

PBL 科目としての機械式時計製作の試み

Attempt of Mechanical Clock Production as PBL Subject

○大淵 慶史^{※1}
Yoshifumi OHBUCHI

飯田 晴彦^{※1}
Haruhiko IIDA

キーワード：ものづくり，PBL，デザイン教育

Keywords: Creative engineering, PBL, Engineering design education

1. はじめに

テーマを与えてチームで問題を解決するPBL形式の授業は、最近、大学・高専で急速に普及している。テーマを与えられるが、詳細の決定や検討などの問題はグループで解決していく必要があり、自主性が重視され、課題に対し自分で考え自分で答えを出すということの経験が与えられる。また、他グループとの競争を意識させることで、モチベーションを向上させ、成功するために必要な独創性、構想力、行動力、対話力、協調作業力を養うことができるとともに、今後の学習に動機づけ、意味づけを行う効果も期待できる。

第1著者は毎年の卒業研究生に対しての導入教育として紙製の手作り機械式時計を製作させてきた(図1)。基本的な機構図は与えるが¹⁾、動作原理の理解や材料の選定、加工法や構造の考案は全て学生に考えさせることで、卒業研究に必要な知識の構成力や創造力、問題解決能力を身に付けさせることを目的としていた。数回の試みを経て、この動作原理自体は特に機械工学の専門知識を必要としない程度のものであり、工学部の学生であれば低学年でも十分理解できると考えられたため、これを工学部共通科目としての導入教育科目との位置づけで授業開発を試みたので報告する。

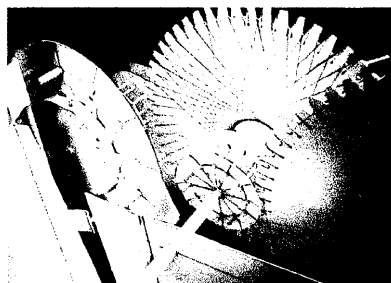


図1 紙製の機械式時計(部分)

2. 実習概要

研究室の卒業研究生による製作は、研究室に配属されてからGW連休までの間に卒研の導入教育として自

ら設計～製作を全て経験のために行わせており、1ヶ月弱で加工機なども一切使用せず全て手作業で紙の歯切りやガンギ車の製作・調整も完全に一人で行うが、最終的にほとんどの学生が動作するものを製作する。

そこで、このテーマを更に発展させて実習授業として再構成するために授業開発を行った。授業は全学科対象の工学部共通科目としての位置づけであるが、実験的な授業を検討無しに学部低学年に導入するのはリスクが大きいと、大学院生を教務補佐員として雇用し、模擬授業のモニター学生とした。専門分野による興味や経験の影響を排除するため各学科系から数名ずつ計15名を推薦してもらい5人ずつの3グループとした。想定した授業科目の趣旨、授業概要、目標、提出物などの概要を表1に示す。

表1 機械式時計製作の概要

趣旨	製品の設計・製作の最初から最後までを通して体験させることにより、ものづくりの全体像を体感させる。
授業概要	ばねや重力などの力学エネルギーを利用し、機械的な機構のみで動作する時計を製作する。この際、既存の部品、既成の部品は使用しないで、かつ出来るだけ安価に、しかも強度や精度が十分なように設計する。
目標	製品として特化するための独創性を有し、外観のデザインや機能的なデザインにも十分考慮した、製品としての評価に耐えるものを目指す。
提出物	作品

これまでの他大学等の調査により、今回試行のPBL模擬授業と同様な現行の科目における予算額は学生1人当たり3000円程度の場合が多かったため、与えた制約事項としては全部品手作りで動作する機械式時計であれば、15000円の予算で材料は何を使っても良いことにし、計時機能以外の付加的な機能もひとつ要求

^{※1} 熊本大学工学部ものづくり創造融合工学教育センター

した。卒業研究生の制作の場合と異なり強度のある材料で本製作を行うため、ここでは部品を全て自作といいつつも、歯切りはCADで描画したものをレーザー加工機で切断する方法にした。授業は紙での試作の後に強度の有る材料での本製作の手順で計画したが、この際に最初に紙で作成させたのは、動作原理の把握と、精度や強度を要する部分を体感させるためである。3時間ずつ約5回の製作で、ようやく動作原理などの確認が出来たので、その時点で中間発表会を行い、その後本製作に入った。レーザー加工機使用のため歯車の歯切りは労力を必要とはしないが、やはり籠歯車の製作とガンギ車の調整には苦労したようである。また、グループワークであるため、設計担当、工作担当、メカ担当、デザイン担当などの役割でのプロジェクト運営の方が難しいようであった。作品の例を図2に示すが、複雑な機構と鈴やベルを鳴らす付加的機能を完成させ、発表会では見るものを楽しませていた。

