

教員養成課程における科目「教育データサイエンス」の開発と評価 －兵庫教育大学学校教育学部 2022 年度における実践を通して－

Development and Evaluation of Subject “Educational Data Science” in Teacher Training Program: A Practice in Undergraduate Course of Hyogo University of Teacher Education in FY 2022

森山 潤* 澤山 郁夫** 清水 優菜***
MORIYAMA Jun SAWAYAMA Ikuo SHIMIZU Yuno

宮田 佳緒里**** 中須賀 巧*****
MIYATA Kaori NAKASUGA Takumi

本稿では、兵庫教育大学が教員養成フラッグシップ大学の取り組みの一環として開発した科目「教育データサイエンス」の実践の成果と今後の課題について検討した。「教育データサイエンス」の内容は、前半の7回で「確率・統計」の基礎的な概念を取り扱い、確認テストを実施した後、後半の8回で学校現場での実務を想定した演習課題を設定し、仮説検定の演習を行うものとした。2022年度後期に学部2年生計160名を対象とした授業の実践及び事前・事後調査を実施した。その結果、前後で「社会におけるAI・データサイエンスの利活用の動向を理解すること」、「AI・データサイエンスに関する数学や統計学を理解すること」などの項目で受講者の自己評価の向上が認められた。また、「役立つと感じた」内容として、仮説検定、表計算ソフトや統計ツールの活用法などが挙げられた。しかし、「目的に応じてデータを収集すること」については、自己評価に上昇が見られなかった。また、「授業のわかりやすさ」に関しては、中間項（評定3）が最も多かったものの、肯定的回答（評定4および5）は過半数に満たなかった。これらの結果を踏まえて次年度に向けては、学修内容や演習課題の難易度の調整、データの収集に係る学修内容の構成等について検討する必要があることが示唆された。

キーワード：兵庫教育大学、教員養成フラッグシップ大学、教育データサイエンス、教員養成、授業開発

Key words: Hyogo University of Teacher Education, flagship teacher training university, educational data science, teacher training program, course subject development

1. はじめに

近年、様々な分野においてビッグデータやAIなどの活用が台頭する中、実社会の問題解決にデータを適切に活用することの重要性が急速に増している。日本学術会議情報学委員会E-サイエンス・データ中心科学分科会は2014年に、「ビッグデータ時代に対応する人材の育成」を公表し、高等教育における数理・データサイエンスに係る教育の推進を提言している（日本学術会議2014）。また、2017年には、数理・データサイエンス・AI教育強化拠点コンソーシアムが設立され、高等教育における数理・データサイエンス・AI教育の基盤が構築された（数理・データサイエンス・AI教育強化拠点コンソーシアム2017）。その後、政府は、「AI戦略2019」において、文理を問わず、全ての大学・高専生に初級レベルの数理・データサイエンス・AIに係る素養を習得させることを提言した（内閣府2019）。これを

受けて数理・データサイエンス・AI教育強化拠点コンソーシアムは、数理・データサイエンス・AI（リテラシーレベル）モデルカリキュラムを策定している（数理・データサイエンス・AI教育強化拠点コンソーシアム2017）。このモデルカリキュラムに準拠するかたちで、現在、全国の数多くの大学で、数理・データサイエンス・AIに係るリテラシーレベルの教育が展開され始めている。

リテラシーレベルの数理・データサイエンス・AI教育は、文理を問わず全ての学部・学科に必要な基礎的な素養と位置付けられる。一方で、教員養成系大学・学部では、リテラシーレベルに加えて、学校教育でのデータの利活用が重要な課題となる。文部科学省は、2021年に「教育データの利活用に関する各種取り組み状況」を公表している（文部科学省2021）。それによれば、教育データは、スタディログなどの児童生徒の学習面、教師の指導・支援、学校・学校設置者の運営・行政デー

* 兵庫教育大学大学院教育学研究科人間発達教育専攻生活・健康・情報系教育コース 教授

令和5年7月7日受理

** 兵庫教育大学 先端教職課程カリキュラム開発センター 准教授

*** 国士舘大学（兵庫教育大学 先端教職課程カリキュラム開発センター協力研究員）

**** 兵庫教育大学大学院教育実践高度化専攻教育方法・生徒指導マネジメントコース 准教授

***** 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

タなどと定義され、教師の視点からは、「きめ細かい指導・支援」, 「教師自身の成長」として、児童生徒の視点からは「学びを振り返る」, 「学びを広げる・補う」, 「学びを伝える」として、それぞれ活用のイメージが描かれている。また、児童生徒の学びの保証の観点から、学校や家庭において学習やアセスメントができる CBT システムとして MEXBT¹⁾ を開発し、運用を開始している。また、国立教育政策研究所は 2021 年に、我が国の教育データ分析・研究、成果共有の拠点（ハブ）として、教育データサイエンスセンターを設置し、基盤整備や研究開発、分析支援等を展開している（国立教育政策研究所 2021）。このような動向の中、2021 年に文部科学省中央教育審議会「令和の日本型学校教育」を担う教師の在り方特別部会は、「教師に求められる資質能力の再整理」を公表し、その中で教師の資質能力の一つとして「ICT や情報・教育データの利活用等」を位置づけた（中央教育審議会 2021）。ここでは、「『個別最適な学び』と『協働的な学び』の実現に向け、児童生徒等の学習の改善を図るため、教育データを適切に活用することができる」ことがうたわれている（中央教育審議会 2021）。

