



Title	科学史に学ぶ - 「細胞と原子」の構造に関する研究から-
Author(s)	大作, 勝
Citation	平成19年度日本理科教育学会九州支部大会発表論文集 B4-5 Vol. 35, pp.89-92, Nishihara, Okinawa (琉球大学) May 26, 2007.
Issue Date	2007-05-26
URL	http://hdl.handle.net/10069/17906
Right	

This document is downloaded at: 2020-10-27T21:15:19Z

科学史に学ぶ 「細胞と原子」の構造に関する研究から

大作 勝

OHSAKU, Masaru

長崎大学教育学部・アドミッションセンター

【キーワード】 細胞、細胞説、原子・分子、原子の構造、理科教育、科学史

1. はじめに

平成19年度大学入試センター試験「生物」の第1問に科学史を背景とする問題が出された。それは「細胞説」に関するもので、フックによる「細胞」の発見(1965)[1]から、植物細胞に関するシュライデンの研究(1838)[2]、動物細胞に関するシュヴァンの研究(1839)[2]に至るものであり、この間には約170年の時を要している。このように科学の発展は長い歴史の上に成り立っているが、現在行われている理科教育は、はたしてこれらのことを考えてなされているのだろうか。ただ結果だけを教えているのではなかろうか。この際理科教員も、科学の歴史を楽しみながら、少しずつ学んでみようではないか。

本研究では、「細胞」と「原子核が壊れる」という現象が、どのような時代背景のもとで発見されたか」に焦点を絞りながら、これらの研究の背景にあるものをいま少し掘り下げてみる。つまり今回のテーマは生物の基本である細胞と物質の基本である原子についてである。前者は生物分野、後者は物理又は化学分野についての研究である。これらを以て、これからの理科教育を考える一助としたい。

2. 細胞の研究—顕微鏡の発明

2.1 フックによる細胞の発見(図1)(表1)

顕微鏡が発明されたのは1590年頃といわれている[3]。この頃の顕微鏡の倍率は150~200倍程度であったという。フックは非常に器用な人であったらしく、いろんなものを製作している。ボイル(ロバート)の助手をしていた関係で、空気ポンプ(真空ポンプ)もつくっている。したがって顕微鏡も自作したのだろう。フックはこれを用いて、蚤などの小動物やカビの孢子、コルクなどを観察し、「スケッチ」にして残してい

る。幼少の頃画家を目指していただけに、描かれた「絵」は非常に上手である。



In a house on this site
between 1655 and 1668 lived
ROBERT BOYLE
Here he discovered BOYLE'S LAW
and made experiments with an
AIR PUMP designed by his assistant
ROBERT HOOKE
Inventor Scientist and Architect
Who made a MICROSCOPE
and thereby first identified
the LIVING CELL

図1 パネルの写真と英語(筆者撮影)

写真はオックスフォード大学ユニバーシティ・カレッジの外壁に埋め込まれたパネルであり、これには上記のように書かれている。フックは生きている細胞を同定したと書かれてはいるが、どうだろうか。

表1 フック(Robert Hooke)(1635-1703)の年表[1]

1635	ワイト島に生まれる オックスフォードのクライストチャーチ・カレッジに学ぶ
1655	ボイル(ロバート)の助手
1665	グレシャム・カレッジ教授 光の本性を波動と解釈し、1672年以降数回にわたりニュートンと論争
1665	細胞の発見 コルク
1666	ロンドンの大火のあと市の復興に尽力、著名な建築物の設計をするなど建築家としても活躍
1674	惑星の運動に関する論文で万有引力について述べた
1678	フックの法則
1678	王立協会会長
1703	オックスフォードにて死去

2.2 フック以降

フック以降、生きた細胞が観察された。

1667 生きた細胞(レーウェンフック:ゾウリムシ)

1831 核の発見(ブラウン)

2.3 細胞説の確立

細胞説:「生物のからだはすべて細胞からできており、細胞は生物の構造と機能の単位である」[4]。

シュライデン(Matthias Jakob Schleiden)

1804.4.5(ハンブルグ)-1881.6.23(フランクフルト) [2]

1838 「植物の発生に関する論文」

シュヴァン(Theodor Schwann)

