

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

- 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.

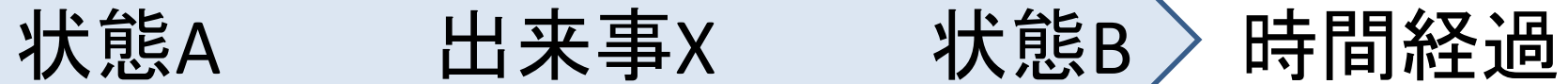
- 今, 人生で最悪の状況にある.
 - のであれば, この後, さらに悪くなるよりは, 少しはマシになりそうな気がしませんか.
 - **ペンダント**がなくても.
- 「**ペンダント**を買う前と買った後で, **運勢が変わった!**」としても, その原因がペンダントとは限りませんね.
 - 今の場合はおそらく, 「単なる時間変化」.

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(平均に近付く).
- 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.