

データ活用力習得の阻害要因に関する一考察

An Investigation of Factors that Prevent Development of Data-Based Problem Solving Skills

酒井 麻衣子* 柳沢 文敬** 西村 圭一***
Maiko SAKAI Fumitaka YANAGISAWA Keiichi NISHIMURA

Abstract : The purpose of this study is to identify factors that prevent development of data-based problem solving skills and to provide a basis for curriculum improvement. Two studies are conducted for this purpose. In the first study, we investigate how a one-semester course on introductory data analysis affects students' performance on data-based problem solving tasks. In the second study, we ask students to work on these tasks in small groups and analyze the process. Based on the results, three preventive factors are identified : (a) losing the aim of the analysis, (b) persisting in particular cases, and (c) preferring intuitive decisions. Finally, we discuss how to improve the curriculum based on the findings.

Keywords : Data-Based Problem Solving Skills, Making Decisions Based on Data, Data Science in Higher Education, Statistics Education

1. 背景

1. 1. 社会におけるデータ活用力

社会の中でのデータを活用する能力の重要性については以前からも指摘されている。例えば、瀬沼 (2004) による東証1部・2部上場企業への調査結果 (有効回答数 399社) によれば、小・中・高等学校の算数・数学で学習することが大切かどうか聞いた26個の項目の中で「データに基づく予測」を、社員が仕事をする上で「大切である」または「特に大切な部課・部署がある」と答えた企業は94%であり、これは、基本的な計算に関わる「数と計算」(97%)に次ぐ第2位であった。さらに「統計」も89%と第4位であった。

* 多摩大学経営情報学部 School of Management and Information Sciences, Tama University

** 株式会社ベネッセホールディングス ベネッセ教育総合研究所 Benesse Holdings

*** 東京学芸大学 自然科学系 数学講座 (数学科教育学分野) Tokyo Gakugei University

さらに、近年ではビッグデータという言葉で語られるように、膨大なデータが生成・蓄積されるようになってきている中で、データの利活用に対する社会の期待は高まり続けている。2013年になされた閣議決定では「デジタル化されたデータの利活用を通じ、新産業・新サービスを創出するとともに、既存産業及び事業並びに地域活性化を行っていくことが成長の実現に不可欠」と指摘されている（高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部, 2013, pp.4）。

こうした状況を考えると、一般の社会人にとってデータを活用する能力の必要性は以前にも増して高まっており、それにあわせて大学生においてもこの能力の育成が重要になってきていると考えられる。しかしこれに対し、社会の中での実務遂行においては大学生のデータを活用する能力は十分ではないという報告もなされている。

橋本ら（2007）は、「データ分析や統計知識に関する教育」に対する期待度、大学教育での達成度に対する評価について、企業と自治体に調査を行っている（有効回答数 302）。ここではデータ分析や統計に関する 8 つの知識をあげ、学生に身につけてほしいかの「期待」と、実際に近年入社した社員について大学教育での「達成度」を聞いている（表 1-1）。それによれば、文科系学生に対して、できるだけ多くの学生に身につけてほしいものとして、「パソコンの表計算ソフト等を使い簡単なデータ集計や分析をする能力」、「分析結果を人に伝える（コミュニケーション・プレゼンテーション）能力」などが非常に高い割合で挙げられる一方、達成度に「満足」「まあ満足」と答えている企業は、期待に比べると少なくなっている。特に、「分析結果を人に伝える能力」や「分析結果から問題・課題解決の情報を抽出する能力」、「問題・課題を数量的に認識する能力」などで期待の割に達成度が低いと評価されていることがわかる。

この結果からは、「データ・資料の収集から、簡単な分析と情報の抽出、報告といった事業活動の中での課題に対処する一連の過程全体を遂行できるような能力」をデータ分析に関する能力としてとらえて重要視していることが読み取れる。

表 1-1 従業員への期待度と大学教育での達成度
（橋本ら（2007, 表 1, pp.316）における文科系出身社員に対する回答より作成）

項目	期待（「できるだけ多くの学生に身につけてほしい」）[%]	達成度（「十分」「まあ十分」）[%]	期待と達成度の差
パソコンの表計算ソフト等を使い、簡単なデータ集計や分析をする能力	78	56	22
分析結果を人に伝える（コミュニケーション・プレゼンテーション）能力	75	32	43
データ・資料を収集する能力	72	48	24
グラフや表の数値を読み取る能力	72	46	26
問題・課題を数量的に認識する能力	66	35	31
分析結果から問題・課題解決の情報を抽出する能力	57	28	30
データ収集のための実験や調査などの企画立案能力	49	31	18
要因分析や予測などのデータ分析を行う能力	41	31	11

1. 2. データを活用する力における大学生の実態

上述したような社会で必要とされる能力の育成を大学教育で行っていくためには、統計的な手法だけでなく、データを活用して現実課題に対処していく全体的能力の向上を意識することが重要であり、こうした観点から学生の実態把握を行い、能力育成上の課題を捉えていくことが必要だと考えられる。柳沢・西村（2014）では、データをその種類や分析の目的に即して加工して情報を引き出し、判断を行う過程に焦点を当て、大学生を対象にした調査を行っている。調査で扱われた課題は、提示されたデータをコンピュータ上で実際に加工・集計・グラフ化し、それをもとに判断した結果を説明することを求めるものである（図 1-1）。この課題の回答には表 1-1 に示した「簡単なデータ集計や分析をする能力」「分析結果を人に伝える能力」「グラフや表の数値を読み取る能力」等が必要になる。その結果によれば、図 1-1 で示した、アンケートでよく扱われる二つの質的変数の関係を分析するような単純な課題であっても、データを適切に加工し十分な情報を取り出せていた大学生は 39%に過ぎなかった。また、同様に二つの量的な変数の関係について考察する課題については、46%であったことが示されている。さらにこの研究では、回答のパターンを分析することで、「データをその種類や分析の目的に即して加工して情報を引き出し、判断を行う」際に、多くの大学生が活用できなかったり理解が不足していたりしたこと（困難点）の一例として表 1-2 のようなものを挙げている。

