

生徒の思考を深めるための指導法の工夫

～化学変化と原子・分子におけるモデル学習を通して～

養老町立東部中学校 水谷 成計

1. 指導の立場

(1) はじめに

近年の児童・生徒の思考力の低下が指摘される中、「覚える」ことから「考える」ことへのシフトが必要である。このことを受けて、理科では、生徒の「科学的な思考」がより伸ばせる単位においての教師の指導法の工夫が大切であると考えた。

以上のことより、「化学変化における物質の変化その量的な関係を理解させるとともに、これらの事象を、原子・分子のモデルで説明できる微視的な見方や考え方の基礎を養うこと」をねらいとした「化学変化と原子分子」について、実践を行った。

(2) 研究仮説

プレテストによって実態把握し、必要に応じて事前指導することで、生徒の中にモデルの概念を形成できれば、それを用いて思考し、実験の事実（結果）をもとに考察することができる。

2 実践

(1) 研究内容

生徒の実態把握のためのプレテストの実施

(i) 1 学年「水溶液の性質」における溶質のモデル理解度の把握

() 「物質のすがたと状態変化」におけるモデル理解度の把握

(物質の三態である 固体・液体・気体のモデル)

の結果を受けた事前指導

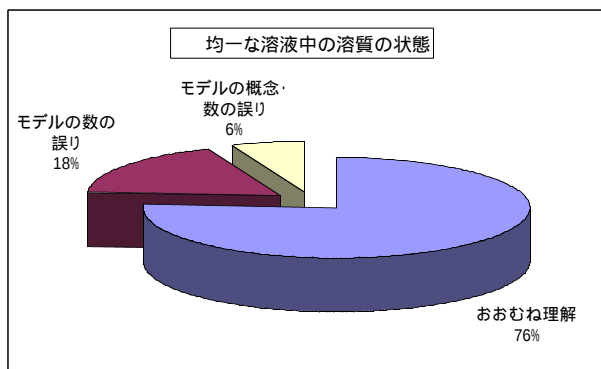
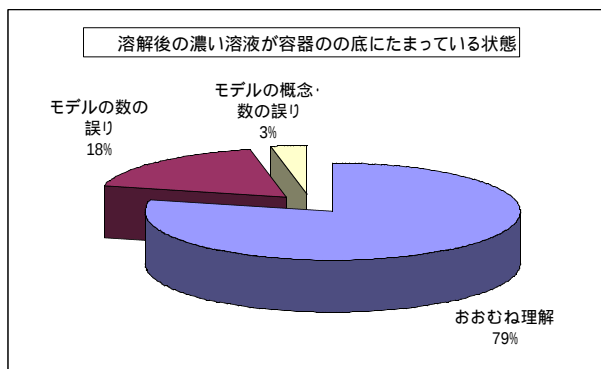
授業における実験後の結果・考察の発表におけるモデルを用いた交流方法の工夫

(2) 研究実践

生徒の実態把握のためのプレテストの実施

(i) 1 学年「水溶液の性質」における溶質のモデル理解度の把握

1 学年での既習事項である「水溶液の性質」について、モデルの概念がどれだけ身に付いているか調査した。調査方法は、物質が固体の状態・溶解後の濃い溶液がビーカーの底にたまっている状態・均一な溶液中の溶質の状態の3段階について行い、の段階でのモデルを教師が定義した図をもとに、についてモデルを書かせて、理解度・概念の形成度を把握した。



