

〈研究ノート〉

統計の分析・伝達手段としてのグラフ作成演習における評価基準の開発

吉 根 勝 美

1. はじめに

大学の初年次教育として実施されるコンピュータ利用の教育の中には、表計算ソフトウェアの使用法の指導が含まれることが多い。特に、統計を扱うことが多い社会科学系の学部では、社会統計データをグラフで表現する演習が行われることが多い。

数字の視覚化は紀元前から行われているが、最初の統計グラフとして知られるのは、トレドローマ間の経度距離の12の測定データをグラフ化した、ファン・ラングレンによる1644年の一次元のドットプロットである⁽¹⁾。また、近代看護学の礎を築いたフローレンス・ナイチンゲールは、クリミア戦争における英国兵の月別死因を、ビクトリア女王に分かりやすく説明するために、鶏頭図で表現した⁽²⁾。これは、インフォグラフィックスの先駆けともいえ、データを分かりやすく伝えることを目的とするデータ可視化、データビジュアライゼーションの重要性は現代にも通じている。

「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）」のモデルカリキュラム⁽³⁾においても、データリテラシーの構成要素のひとつ「データを説明する」で、グラフによるデータ表現、不適切なグラフ表現、優れた可視化事例などがキーワードとして挙げられている。また、教育方法として「各大学・高専の特徴に応じて適切なテーマを設定し、実データ（あるいは模擬データ）を用いた講義を行うことが望ましい」「実際に手を動かしてデータを可視化する等、学生自身がデータ利活用プロセスの一部を体験できることが望ましい」ことを指摘している。

アカデミックスキルとしてのグラフ作成演習では、単なるグラフ作成手順の指導だけでなく、統計の分析・伝達手段としてのデータ可視化が適切になされているかどうかを評価する必要がある。しかし、学生が作成したグラフを指導者が添削するとき、グラフの善し悪しの評価基準は必ずしも明確でないことが多い。本稿では、グラフ作成演習における評価基準の開発を目的として、学生が授業で実際に作成したグラフ、行政機関が公表する白書にみられるグラフを手がかりに、実務でグラフを作成する人のためのガイドブックや大学生向け情報処理教育のテキストを参考にして、グラフの評価基準の開発に必要な項目について議論する。

2. 描き直しが必要なグラフ表現の分析

本学部の必修科目「データ処理入門」は、統計データを分析してレポートにまとめる能力を獲得することを目的としている。そのため、この科目では、表計算ソフトを用いて統計データをグラフで表現するという授業と演習を実施している。本章では、学生が授業で実際に作成したグラフについて、学生に指示した描き直しの内容を検討することにより、グラフの評価基準を考察する手がかりとする。なお、本章で紹介する各グラフは、学生が実際に作成したグラフを筆者がモノクロで再現したものである。

2.1 そのままの誤りがあるグラフ

図1では、時系列データを折れ線グラフで表現しているが、横軸の時間軸のとり方が左右逆になっており、元データの数表データを時系列順に並べ直してもう一度グラフを描くよう指示している。

このグラフの元となっているデータは、独立行政法人統計センターが作成・公開しているSSDSE（教育用標準データセット）のうち、様々な分野の都道府県別・時系列データを集めたデータセットSSDSE-Bである⁽⁴⁾。SSDSE-Bには2009年度～2020年度の12年分のデータが、都道府県ごとに年度の降順で収録されている。図1のグラフを作成した学生は、年度の並び順を確認しないまま折れ線グラフを描いている。SSDSE-Bに限らず、公的な統計データの中には、総務省による小売物価統計調査（動向編）のように、時系列データを時間の降順で提供されるものもあるので、時系列データをグラフで表現する場合には、グラフ作成者自身が時系列の順序に注意する必要がある。

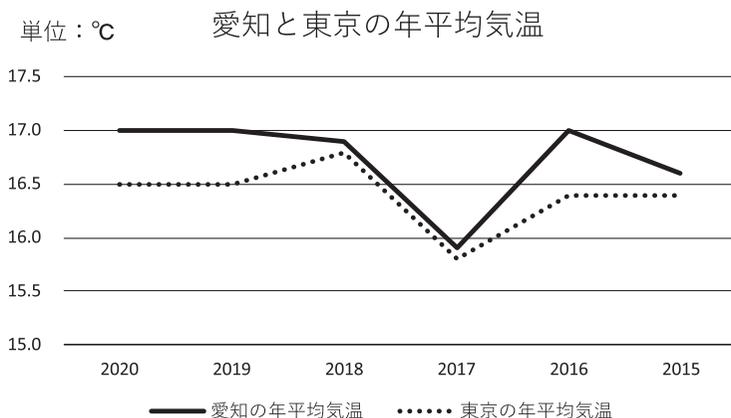


図1 学生作成のグラフ例 (1)

