

## 7

# 炭酸水素ナトリウムの成分元素 ～成分元素の確認～

化学と人間生活との  
かかわり

物質の探究

物質の構成粒子

物質と化学結合

物質と化学反応式

化学反応

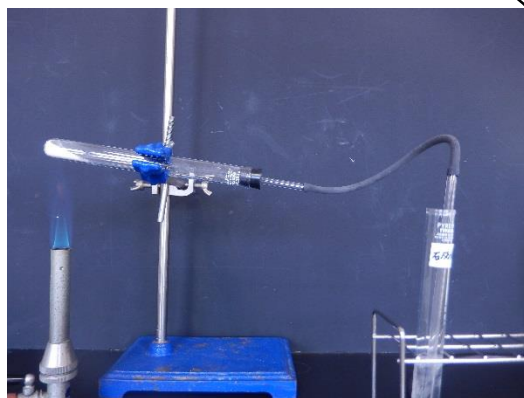
巻末資料

難易度	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	1ヶ月	1時間	50分

## 目的と内容

元素を確認することで、化合物について理解を深めるとともに  
基本的な実験操作を習得する

「物質の分離・精製や元素の確認などの観察、実験を行い、化学的に探究する方法の基礎を身に付けさせるとともに、粒子の熱運動と三態変化との関係などについて理解させ、物質についての微視的な見方や考え方を育てること」がこの単元の主なねらいである。また、身近な物質を取り上げ、物質の分離・精製や元素の確認などの実験を通して、単体、化合物、混合物について理解させるとともに、基本的な実験操作及び物質を探究する方法を身に付けさせることがねらいである。



ここでは、中学校の実験でも使った炭酸水素ナトリウムの成分元素の確認を行う。手法として、加熱分解、沈殿法による炭素確認、塩化コバルト紙による水素確認、炎色反応によるナトリウムの確認を行う。

### 既習事項

小学校：5年生の「物の溶け方」  
中学校：1年生の「物質のすがた」「水溶液」  
2年生の「物質の成り立ち」

中学校2年生ではカルメ焼きやホットケーキの例をあげ、化学変化の分解として炭酸水素ナトリウムを用いた実験を行っている。炭酸水素ナトリウムを熱すると、二酸化炭素が生じることを石灰水と線香の炎で、水が生じることを塩化コバルト紙で確認している。また、加熱前と加熱後の物質が、水への溶解性が異なることや水溶液のフェノールフタレイン溶液との反応の違いから別の物質であることを確認している。同じ物質を用い、同じような操作を行うが、中学校では化合物の分解として取り扱い、高校では成分元素の確認として行う。

## 留意点

### 【指導面】

○成分元素の確認方法には、下記のようなものがある。

＜炎色反応＞物質を炎に入れると、その元素に特有の発色が見られる現象。

＜沈殿法＞

- ・塩素の確認・・・硝酸銀水溶液を加えると、塩化銀の白色沈殿が生じる。
- ・炭素の確認・・・燃焼や加熱分解、塩酸を加えるなどして発生した気体を石灰水に通じると、石灰水が白濁する。このことから、発生した気体が二酸化炭素であることが調べられ、炭素が確認できる。
- ・硫黄の確認・・・酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると、硫化鉛(Ⅱ)の黒色沈殿を生じる。

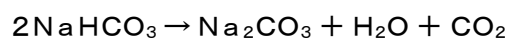
＜その他＞

- ・水素の確認・・・加熱により生じた液体を青色の塩化コバルト紙につけると、赤色に変わる。または、液体を白色の硫酸銅(Ⅱ)無水塩に加えると、青色に変化する。このことから、生じた液体が水であることが調べられ、水素原子を確認できる。

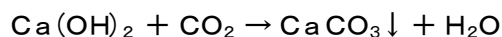
○ここでは、中学校での既習事項を利用することで、高校で突然難しい内容を学習するのではなく、一歩踏み込むような内容であると思わせたい。また、純物質である化合物も元素で考えるとさらに分けられることから、微視的な見方や考え方を身に付けられるよう指導する。

○今回の実験について

炭酸水素ナトリウムの加熱分解を表す化学反応式は次の通りである。



$\text{CO}_2$ と石灰水（水酸化カルシウム水溶液）の反応は



となり、白色の不溶性の炭酸カルシウムを生じるため、白濁する。したがって、炭素の確認方法として用いられる。白濁したのちも二酸化炭素を通じ続けると  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  を生じ、炭酸水素カルシウムは水溶性であるため再び無色透明の溶液になる。

