

フルオンライン型データサイエンス教育における学修支援を組み込んだ授業設計の実践と評価

本多 俊一^A 上野 春毅^A

要 旨：本研究では、フルオンライン環境において反転型（完全習得学習型）の授業設計をデータサイエンス科目に適用し、学修者の受容および自己評価に基づいてその成立可能性を検証した。事前学修として動画教材、CBT、ワークシートを配置し、授業内ではグループワークを中心とした活動を行った。学修支援として、授業外の相談窓口であるメディアコンサルタントに加え、事前学修において理解が不十分な学修者を対象としたベーシッククラス、および大規模言語モデルを用いたアドバイジングシステムを組み込んだ。2025年度に実施した授業を対象にアンケート調査を行った結果、基礎スキル、実践力、データ分析に対する意識の各側面において肯定的な自己評価が多数を占めた。一方で、教材要素間には受容の差異が見られ、学修支援の有効性は学修者の状況に依存する可能性が示唆された。これらの結果から、フルオンライン環境においても学修支援を組み込んだ反転型授業設計が一定程度有効であることが示された。

キーワード：フルオンライン授業、データサイエンス教育、反転型授業、学修支援、授業設計

Practice and Evaluation of an Instructional Design Incorporating Learning Support in Fully Online Data Science Education

Shun'ichi HONDA^A Haruki UENO^A

Keywords: fully online instruction, data science education, flipped classroom, learning support, instructional design

1 導入

近年、データの収集・蓄積・活用手法の発展に伴い、データを読み解き意思決定に活かす能力、すなわちデータサイエンスの重要性が国内外で急速に高まっている。情報通信技術 (ICT) や人工知能 (AI)・機械学習などのデジタル技術の進展により、ビジネス、行政、医療、科学技術研究など多様な領域でデータ駆動型の意思決定が求められる一方、統計的思考やプログラミング、データ可視化・解釈といった基盤能力を体系的に育成する教育設計は十分に確立しているとは言い難い。

日本においても、高等教育では数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度 (MDASH) をはじめとする制度的支援が進むとともに、中等教育では2022年度から「情報I」が必修化され、データ活用の基礎をすべての学習者が学ぶ枠組みが整備されている (文部科学省, 2021・文部科学省, 2018)。しかし、制度的整備が進む一方で、大学におけるデータサイエンス教育では、演習・実践を中心とす

る学修をいかに支援し、学修者の受容や学修成果に結びつけるかという観点からの授業設計とその検証は十分とは言えない。

データサイエンス教育は、実装を伴う演習が多く、学修者間で理解度や進度の差が生じやすい。そのため、知識伝達に偏した授業運営ではなく、学修過程を支援する仕組みを授業に組み込むことが重要となる。こうした支援を効果的に行うには、学修者が自らのペースで繰り返し学修に取り組める環境が求められる。時間や場所の制約を受けずに授業時間内外で学びを進められるオンライン環境は、この要件を満たす授業形態として期待される。とりわけフルオンライン環境では、学修者の主体的学修を前提としつつ、学修の停滞やつまずきに対してどのように支援を行うかが主要な課題となる。

この点に関して、高野他 (2024) は反転授業やフルオンライン授業の実践と評価を報告し、授業外学修と授業内活動を組み合わせた設計が学修参加や理解促進に寄与し得ることを示している。オンライン環境下では、事前学修の到達度を把握する仕組み (例：理解確認のためのCBT) や、学修状況に応じたフィードバックを組み込むことにより、学

A：公立千歳科学技術大学 理工学部 / Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

修支援の高度化が期待できる。もっとも、これらの手法が、演習・実装・結果解釈を含むデータサイエンス教育においてどの程度受容され、自己評価にどのような影響を及ぼすかは十分に検証されていない。

