目　次

第1章　はじめに　1

1.1　宇宙論の疑問 1
1.2　宇宙観の広がりと現代宇宙論 2
1.3　宇宙のダークな側面 4
1.4　単純性と真実性のはざま 9
1.5　精密宇宙論 10
1.6　宇宙の大規模構造 12
1.7　大規模構造と宇宙論 15

第2章　一様等方宇宙　18

2.1　宇宙原理とロバートソン・ウォーカー計量 18
2.2　赤方偏移と共動距離 21
2.3　一様等方宇宙のアインシュタイン方程式 24
2.4　宇宙論パラメータとフリードマン方程式 27
2.5　光度距離と角径距離 29
2.6　ダークエネルギー 32

第3章　密度ゆらぎの進化　36

3.1　宇宙の構造形成 36
3.2　流体方程式と密度ゆらぎ 39

3.3 線形近似とジーンズ不安定性 42
3.4 バリオン音響振動 44
3.5 密度ゆらぎの線形成長 47
3.6 非線形摂動論 50
3.7 球対称密度ゆらぎ 55

第 4 章 密度ゆらぎの統計と観測量 58

4.1 宇宙論における統計量の重要性 58
4.2 キュムラント展開定理 59
4.3 モーメントとキュムラントの母関数 62
4.4 多変数ガウス分布 65
4.5 密度ゆらぎのパワースペクトル 67
4.6 線形パワースペクトル 70
4.7 初期非ガウス性 74
4.8 天体のバイアス 78
4.9 赤方偏移空間変形 83
4.10 大規模構造とバリオン音響振動 90
4.11 ハローの形成と質量関数 94

第 5 章 大規模構造と非線形摂動論 103

5.1 構造形成における非線形性 103
5.2 標準摂動論による非線形パワースペクトル 105
5.3 摂動展開の図形的表現 108
5.4 摂動論におけるバイアス効果 113
5.5 摂動論における赤方偏移空間変形効果 115
5.6 ラグランジュ的摂動論 119

第 6 章 統合摂動論の基礎 125

6.1 ラグランジュ的摂動論と観測量 125
6.2 ラグランジュ描像バイアスと摂動論 129
6.3 ラグランジュ的摂動論における赤方偏移空間変形 133
6.4 多点伝播関数 135
6.5 変位ベクトルの頂点部分和 137
6.6 バイアスの頂点部分和とくり込まれたバイアス関数 142
6.7 統合摂動論における図形対応規則のまとめ 145

第 7 章 統合摂動論の応用 149

7.1 ハローに対するくり込まれたバイアス関数のモデル 149
7.2 1 ループ近似の準非線形パワースペクトル 155
7.3 質量のパワースペクトルと相関関数 157
7.4 ハローのパワースペクトルと相関関数 160
7.5 初期非ガウス性によるスケール依存バイアス 164

第 8 章 おわりに 169

8.1 宇宙の構造を観察する 169
8.2 次世代の大規模構造観測 170
8.3 未知の領域を探る 171
8.4 宇宙全体の理解を目指して 173