

数式入力インタフェースMathTOUCHによる 数学教育支援環境

Educational-Support Environment for Mathematics
Using MathTOUCH

数学ソフトウェアとフリードキュメント19

2014年9月24日 広島大学

武庫川女子大学大学院 生活環境学研究科

白井 詩沙香



MathTOUCH

<http://math.mukogawa-u.ac.jp/>



2012年

武庫川女子大学 福井哲夫教授が
数式曖昧表記変換方式および
実装システムMathTOUCHを提案

➡ 教材作成支援 (Javaアプリ)

2013年

Webアプリケーション版MTの開発

数学学習支援

- ・ 数式自動採点システムへの応用
- ・ オリジナルドリルシステムの開発

MathTOUCHの改善

- ・ MathTOUCHのJavaScript化

Outline

1. 数学教育支援環境と数式入力
2. 数式入力インタフェース

MathTOUCHとは？

3. 数学教育支援環境への活用事例

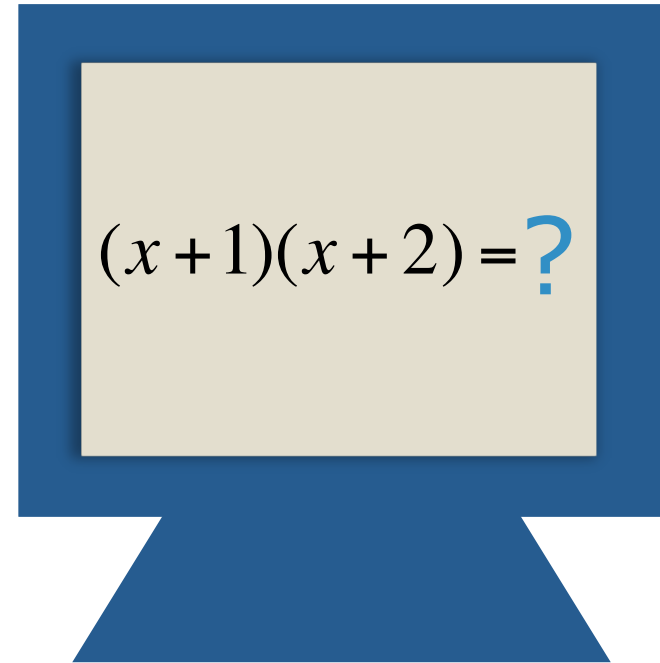
1. 数学教育支援環境と 数式入力



オンラインテスト



$$x^2 + 3x + 2$$



$$(x + 1)(x + 2) = ?$$

オンラインテスト

$$(x+1)(x+2) = ?$$

数値補充形式

$$x^2 + \square x + \square$$

多肢選択形式

$x^2 + 3x + 2$

$x^2 + 2x + 3$

数式そのものを解答形式として扱えない

数式自動採点システム

CASにより数式の正誤判定を実現

近年ではLMS（学習管理システム）とも連携可能に！



$$x^2 + 3x + 2$$

A computer monitor with a blue frame and a light beige screen. The screen displays the equation $(x + 1)(x + 2) = ?$ in black text, with the question mark in blue.
$$(x + 1)(x + 2) = ?$$



Computer Algebra
packages

数式自動採点システムの普及のための課題

1. 教材（問題）の開発、共有化

- 問題作成者にある程度CASの知識が必要
- システムの差を越えた相互利用可能なコンテンツの共有化

2. 数式入力方法

- 生徒や学生が答えの数式を入力する際の入力方法がわずらわしい

数式自動採点システムの数式入力方法

テキストベース
インタフェース



$$x^2 + 3x + 2$$

構造ベース
インタフェース

$$(x + 1)(x + 2) = ?$$

+

Computer Algebra
packages

テキストベース インタフェース

$$x + y + 2\sqrt{30}$$

x+y+2*sqrt(30)