そこで本研究では、フルオンライン環境において反転型（完全習得学習型）の授業設計をデータサイエンス科目に適用し、学修者の受容と自己評価を検証する。本実践では、事前学修（動画教材、CBT、ワークシート）、授業内活動・支援（グループワーク、ベーシッククラス）、授業外支援（メディアコンサルタント）に加え、学修状況に応じた助言を補助的に提示する仕組みとして大規模言語モデル（LLM）を用いたアドバイジングシステム（高野他、2025）を組み込んだ。

本研究では、(RQ1) 基礎スキル、実践力、およびデータ分析に対する意識の各側面における自己評価がどの程度肯定的に得られるか、(RQ2) 動画教材、CBT、ワークシート、グループワーク、アドバイジングシステムといった各教材要素の受容にどのような差異が見られるかを明らかにする。論文の構成は以下の通りである。第2節では授業設計、第3節では授業実践、第4節では評価結果を示し、第5節でまとめと今後の課題を述べる。

2 授業設計

本節では、本研究で実施したフルオンライン型データサイエンス教育の授業設計について述べる。データサイエンス教育は演習・実装を伴う学修活動が中心であり、学修者の理解度や進度の差が生じやすい。そのため、本授業では「知識の提示」そのものよりも、学修の停滞を予防し、つまづきを早期に把握して支援に繋げる設計を重視した。以下では、授業設計の方針と目的（第2.1節）、授業全体の構成（第2.2節）、学修支援の体制（第2.3節）、および評価指標の位置づけ（第2.4節）を順に示す。

2.1 授業設計の方針と目的

データサイエンス教育は、統計概念の理解に加え、プログラミングによる実装、データ前処理、可視化、結果解釈といった複数技能の統合を求める。この特性上、学修者間で「概念理解」「操作技能」「解釈・説明」のいずれにも起因する差が生じ得る。また、オンライン環境では学修の停滞が表面化しにくく、つまづきの発見が遅れることが課題となる。したがって本授業では、(1) 基礎知識・操作を授業外で獲得できる環境整備、(2) 到達度を可視化し授業内活動に接続する仕組み、(3) つまづきの程度に応じた段階的支援、(4) 演習結果の解釈・説明を他者との相互作用を通じて深める活動、の4点を設計要件として設定した。

これらの要件を踏まえ、本授業では非同期型学修を事前学修として位置づけ、同期型オンラインを授業時間として実施するフルオンライン型の構成を採用した。事前学修では、動画教材やワークシートを用いて基礎内容の理解と操作の獲得を促し、CBTによって到達度を確認する。授業

時間では、グループワークを中心とした活動を通じて、分析手法の選択理由や結果解釈の妥当性を言語化し、理解の深化を図る。さらに学修状況に応じた支援を授業内外に配置し、学修者が自律的に学修を継続できる環境を整備することを目的とした。

本授業設計の最終的な目的は、フルオンライン環境においても、学修者がデータ分析の一連のプロセス（前処理・可視化・分析・解釈）を実践的に学修できる教育モデルを構築し、その受容と自己評価を通じて成立可能性を検証することである。

2.2 授業全体の構成

本授業は「事前学修—授業内活動—事後学修」の3段階で構成した。この3段階は単なる時間配分ではなく、それぞれに異なる学修機能を割り当てることで、相互補完的に学修を成立させることを意図している。

第一に、事前学修は「基礎の獲得」と「到達度の可視化」を担う。具体的には、動画教材により概念理解を支援し、ワークシートにより手順の再現と基本演習を行わせる。加えてCBTを配置し、学修者自身が理解状況を把握すると同時に、授業内活動の設計（例えば、学修者の理解状況に応じたグループ分け）に必要な情報を得ることを可能にした。ここでは、学修者が自分のペースで繰り返し学修できることを重視した。

第二に、授業内活動は「理解の深化」と「説明可能性の形成」を担う。データサイエンス教育では、コードが動くことに加え、分析手法の選択理由や結果の意味づけを説明できることが重要である。そこで本授業では、学修者同士の相互レビューや議論を中心としたグループワークを通じて、分析過程の言語化と妥当性を検討する設計とした。また、事前学修の理解が十分でない学修者に対しては、基礎的な理解を補う支援（ベーシッククラス）を授業内に別枠で用意し、学修の停滞や脱落を抑制し、継続的な学修参加を支援することを意図した。

