

群 教 セ	G04 - 02
	平19.239集

根拠を明確にして考えることができる児童の育成

－ 理科指導に「ことばつなぎ」と「イメージ図」を取り入れて －

長期研修 研修員 小池 信晃

《研究の概要》

理科の学習における児童の課題の一つとして「根拠を明確にして実験の予想や考察などを自分の考えで述べるのが苦手」ということが上げられている。本研究では、その課題を解決するために、実験の予想や考察などの場面で「ことばつなぎ」や「イメージ図」を取り入れ、児童が現象を多面的に見たり、現象が起こる原因を考えたりすることにより、根拠を明確にして考えることができる児童を育成していく指導方法を工夫した。

キーワード 【 理科 イメージ図 ことばつなぎ 】

主題設定の理由

PISA調査（2000、2003）では、「根拠を明確にしながら自分の考えや意見を述べる力を育成すること」、「多様な言語活動を行うこと」などの課題が挙げられた。また、平成18年度に群馬県総合教育センターが行った『児童生徒学力向上調査研究』（理科）においても、「児童生徒の多くは、実験結果と知識などを合わせ、理由を説明することが大変苦手であり、記述する設問において無解答が多い。」という課題が指摘された。

この原因として実験の予想の場面では、児童が課題に対してなぜこの実験を行うのか、どのような実験を行うのかをよく理解していなかったり、実験の予想を十分考えないで実験を行ったりすることが考えられる。また、実験の考察の場面では、実験の予想と結果を照らし合わせて考え方を振り返り、そして、判断することが足りなかったことが考えられる。その結果として児童は、現象の結論は言えても、その現象は何が原因で起こっているのか分からず、根拠を明確にした説明ができないのではないかと考えた。

そこで、その対策として実験の予想や考察の場面で、課題を解決するための実験方法を考えたり、現象が起こる原因を考えてそれを「イメージ図」に表したり、現象のポイントとなる言葉と言葉をその時の様子を表す言葉でつなぎ、現象を起こすものの性質を多面的に考える「ことばつなぎ」の活動を行う。このことにより、児童には現象が起こる原因を考える力と、現象を起こすものの性質を多面的に考える力が育ち、現象を根拠を明確にして説明することができるようになると考え本主題を設定した。

研究のねらい

実験の予想や考察などの場面で「ことばつなぎ」や「イメージ図」を取り入れた考える活動を行うことを通して、現象を多面的に考える力と、現象が起こる原因を考える力を育てることにより、科学的な現象を根拠を明確にして考えることができる児童を育成していく

研究の見通し

- 「つかむ」過程で、自由試行を行い、そのときの科学的な現象が起こる原因を考え「イメージ図」に表したり、現象を起こすものの性質を考え「ことばつなぎ」に表したりすることにより、課題を明確にすることができ、追究の見通しをもつことができるであろう。
- 「追究する」過程で、課題追究の実験方法を考えたり、実験した結果から考察したりしたことを「イメージ図」と「ことばつなぎ」に表すことにより、課題追究の方法と現象を起こすものの性質を習得することができ、現象を起こすものの考え方もつことができるであろう。
- 「深める」過程で、習得したものの性質を組み合わせて使う実験の考察を「イメージ図」に表し、現象の原因を明確にして説明することと、それまでの実験を一つの「ことばつなぎ」にまとめ、現象を起こすものの性質を多面的にとらえることにより、現象を起こすものの考え方を深めることができるであろう。

研究の内容と方法

1 研究の構想

研究構想図を次ページ図1のように考えた。まず初めに児童の科学的な思考力の実態をとらえる。次に、単元の問題解決的な学習の中に「イメージ図」と「ことばつなぎ」を取り入れた授業実践を行い、「つかむ」過程で、「追究の見通し」をもち、「追究する」過程で、現象を起こすものの考え方をもち、「深める」過程で、現象を起こすものの考え方を深める。そして、「めざす児童像」

