

# 科学実験教室「ピカー！光の大実験」実施報告

久松 洋二\*

A working report of science class "The emission from illumination"

Yoji Hisamatsu

This report describes the results and the consideration about experiments of emission from lamps and lights which was held at the science class of this museum. Emission from lights have several types which are thermal radiation, electric discharge, combustion and luminescence. In this science class, experiments were limited methods for lamps and lights. The contents of the class was constructed by order acquired methods.

## 1 はじめに

明かりを使うことは日常生活で欠かせないものの一つである。単純に見やすくすることから美しく見せるまで、明かりの利用方法は様々だ。この便利な道具はどのようにして生まれてきたのか、明かりが明るく光るとはどういうことか。そのあまりにも当たり前前の道具である明かりを科学的な目で再認識してもらいたく本講座を作成した。

講座では数多くの照明機器を使い、明るく光らせるための科学的なアイデアに注目しながら実験を行った。受講生に全く馴染みのない昔の照明から、現在使われているものまで、明かりの発光原理についてである。受講生は自分で明かりの実験をしながら、その明るさや色、光らせるアイデア、発光と同時に起こる様々なことを体験した。

本講座は平成11年6月6日（日）に愛媛県総合科学博物館科学実験室で実施した講座の報告である。実施時間は2時間。対象は小学4年生から中学生で、定員は20名である。

## 2 実験一覧

実験項目は以下のとおり。

**燃やせばそれがあかりです。**

- ・昔のあかり
- ・西洋ろうそくと和ろうそくの比較
- ・松ヤニろうそくの明かり
- ・明るく燃やすには？

- ・線香の燃焼
- ・スチールウールの燃焼
- ・マグネシウムの燃焼（リボンと粉体）
- ・アルミニウムワイヤーの燃焼
- ・閃光電球

## 電気を使うとなぜ光る

- ・初めての電気照明器具
- ・アーク放電
- ・ライムライト
- ・蛍光灯と蛍光塗料
- ・放電
- ・クセノンランプ

## エジソンさんがくれた宝物

- ・シャープペン芯ライト
- ・タングステンフィラメント
- ・ハロゲンランプ

## 3 実験の構成と内容

明かりが灯る原理を簡単な実験で理解することが本講座の目的である。明かりとして人工的に獲得した順に、燃焼、放電、白熱を取り扱った。取り扱った照明器具は松明（まつやに）、ろうそく、閃光電球、アーク灯、ライムライト、蛍光灯、クセノンランプ、白熱電球、タングステンランプ、ハロゲンランプである。この内、閃光電球、ライムライト、クセノンランプ、ハロゲンランプは点灯の演示だけ行った。照明としてはこのほかに HID（高輝度放電ランプ）があるが、今回は話題に触れるにとどめた。

\*愛媛県総合科学博物館 学芸課 科学技術研究科  
Dept. of Science and Technology Ehime Pref. Science Museum

導入部に明かりのごく簡単な歴史の話を行い、ものを燃やすことが明かりだったこと、電気を利用するという発明、そして熱放射を明かりに利用することの順に構成した。発光原理の利用の移り変わりはそれ以前の原理を捨てるのではなく、共存し、再発見されることで照明器具は発展している。そのため、実験した照明器具の発見順序は前後せざるを得ない。ただ、100年近く前の見たこともない照明器具を独立に扱うより、その時代の照明としてひとつかたまりにした方が、講座がうまく流れるところは原則に係わらず一度にあつまっている。

燃焼実験は燃える炎の色、明るい光を得る方法を主に実験した。炎の色はろうそくで実験した。明るい光は、酸素を供給してはげしく燃やすことと、明るい光を出すものの2点から実験した。

放電の実験は、アーク灯を中心に実験した。蛍光灯は蛍光物質のきれいな白色発光を見た。また、放電を演示したが、実験直前に誘導コイルの調子が悪くなり、十分に放電について演示することができなかった。

白熱の実験では、講座も終盤で受講生の集中力を取り戻すために、イベント的な方法の実験を取り入れた。

実験を始めるにあたり、受講者には火傷、感電の注意をよびかけた。また、強い光から目を守るために自作サングラスを受講者全員に渡し、必要に応じて着用させた。このサングラスの片目には回折格子レプリカが貼ってあり、目を守ると同時にスペクトルを観察できるようにした。

