

Contents



目次

NASA/JPL-Caltech

スペシャルビュー

「宇宙の大きさを感じよう」

地球直径を140mmにすると…《惑星地球》	1
地球を直径3mmにすると…《地球と月軌道》	2
海王星の軌道を直径30cmにすると…《太陽系》	4
太陽系近隣の恒星たちを見渡すと…《近隣恒星》	6
銀河系(天の川銀河)を直径20cmにすると…《銀河系》	8
局所銀河群の眺め…《局所銀河群》	10
直径2億光年を見渡すと…《局所銀河群とおとめ座超銀河団》	12
約40億光年を見渡すと…《宇宙の大規模構造》	14
観測可能宇宙930億光年…《宇宙の全体像》	16
はじめに	18
参考資料	26

第1章 太陽系第三惑星「地球」

地球という惑星	28
太陽系のなりたち／地球は巨大な岩石のかたまり	28
地球の進化	30
太陽や地球のものは宇宙のガスや塵／ 「微惑星」が衝突合体して「惑星」に／ 海ができて生命進化が始まる	30
大気圏から宇宙へ	32
対流圏と成層圏／大気圏は約100キロメートルまで／ 生命を守る磁気圏	32
最も近い天体「月」	34
最も近い天体は意外に遠い／原始地球に別の惑星が衝突／ 生命のない過酷な月世界	34
太陽系の地球の兄弟たち1	36
鉄に富んだ小さな水星／灼熱の金星／生きて活動する？「火星」	36

