

地域と連携した PBL の実施とアクティブラーニング

国立高等専門学校機構 福井工業高等専門学校
西 仁 司

1. はじめに

今回の研究集会のテーマである「アクティブラーニング」は、2020年から実施される学習指導要領で特に注目されるようになった[1]。社会システムを実装できる技術者育成を目的としている工学教育においては、多様な技術分野の知識を組み合わせる能力の育成が以前から重要視されており、学生自ら問題を提起し、それを解決するアイデアの提案や、システム的设计製作を授業で体験させてきた。高等専門学校（以下高専）では、設立当初から実験・実習の授業が多く配置されており、座学で学んだ知識を、それらの授業で活用して身に着けさせる教育を行ってきた。また福井高専では、問題解決型のPBL (problem based learning) についても、各学科単位で実施しており、そこでは、アクティブラーニングで見られる「グループによる学生の主体性な学び」の活動が実施されていると考える。

本報告では、福井高専専攻科で2017年度に実施したPBL型演習の取り組みを紹介し、その中で見られたアクティブラーニングの要素をまとめる。

2. 授業概要

本報告で取り上げる授業は、福井高専専攻科1年生を対象に実施している「創造デザイン演習」である。この授業は、本校で定めている学習・教育目標のうち、「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」という項目を評価する対象となっている。通年の授業であり、前期は3Dプリンタを用いたものづくりをグループで行っている。このグループは、専門とする学科にとらわれず、別々の分野を専門とする学生から構成されるよう割り振っている。

2017年度の後期は、「地域の課題を解決する」というテーマを設け、学内にとどまらず、学外の方の協力を受け、授業を進めることとした。具体的には、福井県が施策の中心としている「農工連携」「放射線教育」「防災・減災」という3つのテーマに取組んでいる企業や公的機関などの関係者と学生が直接話し合い、そのテーマに存在する問題を学生が把握し、その解決策を提案するという内容である。農工連携では、福井県園芸研究センター様と株式会社いーの越前様にご協力いただいた。両機関は、農業の自動化や省力化を積極的に行っており、主にトマト栽培方法の研

究を行ったり、実際に出荷したりしている。放射線教育では、これに関する教材の販売を行っている株式会社サンルックス様にご協力いただいた。防災・減災では、越前市大滝地区にある石川製紙株式会社様、株式会社岩野平三郎製紙所様、山次製紙所様の3つの和紙製造会社にご協力いただいた。この地区は平成16年と24年に相次いで豪雨被害を受けたことから、現在、豪雨被害対策が進められている。

表1に本授業の流れを示す。大まかには、テーマに関する説明、アイデア出し、製作、発表といったPBL型演習の典型的な流れをとっている。施設見学や発表会、製作期間にはまとめて授業コマを設定した。

表1 授業の流れ

日程	内容
10/6	ガイダンス 専門教員による各テーマの説明
10/13(2 コマ)	テーマに関する施設見学
11/10	チーム活動
11/17(2 コマ)	中間発表
12/1	チーム活動
12/15(2 コマ)	チーム活動
1/12(2 コマ)	チーム活動
1/19	チーム活動
1/26(2 コマ)	最終発表

3. 具体的な内容

3.1 ガイダンス

本授業では、まず3つのテーマに関する知識を深めるために、テーマに関連した研究を進めている本校の在籍教員に、一般的な説明をしてもらった。研究をしている教員からの説明を受けることで、詳しい技術動向が学生に伝えられ、その後の施設見学でポイントとなる点を学生に認識させて、より効果的な見学にさせることを狙った。また学生には、自分が担当しないテーマの説明も聞かせた。これは、担当していなくても、後にある発表会の際に他のチームに対してより適切な質問ができるのではないかと考えたためである。図1にテーマ説明の様子を示す。

3.2 テーマに関する施設見学

実際の現場でどのような問題を抱えているかを学生に把握させるため、協力機関の施設見学を行った。図2と図3にその様子を示す。ここでは実際の取り組みや、困っていることを関係者から直接説明してもらった。この狙いは、最初のガイダンスで得た知識と見学によって得られた情報を学生にリンクさせ、実用的なアイデア出しや解決策の提案につなげさせることである。

