

## 福井高専における工学教育事例紹介

国立高等専門学校機構 福井工業高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻主任  
西 仁 司

### 1. 福井高専の専攻科

福井高専には、中学卒業後の学生が 5 年間学ぶ本科と、本科を卒業した学生が 2 年間学習することで学士の学位が授与される専攻科がある。専攻科には、本科で機械・電気電子・電子情報の各分野を学んだ学生が入学する生産システム工学専攻と、物質・環境都市の分野を学んだ学生が入学する環境システム工学専攻の 2 専攻があり、定員は 2 専攻合わせて 20 名である。

また、本科の 4、5 年と専攻科 1、2 年を合わせた大学 4 年間に相当する「環境生産システム工学」教育プログラムは、日本技術者教育認定機構(JABEE)によって工学(融合複合・新領域)及び関連のエンジニアリング分野で認定を受けている。このプログラムには JA~JE までの 5 つの学習教育目標がある。

その目標のうち、「JD: 技術者に求められる基礎的なデザイン能力を身に付ける」という目標に対しては、表 1 に示す 4 つの小項目が設定されている。この中の 2~4 の能力を育成する科目として、「創造デザイン演習」という授業を、専攻科 1 年生で必須科目として開講している。そこでは、出身学科の枠を越えた 3~4 名のグループで学生主体の PBL 型演習を行い、専門分野にとらわれない問題解決策を総合的に提案、設計、構築する。半期ごとにグループとテーマを変え、通年で評価を行っている。この科目の授業目標は「自ら問題点を発見しようとする意識を持ち、課題について多様な観点から創造性を発揮して検討・考察し、解決策を提案し、チームでの協議および共同作業を通して解決法を見出すために、他者の意見に耳を傾け、的確に理解したうえで、問題点を指摘する。期限までに妥当な結果を導き、その結果を試作品やポスターによって表し、他者に対してわかりやすくプレゼンテーションが出来る。このような課程をとおして現代社会において技術者として必要なエンジニアリング・デザイン能力の重要性を認識するとともに、その基礎能力を身につける。」である。

本稿では、この科目で取り組んできたテーマとその取り組みを紹介する。

表 1 福井高専専攻科の学習・教育目標 JD の小項目

1	構造物又は製品を設計する際に、複数の技術分野についても意識しながら、つくる目的を意識し、機能性・安全性及び経済性に加えて、環境負荷の低減・快適性などを考慮できる
2	新しく出会った課題について、自ら問題点を発見しようとする意識を持ち、既知の事柄と未知の事柄とを識別したうえで、それらを蓄積・整理できる
3	既成概念にとらわれない創造性豊かな発想のもと、自分の専門分野以外の技術分野を含む課題について、多様な観点から検討・考察し、その結果を具体的に示せる
4	異なる分野の人を含んだチームでの協議及び共同作業を通して、解決方法について複数の候補を見だし、その中から最も適切なものを選択できる

### 2. 福井高専を PR する「動くもの」の作成

平成 28 年度前期に取り組んだテーマであり、この「動くもの」とは、関節を持った人形や、アニメーションなど幅広いものを含んでいる。このテーマでは、人形的设计・製作やアニメーションの制作といった技術面の課題に取り組む前に、福井高専の PR の現状とその問題点の抽出、それを解決する手法の検討に取り組む必要がある。これらの活動や作品の計画・報告を異なる専門知識を持った学生のグループで取り組むことで、対象とする学習教育目標が達成できると考えた。

#### 2.1 内容と評価方法

この時の学生数は 25 名であり、6 チームに分かれて製作を行った。表 2 にこの授業の流れを示す。前期のこの授業では、演習とは直接かわらない座学の時間が必要なため、9 週で一つの製作を行った。

本格的な演習に取り組む前に、アイデア出しの方法を学生に説明した。図 1 にアイデア出しを行っている学生の様子を示す。学生たちは、ブレインストーミングや KJ 法を使ってアイデアを出したり、まとめたりしていた。

