

工学概論

事前配布資料 その4

主担当 村上 肇

工学概論

第4回(実施日 未記入)

クリティカルシンキング

クリティカルシンキングとは.

Critical Thinking.

- 直訳すれば、「批判的思考」.
- 「批判」の対象は「意見」.
 - 他者を非難するのではない.
 - 勝ち負けではない.
 - 意見を何でもかんでも否定するのではない.
 - 意見をただ信じるのではなく、多面的にとらえて、正確に受け止め(ようとす)る, というテクニック.
 - よりよい判断のための手段.
 - 自分の意見に対しても.

本講義における位置づけ.

- クリティカルシンキングは, 心理学や教育学など, さまざまな切り口から説明できる.
- 本講義では, 統計学といった**データサイエンス**の観点から説明する.
- 担当教員の専門分野である生体医工学では, 生体(たとえばヒト)を研究対象とする.
- ヒトには, 個体差や時変性がある.
 - 個体差 \equiv 個人差. なお, 「個体差はよくない」とは考えない.
 - 時変性: たとえば日内変動, 学習, 加齢(成長や老化).
- したがって, ヒトから得られるデータは一般に「ばらつき」が生ずる.
- **ばらつきのあるデータから「本質」を見極めるためには, クリティカルシンキングが重要となる.**

どのような場面で、 クリティカルシンキングすべきか。

クリシンを、いつするか。

- 参考書によれば、以下の場合には「絶対にしたほうがよい」そうです。
 - その判断が将来にまで影響を及ぼしそうなとき。
 - 他人に迷惑をかける可能性があるとき。
 - お金が絡むとき。
- いずれにしても、「意思決定」。

今回の内容

- 因果関係の推測.
- 前後論法.
- 統計的仮説.
- クリティカルに考えるテクニック.

たとえば

- あなたはブレインサイエンス（脳科学）の研究者である。
- 納豆をたくさん食べると、成績がよくなるようである。
- **納豆と成績の因果関係を確認したい。**
 - 「因果関係」って知ってます？ 「原因」と「結果」の関係。
 - 今の場合、「納豆をたくさん食べること」が原因、「成績がよいこと」が結果、と考えられます。

因果関係を推測したい

【再掲】納豆と成績の因果関係を確認したい。

- たとえば、「成績がオール100点のAくんは、朝と夜に納豆を1パックずつ食べていた」。
 - これで「因果関係は確認できた」と思いますか。
 - 1人の結果では信用できない。
- 「成績がよい100人のうち、80人は納豆を1日に1パック以上食べていた」。
 - これで「因果関係は確認できた」と思いますか。
 - 100人なら、まあ信用できそうですね。

2×2分割表

【再掲】納豆と成績の因果関係を確認したい。

【再掲】「成績がよい100人のうち、80人は納豆を1日に1パック以上食べていた」。

- これだけでは、因果関係は確認できない。
- 「2×2分割表」を使う。

	納豆をあまり食べない	納豆をたくさん食べる
成績がよい	20人	80人
成績が悪い	?	?

もしそうなら、
納豆は関係なさそう。

ここが、10人、90人、かもしれない！

共変関係

因果関係を推測するための、「**2×2分割表**」の活用.

- 以下のようななら、納豆と成績で、関係がありそう.

	納豆をあまり食べない	納豆をたくさん食べる
成績がよい	20人(少ない)	80人(多い)
成績が悪い	90人(多い)	10人(少ない)

- 「一方(納豆)が変わると他方(成績)も変わる」.
 - 「**共変関係**」と言います.
 - 直前のスライドの例では、共変関係はなさそうです.

因果関係は推測できたようである

共変関係の解釈.

	納豆をあまり食べない	納豆をたくさん食べる
成績がよい	20人(少ない)	80人(多い)
成績が悪い	90人(多い)	10人(少ない)

- 細かい分析は別にするとして, 「納豆をたくさん食べるから, 成績がよくなる」という仮説に基づいて, 研究を進めてよさそうです.
 - これは例題ですので, 厳密な推論・解釈を省略していることに, 注意して下さい.

共変関係 イコール 因果関係？

共変関係があれば，因果関係があるか？

	納豆をあまり食べない	納豆をたくさん食べる
成績がよい	20人(少ない)	80人(多い)
成績が悪い	90人(多い)	10人(少ない)

- 「納豆をたくさん食べるから，成績がよくなる」ようである。

	眼鏡をかけない	眼鏡をかける
視力が悪い	20人(少ない)	80人(多い)
視力がよい	90人(多い)	10人(少ない)

- 「眼鏡をかけるから，視力が悪くなる」ようである？

どちらが原因？ 結果？

共変関係の解釈.

