

The misunderstood limits of folk science: an illusion of explanatory depth

Leonid Rozenblit, Frank Keil
Cognitive Science 26 (2002) 521-562

Abstract

人々は複雑な現象の理解において、実際の理解よりも、自分自身はより正確で一貫して深く理解していると感じている。その錯覚は、illusion of explanatory depth (IOED) である。本研究では Study 1-6 でその存在を明らかにし、Study 7-10 で知識の領域の違いにおける錯覚の差を明らかにする。最後に、Study 11 と 12 で理解に対する過信のメカニズムを探る。そして概念と認知における直感的な理論の役割についての著者らの発見について検討する。

(長いので今回は切りのいい Study 1-6 までレポートします。)

Keywords: Concepts; Epistemology; Meta-cognition; Knowledge; Overconfidence

1. Introduction

- 一般的な人々は、科学者と違って、自分の持っている直感的な理論が不完全であるということに気づいていない (Ahn & Kalish, 2000; Dunbar, 1995; di Sessa, 1983)。それは2つの点で初心者だからである。
 - 「科学者」として初心者であるので知識が浅い。
 - 「認識論者 (科学哲学者)」として初心者であるので知識がどのように蓄積されているかを知らないので誤りやすい。
- 人々の限られた知識と誤りやすい直感的な認識論が相まって illusion of explanatory depth (IOED) を作り出す。
 - 著者らは複雑な因果関係の知識は特に理解の錯覚に影響されやすいということを提案する。
- また、説明的な知識には、実際の知識が不完全でスカスカであったとしても、自分はモノがいかにか機能するかについての設計図のようなものを持っていると確信してしまうような特徴がいくつかある。
 - 知覚での “change blindness blindness (変化の見落としの無視)” (Levin, Momen, Drivdahl, & Simons, 2000) という現象のようにシステムの「機能している部分」をたくさん見たらそのメカニズムが内化されたかと思ってしまう。
 - 説明というものは低いレベルから高いレベルまで反復していて (Miyake, 1986)、高いレベルが分かったかと思つたとひらめいたときに、実際より高いレベルの理解が得られたと過信してしまう。
 - と関連して、説明は階層構造になっているため、終わりが分からないので自分で自分の知識をテストすることが難しい。一方、事実や手続きの知識は知っているかどうか自分で簡単にテストできる。
 - 説明は他の知識に対して日常生活中に生成することが少ないので慣れていない。

- この論文では、知識のタイプによる過信の違いを検証したい。
 - ◇ 被験者の長期知識の自己評定という新しい手法を使う。
 - ◇ 被験者のパフォーマンスを規範的な知識と比較するのではなく、被験者自身が自分自身がどれだけ知っているかの認識を見る。

- 著者らが提案する方法は今までの過信についての研究を簡潔に考えることに役立つであろう。
 - ◇ 判断や意思決定の研究では伝統的に質問紙で自信の度合いを回答させ、その回答がどれだけ人々の平均値から離れているかと、正答率との比較から過信かどうかを判断していた (Fischhoff, 1982; Lichtenstein & Fischhoff, 1977; Yates, Lee, & Shinotsuka, 1996; Yates, Lee, & Bush, 1997; for critique of method see, e.g., Bjoerkman, 1994; Gigerenzer, 1996; Gigerenzer, Hoffrage, & Kleinboelting, 1991; Juslin, 1993a, 1993b, 1994)。
 - ◇ しかしこれらの伝統的な研究は知識の種類によって理解の錯覚がどのように違うかということには焦点を当ててこなかった。

- 認知心理学の文献ではテキストの理解における自信について、人は大人でも (Glenberg & Epstein, 1985; Glenberg, Wilkinson, & Epstein, 1982; Lin & Zabrocky, 1998)、子供でも (Markman, 1977; Markman, 1979)、文章の理解の失敗を特定するのが下手であるとしている。
- 対照的に、現在は実験室内で学習したことではなく、人々が以前から持っていた知識を評価する能力に関心が寄せられている。
- しかし著者らが示していることは違う
 - ◇ 読んでいるときどのように学習しているのか
 - ◇ どのように知識が蓄積されているかについての個人の直感的な理論とは
 - ◇ 人々が実際に知っていることと、知っていると思っていることとのミスマッチについて

