

<実践報告>

自然事象について説明し合うことで、科学的な見方や考え方を養っていく
理科の学習に関する実践研究

大原央之 信州大学教育学部附属松本中学校
 三崎 隆 信州大学教育学部理科教育講座
 村松久和 信州大学教育学部理科教育講座
 伊藤冬樹 信州大学教育学部理科教育講座
 天谷健一 信州大学教育学部理科教育講座
 神原 浩 信州大学教育学部理科教育講座

A Practice Study of a Teaching Method for Improving the Ability to
Think Scientifically by Explaining Natural Phenomenon to Each Other

OHARA Hisayuki:Matsumoto Lower Secondary School attached to
Shinshu University

MISAKI Takashi: Faculty of Education, Shinshu University

MURAMATSU Hisakazu: Faculty of Education, Shinshu University

ITO Fuyuki: Faculty of Education, Shinshu University

TENYA Ken-ichi: Faculty of Education, Shinshu University

KAMBARA Hiroshi: Faculty of Education, Shinshu University

研究の目的	生徒が自然事象について説明し合うことで、科学的な見方や考え方を養っていく理科の学習のあり方について、第2学年物理領域と化学領域における実践事例を基にして事例的に明らかにすることを目的とする。
キーワード	事象についての説明 スピーカー カルメ焼き 粒子概念 学び合い
実践の目的	中学校の理科授業の授業改善を目的とする。
実践者名	大原央之・三崎隆・村松久和・伊藤冬樹・天谷健一・神原浩
対象者	公立M中学校第2学年生徒(36名)
実践期間	2011年10月～2012年12月
実践研究の方法と経過	実践前に対象生徒全員の対象単元に関する素朴概念の実態を調査し、実践後に概念形成の実態を調査して比較検討した。また、調査前の実態から特定の生徒を抽出し、当該生徒の変容を質的に追跡し、分析を加えた。
実践から得られた知見・提言	自然事象について説明し合うことで、科学的な見方や考え方を養っていく理科の学習を行うことが、生徒の電流概念や粒子概念の形成に有効に機能する。

1. はじめに

中央教育審議会答申（平成 20 年 1 月）（文部科学省 2008）の中には、学習指導要領改訂の基本的な考え変え方が 7 項目示されている。その一つが思考力・判断力・表現力等の育成である。この背景として、子どもたちの学力に関する各種の調査結果において、いずれも知識・技能の活用などの思考力・判断力・表現力等に課題が示されていることが挙げられる。これらを受け、中学校学習指導要領理科（平成 20 年 3 月公示）（文部科学省 2008）では、科学的な思考力・判断力・表現力の育成を図る観点から、科学的に探究する学習を一層重視して改善を図るとしている。ここでは、従来の「調べる能力」を「探究する能力の基礎」ととらえ直し、目的意識をもって観察、実験などを行うことに加え、観察、実験の結果を分析して解釈する能力や、導き出した自らの考えを表現する能力の育成に重点を置くこととしている。そして、児童・生徒の実態や、時代のニーズとともに、理科の教科指導においても、改善の具体的事項として、

- ①身近な自然の事物・現象について生徒が自ら問題を見いだし解決する観察・実験などを一層重視し、自然を探究する能力や態度を育成する。
 - ②科学的な知識や概念を活用したり、実社会や実社会と関連付けたりしながら定着を図る。
 - ③科学的な見方や考え方、自然に対する総合的なものの見方を育てる。
- が示された（長野県教育委員会 2010）。

また、今回の改訂の特徴として、

- ①科学に関する基本的概念の一層の定着を図り、科学的な見方や考え方、総合的なものの見方を育成すること
- ②科学的な思考力、表現力の育成を図ること
- ③科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めること
- ④科学的な体験、自然体験の充実を図ること

を示し、科学の基本的な概念はある程度学習を積み重ねながら、少しずつ高度なものに変えていくことが重要であることも示された（長野県教育委員会 2010）。

実際に、これまで筆者らの実践してきた授業や生徒の様態を鑑みると、自分や他の生徒の考えに触れながら自らの科学的な見方や考え方の高まりを実感できる授業の構築が望まれるところである。そこでは、これまでの授業実践を再評価するとともに、平成 24 年度から完全実施される新学習指導要領において求められている思考力・判断力・表現力の育成を目指すことが必要と考える。そこで、中心となる事象を提示することで課題を明確にして、元を貫く課題を設定したこと、一つの事象にかかわり、そこから疑問や課題を導いて解決し、日常の事象に結びつけていけるような単元計画の工夫を行うこと、もう一度自分の考えを見つめ直す、揺さぶる場面を設定したり、異なる考えの友と伝え合う場を設定したりすることを、探究過程の中に位置づけ、これらの活動場面で、中心となる事象について説明し合っていく中で、他の生徒と考えを伝え合うことを通して、自分の考えを修正したり、確かにしたりしていく過程を経る中で、科学的な見方や考え方を養っていくこと

