

2 年次基礎ゼミナールにおける Google Colaboratory を利用した データサイエンス教育の実践

藤本雄紀¹ 日下恭輔¹

概要: 本学では 2 年次必修科目として、経済、経営、スポーツ、法律、情報分野の資料読解とディスカッションを通して、多分野の知識理解を深めると共に文章読解能力を高めるための基礎ゼミナールを開講している。情報分野の単元では、昨今のデータサイエンス教育への機運の高まりを受けて、人工知能やデータ分析に関する教材作成が求められたが、専門の異なる複数教員による同時開講科目であるため、教員の専門性を問わない教材の開発が急務であった。そこで、クラウドの開発環境である Google Colaboratory を使った教材を提供し、学生が中心となってデータ分析に必要なデータの前処理、視覚化を体験できる演習を実践した。この演習の教育効果を測定するため、①専門外かつ Excel を活用するゼミ、②専門かつ Excel を活用するゼミ、③専門外かつ Google Colaboratory を活用するゼミ、④専門かつ Google Colaboratory を活用するゼミに分け、演習前後にアンケート、授業後に理解度確認テストを実施して結果を比較した。アンケートの結果、人工知能に対する興味関心はいずれの教員クラスにおいても高くなった傾向がみられた。また、理解度確認テストにおいても、データ分析の処理手順や結果の考察を自分なりに説明できている受講生が多く、教員の専門性に依らず、人工知能の仕組みやデータ分析手法の理解向上に効果があることがわかった。

キーワード: 2 年次基礎ゼミナール, Google Colaboratory, データサイエンス教育, 人工知能

Practice of Data Science Education using Google Colaboratory in the second-year seminar

YUKI FUJIMOTO^{†1} KYOSUKE KUSAKA^{†1}

Keywords: Second-year seminar, Google Colaboratory, Data science education, Artificial intelligence

1. はじめに

内閣府は、第 5 期科学技術基本計画[1]において、我が国が目指すべき未来社会の姿として Society5.0 を提唱している。これはあらゆるモノをインターネットに接続することで現実空間の膨大なデータを仮想空間に蓄積し、人工知能 (AI) を用いたフィードバックにより、社会問題の解決を目指すものである。このような社会を実現するためには技術革新はもちろんのこと、技術を活用して新たな価値を生み出すことのできる人材育成も重要視しなければならない。Society5.0 時代で求められる人材像として、様々な分野において AI やデータの力を最大限活用し展開できる人材などが挙げられており、文理を問わず学ぶ機運が高まってきている[2]。また、情報処理学会の提案する一般情報教育カリキュラム標準 J17-GE[3]に「人工知能 (AI) とデータ科学」が策定されたことで、人工知能に対する教育は今後も重要視されることが予想される。

そのような背景の下、北陸大学経済経営学部のカリキュラムでは、社会人必須 5 教科と題した法律、経済、経営、会計、IT 分野を軸とした教育が展開されており[4]、地方私立文系大学でありながらも情報教育を推進している。タイピングや表計算ソフトなどの各種ソフトウェアの操作に関

するリテラシー教育のみならず、クラウドサービスを使った人工知能に関する演習やプログラミング教育にも積極的に取り組んでいる[5][6]。さらに今年度からは人工知能に対する理解を深めるため、2 年次必修科目である「専門基礎ゼミナール」においても、情報分野の学問を学ぶ単元が新設され、人工知能の概要のみならず、データの可視化、結果の解釈などに関する内容を扱う教材作成が必要となった。また、この科目は複数教員による同時開講であるため、情報を専門とする教員はほとんどおらず、教員の専門性に依存しない教材であることが求められた。しかしながら、既存の教育実践は多岐にわたり、どのような手法、ツールを使うことで有用な教育効果を得られるかは明確にされていない上、情報教員が指導することを前提としたものが多い。

そこで本研究では、文系学部の学生を対象として、教員の専門性に依らずとも人工知能におけるデータの扱いに関する知識を身に付けることができる教材を開発する。そして、教員の専門性や、各種ツールの使用有無による教育効果の差異を分析して、有用な教育手法を明らかにすることを目的とする。これらの教育実践の効果は、確認テストおよび事前・事後アンケートの結果から評価する。この手法を確立することで、専門性や年齢を問わずあまねく人への教育の浸透に寄与すると考えられる。

