

## 論 文

## 水は化合物か混合物か(Ⅱ) — 中学生の理解度再調査

宮城 陽\*, 金岡 直美, 米田 茂, 浜坂 昌明

(2001年7月12日受理)

## 1 はじめに

高校での化学の学習は中学校で獲得した基礎知識に支えられている。その基礎知識がいつ頃どの程度獲得されるかに興味をもち、約15年前アンケート方式により調査を行い、特異的な現象を見出した<sup>1)</sup>。それは中学生の半数弱が、化合物の定義を知っているのに「水は化合物である」および「水は混合物である」のいずれをも正しいとしていることである。この現象は学校や地域によらないものであった。現在も同様の現象が見られるのか否か再調査をおこなったところ、事態は同じであることが分かった。またこの現象と関係のある項目との関係についても調査解析を行った。

## 2 方 法

前回用いた質問文<sup>\*1</sup>に本稿末尾の8問を加えた計26個の質問文について、「正しい(O)」「間違い(X)」「分からない・どちらともいえない( $\Delta$ )」の回答を中学生に求め、SAS<sup>2)</sup>を用いて集計した。調査校として石川県金沢市立中学校のA校とB校(ともに1学年5学級)をえらび、各学年につきA校では5学級(約150名)B校では2学級(約65名)で調査した。いずれも2000年3月に1~3学年について調査するとともに4月に新入生について調査した。

## 3 結 果

26個の質問文からつぎの10項目を選んでその正答率について検討した(括弧内正答記号)。項目1~4は前報でも報告したものである。

項目1: 異なった種類の原子でできている物質を化合物という(O)。

項目2: 同じ種類の原子でできている物質を単体という(O)。

項目3: 水は酸素の分子と水素の分子の混合物である

(X)。

項目4: 水は酸素と水素の化合物である(O)。

項目5: 水は $H_2O$ で表される分子の集まりである(O)。

項目6: 砂糖水は混合物である(O)。

項目7: 空気は酸素, ちっ素, 二酸化炭素, 二酸化硫黄, ちっ素酸化物などの混合物である(O)。

項目8: 原子の方が分子より大きい(X)。

項目9: 分子をバラバラにすると原子になる(O)。

項目10: 原子をバラバラにすると分子になる(X)。

## 3.1 「水は化合物か混合物か」について

「単体と化合物」に関する項目1~2, および「水は化合物か混合物か」に関する項目3~4のA校<sup>\*2</sup>での正答率をそれぞれ図1および図2に示した。これらの項目は2学年で学習するため、正答率は2年末で上昇している。項目3については低いものの(40%)項目1, 2および4の2年末での正答率はだいたい70%以上であり、「化合物の概念」や「水分子の概念」は獲得されているように見える。

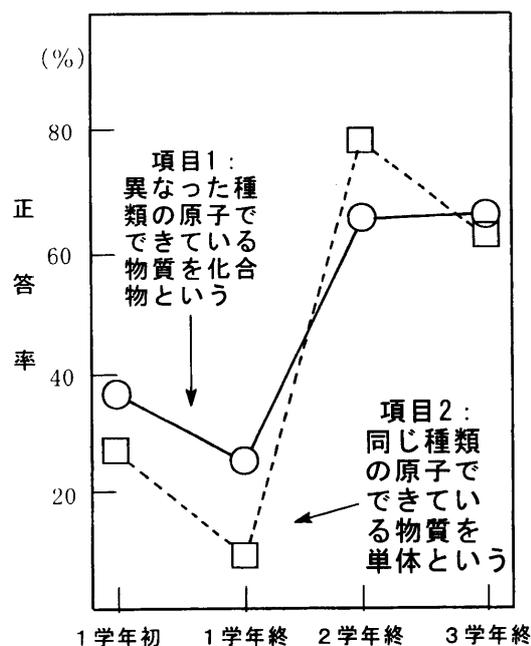


図1 項目1および2の正答率 (A校)。

Is Water a Compound or a Mixture (II)?—A Reinvestigation on Understanding of Junior High School Students.

