
【主題】 児童が主体的に思考する授業の創造

【副題】 「教材とのずれ」、「仲間とのずれ」をキーワードに児童の意欲と思考を引き出す工夫

【グループ名】 兵庫県西宮市小学校教科等研究会理科部会

【役職名・氏名】 研究代表・安部洋一郎

I 研究の背景

高学年児童に理科を指導することは難しい。理科を学び始めた3年生のころは「虫大好き!」「実験って面白い!」と言っていた児童たちであっても、学年があがるにつれ科学的な面白さに興味を失っていくことはよくある。そのような姿を見るのは理科を指導する教師からすると辛いものだ。高学年児童が理科を嫌いになっていくことの原因には、学習内容が徐々に抽象的で難しくなっていくこともあるが、本市の学校には別の事情もある。神戸や大阪といった大都市に近いこともあり、本市の児童には塾等での先行学習に熱心に取り組んでいる児童が多い。受験を目前にした小学校5、6年のころには既に小学校の学習内容を網羅してしまっているような姿も見られる。同時に、学習を苦手とし、授業内容の理解に困難を覚える児童も一定数おり、その両者の間の大きい差が授業を行う前提として存在している。そのため、授業では対話を通して学びを深めあうことを意図した活動が、わかっている児童がわからない児童に教えてあげるだけの活動になってしまうことがある。それは教えてあげている児童にとっても、教えてもらっている児童にとっても、意欲を向上させる主体的な問題解決からは程遠いものだ。

平成29年度に告示された新学習指導要領では、「主体的、対話的で深い学び」をキーワードに、児童による問題解決をもとにした授業改善案が示された。本市の理科研究会ではこれを契機とし、児童が主体的に思考する授業をどのようにすれば行うことができるのか検討し議論を進めてきた。そしてそのような授業の在り方を市内の教師に広げることに取り組んできた。本稿では平成29年度に本研究会が行った授業研究とその成果を紹介する。

II 研究の目的

児童が主体的に思考しようとする場面は、児童が自分の考えと違う何かと出会った時である。例えば、昆虫の足は6本だと考えている児童に、モンシロチョウの幼虫には18本の足があることに気づかせると「あ

れ?なぜかな?」と考えはじめる。そして教師が何も言わなくても友達と相談を始めるのだ。

また、自分の意見と違う友達の意見も、児童にとって考えるきっかけとなる。例えば「植物に吸い上げられた水は葉から蒸発する」と考えている児童にとって、「水は葉に蓄えられる」という友達の意見は、「ずっと蓄えてしまうと葉がパンクするのでは」と考える機会となる。さらに友達に意見を言いたくなることで、活発な討論を生むことにもつながるのだ。

このように教師が「考えなさい」、「話し合いなさい」と言わなくても考えたいくなる、話し合いたいくなるような授業こそ、主体的に思考する授業の在り方だと考えた。そしてそのきっかけになる、自分の考えと違う何かを「ずれ」と呼ぶことにした。上記のように、ずれには、自分の考えと違う事実、自分の考えと違う友達の意見の2つがある。これらをそれぞれ「教材とのずれ」「仲間とのずれ」とした。そして、ずれを用いることで児童が主体的に思考する授業を開発することを本研究の目的とした。

III 研究の内容

1 「教材とのずれ」から児童が探究を始める授業

まず我々が取り組んだのは教材とのずれを用いる授業設計である。教材とのずれがあったとしてもそれが小ネタのように児童を驚かせて終わってしまうようなものであれば、児童が思考するのは短時間にとどまってしまう。そこで、教材とのずれをきっかけに児童が課題を立て、それを解決するために自ら問題解決を行う授業を指向した。

学校の理科授業で行われる問題解決では、仮説を立てる、実験計画を立てるなどの各過程を教師が主導することが多い。これを児童が仲間と協力しながら問題解決を進める形式とすることで、児童がそれぞれの過程で思考し続けるのではないかと考えた。そこで実験結果が思った通りでなかったときに、仮説を見直し、実験をやり直すことのできるように時間や実験材料を準備して授業を行うこととした。

