

# 知識習得のための e ラーニングにおける学習プロセス可視化 のための機能提案

## Proposal of Function Analyzing Learning Process for Knowledge Acquisition in E-Learning

加藤巽<sup>\*1</sup>, 上野春毅<sup>\*1</sup>, 小松川浩<sup>\*1</sup>

Tatsumi KATO<sup>\*1</sup>, Haruki UENO<sup>\*1</sup>, Hiroshi KOMATSUGAWA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 千歳科学技術大学大学院 光科学研究科

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

Email: m2170050@photon.chitose.ac.jp

**あらまし**：複数週の授業を通じて一つの知識領域を習得するような大学の授業を想定し、授業時間外で e ラーニングを用いて段階的に知識の習得を図る学習者の学習パターンの可視化を図ることを目的とする。このため、適応型学習支援システムを用いた授業モデルに対し、学習者の主体的学習状況（予習、復習、反復学習等）を多面的に分析し、学習パターンの分類と学習成果（確認テストの成績）の関係を調べ、e ラーニングの新たな LMS 機能の提案を行う。

**キーワード**：学習者特性・行動分析

### 1. はじめに

複数週の授業を通じて一つの知識領域を習得するような大学の授業を想定し、授業時間外で e ラーニングを用いて段階的に知識の習得を図る学習者の学習パターンの可視化を図ることを目的とする。

我々は、複数週で到達できる授業内容に呼応する構造的教材を整備し、それを用いて学習者に主体的な学習を行なわせ、学習成果を確認テストで確認する授業モデルの提案と評価を行ってきた<sup>(1)</sup>。本研究では、その一環として、提案モデルの中で学習者の学習状況（予習、復習、反復学習等）を多面的に分析し、学習パターンの分類と学習成果（確認テストの成績）の関係を調べた。

### 2. 授業モデル及びシステムの概要

#### 2.1. 授業モデル

我々の提案する授業モデルを図 1 に示す。提案モデルでは、複数回分の授業を一つの单元として、各回に段階的な学習目標を設定する。例えば、3 回分の授業において、1 回目を知識の用語・概念の理解、2 回目を知識の活用、3 回目を知識の応用として設定している。そしてこの目標を実現する授業内容に呼応した演習問題をレベル別教材として、2.2 記載の適応型学習支援システム上に用意しておく。提案モデルは、毎回の授業の予習段階で自分のレベルを確認しながら学習させ、授業開始時には確認テストでレベル判定させるサイクルを基本とし、これを繰り返し実施させるものである。これにより、同一システム（同一コンテンツ群）を学生が自らのペースで反復的に学習し、複数週の授業の学習目標を達成していく。

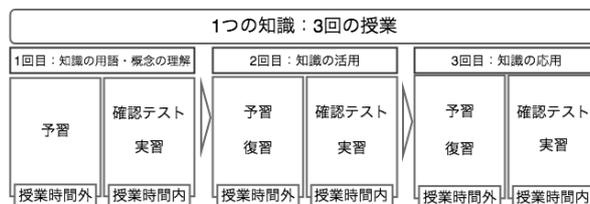


図 1. 本提案モデル

#### 2.2. 適応型学習支援システム

本システムは、授業開始時に用いられる確認テスト機能と、授業時間外で予習・復習に用いられる知識修得学習機能と復習モード機能、模擬テストモード機能を有する。システムで使う教材群は、2.1 節の各週の学習目標に、項目反応理論 (IRT)<sup>(2)</sup>の 1~7 レベルの難易度が対応するように構造的に整備されている。具体的には、1~2 レベルが 1 回目、3~5 レベルが 2 回目、6~7 レベルが 3 回目の授業の学習目標に対応している。

確認テスト機能は、IRT に基づき学習者の正答・誤答の状況から逐次学習者の習得度を  $-3.0 \sim +3.0$  の能力値として推定し、能力値に応じたレベルの問題を出題する機能である。設定された個数の問題を出題し終わると、算出した能力値を対応する 1~7 のレベルとして学習者に即時フィードバックする。知識修得学習機能は学習者が教材を自ら選択して学習に取り組むことができる機能である。復習モード機能は、確認テストで誤答した問題を復習するための機能である。模擬テストモード機能は、一通り学習を終えた学習者が自らのレベルを確認するための機能である。

### 3. 授業への適用

#### 3.1. 授業内容

授業モデルは、本学の授業である「Cプログラミング」において2017年度に実施し、2018年度も同様の授業内容で実施している。本授業では、プログラムの知識を反転で予習させ、プログラムの作成を授業で実施した。15回の授業で取り扱った知識を、表1に示す。また、授業内で取り扱ったレベル別教材の例として、変数のレベル3の演習問題を図2に示す。

表1. 各授業で取り扱った知識

授業回	取り扱った知識
1~4	変数、配列、条件式、繰り返し文
5~7	関数
9~12	ポインタ
13~15	構造体

整数型の変数 x に3が代入されているとする。  
このとき標準出力で x=3 と表示して改行するC言語のコマンドは、

【1】 ("x= 【2】 ", 【3】 );

【1】

【2】

【3】

次のヒント1/3
解答する

図2. 変数のレベル3の問題

### 3.2. 分析

学習の進度によって最適な学習方法が異なるという仮定のもと、各授業時間外における学習者の学習状況について、予習、復習、反復学習として学習パターンを分類し、確認テストの成績との関係性を分析した。学習パターンの分類は具体的に、予習：前の授業外学習よりも高いレベルの教材群を学習した、復習：前の授業外学習よりも低いレベルの教材群を学習した、反復：前の授業外学習と同じレベルの教材群を学習した、と定義した。前後の授業外学習における各レベル別教材の学習回数を集計し、1問以上学習していればそのレベルの教材を学習したと見なして分類した。さらに、学習方法と成績の関係性には知識間で差異がないものとして、関数、ポインタ、構造体それぞれの第1~3回の授業外学習をひとまとめにして集計した。これらの各学習パターンでの、学習後の確認テストでの能力値の差に関して統計量を求めた。第1回から第2回にかけての

分析の結果を表2に、第2回から第3回にかけての分析の結果を表3表す。これらの結果を比較すると、第1回から第2回にかけては「予習と反復」が件数が多く、能力値が向上している傾向にあり、第2回から第3回にかけては「反復のみ」が件数多く、能力値が向上している傾向にあることが分かった。

表2. 第1回から第2回にかけての分析結果

学習パターン	能力値の差の平均	能力値の差の標準偏差	件数
予習のみ	1.01	1.63	4
反復のみ	0.92	1.74	18
予習と反復	1.66	1.89	43
復習と反復	2.1	0.00	1
予習と復習と反復	0.1	0.00	1

表3. 第2回から第3回にかけての分析結果

学習パターン	能力値の差の平均	能力値の差の標準偏差	件数
予習のみ	2.17	2.15	4
反復のみ	1.22	1.65	39
予習と反復	0.94	1.93	22
復習のみ	-1.00	0.00	1
復習と反復	2.88	1.87	4
予習と復習と反復	2.00	1.84	2

今後は、現在実施している2018年度の授業のデータを加え、レベル別教材ごとの学習回数で学習者のクラスタリングを行い、クラスタごとの確認テストの差異を比較する。これらを通じて学習者の学習プロセスおよび確認テストの成績の関係性を調査し、LMS機能の提案を行う。

### 3.3. 謝辞

本研究はJSPS 科研費基盤研究(C)17K00492の助成を受けている。

#### 参考文献

- (1) Haruki UENO: "A Model of Flipped Classroom Using an Adaptive Learning System", The 25th International Conference on Computers in Education (2017)
- (2) 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)