

# 教科「理数（理数探究基礎）」における ICT 活用の取り組み

岐山高等学校 竹中 諒

## 1 研究のねらい

平成 30 年告示の学習指導要領では新教科「理数科」が新設された。本稿では教育課程における専門学科の「理数科」と区別するために、以降は教科「理数科」を「教科理数」と表記する。

本校の理数科 2 クラスでは令和 3 年度入学生まで 1、2 年生「総合的な学習の時間」（各 1 単位）、3 年生「課題研究」（1 単位＊期間履修により 4～7 月に週 3 コマ）を実施してきた。

今年度の理数科では 1 年生が「教科理数」の理数探究基礎（1 単位）を履修しており、来年度以降は順次 2、3 年生で理数探究（各 1 単位）を履修予定である。

従来の「総合的な学習の時間」より、本校理数科では理科及び数学の複数の教員が関わりながら、実験・観察やグループ活動を基本としたカリキュラムを構築してきた。また ICT 活用の面でも、タブレット端末導入以前からグループ毎に 1 台の PC など情報機器を整備し、情報担当教員と連携してレポート提出や発表場面で活用してきた。これらの取り組みの集大成として 3 年生での課題研究があり、自然科学分野での探究的な学びを深める構成となっている。

今回新たに教科として実施するにあたって、各活動の順序や繋がりなどについて校内にて見直しを行いつつ準備してきた。本稿では特に今年度の理数科 1 年生が履修している理数探究基礎について、関係する教科（理科・数学・情報）を代表して実践事例を報告する。

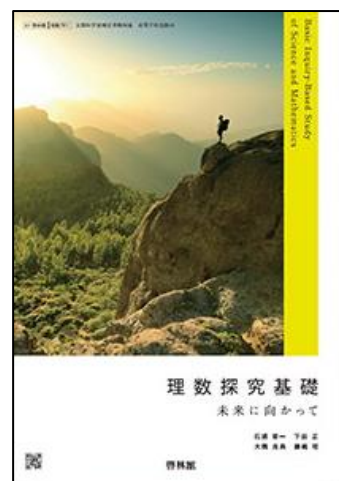


図 1 理数探究基礎の教科書  
(本校で今年度採用した版)

## 2 実践した内容

ここでは、前期に実施した「実験観察基礎」と、後期に実施している「科学トレーニング」について紹介する。

### 1) 実験観察基礎について

前期の「実験観察基礎」では主に身近な現象や事物をテーマに、実験や観察の基本的な技能を学ぶことを目的に実施している。具体的には有効数字の学習に加えて、実際に物理と化学の基礎的な実験を行い、安全対策も含めた器具の扱いや測定方法を学ぶこと、測定値の数値の扱いや計算方法を実験の考察に生かすことができることを目指している。

ICT 活用の面では、今年度の物理分野の実験で通常のレポート共に、タブレット端末を活用し、エクセルシートでのレポート提出を課した。この実験は台車の運動から定量的な測定方法や結果の計算方法を学ぶもので、物理基礎の「運動の表し方」に該当する。

実験前に中学校理科の等速直線運動の復習から「位置と時刻の関係 ( $x-t$  グラフ)」「速度と時刻の関係 ( $v-t$  グラフ)」について講義を行った後、記録タイマーを使って台車の運動を調べた。実験後の考察においては、シートを活用して作成した 2 つのグラフを生徒同士で比較することで位置と時刻、速度と時刻の関係についての理解を深めた。