¹ 北陸大学経済経営学部
Faculty of Economics and Management, Hokuriku University

2. 関連研究

高等学校におけるプログラミング教育の必修化に伴い、理系のみならず、文系大学であってもデータサイエンス教育の整備が課題となる[7]。しかしながら、データサイエンス教育を専門領域とするような教員が多くの大学に所属するとは限らない。実際、掛下[8]が報告するように、情報専門教育に多く携わる任期なしの専任教員のうち、情報学分野の専門学科を卒業した教員は 54.1%である。情報専門教育のおよそ半数は非情報系学科を卒業した教員も携わっているが、専門的な教員と比較するとこうした教員は、情報学に対する体系的な教育の不足が懸念される[8]。近年、設置が相次ぐ「データサイエンス学部」においては組織的な対応や支援が見込めるものの[9]、こうした学部を有しない、とりわけ地方私立文系大学においては、情報系学科を卒業した教員とそうではない教員が混在する形でデータサイエンス教育の整備が進められると考えられる。そのため、教員間の専門性のばらつきはデータサイエンス教育の整備の大きな障害になると推測される。実際、藤澤ら[10]が報告する数理・データサイエンス教育の実践や、大前ら[11]が報告する人工知能教育の実践は、情報を専門とする教員が指導することが前提となっており、専門が異なる複数の教員による同時開講科目においては教育の質保証が困難となる。また、人工知能に関する技術や知見は幅広い分野への応用が可能であり、データに基づいた意思決定をする文化を醸成することも考慮すると、情報教員のみならず、どの専門分野の教員であっても人工知能やデータサイエンスに関する教育ができることが望ましい。

あわせて、データを分析する際、結果の解釈をするために各種ツールを使った可視化が不可欠であるが、PC 操作に不慣れな学生が多いことも課題点として挙げられる。経済協力開発機構 (OECD) が実施している国際的な学生の学習到達度調査である PISA (Programme for International Student Assessment) [12]によると、学習目的の ICT 機器の利用が諸外国と比較して低いという報告があることや、パソコンメーカーが実施した大学生の PC の利用実態に関する調査[13]では、PC スキルを必要と感じているものの、約 7 割の学生が PC スキルに自信がないという結果が明らかとされている。これはスマートフォンの普及によって PC でなければできなかったことが徐々に少なくなっていることも影響している。そのため、使用するツールは慎重に選択しなければならない。一般的にリテラシーレベルの教育では Excel を用いる場合や Python, R など簡単なプログラミングを実施する場合がある[14]が、ソフトの使い方や環境構築などに手間取ってしまい、データ分析に集中できない可能性が高い。

以上を踏まえ、本研究では、教員の専門性を必要とせず、学生も高度な PC スキルや技術が身につけていない状況下

においても活用できる教材を開発することとした。

3. 教育実践の内容

3.1 実践対象とした授業

本学経済経営学部 2 年次必修科目「専門基礎ゼミナール」では、受講生がゼミ形式の学習を主体的に取り組めるようになることを目的としている。受講生を 12 クラス (1 クラス 23 名程度) に分けた上で、5 つの学問領域 (経済学、スポーツマネジメント、経営学、情報学、法律学) に関する文献を読解し、クラス内でディスカッションを行い、最後に個人で課題レポートをまとめる科目である。

この科目は通年で実施された。全 30 回のうち、5 つの学問領域の学習は合計 20 回 (各領域 4 回) が割り当てられ、残りの 10 回は、前期・後期開始のガイダンス、各期末のリフレクション、そして、受講生らが学修した各学問領域の中から 1 つ選択し、学習内容を踏まえた調査と報告を行う時間に当てられた。

5 つの学問領域における教材は、該当領域を専門とする教員が分担して作成した。各クラスで指導内容だけではなく、進捗などにばらつきが生じないように、回ごとのコマシラバスでスケジュールの目安を示し、授業終了後に担当教員同士で打ち合わせの時間を持つことで、非専門の教員であっても指導できるような仕組みを備えている。

また、本学部では、2019 年度からの BYOD (Bring Your Own Device) の導入によってノート PC が必携になっており、これを授業で利用した。2020 年度は新型コロナウイルス感染症対策のため、前期は遠隔で実施したものの、後期は原則、対面で授業を行った。本実践は後期に行ったため、すべて対面での実施であった。対面授業の際は、協働での学習が行いやすいよう、机や椅子が動かしやすく、ホワイトボードが備え付けられている教室で実施した。

3.2 開発した教材

本実践は、専門基礎ゼミナールの情報学の単元として、1 回あたり 90 分を 2020 年 10 月 2 日、9 日、23 日、30 日の 4 回かけて実施した。実施内容の概要を図 1 に示す。

今回は回数に限られている上、教員の専門性と学生の PC スキルを考慮する必要があった。そのため、詳細な機械学習アルゴリズムの解説や高度な PC 操作が必要となる分析演習は適さないと判断した。そこで本実践では、機械学習において工程の 8 割を占めるといわれる[15]データの事前処理に着眼点を置き、学習の過程や、集めるべきデータの内容、データ分析の手順などを取り上げた。そして、機械学習を題材にしたグループワークを導入として、教員の解説だけに終始せず、学生が中心となって手を動かしながら能動的に学べる教材とした。また、使用するツールは、Excel のみならず、Google 社が提供する Web ブラウザから Python

