

第8章 生物学の研究例

生物学についても、私は専門家ではありません。しかし、私の知っている範囲で、生物学に関連した現象を取扱い、それらの話題について、ABCの観点から考えてみたいと思います。

8.1 センメルヴェイス—ウィーンの病院での出来事

19世紀、ウィーンの病院での出来事です。その病院には、第1産科と第2産科がありました。ところが、分娩時（出産時）の母親の死亡率が劇的に違いました。第1産科では、産褥熱（さんじょくねつ）によって、死亡率が20%にも達することがあったのに対して、第2産科は、2%程度だったのです（資料によって数値が異なりますが、ここでは死亡率が大きく違ったことが大切です）。妊婦は、出産時に、第2産科になるように祈った、という話もあるようです。どうしてこのようなことになったのでしょうか。

皆さんは、この疑問(A)を説明する理由は何だと考えるでしょうか。仮説を立ててみましょう。ただし、全くヒントが無ければ考えにくいと思います。そこで、2つの産科の違いについて述べましょう。実は、死亡率が高かった第1産科は医者が分娩の担当をし、死亡率が低かった第2産科は助産婦が担当していました。

ハンガリー人の医師、センメルヴェイス・イグナーツ(1818-1865、ハンガリー人は、先頭の名前が名字なので、以下、センメルヴェイス)も、この問題を考えました。そして、あるきっかけによって、仮説を立てるようになりました。そのきっかけとは、友人の医師の死です。その友人の医師は、死亡率の違いを明らかにするために、亡くなった妊婦の解剖をしていました。ところが、その解剖中に、誤ってメスで自分の指を切ってしまったのです。その後、その医師は産褥熱と同様の症状で亡くなります。

センメルヴェイスは、仮説(B)を次のように考えます。

目に見えない「臭い」のような死体の破片が、解剖などをする医師の手を介して妊婦に移るのが、死亡率が高い原因である。

そして、これを確かめるために、次のような検証(C)を行います。

分娩前に、脱臭作用のある塩素水で手を洗ってみる。

そして、死亡率を劇的に下げることに成功します。1847年から1849年ごろにかけてのことです。

これで、ABCとしての話は終わりです。しかし、この例は、後日談も紹介したいと思います。このような成果を上げたにも関わらず、センメルヴェイスがウィーンの病院を去った後、再び死亡率が高くなります。そして、センメルヴェイスは危険人物扱いされ、その説が浸透することはありませんでした。最後には、医師の集団に暴行を受け、それが原因で亡くなったそうです。1865年のことです。

科学の考え方ABCは、論理的に判断するよりどころです。ところが、いかに正しいことを主張しても、個人的な感情や偏見があると、それは広まっていきません。個人的には、偏見の強い人と

偏見の少ない人では、偏見の強い人の方が議論に強いと思っています。偏見だけで押し通そうとする人は、論理的ではありません。論理的な人と非論理的な人との間で意見の違いがあるとき、論理的な人は非論理的な人を論理的に説得することができるでしょうか。残念ながら論理が通じない人には、論理が通じないために、それはとても難しいことです。こうして、うっかりすると、非論理的な主張ばかりの世界になってしまいそうです。このような事態を避けるためには、私たち一人一人が、いつも、自分が正しいというのが思い込みであったり、先入観であったり、偏見であったりするかもしれない、と意識して気をつける必要があります。現代のセンメルヴェイスを殺さないために、リベラルアーツの考え方が必要です。

もう一つの後日談は、センメルヴェイスが「院内感染症予防の父」と呼ばれていることです。当時はわかりませんでした。その後、「病原微生物（病原菌）」という考え方が確立されることとなります。そして、産褥熱も細菌の感染であることが明らかになります。今では、産褥熱対策として、出産時の滅菌・消毒が行われています。

8.2 パスツール—細菌の科学

生命はどこからやってくるのでしょうか。「自然発生説」は、親から生まれなくても生命が発生する、という説です。ハツカネズミさえも、自然と発生するという考えがありました。ネズミはともかくとして、細菌はどうでしょうか。日常生活で、私たちは食べ物がカビたり腐ったりするを経験します。カビや細菌は、どうして発生するのでしょうか。

この疑問 (A) を解決するために、次のような仮説 (B) を考えてみましょう。

カビや細菌は、有機物（食べ物など）があれば自然と発生するので、食べ物がカビたり腐ったりするのである。

私たちは既に知っているように、これは誤りです。これが誤りであることを示すためにも、ABCの考え方で考えることができます。ただし、ここでは、これまでとは違って、上の仮説 (B) が間違っていることを積極的に示したいと思います。そのためには、どのような検証 (C) を行えばいいのでしょうか。

