

ともに科学を創造する

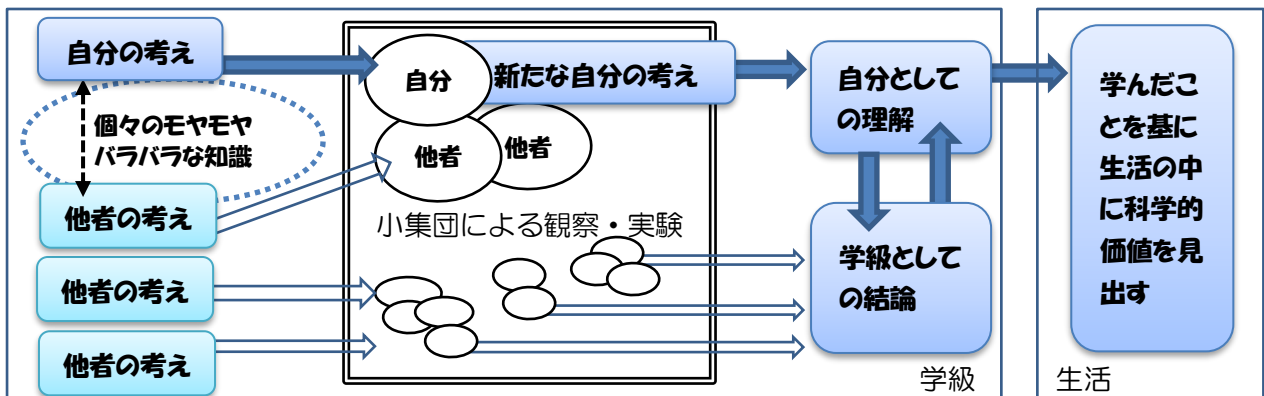
1. 研究の内容

(1) 理科部のテーマ

理科部では、個々の子どもがもっている素朴概念をグループ、学級で徐々に高めていき、一つの科学（自然の法則、原理、真理）を創り上げていく過程を大切にしている。これまでの研究成果と課題から、科学が集団で創造されていくためには、個が学びゆく過程に着目する必要性を見出した。個が他者に考えを発信したり、探求したりする活動に重点をおき、子ども一人ひとりが科学を自分事として創造していく姿を目指した。それが「学びをひらく姿」そのものにつながると考えているからである。そこで研究テーマを「ともに科学を創造する」とし、小集団で活動する授業を大切にしながら、個々の考えや見方の変容を追い求めていく。

(2) 研究の内容

子どもたちの学習経験や生活経験はバラバラであるため、自然事象に対する認識のズレが生じる。子どもたちはそのズレを授業の中で議論していきながら、自分を見つめ直し、新しい考えをもつようになる。このような子どもたちの変容を教師がみとり、子どもの根拠のあるつぶやきを元に、集団を巻き込みながら解決していこうとする意欲が持続できるようにするには、どのような方法があるのかを具体化していくことを、実践研究の主眼とする。



(3) 「学びをひらく」へのアプローチ

学びの渦ができる子どもの姿に重点を当てた実践を行った。子どものつぶやきや思いを優先し、知識優先ではなく、観察・実験を中心にした活動を展開した。個々が探求するねらいは多少異なってもよい。このような探求の枠を広げることで、問題を自分ごととして受け止め、納得いくまで探求し、学びをひらく姿が、徐々に見られるようになったように思う。

理科部として、「ともに科学を創造する」ことで「学びをひらく」ことにアプローチしていくために以下の3点を重視した。

①自分事としての問題解決

学習問題を自分ごととしてとらえ、そこから発せられる思いや考えで学習を展開していくことに重点を置く。学級で得られた学習問題と、自分の既習知識や生活経験とを擦り合わせながら、それぞれが異なる問題意識をもち、問題解決を通して結論を導き出す過程や姿を追い求めていく。