このような動向の中、兵庫教育大学は、2022 年度より文部科学省の「教員養成フラッグシップ大学」の指定を受け、新しい教員養成の在り方を実践的に検討することとなった（兵庫教育大学 2022）。この取り組みの中で兵庫教育大学は、「自律した学習者を育てる教師の養成プログラム」(Teacher Education program for the Transformation: TEX) を策定し、「児童・生徒が自律した学習者として多様な人々と協働し、Society5.0 や SDGs を含めた個人・社会のウェルビーイングを実現できる次世代型の学びの創造に向けて、柔軟で高度な課題解決力を持った教師を養成する」ことをねらいに掲げている。TEX では、4 つのテーマのもと、新たな教職科目の開発を目指しているが、データの利活用に関しては、「テーマ 2: EdTech, 教育データの利活用、および STEAM 教育」として取り組むこととされた。また、TEX を推進するために兵庫教育大学先端教職課程カリキュラム開発センターを設置するとともに、その配下に教育データサイエンスチームを設置し、データの利活用に関わる新たな教職科目の開発に着手した。同チームは、「数理・データサイエンスリテラシーを基盤に、学校教育における職能として必要な内容知、方法知、問題解決能力を扱うもの」として教育データサイエンスを位置づけるとともに、「エビデンスに基づく教育改善の力」, 「AI 等を用いた多様な EdTech を活用する力」, 「教育データサイエンスの展望」という 3 つの要素をその学習内容として策定した。その上で、学部教育における AI・データサイエンス科目として「AI・データサイエンス基礎」, 「教育データサイエンス」の 2 科目を構想し、その暫定的なシラバス案を開発した。そして、アジャイル開発手法のもと、これら 2 科目の学習内容のコア要素を取り扱う教員研修として、兵庫教育大学ナショナルセミナー「教育データサイエンスセミナー」を開催した（清

水ら 2022）。その結果、受講者のセミナーに対する満足度は高く、かつ難易度は適切な水準であることが示された。また、セミナーは教育データサイエンスに関する知識習得の重要性とそれを学習し活用することにメリットがあることを認識させるものであったことが確認された。これらの結果から、構想した 2 科目の暫定シラバス案の適切性を、部分的にはあるが確認することができた。この結果を受け同チームは、2022 年度から正式な学部科目として「AI・データサイエンス基礎」, 「教育データサイエンス」を開設した。

本稿では、2022 年度に初開講した「教育データサイエンス」の実践の内容を整理し、受講生の反応を評価することで、その成果と今後の授業改善に向けた課題を検討することとした。なお、「AI・データサイエンス基礎」の初開講に関する実践報告については、別稿にて報告する。

2. 学部科目「教育データサイエンス」の内容

「教育データサイエンス」の授業テーマ及び到達目標は、次の 3 点とした。

- ・教育実践におけるデータ分析の意義を理解する。
- ・基礎的なデータ分析に必要な統計学を理解する。
- ・演習を通して基礎的なデータ分析の手法を習得する。

内容は、統計学の基礎について学修する第 1～7 回（以下、前半）、前半の到達度の確認を行う第 8 回、学校現場での実務を想定した検定手法と演習に取り組む第 9～14 回（以下、後半）、全体のまとめと到達度の確認を行

表 1 「教育データサイエンス」のシラバス

回	内容
[前半]	【全体講義】
第 1 回	ガイダンス, 教育におけるデータ活用の意義と実務のイメージ
第 2 回	データの種類に応じた要約と可視化
第 3 回	統計解析の基礎理論 1(確率, 期待値など)
第 4 回	統計解析の基礎理論 2(正規分布など)
第 5 回	推測統計の考え方
第 6 回	不偏推定量(標準誤差, 不偏分散, 標本標準偏差)
第 7 回	区間推定
第 8 回	前半確認テスト
[後半]	【クラス別講義】
第 9 回	統計的仮説検定の考え方
第 10 回	χ^2 検定[演習:児童生徒対象の意識調査の分析]
第 11 回	直接確率計算法, マクネマー検定[演習:児童生徒の授業前後の意識の変容の分析]
第 12 回	t 検定[演習:児童生徒の学力調査の分析]
第 13 回	対応あり t 検定, t 検定の注意点[演習:児童生徒の授業前後の学力の変容の分析]
第 14 回	相関係数[演習:児童生徒の授業に対する意識の分析]
第 15 回	総合確認演習, まとめ

う第15回で構成した。全体のシラバスを表1に示す。なお、講義の内容構成については、TEXのもとに設置された兵庫教育大学フラッグシップ大学コンソーシアムにおける連携企業の中から、(株)MM総研のデータサイエンティストである中村成希氏からアドバイスを得ている。

前半は、高等学校の数学Ⅰ・A・Bおよび大学基礎課程における「確率・統計」の基礎を主たる学修内容とした。第1回では、データハンドリングおよびデータ分析の基礎となるデータの形式(行列表現、整然データ・雑然データ)とデータの種類(名義・順序・間隔・比率データ)を取り上げた。第2～5回は、多くの学生が高校生のときに履修していないと考えられる数学Ⅰ・A・Bにおける「確率・統計」の内容を学修内容とした。第2回は、記述統計の基礎である代表値と散布度という「数的な要約」、および表とグラフという「図的な要約」を取り上げた。第3回は、推測統計の基礎をなす確率、とりわけ確率変数と確率分布を取り上げた。第4回は、代表的な確率分布であり、かつ母平均や母比率の推定の基礎となる二項分布と正規分布を取り上げた。第5回は、推測統計の前提となる概念である母集団と標本について取り上げた。第6回は、推測統計の基礎的な概念として、チェビシェフの不等式、大数の法則、中心極限定理、ならびに点推定の考え方を取り上げた。第7回は、区間推定の基礎的な概念として、母平均と母比率の100(1-a)%信頼区間の推定を取り上げた。

