

機械工学科における「モノづくり」教育の一例

機械工学科 窪堀 俊文，梶原 伸治

1 はじめに

機械工学科では2003年度より「モノづくり教育」の一環として1学年開講の「機械製図」および「機械製図基礎演習」の基礎知識を基に、機械工学科学生の自主発想に基づく設計、製図から製品完成までの一連の作業を経験させるために基礎ゼミ2の一課題としてペーパーカーレースを開催し、受講者全員を参加させている。

ペーパーカーの製作は使用材料などの制約条件下でデザイン、高速性能、登坂力を競うための創意工夫を凝らした設計と十分な性能を発揮させるために高い完成度が要求されるなど、モノづくりの要点を体験的に学習する意欲を高めるために、開催期日を定めて開催した。また、より多様な発想に基づいた作品、高性能の作品の出品により機械工学科のモノづくり教育の取り組みを活発にするため高学年の学生、院生の積極的なオープン参加も推進させた。本行事は、モノづくりに対する学生の意識向上と学生間の協調性を持たせるとともに、モノづくりの出発点ともいえる“機械製図”科目の応用課題として、設計、製図、製作の一連の過程を理解させ、さらにモノづくりの楽しさと、重要性について考えさせるよい機会であると思う。その結果、学生の関心度は年々高くなり、いろいろなデザインが考案され、さらにはスピード、登坂力を競うことにより表面的な形のほかに機械本来の機構、構造に至るまで幅広く製作者の思考を引き出すことが可能となるなど、機械工学科としてモノづくり教育の最初のステップになると考えている。

2 ペーパーカーレース導入の背景

入学時に学生にインタビューを行うと機械や機械工学のイメージとして、自動車とロボットをあげることが多い。そこで、モノづくりに対する学生の意識向上と学生間の協調性を持たせるとともに、モノづくりの出発点ともいえる設計、製図、製作の一連の過程を理解させ、さらにモノづくりの楽しさと重要性について考えさせる機会として、身近な素材で製作可能であり、いろいろのアイデアを駆使できるモノとして、ペーパーカーレースを企画した。

自動車やロボットといったアッセンブリーは機械工学科で学ぶカリキュラムの一部であり、一連の授業群の高学

年で習得する。そのため基本的で重要な専門科目の種々の学習の結集によって総合的に成り立っているということを理解させることが重要であると考えた。さらに、実際の設計ではコスト、性能、納期、法律などの制約条件があることが多い。そこで、次に示す明確なペーパーカーレースのレギュレーションを設けることとした。小人数教育に配慮し、概ね学生10名に対し教員1名と多数配置した。

3 開催規定

ペーパーカーレースを開催するに当たりモチベーションを向上させるために開催規定を設けた。開催規定は以下の通りである。なおこの規定は2009年度のモノである。

3.1 作品の設計、製作規定

- ①外観最大寸法は幅150mm、長さ300mm、高さ無制限とする。
- ②設計したペーパーカーの製図(3面図)と設計製作日誌とともに完成させる。できれば、展開図を作成する。
- ③ペーパーカーの製作に用いて良いモノは以下のとおりとする。
模型用小型モータセット(小ネジ、電池ケース、歯車、プーリなどを含む)を1セット配布したモノを使用する。その他の使用材料はすべて紙(段ボール紙、厚紙、色紙など紙であれば可)とする。ただし、プーリに用いるベルトは自由、車軸には木材(竹ひごなどを含む)の使用を認める。
- ④外装：絵の具等による色づけは可とする。
- ⑤組立用具：のり(合成のり可)、セロテープ100mm以内とする。
- ⑥乾電池：単3乾電池、1本とする。(電池は各人が用意する。)
- ⑦作品に愛称をつける。
- ⑧電池およびモータは隠れるような設計とする。
- ⑨ペーパーカーの製作に当たり途中経過を記録(デジカメ等)する。

3.2 作品提出(開催当日に会場受付にて)

ペーパーカーの製図(A4製図)および設計製作日誌に学籍番号、氏名、愛称を記入し、クラス別に所定(学籍番号順)の場所に作品とともに提出する。

3.3 競技規定

(1) デザインコンテスト

- ・教員と参加者全員により、全作品の中から優秀と思われる作品に投票する。
- ・評価の観点は、形状、独創性、完成度、色彩など、総合的に評価する。
- ・投票数によって、1位から10位まで順位付けをする。

