



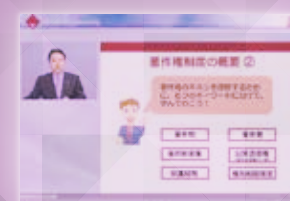
大学総合研究センター 教員表彰制度

<https://www.waseda.jp/inst/ches/ctlit/faculty/awards/>



発行元：早稲田大学 大学総合研究センター 教育方法研究開発部門 (CTLT)
発行日：2022年10月 (第10/11合併号) ※本冊子掲載事項の無断転載を禁じます

第10回・第11回 WASEDA e-Teaching Award Good Practice集



CONTENTS

第10回 2021年度

鄭 顕志
理工学術院 准教授

**4**

クラウド演習環境の整備とZoomのブレイクアウト機能で、リモートでもグループでのプログラミング演習を可能に

中村 みどり
商学学術院 教授

小川 利康
商学学術院 教授

尹 景春
商学学術院 教授

**8**

自習用教材のアプリ版を提供し、スマホによる反復学習を可能に

シャルロート ヨアヒム
国際学術院 教授

山口 遥子
早稲田大学非常勤講師

ツグラッゲン(キシ) エヴェリン
早稲田大学非常勤講師

**12**

自主的に学べるゲームコンテンツを独自に開発。対面授業と合わせてデジタルメディアの効果を最大限に活用

早水 桃子
理工学術院 講師

**16**

YouTubeを本格活用したe-Teachingで、学内外に大反響を呼ぶ

WASEDA e-Teaching Award Good Practice賞受賞者

石田 亨
理工学術院 教授

亀崎 允啓
理工学術院 主任研究員(研究院准教授)

加藤 洋一
理工学術院 教授

マイヤズ コーリアダム
理工学術院 次席研究員(研究院講師)

椎名 孝之
理工学術院 教授

楊 一舟
理工学術院 次席研究員(研究院講師)

王 海龍
理工学術院 准教授

第11回 2022年度

ロペス ブラボ マルセラ グアダルペ
早稲田大学非常勤講師

**18**

VRマッピングプロジェクトで、源氏物語の世界をリアルにイメージさせる

賈 軍軍
理工学術院 准教授

**22**

ZOOM機能を駆使した共同編集と言葉による議論で、プログラミング授業のアクティブラーニングを実現

WASEDA e-Teaching Award Good Practice賞受賞者

コアド アレックス
商学学術院 教授

王 海龍
理工学術院 准教授

ヨセフ マイケル カーム
早稲田大学非常勤講師

ロビンソン ピーター
早稲田大学非常勤講師

はじめに

03

陳 璐

早稲田大学非常勤講師

Zoomの投票機能、QRコードなどさまざまなICTツールの工夫で、オンライン授業のメリットを生かした授業を展開

和佐 泰明

理工学術院 講師

自動採点機能付きプログラミング演習で、自律的な学習環境を構築

新井 仁之

教育・総合科学学術院 教授

微積分の厳密な理論をわかりやすく提示。独自に開発した授業方法「DBW」により、微積分の教育内容改革を実現した

各受賞教員の取組はHPよりご覧ください。



はじめに

大学総合研究センターでは、早稲田大学におけるICT活用教育におけるGood Practiceを顕在化し共有するための仕組みとして、2012年度より「WASEDA e-Teaching Award」を実施しています。今年度は、オンライン授業である「オンデマンド配信による授業」、「リアルタイム配信による授業」に加えて、学生自身が、教室での対面受講と、リアルタイム型でのオンライン受講を、自由に選択できる「ハイフレックス型」授業が広く展開されました。また、第10回・第11回においても、対象となる授業として、「講義資料・課題提示による授業」「オンデマンド配信による授業」、「リアルタイム配信による授業」「ハイブリット型授業(対面・オンデマンド配信・リアルタイム配信などを組み合わせた授業)」「WASEDA Moodleやその他ICTツールを活用した授業」を対象にエントリーを募り、計20件の授賞を決定しました。

本冊子は、2021年度第10回・2022年度第11回受賞総数20件のうち、WASEDA e-Teaching Award大賞およびWASEDA e-Teaching Award受賞10件の教育事例を紹介したものです。今回は、課題が明確に意識・定義されており、汎用的な装置やソフトウェアを使うことで解決できることを示した事例や、多様なツールを有機的に結び付けて活用し、学生にとっての理解を促した事例、さらにはバーチャルリアリティを活用した事例などの取り組み事例が集まりました。今回の受賞事例は、過去にWASEDA e-Teaching Award受賞歴のある教員を中心とした審査委員ならびに教育方法研究開発委員会による厳正な審査を経て決定されましたが、いずれの事例も新たな教育手法の開発や実施に取り組んだ甲乙つけ難い優れたものでした。また、「既存の授業における問題点の改善に取り組んだことによる教育効果の向上」、「対話型、問題発見・解決型教育への移行」や「教育と学修内容の公開」の推進など、Waseda Vision 150で掲げる目標の実現に貢献するものでした。このような先駆的な事例が、早稲田大学の教育における「Good Practice」として広く学内外に共有されることで、様々な授業に広がり、より高いレベルで教育の質を向上させるための一助となることを願ってやみません。

2022年10月

WASEDA e-Teaching Awardの概要

目的

- ICTの中でも、特にLMS(Learning Management System)やネットワークを活用して教育効果の向上をはかる取り組みを”e-Teaching”と定義し、その実践的な取り組みで成果を挙げるGood Practiceを共有する。
- 教育効果の高いe-Teachingの取り組みを表彰し顕在化させることで、相乗効果により教員のモチベーションを高め、より質の高い教育の提供・学習効果の向上に寄与する。
- エントリーされた教員やそのe-Teaching手法を、早稲田大学の優れた教育事例として公開することで、本学の教育内容の透明化を図り、社会からの理解と評価を求めることに繋げる。

エントリー期間

第10回:2021年9月1日(水)~10月24日(日)

第11回:2022年3月23日(水)~5月8日(日)

審査

申請内容およびGood Practice動画をもとに、過去の同賞受賞者、大学総合研究センター副所長および大学総合研究センター所長が指名する教育方法研究開発委員会委員若干名が審査委員会にて審査し、教育方法研究開発委員会において協議の上、決定する。

審査基準 (Good Practice賞・WASEDA e-Teaching Award共通)

下記①~④の基準を踏まえ、総合的に審査する。

- ①学習効果の向上:
インタラクティブな機能や情報共有機能により学生の理解を促進し、学習意欲を維持・向上させるなど、学習効果を向上させる工夫がされていることが質的または量的分析で明らかであること。
- ②授業における課題の改善:
e-Teachingの利点を生かすことにより授業における問題点や課題を改善し、その結果として組織の目標達成に大きく貢献できるものであること。
- ③新たな教育手法・学習スタイルの創出:
チャレンジ精神を発揮した試みであり、新しい教育手法や学習スタイルの創出など、e-Teachingの将来に貢献するものであると判断されること。
- ④「学生授業アンケート」等の活用:
エントリーいただいた科目の「学生授業アンケート」の設問項目「総合的にみてこの授業は有意義であった」等を対象とする。

※所属・資格は受賞当時のもの

クラウド演習環境の整備と Zoom のブレイクアウト機能で、リモートでもグループでのプログラミング演習を可能に

「C Programming (3)」では、学生のプログラミングスキルを全体的に向上させる狙いで、プログラミング演習にグループワークを導入している。コロナ禍で授業はオンライン化した。ブラウザ上で使えるプログラミング環境と Zoom のブレイクアウトルームの活用でリモートでもスムーズなグループ演習を実現。学生の積極性をうまく引き出したことから、学生授業アンケートにおいて「総合的に見て有意義な授業だった」と高く評価された。



鄭 顕志
理工学術院 准教授

オンデマンド動画による事前学習で、基本的なプログラミング技法を効率的に学ぶ

「C Programming (3)」は理工 3 学部学生のほか、政治経済学部の 1 ～ 2 年生も履修していることもあり、学生によってプログラミングの基礎知識にはかなりばらつきがあるという。ある程度知識を持つ学生と手取り足取り教える必要がある初学者と一緒に学べるように、授業ではさまざまな工夫を施している。その一つが反転授業の実施で、授業の前に Waseda Moodle でオンデマンド動画を視聴することで、基本的なプログラミング技法は事前学習できるようにした。動画では簡単な例題を通して、プログラムの実装方法も説明している。

オンデマンド動画の時間は 30 ～ 40 分ほど。ただし、視聴を義務付けたものではなく、視聴履歴も特に気にしていないという。「結果として理解できていればよいので、知識のある学生は動画を見ずに授業で直接演習に挑戦してもらっても構いません。実際は、7 ～ 8 割の学生が視聴したようです。グループワークがあるので、他の学生に迷惑をかけると悪いと感じたのかもしれない」。

リアルタイム配信の授業では、事前学習したオンデマンド動画の内容を補足解説。学生からの質問に答える時間も設けて、しっかりと理解できるように工夫している。また、授業冒頭では授業時間の 3 分の 1 程度を割いて、前回の演習内容についても補足解説しているという。授業の後半は、実践的なプログラミング演習に取り組む。プログラミング演習は「モブプログラミング」という手法で行い、それがこの授業の最大の工夫となっている。

グループで 1 つのプログラム作成を行う「モブプログラミング」で、全体のスキルアップを図る

モブプログラミングとは、1 台のコンピュータを少人数のグループで使い、グループで 1 つの課題（プログラム作成）に取り組む手法を指す。たとえば、メンバーのうちのひとりが実際にパソコンを操作して、他のメンバーはナビゲーターとして問題の解き方やプログラムの書き方を話し合いながら指示していく。操作係

とナビゲーターなどの役割は、10 ～ 15 分程度で交代する。

「この手法を取り入れたのは、プログラムに関する知識をグループ内で共有することでスキルを平準化できるからです。学生同士が教え合いながら 1 つのプログラムを完成させることで、効率よくスキルをシェアできるため、もともとのスキルにばらつきがあっても高い教育効果が得られるといわれています」。

モブプログラミングは、鄭准教授がこの科目を担当した 2019 年度から導入しているが、当初は理工学部のコンピュータ教室で行っていた。しかし、コロナ禍による授業のオンライン化に伴い、2020 年度からは Zoom のブレイクアウトルーム機能を活用している。1 グループを 4 名程度とし、各ルームに分かれて 1 つのプログラムを完成させる。ルーム内では、操作を担当する学生の PC 画面を皆で共有する。

「各ルームは私と 2 人の TA で巡回して、議論が弾んでいればそれを見守り、トラブルが起きたり議論が滞っていればアドバイスするようにしています。2021 年度は、学生も教員もオンライン授業に慣れてきたため、オンライン環境でも問題なくモブプログラミング形式の演習ができました」。また、Zoom の機能も少しずつ改良されているため、たとえば以前は不可能だった「ブレイクアウトルームからメインルームを呼び出す」といったこともできるようになり、使い勝手も徐々に向上しているという。

それでも、オンラインならではの難しい点もある。例えば、カメラのオン・オフ問題だ。鄭准教授はカメラをオンにしたほうが議論が盛り上がると推奨しているが、シャイな学生などはカメラをオフにして参加する場合もある。「全員のカメラがオフで、少し静かになっているグループに対しては、声がけをして盛り上げるようにしています。毎回グループはシャッフルしているので、メンバーは固定せず、雰囲気はその都度変えることができていると思います」。