2.2 グラフの種類を選択を誤っているグラフ

図2を作成した学生は、やはりSSDSE-Bを元にして、7つの地方ごとに県別の最高気温の平均を求め、そのグラフ表現（実際はカラー）を試みている。しかしながら、気温を円グラフで表現するのは不適切であり、棒グラフで描き直すように指示している。

このグラフを作成した学生は、県別の降水量を地方別に集計して、円グラフで表現した事例を模倣したものと思われる。47都道府県別のデータをそのままグラフにするのではなく、地方ごとに何らかの集計をしてからグラフ化するというアイデアはよかったが、気温のようなデータは間隔尺度であり、比尺度（比例尺度）で成立する円グラフで気温を表現するのは不適切である。名義尺度、順序尺度、間隔尺度、比尺度についての理解を促進する必要もある。

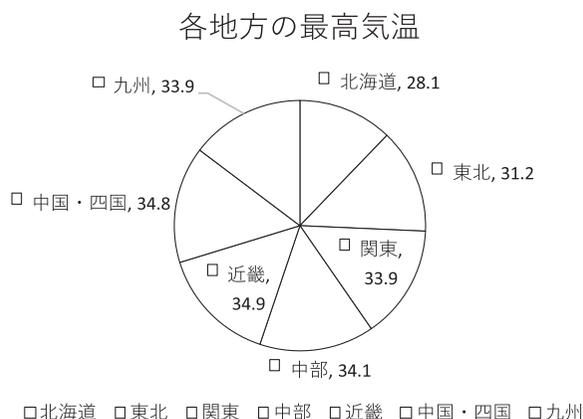


図2 学生作成のグラフ例 (2)

2.3 凡例の表示が誤っているグラフ

図3は、棒グラフを作成する演習で、ある学生が作成した棒グラフである。この演習では、国税庁による民間給与実態統計調査に掲載されている事業所規模（従業員数による区分）別平均給与の統計表⁽⁵⁾のうち、1975年～2020年の5年ごとの平均給与額を元データとして使用している。この演習では、グラフタイトルに、グラフから読み取れることを書くことも含まれている。

表計算ソフトの凡例を表示する機能では、グラフの外側に凡例を表示することが既定値となっている。特に、多数の分類項目からなる円グラフの場合、図2（実際にはカラー）のように凡例をグラフの外側に表示すると、グラフを読み取る人に対して各分類の色と凡例の色を対応づけなければならないという負担が生じる。そこで、分類項目の数にかかわらず、分類ごとに直接分類名を記す方が分かりやすい。棒グラフや

折れ線グラフの場合でも、グラフの外側に凡例を表示する代わりに、系列ごとに系列名を直接記す方が分かりやすい。そこで、表計算ソフトのデータラベルの機能を使って1個の棒のみに系列名を付ける方法を授業で紹介したところ、ある学生は、図3のように、すべての棒に系列名を付けたままでグラフを作成した。この学生には、系列名は1か所だけにするように指示した。

データラベルをつけるという操作方法の説明は、系列名を分かりやすく表現するという目的があったからであり、データラベルをつけるという操作自体を習得することが目的ではない。表計算ソフトの操作についての授業では、こう操作すればこういう結果が得られるという説明だけではなく、何のためのこの操作を行うのかという説明が必要である。

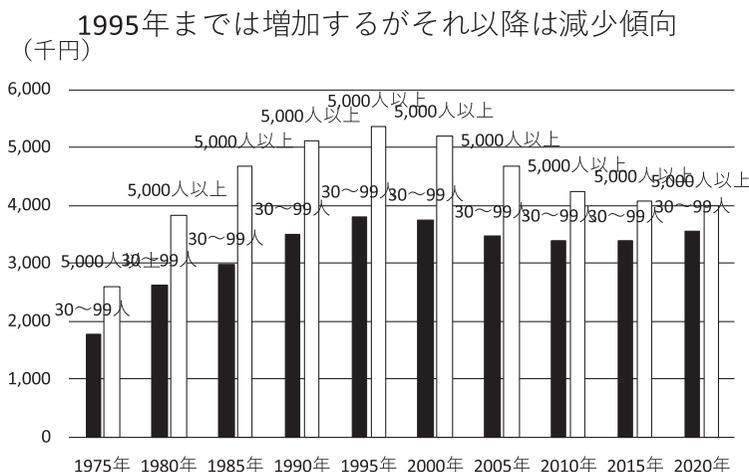


図3 学生作成のグラフ例 (3)