表 1-2 の項目は、大学生の能力育成における目標となるものであるため、なぜこれらの項目の活用や理解が難しいのかについて、学生の実態をさらに詳しく把握していくことが重要になる。それにより、能力育成のための教育内容や指導方法について示唆を得ることができると考える。

下のデータは、ある市で取られたアンケートの回答結果（91名）である。「緑の量の意識」（質問 1）が「環境の満足度」（質問 2）に影響を与えているかを考え、グラフと説明文を使い、考えを説明する資料をつくりなさい。

質問 1：自宅の周辺に緑は多いと思いますか（多い—まあ多い—あまり多くない—多くない）

質問 2：自宅周辺の環境に満足していますか（満足—まあ満足—やや不満—不満）

連番	緑の量	環境の満足度
1	あまり多くない	満足
2	あまり多くない	満足
3	まあ多い	まあ満足
4	まあ多い	満足
5	まあ多い	不満
6	まあ多い	やや不満
7	まあ多い	まあ満足
8	あまり多くない	まあ満足
9	まあ多い	満足
10	あまり多くない	やや不満
11	まあ多い	満足

図 1-1 柳沢・西村（2014）の調査問題例

表 1-2 データ活用における困難点（柳沢・西村（2014）より引用）

- A) 質的変数間の関係性を捉えられるようにデータを相対化して視覚化すること
- B) 量的変数間の関係を考察する際に散布図を利用すること
- C) データ数の異なるグループの比較を行えるようにデータを相対化して視覚化すること
- D) 順序のある質的変数についてデータ全体の特徴を捉えて比較を行うこと
- E) 変数間の関係性を捉える方法を統一的に理解すること

2. 目的

上記の背景を踏まえ、本研究では、データを活用して現実課題に対処していく能力（データ活用力）を大学生が身につけていく際の阻害要因を考察することを目的とする。柳沢・西村（2014）では大学生にとって活用や理解の難しい項目として表1-2を提示しているが、そのような活用や理解がなぜ難しいのかについては十分に検討されていない。そこで本研究では、柳沢・西村（2014）で開発された調査問題（以下「調査問題」）を用い、次の2つの研究課題によりその阻害要因を検討し抽出する。

研究課題1：調査問題に対する授業の影響の検討

データを活用するための知識や手法を教える授業の前後で、調査問題による事前テストと事後テストを行い、その結果への授業の影響を調べる。事前テストと事後テストの差を授業やレポートの内容等と比較検討することで、既習である知識や手法が適切に活用されない要因を考察する。

研究課題2：調査問題に対するグループワークの観察

研究課題1で対象とする授業を履修済みの学生を参加者とし、調査問題を用いたグループワークによる問題解決の過程を観察する。この過程において、自身の考えについての発話や、対立する考えをまとめる中で発せられた意見を分析することで、既習である知識や手法が適切に活用されない要因を考察する。

以上2つの研究課題においては、データ活用を妨げる要因について、知識や手法の不足にとどまらず、課題に取り組む際の意識や思考様式に着目して考察を行う。この点に本研究の独自性があると考え。本研究により、今後のデータ活用力育成のための教育内容や指導方法についても示唆が得られると考える。

3. 研究の方法

3.1. 研究課題1：調査問題に対する授業の影響の検討

対象者：東京都内の私立大学（以下「A大学」）において、2014年度の前期に行われた2年生以上が対象の授業（概要は以下を参照）の出席者。分析対象は調査問題による事前テストと事後テストの両方に参加した31名とする。

手続き：授業の影響を考察できるよう、同一の調査問題による事前テストと事後テストを行う。実施の関係上、事前テストは授業が2回行われた後の5月に実施し、事後テストは全12回の講義と期末試験を終えた後の7月に実施。調査では6問の問題を約1時間で回答させた。

調査問題の概要：本研究では、柳沢・西村（2014）で開発された調査問題を用いる。一例は図1-1に示した。この調査問題は、データの加工から判断までの一連の過程をコンピュータ上で行うものであり、各問題に回答する際には次の①～③を行うことが求められる。

①一覧表の形で与えられたデータを別の形態の表に加工すること

②表からグラフを作成すること

③グラフから読み取れる事実を使い、自らの判断を適切な文章で表現すること

この調査問題では、この3つの段階を経ることで「情報を引き出せるようにするために有効な加工を行えているか」(データの加工)と「データの全体的な特徴を情報として引き出せているか」(情報の抽出)という相互に影響し合う2観点から受検者の理解を把握することを意図している。また、上記の①、②においてはWEBブラウザ上でいくつかのボタンを押していくことで、変数同士の比などへの変換や集計、行や列の比率を求めること、円、棒、帯、折れ線、散布図、ヒストグラム、箱ひげ図などのグラフの作成を行える。

本研究では、この調査問題の回答を分類し、問題の解決にとって十分と考えられる回答を4点として、0点から4点までの5段階で得点化を行った。

授業の概要: 授業は、全14回で、データの入力・加工方法、集計とグラフ化による基本的なデータの捉え方、データ間の関連性を統計的に明らかにする方法を身につけることを目的として行われた。事前テストと事後テストの間に実施された具体的な内容としては、データの尺度水準に応じた集計とグラフ化の方法、および仮説検定の方法(t検定、カイ2乗検定、相関係数の検定、分散分析)が扱われた。この中には表1-2のA～Dの手法も含まれている。講義では、データを活用するための知識や手法の手続きとともに、現実的な課題においてその手法を用いる目的や、結果の解釈の仕方も教授された。

授業期間中には計4回のレポートが課された。内容は、それぞれ「データの入力整理」、「1変数の視覚化」、「カイ2乗検定」、「相関係数の検定」について、具体的なデータを使って統計処理ソフトで分析し結果をまとめるものである。レポートは採点のうえ返却されるが提出は任意である。

また授業の最終回には期末試験が課された。期末試験では、「データの種類の見極め」「データ入力・加工方法」「要約と視覚化、特徴の把握」「仮説検定の考え方、検定手法の選択、分析結果の読み取り」などを評価する問題が出題された。授業の成績評価は期末試験のみでなされ、出席とレポート提出は加味されない。

