

目次

第 I 編 基礎編

第 1 章 環境調和型熱エネルギー技術の基礎	3
第 1 節 法律	5
1. 環境関連法の要旨と解説	5
1.1 環境関連法体系の変革	5
1.2 環境基本法の概要	8
1.3 環境基本計画の概要	9
おわりに	9
2. 省エネルギーに関する法律の要旨	11
はじめに	11
2.1 エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）	11
2.2 エネルギー等の使用の合理化及び再生資源の利用に関する事業の促進に関する臨時措置法（平成 5 年 3 月 31 日 法律第 18 号）（省エネ・リサイクル支援法）	12
3. 新しい動き	15
3.1 環境管理規格制定にいたる背景	15
3.2 LCA とは	15
3.3 LCA の手法上の課題	16
おわりに	17
第 2 節 環境・エネルギー利用の指標	18
1. サイクル論	18
1.1 ガスサイクル	18
1.2 蒸気サイクル	21
1.3 コンバインドサイクル	26
2. エクセルギー	29
2.1 エクセルギーとはなにか	29
2.2 エクセルギー解析を行う利点	31
2.3 混合に伴うエクセルギー変化	31
2.4 化学反応のエクセルギー変化	32
3. エネルギーシステム解析	34
はじめに	34
3.1 高効率発電技術	34
3.2 ライフサイクル分析	35
3.3 エネルギーシステム解析	36
おわりに	37
4. 新しいシステム解析の考え方	39
4.1 外部性とは	39
4.2 外部性の経済学的意味	39
4.3 外部コスト項目	40
4.4 外部コスト算定の考え方	41
4.5 外部コストの算定手順	41
おわりに—外部コスト評価の課題	43
第 3 節 計測・制御	45
1. エネルギー・環境関係の物理量の計測—主にレーザー利用の手法について	45
はじめに	45
1.1 流れの計測	45
1.2 濃度・温度計測	48
おわりに	50
2. データの収集・処理	52
はじめに	52
2.1 各種センサからの出力	52
2.2 コンピュータによるデータの収録	54
2.3 データ処理	55
おわりに	56

3. 省エネルギー・環境のための制御	57	3.2 制御パラメータ調整法	57
3.1 計算機制御システム	57	3.3 省エネルギーのための複合制御システム	58
第4節 新材料・媒体	60		
1. 高温材料	60	はじめに	64
はじめに	60	2.1 極低温材料の用途と所要特性	64
1.1 金属材料	60	2.2 種々な極低温用材料	64
1.2 金属基複合材料	62	3. 各種サイクル媒体	68
1.3 金属間化合物	62	はじめに	68
1.4 セラミック材料と複合材料	62	3.1 水および水溶液に関する動向	68
1.5 炭素繊維/炭素複合材料	63	3.2 フッ素化合物に関する動向	69
おわりに	63	3.3 自然媒体に関する動向	71
2. 極低温材料	64	おわりに	71
第2章 環境調和型熱エネルギー変換	73		
第1節 燃焼	75		
1. ガス燃料の燃焼	75	3.1 石炭の性状	116
1.1 環境調和型燃焼法	75	3.2 微粉炭燃焼の基礎過程	121
1.2 環境汚染物質防除の化学動力学	84	3.3 流動層燃焼の基礎過程	127
1.3 乱流燃焼のモデリング	87	3.4 石炭の高温燃焼時における基礎特性	131
2. 液体燃料の燃焼	91	4. 新燃料の燃焼	132
2.1 連続燃焼	91	4.1 水素の燃焼	132
2.2 内燃機関の燃焼	103	4.2 メタノールの燃焼	136
3. 固体燃料の燃焼	116		
第2節 直接変換	142		
1. MHD発電	142	おわりに	165
1.1 開放サイクルMHD発電	142	3. 燃料電池	167
1.2 密閉サイクルMHD発電	151	3.1 燃料電池の原理	167
2. 熱電直接変換	159	3.2 燃料電池の理想熱効率	168
はじめに	159	3.3 燃料電池内のエネルギー損失	169
2.1 原理	159	3.4 燃料電池発電システムの構成	170
2.2 熱電発電の現状	160	3.5 燃料電池発電システムの特徴	170
2.3 研究開発の動向	161	3.6 燃料電池の種類	172
2.4 高効率材料の可能性	162		
第3節 自然エネルギー変換	173		
1. 太陽エネルギー—太陽光発電—	173	1.2 太陽電池の原理とエネルギー変換効率	175
はじめに	173	1.3 研究開発の現状と鍵技術	179
1.1 クリーンでユニークな特徴をもつ太陽光発電	173	1.4 拡がる応用システム	180
		1.5 地球環境問題への新しい貢献	182

