

化合物の実験材料としてのカルシウムの活用

柿原 聖治

愛知東邦大学

化合の実験材料としてのカルシウムの活用

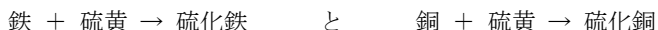
柿原聖治

目次

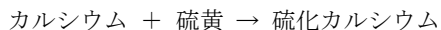
1. はじめに
2. 従来の方法
3. 新たな方法
4. おわりに

1. はじめに

中学校の化学分野では、 $A + B \rightarrow C$ の形になる化学変化で化合を学習する。その反応例として、どの教科書^{1)~5)}も、



を扱っている。これらの実験には長所もあるが、問題点もある。それを補う一案として、



の反応を取り上げ、授業実践した。

この反応の長所と短所を挙げ、化合の例として、この反応を取り上げる意義を示す。

2. 従来の方法

1. 鉄と硫黄の反応

鉄と硫黄を化合させ、硫化鉄をつくる反応は化合の例として最もよく使われている反応である。しかし、この実験教材には問題点も含まれている。この反応は、鉄と硫黄の2者の反応と教科書に書かれているが、実際の実験では、酸素も加わる3者の反応になる。

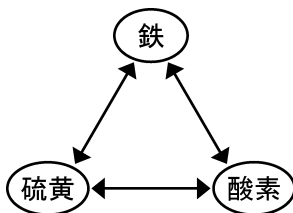


図1 鉄と硫黄の反応は、酸素も関与する

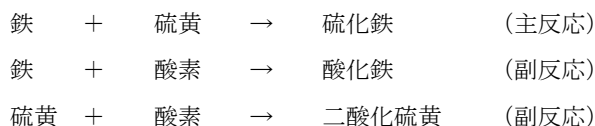


図1のように主反応のほかに副反応が2つ起こる。副反応のうち、酸化鉄ができる反応は無視できるが、二酸化硫黄ができる反応は無視できない。においがきついで、どの生徒も気づくため授業でこれを説明しなければならなくなる。教科書では、実験上の注意として「換気する」とあるだけで、何も説明もない。さらに、臭いの発生源である二酸化硫黄について言及しなければ、生徒はこの臭いが硫化鉄のものだと誤解する。

また、未反応の鉄と硫化鉄の違いがわかりにくい。さらに非常に細かい粉末の鉄粉（粒度を指定した試薬）を用いなければ、反応がうまく進まない。

2. 銅と硫黄の反応

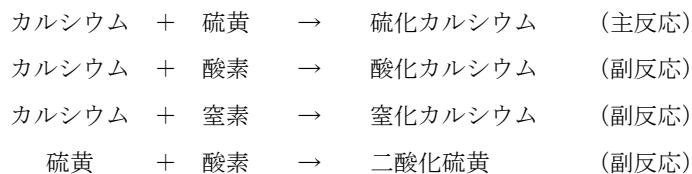
銅と硫黄との反応は鉄と硫黄との反応よりも、変化が地味である。銅は赤くなって硫黄と反応しているが、融けた硫黄（黒褐色）が邪魔をして、反応している様子が見えにくい。

長所として、できた化合物が取り出しやすい。銅と硫化銅の違いが明確である。この実験も、銅と硫黄と酸素の3者の反応になるが、二酸化硫黄の発生は鉄を用いた反応よりも少ない。

3. 新たな方法

1. カルシウムと硫黄の反応

カルシウムと硫黄の反応は、前述の2つの反応と同様の主・副反応に加えて、さらに窒素を加えた4者の反応になる。



一見、複雑になったように思えるが、実験方法を工夫するだけで、主反応だけがよく起こるようにできる。試験管全体が光り輝きながら反応する。花火のようで、カルシウムの炎色反応（橙赤色）が楽しめる。発光して音が出る反応なので、少量のカルシウムと硫黄でも、反応していることがよく分かる。

