

2017年度（平成29年度）ソニー子ども科学教育プログラム

科学が好きな子どもを育てる

自然事象から問いを見出し、科学的に追究し、
新たな視点で自然事象を見直す子どもの育成をめざして



山口大学教育学部附属山口小学校

校長 岡村 吉永

PTA 会長 宮川 英之



目次

I	はじめに（目指す『科学が好きな子ども』の姿）・・・・・・・・・・	1
II	支援の具体（『科学が好きな子ども』を育てるために）・・・・・・・・	2
III	授業の中で『科学が好きな子ども』を育てる・・・・・・・・・・	4
	実践① 第4学年「水の温まり方」（物の温まり方）・・・・・・・・・・	5
	実践② 第4学年「水道砲のひみつを探ろう」（空気と水の性質）・・・・	8
	実践③ 第5学年「追究！電磁石ロケットの秘密」（電流の働き）・・	13
IV	授業の外で『科学が好きな子ども』を育てる・・・・・・・・・・	19
V	成果と課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	21
VI	今後の研究計画・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	23
VII	おわりに・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	25

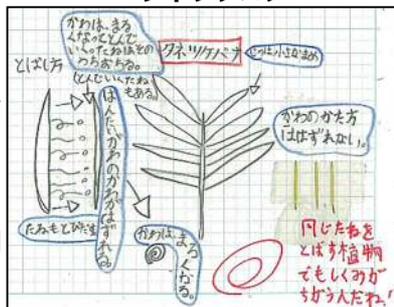


I はじめに（目指す『科学が好きな子ども』の姿）

4月15日。3年生にとって、はじめての理科である。「春の附属山口小学校にはどんな生き物がいるのか探してみよう」ということで子ども達は外へ観察に出た。Y君は、大きな木の根元にタンポポが咲いているのを見付け、花や葉の形を観察し、スケッチしていた。そのとき、「パチパチッ」という音が聞こえて、何かが自分の手に当たったことに気が付いた。「何だろう」と思い、辺りを見回してみると細長い実を付けた植物が生えているのに気が付いた。その実に触れてみると「パチパチッ」と音を立てて勢いよく種が飛び出してきた。急いで教師の元へ行き、「この草はなんと言うのですか」と尋ねた。教師からその植物の名前がタネツケバナであることを聞いたY君は急いでタネツケバナの元に戻った。



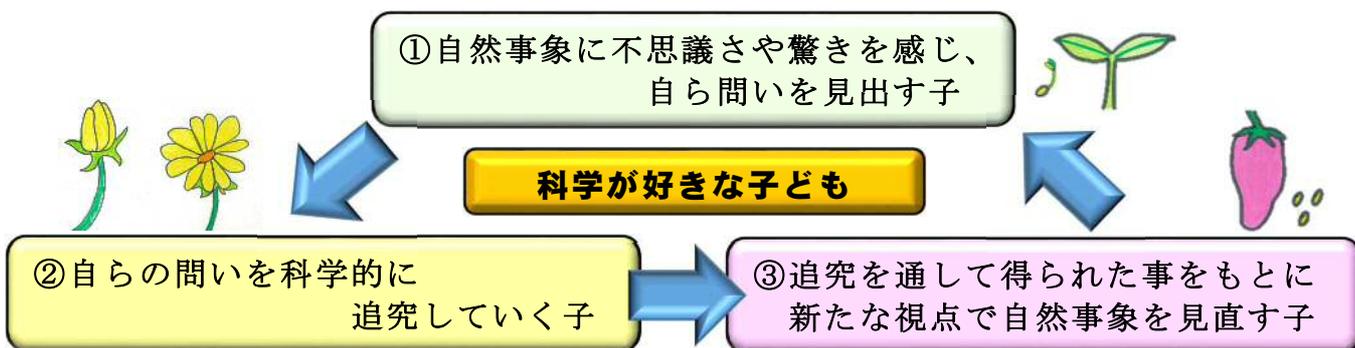
タネツケバナ



Y君の観察ノート

「どうやってタネツケバナは種を飛ばしているのだろう」と不思議に思い、何度もタネツケバナの実に触れ、種を飛ばした。次第に、実の一方の皮は莖に残り、もう一方の皮が丸まって落ちていくことに気が付いた。どうやらこの丸くなる皮がバネの役割をして種を勢いよく飛ばしているらしい。Y君は、タンポポの種には綿毛が付いていて、風に乗って飛んでいくことを知っていたが、タネツケバナのようにはじけて種を飛ばす植物があることをはじめて知ったのである。植物の種の飛ばし方に面白さを感じたY君は、他にも違った方法で種を飛ばす植物はないか校庭を探して回った。

Y君は、偶然見付けたタネツケバナの種を飛ばす仕組みに不思議さを感じた。そして、「どうして種が飛ぶのだろう」という問いをもって、何度も観察を繰り返し、その仕組みを解明した。そして、「植物の中には、はじけて種を飛ばすものがある」という視点をもとに同様の仕組みを持った植物を探して回ったのである。このY君の姿こそが本校が目指す『科学が好きな子ども』の姿である。具体的には以下の3つの姿である。



①「自然事象に不思議さや驚きを感じ、自ら問いを見出す子」とは…

子どもが自然事象と出会う時、「不思議だなあ」「面白い」「なぜ？」といった思いをもつ。また、仲間との気付きの違いや疑問の重なりから「本当のことが知りたい」という思いを高めていく。これらの思いを原動力として、子どもは自らが追究していく問いを見出していく。このような姿が「自然事象に不思議さや驚きを感じ、自ら問いを見出す子」である。



「どのくらい溶けるのかな？」

②「自らの問いを科学的に追究していく子」とは…

自ら見出した問いが解決されなければ子どもは次第に問いを見出すことに価値を感じなくなるだろう。子どもは、予想・実験方法の吟味・実験・結果の集約・考察といった科学的な問題解決の手続きを経たり、比較、関連付け等の問題解決の能力を発揮したりして問いを追究していく。また、実証性・再現性・客観性の視点で自他の考えを吟味し、より妥当な考えを生み出していく。このような姿が「自らの問いを科学的に追究していく子」の姿である。



「5m先の的に入れるには…」

③「追究を通して得られた事をもとに新たな視点で自然事象を見直す子」とは…

K君は科学的な追究を通して、豆電球と電池を結ぶ導線が切れ目のない輪（回路）になっていると明かりがつくことに気付いた。その後の回路を利用したおもちゃ作りで仲間が作製したスイッチをK君はじっと見つめていた。そして、「スイッチって便利だね」とつぶやいたのである。K君は回路を作って明かりをつけるよさの他に、明かりをつけないよさ（電池の節約）にも気付いたのである。明かりをつけるよさとつけないよさを視点に、回路をつなげたり、切り離したりできるスイッチを見直したところ、その利便性に気付くことができたのである。このような姿が「追究を通して得られた事をもとに新たな視点で自然事象を見直す子」である。



K君「スイッチって便利だね」

Ⅱ 支援の具体（『科学が好きな子ども』を育てるために）

『科学が好きな子ども』を「自然事象から問いを見出し、科学的に追究し、新たな視点で自然事象を見直す子ども」として捉え、授業の中と外で以下のような支援を行い、育成を目指していく。

科学が好きな子ども

①問いを見出すための
自然事象との出会わせ方の工夫

⑤振り返りの活用

②子どもの思考に寄り
添った単元構成の工夫

⑥昼休みの
理科室経営

③考えを吟味する
場の設定

⑦授業実践の紹介の場

④考えの伝え方の工夫

授業の中での支援

授業の外での支援

「手にはいくつ関節があるかな？」

(1) 授業の中での支援

① 問い見出すための自然事象との出会わせ方の工夫

「なぜ?」「本当のことが知りたい」という思いを原動力として子ども自らが問いを見出すことを大切にしたい。なぜなら、自らが「追究したい」と見出した問いであれば、問いの解決に向けて子どもは主体的に学習に取り組むからである。そのための自然事象との出会わせ方の工夫については、教材提示の工夫と子どもが自然事象に関わる時間の確保を支援として行っていきたい。教材提示の工夫については、教師が自然事象についてよく学び、その自然事象の不思議さや面白さが際立つように子どもへの提示の仕方を工夫する。あえて見えない部分を作ることで「中はどうなっているのだろう?」と疑問に感じさせたり、たくさんの考え方ができるものを提示することで自分と仲間の考え方の違いに着目させたりする。

また、自然事象に関わる時間の確保については、一人ひとりが自分の考えや不思議に思うことをしっかりともてるよう、自然事象に関わる時間を十分に確保する。

② 子どもの思考に寄り添った単元構成の工夫

子ども自らが問いを見出した後は、その問いの解決に向けて子ども達の追究が始まる。この追究の過程において、教師が子ども達の意図しない発問や解決方法の提示を行えば、次第に子どもの主体性は失われていくだろう。大切なのは子どもがどんなことを考えながら自らの問いを追究していくのかを教師が想定し、子どもの思考の流れに寄り添いながら学習を進めていくことである。そこで、単元の開始前に右のような子どもの思考の流れを想定した指導計画を作成し、授業を行った。この指導計画をもとに、子どもへの発問や支援の在り方を考えていく。

4 指導計画 27M (9時間)		が本時
学習活動	子どもの意識	
第1次 水道遊びをとおして気付いたことを交流する	9M (3時間)	
学習内容	・空気や水の性質によって起こる現象への興味・関心(関) ・容器での実験(試) ・空気や水の量の変化によって起こる現象についての予想や考察(思)	
水道遊びをし、気付いたことを交流する (3M)	・水道にホースをつないで水を流し、ホースの先の栓を飛ばすのだね。二階のベランダよりも高く飛んだぞ。すごくよく飛ぶなあ。飛ぶときはポンと大きな音が鳴るね。あれ、だんだん栓が飛ばなくなってきたぞ。水の勢い足りなかったのかな。でも、思い切り蛇口を回しても最初ほど飛ばないなあ。どうして、栓が飛ばなくなるのだろう。Aくんが栓が飛ばないときには、ホースの中から水が出てくると言っているよ。ホースの中に水が溜まるよと栓が飛ばなくなるのかな。	
水道遊び(ミニ)を用いて、ホースの中の様子を探る (4M)	・ホースの中に水が溜まるよと栓が飛ばなくなるのか調べてみよう。僕は水が栓を圧して飛ばしているからホースの中に水が溜まっても栓は飛ぶと思っただけ。今日は、中が見えるように透明な瓶を使うのだね。まずは、瓶の中に水をいっぱい溜めて飛ばしてみよう。あれ、栓が飛ばないぞ。ニールツと筒から出てくるだけだね。次は水を半分溜めてみよう。ポンと音がして栓が飛んだね。最後に、水を溜めずに飛ばすよ。ひわあ、天井まで栓が飛んだよ。ポンという音も大きくなったね。水が溜まるよと栓が飛ばなくなるのだね。前回は、ホースの中に水が溜まっていたから栓が飛ばなかったのだね。僕は水が栓を飛ばしていると思っただけとそれなら何が栓を飛ばしていたのだろう。	
透明な筒を用いて、その中に空気があることを	・筒の中で水以外に何が栓を飛ばしているのかな。水が栓に当たる前に飛び出していることからAくんは、水と栓の間の空気が栓を飛ばしていると言っているよ。本当に空気なのか確かめてみよう。水の入った	

