

## Moodle 小テスト作成支援アプリケーションの紹介（５）

情報政策課 係長 畑 篤  
総合情報基盤センター 准教授 上木 佐季子  
総合情報基盤センター 講師 遠山 和大

筆者らは、Moodle 小テスト問題を作成する際に、Word を利用して作成した問題を、Moodle にインポート可能な XML 形式に変換するツールを開発してきた。小テストの中で、穴埋め問題は、多様な問題を作成することができるが、数式記述問題の作成には適していない。また、数学オンラインテスト評価システム (STACK) は、数式記述問題に適しているが、Moodle 上での問題作成は容易ではない。そこで、Word で作成した数式記述問題を Moodle にインポート可能な XML に変換するツールを開発した。

キーワード：数式の穴埋め問題，STACK，小テスト，Word，XML

### 1. はじめに

Moodle では様々な形式の小テストを作成することができる。しかし、複雑な問題を GUI 上で作成するには手間がかかる。筆者は、小テスト問題をイメージでき、かつ、多くの人にとって普段使い慣れた Word を利用して問題を作成し、それを Moodle にインポート可能な XML ファイルに一括変換するツール開発を行い公開してきた。小テストの中で、穴埋め問題は、多様な問題を作成することができる。しかし、数式記述問題を作成する場合、あらゆる正解を用意する必要がある。

また、数学オンラインテスト評価システム (STACK) を利用することにより、穴埋め問題に比べ容易に数式を用いた問題を作成することができる。しかし、Moodle で STACK を利用した問題作成は容易ではない。そこで、筆者は、Word で作成した数式記述問題を Moodle にインポート可能な XML に変換するツール開発を行った。本稿では、Word で数式記述問題を作成し、Moodle にインポート可能な XML に変換するツールについて紹介する。

し、問題文を作成後、変数を定義することとした。変数と解答を区別させるため、解答とする変数の前に、「ANSA::」を、変数については、「VAR::」と記述し解答と変数を区別することとした。また、問題文で TeX 記号を用いた数式に対応するため、TeX 記号で表記する箇所をピンクの蛍光ペンで塗布することとした。小テスト問題の記述例を図 1 に、Word で作成した問題を Moodle にインポートした結果を図 2 に示す。図 2 は図 1 の問題例で変数 (VAR::) を用いない場合の変換結果を示す。図 3 については、図 1 の問題での変数 (VAR::) 部分の変換結果を示す。

