

# 適応型学習支援システムの反転授業への導入と評価

加藤巽<sup>\*1</sup>, 上野春毅<sup>\*1</sup>, 吉田史也<sup>\*1</sup>, 塚田尚幸<sup>\*1</sup>, 立野仁<sup>\*2</sup>, 山川広人<sup>\*3</sup>, 深町賢一<sup>\*3</sup>, 小松川浩<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 千歳科学技術大学大学院 光科学研究科

<sup>\*2</sup> 千歳科学技術大学 情報・メディア課

<sup>\*3</sup> 千歳科学技術大学 理工学部

## Application of Adaptive Learning Support System to Flipped Classroom

Tatsumi KATO<sup>\*1</sup>, Haruki UENO<sup>\*2</sup>, Fumiya YOSHIDA<sup>\*2</sup>, Naoyuki TSUKADA<sup>\*2</sup>,  
Hitoshi TATENO<sup>\*3</sup>, Hiroto YAMAKAWA<sup>\*3</sup>, Kenichi FUKAMACHI<sup>\*2</sup>, Hiroshi KOMATSUGAWA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Photonics Science, Chitose Institute of Science and Technology

<sup>\*2</sup> Information and Media, Chitose Institute of Science and Technology

<sup>\*3</sup> Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

あらまし: 本研究チームでは, 学習者の理解度を項目反応理論を用いて段階的に測定し, 理解度に応じた教材を提示できる適応型学習支援システムの開発を行ってきた. 本研究では, プログラミングを行う反転授業にシステムを導入し, 効果検証を行った. 本稿では, システムで測定される学習者の理解度と, 授業時間外でのeラーニング上の学習行動や実習での成果物との関連性等の調査結果について述べる.

キーワード: 適応型学習支援システム, 反転授業, ブレンディッド学習

### 1. はじめに

本研究チームでは, 学習者の理解度を項目反応理論(以降, IRT) <sup>(1)</sup>を用いて段階的に測定し, 理解度に応じた教材を提示できる適応型学習支援システムの開発を行ってきた<sup>(2)</sup>. 本研究では, 当該システムを活用し, 反復的な知識習得を実現できる反転型の授業設計をプログラミングを行う授業に対して適用して評価を行なった. 評価は, 授業外学修を通じた理解度と授業課題を通じて得られるプログラミングスキル(コンピテンシー)の関係, 学習者の自己評価や中間試験の結果に基づいて行なった.

### 2. 本研究におけるモデルおよびシステム

#### 2.1 授業モデル

本研究で提案する授業モデルは, 予習で知識の習得を前提とし, 授業中は実習形式の課題に取り組む, いわゆる反転授業を基本とする(図1). 本提案の授業設計では, 修得させたいコンピテンシー(到達目標)を授業2~3回分で設定し, それに関わる知識を事前にパッケージ化して学習者に提示することにする. そして,

当該知識群を難易度1~7までの演習問題として整備して, これをIRTで稼働する適応型の演習問題の形で, 学習者が予習として取り組めるようにしている. 問題の難易度は, 1~2程度が全般的な知識(用語)の理解, 3~5が基本的な知識の活用, 6~7が授業の最終課題に取り組むための応用的な知識の活用を想定して設定されている.

学習者は, 授業開始時に毎回CBT(Computer Based Testing)を活用し, 自らの理解度を振り返りながら, 授業課題に取り組むことになる. 一つのコンピテンシーに紐づく授業(例えば3週分)は毎回難易度が上がる構成になっており, これが7段階のCBTの内容に準拠している. 当然のことながら, 毎回行うCBTでは, 学習者の主体的な予習状況に応じて問題が出題される. そこで, 第1回授業開始時にレベル7に到達できた学習者は, 3回分全ての授業課題をおおむねクリアしたことになり, その状況を教室全体で共有することで, 当該学習者の今後の励みになる. 一方, 不幸にも最初のCBTでレベル1を取った学習者(ほぼ予習していない)も, その状況を踏まえた振り返りが可能で, 残り2回

の授業前の予習（徐々に復習に移行）を反復的に行うことができる。

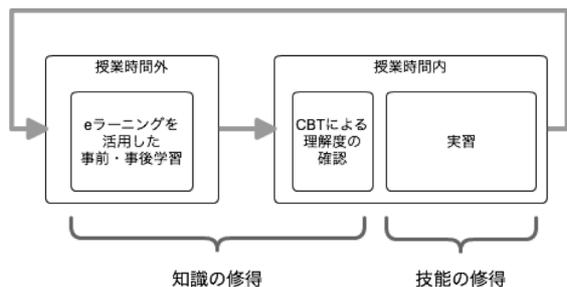


図 1. 本研究における授業モデル

## 2.2 本システムの CBT

IRT に基づき、学習者が解答するごとに学習者の能力（理解度）を $-3 \sim +3$ の能力値として算出し、能力値に応じたレベルの問題を出題する CBT である。本 CBT では、受験者の集団やテストの問題の難易度に依存しない能力の測定が可能である。測定された能力値は 1～7 のレベルに対応させ、学習者に提示する。

