

# e-learningにおけるSTACKを利用した正答へのアプローチ

田中 愛理 (指導教員：浅本 紀子)

## 1 はじめに

近年インターネットの普及に伴い、eラーニングも多く用いられるようになってきている。これまでは理工系の学問の学習をeラーニングで行うことは難しいとされてきた。因数分解の形や、変数の扱い等により、正誤の判定がしづらいというものが原因であった。しかし、STACKの開発により、それらの問題を解決することができるようになった。さらに部分点を与えることも、部分点となった原因にコメントをフィードバックという形で与えることも可能となったのである。こうしたことから、教師がSTACKで問題を作成し、学生がMOODLE上で小テストや練習問題としてその問題を解くことが可能となった。本研究では、STACKの数式処理に注目をし、またフィードバックを充実させることでより家庭学習をサポートできるようにすることを目的とする。

## 2 STACKとMOODLE

### 2.1 STACKとは

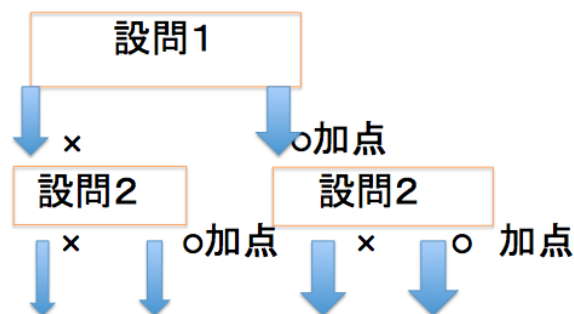
STACKとはSystem Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernelの略である。これは、学生がオンライン上で数学を学習することを目的としたものである。STACKを用いることによって、教師が数学の問題を用意し、生徒はそれを練習問題として、さらに小テストとしても受験をすることが可能となる。数式の処理をするために、STACKではMaximaが用いられている。因数分解などの複雑な解答であっても、教師が用意した解答から、生徒の答えを引き0となれば正解であると処理することができ、因数分解を最後までされているかなどの確認もできるようになっている。

### 2.2 フィードバックとは

フィードバックとは、各設問における生徒の解答に関してコメントを返すことをいう。あらかじめ誤答を予測しておき、その誤答に対するコメントを用意しておく。これにより、生徒は自分がどうして間違えたのかを確認することができる。このフィードバックは、ポテンシャル・レスポンス・ツリーを作成することによって設定することができる。

### 2.3 ポテンシャル・レスポンス・ツリーとは

ポテンシャル・レスポンス・ツリーとは、一問一問に対して正誤を判定し得点を与えたり、フィードバックを設定したりする構成図のことである。このポテンシャル・レスポンス・ツリーによって1問目が正解ならば点数をあたえ、不正解ならばフィードバックを返し、部分点を与えるということが可能になる。



STACKを用いることによって、教師が用意した数学の問題を、生徒が解く際に自習でありながら授業を受けている状態に近い状態で学習することが可能となる。これらを組み合わせることで、誤答から正答へと的確に導くことができるようになる。

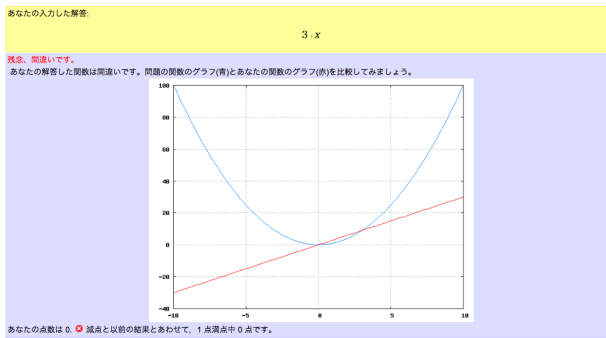
### 2.4 STACKとMOODLEの連携

MOODLEにSTACKのブロックを追加することで、教師はMOODLEから問題を作成し、MOODLEの問題バンクの中から生徒に出題したい問題を選ぶと、生徒はログインをすればその問題を受験することが可能になる。生徒は小テストの受験履歴を確認することや、関連資料を閲覧することもできる。このようにして、学生の家庭学習をサポートすることが可能となっている。

## 3 研究概要

STACKの特徴であるフィードバックを利用して、正解の式のグラフと生徒が答えた誤答のグラフを同時に表示させて比較することも可能である。このようにフィードバックや解答の手引きを充実させることによって、解き直す際の手助けをすることができる。

また、小問を設け、1問1問フィードバックを返すことで細かく生徒の理解度を確認することができる。これは、小問が多くあり、生徒が漏れなく理解をしているかを1つ1つ確認していくように問題を作っているセンター試験問題と目的が類似している。そこで、本研究ではこのようなSTACKの特徴を活かした、センター試験Bの練習問題の作成に取り組んだ。次の図では自分の解答が接線の式でないことが一目でわかるようになっている。



