クラウド教育システム CES-Alpha

数式処理技術を用いた
オンライン数学テストに関する説明会

日時　　：2022年1月26日（水）16:30～17:30
形態　　：Zoomによるオンライン開催
説明者　：劉 雪峰（新潟大学 理学部数学プログラム 准教授）
　　齋藤 裕（新潟大学 教育・学生支援機構 特任准教授）
　　池 浩一郎（新潟大学 理学部数学プログラム 特任助教）

CES-Alphaの概要

クラウド教育システム CES-Alpha

2015年以降、新潟大学の劉研究室が開発しているオンライン教育システム。
Googleのクラウドサービスを利用して、大学の授業実施を支援する
複数の機能を提供する。

Webブラウザを介して https://www.ces-alpha.org/ にアクセスすることで、
主に以下の機能を利用できる。

- 授業管理（授業ホームページの開設、レポート・アンケートの実施・集計等）
- オンラインプログラミング（動的な仮想マシン上でのJupyterLabの使用）
- オンラインチャット（学生・教員・TA間のチャット形式での質問対応）
- **オンライン数学テスト**

オンライン数学テストで使用している数式処理技術

オンライン数学テストの特徴

- SymPyをベースにした**独自の数式処理技術**を備えており、
  例えば「2x+6」が正答の問題に対して「2(x+3)」と解答した際にも
  数式の等価性を認識して正しく採点する。

- 問題作成では**ランダムに変化する変数（フリーパラメータ）**を
  設定することができ、学生ごとテストごとに異なる類似問題を出題可能。
  学生間での解答の共有防止や反復演習に役立つ。

- 学生にとってはハードルの高い解答の際の数式入力を補助するため、
  解答提出前の入力式の文法チェック機能を提供している。

Computer Algebra System (CAS)

SymPy

SymPy：Pythonで代数計算を行うためのオープンソースライブラリ。

SymPyは数式を処理する上で極めて強力なツールであるが、問題点として
扱える数式の入力記法には大きな制約がある。

- 入力：「a*b*c」「3*(x+1)**2」「oo」 ⇨　SymPyで扱える
- 入力：「a b c」「3(x+1)^2」「inf」 ⇨　SymPyでは扱えない

CES-AIphaでの独自の数式処理

学生の入力：「a b c」「3(x+1)^2」「inf」

CES-AIphaによる前処理

SymPyで扱える入力：「a*b*c」「3*(x+1)**2」「oo」

SymPyによる数式処理

数式の等価性を認識した正しい採点

問題中のフリーパラメータ

問題の設定

問題文

次の不定積分を求めよ.

$$ ¥int (¥sin a x+b) dx $$

正答

-(1/a)*cos(a*x)+b*x

フリーパラメータ

a=2,4,6

b=1,…,5

a=2
b=3

出題される問題

問題文

次の不定積分を求めよ.

$$ ¥int (¥sin 2 x+3) dx $$

正答

-(1/2)*cos(2*x)+3*x

**学生ごと
テストごとに
ランダムに決定**

CES-AIphaの利用画面

問題の作成

問題の解答形式を「**テキスト入力**」「**多肢選択**」「**ベクトル / 行列入力**」から選べる。

数式は**LaTeXの記法**で入力し、右にプレビューが表示される。

問題中の**フリーパラメータ**を設定することができ、出題時には学生ごとテストごとに値がランダムに決定される。

問題の作成

学生が誤答した際に表示される
ヒントを設定できる。

実際の出題に対応する**問題全体の**
プレビューが表示される。

学生による解答

学生の解答画面の初めには**数式入力に必要な記法についてまとめた表**が表示され、学生は表を参照しながら実際の解答入力を行うことができる。

数式の入力方法

数式	入力方法
e (ネイピア数)	E または exp(1)
π	pi
$+\infty$	inf (infinityの先頭3文字)
多項式： $2x+1$	2x+1
べき乗： x^3	x^3
平方根： $\sqrt{x}$	sqrt(x)
分数： $\frac{x+1}{x-1}$	(x+1)/(x-1)
e^x	E^x または exp(x)
$\log x$	log(x)
$\sin x$, $\cos x$	sin(x), cos(x)
$\sin^{-1}x$, $\cos^{-1}x$, $\tan^{-1}x$	asin(x), acos(x), atan(x)
行列： $\begin{pmatrix} 1 & -2 \\ -4 & 3 \end{pmatrix}$	1, -2 -4, 3 各行に行列/ベクトルの1つの行を入力する。 各行の要素は半角のカンマを使って区切る。

