

データサイエンス教育に必要な数学的な見方・考え方の 文系大学生の修得状況に関する調査

松尾 由美*・玉田 和恵**

要 約

文系大学生に行うべきデータサイエンス教育は、専門家が提案する政策や製品等を統計分析に基づき評価・選択する力の育成であり、そのためには数学的な見方・考え方を活用し、現実の問題を抽象化しデータ分析に結びつく数学的な表現に変換して考える力が不可欠であると考えられる。そこで本研究では、高校までに修得すべきとされる数学的な見方・考え方を私大文系大学生がどの程度修得しているのか明らかにするために調査を行った。その結果、数学的な見方・考え方に対する理解は不十分であり、今後、これらを育成する教材の開発が求められる。

キーワード：数学的な見方・考え方、数理・データサイエンス教育、問題解決

1. 問題

Society5.0では、膨大なデータを解析し、問題解決や価値創出ができる人材が求められている。政府の「AI戦略2019」(令和元年6月統合イノベーション戦略推進会議決定)では、すべての人がAIの恩恵を享受・活用できることを目指し、高等教育では「文理を問わず、全ての大学・高専生(約50万人卒/年)が、課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得」することが具体目標に設定された。一方で、数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議(2019)は、入学時点における数学等の習熟度には大学生の間に差があり、全ての大学生を対象にリテラシーレベルの教育を行うことは困難が伴うだろうと懸念している。

数学の習熟度が様々であり、大学卒業後、必ず

しもデータサイエンスの専門家になるわけではない文系大学生に対して、大学においてどのようなデータサイエンス教育を行えばよいだろうか。

高橋(2019)は、データサイエンスを「データとドメイン(データを活用する現場)を結び付け成果を出す」ことであると定義し、現場で起きている問題を明確化し、データと問題を結び付けることで、合理的な判断に基づく現場での意思決定の支援に役立つのだとしている。

また、松田(2021)は、教養教育では市民教育の視点を重視し、新しい政策やサービスを提案するよりも、専門家から提案された政策や製品・サービスを評価し、改善策の検討を求める力を育成すべきとしている。また、問題・状況を理解し、提案された政策やサービスを評価するには、現象を数量化、図表化する等、現実世界の現象を数学的な表現に変換する力が不可欠だとしている。

以上の議論から、大学卒業後にデータサイエンスの専門家になる予定のない文系の大学生でも、市民として、データ分析の結果に基づき政策や製品、サービスを評価・選択するといった意思決定

2022年11月30日受付

*江戸川大学 情報文化学科講師 教育工学, 社会心理学

**江戸川大学 情報文化学科教授 教育工学

をすることが求められている。そのような意思決定ができるためには、データサイエンス教育を通じて、現実で起きている問題をデータ分析に対応する数学的な表現に変換して考える力を身につけることが必要だろう。

2017・8年学習指導要領には各教科の見方・考え方が示されており、中学校・高等学校の学習指導要領解説（数学編）においても、数学的な見方・考え方として「事象を、数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的に考えること」であることがあげられている。各教科で示された見方・考え方は「働かせる」ものだが資質・能力でも評価対象（=学習目標）でもないとされる（白井，2020）。これは、当該の見方・考え方が、ピアジェのいうスキーマに相当するもので、学習成果として個人が主観的に獲得するものと捉えていることを意味する。一方、松田（1993）は片桐（1988）の数学的な見方・考え方を図1のように捉え、情報の表現をさまざまに変換しながら問題解決する方略とした。

に結びつく数学的な表現に変換して考える力を身につけることが求められるだろう。しかし、これまで大学でデータサイエンス教育を行う際、文系大学生に不足しているとされてきたものは数学の知識や計算能力であった。文系大学生の数学的知識や計算能力に関する習熟度を確認するためのリメディアルチェックテスト（辻ら，2021）やリメディアル教材は開発されてきたものの、数学的な見方・考え方の習熟についてはほとんど注目されてこなかった。大学でのデータサイエンス教育を行うにあたり、中学高校の数学で修得すべきものとして「数学的な見方・考え方」が重要であるにもかかわらず、実際に文系大学生がこれをどの程度身につけているのかについては不明瞭である。

