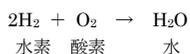


## 演示実験で行う水の合成

ローマ字氏名 YAMAGUCHI Akihiro  
氏名 山口 晃弘  
東京農業大学 教職・学術情報課程 教授

### 1 はじめに

水素は原子番号1の元素であり、気体の水素は、水素原子2個が結び付いてできる分子として存在する。すべての気体の中で最も軽い。水素は酸素と文字通り爆発的に反応する。以下の化学反応式で表すことができる。



授業では、反応してできる水（水滴）を視認させたい。そのためは、軟質で透明なポリ袋の中で実験を行う。塩化コバルト紙の変色で確認する方法もある。

本稿では、中学校第2学年の「化学変化」の単元で行う演示実験について、紹介をする。

### 2 実験

本稿で紹介する2種類の演示実験は、1時間の授業で続けて行う。

- ① 水素と酸素の混合気体は、大音量での爆発することを現象として示すことによって、水素の特徴や危険性を示す。
- ② 水素と酸素の反応で、水が合成されていることを示す。

#### 2.1 傘袋での水素の爆発

準備を含め10分程度で行う。

器具：傘袋、1.5mの棒、セロハンテープ、ろうそく、トレー、実験用スタンド  
試薬：実験用水素ガススプレー、実験用酸素ガススプレー (図1)\*1

方法：

- ① 傘袋に実験用ガススプレーで水素と酸素を入れ、混合気体をつくる。まず、水素を入れ、クリップで止めた後、酸素を入れる。体積は、水素と酸素



図1 ガススプレー (左/中) とポリ製シリンジ (右)

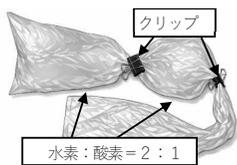


図2 傘袋に水素と酸素を注入する

を合わせて100 mL程度となるようにする。水素：酸素=2：1の割合にしていることを視認しやすいようにクリップで留めておく (図2)。



図3 傘袋の口をしぼる

- ② 点火の直前に①のクリップを外して、水素と酸素が混合する。傘袋の長さの5分の1程度のところで、傘袋を丸めてしぼる。(図3)。
- ③ 傘袋は、棒の先端にセロハンテープで固定する。
- ④ トレーの上にろうそくを立て、火をつける。ろうそくの炎に、傘袋をかざして点火する\*2 (図4)。

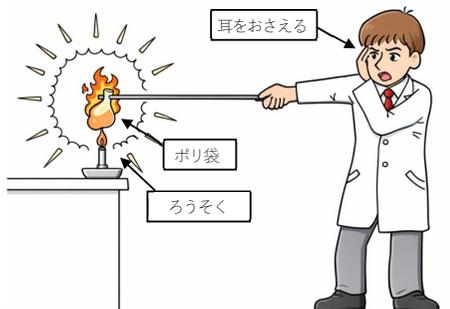


図4 ろうそくの炎で、水素と酸素の混合気体に点火する

- \*1 5 L入りの実験用ガス。水素は1,000円程度、酸素は500円程度で購入できる。
- \*2 反応の瞬間が見やすいように、教室の電灯のスイッチを消して、暗くする。また、大きな音が出ることを予告し、耳を覆うように指示をする。これらの指示は、結果的に、現象への期待を高める。

#### 2.2 水素と酸素の反応による水の合成

準備を含め20分程度で行う。

器具：クリップ\*3×2、ポリ製シリンジ (500 mL) (図1)\*4、シリコーン管 (10 m・内径7 mm)\*5、点火プラグ (図5)\*6、圧電素子点火装置、マグネットクリップ×数個



図5 自動車用点火プラグ

試薬：実験用水素ガススプレー、実験用酸素ガススプレー、シリカゲル\*7 (または塩化コバルト紙)

方法：

- ① 500 mLポリ製シリンジに、水素スプレーから約300 mLの水素と、酸素スプレーから約150 mLの酸素を入れる\*1。シリンジの内部で、水素と酸素の混合気体ができる。
- ② シリコーン管を、マグネットクリップで、黒板に貼る (図6)。