学生による解答

各演習・テストの出題リストに
従った問題が配置され、
学生は数式等を入力して解答する。

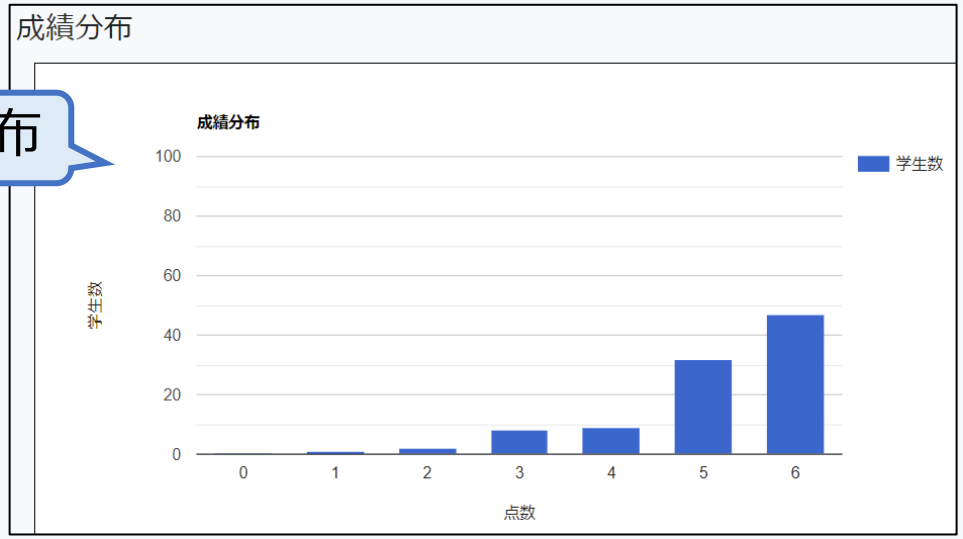
学生の数式入力を補助するために、
前ページの表に加えて**解答提出前の入力式の文法チェック機能**を
提供している。

