

WeBWorKの活用事例とコンテンツ作成について

本多俊一（公立千歳科学技術大学）

大本亨、小森大地、行木孝夫、吉田啓佑（北海道大学）

2021年11月13日@数式自動採点システムの活用事例

自己紹介 & 主な参考文献

名前 : 本多俊一

所属 : 公立千歳科学技術大学

北海道大学数理・データサイエンス教育研究センター 招へい教員

専門 : 数学 (特異点論、微分幾何学)

問い合わせ ((at)→@ (dot)→.) :

本多 s-honda(at)photon(dot)chitose(dot)ac(dot)jp

WWサポート ww.support(at)mdsc(dot)hokudai(dot)ac(dot)jp

> 2018年度からWeBWorKのプロジェクト@北大に参加

(数学教室内での試用→大規模運用)

> 以降, 担当科目でWeBWorKを活用

主な参考文献 :

本多俊一, eラーニングプラットフォーム「WeBWorK」の概要および北海道大学におけるWeBWorKの導入事例について, 数学通信 25 (4) (2021) 64–68. <https://www.mathsoc.jp/publications/tushin/backnumber/index25-4.html>

コンテンツ

1. WeBWorKとは

2. WeBWorK導入の背景と事例報告

3. WeBWorKのコンテンツ作成（北大数学教室・北大MDSC）

4. 授業での活用例（千歳科技大 微分積分学 I）

1. WeBWorKとは

WeBWork

- **WeBWorkとは**

MAA(Mathematical Association of America), NSF(National Science Foundation)の支援の下, 開発されているオープンソースの数学eラーニングプラットフォーム
<https://webwork.maa.org/>

独自のサーバをホストする場合→無料

授業毎にMAAがホストするサーバを利用することも可能→有料
(ユーザの管理はコース毎に独立している)

- **特徴**

学部初年次教育を中心に, 有志によって作題された問題が
Open Problem Library (主に, 英語+ランダム化)
として37,517問以上存在する.

- **操作画面の紹介**

2. WeBWorK導入の背景と活用事例

背景（数学系全学教育科目の問題）

- **理工系に要求される共通技能としての微分積分・線形代数**
 - 数理・データサイエンス・AI教育の観点から、“文系”への教育も必要
 - 教員数は限られているので、ICTの活用は必須
- **絶対的な演習量が不足**
 - 教員数が限られているので、プリント形式の課題量を増やすのは非現実的
プリント形式の課題量を増やしても速やかなフィードバックは難しい
 - 定義の確認，論述などは教員が採点すべき
計算問題は自動採点可能
(eラーニングを活用することに依って，上記の添削時間を確保できる)
- **eラーニング（WeBWorK）の活用へ**
 - 即時採点、フィードバック、
学修履歴の可視化（ゲーム性）、問題のランダム化 ←何れも学生から好評

