



設計製作と基礎研究における創造設計教育の連携と 総合

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-12-19 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 里中, 直樹, 上村, 匡敬, 土井, 智晴, 藪, 厚生, 山内, 慎 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24729/00007626

設計製作と基礎研究における創造設計教育の連携と総合

里中 直樹* 上村 匡敬* 土井 智晴** 藪 厚生** 山内 慎**

Cooperation and Integration of Creative Design Education
in “Design and Production” and “Fundamental Research”

Naoki SATONAKA* Tadamasu KAMIMURA*
Tomoharu DOI** Atsuo YABU** Makoto YAMAUCHI**

ABSTRACT

The purpose of the Department of Systems and Controls Engineering at Osaka Prefectural College of Technology (OPCT) is to train engineers who can integrate four basis fields of mechanical, electrical, control and information engineering and construct the systems such as mechatronics systems. Last year, “Design and Production” have been added and “Fundamental Research” have been renovated in the fourth and the fifth grades. This paper describes the details of cooperation and integration method among these subjects in order to achieve more advantages of creative design education. We have selected a case study on designing and manufacturing the animatronics system as the common subject between individual fields.

Key Words: Creative Design Education, Fundamental Research, Cooperation, Synthesis, Animatronics

1. 結 言

大阪府立工業高等専門学校システム制御工学科では、機械系・電子電気系・情報制御系の各専門分野を基礎として、これらを複合・統合し、システムとして構築することができる技術者を養成することを学科の教育目標としている。そのためには、各専門分野を結び付けていくインターフェース技術を理解することや、総合的・システムの視点に立って、バランスよく評価できる能力を養成することが重要になってくる。このような教育目標を実現するための実践的な専門科目として、第 1,2 学年では工作実習、第 3,4,5 学年では工学実験、第 4 学年では基礎研究、第 5 学年では卒業研究が実施されている。

本学科では、創造設計教育のための中核となる科目として、従来より「基礎研究」^[1](1999 年度以前は「システム設計研究」^[2])という科目を設定し実践してきた。しかし、2003 年度より新カリキュラムが開始されたことを契機に、

科目内容の見直しと修正を行い、基礎研究に加えて新たに第 4 学年に「設計製作 I」、第 5 学年に「設計製作 II」という科目を基礎研究の前後に新設し、2006 年度より開始した。

本報では、2006 年度に実施された設計製作 I および基礎研究について、その創造設計教育実践の概要と、2007 年度に実施が予定されている設計製作 II の展望について報告する。

2. 設計製作+基礎研究

2.1 基礎研究

基礎研究(2005 年度以前)は、第 4 学年で開講されている通年 3 単位の必修得科目である。

基礎研究におけるねらいは、以下のとおりである。

1. 学生のアイデア・低学年での基礎知識・高学年での専門知識の融合
2. 実践的システム設計技術・方法論の習得
3. プロジェクト(グループ)による設計製作活動
4. プレ卒研として卒業研究に必要な素養の習得
5. 複数教員による Team-Teaching の活用

基礎研究では、学生自身がテーマに沿ったメカトロニクスシステム(主に自律型ロボット)を考案し、設定された制約(予算・期間)のもと、設計製作を行う。具体的なプロセ

2007 年 4 月 11 日 受理

*総合工学システム学科システムデザインコース
(Dept. of Industrial Systems Engineering : System Design and Production Course)

**メカトロニクスコース(Mechatronics Course)

表 1 基礎研究テーマ一覧

年度	テーマ
1994	空き缶の分別回収
1995	Over the Hill!!!
1996	相撲ロボット
1997	オリエンテーリング
1998	楽器演奏ロボット
1999	流鏝馬ロボット
2000	21世紀に役立つ技術
2001	高所レスキュー
2002	2足歩行ロボット
2003	掃除ロボット
2004	マイクロ風力発電
2005	災害監視用小型飛行機

学年 期間	1	2	3	4		5	
	通年	通年	通年	前期	後期	前期	後期
2002 年度 以前	電子機械 工作実習	電子機械 工作実習	電子機械 工学実験	電子機械 工学実験		電子機械 工学実験	
				基礎研究		卒業研究	
2003 年度 以降	電子機械 工作実習Ⅰ	電子機械 工作実習Ⅱ	電子機械 工学実験Ⅰ	電子機械 工学実験Ⅱ			
				設計製作Ⅰ	基礎研究	設計製作Ⅱ	
						卒業研究	
				総合課題学習			

