

# オンライン授業における Jupyter Notebook を活用した 演習環境提供

横山 重俊<sup>1,5</sup> 浜元 信州<sup>1</sup> 桑田 喜隆<sup>2</sup> 長久 勝<sup>3</sup> 中川 晋吾<sup>4</sup> 政谷 好伸<sup>5</sup> 竹房 あつ子<sup>5</sup>  
合田 憲人<sup>5</sup>

**概要:** 群馬大学では、講義「コンピュータネットワークとセキュリティ」や「データ・サイエンス (一部)」の中などで、アクティブラーニングの取り組みの一環として、実験的手法を用いた演習教材を開発し、オンライン演習環境を利用して受講生主体で実験を実施している。オンライン演習環境環境としては、国立情報学研究所が開発している CoursewareHub と呼ばれる JupyterHub をベースとした Jupyter Notebook 実行基盤を活用している。今回、これら講義をオンライン授業として教育実践して行く中で、受講生のグループ学習までを支援する演習環境を作成したので、その実践内容について報告させていただく。

**キーワード:** オンライン授業, アクティブラーニング, Peer Instruction, 受講生実験, Jupyter Notebook

## An Exercise Environment using Jupyter Notebook in Online Classes

SHIGETOSHI YOKOYAMA<sup>1,5</sup> NOBUKUNI HAMAMOTO<sup>1</sup> YOSHITAKA KUWATA<sup>2</sup> MASARU NAGAKU<sup>3</sup>  
SHINGO NAKAGAWA<sup>4</sup> YOSHINOBU MASATANI<sup>5</sup> ATSUKO TAKEFUSA<sup>5</sup> KENTO AIDA<sup>5</sup>

**Abstract:** Gunma University has developed training materials using experimental methods as part of active learning activities in lectures such as “Computer Network and Security”, and conducts experiments mainly by students using an online training environment. The online exercise environment environment uses the Jupyter Notebook execution platform called CoursewareHub developed by the National Institute of Informatics, which is based on JupyterHub. In the course of practicing these lectures as online lessons this time, we have created an exercise environment that supports students’ group learning.

**Keywords:**

Online Classes, Active Learning, Peer Instruction, Student Experiment, Jupyter Notebook

### 1. はじめに

教育機会の多様化にともなう要望、大学経営統合などの状況変化にともなう要求、感染症対策からの必然などにより、オンライン授業の必要性が増大している。一方、これを支えるネットワークや端末技術に加え、オンライン授業用ツールの普及も進んでいる。これらのオンライン授業に

関する動向とは独立して、社会の変動からもたらされる教育への期待の変化に対応するための教授法の開発も続いている。

本報告では、教授法の一つである Peer Instruction[1] を例に、これをオンライン授業に適用する場合の課題とその解決策について議論し、実際その解決策を実装・実践する一手段について述べる。

### 2. 背景

#### 2.1 社会の変化

リカレント教育をはじめとする教育機会の多様化を支え

<sup>1</sup> 群馬大学 Gunma University  
<sup>2</sup> 室蘭工業大学 Muroran Institute of Technology  
<sup>3</sup> ライフマティクス Lifematics  
<sup>4</sup> カラビナシステムズ Carabiner Systems  
<sup>5</sup> 国立情報学研究所 National Institute of Informatics

るために、受講しやすい環境整備が不可欠であり、その一つのアプローチが MOOCS などを活用したオンライン授業の導入である。

群馬大学と宇都宮大学は、ますます高まる教員の資質能力向上への要請に応えるために、両大学の教育資源の相互活用をはじめとする緊密な連携・協働に基づいて共同教育学部を 2020 年度より設置している。

学生は、群馬大学、宇都宮大学それぞれの入学した大学に所属し、地域の国立大学としての魅力をフルに発揮する最新のカリキュラムに従って、自大学のキャンパスで学修している。双方向遠隔メディアシステムで、相手大学の得意分野の授業を受講することができるなどオンライン授業により得られるメリットがある。

