

大学生の統計リテラシー獲得を目指す 模擬コンペティションと振り返りによる授業実践

鈴木 聡^{1,a)}

概要：大学生にとって適切にデータを読み取り、分析し、活用して情報発信を行う統計リテラシーのスキルを獲得することは、膨大かつ複雑な情報が飛び交う今後の社会を生きる上で喫緊の課題のひとつといえる。本研究では、そのようなスキルの獲得の場として模擬コンペティションとその振り返りを提案する。模擬コンペティションでは、授業クラス内でチームに分かれ、各チームが同業種の企業の営業担当として自社の商品・サービスを売り込む役を演じ、プレゼンテーションを行う。その際、用いるデータとそのグラフ表現を指定し、不適切なグラフ表現を見抜けるかどうかという要素も導入する。このような授業実践は、適切なデータの読み取り・活用を学ぶ統計リテラシー教育の側面と、そうした教育実践にゲームの要素を導入することで学習者の学習意欲を高め双方向的なやりとりの中で学びを深められるゲーミフィケーションの側面がある。本稿では実際に行った授業実践を紹介し、その問題点と今後の授業実践の展開の可能性について議論する。

Class Practices for Acquisition of Statistics Literacy of Undergraduate Students by competition and Reflection Activity

SATOSHI V. SUZUKI^{1,a)}

1. はじめに

社会にあふれる膨大かつ複雑な情報を根拠に基づき吟味し、適切な意見発信を行うスキルはますます重要になってきている。近年、情報の送り手の側が統計処理に対して無理解であったり、意図的に送り手側の意見と整合しないデータをごまかし、情報の受け手側の誤解を巧妙に誘発する事例は多数みられる [1], [2]。このような流れに対抗し、これからの社会を生きる上で求められるスキルの枠組みの提案は多数ある [3] が、なかでも Griffin et al. [4] は「21 世紀スキル」の枠組みの中で獲得を要するスキルのひとつとして ICT (Information and Communication Technology) リテラシーを挙げ、その中でメディアが発するメッセージが生まれる過程や、そのメッセージの受け手による解

釈の多様性について深く考察する能力が重要と述べている。また、日本の初等中等教育でもこの流れを受けて、平成 20 年、21 年告示の新学習指導要領において統計教育が必修化され、問題解決の道具としての統計教育が重みを増している [5]。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 [6]。このような能力を身につけ、学習者が社会の中で問題解決の手段として統計リテラシーのスキルを活用できるような学習環境をつくることが重要といえる。

統計リテラシーの獲得を含めた批判的思考の研究や教育は、情動は理性的な思考に干渉するものと捉え、情動を抑え込むことで理性的に考えるアプローチを前提になされてきたといえるが、近年心理学・神経科学・認知科学の研究を背景として、情動のはたらきなしに理性的な思考は機能しないことが示唆されている [7], [8], [9], [10]。また、個々

¹ 大阪経済法科大学 教養部
6-10 Gakuonji Yao Osaka 581-8511 Japan

^{a)} ssv@svslab.jp

の学習者が一方的に学ぶのではなく、他者との関わりを考慮した上で [11], より実践に近い場で学びを実践し、振り返り [8] を通して学習者が自身を一步引いた視点で見つめ、学びの活動を再考するメタ認知に着目しながら、学びを深めることも重要である。以上を踏まえ、本研究では協同学習とゲームの要素を統計リテラシーの学習環境に導入した擬似コンペティションと振り返りによる授業実践について紹介し、実践の上での問題点と今後の展望について説明する。

2. 関連研究

2.1 不適切な解釈を誘発するデータ表現

テレビ・新聞などのメディアや広告、そして学術論文の中でさえ、データ表現・統計手法の無知や意図的な悪用により、受け手の誤解を招く統計データの扱いは後を絶たない（たとえば Best [12], Seethaler [13], 谷岡 [14], 結城 [15], Reinhart [16] など）。これらの問題点を含むデータ表現・統計手法を送り手として避けるスキルとともに、受け手としてこれらの問題点を見抜き、適切にデータを吟味するスキルを身につけられる学習環境づくりも重要である。

