数理解析研究所講究録
第2022巻 2017年 135-142

STACK におけるランダム選択肢問題の作成例

日本大学・医学部　谷口　哲也 (Tetsuya Taniguchi)
日本大学・医学部　宇田川　誠一 (Seiichi Udagawa)
Scool of Medicine,
Nihon University
日本大学・生物資源科学部　根本　洋明 (Hiroaki Nemoto)
College of Bioresource Sciences,
Nihon University

1　はじめに

STACK で数学の問題を解答させるとき, 数値等の入力は比較的簡単であるが, 比較的複雑な数式からなる解などは, 入力が困難である. また, このことが, STACK の問題を解く学生の意欲を低下させているように思われる. そこで, 古典的ではあるが, 選択肢の並びと, その選択肢の内容がある程度ランダムになるような選択肢の問題を STACK で作成したい. この解説において 作成例と学生への実践例を紹介する. なお, 使用環境は Moodle 2.5 と STACK 3(version 2013070900) となっている.

2　基本的例題

b には 1 から 9 のうちランダムな数が代入され, 図 1 のような $\Gamma(b)$ の値を選択肢から選んでもらう問題を STACK で作成してみる.

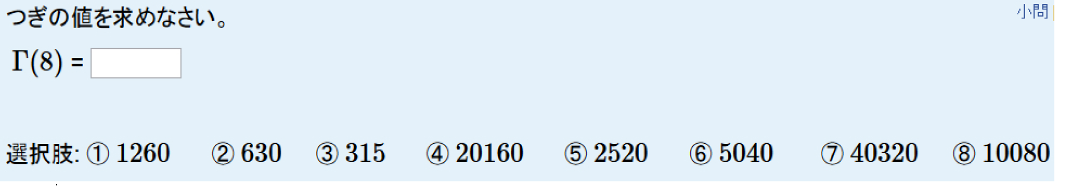

図 1: ガンマ関数

ks には $\Gamma(b)$ の値を代入しておく.

8 択問題の選択肢として ks, 8ks, 4ks, 2ks, ks/2, ks/4, ks/8, ks/16 を採用したとしよう. STACK でこれを実現するには問題作成画面で次のように入力すればよい.

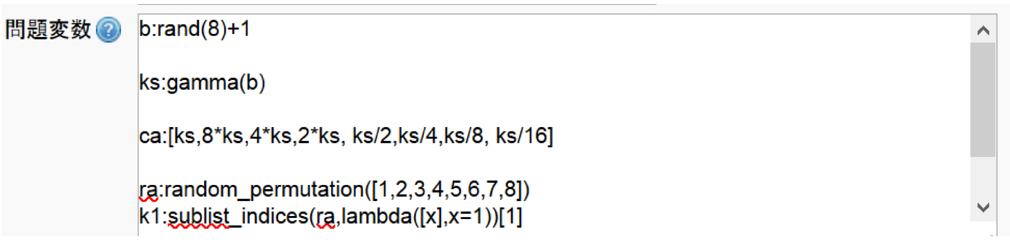

図 2: 問題変数欄

`b:rand(8)+1` により, b には 1 から 9 までの数がランダムに入る. ks には $\Gamma(b)$ の値が代入される.
`ca:[ks,8*ks,4*ks,2*ks, ks/2,ks/4,ks/8, ks/16]` において, 変数 ca にリスト形式で選択肢を設定している. `ra:random_permutation([1,2,3,4,5,6,7,8])` において, 1 から 8 までの順列のうちの 1 つがランダムに選ばれ変数 ra に代入される.
`k1:sublist_indices(ra,lambda([x],x=1))[1]` において, 1 が順列において何番目に配置されたかの情報を変数 k1 に代入している. 例えば,
`ra = [6,4,1,3,8,7,2,5]` なら k1 の値は 3 となる. 選択肢の左側に正解を配置しておけば, k1 の値がそのまま解答になることに注意する.

問題テキスト欄では学生が実際に目にする問題を記入しておく.

