

# 数式自動採点システムSTACK

## 紹介と活用事例

中村 泰之

名古屋大学 大学院情報学研究科

[nakamura@nagoya-u.jp](mailto:nakamura@nagoya-u.jp)

# アウトライン

多肢選択式問題と理数系教育

数学eラーニングシステム

STACK概観

ポテンシャル・レスポンス・ツリー

数式入力の改善

ノート提出・添削機能の実装

活用事例：「数学入門」

まとめ

# 多肢選択式問題と理数系教育

$\int \ln x \, dx$  の不定積分を求めよ。ただし、 $C$  を任意定数とする。

1つ選択してください:

$\frac{1}{x} + C$

$e^x + C$

$\frac{1}{\ln x} + C$

$x \ln x + x + C$

上のいずれでもない

# 多肢選択式問題と理数系教育

## 理数系科目におけるMCQの問題点

- あてずっぽうで、選択肢を選ぶ
- 選択肢から逆に計算して正解を見つける

## 選択肢の工夫による数学の問題へのMCQの取り組み

- 長坂, 「数式処理と学習管理システム-静的評価の再評価-」, RIMS共同研究 (公開型)  
「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」, 2018
- Yoshitomi, “Generation of abundant multi-choice or STACK type questions using CAS”, EAMS 2018

# 数学eラーニングシステム

## 数式を解答として入力し，自動で正誤評価を行うことができるシステム

- 数式処理システムを利用
- ex. 正答 - 学生の解答 = 0 ?

### 例

- STACK
- Möbius Assessment (旧Maple T.A.)
- WeBWork
- Numbas
- (MATH ON WEB)

# 数学eラーニングシステム

解答としての数式は一意でない

$\frac{d}{dx}(2x+1)^3$  の解答として

- $6(2x+1)^2$  : 正答
- $24x^2 + 24x + 6$  : 正答 (展開して計算)
- $3(2x+1)^2$  : 誤答 (合成関数の微分を理解していない)

解答の正誤評価だけでなく、正解からでも学生の理解度を推測することが必要

どのような誤答をたどって正答に至ったかの解答過程から、理解過程を知る

# 数学eラーニングシステムSTACK：概観

## 数式自動採点可能なCBT

- 2005年に英国で開発（C. Sangwin）
- 2010年に日本語化（中村）
  - 国内での導入が広がる（協力：秋山，中原）
- 問題バンク：Mathbank
- 解答に応じたフィードバック
  - ポテンシャル・レスポンス・ツリー

## Moodleの問題タイプの一つ

- 他システムとはLTIで連携

## いくつかの改良

- 数式入力インターフェースの追加
- ノートの提出機能の追加

# 数学eラーニングシステムSTACK：概観

## 数式自動採点可能なCBT

- 2005年に英国で開発（C. Sangwin）
- 2010年に日本語化（中村）
  - 国内での導入が広がる（協力：秋山，中原）
- 問題バンク：Mathbank
- 解答に応じたフィードバック
  - ポテンシャル・レスポンス・ツリー

## Moodleの問題タイプの一つ

- 他システムとはLTIで連携

## いくつかの改良

- 数式入力インターフェースの追加
- ノートの提出機能の追加

## STACKの配布元・ドキュメント

- [https://github.com/math/moodle-qtype\\_stack](https://github.com/math/moodle-qtype_stack)
- <https://stack-assessment.org/>

## 歴史

- Version1.0(2005)
- Version2.0(2007): Moodle連携
- Version3.0(2013): Moodleの問題タイプ
- Version3.6(2017): 式変形の等価評価
- Version4.0(2017): コードの大幅更新
- Version4.2(2018): JSXGraph
- Version4.3.9(2021)

# 数学eラーニングシステムSTACK：概観

## 数式自動採点可能なCBT

- 2005年に英国で開発（C. Sangwin）
- 2010年に日本語化（中村）
  - 国内での導入が広がる（協力：秋山，中原）
- 問題バンク：Mathbank
- 解答に応じたフィードバック
  - ポテンシャル・レスポンス・ツリー

## Moodleの問題タイプの一つ

- 他システムとはLTIで連携

## いくつかの改良

- 数式入力インターフェースの追加
- ノートの提出機能の追加



(東京電機大学出版局、2010年)

# 数学eラーニングシステムSTACK：概観

## 数式自動採点可能なCBT

- 2005年に英国で開発（C. Sangwin）
- 2010年に日本語化（中村）
  - 国内での導入が広がる（協力：秋山，中原）
- 問題バンク：Mathbank
- 解答に応じたフィードバック
  - ポテンシャル・レスポンス・ツリー

## Moodleの問題タイプの一つ

- 他システムとはLTIで連携

## いくつかの改良

- 数式入力インターフェースの追加
- ノートの提出機能の追加

MathBank

概要 問題を登録する 問題を探す 演習 設定

▼ ファイルフォーマット

- Aikenフォーマット
- Blackboard V6
- Examview
- GIFTフォーマット
- Moodle XMLフォーマット
- STACK 2.0 フォーマット
- WebCTフォーマット
- ミッシングワードフォーマット
- 穴埋め問題 (Cloze)

▼ メタデータ

科目

分野

難易度

公開範囲

キーワード

▼ ファイルから問題を登録する

登録

ファイルを選択する ...

ここにドラッグ&ドロップしてファイルを追加することができます。

登録

# 数学eラーニングシステムSTACK：概観

## 数式自動採点可能なCBT

- 2005年に英国で開発（C. Sangwin）
- 2010年に日本語化（中村）
  - 国内での導入が広がる（協力：秋山，中原）
- 問題バンク：Mathbank
- 解答に応じたフィードバック
  - ポテンシャル・レスポンス・ツリー

## Moodleの問題タイプの一つ

- 他システムとはLTIで連携

## いくつかの改良

- 数式入力インターフェースの追加
- ノートの提出機能の追加

The screenshot displays the MathBank search interface. At the top, there are navigation tabs: '概要' (Overview), '問題を登録する' (Register problem), '問題を探す' (Search problem), '演習' (Practice), and '設定' (Settings). The '問題を探す' tab is active. Below the tabs, there are search filters: '科目' (Subject) set to '大学数学' (University Mathematics), '分野' (Field) set to '常微分方程式' (Ordinary Differential Equations), and '難易度' (Difficulty) set to 'すべて' (All). There is also a checkbox for '自分の問題のみ' (Only my problems) which is unchecked, and a 'キーワード' (Keyword) input field. A blue '検索' (Search) button is located below the input field. On the left side, there are expandable sections for 'ファイル' (File), 'メタデータ' (Metadata), and 'ファイルか' (File or). The 'メタデータ' section is expanded, showing sub-sections for '科目', '分野', '難易度', '公開範囲', and 'キーワード'. At the bottom right, there is a dashed box with the text 'ここにドラッグ&ドロップしてファイルを追加することができます。' (You can add files by dragging & dropping them here.) and a blue '登録' (Register) button.