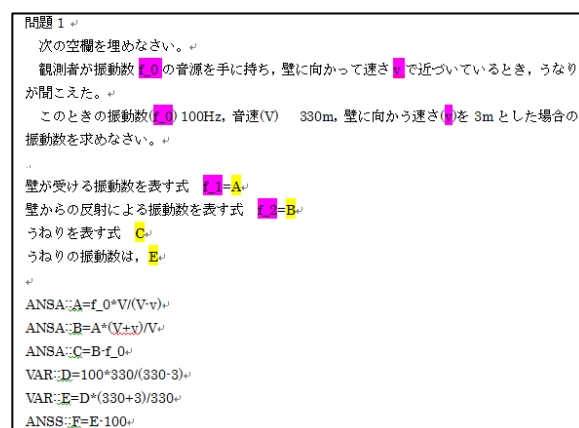


図 1 数式記述問題の作成例

### 2. Word での問題作成様式

Word で問題文を作成した後、解答とした変数を黄色の蛍光ペンで塗布することと

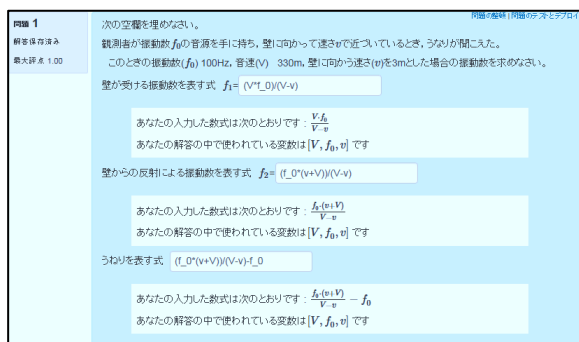


図2 数式記述問題の Moodle 表示例

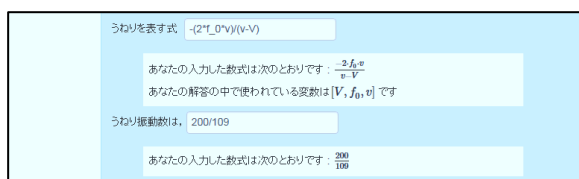


図3 数式記述問題の Moodle 表示例（数値利用）

## 2.1 数式問題の評価方法

数式問題の評価には、複数の方法があることから、筆者は、代数評価、構文評価、式の整理、数値評価の各評価を行えるようにした。このことから、解答の数式評価を区別させるため、解答の評価方法を区別するため、解答の前に記号を記すこととした。

このことにより、式が簡略化されていない場合、式の展開、通分がされていない場合及び小数点以下の表記についての評価ができる。

評価方法の記述及び評価内容を以下に示す。

### ① 代数評価

代数評価は、評価対象が代数的に等しいかについて判定する。記述書式は、解答式の前に、「ANSA::」と記述する。

### ② 構文評価

評価対象が代数的に等しくかつ、式が簡略化されているかについて判定する。ただし、数式の記述順序は、アルファベット、小文字大文字順で記述されている必要がある。記述書式は、解答式の前に、「ANSC::」と記述する。

### ③ 式の整理

評価対象が代数的に等しくかつ、評価

対象が展開、通分されており更に式が簡略化されているかについて判定する。記述書式は、解答式の前に、「ANSS::」と記述する。

### ④ 数値評価

評価対象の数値が正しいかを判定する。小数点桁数についても評価する。記述書式は、解答式の前に、「ANSN::」と記述する。小数点以下の表記については「J」の後に小数点桁数を記述することとした。

図4に判定評価の記述例、図5に解答の判定結果例を示す。

解答として、式が簡略化されていない、式の展開と通分がされていない形式で解答した評価結果の例を示す。

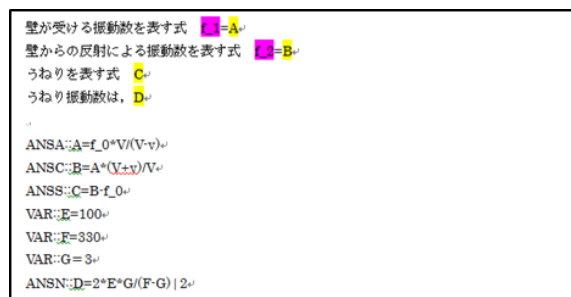


図4 解答評価の記述例

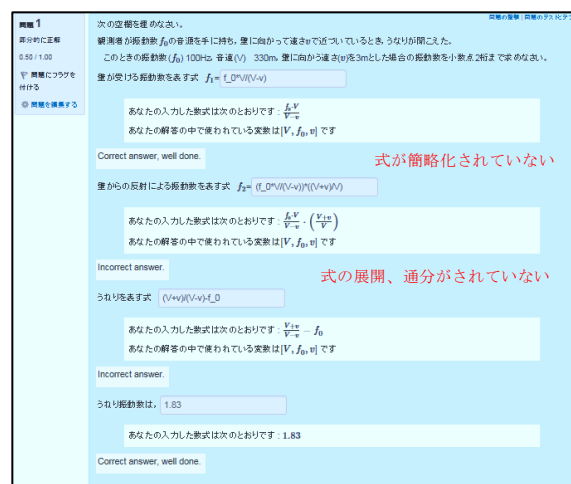


図5 Moodle での数式の評価

## 2.2 受験毎の問題数値可変

STACK では、係数等の数値をランダムに変更させ、異なった問題を作成させることができる。そこで、乱数による変数を定義することとした。これ以降、定まった変数を定数、数値可変ができる変数を変数という。変数の設定について、問題文の中で、変数としたい個所を水色の蛍光ペンで塗布することとした。変数の記述方法として、変数として定義する変数名の先頭に「RAN::」と記述することとした。変数値範囲の記述を次のとおりとした。

