

「エジソンの逃した発明」

横河電機
松本栄寿

エジソンが一本の金属棒を、フィラメントと離して白熱電球の中に入れていたとき、彼は真空の中から電気の流れを取り出すことができた。これはエジソン効果の発見と言うより、電子の無限とも言える可能性を引き出したのである。電話、ラジオ、蓄音機、レーダー、テレビなどを作り出す大きな一歩であった。中のフィラメントが無限の自由電子の供給したのだが、あまりにも時代に先駆けていたのだろうか。エジソンは今日のエレクトロニクスにつながる、アクティブ素子真空管とそれに無線通信の発明を逃した¹⁾。

発明はどうして

20世紀は電気の世紀と言われる。毎日の快適な生活は19世紀から20世紀にかけての発明・発見、電気の実用化のおかげといえよう。その中にはエジソンの素晴らしい発明がある。白熱電球、蓄音機、活動写真(映画)などであった。今では

あって当たり前の存在なのだが当時は奇想天外なものであった。

発明には2種類ある。それまでの製品に何らかの改良を施したものの、それと発明当時はオモチャと評価されるだけで、とうてい売り物にもならないし、使いどころもないと思われるものである。使い方は後から追いかける。よく「必要は発明の母」と言うが、この時は「発明は必要の母」である。

エジソンの蓄音機ができてから具体的に何に使うか、使い方を生み出すマーケティングが改めて必要となった。秘書に口述記録させたり、人々の遺言として最後の言葉をのこす道具などがまず考えられた用途であった。ジャズや交響曲を録音して人々がその環境にひたるなど思いも浮かばなかった。ウォークマンだって直ぐには受け入れられなかった。

初めからやる価値のないと思われたこと、失敗することがわかっていることに挑戦して、その結果、大発明、大発見となったこともある。1901年の12月、イギリスとニューファンドランドの間で、マルコーニが大西洋横断の無線電信に成功した。海底電線なしに大陸間の通信が可能となった。彼がこの快挙を行ったときは電離層の存在がまだ知られていなかったから、科学のオーソリティは例外なくそんな試みは不成功に終わると予言したという。当時の科学理論によれば、電波は直進するので、球形の地球上の遠くはなれた二点間を結ぶことは説明できなかった。事実成功した後も、英国電気学会の会長がそれを認めなかったようである。

あるいは実験中に本来の目的でない現象に気づいたとき、それに着目して新しい発見をすることもあるが、気を配らず深く追求せずに見過ごしたために大発見、大発明を逃したものがある。いや

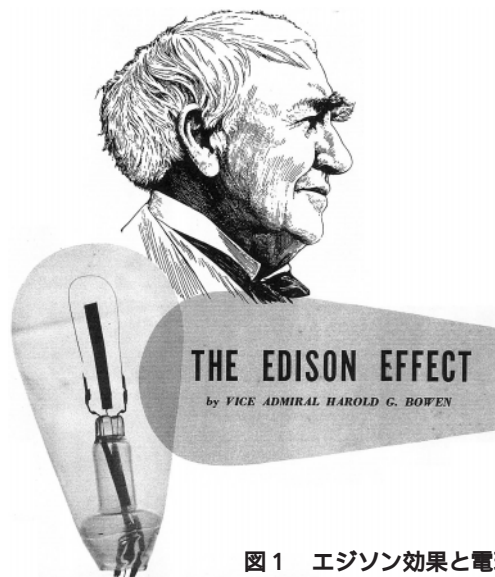


図1 エジソン効果と電球

ノーベル賞級の発明発見にはそのようなチャンスが多い。最初のノーベル物理学賞受賞者レントゲンのX線発見も偶然に見つけたことがキッカケであった。

エジソンと真空

19世紀後半にはアーク灯にかわる照明、白熱電球の実現をめぐるアメリカでもイギリスでも多くの発明家が競いあっていた。アーク灯は眩しすぎて室内の照明にはむかないこと、それに放電電極が摩耗するし複雑な制御機構が必要であった。人々はより扱いやすく目にやさしい光を求めたのである。エジソンが白熱電球に成功したのは、真空を追求したことと、長持ちするフィラメントを造ったことにあった。京都八幡の真竹をフィラメントに採用したエジソンは華々しい成功を収めた。だが、フィラメントは健在なのに、電球のガラスの内側がしだいに黒ずんで、暗くなってくる現象に悩んでいた。

