

## 兵庫教育大学学校教育学部における科目 「AI・データサイエンス基礎」の実践と評価

### Practice and Evaluation of the Undergraduate Course “Basic Skills and Methods of AI and Data Science” in Hyogo University of Teacher Education

緒方 思源\* 掛川 淳一\*\* 清水 優菜\*\*\* 森山 潤\*\*\*\*  
OGATA Fang Shigen KAKEGAWA Junichi SHIMIZU Yuno MORIYAMA Jun

兵庫教育大学は、教員養成フラッグシップ大学としての取り組みの中で、2020年度から学内に教育データサイエンスチームを設置した。同チームは2021年に、小中学校においてAI・データサイエンス活用を含むICT活用と情報教育を担うことが可能な教員の養成を目的として、学部必修科目「AI・データサイエンス基礎」と「教育データサイエンス」を構想し、2022年度から実践を開始した。本稿では、開発した「AI・データサイエンス基礎」の実践について報告するとともに、受講生を対象とした事後アンケートにより、その成果と課題を検討した。本科目は、AI・データサイエンスの様々な話題について概説する前半と、データリテラシーとしてデータ分析演習を実施する後半から構成されている。前半では、数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム策定モデルカリキュラムに対応している放送大学キャリアアップ支援認証制度のオンデマンド講座「数理・データサイエンス・AI講座」を活用した。実践の結果、学生は、授業の満足度・難易度に対して、比較的ポジティブな評価を与えた。その理由として、前半の授業では、自分のペースで学習を進めることができること、AIに関する多様な話題や観点などに接触することができること等が挙げられた。後半の授業では、Excelでの演習がデータ分析の基礎的な手法に対する理解を促したことが挙げられた。一方で、前半の授業では、話題が多く理解が不十分な学生がいたこと、後半の授業では、演習の時間が短く教員の説明に追いつけない学生がいたことなどが課題として挙げられた。このことを踏まえ次年度に向けては、オンデマンド講義と適時的に対応しうるサポートの充実、演習の授業回数の増加やサポート体制の強化等の改善策を検討した。

キーワード：兵庫教育大学, AI・データサイエンス基礎, 教育データサイエンス, 学校教育学部

Key words : Hyogo University of Teacher Education, basic skills and methods of AI and data science, educational data science, undergraduate course of school education

#### 1. はじめに

人工知能(AI)の日進月歩な発展につれて、AIの理念と技術は、社会・産業の様々な領域に浸透しつつあり、自動運転や、医療用ロボットなどの製品の性能向上を促進しているのみならず、AI絵画や、AI作曲など、芸術・感性の面でも価値を創出している。また、人々の日常生活において、IoT、SNS、ビッグデータなどの規模拡大と技術革新により、フィジカル空間とサイバー空間の融合が急速に進んでいる。AI・データサイエンスの技術的特性と社会・倫理面での注意点を理解した上で、AI・データサイエンスの基礎的な技術を問題解決に運用する能力を育成することは、これからの学校教育が直面している課題の一つである。

文部科学省は、小中学校における情報教育改革の方向

について、「急速に情報化が進展する社会の中で、情報や情報手段を主体的に選択し活用していくために必要な情報活用能力、物事を多角的・多面的に吟味し見定めていく力(いわゆる「クリティカル・シンキング」)、統計的な分析に基づき判断する力、思考するために必要な知識やスキルなどを、各学校段階を通じて体系的に育んでいくことの重要性は高まっていると考えられる。」(文部科学省, 2015)と指摘している。新しい学習指導要領において、上記の改革理念の具体的な施策として、小学校では、プログラミング教育が導入され、各教科での内容と有機的に結びつけることで児童のプログラミングの思考力を育成することが求められている(文部科学省, 2017a, 2020c, n.d. d)。中学校の場合、技術・家庭科技術分野の内容「D情報の技術」において、これま

\*兵庫教育大学大学院人間発達教育専攻生活・健康・情報系教育コース 講師

令和5年4月19日受理

\*\*兵庫教育大学大学院人間発達教育専攻生活・健康・情報系教育コース 准教授

\*\*\*国士舘大学

\*\*\*\*兵庫教育大学大学院人間発達教育専攻生活・健康・情報系教育コース 教授

でも実施されてきた計測・制御システムのプログラミングによる問題解決に加え、情報通信ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題解決が新たに加えられている（文部科学省，2017b, n.d. d）。また、高等学校では、共通教科「情報科」として必修科目「情報Ⅰ」と選択科目「情報Ⅱ」が新設された（文部科学省，2018, n.d. d）。「情報Ⅰ」では、情報デザイン、プログラミング、ネットワーク、データベース、情報セキュリティなどが学習内容として取り上げられている（文部科学省，2018, 2019, n.d. d）。また、「情報Ⅱ」では、クラスタリング、主成分分析、ニューラルネットワークなどのより高度なデータ解析手法とAIの仕組み、情報システムの設計と構築などが学習内容として取り上げられている（文部科学省，2018, 2020b）。

情報教育の充実に加え、教科指導でのICT活用も益々重視されてきている（文部科学省，2020a）。教員には、教科の目標と内容と、児童生徒の興味や関心などを総合的に考慮した上で、教室で整備されている端末、ソフトウェア、ネットワークなどのICTリソースを適切に利用し、授業を実践することが求められている。また、事前の教材作成や授業準備、児童生徒の学習状況を把握するためのデータ記録とパフォーマンス評価、校務の効率アップ、保護者や地域の人々との連携などの業務にICTを活用する力も要求されている（文部科学省，2020a）。2019年12月、文部科学省は「GIGAスクール構想」を発表し、「1人1台端末と、高速大容量の通信ネットワークを一体的に整備することで、特別な支援を必要とする子供を含め、多様な子供たちを誰一人取り残すことなく、公正に個別最適化され、資質・能力が一層確実に育成できる教育環境を実現する」ことを目指している（文部科学省，n.d. a）。2021年3月時点で、ほとんどの小中学校では、児童生徒1人1台の学習用端末の整備が完成しており、高校においてもその整備が進んでいる（日本教育新聞，2022）。

小学校、中学校、高等学校における上述した教育情報化の進展に対応し、AI・データサイエンスを含むICT活用と情報教育を担当できる教員の養成が、教員養成大学にとっては切迫した課題となっている。このような背景のもとで、兵庫教育大学では、2020年度に教員養成・研修高度化センターに教育データサイエンスチームを設置し、教育情報化の進展に対応した教員養成課程の在り方について検討を開始した。同チームは、2022年度より兵庫教育大学が教員養成フラッグシップ大学の指定を受けたことに伴い、新設された先端教職課程カリキュラム開発センターに移管され現在に至っている。同チームは、2021年度に、学部生が全員履修する科目として「AI・データサイエンス基礎」と「教育データサイエンス」という二つの科目の開設を決定し、開設