	眼鏡をかけない	眼鏡をかける
視力が悪い	20人(少ない)	80人(多い)
視力がよい	90人(多い)	10人(少ない)

- 「眼鏡をかけるから、視力が悪くなる」？
- 「視力が悪いから、眼鏡をかける」ようである。
 - 原因と結果が逆.
- 「A(眼鏡)とB(視力)に共変関係があれば、Aが原因、Bが結果」とは限らない。
 - 逆もありうる.

共変関係 イコール 因果関係？ (その2)

- 12カ月の月数について、「スイカの消費量」と、「マリンスポーツの事故件数」の関係を調べてみた。

	スイカ消費量が少ない	スイカ消費量が多い
事故が多い	1(少ない)	4(多い)
事故が少ない	6(多い)	1(少ない)

- 「スイカ消費量が多いから、マリンスポーツの事故が多い」ようである？
 - スイカを食べなければ、事故は減る？
- 逆に、「マリンスポーツの事故が多いから、スイカ消費量が多い」ようである？
 - マリンスポーツの事故対策を進めると、スイカを食べなくなる？

どちらが原因？ 結果？ (その2)

共変関係の解釈.

	スイカ消費量が少ない	スイカ消費量が多い
事故が多い	1(少ない)	4(多い)
事故が少ない	6(多い)	1(少ない)

- 「スイカ消費量が多いから、マリンスポーツの事故が多い」でも、「マリンスポーツの事故が多いから、スイカ消費量が多い」でも、ないだろう.
- 素直に考えれば、両者に直接の因果関係はないであろう.
 - 「暑いから、スイカの消費量が多い」、「暑いから、マリンスポーツの事故が多い」という背後の因果関係の組み合わせ.
 - 専門用語で「疑似相関」と言います.

因果関係の推測（まとめ）

- 因果関係を推測する際に、**2×2分割表**で考えると、よい。
 - **共変関係**を見つける。
- 「共変関係があるから因果関係がある」とは限らない。
 - どちらが原因で、どちらが結果か、多面的に考える。
 - 背後の関係の組み合わせで、共変関係と見えることもある。
 - 今注目している要因以外が、原因という可能性。
 - **そもそも「偶然」である可能性にも注意する。**
 - 詳しくは、3年後期の「統計学」で。

今回の内容

- ~~• 因果関係の推測.~~
- 前後論法.
- 統計的仮説.
- クリティカルに考えるテクニック.

前後論法 とは

状態A 出来事X 状態B 時間経過

The diagram consists of a light blue arrow pointing to the right. Inside the arrow, the text '状態A' is on the left, '出来事X' is in the middle, and '状態B' is on the right. To the right of the arrow's tip, the text '時間経過' is written.

- 状態AからBへの変化は, Xが原因.
– と考えるのが, 前後論法.

たとえば

- あなたは今、人生で最悪の状況にあるとしよう。
 - 自転車を盗まれて、
 - お金を落として、
 - 恋人に振られて、
 - 試験でミスして、
 - 自分でつくった料理がマズくて、 . . .
- そんなとき、広告に載っていた「幸福を呼ぶペンダント」を買ってみた！
 - すると、あなたの運勢は、上向きになった！
 - まさに、神秘の力！！と考えるのも、前後論法.

落ち着いて考えてみよう。

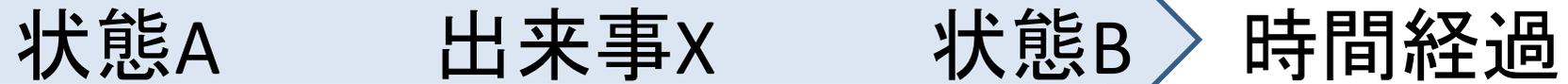
- 今、人生で最悪の状況にある。
 - のであれば、この後、さらに悪くなるよりは、少しはマシになりそうな気がしませんか。
 - **ペンダント**がなくても。
- 「**ペンダントを買う前と買った後で、運勢が変わった！**」としても、その原因がペンダントとは限りませんね。
 - 今の場合はおそらく、「単なる時間変化」。

平均への回帰.

