

学習意欲の継続を目的とした 適応型ドリル構築の試み

赤澤紀子[†] 中山泰一[†] 角田博保[†]

一般的に、同じ講義を受講している学生でも理解度に差があり、問題に対して感じる難しさは、学生の理解度によって異なる。また、単元の理解度を確認するための演習や確認テストは、履修している全ての学生に対して、同じ小問を出題してきた。しかし、学習意欲の継続には適切な難易度の問題に挑戦することが重要であると考えられる。そこで、本研究では、テスト実施中に、個々の学生の解答状況に対応した難易度の小問を選んで出題する適応型ドリルシステムの設計、試作を行った。

Development of a computer-adaptive drill for student's pursuit of learning

Noriko Akazawa[†] Yasuichi Nakayama[†]
and Hiroyasu Kakuda[†]

Generally, a student understanding level is different each other even if student attends the same lecture, and the difficulty for a question is different by an understanding level of the student. The same question was chosen for all students in the test and the practice to confirm an understanding level of the studying unit. However, to challenge the appropriate difficult question is significant way in order to continue studying. Therefore, in this study, we newly develop an adaptive drill system that selects the questions of difficulty level corresponding to the situation of the individual student.

1. はじめに

講義に付随して行われる演習や確認テストは、学生の学力、理解度に関係なく、クラスで同一の問題が出題される。しかし、同じ講義を受講している学生間にも理解度に差があるため、同一の問題が、理解度の高い学生は易しい問題に、理解度の低い学生には難しい問題と感ずることがある。演習や確認テストで出題される問題は、易しすぎても、難しすぎても、単元の理解度を上げる意欲や次の単元を学習する意欲の継続を妨げることがあり、その学生にとって適切な難易度の問題を与えることが、学習意欲の継続にとって重要な要素になると考える。よって本研究では、学習意欲を継続させるため、適応型テストを参考に、その学生の解答状況から能力を判断して、個々の学生にとって適切な問題を動的に出題するドリルを設計し、学習支援システムとして広く導入されている Moodle 上で、適応型ドリルシステムを試作した。本研究の最終的な目標は、適応型形式のプログラミングを習得するためのドリルであるが、今回は、高校数学 I の因数分解のためのドリルを試作した。

2. 適応型テストについて

コンピュータを利用したテストは、従来の紙のテストのように、あらかじめ出題する問題を決め、かつ問題の出題順を決めて行う方式のほかに、テストを受ける個々の学生にもっとも適切な難易度の問題を出題する“適応型テスト”などもある。

(1) 項目応答理論 (項目反応理論)

項目応答理論[1][2]は、出題する各問題について、どの程度の能力があれば、何パーセントの確率で正解するかなど性質を予め分析し、学生の正解/不正解の解答状況と問題の性質を組み合わせ、学生の能力を推定する理論である。項目応答理論は、特に、多肢選択式で行われたテスト結果の分析には極めて大きな効果を上げられることがわかっている。また項目応答理論の利点は多数あるが、以下が代表的な利点とされている。

- どんな異なったテストを用いても共通の尺度上で能力測定が可能
第一の利点は、項目応答理論で求めた値を利用すれば、学生ごとに解答するテスト問題が異なっても、相互に比較可能な尺度値が得られること。
- どんな受験者集団に実施しても、共通の項目特性に関する値を求めることが可能
第二の利点は、項目難易度や項目弁別力は、その問題が項目応答理論で用いられているモデルに一致していれば、それを受験する受験者集団にかかわらずひ

[†] 電気通信大学
The University of Electro-Communications

とつの不変的な値を示すこと。

- 能力ごとにかかる測定の精度

第三の利点は、項目応答理論を用いれば、受験者一人ひとりの受験の情報を多く収集することができ、受験者の本当の能力を正確に推定できること。

(2) 適応型テスト

項目応答理論に基づいた適応型テストは、テストを受ける個々の学生の解答状況を反映して、次に出題する問題を決定する方法である。これには、項目応答理論の「受験者団体に依存しない項目特性の算出」と、「テスト項目に依存しない能力値の測定」が可能であることより、適応型テストの実施が可能になる。英語の検定や教育現場で利用されることが多く、米国 Educational Testing Services 社が実施しているテスト TOEFL などがある。適応型テストに関しては、現在多くの方法と手法が開発されている。適応型テストの種類と内容は以下のようにになっている。