子どもの思考をもとにした単元の指導計画

③ 考えを吟味する場の設定

「考えを吟味する」とは実証性・再現性・客観性の視点で自分と仲間の考えを比較し、より妥当性のある考えに自分の考えを修正・強化していく活動である。主に実験方法の検討と考察の場面で考えを吟味する場を設定する。実験方法の検討では、仲間が提示した実験方法が科学的に妥当なのかを話し合う。全員が妥当であると判断した場合は妥当性を認めた子ども達の責任において実験を行う。たとえ実験が失敗した場合でも、どこに原因があるのかをもう一度見直すようにする。考察の場面では、実験結果を受けて考えたことを話し合うのはもちろんだが、予想や仮説を振り返り、実験結果が予想したものであったかについても話し合わせたい。このような活動を繰り返すことで、科学的な考え方で問題解決を進めていくことができるようになると思う。

④ 考えの伝え方の工夫

考えを吟味する際、自分の考えと仲間の考えを比較することから始まるが、お互いの考えが正しく伝わらなければどちらが妥当なのかを判断することは難しい。そこで、お互いの考えが正しく伝わるように教師が支援していく必要がある。まず、「こんな感じ」「こうやって」など、子どもが曖昧な発言をした際には、教師が「こんな感じでどうということなの」と問い返す。そうすることで、子どもはより具体的に自分の考えを話すことができるようになる。また、言葉だけでは自分の考えを伝えることが難しい際には、イメージ図等を用いて、自分の考えを視覚的に表すことができるようにする。そして、子どもの発言やイメージ図等は、考えの共通点や差異点が明確になるように教師が分類・整理しながら板書していくようにする。

⑤振り返りの活用

授業の終末には「納得したこと」や「疑問」、「仲間とかかわったことのよさ」を観点に振り返りをするよう促し、振り返りを聴き合う場を設ける。「納得したこと」や「疑問」を蓄積していくことで、これまでの学びと振り返った内容とを関連付け、単元をとおして自然事象についての自己の考え方が変容していくことを実感させたい。「仲間とかかわったことのよさ」では、仲間と科学的に追究してくよさを感じることができるようになりたい。また、これらの振り返りの中から自然事象についての自己の考え方が変容しているものや多くの仲間が疑問に感じたことを教師が意図的に紹介し、価値付けたり、問題提起したりすることで子どもの学習意欲の向上へとつなげていきたい。

(2) 授業の外での支援

⑥昼休みの理科室経営

子ども達の身の回りにはたくさんの自然事象があり、そこからたくさんの不思議さや驚きを感じることができる。その不思議さや驚きを感じる方法は、小学校の学習指導要領に記されている学習内容だけにとどまらない。そこで昼休みの子ども達に、読書や外遊び以外に、理科室で自分の興味のある観察や実験を行うという選択肢を与えたい。理科の授業で学んだことの確かめや応用はもちろん、テレビや本で興味をもった自然事象の再現や自分の知らない自然事象との出会いなど、子どもの目的は様々であると予想される。しかし、可能な限りそれらを追究できる環境を整えることで、自然事象への不思議さや驚きを感じる感性を育てていきたい。

⑦授業実践の紹介の場

本校では子ども一人ひとりの学びを大切にし、授業を行っているが、それと同じくらい仲間とのかかわりも大切にしている。仲間とかかわることで自分だけでは思いつかなかった新たな発見をしたり、自分や仲間の考えを多面的に分析し、より妥当な考えを創り出していったりすることができるからである。これは教える側の教師も同じである。そこで、日々の授業実践を紹介し合う場を設けることで、新しい知見を得たり、互いに授業へのアドバイスをしたりすることでよりよい理科の授業づくりに役立てていく。

Ⅲ 授業の中で『科学が好きな子ども』を育てる

ここでは、実際に行った授業実践について記す。授業実践の中で教師が行った支援とそれによって育まれた『科学が好きな子ども』の3つの姿を以下のように表す。

○支援について

- ①問いを見出すための自然事象との出会わせ方→_____【支援①】
- ②子どもの思考に寄り添った単元構成の工夫→_____【支援②】
- ③考えを吟味する場の設定→_____【支援③】
- ④考えの伝え方の工夫→_____【支援④】
- ⑤振り返りの活用→_____【支援⑤】

○支援によって育まれた『科学が好きな子ども』の3つの姿について

- ①自然事象に不思議さや驚きを感じ、自ら問いを見出す子→
- ②自らの問いを科学的に追究していく子→
- ③追究を通して得られた事をもとに新たな視点で自然事象を見直す子→

実践① 第4学年「水の温まり方」(物の温まり方)

(2017年5月～6月)



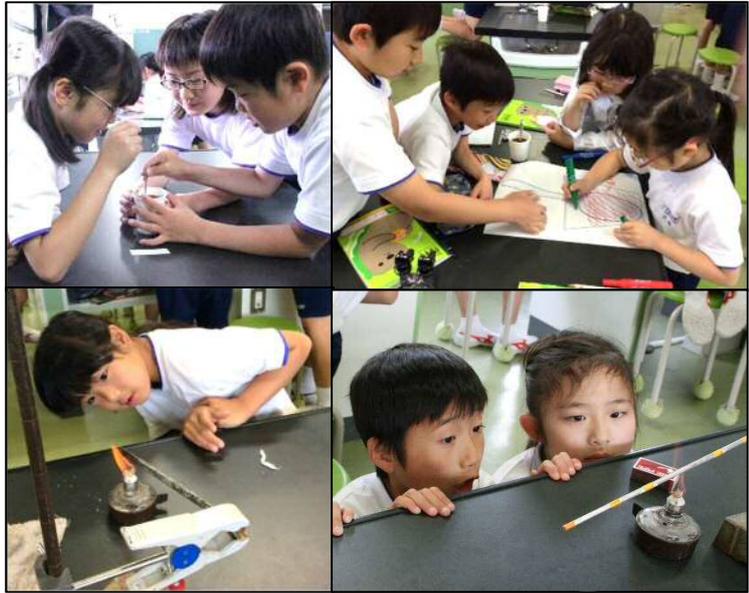
(1) ねらい

- 金属や水、空気の温まり方を調べる活動をとおして、それぞれの物と温まり方の違いを関係付けて考え、物によって温まり方に違いがあることをとらえることができるようにする。
- 仲間と考えを伝え合いながら、物の温まり方の違いを科学的に追究していくよさを感じるとともに、生活の中で起こる物が温まる様子について見直していくことができるようにする。

(2) 学びの概要

前時までの学び

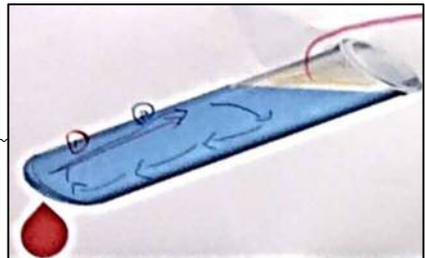
温かいココアを飲む際、金属製のスプーンが端まで温まっていたことから、金属製のスプーンはどのように温まっていたのかを追究していった。その際、熱の伝わり方をイメージ図を用いて表すよう促す【支援④】と、子ども達はお湯に浸かっている側から順に熱が伝わっていく様子を伝え合っていた。そして、金属は温められた場所から順に熱が伝わり、温まっていくと考え、ろうやサーモテープを用いて、自分達の考えが正しいのかを確かめていった。



金属の温まり方について調べる子ども達

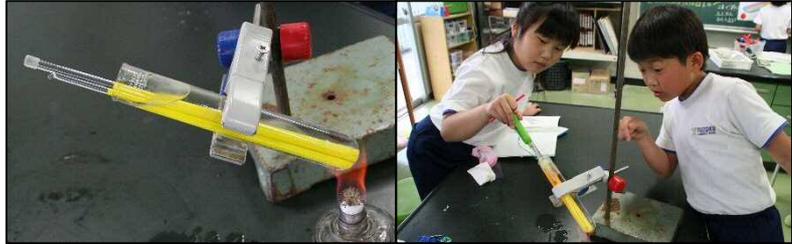
第1次

前時までに金属の温まり方を学んだ子ども達に、水はどのように温まるのかを問うた。【支援①】多くの子ども達は前時までの学びを想起して、水も金属と同じように熱した場所から順に温まると予想し、サーモテープを用いれば熱した場所から順に色が変わるはずだと考えた。しかし、M君は「水は揺れたり、動いたりするからまず上に向かって温まっていき、熱が上までいくと今度は下に向けて温まっていく」と予想した。このM君の考えに分らなさを感じている子どもを多く見取ったので、M君に考えを図で表すよう促した。【支援④】M君が、「水は上に向かって温まると、次は下に向けて温まる」様子を図に表しながら説明したことで、他の子ども達も納得する様子が見られた。ここで、教師が「M君の予想を確かめるにはみんなと同じ実験方法でよいか」と問うた。【支援③】すると、子ども達は「僕達は下から上に温まっていくと思うからサーモテープを巻いた棒は1本でいいと思う。だけど、M君の場合は上に向けて温まる時と下に向けて温まる時を調べるために棒が2本必要だよ」とアドバイ



M君の予想図

スをし、M君も納得のもとで右図のような実験装置で実験を行うこととした。しかし、実験を行うとどの子の予想も外れ、サーモテープは上から下に向けて色が変わっていった。「あれ？上から色が変わっているよ。一番下を熱しているはずなのに。下から上に熱がワープしている」と子ども達は驚いていた。この時の子ども達の発言を板書上に整理していく【支援④】と、子ども達は「なぜ、水は金属と違い上から下に温まっていくのだろうか」という問いを見出していった。子ども達からは、「熱していると試験管の底の方から空気の泡が出てきたよ。この泡に乗って熱が上に移動しているのだよ」という『空気の泡説』と「サーモテープを巻いた棒と試験管の間にはすき間があるから、このすき間を温められた水が流れ、熱が上にいったのではないか」という『水の流れ説』の二つの考えが出て、どちらの説が正しいのかを確かめていくこととした。



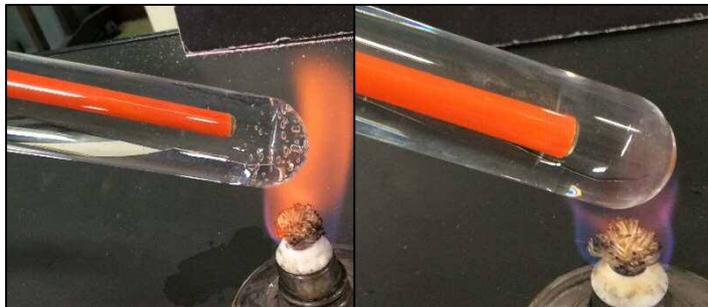
M君の予想を確かめる実験装置

あれ？上から色が変わるよ

一番下を熱しているはずなのに。下から上に熱がワープしている」と子ども達は驚いていた。この時の子ども達の発言を板書上に整理していく【支援④】と、子ども達は「なぜ、水は金属と違い上から下に温まっていくのだろうか」という問いを見出していった。子ども達からは、「熱していると試験管の底の方から空気の泡が出てきたよ。この泡に乗って熱が上に移動しているのだよ」という『空気の泡説』と「サーモテープを巻いた棒と試験管の間にはすき間があるから、このすき間を温められた水が流れ、熱が上にいったのではないか」という『水の流れ説』の二つの考えが出て、どちらの説が正しいのかを確かめていくこととした。

