

## 1 研究の内容

### （1）全体研究主題「学びをあむ」と「探究する空間」との関連

理科部会では、学びをあむ子どもたちの姿を「探究する空間」において実現できると考える。

理科の学習は自然を対象とする。働きかけを工夫することで自然の事物現象に変化を起こすことができる。しかし、簡単には変えられない崇高な存在が自然である。このような自然に対して自らの思いをもって繰り返し関わり、自然の偉大さに学ぶことが理科学習の意義ともいえる。その意義は、これまでの経験をもとに、自然や自然事象、人とかがわりながら、探究していくことで見いだすことができる。このような営みは、学びをあむことそのものといえる。

### （2）「探究する空間」で目指すもの

「探究する空間」には、子どもが自分の研究テーマを探究し続けるために、「ヒト・モノ・コト」が適切に存在し、配置される必要がある。理科部会が考える「ヒト」とは、自分、友達、教師を、「モノ」とは、学習環境（学習材や活動場所、表現方法など）を、「コト」とは、自然の事物現象をさす。

今年度は、「探究する空間」の3年次である。これまで、「ヒト・モノ・コト」が密接に関連し合う学びの場をつくることにより、子どもの探究が続くことを目指してきた。1年次は、「ヒト・モノ・コト」がどうあるべきかについて、2年次は、それぞれが有機的につながるための手立てについて、実践を通して明らかにしてきた。その中で、低学年教育やてがつく創造活動で培われた力が発揮されることで、理科学習の意義に一層近づくことが分かってきた。

### （3）今年度の重点課題－「ヒト・モノ・コト」のつながりとメタ認知スキル・社会情意的スキル

今年度は、昨年度の研究を受け、「探究する空間」に存在する「ヒト・モノ・コト」のつながりと、メタ認知スキルや社会情意的スキルがどのように表出するかについて三つの視点で検討したい（図1）。

一つ目に、ヒトと、モノ・コトをつなげるために、子どもが自らの目標の達成を目指す学びを構成する。未来志向的な視点である。子どもが、目標の達成に向かいモノやコトに関わり続ける中で、目標がなかなか達成できない状況に出会うことで、自分の思いを大きくし、探究し続ける姿を目指す。このような学びにより、目的意識をもち問題解決を進めるためのメタ認知スキルや、他者の考えを受け入れる認知的柔軟性、失敗から新たな方法を考えるレジリエンスなどの社会情意的スキルが育まれることを期待する。

二つ目に、モノとコトをつなげ、深い理解を図る教材化を行う。子どもの過去の経験の分析から始まる視点である。コトへの探究が始まるモノとの出会い方を工夫したり、目の前のコトを説明するために、思考の道具として様々な表現方法というモノを使ったりする。このような教材化により、過去の自分と今の自分を比較し、考えを捉え直すメタ認知スキルや、表現を生み出す創造性、表現を共有することで考えを深める共感性などの社会情意的スキルを育みたい。

