

# Moodle+STACKによる大学入 学共通テスト試行調査の CBT化とその問題点

明治大学大学院先端数理科学研究科

先端メディアサイエンス専攻

藤田祥一 阿原一志

日本数学教育学会 第53回秋期研究大会

2020/11/14

# 本研究の概要

既存の学習管理システム：Moodle

+

数学のためのオンラインテスト・評価システム：STACK

↓

平成29年度，平成30年度に実施された  
大学入学共通テスト試行調査の数学の  
問題冊子及び解答欄のCBT化を試行

CBT化の過程で得られた問題点や課題について考察を行った

# CBTとは

- Computer Based Testing（以下、CBT）とは、試験における問題作成、試験実施、採点作業といった工程を一通りコンピュータ上で行う試験方式
- 文部科学省はCBTでの全国学力・学習調査の実施を検討しており、2021年度の調査から試行的に実施する予定
- 大学入学共通テストでは、2024年度から新設科目となる「情報I」の試験をCBTで実施することが検討中



高大接続改革の一環として他教科の  
大学入学共通テストにおいてもCBT導入への議論が期待

# Moodleとは

- 学習管理システムのプラットフォーム
- オープンソースかつ**フリー**なソフトウェア

# STACKとは

- 数学のためのオンラインテスト・評価システム
- 英国バーミンガム大学のChristopher Sangwinが中心となって開発
- ソフトウェア自体は公開されていて、**無料**で 사용할 ことができる

※両方ともシステムを運用するためには、インターネットサーバを必要とする

問題 3

未解答

最大評点 3

▼ 問題にフラグを付ける

⚙️ 問題を編集する

問題の整頓 | 問題のテストとデプロイ

[2] 3次関数  $f(x)$  は、 $x = -1$  で極小値  $-\frac{4}{3}$  をとり、 $x = 3$  で極大値をとる。また、曲線  $y = f(x)$  は点  $(0, 2)$  を通る。以下の設問の空欄を埋めよ。

(1)  $f(x)$  の導関数  $f'(x)$  は  次関数であり、 $f'(x)$  は  $(x + \text{キ})(x - \text{ク})$

で割り切れる。

:     :     :

問題 3

部分的に正解

1 / 3

▼ 問題にフラグを付ける

⚙️ 問題を編集する

問題の整頓 | 問題のテストとデプロイ

[2] 3次関数  $f(x)$  は、 $x = -1$  で極小値  $-\frac{4}{3}$  をとり、 $x = 3$  で極大値をとる。また、曲線  $y = f(x)$  は点  $(0, 2)$  を通る。以下の設問の空欄を埋めよ。

(1)  $f(x)$  の導関数  $f'(x)$  は  次関数であり、 $f'(x)$  は

$$(x + \text{キ})(x - \text{ク})$$

で割り切れる。

:     :     :

小テストナビゲーション

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11							

テストを終了する ...

残り時間 **0:08:44**

新しいプレビューを開始する

↑ 試験画面  
採点画面 →

# MoodleとSTACKを使った問題例

🟡 借しい! 部分的に正解です。

正解は2で、次のように入力します: 2

正解は1で、次のように入力します: 1

正解は3で、次のように入力します: 3

# Moodle+STACKによる 試行調査のCBT化の方針

- 問題文

- 紙の問題冊子をレイアウトも含めできるだけCBTで再現するように作成
- 問題冊子の図は紙の問題冊子の図を引用

- 設問

- 紙の問題冊子と同じ文章及び解答形式でCBT化
- しかし、数学I・Aで出題されている記述式問題については紙の問題冊子と同じ解答形式でCBT化することができなかった
- 記述式問題はMoodle+STACKにて出題可能な短答記入式問題又は多肢選択式問題に変更してCBT化