図 1 新旧カリキュラムの比較

スは、アイデア考案、設計、製作、コンテスト、ドキュメンテーション、発表会の順序で行われている。表 1 に、過去 12 年間にわたって実施されてきた基礎研究のテーマ一覧を示す。

2.2 設計製作+基礎研究

本校では、2003 年度より新カリキュラムが開始され、それにともない本学科でもカリキュラムの改訂が行われた。

図 1 に、2002 年度以前の旧カリキュラムとの比較を示す。2003 年度以降では、各学科において基礎研究の開講形態が第 4 学年後期 2 単位に統一された。そのため、従来は通年で実施されていたメカトロニクスシステムの設計・製作を、そのまま半期で実施することは時間的な制約からも困難になることが予想された。加えて、新カリキュラムでは、基礎研究も含めた総合専門科目が、本校および本学科カリキュラムが教育目標として掲げる創造設計教育にとって中核をなす重要な科目であることを考慮し、これらの大幅な拡張を行う必要があった。

そこで、新カリキュラムでは、基礎研究は後期 4 時間(2 単位)となり、実質的に単位数減にはなったものの、それを挟み込み補う形で、新たに第 4 学年前期 4 時間(2 単位)として「設計製作Ⅰ」を、さらに第 5 学年前期 4 時間(2 単位)として「設計製作Ⅱ」を追加した。これにより、従来の基礎研究と比較すると、開講期間で 1.5 倍、開講時間で 2 倍に拡張されたことになる。

設計製作Ⅰ、基礎研究、設計製作Ⅱは、それぞれ独立した科目ではあるが、あたかもひとつの科目として継続的に連携して実施することにした。各科目の役割分担は、まず設計製作Ⅰは、システム構築の初期段階である要求分析・仕様決定、設計・製図を主に担当する。次に基礎研究は、システム構築のもっとも中核の部分である製作、

展示を担当する。そして、最後の設計製作Ⅱは、学生自身が構築したシステムの性能試験、製品の分析・評価を担当する。このようなプロセスは、実際の企業で採用されている開発設計生産活動における PDCA (Plan/Do/Check/Action) のプロセスを模擬しており、将来学生が企業で経験するであろう開発設計生産活動を疑似体験させることも大きなねらいのひとつである。

また、従来の基礎研究では、11 月中旬の高専祭科展示でのコンテストをメインイベントとしていたため、その後最終発表会までのスケジュールが短く、設計製作したシステムに対する改良や実験による性能試験、設計レビュー等の評価プロセスが不足しがちになることが問題点として指摘されていた。新カリキュラムでは、第 5 学年における工学実験が廃止されたが、設計製作Ⅱをその代替としても位置づけた。設計製作Ⅱにおいて、学生自身が構築したシステムを対象に実験計画および性能試験を行うことによって、より応用的な実験能力を身につけることとともに、前述の問題を解決することもねらった。

一方、基礎研究における製作活動は、従来でも課内時間内で遂行できない不足分については、学生が積極的に課外時間を利用して行うことも多かった。そこで、新カリキュラムでは、第 4・5 学年で並行して開講される「総合課題学習」を基礎研究における製作活動の場として設定し、課外時間における学生の積極的な活動も含めて評価できるように配慮した。

2.3 年間スケジュール

表 2 に、設計製作+基礎研究の年間スケジュールを示す。年間スケジュールは、従来の基礎研究におけるプロセスを 3 科目にわたって展開したものになっているが、各科目ごとに成績評価を行う必要があるため、それぞれ

表 2 設計製作+基礎研究 年間スケジュール

月	年	期	科	スケジュール	提出物	行事等	
4	第 4 学年	前期	設計製作 I	基本計画・仕様			
5				設計・製図	報告会 I	→報告書 I	
6							
7				材料発注			
8				製作 I	展示会 I	→製作品 I	体験入学
9					報告会 II	→報告書 II	
10		後期	基礎研究				
11				ドキュメンテーション I	展示会 II	→製作品 II	高専祭
12					報告会 III	→報告書 III	
1				製作 II			
2							
3					展示会 III	→製作品 III	産学交流メッセ
4	第 5 学年	前期	設計製作 II	性能実験			
5							
6				ドキュメンテーション II		→報告書 IV	
7					報告会 IV		
8				展示会 IV	→製作品 IV	体験入学	
9	指導および予備日						