ができるものとする。それによって、自然事象について説明し合うことで、科学的な見方や考え方を養っていく理科の学習のあり方の構築が示唆されるものと考えられる。

2. 研究目的

本研究では、生徒が『自然事象について説明し合うことで、科学的な見方や考え方を養っていく理科の学習』のあり方について、中学2年生の物理領域と化学領域における実践事例を基にして事例的に明らかにすることを目的とする。

3. 研究方法

3.1 実践1

(1) 単元名・学年・時期

単元名「解明しよう！音が発生する仕組み」（2年「電流のはたらき」）（全7単位時間）

授業学級：第2学年2クラス（計36名）

実施時期：平成23年10月

(2) 素材の教材化

過程	素材	素材の価値	教師の支援	生徒の姿（ ）や意識
出会う	磁石のついたポリバケツとラジカセのイヤホンジャックと接続されているコイル 	<ul style="list-style-type: none"> ポリバケツや磁石、コイルが振動して音が発生することを確認できる。 磁石をとりはずせるようにしておくことで、コイルだけでは音が発生しないことや、コイルが磁石から遠いと音が発生しないことから、磁石とコイルが関係していることに気付くことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 自分で確かめたいというつづきをもらえ、自由に観察するように促すことで、振動の原因は磁石と電流の両方が関係していることに気付くことができるようにする。 気づきを発表し合うように促すことで、出された気づきを実験で確かめるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> どうしてポリバケツと磁石とコイルだけで音楽が聞こえてくるの。 ポリバケツから磁石をとってしまうと音は聞こえないぞ。 磁石もコイルも振動しているから、音が発生しているんだ。 磁石にコイルを近づけないと音は聞こえない。 磁石と電流が流れているコイルがなければ、振動が起きないんだ。
打ち込む	ラジカセと接続した発光ダイオード	<ul style="list-style-type: none"> ラジカセから流れてくる電流を確認することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 「ラジカセから電流が流れているのか」という意見を待ち受け、「どうやって確かめられるか」と問うことで、電流の流れを確認する必要感をもてるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> コイルも振動しているから、ずっと電流が流れているはずだ。だから、調べてみたい。 ラジカセから電流が流れているんだ。だから、コイルにも電流が流れているんだ。 素早く点滅しているのはどうしてなんだろう。
	磁石のまわりの磁界	<ul style="list-style-type: none"> 磁石の上に、面用紙をかませ、鉄粉をまいたり、方位磁針を置いたりすることで、磁石のまわりの磁界と磁界の向きを調べることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 磁石が関係しているという意見を待ち受け、「鉄粉と方位磁針を提示し、調べるように促すことで、磁界を視覚的にとらえることができるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> 鉄粉と方位磁針で、磁石の周りの磁界の様子を観察できるんだ。 磁石の磁界の向きは、N極からS極になっているぞ。
	電流を流したコイルのまわりの磁界 	<ul style="list-style-type: none"> 電流を流したコイルのまわりに、鉄粉をまいたり、方位磁針を置いたりすることで、コイルの周りにできる磁界の様子を観察することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> コイルが電磁石になっていることを確かめ、「コイルのまわりの磁界がどうなっているのか」と問うことで、鉄粉や方位磁針を使い磁界を調べることができるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> コイルの外側よりも内側の方が磁界が強い。 コイルの磁界の向きは、磁石みたいに、N極からS極になっているぞ。
	検流計	<ul style="list-style-type: none"> ラジカセからコイルに流れる電流を接続することで、流れる電流の向きについて調べることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 直流電流におけるブランク実験を提示することで、電流の流れについて調べたいという意見を待ち受け、電流の流れを調べることができるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> 左右に針が動いているから、電流が十から一から流れてきているぞ。 今まで学習してきた電流と違うな。
	電気ブランコ 	<ul style="list-style-type: none"> コイルの磁界と磁石の磁界が影響し合い、力が加わって磁石が動く様子を観察することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> コイルの磁界と磁石の磁界が影響し合うことで、力が生じるか確かめるように促すことで、自分の予想を確かめることができるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> コイルに電流を流すことで、力を受け、磁石が動いた。 電流を流したら、一方向に動いて止まってしまった。振動してないぞ。 電流の向きを変えると、磁石の動く向きが変わった。
味わう	本物のスピーカー 	<ul style="list-style-type: none"> スピーカーを分解していくことで、磁石とコイルからできていることに着目できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 「スピーカーのつくりから、音が発生するのはどうしてか」と問うことで、これまでの学習を振り返り、説明できるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> スピーカーも磁石とコイルからできている。 スピーカーから音が発生する理由も、磁石とコイルの磁界が影響し合って、力がはたらくからなんだ。