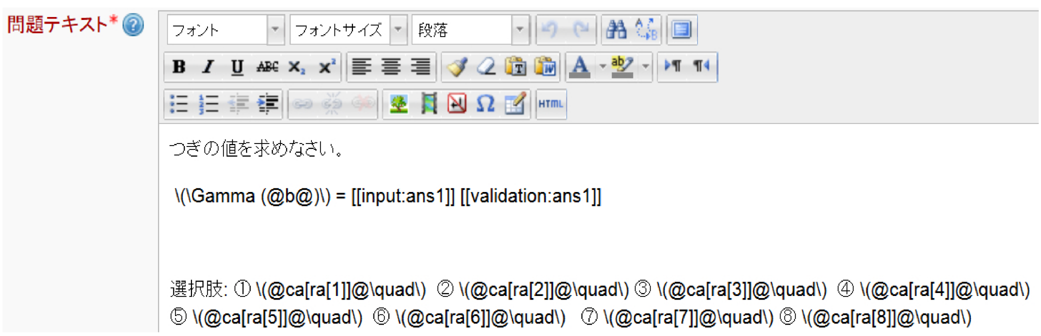

図 3: 問題テキスト欄

ここで, `ca[ra[1]]`, `ca[ra[2]]`,...,`ca[ra[8]]` を導入することによって選択肢をランダムに並べ替えている. 例えば先ほどの順列 ra =[6,4,1,3,8,7,2,5] の場合において, ca[ra[1]] は ca[6] となり選択肢の左から 1 番目は ca の 6 番目の ks/4 が配置されることになる. 図 1 では ks の値は $(8-1)! = 5040$ であるので, ks/4= 1260 となり, 一番左の選択肢では 1260 が表示されている.

その他の問題作成欄は通常の STACK と同様に入力すればよい.