- 違う分野ではメタ認知とfeeling of knowing (FOK) (Koriat, 1995; Metcalfe, Schwartz, & Joaquim, 1993) が注目されている。
 - ◇ FOKの測定は、知っていると感じるけれど思い出せないというときの、事実の想起に注目しているが、IOEDの手続きは知識の深さをたずねる。
 - ◇ またIOEDは知識の構造だけでなく、親近性やアクセサビリティによる違いも検証できる。
- 著者らは、IOEDは他の一般的な過信とは違う現象であり、他の知識の自己評価よりも説明的な知識の自己評価のほうがより大きく過信するということを示す。

- IOEDは、効果的な因果関係を構築しようとするときに引き起こされるのではないか。

- 著者らはStudy 1-4で装置の知識についての錯覚の存在をいくつかの母集団で実証し、Study 5,6でその錯覚の頑健さをテストする。Study 7-10でいくつかの知識の領域にわたって錯覚の程度を確かめて、その錯覚の性質を明らかにする。最後の二つのStudyでは錯覚の影響を検証する。

2. An illusion of explanatory depth with devices

2.1. Study 1: Documenting the illusion

2.1.1. Methods

- 刺激：テスト項目8個, デストラクタ40個 “How things work.”について
(テスト項目: スピードメータ, ジッパー, ピアノの鍵盤, 水洗トイレ, シリンダキー, ヘリコプター, クォーツ時計, ミシン)
- 被験者：大学院生 16名(エール大学のさまざまな学部から)
- 手続き：
 - ◇ Phase 1：7点スケールの使い方を学習させた。1(最も低い) 7(最も高い)
(例題1. 石弓のメカニズム, 例題2. GPS受信機のメカニズム)
Fig. 1
 - ◇ Phase 2：48項目のリスト(Appendix A)を見てそれぞれどの程度理解しているかを評定させた(“T1”評定)。
その際, 特定の項目で留まったりせず, 10分くらいでリストの全てを評定するように教示した。
 - ◇ Phase 3：4つのテスト項目について詳細な因果関係を示した説明を記述するように求めた(制限時間は1時間, 被験者の半分にはスピードメータ, ジッパー, ピアノの鍵盤, 水洗トイレについて, 残りの被験者にはシリンダキー, ヘリコプター, クォーツ時計, ミシンについて記述するように求めた)。
その後, 理解についての2度目の評定をさせた(“T2”評定)。
 - ◇ Phase 4：phase 3 で解答させた4つのテスト項目について診断テストを行った。
診断テストでは, 1つ1つどのように機能しているかについて説明を求めた(例:ヘリコプターはホバリング状態から前へ進むとき, どのように変わるのか)。
その後, 診断テストに照らし合わせて理解についての評定を行うように教示した(“T3”評定)。
 - ◇ Phase 5：エキスパートの説明文を読んでから, それを読む前の被験者自身の理解をエキスパートの説明文と比較して評定するように教示した(“T4”評定)。
エキスパートの説明はCD - ROM “The Way Things Work 2.0.” (McCauley, 1996) から引いており, 半ページのものから数ページのものまでであった。
 - ◇ Phase 6：マニピュレーションチェックとしてエキスパートの説明を読んだ後にどの程度理解できたかを評定させた(“T5”評定)。

2.1.2. Results

- 実際の説明を求められたり, 診断的な質問に答えさせられたり, 自分の理解をエキスパートの記述と比較させられたりすると, ほとんどの被験者において評定値が下がった。
Fig. 3
- 繰り返しのある分散分析において回数の効果が有意であった($F(4, 56) = 16.195, p < .001, \eta^2 = .536$)。
- 線形対比を行ったところ, T1と, T2, T3, T4の差はそれぞれ有意であった($p < .002$)。

- T2 - T3 - T4間の差は有意ではなかった。
- T5と、T2, T3, T4の差はそれぞれ有意であった($p < .003$)。
- セットの主効果とセットと回数の交互作用は有意ではなかった。

2.1.3. Discussion

- 全体を通して
 - ◇ さまざまな現象を説明しようとすることは理解に対する自己評定を下げる。(T1 - T2)
 - ◇ 診断的な質問に答えようとすることは(有意ではないが)さらに自己評定を下げる。(T2 - T3)
 - ◇ 診断的な質問の後では自己評定がかなり下がっているのに、その後にエキスパートの説明と自分の理解を比較しても評定は変化しない。(T3 - T4)
 - ◇ しかし、自己評定は下がったままではなく、エキスパートの説明を読んだ後では理解の自己評定は劇的に上がる。(T4 - T5)
- T4とT5の評定値より下記のことがいえる。
 - ◇ もし診断的な質問が不公平で重箱の隅をつつくようなものだったとしたら、T4で評定が上がっていただろう。
 - ◇ もしこの実験の手続き自体が被験者の自信を喪失させたのだとしたら、T5で票手は上がらなかったであろう。
- 実験の感想から
 - ◇ 被験者たちは主観的な経験として、自分がいかに思っていたより分かっていなかったかということについて純粋な驚きと謙虚な気持ちを報告した。
 - ◇ 一方でこの(自己評定に対する説明生成の)効果は頑健で、被験者の何人かはテストされなかったほうの4項目だったならもっと上手く説明できた、と報告した。

