
総 説

現行の統計教育における相関と因果の概念的混乱の深層

澤 山 郁 夫¹⁾

兵庫教育大学

〒673-1494 兵庫県加東市下久米942-1

Deep-Rooted Conceptual Confusion between Correlation and Causation in
Current Statistical Education

Ikuo SAWAYAMA

Hyogo University of Teacher Education

942-1 Shimokume Kato-city, Hyogo 673-1494, Japan

Despite the well-known adage that “correlation does not imply causation,” what are often considered inappropriate causal interpretations of correlation coefficients continue to abound. This paper examines the possibility that current statistical education may inadvertently be contributing to this confusion. Specifically, the use of Venn diagrams suggesting that correlation encompasses causation, or the term “spurious correlation,” may lead learners to believe that they can extract causal relationships from correlational data. A more fundamental problem is that statistical education presents contradictory messages: explicitly teaching “correlation $\neq$ causation” while simultaneously requiring causal explanations (i.e., discussion of results) in actual academic practice. These beliefs and structural contradictions may also be linked to futile “root cause” investigations in practice, the construction of lengthy causal chain models, and their inappropriate interpretation. In reality, the concepts of correlation and causality are not necessarily appropriate to be expressed as an inclusive relationship. From a philosophical standpoint, correlation represents observed facts, while causal interpretations are cognitive constructs (models) that humans use to understand the relationships underlying complex reality. In the outlook, we propose the need for statistical education that provides diverse frameworks for understanding phenomena beyond simple causal explanations. Such educational reform would promote more flexible and deeper understanding of complex reality among learners.

Key words: 相関関係, 因果関係, 統計教育, 概念的混乱, 統計リテラシー

1) E-mail: sawayama@hyogo-u.ac.jp

問題の所在

「相関関係≠因果関係」。この警句は、データサイエンスないし統計学を学ぶ学生であれば必ず耳にするといいても過言ではない基本的な留意事項である。統計教育において、相関から安易に因果を推論することの危険性はこれまで繰り返し指摘され、疑似相関の概念や実験研究の重要性が説かれてきた。例えば、個人間で観察された2変数の相関関係（共変動の程度を定量的に表現した統計量の値）から「〇〇を高めることで△△を促すことのできる可能性が示唆された」と因果関係を考察することは、交絡変数の存在や因果の方向性が不明なために、必ずしも適切ではないとされる²⁾(e.g., 吉田, 2018)。また、統計的因果推論の理論的基盤を築いた Holland (1986) や Rubin (2005) も、観察データから直接的に因果関係を推論することの困難さに言及している³⁾。

それに関わらず、これらの警告が十分に考慮されない因果推論が後を絶たない (e.g., Seifert, et al., 2022)。また、Seifert, et al. (2022) では、心理学研究法を専攻する大学の上級学生（3・4回生）でも、相関的証拠に基づいて因果的主張を行うメディア報告等の評価について、代替的因果理論の生成による適切な批判ができない場合があるとされている。これはなぜだろうか。一つの見方として、結果を解釈する者の批判的思考態度や能力の欠如といった個人の属性に原因帰属させることも可能だが、別の可能性として、本稿では現行の統計教育における概念的枠組みに問題がある可能性に着目する。特に、相関関係と因果関係の関係についての説明や図解が、意図せずして概念的混乱を招いている可能性がある。例えば、「相関関係≠因果関係」というベン図表現や、「疑似

相関」という用語の使用などである（それぞれの問題点については後述する）。

本稿が論ずる概念的混乱とは、端的に言えば、「相関≠因果」と学習するにも関わらず、相関的証拠から因果的主張がなされやすく、またそれが批判なく受け入れられやすい状況を指す。この問題への対処は、教育を行う側にとっても深刻な課題となっている。安易な因果推論を避ける教員は、学生から「相関係数を計算する意味は何か」「学んでいることは何の役に立つのか」といった質問に直面しやすい。このような質問に対し、教員が「相関から因果の示唆が得られる場合もある」と答えれば学習の意義を示せるが、それは不適切な因果推論を助長しうる。逆に「相関から因果を発見することはできない」と教えれば、学生は統計を学ぶ動機を失いかねない。このジレンマもまた、統計教育における概念的混乱の一側面として捉えることができるだろう。

