

電気自動車を題材にした機械工学科 3 年次の PBL 教育

Project Based Learning with Electric Vehicle as the Subject for 3rd Grade Students of
Department of Mechanical Engineering

○中川 邦夫^{※1} 田原 弘一^{※1} 上辻靖智^{※1} 小池 勝^{※1}
西川 出^{※1} 羽賀 俊雄^{※1}
Kunio NAKAGAWA Hirokazu TAHARA Yasutomo UETSUJI Masaru KOIKE
Izuru NISHIKAWA Toshio HAGA

キーワード: ものづくり教育, PBL 科目, 電気自動車
Keywords: Engineering education, Project based learning, Electric vehicle

1. はじめに

大阪工業大学では、建学の精神「理論に裏付けられた実践的技術をもち、現場で活躍できる専門職業人を育成する」の具現化の一手段として、全学的に PBL 教育に注力している。機械工学科の PBL 教育は、1 年次のエンジニアリング探求演習 (エンジニアリング系 4 学科共同)¹⁾と 3 年次のエンジニアリングプラクティス²⁾がカリキュラムに組み込まれており、また 2, 3 年次の希望者を対象とした国際 PBL³⁾、さらに課外活動ではあるが、機械工学科の学生が多く参加している学生プロジェクト活動 (人力飛行機, ロボット, 学生フォーミュラカー, ソーラーカー) も実践的 PBL 教育と位置づけられている。学生たちは、これらの授業, 課外活動で培った課題解決能力などを生かして、4 年次の卒業研究に取り組んでいる。

上述の PBL 教育の概要については、既報^{1)~3)}で紹介されているので、本報では、エンジニアリングプラクティスの課題の一つである「電気自動車の開発」について、その狙い, 実施方法, 教育成果などを紹介する。

2. エンジニアリングプラクティスの概要

エンジニアリングプラクティスは 2008 年から開講された機械工学科 PBL 教育の基幹授業である。当該科目は産業界において技術者として活躍できる能力を養うための総合演習科目として位置づけられており、修得すべき能力は「社会人基礎力」である。具体的には産業界での製品開発過程で行われる構想, 設計, 製図, 部品製作と調達, 組立, 試運転, 評価の一連の流れすべてを、通年で体験させるものづくり教育である。

2017 年度の場合, 課題は後述する 6 種類が提示され, 5~6 名が 1 グループを構成して, それぞれの課題に取

り組んでいる。一つの課題には 3 グループが割り当てられ, 最終作品は同一課題毎の競技会などでその優劣を競う。きめ細かな教育, 指導を行うため, 各グループにはそれぞれ担当教員が配置されている。課題は年度毎に前年度課題の一部を変更して継続する場合と新たに設定する場合がある。課題を大別すると, 世の中に類似製品があり比較的完成作品をイメージし易い課題と, 類似製品がないため発想力やアイデアを要する課題に分けることができる。2017 年度の場合, 前者は「電気自動車 (エコカー)」、「ホバークラフト」、「2 ストロークエンジンバイク」、後者は「車いす市バス乗車システム」、「パイプメンテナンスロボット」、「スチール缶分離マシン」である。

3. 電気自動車 (エコカー) の開発

3.1 狙いと制約条件, 評価方法

当該課題は、環境に優しい充電可能な電池をエネルギー源とする電気自動車の開発である。その狙いは、設計, 製作を通して、自動車の基本的な構造を理解するとともに、軽量化と剛性・強度の両立, エネルギー収支などのエコカー必須の条件を学ぶことにある。設計・製作に際しては以下の制約条件が課せられ, また評価方法などが示されている。

制約条件としては車両寸法, 車輪数, 乗員数, 変速機構の有無が規定され, 支給される電池の種類 (単 3, 2 次電池) と本数, および駆動モータの寸法, 性能などが提示される。また, 作品の評価は, まず自動車の基本性能である「走る」、「止まる」、「曲がる」が実現されているか否か, これが達成されている場合は, フルスロットルからの制動距離と, 規定されたコースを 3 周する時間で優劣を争う。なお, 総合順位決定には新規性, 外観デザイン, 変速機構の操作性も加味している。