2. 地熱エネルギー	184	2.5 地熱水の有効利用	188
2.1 地熱開発の現状	184	2.6 未利用地熱エネルギーの利用	189
2.2 代替エネルギーとしての地熱発電	184	おわりに	189
2.3 地熱発電システムの概要	184	3. 風力エネルギー	191
2.4 地熱井管理上の課題	186		

第3章 高効率エネルギー移動・制御 195

第1節 伝熱促進・制御 197

1. 拡大伝熱面	197	4. 凝縮における伝熱促進・制御	235
1.1 拡大伝熱面	197	はじめに	235
1.2 熱通過, フィン効率	197	4.1 構造面	235
1.3 拡大伝熱面の伝熱	199	4.2 伝熱促進体	244
2. 单相流における伝熱促進・制御	212	4.3 電場	244
はじめに	212	4.4 混合蒸気の凝縮促進	247
2.1 伝熱促進の基本的原理	213	5. 二相流における伝熱促進・制御	252
2.2 中断フィンによる伝熱促進	214	5.1 概論	252
2.3 旋回流発生による伝熱促進—ねじれテープ	216	5.2 フィン付管	252
2.4 境界層攪乱による伝熱促進—乱れ促進体	218	5.3 波状およびらせん溝付管	257
2.5 その他の単相対流伝熱促進	219	5.4 ねじりテープ挿入管	258
おわりに	220	5.5 その他	260
3. 蒸発・沸騰における伝熱促進・制御	223	6. 熱ふく射における伝熱促進・制御	262
3.1 受動型の伝熱促進	223	6.1 熱ふく射の特性	262
3.2 能動型の伝熱促進	231	6.2 ふく射伝熱促進・制御の基本的な考え方	262
3.3 沸騰空間の狭隘化による促進	232	6.3 ふく射による伝熱促進・制御方法	263
3.4 蒸発伝熱の促進	233		

第2節 高効率熱輸送・熱拡散 270

1. サーマサイホン	270	2.3 動作限界	281
1.1 サーマサイホンの定義	270	2.4 作動流体とコンテナ材の両立性	282
1.2 サーマサイホンの応用	270	2.5 封入液量	282
1.3 单相サーモサイホンの流動様相	271	2.6 最大熱輸送量の予測	282
1.4 二相サーモサイホンの流動様相	271	2.7 様々なヒートパイプ	283
1.5 密閉形二相サーモサイホン	272	3. その他の高効率熱輸送	293
2. ヒートパイプ	280	3.1 ドリームパイプの熱輸送	293
2.1 概観	280	3.2 ループ形ヒートパイプ	296
2.2 動作温度と作動流体	280		