②個の感性が高まる教師の支援

学習を通して一つ定義を追い求めていくことは大事にする。しかし、それに至るまでの個々を感じたり、考えたりする過程は同一である必要はない。事象と出会ったときの驚きや疑問の感じ方や、結論をもとに得られる新たな発想や気付き、ものの見方への変容は様々である。このような諸感覚を生かした

感性「センス オブ ワンダー」が磨かれるよう、発達段階における興味・関心のもち方や変容していく姿を大切にしていく。

③学びの渦（トルネード）

自然の事物現象を目の前にして、子どもは「あれ？」「なんで？」という心の動きが生じる。この心の動き（グラッとした気持ち）が発展し、「なぜ、なぜ？」「もしかすると？」となり、学びの渦が生じてくる。学びの渦は一人ひとりで作るものであり、この渦が「確かめてみよう」「試してみよう」という意欲に発展していくのではないかと考える。一人の渦が他者を巻き込み、大きくなっていき、やがて学級全体の渦（トルネード）へと発展していくことを願う。学級において、学びの傍観者をなくし、主体的に授業に参加し、他人事ではなく自分事としてとらえさせたいと考えている。

理科部で考えている「学びの渦」とは、例えば以下のようなものである。

- ・渦をつくるのは、子ども自身である。
- ・よい渦を生み出し、育てるのが教師の役割である。
- ・理解できると、学びの渦からジャンプして出られることもある。
- ・一人の渦もある。それが合わさって育つこともあるし、小さな渦もままのこともある。
- ・渦の外で風を感じていることもある。その子どもを、うまく渦の中に巻き込む。
- ・渦のエネルギー源は、子ども個々、子ども集団の持つ探求心である
- ・渦が消失すると子どもの疑問が解消され、「わかった」につながる。→「新しい知との出会い」

ともに科学を創るには、思考の渦を学級全体に広げる必要はない。今後は大きさよりも、思考の渦の内容に着目し、問いかけの言葉による子どもの変容等に注目する必要がある。

④「新しい知との出会い」を見逃さないこと

新しい知との出会いとは、どんな体験を言うのだろうか？授業者が、日々の授業の中で、新しい知と出会う子どもの姿を追い求めることは、非常に難しい。しかし時々「これかな？」と思う一瞬はある。それは発言・つぶやき・叫び、時には落胆や混乱の表情の中にもある。音声や表情には現れない、静かな知との出会いもある。理科帳や絵だより（絵日記）にその痕跡を発見できることが多い。教師は常に複数のアンテナを巡らして、子どもたちが新しい知との出会いを果たした一瞬を、決して見逃さないようにすることが大切だと考えている。

2 授業実践から見た子どもたちの学ぶ姿

（1）5年 「モヤシを使って発芽と養分の関係を探求する」

①豆モヤシの教材性

豆類や穀類は、種子そのものを食用にする。種子を発芽させた状態を食用にするものもある。カイワレダイコン、アルファルファなどがそれに相当する。モヤシ（萌やし）も、大豆や青豆を、水だけで発芽させた「発芽作物」の一種だ。豆（子葉）のついた状態の「豆モヤシ」と、子葉のないモヤシが市販されている。この子葉付きの「豆モヤシ」は教材性が高く、優れた実験材料になる。

②大豆と豆モヤシのでんぷん量の比較

スーパーで買った「豆モヤシ」は、200g入りで90円だった。これで1学年分の実験に余裕で間に合うので、実に安価な教材と言える。発芽前的大豆は、水に浸けていない生の豆と、一晩水に浸けてやわらかくした2種類を用意した。もちろん、観察や実験には、やわらかくした大豆のほうが適している。豆（子葉）付きのモヤシは、どの子どもも慎重に選んでいた。子葉から根の先まで完全なものは、意外にも少ないのだ。

実験材料や器具が揃うと、さっそく研究にとりかかっていた。滴ビンのスポイトの先が、豆に直接触れないように、慎重にヨウ素液を滴下させている。薬品を使った実験は、5年生で初めてなので、やや緊張気味だった。