塩化コバルト紙は水によって青→赤に変化する。これによって水素の確認ができる。

二酸化炭素および水の成分元素である酸素は空気中にも存在するため、試料中の酸素か空気中の酸素か区別は難しい。今回に関してはゴム栓をして加熱しているため試料中の酸素であると言える。有機物の成分元素分析においては試料の質量と生じた二酸化炭素と水の質量から試料中の酸素を割り出す。

### 【安全面】

- 石灰水は飽和水酸化カルシウム水溶液であり、強塩基性である。必ず、保護メガネを着用させる。万一、目や鼻に入った場合は多量の水でよくすすぐよう指示する。また、手などに着いた場合もすぐに水でよく洗うよう指示する。
- 気体誘導管を水溶液に入れたまま火を消すと、温度低下により試験管内の気体の圧力が小さくなり水溶液が逆流し、試験管が破損する恐れがある。必ず、気体誘導管を水溶液から出した後に火を消すよう指導する。
- 固体試料を加熱する場合は、液体が生じる場合があるため試験官の口が少し下になるように固定して行う。試験管の口を上にするとう、生じた液体が加熱部分に流れ、急冷されて試験管が破損する場合がある。

### 【後処理】

- 石灰水は塩基性廃液として回収する。廃棄方法は巻末資料参照。
- 石灰水の入っていた試験管は試験管ブラシを用いてよく洗わせるが、炭酸カルシウムが付着し落ちない場合がある。その際は、塩酸を加えると溶解しきれいに落ちる。
- 全てのクラスで実験が終わったら、プラスチックカップに残った炭酸水素ナトリウムは何かを集めておき、再利用する。プラスチックカップは洗う。

## 導 入

### 【ポイント】

- 物質がどのような元素からできているか、また、それを確かめる方法について興味・関心を高める。
- 中学校でも分解について既習しているが、さらに微視的な視点に注目させる。

### 【導入例】

- 中学校の既習を確認しながら、高校ではさらに元素で考えることや、そのために中学校では行わなかったナトリウムの確認も行うことを話し、ナトリウムの確認方法について発問する。
- 留意点の指導面にあげた成分元素の確認方法について、発問しながら確認する。

## ◎準備

### 準備の流れ

#### 1ヶ月前～

(発注, 調製, 代替の検討時間含む)

- 材料の準備
- 実験室の備品確認
- 石灰水の調整 (2日前には行う)

#### ～前日

- 材料の確認
- 石灰水の調整
- 塩化コバルト紙の乾燥
- 器具・教材の分配

#### 当日

- 器具・教材の分配

## 必要な材料・器具・薬品

### 準備で必要なもの

[器具] メスシリンダー, 電子天秤, 薬包紙, 石灰水を保存しておく容器 (ふたはゴム栓を使用。ガラス栓を利用すると開かなくなることがある。ペットボトル可。ただし, その場合は大きくラベルを貼る。)

[薬品] 水酸化カルシウム (消石灰), 蒸留水

### 当日必要なもの

[器具] 試験管, 試験管立て, 薬さじ, 気体誘導管, 着火器具, 薬包紙, 綿棒, スタンド, ガスバーナー, 保護メガネ

[薬品] 炭酸水素ナトリウム, 石灰水, エタノール, 塩化コバルト

石灰水の必要量 1班 約 10mL × ( ) 班 = ( ) mL

## ☆教材の入手方法

### ①炭酸水素ナトリウム

理科消耗品カタログなどで購入可能 500gで1,600円程度

### ②エタノール

理科消耗品カタログなどで購入可能 500mLで3,000円程度

### ③綿棒 (柄が紙製のもの。プラスチック不可)

薬局などで購入可能 200本入りで200円程度

### ④塩化コバルト紙

理科消耗品カタログなどで購入可能

20枚綴り10冊1箱で1,500円程度



①

②



③



④箱



④1綴り

## 当日のセット

### ☆生徒用

#### [器具]

<input type="checkbox"/> 試験管	1本乾いた試験管 1本石灰水入り
<input type="checkbox"/> 試験管立て	1個
<input type="checkbox"/> 薬さじ	1個
<input type="checkbox"/> 気体誘導管	1セット
<input type="checkbox"/> 着火器具	1個
<input type="checkbox"/> 薬包紙	1枚
<input type="checkbox"/> 綿棒	1本
<input type="checkbox"/> プラスチックカップ (炭酸水素 ナトリウム用とエタノール用)	2個
<input type="checkbox"/> スタンド	1個
<input type="checkbox"/> ガスバーナー	1個
<input type="checkbox"/> 保護めがね	人数分

