

# リメディアル教育に活用できる数学オンラインテストの問題バンク構築

新保 茜 (指導教員：浅本 紀子)

## 1 はじめに

情報通信技術の発達に伴い、コンピュータは社会に広く普及している。それは学校でも言えることで、学校の様々なことの管理や教育の教材としてコンピュータを利用することが普通になり、Web上に教材を置いて授業の補助や生徒の自習を行うeラーニングの利用も増えてきている。

近年、大学入学において多様な入学試験が実施されるのに伴い、入学時の学力の差が広がり、多くの大学で入学前教育や入学後のリメディアル教育の必要性が検討されている。特に、入学前教育を対面授業形式で実施するのは困難なため、時間や場所に制約のないeラーニングが注目されている。お茶の水女子大学でも、過去数年AO入試の入学前教育にLMSのひとつ Moodle が利用されていたと聞く。

本研究では、eラーニングの中でもオンラインテストシステムである STACK をとりあげ、教師の問題作成の負担を減らし問題バンクを充実させることを目的とする。特に、あまり開発されていない中等教育分野の問題を充実させることでリメディアル教育への活用を目指したい。

## 2 STACK

STACK(System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel) とは英国バーミンガム大学の Christopher Sangwin が中心となり開発した数学のためのオンラインテストシステムである。名古屋大学の中村らによって日本語化が行われている。[1]

多くのオンラインテストシステムでよく使われている評価方法は、教師が用意した選択肢の中から正解を選ぶもの、解答を数値として要求するものなどがあるが、STACK では学生に数式として解答を要求することができ、数式処理システムの Maxima を利用して数式としての正誤評価を行うことができる。これにより教師が出題できる問題の種類が豊富になった。STACK のその他の利点としてはポテンシャル・レスポンス・ツリーを使うことにより、部分点を与えたりフィードバックを返すことが可能であること、グラフや図を扱った問題が出せること、同形式で数値の異なる問題をランダムに出せることなどが挙げられる。

### 2.1 STACK で問題作成

$$\begin{cases} x = 1 * y + 1 \\ x + 4 * y = 26 \end{cases}$$

例：代入法で解く連立方程式の問題。枠で囲んだ数値をランダムで出題する。

- (1) STACK ブロックの新しく問題を作るをクリックする。図1のような画面が出てきて必要なものを入力していく。

問題名:	連立方程式
説明:	代入法(ランダム)
キーワード:	
変数:	<pre>a=rand([1,2,3,4,5]) b=rand([-1,1,2,3,4,5,6,7]) c=rand([1,2,3]) x=a*y+c y=rand([1,2,3,4,5]) d=a*y+c+b*y</pre>
問題文:	<pre>次の連立方程式を代入法で解きなさい \left[ \begin{array}{l} x=a*y+c \\ x+d*y=b+d \end{array} \right. </pre> <ul style="list-style-type: none"><li>• 解答欄の作成には #ans# と記述してください</li><li>• CASテキストを使用するには @casetext@ と記述してください</li><li>• HTMLを使用するには &lt;html&gt;テキスト &lt;/html&gt; と</li></ul>

図 1: 問題作成の画面

- (2) 正答、解答欄のサイズ、解答の入力形式など解答欄の設定を行う。
- (3) 部分点を与えたりフィードバックを返したい場合はポテンシャル・レスポンス・ツリーを作成する。

### 2.2 ポテンシャル・レスポンス・ツリー

ポテンシャル・レスポンス・ツリーとは想定される学生の解答を処理する機構である。図2の No:0 から No:4 が想定される解答でそれぞれに関して評価を行い、true か false によって次に推移しながら解答に対する採点を行っていく。

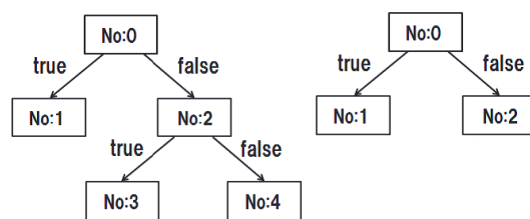


図 2: ポテンシャル・レスポンス・ツリー概念

例の連立方程式のポテンシャル・レスポンス・ツリーの概要

No:0 ans1 が  $x(=a*y+c)$  で正答の場合 No:1、誤答の場合 No:2 へ。

No:1 ans2 が  $y(1 \sim 5$  の中でランダムに選択される) で正答の場合終了(満点)、誤答の場合終了(0.5点)

No:2 ans2 が  $y$  で正答の場合終了(0.5点)、誤答の場合終了(0点)

適切なポテンシャルレスポンスツリーの設定が、学習に効果的な良い問題を作ることに繋がるが、

STACK の問題作成画面での手順はかなり難解である。このため、ポテンシャル・レスポンス・ツリーの作成時の補助ツールが開発されている。[4] このツールでは教師が問題作成時に設定するポテンシャル・レスポンス・ツリーを STACK の問題作成画面ではなく、ローカルで作成し、問題作成画面に上げることができる。使用手順は以下である。

