

## 簡易数式ルールを用いた課題送受システムにおける Maximaの役割

山口大学  
KeTCindyセンター  
長野高専  
群馬高専

北本卓也  
高遠節夫  
濱口直樹  
碓氷久

## ICTの教育への活用について

- 探究的な活動への応用（Geogebra, Cinderella 等の活用）
- ドリルワーク(eラーニング)としての活用（ Moodle, STACK 等の活用）

3

## GIGAスクール構想とその影響

- GIGAスクール構想によりICTのハードウェアの整備が進んだ。
- 現在ではほとんどの小・中学校、高等学校にパソコンやタブレットが入ってきている。
- それらのハードウェアの活用が求められてきているが、なかなか対応できていない。

2

## ドリルワーク（eラーニング）としてのICTの活用

- 有料のものはいろいろなものが提供されている。
- オープンソフトウェアとしては Moodleが有名
- Moodle では選択式の課題を作ることが可能であり、さらにプラグインを導入することにより、様々な形式の課題に対応可能。
- 数学の課題については、プラグイン STACK を用いることにより数式を自動採点する形式の課題を作ることが可能（裏で Maxima が走っている）。

4

## Maxima上のSTACKの問題点

- Maxima の設定が大変（大学○、高専△、小中高等学校×）
- STACK のプラグインをインストールするのも大変
- STACKの使い方と Maxima の命令を理解する必要がある。
- Javascript の数式処理システム algebrite を活用した eラーニングシステムを開発し、活用
- KeTMathをベースとしたeラーニングシステムを開発

5

## STACK の実行画面

The screenshot shows the STACK interface with two problems. Problem 1 asks to differentiate the polynomial  $6 \cdot x^3 + 4 \cdot x^2 + 2 \cdot x + 8$  and enter the result in a text box. Problem 2 asks to differentiate  $x^2 \cdot \sin(x)$  and enter the result. Both problems include a '問題編集' (Edit problem) button and a '最大評価点 1.00' (Maximum score 1.00) indicator.

6

## KeTMathの実行画面

The screenshot shows the KeTMath interface. It features a grid-based calculator with various mathematical symbols and functions. A problem is displayed in a text box, and the user is prompted to enter the answer. The interface includes a 'Reset' button and a 'Rec' button.

7

## KeTMathの実行画面

- キーボードだけでなく、画面をクリックすることでも解答が入力できる→スマートフォン、タブレットで有利
- 入力した数式を画面にレンダリング→入力した式の確認
- 科目に応じてキーボード配列を変更可能

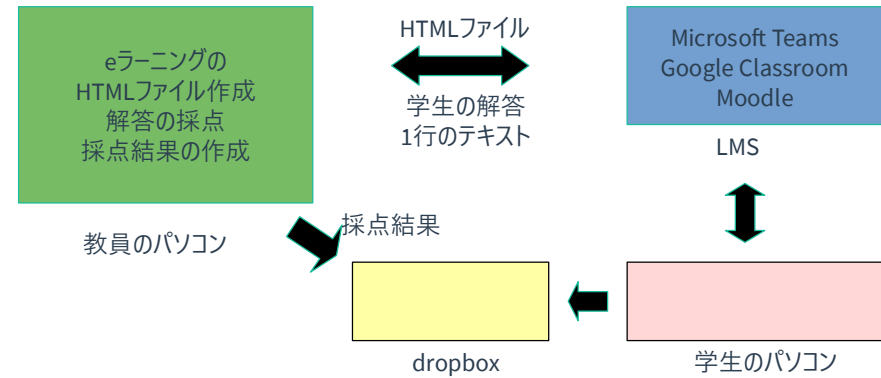
8

## KeTMathの使用手順

- (1) 問題と生徒のデータをテキストベースで作成
- (2) Cinderella を用いて E-learning の Webページに変換
- (3) 生徒はパソコンやスマホからWebページにアクセスして問題を解く
- (4) 解いた問題の解答は 1 行にまとめて表示される → 教員に送付
- (5) 教員は送付されたデータを Webページに変換
- (6) 教員はその解答を採点 (Webページ上で採点可能)
- (7) 採点は Maxima でも可能

