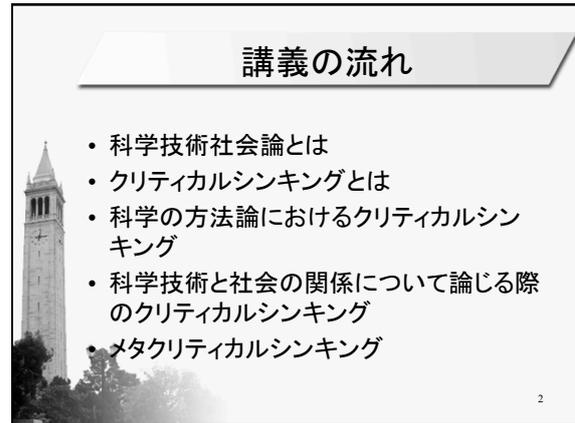


科学技術についてクリティカルに考える
～クリティカル・シンキングのすすめ～

「先端学際科学」レクチャー
May 26th, 2010
伊勢田哲治
(京都大学文学研究科)
tiseda@bun.kyoto-u.ac.jp

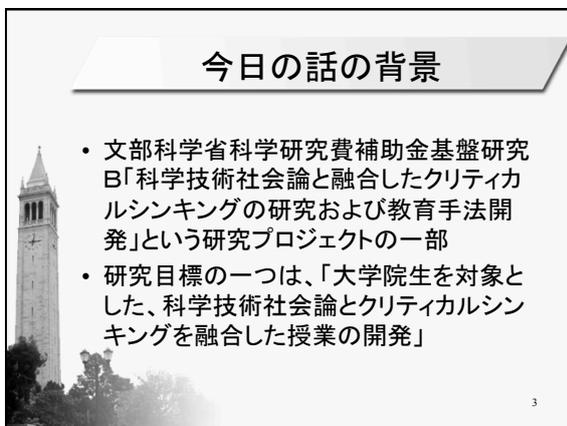
1



講義の流れ

- 科学技術社会論とは
- クリティカルシンキングとは
- 科学の方法論におけるクリティカルシンキング
- 科学技術と社会の関係について論じる際のクリティカルシンキング
- メタクリティカルシンキング

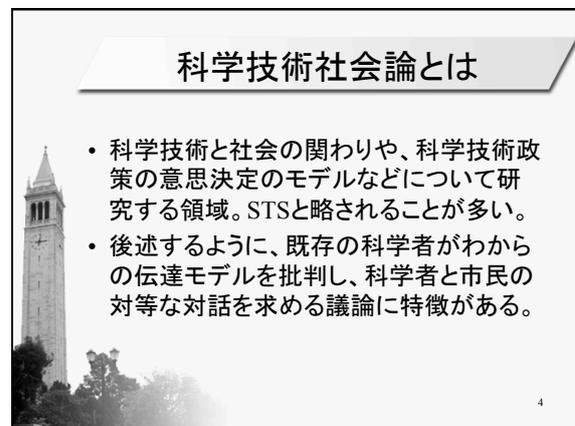
2



今日の話の背景

- 文部科学省科学研究費補助金基盤研究B「科学技術社会論と融合したクリティカルシンキングの研究および教育手法開発」という研究プロジェクトの一部
- 研究目標の一つは、「大学院生を対象とした、科学技術社会論とクリティカルシンキングを融合した授業の開発」

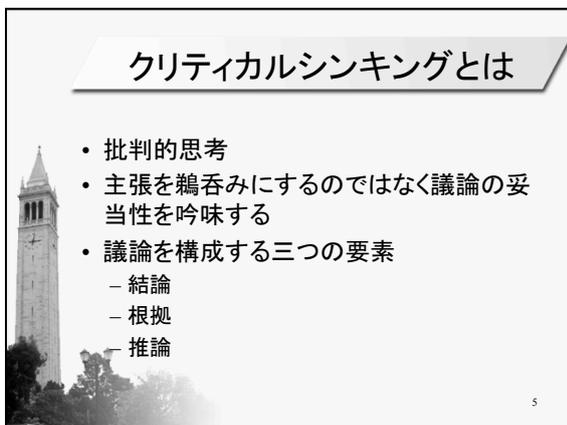
3



科学技術社会論とは

- 科学技術と社会の関わりや、科学技術政策の意思決定のモデルなどについて研究する領域。STSと略されることが多い。
- 後述するように、既存の科学者がわかからの伝達モデルを批判し、科学者と市民の対等な対話を求める議論に特徴がある。