の節目に、学生に報告書提出および発表会を課した。ただし、これらについては、3科目にわたって設定された1つのテーマに関して、一貫した内容の報告書として学生に作成させるため、設計製作Iおよび基礎研究では、そのスケジュールの進捗に対応した内容までを範囲として提出させた。そして、設計製作IIでの最終提出時には、すべての内容を総合し、完全版の報告書として提出させる予定である。

また、製作品展示も、従来は高専祭のみにとどまっていたが、新たに夏季休業中に実施されている中学生向けの体験入学や、学年末に実施されている企業向けの産学交流メッセでの展示も行った。これにより、学生自身がみずからの作品に対して外部からの定量的評価を受け、その結果をユーザの視点に立って製作品に反映させる機会を増やすとともに、本校および本学科におけるPR活動の一助とした。

次章より、2006年度に実施された設計製作Iおよび基礎研究について、その総合設計教育の実践概要を具体的に説明する。

3. 設計製作 I

3.1 テーマ概要

実施したテーマは「あにまとろにくす(動物型ロボット)」である。アニマトロニクス(animatronics)とは、動物(animal)

とメカトロニクス(mechatronics)の合成語であり、動物の特徴ある形態や動作を、メカトロニクス技術を駆使することにより模擬する技術であり、最近では SF 映画の特殊効果にも多用されている。^[3]

システム制御工学科第4学年42名の学生を1グループが5~6名で構成される8グループ(A~H班)に分け、共同作業により動物型ロボットを設計製作し、ロボット動物園を実現することを目標とした。この設計製作作業を通じて、動物が有する機能・特徴を学ぶとともに、工学的な分野への応用を研究し、考察することを目的とした。

このテーマは、設計製作I、基礎研究、設計製作IIで共通であるため、設計製作Iの第1回目講義の科目ガイダンスで学生に提示した。表3に各班のプロジェクト名、ロボットを製作するための対象とした動物とその特徴(セールスポイント)を示す。

表 3 各班のテーマ一覧

班	プロジェクト名	動物名	特徴
A	コモドン	トカゲ	尻尾の切り離し
B	断固無視	ダンゴ虫	体の丸まり
C	Wanny	ワニ	力強いアゴ
D	SHAKU~to~RI	尺取虫	ユニークな進み方
E	エイちゃん	エイ	ヒレの動き
F	Run Bird	ダチョウ	二足歩行
G	とつこ兎	ウサギ	ジャンプ力
H	かめ吉	カメ	産卵

3.2 実施形態

設計製作 I は、アイデア考案から設計・製図までを行うため、3次元 CAD を利用することが多く、教室内に設置されるすべてのコンピュータ(47台、内教員用1台)で、3次元 CAD ソフトウェア“Pro/ENGINEER Wildfire 2.0”が利用可能な本校地域連携テクノセンター2F CAD ルームを講義教室とした。各節目に行われるグループごとのプレゼンテーションや、毎回の講義開始時に行う作業内容の提示には、教室内に設置されている教材提示装置および中央モニタを利用した。また、センター内に設置されているファイルサーバを利用することにより、教員が提示する作業内容が記述された電子ファイルのダウンロードや各グループの報告書、日報の電子ファイルのアップロードを可能にした。学生は、第3学年までの実験・実習や第4学年に関連科目として展開される CAD 設計製図(通年2単位)により、これらの各種コンピュータソフトウェアの操作方法を修得済みであった。

学生たちが3次元 CAD により設計した動物型ロボットを図2に示す。なお、これらの3次元 CAD データおよび製作途中の一部フレーム等については、夏季休業中の8月に実施された体験入学において、来校した中学3年生約240名に観てもらい、ロボットのコンセプトやその目的、外観が実物に似ているかどうか等のアンケートを記入してもらった。この時点での展示物は、中にはほぼ全体の形となっているものもあれば、脚のごく一部の部品だけ完成といったものまで作業の進捗状況のばらつきがあり、見学した中学生には、一部フレームからロボット全体をイメージするのは難しいものもあったようである。

各班とも、これらのアンケート結果にもとづき、再度 CAD データの修正やロボットの設計変更、改良等のフィードバックを行った。

3.3 実施内容

設計製作 I での作業内容は、要求分析、仕様決定、設計の3つの段階に分けられる。報告書は、仕様書、設計書の2回提出を行わせた。なお、報告書は、各節目で部分ごとに作成するが、最終的には、設計製作 I+基礎研究+設計製作 II を通じて、連続した1冊の報告書とする。以下の項目に関して主にコンピュータを利用した設計を行い、設計書を作成した。