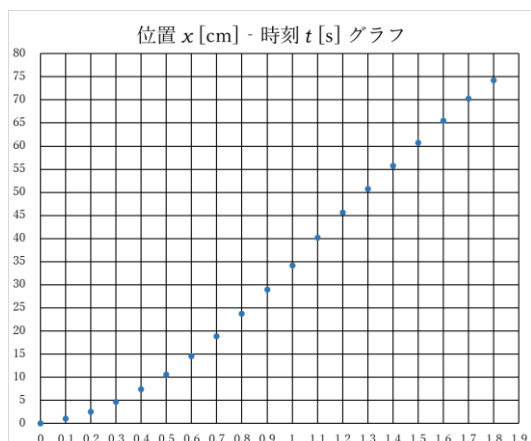


図 2 生徒が作成したグラフより

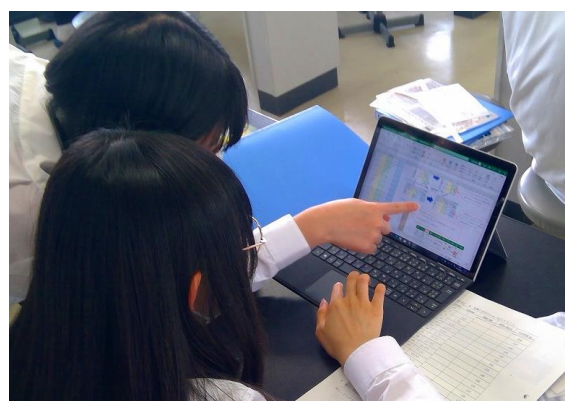


図 3 授業風景

一方で、化学分野の実験では化学基礎の「化学反応式とその量的関係」に該当する炭酸カルシウムの反応実験を行っている。こちらはグラフ作成において物理分野と異なり、用紙に手書きさせる従来の形式を変えていない。

これは図4に示すような反応物の過不足についての理解を図るためである。図中の化学反応式から予想されるように、青線段階では反応物と生成物の質量は比例関係にある。ただし、ある点（変曲点）を超えると反応物のうち一方が不足するため反応が進まず、それ以上生成物が増えない赤線段階となる。測定値の誤差を考慮してこの変曲点を予想するためには、実験班で議論を通して、グラフを手書きで作成させる方法が適していると考えられる。

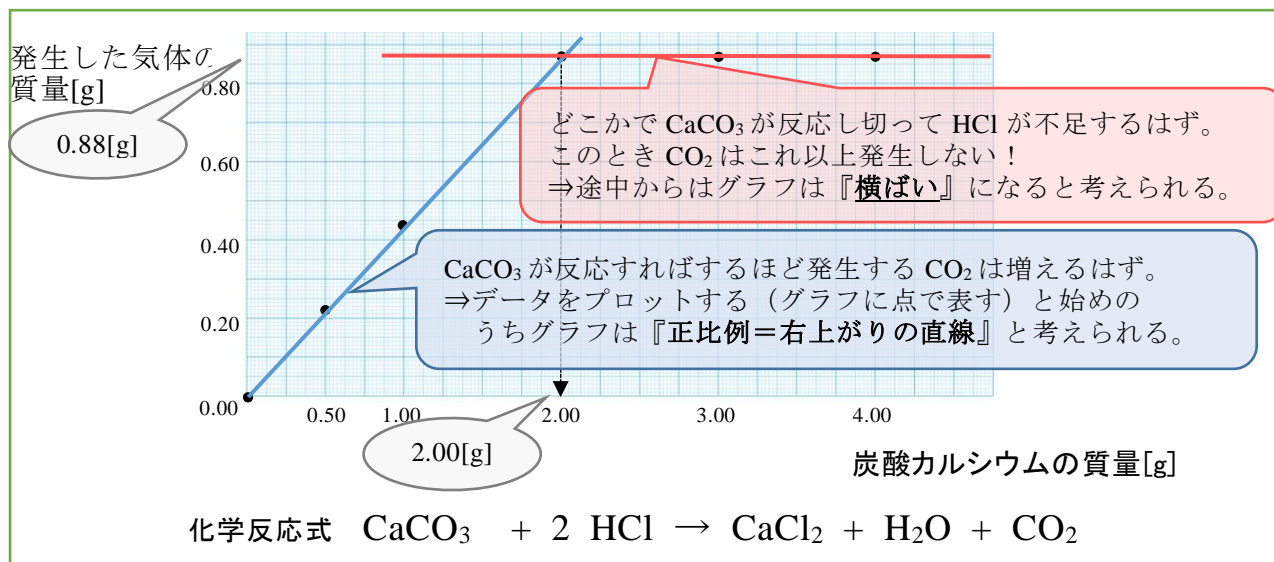


図4 実験観察基礎「炭酸カルシウムの反応実験」における説明スライドより

なお、実験段階の理数物理（普通科の物理基礎）、理数化学（同じく化学基礎）ともに授業では該当単元に到達していないが、先取りとして紹介し、到達時に改めて説明を行っている。