本研究ではこれらの不適切なデータ表現の中で、グラフ表現に着目した。グラフの不適切な解釈を誘発する要素の指摘やその対策についての議論は古くから数多くある（たとえば Huff [17], Tufte [18], Strange [19], 森藤・あんちべ [20] など）が、これらはケーススタディや経験則に基づくものである。これに対し実証的にグラフの不適切な表現について検討した研究も存在する。Pandey et al. [21] 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。Rangecroft [22] は、円グラフについて 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。これらはグラフの不適切な解釈を誘発する要素の指摘が中心であったが、これに対して鈴木他 [23] は、そのような要素への気づきを促す情報表現の提案のため、アニメーションを伴うグラフ表現を軸の省略を伴う棒グラフに適用し、省略のある不適切なグラフから省略のない不適切なグラフへの変形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検討したが、有意差はみられなかった。1 節の議論を踏まえると、実験室実験の文脈でそのような情報表現の手法を追求することも重要ではあるが、より実践的なアプローチとして学習環境の設計から考えることも重要と考え、本研究では学習環境の設計のレベルに踏み込み、授業実践を行いその影響について検討する。

2.2 批判的思考・統計リテラシーの学習環境

1 節で述べた通り、すでに日本の初等中等教育でも統計リテラシーの育成を重視した学習内容の整備が進みつつあるが、単に知識として身につけるだけでなく、より実践に近い環境の中で他者との相互作用を通して統計リテラシーのスキルを学び、活用できるようにすることが重要といえるが、これは統計リテラシーに限ったことではなく他の汎用的能力に関わるスキル全般についていえることである。また、大学の初年次教育において批判的思考の育成に焦点を当てた実践例はすでに多数存在する。たとえば藤木・沖林 [24] は心理学専攻の大学初年次生を対象に、初年次教育を通して起こる心理学の領域内における批判的思考の態度の変化について検討し、心理学の学びに対する構えの客観性の高い学生は初年次教育を通して特に論理的思考に対する自覚がより高まる可能性が示唆された。また、楠見他 [25] は批判的思考の育成に焦点を当てた 2 つの授業を 13 週にわたり行った実践について批判的思考の能力や態度の変化を検討したところ、実践のしかたや能力の測定方法に依存する面はあるが、批判的思考をより前向きに捉え、そして実際に活用する能力が向上する傾向が示された。そして、統計リテラシーに関連する授業実践と評価については、小学生が対象であるが三宮・久坂 [26] の情報判断力についての授業実践がある。この中で、授業形式であれ独習形式であれ、数値データの読み取りに関する統計リテラシーについて学んだ児童は、学ばなかった児童と比べ数値データを吟味する能力が高まり、また振り返りの活動の中で数値データの吟味のしかた（明示されていない情報に注目する、調査の方法に注意する、など）を生かそうとしている傾向がみられた。

これらのことから、統計リテラシーを含めた批判的思考の全般的なスキルを大学の初年次教育のみで獲得することは難しい面もあるが、スキルのレベルや内容を絞ったり、授業実践の方法を工夫したりすることで数値データの吟味の態度の変化のみならず、能力への働きかけも起きる可能性が期待できる。そこで、数値データの吟味の中で不適切なグラフ表現への気づきに焦点を当て、この能力の育成のための学習環境の設計を試みた。

2.3 ゲームフィケーション

近年、学習環境にゲームの要素を採り入れ、学習者の学習意欲を高めるとともに対話的な学びが行える場として学習環境を設計できる手法として、ゲームフィケーションが注目されている。Prensky [27] は従来型の学習環境が機能不全に陥っている点を批判し、特にデジタル機器への適応が進みゲームへの親しみもある学習者の視点に合わせたゲームをベースとした学習環境づくりが学習のあり方を変えようと主張している。また、ゲームとして学習環境を設計する際は、ゲームに用いるメディア（デジタル機器を用いなく

てもカードゲーム・ボードゲームなどを活用する方法もある), ゴールやルールの設定, 即時的なフィードバック, 自発的な参加の促進といった要素に注意を向ける必要がある[28]. 本研究ではまずゴールやルールの設定に重点を置き学習環境の設計に取り組み, 今後ゲームとしての完成度を高める環境づくりの方針を洗い出すことを念頭に置き, 模擬コンペティションと振り返りによる授業実践を行った.