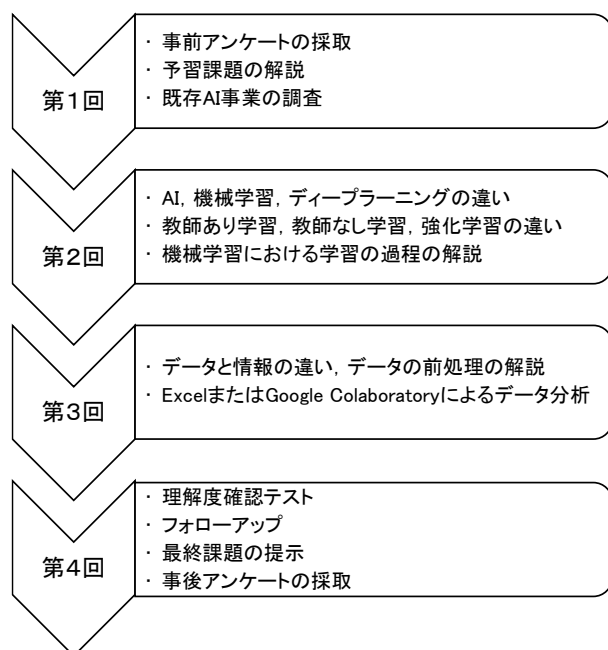


図 1 各回の授業の実施内容

を記述, 実行できる Google Colaboratory[16]を活用することとした. 事前にノートブックを作成, 配布することで, PC 操作に不慣れな学生でも, クリック操作のみでデータ分析を実行できる環境を整えた.

第1回の実施1週間前に, 事前アンケートの配布と回収, 予習課題の提示を行った. 事前アンケートは, AI に対する興味と学ぶ意義を選択式で, AI に対する既存の知識と AI を活用する具体例を自由記述で回答するものである. 次に, 予習課題は, 「技術を実質的に理解するこの重要性」をテーマとした文章 (A4 用紙2枚相当) とこの文章の内容読解用のワークシートを用意した. 文章は, 1. 身近な AI, 2. AI と称しているが実態は If-Then ルールに基づいた実例 (電気シェーバー), 3. 汎用 AI と特化 AI の違い, 4. 技術の本質を見抜き, 活用できる場面と紐付ける重要性を論じたものを作成した. また, ワークシートは, 文章内の語句の意味調べおよび内容の理解をチェックする課題を提示した.

第1回では, 予習課題の解答解説を行った後, 各受講生が既存の AI 事業を調査し, グループでまとめ, クラス内で共有する活動を行った.

第2回は例題を与え, 機械学習における学習の過程を中心に解説した. 1. AI, 機械学習, ディープラーニングの違い, 2. 学習のタイプ (教師あり学習, 教師なし学習, 強化学習), 3. 学習の過程を説明する授業資料を作成した. また, 資料に対応するワークシートとして, 1. AI, 機械学習, ディープラーニングの特徴を調べ, 違いを考察する, 2. 教師あり学習, 教師なし学習, 強化学習の具体例を挙げる, 3. 架空の男女の身長, 体重データを使って, 性別の判断を行う, 4. 予習課題で取り上げた製品 (電気シェーバー) が If-Then ルール, 機械学習, ディープラーニングのそれぞれ

これって本当にAI?

□ 課題7: 課題文にあった電気シェーバーのAI活用事例は以下の3つのパターンが考えられるが, それぞれどのような処理が行われているだろうか. 処理の過程を想像して記述せよ.

- If-Thenルールが搭載されている場合
- 機械学習が搭載されている場合
- ディープラーニングが搭載されている場合

■ If-Thenルールとは, コンピュータ自身が学習する過程はないが, 事前に人間が条件分岐をプログラムすることで知能があるかのように振る舞う仕組みのことである. パックマンの敵などがそれに該当する.

ある電気シェーバーメーカーでは, 新製品として「AI 搭載型電気シェーバー」なるものを発売している. 自動でヒゲの濃さを読み込み, 出力パワーを自動で調節することで最低限のストローク数でヒゲを剃ることができるとしているが, 果たしてこれは最新鋭の AI を搭載しているといえるだろうか.

北陸大学

24

図 2 第2回の課題内容

を実装する場合, どのような違いがあるかを考察するという課題 (図 2) を用意した. この授業資料に基づいて教員がレクチャーしながら, ワークシートの課題を取り組み, ディスカッションする形式で授業を行った.

第3回は機械学習を使用する人間の役割 (データの前処理, 可視化, 結果の解釈など) を解説するとともに, 架空のデータセットを使った演習を用意した. データセットは, ある大学の過去の卒業生 700 人のデータ (教師データ) とその大学を今年度卒業する学生 300 人のデータ (検証データ) を用意し, 卒業後プロスポーツ選手になるかどうかを判断する学習器を生成するというものである. データセットの項目を表1に示す. なお, 教師データには欠損値や入力ミスが含まれる. データの前処理の手順は, データ分析コンペティションのプラットフォームである Kaggle のチュートリアル「Titanic: Machine Learning from Disaster」[17]において, 99%精度のモデルを構築した際の Tips[18]を参考に, 機械学習への入力とするための変数の数値化 (Converting), 欠損値の補間 (Completing), 異常値と外れ値の対策 (Correcting), 分析のための新しい特徴量の作成 (Creating) に基づいて解説した.