2.2. Study 2: Replicating the illusion in a larger, younger group

Study 2 では多くの学部生を被験者にStudy 1 を繰り返してみた。大学院生は知的に傲慢であるので(*), 学部生のほうがより説明したときの評定値の差は少なくなるであろうと予測した。

2.2.1. Methods and results

- 被験者：大学生 33名(エール大学のさまざまな学部から)
- 手続き, 刺激：Study 1 と同じ
- 結果 (Fig. 3)
 - ◇ 繰り返しのある分散分析において回数の効果が有意であった ($F(4, 124) = 38.9, p < .001, \eta^2 = .555$)。
 - ◇ 線形対比を行ったところ, T1と、T2, T3, T4の差はそれぞれ有意であった($p < .001$)。
 - ◇ T2 - T3 - T4間の差は有意ではなかった。
 - ◇ Study 1 とStudy 2 を比較した。回数を被験者内要因として、Studyを被験者間要因として繰り返しのある分散分析を行ったところ交互作用はなかった ($F(4, 188) = .462, p = .902$)。回数の主効果は有意であった ($F(4, 188) = 44.11, p < .001, \eta^2 = .86$)。

2.2.2. Discussion

- 大学院生と同じく、説明しようとすることは理解の自己評定を下げた。
- また被験者たちは、自分自身の理解のレベルについての無知に対して驚いていた。
- さらに、どちらかといえば(有意ではなかったにしろ)学部生のほうがこの効果が強く出ている。

2.3. Study 3: Replicating the illusion in a less selective university

Study 1, 2の結果はエリート校ゆえ、学生たちに自分の理解を過信する傾向があったからに違いない。この可能性を検証するためにIvy League campusでStudy 1, 2を繰り返し行った。

2.3.1. Methods and results

- 被験者：大学生, 大学院生 16名(地方大学学生でエール大学の学生よりSAT(大学進学適性試験)の成績が劣る。エール大学学生: 約1,500点, 地方大学学生: 約960点)
- 手続き, 刺激：Study 1, 2と同じ
- 結果(Fig. 4)
 - ◇ 基本的にStudy 1, 2と同じ
 - ◇ 繰り返しのある分散分析において回数の効果が有意であった($F(3, 42) = 23.557, p < .001, \eta^2 = .627$)。
 - ◇ “エリートの傲慢さ”仮説を検証するためエール大学の大学院生(Study 1)と学部生(Study 2)をあわせたデータと地方大学の学生のデータを比較した。大学の所属の主効果は有意ではなかった($F(1, 63) = .750, p = .390, \eta^2 = .012$)。所属と回数の交互作用は有意であった($F(4, 252) = 3.874, p = .005, \eta^2 = .058$)。この交互作用はFig. 4をみると主としてT3からT5への変化の違いによるものだということが分かる。
 - ◇ これらの結果から“エリートの傲慢さ”仮説とはむしろ逆の結果となった。その理由は地方学生が最初の理解の評定をエリート校の学生より高くつけたことに起因する。

2.3.2. Discussion

- 地方大学の学生とエール大学の学生の比較により、IOEDはどちらかといえば地方大学の学生のほうに大きく出ることが分かった。

2.4. Study 4: Replicating the illusion with a different set of devices

どのような被験者でも同じような傾向が出ることは分かったが、他の題材でも同じ効果があるかどうか検証した。

2.4.1. Methods

- 刺激：Appendix Aに示した48項目から新たに4セットのテスト項目を選んだ。1セットはそれぞれ8項目からなる。
- 被験者：大学学部生 32名(エール大学学生)

- 手続き：テスト項目が4項目から8項目に増える代わりにStudy 1～3のT3の評定まで、全員が48項目のT1の評定の後、8人ずつそれぞれのセットに分けられた。実験終了後、感想を聞いた後にテスト項目に関するエキスパートの説明を渡した。

