

目 次

I. 基 礎 編

1. 基礎となる伝熱関係	3
1.1 熱 伝 導	3
1.1.1 熱伝導の法則	3
1.1.2 熱伝導方程式	3
1.1.3 定常熱伝導	6
1.1.4 非定常熱伝導	19
1.2 対 流 熱 伝 達	21
1.2.1 境界層流れの伝熱	23
1.2.2 管内流れの伝熱	29
1.3 輻 射 熱 伝 達	31
1.3.1 熱物性パラメータの定義	31
1.3.2 拡散表面間の輻射伝熱	34
1.3.3 媒質が関与する輻射伝熱	44
1.4 沸騰をともなう熱伝達	49
1.4.1 プール沸騰	49
1.4.2 強制対流沸騰(気液二相流の熱伝達)	53
1.5 伝熱の数値的な解法	68
1.5.1 主な計算スキームの種類	68
1.5.2 差分方程式の解法	71
1.5.3 具体的な計算例	72
1.6 凝縮にともなう熱伝達	78
1.6.1 凝縮熱伝達と凝縮にともなう熱抵抗	78
1.6.2 単一媒体蒸気の鉛直平板上での膜状凝縮	79
1.6.3 強制対流凝縮と管内凝縮	82
1.6.4 凝縮熱伝達の促進	84
2. 特殊・複合環境下の熱伝達	89
2.1 特殊移動をともなう熱伝達	89

2.1.1	物質拡散	89
2.1.2	対流物質伝達	91
2.1.3	物質伝達をともなう熱伝達	93
2.1.4	界面現象	96
2.2	微小重力下の熱伝達	[塩治震太郎] 103
2.2.1	低軌道における重力加速度	103
2.2.2	宇宙ステーション・宇宙船（バス系）	104
2.2.3	宇宙実験装置（ミッション）	105
2.3	極超音速流における熱伝達	[西田迪雄] 106
2.3.1	極超音速における空力加熱の特徴	106
2.3.2	化学的非平衡流における空力加熱	106
2.3.3	化学的平衡流における空力加熱	115
2.4	希薄気体中の熱伝達	[安部隆士] 117
2.4.1	希薄気体	117
2.4.2	熱伝導	118
2.5	極低温における熱伝達	[村上正秀] 124
2.5.1	クライオジェンとクライオスタット	125
2.5.2	クライオジェンの熱伝達	127
2.5.3	超流動ヘリウムⅡの熱伝達	129
3.	システムの熱設計	134
3.1	システムの熱設計	[大島耕一] 134
3.1.1	熱回路網の構築	134
3.1.2	伝導・対流熱伝達	136
3.1.3	輻射熱伝達	139
3.1.4	熱入出力の決定	141
3.1.5	熱回路網の解析	142
3.1.6	熱回路網の修正	143
3.1.7	最適温度設計・制御法	150
3.2	熱機器要素の熱設計	153
3.2.1	密閉筐体	[根岸完二] 153
3.2.2	通気筐体	[根岸完二] 155
3.2.3	プリント配線板	[根岸完二] 156
3.2.4	ヒートパイプ	[根岸完二] 157
3.2.5	ペルチエ素子	[上村欣一] 160

4. 宇宙船の熱設計・試験法	164
4.1 熱設計システムプログラム	〔角田博明〕164
4.1.1 ノード定義と形状近似	166
4.1.2 TEDES の機能とシステム構成	166
4.1.3 形状モデルの作成	169
4.1.4 サーフェスデータの作成	175
4.1.5 TEDES の使用例	178
4.2 熱設計の評価	〔金森康郎〕181
4.2.1 熱設計の検証	181
4.2.2 熱環境	194
4.3 熱環境試験法	〔中村安雄〕199
4.3.1 スペースチェンバ	209
4.3.2 スペースチェンバの設計と建設	204
4.3.3 熱真空試験における温度と熱流束の計測	208
4.3.4 熱真空試験の具体例	210

Ⅱ. 応 用 編

1. 電子・電気機器	215
1.1 放熱部品	215
1.1.1 ファン	〔児玉展全〕215
1.1.2 ヒートパイプの応用	〔石田新一〕222
1.1.3 ヒートシンク	〔水谷和夫〕228
1.2 電子機器	233
1.2.1 スーパーコンピュータ	233
1.2.1.1 スーパーコンピュータA	〔水野 司〕233
1.2.1.2 スーパーコンピュータB	〔川島 寿〕237
1.2.2 通信機器	〔金子義正〕248
1.2.3 放送機器	〔板垣春昭〕254
1.2.4 O A 機器	263
1.2.4.1 パーソナルコンピュータ	〔宮崎雄雄〕263
1.2.4.2 プリンタ, 複写機, ファクシミリ	〔大島裕子〕268
1.2.5 電子機器用電源	〔若松光男〕271
1.2.6 電気鉄道機器へのヒートパイプの応用	〔村瀬孝志〕282
1.3 電気機器	287
1.3.1 回転電機	〔佐藤和雄〕287
1.3.2 変圧器	〔粟野憲造・竹多昭治〕298