3. 2. 研究課題2：調査問題に対するグループワークの観察

参加者: A大学の4年生14名。3年生のときまでに研究課題1で対象とした授業を履修し単位を取得している。研究課題1の対象者とは重複しない。

事前テスト: 参加者にはまず調査問題6問を約1時間で回答させ、後日その結果をもとにグループ分けを行い、グループワークを行った。

グループワーク: 4名または6名のグループを3つつくり、各グループにおいて、1問ずつ計2問の調査問題に取り組むグループワークを行わせた。グループワークでは、まず各参加者がどのように考えて該当問題に回答したのかを発表したのち、グループで一つの回答をつくるように促した。

4. 研究課題 1 の結果と考察

4. 1. 研究課題 1 の結果

4. 1. 1. 事前テスト・事後テストの得点とその変化

図 4-1 には事前テストと事後テストの得点（満点 24 点に対する得点率に換算した値）の分布を示した。また、表 4-1 には 2 回の調査の得点と個人ごとの得点差（事後テストの得点から事前テストの得点を引いたもの）の概要を示した。これらを見ると、事前テストと事後テストの得点は相関しているものの全体としての得点の伸びは観察されない。また 6 つの調査問題ごとに得点率（各問題の満点 4 点に対する得点率）の変化を見た場合、得点率が 0.1 ポイントほど正に変化している問題や反対に 0.1 ポイントほど負に変化している問題もあったが、いずれも有意な変化ではなかった。

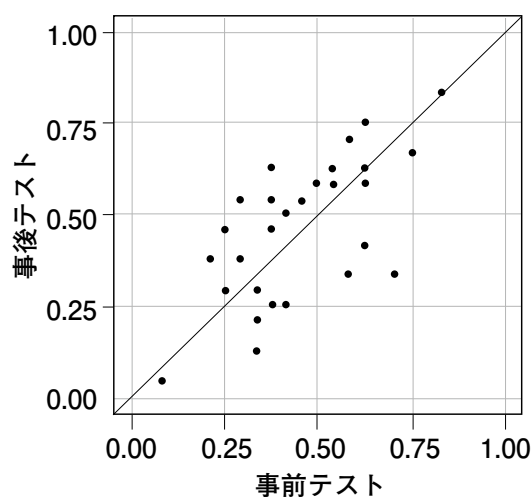


図 4-1 事前テストと事後テストの得点の比較 (N=31)

表 4-1 事前テストと事後テストの得点と得点差の要約 (N=31)

	平均	標準偏差	標準誤差	最小値	25 パーセン タイル	中央値	75 パーセン タイル	最大値
事前テスト	0.45	0.17	0.03	0.08	0.33	0.42	0.58	0.83
事後テスト	0.44	0.19	0.03	0.04	0.29	0.46	0.58	0.83
得点差	-0.01	0.16	0.03	-0.38	-0.13	0.00	0.08	0.25

次に、事前テスト・事後テストの得点と授業の出席回数、レポート提出回数や期末試験との関連について確認する。表 4-2 より、全 12 回の授業において 6 割強が欠席 1 回以内、全 4 回のレポートにおいても 6 割強が 3 回以上提出と比較的授業への参加度は高いことがわかる。一方で、表 4-3 の事前テストを共変量とした事後テストの回帰分析からは、人数が少ないことに留意する必要があるが、出席やレポートの提出が得点向上に寄与している明確な傾向は何もない。また、期末試験の得点については、事前テスト・事後テストの得点との相関はともに低かった（対事前テスト、対事後テストともに相関係数は 0.11）。

表 4-2 授業の出席回数・レポートの提出回数

授業の出席回数			レポート提出回数		
回数	人数	構成比%	回数	人数	構成比%
8	3	10	0	2	6
9	4	13	1	2	6
10	4	13	2	7	23
11	8	26	3	11	35
12	12	39	4	9	29
計	31	100	計	31	100

表 4-3 事前テストを共変量とした事後テストの回帰分析 (N=31)

	係数	標準誤差	P 値
(切片)	0.192	0.228	0.406
事前テスト	0.764	0.174	0.000
授業の出席回数	-0.022	0.027	0.425
レポート提出回数	0.050	0.030	0.102

4. 2. 2. 回答の変化

次に、各問題における受検者の回答内容の変化についての特徴的な結果を 2 点述べる。

1 点目は、回答内容の質的な低下である。図 4-2 は、図 1-1 の問題に対する回答のうち、事前テストでは十分な回答であったものが、事後テストでは不十分な回答へと変化した例である。図 4-2 左（事前テスト）においては、『緑の量』で層別した『環境の満足度』の比率を帯グラフで考察しているのに対し、図 4-2 右（事後テスト）においては、クロス集計を行うことをせず回答しており、図 1-1 の問題の目的においては質的に低下していると考えられる。他の問題においても、こうした質の低下ととらえられる回答が見られた。

2 点目は、回答に使用されるグラフの変化である。表 4-4 は、量的変数の分布を考察する問題において、事前テストと事後テストで各回答者が使用したグラフをクロス集計で表したものである。「ヒストグラム」に注目してみると、事前テストでの使用者は 3 名であるが、事後テストでは 17 名に増加していることがわかる。このことは、量的変数の分布について分析し情報を抽出していく問題の目的において質的な向上と考えられる。ただし、この問題の得点率は