本稿では、この問題意識に基づき、統計教育における概念的混乱を取り巻く状況について整理し、よりよい統計教育のあり方について考察を行う。なお、本稿では、以後、因果関係という用語を複数の意味で用いるが、とくに断りのない限り、「何かが原因となって結果が生じること」(e.g., 清水, 2021) という意味での因果関係を指すものとする。

因果関係の概念と課題

統計的因果推論における因果の定義

統計的因果推論の分野において、因果関係の概念は以下のように示されている。Holland (1986; 以降, 単に Holland という) は「相関は因果を意味しない (correlation does not imply causation)」という警句を出発点とし、

2) これらの推論の妥当性については、後述する因果関係の哲学的立場の違いによって、一部評価が分かれる可能性もある。ただし、いずれの立場においても、現実をより適切に理解するという目標はある程度共有されており、推論の質的向上は重要な課題である。この点で、「相関関係≠因果関係」という警句は、依然として評価される。

3) 近年, Pearl (2001 黒木訳 2009) の構造因果モデルや do 演算子により、観察データからの因果効果の識別が可能な場合があると主張する立場もある。しかし、これらも有向非循環グラフの構造や未観測変数の交絡に関する強い仮定に依存しており、本稿で指摘した因果関係の認知的構築性に関する議論の対象外ではないと考えられる。

「操作なくして因果なし (no causation without manipulation)」という原則を提示した。この原則によれば、「原因とは、原理的に実験における処理となりうるもののみである (causes are only those things that could, in principle, be treatments in experiments)」と定義される。さらに、Rubin (2005；以降、単に Rubin という) は「因果効果とは、同一の単位集合に対する異なる処理下での潜在的な結果の比較である (causal effects are defined as comparisons of potential outcomes under different treatments on a common set of units)」と定義した。この定義は因果推論の科学的基盤を提供したものの、この反実仮想とも呼ばれる同一の単位集合に対する異なる処理の結果については、我々は厳密な意味で観測する術をもち合わせていないため、一種の思考実験的側面を含み、少なくとも「現実世界において（この意味での）因果効果が生じている」とは解釈できないことに注意されたい。

なお、ランダム化比較試験は、Rubin の因果効果を現実（に近似的に）観測することを可能としているのではないと思われる方もいるかもしれないが、これはあくまで集団レベルでの因果効果の推定でしかなく、個人レベルでの因果効果の推定には使えないという問題の他、Hume (1748 斎藤・一ノ瀬訳 2004) が指摘した、我々が観察できるのは事象間の「恒常的连接」であり、「必然的結合」ではないという問題もある。すなわち、A と B が繰り返し連続して起こることは観察できるが、A が「必然的に」B を引き起こす力そのものは直接観察することはできない。つまり因果関係は、観察された規則性に対する我々の認知的解釈であり、また帰納推論であるため、因果関係の理解には本質的に不確実性が伴う（同様の指摘として、大塚, 2020；森元, 2024）。この哲学的洞察は、統計的因果推論の限界を理解する上で重要である。

コンステレーション

現実の複雑な現象を理解する上では、先述したような因果の概念では限界があることについて、

河合 (2013；以降、単に河合という) が指摘したコンステレーション（布置；河合による訳）は示唆的である。河合は、「因果的に考えすぎると、間違いを起こすのではないかと思う」と述べ、その「全体的なコンステレーションを読む」ことの重要性を指摘している。コンステレーション (constellation) とは、本来「星座」を意味するが、河合の説明からは、我々が夜空に点在する星をつなぎ合わせて星座という意味を見出すように、一見無関係に思えるものも含めて見出された意味的まとまりとして解釈される。例えば、不登校児の理解を試みる際に、なぜ学校に行かないのか（その解として、例えば、「先生が怖いから」という一つの原因探しではなく、「だれが悪いというんじゃないくて、この子が学校へ行かないということに、どういうことがコンステレートしているのか、その家に、その社会に、あるいはその個人に。」というような見方が重要だとし、「全体がお互いに不思議な関係を持っている」と河合は指摘している。河合によれば、不登校児の例では、親も無関係な存在ではいられないという。

