

目 次

1. 原子核・放射線・核エネルギー	(住田健二)	1
1.1 原 子 核		1
1.2 質量欠損と核力		4
1.3 放射線と放射能(放射性核崩壊)		6
1.4 核 反 応		8
1.5 核分裂と核融合		11
1.6 原子炉の原理と構成		13
1.7 原子炉での熱発生とその利用		18
1.8 原子炉の種類		21
1.9 核 融 合 炉		26
1.10 原子炉と核融合炉の安全性		31
参 考 文 献		35
演 習 問 題		35
2. 照 射 損 傷	(伊藤憲昭)	36
2.1 概 説		36
2.1.1 放射線の種類		36
2.1.2 照射損傷の初期過程		37
2.1.3 衝突断面積と平均自由行程		37
2.2 粒子と原子との衝突		39
2.2.1 弾性・非弾性衝突の力学		39
2.2.2 簡単な弾性衝突の例		41
2.2.3 放射線粒子と原子との衝突		43
2.2.4 はじき出し		53
2.2.5 DPA		58
2.3 照射により形成される格子欠陥		61
2.3.1 模 擬 計 算		62

2・3・2	衝突現象における固体効果	64
2・3・3	熱 ス パ イ ク	67
2・3・4	フレンケル対の再結合とクラスター化	68
2・3・5	損 傷 関 数	72
2・3・6	核分裂片の飛跡	72
	参 考 文 献	74
	演 習 問 題	75
3.	照 射 効 果 (石野 栞)	76
3・1	概 説	76
3・1・1	はじめに	76
3・1・2	照射条件・環境条件による照射効果のちがい	77
3・1・3	材料条件による照射効果の差異	79
3・1・4	照射効果と照射挙動	79
3・2	照射による材料の組織変化	80
3・2・1	初期損傷状態	80
3・2・2	内部組織変化	82
3・2・3	転位ループの形成と転位密度の変化	84
3・2・4	キャビティ(ポイド, 気泡)の形成	84
3・2・5	ミクロ組成変化	89
3・2・6	核変換の効果	92
3・3	物理的性質	92
3・3・1	はじめに	92
3・3・2	構造的性質	94
3・3・3	電磁氣的性質	97
3・3・4	熱 的 性 質	100
3・4	機械的性質	101
3・4・1	はじめに	101
3・4・2	照射硬化機構と引張特性の変化	101
3・4・3	照射脆化と衝撃特性	107
3・4・4	照射下クリープ	110

3.4.5 照射下疲労	114
3.5 化学的性質	115
3.5.1 照射の化学的効果	115
3.5.2 拡散に対する照射効果	117
3.5.3 相変化(固体内化学反応)	118
3.5.4 表面反応	119
3.5.5 核変換効果	119
3.5.6 腐食	120
3.5.7 応力腐食	122
3.5.8 イオン打ち込みによる化学的性質の変化	123
参考文献	123
その他の参考文献	125
演習問題	125
4. 核燃料 (古屋広高)	127
4.1 概説	127
4.1.1 核燃料の特徴	127
4.1.2 天然U, Thの同位体比	128
4.1.3 核燃料サイクル	128
4.1.4 核燃料の分類	129
4.2 動力炉燃料	131
4.2.1 金属U燃料	131
4.2.2 酸化物燃料	135
4.2.3 高温ガス炉燃料	142
4.3 核燃料の物理, 化学的性質	143
4.3.1 酸化物燃料の状態図	143
4.3.2 酸化物燃料の熱的性質	149
4.3.3 酸化物燃料の機械的性質	152
4.4 酸化物燃料の照射挙動	153
4.4.1 熱出力と燃焼度	154
4.4.2 酸化物燃料の温度分布	156

4・4・3	核分裂生成物の化学形	158
4・4・4	照射挙動の燃焼度依存性	160
4・4・5	組成再編-酸素とプルトニウムの再分布	161
4・4・6	組 織 再 編(restructuring)	163
4・4・7	核分裂ガス(FP ガス)の挙動	165
4・5	使用済燃料の再処理	171
4・5・1	使用済燃料の受入れと機械的前処理	172
4・5・2	使用済燃料の溶解	172
4・5・3	溶媒抽出による分離, 精製の原理	174
4・5・4	硝酸溶解溶液からの核分裂生成物の除去(共除染)	174
4・5・5	U, Pu の相互分離	176
4・5・6	U, Pu の精製工程	176
	参 考 文 献	176
	演 習 問 題	177
5.	原子炉構成材料	(長崎隆吉) 178
5・1	概 説	178
5・2	燃 料 被 覆 材	179
5・2・1	研究炉燃料被覆管用アルミニウム合金	181
5・2・2	炭酸ガス冷却原子炉燃料被覆管用マグネシウム合金	189
5・2・3	軽水炉燃料被覆管用ジルコニウム合金	191
5・2・4	高速炉燃料被覆管用ステンレス系合金	196
5・3	構 造 材	201
5・3・1	軽水炉用材料	201
5・3・2	高速炉用材料	204
5・3・3	高温ガス炉用材料	205
5・4	減 速 材	210
5・5	反 射 材	210
5・6	制 御 材	211
5・7	遮 蔽 材	212

5.8 冷 却 材	212
参 考 文 献	213
6. 核融合炉材料	(白石健介) 215
6.1 核融合(トカマク)炉	215
6.2 プラズマ壁相互作用	216
6.3 中性子照射効果	218
6.4 プラズマ周辺機器材料	221
6.5 ブランケット構造材料	222
6.6 トリチウム増殖材料	224
6.7 電気絶縁材料	226
6.8 超電導磁石材料	228
参 考 文 献	230
参 考 書	231
演 習 問 題	231
演習問題解答	233
索 引	
和 文	239
欧 文	244