#### [薬品]

<input type="checkbox"/> 炭酸水素ナトリウム	薬さじ大山盛り 1
<input type="checkbox"/> 石灰水 (飽和水酸化カルシウ ム水溶液)	試験管 1/4~1/3 程度
<input type="checkbox"/> エタノール	少量
<input type="checkbox"/> 塩化コバルト紙	1枚

### ★教員用

- 生徒用と同じもの

綿棒は炎色反応に利用する。白金線で代用可。綿棒は柄まで燃焼することはほとんどないため手で持って行い、マッチの燃えかす入れに入れれば問題ないが、不安な場合は粘土を台座にして綿棒をさしてから着火すると良い。

エタノールはメタノールで代用可。

塩化コバルト紙は水分を吸収して赤色に変化してしまうため、フィルムケース (プッシュバイアル瓶) に乾燥剤としてシリカゲルを入れて一緒に保管および配付するとよい。硫酸銅(II)無水塩で代用可。



### (1) 前日まで

材料や器具の確認・調達を行う。

気体誘導管がない場合は、ゴム栓にコルクボーラーで穴を開け、ガラス管を通し、ゴム管を取り付け、ゴム管の先にガラス管を付ける。

石灰水を調整する。(1 L作る場合)

メスシリンダーで蒸留水を約 1 L 量り、石灰水を保存する容器に移す。水酸化カルシウムを 約 3g 量り、水の入った容器に加えふたをして良く振り攪拌する。1 日以上静置し、上澄みを使用する。石灰水是水酸化カルシウムの飽和水溶液である。石灰水は 20℃の水 100 g に対して 0.165 g しか溶けない。よって、1 L = 1000 g の水に 1.65 g しか溶けないので、それ以上加えて飽和状態にし、上澄みを使う。

塩化コバルト紙が赤変していた場合はドライヤーの熱風を当てて青色にする。



### (2) 実験当日

材料や器具の分配を行う。



## ◎観察，実験

### 観察，実験の流れ

#### □導入（10分）

- \*導入のポイント及び例を参照
- \*目的を理解させる

#### □観察，実験（25分）

##### \*手順を指導する

- ・炭酸水素ナトリウムを入れた試験管に気体誘導管をつけ，スタンドにセットし，加熱する
- ・生じる気体が二酸化炭素であることを，石灰水を用いて確認する
- ・生じた液体が水であることを塩化コバルト紙で確認する
- ・炎色反応でナトリウムを確認する

##### \*安全面を指導する（留意点の安全面を参照）

##### \*操作は全員で分担して行うよう指導する

##### \*机間指導を行いながら，生徒への実験のアドバイスや注意を促す

#### □結果のまとめ，考察，授業のまとめ（10分）

#### □後片付け（5分）

## 手順 時間のめど（およそ20分）

- ① 菓さじ大1（プラスチックカップに少量残す）の炭酸水素ナトリウムをろ紙上に取り，試験管に入れ，気体誘導管の着いたゴム栓をする。
- ② ①の試験管を試験管の口が少し下になるように固定する。  
**注意！ 固体試料を加熱する場合は，液体が生じる場合があるため試験管の口が少し下になるように固定して行う。試験管の口を上にするると，生じた液体が加熱部分に流れ，急冷されて試験管が破損する場合がある。**
- ③ 気体誘導管の先を石灰水にいれ，ガスバーナーに火をつけて試料の部分のを穏やかに加熱し，変化を見る。



