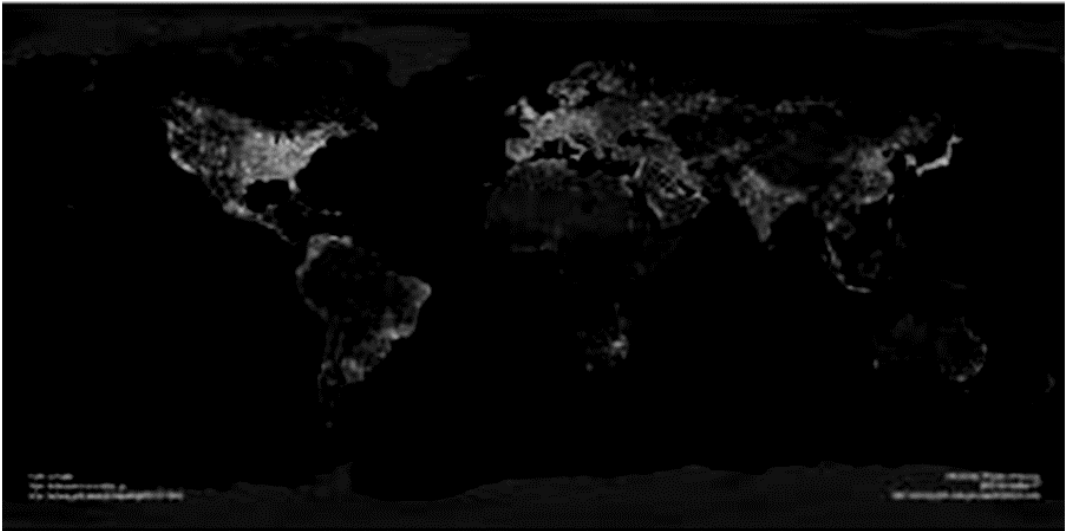


# 地球の夜の姿

しょうめいものがたり  
照明物語



境界工学研究会

BEI

科学お遊び研究会

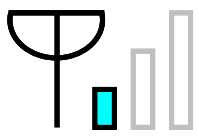
## ● 難易度

この説明書には、科学、理科に関する、いろいろな解説が書かれています。内容によっては、簡単なものから、大学生レベルの非常に高度な内容の物も含まれています。内容に合わせて、下記のアンテナマークが付けられています。これは、書かれている内容の難しさを示しています。難しい部分は飛ばして読んで構いません。自分が判るところを読んでください。

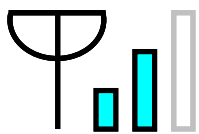
### 【アンテナマークの説明】



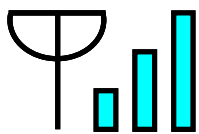
レベル0: 説明書きです  
みんな読んでね！  
難しさ「0」。だれでも判るレベル。



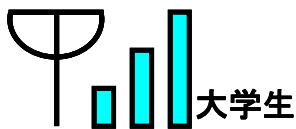
レベル1: 小学校レベル  
小学校の教科書で習う範囲の内容です。  
解説より実験の現象をしっかりと観察しよう！



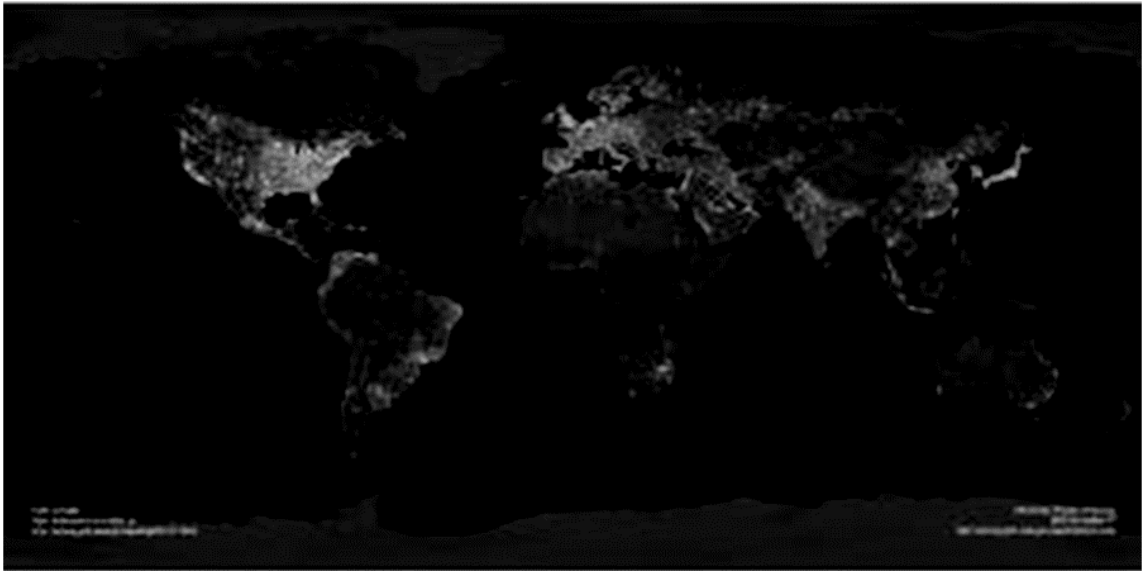
レベル2: 中学生レベル  
中学校の教科書で習う範囲の内容です。  
小学生には、少し難しいかも。判るところは理解しよう！



レベル3: 高校生レベル  
高校で習う内容です。数式が出てきているので嫌だな！  
数式は、飛ばして読んでも構いません！  
おにいさん、おねえさんは判るかな。



レベル4: 大学レベル以上  
「理解できた。私は天才だ。」と自分を褒めよう。  
お父さん、お母さんは判らないぞ。  
教えてあげよう！



せかい  
世界



にほん ちか  
日本の近く

ていきょう  
提供: NASA

● 照明の種類

電気屋さんやホームセンターにいろいろな種類の電球が並んでいるよね。この種類の違いはわかるかな。

「????????????????」

じゃあ、電球を買う時はどうしてるの？

「簡単だよ。つかなくなった電球を持って行って、同じものを買ってる。」

なるほど。一番賢い買い方だ。でも、ここで電球の種類を説明しておこう。

「はくねつでんきゅう」  
[白熱電球]

白熱電球とは、フィラメントを熱くして、熱により光を出している電球だ。下にいろいろな種類の白熱電球があるが、より明るく、より長寿命に工夫されてきたものだ。クリプトン、ハロゲンは電球の中に入っている気体の種類のことだ。より小さく、より明るい白熱電球だ。ハロゲン電球は電圧が低くても使えるため自動車のヘッドライトにも使われている。デフ形電球は、その形の名前で、後ろに反射板があり先端が平らな電球の形のことだ。白熱電球は、電気をたくさん使う(効率が悪い)ため生産を廃止する方向である。



いっばんしやうめいようでんきゅう  
一般照明用電球  
クリア 白色塗装



ボール電球



クリプトン電球  
ミニ



デフ形電球



ハロゲン電球



ハロゲン電球

「けいこうかん」  
[蛍光管]

おなじみの蛍光管だ。紫外線を出して蛍光で明かりを取り出すものだ。ガラスの内側の白い部分が蛍光材だ。蛍光管には、下の4種類がある。形状と取り付け方が違うだけだ。直感型には、2種類の方式がある。それぞれ、照明器具に合ったものを選んでもらいたい。



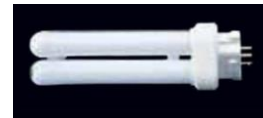
ちよくかんがた  
直管型



サークル型



でんきゅうがた  
電球型



がたけいこうかん  
コンパクト形蛍光管

[HIDランプ]

高輝度放電ランプの意味で、蛍光灯と同じように放電現象を利用した電球である。ただし、蛍光は使用していない。電球の中に入れる気体を工夫することで、紫外線ではなく目に見える光を直接取り出している。非常に明るいのが特長だ。一般家庭では、使われることはない。



水銀ランプ

HIDランプの使用例



メタルハライドランプ



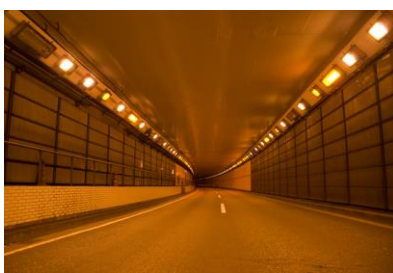
高圧ナトリウムランプ



東京ドーム  
(メタルハライドランプ)



成田空港  
(高圧ナトリウムランプ、  
メタルハライドランプ)



国道20号 新宿御苑トンネル  
(高圧ナトリウムランプ)

[LED電球]

