

初等教科教育法理科化学分野の新教材開発

山崎祥子、中田聡、園部勝章
(奈良教育大学理科教育講座)
井上 龍一
(奈良教育大学附属小学校)

Development of Teaching Materials for Teaching Methods of Science in Primary Education, Chemistry Area

Shoko YAMAZAKI · Satoshi NAKATA · Katsuaki SONOBE
(Nara University of Education)
Ryuichi INOUE
(Elementary School Attached to Nara University of Education)

要旨：初等教科教育法理科(学部2回生対象)の化学分野で、小学校理科単元に添った内容、発展的内容、およびそれらに関連したより進んだ発展的内容に対応した新教材を開発することを目的とし、研究を行なった。1)「小学校理科における有機化合物」では、小学校における理科の単元で、有機化学に関連した内容を調べ、小・中・高校へのカリキュラムにおける内容の連続性および、取扱っている有機化合物の構造への理解について、記述した。2)「色の化学—十円玉を科学する—」では、十円玉に関連した分子レベルに結びつく教材について、研究した結果を述べた。3)「子どもたちに知っておいてほしい科学(ミクロとマクロをつなぐ)としての化学現象」では、小学校理科の化学分野の主要な4つの題材について詳細に解説した。

Key Words：初等教科教育法理科 Teaching Methods of Science in Primary Education 教材開発 Development of Teaching Materials 化学分野 Chemistry Area

はじめに

昨今の児童生徒の理科離れ、科学技術離れを防ぐために、教員養成大学での理数科系教育の充実は大変重要である。初等教科教育法および中等教科教育法理科の大学教育において実験を多く取り入れていくことや、将来理科教員になる学生への小学校理科・中学校理科を教える能力と実験技能を向上させていく必要がある。さらに、子供たちに、科学の面白さ、大切さに楽しみながら触れる機会をつくり、科学の知識を教えることのできる教員を養成できれば、子供たちの理科離れを防ぎ、次代を担う若い世代に科学への興味を喚起すること、および現代の先端技術研究の能力を次代につなげていくことができると考える。

本研究では、初等教科教育法理科(学部2回生対象)の化学分野で、小学校理科単元に添った内容、発展的内容、およびそれらに関連したより進んだ発展的内容に対応した新教材を開発することを目的とした。付属校園での教育実習(3、4回生対象)に役立つ、カリ

キュラムにおける内容の連続性を考慮する必要がある。また、将来教員になった際の教材開発能力の向上につながることで、非理科系学生にとっての理科苦手意識を取り除くきっかけになることなども目指す。さらに、日々進歩している科学に遅れないように内容、教材の適切性を確認し、科学の基本を教える部分と自由な実験素材を用いる部分を構築していくことが、重要である。

筆者それぞれの視点で行った初等教科教育法理科化学分野における教材に関する研究報告を、以下に記述する。

小学校理科における有機化合物

理科教育講座(化学) 山崎祥子

小学校における理科の単元で、有機化学に関連した内容を調べた。そこでは、ものの溶け方(溶解)、ものの燃え方(燃焼)、水溶液の性質(酸・アルカリ)において、砂糖(シヨ糖)、アルコール(エタノール)、

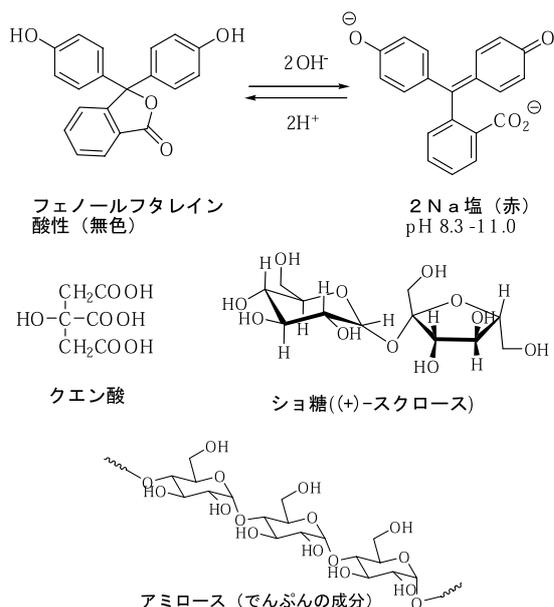
ろうそく（パラフィン）、酢酸、レモン汁（クエン酸）、せっけん、その他の有機化合物が取扱われている。

