目次

第１章　新しい原子力発電システムとバックエンド技術

１－１　新しい軽水炉

改良型PWRの開発について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
改良型ＢＷＲの開発状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3
中小型軽水炉の開発状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5
大深度地下立地型ＢＷＲの開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7

１－２　高温ガス炉

電力負荷追従型高温ガス炉システム・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9
実用高温ガス炉の特徴、開発状況、経済性・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11

１－３　高速炉とその燃料サイクル技術

高速増殖炉開発の中核としての「もんじゅ」・・・・・・・・・・・・・・・・・・・13
高速増殖炉（FBR）サイクル実用化戦略調査研究
　－FBRシステムにおける実用化候補概念の構築－・・・・・・・・・・・・・・・・15
高速増殖炉（FBR）サイクル実用化戦略調査研究
　－再臨界回避炉心と燃料無交換型小型高速炉炉心－・・・・・・・・・・・・・・17
FBRサイクル実用化戦略調査研究
　－再処理システムにおける実用化候補概念の構築－・・・・・・・・・・・・・・・19
高速増殖炉（FBR）サイクル実用化戦略調査研究
　－燃料製造システムにおける実用化概念の構築－・・・・・・・・・・・・・・・・21
金属燃料を用いた高速増殖炉とその燃料サイクル・・・・・・・・・・・・・・・・・23

１－４　バックエンド工学

リサイクル燃料の中間貯蔵・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・25
原子力発電所における使用済燃料の乾式キャスク貯蔵施設について・・・・・・・・・27
地層処分の信頼性を支える深地層の科学的研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・29
地層処分システムの安全評価手法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・31

１－５　原子炉の解体技術

VR技術を用いた解体作業シミュレーションシステム・・・・・・・・・・・・・・・・33
廃止措置技術の開発（解体技術）
　－東海発電所の廃止措置－・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・35
廃止措置技術の開発（廃棄物処理）
　－東海発電所の廃止措置 －・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・37

第２章　原子炉の核燃料と熱流動技術の高度化

２－１　原子炉燃料と核設計

原子燃料の高度化と高燃焼度化・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・39
高燃焼度燃料について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・41
原子炉核設計・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・43
プルサーマル計画とMOX燃料・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・45

２－２　熱流動解析法の高度化

粒子法による二相流のシミュレーション（1）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・47
粒子法による二相流のシミュレーション（2）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・49
３次元二成分二相流解析コードCANAC3-3Dコードの開発・・・・・・・・・・・・・51
気液二相流数値解析の高度化・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・53

２－３　新しい流体技術と機器

超流動ヘリウム冷却特性の研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・55
形状記憶合金を用いた機能性混相流とその原子力への応用・・・・・・・・・・・・・57
大容量浸漬型電磁ポンプの開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・59

第３章　プラントの構造工学と保全技術の進展

３－１　新しい構造設計と高経年化対策

原子力発電プラントの構造設計について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・61
原子力発電所の耐震設計について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・63

磁気力を利用した制振技術・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・65
原子力発電所の高経年化対策について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・67
レーザピーニングによる原子炉内構造物の予防保全・・・・・・・・・・・・・・・・・69
原子炉容器炉内計装筒のウォータジェットピーニングについて・・・・・・・・・・・71

3－2　様々な検査技術
パルスレーザを用いた非接触表面汚染検査装置・・・・・・・・・・・・・・・・・・・73
レーザー超音波法を用いた微小き裂の深さ計測・・・・・・・・・・・・・・・・・・・75
プラント高信頼化のための画像処理技術応用
　－機器・構造物の目視検査の自動化－・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・77
BWR環境下におけるステンレス鋼の照射下IASCC研究・・・・・・・・・・・・・・79

3－3　原子炉の化学技術
発電所向け中空糸膜ろ過装置の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・81
オゾンを利用した放射性物質の除染技術・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・83
セメントによる廃棄物の固化技術・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・85
超臨界水を用いた有機廃棄物処理
　－放射性有機廃棄物の無機化・減容技術－・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・87
溶融塩を利用した有害化学物質の分解技術
　－フロンやダイオキシン類を短時間で無害に－・・・・・・・・・・・・・・・・・・89