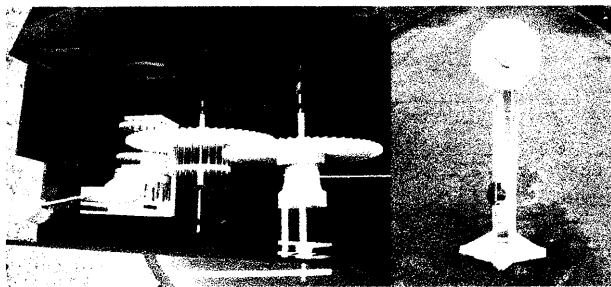


図2 本製作での作品

3. 製作などの所要時間と授業実施計画

今回の試行は事前に時間数を厳密に設定せず、実施しながら進行状況を見てスケジュールを検討したが、製作に関しては概ね以下のような時間を要した。

試作品（紙などによる）製作：6時間予定、実働は15時間程度。本作品製作：6時間予定、実働は15時間程度（1班：機械系学生含）か、それ以上（2班）。

以上の結果を元に実習授業2コマ枠での実施を想定した場合、事前の説明や発表会などを含めると単独テーマで13回程度以上が必要であり、半年間のPBL科目として構成するのが適当であると思われる。

4. 教育効果

以下に、本研究で提案した実習科目の教育効果、およびそれに関する考察を述べる。

教育効果としては、今日ではほとんど見られない機械式の動作による精密な動作が要求されるため、材料の選定、加工法および精度、メカニズムの空間的な配置など、多様な方面からの検討が必要であり、試行錯誤よりも事前の調査や検討が有効であることを認識させることが出来る。また、機構のほかに付加的な仕掛

けの考案や意匠製などの独創性も要求され、製品設計の総合的な側面を理解させることが出来る。作業としても多方面にわたるため、プロジェクト運営の学習課題としても有効なテーマになると考えられる。

本実習は大学院生の教務補佐員に対して試行を行ったが、機械系学生を除けば課題に対しての予備知識や経験は学部低学年とそれほど変わらないことが確認されたため、本研究における結果は実際の授業においても十分適用可能であると考えられる。実際、参加した学生のアンケート結果によれば、このような自主的な製作体験は小学校か中学校が最後という学生が殆どであり、実際に製作を開始してから、前段階の思考の重要性に気付いたという感想も多かった。また、このような科目を学部の低学年で行えば、その後の学習に大きな影響を与え得るという回答も見られた。ただし、大学院生では個々の専門性が既に確立されているため、課題に対する興味の度合いが大きく異なりこれにより制作へのモチベーションに差異が生じていたことがアンケートにより確認された。この点は、学部低学年での実施の再確認が必要であると思われる。

アンケートにより評価を0～5点とし、「興味を持った」「自身の経験として有益」の2点について集計した結果、興味、有益性ともに3.01という良好な評価を得られた。これには、非常に困難なものを作り上げた充実感や達成感によるものも大きいと推測される。

5. 結言

PBL科目を想定した学部低学年対象の実習科目の授業開発を行った結果、以下の知見が得られた。

- (1) PBL科目を想定して機械式時計の製作をテーマとして模擬授業を試行した結果、学部低学年向けの半年間の科目として実施の可能性が確認された。
- (2) 初めての製作体験や、グループワーク体験により、新たな興味引き出すことが出来た。
- (3) グループワークでは個人の興味や基礎知識の違いによりモチベーションに差が生じないように、役割分担などでの配慮が必要である。
- (4) 実際にモノを作ることにより、ものづくりが広く多くの知識を必要とすることを学び、工学の体系的な理解への興味を深めさせる効果が期待できる。

本研究は文部科学省の特別教育研究経費の採択を受けた熊本大学工学部ものづくり創造融合工学教育事業の一環として行われたものである。

参考文献

- 1) 大東聖昌：エンジニアがつくる不思議おもちゃ、工業調査会、pp.98-101, 2003