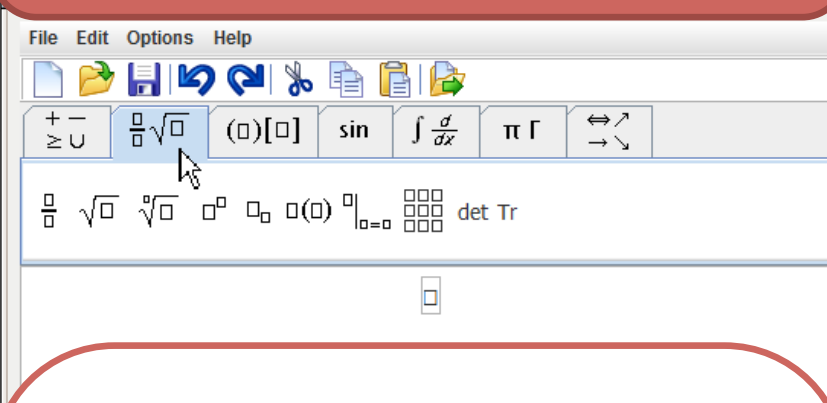
長所

- キーボードのみで入力可
- 慣れると速く入力できる

短所

- CASコマンドで入力
- WYSIWYGじゃない

構造ベース インタフェース



長所

- CASコマンドを覚る必要なし
- WYSIWYGで入力可

短所

- キーボードとマウス併用
- テンプレート選択が手間

2.数式入力インタフェース MathTOUCHとは？



編集 Output Form 入力サポート(I)

$$\frac{1}{a^2+2}$$

a_2
 a^2
 a_2
 a2

数学記号候補 選択 作用範囲 調整 Enter で確定

配置 作用範囲1 作用範囲2

数式に表示されない指示記号を使わず、
普段数式を読むような曖昧な表記で数式要素を
入力し変換することで数式が入力できる
数式曖昧表記変換方式を実装したエディタ

$\frac{1}{a^2+1}$ の入力方法

1/a2+1|

Step 1

Input **fuzzy texts**
using a colloquial style.

Not need to input **^** and **()**.
(e.g.) 1/(a^2+1)

$\frac{1}{a^2+1}$ の入力方法

1 / a2 + 1

1 / a2
$\frac{1}{a^2}$
1 ÷ a2

Step 2

Hit the space key to start conversion process.
A list of the conversion candidates is shown.

- Conversion target
: Yellow highlights
- Red line
: An operand

$\frac{1}{a^2+1}$ の入力方法

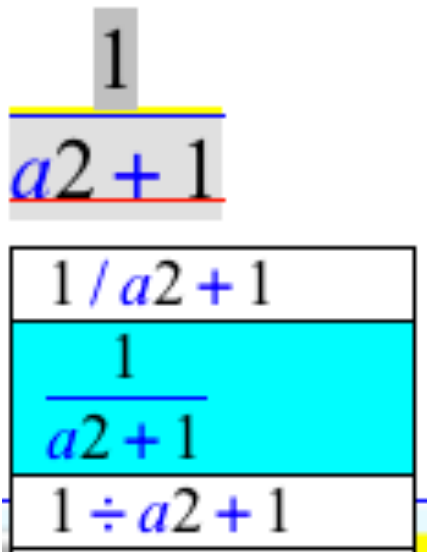
1 / a² + 1

1 / a ² + 1
$\frac{1}{a^2+1}$
1 ÷ a ² + 1

Step 3

Extend the red line to 1 by using the right arrow key.

$\frac{1}{a^2+1}$ の入力方法



Step 4

Choose the desired symbol from among the candidates.

- Switch the current candidate
: Space or Arrow key
- Fix the candidate
: Enter key

$\frac{1}{a^2+1}$ の入力方法

$$\frac{1}{a^2+1}$$

a
α

Step 5

The conversion target moves on to next element to the right.

- Switch the current candidate
: Space or Arrow key
- Fix the candidate
: Enter key

$\frac{1}{a^2+1}$ の入力方法

$$\frac{1}{a^{\underline{2+1}}}$$

$a2+1$
a^{2+1}

Step 6

The conversion target moves on to an unexpressed operator.

- Red Line
: An operand
- Fix the candidate
: Enter key

$\frac{1}{a^2+1}$ の入力方法

$$\frac{1}{a^2+1}$$

a^2
a^2
a_2

Step 7

Shorten the extent of the red line by using the left arrow key.

$\frac{1}{a^2+1}$ の入力方法

$$\frac{1}{a^2 + 1}$$

Step 8

Process completed.

Available Output Form

- LaTeX
- MathML
- PNG
- JPEG
- Maxima

MathTOUCHの特徴

- 数式をかな漢字変換のように普段読むような曖昧な表記で入力し変換
- CASコマンドを覚える必要がない
- キーボードのみでWYSIWYG入力可能
- 構造ベースのインタフェースより速く入力が可能

3.数学教育支援環境への応用



数学教育支援環境 への応用

1. 既存の数式自動採点システムへの応用
STACKの数式入力の改善
2. ドリルシステムの開発
初学者向けドリル型学習システム Digital Workの開発

数式自動採点システムSTACKとは

問題 9
未解答
最大評点 1.00
▼ 問題にフラグ付けする

次の式を入力してください。

$$\frac{3x-1}{4\sqrt{2x}}$$

あなたが最後に入力した解答は以下のとおりです:

$$\frac{3x-1}{4\sqrt{2x}}$$

次へ

- 英国バーミンガム大学で開発
- LMS : Moodleの小テストとして利用
- CAS : Maxima
- 中村泰之先生(名古屋大) 日本語化

STACKの従来の数式入力方法

次の行列を入力してください。

$$\begin{bmatrix} -2 & -4 \\ 7 & 1 \end{bmatrix}$$

Maximaコマンドを入力

matrix([1,2],[3,4])