三つ目に、ヒトとヒトをつなげ、自己評価と相互評価を促進するように教師がかかわる。教室の今、現

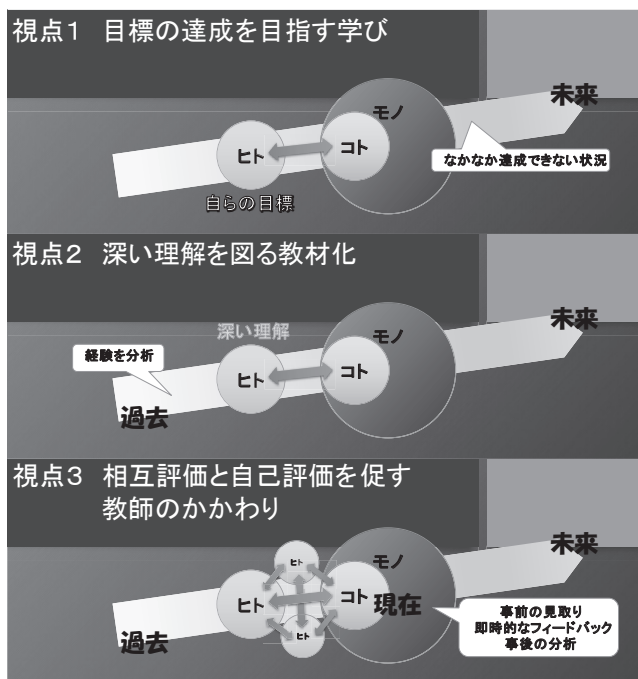


図1 ヒト・モノ・コトのつながり

在を大事にした視点である。このような教師のかかわりにより、自分の考えを公開し、見直す省察的思考などのメタ認知スキルや、友達の考えから学ぼうとする他者視点の獲得、仲間の中で自分の考えが認められることによる自己効力感などの社会情意的スキルを育むことをねらう。

これまでの研究を通して、視点1の子どもが目標達成を目指すことにより、子どもたち同士の考えに葛藤が生まれ、その時こそメタ認知スキルや社会情意的スキルが多く見られることが分かった。それは、視点2の魅力的な教材との出会いや、事象を説明するために様々な表現方法を行うこととは切り離せないものであった。また、葛藤が生まれるように教師が意図するだけでなく、子どもの中に葛藤が生まれたときにどうかかわるか、つまり視点3が重要であるということが分かった。このような学びを通して、理科教育でしか得られない自然事象に対する思考力・判断力・表現力や、自然を愛する心情を身に付けながら、理科学習の意義に迫る過程で、自然の中の自分を知り、自然や友だちから学ぶ姿を目指したい。

表1に、理科の学習で育まれると考えるメタ認知スキルや社会情意的スキルを子どもの姿で示す。

表1 理科授業におけるメタ認知スキル、社会情意的スキルへの着目

主に 個の 学び  ↑ ↓ 主に 協働 的な 学び	問題 発見 の場面	メタ認知スキル	社会情意的スキル
	観察 実験 の場面	<ul style="list-style-type: none"> <li>既習事項や生活体験から予想する</li> <li>興味や疑問から問題を見いだす</li> <li>目的意識をもつ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>他者の気づきを認め尊重する</li> </ul>
	考察結 論導出 の場面	<ul style="list-style-type: none"> <li>目的意識をもちながら観察実験に取り組む</li> <li>今までに獲得した観察実験のスキルを自覚する</li> <li>新しい実験方法に取り組む</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験で分担された役割を責任もって果たす</li> <li>単純な活動であっても粘り強く取り組む</li> <li>失敗してもやり直す</li> <li>他者と対話を通して協力する</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>結果を総合的に考え、結論を導出する</li> <li>予想と異なる結果に対して理由を考える</li> <li>他者の意見と自分の考えの異同に気付く</li> <li>自分の考えを公開し、見直す</li> <li>過去の自分と今の自分を比較し、捉え直す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自分の予想や取り組みが間違っても素直に認める</li> <li>他者の発言を傾聴し異なる考えを尊重する</li> <li>友達の考えから学ぶ</li> <li>自分の考えが認められる自己効力感をもつ</li> </ul>

## 2 実践からみた子どもたちの姿

### (1) 6年「水溶液の性質」～ヒトとコトを結びつける、徹底したモノの研究～

#### ①理科で最も重要なモノの研究

理科は観測事実（実験や観察の結果）から考えさせる教科である。事実を得るためにはモノの操作が必要である。モノとは即ち学習材を意味する。6年の水溶液の性質の単元では、短時間での変化を観察する、つまり「変化の一瞬」をとらえさせることが重要である。そのためには「どんなモノ」を「どういう方法」で操作させるか、ということ徹底的に教材研究することが教師に求められる。それは、「ヒト（子ども）」と「コト（現象）」をいかに結びつけるか、と言い換えても良い。この実践では「変化の一瞬（コト）を捉えさせる」ということを重視した教材研究をし、その授業において子どもたちがどんな学びを得たのかを明らかにしたい。

