

原子や分子の構造を実感させる授業実践

～硬さや香りの違いについて～

山田仁子（平戸市立田平中学校

前長崎大学大学院教育学研究科・教職実践専攻）

星野由雅（長崎大学大学院教育学研究科）

1. はじめに

中学校学習指導要領解説 理科編¹⁾では、粒子の概念を小学校から、中学校、そして高等学校の学習につながりを持たせ、系統的に教えるように求めている。中学校では、第1学年の身の回りの物質の単元で、状態変化について粒子のモデルを用いて表し、第2学年の化学変化と原子・分子の単元では、物質は原子や分子からできていることを理解させる。原子が物質をつくっている最小の粒として、また、分子を物質の性質を示す最小の粒子として教える。そして、酸素や水などの分子を扱い、次に金属やイオン結晶などの分子ではない原子が集まってできている構造を扱う。

教科書（2社）でも、原子については金や銀といった金属の電子顕微鏡写真を載せ、原子の存在を示している。教科書会社によっては発展的な内容として、同じ種類の原子から成り性質が異なる単体（同素体）を載せているものもある。黒鉛とダイヤモンドについて実物の写真が添えられているが、単体の立体構造までは載っていない。これは発展的な内容の紹介であり、実際に学校現場で実物を提示して見せることまで扱うのは難しいと考えられる。しかし、実際には見えづらい物質の原子構造や分子構造を知り、モデル化し、そのモデルと実物に触れて硬さや香りの違いについて比較させることは、生徒の実感を伴った理解に通じると考えられる。

炭素の同素体であるダイヤモンドと黒鉛の硬さは異なる。これは原子同士の結びつきである化学結合の様式と立体構造が違うためである。このような一見、肉眼では捉えづらい原子同士の結びつきによる構造について、分子モデル等を用いて解説し、実際に実物に触れさせる活動を加えて、イメージ化を図る。また、右手と左手のように向かい合わせの構造（掌性をもつ）を示す分子について、分子モデルの提示と実物の香りによる違いを体験させる。これらの学習活動により、実感をともなった学習の理解を図る授業を目指した。

2. 授業実践の計画と方法

単体の立体構造と分子構造について、ポスターによる資料提示と立体モデルによる説明を行い、その後、実際の物質を用いて硬さや香りの違いを比較させる。

硬さの違いについては、単体の立体構造の違いとして、同じ炭素からできている（同素体）ダイヤモンドと黒鉛とを例として扱う。それぞれの構造を説明した後、実物に触れさせて、比較させる。また、もう一例として主成分が二酸化ケイ素である陶磁器とガラスを

扱う。また、二酸化ケイ素の単結晶である水晶については、先にあげたダイヤモンドの構造の C—C 結合が Si—O—Si 結合で置き換えられた構造であると説明を加える。陶磁器とガラス、石英および水晶に実際に触れさせて、実感させる。

香りの違いについては、香りの分子の形が鏡写し（掌性）になっているスペアミントとキャラウェイ（ヒメウイキョウ）とを例に挙げ、資料や立体モデルを用いて掌性であることを提示し、その後、それぞれの香りを比較させる。また、ペパーミントも用意し、ミントの仲間でも香りが違うことを実感させる。

中学生を想定し、長崎大学教育学部の学生と教育学研究科教職実践専攻課程の大学院生を対象に模擬授業を行った。

授業時間は30分程度である。

授業実践の分析を、アンケートによる回答で行った。

3. 授業実践

日 時：平成24年7月25日（水）9:00～9:30

場 所：長崎大学教育学部化学実験室（517室）

対 象：長崎大学教育学部の大学生および同大学大学院教育学研究科教職実践専攻の大学院生

参加人数：大学生2名および大学院生5名

アンケート回収数：6名分

内 容：「2. 授業実践の計画と方法」の通り実施した。授業は、山田が実践した。

4. アンケートによる授業実践の分析

授業後、参加者にアンケート調査を行った。

問1～問3の項目については、「よく当てはまる、少しあてはまる、少しあてはまらない、あてはまらない」の4件法で調査した。問4、問5については、自由記述で行った。

【アンケート集計結果】

問1 今日の内容について興味がわきましたか。

○ よくあてはまる 100%

問2 今日の内容について、理解できましたか。

○ よくあてはまる 33.3%

○ 少しあてはまる 66.6%

問3 今日の内容の伝え方は、よかったですか。

○ よくあてはまる 66.6%

○ 少しあてはまる 33.3%

問4 中学校では物質を構成する分子を扱い、小学校では「つぶ」として取り扱われていま

す。この内容を授業で扱うとき、あなたならどのように伝えようと思いましたか。
簡単に書いてください。

(学習内容)

