

# データの省略を伴う棒グラフの変形による 不適切なデータ表現への気づきの誘発

鈴木 聡<sup>1,a)</sup> 田代 岬<sup>1</sup> 小方 博之<sup>1</sup>

**概要:** グラフによるデータの不適切な視覚表現によりグラフの読み手に誤解を与える事例は、マスメディアや広告などで多数見受けられる。このような不適切なデータ表現を見抜き、適切にデータを読み取る能力は統計リテラシーの育成において大きな課題のひとつと捉えられる。本研究では、本来不適切なデータ表現として捉えられるアニメーションによるグラフの変形を、データ表現の不適切さを強調するために用いる手法を提案する。軸の省略によって変数間の小さな差を誇張した棒グラフに対し、省略しない適切な形の棒グラフへ変形するアニメーションを作成し、これの呈示による不適切なデータ表現への気づきの誘発について心理実験により検討した。その結果、軸の省略を含む棒グラフの呈示のみと比較すると適切にデータを把握している傾向が現れる可能性が示唆されたものの、不適切なデータ表現に対する説明の補足や、よりデータ表現の不適切さを顕著に表した事例による説明を行うことが今後の課題として示された。グラフによる不適切なデータ表現を通じた統計リテラシーの育成の可能性についても議論する。

## 1. はじめに

情報リテラシーの教育の中で、情報を鵜呑みにせず吟味するスキル獲得の必要性は論を待たない。今後高度に情報化が進み動的に変化する社会の中で、他者との協同、学び方の学び（メタ認知）、社会の一員としての生き方のスキルと並び、情報の吟味と活用のスキルの育成は重要視されており、その中には「批判的かつ入念に情報を評価する」スキル、メディアに流れる情報の構成や意図を見抜くスキルが含まれる [6]。また、このような流れを受けて日本の初等中等教育でも平成 20 年、21 年告示の新学習指導要領において統計教育は必修となり、海外の統計教育の流れも受けて、知識習得ばかりでなく問題解決の道具としても統計教育は近年注目を浴びている [27]。特に、日本の高等学校の情報科の科目「社会と情報」の中で「情報の活用と表現」の一環として、情報の信頼性、信憑性を吟味したり情報の表現と伝達に関する適切な方法を身につけたりすることが内容に盛り込まれている [14]。高等教育においても、大学在学中・卒業後にわたり分野を問わず必要な汎用的技能として自然や社会的事象を定量的に捉える数量的スキルや情報通信技術（ICT）を活用した情報の収集・分析と適切な判断が行える情報リテラシーが挙げられており、これらの

修得は今後の大学教育に求められるものの一部と位置づけられている [4]。このように、教育の中の課題としても、社会からの要請としても、統計データの吟味のスキルは重要視されている。

本研究では、そのように批判的に検討すべき情報の中で、統計データ、とりわけ統計データのグラフ表現に注目する。テレビ・新聞などのメディアや広告などの中で、受け手の誤解を招く統計データの扱い方は非常に多く見受けられる（たとえば Best [3], Seethaler [19], 谷岡 [23], 吉本 [28] など）。グラフ表現は適切な形であれば統計データを視覚的にわかりやすく示す上で非常に有用であるが、グラフ形状の歪み、データの省略、余計な装飾などが含まれる場合があり、これらが受け手の誤解を誘発する [11], [21], [25]。このようなグラフの問題に気づき、適切に統計データを吟味するスキルを獲得するため、歪み・省略のある棒グラフ表現から適切なグラフ表現への変形をアニメーションで表現することで、気づきを促す可能性について、心理実験を通して検討する。

本稿では、まず 2 節にてグラフ表現やグラフの理解に関する関連研究について述べ、次に 3 節にて心理実験とデータ分析の手順について説明する。そして 4 節にて実験結果についてまとめ、これを受けて 5 節にて考察を述べる。

<sup>1</sup> 成蹊大学 理工学部 システムデザイン学科  
Seikei University, 3-3-1 Kichijoji-kitamachi Musashino  
Tokyo 180-8633 Japan

