

もの の 正体

～ 「物質」 ってなに？～

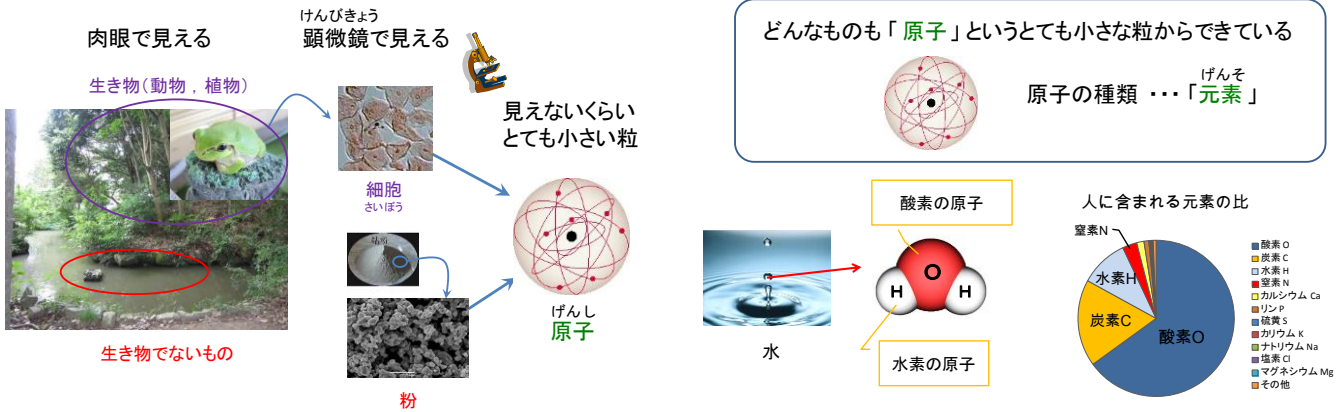
江戸時代の化学書からの再現実験教室 @ 津山洋学資料館

2016年 8月 6日 (土)

岡山県立津山高等学校 貴志 貫先生と SSH 科学部

○ もの (物質) は何からできているか

「もの(物質)」って何だろう？



あらゆるもの (物質) はそれ以上分割できない「原子」という小さな粒 (粒子) からなっている

原子の種類・・・元素 (水素, 炭素 など天然に約 90 種類)

※ 原子そのものは種類が変化したり, 消えたり現れたりしない (核分裂などの特殊な例外は除く)

○ 『舎密開宗』(せいみかいそう) において宇田川 榕菴が果たした役割

うだかわようあん
宇田川 榕菴
(1798年 - 1846年)

せいみかいそう
『舎密開宗』という本で日本で初めて近代化学を紹介
(1837年)

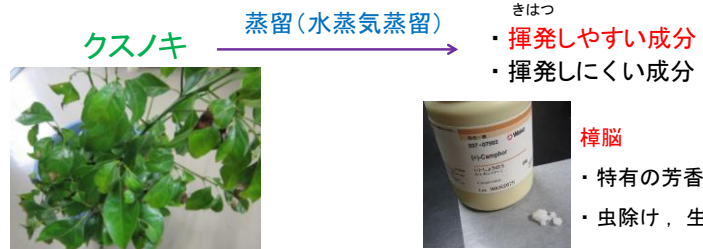
- ・多くの物質の化学反応
- いろいろな元素の性質の確認
- 天然の物質の元素比, 分離(ぶんり), 性質の調査

近代化学 (18 世紀後半～)

- ・物質の性質, 変化, 量的関係の論理的探究
- ・物質の本質の探究

近代化学の土台にあたるもの

実験 ① 「樟脳(ショウノウ)の分離」



蒸留 … 混合物の各成分を, 沸点の違いによって分離する操作

※ 午後の部では時間の都合上行きませんでした

実験② 「ヨウ素 色いろいろ」

舎密開宗での名前 … イोजウム(沃素)



- ・元素の存在 … 海藻に多く含まれる
- ・石炭のような結晶
- ・加熱すると美しいスミレ色の霧を生じる
- ・人の皮膚を黄色くする

ヨウ素 (元素記号 I)

ヨウ素だけからなる場合, ヨウ素原子2つで I₂ を形成



1. アルコールランプで加熱
固体(黒紫) → 蒸気(紫)



2. うすめたヨウ素液とデンプンの反応
褐色 → 青紫色



3. イソジンとビタミンC入りジュースの反応
褐色 → 無色



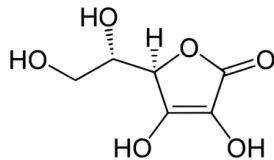
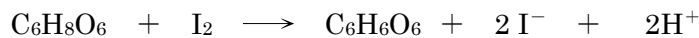
4. 3の溶液とオキシドールの反応
無色 → 褐色



