

研究課題	(C3) 地球環境監視・診断・予測技術高度化に関する研究 副課題1：エアロゾルの監視 副課題2：オゾン及び関連物質の監視 副課題3：大気・海洋の炭素循環に関する観測と診断解析 副課題4：化学輸送モデル・同化技術の開発・高度化
研究期間	平成26年度～平成30年度（5年計画第5年度）
担当者	○佐々木 秀孝 環境・応用気象研究部部長 （副課題1） [環境・応用気象研究部] ○田中泰宙、梶野瑞王、足立光司、川端康弘、（客員）五十嵐康人、猪股弥生 [予報研究部] 財前祐二 [気候研究部] 大河原望、山崎明宏、工藤玲、長澤亮二、（併任：気象衛星センター）石田春磨、（客員）内山明博 [気象衛星・観測システム研究部] 永井智広、酒井哲、吉田智、（客員）内野修 （副課題2） [気象衛星・観測システム研究部] ○永井智広、酒井哲、吉田智、（客員）内野修 （副課題3） [海洋・地球化学研究部] ○石井雅男、辻野博之、小杉如央、遠山勝也、小野恒、澤庸介、坪井一寛、松枝秀和、（客員）丹羽洋介、横内陽子、（併任：海洋気象課）増田真次、笹野大輔、小嶋惇、（併任：環境気象管理官）川崎照夫、梅澤研太、古積健太郎 [気候研究部] 堤之智 （副課題4） [環境・応用気象研究部] ○眞木貴史、田中泰宙、直江寛明、関山剛、大島長、出牛真、梶野瑞王、（併任：地球環境業務課）青柳暁典、（併任：環境気象管理官）藪将吉、福山幸生、中村貴、高辻慎也、鎌田茜、小木昭典、小野寺 悠、須藤大地、（客員）柴田清孝、弓本桂也、板橋秀一
目的	東アジア、西部北太平洋におけるエアロゾル、オゾン、温室効果ガス等の観測を通じ当該物質の実態把握と変動メカニズムを解明すると共に、化学輸送モデルとデータ同化・解析技術を用いて地球環境の監視・診断・予測技術を高度化させ、サイエンスコミュニティや気象業務等に貢献する。
目標	各種新規観測装置を導入することによって地球環境監視能力を向上させる。既存の観測も含めた観測データベースを構築する。観測データベースを用いて化学輸送モデルの検証・改良を行い、データ同化手法を開発して順次本庁における業務化を目指す。 （副課題1）エアロゾルの監視 ・エアロゾル粒径、組成、混合状態、光学特性、鉛直分布のデータ蓄積とデータ公開 ・エアロゾル素過程、物理・化学過程を考慮した詳細モデルの開発 ・視程情報高度化に向けたもや・煙霧・黄砂現象を区別する観測手法の開発 （副課題2）オゾン及び関連物質の監視 ・対流圏オゾンライダーによる観測の継続によるデータ蓄積とデータ公開 ・対流圏NO ₂ ライダーの開発 ・ライダー観測データを用いた化学輸送モデルの改良への貢献 （副課題3）大気・海洋の炭素循環に関する観測と診断解析 ・二酸化炭素同位体連続観測の実施と温室効果ガス観測データベースの構築 ・上記データベースを用いた温室効果ガス発生源の観測的評価とモデル診断解析 ・水中グライダーによる高頻度の海洋内観測の実現や分光光度法によるpH測定法の高効率化など、海洋物質循環観測の高度化による大気・海洋炭素循環過程や海洋酸性化実態の理解の促進