1810.12.7(ノイス(Neuss))-1882.1.11(ケルン)[2]

1839 「動物と植物の構造と成長の一致についての顕微鏡的研究」

1855 細胞分裂による増殖(フィルヒョー Rudolf Ludwig Karl Virchow)を示し細胞説を確立した[5]。

2.4 その後

1897 ミトコンドリアの発見

1898 ゴルジ体の発見

1933 電子顕微鏡の発明

3. 原子の構造

かつて物質の究極の粒子と考えられていた、「原子」の研究についてふり返る。

3.1 古代原子論

デモクリトス(Democritos)(BC 470-380)[6]

古代ギリシャの科学者。原子論(Atomism)を提出。物質をどんどん分割していくと、ついには分けられないもの(ατομος: atomos)に到達するという考え(a が付くと反意語となる)(tomos atomos; symmetric asymmetric)。

3.2 原子とその構造

19世紀以降になされた原子とその構造に関する主な研究(核分裂に到るまでの)を年代順に並べてみると、以下ようになる。

1803 原子説(ドルトン)¹⁾全ての物質はそれ以上分割できない原子からできている(当時原子と分子の区別はなかった)

1808 気体反応の法則(ゲーリュサック)²⁾ドルトンの原子説では説明不可

1811 分子仮説(アボガドロ)³⁾原子と分子の区別

1860 分子仮説の再評価(カニッツァーロ)⁴⁾以降、原子と分子は区別されるようになった

1896 放射能の発見(ベッケレル)⁵⁾

1897 電子の実体(性質)(J.J.トムソン)⁶⁾陰極線は、電場で曲がる

1898 ポロニウムとラジウムの発見(ピエール+マリー・キュリー)⁷⁾放射性元素の研究

1905 特殊相対性理論(アインシュタイン)⁸⁾物質はエネルギーである($E = mc^2$)

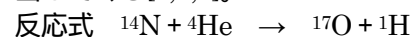
1911 原子核の発見(ラザフォード)⁹⁾ラジウムから出るα線を金箔に当てると、大部分は素通りするが、ごく一部は大きく曲がる

1913 原子模型(ボーア)¹⁰⁾

1913 放射性崩壊、α崩壊、β崩壊(ソディ)¹¹⁾放射性核種の変位法則

1913 同位元素(ソディ)

1919 陽子の発見(ラザフォード)α粒子(ヘリウムの原子核)を窒素の原子核に衝突させるとき、水素の原子核(プロトン)が飛び出してくる[7,8,9]。



1932 中性子の発見(チャドウィック)¹²⁾

1934 人工放射能(ジョリオ・キュリー)¹³⁾ポロニウムのα線でホウ素など軽い原子核を衝撃し人工的に放射能を持つ物質(放射性同位元素)を作り出した

1938 核分裂の発見(ハーングループ)^{14,15)}(表2)

表2 ハーン(Otto Hahn) (1879-1968)の年表
[10,11,12]

1879	フランクフルトに生まれる フランクフルト、マールブルク、ミュンヘンの各大学に学ぶ
1904-1905	ロンドン大学ラムゼーのもとでラジオトリウムを発見
1905-1906	モントリオール(カナダ)マックギル大学ラザフォードのもとでラジオアクチニウムを発見
1907	ベルリン大学フィッシャーのもとでメソトリウムを発見
1910	ベルリン大学助教授
1912	カイザー・ヴィルヘルム研究所開設にともない入所
1938(12月17日)	$U + n \rightarrow Ba + Kr + n$ ハーングループの核分裂の発見
1939	論文発表 Naturwissenschaften, 27, 11-15 (1939).
1944	ノーベル化学賞
1946-60	カイザー・ヴィルヘルム研究所(のちマックス・プランク研究所と改称)総裁
1968	死去

^{235}U は中性子と反応、 ^{238}U は反応しない。これら核反応の制御は難しい。主な反応式は、上述のほかに $U + n \rightarrow Mo + Sn + n$

原子核が核分裂という形で壊れることを発見したのはハーングループであるが、ハーンらははじめから原子核を壊そうとして実験をしていたわけではない。ウランよりもっと大きな元素をつくらうとした。中性子をぶつけたのは、中性子の性質がわかったからである。しかし反応の結果得られたものは、ウランよりも小さな元素バリウムであった(化学的に同定)。

