

大学での研究と高校生の研究

鈴木石根

筑波大学生命環境系教授
GFESTプログラムリーダー

自己紹介

鈴木石根（すずきいわね）

愛知県出身

県立岡崎高等学校一名古屋大学 博士（農学） 1995年

基礎生物学研究所（ポスドク・助手） 2004年

筑波大学生命環境系（講師・准教授・教授） 2005年から現在

微細藻類の生理学・分子生物学・代謝工学・システム生物学

- ・ 学長補佐（ESG担当）
- ・ 理工情報生命学術院 国際連携持続環境学専攻長
- ・ つくば3Eフォーラム議長
- ・ JSTジュニアドクター育成塾「つくばSKIPアカデミー」プログラムリーダー
- ・ 未来を創る科学技術人材養成プログラム（GFEST）プログラムリーダー
- ・ 高校生科学技術チャレンジ（JSEC）審査委員
- ・ 一般財団法人公正研究推進協会（APRIN）中等教育向け教材作成委員
- ・ その他の雑用

研究とは、あくまで私見ですが、

「**原因**」と「**結果**」を明確にする理屈を示すこと、

全ての出来事（**結果**）には必ず何らかの「**原因**」があって、
そうなる**必然的な理由**によって引き起こされている。

雨が降るのは、

低気圧が発生し、低気圧では上昇気流が起こり、断熱膨張により温度が低下、水蒸気の飽和点をこえて、水滴が生じ、それらがある密度を超えると雲となって、さらに水滴が大きくなると重力に引かれて落下する。

雨が降るのは、

雨乞いのせい？、竜神様のおかげ？（非科学）



原因がわからなければ非科学的？

例えば、東洋医学は治療に効果がある

それは認めましょう。でもどうして効果があるかはわからない。これでは科学とはいえませんか？

ツボって何？。漢方薬のどんな成分が効いているの？

まだ分かっていないというだけです。

不思議だねというような発想から、科学的探求活動は始まるのではないのでしょうか。



研究するということ（大学編）

1. 多くの場合研究者の**個人的な興味**に基づいて研究する
2. 研究の遂行に必要な**お金（研究費）**を確保して研究する
3. 研究を行う環境を整える、**環境の制限内**でしか研究できない
4. 研究するのは**学生**、基本教員はお手伝い
5. 体系的に研究をやりたいと思うが、学生の興味にも依存
6. 本当にやりたいこととやっていることの違い

研究が一段落したらその**成果を報告**する（ノルマ）



研究するということ（大学編 2）

1. **テーマ**を決める。観察に基づく気づき、文献調査。
2. 何がわからない点かを**文献**で調べる。たまに**専門家**の意見を聞く。（専門家がいつも正しいとは限らない。 アイデアを盗まれることもある）
3. **仮説**を立てる。
4. その仮説を証明するためには、どんな**実験**が必要かを考える。
5. **実験**を行う。
6. 結果を解析し、仮説を**検証**する。**再現性**を確認する。
7. **新たな仮説**を立てる。



