝子組換え生物については、マイクロアレイ法による安全性検査手法の開発を行う。

平成 16 年度：植生、土地利用、緯度、経度、標高などの条件と野生生物の分布との対応関係を分析する。局所生態系スケールで多種競争系の動態を記述する個体ベースモデルを開発する。遺伝子組換え生物は半野外実験系でマメ科植物の交雑および選抜実験を行い、種間の遺伝子伝搬を検証する。

平成 17 年度：土地改変や気候変動の歴史的情報をもとに、野生生物の潜在生息地の過去や未来を地図上に記述する手法を開発する。侵入生物による遺伝的攪乱が心配される野生生物の DNA 解析により、遺伝子侵食の実態を調査する。育種作物の自然界への拡大を航空写真などを使って調査し、地図情報化する。

### 研究期間

平成 13～17 年度（5 年間）

### 研究予算額

187,732 千円（平成 13 年度）

## プロジェクト研究計画に対する評価・助言 (平成13年4月実施)

### 評価結果(参考)

A : 4人    B : 3人    C : 2人    D            E

### 評価者意見の概要

(1)一般に生物多様性の減少を論じる時、個々の種の絶滅を意味する場合と一定地域内の種数の減少を意味する場合があります、論点がはっきりしないことが多いので、このプロジェクトでは明確にしておくべきであるとの指摘を受けた。(2)生物多様性とは何であり、どこまで維持すべきかという問いに答えるべきである。また具体的な事例研究から、国レベル、世界レベルの政策のあり方、対策手法の提案につなげて欲しいとの指摘を受けた。(3)生物多様性に関する研究は社会的出口が不明確ではあるものの、データの蓄積が必要な段階であり、基礎データをしっかりと収集し、科学技術として価値の高いものとするべきとの指摘を受けた。

### 意見の反映

(1)このプロジェクトでは5年間の年限を考慮し、大スケールの問題は種類を限定して、一方比較的狭いスケールの問題では全種を扱うという研究戦略を設けている。ある地域の種多様性は、そこに生育する種それぞれの消長を総合したものと見ることができる。本プロジェクトでは、生物間相互作用を念頭においたフィールド研究や、生物間相互作用と系全体の多様性の関係をさぐる理論的な研究を通じて、個別の種の消長と地域の生物多様性をつなげていく。(2)生物多様性をどこまで維持すればいいかという問いには人間社会のゴールを何にすべきかという社会科学的な考察が必要となるので、我々の研究だけで答えが出るわけではない。しかし、これまで小さな空間しか扱ってこなかった生物学・生態学研究からの離陸を図って、流域や地域に研究対象を拡大したことは、その方向へ生物科学的な側面からアプローチを図る。(3)指摘も踏まえ、学術的な価値の高いものを創出することを目標に基礎的な情報を蓄積していく。

## 13年度の研究成果に対する評価・助言

(平成14年4月実施)

### 平成13年度研究成果の概要

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、複数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。

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、ハイ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、遺伝子組み換えサイズ(GMO サイズ)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。

### 評価結果(参考)

A : 1人      B : 6人      C : 4人      D : 1人      E

### 評価者意見の概要

生物多様性を空間構造を軸として把握しようという新しい方向性を評価された反面、(1)サブテーマを全体テーマのなかでどう統一するかが見えにくい点を指摘された。また、(2)人間活動の影響を明確に把握する手法や人間活動へのガイドラインの提示につながる研究の必要性が指摘された。(3)生物多様性がもつ様々な生態系機能の評価を通して、生物多様性の価値を評価すべきではないかとの指摘もあった。

### 意見の反映

(1)複数のレベルと複数のスケールをつないで統一的に把握することは重要で困難な問題でもあるが、GISを利用して地図上に表現することを全体の方向性としてほしい。(2)人間活動の影響をもっと分かりやすい形で、地図上に表現できるようにしたい。例えば土地利用強度から生物多様性の減少を推定する手法を開発するなどを通して、里山里地の荒廃、市街地の拡大、外来生物(侵入生物や遺伝子組換え生物)の影響などを把握したい。(3)生態系機能の評価は重要な課題である。このプロジェクトではおもに生態系や植物景相の生物多様性維持機能に注目して研究を進める。