(3) 単元展開

過程	学習活動	生徒の姿()や意識	問い	教師の支援	評価 (○)	時間	
出会う	大型ポリバケツから音楽が流れてくる事象と出会い、気づいたことを発表する。	どうしてバケツから音が聞こえるの。	コイルがすごく振動している。	コイルと磁石はつながっていないぞ。	事象を提示し、気づいたことを発表するように促すことで、磁石とコイルが振動していることをクラスで確認できるようにする。	○バケツから音が発生する事象について調べたという関心をもつことができたか。(ア)	1
	音が発生する様子を観察し、その理由について、自分たちの気づきを発表する。	バケツを揺ると振動している。だから音が聞こえるんだ。	コイルも磁石に触れると振動が伝わってくる。	コイルと磁石が共鳴しているのかな。	自分で確かめたいというつよやきをとらえ、自由に体験できるように促すことで、振動の原因は磁石と電流の両方が関係していることに気づき、問いを立ち上げることができるようにする。	○音が発生する際には、磁石がコイルと関係していることができたか。(イ)	2
打ち込む	コイルに電流が流れていることを調べたり、鉄粉や方位磁石を使って磁石やコイルのまわりの磁界の様子を調べたりする。	コイルや磁石のところでどんなことがおき、振動して音が発生しているのだろう。	コイルへ電流が流れているのか確かめたい。	電流を流したコイルは磁石になっていないのかな。	磁石のまわりがどうなっているのか確かめたい。	○磁石やコイルのまわりの様子を正確に記録することができたか。(ウ)	3 4
	発光ダイオードにつなげると、点灯する。	クリップを引き寄せたから磁石みたいな性質になっている。	磁石の磁力線の様子や世界の向きが鉄粉や方位磁石で分かる。	「コイルや磁石の力がはたらく空間がありそうだ」という意見を取り上げ、鉄粉と方位磁石を提示することで、磁界を視覚的にとらえる方法を考えられるようにする。			
	ラジオセから電流が流れてきているぞ。	鉄粉や方位磁石から、コイルも磁石のような世界がある。	磁石の世界の様子分かる。				
	コイルが磁石みたいになって、磁石と引き合ったり、反発したりして、振動しているのかな。						
実験で確認してきたことを踏まえて、どうして振動するのか予想を立て、確かめる方法を考える。	ブランコの磁石が振動しない、自分が考えていたことと違う。	電流を流したコイルと磁石によって、どうして振動がおきるのだろうか。	電流の向きによってコイルの世界が逆になると、磁石と引き合ったり、反発したりして振動しそうだ。	流れる電流の量によって、動き方も変わる。だから、振動するのではないか。	コイルがつくる世界と磁石がつくる世界が影響のし合うことで、振動するのではないか。	○磁石とコイルの世界の様子から、図を用いて予想を立てることができたか。(イ)	5
コイルと磁石にはたらく力を確かめ、振動して音が発生する仕組みについて説明し合う。	予想を確かめる実験を行い、振動する仕組みを確かめたい。	ラジオセから流れる電流は、流れる向きが変わる。	電流の強さを変えていくと磁石の動きも変わる。	コイルのN極側と磁石のN極側は反発し合うぞ。	○実験結果をとらえて、自分で考えた方法で実験を行うように促すことで、自分の予想を確かめることができる。	6 (本時)	
	コイルがNS極をもつから、磁石と反発しあって動いたんだ。	電流の強さ以外に、他に何か関係していないかな。	コイルと磁石でも、同じ極では反発し、違う極で引き合おうぞ。		○自分の実験結果だけでは振動する理由をうまく説明できない生徒の姿をとらえ、友と説明し合う場を設定することで、自分の考えを見つめ直すことができるようにする。	7	
味わう	スピーカーの構造を観察して、音が発生する仕組みを説明し合う。	スピーカーも磁石とコイルからできている。だから、磁石とコイルの間の磁界によって、力を受けることで、振動して音が発生することが説明できるぞ。			○スピーカーを提示し、「仕組みはどうなっているのか」と問うことで、追究したことを踏まえて考えることができるようにする。		

(4) 本時の主眼

磁石に電流を流したコイルを近づけると振動する仕組みについて予想を確かめる場面

で、コイルに流れる電流の向きや強さ、磁界の様子について調べ、その結果をもとに事象のしくみを説明し合うことを通して、コイルと磁石が振動する仕組みを見いだすことができる。

(5) 本時の展開 (一部抜粋)