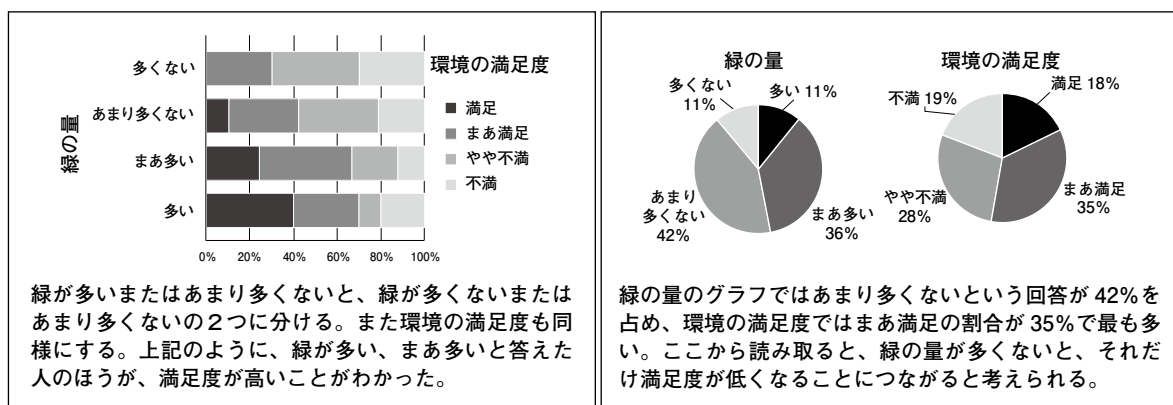


図 4-2 図 1-1 の問題における回答の変化 (左: 事前テスト 右: 事後テスト)

事前テストから事後テストにかけて 0.016 ポイントの上昇にとどまっており、グラフの使用の変化が、点数としてはほとんど表れていない。すなわち適切なグラフの選択に関する判断基準が習得された可能性がある一方で、そのグラフを生かして情報を抽出することまではたどりつけていないことになる。

表 4-4 使用されたグラフの種類の変化

事前テスト	事後テスト				合計
	名義	ケース	階級	ヒストグラム	
名義	1	0	1	0	2
ケース	0	1	0	4	5
階級	0	0	11	10	21
ヒストグラム	0	0	0	3	3
合計	1	1	12	17	31

※「名義」は数値を名義尺度として単純集計したグラフ（棒または折れ線）、「ケース」は全ケースの値を横並びにしたグラフ（棒または折れ線）、「階級」は階級に分けて集計したグラフ（棒または折れ線）を表す。

4. 2. 研究課題 1 の考察

4.1 の結果より、事前テストと事後テストでは適切な回答への変化が見られないわけではないが、全体の得点が向上する形としてはあらわれていないことがわかる。調査課題は、データの加工だけでなくデータの全体的な特徴を情報として引き出せること、すなわち結果を適切に解釈し表現するところまで加味して採点される。つまり、データの加工や読み取り方という手法や知識を手続きとして用いるだけでなく、それを現実課題に対処するために用いる、という「目的」を果たすことまでを対象としている。よって今回の結果からは、授業の影響は、データを活用して現実課題に対処するというデータ活用力が向上するというところまで及んでいないということがわかる。その理由を明らかにするために、授業の後においても学生が習得できていないことを抽出し、データ活用力習得の阻害要因を考察する。

図 4-2 からは、たとえあるときに、問題の目的にとって適切な「相対化」という手法を用い適切な解釈を行っていたとしても、別のときには行えない場合があることがわかる。他の問題においても、事前テストの際に用いられていた適切な手法が、事後テストの際には用いられなくなっている結果が見られた。このように、手法の選択が不安定であることは、目的にあわせて手法を選択することが習得できていないことを意味すると考える。

また、表 4-4 に示されたように、適切なグラフの使用への変化が得点に結びつかなかったという結果は、目的にあわせて手法から得られることを解釈することが習得できていない、ということを示唆しているのではないかと考える。このことは学生のレポートの文章からもうかがえる。図 4-3 は、「カイ 2 乗検定」のレポート課題への回答結果の結論部分である。課題は、サンプル調査における「雇用形態（正社員・管理職・派遣）」の回答結果から、「男女における雇用形態の違いがあるか考察せよ」というものである。図 4-3 の文章の結論の書き方に注目すると、男女間で「違いが明白」と主張しているものの、「どのような違いがあるか」は明言していない。現実課題への対処にとっては「違いがあるかどうか」だけでなく「どんな違いがあ

るか」ということこそが重要になるが、このような現実的な目的にとって必要な解釈がなされていない回答は、他のレポート課題や期末試験の記述式課題においても見られている。

以上のことから、授業の前後において、学生の中では、「目的にあわせて手法を選択すること」や「目的にあわせて手法から得られることを解釈すること」が安定してできるようにはなっていないと考えられる。

授業では、手法の手続きだけでなく手法を適用する目的や、目的にあわせた解釈を行う必要性も講義されているが、上記のことの習得は進んでいない。このことは、手法と目的があわせて教えられていても、学習者は、手法の手続きを理解することに集中し、手法を活用する際の目的を忘却してしまいがちな傾向にあることを示唆しているのではないかと考える。すなわち、データ活用力習得の阻害要因として、こうした「手法を活用する目的の忘却」といった心理的な傾向があるのではないかと考える。

「男性と女性の職種別に調べたところ有意であった。男性と女性の職の割合を確認すると違いが明白である。」

図 4-3 雇用形態の違いに関するレポート課題での学生の回答

5. 研究課題 2 の結果と考察

5. 1. 研究課題 2 の結果

本研究課題では異なるデータセットに基づく 6 問に関するグループワークを観察した。紙数の関係から、うち 3 問に焦点を当て、実際のデータセット群と同様の要素を持つ例題データを用いて結果を解説、考察する。

5. 1. 1. 例題データの概要

スマートフォン（以下「スマホ」）の利用に関するアンケートデータで、以下のような 5 変数からなる（図 5 参照）。

『氏名』：回答者の氏名

『自分用の PC の所有』（以下『PC 所有』）：「持っている」「持っていない」の 2 群を表す質的変数

『スマホの使用時間』（以下『使用時間』）：使用時間数を表す量的変数

『オンラインショッピングの利用頻度』（以下『利用頻度』）：「多い」「まあ多い」「あまり多くない」「多くない」の 4 段階を表す順序を持つ質的変数

『スマホ機能への満足度』（以下『満足度』）：「満足」「まあ満足」「やや不満」「不満」の 4 段階を表す順序を持つ質的変数

氏名	自分専用のPCを持っている	スマホの使用時間(時/週)	オンラインショッピングの利用頻度	スマホ機能への満足度
谷口 桜	持っている	32.6	あまり多くない	満足
安藤 由美	持っていない	46.3	あまり多くない	やや不満
藤本 美奈子	持っている	45.1	多い	不満
小島 豊	持っている	23.5	まあ多い	まあ満足
大塚 太郎	持っている	53.4	まあ多い	まあ満足
市川 光太郎	持っている	55.7	あまり多くない	不満
野口 花	持っている	13.5	まあ多い	やや不満
宮崎 理恵	持っている	70.1	あまり多くない	やや不満
渡部 麻衣子	持っている	27.4	あまり多くない	まあ満足