を進めた。このうち、「AI・データサイエンス基礎」は、文部科学省の「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）」（文部科学省，n.d. c）に準拠する内容の科目として構想したものである。

2021年8月には、科目開発に係る試行的な実践として、本学主催のオンライン教員研修「教育データサイエンスセミナー」を実施した（清水，掛川，森山，2022）。このセミナーは、「教育データサイエンス事始め」と題した第1回セミナー（3時間）、「教育におけるデータの活用と可能性」と題した第2回セミナー（3時間）からなる。第1回セミナーは、科目「AI・データサイエンス基礎」で検討されるAIに関する話題を扱った。具体的には、教育に関わるデータの活用方法、記述統計学の基礎、教育場面における機械学習などのAI技術の応用、AIを搭載しているEdTechの実例などの話題について概説した。統計学に関する内容を説明した際に、演習も行った。第2回のセミナーは、科目「教育データサイエンス」の内容となる、教育データに対する推測統計学、具体的には、推定と仮説検定に踏み込み、また、PISAの調査データなどの読み取り方、小中学校での学習履歴の活用方法、教育におけるAIの今後の課題などについて紹介し、データ分析の演習も行った。セミナーには、小学校、中学校、高等学校の教員など、AIとデータ分析に係る学習経験のない72名が参加した。事後に実施したWebアンケートの結果、参加者の満足度評価は比較的高く、適切な難易度を持っていることが示された。これにより、「AI・データサイエンス基礎」と「教育データサイエンス」の内容の設置が、AIとデータ分析に対して未経験の学生にとっても一定の妥当性をもっている可能性が確認された。

試行的な実践の成果を踏まえ、兵庫教育大学では、2022年度より学校教育学部教養科目として、「AI・データサイエンス基礎」（1年次前期）、「教育データサイエンス」（1年次後期）を開設し、実践を開始した。本稿では、2022年度に実施した「AI・データサイエンス基礎」の内容構成と実践の様子、授業後に行った満足度・難易度の評価、授業内容に関するフィードバックについて報告し、実践の成果と次年度以降に向けた改善点について検討する。

## 2. 科目「AI・データサイエンス基礎」の内容と実践

### 2.1 シラバス

科目「AI・データサイエンス基礎」の内容は、AI・データサイエンスに係る基礎的な事項をオンデマンドで講義する前半（第1回～第12回）と対面にてデータリテラシーの講義と演習を取り入れた後半（第13回～第15回）という二つの大単元から構成した。「AI・データサ

表1. 科目「AI・データサイエンス基礎」の2022年度のシラバス

前半	第1回	ガイダンス。本科目の目標を説明する。また、AIの発展史、及び今後の教育とのつながりについて概説する。
	第2回～第11回	学生は放送大学キャリアアップ支援認証制度のオンデマンド講座を視聴する。オンデマンド講座は、AIの様々な側面の話題を取り上げて紹介する。
	第12回	オンデマンド講座の内容に関する質疑回答。
後半	第13回	単変量のデータを要約する方法について説明・演習をする。
	第14回	二次元の量的データを要約する方法について説明・演習をする。
	第15回	二次元の質的データを要約する方法について説明・演習をする。

「AI・データサイエンス基礎」のシラバスを表1に示す。

## 2.2 前半の授業内容と実践の様子

前半は、社会におけるAIとデータの利活用の動向、AI・データサイエンスの技術的な仕組みの概要、倫理的な課題等について概説する。ここでは、放送大学のキャリアアップ支援認証制度のオンデマンド講座「数理・データサイエンス・AI講座」を活用することとした。この講座は、数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム策定モデルカリキュラムに対応したカリキュラムを構成している。各回の内容は次の通りである。

第1回の授業は、ガイダンスである。ガイダンスにおいて、まず、本科目の目標を説明し、特に、学習の中で、データサイエンス・AIの知識を如何に小・中学校での情報教育と結びつけることができるのかについて常に意識する重要性を強調した。そして、この科目の構成について説明した。次に、AIの発展史、及び今後の教育とのつながりについて概説した。具体的には、論理的推論システムの仕組みと限界について説明した上で、機械学習の概念とその意義を検討した。続いて、畳み込みニューラルネットワークを中心にディープラーニングの誕生と発展について紹介した。最後に、ディープラーニングが今回のAIブームのトリガーとなった原因について回顧し、AIブームによる社会・産業の変革について、製品の機能向上と感性的価値の創造という二つの側面から概説した。

第2回～第11回の授業では、学生が、放送大学キャリアアップ支援認証制度のオンデマンド講座を視聴した。具体的には、「【導入B】数理・データサイエンス・AIリテラシー講座 導入」、「【基礎B】数理・データサイエンス・AIリテラシー講座 基礎」、「【心得】数理・データサイエンス・AIリテラシー講座 心得」という三つの講座を必須の視聴内容とした。

講座のコンテンツは、AIの発展史、第4次産業革命やSociety 5.0などの背景、学校教育でAIがもたらしている変革、データの収集と解析の基本方法、ビッグデータ、深層学習、社会・産業でのAIの活用例、AI応用に関わる倫理的・法律的問題など、幅広い話題に触れており、

AI・データサイエンスの全体的なイメージがある程度わかるようになってきている。また、講座の講師も、それぞれのサブ分野の専門家が担当しているため、学生にとってはコンテンツの視聴を通して多様な視点・意見と接触し、AI・データサイエンスの領域に対して立体的・多面的に理解できるようになることも期待できる。学生には、各講座の受講を完了したあと、その講座の「認証状」の提出を求めた。

第12回の授業は、オンデマンド講座の内容に関する質疑応答の授業とした。授業前の2週間の間に、Microsoft Formsを利用して質問の収集を行った。投稿された質問には、オンデマンド講義動画の内容の中で理解できなかった内容やより深く知りたい内容に加え、講義動画では取り上げられていないが興味を持っているAI関連の話題などが挙げられた。その大部分は、AI・データサイエンスがどのように教育で活用できるのか、AI・データサイエンスの基礎知識を生徒に教えるためにどの程度の知識を身につけなければならないのかといった、AI・データサイエンスと教育とのつながりに関する質問であった。その他には、データ分析の中でのバイアス、画像認識、個人情報保護法など、オンデマンドコンテンツで語られているが、学生にとってはまだ理解が十分でないトピックに関する質問が見られた。

## 2.3 後半の授業内容と実践の様子

後半の授業では、学生は前半の内容をふまえて、教育情報化に関する実データを解析する演習を行いつつ、データを整理・解析する基礎的な方法について学習する。演習に使用したデータは、文部科学省が実施した「学校における教育の情報化の実態等に関する調査」の中での小学校と中学校における「コンピュータの設置状況等」の都道府県別のデータ(e-Stat, 2021, 文部科学省, n.d. b)である。公開されている最新のデータとして、2020年度のデータを使用した。このデータは、学校現場における教育用PCの整備とインターネット接続環境に関するものであるため、学生がこのデータ分析の演習を通して、データ解析の知識を学ぶとともに、小中学校における教育情報化が現在どの程度推進されているのかについてある程度わかることも期待される。演習に

