

電気の歴史

～ 古代ギリシャから近世まで～

KENZOU

2014年8月

普段お世話になっている電気ですが、その歴史を振り返ると、先人のいろいろな苦勞や取り組みがあったことがわかります。このレポートでは電気の歴史を読み物としてざっとまとめてました。肩の凝る話は一切ありませんので、気楽に一読していただければと思います。

なお、文中にはネットからいろいろな画像を借用させていただきました。ここにまとめて御礼を述べておきます。

1 琥珀をこすると… <古代ギリシャの発見>

琥珀はモノを吸い付ける神秘的な力を持っている（古代ギリシャの哲人ターレス）

電気の語源は琥珀に由来する

電気（静電気）は既に紀元前600年頃のギリシャの哲人ターレスによって見出されました。琥珀という飴色をした宝石をご存知と思いますが、これは木の樹脂が地中に埋没して長い年月をかけて鉱石のように硬く固化したもので、たまに大古の虫などが入っているものを見かけたりします。ジュラシックパークというSF映画では、現代のバイオテクノロジーを駆使して琥珀に閉じ込められた太古の恐竜のDNAから巨大恐竜を蘇えらせるというシーンは有名ですね。

さて、紀元前600年頃にさかのぼります。当時の貴族たちは琥珀を金や銀とともに装飾品の一つとして愛用していました。古代ギリシャ七賢人の一人とされるターレス¹は、コハクを輝かせようと磨くとすぐにホコリがついてしまうことに気がきました。今ならそれは静電気のせいだと言で片づけつことができますが、当時は摩訶不思議な現象と捉えられたようです。測量術や天文学に通じ、物事の合理的な説明を追求していたターレスでさえも、この現象に非常に大きなインパクトを受けたのでしよう。コハクに糸くずや毛皮、羽根など、いろいろなものを吸いつけるという実験を繰り返すものの、この力の起源についての合理的な説明は得られず、最終的に「琥珀はモノを吸いつける神秘的な力を宿している魔法の石ではないか」と結論したといわれています。コハクのモノを吸いつける力を「魔法の力」と考えざるを得なかったというところにターレスの苦悩を窺うことができます。



図 1: 琥珀（コハク）

この力が静電気の仕業であることが分かるのは、ず～と後の1600年代まで待たなければなりませんでした。

電気は英語でelectricityといいますが、この言葉はギリシャ語で琥珀を意味するelectronに由来します。この言葉は16世紀の英国の物理学者ギルバート（後出）によるもので、琥珀を磨くと静電気が発生して他のモノを引き付けることを発見したターレスの故事に基づき、「琥珀のようにものを引き付ける特性」という意味で命名したとされます。

2 静電気現象の発見

電気は物体を通して伝わる（電気伝導）ことの発見

電気は2種あり、同種は反発し、異種は引き合うという電気二流体説の登場

¹ターレス：古代ギリシアの数学者、哲学者、科学者（AC624年 -546年頃）。ターレスの定理「直径に対する円周角は、直角」は有名。

モノを吸い付ける”神秘的な力”は17世紀に入ってやっとその科学的な解明が急速に進展しました。琥珀をこするとモノを吸いつけるという現象の解明は2000年以上もの長い間放置されていました。1600年に全6巻の大著「磁石論」を著したギルバート²は、静電気の研究も行っています。彼は琥珀以外に硫黄やガラス、水晶、毛皮などでも同様の現象が起こることを見出し、この現象は一種なんらかの物質のようなものが摩擦によって物体内に宿るためだと考え、この不思議な物質に琥珀を語源とする電気 (electricity) という名前を付けました。

ギルバートが名付けた”電気”はまだ微弱なものでしたが、1663年、ドイツのゲーリック³は、もっと強い電気を作ろうといろいろ実験を試み、その結果、直径25cmの回転した硫黄球による摩擦起電機(乾いた手を回転している硫黄球に触れると電撃を感じる)を発明し、数千ボルトの電気の発生に成功したといわれています。彼は摩擦起電機を使って、電気にはモノをひきつける引力だけではなく、モノを退ける斥力もあることを発見しています。18世紀に入ると摩擦電気の研究は急速に進み、1727年、イギリスのグレイ



図2: W・ギルバート

イは、電気は物体を通じて伝わり、物質には”電気を逃がしやすい導体”と”電気を逃がさない絶縁体”があることを明らかにしました。導体は電気を逃しやすいので電気現象は現れないが、絶縁体では電気が逃げない(動かない)ので電気現象が現れると考え、ここに動かない電気ということで、”静”電気という概念が生まれました。

1734年、フランスのデュフェイは、電気は2種類の流体から成るという電気二流体説を唱えました。彼は、ガラスや毛皮などに発生する電気をガラス電気、一方、琥珀や密蝋などの樹脂に発生する電気を樹脂電気と名付けました。電気がモノを引き付け、斥ける現象に関しては、異種の電気を帯びた物体は互いに引き合い、同種の電気を帯びた物体は互いに反発し合うと考えました。