2. 実験方法

- 試験管にカルシウムを数粒入れ、振りながらバーナーで十分に加熱する。
- 試験管をバーナーから離し、小さじ1杯の硫黄粉末を試験管に投入する。
- 入れた瞬間、まぶしい光と熱と音を発して、激しく反応する。数秒で終わる。

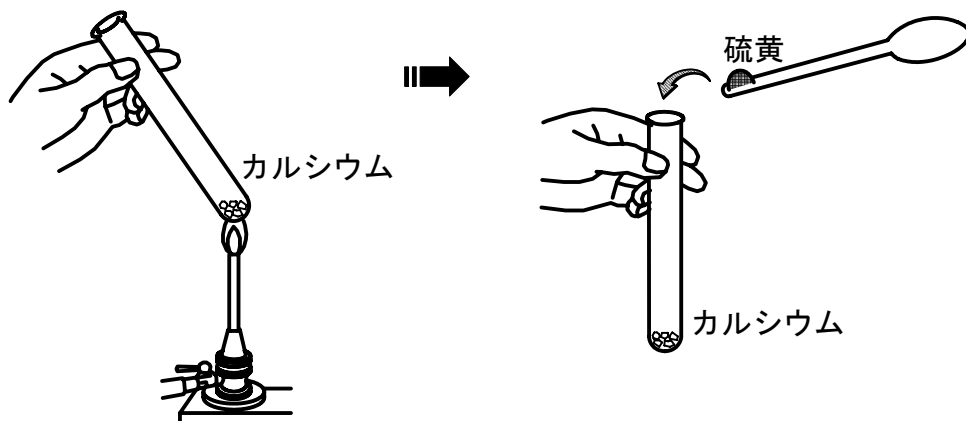


図2 実験方法

素手で試験管を持っても全く問題ないが、より安全にした場合は、試験管ばさみで持つとよい。ただし、試験管ばさみで持つと、硫黄を試験管に入れるとき、手元がおぼつかなくなる。

臭い二酸化硫黄はほとんど発生しない。しかし、先にカルシウムだけを加熱して温度を上げておけば、硫黄を入れた瞬間に反応が進み、心の準備もでき、実験の様子を見逃さない。この反応は発熱反応なので、硫黄粉末を投入するときは、バーナーの炎から離して安全に行える。

激しい反応ではあるが、破裂するような危険性はない。実験の注意点としては、カルシウムを多く使わないこと。また、パツと発光するので、驚いて試験管を手放さないことである。しかし、硫黄を入れた瞬間に発光するので、不意をつかれることはない。

3. 短所

生成物の硫化カルシウム（白色）が取り出しにくく、見分けにくい。これが最大の短所である。反応後、試験管の側面が白くなるので、硫化カルシウムができていることは分かるが、試験管の底にできた固形物を取り出しても、副反応の生成物が混じっていて、硫化カルシウムだけを分離できない。ただ、テスターで電気伝導性を調べると、反応の前後で違いがあることは明白である。カルシウムは金属なので電流が流れるが、生成物の方は電流が流れない。金属でなくなったことが確認できる。

鉄と硫黄の反応を教科書で取り上げる理由は、金属と非金属の反応で、反応前とは異なる物質が生成することを教えるためである。カルシウムと硫黄の反応も、同じく金属と非金属の反応である。しかし、生徒はカルシウムが金属であるとは思っていない。食事におけるカルシウム摂取やカルシウム不足などの話題は知っているが、単体のカルシウムは見たこともない。これが、2つ目の短所である。この短所を克服するためには、カルシウムが金属であるということを認識させる必要がある。

具体的には、金属に共通する3つの性質を押さえる。カルシウムを、金槌かなづちで叩いて展性・延性を調べたり、金属光沢を調べたり、電気伝導性を調べたりする。特に金槌で叩くことは非常に効