オンラインでのスムーズなモブプログラミング演習を可能にした、クラウド演習環境の採用

すでに述べたとおり、対面授業の際はコンピュータ教室でモブプログラミング演習を行っていた。コンピュータ教室にはプロ

グラミングのための環境が整っていたが、オンライン授業の場合、学生はそれぞれの PC に C 言語の開発環境をインストールする必要があった。しかし、PC 環境は人によって異なるのが問題だった。

Windows ユーザーもいれば、Mac や Linux を使っている学生もいる。OS のバージョンや PC のスペックも異なる。各 PC に共通の開発環境をインストールさせるのは難しいと、鄭准教授は考えた。「情報系の学生ならある程度対応できると思いますが、政治経済学部の学生もいますし、初回から演習があるのでインストールでトラブルが起きるのは避けたいと考えました。PC 上に仮想環境を作るという方法もありますが、動きが重くなったり慣れていない人には使いにくかったりという問題がありました」。

最終的には、クラウド演習環境——具体的にはクラウドサーバー上のソフトウェアをインターネット経由で利用できるサービス「SaaS」の利用を選択した。「さまざまな種類がありますが、無料で使える、C プログラミングに特化している、必要な機能が揃っているという観点で絞り込み、Online GDB というサービスに決定しました」。ブラウザ経由で利用するため学生の PC 環境には依存せず、インストールの必要もない。基本的には、地球上のどこからでも同じように使える。

実際、Online GDB の使用に際して学生からの問い合わせは 1 件もなかったという。「指定のサイトにアクセスするだけなので、どの学生もすぐに演習に集中することができて非常によかったと思います。また、Online GDB ではみんなが同じ画面なので、他の人の操作を自分の環境でもすぐに再現できます。学生にとってわかりやすいのはもちろん、私や TA にとっては指導しやすいのも大きなメリットでした」。

授業後のレポートで一人ひとりの理解度を確認。効率的かつ丁寧に採点できる方法も工夫

授業の終了後は、1 週間以内に Waseda Moodle に課題のレポートを提出させている。毎週のレポート提出は、授業がオンライン化した 2020 年度から導入した。対面授業のときはレポート提出はなく、出席点と最終課題で成績を付けていた。「コロナ

禍でオンライン授業になり、特に初年度は海外から授業にリアルタイムで参加できない学生もいたため、出席点での評価は難しいと課題レポートの提出による評価に切り替えました」。

以前は、演習をまず楽しんでほしいという思いもあり、毎週の成績は（出席点以外では）付けていなかったという鄭准教授。しかし、課題レポートを導入したことで、各回の演習をきちんと理解しているかどうかを把握できるようになった。「最終的にレポートという形で課題について書いてもらうため、例えば、モブプログラミング演習で頑張っていたのはグループの他のメンバーで、自分の身に付いていないということは防げるようになったと思います」。また、レポートを書くことで、自分が書いたコードを第三者に説明する文章能力も身につく、将来的な実践力が身につくという効果も期待できる。

実は、このレポートの採点方法にも工夫を施している。事前にチェックポイントを準備しておき、採点の際はそれに沿ってチェックするだけで採点が完了するようにしているのだ。「なるべく丁寧に、個別にフィードバックしたいと思いますが、毎週人数分のレポートを採点し、コメントを入力していくのはかなりの労力です。チェックポイント方式なら準備は必要ですが効率的に採点できます」。個別にコメントを入力するのは最後の総評だけだが、プログラムとレポートに関する各項目にはチェックした点数に応じて文章が表示される。そのため、学生側から見ると丁寧なフィードバックがされていると感じられることもよかったと考えている。



第10回 2021年度

Zoom の投票機能、QR コードなどさまざまな ICT ツールの工夫で、オンライン授業のメリットを生かした授業を展開

コロナ禍で、早稲田大学着任当初からオンライン授業となった陳先生。オンラインならではのよさを生かそうとさまざまな工夫を施した。具体的には、Waseda Moodle をはじめ、Zoom のブレイクアウトルームや投票機能、Google フォームなどの ICT ツールを目的に応じて使い分けて、学生の参加意欲を高める授業を目指したという。数々の取り組みは、学生授業アンケートで「有意義な授業であった」が 6 点満点となるなど学生から高い評価を得た。



陳 璐
早稲田大学非常勤講師

画像や音声を豊富に取り入れたオンデマンド授業で、それぞれのペースで楽しく学べる授業を実現

オンラインで行う授業は、大きくオンデマンド授業とリアルタイム配信授業に分かれるが、「中国語Ⅱ選択 B 口頭表現」ではオンデマンドとリアルタイム配信を交互に行うのが大きな特徴だ。オンデマンド授業を「解説編」、リアルタイム配信授業を「応用編」と位置付けて、1 つの課を 2 回に分けて学ぶ構成となっている。

「Waseda Moodle のオンデマンド授業によって、単語や文法の知識を各自でしっかり吸収した上で、翌週に Zoom でのリアルタイム配信授業に参加してもらいます」。学生によって中国語のレベルに差があっても、自分のペースで知識が定着するまで何度でも学び直せるのは、対面授業にはないオンデマンド授業ならではのメリットと言える。

このオンデマンド授業の資料は、陳先生が PowerPoint でゼロから作成している。資料を作成する際には、中国語の単語と日本語訳が並ぶだけの従来の教材とは異なるものを目指したという。「具体的には次の 3 つの点を重視しました。1 つ目は、文字だけでなく、画像や音声を豊富に取り入れて楽しく学べるようにしたこと。単語が画像や音声と結び付くことで、日本語訳を介さずに単語を理解できるようになったと思っています。また、学生たちの単語の誤用も減らすことができました」。

重視した点の 2 つ目は聴解力で、聞き取り能力の向上を意識したという。「日本人は、中国語を文字で見て理解できても聞き取れないことが多いので、まず音声の聞き取りから入るようにしました。どの程度聞き取れるかを自己確認してから、次は文章を見ながら読んで、聞き取れなかった単語や表現を記憶にとどめてもらうようにしました」。さらに 3 つ目として、授業内では時間的に紹介しきれない中国に関する動画や URL のリンクの紹介にも力を入れた。「例えば、中国の正月の行事など、学生たちが授業以外でも中国に関心を持って自主学習を促すように工夫しました」。

Zoom のブレイクアウトルームでグループごとに中国語会話を作成し、応用力を身につける

翌週の Zoom を使ったリアルタイム配信の授業では、オンデマンド授業での学習を踏まえて、会話の練習や発音の矯正などに取り組んだ。まず、オンデマンド授業で寄せられた質問や疑問の中から必要なものについては追加で解説を行い、単語や語彙の意味などを問う小テストを実施。その後は、Zoom のブレイクアウトルーム機能を使って、30 人のクラスを 2 ～ 3 人ずつのグループに分けた。

「少人数のグループで会話の練習をするためです。その際、単に教科書の会話文を練習するだけでなく、教科書の単語を使うなどの条件を指示し、グループごとに会話を作成してもらいました。自分たちで会話を作ることで、応用力をつけることができます」。グループ内で協力し合いながら会話文を作るためゲーム的な要素もあり、学生のモチベーションアップにもつながったという。

ブレイクアウトルームでの練習後は、いくつかのグループに会話文を発表してもらい、会話の内容と発音を個別に指導した。その際、オンライン授業ならではのメリットを感じたと陳先生。「会話文を作るときは、グループ内で紙に書いてスマホで撮影して、それを画面共有しています。そのため、全員の前でパフォーマンスする際にも、聞いてわからない人がいれば画面共有ですぐに会話の内容を見せることが可能です」。また、発音を指導する際には口の形や開き方を見る必要があるが、対面授業では他の学生の口元を見るのは難しい。しかし、Zoom なら細かいところもよく見ることができる。

もちろん、Zoom のブレイクアウトルームでは、教員は各ルームを個別に訪問して指導することになるため、対面授業では可能な「クラス全体を見渡して、気になったグループに声をかける」といったことは難しい。それでも、オンライン授業で学生同士がコミュニケーションを取りながら、グループで会話を作成するという授業ができたことに手ごたえを感じているという。



単語

それぞれの目的に合わせて、オンデマンドとリアルタイム配信で異なる形式の小テストを実施

すでに述べたように、「中国語Ⅱ選択 B 口頭表現」ではオンデマンド授業とリアルタイム配信授業を交互に行うが、授業内で実施する小テストも目的に合わせてそれぞれ異なる形式となっている。まず、オンデマンド授業の回は、Waseda Moodle 上で小テストを行う。一方、リアルタイム配信授業では Zoom の投票機能で作成した小テストを実施したという。

「オンデマンド授業の小テストは、満点を取ることで出席とみなすので、満点を取るまで何度でも繰り返し受けられるように設定しています。オンデマンド授業で学んだ知識がしっかり定着させるのが、この小テストの狙いです」。小テストの問題形式は毎回異なるというが、例えば単語の音声を聞いてそれを中国語で書き取ったり、日本語に訳したり、逆に日本語を中国語に訳したりなどさまざまな出題方法が可能だ。

リアルタイム配信授業での小テストは、「匿名」で行うのが大きな特徴だ。つまり、テストといっても個別に採点するわけではない。Zoom の投票機能を使って作成した問題に全員で回答（投票）し、回答後は全員で答えを確認する。「Zoom の投票機能なら 1 問目はどれが正解だったかだけでなく、何人が間違えていたかといったデータも全員で共有できます」。毎回単語の聞き取りなど 10 問程度を出題する。

「Zoom の投票機能による小テストは、匿名なので誰が間違えたのかは教員にもわかりませんが、クラス全体の理解度や（単語の）吸収度を把握できるのがメリットです。学生にとっては、匿名ということで気軽に参加できるのもメリットと言えるでしょう。もちろん、間違った本人にはわかるので、例えばある問題を自分だけが間違っていた場合、これからは気をつけようなどと意識できることもよい点だと思っています」。

学生に馴染み深い「QR コード」を使ったアンケートで、コメントや質問を積極的に受け付ける

学生からのコメントや質問を受け付ける際も、オンデマンド授

業とリアルタイム配信授業で異なる方法を採用している。オンデマンド授業では、資料に QR コードを埋め込み、QR コードを読み取ることでいつでも質問や感想を送れるようにした。「従来のアンケートなどと比べて学生により親しみやすい方法は何かを考え、QR コードを選択しました」。

従来のアンケートでは授業の最後に提出することが多いが、QR コード方式なら、オンデマンド授業中に疑問が出たら、即座に送信することも可能だ。「授業の最後まで待つより、疑問が出たらすぐに送れたほうが良いと思いました」。ただし、QR コードからでは送信者の特定ができないため、返信が不要なものに限られるという。

また、リアルタイム配信授業の際は QR コードは使用しない。授業時間が終わっても陳先生が Zoom に最後まで残って、質問などがあれば直接対応する。さらに、Moodle のチャット機能も活用していて、オンデマンド授業の際も先生からの個別の回答が必要なものは Moodle のチャット機能を使用するという使い分けをしているという。Moodle のチャットでのやり取りも非常に活発で、300 ～ 400 以上の投稿がされることもあるそうだ。

