

化学の基本法則

化学基礎監修・講師

渡部智博

● 燃焼とは発熱と発光をともなう酸化反応のことですが、物質を燃焼させると、木材のように軽くなる場合とスチールウールのように重くなる場合があります。しかし、密閉容器内で反応させると、反応の前後で質量が変わらないことがわかりました。これを「質量保存の法則」といいます。また、一定量の銅を加熱すると、一定量の酸素と反応して酸化銅に変化します。これを「定比例の法則」といいます。このような法則などから、物質が原子や分子からできていることがわかってきました。

物は燃えると軽くなる？ 木材とスチールウールで実験

物が燃えると質量に変化はあるのだろうか。例えば、木材を燃やすと黒い炭となり、質量が軽くなります。木材に含まれていた水分が蒸発するだけではありません。木材を燃やしたときに生じた炭は、木材の主成分が炭素であることを意味していますが、これが酸素と結びついて気体の二酸化炭素となるので軽くなります。木材は、炭を経て、白色の灰に変化していきます。

また、金属のスチールウールを燃やすとどのような変化が見られるでしょうか。黒色でもろい物質に変化して重くなります。スチールウールは、空気中の酸素と結びついて酸化されると酸化鉄に変化し、酸素の分だけ重くなったのです。

燃焼とは何か？

燃焼とは、空気中の酸素と結びつくことであることがわかっています。しかし、18世紀の西洋では「フロギストン説」が主流でした。物質にはフロギストンという元素が含まれており、ものが燃えるときには、このフロギストンが外に逃げ出していくので軽くなるのだと考えられていました。燃えやすい物質にはたくさんのフロギストンが含まれており、燃えにくい物質にはフロギストンがあまり含まれていないというわけです。フロギストンには、ギリシャ語で「燃える」という意味があります。

質量が軽くなるときは、フロギストンが外に出ていくことで容易に説明できます。一方、重くなる変化の場合、フロギストンは物に軽さを与えているので、フロギストンが出ていくと重くなると考える人もいました。このように考えていくと矛盾が生じ、軽くなることと、重くなることを、うまく説明することができませんでした。

18世紀のフランスの化学者アントワーヌ・ラボアジエは、ものが燃えることを徹底的に調べました。ラボアジエは、密閉した容器の中に金属のスズ Sn を入れて燃やしました。反応の前後で、関係するすべての物質の質量を精密に測定すると、質量の合計が変わらないことがわかりました。このときスズは、容器内の空気に含まれるある気体と反応したはずですが、その気体の正体を調べるため、次に、水銀 Hg を容器の中に密閉して燃やす実験を行いました。水銀を燃やすと、一定量の空気が減り、赤色の物質に変化しました。残った空気の中に生物を入れると、すぐに死んでしまいました。また、赤色に変化した物質を加熱すると、ある気体が発生して元の水銀に戻りました。そ

して、水銀の質量は、燃焼前の水銀と同じでした。また、このとき発生した気体に生物を入れても、死ぬことはありませんでした。水銀に結びついたり離れたりした気体は、今でいう酸素であることがわかりました。このような実験から、ラボアジェは、物質が燃焼するとは酸素と結びつくことであり、化学反応の前後で全体の質量は変化しないことを明らかにしました。これが「質量保存の法則」です。これは、反応にかかわった物が消えてしまったり、別の物が急に現れたりしないことを示しています。

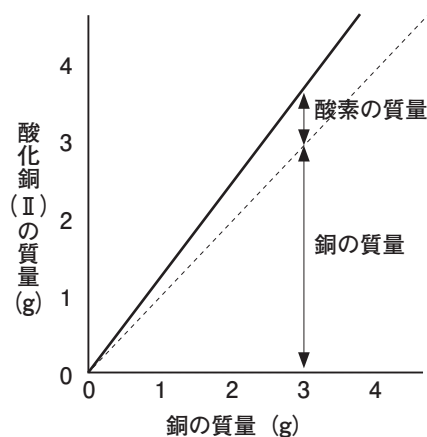
ラボアジェは、研究に没頭するかたわら、実験の費用を得るため、税金を集める徴税請負人の仕事をしていました。そのころ、フランス革命が起こり、国王や貴族だけでなく徴税請負人も市民から目の仇にされ、ラボアジェは裁判にかけられました。そして、ギロチンの露と消えてしまいました。同時代のある科学者は、「彼の首を切るのは一瞬だが、彼と同じ頭脳が再び現れるには100年かかるだろう」と嘆いたと言われています。

銅の酸化物は定比例か不定比か？

ラボアジェの考えを推し進めたのが、フランスの科学者プーレストです。例えば、赤色の銅粉を加熱すると、空気中の酸素と反応して黒色の酸化銅(Ⅱ)に変化します。銅と酸化銅(Ⅱ)の質量をまとめると、右のグラフのようになります。測定値を直線で結ぶことができるので、銅の質量と酸化銅(Ⅱ)の質量との間には、比例関係があります。

銅：酸化銅(Ⅱ) = 4 : 5 ですから、銅：酸素 = 4 : 1 となります。銅と結合する酸素の割合が常に一定になっています。このように、化合物を構成する元素の質量比が一定の割合であることを「定比例の法則」と言います。

そして、イギリスの科学者ジョン・ドルトンは、「質量保存の法則」や「定比例の法則」から考えを進め、原子説を唱えるようになりました。その後、化学の基本法則である「質量保存の法則」や「定比例の法則」に加え、あらゆる物質は原子や分子という小さな粒子でできていると考えることにより、さまざまな現象を説明できるようになったのです。



今回のまとめ

- 化学反応の前後では、全体の質量の合計は変わらない。これを「質量保存の法則」という。
- 化合する元素の質量比が一定の割合であることを「定比例の法則」という。
- あらゆる物質は、原子と呼ばれる粒子からできているという考え方を「原子説」という。