Yo MIYAGI 金沢大学教育学部 名誉教授 理学博士。

Naomi KANAOKA 元金沢大学教育学部附属中学校。

Shigeru YONEDA 金沢市立中学校。

Masaaki HAMASAKA 金沢市立中学校。

[連絡先] 920-0902 金沢市尾張町1-2-36 尾張町マンション301 (自宅)。

\*1 前報<sup>1)</sup>末尾に付記。

\*2 数値は少し異なるがB校でも同じような傾向であった。

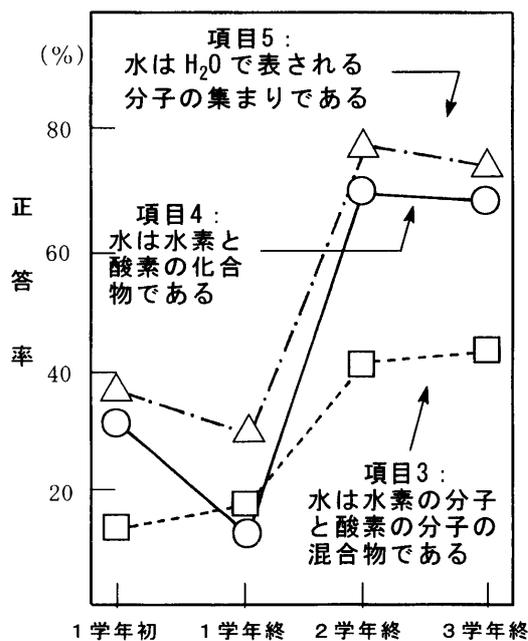


図2 項目3～5の正答率(A校)。

表1 項目3と4のクロス集計(数値は百分率)。

調査学年	2 年末		3 年末	
	A 校	B 校	A 校	B 校
調査校	○ × △	○ × △	○ × △	○ × △
項目 4 <sup>b)</sup>	○ × △	○ × △	○ × △	○ × △
項目 3 <sup>a)</sup>	○ 35 9 5 × 29 9 3 △ 5 1 4	○ 41 12 3 × 32 7 3 △ 2 0 0	○ 32 13 3 × 35 7 1 △ 3 2 4	○ 37 14 5 × 29 10 1 △ 1 3 0
調査人数	154	68	144	63 (名)

網かけ部分は正答；アンダーライン部分は大きな回答率の誤答。a) 水は酸素の分子と水素の分子の混合物である。b) 水は酸素と水素の化合物である。

しかし、2 年末および3 年末での項目3と4のクロス集計をとると表1のようになり、これらの項目の意味する内容の理解率が高いとはいえない。すなわち、[項目3×・項目4○] (正答：表中網かけ) および [項目3○・項目4○] (誤答：表中アンダーライン) のところに大きな値(30～40%) がみられ、「A 校3 年末」以外では後者が前者を上回っている。これらの傾向は前回とまったく同様である。

項目5の正答率の学年による変動は図2のとおりである。これも一見学習効果が十分あがっているように見える。しかし、項目3と5のクロス集計をとると表2のようになり、[項目3×・項目5○ (正答：表中網かけ)] のところ以外に、[項目3○・項目5○] (誤答：表中アンダーライン) のところにも大きな値がみられる。すなわち半数弱の生徒は、「水はH<sub>2</sub>O分子の集まりである」を正しいとすると同時に「水は水素分子と酸素分子の混合物である」をも正しいとしている。

### 3.2 混合物概念および分子概念との関係

なぜこのようになるのだろうか？ まず考えられるのは「項目5の内容は知っているが、混合物または分子の概念

表2 項目3と5のクロス集計(数値は百分率)。

調査学年	2 年末		3 年末	
	A 校	B 校	A 校	B 校
調査校	○ × △	○ × △	○ × △	○ × △
項目 5 <sup>b)</sup>	○ × △	○ × △	○ × △	○ × △
項目 3 <sup>a)</sup>	○ 40 6 3 × 31 8 2 △ 6 2 1	○ 41 10 4 × 34 7 2 △ 0 2 0	○ 38 8 2 × 33 10 1 △ 4 2 2	○ 46 5 6 × 30 8 0 △ 0 3 2

網かけ部分は正答；アンダーライン部分は大きな回答率の誤答。a) 水は酸素の分子と水素の分子の混合物である。b) 水はH<sub>2</sub>Oで表される分子の集まりである。

表3 項目6および7のいずれについても正答者の中での項目3と5のクロス集計(数値は百分率)。

調査学年	2 年末		3 年末	
	A 校	B 校	A 校	B 校
調査校	○ × △	○ × △	○ × △	○ × △
比率 <sup>c)</sup>	44	42	36	42
項目 5 <sup>b)</sup>	○ × △	○ × △	○ × △	○ × △
項目 3 <sup>a)</sup>	○ 46 10 0 × 33 6 0 △ 3 2 0	○ 37 10 3 × 40 7 3 △ 0 0 0	○ 42 6 0 × 44 6 0 △ 2 0 0	○ 44 11 4 × 33 4 0 △ 0 0 4

網かけ部分は正答；アンダーライン部分は大きな回答率の誤答。a) 水は酸素の分子と水素の分子の混合物である。b) 水はH<sub>2</sub>Oで表される分子の集まりである。c) 項目6および7のいずれについても正答者数の比率。

が分からないために項目3を○とした」という考えである。

まず混合物概念との関係について検討した。項目6および7のいずれについても正答者は混合物の概念を持っていると考えられる<sup>\*3</sup>。その中での項目3と5のクロス集計をとると表3のようであり、表2とくらべて正答率がやや増えているものの、同様の分布を示している。したがって「混合物の概念が分からないために項目3を○とした」とは思われない。