このような考え方が重視される背景には、心理臨床のような個別性と文脈依存性の高い領域では、反実仮想的比較が現実的でないという事情もあると考えられる。すなわち、「(他の誰でもない) この子が、別の処遇を受けていたらどうなっていたか」といった個人レベルの反実仮想と現実の差を推定することは極めて困難であり、また、もし仮にできたとしても、それは「現実に関わったこと」の理解に直接つながるものではない。なぜなら、Rubin の因果効果は、現実に関わったことではなく、先述の通り「反実仮想」と「現実」の差分として定義されるためである。

事象理解の認知的構築性

Rubin の因果効果の定義も、河合のコンステレーションという理解の試み（以下、コンステレーション的理解）も、いずれも現実理解のための考え方の一つ、すなわち認知的構築物（モデル）と解釈することが可能である。重要なことは、いずれの考え方も、それによって唯一の客観的な解釈が導かれるものではない点である。ただし、因果関係

の存在については哲学的にいくつかの立場がある。因果関係が実在するという実在論的立場からは、因果関係は客観的事実として確かに存在し、我々はそれを発見しようとしているという見方も成り立つ。一方、因果関係は認知的に構築されるものという構築論的立場では、観測された現象から因果関係を見出す過程に人間による認知的構築性があり、それは必ずしも客観的事実ではないと考える (Table 1 参照)。いずれの立場が正しいのかについては、哲学的 (形而上学的) な議論を要する複雑な問題である (Cartwright, 2003)。本稿では、統計教育における概念的混乱の分析という目的から、後者の構築論的立場に立ち議論を進める。その理由は、現行の統計教育では実在論的立場が暗黙の前提とされることが多く、この前提のもとでは見えにくい教育上の問題があると考えられるためである。

具体的には、実在論的立場のもとでは、学生が概念的理解を試みる際に生じる葛藤や混乱が「スキル不足」や「誤解」として処理されてしまい、統計的推論の本質的な限界や構築論的側面に気づく機会が奪われている可能性がある。例えば、「どうすれば相関から因果を導けるのか」という学生の疑問に対しては、実在論的立場では「交絡変数を適切に統制できれば因果を同定できる」という回答がなされがちだが (構築論的立場からすると、この回答を聞いた学生は、統計的手法に関する学習を続ければ因果を客観的に同定できるようになると誤解する恐れがある)、構築論的立場からは「因果という概念は認知的構築物であるため、客観的に真偽を検証可能な対象ではない」という回答が可能であり、より根本的な議論の出発点となりうる。このような教育機会の喪失こそが、本稿で問題視する「見えにくい教育上の問題」である。

Table 1
各立場の考え方の整理

	実在論的立場	構築論的立場
因果関係	実在するもの	人間が認知的に構築するもの (実在性は否定しない)
主な現実の現象に対する想定	比較的単純	複雑
因果関係を客観的に特定可能か	可能	不可能
適切に行われたランダム化比較試験の処理と結果の関係	因果関係	処理 - 効果関係
相関関係 $\cap$ 因果関係	適切 (ただし、因果関係があっても相関関係が見られないことはある)	カテゴリーが異なるため不適切
疑似相関	因果関係に基づかない相関として実在する	因果関係を客観的に特定可能なような誤解を招く (実在性は否定しない)
得られた結果の考察	比較的単純な考察も許容	ごく慎重に行うべき
真因探し	原因が一つしかないとは必ずしも思わないが、複数の主要原因の特定は可能	多くの場合不毛 (通常、部分に還元できない)
長大な因果連鎖モデル	交絡変数を適切に統制できるのであれば有用な場合もある	単純化の利点である解釈容易性すら失われている
統計に期待する主な機能	因果関係の発見	自己の現象理解に対する批判的思考の材料

構築論的立場から考察することで、これらの概念的混乱の構造をより明確に分析できると期待される。以下、構築論的立場から見た、Rubin と河合の考え方について説明を加える。

Rubin の因果効果の定義に基づけば、ランダム化比較試験などによって、特定の要素の効果を推定することになる。例えば、「スクールカウンセラーによる定期面談を受けた子どもは、受けなかった子どもと比べて不登校率が低い」という結果が得られたとする。Rubin の枠組みでは、これを反実仮想と現実の比較の近似として解釈し、面談の（集団レベルでの）因果効果を推定できると考える。