1880年頃のことである。エジソンは黒化現象の原因を調べようとして、カーボン・フィラメントとは別に1本の金属棒を中に入れた。中の状態を知ろうとしたのである。ところがその針金とフィラメントを外側で電線で結んでガルバノメータを間にいれると、ガルバノメータが動く、つまり電流が流れるのに気づいた。さらに金属棒を板にしたり、その位置を変えたりしてみて状態をさぐった。当時の理論家は電流が真空を流れることはないと言い切った。エジソンの実験は信頼できないと批判したのである。

エジソンは真空中を流れる電流はフィラメントの温度や、電球の明るさに比例するとして、明るさに応じた指示計、発電機の制御装置として特許を申請している²⁾。しかしうまく動作しなかった。のち1885年、英国人プリースがエジソンの実験に関心をもち、エジソン効果と名付けた³⁾。さらに詳細に実験をくり返し、フィラメントのプラス側に金属棒をつないだときに電流がながれ、マイナスにつないだときには流れないことなどを確認している。この実験が後にフレミングの発想に結びついていく。いくら真空中でも熱電子が移動することを発見したのはJ.J.トムソン、1897年である。理論は遅れてやってくると言ってしまえばそ

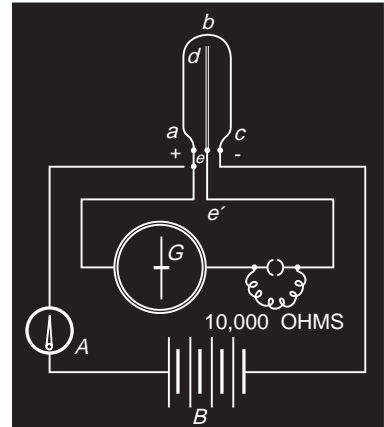


図2
エジソン効果
の実験

れまでであるが。

一時、英国エジソン社の技術顧問をつとめたフレミングが、無線受信器のコヒーラの不具合に悩んだとき、ふとエジソン効果を思いだしその効果から2極管を造りだした。エジソンが電球にいた金属板を円筒状にして、フィラメントの周りを囲んだのである。1904年のことである。フレミングはロンドン大学の教授で、当時はマルコーニ社の顧問であり、エジソン社と双方の事情に詳しくあった。現代にのこるフレミングの右手・左手の法則は有名である。当時、実験に使われた計測器は何だろうか、ガルバノメータ、それにせいぜい初歩的なエアトン型の電流計であった。

エジソンと無線

エジソンはワイヤレス電信器の実験をしている。電波方式でない無線通信法に静電誘導法、電磁誘導法、導電法があると言われている。エジソンの方式は静電誘導といわれている。1885年の特許465971には、空間電極アンテナが描かれている。エジソンは1875年頃から、実験中に離れたところにある電極にスパークがとぶ現象に気づいていた。これにヒントを得た方法を実験して、電気通信の特許を申請した。ヘルツが1888年に電磁波を実証する3年前のことである。彼はとくに水面を隔てた、船舶間、船舶と陸上との通信に有効であるとした。地球の湾曲を避けて、途中の吸収物、家屋、樹木、妨害物の影響を受けないようにできるだけ電極アンテナ部を高くする必要があると述べている⁴⁾。