特に化学において過不足のある反応の理解は物質質量と化学反応式の関係の基本となる考え方であり、実験と班での議論に時間をかけて行うことで実感をもった理解に繋がると考えられる。

## 2) 科学トレーニング（ミニ課題研究）について

夏休み及び考査を挟んで「科学トレーニング」では、設定された身の回りの自然や科学技術に関する研究テーマについて、タブレット端末など ICT 機器を活用したミニ課題研究を行う中で、「科学的思考力」「表現力」「プレゼンテーション能力」を伸張させる目的で実施している。

9月に物理・化学・生物・地学・数学の教員が準備した研究テーマを選択し、10月から11月にかけて2人1組のペアとなって、テーマに対して自分たちの立てた仮説を検証する形で実験を行った。考査期間を挟んで12月にかけてデータの整理と考察を行い、仮説検証の流れをまとめたポスターの作成・発表までを一連の流れとしている。

特に情報科との連携面では、従来の「社会と情報」科目における「表現と伝達」単元の文書作成、表計算ソフトの活用の実践の場として4時間分の授業を振り替えて実施してきた。今年度より「情報I」となり、前述の単元は縮小されたものの、新たに設定された「問題解決とその方法」単元において、問題の明確化、情報の収集、情報の整理・分析、解決案の判断、実施・評価の手順に沿って考える場として、同様に4時間分を振り替えて実施している。

## 3 実践中および実践後の生徒の変容

以下、科学トレーニング実施後の生徒レポートより抜粋。

<研究に取り組む姿勢について>

- ・10月からの科学トレーニングで与えられた課題に向けて数々の実験を行ってきた、前回の実験から何が分かって新たな疑問は何か、またそれはどのように確かめるかという計画を立てて実験を進めていくことがとても大切だと分かった。

また、どうしてこの結果が得られたのかという根拠をはっきりさせることがこれからの課題研究で大切になってくると思った。これからの実験でも探求心を忘れずにとことん追求していきたい。

- ・今回の授業から、仲間と協力する大切さを改めて感じました。実験や考察をするときにどういう風にしようかと仲間と意思疎通をしっかりとできたので効率的に実験計画や考察レポートの作成ができたのでよかった。また、実験をしたときに結果がみんなと違ってしまっるところから、責任を持ってやることの大切さを感じることができました。
- ・仮説が正しかったことが全てではなく、そこからさらに深く考えること、仮説が違った時になぜ違うのかと考えることに意味があるということを学んだ。そして限られた時間の中でどの実験を優先的に行うべきかを考えることも大切だと学んだ。
- ・科学トレーニングで学んだことは、自らで考えその考えをもとに実験しその実験が正しいかを見分け、もし間違っていたならもう一度考察して、もう一度実験。これらを繰り返して、自らの能力を高めていく。また発表では論理的に人に解説する能力が求められ、臨機応変に状況を理解していくという能力を高めていくことができたのではないかと思う。また、社会人になったときに活用できる能力であるとも思う。
- ・考察に自分の妄想が入ってしまうこともあり、思っていた以上に「関係があることの証明」が難しいことだと学びました。この経験を活かし、次の研究がもっと科学的に行えるようにしたいです。

<ポスター発表について>

- ・今回の科学トレーニングで、発表することの難しさを知ることができた。発表するときにはポスターばかり見て話してしまったり、声の大きさ考えずに話してしまい、聞き取りにくいところがあったりと聞き手の立場になって発表することができなかった。次からは、自分が聞き手だったらと客観的にみて発表したい。
- ・ポスターを作製する中では内容を知らない人でも理解できるように意識して作成をしたが他の班では発表の際、聴き手の反応を確認し補足を付け足しながら発表するという工夫もしていたので今後、取り入れていきたい。

