

エネルギー管理士 受験講座（熱分野 電気分野） 1

課目 I エネルギー総合管理および法規



JTEX

CONTENTS

1章 エネルギー情勢・政策, エネルギー概論	1
I エネルギー情勢・政策	3
1. 世界のエネルギー情勢	3
(1) 世界のエネルギー消費と消費地域	3
(2) エネルギー源別分類	4
2. 日本のエネルギー情勢	8
(1) エネルギー消費の現状	8
(2) エネルギー供給	9
3. 地球温暖化	12
4. 京都議定書	14
5. 長期エネルギー需給見通し	16
(1) 検討に当たっての前提条件	16
(2) ケースの設定	17
(3) 戦略目標とエネルギー技術	17
(4) 長期エネルギー需給見通しの再計算	19
6. 再生可能エネルギー買取制度	21
II エネルギー概論	23
1. SI単位	23
2. エネルギーの形態	25
(1) 化学エネルギー	27
(2) 熱エネルギー	27
(3) 力学エネルギー	29
(4) 電気エネルギー	29
(5) 光エネルギー	30
(6) 核エネルギー	30
3. 各種発電方式	31
(1) 火力発電	31
(2) コンバインドサイクル発電	32
(3) コージェネレーションシステム	32
(4) 原子力発電	33

C O N T E N T S

(5) 水力発電	34
(6) 太陽光発電	34
(7) 風力発電	34
(8) 地熱発電	35
(9) 燃料電池	35
4. エネルギー貯蔵とヒートポンプ	37
(1) 揚水発電	37
(2) 蓄熱装置	38
(3) 蓄電池	39
(4) フライホイール	40
(5) ヒートポンプ	41
1章 章末問題	43
1章 章末問題 解答・解説	47

2章 エネルギー管理技術の基礎 51

1. エネルギー消費原単位	57
2. 熱エネルギー管理	60
(1) 燃料の燃焼	60
(2) 熱エネルギー	62
(3) 伝熱	64
(4) 流体	67
(5) ボイラ	68
(6) 熱機関	71
(7) 蒸気加熱	73
(8) 空気調和設備	75
(9) 廃熱回収設備	77
(10) 工業炉	78
(11) 断熱材	80
3. 電気エネルギー管理	81

CONTENTS

(1) 電荷と電流	81
(2) 交流回路	82
(3) 交流回路の電力	85
(4) 三相交流回路	87
(5) 負荷管理	90
(6) 電圧管理	92
(7) 力率管理	93
(8) 電動力応用	94
(9) 電気加熱	96
(10) 電気化学	97
(11) 照明	98
2章 章末問題	101
2章 章末問題 解答・解説	105

3章 エネルギー管理基準（判断基準）

113

1. 工場等判断基準	117
(1) 工場等判断基準の構成	117
(2) 基準部分	118
(3) 目標・措置部分	121
2. 基準部分（工場）	124
(1) 燃料の燃焼の合理化	124
(2) 加熱および冷却ならびに伝熱の合理化	125
(3) 廃熱の回収利用	130
(4) 熱の動力等への変換の合理化	131
(5) 放射，伝導，抵抗等によるエネルギーの損失の防止	134
(6) 電気の動力，熱等への変換の合理化	137
3. 目標・措置部分（工場）	140
(1) 燃焼設備	140
(2) 熱利用設備	141

CONTENTS

(3) 廃熱回収設備	143
(4) コージェネレーション設備	144
(5) 電気使用設備	144
(6) 空気調和設備, 給湯設備, 換気設備, 昇降機等	146
(7) 照明設備	147
(8) 工場エネルギー管理システム	148
4. その他エネルギーの使用の合理化に関する事項	149
3章 章末問題	150
3章 章末問題 解答・解説	154

4章 エネルギーの使用の合理化に関する法律および命令 157

1. 「省エネ法」の構成	158
2. 平成20年度法律改正の目的	158
3. おもな改正内容	160
(1) 指定基準の改正	160
(2) 報告書等の提出単位の変更	160
(3) エネルギー管理統括者等の創設	160
4. エネルギーの使用の合理化に関する法令	161
5. 法律および命令	161
(1) 「法」総則(1章)	161
(2) 「法」基本方針等(2章)	164
(3) 「法」工場等に係る措置等(3章)	167
(4) 「法」雑則(7章)	195
4章 章末問題	199
4章 章末問題 解答・解説	204
○INDEX	206

