



## フォーラム

### 提言「中学での原子・分子の早期学習を」 —原子・分子は理解しやすい学習項目—

宮城 陽・金岡直美・米田 茂・浜坂昌明

#### 1 はじめに

われわれは従来から、中学生が基礎知識をどの程度獲得しているかについて調査してきた。その中から「水は化合物か混合物か」が分からない生徒、および「水溶液中で溶質分子と水分子が混ざり合っている」ことなどを知らない生徒が多いことを見出し報告してきた<sup>1-3)</sup>。原子・分子などの微視的事項とそれらの集団である物質（巨視的事項）との関連づけが教科書に記されていないことが、そのような現象の要因であることを指摘し、微視的事項を学習した後に物質との関連づけを学習することを提言した<sup>3)</sup>。ここでは、それが実現可能であることを支持する調査結果を示し、その実現性などについて検討したい。

#### 2 調査方法など

調査方法および集計方法は前報<sup>1-3)</sup>と同様である。すなわち下記調査文を含む約20の質問文に対し、正しい(○)、間違い(×)、および分からない(△)の回答を求めた。表1および表2の調査校はいずれも金沢市立中学校であり、それぞれ前報<sup>3)</sup>および前々報<sup>2)</sup>でのデータを収集した学校である。

#### 3 現行カリキュラムの順序性

まず原子・分子の教科書の中での取り扱いについて簡単に検討してみたい。2001年度までのカリキュラムでは、1学年で巨視的事項を、2学年で微視的事項（3学年でイオン）を学習することになっている。すなわち、まず物質の性質を理解し、ついでその物質を構成している原子・分子について学習することになっている。2002年度から施行される新カリキュラムでは「イオン」が削除されるが、巨視的事項と微視的事項の順序性は従来と同じである。

このような順序になっているのは、多分つぎのような考え方によるものと思われる。①物質を細分化して原子・分

子にたどり着くのであるから、まず「物質」つぎに「原子・分子」の順序である、とする考え方である。②物質についての学習には、日常生活に関連する事項（たとえば「溶ける」とか「蒸発」など）が多い。したがって、物質についての学習は、どちらかと言えば、理解しやすい。一方、原子・分子は抽象的な事項であるので、難しい学習項目である。それ故現行の順序が適切である、という意見である。しかし、①の考え方に対しては逆の考え方もあり得る。すなわち、「物質は原子・分子の集まりであるから、まず原子・分子から始める」という意見である。むしろ②の意見の方より説得力であると思われる。

#### 4 原子・分子は難しい学習項目か

しかし、科学知識が世間一般に広く普及した今日でも、原子・分子は依然として生徒にとって難しい学習項目であろうか。2002年3月に中学生に対して行なった理解度調査の中から、原子・分子に関する下記質問項目の集計結果をしめすと表1のようである（括弧内は正答記号）<sup>\*1,2)</sup>。

項目1：原子の方が分子より大きい。(×)

項目2：原子をバラバラにすると分子になる。(×)

項目3：分子をバラバラにすると原子になる。(○)

1年末では、回答値はかなり分散している。その中でもっとも大きいのは「3項目とも分からない」である（表中アンダーライン： $0.41 \times 0.71 \div 28\%$ ）<sup>\*3)</sup>。2年末では、項目1=△は激減し、項目1=×が増え、その中での項目2と3のクロス集計では両項目とも正答（すなわち3項目とも正答）のところ（表中網かけ）に回答が集中している。これをすでに報告した「アンモニア水はアンモニアの水溶液である」と「水分子とアンモニア分子の混合物がアンモニア水である」とのクロス集計<sup>3)</sup>と比べると、いかにすっきりと回答が正答に集中しているかがわかる。3年末ではさらに正答率が上昇している。

このように今日の中学生にとっては、原子・分子は決して難しい学習項目ではなく、教えれば十分に学習効果がある項目であることが分かった。おそらく小学校段階でそれらについての素朴概念を持っていることも一因ではない

\*1 調査時、原子・分子は2学年での学習項目であった。

\*2 報告していないが、従来の調査時（文献1および2）でも同じような傾向であった。

\*3 1年末では「3項目とも分からない」のところに回答が集中している。このことは「分からないことは正直に分からないと答える」ことを示している。「鉛筆を倒して、倒れた方向で○や×を決めたりするから、このようなアンケート調査の結果は信用できない」という意見もあることと思われるが、そのような意見は杞憂であることがわかる。また1年末では、「項目1=○、項目2=○、項目3=×」の回答者、すなわち原子と分子を取り違えているものが比較的多い（ $0.31 \times 0.53 \div 16\%$ ）。

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 教諭。  
Shigeru YONEDA 金沢市立中学校 教諭。  
Masaaki HAMASAKA 金沢市立中学校 教諭。  
[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)。