- 解答欄

- 解答欄は問題冊子と一体になっている

- 1問1答の多肢選択式問題

- ◆ 選択肢は紙の問題冊子と同様の順番で並べてあり、ラジオボタン、チェックボックスなどで選んで解答する

- 数字又は記号の穴埋め形式の問題

- ◆ カタカナが書かれた空欄の直後に、カタカナに対応した解答欄を設定
    - ◆ 受験者は解答を直接解答欄へ入力（キーボードにて半角で入力）

- 採点

- 採点は「分数は約分する」，「根号の中の値は最小にする」等の紙の試験と同様な条件で自動採点

- 平成30年度の正答例には各設問の配点も公表されていたため、CBTでは採点と一緒に得点の集計も行うように設定

# 試験環境の前提

- CBTを行う環境として以下を想定する
  - 試験は機材や通信環境が揃っている **会場** へ受験者が **集まって** 試験官の管理下の元で受験する
  - 受験者はタブレットを使い、 **ブラウザ上** で問題の閲覧及び解答入力を行う  
(OSやブラウザの種類は問わないは問わない)
  - 試験中はタブレットを常に **オンライン** で繋げた状態にする
  - 受験者はタブレットとは別に紙の計算用紙を **自由に** 使用できる  
(採点には関係なし)

注：この前提は本研究を行う上で設定したもの

# Moodle+STACK による CBT化の問題点 (記述式問題における課題)

※時間の都合上、レイアウトに関する課題の報告は割愛します  
お手元の発表原稿をご覧ください

- 試行調査の記述式問題は平成29年度，平成30年度合わせて6題
  - 数式一行を解答する短答式の設問 3題  
(平成29年度第1問[2]，平成30年度第1問[1]，[3])
  - 数式を含む文章で解答する設問 3題  
(平成29年度第1問[1]，第2問[2]，平成30年度第2問[1])
- 6題全ての設問がMoodle+STACKによってCBT化することができなかった

短答式の設問が再現できなかった理由

正答例にSTACKでは解答入力・採点することが  
できない数学記号を含んでいた

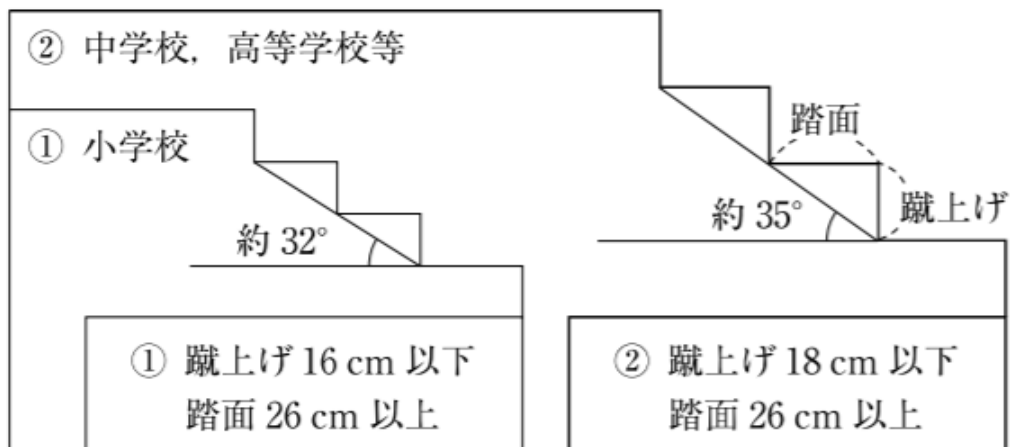
- STACKは数式処理システムを用いて解答を評価している
- 数式処理システムでは数値演算を行う上で意味をもたない数学記号は数式として処理することができない
- そのため、STACKでは解答欄で以下の数学記号が使用できない

連立不等式 ( $a \leq x \leq b$ ), 循環小数の記号,  
集合記号全般 ( $\cap, \cup, \in, \exists, \subset, \supset$ ), 補集合の上バー ( $\bar{A}$ ),  
プラスマイナス ( $\pm$ ), アポストロフィ ( $A'$ ), 座標 ( $(x, y)$ ),  
比の記号 ( $:$ ), 角度記号 ( $^\circ$ ), 角 ( $\angle$ ), 三角形 ( $\triangle$ ),  
三角比の冪乗 ( $\sin^2 x$ ), パーミュテーション ( ${}_a P_b$ ),  
コンビネーション ( ${}_a C_b$ ), 垂直 ( $\perp$ ), 平行 ( $\parallel$ ),  
合同 ( $\equiv$ ), ベクトルの上矢印 ( $\vec{a}$ )

