

機械設計製作課題の設定について

－授業科目の連携による実践的ものづくり教育の取り組み－

喬橋 憲司*¹ 池田 愛彦*² 若林 晃*²

1. はじめに

専門課程2年次に取り組んだ製作課題は、複数科目の共通課題とし、最終的に技能証査の課題となるよう取り組んだ課題である。機械設計製図からスタートすることから、機械設計製図と機械加工、メカトロニクス実習等を担当していた筆者らが製作時間を考慮しながら製作課題の仕様、構想を行った。

課題設定するに当たり、標準カリキュラムで実施していること、課題の中に盛り込む必要がある必須の項目があること、年次ごと変化を大きくしたのでは学生から見て疑問に思う点も出る、などの考えから、装置の主要な機械要素を共通化させた。

課題設定の上では訓練計画する必要性や、また、2年間で段階を踏みながら科目を履修することになるので、その関連を明確にしておく必要もある。そこで設計製作の仕事との関連を明確にする目的でCUDBUSの能力要件シートを活用して、能力要件を明確にして設定してきた。制御技術科専門課程2年次に実施した複数科目による製作課題の設定について報告する。

2. 背景

2.1 設計製作課題の実習、授業科目

1年次で専門基礎科目を履修し、2年次で専門科目を履修する体系になっている。また、2年次の修了直前には技能証査を行う。2年次では設計製作の

制御技術科 2年次		5期	6期	7期	8期
一般教育	キャリア形成講座(1)		安全衛生実習Ⅱ(1)		品質管理(2)
専門共通			工業材料Ⅱ(2)		機械工学実習(4)
機械工学	機械設計製図Ⅱ(2)				
機械設計製作	機械加工(2)				
	機械加工実習(4)				
	心身の発達(4)				
電気・電子学	インテグレーション実習(4)				マイコン制御実習(4)
制御工学	数値制御加工実習Ⅱ【集約】(2)		数値制御加工実習Ⅱ(2)		
			情報処理実習(4)		
			機械制御(2)		
メカトロニクス	メカトロニクス工学(2)				
			メカトロニクス実習(4)		
			メカトロニクス実習(2)		
システム	シーケンス制御実習(2)				PLCシステム実習(4)
	システム設計(2)				
総合科目			総合制作実習Ⅰ(10)【職高中Ⅱ】		
			総合制作実習Ⅱ(10)		

図1 設計製作課題の実習、授業科目

実習科目として5期、6期に機械設計製図、システム設計、機械加工実習、数値制御機械実習、シーケンス制御、メカトロニクス実習などを履修する。

専門課程は2年間で科目の履修を重ねメカトロニクス、エレクトロニクス、コントロール技術を習得する。それ単独で履修を重ねていくことで、技術の習得を行い、最終的に卒業製作を行っていくなかで当初の目的を達成できる。共通となる製作課題を設定し、授業科目の中で設計製作過程も経験していくことで、訓練の効果もあがるものと考え、科目間共通の設計製作課題を設定することとした。

2.2 仕事との関連

設計の工程は、図面の作成＝設計の完了ではなく、製作費用などが決定する重要な工程であるとの認識を持つことが大切である。修了後の就職でも、製造関係に就職する学生が、入社後に生産技術部門や品質管理部門など、いくつかの部門を経験した後に設計や開発部門に配属されるパターンがあるの

*¹ 現 山形職業訓練支援センター *² 千葉職業能力開発短期大学校

は、企業ごと固有の製品と製造工程があるからである。製作することを前提とした設計製図を行っていくことで、生産性という多くの現場に求められることを、学生の時代に経験できるという効果も期待できる。また、学生からみても、実践的なカリキュラムの期待と実際に製作し、設計の正しさが確かめられる点から、製作することは大きな意味がある。