は、BYODのiPadを使用し、ソフトウェアにはiPad版のMicrosoft Excelを用いた。毎回の授業の後、演習の復習資料をmanabaを通して学生に配布した。

第13回では、学生は単変量のデータを要約する方法について学習した。授業の1週間前に、manabaを通して演習用データを学生に配布し、予習課題として、学生に、Excelの基本的な操作を調べて練習してもらった。授業当日に、まず、Excelの基本操作と、演習用データの内容と構造について説明した。そして、データ解析方法の説明と演習に入った。具体的には、まず、データの種類(量的データと質的データ)と尺度(名義尺度、順位尺度、間隔尺度、比率尺度)の概念と判断の方法について説明し、データの種類と尺度によって応用できる分析方法が異なることについて説明した。次に、データの分布のパターンをグラフィカルに表す方法について、ヒストグラム、箱ひげ図、棒グラフ、円グラフについて説明した。そして、データの分布の特徴を数値的に表す方法として、分布の中心的位置を表す統計量である平均値と中央値、及び、分布のばらつき具合を測る統計量である分散と標準偏差を説明した。また、異なるデータセットに所属しているデータ値のそのデータセットでの相対的位置を比較する方法として、データの標準化について説明した。

第14回では、学生は二次元の量的データを要約する方法を学んだ。まず、二次元の散布図の概念と作り方について紹介し、データを散布図としてプロットして観察することで、次元の間に存在している関係が視覚的に把握できることについて説明した。これにより、相関という概念を引き出し、散布図で直線を用いて正の相関と負の相関をそれぞれ示した。そして、相関の方向と強さをどのように数値的に計測できるのかという問題を取り上げ、共分散と相関係数の概念と計算方法について説明した。次に、相関分析を行う際の注意点について、まず、アンスコム例(Anscombe's quartet)を用いて、相関係数を計算する際に次の三つの落とし穴に留意すべきであることを説明した：

- (1) 相関係数を計算すれば正の係数が算出されるが、実際は、データ間の関係が非線形のものであるケース
- (2) データの間に相関関係が存在しているが、外れ値の影響により、相関係数が過小評価されるケース
- (3) データの間に相関関係が存在していないが、外れ値の存在のため、大きい相関係数、すなわち、「偽の相関」が算出されるケース

この三種類のケースについて説明した上で、統計解析をする前に、データをプロットして観察しなければならないことを学生に伝えた。

次に、相関分析を行う際のもう一つの注意点として、相関関係の存在が、因果関係の存在を意味するわけでは

ないことについて説明した。その説明の中で、相関分析の際に、分析の対象となっている二つの変数の両方に影響を与えている交絡因子の存在が可能であることを考慮に入れるべきであると注意した。また、影響の方向性に関して、因果関係は影響の方向を含意していることに対して、相関関係のみで影響の方向を断言できないことについても説明した。

第15回では、学生は二次元の質的データを要約する方法について学習した。まず、分割表の構造と作り方について説明した。次に、 $2 \times 2$ の分割表を用いて、二つの質的変数の間の関係を評価する統計量としての、ユールの連関係数の計算方法と解釈方法について説明した。第15回の後半では、データ解析のレポート課題について説明した。レポート課題は、この科目で学んだデータ解析の方法を用いて、担当教員がmanabaで提供したデータセットを自由に解析し考察することである。具体的には、データセットの内容に応じて、自ら調査問題を設定し、その問題に関わるデータを抽出し、そのデータの性質によって解析方法を決めて解析を実施し、最後に、設定した調査問題と照合しながら解析の結果を考察し結論をつける。学生にデータの可視化を練習させるため、データのグラフを作ることを必須とした。

## 2.4 学生の提出した課題レポートの例

学生が提出した期末課題のレポートをみると、大部分の学生は、問題を明確に設定し、その問題に応じて適切に統計分析の方法を選び、その分析をExcelで正しく実施し、分析の結果を考察することができていた。レポートでの統計分析のセクションに注目すると、約98%の学生は、設定した問題の内容に応じて分析の対象となるデータと、分析方法の選択を記述したサブセクションで満点を取った。約72%の学生は、選択した分析方法のExcelでの実施を記述したサブセクションで満点を取った。以下に、学生のレポートの例を2点(「学生A」と「学生B」と略称)紹介する。本研究及びこの論文においてこの2点のレポートを使用することについて、この2名の学生から承諾が得られた。

### (1) 教育情報化の現状と課題を取り上げたレポート例

学生Aはレポートにおいて、教育情報化の現状と課題を明らかにすることを目的とし、小学校における学習者用PCの整備状況と、教育情報セキュリティポリシーを策定した小学校の割合との関係についてデータ分析を行なった。分析方法として、まず、都道府県別の小学校における学習者用PC1台当たりの児童生徒数(人/台)と、教育情報セキュリティポリシーの策定率(%)という二つのデータを取り上げてそれぞれの箱ひげ図を描き、平均値、最大値、最小値を計算した。計

算の結果によると、都道府県別の学習者用 PC1 台当たりの児童生徒数の最大値は、宮崎県の 3.8 であり、最小値は、奈良県と宮城県の 0.9 である。教育情報セキュリティポリシーの策定率については、最大値は長崎県の 97.8% であり、最小値は広島県の 20.3% である。学生 A は、どちらのデータも最大値と最小値の間に大きな差があり、地域差が見られるという印象を受けたと述べている。次に、学生 A は、この二つのデータの散布図（図 1）を作り、相関関係について調べた。相関係数は、-0.24 という低い値であったため、「ここから、学習用 PC が普及しているからといって教育情報セキュリティポリシーの策定が進んでいるわけではないことがわかる」と考察している。

以上の分析の結果をふまえて、学生 A は、小学校における学習用 PC の整備が現段階ではまだ地域差があり、各自治体による個別の対応が求められると論じた。また、学習者用 PC 1 台当たりの児童生徒数と教育情報セキュリティポリシーの策定率の相関関係に基づき、「現状では端末を与えるだけでセキュリティの面ではまだ甘い部分があり、ICT を活用した教育が今後の学校教育の標準になっていくと考えられることから、子どもたちのトラブルを防ぐためにも早急に教育情報セキュリティポリシーを策定すべきである」という考えを記述している。

学生 A のレポートは、小学校における学習用 PC というハードウェア面での整備状況と、教育情報セキュリティポリシーという制度面の整備状況とを関連づけているという切り口の面白さ、本講義で学んだ分析方法を適切に運用している点、分析の結果を、地域差と教育情報セキュリティポリシー策定の緊迫性という二つの側面から考察している点など、高く評価することができる。