9

## KeTMathの作業の流れ



10

## 入力する問題の形式

```
question1111.txt - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
Q11051
次の値を求めよ
[1] sin(15(deg)) :: sin(75(deg))
[2] cos(75(deg)) :: cos(15(deg))
Sheet
[1]= ::5
[2]= ::5
Ans
[1] fr(sq(6)-sq(2),4)::fr(sq(6)+sq(2),4)
[2] fr(sq(6)-sq(2),4)::fr(sq(6)+sq(2),4)
Q11052
sin(x-fr(pi,4))をsin(x),cos(x)で表せ。// Hint) 加法定理を用いよ。
Sheet
= ::10
Ans
sin(x)cos(fr(pi,4))-cos(x)sin(fr(pi,4))//=fr(1,sq(2))(sin(x)-cos(x))
```

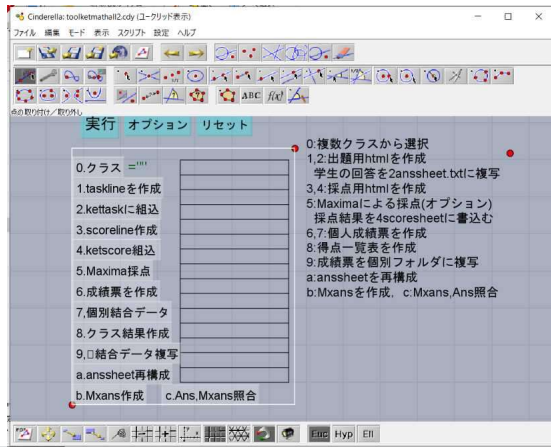
11

## 入力する学生のデータ

```
student2021.txt - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
ゆめちゃん
ゆるナキン
つるゴン
安田朗
とよのん
```

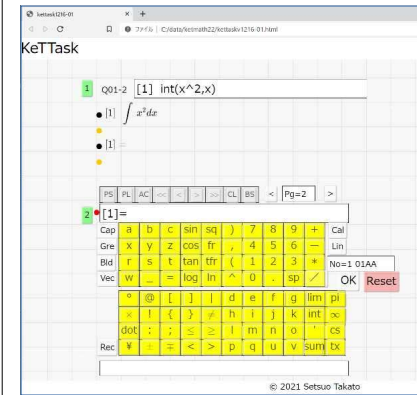
12

# Cinderella を用いて E-learning の Web ページに変換

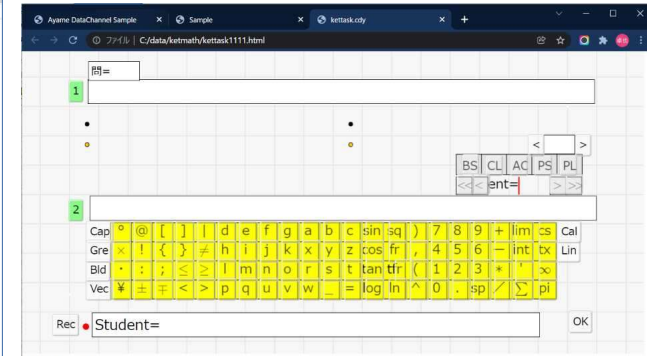


13

# 生徒はパソコンやスマホからWebページにアクセスして問題を解く



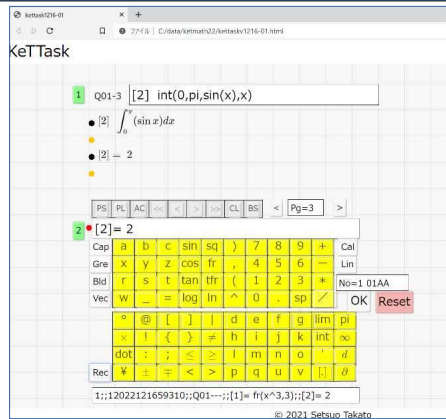
新しいバージョン