半導体である発光ダイオードで光を取り出した電球である。最初は、右の2つの写真のように、光を直接見る用途に使われていた。最近では1番左の写真のように室内照明用の電球が実用化されてきている。小型、省エネ、長寿命が特長で今後の照明の主流となると思われる。



電球型LED



交通信号灯機  
(テイク電子開発参画)



屋外用大型テレビ  
(テイク電子開発参画)

[照明器具との接続]

電球は、照明器具に取り付けて使用される。取り付け部分が、照明器具と電球とで合わないと取り付けることができない。この取り付け部分を「金口」と呼んでいる。それぞれの金口には、形を示す記号と大きさを示す数字が書かれている。一般的な電球のねじ込みタイプの金口は「E26」というものだ。電球の小型化に伴って「E17」というタイプも増えてきている。E26からE17へ変換するアダプタが市販されている。



## ● 照明の上手な使い方

いろいろな光源があることを説明してきた。では、これらの光源をどのように使い分けたいの  
 のだろうか。いろいろな光源があるから迷うところだよ。光源をうまく使い分けることで、光源の  
 寿命も延びるし電気代も安くなる。照明は、上手に使う。

家庭で使う光源は、主に白熱灯、蛍光灯、LED電球の3つだ。

白熱灯は、ムードのある色合いが特長で、入り切りの反応が早い反面、消費電力が大きい。

蛍光灯は、明るくて省エネ長寿命、しかし点けてから明るくなるまで時間がかかる。

LED電球は、また明るさが十分でないが、超省エネ、超長寿命、入り切りの反応が早い。

### [目的に合わせる]

・玄関、トイレ、風呂場など短時間で照明を使うところ

白熱灯または(LED電球)をお勧めする。蛍光灯は、点けたり消したりを頻りに繰り返すと  
 寿命が短くなる。風呂場は水や水蒸気がかかるため、防水タイプの照明器具とすること。

・居間、キッチン、ダイニングなど常時照明を使うところ

長時間の連続点灯になる。蛍光灯または(LED電球)をお勧めする。蛍光灯は紫外線を出  
 しているの、虫がよってくる。このため、防虫タイプの電気器具を使用すると良い。また、  
 食事の時などは電球色の光源と組み合わせると風囲気を演出することができる。

・屋外照明

長時間の連続点等になる。このため、白熱灯または(LED電球)をお勧めする。蛍光灯は  
 防虫タイプの電気器具を使用すると良い。また、雨が降ることは避けられないので、防水タ  
 イプの照明器具とすること。特に、連続、点灯の必要がないのが無い場合には、白熱灯また  
 は、(LED電球)を使用し、人感センサを取り付けると良い。このようにすると、人が近づいてき  
 たときに自動的に明かりが点いて、時間がたつと自動的に消えるようになる。これには、夜間  
 の防犯の効果が期待できる。

### [電気代と寿命を延ばすコツ]

- ・ 使っていない照明は小まめに消す。
- ・ 蛍光灯または(LED電球)を使う。
- ・ 蛍光灯は、両端が黒くなってきたら交換する。
- ・ 小まめに、光源のほこりを拭きとる。
- ・ 蛍光灯器具は、インバータータイプのものを使う。

アメリカでは、白熱灯の消費電力が大きいので省エネの点から製造を禁止とした。日本のメー  
 カーでも、製造中止の方向にある。一方、LED電球は上記では( )としたがこれは現状まだ明るさが  
 十分でないためである。2012年頃には十分な明るさの LED電球が出来ると推定される。今後  
 の光源は、LED電球が主流となることは間違いない。LED電球の取り付け部の金口は E26 また  
 は、E17 が主流になると推定される。今後は、E26 または、E17 のある照明器具をお勧めする。

### [廃棄]

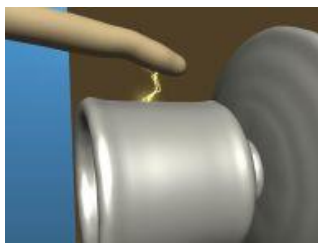
蛍光灯には、微量ではあるが水銀が含まれている。水銀は人体に有害である。割らずに決め  
 られたところへ廃棄すること。

●稲妻が連続して光ったらどうなる

「怖いこと言わないでよ。雷が一回なるだけでも怖いのに連続してなんて考えただけでもゾットするよ。」

ハッハッハッハッ。ごめん、ごめん。実際にはそのようなことは起こらないから安心して！稲妻は、雷の時に光る現象のことだ。雷は雲の中に溜まった十と一の電気が中和しようとして一の電気が空気中を移動するときに発生する。だから、溜まった電気がなくなると、稲妻が発生しなくなる。連続して稲妻が発生し続けることはない。安心していいよ。

雷は自然現象だ。でも、似たような現象を人間が作り出すことができる。この場合には稲妻と呼ばないで「放電」と呼んでいる。放電とは気体の中を電子流が流れることだ。放電は身近でも見ることができる。例えば、冬に暗い所でセーターを脱ぐ時パチパチと火花放電が見える。火花だよ、花火じゃないよ。また、冬に扉のノブや降りた車に触ろうとした時にパチッと痛みを感じることもある。このときよく見てみると、扉のノブや車と手の間に火花放電が見えるはずだ。右の写真は、扉のノブと指との間に発生している火花放電だ。どちらも体に溜まった電気が、中和しようとして空気中に電子流が流れて光って見えているものである。雷と同じ現象で、溜まった電気がなくなると放電はしなくなる。連続しては起こらない現象なんだ。



溜まった電気では、火花放電しか起こらない。放電にはいろいろな種類があり火花放電はそのうちの一つである。火花放電の後に続けて電子流を気体中に人工的に流してやると「アーク放電」と呼ばれる放電現象が見られる。アーク灯の名前の由来は、このアーク放電に由来する。

- 火花放電とアーク放電が出てきたので、これらの応用例を挙げておこう。
- 火花放電の応用 火花放電は、悪いばかりではなく人の役に立つ応用がされている。
  - ガスで火をつけるときの火花。
  - ガソリンエンジンでのスパークプラグ(火花放電をさせるもので燃料に火をつける)。



エンジンの点火プラグ プラグの先端 火花放電した状態

- 【アーク放電の応用】
- 金属と金属をくっつけるための溶接(アーク溶接)
  - 鉄などの金属を生産するための設備(アーク炉)



アーク溶接



アーク炉 (鉄を溶かしている)

●ガス(空気中等)に電子流を流すと光が発生する  
 気体が、どのような状態になっているか考えてみよう。

物質は、個体、液体、気体になることはいいね。  
 個体とは、物質がぎっしり詰まったかたまりのことを言っている。

「水で言うと氷でしょう。」

液体は、すくったり、形を変えたりできるけれどもかたまりではないもの。

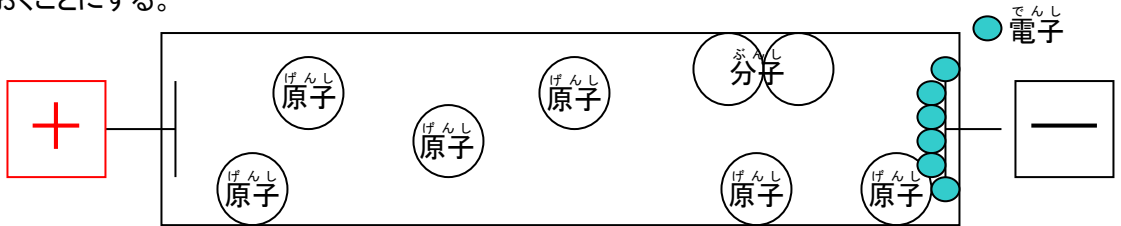
「水で言うと水だね。変な言い方！」

気体は、有るのか無いのかわからなくて形の決まっていないものだ。

「水で言うと水蒸気だね。」

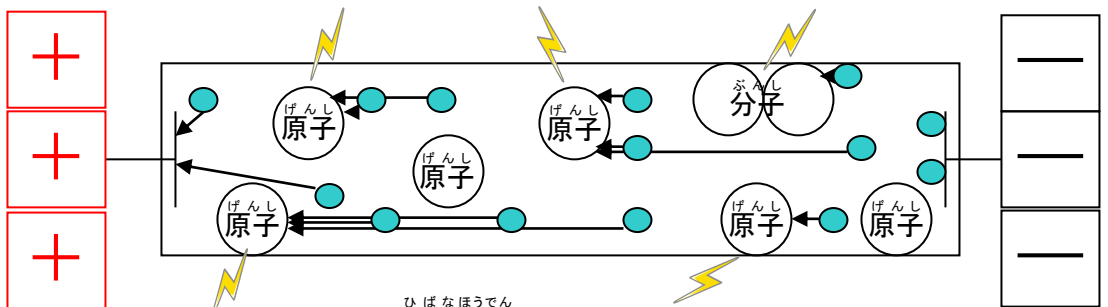
気体には、色のついているものや、匂いのあるものがある。これだと有るかどうかが判るね。色や匂いがあるものは判りやすい気体だ。空気は、残念ながら色も匂いもしない。

