

探究の流れ

探究 4 化学変化の量的関係はどのような
っているのだろうか？

A 見通し

◆物質の量について粒子の数、物質量、質量、気体の体積といった表し方を学んだことを押さえ、これらが化学変化でどのような規則性をもって変化するのか考えさせ、自らの仮説を立てさせる。

☑ 評価の場面 主体

☑ 評価の場面 思・判・表

B 活動

◆炭酸カルシウムと塩酸を反応させて二酸化炭素を発生させ、反応前後の質量を測定させる。

☑ 評価の場面 知・技

C 整理・考察

◆測定した質量から炭酸カルシウムと二酸化炭素の物質量を求め、その関係をグラフに表す。グラフから物質量の比と反応式の係数の比について考察させ、化学変化の量的関係を見い出させる。

☑ 評価の場面 思・判・表

D 振り返り

◆見通し～結果・考察を振り返り、自己評価を行わせる。
→ 指導書付録ワークシートに自己評価欄あり

☑ 評価の場面 主体

E 学習内容の理解 → 図 p.106

◆化学変化の量的変化について説明する。

☑ 評価の場面 知・技

1 探究 4 化学変化の量的関係はどの
ようになっているのだろうか？ (配当時間 1 時間)

【指導目標】

本実験では「実験のための仮説を立てる技能」,「実験データを測定する技能」,「データを解釈する技能」,「要因の抽出や観察・実験結果について推論する技能」などが求められる。特に『化学基礎』の中では条件を変えて複数の実験結果を得て、その間の定量的な規則・法則を見い出す実験はほかにないため、その辺りを重点的に指導する。

2 計画

反応によって生じた二酸化炭素の質量を決定するのに、二酸化炭素の質量を直接測定するのではなく、反応前後の容器の質量を測定し、差を求めることによって決定する。板書などできちんと概要を説明して理解させてから作業に入らせたい。

A

物質の量は、粒子の数、物質量、質量、体積など、様々な表し方ができる。物質の量は化学変化の際にどのような規則で変化した、化学反応式とどう関わるのだろうか、**図 4**、を通じて考えてみよう。

1 探究 4 化学変化の量的関係はどのような
っているのだろうか？

目標 ☐ 質量を正確にはかり、正しく物質量に換算する。 ☐ 表やグラフを用いて、反応の量的関係を見出す。

課題 物質は特定の個数の原子やイオンからなり、それらの組み合わせが変化する現象が化学反応である。したがって、化学反応で組みかえられる原子の数やその質量、気体の体積などには一定の量的関係があることが予想される。どのような関係があるのだろうか。

2 計画 塩酸に炭酸カルシウム CaCO_3 を加えると、二酸化炭素 CO_2 が発生する。このとき、反応前後の質量の差から、発生した CO_2 の質量を求めることができる。質量はモル質量を用いて物質量に換算できる。この手順を一定量の塩酸に対して、 CaCO_3 の質量を変えて行うことで、反応物と生成物の質量や物質量の関係を見い出す。

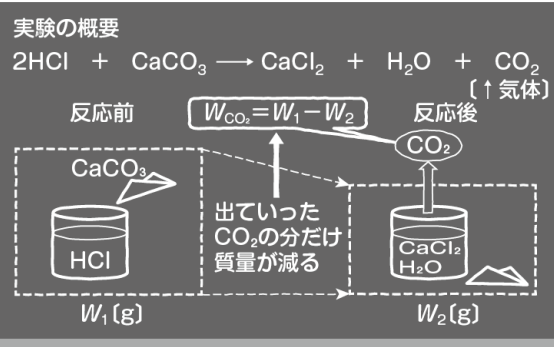
準備 炭酸カルシウム、2.0 mol/L 塩酸、電子てんびん(最小秤量 10 mg)、50 mL メスリンダー、100 mL ビーカー、駒込ビュート、薬包紙、薬さじ

3 操作



110

板書例



なお、本実験では4回とも炭酸カルシウムがすべて反応し、未反応の炭酸カルシウムが残らないようになっている。過不足が生じる量的関係も同時に扱うのであれば、3.00 g や 4.00 g の炭酸カルシウムと反応させた際のデータをとらせるなど、2.50 g 以上の炭酸カルシウムで2つ以上のデータを得るとよい。

第1章

物質量と化学反応式

C

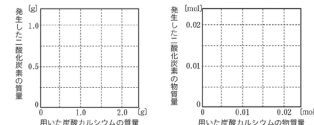
D

結果 1 実験結果を表にまとめ、各実験で発生した CO_2 の質量を算出する。

2 ③の実験結果の表から各物質の質量や物質量をまとめる。

① 反応に用いた炭酸カルシウムの質量 W_{CaCO_3} (g)	測定値	0.50	1.00	1.50	2.00
② 反応前の試薬と容器の質量 W_1 (g)	測定値				
③ 反応後の試薬と容器の質量 W_2 (g)	測定値				
④ 発生した二酸化炭素の質量 W_{CO_2} (g)	②-③				
⑤ 発生した二酸化炭素の物質量 n_{CO_2} (mol)	④÷44 g/mol				
⑥ 反応に用いた炭酸カルシウムの物質量 n_{CaCO_3} (mol)	①÷100 g/mol				

