

## 第1学年 理科学習指導案

平成 29年 11月 17日 (金)

場所 宮大附属中学校 第1理科室

### 1 単元 いろいろな気体とその性質

### 2 目標

- (1) 気体に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探求するとともに、事象と日常生活との関係性について考えようとする。(自然事象への関心・意欲・態度)
- (2) 気体の発生と性質に関する事物・現象の中に問題を見出し、目的意識をもって観察・実験などを行い、気体の種類による特性などについて自らの考えを、話したり書いたりして説明することができる。(科学的な思考・表現)
- (3) 気体を発生させる方法や捕集法など、観察・実験の基本操作を習得するとともに、観察・実験の計画的な実施と、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。(観察・実験の技能)
- (4) 気体の種類によって特性や、それに応じた捕集法があるなど基本的な概念を理解し、それらに関する知識を身に付けている。(自然事象についての知識・理解)

### 3 指導観

- 本単元は、学習指導要領の第1分野(2)身の回りの物質のA物質のすがた「(イ)気体を発生させてその性質を調べる実験を行い、気体の種類による特性を見いだすとともに、気体を発生させる方法や捕集法などの技能を身に付けること。」をねらいに設定されている。

地球上に生きる私たちは、空気の中で生活しており、その中には様々な種類の気体が含まれている。それらの気体の構成比は、窒素78%・酸素21%・アルゴン0.93%・二酸化炭素0.04%であり、私たちの日常生活と密接に関係している。特に、酸素や二酸化炭素などの気体は生物の生命活動に欠かすことができない気体である。例えば、体内に取り入れた酸素を、生命活動に必要なエネルギーを得るための呼吸で使用し、二酸化炭素を不要な物質として排出する。また、植物が行う光合成では、空気中から取り入れた二酸化炭素を原料に栄養分や酸素をつくり出し、私たちはそれらを食料としたり、呼吸で使用したりしている。しかし、気体の多くは無色・透明であり、質量も極めて小さいため、日常生活の中でその存在を把握したり、その特性を捉えたりすることは難しい。そこで、観察・実験を通して気体の種類や捕集法について学び、未知の気体の正体をその性質から突き止めることは、気体の特性について理解を深めることにつながる。また、自らの仮説を検証することを目的として作成した計画書に沿って実験し、複数の結果から多面的に考察することで、科学的な根拠を基に考えを表現する力を育てることにもつながる。

生徒は、小学校第6学年の単元「燃焼のしくみ」で植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができることや、空気が約80%の窒素と約20%の酸素、それにわずかな二酸化炭素などが混じり合っていることを学習している。また、酸素にはものが燃えるのを助けるはたらきがあったり、二酸化炭素は石灰水を白くにごらせたり、水に少しとけたりすることも観察・実験を通して学習している。そして、小学校第6学年の単元「水溶液の性質」では、うすい塩酸に鉄やアルミニウムなどの金属を入れると、金属がとけながら気体を発生することを学習している。さらに、小学校第6学年の単元「人の体のつくりと働き」では、ヒトは肺で吸い込んだ空気の中から酸素を体内に取り入れて生きており、体内からは二酸化炭素を息と一緒に吹き出していることを学習している。また、中学校第1学年の単元「葉・茎・根のつくりとはたらき」では、植物も動物と同じように呼吸をし、取り入れた二酸化炭素を原料に、光合成によって栄養分と酸素をつくり出して生活していることを学習している。このように、生徒は酸素と二酸化炭素にはそれぞれ異なる性質があり、生物の生活に深い関わりがあることを理解している。

中学校第1学年の単元「身のまわりの物質とその性質」では、金属やプラスチックを密度や燃え方の違いによって区別する方法を学習するとき、電子天秤やガスバーナーの使い方を習得している。そして、本単元「気体の発生と性質」の学習内容は、中学校第2学年の大単元「化学変化と原子・分子」で、生徒が原子・分子の概念を獲得したり、化学変化における物質の変化や質量の保存の法則を理解したりする上で重要であり、科学的に探究する態度を養う上でも大変意義深い。

- 本学級の生徒は、男子15名、女子17名、計32名で構成されており、4月に行ったNRTテストでは偏差値平均が52であり、全国水準をやや上回っている。7月の定期テストの知識・理解に関する問題では、正答率8割以上の生徒が23名いる一方で、正答率3割以下の生徒が2名おり、理解度に差がある。科学的な思考・表現に関する問題では、正答率8割以上の生徒が17名と知識・理解の観点と比べると少なく、記述内容を見ても実験の結果を基にした考察を文章で表現することが苦手な生徒が多い。観察・実験の技能に関する問題では、正答率8割以上の生徒が24名おり、実際にガスバーナーなど基本的な実験器具の操作が身に付いている生徒が多く、グループで協力して意欲的に取り組む姿が見られる。