よくできました。正解です!  
1日目正解です。あなたの点数は 1 点と以前の結果とあわせて、1 点満点中 1 点です。  
よくできました。正解です!  
2日目正解です。あなたの点数は 1 点と以前の結果とあわせて、1 点満点中 1 点です。  
残念、間違いです。  
3日目間違えです。あなたの点数は 0 点と以前の結果とあわせて、1 点満点中 0 点です。  
残念、間違いです。  
4日目間違え。あなたの点数は 0 点と以前の結果とあわせて、1 点満点中 0 点です。  
残念、間違いです。  
5日目間違え。あなたの点数は 0 点と以前の結果とあわせて、1 点満点中 0 点です。  
残念、間違いです。  
6日目間違え。あなたの点数は 0 点と以前の結果とあわせて、1 点満点中 0 点です。  
残念、間違いです。  
7日目間違え。あなたの点数は 0 点と以前の結果とあわせて、1 点満点中 0 点です。  
残念、間違いです。  
8日目間違え。あなたの点数は 0 点と以前の結果とあわせて、1 点満点中 0 点です。

解答の手引き

Sは2次関数とx軸、x=aで囲まれた部分から、点(a,0),点P,点Qで囲まれた三角形の面積を引くことで求めます。Uの最大値、最小値は、x=0,x=aの間に3次関数の増減を調べて求めましょう。

### 3.1 問題作成

2次関数の定義域が0以上t(整数1から10までのランダムな変数)以下となるように設定を行った。問題を選択するたびに、tの値が変化するようにになっている。

ここでは、接線の式を求められるか、直線と直線の交点の座標を求められるか、図の面積を場合分けによって求めることができるか、などを確認できるように問題作成している。作成は次のように行っている。ここで解答の手引きも記入できるようになっている。

問題ID: 154

問題名: センター試験IB 2次関数

説明:

キーワード:

変数: t=rand(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10)

問題文:

座標平面上で、放物線 $y=x^2$ をCとする。  
 曲線C上の点Pのx座標をaとすると、点PにおけるCの接線の方程式は、 $y=2ax-a^2$ である。  
 a=0のとき、曲線Cと直線およびx軸で囲まれた図形の面積をSとする、  
 a<@tのとき、曲線Cと直線および直線 $x=2$ で囲まれた図形の面積をTとする、  
 a=0のときは $S=0,a=2$ のときは $T=0$ であるとして、0<a<@tに対して

解答の手引き

Sは2次関数とx軸、x=aで囲まれた部分から、点(a,0),点P,点Qで囲まれた三角形の面積を引くことで求めます。  
 Uの最大値、最小値は、x=0,x=aの間に3次関数の増減を調べて求めましょう。

問題は次のようなものである。

**練習問題 - 受験 1**

1 座標平面上で、放物線 $y=x^2$ をCとする。  
 得点: -1 曲線C上の点Pのx座標をaとすると、点PにおけるCの接線の方程式は、 $y=$ \_\_\_\_\_である。  
 a=0のとき、曲線Cと直線およびx軸で囲まれた図形の面積をSとする、Qの座標は \_\_\_\_\_ である。  
 a<1のとき、曲線Cと直線および直線 $x=2$ で囲まれた図形の面積をTとする、T= \_\_\_\_\_ である。  
 a=0のときは $S=0,a=2$ のときは $T=0$ であるとして、0<a<1に対してU=S+Tとおく、aがこの範囲を動くとき、  
 Uはa= \_\_\_\_\_ で最大値 \_\_\_\_\_ をとり、  
 a= \_\_\_\_\_ で最大値 \_\_\_\_\_ をとる。

そして、各問いごとにポテンシャル・レスポンス・ツリーを用意し、それぞれ正誤が判定されるようにした。また、解答の手引きに図も組み込むことで、より生徒の学習をサポートできるようにした。こうすることによって、自分の答えを送信した後の画面は次のようなものになる。下の部分には解答の手引きが表示されている。

### 3.2 生徒の利用の仕方

生徒はMOODLEにログインをすると、コースを選択することができる。そして、小テストなどの問題を選択し受験することができる。まず、答えをMaximaの入力方式にしたがって入力し送信をする。すると、各問いに対しての正誤や得点が表示されるようになる。これはフィードバックと呼ばれる。間違えた場合にコメントを表示させることができるものである。ここでは、正解の関数と間違えて答えた関数が同じグラフに一度に表示され、比較できるように工夫した。さらに、解答の手引きにチェックを入れることで、正答への導き方を確認できるようになっている。

また、問題を選択すると前回までの受験の記録の一覧を見ることができる。得点や受験日、最高評点などを確認することができるようになっている。

### 3.3 生徒の管理

先生はユーザリストを確認することで、生徒のMOODLEの学習状況やメールアドレスなどの個人データを確認することができる。また問題ごとの個々人の、問題の解答にかかった時間や得点、また受験者全体の平均点を確認することができる。

## 4 今後の課題

ここでは、センター試験Bの対策として2次関数の練習問題を作成した。今後は、2次関数に限らず幅広く問題を作成し、より学習に役立つように改良していきたい。また、ランダムに与える変数の数も増やすことによって、飽きずに何度も同じ形式の問題を解いて慣れることができるようにしていきたい。

また複数の解答をする場合に、正解の問いの数だけ部分点を与えられるように設定すると、ポテンシャル・レスポンスを例えば8つの問題の場合、255個正誤のパターンを用意する必要がでてくる。より自由に簡単に教師が採点をできるようにすることも今後の課題としていきたい。

### 参考文献

[1] 中村泰之：数学eラーニング 数式回答評価システムSTACKとMoodleによる理工系教育、電機大出版局,2010