過程	学習活動【学習形態】	予想される生徒の姿(や意識)の流れ	課題	教師の個への支援	
導入	1 前時に予想したコイルと磁石が振動する仕組みと確かめる方法について発表する。 【全体】	予想される生徒の姿(や意識)の流れ	課題	教師の個への支援	
展開	2 実験を行い、結果を学習班へ持ち帰る。 【実験班→学習班】	CD プレーヤーから流れている電流を横流計で見ると、指針が左右に揺れている。流れる電流の向きは交互に変化しているんだ。	電流の向きによって、コイルの磁界が逆になり、磁石と引き合ったり、反発したりして振動する。【電流の向き説】	電流が流れるコイルの周りにできる磁界と磁石の周りにできる磁界が影響し合って、振動する。【コイルの磁界変化説】	コイルに流れる電流の量が音の大きさによって変化しているため、磁石との反発具合が変化するため、振動する。【電流の大きさ説】
	3 学習班の中で、実験班で行った結果を発表し合う。 【学習班】	電流は+から-に流れるんじゃない。発光ダイオードも点滅しているから、やっぱり変化しているんだ。	電流の向きが変わり続けているけど、電流は+から-に流れるんじゃない。本当に振動するのかな。	固定された磁石のNS極は変化しないことを提示し、「コイルのNS極が変化しているの、極が変化することで条件を変えることができるようにする。」	音を大きくしてコイルに流れる電流の量を大きくすると、磁石の動きが大きくなる。音が小さくなると、磁石の動きが小さくなる。電流の強さによって、磁石の動きは変わるけど、振動するには、どうすればいいのかな。
	4 もう一度実験班に戻り、確かめる。 【実験班】	電流の向きが変化している「こと」で、どうして振動が起きるのかという要領にも着目できるようにする。	電流の向きが変化して起きている「こと」で、どうして振動が起きるのかという要領にも着目できるようにする。	磁石のNS極は変えることできないけど、コイルのNS極をどうすれば変えられるのかな。	CD プレーヤーから流れる電流は向きが変わっているんだ。電流の向きを変えながら、もう一度確かめてみたい。
	5 実験を通して、振動が起きる理由に説明し合う。 【個人→全体】	電流の向きが変わる瞬間で、だかど、磁石と引き合ったりして、振動していたんだ。	電流の向きが変わる瞬間で、だかど、磁石と引き合ったりして、振動していたんだ。	電流の向きが変化することによって、磁石の動きが分かった。その磁界はどうなるのかな。	「自分の疑問を解決してくれそうなお験結果があったか、その場で着目できるようにする。」
	終末	5 本時の振り返りを記入し、発表し合う。 【個人→全体】	コイルの流れる電流の向きによって、磁石の動きが変わる。自分も考えた説明がより強くなった。	電流の向きが変化することによって、コイルのNS極が変化することを確認できた。電流の向きが変わると、磁石と反発したり、引き合ったりして振動していたんだ。	電流の向きが交互に変わるのであれば、磁石は振動する。電流の向きが交互に変わると、磁石は振動する。電流の向きが交互に変わると、磁石は振動する。電流の向きが交互に変わると、磁石は振動する。

3.2 実践2

(1) 単元名・学年・時期

単元名「カルメ焼きをふくらませる白い粉の秘密」(2年「化学変化と原子・分子」)(全6単位時間)

授業学級: 第2学年1クラス(計36名)((1)と同クラス)

実施時期: 平成23年12月

(2) 素材の教材化

過程	素材	素材の価値	教師の支援	生徒の姿や意識
	煮詰まった砂糖水	炭酸水素ナトリウムを加えなければ、ふくらむことはなく、固まりとして固まってしまう。そのことから、炭酸水素ナトリウムへ着目させる。	・砂糖水を加え、煮詰まっていた様子を確認することで、炭酸水素ナトリウムを加えた時と比較できるようにする。	・砂糖水は理由が上がるにつれて、色が少しずつ変化してきている。そして、泡の発生も微少になってきている。砂糖水は、結晶として固まってしまう。