- ・分子の形で物質の性質が異なることを伝えたいと思った。

(教材)

- ・視覚的にとらえさせることの出来る教材等を使って理解させたい。そして面白さを伝えたい。
- ・「つぶ」について、ビーズをビーカーに入れて、すきまがあり動けることを見せ、液体の話をする。モデルが風でとぶ軽いもの（発泡スチロール等）ならば、とぼして気体を伝えるとおもしろい。分子を色粘土と竹ひごや磁石での作製が考えられる。

(指導方法)

- ・まず、身の回りにあるもの（ノート、鉛筆）は何からできているのか、さらに何からできているのかと掘り下げて考えさせる。鉛筆の芯は炭でできていると考えがまとまった時に「つぶ」の存在をだす。
- ・実際に「つぶ」を見せて、一つ一つの「つぶ」で物質ができていると視覚的にとらえさせる。
- ・つぶのイメージを知るため、児童にイラストをかかせてみる。例えば水に溶けた砂糖など。中学校では分子模型を使ってみようと思った。児童生徒に伝える内容としては難しいと思った。自分自身をもっと勉強しないといけないと痛感した。

問5 今日の内容について、気づきや感想、ご意見などありましたらお書きください。

(学習内容)

- ・物質のかたさの違いがおきている理由を、初めて知った。身近なものとは分子構造を関連させながら学習すると理解しやすいと感じた。
- ・身近にある物であっても構造の異なるものがたくさんあることを、教具によって実感することができたので、とても面白かった。
- ・興味深く話を聞かせていただいた。分子構造を使うことにより、かたさの違いはイメージできた。目に見えないものをどのように伝えていくか勉強になった。
- ・どうしてダイヤモンドは透明で黒煙は黒色なのかと疑問に思った。

(伝え方)

- ・セラミックスの利用のされ方について説明できるよう準備しておけばよいと思った。
- ・ヒメウイキョウの写真を別に(植物体のもの)用意しておけばわかりやすいと思った。
- ・分子などを構成する粒は普段見ることはなく、存在すら知らないまたは気にしないので、このように構造化するのは凄くわかりやすかった。言葉だけの説明ではなく実物を用いるのは大変そうだが、ぜひ使ってみたいと思った。構造化された分子はとても興味深かったが、途中で炭素などが一緒だが、模型は違うところで少し困惑した。
- ・ていねいに説明されてわかりやすかった。構造が少し違うだけで香りが違うのは、構造で物質が変わることを見せるよりインパクトがあり、授業に取り入れるとおも

しろいと思った。小学生なら、さらに活動があるといいと思った。

5. まとめ

アンケートの結果について、各項目の結果を示しながら今回の授業の評価を考察する。

「問1 今回の内容について興味がわきましたか」の項目については、回答いただいたすべての方に、「よくあてはまる」と答えていただくことができた。すべての回答者の興味を高めることができたと考えられる。

「問2 今日の内容について、理解できましたか」の項目については、「よくあてはまる」が33.3%、「少しあてはまる」が66.6%であり、概ね理解が図られたと考えられる。

「問3 今日の内容の伝え方は、よかったですか」の項目については、「よくあてはまる」が66.5%、「少しあてはまる」が33.3%であり、内容の伝え方についての一定の高い評価が得られたと考えられる。

問4は、物質を構成する分子や粒について、授業でどのように伝えようと思うかを尋ねたものである。それぞれ記述より、伝えたい意欲が高まったもの、視覚化の大切さが述べられており、具体的な指導のイメージを持たせることができたものが6人中4人の回答で見られた。これらより、今回の授業での具体的な指導のイメージを高めることができたと考えられる。

問5は、今回の内容についての気づきや感想、意見を聞いたものである。ここでは、身近な物質とその分子の構造を関連させる学びを評価したもの、それによる実感をもつことができたことなどの回答があった。また、伝え方についての評価をいただいたものがあった。一方で、なじみのないキャラウェイについては植物体の写真を用意するとさらに理解が深まるなど意見をいただいた。具体的イメージを高めることの大切さを実感したとともに、内容について興味を持っていただいたと自己評価したい。他には、分子の存在を知ることによって理解が高まったことにより指導したいという意欲が高まったもの、教材の意義について記述されているものがみられた。

これらの意見より、この授業で指導内容に対し参加者の興味や理解の高まりがみられた。また、当初、中学生を想定して大学生と大学院生に対して授業を行ったが、教育学部の大学生と大学院生に対する授業だったので、実際の授業での指導法について具体的イメージを高めることができた。それもまた、成果の一つと考えたい。

参考文献

- 1) 中学校学習指導要領解説 理科編, 文部科学省, 大日本図書(2008).
- 2) 化学の不思議がわかる本, 満田深雪 監修, 成美堂出版(2006).
- 3) 新版化学「もの」を見る目, 大野惇吉ら著, 三共出版(2001).
- 4) マクマリー・一般化学, J.マクマリー著 (荻野ら訳), 東京化学同人(2010).