後半は、学校現場での実務を想定した検定手法の学修を中心的なテーマとした。まず第9回では、統計的仮説の考え方(帰無仮説、対立仮説、 p 値、両側検定、片側検定、第1種・第2種の過誤、効果量など)について解説した後、検定のロジックを辿るように、正確二項検定について演習を交えながら、その原理と計算方法を取り扱うこととした。続く第10回では、より実務的なデータ分析のイメージが持てるように、 χ^2 検定の原理について解説した後、仮想データ「小学校3年生と6年生における算数の好き嫌い」を用いて演習課題に取り組むこととした。同様に第11回では、仮想データ「高校1年生を対象とした環境学習の授業前後での『環境に対する興味』の変化」を用いて、マクネマー検定について解説、演習を行うこととした。第12～13回は、 t 検定を取り上げた。第12回では、仮想データ「理科の得意な生徒と不得意な生徒における実験・観察に対する意欲の違い」を用いて、対応のない t 検定の原理と活用方法について解説、演習を行うこととした。また、第13回では、仮想データ「マルチメディア教材を使用した授業の前後での数学に対する学習意欲の変化」を用いて、対応のある t 検定の原理と活用方法について解説、演習を行うこととした。第14回では、変数の関連性の強さを分析するための相関係数を取り上げた。ここでは、ピアソンの積率相関係数の原理と計算方法に加えて、相関の解釈や疑似相関も取り上げた。最後の第15回では、これまでの学修内容全体を振り返り、到達度を確認する

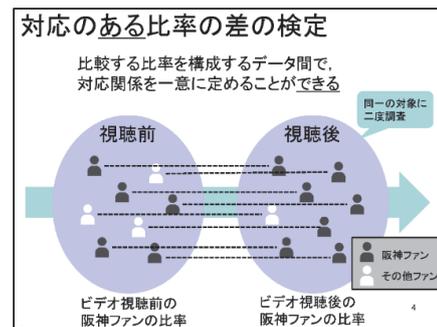


図1 比率の差の検定におけるデータの対応の有無の考え方を説明するスライド

表2 比率の差の検定におけるデータの対応の有無の考え方を確認するために用いた練習問題の例

1. 算数好きの児童と算数好きではない児童で、理科好きの比率に差があるのか、無作為抽出された児童の回答データから検討します。このとき実行するのは、対応の(ない・ある)比率の差の検定です。
2. ある小学校で無作為抽出した児童に、算数好きか否かと、理科好きか否かの両方を尋ねました。算数好きの比率と、理科好きの比率に差があるのか検討します。このとき実行するのは、対応の(ない・ある)比率の差の検定です。

ための課題に取り組むこととした。参考として、講義に使用したスライド教材並びに演習課題の例を図1、表2に示す。また、課題はExcelで作成し、検定の演習には、JS-STAR XR+ (以下、単にJS-STARと表記する)²⁾を使用することとした。

3. 授業の実践

3.1 統計学の基礎(前半)

第1回のオリエンテーションでは、まず教育データサイエンス全体の捉え方について概説した後、本授業のガイダンス、学修計画について説明した。その後、高等学校の数学の内容について履修状況と得意度を確認した。その結果、多くの学生が数学Ⅱ・Bまで履修していたものの、集団的傾向として苦手意識があることが示されたため、それぞれの内容に関する講義では、数式による説明を中心としつつも、図的な説明を可能な限り取り入れるようにした。また、毎時間の講義課題として、その時間の中心的な内容に関する問題演習を2、3問課すことにした。

前半において、実施された各回のテーマと内容を以下に示す。第1回では、「データの形式と種類」をテーマとして、行列表現、整然データ、雑然データという「データの形式」、ならびに名義・順序・間隔・比率データという「データの種類」について講義・演習が行われた。第2回では、「データの要約」をテーマとして、平均値、中央値、最頻値などの「代表値」、ならびに四分位範囲、分散、標準偏差などの「散布度」、ならびに棒グラフ、箱ひげ図、度数分布表、ヒストグラム、3次元グ

ラフなどの「表とグラフ」について講義・演習が行われた。第3回では、「確率変数と確率分布」をテーマとして、確率変数と確率分布の定義、および確率変数の期待値・分散・標準偏差についての講義・演習が行われた。第4回は、「確率変数と確率分布」の続きと「二項分布」をテーマとするものであった。「確率変数と確率分布」では、確率変数の変換、同時分布、確率変数の独立、確率変数の和と積の期待値、和の分散について講義・演習が行われた。また、「二項分布」では、二項分布の定義と性質について講義・演習が行われた。第5回は、「正規分布」と「母集団と標本」をテーマとするものであった。「正規分布」では、正規分布の定義と性質について講義・演習が行われた。「母集団と標本」では、集団と標本の定義、標本調査の方法について講義・演習が行われた。第6回は、「母集団と標本」の続きと「推測統計の基礎」をテーマとするものであった。「母集団と標本」では、母集団分布（母平均・母分散・母標準偏差）、標本平均・標本比率・標本分散の期待値と標準偏差について講義・演習が行われた。「推測統計の基礎」では、チェビシェフの不等式、大数の法則、中心極限定理について講義・演習が行われた。第7回は、「推測統計の基礎」の続きと「区間推定」をテーマとするものであった。「推測統計の基礎」では、点推定の基礎である不偏性、一致性、標本誤差、標準誤差について講義・演習が行われた。「区間推定」では、母平均と母比率の95%および99%信頼区間の推定について講義・演習が行われた。

実施された前半の内容を総括すれば、第1, 2, 7回は事前に想定した内容が実施されたものの、他の回は事前に想定した内容を該当時間に取り扱いきれず、内容が前後したものであった。