出会う	煮詰まった砂糖水に炭酸水素ナトリウムを加えたもの(カルメ焼き)	煮詰まった砂糖水が125℃になったところで、加熱をやめ、炭酸水素ナトリウムを加え、かき混ぜると一瞬にしてふくらみカルメ焼きができる。炭酸水素ナトリウムに関心を向けることができる。	煮詰まった砂糖水へ、炭酸水素ナトリウムを加え、かき混ぜることで、一瞬でふくらむことに関心がもてるようにする。 自分でも作る機会を設けることで、ふくらみ様子について気付きや疑問をもてるようにする。	カルメ焼きの断面は、たくさん穴があいている。スカスカだよ。この穴ってなんの穴なのかな。 炭酸水素ナトリウムを加えると、どうしてふくらむのかな。中でどんな変化が起きているのだろうか。
打ち込む	炭酸水素ナトリウムの加熱実験	炭酸水素ナトリウムを加熱することで、二酸化炭素という気体が発生する。カルメ焼きをふくらました要因として、加熱することで、分解が起きる。炭酸水素ナトリウムは膨張することや状態変化が起きないことに気づくことができる。	気体が発生していると予想している生徒には、「物質を加えたことで、どういった変化が起きて気体が発生しているのか」と問うことで、物質の性質に着目できるようにする。 炭酸水素ナトリウムを加熱することで、物質の状態が変わると考えている意見を取り上げ、実験に加熱することで確かめることができるようにする。	炭酸水素ナトリウムを加熱することで何か気体が発生した。炭酸水素ナトリウムという言葉から二酸化炭素が発生している。炭酸水素ナトリウムを加熱しても、何も変化が起きない。固体から液体、気体へと変化しているのではないんだ。そして、酸そのものがふくらむこともない。
味わう	カルメ焼きづくり	炭酸水素ナトリウムがカルメ焼きの中でどのような変化が起きているのかを明らかにすることで、カルメ焼きを作る際の炭酸水素ナトリウムの役割について理解することができる。	炭酸水素ナトリウムと加熱後の白い粉を用いて、カルメ焼きをもう一度作るように促し、「どういった変化が起きて気体が発生しているのか」と問うことで、進歩したことを実感させることができるようにする。	加熱前後で、白い物質のため、同じ物質が異なる物質なのか分からない。加熱して、二酸化炭素が発生していると考えた。加熱後の物質は質量が変化していない。二酸化炭素が発生していたから、加熱前後の物質は質量が異なるはず。水への溶け方などで、比べられよう。

(3) 単元展開

過程	学習活動	生徒の姿()や意識	問い	教師の支援	評価(○)	時間
出会う	カルメ焼きを作り、ふくらむ様子を観察し、気付いたことや疑問に感じたことを出し合う。	炭酸水素ナトリウムを入れた煮詰まった砂糖水。ただのべっこう粉だ。 白い粉を入れ、かき混ぜると一瞬でふくらんだ。 大きく膨らむと、プシューと音を立てて、空気が抜けた感じがして出てくる。	膨らんだカルメ焼きの断面をみる。たくさん穴がある。どうやって出来たのかな。	炭酸水素ナトリウムの有無によるカルメ焼きの作り方の違いや断面の傾斜から気付いたことを伝え合う場を設け、なぜそうなったのかと問い返すことで、炭酸水素ナトリウムの役割に着目しながら、ふくらんだ理由を考えたいという思いをもてるようにする。	○カルメ焼きがふくらむ理由について調べたいという思いをもつことができたか。(ア)	1
打ち込む	観察した気付きをもとに、カルメ焼きがふくらむ理由について、予想を出し合い、課題を明確にする。そして、自分の予想を確かめる実験方法を考える。	【気体発生説】 ふくらんだ後、 ○気体 1つ1つの粒から気体が発生して、膨らんで空洞ができたんだ。 【状態変化説】 ふくらんだ後、 固体から気体へと変化して、膨らんで空洞ができたんだ。	空気が膨張して、穴が沢山あいたのかな。	予想を出した気付きを整理して板書し、カルメ焼きのふくらんだ理由を4コマの絵や図で表し、予想するように促すことで、カルメ焼きの中で炭酸水素ナトリウムにどのような変化が起きていたのかを考えていけるようにする。	○カルメ焼きがふくらむ理由について、炭酸水素ナトリウムの変化に着目して、図や絵を用いて予想を立てることができたか。(イ)	2
打ち込む	自分の予想を確かめる実験を行い、その結果からカルメ焼きがふくらむ理由について考える。	マツチや樟香は変化がなかった。石灰水が白くなった。二酸化炭素が発生している。 炭酸水素ナトリウムを加熱すると、二酸化炭素が発生するんだ。カルメ焼きがふくらんだことを説明できそう。	加熱しても、白い粉そのものは変化していないよう。でも、気体は発生している。状態変化ではないよう。	予想を発表する場を設け、予想の共通点や相違点、明らかになっている点を整理することで、予想を明確にし、予想を確かめる必要感をもてるようにする。	○実験結果をふまえて、二酸化炭素が発生したことを用いて、ふくらんだ理由を説明できたか。(イ)	3
打ち込む	加熱後の白い物質が、二酸化炭素が発生したことで、	加熱後、 熱によって炭酸水素ナトリウムから二酸化炭素が発生したから		加熱結果を共有する場を設け、炭酸水素ナトリウムがカルメ焼きの中でどのような変化をしているのか、自分の立てた予想を見直そうと促すことで、炭酸水素ナトリウムが加熱された二酸化炭素が発生していることを用いて、カルメ焼きがふくらんだ理由を説明できるようにする。	○炭酸水素ナトリウムと加熱後の白い物質の性質	4

