

e ラーニングにおける適応型テストの事例調査

Literature Review of Computerized Adaptive Testing for e-Learning

高橋 暁子^{*1,*2}, 喜多 敏博^{*1}, 中野 裕司^{*1}, 合田 美子^{*1}, 鈴木 克明^{*1}
Akiko TAKAHASHI^{*1,*2}, Toshihiro KITA^{*1}, Hiroshi NAKANO^{*1}, Yoshiko GODA^{*1} and Katsuaki SUZUKI^{*1}

^{*1} 熊本大学大学院社会文化科学研究科教授システム学専攻

^{*1} Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University

^{*2} 株式会社シエン

^{*2} See and Inc.

Email: atakahashi@st.gsis.kumamoto-u.ac.jp

あらまし: 本研究では, e テスティングの中でも適応型テストシステムの研究に関して文献調査を行い, 能力評価だけでなく学習支援システムとしての応用可能性と課題を考察した. テストレットやネットワーク型モデルを用いた適応型テストによって, 学習者の行き詰まりを解消し, 学習支援システムとして利用できる可能性があることがわかった. 一方で, 信頼性や妥当性の高いテスト問題を大量に準備することや, 教授者がネットワークモデルを仮定することの困難さといった課題があげられた.

キーワード: 適応型テスト, e テスティング, e ラーニング

1. はじめに

近年の e ラーニングにおいて, 学習履歴や学習成果物 (e ポートフォリオ) に基づく自己評価システムや, 学習者同士の相互評価システムなど, 様々な学習評価システムが利用されている. その一つに, テストや練習問題といった e テスティングがある. e テスティングの中でも注目されている技術が適応型テスト (Computerized Adaptive Testing; CAT) である.

本研究では, 適応型テストの研究に関して文献調査を行い, 能力評価だけでなく学習支援システムとしての応用可能性と課題を考察する.

2. 適応型テスト

適応型テストとは, 受験者の質問項目へのそれまでの回答履歴から逐次的に受験者の能力を推定しながら, その能力に最も適した項目をアイテム・バンクより抽出して出題するというものである⁽¹⁾. TOEIC 等をはじめとした近年の一般的な適応型テストでは, 項目反応理論⁽²⁾ (Item Response Theory; IRT) を用いることが多い. IRT は確率モデルを用いるため, 膨大な計算が必要であり, コンピュータ技術の発達に伴い実用化されてきた. 古典的テスト理論と対比して現代テスト理論⁽³⁾ とも呼ばれる. IRT を用いると, 受験者ごとに異なるテスト問題を自動生成したうえで, 信頼性の高い能力推定ができるといった利点がある. しかし一般的な IRT を用いた適応型テストは, テスト問題一問ずつを独立して扱い, その正誤で能力評価をするため, すべて正答できるようにするためにはどうするべきかといった学習の指針を示すことが難しい. 能力評価にとどまらず, 学習支援も目的とするならば, どこで行き詰ったのかを把握し, 行き詰まりを解消するためには何を学ぶと良いかを学習者へフィードバックすることが重要となる. そこで本稿では, 学習支援に着目して近

年の適応型テストの動向を調査した.

3. 調査方法

日本国内の論文情報データベース “CiNii” を中心に検索を行った. さらに引用文献も含め, 内容を閲覧できた文献について, 採用している原理の観点で分類を試みた.

4. 調査結果

CiNii では, 2000 年以降の適応型テストに関する研究として 20 件見つかった. そのうち, 基本的な IRT を用いた開発研究や, IRT のより効率的な手法を提案する研究が 16 件あった. 学習支援も狙った研究としては, CiNii 以外で検索したものも含めると次のものがあつた.

4.1 テストレットを用いた適応型テスト

IRT はテスト問題を一問ずつ独立した項目として扱うが, 複数のテスト問題を意味のある項目の束として扱うのがテストレットである⁽¹⁾. 大森・繁樹の研究⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾ では, 複数の小問で構成される「大問」をテストレットとしてまとめた. この「大問」はそのまま「学習分野」に置き換えることが可能であり, どの分野で躓いているかを判定することができる.

4.2 ネットワーク型モデルを用いた適応型テスト

項目間の関係性をネットワークモデルとして仮定し, 適応型テストに応用した研究がいくつかある.

古いものでは, ベイジアン・ネットワークを用いた研究⁽⁷⁾ や, 意味ネットワークを用いた研究⁽⁸⁾ がある.

近年の研究としては, より効率よく能力推定する手法として, ベイジアン・ネットワーク - IRT⁽⁹⁾ が提案されている.

