

科 目 名 伝熱工学 Heat Transfer	学年 B3	期別・授業形態・単位数 前期・講義・2単位	教員名 奥村 幸彦 研究室 1号館3階(1307) 内線電話 2344 e-mail: okumura@eng.kagawa-u.ac.jp
到達レベル: <input type="checkbox"/> 1. 知識・記憶 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 理解 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 適用 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 分析 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 評価 <input type="checkbox"/> 6. 創造			講義 90分 × 15回 + 自学自習
【授業概要】 本講では、機械設計において重要な熱解析技術の修得のために、まず伝熱工学の基礎的事項を講義する。機械部品、発熱を伴う電子機器、バーナー等の設計において、伝熱部の温度分布と熱応力は、推定が難しいものの一つであり、破損事例においては温度分布と熱応力の推定の甘さが原因となった場合が多々ある。また、高効率な熱交換器の設計にとって伝熱解析は必須である。本講では、機械技術者にとって重要な伝熱の基礎知識を学ぶと同時に、実践的な伝熱解析に対応可能な能力を涵養する。			
【到達目標】 1. フーリエの法則および熱伝導率について説明できる。 2. 平板および多層平板の定常熱伝導について、熱計算（熱流束、温度分布、熱抵抗）ができる。 3. ふく射伝熱（プランクの法則、ステファン・ボルツマンの法則、ウィーンの変位則）について説明でき、熱計算ができる。 4. 自然対流と強制対流、層流と乱流、温度境界層と速度境界層について説明できる。 5. 対流を伴う平板の定常熱伝導について、熱計算（熱伝達率、熱流束、温度分布の計算）ができる。 6. 熱交換器について、熱計算（対数平均温度差、熱通過有効度、伝熱単位数等の計算）ができる。			
【学習・教育到達目標】 (A), (C), (D), (E), (E)			
【キーワード】 伝導、対流、ふく射、フーリエの法則、プランクの法則、ステファン・ボルツマンの法則、ウィーンの変位則、ヌセルト数、プラントル数、グラスホフ数とレイリー数	【授業時間】 2時間(90分)×15週=30時間(1350分)		
【授業方法】 授業前半は板書を中心とした講義形式で説明していく。その中で、皆さんに質問するので、はっきりと自分の意見を述べて欲しい。授業の後半では講義内容の理解をより深めるために、演習問題を毎回与えます。	【履修推奨科目】 熱力学、流体力学Ⅰ、流体力学Ⅱ		
【履修上の注意】 授業での学習と授業外での自己学習で成り立つものである。毎授業には電卓を持参すること。 オフィスアワーは水曜日の16:50~17:50に研究室(1307室)にて受け付けます。質問は随時にE-mail(okumura@eng.kagawa-u.ac.jp)により送ってください。回答します。	【学習方法】 事前にシラバスを見て該当箇所を読み、疑問点を明確にしておくことが望ましい。授業ではわからない箇所を躊躇せずに質問してほしい(対話を重視しながら授業を進めます)。毎回の授業の前後には、予習・復習として自己学習を行うこと。		
【定期試験の実施方法】 期末試験を行う。持ち込みは電卓と筆記用具を認める。			
【成績の評価方法・評価基準】 試験(50%)およびリポート・討議(50%)を考慮して総合的に評価します。試験(70%)およびリポート(3回/半期, 30%)を考慮して総合的に評価します。 具体的には、到達目標に基づき、(1)平板および多層平板の定常熱伝導の理解、基本的な温度分布や熱抵抗の計算能力、および(2)ふく射伝熱(プランクの法則、ステファン・ボルツマンの法則、ウィーンの変位則)の理解度と、(3)自然対流と強制対流下における局所熱伝達率と平均熱伝達率等の計算能力に関しての到達度を評価基準とします。			

【教材等】

教科書：「例題で学ぶ伝熱工学」（森北出版），小山敏行，2015，ISBN：978-4-627-67421-9

【参考書・参照 URL 等】

参考書：日本機械学会 JSME テキストシリーズ 伝熱工学 丸善（株）

【授業計画】

週	内 容	教科書参照ページ
第 1 週	伝熱工学序論 伝熱の基本形態（伝導，対流，ふく射）， 熱力学と伝熱工学の違い〔演習課題〕 配付資料第 1 練習問題（1.1～1.6）	1 ～ 10
第 2 週	熱伝導の基礎：フーリエの法則と熱伝導率，熱流束，熱伝導方程式の導出 〔演習課題〕 配付資料第 1 練習問題（1.7～1.8）	11 ～ 15
第 3 週	一次元定常熱伝導（平板），例題 〔演習課題〕 配付資料第 1 練習問題（1.9～1.10）	16 ～ 25
第 4 週	一次元定常熱伝導（円筒），例題 〔演習課題〕 配付資料第 1 練習問題（1.9～1.10）	16 ～ 25
第 5 週	ふく射伝熱の基礎：電磁波，完全黒体，完全白体，灰色体 〔演習課題〕 配付資料第 2 練習問題（2.1～2.2）	139 ～ 142
第 6 週	プランクの法則，ステファン・ボルツマンの法則，ウィーンの変位則 〔演習課題〕 配付資料第 2 練習問題（2.3～2.9）	142 ～ 144
第 7 週	単色ふく射率および全ふく射率，工業炉への応用 〔演習課題〕 配付資料第 2 練習問題（2.10～2.12）	145 ～ 153
第 8 週	対流熱伝達の基礎：ニュートンの冷却法則，熱伝達率，境界層，ヌセルト 数〔演習課題〕 配付資料第 3 練習問題（3.1～3.5）	34 ～ 39
第 9 週	平板上の強制対流熱伝達の基礎方程式の導出（連続方程式，運動量方程式， エネルギー方程式，ポールハウゼンの解）〔演習課題〕 配付資料第 3 練習 問題（3.6～3.7）	42 ～ 43 配付資料
第 10 週	温度境界層と速度境界層，プラントル数，層流と乱流	39～42， 44～46
第 11 週	等温加熱平板に沿う強制対流熱伝達（解法：層流の場合，乱流の場合，混 在の場合）〔演習課題〕 配付資料第 3 練習問題（3.9～3.10）	46 ～ 52
第 12 週	等温円柱まわりの強制対流熱伝達（流れに直交する円柱まわりの局所 Nu 数）〔演習課題〕 配付資料第 3 練習問題（3.11）	58 ～ 62
第 13 週	自然対流熱伝達の基礎：浮力と体積膨張率，グラスホフ数とレイリー数 〔演習課題〕 配付資料第 3 練習問題（3.13～3.15）	87 ～ 94
第 14 週	相変化を伴う熱伝達（沸騰熱伝達，凝縮熱伝達）〔演習課題〕 練習問題 （3.16～3.18）	158 ～ 169
第 15 週	熱交換器（並流形，向流形），対数平均温度差，熱通過有効度，伝熱単位数	126 ～ 138

★定期試験（達成度確認）

【学生さんへのメッセージ】

フーリエの法則やステファン・ボルツマンの法則などについて学習すると共に，伝熱は3つの基本形態（伝導，対流，ふく射）による物理現象であることを先ず理解してほしい。機械設計に際しては，伝熱材料の組み合わせや形状，デザインが伝熱性能に及ぼす影響について熟考します。本講義内容は，機器性能（機器の熱効率，冷却効率）を少しでも良くしようとする人々にとって，多くのヒントを与えると確信しています。