#### 4 実験機材

##### サングラス (写真1)

紙の自作フレームに、減光シートを貼った0.5ミリ厚のグレーに着色されたアクリル板をはさみ、片方の目に回折格子レプリカを貼りつけ。

##### 和ろうそく

愛媛県喜多郡内子町の和ろうそくを使用した。西洋ろうそくとの炎の色、すすの量などを比較した。

##### 松ヤニろうそく (写真2)

18mlのろうつぽに湯煎して溶かした松ヤニを流し込み、風糸でつくった芯を差し込んだ。灯をともすと、独特の赤い炎とともに松の香りが漂う。

##### マグネシウムの燃焼

マグネシウムリボンに20ミリほどに切り分けた。ピンセットでつまんでライターで着火した。受講者はサングラスを着用した。

50mlのろうつぽに入れた少量のマグネシウムパウダー

を燃焼させる。燃焼温度が高いためマグネシウムリボンに火種に用いた。そのままでは酸素が不足し燃焼には至らないことから、塩素酸カリウムを極少量加えてかき混ぜた中に火種を入れる。音とともに火柱があがる。実験は非常に危険であるため演示するにとどめた。

##### アルミニウムワイヤーの燃焼

0.1ミリφと0.5ミリφの2種類のワイヤーをろうそく立てにからめ、短く切った線香を導火線代わりに数本ワイヤーに差し込んで、線香に着火する。あらかじめ酸素を注入した集気瓶に、線香に点火したろうそく立てに静かに入れる。線香の炎がアルミニウムワイヤーにうつり、白色の閃光が観察できる。この実験もサングラスを着用した。

##### 閃光電球

市販のフラッシュライト用の閃光電球を使用した。電球の中の金属ワイヤーを確認した後、着火、煙と金属酸化物の付着から燃焼が確認できる。

##### アーク灯 (写真3)

電極に使用する炭素棒を使用した。1本は木製試験管はさみに固定し、もう1本を板に固定する。スライダックに直結した2本を数ミリの間隔まで近づけ、交流20Vを印加した。間隙には白い閃光が観察される。同様に、100~130Vを印加すると赤色のアークが白い閃光を覆うようにして現れる。受講生はサングラスを着用しながら実験した。炭素棒は、それがアーク灯最大の欠点であるが、放電部が割れ砕けることで消耗する。破片は高温で飛散するので、高電圧をかける実験は注意を要する。

##### ライムライト

放電による発光ではないが、アーク灯と時期を同じくする照明であることから、アーク灯に続いて実験した。同時代の他の照明器具と比べ、現代では全く馴染みがない照明なので、枝葉の話題として簡単に実演した。

生石灰の扱いと非常に高温での実験から、演出するにとどめた。生石灰をガスバーナーで直接熱し、白色光を発光させる。ブタンガスのガストーチでは発光までに数十秒から数分かかる。当時は、酸素と水素の混合ガスの炎を使用したようだが、今回の実験ではガスバーナーを使用した。サングラス着用。

##### 蛍光塗料

蛍光灯を切断し、取り出した白色の蛍光粉末塗料を黒色のケント紙に塗り付けた。ケント紙には他に蛍光色の塗料を塗っている。蛍光灯の塗料は短波長の紫外線で白色光を発光する。ケント紙には、蛍光灯の粉末塗料の他

に着色用の蛍光塗料を塗りつけている。実験ではブラックライトを使い、着色用の蛍光色塗料を光らせたのち、短波長紫外線実験器に入れて蛍光灯の粉末塗料の白色光を観察した。

## 放電

誘導コイルによる放電を観察した。

## クセノンランプ

製品のクセノンランプの発光実演を行った。

## シャープペンシルフィラメント (写真4)

12個の手回し発電器を並列に接続したものに、シャープペンシルの芯をつなぐ。受講生が一斉に発電を始めると、シャープペンシルの芯は熱によって色を変えながら発光する。芯が切れるまで実験した。芯の太さは0.3ミリ $\phi$ を使用した。

## タングステンフィラメント

現在の白熱電球のフィラメントであるタングステンでも実験した。使用したタングステンワイヤーの太さは0.23ミリ $\phi$ 、発光と同時に黒色の煙が発生した。

## ハロゲンランプ

製品を使用。受講者にフィラメントを確認してもらい、発光の演示を行った。

## 5 まとめ

私たちの周りには当然のように光るものがある。光るものにもいろいろあって、何の気なしに毎日使っている。同じように、ものの光り方には何種類かあって、たとえばコンセントに差し込んで光らせるにも、それぞれ利用している光らせ方が違う。このことを、受講者に理解してもらいたく、数多くの照明器具を集めて実験した。

導入部で受講生に光るものを質問した。十分に考える時間を与えていないこともその一因であろうが、「火」という回答がなかった。結果的に燃焼の実験へのスムーズな移行を果たせなかった。明かりとして「火」を意識しなくなったのであれば、今回の実験の構成は歴史の確認と現代の姿という2部構成でもよかった。実験では受講者の明かりに関する意識を調べていない。前提となる知識を調べる機会を設けるのも一案だと思われる。