## (2) 学校における情報環境を取り上げたレポート例

次に学生 B のレポートを紹介する。学生 B は、学校現場における情報環境の現状を知りたいという思いから、コンピュータとインターネットの設置状況に関心を持った。この問題意識を出発点とし、都道府県別の小学校における普通教室の無線 LAN の整備率と、学習者用 PC 1 台当たりの児童生徒数という二つのデータの間の関係について調査した。データ分析の方法について、まず、この二つのデータの散布図（図 2）を描き、相関係数を計算した。相関係数は、-0.63 であったため、「普通教室の無線 LAN 整備率が高いほど、PC1 台当たりの児童生徒数は少ない傾向があることが分かる」と考察した。

一方で、普通教室の無線 LAN 整備率が最も高い三つの都道府県である徳島県、三重県、石川県のデータを調

べたところ、上記の傾向とは違って、徳島県の普通教室の無線 LAN 整備率の中で最も高かったが、学習者用 PC 1 台当たりの児童生徒数も最も多かった（表 2）。

その原因を調べるため、生徒 B は、その 3 県の学習者用 PC 総台数と児童生徒数を一つの表（表 3）にまとめて検討した。その結果、徳島県は他の 2 県に比べて、児童生徒数が少なかったが、それに比してもなお学習者用 PC 総台数が顕著に少ないことがわかった。このことが、徳島県、三重県、石川県という 3 県のデータが、全都道府県のデータで見られた相関的傾向とずれてい

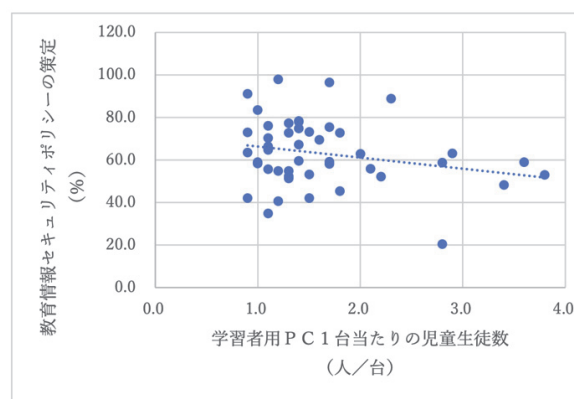


図 1. 学生 A が作った、都道府県別の小学校における学習者用 PC1 台当たりの児童生徒数（人／台）と、教育情報セキュリティポリシーの策定率（％）のデータの散布図（学生 A のレポートより複製）

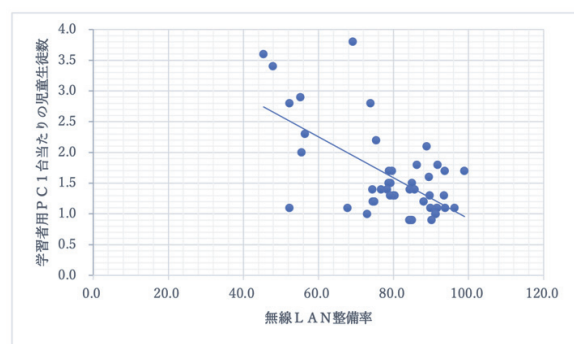


図 2. 学生 B が作った、都道府県別の小学校における普通教室の無線 LAN の整備率（％）と、学習者用 PC1 台当たりの児童生徒数（人／台）のデータの散布図（学生 B のレポートより複製）

表 2. 学生 B が作った、徳島県、三重県、石川県の普通教室の無線 LAN の整備率（％）と、学習者用 PC1 台当たりの児童生徒数（人／台）のデータをまとめた表（学生 B のレポートより複製）

都道府県別	普通教室の無線 LAN 整備率 (%)	学習者用 PC1 台当たりの児童生徒数 (人/台)
徳島県	98.9	1.7
三重県	96.3	1.1
石川県	93.8	1.1

表3. 学生Bが作った、徳島県、三重県、石川県の普通教室の学習者用PC総台数(台)と児童生徒数(人)のデータをまとめた表(学生Bのレポートより複製)

都道府県別	学習者用PC総台数(台)	児童生徒数(人)
徳島県	19556	33607
三重県	85888	90649
石川県	50454	56953

ることの一つの可能な原因であると述べた。

学生Bは、以上の分析の結果に基づき、まとめのセクションでは、「さまざまなデータを比較して分析することで、全体的な傾向だけでなく、それぞれの都道府県の実態を知ることができた。それぞれの都道府県によって、児童生徒数やPC総台数に差があるため、どの地域がよく普及しているかということ判断することは難しいが、教育者も情報教育に対応するための能力を身につける必要性について理解できた」という感想を書いた。

学生Bは、データの全体的な傾向を見ることに留まらず、その傾向に不一致な点が出た場合、その原因についても追究し、合理的な解釈を提案した。このような、データのマクロ的傾向とミクロ的現象を総合的に思考する意識と、気になった分析結果の背後の原因に対する探究心は、高く評価できる。

### 3. 実践の評価

#### 3.1 調査の対象者と内容

全ての授業が終わった後、受講生が「AI・データサイエンス基礎」の授業に対してどのような認識を持っているのかについて尋ねるアンケート調査を行った。本調査は、Microsoft FormsのWebフォームを通して実施され、156名の学生の回答が得られた。倫理的配慮として、Webフォームの先頭では、本調査で収集したデータを用いて回答者の個人を特定したり、成績に反映したりすることはないこと、及び、回答の内容を授業の改善や研究成果の公表以外の目的には使用しないことを明記している。

このアンケートは、7つの質問からなっている。質問(1)は、「AI・データサイエンス基礎の満足度を教えてください(不満:1点~満足:5点)」という5段階のリッカート尺度の評価項目である。質問(2)は、「AI・データサイエンス基礎の満足度について、前述のように回答した理由をお書きください」という自由記述の質問である。質問(3)は、「前半の放送大学のコンテンツを活用した非同期型の授業はわかりやすかったですか?」(わかりにくかった:1点~わかりやすかった:5点)という5段階のリッカート尺度の評価項目である。質問(4)は、「後半のiPadを用いたデータ解析の演習はわかりや

すかったですか?」(わかりにくかった:1点~わかりやすかった:5点)という5段階のリッカート尺度の評価項目である。質問(5)は、「AI・データサイエンス基礎の授業を通して『新たに学んだこと』や『もっと学びたいと思ったこと』は何ですか?具体的に書いてください。」という自由記述の質問である。質問(6)は、「AI・データサイエンス基礎の内容のうち、今後、教員になる上で役立つと感じた内容はどのようなものでしたか?」という自由記述の質問である。