# 数学eラーニングシステムSTACK：概観

## 数式自動採点可能なCBT

- 2005年に英国で開発（C. Sangwin）
- 2010年に日本語化（中村）
  - 国内での導入が広がる（協力：秋山，中原）
- 問題バンク：Mathbank
- 解答に応じたフィードバック
  - ポテンシャル・レスポンス・ツリー

## Moodleの問題タイプの一つ

- 他システムとはLTIで連携

## いくつかの改良

- 数式入力インターフェースの追加
- ノートの提出機能の追加



The screenshot shows the MathBank interface with a table of problem entries. The table has columns for 問題名, 問題タイプ, 作成者, 科目, 分野, 難易度, and 難易度(rasch). The table contains 12 rows of problem entries.

問題名	問題タイプ	作成者	科目	分野	難易度	難易度(rasch)	
【非同次1階微分方程式】指数関数	stack	中村 泰之	大学数学	常微分方程式	その他	-	
2階線形微分方程式(斉次D>0)	stack	谷口 哲也	大学数学	常微分方程式	難しい	-	
2階線形微分方程式(非斉次)	stack	谷口 哲也	大学数学	常微分方程式	難しい	-	
2階線形微分方程式(斉次D負)	stack	谷口 哲也	大学数学	常微分方程式	難しい	-	
2階線形微分方程式(斉次D=0)	stack	谷口 哲也	大学数学	常微分方程式	難しい	-	
2階線形微分方程式例題 1 -byTsentakucopy	stack	谷口 哲也	大学数学	常微分方程式	普通	-	
【非同次1階微分方程式】三角関数	stack	中村 泰之	大学数学	常微分方程式	その他	-	
【非同次1階微分方程式】多項式	stack	中村 泰之	大学数学	常微分方程式	その他	-	
【同次1階微分方程式】変数分離型	stack	中村 泰之	大学数学	常微分方程式	その他	-	
【定数係数同次2階微分方程式】	stack	中村 泰之	大学数学	常微分方程式	その他	-	
【定数係数同次2階微分方程式】重解あり	stack	中村 泰之	大学数学	常微分方程式	その他	-	
【同次2階微分方程式】同次型	stack	中村 泰之	大学数学	常微分方程式	その他	-	

# 数学eラーニングシステムSTACK：概観

## 数式自動採点可能なCBT

- 2005年に英国で開発 (C. Sangwin)
- 2010年に日本語化 (中村)
  - 国内での導入が広がる (協力: 秋山, 1)
- 問題バンク: Mathbank
- 解答に応じたフィードバック
  - ポテンシャル・レスポンス・ツリー

## Moodleの問題タイプの一つ

- 他システムとはLTIで連携

## いくつかの改良

- 数式入力インターフェースの追加
- ノートの提出機能の追加

STACKの問題の整頓 | 問題のテストとデプロイ

次の微分を計算せよ。

$$\frac{d}{dx} \sin^4 x = 4 * \sin(x)^3 * \cos(x)$$

あなたの入力した数式は次のとおりです:

4 sin<sup>3</sup> x cos(x)

あなたの解答の中で使われている変数は[x] です

2次元形式による  
入力の確認

✓ よくできました。正解です。

この送信の評点: 1.00/1.00

正解は  $4 \cos(x) \sin^3 x$  で、次のように入力します:  $4 * \cos(x) * \sin(x)^3$

# 数学eラーニングシステムSTACK：概観

## 数式自動採点可能なCBT

- 2005年に英国で開発（C. Sangwin）
- 2010年に日本語化（中村）
  - 国内での導入が広がる（協力：秋山，
- 問題バンク：Mathbank
- 解答に応じたフィードバック
  - ポテンシャル・レスポンス・ツリー