第3節 断熱 299

1. 断熱法	299	2. 熱遮断法	304
1.1 断熱法の基礎	299	2.1 膜冷却	304
1.2 真空断熱系	301	2.2 アブレーション	306

2.3 能動熱遮断法	307		
第4節 新しい動き	310		
はじめに	310	3.1 物性値の変化特性を利用する制御	313
1. 工学的ニーズ	310	3.2 相変化を利用する制御	314
2. 急速非定常伝熱の特性	311	3.3 分子伝熱制御	314
3. 温度制御から能動的伝熱制御へ	313	おわりに	314
第4章 エネルギー貯蔵	317		
第1節 貯蔵の原理	319		
1. エネルギーとエクセルギー	319	3.1 貯蔵時のエネルギー形態による分類	321
1.1 供給から需要にいたるエネルギーの流れとエクセルギー	319	3.2 貯蔵前のエネルギー形態による分類	322
1.2 エクセルギー	319	3.3 エネルギー輸送とエネルギー貯蔵	322
1.3 エネルギー貯蔵とエクセルギー	320	4. エネルギー貯蔵法の概要	323
1.4 エネルギーとエクセルギーの有効利用	320	4.1 熱的エネルギー貯蔵	323
2. 様々なエネルギー変換と貯蔵	320	4.2 化学的エネルギー貯蔵	323
2.1 エネルギー変換の例	320	4.3 力学的エネルギー貯蔵	323
2.2 エネルギー貯蔵の原理とエネルギー収支	321	4.4 電磁氣的エネルギー貯蔵	324
3. エネルギー貯蔵法の分類	321	4.5 その他	324
第2節 エネルギー貯蔵の指標	325		
1. エネルギー貯蔵の応用分野と導入形態	325	2.4 安全・立地	329
1.1 電力負荷平準化	325	3. エネルギー貯蔵の経済性	330
1.2 自然エネルギー利用システム	326	3.1 エネルギー貯蔵装置の建設費	330
1.3 コージェネレーションシステム	326	3.2 エネルギー密度と貯蔵費用	330
2. エネルギー貯蔵装置の性能を表す指標	327	4. 将来のエネルギーシステムとエネルギー貯蔵	331
2.1 貯蔵装置へのシステムからの要求項目	327	4.1 エネルギーのネットワーク	331
2.2 貯蔵特性	327	4.2 経済性の再評価	331
2.3 運転特性	329		
第3節 エネルギー貯蔵の新しい動き	333		
はじめに	333	3. 水素をエネルギー媒体とした場合の エネルギー貯蔵の寄与	338
1. エネルギー・環境・社会とエネルギー貯蔵技術	334	おわりに	340
2. エネルギー・フローの強靱性の確保と エネルギー貯蔵	336		

第II編 機器・技術編

第1章 省エネルギー・環境調和の基礎	343
第1節 集塵技術	345
1. 機械式集塵技術	345
1.1 粒径分布と濃度測定	345
1.2 粒子運動	349
1.3 各種機械式集塵方式の原理	352
1.4 産業用機械式集塵装置	357
2. 電気集塵技術	371
2.1 放電現象	371
2.2 微粒子の荷電	376
2.3 帯電粒子の運動と集塵	379
2.4 電気集塵における異常現象と対策	383
2.5 産業用電気集塵装置	388
第2節 ガス浄化技術	395
1. ガス浄化技術の基礎	395
1.1 排煙脱硫技術	395
1.2 排煙脱硝技術	400
2. 産業用脱硫装置	402
はじめに	402
2.1 脱硫装置の種類	402
2.2 湿式法	402
2.3 半乾式吸収法	406
おわりに	408
3. 産業用脱硝装置	409
3.1 脱硝装置の種類および概要	409
3.2 選択接触還元法	409
3.3 酸化吸収法	412
3.4 活性炭法（同時脱硫・脱硝法）	413
3.5 まとめ	414
4. 各種有害ガス除去技術（塩化水素、重金属ガスなど）	416
4.1 塩化水素（HCl）	416
4.2 重金属ガス	418
第3節 排水対策技術	421
1. 概要	421
1.1 排水処理の考え方	421
1.2 排水処理の原理とプロセス	422
2. 立地の水環境計画（アセスメント）	423
2.1 現況調査	423
2.2 予測・評価	423
3. 水質計測および管理	426
3.1 概論	426
3.2 電力産業における水質計測および管理	429
4. 水処理技術	434
4.1 ボイラ水処理技術	434
4.2 排水処理技術	437
4.3 温排水対策	444
4.4 窒素、リンおよび生活排水処理	446
第4節 騒音・振動対策技術	453
1. 騒音・振動の伝搬	453
1.1 騒音・振動の概要	453
1.2 騒音・振動の尺度	453
1.3 騒音レベルの測定方法	454
1.4 騒音の伝搬特性	454
1.5 音の屈折・音の反射・音の回折	455
1.6 振動の伝搬	456
1.7 騒音・振動防止の基本的考え方	457
2. 防音技術	458
2.1 発生源対策	458

