

1 研究の内容

(1) 全体テーマ「学びをあむ」との関連

本年度より、学校全体の研究テーマが「学びをあむ」となった。「てつがく創造活動」において学ぶ姿を“自らが学びを構想し、他者と関わりながら探究していく”姿と捉え実践研究を進めてきた。理科という教科の立場からこのテーマを捉えると、正しい知識を身に付け、科学的な考え方をさせるために「学びをあむ」が必要となってくる。生活の中で身に付けてきた科学的な知識、観察実験を通して発見した自然の事物現象、実験グループや学級内での話し合いから納得してきた科学的な法則、これらのものを一つずつ積み重ね、新たな探究へと学びを発展させていくことが「学びをあむ」ことになる。 「てつがく創造活動」の時間に身に付けた学びの構想力や他者と協働して活動する力を、理科の授業でも発揮し、理科の授業で身に付けた科学的な思考力や正しい知識を「てつがく創造活動」の時間においても活用してほしいと願う。このように、教科と「てつがく創造活動」の時間で、知識や思考力、学びに向かう姿勢が共有され往還的に学んでいくことが、「学びをあむ」ことになる。と考える。

(2) 理科部の研究テーマ

2016年より「ともに科学を創造する」をテーマとして研究を続け、5年目を迎えた。個々の子どもが自分の生活体験や既習の知識を基に抱えている自然科学に対する素朴概念を、実験や話し合い、学級全体での考察の場面で高めていき、科学的概念へと変容させていく過程を大切にしている。子どもがもつ素朴概念は、断片的な知識であったり、誤りを含んだりすることがある。子ども一人一人がもつそのような素朴概念を発信したり、他者の考えを聴いたりする活動に重点を置くことで、事物現象だけでなく言語を介して子どもの概念を変容させていけるような授業を目指している。個人が持つ素朴概念を、学級の中で仲間とともに意見を交換し、観察実験の活動を経て科学的概念へと高めていくことを「ともに科学を創造する」とし、こうした理科授業を目指している。これを図1に表わす。

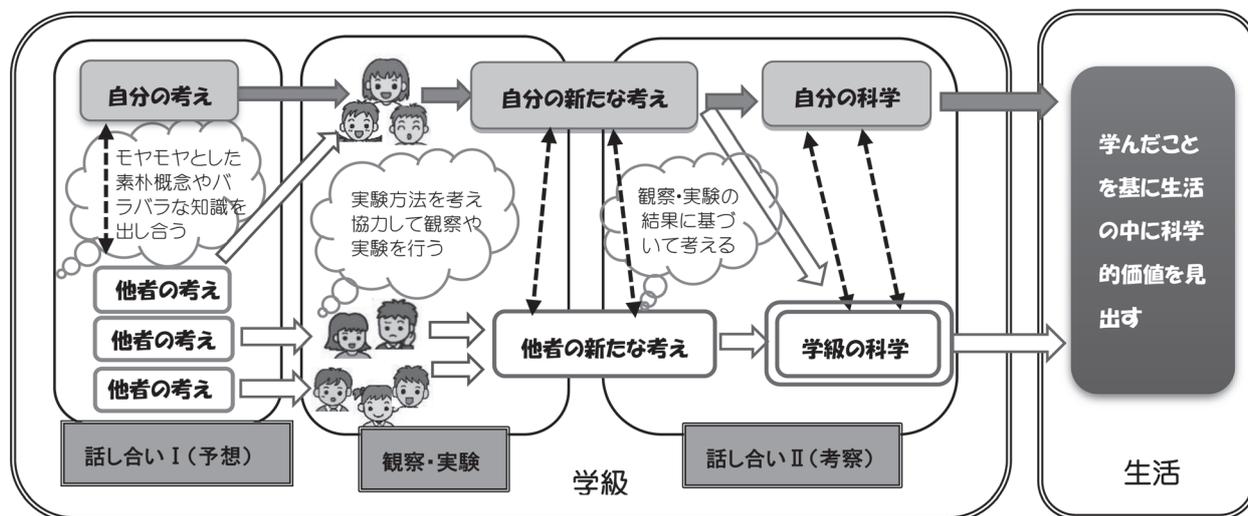


図1 「ともに科学を創造する」授業展開

(3) 研究の視点

① 協働的・探究的な課題で「社会情意的スキル」を育む

理科の授業において、子どもたちに提示する課題を教師が吟味することが大切である。子どもたちから湧き起って来る疑問を課題として取り上げていくことも大切であるが、教師がその疑問を単元全体の授業の流れの中で、課題として相応しいものとして見極め、授業の中で学級全体の課題として子どもたちに問題解決に取り組ませることが大切な視点となる。