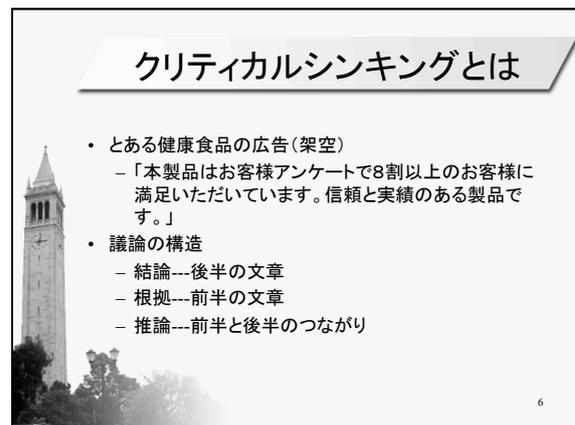
4



クリティカルシンキングとは

- 批判的思考
- 主張を鵜呑みにするのではなく議論の妥当性を吟味する
- 議論を構成する三つの要素
 - 結論
 - 根拠
 - 推論

5



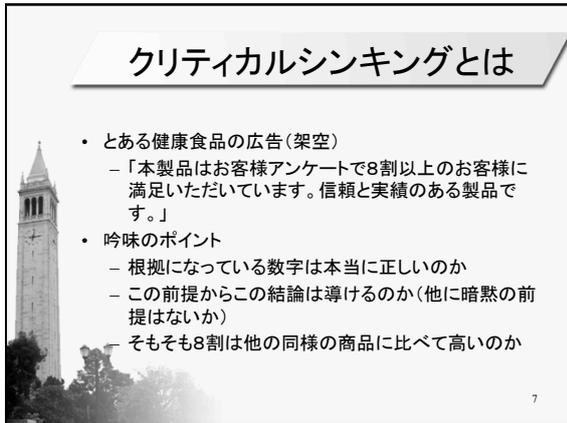
クリティカルシンキングとは

- とある健康食品の広告(架空)
 - 「本製品はお客様アンケートで8割以上のお客様に満足いただいています。信頼と実績のある製品です。」
- 議論の構造
 - 結論---後半の文章
 - 根拠---前半の文章
 - 推論---前半と後半のつながり

6

クリティカルシンキングとは

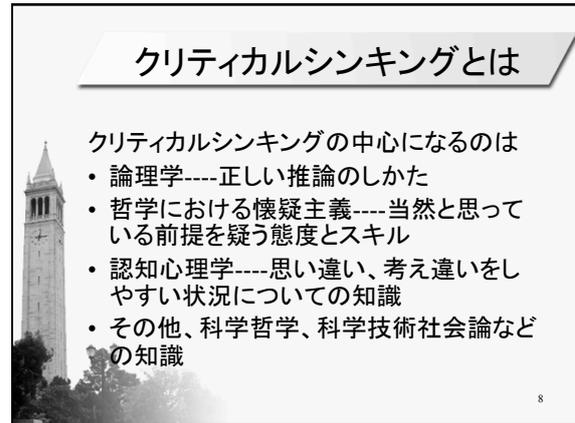
- とある健康食品の広告(架空)
 - 「本製品はお客様アンケートで8割以上のお客様に満足いただいています。信頼と実績のある製品です。」
- 吟味のポイント
 - 根拠になっている数字は本当に正しいのか
 - この前提からこの結論は導けるのか(他に暗黙の前提はないか)
 - そもそも8割は他の同様の商品に比べて高いのか



クリティカルシンキングとは

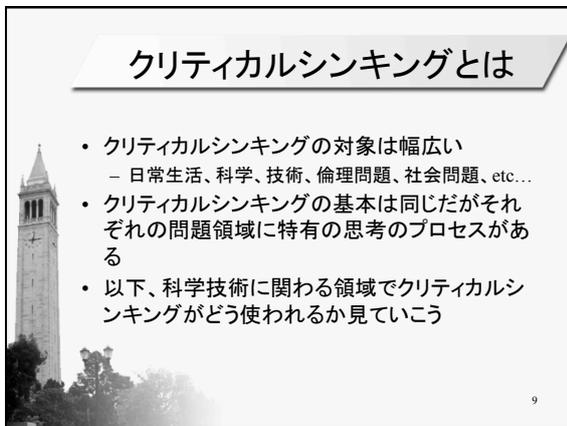
クリティカルシンキングの中心になるのは

- 論理学----正しい推論のしかた
- 哲学における懐疑主義----当然とと思っている前提を疑う態度とスキル
- 認知心理学----思い違い、考え違いをしやすい状況についての知識
- その他、科学哲学、科学技術社会論などの知識