また, 前項の大森・繁樹の研究では, テストレットに加えて, テスト項目間の従属関係を, ベイジ

ン・ネットワークを用いてモデル化したグラフィカルテストレットモデルを提案している。まず大問間の従属関係をネットワーク構造で表現し、さらに大問に含まれる小問間の従属関係をネットワーク構造で表現するという2階層構造になっている。

さらに、ネットワークモデルの特殊かつ単純な構造であるツリーモデルを用いた適応型テストもある。ツリーモデルとは、一つの親要素から、複数の子要素が枝分かれした構造である。このツリーモデルとバグルール（学習者がもつ誤概念）を用いた適応型テスト⁽¹⁰⁾や、ツリーモデルのカリキュラムとIRTを用いた適応型テスト⁽¹¹⁾などが提案されている。

以上のようなネットワーク型モデルを用いた適応型テストでは、いくつかの問題で誤答したとき、まずは最も下位（前提条件）に位置する問題を解けるように練習を促すといったフィードバックも可能であり、学習支援システムとして利用できると考えられる。

5. 課題の考察

1 点目に適応型テスト全般の課題として、信頼性や妥当性の高いテスト問題を大量に準備することの煩雑さがあげられる。解決策として、既存のeラーニングコンテンツから問題を自動生成する手法⁽¹²⁾や、協調学習環境において学習者自身が問題を作成する方法⁽¹³⁾などが考えられる。しかし教授者であってもテスト問題の作成は容易ではない中、システムによる自動化や学習者による作問によって、本当に良問が用意できるのか疑問である。単純な暗記ではなく、ルールや概念を用いて問題解決をするような知的技能のテスト問題を作成する際は、なおさら困難だと言えよう。

2 点目にテストレットやネットワークモデルを用いた適応型テストの課題として、事前に複数のテスト問題を意味のあるカテゴリにまとめたり、ネットワークモデルを作成したりすることの難しさが考えられる。教授者がテストレットやネットワーク型モデルを作成する場合の作成支援や、システムによる自動化が今後の課題となるだろう。

3 点目の課題として、テストレットやネットワーク型モデルを用いた適応型テストは、手法の提案やシミュレーションによる評価はあるものの、汎用的なシステムとしての開発研究が見当たらなかった。今後、汎用的なシステム開発と、実践での評価実験が望まれる。

6. おわりに

本研究では、e テスティングの中でも適応型テストの研究に関して文献調査を行い、能力評価だけでなく学習支援システムとしての応用可能性と課題を考察した。

筆者らが開発している課題分析図に基づく適応型事前・事後テスト⁽¹⁴⁾は、ネットワーク型モデルを用いた適応型テストに位置づけられる。テスト後に

成績に応じて色分けされた課題分析図を学習者にフィードバックすることで、学習者自身が躓いた箇所を把握し、何を学ぶ必要があるかを理解できることを狙った。教授者への支援としては、テスト問題作成時に問題作成ガイドラインを組み込むことで、テスト問題自体の質を確保したいと考えている。また、GUIを用いた課題分析図作成支援ツール⁽¹⁵⁾と連携することで、教授者はシステム側からの作図のアドバイスを得ながら、学習分野の設定と、分野間の構造図を作成できる。さらに、LMS（Learning Management System）のモジュールとして実装することで、汎用的に利用できることを目指している。

参考文献

- (1) 植野真臣, 永岡慶三 共編: “e テスティング”, 培風館, 東京 (2009)
- (2) 豊田秀樹: “項目反応理論[入門編]-テストと測定の科学-”, 朝倉書店, 東京 (2002)
- (3) 池田央: “現代テスト理論”, 朝倉書店, 東京 (1994)
- (4) 大森 拓哉, 繁樹 算男: “大問形式のテストのグラフ化と適応型テストにおける項目選択”, 行動計量学 32(1), pp.86-87 (2005)
- (5) 大森 拓哉, 繁樹 算男: “テストレットを含む適応型テスト”, 日本行動計量学会大会発表論文抄録集 34, pp.34-35 (2006)
- (6) 大森 拓哉, 繁樹 算男: “グラフィカルテストレットモデルによる適応型テストへの実データの適用”, 日本行動計量学会大会発表論文抄録集 37, pp.114-115 (2009)
- (7) 植野 真臣, 大西 仁, 繁樹 算男: “教師の領域構造知識を利用した適応型テストの開発”, 日本教育工学雑誌 18(1), pp.15-24 (1994)
- (8) 藤原 康宏, 永岡 慶三: “意味ネットワーク構造のアイテムプールを持つ知的適応型テストシステムの開発”, 日本教育工学雑誌 19(2), pp.73-83 (1995)
- (9) UENO, M.: “An extension of the IRT to a network model”, *Behaviormetrika*, 29(1), pp.59-79 (2002)
- (10) 大森 拓哉, 繁樹 算男: “ツリーモデルを用いたバグルールの適応型バイズ診断”, 日本教育工学会論文誌 31(2), pp.211-218 (2007)
- (11) Guzmán, E. and Conejo, R.: “Simultaneous evaluation of multiple topics in SIETTE”, *Intelligent Tutoring Systems 2002*, pp.739-748, (2002)
- (12) 宮地 功, 姚 華平, 吉田 幸二: “e-ラーニングにおける問題自動生成機構の構想”, 教育システム情報学会研究報告 19(6), pp.99-103 (2005)
- (13) 水野 貴規, 林 敏浩, 富永 浩之, 山崎 敏範: “資格試験を対象とした投稿型自主学習素材共有システムの開発”, 電子情報通信学会技術研究報告, 106(583), pp.179-184 (2007)
- (14) 高橋暁子, 市川尚, 阿部昭博, 鈴木克明: “課題分析図に基づく自己管理学習支援型 e ラーニングシステムの開発”, 日本教育工学会論文誌 31(suppl.), pp.25-29 (2007)
- (15) 高橋暁子, 喜多敏博, 中野裕司, 鈴木 克明: “Moodleにおける教授者用の課題分析図作成ツールの開発”, 教育システム情報学会研究報告 25 (7), pp.163-168 (2011)