- ・レイアウト設計
- ・機構・運動設計
- ・所要動力計算とアクチュエータ選定
- ・制御系設計

ここで完成した設計書をもとに製作に必要な物品の発注を行い、順次部品が届いた班から製作作業を開始した。

そして、基礎研究にそのまま実施内容を引き継いだ。

4. 基礎研究

4.1 実施形態

10月から開始された後期開講科目の基礎研究での活動は、設計製作 I で設計が完了した動物型ロボットの製作作業が主体であった。製作作業の段階は大きく分けて次の2つであった。

- ① 手動制御型リモコンロボット(11月中旬、高専祭での展示)
- ② 自律制御型自動ロボット(3月中旬、産学交流メッセでの展示)

活動場所は、工場棟や CIM 室(旋盤などの工作機械による部品加工)、創造製作室や HR(組み立て、電子回路製作)であった。

最終形である上記②の完成されたロボットの外観を図3に示す。最終形では、体験入学のときに外観上の問題を指摘され評価が低かったロボットは、ボディを動物のスーツで包む等の工夫がなされており、いずれも本テーマの主題に沿った形態が実現されている。

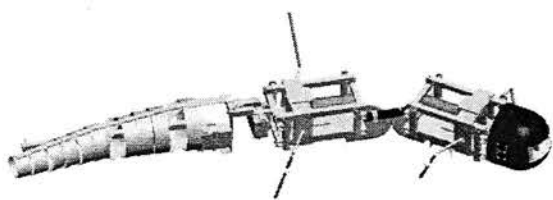
4.2 校外向け発表会

校外向け発表会としては、前述の8月に実施された中学生を対象とした体験入学での展示が第1段階である。

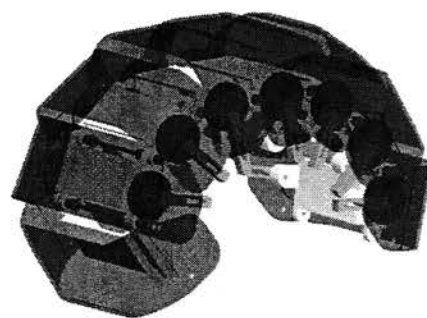
第2段階は、11月の高専祭での学科展示である。ここではリモコンによる手動制御型ロボットで、実際に動作させながら2日間展示を行い、来場者にアンケート(各班が製作したロボットの概観、動作、説明を、各項目4点満点で採点)を記入してもらった。その結果を表4に示す。一部のロボットは残念ながら動作しないものもあったが、ほとんどのロボットは動作した。エイは教室の中に作ったプールで泳ぎ、カメは卵を産んでみせ、ウサギは跳んでみせた。来場者は、ロボットの動きに喜んだり、感心したりしていた。2日間とも大盛況であり、回収したアンケートの総数は約1000人分に達した。高専祭での学科展示の様態を図4に示す。

第3段階は、3月の産学交流メッセでの展示である。この展示が最終であり、ロボットとしても最終完成形である自律制御型自動ロボットとしての展示となる。ここでの来場者は、高専祭とは異なり、企業からの参加者が中心である。そのため、展示を行った学生の中には、来場者から専門的で手厳しい質問をされる場面などもあった。

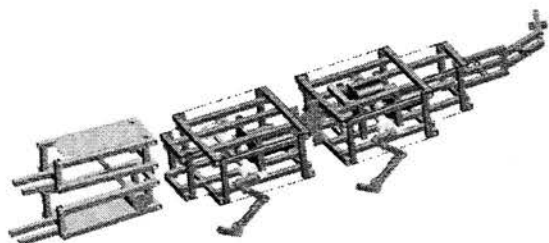
メッセの開催時期が、学年末試験終了後で学生は休みの期間に入っている中であるにもかかわらず、学生たちは、最後まで展示に向けてロボットの組み立て、および調整に熱心に取り組んでいた。産学交流メッセでの展示の様態を図5に示す。