取り上げた課題を解決するために、仮説を立てたり、実験方法を話し合ったりする場面で、子どもの議論が盛んになり、探究意欲も高まっている。また、問題解決のための実験の場面においては、共通の目的を持つ仲間として、グループ内では協働的な作業と言葉かけが自然となされる。協働的・探究的課題を教師が取り上げることによって、自然科学を追究していく過程において、様々な社会情意的スキルが育まれていくと考える。

② 学習後のふり返りで「メタ認知スキル」を育む

学習後のふり返りの時に、単に自分の学びをふり返るだけでなく、学ぶ前と後での自分の学びという視点で書かせることが大切であると考え。子どもたちは、「わかった、楽しかった、驚いた」というような感想めいたことを書くことが多いが、自分の学びとして、新たにわかったことを、自己の変容という視点で書くように言葉かけを行った。予想したことと結果が違った場合、その違いはなぜ生じたのか、自分の考えはどこが間違っていたのか、また、正しい結論に納得できているのか、という事を、子ども自身に問い、自己を見つめ直すように時間を取った。

正しい結論を覚え込むのではなく、なぜそのような結論が導かれたのかを理解してほしい。そのために自分の思考の間違った部分を自分で認識できるように、学ぶ前後で何がわからなくて、何がわかったのかを整理させたい。単純に予想と同じだった、間違えたというような○×問題に陥らず、理由をしつかりと考え、正しい科学的な思考力をつけさせたい。自分の考えの変容やその思考の過程をふり返ることによって、メタ認知スキルが育まれていくと考える。

③ 低学年からの学びを中学年以降の理科に繋げる

低学年において理科という教科はなく、生活科の授業の中で自然科学に関する内容や観察実験に臨む態度、科学的な考え方の基礎となるような思考が扱われている。しかし、自然愛護の精神やものづくりを楽しむ態度は育まれているが、科学的な思考を育むためには、さらに焦点化した教材や授業展開をしていく必要性を感じている。特にエネルギーや粒子に関する内容は、日頃の低学年の子どもの生活からはつながりが薄く、教師が意識して子どもたちに提示していく必要性を感じる。

例えば、教室内に磁石や虫めがねを置き、興味をもった子はいつでもそれを手にすることができる環境づくりを心がけている。また、光、音、水、落下運動等を取り出して、教師から提示し、学級全員で共通の実験を体験させた。「じっけん」という言葉に子どもたちは魅力を感じ、高学年の子どもの仲間入りしたような気分の昂揚感を味わい、実験に対する意欲も高まっていく。また、単なるものづくりをし、「とんだ、光った、速い」という事だけに興味を寄せるのではなく、「なぜ」の問いかけをすることで、現象の裏に潜む科学の真理に近づき始める子どももいる。子どもの発見を伝え合うことによって、新たな気づきが生まれ、実験は発展していくこともある。ものづくりを通して、一見遊んでいるようであっても、子どもの自由な創造力を掻き立て、科学的な原理を体で感じ取ることができる。このような体験は、3年生以降の理科の学びに繋げる上で重要な体験であると考え。

2 授業実践からみた子どもたちの学ぶ姿

(1) 4年「すがたをかえる水」～水を温め続けたときの子どものふり返り～

「すがたをかえる水」の単元は、4年生の子どもにとって科学的な概念として理解することが困難な単元であると思う。これまでの指導をふり返ってみると、水が沸騰する際に出る泡をポリ袋に集めて水に戻る様子を観察させても泡は空気であると認識する子どもがいたり、水蒸気と湯気を混同して話をする子どもがいたりする場面があった。水と水蒸気についての素朴概念をより科学的な概念にまで高めることは、4年生にとってとても困難である。それは、空気中に含まれる水蒸気は見えないことが大きな原因の一つであるように思う。