授業資料に基づいて教員がレクチャーした後, 受講生は Excel を使用して, 教師データの前処理 (変数の数値化, 欠損値の補間, 異常値と外れ値の対策, 新しい特徴量の作成) とデータの可視化に取り組んだ. 次に, データからプロスポーツ選手になる人の特徴を考え, ディスカッションを実施した. そして, 機械学習のアルゴリズムとして決定木を説明し, 実際に決定木をデータに適用したものを示して解説を行った. ただし, データ分析時に必要な Excel の基本的な操作 (集計, グラフ化など) は各教員の裁量に一任した. あわせて, オプションの課題として, Google Colaboratory による演習も用意した. この演習では, 上述のデータの前処理や可視化の手続きに関するコードを用意し, 受講生はコードの実行, またはコードの書き換えを行うことができた. Excel の場合と同様に, 可視化したデータからプロスポ

表 1 第3回で利用したデータセットの項目

項目	内容
ID	番号
Pro_flg	プロスポーツ選手になったか
Sports	スポーツ種目
Sex	性別
Age	スポーツを始めた年齢
GPA	大学卒業時の GPA
Captain_flg	キャプテンをやっていたか
Awards	大会などでの受賞回数
Parents_income	親の年収 (万円)
Siblings	兄弟姉妹の人数
Weight	体重 (kg)
Fat	体脂肪率 (%)

一ツ選手になる人の特徴を考え、ディスカッションを実施し、決定木の説明を行った。そして、各自で Google Colaboratory を使い、用意した決定木のコードを実行して、出力結果を確認することができた。Excel を使用するか、Google Colaboratory を使用するか、または組み合わせるかは各教員がクラスの状況を確認しながら選択できることとした。なお、次の節で説明する4クラスでは、Excel または Google Colaboratory のいずれかを使用するように割り付けた。

第4回はこれまでの学習内容の理解度をチェックするために、制限時間45分の確認テストを行った。このテストは Kaggle のチュートリアル「Titanic: Machine Learning from Disaster」を参考に作成したものである。事前に試作したテストを次章の検証対象でない受講生を対象に実施したところ、内容は理解できるものの、データの集計手順や可視化方法がわからず時間内に答えることができないことがわかった。今回の教材では、機械学習の仕組みやデータを可視化した際の解釈などに重点を置いており、可視化手順は教員の裁量としている。そのため、受講生にはタイタニック号の乗客情報と生存したかどうかを示すデータセットとデータを可視化したサマリーを配布した上で実施することとした。テストの内容は、これまでの授業内容を踏まえ、1. データの俯瞰、2. 変数の数値化が必要となるデータ列、3. 適切な欠損値の補間方法、4. 外れ値の処理が必要なデータ列、5. 新しい特徴量の作成に関する問いを選択式で、6. 生死に影響する要素の選択 11 問と選んだ理由を記述式で問うもの1問とした。テスト後、クラスの進捗や理解度に応じて、これまでの内容のフォローアップを行った。そして、最終課題に「AIを活用して解決できると考えられる社会課

表 2 教員の専門性と使用ツールによる分類

	Excel	Google Colaboratory
専門性なし	A1	B1
専門性あり	A2	B2

題」を考察するレポートを出題した。そして、第4回終了から1週間以内を期限として、事前アンケートと同様の内容のものを事後アンケートとして配布し回収を行った。

4. 教育効果の検証

4.1 検証環境

本検証では、第3回で実施したデータの前処理、可視化、データの解釈において、使用するツール (Excel または Google Colaboratory) の違いがもたらす学習効果の比較を行う。比較にあたって、これらの差異だけではなく、情報学に対する教員の専門性の違いも考慮する。

まず、全12クラス開講のうち、本学経済経営学部の在籍年数が近い教員4名のクラスを対象とした。4名の内、3名が在籍3年目であり、1名が2年目である。この中で2名のクラスではExcelの使用を割り当て、残りの2名はGoogle Colaboratory を割り当てた。以降では、表2に示すとおり、Excelを使用したクラスの教員をA1、A2とし、Google Colaboratoryを使用した教員をB1、B2とする。B2は情報学を専門とする教員であるが、A1、A2、B1は非専門である。ただし、A2は基本情報技術者およびソフトウェア開発技術者の資格を有するため、本研究では、この教員を情報学の専門性を持つものと見なした。以上のように、Excel または Google Colaboratory、情報学の専門性の有無を考慮した2×2の被験者間要因としてデザインした。

各クラスの受講生数は、B2が24名、その他は23名である。比較に際し、まず各クラスの過年度生のデータを除外した。次に、事前アンケート、理解度確認テスト、事後アンケートのうち1つでも未回答があるデータも除外した。これらの結果、比較に用いる受講生のデータは79件となった (A1:20件、A2:19件、B1:18件、B2:22件が対象)。79件中21が女性、58が男性である。1年次GPAは平均2.46、標準偏差0.70である。1年次の時点で受講可能であった情報学系科目のうち、情報リテラシーの合格者数は71件(不合格8件)、情報学入門は63件(不合格13件)、プログラミング入門は22件(不合格4件、未履修52件)である。

学習効果の比較に先立ち、男女の人数、1年次GPA、そして、各情報学系科目の合格者数を使って、クラス間の違いを検討した。まず、男女の数に違いがあるかどうかを検討するために、フィッシャーの正確確率検定[19]を行った。