## Moodleの問題タイプの一つ

- 他システムとはLTIで連携

## いくつかの改良

- 数式入力インターフェースの追加
- ノートの提出機能の追加

次の微分を計算せよ。

次の微分を計算せよ。

$$\frac{d}{dx} \sin^4 x = 4 * \sin(x)^3$$

あなたが入力した数式は次のとおりです：

$$4 \sin^3 x$$

あなたの解答の中で使われている変数は[x] です



この

正解

🟡 部分的に正解です。

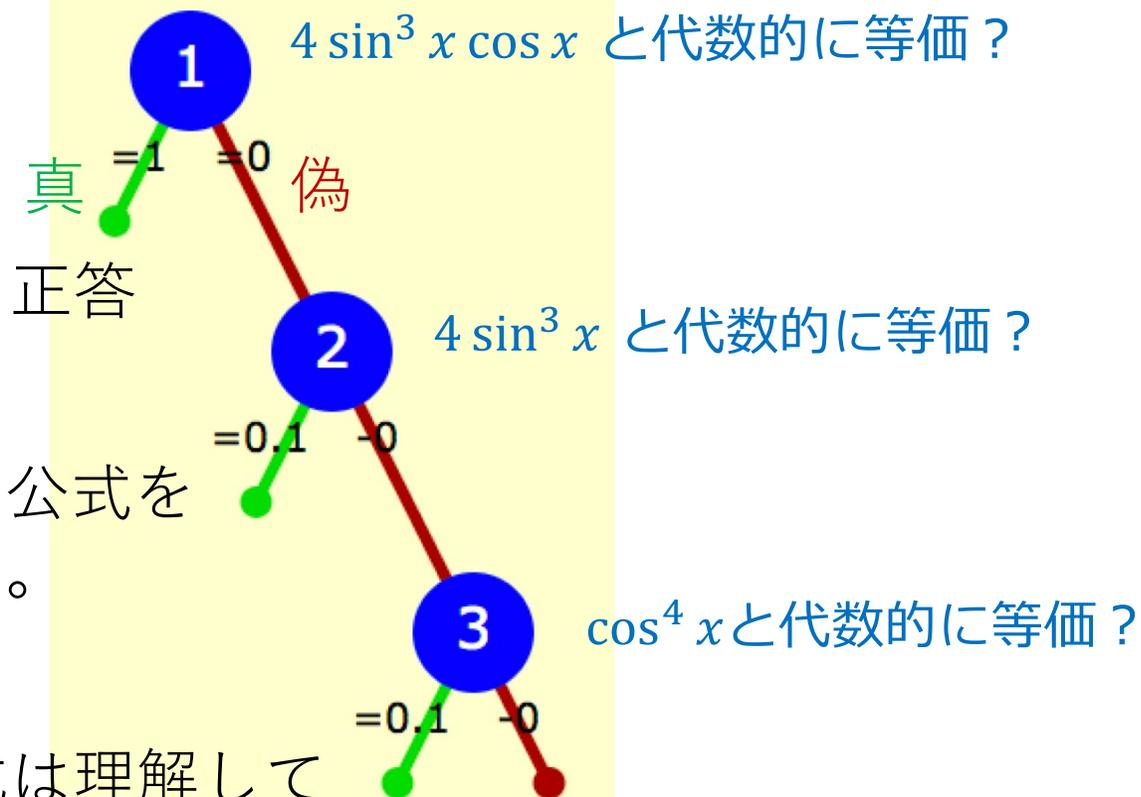
合成関数の微分の公式を思い出しましょう。

この送信の評点: 0.10/1.00 この送信のペナルティ: 0.10

正解は  $4 \cos(x) \sin^3 x$  で、次のように入力します:  $4 * \cos(x) * \sin(x)^3$

# ポテンシャル・レスポンス・ツリー

$\frac{d}{dx} \sin^4 x$  の解答の評価



合成関数の微分の公式を  
思い出しましょう。

三角関数の微分の公式は理解して  
いるようですが、合成関数の微分に  
ついて考えましょう。

# いくつかの問題点

## 数式入力が手間

- 1次元形式の入力は、入力が煩雑になる場合がある

STACKの問題の整頓 | 問題のテストとデプロイ

次の不定積分を求めよ。

$$\int \frac{x^3 + x^2 - 1}{x^2 - 1} dx = \log(\text{abs}(x+1))/2 + (x^2 + 2x)/2 + \log(\text{abs}(x-1))/2 + C$$

あなたの入力した数式は次のとおりです：

$$\frac{\ln(|x + 1|)}{2} + \frac{x^2 + 2x}{2} + \frac{\ln(|x - 1|)}{2} + C$$

あなたの解答の中で使われている変数は[C, x] です

- ノートを提出する際、多くの学生がスマートフォンでノートを撮影し、スマートフォンで解答入力  
→ **数式入力インターフェースの開発**

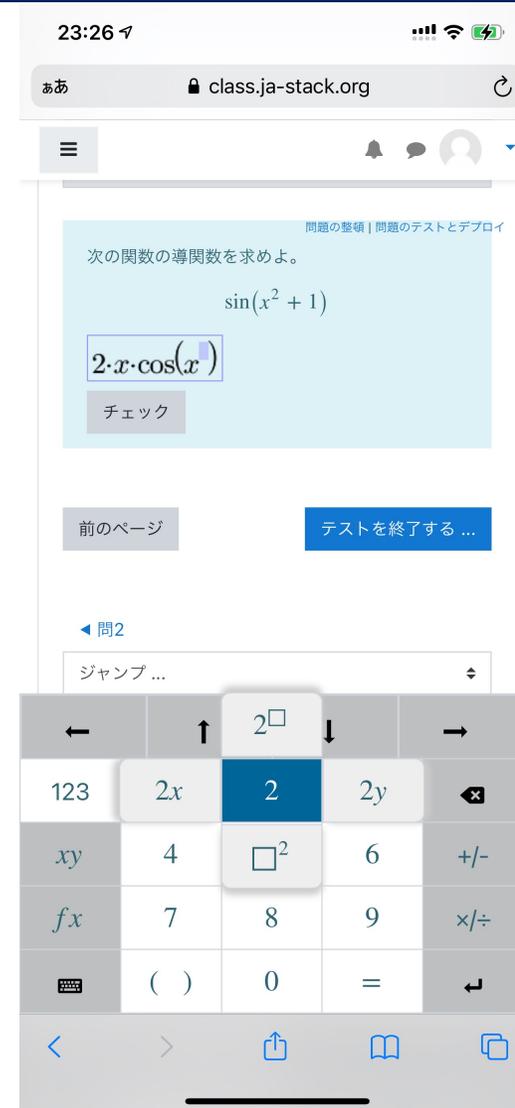
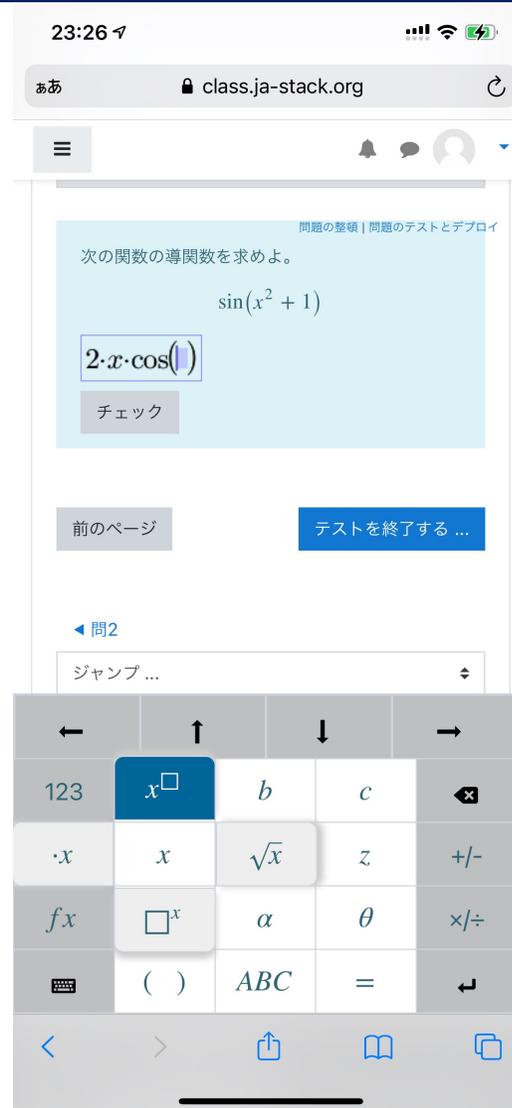
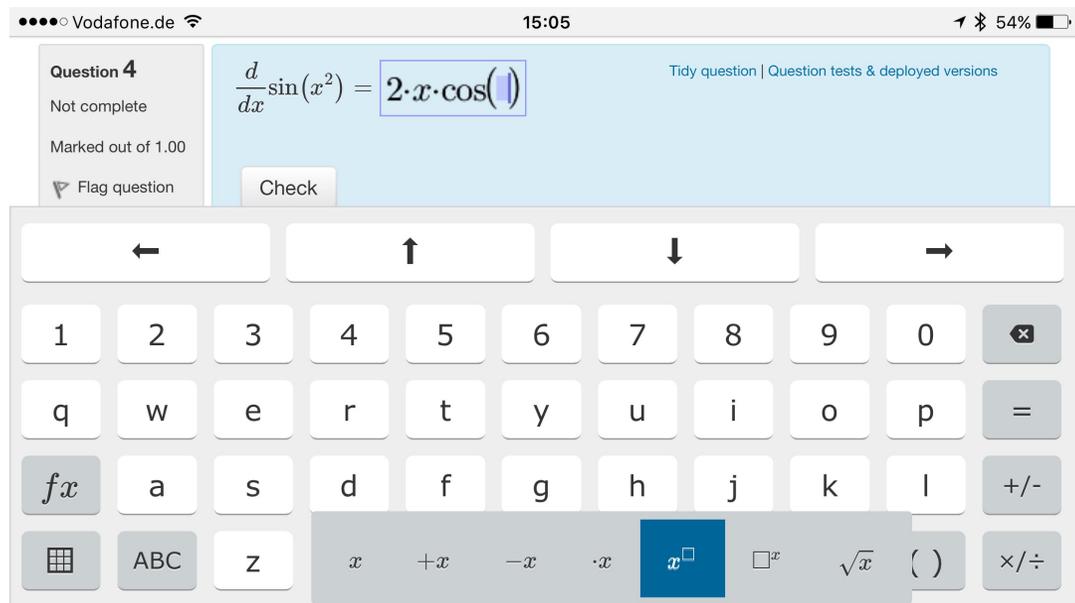
## 計算過程がわからない