現象を起こすものの性質を多面的に考えることができる児童

根拠を明確にして、自分なりに現象を説明することができる児童

を育成していくことを考えた。

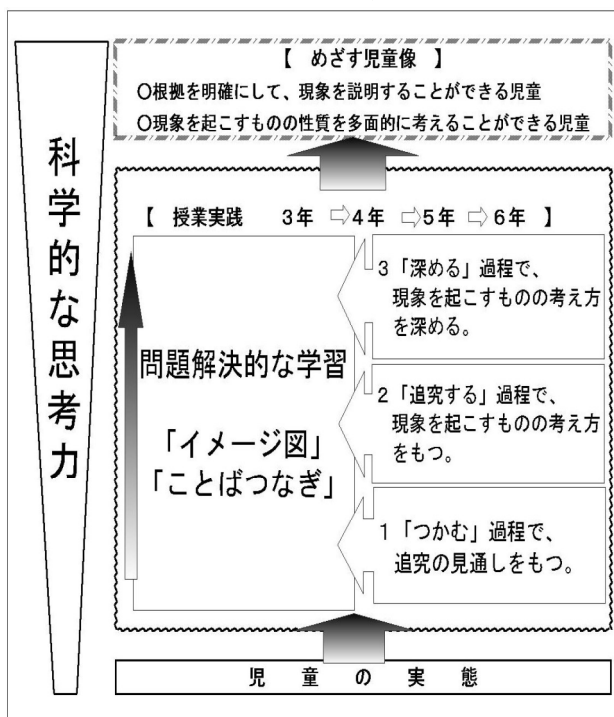


図1 研究構想図

2 本研究の「イメージ図」と「ことばつなぎ」

(1) 「イメージ図」

「イメージ図」は、図2のように児童の科学的な現象に対する考えを児童なりに表現したものであり、その中に科学的な現象が起こる原因を考え、目に見えない部分も含めて絵に表したり、言葉を添えて表現したりするものである。

「イメージ図」は、科学的な現象を主に現象の内側から考えるものであり、現象が起こる原因の目に見えない部分を想像して絵に描き表す。そし

て、その考え方が正しいかどうかを実験により確かめることを通して、科学的な現象が起こる原因を考える力を育てることができる。

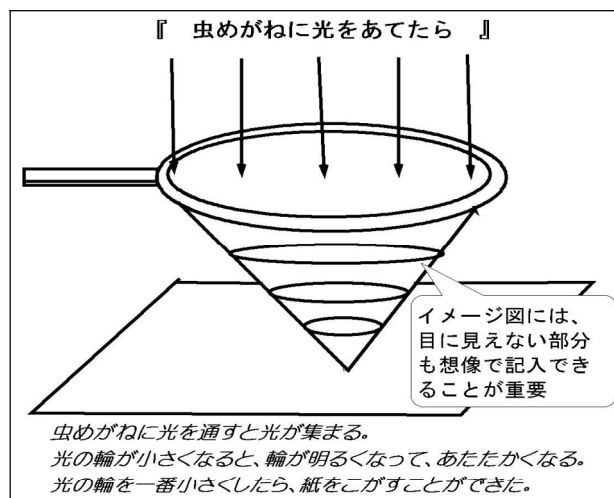


図2 「イメージ図」の例(3年「光を当てよう」)

(2) 「ことばつなぎ」

「ことばつなぎ」は、図3のように科学的な現象における主な言葉と言葉を、その現象を起こすものの性質を表す言葉でつないで表現するものである。

「ことばつなぎ」は、科学的な現象を主に現象の外側から考えるものであり、科学的な現象をよく見て、一つ一つの実験を「ことばつなぎ」に表し、最後に、各実験の「ことばつなぎ」を一つにまとめることにより現象を起こすものの性質を多面的に考える力を育てることができる。