## 2.3 知識マップ

学習者が自身の学習状況を確認しながら学習できるユーザインタフェースである（図 2）。体系的が視覚化された知識を選択することにより、その知識に関連する問題を学習することができる。知識マップは学習者の知識ごとの eラーニング上での学習状況や CBT での解答状況等を反映する。過去のテストで誤答した問題を含む知識には、赤いピンを模した印が付与される。この印をもとに、学習者はテストで誤答した問題を復習することができる。

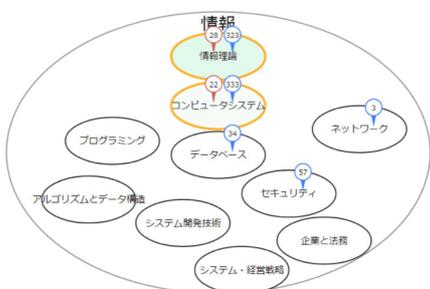


図 2. 知識マップ

## 3. 検証

本研究の実証フィールドは、本学における C 言語の入門内容（変数、配列、関数、ポインタ等）を実習形

式で学ぶ科目『C プログラミング』とした。2016 年度は、通常の予習を伴わない授業形態であり、2017 年度より本研究提案の授業モデルが適用された。

C プログラミングは受講者数が 86 名である。授業では、受講者が予習（レベル別の演習問題を取り組む）を行なっている前提で開始時に CBT を行い、受講者は自身のレベルを確認する。CBT 終了後、教員は受講者全体のレベルの分布を把握し、プログラミングの実習課題を提示する。課題の達成が認められた学生から課題の提出を受領し、受領時刻を控える。各授業の CBT で出題した知識の範囲を表 1 に、各授業で出題した課題の内容を表 2 に示す。

2017 年 5 月 31 日に古典的テスト理論に基づく筆記による中間試験（穴埋め形式の問題：知識理解を確認する試験）を行なった。これは 2016 年度に実施したものと同一であり、今年と昨年の試験結果を比較した。得点の分布のグラフを図 3 に示す。中間試験の受験者数は、2016 年度が 74 人、2017 年度が 75 人となっている。80 点以上の学習者が 2016 年度では 45 人であるのに対して、2017 年度では 60 人となった。また、同様に 70 点未満の人数が 15 人から 4 人に減少していることが確認できた。この結果から、本提案の授業モデルに基づく授業形態を通じて、知識の定着に関する能力が全体的に向上していることが確認できた。

また、本稿では、2017 年 4 月 5 日から 5 月 17 日までの授業における CBT で測定される能力値と、課題の提出時間との関連性を調査した。分析の対象は、CBT の受験および課題の提出の両方を行なった学習者としている。横軸を能力値、縦軸を課題の提出時間としたグラフを図 4 に示し、その相関分析の結果を表 3 に示す。表から、CBT のレベルと課題の提出時間には負の相関があることが分かる。この結果から、CBT の高いレベル（知識の発展的な活用を図るための問題群）を達成している学生は、実際の授業での発展的な課題もつまづくことなく対応できている傾向にあることがわかった。

さらに、本研究では受講している学生のアンケート調査を通じた意識調査を行った。具体的には、5 月 24 日に学習者に対して、システムおよび授業に関するア

ンケートを実施した(n=72)。「CBTで自分のレベルを把握し、知識マップを使って学習することは、プログラミングのスキルの向上に役立つと思いますか?」という質問に対し、88%の肯定的な意見が得られた(図5)。このことから受講者は本反転授業でプログラミングスキルの向上に実感をもちながら取り組んでいることがわかった。

上記のプログラミング課題の達成とCBTレベルの調査および学生のアンケート調査結果から、本提案の授業モデルの実践を通じて、知識の活用・技能レベルの養成に効果があることが示された。

表 1. 授業ごとのテストの内容

実施日	テストで出題された知識の範囲	出題数
4/5	変数, 条件文, 繰り返し文	12 問
4/12	変数, 条件文, 繰り返し文	12 問
4/19	変数, 条件文, 繰り返し文, 配列	16 問
4/26	変数, 条件文, 繰り返し文, 配列	16 問
5/10	関数	10 問
5/17	関数	10 問

表 2. 授業ごとの課題の内容

実施日	課題の内容
4/5	任意の数値を任意の個数分だけ標準入力し、最大値を求めるプログラムの作成
4/12	任意の数値を任意の個数分だけ標準入力し、最大値と最小値のどちらをを求めるかを問い、表示するプログラムの作成
4/19	じゃんけんを表現したゲームのプログラムの作成
4/26	4/19 に作成した成果物に関する口頭試問
5/10	入力された半径 r から、円周、円の面積を計算する関数を含むプログラムの作成
5/17	任意の数値を任意の個数分だけ標準入力し、合計と平均を計算する関数を含むプログラムの作成

