

生徒が互いの考えを関連付けながら 科学的な見方や考え方を深める指導の在り方

中島 幸穂 高度教職開発コース

キーワード：科学的な見方や考え方 考えの関連付け 考えの視覚化

1. はじめに

21 世紀は、情報化やグローバル化といった社会的変化が、人間の予測を超えて加速度的に進展するようになってきている。このような社会の中で教育を通じて育てたい姿を、中教審(2016)では、「対話や議論を通じて、自分の考えを根拠とともに伝えるときにも、他者の考えを理解し、自分の考えを広げ深めたり、集団としての考えを発展させたり、他者への思いやりをもって多様な人々と協働したりしていく」としている。他者と関わりながら課題を解決することの重要性は増しているといえる。

しかし、本校では理科を好きな生徒が多いにも関わらず、判断の根拠や理由を明確に示しながら自分の考えを友に述べることなどについては課題がある。私自身の授業を振り返っても教師主導になりがちで、生徒は授業に対してどこか受け身な姿であった。

柏崎市立大洲小学校(2011)の「自分の考えを作る」「対話を通じて他と交流する」「自分の考えを振り返る」という対話のプロセスを基に、生徒がイメージしたことや実験の考察を少人数のグループで話し合い、自身の考えを再構築することが「科学的な見方や考え方を変容させ、深める」と考え、以下の2点について研究を行った。

- ①生徒が科学的な抽象概念をイメージし、自身の考えをもてるような教材・提示方法
- ②生徒の意見交換の場面の設定

2. 授業実践・考察

2.1 自身の考えをもてるようなモデルの活用と授業実践を通じた教師の変容

(1) 授業の概要

単元の導入時に先人が酸化銅から銅を取り出した歴史を紹介した。酸化銅(CuO)に炭素

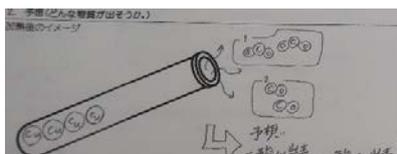


図1 二酸化炭素と一酸化炭素が発生すると考えたA生の予想

(C)を加えて加熱し銅を取り出すとき、どのような気体が発生するのかを考える際、物質が燃えると二酸化炭素が発生することを予想することは生徒にとって容易である。しかし、本時では予想の根拠をさらに明確にしてほしいとの願いから、酸化銅を加熱しているときの様子をモデル化し、予想を立てた(図1)。

(2) 生徒の姿

生徒からは二酸化炭素の他に「一酸化炭素」「酸素」という予想が出された。実験後、教科書に載っていない一酸化炭素が発生したことに疑問をもった A 生は一酸化炭素が発生する原因を、酸素が少なかったからではないかと発表した。すると、B 生が①「酸化銅を多くすれば一酸化炭素の量は減るのではないかと」と提案し、再度検証を行った。

授業後のアンケートでは、二酸化炭素のみが発生すると考えた B 生は「予想が外れたため、『こうなるんだ！』と新たな発見ができた」と答えた。次に、一酸化炭素の発生原因を調べる実験を行った後には「元々少し知識はあったのでそれを使えた」と答えていた。A 生は「モデル図を使って予想を立てていたのでどういう仕組みで気体が出てきたか理解できた」と答えた。

(3) 考察

本実践では先人の歴史を参考にし、学習問題を「酸化銅と炭素粉末の混合物を加熱すると何が発生するのだろうか」と設定した。酸化銅から銅が発生することを知ったうえでモデルで予想を立てたことで、生徒が科学的に事象をイメージし、多様な予想をもつことが出来たと考えられる。更に、モデルを使って気体が発生する仕組みが理解できた A 生は B 生の①の発言について「酸化銅を多くすれば(酸素が増えるので)一酸化炭素の量は減るのではないかと」を示していることを容易に理解できた。このことにより、A 生と B 生がスムーズに追究しながら自身の科学的な見方や考え方を変容させていった姿が見られた。他にも実験方法を自ら考え追究する生徒達の姿が見られた。

(4) 授業改善を通じた教師の自己更新

本実践では教える教師と教わる生徒という縦の関係が、共に追究していくような横の関係になったような気がした。今までの授業を振り返ると、私は「正しい手順で実験を行っているか」を確認するためだけに机間指導をしていたが、本当に生徒が追究しようとしているとき、「何を検証するためにこの実験を考えたのだろうか」という視点が教師にも生徒自身にも必要だと考えるようになった。

また、自ら追究していく生徒の姿から、受け身がちな生徒の姿の原因は「科学的な事象や抽象的な概念をイメージできず自身の考えをもつことが出来ないから」と考えていたが、「生徒は生活経験を基に考えをもっているが教師が聞こうとしていなかったために表現の仕方が分からなかったのではないかと」考えるようになった。考えをどのように表現すればいいのか分からない生徒に対して表現がしやすくするような意見交換の場面での教師の手立てが必要になるのではないかと考えた。

2.2 既存の知識を活用した意見交換の場面の設定と授業実践を通じた教師の変容

(1) 授業の概要

前実践を踏まえ、生徒の既存の知識やアイデアの活用が意見交換を活性化し、友と科学的な見方や考え方を変容させ深めることにつながると考えた。本時では、水に電気を流すと気体が発生することを確認した生徒が、気体を予想し履修内容を基に確かめる方法を考えた。予想を立て実験方法を考えて検証する場面を 2 時間扱いとし、時間を多くとった。