<sup>a)</sup> ssv@svslab.jp

## 2. 関連研究

### 2.1 グラフ表現の適切さ

グラフ表現の操作により受け手の誤解を誘発する手法は古くから知られている。代表的なものとして、グラフの軸の省略や目盛の変形、3次元グラフ、絵グラフによる面積でのデータ変化の誇張などが挙げられる [11], [15], [21]。また、グラフにおける塗りつぶしパターン、目盛線、装飾(チャートジャンク)といったものがデータの視認性を落とし、データの本質の理解を妨げるという主張もある [25]。これらの知見の多くは経験則やケーススタディに基づくものといえるが、実証的にこのようなグラフ表現の問題をとりあげた研究として Pandey et al. [17] がある。Pandey et al. [17] は、軸の省略、バブルチャートにおける数量と半径を対応させた表現、目盛間隔の調整、軸の逆転といった不適切なグラフ表現に着目し、個人差はあるものの、実際にこれらの表現により変数間の差の読み取りや数量の変化の正負の認識に影響が現れることを示した。本研究ではこのような不適切なデータ表現の中で、棒グラフにおける軸の省略による変数間の差の誇張を対象に、そのような差が誇張された棒グラフから軸を省略しない棒グラフへの変形のアニメーションの呈示により、その後に出会った軸の省略を伴う棒グラフにおけるデータの読み取りにおいてデータの誇張に受け手が気づくことができるかどうかを実験により検討した。

### 2.2 人はグラフをどのように理解するか

人がグラフを理解する認知的なメカニズムについては、主に認知心理学・教育心理学などの分野で研究が進んでいる。円グラフについては、3次元円グラフによりグラフの形状が歪められ、データの正確な割合を適切に把握できない可能性があることを心理実験により指摘した研究が存在する [18]\*1。また、グラフを通したデータの把握の方略はグラフの形式(線グラフ、棒グラフ)やグラフを読むスキルに依存することを指摘した研究もある。Shah and Freedman [20] は、線グラフと棒グラフのデータの読み取りにおいて、グラフの受け手は線グラフでは  $x$  軸と  $y$  軸の関係に、棒グラフでは凡例と  $y$  軸の関係に着目する傾向がみられ、特にグラフの読みに熟達した受け手はこのようなグラフの形式を手がかりにしたデータの関係の読み取りを行う傾向が顕著であったことを実験により示した。神崎・三輪 [13] は、グラフの作り手によるテキストによるデータの関係の説明と、生成されたグラフの形式から推測されるデータの一貫性について検討し、研究者や理

系大学院生など日常的にグラフの読解や生成を行うグラフの作り手には一貫性がみられたが、文系学部生など日常的にグラフに接しているわけではないグラフの作り手には、グラフを最初から生成する場面ではこのような一貫性がみられなかった。本研究は線グラフや棒グラフの解釈のように複数の変数の関係の読み取りと異なり、棒グラフにおける1変数の差の大小や変化の解釈に着目する点で前述の Rangecroft [18] の円グラフの解釈の研究に近いものといえる。

### 2.3 グラフの形式以外の表現による影響の差

グラフの表現について、円グラフ、線グラフ、棒グラフなどといったグラフの形式以外の表現も、受け手の解釈に影響することが指摘されている。Guadagno et al. [7] は、大学のアメリカンフットボール部のスカウトとして新入生候補の能力を査定するという想定で、その能力の表現として1. テキストによる説明のみ、2. 紙に印刷された能力のグラフ表現を含むプレゼンテーションスライド、3. アニメーションを伴うグラフ表現が含まれる実際にプロジェクタで投射されたプレゼンテーションスライドの3条件による査定の差について検討し、1. より2.、そして2. より3.の方が新入生候補の能力を高く査定する傾向がみられた。これはグラフを伝えるメディアが受け手のグラフの認知に影響する可能性を示唆するものといえる。また、2.1節に示したように、チャートジャンクはデータの読み取りに支障をきたすものと捉えられてきたが、その一方で誤解を招く表現を避けながらグラフに装飾を施すことで受け手の印象に残りやすいグラフを描く手法もよくみられる点を考慮し、Bateman et al. [2] はそのような装飾の有無が受け手のグラフの解釈に与える影響の差を実験により検討した。その結果、グラフの装飾はグラフの差の読み取りに大きな影響を与えることはない上に、装飾がないグラフの呈示時と比べグラフが示したデータの内容も長期記憶としてよく定着していた [2]。グラフの読み取りに支障をきたさない範囲であれば、グラフに表現を付け足すことがグラフに対する理解を促す可能性を示唆するものといえる。本研究では以上を踏まえ、あえて不適切なグラフ表現から適切なグラフ表現へ変形させるアニメーションの呈示により、不適切なグラフ表現を疑いながらデータを吟味する考え方を受け手に促す可能性について検討した。