2.4.2. Results

- Study 1～3の結果とほぼ一緒になった。 Fig. 4
- 繰り返しのある分散分析において回数の効果が有意であった ($F(2, 42) = 22.695, p < .001, \eta^2 = .519$)。
- Study 1とStudy 2を合わせたデータとStudy 4のデータを、回数を被験者内要因として、Studyを被験者間要因として繰り返しのある分散分析で比較したところ、交互作用は有意ではなく ($F(2, 158) = .562, p = .571, \eta^2 = .007$)、回数の主効果だけが有意だった ($F(2, 158) = 69.36, p < .001, \eta^2 = .468$)。

2.4.3. Discussion

- 装置を説明しようとするときの理解の自己評定の下降はStudy 1～3で使用したテスト項目と同程度で同じ傾向であった。このことから、同種の項目に対してはこのIOEDの効果は一般化できるのではないかと思われる。
- これらは時間の経過だけで説明されるのだろうか。いやそんなことはない。
 - ◇ もしそうならT5で評定が上がったりしない。
 - ◇ (Study 7～8で述べるが)説明ではなく、手続きや物語の理解のときには評定がほとんど下がらないことを発見したから。

2.5. Study 5: Measuring the illusion by rating participants' explanations

あまりにIOEDが頑健に出るので、実験手続きが不自然なのかも知れないという可能性が捨てきれない。そこで違うタイプの知識についての研究(Study 7～12)をする間に、別の測定値を含んだ実験を計画してみた。

この研究では独立でナイーブな被験者にStudy 2で記述された説明について客観的に評定してもらい、その評定値とStudy 2の被験者自身の評定値T1とT1より後の評定値との比較を行う。

- Study 5の評定がStudy 2の被験者自身のT1の評定と離れていれば、著者らが主張しているとおり、T1の高い評定は過信により起こったということが確かめられる。

2.5.1. Methods

- 被験者：大学学部生 12名(エール大学学生, Study 2と同じ母集団)
- 手続き：
 - ◇ Phase 1：7点スケールの使い方を学習させた。1(最も低い)～7(最も高い)
 - ◇ Phase 2：Study 2で被験者が記述した説明文を7点スケールで評定させた (Independent Rating 1 at Time 2 : IR.1-T2)。
 - ◇ Phase 3：エキスパートの説明を読んだ後、その説明に照らし合わせて、もう一度被験者の説明を評定するように教示した。 (Independent Rating 2 at Time 2 : IR.2-T2)。

2.5.2. Stimuli

- 被験者はそれぞれ、Study 2の全被験者33人分の説明文を2度ずつ評定した。
- 全ての説明文はFileMaker Proのデータベースに入れられ、1つずつ提示された。
- 説明文は評定者ごとにランダムな順序で提示された。

2.5.3. Results

- 独立評定者の評定値はT1よりもT2に近かった。
- Independent Rating 1 at Time 2 (IR.1-T2)について
 - ◇ 評定者間の信頼性は $r = .946$ と高かった。
 - ◇ 多重比較のどこかで第一種の誤りを犯してしまう危険性を統制するため、Study 2のT1-T4とIR.1-T2を分散分析で比較した。その際、Study 2の被験者を行に入れ、評定値の平均をセルに入れた。T1-T4とIR.1-T2を各列に入れた。分散分析の結果、有意差があった($F(4, 524) = 33.913, p < .001, \eta^2 = .206$)。
 - ◇ IR.1-T2との一対比較でT1とT2が有意に高いことが分かった($p < .001$, and $p = .005$)。(Table 1)
- Independent Rating 2 at Time 2 (IR.2-T2)について
 - ◇ 評定者間の信頼性は $r = .931$ と高かった。
 - ◇ 多重比較のどこかで第一種の誤りを犯してしまう危険性を統制するため、Study 2のT1-T4とIR.2-T2を分散分析で比較した。分散分析の結果、有意差があった($F(4, 524) = 39.938, p < .001, \eta^2 = .234$)。
 - ◇ IR.1-T2との一対比較でT1とT2が有意に高いことが分かった(ともに、 $p < .001$)。(Table 1)
- 全ての評定の相関は有意であった($r = .001$)。
 - ◇ IR.1-T2は自己評定とはT2 > T3 > T4 > T1の順で相関が高かった。
 - ◇ IR.2-T2は自己評定とはT2 > T4 > T3 > T1の順で相関が高かった。
 - ◇ IR.1-T2, IR.2-T2ともに、T2との相関が、T1との相関よりも有意に高かった($p < .001$)。