2.4 見た目を改善すべきグラフ

図4も、同じ演習問題で別の学生が作成したグラフである。図1～図3とは異なり、図4のグラフには致命的な誤りはないので、学生に具体的な描き直しの指示はしていない。しかし、縦軸をわざわざ圧縮してまでタイトルのフォントサイズを大きくする必要もなければ、横軸のラベルをわざわざ斜めに表示する必然性もない。図4のグラフについては、グラフの縦横比を調整し、タイトルのフォントサイズ、横軸のラベルのフォントサイズを適切に下げることにより、見た目がかなり改善できるはずである。

また、グラフ作成時には、ソフトウェアが既定値としている配色がそのまま使われることが多い。特に2系列以上の折れ線グラフの場合、配色を考慮しないと、グラフの外側に書かれた凡例が読み取れない可能性がある。この場合は、線の配色、種類、太さ、マーカーの種類、有無に配慮するなり、線ごとに系列名を表示するなりの工夫

が必要である（図1では、一方の線の種類を変更している）。

事業所規模が大きいほど給与額も 増える

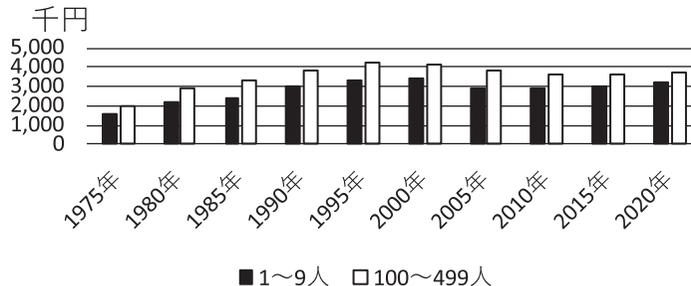


図4 学生作成のグラフ例（4）

3. 適切とされるグラフ表現の事例

各行政機関が公表する白書では、パーソナルコンピュータ普及以前から、統計データを伝えるためのグラフが活用されている。白書に掲載されるようなグラフは、表現が適切な表現となるように作成されていることを前提として、本章では、歴代の経済白書、経済財政白書より、実質GDP成長率と寄与度の推移を表すグラフ表現を分析して、グラフの評価基準を考察する別の手がかりとする。

平成2年度年次経済報告（経済白書）⁽⁶⁾に掲載されている図5は、1984～1989年度の年度ごとの実質成長率の推移、1988年10—12月期～1990年1—3月期の四半期ごとの実質成長率（前年同期比）の推移を折れ線グラフで、内外需別寄与度の推移を棒グラフで示している。

図6（実際は黒と青の2色印刷）は、図5と同じ趣旨で10年後の経済白書⁽⁷⁾に掲載されたグラフである。この頃には、グラフがパーソナルコンピュータを用いて作成されていた様子がうかがえる。

図7（実際はフルカラー印刷）は、図6と同じ趣旨で15年後の経済財政白書⁽⁸⁾に掲載されたグラフである。パーソナルコンピュータの普及とディスプレイや印刷の高解像化に伴い、白書に掲載されるグラフの「品質」は著しく向上しており、この頃には、現在よくみられるグラフの水準に達している。しかし、棒グラフにグラデーションを入れており、見た目の装飾が若干過剰気味である。

表計算ソフトウェアの高機能化に伴い、かつては専門家にしかできなかったグラフ作成が、誰もがができる時代となった。しかし、ソフトウェアの機能に頼りすぎてしまい、グラフの本来の目的である、データを分かりやすく伝えることが忘れがちである。