今後は、より効果が期待できる ICT ツールの導入を検討していきたいという陳先生。具体的に注目しているのは、オンライン学習アプリの「Quizlet」だ。単語カードでスキマ時間に勉強したり、他の人とカードをシェアしたりできるほか、小テスト機能なども備えている。「Quizlet は、教員であれば自分の『クラス』を持てるのもメリットです。学生が協力し合いながら単語カードを作成して勉強していければと考えています」。

またもう 1 つ考えているのが、入手可能な中国語のビデオを再編集して、教材として使用することだ。「現状の教材は音声だけです。中国事情などを解説する 2 ～ 3 分の動画を用意したいと思っています。字幕の有無や速度などを調整できるようにしておけば、それを繰り返し視聴することで、聴解の練習もできるし中国事情も学べます。要約などを課せば文章の訓練にもなると考えています。これからも、さまざまな ICT ツールを活用して、学生の参加意欲の高い授業を作り、学生と共に成長していきたいです」。



第 10 回 2021 年度



自習用教材のアプリ版を提供し、 スマホによる反復学習を可能に

商学部の中国語教室では、未習外国語カリキュラムの履修者向けに基礎語彙 600 単語の習得を義務付け、「中国語単語統一試験」を実施している。その対策用に『中国語基本単語帳』という独自教材を作成し利用してきた。2021 年度にはそのスマホ対応版の提供を開始すると共に、単語統一試験もオンライン化するなど、組織的な ICT ツール導入を成功させている。その詳細を中村教授に伺った。



中村 みどり
商学学術院 教授



小川 利康
商学学術院 教授



尹 景春
商学学術院 教授



第10回 2021年度

独自教材の音声版を進化させ、 自習用アプリを提供

商学部の1年生を対象にした「中国語Ⅰ基礎 A.B」の受講者は400名を超える。16クラス編成とし、専任教員と非常勤講師とで授業を担当するため、その共有教材として作成したのが『中国語基本単語帳』だ。初級で学ぶ必修単語を網羅したもので、全16クラスでの学習を義務付けてきた。

1999年度に作成された後も何度か改訂を重ねてきたが、2020年度を通して大幅バージョンアップ。「今の学生が中国語を学ぶ上でより実践的に使えるものにするため、IT用語やインバウンド向け日本常用地名を加え、例文も全部作り直しました」。全面オンライン授業となった2020年度は旧版をPDF化してMoodle上で提供、2020年度末にはさらなる改良を加えた、改訂第4版としての書籍版が完成した。

この単語帳に対応する音声ファイルも、当初は付録CDとして、その後はMoodleの前であるCourse N@viで音声ファイルを公開してきた。今回は本格オンライン化に伴いさらに一歩進めて、インタラクティブな自習用アプリを作成し、スマホからも利用可能なウェブ版での提供に至った。

アプリの仕様は授業を担当している専任教員で設計し、実際のコーディングは単語帳の出版社に依頼した。「語学の教科書を出しているところなので、品詞の分け方やテストモードの搭載など大まかなアイデアや要望を伝えて、出版社担当者を通してIT技術者と何度も連絡を取りながら進めました」。

準備は教員間で役割分担し、ITに詳しい小川教授を軸に、ネイティブスピーカーである尹教授がネイティブチェック、中村教授はテスト担当として、テスト版を確認しては修正希望箇所を言葉で伝えた。「教員同士で協力することで一人ではできないものを上げることができるので、チームワークで取り組めたのは良かったと思っています」。

ウェブ版には「学習モード」と「テストモード」が用意されており、「学習モード」では単語を品詞から呼び出して例文と共に音声聞けるほか、画面上で文字を非表示にしてシャドーイングの練習もできる。学習した履歴が残るので、単語ごとに「覚えて」「覚

えてない」のボタンを押しておくことで、覚えていないものに絞って復習を繰り返すという使い方もできる。「テストモード」では簡体字からピンイン(表音文字)、日本語訳から簡体字などを入力し、その正誤をすぐに確認できる。こちらも学習履歴を確認し、習熟度の推移を自分でチェックできる。

ウェブ版アプリについては、使い方を授業中に説明することはあったが、基本的に自習用という位置づけだ。「授業で小テストを行う前に出題範囲を伝えておいて、学習しておくよう促しました」。学生からは、特にスマホで学習できるようになった点が好評だ。「以前は書籍の該当ページをコピーに取って持ち歩き、電車の中などで勉強しているという話も聞きました。これならいつでもどこでも手軽に勉強できるので、学生がより自主的に勉強しやすくなりました」。

統一試験を 完全オンラインで実施

独自の教材『中国語基本単語帳』を作成した背景には、中国語教室で行っている「中国語単語統一試験」の存在がある。全16クラスの学生を対象に20年ほど前から毎年10月(2020年度のみ11月)に実施しているテストで、筆記の選択問題とリスニングの書き取り問題で構成され、合格しないと秋学期の単位が与えられない。従来は教場で行っていたが、2020年度は対面での実施が困難であったため、Moodle上でのオンライン試験として実施することを決め、準備を進めた。

筆記の選択問題は、エクセルで蓄積してきた過去の試験データと新たに作成したデータを取り込んで利用したが、リスニングの書き取り問題をオンラインでどう実施するか検討する必要があった。「せっかくなので聞く力を高めたいと考え、リスニング問題も大きくバージョンアップすることにしました」。以前は読み上げた単語を書き取るだけだったのを、中国語で提示された文章を理解することと音声聞き取ることを組み合わせた出題とした。すべて選択問題とし、間違いやすいものから選ばせるほか、読み上げられた質問文や問題文の答えとしてふさわしい答えの文を選ばせるなど、会話力を高めることも配慮した。「以前よりもリ

スニング力を磨いてないと解けない問題になっています。実際に言葉を使うときには、相手が話していることが聞き取れないという意味がないので、その点を強化しました」。将来中国語検定試験などを受けるときには、リスニング力が重要になってくる。「日本語ネイティブの学生はリスニングが弱い傾向があるので、そういう検定試験の問題も意識した形で出題しています」。

オンラインでの実施には不正対策も検討する必要がある。「30名ぐらいの授業ならビデオオンのZOOMでつなぐことも考えられますが、400名規模になると難しいので、Moodle上で行いました」。学生同士で教え合うことを防止するため、受験する学生によって出題される問題がシャッフルされる仕様とし、それは事前に学生にも伝えておいた。

トラブル回避のため、 アクセス時間に幅をもたせる

時間制限は合計45分(2020年度は緊急対応のため問題を減らし30分に設定)とした。「あまり長すぎると何かで答えを探してしまう可能性もあります。どのぐらいの時間なら無理なくきちんと解けるのか、実際に何度か試してみ決めました」。さらに、一斉スタートではなく、指定日の16時30分から18時の間で受けることとして、アクセス時間に幅をもたせた。「何かのトラブルでその時間にログインできなかったなどの問題が生じる可能性を考慮し、あえて開始時間を散らしました」。結果的に大きなトラブルもなく、過去の成績よりも若干よいぐらいの結果となったという。

試験のオンライン化により、従来手作業で行っていた採点を自動化できたのもメリットだ。「以前は、当日夜に専任教員が集まり、アルバイトの方にも来ていただいて採点していました。非常勤の先生へのフィードバックとしてクラスごとの平均点を出したりもしますが、それも自動計算できるのでとても助かります」。同時に、学生も自分でデータを見て苦手な部分を把握できるなど、きめ細かなフィードバックができるようになった。「教員としても今後は学生の自己チェックをうながしながら、次のステップの学習をサポートしていきたいですね」。

復習にも使える 入門ガイダンスビデオを作成

もうひとつ、2020年度の春に急遽作成したコンテンツが『中国語発音入門』という動画だ。オンライン環境下でクラス間の学力に格差が生じるのを防ぐために作成したもので、当時絶版となっていた教科書から発音入門に関する部分を再編集して動画を作成。これをMoodle上で公開し、理解度チェックの小テストも用意した。「こうしたコンテンツを提供しておくことで、1年生の最初だけでなく、その後学生が自信のない箇所を学び直したいときにも活用してもらえます」。

授業が突然オンライン化を余儀なくされたことはマイナス面が強調されがちだが、商学部の中国語教室では「学習者の主体的学習が可能になる貴重な機会だった」と捉えている。「無料でいろいろな動画も見られる時代になって、語学の授業も変わっていかねばいけないと感じています。従来の勉強法と並行して、PCやスマホなども使いつつ、自分のペースで勉強できる環境を提供できれば教育効果も上がるはずです。作業や設定はいろいろ大変ではありましたが、この機会にオンライン教材も効果的に取り入れて、多様な学習方法を学生に提供し、対面授業そのものの質を高め、ともに深く学ぶ場を築いていくことが必要なのだと思います」。



自動採点機能付き プログラミング演習で、 自律的な学習環境を構築

授業において、理論の学修と併せてプログラミングなど実践的な技術習得も学ばせたいことは多い。その実現には演習の実施が欠かせないが、受講者数が多いと採点の負担も大きい。和佐講師はこの課題を解決するため、全学で利用可能な計算ソフトウェアを利用することで、自動採点機能付きの演習環境を実現。対面でもオンライン授業でも、学生の自律的な学習促進につながった。



和佐 泰明
理工学術院 講師



第10回 2021年度

100名規模のプログラム演習の 採点負担をなくす

今回受賞の対象となった2つの授業は、電気・情報生命工学科に設置されたものだ。研究室配属後に必要な能力を育むため、手計算による理論の理解だけでなく、プログラムを用いた実践的技術の習得を目指している。「電気・情報生命工学科では、幅広い学問領域を学ぶ学生がいるという事情もあり、プログラムが不得意な学生にとっては、特に演習をたくさん取り入れることが有効です」。

和佐講師が2019年度に着任する以前に「システム解析」を担当していた前任教員も、授業内でのプログラム演習を望みながら実現に至らなかったという経緯があった。「プログラミング演習の採点は、一般に単調な作業が長時間必要となるので、100名近い受講生に対して毎週実施するのはかなりの負担となるのです」。

そこで今回導入したのが、「MATLAB」という数値解析ソフトウェアだ。Toolboxといわれるパッケージが用意されており、データ解析やモデリング、アルゴリズム開発など多種多様な用途に利用できる。和佐講師は元々研究でこれを使用していたが、たまたま2019年の秋頃に自動採点機能が追加されたことを受けて、授業での利用を考えた。

幸い、どちらの授業内容もそれぞれに利用可能なToolboxが備わっていたことから、2019年度中から自動採点の準備に着手し、2020年度から完全導入に至った。「最適化の理論と応用」は政治経済学部で、MATLABは2019年秋に全学で利用可能なライセンス契約を結んでおり、学部を問わずに全学生が利用できることも好都合だった。

間違えた箇所を即座に確認し、 トライ&エラーで自律的に学べる

実際に利用する際には、問題と模擬解答、およびチェック項目などを設定しておく。学生が解答を記入し提出処理をすると、即座に採点結果が表示される。「最大のメリットは、どこが間違っ

ていたのかを、学生自身がすぐにその場で確認できるところです」。間違えた箇所を自覚して、正解するまで何回でもトライ&エラーを繰り返すことは、学生の自律的な学習を促すことにつながる。

