

令和3年度 サイエンス・ラボ 実験・観察集



兵庫県立姫路東高等学校

生き生きとした好奇心

兵庫県立姫路東高等学校 校長 白井 研二

本校は、創立112年目を迎える単位制普通科高等学校で、「自主・創造・友愛」の校訓のもと、教育活動に取り組んでいます。令和2年度より、文部科学省「スーパーサイエンスハイスクール（SSH）」の研究指定を受け、世界を牽引する人材教育のための国際的な課題研究をテーマに取り組み、本年度は2年目を迎えました。

幼い頃から日常生活の中で感じた「なぜ。やってみたい。もっと知りたい。」という気持ちをいつまでも持ち続けたいと思うのは私だけでしょうか。ノーベル物理学賞受賞者の朝永振一郎博士は、「ふしぎだと思うこと これが科学の芽です よく観察してたしかめそして考えること これが科学の茎です そうして最後になぞがとける これが科学の花です」と述べています。子どもたちが生き生きとした好奇心を持ち続けることが、科学に対する探究心を深める一歩だと感じています。

そこで、SSHの事業の一環として姫路市内の中学生を対象に自然科学体験講座「サイエンス・ラボ」を企画しました。身近な科学の面白さを体験してもらうことによって、自然科学に関する興味・関心を高めることを目的としています。指定1年目の昨年度は秋に2回、2年目の今年度は夏と秋に3回、それぞれ複数の講座を実施しました。講座内容は、①偏光板を用いて光の性質を考える物理分野、②デンプンや重曹の性質を扱った化学分野、③アルコール発酵を扱う生物分野、④天気について考える地学分野、⑤理系のネイティブが担当するall EnglishのDNA抽出実験講座、⑥パズルや図形などを扱った数学分野など多岐に渡っています。

中高生にとって「サイエンス・ラボ」が、生き生きとした好奇心を持ち続けるきっかけになり、科学の芽を出し、科学の花を咲かせる一助になることを期待しています。

最後になりましたが、「サイエンス・ラボ」を実施するにあたり、ご支援ご協力賜りました国立研究開発法人科学技術振興機構、兵庫県教育委員会、関係中学校の皆様にご心より感謝申し上げますと共に、なお一層のご支援をよろしくお願いいたします。

目 次

1	図形に強くなろう！～見えないものを見る力を付ける～（数学）	1
2	砂でわかる！図形の性質（数学）	6
3	図形をパズルで考えよう（数学）	10
4	太陽の色は何色でしょう？（物理）	14
5	偏光板から見える世界（物理）	16
6	Magnetic Slimes (Physics)	19
7	身のまわりのもので化学実験（化学）	22
8	化学反応の速度をコントロールしよう（化学）	26
9	重曹の不思議（化学）	30
10	Pasta Rocket Engines! (Chemistry)	33
11	酵母カプセルで発酵実験（生物）	37
12	DNA ストラップを作ろう（生物）	41
13	低気圧を作ろう！（地学）	44

分野 数学	図形に強くなろう！ ～見えないものを見る力を付ける～
---------------------	--------------------------------------

- ・対象学年：全学年
- ・キーワード：図形に関する様々な話題について扱う

● 実施概要

①テーマ「見えないものを見る」

- ・積み木の最少個数を考える
- ・補助線の活用
- ・図形の周りを滑らずに回転する円の軌跡

②テーマ「どう考えればよいかを見通す」

- ・正方形の紙から円柱をつくる(1辺の長さが15cmの正方形からできる最大の円柱)
- ・円柱をしばるときのひもの長さ

③テーマ「過去問」

- ・直角三角形と半円を合成した図形の周りを、滑らずに円が回転したとき、その円の中心が描く曲線の長さ

● 事前準備物

積み木(3cm×3cm×3cmの立方体)	参加人数×30個
折り紙(15cm×15cm)	参加人数×2枚
厚紙を円形にくり抜いたもの	参加人数×1枚
トイレットペーパーの芯	1本

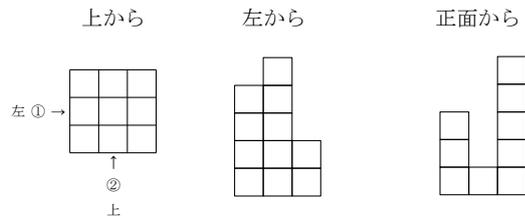
● 実施方法

時間	生徒の活動	指導の注意点
5分	概要説明を聴く 図形を考える＝想像(創造)力と思考力が身につく。 想像(創造)力 見えないものが見える化する力。 → 見えている部分から想像する。 図をかいてみる。 対称性や規則性を見つける。 思考力 どこから手を付けてよいか分からない。 → 補助線を引いてみる。 図を分けてみる・見方を変えてみる。	<ul style="list-style-type: none"> ・本講座の趣旨と内容について簡単に紹介する。 ・あまり難しい印象を持たせないように配慮しながら説明する。

10分

課題1について考える。

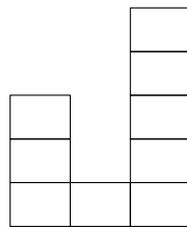
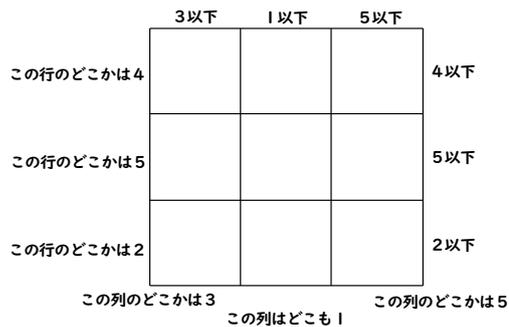
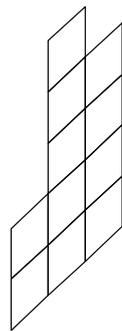
Q1 立方体の積み木を何個か積み上げて作った立体があります。この立体を3つの方向から見ると次のようになりました。できるだけ少ない個数の積み木でこの立体を作るとき、積み木は何個必要でしょうか？



➡見えている部分から想像する

上から見た図に分かるところを書き込んでみる

左から見た図



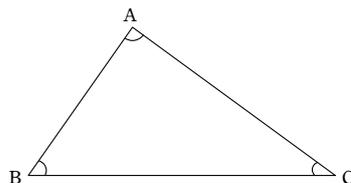
正面から見た図

➡積み木の個数を最も少なくできるとき 19 個

5分

課題2について考える。

Q2 三角形の3つの内角の和が 180° である理由を説明してください。



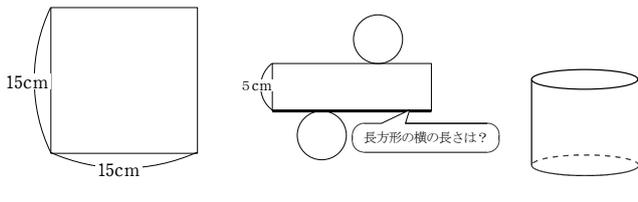
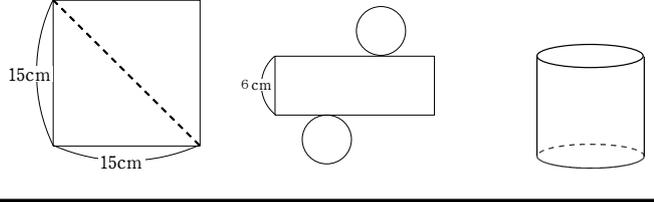
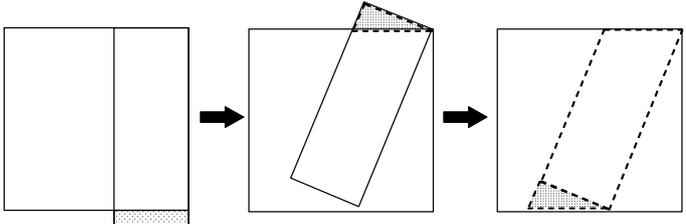
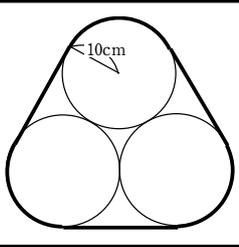
・積み木を配布し、図を見ながら積み木を組み立てさせる。本来は頭の中で想像して解かせたい問題だが、今回は活動を重視して実際の積み木を組み立てさせる。

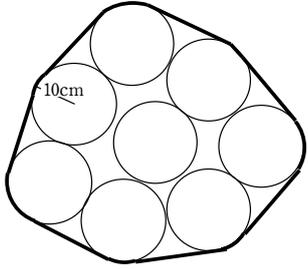
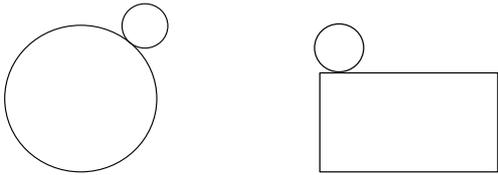
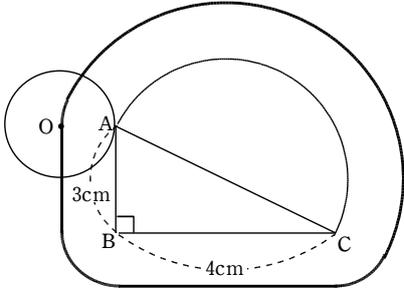
・得られる情報を整理させる。

・最少個数であることを改めて確認する。

・教科書に載っている内容であることを確認する。

・適宜ヒントを与えながら補助線をどのように引けばよいか考えさせる。

<p>10分</p>	<p>➡補助線を引いて角を1つの場所に集めてみる</p> <p>課題3について考える。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Q3 1辺の長さが15cmの正方形の紙を使って、底面の円の直径が5cmで高さが5cmの円柱をつくることのできるでしょうか？</p>  </div> <p>➡折り紙と直径5cmの円形の紙を使って考える</p>	<p>・折り紙を配布し、実際に円柱の展開図を書き込ませながら、埋め込めるかどうかについて考えさせる。</p>
<p>10分</p>	<p>課題4について考える。</p> <p>★高さを1cm大きくしても入るかな？</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Q4 1辺の長さが15cmの正方形の紙を使って、底面の円の直径が5cmで高さが6cmの円柱をつくることのできるでしょうか？</p>  </div>	<p>・一見無理なように感じる問題だが、何か良い方法はないか、少し時間を取って考えさせる。</p>
<p>5分</p>	<p>➡見方を変えてみよう</p> 	<p>・平行四辺形という発想は出にくいので、同じ面積の図形を別の場所を作る発想に誘導していく。</p> <p>・トイレットペーパーの芯を実際に切り開いてみて平行四辺形の効率の良さについて考えさせる。</p>
<p>5分</p>	<p>課題5について考える。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Q5 底面の円の半径が10cmの円柱3本をひもでしばるとき、必要なひもの長さは何cmでしょうか？</p>  </div>	<p>・分りにくい図形は分かりやすい図形に分割するというアイデアに気づかせる。</p>

<p>5分</p>	<p>課題6について考える。</p> <p>Q6 底面の円の半径が10cmの円柱8本をひもでしばるとき、必要なひもの長さは何cmでしょうか？</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・Q5のアイデアを再確認する。
<p>5分</p>	<p>課題7について考える。</p> <p>Q7 次の円や長方形の周りを小さい円がすべらずに回ったとき、円が通った跡(あと)としてできる図形はどんな形になるでしょうか？</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・教科書に載っている内容であることを確認する。
<p>15分</p>	<p>課題8について考える。</p> <p>Q8 図のように $AB=3\text{cm}$, $BC=4\text{cm}$, $\angle B=90^\circ$ の直角三角形 ABC と辺 AC を直径とする半円をあわせた図形がある。半径 1cm の円 O が、この図形の外側をすべらないように転がり、1周する。円 O の中心が通過してできる図形は図の太線になる。円周率は π として次の問いに答えなさい。</p> <p>(1) 弧 AC の長さは何 cm か、求めなさい。</p> <p>(2) 図の太線の長さは何 cm か、求めなさい。</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・これまでに出てきたアイデアを組み合わせる。 ・少しずつヒントを与えながら考えさせる。
<p>5分</p>	<p>まとめ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・本講座のまとめを行う。

