

The Role of Data and Theory in Covariation Assessment: Implications for the Theory-Ladenness of Observation

Freedman, E. G. & Smith, L. D.

The Journal of Mind and Behavior vol.17(4), pp.321-344, 1996

◆ はじめに

- Hanson の観察の理論負荷性(1958)は広く知られている
 - ◇ 観察者が持っている先行理論と切り離された客観的なデータの観察というものは存在しない
- 科学についての認知心理学はこの問題を再定義し、新しい分析方法を提供するだろう
- 本研究では科学の中でよく用いられる視覚的なデータの理解に先行理論がどのように影響するかについて実験を行った

◆ The Theory-Ladenness of Observation (観察の理論負荷性)

- The Theory-Observation Distinction in the Philosophy of Science
 - ◇ 論理実証主義においては伝統的に理論と観察は厳密に区別されてきた(Carnap, 1928/1969)
 - ◇ ポスト実証主義者たちは理論から独立した観察の存在は難しいことに言及
 - 理論と観察が全く独立なら、理論が観察に影響するプロセスを説明するのは困難である(Brown, 1977)
 - そもそも実験の手法や分析の仕方に理論は影響している(Grandy, 1992)
 - ◇ 科学哲学における理論負荷性の多くの研究は、多義的な解釈ができる刺激を用いてなされてきた
 - 実際のデータは多義的ではなく、ある程度の傾向を持っている
 - ◇ 理論負荷性は科学的な意思決定に広く影響すると考えられるが、本研究では視覚的なデータの解釈に限定して検討する
- The Psychology of Theory and Observation in Scientists and Laypeople
 - ◇ 多くの心理学者は知覚は top-down 的 (理論駆動) 処理と bottom-up 的 (データ駆動) 処理の組み合わせで成り立っていると述べている(e.g., Alloy & Tabachnik, 1984; De Mey, 1980; McClelland & Rumelhart, 1981)
 - インプットされたデータによって心的表象が活性化され、いったん活性化された心的表象はデータの解釈に影響を及ぼす
 - 心理学的な立場からいえば、哲学者たちの理論と観察の区別は単純化されすぎており、不適切である
 - 心理学的な見地から理論負荷性を再定義する際には、必ずしも純粋な観察というものを区別する必要はない
 - ◇ 認知心理学者の多くは理論と観察のメンタルプロセスは科学者でも一般の人でも変

わらないと考えている

- 素人の理論も基本的には科学的な理論の特徴を備えている(Samarapungavan, 1991)
 - 抽象化, 一般化, 説明機能
- 理論負荷性におけるプロセスも, 素人も科学者も同様であると考えられる
 - 本研究では素人を対象に検討する
- ◇ 人は外的な環境について直感的な理論を持っている(Berman & Kenny, 1973)
 - 性格特性についても実際のヒトの行動と関連した理論をもっている(Schneider, 1973)
 - 各性格特性間の類似性に基づいて, 性格特性の心的表象が形作られている(Borkenau, 1986)
 - 各性格特性の特徴が一致する量が増えると類似性も増加する
 - ⇒ 科学的な概念も特徴的の一致量によって心的表象が作られている(Giere, 1994)

◆ Covariation Assessment as a Model of Observation

- 人の知識構造は事象間の関連に対する感受性を仮定する
 - ⇒ 共変の評価課題は観察の理論負荷性についての一般的で有用な知見が得られるだろう
- 観察におけるデータの影響と理論の影響は別々に研究されてきた
 - ◇ 直接的にデータと理論の相互作用を検討した研究はほとんどない(De Mey, 1980)
- The Influence of Data on Covariation Assessment
 - ◇ 共変の評価は正確にできる
 - ヒトは散布図における共変量に対して敏感である(Bobko & Karren, 1979; Cleveland, Diaconis, and McGill, 1982; Lane et al., 1985)
 - ただし, 実際の相関の程度よりもプロットの量に影響される
 - ◇ 共変の評価は不正確である
 - 環境における真の共変を同定するにはヒトの認知資源は足りない(Jenkins & Ward, 1965; Nisbett & Ross, 1980; Peterson, 1980; Smedslund, 1963)
 - 変数のタイプ: 連続値か 2 値か
 - データの提示の仕方
 - 散布図として提示するよりも連続的に提示するほうが共変に対する感受性を下げる(Jenkins & Ward, 1965; Smedslund, 1963; Ward & Jenkins, 1965; Cleveland et al., 1982; Lane et al., 1985)
 - ◇ 共変量の評価に対する様々な要因の影響を検討するためには連続値の変数を使用したほうがよい
- The influence of Theory on Covariation Assessment

