

目次

1章 放射の基本則と伝達過程	1
1.1 放射量の定義	1
1.1.1 放射の名称	1
1.1.2 放射の波動性と粒子性	3
1.1.3 放射の基本量	3
(1) 立体角	3
(2) 放射輝度	4
(3) 放射束密度・放射フラックス	5
1.1.4 大気中での放射過程	6
1.2 黒体放射の法則	9
1.2.1 プランクの法則	9
1.2.2 ウィーンの変位則	11
1.2.3 ステファン・ボルツマンの法則	12
1.2.4 キルヒホッフの法則	12
1.2.5 レイリー・ジーンズ近似	14
1.2.6 輝度温度	14
1.3 放射伝達過程の定式化	14
1.3.1 放射伝達方程式	14
1.3.2 散乱位相関数	16
1.3.3 放射源関数	18
1.3.4 ビーア・ブーゲー・ランバートの法則	19
1.3.5 光学的厚さ	20
1.4 平行平面大気近似	21
1.4.1 平行平面大気放射伝達方程式	21
1.4.2 形式解	23
1.4.3 放射による気層の加熱・冷却	24

1.4.4	非散乱大気の放射伝達への応用	25
2章	太陽と地球の放射パラメータ	28
2.1	太陽放射と太陽定数	28
2.1.1	太陽放射スペクトル	28
2.1.2	太陽定数	30
2.1.3	太陽定数の変動	31
2.2	太陽-地球の位置関係	32
2.2.1	地球の軌道	32
2.2.2	大気外日射量の分布	34
2.2.3	大気光路	37
2.3	地球大気の放射特性	38
2.3.1	大気の鉛直構造	38
2.3.2	分子大気の放射特性	39
2.3.3	エアロゾルと雲の光学特性	41
2.4	地表面の放射特性	45
2.4.1	地表面熱収支	45
2.4.2	地表面の反射特性	46
(1)	地表面の反射パターン	46
(2)	双方向反射関数	47
(3)	地表面アルベド	47
(4)	分光アルベド	49
(5)	地表面アルベドの広域分布	51
2.4.3	地表面の赤外射出率	53
(1)	光線射出率	53
(2)	フラックス射出率	54
3章	気体吸収帯	56
3.1	気体分子の吸収帯	56
3.2	エネルギー準位と双極子モーメント	58
3.3	吸収線の形成	61

3.3.1	2原子分子の回転遷移	61
3.3.2	2原子分子の振動遷移	63
3.3.3	2原子分子の振動-回転遷移	64
3.3.4	多原子分子の振動-回転帯	66
3.3.5	2原子分子の電子遷移	69
3.4	吸収線形	71
3.4.1	吸収線の表現	71
3.4.2	吸収線の広がり	73
(1)	ドップラー効果による広がり	73
(2)	分子衝突による広がり	74
(3)	ドップラー効果と分子衝突による線幅の比較	75
(4)	吸収線パラメータ	76
3.5	連続吸収帯	77
3.5.1	水蒸気の連続吸収帯	77
3.5.2	太陽放射連続スペクトル	79
3.6	局所熱力学的平衡	81
4章	気体吸収帯における赤外放射伝達	84
4.1	赤外放射フラックスの計算	84
4.2	波数積分	88
4.2.1	波数帯放射フラックス	88
4.2.2	ライン-バイ-ライン計算法	89
4.2.3	バンド透過関数法	90
(1)	散光透過関数	90
(2)	透過関数の積の法則	91
4.3	透過関数のバンドモデル	94
4.3.1	孤立した吸収線モデル	94
(1)	吸収線等価幅	94
(2)	弱吸収近似	95
(3)	ローレンツ線形吸収線の等価幅	96
(4)	強吸収近似	96

4.3.2	重合した線群の透過関数モデル	97
(1)	バンドモデル	97
(2)	レギュラーバンドモデル	97
(3)	ランダム (統計) モデル	98
4.3.3	不均質大気への適用	100
(1)	スケーリング近似	100
(2)	カーティス・ゴドソン近似	101
4.4	相関 k 分布法	102
4.4.1	k 分布法	102
4.4.2	相関 k 分布法	104
4.5	晴天大気の外放射伝達	107
4.5.1	外放射冷却率	107
4.5.2	モデル大気の外放射冷却率	109
5章	大気微粒子による光散乱	112
5.1	大気粒子と散乱過程	112
5.2	光散乱過程の定式化	115
5.3	レイリー散乱	119
5.3.1	レイリー散乱理論	119
5.3.2	空気分子によるレイリー散乱	122
5.4	ミー散乱	125
5.4.1	ミー散乱理論	125
5.4.2	ミー散乱の特性	128
(1)	ミー散乱光の角度分布	128
(2)	消散係数, 散乱係数, 吸収係数	131
5.4.3	非球形粒子による散乱との比較	135
5.5	幾何光学近似	136
5.6	多分散粒子系による散乱	140
6章	散乱大気における太陽放射の伝達	144
6.1	散乱大気の外放射伝達方程式	144

6.2	放射伝達方程式の近似解法	151
6.2.1	2流近似	151
6.2.2	相似則	154
6.3	数値解法	158
6.3.1	離散座標法	158
6.3.2	倍増-加算法	160
6.3.3	モンテカルロ法	165
6.4	散乱大気の外放射伝達特性	166
7章	大気リモートセンシングへの応用	172
7.1	大気リモートセンシングとは	172
7.2	直達太陽光の分光測定によるリモートセンシング	174
7.2.1	ドブソン法によるオゾン全量の推定	174
7.2.2	エアロゾル粒径分布の抽出	176
7.3	反射太陽光の分光測定による大気リモートセンシング	180
7.4	赤外地球放射の分光測定による大気リモートセンシング	185
7.5	マイクロ波放射による大気リモートセンシング	190
7.5.1	マイクロ波リモートセンシングの特徴	190
7.5.2	宇宙からのマイクロ波リモートセンシングの原理	193
8章	放射平衡と放射強制力	197
8.1	全球の放射平衡	197
8.1.1	放射平衡温度	197
8.1.2	大気の温室効果	199
8.1.3	全球熱収支	202
8.2	放射平衡大気温度分布	205
8.2.1	灰色大気温度分布	205
8.2.2	現実的大気温度分布	206
8.2.3	温室効果気体による気温変化	208
8.3	放射強制力	210
8.3.1	放射強制力と気候感度	210

8.3.2	温室効果気体の放射強制力	213
8.3.3	人間活動に起因する放射強制力	215
8.4	雲とエアロゾルの放射強制力	217
8.4.1	雲の放射強制力	217
8.4.2	エアロゾルの放射強制力	220
(1)	直接放射効果	220
(2)	間接放射効果	224
補章 A	電磁波と偏光	227
補章 B	複素屈折率と反射・屈折の法則	235
補章 C	放射フラックスの測定	242
さらに学ぶための参考書		247
引用文献		250
索引		259