- ◇ 2段階方略 (Two-stage strategies)

予備テストの結果に基づいて、本テストでは適切なレベルのテストが与えられて、能力を評価する。

- ◇ 多段階方略 (Multistage strategies)

- (1) 項目固定型 (Fixed branching variety)

あらかじめ項目難易度などの項目特性が測定されていて、それに基づいた問題の配置がされており、次に出題する問題は、受験者の解答状況に従って、決められた配置にある問題を選択する。

- ① 樹状構造
- ② 多層構造

- (2) 項目可変型 (Variable branching variety)

あらかじめ項目難易度などの項目特性は測定されているが、次に出題する問題は、問題バンクの中から適切な問題を直接取り出す。

- ① 最大情報量方式
- ② ベイズ方式

一方で、項目応答理論に基づいた適応型テストを実施するためには、以下の課題を解決する必要がある。

1. 項目応答理論に基づいたテストを実施する前には、問題を分析するために多数

のサンプルが必要

2. 出題する問題が、項目応答理論に適合する問題であるかの検討が必要
3. 多肢選択式以外の問題の出題が難しい

これらの課題を解決するためには事前にサンプル抽出のためのテストを実施、項目応答理論に適合する問題の作成が必要になり、何もない状態から適応型テストシステムを実装することは、困難である。しかし本研究の目的は、正確な能力の判定ではなく、学生にとって適切な問題を出題することであるから、大きな枠組みで適応型テストを捉えて、ドリルシステムを実装する。

3. Moodle について

本研究は、今後の拡張性を考慮し、学習支援システム (Learning Management System; LMS) の Moodle[3][4]をベースとして採用した。Moodle の採用理由は以下の通りである。

- 多数の使用実績があること[5]
- オープンソースであること
- 問題作成に関して、モジュールが存在していること
- プラグイン機能を使って、独自の機能追加ができること
- Web ベースであるため、学生の利用マシンを選ばないこと

4. システム構成

本研究では、「小テストレベル付けブロック」と「ドリルモジュール」を作成し、Moodle にプラグインした(図 1)。システム構成は、次の通りである。教員が問題の登録を行う際には、Moodle の標準モジュールの小テストと小テストレベル付ブロックを使用する。また、学生がドリルを行う際には、ドリルモジュールが動作する。