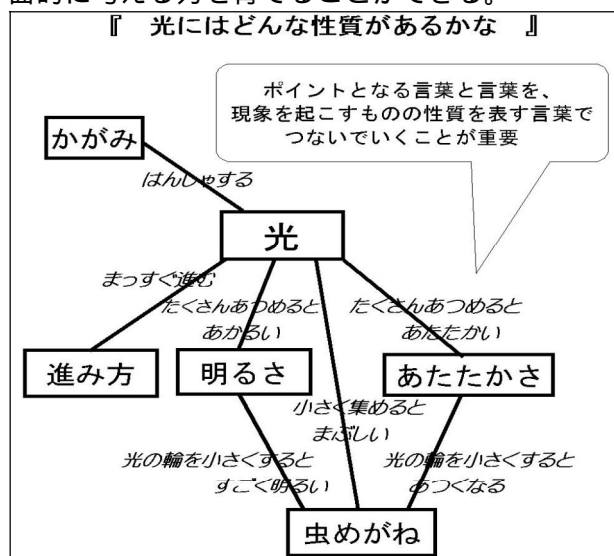


図3 「ことばつなぎ」の例(3年「光を当てよう」)

3 「イメージ図」と「ことばつなぎ」の学習過程での位置付けと配慮事項

「イメージ図」と「ことばつなぎ」を次ページ図4に示すように、次の四つの場面に位置付ける。

自由試行での現象が起こる原因を考える場面
 課題を解決する実験方法を考える場面
 実験結果から考察する場面
 ものの性質を利用した実験を行い、その実験の
 仕組みを考える場面

学習過程	「イメージ図」と「ことばつなぎ」
つかむ 課題把握 追究の 見通しをもつ	自由試行の現象が起こる原因を考える「イメージ図」 自由試行の様子を表す「ことばつなぎ」
追究する 予想 現象を起こす 実験 ものの考え方 結果 をもつ 考察	課題解決の方法を考える「イメージ図」 実験の考察を考える「イメージ図」 実験の様子を表す「ことばつなぎ」
深める 現象を起こす 発展 ものの考え方 を深める	ものの性質を利用した実験の考察を考える 「イメージ図」 それまでの「ことばつなぎ」を一つにまとめ、 ものの性質を多面的に考える「ことばつなぎ」

図4 「イメージ図」と「ことばつなぎ」の位置づけ

「イメージ図」を描く活動では、現象を主に内側から考え、現象の原因を考える力を育てる。「ことばつなぎ」の活動では、現象を主に外側から考え、ものの性質を多面的に見て考える力を育てる。この二つの活動を行うことにより、児童は、科学的な現象の表面に現れるものと、その原因を結び付けて考えることができるようになり、現象の理解を深めることができる。

また、「イメージ図」と「ことばつなぎ」を学習過程に位置付けるときの配慮事項は次のとおりである。

【配慮事項】 「イメージ図」は、日常の科学的な体験が豊かな児童にとっては描きやすいが、その体験の少ない児童にとっては描きにくい。そこで、つかむ過程で児童が現象を起こすものの性質に気付くようにするために、自由試行を十分に行わせる。また、そのときの自由試行は、再現性のあるもので一人が一実験できるものが望ましい。

【配慮事項】 「イメージ図」は、初めてのときは描きにくいので、児童が現象が起こる原因をとらえやすくなるように、実験を幾つかの段階に区切って行うなどの工夫が必要となる。

【配慮事項】 「イメージ図」を描くとき、知識が先行してしまう児童は、現象をよく見ること

よりも頭の中だけで考えてしまうことがある。その場合は、実験の現象をよく見て、そこから読み取れることを基にして考えることが大切であることに気付くよう助言していく。

【配慮事項】 「ことばつなぎ」は、日常の科学的な体験の少ない児童でも現象をよく見ることにより行うことができる。そのとき、考えるポイントが明確になるように一つ一つの実験のねらいをしばっておくことが必要となる。

