

1 単元名 「酸化について探ろう」(2年生)

2 指導観

- 夏の夜空を彩る花火の色は、火薬の中に配合された金属が、炎の中で燃えることによってさまざまな色をだしているものである。また、空気中の鉄がさびたり、生命維持のための呼吸によってエネルギーを作り出したりするなど、私たちの身の回りには様々な酸素と結びつく化学変化が存在している。さらに、自然界に存在する金属の多くは、酸素と結びついた状態で存在しており、還元という化学変化を利用して酸素を取り除き、日常生活で使用している。このように、化学変化は様々な形で私たちの生活に深く関係している。本単元の学習は、酸化に関する実験を行い、酸化とは、物質が酸素と結びつく化学変化であることを見出すとともに、その化学変化を原子や分子のモデルを用いて微視的な視点で考え、しくみを探っていく学習である。また、二酸化炭素の中でマグネシウムが激しく酸化する実験を通して、「酸化とは、物質が酸素原子と結びつく化学変化である」という適応範囲が広がった科学的知識にすることができる学習でもある。さらに、本単元の学習は、この後学習する「化学変化と物質の質量」、「化学変化とイオン」につながるものであり欠くことのできない題材である。このような、さまざまな化学変化の実験を通して、目に見えない原子、分子の微視的な見方や考え方を養い、酸化という化学変化について理解を深めていくことは、生徒の自然への関心を一層高め、自然を調べる能力や態度を養う上からも大変意義深い学習と考える。
- 子どもたちは、小学校第6学年「燃焼の仕組み」において、酸素にはものを燃やすはたらきがあること、空気中で植物体を燃やすと酸素が使われて二酸化炭素ができることなどを学習している。さらに、中学校第2学年「物質の成り立ち」において、物質を構成している単位は原子や分子であることや物質の違いは原子の種類の違いとその組み合わせによること、化学変化では物質を構成する原子の組み合わせが変わることを学習している。本単元に関する事前調査によると「ものが燃える」ことに対して、「ものが燃えるために酸素が使われる」ことをあげた子どもが29名、「燃えたあと二酸化炭素が発生することや二酸化炭素にはものを燃やすはたらきがない」ことをあげた子どもが23名であった。しかし、「金属が燃える」ことについてあげた子どもは4名と少なかった。このことから、物質が燃える時に酸素が必要であることは、ほとんどの生徒が理解しているが、金属が酸素と結合して燃える酸化が起きること、さらにそのときに酸素原子と結合することについては、認識できていないといえる。
- そこで本単元の指導においては、まず、有機物の酸化の実験を行い、有機物が燃えると有機物中の炭素原子と水素原子が空気中の酸素と結びつき、二酸化炭素と水ができることを見出させる。次に、金属の酸化実験を行い、金属を加熱することで空気中の酸素と結合する酸化が起き、様々な酸化物が生成することを、操作可能な原子、分子モデルを用いて考察させながら理解させたい。さらに、これまでの科学的知識では説明することができない二酸化炭素の中でマグネシウムが燃える実験を行い、そのしくみを探っていく活動を設定する。二酸化炭素の中の酸素原子とマグネシウム原子が結合することで、酸化が起きるということを見出し、酸化を酸素原子に着目して捉えることができるようにしたい。最後に、これまで子どもたちがもっていた酸化に対する科学的知識を振り返り、定義し直す活動を設定する。そうすることで、「酸化とは、空気中の酸素と結合する化学変化である。」という科学的知識を、「酸化とは酸素原子と結合する化学変化である。」と定義し直し、適用できる範囲が広がった科学的知識にしていきたい。

そのために、次のような指導を行う。

- ・既習の科学的知識を整理し、それを根拠に仮説を立てることができるように、既習の学習内容を振り返る場を設定する。
- ・化学変化による原子、分子の組合せの変化のしくみを見いだすことができるように、タブレットを活用した操作可能な原子モデルを用いる。
- ・酸化に対する既習の考えを定義し直すために、既習の酸化の考え方と本時学習で明らかになった新たな酸化の考え方について比較し、共通点(酸素原子)と相違点(酸素分子・酸素原子)を見出す活動を設定する。
- ・自分の考え方の変容を実感することができるようにするために、仮説を振り返る場を設定する。