フランスの生物学者 ルイ・パスツール (1822-1895) は、次のような実験を行いました。

1. フラスコ内に有機物の入った溶液を入れる。
2. フラスコの口を、加熱して伸ばし、細長くして下に下げる。
3. このフラスコを加熱し、溶液を沸騰させる。（容器内に微生物がいたとしても、死滅させる。）
4. その後放置する。（口が細いので、外気から微生物は入りにくいです。）その後、フラスコ内に微生物が発生するか調べる。

フラスコ内に微生物が発生すれば、仮説 (B) は支持され、発生しなければ支持されない、というわけです。パスツールはこの実験によって、フラスコ内の有機物の溶液に微生物が（しばらくは）発生しないことを確かめました。そして、新たな仮説 (B')

微生物は空気中を運ばれて有機物溶液の中で増殖するのである。

を検証 (C') するために、

5. 先の実験のあと、フラスコの先を折って空気の入出りを自由して、微生物が現れるか観察する。

という実験を付け加えました。微生物が現れれば、仮説 (B') は指示されることになります。その結果、微生物が観察されます。パスツールは、この実験に加え、他の実験も行って、自然発生説を否定することになります。1861年に「自然発生説の検討」を著します。そして、センメルヴェイスの死後、20年以上経って、パスツールは「ゼンメルヴェイスが消し去ろうとしていたのは連鎖球菌という殺し屋である」と述べ、センメルヴェイスの業績を評価したそうです。

8.3 コッホの4原則

ドイツの細菌学者のロベルト・コッホ (1843-1910) は、結核菌、コレラ菌など、感染症の病原体を発見した学者として有名です。コッホの弟子たちも多くの病原体を発見しました。このような活動の中で、コッホは特定の病気の原因となる病原体を特定するに当たって、コッホの4原則と呼ばれる次のような指針を提示しました。

- ある特定の病気の病巣に、1つの微生物が見出されること
- その微生物を分離できること
- その微生物を動物に感染させることで同じ病気を起こさせることができること
- そしてその病巣部から、再び同じ微生物が分離されること

これは直接的ではありませんが、ABCに対応していることがわかります。病気の原因がわからないとき (A)、よく観察して、微生物を見つけ、それを病原体だと仮定します (B)。もしもそれが病原体であるならば、その微生物を感染させた動物に同じ病気を起こさせることができます (C)。また、その病巣部からも最初に発見された時と同様に微生物が発見できるはず (C)。

このように対応関係がはっきりしています。

ただし、近年は必ずしもこれに当てはまらない例もあるために、いくつかの感染症は、その原因特定が難しくなっています。

ここで、一つだけ指摘しておきたいことがあります。センメルヴェイスの活動は、1848年ごろです。パスツールの「自然発生説の検討」1861年、コッホの4原則は、1882年に発表されます。センメルヴェイスと、パスツール、コッホの時代の間は何があったのでしょうか (A)。実は、1850~1870年代にかけて、ドイツのカール・ツァイスが顕微鏡の性能を向上させることに成功します。顕微鏡の発達が関係していたと私は考えています。技術の発達が、科学を進展させることがよくあります。例えば電磁気学です。その発達は、1800年ごろの電池 (ボルタ電池) の発明が影響していると考えられます (B)。どうやら、世の中の風潮として、新しい機材が開発されると、それを使った研究が進むようです。

8.4 ブラウン運動

1820年代、イギリスの植物学者ロバート・ブラウン (1773-1858) は、水に浮かべた花粉を顕微鏡で観察していて奇妙なことに気づきました。花粉が破裂して中から出てきた粒子が、水の中をピコピコ動いていたのです。1827年ごろのことです。この運動をブラウン運動といいます。ブラウンは、どうして粒子が動いているのか、考えました。

ブラウンの仮説検証を、ここでもABCに当てはめて考えます。ただし、今までとは違うクイズ形式にしてみたいと思います。次のようなA, Cがわかっている場合に、Bが何であるかを考えてみてください。

A 花粉から出てきた粒子は、どうしてピコピコ動くのか

B ?