#### 4 研究のまとめ

今年度より教科として実施している「理数」、特に理数科1年生の「理数探究基礎」の実践について、物理分野、化学分野の「実験観察基礎」を中心に、情報科との連携などを紹介した。

今年度12月以降は理数数学Iα（普通科の数学I）の「データの分析」単元と連携した「データ分析講座」を計画している。こちらは前述の実験観察基礎や科学トレーニングで扱ったデータをもとに統計やグラフ、有効数字を理解することを目的とし、生徒タブレットを活用した統計処理をもとに、数学的な整理と分析を行う予定である。

また来年度2年生での「理数探究」では、情報科と共にマイコンボード「micro:bit」を使用したプログラミング講座を計画しており、他教科の授業と相互補完の関係でICT機器を活用した取り組みを進める予定である。

教科として観点別学習評価のさらなる整備・改訂など、理科、数学、情報の各科が連携して取り組まなければならない課題は多いが、校内の自然科学分野の探究的な学びを担う中心的科目として一層の充実に努めていきたい。

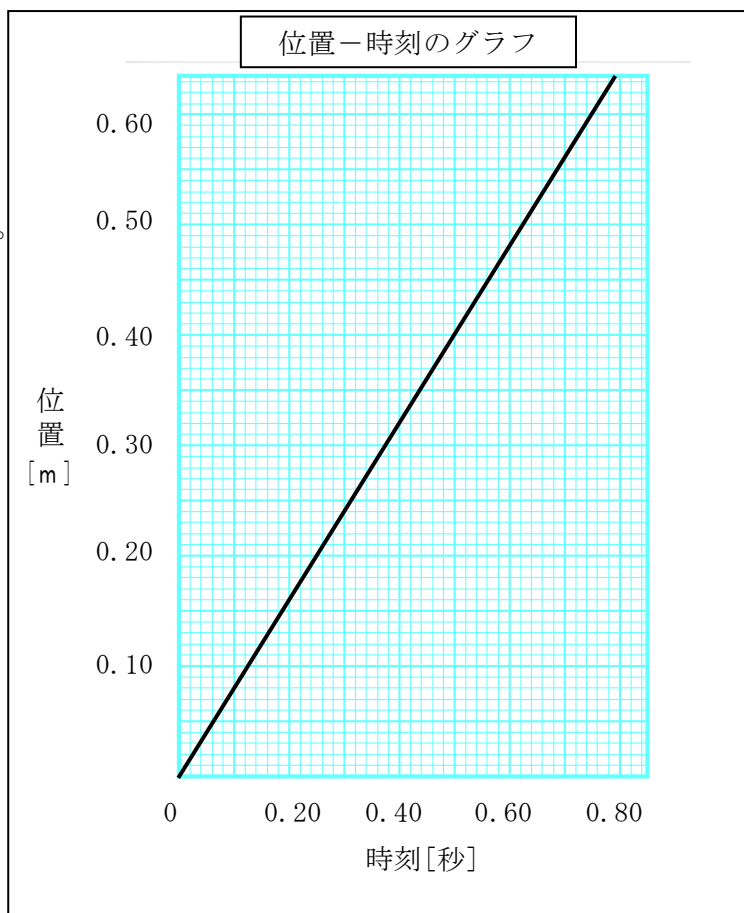
# 実験観察基礎(物理)・・・事前予備知識

## 「位置と速さ」

### 1 グラフ

右はある物体の位置と時刻のグラフである。

- この物体の時刻 0.50 秒における位置は  
スタート地点から \_\_\_\_\_ [m]
- この物体の運動を言葉で表現すると、  
\_\_\_\_\_
- この物体の速度は, \_\_\_\_\_ [m/s]



