

# IRTを用いた反復学習を目的としたeラーニングシステムの試行

吉田 史也<sup>\*1</sup>, 光永 悠彦<sup>\*2</sup>, 山川 広人<sup>\*3</sup>, 小松川 浩<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>千歳科学技術大学大学院光科学研究科

<sup>\*2</sup>島根大学 教育・学生支援機構

<sup>\*3</sup>千歳科学技術大学 理工学部

## A Trial of e-Learning for Iterative Learning with Item Response Theory

Fumiya YOSHIDA<sup>\*1</sup>, Haruhiko MITSUNAGA<sup>\*2</sup>, Hiroto YAMAKAWA<sup>\*3</sup>, Hiroshi KOMATSUGAWA<sup>\*3</sup>

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

<sup>\*2</sup>Shimane University

<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、学習者の能力に応じて学習ができ、学んだ知識の習熟度合いを確認することができる学習支援システムの開発を行ってきた。本研究は、キャリア教育・情報系の講義で獲得すべき知識を設定し、反復学習で項目反応理論（以降、IRT: Item Response Theory）を用いたeラーニングシステムを利用したときの課題を確認することとした。利用実践による結果と、今後の課題について述べる。

**キーワード**：適応的支援, 項目反応理論, 適応型テスト, CBT, eラーニングシステム

### 1. はじめに

教員は、講義で何を学んだのか、どの程度理解しているのかを把握するために、中間・期末試験を通じて、評価を行っている。こうした成績評価を、客観的に行うために IRT の活用が考えられる。IRT を用いたテストシステムを活用することで、学習者の能力に合わせた反復的な学習支援も可能となる。

本研究チームは、千歳科学技術大学（以降、本学）で独自開発されたeラーニングシステム（CIST-Solomon<sup>(1)</sup>）に、IRTベースの演習機能を実装し、適応型システムへと拡張した<sup>(2)</sup>。本研究では、このシステムに対してキャリア教育・情報系の講義で獲得すべき知識の学びを設定し、反復学習で本機能を利用した時の課題を確認することとした。

### 2. 適応型演習機能

本研究では、講義全体を通じて必要となる複数の知識群の修得を目的とするIRTベースの演習機能を開発してきた。以下機能の概要について述べる。

#### 2.1. 機能の概要

適応型演習機能は、講義で設定された到達目標に対して、繰り返し学習することで知識の獲得と確認を図るための機能である。本機能は、IRTベースで開発されており、学習者の能力に応じて演習の提示が図られ、学んだ知識の習熟度合いを確認できる。

#### 2.2. 知識の設定

一般に IRT では、ある同一知識・技能の範囲で問題を提示し、その成否で学習者の能力を判定する。この知識の粒度は、一般的には「類似問題」で分類され、それを活用して能力判定を行える程度に細かく設定される。例えば、情報の基礎であれば、2進数、基数変換などである。しかし、大学の講義を考えると、複数の知識を含んだ範囲を到達目標とすることが一般的で、当然その範囲で能力の判定を行う。そこで、本研究では、こうした複数の知識範囲をジャンルと定義し、この範囲内での学習内容に対して、繰り返し学習を行うことで、複数の知識の獲得を狙っている。本研究では、1つのジャンルにつき、10問ほど取り組めるようにした。

#### 2.3. 適応型演習機能

開発したIRTベースの機能は3つで構成される。

一つ目は、能力補正機能である。本機能は、連続して正解、不正解したときに出题する問題の難易度に補正をかける機能である。具体的には、3問以上連続で正解・不正解したときに算出される能力値を変化させる。本研究では、算出される能力の値を正解・不正解時に 0.1, -0.1の値を加算する。IRTに比べて大きめの値変更をさせることで、ジャンル内知識を横断した問題探索の範囲を拡げることが狙っている二つ目は、類似問題出题機能である。適応型演習機能は、ジャンルによって定義された知識からランダムに問

題を選出している。そのため、問題を間違えたとき、別の知識が選出される可能性がある。本機能は、解答を間違えたとき、その間違えた問題と同じ知識を持つ問題を出題する機能である。この機能により、同じ知識の問題を学習することで、知識の理解を深めることを狙っている。