第三に、事後学修では、授業内のグループワークで得られた指摘や議論を踏まえ、コードや分析内容を改善した上で成果物を整理・提出することを求めた。これにより、授業内活動で得た知見を単なる経験にとどめず、学修者自身の知識として再構成させ、理解の定着を図ることを意図した。また、学修意欲の高い学修者に対して、より高度な分析に取り組む発展課題を別途用意した。発展課題は任意提出とし、加点対象として位置づけることで、必修内容の達成を妨げることなく、学修者の関心や到達度に応じた発展的学修を促す構成とした。これにより、学修者の多様な学修ニーズに対応しつつ、継続的な学修サイクルの形成を図った。

以上の構成により、事前学修で得た基礎を授業内活動で活用・深化させ、事後学修で定着させる循環を設計した。具体的な演習内容および使用ツールの詳細は第3節で述べる。

2.3 学修支援の体制

反転授業では、学修者が自律的に学修を進める一方で、つまずきが放置されると学修の停滞につながりやすい。本授業では、理解度や状況の異なる学修者に対し、段階的な学修支援を設計した。

第一に、授業外における随時相談の窓口としてメディアコンサルタント制度を活用した。本制度は大学に設置された学修支援制度の一環であり、上級生が大学の任用のもとで学修支援を担当する制度である。学生の自主的なボランティアではなく、大学が組織的に運営する学修支援体制として位置づけられている。授業内容や課題に関する情報技術的な質問に対して、対面またはオンラインで相談可能な体制を整えた。これは、学修者がつまずいた時点で迅速に支援へアクセスできる「低い敷居の支援」として位置づけられる。

第二に、事前学修において理解が不十分であると自己評価した学修者を対象として、ベーシッククラスを実施した。ベーシッククラスでは、教員が事前学修で課した内容について要点を整理しながら解説を行い、学修者が内容理解に躓いた状態のまま学修を中断することを防ぐことを目的とした。本支援は、学修者が自らの理解不足を自覚した段階で立ち止まり、学修を再開・継続できるようにするための補助的な学修機会として位置付けている。これにより、フルオンライン環境において生じやすい学修の停滞や脱落を抑制し、所定の到達目標に向けた学修継続を支援することを意図した。

第三に、学修状況に応じた助言を補助的に提示する仕組みとしてアドバイジングシステムを導入した。これは、学修者が自己の学修状況を参照しながら次の学修行動を選択できるように支援することを目的とするものであり、本授業では学修支援の一要素として位置づけた。なお、システムの機能や運用の詳細については第3節で述べる。

以上の支援は、(a)つまずきの即時相談(メディアコンサルタント)、(b)前提理解の補完(ベーシッククラス)、(c)学修行動の自己調整支援(アドバイジングシステム)という異なる役割を担う。これらを併用することで、学修者の状況に応じて支援が段階的に作用する設計とした。

2.4 本研究の評価指標の位置づけ

本研究の評価は、フルオンライン型データサイエンス教育が学修者にどのように受容され、どのような学修成果として認識されているかを把握することを目的として実施した。データサイエンス教育では、知識の習得に加え、分析プロセスの理解や学修者の意識変容を含むため、単一の客観的到達度指標のみで教育効果を評価することは難しい。

そこで本研究では、学修者の自己評価を主要な評価指標(一次指標)として位置づけ、授業設計および各教材要素が学修者にどのように受容されたかを検討することとした。一方で、自己評価は主観的指標であり、実際の到達度と必ずしも一致しない。そこで、CBTの実施状況や課題提出

状況といった学修行動データを補助指標(二次指標)として併用し、結果解釈の補助情報として用いる方針とした。これにより、自己評価のみに依存することなく、教育実践としての成立状況を多面的に把握することを意図した。具体的な調査設計および分析手順については、第4節で詳述する。