- ① 変数 A が 0～10 の場合

RAN::A=10

- ① 変数 B が 1,3,5,7,9 の場合

RAN::B=1,3,5,7,9

ただし、①の記述方法では、乱数の開始値が必ず 0 となる。そのため、例えば、変数範囲を 1 からとする場合は、VAR::C=A+1 を記述し、A を別の変数として 1 から 10 の変数を発生できるようにした。

図 5 に Word での問題作成例、図 6 に Moodle での表示例を示す。

問題 1  
3 点  $(b, 0)$ ,  $((b+c)/2, a*(c-b)*(b-c)/4)$ ,  $(c, 0)$  を通る  
2 次関数  $f(x) = p$  を求めよ。  
RAN::a=-2,-1,1,2  
RAN::b=2  
RAN::c=3,4,5  
ANSA::p=a\*(x-b)\*(x-c)

図 5 問題文で、数値を可変させる問題

問題の極端  
3 点  $(1, 0)$ ,  $(2, 2)$ ,  $(3, 0)$  を通る 2 次関数  $f(x) =$   
を求めよ。

図 6 Moodle での問題数値可変例

## 2.3 グラフ問題の作成

STACK に、グラフ作成機能がある。そこで、グラフを用いた問題を作成できるように、Word での問題作成に、グラフ作成機能を追加した。記述については、STACK でのグラフ作成記述に従い次のとおり記述することとした。

[関数式],[x,x の開始値,x の終了値]

上記で記述したグラフを表示させるために、グラフ記述を、緑の蛍光ペンで塗布することとした。

図 7 に Word でのグラフ問題の記述例を、図 8 に Moodle での表示例を示す。

問題 1  
下図のように、3 点  $(b, 0)$ ,  $((b+c)/2, a*(c-b)*(b-c)/4)$ ,  $(c, 0)$  を通る  
2 次関数  $f(x) = p$  を求めよ。  
 $p = (x-b-1/2, c+1/2)$   
RAN::a=-2,-1,1,2  
RAN::b=2  
RAN::c=3,4,5  
ANSA::p=a\*(x-b)\*(x-c)

図 7 問題文のグラフ挿入記述例

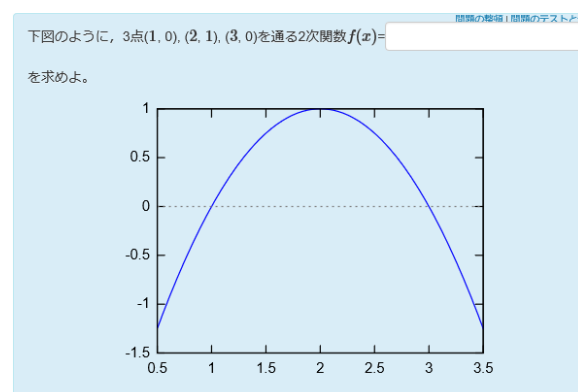


図 8 Moodle 問題でのグラフ表示例

## 2.4 ギリシャ文字の対応

解答欄でのギリシャ文字の記述ができないため、問題文にギリシャ文字を利用した場合、ギリシャ文字の後に、アルファベットでギリシャ文字を記述できるようにした。このことにより、解答者は、問題文のギリシャ文

字（アルファベット）を用いて解答することができる。

ギリシャ文字後のアルファベット記述の有無については、ツールのオプション設定で行う。

図 9 に Word でのギリシャ文字を含む問題例を、図 10 に Moodle でのギリシャ文字の表記例を示す。

問題 2 X線回折

次の空欄を埋めなさい。

個体試料の粉末 X線解析測定を行ったところ、回折角  $18^\circ$  のところに強い回折ピークを観測した。このピークが 110 反射 (110) である。

