

目 次

第1章 序 論	1
1.1 地球の大気	1
1.2 温室効果気体の発見	6
1.3 温室効果と地球温暖化に関する研究の歴史	10
第2章 気候の維持・変動における温室効果気体の役割	17
2.1 太陽放射と地球放射	17
2.2 地球の放射エネルギー収支	20
2.3 大気の温室効果	22
2.4 温室効果気体の増加による温暖化	25
2.4.1 放射強制力	25
2.4.2 地球温暖化指数	29
2.4.3 温暖化の進行	33
第3章 温室効果気体の測定	42
3.1 温室効果気体の観測方法	42
3.2 温室効果気体の濃度測定	43
3.2.1 非分散型赤外分析計	44
3.2.2 キャビティーリングダウン分光分析計	46
3.2.3 ガスクロマトグラフ	47
3.2.4 標準ガス	48
3.3 温室効果気体の同位体比測定	53
3.3.1 安定同位体比分析と標準試料	57
3.3.2 放射性炭素同位体比分析と標準試料	59

第4章 二酸化炭素の変動と循環 **62**

- 4.1 地球表層における炭素循環 62
 - 4.1.1 産業革命以前の炭素循環 64
 - 4.1.2 最近の炭素循環 65
- 4.2 大気中の CO₂ 濃度の変動 66
 - 4.2.1 濃度の季節変動 67
 - 4.2.2 濃度の年々変動 70
 - 4.2.3 濃度の経年増加 74
- 4.3 人為起源の二酸化炭素の収支 76
 - 4.3.1 人為起源 CO₂ の放出 77
 - 4.3.2 大気-海洋間の CO₂ 分圧差の解析 85
 - 4.3.3 大気中の O₂ 濃度と CO₂ 濃度の同時解析 102
 - 4.3.4 CO₂ の安定炭素同位体比 $\delta^{13}\text{C}$ の解析 114
 - 4.3.5 全球3次元大気輸送モデルによる解析 121
 - 4.3.6 IPCC 第5次評価報告書による全球 CO₂ 収支 139

第5章 メタンおよび一酸化二窒素の変動と循環 **147**

- 5.1 CH₄ の変動と循環 147
 - 5.1.1 CH₄ の発生と消滅 148
 - 5.1.2 大気中の CH₄ 濃度の変動 152
 - 5.1.3 地球表層における CH₄ の収支 159
- 5.2 N₂O の変動と循環 177
 - 5.2.1 N₂O の発生と消滅 178
 - 5.2.2 大気中の N₂O 濃度の変動 181
 - 5.2.3 地球表層における N₂O の収支 189

第6章 氷床コアから復元された二酸化炭素, メタン, 一酸化二窒素の変動 **200**

- 6.1 氷床コア分析 201
 - 6.1.1 氷床コア 201

- 6.1.2 氷床コア分析の特徴 204
- 6.1.3 氷床コアの分析方法 210
- 6.2 人間活動による温室効果気体の増加 213
 - 6.2.1 氷床コアから復元された濃度変動 213
 - 6.2.2 CO₂ 濃度の増加原因 215
 - 6.2.3 CH₄ 濃度の増加原因 217
 - 6.2.4 N₂O 濃度の増加原因 220
- 6.3 自然的要因による温室効果気体の変動 223
 - 6.3.1 完新世における CO₂, CH₄ および N₂O の変動 223
 - 6.3.2 氷期-間氷期における CO₂, CH₄ および N₂O の変動 231

参考文献 **245**

索引 **271**

欧文索引 **274**