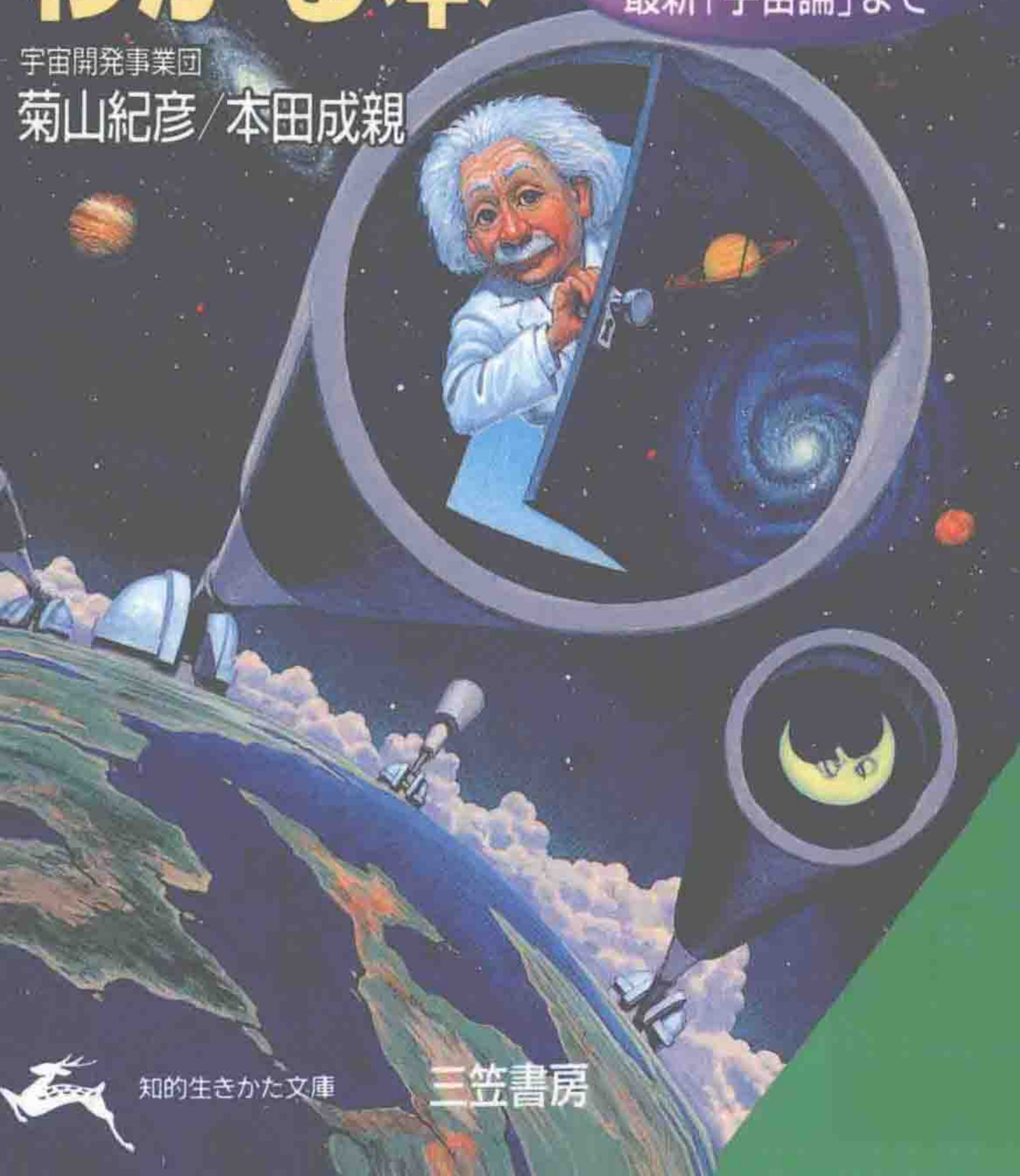


宇宙の不思議が わかる本

銀河系の謎から
最新「宇宙論」まで

宇宙開発事業団

菊山紀彦／本田成親



知的生きかた文庫

三笠書房



宇宙の不思議がわかる本

宇宙の不思議がわかる本

菊山紀彦／本田成親

三笠書房

菊山紀彦（きくやま・としひこ）

一九四〇年、京都市生まれ。横浜国立大学、東北大学大学院を卒業後、日本原子力研究所で原子炉用金属材料の研究に従事。一九八五年、宇宙開発事業団に移り、種子島宇宙センター所長としてH-IIロケット1、2、3号機の打ち上げを成功に導く。筑波宇宙センター所長を経て、一九九七年より宇宙開発事業団・特任参事。