3. 授業の流れとその学習効果の分析

本研究でとりあげる授業は, 大阪府内の大学に通う経済学部 の 1 年生を対象とした初年次教育科目の授業である. この科目では学習や日常生活を含めた大学での過ごし方を身につけることを目的としているが, 著者が受け持ったクラスでは「読む・書く・聴く・話す」ための学習スキルの獲得と, 物事に違和感や疑問を持ち批判的思考のきっかけをつくるスキルの獲得を重視し授業設計を行った. クラスには 22 名の学生 (全員男性) が在籍し, 5~6 名からなるグループ 4 つに分けた. スタッフとしては教員 1 名 (著者) のほか, 学部生のメンタが 1 名付き, 教員の補助および各グループのグループワークの補助を行った.

3.1 授業計画

本授業実践は科目全体で 15 回の授業が行われたうちの 5 回にわたって行われた. この実践では, 各グループの学生をフィットネスクラブを運営する会社の営業部所属の社員という役を与え, 教員が彼らの上司 (1 人 4 役) として「20 代男性が定期的に通いたくなる新サービスのキャンペーンを, 顧客層が重なるオフィス街の飲食店と提携して行いたいので, その飲食店に向けてアピールするプレゼンテーション (コンペティション) を行って欲しい」というシナリオのもとで学生は準備を進めた. その際, 各グループ (会社) の利益を損なわないように, グループ (会社) 内の情報はグループ (会社) 外に絶対に漏らさないようにと学生は指示され, 模擬コンペティションの回までは極力各グループが教室の四隅に散って作業するようにした. なお, 各グループ (会社) の事業概要は以下のようにした.

グループ A みなさんが勤めるフィットネスクラブは会員制で大きな施設を持っていますが, 会員の多くが 50 代以上のお客さんばかりになってきており, この先若い層の利用客に利用してもらえなくなるのではないかと危機感を持っています. そこで, 大がかりなバーチャリアリティのシステムを導入して, あたかもプロスポーツ選手になりきったようなプレーが体験できたり, 観客や友人などに喜ばれる体験ができたりするシステムを導入して, 特に健康に対する意識があまり高くはないと思われる 20 代男性に対して, **料金は少し割高になるが積極的に使ってほしいと売り込むことになりました.**

グループ B みなさんが勤めるフィットネスクラブは会員制で大きな施設を持っていますが, 会員のお客さんが多くなってきて, お客さん個人個人の運動や食事の状況をきめ細かくチェックしてアドバイスするのが難しくなってきました. そこで, 運動や食事の状況をチェックできるスマートウォッチを会員にレンタルして, そのスマートウォッチと連動するスマートフォンのアプリを開発して, トレーナーと運動・食事の状態を **様々な年代の利用者**とともに共有できるようにして, より丁寧なアドバイスを受けられるサービスを新たに始めることになりました.

グループ C みなさんが勤めるフィットネスクラブは規模の小さい店舗を多く持っており, 24 時間オープンでいつでも利用でき, 個別にトレーナーが付いてトレーニングや栄養指導を受けられることが売りになっています. しかし, 最近このような形態のフィットネスクラブが増えており, 競争が激しくなっています. そこでこのフィットネスクラブではライバルの会社に差をつけるため, 普段あまり健康意識が高いと考えにくい 20 代男子に注目し, 彼らに対して **格安の料金で利用できる**, さらにポイントサービスを導入してお得に利用できるサービスを提供しようと考えました.

グループ D みなさんが勤めるフィットネスクラブは店舗を持っていません. そのかわり, 地方の宿泊施設を借りて **年代の近いお客さん同士みんなで**寝泊まりして, 短期間でも楽しみながら体を動かすことに打ち込める環境を用意することで, 体を動かす楽しさを経験したりチームでスポーツする楽しさを体験したりして, 普段から健康に意識できるようにすることを目指しています. 「自動車学校の免許合宿」のフィットネスクラブ版と思えばイメージしやすいと思います.

まず, 大学で利用している学習管理システム (Learning Management System : LMS) ではクラス内で作成したグループ内のみに閲覧・編集権限を与えた掲示板・チャットなどの機能がなかったため, サイボウズ Live^{*1} 上に各学生がアカウントを設定し, 上記の事業概要を含め各グループ外に漏れてはならない情報のやりとりや, 各週の提出物の受付をサイボウズ Live 上で行うようにした.