#### ②透明な水溶液に金属が溶けて消えるという衝撃

水溶液の性質の単元では、水溶液には固体・液体・気体が溶けたものが存在すること、溶質によって酸性・中性・アルカリ性があり、更にその度合いに強弱があること、それら確かめるために、さまざまな種類の「指示薬の役割をする物質」や試験紙が存在する、といったことを学んでいく。複数の薬品類やさまざまなガラス器具を使用し、蒸発乾固で加熱する場面もある。子どもたちにとっては小学校の理科の中でも、最も実験らしい実験と感じられ、単元導入時からの期待感も大きい。

この単元の中でも、「金属を溶かす水溶液」という小単元（項）では、子どもたちは見たこともない事実（現象）と対面することになる。鉄が錆びる（鉄の酸化）といった現象は、日常生活の中でもある程度感じることはできる。しかし、水溶液に金属が溶けるという現象は、子どもたちが日常生活の中で観察

することはない。美しい金属光沢を持ち、不変の象徴のような金属が、一見水のように見える透明な水溶液に溶けて、最後は姿を消したように見えるという現象は、子どもたちにとって衝撃以外の何ものでもない。ヒト（子ども）がコト（現象）に近づくというよりは、コトのほうがヒトを引き寄せているようにさえ感じる。

### ③「変化の一瞬」を見逃さず、ヒトをコトに接近させる教材研究

大切なことは、「変化の一瞬」を見逃さないことである。ここで言う一瞬とは「水素の泡を出しながら、水溶液に金属が溶けて消える一瞬」ということである。通常この実験は、試験管の中に水溶液（希塩酸や水酸化ナトリウム水溶液）と金属片（亜鉛片やアルミニウム片）を入れて観察するという方法をとる。確かに、試験管の中で金属片が水素の泡を出す姿を観察できる。金属片は徐々に溶けて（化学変化して）小さくなっていくが、完全に消滅するには時間がかかる。しかも、その「消える一瞬」を肉眼でとらえることは、ほぼ困難である。いくら時間を置いて観察しても、結果的には「変化前の金属」と「変化後の金属」の比較でしかなく、最も大切な「変化の一瞬」を目撃したことにはなっていない。こうした「変化の一瞬の見逃し」は、実は理科の多くの単元で見られる。

子どもを変化の一瞬の「目撃者」にするには、顕微鏡が有効な場合が多い。水溶液の再結晶の観察が好例だろう。顕微鏡を使うと、一滴の透明な水溶液から、食塩やミョウバンの同じ形状の結晶が現れ、どんどん成長する様子、つまり「再結晶の一瞬」を驚くほど鮮明に観察できる。この方法は、金属の溶解にも使える。再結晶の観察の場合、スライドに水溶液を1滴落とし、そのまま検鏡すれば良く危険もない。しかし、金属の溶解の場合危険な薬品を使うので、器具や方法を慎重に選択し、何度も予備実験を行って、教師自身が十分に教材研究しておく必要がある。

今回は6年の4クラスとも同じ方法で実験をさせたが、実際にモノ（学習材）やコト（現象）とヒト（子ども）を近づけると、予備実験ではわからなかった、さまざまなことに気づいた。その結果、少しずつ実験方法を改善することができた。今回のモノの研究（教材研究）で気づいたことと、その改善策は主に以下の点である。

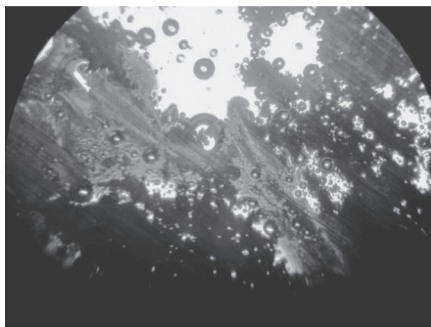
モノ・コトの問題	主な問題点	改善策
金属そのものの問題	アルミニウム片では厚すぎてなか溶けるのに時間がかかる。	アルミニウム箔を使う。箔は10mm角が良い。裏（白っぽく、凹凸がある側）を上にして置くと良い。両面テープでシャーレ底に貼らないほうが良い。
水溶液の問題	水素の泡で水溶液が跳ねて危険。	小型蓋付きシャーレ（径9cm）を使って跳ねを防止する。シャーレは、そのまま顕微鏡ステージに載せる。水溶液は4%水酸化ナトリウム水溶液を使う。
蓋の曇りの問題	反応熱や水滴でシャーレの蓋が曇る。	小型シャーレの中に、更に極小シャーレ（径4cm）を入れて、その中で反応させる。曇ったら小型シャーレの蓋を回転させる。最適な倍率は40倍。