運用実績

- 2016年度～ 数学部門で（冬から）試行開始
- 2018年度 本格運用にむけた準備（サーバ移行）
- 2019年度～ 数学系全学教育科目での本格運用

- **2021年度前期** のべ3100名程度のアクティブユーザ（北大のみ）←協力校でも利用

理系のみで利用率を概算すると・・・

微積 I : 利用者数 / (1年生 + 再履修生) \doteq 71%

線形 I : 利用者数 / (1年生 + 再履修生) \doteq 69%

※微積 I と線形 I は選択必修科目であり、WeBWorKを利用しない教員もいるので、
実際の利用率はもっと高いはず

• 体制

教員 & 学生のサポート（WeBWorKサポート） : ポスドク、教員

コンテンツ作成 : 大学院生、ポスドク、教員

国内の動向

- **東北大学**

<https://www.math.is.tohoku.ac.jp/>

- **金沢大学**

牛島顕, 金沢大学におけるWeBWorKの導入事例について

<https://www.mathsoc.jp/assets/file/publications/tushin/2504/sympo-ushijima.pdf>

- **北海道大学**

<https://webwork.sci.hokudai.ac.jp/index.html>

北大サーバの構成

- **サーバ構成**

北大基盤センターのインターネットクラウドシステム上に仮想マシンとして構築

- **サーバ構築・WeBWorK構築・一般的なサーバ管理業務は業者委託**

- **webwork.sci.hokudai.ac.jp (北大SSO認証)**

CPU 4 core, memory 12G, disk 100G

2,500ユーザ程度

- **webwork2.sci.hokudai.ac.jp (学認連携)**

CPU 2 core, memory 6G, disk 100G

200ユーザ程度

北大サーバの認証連携

- **北大SSO連携**

Shibboleth認証による認証連携

ユーザID（職員番号、学生番号+alphabet+checksum）のみ

WeBWorKの対象コースに登録し、北大基盤センター側の認証による認証結果のみを利用する。パスワードは共有しない。

- **学術認証フェデレーション（学認）連携**

国立情報学研究所の提供する複数機関の認証連携

Shibboleth認証を基盤とする

機関選択->機関内IDによる認証->認証結果によるWeBWorK利用

機関内のIDのみWeBWorKのコースに登録し、パスワードは共有しない

2021.11 現在

室蘭工大、北海学園大、稚内北星大、北海道教育大がローカル認証、
苫小牧高専が学認によって利用中

北大サーバの認証連携

- **メリット**

パスワード管理から解放される

学認の場合、1コースに複数機関のIDを混在できる

- **デメリット**

WeBWorKの実装として、1コースの認証手法は1種類しか選択できない。

Shibboleth認証を選択するとローカルなユーザ認証を利用できない。

管理者がShibbolethユーザである必要がある。

北大情報基盤センターとの交渉に時間がかかった。ほぼ1年間。

利用者アンケート

- ・ 2021年度前期（主なアンケート項目，北海道大学，回答数508）

WeBWorKの利用状況について教えてください

授業で説明があり，課題として利用／授業で説明があり，自習教材として利用
／授業で説明があったが，利用しなかった／授業で説明はなかったが，利用
／授業で説明はなく，利用しなかった

