1 年次学生向けの工学設計科目の導入プロジェクト

Introductory Design Project in Engineering Design Course to Freshmen

松 石 正 克^{*1} 竹 俣 一 也^{*1} 松 本 重 男^{*1} 古 川 哲 郎^{*1}
Masakatsu MATSUISHI Kazuya TAKEMATA Shigeo MATSUMOTO Tetsurou FURUKAWA

金沢工業大学が1年次学生に実施している工学設計科目では、多様な解が存在し、問題領域が必ずしも明確ではない身近な工学の題材を対象にして、チームで設計プロジェクト活動を行ない、独自の解決案を創出する。大部分の1年次学生は大学入学までに設計・製作の経験が全くないので、多様な解が存在し、問題領域が必ずしも明確ではない設計課題に戸惑いがある。そこで、著者らは、工学設計の授業開始前に1年次学生にリサイクル材料を使ったミニ設計プロジェクトを課すことにより、設計過程を実体験させ、また、チームメンバー間の親近感を向上させることにした。本報では、ミニ設計プロジェクトの概要とその有効性を調査した結果を報告する。

キーワード：工学教育，教材，プロジェクト教育，フレッシュマン教育，問題解決

The objectives of Engineering Design Education to freshmen at Kanazawa Institute of Technology are to provide students not only with superior technical capabilities, but also to enable them to identify and solve ill-defined and open-ended problems, to generate a set of distinct and creative concepts and to implement the Engineering Design Process, while working as a team. Most of freshman students have never had chance to design and build anything, because the Japanese high school educational system emphasizes knowledge acquisition and memorization with little consideration for open-ended problem solving. Therefore, an introductory design project has been introduced before tackling with an ill-defined and open-ended problem. The paper presents an overview and lessons learned from the introductory design project in Engineering Design Course.

Keywords : Engineering Education, Class Material, Project-Based Learning, Freshman Education, Problem Solving

1. はじめに

金沢工業大学では、1996年度に2年次学生を対象に新たな科目：工学設計Ⅰ，Ⅱを開講した〔1〕。その特徴の一つは、多様な解が存在し、問題領域が必ずしも明確ではない身近な工学の題材を対象にして、チームでプロジェクト活動を行ない、工学設計過程を体験することである。

工学設計過程は次のプロセスから成り立っている〔2〕。

(1) 問題領域の明確化

取り組むべき具体的なテーマを明確にする。

(2) 情報の収集と分析

テーマに関連する問題点とその原因、および顧客の要望についての情報を収集・分析し、設計仕様を決定

する。

(3) 独自の解決案の設計

制約条件下でテーマに対する独自の解決案を考え、解決案の有効性を調査・立証する。

(4) 報告書の作成

解決案を報告書等の具体的な成果の形でまとめる。

(5) 成果の発表

得られた成果を第三者にもわかるように効果的に発表する。

これまでに、著者の一部は、工学設計の本格的なプロジェクトに先立って、ミニプロジェクトと呼ぶ1～2週間で箸置き等の設計・製作を完結させる課題をアメリカのヒューストン大学と日本の金沢工業大学の2年次学生に課し、両大学間で学生が製作した作品の比較を行った〔3〕。このプロジェクトに先立って、双方の学生諸君に設計過程はもちろん、ミニプロジェクト

で設計・製作する箸置きについても何ら予備知識を与えなかった。このプロジェクトの目的は、①日本とアメリカの文化的背景の違いが設計・製作に及ぼす影響を調査するため、および、②設計の経験がない学生に設計過程を体験させるためのものであった。

1999年に教育カリキュラムが改正され、これに伴い工学設計Ⅰが1年次学生、工学設計Ⅱが2年次学生を対象に開講されることになった。新しいカリキュラムに伴って工学設計Ⅰ、Ⅱで生じる問題の一つは大学入学までに設計・製作の経験が殆どない1年次学生が多様な解が存在し、問題領域が必ずしも明確ではない設計課題に取り組むことである。設計・製作の経験が殆どない1年次学生がチームで簡単にに取り組むことができ、かつ短期間で完結する導入プロジェクトがあれば、その後の1学期間の本格的なプロジェクト活動が円滑に行くことが期待できる。

著者らは、設計・製作の経験が殆どない1年次学生に設計過程を実体験させることにより、①チームメンバー間の親近感が向上すること、および、②その後の設計活動が円滑に行くことを目指して、工学設計の授業を始める前に導入プロジェクトを課すことにした。

