

## 第3話 ロウソクの科学

●実感する科学と言え「ロウソクの科学」のマイケル・ファラデーをまず思い起こす。

本欄で‘火’を取上げて来たのはファラデーの影響もあるが、‘火’の謎には科学の真髓が詰まっていると思えるからである。またガストン・バシュラールはその著「火の精神分析」で火に照らして人間精神を読み解こうとした。弊社岡田建夫顧問ともロウソクについては何年も話し合ってきた。

●ロウソクの炎の中では何が起っているのだろうか？

何はともあれ、まずマッチの炎をロウソクに近付けることから全てが始まる。ロウソクは燃えるのを待っている。

1) 炎が近づくとその熱のため、ロウの主要素材パラフィン(C<sub>20</sub>H<sub>42</sub>)の分子間が伸びる。つまり固体から液体に変る。すると液体パラフィンが毛細管現象で芯糸を登る(図中a)。

2) 芯の先に辿りつくると熱によって更に分子間が伸び、遂に分子はバラバラになる。つまり液体が気体に変る。バラバラの分子の最小単位の一つ気体メタン(CH<sub>4</sub>)で一旦分解が止まる。炭素(C)は4つの水素(H)と電子を共有し合い結ばれている(図中b)。その状態が芯の周縁に青色に暗く見える‘炎心’である。

3) メタン等が外気に近づくとそこには酸素(O<sub>2</sub>)が存在する。酸素(O<sub>2</sub>)は無理やりメタン(CH<sub>4</sub>)の結合を切離し、炭素(C)や水素(H)

を自分に付替えてしまう(酸化)。その結果、酸素が十分なら二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)や水(H<sub>2</sub>O)が生まれる。しかしロウソクを中心近くでは酸素が少ないため、全てが二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)に変わらず炭素(C)(すす)が残ってしまう。この炭素(C)の核を回る電子(4個)が炎心の火のエネルギーを吸収しその力で軌道外に弾かれるが、すぐエネルギーを失い元の位置に戻る。その電子が失うエネルギーが光や熱となる。それがロウソクの炎の正体であり、炎心の外縁で最も明るく輝く‘内炎’である(図中c)。

4) メタン等が更に外気に近づくとそこには酸素(O<sub>2</sub>)が十分存在する。ほとんどの気体が酸素(O<sub>2</sub>)に結びかえられ二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)と水(H<sub>2</sub>O)になり、炭素(C)粒子(すす)は残らない。従って光や熱が生まれないが、盛んな酸化反応のため熱が派生し温度は最高となる。その成分の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)も水(H<sub>2</sub>O)も無色透明であるため炎も透明に近い。それを‘外炎’と呼ぶ(図中d)。

●ロウソクの炎の正体は小さな炭素(C)の粒(すす)の発光現象だった。

だが小さな炭素の粒は一つ一つが火花のように燃えていて、決して炎の形をしているわけではない。炎の形はロウソクの炎を構成する膨大な気体粒子群の散逸構造、つまり熱平衡にない開放系に現れる秩序構造としてのいわゆる「自己組織化現象」として知られる。カオスが紡ぐ形と言える。

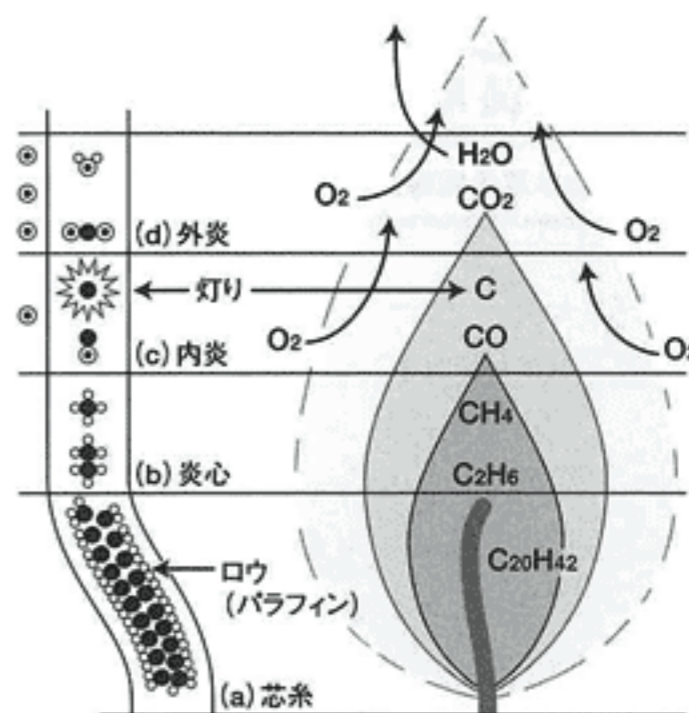
●イギリスの王立研究所では1825年から会員がお互いの親

睦をはかりながら、簡単な実験とともに科学の意見交換をする催しが始まった。

その「金曜日の夕」はロンドンで大変人気が出た。そしてクリスマススイプに、とくに少年少女を招待し、やさしい科学の話をする行事が始まった。ファラデーの「ロウソクの科学」は1860年に行なった金曜日の夕のクリスマス講演の講義録である。その講演は素晴らしく、王侯貴族から一般市民までがつめかけたと言われる。その中で彼は、人間の呼吸から排出される炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)量を一日当たり730gもあることを提示し『動物の王国と植物の王国は互いに共存していくべきだ』と提言した。環境問題の多い今日、あらためて考え直したい講義である。

(参考引用文献)

- 1) 「火の精神分析」(ガストン・バシュラール著、前田耕作訳、せりか書房、1999年)
- 2) 「ろうそく物語」(マイケル・ファラデー著、白井俊明訳、法政大学出版局、2005年)
- 3) 「実感する科学 上巻地球感動編」(広瀬千明、NTS、2005年)



左図…「炎の単位(吉田)」  
右図…「ロウソクの炎」(●炭素○水素◎酸素)(岡田)

### ●編集後記

春のおとすれは待ち遠しいと思いきや、花粉症の方にとっては憂鬱な時季となるらしい。大きなマスクと眼鏡で防いでいる様子は、ほとんどお面をかぶっている様でもある。治療法、遺伝子組み換えによる無花粉化の研究や、防御するマスク、花粉を落とすスプレーなどの開発が盛んに行われている。鼻にフィルターを直接つめるマスクもあるらしい。花粉症の方にとっての春のおとすれは、そう遠くないように感じます。(奈)

### ●編集部からのお願い

NTSニュースでは読者の皆様からのお便りや投稿をお待ちしております。また、開催予定の勉強会・イベント等、掲載をご希望される方は下記宛までご連絡ください。  
〒113-0034 東京都文京区湯島2-16-16 (株)エヌ・ティー・エス「NTSニュース」係  
FAX: 03-3814-9152 E-mail: eigyo@nts-book.co.jp

### NTSニュース

2008年4月号(通巻110号)  
2008年4月10日発行