表 3 自由記述欄の語句の集計結果

	A1	A2	B1	B2
段落数	39	37	31	43
文章数	84	63	63	119
総抽出語句数	2,372	1,817	2,069	3,226
異なり語数	494	333	378	456
抽出語数	3	1	3	6
頻度の合計	36	13	34	94
語句	女性 年齢 男性	女性	女性 性別 年齢	女性 子供 性別 年齢 兄弟 男性

フィッシャーの正確確率検定を採用したのは、分割表において期待値が小さい 5 以下のセルがあるためである。この結果、クラス間で男女の数に違いがあるとはいえないことが分かった ($p = 1$)。次に、各クラスで 1 年次 GPA に平均的な差があるかどうかを検討するために、4 水準の一元配置分散分析を行った。各クラスで割り付け数が異なるため、平方和の計算にはタイプ III の方法を用いた。分析の結果、各クラスの 1 年次 GPA に差があるとはいえないことが分かった ($F [3,75] = 0.57, p = 0.63$)。最後に、クラス間で各情報学系科目の合格者と不合格者数に違いがあるかどうかを検討するために、フィッシャーの正確確率検定を行った。結果、情報リテラシー ($p = 0.51$)、情報学入門 ($p = 0.59$) およびプログラミング入門 ($p = 0.36$) の合格者数に違いがあるとはいえないことがわかった。したがって、男女の人数、1 年次 GPA、各情報学系科目の合格者数において、クラス間で差異があるとはいえず、A1, A2, B1, B2 のクラスは同質的であると判断した。

4.2 検証と結果

本検証では、各クラスで実施した確認テストを学習効果として捉え、ツールの種類と教員の専門性により、差異が生じるのかを検証する。

確認テストは、前章で示したように、選択式 (11 問) と記述式 (1 問) から構成される。選択式の設問は正答数を算出した。具体的には、単一回答の設問は正答であれば正答数 1 とした。複数回答の設問は、完全回答ではなく、部分点を与えた。たとえば、3 つの選択肢すべてを選んであれば正答数 1、3 つのうち 2 つを選んでいれば正答数は 2/3 とした。記述式の設問は、形態素解析による頻出語句の抽出を行った。

まず、選択式の設問について分析を行った。ここでは、正答数を被説明変数とし、「使用したツール、専門性の有無、2 つの変数の交互作用項」を説明変数とする分散分析から

表 4 事前・事後アンケートの内容と度数

スコア		事前	事後
項目 1. 人工知能 (AI) に興味がありますか？			
4	興味があり、自分で勉強している	1	12
3	興味はあるが、特に何もしていない	44	57
2	興味はないが、漠然と将来必要そうだと感じている	31	9
1	興味はなく、学ぶ必要性を感じない	3	1
項目 2. 人工知能 (AI) を学ぶ意義はあると思いますか？			
4	文系でも学ばなければならないと思う	52	62
3	文系でも学ばなければならないと思うが、自分の将来とは結びつかないと思う	19	14
2	理系の学生が学ぶべきだと思う	5	3
1	理系の学生でも AI を専攻する人だけが学ぶべきだと思う	3	0

検証を行った。4 クラス全体の正答数の平均は 6.34、標準偏差は 1.93 であった。検証の結果、Google Colaboratory の有無は正答数に影響するとはいえないことが示された ($F [1,75] = 0.10, p = 0.75$)。次に、教員の専門性の有無についても、正答数への影響があるとはいえないことが示された ($F [1,75] = 0.24, p = 0.63$)。あわせて、これらの説明変数の交互作用についてもその影響が認められなかった ($F [1,75] = 0.03, p = 0.87$)。したがって、Google Colaboratory や教員の専門性の有無は、正答数の向上または低下をもたらす要因であるとはいえないことがわかった。

次に、記述式の設問では、頻出語句の抽出を行い、目視から傾向の確認を行った。ここではまずテキストマイニングツールの KH Coder[20]を用いて前処理をして集計した。結果は表 3 に示す。段落数、文章数、総抽出語句数、異なり語数は文章全体の結果、抽出語数、頻度の合計、語句は特微量に関連する語句 (頻度 10 以上) に対する結果である。B2 クラスを確認すると、異なり語数を除き他のクラスに比べて多い結果が得られた。また、語句を確認すると、性別や年齢以外にも兄弟や子供といった単語が頻出している。具体的な回答の例として、「既婚女性の生存率が約 0.792%、未婚の女性の生存率が約 0.702%と、既婚女性の方が、生存率が高いと読み取れることも理由の一つである。」というように具体的な数値を読み取っているものが散見された。

4.3 事前・事後アンケートを使った追加分析

追加的な分析として、本実践による受講生の意識の変化を事前、事後アンケートの比較から検討した。なお、事後アンケートの実施前に、調査の対象となったクラスにおいて、Excel のみを使用した A1 と A2 のクラスでは Google Colaboratory を使った解説、B1 と B2 では Excel を使いフォ