エネルギー管理士 受験講座(熱分野) 2

課目Ⅱ 熱と流体の流れの基礎

CONTENTS

1章 熱力学の基礎	1
1. 熱力学の基本事項	11
(1) 基本エネルギー単位	11
1) 温度	11
2) エネルギー (熱量)	11
3) 圧力	11
4) 動力 (仕事率)	13
5) 密度と比体積 (比容積)	13
6) 熱量と比熱	13
(2) 熱力学で使われる用語	15
1) 系の分類	15
2) 動作流体	16
3) 熱の種類 (顕熱, 潜熱, 反応熱)	16
4) 変化	17
5) サイクル	17
6) 状態量	17
2. 熱力学の第1法則	21
(1) 熱力学の第1法則	21
(2) 動作流体の仕事	22
(3) 静止系でのエネルギーの式	22
1) 内部エネルギー	22
2) 静止系でのエネルギーの式	22
(4) 物体に蓄積されるエネルギー	24
(5) 流れ系でのエネルギーの式	26
1) 動作流体の管路の移動	26
2) エンタルピー	27
(6) 可逆変化での仕事	30
1) 可逆変化と不可逆変化	30
2) 可逆変化での仕事	30
3) $P-V$ 線図での仕事	31

CONTENTS

3. 理想気体	39
(1) 理想気体の状態式	39
1) 理想気体	39
2) 理想気体の状態式	39
(2) 理想気体の状態変化	41
1) 等圧変化	41
2) 等容変化	43
3) 等温変化	45
4) 可逆断熱変化	47
5) ポリトロープ変化	53
6) 状態変化のまとめ	56
7) 理想気体の不可逆変化	57
4. 熱力学の第2法則とその応用	62
(1) 熱力学の第2法則	62
(2) エントロピー	62
(3) 理想気体のエントロピー	65
1) 等圧変化	65
2) 等容変化	65
3) 等温変化	65
4) 可逆断熱変化	66
5) ポリトロープ変化	66
6) エントロピーの変化量からの状態変化のまとめ	67
(4) カルノーサイクルとエントロピー線図	70
(5) 有効エネルギー	74
1) 最大仕事	74
2) 有効エネルギー	76

C O N T E N T S

5. ガスサイクル熱機関	81
(1) 熱機関とその要素	81
(2) オットーサイクル	82
(3) ディーゼルサイクル	85
(4) サバテサイクル	87
(5) プレイトンサイクル	88
(6) エリクソンサイクル	91
(7) スターリングサイクル	93
6. 蒸気と蒸気サイクル	95
(1) 蒸気の性質	95
1) 一般的性質	95
2) 飽和蒸気とその性質	96
(2) 蒸気表と蒸気線図	98
(3) 蒸気の状態変化	102
1) 等圧変化	103
2) 等容変化	103
3) 断熱変化 (可逆断熱変化)	104
4) 絞り	105
(4) 蒸気サイクル	105
1) ランキンサイクル	105
2) 再熱・再生サイクル	107
3) コンバインドサイクル	108
7. 湿り空気	112
(1) 湿り空気	112
(2) 湿度	112
1) 絶対湿度	112
2) 相対湿度	113
3) 湿度の相互関係	113
(3) 湿り空気の状態量	115

C O N T E N T S

8. 冷凍サイクルとヒートポンプ	119
(1) 冷凍機と冷凍サイクル	119
(2) ヒートポンプ	120
(3) 冷凍サイクルの実例	121
1) 蒸気圧縮冷凍サイクル	121
2) 吸収冷凍サイクル	124
1章 章末問題	129
1章 章末問題 解答・解説	133
○INDEX	137

エネルギー管理士 受験講座(熱分野) ③

課目Ⅱ 熱と流体の流れの基礎

CONTENTS

2章 流体工学の基礎	1
1. 流体の物性と静力学	7
(1) 流体	7
(2) 密度と比重	8
(3) 圧力とヘッド	9
(4) 液体の深さと圧力	12
(5) 粘性	13
1) 粘性による力	14
2) 粘性係数	15
3) 動粘性係数	17
4) 氷と空気の粘性係数	18
(6) 圧縮性	20
(7) 理想流体 (完全流体)	21
(8) 流体の物性値	21
2. 流れの状態と基礎方程式	22
(1) 流れの状態	22
1) 定常流と非定常流	22
2) 層流と乱流	22
(2) レイノルズ数	23
(3) 基礎方程式	26
1) 質量保存則 (連続の法則)	27
2) ベルヌーイの定理	29
3) トリチェリの定理	30
(4) 運動量保存則	32
1) 力学	32
2) 流体力学	33

