

協働的教授モデルのプログラミング教育への適用

渡辺 博芳^{1),2)}, 高井 久美子^{1),2)}, 水谷 晃三¹⁾, 盛 拓生¹⁾,

古川 文人^{1),2)}, 佐々木 茂¹⁾, 荒井 正之¹⁾

1) 帝京大学 理工学部 情報電子工学科

2) 帝京大学ラーニングテクノロジー開発室

hiro@ics.teikyo-u.ac.jp

Application of Collaborative Education Model to Programming Education

Hiroyoshi Watanabe^{1),2)}, Kumiko Takai^{1),2)}, Kozo Mizutani¹⁾, Takuo Mori¹⁾,

Fumihito Furukawa^{1),2)}, Shigeru Sasaki¹⁾, Masayuki Arai¹⁾

1) Faculty of Science and Engineering, Teikyo University

2) Learning Technology Laboratory, Teikyo University

概要

複数の教員の協働によるプログラミング教育の改善の取り組みについて述べる。高大接続システム改革に対応したアクティブラーニングの導入方針を検討し、その方針に基づき、情報電子工学科のプログラミング関連科目をコアと位置付けて7名の教員が共同で授業を設計し、うち2名から3名が各科目を担当する。これまでの取り組みの成果として、アクティブラーニング導入の方針、協働的教授モデル、取り組みの具体例について述べる。

1 はじめに

高大接続答申を受け、高大接続システムの改革が進められている[1]。高大接続システム改革は高等学校教育、大学入試、大学教育を一体的に改革することを意図しており、大学においてもこの趣旨に沿った教育改革が必要となる。この改革では、従来の「知識・技能を重視した教育」から、「(1)知識・技能に加え、(2)課題解決のための思考力・判断力表現力、(3)主体性を持って多様な人々と協働して学ぶ態度から成る学力の3要素を重視した教育」へと変革することを目指している。

この教育改革を成就させるためには、アクティブラーニングの適切な導入が重要となる。帝京大学宇都宮キャンパスでは、2015年度にアクティブラーニング推進ワーキンググループを立ち上げて検討を進めてきた。そのサブワーキンググループ(以下 SWG)において、情報電子工学科のプログラミング教育へのアクティブラーニングの導入を進めている。SWGメンバーは本稿の著者7名である。

本稿では、SWGの活動を通して得られた知見から、アクティブラーニング導入のための協働的教授モデルについて述べる。また、それに沿った取り組みを簡単に紹介する。

2 アクティブラーニング導入の方針

まず、高大接続システム改革の趣旨に沿った学力の3要素を重視した教育を行うために、どのようにアクティブラーニングを導入すべきかを検討した。学力の3要素のうち、(2)課題解決のための思考力・判断力表現力、および(3)主体性を持って多様な人々と協働して学ぶ態度は、総じて「汎用的能力」と捉えてよいと思われる。そこで、知識獲得と汎用的能力向上の両方に寄与するアクティブラーニングの導入が必要となる。

河合塾[2,3]は、講義科目を専門知識の伝達のみで特化した科目と捉え、アクティブラーニングを、専門知識を活用して課題解決に取り組む「高次のアクティブラーニング」と専門知識の定着を目的とする「一般的アクティブラーニング」に大別している。その上で、高次のアクティブラーニングを4年間のカリキュラムにバランスよく配置することの重要性を指摘している。河合塾によるアクティブラーニングの分類を踏まえて、大学での授業を「知識獲得型科目」と「課題解決型科目」に大別する。これらの両方にアクティブラーニングを取り入れていくことで、知識獲得と汎用的能力向上が可能となると考えられる。

表 1 アクティブラーニングの視点での知識獲得型授業の分類

講義授業	講義,ビデオ,デモ等,一方向の知識伝達のみで構成される授業
講義中心授業	講義を中心としてアクティブラーニング要素を導入した授業
AL 中心授業	アクティブラーニング要素を中心に構成するが,講義も行う授業
AL 授業	アクティブラーニング要素のみで構成する授業