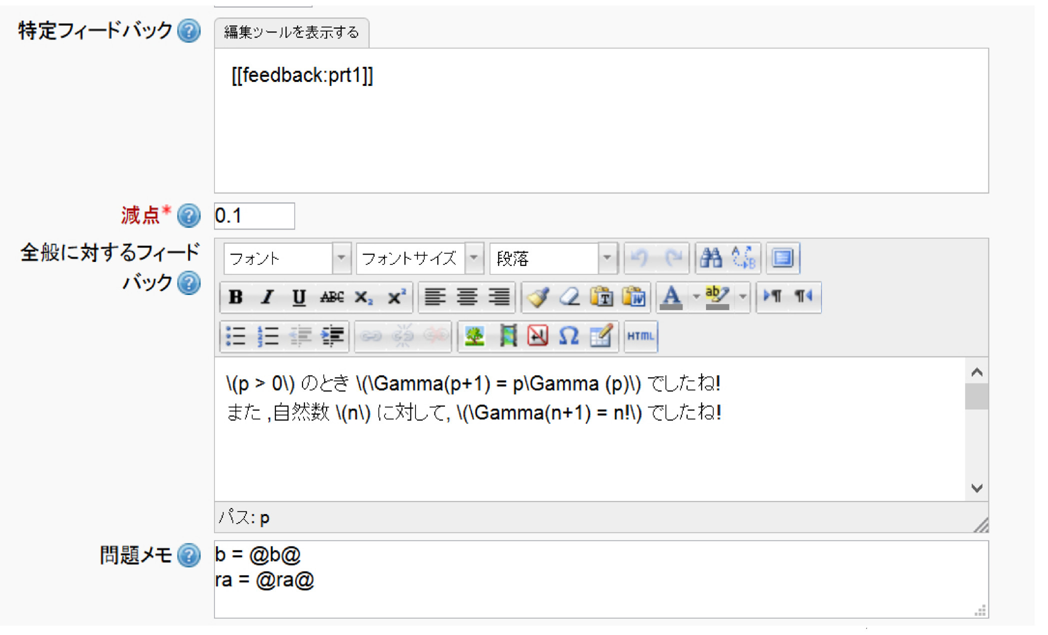

図 4: フィードバック欄

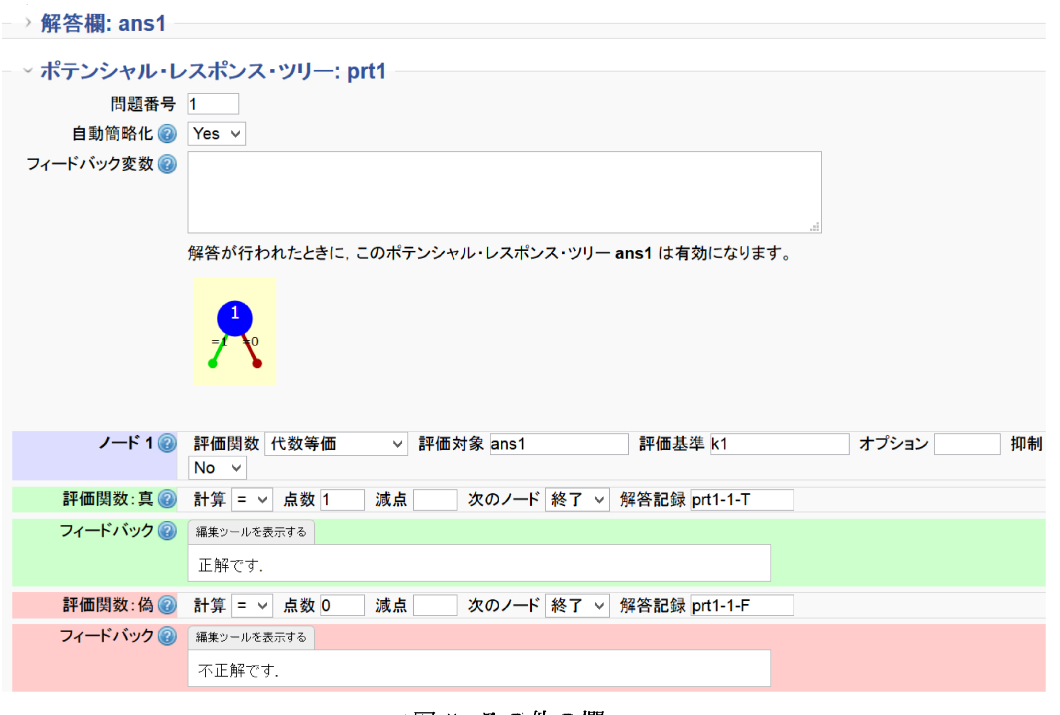

図 5: その他の欄

3 選択肢に TEX を用いる方法

この方法においては, 選択肢を @ と @ の間に挿入しているため, 選択肢に TEX を使う場合は注意が必要である. 簡単のために, 次のような問題を考える.

図 6: 球の体積

STACK でこれを実現するには問題作成画面で次のように入力すればよい.

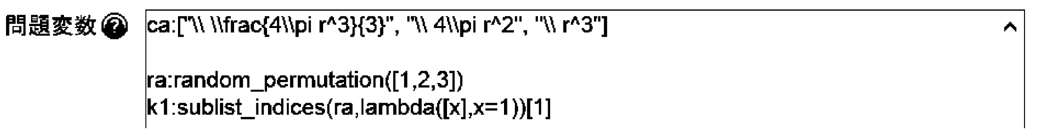

図 7: 問題変数欄

選択肢の ca の各々の選択肢は " と " でくくり, さらに \\ を先頭に必ずおく. さらに各 tex の命令には \\pi のように \ を 2 重にする. 問題欄の @ と @ の間において, \ が一つ減る仕組みに STACK はなっているようである. 問題テキスト欄は次のように同様に入力しておく.

図 8: 問題テキスト欄

他の欄はガンマ関数の問題のときの図 5 と同様である.

なお, A_+ のような下付き添え字をもつものを選択肢にするときは, `A_+` ではだめで, `\\ A{\\atop+}` としなくてはならない. ただ, このままでは, A と $_+$ の間に隙間が生じ, さらに, $_+$ が下がりすぎるため, `\\ A{\\atop\\!\\raise0.6ex+}` とするのがちょうどよいと思われる.

4　選択肢に TEX とランダム変数を混在させるとき

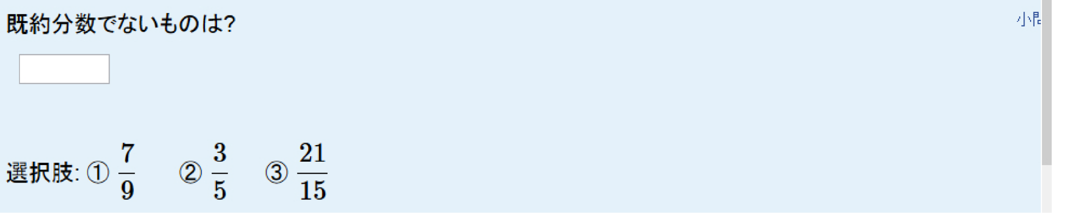

図 9: 既約分数に関する問題

選択肢に既約分数でないものを選ぶと@ と @ で挟まれた選択肢は CAS の影響を受け約分されてしまう．CAS の影響を受けない箇所を設けるには concat を用いるとよい．具体的には次のように問題作成すればよい．