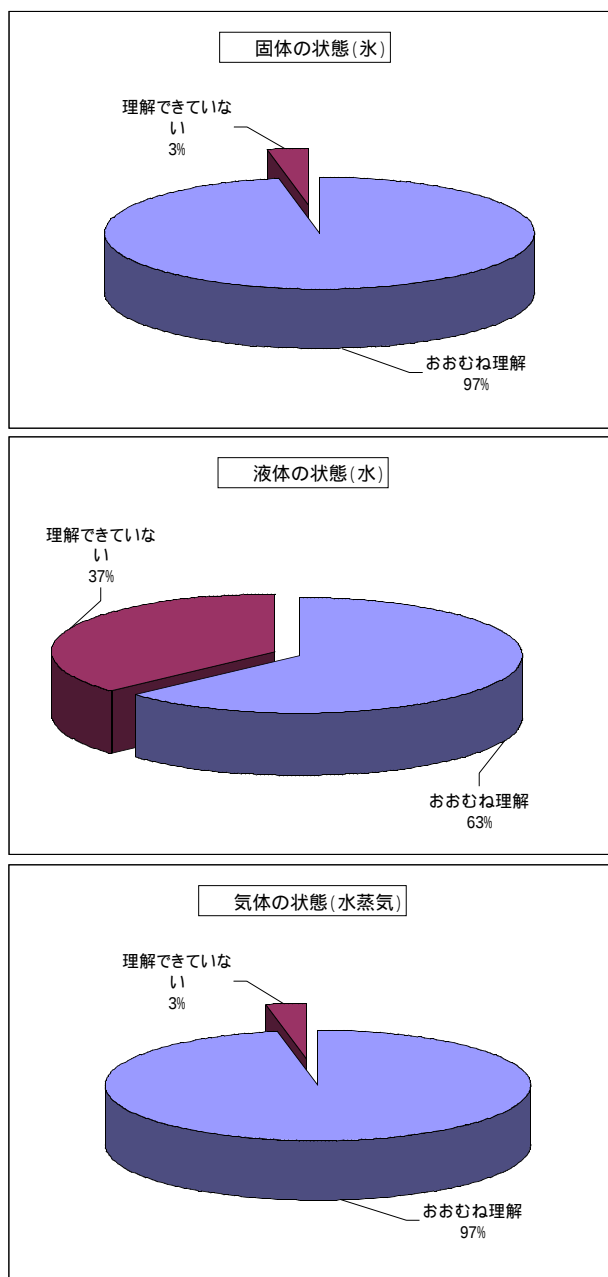
() 「物質のすがたと状態変化」におけるモデル理解度の把握

(物質の三態である 固体・液体・気体のモデル)

水の三態のモデルの教科書での扱いは、2 学年に入ってからだが、「物質のすがたと状態変化」

では、水分子を一粒の粒子と定義して実践を行った経緯から、そのモデルの概念がどれだけ身に付いているか調査した。調査方法は、固体の状態（氷）・液体の状態（水）・気体の状態（水蒸気）の3段階について行い、水分子の粒子10粒を使って、 $\cdot \cdot$ についてモデルを書かせて、理解度・概念の形成度を把握した。

の結果を受けた事前指導



(i) については、視覚的に見える状態（モデルの粒子がかたまっている状態）から一粒一粒に分かれていくことで見えない状態になることがおおむね理解できていると感じられ、基本的なモデルの概念ができている生徒が多かった。しかし、

固体の状態で、粒子の数を 3×4 の12個で定義して与えたのに対し、3割弱の生徒が数的に誤った書き方をしていたので、「最初に与えられたモデルの数を守って表現すること」を指導した。

() については、(i) の調査の後に実施したので、固体についてはほとんどの生徒が書けていた。また、授業実践に関わる気体についても、粒子を一粒一粒離して散乱する様子をおおむね表現できていた。一番迷いが感じられたのは液体で、「固体のように粒がくっつき並んでいないが、気体ほど距離が離れていない」というモデル概念は曖昧であった。「水は様々な形の容器に入れてもその容器に隙間なくはいること」を視覚にうたえる事実として挙げ、考え方を指導した。むしろ問題になったことは、併設したアンケートの中で、「水蒸気には質量はあるが、空気には質量がない。」と思っている生徒が2割強いたことである。これは、() の調査で氷→水→水蒸気という状態変化の流れをモデルで考えたことと「氷や水には質量がある」という概念が水蒸気についてはうまく結びついて考えられているからである。これに対し、「空気には質量がない。」とってしまうのは、1学年での「気体の性質」での学習事項が定着していないことが挙げられるが、日常での生活経験で気体の質量を意識できないことや「視覚的に見えないものには質量はない」と思ってしまうことが挙げられる。これを受けて、スプレー缶を用いた空気の質量測定を演示で行い、「水蒸気と同様に空気にも質量がある。」「すべての気体に質量がある。」ことを指導した。

授業における実験前の予想・実験後の結果・考察の発表におけるモデルを用いた交流方法の工夫

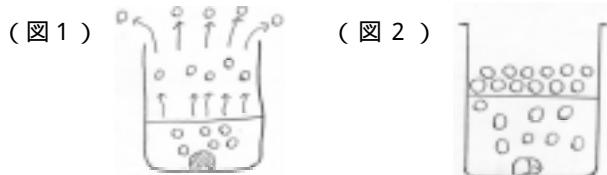
実践は、「化学変化のきまりと原子・分子」の中の質量保存の法則の学習に関わる開放系の実験で、石灰石と塩酸の反応によって二酸化炭素が発生する実験について行った。

