

大学の初等教育における適応的学習環境の構築について

Design of Adaptive Learning Environment for the Freshman Education

金西 計英^{*1}, 高橋 暁子^{*1}, 戸川 聡^{*2}
Kazuhide KANENISHI^{*1}, Akiko TAKAHASHI^{*1} and Satoshi TOGAWA^{*2}

^{*1} 徳島大学

^{*1}The University of Tokushima

^{*2} 四国大学

^{*2}Shikoku University

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

あらまし：高等教育では、初年次の学生に対し基盤的な知識の伝達が求められる領域が存在する。一般的に、このような基盤分野の学習として、演習の繰り返しによる定着が想定される。知識伝達の定着にeラーニングを用いた自学自習が有効だと考える。本稿では、基盤分野を対象にした適応的学習システムを提案する。我々の考える適応的学習システムの構成の概要について述べる。今後、システムを実現し、適応的学習の効果を検証する予定である。本稿では、適応的学習システムの実現に必要な、アイテムバンクと学習履歴の蓄積についても提案する。

キーワード：適応型テスト, IRT, 機械学習, e-Learning, 知的学習支援システム

1. はじめに

新型コロナウイルスは、我々の日常生活に大きな影響を与えた。グローバルに高等教育も影響を受けた。授業の全面的な遠隔化である。助走無くいきなり全速力を求められる形となり、現場は大きく混乱した。結果的にeラーニングが広く認知され、実践されることとなった。eラーニングが国内の高等教育において普遍的に取り入れられる下地が整ったともいえる。eラーニングの活用は多様化すると思われる。eラーニングの利用の一つとして、大学の初年次の教育へ利用が想定される。大学の大衆化によって学生の多様化が進み、高等から大学への学びの転換において、高校までの学習を踏まえた基礎的な知識やスキルの定着が求められる。リメディアル教育に関連する部分のeラーニング化が強く求められる。

高校と大学の学びの接続において、初年次の学生へ、知識伝達を主とした学習の着実な定着が求められる。こうした分野において、基本的な学習スタイルは演習の繰り返しである。能動的な思考が不要という分けではないが、定着のために演習の繰り返しは重要である。演習に基づく学習環境をeラーニングにて実現することが望まれる。そこで、我々は、初年次教育を対象に、基本的な知識の定着を支援するeラーニングシステムの構築を目指す。

ここでの学習の基本形態は、演習の繰り返しとなるが、個人差が大きいことが想定される。繰り返しの回数はばらつくことになる。そのため、繰り返しにおいて、進度を制御することができれば、多様な学生に対応することができる。学習者の学習状態に応じた演習の提示といった、適応的な学習環境の実現を目指す。適応的な学習環境の実現では、知識定着の確認と、学習進度の制御が必要である。適応的

な学習の制御において、学習状態の適切な評価と、学習の制御の実現が求められる⁽³⁾。学習状況の評価については、1990年ごろから知的学習システムの研究が進められてきた。当時、計算機資源の能力が不足しており、理論的な可能性を示す形であった。2010年以降の計算機資源の飛躍的な発展により、理論的に示されていた知的学習システム実現の可能性が高まった。

2. 演習に基づくeラーニングの構成

2.1 学習過程の評価

演習に基づく適応的学習を実現するには、学習者の理解度の判定と、学習の進度の制御を実現する必要がある。以下に、判定と制御の概要について述べる。

理解度の判定は、基本的に、テスト（試験）に基づく。しかし、テストの結果を客観的に判定する必要がある。客観的にテストによって理解度を判定する手法として項目応答理論(Item Response Theory)がある。項目応答理論では、いろいろなテストの結果をロジスティックモデルによって学習者の特性値 θ を求めるものである。項目応答理論において、アイテムバンクと呼ばれる問題の集合を想定する。アイテムバンク内の個々の問題に対して、問題の解答履歴から難易度等が計算される。アイテムバンクと、特性値から、適応型テストを実現することができる⁽¹⁾。適応型テストは、CBT(Computer Based Test)の形を取る。テストは、アイテムバンクの問題が出題される。テストは、回答率が一定になるように調整し、出題することが可能である。