3 授業実践

本節では、第2節で示した反転型(完全習得学習型)授業設計に基づいて実施した授業実践の内容を述べる。学修者、授業内容、教材および学修支援の運用方法を整理し、第4節で行う評価がどのような教育実践を対象としているかを明確にする。

3.1 学修者

本授業実践の対象は、A大学理工学部において2022年度に新設された学部共通必修科目「データサイエンス入門」である。本科目は、2022年度以降にA大学理工学部に在籍する2年生を対象としており、入学年度でいうと2021年度入学者に相当する。本研究で紹介する教育手法のフルパッケージ版は、2025年度に実施した同科目を対象としており、本研究における分析および評価に用いたアンケートデータは、すべて同年度の受講学生から収集したものである。

3.2 授業内容

本授業は、全16回の授業から構成されており、Pythonの基本文法からデータ分析および機械学習の基礎までを段階的に学修する構成とした。授業内容および実施日を表1に示す。

授業内容は、データサイエンスの一連の分析プロセスを意識し、基礎的なプログラミング技能の習得から、統計的

表1 授業内容と実施日

授業回	授業内容	実施日
第01回	ガイダンス	2025/04/11
第02回	Pythonの基本文法(1)	2025/04/18
第03回	Pythonの基本文法(2)	2025/04/25
第04回	Pythonの基本文法(3)	2025/05/09
第05回	Numpy	2025/05/16
第06回	Pandas	2025/05/23
第07回	重回帰分析(1)	2025/05/30
第08回	重回帰分析(2)	2025/06/06
第09回	重回帰分析(3)	2025/06/13
第10回	ロジスティック回帰	2025/06/20
第11回	k-means法	2025/06/27
第12回	最終課題(1)	2025/07/04
第13回	最終課題(2)	2025/07/11
第14回	最終課題(3)	2025/07/18
第15回	最終発表	2025/07/25
第16回	全体発表	2025/08/01

手法の理解、簡単なモデル構築、および結果の解釈へと段階的に進む構成とした。最終課題では、実データまたはダミーデータを用い、学修者が自ら分析計画を立案し、結果を説明することを求めた。

2025年度の授業実践では、遺伝子データ、教育データ、気象データの中から一分野を選択し、学修者が関心に基づいて分析に取り組む形式とした。さらに、第16回の授業において各分野の代表発表を実施し、他分野の分析事例や結果解釈に触れる機会を設けた。これにより、自身が扱った分野に限らず、同一の分析プロセスが分野によってどのように適用され、結果の解釈がどのように異なり得るかを比較の視点から捉える学修を促した。

3.3 教材および教育手法

本授業では、学修者の理解度や学修進度の差に対応するため、動画教材、CBT、ワークシート、グループワーク、アドバイジングシステムの5種類の教材・教育手法を組み合わせ合わせた学習環境を構築した。これらの教材は大学独自のLMS上に集約されており、学修者は授業期間を通じて一貫した学習環境のもとで学修を進めることができる。

3.3.1 動画教材

動画教材はすべて担当教員が作成し、各回の学修内容に対応した事前学修用教材として提供した。主にPythonの概念的理解やコードの処理の流れを解説する内容とし、初学者でも学習内容の全体像を把握できるように配慮した。動画は短時間で視聴可能な構成とし、学修者が自分の理解度に応じて繰り返し視聴できる点を重視した。

3.3.2 CBT

CBTは第2回から第9回までの各回で実施し、事前学修内容の理解確認および到達度の把握を目的とした。本CBTは上野ら（上野他, 2020）が開発した適応型学習システムのテスト機能を活用しており、予習教材として使用した演習問題から解説を除去してテスト問題として出題する形式である。出題内容は、知識理解とスキル活用の両面を評価対象としている。具体的には、Pythonの基本文法（変数、リスト、条件分岐など）に関する用語や概念の理解を問う問題から、関数を用いたプログラムの作成や統計量（平均、分散など）の計算といったスキルを問う問題、さらに与えられた仕様から関数や重回帰分析の実装に至るまでの応用的な内容を問う問題まで、段階的に難易度を設定した7レベルの問題群を用意した。システムは項目反応理論（IRT）に基づく適応型ロジックを採用しており、学修者の正誤状況に応じてリアルタイムに出題レベルを調整する。これにより、学修者自身が理解状況を確認できるよう設計した。CBTの結果は、学修者への即時フィードバックに加え、後述するグループワーク編成やアドバイジングシステムによる学修支援にも活用した。

