

青い炎の探究

3年A組 清家 悠大

3年B組 中谷 駿介

指導教員 米田 隆恒

1. 要約

私たちはこれまで、効率のよい電球を作るための研究を行っていた。その後様々な研究を行う中で、私たちはそもそも物が燃えて光を出すのはなぜかと考え、燃焼に対する空気のはたらきを調べた。その過程で、真空にしていくとろうそくの炎に変化があることが分かったので、その過程と結果を報告したい。

キーワード ろうそく 炎 微真空状態 青色 丸い形状

2. 研究の背景と目的

私たちは、火のついたろうそくを真空容器の中に入れ、徐々に空気を抜いていくと、図1のように、十数秒ほどかけて炎の形状は丸くなり、炎の色が青色に変化することを発見した。なぜこのような現象が起きるのかということに興味を持ち、探究することにし、実験を行った。

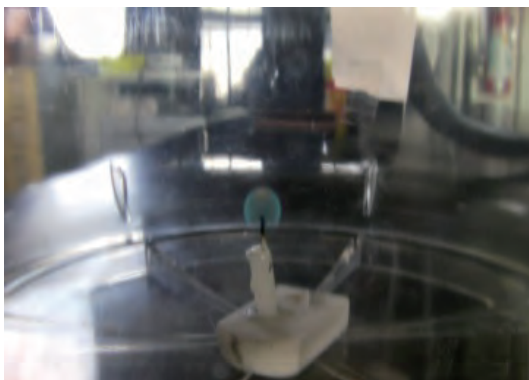


図1

3. 研究の方針

私たちはこの現象について、炎の形状が丸くなることと、炎の色が変化することの原因は異なると考え、ひとつひとつ解決していくことにした。

4. 丸い形状の研究

4.1 仮説

炎の形状が丸くなる原因は空気の流れが関係している、と仮説を立て、次の実験を行った。

4.2 実験：空気の流れを調べる

図2のように、真空ポンプと真空容器を用い、空気の流れを線香の煙で調べることにする。



図 2

真空容器の中に火のついたろうそくを立て、それと同時に真空容器内に火のついた線香を立て、真空容器の蓋で真空容器を閉じる。

このとき煙の動く様子をつぎの 2 つの場合について観察し、比較することにする。

①真空にしない場合

真空容器の蓋はするが、真空ポンプは動かさず、ろうそくの炎が自然に消えるまで観察する場合。

②微真空の場合

真空容器の蓋をして、炎が完全に消えるまで真空ポンプを用いて真空容器内の空気を抜いていく場合。

4.3 結果

①真空にしない場合では、線香の煙がろうそくの上方に流れていき、さらに、煙は真空容器の側面に沿って下降し、再び、ろうそくの炎のほうへ上昇していく。このような対流する現象が見られた。この場合、炎の形状は通常の空気中の燃焼と同様に、上に伸びた形をしたまま、やがて消えていった。

②微真空の場合では、最初線香の煙が、①真空にしない場合と同様にろうそくの上方に流れていき、真空容器の側面に沿って降りてくるが、この後、煙は真空容器の底に溜まる現象が観察できた。

4.4 考察

この 2 つの結果から、炎の形状が通常の空気中で燃焼させたときに上方に伸びあがることは、空気の対流によると考えることができる。また、②微真空の場合では対流が発生せず、ろうそくの炎が空気の対流の影響を受けないので、炎が丸い形状になったと考えられる。よって仮説は正しいと言えそうである。

5. 青い炎の研究

5.1 仮説

1 年生のとき、星の色は温度によって青かったり、赤かったりすると学習した。

そこで、②微真空の場合に青い炎が発生した原因として、炎の温度が関係している、という仮説を立て、炎の温度を測定することにした。

5.2 実験：温度を測定する

ろうそくの炎には、炎心、内炎、外炎といた部分があり、それぞれ温度が異なっている。そこで、熱電対温度計を真空容器の中に入れ、①真空にしない場合と②微真空の場合について、実際に各場所の温度を測定することにした。

熱電対温度計の先端は、まず炎心部分に置いて測定する。そして、内炎の部分、外炎の部分というように測定を繰り返した。

5.3 結果

次の表のような結果となった。

	①真空にしない場合	②微真空の場合
炎心	723.3 °C	420.2 °C
内炎	845.6 °C	535.6 °C
外炎	902.3 °C	899.3 °C

図 3

5.4 考察

①と②を比較すると、外炎の温度は違いがはっきりしないが、炎心に近づくほど、炎の温度が極端に低いことが分かる。このことより、②微真空の場合、対流の停止と酸素の濃度の減少という 2 つの原因によって、炎への酸素の供給量が低下し、その結果、炎の中心部の温度が低下する。それが、炎の色が青くなった原因であると言えそうである。よって仮説は正しいと言えそうである。

6. 結論

微真空状態の場合、ろうそくの炎は対流が発生せず、酸素が供給されないため、丸い形状に変化することが分かった。炎の色の変化の原因については今回の研究では不明であった。

7. 課題と今後の展望

(1) ②微真空の場合、青い炎になる様子を観察していると、図 4 のように、ろうそくの形状が丸く、炎の色が青くなる十数秒ほど前に、白い煙がろうそくを取り巻くように発生した。数秒間この煙を観察できたが、その後、煙は無色になり目に見えなくなった。

この煙は何によって発生したものかこれから探究したい。



図 4

(2) 今回の研究では、温度の低下によってろうそくの炎の色が青色に変化したということが予想できるが、なぜ青色になったのかということは不明のままである。青色になった原因として、温度以外の原因が考えられないか、研究を重ねてはっきりしたい。

また、星の場合、青いほど温度が高く、赤いほど温度が低くなるので、今回の炎の色と温度の関係と一致しない。これも併せて研究したい。

8. 参考文献

[1] ろうそくの科学

<http://www.genpaku.org/candle01/candle.pdf>

9. 謝辞

今回のこの研究において、顧問の米田先生には多大なご指導をいただきました。この場をお借りして、深く御礼申し上げます。