

Class practice that values "encounter with natural phenomena" as a method of finding issues :
Creating lessons that value "sharing questions"
found from phenomena

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-03-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 高橋, 政宏, 井出, 祐介, 郡司, 賀透 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00028710

教育実践報告

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¹ 井出 祐介¹ 郡司 賀透²

(¹静岡大学教育学部附属静岡中学校 ²静岡大学大学院教育学領域)

Class practice that values "encounter with natural phenomena" as a method of finding issues

Creating lessons that value "sharing questions" found from phenomena

Masahiro takahashi Yusuke Ide Yoshiyuki Gunji

要旨

「課題の発見」は、探究の過程における重要な構成要素の1つである。本研究では、「課題の発見」における「自然現象との出会い」の場面に着目した。現象との出会いを起点にして、驚きや意外性といった感覚が生徒間の科学的対話を促進し、理解を深めるような授業計画を構想し実践した。実践事例は、「ゆらゆら人形がコイルと磁石で動く現象」と「炭酸水素アンモニウムが加熱によって消失する現象」の2つである。これらの実践事例から、課題の解決のための探究活動を主体的に行うだけでなく、さらなる探究への意欲を誘発することが示唆された。

キーワード： 中学校理科 課題の発見 科学的対話

1 はじめに

「課題の発見」は、探究の過程における重要な構成要素の1つである。それゆえ、理科教師は授業において「課題の発見」の場面設定を重視して、授業を行ってきた。本研究は、生徒による「自然現象との出会い」の場面に着目したものである。現象との出会いを起点にして、驚きや意外性といった感覚が生徒間の科学的対話を促進し、理解を深めるような授業計画を構想し実践した。

2 研究方法

以下に示す実践を通して、単元導入時の「現象との出会い」を大切にした授業が単元末の生徒の学びにどのような影響を与えたかについて、生徒のノートやワークシートの記述から考察する。

	出会う現象	内容	実践時期	対象
実践1	ゆらゆら人形がコイルと磁石で動く現象	電流と磁界	2020年9月	中学校第2学年
実践2	炭酸水素アンモニウムが加熱によって消失する現象	化学変化	2021年10月	中学校第2学年

3 ゆらゆら人形との出会いを大切にした授業実践

(1) 授業の目標

「ゆらゆら人形」の仕組みについて電流や磁界の条件を制御しながら分析することを通して、磁界中で電流を流すと力が働くことを見いだして理解することができる。

(2) 単元構想

100円均一ショップや、各地のみやげ屋などで見かける、日のよくあたるところに置くと半永久的にゆらゆらと体を動かし続けるおもちゃ（以下、ゆらゆら人形）を分解すると、コイルと磁石が出てくる（図1）。

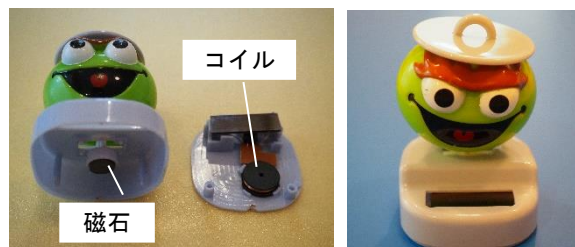


図1 ゆらゆら人形(右)とその分解のようす(左)

そこで、本単元では生徒たちがコイルと磁石で人形が揺れる現象と出会うことを通して、電流が磁界の中で受ける力の規則性を見いだしていけるよう、以下のように単元を構想した。

時数	学習内容	位置づけ
1	ゆらゆら人形の現象からその構造を考える	現象との出会い 課題の発見

2 ～ 6	構造を再現して、揺れる理由を考える	仮説設定 検証実験 考察
7	これまでの探究の流れを振り返り、電流と磁界と力の関係を整理する。	教師による補足 説明 振り返り

(3)「現象との出会い」における授業の実際

「ゆらゆら人形」を生徒たちに紹介し、太陽光電池に光を当てると人形が動くようす、光を当てないと徐々に動きが止まるようすを見せた。

その後「ゆらゆら人形は光を当てるとなぜ動くのか、中の構造を想像してみよう」と問いかけた。この問いかけによって生徒たちは電気でものが運動する過程を想像していくことができた。実際に、生徒たちは「ゆらゆら人形」の構造について、以下のように考えた。

- ・光が当たれば、電気が流れるので動く。
- ・電気力で振り子を動かしている。
- ・電気が流れるとなぜ動くのだろう。
- ・モーターが入っているはずだが、それにしても軽いし、音が静かだ。
- ・磁石が入っているかもしれない。
- ・揺れるのだから磁石は2つ入っているはずだ。振り子のおもりとして磁石が1つあり、その近くにもう1つあるはずだ。
- ・下にあるのは電磁石ではないか。電磁石ならN極やS極を切り替えられる。