- (1) 小テストレベル付ブロック

登録されている小テストを表示して、チェックされた小テストのレベルを保存する。

(2)ドリルモジュール出題する小テストの決定および出題と採点を行う。大まかな流れは図 2 の通りである。出題レベル決定と終了判定の詳細を図 3 に示す。

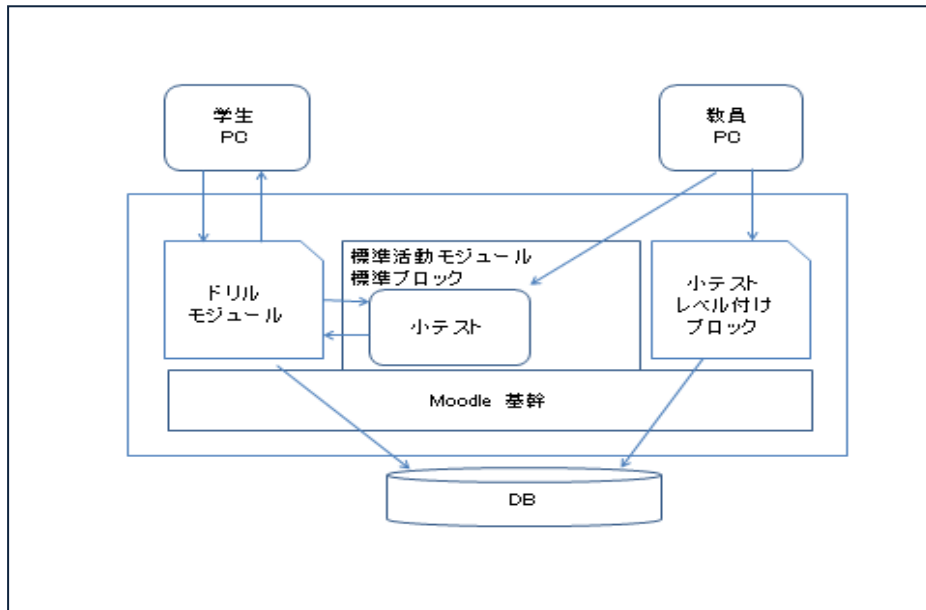


図 1 システム構成

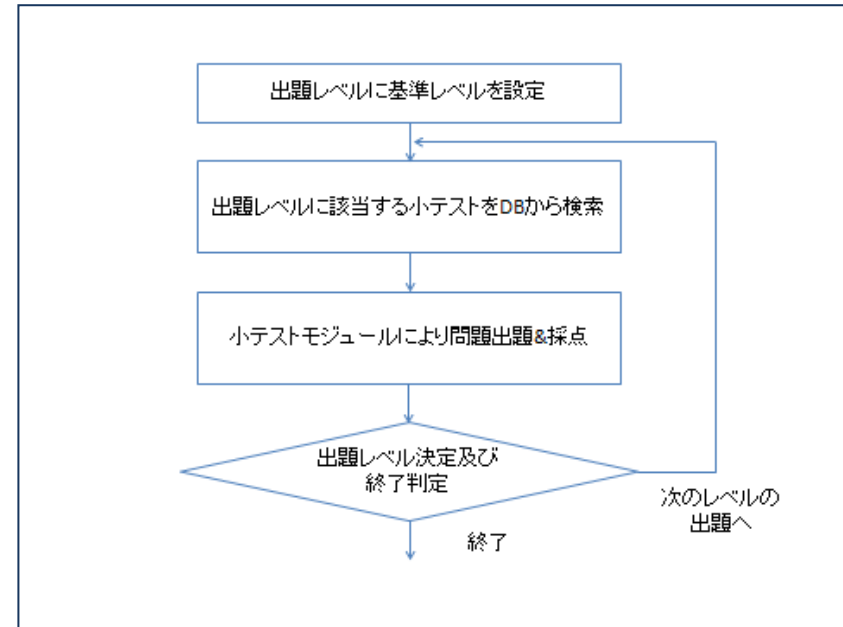


図 2 ドリルモジュールフロー

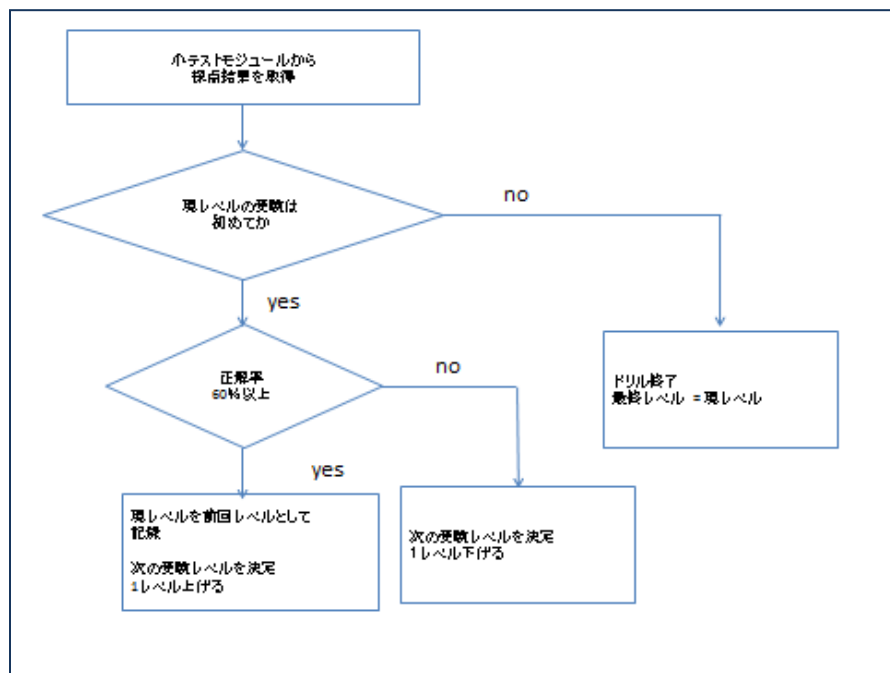


図 3 レベル決定及び終了判定

5. 実装

本研究の最終目的は、プログラミングを習得するための演習課題での適用と効果の検証である。今回は、その前段階として、高校数学 数学 I の方程式と不等式の単元の問題を対象とした。実際の問題は、教科書傍用問題集“4STEP 数学 I [6]”を採用した。本問題集は、問題が 4 段階の難易度に分類されているため、この難易度を問題のレベルとして採用している。