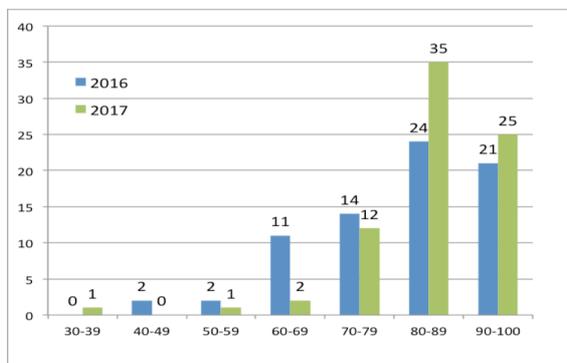


図 3. 中間試験の比較

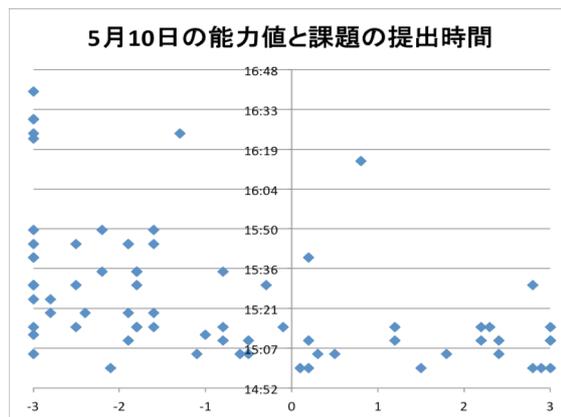
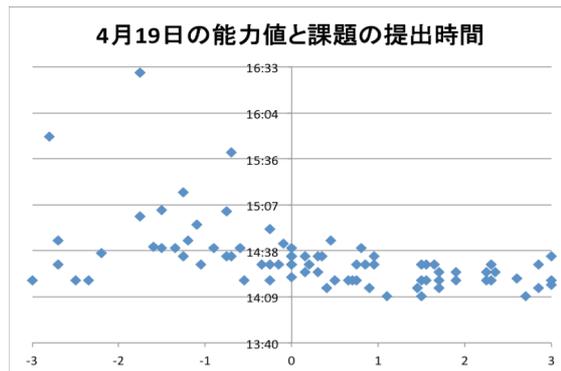
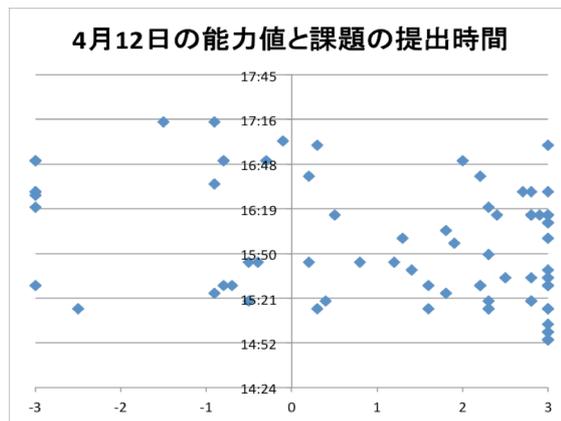


図 4. 能力値と課題の提出時間

表 3. 能力値と課題の提出時間の相関

実施日	相関係数
4/12	-0.348190232
4/19	-0.4854563
5/10	-0.485974831

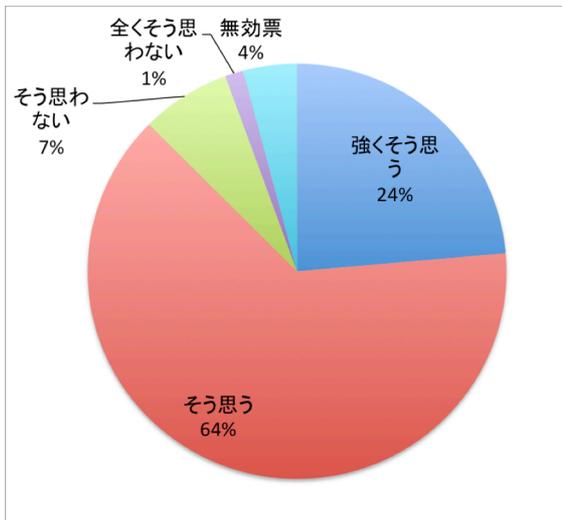


図 5. アンケートの結果

#### 4. おわりに

本研究は、本研究チームで開発した適応型学習支援システムを反転授業に導入し、検証を行なった。その結果、本システムは知識の修得・活用、および技能の養成に効果があることが示された。今後は CBT でのレベルと口頭試問結果の関連性等の観点から、検証データをより詳しく分析する。

本研究は科研（基盤 C：17K00492）の一環で行われている。

#### 参考文献

- (1) 加藤健太郎, 山田剛史, 川端一光: “R による項目反応理論”, オーム社 (2014).
- (2) 上野春毅, 加藤巽, 塚田尚幸, 吉田史也, 立野仁, 山川広人, 小松川浩: “知識マップを介して知識修得を図る学習システムの研究”, 情報処理学会 第 79 回全国大会 (2017).