

第3学年 理科 学習指導案

奈良教育大学附属中学校 教諭 佐竹 靖

1. 単元名 「緑の石の成分は何か～孔雀石の成分を調べる学習（中学3年物質領域）～」

2. 単元の目標

- ・「緑の石」の成分を調べる実験を、既習事項を踏まえて計画・実施できる。（知識・技能）
- ・「緑の石」の成分を調べる実験について、論理的に計画を立案し実施することができる。また、実験結果から「緑の石」の成分を科学的に判断できる。（思考・判断・表現）
- ・「緑の石」の成分が何であるか進んで調べようとし、論理的に実験計画を立案するなど、科学的に探求しようとすることができる。（主体的に学習に取り組む態度）

3. 単元について

（1）教材観

生徒にとって、本当に身の回りの物質が、全て原子・分子でできていると実感を伴って理解しているのだろうか。本単元では、ただの「緑の石」が実験によって分解され、構成する元素が特定される。この経験を機に、生徒の物質観（物質の見方）をより実感の伴ったものへと変容させたい。中学校理科では、岩石の分類や成因については学ぶが、構成する鉱物の化学組成が化学式で表せることまでは学ばない。そこで、いわゆる薬品庫から出てきた薬品について調べるのではなく、敢えて自然から得られた「緑の石」の成分を明らかにする学習を仕組むことで、生徒の物質観を大きく変容させることができると考えた。

「緑の石」と称して扱うのは孔雀石（ $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ）である。孔雀石はその色と模様的美しさから、古くは顔料として利用され、現在はアクセサリーの材料としても使われている。自然界では銅鉱床周縁に生じる二次鉱床として産することが多い。また、銅製の寺院の屋根などに現れる銅サビ（緑青）の主成分と同じである。孔雀石は粉末にして加熱すると二酸化炭素を発生し、黒色の酸化銅が生じる。さらにその酸化銅と炭素粉末を混合して加熱すると還元されて銅が得られる。また、塩酸に溶かすと二酸化炭素を発生させ、溶液は青緑色の塩化銅水溶液になる。さらにその塩化銅水溶液を電気分解すると陰極に銅が付着する。そのため孔雀石は、中学校3年間で学習する気体の性質や分解、酸化還元反応、水溶液とイオンといったすべての知識や実験技能を動員することで成分を明らかにすることができる（例えば古賀・田中 2006, 岩手県立総合教育センター2012）。

また、本単元では、自然の石から化学変化によって銅が得られることが実体験できる。そのため、資源の有限性や、宇宙や地球における物質の循環性というESDの視点を働かせることが可能である。さらに、身の回りの物質をどう認識するかといった自然環境や生態系の保全の基盤となる概念を形成することは、持続可能な社会の創りに育てたい価値観を育むことにつながると考える。

（2）生徒観

さて、生徒はどのような物質観をもっているのだろうか。本単元を学習前に、図のようなアンケートを実施した。その結果、化学式で表せると答えた生徒は、「炭素」や「水素」といった理科で学習した具体

的な元素名や化学物質名に近いものほど多く、「木」や「石ころ」といった身近に見られる生物的なものや抽象的なものほど少なかった(佐竹 2016)。このことから、生徒は、身の回りの物質が全て原子・分子でできているとは実感されておらず、化学物質と自然の事物を分けて考える傾向があると推察される。

Q1. 次のうち、化学式を使って表すことができる(できそうな)ものはどれですか?丸をつけて下さい。

ヘモグロビン, 土, 光, 花こう岩, プロパンガス, ガラス, 10円玉, 木, 水, 磁力, お米, 太陽, 落ち葉, 食塩水, 紙, 熱, ブドウ糖, 人間, 水素, 火, 骨, マグネシウムリボン, 筋肉, 砂糖, ビタミンC, 海水, 空気, 石ころ, 炭素

図 アンケートの内容

(3) 指導観

実験計画を立案する際には、これまでに生徒が行ってきた実験を想起させ、マインドマップを活用して既習事項の想起及び整理を行う。また、生徒は、イオンの学習でマグネシウムを塩酸に入れると水素が発生するしくみは学習しているが、物質を塩酸に入れて二酸化炭素が発生するしくみは学習していない。そのため、炭酸カルシウムを塩酸に入れる実験を行うことで補うことにした。さらに、「緑の石」の成分は、1つの実験で全てを明らかにすることができない。実験の過程でわかってきた結果をもとに、実験計画の修正や追加の実験を考えさせた。

○本学習で働かせるESDの視点(見方・考え方)

- ・有限性：実験で銅が生じる場面において、元の孔雀石の量に対して取り出せる銅が少量である気づきや、かつ熱分解や電気分解にかかるエネルギーに着目させることができる。
- ・循環性：化学変化によって銅を取り出す場面において、硬貨などに使われる銅が、自然からもたらされたことを実感できる。