さらに、今起こっている感染症対策としてのオンライン授業実施も、本取組みの背景となる社会変化である。

## 2.2 技術の変化

オンライン授業導入は随分前から議論され、一部では実践されて来た。さらに、近年無線網も含めたネットワークの普及と広帯域化が進み、これを活用したオンライン授業に使えるアプリケーションツールやクラウドサービスの普及が目覚ましい。加えて、これらの技術の利用者である受講生側のリテラシーも上がり、オンライン授業実施のための技術的障壁は小さくなって来ている。

## 2.3 教授法の変化

技術や社会環境が急激に変動し、今までの教授法では、学んだ内容が比較的短期間で陳腐化してしまう。このような状況に適用した学習法として、アクティブ・ラーニングと呼ばれる教授法が注目され、国内外で様々な教育実践されている [2], [3], [4]。

その多くは課題解決型学習、体験学習、グループディスカッション、グループワーク等を有効に取り入れている [5], [6]。グループワークのうち、受講者同士での活動を主にした学習として、Think-Pair-Share や Peer Instruction などの教授法を用いた教育実践も広がっており、その効果も数多く報告されている [7], [8], [9]。

## 3. 課題

MOOCS をはじめとするオンライン授業の導入や Think-Pair-Share や Peer Instruction などの教授法の普及も、共に社会の変動に対応して行く取り組みである。これらは基本的に独立した取り組みであり、それぞれにその取り組みの価値や効果が期待されている。しかしながら、これら二つの動きのクロスする部分に注目することで、教育の質向上にさらに貢献できる可能性がある考える。

例えば、感染症対策として他の選択肢がなく必然的にオンライン授業導入した場合、ただ従来の授業形態をそのま

まオンライン講義システムに乗せて配信するだけでは、生身の講師のリアルタイムな講義で出来ていた臨場感のある直接的な熱意や思いの伝達が、オンライン授業では“減衰”して、受講側に届くというデメリットのみが顕在化してしまう。また、社会の変動に伴って講師の役割も単に教授するひとから、コーディネーション、ファシリテーションする人としての役割も重要になって来ている。

これらのことから、オンライン授業を導入に際し、グループワークのさらなる導入が必要になって来ている。しかしながら、遠隔での受講生同士のグループワークは、対面で行う場合に比べてハードルが高く、実施方法により工夫が求められる。

以上のことから筆者らは、本来の新しい教授法の導入をオンラインで実現する手段を提供し、実現することで、オンライン授業の弱みを補い、オンライン授業の教育品質を高められる可能性があるという仮説を持っている。

次章で述べるような先行事例は存在するものの、オンライン授業において Think-Pair-Share や Peer Instruction などの教授法を取り入れた教育実践はまだ多くなく、その実際の導入方法や導入効果については今後実験などを繰り返すことで検証して行く必要がある。つまり、オンライン授業でグループワークの方法を整理・提供し、これらの教授法を効果的に取り入れる実践方法の構築が課題である。本報告ではその課題解決に向けた取り組みの一つを紹介する。

## 4. 関連研究

まだ事例は少ないものの、オンライン授業とグループワークなどの教授法をクロスして効果的に取り入れている教育実践例は存在する。

Learning Catalytics[10] は、インタラクティブな教室での状況を管理するための Web ベースのプラットフォームである。Peer Instruction 方式の教育をサポートしており、授業中にリアルタイムのフィードバックを得るためにも使用できる。講師は、数値、代数、テキスト、またはグラフィカルな回答で資料についての質問に受講生を参加させることができ、このプラットフォームは、フォローアップディスカッションのためにグループの受講生を支援し、彼らの回答を追跡できる。Peer Instruction でよく使われる、いわゆる Clicker より汎用的なクラウドベースのソリューションであり、従来の教室に加えてオンライン授業でも活用できるソリューションである。