- ノートの提出の必要性  
→ **ノート提出機能の開発：写真撮影、タブレットによる入力**

# 数学入力の改善

## 数式入力インターフェース: FlickMath

- スマートフォンの入力方法で、広く用いられているフリック入力を数式入力に応用
- 入力操作数が約1/2~1/3に減少
- フルキーボードにも対応



# 計算過程の確認

## 計算ノート提出機能

- ノートを写真撮影しアップロード
- タブレット上でノートを記述
- STACKだけでなく全ての問題タイプに対応
  - question behaviorプラグインとして実装

### レイアウト

### 問題の挙動

問題内部をシャッフルする ?

問題動作 ?

表示を増やす ...

### レビューオプション ?

- アダプティブモード
- アダプティブモード (ペナルティなし)
- 即時フィードバック
- 即時フィードバック (CBM)
- 遅延フィードバック
- 遅延フィードバック (CBM)
- 遅延フィードバック+ノート
- 複数受験インタラクティブ

問題の整頓 | 問題のテストとデプロイ

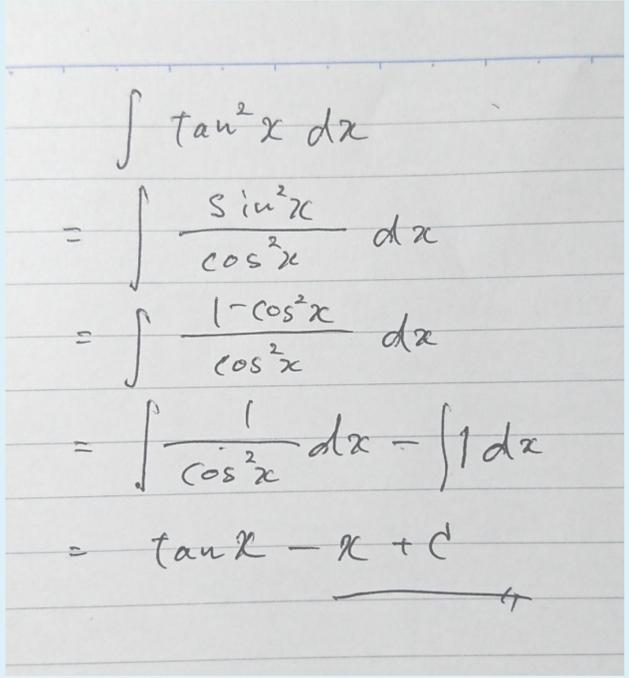
次の積分を計算せよ。

$$\int \tan^2 x dx$$

あなたの入力した数式は次のとおりです:

$$\tan(x) - x + C$$

あなたの解答の中で使われている変数は[C,x]です



✓ よくできました。正解です!

正解は $\tan(x) - x + C$ で、次のように入力します:  $\tan(x)-x+C$

問題の整頓 | 問題のテストとデプロイ

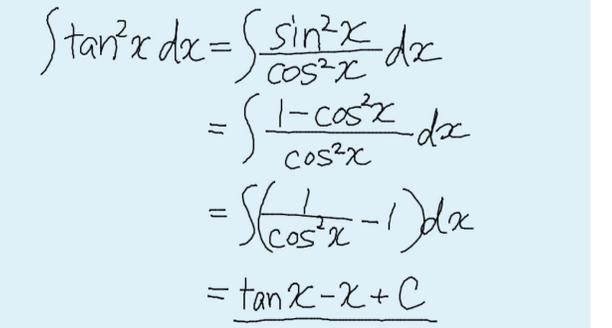
次の積分を計算せよ。

$$\int \tan^2 x dx$$

あなたの入力した数式は次のとおりです:

$$\tan(x) - x + C$$

あなたの解答の中で使われている変数は[C,x]です



✓ よくできました。正解です!

正解は $\tan(x) - x + C$ で、次のように入力します:  $\tan(x)-x+C$

# ノート提出・添削機能の実装

PC

$\int \ln x dx$  の不定積分を求めよ。ただし、 $C$  を任意定数とする。

1つ選択してください:

- $\frac{1}{x} + C$
- $e^x + C$
  
- $\frac{1}{\ln x} + C$
- $x \ln x + x + C$
  
- None of the above



多肢選択

次の不定積分を求めよ。

$$\int \ln x dx = \square$$



STACK

問題の整頓 | 問題のテストとデプロイ

スマートフォン,  
タブレット

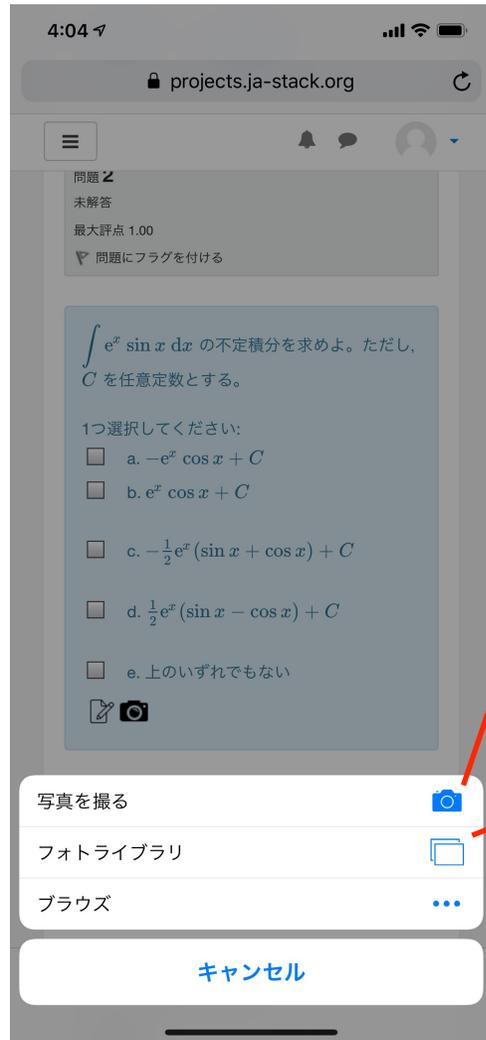
$\int e^x \sin x dx$  の不定積分を求めよ。ただし、 $C$  を任意定数とする。

1つ選択してください:

- a.  $-e^x \cos x + C$
- b.  $e^x \cos x + C$
- c.  $-\frac{1}{2}e^x (\sin x + \cos x) + C$
- d.  $\frac{1}{2}e^x (\sin x - \cos x) + C$
- e. 上のいずれでもない

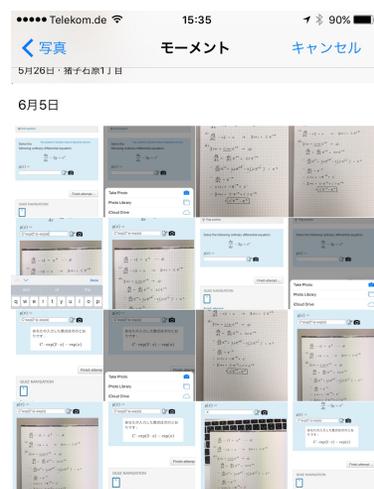
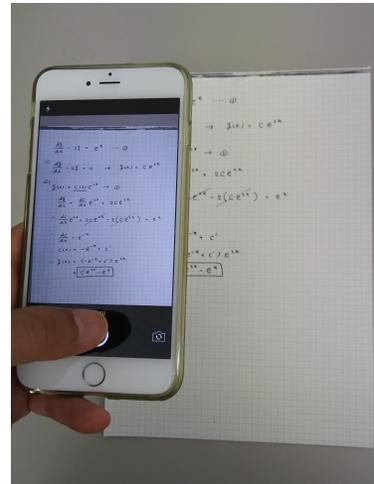


# ノートの写真の提出方法

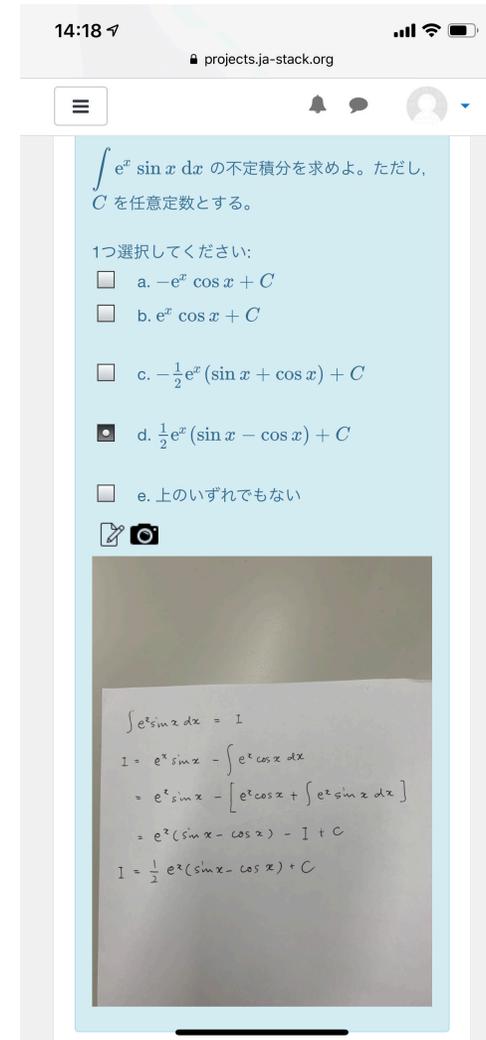


カメラアイコンのタップ

## ノートの写真撮影

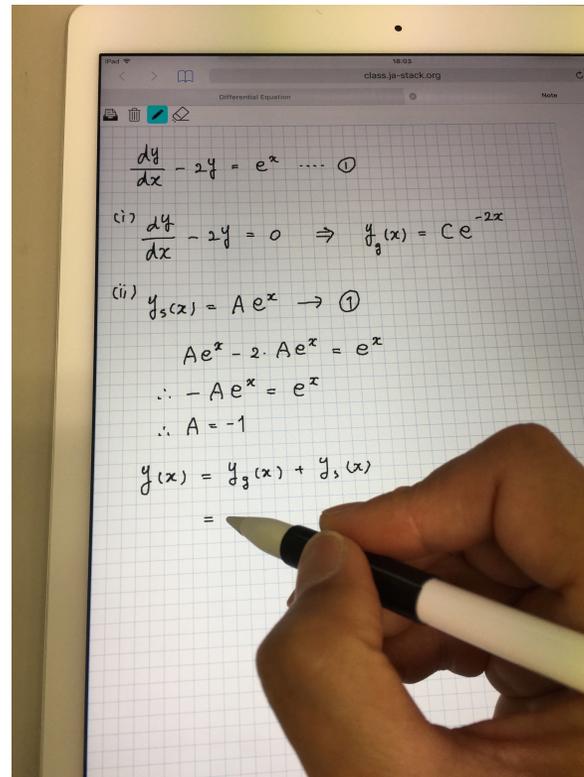
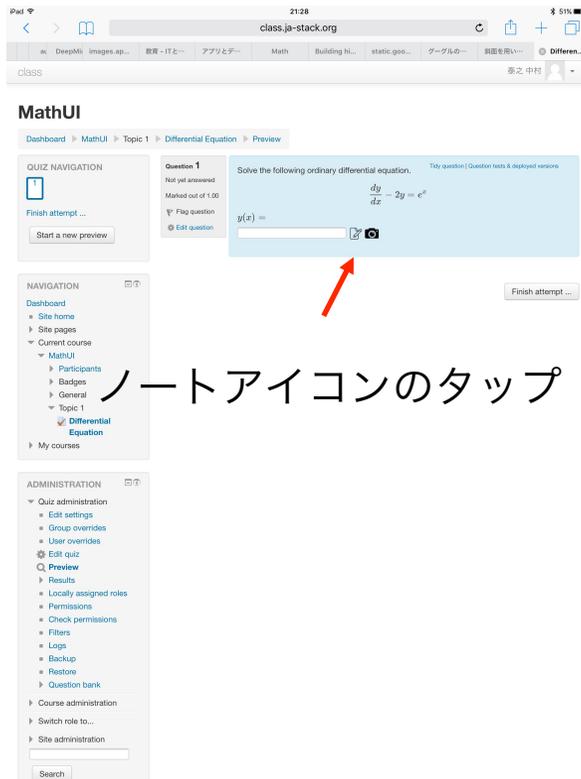