そこで本研究では、私立文系大学生を対象に、現実社会の問題をデータ分析に結びつく数学的表現に変換して捉えるために必要であると考えられる「数学的な見方・考え方」のうち、演繹・帰納、特殊化や一般化、類推をどの程度理解しているのかを明らかにすることを目的とする。

2. 目的

松田（2021）が指摘するように、文系の大学生に必要なデータサイエンス教育は、自身がデータ分析をする専門家になるというよりも、市民として、専門家により提案された政策や製品、サービスをデータに基づき評価・選択できる力を育成することであると考えられる。そのためには、難しい統計手法を修得するよりも、数学的な見方・考え方を活用し、現実の問題を抽象化しデータ分析

3. 方法

3.1 調査対象者

2022年後期に江戸川大学で開講された『統計学概論』の受講生を対象に実施した。『統計学概論』は2年生以上を対象にした情報文化学科が開講する選択科目である。他学科生の受講も可能であり、履修登録者74名のうち9名が他学科からの履修であった。本調査には67名（うち、他学科8名）が回答した。

3.2 調査方法

『統計学概論』の第1回授業時に、出席者に対し、Google Classroomに掲示されたGoogleフォーム上で回答を求めた。調査依頼の際、回答の内容は成績には関係がないこと、思ったままを自由に回答することを口頭と調査画面上で説明した。なお、本授業は、原則対面で実施しているが、一部、コロナ禍において持病や対面授業に著しい精神的不安を持つなどの事情から事前に認められた

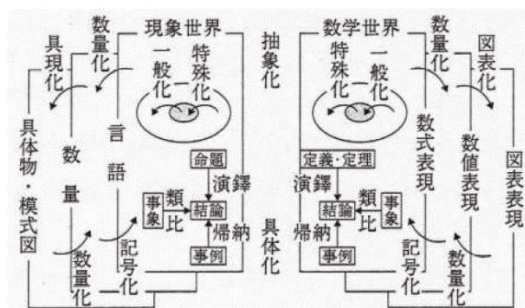


図1 松田（1993）の数学的な見方・考え方

者に限りリアルタイムで Google Meet を介して授業に参加している。加えて、Google Classroom 上で授業の録画を公開しており、欠席者も含め、受講生は自分の都合の良い時間に授業動画を視聴することも可能である。第1回授業時に対面では欠席したが録画を視聴し調査に回答した者が1名いた。

3.3 調査項目

学籍番号・氏名、大学でのデータサイエンスに関連する科目の履修状況や統計用語の理解の程度等に加え、以下の項目について尋ねた。

3.3.1 数学的な見方・考え方の理解 (自己認識)

数学的な見方・考え方のうち、一般化、特殊化、類推、演繹、帰納について、本人がどの程度理解していると自覚しているのか確認するために、各用語について、「これまで全く聞いたことも見たこともない」、「聞いたこと・見たことがあるような気がするが意味はわからない」、「意味は何となくわかるが、ほかの人に説明できるほど理解はしていない」、「他の人に言葉の意味を説明できるくらい理解できている」から自身に該当するものを選択するよう求めた。

3.3.2 数学的な見方・考え方の理解 (識別レベル)

数学的な見方・考え方のうち、一般化、特殊化、類推、演繹、帰納について、定義に基づき分類・識別できるか確認するため、各用語の定義を示した上（表1参照）でそれらがどの用語に該当するか選択するよう求めた。

3.3.3 数学的な見方・考え方の理解 (適用・解釈レベル)

普段の生活の中で起こりうる問題（忘れ物をした時）の解決策（表2参照）を例に挙げ、それらの解決策がどの数学的な見方・考え方をういたものか、類推、演繹、帰納から選択するよう求めた。

表1 数学的な見方・考え方の定義

見方・考え方	定義
一般化	複数の事例から共通の要素を見つけ出すこと
特殊化	条件を加えて限定すること
類推	似ている事例を、ほかのこと・ものにも当てはめて推測すること
演繹	一般的・普遍的な前提からより個別的・特殊的な結論を得ようとする
帰納	個別・特殊な事例から一般的・普遍的な規則や法則を見つけようとする

