

目次

第1章 概論	1
1・1 熱力学の意義	1
1・2 熱の授受と熱力学	2
1・3 熱力学の歴史的背景*	3
1・4 本書の使用法	5
第2章 基本概念と熱力学第0法則	7
2・1 系・物質・エネルギー	7
2・1・1 系	7
2・1・2 閉じた系と開いた系	7
2・1・3 エネルギーの形態	8
2・1・4 エネルギーの巨視的形態と微視的形態	8
2・1・5 内部エネルギー	9
2・2 熱力学の微視的理解*	9
2・2・1 質点系の内部エネルギー	9
2・2・2 分子運動と物質の状態・相変化	10
2・3 温度と熱平衡（熱力学第0法則）	12
2・3・1 熱平衡（熱力学第0法則）	12
2・3・2 温度	13
2・4 熱量と比熱	13
2・5 状態量	14
2・6 単位系と単位	14
2・6・1 SI	14
2・6・2 SI以外の単位系と単位	16
第3章 熱力学第1法則	19
3・1 熱と仕事	19
3・1・1 熱	19
3・1・2 仕事	19
3・2 閉じた系の熱力学第1法則	20
3・3 熱力学的平衡と準静的過程	23
3・3・1 熱力学的平衡	23
3・3・2 準静的過程	23

3・3・3	可逆過程と不可逆過程*	24
3・4	準静的過程における閉じた系の熱力学第1法則	25
3・4・1	熱力学第1法則	25
3・4・2	準静的過程におけるサイクルの正味仕事	25
3・4・3	定積比熱と定圧比熱	26
3・5	開いた系の熱力学第1法則	27
3・5・1	定常流動系と質量保存則	27
3・5・2	流動仕事とエンタルピー	27
3・5・3	定常流動系のエネルギー保存則	28
3・5・4	各種機械における定常流動系	29
3・6	理想気体における熱力学第1法則	32
3・6・1	理想気体と内部エネルギー	32
3・6・2	理想気体の比熱*	33
3・6・3	理想気体の準静的過程	35
3・6・4	理想気体の混合*	39
第4章	熱力学第2法則	43
4・1	熱を仕事に変換する効率：カルノーの功績	43
4・1・1	熱効率に限界はあるか？	43
4・1・2	カルノーの考えたこと	44
4・2	熱機関のモデル化	46
4・2・1	サイクル	46
4・2・2	可逆過程と不可逆過程	48
4・2・3	内部可逆過程*	49
4・3	カルノーサイクルの性質	50
4・4	閉じた系の第2法則	53
4・4・1	1つの熱源と作用するサイクル：第2法則の言葉による表現	54
4・4・2	2つの熱源と作用するサイクル	55
4・4・3	n 個の熱源と作用するサイクル	55
4・5	エントロピー	56
4・5・1	状態量としてのエントロピーの定義	56
4・5・2	閉じた系のエントロピーバランス（不可逆過程におけるエントロピー生成）	58
4・5・3	開いた系のエントロピーバランス：開いた系の第2法則	60
4・5・4	第2法則とエントロピーおよびエントロピー生成のまとめ	60
4・6	エントロピーの利用	61
4・6・1	エントロピー変化の式： TdS の関係式	61