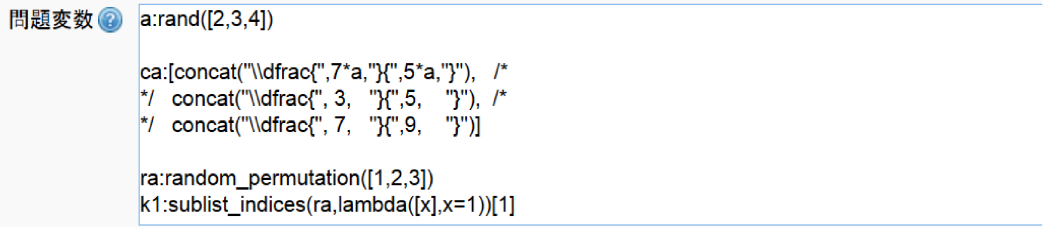

図 10: 問題変数欄

選択支が concat からなるときは, \\ を concat の前におかなくてよいが, そのかわり, concat の第 1 成分の先頭に\\ をおかなくてはならない．問題テキスト欄は次のよう同様に入力しておく．

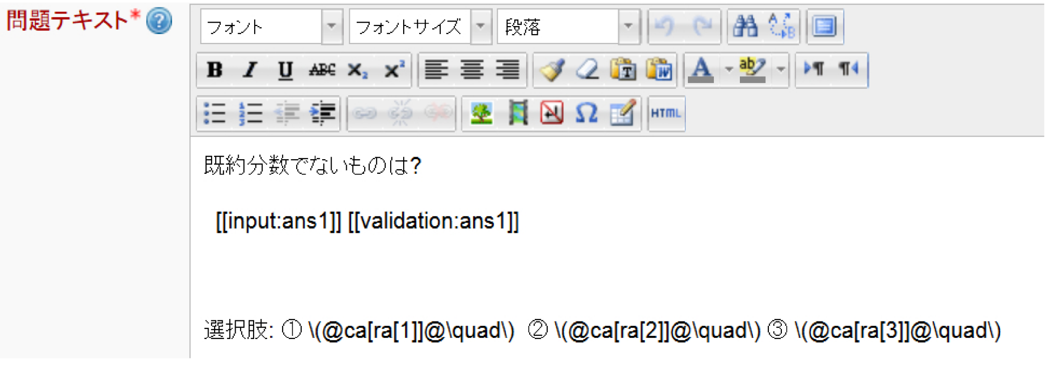

図 11: 問題テキスト欄

5 微分方程式の例

2016 年度の日本大学医学部の数学の授業において学生に課題として与えた微分方程式の問題を紹介する. 2 階の常微分方程式の一般解は任意定数等がでてきて, 解答の入力が困難になる. そこで, 今までに紹介した方法で選択式のものを作成してみよう.

小問 | 問題のテストを実行

つぎの 2 階線形微分方程式を解きなさい.

$\ddot{x} - 10\dot{x} + 24x = e^{2t}$

解答欄:

選択肢: ① $x = C_1 \cos 6t + C_2 \sin 4t - \frac{1}{8}e^{2t}$ ② $x = e^{10t}\left(C_1 + C_2 t\right) + \frac{1}{8}e^{2t}$

③ $x = C_1 \cos 4t + C_2 \sin 6t - \frac{1}{9}e^{2t}$ ④ $x = e^{-10t}\left(C_1 + C_2 t\right) - \frac{1}{8}e^{2t}$

⑤ $x = C_1 e^{4t} + C_2 e^{6t} + \frac{1}{9}e^{2t}$ ⑥ $x = e^{24t}\left(C_1 + C_2 t\right) + \frac{1}{8}e^{2t}$

⑦ $x = C_1 e^{4t} + C_2 e^{6t} + \frac{1}{8}e^{2t}$ ⑧ $x = C_1 \cos(-4t) + C_2 \sin(-6t) - \frac{1}{9}e^{2t}$ ⑨ $x = C_1 e^{-4t} + C_2 e^{-6t} + \frac{1}{8}e^{2t}$

ただし, C_1, C_2 は任意定数とする.

図 12: 2 階の非斉次常微分方程式

これを実現するには, まず, 問題変数欄において次のように入力する.