この期では、中間発表と最終発表の評価をグループごとに、中間レポートと最終レポートを学生ごと

に評価し、成績を付けた。発表は教員による評価と学生による相互評価を行った。また評価には、この科目の到達目標に応じたルーブリックを用いて基準を明確にするとともに、学生に事前に告知して、到達目標を意識した活動になることを期待した。

表 2 平成 28 年度前期のスケジュール

第 1 週	ガイダンス、アイデア出しの手法について、グループ分け
第 2 週	グループワーク
第 3 週	中間発表
第 4 週 ～第 8 週	グループワーク (製作、発表資料作成など)
第 9 週	最終発表

## 2.2 結果

この演習で学生が作成したものを図 2 に示す。図 2(a)は、学生が学校生活を通じて成長し、社会へ飛び立つというイメージから、小鳥をモチーフにした作品である。この作品は羊毛フェルトが使用されているが、当初の計画では 3D プリンタを用いて作成する予定であった。しかし、コストや関節の動作の問題から、製作方法を変更したとのことであった。このグループは、この人形を用いてストップモーションアニメーションも制作していた。このことから、様々な専門知識を活用して問題解決にあたった良い例であった。

図 2(b)は、福井高専が立地する鯖江市の西山動物園のレッサーパンダと眼鏡、高専の専門学科の作業服を組み合わせたキャラクターである。このグループは、このキャラクターを使って各学科を紹介するアニメーションを作成していた。

全体としては、6 グループ中 3 グループがアニメーションのみの制作となってしまったため、担当した教員からは「もっとものづくりを目指してほしかった」との意見が出た。



図 1 アイデア出しを行う学生の様子



図 2 作品例

## 3. ボードゲームの作成

平成 28 年後期に取り組んだテーマである。ボードゲームはビデオゲームと異なり、電源不要でどこでも遊べるという利点がある。ボードゲームの制作は、グループでゲームの目的を検討し、企画を立案し、作成に取りかかることになる。作成の際には、3D プリンタなどを使ってゲームに必要なコマを製作することが考えられる。一方で、世界観や目標、対象年齢層、フレーバーを決める必要がある。このフレーバーとは、やりこむことで強くなるのか、それとも素人でも簡単に勝ってしまうのかといった難易度や、サイコロなどを使ってランダム性を高めるのか、それとも戦略性を高めるのかといったゲームシステムの方向性のことである。このように、一言でボードゲームの作成といっても、様々な観点からの事前調査や設計、製作が必要となるため、本科目で取り扱うテーマとして適切であると判断した。また、ゲームということで学生のモチベーションの向上にもつながると考えた。

### 3.1 内容と評価方法

前期と同じで学生を 6 チームに分けた。表 3 に、この授業の流れを示す。このテーマの際は、ボードゲーム開発に実際に携わっている外部講師を招聘した。この授業では、まずその方から実際のボードゲームをお借りして学生に体験させ、どのような種類のボードゲームがあるのか、ボードゲームの面白さはどのようなところにあるのか、ボードゲーム作成にあたりどのようなことを検討する必要があるのかを学生たちに意識付けした。この授業の様子を図 3 に示す。

また、学生の発表の機会を多数設けた。これには、プレゼンテーションに対する質疑をもとに、作成へのフィードバックを何度もかけて、学生たちに PDCA サイクルを多く実行させようという意図があった。また、発表方法も回によって変えた。第 1 回は企画したゲームの説明を行うだけであるが、第 2 回は試作したゲームを他のチームにやってもらいなが

ら説明させた。第3回は、ゲームの本体と、その説明書だけで他のチームがゲームを行い、これをもとに評価させた。こうすると、説明書にゲームのやり方をわかりやすく記載しておかないと、他のチームの学生たちは自分たちが作成したボードゲームを正しく遊んでくれないことに気が付く。このことから、わかりやすく記載する能力も育成することができると考えた。