## 3. 実験方法

以上の結果を踏まえ、不適切なグラフ表現として棒グラフの軸の省略に焦点を当て、省略のある棒グラフから省略のない棒グラフへのアニメーション表現の呈示が受け手の不適切なグラフ表現への気づきに与える影響を実験により検討した。

\*1 割合を示すグラフとして円グラフにはこのようなデータの割合の把握に難がある点や複数の円グラフ同士での割合比較が視覚的に難しい点があるため、棒グラフや帯グラフを用いることが推奨されている [5], [15], [26]。

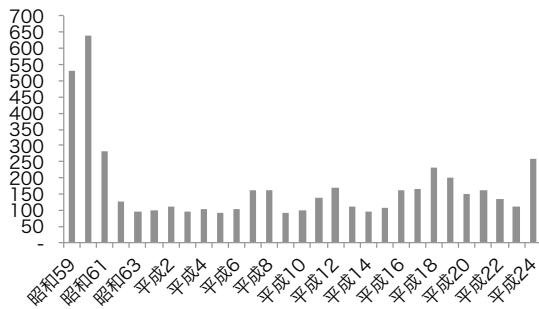


図 1 警察において取り扱ったいじめに起因する事件の事件数 (平成 25 年版犯罪白書)

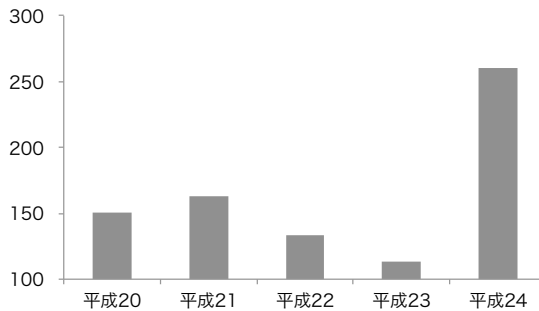


図 2 図 1 の一部を切り取ったグラフ

### 3.1 参加者

大学学部生 40 名 (男性 28 名, 女性 12 名, 平均年齢 20.78 歳 [ $SD = 1.27$ ]) が実験に参加した。参加者の所属学部の内訳は理工学部 17 名, 文学部 10 名, 法学部 6 名, 経済学部 7 名であった。参加者には謝礼としてプリペイドカード (クオカード 500 円分) が支払われた。

### 3.2 呈示されたデータ

呈示されたデータは平成 25 年版犯罪白書 [10] の「警察において取り扱ったいじめに起因する事件の事件数」である (図 1)。図 1 から直近 5 年分, そして縦軸の範囲を 100 件から 300 件までとして 5 年間の事件数の増加を誇張したグラフが図 2 である。いじめに関するデータをとりあげた理由は, いじめの件数は年々増加しているという先入観がマスメディアの影響などで強く社会の中に存在すると考えられるためである [9]。

図 1 に示す通り, 「警察において取り扱ったいじめに起因する事件の事件数」は昭和 60 年 (1985 年) をピークとして事件数は減少し, 多少の波はあるもののほぼ横ばいであることが読み取れる。文部科学省もいじめの件数について調査を行っており [12], 「いじめ」の定義を平成 6 年 (1994 年) と平成 18 年 (2006 年) に変更したことに伴い件数に大幅な変動があるが, いずれにせよここ 30 年は実質的ないじめの件数の変動が少なく, ある一定の件数のいじめが存在していると捉えるのが妥当と考えられる [9], [16]。実際, 3.2 節で述べた事件数の推移について, 図 1 が呈示された場合と図 2 が呈示された場合とでは受け手の解釈

は異なってくる可能性が高いことは 2.1 節の議論から推測できる。そこで, 実際にそのような差がみられるかについて, 紙に印刷した図 1・図 2 いずれかのグラフを呈示した上で, 後述の実験手順に準じる形で「最近の 5 年間で警察において取り扱ったいじめに起因する事件の事件数は増えていると思いますか」という問いに以下の選択肢