誘導コイルの二次側は高く置いた電極導体に他

端はアースにつないだ。受信側は導体とダイダイヤフラム型のサウンダーをつなぎ、電話型の受信器に接続してた。また、上部に導電フィルムを貼った気球を空中にあげて中継する方法まで考えていた。1886年には走行中の列車から乗客がメッセージを送れる装置を、ペンシルベニア州の鉄道で実験した。通信はある程度成功して空間電信と呼んだ。奇妙なことに往路は通信できても、反対方向の復路ではうまく行かなかった⁵⁾。だが、エジソンはそれ以上無線を追求しなかった。

後日、エジソンは空間電極特許を後にマルコーニに譲っている。マルコーニはこの特許を自分で使うつもりはなかったが、第三者にわたってそれが障害になることを恐れたからといわれている。エジソンもマルコーニも理論家ではなく、むしろ直感にたよる技術者であってお互いに相手を高く評価していた。

しかし、いま考えると当時は、電波を出すにも検出する方法も火花放電しかなかった。ヘルツの実験もそうであった。現代のように増幅素子、検出素子があって微弱な信号を増幅や検出できる方法がなく、人間の感覚器官では代用できないから通信の開発には大変な困難があったのも無理はない。微弱な信号を感じるモノがあればもっと速く無線通信は日の目をみていたかも知れない。

エジソンの残したモノ

エジソンはエジソン効果を自分で解決できなかったし、その応用にも手が届かなかったが、残した功績はなんだろうか。エジソン効果に多くの人の

T. A. EDISON.
ELECTRICAL INDICATOR.
No. 307,031. Patented Oct. 21, 1884.

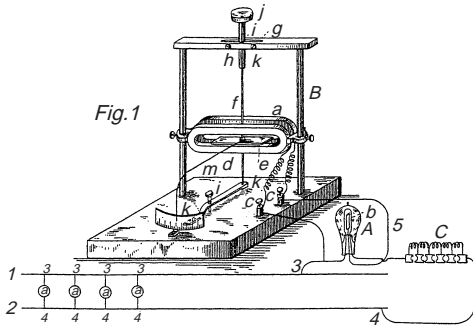


図3 エジソンの指示計(明るさを知る)
米国特許307,031

物の関心を引きつけたことだろう。エジソンは自分のPRにも熱心であったので、エジソン効果の現象を見つけたときにも1884年のフィラデルフィア電気博覧会で披露している。その場を訪れた英国人プリースはじめ多くの学者の関心を引きつけたのも事実もある。

1884年当時は、米国内の最長の電話線でもボストン・ニューヨーク間380キロにすぎなかった。交流変圧器はまだ発明されていなかった。マルコーニは10歳の少年で、電気の国際単位も明確でなかった。原子がもっとも小さい粒子であって、目にも見えないその構造は知られていなかった。電気の理論が発達するのはこれからであった。このころから電力産業は急速に発展し、しばしば博覧会で電気が大きなテーマとなった。エジソンの近くに研究所をもっていたエドワード・ウエストンは、ダイナモ、白熱電球などを開発していてエジソンの競争相手であったが、やがて電気計器の専門企業をおこし成功する。ニュージャージー州はエジソン、ウエストン、電話のベル、とそれぞれ電気の先端技術を競う人々の活躍する地域であった。ニュージャージーは、ニューヨーク市からハドソン湾を渡った対岸に位置し、いまでもATTのアーカイブスや研究機関がある。

技術の発明・発見を眺めてみると、アイデアだけでは駄目である。そのアイデアを実現する素材・材料の進歩が必要になることが分かる。1858年大西洋海底電信が失敗したとき、原因を追及し

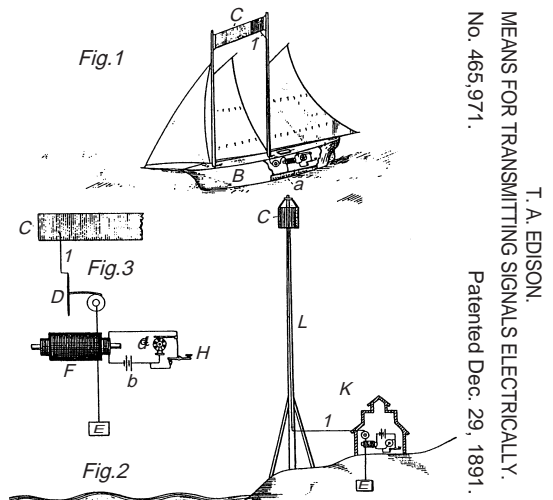


図4 エジソンの無線、米国特許465,971

MEANS FOR TRANSMITTING SIGNALS ELECTRICALLY.
No. 465,971.
T. A. EDISON.
Patented Dec. 29, 1891.