C1 一度、花粉をアルコールに浸してから同じ実験を試みる。

C2 花粉から出てきた粒子の代わりに、細かくすりつぶしたガラスで実験してみる。

ブラウンは、一体、どんな仮説を立てて C のような検証を行ったのでしょうか。それは、「花粉から出てきた粒子が活着している、生命活動によってピコピコ動いている」という仮説です。アルコールに浸して生命活動を停止させたり、もともと生命とは無関係なガラスで実験したりすればどうなるでしょうか。生命活動によって運動しているなら、どちらも動かないことが予想されます。こうした方法で仮説を検証しようとしたのです。

ちなみに、この結果は、どちらの場合も動きました。どうやら生命活動によって動いているのではなさそうです。それでは一体、何が運動を引き起こしているのでしょうか。

この疑問は、おおよそ 80 年近く経ってから、アインシュタインによって解明されました。非常に小さな物体は、もっと小さくて目に見えない分子が、様々な速度で衝突してくるために、ピコピコ動いているのである、ということがわかったのです。

アルベルト・アインシュタイン (1879-1955) には、また、別の場所で登場してもらいますので、アインシュタインについて少しだけ補足しておきます。ブラウン運動に関する理論を発表した 1905 年は、アインシュタインが 26 歳のときです。この年は、物理学の世界では、「奇跡の年」と呼ばれています。なぜなら、この年に、アインシュタインは 3 つの分野の重要な論文を発表したからです。それらは、ここで話したブラウン運動についての理論と、光量子仮説、そして、有名な相対性理論です。これらは、どれも、当時の重要な未解決問題を解決した論文であり、その理論は、アインシュタインも予想しなかったような技術に応用されることとなります。

8.5 シェルドレイクの仮説—テレパシー実験

これまで、微生物に関係するような生物学関連の話題を扱ってきました。特に目に見えない現象を考えるような場合に、科学の ABC の考え方が役立つことがわかったと思います。

最後に、イギリスの生物学者ルパート・シェルドレイクが行った実験についてお話ししたいと思います。これも、生物に関わる、別の意味で見えない現象についての話題です。また、統計学の考え方がよくわかる例でもあるので、実験科学と統計学の関係という観点からも聞いてほしいと思います。

皆さんは、電話が鳴って、その電話を受けるとき、誰からの電話か、あらかじめ予想することがないでしょうか。そして、本当にその相手からの電話だったことはないでしょうか。なぜ、電話を受ける前に相手がわかることがあるのでしょうか (A)。

シェルドレイクは、人間 (を含む動物) には「直接体験しなくても、ある人の体験が他の人に伝搬することがある」と仮説を立てました (シェルドレイクの仮説)。その仮説に基づけば、電話の体験もそうした現象の現れであると考えられます。しかし、直接それを実証するのは難しいです。そこで、ここでも、仮説 (B) の立て方を工夫します。

たまたまである。気のせいである。

これを検証 (C) しましょう。シェルドレイクは、次のような実験を実行して、上の仮説を否定しようとしてみます。

- 被験者として、5人 (A,B,C,D,E) を選ぶ。このとき、B~E は、A の親しい人であるとする。
- 5人を隔離された部屋に入れる。B~E は、A に電話をかける。このとき、誰がかけるかは、ランダムに決定するとする。
- A は電話を受ける前に、誰からの電話か、予想してから受ける。当たるか外れるかを記録する。
- これを繰り返す。当たる確率が $1/4 (= 25\%)$ に近いのなら、偶然であたるという仮説が支持される。

シェルドレイクの実験結果はどうだったのでしょうか。271回くり返された実験の結果、正解率は45%でした。この結果をどのように解釈したらいいのでしょうか。本当は25%なのだけけれど、実験回数が少ないので、たまたま45%になったのでしょうか。

統計学は、このような時に強力です。「本当は25%で起こるのに、271回やってみたところ、たまたま122回(45%)以上起こった。」という確率を求めることができます(Excelで=BINOM(149,271,0.75,TRUE)を計算してみてください。Excelの場合には、外れる確率が0.75であるときに、外れた回数が149回以下だった、として計算します。同じことですね。)。この場合、1兆分の1(=0.0000000001%)以下です。つまり、とても「たまたま起こった」とは言えない数字であるとわかります。

これが実際に起こっているなら、いわば、テレパシー(精神感応、遠隔的な意思伝達)です。もちろん、ランダムなつもりでもランダムではなく、何らかの規則性を無意識に理解したために当たった、とか、実際には部屋が隣接していて、声が聞こえてしまった、とか、そんな可能性を完全には否定できませんので、更なる検証は必要でしょう。しかし、方法として、このように考えることができるのだ、ということは理解してほしいと思います。また、うっかり、センメルヴェイスを否定してしまった人々と同じようなことをしないようにする気持ちは、大切にしたいと思います。自分が信じたい結果を信じ、信じたくない結果を信じなかったとしたら、それは科学的な態度とは言えません。そして、科学的な態度が失われると、民主的なはずである「議論して決める」ということが間違いの元になってしまうので、気をつけなければいけません。