第4章　ヒューマンマシンシステムとロボットの技術革新

4－1　中央制御室の高度化と新しいインタフェースコンセプト
原子力発電所の中央制御室等の高度化・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・91
原子力発電所中央制御室のMMI・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・93
運転支援技術の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・95
人間と機械の間の次世代インタフェース：バーチャルコラボレータ・・・・・・・・97
認知負荷を低減したヒューマンマシンインタフェース・・・・・・・・・・・・・・・99
原子力プラントの安全機能概念構造の抽出・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・101

4－2　事故時の運転員支援法
プラント異常時の運転員支援用意味表示インタフェース・・・・・・・・・・・・・103
原子力発電所事故時運転とヒューマンマシンインタフェース・・・・・・・・・・・105
原子力発電所事故時運転の自動化・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・107
原子力緊急時対応システム（MEASURES）の開発・・・・・・・・・・・・・・・・109

4－3　ヒューマンモデルとヒューマンエラー分析
脳意識モデルと認知心理学に基づくプラント運転員シミュレータ・・・・・・・・・111
ヒューマンエラー防止のための原子力設備操作盤設計評価・・・・・・・・・・・・113
ヒューマンエラーの事前分析手法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・115

4－4　教育訓練法の高度化
原子力発電所運転員の教育訓練・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・117
保修技術力継承のための教育訓練支援システム・・・・・・・・・・・・・・・・・・119
バーチャルリアリティを用いた訓練環境・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・121
ネットワーク型仮想環境を用いた訓練システム・・・・・・・・・・・・・・・・・・123
Eye-Sensing HMDとプラント運転訓練への応用・・・・・・・・・・・・・・・・・125

4－5　様々な原子力ロボット
原子力防災支援ロボット「MARS-A & MARS-T」の開発・・・・・・・・・・・・・127
原子力防災支援ロボット・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・129
原子炉内水中作業ロボット・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・131
分散協調ロボットシステム・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・133

第5章　量子ビーム工学の進展と核融合炉実現への取り組み

5－1　ビーム工学と応用
スプリングエイト・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・135
シンクロトロン放射光・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・137
X線リソグラフィ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・139
産業用高エネルギーX線CT装置・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・141

5－2　核融合炉材料の進展
核融合エネルギーの実現に向けて
　－核融合炉用先進材料の開発－・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・143

低放射化フェライト鋼
　－核融合炉用先進鉄鋼材料の開発（1）－・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・145
高純度バナジウム合金
　－核融合炉用先進材料の開発（2）－・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・147
炭化ケイ素セラミックス複合材料
　－核融合炉用先進材料の開発（3）－・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・149
マルチスケールシミュレーション
　－バーチャルな世界で核融合炉材料を開発する－・・・・・・・・・・・・・・・・・151
核融合材料試験装置
　－核融合中性子による材料工学研究－・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・153

5－3　核融合炉への様々なチャレンジ
核融合実験炉（ITER）
　－国際協力による実験炉の開発－・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・155
プラズマ・エネルギー発電
　－核融合反応による発電－・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・157
慣性静電閉じ込め核融合中性子源による地雷探査・・・・・・・・・・・・・・・・・159
初期装荷トリチウムを要しない核融合炉の起動方法・・・・・・・・・・・・・・・・161
高経済性核融合炉CRESTの概念設計・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・163
D-^{3}He 核融合・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・165

第６章　放射線と原子力の安全確保そして社会・環境問題への対応

6－1　放射線の新しい知識
放射線ホルミシス
　―低線量放射線に対する生物の絶妙な応答・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・167
環境の放射線とその計り方・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・169
シビアアクシデント時従業員被ばく線量予測・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・171

6－2　安全評価法と安全対策の精緻化
確率論的安全評価とその活用・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・173
大規模設備の安全性・信頼性解析支援ツール・・・・・・・・・・・・・・・・・・・175
定期安全レビュー実施の背景と概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・177
シビアアクシデント対策について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・179
リスク情報を活用した安全管理手法の検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・181

6－3　原子力の安全を保障する制度
原子力規制の仕組み・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・183
原子力防災について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・185
原子力賠償とは・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・187
原子力の安全に関する条約とは・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・189

6－4　原子力の社会・環境との調和の道
地球温暖化と原子力エネルギー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・191
高度情報処理を適用した社会心理分析のリスクへの適用・・・・・・・・・・・・・・193
原子力に対する新聞報道のバスケット分析について・・・・・・・・・・・・・・・・195
電力市場における価格変動リスクの評価
　－原子力発電を含む電力市場－・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・197
ITネットワークを利用した新しいエネルギー社会教育法・・・・・・・・・・・・・・199