右は、ヨウ素液をかけて約3分後の写真である。反応の差は、一目瞭然である。発芽前的大豆は青紫～黒く染まっているのに対し、発芽後のものは、ほとんど染まっていない。発芽前の種子をよく見ると、種皮付近には反応がなく、中心付近がよく反応している。また、でんぷんの多いところと少ないところが、まだら状に分布していることもわかる。何度も実験を繰り返すうちに、子どもたちが面白いことに気づいた。

③モヤシの長さによる子葉の養分のちがい

ヨウ素液の反応（ヨウ素-でんぷん反応）について、教科書や参考書では「青紫色に変化する」と記述しているものが多い。

しかし、実際にやってみると、「薄い紫色」から「ほとんど真っ黒」まで、さまざまな段階がある。これは、細胞の中に、どれぐらいでんぷんが存在するか（残っているか）による、変色密度のちがいである。ヨウ素液に反応して染まるのは、種子の細胞ではなく、細胞の中のでんぷん粒だけである。したがって、単位体積あたりのでんぷん密度が高いほど、全体としては濃い色に見えるわけだ。モヤシを使った実験でも、何度も試すうちに、同じモヤシの子葉でも「少し反応するもの」と「ほとんど反応しないもの」があることに、子どもたちは気づき始めた。

細胞の中のでんぷん粒だけである。したがって、単位体積あたりのでんぷん密度が高いほど、全体としては濃い色に見えるわけだ。モヤシを使った実験でも、何度も試すうちに、同じモヤシの子葉でも「少し反応するもの」と「ほとんど反応しないもの」があることに、子どもたちは気づき始めた。

C; 「モヤシの豆のところ（子葉）に、でんぷんがほとんどないと、少し残ってて、ヨウ素液で色がつくのがあります。」 「モヤシの長さによって、色がちがってるみたいです。」

これは、非常に重要な「気づき」と言える。モヤシは製造過程で、肥料も光線も与えていないので、



種子の中の養分と水だけで育っている。つまり、長いモヤシは、子葉の養分を使い果たしているが、短いものはまだ残っているのではないか---ということに、子どもたちは気づいたので。そこで、各研究所（班）で、もう一度豆モヤシの袋の中身を確認めさせると、いろいろな長さのものが混在していることがわかった。

自分たちで育てた種子から、さまざまな成長過程のものを用意することは難しい。しかし豆モヤシは、一袋の中に何百本も研究材料が入っているので、さまざまな発芽状態（成長過程）の種子が一気に手に入る。「種子の養分が発芽に使われて減ってゆく」ということを調べるのには、誠に都合の良い素材と言えらるだろう。実験の結果「短いモヤシの子葉」と「長いモヤシの子葉」では、でんぷんの残存量に明らかちがいがあることがわかった。

種子の中の養分と水だけで育っている。つまり、長いモヤシは、子葉の養分を使い果たしているが、短いものはまだ残っているのではないか---ということに、子どもたちは気づいたので。そこで、各研究所（班）で、もう一度豆モヤシの袋の中身を確認めさせると、いろいろな長さのものが混在していることがわかった。

④教師自身のふり返し

教科書では、インゲンマメなどを使って、発芽前の種子と、発芽後の子葉のでんぷん量のちがいを調べる実験を扱っている。しかし、モヤシを使うことによって、発芽途中のさまざまな段階のでんぷん量を調べることができることに気づいたことが、「新しい知との出会い」の第一歩だった。このことで、子どもの活動が、単なる「実験」から「研究」へ高まり、学びに広がりが見られたように思う。