3.2 実務を想定した検定手法と演習（後半）

第9回から第14回は、学校現場での実務を想定した検定手法について解説し、実際に仮想データを使用した演習を実施した。

第9回で学生は、当初、抽象度の高い統計的仮説検定のロジックを掴むことは難しかったものの、正確二項検定の演習を取り入れたことで、徐々に考え方を理解することができるようになっていったように思われる。学生からは、例えば、「二項検定の計算で、なぜグラフの左右両方を含めて計算するのかが分かって成長したと感じた」、「今回実際にやってみると、身近なものにも当てはまるものがあることがわかった」といった感想がワークシートに設けた振り返りの自由記述欄に見られた。第10～11回の χ^2 検定及びマクネマー検定では、学校現場を想定した仮想データを用いたことで、意欲的に演習に取り組む学生の姿が見られた。第12～13回の t 検定でも同様に、学校現場を想定した仮想データを用いたことで、 t 検定を用いる場面についてイメージを持つことができていた様子が見られた。また、検定の計算には、JS-STARを用いたためか、演習課題に対する混乱はあまり生じなかった。学生からは、例えば、「JS-STARでの

計算方法がよくわかった」、「検定を使うことで物事への評価の幅が大きく広がるので使いこなせるよう頑張ろうと思います。」といった感想が見られた。しかし、その一方で、手法の種類が増えてくるに従い、「だんだん難しくなってきた」、「どの検定を選べば良いか、判断の仕方でも混乱してきました」といった感想も見られた。第14回の相関係数では、「今回の講義の内容は前回に比べて比較的スムーズに行うことはできたのでよかった。」など、比較的肯定的な感想が見られた。その一方で、疑似相関については、「気をつけないとだまされそう」といった感想も見られた。また、後半全体では、「今までのスライドを参考にしつつ今回の演習問題に取り組みました。これまで理解しきれていなかったところが理解できるようになったりどのような検定を使うべきかも考えることができました。」といった感想が見られた。

4. 実践の評価

4.1 評価の手続き

実践の成果を評価するために、第1回のオリエンテーション時（以下、事前調査）と第15回の最終確認課題の後（以下、事後調査）に、Webフォームによって調査を実施した。なお、Webフォームによる調査結果の取り扱いについては、本研究での使用に関して学生から承諾を得ている。

(1) 対象

2022年度後期に実施した「教育データサイエンス」の受講生計160名を対象とした。

(2) 質問項目

質問項目として、兵庫教育大学が実施した「令和3年度教師の養成・採用・研修の一体的改革推進事業」である「多機関連携・協働による学習観・授業観の転換を担う教師の育成に対応した先導的教職科目の開発研究」で用いられた「教育データサイエンス」に係る質問計12項目を使用した。質問項目は、「1. 社会におけるAI・データサイエンスの利活用の動向を理解すること」など、AI・データサイエンス全体に係る項目と、「9. データを活用して学校や児童生徒の実態を把握すること」など学校教育におけるデータの利活用に係る項目によって構成されている（具体的な質問項目は、表3参照のこと）。これらの質問について、「できている」「ややできている」「どちらとも言えない」「あまりできていない」「できていない」の5件法で評定を求めた。分析では、「できている」程度が高いほど得点が高くなるように、1～5点の範囲で得点化した。加えて、授業に対する受講生の反応を捉えるために、「満足度」、「演習のわかりやすさ」などの項目を準備した。これらの項目に対して、「とてもあてはまる」から「まったくあてはまらない」までの5件法で評定を求め、肯定的な回答ほど得点が高くなるように、1～5点の範囲で得点化した。また、得られた自由記述については、筆者らで記述内容を帰納的に分類した。

4.2 事前事後比較

各項目の受講者の評定値について、事前・事後調査間の変化量を中心に考察する。ここでは、事前及び事後調査のいずれにも回答した受講生 116 名（有効回答率 72.5%）を分析の対象とした。なお、両方の調査に回答した者の割合は必ずしも高くないこと、また、回答者の属性が比較的積極的に授業に取り組んだ層に偏っている可能性に留意して以後の考察を進める必要がある。

各項目の調査時期別にみた平均値およびその差について対応のある t 検定を行った結果を表 3 に示す。結果、計 12 項目中 11 項目において、事前から事後にかけての平均的な自己評定値の上昇が認められた。とくに上昇量の大きかった上位 3 項目は、効果量の大きい順に、「1. 社会における AI・データサイエンスの利活用の動向を理解すること」($d=.66$)、「3. AI・データサイエンスに関する数学や統計学を理解すること」($d=.65$)、「2. AI・データサイエンスに関する技術の仕組みを理解すること」($d=.64$)であった。受講生は、事前から事後にかけて、

本科目以外にも様々な授業や課外活動等を経験しているため、これらの上昇を、科目「教育データサイエンス」を受講したことによる効果と特定することはできないものの、当科目による効果を含んでいると解釈することは可能と考えられる。すなわち、「教育データサイエンス」の受講を含む大学生活を送る中で、本学の 1 年生は、AI・データサイエンスの社会における利活用の動向や、技術の仕組み、関連する数学や統計学を理解できているという自己評価がとくに高まった可能性がある。ただし、その上でも、事後における肯定的自己評価者（「ややできている」または「できている」と回答した者）の割合は、いずれの項目においても過半数に満たなかった（表 3 右側）。すなわち、過半数の学生は、科目「教育データサイエンス」を受講し終えた現在においても、これらの理解度は十分ではないと感じている可能性がある。一般に、AI・データサイエンスに関する理解は容易ではないことや、自己評価の低さが過信を抑制したり、学習行動を促したりする場合もあることを踏まえると（e.g.,