5.1 実行手順

5.1.1 問題設定

Moodle の小テストを利用する。この手順により、レベルごとに問題が重複すること

なく、ランダムに出力される。

1. レベルごとに小テスト単位のカテゴリを作成する。
2. 問題をカテゴリに登録する(問題の形式は問わない)。
3. カテゴリの問題を n 題のランダム問題として追加する(図 4 図 5)。

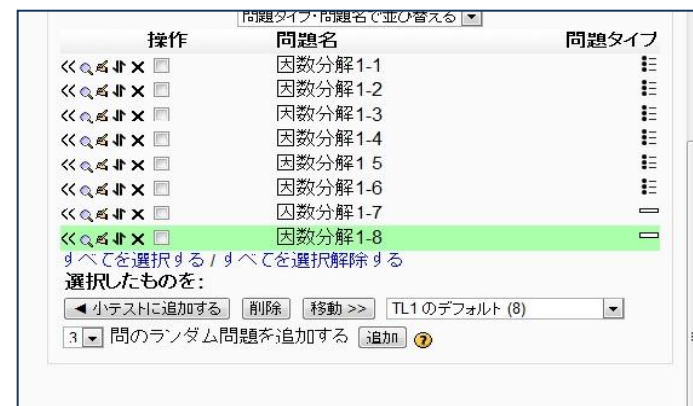


図 4 ランダム問題の追加

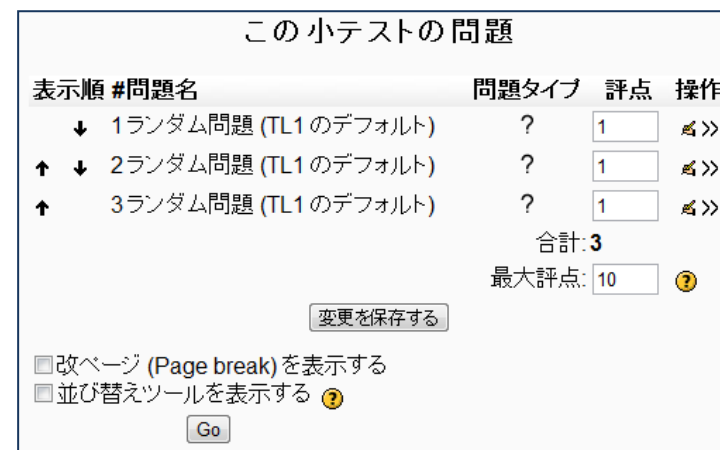


図 5 ランダム問題を含む小テスト

5.1.2 グループとレベル対応付け

これにより、グループとレベルの対応が決定する。

1. グループレベル対応付けブロックを選択する
2. 追加/修正するブロックをチェックして、レベルを入力する(図 6).

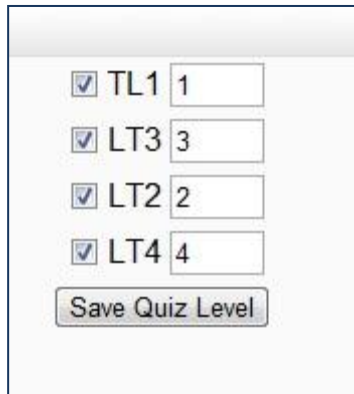


図 6 小テストとレベルの対応付け

5.1.3 問題の出力

解答状況の応じて動的な問題出力を行う。

1. スタートのレベルの問題を出力する(図 7).
2. 1 の結果を踏まえて、次のレベルの問題の出力を開始または、問題出力を終了する(図 8).