2.2 防音技術の概要	458	3.2 伝達振動の防振	463
2.3 防音技術の適用	460	3.3 非連成条件の設定	464
3. 防振技術	462	3.4 防振材料	464
3.1 機械振動の防振	462	3.5 防振技術の適用	465
第5節 需要家側省エネ・環境技術	467		
1. 室内温熱環境	467	2.3 地域や都市の省エネルギー・環境保全計画	477
1.1 人体の代謝熱放散と温熱感	467	3. 建物の環境計画と省エネルギー	479
1.2 断熱および日射遮蔽	468	3.1 エネルギーを使う建築設備	479
1.3 換気	470	3.2 エネルギー消費の現状	481
2. 地域環境	472	3.3 エネルギー消費量の大きい建築設備と建築計画	481
2.1 都市のエネルギー消費	472	3.4 建築設計と管理における省エネルギー	482
2.2 都市気温とエネルギー消費	475		
第6節 新技術への動き	484		
1. 高温集塵技術—セラミックフィルタ	484	7.2 微粒子およびガスの除去性能	504
2. エレクトレットフィルタ	486	おわりに	505
はじめに	486	8. 電子ビーム照射排ガス処理法	506
2.1 エレクトレットフィルタの初期捕集効率	486	8.1 電子ビーム照射排ガス処理法のしくみと特徴	506
2.2 エレクトレット電荷の安定性	487	8.2 研究開発の現状	507
3. 電気集塵装置のパルス荷電	489	9. 放電プラズマガス処理法	509
はじめに	489	9.1 ガス状有機大気汚染物質処理	509
3.1 パルス荷電の回路原理	489	9.2 放電プラズマ化学反応によるガス浄化	512
3.2 パルス荷電の特徴	490	10. オゾン利用技術	514
3.3 パルス荷電性能テスト結果	491	10.1 オゾンとは	514
おわりに	492	10.2 オゾンの四つの作用	514
4. 電気集塵の新方式	494	10.3 オゾンの濃度単位	514
4.1 ワイドスペース型電気集塵装置	494	10.4 オゾン発生技術	514
4.2 移動電極型電気集塵装置	494	10.5 脱臭分野でのオゾン利用	515
4.3 高速流湿式電気集塵装置	494	10.6 殺菌分野でのオゾン利用	515
5. 発電設備における活性炭排煙処理技術	496	10.7 水処理分野でのオゾン利用	517
5.1 技術の歴史	496	10.8 パルプ漂白分野でのオゾン利用	517
5.2 活性炭の特性	496	10.9 その他の分野でのオゾン利用	517
5.3 活性炭排煙処理システム	499	11. 排水処理技術	518
5.4 今後の課題	499	11.1 エネルギー消費から見た排水処理方式の評価	518
6. 製鉄設備における環境対策技術	500	11.2 最適処理方式の選択	518
6.1 大気関連	500	11.3 ゼロエミッションをめざした	519
6.2 水質関連	501	プロセスの構築	519
6.3 発生物関連	501	12. 防音・防振技術	520
6.4 省エネルギー	501	12.1 音のアクティブ制御	520
7. 核凝縮現象とガス浄化	503	12.2 振動のアクティブ制御	521
はじめに	503		
7.1 核凝縮法の原理と装置構成	503		

第2章 環境調和型エネルギー変換	523
第1節 ボイラの燃焼機器	525
1. 小型ボイラ	525
はじめに	525
1.1 NO _x ・CO 低減対策技術	525
1.2 ばいじん低減対策技術	530
2. 大型ボイラ	532
はじめに	532
2.1 大型ボイラの技術開発	532
2.2 大型ボイラの使用燃料と構成	533
2.3 大型ボイラの燃焼装置	538
2.4 燃料油燃焼装置	542
2.5 ガス燃焼装置	548
2.6 石炭燃焼装置	550
2.7 大型ボイラにおける燃焼管理	561
第2節 固定層および流動層ボイラの燃焼機器	567
1. 固定層および常圧流動層ボイラ	567
1.1 固定層ボイラ	567
1.2 常圧流動層ボイラ	572
おわりに	577
2. 加圧流動層燃焼ボイラ	578
はじめに	578
2.1 加圧流動層燃焼技術開発の経緯	578
2.2 加圧流動層燃焼技術	579
2.3 アドバンスド加圧流動層燃焼	583
おわりに	584
第3節 ガスタービンおよびエンジンの燃焼機器	586
1. ガスタービン	586
1.1 環境、省エネルギーとガスタービン	586
1.2 高温化	586
1.3 低NO _x 化	589
1.4 燃料多様化	591
2. ディーゼルエンジン	594
2.1 排気ガスおよびばいじん	594
2.2 NO _x 低減対策	594
2.3 SO _x 低減対策	601
2.4 ばいじん低減対策	601
2.5 まとめ	602
3. ガソリンエンジン	604
3.1 排気浄化	604
3.2 燃費低減	611
第4節 燃料電池	618
1. リン酸型燃料電池	618
1.1 特徴	618
1.2 発電システムと主要部構造	619
おわりに	623
2. 熔融炭酸塩型燃料電池	624
2.1 熔融炭酸塩型燃料電池 (MCFC) の特徴	624
2.2 MCFC 本体の構成材料	626
2.3 開発の現状と今後の課題	627
3. 固体酸化物燃料電池	630
はじめに—原理と概観	630
3.1 SOFC の開発状況	630
3.2 SOFC の問題点とセリア利用による新しい解決方向	636
4. その他の燃料電池	638
4.1 固体高分子型燃料電池 (PEFC)	638
4.2 直接型メタノール燃料電池 (direct methanol fuel cell : DMFC)	643
4.3 その他	643
4.4 まとめ	643
第5節 クリーン燃料の新しい動き	645
1. 石炭のガス化	645
1.1 総論	645