AL : アクティブラーニング

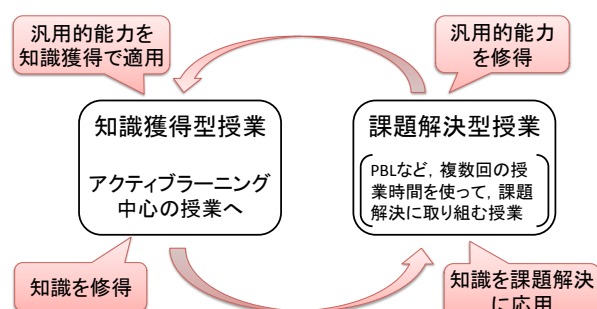


図 1 知識獲得型授業のアクティブラーニング化と課題解決型授業により期待される相乗効果

知識獲得型授業でのアクティブラーニング導入の度合いによる授業形態の分類を示す。表 1 における「アクティブラーニング要素」とは、小テスト、問題演習などの個人的な学習活動や協同学習[4]の活動などを指している。

これらを踏まえて、アクティブラーニング導入の方針として次の 3 点を設定した。

- (1) 各学年に課題解決型科目を導入し、課題解決型科目の教科的な教授法を開発する。
- (2) 知識獲得型科目における AL 授業・AL 中心授業を開発し、充実させる。
- (3) 講義中心授業における効果的なアクティブラーニング要素の導入を進める。

これらのうち、(1)と(2)については教員が協働で取り組む必要があるため、SWG では、これらに注力することとした。

このような方針でアクティブラーニングを導入することにより、図 1 に示すような相乗効果を得ることが期待される。典型的な課題解決型授業には、少人数のグループ(チーム)で課題を解決するプロジェクトを完遂させる過程を通して学ぶ PBL(Project Based Learning)がある。一方、知識獲得型授業へアクティブラーニングを導入する際には、科目の位置づけや特性、学生の状況に応じて、

表 1 から適切な授業形態をとることが望ましい。

3 コースカリキュラム

本学情報電子工学科では、情報科学コース、情報メディアコース、エレクトロニクスコースの 3 コース制をとっている。SWG では情報科学コースとメディアコースを対象として、アクティブラーニングの導入を検討している。情報科学コースのカリキュラムを図 2 に示す。図 2 の授業形態は表 1 の定義による。実験実習は知識の定着を目的としたもので、与えられた課題についての実験や実習をするタイプの科目である。図 2 の講義中心授業は一部のみ記載している。

図 2 のうち、プログラミング 1・2、プロジェクト演習、工学基礎実験、情報電子ゼミナール、卒業研究は 3 コースで共通である。情報メディアコースでは、情報科学プログラミング 1・2、情報科学基礎実習 1・2、情報科学実習 1・2 に代わって、それぞれ情報メディアプログラミング 1・2、情報メディア基礎実習 1・2、情報メディア実習 1・2 が設定されており、図 2 での授業形態も同じ位置付けにする予定である。

学科全員が必修のプログラミング 1・2 では Processing 言語を用い、情報科学コースの必修科目となる情報科学プログラミング 1・2 では、Java 言語を用いる。各学年に課題解決型科目を配置し、1 年次から 2 年次のプログラミング科目を反転授業で実施することとした。また、アクティブラーニング授業、実験実習、PBL の科目をコア科目群と位置付け、チームティーチングで行うこととした。

4 協働的教授モデル

SWG において行っている活動を省みると、次のようにまとめることができる。

- (1) カリキュラムにおいて、コアとなる必修科目を特定し、コア科目群と位置付ける。
- (2) カリキュラムに関連する複数名の教員が共同で、コア科目群に位置付けられた個々の科目の授業設計を行う。
- (3) 個々のコア科目は授業設計に関わった教員のうち 2 名以上が担当し、チームティーチングで実施する。
- (4) 授業実践結果を授業設計に関わった複数名の教員で共有し、各コア科目の PDCA サイクルを回す。

