

Cloud Education System (CES)

遠隔授業に必要なプログラミング環境や数学演習の自動採点の機能を提供します。

自動出題・自動採点機能

利用説明会

日時 : 2021年7月28日(水) 17:00~18:00

開催方法 : Zoomによるオンライン配信

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 博士研究員)

CESの概要

Cloud Education System (CES) は、Googleのクラウドサービスを利用して大学の授業実施に役立つ複数の機能を提供するオンライン教育システムです。

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**無料で (※)** 利用することができます。

- 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）
- 仮想プログラミング環境（動的な仮想マシン上でのJupyterLabの使用）
- オンラインサポート（学生・教員・TA間のチャット形式での質問対応）
- **数学演習問題の自動出題・自動採点**

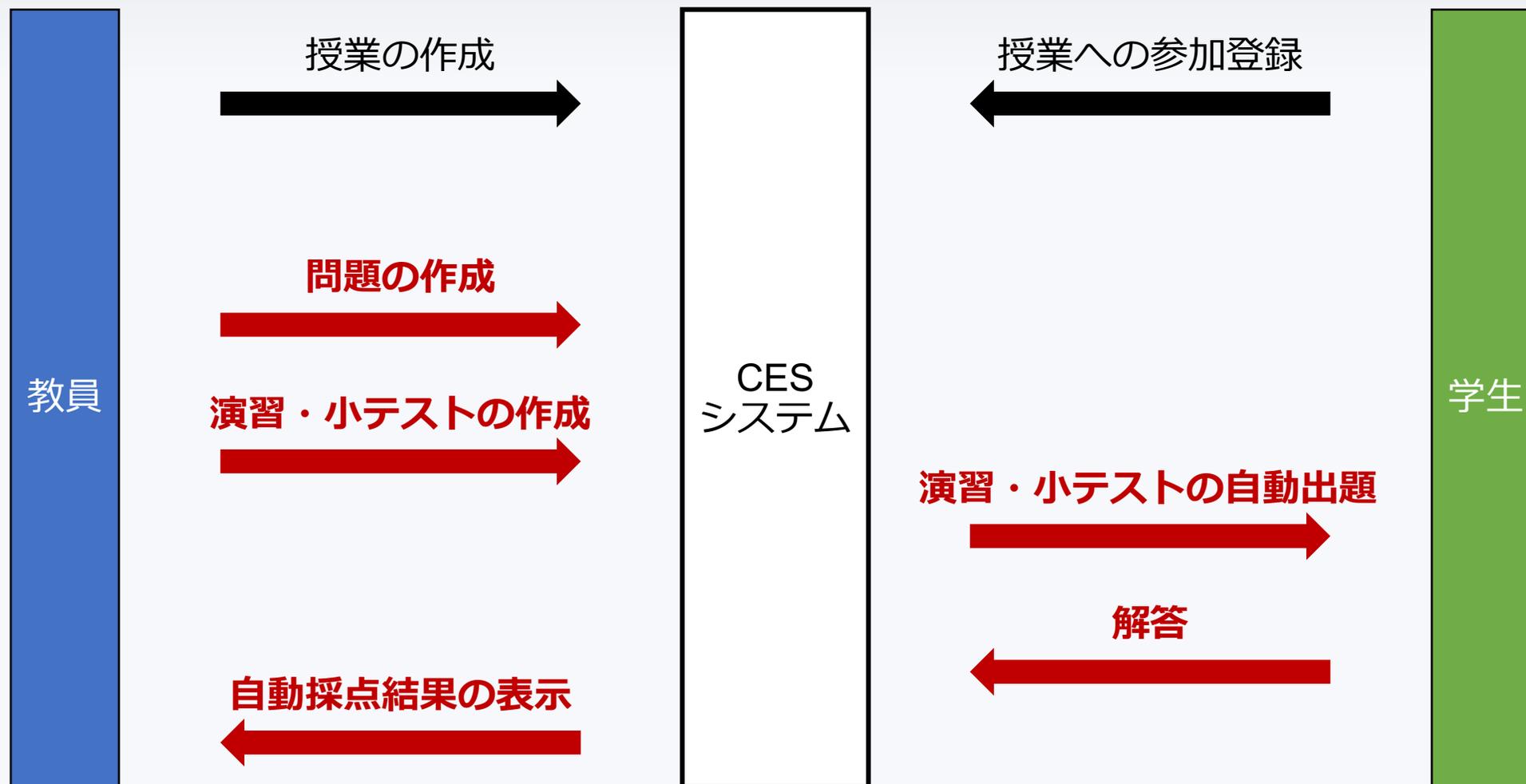
※フルサポートのある商用版は、来年度以降に提供予定です。



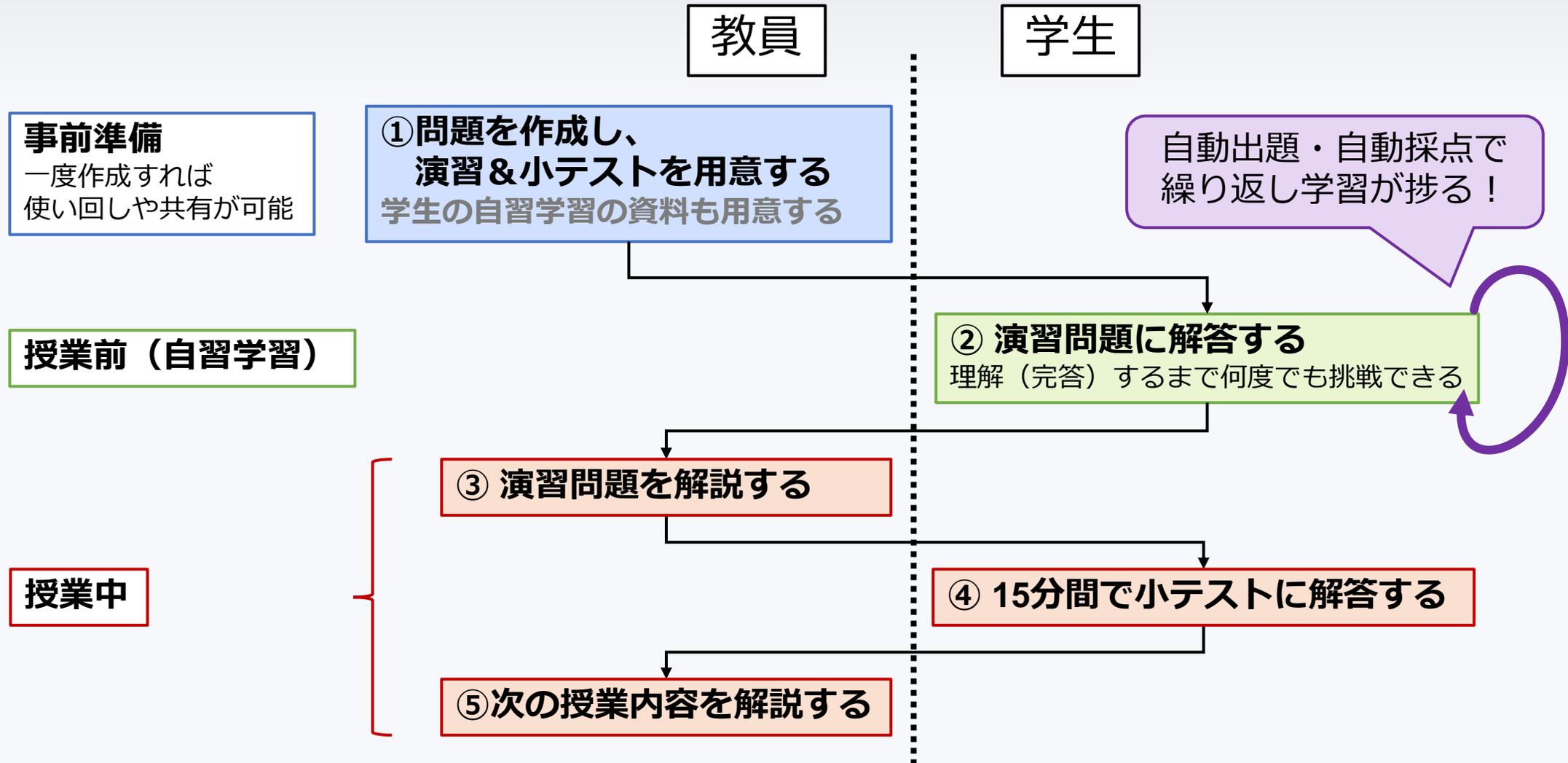
自動出題・自動採点機能の特徴

- SymPy (Pythonのライブラリの1つ) 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**します。
- 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、**テスト提出前の入力式の文法チェック機能**を提供しています。
- 問題作成では**ランダムに変化する変数 (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**です。
学生間での解答の共有防止や反復演習に役立ちます。

