

# 知識伝達を支援する適応的学習環境について

## Adaptive Learning Platform that Support Knowledge Transfer

金西 計英<sup>\*1</sup>, 石田 基広<sup>\*1</sup>, 戸川 聡<sup>\*2</sup>

Kazuhide KNENINSHI<sup>\*1</sup>, Motohiro ISHIDA<sup>\*1</sup> and Satoshi TOGAWA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>徳島大学

<sup>\*1</sup>Tokushima University

<sup>\*2</sup>四国大学

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

Email: marukin@cue.tokushima-u.ac.jp

**あらまし** : 大学の初年次教育の分野において, 知識の伝達を目的とした科目が存在する. 知識伝達の学習形態として, 講義形式のものと演習の繰り返しによる自学自習を想定することができる. 自学自習の環境では, 教材 (コンテンツ) と問題が科目 (コース) として配置されるが, これは一般的な e ラーニングのシステムと同じ構成である. ただし, 自学自習の環境は, 問題を問題プールで管理し, 問題の解答履歴や問題の出題を管理する機能が追加される. また, 学習過程に基づき, 助言を与える機能も追加される. 学習過程を支援する機能を持つことで, 適応的な学習が実現すると考える. 本稿では, 我々の想定する自学自習環境の構成や, そこでの学習の様子について述べる.

**キーワード** : CBT, IRT, Q-Matrix, 強化学習, e-Learning, 知的学習支援システム

### 1. はじめに

国内の高等教育機関において, 初年次向けの科目 (例えば, 物理や数学) の中には, 知識伝達を目的とするものがある. 我々は, 知識伝達を目的とした科目は, 多様な形式の学習が可能であり, 講義による授業がある一方で, 自学自習による学習も存在すると考える. それは, 講義形式による一斉学習が, 必ずしも効果的な方法とは言えないからである. 学習を始める段階で, 学習者の理解状態は多様である. 多様な学生に対応するには, 一斉講義よりも, 個別対応が望ましい. 理想的には, 学生一人に教員一人を配置できれば良いが, そのような学習環境を実現することは経済的な点から困難である.

そこで, 我々は, 計算機の支援による個別化された自学自習環境の提供が可能と考える. 自学自習の様子を外から眺めるかぎり, 学習者はコンテンツの視聴と演習問題を解くといった行動を繰り返しているように見える. コンテンツの視聴だけで知識が定着することは少なく, 演習 (問題を解く) を繰り返すこと, 反復練習が必要となる.

人工知能研究の成果を用いることで, 反復練習における個人の特性に合わせた, 個別化の支援が可能になると考える. 本研究では, 演習に基づく学習の個別化, 適応的学習環境の実現を目指す. 具体的な対象として, 高等教育の初年次教育における基礎的な知識伝達 (情報科学等) を目指す, 演習ベースの自学自習を支援する適応的な e ラーニングシステムの構築を目指す. 以下では, e ラーニングシステム (学習環境) の概要について述べる.

### 2. 演習に基づく自学自習

我々は, 基礎的な知識の伝達を目指す自学自習を想定している. 学習者はある領域の知識の獲得を目

指している. 学習環境では, 教材 (コンテンツ) が用意されており, 教材を用いて学習が進む. 学習者は, まず, 知識が記載されたテキストや動画を通読 (視聴) する. その後, 知識の定着 (確認) のため演習問題を解く. 自学自習では, この通読や演習を, 繰り返すことになる. 対象とする知識の獲得が終了したと学習者が判断したとき, 確認のため試験に臨む. 試験の結果が閾値を超えていれば, 客観的に学習は終了したものと判断される.

自学自習は, 学習環境に予め用意 (収納) されているコンテンツ (教材) を対象に, 学習者のいろいろな学習上の行動から構成される. 学習の過程は, 開始から, 終了までの一連のながれである (途中で, 一時中断と, 再開はおこなわれることがある).

学習環境の教材 (コンテンツ) を教材要素と呼ぶ. 教材要素は, 大きく, 知識伝達素材と演習問題の 2 つに分けることができる. 知識伝達素材は, 動画や文書等, 多様な形態のものに細分される. 演習問題もいろいろなものが想定される. ここでは, CBT で用いられる選択肢形式のものを想定する (あるいは, 完全一致形式の空欄補充形式の問題も含むものとする).

自学自習中の行動も, 幾つかの基本的な行動に分類することが可能である. 基本的な行動を, 学習行動要素と呼ぶことにする. 自学自習の学習行動要素は, コンテンツの視聴, 演習を解く, 試験を解くの 3 種類に分類することができる. ここでは, コンテンツ, 演習, 試験と省略する. この学習要素は, さらに細分化することは可能である. 演習を解くは, 先に解いた問題と同じ問題を解く, 先に解いた問題より易しい問題を解く, 先に解いた問題より難しい問題を解く, 先に解いた問題と関連する問題を解くといった, 行動に分けることができる.