宇宙の諸問題に関する該博な知識と、初心者にもきわめて理解しやすい宇宙科学の講演などには、たいへん定評がある。

本田成親（ほんだ・しげちか）

一九四二年、横浜に生まれ鹿児島に育つ。東京大学大学院理学部博士課程修了。大学で位相幾何学・基礎論理学の研究と学生の指導に携わった後、フリーに転身。以後、数理哲学、科学理論、コンピュータサイエンスなどを主に著述活動に専念。

著訳書は、専門書のほか『教育とコンピュータ』

（共著）『図説・発明狂の時代』『超辞苑』（訳）『星闇の旅路』など多数がある。『星闇の旅路』に収録の「佐分利谷の奇遇」で第二回奥の細道文学賞受賞。

知的生きかた文庫



宇宙の不思議がわかる本

著者 菊山紀彦
本田成親

発行者 押鐘富士雄

発行所 株式会社三笠書房

郵便番号 一一一〇〇〇四

東京都文京区後楽二二三一七

電話 〇三三六四二二六（営業部）

〇三三六四二二八（編集部）

振替 〇〇一三〇一八一三〇九六

印刷 誠宏印刷

製本 宮田製本

© Toshihiko Kikuyama

Shigechika Honda

Printed in Japan

ISBN4-8379-0939-6 C0144

落丁・乱丁本は当社にてお取替えいたします。
定価・発行日はカバーに表示してあります。

宇宙の不思議がわかる本*目次

まえがき 宇宙はこんなにも面白い！ 3

第1章 太陽系・銀河系……宇宙とはどんな世界なのか？ 15

太陽系、九つの惑星の謎を解く！ 16

太陽の大きさをビー玉とすると太陽系・銀河系の大きさは？ 16

太陽のエネルギーはいつまでもつ？ 18

いちばん太陽に近い水星の温度はどれくらい？ 20

美しい金星、その素顔はどうなっている？ 22

地球の不思議——もし条件が一つでも違っていたら…… 25

月は少しずつ地球から遠ざかっている!? 27

驚くべき火星の“なまの姿”——高さ二万六〇〇〇mのオリンポス山！ 30

火星生物の痕跡が見つかった!? 32

火星と木星の間には少なくとも六五〇〇個の小惑星がある 34

“太陽になりそこねた天体” 木星の意外な姿 36

「土星の環」の正体は氷や岩のかげら！ 39

天王星の自転の不思議——昼夜の長さが八時間から数年間!? 42

ボイジャーがとらえた海王星の美しい色の秘密 44

謎の惑星冥王星の発見——論理的推理がきっかけだった！ 46

彗星にまつわるあらゆる不思議に迫る！ 49

彗星の“尻尾”の正体は？ 49

「海水の起源は地球に落ちてきた彗星」って本当？ 51

彗星はどこからやってくるのか？ 52

地球に彗星が衝突する可能性は？——もし衝突したらどうなる？ 55

直径一〇万光年、二〇〇〇億の恒星からなる銀河系の正体 57

太陽系は秒速二二〇kmで銀河系を周回する 57

銀河系の中心部には何があるのか？ 60

一四〇億年前、銀河系誕生とともにできた「球状星団」 61

織姫と彦星、星座の主役たちの真の姿は？ 62

大マゼラン星雲とは？ アンドロメダ星雲とは？ 66

第2章

コペルニクスからアインシュタインへ

69

——宇宙空間の謎を解く

天動説から地動説へ——誰がどんな発見をしてきたのか？ 70

「天動説」にも一理あった!? 70

惑星はなぜときどき逆行する？——コペルニクスの発想の大転換 71

ガリレオは何を手がかりに地動説を唱えたのか？ 73

地動説はいかにして受け入れられるようになったのか？ 75

宇宙の解明は、ニュートンのこの考え方から始まった！ 77

惑星の軌道が楕円になる理由——それが問題だ！ 77

こう考えればすぐわかる「ニュートン力学」のポイント 78

リングが樹から落ちるのも、月が地球をまわるのも同じ理由 80

人工衛星がきちんと地球の周りをまわり続ける理由 82

目の錯覚——なぜ月だけが、惑星だけがまわっているように見える？ 83

地動説を決定づけた「万有引力の法則」 84

「ニュートン力学」の思わぬ落とし穴とは？ 87

「時間と空間は絶対不変」は正しいか？ 87

「宇宙はエーテルで満ちている」——なぜこの説が都合良かった？ 88

証拠探しの実験からとんでもない結果が…… 90

アインシュタインの「特殊相対性理論」でどんな考え方？ 93

時間も空間も伸縮するのであてにならない!? 93

飛んでいる宇宙船内の光はこんな奇妙な動きをする 94

宇宙船の内と外では時間の進み方が違う？ 97

なんと質量も変化する——光速がいちばん速い理由はここにある 98

宇宙のさまざまな運動は重力で説明できる！ 100

「一般相対性理論」でどんな謎が解けたのか？ 102

コンニャクのような「時空四次元」でどんな世界？ 102

ゆがんだ空間が天体の運動をひきおこす 104

「ブラックホール」はこの方程式から発見された！ 106

アインシュタインは正しかった！ 108

第3章 宇宙は膨張している！——明らかにされた新事実 109

宇宙は静止しているのか、脈動しているのか？ 110

「宇宙は均質で静止している」とアインシュタインは考えた 110

端はないが有限である——宇宙は球面みたいなもの？ 111

アインシュタインも真つ青「フリードマンの宇宙モデル」とは？ 113

はるかかなたの星はどうやって距離を測っているのか？ 115

二〇〇光年以内の星——年周視差を活用する 115

三〇〇〇光年かなたの星——光のスペクトル型を分析する 116

一〇〇〇万光年かなたの星——変光星の周期を利用する 117

さらに遠い星の場合——もつとも明るい星を物差しにする 118

宇宙は膨張していた！——ハッブルのもつとも大きな業績とは？ 120

「ドップラー効果」はなぜ起こるのか？ 120

「宇宙のすべての天体は互いに遠ざかりつつある！」 122

宇宙の過去と未来——「宇宙の果て」は一五〇億光年？ 124

九〇億年説から一八〇億年説まである「宇宙の年齢」 126

宇宙は膨張し続けるか、それとも収縮に転じるか？ 128

宇宙はいつどのように誕生し、なぜ膨張しはじめたのか？ 130

ルメートルの起源説——宇宙原子が急激に崩壊し、宇宙の生成が始まった！ 130

はじめは超高密度の火の玉だった！——ガモフのビッグバン理論 131

宇宙のあらゆる方向からやってくる謎のマイクロ波 134

次々に発見される宇宙の新事実

137

銀河の分布図でわかった、宇宙の大規模な「階層構造」

137

宇宙の膨張をゆがめるグレート・アトラクタ（巨大重力源）の存在

140

ダークマター（暗黒物質）——これがなければつじつまが合わない!!