自動採点結果の表示

学生の解答は、自動採点後に下のような**分析結果**へと自動的にまとめられる。

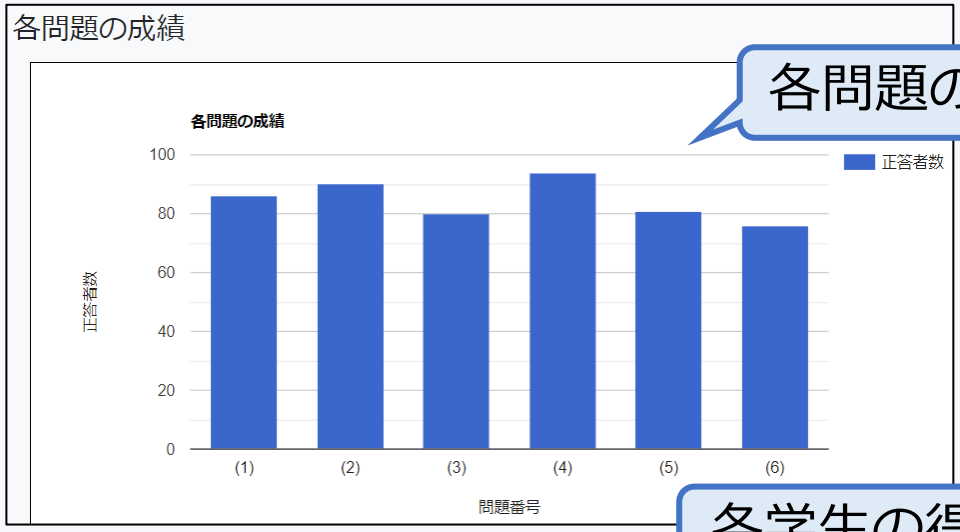
得点の分布

成績分布



各問題の成績

各問題の正答者数



各学生の得点の詳細

成績の詳細 氏名を非表示 氏名を表示

	氏名	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	合計	提出回数
1		1	1	1	1	1	1	6	1
2		0	1	1	1	1	1	5	1
3		1	1	1	1	1	0	5	1
4		1	1	1	1	1	1	6	1
5		0	1	1	1	1	1	5	1
6		1	1	0	1	0	1	4	1
7		1	1	1	0	1	1	5	1
8		1	1	1	1	1	0	5	1
9		1	1	1	1	1	1	6	1
10		1	1	1	1	1	1	6	1
11		1	1	1	1	1	1	6	1
12		1	1	1	1	1	1	6	1