4・6・2	理想気体のエントロピー変化	62
4・6・3	液体, 固体のエントロピー変化	63
4・6・4	蒸気表によるエントロピー変化の計算	63
4・6・5	エントロピー生成の計算*	64
4・6・6	エントロピーを含んだ線図, グラフィカルなエントロピーの利用	67
第5章	エネルギー有効利用とエクセルギー	69
5・1	エクセルギー解析の必要性	69
5・1・1	第2法則からエクセルギーへ	69
5・2	仕事を発生する潜在能力: 最大仕事の考え方	70
5・2・1	最大仕事	70
5・2・2	周囲がエクセルギー(エネルギー変換)に与える影響	72
a.	体積変化によるエクセルギー	72
b.	熱のエクセルギー	73
c.	化学エクセルギー	74
d.	エクセルギー計算のための標準周囲状態	74
5・2・3	エクセルギーの基礎まとめ	75
5・2・4	エクセルギー効率	75
5・3	様々な系のエクセルギー	77
5・3・1	熱源の熱を利用する系	77
5・3・2	閉じた系(非流動過程)	77
5・3・3	定常流動系	80
5・3・4	物質移動のある開いた系*	81
5・4	自由エネルギー	81
5・4・1	ギブス自由エネルギー	81
5・4・2	ヘルムホルツ自由エネルギー	83
5・4・3	平衡条件と自由エネルギー(化学反応の進む方向)*	84
5・5	エクセルギー損失*	85
5・5・1	不可逆過程とエクセルギー損失	85
第6章	熱力学の一般関係式	89
6・1	熱力学の一般関係式	89
6・2	エネルギー式から導かれる一般関係式	91
6・3	比熱に関する一般関係式	93
6・4	内部エネルギーとエンタルピーの一般関係式	96
6・5	ジュール・トムソン効果	97

6・6	相平衡とクラペイロン・クラウジウスの式	99
第7章	化学反応と燃焼	103
7・1	化学反応・燃焼と環境問題	103
7・2	化学反応とエネルギー変換	105
7・2・1	反応熱と標準生成エンタルピー	105
7・2・2	化学反応のギブス自由エネルギー変化	107
7・2・3	標準生成ギブス自由エネルギーとエネルギー変換	109
7・3	化学平衡	111
7・3・1	反応速度*	111
7・3・2	反応速度と化学平衡	112
7・3・3	化学平衡の条件	112
7・3・4	平衡定数	113
7・3・5	化学平衡に及ぼす圧力と温度の影響	115
7・3・6	一般的な場合の平衡組成の求め方	117
7・3・7	平衡定数の諸注意	119
7・4	燃焼	119
7・4・1	燃料	120
7・4・2	燃焼の形態	120
7・4・3	燃焼の反応機構*	120
7・4・4	空燃比, 燃空比, 空気比, 当量比	122
7・4・5	燃焼のエネルギーバランス	123
7・4・6	理論火炎温度	124
7・4・7	燃焼とエネルギー変換	127
第8章	ガスサイクル	131
8・1	熱機関とサイクル	131
8・2	ピストンエンジンのサイクル	134
8・2・1	オットーサイクル	134
8・2・2	ディーゼルサイクル	136
8・2・3	サバテサイクル	137
8・2・4	ピストンエンジンの燃焼解析	138
8・2・5	スターリングサイクル	138
8・3	ガスタービンエンジンのサイクル	139
8・3・1	ブレイトンサイクル	140
8・3・2	ブレイトン再生サイクル	141

8・3・3	エリクソンサイクル	142
8・3・4	ジェットエンジンのサイクル	142
8・4	ガス冷凍サイクル	142
第9章	蒸気サイクル	147
9・1	蒸気の状態変化	147
9・1・1	相平衡と状態変化	147
9・1・2	湿り蒸気の性質	148
9・2	相平衡とクラペイロン・クラウジウスの式	149
9・2・1	相平衡の条件	149
9・2・2	多成分混合物質の二相平衡*	150
9・2・3	クラペイロン・クラウジウスの式	151
9・3	実在気体の状態方程式	152
9・3・1	ファン・デル・ワールスの式	152
9・3・2	実用状態方程式*	154
9・4	蒸気原動機サイクル	154
9・4・1	ランキンサイクル	155
9・4・2	再熱サイクル	157
9・4・3	再生サイクル	158
9・4・4	複合サイクル	159
第10章	冷凍サイクルと空気調和	163
10・1	冷凍の発生	163
10・1・1	可逆断熱膨張	163
10・1・2	絞り膨張	163
10・2	動作係数	164
10・3	各種冷凍サイクル	165
10・3・1	逆カルノーサイクル	165
10・3・2	蒸気圧縮式冷凍サイクル	165
10・3・3	吸収冷凍サイクル*	168
10・3・4	空気冷凍サイクル*	170
10・3・5	液化サイクル*	170
10・4	空気調和	171
10・4・1	湿り空気の性質	171
10・4・2	湿り空気線図	173