

物質量の指導に関するアンケート調査とその検討

村田 一平

物質量の概念は、化学変化における、物質の変化と量的な関係を理解する上で重要である。しかし、「第5回本道の理科教育に関する実態調査」の回答から、物質量の項目を含む「化学変化と原子・分子」を「苦手または嫌い」とした生徒の数が上位にあることがわかった。このことから、実習などの教材を検討するため、物質量の指導においてどのような実践が行われているか、化学を担当している教員にアンケート調査を行った。今回、その内容について検討したので報告する。

〔キーワード〕 物質量 指導方法 アンケート調査

はじめに

物質の性質や変化について化学的に考察するには、それを量的に捉える必要がある。高等学校学習指導要領解説（理科編）の「化学基礎」，「(3) 物質の変化」では、「物質量の概念を導入し、反応に参与する物質の量的関係について観察、実験を行い、化学反応における物質の変化と量的関係を化学反応式で表すことができることを理解させることが主なねらいである」としており、化学反応における物質の変化と量的関係を表すとき、物質量と関連づけて扱うこととされている。

平成23年度に北海道教育大学と当センターが共同で実施した、「第5回本道の理科教育に関する実態調査」において、高校2年生を対象に「あなたが学習したもののうち、得意または好きなものと、苦手または嫌いなものを2つずつ選んでください。」という質問をしたところ、「化学変化と原子・分子」が「苦手または嫌い」と回答した生徒は23.3%で14項目中上位にあった。

そこで、物質量における指導についてどのような実践が行われているかを把握するため、化学を担当している教員に対し、授業で工夫している点などについて、アンケート調査を行った。今回は、その内容について検討したので報告する。

1 アンケート調査の方法及び内容

(1) アンケート調査の方法

高校で化学を担当している教員に、アンケート調査に対する協力を依頼したところ、21名から回答を得た。

(2) アンケート調査の内容

「化学基礎」の教科書では、物質量の単元は、概ね次の①～⑥の項目で構成されている。

- ①原子の相対質量
- ②原子量
- ③分子量と式量
- ④アボガドロ数と物質量
- ⑤物質量と質量
- ⑥物質量と気体の体積

このうち、生徒がつまずきやすいと思われる①，②，④の項目の実践で、工夫したポイントなどを質問項目としてアンケート調査を行った。それぞれの質問の要旨は次の通りである。

質問 1

物質量の単元の導入で、すでに学習した項目を思い出させるためや生徒の興味、関心を持たせるために効果的であった実践について、工夫したポイント、そのときの生徒の反応などの成果を含めて、お書きください。

質問 2

「原子量」の項目における、生徒の理解を深めさせるのに効果的であった実践について、工夫したポイント、そのときの生徒の反応などの成果を含めて、お書きください。

質問 3

「アボガドロ数と物質量」の項目における、生徒の理解を深めさせるのに効果的であった実践について、工夫したポイント、そのときの生徒の反応などの成果を含めて、お書きください。

質問 4

質問 1～3 でお答えいただいた以外の項目や題材において、生徒の理解を深めさせるのに効果的であった実践について、工夫したポイント、そのときの生徒の反応などの成果を含めて、お書きください。

2 アンケート調査の結果

(1) 回答の整理

質問 1～質問 3 についてそれぞれ、回答を観点ごとに A～D の区分に分け、整理した (D は無回答)。整理した区分ごとの回答数は表 1～3 のとおりである。

表 1 質問 1 における区分ごとの回答数

区分	観 点	回答数
1 A	原子 1 個はとても小さいことを示しながら導入している事例	7
1 B	原子を、モデルや身近なものに置き換え、個数が多いとき、ある個数の集団を 1 単位として扱うことの利便性から導入している事例	5
1 C	その他	4
1 D	無回答	5

表 2 質問 2 における区分ごとの回答数

区分	観 点	回答数
2 A	原子の質量の値を用いて、相対質量や原子量について展開している事例	7
2 B	原子を、身近なものに置き換え、相対質量の考え方や平均値の計算について展開している事例	9
2 C	その他	4
2 D	無回答	1

表 3 質問 3 における区分ごとの回答数

区分	観 点	回答数
3 A	はじめからアボガドロ数を提示し、物質量について展開している事例	10
3 B	アボガドロ数を他の数値や、原子を身近なものに置き換えて、ある単位の個数で扱い、物質量につなげて展開している事例	6
3 C	その他	2
3 D	無回答	3

(2) 各質問における回答の分析

質問 1 で、区分 1 A に比べ区分 1 B の回答数が少なかった。区分 1 A と区分 1 B の回答について検討したところ、ともに「ある個数の集団を 1 単位として扱うことの利便性について考えさせる」という点で共通しており、物質量の導入で扱う内容として適切であると考えていることがわかった。

質問 2 で、区分 2 A に比べ区分 2 B の回答数が多かった。区分 2 B の回答のうち、質量や長さをはからせるなど、実習を取り入れた実践が見られた。このことから、相対質量や原子量の項目においては、体験的な活動を取り入れた展開が可能であり、生徒の理解を促すうえで有効だと考えていることがわかった。

質問 3 で、区分 3 A に比べ区分 3 B の回答数が少なかった。区分 3 A では、「質量数 12 の炭素原子 ^{12}C 12 g 中にはアボガドロ数 (6.02×10^{23}) 個の炭素原子が含まれる」、「ほかの原子や分子でも、原子量や分子量に単位 g をつけた質量中には、すべてアボガドロ数個の原子や分子が含まれる」、「アボガドロ数個の粒子の集団が 1 mol」という流れで関係を提示し、演習をくり返して定着させるという回答が多く見られた。また、この関係を活用させることや計算を重視しており、このあと学習する物質量と質量、物質量と体積の項目などの学習とのつながりを意識したものであった。