本報では、無作為にチーム編成を行った1年次学生のチームに、工学設計に関する授業を開始する前に不要になった材料を使ったミニ設計プロジェクトを課し、それがどの程度有効であるかを調査・検討した結果を報告する。

2. ミニ設計プロジェクト

工学設計Ⅰの授業では約1800名の1年次学生を機械系、材料系、電気系、情報系、人間系、環境系および建築系の7つの学系別に約50のクラスを編成し、次に各クラスの学生を1チーム当り数名のチーム（合計のチーム数は約330チーム）に無作為に分ける。各チームには、工学設計Ⅰの授業の開始前に、ミニ設計プロジェクトを課す。ミニ設計プロジェクトでは、不要になった材料を有効利用した“リサイクル材料”を用いて“作品”を設計・製作する。設計・製作する作品に対する顧客の要望と自分達の作品の魅力度をアピールする商品企画書を作成して、第2週目に成果発表することが課せられている。学生諸君は各自が所有しているノートPCでスライドを製作して、3～5分の成果発表を行う。なお、ミニ設計プロジェクトの発表会の内容と雰囲気伝えるクラスの新聞を作成し、第3週に発行することも課した。

ミニ設計プロジェクトの作品は特に限定せず、第1週の課外の活動で設計・製作が可能な作品であれば良いとした。結果的に、殆ど全てのクラスで箸置きを設計・製作した。

学生諸君はミニ設計プロジェクトに取り組むことによって、設計・製作の成功体験を手軽に経験できる。

何故ならば、このプロジェクトは技術的に簡単だから、教員の指導を特に必要とせず、第1週の課外の活動として学生諸君が短期間に独力で完成させることができるからである。

このミニ設計プロジェクトの有効性を調べるために表1に示すアンケートを行った。

表1 アンケートの質問

- 1 大学入学前に設計・製作をした経験がありますか？
- 2 大学入学前にスライドを作って活動成果を発表した経験がありますか？
- 3 チームメンバーは何人ですか？
- 4 メンバーの中に今まで話しをしたことがない人が何人いますか？
- 5 ミニ設計プロジェクトは全員で行いましたか？
- 6 あなたは何を担当しましたか？
- 7 あなたはそれに何時間を費やしましたか？
- 8 担当した役割は面白かったですか？
- 9 商品企画書の作成は簡単でしたか？
- 10 ミニ設計プロジェクトの完成後、チームワークは良くなりましたか？
- 11 満足できる発表ができましたか？
- 12 ミニ設計プロジェクトで問題はありましたか？

3. 大学入学前の設計・製作の経験

金沢工業大学へ入学する前に設計・製作を行った経験および活動成果を発表した経験を調査した結果を図1に示す。

調査結果から、設計製作の経験があると回答した学生の比率は約27%であり、経験者は全て工業科コースの出身であることが明らかになった。経験者の約2/3が授業で、残りの約1/3が課外活動で設計・製作を経験している。なお、工業高校における設計・製作の一例は図2に示す電子制御学習教材「ポケコンマウス」[4]である。大学入学前に経験した設計・製作は与えられた課題を説明書に従って組立て、要求された性能・機能を実現させるタイプのものである。したがって、大学の工学設計で取り組む課題発見・解決型の工学設計過程とは異なる。

(a) 設計・製作の経験 (b) 成果発表の経験

図1 大学入学前の経験

図2 高校生の設計・製作例

(a) 詳細 (b) 箸置きと箸

図3 ミニ設計プロジェクトの作品例

活動成果のスライドを製作して、発表した経験のある学生は約22%である。成果発表の経験者は大部分が工業科コースの出身者であるが、普通科コースの学生にも一部経験者のいることが判った。

4. ミニ設計プロジェクトの成果と評価

4.1 設計・製作した作品と成果発表会

学生諸君は箸置き・設計・製作・成果発表にそれぞれ工夫を凝らした。使用した材料は木材、竹、PETボトル、アルミ缶、紙、ガラス、針金等の身近な廃材を利用した。学生諸君が製作した箸置きには、個人で使う箸置きおよび食卓を囲む全員で共有できる箸置きの2種類があった。

