

オンライン情報教育における講義・演習環境の構成例

横山 重俊^{1),5)}, 浜元 信州¹⁾, 桑田 喜隆²⁾, 長久 勝³⁾, 中川 晋吾⁴⁾,
政谷 好伸⁵⁾, 竹房 あつ子⁵⁾, 合田 憲人⁵⁾

1) 群馬大学, 2) 室蘭工業大学, 3) ライフマティックス,
4) カラビナシステムズ, 5) 国立情報学研究所

yoko@gunma-u.ac.jp

Configuration Example of Online Lecture/Exercise Environment in Information Technology Education

Shigetoshi Yokoyama^{1),5)}, Nobukuni Hamamoto¹⁾, Yoshitaka Kuwata²⁾, Masaru Nagaku³⁾,
Shingo Nakagawa⁴⁾, Yoshinobu Masatani⁵⁾, Atsuko Takefusa⁵⁾, Kento Aida⁵⁾

1) Gunma University, 2) Muroran Institute of Technology, 3) Lifematics,
4) Carabiner Systems, 5) National Institute of Informatics

概要

データ科学教育やプログラミング教育などで活用が始まっている Jupyter Notebook を情報関連講義群に適用する取り組みを行なっている。本報告では、対面授業を想定して開発と教育実践を進めて来た講義演習環境を、オンライン授業へ応用した際の工夫点について述べたい。具体的には、対面授業に適用した講義・演習環境構成例と教育実践例を先行研究として文献を引用しながら振り返る。その後、オンライン授業にこれらを適用した際の効果と必要な工夫を述べ、最後にオンライン授業向けに新たに追加した取り組みについて紹介する。これらの取り組みについての述べることで、今後、様々な利用場面に適用できる講義演習環境の情報教育への活用について議論を進める材料としていただきたい。

1 はじめに

情報教育およびデータサイエンスの全学展開が必然的な事項として認識され、これらの授業の大規模化にどのように対応して行くべきかについて、各教育機関で検討が進められている。さらに、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。また、日本に限らずデータサイエンス教育およびプログラミング教育を主なターゲットとして、ノートブックを教育メディアとして活用するためのオープンソースプロダクト Jupyter Notebook の講義・演習環境の教育現場への浸透も始まっている。筆者らはこれらの動きに沿った講義・演習環境構築とそれを活用した教育実践を行なっている。

次章で筆者らによる先行研究について振り返り、3章でオンライン授業への適用、4章でその実践例につ

いて述べ、最後に5章で今後の展開について触れる。

2 先行研究

情報関連講義群は、どの講義も講義対象となる知識範囲が広範なことに加えて講義時間に制約があるため、どうしても概要的な説明が主体となってしまう。このため単なる座学だけの講義では受講側のエンゲージメントを確保するのが難しい。また、データ科学に関する知識を提供するカリキュラムを全学的に展開する要求も近年強くなってきている。

現状の教員体制で情報に関する講義を全学対応とするための現実的な方法として、講義動画などを活用した反転授業を援用することが考えられる。加えてこれらの授業は対象受講者が大人数になることが多く、大規模講義の品質を確保するための仕組みを導入する必要もある。

さらに、カリキュラム作成上で新しく導入するデータ科学教育と既存の情報教育を統合することが実際に起こっていて、この統合を行うにあたってこれらの間に親和性を持たせた形で実現する必要がある。

筆者らは、これらの課題を解決するための研究開発および教育実践を行なって来た。これまでの取り組み経緯は文献 [1] にまとめられている。以下に、その中の主な取り組みについて簡単にまとめる。各取り組みの詳細はそれぞれに関する報告を参照いただきたい。

2.1 CoursewareHub の活用

Jupyter Notebook 環境は、個々人が研究環境として構築し、利用するためのリソースとして良く整備されている。しかし、複数の受講生に対して演習環境として提供する場合、アカウントの管理や、実行環境の分離など、いくつかの機能が不足している。これに対する解として、Project Jupyter は、JupyterHub を開発した。JupyterHub には複数のアカウントを管理するとともに、アカウント毎に分離した実行環境を多数並列に提供する機能などがある。

しかし、JupyterHub は汎用的な Jupyter Notebook 環境提供基盤であるため、講義・演習のライフサイクル全体をカバーするには至っていない。規模がスケールするプラットフォームを提供することのみを目的としている JupyterHub に対して、国立情報学研究所では、講義・演習の準備から実施までに渡る煩雑な講師の作業負担を軽減することを目的に、以下のような機能追加、拡張を実装した CoursewareHub を開発した。

