

第1回 化学に慣れて、生物資源科学部の学びを楽しもう！ —物質は原子からできている—

【1】物質は、何からできているのか？

古代から人間は、この世の物質(substance)が何からできているのかという思索を巡らせてきた。Thales (B.C. 624~546)は、万物の根源を「水」とした。物質が三態変化(固体⇄液体⇄気体)することから、万物変転の発想が生まれた。Empedocles (B.C.493~433)は、水、空気、火、土を元素(element)として四元素説を提案した。現代の化学においてもこの呼称は、使われている。化学の初学者は、元素と原子の意味の違いに困惑することも多いであろう。

人間(人類)がどのように、物質の根源的な元にたどり着いたのか、簡単に歴史を紐解いてみたい。

古代ギリシャから近代 火, 水, 土, 空気(四元素説)Aristotele(アリストテレス)の影響で約 2000 年間続く
古代中国 火, 水, 木, 金, 土 独自に森羅万象の根源と考えた

錬金術の時代 「卑金属⇒貴金属」「不老不死薬」
7世紀後半~アラビア⇒スペイン⇒12世紀ころヨーロッパに広がった。
金属の元素変換は、もちろん不可能であったが、さまざまな化学の技術が発展した。

化学革命

Robert Boyle (ボイル)(England) 1661年『懐疑的化学者(Sceptical Chymist)』出版
Antoine-Laurent Lavoisier (ラボアジエ)(France) 1774年 燃焼理論の確立(質量保存の法則)
Joseph Louis Proust (プルースト)(France) 1799年 定比例の法則
John Dalton (ドルトン)(England) 1803年 原子論 3原則から倍数比例の法則
Joseph Louis Gay-Lussac(ゲーリュサック) (France) 1808年 気体反応の法則
Amedeo Ávogadro (アボガドロ)(Italia) 1811年 分子説

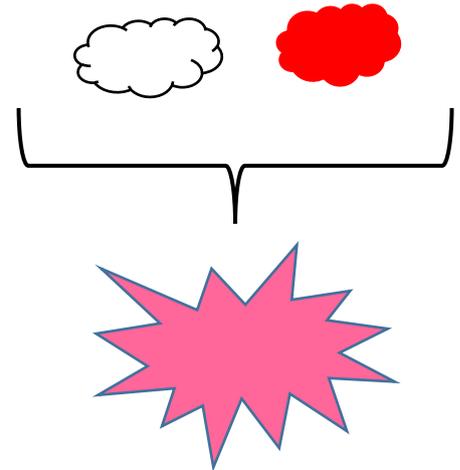
【2】<Daltonの原子論> *暗記するための学習をする訳ではないことに十分留意する。

- 物質は、()からなる。この小さな粒子を()とよぶ。
- 各元素には、それぞれに固有な()と()をもつ原子が存在する。
- すべての化学変化では、()が変わるだけで、原子そのものが新しく生成したり消滅したりすることはない。
- 化合物は、成分元素の原子が()で結びついてできている。

【出典 実教出版 平成26年「化学基礎」教科書 p.119】

Dalton がなぜ、物質はそれ以上分割できない小さな粒子からなるというアイデアに至ったのかを少し考えてみましょう。

仮に、いま粘土の塊が2つあるとします。赤と白のものです。この2つの物質は、混ぜ合わすことで、ピンク色の新しい粘土になるでしょう。この混ぜ合わせが「化学反応」だとします。



$W + R \rightarrow P(WR)$ なんて感じでしょうか。

さてここで、

Q.1「質量保存の法則」は成り立ちますか？

YES or No

Q2「定比例の法則」はどうでしょうか？

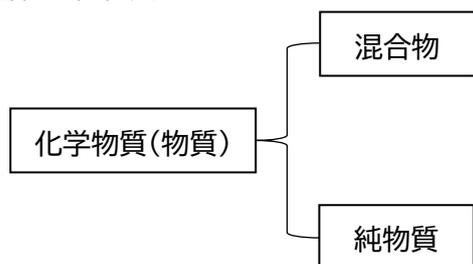
定比例の法則は、ある化合物では、その中に含まれている元素の質量の比がいつも一定だということです。今の知識で説明すると、水 H_2O はどこで採水しても、どこでつくっても、その中に水素Hと酸素Oが、質量の比で 2:16 (1:8) で含まれているという主張です。上の粘土のような化学反応の仕方のできた、ピンクの粘土は、その中にいつも一定の白粘土と赤粘土を含んでいるとは、限りませんよね。白と赤の塩梅によって、ありとあらゆるピンク粘土ができてしまいます。