オンライン演習の利用法は初回の授業で簡単に紹介した。「Webにもたくさん情報があるので、ソフトウェアの詳しい使い方などは各自で調べてもらっています。特にクレームはなかったもので、学生たちも問題なく使っているようです」。

この自動採点機能付き演習を本格導入した2020年度は奇しくもコロナ禍に遭遇し、オンライン授業を余儀なくされた。授業では1本あたり15分程度のオンデマンド講義を合計40分ほど受講した後、オンラインの演習に取り組ませた。演習にかかる時間は「プログラミングを苦手とする学生でも無理がないぐらい」を考慮し、90分程度を想定しているという。

「溜め込まずに毎週こなしていくという生活リズムを作るために、基本的には1週間ですべてが終わるように、動画は公開後3日以内に視聴し、その3日後ぐらいには演習を終わらせるようにと指示しました。オンデマンド動画による講義に加えて、演習も自習で完結できる環境ができたことで、オンライン授業になっても自律的な学習環境を整えることが可能となりました」。

分からない点の質問にはメール対応のほか、授業時間内にZOOMで待機し、TAと共に対応した。「問題自体の意味が分からないとか、コードをどう書けばいいのかと悩む学生もいるので、相談窓口は必要だと考えました。アドバイスを聞きながら、学生が自分で解決できたという成功体験を促すようにしています」。

この演習は正解に達するまで取り組ませることが狙いなので、点数自体が成績に影響することはない。しかし、タイムスタンプ付きの解答履歴を学生からも教員からも確認できることから、モチベーションを上げるため週に1回程度、演習に合格した者には平常点を加算する週を設けた。

以前は自習として演習を行わせても、採点が困難であるため各自の自主性に任せていた。「その頃はやっているかどうかすら分からなかったのが、このオンライン演習のおかげで、誰がやって誰がやっていないのか一人ひとりの状況が分かるようになりました。加えて、やらせっぱなしではなく、自動採点という形でフィー

ドバックできるようになったのは大きな進歩です。最終的な成績も私が想定する点数に近づいてきた印象です。細かい解答履歴が残ることは、次年度以後の授業改善にもつながりますね」。

ライブ配信や対面になっても、 オンデマンド動画を復習用に活用

2021年度は教場での対面授業と同時にライブ配信も行いうハイフレックス形式で実施した。90分で講義を行い、その後復習として90分程度オンラインで演習に取り組ませた。ライブ配信のアーカイブ動画は公開しないが、代わりに前年度の授業用に撮影したオンデマンド動画を閲覧できる状態にしておいた。「ライブ授業への参加を基本として出席も取りましたが、理解不足の点などを後から動画で確認できると意外に好評でした。学生の自主的な学習を促すことにつながったのはよかったと思っています」。

今後は事情の許す限り対面授業に戻していく予定だが、復習用コンテンツとしてオンデマンド動画も活用していきたいと考えている。「最初は視聴できる期間を決めていたこともありますが、期末レポートの前に見返したいという声も多かったので、ずっと閲覧できるようにしました。コロナ禍を体験したことで、学生にとってはオンデマンドで復習することが習慣づいているのかもしれないですね」。

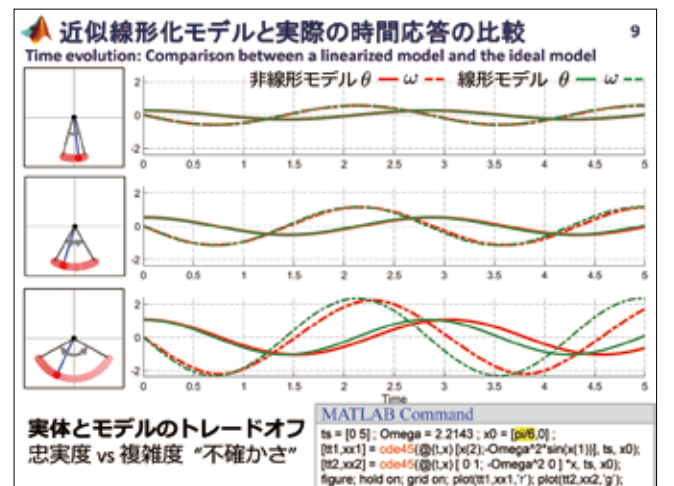
チャレンジングコンテストで、その後の研究 につながるような力を育みたい

今回のオンライン演習の自動採点導入の試みは、必要性を感じながらも今までやりにくかったことを効率的に実現できたと満足している。「授業で与えられた課題を解く力はついたかなと思います。ただ、その力が1年後も持続しているのか、その技術を、将来学生自身が研究で直面する課題に対して使いこなせるのかという点は疑問なので、その検証が今後の課題ですね」。

この2つの授業は、自身の専門に近い領域を扱っていることもあり、少しでも学生に興味を抱かせたいとの思いがある。そこ

で「おもしろい、もっとやってみたい」と考える学生に対して、チャレンジングコンテストのような企画も検討中だ。研究室に所属するプログラミングに強い学生と一緒に、すでに試行錯誤で作成しているところだという。「一人で研究するのが難しい時代になっていて、いかに他人と協力しながら、知識を補いながら進めていくかというスキルも重要です。たとえば、コンペのような形を授業でも取り入れられたらいいですね。特に「最適化の理論と応用」は、『応用』という部分も含んでいるので、そういう形で授業を完結できれば、今よりもっとハイレベルな卒業研究や大学院での研究につながっていくかもしれません。ひとつの授業で知識を身につけることにとどまらず、そんなサイクルを作っていきたいというのが、中長期的な展望です」。

学科に関わらず一般的に、レポート課題は返却されず、どこが間違っていたのか、どうすればよかったのかが学生には不明なまままで終わることも多い。「その意味では、自動採点機能でフィードバックできる教育効果は大きいと思います」。今回利用したMATLABは金融や経済など幅広い分野で利用が可能なのだという。「新たに追加されたMATLABの自動採点機能をMoodleに組み込んで利用しているのは、早稲田では私が初めてと聞いています。普段から研究に使っている先生には、ぜひ授業での演習にも取り入れてみることをおすすめします」。



自主的に学べるゲームコンテンツを 独自に開発。対面授業と合わせてデジ タルメディアの効果を最大限に活用

「Intensive German I 01」では、非常にユニークな自主学習コンテンツを導入した。シャルロート ヨアヒム教授が独自に開発した「ドイツランド」である。いくつかのミニゲームで構成されるこのコンテンツを通じて、学生たちは自立的に語彙や文法をいつでもどこでも何度でも学習することができる。授業は対面で行われ、対面授業の利点を残しつつ、デジタルメディアの効果を最大限に利用した授業構成となっている。



シャルロート ヨアヒム
国際学術院 教授



山口 遥子
早稲田大学非常勤講師



ツグラッゲン(キシ)エヴェリン
早稲田大学非常勤講師



第10回 2021年度

デジタル技術を効果的に利用した “digital teaching”を目指す

今回 WASEDA e-Teaching Award を受賞した「Intensive German I 01」は国際教養学部で1年以上が履修する語学科目である。語学の科目は週4限で、履修人数の上限は20名となっている。資料などはすべて英語で書かれており、授業はドイツ語と英語の併用で行われた。2021年度春学期は結果的に全員が対面の授業を受けた。この科目の大きな特徴となっているのが自習用のコンテンツとしてシャルロート教授が独自に開発した“Doitsulando”（「ドイツランド」）という2Dゲームを利用している点である。シャルロート教授のほか、山口遥子早稲田大学非常勤講師、ツグラッゲン(キシ)エヴェリン早稲田大学非常勤講師の3名の教員がこの科目の担当をしているが、もともとプログラミングの知識があったシャルロート教授がすべてを開発した。教授は2017年に早稲田大学に着任以来教鞭を取ってきたが、2020年のパンデミックをきっかけに、オンライン学習へ講義の形態を変更することになった。そこで、教授はプログラミングのスキルを利用して、学生が自主的に教室の外で勉強できるコンテンツを開発することにした。そこで教授が強調するのは“digitized teaching”（デジタル化された教授法）と“digital teaching”（デジタル技術を生かした教授法）の違いについてである。「パンデミックの最初の年にはオンラインで講義を行い、資料を配布するなど、すべてのことをオンラインでやろうとしました。しかし、将来的に目指すべきなのは学生の自主性を尊重し、デジタルメディアの効果を最大限に生かす“digital teaching”の方だと思います。その意味で、この期間は大事なステップでした。教員みんながデジタルティーチングに賛成しているわけではありません。しかし私の同僚である山口講師、ツグラッゲン講師は私のアイディアにオープンであり、実現させてくれました。大変感謝しています」。

対面授業とゲームでの自習を組み合わせ、 自主的な学習を促す

2021年春学期の授業の流れはこうだった。学生は授業の時にはキャンパスに集まり、対面授業を行った。初回には20分から30分かけて自主学習コンテンツ「ドイツランド」の説明を行った。コンテンツは授業以外の時間に取り組むものだが、授業内で紹介することが大切だったと教授は語る。その後は従来の語学の授業のように進行していき、その日の学習内容に関連したゲームがあればその都度紹介するというスタイルだった。成績評価は普段の授業態度50%、追加の課題15%、語彙テスト15%、最終試験20%を基本として行った。ちなみに、正当な理由があれば事前に申請したうえで、キャンパスに来る代わりにオンラインでの受講を選択することもできたが、この科目では全員が対面を希望し、満足していた様子であったようだ。

「ドイツランド」はドイツ語を第三言語として学ぶ学習者用に開発された、ウェブ上でプレイするゲーム形式の自主学習コンテンツである。このプログラムを開発した目的は、“digitized teaching”だけではなく、“digital teaching”の利点を最大限に生かし、学生の自主的な学習を可能にすることだった。このゲームは、表面的にはアドベンチャーゲームのように見え、プレイヤーは人間のようなキャラクターを動かすことによって「ドイツランド」の中でさまざまなミニゲームを通じて語彙や文法について学ぶことができる。例えば“Verb Buster”というゲームでは規則動詞を見つけ、“Planet German”というゲームでは男性名詞と女性名詞と中性名詞を区別することを学ぶ、という具合だ。学生はいつでもどこからでも好きなときに何度でもプレイすることができ、間違いがあれば即座にフィードバックを受けることができる。そのため学習プロセスはより自律的で、それぞれの学習目標を意識し、個人がより高い責任感を持つことが要求される。いくつかあるゲームの中でも、特にアーケードゲームのようなものが学生たちの間で好評で、電車の中などでプレイしていたという話も聞いたそうだ。

これらのゲームはシンプルなメカニズムでできているものであり、プラットフォーム自体の開発には時間がかかったが、個々の

ゲームは2～4日程度の時間で制作したという。最初はパンデミックによってすべての授業のオンライン化をしなくてはならず、授業日数も短縮されたことをきっかけに「Intensive German I 01」で導入したが、現在では教授が担当しているすべての初級レベルのドイツ語クラスで導入しているそうだ。今回受賞対象となった「Intensive German I 01」では学生からの評価が6.0点満点中の6.0点と最高点を獲得した。これは昨年度の同科目における評価より0.5ポイント高かった。アンケートの自由回答にも「モチベーションがあがる」という記述があり、学生の興味を惹きつけることに成功したと言える。