## 5 .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

### 研究の概要

#### (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

アジア・太平洋地域を対象として、広域の地表面を定期的に観測することのできる各種の衛星センサを利用することにより、自然資源の持続的管理に資する情報を得る。

#### (2) 長江・黄河流域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

長江での三峡ダム建設、長江から黄河への導水事業（南水北調）等による水循環変動が流域生態系・水資源保全等に与える影響を予測する陸域環境統合モデルの確立を図る。

#### (3) 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

長江流域内で発生し、水産資源に恵まれた東シナ海に流入し、日本近海や日本海に到達する汚濁負荷の海洋環境管理手法の確立を国際的連携のもとに行う。

#### (4) 沿岸域環境総合管理

人間活動の影響を大きく受けてきた沿岸域への汚染や開発による環境影響を軽減、修復方策の効果検討のための変動予測モデルを開発し、沿岸域環境管理手法を整備する。

### 年度計画

#### (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

平成 13 年度：衛星データによる環境観測手法の開発、及びそのデータベース化

平成 14 年度：土地利用・土地被覆及び生態系の分類マップと変化マップを作成

平成 15 年度：植生生産量の現状と変化を推定し分布図を作成

平成 16 年度：重要及び攪乱サイトの同定し、温暖化と砂漠化の影響の検知

平成 17 年度：上記の成果に基づく自然資源の持続的管理に向けた提言

#### (2) 長江・黄河流域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

平成 13 年度：長江・黄河流域の自然環境、社会経済情報のデータベース構築

平成 14 年度：葛州壩ダム調査に基づく水界生態系モデルの基礎的知見の取得

平成 15 年度：大流域対応型の水・物質動態モデルの枠組み構築

平成 16 年度：土壌-植物-大気連続系での熱・水・物質収支モデルの開発

平成 17 年度：統合モデルに基づく水循環の変化と農業生産との相関関係解析

#### (3) 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

平成 13 年度：長江河口域にて、流入物質の定量と河口域生態系の遷移機構調査

平成 14 年度：長江流域経由の環境負荷の東シナ海での拡散輸送過程調査

平成 15 年度：化学物質の海洋生態系への取り込みと生物濃縮経路に関する実験

平成 16 年度：化学物質の海洋生態系への取り込みと生物濃縮経路のモデル化

平成 17 年度：長江経由の環境負荷の海洋生態系内での物質循環のモデル化

#### (4) 沿岸域環境総合管理

平成 13 年度：自然及び修復生態系の代表生物の個体群動態、機能の観測

平成 14 年度：底生生態系の維持機構に基づく生態系への影響評価手法の開発

平成 15 年度：浮遊・底生生態系の相互関係に基づく沿岸域生態系修復技術検討

平成 16 年度：沿岸域開発の浮遊・底生生態系への影響と生物の応答のモデル化

平成 17 年度：生態系への影響評価に基づく沿岸域環境管理の指針の提言

### 研究期間

平成 13～17 年度（5 年間）

### 研究予算額

423,000 千円（平成 13 年度）

## プロジェクト研究計画に対する評価・助言 (平成13年4月実施)

### 評価結果(参考)

A : 4人    B : 7人    C : 1人    D            E

### 評価者意見の概要

我が国として推進する必要性の高い研究である、長期的・広域的環境問題の解決に対して極めて貢献度が高い、等おおむね肯定的な評価を受けた。一方、1) 持続可能な環境管理への具体的な提言ができることが望まれる、中国での食料自給率低下と農耕地拡大及び水不足が予想され、経済的視点も加味して予測する必要がある、2) アジア戦略を明確にしその中で本研究の位置づけをするべき。モデルを用いた中国の国土開発・保全のための検討手法開発が望まれる、3) モニタリングの成否は現地検証データの質にかかっている。5ステーションでカバーしきれぬのか、といった指摘を受けた。