実験に関する受講者の反応は良好で、火や閃光には十分な感心があったことがアンケートや講座終了後の受講者との会話で確認できた。

明かりがテーマなのでルミネッセンスには触れなかった。蛍光塗料は白色の発光を確認するだけで、紫外線が

どのように寄与するかは解説していない。一方で蛍光灯の電極に関して何らかの直感的な実験ができているわけでもない。他の器具に利用されている発光メカニズムが直接的であることにくらべると、そのメカニズムは段階的であり解説は難しい。日常的な器具だけに、その実験の方法は今後の課題として残された。ルミネッセンスも今回の講座に入れて明かりの一種と扱うより、その内容の豊富さから、別個の講座として構成すべき内容と判断した。

アーク放電から放電へと少し詳しく実験を掘り下げることとも考えられた。しかし、現段階では演習実験中心の構成になることが懸念されたため、今回は行わなかった。受講生全員が体験できる方法を今後の課題として考えた。



写真1 自作サングラス。フレームはケント紙。2重の型紙がレンズをはさむ仕組み。レンズはグレーの亚克力板に車のスモークシートを貼りつけたもの。回折格子レプリカは片目のみに貼っている。

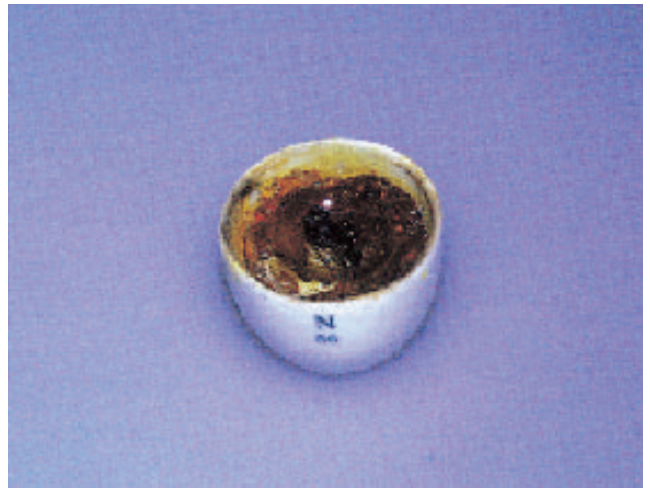


写真2 松ヤニろうそく。

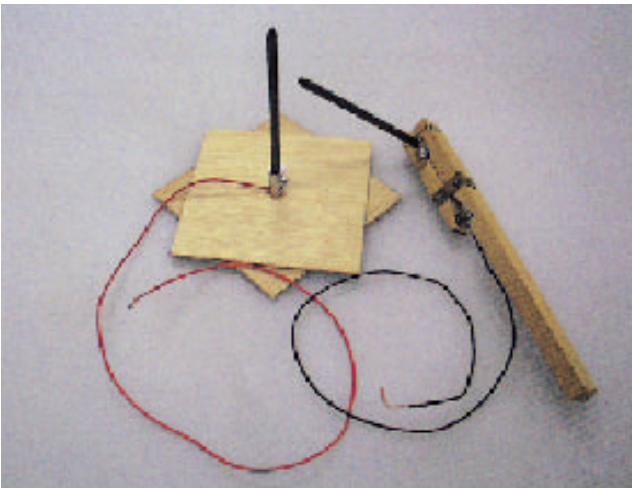


写真3 アーク灯実験器。炭素棒固定具付きで教材店から購入可能。一方を木製の試験管はさみに固定し、手で持てるようにしている。他方は固定用に2枚のベニヤ板に穴をあけて差し込んでいる。片手で電極を近づけられるようにしている。

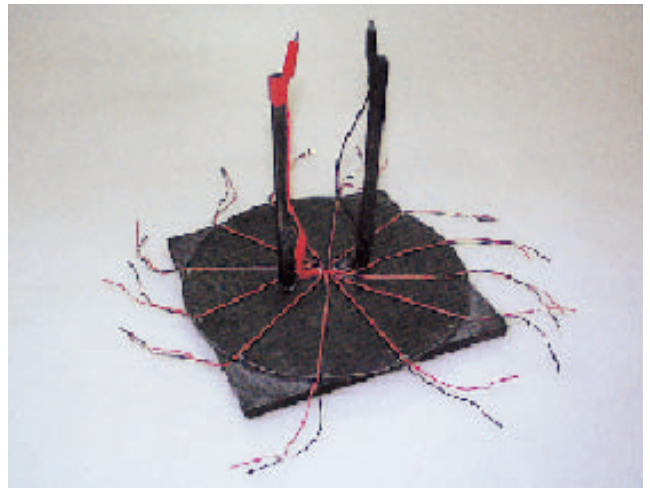


写真4 シャープペンシルフィラメント実験器。円周に並んだ端子に手回し発電機を取り付ける。フィラメントはみの虫クリップに固定する。