ただし、X線の波長は  $0.071 \text{ (nm)}$ 、回折角は図のように入射 X線と回折 X線とのなす角とする。

$\sin 9^\circ$	$\sin 18^\circ$	$\sin 36^\circ$
0.16	0.31	0.59

$\lambda$ : X線の波長,  $d$ : 結晶面の間隔, 回折角:  $\theta$ , 格子面数:  $n$

四則演算記号: \*: 乗算, /: 除算, +: 加算, -: 減算

図 9 ギリシャ文字を含む問題

次の空欄を埋めなさい。 問題の整備 | 問題のテストとデプロイ

個体試料の粉末 X線解析測定を行ったところ、回折角  $18^\circ$  のところに強い回折ピークを観測した。このピークが 110 反射 (110) である。

ただし、X線の波長は  $0.071 \text{ (nm)}$ 、回折角は図のように入射 X線と回折 X線とのなす角とする。

$\sin 9^\circ$	$\sin 18^\circ$	$\sin 36^\circ$
0.16	0.31	0.59

$\lambda$ (lambda): X線の波長,  $d$ : 結晶面の間隔, 回折角:  $\theta$ (theta), 格子面数:  $n$

四則演算記号: \*: 乗算, /: 除算, +: 加算, -: 減算

図 10 Moodle でのギリシャ文字の表記例

## 2.5 個別フィードバック

個々の設問の正解時フィードバック、不正解時のフィードバックを指定することができるよう、変数記述後、正解時のフィードバック開始記号「T::」と正解時のフィードバック終了記号「::T」の間の行に正解時フィードバックを記述することとした。不正解時のフィードバックについても正解時フィードバックと同様、不正解時の開始記号「F::」と「::F」の間の行に不正解時フィードバックを記述することとした。また、正解時フィードバック、不正解時フィードバックのみを記述することもできる。

個別フィードバックの記述例を図 11 に、Moodle での個別フィードバック例を図 12 と図 13 に示す。

ANS::R=A\*(V+v)/V

F::

振動数  $f_2$  は、 $f_1*(v+v)/V$  であるから、 $f_0*v/(V-v)*(v+v)/V$  となる。

式を簡略化して  $f_2$  は、 $f_0*(v+v)/(V-v)$  で表せる。

T::

ANS::C=B-f\_0

T::

正解です。うねりは、 $2*f_0*v/(V-v)$

T::

F::

うねりは、 $f_2-f_0$  より、 $f_0*(v+v)/(V-v)-f_0$  となる。

式の簡略化より、うねりは、 $2*f_0*v/(V-v)$

T::

図 11 個別フィードバックの記述例

あなたの入力した数式は次のとおりです:  $\frac{2f_0v}{V-v}$

あなたの解答の中で使われている変数は  $[V, f_0, v]$  です

Correct answer, well done.

正解です。うねりは、 $2*f_0*v/(V-v)$

図 12 Moodle での個別フィードバック（正解時）表示例

あなたの入力した数式は次のとおりです:  $\frac{f_0(V+v)}{V-v} - f_0$

あなたの解答の中で使われている変数は  $[V, f_0, v]$  です

Incorrect answer.

式の簡略化が必要です。

$f_0*(V+v)/(V-v)-f_0=2*f_0*v/(V-v)$

図 13 Moodle での個別フィードバック（不正解時）表示例

個別フィードバックでは、正解のグラフと、解答したグラフを表示することができる不正解時フィードバックに、正解と解答グラフを表示させるための記述例を図 14 に、Moodle での不正解時フィードバックを図 15 に示す。

F::

あなたの解答した関数は間違いです。

出題の関数のグラフ (青)

解答関数グラフ (赤) で表示します。

$[p,ans1],[x,b-1/2,c+1/2]$

T::