物質は、原子や分子からできているが、気体の場合これらが空間を自由に飛び回れる。そして、気体に含まれている原子や分子は、電気として中性の性質を持ったものが多い。下の図は、気体を容器に入れた様子をモデル的に描いたものだ。容器は何でもいいがガラスとしよう。中がよく見えるような気がするからね。ガラスの両側には、電気を加えるための十と一の金属を入れておくことにする。



この状態では、原子や分子が電氣的に中性の状態です。ガラスの中を自由に飛び回っている。上の図はその一瞬を捉えたと考えよう。一側の金属には、電子がたくさんあるが空気中には飛び出せない。なにせ引く張ってくれる+側の金属がはるか向うにあるからね。これでは十と一の金属に電圧をかけても電子は動かない(流れない)。

ここに、一瞬高い電圧をかける。すると一側の金属にたくさんあった一の電子が+側に一斉に動き出す。電子が気体中に飛び出すと+側に向けてどんどんスピードを上げる。そして、気体中を飛んでいる原子や分子にぶつかる。この時に、原子や分子から光が出る。これが火花放電だ。電子が、原子や分子にぶつかる時のスピードはまちまちである。

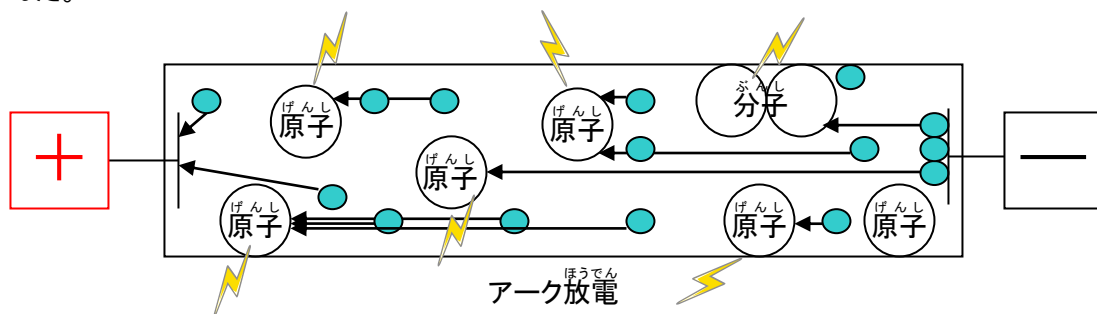


一旦、火花放電が起こると気体中を電子が+側に向かって動くようになる。すると、電圧を下

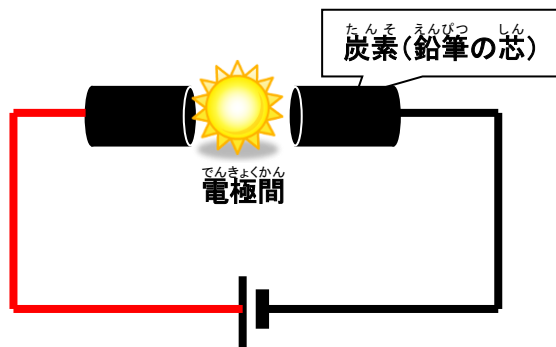


げても電子が空气中に飛び出しプラス側に向かって動き続けるようになる。このような状態になったものをアーク放電と呼んでいる。アーク放電でも電子が空気中の原子や分子とぶつかるため、このときに光を放する。

アーク放電では、気体中を電子が移動し、空気中の原子や分子に衝突したとき光を放つ現象なんだ。



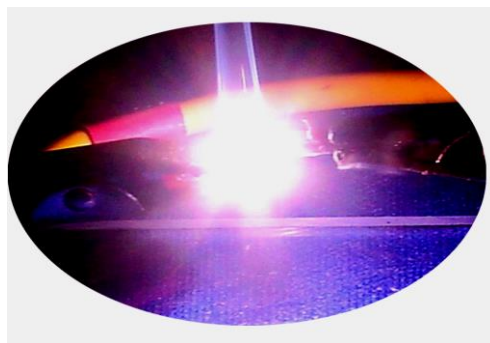
火花放電やアーク放電は、約4,000°Cの非常に高い温度になる。このため、火花放電やアーク放電に接するものは熱に耐えられるものでくはない。上の図では、+と-に金属を置いたが、この金属が高温で溶けてしまったら、火花放電やアーク放電は止まってしまう。アーク灯では、高温に耐えられる炭素を用いる。炭素は金属ではないが、溶ける温度が約3,550°Cと高い。



金属の溶ける温度は、鉄で1,535°C、銅で1,085°C、銀で1,235度、金で1,065度、タングステンで3,422°Cである。

1気圧の空气中に、アーク放電を発生させると右の写真のようにオレンジ色がかった白色の光を放つ。

光の色は、気体の種類や圧力により異なる。このため、光の用途により気体の種類や圧力を変えることにより、光の明るさや色を変えることができる。



●日本に最初にアーケドを点灯させたのはだれ?



江戸時代の鎖国の時代から、明治時代になり日本が開国された。このため、外国との連絡のため東京・銀座木挽町に中央電信局が開設された。

1878(明治11)年の3月25日午後6時から、中央電信局の開設を祝う祝賀会が工部大学校(現:東京大学工学部)の講堂で行われることになった。

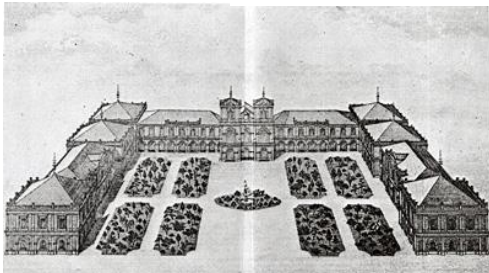
当時、工部大学校の校長であった伊藤博文の指示で、イギリス人技師ウ・アトンを招き、工部大学校の学生を助手にして50個のアーケドを点灯させた。これが日本初の電気照明の点灯である。

これに由来し、3月25日は、電気の日とされている。

この時、助手となった志田林三郎は、後に工部大学校の初代電気工学科の教授、日本初の工学博士となった。志田林三郎は、当時、逓信省大臣だった榎本武揚を会長として、自らを幹事として電気学会を設立した。

同じく助手だった藤岡助一は、アーケドの後アメリカに行き、エジソンを訪れた。ちょうどエジソンが電球を発明した後だ。藤岡助一は、エジソンの電球を輸入した。

エジソンは、藤岡助一に「輸入せずに国産でつくれ。」と言ったそうだ。それから9年後、藤岡助一は電球の国産化(日本で作ること)に成功した。



工部大学校の外観



東京大学総合研究博物館 The University Museum, The University of Tokyo

工部大学校の講堂内部



志田林三郎



旧千円札(肖像は伊藤博文)

●日本初の実用電気照明はなに？

日本で最初の屋外照明には何だかわかるかな？

「今は、アーケル灯をしているんだから、アーケル灯じゃないの。」

そんなことはないよ。江戸時代も、もっと古い戦国時代も夜道を歩くことはあったでしょう。真つ暗な中では歩けないじゃない。答えてくれたとおり、日本で最初の屋外電気照明は「アーケル灯」だ。それ以前は、電気でない照明が使われていた。順番に話をしていこう。

一番最初の明かりは想像できるよね。

「焚き火かな？」

その通り。今でも電気のないところは焚き火を明かりにしている。焚き火があれば、夜歩く時の道具が作れるね。「たいまつ」だ。

次が、ロウソクである。ロウソクは、ミツバチの蜜から作られる。西洋の教会では、儀式にロウソクが欠かせない。教会の裏手には、ミツバチが飼われていたと伝えられている。

次が油だ。油といっても今の石油ではない。植物などから取った油だ。「菜種油」などが有名だよ。その他、鯨から取った「鯨油」も使われた。

油もロウソクも高くて庶民はなかなか買えなかった。

明治時代に入ると、ガスが使われた。「ガス灯」の登場である。ガス灯は、東京の銀座で街頭として登場した。

そして、ガス灯に代わるものとしてアーケル灯が登場した。やはり東京の銀座で街頭として登場した。このため、残念ながらガス灯は銀座の街頭からはなくなってしまった。



アーケル灯(例)



アーケル灯  
記念切手



銀座のアーケル灯記念碑  
(銀座二丁目)



記念モニュメント  
(銀座二丁目)