上記の質問の中で、質問(1)、(3)、(4)は、授業に対する満足度と難易度に対する数値的な評価であるため、それぞれの期待値と標準偏差を計算する。質問(2)での回答は、授業の満足度評価の理由に関する記述であるため、それら回答から代表的な意見を整理して、質問(1)、(3)、(4)での評価得点の分析結果と合わせて考察する。そして、質問(5)と(6)はそれぞれ、授業内容の中での、より深く学びたいもの、及び今後の教員の仕事に役立てるものについて聞いているため、各質問での回答から、代表的な意見を整理し考察する。

#### 3.2 授業の満足度に対する評価

質問(1)では、「AI・データサイエンス基礎」の授業に対する満足度の評価得点が得られた。評価得点の基本統計量は表4の中でまとめられ、評価得点の分布は図3のように示された。

この分布は、単峰の構造を持っているため、事後期待

表4. 質問(1)、(3)、(4)における評価得点の基本統計量

	質問(1)	質問(3)	質問(4)
有効回答数	156	150	144
欠損値	0	6	12
中央値	3	3	3
平均値	3.28	3.35	3.24
標準偏差	0.84	0.96	1.01
最小値	1	1	1
最大値	5	5	5

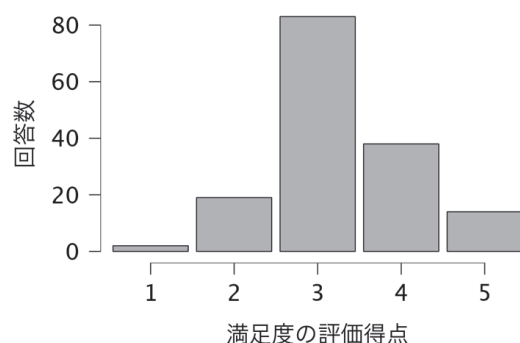


図3. 質問(1)で得られた、授業全体に対する満足度の評価得点の分布

表 5. 質問 (1) で得られた授業全体の満足度に対する評価得点の事後期待値と事後標準偏差の推定結果

	平均値	SE	SD	95%信用区間		有効標本数	Rhat
				2.50%	97.50%		
事後期待値	3.24	<0.01	0.07	3.10	3.37	83316.80	1.00
事後標準偏差	0.80	<0.01	0.05	0.71	0.90	77100.44	1.00

値と事後標準偏差が、正規分布を尤度関数とするベイズ推定法により推定できると考えられる。本稿におけるベイズ推定は、清水, 掛川, 森山 (2022) の研究で行われたベイズ推定の方法とハイパーパラメータを用いた。推定は `rstan` (2.21.8) を用いて行った。具体的には、ハミルトニアンモンテカルロ法的一种である No-U-Turn Sampler 法を利用し、長さが 21000 ステップのチェーンを 5 つ生成した。チェーンのトレースプロットを見た上で、バーニン期間を 1000 ステップに設定し、また、シンニングを使わないこととした。合計 100000 個の乱数を生成した。期待値の事前分布を一様分布  $U(0, 5)$  に設定し、標準偏差の事前分布を、一様分布  $U(0, 5)$  に設定した。初期値について、事後期待値の場合、中央値が 3 であるため、初期値を 3 にした。事後標準偏差の場合、清水, 掛川, 森山 (2022) が報告した「教育データサイエンスセミナー」の満足度の事後標準偏差の推定値を参考として、初期値を 0.12 にした。推定の収束基準は、推定されている母数のすべてが、 $Rhat < 1.1$  ということ (松浦, 2016) であった。

質問 (1) で得られた本科目の授業の満足度に対する評価得点の事後期待値と事後標準偏差の推定結果は、表 5 でまとめられた。Rhat の値により、推定が収束したことが確認できた。

事後期待値の平均は 3.24 であり、満足と不満のどちらでもないことを表す評価得点である 3.0 をやや超えている。95% 信用区間 (CI) は、[3.10, 3.37] であり、評価得点 3.0 はその区間の外に位置している。これらの結果により、学生が与えた本科目の授業に対する満足度の評価が、ある程度「満足」という端に寄っていることが示されている。

事後標準偏差の平均が 0.080 であり、95% CI が、[0.050, 0.090] である。この標準偏差は、清水, 掛川, 森山 (2022) の研究で報告された「教育データサイエンスセミナー」の満足度評価の標準偏差 (第 1 回のセミナー: 0.11, 第 2 回のセミナー: 0.12) より大きいという印象を与えている。

質問 (1) で得られた満足度評価が、本科目の授業の全体像に対するイメージを反映していることに対して、質問 (3) と (4) では、学生は、本科目の前半と後半

それぞれに対してその難易度を評価している。質問 (3) と (4) で得られた評価得点に対しても、上述した推定方法を用いてそれぞれの事後期待値と事後の標準偏差を推定した。

### 3.3 前半・後半別の難易度に対する評価

質問 (3) では、オンデマンドコンテンツを主な内容とした前半の授業に対する難易度評価が得られた。評価得点の分布は図 4 のように示された。基本統計量は表 4 の中でまとめられた。

Rhat の値により、推定が収束したことが示された。評価得点の事後期待値と事後標準偏差の推定結果は、表 6 でまとめられた。事後期待値の平均は、3.32 であり、

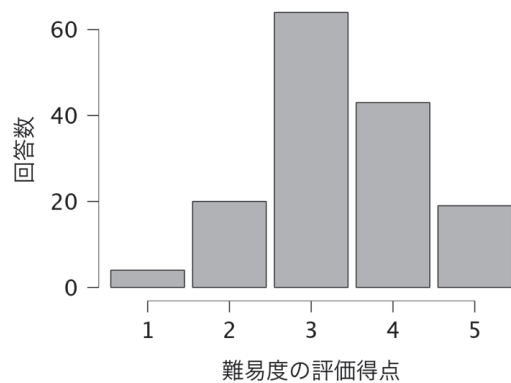


図 4. 質問 (3) で得られた、前半の授業の難易度に対する評価得点の分布

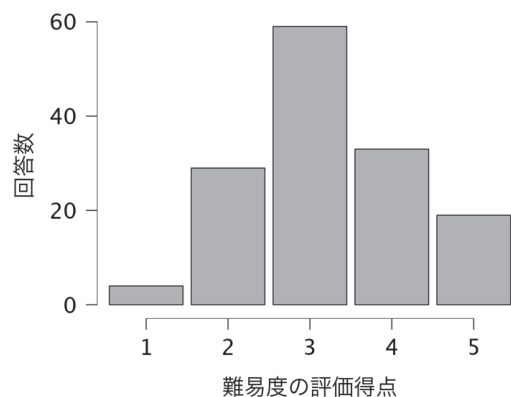


図 5. 質問 (4) で得られた、後半の授業の難易度に対する評価得点の分布

表 6. 質問 (3) で得られた、前半の授業の難易度に対する評価得点の事後期待値と事後標準偏差の推定結果

	平均値	SE	SD	95%信用区間		有効標本数	Rhat
				2.50%	97.50%		
事後期待値	3.32	<0.01	0.08	3.16	3.48	81387.97	1.00
事後標準偏差	0.95	<0.01	0.06	0.85	1.07	74178.25	1.00