2.5.4. Discussion

- 独立評定者の平均値が一番初めの自己評定値より、2回目以降の自己評定値に近く、相関も高かった。このことは被験者の自己評価が低くなるのは、楽観的な部分が減少したり、実験者の前で保守的になったりするからではなく、自分の知識をより正確に評価できるようになるからであるという著者らの解釈を支持する。
- 自己評定と独立評定者の評定が段々近づいていく傾向にあるということから、IOEDは、人々が自分の周りの世界がどのように機能しているかについて、どの程度理解しているかという感覚を純粋に誤評価してしまうことを反映している様だ。

2.6. Study 6: Reducing the illusion with explicit instructions

もし被験者が実験の流れを前もって知っていたら、テストされるという予想から一番初めの自己評価は低くなるのではないだろうか。しかしIOEDが頑健であるならばテストすることを前もって知っていても、その効果は消えないのではないだろうか。今回はStudy 1,2の被験者と比較する。

2.6.1. Methods

- 被験者：大学学部生 31名(エール大学学生, Study 2と同じ母集団)
- 手続き：Study 1-3と同様。ただし, Phase 1の前に実験の流れを知らせ, 説明の記述と診断テストがあるとの教示を与えた。

2.6.2. Results (Fig. 5)

- Study 1-4と同様の結果になった。
- 評定回数を被験者内要因, テスト項目セットを被験者間要因として分散分析を行ったところ, 回数の効果が有意であった ($F(4, 116) = 44.11, p < .001, \eta^2 = .619$)。
- 線形比較において, T1とT2の差は有意ではなかったが, T1とT3, T1とT4の差は有意であった(ともに, $p < .001$)。
- 次にStudy 1,2のデータを用い, 評定回数を被験者内要因として, Studyを被験者間要因として分散分析を行った。Study 1と2は合算した。T5は今回は関係ないので省いた。
 - ◇ Study 6においてT2の下降が小さかった。
 - ◇ 交互作用は有意であった ($F(3, 234) = 4.119, p = .007, \eta^2 = .050$)。
 - ◇ 回数の効果も有意であった ($F(3, 234) = 44.924, p < .001, \eta^2 = .365$)。
 - ◇ Study 6においての評定の下降は有意ではあったが, Study 1,2に比べれば小さかった。

2.6.3. Discussion

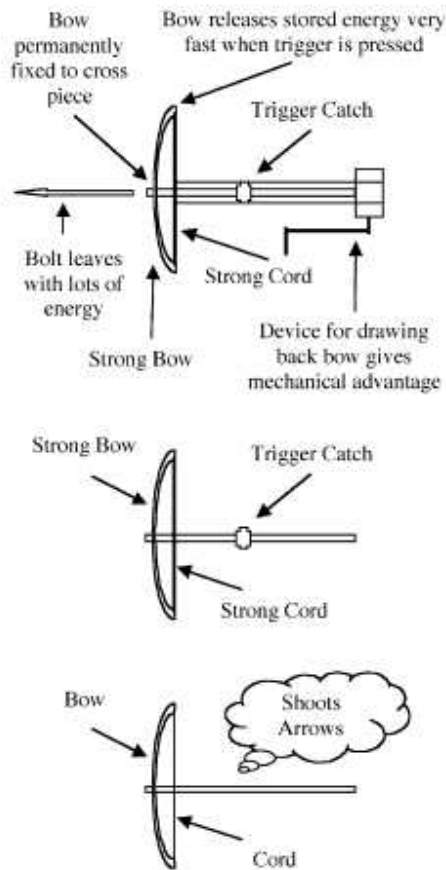
- テストを予告することは一番初めの評定からの下降を減少させるが, 重要なのもそれでも有意差があるということである。はっきり予告されてもなお錯覚は残るのである。
- 著者らは教示によってT1が下がることを期待していたのだが, そうならなかった。
 - ◇ 代わりにStudy 1-4にくらべてT2とT3の評定が高かった。そのためにT1との差が減少した。これは予想外だった。
 - ◇ 原因の可能性として考えられるのは実験の流れを示したことにより, 被験者のスケールの使い方に変化が起きてしまったのではないかということ。例えば, その後の評価の一貫性を保とうという意識を引き起こしてしまったのではないだろうか。