教師がすべての過程に介入し、教師が決定する。

自然事象→問い→仮説→実験計画→実験→結果→考察→まとめ

問題解決の繰り返し

自然事象→問い→仮説→実験計画→実験→結果→考察→まとめ

授業は第6学年「水よう液の性質」の単元の後の発展として行った。教材とのずれとして、提示したのは青色のついたスティック糊である。紙にこの糊をぬってしばらくすると糊の色が消え白色になる。ここでなぜ色が消えるのか児童に問いかけたところ、児童の大半は当たり前のように、糊が乾いたからだよ、と返答した。確かに、糊は乾いておりそれが変色の原因となったように思われる。次に、糊を付けた紙をビニール袋の中に入れ人間の呼気を吹き入れたところ、やはり糊が変色した。ただし、この場合糊は乾いておらずべたべたした感触が残っていた。つまり糊が乾いたから変色したのではなく、何か別の原因があるということである。児童はこの結果に驚き、これが原因じゃないか、理由は～だよ、と口々に話し始めた。



児童に見られた仮説は、温かさに反応している、水蒸気に反応している、二酸化炭素に反応している、というものであった。いずれも、ヒトの息になんらかの原因があったのではないかと考えており、根拠をもって話し合っていた。そこで、気体のボンベや温度計など、実験道具として用いることのできる道具を紹介した。

児童に提示した実験器具

酸素のボンベ 二酸化炭素ボンベ 窒素ボンベ
温度計 お湯 氷 霧吹き ドライヤー
酢 石灰水 レモン汁 炭酸水 塩酸 水酸化ナトリウム

実験道具をもとに話し合わせたところ、次のような話し合いが見られた。

	児童の発言(1班)
児童A	まず、二酸化炭素ボンベを使ってみよう。
児童B	なんで?
児童A	だって、さっき先生の息に反応してたやろ?
児童C	それよりさ、お湯使おうや。熱くすると色消えるんやって。
児童D	僕もお湯がいいと思うな。
児童A	でもさ、息ってそんな熱くないで。

この話し合いを行っている児童にはどの実験器具を使えばいいかという意見をあげる根拠として、教師の息に反応して糊が変色したという事実を意識している様子が見て取れる。また、どの児童も自分なりの意見を持ち、積極的に意見交流を行っている。

班ごとの実験の時間には、教師から実験の指示を行わず自分たちの思うような結果がでるまで何度でも実験を繰り返させた。その結果、児童たちは水分や温度は糊の変色がないことを突き止めた。ここで印象深かったのが、教師が無理にまとめようとしなくても児童が他の班に「どうやって実験したん?」と自分から聞きに行き、お互いに学び合いながら実験を進めていたことである。ある児童は気体ボンベの二酸化炭素を吹き付けたところ、糊の色がたちどころに消えることを発見した。その児童はおおー!と声を挙げ、回りの班も直ちにそれをまねることで、二酸化炭素が糊の変色の原因であるという知識が集団の中に共有されていった。

また、別の児童は二酸化炭素が関係するならば、炭酸水も関係するのではと考え、糊に炭酸水をつけてみるとやはり、糊は変色した。最終的に、酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液に対する反応を比較することで、酸性条件が糊の変色の原因であることが突き止められ授業は終了した。授業の様子から、児童が教材とのずれに感じた驚きをきっかけとして、問題解決を進めようとしていたと言える。授業後の児童の感想には以下のようなものが見られた。

自分たちの考えがあっているのか、実験をするときドキドキしました。のりの秘密を調べることが面白かったです。(女子児童)
僕の考えた通り、二酸化炭素に反応してうれしかった。しかもその後、酸性の水溶液に反応してびっくりしました。(男子児童)

教材とのずれ
乾燥していないのに色が消えたのり

仮説
二酸化炭素が関係するのではないか

実験
二酸化炭素ボンベを使った実験

実験
炭酸水を使った実験

仮説
酸性の水溶液が関係するのではないか

実験
酸性、アルカリ性の水溶液を使った実験



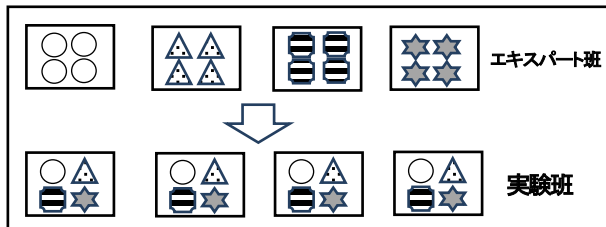
これらのように児童の感想には実験が面白かった、考えることが楽しかったというものが多い見られた。これは、教材とのずれをきっかけとして児童が自ら問題解決を行う授業設計が児童の主體的な思考を引き出したということだと考えられる。