- (1) 問題名を入力し、ポテンシャル・レスポンス・ツリーの構造を決定する。

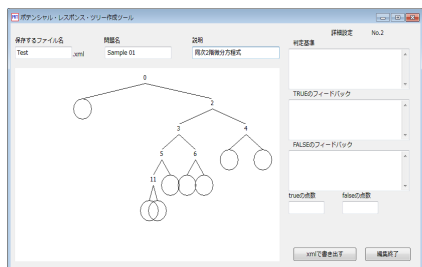


図 3: ツリーの構造を決める

- (2) ポテンシャル・レスポンス毎に、解答の判定基準、フィードバック、点数を入力する。
- (3) STACK にインポートし、問題を完成させる。

ツリーの構造を見ながら必要事項を埋めていくことができ、ツリーを把握しやすく編集作業がしやすくなっている。

### 3 研究概要

STACK は数学を扱う教科のオンラインテストとしてはとても便利なシステムでありながら教育現場であまり使われていない。その理由として簡単に問題作成ができないことが挙げられる。本研究では STACK の普及を目的とし、教師の問題作成での負担を減らすことで、気軽に STACK を利用できるようにするため、問題バンクの構築に取り組んだ。

#### 3.1 問題バンク

STACK で再利用可能な問題バンクを構築する研究がいくつかのグループで行われている。[5] 問題バンクの構築の多くは大学向けであるが、本研究では入学前教育や入学後のリメディアル教育に使用することを考え、中等教育の教科書(今回は中学 2 年生)をもとに問題バンクを構築した。

#### 3.2 問題の選択・作成

自分が教師の立場で教科書に沿って授業を進めていくことを想定して、生徒に練習させたいと思う問題を取り上げ、作成していく。教科書の練習問題や章末問題だけでなく、単元の導入部の問題も必要だと考え作成した。

問題を作成する時に教科書と全く同じものにはせず、教科書では答えだけを求める問題などを 2 つの問題に分けて、式を考えさせてから(図 4)、答えを求める問題(図 5)に変えるなど工夫をした。(例)動物園の入園料を求める問題

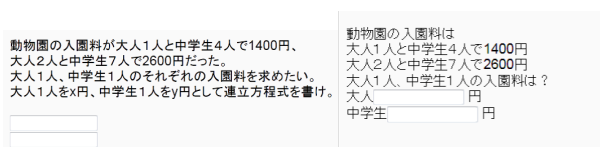


図 4: 式を作らせる 図 5: 答えを求める

### 3.3 問題バンクの利用法

教師は自分が出題したい問題に似ている問題を問題バンクの中から探し出し、そのまま出題するまたは、問題の条件や数値を変えて出題ができる。ポテンシャル・レスポンス・ツリーなども入力済みなので自分を変えた条件や数値に合わせて少しだけ変えれば良い。

<input type="checkbox"/>	88	連立方程式	導入1
<input type="checkbox"/>	90	連立方程式	導入2
<input type="checkbox"/>	91	連立方程式	加減法
<input type="checkbox"/>	92	連立方程式	加減法(ランダム)
<input type="checkbox"/>	93	連立方程式	代入法
<input type="checkbox"/>	94	連立方程式	代入法(ランダム)
<input type="checkbox"/>	95	連立方程式	動物園1
<input type="checkbox"/>	96	連立方程式	動物園2

図 6: 構築した問題バンク

## 4 まとめと今後の課題

STACK で再利用可能な問題バンクの構築をした。教科書に沿った問題バンクを作ることで授業を進めるうえでの補助になるのではないかと思う。

今回は中学校 2 年生の問題の一部を扱ったが、今後は問題バンクの問題数の充実と他の学年や高等学校の問題バンクの構築を考えている。加えて、教師が自分の好きなようにカスタマイズしやすくなるような工夫をしていきたい。問題バンクの他にも問題作成者側の補助となるような、作成手順のデジタルテキストや数式の入力支援などを追加したいと考えている。

実際に中学校の先生の協力を得て、開発した問題作成の補助を使用していただき、意見や感想を聞きたいと考えている。問題を高等学校の範囲まで広げることでお茶の水女子大学やその他の大学でのリメディアル教育に役立つものにしていきたい。

#### 参考文献

- [1] 中村泰之: 数学 e ラーニング 数式解答評価システム STACK と Moodle による理工教育, 東京電機大学出版局, 2010
- [2] 教師用指導書 中学校数学 2, 学校図書株式会社
- [3] Ja STACK.org: <http://ja-stack.org/>
- [4] 袁雪, 原田実里, 浅本紀子: LMS を用いたオンラインテストシステムの活用, 2012 PC CONFERENCE 論文集, pp.67-68
- [5] 中原敬広, 中村泰之: 数式自動採点システム STACK の問題バンク構築にむけて, 2012 PC CONFERENCE 論文集, pp.117-118