2.6.4. General discussion of Studies 1-6

- 今までのところで, 装置などの説明におけるIOEDの存在を示してきた。
- それはさまざまな母集団において頑健であり, 別な尺度でも測定でき, 過信を減らそうという教示にも負けずに残る。
- しかし2つの主要な疑問が残った。
 - ◇ 領域が違えばIOEDの強さはどう変化するのか。
 - ◇ 領域内外で錯覚の程度は何に影響されるのか。
 - ◇ 続く研究で明らかにしていこう。

Note

(*)「大学院生の傲慢」仮説は著者らの学部生アシスタントによって強力に支持された。



Level 7 Knowledge: diagram and text excerpt

[... that a crossbow] has a stiff, flexible piece of metal as a bow with a wire or strong line; that the bow is permanently mounted on a block of wood or metal; that the wire is pulled back by something that gives a mechanical advantage, either a lever, or small block and tackle, or by a crank wound around a spool that pulls a wire attached to the bow wire. The bow wire is then held back by a pin that is connected to a trigger, and an arrow is set in front of it. Often the pin is forked so the arrow can sit directly in the wire. The pin is directly connected to the trigger so that when you pull on the trigger, it causes it to pivot around a point such that the end that is the pin moves downwards and releases the bow wire. When the pin releases the string, the bow very quickly un-flexes, rapidly imparting all the energy stored in the flexed bow to the arrow.

Level 4 Knowledge: diagram and text excerpt

For example, someone might know only that the crossbow is a fixed bow and arrow arrangement; that it gets more power than a normal bow and arrow because it allows you to pull the string back extra hard and then trap it there rather than hold it, and that it is then released by a trigger. If this person were to draw a diagram of a crossbow it might look like this.

Level 1 Knowledge: diagram and text excerpt

Some people might know even less. For example, someone might really only know what a crossbow looks like and what it does -- shoots arrows. That person's understanding might be best represented by the following diagram, where the lack of important parts and labels indicate they really don't have any idea about the details.

Fig. 1. Three illustrations included with the training instructions in Studies 1 and 2 for the crossbow example. The excerpts from the verbal descriptions of each level of knowledge are shown to the right of each diagram.

Table 1
Study 5: First-order correlations and means for self- and independent ratings of knowledge

	T1	T2	T3	T4	IR.1-T2	Mean	SE
T1	-					3.89	.18
T2	.64	-				3.10	.176
T3	.53	.82	-			2.49	.162
T4	.57	.82	.85	-		2.62	.165
IR.1-T2	.43	.65	.56	.52	-	2.72	.111
IR.2-T2	.45	.64	.56	.56	.93	2.44	.096

Note. All correlations are significant at the .001 level (two-tailed).

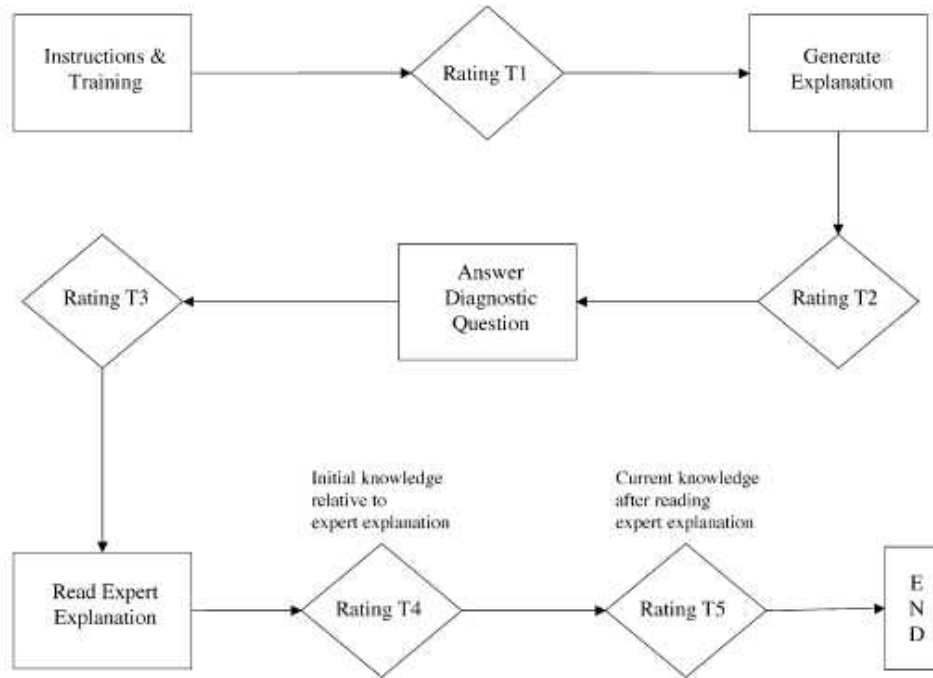


Fig. 2. Diagram of the procedure used in Studies 1-4.