表2 問題の解決策と数学的な見方・考え方

忘れ物に対する解決策	数学的な見方・考え方
この間、忘れ物をした時に同じゼミの A さんが貸してくれたから、今日も借りることにする。	類推
忘れ物をした時には担当の先生に申し出るようにと小学校の時に習ったので、とりあえず担当の先生に相談してみる。	演繹
これまで教科書を忘れたときは、教科書を出さずに座っていると先生や周りの友達がいつも声をかけて助けてくれるから、誰かが助けてくれるのを待つ。	帰納

4. 結果

4.1 数学的な見方・考え方の理解（自己認識）

数学的な見方・考え方のうち、一般化、特殊化、類推、演繹、帰納について、本人がどの程度理解していると自覚しているのか尋ねた結果を表3に示す。どの見方・考え方もほぼ半数が「聞いたこと・見たことがあるような気がするが意味はわからない」と回答していた。また、一般化を除き、「これまで全く聞いたことも見たこともない」と回答した割合は、2~4割であった。特殊化、類推、帰納は「これまで全く聞いたことも見たこともない」と「聞いたこと・見たことがあるような気がするが意味はわからない」を選択した回答者を合わせるとほぼ8割であり、特にこれらの用

語は文系大学生にとってなじみが薄く、意味を理解していないという認識があることが示された。

4.2 数学的な見方・考え方の理解 (識別レベル)

一般化、特殊化、類推、演繹、帰納について、各用語がどの定義に対応するのかの回答を求めた結果を表4に示す。なお、表中の太字は正答を示している。類推の正答率が7割を超えているほかは、正答率は4.48~13.43%と著しく低い傾向が見られた。帰納の定義「個別・特殊な事例から一般的・普遍的な規則や法則を見つけようとする事

結論を得ようとする事」を『特殊化』と回答する割合が高く、用語の定義に含まれている言葉を基に回答を選択する傾向が見られた。

4.3 数学的な見方・考え方の理解 (適用・解釈レベル)

忘れ物をした時の解決策についてどの数学的な見方・考え方を用いたものかを選択するよう求めた結果を表5に示す。類推：44.78%，演繹：38.81%，帰納：34.33%であり、およそ3~4割の学生は具体的な解決策から用いられている数学的な見方・考え方を選択することができた。

表3 数学的な見方・考え方の理解に関する自己認識 (N=67)

	一般化	特殊化	類推	演繹	帰納
これまで全く聞いたことも見たこともない	6 (8.96%)	21 (31.34%)	27 (40.30%)	13 (19.40%)	20 (29.85%)
聞いたこと・見たことがあるような気がするが意味はわからない	34 (50.75%)	38 (56.72%)	29 (43.28%)	32 (47.76%)	34 (50.75%)
意味は何となくわかるが、ほかの人に説明できるほど理解はしていない	25 (37.31%)	8 (11.94%)	11 (16.42%)	18 (26.87%)	11 (16.42%)
他の人に言葉の意味を説明できるくらい理解できている	2 (2.99%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	4 (5.97%)	2 (2.99%)

表4 数学的な見方・考え方の理解 (識別レベル) (N=67)

	一般化	特殊化	類推	演繹	帰納
個別・特殊な事例から一般的・普遍的な規則や法則を見つけようとする事	50 (74.63%)	10 (14.93%)	2 (2.99%)	1 (1.49%)	4 (5.97%)
一般的・普遍的な前提からより個別的・特殊な結論を得ようとする事	10 (14.93%)	49 (73.13%)	0 (0.00%)	3 (4.48%)	5 (7.46%)
似ている事例を、ほかのこと・ものにも当てはめて推測すること	3 (4.48%)	1 (1.49%)	47 (70.15%)	9 (13.43%)	7 (10.45%)
条件を加えて限定すること	1 (1.49%)	9 (13.43%)	2 (2.99%)	20 (29.85%)	35 (52.24%)
複数の事例から共通の要素を見つけ出すこと	4 (5.97%)	0 (0.00%)	16 (23.88%)	32 (47.76%)	15 (22.39%)