## ●アーケド灯の変わり者(応用)

アーケド灯は、アーケド放電を利用して、明るい光を発生させることが判ったね。

「うん。」

せっかくの明るい光だ。街灯や照明にだけ使うのはもったいない。他に使い道がないかいろいろ考えた人がいる。ここでは、変わったアーケド灯の使い方をした例を見ていこう。

### [映写機]

映画を見るときには、スクリーンが明るく見える。映画館の中を暗くしているとスクリーンが輝いて見える。映画をスクリーンに映すためには、スクリーンを輝かせるだけの光が必要になる。その光の色が太陽光に似ていれぱうってつけた。ここに目をつけた人がいて、映画を上映するときの映写機の光源にアーケド灯が使われた。下の写真は、アーケド灯を使った映写機(左)とその内部の様子(右)だ。右の写真の焼けた棒のようなものが隙間を空けて取り付けられている。この隙間の部分にアーケド放電を発生させ、光を取り出す。高温になるため周囲も変色しているね。



映写機



映写機

### [灯台]

その名の通り光を灯す塔のことだね。夜でも船を安全に航行させるためにはなくてはならないものだ。また、遠くまで光を届かせるためには強い光が必要だ。この強い光にアーケド灯が応用された。右の写真は、日本で最初にアーケド灯が灯った青森県下北郡東通村にある尻屋崎灯台だ。

残念ながら、アーケド灯の灯台は二つしか作られなかった。そのうちの最初のものだ。もちろん今は、電球が使われている。



尻屋崎灯台

### [健康への応用]

アーケド灯の光は、太陽光に似ているため体に当たると血行が良くなり自然治癒能力が向上するといわれている。このため、現在でもカーボンアーケド灯と呼ばれるランプの光を体に照射してるところもある。カーボンアーケド灯なるものが、今回の実験のアーケド灯と同じものかどうかは確認していない。

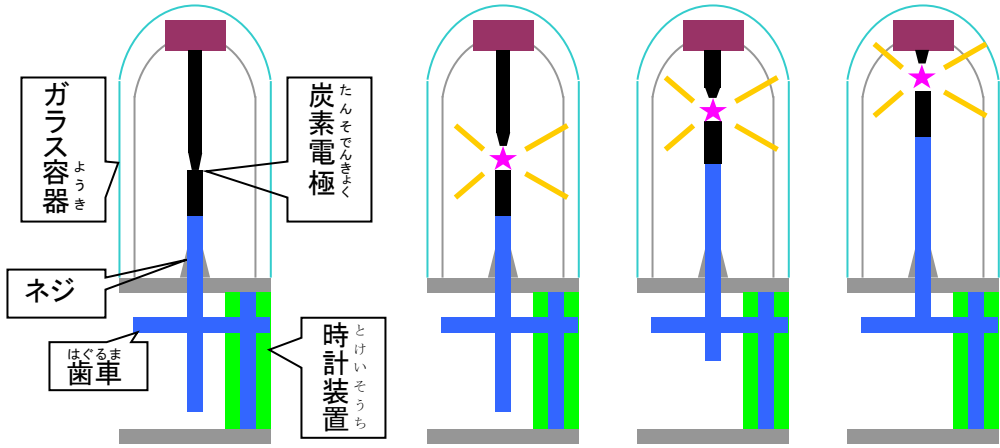
## ●アーク灯の種類

点灯中、+電極が少しずつ消耗するので、炭素の電極の間隔が広くなり、次第に輝きが弱くなってついには消えてしまう。そこで、炭素の電極の間隔を一定に保つ工夫がされた。

### [ステイツランプ]

アーク灯を長時間使用するには電極の間隔を一定に保つ機構が必要で、時計仕掛けの電極間隔を調整する装置が必要になった。

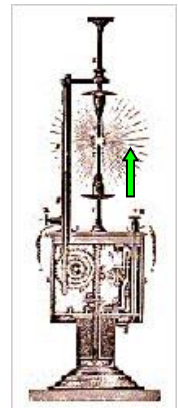
1836年には英国のウィリアム・ステイトが炭素棒を時計仕掛けで駆動する方式を開発して長時間アーク灯を点灯させるように工夫をした。



### [デュボスク式アーク灯]

1855年フランスで発明されたデュボスク式アーク灯(工学実験用)である。炭素棒を時計仕掛けで駆動する方式が使われている。

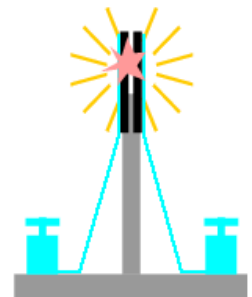
1878(明治11)年の東京・銀座木挽町中央電信局開設の祝賀会会場であった工部大学校(現:東京大学工学部)で点灯させたアーク灯はこのアーク灯である。デュボスク式アーク灯50灯を50個のバッテリーで点灯させた。



### [エレクトリック・キャンドル]

1876年ロシアのポール・ジャブロコフは“エレクトリック・キャンドル”を発明した。これは2本の炭素棒を膏版を挟んで平行に設置することで、電極の間隔を調整する機構がなくなった。

これを、その当時発明された交流電源に接続すると炭素棒の先端からアークが発生して次第に炭素棒がロウソクのように燃え尽きるまで点灯できるようになった。





●<sup>ひか</sup>光るもの、<sup>ひか</sup>光らないもの

皆、<sup>みな</sup>光るものってどんなものがある？

「え～と、<sup>ほうせき</sup>宝石、<sup>つき</sup>ガラス、<sup>みずうみ</sup>月、<sup>うみ</sup>湖、…<sup>じい</sup>爺さんの<sup>あたま</sup>頭、<sup>きん</sup>金と<sup>ぎん</sup>銀の<sup>お</sup>折紙、…<sup>あと</sup>後は<sup>なに</sup>何かな～。」

いろいろ出てきたね。

次に、<sup>つぎ</sup>光らないものってどんなものがある？

「<sup>よご</sup>汚れた<sup>くつ</sup>靴、<sup>けいじ</sup>刑事<sup>くるま</sup>コロンボの<sup>きび</sup>車、<sup>くさび</sup>錆びた<sup>ブランコ</sup>ブランコ、このくらいでいい？」

<sup>よご</sup>汚れたものが多いね。

では、<sup>しつもん</sup>質問を<sup>か</sup>変えよう。

自分で<sup>じぶん</sup>光るものってどんなものがある？

「え！<sup>おな</sup>同じ<sup>しつもん</sup>質問じゃないの？<sup>うえ</sup>上の<sup>ひか</sup>光るものがそだよ。」

これは、<sup>おな</sup>同じ<sup>しつもん</sup>質問じゃないよ。<sup>うえ</sup>上の<sup>もの</sup>物は<sup>キラキラ</sup>キラキラ<sup>ひか</sup>光るものだよ。<sup>こんど</sup>今度は<sup>じぶん</sup>自分で<sup>ひか</sup>光るものだよ。

<sup>うえ</sup>上で<sup>あ</sup>上げて<sup>もら</sup>もらった<sup>もの</sup>物は、<sup>すべて</sup>全て<sup>じぶん</sup>自分では<sup>ひか</sup>光っていない。<sup>なぜ</sup>なぜなら、<sup>まっくら</sup>真暗な<sup>ところ</sup>ところに<sup>お</sup>置いたら<sup>みえ</sup>見え

なくなる<sup>だろ</sup>だろ。これは<sup>じぶん</sup>自分で<sup>ひか</sup>光っていないから<sup>だ</sup>だ。<sup>たいよう</sup>太陽の<sup>ひかり</sup>光が<sup>はんしゃ</sup>反射して<sup>キラキラ</sup>キラキラ<sup>して</sup>している<sup>んだ</sup>んだ。

<sup>じい</sup>爺さんが<sup>よる</sup>夜、<sup>ね</sup>寝ていて<sup>あたま</sup>頭<sup>だけ</sup>だけ<sup>ひか</sup>光っていたら<sup>きもち</sup>気持ちが<sup>わる</sup>悪い。

<sup>ほうせき</sup>宝石も<sup>あか</sup>明るい<sup>ところ</sup>ところで<sup>つか</sup>使って<sup>こそ</sup>きれいに<sup>ひか</sup>光る。これも<sup>ひかり</sup>光の<sup>はんしゃ</sup>反射のおかげ<sup>だ</sup>だ。

「<sup>ほたる</sup>そだよ。虫。」

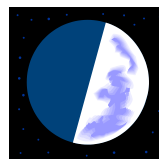
<sup>せい</sup>正解。<sup>ほたる</sup>虫は<sup>くら</sup>暗い<sup>ところ</sup>でも<sup>お</sup>尻が<sup>しり</sup>光っている。<sup>じぶん</sup>自分で<sup>ひか</sup>光っているものだよ。このような<sup>もの</sup>物は<sup>ほか</sup>他に<sup>ない</sup>ないかな？

「<sup>あと</sup>後は、<sup>でんき</sup>電気<sup>スタンド</sup>スタンドとか？…<sup>じてんしゃ</sup>自転車の<sup>ライト</sup>ライトなんかも？」