### 意見の反映

1) UNEP のプロジェクトとしてミレニアム・エコシステム・アセスメントが2001年6月にスタートし、世界の生態系機能についての評価を4年間で各国の科学者が参加して行うことになった。現在コアプロジェクトの1つとして中国西部におけるアセスメントが決定されている。国立環境研究所が行っている長江流域プロジェクトは中国政府・中国科学院・UNEP との共同による中国西部アセスメントの一部として参加することが正式に認められている。中国西部開発にともなう環境劣化特に長江上・中流域への影響を評価するもので水資源変化と食料生産への影響について経済的要因も加味した評価を行っていく。2) アジア戦略を考える上でアジアの水問題が最重要であると考えている。本プロジェクトの成果をミレニアム・エコシステム・アセスメントにも発信する予定である。これらの活動を通してアジアの科学者及び政策決定者に対する科学的貢献を行い、アジア戦略を構築していく上での不可欠な基礎としていく。3) 畑地、水田、草地、森林、半乾燥地の5つのタイプの生態系ステーションを選んでミクロな生態系変化の追跡を行うとともにMODIS衛星データによるマクロな研究を結合させる予定である。中国を対象とした場合この5つのタイプの生態系が基本であり、まずシステムを完成させたい。

## 13年度の研究成果に対する評価・助言 (平成14年4月実施)

### 平成13年度研究成果の概要

#### (1) EOS-TERRA/MODIS を利用したアジア・太平洋地域の統合的モニタリング

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、広域環境情報の整備を進めた。

#### (2) 長江流域を対象とした水文・土砂動態モデルの開発

長江全流域の年間総流出水量の約 20% を占める洞庭湖から長江への流入水量の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。提案した水理モデルは洪水期の長江の水位変動の影響を受けた洞庭湖からの流入水量の急激な日変動を的確に再現した。また統合モデルによる上・中流域全体を対象とした流出水量の計算結果も高い再現性を示した。

#### (3) 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

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) 沿岸域環境総合管理

汚濁物質等の沿岸生態系への影響と環境改善・修復手法開発の基礎データの取得のため、東京湾の人工干潟、及び自然環境が残されている松川浦の干潟で、生物による水質浄化能の評価を行った。松川浦では、二枚貝などの生物による水質浄化量が流入負荷と同程度であり、健全な生態系が維持されていることが明らかになった。

### 評価結果(参考)

A : 9人      B : 4人      C : 1人      D              E

### 評価者意見の概要

中国特に長江全流域を対象として、流域全体を俯瞰するモニタリング、素事象の数値モデリング、現地観測に基づく素事象の抽出とモデル検証の3つの研究要素のバランスがとられ、組織的に順調に推進されている研究であると、概ね高い評価を受けた。

ただし、流域環境管理の視点から、1)管理を行う上での評価点・評価軸の設定、2)環境管理の在り方における“生態系”と“持続可能性”の概念の科学的に明確な判断基準、3)研究成果の適用に当たっての指針、についての今後の方向性を問われた。

### 意見の反映

1) 評価軸は幾つか考えられるが、本研究では流域の環境に与える4つ主要な圧力として土地利用変化、ダム建設、南水北調、汚濁負荷を考え、水の持続的利用及び森林・草地・農地での持続的な生物生産可能性を第1の評価軸として環境保全での費用対効果の観点からの議論を考えることとする。2) “生態系”、“持続可能性”、“環境管理”の3つの基本要素についての科学的判断条件を明らかにするために、UNEPのミレニアム・エコシステム・アセスメント(MA)が開始された段階、すなわち科学的判断条件についてはMAでも未解明であり、それを明確にすることが、本研究の第1段階の成果と考えられる。ただし、流域が地域特性を持っていることから、世界各地域から長江流域を含む5つの異なるスケールのサブ・グローバル・アセスメントの候補が選出され、ケーススタディとして、異なる流域での科学的判断条件についての知見が3年間で出される予定である。3) 中国の流域は、自然システムが大部分を占め都市システムは点在しているのが現状で、今後、社会基盤整備が急速に進められる中国でより効果的に流域管理研究を活用できる可能性が高いと考えられます。一方、社会整備がすでに行われている日本では都市モデルの精度向上を図ると共に、新しい社会システムへの根本的変革を求める研究に繋げていく必要があると考えられる。