図 14 不正解時フィードバックのグラフ挿入記述

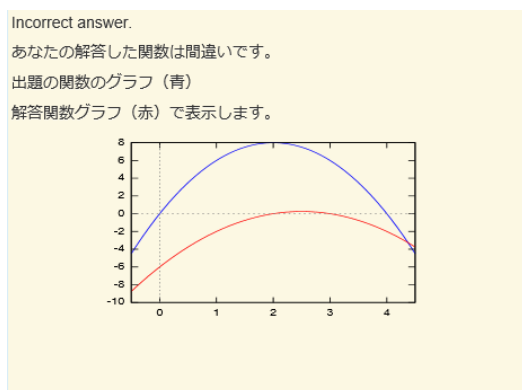


図 15 Moodle での不正解時フィードバック表示

## 2.6 Word での数式記述

Word で数式を記述するために、Word の数式エディタを利用し記述することができる。Word 数式エディタを利用した場合は、Word の数式エディタの設定で、二次元形式から、行形式に変換することで変換ツールの書式に変換することができる。図 16 に Word での数式エディタで記述した数式例を、図 17 に数式エディタを用い、行形式に変換した数式例を示す。

$$\text{ANSA::} A = \frac{4 * \pi^2}{G * T^2} * r^3$$

図 16 Word 数式エディタでの数式の作成

$$\text{ANSA::} A = (4 * \pi^2) / (G * T^2) * r^3$$

図 17 Word での二次元形式から行形式への変換結果

## 2.7 Word 文書から Moodle XML 変換

Word で作成した問題ファイルを変換ツールにドラッグドロップすることにより、Moodle XML に変換することができる。変換時には、設定により Moodle で表示したときのイメージを HTML で表示させることができる。



図 18 Word から XML への変換

図 19 に図 1 で示した問題例のツール変換結果を表示する。HTML 画面を、図 20 と図 21 に Moodle XML 変換結果を示す。XML について、図 20 は問題文及び変数に関する情報、図 21 の左図は記述に関する設定情報、右図は解答した数式の評価に関する設定情報を示す。

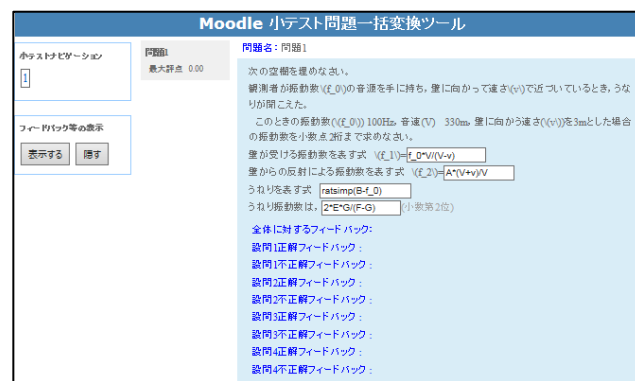


図 19 変換結果のビューア表示



図 20 XML 変換結果 (問題と変数の定義)





図 21 XML 変換結果(入力設定と評価設定)

## 2.8 オプションの設定

ツールでの変換に際し、「解答欄のサイズ」、「解答に自動的に乗算を示すアスタリスクの挿入」の有無及び、「ギリシャ文字のアルファベット表記」の有無といった設定を行えるようにした。この他に、解答する場合、「使用してはいけない文字列」の設定や、問題によっては、式の簡略化を求めない評価に対応できるよう「式の簡略化」等の設定を行うことができる。図 22 に式を簡略化しない例、図 23 にオプション設定画面を示す。図 22 で示す式を簡略化した場合、左辺と右辺の記述内容が同じとなり、出題の意図と異なった評価となる。図 24 に XML での禁止文字の設定情報を示す。

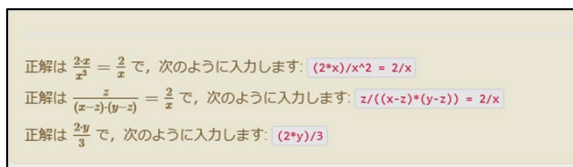


図 22 数式を簡略化せずに評価する例



図 23 設定のオプション画面

<syntaxattribute/>  
<forbidwords> ratsimp </forbidwords>  
<forbidfloat>1</forbidfloat>