3 単元の目標

- 化学変化を原子や分子のモデルと関連付けながら、化学変化における酸化についての基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。(知識・技能)
- 酸化の化学変化のしくみを原子や分子のモデルを用いて仮説を設定し、酸化が酸素の関係する反応であるということを見出し、自らの考えを化学反応式やモデル図を使って表現している。(思考・判断・表現)
- 酸化に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、主体的に探究しようとしている。(主体的に学習に取り組む態度)

4 本単元の評価規準

知識・技能	・酸化は酸素原子の関係する反応であることについて理解し、知識を身に付けている。 ・酸化に関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験を計画的に実施し、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。
思考・判断・表現	・酸化が酸素の関係する化学変化であることについて、原子や分子のモデルと関連付け、自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。
主体的に学習に取り組む態度	・酸化に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりで見ようとする。

5 単元計画（8時間扱い）

次	時	学習活動・内容	指導上の留意点	評価規準 (方法)
一	1 ①	1 酸素と結びつく化学変化に関する課題を設定する。 (1) スチールウール(鉄)が燃えるか予想し、燃えたかどうかの確認方法を考え、学習課題を設定する。 ・石灰水への反応 ・通電性 ・金属光沢 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">課題:金属を空気中で加熱すると、どのような変化が起こるのだろうか。</div>	・「物質が燃える」ということについて想起することができるようにするために、既習の学習を振り返る場を設定する。	○金属を加熱した時の変化について関心をもち、課題を設定することができる。 (主)

二	5 ① ② ③ ④ ⑤	<p>2 有機物の酸化(燃焼)について調べる。</p> <p>(1) 炭素と水素の酸化について調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 炭素+酸素→二酸化炭素 水素+酸素→水 <p>(2) メタンの酸化(燃焼)について調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> メタン+酸素→二酸化炭素+水 有機物には、炭素原子と水素原子が含まれている。 <p>3 鉄とマグネシウムの酸化(燃焼)について調べる。</p> <p>(1) 鉄の酸化について調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 金属光沢がなくなる。・通電性がなくなる。 塩酸との反応なし。・生成物の質量増加 鉄+酸素→酸化鉄 <p>(2) マグネシウムの酸化について調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 金属光沢がなくなる。・通電性がなくなる。 塩酸との反応なし。 マグネシウム+酸素→酸化マグネシウム <p>4 穏やかな酸化について調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> さびた鉄くぎ ・さびた銅像 酸化を防ぐ工夫 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> 酸化は、物質が空気中の酸素と結びつく化学変化である。【既習の科学的知識】 </div>	<ul style="list-style-type: none"> 有機物の酸化(燃焼)を理解できるようにするために、炭素の酸化、水素の酸化、メタンの酸化と段階的な実験を設定する。 酸素中で鉄(スチールウール)が激しく酸化しているようすを確認できるようにするために、酸素と二酸化炭素を充満させた集気瓶をそれぞれ準備し、燃え方の比較を行う実験を準備する。 	<p>○金属の加熱前後の質量や性質の変化を基に、金属の酸化について原子・分子と関連づけて説明することができる。(思)</p>
三	2 ①	<p>5 二酸化炭素(ドライアイス)の中でマグネシウムは酸化するか調べる。</p> <p>(1) 仮説を立てる。実験を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> 酸素がないので燃え(酸化され)ない。 二酸化炭素の酸素原子とマグネシウム原子が結びつければ、酸化マグネシウムになるので燃える。 	<ul style="list-style-type: none"> これまでの学習を基に仮説を立てることができるようにするために、振り返り活動を設定し、自分の考えを文章とモデル図で表現する活動を設定する。 	
本時	②	<p>(2) 実験を行い考察し、酸化についての定義をし直す。</p> <p>・ $2Mg + CO_2 \rightarrow 2MgO + C$</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> 酸化は、物質が酸素原子と結びつく化学変化である。【新たな科学的知識】 </div> <p>(3) 仮説に使った既習の酸化の考え方の不十分であった点や変容した点を説明する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 二酸化炭素の酸素原子の存在 酸素原子との結合 	<ul style="list-style-type: none"> 酸化についての定義をし直すことができるようにするために、タブレットを活用した操作可能な原子モデルを用いて交流する場を設定する。 既習の酸化の考え方と新たな酸化の考え方が結びつくように、既習の酸化の考え方の不十分であった点や変容した点を説明する活動を設定する。 	<p>○二酸化炭素中でマグネシウムが酸化するしくみから、新たな酸化の考えについて説明することができる。(思)</p>