ハーンはマイトナー(1907年から)、シュトラスマン(1935年から(1934年からという文献もある))とともに共同研究をした。マイトナー(オーストリア国籍のユダヤ人)は、1938年6月ナチス政権のオーストリア併合にともなうユダヤ人研究者追放のため、オランダを経てスウェーデン(ストックホルム)へ逃亡した。このことがハーンのノーベル賞受賞に対し、いくつかの問題を投げかけた。

振り返ってみると、ドルトンの原子説から核分裂の発見までに約140年の月日を要している。これはまた、細胞説の確立から100年後であることもわかる。このことは細胞と原子の大きさの違いによるところ大と思われる。

4. おわりに

理科はバラバラの知識の集合体ではなく、歴史的背景を考えながら学ぶことが重要である。そうすればもっと面白くなるはずである。科学史の中で大きな仕事をなした人について学ぶことも必要である。このようなことがらは、大学入試問題に直接関係しないことが多いかも知れない。しかしながら私たちに対して科学についてのロマンを与えてくれるに違いない。高校教科書には、非常に多くのことが語られている。また教科書から少しだけ横道をそれ、インターネット技術を用いて、外国のウェブサイトを訪れるのも面白いだろう。ただしサイト上に書かれていることがらが全て正しいわけではない。十分吟味して利用するようにしたい。まず信頼できるサイトを選ぶこと。外国のサイトの場合、大学や博物館が開設しているものは、概ね信頼のおけることが多い。わが国のサイトの場合、公的サイトにも誤りがあることがある。個人が開設しているサイトについては、利用に際し十分な吟味が必要である。どのようなサイトが信頼できるか判断する方法を教えるのも、教員の仕事である。インターネットが全てではない。なるべくなら書籍を探ることが望ましい。書籍における情報は多くの場合、信頼性の点でウェブサイト上の情報より優れている。

注

- 1)ドルトン(John Dalton)
1766.9.6-1844.7.27[13]
イギリスの化学者、物理学者。小学校以降は独学。1801年分圧の法則、1803年倍数比例の法則。
- 2)ゲーリュサック(Joseph Louis Gay-Lussac)
1778.12.6-1850.5.9[13]
フランスの物理学者、化学者。理工科大学に学ぶ。1827年鉛室硫酸の製法。1828年酸塩基滴定。
- 3)アボガドロ(Amedeo Avogadro)
1776.8.9-1856.7.9[14]
イタリアの物理学者、化学者。Avogadro hypothesized that equal volumes of gases at the same temperature and pressure contain equal numbers of molecules. From this hypothesis it followed that relative molecular weights of any two gases are the same as the ratio of the densities of the two gases under the same conditions of temperature and pressure.