学生の成績評価には、発表、企画書、ゲーム、説明書を用いた。これらの評価対象から、作成したゲームの独自性や完全性ととも、売れそうかを評価の判断基準とした。

表3 平成28年度後期のスケジュール

第1週 (2回分)	ガイダンス、ボードゲーム体験
第2週	前年度のゲームの体験、グループ分け
第3週～ 第4週	グループワーク
第5週	発表①(内容の発表、試作品の提示)
第6週	チーム活動(発表会で指摘されたことに対する対応)
第7週	発表②(ゲームしながら説明)
第8週	企画書の提出
第9週	グループワーク
第10週 (2回分)	発表③(説明書だけでゲーム)
第11週	発表④(最終作品説明)
第12週	ゲーム、説明書、最終レポート提出



(a) ボードゲームの説明

(b) ボードゲームを体験する学生たち

図3 初回の授業の様子

### 3.2 結果

発表②の際に、説明を聞いたりゲームをやってみたりした学生が、ゲームを作成したグループにあてたコメントの一例を以下に示す。

- ルール設定が整っている。ゲーム時間が少し長いので、攻撃できない時が多いのではないかな。失敗して自分のターンが終わってしまうのは寂しい感じ
- 先読みが難しく、自分のことで精いっぱいになってしまった。ルールに工夫が必要だと思った。
- 3Dプリンタでコンポーネントを作るとぐっと面白さが上がると思う
- 世界観がしっかりしているだけに、ルールがそっけなく感じてしまう。じゃんけんという運のみで大将が簡単に負けてしまうのは、もったいなく感じる。
- 小さい子は難しくないか？MAX、MINではなくて、ほかの言葉がよい

このように、そのゲームの良い点と悪い点を各自で判断し、具体的に示せていることがわかる。これらのコメントを記述できるということは、ゲームの面白さという主観的な部分と、システムやコマといった具体的な部分を、学生たちが的確に組み合わせることができているからと考えられる。そして、数か月という短時間でこれができたのは、学生たちが数多く経験しているゲームという題材だからであると判断する。



(a) 積み木をくみ上げるゲーム

(b) カードとサイコロを用いたゲーム

図4 ボードゲーム作品例

図4に学生たちが作成したゲームの外観の例を示す。図4(a)のゲームは、初めての人でも直感的に遊べるようにしたゲームであり、対象年齢は6歳以上、プレイ時間は約20分、人数は4名となっている。図4(b)のゲームは、カードとサイコロを用いて、実力と運を適度にアレンジしたゲームで、対象は小学生以上、プレイ時間は約45分、人数は2~4名となっている。この他の4チームも趣の異なるゲームをそれぞれ作成した。ボードゲームといっても様々なジャンルがあり、最初の回で学生にそれらを体験させたことが多様性につながったと考える。

また、中間発表から大きくゲームを変えたグループもあった。そのグループは、「ゲームシステムに大きな問題がある」、「独自性があまりない」という意見を受けており、それを踏まえた方針転換を行ったも

のと考えられる。当初の目論見通り、発表の機会を増やしたことによる企画・設計のフィードバックが機能したものとする。

#### 4. 3Dプリンタを使った安心・安全アイテム製作

平成29年前期に取り組んだテーマである。このテーマは、この年度の全国高専デザインコンペティション（以下デザコン）のAMデザイン部門のテーマであり、8月の予選審査への応募を目指して学生に取り組ませた。

##### 4.1 内容と評価方法

この時の学生数は30名であり、8チームに分かれて製作にあたらせた。表4にこの授業の流れを示す。このテーマの場合、3Dプリンタを使うことが前提となるため、最初に3D CADの使い方について簡単に講習を行った。この際、すでに3D CADの使い方を学んでいる機械工学科卒の専攻科生のサポートを得た。

この期でも中間発表、最終発表、作品、中間レポートを評価対象とするとともに、最終のグループレポートは、デザコンへの応募資料とした。また、最終発表はデザコンでの発表と合わせてポスター形式とした。作品の評価には、デザコンの評価項目を参考にした。そのほかの評価は、ルーブリックを用いたが、前年度の3段階のルーブリックでは、適切な採点が難しかったため、4段階とした。