問題変数

```
ba:[2,3,4,5,6,7,8,9];
sa:random_permutation([1,2,3,4,5,6,7,8]);
a:ba[sa[1]];
b:ba[sa[2]];
c:ba[sa[3]];

r:1/((c-a)*(c-b));
hu:if r < 0 then "-" else "+";
lhu:if r < 0 then "-" else "\\ ";
khu:concat(lhu);
rs:abs(num(r));
rb:denom(r);


a:if rb = 1 then 3 else a;
b:if rb = 1 then 4 else b;
c:if rb = 1 then 6 else c;
r:if rb = 1 then 1/6 else r;
hu:if rb = 1 then "+" else hu;
lhu:if rb = 1 then "\\ " else lhu;
khu:if rb = 1 then concat(lhu) else khu;
rs:if rb = 1 then abs(num(1/6)) else rs;
rb:if rb = 1 then denom(1/6) else rb;

brb:rb+1;
```

図 13: 問題変数欄前半

```
mr:-r;
mhu:if mr < 0 then "-" else "+";
mrs:abs(num(mr));
mrb:denom(mr);

p:a+b;
q:a*b;

ca:[concat("\\ x=  C{\\atop{\\!\\raise0.6ex1}} e^{",a,"t} + C{\\atop{\\!\\raise0.6ex2}}e^{",b,"t}",hu,"\\frac{",rs,"}{",rb,"}e^{",c,"t}"),     /*
*/  concat("\\ x=  C{\\atop{\\!\\raise0.6ex1}} e^{",a,"t} + C{\\atop{\\!\\raise0.6ex2}}e^{",b,"t}",hu,"\\frac{",rs,"}{",rb+1,"}e^{",c,"t}"),     /*
*/   concat("\\ x= e^{",a*b,"t} \\left( C{\\atop{\\!\\raise0.6ex1}}  + C{\\atop{\\!\\raise0.6ex2}}t \\right)",hu,"\\frac{",rs,"}{",rb,"}e^{",c,"t}"),     /*
*/    concat("\\ x= e^{",a+b,"t} \\left( C{\\atop{\\!\\raise0.6ex1}}  + C{\\atop{\\!\\raise0.6ex2}}t \\right)",hu,"\\frac{",rs,"}{",rb,"}e^{",c,"t}"),    /*
*/    concat("\\ x=  C{\\atop{\\!\\raise0.6ex1}} e^{",-a,"t} + C{\\atop{\\!\\raise0.6ex2}}e^{",-b,"t}",hu,"\\frac{",rs,"}{",rb,"}e^{",c,"t}"),     /*
*/  concat("\\ x= e^{",-a-b,"t} \\left( C{\\atop{\\!\\raise0.6ex1}}  + C{\\atop{\\!\\raise0.6ex2}}t \\right)",mhu,"\\frac{",mrs,"}{",mrb,"}e^{",c,"t}"),    /*
*/   concat("\\ x=  C{\\atop{\\!\\raise0.6ex1}}","\\cos ",a,"t + C{\\atop{\\!\\raise0.6ex2}}","\\sin ",b,"t",mhu,"\\frac{",mrs,"}{",mrb+1,"}e^{",c,"t}"),     /*
*/   concat("\\ x=  C{\\atop{\\!\\raise0.6ex1}}","\\cos ",b,"t + C{\\atop{\\!\\raise0.6ex2}}","\\sin ",a,"t",mhu,"\\frac{",mrs,"}{",mrb,"}e^{",c,"t}"),     /*
*/    concat("\\ x=  C{\\atop{\\!\\raise0.6ex1}}","\\cos (",-a,"t) + C{\\atop{\\!\\raise0.6ex2}}","\\sin (",-b,"t)",mhu,"\\frac{",mrs,"}{",mrb+1,"}e^{",c,"t}")   ]

ra:random_permutation([1,2,3,4,5,6,7,8,9])
k1:sublist_indices(ra,lambda([x],x=1))[1]
```

図 14: 問題変数欄後半

問題テキスト欄は他の問題と同様に次のように入力しておく.