- 5 急激に増加している
- 4 増加している
- 3 やや増加している
- 2 わずかに増加している
- 1 変わらない, または減少している

のいずれかを選択する形で回答する予備調査を行い, 図 1 と図 2 で明確な回答の差があることを確認した。

### 3.3 実験計画

棒グラフの誇張表現への気づきを促すため, 図 2 から図 1 への変形のアニメーション呈示が受け手に与える影響を実験により検討し, 受け手の適切なデータの吟味の誘発の可能性について議論することが本研究の目的である。そこで, 参加者は棒グラフのなめらかな変形のアニメーションが呈示される群 (アニメーション群: 13 名), およびその比較対照のための図 2 から図 1 への瞬時の切り替えを呈示する群 (トランジション群: 14 名) と図 2 のみを呈示する群 (統制群: 13 名) にランダムに割り振られた。各群に呈示される棒グラフを図 3 に示す。棒グラフは各群 10 秒間呈示され, 図 3 の説明のような形でアニメーション群・トランジション群はグラフの変形がなされた。なお, 棒グラフは Microsoft Excel for Mac 2011 で, 棒グラフのアニメーションは Adobe Flash CS6 で作成し, MPEG-4 (H.264) 形式の動画ファイルに書き出したものを実験に用いた。

### 3.4 実験手順

参加者は本実験が「現在の社会情勢の認識に関する調査」と告げられ実験に参加した。まず同意書に署名の後実験室に入室し, フェイスシートの質問項目 (年齢, 性別, 所属学部) に回答した。その後, まず「あなたの知識を頼りに以下の問いにお答えください。最近の 5 年間で, 警察において取り扱ったいじめに起因する事件の事件数は増えていると思いますか」という質問に対し, 参加者は 3.2 節に示した選択肢を選ぶ形で自由記述の理由とともに質問紙上に回答した。その後割り振られた実験群に応じて 3.3 節にて説明した形で棒グラフが 10 秒間呈示され, 呈示された棒グラフを踏まえて「最近の 5 年間で警察において取り扱ったいじめに起因する事件の事件数は増えていると思いますか」という質問に対し, 参加者は再び 3.2 節に示した選択肢を選ぶ形で自由記述の理由とともに質問紙上に回答した。その後別室に移動し, 参加者は批判的思考態度尺度 [8]