自動出題・自動採点機能の利用の流れ



反転授業での利用イメージ（昨年度の実施例）



学生からの声

(R2年度のGコード科目 数学基礎A1,A2)

- 課題の提出状況がモチベーションにつながった。
- とても使い勝手の良いシステムだなと思ったのでこれを用いる授業が増えてもいいなと思いました。
- すぐに採点されるのはとても助かる。
- 解答の確認ができるシステムの用意は良い。が、もう少し数学記号の代替となる記号をもう少しうまく提示できるとよい。
- 解説ビデオはとても学習の役に立った。何度も視聴でき、よくわからなかったところの復習にも使えたのでとてもありがたかった。
- (問題を回答するとき) 途中回答の保存などは使いやすく良かったと思います。
- あらかじめ課題を課して解く方式は、授業の理解が深まる方法だと思うので続けて行ってほしい。
- 複雑な計算が多く時間がかかることもあったため、途中回答の保存ができたのはありがたかった。
- ...ちょっと数学ができるようになって嬉しくなりました。
- オンラインの環境下でも集中して学習することができてよかったです。
- 素晴らしいシステムで、初心者自分でもすぐ慣れた。

システムの機能と特徴

以下では、**自動出題・自動採点の使用画面**を用いて、システムが提供する機能と特徴を説明します。

問題の作成①

問題は**グループに分けて**管理されます。

Auto Question System @CES

@Group list

[\(Add new group\)](#)

| | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| (1) 演習問題 (DEMO用サンプル) DEMO用のサンプル問題です。 | Edit group |
| (2) 微分積分 | Edit group |
| (3) 微分積分 (中文) | Edit group |
| (4) 線形代数 | Edit group |

Question list

(Add new question to 微分積分)

微分積分

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| (1) 級数 [text] (等比級数 : $\text{sum}[(a/b)^n]$) | Edit question |
| (2) 関数の微分 [text] (逆関数の微分法 : $\text{diff}[(1/a)*\arctan(x/a)]$) | Edit question |
| (3) 関数の微分 [text] (合成関数の微分法 : $\text{diff}[\log(a*\log(x))]$) | Edit question |
| (4) 級数 [text] (部分分数分解 : $\text{sum}[a/(n(n+2))]$) | Edit question |
| (5) 数列の極限 [text] (ネイピア数の定義の利用 : $\lim[(1+a/n)^n]$) | Edit question |
| (6) 関数の微分 [text] (基本的な関数の微分 : $\text{diff}[a*\sin(x)+b*\tan(x)+c*\log(x)]$) | Edit question |
| (7) ロピタルの定理 [text] (不定形0/0 : $\lim_{x \to 0}[(\exp(ax)-1)/bx]$) | Edit question |

問題の作成②

解答の形式を「**穴埋め式**」「**選択式**」「**行列入力**」から選べます。

数式は**LaTeXの記法**で入力し、右にプレビューが表示されます。

問題中の**変数（パラメータ）の値の候補**を設定でき、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ます。

Basic information

Creator name

グループ設定/Group Selection
微分積分

タイトル/Question title
ロピタルの定理

問題の形/Question type
穴埋め式/Fill the text box

問題文/Question content
次の極限を求めよ。
\$\$
\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{ax} - 1}{bx}
\$\$

次の極限を求めよ。

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{ax} - 1}{bx}$$

Preview

Variable in question (Optional)
a=2,4,6
b=3,5,7

問題の作成③

学生が誤答した際に表示される
ヒントを設定できます。

実際の自動出題に対応する**問題全体の
プレビュー**が表示されます。

解答/Answer

Hint for the question

Note (Optional. Hidden from students.)