- ◇ 理論は様々な種類のデータの評価に影響する
 - 訓練された臨床心理士は、心理診断テストの特定の反応と心身症の関連性が実際には存在しなくても、あるように認識する(Chapman & Chapman, 1969)
- ◇ Jennings らの研究(1982)
 - Data-based 条件 (データだけを示す) v.s. Theory-based 条件 (変数名だけを示す)
 - データだけだと系統的に客観的な評価ができるが、理論だけだと系統的に評価できず関連性を過大評価する
 - データと理論の両者の相互作用を検討した研究ではない
- ◇ その他の理論とデータの影響の研究
 - カバーストーリーを用いて理論の影響を検討したもの(Billman et al., 1992; Trolier & Hamilton, 1986; Wright & Murhy, 1984)

◆ An Experimental Study of Theory-Laden Observation

➤ 目的

- ◇ 観察における理論とデータの影響を実験的に検討する
- ◇ 先行研究との違い
 1. 理論とデータの影響を組織的に検討する
 2. カバーストーリーで生成された理論ではなく、実際の科学的な状況と同じようにすでに持っている先行理論の影響を検討する
 - 課題は性格特性についての評価
 3. 正の相関、無相関に加えて負の相関の評価についても検討すること
 4. 実際の科学者が直面するような散布図を用いる

➤ 仮説

- ◇ 理論に依存する程度によって共変の評価は影響を受ける
 - 共変の評価において理論が実際のデータを無視するなら理論だけの条件と理論+データの条件では違いはないだろう
 - 共変の評価が理論とデータの相互作用ならば、理論+データ条件の評価は、理論だけの条件の評価とデータだけの条件の評価の妥協点となるだろう

➤ Method

- ◇ Subject : 大学生 82 名
- ◇ Stimulus materials
 - 散布図の作成
 - 科学者は自身がよく知っている専門的な知識の中で(データの)観察を行う
 - 実験参加者である大学生が先行知識を働かせやすい、よく知っている文脈を選択

- 実験参加者と同じ母集団の中から 67 名が性格特性 45 項目について 100point-scale で自分自身を評定
- 1 対ずつピアソンの積率相関係数 (Pearson product-moment correlation coefficient) を算出して, 散布図を作成
 - ◇ SPSS-X を使用
- 明らかに非線形傾向であるデータと, 等分散性に違反するデータは除外した
- 先行研究で使用された相関の幅を持たせるために相関係数によって 3 つのカテゴリーに分けられた
 - ◇ 正の相関(positive) : + .25~+.56 (有意)
 - Cooperativeness と Thoughtfulness($r=+.50$)
 - ◇ 相関なし(zero correlation) : - .10~+.10
 - Morality と Musical Ability($r=.00$)
 - ◇ 負の相関(negative) : - .25 .45 (有意)
 - Timidness (臆病さ) と Persistence($r=-.31$)
- ◇ Design : 混合計画 (被験者間 4 水準×被験者内 3 水準)
 - 被験者間要因 (1 条件につき約 20 名)
 - 実験グループ
 - (a) Data-Only : 各軸に X, Y とだけ表示され, 変数の名称が同定できない散布図を与えられる
 - (b) Theory+Data : Data-Only 条件と同じ散布図を与えられるが, 各軸に性格特性の変数名が入っている
 - (c) Theory+Data-Primed : Theory+Data 条件と同じ散布図が与えられるが, 散布図が提示される前に 2 変数の名称が提示され, 30 秒間その関連性について考える
 - (d) Theory-Only : 散布図は与えられず, 性格特性の変数名の組み合わせだけが提示される
 - 実験参加者は与えられた変数の組み合わせについて, 関連性の程度を評定した
 - 被験者内要因
 - データの相関のタイプ
 - ◇ positive, negative, zero correlation
- ◇ Procedure
 - 10~12 名の集団で実施
 - 「2 変数の関連性を評価する能力をテストします」
 - 相関の概念について説明
 - 散布図提示条件には positive, negative, zero correlation の散布図の例を提