三つ目は、解説表示機能である。本機能は、演習問題に付属している解説情報を問題の正解・不正解時に表示を行い、演習問題に対する理解を深めてから、次の問題を取り組むことができる機能である。

### 3. 本研究対象の問題プール

本研究で用いた問題プールについて述べる。キャリア教育では、非言語能力問題、漢字、成句、日本語の問題プールを用意した。キャリア教育で用いた知識と学習教材数は、表1の通りである。次に、情報系の講義では、コンピュータ基礎の問題プールを用意した。情報系の講義で利用した知識と学習教材は表2の通りである。これらを用いることで、キャリア教育と情報系の講義で適応型演習機能による検証を行った。

表1 キャリア教育で用意した問題プール

ジャンル	知識	学習教材数
漢字	漢字書き	399
	漢字読み	
成句	成句	400
	四字熟語	
日本語文法	語義	400
	表記・文法・敬語	
非言語能力問題	虫食い算	137
	集合	
	鶴亀算	
	代金の支払い	
	N進法	
	損益算	
	暗号	
	植木算	
	魔方陣	
	年齢算	
	フローチャート	
	ブラックボックス	
	速度	
	経路と比率	

表2 情報系の講義で用意した問題プール

ジャンル	知識	学習教材数
コンピュータ基礎	文字コード	141
	マルチメディアのデータサイズ	
	補数	
	基数変換	
	浮動小数点	
	論理演算	
	シフト演算	

### 4. 利用実践

#### 4.1. キャリア教育での利用について

本学では、就職活動の意識付けの一環として、キャリア教育の講義「キャリア形成プログラム」を行っている。本検証は、講義の受講者である学部3年生、修士1年生の118名を対象に、冬季休暇中（2015年12月15日～2016年1月12日）に行った。本検証で利用したジャンル・学習教材は3章で述べた漢字・成句・日本語文法、非言語能力問題である。図1に学習教材の例を示す。本検証では、適応型演習機能の他に、従来の機能として、一問一答機能、演習問題を学習する機能を比較した評価を述べる。



図1 学習教材の例（左：漢字読み、右：鶴亀算）

#### 4.2. 情報系の講義での利用について

情報系の講義「情報技術概論（学部1年（2015年開講）」の再試験で合格点に満たなかった学生の9名を対象に本研究のシステムを適用し、検証を行った。本検証で利用した知識・教材を表2に示す。図2は、本検証で利用された学習教材の例である。本検証では、毎日、適応型演習機能で学習してもらい、自身の能力を確認させた。また、演習問題を学習する機能で学習できるように設定をした。本検証の期間は、2月25日か

ら3月3日の9日間とした。取り組み終了後に7名に対してヒアリングを行った。

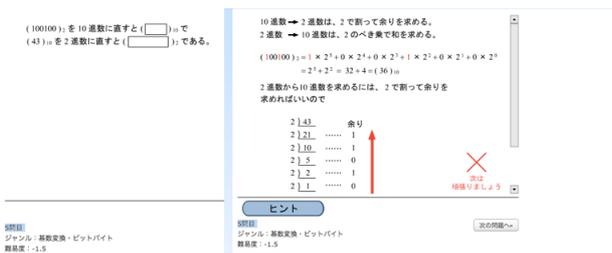


図2 利用した教材例（右：問題文の画面 左：問題解説機能の画面）

## 5. 結果・評価

### 5.1. キャリア教育の結果・評価

4.1 によって得られた学習履歴は、適応型演習機能と従来の学習機能で分けて検証した（表3）。その結果、約8割の学習者が従来の学習機能をより多く利用する結果となった。さらに、学習履歴のある学生のうち、適応型演習機能を利用しなかった学生は、半数にのぼった。

多くの学生が従来の学習機能を利用した結果となった理由は、適応型演習機能の取り組みによって何が得られるかを具体的に学習者は理解をしていないためと考えられる。さらに、従来の学習方法がわかりやすく取り組みやすいといった可能性がある。従来の学習方法では、進捗率という学習成果を確認する方法がある。この学習成果が本検証の学習者にとって見慣れていることから、優先して取り組んだと考えられる。このことから、学習者に対しては、適応型演習機能の利用方法について周知する必要がある。また、入学段階の導入教育でこのシステムを利用する等して、学習者自身のツールとするなどが必要である。

