

FD Annual Report

AL特集号



CONTENTS

《巻頭言》

アクティブ・ラーニングの取組みと実践について……………FD推進機構長（学長） 下村輝夫

《投稿文》

- | | |
|---------------|----|
| 1. 論文 | 3 |
| 2. 実践報告 | 27 |

《トピックス記事》

- | | |
|---------------|----|
| ・ AL事例集 | 60 |
|---------------|----|



アクティブ・ラーニングの 取組みと実践について

FD 推進機構長（学長）下村 輝夫

FD とは、教育にどのような付加価値を課して、学生が満足するような教育力とするかに帰結するとも言えます。中央教育審議会においても、教育の質の保証の観点から FD の重要性を指摘しています。福岡工業大学では、“For all the Students”の経営理念の下、第 3 次マスタープラン（中期経営計画）において「丁寧な教育システムの確立」策のひとつに教育内容の改善を掲げ、従来設置されていた教育改善推進委員会を発展解消して「FD 推進機構」を 2010 年 4 月に設置致しました。

本学における教育改善の一環として、平成 26 年度大学教育再生加速プログラムに採択された事業では、本学の人材育成目標（「自律的に考え、行動し、様々な分野で創造性を発揮できるような人材（実践型人材）の育成」）を達成するため、教育改革のフレームに「教授方法の質的転換」を加え、その具体的方策としてアクティブ・ラーニング（以下 AL）の全学的展開を推進、学生の「知識定着」と「能動的な学修態度の涵養」の実現を図ろうとする取組を進めています。

この取組では全事業期間を 3 つのフェーズに整理し、第 1 フェーズ（平成 26～27 年）では物理的な条件整備を、第 2 フェーズ（平成 28～29 年）では全学展開、そして第 3 フェーズ（平成 30～31 年）では評価・改善を主要なテーマとして取り組んでいます。今回の FD Annual Report AL 特集号は、この事業の中間的な成果まとめとして、投稿論文 3 編をはじめ初年次教育での AL 型授業や座学での AL の実践事例など、本学における AL 型授業の取組について、AL 事例集と併せて掲載されています。

大学での学びは、学生と教員と職員との信頼関係によって成り立っています。この信頼関係を構築するには、明確な目標設定、カリキュラムの可視化、教育改善の PDCA サイクル化を基盤とした具体的な取り組みと実践が不可欠です。教職協働の下に教育の質の保証に向けて、今後とも努力を行って参ります。

「FD Annual Report AL 特集号」に対しまして、皆様から率直で忌憚のない御意見を賜われますようお願い申し上げます。

目 次

福岡工業大学『FD Annual Report AL 特集号』

《巻頭言》アクティブ・ラーニングの取組みと実践について …… 学長 下 村 輝 夫
《投稿文》

1. 論文

- ・専門科目における主体的な学修を促進させる授業デザイン
ー科目：組込みシステムー …… 下戸 健・宮本知佳 …… 3
- ・工学実験におけるコンストラクショニズムの学習理論に基づいた授業デザイン
ー科目：情報システム工学実験Ⅱー …… 下戸 健・宮本知佳 …… 13
- ・アクティブ・ラーニングにおける自己評価に対する学生の認識：
キャリア形成「研究室訪問」の事例 …… 中 野 美 香 …… 19

2. 実践報告

- ・初年次導入教育におけるアクティブラーニングの事例報告
ーロボット工学入門の場合においてー …… 江口 啓・紅林秀治 …… 27
- ・反転講義における実験ボード導入の試み …… 松 尾 敬 二 …… 35
- ・電磁気学における反転講義 …… 北 川 二 郎 …… 38
- ・情報技術者倫理におけるグループディスカッションの導入と
その効果の継続調査 …… 福 本 誠 …… 45
- ・情報通信工学科における JABEE 活動報告
ー実験科目におけるアクティブラーニングの導入ー …… 若原俊彦・前田 洋
西田茂人・山元規靖
杉田 薫・池田 誠 …… 52

《トピックス記事》

- ・AL 事例集 …… 60

専門科目における主体的な学修を促進させる授業デザイン

—科目：組込みシステム—

下 戸 健 (情報システム工学科)

宮 本 知 佳 (情報システム工学専攻)

Class design to promote active learning in specialized subject -Class: Embedded Systems-

Takeshi Shimoto (Information and Systems Engineering)

Chika Miyamoto (Information and Systems Engineering)

Abstract

The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology states that it is important that students take the initiative to solve future societal problems. However, in the highly specialized subjects, it is difficult to change the lecture to an active learning style. Therefore, using ICT (Information and Communication Technology) in lectures, our class design encourage active learning by allowing students to demonstrate their creativity. Students are tasked to collect information on the lecture from the internet. Following this, students are divided into pairs, and each lecture consists of in-class assignments that relate to the contents of the lesson. This engagement and student interaction presents active learning in the classroom at work. For the final class assignment, students created a system in a unique way in the classroom at “embedded software”. This paper reports on the class design and the lesson scenery in 2017.

Key words: *Active Learning, Embedded software, Practical programming teaching materials*

1. 緒言

本学では、学生の「知識定着」と「能動的な学修態度の涵養」の実現を図るため、「AL (Active Learning) 型授業推進プログラム^{1,2)}」に全学的に取り組んでいる。一方、高度な専門科目は、修得させる知識の定着に重点が置かれており、体系的に学修し特定の課題を解決していく。これは一般的な学問研究の基本である。一方で、専門知識を応用し特殊な課題を解決するといった授業方法の場合、知識の定着を評価することは困難である。そこで本研究では、主体的な学修を促進させるような授業デザインを考案し、その教育効果について報告している³⁾。その結果、専門科目においても能動的学修を促すことができ、教育効果の向上

や積極的な能動的学習が確認された。さらに、専門知識を修得するとともに、創造性を発揮させることができた。2016年度実施においては、客観的指標も加えて評価を行い、学習効果について報告した⁴⁾。これらの論文発表や授業実践について、特別講演も行っている⁵⁾。本報では、主体的な学修を促進させる授業デザインについて説明するとともに、2017年度の授業の様子について紹介する。

2. 対象および方法

2.1 科目

情報システム工学科の専門教育科目「組込みシステム」(3年次, 2単位, 2クラス(約50名×2))を対象科目とした。旧カリキュラムでは「組み込

みソフトウェア」として同じく3年前期に配置されていた。達成目標は、①組込みソフトウェアについて理解し説明できること。②組込みシステムについて理解し説明できること。③修得した専門知識を応用して組込みシステムを作製することができること。の3点である。

2.2 教材

授業では、学生それぞれがオリジナルの組込みシステムを開発することを目的に、組込みシステムの技術や組込みソフトウェアに関する制御・処理方法について学んでいく。しかし従来の授業では、システムを動かすといったアウトプットができなかったため、ハードウェアとソフトウェアを体系的に学修でき、実践的な組込みシステムの作製が行える教材の開発を行った。開発した教材の

外観を図1に示す。教材開発において、ハードウェアとソフトウェアを体系的に学修するために、まず、特別な環境のみではなく、PC教室や実験室で作業ができるような教材とした。次に、ソフトウェアは低学年でC言語を学習することから、C言語をベースとした教材とし、ハードウェアは分解および組み立てが容易にできるものとした。最後に、組込みシステムの基本的な技術である、出力制御、デジタル入力制御、アナログ入力制御、タイマ処理、PWM (Pulse Width Modulation) 処理および割り込み処理を学べるものとした。これらを満足するように、教材を細かな部品で構成し(表1)、1人1台となるように100セット作製し、持ち運びも容易となるようにした。

2.3 授業デザイン

文部科学省中央教育審議会は、学生が主体的に問題を発見し解を見出していく学士力が重要であ

表 1 教材のパーツリスト

List of parts			
制御基盤	Arduino UNO	ARDUINO-A000066	1個
LED	5mmLED	OSHR5161A-QR	2個
	LED 光拡散キャップ	OS-CAP-5MK-1	2個
ディスプレイ	7セグメントLED	C-551SRD	1個
	LCD表示器	SD1602HULB-XA-G-G	1個
センサ	タクトスイッチ	P-03647	4個
	トグルスイッチ	2MSI-T1-B4-M2-Q-E	1個
	距離センサ	GP2Y0A21YK	1個
パーツ	抵抗	1/6W100Ω	1個
	抵抗	1/6W330Ω	8個
	抵抗	1/6W3.3Ω	1個
	トランジスタ	2SC22120-Y	1個
その他	ABCプレート	SSCI-010443	1個
	ブレッドボード	EIC-801	1個
	ジャンパーコード	BBJ-65	1束
	クリップ付コード	MC-762	3本
	USBケーブル	Type A-B	1個
	USBメモリ	USM4GU(B)	1個
	ピンセット	P-840	1個
ケース	内箱	FB-352	1個
	外箱	B-359	1個



図 1 開発した教材の外観

るとしている⁶⁾。それに伴い、アクティブラーニングやPBL型教育など、学生の主体的な学習を促す取り組みが盛んに実施されており、学士力を育成するような授業内容にすることが重要となっている。そこで、主体的な学修を促進させるような授業デザインを構築した。大学教育において注目されているのが、「ICTの活用」、「Open education」および「反転授業」である。「ICT」の普及によりコンピュータやインターネットが整備され、教室外においてもデジタル教材を共有することが可能となった。さらに、スマートフォン普及率が90%を越す⁷⁾20代以下においては、インターネットを駆使した情報収集能力に長けている。しかし、知識の応用や活用が苦手という現状がある。「Open education」においては、知の分散や流動において非常に有効である。しかし、得た知識を協同で活用することができないことや、コンテンツの経年劣化が問題点として挙げられる。「反転授業」では、予習の効果を高められ、授業自体の学修効率も向上させることができる。しかし、学生の個人差を考慮した動画レベルの設定が問題点として挙げられる。そこで、「Open education」と「反転授業」の特性および学生の「ICT」を用いた高い情報収集能力を活かすようにした。

構築した授業デザインについて、改善前後の授業の流れを図2に示す。従来の授業において、予習については、シラバスを見て授業内容を確認するように学生に促すが、内容が分からないためほとんどしてこないのが現状である。授業開始でその回の内容を説明し、その後、演習課題を課す。説明が長くなってしまった場合や、授業内で演習を終わらせられなかった場合は、授業後に提出するのが大多数である。演習問題は授業内容を修得したかどうかに関心が高まるため、全体に統一の課題が課せられ、創造性を発揮させることは困難である。そこで、授業内容を事前に開示し、主体的に学修を促進させることによって、授業の流れを大幅に変更し改善することにした。

事前に開示する授業内容は、毎回の修得しなければならない内容と例となるサンプルプログラムと回路図である。毎回の授業の課題は、その内容に沿った唯一のシステムを2人1組で作製し、授業内で提出することとした。「ICT」の普及により、学生は開示した授業内容を期間中いつでもどこからでも見ることができる。情報収集能力に長けている学生は、開示した授業内容をキーワードとして、インターネット上の膨大なデータの中から必要な情報を収集し、学修を進めていく。「Open

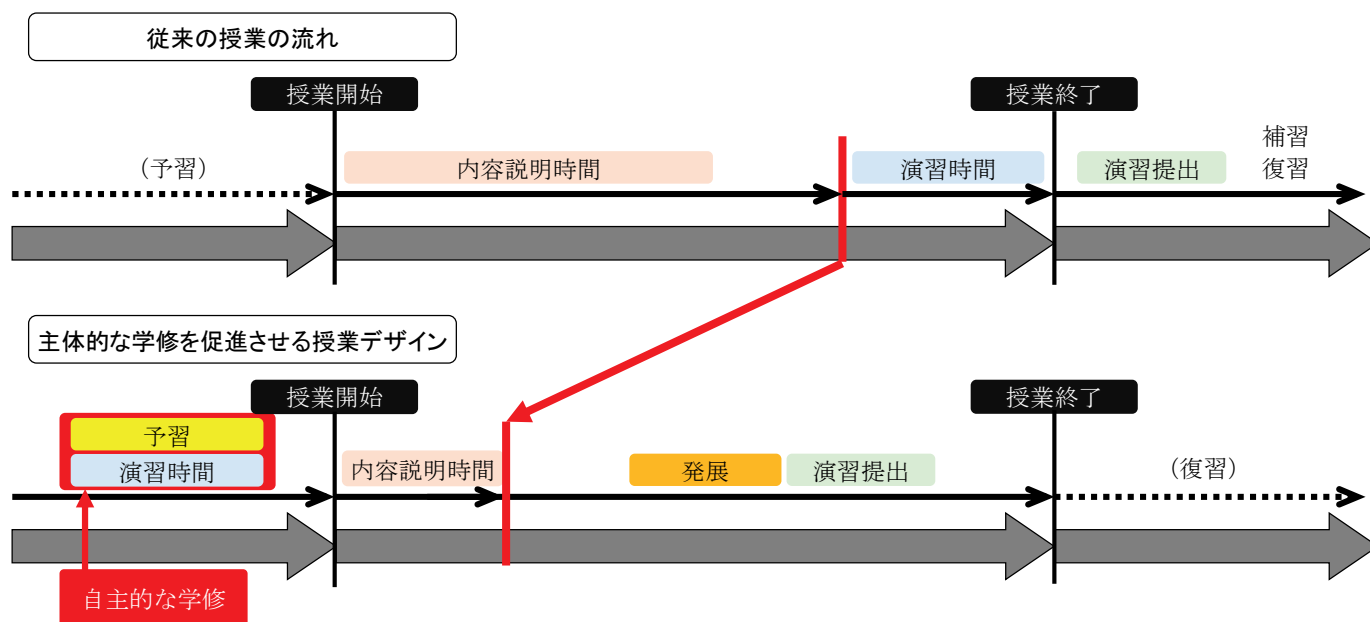


図 2 授業の流れ

以上のように、学生は授業の流れを把握して授業に臨み、目的に応じて自主的に学修し、システムを動かすというアウトプットにより省察することになる。さらに、コミュニケーションを組織したり、認識を共有したりするといったアクティブラーニングの要素が組込まれた授業デザインとなっている。

組込みシステムに関する知識や技術，文部科学省が重要視する学士力⁸⁾および経済産業省の提案している社会人基礎力⁹⁾についてのアンケート調査した結果，授業前後で有意に向上したことは報告している³⁾。2016年度には，各受講者の平均予

— 6 —

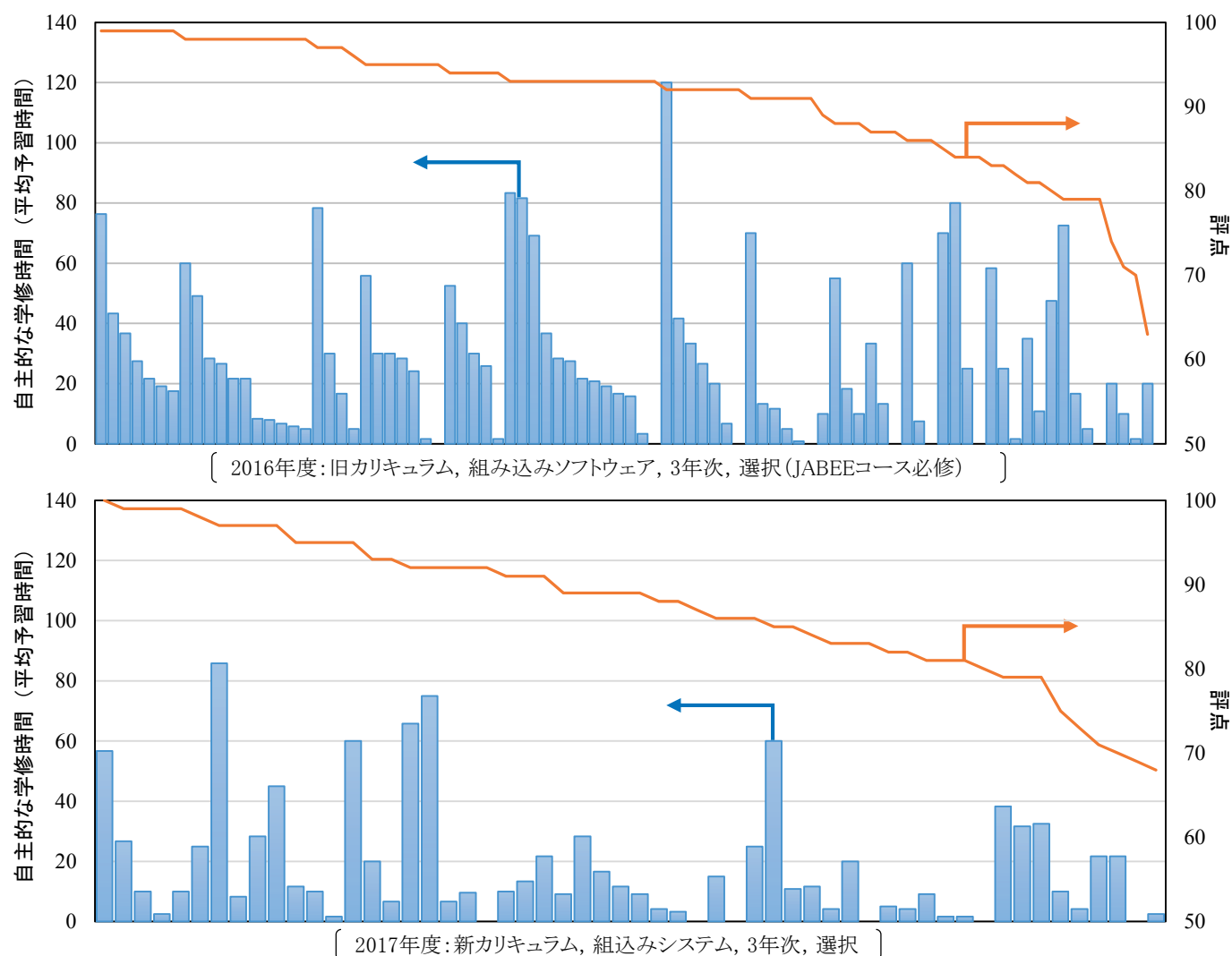


図 4 各受講生の自主的な学修時間 (平均予習時間) と評点の関係

生体システム) のいずれかを選択して重点的に履修することを目的としている。したがって、3 年次に配置してある科目のほとんどが選択科目となり、単純計算で 3 年生全体の 1/3 (=約 33%) が履修することになる。しかし、2017 年度は 3 年全体の約 70% が履修していた。次に、評価方法について、2016 年度と 2017 年度の間テスト以外の問題は同じである。最終課題も、オリジナルの組み込みシステムを開発することが課題である。しかし、近年の学生の知識や技術の向上を鑑みて、今年度の最終課題の配点を約 22% 下げている。すなわち、より難しい事に取り組まないと評点が上がらないよ

うになっている。最後に、平均予習時間と評点に相関関係について、2016 年度と同様に、2017 年度についても相関は認められなかった。しかし、2017 年度では、評点が高い学生ほど予習時間を多く費やしている傾向が認められた。全体的に、授業内容に対して、自身の知識修得度や技術力を判断して能動的に学修していると考えられた。

2016 年度と 2017 年度の評点に対する自主的な学修時間について、再プロットしたものを図 5 に示す。評点は 2016 年度の方が広い分布を示し、自主的な学修時間については、2017 年度の方は広い分布を示していた。しかし、大きな違いは見られ

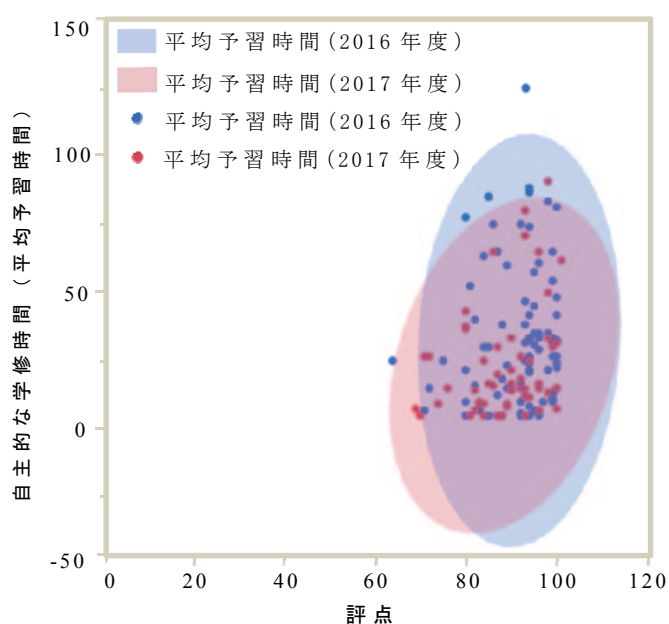


図 5 自主的な学修時間および点数の関係性

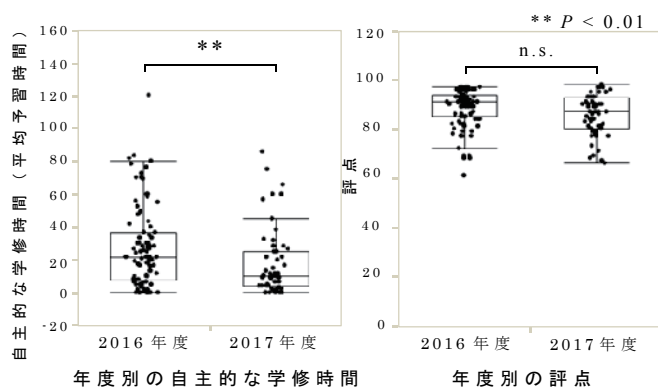


図 6 前年度および今年度の比較

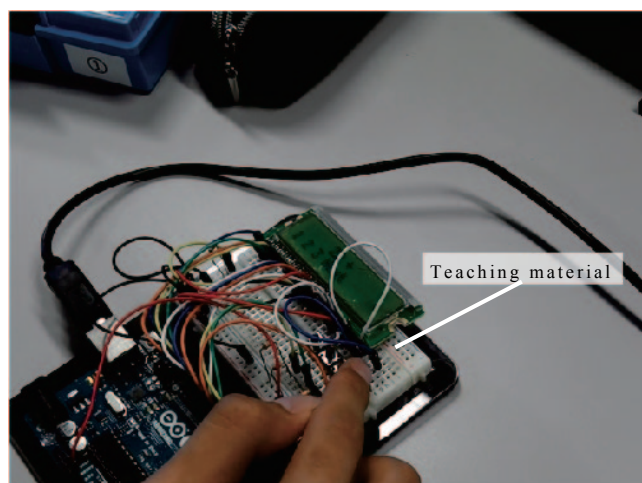
なかった。そこで、2016 年度と 2017 年度において、評点と自主的な学修時間について有意差検定をしたものを図 6 に示す。 $P < 0.01$ で検定したところ、自主的な学修時間は 2016 年度の方が有意に高い値を示したが、評点には有意な差は認められなかった。これは、2017 年度を受講生は、修得している知識や技術が例年よりも高いため、あまり予習しなくても課題を達成できたためだと考えられる。新カリキュラムでは、2 年次開講の実験科目（情報システム工学実験Ⅱ，必修）でも Arduino を扱っており¹⁰⁾、これが大きく影響していると考えられた。これらは授業内容の難易度を高められ

ることを示唆しており、来年度以降の授業にフィードバックしたいと考える。

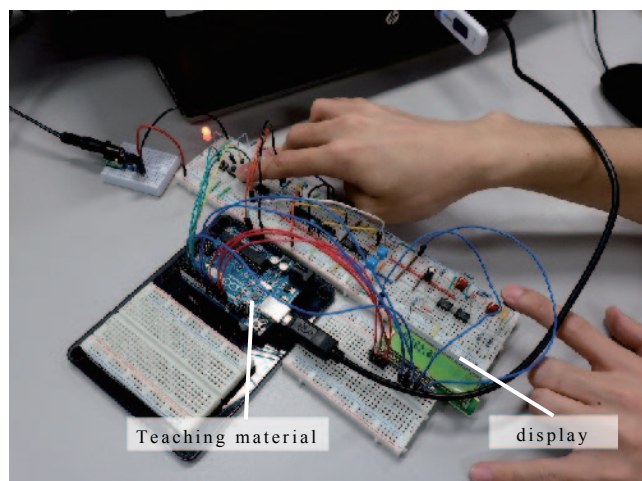
2017 年度を受講生は、修得している知識や技術が高いことを裏付けることが他に 2 つある。1 つ目は授業アンケートにおける要望である。圧電ブザー、無線キット、短いジャンパー線を新たに増やして欲しいという意見や、7 セグメント LED、トランジスタ、ブレッドボードを増やして欲しいという意見を多く認めた。次々とアイデアが浮かび、それを具現化したいという学生が多かった。2 つ目は最終課題の成果物である。最終課題は教材のパーツと修得した知識を応用して、オリジナルのシステムを開発することとし、難易度によって評価している。2017 年度において、創造性を発揮した作品例を図 7 に示す。システムの説明は、最終課題の提出時に学生が書いたものを引用している。

図 7 (a) は『スイッチと LCD を使用した計算システム』である。LCD 下段に表示されている文字列がブレッドボード上のスイッチに対応している。右端のスイッチを押すことで次の文字列が表示され、これにより 3 つのボタンで 0～9 の数字と演算子などが入力できる。数値の時は上段に 5 桁まで入力でき、演算子に対応するボタンが入力されると次の数値を入力できるようになる。2 つ目の値まで入力して「=」に対応するボタンを入力すると計算結果が表示される。このとき 5 桁以上は表示できない仕組みなので、その場合は結果が 0 になる。0 を割る処理の対応は実装していないが自動的に 0 と表示されるようになっている。

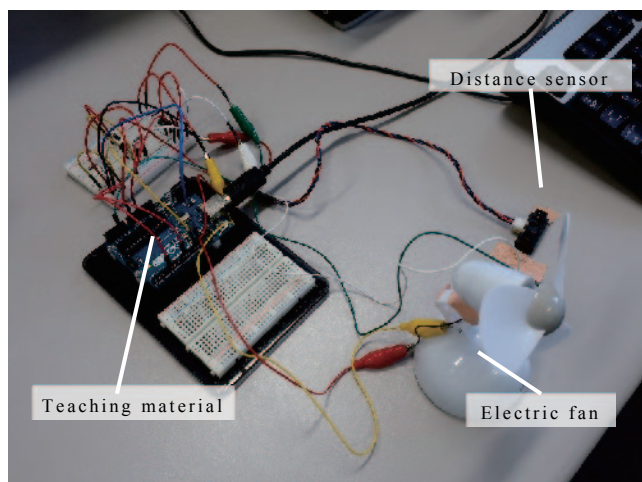
図 7 (b) は『光電容積脈波回路とピーク・ホールド回路を用いて脈波を測るシステム』である。ソフトウェアでは、検出された脈波を PC 上で表示し、脈波から得られる reflection index:RI を、アルゴリズムを用いて検出することができる。本システムの主な動きとして 3 つある。①電源を入れるとシリアル通信により、指示が出される。②計測ボタンを押すと processing を用いて脈波を表示させる。③脈波から RI が検出できた場合は LCD



(a) スイッチと LCD を使用した計算システム



(b) 光電容積脈波回路とピーク・ホールド回路を用いて脈波を測るシステム



(c) 距離センサに応じて風力が変化するシステム

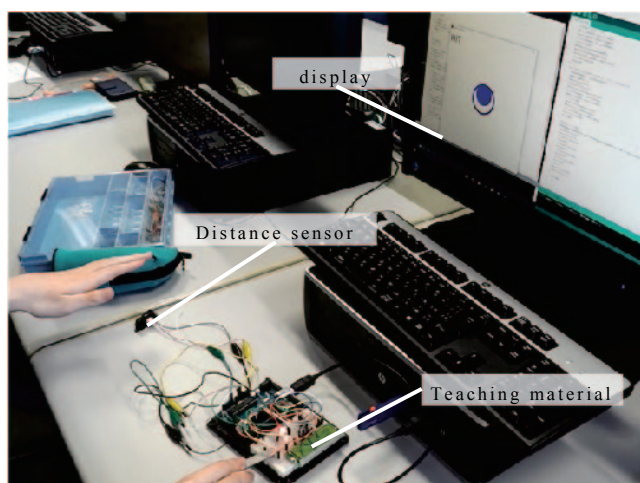
図 7(1) 最終課題における創造性のある作品の例

に検出結果を表示させる。さらに、本システムは割り込みによる停止ボタン機能もついている。また、自分の脈波が取れているかを確認するために、LED の PWM 制御を用いて確認を行っている。

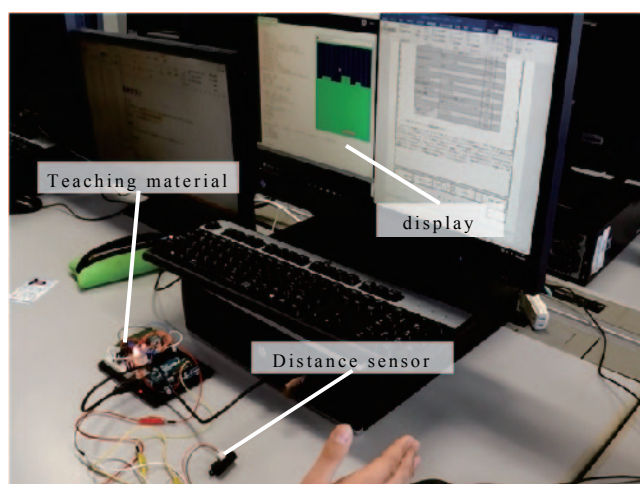
図 7 (c) は『距離センサに応じて風力が変化するシステム』である。距離センサから入力させるアナログ値を cm 単位の値に変換し、その値に応じてモータが回転する。モータはトランジスタで電流を増幅させ、PWM で制御している。扇風機の状態を、jaku, tyu, kyo, teishi, STOP! の 5 つに設定し、シリアル通信を用いて扇風機の状態を画面上に表示させる。距離センサとの距離が約 10～20 cm の場合は jaku. 約 20～30 cm の場合は tyu. 約 30～50 cm の場合は kyo. これら以外の場合は teishi. と表示させた。さらに、実用性も考え、以上の 4 つの状態が働いている時に危険な状態であれば、タイマ割り込み処理を用いてモータを緊急停止させるプログラムを作製した。ブレッドボード上のタクトスイッチを押すと緊急停止が行われる。もう一度押すと再開される。モータが回転している状態であれば LED を光らせ、そうでなければ光らないようにした。