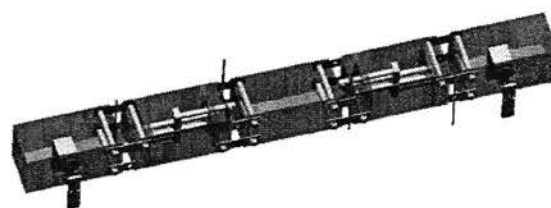
A トカゲ



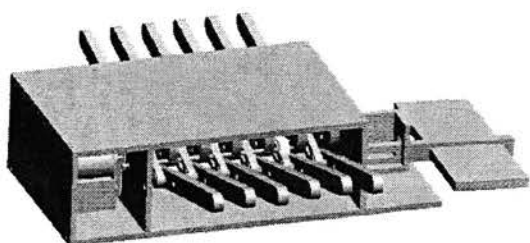
B ダンゴ虫



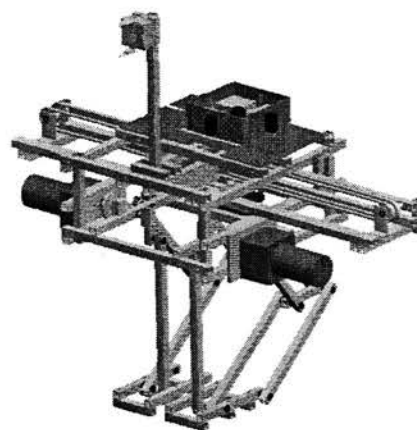
C ワニ



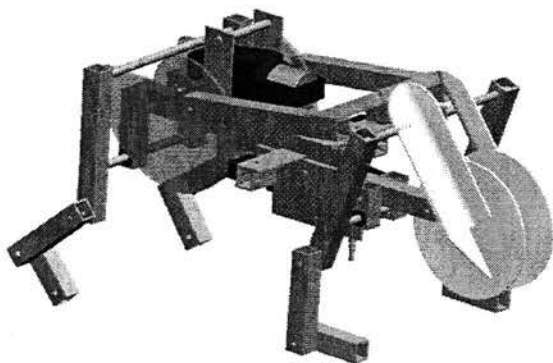
D 尺取虫



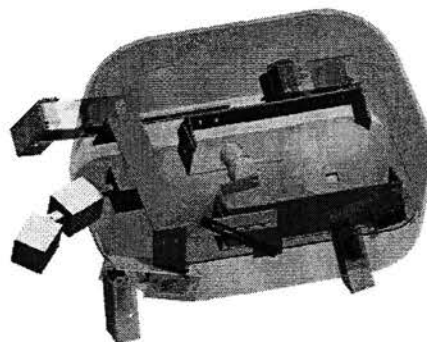
E エイ



F ダチョウ

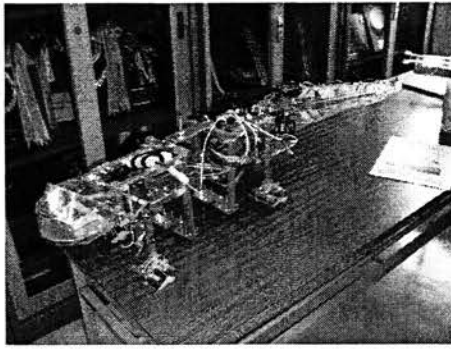


G ウサギ

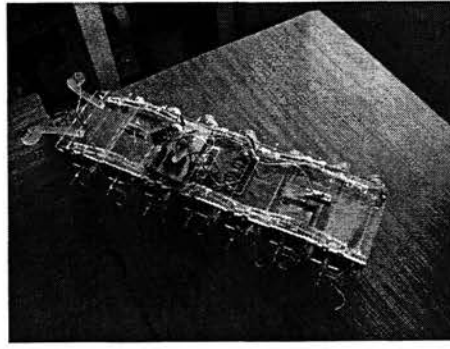


H カメ

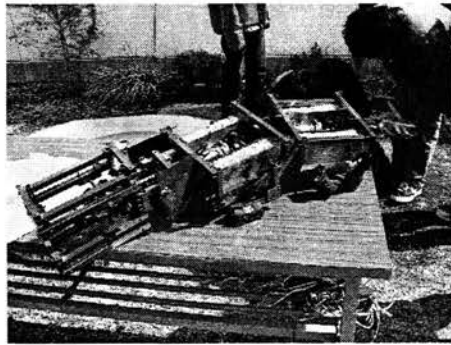
図 2 3次元 CAD による動物型ロボットの設計例



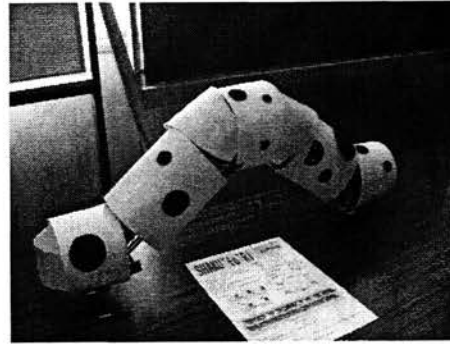
A トカゲ



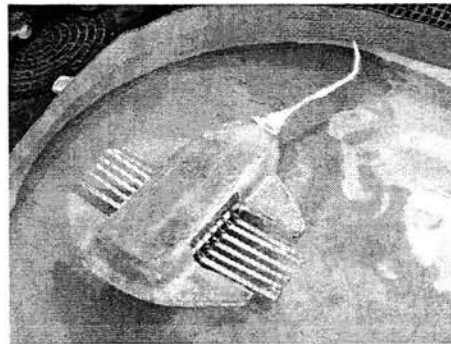
B ダンゴ虫



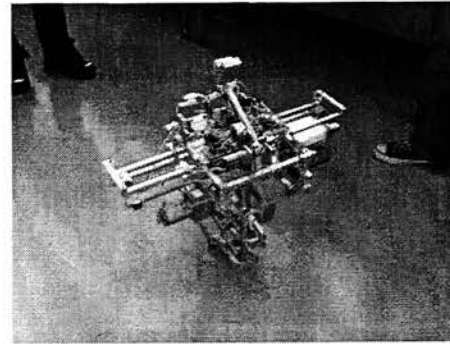
C ワニ



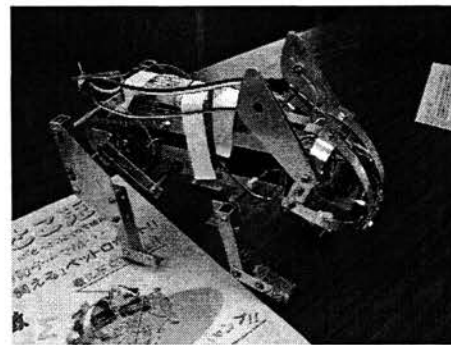
D 尺取虫



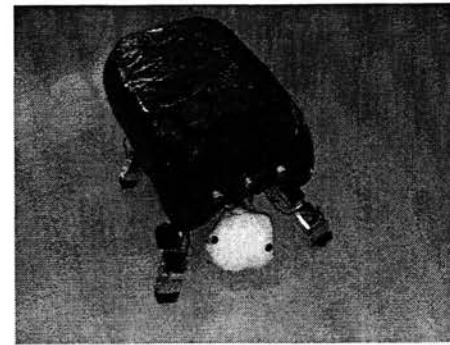
E エイ



F ダチョウ



G ウサギ



H カメ

図3 自律制御型自動ロボットの作品例(於 産学交流メッセ)

表 4 高専祭アンケート結果

班	得点(4点満点)		
	外観	動作	説明
A	2.77	2.68	2.86
B	2.93	2.59	2.81
C	2.66	2.55	2.70
D	2.26	2.21	2.61
E	2.48	2.74	2.71