【配慮事項】 「ことばつなぎ」を行うときは、各実験での「ことばつなぎ」を最後にまとめるときに、ものの性質を多面的にとらえられるようにあらかじめワークシートにポイントとなる言葉の配置などを工夫して記入しておく必要がある。

授業実践

1 実践計画

	授業実践	授業実践
対象	小学校 3年1組 31人	小学校 4年1組 27人
期間	10月16日~11月15日(9時間)	10月9日~11月9日(9時間)
単元名	「光を当てよう」	「もののかさと力」
授業者	長期研修員	小池 信晃

2 検証計画

児童の発言やワークシート等に記述された内容、「イメージ図」、「ことばつなぎ」などから、科学的な現象の原因のとらえ方と、科学的な現象の多面的な見方の変容を見る。

過程	《具体的な見取りの項目》
つかむ	自由試行での現象が起こる原因を自分なりに考え「イメージ図」に表し、考え方の妥当性を確かめるための課題を明確にすることができた。
追究する	課題を実験を通して調べ、考察したことを「イメージ図」に表し、現象をものの性質と関連付けて考えることができた。 実験の様子を「ことばつなぎ」に表し、ものの性質について考えをもつことができた。
深める	ものの性質を利用した実験を行い、その現象を「イメージ図」に表し、追究する過程で習得したものの性質を使って、根拠を明確にして説明することができた。 単元を通して行ってきた実験の様子を一つの「ことばつなぎ」にまとめ、ものの性質を多面的に考えることができた。

3 授業実践 (3年)

(1) 単元名 「光を当てよう」(光の性質)

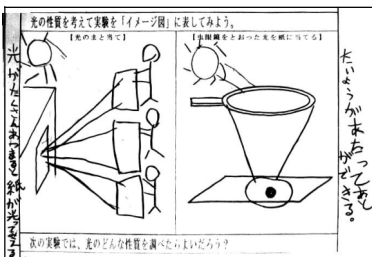

(2) 目標及び評価規準

ア 目標

平面鏡で日光を反射させたり、虫眼鏡で日光を集めたりしたときの現象から課題を見だし、課題を解決する方法を考え、実験結果から考察し、光の性質についての見方や考え方を養う。

イ 評価規準

(3) 学習計画(9時間予定) (: 科学的な思考力にかかわるもの)

過程	学 習 活 動	評価の観点	
つかむ	<p>光で遊ぼう (2時間)</p> <p>・自由試行の「イメージ図」</p> 	<p>・平面鏡を使って日光を反射させてものに当ててみたり、虫眼鏡で日光を集めて紙に当ててみたりして、光の進み方やものに光を当てたときの明るさや暖かさの変化を感じとる。</p> <p>・気付きや疑問を発表する。 課題を明確化する。 (光の進み方、光を重ねたり集めたりしたときの明るさと暖かさ)</p>	<p>自由試行での現象が起こる原因を「イメージ図」に表せた。</p> <p>課題を明確にすることができた。</p>
追究する	<p>課題 光の進み方を調べよう (2時間)</p> <p>・実験の考察の「イメージ図」と「ことばつなぎ」</p> <hr/> <p>課題 光を集めたときの明るさと暖かさを調べてみよう (2時間)</p> <p>・実験の考察の「イメージ図」と「ことばつなぎ」</p>	<p>課題を解決するための実験方法を考える。 実験結果から考察する。</p> <p>課題を解決するための実験方法を考える。 実験結果から考察する。</p>	<p>考察したことを「イメージ図」に表し、現象をもとの性質と関連付けて考えることができた。</p> <p>実験の様子を「ことばつなぎ」に表し、ものの性質について考えをもつことができた。</p>
深める	<p>光を当てて調べてみよう (3時間)</p> <p>・実験方法の「イメージ図」</p> <p>・実験の考察の「イメージ図」</p> <p>・グループ発表の「イメージ図」</p> <p>・まとめの「ことばつなぎ」</p> 	<p>各自が光の性質を確かめる実験を考え、実験を行い、結果から考察し、光の性質についての考えを深める。 光の性質について分かったことを「イメージ図」や「ことばつなぎ」で表し、光の性質についての見方や考え方を高める。</p>	<p>現象を「イメージ図」に表し、習得したものの性質を使って、根拠を明確にして説明することができた。</p> <p>これまでの実験の様子を一つの「ことばつなぎ」にまとめ、ものの性質を多面的に考えることができた。</p>

