

1 フックの業績と 大著「マイクログラフィア」

Hooke R. An account of an experiment made by M. Hook [c], of preserving animals alive by blowing through their lungs with bellows. Philos Trans R Soc Lond. 1667; 2: 539-40.

⇒オープンアクセスです.

Hooke R. Micrographia. Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon. 1665. London: Royal Society.

⇒オープンアクセスです.

冒頭を持ってきたのがフック (Hooke R: 1635-1703) です. この人はとてつもなく多才で多方面の業績を挙げて, 伝記の一つには「イギリスのダヴィンチ」というタイトルがついているほどです. 大きな業績として, ①フックの弾性の法則, ②「人工呼吸には空気の流れが必要で, 肺の動きは必ずしも必要でない」との証明, ③大著「マイクログラフィア」の3つがあります. このうちで, ①は原典がみつかりませんが, ②③は原典が公開されています. 本来は, 「フックの人工呼吸」を中心に調査を開始しましたが, 面白さに魅せられて名前だけは知っていた③の書籍も扱うことにしました.

■弾性の法則と物理学

「フックの弾性の法則」は1660年に発表された, 25歳での業績です. この頃をはさむ数年間ボイル (Boyle R: 1627-1691) に雇われてその保護下にあり, 実験や数学面を担当しました. ボイルといえば「気体の体積と圧力の積

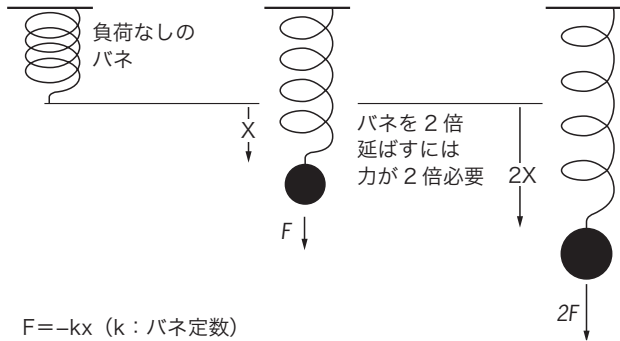


図1 フックの弾性の法則を説明する図

は一定」という「ボイルの法則」の発見者で、中世の錬金術から近代科学への橋渡しをした研究者の一人とみなされ、現在もつづく王立学会の創設にも大きな役割を果たしています。そのボイルはフックより8歳年長で、若くして業績を挙げてすでに大御所的な存在だったのに数学は得意でなかったとの記録が残り、一方フックは実験が上手で数学もできて「ボイルの法則」の元の実験や定式化はフックが行ったとの噂もありました(図1)。

フックの法則以外にも、力学面で弦の振動は振り子に似ているとの示唆を与え、円運動と遠心力の関係から「等速円運動では中心に向かう力が働く」と洞察し、それを天体の動きにも当てはめて逆自乗則(万有引力は距離の自乗に反比例する法則)を考えていた証拠があります。

フックは物造りが得意で、その考案した機器のリストは、ポンプ・時計・ゼンマイ式小型時計(携帯型)・温度計などがあり、風力計には自動的に風に向かう仕掛けを組み込み、また海の深度計と人力飛行機のアイデアも提出しています。もっとも、人力飛行機は筋力が不足で実用化は無理と結論して、追求していません。

純粋に機械的なものとしては、万能継ぎ手(曲がった箇所動きや回転を伝える)の考案者とされています。指南車は車の両輪の回転の差を利用して

方向転回と距離を判断する原理で、中国に先行事例があり、現在のGPSを利用する以前のカーナビに一部採用されて失敗したものと原理は類似です。らせん式歯車を考案して、望遠鏡や顕微鏡の調整に利用しています。

建築家としても活動し、1666年のロンドンの大火後の再建計画に参加して大きな働きをしたようです。

■フックの変わった人工呼吸法

フックは変わった人工呼吸法を考案して実験しています。フックは王室協会の参事・実験実行主任・実験供覧者などとして40年近く活動しましたが、この人工呼吸法はその一環として行った実験で、論文はたった3頁で図はなくて言葉による説明だけです。図は筆者(諏訪)が説明のために描きました