3.3 学生の問題意識

この見学の後、どのような問題点があったかを個人レポートとしてまとめさせた。そこで学生が記述した項目のいくつかをテーマごとに以下に示す。

【農工連携】

- トマトの重さに枝が耐えられず、折れたり、曲がったりする現象が発生している
 - 費用対効果の高い対策が必要
- 人手不足に対応するための省力化
 - 高所での生育管理、収穫時期の判断
 - 受粉のための蜂の購入
- 品種の選別・作出
 - 高付加価値の品種
 - 工場のモジュール化

【放射線教育】

- 目に見えない、わかりにくいから怖いものと思われている
 - 見える化、わかりやすさ（ビデオや模型の教材）
- 霧箱など、手間がかかる教材だったり、教材が高価だったり、使い捨てだったりする
- 教員自身もわからないことが多い
 - 放射線教育の歴史に原因

【防災・減災】

- 下流の和紙工場は泥の被害（モーター、ポンプの故障など）の防止、早期の復旧が課題
- 上流にある手すき和紙工場は、災害が起こるまでの時間が短い、機械の被害は少ない
- 川のすぐそばにある和紙工場は大量の水が流れ込む
- ボランティアの対応方法が不明
- 防災対策と復旧対策

以上の問題点は、学生独自の目線からというより、関係者の説明にあった内容が多かった。



図1 防災・減災に関する技術動向を講義する本校教員



図2 トマトハウスを見学する学生



図3 洪水対策の説明を受ける学生

3.4 中間発表

施設見学で各自が気づいた問題点を持ち寄り、グループでどのような問題に取り組むか、どのようなアイデアを提案し、何を製作するかを検討させた。その結果をグループごとに発表させた。この際、他のグループの学生から質問やコメントを聞くと同時に、学外関係者の方にも発表会に参加していただき、学生

のアイデアについてのコメントをいただいた。関係者からの率直な意見をフィードバックさせることによって、より実用的なアイデアになることを狙った。この様子を図4に示す。



図4 企業の方からアドバイスを受ける学生

3.5 学生の提案内容と学習活動

その後のグループによる製作活動を経て最終発表を行った。学生が提案したアイデアと、最終レポートや授業後のアンケートから判断できた学生の学習活動について以下に示す。

【農工連携】

① トマトの枝折れ防止治具

(ア) アイデアの概要

トマトは幹から出た枝に房状に固まって実をつけるため、その重みで枝の付け根部分が折れて、トマトの実の成長が止まったり、収穫ができなくなってしまったりするという問題点に着目したアイデアである。図5に示す治具を3Dプリンタで製作した。

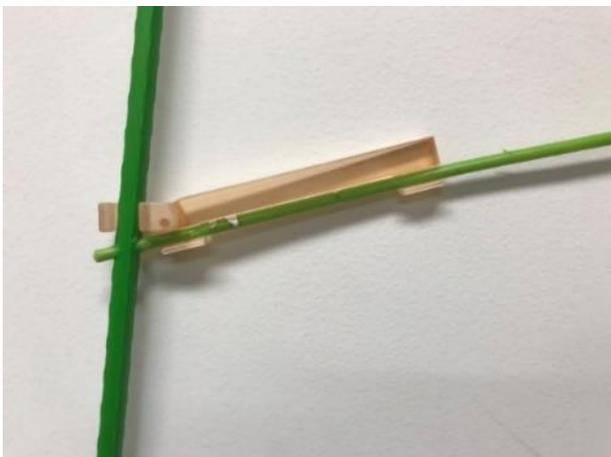


図5 トマトの枝折れ防止治具

(イ) 学生の学習活動

3Dプリンタで製作するために、3D-CADや3

Dプリンタの使用方法を理解していた。なお報告では、トマトの幹にやさしいシリコン樹脂が理想的とまとめている。また、トマトの重さに耐えられるかどうかを検証する実験を行っていた。この様子を図6に示す。