第2次

第2次1時間目では、右のような煮沸前と煮沸後の2種類の水を加熱する実験を行い、『空気の泡説』が本当かどうかを確かめる場を設定した。【支援③】子ども達は2種類の水の様子を比較し、煮沸後は泡が出ていないのに煮沸前と同じようにサーモテープが上から下に向けて色が変わることに気が



煮沸前の水を加熱する様子

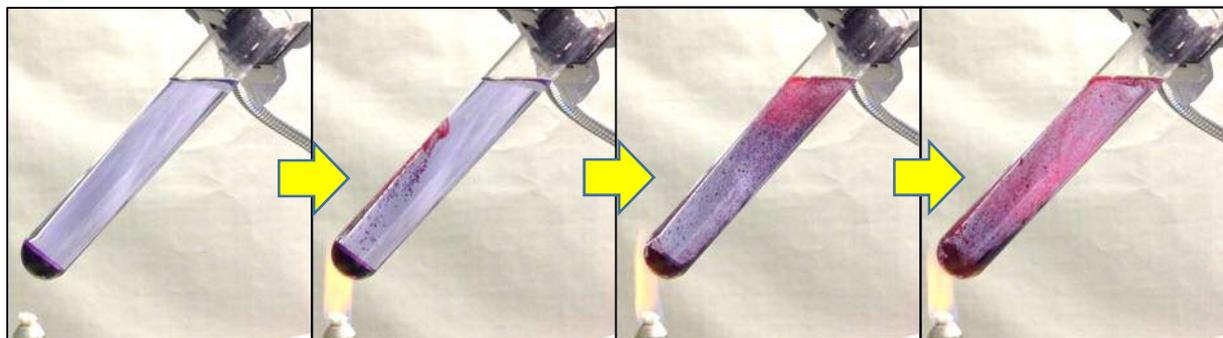
煮沸後の水を加熱する様子

付いた。このことから、『空気の泡説』では水の温まり方を説明することができないと結論付け、『水の流れ説』を確かめていくこととした。

本単元では子ども達の「水の流れが分かり、サーモテープのように温まり方も分かる物で実験したい」という意見を受けて、『水の流れ説』の確かめでは右のような「示温パウダー」を用いることとした。示温パウダーとは温度によって色が変わる変温粉末をアクリル絵の具でコーティングし、水に溶けない粉末状にしたものである。この示温パウダーの動きで水の流れを捉え、示温パウダーの色で水の温度を捉えることができるようにした。(以下は、予備実験の様子である。)



示温パウダー



加熱前

加熱後20秒

加熱後40秒

加熱後90秒

第2次2時間目では、この示温パウダーを用いて、『水の流れ説』が正しいのかを確かめる場を設定した。【支援③】予想場面で、子ども達は、水が流れて温まるということでは考えが一致していた。しかし、子ども達の発言を聞いていくとそれぞれが違った流れ

方をイメージしていることを教師が見取った。そこで、どのように水が流れているのかを図に表して、説明するよう促した。【支援④】子ども達は「僕は試験管の上側に沿って水が流れていると思う」「私は試験管の下側を通ると思うな」「外側から上に上がり、最後は内側を通過して下に下がっていると思う」など図を用いて説



「試験管の下側を通ると思う」 示温パウダーの動きを見るM君

明したことで、様々な流れ方が考えられることを知り、自分が納得のいく予想を選んでいった。示温パウダーを使って水の流れを調べる実験において、単元当初から水の流れに着目していたM君はじっと示温パウダーの動きを観察していた。そして、「あ！やっぱり、水が上に向かって流れている」とつぶやいた。サーモテープを貼った棒では確かめられなかった自分の考えを示温パウダーで確かめることができM君はとても満足そうな表情をしていた。

実験結果を交流する場では、Yさんが自然と黒板にあった青色と赤色の磁石を示温パウダーに見立てて自分が見た現象を説明していった。この磁石を用いて分かりやすく説明するYさんを価値付ける【支援④】と他の子ども達もYさん



磁石を用いて説明するYさん Yさんを真似て磁石で説明するN君

の説明の仕方に良さを感じ、Yさんを真似て磁石を用いて示温パウダーの動きや色の変化を説明する姿が見られた。このような結果の交流を通して、「水は温められると上の方に移動し、温かい水が上に溜まっていく。そうして、水は上から温められていく」と結論付けることができた。

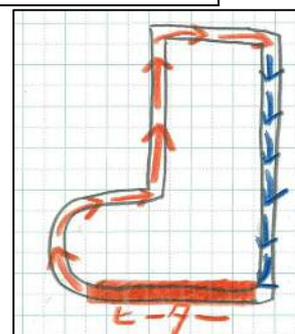
事後の学びになるが、空気の温まり方を学習した後に、子ども達はこれまで学んだ金属と水と空気の温まり方を比べ、「水と空気の温まり方は似ているが、金属だけは温まり方が違う」「水や空気は自由に動けるけど、金属は固くて動けないから温まり方が違う」など、それぞれの物によって温まり方が違うことを理解することができた。

第3次

第3次では、身の回りで起こる水が温まる様子や水の温まり方がどんなところに利用されているかを考える場を設けた。【支援②】子ども達は生活経験と照らし合わせながら水が温まる様子について以下のことを例として挙げた。

- ・カフェオレを作る時にコーヒーにミルクを入れると、下から温められた白いミルクがムニャムニャと上がってくる
- ・海で泳いだとき、上の方は温かいが、深く潜ると冷たい

また、右の図は水の温まり方を利用したS君考案の「あったかブーツ」である。S君は温められると水は上の方に上がるという性質を利用して、水の入った管を張り巡らした靴を作り、靴底に熱源をつけておけば自動で全体を温めてくれる靴ができそうだと考え、ぜひ作ってみたいと意欲をにじませていた。このように、多くの子ども達が水の温まり方と身の回りで起こる水が温まる様子や水の温まり方を利用した物の仕組みとを結び付けて考えることができた。



S君考案：あったかブーツ

(3) 実践を振り返って

○目に見えない現象（熱の伝わり方・水の動き）については、イメージ図を活用することで自分の考えを仲間に伝えやすくすることができた

本単元では、熱の伝わり方や水の動きなど、目に見えない現象について予想や考察をする場面が多くあった。目に見えない現象のため、子ども達は自分の考えを分かりやすく伝えることが難しく、「下から熱がこう上がってくるんだよ」と曖昧な発言をすることが多かった。しかし、熱の伝わり方や水の動きを図や矢印で表し、視覚化することで自分の考えを伝えることができ、イメージ図を活用することは効果的な支援であった。

○子どもが実験方法を計画する場面と教師が実験方法を提示する場面とを使い分けることも必要であった

単元のはじめに、水の温まり方を調べる実験方法を子ども達で計画をした。これは、水の温まり方を調べたいという追究意欲の高まりや温まり方を確かめる方法を前時の学習で獲得したことを教師が見取ったためである。しかし、実験を行うと子どもの調べたいことが明確にならないこともあり、教師が示温パウダーを提示した。子ども達のこれまでの生活経験や既習内容、「実証性」「再現性」「客観性」の観点から子どもが実験方法を考える場面と教師が提示する場面とを使い分けていく必要があると感じた。

●子どもの学びのつながりを意識する必要があった

本単元で子どもが考えた「空気の泡説」であるが、100℃になる前に水に溶け込んでいた空気が出てくるということを多くの子ども達が知らなかったため、発言者の意図が伝わらない場面があった。また、単元の終末で温められた水が上にいく理由についても知りたいと感じる子どもが多くいた。本単元の学習内容だけでなく、子どもがこれまでにどのような生活経験や学習をしてきたのか、温められると水が上にいく理由（密度）をいつ、どのように学んでいくのかなどを教師が知った上で、本単元の展開を考えて行く必要性を感じた。

実践② 第4学年「水道砲のひみつを探ろう」（空気と水の性質）

(2016年5月～6月)



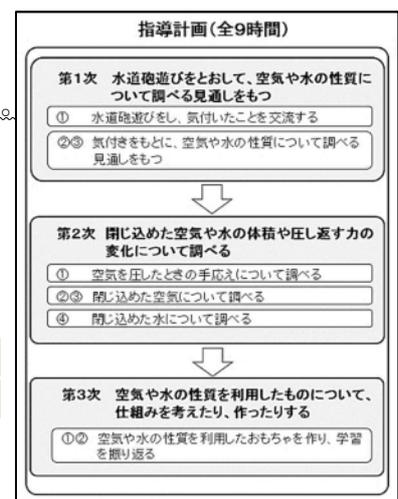
(1) ねらい

- 閉じ込めた空気や水に力を加え、その体積や押し返す力の変化を調べ、空気や水の性質についての考えをもつことができるようにする。
- 仲間と考えを伝え合いながら、科学的に空気や水の性質を見出していき、そのよさを感じるとともに、生活の中で空気や水の性質が利用されていることに気付くことができるようにする。

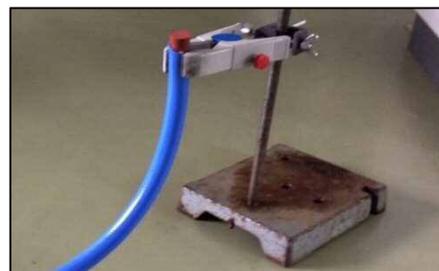
(2) 学びの概要

第1次

単元のはじめに、水道砲を用いて自由試行する場を設けた。**【支援①】**水道砲とは蛇口につないだホースの先にゴム栓をし、水を流すことでゴム栓を飛ばすというものである。子ども達は、少しでもゴム栓を高く飛ばそうとし、蛇口を勢いよくひねったり、ゴム栓をきつくつめたりするなど、ゴム栓の飛ばし方を工夫していった。しかし、回数を重ねるごとに次第にゴム栓が飛ばなくなっていく。子ども達は「さっきまで飛んでいたのにどうして急に飛ばなくなったのだろう」と



不思議に感じているようだった。その様子を見ていたK君は「ホースの中に水がたまっているから飛ばないのではないかな。ホースの中の水を抜けばゴム栓は高く飛ぶようになるのではないかと考え、ホースの水を抜いて飛ばしたところ、ゴム栓は高く飛んだ。それを見た周りの子ども達は、K君の考えのよさに気づき、K君を真似て、何度もホースの水を抜いてゴム栓を飛ばした。



本時で用いた水道砲

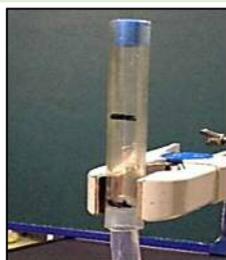
水道砲を用いた自由試行の後に、水道砲遊びをとおして自分がもった考えや疑問を交流する場を設けた。その中で「ゴム栓は水の勢いで飛んでいるのだよ。だから、水を抜くとホースの中にスペースができて、水に勢いがつくからよく飛んだのだよ」という考えや「水を抜くとホースの中に空気が入ってくるよね。ゴム栓が飛ぶのには空気が関係しているのではないかな」という考えが子どもから出てきた。同じようにホースの水を抜いてゴム栓を飛ばしても、子どもによって考え方に違いが生じていたのである。また、「水を抜くとゴム栓が高く飛ぶことは分かったけど、どうして高く飛ぶようになったのかは分からない」とゴム栓が飛ぶ仕組みに疑問を感じる子どもも多く見られた。そこで、これらの考えの違いや疑問の重なりを教師が板書上に整理していく【支援⑤】と、子ども達は「どうして、水を抜くとゴム栓は高く飛ぶのか」という問いを見出していったのである。



