

## 理科の主張

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2023-03-17 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 高橋, 政宏, 井出, 祐介 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00029474">https://doi.org/10.14945/00029474</a>

# 理 科 の 主 張

高橋政宏 井出祐介

## 1 教科で育みたい人間像

私たちは理科を通して、「科学のまなざし」をもつ人を育みたいと考えている。「科学のまなざし」とは「自然の事物・現象をよく見つけ、そこから見えないものをとらえようとする感覚」のことである。見えないものには自然の事物・現象の本質と、自然に対する自分自身の感性の二つがある。したがって、「科学のまなざし」をもつ人とは、自然の事物・現象の本質を知り、自然に対して感動したり、畏敬の念を抱いたりするような豊かな心をもつ人ととらえることができる。つまり私たちは、理科でこそ育める「知性」と「情操」を子どもたちに育みたいと考えているのである。

「科学のまなざし」をもった子どもたちは、身の回りにあふれる自然の事物・現象から様々な「知性」と「情操」を涵養し、人生を豊かにすることができるだろう。「知性」と「情操」を深めた子どもは、自らを取り巻く自然環境や社会に対して、客観的な根拠や事実に基づいた議論を重ね、道徳的な価値判断をすることができるようになるだろう。それは、自然や社会との共生が必要な未来を生きるために必要な資質・能力でもある。子どもたちが理科を通して、「科学のまなざし」をもち、自らの人生を豊かにしていく人になることを私たちは願っている。

## 2 教科ならではの文化

「科学のまなざし」は「理科ならではの文化」を味わう中で育まれる。私たちは「理科ならではの文化」を「**実証性・再現性・客観性にこだわりながら、自然の事物・現象に向き合う営み**」であると考えている。理科の授業で子どもたちが試行錯誤する際、そのよりどころとなるものは実証性・再現性・客観性の三つの視点である。言い換えれば、この三つの視点に基づく試行錯誤こそ、他教科にはない理科の特徴でもある。三つの視点にこだわりながら自然の事物・現象に向き合うことは、自分の考えが誰にとっても納得のできる妥当なものであるのか、矛盾のない説明になっているのかを子どもたち同士で確かめるきっかけとなり、自分の考えをよりよいものにしていくことにつながると思っている。

実証性	観察・実験の結果が考えを裏付けるものであること
再現性	同一条件下において観察・実験を繰り返し行ったり、他の仲間が行ったりしても同様の結果が得られること
客観性	異なる観察・実験であっても共通している部分があったり、疑いようのない事実であったりすること

## 3 願う子どもの学び

私たちが願う子どもの学びとは、「自然の事物・現象から探究心を高めたり、自然の事物・現象のとらえ方を発展・深化させたりすること」である。子どもたちは自然の事物・現象に向き合ったときに、不思議に思う気持ちが自然と湧き起こる。この気持ちを足がかりに、自然の本質を見出そうとする気持ちが探究心である。この探究心を原動力にして、子どもたちは今までもっていた自然に対する概念や認識の仕方を広げたり、深めたりしていく。逆に、自然の事物・現象のとらえ方の発展・深化によって、子どもたちは達成感や満足感を得ると同時に新たな疑問をもち、さらに探究心を高めていく。私たちは授業を通して、このような相互作用的な働きである、探究心の高まりと自然の事物・現象のとらえ方の発展・深化という学びを、子どもたちに育んでほしいと願っている。

これまでの研究から、私たちはそのような学びの実現のためには、実証性・再現性・客観性の三つの視点に基づく、仲間との「科学的対話」が大切であることを見出してきた。そこで本年度は、子どもたちが仲間との「科学的対話」をふまえながら、より主体的・協働的に「願う学び」にせまっていくために、理科部として以下の点を大切に授業づくりを行おうと考えている。

- ・子どもたち自身が授業の展開を構築していけるような題材選定や授業構想をすること
- ・子どもたちの問いや、子どもたちの観察・実験結果や考察の共有場面を十分に設定すること
- ・ノート記録等の個別の学習記録を充実させること