図形を考える＝想像(創造)力と思考力が身につく

想像力 見えないものを見る化する力 → 見えている部分から想像する

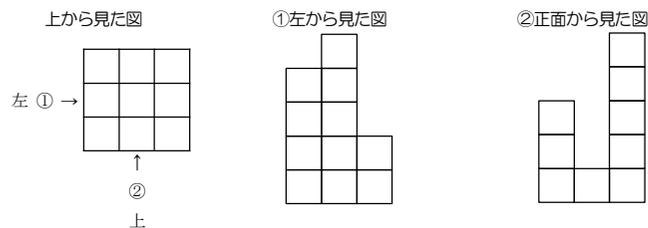
図をかいてみる・対称性や規則性を見つける

思考力 どこから手を付ければよいか分からない

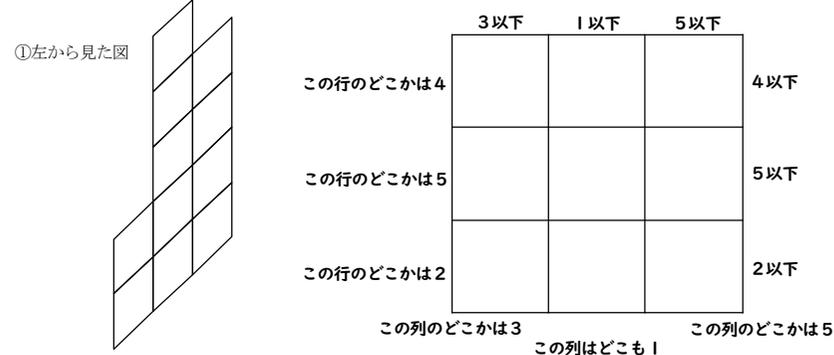
補助線を引いてみる・図を分けてみる・見方を変えてみる

【見えないものを見る(積み木の数)】 積み木を使います

Q1 立方体の積み木を何個か積み上げて作った立体があります。この立体を3つの方向から見ると下のようになりました。**できるだけ少ない個数の積み木**でこの立体を作るとき、積み木は何個必要でしょうか？

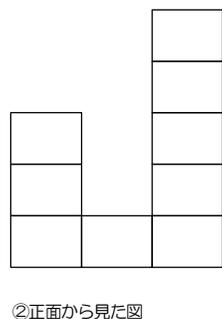


【見えている部分から想像する】上から見た図に分かるところを書き込んでみよう！



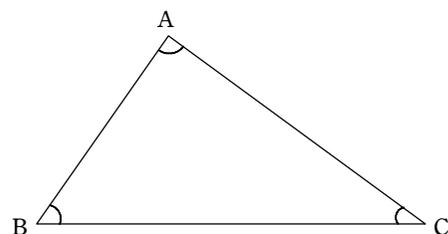
積み木の個数が最も少なくできるとき

個



【どうするか?(三角形の内角の和は180°)】教科書に載ってます！

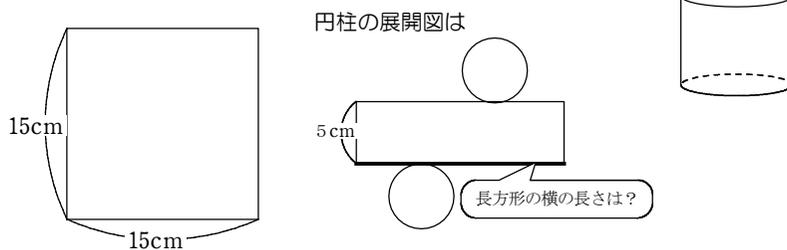
Q2 三角形の3つの内角の和が180°である理由を説明してください。



補助線を引いて角を1つの場所に集めてみよう！

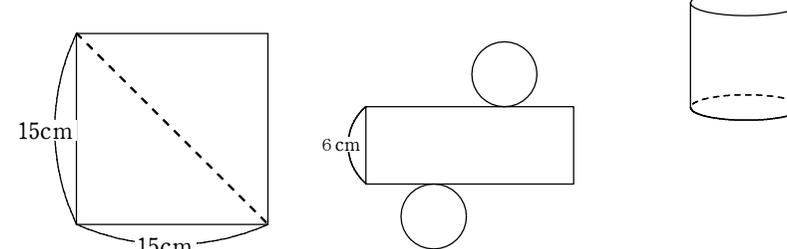
【図をかいて考えてみる(円柱の展開図)】 折り紙と丸形の紙を使います

Q3 1辺の長さが15cmの正方形の紙を使って、底面の円の直径が5cmで高さが5cmの円柱をつくることができますでしょうか？

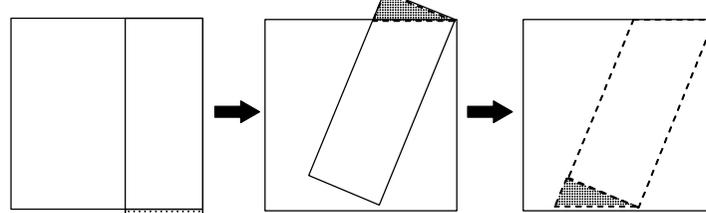


【高さを1cm大きくしても入るかな?】

Q4 1辺の長さが15cmの正方形の紙を使って、底面の円の直径が5cmで高さが6cmの円柱をつくることができますでしょうか？

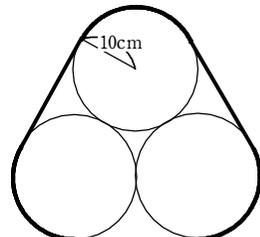


見方を変えてみよう！

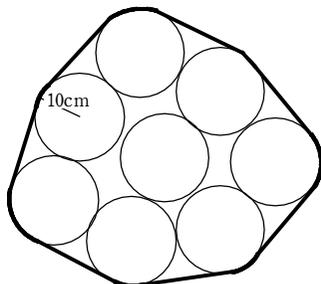


【どう考えればよいか?(ひもの長さ)】

Q5 底面の円の半径が10cmの円柱3本をひもでしばるとき、必要なひもの長さは何cmでしょうか？



Q6 底面の円の半径が10cmの円柱8本をひもでしばるとき、必要なひもの長さは何cmでしょうか？



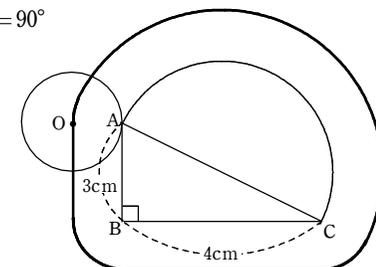
【見えないものを見るようにする(円の通り道)】

Q7 次の円や長方形の周りを小さい円がすべらずに回ったとき、円が通った跡(あと)としてできる図形はどんな形になるでしょうか？



問題 図のようにAB=3cm, BC=4cm, ∠B=90°

の直角三角形ABCと辺ACを直径とする半円をあわせた図形がある。半径1cmの円Oが、この図形の外側をすべらないように転がり、1周する。円Oの中心が通過してできる図形は図の太線になる。円周率はπとして次の問いに答えなさい。



- (1) 弧ACの長さは何cmか、求めなさい。
- (2) 図の太線の長さは何cmか、求めなさい。(東高推薦入試の過去問を一部改題)

(1) 弧ACの長さは何cmか、求めなさい。

弧ACの長さを求めるには、斜辺ACの長さが必要 ⇒ △ABCは直角三角形だから、

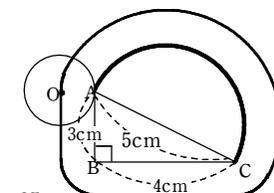
三平方の定理 $AC^2 = AB^2 + BC^2$ が成り立つ。

⇒ AB=3, BC=4 を代入して $AC^2 = 3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25$

ACは辺の長さで正であるから AC=_____ (cm)

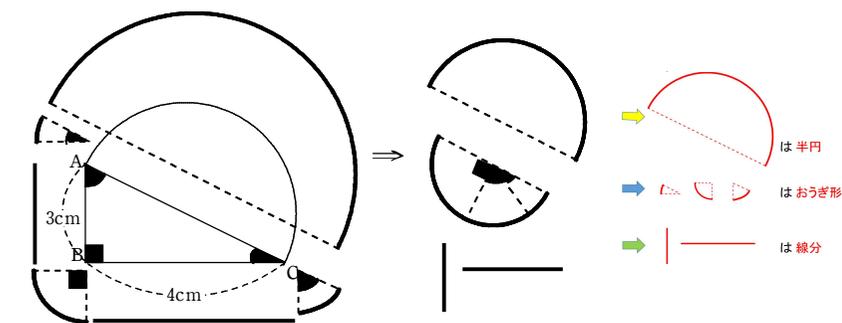
⇒ ACを直径とする円の円周(=直径×π)は _____ (cm)

⇒ 弧ACはその半分だから _____ (cm) よって _____ cm



(2) 図の太線の長さは何cmか、求めなさい。

太線を分解して、1つ1つのパーツについて見てみよう！



直径が7cmの半円の弧の長さ _____ (cm)

直径が2cmの半円の弧の長さ _____ (cm)

3cmと4cmの2つの線分

太線の長さはこれらの長さの和であるから _____ (cm)

分野 数学	砂でわかる！図形の性質
---------------------	--------------------

- ・ 対象学年 : 全学年
- ・ キーワード : 角の二等分線、内心・外心、円、放物線

● **実験概要**

BBQ 網の上に置かれた様々な図形の厚紙の上に、まんべんなく砂をかけ、その紙の上でできあがる形を想像する。はじめに、三角形の紙の上に砂をかけていき、三角錐ができることをみせる。その後、四角形の紙の上に砂をかけるとどのような形になるかを想像させ、砂の峰の部分の規則性、峰の交点がなにを表しているのかを考えさせる。その他、長方形から円を切り抜いた紙や、楕円の紙などに、砂をかけることによってできあがる形を想像することから、規則性や図形について考えさせる。

- ・ 生徒の注目ポイント : 砂をかけるとどのような形ができあがるのかを想像し、規則性を考えること。

● **事前準備物**

砂、BBQ 網、図形を切り取った厚紙、砂をかけるためのコップ、はさみ、のり、コンパス

● **実施方法**

時間	生徒の活動	指導の注意点
15分	<p>・ BBQ 網の上に置かれた三角形の紙の上に砂をかけていき、その紙の上にどのような形が浮かび上がるのかを考える。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">三角形に砂をかけると、どうなる？</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">生徒の思考場面</p> <p style="text-align: center;">砂をかける実験により、どのような形になるかがわかる。砂をかける前に、どのような形になるかを考えさせる。</p> </div> <p>・ 三角錐ができあがることを体験する。</p>	<p>・ 徐々に砂をかけることにより、できあがる形を想像させ、考えられるようにする。</p> <p>・ 形が変わらなくなるまで、砂をまんべんなくかける。</p>

	<p>・四角形①の紙の上に砂をかけるとどのような形ができあがるか考える。</p> <p>(四角形①：内接円の存在しない四角形)</p> <p>・砂をかけ、できあがった形について考える。 峰：角の二等分線 峰の交点：内心（内接円の交点)</p> <p>・四角形②に砂をかけ、どのような形が浮かび上がるかを考える。</p> <p>(四角形②：内接円の存在する四角形)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="327 1030 651 1205"> <p>四角形①と四角形②との違いはなに？</p> </div> <div data-bbox="675 1030 999 1205"> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="327 1227 651 1402"> <p>四角形①</p> </div> <div data-bbox="675 1227 999 1402"> <p>四角形②</p> </div> </div> <div data-bbox="1042 1227 1366 1402" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>四角形①には内接円が存在しない 四角形②には内接円が存在する ↓ 三角形は必ず内接円が存在する 四角形には内接円が存在するとは限らない</p> </div>	<p>・実験なしで考えさせることから始める。</p> <p>・角の二等分線については、気付かせる。砂は一番近くの辺から落ちていく。</p> <p>・三角形には内心が存在するが、四角形には内心が存在しないものもある。学年・レベルに合わせて紹介、指導する。</p>
<p>25分</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>生徒の思考場面</p> <p>3地点、A・B・C地点から一番近いコンビニはどのコンビニか考える。</p> <p>・3地点がえがかれた地図を配り、上記の問題を考えさせる。</p> <div data-bbox="424 1702 908 1966" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> </div> <p>・どのような操作を行ってもよいことを伝える。 はさみ、のり等準備する。</p> </div>	