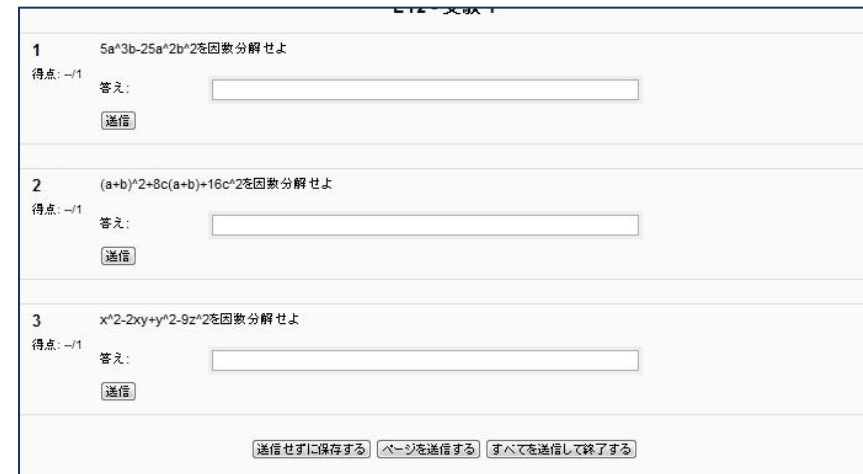


図 7 問題出力画面 1

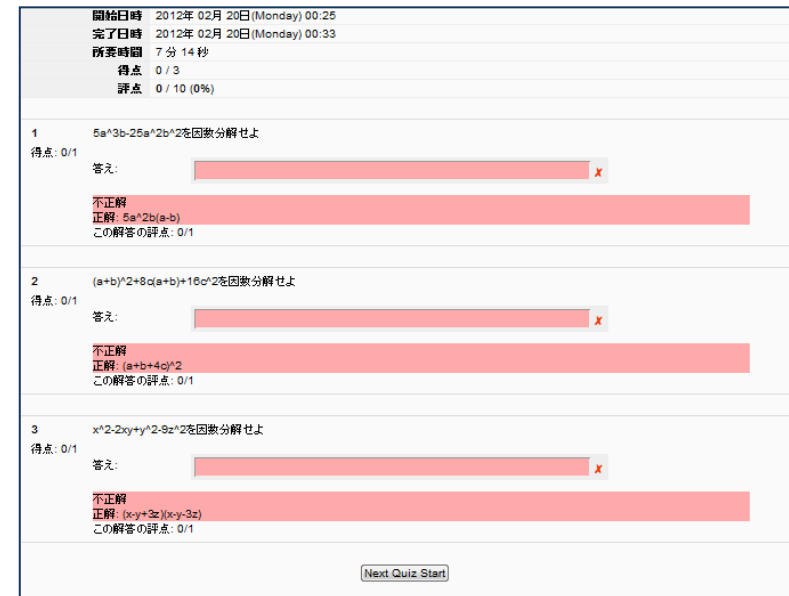


図 8 問題出力画面 2

6. まとめと今後の課題

本研究は、プログラミングを習得するためのドリルシステムの構築を最終目標としているが、今回はその第一段階として、個々の学生の実施状況から動的に能力を判断して、学生の能力に適している問題を出題する適応型ドリルシステムの構築を試みた。今後は、本研究の最終目標である、プログラミングを習得するためのドリルシステム構築のために、以下を検討している。

- 同じ単元のドリルを複数回受験する際に、前回の問題と重複しないための改良
- 問題のレベル付規準の選定方法の改良
今回は、問題集のレベルをそのまま利用したが、プログラミングを習得するためのドリルシステムで使用する問題のレベル付をどのように行うのか決める必要がある。
- 出題する問題を決定する方法の改良
学生の解答状況から、より学生の能力に適した問題を出力できるように項応答理論も踏まえて検証、改良が必要である。

参考文献

- 1) 高橋正視: 項目反応理論入門 新しい絶対評価, イデア出版局 (2002).
- 2) 大友賢二: 言語テスト・データのあたらしい分析法 項目応答理論入門, 大修館書店 (1996).
- 3) 井上博樹, 奥村晴彦, 田中平: Moodle入門 オープンソースで構築するeラーニングシステム, 海文堂出版 (2006).
- 4) William H. Rice IV, (訳)福原 明浩, (監訳)喜多 敏博: Moodle によるe ランニングシステムの構築と運用, 技術評論社 (2009).
- 5) 川井敦, 吉田利信: 電気通信大学における情報基礎教育への学習支援システムの導入, 情報処理学会コンピュータと教育研究会報告, 2011-CE-111-12 (2011).
- 6) 数研出版編集部編: 4STEP 数学 I 新課程第3刷, 数研出版 (2011).