

「研究」に関するメモ by 加藤 厚(Oct. 9, 2017)

ハマりがちな落とし穴、迷いがちな分かれ道・

1. Is the issue significant?
2. Don't bite on granite.
3. Never reinvent the wheel.
4. Does the plan meet needs?
5. Who will bell the cat?

参考: 問題特定&対策立案の観点

演習で学生たちに示して来た「よい問題解決への指針」です:

1. それは重大な問題ですか?
2. 歯が立たないモノには噛みつかないように。
3. 「在るもの」は使わせてもらおう。
4. その計画で願いは叶います?
5. 自分自身でも実行しますか?



I 論も証拠も・

錬金術、つまり「他の物質を金に変える技」はなぜ何百年にも渡って真剣に追求されたのでしょうか。実利以外の理由として挙げられるのは、大哲学者アリストテレスの四元素説との整合です。もし説の通り「全ての物質は火・土・風・水の四元素で構成されている」なら、金に似た特徴を持つ物質(例:水銀・硫黄・)を最適に配合すれば金に変わるかもしれません!

しかし、イスラムやヨーロッパの無数の錬金術師たちの試みにもかかわらず、金はできませんでした。実際には、金(Au)も水銀(Hg)も硫黄(S)もそれぞれ異なる元素だったのです。この結末は「客観的な(つまり他者が再確認できる)証拠無しに権威だけで論(=意見・見解)を認めてはいけぬ」という教訓を与えてくれます。

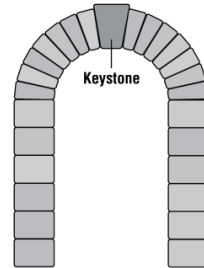
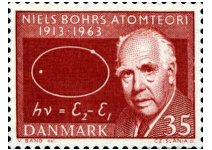
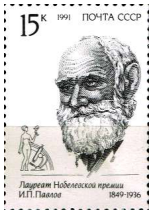
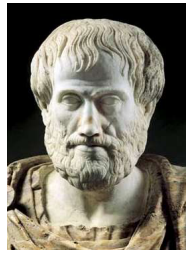
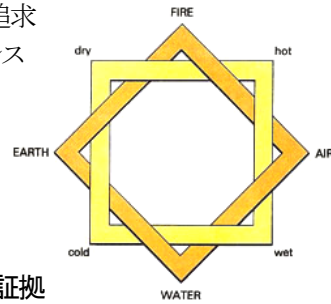
■条件反射で有名なロシアの生理学者バヴロフはこう書いています: 事実をまず見、次にくらべ、そして集めなさい。鳥の翼がどんなに完全であっても、空気の助けがなければ、鳥は飛ぶことはできません。事実というもの、それは学者にとっては空気なのです。これなくして、君たちは決して飛び立つことはできません。これなくしては、君たちの「学説」は空しい努力になってしまいます。しかし、学び、実験し、観察しつつ、事実の皮相に止まることのないよう努力しなければなりません。事実の記録係になってはなりません。その発生の秘密を洞察するように試みなさい。事実を支配している法則を根気強く探さない。

他方、例えば「この元素の特徴はこうです」という事実をたくさん集めるだけでは、資料集にはなっても論文にはなりません。なぜなら、そこには独自の論(=意見・見解)が無いからです。「原子量の順に並べると似た性質の元素が周期的に現れる」という独自の着眼、「原子の構造がこうなっていれば周期性を説明できる」という独自の発想などがあって初めて研究論文の名に値します(前者はメンデレーエフの周期表、後者はラザフォードやボーアの原子模型)。

事実は仮説と組み合わせて初めて肯定/否定の「証拠」になります。そもそも仮説を立ててみなければ集めるべき事実が絞り込めません(例: 事件によって利益を得るA氏を犯人と仮定する→事件時のA氏の所在を調べる→アリバイがあればA氏は実行犯では無い・が黒幕の可能性はまだ残る)。

■フランスの数学者・物理学者ポアンカレはこう書いています: 人が事実を用いて科学を作るのは、石を用いて家を造るようなものである。事実の集積が科学でないことは、石の集積が家でないのと同様である。(『科学と仮説』)