表 5 事前・事後アンケートの分析結果

	被説明変数1. 興味のスコア					被説明変数2. 学習する意義のスコア				
	平方和 (タイプⅢ)	自由度	平均平方	F値	p値	平方和 (タイプⅢ)	自由度	平均平方	F値	p値
Google Colaboratory (A)	0.07	1	0.07	0.16	0.69	0.27	1	0.27	0.46	0.50
教員の専門性 (B)	1.34	1	1.34	2.92	0.09	0.55	1	0.55	0.93	0.34
A×B	0.00	1	0.00	0.01	0.92	0.03	1	0.03	0.04	0.84
個体差 (S)	34.37	75	0.46	-	-	44.79	75	0.60	-	-
事前・事後 (C)	8.82	1	8.82	40.50	0.00	1.94	1	1.94	6.41	0.01
A×C	0.05	1	0.05	0.24	0.62	0.00	1	0.00	0.01	0.93
B×C	0.43	1	0.43	1.96	0.17	0.07	1	0.07	0.23	0.63
A×B×C	0.00	1	0.00	0.04	0.85	0.15	1	0.15	0.49	0.49
S×C	16.32	75	0.22	-	-	22.73	75	0.30	-	-
全体	61.25	157	0.39	-	-	79.71	157	0.30	-	-

ローアップを行った。したがって、この追加分析は、本実践が用意した教材すべてを使用することで、どのように受講生の意識が変わったのかを評価するものである。事前・事後アンケートでは、AI に対する興味と AI を学習する意義を 4 点尺度で測定した。表 4 に各項目と度数を示した。ここでは解釈を容易にするために、各項目のスコアを間隔尺度と見なした上で分析を行う。また、「どういう要素があれば人工知能と呼べるか」、「人工知能はどこで使われているか」という自由記述の項目は、確認テストと同様の処理を実施する。

まず、AI に対する興味のスコアを被説明変数とし、Google Colaboratory の有無と教員の専門性の有無（いずれも被験者間要因）、被験者内要因として事前と事後を説明変数とする分散分析から比較を行った。検証に先立ち、Mendoza の多標本球面性検定[21]を行い、球面性が仮定できることを確認した ($Mendoza's\ \Lambda = 0.03, p = 0.08$)。Google Colaboratory の有無 ($F[1,75] = 0.16, p = 0.68$)、教員の専門性の有無 ($F[1,75] = 2.92, p = 0.09$) の影響はあるとはいえないが、事後のほうが事前よりも興味のスコアが高いことが示された(事前平均 2.54 vs. 事後平均 3.01, $F[1,75] = 40.50, p < 0.001$)。また、各交互作用の影響は認められなかった。

次に、学習する意義のスコアを被説明変数として検証した。先ほどと同様に、球面性が仮定できることを確認した ($Mendoza's\ \Lambda = 0.16, p = 0.31$)。興味のスコアと同様に、Google Colaboratory の有無 ($F[1,75] = 0.46, p = 0.50$) と教員の専門性の有無 ($F[1,75] = 0.93, p = 0.34$) の影響は認められなかったが、事後のほうが学習する意義のスコアも高いことが示された(事前平均 3.52 vs. 事後平均 3.75, $F[1,75] = 6.41, p = 0.01$)。各交互作用の影響はここでも確認されなかった。この分析から、各クラスの受講生は本実践を通して、AI に対する興味や学習する意義が向上したと示唆される。これらの結果は表 5 に示した。

記述式アンケートの「どういう要素があれば人工知能と

呼べるか」の回答結果は、単語を抽出した後、共起ネットワーク分析によって可視化する。ノードを登場数 4 以上の単語、リンクを Jaccard 係数 0.2 以上の共起関係とし、サブグラフ検出は Modularity に基づいたものとした。なお、表 4 から各交互作用の影響が確認されなかったため、全てのクラスの結果を集約している。結果を図 3 に示す。事前アンケートの段階では、「プログラミング」、「パターン」といった単語が出現しているものの頻度が少なく、全体的に抽象度が高い単語が多いが、事後アンケートでは、「データ」や「学習」といった単語の頻度が高くなっており、具体的な処理手順などに言及できていることがわかる。また、もう一方の記述式アンケートの「人工知能はどこで使われているか」に対しては目視にて確認したところ、事前事後ともに Siri や自動運転といった事例に言及しているが、差はみられなかった。

4.4 考察

確認テストにおける選択式の設問の分析結果から、Google Colaboratory や教員の専門性の有無は、学習効果の向上または低下をもたらす要因として認められない結果が得られた。一方、確認テストの記述式の設問の分析では、Google Colaboratory の使用かつ専門的な教員が授業を行った B2 のクラスが最も文章を記述し、特徴量に関連する語句が多く含まれた結果が得られたことから、当該クラスにおいて高い学習効果が見られたと解釈できる。選択式の設問において、クラス間の差異が見られなかった理由に、確認テスト時、データを可視化したサマリーをすべてのクラスに配布したことが一因として挙げられる。これにより、各受講者は、可視化するスキル（たとえば、Excel の操作技術）のある・なしに関わらず回答できたため、クラス間の違いが見られなかったと考えられる。しかしながら、記述式の設問においては、学習内容に関連した記述が多く見られた。このことは、受講生のデータ分析に対するより深い理解が使用するツールと教員の専門性の両方に依存する可