そのとおり～。

「<sup>つき</sup>月は<sup>ちが</sup>違うの？」

<sup>ちが</sup>違う。月は<sup>たいよう</sup>太陽に<sup>ひかり</sup>光を<sup>はんしゃ</sup>反射して<sup>あか</sup>明るく<sup>み</sup>見えている<sup>だけ</sup>だけだ。だから、<sup>つき</sup>月と<sup>たいよう</sup>太陽と<sup>ちきゅう</sup>地球の<sup>い</sup>位置<sup>かんけい</sup>関係で<sup>まんげつ</sup>満月、<sup>はんつき</sup>半月、<sup>み</sup>三日<sup>つき</sup>月など<sup>つき</sup>月の<sup>み</sup>満ち<sup>か</sup>欠けがある。月が<sup>じぶん</sup>自分で<sup>ひか</sup>光っていたら、<sup>まい</sup>毎日<sup>まんげつ</sup>満月にならない<sup>かい</sup>かい。



「<sup>たいよう</sup>太陽は？」


<sup>たいよう</sup>太陽は<sup>じぶん</sup>自分で<sup>ひか</sup>光っている、<sup>せい</sup>正解だよ。

「<sup>そ</sup>そ～か～。<sup>じぶん</sup>自分<sup>ひか</sup>で<sup>な</sup>光るものって<sup>な</sup>あんまり<sup>ない</sup>無いんじゃない？」

<sup>たし</sup>確かに、<sup>な</sup>あんまり<sup>ない</sup>ない。でも、<sup>4</sup>4つは<sup>で</sup>出てきたね。

<sup>わたし</sup>私たちが<sup>せい</sup>生活している<sup>おんど</sup>温度で、<sup>じぶん</sup>自分で<sup>ひか</sup>光っているものは、<sup>な</sup>あんまり<sup>ない</sup>無い。

ほとんどは、<sup>たいよう</sup>太陽の<sup>ひかり</sup>光が<sup>はんしゃ</sup>反射して<sup>その</sup>その<sup>ひかり</sup>光が<sup>め</sup>目に<sup>はい</sup>入ってくる。光の<sup>もと</sup>もと<sup>は</sup>は<sup>たいよう</sup>太陽<sup>だ</sup>だ。

● <sup>ひか</sup>光らないものを<sup>ひか</sup>光らせる(黒体放射) 

普段私たちの周りにある物は、自分では光っていない。でも自分の身の周りのものでも光っているものを見たことはないかい？

「??????」

燃えている炭とか、熱した鉄(刀を作る時、トンチンカントンチンカンやるやつ)とか、ガスの炎や焚き火など。

「あ、あるある。」

みんな熱そうだよな。

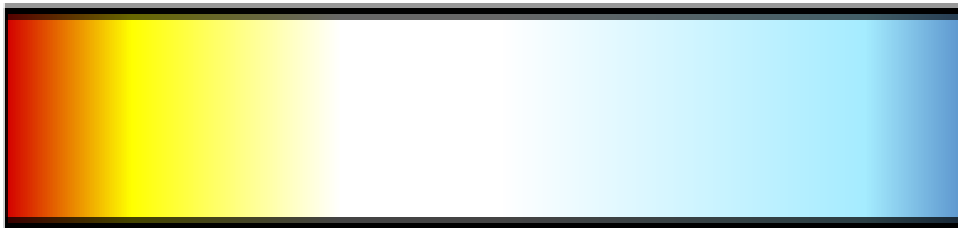


私たちが生活している約25℃の温度で、光らないものを「黒体」と呼んでいる。自分から光を出さないからそう言われている。

ところが、この黒体も温度を上げていき約200℃を超えると、自分から光を出すようになる。このように、自分で光を出すことを「黒体放射」と呼んでいる。黒体放射は、光を出すいくつかの原理のうちの一つだ。

● <sup>ひかり</sup>光の色と<sup>おんど</sup>温度 

黒体放射には、不思議な現象がある。下の図(色温度図)のように、温度により、出す光の色が違ってくる。温度を上げれば、色が変わる。色を見れば温度が判る、といった具合だ。



1800K

4000K

5500K

8000K

12000K

16000K

横軸は、温度を示していて、絶対温度(K=℃+273)で表示してある。

最近、都会ではあまり見えないが、何億光年離れた星たちも皆、色が違うよね。よく見てご覧。赤や白や青などがある。この色から、星の温度を推定することが出来る。あくまで目安だけどね。

赤黒い星は、温度の低い星

青白い星は、温度の高い星

というわけだ。

## ●エジソン電球はなぜ光る



エジソン電球とは、正式な名称ではない。正式には、「炭素電球」と言う。炭素も黒体だ。炭素には、電流を流す性質があり、電流が流れると温度が上がる。温度が上がると黒体放射が始まり、光を出す。この光を、あかりとして利用したのが、炭素電球なのだ。



電球の光を出す部分を「フィラメント」と呼んでいて、フィラメントに炭素を使った電球を炭素電球(エジソン電球)と呼んでいる。フィラメントが、光を出すためには、温度を上げなければならない。炭素電球のフィラメントの温度は、200~300℃と言われている。触ってはいけないよ。300℃に耐えられる人はいない。間違いなく火傷をするからね。

黒体放射には、黒体の温度によって、色が変わる性質があったよね。これは、炭素電球にも当てはまる。電流を少し流し、フィラメントの温度を低くしたときは、淡いオレンジ色になる。電流をたくさん流し、フィラメントとの温度を高くすると、黄色っぽい光になる。



フィラメントは、温度が高くなる方が、明るくなる。このため、高い温度でも溶け無いものをフィラメントにした方がいい。エジソンは、フィラメントとして金属である白金と金属でない炭素に着目した。白金の溶ける温度は、1748℃、炭素の溶ける温度は、3550℃で温度的には炭素の方が有利なため、炭素を使ったんだね。

では、「炭素ってどんな物質なんだろう。」炭素は地球にはたくさんある物質だ。そして良く燃える。(燃える物は、炭素だけではないが、燃えやすいものの一つが炭素だ。)木、炭、石油、石炭などに多く含まれている。

自然界には、炭素をかき集めてくれるものがある。植物だ。植物は太陽の光を使って光合成を行っている。そして、炭素を集めて、植物が生長する。光合成は植物にしかできないんだ。動物は、植物を食べて栄養にしている。人間もそうだ。人工的に光合成を行う方法を研究しているが、まだ成功していない。太陽の光を光合成として利用できるのは植物だけの特権だよ。地上の生き物の栄養源だ。「植物に感謝！」

フィラメントの炭素も植物から作られた。木から作った紙や炭、綿から炭素以外のものを取り除いて、出来るだけ炭素を多く含む材料をフィラメントにしたんだ。エジソンも紙、綿、竹などから作った炭素を実験してみた。そして、竹で作った炭を使った炭素電球が一番良かった。



エジソン電球の教材のフィラメントには、シャープペンの芯を使っている。これも、炭の一種で炭素を多く含んでいる。少し、違う物質が入っているため、点灯直後に煙が上がったと思う。炭素以外の不純物が煙になったんだよ。

## ●エンジン電球の欠点

エンジン電球の教材は、完成した炭素電球ではない。エンジンが電球を作り始めるきっかけになった状態のものだ。エンジンはこの状態から、実際に炭素電球として実用化するのに11ヶ月をかけた。致命的な欠点があったからだ。どんな欠点か判るかな？

「うん。すぐ切れる。これじゃ4コマまんがも読めないよ。」

そのとおり。

さっき、炭素は溶ける温度は高いが、燃えやすいと言ったよね。フィラメントは、温度を高くしたいが、燃えては困る。難問だね。

### [酸化]

酸化とは、一般に、物質が、(空気中にある)酸素と結びつくことを言う。炭素も酸素と結びついて、二酸化炭素と言う物質に変化をしよう。

酸化するものは、炭素だけではないが、皆、酸素と結びつき別の物質に変わる。

「燃える」とは、酸化する現象の一種で、人間に都合がいい温度、時間で酸化することを言っている。焚き火でやきいもを焼いたり、ガスでお料理をしたりする時だ。木が燃える、ガスを燃やすと言うよね。



もっと短い時間で、高い温度で酸化することを「爆発」と呼んでいる。温泉に行ったりするとイオウの匂いがする。温泉地ではイオウと言う物質は地下から出ているからだ。イオウは酸化する時間が早く、温度も高い。火薬の原料として使われている。江戸時代には、鉄砲の弾に使う火薬に必要なイオウを温泉地へ採りに行っていた。採りに行く人は温泉に入れて良いお役目だね。