しかし、実際には、この処理には無数の要素が複雑に絡み合っていると考えられる（自分のことを気にかけてくれている大人がいるという認識、カウンセラー室への移動に係る身体運動、日常からの時間的・空間的区切り、カウンセラーに話すために必要な自分の考えや感情に関するメタ認知、一人の大人との新たな関係性の構築、これらによって生じる脳内の神経活動、面談を受けたことを知った関係者の反応等）。構築論的立場では、「面談→不登校予防」という因果的解釈そのものが、複雑に相互作用する要素群から特定の概念を抽出し（または要素群に特定の概念を付与し）、それを一方向的な因果関係として単純化する認知的営みと捉えられる。実際には、複数の因果的解釈が成立し⁴⁾、複雑な相互作用を「 $A \rightarrow B$ 」という因果関係に単純化しようとする試みは、現象の本質的特徴を見落とす可能性があると考ええる。さらに、ランダム化比較試験の結果から間接的に、ある個人の不登校を引き起こした原因について因果推論をする場合は、上記の単純化による問題はさらに深刻になる。なぜなら、ランダム化比較試験で得られるのは、先述の通り、あくまで集団レベルの平均的な因果効果（の推定値）であり、これを特定の個人の因果推論に適用する妥当性は必ずしも

高くないためである（集団で平均的に正の効果をもつ処遇が、特定の個人には逆効果となることは起こり得る）。

一方、河合のコンステレーション的理解は、Rubin のように特定の概念を抽出・設定するのではなく、複数の要素の相互作用的な関係を全体的な「布置」として把握しようとする点で、より包括的なアプローチを試みる。しかし、現実生じている全ての布置や関係性を正確に捉えることは難しいため、このアプローチもまた客観的事実ではなく、あくまで認知的構築物として解釈される。

实在論的立場は Rubin のアプローチを、構築論的立場では河合のアプローチを比較的受け入れやすいと考えられるが、この背景には、現象の複雑性に対する想定の違いも関係していると考えられる。实在論的立場では、複雑な現象も適切な分析により構成要素に分解し、真の因果構造を明らかにできると考える傾向がある。一方、構築論的立場では、複雑な相互作用や全体的な布置そのものが現象の本質的特徴であり、部分への還元では捉えきれない側面があると考えやすい。ただし、対象となる現象によっては、構築論的立場も、示された因果構造に一定の実用的価値を認めることができる場合があるため、両立場の境界は必ずしも明確ではない。例えば、比較的複雑な人間の心理を扱う場合にも、低学年の児童に大声で叱責すると恐怖感情が高まりやすいといった、予測可能性が相当に高い現象については、因果的解釈の実用性を認めやすい（児童の恐怖感情が高まった背景要因は他にもある、などとは通常考えない）。しかし、そのような明確な先行事象がない場合に、恐怖感情が高まったという現象を解釈する必要があるときには、何が原因であるかと単純なモデルにあてはめて考えようとするよりも、複雑な布置を読み取ることの方が有益だと考えやすい。このように、現象の予測可能性や文脈によって、構築

4) この意味で、南風原（2002）は、 x を大きくすると y も大きくなるという「処理 - 効果関係」と、 x が大きいから y も大きいという「因果関係」を区別して論じる必要性を指摘している。なお、南風原（2002）は、この因果関係を「『推論』していく性質のもの」と明確に述べている。すなわち、認知的構築物であるという解釈である。

論的立場が考える因果的解釈の実用性の程度は異なる。

統計教育における概念的混乱

統計教育の現場では、この因果関係の概念の難しさ、あるいは現象の複雑性に対する想定ないし哲学的な立場の違いが適切に扱われていないように思われる。いくつかの統計学関係の講義資料や入門書（e.g., 弘前大学数理・データサイエンス教育センター, n.d.; 澤山, 2021; 小宮・布井, 2024）では、以下のような説明がなされる。まず相関関係の概念を導入し、次に「A が B を引き起こす」あるいは「A を変えれば、B が変わる」「A が高いから B が高い」程度のやや曖昧、ないし多義的な因果関係の概念を紹介し、「相関関係≠因果関係」という注意を与える。そして疑似相関の例（かき氷の売上と溺死者数など）を示し、第三の変数の存在やその統制の必要性が説明される。なお、この過程で、「かき氷の売上の本当の原因は気温である」といった、複雑な現象について唯一の原因が客観的に存在するかのような、構築論的立場からすると疑問視される説明がなされる場合もある（実際には、気温上昇がかき氷の売上につながるためには、多くの背景要因 (background factors, Cartwright, 2003; 例えば、人間やかき氷店の存在、暑い日に冷たいものを求める心理、購買可能な経済状況等）が複合的に作用しており、これらの要因群全体を考慮した理解が適切と考えられる）。