このような課題を解決するために、イメージ図を使ったふり返りを行った。言葉だけでなくイメージ図を用いて表現させることで、子どもの考えを詳細に把握することができる。そしてイメージ図を共有することで子どもが自己修正できると考えた。

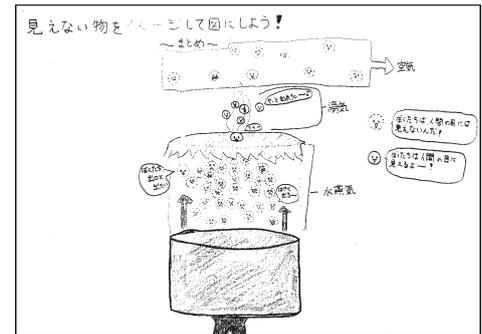
子どもたちの中には、これまでに自主的に描いたことがある子と全く描いたことがない子がいた。そ

ここで、教科書にある「とじこめた空気に力を加えたときの様子」を例に書き方を説明した。

○イメージ図の例1（ストーリー的イメージ）

4年生の子どもの多くは、水を温めたときのことをストーリー的にイメージしていた。以下に主な表現を紹介する。

- ・水の粒を擬人化したキャラクターで表現する。
- ・水が温められたことによって水蒸気に変身してビーカーの外に出ていく。
- ・ビーカーの外で水蒸気が冷えて水に変身。
- ・水を温めると温められた水の粒が喧嘩を始めるイメージ。
- ・そして水が水蒸気になって外に出ていく。
- ・漫画で表現する。



イメージ図の例1

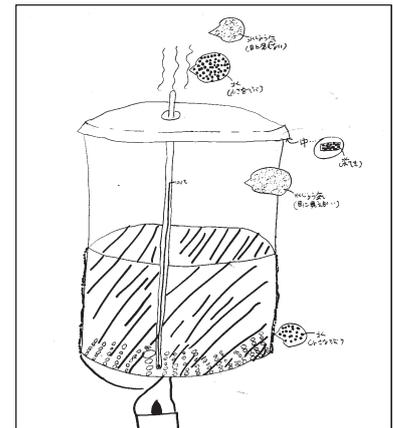
○イメージ図の例2（粒子的イメージ）

キャラクターを使わずに水の小さな粒をイメージしている子。以下に主な表現を紹介する。

- ・ビーカーに入っている水の粒が加熱によって移動するイメージ。
- ・教科書の「はってん」を自主的に読んで参考にしている。

子どもたちの中から「みんなにイメージ図を紹介してみたい人」を募って、実物投影機でイメージ図を拡大して共有した。イメージ図に間違いはないということ伝えてあったので、多くの子が自分のイメージ図を紹介した。

イメージ図を共有させた後、文章でふり返りを行った。理科の学習でのふり返りは、学習前と後での自分の変容を書くように指導している。その一部を紹介する。



イメージ図の例2

- ・〇〇君のビーカーの中で水の粒が喧嘩をして水蒸気になって外に出ていくという表現が良かった。自分はそのような表現は思いつかなかった。
- ・考えることが、みんなそれぞれでおもしろかった。人の意見も取り入れて、最終的に自分の意見につなげた。

(2) 6年「植物の成長と日光の関わり」～ナツミカンの葉に現れたパックマン～



葉の中で作られるでんぷんの存在を確かめるには、普通はジャガイモやホウセンカなどの草本植物を使う。しかし、ミカンの葉は数が多く、木そのものが、方向によって日当たりを変えるため、日当たりの良い葉、悪い葉を選ぶこともできる。太陽光が当たらないように、アルミホイルをかぶせた枝、蒸散作用を観察するためにポリ袋をかけた枝、葉に黒い画用紙片を貼り付けたものも見られた。低学年の子どもがイタズラしないように「実験中ですのでさわらないでください」といった、注意書きの短冊もぶらさげられていた。