3.3.3 ワークシート

ワークシートは事前学修の一環として実施し、各回の動画教材で扱った内容をもとに、コードの記述および実行を行う演習教材としてJupyter Notebook形式で提供した。授業内では、事前に取り組んだワークシートを前提としてグループワークを行い、作成したコードの相互レビューや分析過程の妥当性についての議論を通じて理解の深化を図った。各回のワークシートは、基礎的な内容を確認する通常課題と、より高度な内容に取り組む発展課題の2段階構成とした。実行環境にはGoogle Colaboratoryを用い、学修者の端末環境に依存せずブラウザ上でコードの実行・編集が可能な環境を整備することで、環境構築に伴う負担を軽減し、分析内容そのものに集中できるように配慮した。発展課題は任意提出とし、加点対象とすることで、到達度や関心に応じた発展的学修を促す設計とした。

3.3.4 グループワーク

グループワークでは、学修者同士が分析コードや分析結果を相互に確認し、分析手法の選択理由や結果の妥当性について議論する活動を行った。これにより、単にコードが動作するにとどまらず、分析過程や結果を他者に説明できる力の育成を目的とした。また、グループワークにはTA・SA（ティーチングアシスタント・スチューデントアシスタント）を配置し、議論の進行や活動状況の記録を行った。これらの記録は、アドバイジングシステムによる学修支援にも活用した。

3.3.5 アドバイジングシステム

アドバイジングシステムは、学修者のCBT結果やグループワークの取り組み状況をもとに、次に取り組むべき学修行動を助言することを目的として導入した。本システムは既存研究（高野他, 2025）を活用しており、学修者の自己調整的学習を補助する仕組みとして位置づけている。本研究では、本システムをフルオンライン環境における学習支援の一要素として導入し、その受容について検討した。

3.4 成績評価の方針と結果

反転型授業は完全習得学習型（Bloom, B. S., 1971）と高次能力学習型に大別される（ジョナサン バーグマン, 2014）。完全習得学習型では、オンライン学習を通じて知識の習得を図り、その到達度を評価しながら、授業内において知識の定着や一定程度の活用を目的とした学習活動を行うことが一般的である。本授業は、このうち完全習得学習型の反転授業として設計しており、学修者が所定の到達目標を満たすことを重視している。そのため、成績評価は到達度に基づく評価とし、一定の基準を満たした学修者が高い評価を得る構成とした。この結果、成績分布は「秀」に相当する評価に偏る傾向が見られたが、設計上自然な結果であると考えられる。実際の成績分布を図1に示す。

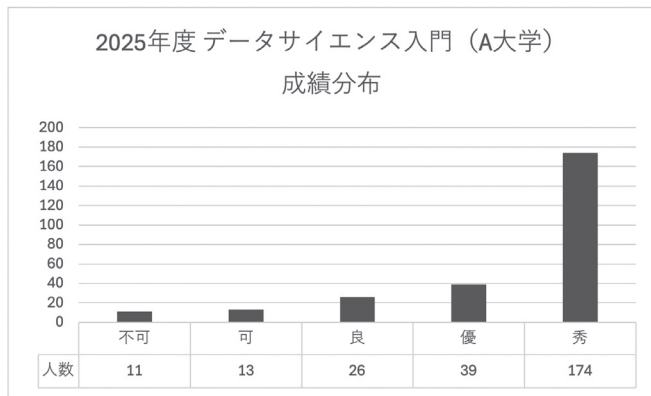


図1 成績分布

4 評価方法と結果

本節では、本研究で実施した教育実践の受容および学修者の自己認識を把握するために行ったアンケート調査の方法と、その調査結果について述べる。評価は、授業終了時点における学修者の自己評価および教材要素に対する受容を中心に行い、フルオンライン型・反転型授業設計がどのように受け止められたかを検討する。