	<p>・穴をあけた紙に砂をかけると、紙の上にはどのような形が浮かび上がるか考えさせ、実験させる。</p> <div data-bbox="671 224 994 400" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>同じ大きさの穴が3点あいた紙に砂をかけると、紙の上にはどのような図形が浮かび上がるか。</p> </div> <p>2つ円をあけた紙に砂をかけ、峰になっている部分がどのような規則でできているのかを考えさせる。</p> <p>峰：垂直二等分線</p> <p>・三角形の頂点の部分に小さい穴をあけ、砂をかける。</p> <p>峰の交点：外心</p> <div data-bbox="336 696 659 873" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> </div> <div data-bbox="671 696 994 873" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> </div> <p>・地図でも同じことを行えば、課題を解決することができることを紹介する。</p>	<p>・できるかぎり同じ大きさで、小さい円をあけることに注意する。</p> <p>・学年・レベルに合わせて紹介、指導する。</p>
<p>10分</p>	<p>・様々な図形について紹介し、考え、実験する。</p> <p>円がくりぬかれた円盤 ⇒ 楕円</p> <p>穴のあいた長方形(箱の底をくり抜くほうが良い) ⇒ 放物線</p> <div data-bbox="671 1081 994 1258" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div data-bbox="683 1088 810 1128" style="font-size: small;"> <p>穴のあいた円盤に砂をかけると、どのような図形が浮かび上がるか。</p> </div> </div> <div data-bbox="671 1328 994 1505" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div data-bbox="683 1335 810 1375" style="font-size: small;"> <p>穴のあいた長方形の箱に砂をかけると、どのような図形が浮かび上がるか。</p> </div> </div> <div data-bbox="1043 1081 1366 1258" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> </div> <div data-bbox="1043 1328 1366 1505" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div data-bbox="1054 1335 1098 1352" style="font-size: small;"> <p>放物線</p> </div> <div data-bbox="1171 1357 1353 1375" style="font-size: small;"> <p>放物線 定規と定規線の距離が等しい点の集合</p> </div> </div> <div data-bbox="360 1554 1305 1720" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 20px;"> <p>生徒の思考場面</p> <p>自ら図形を作成し、実験を繰り返す。条件や規則性など、思い浮かんだら発表する。</p> </div> <p>・条件の変え方など説明する。</p> <p>図形の形：三角形、四角形 ⇒ 五角形、正三角形 切り方：円の数を増やす、大きさの違う円をくりぬく</p>	<p>・様々な形をした紙を準備し、実験させる。また、各自で作らせ、考えさせる。何か規則がでてきたら紹介する。</p>

● 解説（原理・背景、高校の内容との接続）

中学校で学ぶ図形の性質を実験し、考察することができる。高校で学ぶ内容に関しても、実験し、自ら見つけ出すことができる。実験をする前に、どのような形ができるかを考えさせることが重要である。また、様々な形・条件を変更し、実施することができるため、生徒の主体性も向上させることも目的としている。

分野 数学	図形をパズルで考えよう
---------------------	--------------------

- ・ 対象学年 : 全学年
- ・ キーワード : ピタゴラスの定理

● **概要**

直角三角形における辺の長さの関係式を利用したパズルから、逆に定理の式に気づかせる。また、定理を利用して自分でパズルを創作する。

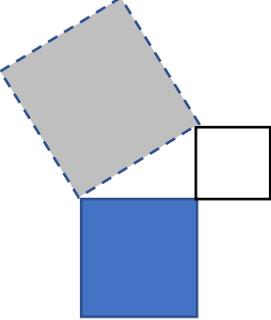
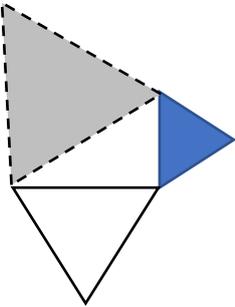
- ・ 生徒の注目ポイント : まず、図形のパズルを解く。解くときにある程度論理的に取り組んでいるかを机間巡視で確認する (2つの正方形から1つの大きな正方形を作るため大きな正方形の1辺は元の2つの正方形の1辺より大きい等)。パズルを完成させた生徒にはパズルから気づくことはないか考えさせる。

● **事前準備物**

- 正方形に切り取った2色の用紙
- 貼り付け用の台紙
- 正三角形に切り取った2色の用紙

● **実施方法**

時間	生徒の活動	指導の注意点
19分	<p>① 4~5人のグループに分け、各グループに1組ずつ配布されたパズル(正方形)を使う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 問1 青色のピースで1つ、白色のピースで1つの計2つの正方形を作りなさい。 ・ 問2 青と白のピースすべてを使って1つの正方形を作りなさい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ できたグループは他のグループの助けにいてもよい。
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>生徒の思考場面 グループの生徒同士で話し合い、試行錯誤をしながらそれぞれの正方形を作る。</p> </div>	
	<p>② 各グループにもう1組パズル(正方形)を配布し、問1と同様の2つの正方形を作らせる。</p>	

<p>14分</p>	<p>・問3</p> <p>大・中・小3つの正方形にはどんな性質があるか、考える。</p>  <p>図1</p>	<p>・様子を見て、小・中の正方形を図1のようにおいたとき大の正方形の1つの辺の長さがどこの長さになっているか考えさせる。(点線図は生徒に気づかせる)</p>
<p>生徒の思考場面 グループ内の生徒同士で話し合う。</p>		
<p>③ 三平方の定理の説明を聴く。 演習 底辺4・隣辺3の直角三角形の斜辺の長さを求める。</p>		
<p>・斜辺 = 5</p>		
<p>17分</p>	<p>④ 正方形ではなく正三角形でも同様のパズルが理論上作成可能である説明を聞く。</p> <p>問4</p> <p>辺の長さ3の正三角形(正三角形小)と4の正三角形(正三角形中)で1辺の長さが5の正三角形(正三角形大)が作れるパズルを自作する。</p>  <p>図2</p>	<p>・相似な図形は未習であるため、1辺1の正三角形が何個ということから辺の2乗の比が面積比になっていることを説明する。</p> <p>・様子を見て左図2が書かれた用紙を配る(点線図の三角形になるように青・白の三角形を切り分ける。)</p>
<p>生徒の思考場面 グループ内の生徒同士で話し合い、試行錯誤しながらパズルの完成を目指す。</p>		

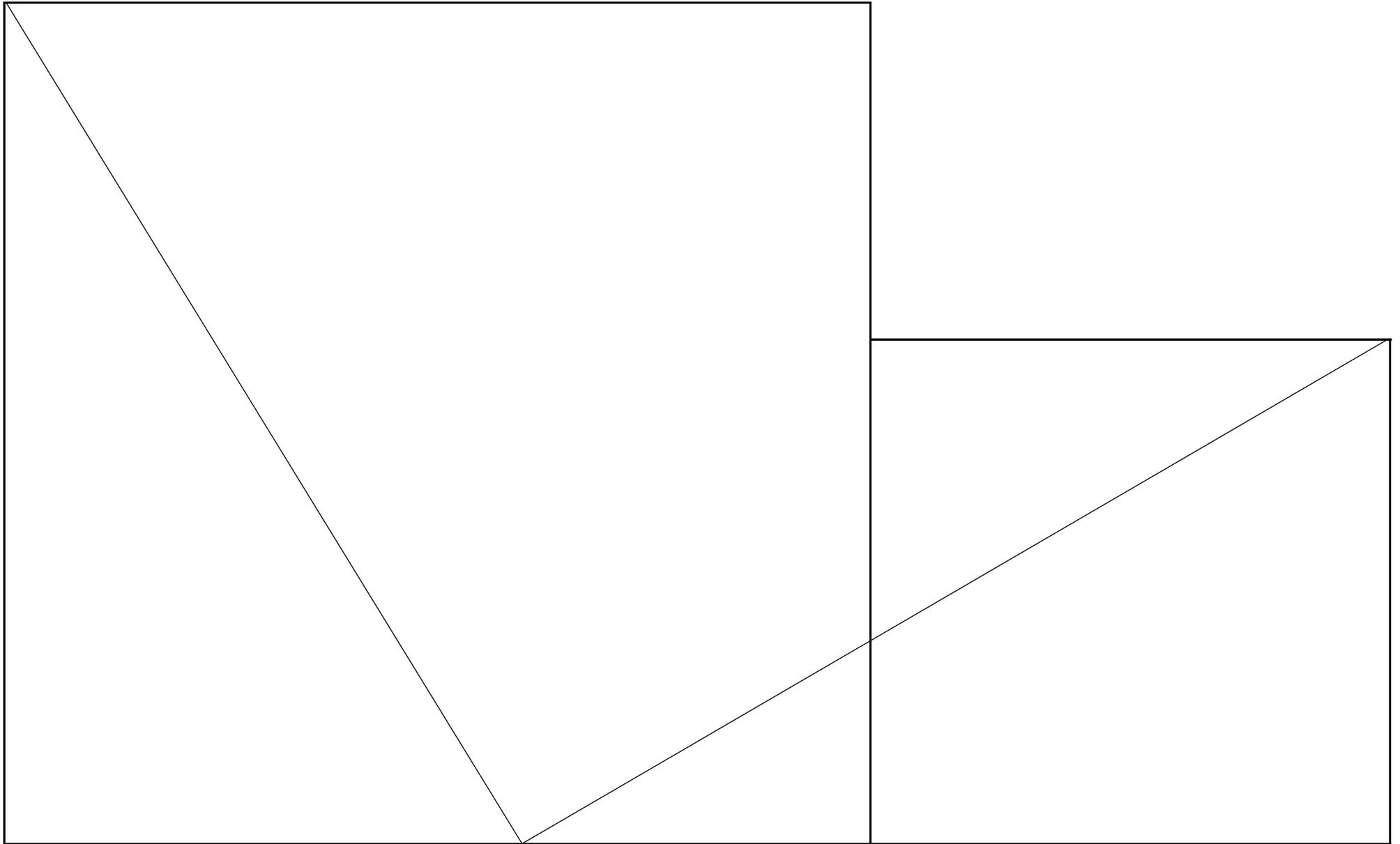
● 解説（原理・背景、高校の内容との接続）

直角三角形の斜辺の長さ c 、他の辺の長さをそれぞれ a 、 b としたとき成立する三平方の定理 $a^2 + b^2 = c^2$

を、「1辺の長さがそれぞれ a 、 b とした正方形を切り貼りすれば、1辺の長さが c の正方形になる」と読み替え、パズルを作成する。

高等学校の数学Aで学ぶ三平方の定理の逆を用いたパズルとなる。また正方形に問わず辺の長さの比（あるいは相似比）が $a^2 + b^2 = c^2$ を満たす $a : b : c$ となる相似な図形ならば理論上どんな図形でも同じパズルは作成可能である。上記指導案では2つの異なる大きさの正三角形をうまく切り貼りすると1つの大きな正三角形が作成できることを利用して生徒自身にパズルを作成させている。注意点としては正方形の場合辺の比が無理数であっても作成可能であるが、正三角形やその他の正多角形の場合 $a : b : c$ が整数比でなければパズルを作ることが難しい（理論的には可能だが切り貼りするピース数が限りなく多くなる）。

正方形パズル (例)



分野 物理	太陽の色は何色でしょう？
---------------------	---------------------

- ・対象学年：全学年
- ・キーワード：光の3原色、分光器

● **実験概要**

- ・光について考える
 - ・色の3原色と光の3原色の違い
 - ・光の観察
 - ・分光器の作成（工作技術）
- ・生徒の注目ポイント：光の色って何だろう？という疑問を感じてほしい。
 普段目にしている色(光)の正体を知ることができる。夕日が赤くなる現象や空が青い理由、月からみた空は真っ暗である理由を考えることができる。また、実験観察道具を自分で作ることで実験の内容に興味を持つようにする。

● **事前準備物**

- ・夕日と青空の再現
1 L ビーカー、石鹼、白熱電球
- ・分光器作成
工作用紙(厚紙)、回折格子シート、カッターナイフ、ビニールテープ
- ・光の観察
様々な光源(真空管)、LED (3色タイプ)、分光器

● **実施方法** (スライドを用いて)

時間	生徒の活動	指導の注意点
5分	太陽の色について考える。 実際の太陽を見る（直視しない） 太陽の写真を提示する	・素直な意見を聞く
	<p style="text-align: center;">生徒の思考場面</p> 太陽の色を発表する。 人によって違うことを認識する。	