F	2.48	2.28	2.68
G	2.98	2.82	2.91
H	2.78	2.84	2.84



図 4 高専祭での展示



図 5 産学交流メッセでの展示

5. 学生による授業評価アンケート結果

設計製作 I および基礎研究の各科目の最終回には、受講学生を対象とした授業評価アンケートを実施した。なお、アンケート項目については、本校で毎年実施されている授業評価アンケートのものを、そのまま流用した。また、基礎研究に関しては、製作作業が主であるので、アンケート項目については、実習実験用のものを使用した。各科目の結果を、それぞれ表 5、図 6、表 6、図 7 に示す。

各図表からもわかるとおり、設計製作 I および基礎研究ともに、全体的に肯定的意見をあらわす A, B の評価が 50%~80%を占めており、否定的意見をあらわす D, E の意見はほとんど見あたらない。この結果より、受講した学生からの評価はおおむね好評であったことがわかる。特に、学生の授業に対する熱意を問う Q1 や授業への参加機会を問う Q10 については 80%超であり、学生の積極性が伺える。このことから、学生が学科におけるものづくり教育の中核として、本科目の意義を十分に理解しているものと考えられる。

アンケート結果において、自由記述欄に記述されていた事項として、多く見られた内容としては、学生の熱意や積極性は高かったものの、スケジュール面での厳しさを指摘する学生が多かった。特に、後期の基礎研究において、高専祭展示後も産学交流メッセまでの期間に、手動制御型から自律制御型への拡張作業が行われる。従前からの基礎研究と比較して、作業が行える開講時間数は増加したものの、実質的な製作作業期間はさらに増加していることが一因であると考えられる。夏季休業中は、この問題に対する方策として、総合課題学習を充てることができたが、高専祭以降の作業に関しては、何らかの方策を考慮する必要があると考えられる。