表 3 各項目の調査時期別にみた平均値（対応する括弧内は標準偏差）と差の検定結果
ならびに事後における肯定的自己評価者の割合

項目	事前	事後	差の検定結果	事後における肯定的自己評価者 ¹⁾ の割合
1. 社会における AI・データサイエンスの利活用の動向を理解すること	2.70 (0.91)	3.28 (0.85)	$t = 5.63^{**}$ ($d = .66$)	50.0% (116 名中 58 名)
2. AI・データサイエンスに関する技術の仕組みを理解すること	2.56 (0.94)	3.16 (0.91)	$t = 5.81^{**}$ ($d = .64$)	42.2% (116 名中 49 名)
3. AI・データサイエンスに関する数学や統計学を理解すること	2.46 (0.92)	3.04 (0.90)	$t = 5.49^{**}$ ($d = .65$)	38.8% (116 名中 45 名)
4. 社会において AI・データサイエンスを利活用する際の注意点を理解すること	3.09 (0.97)	3.54 (0.85)	$t = 3.90^{**}$ ($d = .50$)	65.5% (116 名中 76 名)
5. 様々な統計資料などから、データを適切に読み取ること	3.30 (0.91)	3.60 (0.74)	$t = 3.38^{**}$ ($d = .36$)	65.5% (116 名中 76 名)
6. 目的に応じて、適切にデータを収集すること	3.50 (0.91)	3.46 (0.81)	$t = .45 \text{ n.s.}$ ($d = .05$)	56.9% (116 名中 66 名)
7. データをグラフなどで適切に可視化すること	3.31 (0.94)	3.62 (0.81)	$t = 3.06^{**}$ ($d = .36$)	65.5% (116 名中 76 名)
8. 表計算ソフトや統計解析ソフトなど、データを扱うソフトウェアを操作すること	2.87 (0.97)	3.19 (0.95)	$t = 3.06^{**}$ ($d = .33$)	41.4% (116 名中 48 名)
9. データを活用して学校や児童生徒の実態を把握すること	2.84 (0.88)	3.16 (0.87)	$t = 3.49^{**}$ ($d = .36$)	35.3% (116 名中 41 名)
10. データを活用して教育実践の改善方策を立案すること	2.65 (0.85)	2.90 (0.93)	$t = 2.39^*$ ($d = .28$)	28.5% (116 名中 33 名)
11. データを活用して教育改善の効果を検証すること	2.65 (0.90)	2.91 (0.97)	$t = 2.53^*$ ($d = .29$)	29.3% (116 名中 34 名)
12. 人工知能(AI)を搭載したドリルアプリなど EdTech ²⁾ を、適切に学習指導に活用すること	2.33 (0.93)	2.60 (0.92)	$t = 2.66^{**}$ ($d = .30$)	16.4% (116 名中 19 名)

¹⁾ 「ややできている」または「できている」と回答した者を示す。

²⁾ 「EdTechとは、Education×Technologyの意の造語のことで、『教育におけるAI、ビッグデータ等の様々な新しいテクノロジーを活用したあらゆる取組』（文部科学省）のことを指しています。」との注記の上、評定を求めた。

Vancouver & Kendall 2006), このような科目受講後の自己評価の高い受講生の少なさについて, 一概に望ましくない結果であるとはいえない。しかしながら, 理解度が十分ではないと感じている学生の中には, 今後どのようにすれば理解度を高めることができるのか, 適切な学習方法の見直しをもてずにいる者も少なくないと考えられる。今後, 参考文献や関連する学内外のプログラムを紹介する等して, 受講生のフォローアップ, すなわち自主学習の足場かけについても検討を進める必要がある。

一方, 上昇量の小さかった下位3項目は, 効果量の小さい順に, 「6. 目的に応じて, 適切にデータを収集すること」($d=.05$), 「10. データを活用して教育実践の改善方策を立案すること」($d=.28$), 「11. データを活用して教育改善の効果を検証すること」($d=.29$)であった。なお, この内, 「6. 目的に応じて, 適切にデータを収集すること」については, 自己評価の上昇を認めなかった($t(115) = .45, p = .651, d = .05$)。このことは, 科目「教育データサイエンス」を含む本学のカリキュラムが, データの収集過程に関する学びの機会を十分に提供できなかった可能性を示唆している。一般に, データサイエンスに関する科目では, 所与のデータをどのように分析するかといった, データの分析過程に関する講義・演習が中心になりがちであるが, 実際の教育実践や研究においてデータは所与ではない。また, データをどのように収集するかといった計画は, 分析結果の妥当性や一般化可能性にも影響しうる重要なプロセスである。今後, 収集過程に関する講義・演習をどのようにしてカリキュラムに組み込むことが可能であるかについて検討を進めていく必要がある。また, 「データの収集」に次いで, 上昇量の小さかった2項目については, いずれも「教育実践の改善方策の立案」や「教育改善の効果検証」といった, 学んだ知識の応用に関する項目であった。また, これらの項目については, 事後における肯定的自己評価者の割合も3割に満たなかった。これらの結果は, 応用過程に関する講義・演習の時間についても, 基礎的な事項に比べると十分に提供することができなかった可能性を示している。ただし, 応用は基礎の上に成り立つという順序性があるため, このような応用面に関する「自己評価の上昇量」や「肯定的自己評価者の割合」の相対的な小ささについては, 学部1年生のカリキュラムの結果としては, 許容されるべきものかもしれない。今後, 応用面に関する学習機会をどのように担保することができるかについても検討が必要である。

総じてみるに, 「データの収集」に関する項目を除いた基礎的側面を中心に, 受講生の自己評価は事前から事後にかけて平均的に上昇していたが, 肯定的自己評価に到達した者は必ずしも多いとはいえないことが明らかとなったといえる。今後, これらの結果を踏まえた受講生のフォローアップや次年度以降のカリキュラムの改善が求められる。