### ④「探究する空間」 ～実験中のコトとヒトの様子～

この顕微鏡での観察の前に、子どもたちには、通常の方法である試験管での実験も演示実験で見せておいた。従って、水酸化ナトリウム水溶液の中で、アルミニウムが泡を出す様子はすでに観察している。この実験前の子どもたちの予想はさまざまであった。「アルミニウム片とちがって、アルミホイルは薄いので、一瞬で溶けると思う」「試験管の時とちがって、アルミホイルに穴があくのが見えると思う」「水素の泡で何も見えなくなるような気がする」などである。これらの予想は、どれもある程度事実と合っている。

実験を開始しても、数分間は何も変化がない。ほとんどのアルミ箔の端から水素の泡が発生し始める。子どもたちからは「あ、泡が出てきた!」「端っこのほうから出てきて、泡が大きくなっていく」といった声が聞こえてくる。これは「水溶液に金属が溶ける一瞬」の初期の段階である。顕微鏡は一人一台、そ

れに各自にタブレット型ノートパソコンを貸与されているので、変化の様子を動画で撮影する者が多かった。10分間ほど粘り強く観察を続けると、アルミ箔に小さな孔があき、顕微鏡光源の光が透けて見えるようになる。これが「水溶液に金属が溶ける一瞬」の中期の段階で、最も歓声が上がる時でもある。



その一瞬をうまく撮影できた研究所(班)や子どもの周囲に、たちまち人だかりができて、その映像を見せられて再び歓声があがるといった姿が、各所で見られた。更に時間がたつと、反応熱でシャーレ内の温度が上昇し、激しく水素を発生させながらアルミニウムが溶け、穴が大きくなる様子を観察できた。

最後には、アルミ箔はバラバラになるが、まだ泡は出続ける。やがて最後の一片も溶けて、泡も金属も見えなくなる。これが「水溶液に金属が溶ける一瞬」の最終段階で、一番見逃したくない一瞬と言える。子どもたちは、その劇的な一瞬を逃すまいと、粘り強く観察や撮影を続けていた。最後には金属アルミニウムは消え去り、含まれていた不溶性の黒い不純物だけが残った。

しかし、子どもによっては、探究心に限界がなかったようである。「もう一度最初から実験したい」という申し出もあり、予備の器具を使って実験を続けさせた。それらの「小さな探究者たち」は、極小シャーレを置く位置、加える水溶液の量、追加するタイミング、より良い撮影方法などを改善しようと、「あーだこーだ」言いながら取り組んでいた。

#### ⑤授業のふり返し ～ヒトがモノやコトから実感するという～

実験中の各研究所(班)の「気づきの板書」「授業でのふり返りの発話」「ノートの記述」などから、この実験から子どもたちは、以下のようなことを実感していたことがわかった。

- ・アルミニウムは、しばらくは溶けない。アルミニウムのはし(端)のほうから溶け始めて、穴があく。穴がどんどん広がって、溶けて消えるようすを観察できた。
- ・アルミホイルから出るアワは、1本のすじのように続けて出ていた。これが水素のあわだということはどうしたらわかるだろう?水素は燃えやすいので、火をつけたらわかるのかな?  
※発生した気体を集めて燃焼させる実験は、単元の終わりに演示で観察させた。
- ・最初はあわはほとんど出なかったけど、どんどんふえていきました。容器の底が温かくなっていました。金属が溶けると、温度が上がるらしいです。私はけんび鏡で、最後のアルミニウムが消えるしゅん間をさつえいできたので、うれしかったです。
- ・アルミニウムに穴があいて、下から光が見えた。だんだんたくさん穴があいて、プラネタリウムみたいにきれいだった。金ぞくが溶けるしゅん間をけんび鏡で観察できてよかった。
- ・試験管の実験では、アルミニウムの板から泡が出ているのが見えるだけだったけど、顕微鏡で見ると、泡だけでなく、本当にアルミニウムが消えるのもわかった。金属が溶けるなんてスゴイことだ。
- ・だれかが何かすごい瞬間を発見すると、先生がすっ飛んできて、「おおー!」とか「すばらしい!」って言ってくれるので、それでやる気が出ました。私も、アルミホイルが消える瞬間を見れました。