(資料) 使用ポスター (A0判サイズ)

物質を構成する粒(分子)の構造

～かたさや香りの違い～

山田 仁子

1 分子とは

物質の多くは、いくつかの原子が結びついてできた粒子(分子)からなり、その粒子は物質それぞれの性質を示す最小のもの。



酸素 (O₂) 分子



水 (H₂O) 分子

2 かたさの違い

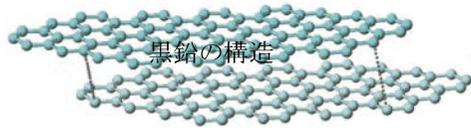
(1)ダイヤモンドと黒鉛 (炭素Cでできている)
ダイヤモンド…C原子が、隣接する4個のC原子とそれぞれC-C単結合をつくり、正四面体の原子配列を基本とする、強固な立体格子。非常に硬く、電気を通さない。



ダイヤモンドの構造

黒鉛…隣り合う3個のC原子と共有結合をつかって、正六角形を基本とする平面の網の目構造。

黒鉛の結晶は、網の目状の平面構造が弱い力(ファンデルワールス力)で積み重なってできているため、はがれやすくすべすべしてやわらかい。



黒鉛の構造

(2)

陶磁器とガラス(主成分は二酸化ケイ素)

二酸化ケイ素…二酸化ケイ素(SiO₂)の結晶は、ダイヤモンドのC-C結合を、Si-O-Si結合で置き換えられた構造。天然にはおもに石英として存在。透明な単結晶のものは水晶、砂状のものはケイ砂。陶磁器…粘土の構造は、ケイ素Siを中心に酸素が並んだケイ素の四面体と、アルミニウムを中心に酸素と水素が形成する水酸化アルミニウムの八面体。水酸化アルミニウムはその下でそれぞれの層をなす。このような粘土鉱物の焼結により、四面体または八面体の構造が再構成。割れにくい。

ガラス…1400℃以上の高温の炉で石英を融解し、ガラスの耐久性のためにソーダ灰(炭酸ナトリウム)を混合させ、ひずみが生じないように徐々に冷却。石英の結晶構造は、融解の段階ですべてほどこけ、冷却してもひずみが生じない。このような状態を非晶質(アモルファス)と呼び、分子の結びつきは、ゆるやかな網目状。厚みがなく割れやすい。

天然に岩石の主成分として存在しているケイ酸塩の多くはSi原子とO原子の四面体構造がつながった高分子化合物。

二酸化ケイ素(石英)長石…立体構造

石綿(アスベスト)…ケイ酸ナトリウムのように線状構造
雲母やカオリナイト(岩石)…板状構造が重なり合ったもの。

※雲母…はがれやすい、カオリナイト…すべすべする

3 香りの違い

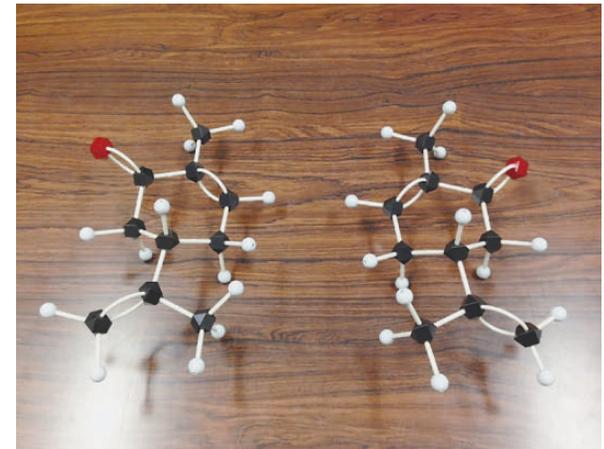
分子の形が鏡写し(掌性)になっているものがある。右手用の手袋を鏡の前にもっていくと、鏡に映った像は左手用の手袋のように見える。

スペアミントとキャラウェイ

二つの植物はともにカルボン(六角形の分子構造)をもつ。

スペアミントの葉の香りは“左手形”の分子構造を、キャラウェイの実の香りは“右手形”の分子構造を示す。(キャラウェイ…ヒメウイキョウ)

二つの分子構造は掌性以外ではまったく同じだが、異なるにおいをもつ。



キャラウェイの香りのカルボンの構造

スペアミントの香りのカルボンの構造