また、マルチメディア学習デザインの原理と学習科学研究からデザインされたテンプレートが、ウェブ上でより効果的な教育コンテンツを作成するための Peer Instruction をサポートできるかどうかを検証している [11]。この報告の結果は、これらのテンプレート内の構造とガイドラインが有意義な学習コンテンツを作成するのに役立ち、全体的な学習体験を改善できることを示している。ここでの実験

は、Web ユーザが学習コンテンツを共有できるように構造化されたアウトラインをオンラインで設計および実装する方法についての洞察を提供し、研究者の焦点をより学習者中心のオンライン教育に移す可能性を示している。

オンラインでのグループ間のコミュニケーションメディアは豊富であるし、受講生からのフィードバックを得るためのメディアも活用できる状態になっている。また、それらを総合した教育を進めるためのテンプレートの開発もなされている。

ただ、筆者らはオンラインでのグループワークを支える共同の場となるメディアが、まだ不十分であると考えている。このメディアは、オンライン授業とグループワークなどの教授法をクロスして効果的に取り入れて教育実践する際に必要で重要なメディアであり、このメディアを積極的に導入することで、さらにこの領域の教育実践が進むものと考え、以下に述べる取り組みを進めている。

## 5. 解決策

まず、オンラインでのグループワークを支える共同の場となるメディアに求められる要求を以下に整理する。少なくとも、次の二種類のメディアが必要になると考えられる。

- コミュニケーションメディア

グループ間で音声や動画やテキスト情報を使ったコミュニケーションを行うためのメディアが必要である。通常、オンライン会議ツールなどが用いられることが多い。また、関連研究の中で触れた Peer Instruction などで利用される意見集約のための Learning Catalytics の様な Clicker のオンライン版も、コミュニケーションメディアの一種であると考えられる。

- 作業場所メディア

グループワークをする際、中間成果物などを保存・共有する場所としてのメディアが必要である。例えば、オンライン会議ツールに付属するホワイトボード機能が用いられたりする。また、クラウドサービスとして提供される共同編集可能な文書メディアやクラウドストレージのようなものも作業場所メディアとして利用されている。

現状オンライン授業実施において、この二種類のメディアのうち前者のコミュニケーションメディアに焦点があたっている。これはグループワークを含まないような授業でも必要なメディアであるから、当然のことだと考えられる。

ただ、筆者らのようにオンライン授業におけるグループワークの重要性を意識し、そのオンラインでのサポートも重要であるという立場からすると、後者についても同じく焦点をあてるべきと考え、本取り組みに至っている。

作業場所メディアの例としては、現在利用可能なオンライン会議ツールに付属するホワイトボード機能（オンライ

ン版ホワイトボード）や、クラウドサービスとして提供される共同編集可能な文書メディアや、クラウドストレージがある。これらは、自由記述、自由フォーマットなので、使いこなせば何でもできる汎用のグループワークの作業場所メディアとして大いに機能する。

しかしながら、これらの問題点は、自由度が高い分、使いこなすことへのハードルが高いこと、またオンライン授業の講師が目論む方向性をメディアに埋め込むことが難しい、保存されているグループワークの中間成果物や最終成果物の構造化がし難いという問題がある。

このことが、オンライン授業でのグループワークを受講生にとって難しくしている、と同時に講師側の関与を難しくしていると考えられる。

これらの問題への解決策として、筆者らは作業場所メディアとして Jupyter Notebook[12], [13] とそれをグループメンバーや講師の間で共有する仕組みを提案する。

Jupyter Notebook は、元々データ分析などの作業の手順を説明文、実行手順を記述したスクリプトとその実行結果をひとまとまりの Notebook として作成・編集・実行・保存できるものであり、手順の構造が Notebook の中に埋め込めるという特徴を持っている。

このため、グループワークを前提としない教育実践でも Jupyter Notebook による個人演習用の教材提供が行われている [14], [15], [16], [17], [18]。さらに、Jupyter Notebook 実行基盤の持つログ出力をリアルタイムログ解析することで、Learning Catalytics の様な Clicker のオンライン版の機能を埋め込むことも可能である [19], [20]。