この教育過程の問題は、因果関係の概念に関する様々な哲学的立場があることや解釈の難しさについての説明なしに、2変数間の一方向的な因果関係を客観的事実であるかのように扱い、その認知的構築性に関する議論を無視していることである。さらに、統計教育では表向き「相関関係≠因果関係」と教えながら、実際の学術実践では、結果が得られた理由についての尤もらしい考察（因果的説明）を求めるという、矛盾したメッセージ

を発している可能性もある。この二重性が学習者の概念的混乱を深刻化させている側面も考えられる。また、Holland や Rubin の定義の限界や、現実理解における多様なアプローチの必要性も十分に教えられているとは言い難い。結果として、学習者は因果関係の概念の複雑さや限界について十分に理解することができないまま、複雑な事象を一方向的な因果関係で説明しようとしがちである。

「相関関係≠因果関係」という図解の問題

この概念的混乱は、統計教育で用いられる場合のある「相関関係≠因果関係」を示すベン図表現（e.g., NTT コムリサーチ, n.d.）やこれを類推させる表現（e.g., 「因果関係がある場合には相関関係もある」（郡山・澤田, 2023）, “Causation implies correlation (or dependence)” (Xing, 2019)）とも無関係ではないように思われる。これらの表現は、適切なデータ収集ないし分析を行えば、相関関係から因果関係を抽出することが可能である（あるいは、相関関係から推察された因果関係の中には正しいものも含まれている）かのような印象を与える。しかし、構築論的立場からみると、これは概念的な誤りを含んでいる。相関関係は2変数の関係に関する「事実（現実世界で観測されたこと）」であるのに対し⁵⁾、因果関係は事実ではない。すなわち、因果関係とは観測事実そのものではなく、複雑な現象を説明・理解するために人間が構築する理論的枠組みである。つまり、相関関係（観測可能な事実）と因果関係（認知的構築物）は本質的に異なるカテゴリーに属するものであり、一方が他方を包含するという関係で表現することは適切ではない。このような構築論的視点は、以下で議論する「疑似相関」という用語の奇怪さや、「真因探究」の困難さ、そして長大な因果連鎖モデルの問題点を理解する上でも重要な基盤となる。

「疑似相関」という用語にみられる混乱

以上の混乱は、先述した「疑似相関」という用

5) 相関関係についても、その概念については、一種の認知的構築性を指摘可能であるが、データセットと算出方法を所与とすれば（人間の認知を介さずとも）その値が一意に定まる点で、因果関係とは決定的に異なる。

語そのものとも無関係ではないように思われる。この用語は、第三の変数の存在などにより、因果関係のない変数間に見られる相関関係を指すものとして広く使用されている。しかし、この用語には矛盾が含まれている。例えば、かき氷の売上と溺死者数の間に正の相関が観察された場合、これを「疑似相関」と呼ぶことは多いが、正の相関が観察されているのだから相関関係は確実に存在している。この相関関係は「疑似」（偽物）ではない（同様の主張として、Haig, 2003）。問題視されているのは相関関係そのものではなく、因果関係の解釈である。したがって、概念的には本来「疑似因果」と呼ぶべきものであろう。しかし、この用語を用いても、「真の因果」といった対概念の存在を依然として暗示し、概念的混乱は避けられない（先述の通り、複雑な相互作用の結果としての現象について、「真の因果関係」を特定するという発想自体が、構築論的立場からすると疑問視される；これは現象の複雑性の想定によっては実在論的立場でも同意されうることである）。現状の統計教育は、以上の問題に十分に対処できているとは言い難い。