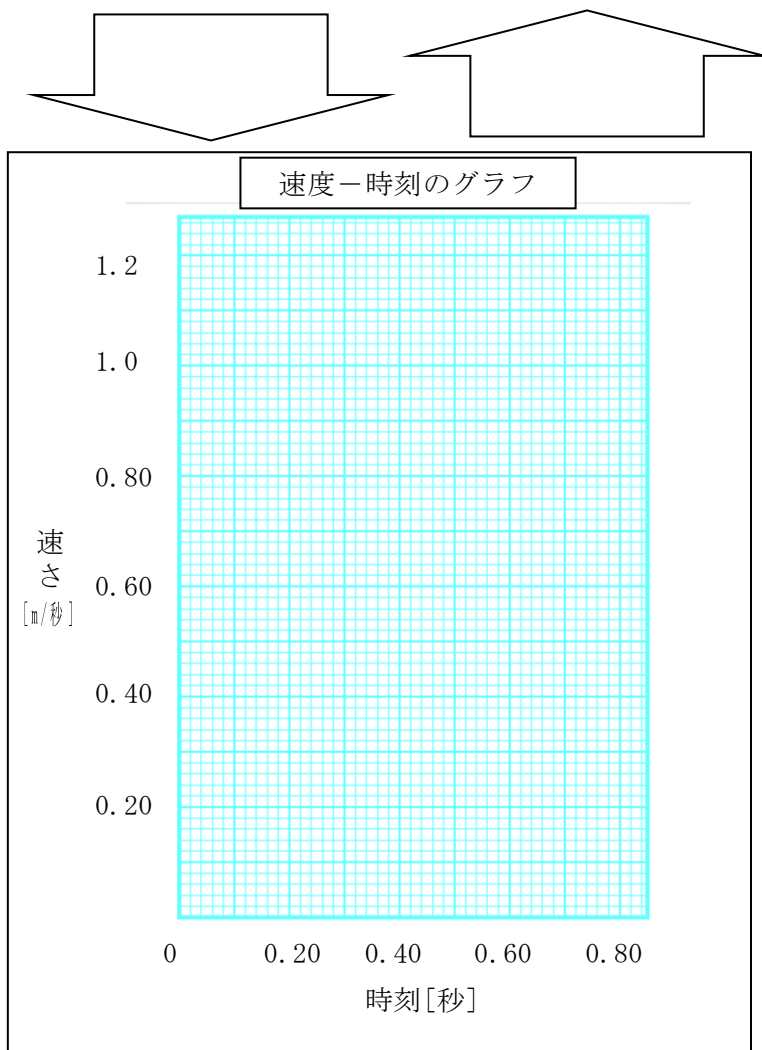
この運動を速度と時刻のグラフにすると

速度と時刻のグラフから、時刻 0.70 秒における位置はわかりますか？

\_\_\_\_\_ [m]

### 【まとめ】

- ① 「速度」を「位置」という言葉を使って表現すると、
- ② ①より、位置と時刻のグラフの何が「速度」を表していますか。
- ③ 「速度と時刻のグラフ」からわかることは何ですか。



# 実験観察基礎(物理)

## 「運動を分析する！ー記録テープを使ってー」

### 【目的】

台車の運動を記録テープを使用して調べることにより、定量的な測定方法や結果の計算方法を学ぶ。また、その結果から、位置と時刻、速度と時刻の関係を考え、運動の分析法の1つを習得する。

### 【予備知識】

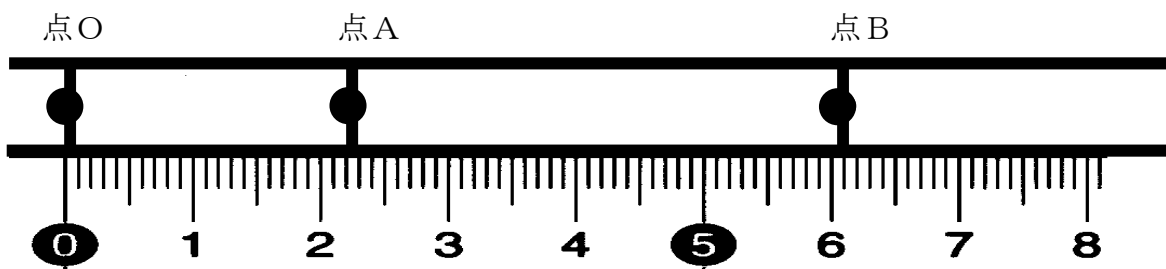
#### 1 記録タイマー

- 記録タイマーは、岐山高校においては中部電力の電気を使って動作しており、1秒間に  回点を打つから、点を打ってから次に点を打つまで  秒だけ時間が経過している。記録タイマーにテープを通して運動している物体の様子を記録し、6打点ごとに印を付けると、印と隣の印の間は  秒 時間が経過している。また、3打点ごとに印を付けると、印と隣の印の間は  秒 時間が経過している。