人形を分解して構造を見た生徒たちは、以下のような考えを出し合っていた。



図2 ゆらゆら人形の構造を考えるようす

- ・コイルと磁石が入っている。
- ・なぜコイルと磁石で動きが生まれるのだろう。
- ・コイルの役割は何なのだろう。
- ・コイルが磁石になるということがあるのだろうか。

- ・電流が流れるとコイルが磁石になるのだろうか。
- ・磁石とコイルは反発しているのか、引き合っているのか知りたい。
- ・コイルは何極になるのだろうか。

生徒たちはこのような仲間の考えを聞く中で「ゆらゆら人形が動き続ける仕組みを解明しよう」という問いを共有していくことができた(図3)。

太陽光をどうやって力にしているのだろう

動き続ける仕組みってなに?なぜ動く?

コイルの役割って何?

電磁石との関係はあるの?

コイルと磁石がどう関係する?

コイルが磁力を帯びるのはなぜ?

コイルと磁石は反発するの?引き合うの?

電流が流れたときに、コイルは何極になるの?

「ゆらゆら人形が動き続ける仕組みを解明しよう」

図3 問いが共有されるようす

(4)単元末における学びのようす

単元末の生徒たちの感想からは、「ゆらゆら人形」に関する自らの疑問を課題化し、課題の解決のための探究活動を主体的に行い、磁界中で電流を流すと力が働く関係性を導き出す姿が読みとれる。

- ・導線の磁界、コイルの磁界も知ることができてこういう磁石と電流の関係で「ゆらゆら人形」や他の電化製品が動いているんだな、ということがよくわかった。
- ・小学校の時まわるのが当たり前のモーターは、実は電気が流れるものは磁界を生み、磁界同士で極を生み、極と極で退け合ったり、引っ付き合ったりするのを繰り返して回っていた。
- ・私たちの身近にある動く電化製品はすべてコイルと磁石が入っているということだ。
- ・磁界の中で電流を流せば力が生まれることがわかった。では、磁界の中で力を加えれば電流が生み出せるのだろうか。
- ・「電気が流れている」＝「磁界が発生している」ということである。
- ・フレミングの左手の法則で、磁界・電流・力が必ず使われてくるが、これは化学の分子みたいだ。電流の周りには必ず磁界があり、コイルのようにまとまれば極ができ、力が生まれる。この3セットは分子のようにまとまって一つと考えてもよさそうだ。

4 炭酸水素アンモニウムとの出会いを大切にしたい授業実践

(1) 授業の目標

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生徒たちが、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。

(2) 単元構想

炭酸水素アンモニウム (NH_4HCO_3) は、常温でも特異なアンモニア臭のある白色の結晶である。溶解度は 17.4 g (20℃) と水によく溶け、水溶液はアルカリ性を呈する。乾いた試験管に炭酸水素アンモニウムを入れて加熱をすると化学変化をおこし、二酸化炭素、アンモニア、水 (水蒸気) の3つの気体に分解される。

本単元は、白色の粉末が状態変化のようにあかかも“消えて”無くなってしまう現象に生徒たちが出会うことを通して、状態変化と化学変化の違いを自覚していくよう、以下のように構想した。

時数	学習内容	位置づけ
1	未知の白い粉末 (炭酸水素アンモニウム) に出会う	現象との出会い 課題の発見
2 4	粉末を加熱することで、別の物質になった (化学変化した) のか、物質は変化しない (状態変化した) のかについて考える	仮説設定 検証実験 考察 再度検証実験
5	これまでの探究の流れを振り返り、化学変化を粒子でとらえ整理する。	概念化 振り返り

(3) 授業の実際

炭酸水素アンモニウムを加熱するということに文脈をもたせることをねらい、炭酸水素アンモニウムを“未知の物質”と称し、水に溶かした状態から、どのようにしたら“未知の物質”を取り出すことができるかと発問した。生徒たちは蒸発皿に入れてガスバーナーで加熱したり、水溶液をろ過したり、水溶液を試験管に入れ、氷の入ったビーカーにつけたりすることで未知の物質を取り出そうと実験を行った (図4)。

食塩水を加熱したときのように結晶を取り出すことができるという生徒たちの予想に反し、蒸発皿には何も残らない。以下は「現象との出会い」における生徒たちの対話である。

- ・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。
- ・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。