表 7. 質問 (4) で得られた、前半の授業の難易度に対する評価得点の事後期待値と事後標準偏差の推定結果

	平均値	SE	SD	95%信用区間		有効標本数	Rhat
				2.50%	97.50%		
事後期待値	3.24	<0.01	0.09	3.07	3.41	90377.06	1.00
事後標準偏差	1.02	<0.01	0.06	0.91	1.15	84665.62	1.00

95% CI は, [3.16, 3.48] である。平均が 3.0 を超えており, 95% CI が 3.0 を含んでいないため, 前半の授業に対する難易度評価が, 「わかりやすかった」という端に偏っていることが示されている。事後標準偏差について, 平均が 0.95 であり, 95% CI が [0.85, 1.07] である。

質問 (4) は, 本科目の後半, すなわち, データ解析の演習を主な内容とした授業の難易度を尋ねている。得られた難易度評価の分布は, 図 5 のように示された。基本統計量は表 4 の中でまとめられた。

評価得点の事後期待値と事後標準偏差に対する推定の結果は, 表 7 でまとめられた。事後期待値について, その平均が 3.24 であり, また, その 95% CI が [3.07, 3.41] であり, 3.0 を含んでいない。この結果によると, 後半の授業の難易度に対する評価が, 「わかりやすかった」という端に寄っていることが示されている。評価得点の事後標準偏差について, その平均が, 1.02 であり, 95% CI が [0.91, 1.15] である。

上述した事後標準偏差に対する推定の結果により, 本科目の前半と後半のどちらも, 清水, 掛川, 森山 (2022) の研究で報告されたセミナーの難易度評価に比べて, より大きい標準偏差を持っていることが示されている。

### 3.4 授業の満足度・難易度評価を与えた理由の検討

学生が評価得点を与えた原因を検討するため, 質問 (2) での自由記述の回答を分析した。回答の中で, 意味が明確に捉えにくいものがあったため, 以下の 2 点の条件を満たす回答をのみ集約して分析の対象とした。

- 前半と後半のどちらを評価しているのかについて明確に記述していること
- 難易度や満足度などに関して明確な意見を表していること

集約された回答を, 評価の対象が前半か後半か, 及び, 評価意見が肯定的か否定的かという二つの基準に基づいて分類した。表 8 では, 前半の授業に関する各分類の回答の中での, 最も多く語られている意見を二つ抽出し, 意見ごとに代表的な回答例を二つ挙げている。表 9 では, 後半の授業に関する回答をまとめた。

前半の授業について, 肯定的な意見の大部分は, 非同期型のオンデマンド形式のおかげで, 各人が自分のペースで学習することができ, また, わからなかった部分をもう一度振り返って学び直すこともできることを述べている。また, 前半の授業を通して, AI の現状や, 学校教育の現場における AI の応用などについていろいろと学ぶことができたことも語られている。

否定的な意見の回答は数が比較的少なかったが, 主に二つの意見があった。一つは, 講義動画では, 非常に多くの AI 関連の話題が取り上げられているため, 理解できていない内容が少なくないという意見である。前半の授業でのオンデマンド講座が目指しているのは, 限られた時間内で, 学生が AI・データサイエンスという幅広い領域の全体的なイメージをある程度つかむことができることである。そのため, 触れられた各話題は, 概要だけ述べられている。次年度に向けての改善方策としては, 第 1 回の授業では, AI 関連の話題や, 学校教育において AI とデータサイエンスが果たせる役割などについてより深く知りたいときに参考できる入門書, 新聞, ニュースサイト, 学会などのリソースについて紹介することが考えられる。また, 毎回の授業の後で, アンケートを通して, 学生から, 興味のある話題を収集し, manaba を通してそれら話題に関する学習資料を共有することが考えられる。

次に, 学生の回答の中で, 講義動画を視聴していると



表 8. 前半の授業に対する満足度・難易度に対する評価意見

	意見のまとめ	意見の例
肯定的意見	自分のペースで学習を進めることができ、わからなかったことを随時振り返ることができた。	講義動画が配信されていて、分かりにくかった部分の振り返りなどを自分のペースで取り組むことができました。 非同期型のオンライン授業のおかげで自分のペースで学習を進めることができました。
	AIの現状、及び社会・学校現場における応用についていろいろ学習することができた。	AIデータサイエンスの仕組みや内容について自分は全く知らなかったが、この講義を通して社会の中や学校現場で行われている様々なもののAIデジタル化について学べたから。そしてどのように学校現場でAIが取り入れられているか学べたため。 自分が知らなかった現代のAIの動向について触れることができました。また、今後それらがどのように社会に活用されていくかも知ることができた。
	多くのAI関連の話題が取り上げられているため、理解できなかった内容がある。	動画の内容は分かりやすく、初めて知ることが多くありました。しかし若干理解することが難しい言葉や内容がありました。 放送大学のコンテンツは、専門用語が多かったため理解が難しく、今でもよく分からないことが多い。
否定的意見	わからないことがある場合のサポートが足りなかった。	動画を見て問題を解く形式であったため、定着はしやすいが、淡々と説明される印象があったため。わからないときに解決できないこともあったため。 全然自分の中に落とし込めていない分野を学ぶことができたという点では満足度は高かったが、オンデマンド配信という点で理解しにくいところがあったのですぐに聞きに行けないし、メールは送るのを躊躇ってしまったのでこのような満足度になりました。

表 9. 後半の授業に対する満足度・難易度に対する評価意見

	意見のまとめ	意見の例
肯定的意見	Excelの演習を通して、データの扱い方や分析方法などに対する理解が深まった。	対面回の授業で実際にエクセルの演習や、データを活用したレポート課題などがあり、確実に成長できたと思う。 データの扱い方やデータの把握、理解を深めるための操作や解析方法を学べたから。
	前半の授業でデータサイエンスの基礎知識を学んだため、演習でのデータ分析の操作がわかりやすくなった。	初めに、動画をみてなんとなくわかった上で演習に臨めたので取り組みやすかったからです。 AI・データサイエンス基礎を受けて、エクセルなどの表計算ソフトや、社会でよく使われているデータの見方などを知ることができたから。
	説明が速かったと感じて、演習の中で理解しきれない部分がある。	WordやExcelなどの使い方が理解できたため。しかし、少し授業のスピードについていくことができないことがあった。 Excelの演習の際、操作の説明が少し速いと感じる時があったため。
否定的意見	授業で与えられた課題以外の場面では、データ分析を適切に実施できるかどうかについて自信がない。	与えられた課題に対してのデータ分析等のみを行ったため、実際に自分自身の興味・関心のあるものや、データ分析が求められる場面で活用できるのだろうか。という自分自身に対する不安が少し残っているからです。 データサイエンスの基礎について身につけることができたと思う。しかし実際に活用しようと思った時に学習したことが活用できるかは不安である。