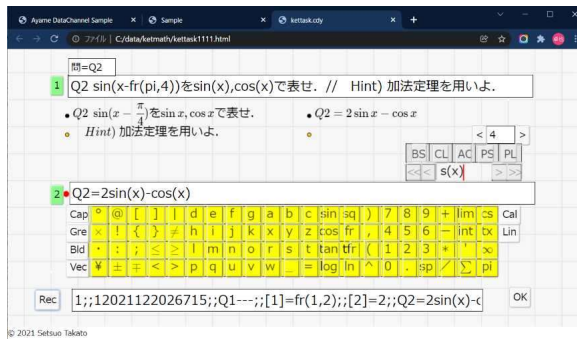
古いバージョン

14

# 解いた問題の解答は1行にまとめて表示される → 教員に送付



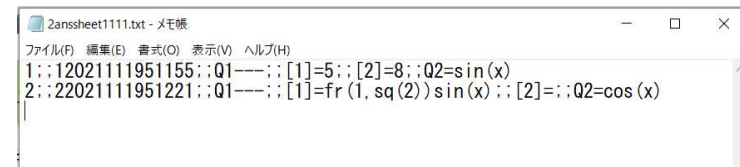
新しいバージョン



古いバージョン

15

# 教員は送付されたデータをWebページに変換



16

## 教員はその解答を採点 (Webページ上で採点可能)

KeTMath interface showing question editing and student answer processing. The interface includes a calculator and a record of the answer and the correct result.

17

## Maximaの活用

- 問題作成時に解答を指定しておくことで、解答の自動採点が可能
- 自動採点には Maxima を活用
- 問題作成時の解答のチェックをMaximaを使って行うこともできる
- STACK ではサーバー側で Maxima を動かしているが、KeTMath では教員のパソコンで Maxima を動かしている
- STACK ではサーバーの設定の負荷が高いが、一旦、設定が済めば教員側のパソコンの設定は必要ない
- 現在、KeTMathは自動採点システムとして Maxima を使っているが、他の数式処理システムを使うこともそれほど難しくない

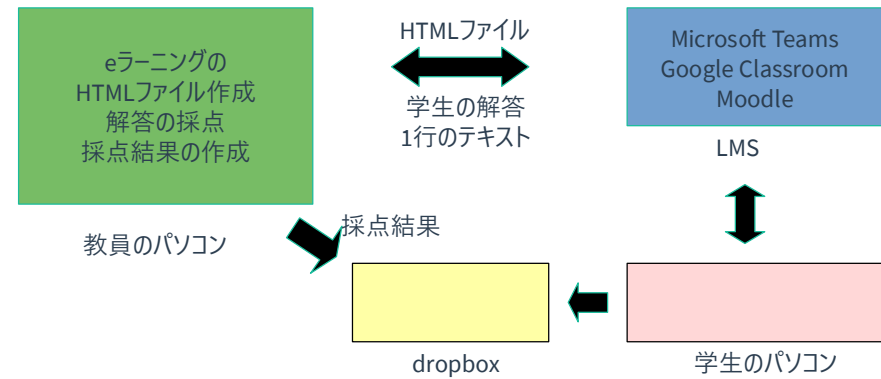
18

## 成績表・得点CSVの作成

Cinderella tool interface showing the process of creating a score sheet and CSV file. The interface includes a list of tasks and a progress indicator.