適応型テストの事例として、医学系大学間共用試験、ITパスポート試験等を挙げることができる。

2.2 適応的学習の制御

適応的学習は、形態として適応型テストを繰り返

すことを想定している。閾値を設定し、閾値を超えるまで繰り返せば良い。闇雲に、テストを繰り返すのでは効率が悪い。そこで、テストを受ける後、学習の理解不足を補い(練習を解き)、再度テストに臨むことになる。練習を解くことで、不足していた理解を補う。練習について、学習者の理解状態に応じて問題(練習)が提示されることが望ましい。

制御をおこなうため、問題の構造をシステムが理解する必要がある。アイテムバンクの問題で、問題と問題の関係を記述する必要がある。問題間の距離を記述する方法を考える。アイテムバンクの問題は、学習者の回答履歴が保存される。これは利用者との問題が軸となる2次元行列である。そこで、この2次元行列を2つの2次元行列に分解する。得られた行列には、新しい軸を持つ。この軸が便宜上、問題間の関係を示していると考えられる。問題の関係を記述した行列を作成することができる⁽²⁾。

問題の関係と、学習者のテストの結果から、学習者への問題提示の情報を得ることができる。ランダムに練習を示すよりは効果的と考える。問題間の距離を用いて、学習の進捗のコントロールを目指す。

3. 適応的学習システム

適応的学習システムの概要について述べる。

適応的学習で学習者は、知識の説明を受け(オンデマンドのビデオや、テキスト等)、演習問題を解き、知識定着の確認テストを受ける。説明を一度受けて、全てを理解する学習者は少ないと思われるので、多くの学習者は、演習問題を解き、テストを受けることを繰り返す。演習と確認テストの繰り返して、システムは学習者の理解状態に応じて演習問題を選ぶ。システムは、定着が不十分と判断される知識に関する演習を提示する。確認テストはIRTにより管理され、知識の定着が一貫して診断される。

適応的学習システムは、基本的に、LMSへ機能拡張することで実現できる。教材提示や、問題の提示は、既にLMSで実現されている機能である。

必要な、拡張機能は、学習者モデル管理機能、IRT管理機能によって構成される。なお、IRT管理機能の中に、アイテムバンク(問題プール)、解答履歴、

問題構造マップを含む。演習問題はアイテムバンクに蓄積され、演習、確認テストに用いられる(厳密には、演習用と確認テキスト用の問題は分けることが望ましい)。学習者が回答した履歴は解答履歴として蓄積される。解答履歴はロジックモデルに基づき、難易度が計算され、各問題の難易度も蓄積される。また、解答履歴から問題間の距離を示すベクトルが計算され問題間の関係を示すデータベースとして保存される。学習者の学習進度は学習者モデルとしてシステム内に記録される。学習者管理モデルでは、確認テストの成績、練習問題の履歴が保存される。学習管理モデルに保存されたデータに基づき、確認テスト後の演習問題が選択される。

適応型学習システムは、システムを構築するだけでは、サービスを提供することはできない。一定量のデータが必要となる。つまり、アイテムバンクへの演習問題の蓄積と、解答履歴の収集があってサービスが利用可能となる。本年度より、試作システムにおいて解答履歴の収集をおこなっている。図1にシステムでの練習問題の様子を示す⁽⁴⁾。

4. おわりに

本稿では、高等教育機関における初年次教育において基礎的な知識定着への要求があることを述べた。こうした初年次教育に対し、eラーニングによる適応的学習システムの活用について述べた。適応的学習システムの概要について述べ、システムの中核機能である適応型テストについて述べ、問題間の関係の記述についても述べた。さらに、システムの構成と、サービスの内容について述べた。

試作システムを構築し、暫定的な問題プールを用いた運用を始めている。今後、IRT管理機能等について、検証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19K03003)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による項目応答理論”, オーム社, (2014) .
- (2) Kikumi K. Tatsuoka “Cognitive Assessment -An Introduction to the Rule Space Method-,” 情報処理, Routledge, (2009).
- (3) 平澤 梓, 光永 悠彦, 小松川 浩 “項目応答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,” 教育システム情報学会学生研究発表会(北海道地区), 17-18, (2014).
- (4) 金西 計英, 高橋 暁子, 戸川 聡 “初年次学習者を対象にした演習ベースのeラーニングシステムについて,” 大学 ICT 推進協議会 2019 年度年次大会予稿集, 473-476, (2019).



図1. 問題提示の例