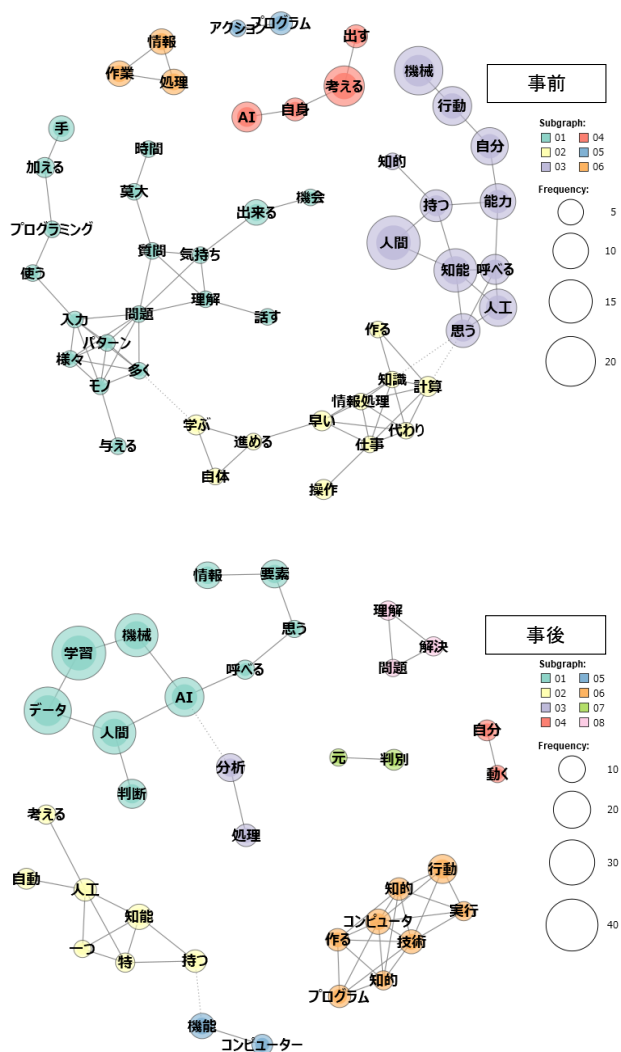


図 3 事前・事後アンケートの共起ネットワーク

能性を示している。これまでのデータサイエンス教育の実践の多くでは、専門的な教員による指導が前提とされてきたが、こうした教員であっても適切なツールを選択する重要性が示唆される。あわせて、非専門の教員を含んだ共同授業では、使用するツールのみならず、教員に向けたデータ分析のレクチャー等により、専門性を高める工夫が必要であろう。ただし、本研究の結果から、Google Colaboratory がデータの事前処理や可視化、そして解釈において、相対的に優れたツールであると結論づけることはできない。本実践では、Google Colaboratory においては、グラフや相関係数表による可視化のコードを事前に用意し、クリック操作のみによって簡単に可視化できる環境を用意していた。その一方で、Excel による可視化は教員の裁量に一任しており、ツールの如何よりも可視化までの操作の簡便さが影響している可能性がある。そのため、Excel であったとしても適切な指導のもと、可視化手順を簡便化しておくことで学習効果の向上に寄与する可能性がある。この点においては、今後更なる検証が必要である。

次に、事前・事後アンケートの分析結果においては、ど

のクラスでも AI に対する興味喚起や学習する意義の向上に寄与できていることがわかった。このことから、本実践は人工知能という専門性が求められる分野の教育でありながらも、仕組みの理解やデータ処理の導入部分においては、教員の専門性に依らず、共同授業の教材として広く活用できることがわかった。

最後に、事後アンケートにおいて、今回の演習に対する感想を求めたところ、「膨大なデータをただ見て理解しようとするのではなく、フィルタを通してデータを調整するなどの技術を使うべきということを学んだ。」や、「授業は AI の判断基準(現実には AI とは呼べないものの中にはある)を確認してから AI を深掘りしていったのでより AI について興味が湧き、理解しやすい構成だった。」など、実際に手を動かすことが受講生にとって理解の一助になることが示されている一方で、「エクセルなどのデータを分析する作業の手順がよく分からなくて、難しいと感じました。」や「データの読み取りなどが難しく深く理解することができなかった。」といったように分析結果の手順や解釈を難しく感じている受講生も多く見受けられた。確認テストにおいても、事前に可視化結果のサマリーを配布しなければならなかった点をふまえると、データ分析に関わるツールの操作の習熟が必要になると考えられる。これは情報教育のみならず、どの科目においてもデータドリブンな分析や演習を実施し、日常的にデータに触れさせるようにしておくことが重要である。

5. おわりに

本研究では、2 年次必修科目である「専門基礎ゼミナール」において、専門性に依らない共通教材として人工知能教育を実践した。そして、確認テストの分析結果からは、クラス間での学習効果の差異は見られなかったものの、データ分析における基礎的な内容は理解できていることがわかった。また、アンケート結果からは、本教材が人工知能に対する学習意欲の向上に寄与できている結果が得られた。昨今の人工知能教育の関心の高まりに対し、情報教員が不足している現状において、本教材は専門性を問わず活用できるため、データサイエンス教育を浸透させる一助となる可能性がある。その一方で、データ分析における可視化手順などは、今後更なる検証と改善が必要である。あまねく人が理解できるようになるためには更に簡便でありつつも理解が深まる教育手段を探索しなければならない。