表4 平成29年度前期のスケジュール

第1週	ガイダンス、グループ分け、3D CADの講習
第2週	グループワーク
第3週	
第4週	中間報告
第5週～ 第7週	グループワーク (第6週は2回分)
第8週	最終発表

##### 4.2 結果

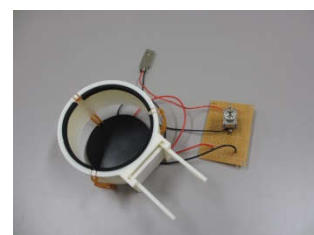
この演習で学生が作成したものを図5に示す。図5(a)は、様々な機能を持たせたピースを組み合わせることができるスマートフォンケースである。miniSDカードを収納するピースや、カメラレンズカバーを持ったピース、スマートフォンを立てて使うための脚を搭載できるピースなどを用意している。図5(b)は自家用車内で使用するドリンクホルダである。ペルチェ素子を利用して保温・保冷機能を持たせるとともに、車の揺れによって液体がこぼれることを防ぐ構造としている。

このテーマでも各グループから様々なアイデアの作品が考案された。しかし、樹脂を使った少量多品種の製品生産に向いている3Dプリンタの特徴を十分生かし切れていない作品がみられた。例えば、段差を容易に登れる車いすのアイデアや、非常口の場所を示すプレートなどが、これにあたる。また、安心・安全というテーマへの一致も不十分な作品があった。

このテーマの時も、学生の専門分野を取り扱ったグループで製作にあたらせたが、3Dプリンタを使うという性質から、CADの使用に慣れている機械工学科卒の学生の作業量が、他の学科出身の学生よりも多い傾向がみられたことも、このテーマの改善事項である。



(a) スマートフォンケース



(b) ドリンクホルダ

図5 安心・安全アイテム作品例

#### 5. 学生が主体の活動を行う際の検討事項

これまでの3つのテーマの内容をまとめ、学生主体の活動を正課の科目で実施する際の検討事項を考察する。正課の一つとして行うということは、学習・教育目標に合致している必要があり、これに沿った評価が不可欠となる。問題解決能力やデザイン能力、グループワーク能力の育成を目的としている創造デザイン演習では、各学生の専門分野に大きく依存しないテーマを実施してきた。もしも、専門知識の育成を目標とする科目であれば、その要素を演習の中に組み入れなければならない、テーマ設定をより慎重に行う必要がある。また、グループでの作業を行わせたい場合は、各学生の作業分担に偏りが出ないテーマ設定を行うことも重要である。

評価方法は、あらかじめ学生に伝えているが、ルーブリックを学生に示してもこれに対応したレポートや発表があまり多くないことも分かった。学生たちは、これまでに身に着けたレポート作成方法や発表方法を使ってレポート作成を行ってくる。ルーブリックにあまり慣れていないこともあり、これを使用する意味を事前に学生に伝えておくことが教育効果を高めるために必要であると考えられる。

学生たちの議論の方向性を示すアドバイザーの存在や、中間発表などのときのグループ外の学生からの

感想をまとめることも重要である。学生主体の活動は、自主性が求められる一方で、独りよがりのアイデアにならないように、周囲の意見をまとめて、短いスパンでそれらを学生に伝えることが完成度の高い問題解決策に導くポイントとなる。

評価の際は、グループで行っている作業に対して、個々の学生をどのように評価するかも重要な検討事項である。また、グループ作業を行う際に各自がどのような問題意識をもって作業に当たったのかを報告させることも、学生一人一人のグループワーク能力の育成に効果があると考えられる。

## 6. まとめ

本稿では、福井高専専攻科で行われている創造デザイン演習で最近実施した課題テーマと内容を紹介した。これらの実施結果を踏まえ、学生主体の活動に対する授業担当教員の検討事項をまとめた。

福井高専では、今後もこのような授業を実施していく予定であり、学生の能力育成に向けた効果的な授業、演習の方法を検討、実施していく。