4.3 授業の満足度と演習のわかりやすさ

「教育データサイエンス」の授業の満足度を問う項目への回答, 後半のデータ解析の演習のわかりやすさを問う項目への回答を表4に示す。ここでは, 事後調査に回答した119名のデータを用いる。

授業の満足度では, 否定的回答(評定1及び2)はさほど多くないものの, 中間項(評定3)が最も多く, 肯定的回答(評定4および5)は過半数に満たなかった。これに対して, 演習のわかりやすさに対しては, 肯定的な回答(評定4または5)が全体の半数を占め, データ解析の演習が肯定的に受け止められていることがわかる。

評定理由は, 肯定的内容が36件, 否定的内容が47件, 肯定的内容と否定的内容を併記したものが36件であった(表5)。肯定的内容として多かったのは, 「授業や資料がわかりやすかった」(16件), 「理解できた, または理解するよう努めた」(8件)であった。授業や配布物が受講生に肯定的に受け止められると共に, 受講生自身も積極的に理解しようと努めていたことが伺える。また, 「将来役立つことを学べた」(8件)というように, 学習内容の有用性が実感されたことも伺われる。それに対し, 否定的内容で最も多かったのは, 「難しかった, または理解できなかった」(31件)であった。これは, 肯定的内容と否定的内容を併記する回答においても顕著であり, 授業のわかりやすさや内容の有用性は実感しつつも, 内容理解の困難さが指摘されていた。

表4 授業の満足度と演習のわかりやすさ

評定	満足度	演習のわかりやすさ
5	7	21
4	35	38
3	56	40
2	16	12
1	5	1
未回答	0	7
合計	119	119

4.4 もっと学びたいこと/役立つと感じた内容

「教育データサイエンス」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」を記述させる項目への回答は表6, 表7の通りである。ここでも, 事後調査に回答した119名のデータを用いる。

「新たに学んだこと」として多かったのは, 「検定について」(25件), 「ExcelやJS-STARの使い方」(15件), 「データの扱い方」(10件)のような, 授業内容に関わる事柄であった。ほとんどが新たな学びであったとする意見も見られるなど, 授業内容の多くが受講者にとって初めて学ぶ内容であったことが伺える。

「もっと学びたいこと」として多かったのは, 「教育現場でどう活用できるか」(15件), 「ExcelやJS-STARの使い方や活用方法」(11件), 「データの活用方法」(5件)

のように、授業で学んだ内容の活用に関わる内容であった。一方で、「もっとしっかり理解したい」(11件)、「学んだ知識を使いこなせるようになりたい」(3件)との回答も見られ、受講生が内容理解を希求していることが伺える。

続いて、「教育データサイエンス」の授業を通して「役立つと感じた」を記述させる項目への回答は表8の通りである。特に「検定方法について」(32件)、「ExcelやJS-STARの活用法」(26件)のような学びが役立ったと感じている受講生の意見が多かった。また「現場での児童・生徒の成績把握」(23件)や「授業づくり(授業の効果や改善点の確認)への活用」(11件)など、児童生徒の実態把握や授業づくりの探究に役立たせたいといった回答も得られた。さらに「データ活用方法・整理方法」(13件)の回答には、データの活用法ならびに結果をグラフや表に加工するスキルが教員になった際に役立つというものもあった。

最後に、その他の事項として受講生に「教育データサ

イエンスの授業について感じたことや考えたこと」について任意回答を求めたところ、「授業内容の難易度」(12件)や「授業内容の改善点」(8件)などが見られた(表9)。授業内容の難易度が高い(難しい)ことが指摘されており、例示データをより教育現場を想起しやすいものや受講生が身近に感じるものへと工夫する必要もあるだろう。また解説の時間を増やしてほしいや内容が多いなども今後の改善点である。

5. 考察

以上の結果から、初開講の「教育データサイエンス」における学生の反応は、次のようにまとめられる。第一に、実践の前後で「社会におけるAI・データサイエンスの利活用の動向を理解すること」、「AI・データサイエンスに関する数学や統計学を理解すること」など多くの項目(計12項目中11項目)で自己評価が向上したことから、本実践に一定の効果があったと推察される。第二に、仮説検定の考え方、表計算ソフトや統計ツール

表5 満足度の回答理由の категория と記載内容

肯定的内容	
授業や資料がわかりやすかった	16
eg. 解説やレジュメがわかりやすく理解がしやすかった。	
将来役立つことを学べた	10
eg. 教師になった時に役立つ知識を多く教えていただいたから。	
理解できた/理解するよう努めた	8
eg. 初めての内容が多かったが、理解しようと必死に取り組めたから。	
新たな学びがあった	2
eg. 自分が今まで知らなかった知識を得ることができたため。	
否定的内容	
難しかった/理解できなかった	31
eg. とても難しくあまり理解/	
有用さが感じられない	6
eg. 学習した内容を、実際の教育現場でどのように活用するのか分かりにくかった。	
授業に不満	5
eg. 演習問題を解く時間が少し短かったため、理解する前にどんどん内容が進んでいったように感じたから。	
クラスによって内容に差がある	3
eg. 後半のクラス別の授業で、クラスによって内容に差がありすぎる。	
その他	2
eg. 前期の情報処理基礎演習, AI データサイエンス, 後期の情報技術活用論, 教育データサイエンスといったように情報系の講義が4つもあり、あまり違いが分からなかったため。分ける必要はあるのかと疑問に思った。	
肯定・否定併記	
授業や資料はわかりやすいが、理解度が不満	8
eg. 授業はわかりやすく良いものだったが、私自身の理解度が満足のいくものではなかったから。	
新たな学びがあったが、難しかった	8
eg. 新しく学ぶことが多く、様々な知識を身につけることができた反面、今まで触れてこなかったようなものばかりで少し難しかった。	
将来役立つことを学べたが、難しかった	7
eg. 確実に将来必要とされる技術を培うための授業であったと感じるため今後の人生に役立つと感じるから。しかし、自分自身の復習が足りていなかったため、完全に理解することができなかった。	
前半の内容は難しいが、後半は満足	5
eg. 前半が特に、やや難しいと感じるところがあったが、後半の演習量が多く、とても満足度が高かったから。	
理解できた部分とそうでない部分があった	5
eg. 理解できたところもあったが、わからないところも残ってしまったから。	
理解はできたが、授業や資料が不満	3
eg. 基本的には理解出来たが、たまに進むスピードが早く理解できないところもあったから。	