関連する実践的問題

研究・実務の現場でも先述の概念的混乱と関連すると考えられる問題がいくつかみられる。以下、その実践的課題について述べる。

「真因」探究の問題

複雑な現象を単純な因果構造に還元できるという想定は、「真因」という概念の浸透とも無関係ではない可能性がある。すなわち、統計教育で「真の因果関係を抽出する」ことが可能であるかのように教えられることで、実務現場でも「本当の原因（真因）」がどこかに存在し、それを特定すべきだと考えやすい。実際、問題解決に関する書籍や研修資料では、「真因」という用語がしばしば用いられ（e.g., OJT ソリューションズ, 2014；池田, 2023）、「表面的な原因ではなく根本的な原因（真因）を特定せよ」「なぜなぜ分析で真因に到達せよ」といった指導助言がなされる。しかし、

現象の複雑性によっては、「唯一の真の原因」が客観的に存在するという発想自体が、哲学的立場によらず適切ではないと考えられる。

この問題は、比較的高度な因果推論のトレーニングを受けているはずの研究者にとっても例外ではなく、図らずも類似の志向性を有している可能性がある。例えば、学術論文という限られた紙面で、得られた結果に対して考察を求める慣習は、複雑な現象についてわかりやすい説明、すなわち単純な因果構造の推論を促している側面があり、統計教育での概念的混乱と関係している可能性がある。

長大な因果連鎖モデルの構築

真因探究の思考は、「なぜその問題が生じたのか」という問いを繰り返す、より根本的な原因を求める傾向を生む。この過程で、しばしば「風が吹けば桶屋が儲かる」的な長大な因果連鎖モデルが構築されることがある。例えば、「学校環境整備→快適性向上→集中力向上→授業理解度向上→テスト成績向上→自己効力感向上」といったモデルである。このような連鎖は一見尤もらしくも見えるが重大な問題を含んでいる。それは、単純化の問題に加えて、ただの単純化であれば得られたはずである解釈可能性（ないし、自身の因果推論に対する批判的思考の可能性）という利益すら失われる点である。すなわち、シンプルな2変数の関係であれば、期待した関係が見られない場合に「自分の推論が間違っていたかもしれない」という批判的思考が働きやすい。しかし、長大な連鎖モデルでは各段階の関係の有意性にのみ注意が向きやすいため（類似の指摘として、吉田ほか, 2020）、全体としての関係の弱さに対する批判的検討が阻害されやすい。例えば、 $X \rightarrow Y \rightarrow Z$ という比較的単純な因果連鎖モデルにおいて、 $X \rightarrow Y$ 、および $Y \rightarrow Z$ の各パス係数が統計的に有意であれば、我々は「 X と Z は関係している」と結論しがちである。しかし、実際に X と Z の相関関係は、これだけの情報では不明であり（一意に定まらない）、関係がみられない可能性もある。すなわち、長大な因果連鎖モデルでは、因果関係は当然として、相関関係についてですら、不適切

な解釈が行われやすくなる⁶⁾。

統計教育の改善に向けて

以上の議論から、統計教育における根本的問題は、現象の複雑性に対する想定、すなわち哲学的立場の説明なしに、ごく単純な因果関係を客観的関係として扱い、その認知的構築性に関する議論と理解の多様性を無視していることにあって考えられる⁷⁾。しかし、この問題の解決は容易ではない。以下、今後の課題と方向性について整理する。

第一に、構築論的立場に基づいた新たな統計教育の枠組みの必要性である。本稿で明らかにしたように、実在論的立場を暗黙の前提とする現行の統計教育では、統計的推論の本質的限界が見えにくくなっていると考えられる。構築論的立場から統計教育を再構成することで、学習者は因果関係を「発見されるもの」ではなく「構築されるもの」として理解し、「真因」を同定しようとする試みの限界を認識できるようになると考えられる。これにより、統計的推論として導かれる考察を、あくまで一つの単純化された主観的モデルとして批判的に捉えやすくなり、現象理解という観点からはより適切な状態に近づくと考えられる。

第二に、構築論的立場の意義を理解するための、哲学的基盤の教育である。構築論的立場を適切に理解するためには、それと対比される実在論的立場や、「因果とは何か」といった哲学的議論についてもある程度学習する必要があると考えられる。このような学習に伴って、学習者は自身や他者がどのような前提で統計を用いているのかを、より理解しようとし、必要に応じてそれらを明示した