図6 トマトの重さ耐久実験の様子

② トマトの色判別による収穫判定装置

(ア) アイデアの概要

トマトの収穫時期は、作業員の目視によってトマトの色から判断している。これは人によるばらつきがあるという問題に着目した提案である。図7に示すように、マイコンにカメラを接続し、あらかじめマイコンに記憶させた色情報と、カメラから得られた色情報を比較して、収穫時期かどうかを作業員に知らせるという装置である。

(イ) 学生の学習活動

トマトの色と糖度の関係について、学校にある実験装置を用いて測定していた。また、システムの回路設計や、マイコンの制御に必要なプログラミングに関する学習を行っていた。

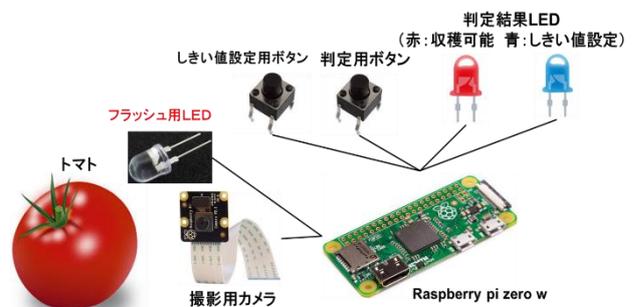


図7 トマトの収穫判断システムの概要 (学生のレポートより引用)

③ トマトの幹支え紐送り器具

(ア) アイデアの概要

ハウスの中で栽培されるトマトは、1年間程度継続して栽培されて幹は長く伸びるため、支え紐に括りつけながら、定期的に紐を下ろしていくという作業が必要になる。この作業に手間がかかるという問題点に着目したアイデアである。図8に示すように、リールに圧力をかけて送りすぎを防ぐことで、下から引っ張れば紐を出せる機構にしている。

(イ) 学生の学習活動

器具はレーザ加工機でカットしたアクリル板からできており、その設計に3D-CADを利用していた。また、リール部分にかける圧力について、ばね定数や摩擦係数から計算を行っていた。これに適した材料の選定も行っていた。

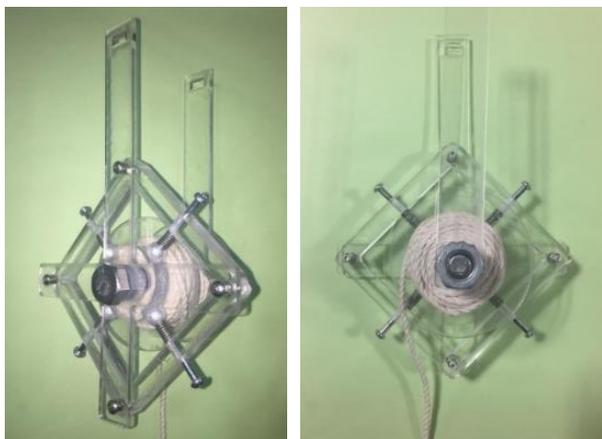


図8 トマトの幹支え紐送り器具

【放射線教育】

④ 組み換え可能なカリキュラムと映像教材

(ア) アイデアの概要

放射線教育にさける授業コマ数に対して柔軟に対応でき、視覚的にわかりやすい教材を提供するという目的のアイデアである。放射線教育の単元を区切って、それらを担当教員が組み替えられるようフレームワークを提案した。また、霧箱の実験映像の制作を行った。図9に映像教材の1シーンを示す。