数学は好きですか

とても好き／好き／あまり好きではない／まったく好きではない

数学は得意ですか

とても得意／得意／あまり得意ではない／全く得意ではない

WeBWorKには平均して1週間にどれくらいの時間を費やしましたか

30分以下／約1時間／約2時間／3時間以上

利用者アンケート

難易度は適切でしたか

難しい／やや難しい／適切だった／やや簡単／簡単

計算力がついたと思いますか

強くそう思う／そう思う／あまり思わない／全く思わない

数学概念の理解が深まったと思いますか

強くそう思う／そう思う／あまり思わない／全く思わない

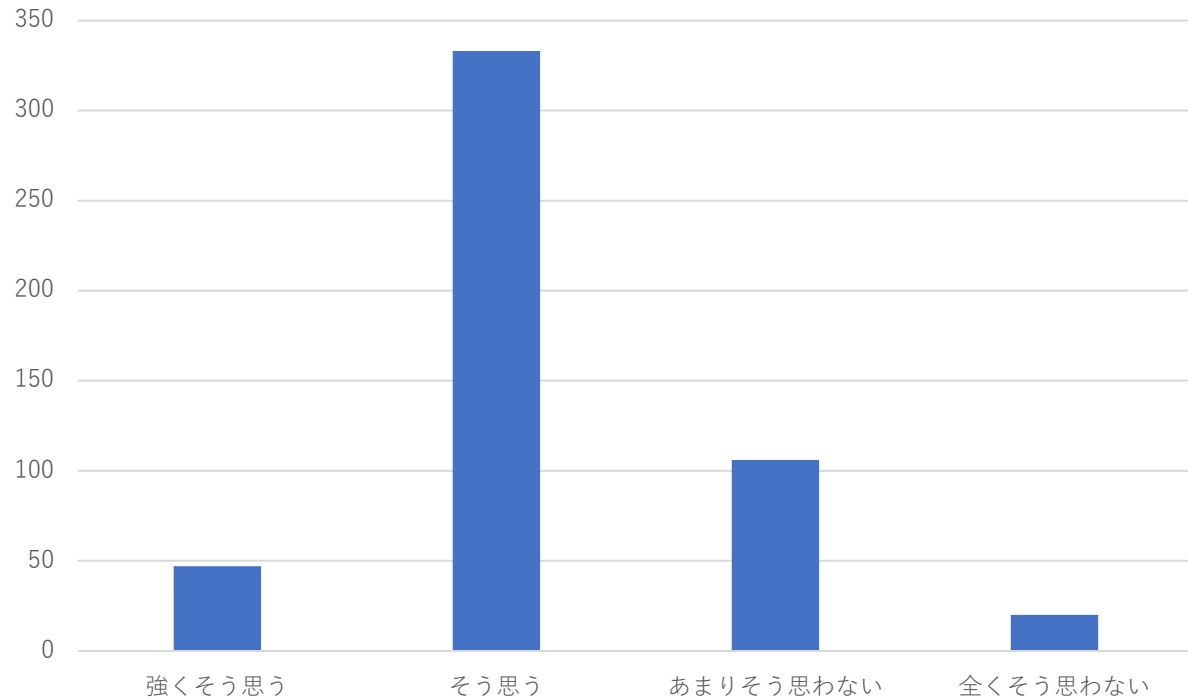
英語力がついたと思いますか

強くそう思う／そう思う／あまり思わない／全く思わない

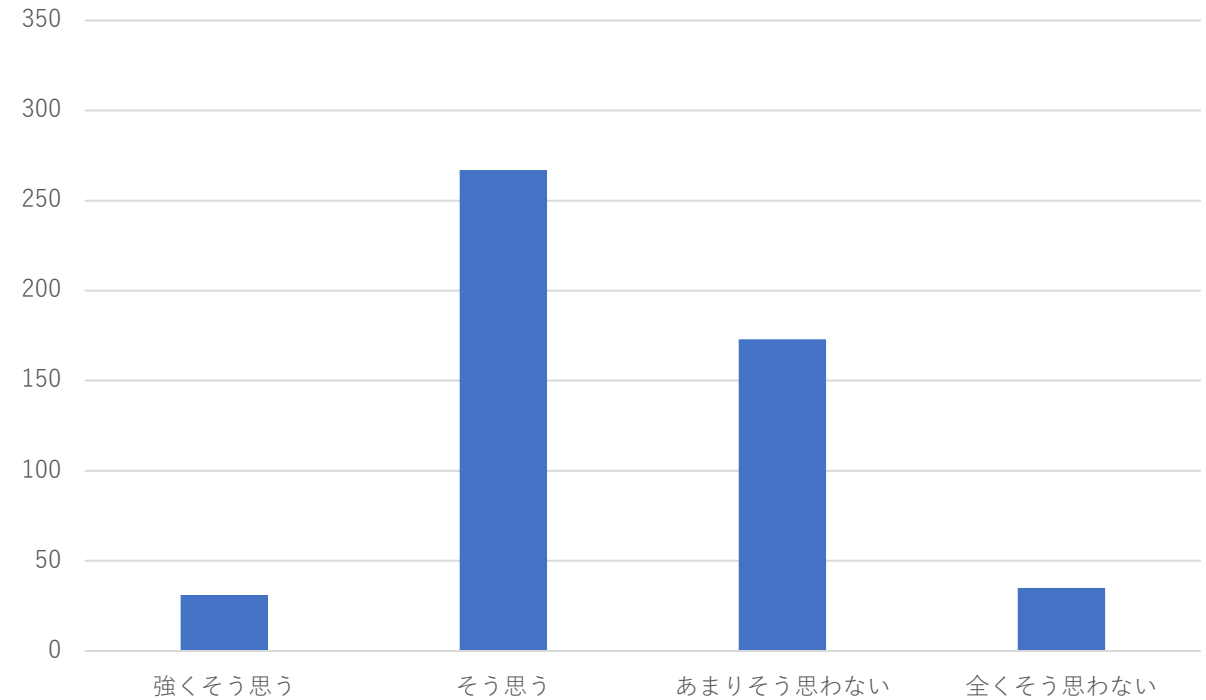
自由記述

利用者アンケート

計算力がついたと思いますか



数学概念の理解が深まったと思いますか



ネガティブな意見 (若干名)

英語での出題, 要解説 (←担当教員), 入力の手間

3. WeBWorKのコンテンツ作成（北大数学教室・北大MDSC）

コンテンツ作成

- ・ **オープンライブラリの問題点**

日本と諸外国の標準的なカリキュラムには差があり、日本のカリキュラムに沿った問題が不足している。

ランダム化により大きく難易度が変わってしまう問題が散見される
→一定の割合で成績評価に利用する教員がいるので、由々しき問題

答えのみを要求する問題で、間違った理解を定着する可能性がある（要工夫）

→オリジナルコンテンツの作成へ（現在、リファクタリング中→オープン化）

- ・ **オリジナルコンテンツの作成状況（英語問題で合計669問以上）**

微分積分（353問以上）、線形代数（298問以上）、微分方程式（70問以上）
統計（29問以上）

コンテンツ作成

- **Perl + PG (WeBWorK専用)**

<https://webwork.maa.org/wiki/Authors>

- 一定の割合で成績評価に利用する

→ランダム化と難易度の公平性 (要工夫)

- 例 線形代数 (行列の対角化, Problem 11) 【ランダム化の方法】

テキストに行列をランダム生成しても意図した問題は作れない

(成分が整数の行列・ベクトルにしたい, 固有値の重複度, 対角化可能?)

