

「見方・考え方」を働かせる「物質」の学習
—未知の物体の正体を探究する活動を通して—

山本 孔紀

1. はじめに

理科の見方・考え方は、教科を学ぶ本質的な意義の中核をなすとともに、教科等の教育と社会をつなぐものとされる。これからの時代は、子供たちが学習や人生において「見方・考え方」を自在に働かせられるようにすることが強く求められている。

本稿では、生徒らにとって未知試料となる「炭酸アンモニウム」から発生する気体を同定する探究の過程を通して、埋め込まれた資質・能力である「計画をたて、目的意識をもって観察・実験する力」と「科学的な根拠をもとに表現する力」を育成する授業を提案する。育成された資質・能力に支えられ、生徒のもつ「見方・考え方」は高められ、学習対象に対してより深いアプローチができるようになっていく。それらが学習者にとっての新たな価値（概念）の創造へとつながることが期待される。

2. 教材とねらい

(1) 実験の概要

炭酸アンモニウムの熱分解によるアンモニアと二酸化炭素の発生実験は、従来より「活用」の位置付けで行われてきた。しかし、炭酸アンモニウムの熱分解は発生する気体の性質を調べるのに、集気瓶等にそれらの気体を誘導して行うものが多く、実験装置が大型になり、準備、片付けなどにも多くの負担がかかっていた。

本稿では、これまでの課題をクリアするために、従来の実験方法よりも小型で試薬の量を少なくす

るマイクロスケール化を試みた。マイクロスケール化を行うことにより、個別実験を可能とし、生徒の自由な探究の幅をより広げることを目指した。ここでは、パストゥールピペットを用い、ピペットにわずかな試料を入れて加熱実験を行う。炭酸アンモニウムの加熱実験の個別化、試料の最小化、複数回の試行の容易さを目指した。

(2) 器具・材料

- パストゥールピペット：硼珪酸ガラス製，150mm
- ゴム球（ニップル） □ガスライター
- シリコンチューブ 外径 5mm × 内径 2.5mm
- マイクロパーテル 180mm □シリコン栓 0号
- プラスチック容器 800mL
- ポップホルダー（両側クリップのもの）

(3) 実験手順

- ① パストゥールピペットにマイクロパーテル1～2杯の炭酸アンモニウムを入れ、ピペットの端にゴム球をつける。
- ② ピペットの先端にシリコンチューブをつけ、試料の部分をガスライターで穏やかに加熱し、気体を発生させる。
- ③ シリコンチューブの先端から出てくる気体を、石灰水やBTB溶液、リトマス紙（赤・青）で調べたり、色やにおいを確認したりして、発生した気体の性質を調べる。

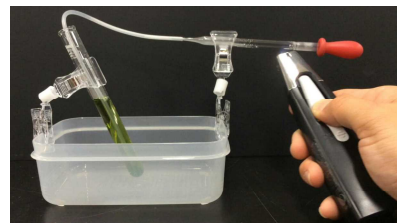


図1 実験装置

(4) 反応例

試料を加熱すると、気体が発生し始め、しばらくしてBTB溶液が緑色から青色に変化していく。その後、ピペットの先端および内壁には水滴がつ

き始める。試料がすべてなくなったころ、BTB溶液は青から急激に黄色に変化する。

その他、石灰水は白く濁り、赤色リトマス紙は青く変化する。気体に色はなく、鼻をつく刺激臭もわずかながら感じられる。

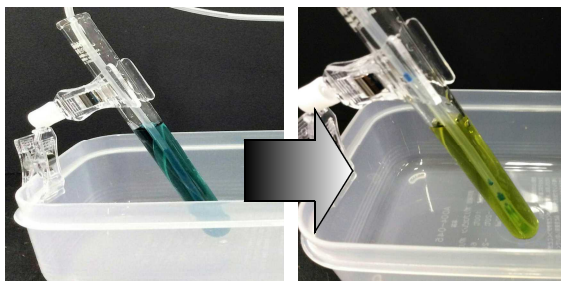


図2 BTB溶液の色変化

アルカリ性の青色（左）から酸性の黄色（右）へ

3. 実践例

(1) 授業デザイン

以下に、授業の流れについて示す。なお、本授業は、気体の学習の終末部に、探究課題として位置付けた。

形態	生徒の学習活動 働かせたい見方・考え方	育てたい 資質・能力
個	①配布された白色粉末は、どのような物質からできているか予想する。 質的・実体的	
個⇒ 班	②白色粉末の見た目やにおいを近くで確認する。 ⇒わずかに刺激臭がする。気付き ⇒アンモニアの固体だろうか。	
学級	③白色粉末を加熱する演示実験を見る。 ⇒固体が消失してしまう。気付き ⇒アンモニアの気体となったのか。	
ペア	④発生した気体の種類を特定する実験方法を書き、実施する。計画立案 ⇒BTB溶液やフェノールフタレイン溶液、リトマス紙の使用を計画 ⇒結果に矛盾が生じる。	

学級	⑤問題を把握する。 発生した気体は何だろうか。
ペア ⇒個	⑥計画を再度立て、器具を準備する。ペアで実験を行ない、実験結果をノートに記入する。
個⇒ 班	⑦考察をノートに記入し、班で意見を交換する。考察・推論
個	⑧本時の振り返りを行う。質的・実体的