もっとゆっくりした時間で、低い温度で酸化することを「錆びる」と呼んでいる。使い捨てカイロは知っているよね。中にサラサラしたものが入っていて、外側がビニールで封がしてあるやつ。使い捨てカイロの中には鉄の粉が入っている。外側のビニールの封を開けると、鉄の粉が空気中の酸素に触れて錆びる。この時に熱を出すので、カイロとして利用している。中の鉄の粉は錆びていくんだ。



食べ物が酸化することを、「腐る」と呼んでいる。腐らせないようにするには、食べ物を酸素に触れさせないことだ。真空パックは空気中の酸素が食べ物に触れないようにしている。また、冷蔵庫で冷やしたり、冷凍庫で凍らせたりするのは、温度を下げて酸化する時間を遅らせるため、食べ物の保存に利用されている。皆の家では、食べ物が腐るまで冷蔵庫で保管していないかい？冷蔵庫の使い方が間違っている家も多いようだ。

エンジン電球の教材は、フィラメントにシャープの芯を使ったが、これは炭素だったね。そして、温度が上がると酸化(燃える)して二酸化炭素に変わった。二酸化炭素は気体で空気中に逃げていく。そうして、シャープの芯がだんだん細くなり最後には切れてしまった。実験で切れたシャープの芯を良く観察して欲しい。どの辺で、どのように切れているかな？温度の高いところは酸化も早い。すぐになくなる部分だ。



●エジソン電球(炭素電球)から白熱球へ

フィラメントは、温度を高くし、しかも燃えないようにしたい。難問への挑戦。  
 フィラメントの温度を高くしないと光は出ない。だから、温度は高くしなければならない。  
 そこで、高い温度でフィラメントが燃えないようにすることを考えよう。

「燃えるって、空気中の酸素と結びつくことだね。冷蔵庫に入れて温度を下げて、酸化を遅らす」

それでは、フィラメントが高い温度にならない。光は、出ないぞ。

「酸素の無い宇宙で実験をやる。」

大変いいアイデアだ。酸素が無いから燃えるこ

とは無い。いいぞ！

でも、地上ではどのように使おうか？

「真空パックにしたら？」

グッドアイデア！！

フィラメントを、ガラスの容器の中に入れ、ガラスの容器の内部を真空にするのだ。真空パックだ。



中は真空

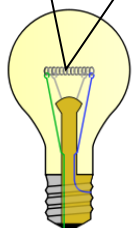
エジソンの時代には、ガラスの中を真空にするための装置の性能が悪かった。真空と言っても、酸素を十分排気できなかつた。エジソンは真空にする装置を改良して性能を上げて、電球の開発に取り組んだ。

その後も、電球は、長寿命化を目指して、改良を続けている。現在は、フィラメントに炭素を使うことはない。タングステンと呼ばれる金属が使われている。

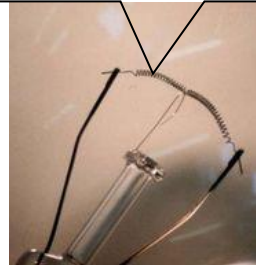
このなるほど集では、フィラメントに炭素を使ったものを、「炭素電球」、フィラメントにタングステンを使ったものを、「白熱灯」と区分けした。一般には、炭素電球も含めて「白熱灯」と呼ばれることもある。

白熱灯への改良は、より明るく、より長寿命にすることだ。フィラメントをタングステンにしただけでは、電球の内部を真空ではなく、シリカやハロゲンと言うガスを少量入れている。また、電球のガラスの内側に特殊な透明の塗装をしりしている。このような改良のおかげで、フィラメントの温度は、2000~3000℃まで上げられるようになった。それだけ、明るくすることができる。電球のガラスの表面は、90℃まで上がる。点灯しているとき、消灯直後は触らないように！

フィラメント(タングステン)



フィラメント(タングステン)





●電力とは

電力と聞くと、なじみが無いかも知れない。電力会社は聞いたことあると思うけど？  
電力とは、電気を使っている量のことだ。通常ワット[W]と言う単位で呼ばれ、「何ワットの電球」なんて呼ばれている。もちろん数字の大きい方が明るい。

一般に家庭で使われている電球では、  
常夜灯として点けている暗い電球が、5W。  
部屋を明るくするのに使われているのに、40W、60W、100W、110W  
などがあるが、40Wが一般的だ。

60W



照明(蛍光灯なども含めて)には、電球のW数を明るさの基準にしている。正式には、明るさの基準単位は別にあるが、簡単な目安として使われている。

60W相当の明るさ

最近では、省エネのために、蛍光灯を使う家が多くなってきているが、  
蛍光灯の明るさを表すのに電球の何ワット相当(又は何(ワット)形)と書いてある。これは、「同じワット数の電球と同じ明るさがあります。」ということだ。これとは別に「どれくらいの電気を使っていますよ」というワット数が別に表示してある。実際に使っている電気の量を消費電力といい、蛍光灯の場合、例えば、40W相当の明るさで消費電力10Wと表示される。消費電力が小さい方が、省エネで電気代も安い。



消費電力10Wの蛍光灯  
(消費電力は蛍光灯に表示)

電力は、電球に限った単位ではない。電気を使う時は必ず出てくる単位だ。オーブントースター、冷蔵庫、ヘアードライヤー、テレビ、エアコンなどの電気製品には、必ず表示されている。

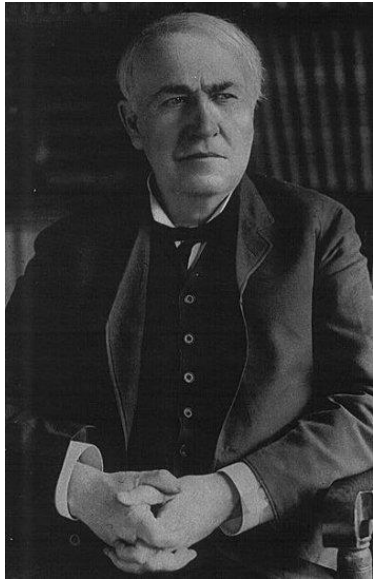
電力とは、電圧と電流を掛け合わせた量である。家庭に来ている電気は100[V]なので、ワット数を100[V]で割れば、電流[A]が求められる。例えば、40Wの電球に流れている電流は、 $40[W] / 100[V] = 0.4[A]$ となる。

$$\text{電力}[W] = \text{電圧}[V] \times \text{電流}[A]$$

# ●エジソンって誰？

トーマス・アルヴァ・エジソン (Thomas Alva Edison, 1847年 - 1931年) は、生涯におよそ 1,300 もの発明を行ったアメリカの発明家。起業家。

発明王と称されている。



トーマス・アルヴァ・エジソン

## 主な発明品

- 1868年 電気投票記録機
- 1877年 電話機、蓄音機
- 1879年 白熱電球 (炭素電球)
- 1880年 発電機
- 1888年 改良型蓄音機
- 1889年 覗き眼鏡式映写機 キネトスコープ (1891年?)
- 1887年 改良映写機 ヴァイタスコープ
- 19??年 トーaster

炭素電球の発明により、炭素電球の製造販売をするため、エジソン電灯会社を作った。エジソン電灯会社は、その後、他の会社と合併し、今のジェネラル・エレクトリック社 (GE) となる。ジェネラル・エレクトリック社は、設立から今日まで、常にアメリカの超優良企業とされている。エジソンは、アメリカ (全世界) の超優良企業の設立者だ。

ジャンボジェット機のジェットエンジンは、ジェネラル・エレクトリック社が作ったものだ。ジェネラル・エレクトリック社は、会社の始まりとなった照明 (電球) を作ることをやめると2008年に発表した。残念なことだ。

エピソードであるが、エジソンが考え事をしていた時、話しかけてきた妻に「君は誰だっけ？」と質問し妻を怒らせたそう。



蓄音機 (録音と再生が出来る)



蓄音機とエジソン



キネトスコープ



## ●エジソンは、電球の発明に10000回以上の実験をした、なぜ？

エジソンは、フィラメントの温度を高くし、しかも燃えないようするという、大変な難問へ挑戦したんだ。簡単に成功はかった。

- ・フィラメントに炭を使う。
- ・フィラメントを真空パックにする。

は説明した。しかし、これだけで、炭素電球が完成するわけではない。

- ・ フィラメントに使う炭は、なにから作れば良いか？炭と言ってもいろいろあるからね。
  - ・ 炭の太さはどれくらいがいいか？
  - ・ 炭の長さはどれくらいがいいか？
  - ・ 真空の程度は、どれくらいがいいか？
  - ・ 真空でいいのか？
  - ・ フィラメントの温度を高くし、しかも長く点灯させるにはどれくらいの電流を流せばいいか？
- などなど。これらを一つ一つ解決していかなければならない。