グラフ作成演習において学生に求めるべきは、図7のような見た目に美しく装飾さ

第1-1-1図 経済成長への内外需別寄与度

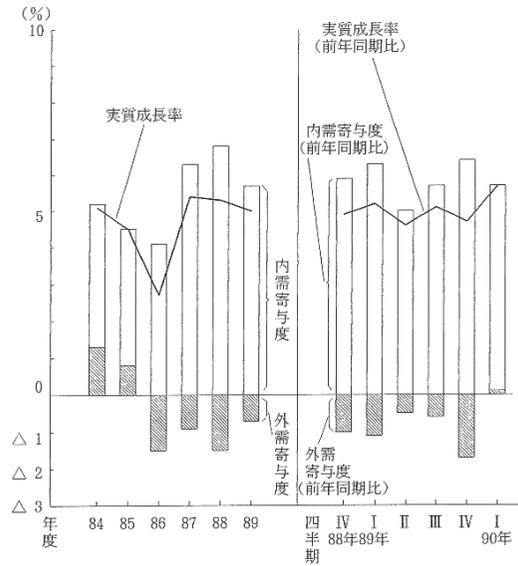
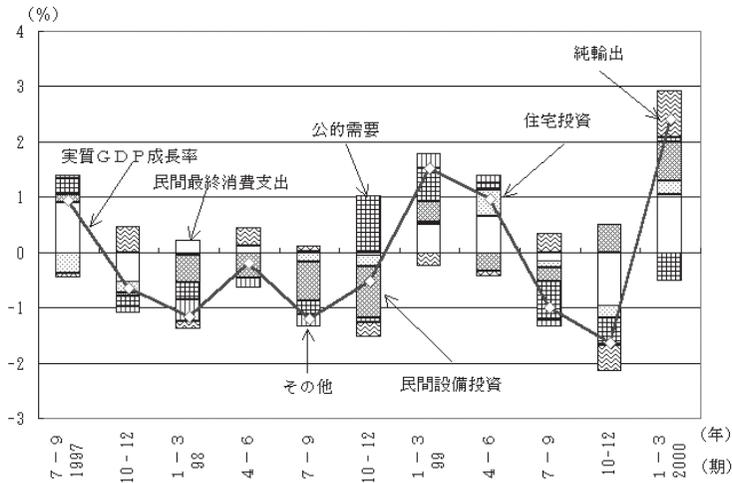


図5 平成2年度経済白書掲載のグラフ例

第1-1-1図 実質GDPの項目別の動き（寄与度）



- (備考) 1. 経済企画庁「国民経済計算」による。
 2. 前期比。
 3. 公的需要とは政府最終消費支出と公的固定資本形成の合計。

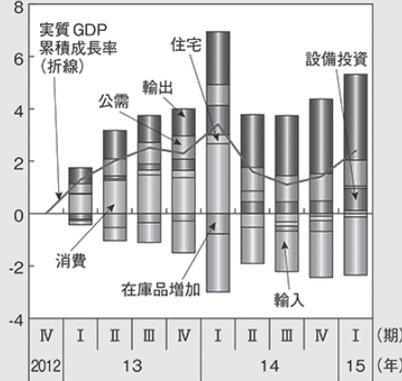
図6 平成12年度経済白書掲載のグラフ例

第1-1-1図 実質GDPの推移

実質GDPは2012年10-12月期から2015年1-3月期に2.4%増加

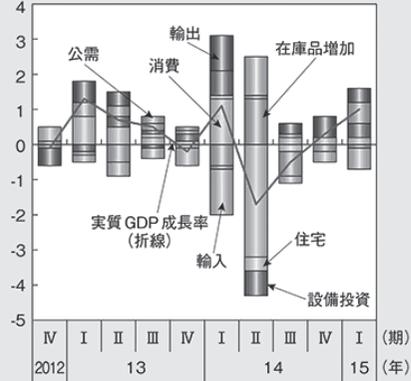
(1) 実質GDP累積成長率

(2012年10-12月期比寄与度、%)



(2) 実質GDP成長率

(前期比寄与度、%)



(備考) 1. 内閣府「国民経済計算」により作成。
 2. 2014年1-3月期には、一部統計上の不連続が生じている。2014年1月に、国際収支統計がIMF国際収支マニュアル第6版(BPM6)へ移行したことに併せて、その他サービス収支において、1回の支払額が3,000万円以下の小口取引を新たに推計・補填したことなどから、輸出及び輸入がそれぞれ押し上げられている(輸入は、GDPをより押し下げる方向に寄与)。