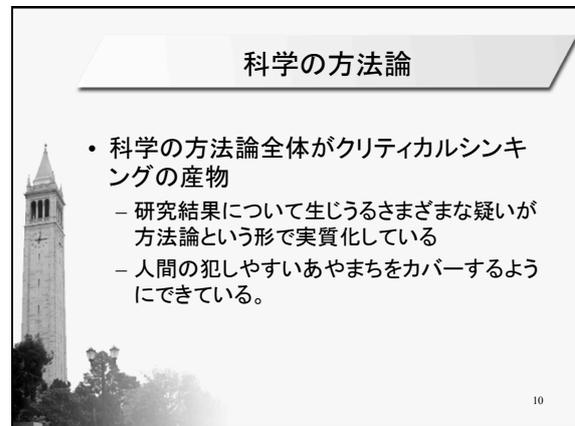
クリティカルシンキングとは

- クリティカルシンキングの対象は幅広い
 - 日常生活、科学、技術、倫理問題、社会問題、etc...
- クリティカルシンキングの基本は同じだがそれぞれの問題領域に特有の思考のプロセスがある
- 以下、科学技術に関わる領域でクリティカルシンキングがどう使われるか見ていこう



科学の方法論

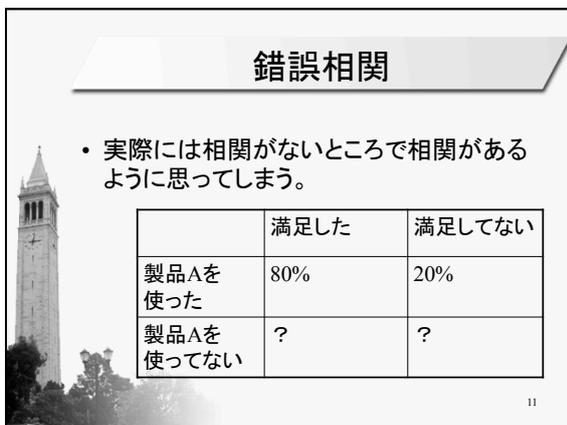
- 科学の方法論全体がクリティカルシンキングの産物
 - 研究結果について生じるさまざまな疑いが方法論という形で実質化している
 - 人間の犯しやすいあやまちをカバーするようにできている。



錯誤相関

- 実際には相関がないところで相関があるように思ってしまう。

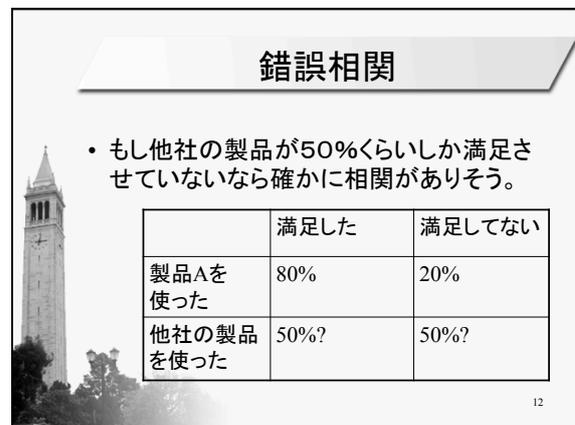
	満足した	満足してない
製品Aを使った	80%	20%
製品Aを使ってない	?	?



錯誤相関

- もし他社の製品が50%くらいしか満足させていないなら確かに相関がありそう。

	満足した	満足してない
製品Aを使った	80%	20%
他社の製品を使った	50%?	50%?