## 6 .大気中微小粒子状物質( PM2.5 )・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

### 研究の概要

国際的に関心が高まっている DEP 等を含む PM2.5 を中心とした大気中粒子状物質の発生源特性や環境動態を明らかにし、発生源と環境濃度との関連性を把握する。これとともに大気中粒子状物質の一般住民への暴露量を推計し、さらに全国民の暴露量ランク別人口数の推計を行い、リスク評価に資するデータを蓄積する。また、影響評価に資するため、動物実験を中心とした毒性評価研究を行い知見を集積する。

### 年度計画

(1) 実態に合った発生源特性と発生量の把握、および交通・物流システムの改善策とその効果の評価、(2) 広域・都市・沿道における粒子状物質動態の把握、(3) 測定方法の体系化とモニタリングシステムの提案、(4) GIS を利用した地域別暴露量の推計と死亡率との関連性解析、(5) ディーゼル排気毒性の閾値推計、の研究を実施する。

平成 13 年度：研究課題を整理し研究目標を明確化する。これと共にシャシーダイナモシステム、炭素成分測定システムを完成させる。また予備的なフィールド観測を実施し、測定方法を比較評価する。影響評価関連では、GIS システムを用いた暴露量推計モデルの開発とディーゼル排気が呼吸-循環器系におよぼす影響を明らかにする。

平成 14～16 年度：シャシーダイナモシステムや車載型実走行時自動車排ガス計測・管理システム等を運用し、様々な条件下での実発生源特性を明らかにする。また、実フィールドにおける対策評価研究を実施する。影響評価研究としては、暴露量から健康リスクを推定し、疫学調査データとの関連性を検討する。またディーゼル排気中の粒子成分が呼吸-循環器系におよぼす影響を健常及び病態モデル動物を用いて明らかにする。これらの研究を前年度までの研究成果を基に毎年毎に具体的な目標を定め順次実施する。

平成 17 年度：4 年間の研究結果を総合的に取りまとめ、交・物流システムに係る PM2.5・DEP 対策の効果を予測すると共に健康影響評価のための閾値の算定を行う。

### 研究期間

平成 13～17 年度(5 年間)

### 研究予算額

113,000 千円(平成 13 年度)

## プロジェクト研究計画に対する評価・助言 (平成13年4月実施)

### 評価結果(参考)

A : 1人    B : 4人    C : 5人    D : 1人    E

### 評価者意見の概要

(1)研究課題が網羅的、総花的であり、達成目標が抽象的である。研究の焦点が絞られていない。研究を重点化すべきである。(2)研究対象とする車種はどのように考えているか。低公害車のみならず大きいディーゼルトラック等も対象にするのか。(3)アジア地域での関心も高く、国際的に広げて行くことを考えてほしい。

### 意見の反映

(1)当初提案した5項目のサブテーマをPM2.5/DEPの発生源、測定法、環境動態把握研究とPM2.5/DEPの疫学・毒性評価研究の二つにまとめ実施する。発生源、測定法、環境動態把握研究としてはシャシーダイナモ実験システムの利用と炭素成分の分析システムの構築を目指す。この中で、自動車業界や燃料業界が対策を進めるに当たってのポイントとなるべきデータを提供すること、特に、これまでの定められた試験方法では把握出来なかった新しい知見を示すことに焦点を絞る。疫学評価関連では、GISデータベースの上にDEPの分布を載せ、暴露評価に結びつける。毒性評価関連では、まず粒子およびガス状成分を含んだDE(ディーゼル排気)全体の呼吸-循環器系への影響等を明らかにし、研究後半期に粒子のみの暴露評価を検討する。(2)ディーゼル車のみならず、直噴型ガソリン車などのシャシーダイナモ実験や組成の異なる燃料に関しての実験・研究も、年度毎に課題を絞って順次実施する。(3)PM2.5はライフタイムが長いので広域的な理解が必要である。今回考えているモデルフレームはアジアスケールから都市スケールまでをカバーするものであり、この中で大陸との関係も明らかにする。大変に難しい試みではあるが、発生源把握や環境動態把握と疫学・毒性評価などの研究を結合させ、環境省や産官学民関連研究機関とも協力し、大気中微小粒子状物質(PM2.5)・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に関する実効ある研究成果の公表を目指したい。