図 7 (d) は『距離センサを用いて画面上のボールを操作し円に入れるゲーム』である。Processing と組み合わせて作製した。距離センサによってボールを操作し、ボールの位置によって LED の光り方が変わる。ボタンが押されていないときは、一方の LED が光り、縦移動を行う。ボタンが押されたときに、もう一方の LED が光り、ボタンが押された時点での縦の位置で、横移動を行う。横移動により、円の中にボールが入った場合、2 つの LED が交互に光り、LCD と表示画面に HIT! と表示される。LCD に関しては、ボタンの ON と OFF によって横移動、縦移動が表示される。また、ボールが円に入っていないときは miss と表示されるようにした。

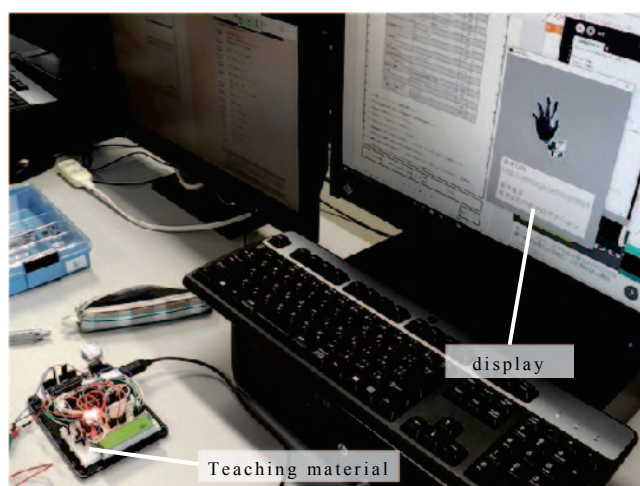
図 7 (e) は『距離センサと processing を用いたブロック崩しゲーム』である。システムを起動すると「hello, world keisoku」と表示される。プロ



(d) 距離センサを用いて画面上のボールを操作し円に入れるゲーム



(e) 距離センサと processing を用いたブロック崩しゲーム



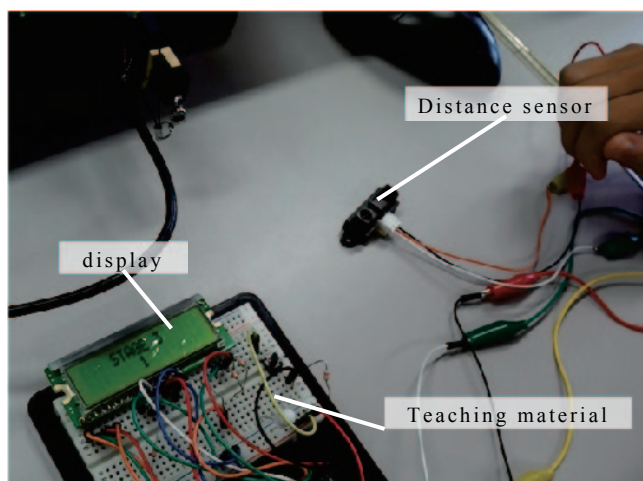
(f) 距離センサによってキャラクターの大きさや背景を変化させるシステム

図 7(2) 最終課題における創造性のある作品の例

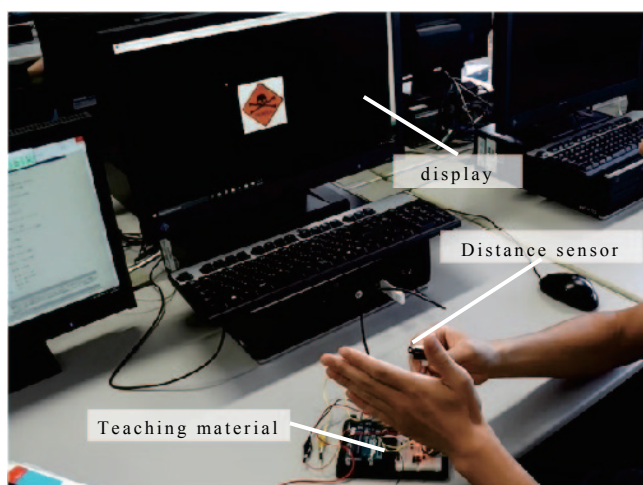
ックを壊すごとにスコアが加算され、(1 ブロックあたり 10 点) スコアが随時 Arduino 側にシリアル通信で送信され LCD に表示される。ゲームの開始と一時停止はタイマー割り込みで監視しているタクトスイッチで行う。ゲームオーバーになると processing に「game over」と表示される。距離センサの値に応じて PWM 制御により LED の明るさ（距離の値が大きくなるほど暗くなり、値が小さくなると明るくなる）が変わり、LCD に距離の値が表示される。表示される値は cm 単位である。Arduino からの距離の値が processing にシリアル通信で送信され、距離の値によってバーが移動する。測定距離は 10cm～35cm であり、この範囲外の距離はこのシステムには反映されないようにした。

図 7 (f) は『距離センサによってキャラクターの大きさや背景を変化させるシステム』である。PC と Arduino を接続し、PC 上で Arduino と processing を起動させる。Processing の実行ボタンをクリックすると、LCD モニタに「stand by」と表示される。LCD モニタに近い方のタクトスイッチを押すと、Arduino の USB ポート側の LED が点灯し、LCD モニタに「SWITCH ON」と 1 秒表示された後、LCD モニタに距離センサから取得した数値が表示される。距離センサから取得した数値によって、processing 上で「ウルトラマンコスモスの大きさ」、「背景の色」を変化させることで「ウルトラマンコスモスの登場シーン」を表現するようにした。

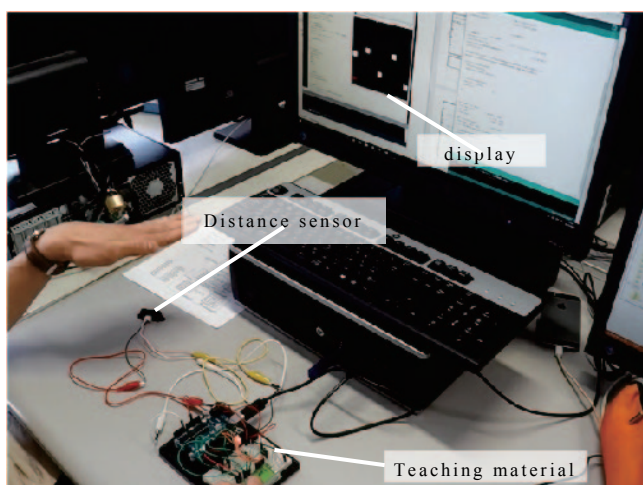
図 7 (g) は『クリアまでに掛かった時間を計測するカーソルマッチングゲーム』である。LCD、LED、タクトスイッチおよび距離センサを用いて作製した。電源を入れると、step 関数が実行され、「CursorMatching」と書かれたタイトル画面が表示される。タイトル画面でスイッチを押すとゲームが開始する。なおスイッチが押されたときに確認として LED が光る (switchlight 関数)。その後 loop 関数が繰り返される。Loop 関数ではまず距離センサの値を kyorい 変数に代入する。Kyorい 変数に代入された値によって、positiondown 変数に値を代入する。ゲームの進み具合によって stage1,



(g) クリアまでにかかった時間を計測するカーソルマッチングゲーム



(h) 物体との距離を認識し画面上に注意を促すシステム



(i) 距離センサを利用した落ちてくるブロックを避けるゲーム

図 7(3) 最終課題における創造性のある作品の例

stage2, stage3, result の各関数を実行し、最後に LCD 下部に positiondown 変数の値によって位置が変わるカーソルが 0.2 秒だけ表示され、time 変数を +1 する。Stage1~3 の各関数は、stagegame 関数が 0 の時はゲーム開始までのカウントダウンを実行する。終了すると startgame 変数に 1 が代入され、match 変数に 0 が代入される。その後、LCD 上部に目標カーソルが表示され、match 変数が 0 で kyori 変数が一定の範囲内に入った時、つまり LCD 上部に表示された目標カーソルと LCD 下部に表示された距離センサによって位置が変わるカーソルが一致したとき、ステージクリアとなる。このとき match 関数に 1, startgame 変数に 0 が代入され、stage 変数が +1 される。ステージ 3 をクリアした場合、result 関数が実行されリザルト画面が表示される。この画面では time 関数が LCD 下部に表示される。time 変数は距離センサを計測するごとに +1 しているので、クリアまでにかかった時間の目安となる。

図 7 (h) は『物体との距離を認識し画面上に注意を促すシステム』である。立ち入り禁止区域での使用を想定して作製した。まず、スイッチを入力してスタートさせる。Processing を使い、距離センサで対象が近づいてくるのを感知すると、その距離に応じて危険を知らせる画像が大きくなっていく。また、PWM 制御した LED で対象が近づくにつれて明るさが強くなる。さらに、マウスをクリックすることで画像から“DANGER STOP”という文字に切り替わる。逆に、文字から画像にも替わるようにした。

図 7 (i) は『距離センサを利用して落ちてくるブロックを避けるゲーム』である。Arduino では距離センサによって読まれた値を cm 単位に変換し、変換された値を LCD の 2 行目に表示させる。LCD の 1 行目はスイッチを押したときに自分の学籍番号と苗字をローマ字で表示させている。さらに、距離によって PWM 制御された LED の光が強弱される。次に processing では上からブロックがランダムに 5 つ落ちていき、落ちてきたブロックに自分が操作する下のブロックに当たると下のブ

ロックの色がランダムに変わるプログラムを作製した。下のブロックは距離センサが読み取った値を、シリアル通信を用いて `processing` に送信し、ブロックを左右に動かすようにした。

この他にも創造性のあるオリジナルのシステムを各学生が作製していた。図 7 (b) や図 7 (c) のように、評価対象にならないことを承知で機器を揃え、高度なシステム開発に挑戦する学生も認めた。来年度に向け、教材の内容もさらに充実させたいと考える。

4. 結言

2017 年度の新カリキュラムの「組込みシステム」においても、ICT を活用した授業を構築することで、専門科目においても能動的学修を促すことができた。ICT が普及している現代において、情報収集能力に長けている学生に、知識を応用および活用するような授業デザインにした。情報収集のキーワードとなるように適切に授業内容を開示することにより、学生は ICT を高度に利活用して、自身の能力に見合った情報を収集し主体的に学修するようになった。さらに、新カリキュラムの構成から授業内容の難易度を高められ、高度化できることが確認された。ICT の普及と ICT を高度利活用する現代の学生の特徴を捉えた本手法は、コンテンツの経年劣化や学生の個人差を考慮する必要はなく、社会の技術発展に伴い最新の情報を収集して学修することができる。さらに、本報のように、授業内容の高度化に容易に対応することができる。

参考文献

- 1) 文部科学省：「大学教育再生加速プログラム」
http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kaikaku/ap/ (参照日 2017.5.1)。
- 2) 福岡工業大学：「AL 型授業推進プログラム」
<http://www.fit.ac.jp/ap/> (参照日 2017.5.1)。
- 3) 下戸健：組込みシステムの実践的なプログラミング教材の開発と主体的な学修を促進させる授業デザイン, ICT 活用教育方法研究, Vol.18, pp.13-18, 2015.
- 4) 下戸健：主体的な学修を促進させる授業デザインの検討と効果, FD Annual Report Vol.7, pp.11-19, 2017.
- 5) 福岡工業大学：城東高校職員研修会「教師の日」電気科・電子情報科の授業セミナー・ディスカッションにて情報システム工学科下戸准教授が実践例を紹介, Campus Mail H-29-194.
- 6) 文部科学省中央教育審議会：新たな未来を築くための大学教育の質的転換にむけて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～(答申), 2013.
- 7) 総務省：平成 26 年(2014 年)の情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する調査, 2015.
- 8) 文部科学省中教育審議会：学士課程教育の構築に向けて(答申), 2008.
- 9) 経済産業省：「社会人基礎力」,
<http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/>(参照日 2017.5.1)。
- 10) 下戸健：コンストラクショニズムの学習理論に基づいた教育教材の開発, FD Annual Report Vol.5, pp.3-10, 2015.

工学実験におけるコンストラクショニズムの学習理論に 基づいた授業デザイン

—科目：情報システム工学実験Ⅱ—

下 戸 健 (情報システム工学科)
宮 本 知 佳 (情報システム工学専攻)

Class design based on constructionism in engineering experiment -Class: Experiments for Information Systems Engineering II-

Takeshi Shimoto (Information and Systems Engineering)
Chika Miyamoto (Information and Systems Engineering)

Abstract

Central council for education of Education, Culture, Sports, Science and Technology said that it is important that students take the initiative in solving problems in the future mature society. In engineering education, the efforts for encourage proactive learning of students such as active learning and PBL type education have been implemented. Therefore, this study was aimed to develop the manufacturing education teaching material based on learning theory of constructionism in order to foster ability to pursue one's own ends and problem-solving ability. Results of questionnaire survey, was confirmed to be effective in the development of bachelor ability. This paper reports on the class design and the lesson scenery in 2017.

Key words: *Constructionism, Manufacturing education teaching material, Bachelor ability*

1. 緒言

文部科学省中央教育審議会は、学生が主体的に問題を発見し解を見出していく学士力が重要であるとしている¹⁾。工学教育においても、アクティブラーニングや PBL 型教育など、学生の主体的な学習を促す取り組みが盛んに実施されている。一方、経済産業省では、組込みソフトウェアを日本の経済活動および国民生活の基盤を支えているソフトウェアとしている²⁾。組込みソフトウェアとは、ハードウェアとソフトウェアで構成されるコンピュータシステム（組込みシステム）のソフトウェアのことである。機器の高付加価値化に必要な不可欠なものであるが、技術者の不足が指摘されている^{3,4)}。

そこで本研究では、組込みシステムを体験的に

学習することができ、課題探究能力や問題解決能力などの学士力を育成することができる教材を開発し、ものづくり活動に関する学習理論の 1 つであるコンストラクショニズムに基づく授業実践を行い、その有用性について報告した⁵⁾。本報では、開発した教材やコンストラクショニズムの学習理論に基づいた授業デザインについて説明するとともに、2017 年度の授業の様子について紹介する。

2. 対象および方法

2.1 教材

開発した教材の外観を図 1 に示す。教材は組込みシステムをテーマとしているため、ハードウェアとソフトウェアから構成されている。教材キットの一

部を表 1 に示す。ハードウェアの開発部品としてオムニホイール搭載 3 輪ロボット, Arduino, 6 種類のセンサ (デジタルスイッチ, 可変抵抗器, 距離センサ, 圧力センサ, 曲げセンサおよび筋電センサ) を用意した。筋電センサは電子部品を組み合わせで自作できるようにした。複数のセンサを用意することで自由度を持たせ, I/O 制御だけではなく, アナログセンサから検出した AD 値を変換し, PWM 制御などを行えるようにした。ロボットはオムニホイールを使用することで, 各オムニホイールを独立して制御し, 多方向に動作させることができるようにした。ソフトウェアの開発には, Arduino IDE を使用した。既存の教材キットを使用するのではなく, 多種種類の部品を組み合わせた独自の教材キットを使用することで, 拡張しやすく開発自由度の高いものにした。

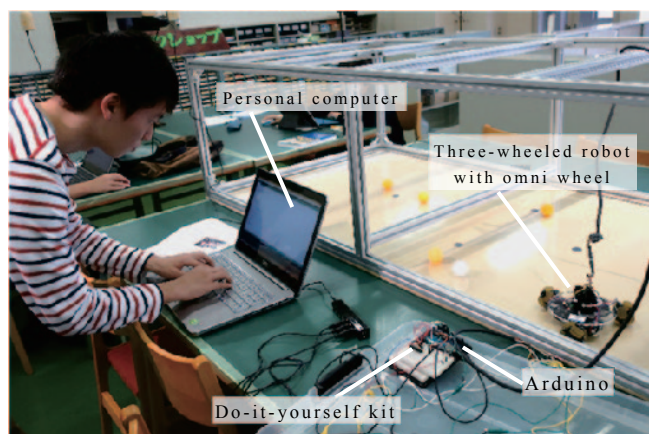


図 1 開発した教材の外観

2.2 コンストラクショニズム

コンストラクショニズムの学習理論はマサチューセッツ工科大学 (MIT) の S. Papert によって提唱され, スイスの心理学者である J. Piaget の「構成主義 (Constructivism)」が基となっている。コンストラクショニズムとは, ものづくり活動において, 実際の作品を作り上げる過程で発生する問題に対して, 学習者自身が共同学習者と教えあいながら試行錯誤を繰り返し, 概念や知識を習得することを指す。ものづくりに特化した学習理論である⁶⁾ (図 2)。アクティブラーニングや PBL 型教育と同様に, 学習者が積極的に取り組む姿勢によって知識・経験を

獲得していくという特徴を持つ。さらに, ものづくり活動を通して, 学習者同士が互いに教えあうことで知識の深化を図ることや, 学習対象として多様性や選択性のあるものを取り扱うなどの独自の特徴がある。本研究では, ロボットコンテストでの優勝を目標とし, 学習者を自主的に活動させ, 使用するロボットをグループで開発するといった授業形態にした。さらに, 教材キットは数種類のギヤ, タイヤおよびセンサ等を用意することで, コンストラクショニズムの学習理論の特徴を満たし, インタラクティブで創造性を培えるような環境を整備した。

表 1 教材のパーツリストの一部

Hardware			
制御基盤	Arduino UNO	ARDUINO-A000066	
ロボット	本体	22cm3車輪オムニキット	
	駆動車輪	ナイロンオムニTYPE2571	
		ウレタンオムニTYPE2570	
	移動速度 (ギア比)	41.7:1	
		64.8:1	
モータドライバ	TA7291P		
センサ	デジタルスイッチ	タクトスイッチ	P-03647
		抵抗	330Ω
	可変抵抗器	SH16K4B103L20KC	
	距離センサ	GP2Y0A21YK	
	圧力センサ	センサ	FSR402
		抵抗	10kΩ
	曲げセンサ	センサ	SEN-08606
		抵抗	10kΩ
	筋電センサ	オペアンプ	TL071CP
		計装アンプ	AD620AN
		電解コンデンサ	100μF
		ダイオード	1S2076A
		抵抗	10Ω
			20Ω
			10kΩ

Software		
ソフトウェア 開発環境	ノートPC	Graphic Pro Inspiron 15
	プログラミング	Arduino IDE 1.0.6
ネットワーク	無線LAN	WHR-600D

etc.		
計測器	デジタル オシロスコープ	PA-S2000
		PA-S2000/PRB
表示器	LCDモジュール	SD1602HULB-XA-G-G
	抵抗	100Ω
		3.3kΩ
電源関連	充電電池	BK-3MCC/8

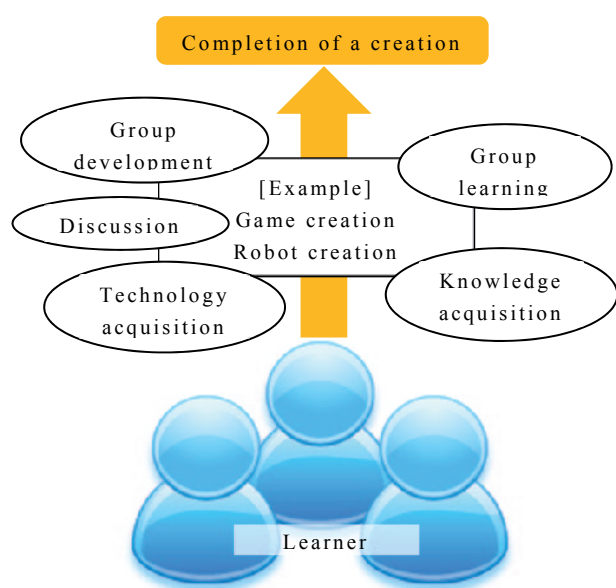


図 2 コンストラクショニズムの学習理論

2.3 授業実践

講義内容の学習モデルと教育効果の概要図を、それぞれ図 3 と図 4 にまとめる。組込みシステムを題材とし、ハードウェアとソフトウェアの協調設計とロボットコンテストのためのチーム基盤型学習によるロボット開発が、コンストラクショニズムに基づき実施される。これらは PDCA サイクルに基づき行われていく。さらに、全ての場面において、学士力のために必要となる能力が育成されるように、授業を展開していく。

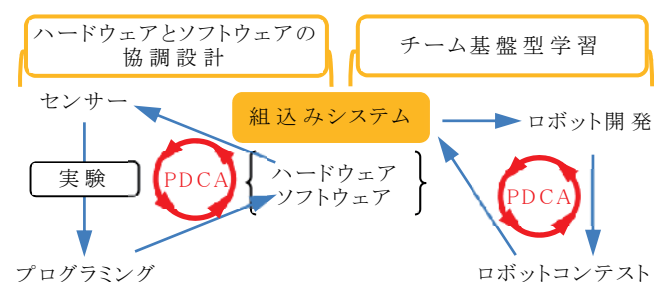


図 3 講義の学習モデル

ロボットコンテストでの優勝を最終目標とし、グループでの協働によるロボット開発を行わせた。入学当初から学習してきた知識・スキルを総合的に活用させるため、教員から与える知識・スキルは最低限にとどめた。教員側から積極的に問題解決の助言

は与えないが、ヒントとなる資料などはすぐに手に入る環境を用意し、ネット環境も整備した。さらに、機能の向上などを目的とした質問など、学習者の積極的な姿勢が認められた場合は、必要な知識やスキルを教授するようにした。一方、TA・SA をファシリテーター役として配置することで、開発が進んでいないチームに対して、問題解決へのきっかけを与えるようにした。このようにすることで、グループ内でコミュニケーションを図りながら、ハードウェアとソフトウェアの協調開発を経験することができるようにした。授業では、チーム内で異なるセンサを開発することや、オムニホイールを 1 人 1 輪制御することなどのルールを定めた。これにより、各個人が責任を持って開発を行うことや、問題解決のためにグループでのコミュニケーションや教え合いが必要になり、知識が深化するようにした。

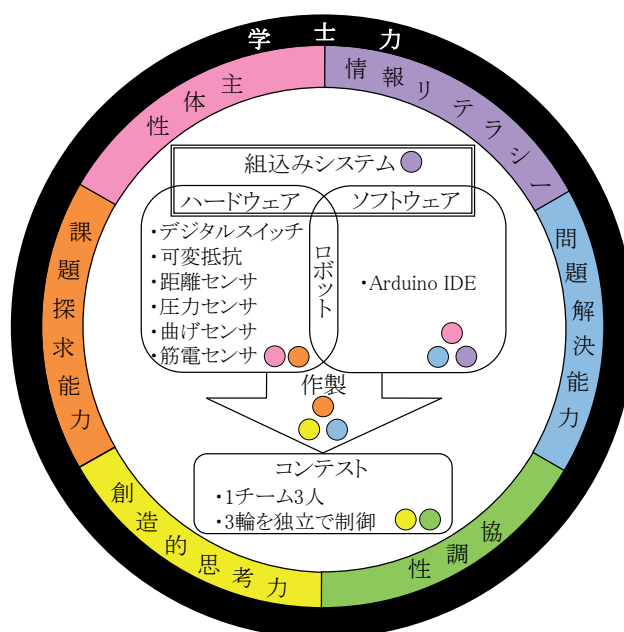


図 4 教育効果の概要図

具体的な授業の展開として、まず、チームが使用するロボットの詳細を決定させた。次に、基本事項である I/O 制御や A/D 変換に関する実験を受講者共通の課題として取り組ませた。その後、各チームでロボット開発を行った。ロボット開発に使用するセンサには難易度の低い順に、スイッチ、可変抵抗器、

距離センサ、圧力センサ、曲げセンサ、筋電センサとなっている。複数あるセンサからどのセンサを選択するのか、選択したセンサをどのように制御するかという開発過程に問題が生じる。そのため、ロボットの動かし方や方向転換時の役割分担といったロボットコンテストで優勝するための戦略は、学生主体の議論で決定するため、学生自身が試行錯誤しながら解のない問題に取り組まなければならない。

授業計画を表 2 に示す。旧カリキュラムでは 3 年次の開講（情報処理工学実験，必修，2 単位，約 25 名×4）であったため，2 年次までに修得した知識や技術を応用することになる。一方で，旧カリキュラムにおいてプレゼン発表が重要であった。そのため，第 5 回ロボットコンテストと第 6 回のプレゼン発表の向けたスケジュールが必要となる授業内容だった。新カリキュラムでは 2 年次の開講（情報システム工学実験Ⅱ，必修，2 単位，約 30 名×4）であるため，専門的な知識や技術は不十分のまま受講することになった。しかし，内容はそのままとし，プレゼン発表をなくすことで，組込みシステムの開発期間を多く確保するような授業内容とした。

表 2 授業計画

Times	Guidance content
第1回	組込みシステムについての解説
第2回	ハードウェアおよびソフトウェアについての解説
第3回	ハードウェアおよびソフトウェアの設計と開発
第4回	ロボット製作
第5回	ロボットコンテスト
第6回	プレゼンおよび発表
第7回	授業の総括

2014年度～2015年度：
旧カリキュラム，情報処理工学実験，3年次，必修

Times	Guidance content
第1回	実験機材の確認と組込みシステムについて解説
第2回	各センサとA/D値の関係について実験調査
第3回	ハードウェアとソフトウェアの協調設計1
第4回	ハードウェアとソフトウェアの協調設計2
第5回	組込みシステム（ロボット）の開発
第6回	ロボットコンテスト
第7回	レポート結果の反省学修

2016年度～：
新カリキュラム，情報システム工学実験Ⅱ，2年次，必修

3. 結果および考察

旧カリキュラムの「情報処理工学実験」における授業の様子，教育効果の検証および考察は報告している⁵⁾。ここでは，新カリキュラムの「情報システム工学実験Ⅱ」の授業について示す。

授業の様子を図 5 に示す。全チーム主体的・積極的に取り組み，ロボットコンテストのためのロボットを問題なく開発することができた。2 年生であるため，専門的な知識や技術が不十分なことが懸念されたが，図 5 (A) のような TA のファシリテーションやインターネットや図書館の情報収集によって補完されていた。高得点を設定している筋電回路の作製には応用力が必要となる。しかし図 5 (B) のように，協力しながら筋電回路を作製するチームを多く認めた。組込みシステムではソフトウェア，すなわちプログラミングでも性能を向上させることができる。図 5 (C) のように，コーディングが得意な学生が，チームの意見を聞きながらプログラミングするチームも認めた。思うように進まないチームもいるが，テキストを見たりチームで助け合ったりしながら，ロボットを開発していた（図 5 (D)）。以上のように，チーム力が異なっても，全チームそれぞれが開発コンセプトを設定し，学習者同士が互いに教え合うことで知識の深化を図っていたのは，高い自由度を持つ教材とコンストラクショニズムの学習理論に基づいた授業デザインにしたことが考えられる。

授業時間外の自主学修の様子を図 6 に示す。ロボットを動かすだけなら授業で確保した時間で十分開発することができる。しかし，多くのチームは時間外でも自主学修をし，自分で設定した高い目標を達成しようとしていた。学生の学修意欲向上になったのも，本授業デザインによるものだと考えられる。



図 5 授業の様子



図 6 授業時間外の自主学修の様子

4. TA から見た授業デザイン

この授業デザインでは、学生個々やチームの問題が浮かびあがるため、それぞれに対応する必要がある。さらに、学生の能動的学修が促進するようなファシリテーションも必要になり、TA や CS の協力が不可欠となる。そこで、平成 29 年度の「情報システム工学実験Ⅱ」の TA である宮本知佳（現在、情報システム工学専攻 1 年）さんに、TA で体験した知見や受講生に対する気付きについて示してもらう。

4.1 自身に対する事項（TA が執筆）

TA として参加する上で、ロボットが動く仕組みについてどうやれば理解するのか考えながら行動した。学部 2 年の授業では、プログラミングの授業が多く、回路について理解している学生が少ない。そのため、回路設計についての質問が多かった。特に、可変抵抗や距離センサを扱った回では、配線方法が分からない学生や、AD 値の取得方法が分からないといった学生が多く、分からないことに関しては調べるよう促した。一緒に調査したりすることで、調べる習慣を身に付けさせた。学生が受講するにあたって、回路作成およびプログラミングの知識に大差なかった。さらに、元々が苦手にも関わらず、実験の応用である筋電回路に着手する学生もいた。これは、苦手意識を払拭させることができたのではないかと考えられる。

4.2 受講生に対する事項（TA が執筆）

学生全員に共通する最終目標について、ロボットコンテストに使用するための回路設計およびプログラムの作成を提示していた。難易度は各自で設定できるように、授業内で扱ったセンサから、授業の応用として筋電回路を用意していた。授業中の回路設計およびプログラミングは各学生のペースで行われており、応用の筋電回路の開発までできる学生が多かった。これは授業中に出された課題を終わらせた学生は、次の予習をすることができ、時間に余裕があったためだと考えられる。

さらに、各授業には達成目標があり、作業ペースが遅くなることを防いでいた。3 年次開講だった年度よりも、筋電回路作製を行う学生が多かった。理由として、去年よりも好奇心旺盛な学生が多かったと考えられる。積極的に参加する学生が多かったことから、授業中に回路作製を行える余裕が各グループでき、その分、新たなことに挑戦する学生が多かったと考えられる。

5. 結言

組込みシステムを体験的に学習することができ、学士力を育成することのできる教材を開発し、コンストラクショニズムの学習理論に基づいた授業実践を行った。2015 年の報告⁵⁾に続き、新カリキュラムで 2 年次開講になった 2017 年においても、グループ内で知識を与え合うといった行為や、主体的、積極的および創造的に受講する学生の姿が散見された。これらは、コンストラクショニズムの学習理論に基づいた本授業方法が有効であると考えられた。

参考文献

- 1) 文部科学省中央教育審議会：新たな未来を築くための大学教育の質的転換にむけて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～（答申），2013.
- 2) 経済産業省：組込みシステム産業の課題と政策展開，2011.
- 3) 独立行政法人情報処理推進機構：組み込みソフトウェア産業の実態調査，2005.
- 4) 日刊工業新聞：国家的産業として育成しよう，2008.
- 5) 下戸健：コンストラクショニズムの学習理論に基づいた教育教材の開発，FD Annual Report Vol.5, pp.3-10, 2015.
- 6) Idit Harel, Seymour Papert：CONSTRUCTIONISM, Ablex Publishing Corporation, 1991.

