

大分工業高等専門学校		開講年度	平成31年度 (2019年度)	授業科目	熱力学
科目基礎情報					
科目番号	31M417		科目区分	専門 / 必修	
授業形態	授業		単位の種別と単位数	履修単位: 2	
開設学科	機械工学科		対象学年	4	
開設期	通年		週時間数	2	
教科書/教材	小山敏行著, 熱力学きほんの「き」, 森北出版 2010.10 240ページ 3024円 : https://www.morikita.co.jp/books/book/1503				
担当教員	小西 忠司				
到達目標					
熱分野は、熱の基本法則、熱的諸量の求め方、伝熱現象などについて理解し、熱機器を設計・製造・使用するさいに必要な能力を養うことを目標とする。熱力学に関する事物・現象に関わり、工学的な見方・考え方を働かせ、見通しをもって学習することなどを通して、熱力学に係わる事物・現象を工学的に探究するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。 (1) 熱力学で用いられる各種物理量の定義と単位を説明できる。閉じた系と開いた系、系の平衡、状態量などの意味を説明できる。 (2) 熱力学の第一法則を説明できる。閉じた系と開いた系について、エネルギー式を用いて、熱、仕事、内部エネルギー、エンタルピーを計算できる。閉じた系および開いた系が外界にする仕事量を $p - V$ 線図で説明できる。 (3) 理想気体の圧力、体積、温度の関係を、状態方程式を用いて説明できる。定容比熱、定圧比熱、比熱比および気体定数の相互関係を説明できる。内部エネルギーやエンタルピーの変化量と温度の関係を説明できる。等圧変化、等容変化、等温変化、断熱変化、ポリトロープ変化の意味を理解し、状態量、熱、仕事を計算できる。 (4) 熱力学の第二法則を説明できる。サイクルの意味を理解し、熱機関の熱効率および冷凍機・ヒートポンプの成績係数を計算できる。カルノーサイクルの状態変化を理解し、熱効率を計算できる。エントロピーの定義を理解し、可逆変化および不可逆変化におけるエントロピーの変化を説明できる。固体、液体および理想気体におけるエントロピーの変化量を計算できる。サイクルを $T - s$ 線図で表現できる。熱の有効エネルギーを説明できる。 (5) 水の等圧蒸発過程を説明できる。飽和蒸気、湿り蒸気、過熱蒸気の状態量を計算できる。蒸気の状態量を蒸気表および蒸気線図から読み取ることができる。 (6) 冷凍サイクル、蒸気圧縮式冷凍サイクル、蒸気線図の読み方について理解できる。空気冷凍サイクル、吸収冷凍サイクルについて理解できる。 (7) 空気と空気調和、湿り空気の性質について理解できる。絶対湿度と相対湿度、乾球温度、湿球温度、露点温度について理解できる。空気線図の読み方、空気調和について理解できる。					
ルーブリック					
	理想的な到達レベルの目安 総合評価 80点以上	標準的な到達レベルの目安 総合評価 60点以上	未到達レベルの目安 総合評価 60点未満		
評価項目 1 熱力学の基礎	教員の説明で以下の項目が自力でできる。熱力学で用いられる各種物理量の定義と単位を説明できる。閉じた系と開いた系、系の平衡、状態量などの意味を説明できる。	教員追加指導や学習支援者の指導で左記ができる	左記の目標が達成できない。		
評価項目 2 熱力学の第一法則	教員の説明で以下の項目が自力でできる。熱力学の第一法則を説明できる。閉じた系と開いた系について、エネルギー式を用いて、熱、仕事、内部エネルギー、エンタルピーを計算できる。閉じた系および開いた系が外界にする仕事量を $p - V$ 線図で説明できる。	教員追加指導や学習支援者の指導で左記ができる	左記の目標が達成できない。		
評価項目 3 理想気体の性質と状態変化	教員の説明で以下の項目が自力でできる。理想気体の圧力、体積、温度の関係を、状態方程式を用いて説明できる。定容比熱、定圧比熱、比熱比および気体定数の相互関係を説明できる。内部エネルギーやエンタルピーの変化量と温度の関係を説明できる。等圧変化、等容変化、等温変化、断熱変化、ポリトロープ変化の意味を理解し、状態量、熱、仕事を計算できる。	教員追加指導や学習支援者の指導で左記ができる	左記の目標が達成できない。		
評価項目 4 熱力学の第二法則	教員の説明で以下の項目が自力でできる。熱力学の第二法則を説明できる。サイクルの意味を理解し、熱機関の熱効率および冷凍機・ヒートポンプの成績係数を計算できる。カルノーサイクルの状態変化を理解し、熱効率を計算できる。エントロピーの定義を理解し、可逆変化および不可逆変化におけるエントロピーの変化を説明できる。固体、液体および理想気体におけるエントロピーの変化量を計算できる。サイクルを $T - s$ 線図で表現できる。熱の有効エネルギーを説明できる。	教員追加指導や学習支援者の指導で左記ができる	左記の目標が達成できない。		
評価項目 5 蒸気の性質	教員の説明で以下の項目が自力でできる。水の等圧蒸発過程を説明できる。飽和蒸気、湿り蒸気、過熱蒸気の状態量を計算できる。蒸気の状態量を蒸気表および蒸気線図から読み取ることができる。	教員追加指導や学習支援者の指導で左記ができる	左記の目標が達成できない。		
評価項目 6 冷凍サイクル	教員の説明で以下の項目が自力でできる。冷凍サイクル、蒸気圧縮式冷凍サイクル、蒸気線図の読み方について理解できる。空気冷凍サイクル、吸収冷凍サイクルについて理解できる。	教員追加指導や学習支援者の指導で左記ができる	左記の目標が達成できない。		