あなたが最後に入力した解答は以下のとおりです:

リアルタイムでフィードバック

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

- 入力時に数式に表記されない記号が必要
- 処理系の考え方が必要

(例)matrix([1,2],[3,4])

従来方式との比較結果

8週間の計算学習による比較実験

- 従来方式と同様の習熟率、解答時間(初回と終了週)、正答率で学習が可能
- 「記憶しやすさ」に関するユーザビリティの主観満足度はMathTOUCHの方が有意に高い

行列の入力時間の比較実験

- 1行列あたりの入力効率が約**1.4**倍向上

ドリル型学習システムDigital Work

Expansion of $(x + a)(x + b)$

Question 1 / 10

Expand the following expression.

$$(x + 1)(x + 4)$$

★ Hint

Formulas 1 :

$$(x + a)(x + b) = x^2 + \overbrace{(a + b)}x + \underbrace{ab}$$

This application requires a Java Runtime Environment.



▶ Reboot MathTOUCH

編集 Output Form 入力サポート(I)

$$x^2 + 5x + 4$$

【数式文字列】(例:y=ax+b)を入力 で変換開始 又は 再変換



複数式配置
 複数式開始・終了
 で行追加
 で列追加

で前文字削除又は 削除 で一括削除

eラーニングの学習サイクル

暗算ができない
論理的な問題

問題を確認する

机上で計算する

答えを入力する

答えの提出ボタンを押す



暗算可能な
数学ドリル

問題を確認する

暗算

答えを入力する

答えの提出ボタンを押す

ドリル画面

Expansion of $(x + a)(x + b)$

Question 1 / 10

Expand the following expression.

$$(x + 1)(x + 4)$$

★ Hint

Formulas 1 :

$$(x + a)(x + b) = x^2 + \overbrace{(a + b)}x + ab$$

Question area

This application requires a Java Runtime Environment.

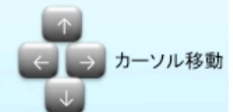


» Reboot MathTOUCH

編集 Output Form 入力サポート(I)

$$x^2 + 5x + 4$$

【数式文字列】(例: $y=ax+b$)を入力 で変換開始 又は 再変換



カーソル移動

複数式配置
 複数式開始・終了
 で行追加
 で列追加

で前文字削除又は 削除 で一括削除

ドリル画面

Expansion of $(x + a)(x + b)$

Question 1 / 10

Expand the following expression.

$$(x + 1)(x + 4)$$

★ Hint

Formulas 1 :

$$(x + a)(x + b) = x^2 + \overbrace{(a + b)}x + \underbrace{ab}$$

Question area

This application requires a Java Runtime Environment.



> Reboot MathTOUCH

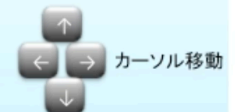
編集 Output Form 入力サポート(I)

$$x^2 + 5x + 4$$

【数式文字列】(例: $y=ax+b$)を入力

Space で変換開始 又は 式再変換

Input area



delete で前文字削除又は 式削除 shift + delete で一括削除

ドリル画面

Expansion of $(x + a)(x + b)$

Question 1 / 10

Hit the enter key to move on to the next question.

✔ Correct

Expand the following expression.

$$(x + 1)(x + 4)$$

Your Answer

$$x^2 + 5x + 4$$

Model Answer

Assessment area

This application requires a Java Runtime Environment.

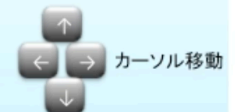


» Reboot MathTOUCH

編集 Output Form 入力サポート(I)

$$x^2 + 5x + 4$$

【数式文字列】(例: $y=ax+b$)を入力 で変換開始 又は 再変換



カーソル移動

複数式配置
 複数式開始・終了
 で行追加
 で列追加

で前文字削除又は 削除 で一括削除

ドリル画面

Expansion of $(x + a)(x + b)$

Question 2 / 10

Expand the following expression.

$$(x + 5)(x + 1)$$

★ Hint

Formulas 1 :

$$(x + a)(x + b) = x^2 + \overbrace{(a + b)}x + \underbrace{ab}$$

This application requires a Java Runtime Environment.