## 理科の主張

私たちが工夫された題材を用いて授業を構想することで、子どもたちは自分たちなりの疑問をもち、主体的に自然の事物・現象のしくみや原因を解き明かそうとするだろう。そのとき子どもたちは、お互いの疑問を出し合い、探究の目標をすり合わせて問いを共有したり、観察・実験の結果や考察を共有したりする必要性を感じると考えられる。そのような子どもたちのために、十分な共有場面を設定することが大切であると考えている。共有場面を通して子どもたちは、自分自身の探究について語ったり、相手の探究に耳を傾けたりしながら、お互いに探究の見通しを理解しあった学習集団となるだろう。そのような学習集団では、お互いの探究がお互いのために役立つものとなる。そのため、子どもたちは自分自身の探求の立ち位置の理解や、学習集団の探究の発展のために、学習記録を残す必要性に気づくはずである。私たちは、子どもたちの残す学習記録を見とったり価値づけたりすることで、個別の探究が仲間の探究の手助けにもなり得るという実感をもたせ、子どもたちがより主体的・協働的に「願う学び」にせまっていける環境を整えようと考えている。

質の高い「科学的対話」は、子どもたちを「理科ならではの文化」へ誘い、子どもたちの「科学のまなざし」を育てていこう。このようにして私たちは、理科の授業だからこそ育むことのできる子どもの学びの実現をめざしたいと考えている。

# 授 業 実 践

## 1 題材名 「未知の白い物質」

### 2 本題材で願う学び

加熱すると消えてしまう未知の白色物質について疑問をもった子どもたちが、さまざまな化学的性質を追究することで、状態変化と化学変化の違いを理解することができる。また、自然の事物・現象に対する物質観を広げることができる。

【学習指導要領との関連：(4)化学変化と原子・分子 ア(ア)㉞】

### 3 題材観

#### (1) これまでの子どもたちの学び

身の回りには大量の化学物質があふれており、さまざまな化学変化を利活用している。例えば私たちの体はとても敏感なセンサーであり、例えごく少量であっても化学物質を感じとることで、においや味として認識することができる。食塩をなめたときには、唾液中で速やかに電離し、ナトリウムイオンと塩化物イオンを舌の味蕾が受け取ることで、「塩味」を認識し、同じような経験を重ねることで、食塩という物質を認識することができる。未知の物質を同定することは、ごく自然に行われていると言えるだろう。におう、味わうといった経験に基づいて分析していくことも大切ではあるが、その物質のもつ化学的性質を手がかりにして分析する過程こそ、理科ならではの文化を味わうことであろう。

未知の物質について、化学的性質を基に追究する活動は、1年時に砂糖や食塩、かたくり粉といった身の回りの物質を加熱することで行ってきた。また、発生した気体の性質を手がかりに、目には見えない二酸化炭素や酸素といった気体の種類を同定してきた。しかし、これらの物質は子どもたちにとって身近である反面、すぐに同定できてしまう物質でもあり、本当に未知の物質とは言いがたい。本当に未知の物質を科学的に解き明かそうとするときには、どのような化学的性質があるのか、化学反応によってどのような物質に変化するのか、変化した結果からどのような原子や分子から構成されているのかといった、通常ではとらえることのないミクロな視点で、物質を見つめることになる。これはまさに「科学のまなざし」をもって物質をとらえる姿であるだろう。

これまで子どもたちが認識している物質の変化は、固体・液体・気体の状態変化であることがほとんどだろう。しかし、砂糖を加熱したときなど、物質を燃焼させるときには、状態変化とは異なる変化がおきるからこそ、砂糖とは異なる二酸化炭素などが発生する。状態変化の視点だけで物質の変化を捉えている子ども

にとっては、砂糖を加熱したときには、砂糖という固体が溶けて気体が発生したと考えている可能性がある。未知の物質について追究するときにも、同様に考える子どもたちがいるのではないだろうか。しかし、未知の物質を科学的に探究していく過程で、状態変化とは異なる変化がおきていることに子どもたちは気づいていくのではないかと考えられる。

#### (2) 本当に未知の物質「炭酸水素アンモニウム」

子どもたちの身の回りにはないような、本当に未知の物質に挑むときこそ、切実感をもって科学的に探究することになり、仲間との「科学的な対話」がより深まることが期待される。そこで、本題材では子どもたちにとって本当に未知の物質であろう「炭酸水素アンモニウム」を扱う。

炭酸水素アンモニウム(図1)は、常温でも特異なアンモニア臭のある白色の結晶(粉末)である。溶解度は17.4g(20℃)と水によく溶け、水溶液はアルカリ性を呈する。



図1 炭酸水素アンモニウムの結晶

炭酸水素アンモニウム2.0gを試験管で加熱すると、白色の固体がみるみるうちに小さくなり、加熱し始めてから4分程度で完全に消えて無くなる(図2)。加熱をしていると特異な刺激臭があり、発生した気体を水に溶かすとアルカリ性を呈した。ここからアンモニアが発生したことが考えられる。一方、水上置換法で捕集した場合、発生した気体を石灰水に通すと白濁したことから、二酸化炭素が発生したことがわかる。また、水上置換法で捕集した気体を水に溶かすと酸性を示すことから、捕集時に水槽内にアンモニアが溶解し、二酸化炭素のみ残留したと推測される。また、加熱後の試験管の口には水滴が付着しており、塩化コバルト紙を用いると水である