2. 宇 宙 機	305
2.1 宇宙用電子機器.....[小林康徳・大西 晃]...	305
2.1.1 熱設計の目的.....	305
2.1.2 熱 的 環 境.....	306
2.1.3 熱設計法の考え方.....	308
2.1.4 搭載機器の熱設計の実際.....	310
2.1.5 熱数学モデルと節点解析.....	313
2.1.6 熱制御材料.....	316
2.1.7 搭載機器の熱真空試験法.....	320
2.2 いくつかの衛星の熱設計例.....	322
2.2.1 地球周回衛星.....[間瀬一郎]...	322
2.2.2 静止軌道衛星.....	333
2.2.2.1 通 信 衛 星.....[木村 弘]...	333
2.2.2.2 放 送 衛 星.....[板垣春昭]...	337
2.2.3 深宇宙衛星.....[大西 晃・小林康徳]...	345
2.3 宇 宙 往 還 機.....[石井康夫]...	349
2.3.1 往還機の熱防衛.....	349
2.3.2 往還機の熱制御.....	352
2.4 大 型 宇 宙 船.....[塩治震太郎・遠藤輔治]...	357
2.4.1 プラットフォーム型宇宙船の熱設計.....	357
2.4.2 宇宙ステーションの熱設計.....	362
2.4.3 宇宙実験装置の熱設計例.....	366
3. エネルギー機器.....	369
3.1 産業熱機器要素.....	369
3.1.1 新熱交換器.....	369
3.1.1.1 ヒートパイプ式熱交換器.....[福井紘一郎／素谷順二]...	369
3.1.1.2 固体-気体熱交換器	378
3.1.2 ボ イ ラ.....	387
3.1.2.1 丸 ボ イ ラ.....[平嶋雅雄]...	387
3.1.2.2 水管ボイラ.....[老固潔一]...	401
3.1.2.3 廃熱ボイラ.....[平嶋雅雄]...	414
3.1.3 LNG 気化器	426
3.1.3.1 LNG 気化器	426
3.2 エネルギーシステム.....	433
3.2.1 廃熱回収システム.....[坂内正明]...	433
3.2.2 ヒートポンプシステム.....	455
3.2.2.1 蒸気圧縮式ヒートポンプ.....[米本和生]...	455

3.2.2.2	吸収式冷凍機・コジェネレーション	〔上村茂弘〕	459
3.2.2.3	ケミカルヒートポンプ	〔泉谷直昭／豊山正道〕	465
3.2.3	融雪システム	〔望月正孝〕	474
3.2.4	蓄熱システム	〔阿部宜之〕	481
3.2.5	工業炉		488
3.2.5.1	鉄鋼用炉の熱設計	〔坂本雄二郎〕	488
3.2.5.2	管式加熱炉（石油・化学工業用炉）	〔川澄良彰〕	501
3.2.6	極低温システム		510
3.2.6.1	極低温気液二相流	〔岩田 章〕	510
3.2.6.2	LNG貯蔵・移送システム	〔戸村重雄／宮川 仁〕	512
3.2.6.3	液体水素貯蔵・移送システム	〔高橋勝國〕	518
3.2.6.4	ヘリウム液化冷凍システム	〔中川茂友〕	523
3.2.7	断熱システム		528
3.2.7.1	断熱システムの概念	〔矢野歳和〕	528
3.2.7.2	低温断熱	〔大森隆夫〕	533
3.3	自由エネルギーの利用と制御		539
3.3.1	太陽熱温水器	〔福井紘一郎〕	539
3.3.2	地 熱	〔白石正夫〕	547
3.3.3	地中低温貯蔵庫	〔望月正孝〕	553
3.4	居住環境システム		556
3.4.1	地域冷暖房	〔小林昌弘〕	556
3.4.2	空調機器	〔藤井雅雄〕	570
4.	高度の熱対策を要する熱機関		575
4.1	ガスタービン空冷翼	〔佐々維典〕	575
4.1.1	タービン入口温度変遷		575
4.1.2	冷却方式		575
4.1.3	冷却翼設計		577
4.2	ロケットエンジン	〔岸本健治〕	582
4.2.1	燃焼室、ノズルなどの冷却		586
4.2.2	再生冷却によるエンジン作動点の変化		589
4.2.3	熱 応 力		589
4.2.4	極低温燃料・酸化剤のための断熱		591
4.3	スターリングエンジン	〔百瀬 豊・三上武夫〕	591
4.3.1	スターリングエンジンの原理		591
4.3.2	スターリングサイクルの特徴		593
4.3.3	スターリングエンジンの動向		595

4.3.4	スターリングエンジンの用途展開	597
4.3.5	宇宙用熱機関	599
4.4	自動車の熱設計	[河島一夫] 603
4.4.1	自動車の熱設計の概念	603
4.4.2	冷却水温度の推定方法	603
4.4.3	車載状態でのエンジン冷却水放熱量の推定	603
4.4.4	車載状態でのラジエタ放熱率の推定	605
4.4.5	コンデンサ通過空気温度	609
5.	原 子 炉	610
5.1	原子炉の概要	[安田秀志] 610
5.1.1	原子力エネルギーの発生	610
5.1.2	原子炉の基本的構造	611
5.1.3	原子炉の分類	612
5.1.4	原子炉設計上の考慮	612
5.1.5	使用済み燃料の取り扱い	613
5.2	軽 水 炉	614
5.2.1	加圧水炉	[朝日義郎] 617
5.2.2	沸騰水炉	[朝日義郎] 619
5.2.3	新型転換炉	[速水義孝・望月弘保・菅原 悟] 622
5.3	高温ガス炉	[菱田 誠] 629
5.3.1	高温ガス炉の特徴	629
5.3.2	高温工学試験研究炉の熱設計	631
5.4	高速増殖炉	[前田清彦] 635
5.4.1	高速増殖炉の構造	635
5.4.2	冷却材の選定	635
5.4.3	主要機器の熱設計	637
5.4.4	自動循環崩壊熱除去	642
5.5	宇宙用原子炉	[羽賀一男] 642
5.5.1	宇宙用原子炉の特徴	642
5.5.2	宇宙用原子炉の方式	643
5.5.3	宇宙用原子炉の設計例	646
5.5.4	宇宙における原子力エネルギー源のその他の利用	653
索 引		655
資 料 編		665