そこでシラバスに仕事との関係を明確にし、反映させる目的で設計製作課題の能力要件シートを作成することにした。

授業科目のポイントは職業能力の3つの分野を言葉に換えた形式で表現しており、設計製作課題の能力要件シートもそれとの一致を考えて作成した。

また、本来機械設計製作にかかわる能力リストとして作成するが、2年間の段階的な習得の中の2年次に実施する課題であることから、1年次に履修している科目で習得できている能力と、これから習得していく能力リストがわかるように、1年次専門科目の項目を付け加えた。

表1が機械設計製作課題の能力リストである。

2.3 能力要件シートの活用

能力要件シートでは、仕事で分類して企業内教育訓練のカリキュラム作成に使用し、技術技能の伝承計画や能力開発に利用する。また、各人が個人評価できる仕組みもあり、自己評価によって到達度を知ることができる。学生らに能力要件シートを見せ質問したところ、「実習内容をより具体的につかむことができ、興味を持つことができる」「習得度合いが自己評価できる」「重要なポイントがわかり、積

表1 機械設計部の能力リスト

CUBASチャート「機械設計製作課題(搬送装置)の能力リスト」										
能力	1年次	2年次	3年次	4年次	5年次	6年次	7年次	8年次	9年次	10年次
設計製図の能力	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10
設計製図の決定	1-11	1-12	1-13	1-14	1-15	1-16	1-17	1-18	1-19	1-20
機械要素の構造設計	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10
構造設計(部品設計)	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10
構造設計(組立設計)	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8	4-9	4-10
構造設計(組立設計)	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7	5-8	5-9	5-10
構造設計(組立設計)	6-1	6-2	6-3	6-4	6-5	6-6	6-7	6-8	6-9	6-10
構造設計(組立設計)	7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	7-6	7-7	7-8	7-9	7-10
構造設計(組立設計)	8-1	8-2	8-3	8-4	8-5	8-6	8-7	8-8	8-9	8-10
構造設計(組立設計)	9-1	9-2	9-3	9-4	9-5	9-6	9-7	9-8	9-9	9-10
構造設計(組立設計)	10-1	10-2	10-3	10-4	10-5	10-6	10-7	10-8	10-9	10-10

極的に質問できる」「科目間の関連がわかりやすい」と回答する者が多数あった。習得目標が明確化でき、効果が期待できるものと思われた。

3. 設計製作課題

3.1 機械構造部の設計

2年次に設計製作する課題の設計は、機構部分はシステム設計で行い、制御部分はメカトロニクス工学で行う。また、組立図、部品図の作成は1年次に習得した機械製図CADを使って行う。

システム設計では、機械装置に使用される主要な機械要素であるベアリングやモータ、ボールねじやガイドレール、ベルトなどメカトロ機器に使用する機械要素部品が習得目標になっている。技術計算も含まれているので設計製作する装置に含むよう課題設定した。

機械設計製図では、組立図、部品図を提出課題とする。学生は設計図上に市販部品を配置し、その組立を考えながら構造部品の詳細設計を行う。CAD上で詳細設計を行った後に部品図を完成させる。

3.2 制御装置部

制御科目では、設計製作する課題の制御部分が課題になる。1年次にはセンサ工学、シーケンス制御実習などの制御科目で制御プログラムについて学習しており、それを具体的に適用したメカトロ機器の製作技術の習得を目標とし、メカトロニクス工学の中で各種の電気系、制御系の図面作成や設計を行う。メカトロニクス実習、シーケンス制御応用実習では装置のプログラムを行う。電装系では回路図、フローチャートとともに、配線を考慮した制御装置図を作成する。カリキュラムで求められる水準が機械部、制御部それぞれにあるので、各科目担当で最終確認しながら最終的に決める。

3.3 機械加工

実習場に整備されている工作機械類をすべて使用して製作に当たる。フライス盤、旋盤、ボール盤による基本の加工は1年次で履修しており、2年次は、数値制御加工実習の中でマシニングセンタ、

