

よくわかる

最新 核融合の基本と仕組み

CONTENTS

はじめに 3

<基礎編>

第1章 核融合の基礎 (核物理学)

1-1	核融合とは？	10
1-2	物質と素粒子とは？	12
1-3	強い力と核力とは？	14
1-4	核エネルギー開発の歴史は？	16
1-5	核融合が宇宙を進化させる？	18
1-6	太陽は核融合で燃えている？	20
1-7	原爆と水爆の違いは？	22
1-8	トンネル効果で核融合反応？	24
1-9	質量欠損のエネルギーとは？	26
1-10	核融合反応断面積と反応率は？	28
1-11	太陽と人工太陽の違いは？	30
1-12	地上での核融合の方式は？	32
1-13	第1世代、第2世代の燃料は？	34
1-14	ヘリウムやボロンの先進燃料は？	36
1-15	エキゾチックな核融合とは？	38
1-16	核融合は夢のエネルギーか？	40

第2章 プラズマの基礎 (プラズマ物理学)

2-1	プラズマとは？	44
2-2	自然界と実験室のプラズマは？	46
2-3	プラズマ中の電場は遮蔽される？	48
2-4	プラズマ振動はプラズマの原点？	50
2-5	プラズマ粒子は波乗りする？	52
2-6	磁場閉じ込めでの断熱不変量とは？	54
2-7	オープン磁場での粒子軌道は？	56
2-8	トラス磁場での粒子軌道は？	58
2-9	プラズマの平衡とは？	60
2-10	プラズマの安定性とは？	62
2-11	プラズマの安定化方法は？	64
2-12	プラズマの輸送は？	66
2-13	放射によるエネルギー損失は？	68
2-14	プラズマの加熱は？	70
2-15	アルファ粒子加熱は？	72

<炉心編>

第3章 地上に太陽を作る (核融合プラズマの物理)

3-1	核燃焼プラズマと着火温度とは？	76
3-2	核融燃焼の条件は？	78
3-3	核融合動力炉のローソン条件とは？	80
3-4	さまざまな核融合方式は？	82
3-5	ミラー核融合は単純か？	84
3-6	トカマク核融合とは？	86
3-7	先進トカマク配位とは？	88
3-8	ヘリカル核融合とは？	90
3-9	先進ヘリカル配位とは？	92
3-10	その他の磁場閉じ込めは？	94
3-11	慣性核融合とは？	96
3-12	その他の核融合方式は？	98
3-13	プラズマ閉じ込めの現状は？	100
3-14	核燃焼プラズマの現状は？	102

第4章 トカマク炉心を制御する(トカマクプラズマの物理)

4-1	トカマク型の特徴は？	106
4-2	断面形状と分布の制御は？	108
4-3	閉じ込めが改善される？	110
4-4	磁気面が割れる？	112
4-5	ダイバータの形状とプラズマは？	114
4-6	高圧力のプラズマを閉じ込める？	116
4-7	球状のプラズマはコンパクト？	118
4-8	電流を安定に流す？	120
4-9	自発的に電流が流れる？	122
4-10	ディスラプションとは？	124
4-11	電流クエンチとVDEとは？	126
4-12	アルファ粒子の灰の排出は？	128
4-13	プラズマ統合コードは？	130

<炉工編>

第5章 核融合炉機器の多様な技術(核融合炉工学)

5-1	核融合炉の構成は？	134
5-2	燃料注入方法は？	136
5-3	安定な燃焼運転を行うには？	138
5-4	プラズマを加熱する装置は？	140
5-5	プラズマを計測・制御する？	142
5-6	第一壁は消耗する？	144
5-7	ダイバータの機器は？	146
5-8	ブランケットの役割は？	148
5-9	構造材が放射化される？	150
5-10	磁場コイルの形状と材質は？	152
5-11	さまざまな遮蔽は？	154
5-12	発電システムは？	156
5-13	遠隔操作が必要？	158

第6章 核融合炉発電の可能性(核融合システム工学)

6-1	核融合炉設計案はいろいろ？	162
6-2	コンパクト設計案は？	164
6-3	システム設計コードとLCAは？	166
6-4	コストやCO ₂ 排出量は？	168
6-5	核融合炉の資源は無限か？	170
6-6	トリチウムの安全性は？	172
6-7	核融合炉の安全性と廃棄物処理は？	174

<発展編>

第7章 核融合炉実用化への道のり(核融合研究開発)

7-1	世界の核融合研究開発は？	178
7-2	日本の核融合研究開発は？	180
7-3	ITERとは？	182
7-4	BA活動とは？	184
7-5	実験炉から動力炉へ？	186
7-6	核融合スタートアップ企業とは？	188
7-7	スタートアップの発電計画は？	190

第8章 エネルギーの未来を考える(核融合未来展望)

8-1	月面での核融合は？	194
8-2	核融合ロケットとは？	196
8-3	自然と人工の太陽エネルギー計画！	198
8-4	核融合から対消滅へ！	200

索引	203
参考文献	207

COLUMN

- コラム1 新しい元素の創成！
(日本初の新元素「ニホニウム」) 42
- コラム2 極限プラズマとは？
(クォーク・グルーオン・プラズマ) 74
- コラム3 ソ連核融合開発の父との出会い！
(故ラヴレンチェフ博士) 104
- コラム4 核融合研究の黒歴史！
(ペロン大統領、ZETA実験、常温核融合) 132
- コラム5 核融合技術は波及する！
(大型超伝導マグネット、加熱装置) 160
- コラム6 巨大科学技術の安全性を考える！
(ヒューマンエラーと想定外事象) 176
- コラム7 SDGsとGXでの核融合！
(持続可能な開発とカーボンニュートラル) 192
- コラム8 映画の中の「核融合」は？
(『2001年宇宙の旅』と『バック・トゥ・ザ・フューチャー』)
..... 202