



Title	A Study of atmospheric carbon dioxide modeling for quantifying sources and sinks at fine spatiotemporal scale using inverse modeling.
Author(s)	小田, 知宏
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/58371
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	小 田 知 宏
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 24606 号
学位授与年月日	平成23年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科地球総合工学専攻
学位論文名	A Study of atmospheric carbon dioxide modeling for quantifying sources and sinks at fine spatiotemporal scale using inverse modeling. (インバースモデリングを用いた二酸化炭素吸収排出源の高時空間スケール定量化に向けた大気二酸化炭素モデリングに関する研究)
論文審査委員	(主査) 准教授 町村 尚 (副査) 教 授 下田 吉之 教 授 矢吹 信喜

論文内容の要旨

大気中の温室効果ガス濃度を人類が適応可能なレベルに抑えるべく、京都議定書に代表されるような温室効果ガス排出削減に向けた世界的な動きがある。現在、温室効果ガスの吸収排出量は、国単位で集計された統計データの解析に基づいて作成されるインベントリにより報告され、削減努力の評価が行なわれる。インベントリは、その性質上、地域的な吸収排出量の空間分布や時間変動の情報を提供するものではない。将来期待される炭素取引やカーボンフットプリントといった枠組みでは、より時間・空間的に詳細な吸収排出量の情報が必要となってくることが考えられるなか、インベントリとは独立に吸収排出量情報を提供する手法がもとめられている。今後発展が期待される方法の1つとして、全球レベルで確立されている吸収排出量情報を提供する手法であるインバースモデル解析があるが、より詳細な時間・空間スケールへの適用は成功例が少なく、まだ確立されていない現状がある。

本論文では、インバースモデル解析やプロセススペースモデルを用いたデータ同化手法による解析といった既存手法をもとに、地域的な吸収排出量推定法を提案し、その実行可能性の検討をした。また、高い時間空間解像度より推定値を得るために必要となる、全球高解像度の化石燃料起源二酸化炭素排出インベントリを開発、および高解像度大気モデリングシステムを構築し、その有用性を示した。

論文審査の結果の要旨

本論文は気候変動の主要因である CO₂ の吸収・排出量を、従来よりも高い時空間分解能で推定する方法の開発を目的としている。現在政府によるルーチンワークとして CO₂ 吸収・排出量を算定している国レベルのインベントリ計算は、排出削減義務を負う先進国以外では精度が低く、またその性質上地域的な吸収・排出量の空間分布や時間変動の情報を提供するものではない。全球レベルで吸収・排出量情報を提供する手法として、大気 CO₂ 濃度観測値から大気輸送過程の逆解析により吸収・排出源を推定するインバースモデル解析があるが、現時点までより詳細な時間・空間スケールへの適用は成功例が少なく、まだ技術的に確立されていない。このため、本研究はインバースモデル解析やプロセススペースモデルを用いたデータ同化による解析といった多岐にわたる既存手法をもとに、地域スケールの新しい

CO₂吸収・排出量推定法を提案し、その性能評価と発展可能性の検討をおこなった。また高い時間空間分解能で良好な推定値を得るため、必要となる高分解能 CO₂インベントリと大気輸送モデルのコンポーネントを開発したものである。

本論文で示された主要な成果は、以下の通りである。

(1) 大気 CO₂濃度観測、メソスケール気象モデルによる大気輸送計算、人口密度、交通量、葉面積指数を代理指標とする地表フラックスモデル、遺伝的アルゴリズムによるパラメータ最適化によって構成される地域的な吸収・排出量推定法を提案し、そのプロトタイプを開発した。大阪府吹田市において大気 CO₂連続観測を行い、これを用いて近畿地方を対象とした CO₂吸収・排出量分布推定計算を行なった。プロトタイプからは地域スケール CO₂吸収・排出量推定の実行可能性は示唆されたが、時空間分解能に対応した外部（流入・流出部）境界条件の設定が重要な検討課題であることが示された。

(2) 外部境界条件設定のための高時空間分解能における大気 CO₂濃度計算を可能にするシステムの開発に向け、その入力データとなる全球化石燃料起源 CO₂排出インベントリの高分解能化 (1 km × 1 km) を行なった。CO₂排出量空間分布の推定は、全球発電所データベース収録の発電所起源の排出量ならびに位置情報と、夜間光衛星観測データを用いて推定した発電所以外の起源の排出分布から行なった。開発したインベントリをアメリカの詳細なインベントリとの比較によって検証し、他の既存インベントリよりも良い一致を示したことから、その有効性が示された。

(3) 高解像度インベントリデータセットを用いた大気 CO₂濃度計算のために、オイラー型の全球輸送モデルとラグランジュ粒子追跡モデルを結合した大気輸送モデルを構築した。気象研究所（つくば市）の高層タワーで得られた CO₂濃度データを用いて計算結果の検証を行なった結果、オイラー・ラグランジュ結合法および高分解能インベントリを利用した新手法は、既存の方法と比較してより精度が高い大気 CO₂濃度再現性を達成できることが示された。

本論文の特徴は、高時空間分解能での CO₂吸収・排出量推定という社会的ニーズの高い技術開発を目的とし、気象学、大気流体力学、数値計算法、社会工学、生態学、リモートセンシングなどの多岐にわたる学術・技術分野からの知識と技法を統合したことである。また本論文が提案した方法は、近い将来の温室効果ガス監視衛星の実用化を視野に入れてそれらとのデータ同化を可能にしており、今後の発展性が高い。内外の研究機関が同目的の研究開発を競う中で、本論文はひとつの技術プロトタイプを示した。また、気候変動予測の不確定性改善のために必要なモデル相互比較に参加する一つのモデルとして、地球環境研究に寄与すると期待できる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。