1.2 噴流床方式石炭ガス化炉	649	3.2 水素の製造	666
1.3 流動床方式石炭ガス化炉	654	3.3 メタノールの製造	668
1.4 固定床方式石炭ガス化炉	656	4. 廃棄物固形化燃料 (RDF) 技術	671
2. 石炭の液化	658	はじめに	671
2.1 直接液化	658	4.1 RDFの種類と分類	672
2.2 間接液化	662	4.2 RDFの特徴	672
3. 水素およびメタノールの製造	666	4.3 日本国内における RDF 製造の現状	673
3.1 燃料としての水素およびメタノール	666		

第6節 新しい動き	678	2. 複合サイクル	686
1. 高温ガスタービン	678	2.1 複合サイクルの特徴と期待	686
はじめに	678	2.2 複合サイクル発電設備の現状	686
1.1 高温ガスタービン技術の変遷	678	2.3 将来型複合サイクル発電設備	687
1.2 今後の展望	683		
おわりに	684		

第3章 高効率エネルギー移動・制御 695

第1節 熱交換器	697	3. 各種熱交換器	712
1. シェル・アンド・チューブ型熱交換器	697	はじめに	712
1.1 熱交換器の構造	697	3.1 プレートフィン形熱交換器	712
1.2 形式とその選定	698	3.2 プレート式熱交換器	715
1.3 熱交換器の設計	702	3.3 回転形蓄熱式熱交換器	716
1.4 最近の技術動向	702	3.4 冷却塔	717
2. フィンつき管形	704	3.5 直接接触式凝縮器	719
2.1 空冷熱交換器	704		
2.2 排熱回収熱交換器	709		

第2節 蒸気圧縮式ヒートポンプ・冷凍機	722	3. 回転式容積型圧縮機	736
1. 遠心式	722	はじめに	736
1.1 概要	722	3.1 圧縮機の種類と適用冷凍能力範囲	736
1.2 遠心ヒートポンプ・冷凍機の構造	722	3.2 高効率化	736
1.3 フロン規制への対応	723	3.3 フロン規制対応	739
1.4 省エネルギー化	725	3.4 省資源, リサイクル	741
1.5 ヒートポンプ	726		
1.6 大容量化	729		
1.7 夜間電力利用と蓄熱	729		
おわりに	730		
2. 往復動式圧縮機	731		

第3節 吸収式ヒートポンプ・冷凍機	745	はじめに	745
1. 単効用・二重効用吸収冷凍機	745		

1.1 単効用, 二重効用吸収冷凍機	745	2.3 第一種吸収ヒートポンプ	756
おわりに	754	2.4 第二種吸収ヒートポンプ	757
2. 各種吸収ヒートポンプ	756	2.5 第三種吸収ヒートポンプ	758
2.1 吸収ヒートポンプと冷凍機	756	2.6 第一種吸収ヒートポンプの実施例	759
2.2 第一種と第二種吸収ヒートポンプ	756	2.7 第二種吸収ヒートポンプの実施例	760

第4節 新しい動き (新冷媒, 自然冷媒, 吸着) 761

1. 新冷媒の展開	761	2.4 特殊ヒートポンプ	778
1.1 フロン冷凍機と環境問題とのかかわり	761	おわりに	779
1.2 フロン規制への対応	763	3. 吸着式冷凍機	781
1.3 R-22 代替冷媒の開発	764	はじめに	781
1.4 将来展望	771	3.1 吸着式冷凍機の原理	781
2. 特殊冷凍機・ヒートポンプ	772	3.2 吸着剤の種類と物質熱伝達	785
はじめに	772	3.3 吸着式冷凍機の種類とその応用	787
2.1 気体冷却方式	772	3.4 吸着式冷凍機研究の動向	789
2.2 特殊な気体冷凍方式	774	おわりに	789
2.3 電子冷却	776		