## 13年度の研究成果に対する評価・助言

(平成14年4月実施)

### 平成13年度研究成果の概要

平成13年度においては、研究の現状と問題点を明らかにし今後の研究内容を具体化した。具体的な研究成果としては国立環境研究所研究報告『PM2.5・DEP研究の動向と今後の課題』を出版すると共に、緊急に取り組むべき課題に関する基礎実験や解析手法開発、予備的な観測や測定システムの検討を実施した。解析・評価に当たっては、先ず発生源の把握が最も重要であるため、自動車からのPM2.5・DEPの発生源推計手法の検討を重点的に実施すると共に動態解明や影響評価研究の基本となる測定方法の基礎的な検討を実施した。また毒性・影響評価研究に関しては、研究成果のとりまとめを行い出版・公表の準備を整えた。

発生源把握および対策シナリオ評価に関する研究では、

- ・ シャーダ付Eによる実験手法および自動車の走行モード調査手法を検討した。
- ・ 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した。
- ・ 交通・物流データをもとにDEP排出量の地域分布推計システムを設計した。

環境動態把握および予測評価に関する研究では、

- ・ 都市SPM・沿道大気汚染の動態把握のための予備的調査と解析を実施した。
- ・ 複雑な道路構造地域における風洞実験解析手法を検討した。
- ・ 広域・都市数値モデル解析手法を検討した。
- ・ 地方自治体環境・公害研究機関との共同研究を実施し、わが国の大気汚染データのトレンド解析を行った。

測定法の確立とモニタリングに関する研究では、

- ・ 有機炭素成分と元素状炭素成分の測定手法の検討を行った。
- ・ ガス状成分、粒子状物質計測モバイル型モニタリングシステムを検討すると共に環境モニタリング機器の比較評価テストを実施した。

疫学・暴露評価に関する研究では、

- ・ 疫学・暴露評価に関する研究のための地理情報システムの利用方法を明らかにした。
- ・ PM/DEP暴露量と健康影響評価のための暴露量推計モデルの開発を行った。

毒性・影響評価に関する研究では、

- ・ 粒子およびガス状成分を含んだDE(ディーゼル排気)全体の呼吸-循環器系への影響を明らかにした。
- ・ 粒子状物質のみを暴露する装置作製の問題点の検討を行った。
- ・ 毒性・影響評価に関する実験研究成果を取りまとめた。研究成果の概要を以下に要約する。【1】ディーゼル排気の暴露実験、気管内投与実験、組織培養等を含むin vitroの実験からは、定性的であるがディーゼル排気やディーゼル粒子は異常心電図の出現を増加させること、血圧を低下させること、副交感神経支配を強める傾向にあることなどが見いだされた。また血管を収縮および弛緩の両作用を持つ物質を含んでいることなども見いだされた。【2】呼吸機能におよぼす影響としては肺抵抗の増加やガス交換機能の低下などの影響があることも見いだされた。これらのことからディーゼル粒子は副交感神経を緊張させ血中酸素濃度の低下や血圧の低下を引き起こし全身的な循環不全などを起こす可能性が示唆された。【3】またin vitroの実験からディーゼル粒子中の作用化学物質がどのような性状を持ったものかについての解析も進んだ。【4】細菌毒素による肺障害はDEPにより顕著に増悪することが認められ、感染等による肺炎症状の増悪を起こす可能性も示唆された。【5】慢性閉塞性肺疾患に関わるアレルギー性喘息様の病態を増悪することは知られていたが、これらの病態を増悪する閾値をベンチマーク法で算出し10-20microg/m<sup>3</sup>であることやその他の花粉症などのアレルギー関連疾患を増悪する閾値もほぼ同様の値であることなどが見いだされた。