- ・私たちの班はその気体を蒸留して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。



図4 未知の物質を取り出そうと実験するようす

生徒たちの対話からは、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2つの点に疑問をもち始めた。

生徒たちは授業者と共に、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。このように、加熱すると消えてなくなる、という現象に出会うことで、加熱をすると化学変化をするのか、状態変化をするのか、という物質の変化に迫るような問いを、一連の文脈の中で共有することができた (図5)。

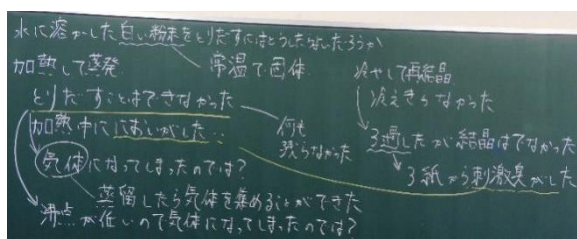


図5 「現象との出会い」における板書

(4) 単元末における学びのようす

単元末の生徒たちの感想からは、「未知の物質」に関する自らの疑問を課題化し、課題の解決のための探究活動を主体的に行い、状態変化と化学変化の違いを理解する姿が読みとれる。

- ・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。
- ・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。

5 「現象との出会い」における効果の検証

(1) 現象と結びついた深い学びの実現

単元末における生徒たちの学びは「現象との出会い」と深く結びついていることがわかる。

実践1	導線の磁界、コイルの磁界も知ることができてこういう磁石と電流の関係で「 <u>ゆらゆら人形</u> 」や他の電化製品が動いているんだな、ということがよくわかった。
実践2	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、 <u>今回の白い粉末のように</u> 、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。

単元末における生徒たちにとって「ゆらゆら人形」や「炭酸水素アンモニウム」は単なる現象ではなく、「電流と磁界と力の関係性」や「状態変化と化学変化の違い」を想起させるものに変化している。

これは、単に知識を詰め込んだ学びではなく、具体的な現象を概念化しているものであると考える。

(2) 主体的な取り組みの促進

単元の導入時に「現象との出会い」の場面を設定することで、生徒たちの学びが主体的になることがわかった。

実践1・実践2共に、第2時以降は各々の班で仮説を立て、実験方法を考え、検証し、仮説を訂正し、再検証するという活動をくり返すようすが見られた。その間授業者はアドバイザーとなり生徒たちの探究を支える役に徹することができた。生徒たちは探究に行き詰まると、他の班や授業者と対話することによって解決方法を見だし、自らの力でさらに探究を進めていくことができた。

これは、「現象との出会い」によって共有された問いが、自らの疑問をもとに生み出されたものであることが大きな要因であると言える。魅力的な現象を目の当たりにすることによって生まれた疑問は、生徒たちの探究の原動力になり、探究への主体性を生み出すものであると考えられる。

(3) さらに探究への意欲の誘発

単元末における生徒たちは、新たな疑問を生み出していることがわかる。

実践1	磁界の中で電流を流せば力が生まれることがわかった。では、 <u>磁界の中で力を加えれば電流が生み出せるのだろうか。</u>
実践2	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。 <u>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。</u>

このことから生徒たちは「現象との出会い」によって生まれた問いの解決だけではなく、新たな問いを自ら生み出していることがわかる。

中学校学習指導要領解説理科編の「資質・能力を育むために重視する探究の過程のイメージ」では探究の過程を次の探究の過程へ接続することの重要性が示唆されている。本実践からは、生徒たちが主体的に疑問を抱き、次の探究の過程に自ら没入していくようすが見られる。「現象との出会い」は生徒たちに探究することへの魅力を実感させ、さらなる探究への意欲をもたせることができるものであると考えられる。

6 今後の課題

「現象との出会い」を大切に授業実践が教育的に大きな効果を生み出す一方で、出会わせるべき魅力的な現象をもつ教材の開発は大きな課題である。なぜならば、出会わせるべき魅力的な現象をもつ教材にはいくつかの条件が必要であるからである。その条件とは、第1に教える内容に関連付いた教材であること、第2に生徒にとってのあたりまえを覆す教材であること、第3に生徒の力（既習事項）で解決可能な教材であること、第4に生徒が教材を目の当たりにしたときの疑問を教師がおおよそ想定できていることである。

今後は様々な学年や分野において、これらの条件を満たす教材を開発し、3年間の理科の学習において「現象との出会い」を大切に授業実践を行っていく。

参考文献

高橋政宏、井出祐介(2021)理科の主張、静岡大学教育学部附属静岡中学校研究紀要第21号