評価項目 7 湿り空気と空気調和	教員の説明で以下の項目が自力でできる。空気と空気調和、湿り空気の性質について理解できる。絶対湿度と相対湿度、乾球温度、湿球温度、露点温度について理解できる。空気線図の読み方、空気調和について理解できる。	教員追加指導や学習支援者の指導で左記ができる	左記の目標が達成できない。	
学科の到達目標項目との関係				
学習・教育到達度目標 (B2) JABEE 2.1(1)④				
教育方法等				
概要	(実践的教育科目) ※実務との関係 この科目は企業で火力発電プラントの計画を担当していた教員が、その経験を活かし、熱力学の法則、理想気体、蒸気サイクル、別府の地熱を利用した発電システム計画(アクティブラーニング)等について講義形式で授業を行うものである。 機械工学科は、機械工学を中心とした幅広い学問と豊富な実験実習により、先端技術を含んだ多分野に対応できる人材の養成を目的とする。この目的を達成するために本科目は、④熱やエネルギーを利用する技術を中心とした学問・技術を教授し、これらを統合して社会に役立つものを設計・製作できる能力を培う。熱は、エネルギーや仕事がどのように変化するかを解き明かす学問である。エネルギーについては、省エネルギーや太陽エネルギーのように日常でよく使われているが、熱力学におけるエネルギーとは物体に仕事をさせる能力と主義されている。熱と仕事はエネルギーの一つの形態であり、私たちの身のまわりにある自動車のエンジンや冷蔵庫、エアコンなどの機械・機器はこのエネルギーによって仕事をしている。			
授業の進め方・方法	1. 原則として1コマ完結型とした講義を展開する。 2. 教科書と併用して、思考を整理したり促したり、思考の過程を振り返ることができる、到達目標達成評価課題を使用する。 3. 主体的・対話的で深い学び(アクティブ・ラーニング)を創造する学習を導入する。 4. AI時代に適応できるように自ら問題を設定する能力を養う。			
注意点	機械工学科 4年(教育プログラム 第1学年 ◎科目)必修、教育プログラム必修科目、2単位(前期1コマ、後期1コマ、授業時間46.5時間) 1. 受講に際して学問的誠実性(Academinc Integrity)を遵守すること 2. 講義で配布する「到達度達成評価課題」は各自保管すること 3. 定期試験は、主として「到達度達成評価課題」から出題する 4. 再試験は「到達度達成評価課題」の提出を受験条件とする			
評価				
授業計画				
		週	授業内容	週ごとの到達目標
前期	1stQ	1週	第1章 熱力学を学ぶための準備 (1) pp.1-17	学習到達度評価課題No.01の修了 熱力学定義、系について理解できる
		2週	第1章 熱力学を学ぶための準備 (2) pp.18-28	学習到達度評価課題No.02の修了 熱力学で扱う物理量、その他の諸準備事項について理解できる
		3週	第2章 熱力学第1法則 (1) pp.29-39	学習到達度評価課題No.03の修了 エネルギーの形態、各種仕事の計算式、熱力学第1法則、閉じた系の熱力学第1法則準静的過程について理解できる
		4週	第2章 熱力学第1法則 (2) pp.40-50	学習到達度評価課題No.04の修了 移動境界仕事、エンタルピー、比熱と内部エネルギー、エンタルピーの関係、開いた系の熱力学第1法則について理解できる
		5週	第2章 熱力学第1法則 (3) pp.51-61	学習到達度評価課題No.05の修了 定常流動系の各種機械・機器、閉じた系の仕事と開いた系の仕事について理解できる
		6週	第3章 理想気体 (1) pp.62-66	学習到達度評価課題No.06の修了 作動流体の種類、理想気体の内部エネルギー、エンタルピー、比熱について理解できる
		7週	第3章 理想気体 (2) pp.67-75	学習到達度評価課題No.07の修了 理想気体の状態変化について理解できる
		8週	学習到達度評価課題の総仕上 アクティブラーニング 学習到達度評価プレ試験 No.1+	修了者: 学習到達度評価プレ試験No.1+(No.08)アクティブラーニング(自ら問題を作って解く) 未修了者: 学習到達度評価課題の完成
	2ndQ	9週	前期中間試験	学習到達度評価試験No.1 到達レベル①知識・記憶レベル ②理解レベル ③適用レベル ④分析レベルについて、試験範囲から出題する
		10週	試験の解答と解説	学習到達度評価試験No.1の解答と解説
		11週	第4章 熱力学第2法則 (1) pp.96-105	学習到達度評価課題No.09の完成 カルノーサイクル、エントロピーについて理解できる 熱の有効エネルギーを説明できる
		12週	第4章 熱力学第2法則 (2) pp.86-96	学習到達度評価課題No.10の完成 熱力学第2法則、熱機関、冷凍機とヒートポンプについて理解できるについて理解できる
		13週	アクティブラーニング (1) あなたは永久機関のうそを見破れ	学習到達度評価課題No.11の完成 種々のエネルギーの価値を考えよう
		14週	学習到達度評価課題の総仕上 アクティブラーニング 学習到達度評価プレ試験 No.2+	修了者: 学習到達度評価プレ試験No.2+(No.12)アクティブラーニング(自ら問題を作って解く) 未修了者: 学習到達度評価課題の完成
		15週	前期期末試験	学習到達度評価試験No.2 到達レベル①知識・記憶レベル ②理解レベル ③適用レベル ④分析レベルについて、試験範囲から出題する
		16週	試験の解答と解説	学習到達度評価試験No.2の解答と解説