ことがわかる。この水にも発生したアンモニアが溶けており、アルカリ性を呈する。

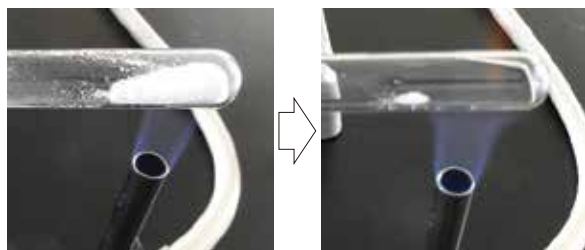


図2 加熱前後のようす

以上のような性質から、炭酸水素アンモニウムを加熱することで、二酸化炭素とアンモニア、水（水蒸気）の3種類の気体が発生したことがわかる。あたかも消えて無くなったように見えたのは、状態変化をして気体になったのではなく、化学変化をして複数の気体が発生したことが理解できる。発生した気体を構成する原子の組み合わせから、炭酸水素アンモニウムは窒素原子、炭素原子、水素原子、酸素原子が結びついた物質であることが明らかになる。一連の反応を化学反応式で表すと次のようになる。



（一般的には $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ と表記する）

このように、子どもたちは炭酸水素アンモニウムを加熱することによって発生した気体を、既習の気体の性質、水溶液の性質と関連づけながら、どのような原子から構成されているのかを明らかにすることができるだろう。また、発生した物質は全て同一物質であるため、子どもたちにとって化学反応式を立式しやすい。また、一般的に学習指導要領解説や教科書で取り上げられている炭酸水素ナトリウムでは同じような白色の固体である炭酸ナトリウムが残留することから、明らかに化学変化をしたという実感が伴わない可能性がある。炭酸水素アンモニウムの場合は全て気体となって消えてしまうことから、化学変化に気づく教材として、非常に価値が高い。

加熱すると気体を発生させる性質をもつことから、炭酸水素アンモニウムは発泡剤として工業的に使用されており、合成ゴムなどの製造に活用されている。また加熱すると全て気体となって消えるため、残留物がなく、単位物質当たりで効率よく発泡させることができるので、食品添加物として優れている。常温でも徐々に分解してしまうような不安定な物質であり、発泡の過程でアンモニアが発生するため、決して一般家庭向けではないが、子どもたちが触れたとしても比較的 안전한物質である。なお、そのまま食すと、アルカリ性が原因と考えられる独特な“えぐみ”を有するが、

総じて有害な物質ではないので、炭酸水素アンモニウムは教材として有用である。

### (3) 本題材で願う子どもの姿

本題材では、白い炭酸水素アンモニウムを加熱すると消えてなくなるという現象に出会うことで、子どもたちの探究心を刺激させていきたい。なぜ消えてしまうのか、気体が複数発生することがあるのかといった疑問が、題材を通した子どもたちの科学的探究の原動力となるだろう。一見すると状態変化のように見えるが、気体の性質から明らかに複数の気体が発生したことを確認し、化学変化という全く異なる反応が起きていることを子どもたちは認識していこう。その過程では、仲間との科学的対話を通して、妥当な考えであるのか互いに吟味するような姿が見られるだろう。このような姿は、理科ならではの文化を味わっている姿であると考えられる。

本題材を通して、状態変化と化学変化の違いを自覚的にとらえる子どもたちの姿が見られるはずである。加熱するという同じような操作ではあるが、同じ原子・分子が変化する状態変化と、原子・分子の組み合わせ自体が変化してしまう化学変化が全く異なるものであると子どもたちはとらえるだろう。炭酸水素アンモニウムを加熱した結果、状態変化では説明できない変化が見られることから、状態変化とは異なる変化があることを子どもたちは見いだしていく。加熱をすることは状態変化をすることだと考えていた子どもたちにとって、加熱をすると化学変化がおきる場合もある、という新たな視点が加わることで、物質の変化のとらえ方を一段と発展・深化させるだろう。このような、物質の変化についてのとらえ方である「物質観」が、本題材を通して一気に広がると期待される（図3）。