4.1 アンケートによる評価方法

本授業の教育実践に対する受容および学修成果の自己認識を把握するため、授業終了後にアンケート調査を実施した。対象者は当該年度の受講学生264名であり、有効回答数は183件であった。アンケートは5段階リッカート尺度を用いて構成し、「非常にそう思う」～「全くそう思わない」までなどの回答を求めた。設問は、学修成果および教材・授業形式に対する評価を多面的に捉えることを目的として設計した。分析の簡約化および傾向把握を目的として、回答は以下の3区分に再分類した。

- 肯定的：「非常にそう思う」「ややそう思う」
- 中立的：「どちらとも言えない」
- 否定的：「あまりそう思わない」「全くそう思わない」

質問項目は、(a) 基礎スキルの自己評価 (①～⑤)、(b) 実践力の自己評価 (⑥～⑧)、(c) データ分析に対する意識 (⑨～⑩)、(d) 教材・授業形式の評価 (⑪～⑰) の4観点から構成した。

- ① 基礎スキルの自己評価 (Pythonの基礎)：Pythonの基礎 (条件分岐, 反復処理, リスト, 関数など) について理解できた。
- ② 基礎スキルの自己評価 (データの预处理)：Pythonを用いたデータの预处理 (欠損値の処理, 標準化など) について理解できた。
- ③ 基礎スキルの自己評価 (統計的な手法)：Pythonを用いた統計的な手法 (平均, 分散, 相関など) について理解できた。
- ④ 基礎スキルの自己評価 (データの可視化)：Python

を用いたデータの可視化 (Matplotlib など) について理解できた。

- ⑤ 基礎スキルの自己評価 (機械学習)：Pythonを用いた機械学習 (回帰, 分類, クラスタリングなど) について理解できた。
- ⑥ 実践力の自己評価 (分析)：与えられたデータを用いて, 簡単な分析を一人で実施できる。
- ⑦ 実践力の自己評価 (報告)：分析結果をレポートやプレゼンテーションとしてまとめられる。
- ⑧ 実践力の自己評価 (問題解決)：問題解決のために, データから有用な情報を抽出するスキルが身についた。
- ⑨ データ分析に対する意識 (重要性)：データに基づいて意思決定を行うことの重要性を感じるようになった (感じている)。
- ⑩ データ分析に対する意識 (興味関心)：データ分析に興味関心を持った (持っている)。
- ⑪ 教材の評価 (動画)：教材 (動画) はあなたの理解の助けになりましたか？
- ⑫ 教材の評価 (CBT)：教材 (CBT) はあなたの理解の助けになりましたか？
- ⑬ 教材の評価 (ワークシート (課題))：教材 (ワークシート (課題)) はあなたの理解の助けになりましたか？
- ⑭ 教材の評価 (グループワーク)：グループワークはあなたの理解の助けになりましたか？
- ⑮ 教材の評価 (アドバイジングシステム)：アドバイジングシステムはあなたの理解の助けになりましたか？
- ⑯ 授業形式に対する満足度 (フルオンライン形式)：フルオンライン形式の授業 (動画・CBT・WSによる反転学習, ZoomによるGW) は満足できましたか。
- ⑰ (理由) 授業形式に対する満足度 (フルオンライン形式)：上記の理由があれば記述してください。些細な事や簡単なコメントでも構いません。

4.2 アンケート結果

各質問項目に対する回答結果を、肯定的・中立的・否定的回答の割合として集計し、表2に示す。

有効回答数183名に対し、受講者全体に対する回答率は約69%であった。このため、未回答者との間に学修態度などの差が存在する可能性がある点には留意が必要である。

4.3 結果の概要

基礎スキルおよび実践力に関する質問項目 (①～⑧) では、いずれの項目においても肯定的回答が8割以上を占めており、本授業を通じてデータサイエンスに関する基礎的理解および一定の実践力が獲得されたと学修者自身が認識していることが示唆された。また、データ分析に対する意識に関する項目 (⑨・⑩) においても肯定的回答が多数を