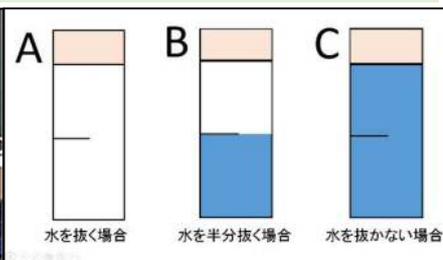
K君を真似て水を抜く子ども達

第1次2時間目では、前時の活動ではホースの中が見えず、子ども達の間でホースの中を見てみたいという思いが高まっていたことを見取っていたため、本時では透明な筒を用いることとした。【支援②】実験では「A：全て水を抜く場合」「B：水を半分抜く場合」「C：水を抜かない場合」の3種類で栓の飛び方を比較した。以下はその際の子どもの発言である。

第1次2時間目では、前時の活動ではホースの中が見えず、子ども達の間でホースの中を見てみたいという思いが高まっていたことを見取っていたため、本時では透明な筒を用いることとした。【支援②】実験では「A：全て水を抜く場合」「B：水を半分抜く場合」「C：水を抜かない場合」の3種類で栓の飛び方を比較した。以下はその際の子どもの発言である。



水道砲（透明な筒）



子ども達が調べた3種類の水の量

「C：水を抜かない場合」の3種類で栓の飛び方を比較した。以下はその際の子どもの発言である。

T君　じゃあ、Aをやろう（Aを試す）
 Fさん　すごい。ポン！という音がして高く飛んだね。
 Oさん　次はBをやろう。（Bを試す）あれ、あんまり飛ばなかったね
 U君　次はCを試そうよ。Cは水がいっぱいだから飛ばないはずだよ
 （Cを試すが栓は飛ばず、ポトッと落ちる）
 T君　Cは飛ばないね。やっぱり水がない方がよく飛ぶのだね。

T君のように多くの子どもが水を抜く場合と水を抜かない場合の栓の飛び方を比較することで、筒の中の水を抜いた方が、栓が高く飛ぶという考えを確かに行うことができた。しかし、この結果と前時の水道砲遊びの体験とを結び付けて考えた時に「どうして、水を抜くと栓が高く飛ぶのか」という理由について、子ども達は納得のいく解を得ることができなかった。そんな中、授業の終末にI君は以下のような振り返りを書いた。



水の量を変えて栓を飛ばす子ども達

水の量によって栓の飛び方が変わったのは、筒の中に空気が入っていたり、そんなに入っていなかったりしたからではないかな。

I君は、栓が飛ばなくなった原因は水ではなく、筒の中の空気にあるのではないかと予想したのである。I君の他にも、栓が飛んだ理由に空気に関係しているとした子どもが何人もいた。

第1次3時間目では、はじめにI君が書いた振り返りを全体に紹介した。【支援⑤】すると、同じような考えをもっていた子どもは「そうそう、空気が入ってくるんだよ」とI君の考えに賛同した。しかし、「本当に空気があるの？」と反対する子どももいた。I君の予想に対する考えの違いから、本時では「透明な筒の中に空気があるのか」という問いを追究していくこととした。ここでは空気の存在を確かめるために子ども達で実験方法を出し合う機会を設けた。【支援③】「僕は、筒の先に風船をつけて、膨らむかどうかで空気があるかを確かめたい」「風船だと中が見えないから僕はビニール袋をかぶせるよ」「私は透明な筒に水を3分の2くらい入れて、逆さにすると筒の中に空気の泡ができるか調べるよ」と子ども達は思い思いの実験方法を提案し、空気の有無を確かめて

いった。「風船が膨らんだから空気があるんだよ」「見て、ビニール袋なら水に圧されて空気が入ってくるのが分かる」など、自分達で考えた方法で空気の有無を確かめ、空気の存在を実感することができた。子ども達は

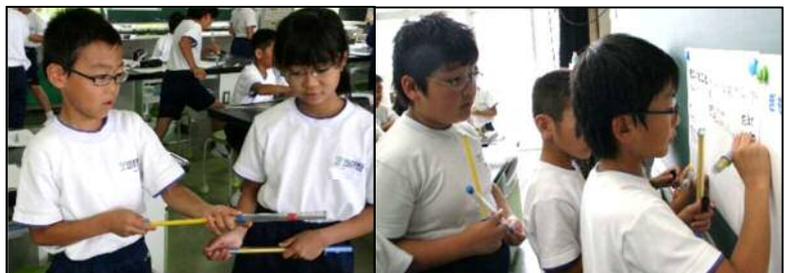


それぞれの方法で空気の存在を実感する子ども達

空気の存在に気付いたことから、「水道砲は、筒の中に空気と水が入っていて、空気力で栓を飛ばしているのではないか」という仮説を立て、次時からは空気に栓を飛ばす力があるのかどうかを調べていくこととした。

第2次

前時に立てた仮説から、空気はどのようにして栓を飛ばしているのかを調べたいといった子どもが出てきた。そこで、空気鉄砲を用いて、栓の飛び方を調べる場を設定した。【支援②】その際、気付きや疑問を掲示板に自由に書き込めるようにした。



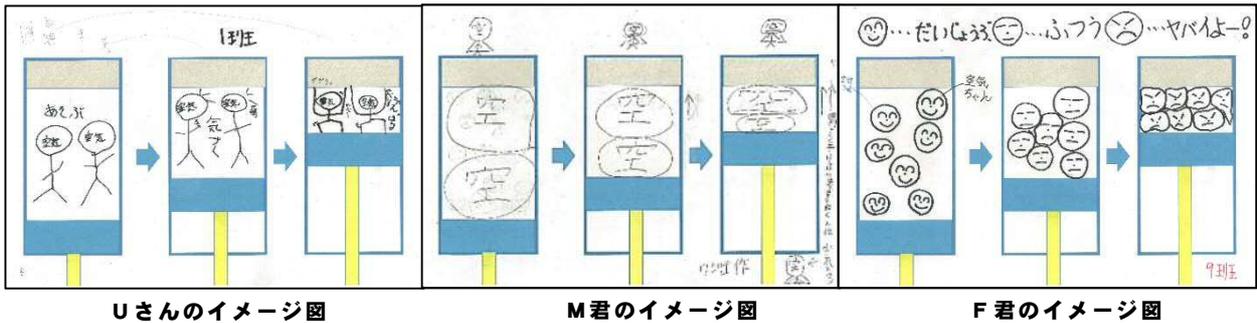
「後の栓を押すと前の栓が動くよ」 掲示板に気付きを書き込む様子

掲示板の気付きの中に、「押し棒で空気を圧すと空気が反発して、栓を飛ばしている」というものがあった。しかし、空気を圧すと反発するということを分かっているにもかかわらず、実際に、筒の中で空気がどうなっているのかを仲間に伝えることが難しかった。そこで、筒の中の空気の様子をイメージ図でかき表すよう促した。【支援④】M君は空気をボールのように捉え、押し棒で圧すとボールがつぶれて横に伸びていき、反発して栓を飛ばすと考えた。また、Fさんは空気を小さな粒子として捉え、空気の粒子の数は変わらないが、押し棒を圧すことで空気が、「ギュッ」と集まり、M君と同様に耐えきれなくなると反発して栓が飛び出すと考えた。



「ギュッとなるんだけど…」 「空気がつぶされて横に広がる感じ」

子ども達がかいたイメージ図



上図のように、子ども達は自分の考えをイメージ図にかき表していった。以下は、イメージ図をもとに筒の中の空気の様子について自分の考えを伝え合う場面である。

- 教師 筒の中のイメージをみんなはどんな風にかいたの？
- M君 はじめの方はまだ全然押しつぶされてなくて、真ん中は少し押されて縮み始めて、最後はすごく押されて、きついみたいな感じになっていると思う。
- Fさん 私は、はじめは筒の中が広いから「空気ちゃん」が、ニコニコしているんだけど…
- Hさん (Fさんのイメージ図を見て) ああ、なるほど！
- Fさん だんだん狭くなってくると、空気場所がなくなるから、顔が怒っているようにしたよ。
- 教師 どうして、怒っているようにしたの？【支援④】
- Fさん 狭くなって押しつぶされるかもしれないから、怒っているようにしました。



イメージ図を用いて考えを伝える様子

言葉だけでは自分の考えを仲間に伝えることが難しかったが、イメージ図にかき表すことで、自分の考えを仲間に分かりやすく伝えることができた。また、各グループでかいたイメージ図を、表現の仕方が近いもので分類・整理し、板書上に示した。【支援④】すると、子ども達はイメージ図にある空気の縮み方の違いから「空気はどのようにして縮むのだろう」という問いを見出していった。そこで、第1次で風船の中に空気を閉じ込めた体験から、注射器の中に空気に見立てた風船を入れ、どのようにして縮むのかを確かめる場を設けた。【支援②】実験の結果、風船は割れずに小さくなったことから、「空気は圧されると集まって縮まる」「空気は縮まると硬くなる」という空気の性質に気付くことができた。



「あ！風船が小さくなったよ」

第2次4時間目では、水道砲の水の部分も空気と同じように縮むのかを調べた。多くの子ども達は、水は流れたり、自由に動いたりする様子から空気と同じように縮むと予想した。予想を確かめるために空気の時と同じように注射器の中に水を入れ、ピストンを押したが、ピストンはびくともしなかった。「固い！水は全然押せない」と空気との性質の違いを体感していった。



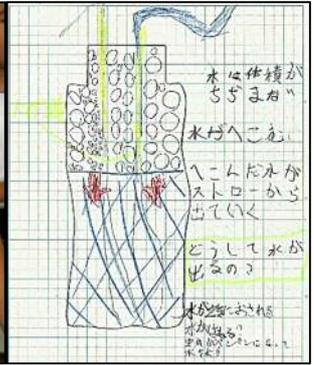
「固い…水は押せないぞ！！」

その後、水道砲の栓がなぜ飛んだのかについて、もう一度考える場を設けた。【支援②】子ども達は、これまでの学習で見出した空気と水の性質をもとに、「水を抜くことで空気が入ってくるのだよ。そして、入る空気が多いほど押し縮められて反発する力も大きくなるから栓が飛ぶ」ということに気づき、単元のはじめに見出した問いに対して自分の考えをもつことができた。

第3次

第3次では、教科書に掲載されているペットボトルとストローを用いたペットボトル噴水を提示し、「なぜ、息を吹き込むと水が出てくるのか」について考える場を設けた。

【支援②】子ども達はこれまでに学んだ「空気は圧すと縮むが、水は圧しても縮まない」という空気や水の性質から「息を吹き込むとペットボトルの中に空気が溜まる。この溜まった空気が水を圧している。圧された水は縮まないから、ストローから出てくる」ということを捉えることができた。そして、「作る時にすき間ができるとそこからせっかく溜まった空気が逃げてしまうよ」や「空気をたくさん溜める方が水が勢いよく出るのではないか」と学んだことを活かしながら、ペットボトル噴水を作っていた。



「息を吹き込むと勢いよく水が出るよ」

仕組みを説明した図

(3) 実践を振り返って

○自由試行の場を設け、そこから出てきた気づきや疑問を教師が分類・整理したことで子ども達は問いを見出すことができた

単元のはじめに水道砲を用いて自由試行する場を設けた。しっかりと教材と関わる時間を保証したことで、どの子どもも「水道砲は水を抜いた方がゴム栓がよく飛ぶ」ということに気付くことができた。しかし、同じことを体験しても「水が抜けると空気が入ってきて、空気力でゴム栓が飛ぶ」「水が抜けると、ゴム栓に当たる水に勢いがつきやすい」「どうして飛ぶのか分からない」と、子どもによって考えや疑問が様々であった。そのため、子どもの考えや疑問を教師が分類・整理して示すことで自他の考えの違いや疑問の重なりが明確になり、子ども達は問いを見出すことができた。