画像の選択

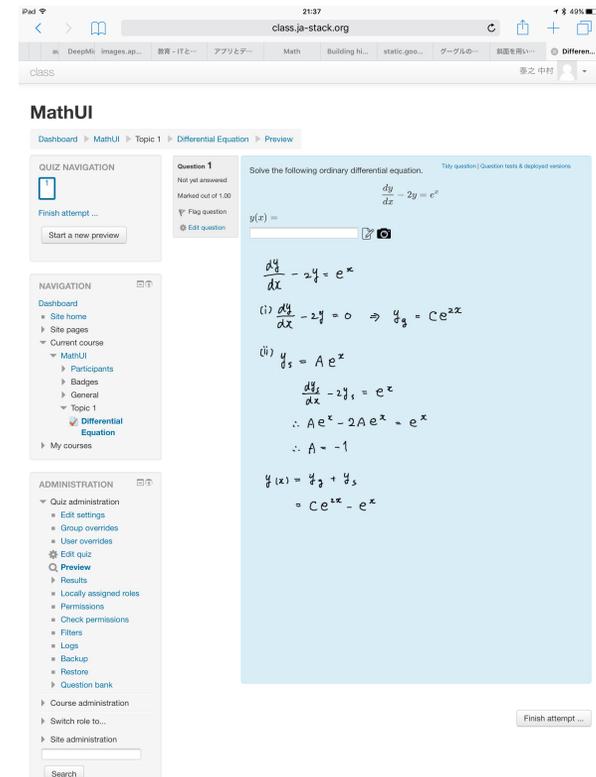


提出したノートの確認

# 手書きノートの提出



タブレットにノートを記述



# ノートの添削機能

レポートプラグイン  
→ 「追加ノート」

ノート機能デモ

設定方法: 最高評点

受験件数: 3

あなたの前回の受験概要

受験	状態
プレビュー	進行中

前回の受験を続ける

ジャンプ ...

← ノート機能

- 設定を編集する
- グループオーバーライド
- ユーザオーバーライド
- 小テストを編集する
- プレビュー
- 受験結果
  - 評価
  - 解答
  - 統計
  - STACK解答解析
  - **追加ノート**
  - 手動評価
- ローカルに割り当てられるロール
- パーミッション
- パーミッションをチェックする
- フィルタ
- ログ
- バックアップ
- リストア
- 問題バンク

このページのMoodle Docs

あなたは 中村 泰之 としてログインしています (ログアウト)

# ノートの添削機能

姓 / 名	メールアドレス	状態	開始日時	受験完了	所要時間	評点/10.00	Q. 1 /5.00	Q. 2 /5.00
 <b>ATCM 99</b> 受験をレビューする	ynakamura@i.nagoya-u.ac.jp	終了	2019年02月28日 02:07	2019年02月28日 02:09	2分20秒	10.00	5.00  	5.00  
<b>ATCM 99</b> 受験をレビューする		終了	2019年02月28日 02:32	2019年02月28日 02:42	9分28秒	0.00	 - 	 - 
<b>ATCM 99</b> 受験をレビューする		進行中	2019年02月28日 03:48	-	-	-	-	-
<b>全平均</b>						<b>5.00 (2)</b>	2.50 (2)	2.50 (2)

提出されたノート

[すべてを選択する](#) / [すべての選択を解除する](#)

[Download notes log](#)

# ノートの添削機能

教員

学生

4:35 2月28日(木) projects.ja-stack.org

Download writing log

$$\begin{aligned} I &= \int e^x \sin x \, dx \\ &= e^x \sin x - \int e^x \cos x \, dx \\ &= e^x \sin x - \left[ e^x \cos x + \int e^x \sin x \, dx \right] \\ &= e^x (\sin x - \cos x) - I + C \\ I &= \frac{1}{2} e^x (\sin x - \cos x) + C' \end{aligned}$$

正しく計算できていますか。  
正答は  $\frac{1}{2} e^x (\sin x - \cos x) + C$  に入力の  $C$  を  
忘れないでください

4:47 2月28日(木) projects.ja-stack.org

Projects

問題 2  
未解答  
最大評点 1.00  
▼ 問題にフラグを付ける

$\int e^x \sin x \, dx$  の不定積分を求めよ。ただし、 $C$  を任意定数とする。

1つ選択してください:

- a.  $-e^x \cos x + C$
- b.  $e^x \cos x + C$
- c.  $-\frac{1}{2} e^x (\sin x + \cos x) + C$
- d.  $\frac{1}{2} e^x (\sin x - \cos x) + C$
- e. 上のいずれでもない

$$\begin{aligned} I &= \int e^x \sin x \, dx \\ &= e^x \sin x - \int e^x \cos x \, dx \\ &= e^x \sin x - \left[ e^x \cos x + \int e^x \sin x \, dx \right] \\ &= e^x (\sin x - \cos x) - I + C \\ I &= \frac{1}{2} e^x (\sin x - \cos x) + C' \end{aligned}$$

正しく計算できていますか。  
正答は  $\frac{1}{2} e^x (\sin x - \cos x) + C$  に入力の  $C$  を  
忘れないでください