(2) スピードレース

- ・競技レーンは、距離15m、幅1mとする。
- ・スタートは委員が旗を振って合図し、タイムはパソコンにより自動計測され各人が記録する。
- ・スタートは、スタートラインに車の先頭を置く。
- ・途中ガード、または、カー同士が接触して停止した場合は、姿勢変更を認める。ただし、同着の場合は、姿勢変更回数少ないものとする。なお、1分を超える場合は棄権とみなす。
- ・ゴールは、先頭がゴールラインに到達した時点とする。
- ・競技は2回行い、タイムによって順位を決定する。
- ・スピードレースは、各自でタイムを測定し、一定基準以上のタイムを通過した車でレースを行う。
- ・予選は、クラスごとでタイムを競う。
- ・決勝戦は、各クラス1位のカーによって競技を行い、順位を決定する。

(3) 登坂レース

- ・登坂角度を変化させて競技する。
- ・競技レーンは、距離1m、幅1mとし、登坂角度は10°から5°間隔で変化させて競争する。
- ・2回づつ行い、達成した登坂角度によって順位を決定する。
- ・同角度となった場合は、スピードの速い順とする。

3.4 表彰

- ・表彰は機械工学科学科長より部門ごとに行なう。
- ・3位まで表彰し、10位まで入賞とする。
- ・後日、製作者氏名、カーの愛称ならびに作品をHPで(本人の了解を得て)公表する。

3.5 開催準備委員会の設置、委員の選出

- ①実行・競技委員会委員を選出し委員会を構成する。
- ②開催準備は委員会によって検討、準備を行う。
- ③開催の実施は、基礎ゼミ2担当者を中心に、機械工学科の協力を得て行う。

3.6 オープン参加

当該授業受講者以外の参加を認める。ただし、コンテストの順位からは除外する。

3.7 注意事項

この行事は授業の一貫として行われる。したがって、1学年開講の「基礎ゼミ2(第2 Semester)」の提出課題の1つとして評価し、成績に組み入れる。

4 授業

授業は1年生を半分にわけ、1 Semester 15回の授業の半分の7回と本レース1回の合計8回で行う。授業日程をTable 1に示す。授業日程は、実際の自動車の企画から制作までの工程と同様になるように予定を立てている。参考として、構想図や設計思想をまとめる設計製作日誌を毎回更新し、教員にチェックを受けることで進捗の把握を行っている。この設計製作日誌をFig.1に示す。また、授業風景をFig.2に示す。

一方、導入授業では、ペーパーカーの作成にさらに興味を持つということによって実際に現場の一線で活躍している企業の方を招聘して講演会を開催した。講演題目は「自動車におけるモノづくりについて」である。学生諸君は、実際に現場で行われている自動車産業の競争社会について講演を通じ感じ取ることができたようで、熱心に聞き入っていた。

1年次でのモチベーション向上は、その後の教育効果に大きく関係する。ペーパーカーレースでは大学での授業のどのような科目が重要なのかを例示することが肝要であると考えられる。レースで良い成績を出すためには自然科学現象を理解し、適切に対応し設計するということが重要である。学生の中には少年時代にミニ四駆の経験あるモノも多く、知識に差がある。そこで、品質管理の特性要因図を示し、設計の重要点を予め説明しておくことにした。

Table 1 授業日程

回	内容(注意点)
1回	ペーパーカーレースの開催規定等の授業
2回	ペーパーカー構想・コンセプト作成
3回	ペーパーカー製作の構想・製作図面作成 (「機械製図」のルールに従う)
4回	ペーパーカー製作図面作成
5回	実際にペーパーカーを製作 (紙・モーター・ギア・軸などと道具を持参)
6回	実際にペーパーカーを製作(ほぼ完成させる)
7回	製作したペーパーカーで予備レース
8回	全員で本番レース

H19年度ペーパーカーレース 設計製作日誌		理工学部 機械工学科	
学籍番号	学籍番号を記入 (共同製作者学籍番号)	氏名	氏名を記入 (共同製作者氏名)
作品名		レース種目	ロスピード □ 登坂
構想図		設計思想、ポイント	
手書きのイラスト、ペンチ絵など		墨書きでわかりやすく書く	
図/写真	設計製作日誌		
第1週	作業の進捗状況がわかる図、写真を書く、貼り付ける		
	毎週日誌をつける		
	[日誌作成日○○月○○日 設計製作時間3.1hr 累計3.1hr]		
第5週			
	[日誌作成日 月 日 設計製作時間 hr 累計 hr]		