- 講義・演習環境の作り込みを含む教材の準備
- 教材の配布・更新
- 課題の回収
- 学習活動の分析

この CoursewareHub を情報関連講義群の授業における受講生が実験・演習の環境として利用できる教育実践を行なっている。関連研究をはじめ詳細は文献 [1] を参照いただきたい。

2.2 リアルタイム進捗状況把握

各自の実験の実行状況をノートブックの実行状況として講師側でリアルタイムに把握することで、講師がその状況に合わせた受講生の間の対話性を高めることを狙う [2, 3]。まずは、講師がその集約した進捗情報をもとに講義や演習の速度を調整することができる。

また、わからなさのパターンについても把握し、それに合わせた追加説明や追加実験の提案などが可能となる。さらには、リアルタイムな対話性ととどまらないで、次回以降の講義・演習内容に反映させたり別の機会の講義・演習へのフィードバック材料として活用する。関連研究をはじめ詳細は文献 [4] を参照いただきたい。

2.3 オンデマンド講義・演習環境構築

各教育機関が自らの要求にあった最適な講義・演習環境を利用するためには、自ら、リソース確保から、構築する CoursewareHub の仕様の設定、そして、その確保したリソース上への CoursewareHub 構築・運用を各機関が自立して実施できることが必要になる。これは単純に JupyterHub のコードに加えて CoursewareHub のコードをオープンソース化すれば解決する単純な問題ではない。各機関の CoursewareHub の構築・運用をサポートする仕掛けが重要である。

それを支援する仕組みとして、国立情報学研究所の提供する学認クラウドオンデマンド構築サービス [5] のアプリケーションテンプレートとして CoursewareHub 用のものを開発した。そのアプリケーションテンプレート (CoursewareHub テンプレート) を使って各講義の要求条件に合わせた Jupyter Notebook 実行環境をクラウド上に動的に構築することでデータサイエンス教育における講義・演習環境の構築・運用のコストの削減を目論める。関連研究をはじめ詳細は文献 [6] を参照いただきたい。

3 オンライン授業適用への課題整理

対面授業を対象に開発した講義・演習環境をオンライン授業に適用した際の課題を整理する。また、オンライン授業への適用は今年度前期の授業で実施し、後期においてもその実践からのフィードバックを取り入れさらに改善する取り組みを行っている。

3.1 対面授業向けに実施した取り組みでオンライン授業でも活用できるもの

CoursewareHub を活用した授業での実験の活用はクラウドを活用していることもあり受講生側にインターネット接続とブラウザがあれば成立する環境であり、そのままオンライン授業に適用できるものである。

また、リアルタイムでの各受講生の進捗把握は、オンライン授業ではさらに効果を発揮すると言える。逆に、こういうツールが無ければオンライン授業での実験などの実践は難しいと言える。また、オンデマンドでの環境構築については、このような状況を背景として各種オンライン授業での本取り組みの適用が増加した際には不可欠な仕組みであると言える。

一方、学外からの CoursewareHub 環境へのアクセスを行うためには現状受講生各自が VPN を使って学内ネットワークに接続する必要がある構成となっている。VPN 接続に伴う様々なコストを低減するためには、セキュリティを確保しながら VPN 接続をせずに

CoursewareHub 環境にアクセスできる構成の検討が必要である。

3.2 オンライン授業向けに新規追加したもの

まず、オンライン授業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
グループメンバー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。
- 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。

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。しかしながら、オンライン授業におけるグループワークを重視する場合、後者についても同じく焦点をあてるべきである。

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難し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。

3.2.1 Jupyter Notebook Shared Space

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 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し、実際に利用した。

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。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。

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 が使え、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。この Shared Space 機能をオンライン授業で活用する。

3.2.2 グループワークでのホワイトボード利用

一方、グループワークを進める上で議論を進めるメディアとして、オンラインホワイトボードはやはり便利なメディアであり、このメディアはグループ内の情報共有にとどまらず、グループ間の情報共有にも役立つと考えられる。

従って、各授業回毎に各グループ毎の議論場所があり、それらを授業参加者全員がいつでも閲覧・書き込みできる巨大なホワイトボードを用いることとした。この際、オンライン会議に付属するホワイトボードにとらわれずに、外部サービスとしてのオンラインホワイトボードサービスを活用することとした。

4 オンライン授業実践例

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た。実践は、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とで行なった。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た。この取り組みに関する関連研究をはじめ詳細は文献 [7] を参照いただきたい。