図 24 XML での禁止文字設定例

## 2.9 XML から Word への変換

Moodle XML から Word 文書への変換を行うことができる。変換は、XML ファイルをツールにドラッグ&ドロップすることで、Word 形式での数式記述問題が作成される。変換結果について、Word での作成時は、TeX で表記したい場合をピンクの蛍光ペンで塗布することとしていたが、XML から Word に逆変換する場合は、TeX 記号で表記するため、TeX 表記箇所はピンクの蛍光ペンでの塗布はされない。図 4 の XML 変換結果を Word に逆変換した結果を図 25 に示す。

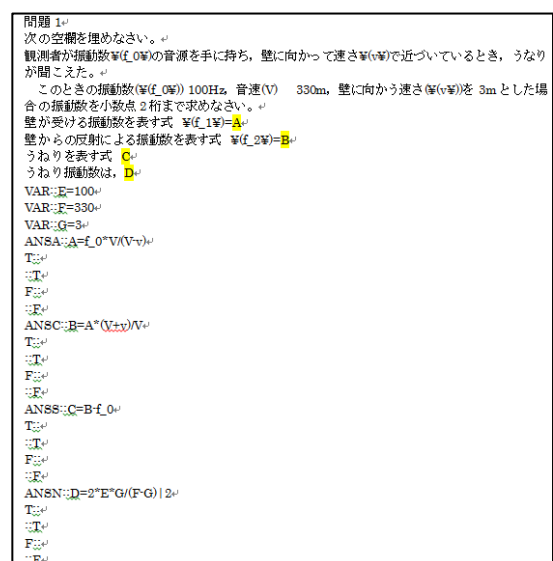


図 25 XML を Word に逆変換した結果

## 参考文献

- [1] 畑篤, 木原寛, 上木佐季子 (2015) Word を利用した Moodle 穴埋め問題一括変換ツールの開発. Proceeding of Moodle Moot Japan 2015, 25-27.
- [2] 畑篤, 木原寛 (2016) Word を利用した Moodle 穴埋め問題一括変換ツールの作成 (2) - 正誤、組み合わせ問題の変換及び Moodle XML ファイルの逆変換 -. Proceeding of Moodle Moot Japan 2016, 36-41.
- [3] 畑篤, 遠山和大, 木原寛, 上木佐季子 (2018) Word を利用した Moodle 穴埋め問題一括変換ツールの作成 (4) -小テスト問題変換ツールの改良およびランチャーツールの開発-. Proceeding of Moodle Moot Japan 2018, 29-35.
- [4] 中村泰之, 中原敬広, 秋山實 (2010) STACK と Moodle で実践する数学 e-ラーニング. 数理解析研究所講究録 第 1674 巻, 40-46.
- [5] 中村泰之 (2010) 数学 e ラーニング数式評価システム STACK と Moodle による理工系教育. 東京電気大学出版局.
- [6] 中村泰之, 中原敬広, 秋山實 (2010b) STACK を利用した物理数学授業実践の報告. 2010 PC カンファレンス論文集.
- [7] 中村泰之, 中原敬広, 秋山實 (2011) STACK と Moodle による数学 e-ラーニング. 数理解析研究所講究録 第 1735 巻, 9-16.
- [8] 中村泰之, 大俣友佳, 中原敬広 (2012) 数学オンラインテストシステム STACK の問題作成支援ツールの開発と STACK3.0 の展望. 教育システム情報学会 JSiSE2012 第 37 回全国大会, 390-391.
- [9] 畑篤 (2014) Excel を利用した Moodle 小テスト一括作成ツールの開発. 技術職員による技術報告集 (三重大学), 17-20.
- [10] 畑篤, 上木佐季子, 遠山和大 (2019) Word 文書を利用した Moodle 小テスト問題の一括作成 (6) -数式記述問題の作成およびランチャーツールの改良-. Proceeding of Moodle Moot Japan 2019, 38-43.