○空気と水の性質を利用した2つ以上の物の仕組みについて考える活動は、これまで学んだことや物の仕組みを見直す視点を定着させることに有効であった

本単元では空気と水の性質を利用した物として、水道砲とペットボトル噴水の2つの仕組みを考える場を設けた。子ども達は、単元をとおして水道砲の仕組みを追究してきたので、単元の終末にペットボトル噴水の仕組みを考えた際には、「空気は圧すと縮む」「水は圧しても縮まない」というキーワードを自然と挙げていた。また、「容器の中のどこが圧されて、耐えきれなくなった空気や水はどこに逃げていくのか」という水道砲で学んだ視点を活かして、ペットボトル噴水を観察し、多くの児童がその仕組みを理解することができた。これは、学んだことや物の仕組みを見直す視点を活用できる場を複数回設けたことが有効であったからだと考える。

●自由試行でも、視点を明確にする必要があった

水道砲を用いて自由試行する場を設けたことで多くの気づきや疑問を子どもから引き出すことができた。しかし、この気づきや疑問に共感できない子どももいたのである。これは、多くの子どもがゴム栓が飛ばない原因を空気や水と関連付けて自由試行していた中で、ゴム栓の付け方にこだわり、空気や水に意識がいかなかった子どももいたからである。自由試行させる中でも一度、気づきや疑問を分類・整理し、空気や水に視点を絞った上で、もう一度自由試行させることが必要であった。

実践③ 第5学年「追究！電磁石ロケットの秘密」（電流の働き）

(2016年11月～12月)



(1) ねらい

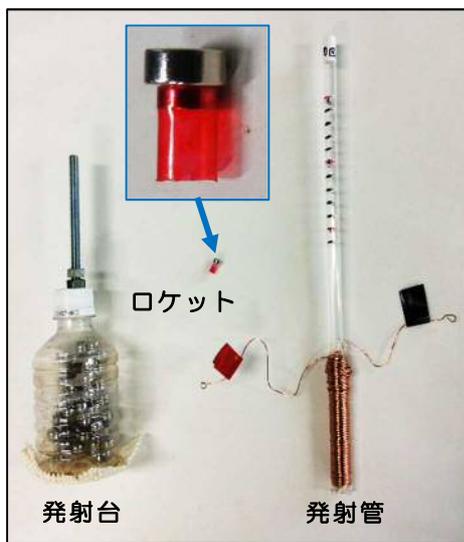
- 電磁石の仕組みについて考えたり、実験条件を制御しながら、電磁石の強さを調べたりすることで、電磁石の性質について理解することができるようにする。
- 生活の中で電磁石の性質が利用されているよさや電磁石の性質について仲間と科学的に追究していくよさを感じることができるようになる。

(2) 学びの概要

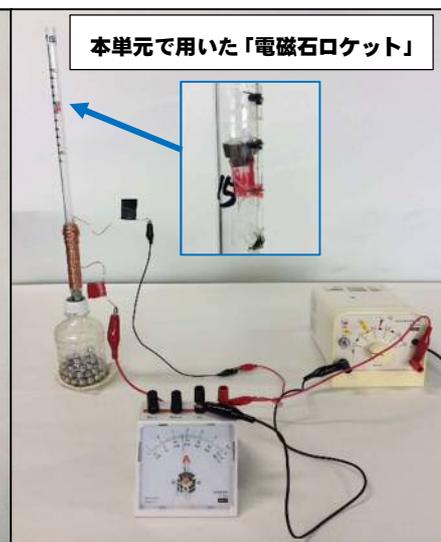
本単元では、子ども達が主体的に電磁石の性質を追究していくために教材の工夫とものづくりに軸を置いた単元構成の工夫を大きな支援として行った。

まず、教材の工夫として下のような電磁石ロケットを単元で用いることとした。【支援①】

電磁石ロケットは鉄心の付いた発射台とアクリルパイプにエナメル線を巻いてコイルを作った発射管、磁石にストローを取り付けたロケットで構成されている。エナメル線に電流を流すと鉄心の先端がS極となり、磁石のS極と反発してロケットが飛ぶという仕組みである。また、アクリルパイプには1cmごとに針金がついてあり、ロ



電磁石ロケット（部分）



電磁石ロケット（全体）

ケットである磁石が飛んで、最高到達点で針金にくっつくようになっている。単元のはじめにはアクリルパイプに針金をつけていないが、子ども達のロケットの飛んだ高さを定量的に調べたいという様子を受けて、提示していこうと考えた。本単元で電磁石ロケットを用いたのは、電磁石の磁力でロケットが飛び上がることの不思議さや配線を変えて電流の向きを変えるとロケットが飛ばなくなることへの驚き、電磁石を強くすることでロケットが高く飛ぶ面白さを子どもが感じやすいと考えたためである。

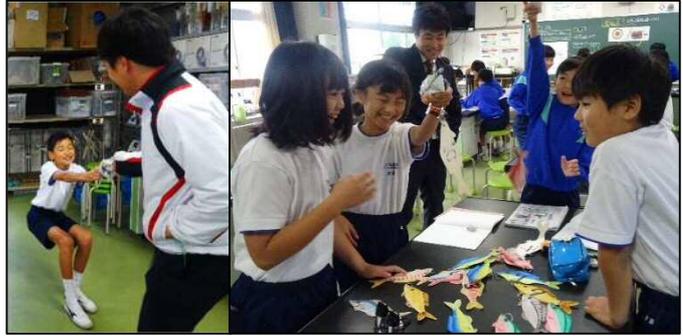
ものづくりに軸を置いた単元構成の工夫として、単元をとおして2回ほど電磁石ロケット（発射管の部分）を作る活動を設定した。【支援②】1回目の電磁石ロケット作りを終えた子どもは「もっとロケットを高く飛ばしたい」という思いをから、ロケットを高く飛ばすために電磁石を強くする方法を追究したいと考えるだろう。そして、電磁石を強くする方法を追究し、それを2回目の電磁石ロケット作りに活かそうとするであろう。このように、子どもの思考の流れを考え、主体的に電磁石の性質を追究していくことができる単元構成とした。

第1次

単元のはじめに巨大な電磁石を「先生にしか外せない魔法のくさり」として子どもに提示した。【支援①】子ども達は「絶対にそんなことはない」と果敢に電磁石を外そうと

指導計画(全11時間)	
第1次	電磁石を利用した物を体験する活動とおして気付いたことを交流する
①	クリップ釣りし、気付いたことを交流する
②	電磁石ロケットが飛ぶ仕組みについて話し合う
第2次	電磁石の性質について調べる
①	電磁石ロケットが飛ばない原因について話し合う
②	自分達で電磁石ロケットを作る(1回目)
③	電磁石の強さと電流の関係について調べる
④	電磁石の強さと導線の太さの関係について調べる
⑤⑥	電磁石の強さと導線の巻き数の関係について調べる
⑦	自分達で電磁石ロケットを作る(2回目)
第3次	電磁石の性質を利用した物の仕組みについて話し合う
①②	身の回りで電磁石が利用されている物の仕組みについて話し合う

チャレンジする。しかし、外すことができない。「ええ、どうして外せないの？先生は簡単に外しているのに」と子ども達は不思議に感じていた。そのとき、Y君が「あ！先生の腕から導線が出てる。先生、その上着を脱いで！」と叫んだ。このY君の発言をきっかけに子ども達は電磁石が導線で電池とスイッチにつながっていることに気付いていった。そして、「はっ、外せない…」 「やったあ、電磁石でつれたよ！」



電磁石は導線が巻かれたコイルと鉄心からできており、電流を流すことで自在に磁石のようになるということを学んだ。その後、電磁石にはじめて触れるという子どもが多いので、電磁石を用いたクリップ釣りをする時間を設定した。【支援①】子ども達は、楽しみながら「電磁石は電流を流すことで磁石のようになる」ということを体感していった。

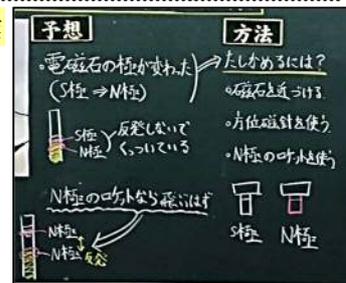
第1次2時間目で子どもに電磁石ロケットを提示した。【支援①】電源装置のスイッチを入れるとロケットが飛び上がる様子を見た子ども達は「すごい」「面白そう」と電磁石ロケットに興味をもった。そして、子ども達は楽しみながら何度も電源装置のスイッチを入れ、ロケットを飛ばしていた。しかし、次第に「不思議！どうして飛ぶの」と電磁石ロケットの仕組みに疑問をもつ子どもが出てきた。この「どうして飛ぶの」という疑問をもとに電磁石ロケットが飛ぶ仕組みを追究して



「不思議！どうして、ロケットが飛ぶの？」いくこととした。前時に電流を流すと電磁石は磁石の役割をすることを学んでいた子ども達は、電磁石とロケットの磁石が反発して飛んでいるのではないかと予想した。そして、予想を確かめるために子ども達は磁石や方位磁針を用いて、鉄心とロケットの磁石の極を調べていった。「あっ、鉄心の上の方はS極だけど、下の方はN極だ」「やっぱり電磁石とロケットの磁石が反発しているんだ」と電磁石にも極ができることを知り、電磁石ロケットが飛ぶ仕組みを解明することができた。

第2次

第2次1時間目では、授業の開始前に電源装置の+極と-極につながっている導線を意図的に逆にしておいた。【支援①】子ども達は前時のようにスイッチを入れるがロケットは飛ばなかった。「あれ、どうして今日は飛ばないの」と不思議に感じていたが、すぐに前回の電磁石ロケットと比べ、導線のつなぎ方が違うことに気が付いた。しかし、導線のつなぎ方が違うこととロケットが飛ばなくなることが結び付かず、「どうして、導線のつなぎ方が違うとロケットは飛ばないの」と疑問を感じる子どもが多くいた。そこで、このことについて本時で追究していくこととした。子ども達は4年生で学習した電流の向きが変わるとモーターの回る向きが変わることと、前時の内容を結び付けて考え、「導線のつなぎ方が変わると、電流の向きが変わり、電磁石の極が変わっているのではないか」という予想を立てた。ここで教師が、「この予想を確かめるためにはどんな実験をしたらよいか」と子ども達に問うた。【支援③】子ども達は、前時の学習を想起して、方位磁針や磁石を用いて電磁石の極を調べる方法を提案していった。その中で、A君が「N極のロケットを使いたい」と発言した。このN君の発言に対して、「なるほど」と共感する子もいれば、「N極のロケットって何？」とA君の意図を捉えられていない子もいた。そこで、「N極のロケットってどんなものなの？それをどのように使えば、電磁