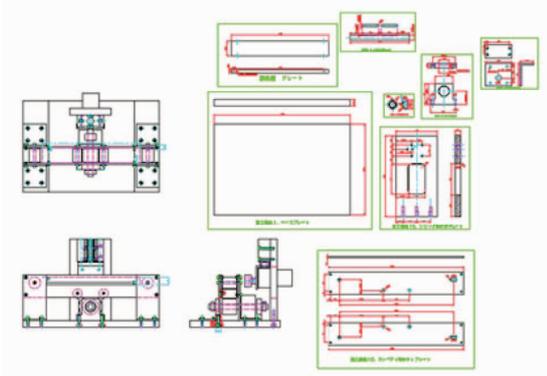


図2 詳細設計図

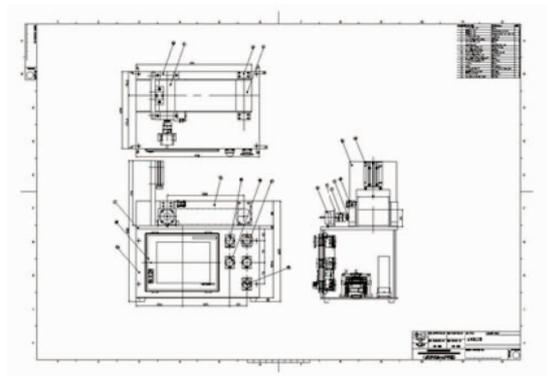


図3 組立図

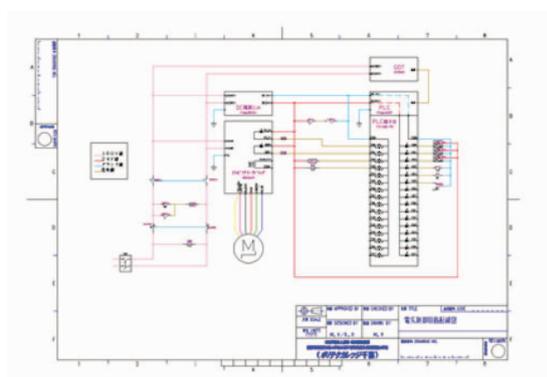


図4 回路図

NC旋盤，レーザー加工を実習する。設計製作した部品は数値制御加工実習の加工課題となる。それぞれ特徴を持つNC工作機械があるので，その特徴を課題設定では生かすことにして構造を決めていった。

例えばレーザー加工は1回の段取りで多数の部品を加工できる。フライスなどで機械加工できる材質や構造の課題部品設計を行うことも考えられるが，加工総数と機械の台数を考えた場合，期間内の完成が難しく，製作の遅れはそのまま制御科目の実施に影響する。したがって，多数の部品が製作できる



写真1 構造部材の製作

レーザー加工機の使用を前提に機械加工との組み合わせで製作できる厚さ（3.2mm）の薄板を主要な構造部材にした。

3.4 設計製作課題の支給品

図5は，2009年度の課題「シートフィーダ」のユニット構成で，モータ側からパイロット穴付きの亚克力製の板を入れ，本体内にセットしたセンサで穴位置を検知，カウントして所定量板を送る装置のものである。

軸受とシャフトの強度計算，寿命計算，選定計算は動力系の設計では必須として使用した。モータは停止性能や稼働能力計算などの計算を含め，必須となっている。価格の面からステップモータを使用した。

