

理科は、身近な暮らしの中で役立ちます

携帯用カイロの不思議 鉄と酸素の反応

PROFILE

〈監修〉

金子 美智雄

かねこ みちお

(元 全国連合小学校長会理事)

埼玉県大宮市立小学校教諭、埼玉大学教育学部附属小学校教諭・副校長を経て、埼玉県公立小学校校長会長、全国連合小学校長会理事、淑徳大学特任教員等を歴任。文部省学習指導要領小学校理科編及び指導書作成協力者(平成元年度版)、NHK学校放送小学校理科教室4年テレビティーチャー(14年間)にも携わる。

〈連載第4回執筆〉

吉田 勝彦

よしだ かつひこ

(東京都練馬区立八坂中学校 主幹教諭)

埼玉県私立高等学校非常勤講師を経て、東京都公立中学校教諭、同主幹教諭。平成25年度東京都教育研究員、平成26・27年度東京教師道場リーダー、平成28年度東京都研究開発委員会、平成28年度都中理開発・実験委員会幹事などとして、教材及び指導法の研究開発に携わる。

① 子どもたちはこんな場面を知っていますか?

冬の寒い日に活躍する携帯用カイロ。カイロは漢字で「懐炉」と書きます。文字通り「懐を温めるもの」。現在の携帯用カイロ(使い捨てカイロ)が世に出たのは1978年ですが、そのルーツは江戸時代。当時は温めた石を懐に入れて暖を取っていました。

1個あたり数十円という安さもあって、屋内外を問わず、様々な場面で利用されています。日本カイロ工業会によると、2014年度には国内外合わせて17億5000万枚以上が販売されたそうです。

では、この携帯用カイロの中はどのようにになっているのでしょうか。袋を開けて、中身を取り出してみると、何やら黒っぽい粉末がたくさん出てきます。触ってみると、数種類の物質が混ざっているようです。この粉末には何が含まれているのでしょうか?子どもたちは、外袋を開けると温かくなる「携帯用カイロ」をどのようにとらえているのでしょうか?



② 理科がこんなにつながります

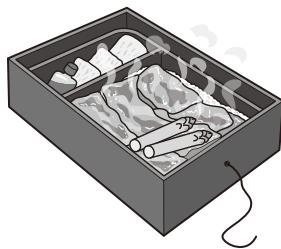
携帯用カイロの外袋を見てみると、このように表記されています。

原材料名 鉄粉・水・バーミキュライト・活性炭・塩類

実は、携帯用カイロは鉄が酸素と結びつく「酸化」という化学変化が起こる際に出る熱を利用したものです。

普段あまり意識はしませんが、私たちは様々な場面で化学変化を体験・利用しています。

例えば、料理をするときにコンロに火を付けますが、これはガスが燃焼するという化学変化です。また、容器に付いているひもを引くと、蒸気が出てきて中身が温まるという弁当がありますが、これは生石灰(酸化カルシウム)が水と反応する際に熱が出るという化学変化を応用しています。



他にも、災害時用の発熱剤にも同様の反応が利用されています。生石灰とアルミニウム粉末の混合物に水を加えると、激しく反応して多量の熱を発生します。これを使うと、火を使わなくても湯を沸かしたり、レトルト食品を温めたりすることができます。

1. 化学変化の学習をより身近なものに

小学6年では、有機物が燃焼する際に二酸化炭素が発生することを学習し、発展的な内容として、酸素中ではスチールウールも燃焼することが紹介されています。これに合わせて、空気を満たしたペットボトル中で携帯用カイロの中身を反応させる実験を行ってみてはいかがでしょうか?

携帯用カイロは、外袋を切ると本体が温まり始めます。また、本体を揉むことで、早く温まるようになります。このことから、携帯用カイロが温かくなることは、空気が関係していると予想することができます。

空気を満たした炭酸用ペットボトルに携帯用カイロの中身を入れて放置すると、5分後には温度が40°C以上になります。また、実験を進めていくと、空気に含まれる酸素が失われていくために内部の圧力が低くなり、大気圧によって大きく凹んでしまいます。この結果から、携帯用



カイロの中の鉄は空気中の酸素と反応していることが分かり、燃焼が伴わない化学変化もあるということが理解できます。

2. 化学変化の有用性を実感する

例えば、料理で使うベーキングパウダーは炭酸水素ナトリウムを含み、加熱すると二酸化炭素が発生することを利用して、料理の際に生地を膨らませています。風呂に入れる発泡入浴剤も炭酸水素ナトリウムとコハク酸などの化学変化を利用したものです。また、乾電池の中でも化学変化が起きています。



なお、化学変化とは異なりますが、尿素が水に溶けるときに周囲の熱を奪う、すなわち本体の温度が下がる現象を利用した瞬間冷却剤も販売されています。

このように、私たちの生活に化学変化や物質の性質が利用されていることを知ったとき、科学の有用性を感じさせることができるとと思われます。

③こんな展開はいかがでしょうか (小学6年:「燃焼の仕組み」)

1. 携帯用カイロの中身を確認しよう

学習指導要領では、6年「燃焼の仕組み」の単元における学習内容は「物を燃やし、物や空気の変化調べ、燃焼の仕組みについての考えをもつことができるようになる」ことを目的としています。

そこで、携帯用カイロを用いて、燃焼と燃焼ではない化学変化を比較する実験を行ってはいかがでしょうか?