CONTENTS

3. 粘性流体の流れ	34
(1) 管内の流体の流れ	34
1) 理想流体	34
2) 実在流体	34
(2) 円管内の流れ	35
1) 円管内の流れ	35
2) 層流境界層の流れ	36
3) 乱流境界層の流れ	42
(3) 直管の圧力損失	43
1) 圧力損失	43
2) 等価直径	47
3) 各種管路要素の圧力損失	48
4) 圧力損失係数	49
(4) 流量測定	51
1) ベンチェリ管	51
2) オリフィス	52
4. 流体機械	54
(1) ポンプ	54
1) ポンプの分類と用途	54
2) ポンプの特性	56
(2) 送風機	67
1) 送風機の分類と用途	67
2) 送風機の特性	71
3) ファンの運転	74
5. 単相流と混相流	83
(1) 相変化と混相流	83
(2) 気液二相流	83
1) 流動様式	83
2) 物理量	85
2章 章末問題	87
2章 章末問題 解答・解説	90

C O N T E N T S

3章 伝熱工学の基礎	93
1. 伝熱工学の基本事項と熱伝導	99
(1) 伝熱工学の基本事項	99
1) 熱と伝熱の概念	99
2) 伝熱の種類	99
3) 伝熱で使用する単位	99
(2) 熱伝導	100
1) フーリエの式	100
2) 物質の熱伝導率	102
3) 温度伝導率	102
4) 熱伝導による伝熱量の計算	103
2. 熱放射	117
(1) 熱放射の理論式	117
1) プランクの熱放射式	117
2) ウィーンの変位則	119
3) ステファン・ボルツマンの法則	122
(2) 放射率	125
(3) 吸収, 反射, 透過	126
1) キルヒホッフの法則	126
2) 灰色体	127
(4) 物体間の放射による伝熱量の計算	128
1) 黒体面間の放射伝熱	128
2) 灰色体間の放射伝熱	130

CONTENTS

3. 熱伝達	137
(1) 熱伝達の式	137
1) 熱伝達概念	137
2) 熱伝達の式	138
(2) 熱伝達率	140
1) おもな伝熱過程における熱伝達率	140
2) 無次元パラメータ	140
3) 無次元相関式	143
(3) 相変化を伴う熱伝達	148
1) 沸騰熱伝達	148
2) 凝縮熱伝達	151
3) 沸騰伝熱と凝縮伝熱の相似性	152
(4) 熱伝達による伝熱量の計算	155
1) 平板での熱貫流	156
2) 円筒での熱貫流	159
4. 熱交換器	163
(1) 流体の流れと温度分布	163
1) 流体の流れ	163
2) 温度分布	164
(2) 交換熱量	166
(3) 熱交換器の性能	166
1) 熱交換器の性能評価	166
2) 汚れ係数	168
5. 物質伝達	174
(1) 混合物と物質伝達	174
1) 物質伝達	174
2) 濃度	174
3) 速度と流束	175
(2) 物質拡散	177
1) フィックの拡散法則	177
2) 運動量移動	177
3) 移動の式の対応	178
4) 対流物質伝達	178
5) 物性値の相互関係	179
3章 章末問題	181
3章 章末問題 解答・解説	183
○INDEX	185

エネルギー管理士 受験講座(熱分野) 4

課目Ⅲ 燃料と燃焼



JTEX

C O N T E N T S

1章 燃 料	5
1. 各種燃料	5
2. 気体燃料	6
(1) 気体燃料の生成と資源	6
(2) 気体燃料の種類と特徴	9
3. 液体燃料.....	19
(1) 液体燃料の生成と資源	19
(2) 原油の精製	22
(3) 液体燃料の種類と特徴	23
4. 固体燃料.....	31
(1) 石炭の生成と資源	31
(2) 固体燃料の種類と特徴	32
5. バイオマス燃料	36
(1) バイオエタノール	36
(2) バイオディーゼルフューエル (BDF)	36
(3) 木質バイオ燃料.....	36
(4) バイオガス	37
6. 燃料の試験法.....	38
(1) 発熱量の測定法.....	38
(2) 組成分析法	39
(3) 特性分析法	43
1章 章末問題	47
1章 章末問題 解答・解説	51