図7 平成27年度経済財政白書掲載のグラフ例

れてグラフではなく、図5のように必要最小限の装飾でありながら、伝えるべきことが分かりやすいグラフである。

4. テキストにみられるグラフ表現の評価基準

社会人の誰もが実務でデータをグラフで表現するのが当然になった時代のガイドブックとして、(9)(10)のような翻訳書や(11)のような書籍が多数出版されるようになった。特に(11)は、様々なインフォグラフィックスの実例を多く掲載している。

このように、データ可視化のいわゆる「コツ」は、よく知られるようになったが、見た目を重視する傾向がみられ、こうしたコツがそのままグラフ表現の評価基準として採用できるかどうかは議論の余地がある。

本章では、パーソナルコンピュータが普及する以前、グラフが主に手書きで描かれていた時代に刊行された図書、あるいは現在の大学生向け情報処理教育テキストや数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(リテラシーレベル)のモデルカリキュラムに準拠しているテキストから、グラフ表現の評価基準に該当する部分の抽出を試みる。

4.1 手書き時代から明示されていたグラフ表現の評価基準

データの視覚化の重要性は、現在のようにパーソナルコンピュータが普及する以前から唱えられていた。1964年に出版された(12)では、統計図表に共通な一般的な原則として、

- ・横軸の目盛は左から右へ、縦軸は下から上へ
 - ・必ず零線を示すこと
 - ・零線の太さは他の目盛線よりやや太くする
 - ・1単位一目盛か、10、100、1000単位であらわすようにすべきである
- のように、かなり細かい指摘をしている。

ビジネスガイドシリーズとして1975年に出版された(13)でも、「バランスを考えずに、タテ・ヨコどちらかの目盛を極端に大きくとると、誇張あるいは過小評価という誤解を招く場合があります。とくに線グラフの場合はその影響が大きいため注意します」という、現代にも通じる大変重要な指摘をしている。また、グラフの種類ごとに、非常にきめ細かく注意点を挙げている。棒グラフを例に挙げると、

- ・単純比較、度数、時系列、実数の内訳の場合は縦棒、構成比率の場合は横棒
 - ・棒の配列順序はケースバイケースだが、一般的には、数の大きい順に並べる、性質の同じものをグループにして並べる、アイウエオ順あるいはアルファベット順に並べる
 - ・組み合わせ棒グラフ(複数系列の棒グラフ)、内訳棒グラフの場合、区別のためのハッチングが必要
 - ・縦棒グラフの間隔は、同じ内容のものを並べる場合は、棒の幅の1/2が適当
- 等、11項目について19ページにわたって解説している。

1979年出版(14)の著者、上田尚一は、統計図表は「統計解析や統計的観察の結果を伝達する手法として扱い、そのためにも必要な論理性を取り入れて、統計図表の描き方や使い方を体系的に考えてみたい」と述べ、「統計データの見方に対応づけて統計図表の形式の選び方を説明している点、統計データの分析手法という観点から図表の使い方を考えている点」という特徴がある。

2章で示したようなグラフを作るような学生には、見た目の装飾の美しさや、インフォグラフィックスを追求させるのではなく、(12)(13)(14)で挙げられているようなグラフ作成の基礎を指導する必要がある。しかし、現実には表計算ソフトウェアの操作を説明に留まっている。

4.2 学生向けテキストで示される評価基準

データ可視化の指導は、初年次教育におけるコンピュータ利用の教育ばかりではなく、専門教育の中でも行われる。例えば、経済学を対象とした情報処理教育のテキス

トに (15) がある。このテキストでもグラフ作成に関する説明が書かれているが、グラフ作成と編集の手順の説明に終始している。一例を挙げると、散布図の編集において、軸の最小値を変更する手順は書かれているが、最小値は適宜変更するよう指示しているだけで、プロットを分散させて散布図を見やすくするためという目的は特に書かれていない。

テキスト (16) (17) は、いずれも数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）のモデルカリキュラムに準拠していることをうたっている。ただし、(16) は、社会科学系の学生が卒業論文を完成させることを主眼とした構成となっているため、Excelによるデータの可視化とグラフ作成と題された項目はあるものの、(15) のような具体的な手順の説明は省かれており、グラフをどう編集すべきかに関する記述も特にない。