そして, グラフ作成の際に上記の事業概要の中でゴシック体で示した箇所についてグループ A とグループ C は顧客 1 人あたりの売上高の年ごとの推移をグラフを同じデータを用いて作成するが, グループ A はそのまま棒グラフとして作成するのに対し, グループ C は軸の省略を伴う 3D 棒グラフを作成し, 売上が減っていることを誇張するように指示された. グループ B とグループ D は年代別の顧客の比率についてのグラフを作成するが, グループ D

^{*1} <https://cybozulive.com/>

表 1 各回の授業内容

授業回	テーマ	活動内容
1 回目	概要説明・準備	各グループ内での情報共有にサイボウズ Live のアカウントを設定し、課題に関する情報を受信できるようにした。グループごとに異なる会社の配属（会社名は各グループで決めてよい）とし、グループにはそれぞれ異なる課題を課し、模擬コンペティションの段階まで他のグループに情報を漏らさないように指示した。
2 回目	グラフ作成	グループによって同じデータでも適切な表現・不適切な表現の違いが出るように各グループに異なるグラフ作成の課題を課した。
3 回目	関連事業の調査	スライド作成の下準備として、各グループの課題に関連した事業などについて Web など調査する課題を課した。この調査結果を受けて、次回までに各グループの具体的な事業内容を教員が主導しつつ決めていった。
4 回目	スライド作成	先述の具体的な事業内容をもとに、各グループでスライドを作成し、今回の模擬コンペティションに備えた。
5 回目	模擬コンペティション・振り返り	ここで他グループ（会社）の取り組みについて、学生は始めて知ることになる。ここでの発表を踏まえ、不適切なグラフ表現についてワークシートを用いて振り返りを行った。

は帯グラフとして作成し 20 代の顧客が少ないことを訴えるのに対し、グループ B は 3D 円グラフとして作成し、50 代以上の顧客を示す描画エリアを小さく示すようにして見かけ上顧客の年齢層の偏りを抑えて年齢層のバランスがとれていることを誇張するよう指示された。つまり、グループ B とグループ C が不適切なグラフ表現を採用して聴衆としての他グループの学生の誤解を誘発するようにした。グラフの具体的な説明は 3.2 節にて詳述する。

次にスライド作成に移るが、学生の資料調査や情報の選択・統合のスキルを推し量りつつ、教員がある程度主導して具体的な事業内容の説明を決めていった。その説明に基づき、各グループでスライドの作成を行い、模擬コンペティションに向けて準備を進めた。スライドについては模擬コンペティションの前にサイボウズ Live 上にスライドのファイルを提出し、教員により内容の加筆・修正の指示を行った。

そして模擬コンペティションとして各グループごとにプレゼンテーションを行い、発表内容について気づいた点・疑問を持った点をワークシート上にまとめた。さらに、軸の省略を伴う棒グラフの呈示に対するグラフの解釈を問う課題にも取り組んだ（3.3 節で詳述する）。最後に本授業実践のねらいと、不適切なグラフ表現について教員からの説明を聞いた。

3.2 作成したグラフ

各グループが模擬コンペティションの説明で用いたグラフを図 1 に示す。このグラフを、先述の通り各グループの事業内容で鍵となる主張の根拠として示すようにした。

3.3 学習効果の分析

模擬コンペティションを終えた後、学生は次の質問に答えた。

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。日本の 15 歳の子どもの学力は、世界の中でどのレベルにあると思いますか。

- 5 世界の中でトップクラスにある
- 4 世界の中でトップクラスではないが、上位にある
- 3 世界の中でトップクラスから少し差をつけられている
- 2 世界の中でトップクラスから差をつけられている
- 1 世界の中でトップクラスから大きく差をつけられている

次に、2006 年 OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA2006) の読解力調査の 56 の国・地域別の平均点^{*2}を、軸の省略を伴う棒グラフとして示したもの（図 2）が学生に呈示され、学生はグラフを踏まえて上記の質問に再び回答した。

この結果と、同大学の同じ経済学部で異なる学習内容を扱っていた別のクラスの学生を対象に上記と同じ質問を行い、回答の平均の差を比較したが差はみられなかった。まず、グラフ呈示後の回答の平均は本クラス（5 回目出席者 15 名）で 2.86（標準偏差 0.99）、別クラス（8 名）で 2.38（標準偏差 0.92）となり大きな差はみられなかった（Welch の方法による t 検定で $t(15.45) = 1.19$, $p = .25$, $d = .52$ ）。