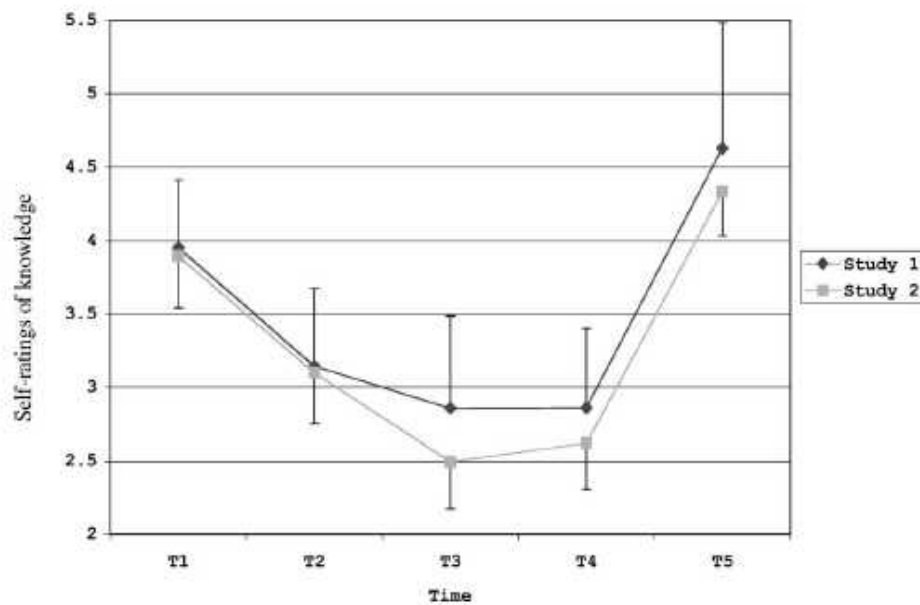


Fig. 3. Self-ratings of knowledge averaged across all items and subjects by time for Studies 1 and 2. The x-axis shows the sequence of self-ratings from Time 1 to Time 5. T1 is the initial self-rating, prior to any attempt to produce an explanation. T2 is the rating immediately after the first effort to explain. T3 is the rating after an attempt to answer a diagnostic question. T4 is the re-rating of one's initial knowledge provided after reading an expert explanation. T5 is the rating of one's current knowledge acquired as a result of reading an expert explanation, and is essentially a manipulation check. Self-ratings of knowledge in both Studies decrease as the result of efforts to explain.

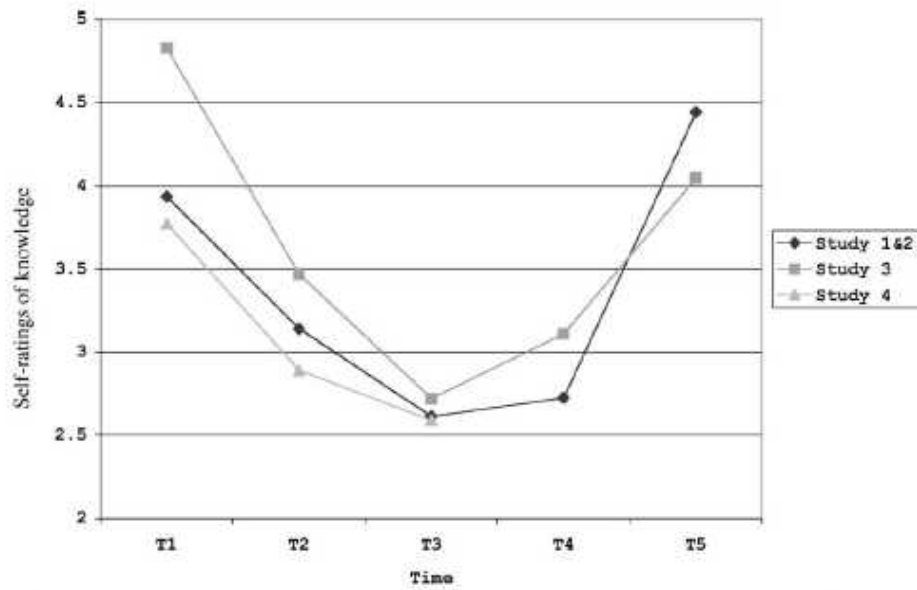


Fig. 4. Self-ratings of knowledge averaged across all items and subjects by time comparing Studies 1 and 2 (Yale students with original sub-set of items) with Study 3 (regional university students with original items) and Study 4 (Yale students with new items). The x-axis shows the sequence of self-ratings from Time 1 to Time 5 (T1-T5) as explained in Fig. 3.