※表中の太字は正答を示す。

表5 数学的な見方・考え方の理解（適用・解釈レベル）（N=67）

	演繹	帰納	類推
この間、忘れ物をした時に同じゼミのAさんが貸してくれたから、今日も借り ることにする。	14 (20.90%)	23 (34.33%)	30 (44.78%)
忘れ物をした時には担当の先生に申し出るようにと小学校の時に習ったので、 とりあえず担当の先生に相談してみる。	26 (38.81%)	20 (29.85%)	21 (31.34%)
これまで教科書を忘れたときは、教科書を出さずに座っていると先生や周りの 友達がいつも声をかけて助けてくれるから、誰かが助けてくれるのを待つ。	26 (38.81%)	23 (34.33%)	18 (26.87%)

※表中の太字は正答を示す。

5. 考察

本研究では、文系大学生が大学でのデータサイエンス教育を受講する際に、高校までの数学の授業で修得すべきものとして数学的な見方・考え方に着目し、特に、演繹、帰納、特殊化や一般化、類推をどの程度理解しているのかを検討した。その結果、本調査の回答者の多くは、これらの用語自体について理解しているという認識が薄く、用語の定義についても正しく理解していなかった。また、どの数学的な見方・考え方をを用いて、問題を解決しているのか問う問題においても正答率は高くなかった。

松田（2021）が指摘するように、文系大学生を対象とする教養教育としてのデータサイエンス教育では、市民として、専門家が提案する政策や製品を根拠となるデータを収集・分析して評価・選択する力を育成することが求められる。また、「数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム」が提案するリテラシーレベルのモデルカリキュラムは、学修目標として「数理・データサイエンス・AIを日常の生活、仕事等の場で使いこなすことができる基礎的素養を身につけること」としているが、内容として統計手法や社会での活用事例を扱うにとどまっており学んだ統計手法や事例を自身の問題解決にどのように活用すればよいのかはほとんど扱っていない。自身が直面する様々な問題について、学んだ事例や統計手法

から類推、特殊化・一般化させるといった数学的な見方・考え方を修得させることで、学んだ知識を活用してデータ分析に基づく問題解決ができることが期待される。

しかし、本来であれば高校までの数学で修得すべき数学的な見方・考え方について、文系大学生はほとんど理解できていない可能性が本研究の調査によって示された。したがって、文系大学生を対象にしたデータサイエンス教育を行う際には、数学的な見方・考え方を育てる内容を含む必要があるだろう。これまで数学的な見方・考え方の修得を目標とした教材はほとんど見当たらず、数学的な見方・考え方を修得させ、現実の問題を統計分析に対応する仮説に言い換える表現の変換を育成する教材を開発することが急務であると考えられる。

参考文献

- 片桐重男（1988）数学的な考え方の具体化．明示図書，東京
- 松田稔樹（1993）教授活動モデルに基づく授業改善．牟田博光（編），教育システムの設計と改善，第一法規出版，東京，pp. 89-110.
- 松田稔樹（2021）新・逆向き設計手法に基づき検討した指導すべき見方・考え方．日本科学教育学会第45回年会論文集，pp. 309-312.
- 白井俊（2020）OECD Education2030 プロジェクトが描く教育の未来：エージェンシー，資質・能力とカリキュラム，ミネルヴァ書房
- 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議（2019）第1回数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議 議事要

データサイエンス教育に必要な数学的な見方・考え方の文系大学生の修得状況に関する調査

旨 https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/suuri/rl_1kai/giji.pdf (参照日:2022年11月30日)
数理・データサイエンスコンソーシアム (2020). 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～データ思考の涵養～
http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/pdf/model_literacy.pdf (参照日:2022年11月30日)
高橋威知郎 (2019). 文系のためのデータサイエンスがわかる本. 総合法令出版株式会社, 東京

統合イノベーション戦略推進会議 (2019). AI戦略2019～人・産業・地域・政府全てにAI～
<https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/aistratagy2019.pdf> (参照日:2022年11月30日)
辻靖彦・秋葉広人・芝崎 順司・松野由希・村上玲・矢尾板俊平 (2021) 文系大学生を対象としたデータサイエンス教育のためのリメディアルチェックテストの開発と実施. 教育システム情報学会第46回講演論文集, pp.27-28.