(2) 授業の実際

第1学年の学習では、自然の事物・現象から問題を見いだすことが重点とされている。これをまず探究の過程の初めに行う。問題を見いだすことは、「気付き」から始まる。

本授業実践での「気付き」は、二つある。一つ目は、白色粉末の性質と状態の変化である。はじめに、この「白色粉末の正体は何か」と問うと、多くの生徒は既習事項である、物質の調べ方を持ち出してくる。まずは見ためとにおいからである。においてはアンモニア臭がするため、生徒はこの物質は、アンモニアの固体（結晶）ではないかと考え始める。ここで物質の調べ方の一つである加熱をしてみると、みるみるうちに白色粉末が液化して、最後には何も残らないことが観察できる。生徒らは、アンモニアの固体が状態変化して気体になったことを想像する。

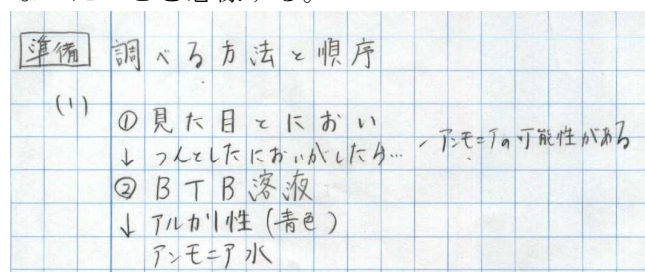


図3 生徒の考えた実験方法の一例

次には、上記の記入例のようにBTB溶液やフェノールフタレイン溶液を使って色の変化を調べることを提案してくるようになる。しかし、BTB溶液を用いて調べると、BTB溶液が青色になっ

たり、黄色になったりする班が出てくる。ここで2つ目の気づきが生まれる。BTB 溶液の色が、アンモニアの性質と異なる結果が出た班は、戸惑い、問題を見だし始める。ここでの問題は、『発生した気体はアンモニアではないのか。発生した気体の正体は何か』である。

その後、実験は失敗だったのだろうかなどといった様々な意見が出てくるため、ここで一度学級全体で意見を整理する。可能性として、水にとけて酸性の気体が存在することが指摘されると、生徒たちは二酸化炭素などの発生を調べるために石灰水を使うことを考える。このようにして、生徒らは自



図4 加熱実験の様子

分たちで探究を進めていく。その後、ペア別実験の良さが生かされ、生徒は納得するまで繰り返し実験を行い、自分の考えを形成していく。

以下に、ある生徒の考察文を示す。この記述は、簡潔さの点ではあまり良い文例とは言えないが、探究の道筋と考えの推移がノートから伝わってくる好例である。

考察	以上の結果より発生した気体は(酸化炭素)と(アンモニア)と考えられる。二酸化炭素は酸性で、BTB溶液をいれれば青の後に黄色に変わった。つまりアルカリ性と酸性のどちらにも出た。石灰水を入れると白く濁るので、酸性で石灰水に反応する二酸化炭素はこれと確実に発生していると言える。アンモニアはアルカリ性の反応も出た。かき確かめると、リトマス紙を水道水でぬらしてから試行した。すると赤いリトマス紙が青く変化した。つまりアルカリ性は本当にあつた。アルカリ性で今回出る可能性があつた。アンモニアだ。アンモニアもみらと判断した。かきにいふか、いふでも下おわり。アンモニアだと考え下。
----	---

図5 生徒の考察の一例

(3) 授業後の生徒の変容

次に、授業の振り返りで記入させた「今日の授業でもっとも大切だと思ったこと」の例を示す。

- ・実験をやってみて思ったことは、仲間と協力して結論を話し合ったり実験するのは楽しい

ということです。2つの気体をが組み合わせている物体というのは新しい発想だなと思いました。

- ・答えは1つという固定観念をもつてはいけません。
- ・私は、これまで気体にはある一定のイメージしかありませんでしたが、これらの実験を機に1つ1つの気体は、それぞれ特徴をもった物質として存在しているんだなと思いました。(下線部は筆者が加筆)

上述の生徒らは、実験の結果や知識をまとめるのではなく、未知の物質を見る時の視点として、固定観念を持たずにあらゆる可能性を考慮ことや、物質の成り立ちについてより微視的に捉えようとする視点への萌芽が感じられた。この後、この白色粉末を加熱したときのイメージ図を描かせたところ、それぞれ特有の性質をもった粒が集まった固体を描き、加熱によってそれらが拡散していくような図を描いていた。これらのような物質の質的・実体的な見方は、第2学年の化学変化、熱分解へとつながっていくものと考えられる。

4. おわりに

理科の見方・考え方を働かせながら探究活動を行うためには、課題そのものの質が極めて重要である。その点で、未知試料に葛藤場面を取り入れた本実践は、生徒の問題発見を促し、授業前後の生徒の物質を見る視点や概念の変容に効果的であったと考える。今後も学びの文脈を大切に、深い学びへとつなげる授業づくりを目指したい。

引用・参考文献

- 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』, 2017.6.
 埼玉大学教育学部附属中学校『平成 29 年度中学校教育研究協議会資料 教育研究』, pp.59-72, 2017.5
 小松寛・池本勲『加熱をともなう化学反応のマイクロスケール化』, 化学と教育, Vol63, No.2, 2015

やまもと こうき

(埼玉大学教育学部附属中学校)