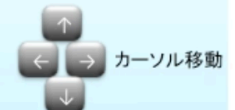


▶ Reboot MathTOUCH

編集 Output Form 入力サポート(I)

| ←ここクリックして数式文字列を入力してください。
キーボードは半角英数字モードになっていますか。
どんな数学記号も半角文字(単語)から入力できます。

【数式文字列】(例: $y=ax+b$)を入力 で変換開始 又は 再変換



カーソル移動

複
数
式
配
置

複数式開始・終了

で行追加

で列追加

で前文字削除又は 削除

で一括削除

その他の機能

共通な因数でくくる因数分解

正解数 8

まちがった数 2

あなたの得点 **8点 / 10点**

間違った問題を再練習

ドリル一覧に戻る

コース選択に戻る

番号	結果	問題	答え	あなたの答え
1	○	次の式を因数分解しなさい。 $3x + 6y$	$3(x + 2y)$	$3(x + 2y)$
2	○	次の式を因数分解しなさい。 $2x - 2y$	$2(x - y)$	$2(x - y)$

学習履歴

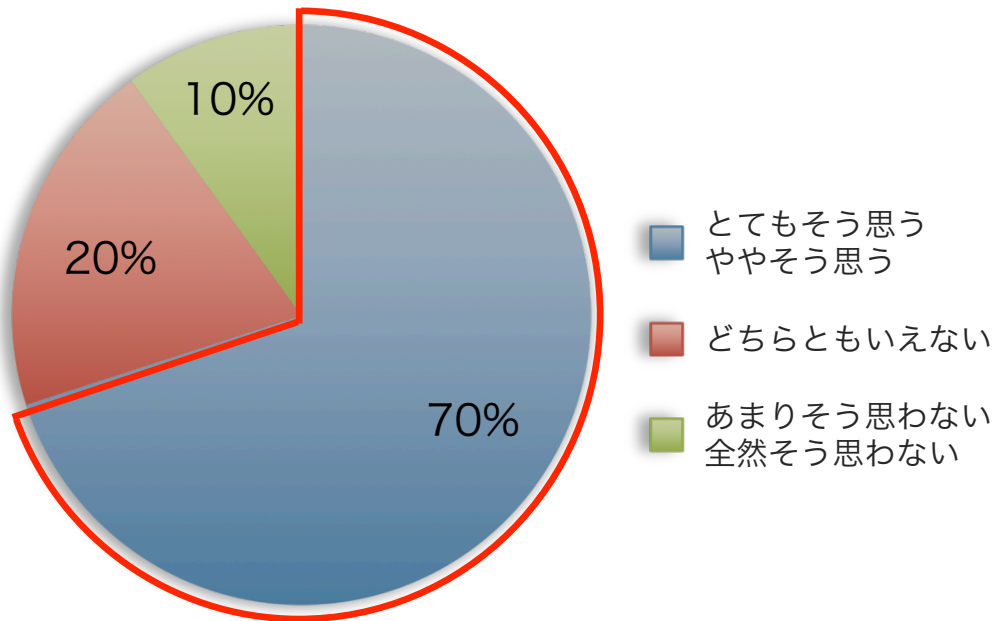
ミスした問題があるドリルは、行をクリックするとミス問題のみ再練習できます。

学習日時	ドリル名	正解数	ミス数	ミスした問題
2014-06-23 15:47:51.0	共通な因数でくくる因数分解	8	2	8,10
2013-07-23 10:18:22.0	$x^2 - a^2$ の因数分解	0	8	4,5,6,7,9,10,11,13
2013-07-23 10:04:45.0	$x^2 - a^2$ の因数分解	2	8	4,5,6,7,9,10,11,13
2013-07-23 10:00:04.0	$(x + a)^2$ 、 $(x - a)^2$ の展開 (1)	10	0	
2013-07-22 09:21:34.0	べき乗 (例: x^2)	3	2	2,3
2013-07-22 09:16:30.0	分数 (例: $\frac{1}{2}$)	3	2	1,2

1. 学習履歴機能
2. 間違えた問題の再学習機能
3. ランダム出題機能

アンケート

「授業でDigitalWorkをまた使ってみたいですか？」



- 紙を使ってやるより楽しかった。なんだかスツと考えられた気がする
- 早くこうしたシステムを使って勉強したい

まとめと今後の展開

数式入力インタフェースMathTOUCHの
数学学習支援環境への応用の取り組みを紹介

- STACK用MathTOUCH、DigitalWorkの公開
- DigitalWorkの問題作成
- MathTOUCHの機能改善
(修正操作効率、オペランド範囲選択操作)
- タブレットに特化したMathTOUCHの開発