6 本時の学習

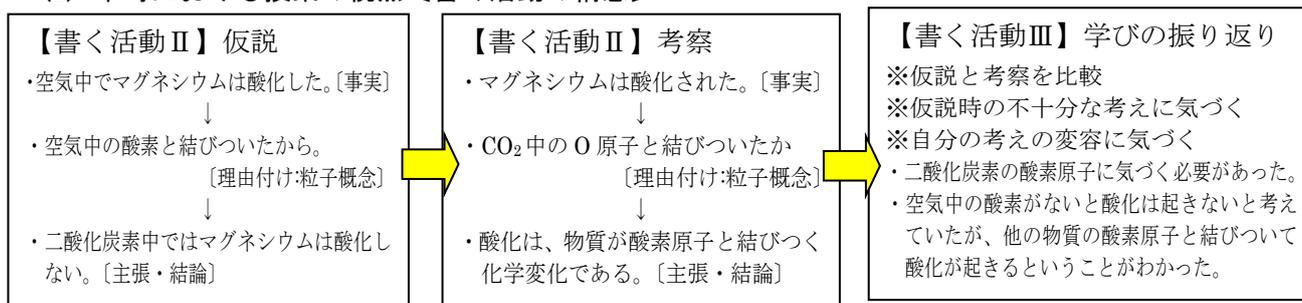
(1) 本時主眼

○ マグネシウムが二酸化炭素(ドライアイス)中で酸化を起こすしくみを、モデル図と化学反応式で表現し、酸化について新たに定義し直すことができる。【書く活動Ⅱ】

○ 仮説を振り返り、既習の酸化の考え方の不十分であった点や変容した点を説明することができる。

【書く活動Ⅲ】

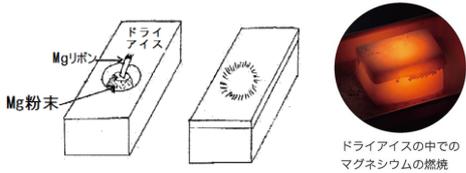
(2) 本時における授業の視点〔書く活動の構想〕



マグネシウムが、ドライアイス（二酸化炭素）の中で酸化を起こす実験を通して、酸化について深める学習である。これまでの学習で多くの子どもたちは、「酸化とは、物質が空気中の酸素と結びつく反応」と捉えている。ここでの酸素とは、酸素分子のことであり、酸素分子の有無で酸化を捉えている。

そこで本時は、実験結果をもとに書く活動Ⅱ・Ⅲを行うことで、「酸化とは、物質が酸素原子と結びつく反応である」と定義し直させたい。つまり、酸素原子と結びつけば酸化が起こるという考えにしていきたい。※P6に図解で説明