しかしながら教授は、学生があくまで自主的に学習することを大切にしてほしいと願っており、学習時間を観察したり、ゲームに点数をつけたりすることはしなかったという。「学習効果を測るためにプレイ時間をモニターしたりすることも技術的には可能ですが、私はドイツ人として特にオンラインのプライバシーには敏感で、個人の自由を尊重したいという気持ちがあり、学生たちに任せていました。そのことは彼らがリラックスして自分から学習することに役立ったと思っています」。

今後まだまだたくさん改善していきたい点があるという。例えば、このゲームは初歩的なもので、プレイヤーの自由度が高いわけではなく、ずっとプレイできるものではないことから、今後は自由度を上げていきたいと考えている。また、教授は常に対面の授業での学生たちの様子を観察し、授業前後の会話や、時にはオンラインでイベントを開催したりして、フィードバックを常に受け取っており、細かな改善を加えているそうだ。

オンライン学習への移行により教員の役割 は「ファシリテーター（進行役）」へシフト

デジタルメディアの利点を最大限に生かすという方向性は、学生の意識変化とともに教える側の役割の変化も生んでいると教授は考えている。「言語学習のプロセスは、ますますテクノロジー重視の方向に進んでおり、コロナ禍はその流れに拍車をかけています。研究者の間では、対面授業の利点はそのままに、授業での指導を“ubiquitous”（ユビキタス：どこでも実現可能）

な技術を重視した自主的な学習の機会で補うべきだという合意が得られています。このことは、学生の意識を変化させるのと同時に、教員の役割の変化も意味します。学生はオンライン学習によって自分のペースで学習し、振り返ることができるようになります。教員の役割は、ファシリテーション（進行）、学生のパフォーマンスのモニタリング、能力開発に関するサポートに重点を置くことになります。私自身、自分を“teacher”（先生）だと思ったことはなく、学生たちの自主的な学びを手助けする立場でありたいと願っています」。

教授は、デジタル技術に関して、さらに柔軟なサポートを大学に期待しているとも語る。「早稲田大学が提供しているMoodleは大変素晴らしい仕組みであると思います。さらに、Moodle以外にもより自由な教え方を望む研究者や教員のために、例えば大学が仮想サーバを提供することが可能になれば、より素晴らしいのではないのでしょうか。教員が自由なソフトウェアを開発することを、大学は誇りに思うべきだというのが私の考えです」。

微積分の厳密な理論をわかりやすく提示。 独自に開発した授業方法「DBW」により、 微積分の教育内容改革を実現した

教育学部数学科の必修科目である「微積分 1A」「微積分 2A」。担当する新井仁之教授は、以前から微積分の教育内容改革に取り組んできた。コロナ禍で対面⇒オンライン授業に切り替えることになり、ICT ツールを活用したオンデマンド授業を検討。導入したオリジナルの授業教材「デジタルボードライティング (DBW)」は、オンデマンドでも対面と同じクオリティの授業を実現できただけでなく、教育内容の改革の面からも効果を上げている。



新井 仁之
教育・総合科学学院 教授

きっかけは授業のオンライン化。授業内容改革の一環として ICT を活用した DBW を開発

以前から微分・積分の教育内容の改革に取り組み、微積分の学習に関わる書籍なども出版している新井教授。「AI (人工知能) やビッグデータなどの最新技術を支えている数学の一つが、微分・積分ですが、私の知る限り出版されている教科書の多くは旧態依然の内容のままです。それを時代に即したものにしたいと考えています」。どのように授業内容を見直して、改革していけば最も効果を上げられるのか――。検討する中で、一つの方法として開発したのが ICT ツールを活用した授業の方法だ。

直接のきっかけとなったのは、2020 年にコロナ禍で大学の授業がオンライン化したことだという。新井教授は、ICT ツールを活用することでオンラインでも対面のときと同じクオリティの授業を実施したいと考えた。それが、さまざまな ICT ツールを駆使したオリジナルの授業教材であり授業提供の仕組みとも言える、デジタルボードライティング (以下、DBW) というものだ。なお、DBW という名称は新井教授が便宜上名付けたもので、実際に「DBW」という名前のツールがあるわけではない。

技術的には、数式表現を得意とする電子組版ツール TeX (テフ) を使用した数式を分解したものや文字、図を Power Point 上でアニメーション化したもの、更に独自に製作した動画などを取り込んで、PowerPoint 上で統合した。それを、Adobe Premiere Proなどで編集し、Waseda Moodle の Contents Creation Studio を通じて、オンデマンド動画として学生に配信。2020 年度秋学期はフルオンデマンド授業、2021 年度春学期もほぼオンデマンド授業となったため、学生は DBW による動画を各自で視聴して微積分を学習した。もちろんオンデマンドなのでわからない箇所があれば繰り返し視聴することができ、また Waseda Moodle に設けた「質問箱」でいつでも質問も受け付けた。

また、1 回分の授業の最後にはレポート問題を課して学生が授業内容を復習できるようにした。「レポート問題は、次の授業の前日までに Waseda Moodle に提出してもらいました。次の授業の冒頭では、学生が間違いやすいところを中心に、DBW で

わかりやすく解答の解説を行いました」。

DBW により、数学者が持つ「数覚」の理解を促し、微積分の応用へとつなげていける

DBW がオンライン授業のクオリティを保ち、授業内容の改革も実現できるのは、DBW の次の 2 つの特色によるものだという。1 つめの特色は、TeX を使用した数式を分解したものや文字、説明図などをアニメーション化して表示できることだ。「アニメ化すると時間的な動きが可能になり、板書と同じように学生の理解に合わせて表示していくことができます」。さらに板書では不可能な、数式並びに図を、動きを合わせて同時に表示させることも可能になる。そもそも、複雑な数式も、TeX なら美しく見やすく表示できる。

しかし、DBW でより重要なのは 2 つ目の特色だと新井教授は語る。それは、DBW なら数学者が持つ「数覚」を学生に理解してもらいやすいということだ。「数覚」とはフィールズ賞受賞者の小平邦彦氏が提唱した言葉で、数学者が持つ数学に対する感覚のことを指す。「感覚的なものなので言葉で説明することは難しいですが、数式を形式的に理解するというより、定理そのものを直接数学的な感覚で理解するということです。DBW は 1 つめの特色であるその表現力によって、高度な数学の抽象的な思考過程を動的に見られるので、『数覚』を理解しやすいと考えています。数覚を持てれば微積分への理解が深まり、応用にもつながりやすくなります」。

DBW による解説を取り入れて、微積分の応用例と厳密な理論展開の有機的な融合を実現

ところで、大学の微積分の授業は大きく 2 つのタイプに分けられる。一つは工学系などの学科向けの講義で、微積分をツールとして使いこなすことが目的となっている。もう一つは主に数学科向けの場で、こちらははそれに加えて、厳密な理論を学ぶことが重要になるという。しかし、理論をただ積み上げていくような教え方では、わかりにくく実用的ではないという批判が昔から

一般論としてあったという。そこで新井教授は、授業の流れを「科学に動機を持つ例」⇒「厳密な理論展開」⇒「科学技術への応用例」⇒「厳密な理論展開」のように工夫した。つまり、微積分の科学、技術、社会での活用例や応用例の解説を取り入れて、それらを厳密理論と有機的に結びつけるように授業を工夫した。

「授業では、まず微積分が科学・技術や社会で陰に陽にどのように活用されているのかを紹介して、その際の微積分の必要性や効用を説明します。学生がウォーミングアップできたところで、厳密な数学理論を教えるという流れを意識して作りました。基礎を学んだ後は、発展期な内容として科学・技術への応用を紹介し、さらに理論を説明する。項目が変わるごとに、同じようなプロセスを繰り返しました」。

こうした授業の流れを成立させる際にも、DBW が大いに役立ったという。「例えば、微分方程式を使う例として人口の増大シミュレーションがありますが、DBW で動的に見せることができました。また、厳密な理論展開の説明でも、DBW の動画などが学生たちの思考を支援できたと考えています」。定理や定義の解説では、ときには数学史や数学者のエピソードの紹介も交えたが、その際も DBW で資料や動画を流れにうまく組み込めたという。「もちろん、これまでの板書を中心とした対面授業でも同様のことを心がけてはいました。ただ、DBW があるとアニメーション表示や動画を授業の流れの中で自然に見せていけるので、より学生たちの興味を引くことができました」。

ちなみに、授業で取り上げる応用例やトピック自体も従来の内容を見直し、最新のものを追加したという。「重要なものは従来の内容が残りましたが、現代の科学技術の進展に合わせて、例えば AI、特にディープラーニングを新たに取り上げて、その数学的仕組みを解説しました。ディープラーニングに関しては、興味のある学生も多く学習意欲の向上にもつながり、また今後本格的に AI やディープラーニングを学ぶ際の導入の役割も果たせたと考えています」。

対面授業やハイフレックス型授業でも、DBW をネット配信。高精細な動画で見やすさを確保

今回の e ティーチングアワードの対象授業ではないが、2021 年度秋学期の「微積分 2A」でも、新井教授は引き続き DBW を活用した。2021 年度秋学期は、対面授業とオンライン授業のハイフレックス型で、Waseda Moodle の Collaborate を通じて DBW をスクリーンに投影したという。また、併せて学生が自分のスマホや PC で DBW を見られるように、Waseda Moodle から配信も行った。

「広い教室でスクリーンに投影した場合、席によっては式の細かい部分などが見えづらいことがあります。自分のスマホやノートパソコン等で DBW を視聴しながら授業を受けることができればこの問題は解消されます。また、オンラインで受講する学生にとっては教室のスクリーンに投影された DBW をカメラを介した配信で視聴するより、直接スマホや PC で DBW を視聴したほうが鮮明なのでメリットがあります。オンライン参加でも、対面授業と同じクオリティの授業を受けることが可能なので、DBW はハイフレックス型授業にも適していると実感しました」。さらに、対面授業参加者も手元の端末で DBW を見られるため、例えば弱視などの視覚障害がある学生にもメリットが大きい。新井教授はアフターコロナでもこういった方法を継続することで授業を改善していくことができると考えている。

なお、今後については、数学科の学生が学ぶべき微積分の授業に計算機支援ツールの導入も考えている。「現在は学生が手計算をしているため、授業では手計算では困難な複雑な計算は扱っていません。ただ、厳密な理論を学んだ上で計算機を使って難易度の高い計算に取り組むことも、学生にとっては必要だと考えています」。具体的には、多くの応用数学者、科学者、技術者が利用する数値計算プラットフォームの「MATLAB」を部分的に授業に取り込むことを検討中だ。「早稲田大学は 2019 年度から MATLAB の包括ライセンス契約を締結していて、学生は MATLAB や MATLAB Online を無料で利用可能です。1 年生向けの数学科の微積分の授業にもうまく取り入れていきたいですね」。



第10回 2021年度

YouTube を本格活用した e-Teaching で、 学内外に大反響を呼ぶ

早水講師は学部を問わず受講できる「離散数学入門」という全学オープン科目を立ち上げ、すべての講義動画を YouTube で公開している。現代の学生のニーズに合った手法は脱落者を出さない大きな教育効果を上げただけでなく、世界中から 1 万人規模の学習者を獲得するなど、学外にも自身の研究および早稲田大学の名前を大きくアピールする成果を上げている。