Add the question

OK

Preview the question

Question preview

ロピタルの定理

次の極限を求めよ.

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{4x} - 1}{3x}$$

ヒント：分子と分母を微分する.

解答：

テストの作成①

作成した複数の問題を集めて、学生に自動出題するテストを作成します。

演習（授業外で取り組む想定）と**小テスト**（授業内で取り組む想定）の
区別が可能です。

| Course Test List | |
|--------------------------------|---------------------------|
| (Add new test) | |
| 演習テスト | |
| (1) 演習問題 | Edit Test |
| (2) 演習問題動作確認 | Edit Test |
| (3) 演習1 | Edit Test |
| 授業の小テスト | |
| (1) 動作確認テスト | Edit Test |

テストの作成②

学生が現在テストに解答できるかどうかを制御できます。

完答するまでの繰り返しの提出を許すかどうかを設定できます。

| Basic information | |
|-------------------------|------------------------------------------|
| テストの説明/Test description | <input type="text" value="第1回授業の演習です。"/> |
| テストの分類/Test type | <input type="text" value="演習"/> |
| テスト On/Off | <input type="text" value="On"/> |
| 再提出 On/Off | <input type="text" value="再提出可"/> |
| タイトル/test title | <input type="text" value="演習1"/> |

テストの作成③

出題リスト内の問題の**削除**と
順序変更が可能です。

指定したグループの問題一覧から、
任意の問題を上の出題リストに
追加できます。

Question List

[5203842824142848] 関数の微分 | 基本的な関数の微分 : diff[a^x]

[6329742730985472] 関数の微分 | 積の微分法 : diff[(x^a)*exp(b*x)]

[5652410886258688] 関数の微分 | 商の微分法 : diff[(a+x^2)/(a-x^2)]

Remove selected question

Move up selected question

Move down selected question

Note (Optional)

Note

Select question from groups below and add it to the test

Group

微分積分

Show questions

Add question to the test

[5070952241037312] 級数 | 等比級数 : sum[(a/b)^n]

[5071563200135168] 関数の微分 | 逆関数の微分法 : diff[(1/a)^x]

[5084387167174656] 関数の微分 | 合成関数の微分法 : diff[log(a*x^2)]

[5089812449067008] 級数 | 部分分数分解 : sum[a/(n(n+2))]

[5094483519602688] 数列の極限 | ネイピア数の定義の利用 : li

[5203842824142848] 関数の微分 | 基本的な関数の微分 : diff[a^x]

テストの自動出題・解答（学生の画面） ①

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
実際の入力を行うことができます。

解答に使用される数学記号の書き方について

| 数学の記号 | 解答に使用する書き方 |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| e (ネイピア数) | E または exp(1) |
| π | pi |
| $+\infty$ | inf (「infinity」の最初の3文字) |
| 冪乗： 2^3 | 2**3 または 2^3 |
| 多項式： $2x + 3$ | 2x+3 |
| e^{2x+1} | exp(2x+1) または E**(2x+1) または E^(2x+1) |
| $\log x$ | 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) |
| 分数 $\frac{n+1}{n}$ | (n+1)/n |
| 平方根 \sqrt{x} | sqrt(x) |

テストの自動出題・解答（学生の画面） ②

選んだ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します。

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**テスト提出前の
入力式の文法チェック機能**を
提供しています。

(1) 関数の微分

次の関数を微分せよ。

$$7 \sin x + 2 \tan x + 3 \log x$$

解答:

入力のチェック (入力式の文法のみをチェックします。) OK

$$7 \cos(x) + \frac{2}{\cos^2(x)} + \frac{3}{x}$$
Close

(2) 関数の微分

次の関数を微分せよ。

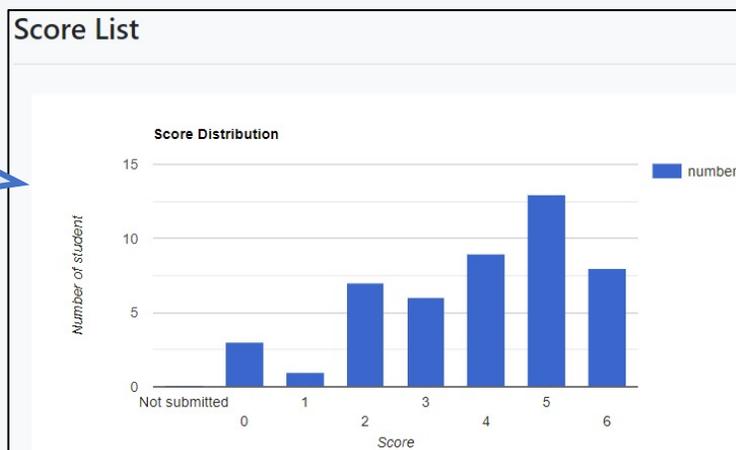
$$x^3 e^x$$

解答:

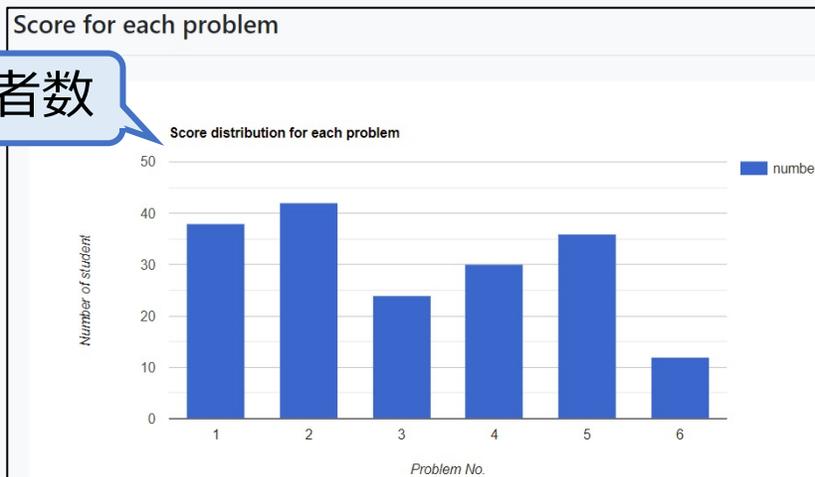
自動採点結果の表示

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ます。

得点の分布



各問題の正答者数



Top ranking of report submit

| | Name | Score | Submit times |
|---|------|-------|--------------|
| 1 | | 6 | |
| 2 | | 6 | |
| 3 | | 6 | 1 |
| 4 | | 6 | 1 |
| 5 | | 6 | 1 |
| 6 | | 6 | 1 |
| 7 | | 6 | 1 |
| 8 | | 6 | |

提出回数による
ランキング

各履修者の得点の詳細

Detail of score

| | Name | Score 1 | Score 2 | Score 3 | Score 4 | Score 5 | Score 6 | Sum | Submit Number |
|----|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|---------------|
| 1 | | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 |
| 2 | | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 1 |
| 3 | | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 |
| 4 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 1 |
| 5 | | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 |
| 6 | | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 | 1 |
| 7 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| 8 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| 9 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 5 | 1 |
| 10 | | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 1 |



自動出題・自動採点システムのデモ

- (齋藤さんによるデモをします)

システムの使用について

ぜひ**担当授業でのCESの使用**をご検討ください。

2021年度秋の授業の使用（試用）に対して、以下の対応が可能です。

- ▶ 事前のシステムの導入やテストなどの対応
- ▶ 授業実施中のサポート
- ▶ 教員のニーズに応じて必要な機能を随時開発・実装

ご意見やご要望がありましたら、遠慮なくCESのチームまでご連絡ください。

※新規授業の作成については、CESのチームまでに連絡してください。

今後の発展について

システムの開発

- ▶ 実際の授業の使用ニーズに応じて、システムの機能を強化
- ▶ 大学の学務システムとの連携
- ▶ Moodle（オンライン学習管理システム）との連携
- ▶ 演習問題のデータベースの作成と提供

サービスの事業化

- ▶ 安心なサポートを提供するために、外部の会社への委託や起業を検討中

謝辞、開発・運用チーム

謝辞

本システムの開発・運用は、新潟大学2015年度授業改善プロジェクトおよび2021年度新潟大学学長教育助成制度のご支援を頂いております。

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 博士研究員）