コミュニケーションメディアの説明に述べたようにオンライン授業の講師が目論む方向性をメディアに埋め込むことが可能であることが重要であり、これは個人学習の時と同様、あるいはより、グループワークの方向を混乱させないためにグループ学習の際には肝要である。

## 6. 実装

前章の解決方針に従って、Jupyter Notebook という形式とそれをマルチユーザで利用できる環境である JupyterHub を教育利用にカスタマイズした CoursewareHub[21] を利用して、オンライン授業でのグループワークを支えるグループ作業場所メディアを実装した。

図1に示す様に、各利用者毎に起動された Jupyter Notebook 環境には各利用者用の保存領域を NFS サーバ上に持ち、それを各 Jupyter Notebook 環境から Mount している。この個人領域に加えて共通領域として share という領域を作り、各 Jupyter Notebook 環境から ownership を nobody として Mount しておく。各利用者は自分の Jupyter Notebook 環境の中のフォルダとして share が見え、この領域をどの利用者からも読み書き可能な状態としておける。

この共有領域にグループワークで利用する Notebook を

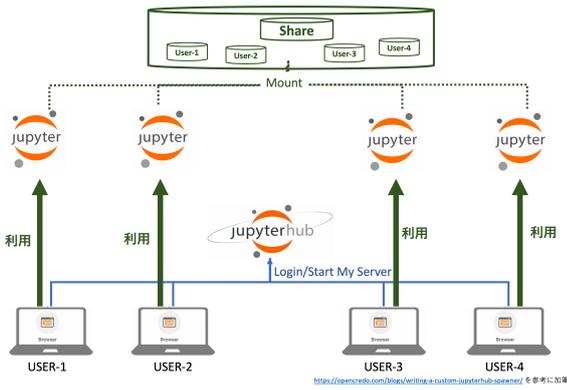


図 1 CoursewareHub による実装イメージ

保存・活用することで、オンライン授業でのグループワークを各自の個人作業とスムーズに連携させながら実施することができる。

## 7. 実践

筆者の一人が担当する群馬大学の初学年生が主な対象である。講義「コンピュータネットワークとセキュリティ」と講義「データ・サイエンス」のオンライン授業において、2020年4月22日からこの取り組みに沿った教育実践を開始している。実践は図2に示す授業構成に沿って行われており、群馬大学のオンライン授業の標準ツールとして用意されているZoomのブレイクアウトルーム機能とCoursewareHubの持つShared Space機能を組み合わせてPeer Instruction方式の教育を実施する。このことで、オンライン授業の中での受講生のエンゲージメントを高める効果に期待している。

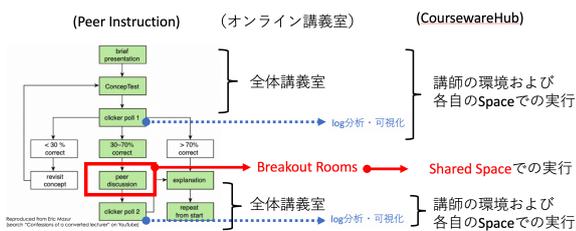


図 2 Peer Instruction に沿った実践イメージ

## 8. 今後の展開とまとめ

今年度前半に予定されている当該オンライン授業では、毎回の授業でのフィードバックを受講生からもらいながら改善作業を実施する。次回以降の研究会などに機会を得て、その実践状況について報告させていただく予定である。

### 参考文献

[1] Crouch, C. H. and Mazur, E.: Peer Instruction: Ten years of experience and results, *American Journal of Physics*, Vol. 69, pp. 970–977 (2001).  
[2] 森 朋子: アクティブラーニングとは何か, ドイツ語教