色が変わっても「ヨウ素」の元素そのものは変わらない

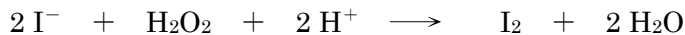
○ 各実験のポイント

1. ヨウ素 I₂ は黒紫色の結晶で, 加熱すると昇華して紫色の蒸気 (※ 塩素臭の有毒な気体) になる
2. ヨウ素 I₂ は水溶液中では褐色だが, デンプンがあるとその中に入り青紫色を示す (ヨウ素デンプン反応)
3. イソジンの褐色 (水溶液中のヨウ素 I₂ の色) はビタミンCと反応して無色になる (I₂ → I⁻)



ビタミンC

4. 無色のヨウ化物イオン I⁻ は過酸化水素 H₂O₂ と反応してヨウ素 I₂ に戻る

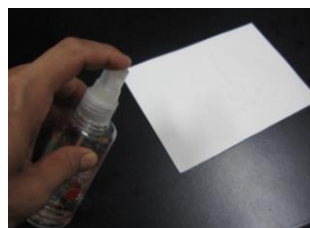


※ オキシドール … 過酸化水素 H₂O₂ の約 3 % 水溶液

イソジン, ビタミンC入りジュース, オキシドールの反応の応用例

『あぶらない出し』

- ① 無色の溶液 (イソジン+ビタミンC) でお絵かき
- ② オキシドールを吹きかけると…



コピー用紙の表面には, インクがなじみやすいようにデンプンが塗布されている



ヨウ素デンプン反応により青紫色に
絵や文字が浮かび上がる

実験③ 「物質の検出」

ある物質や元素とだけ明らかな変化を示す化学反応

含まれる物質、元素を特定できる

例 「ヨウ素液」が「青紫色」になる
そこに『でんぷん』がある



舎密開宗で記述されている多くの元素や物質に関する固有の性質や化学反応

特定の元素、物質を検出する手段として現在も主力で用いられているものが多い
(化学の土台としての役割)

○ 粉チーズに含まれる元素、物質の検出実験

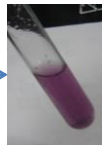
※ 今回行ったものは舎密開宗に記述のあるものではないです

粉チーズ



- ・カルシウム
- ・タンパク質
- ・鉄分
- ・脂肪分
- ...

BT 溶液



応用1. 牛乳?
or
コーヒーフレッシュ?



BT … エリオクロムブラック T の略称。

カルシウムやマグネシウムのイオンと反応して青色から赤紫色に変化する色素。

コーヒーフレッシュ

… 植物性油を乳化剤によって白濁させたもので、牛乳の成分はほとんど含まれていない

⇒ カルシウムは検出されない (BT 溶液の色が変化しない)

粉チーズ



- ・カルシウム
- ・タンパク質
- ・鉄分
- ・脂肪分
- ...

NaOH水溶液
+
硫酸銅 溶液



応用2. ゼラチンゼリー?
or
ホウ酸スライム?



タンパク質は水酸化ナトリウム NaOH 水溶液で少し分解されると、銅のイオン (薄い青色) と反応して鮮やかな青紫～赤紫色に変化する

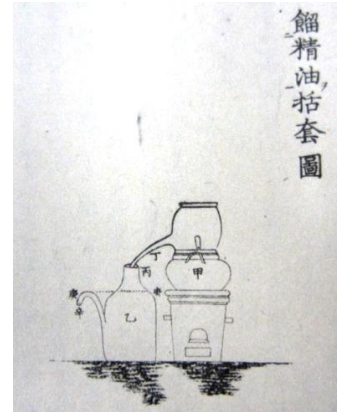
ゼラチンの主成分 … 動物性タンパク質 ⇒ 銅イオンの色が変化する

スライムの主成分 … ホウ砂, ポリビニルアルコール

どちらもタンパク質ではない

⇒ 銅イオンの色が変化しない

番外 「蘭引を用いたレモンの蒸留」



蒸留すると・・・？



※ 今回は果汁 100 %レモンジュースで実験

【 結果 】

- 揮発性成分であるレモン特有の「香り」が水蒸気によって、中段から水とともに取り出される（つまりレモンの香りのする味の無い水）。
- 下段には香りの抜けた、クエン酸（揮発性しにくい酸味の強い成分）を多く含むものすごくすっぱい液が残る。

※ 今回の実験では、江戸時代の蒸留装置である蘭引（らんびき）を、備前焼で再現したもの（写真のもの）を用いてレモン果汁を蒸留しました。この作品は、加熱に耐えられる備前焼にする特殊な技術が用いられたとても珍しいもので、備前焼作家の 紀 琇山 氏から 津山洋学資料館を通じて津山高校に寄贈（H27. 11. 26）されました。