

研究課題	<p>(C3) 地球環境監視・診断・予測技術高度化に関する研究</p> <p>副課題1：エアロゾルの監視</p> <p>副課題2：オゾン及び関連物質の監視</p> <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> <p>副課題4：化学輸送モデル・同化技術の開発・高度化</p>
研究期間	平成26年度～平成30年度（5年計画第3年度）
担当者	<p>○眞木貴史 環境・応用気象研究部第1研究室長 （副課題1）</p> <p>〔環境・応用気象研究部〕○五十嵐康人、関山 剛、梶野瑞王、足立光司、 （客員）佐藤陽祐</p> <p>〔予報研究部〕財前 祐二</p> <p>〔気候研究部〕山崎明宏、石田春磨、工藤玲、（併任：環境気象管理官付）湯浅大樹、 （客員）内山明博</p> <p>〔気象衛星・観測システム研究部〕永井智広、酒井哲、泉敏治、（客員）内野修 （副課題2）</p> <p>〔気象衛星・観測システム研究部〕○永井智広、酒井哲、泉敏治、（客員）内野修 （副課題3）</p> <p>〔海洋・地球化学研究部〕○松枝秀和、石井雅男、笹野大輔、小杉如央、遠山勝也、 澤庸介、坪井一寛、丹羽洋介、（併任：海洋気象課）増田真次、小嶋惇、 飯田洋介、小野恒（併任：環境気象管理官）川崎照夫、細川周一 （副課題4）</p> <p>〔環境・応用気象研究部〕○眞木貴史、直江寛明、関山剛、田中泰宙、大島長、 弓本桂也、梶野瑞王、（併任：環境気象管理官）出牛真、中村貴、池上雅明、鎌 田茜、小木昭典、辻健太郎、（併任：気象衛星センター）上澤大作、（客員）柴田 清孝、板橋秀一</p> <p>〔海洋・地球化学研究部〕丹羽洋介</p>
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	<p>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。</p> <p>（副課題1）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul> <p>（副課題2）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・対流圏NO<sub>2</sub>ライダーの開発</li> <li>・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</li> </ul> <p>（副課題3）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul>

	<p>化実態の理解の促進 (副課題 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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</li> <li>・ 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</li> <li>・ 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</li> <li>・ 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</li> </ul>
<p>研究の概要</p>	<p>(副課題 1)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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、診断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や統計的な性質を明らかにする。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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ol> <p>(副課題 2)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>② オゾン・二酸化窒素等のデータ解析手法を高度化する。</li> <li>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。</li> </ol> <p>(副課題 3)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ol> <p>(副課題 4)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ol>
<p>平成 28 年度 実施計画</p>	<p>(副課題 1)</p> <p>【モニタリング・電顕分析】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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。吸湿特性や CCN、IN としての能力評価を重点 A1 副課題 4 と連携して行う。</li> </ul> <p>【長距離輸送エーロゾル】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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。</li> </ul> <p>【予測モデル開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 化学反応系をエーロゾルプロセスから分離して境界条件とした、化学・物理オフライン結合を達成し、zero-chemistry エーロゾルモデルを構築する。</li> </ul>

**【視程情報高度化】**

- ・ 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）による連続測定を継続実施し、電顕分析及び吸湿性指数との比較を行う。エアロゾル吸湿膨張の影響を定量評価する。

**【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。成層圏エアロゾル長期観測データの解析結果を論文にまとめる。

## ○副課題 2

- ・ 開発したライダーを用い、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

## 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（父島）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。

**【観測技術の標準化・高度化】**

- ・ 二酸化炭素安定同位体測定装置の性能試験を継続する。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標準ガス較正装置更新の技術検討を行う。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、 $^{14}\text{C}\text{O}_2$  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、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、実際の観測データを適応して、高解像度で精度の高い  $\text{CO}_2$  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）

**【水中グライダー運用試験】**

- ・ 本州近海の外洋域において、数十日間の運用試験を行い、潜航・浮上・移動と観測データ取得・通信に関する性能や、電力消費量などの推移を確認する。

**【観測手法高度化】**

- ・ 分光光度法 pH 測定に使用する指示薬に混入している不純物が測定精度に及ぼす影響を評価し、指示薬精製の必要性の有無について検討する。
- ・ 平成 26 年度に延期になった白鳳丸航海にて本州東方の黒潮続流域で表面水の全アルカリ度の航走観測を実施する。これにより、海洋表層から亜表層への  $\text{CO}_2$  輸送に重要な亜熱帯・亜寒帯移行領域における亜熱帯水と亜寒帯水の混合比率を推定する。
- ・ 日本海における海洋  $\text{CO}_2$  系変動を解析し、平成 25 年度に引き続き、長江からの河川水流入が、全アルカリ度分布などへの影響を通じて、日本海の大気・海洋間  $\text{CO}_2$  交換や海洋酸性化に及ぼす影響の年々変化を評価する。

**【亜熱帯域トワイライトゾーン】**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 東経 165 度の亜寒帯・亜熱帯移行領域から亜熱帯域にかけて海洋亜表層で観測されている溶存酸素濃度の 10 年スケール変動の状況を解析するとともに、その原因を解明する。また、その海洋の CO2 蓄積への影響を考察する。</li> <li>【モード水形成域】</li> <li>・ 海洋物質循環モデルの結果を活用して、モード水形成による海洋内部への人為起源 CO2 輸送速度を評価する。</li> </ul> <p>○副課題 4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>【全球化学輸送モデル】</li> <li>・ 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開始する。</li> <li>【領域化学輸送モデル】</li> <li>・ 研究懇談会で受けた要望事項（初期場作成への協力、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。</li> <li>【データ同化】</li> <li>・ NHM-Chem-LETKF のプロトタイプ版を改良する。</li> <li>・ MASINGAR-LETKF 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解析値のプロトタイプ版を作成する。</li> <li>・ 二酸化炭素データ同化システムの改良を行う。</li> <li>【応用研究】</li> <li>・ 排出量逆推定手法の改良を進める。</li> <li>・ 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。</li> </ul>
波及効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 観測・モデルの両面からの視程監視・予測情報の高度化</li> <li>・ 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）</li> <li>・ 海洋物質循環モデルの高度化・検証（C7 課題）</li> <li>・ 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）</li> <li>・ 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</li> <li>・ 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</li> </ul>