アクティブ・ラーニングにおける自己評価に対する学生の認識： キャリア形成「研究室訪問」の事例

中 野 美 香 (社会環境学科)

Students' perception toward self-evaluation in Active Learning: The case of "Visiting Lab" in Career Education

Mika Nakano (Department of Socio-Environmental Studies)

Abstract

This paper is aimed at examining how students perceive self-evaluation in Active Learning in the Visiting Lab activity in Career Education. Although various practices of Active Learning are increasingly being introduced in higher education in Japan, the method of student-centered evaluation has not been sufficiently tested yet. At the Fukuoka Institute of Technology, Career Education was made a compulsory subject in Active Learning for all freshmen in 2012. As one of the important activities, Visiting Lab offers students experience in group work when preparing to visit one professor of their major, sending mails to obtain an appointment, researching the study field, conducting an interview, making a report, and delivering a presentation. This includes a wide range of activities both within, and outside of, the classroom; hence, the process requires self-evaluation by students. A questionnaire survey on students' perception toward self-evaluation in Active Learning was conducted for first-year students in the last class of the former semester in 2017. The main findings are as follows: many students are positive about including self-evaluation along with the final score. Around 10 percent of the 108 students changed their self-evaluation after calibration in a group. There were statistically significant differences between the final scores and the self-evaluations. These results indicated that self-evaluation with calibration guarantees a certain validity and can be utilized as a resource for the final score.

Key words: *Active Learning, self-evaluation, final score, students' perception, reflection*

1. 問題と目的

近年の高等教育改革によりアクティブ・ラーニングと呼ばれる学習者中心の知識構成型の授業が浸透しつつある。溝上¹⁾はいち早くアクティブ・ラーニングを「学生の自らの思考を促す能動的な学習」と捉えた。その後、2008年に中央教育審議会答申により「学士力」²⁾が示されて以降、2012年の大学教育の質的転換³⁾および2014年の高大接続の実現に向けた改革⁴⁾が進められる中で全国的にアクティブ・ラーニングが導入されてきた。新しい教育の関心の対象は、シラバスなどの講義の骨組みに関わることから、学生同士のコミュニ

ケーションの方法や教師の話し方の技術まで多岐にわたる。アクティブ・ラーニングという用語は導入初期においては新しい教育として捉えられた点において効果はあったと言える。しかしながら、「アクティブ」な部分が独り歩きし、従来の一方向型の授業との兼ね合いにより「学習者がアクティブでありさえすればよい」と勘違いされた側面もある。その後、2016年の中央教育審議会答申⁵⁾では、アクティブ・ラーニングという用語は「主体的・対話的で深い学び」と言い換えられた。「主体的・対話的で深い学び」というアクティブ・ラーニングの方法が具体化されたことにより、その

評価の在り方に関する議論が促されている。元々、教授・学習のプロセスは目標、内容、方法、評価という構成要素から成り立っており、相互に緊密に関連している。近年、アクティブ・ラーニングの実践の全貌が浮き彫りになってきたところで、その評価方法を再検討することにより、これまで導入されてきた実践方法を再構築するには好機であると言える。

本学においては全学的にアクティブ・ラーニングが推奨されており、その中でも就業力育成を目的とした講義「キャリア形成」が2012年度より新生全員を対象に1年次前期必修科目として導入された。この科目は「志向する力」に重点を置き、自己や社会に対する理解を深めながら、自分自身の将来設計を考えることをねらいとしている。高校からの移行期において学生の学びの転換を図る場でもあり、アクティブ・ラーニングそのものに関する知見を蓄積してきた⁶⁾⁷⁾。その一環としてこの科目では、「研究室訪問」という1年生がグループで学科の教員の研究室に訪問する活動を取り入れてきた。この活動では、訪問先の先生の専門領域や担当講義などについて調べてインタビューを実施する。その後、レポートにまとめ、クラスでグループごとに研究室訪問で学んだことについて発表をおこなう。入学して間もない1年生にとっては専門性に触れることができる貴重な機会である。

アクティブ・ラーニングにおいては学びの結果としてのプロダクト評価はもちろんのこと、学びの過程を評価するプロセス評価も重要である。これまで研究室訪問の評価は、オンライン上のキャリアポートフォリオに収められた各講義日の振り返りに対する評価はあるものの、事後に作成するレポートと発表という活動の結果の評価（プロダクト評価）が中心で、実際にグループの誰がどのように活動してきたのか学びのプロセスについては評価できていない（プロセス評価）。近年はグループのメンバーと共同作業ができない学生も増えていることからプロセス評価を導入する必要がある

が、一人の教員では一人一人の講義外での学習プロセスを丁寧に評価することは困難である。アクティブ・ラーニングは教員と学生の双方向性が求められるため、活動を通して学生が何をどのように学んだのかについてのプロセス評価にも学生が主体的に関わることが重要であると考えられる。しかしながら、これまで当科目のアクティブ・ラーニングのプロセス評価の研究は未着手であった。

アクティブ・ラーニングにおける評価方法としてよく取り上げられるものに、学習者のパフォーマンスを評価するパフォーマンス評価や、ポートフォリオに収められた証拠資料に基づいて学習者の成長のプロセスを評価するポートフォリオ評価がある。これらの評価の基準としてルーブリックが用いられることが多い⁸⁾。誰がどのように評価するかについては、一般的な個人単位の評価に加えグループ単位での評価や、学生自身による評価（自己評価）や学生同士の評価（ピア評価）がある⁹⁾。グループ単位での評価はグループとしての団結を強めたり、自己評価やピア評価は学びのリフレクションの効果も期待できる。しかしながら、何をどの程度、成績の割合に含むかという問題がある。先行研究では個人評価を40%、グループとしての評価を60%にしたところ、グループとしての成果に個人の評価が依存するという問題点が指摘された¹⁰⁾。また、学生による評価で問題となるのはその信頼性である¹¹⁾¹²⁾。これに加えて、評価の根拠資料が活動全体を評価するのに妥当であるか、検討する必要がある¹⁰⁾。このようにアクティブ・ラーニングにおける評価の在り方には研究の余地が多く残されている。評価は教師と学習者のコミュニケーションでもある¹³⁾。大学によって学生の学習状況は異なるため、アクティブ・ラーニングの教育を発展させる過程で、評価方法についても詳細な研究が必要であると言える。

そこで、本論の目的はキャリア形成の研究室訪問の活動プロセスを評価するために学生の自己評価の傾向を把握し、アクティブ・ラーニングにおける評価に対する学生の認識を明らかにすること

である。本論では、第二節でキャリア形成における研究室訪問の活動概要を述べた後に、第三節で調査方法、第四節で結果と考察、第五節でまとめと今後の展望を述べる。

2. キャリア形成における「研究室訪問」の概要

1 年生前期必修科目「キャリア形成」の科目のねらいは、(1) 大学での学び方を学ぶこと、(2) 「自己理解」と「社会理解」を深め、相互に関連付けながらキャリアデザインをすることである。「研究室訪問」はこの科目における活動の一つに位置づけられ、「研究室訪問」の目的は、「大学での学びや生活のイメージを具体化する」「マナーを実践的に学ぶ」こととした。

研究室訪問の手順は以下のとおりである。(1) 訪問の日時を決める：グループで訪問をする日時を考える。(2) 先生への質問を2つ考える：①「先生の研究や専門分野」に関する質問、②「先生の考え方や人生観」「講義」「進路」「大学生活全般」などに関する質問。(3) アポイントメントを取る：グループで文面を考え、代表者がメールを書いて送信する。(4) 訪問する：20-30 分を目安に担当の先生の研究室を訪問してお話をうかがう。(5) お礼：お礼のメールを全員が書く。(6) レポート作成：活動を振り返りレポートにまとめる。(7) 報告会：グループで学んだことをまとめて発表する。筆者が担当するクラスでは報告会はPPTを用いて各グループ3分間の発表後に質疑応答をおこなった。聴衆は相互評価表を用いて発表グループの発表を評価し、最後に投票して優秀発表賞を決めた。

研究室訪問の活動のスケジュールを以下に示す：第4回講義で希望調査に基づきグループを作成し、アポイントのための電子メールの作成、役割分担、下調べ、訪問計画などの研究室訪問の準備をする。第5回講義では挨拶、敬語、訪問のマナーについて実践を通して学ぶ。訪問日程は第7回～11回の間に設定するものとした。その後、第13回講義で研究室訪問報告会の準備をし、第14

回講義で研究室訪問報告会をおこなった。

3. 方法

目的：本調査の目的は、研究室訪問の活動のプロセスを評価するために学生の自己評価を把握し、アクティブ・ラーニングにおける評価に対する学生の認識を明らかにすることである。評価項目は二つ設けた。一つは「研究室訪問」の活動を全体的に捉え、自分がどの程度、頑張ったかを自己評価させるものである。もう一つは、グループでの共同作業の過程でどの程度、グループに貢献できたかを自己評価してもらった。また、自己評価はその信頼性が懸念されるため、自分で自己評価した後に、グループで共有し、評価が高過ぎることはないか／低過ぎることはないかを検討し、その後、評価が適切かをグループで振り返る調整段階を設けた。

対象者と手続き：筆者が担当する講義のうち、福岡工業大学工学部生命環境科学科の1年生前期必修科目「キャリア形成」を受講する1年生91名(1組48名、2組43名)を対象にした。すべての活動が終了した第15回講義(1組は平成29年7月26日、2組は7月25日)で質問紙調査を実施した。質問紙は先述のとおり二段階に分け、自分で考えて自己評価をしてもらう段階(第一自己評価)と、その自己評価をグループで発表して5分程度で意見交換(点数の調整=キャリブレーション)をした後に、再度、自己評価を見直してもらった(第二自己評価)。第一自己評価では、問1～2を3分程度で回答してもらった。第二自己評価とその他の質問については、問3～6を3分程度で回答してもらった。

質問項目：質問項目を以下に示す：問1：活動全体の自己評価をお聞きします。以下の5段階(1「頑張っていない」～5「頑張った」)で当てはまるものに丸をつけて、評価の根拠を書いてください。問2：グループへの貢献度の自己評価をお聞

きします。以下の5段階（1「貢献していない」～5「みんなにわかるように貢献した」）で当てはまるものに丸をつけて、評価の根拠を書いてください。問3：話し合い後、問1の活動全体の自己評価を変更しましたか。また理由を教えてください。問4：話し合い後、問2のグループへの貢献度の自己評価を変更しましたか。また理由を教えてください。問5：アクティブ・ラーニングの活動の自己評価を成績に含むことについて賛成ですか？また理由を教えてください。問6：自己評価が成績に含まれる場合、何パーセントが妥当だと思いますか。また理由を教えてください。

4. 結果と考察

本節では4.1で質問紙調査の各項目の結果を述べ、4.2で自己評価と成績の相関について述べる。

4.1 質問紙調査

問1 「活動全体の自己評価」

問1の研究室訪問の活動全体の自己評価の回答の平均値は、1組 3.87 ($SD=.84$, $N=54$), 2組 4.01 ($SD=.68$, $N=54$) で、学年の平均は 3.94 ($SD=1.09$, $N=108$) であった。1「頑張らなかった」と回答した学生はいなかった。このことから、全体的には多くの学生が研究室訪問の活動に積極的に参加していることがわかる。評価の理由を見ると、5「頑張った」と回答した学生は、「任された仕事をしっかりと行い、質問されたことにも答えることができたから」「準備通り発表を行うことができた」「役割を果たせた」があった。4「やや頑張った」と回答した学生は、「リーダーとして進行、意見をまとめることができた」「みんなと協力できた」「休んでしまったため、その分を働きの補ったので」があった。3「ふつう」と回答した学生は、「自分から参加することができたから」「あまり準備をしていなかった」「積極的にできなかったの」「分担した仕事はできた」であった。2「あまり頑張っていない」と回答した学生は、「PPTづくりにあまり参加できず、足を引っ張ってしまった」「研究室訪

問でメモが中途半になってしまったため」「最低限のことしかできなかったため」であった。

この結果より、あらかじめ決められた役割以上のことができれば頑張ったと評価しているのに対して、活動に対して受け身であったり、具体的には手伝えなかった経験があると低く評価される傾向にあることがわかる。一方で、メール作成から発表まで活動の中で頑張ることができる部分は多岐にわたり、どの部分を基点に何を評価しているかは個人差がある。

問2 「グループへの貢献度の自己評価」

問2のグループへの貢献度の自己評価の回答の平均値は、1組 3.68 ($SD=1.06$, $N=54$), 2組 3.64 ($SD=.68$, $N=53$) で、学年の平均は 3.66 ($SD=1.09$, $N=107$) であった。1「貢献していない」と回答した学生は1組に2名いた。この結果より、活動全体の自己評価と比較すると貢献度の自己評価は低いことから、個人としては頑張ったがグループにはあまり貢献できていないと回答する学生がいたことがわかる。評価の理由を見ると、5「貢献した」学生は、「発表の質問の対策を個人で入念に行ったから」「グループの活動に貢献できたから」「自分の仕事をこなせたから」などの回答があった。4「やや貢献した」の回答理由は、「集合日に予定が入り、グループに迷惑をかけたがそれ以外は頑張って貢献したから」「リーダーとしての義務以外にも積極的に働けたから」「進んで参加できたから」「積極的に動けたが、迷惑をかけた場面もあったから」などがあった。3「ふつう」と回答した学生は、「話し合い等のグループ活動を頑張った」「スライド作成しか行っていないから」「頑張ったから」であった。2「あまり貢献していない」と回答した学生は、「もっとできることがあったと思うから」「積極的に動けなかったから」「最低限しかやっていないから」であった。1「貢献していない」と回答した学生は、「何もしていないから」であった。

この問いにおいても、役割以上のことを果たした場合は5と評価し、何か自分ができなかった部

分があると 4 に評価を下げるような傾向があることがわかる。また与えられた役割しか果たしていない場合は 3 や 2 と評価する傾向があった。一方で、どの程度をグループに貢献したと捉えるかは個人差があり、謙虚な人と評価してほしい人とで自己評価が分かれることがうかがえる。

問 3 「話し合い後の活動全体の自己評価の修正」

問 1 と問 2 の第一自己評価の後、グループで評価を発表しあって意見交換（点数の調整＝キャリブレーション）した後に、初めの自己評価に修正がないかをたずねた（第二自己評価）。結果を表 1 に示す。これより、修正した人は 1 組 8 名、2 組 5 名、計 13 人（12.0%）であった。このうち、上方修正した人数は学年で 4 名（3.7%）、下方修正した人数は学年で 9 名（8.3%）であった。この結果より、学年の 1 割強の学生がキャリブレーションの後に自己評価を修正していることがわかる。その中でも、下方修正した学生の方が上方修正した学生よりも 2 倍以上多かった。このことから、グループでの意見交換は特に自己評価が高過ぎる場合に適正值に戻す効果があると考えられる。

表 1 活動全体の第二自己評価の結果（N=108）

	1 組		2 組		学年	
	N	%	N	%	N	%
上方修正	3	5.6	1	1.9	4	3.7
下方修正	5	9.3	4	7.4	9	8.3
合計	8	14.8	5	9.3	13	12.0

表 2 貢献度の第二自己評価の結果（N=108）

	1 組		2 組		学年	
	N	%	N	%	N	%
上方修正	1	1.9	4	7.4	5	4.6
下方修正	0	0.0	6	11.1	6	5.6
合計	1	1.9	10	18.5	11	10.2

修正した理由を以下に示す。上方修正の理由としては、「ほかの人からの意見を聞くことで、意外と自分は働いていたと気づいたから」「チームに貢

献することができていたから」「グループに貢献したと思ったので」「貢献の割合が高かった」などがあつた。一方、下方修正の理由は、「反省点を見つけたので評価を下げた」「振り返ったときに下げるべきと思ったから」「役割はできたが、それ以外の活動においてチームの中で活躍できていなかったから」「もっと頑張れたと思ったから」などがあつた。また修正がない理由は、「良いところ、悪いところが見つかり、結果として変わらなかった」「こんなものであるとグループ内で結論付けた」などがあつた。この結果から、上方修正した学生は意見交換の中で自分ができた点を指摘されたり発見したことがうかがえる。下方修正の学生は、新たな反省点が見つかったり、自分よりも頑張っていた人の評価を参照することで相対的に評価することができたのではないかと考える。以上を踏まえると、修正の有無にかかわらず評価をグループで共有することはお互いの評価を知り、自分の評価を客観的に見ることができると点で有意義な振り返りの機会になると言える。

問 4 「話し合い後の貢献度の自己評価の修正」

次に、意見交換（点数の調整＝キャリブレーション）した後の貢献度の自己評価の修正（第二自己評価）の結果を表 2 に示す。その結果、修正した人は 1 組 1 名、2 組 10 名、計 11 人（10.2%）であつた。これより、活動全体の自己評価と同様に 1 割程度の学生がグループでの話し合いの後に自己評価を修正していた。クラス別に見ると、1 組が 1 名だったのに対して、2 組が 10 名と、2 組の方が修正した割合が多かった。クラスの雰囲気考慮に入れると、2 組の方が 1 組よりもグループ分け隔てなくクラス全体でコミュニケーションを取っており、言いにくいことも率直に言い合える関係がある。このようなことが話し合いの活発さにつながり、結果として自己評価の修正が多く起こったのではないかと考えられる。

個別の理由を見ると、上方修正は「一人一人が一生懸命活動したから」「PPT がとても良いとグ

ループの人に言われたため」「貢献の割合が高かったと気づいたから」「グループ内で自分の貢献度はもっとあると指摘されたため」「自分の気づかない点で自分が貢献していると指摘されたため」などがあった。一方、下方修正の理由は、「周りより積極的でないと感じた」「最低限の任された仕事はしたが、グループ内で自分の仕事は少なかったと感じ、それを後悔したため」「高い評価を付けたが、そこまで役に立ったことがなかったから」「ほかの人がもっと頑張っていたから」などがあった。修正がなかった理由としては、「良いところ悪いところ総合的に考え、変わらなかった」と回答したものが多かった。問4の活動全体の評価と同様に、評価を修正した理由は、自分では気づかなかった点を他者から指摘された場合と、後で自分自身の評価が妥当でないと感じた場合が主であることがわかる。客観的に自己を見つめるという点で、この問いでも自己評価におけるキャリブレーションの重要性が認められる。

問5 「自己評価を成績に含むべきか」

「アクティブ・ラーニングの活動の自己評価を成績に含むことについて賛成ですか」について5段階評価で問うた結果を図1に示す。平均値は1組3.5($SD=1.09$, $N=54$), 2組3.27($SD=1.25$, $N=54$), 学年3.39($SD=1.17$, $N=108$)であった。この結果より、自己評価が成績に含まれることについて全体的に好意的であることがわかる。

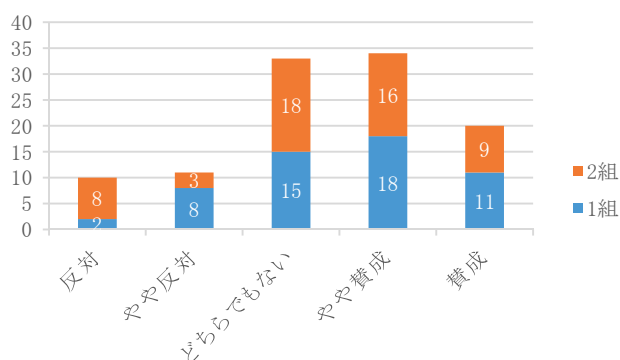


図1 問5「自己評価を成績に含むべき」の回答結果

次に回答理由について賛成、中立、反対に分類し、以下に示した。

「4」「5」の賛成の理由

- ・先生の評価と自分の評価とを成績に反映されることで点数化、それらを比較し、自分の評価について考える機会が得られると思うから。
- ・もっと自分が頑張っていることをアピールしたため。みんなまじめに評価している。
- ・もっと自分を見つめ返すことに繋がるから
- ・社会・将来でも大切なことなので、成績に加えてもよいと思った。

「3」の中立の理由

- ・本人の価値観で自己評価が変わるから。
- ・どちらでもよい
- ・良い点、悪い点どちらもあるため。

「1」「2」の反対理由

- ・自己評価を含む意味が解らない。
- ・自分自身が自己について分析できれば問題ないから。
- ・客観的意見が大切だから。
- ・自己評価が難しい

賛成の理由では、自己評価が成績に含まれることの利点が挙げられた。教員から見えない頑張りを評価してもらいたいという要望が多く見られた。中立は特に要望がなく、反対理由としては必要性を感じていないという意見が多かった。反対意見の理由では、必要性がないことや難しさが挙げられており、事前に自己評価の重要性と必要性を説明することで理解が変わる可能性がある。自己評価の信頼性が問われることがあるが、学生は教員の目をごまかすことができても、他の学生の目をごまかせないことを理解しているという先行研究もある⁹⁾。この前提に立つと、教員の評価を覆るほどの割合でなければ、自己評価が成績に含まれることの利点の方が大きいと考えられる。

問 6 成績に含まれる自己評価の割合

「自己評価が成績に含まれる場合、何パーセントが妥当だと思いますか。また理由を教えてください」の結果を図 2 に示す。

平均は 1 組 24.9 ($SD=21.5$, $N=54$), 2 組 32.1 ($SD=22.1$, $N=54$) で、学年では 28.5 ($SD=21.8$, $N=108$) であった。全体として 5~30%の割合を希望している学生が多いことがわかる。問 5 では反対の学生がいたが、割合をたずねたこの問いでは 0%という回答はなかったことから、自己評価を含むべきでないと考えている学生はいないと言える。

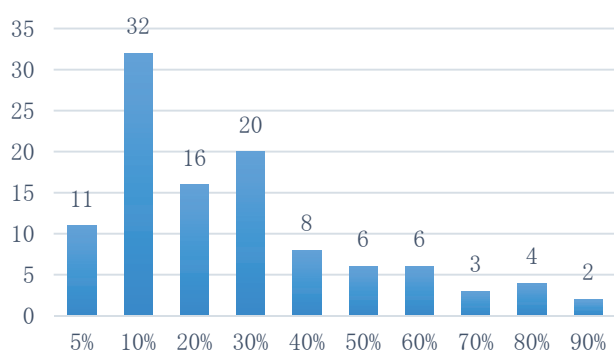


図 2 自己評価が成績に含まれる割合の回答結果

以下に回答の例を「5~30%」「40~50%」「60~90%」に分けて示す。

「5~30%」の理由

- ・他者（先生）の評価も大切であるから。
- ・人によって自己評価基準があるからこのぐらいが妥当であると考えたから。
- ・自分なりに頑張ったということの評価してほしいから。
- ・良くつけてしまうことがあるので、そこまで大きくし過ぎるとよくないと思うから。

「40~50%」の理由

- ・50%は自分、50%は他者の評価だとバランスが良いと思うから。
- ・自己評価は大切だと思うから。
- ・自分ではできていたと感じても、他者から見た

らできていないと感じる部分もあると思うから。

「60~90%」の理由

- ・みんなよく頑張ったから
- ・まじめに頑張ったひとを評価してほしいから。

努力している人、または頑張ったことを評価してほしいという人、苦手だけど頑張ったからそこを見てほしいという人が多く、そこが自己評価を成績に反映してもいいと考える理由であると考えられる。これに対して、あくまで自己評価であるため、人それぞれの基準が違うからそこまで高くは出来ないという意見もあり、総じて反映される割合が高くなりすぎるとよくないと感じていることがわかった。

4.2 自己評価と成績の相関

4.1 で示した自己評価の信頼性を検討するために、第一自己評価と「キャリア形成」の成績との相関を調べた。成績は、演習 40%, レポート 40%, リフレクションシート（スケジュール管理表）10%, キャリアポートフォリオ（オンライン上の授業の振り返り）10%で総合評価する。このうち研究室訪問の事後のレポートは「レポート」の一部に含まれる。その結果、活動全体の自己評価と成績 ($r=.22$, $p<.0001$, $N=107$) および貢献度の自己評価と成績 ($r=.23$, $p<.0001$, $N=107$) いずれも統計的に有意であった。この結果より、第一自己評価であっても教員による科目の成績と大きく異なる結果ではないことが明らかとなった。このことから、話し合いの風土が集団に根付いていれば、集団における協働について自己評価がある程度、適正におこなわれると言える。

5. まとめと今後の展望

本論ではキャリア形成の研究室訪問の活動について学生に自己評価を行ってもらい、アクティブ・ラーニングの評価に対する学生の認識を明らかにすることを目的とした。結果より、活動全体およびグループへの貢献度の自己評価は 4 ポイン

ト前後と大部分の学生が積極的に取り組んでいた。また第一自己評価の後のキャリアブレーションによって1割程度の学生が評価を修正したことから、自己評価をグループで共有することの重要性が示唆される。自己評価を成績に含むことについては完全に反対する学生はおらず、3割程度を上限に自己評価を含むことによって、その過程で積極的な行動が促進されたり、学びをグループで振り返るなどの効果が期待できる。科目の成績と自己評価には弱い相関があり、学生が適当に自己評価をしていないことの裏付けとなった。

本研究の限界点としては、研究室訪問は長期間にわたる活動であり、役割分担をおこなうことでしっかりと自己評価ができた可能性がある。今後は短時間の自由な活動においても同様の結果が見られるか検討が必要である。また、成績と自己評価の関係についても分析することで個人差を明らかにし、個人差に応じた指導が可能になる。今後も他の科目も対象に広げ、アクティブ・ラーニングで学生が主体的に評価することの重要性・妥当性について検討を続けていきたい。

引用文献

- 1) 溝上慎一(2007)アクティブ・ラーニング導入の実践的課題.名古屋高等教育研究, 7, 269-287.
- 2) 文部科学省(2008)学士課程教育の構築に向けて.中央教育審議会答申.
- 3) 文部科学省(2012)新たな未来を築くための大学教育の質的転換にむけて.中央教育審議会答申.
- 4) 文部科学省(2014)新しい時代にふさわしい高大接続の実現に向けた高等学校教育, 大学教育, 大学入学者選抜の一体的改革について.中央教育審議会答申.
- 5) 文部科学省(2016)幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について.中央教育審議会答申.
- 6) 小田部貴子・宮本知加子・中野美香・阿山光利(2013)初年次全学必修科目「キャリア形成」の教育実践とその効果 初年次教育学会第6回大会発表要旨集録, p.77.

- 7) 中野美香(2013)社会人基礎力のレベル評価に基づいた新入生面談の効果—就業力育成科目と専門科目の連携による学士力育成—福岡工業大学, FD Annual Report, 3, pp.3-10.
- 8) 松下佳代(2016)アクティブ・ラーニングをどう評価するか.松下佳代・石井英真編著.アクティブ・ラーニングの評価.東信堂. pp.3-25.
- 9) 西川純(2017)アクティブ・ラーニングの評価がわかる.学陽書房.
- 10) 小川勤(2014)アクティブ・ラーニングと学習成果に関する研究:「山口と世界」を通して得られた知見と課題.大学教育, 11, pp.24-35.
- 11) 藤原康宏, 大西仁, 加藤浩(2007)公平な相互評価のための評価支援システムの開発と評価—学習成果物を相互評価する場合に評価者の選択で生じる「お互い様効果」—.日本教育工学会論文誌, 31(2), pp.125-134.
- 12) 中野美香(2013)議論能力育成を目的とした授業における相互評価に対する学習者の認識 教育工学, 37, Suppl. pp.185-188.
- 13) 中野美香・麻生祐司(2017)学生—教師間のコミュニケーションのツールとしての議論教育用ルーブリックの開発と活用 日本コミュニケーション研究 (印刷中・採択済み)

謝辞

研究室訪問の活動にお力添え頂いた先生方をはじめ、本研究に協力して下さった学生の皆様にここに謝意を表します。

初年次導入教育におけるアクティブラーニングの事例報告

—ロボット工学入門の場合において—

江 口 啓 (電子情報工学科)
紅 林 秀 治 (静岡大学)

An Introduction Report of Active Learning in the First Time Annual Introduction Education - A Case Study in “Introduction to Robotics Engineering” -

Kei Eguchi (Department of Information Electronics)
Shuji Kurebayashi (Shizuoka University)

Abstract

In this paper, we introduce the active learning conducted in “Introduction to Robotics Engineering”. As active learning strategies, a pair learning and self-evaluation based on Rubric were used in this class. During past three years, the effect on this teaching method was measured by a questionnaire survey. The data mining analysis about the result of questionnaire survey revealed that the class of the Introduction to Robotics Engineering is “hard-fun” for students. Furthermore, the t-test about the result of the self-evaluation based on Rubric showed that this teaching method is helpful to develop the ability of “Thinking”, “Action”, and “Team Work”.