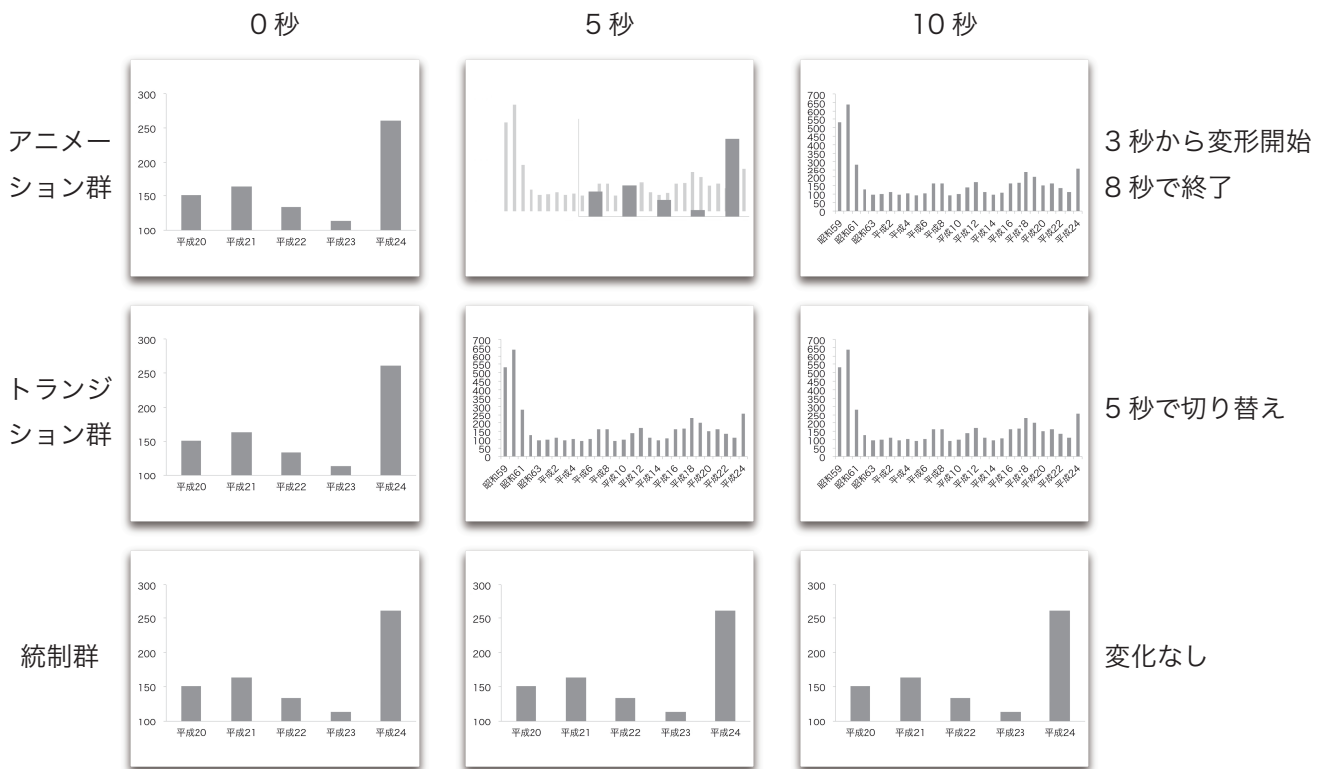


図 3 棒グラフの変形過程

(33 項目, 5 件法; 1: あてはまらない-5: あてはまる), および Bateman et al. [2] のグラフの印象に関する質問項目 (9 項目, 7 件法; 1: まったくそう思わない-7: 非常にそう思う) について質問紙上に回答し, 最後に自由記述の質問項目 (以前グラフのデータの出典について見聞きしたことがあるか, この実験の意図は何か, その他感想) について質問紙上に回答後, 謝礼を受け取り実験を終了した. 実験に要した時間は 20 分程度であった.

### 3.5 測定指標

まず, 初期回答として「あなたの知識を頼りに以下の問いにお答えください. 最近の 5 年間で, 警察において取り扱ったいじめに起因する事件の事件数は増えていると思いますか」の回答を測定値として用いた. そしてグラフ呈示後の質問の回答を呈示後回答として同様に測定値とした.

批判的思考態度尺度 [8] については, 元の質問紙の下位尺度に合わせ「論理的思考への自覚」(Cronbach の  $\alpha = .794$ ), 「探求心」( $\alpha = .794$ ), 「客観性」( $\alpha = .805$ ) の平均を測定値として用いた. 下位尺度としてはほかに「証拠の重視」があったが,  $\alpha = -.038$  と極めて低い値で信頼性に問題があるため, 本研究では測定値として採用しなかった. グラフの印象に関する質問項目 [2] に関しては因子分析 (最尤法, プロマックス回転) を行い, 2 因子を抽出し, 因子負荷量が .6 を超える質問項目を残す形をとった. その結果「グラフへの興味」(「グラフは見ていて楽しめる」「グラフは魅力的に見える」, Pearson の  $r = .797$ ) および「グラフ

のわかりやすさ」(「グラフの内容を記憶できる」「グラフの内容を詳細まで覚えていられる」「グラフの内容を正確に覚えていられる」「グラフの内容をすぐに覚えられる」,  $\alpha = .920$ ) を測定指標として用いた.

## 4. 結果

実験群別の各測定値の平均・標準偏差, および 1 要因分散分析の結果を表 1 にまとめた. まず, 初期回答は群間で有意差がみられず, 参加者間で予備知識に大きな偏りはなかったといえる. 棒グラフ呈示後の回答, ならびに呈示後回答と初期回答の差をみると, アニメーション群では棒グラフ呈示の前後で差がみられなかったが, それ以外の群では呈示後の方が高い値を示しており, 呈示後に「いじめは増加している」という認識に変わりつつあった可能性が読み取れる. しかし, 1 要因分散分析の結果より, 群間で有意差はみられなかった.

さらに, 批判的思考態度尺度についてであるが, 探求心および客観性において若干統制群の平均が他の群より低めであることが読み取れる. しかし, 論理的思考への自覚, 探求心, 客観性それぞれについて群間に有意差はみられなかった. 批判的思考に対する構えについても, 群間で大きな偏りはなかったといえる.

