

## 目次

まえがき ii

## 第 I 部 基礎編

1	大気環境モデリングとは ー現在までと将来	2
1.1	はじめに	2
1.2	モデルの数学的表現と分類	8
1.3	化学輸送モデルの歴史的展開と気象モデルとの連携	11
1.4	越境大気汚染と黄砂	17
1.5	衛星観測との連携の重要性	18
1.6	今後の展開	22
2	大気と物質輸送の基礎方程式	29
2.1	大気の組成・混合比	29
2.2	乾燥空気の状態方程式	31
2.3	静力学平衡	32
2.4	水蒸気量の表現法	33
2.5	断熱減率・温位・大気の安定と不安定	33
2.6	大気境界層の日変化と拡散	35
2.7	連続の式と移流拡散方程式	37
2.8	流体運動の基礎方程式	41
3	大気化学反応の基礎とモデル化	45
3.1	化学反応の基礎	45
3.2	光化学 NO <sub>x</sub> サイクルによるオゾン生成過	48
3.3	炭化水素系が共存する系におけるオゾン生成過程	52
3.4	光化学解離の定数	55
3.5	大気反応モデルでの炭化水素のモデル化	56
4	大気エアロゾルの物理・化学過程	64
4.1	エアロゾルとは	64
4.2	粒径と粒径分布	68
4.3	重力沈降速度と滞留時間	72
4.4	硫酸塩・硝酸塩	76
4.5	炭素系エアロゾル	84
4.6	内部混合・外部混合と変質・エイジング	87

5	大気放射過程 .....	89
5.1	大気放射の基礎.....	89
5.2	気体分子やエアロゾルの大気放射過程.....	92

---

## 第Ⅱ部 数値計算技術編

6	化学輸送モデルの構成と数値計算法 .....	108
6.1	モデルの構成と分類.....	108
6.2	演算子分離法.....	111
6.3	差分法.....	113
6.4	数値差分の安定性.....	120
6.5	差分法のまとめ.....	124
6.6	化学輸送モデルでよく使われる差分法.....	125
6.7	水平格子系と定義点.....	132
6.8	水平座標系.....	136
6.9	鉛直座標系.....	138
6.10	化学反応計算の数値解法 .....	142
7	化学輸送モデルのサブモデル .....	150
7.1	排出インベントリ.....	150
7.2	乾性沈着.....	172
7.3	湿性沈着.....	179
7.4	境界条件.....	190

---

## 第Ⅲ部 応用編

8	化学輸送モデルの応用 —アジアスケールの解析 .....	193
8.1	光化学オゾン.....	193
8.2	二次生成無機エアロゾル.....	201
8.3	総観規模の気圧変化と越境輸送.....	208
8.4	沈着量解析.....	211
8.5	ソースリセプター解析法とその応用.....	214
8.6	モデルの評価方法.....	226
9	黄砂のモデリングと応用 .....	234

9.1	黄砂とは	234
9.2	黄砂の発生モデリング	237
9.3	春季の黄砂イベントの解析	246
9.4	黄砂表面での不均一反応のモデル化	253
9.5	黄砂の発生・輸送モデルの利点と問題点-今後の展望	256
10	化学輸送モデルとデータ同化-観測データと数値モデルの連携	260
10.1	誤差	261
10.2	同化理論の概略	264
10.3	データ同化の応用	274
付録1 大気環境基準 287		
付録2 おもな略称 288		
あとがき 291		
参考文献 292		
索引 304		

## コラム

コラム1	計算機環境と気象・化学輸送モデルの歴史的変遷	26
コラム2	オフラインとオンライン化学輸送モデル	43
コラム3	ライダーによるエアロゾル観測	104
コラム4	三項方程式の解法	147
コラム5	化学反応系の数値計算の困難さ	148
コラム6	越境大気汚染の年々変化	218
コラム7	化学輸送モデルのプロセス解析	224
コラム8	トラジェクトリー解析とオイラー型モデルとの連携	233
コラム9	黄砂の三次元構造と輸送	257
コラム10	再解析	286

## 執筆者(執筆分担)

鵜野 伊津志 九州大学応用力学研究所教授

1章, 2章, 4.1~4.3節, 4.6節, 6章, 7.2~7.3節, 8.3節, 9.4~9.5節

弓本 桂也 九州大学応用力学研究所准教授

5章, 9.1~9.3節, 10章

板橋 秀一 一般財団法人電力中央研究所主任研究員

3章, 4.4~4.5節, 7.1節, 7.4節, 8.1~8.2節, 8.4~8.6節