授業形態	1年次		2年次		3年次		4年次	
	前期	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期
講義中心授業	論理数学	情報技術基礎	プログラミング言語論 データ構造とアルゴリズム	オートマトンと計算理論 計算機アーキテクチャ	ソフトウェア開発技法 情報システムデザイン	ソフトウェア工学 プロジェクト管理 情報セキュリティ 人工知能	知識獲得型科目	
AL授業	プログラミング1	プログラミング2	情報科学プログラミング1	情報科学プログラミング2	コア科目			
実験実習		プログラミング演習1	工学基礎実験	情報科学基礎実習1 情報科学基礎実習2	ネットワーク演習 システム開発演習			
PBL		プロジェクト演習	プログラミング演習2		情報科学実習1	情報科学実習2		
ゼミ卒研	課題解決型科目					情報電子ゼミナール	卒業研究	

図2 情報科学コースのカリキュラムにおける各科目の位置付け

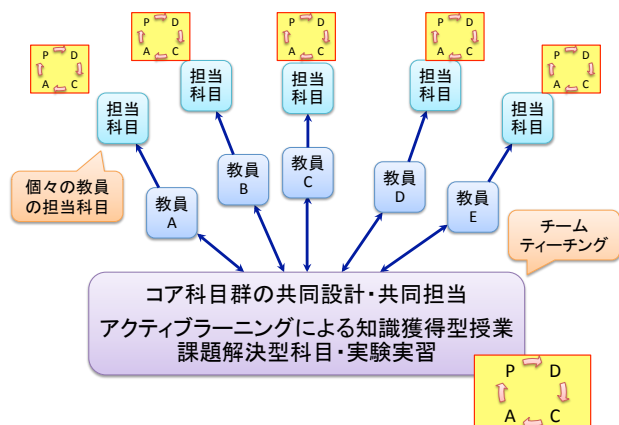


図3 コア科目を中心とした協働的教授モデルのイメージ

このような活動をモデル化した協働的教授モデルのイメージを図3に示す。図3の下部分は教員Aから教員Eの5名がコア科目群を共同で授業設計、担当し、PDCA サイクルを回すことを表している。上の部分では、共同設計・チームティーチングによって得た知見を取り入れて、個々の教員が担当する科目の改善を行うことを表している。

コア科目群におけるカリキュラムに関連する教員の協働は、次のようなメリットがある。

- ・ コア科目群のカリキュラム全体で育成する力を共通認識し、個々の科目での課題を他の科目で補うことが比較的容易に行える。
- ・ 事例や経験の蓄積が少ない「アクティブラー

ニングの導入」について、複数の教員の知見を集結することで、教員個人が取り組む場合に比較して効果的に行える。

- ・ 協働作業を通して、各教員が得た知見を自身が担当する科目に取り入れることで、自身の科目の授業改善につながることが期待される。

5 SWG で行った取り組み

5.1 カリキュラム設計とルーブリックの作成

カリキュラム全体において、学生が自分の力を確かめて把握しながら、学修を進めることが重要であると考えられる。そこで、そのための尺度として、プログラミング教育のカリキュラムを通して利用するルーブリックを作成した[5]。

作成したルーブリックには、(1)データ構造とアルゴリズム、(2)コーディング、(3)コードリーディング、(4)テストとデバッグ、(5)可読性の5つの観点(規準)を設けた。それらに対して、レベル0からレベル4までの5段階の基準を設定した。基準の設定にあたっては、ICEモデル[6]を参考にした。

授業において補助を行う SA (Student Assistant) と呼ぶ学部学生の候補を主な対象として春休みに実施したプログラミング勉強会において、作成したルーブリックを使って受講者に自己評価を行ってもらった。その結果から、実際の授業においても利用可能であると判断し、以降で述べる授業において利用している。

5.2 プログラミング 1 の設計と実践

2014 年度に情報基礎 2[7], 2015 年度にプログラミング 1[8]において反転授業を導入した。それらの実践経験を基として、次のような特徴を持つ新たな反転授業を設計した[9,10].