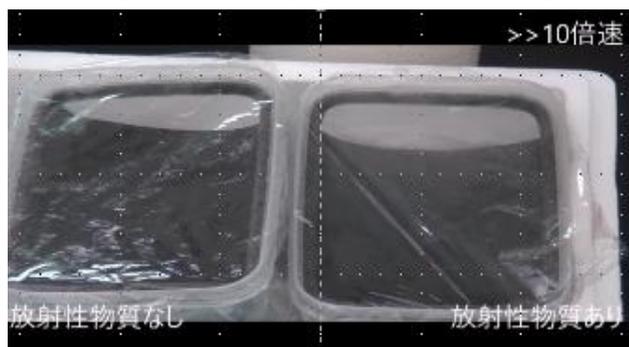


図9 映像教材の様子

(イ) 学生の学習活動

霧箱の原理を調査し、実験環境の構築、実験の実施が活動の主な内容であった。しかし、実験は失敗してしまい、その理由として、箱の中で温度差を生み出すことができなかったためだと結論付けていた。

⑤ 放射線遮蔽の可視化教材

(ア) アイデアの概要

放射線は目に見えないので、特に小学生などにわかりにくいという問題点に着目したアイデアである。放射線の種類によって遮蔽されるものが異なることを、目に見える教材にした。図10に示すように、レーザ光を光ファイバに通し、遮蔽物に見立てた板にあてる。遮蔽されない物質の場合、それに見立てた板には光ファイバが入っているため、光は透過するが、遮蔽される物質の場合は、光がそこで遮断されるようになっている。最終発表の際には、学生がその教材を使った模擬授業も披露した。



図10 放射線遮蔽の可視化教材

(イ) 学生の学習活動

教材の作成はレーザ加工機を使用したため、その使用方法について理解していた。また、教材の使い方について、小学生にもわかりやすい教授方法を検討していた。

【防災・減災】

⑥ パズル型止水板

(ア) アイデアの概要

製紙工場内に水が浸入してきたとき、工場のレイアウトに応じて手軽に設置できるようにした止水板のアイデアである。工場内で大規模な工事を実施することなく、浸水を食い止める方法として、組み立て方式にしたと発表していた。

(イ) 学生の学習活動

まず止水板の材料については、学校内にある図11に示す水理実験装置を使って必要な強度を見積もってから、費用対効果の面でポリスチレンが良いと

発表した。またこのチームは、実際の止水板を製作したわけではなく、パズル式の特徴を説明するための模型を3Dプリンタで製作していた。そのため、3D-CADでの設計方法と3Dプリンタの使用方法を理解していた。

⑦ 止水カーテン



図11 水理実験装置

(ア) アイデアの概要

製紙工場内のモータやボイラーなどの機器を守りたいという要望を受けたアイデアである。設置の簡単さ、耐久性を考慮して、カーテンとした。このアイデアを図12に示す。

(イ) 学生の学習活動

材料選定のために、耐水性、耐裂傷性を確認する実験を行っている。その結果、市販のトラックシートと木材などを組み合わせれば、強度が得られると判断し、製造を行っている。製造段階で特殊な装置は使っていないが、図12に示すように使用したイメージを表すため、3D-CADを利用していた。

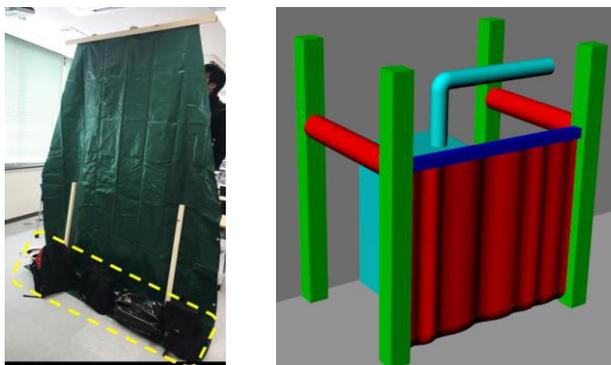


図12 止水カーテン(左)とその利用イメージ(右)

⑧ 吸水式水囊の活用方法の提案

(ア) アイデアの概要

このグループは、現地見学の結果、川からの浸水に対しては現時点で十分対策が取られていると判断し、

山側からの浸水対策を検討した。また、従業員が少ないことから、少人数でも短時間に設置できる吸水式水囊を使った対策手法を提案した。水囊だけでは強い水流には耐えられないので、図13に示すように、水囊どうしをロープでつなぎ、そのロープを壁のフックにかけることで耐久性を確保した。