表1 項目1, 2および3のクロス集計(数値は百分率)。

| 調査学年                       |   | 1 年 末 |    |    | 2 年 末 |    |    | 3 年 末 |    |    |
|----------------------------|---|-------|----|----|-------|----|----|-------|----|----|
| 項目 1「原子の方が分子より大きい」を○とする回答者 |   |       |    |    |       |    |    |       |    |    |
| 比 率*                       |   | 31    |    |    | 28    |    |    | 22    |    |    |
| 項 目 3                      |   | ○ × △ |    |    | ○ × △ |    |    | ○ × △ |    |    |
| 項<br>目<br>2                | ○ | 8     | 53 | 5  | 6     | 31 | 0  | 11    | 33 | 0  |
|                            | × | 11    | 9  | 3  | 34    | 20 | 3  | 33    | 9  | 4  |
|                            | △ | 0     | 1  | 10 | 0     | 2  | 3  | 2     | 8  | 0  |
| 項目 1「原子の方が分子より大きい」を×とする回答者 |   |       |    |    |       |    |    |       |    |    |
| 比 率*                       |   | 28    |    |    | 65    |    |    | 73    |    |    |
| 項 目 3                      |   | ○ × △ |    |    | ○ × △ |    |    | ○ × △ |    |    |
| 項<br>目<br>2                | ○ | 6     | 21 | 3  | 3     | 7  | 2  | 4     | 7  | 1  |
|                            | × | 37    | 8  | 3  | 76    | 8  | 1  | 77    | 7  | 1  |
|                            | △ | 11    | 4  | 7  | 0     | 1  | 1  | 1     | 1  | 1  |
| 項目 1「原子の方が分子より大きい」を△とする回答者 |   |       |    |    |       |    |    |       |    |    |
| 比 率*                       |   | 41    |    |    | 7     |    |    | 5     |    |    |
| 項 目 3                      |   | ○ × △ |    |    | ○ × △ |    |    | ○ × △ |    |    |
| 項<br>目<br>2                | ○ | 1     | 7  | 6  | 0     | 12 | 6  | 8     | 15 | 0  |
|                            | × | 2     | 3  | 3  | 29    | 18 | 24 | 38    | 8  | 0  |
|                            | △ | 2     | 5  | 71 | 0     | 0  | 12 | 8     | 8  | 15 |

\* 項目1に対する回答比率。

項目2: 原子をバラバラにすると分子になる。

項目3: 分子をバラバラにすると原子になる。

2001年3月調査; 調査人数, 1学年約250名。

かと思われる。2000年4月に中学1年生に対して調査したところ, 約80%の生徒は中学校入学時に原子という言葉を知っていた(表2)。

## 5 提 言

表1と2の結果を考え合わせ, 現行とは逆に微視的知識を学習したのち巨視的知識を学習することを提案したい。

これに対して次のような意見があることと予想される。順序性を逆転せずに, 現行どおりまず巨視的事項を, 次いで微視的事項を学習した後に, 両者の関連性を学習するという意見である。しかし, この対案では巨視的事項学習の時点で微視的事項との関連性が意識されない。両事項学習の後に関連性を学習するのは, その配当時間数が少ないことが予想され学習成果はそれほど期待できず, 学習内容

表2 中学入学時調査:( )内数値は%, A校B校の順。

- 1a. 「原子」という「ことば」を聞いたり読んだりしたことが: ある(84, 82)
- b. その最初の時期(「ある」とした回答者の中で):  
小学1~2年(17, 8), 小学3~4年(52, 37),  
小学5~6年(31, 56)
- 2a. 「分子」という「ことば」を聞いたりよんだりしたことが: ある(47, 69)
- b. その最初の時期(「ある」とした回答者の中で):  
小学1~2年(7, 2), 小学3~4年(42, 23),  
小学5~6年(51, 74)
3. 「原子」や「分子」という「ことば」を知った情報源:  
教科書・先生の話(43, 53), 雑誌・本(17, 15),  
映画・テレビ・ビデオ(32, 26), その他(8, 7)

2000年4月調査; 調査人数: 152(A校), 76名(B校)

を過密化するのみに終わるおそれがある。一方われわれの提案では, 巨視的事項学習の時点で微視的事項との関連性が意識されるから, 関連性知識の定着率が高くなることが期待できる。

ただし, 両事項関連性を学習する段階の最後で, 分子性物質が物質の典型例であるが, 物質の中には非分子性物質もあることも簡単に言及する必要がある。そうしないと, すべての物質が分子で構成されているという誤解を招くおそれがある。

すでに述べたように, かなりの中学生は「水は化合物か混合物か」分らず, 「水溶液中で溶質分子と水分子が混ざり合っている」ことを理解していない<sup>3)</sup>。「水は水分子のみの集まり」だから「水は混合物ではない」あるいは「アンモニア水はアンモニア分子と水分子の混ざり合ったもの」だから「アンモニア水は混合物である」などの「……だから」の前半部分(微視的知識)を会得しなければ, 後半部分の「……は混合物」や「……は混合物ではない」は丸暗記になってしまう。ともすれば古い世代は「化学は暗記もの」として生徒に嫌われると」思い勝ちである。しかし, 暗記物に誘導してしまう要素がカリキュラム構成の中にあるとも言えるのではないだろうか。

## 文 献

- 1) 宮城 陽, 伊佐公男, 化学と教育, 39, 218 (1991).
- 2) 宮城 陽, 金岡睦美, 米田 茂, 浜坂昌明, 化学と教育, 49, 809 (2001).
- 3) 宮城 陽, 金岡睦美, 米田 茂, 浜坂昌明, 化学と教育, 51, 132 (2003).