	<p>(副課題4) 化学輸送モデル・同化技術の開発・高度化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 全球化学輸送モデル (エーロゾル、オゾン) 高度化及び大気化学統合モデルの開発 ・ オンライン領域化学輸送モデル開発とオフライン領域化学輸送モデルの高度化 ・ 全球化学データ同化の高度化 (現業化) 及び領域化学データ同化手法の開発 ・ 化学輸送モデルとデータ同化技術を用いた応用研究 (大気組成再解析、視程、放出量逆推定等) の実施
<p>研究の概要</p>	<p>(副課題1) エーロゾルの監視</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 電子顕微鏡等を用いたエーロゾル粒子の直接観測を行い、分析技術を開発することによって、エーロゾルの物理化学特性を明らかにする。これらの情報を用いてエーロゾル素過程モデルを開発する。 ② 受動型放射計 (スカイラジオメーター等) を用いた観測により、エーロゾルの光学特性を明らかにする。 ③ 能動型測器 (ライダー) を用いた観測により、エーロゾル等の鉛直分布状況を連続的に把握する。 ④ 得られた観測データや素過程モデルは副課題4における検証・データ同化やモデル構築に活用する。 <p>(副課題2) オゾン及び関連物質の監視</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 能動型測器 (ライダー) を用いた観測により、オゾン・二酸化窒素等の鉛直分布状況を連続的に把握する。 ② オゾン・二酸化窒素等のデータ解析手法を高度化する。 ③ 得られた観測データは副課題4における検証・データ同化等に活用する。 <p>(副課題3) 大気・海洋の炭素循環に関する観測と診断解析</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 北西太平洋域における大気中の微量気体の多成分観測を行うことにより、アジア大陸の温室効果ガス発生源を評価する。並行して、新しい観測技術導入に取り組み、監視技術の高度化を図る。 ② 西太平洋域の高解像度観測を通じて海洋炭素循環と海洋酸性化の実態解明を行う。 ③ 得られた観測データや診断結果は副課題4における検証やデータ同化等に活用する。 <p>(副課題4) 化学輸送モデル・同化技術の開発・高度化</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 各サブ課題で得られた観測データを用いて全球・領域化学輸送モデルの開発・検証・改良を行い、地球環境の予測精度の向上を図る。 ② 既存の観測ネットワーク (地上、航空機、衛星等) のデータを化学輸送モデルで同化・解析することにより、地球環境監視・診断・予測精度の向上を図る。 ③ ②で開発した手法やプロダクトを活用した応用プロダクト (大気組成再解析、視程、放出量逆推定など) の開発を行う。
<p>平成30年度 実施計画</p>	<p>(副課題1) エーロゾルの監視</p> <p>【モニタリング・電顕分析】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ つくばや野外観測で得られた試料の観測、個別粒子分析を行う。データの公開を行う。 <p>【長距離輸送エーロゾル】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 東アジア起源のPM2.5、黄砂等を対象に、西日本・山岳での観測、サンプル分析を行う。 <p>【予測モデル開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 3モーメントビン法を実装したNHM-Chemにより東アジアスケール及び国内都市スケールの過去再現実験を行い、パフォーマンスを評価した後、本庁に納入する。 <p>【視程情報高度化】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ つくばで、偏光OPC、サルフェートモニター、視程計 (測器センター) による連続測定を実施し、電顕分析との比較を行う。春季に西日本 (福岡) を対象とし、エーロゾルモデルを用いた視程予測実験を行う。

【光学特性観測】

- ・ 引き続き放射・光学特性観測点で連続観測を行い連続観測データの解析を進める。
- ・ 観測から解析されたエアロゾルの微物理・光学特性の結果のデータベース化を進める。

【鉛直分布観測（ライダー）】

- ・ エアロゾルライダーによる対流圏・成層圏エアロゾルの連続観測を継続し、その分布状況をモニタリングする。
- ・ 定期的にデータ解析を行い、データ質の評価及び火山噴火や森林火災等の影響を監視する。

(副課題 2) オゾン及び関連物質の監視

- ・ 二酸化窒素観測用ライダーの送信光学系に損傷を生ずる問題の解決を図った後、対流圏オゾンと二酸化窒素の鉛直分布の同時観測を行い、データの評価を行う。

(副課題 3) 大気・海洋の炭素循環に関する観測と診断解析

○副課題 3-1 (大気炭素循環解析)

【微量気体の観測】

- ・ 綾里・与那国島・南鳥島・父島の大気観測所におけるラドン濃度と水素等の微量気体の観測を継続し、過去のデータと併せてデータベースを更新する。南鳥島のハロカーボン観測について、大気採取試料の分析を継続する。綾里にて酸素濃度連続観測を継続する。

