

学習者のモチベーションへの働きかけを考慮した 数学オンラインテストにおけるフィードバック方略

A Feedback Strategy on Online Mathematics Test Considering Learner's Motivation

篠田 有史^{*1}, 中村 泰之^{*2}

Yuji SHINODA^{*1}, Yasuyuki NAKAMURA^{*2}

^{*1}甲南大学 全学共通教育センター

^{*1}Center for Education in General Studies, Konan University

^{*2}名古屋大学 教養教育院

^{*2}Institute of Liberal Arts and Sciences, Nagoya University

Email: shinoda@konan-u.ac.jp

あらまし：本稿では、数式自動採点システムである STACK 上にて、学習者のモチベーションを考慮したフィードバックを実施する方略について検討する。ここでは、インストラクショナルデザインの観点に基づいて提案された ARCS モデルに着目し、学習者の自信に働きかけるためのフィードバックについて、STACK に組み込むことができる方略を提案した。提案した方略を実装する対象として、数学の微分・積分に関する学習コースのデータに着目し、合成関数の微分を題材として、評価のための評価ルールを構築した。提案するアプローチがどのようなレスポンスを生成することができるかを、試行を通じて確認した。

キーワード：数式自動採点システム、STACK、ARCS モデル

1. はじめに

STACK⁽¹⁾は、数式自動採点システムの一つで、学習者が入力した文字列を、数式として捉えて採点を行うことが可能である。現在、STACK は LMS である Moodle に対し、小テストを提供するプラグインとして組み込まれて動作するように構築されており、バックグラウンドでは数式処理システム Maxima が利用されている。Maxima の多様な数式評価の仕組みにより、STACK は入力された文字列に対し、多様な採点が可能になっている⁽¹⁾。ただし、実際のテストの採点においては、正解とのマッチング状況を、正確に判別する必要が生じる。このため、人間の教員が記述式問題を採点する際に行うような、学習者が書き込んだ数式に対する多面的な評価とフィードバックを実現することは容易ではない。

一方、STACK では、PRT (Potential Response Tree) と呼ばれる、ツリー状に分岐した評価ルールを構築することが可能である。PRT を活用することで、解答を様々な観点から点検し、学習者の誤りをシステムで把握するための取り組みがなされてきた⁽²⁾。さらに、不正解になった問題を解きなおす状況において、解答内容が変遷し、正解に近づく様子を捉える試みも実施されており⁽³⁾、PRT の工夫により、学習者の様子を捉えることが可能になりつつある。一方、このような分析は様々な視点から実施されうるものであり、分析結果の有用性の訴求という観点からは、多様なアプローチの可能性が存在する。

コンピュータと向き合って学びを深める体験の提供を試みる場合、重要な事柄の一つは、学習者のモチベーションを維持するという視点である。特に複数回のトライアルを通じ、次第に正解に近づいてい

くといった活動を提供する場合、試行錯誤を通じてやる気を維持し、また引き出すようにフィードバックが行われることが好ましい。

そこで、本稿では、モチベーションを考慮した学習者への働きかけに関する先行研究を参考に、好ましいフィードバック形態を検討し、STACK 上で評価を実施するための PRT を構築し、どのようなレスポンスが得られうるか、試行を通じて検討する。

2. ARCS モデルを参考にした数式自動採点フィードバック方略の提案

ARCS モデルは、インストラクショナルデザインの視点のもと、学習者のモチベーションに働きかけることに特化したアプローチとして誕生した⁽⁴⁾。ARCS モデルは、学習者の学習意欲に影響を及ぼす主要な要因を示したもので、注意 (Attention)、関連性 (Relevance)、自信 (Confidence)、満足感 (Satisfaction) の 4 つの主分類枠から構成される。ここで、学習の自信を形作る方略として示された項目群の中に、「学習における個人的なコントロール」という内容を見いだすことができる。ここでは、「学習者が誤りの原因を見つけ、それらをどう修正すればよいかわかるような矯正的なフィードバックを与える」といった内容が提示されている⁽⁴⁾。

ARCS モデルの提唱する方略の中で、STACK によるフィードバックとの親和性が高い部分を検討すると、解答の中に、正解に到達するための解き方の要点が含まれているかを確認し、状況に応じて再考を促す、というアプローチが考えられる。すなわち、PRT により、解答について、解法として押さえるべきチェックポイントを設定して解答を点検すること

で、解答がチェックポイントをどれほど満たしているのかを評価することができれば、模範的な解き方と実際の解答との乖離状況を学習者へフィードバックすることができるものと期待される。