A君が考えたN極のロケットを使う方法

石の極が変わっていると言えるの」とA君に問い返した。【支援④】するとA君は「N極のロケットは、ロケットの下の磁石の極がN極のロケットのことだよ。電磁石の極が変わっているのなら、鉄心の先端がN極になっているはずでしょ？だから、今までの下がS極の磁石だとくっついてしまうけど、下がN極の磁石を使えば反発して飛ぶはずだよ」と答えた。このA君の説明を聞いた子ども達は、N極のロケットを使うよさに気づき、この方法で確かめていくこととした。実験の結果、A君の予想した通り、N極のロケットは飛んだ。「ほら！やっぱり飛んだよ！」とA君はうれしそうにつぶやいていた。方位磁針や磁石を用いて電磁石の極を確かめてみるとやはり、電磁石の極が入れ替わっていた。このことから、「導線のつなぎ方を変えると電流の向きが変わり、電磁石の極が変わる。だからロケットが飛ばなくなる」ということに気付くことができた。

第2次2時間目では、実際に自分達で電磁石ロケットを作る活動を設定した。【支援②】子ども達は2人1組になって、協力しながら長い導線をアクリルパイプに巻いていった。「よし。できた！」と苦勞して作った電磁石ロケットを飛ばしてみたが、数cmしか飛ばなかった。子ども達からは「あまり飛ばないなあ。もっと高く飛ばしたい」という声が多く聞かれた。そこで、「もっと高く飛ばすためにはどうしたらいいの」と問い返すと、「電磁石をもっと強くすればもっと高く飛ぶはずだ」と子どもは答えた。そこで、「じゃあ、どうしたら電磁石は強くなるの」と再び問い返すと、子ども達は次々と下の表のような電磁石が強くなる方法を挙げていった。



1回目の電磁石ロケット作りの様子

子ども達が考えた電磁石が強くなる方法

- 電池の数を増やす（電流を強くする）
- コイルの巻き数を増やす
- 導線を太くする
- 導線を長くする
- 導線をきれいに巻く

右は1回目の電磁石ロケット作りを終えたNさんの振り返りである。Nさんはみんなが考えた電磁石が強くなる方法を用いて作った電磁石ロケットのことを「最強のやつ」という風に表現した。この「最強のやつ」という表現の中にはNさんなりの電磁石を強くして、ロケットを高く飛ばしたいという思いが込められている。このNさんの思いを見取り、Nさんの振り返りを全体で紹介をした。【支援⑤】子ども達はNさんの思いに共感し、次時から電磁石を強くする方法を探っていくことに意欲を示した。

〜振り返り〜
 もっと高く飛ばしてみたくなりました。最後に最強のやつが出来るといって思いました。

1回目の電磁石ロケット作り後のNさんの振り返り

第2次3時間目では、「電流を強くすると電磁石は強くなるのか」を追究していった。ここで、どうすれば電磁石の強さを確かめることができるのかを考える場を設定した。【支援③】子ども達からは「電磁石が強くなればロケットが高く飛ぶから、ロケットが飛んだ高さを測定したい」という声が聞かれたので、アクリルパイプに針金がついたものを提示した。そして、実験の条件やロケットを5回飛ばして平均値を求めることを共通理解して実験を行った。しかし、実験結果が出そろった時、子ども達はすっかりしない様子だった。各班の結果がバラバラではっきりとしたことが言えなかったのである。この結果を受けて、自分達の実験方法の何が良かったのかを見直し、よりよい実験方法を考える場を設けた。【支援③】子ども達は、調べる条件・そろえる条件はよいか、平均値の求め方に誤りはないかなどを一つ一つ確認していった。

実験結果	
電池2個の方が高く飛んだ	4班
電池の数を変えても変わらない	1班
電池1個の方が高く飛んだ	3班

その中で、Oさんは自分のノートの記録を見返していると、結果の中に極端に異なる値があることに気が付いた。Oさんが「私の班は13cmくらいロケットが飛んだのだけど、一つだけ9cmしか飛ばない

時があったよ」と他の班に伝えると「僕達の班にも飛ぶ時と飛ばない時があったよ」と共感する班が多くあった。そこで、「飛ぶ時と飛ばない時では何が違うのかをよく見てみよう」とみんなまで実験方法を見直すように促した。【支援③】すると、ロケットは飛ぶと最高到達点で針金にくっつく場合と最高到達点から

3班				
1	2	3	4	5(9)
12	19	13	13	(cm)

〇さんの班の記録

落ちてきてくっつく場合があることに気が付いた。この現象は教師が意図したものではなかったが、「子ども達に正しく電磁石の強さを測定していくにはどうしたらよいか」と尋ねる【支援③】と、「最高到達点でくっついた時だけ記録して、落ちてきたものは記録しないようにしよう」と子ども達で納得しながらよりよい実験方法を決定していった。この実験方法を用いて、第2次では自分達が考えた電磁石が強くなる方法が正しいのかを確かめていった。

方法 みんなで準備！

- ① ロケットを5回飛ばし飛んだ高さや電流の強さを調べる
- ② それぞれの平均を求める
- ③ 結果をグラフに書く

正確な値を求めるために

- 最高到達点で測定
- 落ちてきて止ま、たものをカウントしない
- 平均は四捨五入して、小数第一位まで

1.38。結果は1回ずつ記録用紙に書く！

1.4

実験方法の見直し前(左)と見直し後(右)【Yさんのノート】

実験

導線の長さを変えると電磁石は強くなるか？

予想

導線の長さを変えると電磁石は強くなるか？

導線の長さ (10m, 18m)

電池の数 (1個)

コイルの巻き数 (200回)

導線の太さ (0.5mm)

回路 (つなぎ方)

結果

ロケットが飛んだ高さ (cm)

13.2 cm, 11.7 cm

電流の強さ (A)

電流の強さ (A)

考察

導線の長さや電流の強さは電磁石の強さに関係がある。

導線の長さが増えると電磁石は強くなる。

電流の強さが増えると電磁石は強くなる。

まとめ

導線の長さや電流の強さは電磁石の強さに関係がある。

授業の板書(導線の長さを長くすると電磁石は強くなるのか?)

実験の様子

以下は、各時間の子どもの振り返りである。子ども達の振り返りからは、Nさんの「最強のやつ」という表現を借りて、学んだことを2回目の電磁石ロケット作りに活かそうとする姿を見取ることが出来た。これらの振り返りを毎時間、紹介し、価値付ける【支援⑤】ことで「電磁石を強くする方法を知りたい」「2回目の電磁石ロケットに学んだことを活かしたい」という子どもの意欲を高めていくことができた。

各時間の子どもの振り返り

第2次4時間目
導線の太さを太くすると電磁石が強くなることを学んだ Mさんは・・・

第2次5時間目
コイルの巻き数を増やすと電磁石が強くなることを学んだ Wさんは・・・

第2次7時間目
導線の長さを長くすると電磁石が弱くなることを学んだ Y君は・・・

Nさんの最強のやつをつくるには、約1cmくらい太い導線をつかうといいかもしれないと思いました。

電流の強さが同じでも、飛ぶの最も強い電磁石ロケットを作るにつなると思う。

Nさんの「最強なやつ」には導線の長さは取り入れられなかったと思いました。

第2次7時間目が終わって、自分達が考えた電磁石を強くする方法を全て確かめ終えた子どもに「2回目の電磁石ロケット作りではどんなロケットにしたいか」を問うた。すると、子ども達は、学んだことを活かして、「僕は太い導線をたくさん巻きたい」や「電池の数を限界まで増やしてみたい」と答えた。しかし、その中でT君は「困っていることがある」と発言した。T君に何を困っているのか詳しく尋ねると「今日の学習で、導線が長くなると電磁石が弱くなるのが分かったよね。僕は導線をたくさん巻こうと思っているんだけど、導線をたくさん巻くとその分、長さが長くなってしまいうからどう

したらいいか困っています」と答えた。このT君の発言を受けて、導線をたくさん巻こうと考えていた子ども達も迷っているようだった。そこで、コイルの巻き数を増やした時と、導線の長さを短くした時の実験結果を比較し、どちらがより電磁石を強くするかを考える場を設けた。【支援③】子ども達は、自分のノートや理科室壁面に掲示された

これまでの実験結果を見返し、二つの実験結果を比較していった。そして、導線を短くした時よりも導線をたくさん巻いた時の方がより高くロケットが飛んでいることに気付くことができた。子ども達はこの結果から「導線が長くなっても、導線をたくさん巻こう」と結論付け、T君も納得をしていた。



コイルの巻き数を増やした時の結果

導線を短くした時の結果

第2次8時間目では、これまでの学びを活かして2回目の電磁石ロケット作りを行った。【支援②】子ども達は太い導線をたくさん巻いたり、電流を強くしたりして1回目よりも高く飛ぶ電磁石ロケットを目指して製作を行っていった。中には、アクリルパイプから飛び出すほど高く飛ぶ電磁石ロケットを作るグループも出てきた。2回目の電磁石ロケット作りを終えて、子ども達は1回目よりも高く飛ぶ電磁石ロケットを作ることができて、満足そうだった。



がんばって、たくさん巻くぞ！

太い導線をこんなに巻いたよ！

やったあ！2回目は筒から飛び出したよ！

第3次

第3次では、これまで学んできた電磁石が身の回りのどんな所で利用されているのかを調べる活動を設定した。【支援②】調べたことを交流する中で、子ども達は「電磁石はモーターの中に入っており、身の回りのほとんどの電化製品に利用されている」ことに気付いていった。以下は、単元を終えての子どもの振り返りである。

今まで考えもしなか、た身の回りの電磁石を知れてよかったです。家でまたさかしてみたくなりました。仲間と学習して最強なやつが作れるようにがんばれた。提案し合、て作れた。

Nさんの振り返り

まず、電気が磁石になる所でおどろいた。電磁石ロケットの仕組みがだんだんわかるようになり、楽しくなってきた。電磁石はモーターになる。モーターはいろいろな所に使われている。電磁石はただ不思議な物ではない。いろいろな所で役立つ不思議な物だった。

M君の振り返り

学んだことを活かして作った電磁石ロケットを「最強のやつ」と表現したNさんは、電磁石が電磁石ロケットだけでなく、身の回りで多く使われていることを知り、家の電化製品を見直してみたいと感じていた。また、「最強のやつ」を作るために仲間と対話的に学んできたことを実感していた。

Mくんは、単元のはじめには、電気を流すと磁石になる電磁石に不思議さや驚きを感じていたが、単元が進むにつれて電磁石への理解が深まっていく様子を実感していた。また、電磁石がモーターに使われていることを知り、様々な場所で活用されている有用性を感じていた。

(3) 実践を振り返って

○教材「電磁石ロケット」を用いたことは、子ども達から電磁石に対しての面白さや不思議さ、「仕組みを知りたい」という思いを引き出すことに有効であった。また、電磁石の極に着目しながら学習を進めていくことができた

授業の中で、子ども達は電磁石ロケットへ面白さを感じ、楽しみながらロケットを飛ばしたり、もっと高く飛ばそうと工夫したりするなど、進んで教材と関わろうとする姿が見られた。また、ロケットが飛ぶことを不思議に感じたり、飛ぶ仕組みについて知りたいと思ったりしたことから自ら問いを見出すこともできた。また、本教材を用いたことで、子ども達が電磁石の極に着目しながら学習を進めることができた。従来の学習展開では電磁石にクリップをくっつけ、その数で電磁石の強さを測定することが一般的である。この方法では、クリップが鉄でできているため、電磁石の極に関係なく、くっついてしまうため子どもが電磁石の極へ着目しながら学習を進めていくことは難しい。しかし、電磁石ロケットの場合、電磁石をロケットの磁石と同極にしなければロケットは飛ばないため、常に電磁石の極に着目することができた。中学校の同領域では磁界の向きに着目しながら学習が進んでいく。そのため、今回、電磁石の極に着目しながら学習を進めてきたことは、中学校との学びの接続を考える上でも効果的であったと考える。