141

ビッグバンは立証されたが……なお残る三つの疑問

143

第4章 「無限大の宇宙」を解くカギは何か？

145

宇宙誕生の秘密——カギをにぎるミクロの世界

146

常識をくつがえした「不確定性原理」って何？

146

シュレディンガーの猫——その奇妙な実験結果とは？

148

「トンネル効果」——ある日突然、絶対不可能なことが起こる！

150

はてしない宇宙を知るために、なぜ「素粒子」の研究が必要だったのか？

152

素粒子「クォーク」って何？ 「ニュートリノ」って何？

153

宇宙をつくりあげた「四つの力」とは何か？

157

「四つの力」はもともと一つの力だった？

157

ビッグバンから一〇〇億分の一秒後はどんな世界だったのか？

159

未完成の「超大統一理論」——“水と油の理論”の融合は可能か？

161

検証不可能な世界をどう考えるか?——実証主義者 VS 論理主義者 164

「全宇宙に共通する原理」はない!? 166

第5章 現代「宇宙論」の最前線 169

宇宙はこうして誕生した! 170

ビッグバン——その瞬間、宇宙はどんな姿をしていた? 170

「宇宙は“無”から誕生した」とはどういうことか? 171

「宇宙の卵」は泡のようにいくつも生まれていた!? 172

素粒子よりも小さい世界に全エネルギーが凝縮していた! 176

ホーキングの宇宙像が物語るものは何か? 178

ブラックホール——巨大重力のため光さえも脱出不可能 178

「宇宙の時間や空間には境界も端も存在しない」 180

「ホーキングの宇宙モデル」をわかりやすくいうと…… 182

原初宇宙の謎を解く「インフレーション理論」とは? 185

宇宙は生まれた瞬間になぜ爆発的に膨張したのか? 185

ビッグバン理論の謎が解けた! 187

子宇宙・孫宇宙が誕生していたかもしれない!? 189

ビッグバンの“ひきがね”になったものは何か？ 190

エネルギーの光から“物質”はどうできてきたのか？ 191

無数の星々を生んだ“ある奇跡”とは？ 194

宇宙最初天体「クエーサー」の正体は？ 196

星の盛衰から人類以外の知的生命体の可能性まで 198

恒星の劇的な誕生と消滅のサイクル 198

宇宙の運命は未発見の暗黒物質「ダークマター」にかかっている！ 201

宇宙の終わり——消滅するか、星の屍骸ばかりになるか…… 202

地球以外のどこかに知的生命体は必ずいる!? 204

第6章 人類はいかにして宇宙に飛び出したか？ 207

“冷戦”のおかげで発展した宇宙開発 208

月面探査競争から惑星探査競争へ！ 208

「地球は青かった」——先手をとった旧ソ連の有人宇宙飛行 210

ついに月着陸——アメリカの威信をかけた「アポロ計画」 212

アメリカとソ連が宇宙でドッキング！ 214

全く新しいシステム「スペースシャトル」の登場 216

「国際宇宙ステーション計画」とは何か？ 220

日本の担当「日本実験棟」はこうなる！ 222

日本の宇宙開発はどこまで進んでいるのか？ 224

はじめは鉛筆大のペンシル型ロケットだった！ 224

純国産・高性能の大型ロケット「H II型」 225

地理的なハンディがすぐれたロケットを生んだ！ 227

ロケットの頭脳「新型ジャイロ」の開発 230

日本版スペースシャトル、ただいま開発中 232

宇宙開発は人間の生活に何をもたらしてくれるのか？ 233

実用衛星の打ち上げと未来技術の開発 233

〔軍事衛星〕——偵察衛星から監視衛星まで 233