き、わからないことがあれば、すぐに聞きに行ける人が欲しいという声が挙げられている。前半の授業の際に学生が授業内容に対して抱えていた質問に対する対応について、2.2節で説明したように、第12回の授業の前の二週間の間に学生から質問を収集し、第12回の授業内で回答した。第1回の授業におけるガイダンスの中では、この質問回答のアレンジメントについて学生に説明していた。しかし、表8で示されたように、質問を多く持っていてすぐ担当教員に聞きたかった学生や、担当教員へメールで連絡することに躊躇した学生がいたため、質

問を持っている学生をより早くサポートすることができ授業環境を作ることが重要であると考えられる。そのため、次年度に向けた改善方策として、毎回の授業の最後に、担当教員のオフィスアワーの情報を提示する。また、毎回の授業の後で、アンケートを通して質問を収集し、manabaを通して回答するという方法を試みるといった方法が考えられる。

後半の授業に関しては、大部分の回答では、Excelの演習を通して、データの扱い方や分析方法などに対する理解が深まったことが記述されている。また、データ分

表 10. 質問 (5) における学生の回答の例

回答で語られている分野	回答例
データ分析	統計を利用してグラフを作る方法や、計算方法を学ぶことができたのでそれを実際の現場で用いる術を学びたい。
	2つの情報をエクセルなどを用いて分析し、傾向などを見出すことが可能だということ。また、その方法。
	エクセルの関数を、教師のどのような仕事に利用できるかをもっと具体的に考えたい。
AI	AIの活用について、教育現場などで使用する可能性が高まり、今後どのような環境になるのか知りたいと考えた。
	内容に関してではありませんが、これからのAI等を活用した教育現場では教師側にどのような知識が必要であるか、AI等の活用がどのような場面で教師の労働時間の軽減に影響を与えるか、AIによって教育格差や障がいを持つ児童への教育でより効果が期待できる場面等についてもっと学びたいと思いました。
	どの場面でAIを使うべきなのか、人間がすべきことは何なのかについてのこと。また、それぞれのメリット、デメリット。

表 11. 質問 (6) における学生の回答の例

回答で語られている分野	回答例
データ分析	Excelの利用においてグラフなどを用いた分析は授業などのデータをわかりやすくしていくことができると思った。
	関数の使い方や、エクセル上での表の作り方、Wordを利用した図の作り方など。
	エクセルで表を作ったり、必要なデータを自分で判断して分析を行うことは将来教員になってからも必要なことだと思う。
AI	AIのことや現代の情報処理などについて詳しく知ることができたので、その知識は今後の役に立つと思った。
	AIを使った教育をしていく立場になると思うので、AIを使うことの留意点などを学べたのは教員になる上で役立つと感じた。
	農業など一見AI技術とは無関係のように思われる職業でも今はAI技術が多く使われていることを知り、職業選択の時に教員からの情報提供として役立つと思いました。

析の演習に取り組む前に、オンデマンドコンテンツの中でデータ分析の基礎知識を学んだため、演習でのデータ分析の操作がわかりやすくなったという感想も見られた。

一方で、後半の授業の不足を指摘した回答もある。その中で、記述された回数が最も多いのは、担当教員の説明が速すぎると感じて、演習の進行の中でついていけなかった部分や、理解できなかった部分などが残っているという意見である。この点を改善するため、次年度に向けては、前半でのオンデマンドコンテンツの視聴を1回分圧縮し、後半での演習を1回分増やすことが考えられる。すなわち、オンデマンドコンテンツの視聴と質疑回答は、第2回～第11回に変更し、データ分析の演習を、第12回～第15回とすることで、演習に時間的な余裕を生み出すことが考えられる。

また、学生の回答の中で、授業での演習ではデータの分析ができたが、将来データ分析が求められる場合には、データ分析の方法をうまく活用できるかどうかについて自信がないという不安も書かれている。この不安への対処として、次年度から、演習の最終回では、演習で利用したデータ分析手法がどの種類のデータに適用

するのかについても一度整理することが考えられる。また、データ分析の学習は一生続くことであること、すなわち、分析手法をうまく活用できるようになるために、主体的でかつ繰り返して学習・練習・振り返りを行うという習慣を身につけることが必要であることについて学生に説明することが必要と考えられる。その例として、大学時代では、授業の課題、研究、インターンなどをするとき、出会ったデータがどの種類のデータなのか、そのデータから何を読み取ろうとしているのか、そのデータの分析にはどのような手法を利用したらいいのかなどを、自問自答のかたちで思考するように学生に励ますようにしたい。

質問(2)での回答に対する以上の考察から分かるように、本科目の前半の場合も後半の場合も、授業の満足度・難易度に対して、肯定的意見と否定的意見のどちらも、記述された頻度が高いものが見られた。これが、3.2節と3.3節で検出された、質問(1)、(3)、(4)で得られた評価得点が比較的大きい標準偏差を持っていたことの原因ではないかと考えられる。

### 3.5 より深く学びたい内容に関する回答

質問(5)では、本科目の授業で新たに学んでおり、これからより深く学びたいことが何なのかについて学生に聞いた。表10では、分野別に学生の回答例を挙げている。

約73%の学生は、データ分析の方法についてより多く学びたいと回答した。そのうち、約42%の回答は、Excelでのデータ分析についてより多く学びたいと具体化している。特に、グラフでの可視化、教育現場での活用、二次元データの分析という三つのトピックが多くの回答で取り上げられている。

データ分析の方法という回答以外に、AIについてより多く知りたいと答えた学生も多くおり、回答数の約19%を占める。そのうち、AIの教育場面での活用、社会での働き、メリットとデメリットという三つのトピックが多くの回答で書かれている。

以上の分析結果により、本科目の前半の授業、すなわち、AIの一般知識を扱う授業も、後半の授業、すなわち、データ分析に取り組む授業も、学生の学習意欲を高めることができたことが示されている。次年度に向けては、前半の授業では、AI技術の学校教育での活用、AIによる社会・生活での変革、AIを応用する時の留意点などの話題についてより豊富な学習資料を学生に提供するように改善することが考えられる。そして、後半の授業では、教育関係のデータ分析の演習時間を増やし、データの可視化などの分析方法に関する説明をより充実化したい。さらに、多次元データの解析についても簡単に紹介したい。

### 3.6 将来の教員の仕事に役立てる内容に関する回答

質問(6)では、本科目のどの内容が、これから教員になる上で仕事に役立てるのかについて学生に聞いた。表11では、分野別に、学生の回答例を挙げている。

約85%の学生が、データ分析の方法であると回答した。そのうち、約半分の回答は、Excelでのデータ分析であると明確化している。データ分析の具体的な方法まで記述している回答もある。そのような回答のほぼ全ては、データの可視化方法を書いている。これを見ると、大部分の学生が、教員にとって、データ分析の能力を身につけると、仕事の効果が高まり、また、生徒のデータを可視化し分析することで生徒の学習状況をわかりやすく整理・把握できることを意識していることが示された。そのため、次年度に向けては、学校現場でのデータ分析手法の応用についてより多く説明する改善を図りたい。