図5 例題データのイメージ

5. 1. 2. 3問の概要

取り上げる3問はそれぞれ以下のような課題を扱う問題である。

- 問Ⅰ：量的変数の分布に基づく判断を行う問題
長時間使用といわれる目安時間と比較してアンケート回答者の『スマホの使用時間』は長いのかどうか考える。
- 問Ⅱ：順序を持つ質的変数間の関係性を判断する問題
『オンラインショッピングの利用頻度』が『スマホ機能への満足度』に影響を与えているかどうかを考える。
- 問Ⅲ：グループ間の量的変数に関する優劣を判断する問題
「自分用のPCを所有していない人は所有している人と比べて、スマホの使用時間が長いわけではない」ということを説明する。

5. 1. 3. グループワークの結果

各問について、グループワーク参加者の元の回答（事前テスト時およびグループワーク開始前の2回の回答を含む。さらに、グループワーク開始前にアンケートを行い、最終的な回答を選択する前に迷ったグラフがあった場合それも含めた）と、グループワークを経て参加者全員の合意を得た回答は以下のようなものであった。ただし、以下の図では、回答者の選んだグラフのみを表示し、グラフに基づく自らの判断を記載した文章は省略した。

問Ⅰの結果：

参加者6名の元の回答は、図5-1-1～図5-1-3の3種類に大別された。図5-1-1は全データ値をプロットした不十分な視覚化（以下「誤答」）である。図5-1-2は量的変数である『使用時間』の分布がヒストグラムで表されており、十分な視覚化（以下「正答」）である。図5-1-3は『使用時間』を階級化して棒グラフで表しており正答である。グループで最終的に選択された回答は図5-1-3であった。

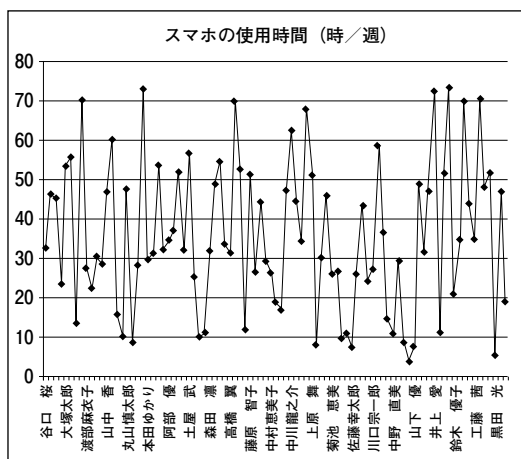


図 5-1-1 問 I の元の回答①

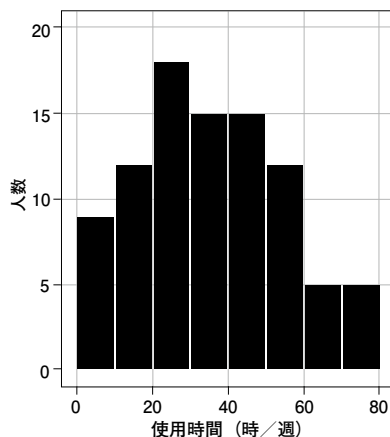


図 5-1-2 問 I の元の回答②

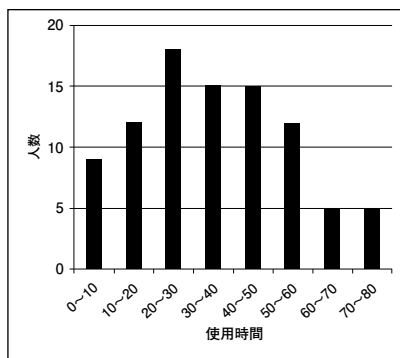


図 5-1-3 問 I の元の回答③およびグループの最終回答

問 II の結果：

参加者 4 名の元の回答は、図 5-2-1、図 5-2-2 の 2 種類であった。図 5-2-1 は『利用頻度』ごとに『満足度』の各層の人数を折れ線で表した誤答である。図 5-2-2 は説明変数である『利用頻度』の各層を 100%として、目的変数である『満足度』の相対度数分布を取った 100%積み上げ棒グラフで表されており正答である。グループで最終的に選択された回答は図 5-2-2 であった。

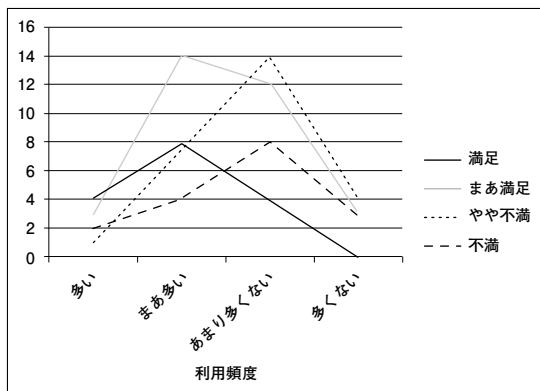


図 5-2-1 問 II の元の回答①

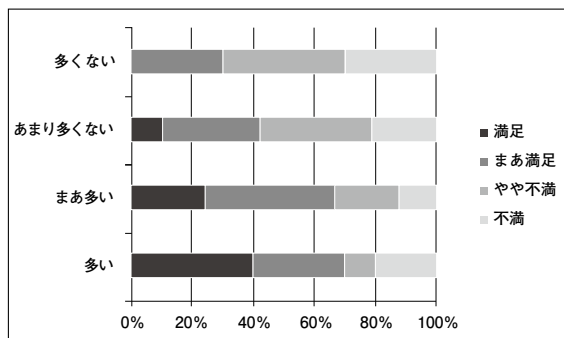


図 5-2-2 問 II の元の回答②
およびグループの最終回答

問Ⅲの結果：

参加者4名の元の回答は、迷ったものを含めると図5-3-1～図5-3-6の6種類と幅広く、うち誤答は図5-3-1～図5-3-4の4種類、正答は図5-3-5、図5-3-6の2種類であった。最終的にグループで選択した回答はいずれとも異なる図5-3-7であった。