# 短答式の設定の問題例（平成30年度数IA第1問[3]）

## 【建築基準法による階段の基準】

\*下の図は、階段の傾斜が基準内で最大のときを表している。



階段の傾斜をちょうど  $33^\circ$  とするとき、蹴上げを 18 cm 以下にするためには、踏面をどのような範囲に設定すればよいか。踏面を  $x$  cm として、 $x$  のとり得る値の範囲を求めるための不等式を、 $33^\circ$  の三角比と  $x$  を用いて表せ。解答は、解答欄  に記述せよ。ただし、踏面と蹴上げの長さはそれぞれ一定であるとし、また、踏面は水平であり、蹴上げは踏面に対して垂直であるとする。

## 正答例

$$26 \leq x \leq \frac{18}{\tan 33^\circ}$$

再現不可の原因

- 連立不等式を繋げた形で書いている
- タンジェントの角度が度数法で表記

STACK対応に改変するには

- 不等式を分けて解答
- 度数法を弧度法に直す

STACK解答例：

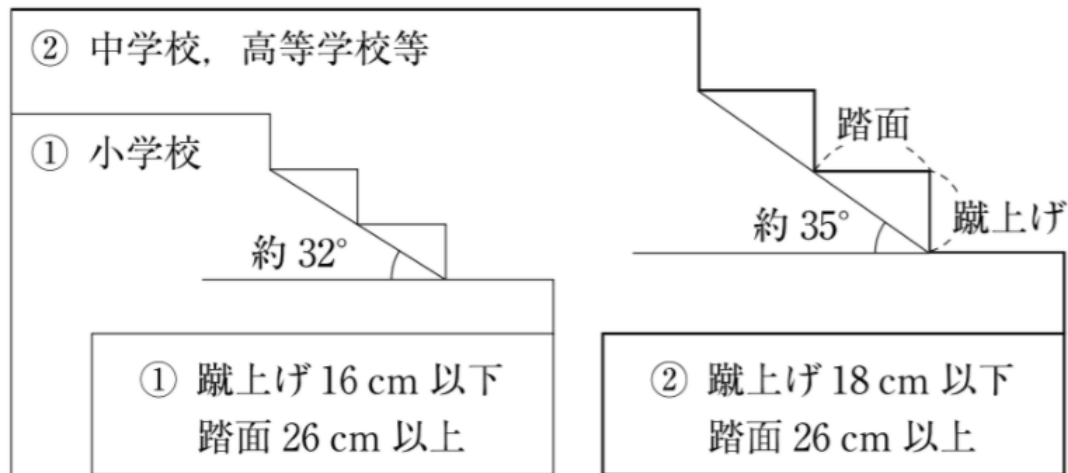
$$26 <= x \text{ and } x <= 18 / \tan(11 * \pi / 60)$$

- 教科書とは違う不自然な数式入力
- 数学I・Aのため、弧度法が使えない

# 前スライドの設問の改変例

## 【建築基準法による階段の基準】

\*下の図は、階段の傾斜が基準内で最大のときを表している。



階段の傾斜をちょうど 33° とするとき、蹴上げを 18cm 以下にするためには、踏面をどのような範囲に設定すればよいか。踏面を  $x$  cm として、 $x$  のとり得る値の範囲を求めるための不等式を、33° の三角比と  $x$  を用いて表したとき、適切な記述となるものを、以下の選択肢の中から一つ選べ。ただし、踏面と蹴上げの長さはそれぞれ一定であるとし、また、踏面は水平であり、蹴上げは踏面に対して垂直であるとする。

1つ選択してください:

- $26 \leq x \leq \frac{18}{\sin 33^\circ}$
- $\frac{18}{\tan 33^\circ} \leq x$
- $x \leq 26, \frac{18}{\tan 33^\circ} \leq x$
- $\frac{18}{\sin 33^\circ} \leq x$
- $x \leq 26, \frac{18}{\sin 33^\circ} \leq x$
- $x \leq \frac{18}{\sin 33^\circ}$
- $26 \leq x \leq \frac{18}{\tan 33^\circ}$