小・中・高校へのカリキュラムにおける内容の連続性に関して言えば、中学校理科第1分野では、上記の化合物を含んだ内容を、さらに詳細に説明している。実験器具は、ガラス器具など化学実験専用のものに慣れていく。生命に関連した有機化合物については、分子の構造の扱いは避けてあるが、第2分野で紹介されている（アミノ酸、糖、脂肪酸とグリセリンなど）。高校化学Iでは、様々な有機化合物、基本的な有機化学反応を教えるが、反応機構、選択性については、避けてある。

初等教科教育法理科受講生で、小学校で扱っている身近な有機化合物の構造など、詳細な点までの知識を持っているものは少ないと考えられる。また、小学校では、原則的には分子構造を示す必要は全くないので、扱っている物質は実は大変複雑であったり、いくつかの物質の総称であったりする。

教師用指導書¹には、小学校で使うさまざまな薬品の性質等について、資料として載せてある。しかし、有機化合物の分子構造については、記載されていない。化学の観点から、小中学校で用いられている有機化合物の名前・略号と構造式との対応が指導用にあれば、物質の分子レベルでの構造に対する理解が深まると考えられる。

フェノールフタレイン、クエン酸、砂糖（ショ糖）、でんぷんなどの構造について、次に示した。



構造と性質の関係については、さらなる勉強が必要だが、構造を知ることによって、身の回りの物質の説明などに、多少とも分子レベルで理解した教え方ができ、中学校理科・高校化学へとつながっていくと考え

る。また、小学生のレベルでは、ここまででよいというよりは、子供の疑問により詳しく答えることによって、次の興味を引き出すことができるかも知れない。

¹ 新訂たのしい理科教師用指導書 大日本図書

色の化学

—十円玉を科学する—

理科教育講座（化学）教員 中田聡
物質情報学生 切坂純子、森嶋さや香

1. はじめに

化学反応の面白さは、分子の観点から物性が変化することと色が変化することが挙げられる。化学ということのこだわりなく、理科という観点から見ると、「ものを燃やす」、「蝶を育てる」、「太陽の光」など、色を指標とした捉え方が観察において重要である。その中で、分子レベルの視点に結びつくような教材について研究した。

2. 十円玉の色と緑青

金属は、金属塩、水溶液、及び炎色反応の間で色が異なるところが面白い。例えば、銅は真新しい十円玉のように光沢のある赤色であるが、銅が酸化されると銅製の屋根のように緑青が発生する。また、銅の炎色反応は青緑色を発することはよく知られているが、銅線をガスバーナーで燃やしても炎色反応は見られない。銅線を塩酸や塩ビ製品に浸してから実験すると成功することと、それがイオン化ポテンシャルに関係することは指導していない。これらの関係に関する教材を提案する。

(a) 我々がモノを見ているということ

ヒトはタンパク質から構成されているため、その範囲内のエネルギーで反応が進む。つまり可視光線の領域でモノを見ることができ、それよりもエネルギーの高い（波長の短い）光は生体を損傷して見ることができない。それに対して、赤外線のようなエネルギーの低い（波長の長い）光はそれを感知する感度がない。

(b) 光の吸収と補色

モノが見えるには2通りある。一つは太陽や蛍光灯の光を通した場合、もう一つはそのモノが光源になる場合である。前者では、白色光がモノに照射すると、我々は反射光を見ている。つまり太陽がない真っ暗な部屋では何も見えないが、ものが光を吸収しなければ白色（透過の場合は透明）に見える。赤色の服は、青・緑・黄色の色を吸収し、紫と赤色を反射することで、我々は赤と感じる。十円玉が赤色に見えるのもこれに大よそ該当する。その逆に炎色反応では、上記の吸収した色、つまり青緑色が見えるという関係にある。

(c) 不連続なエネルギーレベルと電子

十円玉は磨けば必ず同じ赤色であるし、炎色反応は必ず青緑色である。光の波長とエネルギーには $E=hc/\lambda$ (h :プランク定数、 c :光速、 λ :波長)の関係があることから、銅原子に存在するエネルギーレベルがとびとびの値を持ち、その中を電子が行き来することを意味する。つまり、銅が赤色に見えるということは、青緑色の光を吸収することを意味している。逆に、そのエネルギー差以上のエネルギーが銅に与えられると、500nm付近の波長の光を発する、つまり銅の炎色反応は青緑色を示す。

