

【2-1401】統合的観測解析システムの構築による全球・アジア太平洋の炭素循環の変化の早期検出 (H26~H28)

三枝 信子 (国立研究開発法人 国立環境研究所)

1. 研究開発目的

温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT) や航空機を利用した CO₂ の地球規模での観測、アジア太平洋での炭素収支観測において我が国が持つ研究基盤の優位性を活かし、観測データのもつ情報を最大限に活かす統合的観測解析システムを構築する。そのための観測データの整備、解析システムの開発改良、炭素収支評価の高精度化を行う。開発される解析システムは、本研究終了後も、全球炭素循環の変化を検出するために複数の研究機関が手法を共有し、GOSAT-2 データ利用研究への応用をはじめ、オペレーショナルに利用可能なものとして、将来にわたり新規事実の発見と将来予測向上のために活用する。

そのために、これまでに複数の研究グループが開発改良してきた複数の大気輸送モデル (NIES-TM、NICAM-TM、ACTM 等)、インバージョン・データ同化手法 (シンセシスインバージョン法、4 次元変分法、アンサンブルカルマンフィルタ等) の適用可能性を比較検討し、トップダウン法による温室効果ガス収支の高精度評価、各種パラメータの自動設定が可能でかつ長期安定運用できるシステムとして最適な組み合わせを策定する。次に、衛星観測では雲による欠測の多い東南アジア等で特に有効性を発揮する航空機観測 (CONTRAIL) について、その時空間的な不均一性の影響を最小限にするための最適化手法を開発改良する。併せて炭素収支評価において誤差要因となりうる都市域や成層圏データの影響評価や、各地域における観測データの時空間代表性の評価も行う。さらに、複数のトップダウン法により全球・アジア太平洋の炭素収支の評価を行い、その結果を統合された陸域観測データと経験モデル、プロセスモデル等に基づく複数のボトムアップ法による結果と比較し不確実性の評価を行う。さらに、炭素循環のホットスポットの検出を行う。

2. 研究の進捗状況

(1) 統合的観測解析システムの設計と全球・アジア太平洋の炭素収支評価に関する研究 (国立研究開発法人国立環境研究所)

全球・アジア太平洋の各種プラットフォームで観測される大気中 CO₂ 濃度データ、地表での CO₂ フラックスデータ等の時空間的に不均一で多様な形式をもつ観測データについて、特に航空機データの整備を強化すると同時に、本研究により開発されるインバージョン・データ同化手法に対する入力データ及び検証データの整備を行った。結果として、温室効果ガス観測において世界的に深刻な空白域であるアジア太平洋の観測データの充実が図られ、また、国立環境研究所で開発された大気輸送モデル (NIES-TM) を用いたインバース解析の結果、NIES-TM と粒子拡散モデル (FLEXPART) のカップルモデルによる 10 年間の全球 CO₂ 収支の分布、高い時間分解能を必要とするデータ同化の先験値データなどを整備し、他のサブテーマに提供した。

(2) 統合的解析システム構築に向けた、大気輸送モデルとデータ同化手法の最適な融合に関する研究 (国立研究開発法人海洋研究開発機構)

過去に行われた複数の大気輸送モデル、インバージョン・データ同化手法に関する比較研究の結果を総合的に解析し、また独自に開発された解析手法に基づく検討を加えて、複数の大気輸送モデルとデータ同化手法の最適な用途、及び手法の違いがもたらす不確実性の定量評価を行った。その結果、9 つのインバースモデルによる炭素収支推定を全球で総合的に比較し、炭素収支の経年変動の大きい地域や、2000 年台に CO₂ 吸収源となった地域を明らかにした。さらに、ホットスポット解析に必要な特定の地域を対象とした高空間分解能評価のための数値モデルの開発を開始し、地上観測による CO₂ 濃度との予備的な比較を行なった。

(3) 航空機データの最適化と同化技術を用いた CO₂ 解析手法の開発 (気象庁気象研究所)

アジア太平洋の炭素収支評価の精度向上に特に有効である高頻度航空機データについて、時空間不均一性の評価を行い、代表性の高い解析値を得るための最適化手法について検討を行った。また、航空機データの時空間不均一性の影響について、現状の CO₂ 解析システムを使い、インバージョン解析における成層圏データ・不連続性の評価実験を行った。さらに、衛星や高頻度航空機観測からの大量のデータが入力可能な同化技術を用いた新たな CO₂ 解析システムの開発に着手した。大気輸送モデルは NICAM-TM をベースとし、NICAM-TM のオフラインモデルとそのアジョイントモデル、最小値探索アルゴリズムからシステムを構築した。また、そのアルゴリズム改良の効果を、擬似観測データを使った同化実験によって検証した。

(4) 統合された陸域観測データに基づく炭素収支空間分布の検証とホットスポット推定に関する研究 (国立研究開発法人海洋研究開発機構)

全球・アジア太平洋規模の陸域炭素循環評価に関する既存研究の成果及びデータを過去に遡って収集し、炭素循環の変化を検出するための解析を行った。特に、複数のトップダウン法 (インバージョンモデル等)、複数のボトムアップ法 (陸域モデル等) の結果を収集し、過去 30 年にわたりそれらの時空間分布を比較したところ、これまで信頼性の高い評価が極めて困難であったアジアについて、1980 年台、1990 年台に比べて 2000 年台に正味の吸収が増加しているという一貫した変化が検出された。また、土地利用変化による炭素収支の変動が重要な役割を果たすことも明らかとなった。

3. 環境政策への貢献 (研究代表者による記述)

国際的に有望な CO₂ 観測である CONTRAIL や GOSAT と先進的なモデル・同化技術を有機的に融合させる道筋をつけることができた。この成果は、我が国が有する観測技術とモデル技術の両者の優位性を活かした、国際的にリードできる炭素循環解析システムの構築を可能にするものと期待される。

アジア太平洋で強化された温室効果ガス観測データは、品質チェックの後に国内外の研究者に公開され、世界の炭素循環研究に大きく貢献している。また、本研究によって得られた全球・アジアの炭素収支の評価結果は、国際プロジェクト “Greenhouse gas inversion inter-comparison for Asia” に提供され、詳細な統合解析が進められている。この成果は、グローバル・カーボン・プロジェクトをはじめ、炭素収支の精緻化をめざす国際的取組の推進に顕著な貢献をなすものである。

複数のトップダウン法と複数のボトムアップ法に基づく過去 30 年にわたる比較により、これまで信頼性のある評価が極めて困難であったシベリア・東アジア・東南アジアなどで、1980 年台、1990 年台に比べて 2000 年台に CO₂ 吸収が増えているなどの点について一貫性のある結果が得られた。これらの成果は炭素収支評価の高解像度化の実現へと繋がり、炭素管理に関する意思決定を可能にする空間分解能と精度を持った科学的知見として注視すべき観点を与えることができる。

4. 委員の指摘及び提言概要

説得力のあるデータが得られ、環境政策にエビデンスを与える重要な課題である。トップダウン法とボトムアップ法の比較が示されるようになった点は大きな成果である。その差の要因を評価してほしい。今後、土地利用変化の影響が課題と思われる。空間スケールとして、数百キロメートルでの変化地域の検出を第一ステップの目標としてもらいたい。航空機による測定データを、より信頼性の高い分析評価のアルゴリズムの開発により、より有効に利用できることが評価できる。GOSAT II との連携が期待できる。「ホットスポット推定に関する研究」に対する戦略が見えなかった。

5. 評点

総合評点： A