デュフェイの説を継承したイギリスのシンマーは、1759年、電気には重さがなく、物体の帯電現象は2種類の電気流体のいずれか一方の過剰により生じると説明しています。

3 ライデン瓶の発明

オランダ・ライデン大学のミュッセンブルーらによりライデン瓶が発明される(1745年)

アメリカのベンジャミンはライデン瓶を使い雷は電気であることを証明する(1752年)

静電気を貯めることができるライデン瓶の発明⁴により静電気の研究は大きく進歩し始めます。摩擦による帯電現象は時間とともに消失するので電気の研究には困難を伴いますが、1745

²ウィリアム・ギルバート：16世紀のイギリスの医師、物理学者(1544年-1603年)。医師としての仕事のかたわら、約20年にわたって磁石の研究を行い、その研究成果は「磁石論」に纏められている。

³オットー・フォン・ゲーリック：ドイツの科学者、発明家、マグデブルグ市長を務める(1602年-1686年)。発明した真空ポンプで2つの半球内を真空にし、それぞれに8頭の馬をつないで両方から引っ張らせても、2つの半球は離れなかったというマグデブルグの半球実験は有名。

⁴「ライデン瓶」の名称はオランダのライデン大学で発明されたことに由来する。

年、オランダのライデン大学のミュッセンブルークらによって静電気を一時的に蓄えることができるライデン瓶が発明されました。

ライデン瓶はガラス瓶の内側と外側に錫箔を貼り付け、瓶の蓋の中央から金属棒を内側の錫箔に触れるように差し込んだもので、金属棒を通じて瓶の内・外の錫箔に異種の電荷が貯まります。今風にいえば内箔・外箔を両極とするコンデンサーに相当しますね。電気が溜まったかどうかは瓶の内側と外側の箔を導線でつなぐとパチンと火花放電することで確かめられます。

人がライデン瓶に触れるとピリッと電撃（感電）が走るのも、その驚愕感からいろいろ興行的に使われたようです。Wikipedia-電信の歴史よれば、1746年フランスのジャン・アントワン・ノレーは200人以上の修道士を集め、円周約1マイル（1.6km）の輪を作り、それぞれに鉄線で繋いだライデン瓶電池から放電させ、全員がほぼ同時に電気ショックを感じたのを観察し、伝送速度が高速であることを確認した、とされています。

いずれにしても、ライデン瓶の発明により、いつでも電気が取りだせるようになり、静電気の研究は大きく進歩していきます。

避雷針で有名なアメリカのフランクリン⁵は、ライデン瓶を使ったいろいろな実験をする中で、先端の尖ったものを近づけると遠距離でも火花が飛ぶ（放電する）ことに気づきました。このことから、ライデン瓶で発生する火花は小さな雷ではないか、つまり雷は電気現象ではないかと考え、彼はこれを証明するべく、1752年に金属棒を凧につけて雷雨の中に飛ばす有名な凧の実験を行っています。凧糸の終端に鍵状の金属をライデン瓶につないで凧に落雷した雷の電気を溜めて自ら電撃を体験し、これがガラスなどをこすってできる電気と同じ作用があることを検証しました。



図 3: ライデン瓶



図 4: 凧揚げの実験

3.1 正電気と負電気の発見

雷が電気であることを検証したフランクリンは、ライデン瓶から放たれる火花は電気という重さのない流体の流れであると考え、1750年に電気流体説を提唱しました。彼はデュフェイによって提唱された「電気二流体説」に異を唱え、電気は一種類しかなく、あらゆる物体はそれぞれの持ち分だけ電気流体を含んでおり、中性の物体には電気流体が過不足なく存在するが、摩擦して電気流体が過剰になった物体は正（+）に、電気流体が流出して不足になった物体は負（-）に帯電するという「電気一流体説」を提唱しました。たとえば、絹布で摩擦したガラスは、絹布から電気流体が流れ込んできてガ

⁵ベンジャミン・フランクリン：アメリカ合衆国の政治家、外交官、著述家、物理学者、気象学者（1705年-1790年）。米100ドル紙幣に肖像が描かれている。

ラスは正 (+) に、絹布はマイナス (-) に帯電するという調子ですね。そして、デュフェイが2種類の電気として区別したガラス電気、樹脂電気をフランクリンはそれぞれ正電気、負電気と命名しました。今日、電子の電荷が負と定義されているのはこのフランクリンの命名に端を発しています。

ところで、フランクリンの説やデュフェイの説を現代の視点から見るとどうなるでしょうか。現代物理では、電気の根源は負電荷をもつ電子と陽電荷をもつ陽子であるとされています。物質は極微な原子から構成され、原子は電子や陽電子などから構成されているので、物質は圧倒的な数の電子や陽電子を持っています。そして、電子や陽電子を同数持っていれば電氣的に中性な物質で、仮に陽子の方が多ければ正に、電子の方が多ければ負に帯電した物質ということになります。ということで、電気二流体説も電気一流体説も、現代の視点から見ればそれぞれポイントを突いているようにも思えますが、どちらの説も電気自体を”電気の流体”ととらえている点で根本的な考え違いをしていることとなります。というのは、負電荷をもつ電子は、電子という物質は”電気流体が不足”して負に帯電しているのではなく、もともと電子自体が負電荷をもっているということです。正電荷をもつ陽子も同様で、陽子という物質は”電気流体が過剰”になっているから正に帯電しているのではないわけです。つまり、電気流体というモノは存在せず、それは電気の根源ではないということです。

