

# 学問への扉

## 第1回（高野分）

大阪大学 高野祐輝

[ytakano@cy2sec.comm.eng.osaka-u.ac.jp](mailto:ytakano@cy2sec.comm.eng.osaka-u.ac.jp)

# 本講義のスライド

- <https://github.com/ytakano-lecture/Science2021>

科学とコンピュータ

# 学問とは何か

- 学問は英語だとscienceで科学と訳される
- 日本語だと、いわゆる理系の分野が科学とされる（理系文系という区別があるのは日本特有という話もある）

# Science とは何か

- Scienceの語源はラテン語のscientia（スキエンティア）
- Scientia（スキエンティア）の意味は、知識（knowledge）と同じだった
- ルネッサンス頃にある特定の知識を科学（science）と呼ぶように

# 科学＝再現性のある知識

- ・ 科学とは、条件が同じ場合に同じ結論が得られるような知識
- ・ これを再現性と呼ぶ
- ・ 同一条件下で第三者が再現できてはじめて科学知識と呼ぶ
- ・ 実は、論文になっただけでは、科学知識と言うにはまだ弱い
  - ・ 複数人による再現実験の不足
  - ・ STAP細胞は誰も再現できなかった

# 医学昔話

- ・ 20世紀に入るまで、医学は科学とは言えなかった
- ・ 20世紀より前までは、医者にかかるよりも、ほうっておくほうがよかった
- ・ イギリスの医師ドルイン・バーチ曰く「医学の歴史を紐解くと、当時どんな治療法が行われていたかはわかるが、それが効果があったかはわからない」

# 医学もとい呪術

- ・ 古代メソポタミアで血を抜く治療法の瀉血法が行われていたが、ジョージ・ワシントンの時代にも、同じ瀉血法が行われていた
- ・ 瀉血法が本当に効果があるかは、誰も調べていなかった
- ・ 1799年にジョージ・ワシントンが病にかかったとき、治療法として瀉血法で徹底的に血を抜かれ、水銀を与えられ下痢と嘔吐をさせられ、皮膚に熱いカップを押し付けて血を含んだ水ぶくれを作った。しかし、治療の甲斐なくジョージ・ワシントンは死んだ
- ・ これら治療が効いたかどうかはわからない。わかるのは、これら治療では防げなかったという事実だけ



# STAP細胞事件

- ・ 理化学研究所の元研究員だった小保方靖子氏が提出したSTAP細胞に関する論文
- ・ 著名な雑誌Natureに掲載されるも取り下げられる
- ・ しかし、誰も再現できなかった

# STAP細胞事件の問題点は何か

- 再現できなかったことが問題
- 同じ条件で再現できることが科学的な知識であるのに、再現できないのは問題である

# STAP細胞事件の問題点は何か

- ・ 再現できなかったことが問題
- ・ 同じ条件で再現できることが科学的な知識であるのに、再現できないのは問題である

**問題は、再現できないことでは無い**

# STAP細胞事件の問題点は何か

- ・ 実験データや図のねつ造が見られた
- ・ 再現性が無いのは時々ある
  - ・ 真面目に研究したつもりでも、どうしても間違ってしまう場合がある
  - ・ その場合も取り下げなどにはなる可能性はあるが、

# ニュートリノは高速を越える？

- 2011年9月23日CERNで、観測したニュートリノが光速より速かったという実験結果が発表された
- 2012年5月、実験不備を解消した上で再実験を行った。結果、ニュートリノと光の速さに明確な差は出ず実験結果を修正、6月8日にニュートリノ・宇宙物理国際会議で「超光速」の当初報告の正式撤回を発表した
- （出典：<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%8B%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%83%88%E3%83%A%E3%83%8E>）

# 実験的なミスや仮説の棄却

- 実験的なミスや仮説の棄却は結構な頻度である
- 地動説も当時は立派な科学だったが、現在では否定されている
- 科学的な知識の多くは、あくまで仮説であることが多い

# ねつ造は何故問題か？

- ・ 倫理的な問題
- ・ ねつ造した結果の検証に人的・物的リソースが大量に投下される
  - ・ リソースの無駄遣い
  - ・ 科学技術発展の障害に

# 科学的なアプローチ

- ・ 無作為比較試験
- ・ 二重盲検法
- ・ 統計的検定
- ・ 演繹的証明
- ・ 実験の評価



# 無作為比較試験

- ・ 対象をランダムに選んでグループ分けして比較を行う試験
- ・ 例：新手法Aで治療するグループと、従来手法Bで治療するグループに分けて試験
- ・ 例：新WebサイトAと、旧ウェブサイトBを閲覧者にランダムに見せて評価（ABテスト）

# 二重盲検法

- ・ 医師、患者とも新薬か従来薬かを知らされずに効果を測定する方法
- ・ プラセボや、観測者バイアスを防ぐ事が出来る
- ・ 医師、患者で無く、観測者と対象者と一般化される

# 統計的検定

- ある仮説と、それに対立する仮説を設定して、統計的に仮説が正しいかを判定する方法

# 演繹的証明

- ・ 公理から出発して、推論規則を適用して証明していく方法
- ・ 主に、数学的な学問で用いられる

# 実験的評価

- 生物が対象で無い場合は、前提となる環境を明らかにして、新手法と従来手法を対象に適用して手法の評価を行う
- どのような環境かを記すことは非常に重要

# 要素還元主義と全体論

- ・ 要素還元主義
  - ・ 物事を小さな部分に分解して理解していけば、物事の成り立ちが理解出来るという考え方
  - ・ 多くの自然科学ではこちらの考え方
- ・ 全体論
  - ・ 全体は部分の総和以上であるという考え方
  - ・ ちいさな部分が集まり、その総和以上の
  - ・ 建築、システムソフトウェアなどが全体論的な考え方

# 形式科学と自然科学

- 形式科学：公理から出発して、決められた推論規則のみを用いて新たな定理などを発見、証明していく方法
- 自然科学：観測と実験から新たな法則を見つけ出す方法

# コンピュータ科学

- コンピュータ科学とは、情報、計算に関する理論的、ソフトウェア的、ハードウェア的な知識について探求する学問
- 基本的には形式科学だが、コンピュータ自体の複雑化により、自然科学的な側面も持ち始めている



# 数学は科学の女王

## 最近は、数学＋コンピュータ



ガウス

- ・ 天才ガウスの残した言葉。科学の基礎に数学がある
- ・ 最近は数学のみでは無く、コンピュータサイエンスも科学の基礎になってきている
- ・ どのような学問を行うにも、コンピュータの技能は必須
- ・ 数学を扱えるか、コンピュータを扱えるかで、研究の方法が大きく変わってくる

# 本講義の目的

- ・ 将来、様々な分野でコンピュータ科学を生かせるように、コンピュータの基礎的な知識を習得
- ・ ただ教わるのではなく、科学的な、「仮説を立てる→検証する」というサイクルを学習