表6 「新たに学んだこと」の категорияと記載内容

新たに学んだこと	
検定について	25
eg. 検定には多くの種類があり、いつ何を活用するのかについて新しい学びを得ることができた。	
Excel や JS-STAR の使い方	15
eg. Excel の使い方や JS-STAR などの使い方を学ぶことが出来た。	
データの扱い方	10
eg. データの比較方法などについて詳しく知ることが出来た。	
将来役立つこと	7
eg. 教員になったら対応のある平均値の差の検定などは、意外と使えるのかもなと思った。	
統計学全般・数学的な見方	4
eg. 統計学というものを初めてこの授業で知った。	
ほとんどが新たな学び	3
eg. この授業を通して学んだことのほとんどが新たに学んだことでした。	
前半よりもわかりやすかった	2
eg. 前半よりもわかりやすくてできたところが多かったです。	

表7 「もっと学びたいこと」の категорияと記載内容

もっと学びたいこと	
教育現場でどう活用できるか	15
eg. 「学校」という現場でどのように活用することができるのかをさらに詳しく知りたい。	
Excel や JS-STAR の使い方, 活用法	11
eg. Excel の活用法を学びたい。生徒のテストの成績を管理する際に上手く使えればとても効率が良いと感じた。	
もっとしっかり理解したい	11
eg. まだまだ理解が及ばない所が多いので、これ以上新たに色々なことを学ぶよりは、ここまでで得た学びを復習したり演習しなおしたりして、より確実なものにしたいと思いました。	
データの活用法	5
eg. この授業を通して学んだデータの活用法をもっと実践的に使えるようになるためのことをもっと学びたいと思いました。	
検定方法	4
eg. もっと色々なデータについてどのような検定方法があるのかを知りたいと思いました。	
学んだ知識を使いこなせるようになりたい	3
eg. 今回の授業だけでは完璧に理解出来たとは言えないため、使いこなせるようになりたいと思った。	
実際のデータを扱ってみたい	3
eg. 実際にデータ収集からしてみたいと思った。	
その他	3
eg. もっと学びたいこととして、子どもたちの学習意欲と相関性があるのか何なのかを学びたいと思った。	
判別不能	11
eg. Excel を使ったデータ解析	
特になし	5

表8 「役立ったこと」の категорияと記載内容

検定方法について	32
eg. 対応のある t 検定を用いれば、授業前と授業後での理解度の変化がより可視化できるのではないかと感じた。	
Excel や JS-STAR の活用法	26
eg. Excel の利用方法や、数学的にもものを見て考える思考力を伸ばすことが出来たこと。 JS-STAR を使ってさまざまな計算ができることを知れたこと。	
現場での児童・生徒の成績把握	23
eg. 子どもたちの成績や体力テストなどのデータを比べるときにさまざまな検定を使って結果を見ることができ教員になる上で役立つと思いました。またデータサイエンスを学び、活用することで教員の仕事の効率化にもつながると感じました。一つ一つのデータを手で計算し、どういったことが言えるのか考えていると時間も労力をも費やします。データサイエンスを通して効率の良い判断が可能になってくると思いました。"	
データ活用方法・整理方法	13
eg. 様々なデータの処理やその方法などを理解できたことは教員にとって必要な能力であると言えるので役に立ったと言える。	
授業づくり (授業の効果や改善点の確認) への活用	11
eg. 授業を受けた前後で思考が変わったか、や、授業方法によって成績が変わったのかななどを簡単に結果として出せることを学ぶことができ、これは教師になった際にとっても役に立つな、と感じました。	
新たな思考	2
eg. 単に平均値を見るような考え方しか以前はなかったが、さまざまな観点から現状を見ることができると感じた。	

表9 「授業について感じたことや考えたこと」の категорияと記載内容

授業内容の難易度	12
eg. これをタブレット上、紙での授業にしたとしても難しかったと思う。文系が多くいる兵庫教育大学でこれだけ理系よりの授業を展開するのは少し難しいのではないかと思った。先生の教えが悪いということは一切ないが、初頭算数でも手一杯の学生たちがこれについていけるとは思えない。しかし、工夫した授業展開にしてくれており、文系でも分かりやすく授業が展開されていたのは素晴らしい。ありがとうございました。	
授業内容の改善点	8
eg. もう少し解説の時間を長くって欲しいと思いました。内容が多すぎて、時間内に収まりきっていない印象を受けた。	
御礼・感謝	8
eg. 簡単な授業ではなかったが、分からないことがあると先生方が丁寧に教えてくださったので、理解することができて良かったです。ありがとうございました。数学が大の苦手な私にとっては、とても難しく感じたのですが、新しいものの見方ができた授業でした！ありがとうございました。	

の活用法などの学修について「役立つと感じた」学生が見られ、教師としての児童生徒の実態把握や学習指導の効果測定などにデータ解析の手法が生かせそうだという認識をもつことができた可能性がある。

しかし、その一方で、自己評価の平均的な向上の認められた項目についても肯定的な意識を有する学生の比率は必ずしも高くなかった。また、「目的に応じてデータを収集すること」については、自己評価に上昇が見られなかった。