(2) 生徒の姿

多くの生徒が「水の化学式が H_2O だから。水素自動車は水素と酸素を燃料にして水が出てくると聞いたから。」という理由で「水素と酸素」と考えた。その中で、理科が得意ではなく普段はあまり授業に積極的ではない C 生は電極の温度が上昇し「水蒸気が発生するのではないか」と発表した。C 生と同じ班の D 生も「水蒸気も発生している」と考えを変えた。この班は実験方法を①マッチの火を近づける②線香の火を近づける③気体を冷やす(図 2)とし、気体を冷やしてもあまり変化が起きなかったため水蒸気ではなかったと考察した。実験方法を考える場面では、授業者と班のメンバーは以下のような会話をした。

授業者 ①「冷やしてどうなったら水蒸気なの？」
D 生「水蒸気は水に戻るから…」
授業者「戻るから…？」
C 生・E 生「…」(悩んだ顔をしながら黙っている)
授業者②「この中(気体が集まっている部分)はどうなるの？」
D 生「水かさが増える…」
E 生「ん？どういうこと？」
D 生(気体が集まっている部分を指しながら)
「水蒸気が水に戻れば、ここ増えるじゃん」



図 2 H 管に集まった気体を冷やす C 生の班の実験の様子

(3) 考察

D 生は C 生の予想を受けて考えを変え、「冷やす」という実験方法を考えはじめた。C 生には予想を大切にしてくれた D 生がいた。D 生も自身と異なる予想に出会った。このことが、友と課題を検証しようとする意欲につながったと考えられる。

実験計画を立てる場面では、既存の知識を活用して「マッチの火を近づける」「線香の火を近づける」など、すぐに方法を決めだす生徒の姿が見られた。既存の知識の活用はスムーズな話し合いやその後の追究へとつながることが分かる。しかし、授業者が①や②の質問をしたとき C 生と E 生は答えることが出来なかった。D 生がなぜ冷やすという実験方法を考えたのか、漠然とした、まだ声になっていない考えの根拠や結果から考えたことを C 生や E 生と語り合う手助けを教師がする必要があると考えられる。以上のことから、意見交換の場面において理科をあまり得意とせず授業に消極的な C 生にとっては既存の知識の活用に加えて①予想を大切にしてくれた友・友との予想のずれ②根拠を伝え合う教師の声がけにより科学的な見方や考え方が育ったととらえた。

(4) 授業改善を通じた教師の自己更新

本実践では、授業の展開を生徒の考えにふれることで少しずつ変えていった私がいた。「水蒸気」という予想は科学的根拠が十分ではない。いつもの私であったら「 $100^{\circ}C$ にならないと水蒸気にならないよね」といって検証はしなかったと思う。実際に C 生の予想に対して、私は水蒸気をどうやって確かめればいいのかと戸惑った。しかし、生徒たちは予想を大切に、検証しようと実験方法を考えていった。この出来事により、私は自分の考えている授業の通りに「教えなければいけない」と考えていたことに気が付いた。そして、「生徒の疑問を検証する機会を作りたい」と考えるようになった。

3. 研究の成果と今後の課題

日々の授業の中で、果物で電池が作れることを知った生徒が電池の仕組みを探る実験を行った。H 生が「教科書に書かれている金属と違う金属でも電池はできるのかな。銅とアルミでも電池を作りたい。」と言い、班ごとに様々な金属を使って検証した。すると、磨くと表面のさび等が取れてより強く反応することを見つけた生徒は金属板を磨き、中には次々に金属板を変えながらより強い電池を作ろうと試みる生徒もいた。普段は興味のない事象に関しては授業に積極的ではない G 生はひたすら金属を磨き、刀を作ることを目指していたが班のメンバーに刀を電池として使われ、実験に加わっていた。

今までの私だったら教科書にのっている方法で確かめないと混乱するのではないかと考えていたと思う。しかし、生徒が自ら考えた実験を行いたいと考え検証した。結果、自身の疑問を確かめようと実験方法を考える H 生や G 生と級友が関わる姿が見られた。授業設計において教師目線だけでなく生徒と共に追究していく授業をしたいという指導感の変容や友と互いの考えを関連付けながら追究する授業の積み重ねが H 生や G 生の姿につながったのではないかと考える。

2018 年 12 月にとったアンケートでは「理科の授業で、自分の考えや考察をまわりの人に説明したり発表したりしていますか」という質問に対して肯定的に答えた生徒は 57% であった。4 月の 22% と比較すると肯定的に答えた生徒は多くなった。今後の課題として残りの 43% の生徒にどのような支援ができるかを考えていきたい。

また、モデルを使うと一酸化炭素や酸素が発生すると予想する生徒が増えた。更に「一酸化炭素はなぜ発生したのか」という発言がクラスのその後の追究へつながっていった。このことから、生徒の思考に沿いながらも、生徒が自由な発想で実験を考えられる場面と、さらに疑問に思ったことを焦点化し科学的に検証していくような視点を絞った追究の道筋をコーディネートすることが大切になるのではないかと考えた。既習の学習内容をもとに生徒自らが見出した課題を解決していく単元展開を考えていきたい。今後も生徒にとって友とのよりよい学びの場を作れるよう、生徒がどのような疑問をもち予想を立てていくのかを考えながら生徒理解を深めていきたい。

文 献

文部科学省：幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申），

http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2016/12/27/1380902_1.pdf, 2016（2019. 1. 14）.

新潟県柏崎市大洲小学校：『伝え合う力』を高める子どもの育成—対話を通して学びを深める—，2011，pp. 1-3.