

事後評価 結果個票

課題番号	環 1451
課題名	炭素循環の気候応答解明を目指した大気中酸素・二酸化炭素同位体の統合的観測研究
実施期間(年度)	2014~2018
研究実施府省庁名	環境省
研究機関名	(国研) 国立環境研究所
研究代表者名	遠嶋 康德

1. 研究の概要

本研究は全球規模の炭素循環が気候変動に対してどのように応答するかを解明するために、地球表層の炭素循環の指標となる大気中の酸素濃度や二酸化炭素(CO₂)の炭素安定同位体(¹³C)、放射性炭素同位体(¹⁴C)の広域観測を実施した。産業革命以降の全球平均気温の上昇を2℃以下に抑えるためには、大気中のCO₂濃度を適切なレベルに安定化させる必要があるが、その実現には人為的なCO₂排出量を陸域生物圏や海洋が吸収できるレベルにまで漸次減少させる必要がある。このような人為起源CO₂の削減策を策定するにあたり、自然吸収源(陸域生物圏と海洋)の炭素吸収量が地球温暖化に対してどの様に影響を受けるかを解明することは、喫緊の課題となっている。本研究では、アジア・太平洋地域に展開した地上観測点や日本とオセアニア・北米・東南アジア間を運行する定期貨物船を利用して、炭素循環の指標となる各種成分の広域観測を実施し、先行する観測結果も加えた統合的な解析から長期的な炭素収支を明らかにするとともに、気候変動に対する炭素循環の応答を推定した。

大気中酸素濃度の観測に基づいて過去18年間(2000年1月~2017年12月)の海洋および陸域生物圏の正味のCO₂吸収量を推定すると、それぞれ $2.5 \pm 0.6 \text{ PgC yr}^{-1}$ および $1.6 \pm 0.8 \text{ PgC yr}^{-1}$ となった。また、年々の炭素収支について5年間の移動平均を求めて経時的な変化傾向を調べたところ、海洋の炭素吸収量は2000年以降一貫して増加傾向にあるが、陸域生物圏の炭素吸収量は2000年から2009年までは増加傾向であったものが2009年以降は減少傾向が見られる結果となった。このような炭素収支の経年的な変化傾向は¹³Cの観測からも明瞭に確認された。¹³Cの観測結果から求められた炭素収支を見ると、海洋のCO₂吸収量はモデル推定よりも若干大きめの吸収量(2~4GtC yr⁻¹)を示しつつ徐々に吸収量が増加するパターンを示した。一方、陸域生物圏の吸収量は大きくは気温変化に影響されており、1998年以降の15年間に温暖化が小休止した期間(ハイエイタス)には、炭素吸収量が徐々に増加する傾向が観測された。しかし、2015-2017年に気温の高温化が再び顕著になり、2015/2016年のエルニーニョの影響も受けて吸収量は減少傾向となったと推定された。こうした炭素吸収量の気温に対する応答は将来の温暖化に対して大きな懸念材料を提供することになり、今後の継続的な監視の必要性を示す結果となった。

2. 評点

総合評点：4.00 (5点満点)

事後評価 結果個票

課題番号	経 1455
課題名	南鳥島における多成分連続観測によるバックグラウンド大気組成変動の高精度モニタリング
実施期間(年度)	2014~2018
研究実施府省庁名	経済産業省、国土交通省
研究機関名	(国研)産業技術総合研究所、気象庁気象研究所
研究代表者名	村山 昌平

1. 研究の概要

本研究では、南鳥島において、大気中酸素 (O_2)、水素 (H_2)、ラドン (Rn) 濃度および二酸化炭素 (CO_2) 安定同位体比の高精度連続観測を実施し、北半球中緯度を代表するバックグラウンド清浄大気組成の変動に関するデータを蓄積し、気象庁が実施している主要温室効果ガス濃度のモニタリングと組み合わせて解析を行うことにより、変動要因を定量的に解明することを目的とする。また、 O_2 濃度の高精度観測に適した国際単位系 (SI) へのトレーサビリティが確保された標準ガスの開発を行う。

フラスコサンプリング法による大気中 O_2 濃度の長期観測結果から、過去5年間の全球の化石燃料消費により大気に放出された CO_2 の各リザーバーへの分配を評価した。連続観測からフラスコサンプリングでは捉えられない O_2 濃度変動の詳細が過去3年間に亘って明らかになり、大気輸送モデルを用いた計算結果との比較解析を行うことで、短周期変動から季節的な変動の時間スケールにおける O_2 濃度の変動要因の定量的解明が進展した。フラスコサンプリングによる大気中 CO_2 の安定同位体比の8年間の観測結果から、季節変動や年々変動の要因の解析を行った。 CO_2 安定同位体比連続観測を2018年3月より開始し、フラスコサンプリングでは捉えられない数日スケールの変動を初めて明らかにすることができた。大気中 H_2 濃度およびRn濃度の連続観測を継続し、明瞭な季節変動や数日スケールの変動を捉えることができた。Rnが大陸起源の空気塊を識別するための有効な指標であることを利用して、大陸の影響を取り除いた北半球中緯度を代表するバックグラウンド清浄大気選別する手法を開発し、 CO_2 、 CH_4 、CO、 O_2 濃度、 CO_2 同位体比連続観測データ、 CO_2 同位体比のフラスコサンプリングデータに適用し、当手法の有効性を確認することができた。高圧容器の秤量における不確かさ要因を解明して、その結果を基に秤量方法を改良することで、不確かさ1 ppm以下の再現性で大気観測用高精度 O_2 濃度標準ガスを調製することに成功した。開発した大気観測用高精度 O_2 濃度標準ガスを使用して、国内外4機関による巡回比較実験を実施し、各機関のスケールの差を明らかにした。また、開発した O_2 濃度標準ガスの検証をするために、磁気式酸素計の高精度化を行い、1 ppm以下の不確かさで O_2 濃度を検証することが可能となった。