Key words: *Active learning, Case study, LEGO mindstrom, Pair learning, Rubric*

1. はじめに

文部科学省中央教育審議会の資料「新しい学習指導要領等が目指す姿」¹⁾において述べられている通り、主体的・対話的で深い学びを実現する教育手段の一つとして、「アクティブラーニング(AL)」の視点からの授業改善が求められている。現在、福岡工業大学は文部科学省が支援する大学改革の取組の一つである平成26年度「大学教育再生加速プログラム (Acceleration Program for University Education Rebuilding : AP)」²⁾において、“I.アクティブラーニングテーマに対応した取組”に採択されており、教職協働の下、授業改善に向けた様々な取り組みがなされている。同授業改善においては、理念だけではなく、具体的な実践例を集めることで、アクティブラーニングテーマに

対応した取組によって授業改善がどのようになされ、どのように学生の学びへと繋がったのかということをはっきりとさせるための実践事例の蓄積と教職員間での知識の共有が不可欠である。

本論文においては、本学工学部電子情報工学科の“ロボット工学入門(現：電子情報工学入門)”において導入したアクティブラーニングの事例を紹介する。また、定期授業アンケート結果ならびにルーブリック評価に対して、データマイニングならびに検定を行うことで、アクティブラーニングにおいて重要とされる「対話的な学び」、「主体的な学び」、「深い学び」の3つの視点³⁾に関して、本取組みの検討を行う。本研究の主たる目的は、本学における実践事例の蓄積と教職員間での知識の共有を図ることで、教員の継続的な授業改善を促進することである。

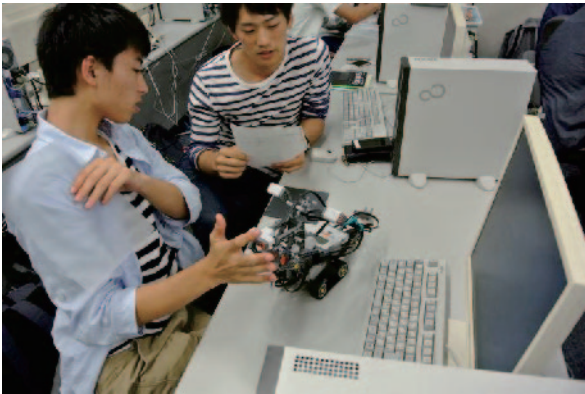


図 1 授業教材と学習環境

2. 授業形式

はじめに、本授業形式について説明する。本授業は、ペア・ラーニングを利用したアクティブラーニング形式の授業であり、学生は担当教員 2 名（本学教員 1 名、非常勤教員 1 名）と学生補助 2 名による指導の下、与えられた授業課題に沿ったロボットの作製とそのプログラミング制御を 2 名 1 組で行う。具体的には、授業教材として図 1 に示す LEGO Mindstorms NXT を使用し、学生は C 言語に類似した高級プログラム言語 NXC (Not eXactly C) を用いて LEGO ロボットの制御を行う。

本授業は 15 週全てがアクティブラーニング形式の授業であり、平成 28 年度においては、第 1~6 週までがプログラム言語 NXC の基礎的な学習とロボット製作、第 7 週目が製作ロボットのプレゼンテーション（中間発表）、最後に第 8~15 週までが NXC の応用的な学習と製作したラインレースロボットによる LEGO ロボット競技会という流れとなっている。さらに、学生は授業の成果物であるロボットを、本学の夏季オープンキャンパスにおいて外部に公開する機会をもつ。

具体的な学習形態は、以下の通りである。まず、プログラミング言語の学習を行うパートにおいては、担当教員が自作した授業テキスト、ならびに、福岡工業大学 WEB 学生情報ポータルサイト MyFIT 上で配布される授業資料を用いて授業が行われ、各授業単元の最後には学生に 2 種類の課題が与えられる。この課題は、それぞれの学生に対する個別の

演習課題とペアで取り組む協力課題から構成されている。すなわち、個別の演習課題によって全員の学生にプログラミングを行わせる仕組みと、協力課題によって学生同士の学びが起きるような仕組みを設けている。また、毎授業の終了時には、学生にルーブリック^{4,5)}による自己評価を課している。



(a)



(b)



(c)

図 2 中間発表の光景：(a)プレゼンテーション，(b)質疑応答，(c)パフォーマンス

次に、中間発表においては、図 2 に示すようなパワーポイントを用いた 5 分間のプレゼンテーションと 2 分間の製作物に関するパフォーマンスを全ての学生が行う。中間発表の流れは、以下の通りである。はじめに、図 2 (a) に示すプレゼンテーションにおいて、学生 2 名が協力して作製したパワーポイントを、それぞれの担当した製作パートに分かれて説明する。同説明の後には、図 2 (b) に示すように、学生と教員を交えた質疑応答が行われる。その後、図 2 (c) に示すように、学生は全学生の前で製作したロボットの実演を行う。学生の“プレゼンテーション”、“質疑応答”、ならびに、“パフォーマンス”に対しては、MyFIT のアンケート機能を活用することで、担当教員だけでなく、学生全体からの相互評価が与えられる。

最後に、授業後半の LEGO ロボット競技会においては、図 3 に示すように、補助学生が作製したライントレース競技用のコースを用いることで、ラップタイムを競う競技会を行う。さらに、ラップタイムの上位 12 チームは、本学の夏季オープンキャンパスにおいて開催される LEGO ロボットレースに参加することで、授業成果を外部に披露する機会が与えられる。

以上のように、本授業はペア・ラーニングを利用したアクティブラーニング形式の授業であり、学生は授業の内外において授業成果の発表機会をもつ。本授業における評価に関しては、担当教員による評価だけでなく、ループリックを用いた自己評価、MyFIT のアンケート機能を利用した学生相互の評価を仕組みとしてもつ。

3. 授業の分析と評価

本節では、“ロボット工学入門（現：電子情報工学入門）”において導入したアクティブラーニング形式の授業を評価するために、福岡工業大学において実施されている定期授業アンケートの結果、ならびに、本授業独自で行っているループリックの回答結果を利用することで、本授業の効果を多面的に分析する。

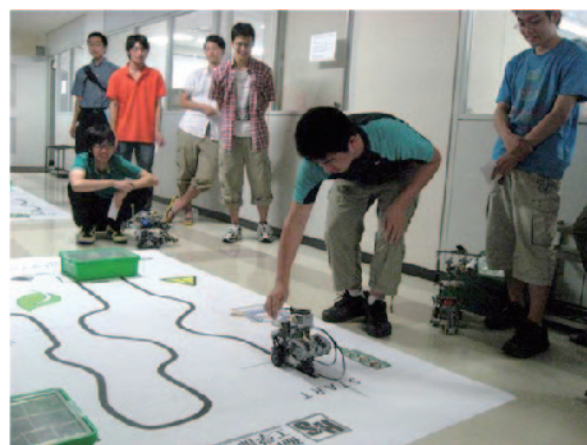


図 3 LEGO ロボット競技会の様子

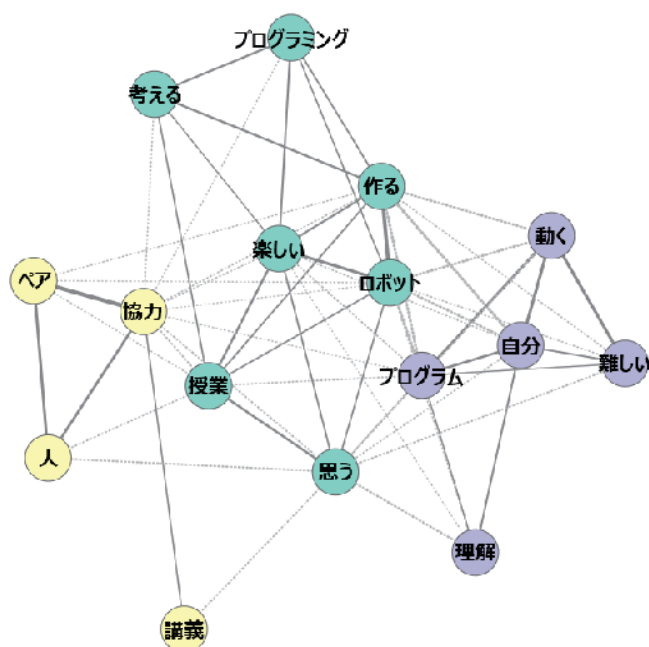


図 4 共起ネットワーク分析の結果

表 1 過去 3 年間の平均評価ポイント

実施 年度	平均評価 ポイント*	受講者数	回答率
2016	3.7	49 名	61.3%
2015	3.6	59 名	84.7%
2014	3.7	44 名	61.2%

* 評価の最大値は「4」

3.1 授業アンケートを用いた評価と分析

本学の定期授業アンケートにおいては、「7. この授業の感想や学んだこと、次期履修者へのアドバイスを記述ください。」という自由記述形式の項目が設けられている。ここでは、学生から寄せられたこの自由記述形式の過去3年分の回答に対して、テキストマイニング手法の一つである共起ネットワーク分析⁴⁾を行うことで、受講学生が本授業をどのように捉えているのかを分析する。

図4に、共起ネットワーク分析の結果を示す。同図は、最小出現回数が7回以上の語の共起関係を示しており、Random walks⁴⁾によってサブグラフの検出を行っている。なお、図4では比較的強く結びついているノードを検出して色分けされている。同図の黄色のノード群より、本授業が他人と協力しながら授業を進めるペア・ラーニング形式の授業であると学生から認識されていることがわかる。また、紫のノード群より、学生が「自分でプログラムを作って、(ロボットを)動かすのは難しい。」と感じている一方で、「授業において、

プログラミングやロボットを作るのは楽しい。」と考えていることがわかる。すなわち、学生からは本授業はペア・ラーニングを用いたアクティブラーニング形式の授業であり、その授業内容は“ソフト・ファン (Soft fun)”ではなく、“ハード・ファン (Hard fun)”であると考えていることが読み取れる。本授業が学生に“ハード・ファン (Hard fun)”であると考えられていることは、授業評価アンケートの「6. この授業の内容は全体として意義あるものでしたか。」という設問に対する平均評価ポイントが、表1に示す通り高い値を示していることから明らかである。なお、表1の授業評価アンケートは4件法(4: 高い⇔1: 低い)を用いて集計されており、評価ポイントの最大値は“4”である。ここで、福岡工業大学の工学部においては、3.2以上の評価を得た授業を学生満足度の高い科目と定義しているため、表1の数値が相対的に高い数値であり、学生が授業内容を“ソフト・ファン (Soft fun)”ではなく、意義のあるものと考えていることが明らかである。

表 2 授業に用いたルーブリック（前に進みだす力）

評価	内容	評価基準	レベル			
			3	2	1	0
前に進みだす力	主体性 物事に進んで取り組む力	自分の役割を理解して適切に行動できる	自分の役割を理解して適切に行動している	自分から行動を起こしているが、他の人に頼りきりになっている部分もある	他人に言われたことはきちんとやるが、あまり自分から行動しない	誰かに言われないと行動しない
	働きかけ力 他人に働きかけ巻き込む力	周囲の人に自分の考えを適切に伝え、協力を得ることができる	周囲の人に自分の考えを適切に伝え、協力を得ることができる	自身の考えを他人に伝え、協力を得ようという努力をしている	あまり親しくない人や関わり合いが少ない人と協力ができてない	他の人と協力せずに自分一人で行動してる
	実行力 物事に目的を設定し確実に行動する力	目標を高く設定して失敗を恐れずに積極的に行動できる	目標を高く設定して失敗を恐れずに積極的に行動できている	きちんと目標を設定して行動に移すことができる	目標を設定できているが、積極的な行動ができていない	目標を低く設定したり、積極的に行動できていない

3.2 ルーブリックを用いた評価と分析

2016 年前期に開講された電子情報工学科の授業「ロボット工学入門（2組）」を受講した学生 49 名に対して、ルーブリックを用いた評価を実施した。本授業においては、九州工業大学において開発されたルーブリックを使用した。表 2~4 に、本授業で使用したルーブリックの内容を示す。

同表におけるルーブリックは、経済産業省の社会人基礎力を基に作成されており、「前に踏み出す力」、「考え抜く力」、「チームで働く力」の 3 つの

能力（12 の能力要素）から構成されている。ここで、我々はこのルーブリックにおける「前に踏み出す力」をアクティブラーニングの 3 つの視点のうちの一つである「主体的な学び」、「考え抜く力」を「深い学び」、ならびに、「チームで働く力」を「対話的な学び」に対応するものと考え、分析を行った。ルーブリックの集計においては、評価基準の 4 つのレベルをそのまま得点と見なし、レベル 3（3 点）、レベル 2（2 点）、レベル 1（1 点）、レベル 0（0 点）とそれぞれ設定した。

表 3 授業に用いたルーブリック（考え抜く力）

評価	内容	評価基準	レベル			
			3	2	1	0
考え抜く力	問題発見力	現状や目的をきちんと分析でき、それに向かって行動できる	現状や目的をきちんと分析でき、それに向かって行動できている	現状や目的を分析でき、多少なりとも改善案を考えることができる	現状や目的を分析することができるが、改善策を見つけれない	現状や目的について考えられていない
	計画力	目標に向けた計画を立て不測な事態にも対応することができる	目標に向けた計画を立て不測な事態にも対応することができる	計画を立てて行動することはできるが、不測の事態に弱い	ある程度大まかな計画を立てて行動している	計画を立てることをせずその場で行動している
	創造力	従来の常識や発想だけに限らず、いろんな角度から物事を見て新しいものを生み出すことができる	従来の常識や発想だけに限らず、いろんな角度から物事を見て新しいものを生み出すことができる	従来の常識や発想を参考にして改善策などを出すことができる	従来の常識や発想に捉われすぎず、新しいものを生み出す努力をしている	従来の常識や発想にとらわれていて新しいものを考えることができない

表 4 授業に用いたルーブリック（チームで働く力）

評価	内容	評価基準	レベル			
			3	2	1	0
チームで働く力	発信力	自分の意見を相手に分かりやすく伝えることができる	自分の意見を相手に分かりやすく伝えられる	自分の意見を伝えることができる	何かしら意見を出すようにしている	自分の意見を相手に伝えたりしない
	傾聴力	相手が話しやすいように配慮でき、要点も適切にまとめることができる	相手が話しやすいように配慮でき、要点も適切にまとめることができる	相手の話を理解するように努め、自分なりにまとめられる	相手の話を聞き、メモ等をとって理解しようと努力している	人の話を聞かない
	柔軟性	意見の違いや立場の違いを理解する力	しっかり自分の意見を持ち、相手の意見も取り入れることができる	相手の意見や立場のことも考えることができる	相手の意見に耳を傾け、立場を理解する努力をしている	自分の意見や立場ばかりを主張していたり、他人の意見に流されやすい
	状況把握力	自分と周囲の人々の関係性を理解する力	自分や仲間の役割をしっかりと理解し、物事がうまくいくように調整することができる	自分や仲間の役割を理解して周りに合わせて行動している	ある程度自分や仲間の役割を理解しているがうまく周囲に合わせた行動ができない	自分の役割を理解できておらず、何も行動しようとししない
	規則性	社会のルールや人との約束を守る力	礼儀やマナーを身に付け、礼儀が必要なときには正しくふるまうことができる	基本的なマナーや礼儀が身についていて、失礼のない振る舞いができる	最低限の礼儀やマナーが身についている	自分勝手な行動ばかりしている
	ストレスコントロール力	ストレスの原因を見つけ、ストレスに対してしっかり対処ができる	ストレスの原因を見つけてしっかりと対処ができ、ストレスをため込まない	ストレスの原因に対して何かしらのアプローチをしており、ある程度発散することができる	ストレス発散はできているが、ストレスの原因にうまく対処できていない	ストレスの原因に対して対処できず、ため込んでしまう

図 5~8 に、ルーブリックの集計結果を示す。同図において、縦軸は集計結果の平均値、一方、横軸は講義回数となっている。同図から明らかなように、「前に踏み出す力」、「考え抜く力」、ならびに、「チームで働く力」の 3 つ全ての項目が講義回数を重ねるにつれて上昇していることが分かる。なお、7 回目の講義は製作物の中間発表会を行った回であり、平均値が全ての項目において値が一時的に減少している。ここで、本授業で行ったアクティブラーニングの有効性を確認するために、第 1 回目ルーブリックの回答結果と第 15 回目のルーブリックの回答結果に関して、 t 検定を行った。表 5 に、一対の標本による平均値の検定の結果を示す。ここで、表 5 の t 検定においては、第 1 回目の授業と第 15 回目の授業を共に出席している学生のみを対象としているため、自由度が 45 となっている。表 5 の結果から明らかなように、第 1 回目の授業の回答結果の平均値と、第 15 回目の授業の回答結果の平均値との差が有意に表れている。この結果から、本授業によって学生が「前に踏み出す力」、「考え抜く力」、ならびに、「チームで働く力」の 3 つの能力が高まったと感じていることが窺える。すなわち、本授業によって、アクティブラーニングの 3 つの視点である「主体的な学び」、「深い学び」、ならびに、「対話的な学び」に相当する要素が向上したと学生が感じていることが推測できる。

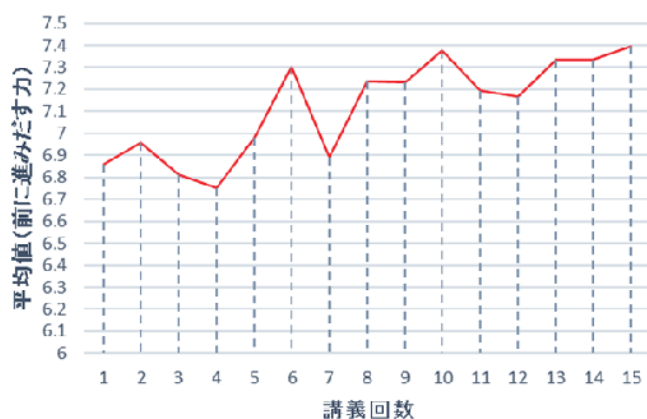


図 5 集計結果（前に踏み出す力）



図 6 集計結果（考え抜く力）

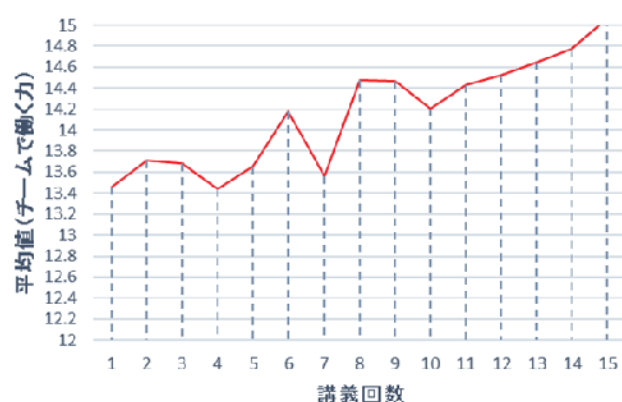


図 7 集計結果（チームで働く力）

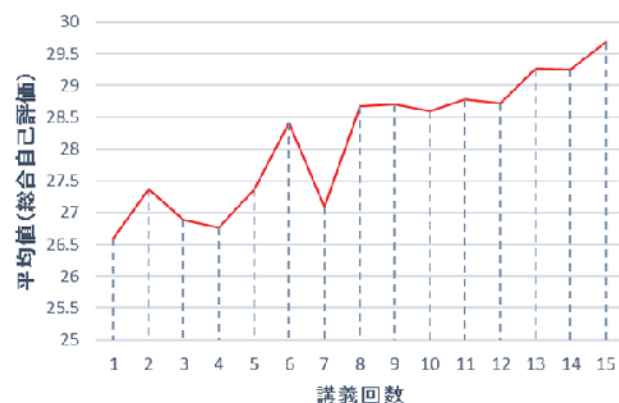


図 8 集計結果（総合自己評価）

4. まとめ

本論文においては、福岡工業大学工学部電子情報工学科の“ロボット工学入門（現：電子情報工学入門）”において導入したアクティブラーニングの事例を紹介し、その取り組みの効果を定期授業アンケートの結果、ならびに、ルーブリックの回

答結果を利用することで多面的に分析した。本研究において得られた結果は、下記の通りである。

表 5 t 検定の結果

比較対象	検定結果
前に進みだす力	$t(45)=2.49, p<0.05$ であり、有意
考え抜く力	$t(45)=4.99, p<0.05$ であり、有意
チームで働く力	$t(45)=2.76, p<0.05$ であり、有意
総合	$t(45)=4.16, p<0.05$ であり、有意

- (1) 授業アンケートの自由記述に対して、共起ネットワーク分析を行った結果、受講学生は本授業がペア・ラーニングを用いたアクティブラーニング形式の授業であり、その授業内容は“ソフト・ファン (Soft fun)”ではなく、“ハード・ファン (Hard fun)”であると捉えていることが明らかとなった。
- (2) ルーブリックの集計結果に対して、 t 検定を行った結果、本授業によって学生が「前に踏み出す力」、「考え抜く力」、ならびに、「チームで働く力」の 3 つの能力が高まったと感じていることを明らかにした。すなわち、本授業によって、アクティブラーニングの 3 つの視点である「主体的な学び」、「深い学び」、ならびに、「対話的な学び」に相当する要素が向上したと学生が感じていることが示唆された。

今後の課題としては、継続的な授業改善、ならびに、授業改善に関する実践例を蓄積することで、学びと資質・能力の育成との関係を明らかにすることなどが挙げられる。

謝辞

本取り組みを実施するにあたり、多大なご協力を頂きました九州工業大学教授の小田部 莊司 様に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 文部科学省中央教育審議会初等中等教育分科会資料「新しい学習指導要領等が目指す姿」：
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryo/attach/1364316.htm
(アクセス日：平成 29 年 6 月 13 日)
- 2) 文部科学省大学教育再生加速プログラム：
http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kaikaku/ap/
(アクセス日：平成 29 年 6 月 13 日)
- 3) 木村博一：アクティブ・ラーニングの 3 つの視点を意識した新・問題解決学習：授業手法はどう変わる「主体的・対話的で深い学び」の授業手法の探究が「深い学び」を育む，社会科教育，第 54 巻，第 2 号，pp.10-15 (2017)
- 4) 樋口 耕一：社会調査のための計量テキスト分析，資料 A KH Coder リファレンス・マニュアル，pp.55-59，ナカニシヤ出版 (2014)
- 5) 宮本 佳子，楠永 敏恵，吉賀 成子，重松 義成，柊崎 京子：初学習段階における「介護実習記録」を課題とするルーブリック評価の試作と活用，帝京科学大学紀要，第 13 号，pp.77-86 (2017)
- 6) 赤崎 真弓，池田 さより：中学校術技・家庭（家庭分野）における評価 —ルーブリックを用いた調理の基礎技能の習得—，長崎大学教育学部 附属教育実践総合センター 教育実践総合センター紀要，第 16 号，pp.1-10 (2017)

反転講義における実験ボード導入の試み

松 尾 敬 二 (工学部電気工学科)

Key words: ボード実験, 反転講義, グループ演習, テスター

1. はじめに

反転講義を行うようになって3年が経過した。初年度は、導入を決めた時期が講義開始の10日ほど前で、事前学習動画の作成から大慌てで準備した。私の場合、プロジェクターによる講義だったので、投影資料を動画とすること、講義時に配布していたプリントを事前学習のために配布することで、比較的スムーズに準備ができた。しかしながら、いざ実行してみると山あり谷ありで、やってみてわかったことや、やりながら改善していったことが多々ある。その結果、前年に比べて少なくとも学生の成績は伸ばすことができた。現在も、その改善を進めながら、講義を進めている。

この反転講義を始めた1年後から導入した内容に、実験ボードの導入がある。通常、反転講義であっても座学の場合実験を導入することは考えにくい。一方、座学でなく演習形式のグループ学習をベースとしていれば、実験も導入できると考えた。専門教育の内容は、実物に触れられたほうが理解しやすい。そこで、ここでは、電気工学科の学生全員に所持を義務づけているテスターのみで実験できる電子回路の内容に絞り、グループワークとして導入することにした。

2. 実験用ボード

具体的な適用科目は、電気工学科1年後期（必修）電子回路Ⅰである。再履修を合わせておよそ120名程度が、2クラスに分かれて受講する。講義中は、グループワークを導入しているので、その一つとしての導入は容易と判断した。どのような実験内容を持たせることができるかが、ポイントとなる。電子回路Ⅰでは、1年生の科目でもあり

電子回路の基礎を学ぶ。トランジスタ回路の直流バイアスと等価回路が中心的な内容としている。そこで、基本的な内容を含み実用性が高い、電流帰還バイアス回路の実験導入を検討した。設計した実験ボード（D1ボードと呼ぶ）の実際の素子を表1に、回路図を図1に示す。電源には、小型軽量、電圧の高さから9Vの乾電池を用いた。電流が小さいので寿命も実用に耐えると判断した。トランジスタは低コストで汎用的な2SC1815GRをやや h_{FE} が大きいグレードのものを採用した。抵抗は、これも汎用的な1/4Wのカラーコードを持つ抵抗を採用した。カラーコードの学習の経験もさせることができる。4本の抵抗のうち、一つのみ精度の高い設定が可能なポテンショメータを採用した。やや高価であり、ボード全体の半分ぐらいの価格を占めている。製作したボードの写真を図2示す。基本的には理解しやすさを重視し回路図通りの配置で、広いスペースに配置した。電圧を測ることができるように各接点には、ターミナルを採用した。またトランジスタは抜き差しできるようにソケットでの接続とした。トランジスタを壊した時の交換が容易であることや、別の目的の実験にも流用出来ることを意識した。事実、本年度は電気回路の講義において本D1ボードを用いた実験が行われた。さらに、学生一人一人がD1ボードを作り実験して理解が深めることができるようにユニバーサル基板によるボードパーツも300円で準備した。

表 1 D1 ボード用パーツ 授業後半で実際の信号増幅実験がおこなえるようコンデンサも含めている。

パーツ名	規格
乾電池	006P 9V
電池ホルダー	上記用
トランジスタ	2SC1815-GR $h_{FE}=100$
固定抵抗	1/4W 51k Ω (カーボン抵抗)
	1/4W 3k Ω (カーボン抵抗)
	1/4W 1k Ω (カーボン抵抗)
可変抵抗 (ポテンショメータ)	10 ターン 50k Ω
コンデンサ (結合用, バイパス用)	0.1 μ F 積層セラミック (3 個)
ボード	ベーク板 200mm×100mm 厚さ 2mm
ターミナル	赤 黒 (11 個)
スイッチ	小型トグルスイッチ
	計 約 2500 円

授業用の D1 ボードは、自分と卒研生で製作したのでその分負担とはなかったが、一ヶ月ほどで 24 セットを製作した。座席の配置から 4 名を 1 グループとしていたので、この程度の数が必要であった。前年度は、固定式の机と椅子であったが、今年は、可動式の椅子と机の教室なので、5 名 1 グループとした。また、毎回の演習スピードが班によって異なるので、実際に同時に使用するボードの数は当初よりだいぶ少なくてよくなった。

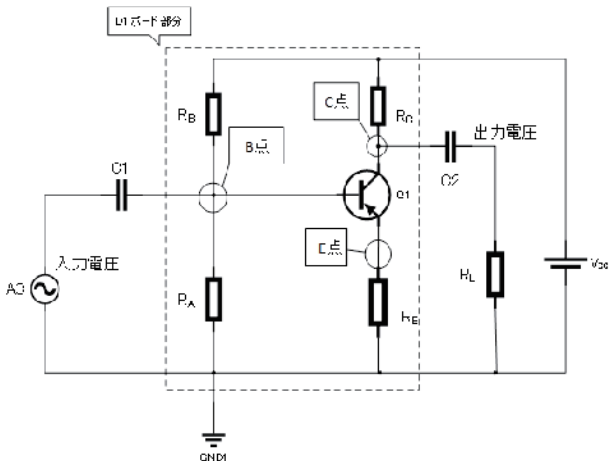


図 1 D1 ボード回路 点線が基本部分である。授業後半で実際の信号増幅実験がおこなえるようコンデンサも配置した。

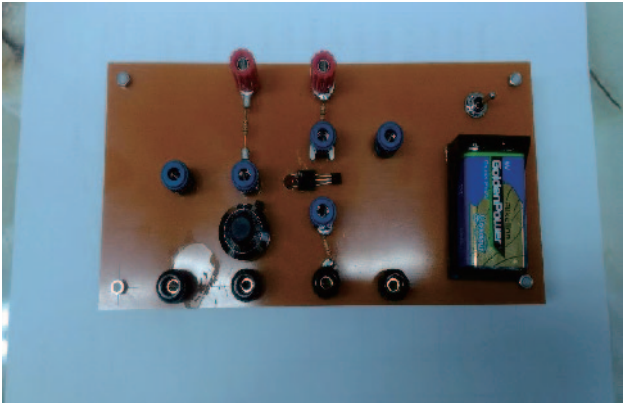


図 2 D1 ボードの写真 配線は裏面で行っている。

3. 講義への導入と結果

表 2 に示すように各回で、班ごとに実験を実施した。講義の後半では、テスターのみの測定は厳しくボードは使うことができないが、オフィスアワーで学生が作った D1 ボードで実際の増幅の実験を行ってもらおうと考えている。実験の初回ではテスターを忘れた学生がいたが、班で 1 人持ってきていればいいので、ほぼ問題なく実験できた。特に、実際の測定では、何を調整したらよいのか、どこからどこまでを測ればよいのか、実物を前にすると戸惑う班もあった。そのことの確認だけでも実験してみる意味はある。実物があると理解は大きく深まると期待してはいるが、実際のボードの教育効果については、今後評価していきたい。