上での議論ができるようになると期待される。

第三に、これらを整備したとしても残る実践的課題への対処である。特に、研究実践において結果に対する尤もらしい考察を求める慣習は、単純な因果推論を促しやすく、構築論的立場からすると不適切性が依然として高いと考えられる。この問題に対しては、因果的説明の暫定性や限界をより明示的に示す記述方法や、複数の解釈可能性を並置して提示するコミュニケーション方法の検討が必要である。また、哲学的立場によっては考察の在り方そのものを変える必要があるかもしれない（例えば、因果関係に関する考察をしないことも許容するなど）。

このような統計教育の扱いにより、学習者のより柔軟で深い現実理解を促し、複雑な現象に対する多様な視点を提供することができる可能性がある。ただし、予想される障壁として、まず、時間の制約がある。限られた統計教育に関する授業時間の中で、どの程度まで哲学的議論を扱うことが可能かという問題である。また、学習者の予備知識や関心のレベルに応じた段階的な導入方法についても慎重な検討が必要である。同一講義内での頻回な哲学的立場の切り替えは、かえって混乱を招く可能性もある。

さらに、教員側の準備と理解という課題もある。これらの概念的議論を適切に教えるためには、教員自身がこれらの哲学的背景を理解している必要がある。以上を考慮すると、統計教育の改革は段階的に進める必要があるかもしれない。

例えば、第一段階として、現在のデータリテラシー科目を純粋に記述的報告（データの要約と可視化；推測統計を扱わないという意味ではない）

6) このような3変数間の関係性について、(あるいはより多変数のモデルにおいても)、適切な媒介分析を適用すれば、XとZの関係性についての総合効果も通常検討されるために、本稿で指摘したようなXとZの関係性についての不適切な解釈は回避されると考える読者もいるかもしれない。しかし、本稿で問題視しているのは、そうした手続きを経ずに、単に有意なパスを探索的に連結させることでXとZの関係性を主張しようとする誤用である。また、仮に適切な媒介分析が行われたとしても、複雑な現象を特定の変数間のメカニズムに還元して解釈するという点では、依然として本稿が指摘する認知的構築性の問題（モデル化による単純化の問題）が残る。

7) 繰り返しになるが、本稿は構築論的立場を方法的前提として採用することで、この問題を明らかにしたものであり、構築論的立場を唯一の正しい立場として主張するものではない。以下に示す改善の方向性は、この分析から見えてきた問題に対処するための提案である。

に特化し、因果関係に関する考察は求めないことが考えられる。その上で、新たに因果推論リテラシー科目を設置し、適切な因果関係に関する考察方法について概念的議論を行う。新科目の設置が困難な場合は、現在のデータリテラシー科目を圧縮し、捻出した時間で因果推論の哲学的基盤について扱うことも検討する必要がある。

第二段階では、現象理解リテラシー科目（第一段階での因果推論リテラシー科目をより包括的な内容に発展させたもの）を、データリテラシー科目よりも先に履修するカリキュラムを整備する。これによって、学習者はデータを目にした際に「どのような哲学的立場で何をどのように考察すべきか」の適切な枠組みをもちやすいと考えられる。このカリキュラムにおけるデータリテラシー科目では、現実社会で遭遇する統計を用いた主張の妥当性を評価する能力の育成に焦点を当てる。これは、自身や他者の哲学的立場を認識した上で、統計的情報を適切に解釈・活用するスキルの育成として位置づけられる。

まとめ

本稿は、統計教育における因果推論をめぐる概念的混乱について、用いられている用語や説明の一部が、異なる哲学的立場から見た場合にどのような解釈上の課題を含みうるかを論じた。議論した問題の一部は、モデルの効用と限界、すなわち現実の複雑性をどの程度まで単純化して理解可能性を得るかという議論とも関係しているかもしれない。今後は、上記方向性のより具体的な検討や、異なるアプローチを試みた教育実践の事例収集とその意義や課題についての検討などが必要である。統計教育における概念的混乱の問題は、いずれの哲学的立場を採用するにせよ、現象理解の複雑性と推論の困難さを適切に伝えることの重要性を示唆している。