2. 評点

総合評点：4. 00 (5点満点)

事後評価 結果個票

課題番号	国 1454
課題名	分光日射観測とデータ同化によるエアロゾル・雲の地表面放射収支に与える影響監視に関する研究
実施期間(年度)	2014~2018
研究実施府省庁名	国土交通省
研究機関名	気象庁気象研究所
研究代表者名	山崎 明宏

1. 研究の概要

本研究では、直達日射と散乱日射の測定が可能な分光型日射計の開発を行う。また、開発された分光型日射計及び既存の測器による連続観測を行うことで、エアロゾル及び雲の地上放射への影響の評価と監視技術の高度化を行う。更に、既存の観測データと有機的に活用し、モデルの改良や同化技術の開発を行うことで、エアロゾル・雲が地表面放射収支に与える影響を、東アジアスケールで定量化する技術を確立する。これらの研究を2つのサブ課題において実施した。

サブ課題1では、波長域350~2550nm、波長分解能2.5~10nmの太陽直達光と散乱光の測定が可能な精密分光型日射計の開発を行う。分光型日射計の開発にあたっては、温度特性及び入射角度特性の改良を行う。校正法は、Langley法と光源を用いた方法を併用し、安定で継続性のある方法の確立を目指す。併せて、既存の観測点で使用しているスカイラジオメータの校正法を改良し、検定定数の転写を容易にする方法を開発する。エアロゾル・雲の地上放射への影響を監視し、地点毎の地域・時間変動特性を解明するため、既存の測器と共に開発した精密分光日射観測装置による連続観測を実施する。

2018年度は、波長350~2550nmの分光型全天日射計(MS-711、MS-712、MS-713)の開発を引き続き行い、分光型全天日射計の検定、温度と入射角特性検査を実施した。分光型直達日射計、基準器のスカイラジオメータ及び開発を進めている分光型全天日射計は、マウナ・ロア観測所(NOAA:米国海洋大気庁)で検定を行った。分光型全天日射計の検定結果は、気体吸収が弱い波長域においては、ほとんどの波長域で1%以下のバラツキで検定定数が決定することができた。間欠機能を持った太陽追尾装置を開発し、この装置に分光型全天日射計を搭載する精密分光日射観測装置を開発した。また、防塩機能を持った精密分光日射観測装置も開発した。つくばと南鳥島で精密分光日射観測装置による連続観測を開始した。

スカイラジオメータは引き続き精度の良い検定ができ、各観測点及び他のプロジェクトが展開している放射計にも校正結果を反映できた。また、他のプロジェクトの研究推進、気象庁のスカイラジオメータ現業観測における機器検定及びGCOM-C地上検証データの提供と地上検証器材であるスカイラジオメータの検定に貢献した。

これまでに気象研究所で開発してきたアンサンブルカルマンフィルタ(LETKF)は、データ同化時に数十個の予測モデルによるアンサンブル計算を行う必要があるため、日々の予測実験や長期再解析を実施するには計算機負荷が大きくなる。このため、サブ課題2において高速に実行できるデータ同化システム(2D-Var)を開発し、世界で初めてひまわり8号から得られるエアロゾル光学的厚さのデータを同化できるシステムを構築した。このシステムを用いて、分光日射計観測データを用いる検証等のために改良した全球エアロゾル輸送モデル(MASINGAR mk-2; 水平解像度110km)に米国航空宇宙局(NASA)の衛星センサ(MODIS)から得られたエアロゾル光学的厚

さをデータ同化し、2011～2015年までの均質な品質のエアロゾル再解析（JRAero）を作成し、研究者へのデータ公開を開始した。JRAeroはデータ同化を行わなかった実験と比較してエアロゾルの再現精度が大きく向上していることを確認した。

また、東アジアにおけるエアロゾル等の再現性を向上させるためにエアロゾルの詳細な内部混合過程をシミュレートできる領域化学輸送モデルを開発してそのパフォーマンスを確認した。特に、領域化学輸送モデルの輸送過程を詳細に評価するため、福島原子力発電所からの放射性エアロゾルの輸送過程に関して鉛直積算質量フラックスを用いた詳細な解析を実施した。

2. 評点

総合評点：4. 00 （5点満点）