〔技術開発衛星〕——「たんせい」シリーズ・「きく」シリーズ 234

〔科学衛星〕——数々の新発見をもたらした「ハッブル宇宙望遠鏡」 234

〔通信・放送衛星〕——全世界同時中継を可能にした技術 238

〔気象衛星〕——地球と同じ速度で動く「静止衛星」 239

〔地球観測衛星〕——アメリカのLANDSATが有名 239

〔測地衛星〕——地球上の正確な距離や方向を測る 240

〔航行・測位衛星〕——アメリカ軍の秘密軍事技術がGPSに！ 241

第7章 驚異に満ちた二十一世紀、宇宙の旅 243

無重量の世界に起こる不思議な現象 244

宇宙ではなぜ重さがなくなる？ 244

狭い部屋も宇宙なら六倍の広さ？——天井・壁・床のない世界 247

宇宙での日常生活はこうなる——粉末と炭酸は厳禁！ 250

上も下もない空間で植物・動物はどうなるか？ 253

無重量空間が生み出す未知の技術革新とは？ 256

地球人は“宇宙人”になれるか？ 259

二〇五〇年には七五万人が宇宙旅行！ 259

水中から陸上へ、そして宇宙へ——生物はまだまだ進化する！ 261

「精神的革新」は宇宙人への進化のカギ 264



宇宙の不思議がわかる本

宇宙の不思議がわかる本

菊山紀彦／本田成親

三笠書房

まえがき

◆宇宙はこんなにも面白い！

宇宙はどのようにして誕生したのか、また今後宇宙はどのような運命をたどるのか、宇宙に果てはあるのか、人類のほかにも知的生命体が存在しているのか——科学の進んだ現代にあっても、宇宙についての疑問はとどまるところを知りません。

それらの疑問と謎を解き明かそうと、古来、数知れぬ天文学者や物理学者たちが、宇宙の研究にその生涯をささげてきました。一方、二十世紀後半に入って、人工衛星やスペースシャトルをはじめとする宇宙開発技術が飛躍的に進歩したため、私たちは、地球外から宇宙をつぶさに観察したり検証したりすることができるようになりました。そして、それらの努力と技術革新のおかげで、これまでわからなかった驚くべき宇宙の姿が、しだいに明らかになってきたのです。

宇宙全体からすれば無に等しい「地球」というちっぽけな惑星上にありながら、宇宙の本質にここまで迫ることができたという意味においては、私たち人類の英知もまんざら捨てたものではありません。

この本は、科学的な知識に馴染みのない一般読者の方々にも、最新の宇宙科学の成果をできるだけわかりやすくお伝えすることを目的に執筆、編集されました。ただし、本書の執筆

にあたつては、面白さ、わかりやすさをモットーにする一方で、宇宙について一定レベルの知識のある方々にも十分読みごたえがあるように、筆者なりの配慮をしております。また、近代宇宙科学史としても読める構成になっていますので、その方面の資料としても参考にしていただけるかもしれません。

現代宇宙科学は、従来の天文学や天体力学に相対性理論、量子力学、電磁気学、宇宙工学、高等数学、コンピュータサイエンスなどが加わり、それらが融合一体化してできた先端総合科学です。それほど多岐にわたる宇宙科学の全容を一冊の本にまとめて紹介することは、決して容易ではありませんが、宇宙科学の最新情報とそれらを理解するために必要な基礎知識は、ひと通り網羅したつもりです。

二十一世紀に入ると、国際宇宙ステーションをはじめとする人類の宇宙進出が本格化し、真の意味での宇宙時代がやってきます。そんな時代を前にして、宇宙のことをより深く知りたいという方にも、宇宙のことに興味はあるが難しい科学は苦手だという方にも、このささやかな本が少しでもお役に立てるようであれば、筆者としても嬉しく思うしだいです。

著者