また、例年の懸案事項であるが、班の構成方法やメンバーの偏りに対する不満も多かった。班構成に関しては、第 1 回目の授業のガイダンス時に、くじ引きによって無作為に決定しているが、今年度はとりわけそのアンバランスが大きかったようである。従前からの基礎研究におけるポリシーは、如何なるメンバー構成になっても、お互いにコミュニケーションを取りながら、協力し合ってプロジェクトを遂行していく能力を身につけさせることも大きなねらいの 1 つになっている。このことをより理解してもらえよう、さらなる学生への周知が必要であると考えられる。

以上が、2006 年度に実施された設計製作 I および基礎研究の総合設計教育の実践概要である。次章に、基礎研究に引き続き、2007 年度に開講が予定されている設計製作 II の展望について説明する。

表 5 「設計製作 I」授業評価アンケート結果

Q	A	B	C	D	E	F	評点	内 容
01	20	14	7	1	0	0	4.26	あなたは、この科目の授業を熱心に受けましたか?
02	21	9	7	5	0	0	4.10	この科目のため、予習復習(レポート作成を含む)を1 講義について何時間しますか? (A:2 時間以上, B:1~2 時間, C:30 分~1 時間, D:1~30 分, E:0 分)
03	14	13	14	1	0	0	3.95	先生からのシラバスの説明はわかりやすかったですか?
04	12	18	10	2	0	0	3.95	シラバスを読んで、この科目の授業の進め方、内容、成績評価の方法、到達目標が理解できましたか?
05	19	13	10	0	0	0	4.21	この科目はシラバスに沿って授業が行われましたか?
06	7	21	13	0	0	1	3.85	あなたは、この科目のシラバスに示された到達目標の知識や技能が身につきましたか?
07	8	20	6	6	1	1	3.68	授業はわかりやすかったですか?
08	20	12	8	0	0	2	4.30	先生の言葉ははっきりと聞き取れましたか?
09	16	15	9	1	0	1	4.12	板書(OHP)を含むの文字や図は見やすかったですか?
10	21	14	6	0	0	1	4.37	授業中に質問や発言する機会が与えられましたか?
11	15	13	11	2	0	1	4.00	授業に工夫や熱意が感じられましたか?
12	9	15	15	1	1	1	3.73	教材(教科書、問題集、プリントなど)は授業を理解する上で役に立ちましたか?
13	20	13	7	0	0	2	4.33	先生は質問などに親切に答えてくれましたか?
14	18	14	7	2	0	1	4.17	総合的にみてこの授業はよい授業でしたか?

A:よく当てはまる(=5), B:やや当てはまる(=4), C:どちらとも言いえない(=3), D:あまり当てはまらない(=2), E:まったく当てはまらない(=1), F:無回答

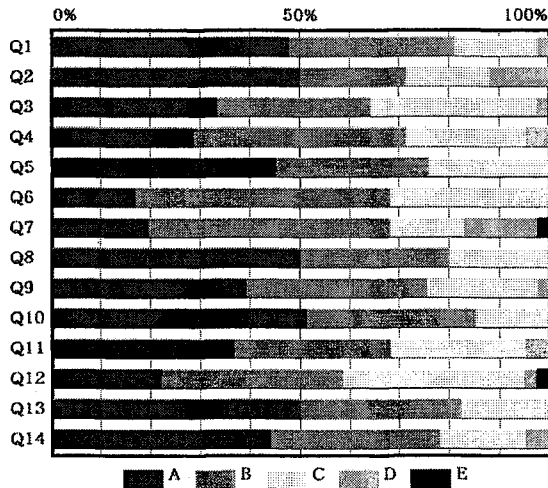


図 6 「設計製作 I」授業評価アンケート結果

6. 設計製作 II

2007 年度の第 5 学年前期には、前年度から引き続いて設計製作 II の開講が予定されている。

2.2 でも説明したとおり、設計製作 II では、学生自身が構築したシステムについて性能試験、製品の分析・評価を行う。それに加えて、最後のドキュメンテーション作業において、WWW による電子文書化を行うことも、現在計画されている。これにより、学生が行ってきた設計製作活動を、WWW コンテンツとして公開することで、創造設計教育実践に関する外部への情報発信も行う予定である。