太陽系の地球の兄弟たち2……………38

巨大ガス惑星の木星／環がある土星／巨大な青白い氷の2惑星／

ボイジャー2号が接近観測

惑星の運動と地動説……………42

惑星の運動研究から始まった／正確な観測記録が地動説を推進

太陽系の謎に迫る……………44

さまざまな軌道で動く小惑星／彗星には果がある？

知的生命が住める場所 ハビタブルゾーン……………46

「ハビタブルゾーン」とは／太陽系では地球だけだが…

水の惑星誕生秘話 地球の水はどこから来た？……………48

Column ①

第2章 太陽と星々 恒星の世界……………49

さまざまな恒星……………50

恒星の明るさ／星の色の違い

太陽の素顔……………52

太陽では核融合が起きている／太陽の謎

恒星の中で起きていること……………54

恒星の核融合／エネルギーが表面に届くまで

スペクトルでわかる恒星の性質……………56

温度の違い／スペクトルで光を分析／

星の大きさもわかる／実視等級と絶対等級

恒星の成長物語……………60

恒星の一生を示すマップ／HR図で見る恒星の進化

恒星の誕生……………62

星間物質が原始星に／一人前の恒星になる

明るさが変わる星……………64

食変光星と脈動変光星／星が膨張・収縮するしくみ

恒星の最後の2つのパターン……………66

静かな死と劇的な死／重力崩壊が起きる／超新星爆発／

より重い恒星の場合

ブラックホールとは？……………70

光速度でも脱出できない／見えないが観測可能

Column ② ガンマ線バーストとは？

発生原因は巨大な超新星爆発？……………72

第3章 激動する銀河…銀河の世界……………73

太陽系のまわり……………74

4・3光年離れたとなりの恒星／ α ケンタウリは3つの恒星

太陽系から銀河系へ……………76

太陽系があるオリオン腕／オリオン腕の姿

銀河のしくみ……………78

銀河系の直径は10万光年／中央が膨らんだ円盤

さまざまな銀河のかたち……………80

銀河を形で分類すると／代表は渦巻きと楕円／銀河の代表的な形

銀河の進化……………86

銀河の形と進化の関係／進化の情報はどこに？／

ハッブルやアルマで精密観測／銀河の進化は謎の領域

渦巻銀河の誕生……………90

何われるダークマターの存在／ダークマターが一緒に回る／

誕生した銀河が渦巻銀河になるまで／

他の銀河の影響で渦巻きになる

銀河の衝突や活動……………94

銀河は衝突しやすい／激しく活動する銀河

銀河中心のブラックホール……………96

赤外線で見えた銀河系中心／銀河中心の超大質量ブラックホール／
中心付近にブラックホールが1万個？／

銀河とブラックホールの関係

マゼラン雲は銀河？……………100

Column

第4章 宇宙の大規模構造……………101

局所銀河群……………102

銀河系のまわりの局所銀河群／無数にある矮小銀河

局所銀河群の構造と動き／銀河群内部のグループは動く

銀河群と銀河団……………106

宇宙構造の階層／近隣にあるおとめ座銀河団

さらに大きな超銀河団……………108

銀河団の直径は1600万光年／超巨大なリアアケア超銀河団

ハッブル・ディープ・フィールドの発見……………110

星の見えない空間を撮影／宇宙誕生初期の銀河を見いだす

宇宙の大規模構造…ウォールとボイド……………112

宇宙の地図づくり計画／ウォールとボイド／

宇宙は泡の構造を持っている

宇宙の大規模構造ができた理由……………114

初期の宇宙のゆらぎ／宇宙の果てに見える「ゆらぎ」／

宇宙のしくみを作った主役／ゆらぎから大規模構造へ

宇宙の果て…観測可能宇宙とは……………118

最も遠い天体／観測可能宇宙とは／宇宙の半径は465億光年

時空のゆがみが見える重力レンズ……………122

重力で光が曲がる／リング状に見える場合も

Column 4 宇宙誕生に実験で迫るLHC……………124

第5章 膨らんでいく宇宙……………125

人類、宇宙を考える……………126

星々は遠くにある／初の宇宙モデル

オルバースのパラドックス……………128

夜空は明るいはず？／宇宙を考える力を生む

宇宙の膨張に気づいたハッブル……………130

銀河は遠ざかる／宇宙は膨張している

星までの距離を測るには……………132

星までの距離は測れない？／地球軌道の両端で計測／

カギは変光星！／宇宙の「灯台」

ビッグバンの発見……………136

宇宙は膨らんでいく／宇宙膨張を逆にたどると

ビッグバンは正しいか……………138

ビッグバンの問題点／インフレーションが問題解決

宇宙背景放射の発見……………140

宇宙から届くマイクロ波／ビッグバンのなごり

加速する宇宙膨張……………142

宇宙膨張が加速している？／宇宙を広げる力／

宇宙定数では説明できない／ダークエネルギーが解決する？

宇宙のゆくすえ……………146

最後に「熱的死」が訪れる／宇宙をより深く理解する

Column 6 遠ざかると赤くなる！……………148

第6章 138億年の宇宙の歴史

149

- 《宇宙誕生直後》宇宙のはじまり……………150
- 極微サイズで宇宙誕生／インフレーションで起きたこと
- 《宇宙誕生後10秒まで》ビッグバンとは？……………152
- インフレーションとビッグバン／宇宙の温度の変化／クオーク・グルーオンプラズマから物質が生き残る
- 《宇宙誕生後3分》元素の誕生……………156
- 陽子、中性子が結合開始／ビッグバン元素合成
- 《宇宙誕生後38万年》宇宙の晴れ上がり……………158
- 電子が原子核にとらえられる／宇宙が晴れ上がる
- 《宇宙誕生後1〜2億年》星の誕生……………160
- 最初の星が生まれる／ファーストスターは重い元素が少ない種族Ⅲ
- 《宇宙誕生後2億年+α》重い元素の誕生……………162
- 星の内部で鉄までができる／より重い元素を作る超新星爆発
- 《宇宙誕生直後？》大規模構造の基礎が広がる……………164
- 初期宇宙のゆらぎが拡大した／ダークマターが基礎構造
- 《宇宙誕生後6億年》銀河や銀河団ができる……………166
- 宇宙再電離が起きる／初期宇宙は予想以上に活動的

《宇宙誕生後138億年》宇宙の大規模構造と未来

168

宇宙の泡構造／
ダークマターの骨組みをダークエネルギーが引き裂く

ダークマターとダークエネルギー……………170

Column 6

第7章 宇宙を探る

171

宇宙を探る試みの始まり

172

星空の観測から天動説へ／地動説が広がっていく／
天体観測から万有引力の法則へ／大望遠鏡から宇宙望遠鏡へ

宇宙を観る目の広がり

176

電波、赤外線、X線…／シミュレーションも不可欠の技術

天文学、宇宙に乗り出す

178

科学衛星の発達／探査機で接近して調べる

地球外に生命を探す

180

地球外生命はあるか？／知的生命へのメッセージ送信

太陽系には生命はあるか？

182

火星で生命は見つかるか／衛星に生命の可能性？

系外惑星系を探せ……………184

6000個も見つかった系外惑星／生命にふさわしい惑星はある

第二の地球を作る……………186

テラフォーミングとは？／火星を地球に変える

Column② 人工衛星のしくみ……………188

第8章 もっと深い宇宙の謎へ……………189

宇宙にある4つの力……………190

4つの基本的な力とは／超統一理論

物質を作るもの……………192

宇宙は基本粒子でできている／集大成理論が「標準模型」

宇宙論の発展……………194

宇宙を考える足がかりを見いだす／宇宙の本質を書き換えた

時空がゆがむってなに？……………196

光速に近いと…／観測されたゆがみ

スペースワープを考える……………198

超光速粒子はある？／空間ワープは理論上のみ

時間旅行は可能か……………200

時間とは何か／タイムワープの可能性

量子って何？……………202

物質と量子／量子テレポーション

さまざまな宇宙像……………204

シュレーディンガーの猫とは／パラレルワールド

そもそも宇宙はひもか膜か……………206

素粒子はひも？／超ひも理論は基本作用を統一？／

超ひも理論をまとめるM理論／宇宙は高次元空間にうかが膜？

宇宙と生命の関係……………210

宇宙と地球環境／人間原理に広がる宇宙論

Column③ 宇宙が誕生する前に何があった？……………213

おわりに……………214