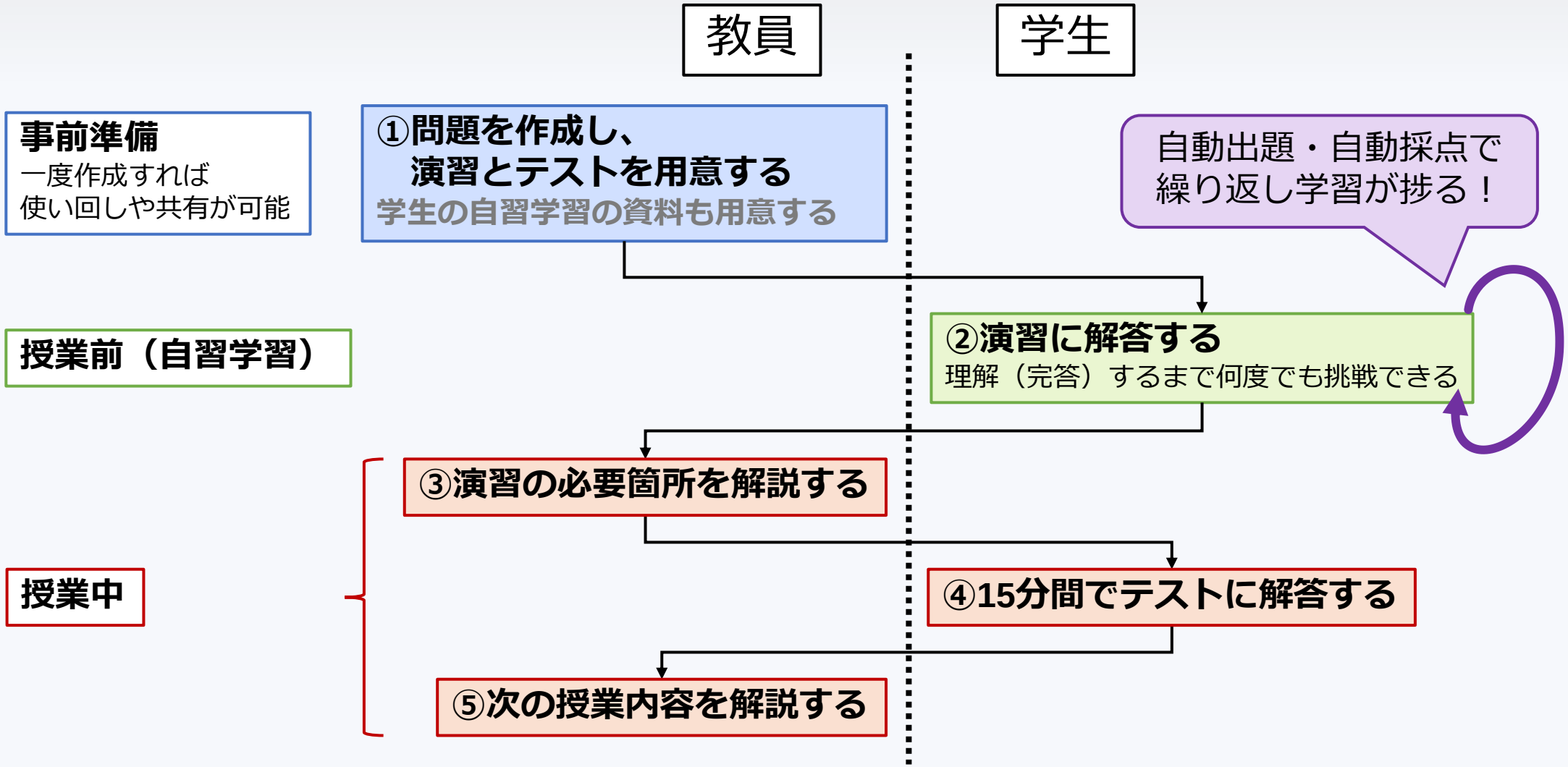
成績優秀者

	氏名	点数	提出回数
1		6	1
2		6	1
3		6	1
4		6	1
5		6	1
6		6	1
7		6	1
8		6	1
9		6	1
10		6	1

満点かつ提出回数が少ない学生のリスト

数学の反転教育における使用

CES-AIphaを利用した反転授業の流れ



CES-AIphaを利用した反転授業の利点

- 学生は、正答となるまで**演習に繰り返し挑戦**できる。
- 学生は、採点結果および誤答時に表示されるヒントを活用して**能動的な自習学習**ができる。
- フリーパラメータを設定することで、1つの問題を手間なく**演習とテストの両方で使用**できる。
- 演習の提出回数が記録されるため、回数の少ない学生を褒めることで**学生のモチベーションアップ**につなげることができる。
- 得点分布を利用して**学生の理解が薄い部分を把握**し、重点的に解説できる。

CES-AIphaを利用した反転授業の効果

	項目1	項目2	項目3	項目4
2019年度（CES-AIpha利用なし）	69.0%	34.5%	44.8%	62.1%
2020年度（CES-AIpha利用あり）	88.9%	61.1%	69.4%	75.0%

〈各項目4段階評価のうち最も好意的な回答（そう思う／満足している）の比率〉
項目1「教員は課題を課すなど、学生自身が学習を進めるようにサポートしていましたか」
項目2「毎回の授業内容は整理されていて、理解しやすかったですか」
項目3「あなたは、シラバスに記載された授業の到達目標を達成することができた（達成することができる）と思いますか」
項目4「あなたはこの授業を履修して総合的に満足していますか」

新潟大学「数学基礎A1・A2」授業評価アンケートの年度比較

CES-AIphaの利用が授業改善につながったと言える！

終わりに

ぜひ**担当授業でのCES-Alphaの利用**をご検討ください。

ご意見やご要望がありましたら、開発・運用チームまでお気軽にご連絡ください。
※新規授業の作成については、管理者の発行する**認証コード**が
　必要となりますので、同様にご連絡ください。

なお、無料版に加えて、**連携企業による商用サポートを含めた有料版**を
4月から提供予定です。

謝辞、開発・運用チーム

本システムに関する取り組みは、以下のご支援を頂いております。

- 新潟大学 2015年度授業改善プロジェクト
- 新潟大学 2021年度学長教育助成制度
- 科学技術振興機構事業 大学発新産業創出プログラム
  「みちのくアカデミア発スタートアップ準備資金」

開発・運用チーム

劉 雪峰（新潟大学 准教授、E-mail: xfliu@math.sc.niigata-u.ac.jp）

齋藤 裕（新潟大学 特任准教授）　田中 一成（早稲田大学 研究院講師）

池 浩一郎（新潟大学 特任助教）