10分	夕日と空の青色の観察 石鹼水と白熱電球による再現	・図で説明して、実際の模型を観察する
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>生徒の思考場面 様々な角度から観察し違いを見つける。</p> </div>		
30分	光の3原色と色の3原色の違い 分光器の作成・光の観察	・怪我をしないように道具の正しい使い方を指示する。 ・実験道具としてどのような工夫が必要かを考えさせる。
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>生徒の思考場面 実験道具を自分で作ることを楽しむ。 道具の正しい使い方を体験する。 精度の良い実験道具にするために何が大切なことを考える。</p> </div>		
10分	まとめ 太陽の色が何色かを発表する	・はじめの質問と同じだが解答が異なることを期待する。

● 解説（原理・背景、高校の内容との接続）

関連分野 高校物理 光の分散

何かを測定する時、長さを図るときには定規を、重さを量るときには体重計を使用する。では、光を観測する時何を使うか。色の区別は一人一人の感性によって異なる。同じ赤でも人によってはオレンジ、朱色など感じ方は違う。しかし光の色は波長によって正確に区別することができる。その光を観測するための道具を作り、光の正体を考えることが本実験の目的である。

実験に必要な道具が何かを考え、その道具を自ら作り、観察することが実験の本質である。便利なものを使うのも良いが、自分で作り出す面白さも感じてほしい。

分野 物理	偏光板から見える世界
---------------------	-------------------

- ・ 対象学年 : 全学年
- ・ キーワード : 偏光 可視光 波長 電磁波 縦波 横波

● 実験概要

偏光の仕組みについて知り、紙コップとセロハンテープ、偏光板を使い、万華鏡を作る。万華鏡で明るい方を見ると、いろいろな色に見える。色のついていない材料で作ったのに、なぜきれいな色が見えたのかを考える。また、セロハンテープの貼る面によっては、色が見えないこともある。それがなぜなのかを考える。

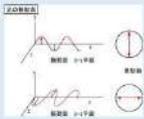
- ・ 生徒の注目ポイント : うまく色が見えるときと見えない時の違いを見つけ、うまく見えない時の原因を考える。

● 事前準備物

- 偏光板
- セロハンテープ
- 紙コップ
- はさみ
- カッターナイフ

● 実施方法

時間	生徒の活動	指導の注意点
5分	<p>「光とは、可視光とはなにか。」</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>生徒の思考場面</p> <p>光、可視光について知っていることをまとめ、話し合う。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生徒の光に関する理解度を確認する。
10分	<p>光は電磁波であり、波長の長さによって、電波や可視光、紫外線などに分けられることを知る。</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ばねを使い、縦波と横波の違いについて説明する。

	<p>波には縦波・横波があるということを知る。</p> <div data-bbox="671 219 995 405"> <p>光とは</p>  </div> <p>波の性質についての説明。</p> <div data-bbox="671 439 995 622"> <p>光の性質</p> <ul style="list-style-type: none"> ・直進・曲がらずに進む性質 ・反射・半透明なものに当たると反射する性質 ・屈折・水などを通ると屈折する性質 ・分散・波長が様々な方向に分散する性質 ・干渉・シャボン玉の表面に起る現象で、波長を揃えたり、打ち消しあったりする性質 ・回折・くぼみの裏面等で確認できる現象で、光が回り込むように広がっていく性質 ・偏光・いろいろな方向に振動しながら進む光が、水面等に反射した時などに振動の方向が一定の向きに揃う性質 </div>	
<p>生徒の思考場面 偏光とはどのようなものか考える。</p>		
	<p>偏光板2枚を使い、光が2枚の偏光板を通る場合と通らない場合を実演する。</p> <div data-bbox="671 786 995 965"> <p>偏光とは</p> <ul style="list-style-type: none"> ・いろいろな方向に振動しながら進む光が、水面等に反射した時などに振動の方向が一定の向きに揃う性質 ・特定の方向に振動する光のみで構成される光  </div>	
<p>35分</p>	<p>偏光板万華鏡を作成する。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①紙コップ（2つ）の底をくり抜く。 ②穴より大きめに偏光板を切る。 ③片方の偏光板にセロハンテープを重ねて貼る。（いろんな方向にたくさん重ねて貼る。） ④それぞれの紙コップに偏光板を固定する。 ⑤2つの紙コップを重ねて完成。 	
<p>生徒の思考場面 いろんな色が見えなかった場合、なぜそうなるのか。またいろんな色が見えた場合、どのようにすれば色が見えなくなるのかを考え、試してみる。</p>		
<div data-bbox="331 1559 651 1742"> <p>偏光板万華鏡の原理</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 光が偏光板を置くと偏光になる（ある方向の光だけが、偏光板を通りぬける） ② セロハンテープを張り付けるときに、特殊な偏光に変化する </div> <div data-bbox="671 1559 995 1742"> <p>使用例</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カメラ用偏光フィルター ・サングラス ・光量調整 ・液晶ディスプレイ </div>		

● 解説（原理・背景、高校の内容との接続）

偏光板の間に、偏光の特性を変えるもの（今回はセロハンテープ）を挟んでいる。1枚目の偏光板で、ある方向の偏光のみが通過できるが、そのあとのセロハンテープで偏光の特性が変わることで、2枚目の偏光板の間を光が透過してくる。また、セロハンテープは

縦と横で偏光の特性が異なる（複屈折性）。様々な方向の偏光特性が重なりあうことで色が変わる。

高校では「物理」で偏光などの光の性質について学ぶ。

● 参考文献

国立大学 55 工学系学部 HP

おもしろ科学実験室（工学のふしぎな世界）「偏光板万華鏡を作ってみよう」

<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/190920.php>

分野 Physics	Magnetic Slimes
--------------------------	------------------------

- ・ 対象学年 : All grade
- ・ キーワード : Electron, electric field, current, magnetic field, magnet, attract, repel, polymer

● 実験概要

- 1) Students should understand the origins of magnetism in the movement of electric charges. (Including demonstration)
- 2) Students should understand the basics of electromagnets and permanent magnets.
- 3) Students should understand the concept of polymerization.
- 4) Students combine this knowledge to make magnetic slimes.

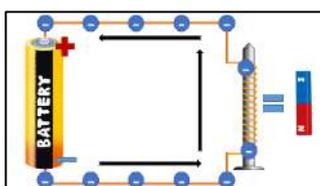
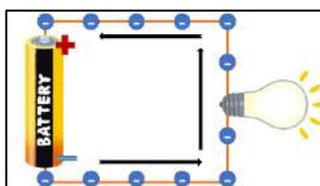
- ・ 生徒の注目ポイント : Students make ferrofluid by mixing iron powder with slime.

● 事前準備物

Borax (Boron), Polyvinyl acetate,
Nails, Copper wire, Battery packs, Insulation tape, Iron powder (Fe_3O_4), Assorted ferrous items (paperclips etc), Permanent magnets, Copper coil, Voltmeters, Molecule diagram set

● 実施方法

時間	生徒の活動	指導の注意点
10 min.	<p>Follow along the basics of electricity</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Electricity is moving electrons 2. When electrons move, they make a changing electric field. 3. Changing electric fields create magnetic fields and vice versa. 	



	<p><u>Slimes</u></p> <p>Borax is mixed with PVA and stirred to make a slime. While the slime is mixed, iron powder is added to the mixture. As the iron is trapped in the polymer, the slime now reacts to magnetic fields.</p> <div data-bbox="703 257 1027 631"> </div> <div data-bbox="411 651 1358 817" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>生徒の思考場面</p> <p>Students work on experiments to move the magnet closer to or further away from the slime.</p> </div>	<p>Ingestion: warning Staining: gloves</p>
--	---	--

● 解説（原理・背景、高校の内容との接続）

Understanding the connection between electric and magnetic fields. It is difficult for junior high school students to understand the relationship between magnetic fields and electric fields, it's important to know that the cause of the magnetic force is the motion of electrons.

分野 化学	身のまわりのもので化学実験
---------------------	----------------------

- ・ 対象学年 : 全学年
- ・ キーワード : ヨウ素デンプン反応 酸化還元反応 ビタミンC

● **実験概要**

ヨウ素デンプン反応による青紫色の呈色を、還元剤を用いて色を消す実験を通して、

- ① ヨウ素デンプン反応の色を消すにはどうすればよいか
 - ② こちらで用意した物質を加えることで、色は消えるか、また、その理由は何か
- に関して、実験者自身が「仮説を立てる」→「実験を行う」→「結果を考察する」のプロセスを経験し、探究的な学習の手法を学ぶ。

- ・ 生徒の注目ポイント : 根拠のある仮説を立てることについて注目する。また、仮説と実験結果が合った場合は実験結果の論理的な説明を、合わなかった場合、その理由の検討を行う。

● **事前準備物**

デンプン水溶液	1回の実験で約 200 mL あれば充分である。 <作り方>デンプン 1 g に対して水 10 mL を加え、これを熱湯 200 mL にかき混ぜながら加えて透明になるまで加熱する。
ヨウ素液	ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液でもよいが、市販のうがい薬を小分けにして用いると簡便である（本実験では市販のうがい薬を便宜上、「ヨウ素液」として用いる）。
ラムネ（3種類）	ビタミンCを含むものと含まないものを用意する。 また、各ラムネの原材料表示も、班ごとに用意する。
アスコルビン酸	班ごとに 2 mg 程度でよい
駒込ピペット	班ごとに 1 本
試験管と試験管立て	班ごとに試験管 4 本＋試験管立て 1 つ
純水（イオン交換水）	班ごとに 1 つ

● **実施方法**

時間	生徒の活動	指導の注意点
15分	「ヨウ素とデンプンでどのような反応が起こるだろう？」（ヨウ素デンプン反応の確認） ① 試験管にとったデンプン水溶液（約 5mL）にヨウ	

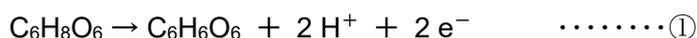
	<p>素液を加えるとどうなるか、仮説を立てる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>生徒の思考場面 生徒はデンプン液にヨウ素を滴下するとどうなるか考え、話し合う。</p> </div> <p>② デンプン水溶液を 3 mL 程度を試験管にとり、ヨウ素液を 2~3 滴滴下する。</p> <p>③ 仮説と実験結果を振り返り、どうすれば、ヨウ素デンプン反応の色が消えるか、考える。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・全ての試験管で、ヨウ素デンプン液をつくっておく。 ・デンプンとヨウ素が揃うことによって色が着くことに気づかせる。
20 分	<p>「この試験管にラムネを入れてみよう」(ヨウ素デンプン反応の色の消失)</p> <p>① ビタミン C を含むラムネと含まないラムネを用意し、それぞれを入れるとどうなるか、仮説を立てる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>生徒の思考場面 それぞれのラムネを入れるとどうなるか、仮説を立てる。勘で答えないう、その仮説を支持する根拠についても考えてみる。</p> </div> <p>② ラムネを試験管に入れ、反応をみる。液の温度やラムネの溶け方によっては、試験管をしっかりと振り混ぜる。</p> <p>③ ラムネの成分表を示し、どの成分がヨウ素デンプン反応の色を消したのか、考察させる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・こちらからラムネの詳細を提示せず、生徒の知識だけで考えさせる。また、勘に頼った仮説にならないように、仮説の根拠についても生徒に考えさせる。 ・今回の実験ではビタミン C によって色が消失することに気づかせる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>生徒の思考場面 ラムネの成分表から、何が原因で色が消えたのか考える。</p> </div>

	④ ③によって色が消えていることを、アスコルビン酸を加えることで確認する。	
15分	<p>「ビタミンCは何と反応したのだろうか？」</p> <p>① アスコルビン酸はデンプンとヨウ素のどちらと反応したのか、確認するにはどうすればよいか、考えさせる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>生徒の思考場面</p> <p>デンプンとヨウ素のどちらが残っているか考え、どういう実験をすれば実証できるかを相談したり調べたりする。</p> </div> <p>② イオン交換水数 mL を試験管に取り、ヨウ素液を数滴加えたのち、アスコルビン酸を加える。</p>	<p>・デンプンとヨウ素のどちらが残っているか、確認する方法を考えさせる。</p>

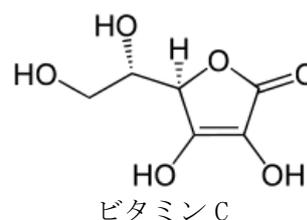
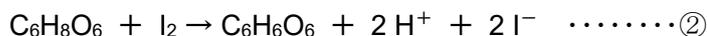
● 解説（原理・背景、高校の内容との接続）