7. 結 言

以上、本報では、2006 年度に実施された設計製作 I および基礎研究について、その創造設計教育実践の概要について報告した。2007 年度の第 4 学年は、システム制御工学科として最後の学生となる。基礎研究におけるものづくり教育の有終の美を飾ることができるよう、取り組んでいきたい。また、第 3 学年まで進行する新しい総合

表 6 「基礎研究」授業評価アンケート結果

Q	A	B	C	D	E	F	評点	内 容
01	23	11	6	1	0	1	4.37	あなたは、この科目の授業を熱心に受けましたか?
02	26	5	9	0	2	1	4.24	この科目のため、予習復習(レポート作成を含む)を1 講義について何時間しますか? (A:2 時間以上, B:1~2 時間, C:30 分~1 時間, D:1~30 分, E:0 分)
03	14	14	11	1	1	1	3.95	先生からのシラバスの説明はわかりやすかったですか?
04	11	17	12	0	1	1	3.90	シラバスを読んで、この科目の授業の進め方、内容、成績評価の方法、到達目標が理解できましたか?
05	11	16	12	0	1	2	3.90	この科目はシラバスに沿って授業が行われましたか?
06	7	20	11	2	0	2	3.80	あなたは、この科目のシラバスに示された到達目標の知識や技能が身につきましたか?
07	8	14	14	2	2	2	3.60	授業はわかりやすかったですか?
10	18	14	5	2	1	2	4.15	授業中に質問や発言する機会が与えられましたか?
11	18	12	10	4	2	1	3.73	授業に工夫や熱意が感じられましたか?
13	21	9	7	2	1	2	4.18	先生は質問などに親切に答えてくれましたか?
14	16	11	10	2	2	1	3.90	総合的にみてこの授業はよい授業でしたか?
15	9	12	12	7	1	1	3.51	教材(教科書、問題集、プリントなど)は授業を理解する上で役に立ちましたか?
16	9	11	12	7	1	2	3.50	実験・実習の指導内容は、内容を理解する上で役に立ちましたか?
17	9	13	9	7	2	2	3.50	実験・実習の設備は十分にそろっていましたか?
18	14	13	12	2	1	0	3.88	実験・実習のグループごとの人数は適切でしたか?

A:よく当てはまる(=5), B:やや当てはまる(=4), C:どちらとも言いえない(=3), D:あまり当てはまらない(=2), E:まったく当てはまらない(=1), F:無回答

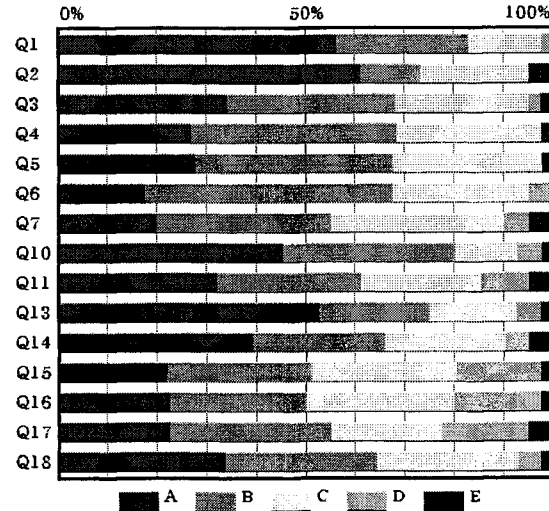


図 7 「基礎研究」授業評価アンケート結果

工学システム学科においても、各学年を超えた総合工学実験実習の連携と総合が、今後もより重要になると考えられる。これまでに本学科が行ってきた創造設計教育実践が、そのための参考となれば幸いである。

最後に、2006 年度の設計製作 I および基礎研究は、2006 年度大阪府立工業高等専門学校奨励研究費の助成によって遂行された。ここに記して謝意を表す。また、ご協力いただきました本校教職員の皆様方に厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

[1] 山本他 5 名: 産学プロジェクトと実践技術者教育における連携, 第 47 回自動制御連合講演会 No.04-256(2004), #137, pp.1-2(CD-ROM)

[2] 里中他 6 名: 大阪府立高専システム制御工学科におけるシステム設計研究について, 機 講 論 No.97-23(1997), pp.200-203

[3] 浅草ギ研: 自作ロボット入門 アニマトロニクス編, 九天社(2002), pp.5