



Title	境界適合曲線座標系を用いた都市大気環境予測モデルの開発とその応用に関する研究
Author(s)	吳, 銀珠
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41391
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	奥銀珠
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第14680号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科環境工学専攻
学位論文名	境界適合曲線座標系を用いた都市大気環境予測モデルの開発とその応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 水野 稔 (副査) 教授 山口 克人 教授 藤田 正憲 教授 鈴木 敏夫

論文内容の要旨

本論文は、地形や海岸線などの地表面構造の幾何学的形状をより柔軟に表現しうる境界適合曲線座標の導入を図り、数100kmスケールから都市スケールまでのさまざまなスケールの対象領域に任意に対応できる大気環境予測モデルの開発を目的としたものであり、以下の7章から構成されている。

第1章では、本論文の序論として、都市の大気環境問題を解明する方法の一つとして都市大気環境予測モデルの必要性に注目し、都市大気環境予測モデルにおいて境界適合曲線座標系の導入の重要性について述べている。また、現在研究されている都市大気環境の観測や都市大気環境予測モデルについても述べ、境界適合曲線座標系を用いた都市大気環境予測モデルを開発すべきであることを指摘している。

第2章では、境界適合曲線座標系を用いた都市大気環境予測モデルに関して、本論文で用いた運動方程式、温位方程式、乱流モデル、境界条件としての地表面熱収支モデル、接地層モデルから成る数値予測モデルの数学的表現を詳説している。境界適合曲線座標系を用いることにより、直交座標系で表すのが難しい海岸線や河岸線の複雑な形状を、自由に計算格子網と一致させることを試み、乱流モデル、接地境界層モデル、植生モデルを考慮した地表面熱収支モデルを組み込み、地表面状況などにより大気環境の影響がよく表現できること、静水圧モデルと非静水圧モデルを用いて総観規模から都市規模までのいろいろな対象の気象予測を行うことができること、また都市規模の数値シミュレーションでもNesting手法を用いて総観規模の大気の影響も取入れれることなどを明確にしている。

第3章では、第2章で作成した都市大気環境予測モデルの精度検討を行っている。本論文で導入した境界適合曲線座標系に関する既往の研究例が少なく、その有効性の検証が不十分であることから、さまざまな計算条件のもとに数値実験を行い、その結果、海岸線および標高に対しても格子網を柔軟に作成できる境界適合曲線座標系を用いる大気境界層モデルは、海陸風のように海と陸の温度差に起因する局地循環風などに対して非常に有効であることを明らかにしている。

第4章では、近畿地域を中心に日本海から太平洋までの計算領域を対象にして静水圧モデルを用いた計算を行っている。また、Nesting手法を用いて大阪府を含む約40km×40kmの中領域や箕面市を含む約4km×4kmの小領域の数値実験も行っている。また、アメダスデータおよび箕面市北部で行った観測データと比較してその妥当性を明らかにしている。

第5章では、都市のような狭領域に対して必要となる非静水圧モデルを用いて第4章と同様の計算を行い、計算対

象領域のスケールに応じた両モデルの使用可能性と限界を検討している。その結果、 $40\text{km} \times 40\text{km}$ 以下程度の領域の大気環境予測の場合は静水圧モデルではなく、非静水圧モデルを用いる必要があることを明らかにしている。

第6章では、以上の各章の成果をもとに構築したモデルの都市開発の事前評価への応用例として具体的な計画地を設定し、現況再現シミュレーションによってモデルの妥当性を検証したのち、計画地における湖の造成や地形改変、土地利用の変更などの計画手法による大気環境への影響や都市気候緩和効果を予測・評価している。

第7章では、以上の各章の結果をとりまとめ、本論文で得られた成果および今後の課題を提示している。

論文審査の結果の要旨

大気環境問題は近年、温暖化やオゾン層、酸性雨等地球規模に拡大しているが、一方では地域や都市スケールの問題として NO_x、SPM さらには光化学オキシダントなどの大気汚染や過密なエネルギー消費と地表面改変によるヒートアイランド問題など多くが未解決のままである。これらの問題を解決するための対策を立てるためにも、あるいは新たな開発を行うためにも、それによる対策の効果や影響を事前に予測し、評価することが必要である。そのための手法としては、限られた条件下では風洞実験などが行われているが、その方法には限界があり、数値シミュレーションモデルがほぼ唯一の手法であり、これに対する社会的要請はきわめて大きい。本論文は、複雑な地形および色々な種類の土地利用を用いて地表面熱収支を考慮し、大気の状態によって乱流拡散係数を定め、開発した境界適合曲線座標系による予測モデルの精度検討を行い、そのモデルの妥当性を評価することを試みたものである。そして、実際地域の流れ場を予測し、観測データとの比較を通して実際地域への適用可能性を検証した結果をまとめており、主な成果は以下のとおりである。

- (1) 境界適合曲線座標系を用いた都市大気環境予測モデルを開発し、数多くの数値実験により、開発したモデルの妥当性を明らかにしている。
- (2) 開発したモデルを使用して、実際地域の流れ場を予測し、観測データとの比較を通して実際地域への適用可能性を明らかにしている。
- (3) 計算対象領域のスケールに応じた 2 種類のモデル（静水圧モデルと非静水圧モデル）の使用可能性と限界を明らかにしている。
- (4) 静水圧モデルと非静水圧モデルに対する多重 Nesting 手法を提案し、観測データを用いて提案手法の精度を検証している。また、従来手法との予測精度比較を実施し、提案手法の有効性を明らかにしている。
- (5) 構築したモデルの都市開発の事前評価への応用例として具体的な計画地を設定し、現況再現シミュレーションによってモデルの妥当性を検証したのち、計画地における湖の造成や地形改変、土地利用の変更などによる大気環境への影響や都市気候緩和効果を予測・評価するとともに、開発したモデルの都市大気環境の予測への適用可能性を明らかにしている。

以上のように、本論文は都市大気環境問題を解決するための対策を立てるためにも、あるいは新たな開発を行うためにも、それによる対策の効果や影響を事前に予測し、評価することができる境界適合曲線座標系を用いた都市大気環境予測モデルを開発しており、環境工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。