まずは携帯用カイロの中身の確認です。紙の上に黒い粉末を出し、磁石を近づけてみると、磁石に反応する様子が観察できます。(なお、粉末に希塩酸を加えると、気体の水素が発生します。)このことから、携帯用カイロには鉄が含まれていることが確認できます。

次に、黒い粉末に水を加えてろ過し、ろ液の水を蒸発させると白い結晶が出てきます。結晶の形から、黒い粉末には食塩が含まれていることがわかります。

空気を満たした炭酸用ペットボトルの中に黒い粉末を入れて20分程度放置し、ペットボトルの変形を維持した状態で(アルミニウムの針金を巻き付けたり、洗濯ばさみではさんだりして保持するとよい)、デジタル気体測定器を用いて濃度を測定すると、二酸化炭素の濃度は増えていないので、酸素は大幅に減り、約6%以下しか検出されません。「酸素が使われる化学変化が起きたが、二酸化炭素は発生していない」と容易に推測することができます。



2. 鉄はどうなったのか?

金属の燃焼例としてスチールワール(繊維状の鉄)が挙げられます。スチールワールはマッチで火を付けられる上に、酸素を入れた集氣瓶中で燃焼させれば、数秒で化学変化が完了します。

では、この加熱後にできた物体は何なのでしょうか? 答えは「酸化鉄」。元の鉄とは異なる物質です。

加熱前後の様子を比較してみましょう。まずは見た目。始めは銀色でしたが、加熱後は黒っぽくなります。次に手触りです。加熱前はフワフワとしていますが、加熱後はゴワゴワとしていてもろく、手で触っていると崩れてしまいます。

そして電流が流れるかどうか。小学3年で、鉄には電流が流れることを学習しています。加熱後は乾電池、豆電球とともに接続しても、電流は流れません。



有機物の燃焼では、「物質が燃えるときには酸素を使い、二酸化炭素ができる」というまとめをしますが、この実験後は「物質が燃えるときには酸素を使い、元とは異なる物質ができる」という、より深化したまとめができます。

鉄が酸素と反応することは、日常生活ではよく見られる現象です。外に置いてある自転車は、時間が経つと少しづつ錆びてきます。これも鉄の化学変化ですが、多くの製品には錆を防止するために、鉄にクロムという金属を混ぜた「ステンレス」という合金が使用されています。

物が燃えたり金属が錆びたりすることに、酸素が関係していることを知ったとき、科学の有用性を実感することができると思われます。

③こんな展開はいかがでしょうか (中学2年:「化学変化と原子・分子」)

1. 携帯用カイロを作つてみよう

中学2年では、化学変化に伴う熱の出入りについて学習します。この導入として、携帯用カイロを作つてみてはいかがでしょうか?

携帯用カイロの原材料は、鉄粉、水、バーミキュライト、活性炭、塩類です。バーミキュライトは保水剤として加えられていますが、簡易なものであれば使わなくても大丈夫です。

用意するものはチャック付きのポリ袋、鉄粉、活性炭と濃い食塩水。鉄粉8gと活性炭4gをチャック付きのポリ袋に入れ、食塩水をスポットで数滴加えます。あとはチャックを閉めずに袋を揉むだけでだんだん温かくなつていきます。

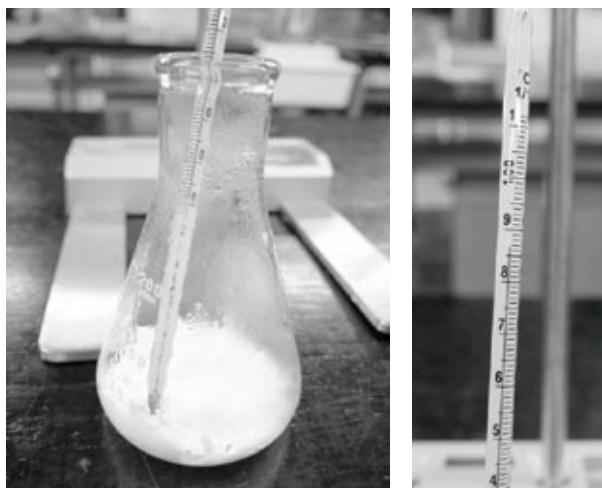
手作り携帯用カイロのチャックを閉めると発熱が止まります。これは、袋の中に新しい空気(酸素)が入ってこなくなるためです。チャックを開けて空気を入れると、再び温かくなります。

また、反応前後の手作り携帯用カイロを開封して中身を取り出し、それぞれにうすい塩酸を加えてみると、反応前は気体が発生するのに対して、反応後は変化が起りません。このことから、鉄が元とは異なる物質に変化したということを確認できます。

2. 化学変化に伴う熱の発生

携帯用カイロ、すなわち鉄と酸素の化学変化に加えて、生石灰と水の化学変化による発熱も取り扱つてみてはいかがでしょうか?

この実験では、10gの生石灰に10mLの水を加えるだけで、約10分後には90°C近くまで温度が上昇します。



また、この化学変化は次のような化学反応式で表されます。



ここで生じる $\text{Ca}(\text{OH})_2$ とは水酸化カルシウムであり、水に溶かしたもののが「石灰水」です。少量を取つて水に溶かし、二酸化炭素を加えて白濁する様子を観察すれば、石灰水ができたということを確認できます。

この反応が弁当の加熱剤に用いられていることを紹介すれば、化学変化をより身近なこととしてとらえることができます。(ただし、この実験を行う際には発熱で高温になること、生石灰・水酸化カルシウムが強アルカリの性質をもつことに十分な注意(必ず安全眼鏡を着用し、火傷に気を付ける)が必要です。)

化学変化は決して遠い世界で生じる現象ではありません。携帯用カイロやベーキングパウダーなど、日常生活の中にあるものを取り入れた授業を行うことで、化学変化の有用性を実感し、現象を科学的にとらえる力が養われるものと考えます。