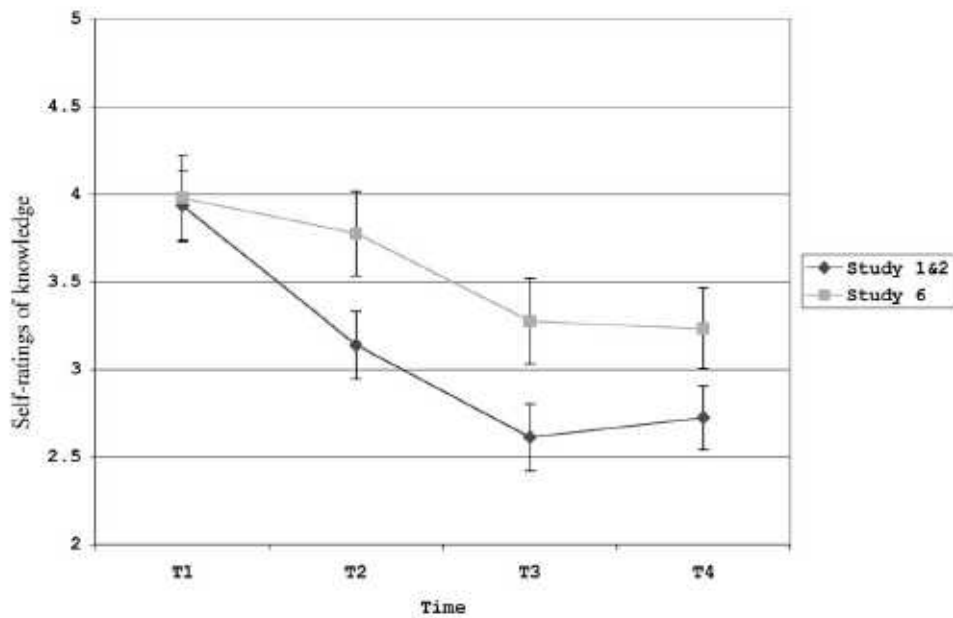


Fig. 5. Studies 1 and 2 (Yale students with devices) compared to Study 6 (Explicit warning). The x-axis shows the sequence of self-ratings from Time 1 to Time 4 (T1-T4) as explained in Fig. 3.

Appendix A. Devices studies

A.1. Devices studies stimuli

Stimuli for Studies 1–4: 48 phenomena initially rated by participants

How a sewing machine works	How a flush toilet operates
How an LCD screen works	How a hydroelectric turbine changes water pressure into electricity
How a can opener works	How a car battery stores electricity
How a 35 mm camera (single-lens reflex camera) makes images on film	How a jet engine produces thrust
How a zipper works	How a self-winding watch runs without batteries
How a cellular phone works	How a microchip processes information
How a greenhouse works	How the U.S. Supreme Court determines the constitutionality of laws
How a fluorescent light works	How a photocopier makes copies
How a nuclear reactor produces electricity	How a car ignition system starts the engine
How a speedometer works	How the liver removes toxins from blood
How the heart pumps blood	How a car differential helps the car turn
How a water faucet controls water flow	How the presidential elections determine the next president
How a quartz watch keeps time	How steam central heating warms large buildings
How a VCR works	How a snare catches small animals
How a car's gearbox works	How an incinerator works
How a cylinder lock opens with a key	How a television creates pictures
How a helicopter flies	How a ball-point pen writes
How a radio receiver works	How an electric motor changes electricity into movement
How a telephone transmits sound through wires	How piano keys make sounds
How a fireplace works	How a spray-bottle sprays liquids
How a solid-fuel rocket produces thrust	How a manual clutch works
How the aqualung (Scuba-gear) regulates air-pressure	How an Ethernet network allows computers to share files
How a computer mouse controls the pointer on a computer screen	How a transistor works
How a scanner captures images	How the brain coordinates behavior