3 使用した炭酸カルシウムと発生した二酸化炭素の質量と物質量について、上表の実験結果をそれぞれグラフにかき込む。



4 考察 1 質量、物質量のそれぞれについて、原点から始まって、結果 3 のすべての点の近くを通る直線をかく。
2 質量、物質量のそれぞれについて、1 でかいた直線の傾きを簡単な整数比で表す。
(例) 炭酸カルシウム：二酸化炭素 = 1：3
3 この反応を表す化学反応式を書き、その係数と 2 の比を比べる。質量と物質量のどちらの比が係数の比と一致するだろうか。

4 ケミ探 探究問題 4 化学変化の量的関係

実験結果・考察編

塩酸に炭酸カルシウムを加え、二酸化炭素を発生させた。反応前後の物質の質量をはかると、次のような結果が得られた。これをもとに考察してみよう。

① 反応に用いた炭酸カルシウムの質量 W_{CaCO_3} (g)	0.50	1.00	1.50	2.00
④ 発生した二酸化炭素の質量 W_{CO_2} (g)	0.22	0.44	0.66	0.88
⑤ 発生した二酸化炭素の物質量 n_{CO_2} (mol)	0.0050	0.010	0.015	0.020
⑥ 反応に用いた炭酸カルシウムの物質量 n_{CaCO_3} (mol)	0.0050	0.010	0.015	0.020

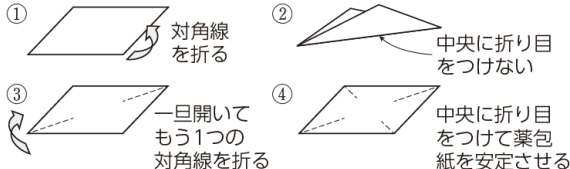
考察 この実験では常に質量の比が $W_{\text{CaCO}_3} : W_{\text{CO}_2} = 1 : \text{⑥}$ 、物質量の比が $n_{\text{CaCO}_3} : n_{\text{CO}_2} = 1 : \text{⑥}$ となっている。また、この反応の化学反応式は ⑥] である。つまり、化学反応式の係数の比は、反応物と生成物の ⑥] の比に一致することがわかる。

3 操作

実施のコツ

- 操作③で、ビーカーはすべて同じ質量だと思って、それぞれの質量測定を省く生徒がいる。ビーカーごとに質量が異なることを教えるために、4個のビーカーの質量をそれぞれ測定し、記録させるとよい。また、一緒に載せてはかるときは、それをペアにして行うように指導する。
- 薬包紙にそのまま試薬を載せると、試薬がこぼれ落ちることがある。それを防ぐために薬包紙を対角線で折ってから、試薬を載せる。

(薬包紙の折り方)



- 反応させるときは、ビーカーを電子てんびんから降ろし、電子てんびんから遠ざけて行うこと。ビーカーを電子てんびんに載せたまま、反応させる生徒がいるので注意する。炭酸カルシウム CaCO_3 を塩酸 HCl に加えると、溶液の飛沫が飛び散ることがある。薬包紙に飛沫がつくのはかまわないので、薬

包紙でしっかりふたをして、飛沫が飛び散るのを防ぐようにする。その際、多少振り混ぜるとよい。

- 炭酸カルシウムが薬包紙に付着して残ることがあるので、薬包紙を液中に浸して反応させて測定してもよい。反応終了の確認は、反応液から気泡が生じなくなったときとする。多少濁っている程度であれば、反応が完了したとする。
- 操作⑤に「発生した気体を逃がす」とあるが、何も行わないと誤差がかなり大きくなる。記載した通り、液面に息を吹きかけるだけでもよいが、多少予算に余裕があれば、ストローを用意し、ビーカー内の空間に呼気を入れてやるとよい。

参考 学び合いや ICT 活用について

- 1人(1グループ)で完結するように設計されているが、教室内で複数の班がいる場合は、いくつかの班には炭酸カルシウムを 0.800 g や 1.20 g などの異なる量で実験させ、複数の班の間でデータをシェアさせると、より考察のしやすいグラフになる。
- ICT を活用できる場合は、表計算ソフトへ入力し、グラフ描画する。関数を使用すれば、授業内にグラフをプロジェクトで投影するなど共有し、全員で考察を行う時間を確保できる。なお、アナログで行うのであれば、黒板に座標軸を描いた模造紙などを貼り、磁石を置いてプロットするなどすればよい。
- 学び合いによって生徒が他者に任せすぎて個々の学力に結びつかない場合や、ICT の活用によって、軸のかき方やデータプロットなどグラフの作法が身につかない場合がある。これらに対する対応も事前にイメージして設計しておきたい。

4 結果／考察／ケミ探 探究問題 4

図 p.105

図 p.105 に示した通り、表にまとめ、データをプロットし、物質量の比と係数の比を比較するという手順で進める。

- 表を埋める。

表を埋める際はこれまでに学んだことを使う。十分に慣れていれば、ただ数値を書き並べるのではなく、説明文や文字式を挟みながら、レポートを書くための練習を促すとよい。どう書いてよいかわからない生徒には、例題や問いの解説を参考にするように促すとよい。

(以降は、p.172 に続く。)