「物質観」を広げた子どもたちは、酸化銀の熱分解や水の電気分解など、他の変化でも同じようにとらえるだろう。このような経験を繰り返していくことで、ミクロな視点で自然の事物・現象を見つめることが、その物質を明らかにする有効な手段であると認識するだろう。本題材を終えても、次なる未知の物質や化学反応に出会ったり、生物の器官や、細胞の中でおきる反応について化学反応式で考えたときにも、子どもたちの自然の事物・現象のとらえ方が発展したり、深まったりする姿が見られるのではないかと期待される。

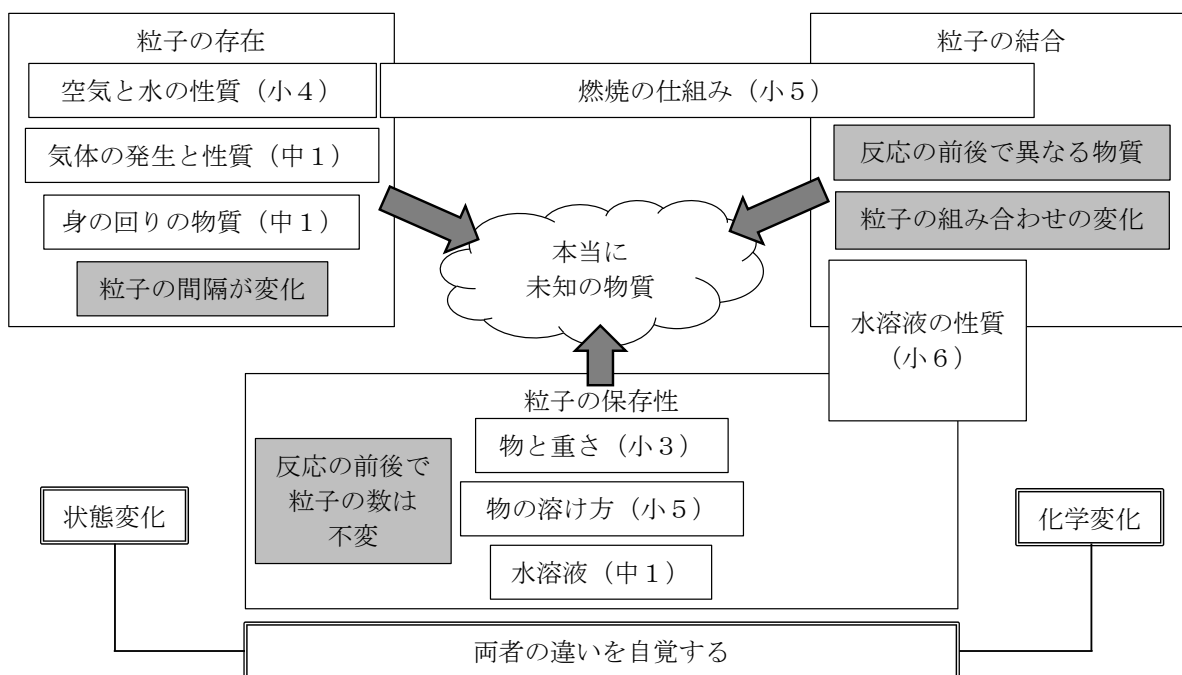


図3 これまでの子どもたちの学びと、期待される物質観の発展・深化

#### 4 題材構想 (全5時間)

- (1) 未知の物質に出会う
- (2) 加熱することで、別の物質になったのか、同じ物質のままなのか
- (3) 化学変化を粒子でとらえる

#### 5 本題材でみられた子どもたちのあらわれ

##### (1) 第1時 本当に未知の物質に出会う

授業者は「未知の白い粉末」と称して炭酸水素アンモニウムを水に溶かし、「水溶液にした状態で、溶かした未知の白い粉末を取り出すにはどうしたらよいか」と発問した。これは、白い粉末を加熱するということに文脈をもたせることをねらった発問である。子どもたちからは、以下のような方法があげられた。

- 蒸発皿に入れてガスバーナーで加熱する。
- 水溶液をろ過する。
- 水溶液を試験管に入れ、氷の入ったビーカーにつける。

など

班ごとに試行錯誤する中で、思い通りに白い物質を取り出せないことに疑問を感じ、複数の実験方法を試そうとする姿が見られた(図4)。特に、水溶液を加熱した班では、刺激臭に気づき、何らかの気体が発生していることに注目し、蒸留装置を用いて気体を捕集しようとする姿も見られた。また冷却した班からは、温度をより低下させるために、氷に塩を加える班や、冷

凍庫で凍結する寸前まで冷却しようとする姿もあった。そのままの水溶液をろ過したり、冷却した水溶液をろ過したりする班では、ろ紙には何も残らず、ろ液に残っているのではないかと考えている姿も見られた。