ポリ袋をかけた枝は、翌日にはこのようになった。袋の内側全体に水滴がつき、底には水がたまっている。この事実を見ただけでも、子どもたちはかなり驚く。

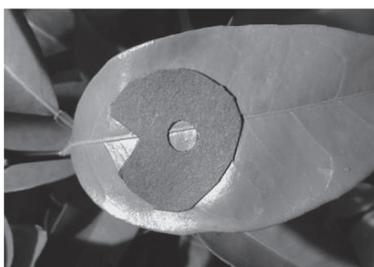
実験はその日にはできなで、次の授業日になる。一晩以上隔てて、午前中に2～3時間葉に日光が当たっていれば、でんぷんの存在を確かめる実験は可能だ。エタノールで湯煎にしたあと水洗いをする、葉は白っぽくなる。数日間光を当てなかった葉と、



朝から数時間日光が当たっていた葉では、色素の残り具合も違うとわかる。

実験では、このような工夫をした研究所(班)も多かった。黒い画用紙の裏に両面テープを貼って、何か特徴的な形に切り取っておく。たとえば、☆型や△型が良い。写真は子どもたちに人気の「パックマン」である。

そのまま翌日の午前中まで置く。光の当たらない夜が一回含まれていることが大切だ。晴れた午前中、適当な時間日光を当てたあと、黒い画用紙をはがすと、すでにうっすらと「パックマン」のあとがついていて、その部分だけ明らかに色が薄いのもわかった。



その状態のまま、エタノールを湯煎にして、葉の色素(クロロフィル)を煮だす。湯の温度は約80℃。エタノールがやっと沸騰する温度が良い。その後、水洗いしてヨウ素液をかけ、数分間そのままにしておく。すると、見事にパックマンの模様が現れた。まるで現像液の中でモノクロ写真を現像しているようだ。

この現象は二つのことを教えてくれた。一点目は、日光が当たらなかった部分は、でんぷんができないこと。これは十分に予測可能で、実際に実験をすれば、その事実が、だれの目にも明らかになる。

二点目は、少々難しい。それは、日光が当たって「でんぷんができた部分」から、日光が当たらずに「でんぷんができなかった部分」に「決してでんぷんが移動しない」という事実だ。つまり、葉の各部分にあるでんぷんは、「その部分で作られて蓄積されている」ということである。この二点目の事実は、子どもにとって予測も考察もむずかしい。しかし、授業でよく考えさせると、実験後にこの結論にたどり着くことができた。驚くべき考察力と言えるだろう。

【子どものノート(ふり返り)から】

「葉の上に☆やパックマンのもようがはっきり現れていて、とてもおどろいた。この実験で、葉の上で日光が当たらなかった場所にはデンプンができないことは、目で見てすぐにわかった。できたでんぷんが、○研の△△君が、葉の別の場所に移動しないという考えを発表したけど、最初は意味がわからなかった。でも黒板に図を書いて説明してくれたので、理解できた」

3 今後に向けて

昨年度までの研究では、「てつがく」の実践により、子どもたちの話し合いの姿勢は高まり、仮説を立てたり、根拠を持って他者を説得したり、科学的な論拠を基に話し合ったりすることができるようになってきた。何よりも他者の実験に興味をもち、真剣に発表を聴こうとする態度が育成されてきたと感じる。時として、教師の関与が無くても子どもたちだけで話し合いを進め、板書もこなしてしまう。

しかし、てつがくの時間と理科の授業は違いがあり、理科の授業においては、科学的に正しい結論に導く役割が教師にはある。子どもの自主性を重んじながら、どのように教師が関与すべきなのかが課題となり、検討してきた。子どもの豊かな発想を活かし、実験立案をさせ、予想や結果からの考察の場面で、活発な議論をさせながらも、科学的に正しい知識と態度を身に付けていくような授業展開を、さらに検討し、実践していくよう努めていきたい。

子どもの豊かな思考を尊重し、より自主性を活かせる単元や、他の教科と関連させ協働した指導ができる単元、または、てつがく創造活動の中で学べる単元等を検討し、カリキュラムの精選を図ることも今後の検討課題である。

(草野・田中・増田)