第4章 貯蔵 791

第1節 熱エネルギー貯蔵 793

1. 顕熱蓄熱	793	2. 潜熱蓄熱	801
1.1 熱の授受による物質の温度変化	793	はじめに	801
1.2 顕熱蓄熱に用いられる材料	794	2.1 潜熱蓄熱システムの考え方	801
1.3 蓄熱材との熱交換	795	2.2 潜熱蓄熱器の実施例	806
1.4 顕熱蓄熱装置	797	おわりに	809
1.5 まとめ	799		

第2節 電気エネルギー貯蔵 811

1. 超伝導エネルギー貯蔵 (SMES)	811	理	815
はじめに	811	2.5 超伝導エネルギー貯蔵装置開発の現状	820
2. 実用超伝導線の現状	811	3. 新しい動き	822
2.1 実用超伝導材料の種類	811	はじめに	822
2.2 極細多芯超伝導線	812	3.1 高温超伝導材料の検討例	822
2.3 安定性と保護	814	3.2 高温超伝導エネルギー貯蔵システムの検討例	823
2.4 超伝導エネルギー貯蔵装置の構成装置および原			

第3節 力学エネルギーの貯蔵 825

1. フライホイール	825	2. 揚水発電	835
はじめに	825	はじめに	835
1.1 フライホイールの特徴	825	2.1 揚水発電所の形式	835
1.2 フライホイールの現状	830	2.2 揚水発電の経済性	836

2.3 ポンプ水車の高落差・高速・大容量化	837	2.5 可変速揚水発電システム	840
2.4 高速・大容量発電電動機	840		
第4節 化学エネルギー貯蔵	845		
1. 二次電池	845	2.1 自然エネルギー輸送・貯蔵システムの概要	854
はじめに	845	2.2 世界エネルギーシステム	857
1.1 実用電池に要求される条件	845	おわりに	859
1.2 二次電池の現状と新型二次電池の動向	847	3. 新しい動き	861
おわりに	853	3.1 化学蓄熱	861
2. 化学エネルギー輸送・貯蔵システム	854	3.2 光化学反応による貯蔵	865
はじめに	854	3.3 生物的貯蔵	866

第III編 実例応用編

第1章 プラント施設 873

第1節 製鉄プラント（エネルギーマネッジ，省エネルギー，排熱回収等） 874

はじめに	874	2.1 現状未利用排エネルギーの実態	891
1. 製鉄プラントのエネルギー利用の実態	875	2.2 今後の製鉄プロセス各工程変更による省エネルギー	898
1.1 製鉄プロセスのエネルギー消費構造	875	2.3 排熱回収，利用の拡大	907
1.2 今までのエネルギー有効利用への取り組み	878	おわりに	911
2. 今後の省エネルギー	890		

第2節 石油化学プラント 913

はじめに	913	1.6 最終排出エネルギーの実態	916
1. 石油化学工業のエネルギー使用の実態	913	2. 最近の石油化学工業の省エネルギー対策例	918
1.1 日本のエネルギー使用に占める石油化学工業の位置	913	2.1 エチレンプラント	918
1.2 石油化学工業のエネルギー消費の推移	913	2.2 多変数モデル予測制御の適用	921
1.3 石油化学製品別のエネルギー使用量	915	2.3 ピンチ解析手法による省エネルギー	924
1.4 石油化学工業のエネルギー原単位	915	2.4 蒸気バランスの最適化	925
1.5 石油化学工業におけるこれまでの省エネルギー対策	916	2.5 静的，動的シミュレータの活用	925
		おわりに	926

第2章 発電施設 929

第1節 コンバインドサイクル発電 930

はじめに	930	1.1 火力発電の役割	930
1. コンバインドサイクル発電の導入	930	1.2 ガスタービン技術の進歩	931

1.3	コンバインドサイクル発電の導入	932	5.1	1,300°C級ガスタービンの開発	943
2.	コンバインドサイクル発電の概要	933	5.2	低 NO _x 燃焼器の開発	944
2.1	コンバインドサイクル発電の原理	933	5.3	ACC システムの最適化	945
2.2	コンバインドサイクル発電の種類	934	6.	横浜火力 7・8 号系列 ACC 発電プラントの計画概要	945
3.	コンバインドサイクル発電の運用上の特徴	935	6.1	横浜 7・8 号系列の構成と仕様諸元	945
4.	富津 1・2 号系列コンバインドサイクル発電プラントの概要と運用実績	937	6.2	横浜 7・8 号系列の配置計画	947
4.1	富津火力 1・2 号系列の概要	937	6.3	横浜 7・8 号系列の建設状況	947
4.2	富津火力 1・2 号系列の運用実績	939	7.	ACC 発電プラントによる経年火力の設備更新	947
5.	1,300°C級 ACC 発電プラントの開発導入	940	8.	ACC 発電の展望	950