図4 第1時の実験のようす

第1時の終末に、各班の実験結果と、考えたことや疑問点を共有する時間をとった。以下は全体で行われた子どもたちの対話とその板書(図5)である。

- 蒸発させたが、白い粉末を取り出すことはできなかった。加熱をしていると臭いがしたので、気体になってしまったのではないか。
- 冷やして再結晶させようとしたが、冷えきらなかったのか、取り出すことはできなかった。
- 冷やした水溶液をろ過したが、結晶は残らなかった。ろ紙からは刺激臭がした。
- 気体になってしまったという意見につけ加えて、蒸留をしたら何らかの気体を集めることができた。
- 取り出すことができなかったのは、沸点が低い物質で、気体になってしまい取り出すことができなかったのではないか。
- 沸点が低いというのは違うのではないか。常温で白い固体として存在するのだから、少し加熱しただけで気体に変化するのだろうか。
- 白い粉末が別の気体に変化した可能性があるのではないだろうか。

など



図5 第1時の板書

子どもたちの対話からは、加熱をしても、冷却をしても何らかの気体が発生したという客観性を手がかりに、探究心を高めているようすが見られた。また温度と状態の関係に気づき、状態変化があり得るのか、別の物質に変化した可能性があるのかという点に疑問をもっている姿も見られた。授業者はこの2点について整理し、「加熱することで、別の物質になったのか、同じ物質のままなのか」という問いを焦点化した。次時では白い物質を直接加熱することで、確かめていくことを確認した。以下は授業後の子どもたちのノートの記述である。

- 水溶液を蒸留したら気体が発生した。この気体は何だろうか。白い粉末由来なのだろうか。
- 化学反応なのか、状態変化なのか……化学変化ならば、どのような反応がおきているのだろうか。

- 水と融合してしまったのではないのか。
- 白い粉末自体が変化して臭いが発生したのか。水と白い粉末が反応した副反応なのか。
- 粉末が状態変化するのは正直ありえなさそう。たぶん有機物に近いと思うが、炭が残っていない。やはり、粉末だけで加熱するのは大切だと思う。
- 昇華をしたのだろうか。しかし、常温程度で固体なのに、水の沸点になっただけで昇華するのは、(温度の)間隔が狭すぎる。
- 状態変化だけでは気体は発生しなさそう。発生したものを水で少しは冷えているはずだから、この気体は白い粉末とは別物だと思う。その新しくできた気体は何？

など

## (2) 第2～4時

### 加熱することで、別の物質になったのか、同じ物質のままなのか

第2時の冒頭に、前時に冷凍庫に入れ、常温で溶かした試験管を授業者は提示した。考えていた以上に白い物質が沈殿していることに子どもたちは驚き、水溶液に溶かした白い物質が少なすぎたから取り出せなかったわけではないこと、物質として消えてしまったわけではないことを確認した。前時に焦点化した問を確かめるためにはどのような実験を行えばよいのかを子どもたちは考え、実験を行った(図6)。授業では子どもたちから化学変化という言葉も出てきたので、状態変化説を説1、加熱をして別の物質に変化した(化学変化)説を説2とした。



図6 第2時の実験のようす

以下は第2時の実験結果のノートの記述の一部である。

- 粉末を加熱した結果消えた。昇華してそのときに刺激臭が発生したのではないか。
- 昇華して状態変化がおきたと考えられるが、加熱したときに何も混ざったとは言えない。
- 加熱をしても燃えなかったので、有機物ではない。二酸化炭素に化学変化したのではないか。
- 白い粉末を加熱して、その気体を集めて冷やすと粉末が出てきた。
- 気体になると二酸化炭素を含み、加熱すると水が発生する。これらが発生する物質とは何だろうか。
- 固体が液体と二酸化炭素に分かれたので、化学変化をしていると思う。
- 粉末を加熱すると二酸化炭素になった。炭酸水素ナトリウムだろうか。
- 白い粉末は水、アンモニアが結びついた物質ではないか。
- 加熱すると固体→液体→気体の順の変化により、状態変化だと考えられる。しかし液体の部分が砂糖や水の状態変化とは違うような……？何か違和感を覚えた。状態変化で水と他の気体と別の固体が発生する訳がないから、化学変化かもしれない。
- 白い粉末を構成するのは、二酸化炭素と水と透明な結晶ではないか。

など

第3時には各班の実験結果を共有し、白い物質を加熱すると同じ物質のままなのか(説1:状態変化)、違う物質になるのか(説2:化学変化)を議論した(図7)。議論は子どもたちによるファシリテートによって進め、授業者は板書で整理するように努めた。以下は全体で行われた子どもたちの対話である。