デンプンはヨウ素と包接化合物をつくり、青色または紫色を呈色する。このヨウ素デンプン反応は鋭敏な反応であり、小中学校の理科では光合成によるデンプンの検出や消化酵素（アミラーゼ）のはたらきの確認など、多くの実験に用いられている。高校化学でも、ヨウ素滴定においてデンプンを加えて、呈色の有無を滴定の終点として判定することに用いられるほか、家庭科などでも取り上げられる反応である。¹⁾

一方、ビタミンC（分子式 $C_6H_8O_6$ ）は「酸化防止剤」として、清涼飲料水や食品に含まれており、還元性を示す（式①）。



この反応によって、ヨウ素液中のヨウ素 I_2 が還元され、無色の I^- へと変化する。（式②）



この変化はヨウ素液にビタミンCを加えても起こる反応であるが、ヨウ素デンプン反応の青紫色で行うと、色の変化がはっきりとわかる。

今回は身近なものからビタミンCを含むラムネとうがい薬を用いて、その反応性を調べる実験である。中学生でも知っている内容からスタートでき、色の変化が分かりやすいので、興味を引きやすい。本実験では、還元剤としてビタミンC以外に、水道水のカルキ抜きなども使用することができる。また、やや時間はかかるが、アミラーゼを用いてデンプンを分解し、ヨウ素デンプン反応の色を消すこともできる。

● 参考文献

1) 村田勝夫、西條典子（2007）ヨウ素デンプン反応の温故知新（ぶんせき，vol.5 pp.239-244）

身近なモノで化学実験！！

	中学校	年	名前
--	-----	---	----

○ 実験を始める前に・・・

実験の前に大事なこと・・・ 器具や薬品の準備はとても大事ですが、

実験の後に大事なこと・・・ 器具を洗ったり片づけたりすることはとても大事ですが、

今日は、予想と考察もこだわってやってみましょう！

○ 今日の実験で使用するもの

デンプン水溶液 ヨウ素液（イソジン） ラムネ（3種類） 薬品X
 試験管4本（予備1本含む）と試験管立て 駒込ピペット

□ 実験1 デンプン水溶液にヨウ素液を加えると、どんな変化が起こるかな？

予想

● 実験操作

- ① 駒込ピペットを使って、デンプン水溶液を試験管の底から3cm くらいの高さまで入れる。
- ② ヨウ素液を2～3滴加え、その変化を記録する。（容器の開け方に注意！）
- ③ この操作を繰り返し、同じ状態の試験管を3つ用意する。

● 結果

● 考察してみよう

どうすれば、この色を消せるだろう？ 色が変わる仕組みを予想して考えてみよう。

□ 実験2 ラムネをそれぞれの試験管に入れてみよう！

● 実験操作

- ① 実験1で用意した試験管のそれぞれに、以下の指示に従ってラムネを入れると、どうなるだろう？ 右上の表に予想してみよう！

左の試験管…………… ハイレモンをくだいて4分の1くらいの大きさにして、試験管に入れる。
 真ん中の試験管……… ヨーグレットをくだいて4分の1くらいの大きさにして、試験管に入れる。
 右の試験管…………… 大粒ラムネをそのまま、試験管に入れる。

予想	左（ハイレモン）	真ん中（ヨーグレット）	右（大粒ラムネ）

② 実際にやってみよう！

結果	左（ハイレモン）	真ん中（ヨーグレット）	右（大粒ラムネ）

● 考察してみよう

結果の違いはどこからくるのだろうか？ 裏面も参考にして考えてみよう。

□ 実験3 薬品Xを入れてみよう！

薬品Xは…

● 実験操作

- ① 実験2で変化のなかった試験管に、薬品Xを薬さじの半分くらい、入れてみよう。

結果	左（ハイレモン）	真ん中（ヨーグレット）	右（大粒ラムネ）

● 考察してみよう

薬品Xはどのようなたらきをしているか、説明を聞こう。

この薬品Xは、身近なものでは何に使われているだろう？

今日の実験から、どんなことが言えるだろう？

分野 化学	化学反応の速度をコントロールしよう
---------------------	--------------------------

- ・対象学年：全学年
- ・キーワード：反応速度 時計反応 ヨウ素デンプン反応

● **実験概要**

時計反応において、反応時間を制御する方法を模索し、指定された時間で色の変化が起こるように調整する。また、駒込ピペットの適切な操作方法を身につける。

- ・生徒の注目ポイント：試薬の混合からタイムラグをおいて変化する時計反応という、中学校で扱われないが、興味深い反応に触れる。また、反応の原理についての仮説から検証方法を自ら立案し、実験を進める。

● **事前準備物**

【試薬】

- ・A液（0.025 mol/L ヨウ素酸カリウム KIO_3 + デンプン 混合水溶液）
デンプンは冷水には溶けにくいいため、熱水に溶かし、常温まで冷却する。
- ・B液（0.025 mol/L 亜硫酸水素ナトリウム NaHSO_3 水溶液）

【実験器具】

- ・試験管
- ・駒込ピペット
- ・蒸留水
- ・ストップウォッチ

【追加器具】（生徒から依頼があれば貸し出す）

- ・湯
- ・氷水
- ・ビーカー など

● **実施方法**

時間	生徒の活動	指導の注意点
10分	演示実験『時計反応』 （A液とB液をそれぞれ別の試験管に5mLずつとり、2液を混合する。混合後、 <u>5～6秒</u> で透明だった液が瞬時に青紫色に変化する。）	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒実験の基本操作も同様の方法であるので、丁寧に操作を説明する。 ・駒込ピペットの適切な使い方を説明する。
25分	「反応速度を変化させる方法を考えて検証し、混合後、 <u>20秒</u> で色が変わるように調節をしてください」 ① 演示実験どおりの操作を実際に行う。その際、駒込ピペットの適切な使い方を確認する。 ② 化学反応の原理について仮説を立て、検証する	<ul style="list-style-type: none"> ・調整方法は1つとは限らないことを伝える。 ・必要であれば追加の実験器具を貸し出す。その際、目的と用途を申し出させる。

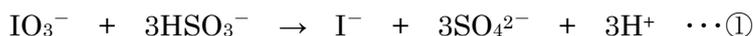
	<p>実験を行う。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>生徒の思考場面 化学反応の原理や反応速度を小さくする方法について仮説を立て、検証する実験を行う。</p> </div> <p>ヒントの確認・共有</p> <p>① 各班1名のみ教卓に集まり、ヒントを聞く。 ② 班に持ち帰り、班員に共有する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>生徒の思考場面 化学反応の原理や反応速度を小さくする方法について仮説を立て、検証する実験を行う。 <思考の例></p> <ul style="list-style-type: none"> ・水溶液を希釈することで、溶質粒子を接触しにくくできる。 ・水溶液の一方を減らすことで、溶質粒子を接触しにくくできる。 ・水溶液の温度を下げることで、溶質粒子を接触しにくくできる。 </div>	<p>・試験管は洗って繰り返し使用させる。</p> <p>・ヒントの内容 化学反応は(溶質の)粒子が接触することで起こる。これを接触しにくくする方法を考えてみよう。</p>
<p>10分</p>	<p>本番の実施(2回)</p> <p>① 20秒で反応するように調整した試験管を2セット準備する。 ② 各班一斉に混合し、色が変わるまでの時間を計測する。これを2回行う。 ③ 20秒からの差の合計が最も小さい班が優勝。その班の調節方法を共有する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>生徒の思考場面 化学反応の原理や反応速度を小さくする方法について立てた仮説や、検証するための実験について発表する。</p> </div>	
<p>5分</p>	<p>原理の確認 今回のように反応速度を小さくするポイントとして、</p> <p>① 溶質粒子の濃度を小さくすること 例) ・水溶液を希釈する ・水溶液の一方を減らす</p>	<p>・パワーポイントの粒子モデルを用いて説明する。 ・冷却は生徒から出てこない場合も多いので、事前に</p>

	② 溶質粒子の運動を小さくすること 例)・水溶液の温度を下げる などが挙げられることを知る。	冷却した水溶液を準備しておき、演示で反応時間を計測する。
--	--	------------------------------

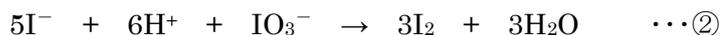
● 解説（原理・背景、高校の内容との接続）

《時計反応の原理》

KIO₃水溶液に NaHSO₃水溶液を加えると、まず



の反応が起こる。HSO₃⁻が反応しきってなくなると、



の反応が起こって I₂が生成し、ヨウ素デンプン反応により青紫色を呈する。

①式の反応には時間を要するが、②式の反応やヨウ素デンプン反応は瞬間的に起こる。そのため、溶液を混合してから青紫色に変化するまでに測定した時間は、①式の反応が完了するのに要した時間と見なすことができる。

《反応速度の制御と高校化学との接続》

今回のように反応速度を小さくする方法としては、

- ① 溶質粒子の濃度を小さくする
- ② 溶質粒子の運動を小さくする（温度を下げる）
- ③ 逆触媒を加える

などが挙げられる。しかし、中学生の段階では、①に気づく生徒は多いが、②にはなかなか気づきづらく、③はほとんどの生徒が知らない。しかし、原理の確認の際、化学の土台となる粒子概念について確認できるとともに、高校化学での学習に接続しやすい内容である。また、何度も試薬を駒込ピペットで取ることで、化学実験の基本的操作の練習にもなると考えられる。

今回の実験では、溶液の混合比を変化させても反応速度が小さくなる場合もあるが、これは反応速度式の次数によるものなので、一概には言えない。

● 参考文献

吉田尚幸 (2011). ヨウ素を用いた時計反応, 化学と教育 59(8), 414-415.

【目的】

亜硫酸水素ナトリウム NaHSO_3 水溶液とヨウ素酸カリウム KIO_3 水溶液による時計反応において、反応速度を変化させる要素を考察し、反応速度を制御する。

【試薬】

- ・ A 液 (0.025 mol/L ヨウ素酸カリウム KIO_3 + デンプン 混合水溶液)
- ・ B 液 (0.025 mol/L 亜硫酸水素ナトリウム NaHSO_3 水溶液)

【器具】

- ・ 試験管 ・ 駒込ピペット ・ 洗瓶
- ・ ストップウォッチ 他

【実験①】時計反応の実践

(1) 2本の試験管の片方に A 液、もう片方に B 液をそれぞれ 4 mL ずつとる。

(こまごめピペットの色を確認！これ以降ピペットは溶液によって固定)

(2) 2つの溶液を混合する。その際、片方の溶液をもう片方の試験管に流し入れ、すぐに全量を移し戻す。溶液を混合した瞬間から呈色するまでの時間を測定する。

結果： _____ 秒

【実験②】反応速度の制御

本日の課題

『反応速度を制御し、液を混合してから _____ 秒で色が変わるように調節しよう』

<注意点>

- ・ 本番は _____ : _____ から 2 回行う。一斉に実施し、基準タイムとの差を算出する。タイムは 0.5 秒単位で記録し、2回の合計が最も小さい班が優勝。
- ・ 本番は上記の操作(2)は統一。
- ・ 実験器具は基本的には他に何を使ってもよいが、必要なものとその用途を田淵まで申し出ること。
- ・ 本番まで何度試してもよいが、試験管は与えられている 6 本のみを使うこと。繰り返し使う場合は、溶液は流しに排水してよいが、大量の水で流すこと。また、試験管は水で洗浄したあと蒸留水で流してから使うこと。

<MEMO>

<本番>

行った調節

結果

1 回目： _____ 秒 基準との差： _____ 秒
2 回目： _____ 秒 基準との差： _____ 秒

計： _____ 秒

分野 化学	重曹の不思議
---------------------	---------------

- ・ 対象学年 : 中学2・3年生
- ・ キーワード : 炭酸水素ナトリウム 中和反応 質量保存の法則

● **実験概要**

炭酸水素ナトリウムと塩酸の中和反応の実験を通して、質量保存の法則について学ぶ

- ① 炭酸水素ナトリウムと塩酸が反応すると、どんなことが起こるか。
- ② 質量保存の法則を証明する実験を考える。

● **準備物**

炭酸水素ナトリウム 5%塩酸 目盛り付き試験管 500mL 炭酸飲料用ペットボトル
葉包紙 葉さじ 電子天秤

● **実施方法**

時間	生徒の活動	指導の注意点
5分	「重曹について知っていますか。」	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 生徒の思考場面 重曹について知っていることをまとめ、話し合う。 </div> <p>→重曹(炭酸水素ナトリウム)についての説明を聞く。 (例)・数種類の水溶液を用意し、万能 pH 試験紙などで液性を調べる。 ・加熱による分解反応や電気パンなど演示実験をみる。</p>	・生徒とのやり取りを通して、生徒の知識量や学習状況を探る。
25分	「塩酸に炭酸水素ナトリウムを入れるとどんなことが起こりますか。」	・安全に実験できるようにアドバイスをを行う
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 生徒の思考場面 どんな反応が起こるのかを話し合い、発表する </div> <p>→ 実験を行う。塩酸と炭酸水素ナトリウムが反応し、二酸化炭素が発生することを確認する。</p> <p>「反応の前後で全体の質量はどのようになるでしょうか。」</p>	・ヒントを与えて、話し合いが進行するように促す。