^{*2} http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/071205/001.pdf

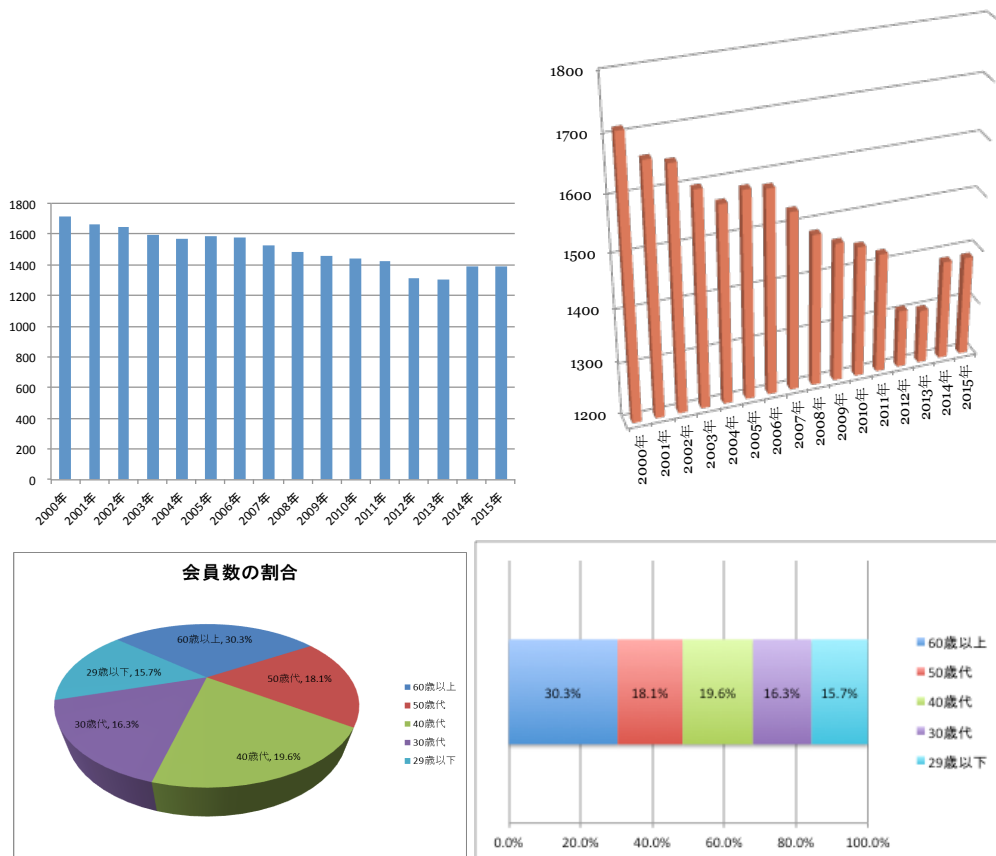


図 1 各グループが作成したグラフ（左上：グループ A，左下：グループ B，右上：グループ C，右下：グループ D）

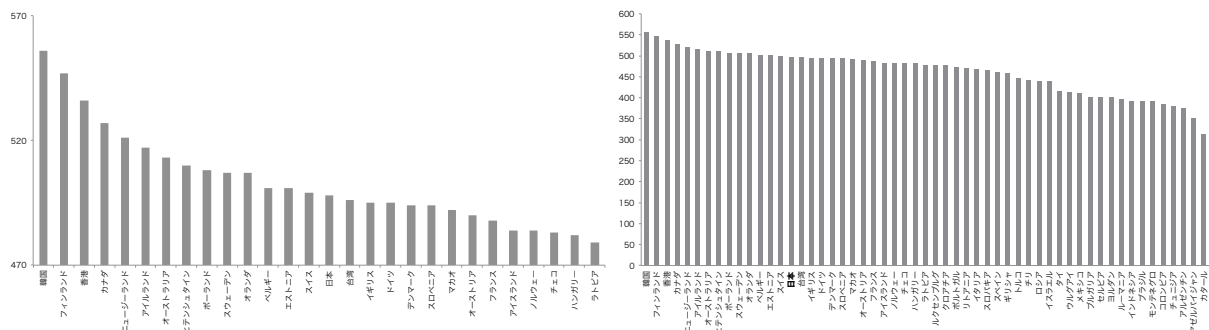


図 2 軸の省略を伴う棒グラフ（左）と本来のグラフ（右，本研究では用いず）

加えてグラフ表示後と表示前の回答の差の平均についても同様に検討したが、本クラスで -0.20 （標準偏差 1.08）、別クラスで -0.25 （標準偏差 0.92）となり大きな差はみられなかった（ $t(14.99) = 0.11$, $p = .92$, $d = .05$ ）。