表 2 D1 ボードの授業への適用テーマ 信号の増幅実験はオフィスアワーで実施する。

講義回	テーマ (内容)
2 回	ベース電圧の測定 (テブナンの定理)
3 回	エミッタ電圧の測定
4 回	コレクタ電圧と負荷線の測定
5 回	ベース電圧の微小変化による増幅及び増幅率の検証
オフィスアワー1	小信号増幅動作の検証
オフィスアワー2	バイパスコンデンサの効果検証

4. まとめ

昨年，新たな取り組みとして座学の講義に実験を導入した。グループワークを行っていたので実験も違和感なく導入することができた。また，これまでのところ，学生アンケートでは少なくともボード実験に否定的な意見は全くない。むしろ実際のものによる実験は，電子回路に触れる機会をほとんど持ってこなかった学生に対して特に有効であろうと期待している。

テーマを絞ってグループワークに実験を導入することで，座学においても実験を導入できることを示すことができた。反転講義の導入は，単に演習を増やすだけでなく多様な講義形態をとりうることのできるポテンシャルを内包していると考えている。

電磁気学における反転講義

北 川 二 郎 (電気工学科)

Jiro Kitagawa (Department of Electrical Engineering)

Key words: 反転講義, クリッカー, 電磁気学, ICCT 教育, 基礎学力調査テスト

1. はじめに

まず, 著者が着任前に行った教育に関する心の準備について述べる。その後, 講義準備および着任後の講義実践を通して, 反転講義に至った経緯を述べる。

本学には 2012 年の 4 月に着任したが, 著者の場合 2011 年の 7 月末には採用が決定した。着任までの間 8 か月と長い準備期間があったので, その間, 教育に対して俯瞰的に調べ, 考えることができた。名古屋大学のための授業秘訣集なるものが存在することを知り, 早速取り寄せて読んでみた¹⁾。また, 日本物理学会が「大学の物理教育」という雑誌を刊行していることを知り, 購読を開始した。そのなかに「大学全入時代の物理教育の試み」という記事があった²⁾。理工系大学を中心に, 高偏差値大学から低偏差値大学まで, 数学と物理の高校レベルの調査テストを同時に行い, その得点分布が一部紹介されていた。図 1 は実施された基礎学力テストの例で, 図 2 は高偏差値の B 大学と低偏差値の F 大学 (ともに理工系) の得点分布である。明らかに大きな違いがあり, 著者は大変興味をもった。本学ではどのような得点分布になるのか気になり, 後述のように着任後 5 年間は初年次の学生に調査テストを行うことになる。海外の大学でも様々な教育改善の取り組みがなされていることも知った³⁾。著者が読んだ文献³⁾は, 希薄ガスにおけるボーズ・アインシュタイン凝縮の研究で, ノーベル物理学賞を受賞した著名な研究者によって書かれたものである。クリッカーやシミュレーションなどのテクノロジー的な側面に興味を

もった。また, その中で「学生たちはしばしば, 主題に無関係なので教師たちが気づきすらない事柄に, 注意を向けてしまう。たとえば, 実際の回路を用いた実験では, 経験の少ない学生は, 導線の被覆しているプラスチック絶縁物の色の意味を気にして時間がとられる」という文章が印象に残っている。

1. 数値または数式を書きなさい。

(1) $\sin 30^\circ =$

(2) $\cos 60^\circ =$

(3) $\tan 45^\circ =$

(4) $2^3 =$

(5) $\log_{10} 100 =$

(6) $\frac{d}{dx}(3x^2 + 5x + 1) =$

(7) $\int (2x + 3) dx =$

(8) $\int_1^3 (x + 1) dx =$

2. () に数値または数式を書きなさい。

(1) $54 \text{ km/h} = () \text{ m/s}$

(2) 重力加速度の大きさ: $g = () \text{ m/s}^2$

(3) 初速度の大きさ v_0 , 加速度 a で等加速度直線運動している物体の時間 t 後の速さは $()$ である。

(4) 質量 m の物体の重力による位置エネルギーは, 床からの高さ H にあるときの方が高さ h ($h < H$) にあるときよりも $()$ だけ大きい。

図 1 文献²⁾に記載の基礎学力調査テスト

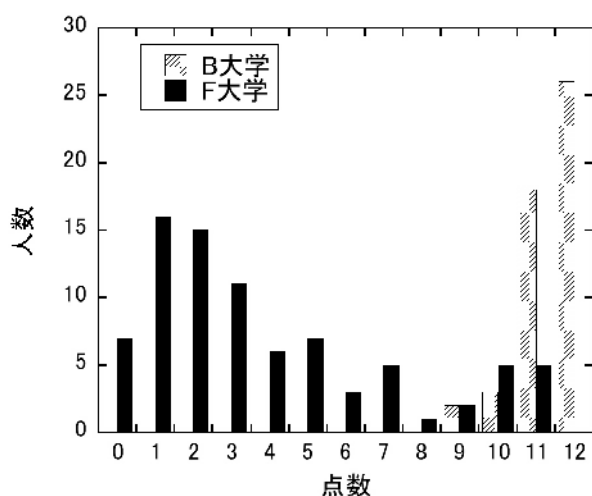


図 2 図 1 の基礎学力調査テスト結果
(文献 2) をもとに作成)

着任後の講義は、電気工学科の電気系基礎科目である電磁気学を主に担当することになっていた。電気主任技術者試験（電験）と絡めて教える側面も必要であったので、著者自身、電験の第 2 種と第 3 種の過去問^{4,5)}を取り寄せ、理論科目を自分で数年分は実際に解いて、講義内容のイメージを膨らませた。電磁気学およびベクトル・微分積分学の教科書も何冊か取り寄せ、講義準備の参考にした。電磁気学の教科書で特に参考したものは、家村道雄、青柳晃、園田義人共著「入門 電気磁気学」オーム社と、山口昌一郎著「基礎電気磁気学」電気学会である。また、講義内容は高校との接続を意識したものとしたかったため、著者が大学受験の時にバイブルとしていた渡辺久夫著「親切的な物理」復刊ドットコムの復刻版が手に入ったので、この内容も入れ込んだ。

2012 年 4 月に着任してからは、多くの教員が講義の最後に確認テストを行っていることを知り、早速、電磁気学にも取り入れた。また、研究室にある日、演示ビデオの販売会社から間違い電話がかかり、その縁で、電磁気学の演示ビデオ⁶⁾も購入し少し講義で使ってみることにした。電磁気学はⅠ、Ⅱ、Ⅲとあり、各々 1 年生前期、1 年生後期、2 年生前期に配置されている。Ⅰから積分を多用しながら講義をしており、それなりのレベルの講義

をしていると思っていたが、その分丁寧に説明をしていたため、講義内容に不足を感じていた。そのようなとき、2015 年 1 月にある反転講義の本に出合った⁷⁾。反転講義を取り入れ、今までの講義内容をあらかじめ学修させることができれば、講義レベルの向上を図れるのではと考えた。しかしこのとき、学力下位の学生は反転講義に参加しない可能性が極めて高いため、成績下位の学生満足度をある程度下げないために、先に触れたクリッカーの導入を思いついた。発展的な講義の前に、パワーポイントであらかじめ学修しているはずの基礎事項をクイズ形式で出題し、クリッカーにて解答させれば理解度を即座に把握でき、また、クイズを毎回の講義で復習として出題すれば、成績下位の学生でも少しは基礎事項が記憶に残るのではと期待した。この反転講義への思いを加速させたのは、2015 年度前期に九州工業大学で非常勤講師として、2 年生に電磁気学の講義を行ったときである。このときに本学との差を肌身に感じ、本学での講義レベルを少しでも向上させたいと一層強く思うようになった。本実践報告では、「大学の物理教育」の記事で知った基礎学力調査テストの本学での結果を示した後、反転講義を取り入れる前の電磁気学の講義内容の紹介、反転講義の準備方法、反転講義およびクリッカーによる基礎事項確認の実践結果について順次述べていく。

2. 基礎学力調査テスト

図 3 に 2012 年度から実施した基礎学力調査テストの問題を示す。数学は文献²⁾と同一の問題にした。物理は、文献²⁾では力学の問題であるが著者の担当講義が電磁気学であるため、電磁気学の問題に変更した。したがって次の得点分布の比較には注意されたい。図 4 が得点分布の結果で、図 2 の B 大学には及ばないが、F 大学よりは高得点の学生数が多くなる結果となった。着任後 5 年間は毎年同じ問題で調査を続けた。分布は大きく変化することはなかったが、年度により、物理の得点が低いなど、細かな点では変動が確認された。しかし 1 年生前期の電磁

気学Ⅰの成績は、年度によりそれほど大きな変化はなく、6年目からは調査を取りやめた。

3. 反転講義を取り入れる以前の電磁気学

1. 数値または数式を書きなさい。

(1) $\sin 30^\circ =$

(2) $\cos 60^\circ =$

(3) $\tan 45^\circ =$

(4) $2^2 =$

(5) $\log_{10} 100 =$

(6) $\frac{d}{dx}(3x^2 + 5x + 1) =$

(7) $\int (2x + 3) dx =$

(8) $\int_1^3 (x + 1) dx =$

2. ()に数値または数式を書きなさい。

(1) q_1 クーロンと q_2 クーロンの電荷が、隔てて置かれているとき、及ぼしあう力の大きさは()ニュートンである。ただし、クーロンの法則における比例定数を k_0 とする。

(2) コンデンサーを考える。このコンデンサーに 10^{-6} クーロンの電気を与えたところ、2ボルト電位が上昇した。このときコンデンサーの電気容量は()ファラッドである。

(3) 十分に長いコイルを考える。このコイルの巻き数は1mあたり n 回である。コイルに流す電流が i [A(アンペア)]のとき、コイル内部の磁界は() [A/m]である。

(4) 2 [Ω (オーム)]と 3Ω の抵抗が並列につながれているとき、合成抵抗は() Ω である。

図 3 電磁気学Ⅰの講義で実施した基礎学力調査テスト

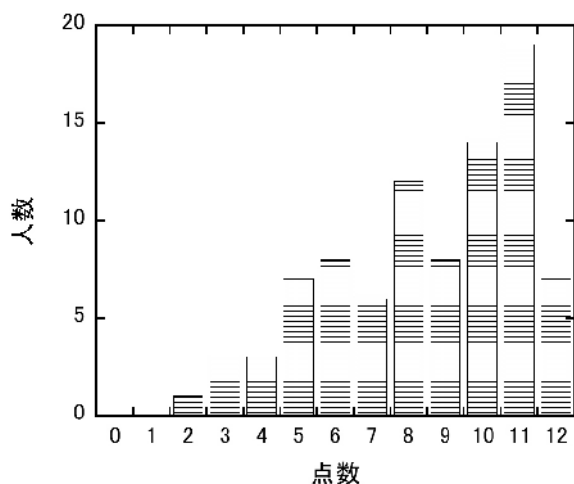


図 4 電磁気学Ⅰで実施した基礎学力調査テストの得点分布 (2012 年度)

1 年生前期の電磁気学Ⅰでは、クーロンの法則、静電界、電位、ガウスの法則、静電容量、誘電体を学修する。1 年生後期の電磁気学Ⅱでは、ビオ・サバールの法則、アンペールの周回積分の法則、磁性

体、磁気回路を学修する。2 年生前期の電磁気学Ⅲでは、電磁誘導、インダクタンス、マクスウェル方程式を学修する。反転講義を取り入れる前後で学修内容の変更はない。例として、写真 1 に電磁気学Ⅰで学修するガウスの法則の講義風景を示す。おおよそこの大学でもガウスの法則に関しては、積分形をはじめに学ぶところが多い。本学では高校で積分や電磁気学を履修してこなかった学生もいるため、写真 1 の講義に至るまでに、高校で学ぶガウスの法則や積分の概念を講義している。大学 1 年生前期でガウスの法則の積分形を学ぶところは少ないと思うが、学生も真剣に聞いてくれている。それなりにレベルの高い講義となっていると思っているが、ここまで説明するのにやはり時間を要している。そのため、電磁気学Ⅰだけ見ても反転講義を取り入れる前は、電界が電位の勾配で表される $E = -\text{grad } \phi$ や、コンデンサの電極間や異なる誘電体間に働く力など、重要事項の講義を犠牲にしていた。

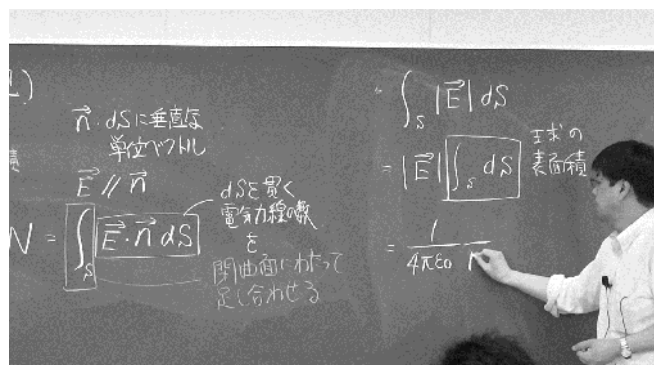


写真 1 電磁気学Ⅰの講義風景 (反転講義導入前)

4. 反転講義の準備方法

2015 年度の前期より、電磁気学Ⅰ、Ⅲで講義風景をビデオ撮影して、反転講義における予習用ビデオの制作を行った。撮影したビデオは VideoPad というソフトを用いて編集した。1 回の講義を 1 つのビデオファイルにすることは避けた。学生の立場に立って視聴しやすいように、またできるだけ、トピックの切れ目で区切るようにして、1 つのビデオファイルが 10 分程度になるように心掛けた。ビデオ編集には時間がかかり、1 回の講義

で3~5時間を費やした。2015年度前期はFITReplay導入前であったので、自作のウェブサイト編集したビデオファイルをアップロードして振返りに使用した。2015年度後期は同じように電磁気学Ⅱの予習用ビデオを制作し、FITReplayに振返りにアップロードした。表1に2015年度の電磁気学Ⅰの授業アンケートにおける学生コメントを列挙している。ビデオに関するコメント数は少ないが、否定的な意見は見当たらなかった。

表 1 2015 年度電磁気学Ⅰの授業アンケートにおける学生コメント

高校と全く別物なので理解することがとても難しかったです。しかし、テストなどをやってみると理解できるようになりました。授業を見直すことでできてよかったと思います。
丁寧に教えていただきありがとうございます。
初めて当ることが多く大変だったが理解できるようになってきた
毎回の講義の復習がとても大切だと思った。
努力のみ
楽しいです。
とてもわかりやすい
先生の話をしっかり聞き、復習し、範囲を見直そう。
なし。
ミニテスト頑張って
わかりやすかった
毎回のミニテストをしたり、課題レポートなどで丁寧に解説されてよく分かった。
東大電について知ることで大きく変わった。
新しいところもあって理解できて解けるようになり勉強になった
毎回のテストがあり、復習もあって分かりやすかった。
先生がとても分かりやすく教えて下さっているのが助かります。毎回のミニテストでその日の復習もできるのとてもいいとおもいます！
ビデオだけでなく、実際に理解しやすい。
初めて受ける内容もあるので授業内容にしっかりついていってください。
この授業は楽しいですが勉強を頑張ってください！
より専門的なことを学ぶことができて楽しい
難しかったけど、丁寧に解説してくれて理解することができた
高校のときの範囲と同じだが穴を抜けてないので勉強。難関に100点とるようになり勉強の習をあげてる。
復習をやっていくと、復習できることが人間的に。内容は楽しいと理解できた。
毎週どこまで分かるやすかった。一年の話をよく聞ける方が多い。
とても難しかった。わかりやすくしてほしい
難しかったのですがしっかりとわかりやすく講義していただいていたので助かりました。
とても熱心でいい先生が授業がうまい
東大電は高校の時もありましたが、高校の時よりも難関を抜けてきていると感しています。
公式とその証明ができれば満足したいと思えます。
課題問題をちゃんと読んでほしい。
聴講がかなりやすいので、授業をしっかりと受けたいです。
課題レポートの提出はテストの前日にアップして欲しいです。
工業高校生は簡単だと感じる
新しいことが理解できたので良かった。
毎週に授業を受けてくれるは大丈夫です
特になし
自学が大切
楽しい
とてもわかりやすいです。
授業とやるレベルと課題のレベルが違える気がする。
レポート課題に勉強がより理解しやすかった。
高校の内容と合っているが入学の範囲と合っていないと感する。
電磁気学が必要知識を武器から学ぶ。
よく満足します
大学生らしい授業ができて満足している。
レポートは難しいが、読めるかなと不安に感じないことはない。授業では、毎時間終わりに復習プリントを配ることになるが、それにより授業内容の理解がとてしやすかったので毎日見ておくべき。テストは、重要な公式を覚えるだけでも単位取得は取れるだろう。
成績向上へのアドバイス：レポートの提出が範囲であるので、範囲内で終わるまで頑張る。公式を覚えたら両方ともはる授業。ガウスの法則がまだまだあまり覚えられないので復習して使えようとしている。初めて書くこととわかったが深く学べたと思う。勉強したおかげで、勉強する努力を！

5. 反転講義の実践結果

2016年度前期より反転講義を実施した。予習ビデオで板書される内容は、そのままパワーポイントファイルにして、印刷したものを学生に事前配

布した。学生には印刷されたパワーポイントファイルを見ながら、FITReplayにアップロードされた予習ビデオを視聴するように指導した。図5は事前配布したパワーポイント資料の例であり、写真2はFITReplayにアップロードされた予習ビデオである。講義回ごとにフォルダーがあり、その中に学修トピックごとに視聴できるようになっている。

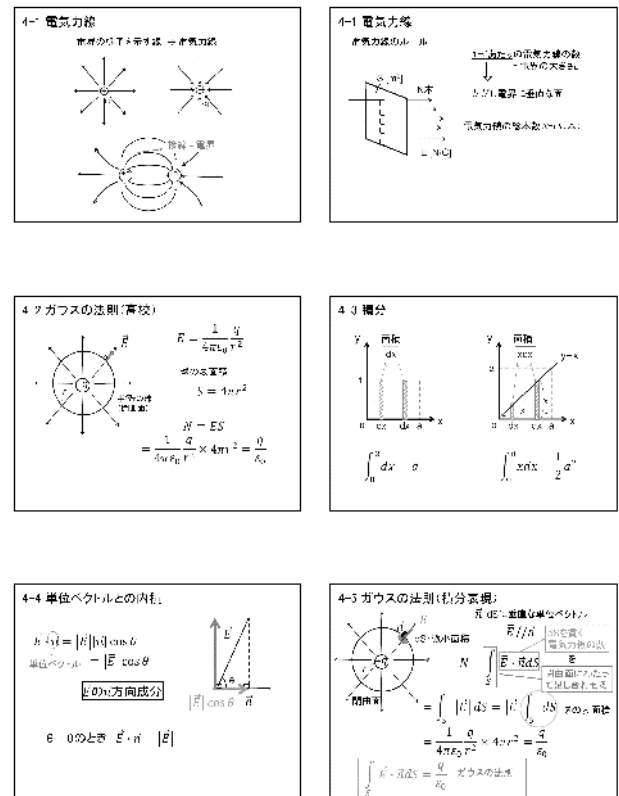


図 5 事前配布したパワーポイント資料

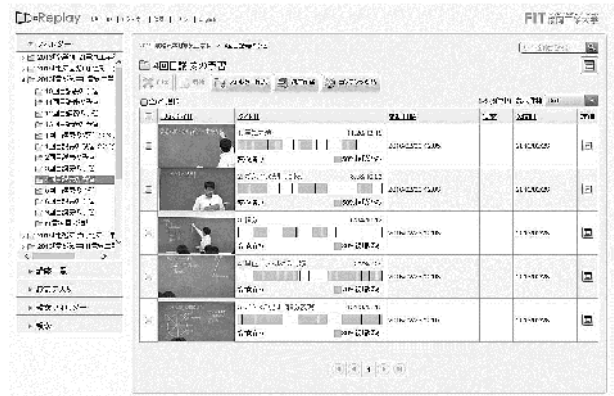


写真 2 FITReplay にアップロードされた予習ビデオ

講義の前半では予習ビデオで学んだ学修事項の確認として、クイズ形式で問題を出した（図 6 参照）。学生全員にクリッカーを配布し、その場で解答させた。クリッカーは Keepad 社の Response Card RF LCD システムを用いた。本学の平成 28 年度特別予算取組「反転講義におけるクリッカーの導入」によって 70 個導入できた。このシステムは Keepad 社付属のソフトを教員のパソコンにインストールし、USB レシーバーを用いれば、各学生の応答を集計し、即座に何番に何%投票したかわかる。正解率や学生の反応に注意し、学生の理解が悪く感じた場合は、補足説明を行った。このクイズは次の講義でも復習問題として出題し、繰り返すことで学生への記憶定着も狙ってみた。図 6 には、繰り返すごとに正解率が上昇した例と、正解率の上昇が悪かった例を示しておく。また、講義の最後にミニテストを行うことは継続した。

(a)
問題10 球形コンデンサの静電容量C
()に入るのは？

ガウスの法則より

$$\int_{S_0} \vec{E} \cdot \vec{n} dS = ()$$

正解は(1)

回数	(1) (%)	(2) (%)
1	78	12
2	85	13
3	93	7
4	95	2

(1) $\frac{Q}{\epsilon_0}$
(2) $\frac{Q}{\epsilon_0}$

(b)
問題3 電荷qがr離れたところにつくる
電界の大きさの公式は？

正解は(2)

回数	(1) (%)	(2) (%)	(3) (%)	(4) (%)
1	14	56	18	8
2	13	58	27	2
3	6	72	6	15
4	5	75	15	5

(1) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q|}{r}$
(2) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q|}{r^2}$
(3) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q|^2}{r^2}$
(4) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q|}{r^2}$

図 6 基礎事項確認用クイズの例

(a) 回数ごとに正解率が上昇した例

(b) 正解率の上昇が悪かった例

クリッカーでの基本事項確認には 15 分から長いときには 40 分くらい費やした。その後、発展的な講義を行った。その例を写真 3 に示す。先にも述べた $E = -\text{grad } \phi$ や、コンデンサの電極間や異なる誘電体間に働く力など、反転講義導入前にできなかった講義を行うことができた。表 2 に反転講義を導入した年の電磁気学 I の授業アンケートにおける学生コメントを列挙している。反転講義に関して、否定的な意見は見当たらなかった。2017 年度は、電磁気学 I において発展講義もビデオ撮影し、FITReplay に振返り用にアップロードした。

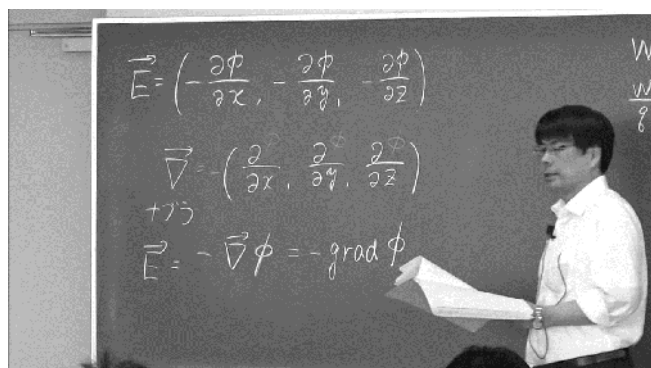


写真 3 電磁気学 I の講義風景（反転講義導入後）

表 2 2016 年度電磁気学 I の授業アンケートにおける学生コメント

授業内容、基礎事項で学ばないことも仕掛けてくれるので自主的に調べよう。先生の説明はわかりやすい。授業後に小テストがあり、理解に 入る。遅れに早めに気づける。
この講義に学ぶ内容は予習が授業で復習が授業という授業中におけることを先に復習しておく必要がある授業である。予習のビデオノ ートを作り、授業でノートを作ったほうが良いと思う。物分・理解がしっかりとできると理解しやすい授業だと思ふ。計算力が必須であるが 事前の予習で考えを整理しておく必要がある。
授業の最初に復習をするのでそこが良かった。
疑問をちゃんと見て答えておけば分かると思う。
自分を用いたガウスの法則がとて簡単だった。
授業の前の復習をしっかりと見ておくことが重要だと感じた。復習はちゃんと見やすくしてほしかった。
予習をちゃんとやり、レポートをしっかりとすること。
今まで考えなかった考え方がいっぱいあったので楽しかった。
授業では理解できなかった部分はノーを返すことで理解できた。
楽しい授業だった。
北川先生を尊敬しよう。
図がわかりやすくよかった。
授業の最初の準備がかなり役に立った。また、授業のビデオが動画なので分からなくてもすぐに確認することができた。
授業の最初の、前回の復習があったので理解が深かった。
丸まが詳しく説明してくれるため、理解しやすくて授業の最初に復習があるので授業に打ち込みやすい。
計算の仕方がよかった。
電気工学の基礎となる分野なのでしっかりと復習していきたいです。
反復練習なのでしっかりと理解を深めたいと思う。
明確でいい。
明確でいい。
予習が大事。
予習が大事です。
予習が大事です。
動画は見たほうがよいです。
授業で予習の動画や授業資料を自分で復習はできなくて、予習で授業準備をあらかじめ見ていたほうが早く理解できそうです。
と勉強しています。
家でパソコンを使って予習をしたのは本当に良かった。
復習ができなくてしんどいので勉強したいので、授業にできるようなり復習を復しよってよかった。
勉強をちゃんとしよう。
北川さん、とても分かりやすくよかった。復習ビデオもいろいろやるべき。
反転講義などのための授業形式ではじめはどんな方法なのかわからなかったけどいいしやすかったです。

6. 考察

FITReplay に学修内容の説明ビデオをアップロードすることで、学生には卒業まで継続的に視聴できるようにしている。意欲的な学生はいつでも復習でき、その点は優れているのではないと思う。実際に、電験3種の理論に合格した1年生の学生から、ビデオが大変役に立ったとお礼を言われたことがあった。

反転講義の問題点として視聴率が挙げられる。FITReplay はアクセスログを取っており、どの学生がどのビデオを視聴したかわかる。電磁気学の場合、多いときで50%、少ないときで20%程度の視聴率であった。視聴した学生ほど理解度が良いわけでもないが、まじめな学生が熱心に視聴している傾向にある。今のところ、強制的にビデオを視聴させるような仕組みはとっていない。学生の自主性を育むことが、将来にわたって有意義であると思っているからである。

ビデオを全く視聴していない学生でも単位取得している。自主的に教科書等で勉強しているかもしれないし、クリッカーでの記憶定着が役立っているのかもしれない。ビデオを視聴しないことと単位取得の因果関係は不明である。しかし、反転講義を行って感じることは、学生の理解の仕方が、教員側の思い描く系統的な学修体系の枠組みに収まっていないということである。学生は学問を系統立てて理解することを意識しておらず、ただ単位取得のために与えられた課題をいかに自分なりの理解で乗り越えるかに一生懸命になっているように感じる。ただ、教員側も自分が系統的だと思っている学修体系が、絶対的なものだと思ってしまうはいけない。電磁気学を例にとると、静電界、静磁界、電磁誘導を学んでマクスウェル方程式に到達する学習体系が一般的であるが、最近ではマクスウェル方程式が静電界、静磁界、静電誘導などの諸法則の源であるというある意味自然な考え方で、マクスウェル方程式から教える例も報告されつつあり⁸⁾、そのような教科書も実際に存在する^{9,10)}。教員側も学修体系については、固定概念にとらわれてはいけない。

7. さいごに

本実践報告では、反転講義とクリッカーを用いた電磁気学講義の事例を紹介した。反転講義もクリッカーも Information, communication, and computation technologies (ICCT) を駆使したものである。テクノロジーの発展とともに、教育現場でもその活用が常に進んでいくと思われる。最近ではゲームアプリの活用例なども報告されている¹¹⁾。それによる教育効果はよくわからないが、ICCTの教育への応用については、常に情報収集をし、またでき得れば本学から新しい応用例を発信できれば、私学としての本学の基盤も強化されるであろう。

著者は物理出身であり、本実践報告でも多くの物理教育の例を参考文献に挙げた。しかし著者は現在、電気系基礎としての電磁気学を講義することになっており、その立場には気を付けなければならない。著者は実は物理分野で学位を取得後は、工学分野の教員として働いてきた。特に前任校では、テラヘルツ技術開発に従事し、導波路設計や分光測定解析などで電磁気学を生きた知識として活用してきた。そのような経験から、工学分野で必要とされる電磁気学を中心に講義している。現在は磁性材料の開発を中心に行っており、ここでも電磁気学が欠かせないのは言うまでもない。このように実際の研究で電磁気学を使い、考え、自分自身が深く学び直すことで、講義にも生きた知識としてフィードバックできる。このことが大学の教員には大切なのではないかとも思う。

1. はじめにで、「学生たちはしばしば、主題に無関係なので教師たちが気づきすらない事柄に、注意を向けてしまう。たとえば、実際の回路を用いた実験では、経験の少ない学生は、導線の被覆しているプラスチック絶縁物の色の意味を気にして時間がとられる」と文献³⁾から引用した。最近、著者はガラケーから iPhone (iPhone7, iOS10.3.3) に切り替えた。iPhone で FITReplay にアクセスして自分の講義動画を見ようとしたが、容量の大きい動画の時に、再生後すぐに画面が真っ暗になっ

た。音声は流れたままである。いろいろ試行錯誤したが、iPhone を最初から横にして視聴すると大丈夫なことがわかった。ICCT 教育では、教員の知らないところで、学生がこのような些末な問題に直面し、解決できなければ放置していると想像される。教育の難しさを改めて考えさせられた。

8. 謝辞

平成 28 年度特別予算取組「反転講義におけるクリッカーの導入」により、クリッカーが導入できた。ここに感謝する。

参考文献

- 1) 池田輝政, 戸田山和久, 近田政博, 中井俊樹: 成長するティップス先生, 玉川大学出版, 平成 13 年.
- 2) 巨海玄道, 野田常雄: 大学全入時代の物理教育の試み, 大学の物理教育, 第 17 号, pp. 133-136, 2011.
- 3) カール・ワイマン, キャサリン・パーキンス: 物理教育の改革, パリティー, 第 21 号, pp. 30-37, 2006.
- 4) 電験問題研究会: 電験第 2 種模範解答集, 電気書院, 平成 23 年.
- 5) 電験問題研究会: 電験第 3 種過去問題集, 電気書院, 平成 23 年.
- 6) MY PHYSICS: 基礎物理学・演示デモ実験 DVD
- 7) 井上博樹: 反転授業実践マニュアル, KAIBUNDO, 平成 26 年.
- 8) 小宮山進, 竹川敦: このままで良いのか大学の電磁気学教育, 日本物理学会誌, 第 72 号, pp.422-426, 2017.
- 9) 沼居貴陽: 大学生のためのエッセンス 電磁気学, 共立出版, 平成 22 年.
- 10) 小宮山進, 竹川敦: マクスウェル方程式から教える電磁気学, 裳華房, 平成 27 年.
- 11) M. Rodrigues and P. S. Carvalho: Teaching physics with Angry Birds: exploring the kinematics and dynamics of the game, Physics Education, Vol. 48, No. 4, pp. 431-437, 2013.