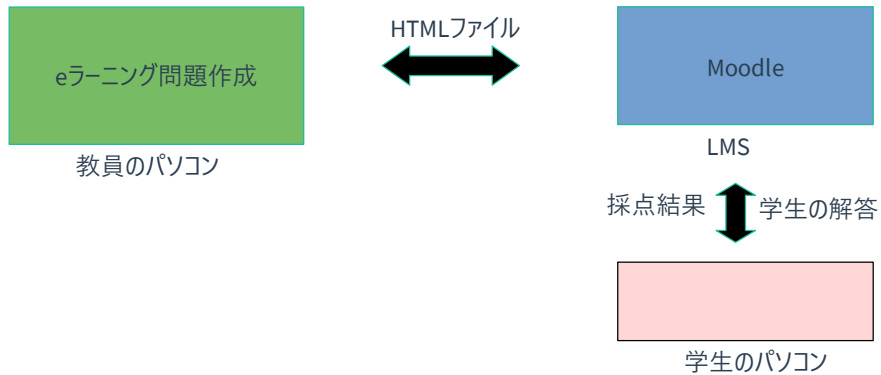
19

## KeTMathの作業の流れ



20

## STACKの作業の流れ



21

## KeTMathとSTACKの違い

- STACKはテストは受験時に採点されるが、KeTMathは答えを送信するのみでその場では採点は行われない（通常のレポートに近い形）。
- KeTMathでは自動採点と手動採点を混在させることが可能
- STACKは乱数を使って学生ごとに異なる問題を出すことができるが、KeTMathの問題は基本的には固定（複数の選択肢から1題を出すことは可能）。
- KeTMathはSTACKより紙でのレポートに近い形
- STACKはMoodle上でしか動かないが、KeTMathは運用の仕方により色々なLMS等(Microsoft Teams, Google Classroom, Moodle)で動かすことができる。

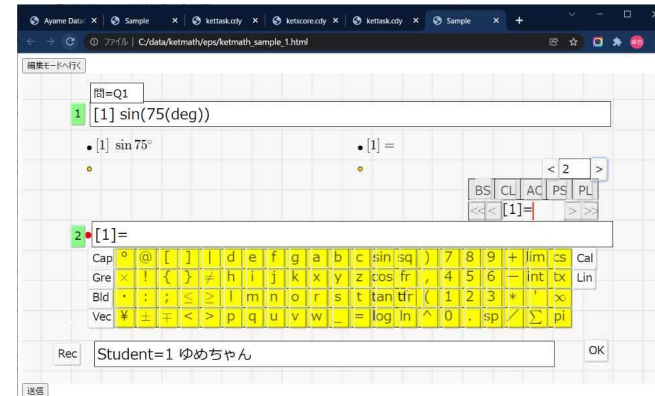
22

## 教材の改善点

- 学生が教員にデータを送る際に手で貼り付けを行っている。
- 「ボタンをクリックしたら、データが自動的に送られる」形式に。

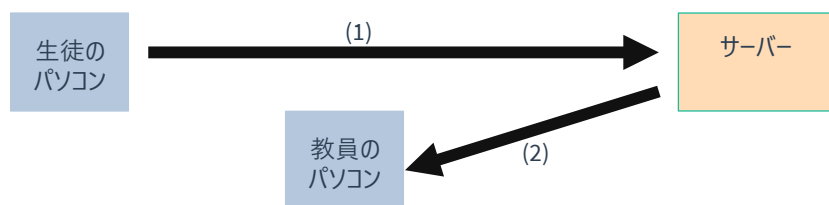
23

## 改善案その1



24

- ブラウザ上で Cinderella で作成した教材に機能追加が可能
- 元の教材に変更を加えずに機能追加ができる
- データは PHP のプログラムでサーバーに転送される



25

## fr(), sq()による数式表現

- $\text{fr}(a,b)=a/b$  であるが、 $a/b$  より  $\text{fr}(a,b)$  と書かせたほうが間違いが少ない。
- 例：  $1/(x+1)$  を  $1/x+1$  と書き間違える学生は多いが、 $\text{fr}(1,x+1)$  ならば間違えない（ $\text{fr}(1,x)+1$  とは間違えない）。
- $\text{sq}(x+1)$  も  $\sqrt{x+1}$  だとわからない。
- これらの表現を使うことで数式入力を間違いが減っていると KeTMath を利用した教員側で実感。

26

## 実践報告

- ○△高専の■先生による報告

### 確認テスト

次のような内容の「確認テスト」を13回実施した

次の三角関数の値を求めよ。

[1]  $\sin \frac{\pi}{6}$     [2]  $\cos \frac{\pi}{6}$     [3]  $\tan \frac{\pi}{6}$