#### 2 測定

- ものさしで長さを測るときは最小目盛の  までよむ。
- 区間の距離を測定するときは、ものさしを動かさないで  により求める。  
なぜなら、、、

例 下の図の点Oから点Aの長さは  c m  
下の図の点Oから点Bの長さは  c m  
よって、下の図の点Aから点Bの長さは  c m



## 【準備】

### 1 使用器具

記録タイマー、記録テープ、セロテープ、台車、長方形の板3枚、木片（大）、木片（小）、ものさし

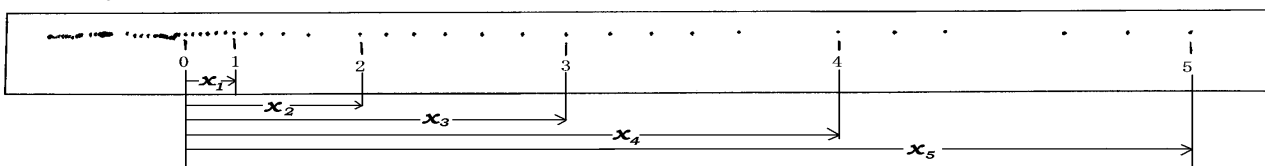
### 2 装置



- ↑ ↑ ↑板2枚を斜面に接して置く（2枚は水平）。
- ↑ 木片（小）に板の端をのせて斜面をつくる。
- 木片（大）に記録タイマーをのせる。

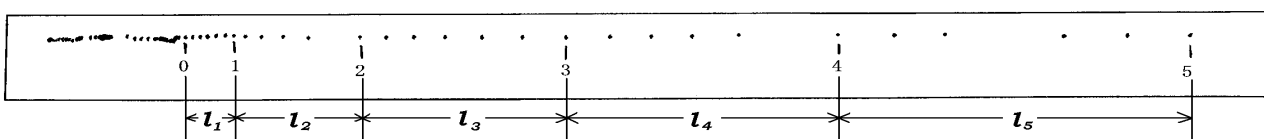
## 【方法】

- 1 装置を作り、記録タイマーのカーボン紙がうまく回転することを確認してからテープを通す。
- 2 テープの一端を台車にセロテープで固定し、記録タイマーのスイッチを入れた後、静かに手を離す。台車が板から落ちたらやり直す。  
※記録タイマーが動かないよう手で押さえる。また、台車は絶対に実験台から落とさない。
- 3 テープの打点が隣の打点と区別できる最初の打点を0とし、6打ごとに1、2、3、4・・・と印を付ける。
- 4 0から1まで、0から2まで、0から3までの長さ  $x_1, x_2, x_3 \dots$  を測り、表に記入する。



※点が見つからない場合もあるが、間隔から点があると判断できる。

- 5 0から1まで、1から2まで、2から3までの長さ  $l_1, l_2, l_3 \dots$  を計算して表に記入する。



【結果】 ※ 距離の単位は  $\text{cm}$  で記入すること。

時刻[s]	位置 $x$ [cm]	間隔 $l$ [cm]	速度 $v$ [cm/s]	中央時刻 [s]
0.0	0			
				0.05
0.1				0.15
0.2				0.25
0.3				0.35
0.4				0.45
0.5				0.55
0.6				0.65
0.7				0.75
0.8				0.85
0.9				0.95
1.0				1.05
1.1				1.15
1.2				1.25
1.3				1.35
1.4				1.45
1.5				1.55
1.6				1.65
1.7				1.75
1.8				

- 1 位置－時刻のグラフ ( $x-t$  グラフ) をかきなさい。
- 2 速さ－時刻のグラフ ( $v-t$  グラフ) をかきなさい。 (中央時刻を用いてグラフをかく)