情報技術者倫理におけるグループディスカッションの導入と その効果の継続調査

福 本 誠 (情報工学科)

Key words: *Engineering Ethics, Group Discussion, Computer Science and Engineering*

1. はじめに

現在の日本の大学教育において重視されているアクティブラーニングにおいて、受講学生同士のディスカッションがその具体的な方法の一つとして挙げられる。ディスカッションを通じ、講義内容の理解の深化をはじめ、課題への興味をひくこと、説明能力の向上、他の参加者の発言への傾聴、などが期待される。学修効率を表現したラーニングピラミッドによれば、講義を聞いただけの場合と比較し、ディスカッションを経た学習の効率は大きく上がるとされている¹⁾。

従来の本学情報工学科のカリキュラムにおいても、講義内でグループディスカッションが行われる科目がある。しかしながら、その量が不十分なためか、就職活動などにおける面接やグループディスカッションを苦手とする学生が存在するようである。ディスカッションの能力を培うことは、論理的思考力や説明する力を高めることにも通じる。これらの力は、社会に出てからも、様々な場面で必要となる能力である。

また、情報技術者倫理のような解が一つに定まらない内容の多い講義では、参加学生が自身の意見を持った上で、参加学生同士で意見を交わすことが、講義内容の理解を深めることにつながる。これらの観点から、情報技術者倫理の科目においてグループディスカッションを導入することは、大きな成果につながるのではないかと考えている。

こうした背景から、著者が担当する情報工学科3年次の必修科目「情報技術者倫理」では、2015年度よりディスカッションを導入している²⁾。全

15回の講義うち、2回の講義にてグループディスカッションを行ったところ、回を経るにつれて、ディスカッションに対する苦手意識が克服される傾向が見られた。また、独自アンケートにおける学生からのコメントでは、こういったディスカッションの実施を歓迎する肯定的なコメントが多く見られた。その一方で、ディスカッション実施時のグループ分けのわかりにくさや、問題数の多さなどからか、否定的なコメントもあった。

2016年度と同講義では、これらのコメントを可能な範囲でフィードバックし改善を施した。また、2015年度と同様のアンケートをもとに、その効果を調査した³⁾。本論では、その内容を振り返りながら、2015年度との比較を行うとともに、今後の改善方法についての検討を行う。

2. 情報技術者倫理におけるグループディスカッションの実施方法

2.1 情報工学科における情報技術者倫理

この講義は、情報工学科3年次後期必修科目であり、2クラスに分けて実施される。2016年度の履修者数は、2クラス合わせて157名であった。いずれのクラスでも、講義室C31室を使用して全ての講義を実施した。

講義の序盤は、幾つかの技術者倫理の問題事例を通じ、技術者が倫理観を持つことの必要性について学ぶ。中盤で技術者倫理の成り立ちなどを学んだ後、終盤では情報倫理や情報分野における技術者倫理の問題について学ぶ、という構成となっている。各回の内容を図1に示す。なお、第1~15

回の全ての回について、教員と学生の対話があり、学生からの意思表示の機会が設けられている。また、うち 8 回で講義中レポートの提出、うち 2 回でグループディスカッションを行った。

1. ガイダンス: 題材「スペースシャトル チャレンジャー号の事故」
2. 技術者倫理とは何か
3. 技術者倫理と企業の利益 (1): 題材「フォード・ピント事件」
4. 技術者倫理と企業の利益 (2)
5. 技術者の立場と技術者倫理 (1): 題材「ギルベイン・ゴールド」
6. 技術者の立場と技術者倫理 (2)
7. 内部告発の倫理と公益通報者保護法
8. 技術者倫理における倫理綱領
9. 技術者倫理の必要性: 題材「東海村 JCO 臨界事故」
10. 倫理的問題の解決策と線引きの方法
11. 情報分野の技術者倫理: 題材「人命を奪ったソフトウェアのバグ」
12. ネットワークを利用した犯罪と情報倫理
13. 情報分野における技術者倫理: 題材「技術者の自律」
14. 企業における倫理的取り組みの例: 題材「シティコープビル」
15. 総括、倫理的行動を実践するための心がけ

図 1 情報技術者倫理の各回の内容（アンダーラインは、グループディスカッションを実施した回）。

グループディスカッションは、全 15 回中の第 6、13 回の講義で実施した。それらの題材としては、「ギルベイン・ゴールド」「技術者の自律」の資料を用いた。いずれも、日本工学教育協会⁴⁾より資料の貸し出しを受けられる。本論では、第 13 回講義で実施した「技術者の自律」に関するグループディスカッションの取り組みを紹介する。この教材は、他の技術者倫理の教育においても利用されている⁵⁾。

「技術者の自律」は、プログラムのバグ取りに関する倫理的な問題を扱う創作された教材であり、既に市場に出回っている車種で発生した不具合について、短期間でバグを発見しなければならないというものである。主人公に当たる人物は、インターンシップに参加した企業（問題の発生した車種を販売した企業の下請け会社）において、この問題に関わる。情報工学科 3 年生という主人公の立場は、受講学生と同学年ということもあり、同じような目線で問題について考えてもらえると期待できる。最終的に、主人公がバグらしき箇所を

発見するものの、プログラム全体のチェックを終えられずに期日を迎えてしまう、という展開である。

映像資料とは異なる内容ではあるが、堀田は、「技術者の自律」を「他から言動などで影響を受けるのではなく、集団思想や行動慣習、組織風土などから独立して自分の基準によって価値判断を行うもの」と述べ、その必要性を説いている⁶⁾。就業経験の乏しい学生にとって、職務を遂行する上での自律について考えることは難題ではあるものの、情報技術者倫理の講義の終盤に扱うテーマとしてふさわしいものと考えている。

2.2 グループディスカッションの実施方法

講義の開始前からグループ分けの資料を講義室の前方、後方の 2 か所に掲示するとともに、スライドにグループ分けの図を提示した。1 グループあたりの人数を 4 名か 5 名とし、成績等によらないランダムなグループ分けとした。

学生に与えられた紙の資料として、映像資料を視聴する前に、1 グループに 1 枚、提出用の資料が配布され、グループ全員が問題を確認する時間が与えられた。また、ディスカッションを開始してから 10 分間を経た段階で、参加者 1 名に 1 枚、ストーリー全体を示した印刷物が配布された。

全員が着席した後に、「技術者の自律」の映像資料を視聴してもらった。学生の理解を助けるために、視聴中に二度映像の再生を止め、主人公に与えられたタスク、発見されたバグの内容、などについて解説を行った。映像視聴後に、個人で考える時間を与えた後、グループディスカッションを開始することとした。ディスカッションを開始する前には、ディスカッションを行うことの意義や目的について説明した。

各グループにおいて、最初に代表と書記を決め、その後、グループディスカッションを始めるように指示をした。ディスカッションは、提出用の用紙に記載された問いかけに回答する形で進められた。その内容は、主人公が課されたタスクはなぜ困難なタスクであるのか、請け負った下請け会社

の社長はどのように報告すべきか、などであり、資料に添付されている問いを改変したものであった。他のグループの参考のために、早めに課題が終了した1, 2のグループに、どのように回答したのか、その内容を口頭で発表してもらった。講義の最後に、グループディスカッションについて、著者から総評を行った。その中で、ディスカッションがうまくいったと感じている学生への激励と、うまく行かなかった学生へのアドバイスを述べた。

ディスカッション中には、クラスサポーター（CS）3名に入ってもらい、リーダー決めが難航したり、ディスカッションが停滞したりした場合に、円滑に進めるためのフォローをお願いした。また、2015年度に見られた発言をしない学生が出ることを防ぐために、CSの学生達には、発言をしない、あるいはディスカッションへの参加が消極的な学生には、発言を促すようお願いした。3名のCSの学生達は、情報技術者倫理の単位を優秀な成績で取得した4年次の学生達であった。

2.3 ディスカッションの効果の調査方法

グループディスカッションによって得られた効果を調査するために、講義にて、3回のアンケートを行った。評価の指標は、学生のディスカッションに対する意識と、ディスカッションによる理解の深化に関するものであった。その際、これらの問いへの回答内容や、回答する・しないことで、成績に影響の無いことを説明した。

第5, 12, 14回と、ディスカッションを実施した2回の講義（第6, 13回）を挟む形でアンケートを行い、ディスカッションに対する意識の調査を行った。また、第14回のみ、理解の深化に関する調査も同時に行った。ともに5段階で回答する形式であり、それぞれ「ディスカッションが得意（5点）-どちらでもない（3点）-苦手（1点）」、「理解が深まった（5点）-どちらでもない（3点）-深まらなかった（1点）」であった。さらに、第14回のアンケートでは、ディスカッションに対する任意のコメントの収集も行った。

2.4 2015年度からの改善点

ディスカッションの実施回、アンケートの内容及び実施回は、2015年度と同じであった。変更があったのは、会場をより広いC31室に移した点、二度目のディスカッションにおける問題数を減らした点である。問題数に関しては、一問への回答を任意とすることで、限られた時間内での作業負担を低減した。また、2016年度は、理解度テストは実施せず、最終レポートの提出を求めたが、この点はディスカッションに対する評価には影響しなかったと考えている。

3. グループディスカッションの実施結果

3.1 ディスカッションの様子

図2, 図3に、第13回講義の様子を示す。図2はグループディスカッション中の様子、図3はディスカッション後に1グループが発表を行っている様子である。資料の視聴については、参加学生全員が視聴していたようであった。ディスカッションでは、ほとんどの学生がディスカッションに参加し、発言を行っていたものの、一部の学生はあまり発言をしていないようであった。この点は、参加したCSの学生達からも同様の指摘があった。



図2 第13回講義における
グループディスカッション中の様子
(写真右下で立っているのは、CSの学生)。



図 3 第 13 回講義におけるグループによる発表の様子

3.2 ディスカッションに対する自己評価

図 4 に、ディスカッションに対する自己評価値の推移を示す。上段は平均値と標準偏差の推移、下段は回ごとの評価値の分布である。欠席者がいるため、回ごとに回答した集団とその数は異なる。

評価値の平均値の推移を見ると、初回のアンケートでは 2 点（やや苦手）に近かった。回を追うごとにやや上昇する傾向が伺えたものの、3 点（どちらでもない）を超えることは無かった。評価値の分布では、1 点（非常に苦手）と評価した人数が、37 名、30 名、18 名と減少する傾向が見られた。また、3 点（どちらでもない）、4 点（やや得意）と評価した人数の上昇が観察された。5 点（非常に得意）とした回答数は、全ての回で 0 名であった。個々の学生の評価値の推移を見ると、回を追うことで評価値が減少する例も見られた。これらの傾向は、2015 年度とほぼ同様であった。

3.3 理解の深化

第 14 回講義で得られた、理解の深化に関する結果を示す。評価値の平均値は 3.98 であり、4 点（やや理解が深まった）に近い評価値であった。評価値の標準偏差は 0.73 であり、1 点とした学生はいなかった。回答者数は、129 名であった。なお、2015 年度における理解の深化の平均値は 3.85 であり、若干ではあるが上昇が観察された。

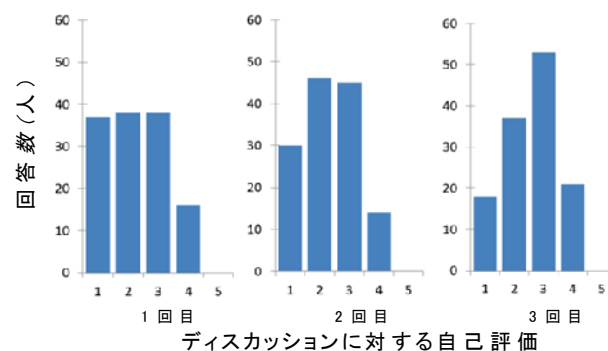
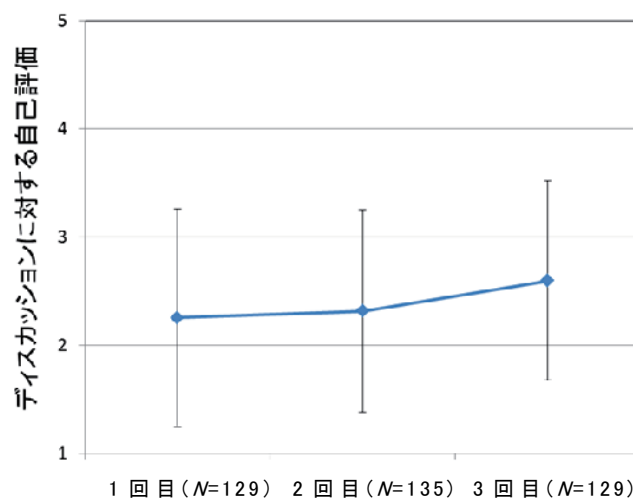


図 4 グループディスカッションに対する自己評価（得意・苦手）の推移

（上：平均値と標準偏差，下：各回の評価値の分布）

3.4 ディスカッションに対するコメント

第 14 回講義で得られた、学生からのディスカッションに対するコメントを以下に示す。著者の判断で、肯定的なコメント、批判的なコメントに分類した。コメントの後の括弧書きは、同様の回答が複数得られた場合のその数である。

〈肯定的なコメント〉

- ・他の人と話し合うことで自分だけの意見に留まらずに済む。多角的な見方をできるようになった (11)
- ・少人数でも意見が割れ、面白かった。なかなかディスカッションをすることは無いので、良い経験になった。(3)
- ・意見をまとめやすかった。

- ・事前のアンケートで得意・不得意に分け、良い配分でグループ分けするのは良いと思った。
- ・ディスカッションの回数が2回というのはちょうどよかったのでは。あまり得意ではない人でも、就活の練習のためにやってみようと意欲的になれたのでは。
- ・理解が深まった。
- ・1回目のディスカッションは知らない人ばかりで全く意見が交わされなかったが、2回目は友人が多く、自分の意見を言うことができた。
- ・1グループ4人という人数はちょうどよかった。

〈批判的なコメント〉

- ・もう少しディスカッションのための時間があると良かった。話し合う時間を最後のディスカッションに欲しかった。(3)
- ・回答がどのグループも似たようなものになる問題であったのではないか。もう少し複雑な問題でも良かった。(2)
- ・ディスカッションの苦手な人同士がグループになり、うまく進まないことがあった。グループに一人は、得意な人を入れてはどうか。(2)
- ・同じ考え方の人が集まってしまった場合、新しい視点からの考えを出すのが難しい。グループの人数を増やした方が良い。
- ・役が少なく、何もやっていない人が出てしまった。4人ではなく3人でやった方がよかったのでは。
- ・一言も話さない人がいた。
- ・2回目のディスカッションでは、裏の問題（回答が任意の問い）を全く書けなかったため、減らしてよいと思った。
- ・最初にリーダーや書記を決めるのが煩わしい。決めておいてほしい。
- ・一部の人が中心になって進んでしまうため、全員が参加できるような工夫が必要と思った。

4. 考察

4.1 評価値に基づいたディスカッションの効果に関する考察

図4に示した評価値の推移を観察すると、2015年度と同様に、平均値がやや上昇したこと、分布の中で1点が減ったことなどから、ディスカッションを重ねるにつれ、自己評価が少しは高まったと言えるのではないであろうか。しかしながら、3回目調査における平均値でも3点を超えず、十分な成果とは言い難い状態である。また、2回のディスカッションを経ても、評価が1点に留まった学生が18名おり、残念ながら、これらの学生達にとっては、ほとんど効果が無かったともいえる。

評価の平均値がやや上昇した一方で、個々の学生の評価の推移を観察すると、1回目よりも3回目において評価値が低い場合も見受けられた。この結果は、グループディスカッションに参加したことで、自分自身が想定していたよりもディスカッションを得意としていないことの気づきにつながったものと考えられる。この点については、松原による先行研究⁷⁾で同様の指摘がなされている。学生自身による内的な課題発見という観点では、良いことと捉えている。

理解の深化という観点では、4点に近い値が得られた。グループディスカッションを開始する前に、一度自分自身で問いに対する回答を考えるように促しており、その時点での理解が、ディスカッションを経ることでさらに深まったと実感したものと考えられる。ただし、否定的なコメントにあるように、ディスカッションの時間が短いという意見がまだ残っていることから、自分自身でじっくりと考えるための時間も同様に短かったのではないであろうか。

4.2 コメントに基づいたディスカッションの進め方に関する考察

自由記述で得られたコメントとして、2015年度と比較した場合に目立つのは、教室の狭さやグループ分けのわかりにくさに関するコメントが無く

なった点である。C31 室は、アクティブラーニング用の教室ではないものの、2015 年度に利用した教室よりは広く、通路をまたいでグループを作るような無理な座席割をせずに済んだことが功を奏したと思われる。

また、「事前のアンケートで得意・不得意に分け、良い配分でグループ分けするのは良いと思った」とのコメントがあったが、誤解であり、そういった分け方は行っておらず、そのような説明もしていない。こういったグループ分けを行わないのは、ディスカッションが苦手なメンバーが集まってしまった場合でも、そこから得られるものがあるであろうという期待からである。ただし、他大学の取り組みでは、当該科目の得意な学生とそうでない学生が混じるような構成を取り入れた例もある⁸⁾。今後は、こういったグループ分けについても、検討していきたい。

その他に、2015 年度と同様に、時間の不足に関するコメントが寄せられた。任意回答の問いを設けたことで、このようなコメントの数は減少したものの、やはり 90 分間の講義内で、グループ分け、映像資料鑑賞、ディスカッション、1、2 グループの発表、課題資料提出、という多くのタスクをの中で行うのは、教員、CS からの指示も含め、かなりうまい時間のやりくりが必要と考えられる。松原による先行研究^{5,7)}のように、こういった内容を 2 回の講義に分けるということも、今後は検討する必要があるであろう。

4.3 今後の改善に関する検討

まず気になる点は、2 回のグループディスカッションを行っても、ディスカッションに対する意識が非常に苦手なままの学生である。CS 学生からの指摘や、自由記述での「発言しない学生がいた」とのコメントから、このような学生は、グループディスカッション中にほとんど発言をせず、黙ったままではいるのではないであろうか。一方で、「一部の学生によってディスカッションが進んでしまう」との意見もある。受講者が、グループディス

カッションに慣れていないということもあり、このような発言頻度のバランス取りは、学生任せではうまくいかないと感じている。

そこで、2017 年度の取り組みとしては、グループディスカッションの中で、参加者全員が発言する機会を必ず持つこととする計画を立てている。具体的には、各グループの代表者に、参加者全員の発言を促すように指示をすること、そして、ディスカッション後にグループで提出する用紙に、問いごとに各参加者の意見を書く欄を設けることを計画している。これらの方策について、映像資料を鑑賞する前から受講者たちに知らせることで、良い意味でのプレッシャーを与え、積極的なディスカッションへの参加を促したい。また、より円滑なグループディスカッションの運営を行うために、CS 学生の増員を FD 推進室にお願いし、4 名の CS 学生に参加してもらうこととした。

5. まとめ

本論では、2016 年度後期に実施した、本学情報工学科の情報技術者倫理の講義におけるグループディスカッションの取り組み³⁾を振り返る形で紹介するとともに、さらなる改善の方法について検討を行った。2015 年度に得られた反省点を生かし、使用する教室を変更することで、グループ分けなどに関する問題点に関しては、不満を示すようなコメントは皆無となった。また、問いの内容を調整することで、時間に対する不満は減少した。

アンケートに基づく調査の結果、ディスカッション能力の自己評価がやや上昇し、問題への理解の深化については比較的高い値が得られた。ただし、まだディスカッションを苦手としている学生達があり、その数は最後まで 0 名にはならなかった。これらの傾向は、2015 年度と同様であった。

アクティブラーニングの効果は教員の能力が無いと得られない、という指摘もある⁹⁾。教員自身が、先行研究などを参考に、講義内容やグループディスカッションの方法を改善しなければ、学習効果の向上は望めないであろう。今後は、グルー

プディスカッションの回数を増やす、個人の意見を発言する機会を増やす仕組みの導入などによるディスカッション方法の改善などを検討している。このような改善に寄り、本学情報工学科学生に、少しでもディスカッションに対する苦手意識を克服してもらいたいと考えている。

参考文献

- 1) 小林昭文：アクティブラーニング入門，pp. 34-41，産業能率大学出版部，2015.
- 2) 福本誠：情報技術者倫理におけるディスカッションの導入と，情報工学科学生のディスカッションに対する意識の調査，福岡工業大学 FD Annual Report, Vol.6, pp. 30-35, 2016.
- 3) 福本誠：情報技術者倫理におけるグループディスカッションの効果の継続調査，福岡工業大学 FD Annual Report, Vol.7, pp. 45-50, 2017.
- 4) 日本工学教育協会サイト：<https://www.jsee.or.jp/>
- 5) 松原裕之：解決力を育成する技術者倫理教育の学生の自己評価と成績の分析，電気学会論文誌 A，Vol.135, No.11, pp. 679-685, 2015.
- 6) 堀田源治：人的総合能力の開発と自立形技術者の育成を促す安全をテーマとした技術者倫理教育，工学教育，Vol.56, No.1, pp. 16-21, 2008.
- 7) 松原裕之：実行可能な解決力を育成する技術者倫理教育の試み，電気学会研究会資料，FIE-15-027, pp. 1-6, 2015.
- 8) 升井義博，谷岡知美，谷口哲至，山内将行，荒木智行，豊田宏，小池正記，前田俊二，尾崎徹，浅野敏郎，田中武：工学教育におけるアクティブラーニング電子情報工学科の基礎科目における実践報告，電気学会論文誌 A，Vol.136, No.10, pp. 657-662, 2016.
- 9) Asahi Shinbun Weekly AERA, 2016 年 2 月 1 日号.

謝辞

本取り組みを行うにあたり，多くの方々に後押しと御助力を頂きました。室蘭工業大学の青柳先生より，「技術者の自律」の DVD 資料を頂きました。前田洋先生からは，技術者倫理の講義におけ

るディスカッションの実施方法について，御助言を頂きました。松原先生からは，御助言を頂くとともに，貴重な資料を頂きました。就職課の大島様からは，情報工学科学生のコミュニケーション能力に関する御指摘を頂きました。また，ディスカッションの取り組みについては，LEAD 派遣中の講義見学，米田理事から頂いた御助言を参考に実施させて頂きました。

御協力，御助言を頂いた皆様に，感謝しております。改めて，御礼を述べさせて頂きます。ありがとうございました。

情報通信工学科における JABEE 活動報告

—実験科目におけるアクティブラーニングの導入—

若 原 俊 彦 (情報通信工学科)
前 田 洋 (情報通信工学科)
西 田 茂 人 (情報通信工学科)
山 元 規 靖 (情報通信工学科)
杉 田 薫 (情報通信工学科)
池 田 誠 (情報通信工学科)

Key words: JABEE, 技術者教育, FD 活動, PDCA サイクル, アクティブラーニング

1. はじめに

情報通信工学科は 2009 年度（平成 21 年度）に日本技術者教育認定機構（略称 JABEE: Japan Accreditation Board for Engineering Education）による審査を受け、3 年間の認定を取得し¹⁾、2012 年度の中間審査の受審を経て 6 年間の FD (Faculty Development) 活動を終了した。この 6 年の期間において、JABEE（情報通信先端工学）コースの学生は JABEE 必修科目が厳格に規定されていたが、非 JABEE（当初は“情報通信基盤工学”から 2011 年度に“情報ネットワーク工学”に名称変更）コースの学生は、コースとしての必修科目が厳格に定められていなかったため、単位の取得しやすい科目に履修が集中して将来の明確な目標を持たないまま卒業するという問題点が生じていた。また、JABEE 制度以外にも福岡工業大学として大学基準協会²⁾からの FD 活動の点検を受けており、類似の FD 活動を行って二重に報告するので教員への負担も過大になるという問題点も抱えていた。従って、2015 年度の継続審査に当たっては、2014 年度入学生の JABEE 修了を以って JABEE コースを廃止し、2015 年度入学生からは新たに 7 つの技術者コースを設け多様化する学生の能力に対応した技術者教育を学修出来るように変更することを決定した。

以下、この間の JABEE コース廃止に至る経緯と 2015 年度 JABEE 受審結果および新たな技術者教育コースとその実施状況ならびに実験科目におけるアクティブラーニングの実施状況について報告する。

2. 2015 年度 JABEE 継続受審に至る経緯

2.1 JABEE 継続受審に当たっての方針変更

前章に述べたように情報通信工学科では、2006 年度の入学生から JABEE 制度を導入することを決定し、2009 年度に最初の審査を受審することとした³⁾。その結果、3 年認定となり、2012 年度に中間審査を受けることとなった。この間、JABEE コースに関しては、正規のカリキュラムにより必修科目と選択科目が体系的に整理され、必要な知識及び技術を学修することが出来た⁴⁾が、非 JABEE コース（当初は情報通信基盤工学コース）の学生は情報通信工学科としての最低限の必修科目は規定されていたがコース必修科目が規定されていなかったため単位の取りやすい選択科目のみを取得して卒業する傾向が見られた。また、JABEE や技術士に関する認知度が一部大手企業を除いて上がらず JABEE 修了生は優先的に採用されるなど就職に有利になるとの話があったがその効果は実際

に現われず、また修了生は技術士補の資格は得られるものの就職後に技術士の指導の下に経験を積んで技術士の第二次試験を目指す卒業生も存在しなかったため、JABEE 継続審査に当たっては 2015 年度の入学生から JABEE コースを廃止する（詳細については 5 章に述べる）とともに、情報通信工学科のカリキュラム全体を見直し、情報系、通信系やネットワーク系の資格取得も目指して 7 つのコースを設け、この中の 1 個以上のコース修了要件を満たした場合に卒業できるようカリキュラム改正することとした。

2.2 新たな技術者教育プログラムへの変更

非 JABEE コースの学生が修得する情報通信工学の専門的知識を体系的に見直して実践的な情報工学分野の技術者を育成することを目標に、「無線通信技術者教育プログラム」の他に、資格取得などを考慮して実践的な情報工学分野の技術者を育成するため下記の 7 つの技術者教育プログラムを設けることとした。

- 1) 無線通信技術者教育プログラム
- 2) 電気通信技術者教育プログラム
- 3) ネットワークエンジニア教育プログラム
- 4) ネットワークスペシャリスト教育プログラム
- 5) システムエンジニア教育プログラム
- 6) 情報通信基盤技術者教育プログラム
- 7) Web プログラマ教育プログラム

これらのプログラムは通信関係、情報関係の資格取得を配慮したものであり、情報通信工学科の学生は、4 年以上在学し卒業に必要な単位数を修得していることの卒業要件に加えて、技術者教育プログラムで定められたプログラム必修科目を履修し、1 つ以上の技術者教育プログラムを修了する必要があるものとした。すなわち、「無線従事者」、「電気通信主任技術者」、「CCNA」、「LPIC」など就職に直結する資格取得を目標に、通信・放送分野、情報・ネットワーク分野のスペシャリストを

育成することとしている。

3. JABEE 継続審査時の指摘事項とその対処

2012 年度に中間審査を受け 3 年間の認定期間の終了に伴い JABEE コース廃止の判断を下したが、JABEE コースの学生が在学する期間中は JABEE コースの廃止が出来ないことがわかり、2015 年度に JABEE 継続審査を受ける際に判断することになった。引き続き 2014 年度入学生が卒業するまでは JABEE 認定を受ける必要があり、2015 年度に新基準の「電子情報通信・コンピュータ及び関連の工学分野」で継続審査を受審することとした。このため、自己点検書を作成し 2015 年 10 月に実地審査を受け、図 1 のように JABEE 認定基準に適合していると判定され、認定期間は 2015 年 4 月 1 日～2021 年 3 月 31 日の 6 年間が認められた。

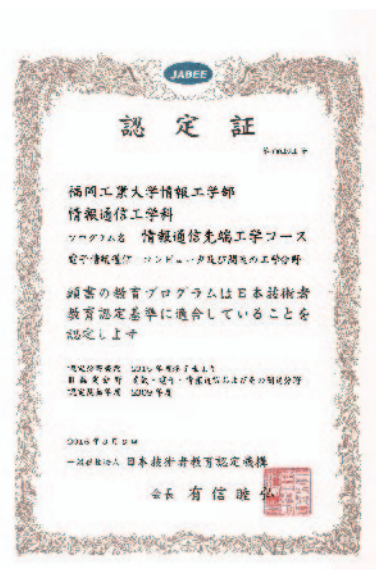


図 1 情報通信工学科 JABEE 継続認定証

ただし、下記の 3 点が指摘された。

- (1) 非常勤講師が担当する授業科目のシラバスの成績評価の根拠資料が一部確認できないものがあつた。
- (2) 学習教育目標で指定しているチーム編成が、異分野の人を含んでいないと指摘されたが、2015 年度以降の入学生は JABEE 対象外とするので、2014 年度までの在生学生につ