# ノートの筆記データの解析

## ノートの筆記データの分析

- ノートの筆記データ取得機能
- 筆記データの分析

ペン先の座標

	Action	X	Y	Time
書き始め	start-drawing	531	124	1592574722576
	move-drawing	529	123	1592574722592
	move-drawing	525	122	1592574722609
	move-drawing	520	123	1592574722625
ペンの移動	skip			
	move-drawing	534	363	1592820591019
書き終わり	move-drawing	533	363	1592820591028
	end-drawing	533	363	1592820591029
消しゴムに変更	changetoeraser	0	0	1592820592556
	start-erasing	495	314	1592820593219
消し始め	move-erasing	495	314	1592820593241
	move-erasing	494	316	1592820593258
	move-erasing	493	318	1592820593275
消しゴムの移動	skip			
	move-erasing	482	320	1592820594025
消し終わり	move-erasing	482	320	1592820594043
	move-erasing	482	320	1592820594059
	end-erasing	482	320	1592820594060
ペンに変更	changetopen	0	0	1592820594596
	start-drawing	478	320	1592820595682
	move-drawing	478	320	1592820595697
	move-drawing	478	320	1592820595714

次の積分を計算せよ。

$$\int \tan^2 x dx$$

tan(x)-x+C

あなたの入力した数式は次のとおりです:

$$\tan(x) - x + C$$

あなたの解答の中で使われている変数は[C, x] です

$$\begin{aligned} \int \tan^2 x dx &= \int \frac{\sin^2 x}{\cos^2 x} dx \\ &= \int \frac{1 - \cos^2 x}{\cos^2 x} dx \\ &= \int \left( \frac{1}{\cos^2 x} - 1 \right) dx \\ &= \underline{\underline{\tan x - x + C}} \end{aligned}$$

✓ よくできました。正解です!

正解は  $\tan(x) - x + C$  で、次のように入力します: `tan(x)-x+C`

# 活用事例：文系向け「数学入門」での利用

## 講義概要

- 文系向け、1変数の微分・積分（数学III）
- 2020年度：71人、2021年度：102人
- 両年度ともオン・デマンド

## STACKの利用概要

- 2020年度はLTIによる連携 → 接続端末の種類とブラウザによる依存性あり
- 演習課題としてSTACKを利用
- ノートの提出を求める
- 間違った解答を中心に適宜ノートを確認

<a href="#">🔗 タイトルへ</a>
<a href="#">📁 数学入門(2021年度春/木1) リソース</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第0回・第1回 (4月15日、22日) : 導入, 関数と変動</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第2回 (5月6日) : 導関数</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第3回 (5月13日) : 不定積分と導関数の計算 (1)</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第4回 (5月20日) : 不定積分と導関数の計算 (2) (逆)</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第5回 (5月27日) : 指数関数と対数関数 (1)</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第6回 (6月3日) : 指数関数と対数関数 (2)</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第7回 (6月10日) : 三角関数と逆三角関数</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第8回 (6月17日)</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第9回 (6月24日) : 有理関数の不定積分</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第10回 (6月26日) : 定積分</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第11回 (7月1日) : 部分積分法・置換積分法による定積分と積分の拡張</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第12回 (7月8日) : 関数のテイラー級数展開</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第13回 (7月15日) : 面積, 曲線の長さ</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第14回 (7月29日) : 体積, 表面積 (側面積)</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">➕ 第15回 (8月5日) : 平面曲線のパラメータ表示</a>



# 活用事例：文系向け「数学入門」での利用

## 講義概要

- 文系向け、1変数の微分・積分（数学III）
- 2020年度：71人、2021年度：102人
- 両年度ともオン・デマンド

## STACKの利用概要

- 2020年度はLTIによる連携 → 接続端末の種類とブラウザによる依存性あり
- 演習課題としてSTACKを利用
- ノートの提出を求める
- 間違った解答を中心に適宜ノートを確認

The screenshot shows the NUCT STACK interface for the 'Mathematics Introduction 2020' course. The interface is displayed in a browser window with the URL [https://ct.nagoya-u.ac.jp/portal/site/2020\\_1\\_0014107/page/8c09b081-9cb1-...](https://ct.nagoya-u.ac.jp/portal/site/2020_1_0014107/page/8c09b081-9cb1-...). The top navigation bar includes the NUCT logo and a list of other courses. The main content area displays the course title '数学入門2020' and a list of four questions (問1, 問2, 問3, 問4) with checkboxes indicating completion status. The left sidebar contains a navigation menu with options like 'お知らせ', 'リソース', '課題', 'フォーラム', '成績簿', 'サイト情報', 'メッセージ', and '小テスト'. The bottom right corner features a small icon of a cat.

# 問題例

STACK

次の微分の計算をせよ。

$$\frac{d}{dx}(x+3)^7(2x+1)^3 =$$



次の微分の計算をせよ。

$$\frac{d}{dx} \frac{x^5}{(x+1)^3(x^2+2)} =$$



次の微分の計算をせよ。

$$\frac{d}{dx} \sqrt[3]{x^2+x+1} =$$



次の微分の計算をせよ。

$$\frac{d}{dx} \sqrt{\frac{x}{x+1}} =$$



ノート提出

STACKの問題の整頓 | 問題のテストとデプロイ

次の関数の不定積分を求めよ。任意定数もつけること。なお、 $A \neq 0$ とする。

$$\int \frac{x}{\sqrt{x^2+A}} dx =$$



次の関数の不定積分を求めよ。任意定数も

$$\int (x-3)^7(2x+1) dx =$$

$$\int \frac{1}{x^2+1} dx =$$



次の関数の不定積分を求めよ。任意定数

$$\int e^x \ln(e^x+1) dx =$$

$$\int \frac{1}{x^2+1} dx =$$



- 数式で解答を入力してもらいます。主な数式の入力方法は以下のとおりです。
  - かけ算は必ずアスタリスク「\*」を挿入：(例)  $2xy : 2*x*y$
  - 割り算は「/」を使用：(例)  $\frac{x}{2} : x/2$
  - 1文字でない割り算の分母は必ず丸括弧で囲むこと：(例)  $\frac{y}{2x} : y/(2*x)$
  - べき：(例)  $x^2 : x^2$
  - 平方根：(例)  $\sqrt{2x} : \text{sqrt}(2*x)$
  - 自然対数：(例)  $\ln x$  or  $\log x : \ln(x)$  or  $\log(x)$  (いずれで入力しても自然対数となります)
  - 指数関数：(例)  $a^x : a^x$
  - 指数関数(ネイピア数)：(例)  $e^x : e^x$  or  $\exp(x)$  or  $\%e^x$  (いずれでもかまいません)
  - 絶対値：(例)  $\ln |x| : \ln(\text{abs}(x))$
  - 三角関数：(例)  $\sin(x) : \sin(x)$ ,  $\cos(x) : \cos(x)$ ,  $\tan(x) : \tan(x)$ ,
  - 逆三角関数：(例)  $\arctan(x) : \text{atan}(x)$
  - 双曲線関数：(例)  $\sinh(x) : \sinh(x)$ ,  $\cosh(x) : \cosh(x)$ ,  $\tanh(x) : \tanh(x)$
  - ネイピア数： $\%e$
  - 円周率： $\%pi$
- 全ての解答が終わらないままログアウトしても、次回は、「前回の受験を続ける」ボタンをクリックすることにより、途中から再開することができます。
- 全ての解答が終わったら(あるいは、終わらなくても、自分で「ここまで」と思ったら)、「テスト終了する処理へ」さらに「すべての解答をサーバへ送信し、採点待ちにする」(2度出ます)をクリックして終了してください。何度でも受験することは可能です。ただ、全問を再びとき直しになりますが・・・
- 複数回受験したら、最高点が成績に反映されます。ぜひ、全問正解になるまで頑張ってください。