※ 1・2 のグラフは、エクセルを用いて描きます。

【発展】

1  $x-t$  グラフから、時刻 0.0 [S] から時刻 1.8 [S] までの物体の位置の変化を求めなさい。

[    ]

2  $v-t$  グラフの時刻 0.0 [S] から時刻 1.8 [S] までの囲む面積を求めなさい。

[    ]

【まとめ】

1 観察・実験について 【知識・技能】

① ものさしで位置を測定する際に注意することを書きなさい。

② データ処理をする際に、各区間の長さを測定するのではなく、最初の点からの長さを測定する理由を書きなさい。

2 計算について 【知識・技能】

① 記録タイマーで点を打って次に点を打つのに何秒時間がかかるか。理由をつけて答えなさい。

② 0.1 秒間に 13.8 cm 動いたとする。速さを求めなさい。(計算式も示すこと)

③ 速度-時刻のグラフ ( $v-t$  グラフ) から位置の変化を求めるためにはどうしたらよいか書きなさい。



3 運動について 【思考・判断・表現】

① 斜面での台車の運動の様子を説明しなさい。

② 斜面を下り終えてからの台車の運動の様子を説明しなさい。

③ ②では、なぜそのような運動になったかを説明しなさい。

4 グラフについて 【思考・判断・表現】

斜面の台車の運動に関して、位置—時刻のグラフ ( $x-t$  グラフ) と速度—時刻のグラフ ( $v-t$  グラフ) の間には、どのような関連があるか。2つのグラフの形に注目して考えなさい。

5 速度の変化について 【思考・判断・表現】

単位時間当たりの速度の変化を「加速度」といいますが、速度—時刻のグラフと加速度—時刻のグラフの間にはどのような関連があるか。自分の考えを書きなさい。

# 化学反応の量的関係を学ぶ

## 目的

化学変化における反応物と生成物の量的関係を調べ、グラフを用いることで化学反応の過不足量について学ぶ。また物質量を計算し、反応式と量的関係を考える。

## 準備

〔器具〕 電子天秤(0.01g まで測定可能なもの)、コニカルビーカー(100mL) (5)  
メスシリンダー(20mL)、安全めがね、白衣

〔試薬など〕  $\text{CaCO}_3$  (炭酸カルシウム、石灰石)、 $2\text{mol/L-HCl}$  (塩酸)、薬包紙(5)  
※mol/L は濃度の単位です。

## 方法

- 5 個のコニカルビーカーを用意し A~E のしるしをつけ、それぞれにメスシリンダーを用いて  $2\text{mol/L-HCl}$  を 20mL はかり入れる。
- A~E のそれぞれの全体の質量を測定し、それを  $W_1$  として記録する。
- 異なる 5 つの質量の炭酸カルシウム (質量は  $0.50\text{g}\sim 4.00\text{g}$  の間で設定すること) を 5 枚の薬包紙に正確にはかりとり、それを  $W_2$  として記録する。  
(最も少ない炭酸カルシウムから順に A~E とする)
- A~E のコニカルビーカーにそれぞれ炭酸カルシウムを入れて塩酸と反応させる。
- 泡が出なくなるまでよく混ぜ、しばらくしてから、A~E のコニカルビーカーのそれぞれの全質量をはかり、 $W_3$  に記録する。