「石灰石と塩酸の反応の前後で質量は変化するだろうか」という課題に対し、どんな場合があるか考えさせ、「増える・変わらない・減る」のい

ずれかになることを確認し、予想を立てさせた。

予想の段階でモデルを導入し、それを自己変容表に書かせた。自己変容表とは、自分の思考を1つの枠の中に書き、仲間の意見や実験の事実をもとに、思考の発展や変容を次の枠に書くことで自分の思考過程や思考の変容を記録できるものである。

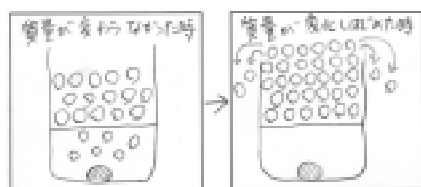
生徒の予想は、「二酸化炭素が発生してビーカー出ていくから」(図1)という理由で「減る」が圧倒的に多かった。しかし、「変わらない」という生徒がこのクラスには2人いた。理由を聞くと、「二酸化炭素は少し水に溶けるし、空気より重いからビーカーの中に残るのでは」(図2)と答えた。この思考を自己変容表に書かせた。



その後、実験を行わせた。実験は上皿天秤を用いて、プリンカップに入れた塩酸と石灰石がつり合うように分銅を乗せた後、石灰石を塩酸の中に入れさせた。これは、上皿天秤の動きで、質量の変化の様子が見ることができるからである。この反応時間を5分以上確保し、観察させた。

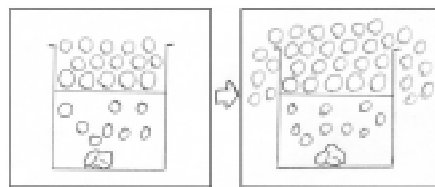
「やっぱり質量が減った！」と自分の予想通りになって喜ぶ生徒が多かったが、「最初の1～2分はほとんど変化しなかったよ。」と反応の過程を観察して気が付いたことを語る生徒もいた。これらの生徒の交流をもとに、「質量が変わらなかった時間帯と変わりはじめた時間帯のモデルを書いてみよう」とはたらきかけ、自己変容表に自分の思考の変容を書かせた。

「減る」と予想した生徒は、最初は気体が勢いよくビーカーから出ていくモデルを矢印などを使って書いていたが、その後、プリンカップの中の塩酸の液体の上にたまりだし、容器一杯にたまっ



てからあふれ出すようなモデルを書いた。(図3)

「変わらない」と予想した生徒は、最初は少量しか二酸化炭素のモデルを書いていなかったが、「あふれるほど一杯出たんだね。」とつぶやきながら、プリンカップからあふれ出すようなモデルを書いた。



(図4)

その後、ドライアイスでビーカーの水の中に入れ、白煙(空気中の水蒸気が二酸化炭素の冷気によって冷やされた微細な水滴)の動きから二酸化炭素の動きを観察させ、生徒のモデルの正当性を確認した。

授業の感想で、「減る」と予想した生徒は、「最初はただ二酸化炭素が出ていって質量が減るとしか考えなかったけど、A君たちの意見を聞いてモデルを書いたら、実験中に起こったことがよくイメージできておもしろかった。」と書いていた生徒がいた。また、「変わらない」と予想した生徒は、「二酸化炭素の性質について考えていたことは間違っていなかったのであれしかった。」「モデルに自分たちの考えが書けたのでよかった。」と書いていた。

結果だけをまとめれば、生徒にとっては「予想通り」「違っていた」で終わってしまいがちだが、実験の過程の事実に着目させ、それをモデルで書き表すことで、目に見えないものをイメージさせ、思考を深めさせることができたと考える。

3 成果と課題

- プレテストを行い生徒の実態を把握した上で実践に移すことができたことが効果を上げた。
- 自己変容表を用い、生徒自身の思考をモデル化したことで自己の思考の整理や深化につながった。また、交流の場で、仲間の思考の理解につながった。
- モデル学習の理解度を数値で表すための評価方法について研究を深めていきたい。