Step1 固有値を (重複度 1 で) ランダム生成

Step2 特性多項式を定義

Step3 固有ベクトルを (行列式 1 で) ランダム生成

(シード行列をランダムで行・列基本変形)

Step4 問題成形

コンテンツ作成

- 例 線形代数 (部分空間の判定, Problem 7)
2 択問題の組み合わせ
- 例 微分積分 (広義積分, Problem 12)
無限大の代入操作などをさせない工夫
- ドキュメントの作成
<https://webwork.sci.hokudai.ac.jp/documents.html>

4. 授業での活用例（千歳科技大 微分積分学 I）

授業での活用例

公立千歳科学技術大学 2021年度 春学期 微分積分学 I 担当：本多俊一

15回で合計10点

レポート(1) レポート課題 (プリント)

期間：2021/05/18 (火) 15:00 から 2021/05/25 (火) 15:00 まで

内容：

A_exercise_05.pdf の各問に答えよ。

提出方法：ポータルでファイル提出

以下の何れかの方法で提出せよ。

- ・レポートボックス（学生支援課の横）に提出
- ・スキャナーあるいはスキャナーアプリ（Microsoft Office Lens など）を用いてスキャンした pdf ファイルをポータルから提出

📄 レポートを提出

15回で合計10点

レポート(2) レポート課題 (WeBWork)

期間：2021/05/18 (火) 15:00 から 2021/05/25 (火) 15:00 まで

内容：

week_05 の各問に答えよ。

提出方法：その他(紙などで提出)

https://webwork.sci.hokudai.ac.jp/webwork2/2021_CIST1_CA1_A/

📄 レポートを提出

中間試験40点
定期試験40点

レポート課題

授業での活用例

ガイダンス資料

レポート課題について

各自の理解を深めるためにレポート課題を課す。レポート課題はプリントと e ラーニング教材 (WeBWorK) を併用する。提出期限は次の講義開始時間を基準とする。

プリント：(第 08 週を除く) 各回プリントを配布する。以下の何れかの方法で提出せよ。

- レポートボックス (学生支援課の横) に提出
- スキャナーあるいはスキャナーアプリ (Microsoft Office Lens など) を用いてスキャンした pdf ファイルをポータルから提出

各回一定の基準を満たしている者に 1 点を与える。10 点をもって演習点 (プリント) の上限とする。

e ラーニング：(第 08 週を除く) 各回問題セットを設定する。期日までに解答すること。得点率 $\times 0.1$ (小数点以下は切り上げ) を演習点 (e ラーニング) として与える。

メッセージ

当たり前ですが、自分自身の理解が大切です。必要に応じて高校数学の復習、講義の予習・復習、教科書の例題・問、友人との議論を行うと良いでしょう。もちろん私 (本多) に質問しても OK です。主体的に勉強をしてください。

授業での活用例

プリント課題

- ★ 解答は計算および論述の過程を省略せずに記述してください。
 - ★ 質問・コメントなどがある場合、自由に書いてください。
-

1. 関数 $f(x)$ が点 a で微分可能であることの定義を述べよ。
2. 次の関数は点 $x = 0$ において微分可能であるか調べよ。

$$(1) f(x) = \begin{cases} x \operatorname{Tan}^{-1} \frac{1}{x} & (x \neq 0), \\ 0 & (x = 0). \end{cases}$$

$$(2) f(x) = \begin{cases} x \operatorname{Tan}^{-1} \frac{1}{x^2} & (x \neq 0), \\ 0 & (x = 0). \end{cases}$$

授業での活用例

WeBWorK課題

Consider the following function.

$$f(x) = 7^x.$$

講義ノートの一部で数学英語を紹介

Find the derivative of the function f .

$$f'(x) = \text{[input box]}.$$

Consider the following function.

$$f(x) = (\sin(x))^{\cos(x)}.$$

Find the derivative of the function f .

$$f'(x) = \text{[input box]}.$$

Consider the following function.

$$f(x) = \tan^{-1} \left(\frac{1 - x^2}{1 + x^2} \right).$$

Find the derivative of the function f .

$$f'(x) = \text{[input box]}.$$

授業での活用例

利用者アンケート

Q7 英文での出題で困ったことはありましたか？

		回答数：226
とてもあった	31	
あった	83	
あまりなかった	87	
全くなかった	25	

Q8 英語力（ボキャブラリー等）がついたと思いますか？

		回答数：227
強くそう思う	9	
そう思う	58	
あまり思わない	123	
全く思わない	37	