C O N T E N T S

2章 燃焼管理	55
1. 燃焼の基礎現象	59
(1) 燃焼反応と反応速度	59
(2) 気相燃焼反応	59
(3) 火炎伝播	61
(4) 燃焼反応の基本式	61
2. 気体燃料の燃焼	63
(1) 層流予混合火炎	63
(2) 拡散火炎	65
(3) 火炎伝播速度と燃焼速度	67
(4) 点火と着火	70
(5) 可燃限界	73
(6) デトネーション	74
(7) 火炎の安定と保炎	75
(8) 気体燃料燃焼装置	78
3. 液体燃料の燃焼	83
(1) 燃焼の形態	83
(2) 燃料の微粒化	83
(3) 液体燃料燃焼装置	85
(4) 液体燃料バーナ	86
4. 固体燃料の燃焼	90
(1) 燃焼の形態	90
(2) 石炭の燃焼方式	91
5. 燃焼ガスの測定法	98
(1) 燃焼ガスの分析法	98
6. 燃焼設備と燃焼管理	103
(1) 通風装置と燃焼	103
(2) 燃焼管理	104
(3) 環境対策	106
2章 章末問題	111
2章 章末問題 解答・解説	119

C O N T E N T S

3章 燃焼計算	125
1. 燃焼計算	129
(1) 燃焼計算の手順	129
(2) 用語の説明	130
(3) 燃焼計算の進め方	132
2. 燃焼計算の具体例	142
(1) 炭素の燃焼	142
(2) 水素 H_2 の燃焼	144
(3) 硫黄 S の燃焼	147
(4) メタン CH_4 の燃焼	149
(5) セルロースの燃焼	150
(6) 燃焼生成物	151
(7) 燃焼計算のまとめ	152
(8) 燃焼ガス温度計算	154
3. 燃焼計算問題の分類	159
(1) 各パターンの整理	159
(2) パターン 1：燃焼ガス中の CO_2 濃度を与えた燃焼計算	160
(3) パターン 2：空気比 α を小さくした燃焼計算	166
(4) パターン 3：燃料を変更した燃焼計算	173
(5) 参考 その他のパターン パターン 4：燃焼ガスに水を加える場合	180
3章 章末問題	181
3章 章末問題 解答・解説	186
○INDEX	194

エネルギー管理士 受験講座(熱分野) ⑤

課目Ⅳ 熱利用設備およびその管理

CONTENTS

1章 計測	1
1. 計測の基礎知識.....	4
(1) 単位.....	4
(2) 測定原理.....	5
(3) 誤差.....	5
2. 温度計測.....	6
(1) 抵抗温度計.....	7
(2) 熱電温度計.....	10
(3) 放射温度計.....	12
(4) その他温度計.....	15
3. 流量計測.....	17
(1) 差圧流量計.....	17
(2) ピトー管流量計.....	18
(3) 面積流量計 (ロータメータ).....	20
(4) タービン (翼車) 流量計.....	21
(5) 渦流量計.....	22
(6) 超音波流量計.....	23
(7) 電磁流量計.....	24
(8) 容積流量計.....	26
(9) コリオリ流量計.....	27
4. 圧力計測ほか.....	29
(1) 圧力計.....	29
(2) 液面計 (レベル計).....	30
(3) 熱流束計 (熱流計).....	31
1章 章末問題.....	33
1章 章末問題 解答・解説.....	38
2章 制御	41
1. 自動制御.....	43
(1) 制御系の分類.....	44
(2) フィードバック制御.....	45
(3) フィードフォワード制御.....	47

CONTENTS

(4) いろいろな追値制御	48
2. ブロック線図, ラプラス変換, 伝達関数	51
(1) ブロック線図	51
(2) ラプラス変換	53
(3) 伝達関数	55
3. PID制御	60
(1) 比例動作, 積分動作, 微分動作	60
(2) ラプラス変換表示	63
(3) PID制御の調整法	64
4. 応答特性と安定性	67
(1) ステップ応答	67
(2) 周波数応答	69
(3) 安定度解析	69
2章 章末問題	72
2章 章末問題 解答・解説	81

3章 ボイラ, 蒸気輸送・貯蔵装置

1. ボイラの種類	88
(1) 丸ボイラ	89
(2) 水管ボイラ	90
(3) 特殊ボイラ	93
2. 構成機器	97
(1) ボイラ本体	97
(2) 燃焼, 通風設備	98
(3) 排熱回収設備	99
(4) 環境設備	100
(5) 水処理設備	101
(6) 自動制御	103
3. ボイラ容量・性能	107
(1) ボイラ容量	107
(2) 効率算出方法	107
(3) 熱損失	109
(4) ボイラ効率の計算	110