### 失敗談その1

フィラメントの温度を調節するため、電流を制限する仕組みを作ったが、複雑すぎて使い物にならなかった。この方法はあきらめた。

### 失敗談その2

炭をフィラメントにして、真空パックにした。(実際には、ガラスの容器にフィラメントを入れガラスの容器内を真空にしたんだけど)、ガラスの容器の中は真空になったが、炭の中に空気(酸素)が残っていた。このため、酸化が起こり、フィラメントはすぐに切れた。

炭の中の空気も抜き取らなければならないと判った。

### 失敗談その3

炭の温度を上げたら、炭素が蒸発して真空中に飛び出し、その炭素がガラス容器にくっついてガラス容器が真黒になり、光が遮られた。

真空でも、炭素の蒸発は止められない。ガラス容器の中に別に金属を置いて、そこに蒸発した炭素を集めるようにした。しかし、フィラメントの寿命を十分延ばすことは出来なかった。

この方法は、後に真空管に利用されることになる。

などなど。

エジソンが、電球の発明に10000回以上の実験をしたことを考えてみよう。

1回の実験で成功していれば、10000回以上の実験をする必要はない。

つまり、「エジソンは、10000回以上の失敗をした。」と言うことだ。頭が下がる。

「失敗は成功の母」とも言う。

皆も失敗を恐れなくて、いろいろなことに挑戦してもらいたい。

# ●最初のエジソン電球のフィラメントは、日本の京都の竹の炭？

エジソンは、フィラメントに炭を使った。竹で作った炭だ。フィラメントに最適な竹炭を探して、世界から竹炭を取り寄せた。親日家でもあったエジソンは、日本からも竹炭を取り寄せたことは十分考えられる。

日本では、「エジソンが電球を完成させた時の竹炭は、日本の京都男山八幡付近の竹の繊維を炭化して作ったフィラメントを使用した。」と言う説があり、京都の八幡駅の前には、これを記念してエジソンの像が建てられている。



京都府八幡市八幡駅前ロータリーにあるエジソンの像

エジソンが、京都の竹炭を使って実験をしたことは間違いとないと思うが、京都の竹炭でエジソン電球は完成したかどうかははっきりしない。

当時のアメリカにとっては、日本は神秘的な国であった。そして、日本の代表的な物に、扇子があった。扇子の骨は竹で出来ている。このことに目をつけたエジソンは、エジソン電球を売り出す時、扇子の骨で作った電球と広告に載せたようだ。アメリカ人には、扇子から神秘的な日本がイメージされ、「神秘的なエジソン電球」として、ヒット商品になった一因となったとも伝えられている。このことから、エジソン電球のフィラメントは京都の竹炭と言う説がでたらしい。



白扇子

エジソンは、研究者ではない。発明家、企業家、実業家だ。発明するだけではなく、大量に作ることを、買ってもらふこと、役にたててもらふことも考えていた人であると言える。

「日本人の私たちにとっては、京都の竹のおかげで炭素電球が完成したことにしたいな。」  
「そう、その方が、日本のおかげで世界は明るくなったって胸が張れるじゃない。」

確かに気持ちは良く判る。京都の竹があったからこそ、世界が明るくなったと思いたい。しかし、期待と事実を混同してはいけない。事実は事実、期待はあくまで期待だ。エジソン電球のフィラメントが、日本の竹炭ではなかったとは言っていないよ。「はっきりしない」と言っているだけだ。日本の竹炭ではなかったことが事実とわかった時は、いさぎよくあきらめる必要がある。



●「1%のひらめき、99%の努力」ってほんと？



ここで、ティータイム！  
おらー、つかれた。チョコビーたべよっと。

クレヨンしんちゃん 風



「天才は1%のひらめきと99%の努力」

エジソンの有名な言葉として伝えられている。世界的に有名な言葉だ。

しかし、エジソン本人が後でこの言葉について話している。エジソンが新聞記者の取材を受けた。「私を取材した若い記者は私の言葉を聞いて、落胆したのが大衆受けを狙ったのか、努力の美徳を強調するニュアンスに勝手に書き換えて発表したしまった」ものである。

実際は「1%のひらめきがなければ99%の努力は無駄である」との発言だった。言い換えれば、「1%のひらめきさえあれば、99%の努力も苦にはならない」ということである、とも伝えられている。

この信念が、炭素電球を発明するのに1万回失敗しても挫折せずに努力し続けるように彼を支えてきたものであったと思われる。

[エジソンと日本]

エジソンは、大変な親日家である。日本の竹を電灯に使用した事は広く知られているが、日本人と幅広い親交があった事はあまり知られていない。エジソン・マシン・ワークス社で2年働いた後に日本電気(NEC)を設立した岩垂邦彦や、電球を国産化して白熱舎(今の東芝)を設立した藤岡市助らが直接影響を受けた。

電球を点けるためには、電気を作る発電が必要だ。日本で最初の発電機もエジソンが発明したものである。東京の日本橋でエジソンの発電機を運転して電気の供給を始めたのが東京電燈(今の東京電力)である。このエジソン発電機は、東京上野の国立科学博物館上野本館で常時展示されている。

ここで、ティータイムおわり え～～！



# ●電球の、発明者はだれ？

「電流を流して、温度を上げると光が出る。」

エジソンが電球を発明した時代には、世界中の多くの人々が、電球を作ろうとした。何せ、それまでは、夜は真暗。あかりと言えば、油のランプかロウソク、焚き火くらいしかなかった。皆で競って電球の開発をした。今では、電気のおかげで夜も明るく過ごせるようになった。右の写真は、日本の夜を人工衛星から写したものだ。都会の夜が明るいことがよくわかるよね。



黄色い所が電気照明で明るいところ

電球開発の歴史を簡単に見てみましょう。

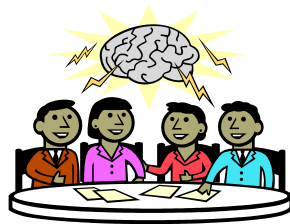
- 1800年：フランス人セナードによって細い線に電流を流し、光を出す実験がおこなわれている。
- 1820年？：イギリスの発明家ウオーレン・デ・ラ・ルー (Warren De la Rue) は白金フィラメントを低真空中のガラス管の中で点灯させた。
- 1874年：カナダの学生ヘンリーとマシュー (Henry Woodward, Mathew Evans) は炭素フィラメントの電球に関するカナダの特許を取得した。(後に特許をエジソンに譲る)
- 1878年：イギリスの物理学者ジョセフ・スワンが、木綿糸を炭化したフィラメントを使用して約13.5時間の白熱電灯を作った。
- 1879年：アメリカのトーマス・エジソンが、公開実験で40時間の点灯に成功した。
- 1880年：アメリカのトーマス・エジソンが、公開実験で1200時間の点灯に成功した。
- 1880年：アメリカのトーマス・エジソンが、エジソン電灯会社を設立した。
- 1881年：イギリスのジョセフ・スワンが、ロンドンに電灯会社を設立した。
- 1882年：スワンの特許を、エジソンが侵害していると裁判をし、スワンが勝った。
- 1883年：エジソンとスワンが新しいエジソン・スワン電灯会社を作った。

たった約120年前のことであるが、記録からは「上記であるようだ」としか言えない。特に？の付いているところは、真実が疑わしいとされている。

特許と言う法律上の権利としては、エジソンは負けており、「電球の発明者はエジソンである。」と言明するのは、適切では無いと考えられる。ただし、エジソンの会社の電球がたくさん売れたことは、確からしい。

では、いったい誰が、電球を発明したんだ？

上の歴史から判るように、いろいろな研究者、発明家、実業家が入り乱れて、電球を作り上げた。発明者として、誰か一人にする必要があるのだろうか。皆の努力、想像力と実行力はそれぞれ優越は付けたいのではないだろうか、人類の総合力で、電球が完成したとしてはどうだろう。



## ●電球はなぜ丸い？

電球の丸い部分は、ガラスだ。ガラスの中は真空で圧力が低い。それに対し、ガラスの外側は大気圧で、圧力が高い。圧力は高い方から低い方へ力が発生する。だから真空パックはみんなペッチャンコになっている。布団ビニールの袋に入れて掃除機で中を真空パックにすると、ペッチャンコになってしまう。場所をとらなくする収納袋は知っているよね。あれと同じだ。



真空による圧縮する力  
(布団収納袋)

しかし、電球がペッチャンコになってしまつては困る。電球のガラスの一部に力が集中するとそこが割れてしまう。ガラス全体に均等に力がかかるようにする必要がある。そのための最適な形が球形なんだ。出来るだけ角を作らない。角には、力が集まる性質があるからね。

## ●電球のカバーはなぜガラス？

電球のカバーには、必要な条件がある。

- ・ 光を通すこと(ガラスは光を通す)
- ・ 外の空気が中に入らないこと(ガラスは粒子が詰まっていて空気を通しにくい)
- ・ 熱を通しにくいこと(フィラメントの温度が高いので、一緒にカバーが熱くなっては危険だ)
- ・ 電気を通さないこと(フィラメントに電流は流れるので漏電しては困る)
- ・ 好みの形が作れること(ガラスは温度を上げると飴状になり、自由な形が作れる)