図5-3-1は『使用時間』を階級化し、各階級について『PC所有』の2群の人数をクラスター棒グラフで表した誤答である。図5-3-2は2群の人数をそのまま積み上げた誤答である。図5-3-3は『使用時間』の各階級について2群の人数のまま比率を取って表した誤答である。図5-3-4は使用時間の各階級の人数をグループごとに相対化した後に、さらに使用時間の階級ごとに相対化したものであり、各棒が表す数値には意味がない誤答である。

図5-3-5は2群について量的変数である『使用時間』を連続量のまま層別のヒストグラムで表した正答である。図5-3-6も同様に連続量のまま層別の箱ひげ図で表した正答である。

グループで最終的に選択した図5-3-7は『使用時間』を階級化した上で、2群の層ごとに各階級の相対度数分布を取った100%積み上げ棒グラフで表されており正答である。

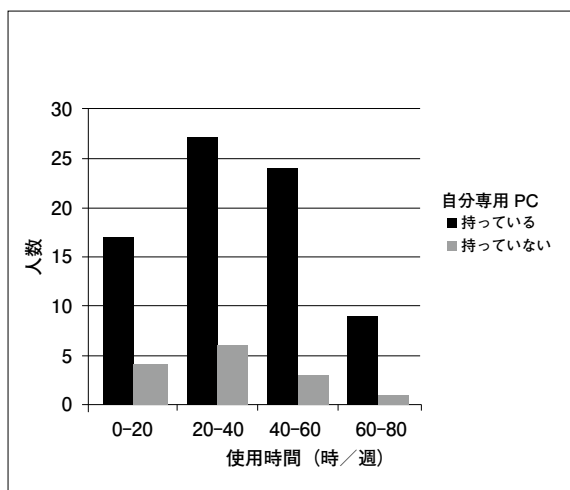


図 5-3-1 問Ⅲの元の回答①

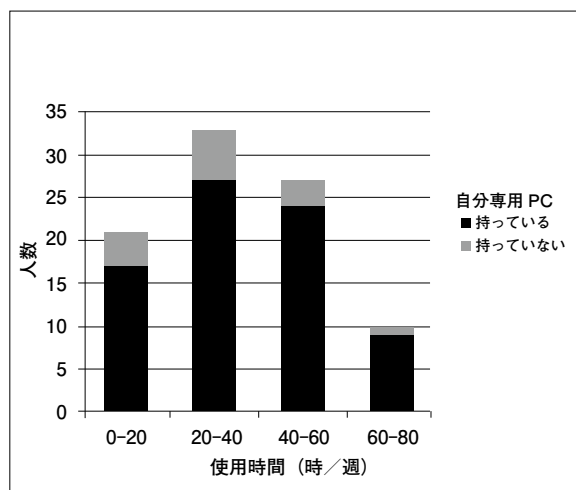


図 5-3-2 問Ⅲの元の回答②

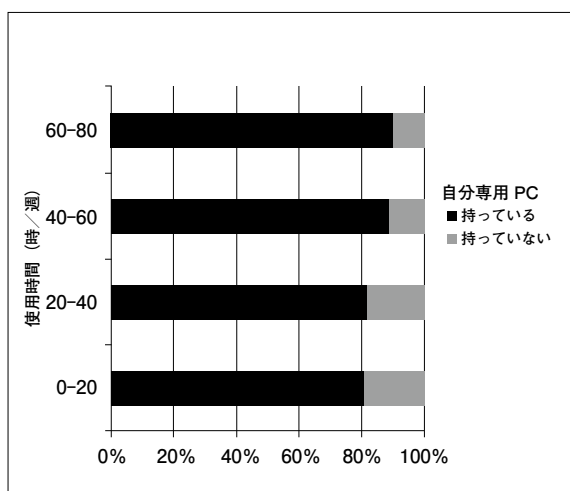


図 5-3-3 問Ⅲの元の回答③

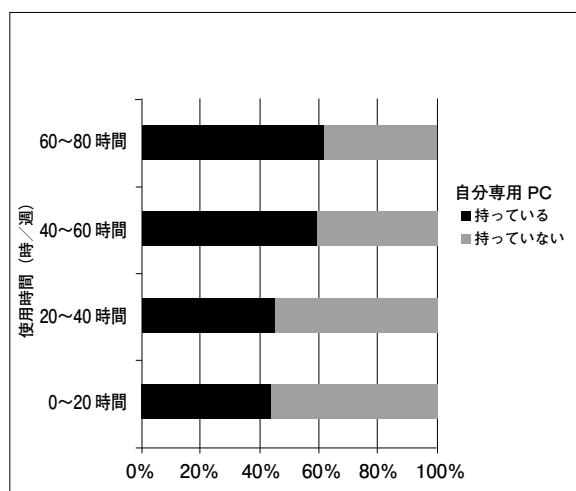


図 5-3-4 問Ⅲの元の回答④

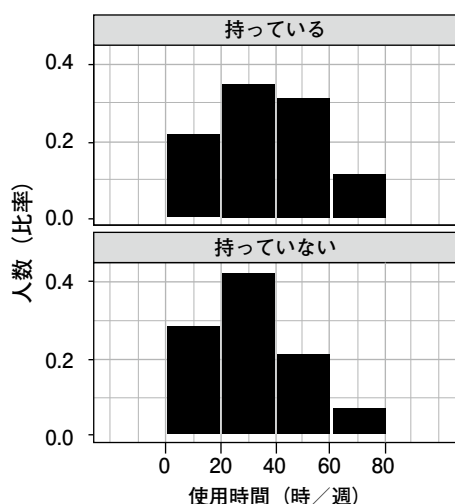


図 5-3-5 問Ⅲの元の回答⑤

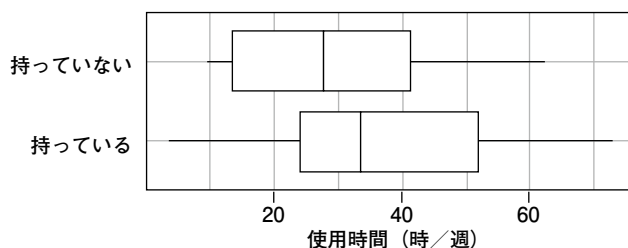


図 5-3-6 問Ⅲの元の回答⑥

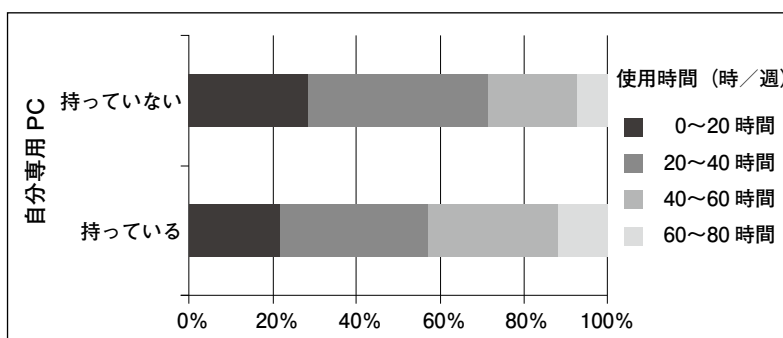


図 5-3-7 問Ⅲのグループの最終回答

5. 2. 研究課題 2 の考察

参加者はグループワークにおいて自分の回答を他者に説明するとともに、他者の回答への質問を行ったり、ときには合意を形成するために説得を試みたりした。それらを通じ、各自の考え方の確認や修正、改善が行われた。その過程における参加者の発言の分析から、データを活用して現実課題に対処していく能力を習得する際の阻害要因は、大きく2つあると考えられる。それは「『個』への執着」と「直感的判断の優先」である。

5. 2. 1. 「個」への執着について

これは、データの集計やグラフ化において、「どれ（誰）が何（いくつ）なのか分からなくなるのを避けたい」という心理で、データの要約に対する不安感とも言えるだろう。

たとえば、問Ⅰで元の回答として個々のケースのプロット（図 5-1-1）を選択した参加者が複数名いた。彼らはその理由として「誰の使用時間が長いのが分かる」「ぱっと見て誰かが分かっていた方が分かりやすい」「使いすぎの目安時間の上か下かがはっきり分かる」といった発言をしている。問Ⅰの課題は、スマホの使いすぎと判断される使用時間の目安に対し、対象者が全体として使いすぎていると言えるかどうかを問うものである。しかし、個々の対象者の使用時間が分かることが「分かりやすい」と感じている。