育, Vol. 21, pp. 7–16 (2017).  
[3] 松下佳代: 科学教育におけるディープ・アクティブラーニング概念変化の実践と研究に焦点をあてて, *科学教育研究*, Vol. 41, No. 2, pp. 77–84 (2017).  
[4] 大山牧子, 松田岳士: アクティブラーニングにおけるICT活用の動向と展望, *日本教育工学会論文誌*, Vol. 42, No. 3, pp. 211–220 (2019).  
[5] 森 朋子, 松下佳代: Designing Group Activities for Deep Learning: Circumventing the Thinking/Activity Disjunction, *名古屋高等教育研究*, No. 19, pp. 141–152 (2019).  
[6] 大山牧子, 田口真奈: 大学におけるグループ学習の類型化: アクティブ・ラーニング型授業のコースデザインへの示唆, *日本教育工学会論文誌*, Vol. 37, No. 2, pp. 129–143 (2013).  
[7] Tullis, J. G. and Goldstone, R. L.: Why does peer instruction benefit student learning?, *Cognitive Research: Principles and Implications*, Vol. 5, pp. 1–12 (2020).  
[8] Raighne, A. M., Casey, M. M., Howard, R. J. and Ryan, B.: Student Attitudes to an Online, Peer-instruction, Revision Aid in Science Education, *Journal of Perspectives in Applied Academic Practice*, Vol. 3, pp. 49–60 (2015).  
[9] Deslauriers, L., Schelew, E. and Wieman, C.: Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class, *Science*, Vol. 332, No. 6031, pp. 862–864 (2011).  
[10] Harvard-University: Learning Catalytics, <https://atg.fas.harvard.edu/learning-catalytics> (accessed on 04-30-2020).  
[11] Ngoon, T., Gamero-Garrido, A. and Klemmer, S.: Supporting Peer Instruction with Evidence-Based Online Instructional Templates, *Proceedings of the Third ACM Conference on Learning*, pp. 301–304 (2016).  
[12] Jupyter: Jupyter Notebook, <http://jupyter.org/> (accessed on 04-30-2020).  
[13] Jupyter: JupyterHub, <http://jupyter.org/hub> (accessed on 04-30-2020).  
[14] 横山重俊, 浜元信州, 政谷好伸: Jupyter Notebookを活用したアクティブラーニングへのトライアル - 暗号技術教育を例に -, 2019年度 数学教育学会 夏季研究会 (関西エリア) (2019).  
[15] 横山重俊, 浜元信州, 政谷好伸, 合田憲人: Jupyter Notebookを活用した情報教育実践, *情報処理学会 情報教育シンポジウム SSS2019*, pp. 2–9 (2019).  
[16] 桑田喜隆, 石坂徹, 合田憲人, 政谷好伸, 長久勝, 横山重俊, 浜元信州: クラウドを利用した対話的なプログラミング教育環境とその評価手法の提案, *人工知能学会 知識流通ネットワーク研究会第23回* (2019).  
[17] 長久 勝, 政谷好伸, 合田憲人: Notebookによる講義・演習環境の開発, 第27回教育学習支援情報システム研究会, *情報処理学会* (2019).  
[18] 石坂 徹, 桑田喜隆, 合田憲人, 政谷好伸, 横山重俊, 浜元信州: MoodleとJupyter Notebookの連携によるプログラミング教育環境の構築, *日本ムードル協会全国大会 発表論文集7*, pp. 32–37 (2019).  
[19] 桑田喜隆, 石坂徹, 小川祐紀雄, 政谷好伸, 長久勝, 横山重俊, 浜元信州: Jupyter Notebookの実行履歴を活用したプログラミング演習の状況把握, *人工知能学会 知識流通ネットワーク研究会第24回* (2019).  
[20] 横山重俊, 浜元信州, 長久 勝, 中川晋吾, 桑田喜隆, 政谷好伸, 竹房あつ子, 合田憲人: Jupyter Notebookを活用した演習進捗状況リアルタイム把握ツール, 第30回教育学習支援情報システム研究会, *情報処理学会* (2020).  
[21] 国立情報学研究所: CoursewareHub, <https://github.com/NII-cloud-operation> (accessed on 04-30-2020).