

目 次

まえがき

1. 中性子とその核反応

1.1	中性子	1
1.2	中性子による核反応	1
1.2.1	吸収	1
1.2.2	散乱	3
1.3	中性子束	3
1.4	断面積	5
1.4.1	断面積の概念	5
1.4.2	断面積の種類	7
1.4.3	断面積の値	8
1.5	原子核の構成と結合エネルギー	9
1.6	複合核モデルと共鳴現象	11
1.7	評価済み核データ	12

2. 原子核分裂

2.1	原子核分裂とは	15
2.2	核分裂のメカニズム	16
2.3	核分裂片および核分裂生成物	17
2.4	即発中性子	19
2.5	遅発中性子	20
2.6	核分裂に伴うエネルギー放出	24

2.7	自発核分裂	24
3.	原子炉	
3.1	核分裂連鎖反応	26
3.2	原子炉の概念	27
3.3	原子炉における核分裂連鎖反応	29
3.4	原子炉の燃料	31
3.5	減速材	35
3.6	反射体	37
3.7	冷却材	37
3.8	遮蔽	39
3.9	制御系	40
3.10	ブランケット	41
3.11	安全系	41
3.12	原子炉の型式と種類	42
3.12.1	核分裂が主として行なわれる中性子のエネルギー領域による分類	42
3.12.2	燃料の種類による分類	42
3.12.3	燃料と減速材の配置による分類	42
3.12.4	減速材の種類による分類	43
3.12.5	冷却材の種類による分類	43
3.12.6	核分裂性物質の生成の程度による分類	43
3.12.7	使用目的による分類	43
3.13	原子炉の具体例	44
4.	媒質中における中性子の挙動——エネルギースペクトル	
4.1	中性子の散乱とエネルギースペクトル	46
4.2	中性子の弾性散乱	48
4.3	吸収のない媒質中での減速	52
4.4	吸収のある媒質中の減速	57
4.4.1	水素による減速	57
4.4.2	水素以外の物質による減速	59

4.5	熱中性子化と熱中性子	61
5.	媒質内における中性子の挙動——空間分布	
5.1	拡散方程式の導出	66
5.2	拡散方程式の境界条件	70
5.3	等方的点状源からの中性子の拡散	72
5.3.1	無限大媒質中の拡散	72
5.3.2	有限の球の中心に中性子源のある場合	73
5.4	無限大平板状あるいは無限長線状の中性子がある場合	74
5.5	拡散核	75
6.	均質原子炉の解析	
6.1	一群拡散理論による裸の原子炉の解析	77
6.1.1	無限大平板状原子炉の場合	77
6.1.2	種々の形状に対する幾何学的バックリング	79
6.2	一群拡散理論による反射体つき原子炉の解析	82
6.2.1	平板状の反射体つき原子炉の場合	82
6.2.2	種々の形状の反射体つき原子炉の場合	84
6.3	年齢拡散理論による裸の原子炉の解析	86
6.4	二群拡散理論による解析	90
6.5	多群拡散理論による解析	96
6.6	K_{∞} の計算	99
7.	輸送理論	
7.1	輸送理論の必要性	102
7.2	輸送方程式の導出	103
7.3	P_n 近似	107
7.4	P_n 近似計算の具体例	111
7.5	S_n 近似	114

8. 非均質炉の理論

- 8.1 非均質化の効果 116
- 8.2 熱中性子利用率 117
- 8.3 共鳴を逃れる確率 125
- 8.4 高速核分裂効果 130

9. 多群方程式と群定数

- 9.1 群定数 132
- 9.2 有限媒質内の中性子減速エネルギースペクトルの導出 133
- 9.3 高速群定数 138
- 9.4 熱中性子領域での中性子エネルギースペクトル 140
- 9.5 非均質炉心における群定数 140

10. 原子炉の動特性

- 10.1 原子炉の動特性方程式 144
- 10.2 原子炉周期 147
- 10.3 反応度の単位 151
- 10.4 動特性の例 151
- 10.5 空間依存動特性 154

11. 原子炉における反応度の変化

- 11.1 温度の影響による反応度の変化 157
 - 11.1.1 断面積変化による反応度変化 158
 - 11.1.2 炉心の大きさの変化による反応度変化 159
 - 11.1.3 密度の変化に対する反応度の変化 159
- 11.2 核分裂生成物による反応度の変化 161
- 11.3 核燃料の同位元素組成の変化 164
- 11.4 その他の原因による反応度変化 166
 - 11.4.1 ボイド係数 166
 - 11.4.2 圧力係数 167

11.4.3	出力係数	167
11.5	高速炉に特有の問題	167
12.	原子炉の制御	
12.1	制御の方式	169
12.1.1	制御方式の原理	169
12.1.2	制御要素とその機能	170
12.2	炉心中心軸上にある制御棒の解析	172
12.2.1	一群理論による取扱い	172
12.2.2	二群理論による取扱い	174
12.2.3	中空制御棒または、内部に減速材をもつ制御棒	175
12.3	種々の挿入状態の制御棒の解析	176
12.3.1	偏心挿入の場合の反応度	176
12.3.2	リング状に配列された制御棒の反応度	178
12.3.3	中途挿入の制御棒の反応度	180
12.4	一様に分布された多数の制御要素の解析	181
12.5	制御棒の干渉効果	182
12.6	動力炉に使用される制御要素	183
13.	摂動論	
13.1	インポートランス関数	186
13.2	摂動論	190
13.2.1	摂動論の一般的表式	190
13.2.2	摂動項 P の具体的表示	192
13.3	中性子インポートランスと動特性パラメータ	194
13.4	摂動論の具体的応用例	195
13.4.1	摂動による反応度の変化	195
13.4.2	制御棒反応度の計算	196
14.	原子炉の設計	
14.1	炉心設計の基本的流れ	199
14.2	炉心の大きさなどの決定	200

14.3	燃料格子, 燃料集合体の設計	202
14.4	炉心設計	207
14.4.1	出力分布平坦化	207
14.4.2	反応度計画および反応度制御	208
14.4.3	炉内燃料管理	208
14.5	動力炉の設計例	210
14.5.1	熱中性子動力炉	210
14.5.2	高速増殖炉	216
付	録	222
1.	Bessel 関数	222
2.	代表的な原子炉核計算用コード例	225
索	引	228