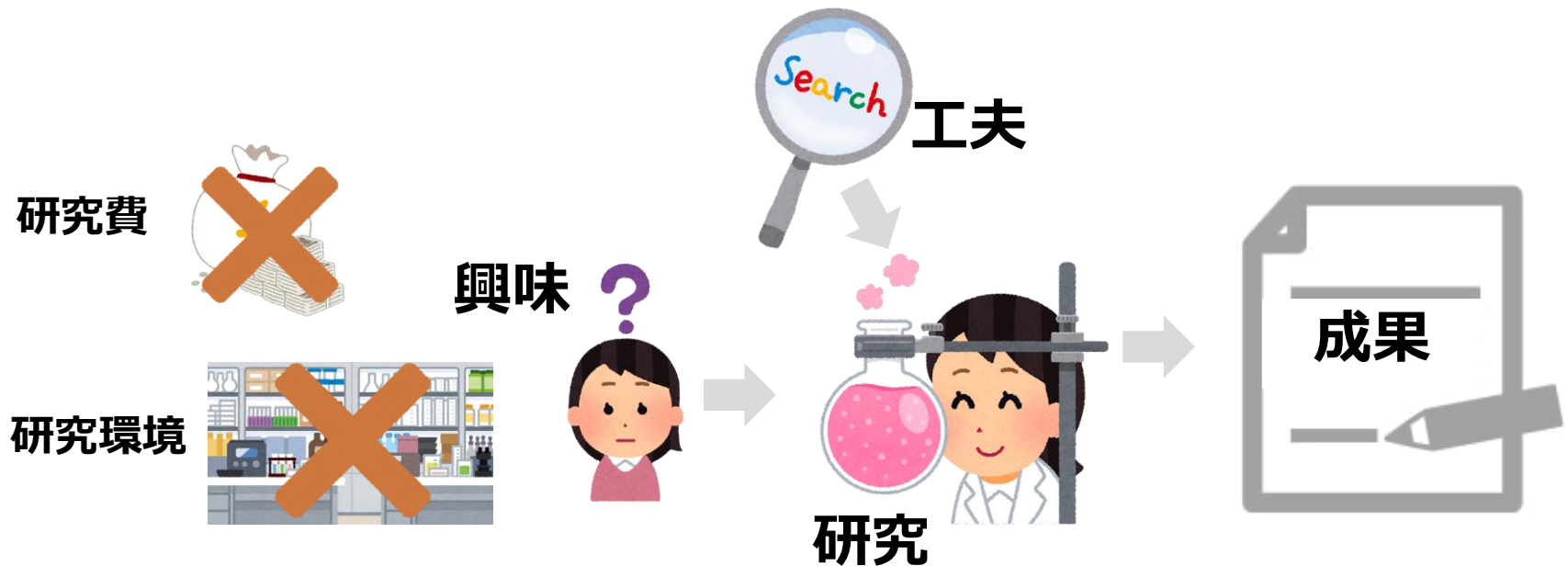
成果の公表（大学編）

1. **論文**（査読あり、英語）を発表する
2. 所属**学会**で発表する
3. **アウトリーチ**活動（公開シンポジウム・出前授業・オープンハウスなど）
4. 新聞・テレビ等のマスメディアを利用する
5. HPなどを活用する



研究するということ（高校生編 1）

1. 多くの場合**個人的な興味**に基づいて研究する。世の中のはやりに惑わされない。
2. 研究の遂行に必要な**お金**（研究費）は**ほとんどないもの**として考える。
3. 研究を行う環境は厳しい。そこを自分たちの**工夫**で何とかする。



研究するということ（高校生編 2）

1. **テーマ**を決める。観察・文献調査
2. 何がわからない点かを調べる。この時に**専門家の意見**を聞く。論文には責任著者の連絡先あり
3. **仮説**を立てる。
4. その仮説を証明するためには、どんな**実験**が必要かを考える。
5. **実験**を行う。必ず**工夫**を凝らす
6. 仮説を検証する。**再現性**を確認
7. 新たな仮説を立てる。

実験の意味をよく考える (Logical thinking)

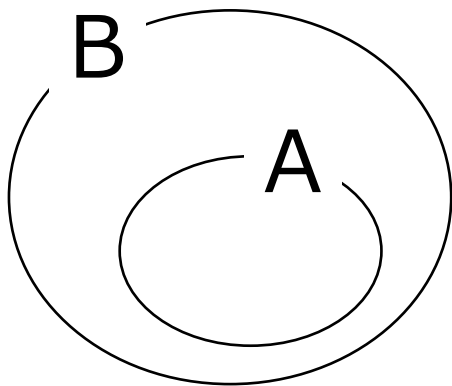
- ・ 結論を導くのに**必要**且つ**十分**な条件

二つの条件p,qについて,

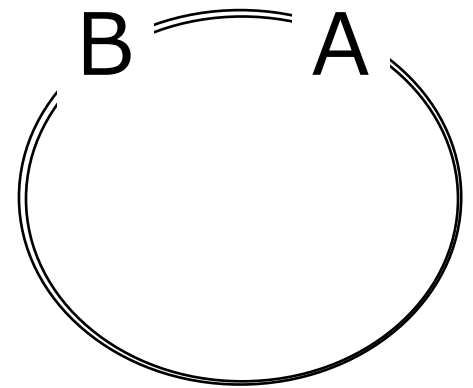
pがqの必要条件であり, **かつ十分条件**でもあるとき,

pはqの必要十分条件であるという。

例えば, $\triangle ABC$ において, $\langle \angle ABC = \angle BCA = 60^\circ \rangle$ は $\langle \triangle ABC$ が正三角形である \rangle ための必要十分条件である。



実験の結果Bから結論Aを証明したい時、BとAが必要且つ十分な条件になっているか、そのために十分な条件を検討できているか。



実験の意味をよく考える (Logical thinking)

結論を導くのに必要且つ十分な条件とは？

ある遺伝子Aの機能を調べるため、遺伝子を変異した細胞を作製し、条件aでの生育ができないことがわかった。遺伝子Aは、条件aでの生育に必要な遺伝子であるといいてよいか。

No たまたま選んだ細胞がそういう表現型を持っていた可能性が排除できない。



その遺伝子Aを変異した細胞に、正常な遺伝子Aを導入したら、条件aでの生育が回復した。

それならば、遺伝子Aは、条件aでの生育に必要な且つ十分な遺伝子であると言える。

実験の意味をよく考える（**対照実験**）

原理はそのとおりだが、実験・研究では100%そうなるとは限らない

たまたま上手く行かない（**偽陰性**）

たまたま反応してしまう（**疑陽性**）

実験にはそういうことが起こりうる。

必ず上手く行くはず（**Positive control**）

必ず上手く行かないはず（**Negative control**）

の対象区を適切に加える

成果の公表（高校生編）

1. **研究発表コンテスト**に応募する
2. 様々な学会で併催される高校生の**研究発表会**に応募する
3. **文化祭**（学内・市町村など）
4. もちろん、**論文**を書ければなおすばらしい。

まとめ

1. 自分たちで**身近な**ところからテーマを見つけて下さい
2. そのためにはしっかり観察すること、必要なら文献調査も
3. カッコいいことやらなくても結構です
4. まず初めに、何がわかっていないか、何を明らかにするか
を**しっかりと調査・検討**してから
5. **仮説 → 実験（対照実験） → 統計的処理（再現性）**
→ **仮説の評価 → 新しい仮説 → …**
6. 実験装置・方法・材料で**独自の工夫**を凝らす
7. 適切な場所・方法で**発表・報告**する
8. **コンプライアンス**は極めて重要です