さあ、ここまで話すと、Daltonは、いったい化学反応する前の元素のとき、どのような形態のものであるかと想像したかは、なんとなく見えてきませんか？

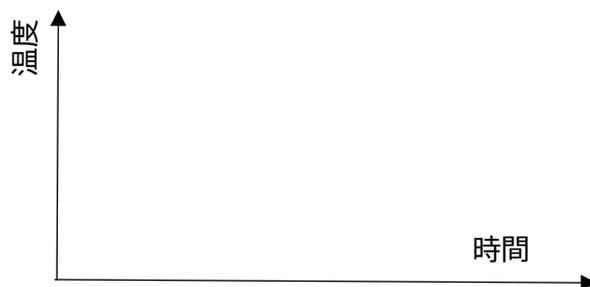
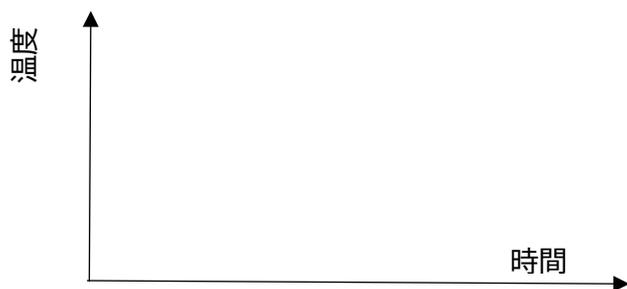
あえて、正解を示しませんが、ご自分で閃いてみるのもよいでしょう。あなたなら、粘土ではなくて、何に例えるのが自然な感じでしょうか？

【3】化学で扱う物質 <物質の成分>

(1) 混合物と純物質



(2) 混合物と純物質の区別



純物質の融点、沸点、凝固点、密度などは、物質ごとに決まっています。これに対して、混合物では、混合している物質の割合(組成)によって、一定とはなりません。

<用語の整理>

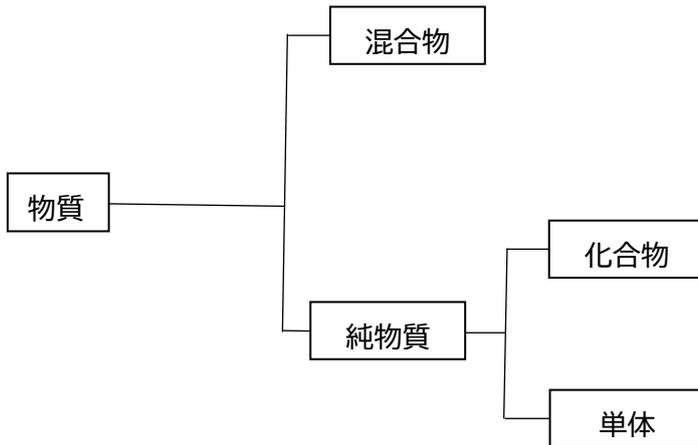
融点 ☞

沸点 ☞

凝固点 ☞

密度 ☞

【4】化合物と元素



<例> ① H₂O (水) ② 空気(窒素+酸素+二酸化炭素+微量ガス) ③ Au(金) ④ 塩酸

【例題】 次の (ア) ~ (オ) のうち、下線を引いた部分が元素ではなく単体を指しているものはどれか。

- (ア) カルシウムは、人体の一部を構成している。
- (イ) 水は酸素と水素から構成される。
- (ウ) 酸素とオゾンは共に酸素の同素体である。
- (エ) 人間の体重の約 60%は酸素の重さである。
- (オ) リチウムは水と激しく反応して水素を発生する。

化学が対象とする物質は、純粋であることが求められることが多い。例えば、医薬品として販売するためには、副作用を起こすような不純物の混入は許されない。混合物のままでは、その性質をとらえることも難しくなる。よって、化学の世界では、混合物から純物質を分離する実験技法がたくさん開発されてきた。

高等学校の化学の教科書には、簡単な例として何種類か紹介されている。それぞれ、説明を読んでおくとういだろう。Youtubeにも動画で紹介されているので、参考にするのもよいだろう。

- ① 濾過(ろ過)
- ② 蒸留
- ③ 抽出
- ④ 再結晶
- ⑤ クロマトグラフィー

<まとめ> 喉が渴いて、水が飲みたくなる。帰宅して手を洗う。寝る前にお風呂に入る。これらに共通して欠かせないもの:「水」「水素と酸素からなる化合物」「水素も酸素も小さい原子からできている」



【宿題】

【問1】 水素 0.250 g を完全に燃焼させると水 2.250 g が生成した。また、酸化銅(Ⅱ) 1.592 g を水素と反応させると水 0.360 g と銅 1.272 g が生成した。このことから、水素と酸素からなる水という物質には、水素と酸素の化合についてどのようなことが言えるか説明してください。

【問2】 次の操作を行うのに適切な方法を指摘してみよう。

- (1) 熱湯を注いで、コーヒーの成分を溶かしだす。
- (2) 砂の混じった水から、砂を分離する。
- (3) 少量の食塩を含む硝酸カリウムから、純粋な硝酸カリウムを得る。
- (4) 原油からガソリンや灯油の成分を取り出す。
- (5) 水性の黒いインクの成分である多種の色素を分離する。