示

➤ Theory-Only 条件には文章で提示

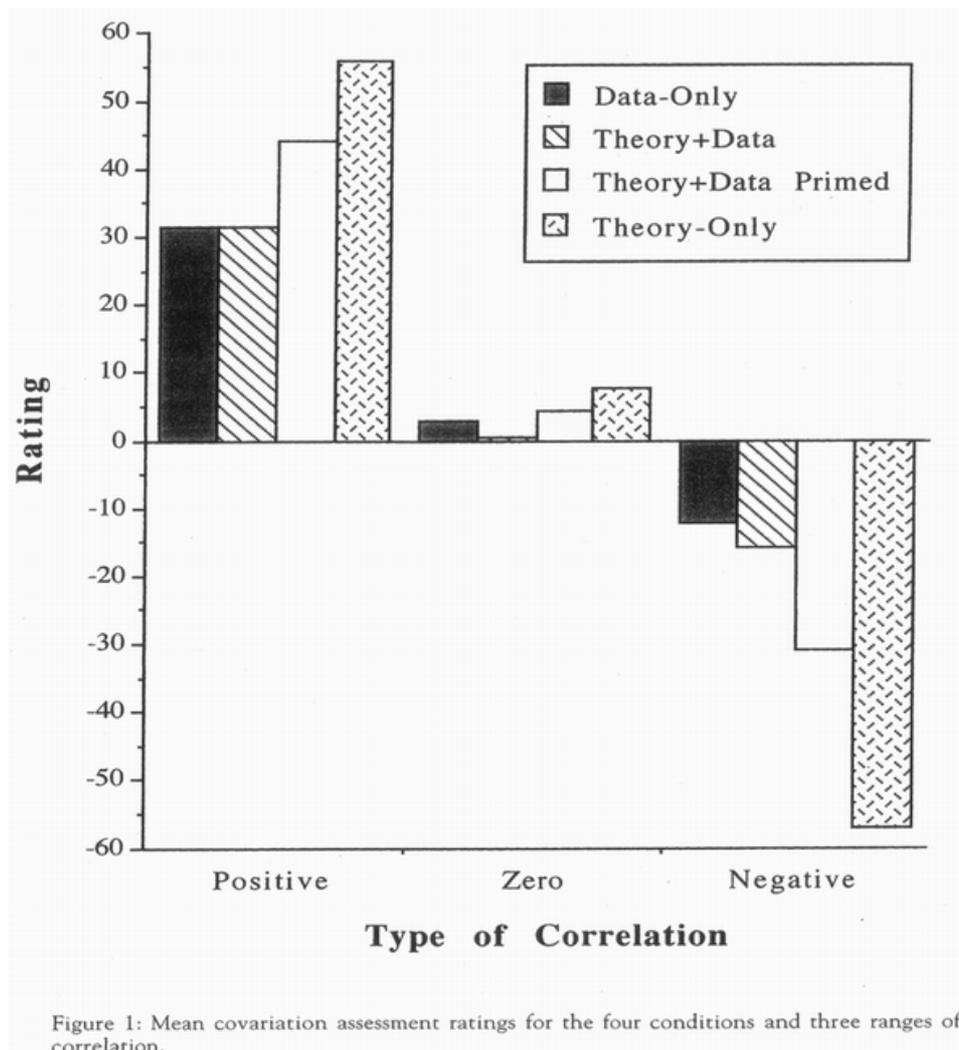
- 1つの散布図は30秒間提示される
- 散布図数は、36 (12 positive; 12 zero; 12 negative)
- 関連性は-100~+100 (0は無関連) までの201ポイントスケールで評定

➤ Result

◇ 検討点

- 相関の理解は理論に依存する程度に影響されるのか
 - 理論への依存の程度はプライミングで理論を活性化させることによって操作
- 理論によって高められた相関の評価が、利用できるデータの種類によって中和されるのか

◇ 結果の概要を Fig.1 に提示



◇ 3×4 (相関タイプ×実験グループ) の分散分析を実施

- 主効果
 - 相関のタイプの主効果 : $F(2,156)= 551.16, p< .001$
 - ⇒ 実験参加者は正の相関, 負の相関, 相関なしを正しく区別できていた
 - 実験グループの主効果 : 有意ではなかった
- 相関のタイプ×実験グループの交互作用 : $F(6,156)= 32.76, p< .001$
 - ⇒ 相関の程度の理解は理論に依存する程度によって大きくなることが確認された
 - 単純主効果の検定
 - ◇ 各相関のタイプにおける実験グループの単純主効果
 - positive タイプ : $F(3, 78)= 13.26, p< .001$
 - zero タイプ : $F(3, 78)= 2.88, p< .05$
 - negative タイプ : $F(3, 78)= 39.21, p< .001$
 - ⇒ どの相関タイプにおいても持論に依存する程度によって相関の理解が影響されることが確認された
- さらに詳しい分析をするために Newman-Keuls 法によって群間の 1 対比較を行った
 - positive タイプと negative タイプ
 - ◇ Theory-Only 群 : 5%水準でほかの群との間に有意差が認められた
 - ◇ Theory+Data-Primed 群 : 5%水準で Data-Only 群と Theory+Data 群との間に有意差が認められた
 - ◇ Data-Only 群と Theory+Data 群の間には有意差なし
 - ⇒ Theory-Only > Theory+Data-primed > Theory+Data ≒ Data-Only
 - zero correlations タイプ
 - ◇ どの群間にも有意差なし

表. 各群の positive タイプと negative タイプにおける平均値

	Data-Only	Theory+Data	Theory+Data Primed	Theory-Only
positive	31.57	31.49	44.25	55.96
negative	-12.17	-15.85	-30.88	-56.96