加えて, グラフに対する印象については, グラフへの興味については群間で差がみられなかったものの, グラフのわかりやすさについてはアニメーション群が他の群より低い値を示した. 実際, 1 要因分散分析で主効果が 5% 水準

表 1 実験群別の各測定値の平均 (括弧内は標準偏差) および 1 要因分散分析の結果

	アニメーション群 (n = 13)	トランジション群 (n = 14)	統制群 (n = 13)	主効果 (F(2,37))	p 値	$\eta^2$ 値
初期回答	2.92 (1.26)	2.86 (1.35)	3.46 (1.27)	0.869	.43	.04
呈示後回答	2.92 (1.44)	3.43 (1.01)	3.85 (1.34)	1.712	.19	.08
呈示後回答と 初期回答の差	0.00 (1.78)	0.57 (1.79)	0.38 (1.85)	0.348	.71	.02
批判的思考態度尺度						
論理的思考への自覚	3.25 (0.79)	3.08 (0.68)	2.94 (0.59)	0.648	.53	.03
探求心	4.59 (0.72)	4.47 (0.77)	4.01 (0.76)	2.187	.12	.11
客観性	3.89 (0.85)	3.74 (0.64)	3.30 (0.80)	2.049	.14	.09
グラフに対する印象						
グラフへの興味	3.04 (1.73)	3.64 (1.43)	3.35 (1.13)	0.587	.56	.03
グラフのわかりやすさ *	2.22 (1.05)	2.90 (1.04)	3.37 (0.83)	4.511	.02	.19

\*:  $p < .05$

で有意であり, Holm の方法による多重比較の結果, アニメーション群と統制群の差が有意であった ( $p = .02$ ).

そして, 呈示後回答について, 批判的思考態度尺度の回答を共変量とした共分散分析を行った. その結果, 客観性を共変量とした場合に主効果が  $F(2, 36) = 2.536$  ( $p = .09$ ,  $\eta^2 = .12$ ) という値を示した. これは有意な差とはいえないが, この時点で検定力は .51 と低く, 仮に効果量  $\eta^2$  が現状を維持した状態と仮定すれば 1 群あたり 24 名の参加者のデータが取得できれば, 検定力 .8 で 5% 水準で有意な差がみられると推定できる [24] 点に留意が必要である. 標本サイズの問題でこのデータのみからは結論づけられないが, 参加者の客観性による要因を除いて棒グラフ呈示の影響をみると, アニメーション群が最もいじめの件数の推移について変化がみられないと回答する傾向が強いと結論づけられる可能性を検討する余地が残っていると見える.

## 5. 考察

### 5.1 呈示したデータの問題点

3.2 節で言及したように, 本研究ではいじめの件数に関するデータを取りあげ, マスメディアなどの影響などで「いじめは年々増加している」という先入観で捉えているデータに対してその先入観がいかにかに覆るかという想定で実験を行った. 実際, 初期回答の理由をみると「報道番組などでよく取り上げられているのを見るようになった」「毎日ニュースを見ているがいじめ問題を取りあげている事件が増えているから」といったように, マスメディアからの情報からいじめに対する印象を形成している様子が読み取れた. その一方で, 「いじめに関して報道でとりあげられるようになったが事件数にはあまり影響ないと考える」「増減についてはわからないがメディアが騒ぐ前から水面下で少なからず存在していたと思う」といった, 報道と実際のいじめの件数について初期回答の段階から深い考察をして

いる参加者も散見され, 初期回答の値としてはより高い値を想定していたものの平均するとおおよそ 3 前後の値を示すこととなった. まず, 呈示するデータの選択段階で先入観とデータの実態の解離が大きなものを選定する必要があると考えられる.

### 5.2 呈示した棒グラフの問題点

また, 5.1 節の想定に従えば, 呈示後回答と初期回答の差が負になることを想定していたといえる. しかし, 全体として呈示後の方がいじめの件数は増加していると捉える傾向が強まっているとみられる. この結果から推測されるのは, トランジション群や統制群のように一度軸を省略したグラフを明確に呈示されると, そちらの影響を強く受ける可能性が高いという点である. 一方, アニメーション群はグラフのわかりやすさの点で有意に統制群より低い評価を受けていた点から, 軸の省略のあるグラフに対する印象が薄かったことが考えられる. 本研究ではまったく補足説明なしにグラフの呈示のみを行ったが, グラフの変形による印象操作がなされる可能性について説明しながら, アニメーション群のグラフの説明を行うことでグラフの不適切な表現への気づきを受け手の中で高められる可能性がある.