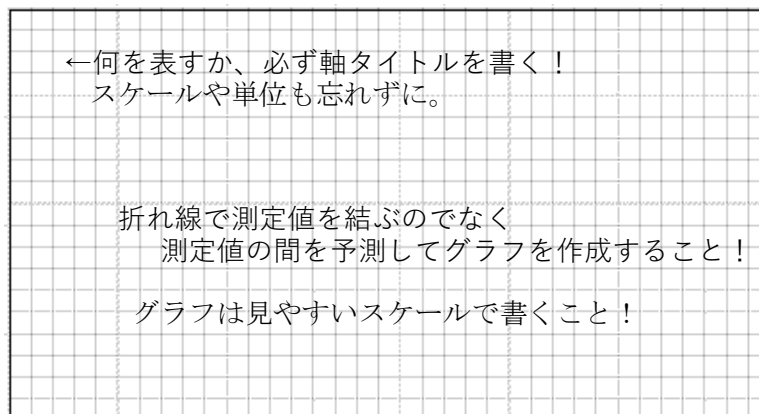
## 結果と考察

実験結果	A	B	C	D	E
$W_1$	g	g	g	g	g
$W_2$	g	g	g	g	g
$W_3$	g	g	g	g	g
発生した気体	g	g	g	g	g

炭酸カルシウムの質量と発生した気体の質量の関係をグラフにプロットし、直線で関係を表しなさい (誤差を考慮すること=折れ線で結ばない)。

発生した気体の  
質量[g]

方眼紙を利用し、  
裏面に貼る



炭酸カルシウムの質量[g]

○グラフが変化した理由を考え答えなさい

○グラフに描かれた 2 直線の交点の左側と右側において、反応しないで残っている物質は何ですか。化学式で書きなさい。

左側 : \_\_\_\_\_ 右側 : \_\_\_\_\_

○グラフより炭酸カルシウムと塩酸が過不足なく反応すると考えられる炭酸カルシウムと発生した気体の質量を読みとりなさい。

炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  : \_\_\_\_\_ g 発生した気体 : \_\_\_\_\_ g

### まとめの時間

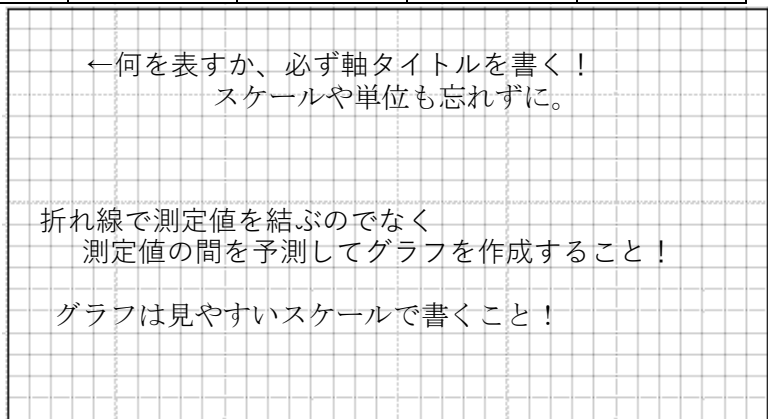
質量を個数基準に換算することを考えてみよう。個数を基準とした単位 mol (物質質量) があります。  $\text{CaCO}_3$  1mol(個数) = 100g、  $\text{CO}_2$  1mol(個数) = 44g を利用し、実験結果を物質質量で表してみよう。

	A	B	C	D	E
$\text{CaCO}_3$ ( $W_2/100$ )	mol	mol	mol	mol	mol
発生した気体	mol	mol	mol	mol	mol

グラフを物質質量で表そう。

発生した気体の  
物質質量[ $\text{mol}$ ]

方眼紙を利用し、  
裏面に貼る



炭酸カルシウムの物質質量[ $\text{mol}$ ]

○今回用いた塩酸の濃度は  $2\text{mol/L}$  で体積は  $20\text{mL}$  です。  
中に含まれる  $\text{HCl}$  の物質質量を求めなさい

\_\_\_\_\_  $\text{mol}$

○グラフより炭酸カルシウムと塩酸が過不足なく反応すると考えられる炭酸カルシウムと発生した気体の物質質量を読みとりなさい。

$\text{CaCO}_3$  : \_\_\_\_\_  $\text{mol}$  発生した気体 : \_\_\_\_\_  $\text{mol}$

○今回の実験で過不足なく反応した場合の物質質量の比を簡単な整数で求めなさい。

$\text{CaCO}_3$  : 塩酸 : 気体 = \_\_\_\_\_  $\text{mol}$  : \_\_\_\_\_  $\text{mol}$  : \_\_\_\_\_  $\text{mol}$  = \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ :

今回の反応は  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  で表される。

### 感想・疑問

月 日 班 1年組 番氏名