この取り組みに関する受講生からのフィードバックに、以下のようなものがあり、オンラインでの実験やグループワークの価値を認めるものの、個人での実験への取り組み時間を十分取らなかつたことへの戸惑いや不満が現れている。講義実施者としては、講師が演示実験を行なっている間に各受講生は、それに沿って同時に個人ワークを進めて様々な気づきができると思定し、演示実験後すぐにブレイクアウトし、グループワークに移行した。授業時間の関係からこのような判断をしていたが、今後は授業の中での個人ワークとグループワークのバランスを考慮した実践を行う予定である。

第 14 週目の講義開始時に実施したアンケート結果 (匿名で各自 1 票任意で投票) 出席者数 90 名 (Jupyter Notebook の利用について)

- Jupyter Notebook での演習は意味がないので、その分講義時間を増やして欲しい。→ 0
- Jupyter Notebook での演習と講義のバランスは良いので、今のまま続けて欲しい。→ 58
- Jupyter Notebook での演習を授業の主体にして、講義部分は録画聴講で良い。→ 0

(ブレイクアウトしてグループワークについて)

- ブレイクアウトするよりも個人での演習時間を増やして欲しい。→ 39
- ブレイクアウト時間として 30 分位が適当なので、今の構成を続けて欲しい。→ 18
- グループワークの時間を増やすように講義時間をもう少し短くして欲しい。→ 3

第 15 週目の講義開始時に実施したアンケート結果 (匿名で各自 1 票任意で投票) 出席者数 91 名 (第 14 週目のアンケート結果で「ブレイクアウトするよりも個人での演習時間を増やして欲しい。」という人が多かったので実施した、グループワークについての追加質問)

- オンラインでのグループワークはやめて欲しい。→ 3
- オンラインでのグループワークはやってもいいけれど、まずは個人の作業をやって、その後にして欲しい (個人作業 15 分、グループワーク 15 分とか)。→ 36
- オンラインでのグループワークはやってもいいけれど、まずは個人の作業をやって、その後にして欲しい (個人作業 15 分、グループワーク 30 分とか)。→ 8
- オンラインでのグループワークをもっと増やして欲しい。→ 0

筆者の一人が担当する群馬大学の PBL を前提とした情報関連講義群の一つである後期授業「クラウド入門」において、これまで述べて来た方針に基づく教育実践を開始している。例年は対面での実施で、3-4 名のグループ構成でクラウド利用によるアプリケーション開発プロジェクトを実施するけれど、今回はオンラインでの PBL を 5-6 名のグループ構成で 35 名の受講生を対象に行っている。

この授業で活用しているのは、以下の環境である。

前期と同様にコミュニケーションメディアとして、Zoom のメインルームとブレイクアウトルーム作業メディアとして、CoursewareHub の個人環境と Shared Space、それに PBL を支える重要な環境としてオンラインホワイトボードおよび共有ドキュメントスペースを活用する。これらを組み合わせた講義・演習環境を利用し、グループワークを進めている。

5 今後の展開とまとめ

今年度後期の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。今後、各種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。

また、将来対面授業が可能になった場合にも、特に大規模講義などにおいて、今回オンライン授業で得られた知見は有効に活用できる可能性を感じている。この知見の活用を具体化するために、受講者アンケートに限らず実践状況を定量的に把握するための方策を積み上げて行きたいと考えている。

参考文献

- [1] 横山 重俊, 浜元 信州, 長久 勝, 政谷 好伸, 合田 憲人, Jupyter Notebook を活用した情報教育実践, 情報教育シンポジウム論文集, 2-9, 2019.
- [2] 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, No5 1-6, 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, 2018.
- [3] 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, No4 1-6, 人工知能学会 知識流通ネットワーク研究会 第 24 回, 2019.
- [4] 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, No.8 1-8, 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.
- [5] 学認オンデマンドクラウド構築サービス, 国立情報学研究所, <https://cloud.gakunin.jp/ocs/>
- [6] 横山重俊, 浜元信州, 長久勝, 政谷好伸, 竹房あつ子, 合田憲人, データサイエンス教育における講義・演習環境の構成例, 1-8, 大学 ICT 推進協議会, 2019.
- [7] 横山重俊, 浜元信州, 桑田喜隆, 長久勝, 中川晋吾, 政谷好伸, 竹房あつ子, 合田憲人, オンライン授業における Jupyter Notebook を活用した演習環境提供, 1-4, 情報処理学会 第 31 回 CLE 研究会, 2020.