- 4)カニッツァーロ(Stanislao Cannizzaro)
1826.7.13-1910.5.10[13]
イタリアの化学者。アボガドロの分子仮説の重要性を最初に認識し、原子量と分子量を区別した。これをカールスルエで開催された第1回国際化学会議で強く主張した。
- 5)ベッケレル(Antoine Henri Becquerel)
1852.12.15-1908.8.25[15]
パリ生まれ、ルクロワジ(Le Croisic)にて死去。1903年ノーベル物理学賞。
- 6)J.J.トムソン(Joseph John Thomson)
1856.12.18-1940.8.30[13]
イギリスの物理学者。マンチェスター、ケンブリッジに学び、1884年ケンブリッジ大教授。1903年原子模型。1906年ノーベル物理学賞。
- 7)キュリー(Curie Marie)
1867.11.7-1934.7.4[13]
ポーランド生まれ。フランスの物理学者、化学者。パリ大学に学び、1895年ピエール・キュリーと結婚。1898年夫とともにラジウム、ポロニウムを発見。1902年金属ラジウムを分離。1903年ベッケレルとともにノーベル物理学賞。1911年ノーベル化学賞。
- 8)アインシュタイン(Albert Einstein)
1879.3.14-1955.4.18[13]
ドイツウルム生まれ。チューリヒ工科大学に学ぶ。1905年特殊相対性理論。プラハ大学、チューリヒ工科大学教授を経て、1914年ベルリン大学教授。1916年一般相対性理論。1921年ノーベル物理学賞。
- 9)ラザフォード(Ernest Rutherford)
1871.8.30-1937.10.19[13]
ニュージーランド生まれ。イギリスの物理学者。放射性物質を研究し元素は不変のものではないとした。 α 線により窒素の原子核を人工的に破壊することに成功した。1908年ノーベル化学賞。
- 10)ボーア(Niels Henrik David Bohr)
1885.10.7-1962.11.18[13]
デンマークの理論物理学者。コペンハーゲン大に学び、ケンブリッジ大でJ.J.トムソンに、マンチェスター大でラザフォードに学ぶ。1922年ノーベル物理学賞。
- 11)ソディ(Frederick Soddy)
1877.9.2-1956.9.22[13]
イギリスの化学者。オックスフォード大学に学ぶ。ヘリウムがラジウムの崩壊生成物として生じることを発見した。1921年ノーベル化学賞。
- 12)チャドウィック(James Chadwick)
1891.10.20-1974.7.25[13]
1932年中性子を発見。1935年ノーベル賞。第二次大戦中、ロスアラモスにて原子爆弾の研究。
- 13)ジョリオ・キュリー(Irene Joliot-Curie)
1897.9.12-1956.3.17[13]
ジョリオ・キュリー(Jean Frederic Joliot-Curie)1900.3.19-1958.8.14
1935年夫妻でノーベル化学賞。
- 14)マイトナー(Lise Meitner)
1878.11.7-1968.10.27[13]

ウィーン、ベルリン大学に学び、ブランク(マックス)の助手を勤めた後、ハーンとともに放射能を研究。またウラン、トリウムの中性子による核分裂を研究。ハーンとシュトラスマンの実験に対して、物理学者の立場から核分裂(nuclear fission)という正しい解釈を下した。

- 15)シュトラスマン(Fritz Strassmann)1902.2.22 – 1980.4.22[16] In 1934, Fritz Strassmann joined Otto Hahn and Lise Meitner in their investigation of the bombardment of uranium with neutrons. His expertise in analytical chemistry was contributed to the team's recognition of the lighter elements produced from neutron bombardment. He replaced Lise Meitner, who had to flee Nazi Germany, and in 1938, Hahn and Strassmann conducted experiments that proved nuclear fission. In 1966, for recognition of their work on nuclear fission, Strassmann, Hahn and Meitner shared the Enrico Fermi Award.

参考文献

- [1] 中島秀人(1996)『ロバート・フック—ニュートンに消された男』朝日新聞社。
- [2] 谷山茂編(1978)『日本と世界の人名大事典』むさし書房。
- [3] ナノフォトン株式会社
(2007/4/9), <http://www.nanophoton.jp/about/hist.html>.
- [4] 田中隆荘ほか(2006)『生物』第一学習社。
- [5] 太田次郎ほか(2005)『生物』新興出版社啓林館。
- [6] 大作勝(1996)『自然科学概論』中本本店。
- [7] 兵藤申一ほか(2005)『物理』新興出版社啓林館。
- [8] 啓林館(2007/4/9), http://keirinkan.com/kori/kori_physics/kori_physics_2/index.html.
- [9] 中村英二ほか(2006)『物理』第一学習社。
- [10] Walther Gerlach und Dietrich Hahn(1984), "Otto Hahn – Ein Forscherleben unserer Zeit", Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.
- [11] 山崎和夫訳(1977)『オットー・ハーン自伝』みすず書房。
- [12] シャルロット・ケルナー、平野郷子訳(1990)『核分裂を発見した人—リーゼ・マイトナーの生涯』晶文社。
- [13] 長倉三郎ほか(2002)『理化学辞典』第5版、岩波書店。
- [14] The Chemical Heritage Foundation
(2007/4/9), <http://www.chemheritage.org/classroom/chemach/periodic/avogadro.html>.
- [15] ノーベル財団(2007/4/8), http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/becquerel-bio.html.
- [16] atomicarchive.com(2007/4/9), <http://www.atomicarchive.com/Bios/Strassmann.shtml>.