○本学習で育てたいESDの資質・能力

- ・協働的問題解決力：実験計画立案や、実験中に実験計画を修正する場面において、グループのメンバーで考えを出し合いながら問題を解決していく。

○本学習で変容を促すESDの価値観

- ・天然資源の保全：生活の中で用いる銅は大量の天然鉱石と電気エネルギーから生産され、大量の鉱滓が廃棄されることを知り、天然資源の資源浪費を防ぐ価値観を養うことにつながる。

○関連するSDGsの目標

12. つくる責任 つかう責任：天然資源の有限性を実感することで、資源浪費を防ぐ価値観を養い、よりよい消費者としての責任に気づくことができる。

4. 単元の評価規準

ア 知識・技能	イ 思考・判断・表現	ウ 主体的に学習に取り組む態度
①既習の学習内容を踏まえて実験を計画・実行できる。	①論理的に実験計画を立案し、必要に応じて実験計画を修正できる。 ②実験結果から、「緑の石」の成分が何か判断し、他者に説明できる。	①「緑の石」の成分が何であるか進んで調べようとし、論理的に実験計画を立案するなど、科学的に探求しようとする。

5. 単元の指導計画（全5時間）

主な学習活動	学習への支援	◇ESDの視点 ○ESDの資質能力	◇評価 ○備考
1. 石灰石と貝殻の成分を調べる（1時間目） ・炭酸カルシウムを塩酸に入れた際に、二酸化炭素が発生する理由を説明する	実験方法はこちらから提示し、モデルを使って現象を説明させる		
2. 実験計画を立てる（2, 3時間目） 「緑の石」は何でできているのだろうか？ ・イオンの知識をマインドマップでまとめる ・グループで実験計画を立てる	・マインドマップで伸びないブランチについて、教科書や資料集、実験動画などを見せて想起させる	○協働的問題解決力	○実験計画は、フローチャートで計画させる ◇ウ①「緑の石」の成分が何であるか進んで調べようとしているか ◇イ①. 論理的に実験計画を立案しているか
3. 「緑の石」の成分を調べる（4時間目） ・実験計画に従って実験を行う ・結果を共有する	・実験の結果、何がわかって何がわからないか整理させ、わからないことについて追加の実験を考えさせる	○協働的問題解決力 ◇有限性・循環性	◇ア①. 実験計画通りに実験ができていないか ◇イ①. 必要に応じて実験計画を修正しているか ◇イ②. 実験結果を科学的に判断し、他者に説明しているか
4. まとめ（5時間目） ・結果を確認するための演示実験を行う ・次単元へと繋げる	・必要に応じて追実験を演示し、残る疑問を解決する	◇有限性・循環性	○得られた銅の量や科学変化に用いたエネルギーなどに着目させる

6. 成果と課題

事後アンケートの結果、物質観の変容は6つのタイプに大別された（佐竹 2016, 2020）。例えば、「一部の物質原子説→全ての物質原子説」（原子でできているものは限られていると考えていたが、全ての物質が原子でできているように考えるようになった）に変容した生徒が45%、「物質単純説→物質複雑説」（緑の石はただの石で、他に何か入っていると考えなかったが、様々な元素からできていることを知った）に変容した生徒が28%おり、ねらいとしていた物質観の変容を促したことが一定認められた。併せて、インタビューでは、石以外の物質を構成する元素に対しても興味を持つようになったというコメントもあり、本実践による変容が生徒の日常生活の文脈まで影響したことも伺えた。

また、授業の中で「この量から、これだけしか銅がとれないんだ」といったつぶやきも得られたことから、ESDの視点である資源の有限性・循環性にも言及できた生徒がいた。

これらのことから、ESDの価値観を育む基盤の形成には一定の寄与ができたと考える。しかし、これらを自分事化や行動化の次元に引き上げるためには、今日的な社会的問題に対してどのように育まれた価値観が生かされるのかについて検証する必要がある。

参考文献

- 1) 岩手県立総合教育センター（2012）, 「中学校理科観察・実験書-学習指導要領改定に伴う中学校理科観察・実験指導資料-」, pp. 10-16
- 2) 古賀信吉・田中春彦(2006), 「マラカイトの合成と化学実験教材への応用」, 化学と教

育, Vol. 54, No. 2, pp. 102-105

- 3) 佐竹靖(2016), 「中学校理科『化学変化と原子・分子』における生徒理解に基づいた授業改善の試み-量的分析とナラティブの視点からみえる生徒の物質観の変容とその要因を手がかりに-」, 奈良教育大学附属中学校研究紀要, Vol. 45, pp. 31-40
- 4) 佐竹靖(2020), 「これからの自然科学に関する社会問題に対応する力を中学校理科でどう養っていくのか-身近な自然の見方や捉え方を変容させる授業を例に-」, 理科の教育, Vol. 69, No. 810, pp. 29-31