表2 アンケートの集計結果 (n = 183)

質問項目	肯定的	中立的	否定的
①	91.8%	6.0%	2.2%
②	92.9%	4.4%	2.7%
③	91.3%	6.0%	2.7%
④	81.5%	9.8%	8.7%
⑤	83.0%	10.4%	6.6%
⑥	84.1%	8.2%	7.7%
⑦	84.1%	10.4%	5.5%
⑧	83.1%	9.8%	7.1%
⑨	85.2%	10.4%	4.4%
⑩	76.5%	14.2%	9.3%
⑪	75.4%	16.4%	8.2%
⑫	80.4%	8.7%	10.9%
⑬	89.6%	7.1%	3.3%
⑭	68.9%	15.3%	15.8%
⑮	54.7%	20.2%	25.1%
⑯	87.4%	6.0%	6.6%

占めており、本授業がデータに基づく意思決定の重要性やデータ分析への関心を喚起する契機となった可能性が示唆された。

教材および学修支援に関する評価では、動画教材、CBT、ワークシートはいずれも比較的高い肯定的評価を得ており、事前学修および授業内活動を支える基盤的教材として一定の受容が得られたと考えられる。一方で、グループワークおよびアドバイジングシステムについては、他の教材要素と比べて肯定的回答の割合が相対的に低い結果となった。特にアドバイジングシステムについては、肯定的回答が過半数を占めたものの、中立的・否定的回答も一定数見られた。この結果は、アドバイジングシステムの有効性が一律に発揮されるものでなく、提示タイミングや支援内容の具体性、学修者の事前知識や学修状況といった条件に依存する可能性を示唆している。

以上により、本授業実践においては、フルオンライン環境下においても反転型（完全習得学習型）の授業設計が一定程度成立しており、基礎的な学修成果および教材受容の面で概ね肯定的な評価が得られたと考えられる。

5 まとめと今後の課題

本研究では、フルオンライン環境において反転型（完全習得学習型）の授業設計をデータサイエンス科目に適用し、学修者の受容および自己評価をアンケート調査に基づいて検証した。特に、基礎スキル・実践力・データ分析に対する意識に関する自己評価 (RQ1) と、動画教材、CBT、ワークシート、グループワーク、アドバイジングシステムといった各教材要素に対する受容の差異 (RQ2) に着目して分析を行った。

その結果、RQ1に関しては、多くの学修者が基礎的なプログラミング技能やデータ分析の実践力について肯定的に

自己評価しており、フルオンライン環境においても反転型（完全習得学習型）の授業設計に基づく学修が一定程度成立していることが示唆された。特に、事前学修と授業内活動を接続した構成により、分析プロセス全体を通じた理解が促進された可能性がある。

RQ2に関しては、動画教材、CBT、ワークシートといった事前学修を支える教材要素について比較的高い受容が得られた一方で、グループワークおよびアドバイジングシステムについては、肯定的評価の割合が相対的に低い傾向が確認された。この結果は、学修支援の有効性が一律ではなく、学修者の理解段階や学修状況に応じて異なる形で受容されることを示唆している。とりわけ、本研究で実施したメディアコンサルタントおよびベーシッククラスは、フルオンライン環境における学修者の理解度のばらつきに対応するための支援として実施しており、学修の停滞や脱落を防ぐ観点から一定の意義を有すると考えられる。実際、ベーシッククラス参加者の通常課題の取り組み率は90.0%であり、事前学修における理解不足がベーシッククラスを介して通常課題レベルの理解へと接続されている可能性が示唆される。一方、メディアコンサルタントは他科目とも連携して運用されている学修支援であるため、本研究の該当科目に限定した効果の定量的検証には限界がある。これらの支援は、学修者の状況に応じて選択的に利用可能な形で設計されており、他のデータサイエンス教育や情報系科目においても応用可能な学修支援の一例として位置づけられる。