問Ⅲでは図5-3-5のように正しく層別の相対ヒストグラムを作成しつつも、「どちらが多いかわからず比較しにくい」と、何時間の人が何人いると明示されないことへの不安感を表明している。また同問題で正答の箱ひげ図（図5-3-6）に対し、「80時間以上という人が何人かいるかもしれないが、いても見えない」と、2群の傾向の比較を行うべき課題にも関わらず、「個」の対象者が、要約されたグラフの中に埋もれることへの抵抗感を示している。

このような心理の結果として、具体的なケース数や値にとらわれ、比率を取ったり指標化したりすることにより相対化することが困難となっているものと考えられる。柳沢・西村（2014）でも指摘されているが、グループ間比較において相対化を行わない誤りの出現率は決して低くなく、重要な困難点と言える。本研究でも、問Ⅱの図5-2-1や問Ⅲの図5-3-1・図5-3-2のように相対化していないグラフを作成したものが複数あり、その理由として「（人数だと）こういう人が何人いると一目で分かる」「（比率を指して）コンマいくつだと一瞬分かりにくい」「（比率を表した他のグラフと異なり）何人がどれくらいの時間使用しているかが棒の高さで一目で分かる方がいいと思った」などと発言している。

このような「『個』への執着」が、結果的に課題で求められている問題解決の目的と一致しない解釈を導いてしまっていると考えられる。この傾向は研究課題1で考察された阻害要因である「手法を活用する目的の忘却」とも連動して、データを活用した現実課題の対処を困難にしていると言えるだろう。

5. 2. 2. 直感的判断の優先について

これは要約された集計表やグラフからの特徴の読み取りにおいて、客観的な根拠による判断よりも主観的で表層的な印象を優先して判断する傾向である。

グラフの読み取り結果を「～が多い/少ない」といった言葉のみで表現し、数値を用いて説明しないことはその代表的な例である。また集計表やグラフからは直接的には読み取れない数値を見た目から感覚的に集計し、中途半端に数値化しようとする場合も見られる。

たとえば問Ⅰの図5-1-2（『使用時間』のヒストグラム）から読み取れる特徴を文章化する際、使いすぎの目安時間を超えるケース数を表すため、目安時間以上のヒストグラムのビン（刻み）の高さを暗算で足し込み、「約〇〇人以上が目安時間を超えていて使いすぎの傾向にある」などと表現するといった例である。問Ⅲの図5-3-5（『PC所有』の2群の相対ヒストグラム）の読み取りにおいても、「PCを持っている群の方が、使用時間が〇〇時間以下の人が少ない」といった記述をしており、2つのヒストグラムについて一定値以下の面積を目視によって比較して、人数の大小の判断を行っている例が見られた。

このような傾向は、データの全体的傾向ではなく部分的な目立った特徴のみ取り上げること、グラフの一見した印象に結論が左右されてしまうこと、さらには客観的な根拠を示していないにも関わらず、「一見して」「見たとおり」「一目瞭然であるが」といった枕詞を添えることで、他者に自分の感じている特徴を正しく伝えられていると感じてしまうこと、などにつながっているものと考えられる。