【観測技術の標準化・高度化】

- ・ 前年度購入した 3 成分 (CO₂、CH₄、CO) レーザー分光分析計の実用化試験を行う。気象庁と標準ガス比較実験を年 2 回実施し、これまでの実験結果も踏まえながら、気象庁から要請のある CO₂ と CH₄ の標準ガス新校正装置の運用方法確立について技術支援を行う。現業化を見据えた次世代の観測技術 (酸素、ハロカーボン類、¹⁴CO₂ 等) の確立のために、気象庁と協力して航空機観測や大気観測所で採取した実大気試料を用いた検証分析を継続して実施する。

【微量気体変動の解析】

- ・ 更新されたラドンのデータベースを用いて、引き続き数日スケールの短周期変動におけるラドンと他の微量気体組成との比の長期変化を詳細に解析し、アジア大陸の発生源の変化傾向を定量的に把握する。

【アジアの微量気体発生源の評価】

- ・ 実験検証を終えた 4 次元変分法 (4D-Var) によるデータ同化システムを導入した逆解析手法に、引き続き実際の観測データを適応して、高解像度で精度の高い CO₂ フラックスを算定し、アジアの発生・吸収源の再評価を行う。

○副課題 3-2 (海洋炭素循環解析)

【水中ライダー運用試験】

- ・ 房総半島南東の黒潮再循環域において、4 月～6 月に 60 日間程度の運用試験を行う。これにより冬の深い鉛直混合の状態から夏への成層化と生物生産期における物理的・化学的な海洋鉛直構造の変化を把握する。合わせて運行性能や観測性能などを確認し、データ処理方法の開発を進める。

【観測手法高度化】

- ・ 各層採水試料の分光法による全アルカリ度測定手法を航走観測に応用し、技術的な問題点などを明らかにする。

【亜熱帯域トワイライトゾーン】

- ・ 全炭酸濃度や溶存酸素濃度の観測データから、亜熱帯域の海洋内部における人為起源 CO₂ の蓄積速度を評価する。

【海洋 CO₂ 増加】

- ・ 東経 137 度の亜熱帯域の海洋表層における CO₂ 増加速度の加速傾向や、熱帯域における CO₂ 増加速度の 10 年変動と太平洋十年規模振動との関連について解析を進める。

(副課題 4) 化学輸送モデル・同化技術の開発・高度化

	<p>【全球化学輸送モデル】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 引き続きエアロゾル、オゾンを対象とした全球化学輸送モデルの改良を行うと共に、両モデルの統合モデル構築作業を継続し、プロトタイプを作成する。 <p>【領域化学輸送モデル】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 研究懇談会で受けた要望事項（高解像度モデルの開発）を継続すると共に、オンライン版についても開発を進める。NHM-Chem のアンサンブルシミュレーションを行い、確率論的なメソ化学輸送モデル利用の可能性について探る。 <p>【データ同化】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NHM-Chem-LETKF のプロトタイプ版を改良する。 ・ MASINGAR-データ同化システムの改良を進め、ひまわり 8/9 号のデータ利用を念頭に置いた全球エアロゾルシステム改良及び本庁への移植支援を行う。 ・ 衛星観測データの利用を可能とする二酸化炭素逆解析システムの改良を行う。 <p>【応用研究】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 排出量逆推定手法の改良を進める。 ・ 次期 JRA-3Q 再解析のオゾン境界条件を作成するために、衛星観測データの評価、バイアス補正法の開発等を行う。 ・ エアロゾル再解析値の評価・検証を行いつつ改良を実施する。
波及効果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 観測・モデルの両面からの視程監視・予測情報の高度化 ・ エアロゾル観測データ、詳細モデル等を用いた雲物理過程研究の高度化（A1 課題） ・ 海洋物質循環モデルの高度化・検証（C7 課題） ・ 地球システムモデルの高度化による地球温暖化予測の精度向上（C1 課題） ・ オンライン領域化学輸送モデルの開発による気象庁メソモデルの高度化 ・ 大気化学データ同化の成果を用いた気象庁天気予報の高精度化