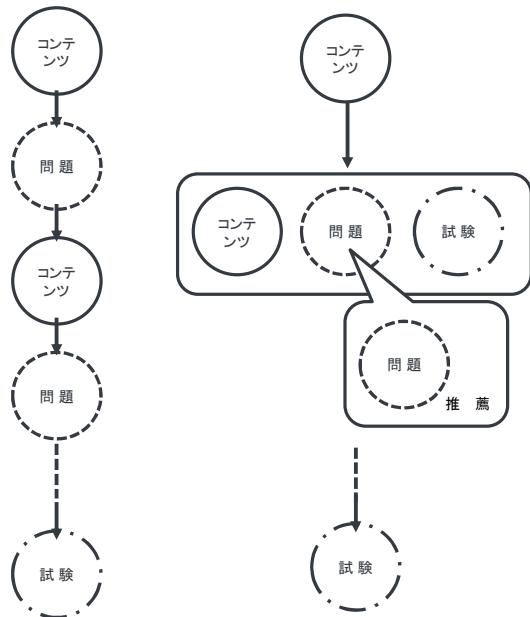


図1. 学習過程の様子

また、上述の通り、自学自習は、学習行動要素が、開始の行動から、終了の行動までの、学習行動要素が一連に連なった状態遷移として捉えることができる。これを学習過程と呼ぶ。学習過程は、学習者によって、多様になることが想定される。ただし、コンテンツは有限であることから、学習過程を効率化することは可能といえる。ここでの効率化とは、学習過程は学習行動要素の遷移であり、遷移数が小さくなる状態を想定する。

### 3. 学習環境

我々が想定する適応的学習システムとは、学習者に教材を順次提示し自学自習を支援する一般的なeラーニングシステムにCBT (Computer Based Test) を組み合わせたものである。eラーニングシステムでは、教材要素のコンテンツと、演習問題が管理される。演習問題は、問題プールと呼ばれるデータベースで、一元的に管理される。適応的学習システムには、一般的なeラーニングシステムに加え、演習の解答履歴の管理と、演習問題を選択して提示する機能を拡張することになる。また、学習遷移において学習者に助言を示す、推薦機能を加えたものになる。また、学習者の理解度をシステム内で示す学習者モデルも持つ。システムを利用した学習者の演習問題の解答履歴から、演習問題の難易度の算出と、問題間の構造をQ-Matrix形式で算出し、解答履歴の管理機能で結果を保持しておく。演習問題の選択機能は、学習者に提示する問題を、得られた難易度とQ-Matrix、および学習者モデルに基づいて選択をおこなう。助言システムは、学習者の学習履歴と、他学習者の学習履歴をもとに、学習状態の遷移に対する評価関数を学習に基づいて得ることで、学習者状態を評価し、助言を示す。

eラーニングシステムで、コース(科目)が学習者に提供される学習の単位となる。学習者は、コー

スを終了することが目標となる。コースは、グループ化された単位(章)に、分かれている。複数の章から構成される(コースのボリュームによっては、章がさらに細分化(節)されて管理される)。学習者は、最初の章から、最後の章までを、順次進めることになる。最後の章は、CBTによる試験となる。各章には、コンテンツと演習が配置される。演習問題は、複数の問題が用意される。演習問題は、問題プールから幾つかの問題が選ばれ、コースに配置される。演習用の問題と試験用の問題を分けることが望ましいが、問題の総数によって、演習用と試験用を分けることが難しいことも想定される。学習者は、章単位で学習を進める。章の学習が終わったと判断した場合、章の終了をシステムに通知する。その際、システムから、終了を宣告した章を再度学習した方がよい、次の章に進んだ方がよいといった助言が提示される。この段階で、各章に配置された演習問題は、新たな演習問題が選択し直される。

一般的なeラーニングシステムのコースでは、配置されたコンテンツや演習問題は、静的(固定)であると考えられる。適応的な学習システムでは、演習問題は、学習者の理解状態によって変化する。学習の進捗によって、選択し直される。理解状態によって、難易度等が調整されることになる。また、学習状況が評価され、繰り返し学習することが促される。問題の選択と助言によって、学習の個別化が実現されると考える。

### 4. まとめ

本稿では、高等教育機関における適応的学習システムの概要について述べた。まず、自学学習の概要について述べた。その上で、自学自習を計算機上で支援するための、適応的な学習システムの概要について述べた。適応的な学習システムは、通常のeラーニングシステムに、問題を管理する機能と助言を与える機能を付加したものになることを述べた。今後、システムの構築を進める予定であるが、演習問題の蓄積と学習履歴が重要であり、サービスを広く公開することを前提に研究協力者を集めデータの収集を進める予定である。

#### 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号22K12292)等の支援を受けた。

#### 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項目応答理論,” オーム (2014).
- (2) K. Tatsuoaka, “Cognitive Assessment: An Introduction to the Rule Space Method” Routledge (2009).
- (3) 金西 計英, 石田 基広, 戸川 聡 “適応的学習環境における誘導について,” 教育システム情報学会第47回全国大会講演論文集, 299-300, (2022).