

# C O N T E N T S

はじめに .....	3
------------	---

## 第 1 章 素粒子とはどんな物質なのか

1-1 世界のすべてのモノをつくっているモノは何か .....	14
— 原子から素粒子へ	
りょうしの世界の窓 新しい素粒子の発見 .....	17
1-2 すべての物質は素粒子に行き着く .....	18
— フェルミ粒子	
1-3 素粒子を集めているのも素粒子だった .....	21
— 力を伝えるゲージ粒子	
りょうしの世界の窓 世界はデジタルか？ アナログか？ .....	26
1-4 世界の成り立ちを説明する「標準理論」以降の発見 .....	27
— ニュートリノ振動	
1-5 電気的な性質が正反対の「反粒子」の発見 .....	35
— 対消滅と対生成	
1-6 「標準理論」の不備を補う各種の素粒子論 .....	39
— 大統一理論・超対称性理論・超弦理論	

## 第 2 章 極小の世界へ 量子論の夜明け

2-1 現代物理学の 2 大理論の誕生 .....	42
— 相対性理論と量子論	
りょうしの世界の窓 錬金術と錬金術師 .....	46
2-2 量子論で言う「量子」とは何だろう .....	47
— 量子・量子化・量子数	
りょうしの世界の窓 なだらかな変化と劇的な変化 .....	52

<b>2-3</b>	光の正体は粒子なのか？ 波なのか？ — 霧箱・光電管の実験	53
<b>2-4</b>	物質は粒子でもあり波でもある — 物質波	58
<b>りょうしの世界の窓</b>	ルイ・ド・ブロイ	60

## 第 3 章 原子構造を量子論的に見る

<b>3-1</b>	原子構造の解明はどのように進んできたか — 古代ギリシャから 20 世紀初頭まで	62
<b>3-2</b>	方程式で導き出された原子モデル — シュレーディンガー方程式	67
<b>りょうしの世界の窓</b>	シュレーディンガーの猫	71
<b>3-3</b>	原子の化学的実態は電子雲にある — 電子殻と量子数	73
<b>3-4</b>	電子の軌道は立体になっている — 量子論の軌道	76
<b>3-5</b>	電子雲は電子の存在確率の図式化 — ハイゼンベルクの不確定性原理	80
<b>りょうしの世界の窓</b>	軌道の形	85
<b>3-6</b>	電子配置にはルールがある — パウリとフントの原理	86
<b>3-7</b>	何が原子の物性と反応性を支配しているのか — 最外殻電子・価電子の役割	91

## 第 4 章 分子構造を量子論的に見る

<b>4-1</b>	水素原子の軌道と水素分子の軌道 — 波動関数	94
<b>4-2</b>	簡単に求められる水素分子の結合エネルギー	99

— 軌道相関図

<b>4-3</b>	同じ原子からできている分子の結合エネルギーは？ — 等核二原子分子	103
<b>りょうしの世界の窓</b>	水素分子陽イオン	106
<b>4-4</b>	混成軌道は原子軌道の再編成 — $sp^3$ 混成軌道	107
<b>4-5</b>	「何重結合」と「 $\sigma$ 結合・ $\pi$ 結合」の関係は？ — シス-トランス異性体	110
<b>りょうしの世界の窓</b>	実態と空想	116

## 第 5 章 素粒子から原子核構造を見る

<b>5-1</b>	原子の構造と原子核の構造 — 原子雲・原子核と陽子・中性子	118
<b>5-2</b>	原子核をどう表現するか — 原子番号・質量数・同位体	121
<b>5-3</b>	原子核の構造はどこまでわかっているか — 原子核物理学の「魔法数」とは	124
<b>5-4</b>	原子核の陽子と中性子を結びつける結合エネルギー — 放射性同位体	128
<b>りょうしの世界の窓</b>	放射線の有効利用	132
<b>5-5</b>	放射線にはどのようなものがあるか — $\alpha$ 線・ $\gamma$ 線・中性子線・陽子線の性質	133
<b>りょうしの世界の窓</b>	放射線の危険度	136

## 第 6 章 原子核反応と宇宙を生成したエネルギー

<b>6-1</b>	原子核はどのように他の原子核に変化していくか — 原子核反応・原子核崩壊	138
<b>りょうしの世界の窓</b>	身の回りの原子核反応	145

<b>6-2</b>	膨大なエネルギーを生む核分裂反応と核融合反応 — 原子核分裂・原子核融合	146
<b>6-3</b>	原子の誕生と成長 宇宙の始まりと恒星の一生 — 恒星・中性子星・超新星爆発	150
<b>りょうしの世界の窓</b>	核融合とヘリウム3 ( $^3\text{He}$ )	155
<b>6-4</b>	原子核反応を利用した原子力発電の原理 — 原子炉の構成要素	156
<b>りょうしの世界の窓</b>	原子爆弾と水素爆弾	160
<b>6-5</b>	太陽を人間の手でつくる「人工核融合」という夢 — 核融合炉の開発	161
<b>りょうしの世界の窓</b>	いろいろな原子炉	164

## 第7章 宇宙線の地球と人間への影響を見る

<b>7-1</b>	宇宙線は私たちの生活に思いがけない影響を与える — 銀河宇宙線と太陽宇宙線	166
<b>7-2</b>	大気外・大気内の宇宙線を構成する粒子 — 一次宇宙線・二次宇宙線	172
<b>7-3</b>	宇宙線とオーロラはどう関係しているか — 太陽風から地球を守る磁気圏	176
<b>りょうしの世界の窓</b>	プラズマの効用	178
<b>7-4</b>	オーロラの色と形の違いはどこから生じるのか — 色はエネルギーの違い	179
<b>7-5</b>	人体・人間社会におよぼす宇宙線の影響 — 電磁波・オゾンホール	182

## 第8章 量子論は現実世界でどう活用できるか

<b>8-1</b>	宇宙線の利用による非破壊検査と精密検査 — ミュー粒子透過法と散乱法	188
------------	---------------------------------------	-----

<b>8-2</b>	ミュー粒子による相対性理論の証明 — 極小は極大に通ず	191
<b>8-3</b>	現代化学を導いた量子化学の誕生 — 軌道対称性の理論	193
<b>8-4</b>	量子力学を使った量子コンピュータとは？ — 量子コンピュータの得意分野	200
<b>8-5</b>	2019年に明かされたブラックホールの存在 — ブラックホールの種類	203
<b>8-6</b>	超伝導の発生機構の解明と新たな超伝導体の発見へ — 臨界温度の向上	208
参考図書		211
索引		212