- ◇ 結果のまとめ
 - 先行理論と使用可能なデータの相対的な寄与は Theory+Data 条件と Data-Only, Theory-Only の各条件との比較によって確認することができた
 - Theory+Data と Data-Only との間に有意差がなかったのは, Theory+Data 条件では, 先行理論を活性化する時間がなく, Data からの影響のみを受けたから
← Theory+Data Primed 条件で散布図を見る前に先行理論を活性化すると効

果あり

- 先行理論と使用可能なデータの効果量の大きさについて
 - Theory+Data-Primed 条件の評定値は, positive タイプにおいても negative タイプにおいても Data-Only 条件と Theory-Only 条件の中間であった
 - ⇒ 先行理論とデータが相関の評価に与える影響は同程度であると考えられる
- 実際の相関と実験参加者の相関評価には, 高い相関があった
 - Data-Only : $r = .94, p < .05$
 - Theory+Data : $r = .92, p < .05$
 - Theory+Data-Primed : $r = .93, p < .05$
 - ⇒ 実験参加者は実際の変数間の相関を敏感であり, 単純に positive, negative, zero の分類を行っていたわけではなかった

➤ Discussion

- ◇ 相関の評価のモデル(Alloy & Tabachnik, 1984)に合致して, 相関の評価はデータと先行理論の直感に影響を受けることが確認された
- ◇ 人は性格特性間の関連性について直感的な理論を持っている(Schneider, 1973)という先行研究と一致
- ◇ 理論に基づいた評価はデータに基づいた評価よりも極端になるという先行研究と一致(Jennings et al., 1982; Trolier & Hamilton, 1986; Wright & Murphy, 1984)
- ◇ 本研究の結果は Hanson(1958)の観察の理論負荷性を確証した
- ◇ 先行研究(e.g., Jennings et al., 1982)では, 先行理論の影響は組織的ではなく, 実際の共変とおおよそでしか関連がない
 - 本研究では先行理論の存在は変数間の関連に対する敏感性を高めるという結果
- ◇ なぜ先行知識は共変の評価を極端にするのか
 - Jenning ら(1982)は理論による評価の偏りは, 少数の代表的なケースに基づいて判断するからだとしているが, それでは代表的なケースと実際のデータとの結びつきはうまく説明できない
 - 実際のデータの中で先行理論を確証するものに焦点が合う(Alloy & Tabachnik, 1984)
 - 今後の研究において, 先行理論が散布図の処理にどのように影響を与えているのかを確かめる必要がある
- ◇ 実験的なデータの処理に対する科学的な理論の影響の存在(Hanson, 1958; Kuhn, 1962)
 - 本研究の結果もこれを支持
 - Hanson らが用いていたゲシュタルト的な(多義図形的な)刺激よりも, 本研究の刺激である多義的ではない散布図に対する先行理論の影響のほうが, 理論

の影響をよく確証する

- ◇ Theory-Only 条件と Theory+Data-primed 条件の違いが示唆するもの
 - 心理的なモデル(e.g., McClelland & Rumelhart, 1981)が認める, 観察における top-down 処理と bottom-up 処理の相補的な役割を支持
 - 科学史においても, 科学的意思決定は信念をデータによって修正していくプロセスであるという見方をしている
 - トレーニングされた科学者であっても確証バイアスが観察されている (Mahoney & DeMonbreun, 1978)
- ◇ Data-Only 条件と Theory+Data 条件の違いがなかったことについて
 - Theory を活性化させるプライミングがないと, Theory の影響は受けなかった
 - Theory Based の処理は自動的ではない(Schneider & Shiffrin, 1977)
- ◇ Theory+Data 条件と Theory+Data-Primed 条件の違い
 - Theory を活性化する時間があると Theory の影響を受ける
- ◇ 負の相関の評価の困難性
 - 先行研究(Erlick, 1966; Erlick & Mills, 1967; Peterson, 1980)と異なり, 本研究では, 負の相関の評価が困難であるということは確認されなかった
 - 先行研究は, 人は直感的に負の相関という概念をあまり持っていないためとしている
 - しかし散布図を用いた本研究の結果によって, ナイーブな大学生でも負の相関という概念を理解し, 先行理論に適用することができることが確認された
- ◇ 最後に
 - 本研究では相関の理解における先行理論と客観的なデータの影響が確認された
 - 先行理論と観察されたデータを結びつけるプロセスについて完全に説明できる理論はまだない
 - 散布図を用いた本研究の手法は, 複雑なデータを前にしたときの意思決定に関する研究の道筋をつけるだろう
 - 先行理論による影響からまったく自由に客観的な観察を行うことは難しい