(d) 銅水溶液と銅塩

銅板が硝酸銀に溶解すると、銅イオンになり青色を示す。これはイオン化傾向で説明できるが、銅が硝酸に溶解するのは、イオン化傾向には矛盾しており別の説明(NO_x の発生)が必要になる。また硫酸銅5水和物のような金属塩は青色を呈する。ところが加熱によって無水和物になると白色になる。つまり、硫酸銅5水和物固体や銅水溶液では、銅イオンの電子が水分子の水和によって、エネルギーレベルが可視光線の黄～赤色の波長を吸収する状態を形成し、反射された青色が見える。そして脱水によってエネルギーレベルが変化して可視領域の光を吸収しなくなり、白色に見える。

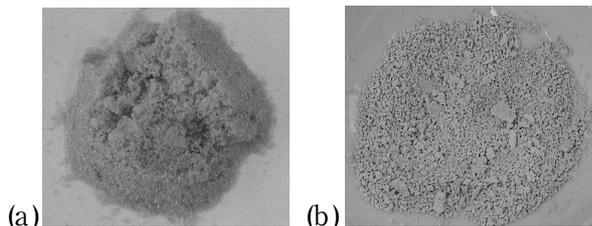


図1 (a) 硫酸銅5水和物と (b) 無水硫酸銅

(e) 結晶と分子構造

ミョウバンの結晶は正八面体構造であるのに対して、硫酸銅の単結晶は三晶斜系、つまり異方的な形をしている。それは分子レベルで硫酸銅に水和する水分子の数が偶数(例えば4とか6)でなく、5個という奇数に由来している。そのような分子の構造は結晶の形とも関係している。

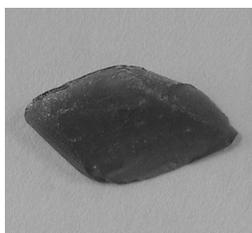


図2 硫酸銅の結晶

3. おわりに

十円玉だけでも分子レベルで考えるといろいろと話

が進展すると考えられる。また銅のような遷移金属イオンの電子状態による磁性研究は発展し、多くのことがわかってきている。このように、分子や原子は難しいというよりも、分子や原子の性質をうまく利用して多くの実験が展開できると考えている。

実験のカラー写真は、本学HP中「物質情報専修のページ」に掲載します。

子どもたちに知っておいてほしい
科学(ミクロとマクロをつなぐ)としての化学現象

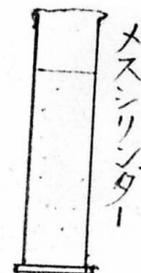
園部勝章(本学非常勤講師)

1. 溶解(ものの溶け方)(5年)

○有色透明の水溶液

「重クロム酸カリウムとベンガラ(酸化第二鉄)を水の入ったビーカーに入れて、ガラス棒でかきまぜました。」「水に溶けたといえるのは、どちらですか。」

目で見て、「溶けた」といえるのは、液全体が透明な重クロム酸カリウム水溶液であると、子どもたちも納得をする。そして、硫酸銅水溶液を見せ(青色をした透明で、均一)、水に溶けたとき、液全体は透明・均一であることを知らせる。



そして、「重クロム酸カリウムも硫酸銅も見えていたのに、水に溶けると見えなくなったのはどうしてだと考えたらいいでしょう。」とよびかけると、子どもたちは、「目に見えないくらい小さくなったと考えられる。」と答えてくる。これは、すごく大切なことである。中学校や高校での学びである、原子・分子(1/1億cm)への気づきである。ミクロな世界(原子・分子・イオンのふるまい)の反映がマクロな世界(液全体が透明・均一)での現象である。

重クロム酸カリウム水溶液も硫酸銅水溶液も1年間おいておくと、子どもが、透明・均一をより深く認識する。

但し、劇物である硫酸銅水などは、教師が集めて保管しておくことが重要である。

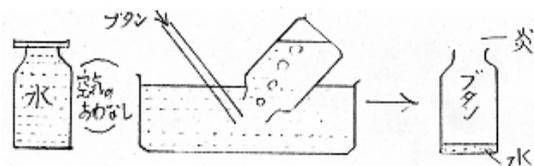
2. 気体の性質・気体の水溶液(空気)(6年)