CONTENTS

4. ボイラ効率向上対策と環境対策	112
(1) ボイラ効率向上対策	112
(2) 環境対策	115
5. 蒸気輸送・貯蔵	117
(1) 蒸気輸送配管	117
(2) 蒸気貯蔵	122
(3) 蒸気配管の省エネ対策	123
3章 章末問題	124
3章 章末問題 解答・解説	130

4章 蒸気原動機・内燃機関・ガスタービン 137

1. 蒸気原動機	140
(1) 蒸気タービンの原理と分類	140
(2) 蒸気タービンの構造	148
(3) 蒸気タービンの性能	151
2. 内燃機関	157
(1) 火花点火機関	158
(2) 圧縮着火機関	159
(3) 容積型内燃機関の高出力化	162
(4) 内燃機関の排ガス対策	162
3. ガスタービン	164
(1) ガスタービンの原理と特徴	164
(2) ガスタービンの構造	165
(3) ガスタービンの性能	168
(4) ガスタービンの排ガス対策	168
(5) 圧縮機の異常	170
4. コンバインドサイクル, コージェネレーション	171
(1) コンバインドサイクル	171
(2) コージェネレーション	174
4章 章末問題	177
4章 章末問題 解答・解説	182

○INDEX	185
--------	-----

エネルギー管理士 受験講座(熱分野) ⑥

課目Ⅳ 熱利用設備およびその管理

CONTENTS

5章 熱交換器・熱回収装置	1
1. 熱交換器の分類	3
(1) 隔壁式熱交換器	4
(2) 直接接触式熱交換器	8
(3) 蓄熱式熱交換器	8
(4) 全熱交換器	9
(5) 加熱器	9
(6) 流動方向による分類	9
2. 熱交換器の温度分布と交換熱量	11
(1) 温度分布	11
(2) 交換熱量	12
(3) 伝熱面の汚れ	14
3. 熱交換器の性能評価	16
(1) 温度効率	16
(2) エネルギー効率	17
(3) 有効率	19
(4) NTU	19
4. 熱交換器の省エネ対策	20
(1) 日常管理	20
(2) 保 全	20
(3) 設 備	20
5. 熱回収装置	24
(1) 熱回収の例	24
(2) 熱利用の例	26
(3) 日常管理と保全	27
(4) 熱回収システムの $T-Q$ 線図	27
5章 章末問題	29
5章 章末問題 解答・解説	34

C O N T E N T S

6章 冷凍・空気調和設備	39
1. 冷凍設備.....	41
(1) 蒸気圧縮冷凍機.....	42
(2) 吸収冷凍機.....	46
2. 空気調和設備.....	49
(1) 空気調和設備の構成と方式.....	49
(2) 空調負荷・空気線図.....	52
3. 空調設備の省エネ対策.....	64
(1) 熱負荷の軽減.....	64
(2) 熱源設備のエネルギー削減.....	65
(3) 熱搬送設備のエネルギー削減.....	66
(4) その他の省エネルギー手法.....	68
6章 章末問題.....	70
6章 章末問題 解答・解説.....	79
7章 工業炉・熱設備材料	85
1. 工業炉.....	87
(1) 工業炉の分類.....	87
(2) 工業炉の構造.....	89
(3) 代表的な工業炉.....	91
(4) 工業炉の省エネルギー対策.....	93
(5) 工業炉の性能.....	98
2. 熱設備材料.....	101
(1) 耐火物と断熱材.....	101
(2) 断熱材の分類と特性.....	108
(3) 熱設備に使われる構造材料.....	109
7章 章末問題.....	111
7章 章末問題 解答・解説.....	117

C O N T E N T S

8章 蒸留・蒸発・濃縮装置, 乾燥装置, 乾留・ガス化装置…123

1. 蒸留・蒸発・濃縮装置 ……………	126
(1) 蒸 留……………	126
(2) 蒸発・濃縮……………	133
(3) 蒸留・蒸発・濃縮装置の省エネ対策 ……………	136
2. 乾燥装置 ……………	139
(1) 乾燥の基礎……………	139
(2) 乾燥装置の分類……………	143
(3) 乾燥装置の熱収支と熱効率……………	145
(4) 乾燥装置の省エネ対策……………	146
3. 乾留・ガス化 ……………	147
(1) 乾 留……………	147
(2) ガス化……………	149
8章 章末問題 ……………	154
8章 章末問題 解答・解説……………	159
○INDEX ……………	163