今後は基礎的な内容に留まらず、企業と連携しつつ実際のデータを扱う実践的な内容に発展させながら、学内データコンペティションの開催などにも取り組む予定である。データに基づいた意思決定の文化の醸成を目指し、授業内外に関わらずデータサイエンスに関する活動をしていく所存である。

謝辞 本研究の実施にあたり、北陸大学経済経営学部佃貴弘先生、奥田純子先生には調査の協力をいただきました。また、北陸大学経済経営学部山本啓一先生には成績データの利用と実践報告の承諾をいただきました。心より感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 内閣府：科学技術基本計画，< <https://www8.cao.go.jp/cstp/kih-onkeikaku/5honbun.pdf> >，(参照 2021-02-15)。
- [2] 文部科学省：Society5.0に向けた人材育成について，< https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/fieldfile/2018/11/19/1411060_02_1.pdf >，(参照 2021-02-15)。
- [3] 情報処理学会：カリキュラム標準一般情報処理教育，< http://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/j07/ed_j17-GE.html >，(参照 2021-02-15)。
- [4] 北陸大学：経済経営学部カリキュラムツリー，< https://www.hokuriku-u.ac.jp/doc/department/management_curriculumtree.pdf?ud=20210215 >，(参照 2021-02-15)。
- [5] 鈴木大助：一般情報教育における人工知能を訓練する演習の教育効果，情報処理学会論文誌教育とコンピュータ，情報処理学会，Vol.5，No.3，pp.51-57，2019。
- [6] 鈴木大助：新入生を対象としたプログラミング入門科目におけるオンライン授業と教室授業の実践比較，情報処理学会研究報告コンピュータと教育，情報処理学会，Vol.156，No.6，pp.1-6，2020。
- [7] 玉田和恵：価値の創出を目指した ICT 問題解決力の育成～Society5.0 に対応した AI 人材の育成を視野に入れて～，Informatio：江戸川大学の情報教育と環境，江戸川大学，Vol.17，pp.21-28，2020。
- [8] 掛下哲郎：国内 750 大学の調査から見てきた情報学教育の現状：(2) 情報専門教育編，情報処理，情報処理学会，Vol.58，No.6，pp.520-525，2017。
- [9] 竹村彰通，和泉志津恵，齋藤邦彦，姫野哲人，松井秀俊，伊達平和：データサイエンス教育の滋賀大学モデル，統計数理，統計数理研究所，Vol.66，No.1，pp.63-78，2018。
- [10] 藤澤修平，林敏浩，後藤田中，高田能，羽鳥祐貴，芝谷康平：香川大学における数理・データサイエンス教育の現状－情報リテラシーの再編－，日本科学教育学会年会論文集，日本科学教育学会，Vol.44，pp.533-536，2020。
- [11] 大前佑斗，古屋達朗，松下将也，水越一貴，八代一浩，高橋弘毅：初等教育機関における人工知能の教育実践とキャリア形成・動機付け・ルーブリックの関連分析，日本教育工学会論文誌，日本教育工学会，Vol.44，No.2，pp.213-223，2020。
- [12] 文部科学省・国立教育政策研究所：OECD 生徒の学習到達度調査 2018 年調査 (PISA2018) のポイント，< https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2018/01_point.pdf >，(参照 2021-02-15)。
- [13] NEC パーソナルコンピュータ株式会社：大学生 (1 年生～3 年生)・就職活動経験者 (大学 4 年生)，人事採用担当者を対象とする PC に関するアンケート調査，< <http://nec-lavie.jp/common/release/ja/1702/0704.html> >，(参照 2021-02-15)。
- [14] 首相官邸：国内大学等において実施されている AI 等教育プログラムの主な事例，< https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ai_senryaku/suuri_datascience_ai/dail/sankou3.pdf >，(参照 2021-02-15)。
- [15] 菊川康彬：正しい分析結果を導くためのデータ前処理 -分析者に求められる正確なデータ研磨のスキル-，情報処理，情報処理学会，Vol.60，No.5，pp.436-441，2019。
- [16] Google Inc.：Google Colaboratory，< <https://colab.research.google.com/notebooks/intro.ipynb> >，(参照 2021-02-15)。
- [17] Kaggle：Titanic - Machine Learning from Disaster，< <https://www.kaggle.com/c/titanic> >，(参照 2021-02-15)。
- [18] Kaggle：A Data Science Framework: To Achieve 99% Accuracy，< <https://www.kaggle.com/ldfreeman3/a-data-science-framework-to-achieve-99-accuracy> >，(参照 2021-02-15)。
- [19] Cochran, William G.：Some Methods for Strengthening the Common χ^2 Tests, Biometric, International Biometric Society, Vol.10, No.4, pp.417-451, 1954。
- [20] 樋口耕一：KH Coder，< <http://kncoder.net/> >，(参照 2021-02-15)。
- [21] Mendoza, Jorge L.：A significance test for multisample sphericity, Psychometrika, Vol.45, No.4, pp.495-498, 1980。