たとえば問Ⅰの図5-1-2（ヒストグラム）や図5-1-3（階級ごとの棒グラフ）の読み取りでは、全体的な分布の形状ではなく、どの使用時間がもっとも多いかという最頻値に言及するものが

多く見られた。

また問Ⅲでは、当初参加者は問題の趣旨を「PCを持っていない群の方が持っている群よりもスマホの使用時間が少ない」ということを示すものと考えており、グループの回答として、箱の位置や中央値のずれが分かりやすい図 5-3-6（層別の箱ひげ図）を選択しようとしていた。しかし、グループワークの過程で問題文の趣旨を改めて確認し「持っている群は持っている群よりも使用時間が長いとは言えない」ことを示せばよいということに気づいた途端、両群の違いが判断しづらい図 5-3-7（層別の 100%積み上げ棒グラフ）へと結論が傾いていった。強調したい特徴によって異なる視覚化を選択することはもちろん問題ではない。しかし、「使用時間が少ないことを証明しようとして箱ひげ図にしていたけど、そんなに変わらないということ言いたいならこちらで十分」「問題文を勘違いしていたわけだから回答が変わってもいい」といった発言からは、彼らが意識的により適切な視覚化を選択したというよりは、同じデータから作成されている図にも関わらず、図 5-3-6（層別の箱ひげ図）からは両群に違いがあると判断し、図 5-3-7（層別の 100%積み上げ棒グラフ）からは両群に違いがないと判断している、という矛盾に気づかないまま、都合の良い印象を与えるグラフを選択したことが伺える。

最後に、参加者の回答の文章やグループワーク中の発言に数多く見受けられたのが、上述したような枕詞である。自己の直感的判断のあいまいさに対して無自覚であり、そのような判断に依存した思考体系であることの表れと考えられる。

6. まとめ

本研究では、現実世界の問題解決に不可欠となるデータ活用力について、その習得の阻害要因となっているものを明らかにすることを目的とした。

研究課題 1 では、データ分析に関する授業を受講する前後にデータ活用力を測るテストを実施し、その得点や回答内容の変化について分析を行った。その結果、2 回のテストの得点差としては授業の効果がほとんど見られなかったと同時に、1 回目のテストで正しく答えられていた問題が 2 回目には的外れな回答になるなどの回答の不安定さが顕著に見られた。これらの結果から、データを活用する力を習得していく際には「手法を活用する目的の忘却」という阻害要因が存在することが示唆された。

研究課題 2 では、データ活用力を測るテストを受検したあとで、あらためて複数のメンバーで討議しながら一つの回答を導くというグループワークによる課題解決の過程を観察した。その様相から「『個』への執着」と「直感的判断の優先」という阻害要因が存在することが示唆された。

Wild & Pfannkuch (1999) は、データに基づく現実世界の課題の探求においては、「統計的な世界 (Statistical Sphere)」（統計的知識・手法を用いる世界）と「現実課題の文脈世界 (Context Sphere)」を常に行きつ戻りつすることを指摘している。そしてその際には、現実世界の文脈の中から疑問を抽出しデータで確認しようすることや、データが表す特徴が現実世界で何を意味するのかを考えるということが行われると指摘している。

しかし研究課題 2 で見たように、統計的な知識や手法を用いる世界で要求されることは、わ

れわれの日常世界における思考様式であるような、表層的、部分的、個別的なものごとの捉え方ではなく、真相を明らかにしようとする探究的思考や、個別や部分にとらわれず全体を要約して捉えていく思考である。

このような統計的な世界での思考を不自由なく行うためには、当然ながらデータ分析に関連する手法や知識を身につけるだけでは不十分であり、「『個』への執着」という心理的抵抗を乗り越えなくてはならない。加えて自身が「直感的判断」を優先させる思考体系にあることに気づかなくてはならない。データ活用力の育成においては、これらを明示的に意識した教育が必要であると考えられる。

研究課題2で実施したグループワークは、自らの考え方について他者に言葉で表現する努力をし、他者の考え方も共有することで、参加者がさまざまな気付きを得、現実の文脈世界と統計的世界を往還し、常に「手法を使う目的」を意識させられる過程でもあった。データ活用力を高めるにあたっては、このように少人数のグループで分析的課題に取り組み、合意を形成しながら一つの回答を作成するアクティブ・ラーニングが有効な学び方である可能性がある。また直感的判断への依存から脱する訓練として、日常生活で生じる身近な分析的課題を数多く徹底的に解かせる方法などが考えられる。これらの教授法の効果やその他の可能性については本研究の範囲を超えるが、今後の課題としたい。

謝辞

本研究の調査においては、Webテストの実施環境の整備にあたり、多摩大学多摩キャンパス事務局 教務課情報担当の公平正一氏、ならびに株式会社ベネッセホールディングス ベネッセ教育総合研究所の中島功滋氏に多大なるご協力をいただきました。この場を借りて御礼を申し上げます。

引用・参考文献

- 橋本紀子・末永勝征・荒木孝治・村上征勝 (2007). 「需要度調査から見る統計学への期待と大学教育のあり方」、日本統計学会誌、36 (2)、pp.309-325.
- 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 (2013). 「世界最先端 IT 国家創造宣言 (平成 25 年 6 月 14 日閣議決定)」、<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/decision.html> (2014 年 10 月現在)
- 日本学術会議 (2014). 「ビッグデータ時代における統計科学教育・研究の推進について」、<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/division-15.html> (2014 年 10 月現在)
- 瀬沼花子 (2004). 「企業の算数・数学教育への期待：データに基づく予測の強調と指導法の改善」、科学教育研究、28 (1)、pp.34-42.
- 柳沢文敬・西村圭一 (2014). 「データに基づく判断の困難性に関する調査研究：「変数間の関係性」に焦点を当てて」、日本数学教育学会誌数学教育学論究、96、pp.185-192.
- Garfield, J. & Ben-Zvi, D. (2007). How Students Learn Statistics Revisited: A Current Review of Research on Teaching and Learning Statistics. *International Statistical Review*, 75 (3), pp.372-396.
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67 (3), pp.223-265.