錯誤相関

- しかし他社の製品で満足していない人が2%しかいないとしたら？

	満足した	満足してない
製品Aを使った	80%	20%
他社の製品を使った	98%	2%

13

錯誤相関を避けるには

- 相関を考えるときには常に2×2の表を念頭におく
- 特に「～でない」の方は目の前にないので注意と想像力が必要(ある製品の効果について調べているときに他の製品のことはなかなか目に入りにくい)

14

対照実験の手法

- 気をつけていても錯誤相関の過ちを人間は犯しやすい。
→ 科学的方法論は人間の弱みをカバー
- 対照実験: 薬の効果などを調べるときには必ず「統制群」と比較するというデザインが求められる
- プラシーボの利用: 薬の効果などの場合はプラシーボ(偽薬)が使われる。

15

宏観異常現象研究

- こうした方法論的裏付けがないと科学者でも錯誤相関に陥りうるという例として、地震の宏観異常現象の研究が挙げられる(信州大学の心理学者菊池聡氏の研究¹⁾)
- 宏観異常現象とは: 地震の予兆となるさまざまな現象(動物の異常行動や異常気象など)のこと。これを調べることで地震の予知につなげることができるのではないかとすることで研究が進められてきた。

16

宏観異常現象研究

- 宏観異常現象研究の通常的手法
- (1) 大地震がおきる
- (2) 現地に行って聞き取り調査
- (3) 調査の内容は「地震の発生前になにかおかしいことに気づかなかったか」
- (4) アンケートに挙げられた項目について追跡調査(他の地震の前にも同じ現象がおきていないか)

17

宏観異常現象研究

- NPO法人 大気イオン地震予測研究会のサイトを見ると、阪神淡路大震災の前に起きたとされる宏観異常現象の膨大なリストが公開されている。
<http://www.e-pisco.jp/>

現象の種類	地域	題名	内容
空と大気の異常	奈良県生駒郡	17日の午前4時頃、トイの西側の小窓から、青白い光のドキッとするような輝きを見た。	1月17日の午前4時頃、2階の東側の部屋にやさんでおりまして窓際に窓のあるイシに行ったらドキッとするような輝きを見ました。青白い光に近かったのを見えています。初めて見る色です。今年には五黄土星の年、地震が頻にも予感しておりました。今年に入って何回か東の空の雲が赤い線をまっすぐ引いているのも見えたので、こわいな一と思っていました。

18

練習問題その1

- さて、今説明した地震宏観現象研究の手法を、錯誤相関の回避という視点から見たとき、研究手法に何か問題はないだろうか？
- 問題があるとして、どういった研究手法をとったらその問題は回避できるだろうか？

19

科学技術と社会の関わり

- クリティカルシンキングの考え方は科学の中における方法論だけでなく、科学と社会の関わりを考える上でも利用できる。

20

遺伝子組換え作物(GMO)

- GMOは科学技術をめぐって専門家と市民の意見が割れる代表的な事例。
- 日本の場合、多くの都道府県でGMOの栽培が禁止され、「遺伝子組換え大豆不使用」が製品の安全をアピールする広告になっている。
- この問題についてより生産的な議論をするためにクリティカル・シンキングの手法を使ってみよう。
- GMOについてもいろいろあるのでここでは害虫耐性作物に話を限る。

21

GMO推進派の意見

- 推進派の意見をまとめると：
 - 害虫耐性作物は土壌細菌の持つ殺虫作用を持つ遺伝子を導入したもの
 - 害虫耐性作物は農業を大幅に減らすことができ環境にも優しい
 - 作用の機序からいって理論的にも人間には毒性はなく、実験でも毒性のなさが確かめられている。(既存の作物との実質的同等性)
 - 野生種と交雑しないことも実験で確かめてから使用している。
 - したがって害虫耐性作物はどんどん導入すべきである。

22

GMO推進派の意見

- 用語: 実質的同等性(Substantial equivalence)
- あらゆる作物にある程度の毒性はあるという前提に立って、既存の作物と同様の毒性であれば許容するという考え方。
 - GM大豆であれば、組換えをしない大豆がもとから持っているタンパク質などは安全性評価の対象とせず、新たに導入した遺伝子由来の物質が従来の作物を超える毒性を持たなければOKとなる。

23

GMO反対派の意見

- 反対派の意見をまとめると：
 - 害虫耐性作物が増えると耐性菌が登場するなど、環境に影響するおそれがある。
 - 実質的同等性といっても長期間利用した場合の影響を実験で調べているわけではない。
 - GMOは特許を持つアメリカの企業だけが儲かる仕組みになっており伝統的な農業を破壊する。
 - 事前警戒原則の考え方からいっても、今のところ危険性が発見されていないからといって安易に導入するのは危険
 - したがって害虫耐性作物は現時点で導入すべきではない

24

GMO反対派の意見

用語: 事前警戒原則(precautionary principle)