4. 今後の改善点と展望

本授業実践では不適切なグラフ表現への気づきを促すことを目指したが、3.3 節の結果よりそのような気づきを促すには至らなかった。ただ、グラフ作成の際にグループ B の学生から「このようなグラフを呈示して問題にならないか?」「これはグラフにする意味がないのでは?」という声があり、グラフとしての不適切さについては学生は気がつ

きやすいと考えられる。実際、あえて情報の受け手にとって不適切な情報表現を行うという課題に取り組むことでそのような情報表現の持つ倫理的問題について考察する手法が有効である場合もある [29]。また、不適切なグラフ表現を行うグループの学生は気がつきやすくても、そのようなグラフの作成を行わなかったグループの学生はずっと気がつかないままにいる可能性もある。全グループに不適切な表現を含むグラフの作成を課した上で、問題点を議論する形にする手法が有効な可能性があり、今後の検討課題といえる。

また、今回は不適切なグラフ表現のみであったが、より多様な学生が加わるクラスであったり、課題に取り組む時

問をかけられたりする場合には不適切なデータの扱い方の要素をさらに盛り込み、不適切さを深く議論するような場づくりも有効な可能性がある。吉川 [30] のマンガ教材はそのような意図で作成されており、マンガに埋め込まれた問題点について、読み手のスキルに依存して気づける点・気づけない点の差異が生まれ、それが複数の読み手同士の中で議論を誘発するものとなっている。これをヒントに、より深いレベルのデータの扱い方について議論する場にする方法もある。

加えて、2.3 節で論じたゲーミフィケーションの考え方を振り返ると、ゲームに用いるメディアや学生へのフィードバックについてさらなる洗練が必要と考えられる。グラフやスライドの作成という作業が伴うことや ICT リテラシーの育成の観点からデジタル機器を用いることを前提として、クラス全体や各グループのカバーストーリーや各課題の指示についてインタラクティブなデジタル教材として用意した上で、スライド作成時にあえて不適切な表現を埋め込もうとしたり、模擬コンペティションの段階で不適切な表現に気づくことができたりした際にその場で点数を与えるなどのフィードバックを行えるような環境を用意することで、ゲームとしての完成度も学習環境の質も改善することが可能と考える。

さらに、本研究ではグラフ表現の不適切さに関する指標のみを扱ったが、このような研究においては一般的な批判的思考の態度・能力についても測定する必要がある。2.2 節で論じたように一般に批判的思考の態度・能力に影響を及ぼすような授業実践を行うにはより入念な準備と学習にかけられる時間が必要と考えられ、現に鈴木他 [23] では批判的思考態度については群間差がみられなかった。また、批判的思考に関する尺度だけでなく、統計リテラシーに直接関連するような態度・能力の指標についても今後開発を進める必要があると考えられる。

本研究では、模擬コンペティションと振り返りによる統計リテラシー獲得のための授業実践について紹介し、授業実践の背景にある批判的思考のスキルの育成に関する教育とゲーミフィケーションの考え方について言及しながら、その学習者への影響、授業実践の問題点、そして今後の展開の可能性について議論した。膨大かつ複雑化する情報があふれるこれからの社会を生きるため、学習者の学習意欲を高めつつ考えを深められる学習環境の開発を今後も推進することがきわめて重要である。

