

科目		設計製図 (Machine Design and Drawing)	
担当教員		宮本 猛 教授, 小林 洋二 教授	
対象学年等		機械工学科・4年C組・通年・必修・3単位 (学修単位I)	
学習・教育目標		A4-M4(60%) C2(35%) D1(5%)	JABEE基準1(1) (b),(d)1,(d)2-a,(d)2-b,(d)2-c,(d)2-d,(e),(g)
授業の概要と方針		搬送用ロボットは機構学的要素と電気制御機器を総合することで実現する。機構部の設計とサーボモータ、アクチュエータなどの結合によりシステムを設計する能力を養成する。併せてCADを用いて作図する能力を習得させる。	
	到達目標	達成度	到達目標毎の評価方法と基準
1	【A4-M4】産業用ロボットの運動形態を理解できる。		設計した装置の概略を設計報告書に記述し、その内容で評価する。
2	【A4-M4】機構部品の設計図を3面図で描くことができる。		図面の部品構成、実線、破線、寸法線のコントラストができていないか、部品の3面表現と寸法記述に矛盾なく描けているか図面で評価する。
3	【C2】搬送用ロボットは各種既製品を組み合わせる必要がある。各種カタログより必要なユニットで仕様条件にあったものを選択し、さらにこれらを結合する部品等を設計することができる。		システムの構想を実現するためにモータ、リニアガイド、エアーシリンダ等のカタログから必要なものを選択して、結合することができたか図面で評価する。
4	【A4-M4】搬送用ロボットの各駆動部の動力計算ができる。		設計報告書に動力計算、既製品の負荷トルク、強度等の計算の根拠が記述されているか評価する。
5	【A4-M4】システムのイメージを立体図で描くことができる。		機械の構造の構想図(イメージ)をどの程度作図できたか評価する。
6	【A4-M4】部品図間の結合方法を明確にするため、部分組立図を描き、溶接、加工精度等のコメントを併記することができる。		加工と組立を配慮したコメント、部分組立図の記述と作図ができるかを評価する。
7	【D1】装置を設計する場合、エネルギー効率、環境、安全面を配慮した設計をすることができる。		エネルギー効率を配慮した構造になっているか、自由度および部品点数が最適であるか図面で評価する。
8	【A4-M4】設計システムの概要、システム中のモータ、リニアアクチュエータ等の既製品の選択根拠の力学計算を報告書に記述することができる。		設計報告書に力学計算と選択根拠を記述できたかを評価する。
9	【A4-M4】CADの操作で部品図を描くことができる。		CAD図面の構成と作図操作の正確さによって評価する。
10			
総合評価		成績は、設計図面(CAD図面含む)の内容80% 設計報告書20% として評価する。設計図面(CAD図面含む)の内容80%のうち分けは、設計図面(CAD図面以外)50%とCAD図面30%とする。CAD図面30%は前期成績と後期成績を平均する。設計図面(CAD図面以外)50%は後期提出物にて評価する。100点満点で60点以上を合格とする。	
テキスト		「CAD製図資料」：神戸高専 機械工学科編	
参考書		「電子機械応用」：メカトロニクス研究会編(コロナ社)	
関連科目		設計製図(1~3年)、材料力学、機械工作法	
履修上の注意事項		材料力学、機械工作法の基礎を理解していること。	

授業計画 1 (設計製図)		
回	テーマ	内容(目標, 準備など)
1	産業用ロボットの概要と運動機構	代表的産業用ロボットの形態別運動機構の特徴を理解させる。
2	駆動方式, 安全機能化設計について	ダイレクト駆動, リニアアクチュエータ, ベルト駆動, 歯車等減速機の特徴について講義する。
3	駆動モータの負荷トルク, 瞬時負荷トルクの計算法	直線運動, 回転運動系の運動力学問題・慣性モーメント, 角加速度について講義する。
4	搬送用ロボットの課題設定, 搬送品と搬送条件の説明	各学生へ課題説明をして, モータ, シリンダ, リニアガイド, エアーハンド等の各種カタログを紹介する。
5	構想期間 - 概念設計	搬送用ロボット作成に必要な幅広い情報収集, 多種多様な設計企画をする。
6	構想期間 - 詳細設計	概念設計からの絞り込みを行い, 搬送用ロボットにおける設計計算, 基本仕様の決定, カタログからの使用機器の選定, 全体イメージ図の作成を行う。
7	概念設計, 詳細設計および全体イメージ図の提出	構想の絞り込みとして概念設計から具体化させ, 詳細設計を行い, 全体イメージ図を完成させる。