これまで学習した単元では、課題解決的な学習の過程において、目的意識をもって観察・実験に取り組み、自ら立てた仮説を観察・実験の結果や既存の知識等を基に考察するよう指導してきた。しかし、観察・実験の結果等を基に考察できなかつたり、学習課題に正対した結論を書けなかつたりする生徒もおり、科学的な思考力・表現力を高める深い学びができていない。また、レディネス調査によると、二酸化炭素は水に少しとけたり、石灰水を白くにごらせたりする性質があることは知っているが、酸素はそれ自体が燃える性質があるという誤った概念をもっている生徒が8名いた。

- そこで、本単元においては、まず身近な気体の重さや水へのとけやすさには違いがあることについて説明し、その性質の違いによって捕集法が異なることを理解させたい。そして、実際に酸素や二酸化炭素を発生させて捕集し、色・臭い・マッチ及び線香の火を近づけたときの反応・石灰水の反応・シャボン玉が落ちる様子を調べる実験を通して、それらの性質を見いださせたい。また、水にとけやすく、刺激臭のあるアンモニアや、空気より軽く、燃える水素も実際に発生させて捕集し、同様の方法でそれらの性質を見いださせたい。さらに、日常生活で使用しているものを原料にして発生させた気体の性質を調べる実験を通して、発生方法は違っても気体には固有の性質（特性）があることに気付かせたい。また、実際に未知の気体の正体を、その特性を基に判断させたい。

この単元では、課題解決的な学習を中心に展開し、生徒が目的意識をもって観察・実験を行い、自分の考えを説明する活動を通して、科学的な思考力・表現力を高めさせたい。また、気体を発生させる方法や捕集法を習得するとともに、観察・実験の計画的な実施と結果の記録や整理などの仕方を身に付けさせたい。

前時の指導に当たっては、まず、京都の銘菓【そばぼうろ】とその原料名を提示し、膨張剤として炭酸水素アンモニウムが使われていることを説明する。そして、炭酸水素アンモニウムという名称等から、加熱して発生する気体の正体について仮説を立て、それを検証するための実験計画書をグループで作成させたい。この際、「○○という気体ならば、△△すると□□になる。」というように、これまでに学習した気体の特性を基に、気体の捕集法を考えたり、性質を調べる実験の結果を予想したりできるように指導する。このように生徒が見通しをもって課題解決に取り組めようとする中で、主体的・協働的な学習になるようにしたい。

本時の指導にあたっては、生徒が学習課題と仮説を再確認し、目的意識をもって課題解決に取り組むために、各グループで作成した実験計画書と作成している様子を記録した動画を使って、前時の活動内容を振り返らせたい。次に、実験計画書に従って、各グループで実験器具等を準備し、装置を組み立て、発生した気体を捕集させたい。そして、捕集した気体の性質を調べる実験をし、その結果をワークシートに記録・整理させたい。その後、グループで実験結果を考察し、発生した気体名をホワイトボードに記述し、判断した根拠を口頭で述べながら全体に提示させたい。これまでの過程においては、生徒が安全に留意し、正しい実験方法を実践しているか机間指導するとともに、実験結果等を基に正しく考察ができるように助言する。

全グループから提示された気体の正体とその根拠を全体で検討し、教師と生徒の対話の中で、他者の意見との違いや矛盾点に気付かせ、発生した気体が2種類以上の可能性があることに気付かせたい。そして、BTB溶液が入った2つのフラスコに、発生した気体を通す実験を行い、色の変化から、水に溶けてアルカリ性を示す気体と酸性を示す気体が発生していることに気付かせたい。その後、2つの実験結果や他のグループの仮説と根拠を基に、グループで再検討し、発生した気体がアンモニアと二酸化炭素であることを最終的に判断させたい。最後に、低温で多量のアンモニアと二酸化炭素を発生することから、食品の膨張剤に多用されていることを説明することで、気体が日常生活に深く関係していることと、科学の有用性に気付かせたい。