果的である。生徒にとってカルシウムというと、骨や歯のイメージがあり、叩いたら壊れると思っている。実際、米粒大のカルシウムは、ポロポロしている感じで、金槌で叩くと、いかにも割れそうである。しかし、それが割れずに平たくなることは生徒にとって非常に驚きである。叩き続けると、薄く拡がり箔状にまでなり、金属光沢もよく確認できるようになる。

このように、化合の実験でありながら、まず素材（カルシウム）自体の説明と実験に入り込み、時間が掛かることになる。

さらに、金属カルシウムの保管が、鉄や銅よりも面倒である。カルシウムの入った瓶をいくら密栓していても、次第に酸化されて表面は白色の酸化カルシウムにおおわれていく。一度開封したら、長期保存が難しい。鉄は空气中で酸化されても、それほど分からないが、カルシウムの場合、酸化されると白くなり、ぼろぼろになるので、明らかに違う物質になったことが分かる。これが、3つ目の短所である。

4. おわりに

カルシウムと硫黄の反応は、花火のような反応で、生徒は目を輝かせて、驚きの声を上げて、この実験に取り組む。濃いオレンジ色の炎色反応を楽しむこともできる。

しかし、化合の実験の前に、カルシウムが金属であることを調べる実験をしなければならない。その分、時間は余分に要する。

金属を調べる実験は中学校第1学年に、化合の実験は第2学年に位置づけられている。したがって、カルシウムが金属であることを調べる実験は、復習あるいは再確認する程度で済む。初出ではないので、深入りすることはない。

最も問題なのが、反応後、どれが純粋な生成物か見ただけでは分かりにくいことである。反応中の華やかさとは裏腹に、反応後の生成物の問題がある。しかし、色と電気伝導性を調べれば、反応物と生成物の違いは分かる。

このように、カルシウムと硫黄の実験は、短所を認識しておけば、化合の反応例として十分使えるものである。

化合の反応例として、固定的に鉄と銅ばかり使うのではなく、知識の幅を広げるためにも、カルシウムを取り上げる意義はある。

注 この実験は中学校・高校の教科書には載っていないが、よく知られているものである⁶⁾。この本は翻訳で、原書は米国化学会から出版されている。実験のタイトルが「光り輝く試験管」で、「この演示実験は、光と熱を出す反応によい例である」とある。つまり、化合の例としては扱われていない。筆者は、①この実験を化合の例として使えること（実験の位置づけ）を考えた。また、この本ではカルシウムと硫黄を一緒に混ぜてから加熱している。筆者は、②カルシウムだけを加熱し、その後で硫黄を加える、という方法を考えた。この2点が、新しいところである。

この2点を押さえるだけで、埋もれていたこの実験が、中学校理科の実験として生き返る。生徒でも安全に行え、化合の一例として取り上げられ、その反応のすごさ・楽しさも伝えられる実験になる。

筆者はこれまで金属カルシウムについて研究してきた。カルシウムの利用法は他にも多々ある^{7)~8)}が、中学校段階での広い活用は今後の課題である。

参考文献

- 1) 岡村定矩ほか：新しい科学 2年、東京書籍、24-26、2012.
- 2) 有馬朗人ほか：理科の世界 2年、大日本図書、51-54、2012.
- 3) 塚田捷ほか：未来へひろがるサイエンス 2、啓林館、136-139、2012.
- 4) 霜田光一ほか：中学校科学 2、学校図書、27-29、2012.
- 5) 細矢治夫ほか：自然の探究 中学校理科 2、教育出版、13-15、2012.
- 6) 日本化学会訳編：続 実験による化学への招待、丸善、75、1989.
- 7) 柿原聖治：カルシウムを中心とした一連の実験、化学と教育、第48巻10号、684-685、2000.
- 8) 柿原聖治：カルシウムの原子量を求める生徒実験、化学と教育、第49巻2号、154-157、2001.

受理日 平成27年10月1日