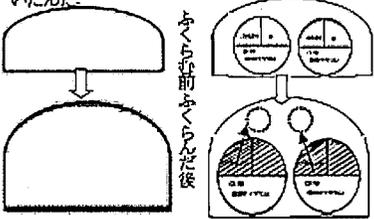
炭酸水素ナトリウムと異なる性質の物質へ変化したのか。予想し、確かめる方法を考える。	るんだ。二酸化炭素と水が発生した後の白い粉って、炭酸水素ナトリウムと同じ物質なの。 炭酸水素ナトリウムから二酸化炭素と水が発生しているから、別の物質に変化したんじゃないかな。 加熱後の白い粉は、炭酸水素ナトリウムなのかなってたい。 【粒の様子】顕微鏡で観察しよう。 【熱する】直接熱してみよう。 【水への溶け方】水への溶け方を観察する。 【質量】加熱前後で質量を比較する。	変わった白い物質と炭酸水素ナトリウムは同じ物質か？熱するようについでに、正確な結果を確かめる方法を考えることができるようになる。	質を比較する実験方法を考えることができたか。(ウ)
加熱前後の物質の性質を調べ、カルメ焼きがふくらむ理由について、説明し合う。	炭酸水素ナトリウムは、透明度がある。加熱後の白い粉はない。 両方の物質とも燃えない。燃えないという共通点がある。 加熱した後の白い粉の方が炭酸水素ナトリウムより、よく溶ける。 加熱することで、質量が減っている。水や二酸化炭素が抜けたんだ。 実験結果から、カルメ焼きがふくらんだ仕組みを説明しよう。 加えた後 → ふくらんだ後 二酸化炭素と水が発生して、炭酸水素ナトリウムの性質と異なる物質へ変化したんだ。	実験結果を共有し合う機会を設け、加熱前後の物質の性質を比較できるように整理し、「自分の説明を見直そう」と促すことで、カルメ焼きの中で炭酸水素ナトリウムにどのような変化が起きていたのか絵や図を用いて説明ができるようになる。	○説明し合うことで、分解していきながら、カルメ焼きがふくらむ仕組みを説明できたか。(イ) ○異なる性質の物質へ分解することを理解することができたか。(エ)
味わう	もう一度、カルメ焼きをつくる。	「どういった仕組みでふくらんだのか」と問い、カルメ焼きを作ることを促すことで、物質の変化は着目して振り返ることができるようになる。	

(4) 本時の主眼

炭酸水素ナトリウムがカルメ焼きの中でどのように変化しているのか、カルメ焼きがふくらんでいるときとできあがったときについて図や絵で説明する場面で、炭酸水素ナトリウムと加熱後の白い物質を粒の様子、熱したときの様子、水への溶け方、質量について比較する実験を行い、その結果を根拠にカルメ焼きがふくらむ仕組みを友と説明し合うことを通して、炭酸水素ナトリウムは加熱することで、二酸化炭素水を発生させ、異なる性質の物質へと変化していることを見いだすことができる。

(5) 本時の展開

過程	学習活動・学習形態【 】	予想される生徒の反応や意図	支援(・)と評価()	時間
導入	学習問題：炭酸水素ナトリウムを加えることで、カルメ焼きはどうしてふくらんだのだろうか。	◎同じ白い色の物質だけど、顕微鏡や顕微鏡で粒の様子を見れば、形などがちがいが分りそうだ。 ◎白い粉は、1年の頃、熱して区別した。今回も熱して見てみよう。 ◎水への溶け方で比較することもできそうだ。 ◎加熱前後では二酸化炭素が発生した分、質量が変化しているはずだ。加熱前後の質量を測定してみよう。	・変わった白い物質と炭酸水素ナトリウムは同じ物質か？予想したことを確かめる方法を提示し、見直しをもって予想を確かめることができるようになる。	5
	学習課題：加熱前後の物質が同じ物質か実験で確かめ、結果をもとに、炭酸水素ナトリウムがカルメ焼きの中でどのような変化が起きていたのか、カルメ焼きがふくらんでいる時、出来上がった後について、絵や図を用いて説明しよう。	◎炭酸水素ナトリウムと加熱した後の物質は見た目ではほとんど区別できない。でも、顕微鏡で観察すると、炭酸水素ナトリウムの透明度は高い。 ◎水への溶け方では、加熱後の白い物質はよく溶けた。 ◎炭酸水素ナトリウムの質量は0.0gだった。しかし、加熱した後質量を測ると、▲▲gだった。炭酸水素ナトリウムの約50%が失われている。	・予想を確かめる実験を行うように促し、実験で出たいたい事案と出会うように机指し指導を行うことで、正確な結果を得ることができるようにする。 実験結果を黒板に書き、移動黒板へ整理して提示するように促すことで、それぞれの実験を共有できるようにする。	10
展開	2 各グループで、予想を確かめる実験を行う。【班】	◎他の班の結果も加熱前の物質と異なる性質のものへと変化していることがわかる。 ◎炭酸水素ナトリウムから50%も二酸化炭素と水が発生してしまったんだ。加熱後の白い物質は、二酸化炭素と水が抜けてしまったものなのかな。	・友や他のグループの実験結果を知りたいという生徒の姿を待ち受け、異なる実験の結果から加熱後の白い物質と炭酸水素ナトリウムの性質について比較できるようにする。	5
	4 カルメ焼きがふくらむ理由について、炭酸水素ナトリウ	◎自分の実験結果だけでなく、友の実験結果を聞くことで、炭酸水素ナトリウムと加熱後の白い物質は違う物質であることが明確になった。 ◎カルメ焼きがふくらむ理由は、二酸化炭素が発生することはわかっていけど、その二酸化炭素は炭酸	・もう一度学習課題に戻ることで、他の実験を行ったグループの結果を参考にし、カルメ焼きがふくら	10