- 1回目の結果が極端な対象について, 2回目の結果を調べると, 1回目の測定値よりも全体の平均値に近くなる.
 - 1回目平均よりも非常によければ, 2回目は1回目よりは悪くなる(平均に近づく).
- 身長が高い(低い)親の子供は, 身長が高い(低い)傾向があるが, 親ほどは高くない(低くない)ことが多い.
 - 19世紀の統計学者の論文.
- オリンピックの魔物, 甲子園の魔物.
 - 直前の予選(1回の結果)が好成績でも, 本番で記録が伸びない.
 - メンタルな要因もあるが, 統計的な説明も(ある程度)できる.

前後論法(まとめ)

状態A 出来事X 状態B 時間経過



- 状態AからBへの変化は, Xが原因.
– と考えるのが, 前後論法.
- X以外の原因 も考慮すべき.

今回の内容

- ~~• 因果関係の推測.~~
- ~~• 前後論法.~~
- 統計的仮説.
- クリティカルに考えるテクニック.

例題.

- 研究テーマ(仮説):
 - 新しい肥料Aは, 既存の肥料に比べてマメ科植物の成長を早め, より大きい実をつくりだすことができると思われる.
 - 「Aは, 一般的な肥料に比べて生育速度と豆の収穫高を高める」ことを確認する(=他者が納得する説明をする).
- 実験方法:
 - 2つの敷地に豆を植え, 片方に新しい肥料Aを与え, もう片方に既存の肥料(Bとする)を与える.
 - 生育速度(栽培時間に対する苗の高さ)とある時点での作物の重さ(収穫高)を計測し, 2つの肥料の効果を比較する.
 - 生育速度と収穫高に影響を与える他の要因(与えた光や水の量, 周囲の気温など)を2つのサンプルで同様にしておく.

例題(続き).

【再掲】仮説:

- Aは, 一般的な肥料に比べて生育速度と豆の収穫高を高める.
- 「逆の立場の仮説」: 生育速度と豆の収穫高について, 検証している2つの肥料に違いはない.
 - 「Aは, 生育速度と収穫高を“低める”」ではないことに注意.
 - 実験データによって, 逆の立場の仮説を否定し, 当初の仮説が妥当であることを示す.
- 分析:
 - 2つのサンプルを測定し, それぞれのサンプルについて生育速度と収穫高の平均を算出する.
 - 肥料の効果が同じでも, 平均に差が出ることが多い. そのような「偶然の差が生じる可能性」を計算する.
 - たとえば偶然確率が97%なら, 「肥料の効果が同じでも, 偶然, 平均に差が出た」と思われる → 「肥料に違いがあるとは言えない」.
 - たとえば偶然確率が3%なら, めったに起きないはずのことが起きた! → 「肥料の効果が同じなのに偶然, 差が出た」とは考えにくい → 「偶然ではなく, 肥料に違いがある」と考える.
 - 詳しくは, 3年後期の「統計学」で.

今回の内容

- ~~• 因果関係の推測.~~
- ~~• 前後論法.~~
- ~~• 統計的仮説.~~
- クリティカルに考えるテクニック.

クリティカルに考えるテクニック①

能動的な情報収集.

- 判断の手がかりを, 自分で探そうとする姿勢.
- 与えられた情報だけで判断しない.
 - インターネット情報の偏り.
- 与えられた情報から, 必要なものを選ぶ.
- 不足していると思われる情報を求める.

クリティカルに考えるテクニック②

感情的にならない.

- 他人の考えを疑う前に, 自分の考えを疑う.
- 自分が間違っていると思ったら, それをきちんと認める.
- 相手の考えが間違っていると思っても, 相手自体(人格)を評価しない.

クリティカルに考えるテクニック③

「あっ！」を大切にする.

- 「あっ, しまった!」, 「あっ, そうか!」, 「あっ, なーんだ!」, . . .

宿題.



参考文献

- 道田泰司・宮元博章； 秋月りす（漫画作者）：クリティカル進化（シンカー）論，北大路書房，2018.
- レスリー - ジェーン・イールズ - レイノルズ・他； 楠見孝・田中優子（訳）：大学生のためのクリティカルシンキング，北大路書房，2019.
- 西内啓：統計学が最強の学問である，ダイヤモンド社，2013.
- ロベルト・ベルガンティ，八重樫文・他（監訳）：突破するデザイン，日経BP社，2017.