### 5.3 グラフ呈示の影響の強さの検討

本研究ではひとつの統計データを取りあげてデータ表現の不適切さの呈示の影響を検討したが, Bateman et al. [2] の実験のように同じ統計データの読み取りが時間を置いた際にどのように変化するか, また同様の棒グラフの不適切なデータ表現に接した場合にどのようにグラフを解釈するかについても検討の余地がある. 5.1 節, 5.2 節の問題を克服したり, 他の観点からデータの受け手のデータ解釈に介入する方法を検討したりする試みもしながら, 長いタイムスパンでデータ解釈に与える影響について議論することが

重要といえる。

#### 5.4 統計リテラシー育成のための学習環境構築に向けて

本研究ではグラフの中の不適切なデータ表現に着目し、この不適切さを通してデータを批判的に、かつ正確に把握する能力の育成につながれる可能性を模索している。しかし、このような表現のみに着目するばかりではこの目標の達成は困難である。批判的な文献読解において主張の根拠や論証の過程を追うことが重要である [1] ように、数値であれグラフであれ、データの読み取りにおいてもデータの出典や加工の過程を多面的に検討することが大事といえる。ただ、論理を追う形の批判的な文献読解は背景知識の十分な理解を要するという問題があり、読み手の直感を生かした文献読解により背景知識の乏しい文献においても本質的な論点を把握しながら文献内容を踏まえた議論が誘発できる可能性がある [22]。同様の問題は統計の中にも存在し、データの受け手にとって認知的な負荷を抑えながらデータに潜む問題の本質を理解するための環境をいかに構築できるかは、統計リテラシー育成の課題のひとつといえる。その手がかりのひとつがグラフの不適切なデータ表現にある可能性もあるが、広く他の観点からも検討する余地はあると考えられる。

本研究では、棒グラフの軸の省略という不適切なデータ表現に着目し、不適切なデータ表現から適切なデータ表現への変形を通して、不適切さに対する気づきをデータの受け手に誘発する可能性を心理実験により検討した。実験に用いたデータやデータの呈示方法に多くの課題を抱えているが、グラフの不適切なデータ表現の考察も含めた統計リテラシー育成の可能性が今後考えられる。

**謝辞** 本研究において実験の実施にあたり成蹊大学理工学部の笹島康明さん、岡部哲也さんの協力を得た。ここに感謝の意を示す。

#### 参考文献

[1] Adler, M. J. and Van Doren, C.: *How to read a book*, Simon and Schuster, New York, NY, USA, revised and updated edition (1972). 外山滋比古, 榎 未知子 (訳): 本を読む本, 講談社学術文庫 1299, 講談社, 東京 (1997).

[2] Bateman, S., Mandryk, R. L., Gutwin, C., Genest, A., McDine, D. and Brooks, C.: Useful Junk?: The Effects of Visual Embellishment on Comprehension and Memorability of Charts, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '10)*, Atlanta, GA, USA, pp. 2573–2582 (online), DOI: 10.1145/1753326.1753716 (2010).

[3] Best, J.: *More damned lies and statistics: How numbers confuse public issues*, University of California Press, Berkeley, CA, USA (2004). 林 大 (訳): 統計という名のウソ: 数字の正体, データのたくらみ, 白揚社, 東京 (2007).

[4] 中央教育審議会: 学士課程教育の構築に向けて (審議のまとめ). [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/)

chukyo/chukyo4/houkoku/080410.htm (最終アクセス日: 2016年2月8日).

[5] Cleveland, W. S.: *The elements of graphing data*, Wadsworth Advanced Books and Software, Monterey, CA, USA (1985).

[6] Griffin, P. E., McGaw, B. and Care, E.: *Assessment and teaching of 21st century skills*, Springer, Dordrecht, the Netherlands (2012). 三宅なほみ (監訳), 益川弘如, 望月俊男 (編訳): 21世紀型スキル: 学びと評価の新たな私たち, 北大路書房, 京都 (2014).

[7] Guadagno, R. E., Sundie, J. M., Hardison, T. A. and Cialdini, R. B.: The Persuasive Power of PowerPoint® Presentations, *Proceedings of the 6th International Conference on Persuasive Technology: Persuasive Technology and Design: Enhancing Sustainability and Health (PERSUASIVE '11)*, Columbus, OH, USA, (online), DOI: 10.1145/2467803.2467805 (2011).

[8] 平山るみ, 楠見 孝: 批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響, *教育心理学研究*, Vol. 52, No. 2, pp. 186–198 (オンライン), DOI: 10.5926/jjep.1953.52.2.186 (2004).

[9] 廣田照幸, 伊藤茂樹: 教育問題はなぜまちがって語られるのか?: 「わかったつもり」からの脱却, 日本図書センター, 東京 (2010).