^{※1} 大阪工業大学工学部機械工学科

当該課題は 2010 年度に初めて設定したが、制約条件と評価方法は、作品の完成度などを鑑みて、年度毎に変遷しながら今日に至っている。例えば、初期には車輪 3 輪 or 4 輪、乗員 1 名以上、変速機構なし、としていたが、現在は車輪 4 輪、乗員 2 名、さらに変速機構を有し走行中に変速できることを条件に課している。これに応じて初期には登坂性能も評価していたが、2 名乗車変更後は、これを除いている。

完成作品の一例を図 1 に示す。



図 1 完成作品 (2015 年度)

3.2 製作日程と進め方

作品製作の基本的な日程は、前期を設計に、後期を製作に充てている。表 1 には前期 (設計) の大まかな日程を示しているが、学生たちはこれに則って日程を管理する。前期は 5 月と 6 月に進捗状況などの確認を兼ねた審査会が実施され、7 月下旬には、設計の完了状況を報告する中間報告会が開催される。審査会と報告会では、各グループの発表に対して他学生および教員からの活発な質問、意見があり、これらをその後の設計、あるいは纏め資料の作成に生かすことになる。

表 1 設計の進め方

日程	項目
4 月	①コンセプト固めとラフスケッチの作成
5 月	②基本計画図 (1 次) の作成
	③主要部品のラフ選定
(中旬)	「第 1 回審査会」および審査会結果の反映
6 月	④詳細設計と基本計画図 (2 次) の作成
	「第 2 回審査会」および審査会結果の反映
7 月	⑤部品図の作成と発注部品の選定
	⑥組立図の作成
	⑦部品発注書の作成と発注表の集計
(下旬)	中間報告会

後期は、部品の調達、製作を経て、組立を行い、試運転を実施して、1 月上旬の競技会に臨む。競技会では他グループと優劣を競うとともに、作品の最終評価を受ける。競技会結果を含めた最終報告会が 1 月下旬に実施され、各審査会と報告会のパワーポイント、図面、計算書などを纏めたファイルの提出とポスター、ポートフォリオの提出によって当該授業が終了する。

図 2 には競技会の模様を示している。



図 2 競技会 (2016 年度)

3.3 作品の変遷にみる教育効果

表 2 は、作品各部位の変遷例を示したものである。車体の構造・製作方法や各部品的设计などに大きな進歩があり、一つの教育成果とみることができる。

表 2 作品の変遷例

項目	初期	現在
フレーム材料	鋼材	アルミ材
フレーム接合方法	溶接	ボルト or リベット結合
車輪支持方法	片持支持	両端支持
ブレーキ	リムブレーキ	ディスクブレーキ
ステアリング	単純なリンク	アッカーマン機構の採用
変速機構	車体直付け	堅牢な構造の採用

コンセプト立案と基本計画段階で、各グループは前年度作品を調査している。上述の進歩は、前年度作品の問題点改善、軽量化と強度・剛性の両立、さらには自動車機構の導入などを試みている表れと考えられる。これらは、制約条件が年々厳しくなる中、学生たちが自主的に実施した結果である。安易に前年度の真似を排し、良い作品を作りたい、何か新しいことを盛り込みたいなどの強い思いが感じられる。

4. おわりに

エンジニアリングプラクティスは、受講学生の多くが最も力を入れた授業として挙げるだけではなく、実践的な、そして特長ある教育として企業からも高い評価を得ている。開講から約 10 年を経過した今日まで、課題設定、実施内容などに様々な工夫を凝らしてきているが、グループ授業であるがための課題も散見される。今後は、学生評価を含めたこれら課題を克服して、一層のレベルアップを図りたいと考えている。

参考文献

- 1) 伊與田ほか: 大学初年次における 4 学科合同 PBL 教育の実施について、平成 28 年度工学教育研究講演会講演論文集, 1F08, pp.112-113, 2016
- 2) 小池ほか: 機械工学科 3 年次における PBL 教育について、平成 28 年度工学教育研究講演会講演論文集, 1A12, pp.22-23, 2016
- 3) 川田ほか: ものづくり iPBL を通じたグローバルエンジニアの育成、平成 28 年度工学教育研究講演会講演論文集, 3D11, pp.470-471, 2016