- 生物多様性条約などで使われている考え方。「予防原則」という訳語が一般的だが、「事前警戒原則」の方が内容により即している。
- 危険性について科学的に十分な証明がなくとも、仮に危険が生じた場合の結果が重大かつ不可逆であれば、規制をしてよい、という原則。

25

何が行き違っているのか

- 推進派と反対派の議論はかみあっていないが、なぜかみあっていないのかを分析するのは実はやっかい。
- 科学者の側からは市民が科学について理解していないために食い違いが生じるのだ、という形で捉えられがちだが、実際問題としては説明しても溝はうまっていない。

26

何が行き違っているのか

- 近年の「科学技術社会論」では、「市民の科学についての知識が欠如しているから専門家と市民で意見が食い違うのだ」という前提に基づく情報伝達を「欠如モデル」と呼んで批判。
- 対立の源は問題設定や価値観の差かもしれないし、「ローカルな知」のはたらきによるものかもしれない。→対話の必要性

27

フレーミング前提の食い違い

- 科学技術社会論を研究する平川秀幸氏は推進派と反対派の対立を「フレーミング前提」の食い違いと分析する。
 - 何が重要な価値なのか(小規模農家の保護をどのくらい重視するか、成長を望ましいと考えるかなど)
 - 科学をどのようにとらえるのか(固い科学vs.柔らかな科学)
 - 社会的意思決定のモデル(科学ベースの固い意思決定vs.対話ベースの柔らかな意思決定)

平川秀幸「遺伝子組換え食品規制のリスクガバナンス」
藤垣裕子編『科学技術社会論の技法』東京大学出版会

28

クリティカルシンキングの有用性

- 仮に平川氏の言うとおりに「フレーミング前提」が異なっているためにGMOについて専門家と市民の認識の差が埋まらないのだとしよう。
- どうやったらフレーミング前提が違うかどうかを調べられるだろうか？どうやったら前提の違いの具体的な内容を調べられるだろうか？→クリティカルシンキング

29

通約不可能性

- 問題設定や背景理論が異なるために共通の判断基準が存在しなくなっている状態を科学哲学用語で「通約不可能」という。
- 自分と相手の論争がそういう状態に陥っているかどうかはある程度客観的に判断できる。

詳しくは伊勢田『哲学思考トレーニング』第5章参照

30

通約不可能な対立の兆候

1. 自分が決定的だと思ふ議論や証拠を出したのに相手が全然決定的だと思っている様子がなくぼかんとしている。
2. 字面の意味はわかるが今の話に関係があるかわからないような議論や証拠を相手が提示してきて、しかも決定的だと思っているらしい。
3. 同じ応酬が何往復もして先にすすまない。

31

行き違いの特定

- どうやら通約不可能な対立状況に陥っていると分かったら、次にするのは具体的にどこで食い違っているかの特定。
- この作業に使えるクリティカルシンキングの手法として、自分や相手の議論の前提を出来る限り明示的に書き下すというやり方がある。

32

妥当な推論

- 論理学における妥当な推論
 - 情報量を増やさない(前提の中に暗黙のうちに含まれている情報を明るみに出すのが論理的な推論)
 - 結論に出てくる言葉は推論が妥当なら少なくとも一度は前提の中に登場するはず
 - 逆に、結論に前提にない言葉がある場合、かならず一つは暗黙の前提がある。

33

行き違いの特定

- たとえば、「既存の作物と害虫耐性作物の間には実質的同等性が保証されている」という前提は反対派も認めるが、そこから「害虫耐性作物の安全性は十分に確かめられている」という結論を導くには反対派は同意しない。
- この場合、前提と結論をつなぐために膨大な暗黙の前提が使われており、おそらくそのどれかについて意見が一致していない。
- すぐに思いつくのは「既存の作物との実質的同等性を保証すれば安全性を十分にたしかめたことになる」

34

行き違いの特定

- 「既存の作物との実質的同等性を保証すれば安全性を十分にたしかめたことになる」という前提に疑義があるなら、さらにこれを正当化する議論が必要になる。この議論は雑多な前提を使うことになると推測される。
 - 「すでに受け入れているリスクと同じ大きさのリスクは許容可能である」
 - 「許容可能な大きさのリスクであることがわかれば安全性を十分に確かめたことになる」
 - 「遺伝子組換えで導入されたタンパク質以外にリスクを増やす要因はない」
 - 「遺伝子組換えで導入されたタンパク質に関するリスク評価は信頼できる」など