(2) 4年「もののあたたまり方」

第4学年「もののあたたまり方」の単元学習後、クーラーボックスの中に入った氷水に浮いたボトル缶を提示し、このボトル缶は十分に冷やされているか話し合った。子どもはこれまで考えたこともない状況に興味を示し、「この水や空気はどこが一番冷えているのか。」そして「ボトル缶のどこが一番冷やされているか」を知りたくなり、『固体や水、空気はどのように冷えていくのだろう。』という共通の問題を得た。子どもたちが考えた予想を解決するための実験を組み立て、実験を行った。



【水の冷え方】①サーモインクは温めると赤くなることを思い起こしながら、温めて赤にしたサーモインクに保冷剤を入れて、色の変わる様子を観察する。

【空気の冷え方】①空気を温めた時と同じように、ビーカーに線香の煙を入れ、保冷剤でビーカーの上部や下部を冷やしながらか煙の動く様子を調べる。

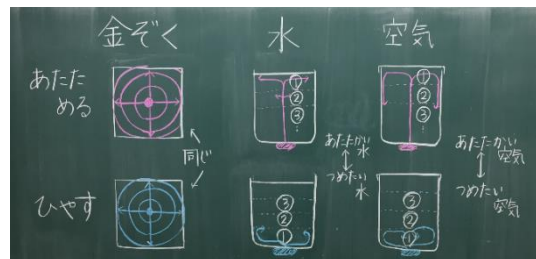
【金属の冷え方】金属板にサーモテープを貼り、金属板を温めて色を変化させる。その後保冷材で金属板を冷やしサーモテープの色が基に戻る様子を観察する。

実験後は自分たちで組み立てた実験結果を振り返り、結果を共有し合う活動を設け、まとめを行った。

金属、水及び空気を温めた時の実験結果を基にしながら冷やした時の実験結果を図で追記し、比較しながら考えられる場をつくった。金属の温まり方や冷え方の結果は同じである。水や空気の冷え方は温まり方の矢印とは上下が逆になる。しかし、よく見ると水と空気の冷え方は矢印が下を指しているものの、よく見ると冷えた空気は下にあり、温かい空気があることに気づき、ビーカーの中で同じ現象が起きていることを発見した。

「水や空気は動くことができる。温かい空気は上へ、冷たい空気は下へ行くことから、重さが関係しているのではないかと推測する発言があった。また、「金属は固体なので自由に動くことができない。なので、温めても冷やしても、そこから順に伝わるように広がっていくことしかできない」と固体、液体、気体を粒としてとらえ、粒子的概念で考える子も見られた。

それぞれの結果から『金属は冷やした部分から順に冷えるが、水は冷やした部分が下に移動して全体が冷えていく。』というクラスで共通の結論を得た。その後、再び氷水を入れたクーラーボックスのボトル缶の設置について考えた。子どもは「水の底にボトル缶を沈めたほうが効率よく冷やすことができるのではないかと」と新たな考えをもつことができた。縁日で見られる氷水に浮かせた飲料水は、実はあまり冷えていないのではないかと批判的な考えをもつ子もいた。



3 今後の研究に向けて（成果と課題）

今年度は、教師同士で授業を観察し合い、実践を振り返り、研究テーマと結びつくような事例をピックアップすることを繰り返し行った。そこから、新しい授業デザインを構築してゆく努力をした。その結果、学びの渦を育うまくて、学級の科学にまで高めるためには、どのような教師の援助が必要かということが見えてきたように思う。また、理科の授業の中で、子どもが新しい知と出会う一瞬を見逃さないことが、非常に大切だということも認識できた。授業中の子どもたちの様子を見ても、「単に授業に参加する者」「傍観者」は明らかに減っている。問いを持ち続け、その問いを更新しようとする「研究者」、主体的に関わろうとする「探究者」といった姿が、徐々に増えていったように思う。

今後は、子どもの「ファースト概念」を教師が看取って、それをもとに「問い（導入）」を創りだすかが重要だと思う。また、その概念をいかに広め、或いは深め、より「意味のある学びの渦」の形成につなげてゆくか、といったことが今後の大きな課題であると思う。（田中、増田、三井）