子どもたち(ヒト)は、モノ(実験器具や薬品)を操作しながら、コト(金属が水溶液に溶けるという現象)に関わることに一生懸命だったように思う。実験中の姿からは、「目的を意識しながら観察実験に取り組める」というメタ認知スキルの姿、「単純な活動であっても粘り強く取り組む」という社会情意的スキルの姿は、ある程度見られたように思う。また、最後の子どものコメントからは、教師は教材研究に努力するだけでなく、観察・実験中の「ヒトとしても共感的な関り」が、実は重要であることもわかった。ただ、この実践では、「金属が水溶液に溶けるというのは、一体どういう現象だったのか」という点については、論議する時間がとれなかった。化学変化という現象の観察から、それをどの程度実感できたのかは、分析が甘かったと感じている。

#### (2) 3年「音のふしぎ」

今年度、理科部では校内研究会で授業を行った。公開したのは「音のふしぎ」の単元の1時間目であった。子どもたちにとって身近な現象である音についてのこれまでの経験を共有し、何となく震え

ているような気がするという状態から、実際に震えているかどうか試してみたいという状態にしていきたいと考え、授業を行った。

### ①単元について

子どもたちは日常生活の中で音の性質を利用した様々な物を目にしている。音の大小の違いや高低の違いなどについて体感しており、音の性質を学習や生活の中で利用している。しかし、音を日常生活で可視化してみることはあまりなく、視覚的に実感しにくいという側面があると考えられる。

本単元では、まず音についての経験や考えを出し合うことで、仲間が音について考えていることを知り共有する。この活動から音について学習する見通しをもたせたい。そして、紙コップなどで糸電話を製作しながら音が出ている物に触らせたり、輪ゴムで作った楽器から音が出ていないときと音が出ている時の様子を観察したりすることで、音を出す物は振動していることをとらえさせる。次に生活の中で使われている音を出す物に目を向けさせたい。楽器、オルゴール、スピーカー、声、などがあると思われる。さらに、騒音計で音の大きさを数値で表し、可視化したい。この活動の中での子どもたちの発見から、音の大きさと振動の様子の関係について、とらえられるようにしたい。

### ②学習指導計画（全6時間 本時1／6）

第1次 音を出してみよう 2時間

第2次 音に触ろう、音を見よう 2時間

第3次 音が大きい時と音が小さい時 2時間

### ③実際の授業の流れ

本時のねらい

音についての経験や考えを出し合うことで、音について学習する見通しをもち、学習感想が書ける。  
予想される本時の展開

主な学習活動と予想される子どもの姿	留意点
1 「音ってなんだ？」について考え、ノートに書いてみる。	○実際に楽器を使って音を出す様子を見せてから、音について想起させるようにしたい。
2 音について考えたことを出し合い、共有する。	○研究所の順番でどんどん考えたことを出させていく。黒板で可視化する。
3 実際に音を出してみる。	○輪ゴムを使って1人1つ簡単な道具を作って、手元で実際に音が出ている様子を観察させたい。
4 学習感想を書く。	○いつものように終了5分前を目安に振り返りの時間としたい。

### ④ 実際の授業

指導案では、「音ってなんだ？」という、ややてつがく的な問いを投げかけて音についての経験を出し合い、共有をするよう計画した。そして、実際に音を出るものを作り、音を出してみても最後に振り返りをノートに書く学習の流れを計画していた。実際の授業でも、最後に学習感想を書く場面まで行った。