#### 4 単元指導計画

◎・・・ 本時の学習の評価基準

単元	配当時間	学習内容及び学習活動	評価基準（観点）
いろいろな気体とその性質（全8時間）	1	1 気体の区別 (1) 気体はどのようにして区別できるのだろうか。	○ 空気に含まれている、身近な気体について関心を持ち、それらの気体の性質について調べようとする。(関) ○ 気体の捕集法について理解し、気体の性質に応じた集め方をすることを理解できる。(知)
	4	2 気体の性質 (1) 酸素はどのような性質があるのだろうか。 (2) 二酸化炭素はどのような性質があるのだろうか。 (3) アンモニアにはどのような性質があるのだろうか。 (4) 水素にはどのような性質があるのだろうか。	○ それぞれの気体の性質に興味をもち、進んで調べようとする。(関) ○ 気体の発生や捕集の実験を、正しい方法で安全に行うことができる。(技) ○ 実験結果から、その気体の性質について理解し、説明することができる。(思)
	1	3 身のまわりのものから発生する気体 (1) 身のまわりのものから発生した気体は何だろうか。	○ 未知の気体を調べる実験を、正しい方法で安全に行うことができる。(技) ○ 発生した気体の性質から、その正体を判断することができる。(思)
	2 (本時2/2)	4 謎の気体の正体 (1) 炭酸水素アンモニウムを加熱して発生する謎の気体の正体は何だろうか。	○ 未知の気体の正体に関心をもち、グループで協力して実験計画を立てることができる。(関) ◎ 実験計画書に基づき、正しい方法で安全に気体を発生させて、その性質を調べることができる。(技) ◎ 複数の実験結果等から、気体の正体と、それを判断した根拠を説明することができる。(思)

(関)：関心・意欲・態度 (思)：科学的な思考・表現 (技)：観察・実験の技能 (知)：知識・理解

#### 5 本時の目標

- 実験計画書に基づき、正しい方法で安全に気体を発生させて、その性質を調べることができる。(観察・実験の技能)
- 炭酸水素アンモニウムを加熱して発生した気体の正体を、実験結果等を根拠にして、複数の視点から検討し、判断することができる。(科学的な思考・表現)

#### 6 準備物

- 教科用図書（啓林館）、ワークシート、ホワイトボード、炭酸水素アンモニウム、試験管、ゴム栓、ガラス管付きゴム栓、水そう、スタンド、ガスバーナー、マッチ、線香、石灰水、フラスコ、BTB 溶液、そばぼうろ、そばぼうろの写真、ヒントカード

過程	学習内容及び学習活動	予想される生徒の反応	教師の支援
振り返り	1 <u>前時の振り返りをし、学習課題を確認する。</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>私たちの仮説は、「<u>二酸化炭素が発生する</u>」だったね。</li> <li><u>二酸化炭素だったら、水上置換法で集めて、調べればいいね。</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>目的意識をもって課題解決に取り組むことができるようにするために、学習課題と仮説、調べる方法等を振り返らせる。</u></li> </ul>
課題設定	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">                     炭酸水素アンモニウムを加熱して発生する謎の気体の正体は何だろうか。                 </div>		
実験	2 前時に立てた実験計画書をもとに、気体を発生・捕集し、その性質を調べる実験を行う。	[水上置換法] <ul style="list-style-type: none"> <li>石灰水が白くにごった。</li> <li>線香の火も消えたね。</li> <li>マッチの火は変化が見られなかったね。</li> </ul> [上方置換法] <ul style="list-style-type: none"> <li>刺激臭だ。</li> <li>BTB 溶液が緑色から青色に変化したよ。</li> <li>マッチの火は水上置換法と同じで変化しなかったね。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験計画書に基づき、正しい方法で安全に実験ができるようにするために、机間指導を行う。</li> <li>水上置換法と上方置換法の両方を行う場合、火傷や試験管内への液体の逆流を防ぐために、薬品を入れた試験管は2本準備して実験させる。</li> </ul>
結果処理	3 実験の結果をワークシートに記録・整理する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>石灰水が白くにごった。</li> <li>線香の火が消えた。</li> <li>BTB 溶液が緑色から青色に変化した。</li> <li>刺激臭がした。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>考察と区別できるようにするために、ワークシートに「何がどうなった」というように、結果を書かせる。</li> </ul>
考察	4 グループで立てた仮説が正しかったか、実験結果等を基に個人で考察する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>石灰水が白くにごったし、線香の火も消えたから二酸化炭素だと思う。</li> <li>刺激臭がしたし、BTB 溶液は青色になったからアンモニアだと思う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>生徒一人一人が、実験結果と気体の特性を基に正しく考察できるようにするため、気体の性質を記したヒントカードを提示する。</li> </ul>
検討	5 グループ内で気体の正体について検討する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>結論とその根拠をホワイトボードに記入する。</li> <li>全体に発表または提示する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一度に2つの気体が発生するだろうか？</li> <li>二酸化炭素とアンモニアが発生したのかな？</li> <li>やっぱり二酸化炭素だけだよ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>グループの仮説や考察を複数の視点から見直すことができるように、教師と生徒の対話の中で、他者の意見との違いや矛盾点、操作の誤りに気づかせる。</li> </ul>
再実験	6 <u>各グループから提示された気体の正体とその根拠について全体で検討する。</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>△班は結果が○○になったからアンモニアだと言っているよ。私たちと違う！</u></li> <li><u>やっぱりアンモニアと二酸化炭素の両方が発生したのではないかな？</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2つの気体が発生していることに気付かせるために、フラスコ内の BTB 溶液に気体が溶けたことで、何性になったか確認させる。</li> </ul>
再検討	7 BTB 溶液を入れた2つのフラスコに、発生した気体を通す実験を行い、色の変化を観察する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>BTB 溶液が1つ目は青色になって、2つ目は黄色になった。</li> <li>水にとけてアルカリ性と酸性を示す気体ということかな。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数の視点から検討できるように、学習活動6のホワイトボードは提示したままにし、新たな根拠を加えさせる。</li> </ul>
	8 <u>2つの実験結果を基にグループで再検討し、気体の正体を結論づける。</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>2枚目のホワイトボードに記入し、全体に発表する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>2つの実験より、結果が○と□だったの、気体の正体は、△と◇だと言える。</u></li> <li><u>やっぱり気体は、二酸化炭素とアンモニアの2種類だ。</u></li> </ul>	