(3) 具体的な実践例

ア 質問1「物質量の導入」における実践例

マシュマロや米を用いて、ひとまとまりの集団にして扱うことの利便性を体験させている実践例

- ① ポリ袋にマシュマロを数個入れたものを提示する。
- ② ①について、袋の中の物質の量を伝えるには、どのような表し方があるか2～3通り提案させる。
- ③ 2 Lのペットボトルに、米粒を計量カップで1～3合分はかり取って入れたのを提示する。
- ④ ③について、ペットボトルの中の物質の量を伝えるには、どのような表し方があるか2～3通り提案させる。
- ⑤ ①～④から、ある程度「ひとまとめ」にした単位を設け、扱いやすい桁数で表すことのメリットを実感させる。
- ⑥ 導入に関する学習の後、計量カップ1杯が、新たに学習する物質量の考え方と共通することや、化学に関する量的計算や各現象などは物質量を用いて考えることの重要性を説明する。

イ 質問2「原子量」の単元における実践例

(ア) 「相対的な長さ」から、相対質量につなげている実践例

- ① 「鉛筆」や「シャープペンシルの芯のケース」を基準として、教科書や机の「相対的な長さ」を求めさせる実習を行う。
- ② 原子では何を基準にして相対的に質量を求めたらよいか、考えさせる。

(イ) 色の異なるエアソフトガンの弾の混合比から原子量につなげている実践例

- ① エアソフトガンの弾を原子と見立て、数色（赤、白、黄他）を混合する。
- ② この混合した弾をモデル化し、同位体の混合比から存在比、原子量の計算につなげる。

(ウ) 難しい概念を後にして指導している実践例

- ① 原子量は原子の相対質量であると提示する。
- ② 分子量や式量の演習を行う。
- ③ 塩素の原子量が35.5であるように整数値から離れているのは、同位体が存在していることに起因することを説明する。
- ④ 原子量は、相対質量の平均値であることを説明する。

ウ 質問3「物質量とアボガドロ数」の項目における実践例

分子模型やマグネットや「箱」というモデルを活用して物質量とアボドロ数につなげている実践例

- ① 「化学変化は原子の組み合わせが変化すること」を分子模型やマグネットを使って説明し、粒子の個数で考えることの必然性を理解させる。
- ② 「決まった数を袋（箱）につめていき、袋（箱）の数を数える」こと、「印刷室の紙束やジュースの箱」を例として説明する。
- ③ 原子を扱うとき、膨大な数になるので「まとめた方が数えやすい」ことを説明する。

エ 質問4「質問1～3以外の項目」における実践例

1 molの物質を実感させる実践例

約22.4 Lの容積の箱、58.5 gの食塩など、1 molを実感できるような教材を提示している。

3 理科教育センターにおける講座での実習

当センターでは、高等学校理科研修講座（物理基礎・化学基礎）の「物質の変化」において、物質量について「ビーズを用いた物質量の学習」の実習を行っている。この実習は、相対質量や物質量とアボガドロ数との関係について、より効果的に生徒に理解させるための指導法として紹介している。

(1) 実習「ビーズを用いた物質量の学習」の内容

【実習】

〈準備〉大きさの異なるビーズ（4種類、各100個）、薬包皿、電子てんびん、電卓

〈方法〉

- 1 大きさの異なる4種類のビーズ100個（図1）それぞれを、薬包皿に入れて、電子てんびんでその質量を測定する（図2）。
- 2 それぞれのビーズ1個あたりの平均質量を求める。
- 3 特定のビーズの質量を12とし、それに対する各ビーズ1個あたりの相対質量を求める。
- 4 それぞれのビーズを、相対質量にgを付けた質量分だけばかり取る。それぞれのビーズの数を数え、ほぼ同数となることを確認する。



図1 大きさの異なる4種類のビーズ



図2 ビーズ100個の質量測定

- ビーズで相対質量を考えさせるなど、物質量の授業の参考になった。
- 物質量を生徒に理解させることは大変であるが、実際に計算で求めさせ理解させる方法があることに驚いた。
- 授業の一部に取り入れられる内容であり、いろいろ発展させられる内容だと感じた。

「物質量の授業の参考になった」や「授業の一部に取り入れる内容である」などの感想から、この実習が生徒にとって、物質量の理解を深める上で有効な教材であると思われる。また、このことから、実感させながら理解させることは、この単元でつまずく生徒にとっては、有効な手立てではないかと考える。

おわりに

物質量の単元において、事象をモデル化したりするなど、それぞれに工夫を凝らした実践が行われていることが、今回のアンケート調査を通じてわかった。

物質量の単元を、「苦手または嫌い」と感じている高校生が比較的多い。物質量の指導において、「あまりにも大きい数を扱うのでイメージできない」など、生徒がつまずく点を把握して、実習など体験的な学習を取り入れ、理解を深めさせることが大切だと考える。今後に向け、「物質量」の指導に効果的な実習などの教材や学習プログラムの開発を、指導の実態を把握しながら、取り組んで行きたい。

今回のアンケート調査に回答をいただいた教員の皆様に、ここに記して感謝申し上げます。

(2) 受講者の感想

受講後、実施したアンケートに記載された講座についての主な感想は、次の通りであった。

参考文献

- 1) 北海道立教育研究所附属理科教育センター 北海道教育大学 第5回本道の理科教育に関する実態調査 2011
- 2) 文部科学省 高等学校学習指導要領解説理科編 2009

（むらた いっぺい 化学研究班）