一方で、アドバイジングシステムについては、本研究の授業文脈において必ずしも高い受容が得られたとは言えず、提示方法や介入タイミング、支援内容の粒度といった設計条件が学修者の評価に影響している可能性が示唆された。本研究の結果は、アドバイジングシステムの有効性を否定するものではなく、むしろ、学修者の事前知識や学修状況に応じた適用条件を精緻化する必要性を示すものと位置づけられる。

5.1 結果の限界と今後の課題

本研究にはいくつかの限界が存在する。第一に、本研究で用いた評価指標の中心は学修者の自己評価であり、客観的なスキル到達度や分析能力を直接測定するものではない。したがって、自己評価の高さが実際の学修成果と必ずしも一致しない可能性がある点には留意が必要である。

第二に、各教材要素に対する受容については、利用頻度や利用時間といった学修行動データとの対応関係を十分に分析できていない。そのため、特定の教材や学修支援が、どのような条件下で有効に機能したのかについては、今後さらなる検討が求められる。

第三に、本授業では成績評価の40%を占める最終課題を後半に設定しており、学修者が個人で分析計画を立案し、前処理・分析・結果解釈までを一貫して実施する総合的な実践活動を行っている。自己評価アンケートは最終課題後に実施しているため、本研究で確認された実践力や自己効

力感に関する肯定的評価には、この最終課題の経験が一定の影響を与えている可能性がある。したがって、本研究の結果は、反転型授業という構造的設計のみの効果としてではなく、最終課題を含む授業全体の設計による総合的效果として解釈する必要がある。今後は、最終課題の構成や評価比重の違いが学修成果や自己評価に与える影響を検討することで、各構成要素の役割をより精緻に分析する必要がある。

加えて、学修ログや行動データを用いた分析を通じて、教材利用と学修成果・受容との関係をより詳細に明らかにすることが挙げられる。さらに、アドバイジングシステムについては、学修者の理解段階に応じた提示方法や介入タイミングの最適化を検討し、どのような学修者に対してどのような支援が有効であるのかを実証的に検討する必要がある。加えて、ベーシッククラスや発展課題といった段階的支援が、事前知識や学修経験の異なる学修者にどのように作用したのかを分析することで、フルオンライン環境におけるデータサイエンス教育の個別最適化に向けた知見を蓄積していくことが期待される。

謝辞

本研究はJSPS科研費JP24K03054の助成を受けたものです。

引用資料

- Bloom, B. S. (1971). *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. McGraw-Hill.
- ジョナサン バーグマン・アーロン サムズ (2014). 反転授業—基本を宿題で学んでから、授業で応用力を身につける—. 山内祐平・大浦弘樹 (監修). 上原裕美子 (訳). オデッセイコミュニケーションズ.
- 文部科学省 (2018). 【情報編】高等学校学習指導要領 (平成30年告示). 文部科学省. https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1407074.htm (閲覧日: 2025年12月26日)
- 文部科学省 (2021). 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度. 文部科学省. https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/00001.htm (閲覧日: 2025年12月26日)
- 高野泰臣・前川啓輔・上野春毅・山川広人・小松川浩 (2024). フルオンライン化した完全習得型反転授業の実践と評価. 教育システム情報学会誌, 41(3), 240-252.
- 高野泰臣・砂原加奈・染谷銀志・釣部勇人・上野春毅・小松川浩 (2025). 生成AIを用いたアドバイジングシステムの開発と評価. 教育システム情報学会誌, 42(3), 314-326.
- 上野春毅・光永悠彦・山川広人・小松川浩 (2020). 段階的な学習目標を持つ反転学習モデルのための適応型学習システムの開発. 教育システム情報学会誌, 37(3), 212-217.

受付日 2025年12月31日, 受理日 2026年2月19日

J-STAGE早期公開日: 2026年4月1日