このように児童が自分たちで問題解決を図る授業の在り方についてはその後も研究がすすめられている。研究会のある教師は集气瓶の中にあるロウソクをもっと長く燃やし続けるにはどうすればよいか、という課題で児童が様々な方法を試し、結果から考察する授業を行った。教師が細かな指示を与えて実験を行うのではなく、児童同士での対話をもとに実験を繰り返すことで、空気の入れ替わりをいかに起こすかという思考を育成できたことを報告している。

2 ジグソー法によって「仲間とのずれ」を基に進む授業

我々が次に取り組んだのは、学力差のある児童同士が対等な立場で対話し、そこから仲間とのずれが生まれる授業設計である。そこで、東京大学CoREFの開発した知識構成型ジグソー法に注目した。これは、児童をまず特定の専門的知識を得るためのエキスパート班で活動させた後、その知識をもとに実験班で話し合わせる手法である。各実験班において、それぞれの専門的知識を有する児童は1人ずつであるので、その児童が責任をもって説明をする必要がある。また、それぞれの専門的知識を全員に与えるので、どの児童も対等に話し合いに参加することができ、他の児童の意見を必要とする状況も生まれる。

授業は第6学年児童を対象に、理科単元「生物どうしのつながり」において行った。4つのエキスパート班には、北アメリカにおけるクロオジカの例、瀬戸内



①天敵がいなくなったのに
北アメリカのアリゾナ、カイバブ高原にクロオジカというシカが住んでいた。ハンターのいい獲物となっていた。しかし、人間が計算してみるとこの広大な草地には今の7、8倍のシカが住めるといことが分かった。もっとシカを増やせないか人間は考えた。調べてみると、近くの山に住んでいるピューマやオオカミ、コヨーテがこのシカを食べていることを知った。そこで人間は、ピューマやコヨーテ、オオカミをたくさん退治した。その後、20年もかからずに20倍以上もシカが増えた。しかし、シカが草地を荒らし、食べ物へったため、その後は年々シカの数は減り続けていった。

海の赤潮の例、ニュージーランドのキウイの例、アフリカのヌビヒの例を基に人間が環境に与える影響を、プリントを基に指導した。



それぞれの事例では、人間の活動が直接環境を壊すもの、間接的に壊すもの、人間が故意に壊すもの、人間が環境からしつぺがえしを食ったものという異なった結末を紹介した。その後、実験班に戻りどうすれば地球環境を維持できるのかを話し合わせた。児童はそれぞれが「こうしないとダメだ!」という熱い思いを胸に、実験班で話し合いに臨むのだが、話しているうちに、どんな方法であっても結局環境を壊してしまうことに気づいていき、「え! ?これではダメなの?」と驚く姿が見られた。普段授業に消極的な児童もこの活動では自分の得た知識を話そうと前向きに取り組む姿が見られた。このように、ジグソー法によって「仲間とのずれ」があらわれる授業設計には、児童同士の交流を促し、児童が主體的に思考する可能性が感じられた。そこで、次にそれをさらに発展させる授業をプログラミング学習と併せて取り組んだ。

3 ジグソー法によって得た知識をプログラミング的思考によって表現し「仲間とのずれ」があらわれる授業

平成29年度に告示された小学校学習指導要領では、プログラミングをとり入れた学習活動や、コンピューターに意図する処理をさせるための論理的思考力の育成が謳われている。そのための学習は必ずしも総合的な学習においてのみ行われるのではなく、教科横断的に様々な教科の学習を通して行われるものとされている。プログラミングの特徴としては、必ずしも解が1つではなく、同じ処理をさせるプログラムを構成するにも、幾通りも方法があることがあげられる。このような思考をさせる活動は児童同士のずれを生み出し、対話を基に思考させる学習に最適であると考えた。