開	ムの変化に着目して考える。 【個人→全体】 5 友の発表を聞いて、もう一度自分の考えを見つめ直す。 【個人】	水素ナトリウムが変化することによって発生していったんだ  <ul style="list-style-type: none"> ・二酸化炭素や水が抜けてしまったということを、炭酸水素ナトリウムの中に、穴として表現すれば、質量が減ったことも説明ができる。 ・色々な物質が集まって炭酸水素ナトリウムができていくことを表現できる。 	んだ理由について自分の考えをもてるようにする。 ・友の意見に納得する姿を待ち受け、「もう一度自分の考えを見つめ直そう」と促すことで、自分の考えを修正できるようにする。 加熱前後の物質の性質に着目して、「炭酸水素ナトリウムが加熱によって変化した」と図や言葉で説明できたか、学習カードや箱口から評価する。 ・理由を説明できず悩んでいる生徒へは、「ふくらむのに必要な二酸化炭素が出た残りの物質はどうなっているのか」と問うことで、炭酸水素ナトリウムから炭素や酸が抜けた物質に着目できるようにする。
終末	6 学習の振り返りを書き、発表をする。 【個人・全体】	◎△△君の説明を聞いたら、カルメ焼きがふくらむ理由について、炭酸水素ナトリウムの変化を踏まえて理解することができた。 ◎みんなの考えや説明を聞くことで、納得のいく説明ができるな。	・カルメ焼きがふくらむ理由について、今の自分の考えとそう考えるようになった原因について振り返ろうと促すことで、本時の学習を振り返ることができる。

4. 結果と考察

4.1 実践1の分析から

本研究では、抽出生徒が事象について説明し合っていく中で、他の生徒と考えを伝え合うことを通して、自分の考えを修正したり、確かにしたりしていく過程の中で、科学的な見方や考え方を養っていく姿から、学びを支えていくものについて明らかにしようと考えた。そこで、様々な事象に出会ったとき、既習事項や生活体験を通して「この考えはどうだろう」「この考え方で説明できるかなあ」などと様々な角度から思考を進めて考えようとする生徒、また、出会った事象に対して、素朴な見方・考え方をしている生徒、会話や発言、つぶやきなどがあり、しぐさや表情、行動から思考を読み取ることができる生徒、学習後の高まりが期待でき、その過程を読み取ることができる生徒、等の理由から、実践1、実践2いずれともAを抽出した。

授業評価を行うにあたって、実践前後で概念地図法によるアンケート調査を実施した。抽出生徒Aの事後アンケートを事前アンケートと比較すると、『コイル』『交流』『磁石』『シンプル』といった振動の原因になる科学的な用語が多くなっている。これは、この単元を通して、スピーカーから音が出る仕組みについて、電流のつくる磁界や磁石のつくる磁界について追究してきたことや、実際に普段の生活の中で使用されているスピーカーを分解して構造について確かめてきたことで、コイルに流れる電流によってできるNS極と磁石のNS極が関係していることについて理解してきたからではないかと考えられる。授業後の学習カードにも「電流の流れる向きが変わることで、コイルのNS極も素早く変わることで、振動（反発したり、引きあったり）する。音楽の大きさによって、電流の量も多くなったり、少なくなったりすることによって、振動する。」と記入してあったこともあり、スピーカーから音が発生する仕組みについての理解は、単元導入前よりも深いものになったと考えられる。

4.2 実践2の分析から

次の項目についての事前アンケートを単元導入前に行った。

①お菓子作りでよく使う重曹を知っていますか？②重曹の本当の物質名を知っていますか？③ホットケーキをつくる時、重曹を使うときと使わないときでは、どんなちがいがホットケーキに現れますか？重曹を加えたホットケーキでは、③のようなちがいが見られるのは、重曹を加えたことで、どんな変化が起きているのか、絵や図、言葉などで今まで学習したことを踏まえて、書いてください。⑤重曹について知っていることがあれば教えてください。