いては異分野共同学習を努力目標とすることが認められた。

- (3) 実地審査の過程で、今回は新基準による審査を受審したため学習・教育到達目標に関連する項目で不整合があり、直ちに修正を行って関連する教職員および学生に周知を図る必要があるとの指摘を受けた。

以上の指摘を受け、下記の対処を行うこととした。

(1)については、年度開始までに教務課からのコメントを含めシラバスチェックを教員相互間で十分に行うこととした。なお、非常勤講師分については教務課から文書で個別に連絡してもらい周知徹底を図ることとした。また、成績評価を確実にするため、同様に JABEE 認定を受けている本学の情報システム工学科からのアドバイスを受け、各学期末毎に提出する成績電子データの他に全科目の成績評価表として図2のフォーマットを新規に作成し、成績データの一部として電子化及び蓄積して改善を図ることとした。

授業評価確認表 [2016年度 前期 ・ 後期]

提出日 平成 年 月 日

所属 (口福岡工業大学・口非常勤) 科目担当教員 氏名:

1. 授業科目

科 目 名	
学科/学年/開講学期	情報通信工学科/ 年/ 前期 ・ 後期 ・ 通年
必修/選択/単位数	選択 ・ 必修 ・ JABEE コース必修/ 単位
授業形態	講義 ・ 演習 ・ 実験

2. 授業実施・評価などの確認

1) シラバスにしたがって授業を実施したか?	☐ はい ☐ いいえ
2) シラバスに記載した方法で成績を評価したか?	☐ はい ☐ いいえ
3) 成績評価に関わる定められた資料を全て提出したか?	☐ はい ☐ いいえ
4) 合格率や成績分布などで受講者の理解度を確認したか?	☐ はい ☐ いいえ

3. 提出資料確認

項 目	教 員	備 考	事項変更 (口、X、△、ー)	(不備の 対応)
(イ) 成績評価集計表	☐ あり ☐ なし			
(ロ) 答案用紙・課題提出用紙等	☐ あり ☐ なし			
(ハ) その他の資料、備考				

図 2 授業評価確認表

(2)については、当初は JABEE コースの学生は非 JABEE コースの学生と混成したグループで構成されているので異分野の学生の協同実験とみなしていたが、新基準の「電子情報通信・コンピュータ及び関連の工学分野」では、これらは異分野とは見做されないとの指摘であった。このため、3年時の情報工学創成実験科目において、異分野の学生として情報システム工学科の学生と協同講義を行うこととしたが、2016年度については教員の都合により実現できなかった。

(3)の JABEE に関連する連絡事項については、随時説明会を開催するとともに C 棟 1 階および D 棟 5 階の情報通信工学科の掲示板、学科オリジナルサイト⁵⁾および各講義室での掲示等で周知しており、必要に応じてメールや電話による個別呼出しなども行って指導していくこととした。

4. 実験科目におけるアクティブラーニング導入

情報通信工学科では、学生の主体的な自己学習を促し、自己学習時間を確保するため「情報工学応用実験」および「情報工学創成実験」の2つの実験を実施している⁶⁾。前者の応用実験では情報通信先端工学コースと情報ネットワーク工学コースの学生が必ず混在でグループを組んで実験を実施させるのに対し、後者の創成実験では JABEE コースの学生だけが必修科目として受講しており、以下にそれぞれを説明する。

(1) 情報工学応用実験 (3年通年必修科目)

1年間を通じて本科目を履修させ、1グループ4名以上で JABEE コースと非 JABEE コースの学生が混在して協同して実験を進め、コミュニケーションを図りながら実験を行うことを特徴としている。また、自己学習時間を確保するため、実験テキストを用いて予習用の実験レポートを作成させ、実験目的、実験の概要や原理、使用するプログラムの記述、実験方法などを記述させている。また、実験後にはレポートを作成して結果をまとめさせ、実験データの評価法・誤差の評価法など考察力、

受講者の作成したレポートや発表内容に関する教員の評価は概ね高く、目的設定、方法の立案、実験実施、予測と結果の比較検討等について、適切にまとめることができていた。特に発表会について、班のパートナーと組んで十分練られた発表資料を作成することができていた。また本学の授業アンケートにおける学生コメントとして、「自分達で考え

て実験を行うというのがよかった」(2014 年),「実験器具を事前に調べてきた手順に基づいて自作したり,自分たちで実験場所や実験内容を設定したりするもので,基本的には学生が主となって実験を進めていくもの」(2016 年),等のコメントがあり,工学的デザイン能力の養成とチームワークの育成にある程度の効果があったものと考えられる。

また,この科目では当初から受講者による発表を行わせていたが,数年継続するうちにコミュニケーションやプレゼンテーションの力を身に付けるうえで教育上の効果が高いと判断されたことから,その後に3年生全員必修の「情報工学応用実験」にも発表会が導入された経緯がある。

5. JABEE による FD 活動とその評価

2 節および 3 節で述べたように,情報通信工学科においては FD 活動を JABEE に基づいて図 4 に示すように準備期間の3年間も併せて約12年間実施してきた。初回の審査を2009 年度に受審し,3 年間の認定を受け3年実施後2012 年度に中間審査を受け,残り3年間の認定を得た。この6年間の JABEE 修了生数は,2009 年度に18 名,その後7 名,6 名,10 名,14 名,23 名と中間審査受審後は順調に増加すると思われた。しかし,2015 年度に半減して12 名,2016 年度17 名に増えたが,最終の今年度の修了生は8 名と想定されている。

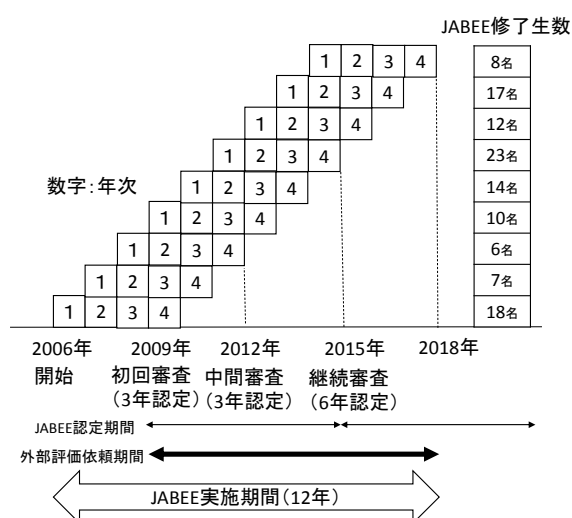


図 4 JABEE 制度導入時期と修了生数

JABEE 導入検討時および初期時には, JABEE 修了生には技術士補の資格取得により将来の技術士資格取得に向けての足掛かりになることや,本学科で実施している無線従事者認定校としての無線技術士の資格「第1級陸上特殊無線技士」および「第3級海上特殊無線技士」の資格も併せて在学中に取得できることから,就職活動も有利になると期待が大きかった。このため,情報通信先端工学コースを希望する学生が多く,コース選択者数を学科定員の半数に限定したが,図4に示したように JABEE 修了生の数が最大でも20 名程度(定員の1/4 程度)で10 名～20 名程度であった。また, JABEE 実施後約10 年を経過しても技術士を目指し修習技術者として実務経験を積んで技術士第二次試験に合格した者が存在しない。これらを考慮し,下記の理由により2014 年度入学生を最後に, JABEE コースを廃止することとした。

- (1) JABEE コース必修科目の単位取得が難しい。このため,学期途中で単位取得を諦める学生が続出した。特に1科目不足や2科目不足などでコース変更する学生も多く見られた。
- (2) JABEE に関する認知度が一部の大手企業に限られ,本学科の多数の学生が就職を希望する企業等には就職活動の際に有利に働かなかった。
- (3) JABEE 審査は基本的に実証主義であり,エビデンス資料により実データによる根拠が示されないと実地審査時に審査員に納得してもらえない。このため,成績データなどの根拠資料の保管が重要な作業となり,学科の非常勤講師さらに一般教養の科目も含めて関連する科目の全教員の大きな負担となった。
- (4) 福岡工業大学としては大学基準協会による認証評価を受けており,この自己点検・評価活動等も別途行う必要があり,類似の重複作業が多い。特に,最近は大学基準協会の基準が JABEE の評価基準に倣うところが多く

なっているようであり、二重の評価および報告となって無駄が多い。

なお、情報通信工学科では、JABEEに基づくFD委員会を構成してFD活動を日常的に行っており情報通信工学科のオリジナルサイトで情報発信するとともに、その報告を図5に示すようにWebにより行っている⁷⁾。また月間報告として、毎月の学科会議の前にFD関連の報告時間を設け、日常的に行っているFD活動に関して教員間で情報交換するとともにJABEE活動の報告を行っている。

図 5 JABEE 関連活動状況報告の Web ページ

特に、学科FD委員会のワーキンググループ(WG)としては、図6に示すように教育構想WG(Plan)、技術者育成教育WG(Do)、自己点検WG(Check)および評価・改善WG(Action)の4つから構成され、各学期毎にWG会議を開催し、

Plan → Do → Check → Action → Plan・・・のPDCAサイクルに基づいて継続的にFD活動を行っている。

なお、JABEEコースの学生には毎学期始めに、学習・教育到達目標の確認を全員チェックさせるとともに、毎年第三者(大学教員、卒業生、高校教員、企業経営者)による外部評価委員会を開催してFD活動に対する意見を拝聴しFD活動に反映させている。

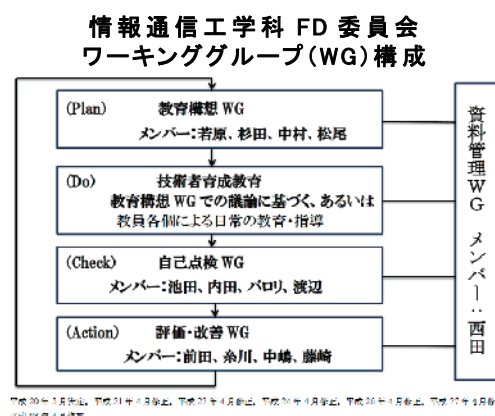


図 6 学科FD委員会におけるWG構成

6. まとめ

以上、情報通信工学科が取り組んできた教育研究活動の一環として実施してきたJABEE活動を中心にアクティブラーニングを含む教育改善活動について報告した。情報通信工学科としては12年の経験を通して教育改善の手法や評価等を学ぶことができたに参考になった。今後は、これまでの経験を活かして大学基準協会による自己点検・評価活動を積極的に進めて行く予定である。また、JABEE活動の中で実験科目を中心にアクティブラーニングを取り入れ、コミュニケーション能力およびプレゼンテーション能力の向上を目指し実施してきた。受講学生からは、「予習が大変である」、「実験のレポート作成作業がきつくて、すぐに提出できないのでレポートが溜まりやすい」、「レポートを中々受け取ってもらえないので完成度を高める必要がある」、「発表会向けにグループで集まってプレゼンの練習しなければならない」などの意見が寄せられたが、評価アンケートでは「具体的な実験を通して情報通信の知識を得ることができた」や「授業だけではわからなかった知識を、実験を通して実際に身に付けることができた」など実験の狙いに肯定的なアンケート評価も多数得られた。

また、4年次の卒業研究においても卒研生は学科に所属する教員の研究室に配属され、研究室ゼミを中心にアクティブラーニングも取り入れた研

究活動を行っている。

現在は 4 年生を除いて 7 つの技術者教育プログラムのカリキュラムに従って授業を実施しているが、各学生が 7 つのプログラムのいずれを選択しているかを把握させるため独自のプログラムソフトを開発し、毎学期に確認して履修登録を行うよう指導している。

なお、JABEE 活動を実施するにあたり、FD 推進室、情報通信工学科の先生方、FD 担当事務の郡谷律子氏に多大な協力をいただいた。ここに記して深く感謝する。

参考文献

- 1) 日本技術者教育認定機構 (JABEE) ホームページ,
<http://www.jabee.org/> (2017.11.7 参照)
- 2) 大学基準協会ホームページ
<http://www.juaa.or.jp/v> (2017.11.7 参照)
- 3) 前田 洋, 若原俊彦, 岩重二郎: 情報通信工学科における FD 活動 - JABEE 認定の過程と教育改善 -, 福岡工業大学「FD Annual Report」 Vol.1 pp.24-33 (2011)
- 4) 前田洋: “福岡工業大学情報通信工学科における JABEE 認定の取組 ～無線従事者免許に関する長期型養成課程認定を活かしたプログラム例～”, 電子情報通信学会, 技術者教育と優良実践研究会, 第 11 回研究会
- 5) 情報通信工学科オリジナルサイトホームページ,
http://www.fit.ac.jp/site/joho_tsushin/ (2017.11.7 参照)
- 6) 情報通信工学科オリジナルサイト JABEE 対応カリキュラム
http://www.fit.ac.jp/site/joho_tsushin/jabee
(2017.11.7 参照)
- 7) 情報通信工学科 JABEE 活動状況ホームページ,
<http://www.fit.ac.jp/~wakahara/JABEE/jabee.html>
(2017.11.7 参照)

A L 事例集

事例 1

特徴

ピアサポート，チームティーチング

反転学習，小テスト，クイズ，解答板書等

科目名	電子工学基礎	対象学部・学科	工学部 電子情報工学科
		開講年度・学年・学期	2017 年度・1 年・前期
担当教員	江口 啓	区分・形態・必／選	専門教育科目・講義・必修
		受講人数	54 名

● AL講義のきっかけ

前職では国立大学に勤務していたが，私立大学では上位と下位の学生の能力差が大きく，授業の難易度設定に苦労していた。また，学習習慣の欠如により，主体的に授業に取り組む学生が非常に少なく，一年生の段階から既に授業から心が離れている学生が多かったことが講義改善の切っ掛けとなった。

● 講義におけるAL要素

事前学習：myFIT に掲載されたテキストと演習問題をもとに予習。

講義：シラバスで学習内容確認→講義+随時ホワイトボードによるグループ単位での理解度確認クイズ実施→「個人問題」（基本問題・加点無）出題・解説→「グループ問題」（早く解答した上位 6 グループまで加点有）出題・解説→「チャレンジ問題」出題（解答は翌週，加点有），が一つの単元における基本的な流れ。グループは 3 名×18 グループ。メンバーは学籍番号順に教員が指定し，講義中盤にはメンバーの入れ替えを実施。

事後学習：myFIT に掲載されたテキストと演習問題をもとに復習。意欲のある学生は，講義中に出席された「チャレンジ問題」解答。

● AL実施にあたってのポイント

- ・理解度確認クイズなどの全員が参加できる仕組みがあること
- ・演習問題（「グループ問題」）の解説を学生に行わせること
- ・授業資料を事前に配布し，学生の学習スタイルに合ったメディアでの受講を許可すること

● AL講義の様子



今回の学習内容についての理解度確認や理解をさらに深めるために行われるクイズ。グループごとに配付されたホワイトボードで解答。解答時間は 30 秒ほど。



「グループ問題」はグループで取り組む。教員とクラス・サポーター（2 名）が机間巡視しながら必要に応じサポート。



「グループ問題」はグループ全員が解答できたら、教員に解答を報告。解答の早かった上位 6 チームに加点。早く解答できたグループは、まだ解答できていない他のグループのサポートへ。



「グループ問題」の解説は、上位 6 チーム目のグループの代表者 1 名が行う。

● AL講義の注意点

- ・グループ学習のスタイルを好まない学生には、グループ学習を強要しない
- ・説明の区切りごとに学生の理解度確認を必ず行う
- ・机間移動を頻繁に行い、なるべく多くの学生と1対1で会話をする

● 中間アンケートの内容

以下、中間アンケートからの抜粋。

- ・分からないところがあったらグループメンバーに聞けてそこですぐに理解を深めることができる
- ・グループ学習では教えることもあり、理解をさらに深めることができる
- ・分からないところがあると、先生が随時確認を取ってくれたり、先輩方が丁寧に教えてくれたりするのでもつまずくことなく授業を受けることができている。

● AL講義による学生の変化

- ・学生間の会話が、従来はアルバイトやゲームの話ばかりだったが、授業外でも学生から授業に関する話が聞こえるようになった。また、劇的ではないものの、授業後に質問に来る学生も増えた。

● AL講義による教員の変化

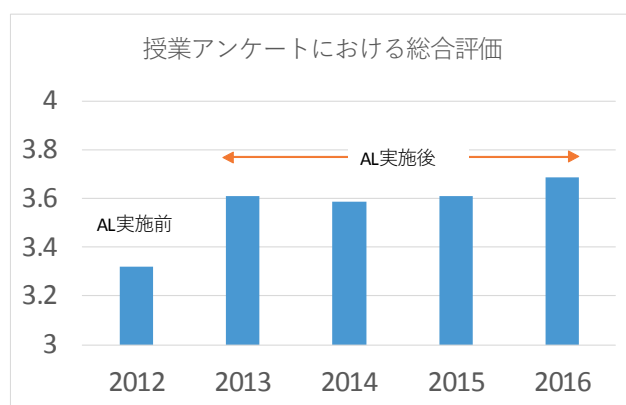
これまで、「対話的な学び」と「主体的な学び」を心掛けて授業を展開してきたつもりだが、それらに加えて「深い学び」を引き起こすためにはどうしたら良いかを常に考えるようになった。また、学びにおいて重要なのは、学習・指導の型や方法の在り方ではなく、学生の学習過程全体を見通した継続的な授業改善であることに気づいた。このため、授業同士の縦横の繋がりと教職員間の連携の必要性を強く感じるようになった。

● AL要素前後の成績分布

「授業アンケートにおける総合評価」のデータにおいて、AL実施後は学生の情意面において高い評価を得ることができたと考えられる。

【授業アンケートにおける「総合評価」の比較】

年度	総合評価（満足度）	回答率	形式	主たる授業改善点
2012	3.32	94.0%	非AL	
2013	3.61	68.0%	AL	グループ学習 オンライン講義ノート
2014	3.59	72.3%	AL	グループ学習 オンライン講義ノート、オンライン自学自習課題
2015	3.61	79.1%	AL	グループ学習 オンライン講義ノート、オンライン自学自習課題 クリッカー、クラスサポーター
2016	3.69	61.1%	AL	グループ学習 オンライン講義ノート、オンライン自学自習課題 小型ホワイトボード、クラスサポーター



【授業アンケートにおけるコメントの一例（2016 年度授業評価アンケートより抜粋）】

- ・この授業で、3人チームでお互いに分からないところを教えあったり、電気回路の専門知識について理解することができたりしたので、大いに意義あるものだと実感した。
- ・授業で学習する資料が事前に配付されるので予習がしやすく、つまづくことが少なく、予習でわからない箇所があっても授業で理解することができていた。
- ・とてもいい授業だった。グループ学習なので1年次始めでは友達も作りやすい。
- ・チームを組んで問題をやる事で迷惑をかけないように事前に予習を自然とやるようになり、良い習慣が付いたと思った。
- ・グループでの活動が多かったので自分が理解しているところ、理解できていないところをよく知ることができ、内容を理解できた。
- ・授業中のグループ課題のおかげでより理解を深めることが出来た。
- ・グループでの協力があり、時間が過ぎるのが早く感じた。
- ・高校では物理は履修していたが電気分野にはとても不安があった。しかし、講義の進め方が高校までではあまりなかった、グループでの学習だったので、たくさん、グループのメンバーと意見を交換したり、協力して学習を行えたので、毎週の授業がとても良いものになっていたと思う。予習復習をすることがとても大切だと思った。

- ・江口先生の授業はとても面白くて楽しかった。また、チーム全員で協力して問題を解くので団結力が生まれた。先生の作ったパワーポイントも、予習復習の時にわかりやすかったのでとても役に立った。
- ・班で活動するため分からないところがあったらすぐに聞けるのでよかった。
- ・ペアを組んで問題を解いたり、分からない所は教えて貰うなど 理解する事ができた。
- ・グループ問題でホワイトボードで班みんなで考えて解いたりするのが楽しかった。

以上の通り、現在の AL 授業に対して肯定的な意見が多数寄せられている。

● AL講義をやってみた感想

学生の気質は毎年変わるので、同じ AL 形式の授業が毎年通用するとは限らない。柔軟な授業展開ができるように継続的な授業の見直しと授業スキル改善のための日頃からの研鑽が必要であると感じた。研究と同じく教育改善にも終わりが無いので、私にとっての“ハードファン”な活動となっている。

● 見学のご案内

いつでも見学可能。

事例 2

特徴

小テスト，実験・実習
ピアサポート，チームティーチング等

科目名	電気回路 I	対象学部・学科	工学部 電気工学科
		開講年度・学年・学期	2017 年度・1 年・前期
担当教員	北崎 訓	区分・形態・必／選	専門教育科目・講義・必修
		受講人数	59 名

● AL講義のきっかけ

前年度までに受けた授業改善に関する研修，本学で反転講義を行われている先生の話を通じて伺ったこと，また FD カフェにて産業能率大学の小林先生の講演を踏まえ，自分も実際に本学の学生に実施してみようと決意した。

● 講義におけるAL要素

講義：今回のテーマ（例「直流ブリッジ回路」）について，配布資料とパワーポイントで約 20 分間説明し，その後約 25 分間，理解度確認問題を出題。受講生は，まず一人で取り組み，解答を他の受講生と相互確認。その後，教員による解説を行う。続いて，グループ（学籍番号順の 4 人構成）ごとに配付された実習ボード（D1 ボード）を使って，「実習用資料」に従い，実際の計測や，計算問題に取り組む。2 名の CS と教員が必要に応じて実習をサポート。最後に約 10 分間，教員による解説。

事後学習：課題プリントを配付し提出させ，採点を行い返却している（内容を理解しているかを確認するため）。

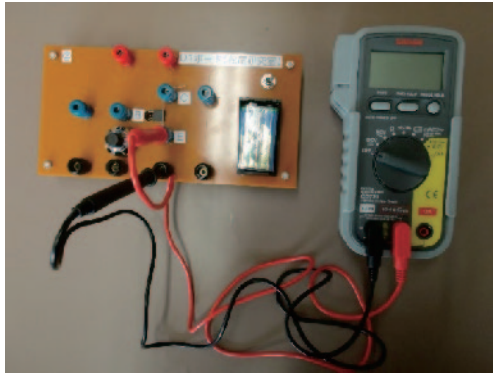
● AL実施にあたってのポイント

座学で学んだ内容をすぐに計測を通して実際に確認できる点。

● AL講義の様子



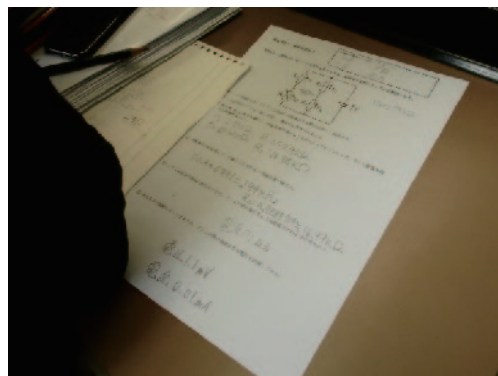
理解度確認問題は，まず一人で取り組むが，解答は他の受講生と相互確認。学生同士が教えあうことが，学びを深める効果を生んでいる。



グループごとに配られる実習ボード（D1ボード）。



今回の講義で学んだ内容を振り返りながら，実習ボードで実際の計測を行う。



実習用資料。講義部分で学んだとおりの数値になるか，実測して確認。回路について，理論と実際を結び付ける作業でもある。

● AL講義の注意点

グループで作業を行うと，率先して作業を行う学生とそうでない学生が出てくるので，率先して作業を行っている学生が不公平感を感じないように適宜見回り指導を行っている。

● AL講義による学生の変化

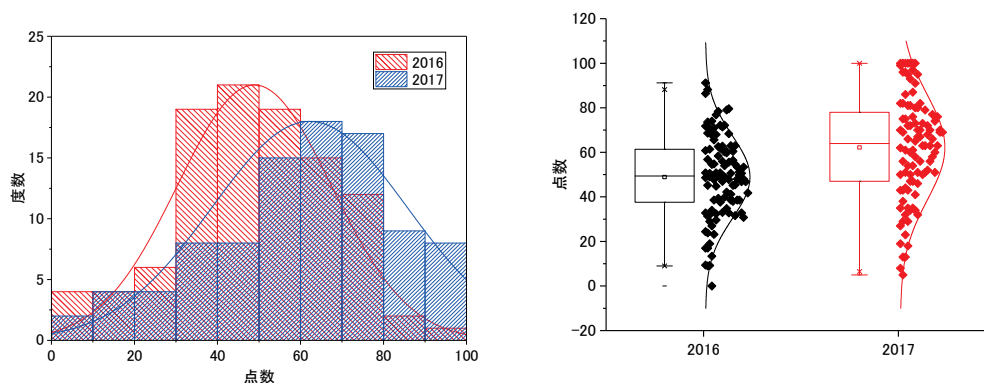
実習を導入したことで私との距離が近く感じた学生が増えたようで，昨年度よりもオフィスアワーに質問に来る学生が増加した。

● AL講義による教員の変化

学生目線で講義内容をどのようにすればよいかを以前より考えるようになった。またどのような講義を行えば学生がわかったと感じるのかもより深く考えるようになった。

● AL要素前後の成績分布

前年度と比較した場合、平均点が上昇した。実習を行ったことが知識定着を深めたのかもしれない。



● AL講義をやってみた感想

講義を担当して4年目でまだまだ未熟であり、それでも今までの講義手法を変えることは、かなりのリスクを感じた。実際はCSの協力もあり、思うほど問題もなく行うことができたと感じている。次年度はE棟を利用しようと思う。

● 見学のご案内

見学可能。

事例 3

特徴

反転授業とグループ学習

反転授業, ピアサポート (演習), チームティーチング, 解答板書 (発表)

科目名	デジタル回路	対象学部・学科	工学部 電気工学科
		開講年度・学年・学期	2017 年度・3 年・前期
担当教員	松尾 敬二	区分・形態・必／選	専門教育科目・講義・コース必修
		受講人数	40 名

● AL講義のきっかけ

これまでの講義の実施結果でどうしても壁をこえられないと感じていたからです。もちろん事業責任者であることも理由の一つです。

● 講義におけるAL要素

事前学習：反転授業。FIT Replay で各週にどの章を学ぶのか、事前学習しておくべき範囲を明示し、動画による学習とプリントの穴埋め問題を終えておくように指示。プリントは PDF で配付。

講義：最大 5 名のグループを組ませて着席，リーダーを決める。事前学習をしてきているか，穴埋め問題を事前に解答しているか全員について確認後，演習問題に移る。個人問題 2 問，グループ問題 2 問。個人問題も，一人で解けなければグループ内で相談可。グループで相談をしても解けなければ，グループ単位で教員に質問可。グループ問題はグループごとに解答を板書し，別のグループに解答内容を説明して「相互確認」を行う。授業の最後に，グループ単位でこれまでの振り返りとして「復習問題」に取り組み，解答できたグループは教員に解答を説明し，正解したグループより授業終了。

事後学習：特に指定していません。

● AL実施にあたってのポイント

事前学習（反転講義）が不十分であっても授業中に講義をしないことだと思います。質問にはしっかり答えます。グループ学習では，サイズを固定的に考えないことも知れません。

● AL講義の様子



最大 5 名のグループ単位で演習問題に取り組む。



グループ内で話し合ってもわからない場合は、グループ単位で教員に質問。



グループ問題は、解答を板書し、他のグループと相互に解答内容の説明を行う。説明を担当した学生には加点がある。

デジタル回路 表 目次 (単位)

本日のグループ構成 (1~5 名)

名前	リーダー	名前	名前
名前	名前	名前	名前
名前	名前	名前	名前
名前	名前	名前	名前
名前	名前	名前	名前

※ 課題に協力できる人とグループを5名以内で構成しましょう。
 ※ 演習問題は各問題が設定時間内に解答できるようにグループで協力しましょう。
 ※ リーダーは各メンバーに対し指名して、それぞれの意見を述べてもらいます。また、グループみんなで問題を解くようにリードします。
 ※ もし設定時間内に解決しそうな場合は、リーダーは決断しグループとして解答をしましょう。
 ※ 一人のグループは教室における壁の範囲を指定します。(形式的に4人をつつのグループとします。リーダーはいません。) 問題は各自解いて、ホワイトボードへは解答を記入してもらいます。
 ※ 各人はホワイトボードに記入する。→ 次の問題へ
 ※ グループ確認とは、グループ内で解答を確認する。
 ※ 相互確認とは、隣り合うグループ同士で解答を確認する。
 ※ 相互確認説明者は、リーダー以外で任意に選ばれる。説明者には1点加算する。4人以上の班で正解の場合はリーダーにも加算する。

問題番号	学籍番号	説明者
1~2		
3		
4		
(復習問題)		