結論	9 気体の正体についての説明を聞く。 「炭酸水素アンモニウムを加熱して発生する謎の気体の正体は、アンモニアと二酸化炭素である」	・ 1つ目のフラスコの水には、非常に水にとけやすいアンモニアが多くとけ、2つ目には1つ目のフラスコの水にとけきれなかった、二酸化炭素がとけたのか。	・ アンモニアと二酸化炭素の両方が発生していたことを全体で確認するために、フラスコ内の BTB 溶液の色が変化した原理を説明する。 ・ 気体が日常生活と深く関係していることに気づかせるため、炭酸水素アンモニウムは食品の膨張剤として用いられていることを説明する。
まとめ	10 本時の学習を振り返り、気体の正体とそれと判断できる根拠を、ワークシートにまとめる。		

## 8 本時の評価基準

本時の目標	評価基準
○ 実験計画書に基づき、正しい方法で安全に気体を発生させ、その性質を調べることができる。 (観察・実験の技能)	○ 生徒が学習活動2・7で、正しい方法で安全に実験しているか、行動観察で評価する。 <u>カセットコンロを使用した気体の発生と捕集を安全に行い、その気体の性質を実験計画書に基づいて正しい方法で調べていればA、どちらか一方ができていなければB、両方できていなければCとする。</u>
○ 炭酸水素アンモニウムを加熱して発生した気体の正体を、実験結果等を根拠にして、複数の視点から検討し、判断することができる。 (科学的な思考・表現)	○ 生徒が学習活動4・5・8で、ホワイトボードとワークシートに記述した内容と発表内容で評価する。 <u>気体の正体について、複数の実験結果等を根拠にして、二酸化炭素とアンモニアと判断できていればA、根拠が一つだけまたはどちらか一方しか判断できていなければB、両方できていなければCとする。</u>

## 9 板書計画

<p><b>学習課題</b> 炭酸水素アンモニウムを加熱して発生する謎の気体の正体は何だろうか。</p> <p><b>炭酸水素アンモニウム</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">       そばぼうろ 写真     </div> <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">水上 置換</td> <td>マッチ</td> <td>変化なし</td> </tr> <tr> <td>線香</td> <td>変化なし</td> </tr> <tr> <td>石灰水</td> <td>白くにごった</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">上方 置換</td> <td>BTB</td> <td>黄色に変化</td> </tr> <tr> <td>BTB におい</td> <td>青色に変化 刺激臭</td> </tr> </tbody> </table>			結果	水上 置換	マッチ	変化なし	線香	変化なし	石灰水	白くにごった	上方 置換	BTB	黄色に変化	BTB におい	青色に変化 刺激臭	<p><b>考察1</b></p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%; height: 30px;"></td> <td style="width: 33%; height: 30px;"></td> <td style="width: 33%; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td style="height: 30px;"></td> <td style="height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td style="height: 30px;"></td> <td style="height: 30px;"></td> </tr> </table>									
		結果																							
水上 置換	マッチ	変化なし																							
	線香	変化なし																							
	石灰水	白くにごった																							
上方 置換	BTB	黄色に変化																							
	BTB におい	青色に変化 刺激臭																							
<p><b>予想</b></p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%; height: 30px;"></td> <td style="width: 33%; height: 30px;"></td> <td style="width: 33%; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td style="height: 30px;"></td> <td style="height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td style="height: 30px;"></td> <td style="height: 30px;"></td> </tr> </table>										<p><b>考察2</b></p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%; height: 30px;"></td> <td style="width: 33%; height: 30px;"></td> <td style="width: 33%; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td style="height: 30px;"></td> <td style="height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td style="height: 30px;"></td> <td style="height: 30px;"></td> </tr> </table> <p><b>結論</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">       炭酸水素アンモニウムを加熱して発生する謎の気体の正体は、アンモニアと二酸化炭素である。     </div>															