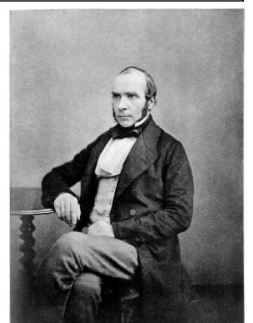
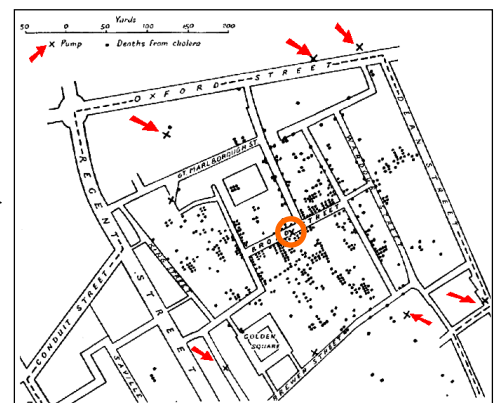
研究は自分の論(意見・見解=仮説)から始まり、証拠(事実)によって支持されて初めてその論(仮説)は説に、意見は知見に、そして原稿は論文になります。要するに、研究には「論」と「証拠」が共に不可欠なのです。



II 実践的研究と学究的研究

イギリスの医師ジェンナーが「牛痘に感染したことがある人は天然痘を発病しない」という観察に基づいて種痘を始めたのは1796年ですが、フランスの細菌学者パスツールが「弱毒化した病原体の接種によって免疫が獲得される」という理論を応用して狂犬病ワクチンを作ったのは、その約90年後の1885年でした。イギリスの医師スノウが「コレラによる死者の住居の地図上の分布の中心に共用井戸がある」ことに着目し、その手押しポンプの取っ手を外すこと(!)で感染拡大を終息させたのは1854年ですが、ドイツの医師・細菌学者コッホがコレラ菌を発見したのはその約30年後の1883年でした。

病気の治療や予防といった「重大な問題の解決に有効な方法の解明」は、価値ある研究成果です。つまり、問題解決は研究の実践的目的として重要です。他方、ある問題解決の真相の解明や他の問題解決への応用(例: 新たな治療・予防法の探求、安全な飲料水の確保・)などを目指して、当面の問題解決に満足せず、問題の真の原因と発生過程、有効な回避方法などについて様々な仮説を立てて検証に取り組むのも価値ある研究です。つまり、純粋な仮説検証も学究的目的において重要です。逆に言えば、問題解決にも仮説検証にも繋がらない「研究」はその価値が疑わしいと言わざるを得ません。



John Snow

Ⅲ 着眼大局(→着手小局)

1882(明治15)年12月に品川を発って南米への初めての遠洋航海を行った練習艦龍驤では、272日の航海で376人の乗組員中169人が脚気を発病、その内25人が死亡しました。欧米の軍艦では脚気が全く発生しないことを知っていた海軍医官高木兼寛は食事に注目し、白米に大麦を混ぜる、蛋白質を増やすなどの変更を加えた上で1884(明治17)年練習艦筑波で同様の遠洋航海を行った所、287日の航海で333人の乗組員中脚気発病者は14人、死亡者は0人でした(ちなみに、脚気の真因が臨時脚気病調査会によってビタミンB1の欠乏と確定されるのは1925=大正14年、ビタミンB1の化学構造決定と合成が米国の化学者ウィリアムズによって達成されるのは1937=昭和12年です)。



約45%(169人)が発病し25人が死亡という結果と発病は約4%(14人)のみで死亡者なしという結果は対照的で、**食事変更(改善)の効果を強く支持するもの**ですが、観点を変えれば「龍驤でも過半数は発病せず、筑波でも少数は発病している」のも事実です。もしこの比較を376人対333人ではなく、全体のごく一部、例えば前者中の(結果として)発病しなかった数名と後者中の(結果として)発病した数名に(「つまみ食い」的に)限定して行えば「食事の変更は有害だった」と結論づけることすら可能でしょう。