本授業において児童が取り組んだ課題は、見た目では班別のつかない5つの水溶液を見分けようというもの。第6学年「水よう液の性質」の後の活用の授業として行った。児童はまず単元の始めはそれぞれの児童をエキスパート班に分かれ、水溶液を見分け

る手法のうち1つを中心的に学ぶ活動を行った。これは、ジグソー法の前半部分に当たる。班ごとにワークシートを参考に実験を行い、自分たちで実験からわかることをまとめる活動であった。

充分にその手法を学んだあと、エキスパート班を解体し、それぞれの実験班に戻ってその手法を交流した。そのうえで、5つの水溶液を見分ける方法をそれぞれの児童が考えた。水溶液を見分ける実験は、まず何らかの手法を試みることから始まる。例えば初めにリトマス紙を用いた場合、酸性、中性、アルカリ性という3つの結果が予想される。そして中性であれば、水か、食塩水か、砂糖水、といった水溶液が予想されるため、それを蒸発させてみるといった次の実験が続く。このように、ある実験を試行し、Aの結果なら次の実験はこれ、Bの結果なら次の実験はこれ、というアルゴリズムに基づいて実験計画を行うこととなる。この思考過程はプログラミングの思考そのものであり、選んだ実験操作や、実験の順序によって解決方法は無数に存在する。それぞれの児童は、エキスパートグループで学んだ得意な実験方法があるためそれを基に実験アルゴリズムを構想し、自分なりに下図のようなチャート図にまとめることができた。次にチャート図を実験班の中で交流し、どの方法が最も有効に水溶液を見分けることができるのかを考えさせた。難易度の高い課題であったため当初は難しすぎるかもしれない、という懸念があったが、それぞれのエキスパートグループで学んだ知識が定着していたため、どの児童も自分なりの実験を考え、仲間と対話を通して、思考を深めることができた。特に印象的だったのは、初め自分の実

験方法に固執していた一人の児童が、仲間と話し合っ
て他の実験方法を使えばもっと少ないステップで解
決できることがわかったときに、「そうか!」と納得
の声を挙げた場面である。この声は自分1人で十分に
考え悩んでいたからこそ出た声であり、初めから仲間
に教えてもらっていたらこのような姿は見られなか
ったであろう。これはジグソー法によってそれぞれの
児童が自分なりの考えを持てることで、「仲間とのず
れ」が見られたということである。また、プログラミ
ング的思考をチャート図にまとめたことで他の児童
と比較がしやすくなり、「仲間とのずれ」があらわれ
たこともこのように話し合いが活発化した理由であ
ると考えられる。授業を終えた児童には以下のような
感想が見られた。

5年生のころは、水溶液の種類は1つだと思っていた。しかし今回の学習で水溶液には3つの液性があり、見分ける方法があると知った。学習でたくさん方法を学ぶとともに、それぞれの方法のメリット・デメリットを知り、自分が一番安全、簡単だと思う方法を選ぶことによって知識、応用力を身につけることができた。

この授業を受け、市内の若手の教師の中にもジグソー法に取り組む姿が見られた。2人の教師が第5学年の天気単元においてジグソー法の授業を行っている。1つは台風の進路を、エキスパート活動を基に考える授業であり、もう1つは台風の防災のために普段からできることを異なった視点から話し合い、それを元に家庭ですべき対策法をまとめる授業であった。

IV 成果と課題

以上の通り、授業実践を伴う一連の研究を行い、その成果の以下のように結論付けた。

- ①「教材とのずれ」を基に児童が問題解決を行う授業設計によって、児童の主体的な思考を引き出すことができた。
- ②ジグソー法を用いて「仲間とのずれ」があらわれる授業設計によって、児童が積極的に話し合いを行い、主体的に思考する授業を行うことができた。
- ③「教材とのずれ」「仲間とのずれ」という観点からともに授業研究を行うことで、若手の教員にも授業改善に取り組もうとする姿が見られ、研究内容を西宮市の教育研究に還元できた。

今後の課題としては、ずれをより効果的に示す方策、ずれを基に対話を生む方策、ずれを深い学びに昇華する方策を得ることが挙げられる。授業研究を教師自身が楽しみながら、仲間とともに研究を続けていきたい。

(執筆責任者 研究担当 安部洋一郎)