謝辞 本授業実践にあたり、安井隆司さん、上利拓也さんの協力を得た。ここに感謝の意を示す。

参考文献

- [1] 奥村晴彦：R で楽しむ統計，Wonderful R, Vol. 1, 共立出版，東京 (2016)。
- [2] 小笠原喜康：議論のウソ，講談社現代新書 1806，講談社，東京 (2006)。
- [3] 松下佳代（編）：〈新しい能力〉は教育を変えるか：学力・リテラシー・コンピテンシー，ミネルヴァ書房，京都 (2010)。
- [4] 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)。
- [5] 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)。
- [6] 文部科学省（編）：高等学校学習指導要領，東山書房，京都 (2012)。
- [7] Stanovich, K. E.: *The robot's rebellion: Finding meaning in the age of Darwin*, University of Chicago Press, Chicago, IL, USA (2004). 椋田直子（訳）：心は遺伝子の論理で決まるのか：二重過程モデルでみるヒトの合理性，みすず書房，東京 (2008)。
- [8] Hinton, C. and Fischer, K. W.: Learning from the developmental and biological perspective, *The nature of learning : Using research to inspire practice* (Dumont, H., Istance, D. and Benavides, F., eds.), OECD, Paris, France, chapter 5, pp. 91–110 (2010). 岩崎久美子（訳）：発達と生物学的視点からみた学習，学習の本質：研究の活用から実践へ（立田慶裕，平澤安政，監訳），明石書店，東京 (2013)。
- [9] Haidt, J.: *The righteous mind: Why good people are divided by politics and religion*, Pantheon Books, New York, NY, USA (2012). 高橋 洋（訳）：社会はなぜ左と右にわかれるのか：対立を超えるための道徳心理学，紀伊國屋書店，東京 (2014)。
- [10] 信原幸弘：批判的思考の情動的転回，批判的思考と市民リテラシー：教育、メディア、社会を変える 21 世紀型スキル（楠見 孝，道田泰司，編），誠信書房，東京，第 2 章，pp. 20–34 (2016)。
- [11] 元吉忠寛：批判的思考の社会的側面：批判的思考と他者の存在，批判的思考力を育む：学士力と社会人基礎力の基盤形成（楠見 孝，子安増生，道田泰司，編），有斐閣，東京，第 3 章，pp. 45–65 (2011)。
- [12] Best, J.: *More damned lies and statistics: How numbers confuse public issues*, University of California Press, Berkeley, CA, USA (2004). 林 大（訳）：統計はこうしてウソをつく：だまされないための統計学入門，白揚社，東京 (2007)。
- [13] Seethaler, S.: *Lies, Damned Lies, and Science: How to Sort through the Noise Around Global Warming, the Latest Health Claims, and Other Scientific Controversies*, FT Press, 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、データメな統計結果、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)。
- [14] 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)。
- [15] 結城 浩：数学ガールの秘密ノートやさしい統計，ソフトバンククリエイティブ，東京 (2016)。
- [16] Reinhart, A.: *Statistics Done Wrong: The Woefully Complete Guide*, No Starch Press, San Francisco, CA, USA (2015). 西原史暁（訳）：ダメな統計学：悲惨なほど完全なる手引書，勁草書房，東京 (2017)。
- [17] Huff, D., 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)。
- [18] Tufte, E. R.: *The cognitive style of PowerPoint*, Graphics Press, Cheshire, CT, USA (2003)。

- [19] 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).
- [20] 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).
- [21] 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).
- [22] Rangecroft, M.: As easy as pie, *Behaviour & Information Technology*, Vol. 22, No. 6, pp. 421–426 (online), DOI: 10.1080/01449290310001615437 (2003).
- [23] 鈴木 聡, 田代 岬, 小方博之: 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, 情報処理学会研究報告, Vol. 2016-CE-134, No. 21 (2016).
- [24] 藤木大介, 沖林洋平: 入学後3ヶ月間の大学教育を通じた批判的思考態度の変化: 新入生がもつ専攻領域に関する知識の影響, 日本教育工学会論文誌, Vol. 32, No. Suppl., pp. 37–40 (2008).
- [25] 楠見 孝, 田中優子, 平山るみ: 批判的思考力を育成する大学初年次教育の実践と評価, 認知科学, Vol. 19, No. 1, pp. 69–82 (オンライン), DOI: 10.11225/jcss.19.69 (2012).
- [26] 三宮真智子, 久坂哲也: メタ認知的知識に働きかけて情報判断力を育てる学習教材の開発, 日本教育工学会論文誌, Vol. 38, No. Suppl., pp. 49–52 (2014).
- [27] Prensky, M.: *Digital game-based learning*, Paragon House, St. Paul, MN, USA (2007). 藤本 徹 (訳) : デジタルゲーム学習: シリアスゲーム導入・実践ガイド, 東京電機大学出版局, 東京 (2009).
- [28] McGonigal, J.: *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*, Penguin Press, New York, NY, USA (2011). 藤本 徹, 藤井清美 (訳) : 幸せな未来は「ゲーム」が創る, 早川書房, 東京 (2011).
- [29] Fogg, B. J.: *Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do*, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, CA, USA (2003).
- [30] 吉川 厚: 獲得した知識を活用するトレーニング: Situated Intelligence Training, システム/制御/情報 (システム制御情報学会誌), Vol. 51, No. 2, pp. 102–108 (2007).