3. 題材の設定と数式自動採点フィードバック方略の実装

本稿では、取り組みの対象として、大学の微分・積分の学習コースのデータに着目する。先行する研究⁽³⁾において、データ収集が実施されており、収集済みの解答データを STACK 上で再評価することで、本稿で提案するフィードバック方略を適用した場合のレスポンスをシミュレーションする活動へと発展させることができるものと期待される。このアプローチは、学習者に対してリアルタイムにフィードバックを提供する形態とは異なるものの、提案手法の機能性の評価につなげられる可能性がある。ただし、過去の出題の中から、提案手法が適用可能な題材を選び出す必要も生じる。収集済みのデータは、学習者が一つの解答欄に一つの数式を書き込む形式となっている。本稿では、単一の式からなる解答についても、複数のチェックポイントで点検を行ってフィードバックを行うことができるよう、合成関数の微分に対する出題について例題として取り上げる。

STACK における採点では、PRT の設定を通じてどのような判定を経て結果を導出するかを定義することができる。図 1 に、ARCS モデルを考慮したレスポンスを行うための PRT の実装例を示す。図 1 のノード 1 では、解答に、合成された関数が元の式の形で含まれているかを判別する。結果が真の場合はノード 3 へ、偽の場合はノード 2 へ移動する。ノード 2 は、解答を Maxima の関数で単純化した上で、合成された関数が含まれているかを判別する。結果が真の場合はノード 3 へ、偽の場合はノード 4 へ移動する。ノード 3 とノード 4 はどちらも、正解と解答が、数学的に等価であるかを判別する。図 2 に、合成関数の微分について、正解となる数式をわざと展開して解答した場合のフィードバック結果を示す。この例題による試行では、PRT の評価を通じ、解答が正解と等価ではあるものの、合成関数の微分という意味では、模範的ではない解答であるとレスポンスすることが可能となっていることが確認できる。

4. 考察

ARCS モデルを考慮した PRT を利用することで、解答状況に対応するフィードバックが実施できることが確認できた。このアプローチはさらに大規模化することが可能であり、収集されたデータをもとに、提案手法がどのように機能するか、さらに分析を進めることが期待される。ただし、本稿で試みたフィードバックは、学習者の解答がチェックポイントを満たしているかの判別によって構成されている。学びが深まっているかを評価するという観点では、説

明された解き方と、実際の解き方の乖離を判定するといった形で、教示と組み合わせた評価の枠組みとして発展させる必要があるものと考えられる。また、今回は、モチベーションに効果的に働きうるという方向性は打ち出したものの、本当にモチベーションが向上するのか、といった部分について検証を行うことができていない。これらは今後の課題である。

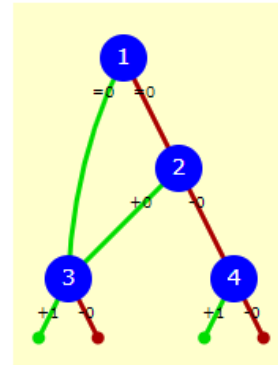


図 1 ARCS モデルを考慮したレスポンスを行うための PRT の実装例

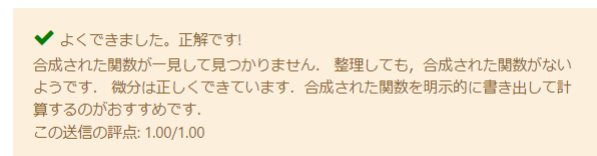


図 2 PRT によるフィードバック実行例

5. おわりに

本稿では、数式自動採点システム STACK 上に構築された大学における数学のオンラインテストを題材に、ARCS モデルにもとづいたフィードバック方略を提案し、実際に適用可能な対象を考慮して検討を行い、PRT を設計して、フィードバックのモデルケースを対象にどのようなレスポンスが可能か試行した。次のステップとしては、収集済みの解答について、ARCS モデルを考慮したフィードバックの適用を試みる予定である。

参考文献

- (1) STACK, <https://stack-assessment.org/>, 参照日, 2023 年 5 月 29 日
- (2) Yasuyuki Nakamura, et al.: "Automatic classification of incorrect answers to differentiation questions using Potential Response Tree", Proc. of Computer Aided Assessment and Feedback in Mathematics: Contributions to the International Meeting of the STACK Community 2021, 8 pages (2021)
- (3) 栗原朝陽, 中村泰之: "数学オンラインテストにおける有向グラフを用いた解答過程の可視化と問題評価への適用", Proc. of 第 47 回教育システム情報学会全国大会, pp. 85-86 (2022)
- (4) J. M. ケラー 著, 鈴木克明 訳: "学習意欲をデザインする ARCS モデルによるインストラクショナルデザイン", 北大路書房, 京都 (2010)