表3 キャリア教育で得られた学習履歴の統計情報

	従来の学習機能		適応型演習機能	
	履歴	時間	履歴	時間
合計	20678	96:41:07	2080	9:56:04
平均	175.24	0:49:10	17.48	0:05:01
中央値	0	0:00:00	0	0:00:00
最大値	2159	17:29:39	219	1:38:50
最小値	0	0:00:00	0	0:00:00
分散	174862.01	0:14:00	1790.15	0:00:07
標準偏差	418.17	2:21:58	42.31	0:13:03

### 5.2. 情報系の講義の結果・評価

4.2 による取り組みでは、適応型演習機能に絞った利用調査を行った。確利用後の質問では、「同じ問題ばかり出題された」「いろんな問題を学習できた方が良かった」といった意見が見られた。

ヒアリングを受けて、本検証で利用した学習教材の整備状況について精査した。表3は、知識ごとに学習教材を分け、さらに、項目困難度ごとに分けたときの学習教材数を表す。学習者の能力値が高い学生は、シフト演算を取り組むことが多くなり、能力値が低い学生は、基数変換を多く取り組む傾向がうかがえる。特に、能力値補正機能により3問以降は、能力値が補正され、項目困難度の高い・低い問題が選出されていると考えられる。

上記の通り、問題の整備が不十分であったという結果となった。問題整備の状況を細かく整理・確認を行った上で、利用を行うことが重要である。特に、繰り返し学習を行うため、多く問題を整備することでモチベーションの低下を抑える必要がある。また、学習教材の整備の方法として、教材の複製が考えられる。図4 で示す通りのことを行う。[1] の複製する教材を用意する点では、元が複製が可能であることが必要である（答えが容易に改変可能である計算問題・選択問題）。これにより、少ない学習教材を増やすことができ、問題の偏りや同じ問題の学習を抑えることが可能になる。

表4 知識項目困難度別による学習教材数

知識名	項目困難度						
	-3	-2	-1	0	1	2	3
文字コード	0	0	0	0	10	4	0
マルチメディアのデータサイズ	0	0	0	3	10	3	1
補数	0	1	3	5	10	5	2
基数変換	2	9	13	4	1	0	0
浮動小数点	0	0	0	7	3	9	0
論理演算	2	0	5	8	5	0	0
シフト演算	0	2	0	1	3	3	7
合計（数）	4	12	21	28	42	24	10

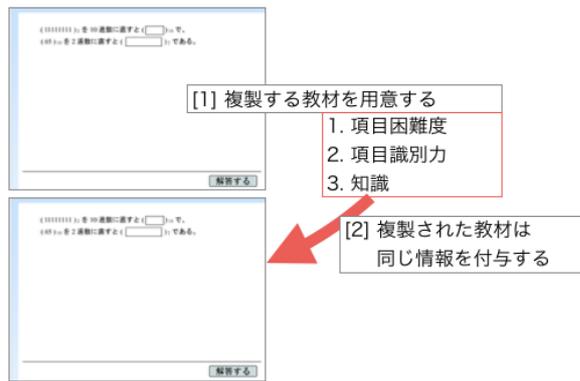


図3 教材の複製

## 6. まとめ

本取り組みでは、キャリア教育と情報系の講義で適応型演習機能を導入し、ジャンルで定義した知識範囲を繰り返し学習させたときの課題を確認した。その結果、適応型演習機能による学習方法の周知を行うことが重要であることが分かった。情報系の講義を通じた評価では、ジャンル内に複数の知識を定義する状況では、問題整備が不十分になる傾向が分かった。学習教材の複製によって、-3から+3までの項目困難度ごとに学習教材を増やすことにより、解決を図ることが必要である。また、問題の整備状況を細かく確認できるようにすることが望まれる。

### 参考文献

- (1) 小松川 浩:“理工系の知識共有に向けたe-learningの実証研究”,メディア教育研究, Vol.5, No.1, pp.11-21 (2005)
- (2) 平澤 梓, 光永 悠彦, 小松川浩:”項目反応理論を用いた適応型eラーニングによる学習効果に関する研究”, 2014年度 JSiSE 学生研究発表会 (2014)