



目次

第1章 宇宙史のなかの地球 ..... 9

私たちの体と地球の組成 10

太陽系の組成——宇宙の歴史の到達点 13

宇宙における元素の合成 15

大きな世界と小さな世界 18

地球と太陽系の姿 19

恒星と銀河 21

銀河と宇宙の構造 22

原子と原子核 23

原子核の構造と核反応 28

素粒子の世界 30

宇宙と原子核 31

(コラム①) 天体までの距離の測定 32

## 第2章 ビッグバンと元素合成

.....

35

二〇世紀における宇宙観の変貌 36

火の玉宇宙論(ビッグバン理論)の登場 38

物質世界の始まり 39

宇宙における物質進化の枠組み 41

ビッグバンでつくられた水素とヘリウム 42

ビッグバンでどこまで元素はつくられたのか 45

(コラム②) 宇宙背景放射と宇宙論 48

(コラム③) 暗黒物質と暗黒エネルギー 50

ビッグバン後の宇宙 54

太陽のなかでの核反応 55

星の質量とその一生 59

超新星爆発 61

超新星と元素合成 63

軽い星の進化 65

軽い星における元素合成 68

連星の場合 70

星による元素合成…まとめ 71

(コラム④) 恒星になれなかった天体・褐色矮星 74

(コラム⑤) 赤色巨星への進化 76

(コラム⑥) 進化終末期の星 78

## 第4章 鉄より重い元素の合成

.....  
81

重元素合成の難しさ 83

重元素の合成・中性子捕獲反応 85

中性子の魔法数と太陽系組成 88

爆発的要素合成 90

進化の進んだ中質量星での反応 93

爆発的な重元素合成はどこで起こっているのか？ 97

重い元素の起源 98

(コラム⑦) 放射性同位体を用いた星の年齢測定 102

(コラム⑧) 超重元素の探索 104

## 第5章 星における元素組成の観測

.....  
107

星からの光の分光分析 108

スペクトルから何がわかるか 110

星の温度とスペクトル 113

スペクトルから組成を調べる 116

星の大気の組成から元素合成の歴史に迫る 119

一つひとつの元素合成の過程を調べる 122

銀河の進化のなかで 127

巨大望遠鏡と分光観測 130

(コラム⑨) 同位体組成の測定 132

(コラム⑩) すばる望遠鏡での観測 134

## 第6章 宇宙の第一世代星に迫る

137

宇宙の暗黒時代 138

最も遠くの銀河を探す 139

第一世代星の生き残りを探す 140

初期宇宙に生まれた星々を探す 141

分解能の高いスペクトルの解析 146

第一世代の星は生き残っているか？ 147

第一世代の大質量星・超新星の元素合成 151

超新星爆発とブラックホール形成 152

超新星爆発の多様性 154

## 第7章 銀河の進化のなかで

.....

銀河の種 159

銀河の衝突と合体 160

天の川銀河の構造 165

星の観測から銀河進化をさぐる 169

銀河ハローの形成をさぐる 172

矮小銀河と銀河ハロー 175

銀河史のなかの太陽系 178

惑星をみつけることの難しさ 182

惑星に揺さぶられる恒星 183

惑星系の発見 184

惑星系の多様性 187

惑星を持つ星の特徴 188

どうして惑星を持つ星の重元素組成が高いのか 192

宇宙史のなかに生きる人類 198

(コラム⑩) 隕石に刻まれた元素合成の歴史 200

参考文献 203