これらの条件に合うのがガラスだ。

例えば、陶器(瀬戸物)では、

- ・ 光を通すことができない
- ・ 外の空気が中に入ってしまう

ため、電球のカバーには不適當だ。



ガラス吹き  
高温の飴状のガラスで形を作る。

●**蛍光灯は10年遅れて発明された。でも、白熱灯が使用され続けた。**



これまで、炭素電球、白熱灯について説明してきた。

今は、白熱灯が使用されているところは、限られている。しゃれたレストランやお店に飾られる商品を照らす照明など、高級な印象を与えたいところや自動車のヘッドライトに使用されている。一般のあかりとしては、圧倒的に蛍光灯が多い。

蛍光灯は、エジソンの弟子で、発明家のダニエル・マクファーレン・ムーアが、エジソンの炭素電球に対抗しようと1894年に実用化した。発光の原理は、炭素電球とは全く違う。初期の蛍光灯は、白色とピンク色の2色であったが、あまり使われなかった。

炭素電球が実用化される以前は、あかりと言えば、油のランプかろうそく、焚き火くらいしかなかった。ヨーロッパなどでは、暖炉が使われ、家の中でも木が燃やされ、あかりと温まるのに使われていた。どれも似たような色をしている。



「オレンジ色だね。」

そう。この色は、人に暖かさや安心感を与える色だ。長年この色を使ってきたからそう感じるのかも知れない。炭素電球は、まさにこれと同じ色をしている。一方の蛍光灯は青みがかった白色かピンク色だ。青みがかった白色は、人に冷たさや不安感を感じさせる。また、ピンク色の部屋で生活したいと思うかい。蛍光灯は色が人の好みに合わなくて普及しなかった。



一方、蛍光灯にも良い点もある。消費電力が少なくて、つまり省エネのあかりなんだ。さらに寿命が長い。あかりを使うことが多くなるに従い、省エネ・長寿命に注目が集まってきた。そしてだんだんと蛍光灯が使用されるようになり、今では、白熱灯より多く使われている。理由は省エネ・長寿命だよ。

蛍光灯も改良がされてきており、色も工夫がされてきている。

- 昼光色(色記号D) : 晴天の正午の日光の色である。
- 昼白色(色記号N) : 晴天の正午をはさんだ時間帯の日光の色である。
- 白色(色記号W) : 日の出2時間後の日光の色である。
- 温白色(色記号:WW) : 夕方の日光の色である。
- 電球色(色記号L) : 白熱電球の色である。

の5色が実用化されており、昼光色、昼白色、電球色の3色は、電気屋、ホームセンター、コンビニエンスストアなどで手軽に買うことができる。

# ● 蛍光による光の発生

タイトルに、「蛍光による光の発生」と書いてしまったが、意味は分かるかな？

「よく分らない。」

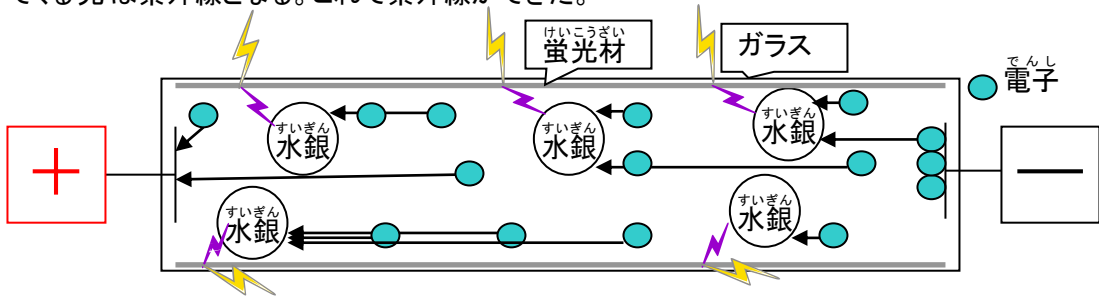
だね。光の中には、目に見えない紫外線という光がある。この紫外線を、蛍光物質というものにあててあげると、見える光を取り出すことができる。このことを、言いたいんだ。

[蛍光]

光が照射され、それと異なる色の光を出すことを蛍光という。蛍光作用を起こす物質は限られている。蛍光作用を起こす物質を蛍光材と呼んでいる。上では紫外線を書いたが、紫外線だけでなく可視光、X線でもいいが、一般に紫外線が用いられている。

光を出すには、紫外線と蛍光剤が必要であることがわかるよね。まず、紫外線を作ろう。下の図は、アーク灯のところで出てきた図であるが、ちょっと違うところがある。

ガラスの容器の中に水銀が入っていることだ。気体中の原子に電子が衝突すると光が出ることは説明したね。この気体中の原子抜き少量の水銀をいれると、電子が水銀に衝突したときに出てくる光は紫外線となる。これで紫外線ができた。



次に、ガラスの容器の内側に蛍光材を塗る。このようにすると、水銀から出た紫外線は蛍光材にぶつかる。そして、蛍光剤からは目に見える光が出てくる。

このようにして、人間の目に見える光を取り出すことができる。これ、何だか分かるよね。

「は～い。蛍光灯で～す。」

は～い。その通りで～す。

一般に使われている蛍光灯は、+と-の金属の部分がフィラメントになっていて、熱を持たしている。これは、フィラメント温度を上げることで電子を気体中に飛ばしやすくするためだ。

蛍光材を変えることによって、出てくる光の色が変わる。現在市販されている蛍光灯の光の色は、次の五つである。昼光色、昼白色、電球色が一般的で、手に入りやすい。

- ・昼光色(色記号D) : 晴天の正午の日光の色である。
- ・昼白色(色記号N) : 晴天の正午をはさんだ時間帯の日光の色である。
- ・白色(色記号W) : 日の出2時間後の日光の色である。
- ・温白色(色記号:WW) : 夕方の方の日光の色である。
- ・電球色(色記号L) : 白熱電球の色である。

蛍光灯の中には、水銀が入っている。水銀は、人に有害だ。割らずに適切に処分すること。



## ●半導体による光の発生

半導体って分かるかな？

「????????????」

じゃあ、集積回路とかICって聞いたことない。

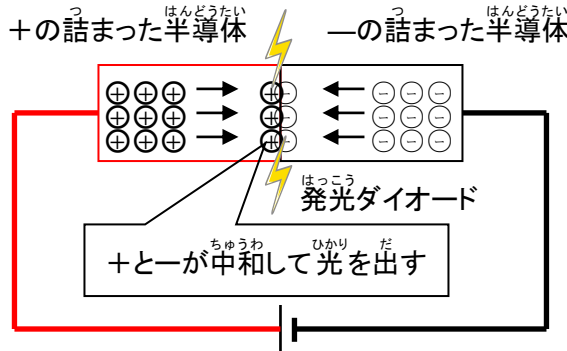
「ある。黒くて足がいっぱいあってムカデみたいなやつ。」

そう。そのことだ。確かに見かけそのように見えるよね。でも、半導体は中に入っていて外からは見えない。半導体の中には、光を出すものも作られている。これを発光ダイオードまたはLEDと呼んでいる。



半導体(集積回路)

発光ダイオードには、+の電気(電子が不足している状態)の詰まった半導体と-の電気(電子が余った状態)の詰まった半導体があつたものだ。これに、下の図のように直流の電圧をかけると-の詰まった半導体にある電子が+の詰まった半導体にある原子に捕まってしまう。この時に光を出す。出す光の色は、半導体の材質によって決まる。だから、半導体の材質を変えることによりいろいろな色の光を作ることができるんだ。



右の写真は、砲弾型と呼ばれる形をした青色発光ダイオードだ。そして、その下の写真は青色発光ダイオードが光を発しているところだ。長い間、青色発光ダイオードは、作ることができなと言われてきた。しかし、元名古屋大学工学部の赤崎勇教授の基礎研究のおかげで、1991年に日亜化学工業と豊田合成の2社が青色発光ダイオードの実用化のめどを立てた。



青色発光ダイオードは非常に重要な部品である。赤色、緑色、青色は光の三原色と言われ、この3色があればどんな色の光も作ることができる。青色発光ダイオードがなければLEDで天然色を作り出すことはできない。



今は、LEDで総天然色の表示装置を作ることができ、ビルの壁にある大きなテレビなどに活躍している。

LEDは、小型で省エネ、長寿命の特長ある。今は、より明るくする努力がされている。







地球の夜の姿 —照明物語—

発行：2012年4月21日

著作： 武子 雅一  
監修： 境界工学研究会  
著作権：境界工学研究会

定価：1,000円  
Printed in Japan