抽出生徒 A は、次のようにアンケートに答えた。

①知っている。②知らない。③重曹を使うとふくらと膨らむ。④熱を加えることで、生地をふくらみやすくする。空気が膨張すると一緒に膨らむ。また、それを助ける働きもっている。⑤汚れを落とす。

このことから、A は重曹は膨らませることに関係する物質であるというらえをしていることが分かる。しかし、④の項目にあるように、空気が膨張すると一緒に膨らむという記述から、重曹そのものが膨らむイメージをもっていると考えられる。

次のプロトコルは、第 4 時の顕微鏡で観察した結果と友の結果からカルメ焼きが膨らむ理由について考える場面である。

A4：白い粉から二酸化炭素と水がでるよね。

B2：残った白い粉はどうなるのかな。

A5：水への溶け方とか関係ある。

C1：わかんない。

B8：水に溶けたってことは抜けたんじゃない。

A6：えっ。水には溶けるけど、水蒸気にも溶けるってこと。

B4：水蒸気に溶けて抜けていったんだよ。

A7：そしたら、そしたらナトリウム残ってないんじゃない。

A は、B や C と黒板に掲示された異なる実験を行った結果を参考に自分たちの考えを伝え合いながら、考えていた。顕微鏡で加熱前後の物質は異なるものであることについて、確認できていたため、A は、B2 にあるように、「加熱後の白い粉はどうなるか」について、3 人で話し合っていた。他の班の行った水への溶け方についての実験結果のちがいがから加熱前後の物質について考えた班の結果から、A7 のように「溶けて、水蒸気とともに空気中へいってしまうのではないか」と考えるようになった。そして、学習カードにまとめた。

単元導入前では、カルメ焼きが膨らむ原因として、炭酸水素ナトリウム（重曹）が熱を加えることによって膨らむからと考えていた A であったが、単元を通してその見方が変容してきたように思われる。炭酸水素ナトリウムから二酸化炭素が発生する実験を行ったことで、発生した二酸化炭素によって、カルメ焼きが膨らむことを見出していった。そして、加熱前後の白い物質を比較したことで、二酸化炭素や水が炭酸水素ナトリウムから発生して、別の物質へと変化していると結論づけることはできた。

4.3 成果

(1) 事象との出会いについて

単元での事象との出会いにおいて、その事象に対する興味・関心を引き出しながら、その事象の本質に迫る見方や考え方もつことができるようにしたことは、生徒一人ひとりが課題を明確にもつことにつながり有効であったと考えられる。そして、事象との出会いで生まれた「問い」について、生徒が自分の予想をもち、「問い」について解明していくことを通して、出会った事象について説明していこうとすると生徒を揺り動かす原動力となったと考えられる。

(2) 揺さぶる場面を設定した点について

既習内容を踏まえ、出会いの場面で出会った事象についての説明を、もう一度見つめなしてほしいと考え、今の見方や考え方が揺さぶられる場を設定したことによって、今まで説明してきた自分の考えについて、もう一度見つめ直し、友と事象について考える必要性が生まれ、もう一度自分の説明を見つめ直し、考える姿に出会うことができた。このとき、生まれた自分のわからなさを乗り越えようと、友と考えを伝え合おうとする姿も見られ、そこから自分の見方や考え方を深めることができた。

(3) 異なる考えの友と意見交換できるグループを構成した点について

他の実験を行った友の結果や考えと出会うことで、自分の考えを修正したり、確かに行ったりできるのではないかと考え、異なる実験を行った人同士でグループを作り、結果を共有する場を設定した。自分の実験だけでは、説明するのに不十分だという思いから、他の実験で確かめた友の実験結果や考えについて聞きたくなる姿も見られたため、異なる考えの友と意見交換できるグループを構成した点は有効であったと考える。(誰がどのような予想から実験をしているのか分かるものがあると良かった)

以上のことから、中心となる事象を提示することで課題を明確にして、単元を貫く課題を設定したこと、一つの事象にかかわり、そこから疑問や課題を導いて解決し、日常の事象に結びつけていけるような単元計画の工夫を行ったこと、もう一度自分の考えを見つめ直し、揺さぶる場面を設定したり、異なる考えの友と伝え合う場をしつらえたりしたことで、友と考えを伝え合う必要感が生まれ、友と伝え合う中から事象を理解したり、見方や考え方をつくりかえたりしていく姿が見られた。このことから、事象について説明し合っていく中で、友と考えを伝え合うことを通して、自分の考えを修正したり、確かに行ったりしていく過程の中で、科学的な見方や考え方を養っていくことができたと考えられる。

文献

文部科学省、2008、中学校学習指導要領解説理科編平成20年9月、大日本図書、149p.

文部科学省、2012.6.17、中央教育審議会答申、

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/information/1290361.htm.

長野県教育委員会、2010、長野県中学校教育課程学習指導手引書理科編、しんきょうネット、191p.

(2012年6月20日 受付)