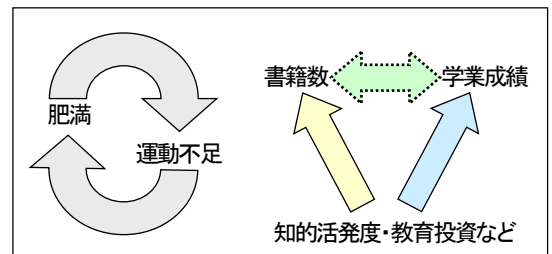
正しく判断し信頼性の高い結論を得るためには**一部ではなく全体に着目すること**、調査や実験では**研究対象をよく代表する大きな集団間で比較を行う**ことが重要です。日本語には「木を見て森を見ず」、英語にも One swallow does not make a summer. (ツバメが1羽来ただけでは夏にならない・早合点は禁物)という警句があります。振り返って見れば、メンデレーエフの周期表もスノウの感染源の特定も、部分ではなくて全体を網羅する大局に着眼した成果でした。

Ⅳ 無関係・相関関係・因果関係

「風邪はこの薬を飲めば一週間で治るが、飲まないで治るのに七日も掛かる」というジョーク(?)があります。この場合、「薬」を飲んででも飲まなくても治癒に要する期間は同じ(一週間=七日)ですから「薬」の効果は認められません(自然治癒による回復)。しかし、「**薬**」を飲んだ人は「**治癒は薬の効果**」と誤解しがちです。この誤解を起こさない方法としては、同じ症状の他者(あるいは本人)が「薬」を飲まない場合の経過を観察して比較する(→飲まない場合の治癒までの日数=7なら効果なし、>7なら効果あり、<7ならむしろ害あり)ことが考えられますが、同じ症状の他者が都合良く見つかるか、本人の場合も**1度目と2度目では経過自体が異なるのではない**か、などの様々な困難・疑問が存在します。

従って、ある操作(≡介入:投薬、訓練・)の効果を実証するには、**多人数(最低でも数十人)をランダム=無作為(例:くじ引き、姓の順・)に2群に分け、一方を特定の操作を加える実験群、他方を加えない対照群として結果を比較することが本来は必要です**(Ⅲの筑波と龍驤がその例)。

しかし、実際には大掛かりな実験は不可能で、質問紙調査が精一杯という場合が多いことでしょう。質問紙には問題との関連を期待する内容(原因や対策など)を網羅する設問を整えるとして、その結果の解釈には十分な注意が必要です。まず「**相関関係からは因果の方向性は不明**」です。例えば「**肥満度と運動量に負の相関が認められた**」としても「**運動不足→肥満**」なのか「**肥満→運動不足**」なのかは判断不能です(アリガチなのは運動不足⇔肥満の悪循環)。また「**相関を示す2変数が(実は)共に第3の要因の結果に過ぎない**」場合も多そうです。例えば「**所有書籍数と学業成績との間に正の相関が認められた**」としても「**書籍数→成績**」でも「**成績→書籍数**」でもないかもしれません。真の原因としては「**本人の知的活発度**」や「**親・本人の教育・学習投資の水準**」などが指摘され検討されるべきでしょう。要するに「**他の条件を全体として同質に揃えた2群の多数者**」を対象として操作を加える実験群と加えない対照群を比較したのでない限り、**因果関係については示唆に留める(=断言しない)のが無難**です。



Ⅴ 最後に

既存の知識を再確認する学習・学修はモチロン重要ですが「**学問の消費**」に過ぎません。**新知識の発見、つまり「学問の生産」をするのが研究**です。「**劫初より作り営む殿堂にわれも黄金の釘一つ打つ**」(与謝野晶子『草の夢』1922)という気持ち・姿勢・態度で研究(演習、卒論など)に取り組みましょう。



出典

学問を志す若い人びとに宛てたパブロフの手紙 <http://www.anatomy.med.keio.ac.jp/funatoka/pavlov/Pavlov1.html>

スノウがコレラによる死者を印した地図 https://en.wikipedia.org/wiki/John_Snow#/media/File:Snow-cholera-map-1.jpg