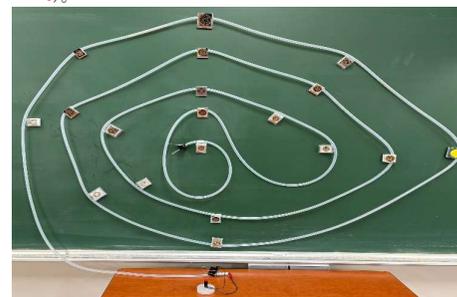


図6 自動車用点火プラグ

- ③ ② シリコーン管に、ポリ製シリンジ内の混合気体を入れる。その際、シリカゲルをシリコーン管に入れておく。
- ④ シリコーン管の一端には点火プラグを取り付ける (図7)。
- ⑤ 両端にクリップを取り付け、閉管にする。
- ⑥ 圧電素子点火装置を点火プラグに取り付け、混合気体に点火する (図8)。



図7 点火装置

- \*3 反応の衝撃で、外れないように大き目のものを使う。
- \*4 ポリ製シリンジは、ガラス製に比較すると安価である。ネット通販で、2,000円 (500 mL) 程度で購入できる。
- \*5 内径7 mm、10 mで、体積は約385 mLと計算できる。ネット通販で、6,000円程度で購入できる。
- \*6 自動車エンジン点火用のもの。ネット通販で、数百円程度で購入できる。
- \*7 桃色のシリカゲルは、ドライヤーの温風で乾燥させ、青色に変色させておく。塩化コバルト紙で代用可。



図8 自動車用点火プラグ

## 3 解説

### 3.1 爆発しやすい水素

表1に示すように、身の回りにある可燃性の気体と比較すると、水素の爆発性は高い。

表1 主な気体の爆発限界 (化学便覧・応用編)

気体	爆発限界 (Vol%)	
	下限	上限
水素	4.0	75
nブタン	1.6	9.3
プロパン	4.3	19
エタノール (気体)	2.2	9.5

水素と空気の混合気体では、4%から75%の間の約70%の幅で爆発する。エタノールやブタンでは約7%、プロパンガスでは15%程度の幅である。比較すると、明らかに水素の方が爆発する条件の幅が広い。

### 3.2 水素を取り扱う場面

水素を取り扱う内容のうち「水素の燃焼」「水の電気分解」「塩酸の電気分解」では、水素を確認実験するための実験を行う。

表2に示すように、中学校の理科で水素を取り扱う場面は、各学年にある。

表2 中学校の理科で水素を取り扱う内容 3)

学年	学習指導要領	小単元	内容
1	(2)(7)④ (4)(7)②	気体の発生と性質 物質の分解	水素の燃焼 水の電気分解
2	(4)(1)②	化学変化	水の合成
3	(6)(7)②	原子の成り立ちとイオン	塩酸の電気分解

教科書では、これらを実験する場面を、生徒がグループ実験をする前提で書かれているように見え、実際に研究授業や学校公開等で、生徒実験で水素の確認実験が行われる場面は見受けられる。

## 4 おわりに

「水素は爆発して危険な気体である」という先入観が先に立ち、水素を用いた実験は敬遠されがちである。しかし、いくつかの点に注意さえすれば、安全に実験でき、生徒に「驚きと感動」を与える授業を組み立てられる。参考になる既報も数多い(2), (3)。是非、参考にしてほしい。

### 参考文献

- 1) 中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説理科編2018,
- 2) 莊司隆一, 水素の発生と性質『化学と教育』2018, 66(1)38
- 3) 小坂美貴子, 水素を使った爆鳴実験器『化学と教育』2020, 68(2)52.

やまぐち・あきひろ

【経歴】 1961年福岡県生まれ。【専門】 理科教育、化学教育。【趣味】 読書、映画鑑賞。【連絡先】 ay@mail.jp