[10] 法務省: 平成 25 年版犯罪白書. <http://hakusyo1.moj.go.jp/jp/60/nfm/mokuji.html> (最終アクセス日: 2016年2月8日).

[11] Huff, D.: *How to lie with statistics*, W. W. Norton & Company, New York, NY, USA (1954). 高木秀玄 (訳): 統計でウソをつく法: 数式を使わない統計学入門, ブルーバックス B-120, 講談社, 東京 (1968).

[12] 文部科学省初等中等教育局児童生徒課: 平成 22 年度「児童生徒の問題行動等生徒指導上の諸問題に関する調査」について. [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/23/08/\\_icsFiles/afieldfile/2011/08/04/1309304\\_01.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/23/08/_icsFiles/afieldfile/2011/08/04/1309304_01.pdf) (最終アクセス日: 2016年2月8日).

[13] 神崎奈奈, 三輪和久: 説明とグラフ表現の一貫性に関する実験的検討, *教育心理学研究*, Vol. 61, No. 2, pp. 121–132 (オンライン), DOI: 10.5926/jjep.61.121 (2013).

[14] 文部科学省 (編): 高等学校学習指導要領, 東山書房, 京都 (2012).

[15] 森藤大地, あんちべ: エンジニアのためのデータ可視化「実践」入門: D3.js による Web の可視化, 技術評論社, 東京 (2014).

[16] NPO 法人ストップいじめ! ナビ: 統計データ. <http://stopijime.jp/data> (最終アクセス日: 2016年2月8日).

[17] Pandey, A. V., Rall, K., Satterthwaite, M. L., Nov, O. and Bertini, E.: How Deceptive Are Deceptive Visualizations?: An Empirical Analysis of Common Distortion Techniques, *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '15)*, Seoul, Republic of Korea, pp. 1469–1478 (online), DOI: 10.1145/2702123.2702608 (2015).

[18] Rangecroft, M.: As easy as pie, *Behavior & Information Technology*, Vol. 22, No. 6, pp. 421–426 (online), DOI: 10.1080/01449290310001615437 (2003).

[19] Seethaler, S.: *Lies, Damned Lies, and Science: How to Sort Through the Noise Around Global Warming, the Latest Health Claims, and Other Scientific Controversies*, Pearson Education, Upper Saddle River, NJ, USA (2009). 今西康子 (訳): 「悪意の情報」を見破る方法: ニセ科学, デタラメな統計結果, 間違った学説に振り回されないためのリテラシー講座, 飛鳥新社, 東京 (2012).

[20] Shah, P. and Freedman, E. G.: Bar and Line Graph

Comprehension: An Interaction of Top-Down and Bottom-Up Processes, *Topics in Cognitive Science*, Vol. 3, No. 3, pp. 560–578 (online), DOI: 10.1111/j.1756-8765.2009.01066.x (2011).

- [21] Strange, N.: *Smoke and Mirrors: How to Bend Facts and Figures to Your Advantage*, A. & C. Black, London, UK (2007). 酒井泰介 (訳) : グラフで 9 割だまされる : 情報リテラシーを鍛える 84 のプレゼン, ランダムハウス講談社, 東京 (2008).
- [22] 鈴木 聡, 鈴木宏昭 : マーキング・感情タグの付与を活用したライティング活動における問題構築的読解, 日本教育工学会論文誌, Vol. 34, No. 4, pp. 331–341 (2011).
- [23] 谷岡一郎 : 「社会調査」のウソ : リサーチ・リテラシーのすすめ, 文春新書 110, 文藝春秋, 東京 (2000).
- [24] 豊田秀樹 (編) : 検定力分析入門 : R で学ぶ最新データ解析, 東京図書, 東京 (2009).
- [25] Tufte, E. R.: *The visual display of quantitative information*, Graphics Press, Cheshire, CT, USA, 2nd edition (2001).
- [26] 上田尚一 : 統計グラフのウラ・オモテ : 初歩から学ぶ、グラフの「読み書き」, ブルーボックス B-1497, 講談社, 東京 (2005).
- [27] 渡辺美智子, 椿 広計 (編) : 問題解決学としての統計学 : すべての人に統計リテラシーを, 日科技連出版社, 東京 (2012).
- [28] 吉本佳生 : 数字のカラクリを見抜け! : 学校では教わらなかったデータ分析術, PHP 研究所, 東京 (2011).