	<p>生徒の思考場面 化学変化の前後で、物質全体の質量が変化するかどうかについて話し合う。</p>	
	<p>→ 質量保存の法則について学ぶ。 (例)・紙が燃えたときどうなりますか？ ・スチールウールが燃えたときどうなりますか？</p> <p>「準備物を利用して、反応の前後で全体の質量がどのようになるかを証明する実験を考えてください。考えた実験を行い、質量保存の法則が成立することを証明してください。」</p>	<p>・安全に留意し、できるだけ自由に活動させる。 ・必要な道具、薬品は提供する。</p>
	<p>生徒の思考場面 化学変化の前後で、物質全体の質量が変化するかどうかを調べる実験計画を立てて、実験する。</p>	
<p>15分</p>	<p>「化学変化の前後で、物質全体の質量はどのようになりましたか。」</p>	
	<p>生徒の思考場面 どのような実験計画を立てたのか。実験結果がどうだったのかを話し合い、発表する。</p>	
	<p>→ 演示実験と実験例の解説を聞く。</p>	
	<p>生徒の思考場面 自分たちの行った実験について振り返り、改善点などについて話し合う。</p>	

● 解説（原理・背景、高校の内容との接続）

塩酸に炭酸水素ナトリウムを加えると、次の反応が起こる。



- (1) 右図のように、炭酸用ペットボトル容器に炭酸水素ナトリウムの粉末を入れ、塩酸を入れた目盛り付き試験管を試験管ごとペットボトルに静置し、蓋を閉めて密閉する。反応前の質量をはかる。
(W_1 g)



- (2) ペットボトルを傾けて、塩酸と炭酸水素ナトリウムを反応させて気体を発生させる。気体の発生が見られなくなったら、反応後の質量をはかる。(W₂ g)
- (3) ペットボトルの蓋を開け、ペットボトルを2~3度押しこめ、発生した二酸化炭素を追い出す。再び蓋を閉めて密閉し質量を量る。(W₃ g)

上の手順(1)~(3)で質量の測定すると、容器が密閉されている(W₁ g)と(W₂ g)の質量は変化せず、蓋を開けた(W₃ g)は気体の一部が逃げたため、質量は減少する。一般に、反応の前後で、反応に関係している全体の質量は変わらない。これを質量保存の法則という。これは化学変化の前後で物質をつくる原子の組み合わせは変わるが、反応に関係する物質の原子の種類と数は変わらないからである。

本講座を通して、酸とアルカリや中和反応についての知識の確認をし、量的関係についても考えさせたい。

● 参考文献

- 1) 中学校理科教科書 啓林館 「未来へひろがるサイエンス2」 p.193

分野 Chemistry	<h1>Pasta Rocket Engines!</h1>
----------------------------	--------------------------------

- ・ 対象学年 : All grade
- ・ キーワード : three essential factor for combustion, catalyst, enzyme

● 実験概要

A rocket is a fire. Fires need three things; fuel, oxygen and heat. We use yeast on hydrogen peroxide (H_2O_2) to make water (H_2O) and oxygen (O_2). Then we use the oxygen and the pasta to make a fire.

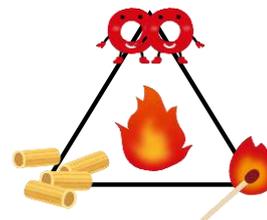
- ・ 生徒の注目ポイント : Students research optimum conditions between amount of hydrogen peroxide and catalyst to produce oxygen.

● 事前準備物

hydrogen peroxide solution (3%(A), 5%(B), 10%(C)), manganese oxide, active dry yeast, short pasta (Cylindrical pasta like macaroni), 200 mL beakers (x7), Electronic scales, Tweezers, spoon, 100ml measuring cylinder, stopwatch, wax paper
(for demonstration) glass bottle with perforated lid, matches

● 実施方法

時間	生徒の活動	指導の注意点
10 min.	<p>"Let's think about what a rocket needs to fly in space. Rockets are flying by burning fuel in space. But, there is no oxygen in the space around the rocket." "</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">生徒の思考場面</p> <p style="text-align: center;">Think about how rockets are flying in space and what they need.</p> </div> <p>"Rockets have not only fuel but also oxygen sources. Oxygen is made in rocket and burnt with fuel." "Today, we use hydrogen peroxide and catalyst."</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ essential factor for combustion: fuel, oxygen and heat
20 min.	<p>Experiment One; Finding the Best Fuel Students research optimum conditions for producing oxygen by decomposition reaction of hydrogen peroxide.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・



	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>生徒の思考場面</p> <p>Students expect the optimum concentration of hydrogen peroxide.</p> </div> <p>(method)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① Measure out 100ml of hydrogen peroxide and pour this into a 200ml beaker. Weigh the beaker and hydrogen peroxide together. ② Put the manganese oxide into the beaker and wait 2 minutes. ③ Take the manganese out, wash it and dry it. Weigh the beaker again. ④ Check the difference between the mass at the start and at the end. <p>”Manganese oxide is catalyst, and active dry yeast is also catalyst for this reaction. Yeast contains enzymes. With these enzymes, yeast can take part in many chemical reactions. For example, they can use sugar to make carbon dioxide, which we use in baking bread. we can use yeast on hydrogen peroxide to make oxygen. ”</p>	<p>•Experiment with different hydrogen peroxide (A, B, or C) for each group</p>
<p>15 min.</p>	<p>Experiment Two; How Much Yeast?</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>生徒の思考場面</p> <p>Students expect the optimum amount of yeast.</p> </div> <p>(Method)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① Measure out 100ml of hydrogen peroxide and pour this into a 200ml beaker. Weigh the beaker and hydrogen peroxide together. ② Weigh 3, 5, 7 and 10g of yeast. ③ Add yeast into the beaker and measure the mass of the beaker every 30 seconds for 3 minutes. ④ Take the manganese out, wash it and dry it. Weigh the beaker again. Check the difference of weight. 	<p>•Experiment with different amount of yeast (3, 5, 7, or 10 g) for each group</p>
<p>5 min.</p>	<p>Demonstration; Pasta Rocket Engines</p> <ol style="list-style-type: none"> ① Put hydrogen peroxide in a glass bottle. 	

	<p>② While observing the inside of the bottle, add yeast.</p> <p>③ Cover it with perforated lid and stand pasta on the hole. When the jar is filled with oxygen, light the pasta with match.</p>	
--	--	--

● 解説（原理・背景、高校の内容との接続）

What is a “catalyst” ?

A catalyst is a chemical that “accelerates” a reaction but is not used up in the reaction. This means that catalysts can be used many times. In today’s demonstration, the catalyst was manganese dioxide (MnO_2). It was used to catalyse hydrogen peroxide into water and oxygen.

What is an “enzyme” ?

An enzyme is a biological catalyst made of . One type of enzyme can catalyse one reaction. Enzymes work because of the shape of their proteins. If the shape changes (by heating, high/low pH and so on), then the enzyme “dies” and cannot be used any more.

Pasta Rocket Engines!

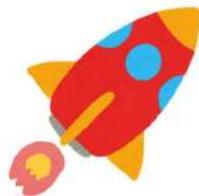
Experiment One; Finding the Best Fuel

We have 3 types of hydrogen peroxide fuel; A, B and C.

To make a good , we want a lot of oxygen.

To get a lot of oxygen, we want a high .

We can find the amount of oxygen that is made by checking the weight of the solution before and after the reaction.



Equipment

3x200ml beakers Electronic scales 1 piece of manganese oxide Tweezers
Hydrogen peroxide solutions A, B, C 100ml measuring cylinder Stopwatch

Method

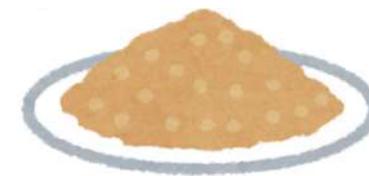
- Using the measuring cylinder, measure out 100ml of hydrogen peroxide A.
- Pour this into a 200ml beaker.
- Weigh the beaker and hydrogen peroxide together. (m_0)
- Put the manganese oxide into the beaker.
- Wait 2 minutes
- Take the manganese out, wash it and dry it.
- Weigh the beaker again. (m_1)
- Check the difference between the mass at the start and at the end.
- Repeat the experiment for B and C.



Solution	Mass at start, m_0 (g)	Mass at end, m_1 (g)	Difference in mass ($m_0 - m_1$) (g)
A			
B			
C			

Experiment Two; How Much Yeast?

When hydrogen peroxide into water and oxygen, it gets hot. Heat can "kill" enzymes like yeast, so if the reaction is too fast, it can stop itself.



Too much yeast and the reaction is too strong – the yeast "dies" and the reaction stops.

Too little yeast and the reaction is too slow – we do not have oxygen for our fire.

Also - if there are too many bubbles, the oxygen cannot flow freely.

Equipment

4x200ml beakers Electronic scales Yeast Spoon 4 sheets of wax paper
400 ml of hydrogen peroxide 100ml measuring cylinder Stopwatch

Method

- Weigh out 3, 5, 7 and 10g of yeast.
- Put these on wax paper.
- Using the measuring cylinder, measure out 100ml of hydrogen peroxide.
- Pour this into a 200ml beaker.
- Weigh the beaker and hydrogen peroxide together. (m_0)
- Add yeast. (m_y)
- Measure the mass of the beaker every 30 seconds for 3 minutes. (m_t)
- Check the difference between m_t and m_0
- Repeat the experiment for the other amounts of yeast.



Yeast	m_0 (= $m_B + m_Y$)	t=30	t=60	t = 90	t =120	t = 150	t = 180
3g							
5g							
7g							
10g							

分野 生物	酵母カプセルで発酵実験
---------------------	--------------------

- ・ 対象学年 : 全学年
- ・ キーワード : 酵母菌 微生物 発酵 バイオリアクター 酵素

● 実験概要

アルギン酸ナトリウムを使用し、ドライイーストを入れ、酵母カプセルをつくる。酵母カプセルをスクロース液（砂糖水）に入れ、酵母菌にアルコール発酵をさせる。アルコール発酵の進度を可視化することにより、基質（スクロース液）濃度の違いによる酵素反応の時間について調べる。

アルコール発酵について理解し、身近に存在する酵素反応について理解を深める。

- ・ 生徒の注目ポイント : 酵母カプセルをつくる時、駒込ピペットの操作法を身につける。化学反応の進行状態を可視化する方法に注目する。

● 事前準備物

- ドライイースト（酵母菌）：市販のもの（スーパーマーケット等で入手可） 2.5g
- アルギン酸ナトリウム（1.5%）
- 塩化カルシウム水溶液（1.5%）
- スクロース水溶液（1% 5%）
- 温度計(1) ガラス棒(1) ストップウォッチ(1) 濾し網(1) 葉さじ(1)
- 2mL 駒込ピペット(1) ビーカー(1)

● 実施方法

時間	生徒の活動	指導の注意点
5分	<p>「ドライイーストは何の料理をつくる時に使うでしょう？」</p> <p>「ドライイーストにスクロース（砂糖水）を加えるとどうなるかな？」</p>	<p>・ パッケージを見せることで、身近な物質であることに気づかせる。</p>
	<p>生徒の思考場面 <関心を高める・思考する></p> <p>ドライイーストのパッケージを見て、ドライイーストについて確認し、どのような料理に使われているか、どのような反応が起きるか考える（多くはパンやお菓子の写真が掲載されている）。</p>	