「授業のわかりやすさ」に関しては、中間項（評定3）が最も多かったものの、肯定的回答（評定4および5）は過半数に満たなかった。これらのことから初開講の実践では、学生に必要な学びを提供できた点は評価できるものの、難易度については、今後の改善が必要であることが示唆された。特に、「目的に応じてデータを収集すること」の自己評価が向上しなかった点については、次年度以降、データの収集に係る学修内容の構成等について検討する必要があることが示唆された。

本学に入学する学生の多くは、高等学校において文系クラスに所属していたケースが多いことが予想される中、本講義で扱った数学的な内容に対する難しさを感じていたのではないかと推察される。高等学校では、2018年告示の高等学校学習指導要領から、数学科や情報科において確率・統計やデータ利活用に関する学習内容が拡充されている。そのため、新しい教育課程で学習した高校生が大学に入学してくるまでの時期は、本講義のスタートラインの設定に留意が必要と考えられる。逆に言えば、新しい教育課程で学習する高校生は、数学B（選択）において、本講義の第7回までの内容、区間推定、仮説検定の考え方、平均値の検定（Z検定）などを既に学習することとなっている。また、情報科の情報Iにおいても、記述統計、相関などは、計算ツールを用いて分析する体験をほとんどの学生が持つことが予想される。これらの内容は、本学を含めて国立大学の受験において、大学入学共通テストで求められるので、ほとんどの学生が履修してくることが予想される。新しい教育課程で学習している現在の高校2年生が大学に入学する頃には、本講義を受講する学生の実態にも変化が生じると考えられる。このことも踏まえつつ、本講義のスタートラ

イン、内容の精選、難易度、順序性などを継続的に改善、調整していくことが求められよう。

6. まとめと今後の課題

本稿では、兵庫教育大学が教員養成フラッグシップ大学の取り組みの一環として開発した科目「教育データサイエンス」の実践の成果と今後の課題について検討した。本稿で把握された学生の反応に基づいて継続的に授業改善に取り組んでいく必要がある。

一方で、本講義で取り扱った学修内容は今後、現職教員が教育データを利活用する際にも、習得が求められるものである。その意味において初開講の実践に対する学生の反応は、今後の教員研修をデザインする際の参考にもなるものと考えられる。

教育データサイエンスで扱われる統計的なデータ分析の手法は、数学的な正しい理解のもと、決して誤用しないことが求められる。必ずしも数学を専門としない学生や教員を対象に、こうした数学的理解と使用方法を適切に習得させていくために、本講義の中でどのようなポイントを押さえていくべきか、どのような演習課題を設定していくべきかについて慎重な検討が必要である。限られた授業時間内でのバランスを取りつつ、今後の授業改善を進めたい。

注

- 1) CBTとは、Computer Based Testingの略。MEXCBT（メクビット）は文部科学省が構築したCBTシステムの名称。文部科学省を表すMEXTとCBTを掛け合わせて命名されている。
- 2) JS STAR XR+は、田中敏氏、Nappa氏が開発・運用する統計解析用のフリーウェア。開発言語はJavaScriptであり、標準的なブラウザで使用することができる。

引用文献

中央教育審議会（2021）。「令和の日本型学校教育」を担う教師の在り方特別部会教師に求められる資質・能力の再整理 https://www.mext.go.jp/kaigisiryo/content/20210803-mxt_kyoikujinzai01-000017240_3.pdf

- (最終閲覧日 :2023/10/17)
- 兵庫教育大学先端教職課程カリキュラム開発センター (2022) . 自律した学習者を育てる教師の養成プログラム TEX- アジャイル型手法を導入したカリキュラム開発 - 構想調書要約版, <https://www.hyogo-u.ac.jp/c-tex/pdf/document002.pdf> (最終閲覧日 :2023/10/17)
- 兵庫教育大学 (2022) . 令和 3 年度教師の養成・採用・研修の一体的改革推進事業多機関連携・協働による学習観・授業観の転換を担う教師の育成に対応した先導的教職科目の開発研究 https://www.mext.go.jp/content/20220517-mxt_kyoikujinzai01-000022678-2.pdf (最終閲覧日 :2023/10/17)
- JS STAR XR +, <https://www.kisnet.or.jp/nappa/software/star/> (最終閲覧日 :2023/10/17)
- 文部科学省 (2021) . 教育データの利活用に関する各種取り組み状況, https://www.mext.go.jp/kaigisiryo/content/20211222-mxt_syoto01-000019693_012.pdf (最終閲覧日 :2023/10/17)
- 国立教育政策研究所, 教育データサイエンスセンター (2021) . https://www.nier.go.jp/04_kenkyu_annai/div12-data-sci.html (最終閲覧日 :2023/10/17)
- 内閣府 (2019) . 「A I 戦略 2019」の概要と取組状況, <https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/reform/wg7/20191101/shiryoul.pdf> (最終閲覧日 :2023/10/17)
- 日本学術会議情報学委員会 E - サイエンス・データ中心科学分科会 (2014) . ビッグデータ時代に対応する人材の育成, <https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-t198-2.pdf> (最終閲覧日 :2023/10/17)
- 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, <http://doi.org/10.15117/00020174>
- 数理・データサイエンス・AI 教育強化拠点コンソーシアム (2017) . <http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/overview.html> (最終閲覧日 :2023/10/17)
- 数理・データサイエンス・AI 教育強化拠点コンソーシアムモデルカリキュラム, http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/pdf/model_literacy.pdf (最終閲覧日 :2023/10/17)
- Vancouver, J. B., & Kendall, L. N. (2006) . When self-efficacy negatively relates to motivation and performance in a learning context. *Journal of Applied Psychology*, 91 (5), 1146-1153. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.91.5.1146>