○ものづくりにも軸を置き、電磁石ロケットを2回作製するようにした単元構成は、子ども達が主体的に電磁石の性質を追究していくことに有効であった

子ども達は1回目の電磁石ロケットがあまり飛ばなかったことから、どうしたら電磁石が強くなるのかを調べたいという思いをもった。子ども自らがこの思いをもったため、単元の中では主体的に電磁石が強くなる方法を確かめようとする姿が見られた。また、2回目の電磁石ロケット作りの場があることをあらかじめ伝えておくことで、電磁石を強くしようとする必要感が子どもの中で高まり、主体的に電磁石の性質を追究しようとする姿につながったと感じる。

○子ども達で実験方法を提案したり、その妥当性を検討したりする場を多く設けたことは、子ども達が科学的な考え方をしていこうとする姿につながった

本単元では、積極的に実験方法を子どもに問うたり、実験の前後で実験方法の妥当性を検討したりする場をこれまでの単元よりも多く設定した。そうしたことで、単元が進むにつれて、「巻き数を増やした分だけ、導線の長さが長くなってしまふから実験の時には長さをそろえよう」というように科学的な考え方をしていこうとする姿が見られるようになった。

○振り返りを紹介し、価値付けることは子どもの意欲の向上や学習を振り返る際の視点を明確にすることに有効であった

本単元ではNさんの「最強のやつ」という表現を意図的に紹介し、価値付けた。そうしたことで、多くの子がNさんの「最強のやつ」という表現に共感し、進んでこの表現を振り返りの中で用いるようになった。「最強のやつ」には「電磁石を強くして、ロケットを高く飛ばす」という意味が込められているため、毎時間この表現を使った振り返りを紹介し、価値付けたことは「電磁石を強くしよう」「ロケットを高く飛ばそう」とする子どもの意欲を向上させることにつながった。また、「最強のやつ」をキーワードとして振り返りの中で用いることで、「最強のやつを作るには（電磁石を強くするには）どうしたらよかったか」という視点で学習をまとめることができた。

Ⅳ 授業の外で『科学が好きな子ども』を育てる

○昼休みの理科室経営



昼休みの理科室には、学年を問わず多くの子ども達が訪ねてくる。ある子は理科の授業で学んだことを確かめたくて。ある子は、テレビや本で興味をもった自然事象を再現したくて。また、ある子は新しいわくわくを求めて。安全上、理科担当の者がいるという条件で、理科室はいつもオープンにしてある。昼休みの理科室経営として、教師がちょっとしたお楽しみ実験を用意していたり、理科室の道具をラベリングして整理し、子どもがいつでも使えるように環境を整えたりしている。そうすることで、子ども達は自分の追究したいことに没頭していく。そうして、自然事象への不思議さや面白さを感じる感性を育てていくのである。

○授業実践の紹介の場

1 自主研修会（西村・森本先生と学ぶ会）（2016年7月2日）

本会は本校の国語科教諭西村と算数科教諭森本が新採用教諭や大学生を対象に自主的に行っている研修会である。その中で、理科の授業づくりについて筆者が講座を担当した。この会では、参加者に粘土と紙で自分



が思うモンシロチョウを製作してもらい、それぞれのモンシロチョウを見比べる活動を行った。そして、自他のモンシロチョウを比べると足の数や体の分かれ方に違いがあることが分かった。この自他の違いを観察の視点として、モンシロチョウの観察を行うことで、足の数や体の分かれ方を捉えていくことができた。また、参加者とその他の生き物の観察についてもどこを見るのかを協議することができた。

2 科学教育実践研究会やまぐち（2017年2月11日）

科学教育実践研究会やまぐちとは主にSSTA山口支部のメンバーが中心となり、県内小学校の教職員や山口大学の教諭や学生と理科教育の最新情報から基礎的な実験実技まで、幅広く科学教育について学び合う会である。この研究会で筆者が実技講習を担当した。ここでは、自作したタブレットを顕微鏡に取り付けるアダプターを活用し、タブレットの大きな画面でプランクトンを見る活動を行った。プランクトンを動画で撮影・記録したり、数人で大きな画面を見ながら気付きを交流したりと授業での具体的な活用について参加者と考えていくことができた。



3 山口大学での初等科理科（生物領域）の講座（2017年5月12日）

山口大学で佐伯英人先生が行っている初等科理科（生物領域）の講座で、実践紹介を行った。ここでは、第4学年の「人の体のつくりと運動」の実践をもとに、腕に筒をはめることで曲がらなくなるといった体験活動をとおして、子どもがどんな気付きや疑問をもつのかを参加者と考えていった。そして、その気付きや疑問を教師が分類・整理することで学習課題を設定していく授業展開を紹介した。また、参加者と自分だったらどんな体験活動を仕組むかを考えていくことができた。



4 考える音読の会（UD学会やまぐち支部）（2017年8月27日）

本会は、山口県内の先生方が国語の実践を持ち寄り、自主的に研修を行っている会である。この会で筆者は理科の視点でアクティブラーニングについて話す機会をいただいた。1日分の新聞紙で高いタワーを作る活動をとおして、理科の問題解決の流れやアクティブラーニングの視点に立った子どもの姿について、参加された先生方と協議していった。また、国語の授業でのアクティブラーニングの紹介もあり、本会をとおして、国語と理科を比較しながら、アクティブラーニングとはどうあるべきかを全体で考えていくことができた。



この他にも、初等理科中央夏期講座（2017年8月2日）や日本理科教育学会全国大会（2017年8月6日）、SSTAブロック特別研修会【西日本】（2017年8月10日）で実践発表をする機会をいただいた。授業実践の紹介の場を設けたことで、理科を専門的に学ばれている方から理科が苦手な方まで、多くの人とお互いの考えを交流することができた。また、同じ方向性でよりよい理科の授業づくりをしていこうとする仲間を増やすことができた。

V 成果と課題

『科学が好きな子ども』を育てるために行った授業の中と外での支援について、成果と課題を整理する。(○成果 ●課題)

(1) 授業の中での支援

①問いを見出すための自然事象との出会わせ方の工夫

○子どもが面白さや不思議さを感じることができる教材を提示することは、子どもから多くの気づきや疑問を引き出すことに有効であった。これらの気づきや疑問を教師が分類・整理することで子ども達は問い見出していくことができた。また、教材の仕組みや教材に関わる自然事象について、単元をとおして追究したいと子どもが思えるものであったことも主体的に学習を進めていく上で重要であった。

●P12で挙げたように、自由試行の場を設けることで多くの子ども達が気づきや疑問をもつことができたが、その気づきや疑問に共感できない子どももいた。自由試行の場でも一度、子どもの気づきや疑問を集約して、視点を絞ったり、方法に制限を設けたりする必要がある。

②子どもの思考に寄り添った単元構成の工夫

○子どもの思考の流れを想定することで、「子どもはどんな問いを見出すのか」「問いが見出される要因は何なのか」「どんなことに分からなさを感じるのか」という視点で発問や支援を考えることができた。分からなさを感じるものが想定される場合には、丁寧な問い返しを行ったり、図や具体物を操作しながら説明する活動を取り入れたりして、子どもの理解を助けることができた。

●P8で挙げたように本単元だけの思考のつながりを考えるのではなく、これまでどんなことを学んできたのか、これからどんなことを学んでいくのかということ意識する必要があった。なぜなら、実践の中で知っているだろうと思っていたことが伝わらなかつたり、現段階の子どもの実態では、解決することのできない問いが見出されたりする場面があったからである。子どもの学びのつながりを意識し、幼稚園や生活科での経験、中学校での学習についても把握していきたい。

③考えを吟味する場の設定

○教師が実験方法を尋ねたり、考えの妥当性や根拠を問うたりしたことで、実証性・再現性・客観性の視点から実験方法を見直そうとしたり、自他の考えでより説得力があるものを選んだり、新たな考えを創ろうとしたりする姿が見られた。また、子ども達で実験方法の妥当性を検討する機会を増やしたことで、単元が進むにつれて、より科学的な実験方法を見出そうとする姿が見られるようになった。さらには他単元においても、妥当性のある実験方法を提案しようとする姿が見られるようになった。

④考えの伝え方の工夫

○空気や水、電気、磁力といった目に見えない自然事象について、イメージ図などを用いて説明することは、自分の考えを仲間に伝えやすくすることに有効であった。また、「こんな感じ」「こうやって」などの曖昧な発言については、具体で話すように問い返したり、考えの根拠を問うたりしたことも自分の考えを相手に伝えやすくすることに有効であった。これらの支援を繰り返し行ったことで、授業の中で具体的な言葉を用いたり、根拠を示しながら説明したりする子どもの姿が増えた。

●子どもの発達段階や技能によって、自分が伝えたいことを図に表すことが難しい場合があった。下学年では矢印や丸などの簡単な図形で自分の考えを表す体験をし、徐々に自分の考えを自由に表現することができるようにしていく必要性を感じた。

⑤振り返りの活用

- 振り返りで多くの仲間が疑問に感じていることを紹介することは、子ども達の共感を誘い、子ども達が問いを見出していくことに有効であった。また、P18であげたようにキーワードを活用し、価値付けることで、子どもの意欲の向上につながり、振り返りの際に、どのような視点で学習したことをまとめればよいのかを明確にしたりすることができた。
- 振り返りを活用し、自己の考え方の変容を実感している子どもの姿はあまり見ることができなかつた。自己の変容が分かるようにどのような視点で振り返りを書いたり、見返していったりするのがよいのかを検討する必要がある。

(2) 授業の外での支援

⑥昼休みの理科室経営

- 学校中から木の実を集めてきて、理科室で観察していたKさんは家に帰って木の実の成る木の名前を本やパソコンを使って調べてきた。普段、仲間と理科室を訪れ、教師が紹介した実験を行っていたI君は「先生、この本に載っている実験をやりたいんだけど」と自ら、興味をもった実験を紹介してくれた。昼休みに自分が興味をもった観察・実験を行ったり、授業で学んだことの確かめや応用をしたりする場を設けたことで主体的に自然事象に関わろうとする子どもの姿が増えた。

⑦授業実践の紹介の場

- 授業実践の紹介の場を設けたことで様々な成果があった。一つ目は理科が好きな人、苦手な人、理科を教える人、学生など、様々な立場から「自分が子どもだったらどう考えるか」について意見交換することができ、自分一人では考えつかなかつた、子どものつまずきやそれに対する支援について学ぶことができた。二つ目は多くの人と教材研究をしたり、子どもの思考を考えたりする中で、同じ方向性で授業を行っていこうとする仲間を増やすことができた。この同じ方向性をもった仲間を増やすことは、本校だけでなく山口県全体で『科学が好きな子ども』を育てていくことにつながったり、互いの実践を紹介し合うことでよりよい実践方法を追究したりすることにつながっていく。