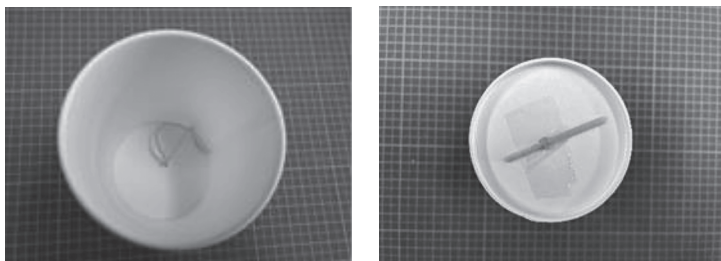
最初の場面では、子どもたちは以下のようなことを話していた。

- ・楽器（バイオリンなど）で弦が震えていたこと。
- ・大太鼓をたたいた時のこと。
- ・音の高低のこと。
- ・音がかすれることがあること。
- ・輪ゴムの震えのこと。
- ・机をたたくと手が当たって音が出ること。
- ・音が出ている物を指で触って震えているのを感じたこと。

- ・同じ音でも聞こえる人と聞こえない人がいること。
- ・サッカーボールをキャッチするとき音がすること。

子どもたちの中には、経験で語る事がなかなか難しい子もいた。問いに対して、「振動」と答え、振動を感じた経験を聞くとなかなか出てこない場面があった。

様々な経験が出た後に、紙コップ、輪ゴム、爪楊枝、セロハンテープで写真のような道具を作り、実際に音を出して様子を観察してみた。これは、福音館書店発行の松岡達英（1991）『なく虫ずかん』で紹介されているセミの鳴き声模型を参考にしている。



実験中の子どもたちは、自席で黙々と試してみたり、席を立って、移動して試したりする様子が見られた。中には、数名が自然に集まって、一緒に実験をする様子が見られた。

子どもたちは、大きく分けて3種類の音の出し方をしていた。それは、①輪ゴムをはじく、②輪ゴムを引っ張ってから離して紙コップに当てる、③輪ゴムで紙コップのふちを擦る、であった。

### ⑤授業をふり返る

授業者は、自評では次のようなことを述べた。

- ・1学期、生物の学習が多かった。
- ・2学期始め、セミの話をした⇒セミの鳴き声をする模型を教材として使うことにした。
- ・3年生の理科、単元始めに「これまでの経験」を子どもが出している。出し合うことで、ヒトとヒトをつなぐことを目指している。特に、ヒトが経験したコトをつなぐことから始めている。
- ・今日は早い段階で、高い低い、大きい小さいといったことが出てきた。それに絡んだふり返りがあると授業者は考えていた。
- ・この学習では「振動」がメインだが、本日のふり返りではまだ意識できていないようである。
- ・作って楽しむことが、本時の大半を占めていたか。
- ・本時で学んだことを基にして、糸電話につなげていきたい。
- ・ヒトとコトを共有することで、学習することを明確にしたかった。

今年度の3年生では、授業の最初にこれまでの経験を出し合うようにしている。これは、子どもたちの経験は個人によって様々であり、差がある。また全く経験のない白紙状態から学習を始めるということとはほぼないと考えるからである。そこで、個々の経験を出し合い、学級で共有することで差を埋め、学習の見通しをもたせられるようにしたいと考えている。つまり、ヒトが経験したコトを共有することから始めることで、学習していくことを明確にしたいのである。

今後、他単元においても同様な導入の実践を行い、コトの共有から、どんな場面でモノを提示していくか検討していきたい。

## 3 今後に向けて

6年生の実践では、ヒトがひきつけられるモノとコトについて徹底した教材研究を行った。視点2の教材化と、視点3の教師の共感的なかわりが、探究心に限界がない子どもの姿を生み出した。3年生では、子どもの経験から学ぶことを大切にしたい。導入では、視点3の経験したコトを共有する場により、視点1の見通しを生んだ。6年生は「観察・実験の場面」での、3年生では「問題発見場面」でのメタ認知スキルや社会情意的スキル（表1）を発揮している子どもの姿が見られた。

理科学習と低学年教育やてつがく創造活動のつながりには、まだ多くの可能性があると考えている。理科部として、子どもとともに探究し続けていきたい。

（草野・杉野・田中）