ていくと、電線の仕様がはっきりしなかったこと、抵抗の標準もなかったことが明らかになった。電線素材の銅の純度も問題となったし、電線の電気伝導度にはどんな不純物が影響するののかも不明であった。ウエストンが精密電気計器をつくり、シャント抵抗を造るときもマンガン素材がキーであった。

エジソンの電球では、真空度をどこまで上げるか、最初10万分の1の真空度では望みの寿命が達成できず、100万分1の真空度を達成して長寿命電球が完成した。しかしカーボンフィラメントの素材を求めて世界中を探し求めた。その結果選ばれたのが京都八幡の竹で、タングステンに置き換わるまで使われた。フレミングの2極管、それに続くドフォレストの3極管でも内部の真空度が決め手になる。むしろ初め、オーディオン時代は内部にガスがあるほうが良いとされていた。しかし、電力を扱える真空管にはさらに白熱電球よりも高真空が必要であることが分かった。純度への追求は現代でもつづいている。半導体、ICの素材シリコンには、小数点以下9が10個も並ぶケタ違いの純度が求められてきた。それを達成したときに、初めて発明が実現できることは歴史が物語っている。

このような歴史をたどるにはどのような手段があるだろうか。エジソンの場合は、第6回でふれたウエストオレンジのエジソン国立記念館である。ここは、エジソンが40歳の時に建てた研究工場跡である。2度目の妻ミナをむかえた住まいグレンモント・ハウスもすぐ近くに建っている。現在はモノが40万点、それにアーカイブスには500万ページの文書が残されている。エジソン個人と企業の通信文、研究ノート・特許などがあって、エジソン直筆の設計ノートをのぞき見ることもできる。これらの史料は貴重である反面、あまりにも膨大であったために、死後50年以上も放置されたままであった。それらをまとめようと、1978年に「エジソン ペーパープロジェクト」が発足した。

全体は3種の媒体として発行される。

(1) 通信文、ノート、特許などから30万ページをマイクロフィルムに撮影する。

(2) 500万頁の資料のなかから、15～20冊を



図5
エジソンの設計
ノート(エジソン
記念館蔵)

研究者対象の書籍(The Paper of Thomas Edison)としてまとめる。現在まで4冊がジョンズホプキンス大学から発行されている。

(3) 一般人を対象に図解本、スライドなどを発行する。

計画者によれば、エジソンについて書かれた著作は非常に多いが、エジソンの文書を細かに調査した結果に基づく研究はなかった。このプロジェクトからはエジソンの研究者や技術史研究者にとって、はかり知れない資料が得られるとともに、アメリカの電気工業成立史の実像が明らかになると期待されている。

プロジェクトはスミソニアン協会、国立公園局、ニュージャージー歴史委員会、ラトガース大学のもとで、作業は21世紀まで持ち込まれ現在もつづいている。

<参 考 文 献>

- 1) Harold G. Bowen, "The Edison Effect", The Thomas Alva Edison Foundation, Inc.9/14(1951)
- 2) 米国特許307031(1884/10/21, 1883/11/15申請)電気指示計
- 3) William Henry Preece, "Glow-Lamps raised to High Incandescence", Proceedings of Royal Society, 219/230, (Mar.26, 1885)
- 4) 米国特許465,971(1891/12/29, 1885/5/23申請)電氣的信号電送法
- 5) Francis Jehl, "Menlo Park Reminiscences", Edison Institute, 89/93, (1990)