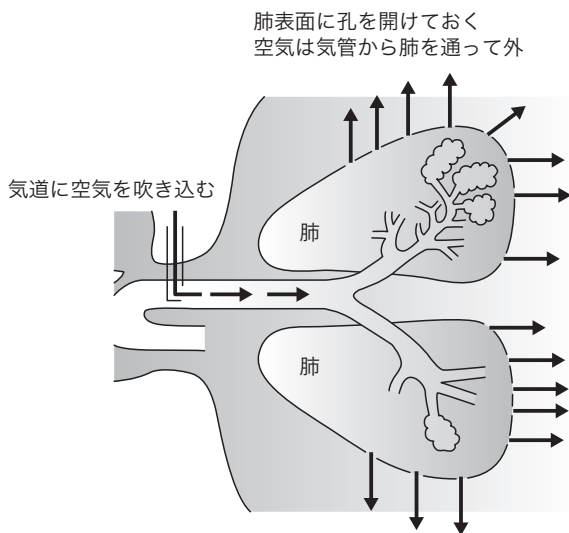


図2 フックの「肺に空気を流して動物を生かしておける」との論文から筆者が描いた図
往復換気ではなく、肺に孔を開けてガスを一方向に流す。

(図2). 文章の中に、「あとでまとめて発表する予定」と書いてはありますが、そちらは知られていません。

内容はイヌの胸壁をはずして肺に孔を開けて、気管に空気を送り込んで一方向きの流れをつくって「空気を流せば状態は良好だが、流れを止めるとはいれんが起こる」と記述し、この流れでイヌを何時間も生存させるのに成功しました。「生命の維持には、肺の動きは必ずしも必要ではなくて空気の流れが必要」と証明したと強く主張しており、その意味で高く評価できます。

この論文は“rstl.royalsocietypublishing.org”へ進んで、“archive”で1666年を探して辿り着けます。ちょっとだけ注意を。“s”が2種類あって、ドイツ語式の「ſ」（縦長のs）が随所に登場し、“f”の横棒のない文字が積分記号のように見えます。他にも用語が少し古めかしい箇所、たとえば“hath”（“have”の代わり）や“ly”（“lie”の代わり、単語によっては逆もある）などがあり判読に少しだけ難儀します。

低圧環境の実験も行っていますが、インターネットの解説によると得意の工作で真空ポンプをつくって2,400 m 相当(約 3/4 気圧)を実現しました。真空ポンプ自体は、ゲーリケ(von Guericke O: 1602-1686)が高性能のものをつくり、これをつかって少し前の1650年に「マグデブルクの半球」の実験を行っています。半球を2つ合わせて球体として中を脱気して真空にすると、これを引き離すのに馬16頭の力が必要と示し、大気の圧力の意義を示した実験です。フックも同じ原理を利用しましたが動作不良でゲーリケと比較すると真空度は低かったものの、低圧をつくり出す目的には十分でした。小さな装置で多種類の哺乳動物や鳥をつかって実験し、さらに室内でローソクを燃やしてそれが消えるのと動物の死とのタイミングを計測しています。人工呼吸も含めてこうした実験は1665年頃に始まり、その頃に呼吸と燃焼との関連を指摘したわけです。酸素の発見には至っていませんが、空気の中に生命に必要な成分があってそれが燃焼と関係が深いとの洞察に達していました。プリーストリーやラボアジェが酸素を発見したのが1777年ですから、

フックの認識は1世紀以上も先行していたと推測できます。

■顕微鏡とマイクログラフィア

フックの最大の業績が1665年に発表された「マイクログラフィア Micrographia」で、内容は顕微鏡図譜つまり顕微鏡を使って広い範囲の事柄を調査した250頁以上の大書で、グーテンベルクプロジェクト(Project Gutenberg)にpdf版が公開され無料で入手できます。顕微鏡を用いた史上最初の本で、細胞(“cell”)という概念と用語を提唱し、描かれている多数の図が精密で見事で、眺めるだけでも楽しいものです(図3~5)。

最初に「細胞」の部分ですが、133頁にはじまりコルクの薄片を詳細に記述して、内部が小さな部屋に分かれ“cell”の語をあてています。ニュアンスでは、“cell”という特定の概念を打ち出したというよりは、「小室」を意味するこの用語をつかってコルクの内部構造の記述に使用している印象です。「コルクは空気一杯で、しかもそれが小さな箱あるいは“cell”に分かれている……だからコルクは軽くて浮子(ブイ)につかえるし、弾力があってつぶしても元の形に戻るのもピンなどの液体容器の栓にも使える……大きさは1インチあたり1千以上で、1平方インチには百万以上、1立方インチには12億ほどならぶことになる……」と述べています(図4)。コルクの細胞は正確には死んだ細胞ですが、少し後の頁で生きた植物の葉でも同様な観察を述べています。フックが細胞を発見したのは事実として、その意義をどれだけ把握していたのでしょうか。細胞といえば、膜・原形質・核などを考えますが、そんな記述はもちろんありません。

次に有名な蚤の絵(図5)の説明が面白いので、そちらを紹介します。

「……この小動物は、我々人類と似たところはないとはいえ、その力と美をやはり記述しておきたい。蚤は肉眼でも十分に見えるから、顕微鏡をつかっても特に発見はなさそうだが、この昆虫の脚と関節があればほどの活動を可能にする状況は、やはり顕微鏡でないとわかりにくい。実際、こんなすご