誰でも学べる 入門講義シリーズを作りたい

グラフ理論やアルゴリズムなどを扱う「離散数学」はコンピュータサイエンスの基礎となる学問で、これまでは情報系学科に進学しないと履修する機会がないのが現状だった。しかし昨今は文系理系を問わず、経済学や心理学などでもコンピュータを使った計算やデータ分析が必須の時代だ。「離散数学の知識が必要だけれどどこで学べばよいのか分からないという学生はどの学部にもいるはずなので、誰もが離散数学を学べる体系的な入門講義シリーズを作りたいと思い、全学オープン科目として開講しました」。

所属学部を問わず、さまざまな学生を対象とすることから、授業の内容は日常生活と関わる身近な実例を数多く取り上げ、「離散数学はこんなことにも役立つんだ」という発見を毎回できるようにした。YouTube というメディアを選択したことについていろいろな話題を盛り込んでも直観的にすんなり頭に入り、スマホで飽きずに勉強を続けられる。動画中心の授業は今の学生との親和性がとても高いと思いました。

早水講師自身は、以前は動画での勉強に懐疑的だったと振り返る。「2020 年度に赴任して他の授業を担当したときは、教科書や配布資料を中心とした授業をしていました。赴任していきなりのコロナ禍でオンライン授業となり、どんな授業をすれば学生のニーズを満たせるかを模索するなかで、自分のペースで学べるオンデマンド動画のメリットを感じるようになりました」。

入門講義という位置づけの科目ではあるが、易しい内容ばかりを扱うわけではなく、むしろ理工系の大学院生や研究者たちも自らの学びのために早水講師の YouTube 動画を視聴するほどのレベルだ。しかし一方で初心者も動画を見ただけで教科書を通読したのと同等の知識を無理なく吸収できる講義シリーズでもある。「数学が得意な中級者以上の人にも満足してもらいたいけれど、必修科目ではなく、冷やかしも歓迎の授業ですから、ちょっと興味がある程度の学生も離散数学の面白さに開眼して惹き込まれるような授業にしたかったです。初学者がいきなり一人で教科書を読むのは大変だけれど、先生が教科書の行間を

埋めて一つの物語を聞かせてくれるような動画を毎週展開してくれたら、どの学生も最後までついてきてくれるのではないかと考えました」。

授業を担当する立場としては、ずっと残しておけるコンテンツを作っておきたい思いもあった。「きちんとしたものを残しておけば、どの年でも一定のクオリティのオンライン授業を提供できる安心感があります。コロナ禍が長期化するなかでその必要性を感じましたし、大学の教育リソースを公開していくことにも大きな意義があると思いました」。

教員は黒子に徹し、 オーディオブックのように淡々と語りかける

動画の収録時にこだわったのが音声のクオリティだ。「内容が良くても、雑音が入っていたり聴き取りづらかったりする音声では、繰り返し聴きたい気持ちにならないですね。学生はイヤホンやヘッドホンを使っていることが多いので、ノイズには敏感です」。音質の良さに定評がある YouTuber が使用している機材を真似したり、Adobe Premiere Pro などの編集ソフトでノイズを除去したりもした。「Vrew というお手軽な iPad アプリを使って、言い間違いや言いよどみなどを半自動でカットすることもあります。滑舌がいいですねと言われるんですが、音声のお化粧のおかげです」。

話し方にも工夫がある。あえて感情を乗せずアナウンサーのように淡々と話す。「大学院生向けの授業で自分自身の研究紹介をするときなどは、素の自分のキャラクターが出るような話し方をします。でも、この授業では離散数学という学問の魅力を伝えることが目的なので、主役はあくまでも離散数学。視聴者が話の内容に集中できるように、私自身は黒子に徹してみました。だから雑談をしたり、笑いをとったりすることはありません。淡々と、でも続きが気になるようにと、物語の語りべな感じを心がけました。毎回 1 話完結の小説をオーディオブックで聴くようなイメージですね」。

後に残すコンテンツであることも意識し、時事的な話題も取り上げない。親しみやすさを出すため動画の冒頭に 2、3 分顔を出



して話すが、その後は顔は映さずスライドのみを表示した。「顔を出さないほうが編集の手間が省けるという理由もありますが、タイムレスな作品に仕上げるためには、いつ誰が収録したのかが分からないぐらいでちょうどいい気がしたのです」。

加点方式でフォーラムの 教え合いを活性化

履修生用には Moodle のフォーラムを設置しておき、オンデマンド動画を見た後に質問などを投稿してもらった。良い質問や他人の質問に対する有益なコメントを書き込めば加点されるシステムだ。「何を書いても減点はしないので遠慮なく書き込んで欲しいとも強調しました。その結果、意欲のある学生から色々な投稿があり、中には驚くほどレベルの高い議論もありました」。メール対応や匿名の質問箱も設けたが、実際はあまり利用されなかったという。「フォーラムに書けば書くほど得点がアップするチャンスがあるので、どんどんフォーラムに書いてくれたようです」。

フォーラムでの質問や自発的なディスカッションを重視したため、課題はあまり頻繁には出さなかったが、学期末には、授業で学んだアルゴリズムを活かせる問題を自分で見つけて解くレポート課題を出した。ほとんどの学生が、教科書の類題ではなく、自ら考えたオリジナルの問題に挑戦する応用力を身に付けられていたという。小テストや期末課題の他には、レベル別に 6 問程度のボーナス課題を用意した。「ボーナス課題は提出任意のレポート課題なのに提出率が高くて、想定外に全問正解者もいて驚きました。みんなかなりの時間を割いて勉強しているのだと、大きな手応えを感じました」。

プレッシャーも大きいが、 思わぬ出会いやチャンスも広がった

この授業の大きなポイントは、動画が毎週 YouTube で公開されたため、非常に多くの人に視聴されたことだ。履修対象ではない 1、2 年生や大学院生、卒業生、教員など学内にとどまらず、他大学や中高生、社会人など視聴者は多岐にわたった。直

観的な理解を促すためにスライドに図やイラストを多用した効果もあってか、海外からも多くのアクセスがあった。「途中で海外の学生が志願して字幕を作ってくれて、英語や中国語など多言語対応となりました。後半はスライドにはなるべくカタカナを使わないようにすることも意識しました」。結果的に毎週 1 万人以上がコンスタントに動画を視聴し、かつ最後まで完走。指定教科書が増刷された事実からも、真剣に学習した視聴者が多かったことがうかがえる。

数多く視聴されたことで、多方面からさまざまなリアクションがあった。「経済学や物理学など、いろいろな専門分野の方々からの反応をヒントにして、教科書にないトピックもどんどん盛り込んでいくという、週刊連載のような授業でした。どんなことが求められているのか幅広くフィードバックをもらいながら、視聴者といっしょに作り上げている感じがありましたね」。

当初は YouTube での公開講義という試みが大学教員としてどのように評価されるか不安もあったという。「論文や書籍とは異なり、動画をバブリッシュしても『業績』とは見なされないと思っていましたが、コロナ禍で誰もがオンラインでの発信力の重要性を認識するようになったためか、大学の内外から多くの称賛の言葉をいただき、教育・研究の両面でポジティブに評価していただけていると感じています」。

想定を一桁上回ったという視聴者数にはプレッシャーも感じたが、収穫も大きかった。「離散数学を勉強したいと考える学生が、いろいろな大学で増えているようです。YouTube を見て離散数学に興味を持った他大学の学生も私の研究室を訪れるようになりましたし、学会や研究集会での講演では得られない新鮮な出会いやチャンスにも恵まれ、共同研究のお誘いも多方面からいただくようになりました。YouTube で授業動画を公開することは敷居が高いと感じるかもしれませんが、本当にたくさんのメリットがあり、とてもエキサイティングです。早稲田の他の先生方も臆することなくどんどん挑戦して欲しいなと思っています」。



第 10 回 2021 年度

VR マッピングプロジェクトで、源氏物語の世界をリアルにイメージさせる

1000 年以上前に書かれた『源氏物語』の世界を、現代の学生が理解するのは簡単ではない。そのギャップを埋めるため、この授業では VR など最先端のデジタルツールを導入している。それをいかに活用して教育効果を上げていくのか。その概要と工夫を伺った。



物語に描かれる場所の位置関係に注目して、人間関係を理解する

「Using Virtual Reality to Follow in the Steps of the Shining Prince」と副題のついたこの授業は国際教養学部設置されており、すべて英語で実施される。源氏物語の英訳テキストと補足資料を読み込み、その世界を紐解いていく。ここでロペス ブラボ講師が採用したのは、“place”を中心に文学作品を分析する Geocriticism という手法だ。具体的には、源氏物語の中に描かれている場所の描写を分析し、そこから平安時代の貴族社会における権力や男女の関係性を考察していく。「登場人物が京都や周辺の町のどこにいるのか、あるいは屋敷の構造はどういう位置関係になっていて、彼ら彼女たちはどの部屋にいたのか。そういう面からアプローチするこの方法は、源氏物語を理解するのにとても役立つと考えました」。

15 回の授業で取り上げるのは全 54 帖のうち、＜桐壺＞＜空蝉＞＜夕顔＞＜須磨＞＜藤裏葉＞の 5 帖。「たとえば＜桐壺＞では、御所の各部屋の配置を俯瞰し、どこに誰がいるのかという情報からそれぞれの人の関係性を読み解きます。あるいは＜空蝉＞では源氏が「方忌み」（禁忌とされる方角へ向かう移動を避ける）をした結果桐壺の住む家へ行くことになるという設定が、地図を見れば理解できます。このように地図や間取り図で場所を確認することで、物語に描かれた状況をより具体的にイメージできます」。

デジタルツールで場所情報を視覚化し、マッピングプロジェクトにまとめる

現在の京都の様子は Google ストリートビューを使えば、PC やスマホ上で町探索ができる。「コロナ禍や予算の問題など、学生たちが実際に京都へ行くとすると生じるハードルが、これならクリアできます」。Google ストリートビューは過去の時点に遡って見るのも簡単だ。「たとえば花見の季節はどんな感じか、雪が積もっているのはどんな風景なのか。見たことがない学生もその雰囲気を感じ、物語の世界をより深く味わうことができます」。

さらに、Stroly-Historic というアプリを使うと、平安時代の地図を今の京都の地図の上に重ねることができる。「物語の舞台となる町が昔はどうだったのか、それが今はどうなっているのかを比較して見られます。たとえば、平安時代には都の表玄関だった羅生門の跡地が、現在は小さな石碑がひっそり立っているだけという情景を見て、学生たちはとても驚いていました」。

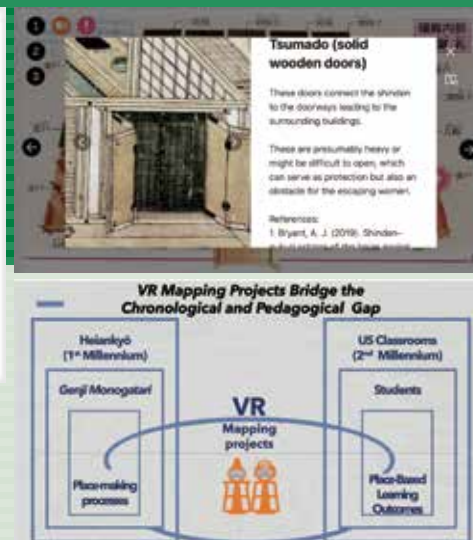
そのほか、本学のオンライン学術情報検索である Waseda E-Resouce Portal で資料を探したり、世界中の文化遺産をオンラインで収録している Google Arts&Culture で、当時の衣装や蒔絵などを参考にしたりした。「物語の中で源氏が聞いて驚いたという音が実際にどんな音だったのか、似たような状況の音を You Tube の動画から探してきたこともありました」。