3分	<p>「アルコール発酵が行われると酵母カプセルが浮いてきます。なぜでしょう。」</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>生徒の思考場面 二酸化炭素の発生により酵母カプセルが浮くことに気づき、そのことにより化学反応の進行が可視化されることに気づく。</p> </div>	<p>・アルコール発酵について説明する。</p> <p>本実験の目的を説明</p>
20分	<p>1 酵母カプセルをつくる 駒込ピペットの正しい操作方法を身につける</p> <p>2 基質濃度と反応時間について計測する</p> <p>3 実験結果をまとめる</p> <p>4 考察</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>生徒の思考場面 なぜ、1%より5%スクロース液の反応時間が速かったのか考える。 話し合い、意見交換し、発表する。</p> </div>	<p>・実験手順の説明1 酵母カプセルの作り方</p> <p>*駒込ピペットの正しい操作方法について</p> <p>・実験手順の説明2 濃度が異なる2種類の基質の反応時間を計測する</p>
5分	<p>まとめ プリントに記入</p>	<p>・酵母カプセルはバイオリアクターとして応用され環境問題に貢献している。</p>

● 解説（原理・背景、高校の内容との接続）

○関連分野 「生物」代謝とエネルギー 発酵 で学習

【発酵】

微生物の中には、酸素を用いずに有機物を分解し、その過程でATP（エネルギー）を合成するはたらきを発酵という。アルコール発酵によって生じた二酸化炭素とエタノールは細胞外に排出される。アルコール発酵に関連する酵素はチマーゼといわれる。パンの製造では、酵母のアルコール発酵によって生じる二酸化炭素を利用してパン生地を膨らませている。また、酒の醸造では、アルコール発酵によって生じるエタノールを利用して

【バイオリアクター bioreactor】

動植物細胞・微生物などの生物の酵素を利用して、物質の合成・分解を行う手段または、それを行う反応器をさす。酵母菌はアルコール発酵に使用した後、ろ過して廃棄されるがアルギン酸ナトリウムのカプセルに入れることで、バイオリアクター（生物反応器）として繰り返し使うことができ、有機物の廃棄物ができないので環境にやさしいバイオリアクターといわれている。

● 参考文献

「改訂版 生物」数研出版

酵母カプセルで発酵実験

<目的>

酵母カプセルをつくり、酵母菌に栄養分を与え発酵をさせる過程を観察する。

<材料>

ドライイースト（酵母菌）

☆ドライイーストにスクロース（砂糖水）を与えるとどうなるかな？



この現象を**アルコール発酵**といいます

身の回りで何に使われているかな？

<準備>

アルギン酸ナトリウム、塩化カルシウム水溶液、スクロース水溶液、温度計(1)、ガラス棒(1)

ストップウォッチ(1)、濾し網(1)、葉さじ(1)、2ml 駒込ピペット(1)、ビーカー

<方法>

- 1 ドライイーストに水 10ml を加え、コウボ懸濁液をつくる。
- 2 コウボ懸濁液にアルギン酸ナトリウムを加え、よくかき混ぜる。
- 3 駒込ピペットで 2 の液を吸い取り、塩化カルシウム水溶液中に滴下し、酵母カプセルをつくる。球状で沈んでいるカプセルのみ使用する。
- 4 浮いているカプセルや球状でないカプセルを葉さじで取り除き、カプセルを濾し網に取り、水洗いする。
- 5 1%と 5%スクロース液が入ったビーカーにカプセルをそれぞれ 20 粒程度入れる。
- 6 酵母カプセルが浮き上がる時間を測定する。

<結果>

	10 個浮く時間	すべて浮く時間
1%スクロース液水溶液	秒	秒
5%スクロース液水溶液	秒	秒

<まとめ・感想>

分野 生物	DNA ストラップを作ろう
---------------------	----------------------

- ・ 対象学年 : 全学年
- ・ キーワード : 工作的な実験 二重らせん構造 遺伝情報

● **実験概要**

生命の設計図である DNA をビーズで作り、DNA が二重らせん構造であることを学ぶ。

- ・ 生徒の注目ポイント : DNA は 4 種類の構成要素 (A,T,C,G) からできており、A と T、C と G の組み合わせで結合することに注目する。

● **事前準備物**

- 丸ビーズ 2 色
- 竹ビーズ 4 色
- ワイヤー #30 60 cm
- ストラップコード
- ペンチ

● **実施方法**

時間	生徒の活動	指導の注意点
5 分	<p>「DNA について知っていることを挙げてください。」</p> <p>「DNA はどこにあるのでしょうか？」</p> <p>「DNA はどんな働きをしているのでしょうか？」</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>生徒の思考場面</p> <p>DNA について知っていることをまとめ、発表する。</p> </div>	<p>・生徒が DNA についてどの程度知っているかを確認する。</p>
10 分	<p>・DNA は遺伝情報をもつ「生命の設計図」であることを知る。</p> <p>・DNA は、4 種類の塩基が並んだ 2 本のテープが全体的にねじれてらせん状になった「二重らせん構造」をしていることを学ぶ。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>生徒の思考場面</p> <p>二重らせん構造を塩基の並びを変えずにコピーすることができるか考える。</p> </div>	<p>・かずさ DNA 研究所の小冊子を利用する。</p> <p>・向かい合う 2 本のテープの A と T、C と G が結合することに注目させる。</p>

	<p>・1本のテープがあればもう一方のテープをつくることのできることに気づく。</p>	
35分	<p>・プリントを見てDNAストラップを作成する。 (事前にストラップにワイヤーを通しねじっておく。)</p> <p>①丸ビーズ2色を2本のワイヤーそれぞれに入れ、竹ビーズは2色をペアにし、両端から2本のワイヤーを通す。</p> <p>②丸ビーズと竹ビーズを交互に入れて10列つなげる。</p> <p>③竹ビーズが10列出来たら、最後に丸ビーズを2色入れて余ったワイヤーを処理する。仕上げにらせん状にひねって完成!</p>	<p>・ワイヤーで手を怪我しないように注意させる。</p> <p>・らせん1回転の間に10塩基対あるので、10列以上つなげるように伝える。</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>生徒の思考場面</p> <p>竹ビーズはなぜ同じ2色をペアにしながらつなげていくのか、考えながら作業する。</p> </div>		

● 解説（原理・背景、高校の内容との接続）

関連分野 「生物基礎」 遺伝情報とDNA

「生物」 遺伝情報の発現

すべての生物は、遺伝情報を担う物質としてDNAをもっており、その基本的な構造は共通している。DNAはヌクレオチドとよばれる構成単位が多数つながってできており、ヌクレオチドには塩基が含まれている。塩基にはA, T, G, Cの4種類がある。DNAは2本のヌクレオチド鎖が向かい合って並び、内側に突き出た塩基どうしが結合したものが、全体的にねじれてらせん状になった「二重らせん構造」をしている。このとき、塩基どうしはAとT、CとGが互いに対になるように結合し、塩基対を形成している。つまり、DNAにおける塩基対の組合せはAとT、CとGと決まっており、一方のヌクレオチド鎖の塩基の並びが決まると、もう一方も自動的に決まる相補的な関係にある。よって、DNAをコピー(複製)するとき、2本鎖の一部がほどけて1本鎖になった部分に、それぞれの鎖を鋳型として相補的な塩基をもつヌクレオチドが結合し、ヌクレオチドどうしが連結することで、もとの鎖に相補的な新しい鎖がつくられる。このしくみは「半保存的複製」とよばれ、DNAの正確な複製を可能にするうえで重要である。DNAに含まれる4種類の塩基配列の並び方(塩基配列)は、生物によって異なっており、遺伝情報はこの塩基配列に存在している。

● 参考文献

公益財団法人かずさDNA研究所 小冊子「生命の設計図 DNAってなに!？」

<https://www.kazusa.or.jp/>

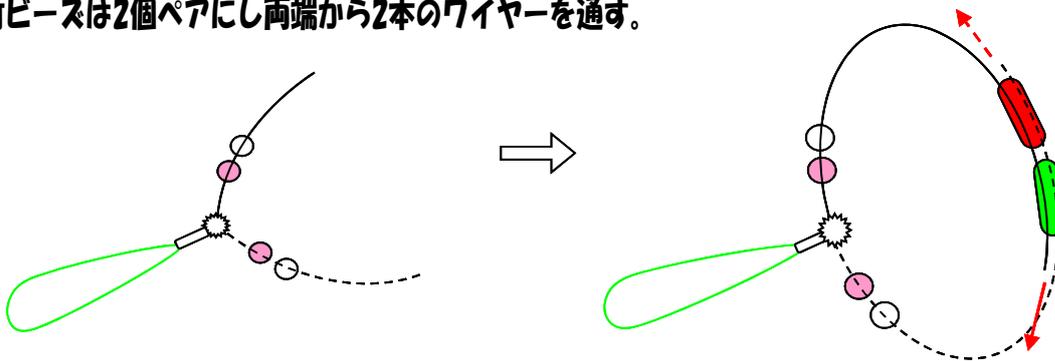


※ 色とりどりのビーズを使って、DNAの二重らせん構造を作ってみよう

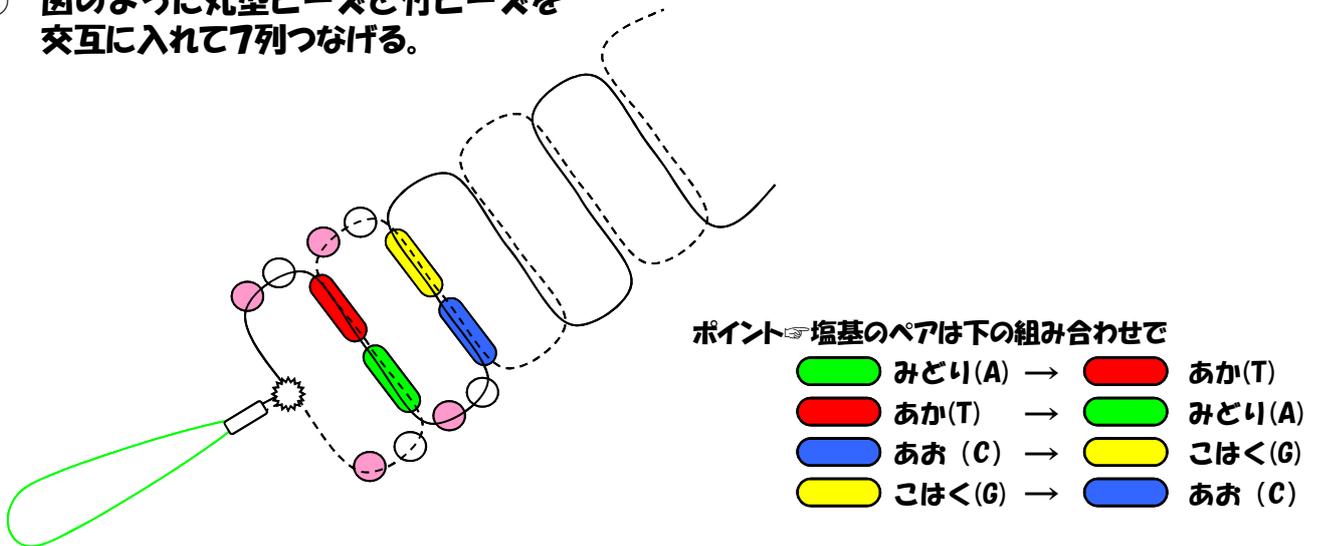
- ※ 用意する物
- ・桃色ビーズ
 - ・透明ビーズ
 - ・竹ビーズあか・みどり
 - ・竹ビーズあお・こはく
 - ・パールビーズ
 - ・ステンレス線
 - ・ストラップ