7 本時の過程

段階	学習活動・内容	指導上の留意点	評価規準
つかむ	<p>1 前時の仮説を想起し、本時学習のめあてを確認する。</p> <p>〈仮説1〉酸化は起きない。 (根拠1) 酸素がないから酸素と結びつくことができない。 (根拠2) 二酸化炭素はすでに酸化しており、酸化は不可能。</p> <p>〈仮説2〉酸化が起きる。 (根拠1) 二酸化炭素には、酸素と炭素が含まれているので酸化する。 (根拠2) マグネシウムと二酸化炭素の酸素原子が結びつき酸化マグネシウムができる。</p> <p>〈仮説3〉酸化が少し起きる。 (根拠1) 二酸化炭素は酸化物で、酸素を含んでいるので、その酸素を使い少し反応する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・前時までの学習を想起させるために、仮説について確認する。 ・複数の仮説が出た場合、把握しやすいようにするために、分類して提示する。 ・本時学習の方向性をつかませるために、めあてを提示する。 	
<p>空気中で酸化しているマグネシウムを二酸化炭素(ドライアイス)の中に入れるとどうなるか調べよう。</p>			
さぐる	<p>2 実験方法を確認し、実験を行う。</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  </div> <p>(1) ドライアイスの中でマグネシウムを酸化させる。</p> <p>(2) 実験結果を整理する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・激しい光と熱を出しながら燃えた。 ・白と黒の物質が残った。 	<ul style="list-style-type: none"> ・安全に観察・実験を行うためにドライアイスを扱うときは軍手をはめるように、さらに安全眼鏡もはめるように指示を出す。 	

	<p>(3) 生成物を同定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 白い物質 → 酸化マグネシウム ・ 黒い物質 → 炭素 <p>3 実験結果を基に考察する。</p> <p>(1) 原子・分子に着目して考え、モデル図と化学反応式で表す。</p> <div data-bbox="199 443 699 622" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>マグネシウムの二酸化炭素中の酸化の関係図</p> <p>マグネシウム + 二酸化炭素 → 酸化マグネシウム + 炭素</p> <p>● マグネシウム ● 酸素 ○ 炭素</p> <p>$2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・ マグネシウムは、二酸化炭素分子の酸素原子と結びつき酸化マグネシウムになった。その結果、炭素原子が残り、炭素も生成した。 <p>(2) 酸化について、新たに定義し直す。</p> <p>【書く活動Ⅱ】</p> <p>① 事実: マグネシウムは二酸化炭素中で酸化された。</p> <p>② 理由付け: 二酸化炭素中の酸素原子と結びついたから。</p> <p>③ 主張: 酸化とは、物質が酸素原子と結びつく化学変化である。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生成物を同定できるようにするために、色や通電性の視点を提示する。さらに、炭素の通電性を調べるために、LED 電球を準備する。 ・ モデル図と化学反応式で表現できるようにするために、タブレットを活用した操作可能なモデルを準備し、班で交流する場を設定する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 酸化について、新たに定義し直すことができるように、(1)で作成したモデル図で各原子の移動と組み合わせの変化を確認する場を設定する。 ・ 酸素原子の移動に注目して考えることができるように、既習のマグネシウムの酸化や酸化銅の酸化・還元の実験結果を提示する。 	<p>◇酸化について酸素原子に着目して説明することができている。</p> <p>(思考・判断・表現)</p>
ふかめる	<p>4 仮説に使った考え方と新たに獲得した酸化の考え方を比較して、仮説に使った考え方の不十分な点を見出す。</p> <p>(1) 仮説に使った考え方と新たに獲得した考え方を比較し、仮説に使った考え方の不十分な点を考える。</p> <p>【書く活動Ⅲ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 酸素分子がないから酸化は起きないと考えていた。 ・ 酸素分子ではなく、酸素原子に気づく必要があった。 <p>(2) 本時学習のまとめをする。</p> <div data-bbox="199 1787 705 2042" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【まとめ】</p> <p>マグネシウムは、二酸化炭素の酸素原子と結びつき酸化反応が起きた。酸化反応とは、物質が酸素原子と結びつく化学変化である。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仮説に使った考え方の不十分な点(足りなかった点や気付く必要があった点)を見出すことができるように、仮説時の考えと考察時の考え【書く活動Ⅱ】を比較させる。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 本時学習内容を実感してまとめることができるように、マグネシウム工場火災の動画・記事を提示し消火活動に放水できないことを確認する場を設定する。 	<p>○仮説に使った考え方の不十分であった点を見出すことができている。</p> <p>(思考・判断・表現)</p>