これらオンラインで収集した情報や資料を使って、学生たちはマッピングのプロジェクトに取り組む。利用したのは ThingLink というアプリだ。地図や間取り図などの画像上にタグやアイコンを配置し、クリックによって他の画像や動画、音声、URL、テキストなど関連する情報を表示させることができる。

たとえば＜空蝉＞で作られたプロジェクトでは、屋敷内部のマッピングから、源氏が誰の手引でどのように中に入ったのか、その際どこから見られる可能性があったのかなどを考えながら、平安時代の寝殿造りの建築と権力の関係を分析した。「その上で、この屋敷で女性の安全を確保するにはどんなアイデアがあるかを考察していました」。

授業ではこれを 4 人一組で行うが、このアプリは共有フォルダにアクセスして共同編集が行える点も便利だった。作成したプロジェクトマップは授業内で発表し、学生同士の相互評価により疑問点や良かった点、改善提案などのフィードバックを受ける。「グループワークにして良かったのは、情報収集、マッピング画面作成、クラスでの説明などの役割を、それぞれ得意な人が多めに担当することで、一人ひとりが能力を発揮できた点ですね」。

さらに、教員からのフィードバックコメントを経て、追加の全体ディスカッションも行う。全体で 5 回設けた一人ひとりへの文章課題では、新しい登場人物を考え出したり、違う結末を創作するなど発展的な学びにも取り組んだ。



異なるアクティビティやルームの切り替えで、授業に変化をつける

授業に先立ち文献を読み準備をした上で、ZOOM を利用してリアルタイムで実施される授業内では、プロジェクト作成に向けた活動を行う。4 単位として設定されているため 1 回の授業は 2 限連続となることも考慮し、ブレイクアウトルームでのグループワーク、メインルームでのディスカッション、VR 探索、文章作成課題など、意図的にさまざまなアクティビティを盛り込んで組み合わせた点がポイントだ。「学生にとって 180 分は長いので、飽きることがないように、活動内容や学習環境を切り替えて変化を持たせる工夫をしました」。

プロジェクト作成に使用したアプリはいずれも VR にも対応しており、VR ゴーグルを利用すれば画像や映像の中に入り込んで 360 度ビューとなる。「VR ゴーグルを通して得られる没入感によってよりリアルに体感できる一方で、酔ったような感じで気分が悪くなってしまう人もいますので、適宜使い分けてもらいました」。

デジタルツールは、学習目標の達成にどう役立つかを考えて活用する

VR を 2011 年頃から使い始めたなど、デジタルテクノロジーの経験が豊富なロペス ブラボ講師にとっても、源氏物語を理解するために VR を使うこの授業は大きな挑戦だったという。

その上で、デジタルツールの導入でもっとも重要なのは、それらが学習目標の達成にどう役立つかを考えることだと強調する。「ただ楽しいだけではダメで、ミッションを持って使うということ。それを使うことが本当に学生の利益になるのかを、十分検討する必要があります」。今回の授業では、何かを創作・デザインしたり、あるいは評価するというスキルを習得するために、これらのツールが役立つと考えた。「場所という側面から権力や男女関係などを理解することがこの授業の一番の目標ですが、このマッピングプロジェクトは、登場人物がどこにいたのか、どこに移動したのかを深く理解するのに大きく役立ちました」。

どんな学習効果を意図しているのかを、学生にもきちんと説明

して理解させておくことも大事だと指摘する。「それをするによって、学生たちの授業への向き合い方もポジティブになったように思います」。

一方で、ツールを使うこと自体が学生の負担になっては意味がない。「使い方を覚える労力が学習を妨げることなく、むしろその成果を高めるものであることも重要です」。金銭的な負担もなるべくないように、VR ゴーグルは Google Cardboard を推奨。「VR ゴーグルは高価なものもたくさんありますが、これならネットで 10 ドル以下で手軽に購入できます」。利用したアプリも、iPhone と Android のどちらでも無料で使えるものを採用した。

授業での学習効果を上げるには、それらをうまく活用できるように練習させることも心がけた。「新しいツールはもちろん、Google 検索の使い方も含めて、情報分析や町探検にどのように利用していくのか、教員が適切に指導していく必要があります。事前に定めた学習目標を学生が達成できるよう、手助けするのが教員の役割ですね」。

デジタルツールの活用で自信を持つようになるにつれて、学生たちは期待以上に大きな成長を見せたと振り返る。回を重ねるうちに、プロジェクトはより詳細で複雑になり、課題として書く文章や議論でも深い考えや洞察が感じられるようになったと感じている。「テキストを分析する能力に自信を持つようになり、どんな意味があるのか能動的に考えながら読解できるようになりました。学生たちの達成感に満ちた表情を見て、私もとてもやりがいを感じることができました」。今後、さらにデジタルツールは進化し、学生のデジタル知識も向上するだろうと予測する。「VR などの可能性をもっと体験して、いろいろな授業で使えるようにしていきたいですね」。



Google Colab で共通環境を構築し、ソースコードが動作しない問題を解消

プログラミングを扱う授業では、学生一人ひとりの PC 環境の違いが原因で問題が生じ、意図通りに進まないことがある。その課題解決のために野村准教授が導入したのが、Google Colaboratory だった。ブラウザから利用できるこのサービスを使うことで、受講生全員が同じ環境でソースコードを動作させることが可能になり、有意義な授業の実現につながった。



野村 俊一
商学学院 准教授



第11回 2022年度

データサイエンスを学ぶには、実データを使って自分で分析することが重要

野村准教授が本学でデータサイエンスの授業を受け持つようになったのは 2021 年度からだ。春学期に「データサイエンスⅠ」、秋学期に「データサイエンスⅡ」という講義科目を担当した。今回受賞対象となった秋学期の「データサイエンス実務ワークショップ」では、これら講義科目で学ぶディープラーニングなどの高度な分析手法に加えて、保険数理モデルなどさらに専門的な分析手法も使い、現実のデータを使ったデータ解析の課題に取り組む。

「データ分析は座学だけでは身につくものではありません。講義で提供されたコードを自分でやってみるだけで終わらず、実際のデータを使って分析する経験をして、初めて一人前のデータサイエンティストといえると考えています」。

この授業が設置されている会計研究科は学部を持たない専門職大学院であり、主に公認会計士を目指す学生が集う。加えて 2019 年度からは「アクチュアリー専門コース」も新設され、確率や統計などの手法を用いて保険や年金、リスクマネジメントなど多彩なフィールドで活躍する数理業務のプロフェッショナルである「アクチュアリー」を目指す学生も入学している。「その点を意識して、この授業では会計と保険の両分野に対応するような実データの課題を設けました」。

課題のテーマは 4 つほど用意。たとえば「財務データに基づく不適切会計企業分類」というテーマでは、上場企業全体の財務データをウェブから取得し、どのような傾向の企業において不適切な会計処理が発生しやすい傾向にあるかを分析する。データ分析の手法は、授業のなかで紹介したいいくつかの候補を学生たちが実際に試してみた上で、どれがよいかを各自が検討して分析を行う。

課題は、個人で取り組んでもよいし、複数の学生でチームを組んでもよい。「4 つのテーマからの選択、および複数でやるか個人でやるかも、すべて学生たちに任せています」。

授業は毎回 ZOOM を利用してリアルタイムに行った。チームごとにブレイクアウトルームに分かれて課題に取り組み、教員は

各ルームを巡回して進捗状況を確認しつつ、質問を受けたりアドバイスをしたりした。

ブラウザ上で動作するから個人の PC 環境に依存しない

オンライン授業で講義科目を教えるなかで課題と感じていたのは、学生たちの PC 環境の違いによって生じるトラブルだった。「講義科目のなかでも、ときには私の提供したコードを実際に動かしてもらうことがありました。授業では R というプログラム言語を使用しており、通常はこれに対応したソフトウェアをインストールして使います。しかし、OS その他学生の PC 環境はさまざまであり、その違いが原因で一部の学生ではソースコードが想定通りに動作しないという事態が頻発していました」。

そこで今回取り入れたのが、Google が無料で提供しているクラウドサービス Google Colaboratory (以後 Colab) だ。Google アカウントにログインした状態でブラウザからアクセスすると、その画面上でコードを入力でき、かつ実行結果も表示される。説明文など補足のテキスト情報も合わせて入力が可能で、これらを「ノートブック」として 1 つのファイルにまとめて保存しておける。

「Colab では Google のサーバー上で動作するため、個々の PC 環境にかかわらず誰もが同じ環境を構築できる点が画期的です。おかげで、想定通りにソースコードが動作しないという問題は一切なくなりました」。それに関する質問も出ないため、トラブル対応に割いていた時間や手間もなくなった。「横道にそれずに授業がスムーズに進められるので、学生も本来の作業に集中することが可能になりました」。

さらに、チームごとに Google Drive の共有フォルダを用意し、必要な資料やデータ、および作成したノートブックはすべてここに保存するようにした。これにより、データやコードを簡単にチーム内でリアルタイム共有できるだけでなく、Colab でのデータ読み込みから分析までをすべて Google Drive 上で完結できる。「Moodle ではアップロード不可能な 1GB 以上あるような巨大データも簡単に共有できます。従来は、ソフトを実行するフォル

ダに自分のデータをダウンロードしておき、プログラムを立ち上げてそれを読み込んで……といういくつかの手間があったことを考えると、Google Drive 上で完結できるのは非常にスピーディで効率的です」。

Google Drive によるデータや成果物の共有でグループワークがやりやすくなったおかげで、チームとしての課題への取り組みも質が向上したという。前述のようにこの授業ではアクチュアリー専門コースと会計専門コースの学生が混在しているが、双方の学生がそれぞれの専門性を生かして、データの取得や前処理の担当とデータ解析の担当など、チーム内での役割分担が自然に生まれた。「各学生の異なる強みを発揮して、より高度な分業・連携ができていました」。

講義科目のレポート提出や、共同研究にも Colab を活用

学生の PC 環境の違いが元で生じる問題については、2021 年度の春頃から検討を重ねていたと振り返る。「会計研究科には同じように R を使って授業をされている先生が何名かいらっしゃいますが、この点についてはみなさん問題意識をお持ちでした。いろいろ相談するなかで、この Colab が使えるのではないかとこの話が出たんです。Colab については、Python という別の言語で使えることは数年前から耳にしていたのですが、それが R でも使えるらしいと知り、この授業に取り入れてみることにしました」。

野村准教授自身も Colab の利用はこの授業が初めてだったが、とても使い勝手が良かったため途中から講義の授業でも取り入れた。すると、やはり環境の違いが原因で生じる質問がゼロになるなど大きな効果があった。自身の共同研究でも使用し、パートナーと分析コードやデータを共有するのに非常に役立っているという。