## 評価結果（参考）

A : 4人      B : 6人      C : 3人      D :      E

## 評価者意見の概要

### (1) 研究の進め方に関しては、

- ・わが国で DEP が PM2.5 の大きな成分となっているのか、新たな基準を作るとすれば PM2.5 か PM1.0 のどちらか適当なのかがわかる様なテーマもつけ加えて欲しい。
- ・政策にむかっただけの意思決定が急がれている分野でもあるので、動態解明と影響評価の一連の論理的な流れと早期に見通しのつく形にすることが望まれている。そして、その中で影響を低減させる上で役立つ変動または要因とその効果についても想定しながら研究の進行管理を行うこと。
- ・粒子状物質の動態解明後の対策をどう進められるのか。
- ・13年度になされたレビューから研究課題にプライオリティーをつけ、くれぐれも手を拡げすぎないように。
- ・測定はよく理解できるのだが、これをどのように政策提言に結びつけていくのか。
- ・PM2.5にとらわれずに研究を進めてほしい。等の指摘を受けた。

### (2) 発生源と環境動態把握、暴露量評価研究に関しては、

- ・粒子の化学組成を綿密に分析することが必要なのではないか。
- ・粒子が大気中で光化学的に反応し、ラジカル物質を生成し、これが生物（人間や動植物）に影響を及ぼしている可能性を今後検討してみる必要性がないか。
- ・地域事例のときの測定、同定をもう少し、正確にすべき。沿道といっても、沿道の上の場所によって特性が違う。疫学調査の場合は、戸内、戸外の factor もはいる。等の指摘を受けた。

### (3) 影響評価研究に関しては、

- ・動物実験では吸入暴露による実験に早く移行する事が望まれる。副交感神経刺激は、O<sub>3</sub> や NO<sub>2</sub> でも見られる反応であるが共通のメカニズムは何か？ 血圧と心拍数がパラレルに効いてしまうのは何故かなどを解明してほしい。
- ・毒性発現因子が粒子であるのか、化学物質であるのか、増悪因子であるのか、といった点を明確にされたい。等の指摘を受けた

## 意見の反映

### (1) 研究の進め方に関しては、

- ・研究課題名にキーワードとして PM2.5 が入っているが、PM2.5 のみを研究するということではなく、PM2.5 に代表される大気中微小粒子状物質全体を研究対象と考えている。発生源や環境における粒径分布の把握が重要であり、これを行うための測定・モニタリングの検討と実測を先ず重点的に実施し、この中で DEP が PM2.5 に占める割合を明らかにする。新たな環境基準の検討については、PM1.0 のモニタリングが行われていない現状では、疫学研究の実施は困難だが長期的な課題として検討したい。
- ・発生源や環境における動態把握とともに交通・物流システムに関する研究も同時に展開し、その中で、影響を低減させる上で役立つ変動または要因とその効果についても検討する。
- ・具体的な対策技術研究は本研究課題の中には含まれていないが、ハード、ソフトの両面から対策シナリオの評価は実施する予定である。
- ・本研究プロジェクトの特徴は動態把握の研究者と影響評価の研究者が常に協力して研究を実施出来るところにあるので、お互いの研究課題やそれを遂行するための諸条件の優先順位を十分に協議し、フォーカスを深めて行きたい。
- ・研究の順番としては、先ず、リアルで正確な発生源情報、環境情報の把握を行い、この結果を暴露・毒性評価に結び付けて行く。得られた結果を基に多分野との意見交換を踏まえ

最終的な政策提言を行いたい。

(2) 発生源と環境動態把握、暴露量評価研究に関しては、

- ・粒子の化学組成の分析は必須であり実施する。
- ・排気に紫外線を当てて影響や組成変化を見る事は必要と考えるが、現在の研究計画の中で、この検討を影響面で実施する事は難しい。ただし、フィールド観測などで光化学反応の実態把握は可能である。
- ・プロジェクト初年度においては、実験装置、観測装置の立ち上げと予備的実験・調査まで実施したが、今後、ディーゼル車の車種、運転モードによる DEP の違いなどに関する実験・観測を行う。
- ・モニタリングの比較評価実験結果を踏まえ事例研究時には測定条件の精査を行いたい。疫学暴露評価においては、戸内、戸外の factor も考慮する。

(3) 影響評価研究に関しては、

- ・粒子のみの吸入暴露実験は技術的に難しい面もあるが、装置の開発ともども早期に実現したい。副交感神経の緊張および循環機能の変化に関する機能の解明も実施する。
- ・暴露技術における限界はあるが、種々の実験を組み合わせ排気中のどのような成分が毒性を発現するか、またその機構について検討する予定である。