各回の角：

$\frac{\pi}{6}, \frac{7}{6}, -\frac{\pi}{4}, -\frac{3}{4}, \frac{5}{4}, \frac{3}{2}, \frac{3}{2}, -\frac{7}{6}, \frac{4}{3}, \frac{5}{4}, \frac{5}{2}, 3\pi, -\frac{4}{3}, \frac{11}{6}$

定義できない場合は × (cross) と入力することにした。

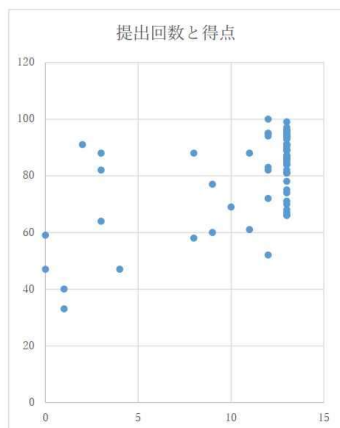
27

問題[10] 次の三角関数の値を求めよ。(5点×3)

(1)  $\sin 150^\circ$     (2)  $\cos\left(-\frac{3}{4}\pi\right)$     (3)  $\tan \frac{5}{3}\pi$

		提出回数					
		0,1,2,3	4,5,6	7,8,9	10,11,12	13	計
正解数	3	3	1	1	7	44	56
	2	3	0	2	3	5	13
	1	1	0	1	1	1	4
	0	1	0	0	0	0	1
	計	8	1	4	11	50	74

28



## fr(), sq() による数式表現の実践例

11/18 20:18  
教科書の練習問題1A大問2についての質問です。解いても答えが合わないのですが途中式がどのようなのが教えて頂けませんか。

11/18 20:48  
答えはどなたののですか？  
例題4のように、 $\cos a$  と  $\tan a$  を求めます。  
 $\cos a$  と  $\tan a$  はどうなりましたか？

11/18 20:53  
答えは  $\text{fr}(26,15)$  になりました。  $\cos a = -\text{fr}(4,3)$ 、  $\tan a = -\text{fr}(5,4)$  になりました。  
再度やったら6になりました。お手数お掛けしました。ありがとうございました。

11/18 20:59  
今、返事を急こうと思っていたら、その間にできてしまいましたね。  
 $\text{fr}$  を使いこなしていますね。質問したリするときに便利でしょ？

11/18 20:59  
そうですね。使いこなしていきたいです。

11/24 19:15

問題[6]  $\triangle ABC$  において、  $a = \sqrt{3}$ ,  $b = \sqrt{7}$ ,  $c = 1$  のとき、  $B$  を求めよ。  
 $\cos B = \frac{1+3-7}{2\sqrt{3}}$

問題[7]  $\triangle ABC$  において、  $a = 3$ ,  $b = 7$ ,  $c = 6$  のとき、この三角形の面積を求めよ。  
 $3 \cdot 7 \cdot \sin C$

この問題はどうやって解けばいいんですか？途中までやっただけですが、よくわからないです

11/24 19:48  
その途中計算 (1+3-7 の計算など) していくと  $\cos B$  の値がわかります。  
 $\text{fr}(3,\text{sq}(3)) = \text{sq}(3)$  に注意しましょう。  
次に、 $\cos B$  がその値になる  $B$  を求めます。  
チームズにあげた解答例を見てください。

11/24 20:21  
ありがとうございます

## まとめ

- Moodle+STACK は全ての機能を含んだ自律的なシステム
- KeTMath は他のシステムとの併用を前提としたシステム
- KeTMath は様々なシステムのもとで利用可能(Teams, Google Classroom, Moodle)
- 数式を1行で表す簡易数式ルールが重要 (Chatなどでも利用可)
- 数式処理システムとしてはどちらもMaximaを利用しているが、KeTMath は他の数式処理システムに変更することも難しくない

従来の  
レポート

KeTMath

Moodle  
Stack