重要なのは、特定の立場を正しいものとして押し付けるのではなく、学習者が自身の哲学的立場を自覚し、それに応じた現象理解の方法を選択できるようにすることである。統計教育は、データと現実の関係について基礎的な理解を形成する場

であり、ここで現象理解の多様性について学ぶことの意義は大きいと考えられる。ただしこの問題は、本稿で完結する問題ではなく、関係者間での議論と試行錯誤を通じて、徐々に改善されていくべき課題である。本稿がそのような議論の土台を提供し、統計教育のよりよいあり方を考える契機となることを期待したい。

引用文献

- Cartwright, N. (2003). *Hunting Causes and Using Them: Approaches in Philosophy and Economics*. Cambridge University Press.
- 南風原 朝和 (2002). 心理統計学の基礎——統合的理解のために—— 有斐閣
- Haig, B. D. (2003). What Is a Spurious Correlation? *Understanding Statistics*, 2 (2), 125-132.
- 弘前大学数理・データサイエンス教育センター (n.d.). データサイエンス基礎 第12回 量的データの分析(3) https://gkm.hirosaki-u.ac.jp/cmds/wp-content/uploads/sites/3/2022/05/12.slide_.pdf
- Holland, P. W. (1986). Statistics and causal inference. *Journal of the American Statistical Association*, 81, 945-960.
- Hume, D. (1748). *An Enquiry Concerning Human Understanding*. A. Millar.
(ヒューム, D. 斎藤 繁雄・一ノ瀬 正樹 (訳) (2004). 人間知性研究 付・人間本性論摘要 法政大学出版局)
- 池田 浩 (2023). 第5章 マネジメント・プロセス2「分析」(日渡 円・葛西 耕介 (編). 6つのプロセスで理解する令和の学校マネジメント 学事出版)
- 河合 隼雄 (2013). こころの最終講義 新潮社
- 小宮 あすか・布井 雅人 (2024). Excel で今すぐはじめる心理統計 第2版: 簡単ツールHADで基本を身につける 講談社
- 郡山 さくら・澤田 亨 (2023). 相関関係と因果関係を混同してはいけない理由 <https://>

- www.taishukan.co.jp/hotai/media/blog/?act=detail&id=405
- 森元 良太 (2024). 統計学再入門 科学哲学から探る統計思考の原点 近代科学社
- NTT コムリサーチ (n.d.). 相関関係と因果関係の違いを事例から解説 <https://www.nttcoms.com/service/research/dataanalysis/causation-correlation/>
- OJT ソリューションズ (2014). トヨタの問題解決 KADOKAWA
- 大塚 淳 (2020). 統計学を哲学する 名古屋大学出版会
- Pearl, J. (2001). Causality: Models, Reasoning, and Inference. Cambridge University Press. (黒木 学 (訳) (2009). 統計的因果推論 モデル・推論・推測 共立出版)
- Rubin, D. B. (2005). Causal inference using potential outcomes: Design, modeling, decisions. *Journal of the American Statistical Association*, 100, 322-331.
- 澤山 郁夫 (2021). 第1章 1変数・2変数の記述統計 (山田 剛史・川端 一光・加藤 健太郎 (編). Progress & Application 心理統計法 サイエンス社, pp.1-30)
- Seifert, C. M., Harrington, M., Michal, A. L. & Shah, P. (2022). Causal theory error in college students' understanding of science studies. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 7, 4.
- 清水 裕士 (2021). 6 偏相関係数と因果効果 (清水 裕士 (編). 心理学統計法 放送大学教育振興会, pp.87-103)
- Xing, E. (2019). Lecture 8: Causal Discovery and Inference. <https://www.cs.cmu.edu/~epxing/Class/10708-19/notes/lecture-08/>
- 吉田 寿夫 (2018). 本当にわかりやすいすごく大切なことが書いてあるちょっと進んだ心に関わる統計的研究法の本 Ⅲ 北大路書房
- 吉田 寿夫・村井 潤一郎・宇佐美 慧・荘島 宏二郎・小塩 真司・鈴木 雅之・椎名 乾平 (2020). SEM は心理学に何をもたらしたか? 教育心理学年報, 59, 292-303.
- (2025年8月27日受稿, 2026年2月4日受理)