データ分析の方法と回答した学生以外に、AIの知識と活用方法であると回答した学生も数名いる。そのため、今後の授業では、AIがどのように学校教育で活用できるか、AIによって、学校での授業デザイン、課外

の学習活動、学生の学習方式などでどのような変化が生じているかなどなどの話題について、より深く説明することが必要であると考えられる。

## 4. まとめと今後の課題

本稿では、兵庫教育大学学校教育学部において、AI・データサイエンスの学習に未経験な学部生を対象とした科目「AI・データサイエンス基礎」の内容構成、実践の概要、学生による満足度・難易度の評価について報告するとともに、次年度に向けた授業改善の視点について検討した。その結果、学生は、授業の満足度・難易度に対してポジティブに評価した。その理由として、前半の授業に関しては、自分のペースで学習を進めることができ、また、AIに関する多様な話題や観点などに接触することができることが挙げられている。後半の授業では、Excelでの演習が、データ分析の基礎的な手法に対する理解を促したことが多くの学生から挙げられた。また、後半の授業では、前半の授業で説明されたデータ分析の知識との接続を考慮した上で演習の課題を設定したため、演習の内容がわかりやすくなったという感想も見られた。

一方で、前半の授業が数多くの話題を取り上げたため、まだ理解が不十分で学びが浅かった部分があり、その場合のサポートが足りなかったという意見もあった。その意見に対して、次年度より、Web調査による質問収集の回数を増やし、また、授業とオフィスアワーの際に、質問回答の時間をより多く設置する等の改善点を考察した。また、後半の授業では、演習の時間が短く教員の説明に追いつけなかったことや、演習で学んだ知識を別のデータ分析の場面でも活用できる自信がなかったなどの声が聞かれた。それらの意見に対して、次年度より、演習の授業を1回増加すること、データサイエンスに対する生涯学習と自主的学習の意識と能力の育成をも重視し、その指導方法に工夫することなどの改善点を考察した。

学生の期待感としては、Excelでのデータ分析の方法と、教育現場におけるAI・データサイエンスの利活用に対して最も興味を持っていることがわかった。したがって、今後の授業改善では、教員がAIやICTをどのように利活用すれば、教科指導の効果を向上させることができるかなどなどの話題について、より多くの実例を用いて説明していく必要がある。

「AI・データサイエンス基礎」の目標は、教育における利活用を見据え、技術・社会・倫理などの多様な視点からAI・データサイエンスの現状と進化を理解し、また、データ解析の基本的な実践力を身につける教員を育成することである。この目標に向けて、学生からのフィードバックをふまえて、本科目の内容構成や演習課

題などを振り返りながら調整・改善をすることが、これからの継続的な課題である。

なお、教育データサイエンスチームで策定したもう一つの科目「教育データサイエンス」の実践と評価については、別報にて報告する予定である。その上で、「AI・データサイエンス基礎」での学修が「教育データサイエンス」での学修にどのように接続されていくか、両者の学修を経験することで学生の資質・能力がどのように向上していくかについては、今後の検討課題とする。

## 参考・引用文献

- e-Stat (2021) 学校における教育の情報化の実態等に関する調査. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00400306&tstat=000001045486&cycle=0&tclass1=000001157150&tclass2=000001159426&tclass3val=0> (参照日 2023.3.13)
- 放送大学データサイエンス :<https://mds.ouj.ac.jp/> (参照日 2023.3.12)
- 松浦健太郎 (2016) Stan と R でベイズ統計モデリング. 共立出版株式会社, p.42.
- 文部科学省 (2015) 中央教育審議会 初等中等教育分科会「資料1 教育課程企画特別部会 論点整理」2. 新しい学習指導要領等が目指す姿. [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryo/attach/1364316.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryo/attach/1364316.htm) (参照日 2023.3.14)
- 文部科学省 (2017a) 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示). [https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt\\_kyoiku02-100002604\\_01.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt_kyoiku02-100002604_01.pdf) (参照日 2023.3.12)
- 文部科学省 (2017b) 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示). [https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt\\_kyoiku02-100002604\\_02.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt_kyoiku02-100002604_02.pdf) (参照日 2023.3.12)
- 文部科学省 (2018) 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示). [https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt\\_kyoiku02-100002604\\_03.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt_kyoiku02-100002604_03.pdf) (参照日 2023.3.12)
- 文部科学省 (2019) 高等学校情報科「情報 I」教員研修用教材 (本編). [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1416756.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416756.htm) (参照日 2023.3.14)
- 文部科学省 (2020a) 教育の情報化に関する手引 - 追補版 - (令和 2 年 6 月) 第 6 章 教師に求められる ICT 活用指導力等の向上. [https://www.mext.go.jp/content/20200608-mxt\\_jogai01-000003284\\_007.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200608-mxt_jogai01-000003284_007.pdf) (参照日 2023.3.12)
- 文部科学省 (2020b) 高等学校情報科「情報 II」教員研修用教材. [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/mext\\_00742.html](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00742.html) (参照日 2023.3.12)
- 文部科学省 (2020c) 小学校プログラミング教育の手引 (第三版). [https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt\\_jogai02-100003171\\_002.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf) (参照日 2023.3.12)
- 文部科学省 (n.d. a) GIGA スクール 構想の実現へ. [https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt\\_syoto01-000003278\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_1.pdf) (参照日 2023.3.12)
- 文部科学省 (n.d. b) 学校における教育の情報化の実態等に関する調査. [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/chousa01/jouhouka/1259933.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa01/jouhouka/1259933.htm) (参照日 2023.3.13)
- 文部科学省 (n.d. c) 数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度 (リテラシーレベル). [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/koutou/suuri\\_datascience\\_ai/00002.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/00002.htm) (参照日 2023.3.13)
- 文部科学省 (n.d. d) 新学習指導要領のポイント (情報活用能力の育成・ICT 活用). [https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afiel\\_dfile/2019/05/21/1416331\\_001.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afiel_dfile/2019/05/21/1416331_001.pdf) (参照日 2023.3.14)
- 日本教育新聞 (2022) GIGA スクール構想の目的とは? 予算や環境整備, 指導者に求められるポイントを解説. <https://www.kyoiku-press.com/post-217008/> (参照日 2023.3.12)
- 清水優菜, 掛川淳一, 森山潤 (2022) 学校教員を対象としたオンライン研修「教育データサイエンスセミナー」の試行的実践と評価 - 教員養成課程における AI・データサイエンス科目の開発に向けて. 兵庫教育大学学校教育学研究, 第 35 巻, pp.63-71.