第 2 節	石炭利用発電	951	3.1	加圧流動床複合発電 (PFBC 発電)	955
1.	発電用燃料としての石炭	951	3.2	石炭ガス化複合発電 (IGCC 発電)	957
1.1	わが国における発電用石炭利用の推移	951	4.	その他のコンバインドサイクル	962
1.2	わが国における石炭利用発電の見通し	952	4.1	石炭ガス化トッピングサイクル	962
1.3	火力発電技術の現状	953	4.2	石炭ガス化燃料電池複合サイクル発電	962
2.	高効率火力発電システム開発の動向	953	4.3	石炭ガス化 MHD 発電	962
2.1	蒸気サイクルの高温高圧下による効率向上	953	5.	石炭利用高効率発電技術の将来展望	963
2.2	蒸気タービンの性能向上による効率向上	954	6.	まとめ	964
3.	各種コンバインドサイクルによる効率向上	955			

第 3 章 地域熱供給施設 965

第 1 節	電気式地域冷暖房	966	3.2	経済的な設備	970
1.	概要並びに特徴	966	3.3	運転操作性・保守サービス性の向上	970
1.1	経済性に優れる	966	3.4	省エネルギー・環境保全性の向上	970
1.2	環境保全性に優れる	966	3.5	未利用エネルギー活用可能性の検討	970
1.3	エネルギー使用効率が高い	967	4.	未利用エネルギー活用事例	972
1.4	未利用エネルギーの活用効果が高い	967	4.1	箱崎地区地域冷暖房 (河川水利用熱供給システム)	972
2.	システムの基本構成	967	4.2	後楽一丁目地区地域冷暖房 (下水利用熱供給システム)	975
2.1	システムの基本構成要素	967	5.	技術展望	979
2.2	熱源系	968	5.1	高密度蓄熱技術	979
2.3	蓄熱槽系	968	5.2	管摩擦抵抗の低減技術	979
2.4	供給系	968	5.3	高効率ヒートポンプ技術	980
2.5	電源系	968			
2.6	監視制御系	968			
3.	計画・設計における留意点	970			
3.1	安定供給の確保	970			

第 2 節	ガス式地域冷暖房	981	1.2	ガス式地域冷暖房の特色	981
1.	ガス式地域冷暖房の始まりと特色	981	2.	一般的なガス式地域冷暖房システム	982
1.1	ガス式地域冷暖房の始まり	981			

2.1	ガスボイラのみ	982	3.5	ガスエンジンコージェネレーションを導入した地域冷暖房	991
2.2	ガスボイラ+蒸気吸収冷凍機	982	3.6	コージェネレーションの導入効果	993
2.3	ガスボイラ+蒸気タービン駆動ターボ冷凍機	983	3.7	コージェネレーションにおける窒素酸化物低減対策	993
2.4	ガス吸収冷温水機	984	3.8	全国のコージェネレーションを活用した地域冷暖房	994
2.5	地域配管設備	985	4.	未利用エネルギーを活用した地域冷暖房システム	994
2.6	地域冷暖房の導入効果	987	4.1	未利用エネルギーとは	994
3.	コージェネレーションを導入した地域冷暖房システム	988	4.2	清掃工場排熱を活用した地域冷暖房	994
3.1	コージェネレーションとは	988	4.3	河川水を活用した地域冷暖房	997
3.2	ガスタービンコージェネレーションシステムの特徴	988	4.4	海水を活用した地域冷暖房	997
3.3	ガスエンジンコージェネレーションシステムの特徴	989	4.5	未利用エネルギー活用の効果	997
3.4	ガスタービンコージェネレーションを導入した地域冷暖房	989	5.	今後のガス式地域冷暖房	998