一方、(17) には、データ表現の項目で、良いグラフやチャートを作るために注意を払うべき事項や工夫として、

- ・不要な情報や、必要のない数字は消す
- ・項目が多い場合には、縦棒グラフの代わりに横棒グラフにしたり、他の形のグラフも勘案する

等、計5つを挙げている。また、その他の工夫として

- ・単位や桁数は記載した方がよい
- ・桁数が大きい場合は千円単位や百万単位などとすると見やすい

を挙げているが、これらはむしろグラフ作成時の必須項目である。

少なくとも、現在の大学生向け情報処理教育テキストの (15) (16) (17) から、グラフ表現の評価基準に該当する部分を抽出することはできないか、抽出できたとしても十分な検討が必要である。むしろ、グラフ手書き時代に、様々な項目について詳細に挙げられていた基本的注意点をベースにして、グラフ表現の評価基準を検討すべきである。

5. まとめ

アカデミックスキルとしてのグラフ作成演習においては、統計の分析・伝達としてのデータ可視化が適切かどうかを評価するための基準が必要であることから、本稿では、学生が授業で実際に作成したグラフ、行政機関が公表する白書にみられるグラフを手がかりとして、実務でグラフを作成する人のためのガイドブックや大学生向け情報処理教育のテキストを参考にして、グラフの評価基準を検討したところ、グラフを手書きで作成していた時代に刊行された実務者向けガイドブックで指摘されているグラフ作成上の注意点がグラフの評価基準の開発に有用であることを示した。

今後の課題として、学生が表計算ソフトで作成したグラフを自己評価するための評価基準の整備、グラフの自動採点システムの実装が挙げられる。

参考文献

- (1) マイケル フレンドリー・ハワード ウェイナー (飯嶋貴子訳), データ視覚化の人類史—グラフの発明から時間と空間の可視化まで, 青土社, 東京, 2021.
- (2) 総務省統計局, ナイチンゲールと統計, 統計エピソード集, https://www.stat.go.jp/naruhodo/15_episode/episode/nightingale.html, 2021.
- (3) 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム, 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/>, 2020.
- (4) 独立行政法人統計センター, SSDSE (教育用標準データセット), <https://www.nstac.go.jp/use/literacy/ssdse/>, 2020.
- (5) 国税庁, 2-3 事業所規模別給与と所得者数・平均給与, 民間給与実態統計調査 長期時系列データ, https://www.nta.go.jp/publication/statistics/kokuzeicho/jikeiretsu/01_02.htm.
- (6) 経済企画庁, 平成2年度 年次経済報告—持続的拡大への道, 1990.
- (7) 経済企画庁, 平成12年度 年次経済報告—新しい世の中が始まる, 2000.
- (8) 内閣府, 平成27年度 年次経済財政報告—四半世紀ぶりの成果と再生する日本経済, 2015.
- (9) ドナ・ウォン (村井瑞枝訳), ウォールストリート・ジャーナル式図解表現のルール, かんき出版, 東京, 2011.
- (10) コール・ヌッスバウマー・ナフリック (村井瑞枝訳), Google 流資料作成術, 日本実業出版社, 東京, 2017.
- (11) 永田ゆかり, データ視覚化のデザイン, SBクリエイティブ, 東京, 2020.
- (12) 相馬竜一, 統計図表のあらわし方, 東山書房, 京都, 1964.
- (13) 南川利雄, 表・グラフの作り方—作成の要点と応用 (ビジネスガイド・シリーズ), 同文館, 東京, 1975.
- (14) 上田尚一編著, 統計グラフの見方使い方, 東洋経済新報社, 東京, 1979.
- (15) 山下隆之, 石橋太郎, 伊東暁人ら, はじめよう経済学のための情報処理 [第5版], 日本評論社, 2022.
- (16) 渡辺志津子, 劉博, 深水浩司, 経済情報リテラシー—社会科学系 (経済・経営・法律) 論文作成を学ぶ—コンピュータ操作の基本と情報収集から学ぶ論文作成技法, 泉文堂, 東京, 2023.
- (17) 数理人材育成協会編, データサイエンスリテラシー—モデルカリキュラム準拠, 培風館, 東京, 2021.

『南山経済研究』掲載論文の中で示された内容や意見は、南山大学および南山大学経済学会の公式見解を示すものではありません。また、論文に対するご意見・ご質問や、掲載ファイルに関するお問い合わせは、執筆者までお寄せ下さい。

(吉根 勝美, 南山大学経済学部准教授: E-mail: kyoshine@ic.nanzan-u.ac.jp)