# 解答例

次の微分の計算をせよ。

$$\frac{d}{dx} \sqrt{\frac{x}{x+1}} = \frac{1}{2(x+1)\sqrt{x^2+x}}$$

あなたの入力した数式は次のとおりです：

$$\frac{1}{2(x+1)\sqrt{x^2+x}}$$

あなたの解答の中で使われている変数は[x] です

Handwritten solution for the derivative of  $\sqrt{\frac{x}{x+1}}$ . The steps are as follows:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx} \sqrt{\frac{x}{x+1}} &= \frac{d}{dx} (x+1)^{-\frac{1}{2}} x^{\frac{1}{2}} \\ \text{∴ } f(x) &= x^{\frac{1}{2}}, \quad g(x) = (x+1)^{-\frac{1}{2}} \text{ と } g' \text{ を } \\ f'(x) &= \frac{1}{2\sqrt{x}}, \quad g'(x) = -\frac{1}{2\sqrt{x+1}} \\ \frac{d}{dx} \frac{f(x)}{g(x)} &= \frac{f'(x)g(x) - f(x)g'(x)}{(g(x))^2} \\ &= \frac{\frac{1}{2\sqrt{x}} \cdot \sqrt{x+1} - \sqrt{x} \cdot \left(-\frac{1}{2\sqrt{x+1}}\right)}{(x+1)} \\ &= \frac{\frac{1}{2\sqrt{x}} \cdot \sqrt{x+1} + \frac{\sqrt{x}}{2\sqrt{x+1}}}{x+1} \\ &= \frac{1}{2(x+1)\sqrt{x^2+x}} \end{aligned}$$

次の関数の不定積分を求めよ。任意定数もつけること。

$$\int e^x \ln(e^x + 1) dx =$$

$$(e^x + 1) (\ln(e^x + 1) - 1) + C$$

あなたの入力した数式は次のとおりです：

$$(e^x + 1) (\ln(e^x + 1) - 1) + C$$

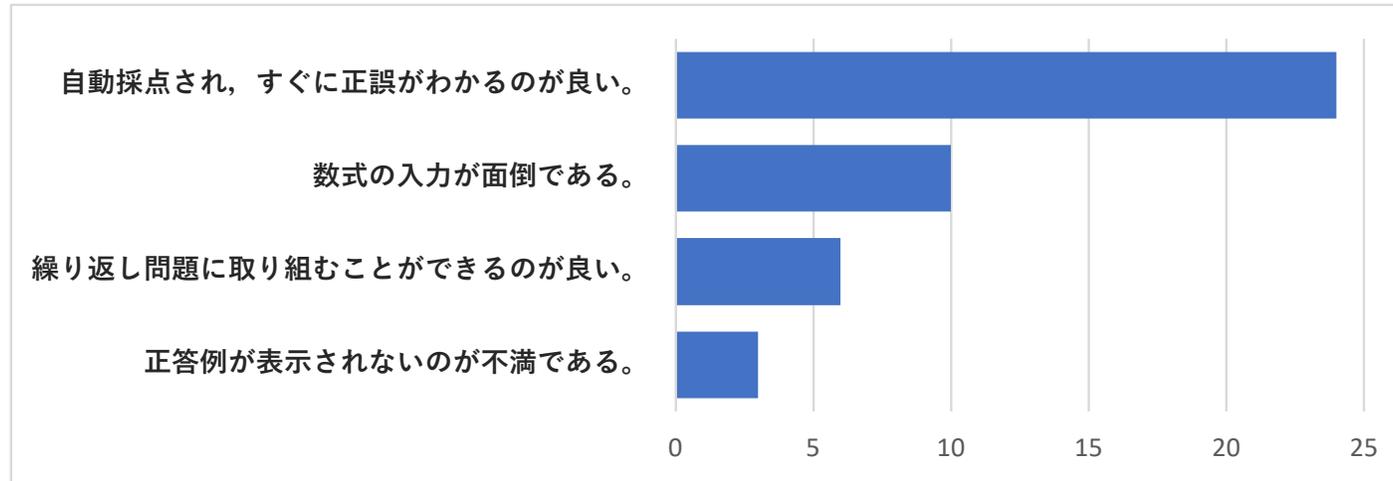
あなたの解答の中で使われている変数は[C, x] です

Handwritten solution for the integral of  $e^x \ln(e^x + 1)$ . The steps are as follows:

$$\begin{aligned} \int e^x \ln(e^x + 1) dx & \quad e^x + 1 = t \text{ とおくと,} \\ dt &= e^x dx \quad \text{∴ } \int \ln(t) dt \\ &= \int t' \ln(t) dt \\ &= t \ln(t) - \int t \cdot \frac{1}{t} dt \\ &= t \ln(t) - t + C \\ &= (e^x + 1) \ln(e^x + 1) - (e^x + 1) + C \\ &= (e^x + 1) \{ \ln(e^x + 1) - 1 \} + C \end{aligned}$$

# 利用アンケート

## アンケート結果



## 自由記述

- STACKは、すぐに正誤判定が出来るため繰り返し挑戦できるのは良いが、解答に至るまでのプロセスがあっているかどうか分からず、不安になってしまう。
- 特に何度も提出できる点は非常に助かるが、定期試験では一発勝負であるため、緊張感を持つためにもある程度の回数制限を設けてもよいと感じた。
- STACKが使いづらい（回答を入力しても正しく入力されていませんと出てきてしまう）

# まとめ

## STACKの概観

- STACKの歴史
- Moodleの小テストの問題タイプの一つとして
- ポテンシャル・レスポンス・ツリーを利用した解答評

## STACKの機能拡張

- 数式入力インターフェース：FlickMath
- ノート提出機能

## STACKの利用事例

- 名古屋大学「数学入門」