教科書に表記に合った選択肢を呈示する多肢選択式問題に変更

数式を含む文章で解答する設問が  
再現できなかった理由

STACKでは日本語の解答を評価できない

文章表現の正誤も含めた採点が  
Moodle+STACKではできない

# STACKでは日本語の解答を評価できない

- 日本語の単語が正答例と合っているかを**評価できない**
  - STACKを日本語の文章の採点で活用することはできない
- 数式を評価する上ではSTACKは**必須**



STACKが日本語を対応していない以上、日本語と数式が混在した解答はMoodle+STACKでは採点が不可能

※STACKが日本語を採点可能になると状況が変わるかも・・・

# 文章表現の正誤も含めた採点が Moodle+STACKではできない

自由度をもった評価基準を設定することができない

- 文章を評価するにはいくつかの評価基準を総合的に評価することが必要
  - ▶例：文章の論理的な一貫性，誤字・脱字の有無，助詞や接続詞の使い方



Moodle+STACKは文章を文字列として完全に一致しているかによって正誤を判定するのみでしか採点することができないシステム



文章を機械的に評価するにあたっての明確な基準が作れない以上、Moodle+STACKによってを自動採点することは不可能

# 文章で解答する設問の例（平成29年度数IA第1問[1]）

- (4) 最初の  $a$ ,  $b$ ,  $c$  の値を変更して、下の図2のようなグラフを表示させた。このとき、 $a$ ,  $c$  の値をこのまま変えずに、 $b$  の値だけを変化させても、頂点は第1象限および第2象限には移動しなかった。

その理由を、頂点の  $y$  座標についての不等式を用いて説明せよ。解答は、

解答欄  に記述せよ。

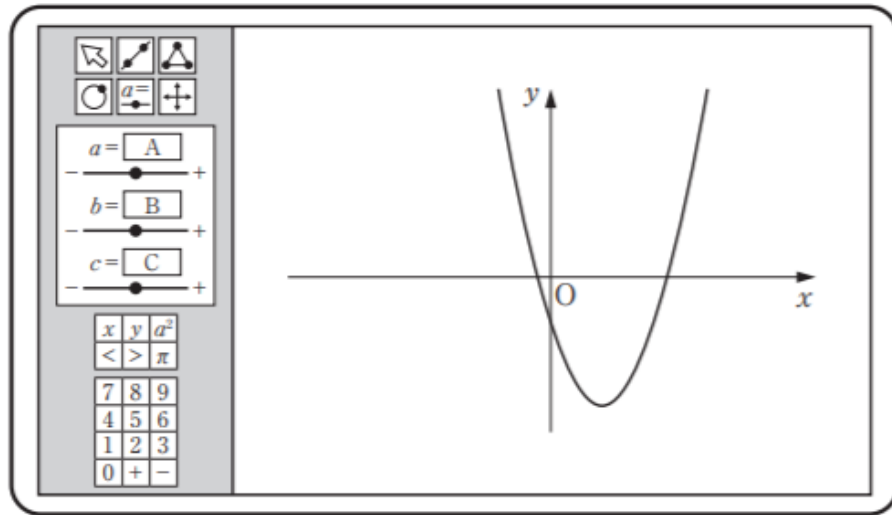


図2

正答例

グラフが下に凸なので  $a > 0$ ,  
 $y$ 切片が負なので  $c < 0$ .

よって、 $-4ac > 0$ となるので、  
 $b^2 - 4ac > 0$ である。

したがって、頂点の  $y$ 座標  $-\frac{b^2 - 4ac}{4a} < 0$   
となる。

# 前スライドの設問の改変

(4) 最初の  $a, b, c$  の値を変更して, 下の図 2 のようなグラフを表示させた. このとき,  $a, c$  の値をこのまま変えずに,  $b$  の値だけを変化させても, 頂点は第 1 象限および第 2 象限には移動しなかった. 以下の文章はその理由を述べたものである. 空欄に当てはまる 不等式 を答えよ. なお, 数式入力の際に分数を用いる場合 "/" を使用する (例:  $\frac{x^2 + 1}{2y} \rightarrow (x^2+1)/(2y)$ ).