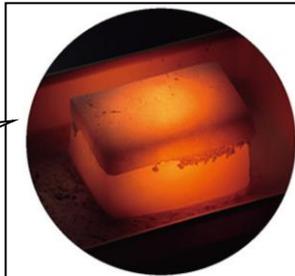
8 書く活動についての説明

(1) 書く活動Ⅱ [理由付け・抽象化(一般化する、統合する)]

①【既習の科学的知識】

酸化とは、空気中の酸素(酸素分子)と結びつく化学変化である。→ 酸素がない = 酸化は起きない

実験事象



ドライアイス中での
マグネシウムの燃焼

【問い】既習の酸化の考え方は、実験事象の説明ができません。酸化をどのように定義し直すと思いますか？

捉え直した酸化の考え

②【事実】※実験結果

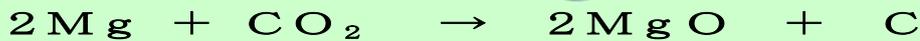
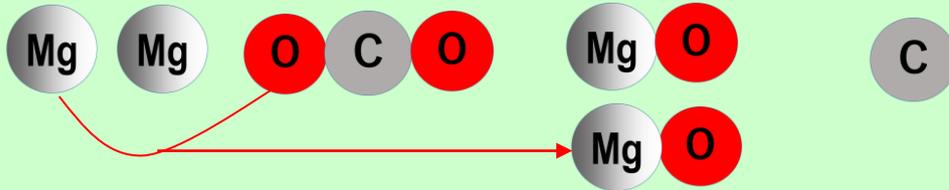
- ・マグネシウムは、二酸化炭素中で、酸化された。
- ・酸化マグネシウムと炭(炭素)ができた。

④【主張】※新たな科学的知識

酸化とは酸素原子と結びつく化学変化である。→ 酸素原子があれば酸化が起きる可能性がある【目指す子どもの姿】

③【理由付け】見方・考え方

マグネシウム + 二酸化炭素 → 酸化マグネシウム + 炭素



二酸化炭素中の酸素原子とマグネシウム原子が結びつき、酸化が起きた。

※酸素分子 が存在しなくても、酸化が起きる。

(2) 書く活動Ⅲ [自分の考えの変容を自覚する]

仮説に使った考え方の不十分な点や自分の考えの変容をまとめる。

酸素(酸素分子)がないから、酸化は起きないと考えていた。酸素分子ではなく、酸素原子があれば酸化が起きる可能性があるということに気づく必要があった。

その他 [気づいたこと等]

- ・炭素原子より、マグネシウム原子の方が酸素原子と結びつきやすい。
- ・マグネシウムは酸化され、二酸化炭素は還元された。

9 授業の実際

(1) つかむ段階

ここでは、「空気中で酸化しているマグネシウムを、ドライアイスの中に入れてどうなるか。」という課題に対して、既習の科学的知識を使って仮説を立てることをねらいとした。子どもたちの多くは、「二酸化炭素は、助燃性がないから、酸化反応は、起きない。」(資料1)と仮説を設定した。少数ではあったが、「二酸化炭素中の酸素とマグネシウムが結び付くため、酸化反応は続く。」(資料2)と仮説を設定した生徒もいた。この生徒は、「マグネシウムが酸素をうばう。」という酸化・還元反応の考えをもとに仮説を設定した。

(2) さぐる段階

ここでは、ドライアイスの中で酸化反応を起こす仕組みを原子の視点で考えるとともに、酸化について新たに定義し直すことをねらいとした。

まず、ドライアイスの中で酸化反応が起こった事実・結果から、その仕組みについて考えていった。タブレットを活用し、原子モデルを実際に操作しながら、原子の組み合わせの変化について考えていった(写真1)。子どもたちは、二酸化炭素中の酸素原子とマグネシウムが結び付くことで酸化反応が起こったと説明した(資料3)。