※ 演習問題は、先生から確認をもらう。→ その班から課題終了

グループ構成についての配付物。教室内で紙媒体で配付するのは、この用紙1枚のみ。

● AL講義の注意点

学生が自分で考えることを行う場の提供、学生間での教え合いを促すこと。また、教員と学生の双方向性が重要だと思います。

● 中間アンケートの内容

この講義では中間アンケートは実施していませんが、学生からやめて欲しいとの声は聞こえていません。受け入れられているものと判断しています。

● AL講義による学生の変化

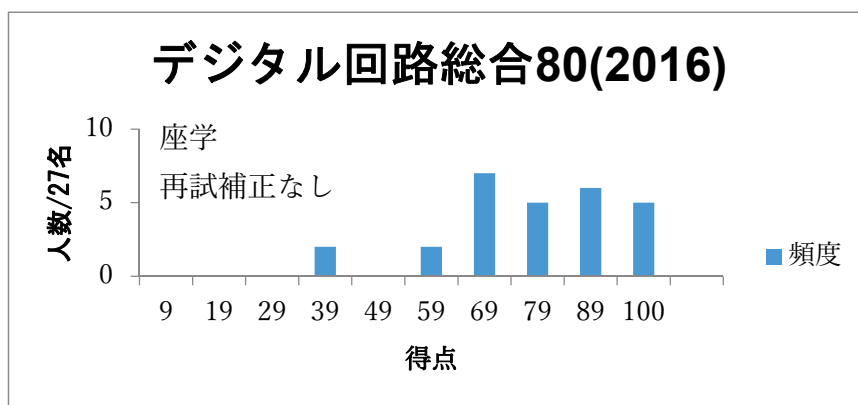
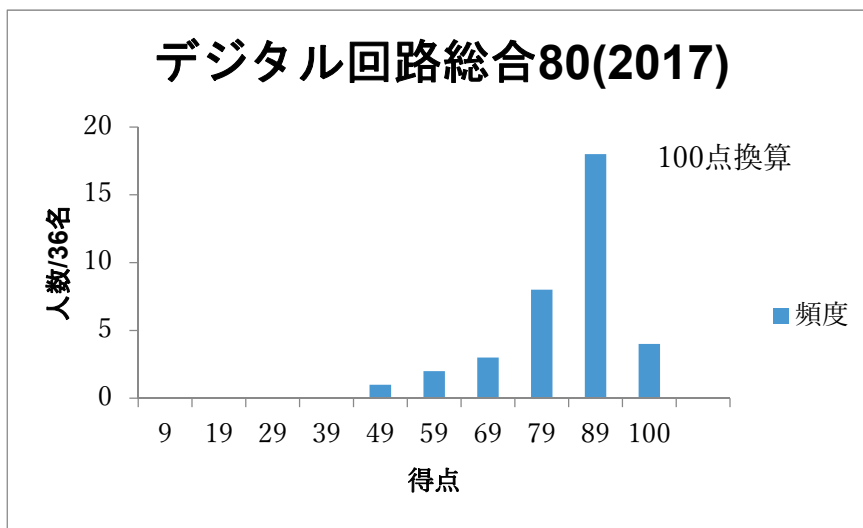
それは、難しい質問です。少なくとも講義中は、学生の活性度は上がっていたと思います。

● AL講義による教員の変化

一貫しており変わりませんが、学生の感覚がわかるようになってきた気がします。

● AL要素前後の成績分布

昨年度と今年度の比較を示します。幅広かった分布が高位に集中するようになっていきます。ちなみに同じ講義スタイルで行った2年生（選択）の電子回路Ⅱでも同様の結果となりました。



● AL講義をやってみた感想

AL というより、双方向性、学生に力を付けようとする教員の意欲が根本的だと思っています。それがあるから AL を道具として使えると考えます。

● 見学のご案内

見学可能です。

事例 4

特徴

ピアサポート、反転学習、チームティーチング、解答板書等

科目名	情報解析学	対象学部・学科	情報工学部 情報システム工学科
		開講年度・学年・学期	2017年度・2年・前期
担当教員	徳安 達士	区分・形態・必／選	専門教育科目・講義・必修
		受講人数	1組 66名 2組 62名

● AL講義のきっかけ

どんなに丁寧に教えても学生成績の2極化傾向は止められず、合格率が50%程度となっていた。教員による板書や解説では学生が主体的に取り組まないこと、ノートの作り方もままならない学生が多くいること、教科書を持たない学生が多くいることが原因と考え、従来の講義形式に限界を感じたことが講義形式の転換を思い立った切っ掛けとなった。

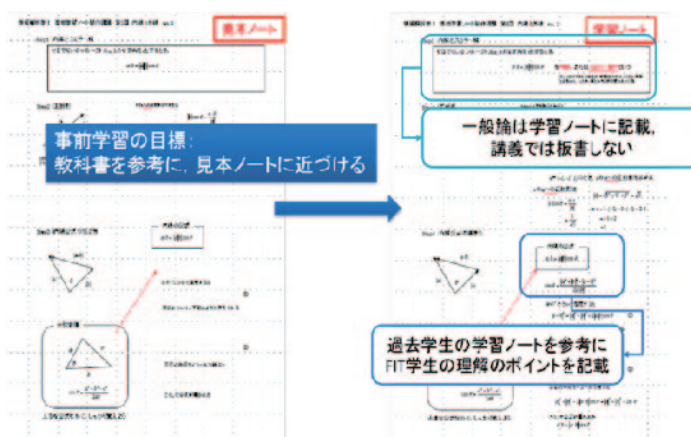
● 講義におけるAL要素

事前学習：前回講義で配付された見本となる学習ノート*1を用いた事前学習

講義：レポート課題の相互採点による前回講義の復習、教員による15分の解説、ホワイトボードを使ったグループ学習。

事後学習：レポート課題

※1 参考：見本ノートと学習ノートの一例



● AL実施にあたってのポイント

- ・学習への取り組み責任は学生にあることを初回講義で念入りに説明すること
- ・事前学習のチェックはせずに、解説は全学生が事前学習していることを前提に行うこと
- ・グループは「この人とならサボらず頑張れる」と思える人と自分たちで自由に組ませること

● AL講義の様子



与えられた問題に 5 名 1 グループのメンバーで取り組み、それぞれが相談し合いながら解く。やがて 1 名がメンバー全員に対して解法の 1 つ 1 つを解説して解き、質疑を通して全員理解したことを確認してから、次の問題に取り組む。写真は、1 名による解説中の様子。



中間および期末試験の直前の週には、これまで学んだことの総演習を行う。単元別に 5 つのシマがあり、学生は個人もしくはメンバーと一緒に苦手な単元に向かう。そこで問題を手渡され、回答したら CS に解法を解説し、理解が確認されたら次のシマに向かう。

● AL講義の注意点

15 分解説後の質疑にはどんな質問でも丁寧に答えるが、グループ演習中の質問には答えず、グループメンバーに相談することや他グループの解答事例を参考に解決することを徹底している。ただし、メンバー全員が解答を誤認している場合や解決の糸口すらみえないグループには、グループのホワイトボードを使って解説する。また、クラス全体が解答を誤認している場合には、速やかに黒板に注意を向けさせて、正しい解法や考え方を解説している。

● 中間アンケートの内容

- ・メンバーに聞けるので、これまでわからなかったことも分かるようになった
- ・他のメンバーに教えることで、より理解が深まる
- ・気心知れたメンバー同士なので、間違っても大丈夫という安心感がある

● AL講義による学生の変化

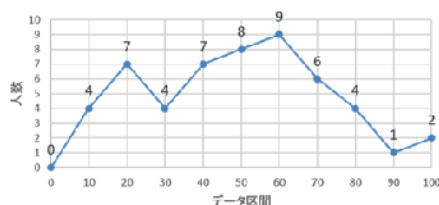
教室はとても賑やかであるが、グループごとに雰囲気があって、それぞれの雰囲気のなかで誰もサボらずに時間ギリギリまで問題に取り組むようになった。

● AL講義による教員の変化

学生に理解して欲しいとか、勉強してもらいたいと思う気持ちでできるだけわかりやすい解説に徹底していたつもりでしたが、そうした気持ちが学生の主体的な取組を妨げる要因になっていたと気付いたときは正直悲しいものがあつた。また、学生には学習スタイルにも学生の個性があつて、それらを1つに縛るよりも、それぞれの学習スタイルで学んでもらう方が学生教員双方の負担軽減になって学習の効率化に繋がることに気付いた。

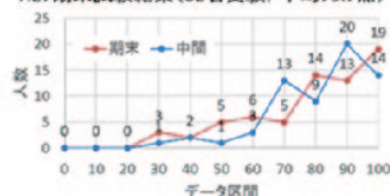
● AL要素前後の成績分布

H25期末試験結果(52名受験, 平均46.5点)



AL 講義実施前

H27中間試験結果(67名受験, 平均77.2点)
H27期末試験結果(62名受験, 平均79.7点)



AL 講義実施後

所見：通常講義形式を実施していた H25 年度は不合格者の割合も多く、高得点者の割合が少ない結果となっていた。試験の難度は変えていないが、H27 年度の AL 講義形式に変えたあとでは、高得点者の割合が増え、2 極化の傾向も解消された。

● AL講義をやってみた感想

毎回講義で配付する見本ノートは A4 で 2~3 頁なので最初準備するのは大変だった。毎回講義後に気付いた点を修正するので、次年度以降は印刷するだけなのでとても楽である。また、学生が講義時間ギリギリまで取り組み、レポート提出率も良く、合格率も改善されたのでやって良かったと思っている。また、講義負担が減ることで、忙しい合間の研究活動にも若干の余裕を持てるようになった。

● 見学のご案内

見学可能。お気軽にお越しください。

事例 5

特徴

ピアサポート，ポートフォリオ，ポスタープレゼンテーション，グループワーク等

科目名	システムマネジメント基礎	対象学部・学科	情報工学部 システムマネジメント学科
		開講年度・学年・学期	2017年度・1年・前期
担当教員	傅 靖，他	区分・形態・必／選	専門基礎科目・演習・必修
		受講人数	82名

● AL講義のきっかけ

本授業では，システムマネジメントの概要について学ぶ。学生が主体的に『見る，聞く，調べる，考える』ことによりシステムマネジメントという学問の枠組みを把握していく。班別の活動を通して，今後履修すべき科目の選択，重点的に学習すべき分野の決定，高学年時での研究テーマの選択，さらには将来の進路選択などに役に立てられることを目指す。1年生の入門科目でこのようなAL活動に通じて，「友達を作ろう」の趣旨もある。

● 講義におけるAL要素

講義：

- ポスターの下書きのレイアウトやコンテンツの専門性についてCSが入念にチェックを行い，CSのOKが出ればポスター清書ができるようにした。これにより，ポスターの完成度が見え，専門性も含めて，例年よりも向上した。
- 学生は自分たちの成果を発表するだけでなく，他のグループの発表を聞いて回り，その内容について互いに評価し合うピアレビューを取り入れている。これにより，学生が他のグループの発表でよかったところを自分たちの発表に活かせるようになるなど，学生同士のモチベーション向上につながっている。

事後学習：

- 毎授業で学んだことについて理解を深め，学生がその日の授業での気づきや学習過程を数行の文章でまとめることを取り入れた。これにより，学生が授業で学んだことを知識として定着できるようになり，さらには他の学生や教員に対して，個々の考えや意見を述べたりできるようになることが期待される。
- ポスター発表会後に，班別の振り返りを2回行った。各班のディスカッションの様子，作業進捗，発表のときにはどのような点に気を付けて説明したのか，ポスターにおける具体的な修正すべき点，グループメンバーの相互評価など，グループおよび個人レポートの形式でまとめてもらった。このような振り返りに通じて，ポスター発表の質及びグループ作業の効率を高めた。

● AL実施にあたってのポイント

ポスター作成及び発表（発表会は公開）

● AL講義の様子



ポスター発表会を学内外に公開。普段の授業とは異なり多様な参加者の視点から活発な議論が行われ、学生の深い学びにつながっている。

● AL講義の注意点

- グループリーダーはチームワークのファシリテーターとして、役割配分、進捗把握、まとめなどを責任をもって完成しないといけない。単に「じゃんけん」で決めることなく、ある程度のチームワークを通して、班のメンバーより選出すべきだと思う。
- 相互評価の時、学生に正直に評価する重要性を認識させる必要がある。貢献していないメンバーを「カバー」しても、相手がそれに慣れてしまい、将来の学習やキャリアにおいても同じく「フリーライダー」になる可能性は高い。

● AL講義による学生の変化

ポートフォリオの記録を見ると、学生は最初に 1～2 行のメモしか書いていなかったが、現在は毎週の活動内容および気づきについてしっかり記録し、次回向けの準備や振り返りの時活用している。例えば、下記のような振り返りの記述があった。

“今回の授業を通して幾つか大切なことを学ぶことが出来ました。まず一つ目に集団で活動することの意義を見出しました。これは一人で事象を調べまとめるのは時間もかかり主観的な観点からのまとめとなりがちですが多人数、今回の活動では5人でしたがそれぞれの役割を分けて仕事に取り組むことによって効率的に取り組むことが出来ました。さらに、いろいろな人の考えを聞くことによりそれぞれの感想と考察を聞くことができ、客観的な観点から物事を観察しまとめることが出来ました。二つ目は自分たちが調べたことがどのように社会に組み込まれているか、又その事象自体に関する興味が湧いてきたことです。自分たちの班は生産管理についてまとめましたが、そのシステムが今の我々の経済の基盤となっていることに非常に身近な存在であると思いました。最後にこの授業で学んだ事象を観察する力、団体で活動することの意味を今後の授業での活動や就職した後の職場の中における活動においても役に立てて行きたいと思います。”

—システムマネジメント学科1年生

事例 6

特徴

小論文（ミニツツペーパー）、コメント・フィードバック、振り返り等

科目名	環境教育論	対象学部・学科	社会環境学部 社会環境学科
		開講年度・学年・学期	2017年度・3年・前期
担当教員	坂井 宏光	区分・形態・必／選	専門教育科目・講義・選択
		受講人数	198名

● AL講義のきっかけ

大人数教室では、座学中心で環境教育に関する知識注入型の講義になりがちであった。ここでは、学生の理解力も2極化していた。そこで、大人数講義での双方向の授業により学生の授業理解度を上げ、興味関心を喚起する方法として、AL講義を実施することを考えた。特に、環境教育の科目では、「気づき」を重視するため、講義内容に関心を持ってもらう工夫が必要であった。そのための試みとして、毎回、授業に内容に関する小論文を課し、多様な考え方の共有を促している。

● 講義におけるAL要素

事前学習：クラスプロファイルテキストで予習

講義：冒頭で前回の振り返りを行う（後述「授業の振り返り（リフレクション）」参照。

この中で、前回の授業で回収された小論文（例：「生物種の多様性と種の絶滅について、意見を述べよ」、キーワードの「生物種の多様性」、「種の絶滅」、「ワシントン条約」を含める）を6例、スクリーンで紹介。前回の授業内容の振り返りの他、教員と学生の双方向性を確保すると同時に、学生同士の情報共有を促している。小論文の記載内容の、特にポイントとなる重要箇所について取り上げ、その要旨・重要箇所について解説している。

【授業の振り返り（リフレクション）】

- 毎回、授業の最後、10分程度の意見・感想等の小論文を課している。
- 次回の授業の初めに復習を兼ね、10分程度の小論文を幾つか選択し、コメント付きで紹介している。（双方向）
- そして、当日の授業内容へ繋げている。
- 学生同士の意見を情報共有し、学習を深めることが目的である。
- 受講生の小論文の例を、次に紹介する。

【小論文用紙】

平成28年度の環境教育論の学生の小論文とコメント例：

コメント：へび、ムカデやネコ、イヌも同じ生き物、同じ命として、環境共生することが大切ですね。

【生き物たちと環境共生のあり方】		福岡工業大学 社会環境学科	
私は、ついこの間、なんとゴキブリができました。今思うと、自分よりあんなに小さい虫になんてビビるのだらうと思います。ですが毎回、ゴキブリが出ると周囲の人にも聞こえるぐらいの声で叫びます。そして、助けを呼んで、その人に殺してもらいます。生き物を大事にしなさいといけなさいという授業を受けても、ゴキブリには敵いません。へびもムカデもクモもぜんぜん嫌いです。人間に何もしてこないと分かっているのに、殺さしてしまう。虫は可愛想ですが、好きにはなれません。ですがTVでネコを何匹も殺したとか犬をぎゃく狩るとか話をきくと、ありえないなあと思います。犬も猫も虫もみんなたった一つの命なので、殺さず、逃がしてあげようかな。と少しだけ思いました。			
28年6月30日	学 籍 号		

平成 28 年度の人間環境学の学生の小論文とコメント例：

コメント：実家に帰ろうという気持ちから家族の絆の強さを感じます。家族や地域でのコミュニケーションは大切ですね。

福岡工業大学 社会環境学科	
〔家族の絆について〕	
わたしは今日の講義を受けて、改めて家族の絆、人々との絆について考えさせられました。私は高校生の時、母親と初めてケンカをして、何日も家に帰っていませんでした。しかし、父親が、私が家に帰るまでにいかに悩んでいる家族をもつて居るのかわかると言ってくれ、当時、ケンカの絶えたい暗い家だった家がいっしょに少しずつ変わっていき、また、ケンカしたあと久しぶりで家に帰ると、家はあたにかえて、"ほんまあ"いして、私にとってこの場所は世界にひとつだけの場所になりました。その時、気持ちを今日の授業ですべて鮮明に思い出しました。今でも実家に帰りたいとまで思っています。近年、増えていって、自然放棄が多いという悲しいニュースが多いですが、家族内でのコミュニケーションは、昔のようには、"場所"をわけて、"場所"をわけて、"場所"をわけて、家族内にとどまらず、地域全体でのコミュニケーションをとれれば、時代にならういはいと考へました。コミュニケーションはお互いの情報交換の鍵だと思われ、身近なところから、いはいは発信が、たいてい生まれて、いいいと思えます。今週の土日は実家に帰ろうと思っています。	
日付	学籍番号 氏名
7/14	

事後学習：クラスプロファイルテキストで復習

● AL実施にあたってのポイント

環境教育論の受講登録者は平成 28 年度前期が 199 人，平成 29 年度前期が 198 人であった。環境教育論の AL の展開では，事前準備としてラーニングマネジメントシステム（LMS）の myFIT のクラスプロフィールに講義で使用する教科書『歴史認識に基づく環境論』を PDF ファイルで公開し，これを活用した予習・復習を促した。授業の進め方は，パワーポイント（PPT）資料を作成・活用して，前回の授業の振り返り（リフレクション）などを 15 分程度行った。特に，復習を兼ねて学生からの意見・感想を選択し，コメントを付けて PPT で紹介し，学生同士の考え方を情報共有・議論しながら，当日の授業内容に繋げるようにした（双方向性）。次に授業内容のポイントを板書説明する授業を 45 分間程度行い，その後 PPT や DVD 資料を活用して 20 分程度，そして授業の意見・感想をテーマ毎に小論文形式を 10 分程度で行った。

● AL講義の注意点

毎回，学生の興味関心を引く内容や最新の関連した情報を織り込む形の講義を心がけている。また，学生が意見を述べやすい，テーマ設定を行っている。学生の小論文を紹介する時には，必ず，コメントを付して紹介している。また，講義では多くの学生の意見を採用し，反映するように心がけている。

● 中間アンケートの内容

平成 29 年度の中間アンケートでは，理解度が①充分理解できている（27 人，19.0 %）②ある程度理解できている（104 人，73.2%）③あまり理解できていない（9 人，6.3 %）④全く理解できていない（2 人，1.4 %）であった。

学生の中間アンケートの意見では，「授業最後のテーマでおさらいをしながら，次の授業で他の人が書いた文章を読み，意見を比較できるので，より多面的に考えることができる。」という意見が多い。また，「スライドやノートをとるため家に帰ってから復習ができ，講義のスピードも丁度よい」という意見や，「授業の内容は難しいものではなく理解できるが，毎回のレポートのテーマによっては何をかけばよいかわからないことがある。」という意見もあった。

● AL講義による学生の変化

受講者の代表的な意見・感想は、次のようなものである。

- ①パワーポイントのスライドや板書などでわかりやすく説明してくれるので理解がすすんでいる。最後の小論文で自分なりに考えることができる。
- ②小論文に対し次回の授業でフィードバックがあり、嬉しいし分かりやすい。授業内容が面白い。
- ③要点は黒板に板書していき、細部はテキストやネット上の資料で確認するようになっていて学習していく方針がとてもわかりやすいので理解しやすい。

学生の意見や感想からも小論文による振り返りやLMSのテキスト資料活用の効果が十分認められ、学生と教員の授業の双方向性や学生参加型による学生同士の意見が情報共有され、授業内容に関する興味関心や学修を深めていることが示唆された。

図 1-a に環境教育論授業内容の理解度のアンケート結果をまとめて示した。また、図 2-a に人間環境学授業内容の理解度の結果をまとめて示した。授業内容の「十分又は、ある程度理解できた」はそれぞれ約 91%と約 99%とかなり高かった。環境教育論は人間環境学に比べて専門性が高くなるため、理解度が若干低くなっていると考えられた。

しかし、LMS を活用した環境教育論では、今年度からクラスプロファイルにテキストファイルを準備し、予習・復習を促したにもかかわらず、図 1-b に示すように、テキストファイルの活用割合は非常に低かった。これらの図から、環境教育論ではLMSのテキストファイルを実際に「十分活用した」と「ある程度活用した」、「あまり活用しなかった」、「まったく活用しなかった」はいずれも約 1/3 であった。人間環境学ではテキスト活用割合が高かったのに対し、環境教育論ではかなり低かった。すなわち、環境教育論の授業では、LMS のテキスト教材資料の活用割合が 3 割程度とあまり活用されていないことが分かった。人間環境学では、9 割近くがテキストをかなり活用し、紙ベースのテキスト依存度がまだ高いと考えられる。今後、LMS 上のテキスト教材への移行、活用を促すために周知徹底を図る必要がある。一方、図 1-c には、環境教育論の授業内容の興味関心の深まり度合いを示した。約 91%が興味関心の深まり度合いが深まったとしている。9 割以上の学生が環境問題や環境教育に興味関心を深めていることが分かった。

双方向の授業形態として、学生の毎回の授業に対する意見・感想・情報などを復習として、授業の初めに紹介することは、理解度や関心を深める効果が大きかったと考えられる。また、LMS のテキストを十分活用している学生が少ない状況は、3 年次での専門領域が増えるに従い、自主的な学修やより深い学びにつながっていない状況があると考えられた。

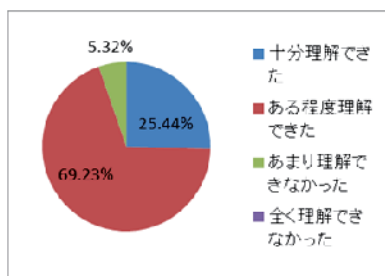


図 1-a 環境教育論の理解度

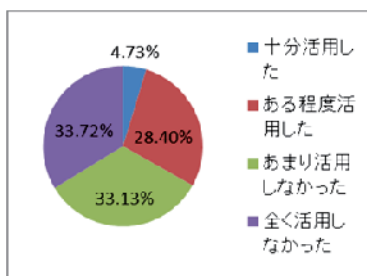


図 1-b LMS のテキスト活用割合

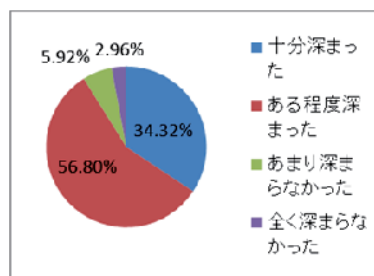


図 1-c 興味関心の深まり度合

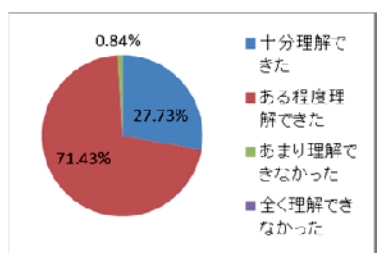


図 2-a 人間環境学の理解度

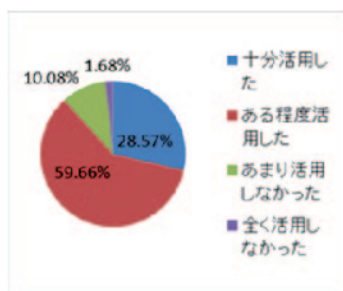


図 2-b テキストの活用割合

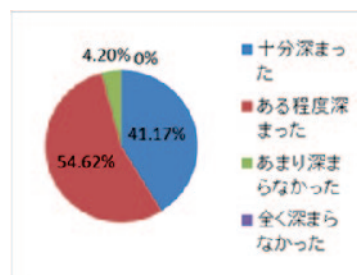


図 2-c 興味関心の深まり度合

● AL講義による教員の変化

授業の開始と終わりを明確に伝え、できるだけ学生との対話形式を重視するようになった。

● AL要素前後の成績分布

表 1 に 2 科目の試験成績結果の比較をまとめて示した。環境教育論の定期試験の結果を前年度と比較してみると、LMS のテキストの活用割合が低かったにもかかわらず、平均点が 5.2 点上昇していた。この結果は、試験日までの 1 週間程度の間多くの学生が LMS のテキスト教材資料を集中的に活用したものと考えられた。人間環境学の平均点も前年比 6.0 点上昇している。また、小論文作成は振り返り（リフレクション）として、学生の積極的な授業参加の形で効果的に意見・感想をまとめている。この振り返り効果で学生のモチベーションが向上し、理解力が高まり、相乗的に両科目の平均点が上がっていると考えられた。

表 1 環境教育論と人間環境学の試験成績結果の比較

定期試験の年度	環境教育論の平均点	人間環境学の平均点
2016 年度	74.2 点 (199 人中 183 人受験)	66.0 点 (129 人中 117 人受験)
2015 年度	69.0 点 (175 人中 165 人受験)	60.0 点 (222 人中 205 人受験)

● AL講義をやってみた感想

大人数の講義におけるAL型の授業を行う試みとして、LMSのテキスト教材活用と振り返り効果を検討した。特に毎回、講義のテーマ毎に小論文を課し、これを振り返り資料として、適当なものを選択し、双方向の学修として次の授業で復習を兼ねてパワーポイント資料とし、教員のコメントを付して紹介しながら論議した。

その結果、双方向の授業で論議し合い、学生同士の考え方や情報共有、LMSの積極的な活用などで学修効果が上がっているとみられる。そして、小論内容や成績評価などから、学生のモチベーションや集中力が高くなっていると考えられた。しかし、大人数の講義では時間的な制約が多くなり、グループや個々の主体的な学修効果の把握や向上が課題である。

学生の授業に対する姿勢や理解度を意識してみると、とても素直に伸びていく学生と最初から授業に関心を持たない学生の差が大きいことが実感できる。その差を相互に損なうことなく解消できる講義ができるように、毎回、工夫が必要だと感じている。

事例 7

特徴

教え合い（ピアラーニング）、自己調整学習
グループワーク、効力感の涵養

科目名	Advanced English A	対象学部・学科	—
		開講年度・学年・学期	2017 年度・1 年・前期
担当教員	土屋 麻衣子	区分・形態・必／選	英語科目・講義・必修
		受講人数	26 名（全学横断クラス）

科目名	英語上級 IV	対象学部・学科	—
		開講年度・学年・学期	2017 年度・2 年・後期
担当教員	土屋 麻衣子	区分・形態・必／選	英語科目・講義・必修
		受講人数	20 名

● AL講義のきっかけ

英語に意欲的になれない学習者の大きな要因は、「自分は英語が出来ない」という「自信減退」と「非効率な学習方法」であるということが、私のディモチベーションの研究を含め複数の研究で明らかになっています。それらを解決するためには、成功体験と学習方法への気づきを得る機会が必要であり、AL はそれに最適だと考えたのがきっかけです。

● 講義におけるAL要素

事前事後学習：

テキストと DVD を使った予習はもちろんのこと、毎週行う確認テストでは、ピアと相互採点をするので、互いに教えられるようになるまで復習するように伝えています。それから、英語プレゼンテーション（学期内 2 回）のための準備を、グループのメンバーで集まり、課外で行うことになっています。

講義：

Jigsaw や Think-Pair-Share, Learning Cell などの協同学習の手法を入れたグループ活動のほか、授業時間全体を通して、教師とピアとの対話が継続的に生じるようにしています。

● AL実施にあたってのポイント

授業はわからないことを解決する場なので、完璧さを求めていることを初回の授業で伝えます。間違ってもよいので、わかっている範囲でよいので、自分の考えや答えを気軽に言える雰囲気をつくることを心掛けています。受身的な姿勢ではなく学生自身が自分の学習に関わろうとする学習環境づくりが私の AL クラスのポイントです。

● AL講義の様子

英語上級 IVの様子



グループで英語プレゼンテーションのリハーサルを行っているところです。この時のトピックは Mysterious Creatures でした。



ネイティブ教師から英語原稿のチェックを受けているところです。



英語プレゼンテーションの様子です。プレゼンテーションは、内容、ビジュアルエイド（スライド）、英語の正確さ、オーディエンスとのやりとりの4点から評価されます。

Advanced English A の様子



写真は、授業開始後まもなく、予習内容の確認を友人に行っている様子です。

ペアで行うかグループで行うか、誰で行うかは学生自身に任せています。



写真は、Learning Cell の活動を行っているところです。アメリカのコインを用いて、コイントスでリーダーを決めます。長文の内容理解を深めるために、ピアに聞く質問と解答を考えています。リーダーは質問が重複していないか適宜確認します。グループ内での会話もちろん英語です。

● AL講義による学生の変化

教師主導で黙って聞くという英語の授業に慣れていた学生でしたが、4, 5回目から学生同士で自然に聞き合ったり、教え合ったりすることが見られるようになりました。また、授業中、質問があれば、自分の席から私にも気軽に聞いてくれるようになりました。授業に積極的に取り組むようになったのが大きな変化です。

● AL講義をやってみた感想

教授内容によりすべての授業でAL型が最適だとは思いませんが、AL型は学生を主体的に自分の学習に関わらせるための、有効な授業形式の1つだと思います。

● 見学のご案内

ご希望があれば調整します。

福岡工業大学
FD Annual Report AL 特集号

平成 30 年 2 月 14 日 発 行

発 行 所 福岡工業大学
F D 推 進 機 構
〒811-0295 福岡市東区和白東 3-30-1
TEL (092) 606-3131 (代)
(092) 606-7370 (ダイヤルイン)
FAX (092) 606-7379

印 刷 所 よしみ工産株式会社
〒804-0094 北九州市戸畑区天神 1-13-5
TEL (093) 882-1661
FAX (093) 881-8467