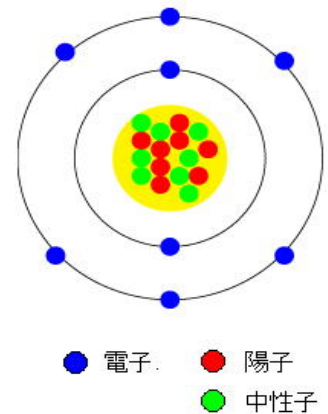


図 5: 原子の構造

4 ボルトの語源

ガルヴァーニ は、電気は生体が発するもので、これを「動物電気」と名付けた

ボルタ はガルバーニ説の間違いを実証するためにボルタ電池を発明した

19世紀初頭のボルタ電池の発明により、摩擦電気などの静電気研究からいよいよ動電気の研究の時代へとその幕が切って落されま
す。ボルタ電池の発明により電気の研究は”静電気”から”動電気”
へ18世紀までは静電気が電気の研究の主流でした。

静電気時代のフィナーレを飾るのは1785年にフランスのクーロン⁶によって発見されたクーロンの法則です。彼は独自に工夫したねじり秤を用いて帯電した物体間に働く力を測定し、引力や斥力など電気力の逆2乗則を見だし、また、磁気についても同様の法則が成り立つことを明らかにしています。ちなみに電荷（電気量）の単位クーロンは彼の名からきています。

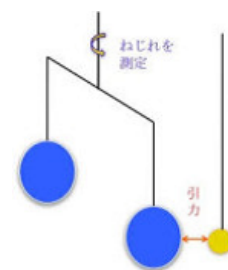


図 6: ねじり天秤

⁶シャルル-オーギュスタン・ド・クーロン：フランスの物理学者・土木技術者（1736-1806年8月23日）

さて、動電気時代の幕開けとなったのはガルバーニ⁷のカエルの足の実験といわれています。1780年、イタリアの解剖学者ガルバーニは解剖中のカエルの足の筋肉にメスが触れると、電気を流していないのに筋肉がピクッと痙攣することに気づきました。足の筋肉にライデン瓶で電気ショックを与えたわけではありません。彼はこの現象に対して研究を重ね、1791年に「筋肉の運動における電気力に関する論考」を出版し、カエルの足の痙攣は、カエルの神経自体に宿っている電気によるもので、カエルの足が痙攣したのは、ライデン瓶を触った時に電気ショックを感じることに同じ現象であるとの説を唱え、この電気を動物電気と呼びました。

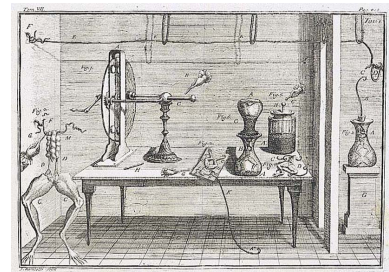


図 7: 蛙の足の実験

これに対して、イタリアのボルタ⁸はガルバーニの説に疑問を持ち、いろいろな実験を繰り返した結果、電気がもともとカエルの筋肉に宿っているのではなく、カエルの足を通して二種類の異なった金属を触れ合わせるにより発生することを突き止め、1800年に亜鉛板と銀板の2種類の異なる金属を使ったボルタ電池を発明しました。ボルタ電池の発明により、それまで瞬間的な摩擦電気しか得られなかった状況から一転して連続的な電気が得られるようになり、電気の研究は静電気から動電気へと急速に発展していくこととなります。今日、電圧の単位としてV(ボルト)が使われますが、これはボルタの功績を称えて彼の名からとられています。

5 アンペールによる数学理論

1820年、電流の磁気作用の発見により電気と磁気の関係性の研究が活発化

電流と磁気の数学的関係式がビオ・サバル、アンペールによって導出される

エルステッド⁹の電流の磁気作用の発見により、それまで別の現象と考えられていた電気と磁気の関係の研究が急速に進展します。

1820年、デンマークのエルステッドは、導線をボルタ電池につなぐと、その瞬間たまたま導線近くに置いてあった磁針が振れることを発見しました。それまでは、電気と磁気現象はまったく別の現象と考えられていましたが、エルステッドの発見は電流の磁気作用を見つけた最初の発見といわれています。



図 8: 電流の磁気作用の実験

⁷ルイージ・ガルヴァーニ：イタリアの医師、物理学者（1737年 - 1798年）。

⁸アレックスサンドロ・ジュゼッペ・アントニオ・アナスタージオ・ヴォルタ：イタリア物理学者（1745年 - 1827年）。

⁹ハンス・クリスティアン・エルステッド：デンマークの物理学者、化学者（1777年 - 1851年）。