35

行き違いの特定

- 言っている本人にとってはあまりに当たり前で反論が存在することが想像すらできないような前提が問題になることはよくある。
- 「すでに受け入れているリスクと同じ大きさのリスクは許容可能である」というのは自明に思えるだろうか？じっさい、「おこげを平気で食べる人がそれよりはるかにリスクの低いダイオキシンに文句を言うのはおかしい」といった議論はよく聞かれる。
 - しかしリスクの心理学に関するさまざまな研究から、「大きさ」はリスクの評価の指標の一つにすぎないことがわかっている。自発的に選んだリスクについては低く、他人が原因で回避不能なリスクについては高く見積もる傾向。

36

行き違いの解消へ

- どこで行き違っているかわかれば、そこに議論を集中することができる。
- 自発的に選択したリスクと他人が原因となった回避不能なリスクで受容可能性に差をつけるのは合理的だろうか？
- どちらかに思い違いがあるならそれを特定できるだろうし、価値観の違いなら、お互いの価値観を尊重するような解決を模索することもできる。

37

練習問題その2

- もう一度推進派と反対派のそれぞれの議論(スライド22~25)をふりかえてみよう。それぞれの議論の中で、今の講義で指摘した以外に、相手方が受け入れられないような暗黙の前提は使われていないだろうか。今の議論を踏まえて考えてみよう。

38

メタクリティカルシンキング

- GMO論争について行ったようなクリティカルシンキングをおすすめに行くなら、クリティカルシンキングに基づく科学の方法論自体もクリティカルシンキングの対象になる。

39

水からの伝言

- 江本勝『水からの伝言』(波動教育社)
- 「ありがとう」という言葉を見せた(ビンに字で書いてはりつけた)水を氷結させるときれいな結晶になり、「ばかやろう」という言葉を見せた水はきたない結晶になると主張。

40

水からの伝言

- 江本勝『水からの伝言』(波動教育社)
- 写真集にはそれぞれの図版を掲載。
 - たしかに「ありがとう」の方の写真は規則的な形をし、「ばかやろう」の方の写真は不規則なように見える。

41

水からの伝言

- 教育技術法則化運動に取り入れられ、小学校の道徳の時間などに教材としてかなり広範囲に使われた模様。
- AERAで『水からの伝言』の疑似科学性が取り上げられたほか、物理学者らも批判運動に取り組んでいる。

<http://www.gakushuin.ac.jp/~881791/fs/>
(物理学者の田崎晴明氏による批判ページ)

42

クリティカルシンキング

- 『水からの伝言』の主張についてクリティカルシンキングを働かせてみよう。
- それぞれの写真が本当に「ありがとう」「ばかやろう」という紙をはったピンの顕微鏡写真だということは一応認めるとしよう(嘘をついている可能性を疑うことはできる)。
- それでも批判的吟味をするならいくらかでも疑って見るべきポイントはある。(どういう点が疑えるだろうか?)

43

メタクリティカルシンキング

- 通常のクリティカルシンキングならば、「この本の主張は信用すべき理由がない」で話は終わりになる。
- しかし、『水からの伝言』については、「教えている内容は道徳的によいことなのだから目くらまをたてることはないではないか」という反論もある。
- もしこの反論が正しいなら、実はこれはクリティカルシンキングをするべきではない場面だったのかもしれない。
→メタクリティカルシンキング
- 「教育の場では教育のためのうそは許される」「水からの伝言を信じることに他のネガティブな影響はない」などの前提が検討の対象になるはず。

44

練習問題その3

- 前半で取り上げた宏観異常現象の研究については、メタクリシンの必要はないだろうか?
- 実際この研究をしているということは、そう簡単に切り捨てられない背景がこの研究にはあるのではないか?この研究についてクリティカルシンキングを働かせるのが不適切になるかもしれない理由を考えてみてほしい。

45

メタクリティカルシンキングの教育効果

- クリティカルシンキングの三つの要素として、知識、スキル、態度が挙げられる。
- 知識やスキルは勉強して学べるが、批判的な態度を養うのはむずかしい。
- 自分が当然だと思っていたことに疑問の余地があることを発見するという体験はそうした態度を養うきっかけになるのではないか。

46

まとめ

- クリティカルシンキングは科学や技術のかかわるさまざまな側面において役に立つ。
 - 科学方法論の基礎付けにおいて
 - 科学技術と社会の関わりについて議論する際に
 - クリティカルシンキングそのものの評価のために

47