(イ) 学生の学習活動



図13 吸水式水囊の使用方法

水囊を連結するロープの強度計算や、降雨量に対する水囊の規模の計算を行っていた。また、実用性の高いアイデアにするために、水囊が水を吸うのにかかる時間や、設置にかかる時間を測定していた。

4. 本取り組みの評価

3章で示した学生の成果物や、授業後に取った学生のアンケート結果などから、本授業を評価する。アイデアを具現化するために、学生たちは様々な設計や実験を行い、製作を行っていたことがわかる。それらは、実現しようとするものに従って学生自身が考え、実施したことであり、学生の能動的な活動と言える。PBLでは学生各自の問題解決を各自が行う必要があり、その中でアクティブラーニングが実施されたことが、改めて確認できたといえる。しかしその学習内容は多岐にわたる。設計段階では、構造設計や回路設計が必要であったし、設計に必要な要件を明確にするために、水理実験や糖度測定実験、耐久性検証実験などを実施していた。製造段階では、主に3Dプリンタとレーザ加工機の使用法の理解が必要であった。学生のレポートからは、これらの過程でこれまでに学習した様々な専門教科の知識が役立ったとされていた。このことから、学生に身につけさせたい知識や技能といったハードスキルを特定の技術分野に絞ることは、PBLにおいては難しいといえる。

一方、多くの学生が感想として挙げていたことは、他学科の学生や専門外の人との意見交換が良い経験

となったということである。そこから、自分が得意とする分野と、不得意とする分野が認識できたという感想もあった。プレゼンテーション能力やマネジメント能力、チームワーク力といったソフトスキルの向上を感じた学生も多かった。また、学生が直接記載してはいないが、その文章からは、観察力、発想力、実現力といった能力や、積極性、柔軟性、多様性といった志向の変化を読み取ることもできた。これらから、ハードスキルとソフトスキルを合わせるためのメタスキルの育成にも効果があったと判断する。

本取り組みの特徴である地域との連携による効果として、以下の3点を挙げる。一つ目は、学生の授業に対するモチベーションである。通常の授業では、知的好奇心や向上心、成績などがモチベーションになると考える。この取り組みでは、地域との連携により、実際に困っている人を助けることができるという側面も持つことになる。二つ目は、モチベーションにもつながる達成感である。わからないことがわかるようになったことや、良い成績を収めたこと以外に、自分たちのアイデアに対する関係者からの評価を得ることができる。それが良いものであれば、教員の評価よりもより大きな達成感を学生に与えるものと考えられる。

三つ目は教材の多様化である。教科書やWeb、学校の施設だけでなく、関係者の意見や地域の施設は、何にも代えがたい教材であり、地域との連携により多くの教材を学生に与えることができたと考えられる。問題に現実に取り組んでいる関係者との面談や、施設見学を通じて、アイデアに必要な機能や性能がより明確になり、それがモチベーションとなって、学生が自ら考えた各種実験を実施したことにつながったと考えられる。アクティブラーニングに必要な学生の積極性、モチベーションの向上に、地域との連携が大きな役割を果たしたといえる。

5. おわりに

福井高専専攻科1年生を対象とした「創造デザイン演習」において、2017年度に新たに取り組んだ地域と連携したPBL型演習の内容を報告した。PBLはアクティブラーニングの一種であると考えられ、その効果を改めて確認した。地域と連携して授業を進めることで、アクティブラーニングに必要なモチベーションの向上につながり、学生のより深い学びが実現できたと考える。

この取り組みは2018年度も継続しており、より効果的な授業の実施方法を検討していきたい。

参考文献

- [1] 文部科学省、平成29年度小・中学校新教育課程説明会（中央説明会）における文部科学省説明資料“新しい学習指導要領の考え方—中央教育審議会における議論から改訂そして実施へ—”、http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/news/_icsFiles/afieldfile/2017/09/28/1396716_1.pdf