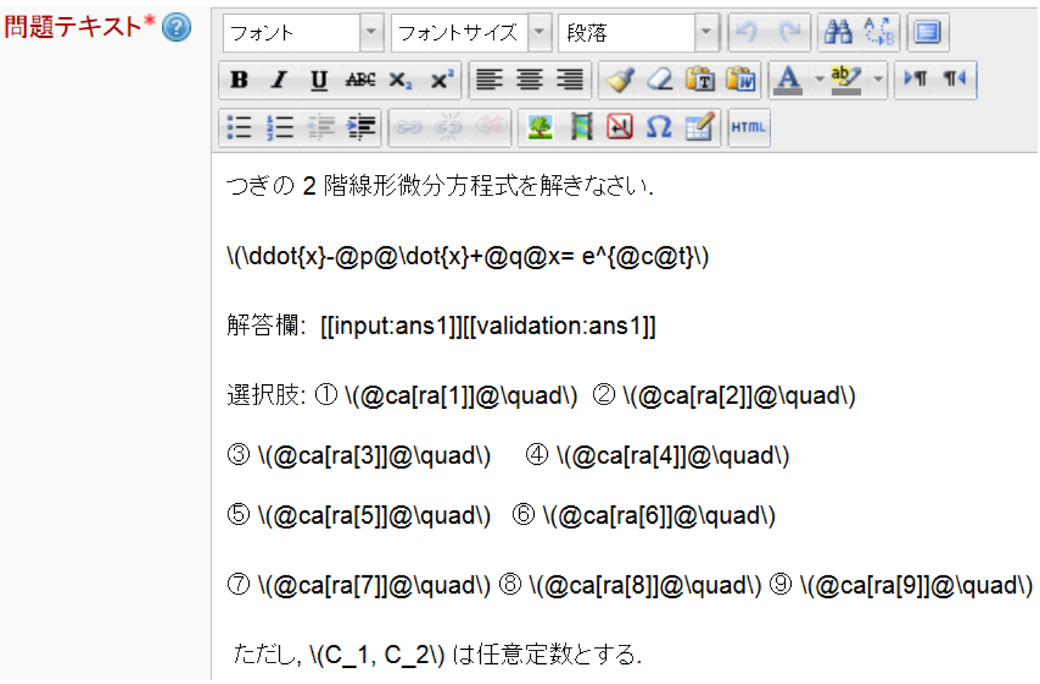

図 15: 問題テキスト欄

解答を学生が終えたとき, 解説が出力されるよう, フィードバックの欄を次のように設定しておく.

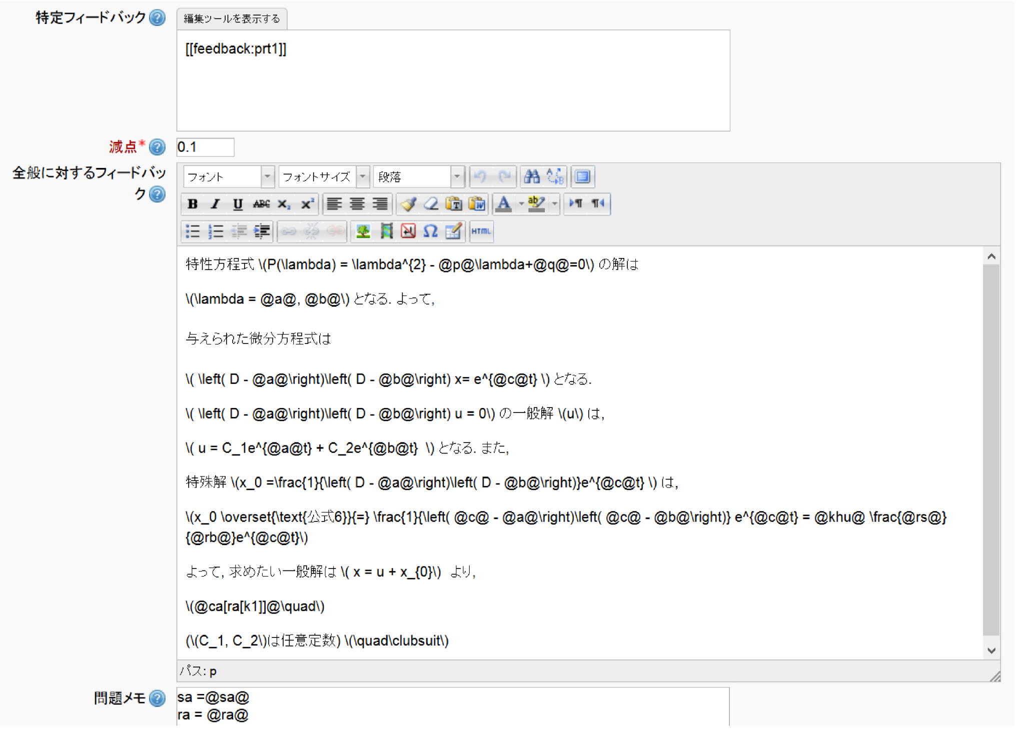

図 16: フィードバック欄

あとの欄は図 5 と同様である.

謝辞 本研究は JSPS 科研費 16H03067, 26282033,15K01091 の助成を受けている.

参考文献

[1] 谷口哲也, 宇田川誠一, 中村泰之, 中原敬広:「Moodle と STACK による微分方程式, ガンマ関数, ベータ関数の問題」, 数理解析研究所講究録 No.1978, pp.79–86, 2016.