- 加熱したときに、試験管の口の方に白い粉末がついていた。
- 加熱したときをみたら、粉が液体になることなく、直接気体となって消えていた。だから、昇華の説があるのではないだろうか。
- その物質の沸点が低かったので、水分と一緒に気体になってしまったという可能性もあるし、化学変化によって別の物質に変わったという可能性もあるので、現時点では断定できないと思った。
- 気体を集めて、性質を調べた。水をつけたリトマス紙につけたら、赤が青になり、青は青のままに

なったから、アルカリ性であることが分かった。試験管の先に曇り(水滴)がついて、塩化コバルト紙によって水であることが分かった。気体からは鼻を刺すような刺激臭がした。白い結晶が発生したという班があったけど、僕たちは発生しなかった。

- 白い粉末、液体、二酸化炭素の3種類の物質になったので、化学変化だと思う。
- 石灰水が白く濁ったということ、リトマス紙が青くなってアルカリ性だということについて疑問点がある。石灰水が白く濁ったということから、二酸化炭素が発生しているが、二酸化炭素は(水に溶けると)酸性のはずなのに、リトマス紙が青くなっていることから、この違いは何だろうか。アルカリ性の気体と二酸化炭素が同時に発生しているということなら、3種類に分解されているということだと思う。
- リトマス紙を試験管の上の方につけた。二酸化炭素とアルカリ性の気体は質量が違い、二酸化炭素が重いから下にたまり、アルカリ性の気体が空気よりも軽いから上にいったと思う。
- 昇華説が出ていたけど、自分はドライアイスしか知らないが、現実味がないと思う。ドライアイスはとても冷たくて、昇華しているが、(白い粉末は)冷たくないで、昇華と言えるのだろうか。
- ここまでの話では、二酸化炭素が出ているという反応があるが、リトマス紙をつけると逆にアルカリ性という反応が出ているから、A君が言ったように、質量の違いでおきているのではないかと考えられる。もし状態変化だとしたら、質量の違う気体自体が表れないで、一つの物質のはずなので、質量が違うという気体が発生しているので、状態変化ではないと思う。

など



図7 第3時の対話のようす



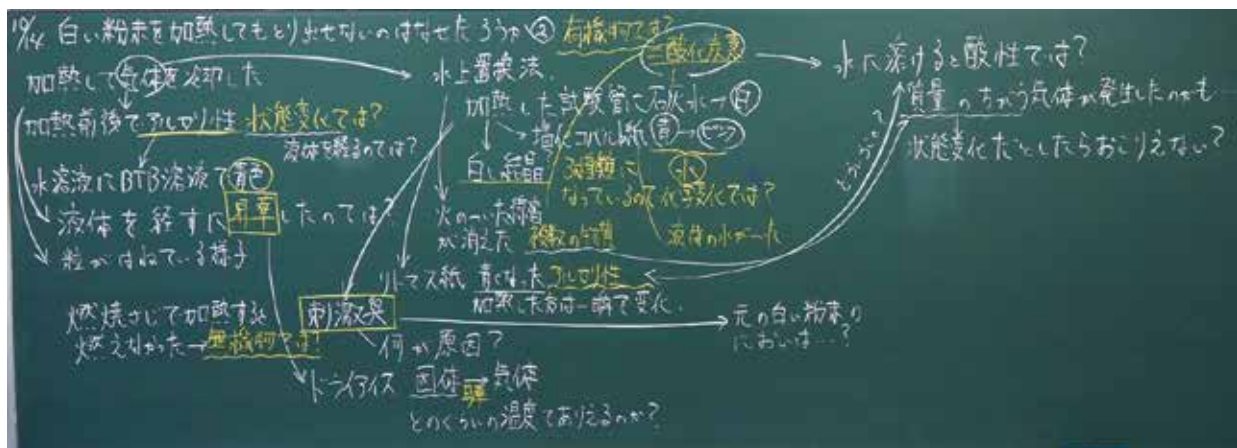


図8 第3時の板書

子どもたちは議論を通して、状態変化説では説明しきれない部分が多いことに気づいていた。また、質量の異なる気体が発生したと考えれば、リトマス紙などで分かった水溶液の性質も説明できるのではないかと推測していた。しかし、加熱が不十分であることが理由となり、加熱した試験管の口に昇華した炭酸水素アンモニウムが付着していることや、刺激臭のする気体は何なのか、といったことに疑問が残っているようすであった。特に加熱前の白い物質からも刺激臭を感じ、加熱前後で同じアルカリ性であることが根強く疑問として残っていた。