①-1

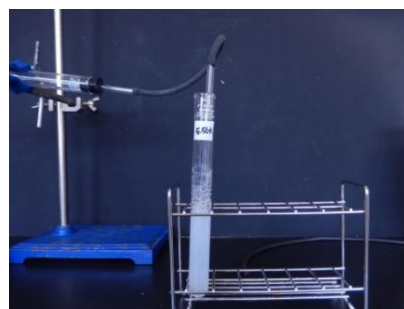


①-2



②③

- ④ 気体が発生し，石灰水が白濁したら気体誘導管を取り出す。



④

⑤ 試験管の口の部分に水がたまったらガスバーナーを消す。

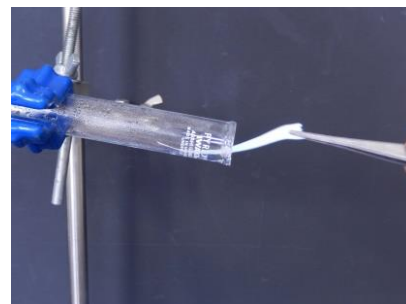
**注意！** 気体誘導管を必ず石灰水から出してから火を消す。入れたまま火を消すと試験管内の気体の圧力が温度変化によって小さくなり、石灰水が逆流し、急冷により試験管が破損する可能性がある。

⑥ 冷ましたら、ゴム栓を外し、塩化コバルト紙をピンセットではさみ、口付近の液体につけて色の変化を見る。

**注意！** 試験管の加熱部分は冷めにくいのでやけどに注意すること。

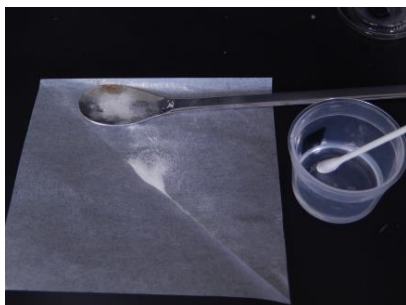


⑤

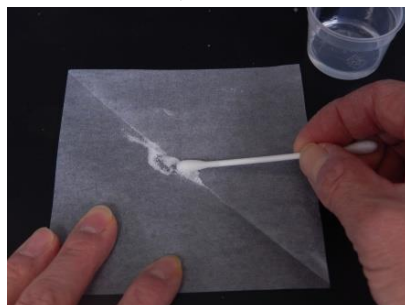


⑥

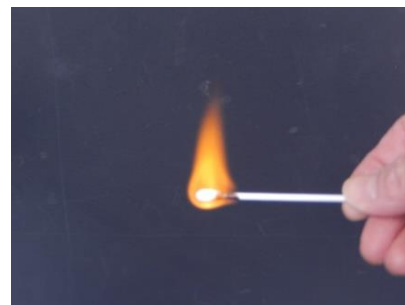
⑦ 綿棒の片側をエタノールに浸す。炭酸水素ナトリウムを少量薬包紙に取り、エタノールに浸した綿棒に炭酸水素ナトリウムをつけてから火をつけ、炎色反応を確認する。



⑦-1



⑦-2



⑦-3

## 結果のまとめ・考察

それぞれの操作の結果を確認し、結果から「何の元素が確認できたか」また、「なぜそう言えるのか」など考察させ、プリントに記入もしくは発表させる。

## 授業のまとめ

以下の視点を参考に、まとめを行う。

- ① 炭酸水素ナトリウムの成分元素である炭素、水素、ナトリウムの確認ができた。
- ② 固体試料の加熱や成分元素確認方法など、基本的な実験操作を行うことができた。

## 後片付け

生徒に次のように指示する。

- 石灰水は塩基性（アルカリ性）廃液容器に移す。
- 試験管に残った試料は塩基性であるが、少量であるので多量の水に流して捨てて良い。
- 試験管は2本とも試験管ブラシを用いてよく洗う。気体誘導管や薬さじも洗う。
- プラスチックカップはそのまま回収する。
- 薬包紙、使用した綿棒、塩化コバルト紙はゴミ箱に捨てる。

## 失敗例

### ●状態 石灰水が白濁しない。

原因 石灰水が密閉されないまま長期間保存したため、空気中の二酸化炭素を吸収してしまった。  
長期間保存した石灰水を利用する場合は、あらかじめ二酸化炭素と反応するか確認する。

## 別 法

別法① 食塩を用い、炎色反応と硝酸銀水溶液との沈殿反応を行い、成分元素であるナトリウムと塩素を確認する。

別法② 炭酸カルシウム（大理石、貝殻）を用いる。二股試験管に試料を入れ、塩酸を加えて二酸化炭素を発生させ、石灰水による沈殿反応と炎色反応とで、成分元素である炭素（と酸素）とカルシウムを確認する。

別法③ スクロース（砂糖）を用いる。スクロースに酸化剤として酸化銅(Ⅱ)を加えた試料を今回の実験と同様の装置で加熱する。石灰水による沈殿反応と塩化コバルト紙の色の变化で、成分元素である炭素と水素を確認する。