作品の一例として、建築系のチームが設計・製作した箸置きを図3に示す。この箸置きは爪楊枝を針金で編み、手で自由な曲面に成型できるようにしたものである。

成果発表会では各チームは作品の紹介と共に、ノートPCで作成したスライドを使って、設計・製作時に考慮した顧客の要望、商品企画の考え方および作品の魅力度を説明した。

箸置きの成果発表用スライドの一部を図4に示す。同図に示すように、学生チームは魅力的な箸置きの目標を明確に定めて活動し、自分達が設計・製作した箸置きの特徴を的確に表現している。

4.2 クラスの新聞

ミニ設計プロジェクトの発表会の内容と雰囲気を伝えるクラスの新聞は各チームから1名の代表者が集まって編集し、第3週の授業で配布した。ミニ設計プロジェクトの発表会を記録したクラス新聞の1例を図5に示す。同図には成果発表会と作品の写真、および各作品に対する評価と一言メモが掲載されている。

図4 成果発表例

図5 クラスの新聞例

4.3 アンケートの結果

ミニ設計プロジェクトに関するアンケートの結果を図6に示す。アンケートの結果から以下のことが明らかになった。

- 1) チーム結成までにチーム内のメンバーと一度も話しをしたことがなかった学生の割合は66%。
- 2) 平均するとチーム内(平均メンバー数:6名)でこ

(a) 話しをしたことがなかった人数

(b) 担当業務 (複数回答可)

(c) チームワークは良くなったか?

図6 アンケートの回答

- れまでに話しをしたことがなかった人数は約3人。
 3) 全員がミニ設計プロジェクトの完成に協力した。
 4) ミニ設計プロジェクトに1人の学生が費やした時間は約2.5時間。
 5) 83%の学生がミニ設計プロジェクトに興味を持った。
 6) 91%の学生は箸置き設計・製作を困難とは感じなかった。
 7) 68%の学生は商品企画書の作成を困難と感じ、26%の学生は簡単と感じた。
 8) 80%の学生は成果発表がうまくできたと感じ、20%は不満足と感じた。
 9) 97%の学生はミニ設計プロジェクト終了後にチームワークが良くなったと感じた。

5. 結論

設計・製作の経験がない1年次学生に対して、工学設計科目の授業開始時にミニ設計プロジェクトを課した結果、以下の事柄が明らかとなった。

- 1) 学生諸君は箸置きミニ設計プロジェクトに興味を持った。
- 2) 学生諸君は全員がミニ設計プロジェクトの完成に協力した。
- 3) ミニ設計プロジェクトの実施により、チームワークが良くなった。
- 4) 学生諸君は設計プロジェクトの活動で、各自の役割が何であるかを理解し、作業した。

以上のことから、設計・製作の経験が全くない1年次学生に、本格的な設計プロジェクトの開始に先立って、簡単な導入プロジェクトを課して設計・製作を実体験させることは非常に効果的であることが明らかとなった。

参考文献

- [1] James C. Piper III, Timothy K. Hight, 松本重男, 久保猛志: “金沢工業大学における工学設計教育”, 平成9年度工学・工業教育協会研究講演会講演論文集, 日本工学教育協会 pp.117~120 (1997).
- [2] 久保猛志, 松本重男: “金沢工業大学における工学設計教育”, 工学教育, Vol.46, No.2, 日本工学教育協会 pp.14~18 (1998).

- [3] ジャンルック・アーボ, ラマダン・フリーマン, 高亀寿, 松本重男, 久保猛志: “金沢工業大学における工学設計教育 (設計案への日本とアメリカの文化的背景の影響)”, 平成10年度研究発表会, 日本設計工学会北陸支部, pp.9~13 (1998).
- [4] 株式会社ナカイ: “電子制御学習教材ポケコンマウスNPM-985”, 取扱説明書。

著者紹介

松石 正克
 1969年 大阪大学大学院工学研究科博士課程修了 工学博士
 現在 金沢工業大学工学実技教育教授
 日本造船学会, 日本機械学会, 米国工学教育協会

竹俣 一也
 1998年 金沢工業大学大学院工学研究科博士課程修了 工学博士
 現在 金沢工業大学工学実技教育講師
 電気情報通信学会, 日本リモートセンシング学会, 日本写真測量学会

松本 重男
 1979年 金沢大学大学院工学研究科修士課程修了 博士 (工学)
 現在 金沢工業大学工学実技教育助教授
 日本機械学会, 日本工学教育協会

古川 哲郎
 1965年 東京工業大学大学院理工学研究科修士課程修了 工学修士
 現在 金沢工業大学工学実技教育講師
 日本資源・エネルギー学会, 日本伝熱学会