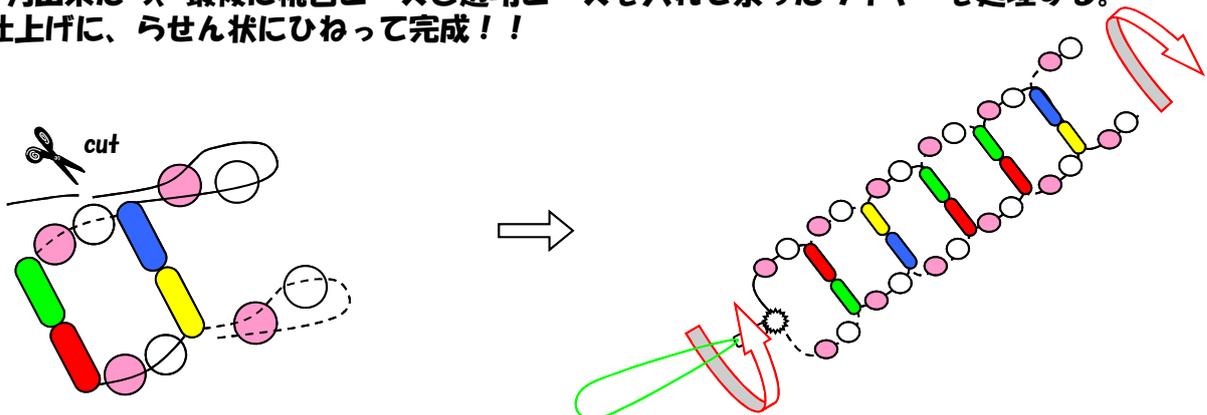
① 桃色ビーズと透明ビーズを2本のワイヤーそれぞれに入れ、竹ビーズは2個ペアにし両端から2本のワイヤーを通す。



② 図のように丸型ビーズと竹ビーズを交互に入れて7列つなげる。



③ 7列出来たら、最後に桃色ビーズと透明ビーズを入れて余ったワイヤーを処理する。仕上げに、らせん状にひねって完成！！



分野 地学	低気圧を作ろう！
---------------------	-----------------

- ・ 対象学年 : 中学3年生以上
- ・ キーワード : 自転、低気圧、高気圧、転向力、気圧傾度力 (名称は知らなくても良い)

● **実験概要**

地学分野では、垂直方向に見た風の吹き方と低気圧や高気圧は別々に学習する。観測される風が吹くメカニズムの基本は同じである。視点を変えて学習することによって、それらが同一のメカニズムによっていることを理解することができる。転向力や気圧傾度力などの用語を知らなくても、その意味を理解することで、大気の運動の全体像を把握することができる。

- ・ 生徒の注目ポイント : 一見異なる現象でも、視点を変えてみることで、自然は大きな規則性に基づいていることが理解できる。

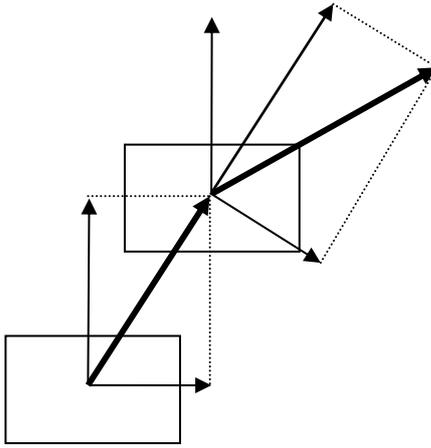
● **事前準備物**

- 1 mm 方眼紙 (一人につきA4サイズを12枚が目安)
- 30cm 定規、分度器、はさみ、のり、カラーインクペン (赤など)

● **実施方法**

時間	生徒の活動	指導の注意点
5分	1 地球の自転について学ぶ 質問① 「教室の北側と南側は自転の速さが違う？」	・ 地球上の緯度が異なると、自転の速度 (km/時) が異なることを気づかせる。
	生徒の思考場面 南側の壁は北側の壁よりも速く回転しているからこそ、教室の形が保たれていることから、自転の速度とは何なのかについて疑問を持つ。	
	質問② 「南から北に投げたボールはまっすぐに飛んでいくだろうか？」 質問③ 「北から南に投げるとどうだろうか？」	・ 知識を基にするのではなく、理由を推察させる。 ・ 架空の力「転向力」の概念を理解させる。
	生徒の思考場面 場所によって回転速度が異なることから、地球上で地球とともに回転し	

	<p>ている我々から見ると、まっすぐに飛ぶボールの着地点が予想と異なることがあることに気づく。 これらの判断には、視点の位置が重要であることに気づく。</p> <p>テーマの提示：「北半球では、低気圧はなぜ反時計回りに吹きこみ、高気圧は時計回りに吹き出すのか？」</p>	<p>・知識として持っている情報がなぜなのか疑問を持たせる。</p>
<p>35分</p>	<p>2 方眼紙に風の動きを作図する</p> <p>① 方眼紙を横に4枚、縦に3枚、合計12枚つなぎあわせて横長の1枚にする。</p> <p>② 下を高圧側（地上）、上を低圧側（上空）として、左下端にある空気塊が上昇を始める時の、気圧傾度力と転向力を適当な長さで記入する。</p> <div data-bbox="389 837 940 1068" data-label="Diagram"> </div> <p>③ 気圧傾度力と転向力の合力を作図し、それを今から吹く風の方向と強さとする。</p> <div data-bbox="691 1200 976 1496" data-label="Diagram"> </div> <p>④ 合力ベクトルの先端部に空気塊が移動したとして、次は合力ベクトルの先端から、鉛直上方に同じ長さで気圧傾度力のベクトルを作図する。風の方向のベクトルはそのまま同じ長さで延長して、現在吹いている風のベクトルとする。これに鉛直右向きに転向力のベクトルを作図する。風のベクトルが長くなった割合と同じ割合で転向力のベクトルを長くする。これら3力のベクトルの合力を作図する。</p>	<p>・用語を覚えることなく、概念を理解することが重要である。「気圧傾度力」は「気圧の高い方＝地上側から気圧の低い方＝上空側に空気の塊が移動しようとする力」、「転向力」は「北半球では動いている物体を右に曲げようとするように見える架空の力」程度の説明にとどめる。</p> <p>・合力ベクトルについての概念を説明する。</p> <p>・気圧傾度力は一定（すなわち気圧は上方に向かって一定の割合で低下する）と仮定して作図する。</p> <p>・3力の合力ベクトルの作図の仕方を説明する。</p>

	 <p>⑤ この作業をグラフ用紙いっぱいになるまで続ける。 質問：「この作図を続けていくと、風の方向はどうなるだろう？」</p>	<p>・地衡風となることを想像させる。反対に、下向きのベクトルにはならないことに気づかせる。</p>
<p>生徒の思考場面</p> <p>轉向力が右向きに回転していることを理解すると同時に、なぜ次第に長くなるのかについて考える。</p> <p>作図が進むと、次第に風の向きが右へ曲がり、風の強さは急激に強くなっていくことを認識する。また、轉向力の少しの変化が風の向きや強さに次第に大きく影響することを理解する。</p>		
<p>10分</p>	<p>3 作図した方眼紙で低気圧と高気圧のモデルを作る 質問：「どうすればこの作図から低気圧や高気圧のモデルを作れるだろうか？」</p>	<p>・等圧線が円形に見え、作図した風のベクトルが①低気圧や、②高気圧で吹く風のようにすになる。</p>
<p>生徒の思考場面（探究のキモ）</p> <p>メガホンのようにして丸めて覗き込めば、モデルになっていることに気づく。これらの作図と作業を通して、上昇気流や偏西風といった、地上ー上空と地上に対して鉛直方向に見た場合の風の吹き方も、低気圧や高気圧といった、水平方向から見た場合の風の吹き方も、その基本原理は同じであることに気づく。</p> <p>一見違うように見え、異なる単元で学習する内容であっても、それらは単元や項目を越えて、結びついていることに気づく。</p>		
<p>① 作図した方眼紙を、低圧側（上側）を中心にしてメガホンを作り、上から覗き込む。</p> <p>② 逆に高圧側を中心にして、上から覗き込む。</p>		

10分	<p>4 まとめ</p> <p>教科書に書いてあることでも、「なぜ？」と考えると、興味深い内容がたくさんある。単に記憶する学習ではなく、探究する姿勢を持つことで、自然科学はもっと面白くなる。</p>	
-----	---	--

● 解説（原理・背景、高校の内容との接続）

高等学校では「地学基礎」で同様の概念理解が図られ、「地学」で詳しく学ぶ。内容は高度だが、わかりやすい言葉で説明すれば、本校実施において中学生でも十分理解できた。

地上から上空に向かう風は、ここで示したもの以外にも、たとえば地上との摩擦力などがある。さらに、この実験では触れていないが、空気の密度は上空に向かって、地上付近で急激に低下するため、気圧は上空に向かって一定の割合で低下するわけではない。しかし、風の動きには共通の規則性があることを発見させることが重要である。

なお、作図を進めていくと、いずれ風の方向のベクトルは下を向くが、低圧側から高圧側に風は吹かないので、実際にはそうならない。

● 参考文献

浜島書店「ニューステージ 新地学図表」

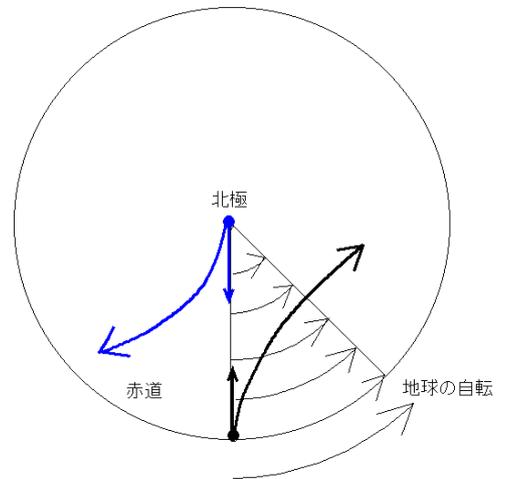
低気圧を作ろう！

1. 学校の校舎の南側と北側では自転の速度が違います！

同じだと学校はばらばらになってしまいます。

運動場でボールを投げるとどっちに飛ぶでしょう？

宇宙から見ると、地球上に風は吹いていない？



2. 空気の動きには規則性があります！

午前中に海からの風、午後には陸からの風が吹くのも

日本付近で偏西風が吹くのも

台風ができるのも

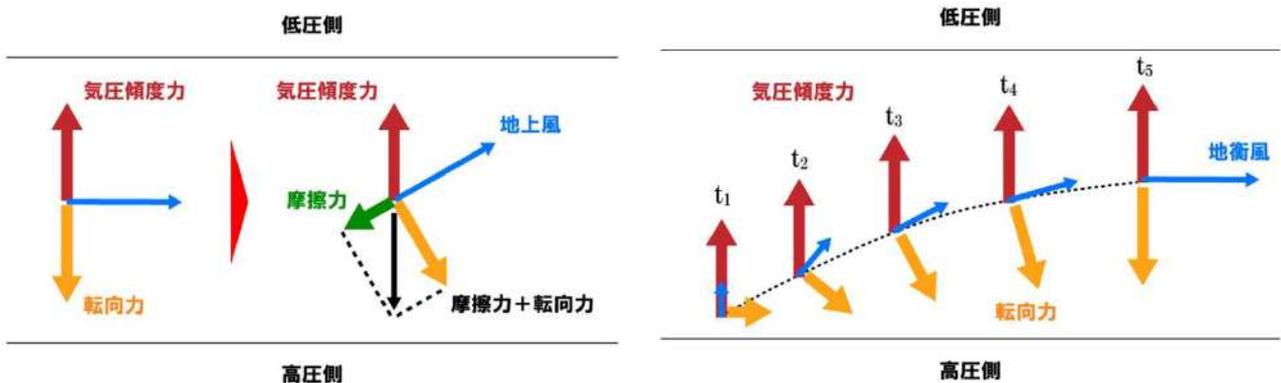
みんな同じ決まりで動いています。

大切なのは自然界の基本原則「高いところから低いところへ動く」ということ。

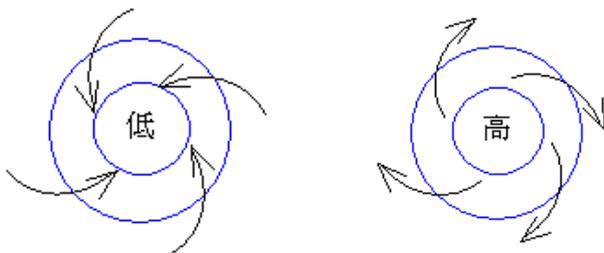
3. 上昇する空気の動きの模型を作ってみましょう！

準備するものは、方眼紙と定規だけです。

頭を使って、空気の流れの図を描きましょう。



4. 一工夫すると、北半球の低気圧や高気圧の模型が完成します！



兵庫県立姫路東高等学校
令和3年度 サイエンス・ラボ 実験・観察集

兵庫県立姫路東高等学校
〒670-0012 兵庫県姫路市本町 68 番地の 70
電話 079-285-1166 (代) FAX 079-285-1167

2022 年 3 月 30 日