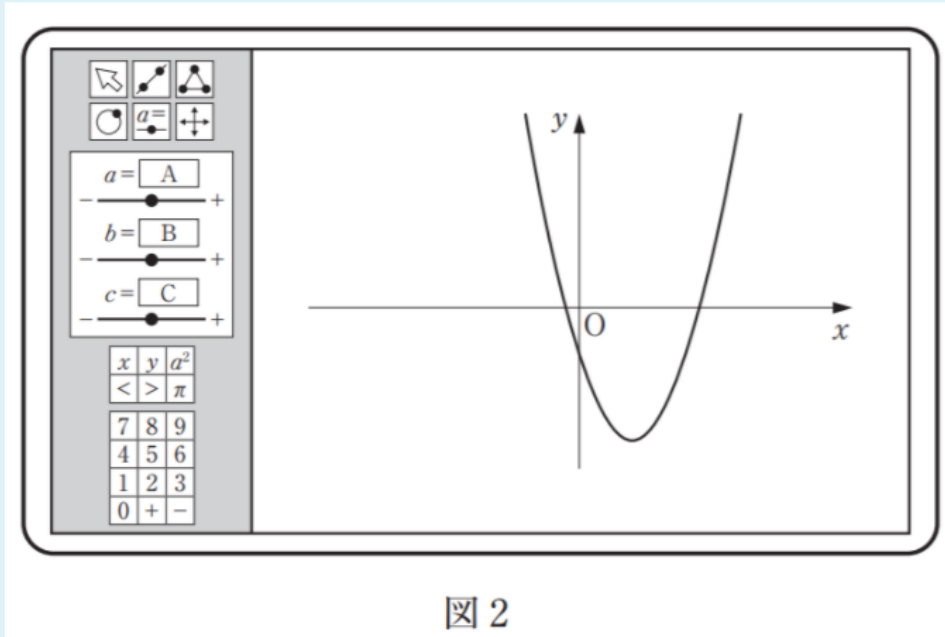


図 2

不等式を入力する  
短答記入式問題に改変

$a$  の符号から  であり,  $c$  の符号から  であるので, 頂点の  $y$  座標はつねに  となることから, 第 1 象限, 第 2 象限には移動しない.

# 最後に

- 本研究では， MoodleとSTACKを**組み合わせて** 大学入学共通テスト 試行調査のCBT化を試行した
- 記述式問題のCBT化についてはMoodle+STACKでは **実現可能性に大きな問題**があることが明らかになった
- 一方， 記述式問題以外の設問は**採点も含めてCBT化が可能**
- 既存の技術の組み合わせで， 今回得られた記述式問題の課題を 解決する方法があるのかどうかを今後模索したい

# 謝辞

本研究を進めるにあたり、  
MoodleとSTACKを使用できる環境をご提供頂き、  
さらには多くのご助言をくださった  
名古屋大学大学院情報学研究科の中村泰之 氏に  
感謝を申し上げます

# 参考文献

独立行政法人 大学入試センター(2018). 平成29年度大学入学共通テスト試行調査  
[https://www.dnc.ac.jp/daigakunyugakukibousyagakuryokuhyoka\\_test/pre-test\\_h29.html](https://www.dnc.ac.jp/daigakunyugakukibousyagakuryokuhyoka_test/pre-test_h29.html)

独立行政法人 大学入試センター(2019). 平成30年度大学入学共通テスト試行調査  
[https://www.dnc.ac.jp/daigakunyugakukibousyagakuryokuhyoka\\_test/pre-test\\_h30.html](https://www.dnc.ac.jp/daigakunyugakukibousyagakuryokuhyoka_test/pre-test_h30.html)

中村泰之(2010). 数学eラーニング 数式解答評価システムSTACKとMoodleによる理工系教育. 東京電気出版.

文部科学省(2020). 全国的な学力調査のCBT化検討ワーキンググループ (第5回) 配付資料 【資料2】 [https://www.mext.go.jp/kaigisiryu/content/20200825-mxt\\_chousa02-000009577-3.pdf](https://www.mext.go.jp/kaigisiryu/content/20200825-mxt_chousa02-000009577-3.pdf)

高橋聡, 安野史子, 西村圭一, 他6名 (2019). 高大接続を視野に入れたタブレット端末利用型CBTの開発 —数学問題の開発と改良—. 日本科学教育学会第43回年会論文集, 2019, 193-194.