Fig. 1 設計製作日誌



Fig. 2 授業風景

この特性要因図を Fig.3 に示す。この特性要因図より、意匠デザインと機能設計と採点基準が大きく分かれ、機能設計におけるポイントを説明することによって、高性能なマシンを作成しやすくしている。本来は、モータトルクから駆動摩擦などのフリクションを差し引いて、加速度を計算して2階積分して距離を求めるといった物理的な検討が必要となるため、2年生以降の専門科目で習得するにしたがって、“今の自分だったら”という成長してもらいたいと考える。幅1m、長さ15mのレーンの中で直進安定性を保つことは困難であり、バウンドさせたり、擦らせたりレーンをうまく利用することも必要である。また、ギア比の設定や軸受けの精度、車輪の真円度などもレースの結果に直結することを予め知識として与えることとし、競争しやすい環境を整えることによってもモチベーションを高めるという工夫をした。教員の仕掛けとしては、授業中には個別に機能設計の根拠を質問するなど設計には自由度がある代わりに、何らかの理由が必要であるということを確認させる。一方、製図は設計者から製作者への「情報伝達手段」であるため、正確さが重要であることを伝える。さ

らに、予備レースを行うことによって課題を洗い出し、本レースに向けて改良するといった、いわゆる PDCA サイクルを体験的に学習できるようにした。

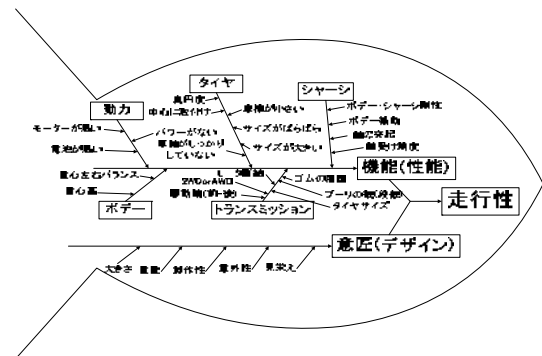


Fig. 3 走行性向上のための特性要因図

5 ペーパーカーレース

ペーパーカーレースは学科の全体行事として行っている。作品例として、スピードレース、登坂レースおよびデザインコンテストの入賞作品の一例をそれぞれ Fig. 4 (a),(b)および(c)に示す。スピードレースではタイヤが細く、全長が比較的長い直線安定性のよいモノの成績が良い。また、登坂レースはギア比と重心位置および坂との摩擦が重要であるが、それらを解決するためにキャタピラ式のモノも見られた。スピードレース、登坂レースおよびデザインコンテストの様子をそれぞれ Fig.5 (a),(b)および(c)に示す。



(a) スピードレース



(b) 登坂レース



(c) デザインコンテスト

Fig. 4 入賞作品の一例

6 評価

6.1 外部評価

一般社会人5名の外部評価委員でペーパーカーレースの取組みを評価した。そこで、設計制作日誌の充実や設計図には部品図が必要で追加をした方がよい。モノには公差が必要不可欠である。また、優秀者のポイントの説明などを行うとよいなどの意見をもらった。それぞれの意見は検討の後、フィードバックさせている。

6.2 授業評価

学生のモノづくりに対する教育効果を確
認するためにアンケートを実施し、その結果を今後の教育
改善に役立てている。

7 おわりに

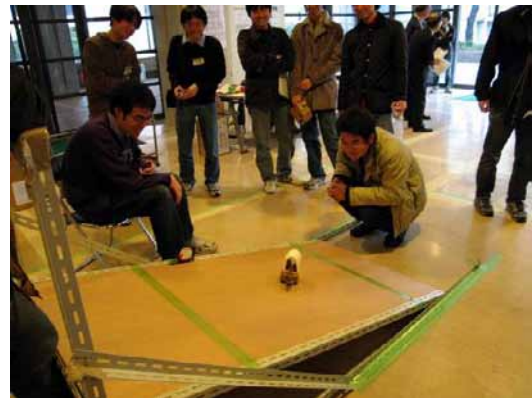
機械工学科の大学教育では、対象物を設計通りに製造するための基礎知識やエンジニアとしての基本技術を身につけることが重要な目標であり、その目標に対してカリキュラムが合理的に作成されているとともに、さらに、興味を持って自主的に取り組むことによる斬新なアイデアや創造的な思考の育成も重要と考える。一方、学生のモチベーションと学習意欲の向上をはかることを目的として行ってきた。

機械工学を初めて学ぶ学生の動機付け教育と機械系モノづくりの根幹である設計の過程を総合的・体験的に学び、モノづくりの基本となる企画、設計、製図、製作に加え、改善するという機械工学の根幹のプロセスを体験し、学生のモチベーションと学習意欲の向上を図ることが本来の目的であることを常に認識すべきであろう。

なお、2009年度ペーパーカーレース担当教員は米澤、森本(純)、山本、乾、木口、沖、森本(精)、佐藤、小坂、淵端、梶原、窪堀である。



(a) スピードレース



(b) 登坂レース



(c) デザインコンテスト

Fig. 5 ペーパーカーレースの様子