空気圧機器は，上下動の動きをさせる機械要素として，課題の中では切断力発生機能，動力遮断機能として使用した。

ローラーの利用により，ベルト等を動かしたときの直進性が簡単に確認できる。設計での工夫や組立て方法の工夫などで性能を保証していくことが求め

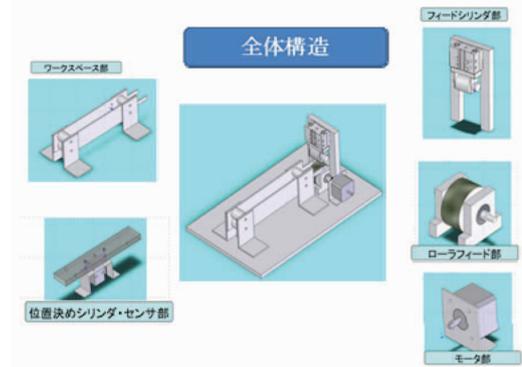


図5 シートフィーダユニット

られる。前年度の実施を踏まえ行った、2009年度の課題検討（デザインレビュー）の検討結果から、組立ての難しさが理解できること、再利用ができるこ

表2 2009年度課題の部品リスト

ユニット名	番号	品名	所要数	加工・購入	カドク等注文番号	取付けボルト等
ベース	1	ベースプレート	1	加工	幅250mm幅等から切削	
	2	駆動軸でアングラボルト	2	加工	径厚15mm以上の鋼等から切削	ボルトM8
	3	駆動ローラー	1	購入	RODHAV50-12-30-T5	
	4	駆動軸のアングラ	2	購入	ER6000Z	
	5	アングラボルト	2	購入	FLATFC10	
ローラー	6	駆動ローラー	1	加工	直径15mmの棒鋼から切削	
	7	ローラー	1	購入	ER6000Z	
フィード	8	フィード機構	1	購入	ROCSS30-10-30	
	9	フィード機構	1	購入	GMSB10-35-F12-M8	
	10	フィード機構	1	加工	径厚15mm幅等から2レイヤカット	ボルトM8
	11	フィード機構	2	加工	径厚1.0mmからレーザーカットと磨き加工	ボルトM8
	12	フィード機構	1	購入	LEBR8	
モータ	13	モータ	1	購入	MG2LPE2-30	ボルトM8
	14	モータ	1	購入	YSABM2-A03-ER05-L55-K275-100-F275ボルトM8	
	15	モータ	1	購入	ER243-018	寸法穴付なしボルトM8
	16	モータ	1	購入	ER16.5.6	
	17	モータ	2	購入	ROSPS20-L30	
ワーク	18	ワーク	2	加工	KBABA3-2-A80-ER0-L50	ボルトM8
	19	ワーク	2	加工	KBABA3-2-A80-ER0-L50	ボルトM8
	20	ワーク	2	加工	SF-M6-26-MD-M8	ボルトM8
	21	ワーク	2	加工	SF-M6-26-MD-M8	ボルトM8
	22	ワーク	2	加工	径厚3.2mmからレーザーカット	ボルトM8

とから使用することとした。

3.5 シートフィーダの支給品

機械要素は支給部品として支給する。

「シートフィーダー」の場合、表2の部品を支給部品とした。支給部品はベアリングやローラーなど実習では製造が困難な部品で、このほかボルトなど締結部品については、学生自ら締結を検討したうえでサイズを選択する形で進めた。

4. まとめ

専門課程の通常時間割の中で、機械構造系の設計製作、電装系の設計製作を同時に行いながら全グループ完成させることができた。これは科目の履修目標と課題の設定、単位取得に必要な各科目の提出物とが一致、連携して実施できたこと。また、実践的に設計製作することで学生達の取組みがきわめて積極的であったことにあると思う。

4年間実施してきた設計製作課題は機械構造の設計製図、制御装置の設計製図、そして一体化し機械として具体的に実物に製作していく過程を通し、機械設計製作のプロセスを学ぶことができる課題として設定した。実務の設計においては能力要件シートのとおり、設計製作課題の中に含むことが難しいさまざまな課題に対する対策を含めた装置の仕様を作ることが重要な工程になる。次の段階はこの仕様を学生自身が作成できることが育成の段階にくる。進学先、就職先にてさまざまな経験を積むなかで、さまざまな課題を学び、あるいは見つけ出し、その解

決を機械装置の設計製作を通じて行っていくことになる。一部ではあるが、機械設計製作の過程を学んだことは意味があると考えられる。また、1つの装置を始めから最後まで完成させるなかでさまざまな問題や製作時間や設計時間、設計での検討の重要性などを認識することができたので、自信と貴重な経験を積むことができたと考えられる。



写真2 2008年度完成品



写真3 2009年度完成品



写真4 2010年度完成品