第4章 エネルギー貯蔵施設1001

第1節 圧縮空気貯蔵発電1002

はじめに	1002	2.2	マッキントッシュ発電所	1006
1. CAESの特徴	1002	3.	わが国におけるCAESシステム	1008
1.1 CAESシステムの概要	1002	3.1	地下空洞貯蔵方式	1008
1.2 空気貯蔵法	1004	3.2	都市型CAES方式	1008
2. 海外のCAESシステム	1005	4.	CAESの経済性	1013
2.1 フントルフ発電所	1006	おわりに		1015

第2節 熱エネルギー貯蔵（蓄熱システムの実施事例）1016

1. 水蓄熱システムおよび潜熱蓄熱システム	1016	4.1	システム導入の背景	1028
2. 水蓄熱システムの特徴と種類	1018	4.2	氷蓄熱システムの概要	1028
2.1 蓄熱システムの経済性	1018	4.3	システムの基本構成	1029
2.2 水蓄熱システムの種類と特性	1019	4.4	システムの実施例	1029
2.3 蓄熱槽の設計	1021	4.5	まとめ	1033
3. 氷蓄熱システム	1025	5.	潜熱蓄熱を用いた大規模地域熱供給設備	1033
3.1 氷蓄熱システム導入の背景	1025	5.1	設備概要	1033
3.2 水蓄熱システムと氷蓄熱システムの経済性	1026	5.2	MM 21 DHCの概要	1034
3.3 氷蓄熱システムの種類と技術課題	1026	5.3	大規模潜熱蓄熱システム	1038
4. 氷蓄熱システムの導入事例	1027	5.4	まとめ	1048

第5章 建築エネルギーシステム	1049
第1節 省エネルギービル	1050
はじめに	1050
1. ビルにおける省エネルギー	1050
1.1 エネルギー消費量	1051
1.2 主要な省エネルギー手法	1052
1.3 評価手法	1052
2. 省エネルギービルの実例	1056
2.1 大林組技術研究所本館	1056
2.2 ニッセイ四日市ビル	1061
第2節 省エネルギー工場	1064
1. 序文	1064
2. バイオ研究所におけるヒートポンプ蓄熱システム の実例	1064
はじめに	1064
2.1 建築概要	1064
2.2 空調設備概要	1064
2.3 蓄熱システムの特徴	1065
2.4 夏期の運転実績	1065
おわりに	1068
3. 製薬工場におけるヒートポンプの利用	1068
はじめに	1068
3.1 建築概要	1068
3.2 空調設備概要	1068
4. 電算センタにおけるヒートポンプの利用	1071
はじめに	1071
4.1 建築概要	1071
4.2 空調設備概要	1071
おわりに	1073
5. 医薬品工場における熱回収型熱源システム事例	1073
はじめに	1073
5.1 建築概要	1074
5.2 空調設備概要	1074
5.3 熱源システムの運転概要	1074
おわりに	1075
第6章 新しい動き	1077
第1節 分散型発電所	1078
1. 分散型発電への流れ	1078
1.1 大規模集中型と小規模分散型	1078
1.2 分散型発電所の利点	1078
1.3 規制緩和	1078
1.4 公害対策	1079
2. コージェネレーション（熱電併給）システム	1079
2.1 Cogeneration の語義	1079
2.2 コージェネレーションの省エネルギー性と経済 性	1079
2.3 排熱回収の方法	1080
2.4 コージェネレーション（熱電併給）の実施例	1080
3. ピーク対応型発電施設	1085
3.1 電力需要の昼夜間格差	1085
3.2 ガスタービンによるピーク対応発電	1086
3.3 ピーク対応に適した高効率ガスタービン発電設 備の事例	1086
4. ごみ焼却発電施設	1093
4.1 現状と将来計画	1093
4.2 ごみ焼却発電の技術的な難しさ	1093
4.3 ごみ焼却発電の高効率化の手段	1093
4.4 ごみ焼却の集中化と発電の高効率化（RDF 発 電）	1094
第2節 新エネルギー利用環境共生住宅	1095
はじめに	1095
1. 建築概要	1095

2. エネルギーシステム	1096	3.2 空調システム	1101
2.1 燃料電池の住宅への適用	1096	4. 自然環境計画	1104
2.2 熱源システム	1097	5. 生活廃棄物、排水処理システム	1106
2.3 電源システム	1099	6. アクアループシステム	1108
2.4 制御システム	1099	7. フレキシビリティの高い建築設備システム	1108
3. 建物熱性能と空調システム	1100	8. 住宅と設備機器	1109
3.1 住宅熱性能	1101	おわりに	1111