- ・ 事前学習として、講義ビデオを視聴し、事前課題ワークシートへの解答を義務付ける。
- ・ 授業中に講義は行わず、学生は 6 名～8 名のグループ単位で授業内課題ワークシートを用いた学習活動を行う。
- ・ 事前学習を行ってこなかった学生は、授業中に講義ビデオの視聴から学習を開始する。
- ・ 授業の終わりに、理解確認のための振り返り課題に取り組み、ルーブリックを使った自己評価を行う。
- ・ 各グループを担当する学部の上級生である SA が学生への直接的な指導を行う。

授業実践の結果、80%以上の学生が今回の反転授業について肯定的であること、講義ビデオ視聴時間と最終的な成績に正の相関があること、単純比較はできないものの前年度に比較して期末試験の成績が向上したことなどがわかった[10].

5.3 プログラミング 2 の設計

プログラミング 2 についても、ほぼプログラミング 1 と同じ形で行うこととした。プログラミング 1 の実践結果から、細かい点について改善を施して、本稿の執筆時点で授業実践中である。

5.4 プログラミング演習 1 の設計

プログラミング 1・2 ではプログラミングの知識を学ぶことを重視し、ゼロからプログラムを作成する課題にはオプションとして取り組むこととした。それに対して、プログラミング演習 1 では自分で考えたプログラムを作成することに重点をおく。そこで、テスト駆動開発、デバッグについて学習した後、3 つのプログラミング課題に取り組むようにした。

学生によってペースが異なると考えられるので、授業 1 回ごとの学習活動を定めておき、学習活動が完了したら、次の回に進む形をとる。また、8 名程度の学生を 1 名の SA が担当する。プログラミング演習 1 も本稿の執筆時点で実践中である。

6 おわりに

本稿では、複数の教員の協働によるプログラミング教育の改善の取り組みについて述べた。これまでにカリキュラムの全体設計、プログラミン

グルーブリックの作成、一年次の科目の設計と実践を行った。実践した授業「プログラミング 1」では従来と比較して成績の向上が認められた。こうした取り組みから得た知見として、アクティブラーニング導入での「協働的な教授モデル」を示した。

今後の課題として、個々の科目での実践結果を分析し、改善を図ること、課題解決型科目の授業設計を行うこと、協働的な教授モデルの効果を検証することなどがあげられる。

参考文献

- [1] 高大接続システム会議「最終報告書」2016. (http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shinigi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2016/06/02/1369232_01_2.pdf)
- [2] 河合塾編著, 「学び」の質を保証するアクティブラーニング -3 年間の全国大学調査から-, 東信堂, 2014.
- [3] 河合塾編著, 大学のアクティブラーニング -導入からカリキュラムマネジメントへ-, 東信堂, 2016.
- [4] エリザベス=バークレイ, パトリシア=クロス, クレア=メジャー (安永悟監訳)協同学習の技法, ナカニシヤ出版, 2009.
- [5] 渡辺博芳, 水谷晃三, 盛拓生, 荒井正之, 佐々木茂, 古川文人, 高井久美子: 大学のプログラミング教育のためのルーブリックの検討, 情報処理学会研究報告, Vol.2016-CLE-19, No.6, pp.1-9, 2016.
- [6] S.F.ヤング, R.J.ウィルソン (土持ゲーリー法一 監訳). 「主体的学び」につなげる評価と学習方法 ~カナダで実践される ICE モデル~. 東信堂, 2013.
- [7] 渡辺博芳, 高井久美子: 「情報基礎」におけるビデオ講義を用いた反転授業の評価, 情報処理学会論文誌 教育とコンピュータ, Vol.1, No.4, pp.64-74, 2015.
- [8] 高井久美子, 水谷晃三: プログラミング教育における反転授業の試み, 情報処理, Vol.57, No.9, pp.916-919, 2016.
- [9] 盛拓生, 渡辺博芳, 水谷晃三, 荒井正之, 佐々木茂, 古川文人, 高井久美子: 大学のプログラミング教育における反転授業とルーブリックによる自己評価の導入, 教育システム情報学会第 41 回全国大会講演論文集, E6-3, pp.419-420, 2016.
- [10] 盛拓生, 渡辺博芳, 水谷晃三, 荒井正之, 佐々木茂, 古川文人, 高井久美子: 反転授業で行われる大学のプログラミング教育に対する上級生によるグループ指導の導入, 情報処理学会研究報告, Vol.2016-CE-136, No.11, pp.1-8, 2016.