後期	3rdQ	1週	第5章 ガスサイクル（1） pp.106-121	学習到達度評価課題No.13の完成 熱機関の種類、ガスサイクルの検討の前提条件、往復式内燃機関の概要、オットーサイクルについて理解できる
		2週	第5章 ガスサイクル（2） pp.122-137	学習到達度評価課題No.14の完成 ディーゼルサイクル、サバテサイクル、スターリングサイクルについて理解できる
		3週	第5章 ガスサイクル（3） pp.138-152	学習到達度評価課題No.15の完成 ブレイトンサイクル、ブレイトン再生サイクル、ブレイトン中間冷却・再熱・再生サイクル、エリクソンサイクル、ジェット推進サイクルについて理解できる
		4週	アクティブラーニング（2）あなたは自動車セールスマン！	学習到達度評価課題No.16の完成 最新自動車の技術的特徴を知って顧客にセールスしよう
		5週	第6章 蒸気サイクル（1） pp.153-164	学習到達度評価課題No.17の完成 蒸気の一般的性質、蒸気表の読み方について理解できる
		6週	第6章 蒸気サイクル（2） pp.165-167	学習到達度評価課題No.18の完成 線形補間法、ランキンサイクルについて理解できる
		7週	第6章 蒸気サイクル（3） pp.168-175	学習到達度評価課題No.19の完成 再熱ランキンサイクル、再生ランキンサイクルについて理解できる
		8週	学習到達度評価課題の総仕上 アクティブラーニング 学習到達度評価プレ試験 No.3+	修了者：学習到達度評価プレ試験No.3+(No.20)アクティブラーニング（自ら問題を作って解く） 未修了者：学習到達度評価課題の完成
	4thQ	9週	後期中間試験	学習到達度評価試験No.3 到達レベル①知識・記憶レベル ②理解レベル ③適用レベル ④分析レベルについて、試験範囲から出題する
		10週	試験の解答と解説 第7章 冷凍サイクル（1） pp.183-178	学習到達度評価試験No.3の解答と解説 学習到達度評価課題No.21 冷凍サイクル、蒸気圧縮式冷凍サイクルについて理解できる
		11週	第7章 冷凍サイクル（2） pp.179-187	学習到達度評価課題No.22 蒸気線図の読み方、空気冷凍サイクル、吸収冷凍サイクルについて理解できる
		12週	第8章 湿り空気と空気調和（1） pp.188-194	学習到達度評価課題No.23 空気と空気調和、湿り空気の性質、絶対湿度と相対湿度、乾球温度、湿球温度、露点温度、空気線図の読み方について理解できる
		13週	アクティブラーニング（3）別府の地熱を利用した発電システムを計画しよう	学習到達度評価課題No.24 別府市地域新エネルギーフィージビリティスタディ
		14週	学習到達度評価課題の総仕上 アクティブラーニング 学習到達度評価プレ試験 No.4+	修了者：学習到達度評価プレ試験No.4+(No.25)アクティブラーニング（自ら問題を作って解く） 未修了者：学習到達度評価課題の完成
		15週	後期期末試験	学習到達度評価試験No.4 到達レベル①知識・記憶レベル ②理解レベル ③適用レベル ④分析レベルについて、試験範囲から出題する
		16週	試験の解答と解説	学習到達度評価試験No.4の解答と解説

モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標

分類	分野	学習内容	学習内容の到達目標	到達レベル	授業週
専門的能力	分野別の専門工学	機械系分野 熱流体	熱力学で用いられる各種物理量の定義と単位を説明できる。	4	前1,前2
			閉じた系と開いた系、系の平衡、状態量などの意味を説明できる。	4	前2,前3,後14
			熱力学の第一法則を説明できる。	4	前4,前8,後8,後14
			閉じた系と開いた系について、エネルギー式を用いて、熱、仕事、内部エネルギー、エンタルピーを計算できる。	4	前5
			閉じた系および開いた系が外界にする仕事をp-V線図で説明できる。	4	前5
			理想気体の圧力、体積、温度の関係を、状態方程式を用いて説明できる。	4	前6,前10
			定積比熱、定圧比熱、比熱比および気体定数の相互関係を説明できる。	4	前6
			内部エネルギーやエンタルピーの変化量と温度の関係を説明できる。	4	前6
			等圧変化、等積変化、等温変化、断熱変化、ポリトロブ変化の意味を理解し、状態量、熱、仕事を計算できる。	4	前6,前10
			熱力学の第二法則を説明できる。	4	前11
			サイクルの意味を理解し、熱機関の熱効率を計算できる。	4	前12
			カルノーサイクルの状態変化を理解し、熱効率を計算できる。	4	前13
			エントロピーの定義を理解し、可逆変化および不可逆変化におけるエントロピーの変化を説明できる。	4	前13
			サイクルをT-s線図で表現できる。	4	後1,後2,後3

評価割合

	課題	試験	合計
--	----	----	----

総合評価割合	0	100	100
基礎的能力	0	0	0
専門的能力	0	100	100
分野横断的能力	0	0	0