「使い始めは戸惑う点もありましたが、Colab は世界中で使われているので、使い方で分からない点などはウェブからさまざまな情報を参照できます。一度慣れてしまえばとても使いやすいです」。使い方について学生から質問を受けることもあったが、逆に学生が工夫して見つけた使い方を参考にしたこともあったと

いう。

講義科目の方では、Colab のノートブックごと課題として提出させるという使い方も可能となった。「私が提供したノートブックを編集し考察文も加えれば、レポートの形になりそのまま提出できます。私の方でも、学生の書いたコードが本当に正しいかどうかそのまま実行して検証できるので、レポートの採点がとても楽になりました」。

有料プランも利用すれば、さらなる活用も期待できる

現状は無料プランで利用しているが、Colab には有料プランもある。「有料プランでは、ディープラーニングで画像データをたくさん扱うなど非常に時間のかかる分析も迅速にできるようです。今後予算に余裕ができて、みんなに使ってもらえそうであれば取り入れてみたいですね」。

今回の試みについては、環境の問題で動作しないという、本来の課題に取り組む以前の問題に悩む時間がなくなったことで、学生が本質的な学習に集中できた点が一番の収穫だったと捉えている。学生アンケートでも「有意義な授業であった」の項目で平均値 5.83 となるなど、各項目で高い評価を獲得した。「データ分析に限らず、プログラミングを扱う上で非常に有用なツールを紹介できて満足しています。本学でも最近はデータサイエンスのプログラムがいくつか始まってきていますが、より高度なデータサイエンスの学習になればなるほど、動作環境などの問題が出てくると思うので、いろいろな授業でこうしたツールをぜひ使ってみていただけたといいですね」。

ZOOM 機能を駆使した共同編集と 言葉による議論で、プログラミング 授業のアクティブラーニングを実現

2019 年度に本学に赴任以来この授業を担当している賈准教授。オンライン授業となった 2020 年度からは、全学生に共通のプログラミング環境を用意したほか、オンデマンド動画や ZOOM を使った共同編集など ICT ツールを活用。「学生講義」と称するアクティブラーニングも取り入れた結果、満足度の高い授業を実現している。



賈 軍軍
理工学術院 准教授

遠隔授業に備えて、 フリーソフトで共通環境を整える

この授業では、プログラミング用語 Python に基づく計算物理学を学ぶ。「計算物理学では、コンピュータを使って物理的な問題を解決するための数値的アルゴリズムを開発・使用します。この授業では、物理学の学習や理工学の種々のシミュレーションを進める上で基礎的な数値計算方法を身につけることを目的としました」。

英語プログラムで海外からの留学生も参加している事情もあり、コロナ禍となった 2020 年度からはオンライン授業を行っている。「最初はオンデマンドでできるかなと考えたのですが、実験と似たようなところがある計算物理では難しいと感じ、ZOOM を使ったリアルタイムの授業を実施しました」。

西早稲田キャンパスで対面授業をやっていたときは教室の PC を使用していたが、オンライン授業では学生が各自の PC を使うことになる。「プログラミングの学習では、使用するソフトウェアが異なると計算結果にズレが生じ、計算の正しさの判断が困難になります。教室で使っていたソフトウェアはライセンスの問題もあるので、コンパイラー、エディタ共に無料で利用できる Python ソフトウェアを事前に指定し、それを全員に使ってもらいました」。Python は従来の数値計算用プログラミング言語である FORTRAN より、配列データの処理やデータの可視化など標準ライブラリが充実し、より高度な計算コードを実現できる。

Python は異なるバージョン間の互換性が低いため、使用するソフトのバージョンもきっちりと指定して揃え、全員に同一環境を構築。結果的に支障なく授業を進めることができた。

基礎力のばらつきを補い理解度を 上げるため、オンデマンド予習教材を提供

2021 年度の履修生は物理学科だけでなく化学や電気電子など多岐にわたっており、基礎知識には差がある。「物理学科の学生にとっては非常に基本的なことでも、他学科の学生には難しいものもあります。そこを補うために予習教材を豊富に用意しま

した」。授業で使うスライドを Moodle に事前公開したほか、重要な計算概念や計算技術など理解が難しいと思われるところは、解説する動画を作成。1 本が 5 分程度のものを 1 回の授業につき 5、6 本用意し、オンデマンドで予習できるようにしておいた。

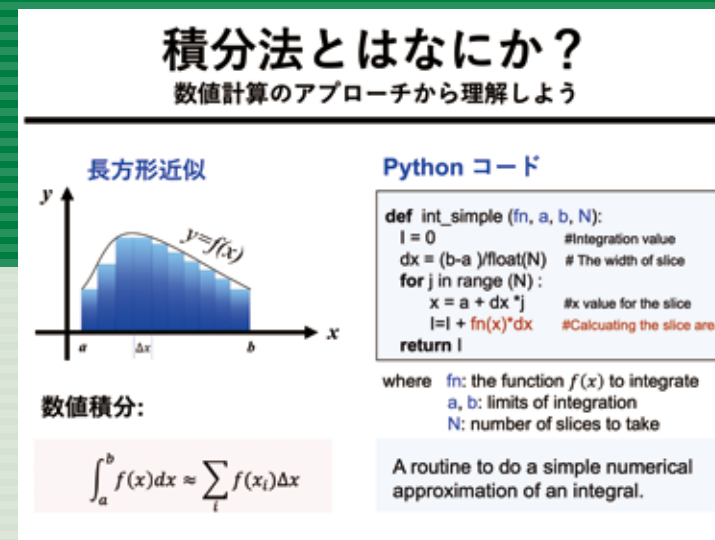
さらに、基礎的な物理概念が不足する他学科の学生からも好奇心を引き出すように工夫。弦の振動やバクテリアの走化性や砂中の水の浸透など身の回りの物理現象を選んで、簡単な計算モデルや、プログラムを実現するためのステップバイステップガイドを紹介した。「学生たちはガイドを従って、自分の PC で計算コードを実現し、さらに Python の動画やアニメーション機能を活かし、パソコン上で物理現象を再現・実感します。この身近な自然現象を自分の手で再現できる楽しさにより、学習意欲向上の効果がありました」。

「学生講義」で、 ひとりずつ演習の内容を言葉で説明させる

この授業は秋の集中コースとして設置されており、15 回分を 4 日間で実施する。最初にオンデマンドでレクチャーする授業を 1 回行った後は、朝 9 時から夕方 6 時までの ZOOM 授業を毎週 1 回のペースで実施する。「毎週復習用の宿題を出していましたが、1 日に 4、5 回分の授業を行うため、すべてのキーポイントを宿題で出すことは不可能です。そこで、授業中にも演習の時間を多く取り入れ、授業時間の中で答え合わせができるようにしました」。

1 回分の授業では、最初の 40 分は講義を行い、続く 40 分を演習に当てる。演習時間も ZOOM で接続しておき、教員は随時学生の様子を確認して画面共有を通して質問に答えたり、アドバースなどを行ったりする。「単に教えるだけではなく、優秀な学生相手だと、どこが間違っているか、物理モデルの仮説の妥当性などをいっしょに議論することもあります」。

対面で行っていたときは、教員が学生の席まで行って見ていたため、間違っている点や修正方法を PC 上で直接指導できたが、オンラインでは画面共有による指導となるため、すべてを言葉で伝える必要がある。「歯がゆい面もある一方で、学生は言われた



ことを自分の頭で考えて理解しないと直せないのも、むしろ教育効果はあったように感じています」。

e ティーチングならではの工夫として取り入れたのが、プログラムコードの共同編集だ。「数値計算の視点から 1 つの物理モデルを複数の計算パーツ（関数）に分解し、パーツごとにひとりの学生が編集し、最終的に 1 つのプログラムにまとめ上げます」。これらの作業は、ZOOM のホワイトボード機能やチャット機能などを利用することで実現できた。ファイルの送受信やプログラムの整合性についてもリアルタイムな意見交換が可能になる。「この作業を通して標準的なプログラム手法が習得できます。さらに、計算コードの誤りをお互いで確認し合うという共同作業のメリットを理解させることができました」。

ユニークなのは、講義 40 分演習 40 分続く最後の 10 分で行う「学生講義」と呼ぶ時間を設けたことだ。学生一人を指定し、演習問題で自分が使った計算コードや計算結果を口頭で説明させるというものである。その説明を聞いた後、教員を含めた全員で、そのコードの正しさや計算結果の妥当性や初期条件の影響について議論を行う。

いわゆるアクティブラーニングを取り入れたこの手法は、物理的な仮説の重要性や結果の妥当性について、議論を通じて深く理解させたいという意図による。「物理学の学習ではまず概念や法則の理解、次は計算の訓練に加えて、計算スキルを訓練することも必要だと考えています。計算ができるだけではなく、自分で物理概念の展開から計算のプロセスの構築や、計算結果の物理意味まで話せることが重要なのです。計算はある程度パターンをつかめばできてしまうこともあるけれど、言葉で説明させると完全には理解できていないことは多いものです。言葉として議論することで、学生は自分の頭で考えて、より理解を深めることができます。その達成感がさらに次の学びへの興味を深めてくれるのです」。

学生との議論は、 教員にとっての重要なインプット

こうしたさまざまな試みは、自分が学生時代に受けた授業の



経験をベースに、他の教員の方法を参考にしたり、学生たちと会話したりして工夫しているという。事前に用意したシラバスに縛られず、参加している学生の専攻学科に応じて、その専門に関連するテーマも扱うようにしている。「自分の課題の中で疑問に思うことを相談してほしいと声をかけて、おもしろいと思うものがあれば取り入れています。せっかくいろいろな学科の学生がいるのですから、物理学科での伝統的なテーマだけでなく、なるべく広いテーマを集めて議論ができれば、そこから新しいアイデアも生まれます。そういう意味では、今後もどんどんいろんな学科の学生に参加してほしいですね」。

学生とのコミュニケーションを大事にするのは基本ポリシーでもある。すべてをオンデマンドで実施した他の講義科目においても、ZOOM でリアルタイムに質問に答える Q&A の時間を 6~7 回設けた。「私は学生と議論するのが好きなので、質問が出ればいっしょに議論をしようという形を取ります。ときには私も簡単には解けないこともあります。それはそれで良い学びの機会になると思っています」。

今後の夢としては、複雑な実験現象に対して、学生といっしょに実験をして、その結果を議論しながら分析して発表させるような問題解決型の授業をやってみたいと語る。あるいは、用意したテーマについて学生がネットなどでリサーチを行い、それを議論するような授業もしてみたいという。「こんな方法も見つけたけれど、それとこれはどう違うのか。お互いの仮説を比較し合うなど、いろいろなパターンが考えられます。ウェブにあふれる玉石混交の情報を物理の基礎知識を使ってどう考えていくか、みんなで議論できたらいいですね。この議論を通じて、学生は多くの情報から必要なものを見極める能力を培うことができるかと思います」。

自らの授業の一番のアピールポイントは、学生とのコミュニケーションを十分に取ることだと感じている。「話をすれば学生の理解度もリアルタイムに分かるし、私からフィードバックとして応用例を提供することもできます。また、学生からの素朴な質問に対して、私は時々学問の基礎的なところを再考し、より深く理解できます。そのため、学生との議論は私自身とってもアウトプットだけではなくインプットとなるのです」。



第 11 回 2022 年度