白い粉末を加熱したことによって二酸化炭素と水、他の物質が発生したことを確認し、第4時には他の物質として何があり得るのかを検証するように投げかけた。刺激臭があることを手がかりに、子どもたちはアンモニア、硫黄、塩素といった気体を候補に挙げた。硫黄についてはこれまでの授業で扱っていなかったため、硫黄の単体を提示することで、明らかに白い物質ではないことを確認した。

比較対象としてアンモニア水や塩素の溶けた水溶液を使用し、アルカリ性を示すのはアンモニアであることを子どもたちは確認した。また、水上置換法で気体を集めた際の水槽内の水がアルカリ性を示すことなどを通して、アンモニアが発生していることを確かめた。ここまでの追究実験や議論を通して、白い物質を加熱すると化学変化をおこすことを全体で確認した後、白い物質が炭酸水素アンモニウムであることや、膨張剤として使用されていることを説明した。

(3) 第5時 化学変化を粒子でとらえる

前時までには、炭酸水素アンモニウムを加熱すると、化学変化がおきることが明らかになったので、授業者から反応全体を粒子で表してみるようになげかけた。子どもたちは色のついた粒子モデルを使用して反応の

ようすを表していった。二酸化炭素をCO<sub>2</sub>で表したり、水をH<sub>2</sub>Oで表したりする班も見られたため、アンモニアがNH<sub>3</sub>というような複数の粒子で構成されていることを伝え、モデルを用いて反応のようすを再度確認するようにした。最後に題材を振り返り、状態変化と化学変化の違いについてまとめるように促した。以下はその際の記述の一部である。

- 状態変化は物質内の粒子の集まり方が変わること、物質の体積が変わるだけで、質量や物質そのものの性質は変化しない。化学変化は物質内の分子のつながり方が変わること、粒子の数が変わらないため物質の質量の合計は変化しないが、粒子同士のつながりが変化することによって物質そのものの性質が変化する。
- 状態変化は、温度によって物質の状態が変化し、化学変化は、今回の白い粉末のように、物質の状態が変わるのではなく、物質そのものが別の物質に変化する、分かれるという違いがある。
- 状態変化は物質の温度によって状態が変わるけど、物質自体は同じもの。しかし、化学変化はもともと物質が別の物質に変化してしまうのでその物質は元とは違う。
- 化学変化は物質が違う物質に分かれたり、物質がくっついて違う物質になったりすること。
- すべて粒子に表してみると、どのように化学変化したのかが分かりやすくなる。今回は熱分解であったが、他の分解のしかたも実験していきたい。  
など

## 6 本題材の成果と課題

### (1) 成果

本題材では子どもたちにとって本当に未知の物質である炭酸水素アンモニウムを使用した。このことによって、子どもたちは既習の知識や実験の技能を総動員させながら思考錯誤していた。特に第3時の実験結果を共有する場面では、班ごとに実験した結果を、科学的な言葉を用いて説明する姿が多く見られた。共有する際にもこれまでの学びを生かし、子どもたちによって議論を進めることができた。このような状況は子どもたちにとって本当に未知の物質であるからこそ、試行錯誤する姿を生み出したのではないかと考えられる。

また自分の班では確認できなかったことを、他の班の結果から補ったり、残った疑問を解決したりする姿も見られた。炭酸水素アンモニウムを加熱すると混合気体が発生し、酸性を示す二酸化炭素と、アルカリ性を示すアンモニアが発生する。このことに疑問をもった子たちが、発生した気体の上方と下方で異なる反応であったことや、2種類の気体が発生し質量が異なるのではないかという考えを共有していく中で、より妥当な考えに精緻化していくような対話が見られた。こ

のような姿は、本校理科部の主張している実証性・再現性・客観性にこだわりながら、自然の事物・現象に向き合う理科ならではの文化を味わう姿であると言えるだろう。

### (2) 課題

本題材では炭酸水素アンモニウムを加熱することに文脈をもたせるために、導入時に水溶液にした。この際に、炭酸水素アンモニウムが水と反応したのではないかと考える子もいた。また水溶液を加熱するとき、水が蒸発することと、炭酸水素アンモニウムが熱分解することを混同しやすく、子どもたちにとって難しかったと考えられる。熱分解に焦点化するためにどのような文脈を設定すべきなのか検討の余地があるだろう。