(3) 新たに見えてきた課題

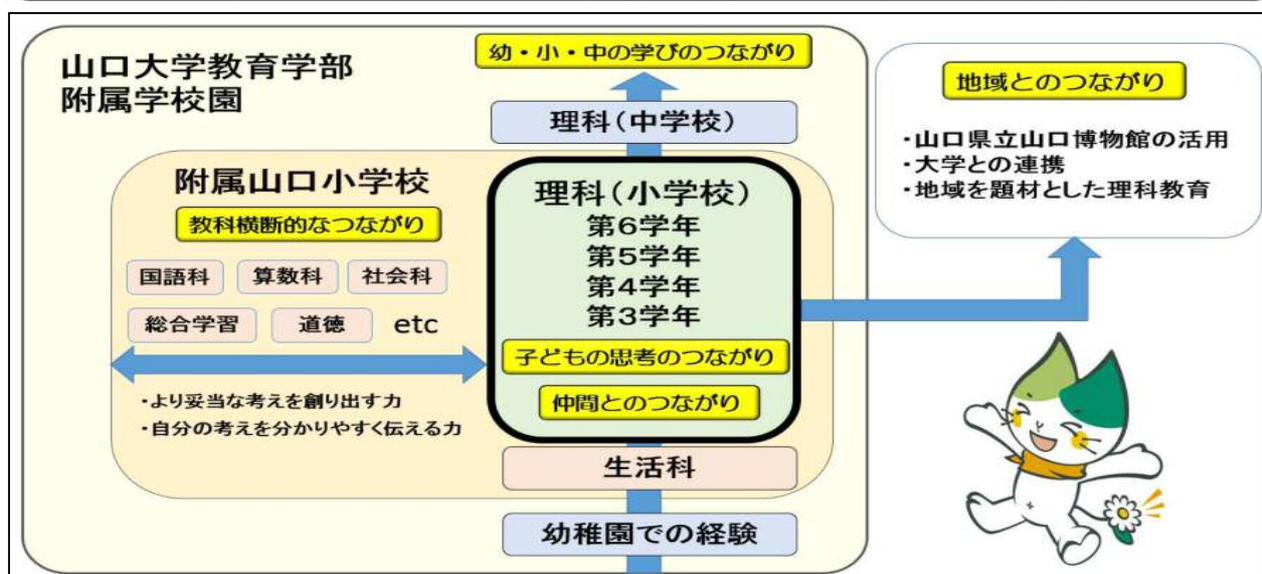
- 「考えを吟味する場の設定」や「考えの伝え方の工夫」を支援として行ってきたが、「自他の考えの妥当性を検討し、よりよい考えを創り出そうとする力」や「自分の考えを相手に分かりやすく伝えようとする力」は理科だけで育成されるものではない。本校の国語科教諭と互いの授業を見合う中で、上記のような力は他教科でも共通して育成されていることに気が付いた。上記のような力がより育成されれば、理科の学習の中でも子ども達はより妥当な考えを創り出そうとしたり、仲間に伝わりやすい説明をすることで自然事象への意味理解が深まったりするのではないかと考え、教科の枠を超えて上記のような力を育成していくことの必要性を感じた。
- 理科担当だけでなく、多くの人々が本校の『科学が好きな子ども』の育成に携わっていただける環境を整えていく必要性を感じた。本校の子ども達は、様々な地域からバス通学をしており、学校周辺の地域（自然や人）との関わりが希薄である。そのため、学校周辺の自然を題材にしたり、地域の方と連携したりして、本校で行っている理科教育を広げていきたい。

VI 今後の研究計画

「V 成果と課題」を受け、来年度は次のような計画で『科学が好きな子ども』の育成を目指していく。来年度も『科学が好きな子ども』を「自然事象から問いを見出し、科学的に追究し、新たな視点で自然事象を見直す子ども」と捉えていくことに変わりはない。しかし、来年度は学びのつながりや他教科とのつながり、地域とのつながりなど、「つながり」に重点を置いて実践に取り組んでいきたい。

2018年度 研究計画

-「つながり」を大切にして『科学が好きな子ども』を育む-



(1) 2017年度の実践の成果と課題をもとにした授業づくり

子どもの思考のつながり・仲間とのつながり

今年度の実践で成果が見られた支援については継続して取り組み、課題が見られた支援については修正したり、新たな支援を追加したりしていく。来年度は単元をとおして、子どもがどのように問いを見出し、解決するのかといった「子どもの思考のつながり」や、仲間と考えを伝え合い、より妥当性のある考えにしていこうとする「仲間とのつながり」をより大切にしていきたい。

授業の中での支援

①教材の工夫

・「子どもが面白さや不思議さを感じることができ、そこから多くの気付きや疑問をもつことができるか」や「単元をとおして、子どもがその教材の仕組みや教材に関わる自然事象を追究したいと思えるか」という視点で教材開発を行っていく。

②自然事象との関わり方の工夫

・単元導入時、自然事象に関わる遊びや自由試行の場を設け、子ども達が自然事象に対して気付きや疑問をもてるようにする。「どこを見るのか」「何が関係しているのか」という視点を明確にしたり、方法に制限を設けて自由試行したりして、追究する方向性を定めていく。

③子どもの思考に寄り添った単元構成の工夫（継続）

④考えの伝え方の工夫

- ・具体で話すように問い返したり、考えの根拠を問うたりする支援は継続して行う。
- ・イメージを図で表す活動を子どもの発達段階や技能に合わせて「①どの図がイメージに合うかを選ぶ」「②矢印や丸などの簡単な図形で表す」「③自由に絵や図で表す」の中から選択する。

⑤ノート指導の充実

- ・今年度までは、ノートを「課題」「予想」「実験方法」「実験」「結果」「考察」「振り返り」の順で学びの過程が分かるようにまとめてきた。自他の考えについては各項目ごとに記入している。来年度は「予想」「考察」などの自分の考えは、ノートの右横に書くスペースを設け、授業の終了時に自分の考えがどのように修正・強化されたのかを一目で見返すことができるようにする。そうすることで自己の変容を実感できるようにしていきたい。

⑥振り返りの活用（継続）

授業の外での支援

「昼休みの理科室経営」「授業実践の紹介の場」は継続して行う

(2) 他教科と連携した教科横断的な力の育成

教科横断的なつながり

理科の学習の中で育成したい「自他の考えの妥当性を検討し、よりよい考えを創り出そうとする力」や「自分の考えを相手に分かりやすく伝えようとする力」は、他教科でも同じように育成を目指している。そこで、来年度は各教科・領域で上記の力を育むにはどのような支援を行っているのかを協議し、他教科の教諭と連携して上記の力の育成していきたい。また、年間指導計画を見直し、学習内容のつながりや教科横断的な力のつながりを意識した授業づくりを行っていききたい。以下は、国語科教諭と作成した教科横断的なつながりを意識した年間指導計画（案）である。これから、社会や総合学習など連携していく教科を増やし、全教科・領域とのつながりを意識した年間指導計画を作成した上で、授業実践を行っていききたい。

	4月	5月	6月	7月	9月	10月	11月	12月	
国語	言葉のじゅんぶ運動 五年生の国語学習を始める 【全学年と互いの関わりを促し、電燈を伝える手紙をまわすことよ】	1 全学年と互いの関わりを促し、電燈を伝える手紙をまわすことよ。 2 電燈の発光の仕組みを学ぶ。自分の考えを伝えようとする力。	3 電燈の発光の仕組みを学ぶ。自分の考えを伝えようとする力。 本は友達	本は友達	4 考えを明確に話し合い提案する文章を書く。	5 考えを明確に話し合い提案する文章を書く。	6 天気を予想する。	7 電流のはたらき。	8 電流のはたらき。
理科	1 ふりこの運動	1 ふりこの運動	2 種子の発芽と成長	3 魚のたんじょう	4 理科で学んだ知識や気象にまつわる会話や国語でも活用する。	4 雲や種子の動き方 5 雲と天気の変化 6 流れる水のはたらき	5 流れる水のはたらき 7 電流のはたらき	7 電流のはたらき	8 電流のはたらき
	1 わたしたちの国土1	1 わたしたちの国土3	1 わたしたちの国土5	2 わたしたちの生活と食料生産2	2 わたしたちの生活と食料生産3	2 わたしたちの生活と食料生産3	3 わたしたちの生活と食料生産2	3 わたしたちの生活と食料生産2	4 国語で学んだことを活かして、実験結果と電燈石の性質と結び付け、自分の考えを相手に分かりやすく伝える。

(3) 幼稚園・生活科・中学校と連携した研究・授業づくり

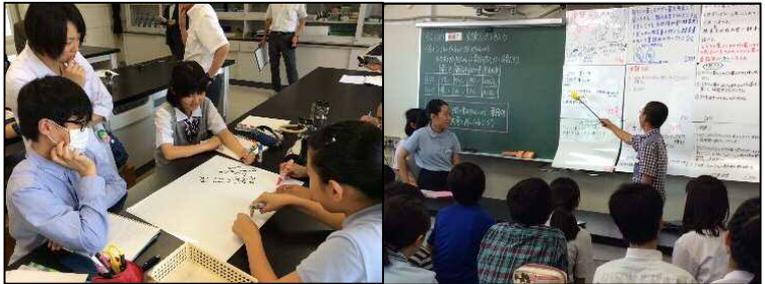
幼・小・中の学びのつながり

山口大学教育学部には附属学校園として幼稚園、小学校、中学校、特別支援学校があり、互いに隣接している。そのため、幼稚園から中学校までの12年間の子どもの学びを追究していくことができる。今年度の授業実践を終えて「幼・小・中の学びのつながり」

り」が大切であると感じ、2017年7月に中学校と連携して、生命領域の植物の単元で互いに授業を見合う活動を行った。小・中学校のそれぞれの発達段階で子ども達はどのような考え方をするのか、学習内容はどうつながっていくのかを小・中学校の教諭で意見交換をすることができた。今後、中学校とは同領域で、子どもの思考がどのように深まっていくのかを探っていく予定である。また、幼稚園・生活科とは保育や授業の参観をとおして、子どもはどのような体験から、自然事象に対する概念を形成していくのかを把握していきたい。



小学校での学びの様子「植物の養分と水の通り道」



中学校での学びの様子「植物の体のつくりと動き」

(4) 山口県立山口博物館の利用・大学との連携・地域を題材とした理科教育

地域とのつながり

附属山口小学校から徒歩5分ほどのところに山口県立山口博物館がある。山口県立山口博物館では多くの昆虫の標本や化石を所蔵しており、今後はこれらを活用し、本物に触れる活動を授業の中に取り入れていきたい。また、山口県立山口博物館の学芸員や山口大学の教諭など専門的な知識をもった人材が身近に数多く存在する。ゲストティーチャーで本校にお招きするなど、これらの人材と連携・協力した授業づくりにも取り組んでいきたい。また、本校の周辺には亀山公園や五十鈴川など多くの動植物が生息する場所がある。今後は、これらの場所に積極的に出向き、身近な自然を教材化していきたい。

Ⅶ おわりに

3年生のはじめての理科でタネツケバナを観察したY君のように、もともと子どもは自然事象から問いを見出し、科学的に追究し、新たな視点で自然事象を見直す力を持っているのかもしれない。教師が学ぶ環境を整えたり、丁寧に問い返したりし、自然事象に目を向けさせることで、子どもはより理科に関わる資質・能力を発揮していくのではないだろうか。今回の研究で得られた成果と課題をもとに、これからも日々の実践をとおして『科学が好きな子ども』を育てていきたい。

研究代表者 山口大学教育学部附属山口小学校 理科部 森戸 幹

4年生になったY君。

夏休みに草むらで緑色ではなく、茶色イトノサマバッタを見つけたと教えてくれました。これから、どうしてこのバッタは茶色い体をしているのかを調べるそうです。

今でもY君は自然事象の中から問いを見出し、科学的に追究し、新たな視点で自然事象を見直そうとしています。

Y君はこれから、もっと『科学が好きな子ども』へと成長していくのだらうと思います。

