

燃焼を理解させる授業構成

柿原聖治（岡山大学・教育学部）

1. はじめに

この研究を始めたきっかけは「水中で花火が燃える」という実験を、大学生が全く理解できなかったことである。以前、燃焼は中学校1年の最初に位置づけられ、この実験は東京書籍の教科書で大きく扱われ、写真も載っていた。筆者は当初、この実験をそう難しくないと思い、軽く扱っていた。

しかし、この実験の説明を、自由記述で大学生に求めると、全く分からなかったり、いろいろな間違った考え方をすることが分かった。筆者が、この実験だけを幾ら繰り返して説明しても、到底理解させることはできなかった。

そこで、一連の学習の中に、この実験を位置づけ、燃焼についての全体的な理解を図った。

2. 燃焼の三要素

物が燃えるには3つの条件（酸素、可燃物、温度）が必要である。

学生はよく、「火」や「熱」と答える。その間違いに気づかせるために、水が入った紙の容器を熱する実験を行う。この実験では、酸素・可燃物という2つの条件は満たし、火や熱を加えているのに紙は燃えない。どうして燃えないのか、どういう条件が欠けているのか、考えさせる。

3. 炎の有無

燃えるとき、炎を出すものと、出さないものがある。炎の有無について考えさせる。

ろうそくでは、ろうが固体→液体→気体という状態変化をして、気体になったろうが燃えている。気体になって燃える場合、炎ができる。

木には、燃やすと気体になる成分が含まれているので、木を燃やすと炎ができる。木から、炎になる成分を取り除いてやる（これが炭づくりで、分解）と、後に残った木炭からは、もう炎は出なくなる。

4. 炭づくり

3の実験の際「なぜ木は分解されるのか」という質問がよく出る。そこで、すべての物は状態変化をするという大原則を説明した上で、それは、構造や作りが単純な場合だけであること

を教える。構造や作りが複雑なものは、状態変化できない。つまり、プラスチックのような合成高分子や、木材やデンプンのような天然高分子は、加熱する途中で、状態変化する前に壊れてしまう（分解する）ことを確認していく。

5. すずと灰

燃やした後に残る、すずと灰の違いを理解させる。すずは炭素の微粉末、灰は主に金属酸化物であることを教える。

また、燃えるとき、すずを出すものと、出さないものがある。 $[\text{CH}_3\text{OH}, \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}, \text{C}_3\text{H}_7\text{OH}]$ 、 $[\text{C}_6\text{H}_6, \text{C}_{10}\text{H}_8]$ 、 $[\text{CH}_4, \text{C}_2\text{H}_2]$ を燃やし、比較することで、すずの出る・出ないの原因（炭素含有率の違い）を導き出す。

6. 花火づくり

ボンベを使って、水素のシャボン玉を作り、点火する。今度は、酸素のシャボン玉を作り、点火する。この違いから、水素は可燃物で、酸素は助燃性を持った物であることを導き出す。

塩素酸カリウム KClO_3 と二酸化マンガン MnO_2 から、酸素を作る方法を教える。酸素の入った集気びんの中で、いろいろな物を燃やす。

これを応用して花火を作る。 KClO_3 と MnO_2 と活性炭（炭素粉末）を混ぜ、それを巻きタバコのように紙で包む。それを砂皿に置き、燃やす。

7. CO_2 中での燃焼

集気びんに発泡入浴剤と水を入れ、 CO_2 を満たす。それに火のついたマッチを入れると、消える。今度は、火のついた花火を入れると、燃え続ける。さらに、集気びんにある水に花火を沈めても、燃え続ける。その理由を考えさせる。花火の成分を、酸素発生剤=「 $\text{KClO}_3 + \text{MnO}_2$ 」、可燃物=「炭素粉末」に分けて理解させる。

空気のない宇宙で飛ぶロケットも、液体酸素と燃料の両方を積んでいることを教える。

ちなみに、マグネシウムも CO_2 中で燃える。この反応は、 Mg が CO_2 から O_2 を強引に奪い取って燃える。花火が燃える場合は、自分自身で O_2 を発生させながら燃える。花火は、空気中や水中の O_2 を使っていないことを押さえる。