また、実験結果や考察の共有場面を十分に確保するような題材構想としたが、共有する際に、他班の考えを十分に理解していない可能性が見えてきた。実験のようすを写真に記録しておいたが、共有する場面では有効に使う班がなかった。子どもたちが、自らの探究の立ち位置を自覚し、より質の高い学びを実現できるような手立てについて研究を進めていきたい。

参考文献：小林俊行（2020）「主体的に学習に取り組む態度をどう評価するか

—化学変化の導入授業という具体を通して—」『理科の教育』812号 東洋館出版社

参考資料：国立医薬品食品衛生研究所『国際化学物質安全性カード 炭酸水素アンモニウム』

[https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p\\_card\\_id=1333&p\\_version=2&p\\_lang=ja](https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=1333&p_version=2&p_lang=ja)

## 本年度の実践における成果と課題

「未知の白い物質」の題材を通して、子どもたちは状態変化と化学変化の違いについて認識を深めることができた。本題材を含め、化学変化の導入や原子・分子・化学反応式の単元では以下のような題材を用いて学習を進めた。

- 1 未知の白い物質（炭酸水素アンモニウムの熱分解）
- 2 水分子はどのような原子で構成されているのだろうか（電気分解）
- 3 原子・分子・化学反応式
- 4 炭酸水素ナトリウム熱分解（パフォーマンステスト）その他の分解（酸化銀の熱分解）
- 5 デンプンの消化反応

最初に状態変化と化学変化の違いについて認識することで、さまざまな反応を調べる際に、反応前後の物質の性質が同じなのか、違うのかといった視点をもって追究していく姿が見られた。実験結果から粒子モデルを用いて、明確な違いをもって説明する姿が見られた（図9）。

また反応前後で異なる性質をもった物質に変化するため、化学変化を化学反応式で表す際に、「＝」ではなく「→」で表す方が理にかなっていることを見出す子もいた。化学反応式で表す際には都市ガスの燃焼などの身の回りの現象や既習の現象に着目したり、消化液によるデンプン水溶液の消化実験を行ったりすることで、化学変化が身の回りにおきていることを認識する姿が見られた。特にデンプンの消化反応のように、「生命」を柱とする領域についても、「粒子」の視点でとらえる姿が見られ、子どもたちが領域を横断して、科学的な概念を構築する可能性が示唆された。以上のように、本題材をきっかけとして子どもたちの物質観が広がっていく姿が見られたことから、状態変化と化学変化の違いを認識する本題材のような題材構想は有効であったと言えるだろう。

領域を横断して子どもたちが科学的な概念を構築する際には、教師による意図的な題材の配列と、子どもたちによる過去の学習記録へのスムーズなアクセスが必要になってくるだろう。意図的な題材配列のためには、図3のように関連する概念を構造化した上で、子どもたちにとって魅力的な題材を選定していくことが有効であると考えられる。しかし、領域間のつながりや、学年をまたがった学びの系統性について、十分に検討できているとは言いがたい。領域間のつながりや学びの系統性といった視点をもって、題材開発をしていくことが大切になってくるだろう。また子どもたちが自覚的に科学的な概念を構築するためには、ノート記録等の個別の学習記録を充実させることが欠かせないと考えられる。子どもたちの残す学習記録を見とったり価値づけたりすることを今後も継続し、どのような手立てが有効であるのかを検討していきたい。

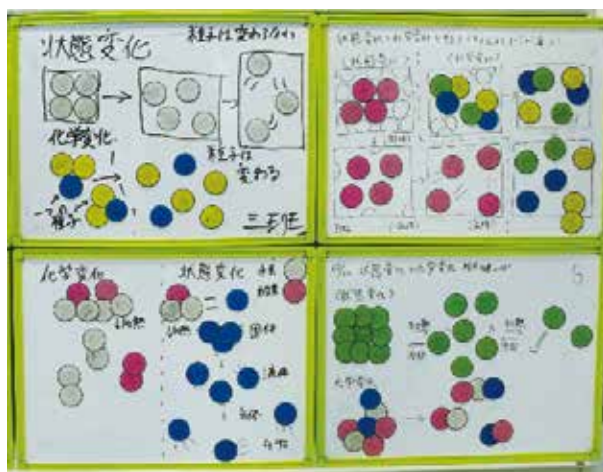


図9 状態変化と化学変化の違いを粒子モデルで表したホワイトボードの記述

理科の実践事例は下記 QR コードよりご覧いただけます。

静岡大学教育実践総合センター紀要（第32巻）

「課題発見の方法としての「現象との出会い」を大切にした授業実践

—現象から見出す「問いの共有」を大切にした授業づくり—

高橋 政宏 井出 祐介 郡司 賀透