8	設計図面作図開始	各部品について第三角法により作図を開始する。カタログ仕様から最適機種を絞り込み(機種絞り込みのポイント指導, そしてその計算法を個別指導する), カタログ選定部品の作図を開始する。
9	CAD演習(1)	管継手の図面をCADにより描く。
10	CAD演習(2)	管継手の図面をCADにより描く。
11	部品図の作成(1)	カタログ選定部品, 設計部品(アーム, レール, ジョイント, ハンドなど)の部品図を作成する。
12	部品図の作成(2)	カタログ選定部品, 設計部品(アーム, レール, ジョイント, ハンドなど)の部品図を作成する。
13	部品図の作成(3)	カタログ選定部品, 設計部品(アーム, レール, ジョイント, ハンドなど)の部品図を作成する。
14	部品図の提出	これまでに作図できた部品図を提出させる。
15	設計計算書提出	概念設計および詳細設計を整理し提出させる。全体イメージを添付して, 搬送方法および部品設計根拠について説明されているか, 計算方法に間違いがないかを確認させる。
16	部品図, 部分組立図の作成(1)	カタログ選定部品, 設計部品(アーム, レール, ジョイント, ハンドなど)の部品図, および各部品の結合が理解できるような部分組立図を作成する。
17	部品図, 部分組立図の作成(2)	カタログ選定部品, 設計部品(アーム, レール, ジョイント, ハンドなど)の部品図, および各部品の結合が理解できるような部分組立図を作成する。
18	部品図, 部分組立図の作成(3)	カタログ選定部品, 設計部品(アーム, レール, ジョイント, ハンドなど)の部品図, および各部品の結合が理解できるような部分組立図を作成する。
19	部品図, 部分組立図の作成(4)	カタログ選定部品, 設計部品(アーム, レール, ジョイント, ハンドなど)の部品図, および各部品の結合が理解できるような部分組立図を作成する。
20	部品図, 部分組立図の作成(5)	カタログ選定部品, 設計部品(アーム, レール, ジョイント, ハンドなど)の部品図, および各部品の結合が理解できるような部分組立図を作成する。加えて部分組立図に加工精度, 溶接等のコメントを記述し, 加工を意識した作図をさせる。
21	部品図, 部分組立図の作成(6)	カタログ選定部品, 設計部品(アーム, レール, ジョイント, ハンドなど)の部品図, および各部品の結合が理解できるような部分組立図を作成する。加えて部分組立図に加工精度, 溶接等のコメントを記述し, 加工を意識した作図をさせる。
22	部品図, 部分組立図の作成(7)	カタログ選定部品, 設計部品(アーム, レール, ジョイント, ハンドなど)の部品図, および各部品の結合が理解できるような部分組立図を作成する。加えて部分組立図に加工精度, 溶接等のコメントを記述し, 加工を意識した作図をさせる。
23	特別講義	外部から講師を招聘し, ロボット設計に必要な概念設計, 詳細設計などのPDCAに関する講義, 企業における設計製図について講義を受け, より深い知識を習得させる。
24	総合組立図作図(1)	立体図として, 等角図またはキャビネット図などの方式でシステム全体図を作図する。各自由度をもつ機構を明確にして, 搬送品がどのように搬送されるか明記する。さらにシステム全体の概略寸法を記述させる。
25	総合組立図作図(2)	立体図として, 等角図またはキャビネット図などの方式でシステム全体図を作図する。各自由度をもつ機構を明確にして, 搬送品がどのように搬送されるか明記する。さらにシステム全体の概略寸法を記述させる。
26	CAD応用演習(1)	設計した部品図をCAD図面として描く。
27	CAD応用演習(2)	設計した部品図をCAD図面として描く。
28	総合設計計算書の作成(1)	搬送用ロボットの全体イメージ図による駆動説明, 各部機構の設計仕様, 設計に要したプロセスを総合設計計算書としてまとめる。
29	総合設計計算書の作成(2)	搬送用ロボットの全体イメージ図による駆動説明, 各部機構の設計仕様, 設計に要したプロセスを総合設計計算書としてまとめ, さらに各部機構の設計仕様(強度計算, 移動速度, 移動距離, 重量計算など)について, 問題がないか再検討する。
30	製図図面および総合設計計算書の提出	前期提出分と後期追加分を総合的にまとめて提出させる。
備考	中間試験および定期試験は実施しない。	