○気体の多様な性質

酸素の入った集気びんに火のついた線香を入れると、炎を出してはげしく燃える。二酸化炭素の中ではすぐ消える。

そして、ボタンを水上置換で集気びんに集め、教卓におき、集気びんの口近くに火を近づけると、ボタンは炎をあげて燃える。



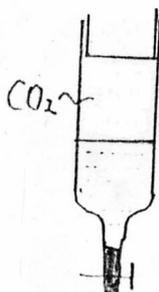


燃やす・燃える・燃やさないということがよくわかるためには、燃える気体を子どもたちに見せてやることである。(注・実験は教師が行うこと)

多くの気体は目に見えない。これも、目に見えないくらい小さい(1/1億cm)ということである。

○二酸化炭素は酸素より水によく溶ける。

注射器に二酸化炭素を10cc入れ、水を吸い込みながら、ピストンを20ccでとめる。ピンチコックをして注射器をふる。すると、二酸化炭素が水に溶けてピストンが下がる。酸素は水に溶けないのではなく、水に溶ける量が少ないことにも気づかせておきたい。水中の生き物が生きていくためには、水中に酸素がなければならぬからである。

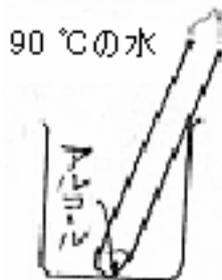


3. 燃焼(ものの燃え方)(6年)

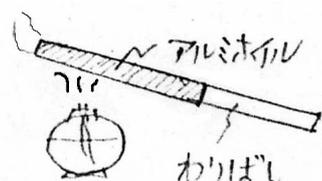
「燃焼 一般に激しい酸化現象を燃焼といい、また光も熱も伴わなくても結果において酸化物を生ずるような場合にこれを燃焼とよぶことも少なくない」(岩波 理化学辞典)

子どもたちにとっては、炎(燃えている気体)を観察することで、燃焼がわかりやすくなる。

図のように、500ccのビーカーにエチルアルコールが1ccほど入った試験管を入れる。この試験管に90℃の水をかける。すると、アルコールは沸騰し、試験管の口に火を近づけると炎が見える。これは、アルコールが三態変化により、気化してアルコールの気体が燃えていることによる。



熱分解による炎のでき方もある。いわゆる木の蒸し焼きで、熱によって、気体(木ガス)・液体(木タール、木搾液)・固体(木炭)に分解し、木ガスに火を近づけると炎が見える。



この木炭を粉状にし丸底フラスコに入れ、酸素を注入して、風船をつけたゴム栓をする。そして、ガスバーナーで底を熱すると一部の木炭が赤くなる。そして、フラスコをふりまわし、炎を出さずに燃えている木炭がフラスコの中できるとまわっているのが見える。炎を出さない燃え方を子どもたちに知らせることができる。



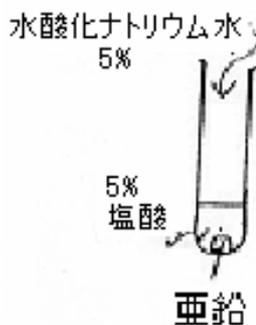
4. 酸・アルカリ(水溶液の性質)(6年)

○クエン酸水溶液で酸のはたらき(すっぱい・青リトマス赤変・炭酸カルシウムや一部の金属、さびをとく)を調べ、固体の酸を知らせる。つぎに、液体の酸である硫酸、気体の塩化水素をとくした塩酸でも酸のはたらきを理解させる。

○酸のはたらきを打ち消すアルカリ性の水溶液

5%塩酸水溶液の入った

試験管に亜鉛粒を入れる。水酸化ナトリウム水溶液5%を入れたら、水素の発生はどのようになるか。」という課題で予想をし、実験を行う。水素の発生がなくなることをたしかめ、水酸化ナトリウム水溶液は、酸のはたらきを打ち消す性質であることを知らせる。赤リトマス紙を青変することもたしかめ、アルカリ性の水溶液があることを伝える。



○中和

基本的に化学変化の学びは中学校でなされるのがふさわしいと思うが、5%塩酸水溶液、水酸化ナトリウム水溶液による中和実験は、小学校でも行っておきたい。塩酸水溶液の入った試験管に水酸化ナトリウムを一滴入れ、混ぜた液を一滴スライドガラスにたらし、液のまわりが白くなったら、火を消して、塩化ナトリウムの結晶を顕微鏡で観察する。

図
ガラス



参考文献:「化学入門」高橋金三郎、新生出版