そこで、既習の科学的知識である「酸化反応とは、物質が酸素と結びつく化学変化である。」では、この実験結果に結びつけることができないということ、さらに、酸素とは空気中の酸素、つまり酸素分子の存在の有無のみを考えていたことを確認した。その後、この実験を通して、酸化反応とは、どのような化学変化と定義しなおすことができるか発問した。生徒たちは、「酸化とは、物質が酸素原子と結びつく化学変化である。」と結論・主張することができた。また、「マグネシウムの方が炭素より、酸素原子と結びつきやすい。」と酸化力の違いに気づくこともできた(資料3)。

(3) 深める段階

ここでは、仮説に使った考え方と新たに獲得した酸化の考え方を比較して、仮説に使った考え方の不十分な点を見出し、自己の変容を自覚することをねらいとした。仮説時に作成したモデル図と文章と考

【予測】
火が消える

【根拠(理由)】
なぜなら、これまでの学習で、
今までの学習からでも燃えたものは酸素がないと燃え続けることはできないということが分かっている。だからこの実験の場合でも、ふたのドライアイスで完全に密閉しているとして、酸素の供給を止めたままでは、今までの通り、火は消えるという仮説を考えたから。
化学変化(酸化)が止まる

資料1 仮説1 酸化反応は止まると仮説を設定した生徒の記述

【予測】
ドライアイスの中でも反応は起きて、酸化マグネシウムになる。

2Mg + CO₂ → 2MgO + C

【根拠(理由)】
なぜなら、これまでの学習で、
二酸化炭素には酸素があるので、マグネシウムと酸素が結び付き酸化マグネシウムができてしまうと思った。
(マグネシウムが酸素をうばった?)

資料2 仮説2 酸化反応は続くと言った生徒の記述



写真1 タブレットを使って原子モデルの操作を行っている様子

1 【考察】実験の結果をもとに、分かったことをまとめよう。

【事実・結果】
酸化が激しく続いた。
酸化した外側は電流はながれなかった。内側はながれた。
酸化マグネシウムと炭素ができた。

【結論・主張:自分の考えや意見】
酸化とは、物質が酸素原子と結びつく化学変化。
※マグネシウムの方が炭素より酸素原子と結びつきやすい。

【理由付け】結果・データに基づく推論・解釈
マグネシウム + 二酸化炭素 → 酸化マグネシウム + 炭素
2Mg + CO₂ → 2MgO + C
Mg Mg O C O Mg O Mg O C
酸化 還元

資料3 事実・結果をもとにした結論・主張と理由付けの記述

察時に作成したモデル図と文章を比較させ、相違点を見出させた。その上で、仮説時の考え方で不十分であった点をまとめる活

【不十分だった点】

今までは空気中の純粋な酸素分子がないと酸化反応は起きないと
思っていたのが今回の実験で不十分だった。今回の実験で、酸化には空気中の酸素分子だけでなく酸素原子だけでも酸化反応が起きることが分かった。

資料4 仮説で使った考え方の不十分な点と変容をまとめた記述

動を行った。生徒は、「空気中の純粋な酸素分子がないと酸化反応は起きない。」という考え方が不十分であったとまとめた。さらに、「酸化には、空気中の酸素分子だけでなく、酸素原子が存在すれば酸化反応起きるということが分かった。」と自己の変容を自覚することができた(資料4)。

10 成果と課題

- ドライアイスの中で酸化反応が起きるとい現象は、生徒の興味・関心を高めるとともに、既習の科学的知識では説明することができないため、課題意識も高めることができた。
- タブレットによる操作可能な原子モデルを活用することで、化学変化における原子の組み合わせの変化を考えやすくなった。そのことで、書く活動Ⅱの「理由付け」について、粒子モデルと化学反応式で説明することができた。
- 書く活動Ⅱの「結論・主張」は、酸化反応の定義を捉え直した内容を記述させることにこだわりすぎため、書くことができない生徒の姿が見られた。発問の工夫や、酸化・還元や酸化力などの視点で「結論・主張」を記述させれば、様々な考えを記述することができたと考える。