つぎに分子概念との関係について検討した。原子・分子に関する項目8～10のいずれについても正答者は分子の概念はもっている集団と考えられる<sup>\*4</sup>。その中での項目3と5のクロス集計を取ると表4のようであり、表2と比べて正答率がやや増えているが、事態はあまり変わらない。すなわち分子の意味が分からないためにこのような事態が生じるとは考えられない。

しかし、表4の結果は不可解な現象である。すなわち、原子・分子や化学式の意味を知った上で項目5を正しいとするのであれば、直ちに項目3は否定しなければならない

\*3 その集団の学年に占める比率は表3に記載。そのクロス集計表は紙数の関係で省略。また項目7を簡単にした「空気は酸素の分子とちっ素の分子との混合物である」は全質問項目の中に含まれている。この質問文に対する正答は主成分のみを考えれば○であるが、微量成分も考えれば×である。事実回答は○と×あい半ばした値であった。

\*4 その集団の学年に占める比率は表4に記載。そのクロス集計表は紙数の関係で省略。

表4 項目8~10のいずれについても正答者の  
中での項目3と5のクロス集計(数値は百分率)。

調査学年	2 年末			3 年末		
調 査 校	A 校	B 校	A 校	B 校	A 校	B 校
比 率 <sup>a)</sup>	60	54	58	56		
項 目 5 <sup>b)</sup>	○ × △	○ × △	○ × △	○ × △	○ × △	○ × △
項 目	○ 40 3 3	43 11 0	39 10 0	48 6 3		
	× 41 8 1	40 3 0	41 7 0	34 6 0		
3 <sup>a)</sup>	△ 3 1 0	0 3 0	1 1 1	0 3 0		

網かけ部分は正答;アンダーライン部分は大きな回答率の誤答。a)水は酸素の分子と水素の分子の混合物である。b)水はH<sub>2</sub>Oで表される分子の集まりである。c)項目8~10のいずれについても正答者数の比率。

答である。そうでないのは、「水はH<sub>2</sub>O」と暗記するだけで「水がどのような粒の集まりであるか」を真には分かっていないということだろうか。その意味では、「混合物概念を知っているようで、真には分かっていないので項目3を○とした」という可能性も完全には否定できない。

原因が混合物なのか分子・化学式なのかいずれのケース

にしても、なにか教え方(教科書の書き方)に不十分な点があることを暗示している。教え方を変えれば表1~4の大きなピークをしめす誤答集団は正答集団に移るはずである。今後さらに調査解析を進めたいと思っている。

当研究のために、授業時間を割いてご協力いただいた調査校の先生方、ならびに統計処理についてご指導いただいた金沢大学教育学部金子勲栄教授に厚くお礼申し上げます。

#### 付記資料:今回追加した質問項目(8項目)

砂糖は純物質である;砂糖水は純物質である;水は純物質である;砂糖水をバラバラにすると水の分子と砂糖の分子に分けられる;1種類の分子の集まりは純物質である;水をバラバラにすると酸素と水素に分けられる;砂糖水は混合物である;水はH<sub>2</sub>Oで表される分子の集まりである。

#### 文 献

- 1) 宮城 陽, 伊佐公男, 化学と教育, 39, 96 (1991).
- 2) Statistical Analysis System; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.



## 化学と教育誌をおすすめ下さい

本誌の新規購読方法は下記のとおりです。入会申込書は下記宛ご請求ください。

### 1. 会員外の場合

「教育会員」として入会すると配布が受けられます。年会費7,200円,入会金不要。

### 2. 「個人正会員」または「学生会員」が追加購読する場合

所定の年会費のほかに、購読費5,400円を加算して購読いただきます。

### 3. 団体(学校・図書館・法人など)の場合

団体としての入会または購読手続が必要です。詳細は下記宛お問合せください。

#### ○申込先

101-8307 東京都千代田区神田駿河台1-5  
社団法人 日本化学会 会員係  
(電話 03-3292-6169, FAX 03-3292-6317)

## 「化学実験虎の巻」欄原稿・アイデア募集

本欄では原稿ならびにアイデアを募集いたしますので、ふるってご応募下さい。また、本稿に関するご要望、ご意見をお寄せいただければ幸いです。

### 「化学実験虎の巻」

ご応募に当たっては、本誌所定の“「化学実験虎の巻」欄執筆データ案”を作成し、資料を添付してお送り下さい。企画委員会でご執筆事項のお願い等を追加したうえで、改めてご連絡申し上げます。

### 「化学実験虎の巻—便利な実験器具・道具」

市販されているいろいろな器具は、使う人により便利な面白

い使い方があり、またちょっとした工夫で全く別の用途に転用されたりしていると思います。ブンゼバーナーやリービッヒの冷却管とまではいなくても、先生方の独自の工夫の器具もあると思います。それらを、1ページ分でも、2,3行でもお知らせ下さい。

楽しい化学教育ができるように、多くの方々がアイデアをお寄せ下さることを期待しています。

#### 連絡先 101-8307 東京都千代田区神田駿河台1-5

社団法人 日本化学会 化学と教育編集委員会  
電話 03-3292-6164 FAX 03-3292-6318