(4) 研究の結果と考察

ア 「つかむ」過程 光で遊ぼう

追究の見通しをもつ

【研究の結果】 初めに、よく晴れた日差しの強い日に自由試行(光の移動、光のまと当て、光の輪の大きさと明るさの関係)を行った。自由試行を行ったとき、多くの児童は 光の移動で、光は真っ直ぐ進むこと、光のまと当て(白い紙)で、光を重ねると明るくなること、光のまと当て(人の手)で、光を重ねると暖かくなること 光の輪

科学的な現象への関心・意欲・態度 (略)

科学的な思考

ものに光を当てたときの明るさや暖かさの変化について調べる計画を立て、その結果から光の性質について考察することができる。

観察実験の技能・表現

ものに光を当てたときの明るさや暖かさの変化について調べ、その過程や結果および考察を表現することができる。

科学的な現象についての知識・理解 (略)

の大きさと明るさとの関係で、虫めがねを紙から遠ざけると、光が小さくなってまぶしくなることを感じ取った。

また、自由試行の気付きや疑問を基にして実験の様子を「イメージ図」に表したところ、26名の児童が自分なりの「イメージ図」を書くことができ、その内の13名の児童が図5のように、光を点線や直線で表すなど光の性質をとらえた「イメージ図」を描くことができた。

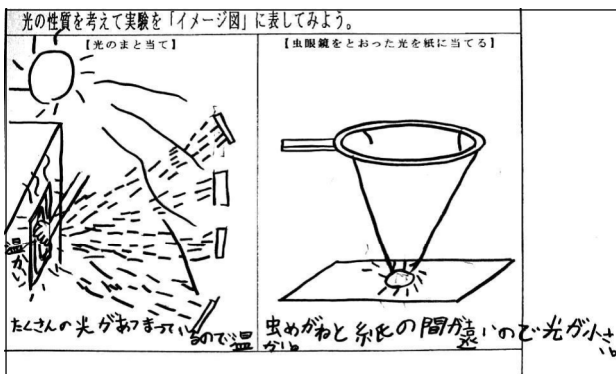


図5 自由試行における光の性質の「イメージ図」

そして、自由試行での気づきや疑問を基にしてクラスで話し合った結果、次の三つを課題として調べていくこととなった。

- ・光はまっすぐ進むのか？
- ・光を重ねると、より明るくなるのか？
- ・光を重ねると、より暖かくなるのか？

【研究の考察】 児童は自由試行を行ったことにより光の性質に気付くことができた。そして、多くの児童が光の性質についての自分の考えを整理して「イメージ図」に表すことができた。さらに、話し合いの中から、自分たちが気付いた光の性質についての考え方の妥当性を確かめることを課題としたので、児童は学習の見通しをもつことができたと考える。

イ 「追究する」過程

現象を起こすものの考え方をもち

課題 光の進み方を調べよう

【研究の結果】 まず、課題「光は真っ直ぐ進むのか？」を解決するための実験方法を個人で考えた。多くの児童は、鏡からまっすぐ進んだ光が壁に当たっている絵を描いて、「光はまっすぐ進むからまっすぐ進んでいるんだよ。」という考えであった。そこで、教師から「鏡と壁の間は何も見えないけど、どう調べるの？」と聞くと、児童は再度考え資料3のように実験方法をまとめた。図6は、その中の一例の「イメージ図」を示したものである。

資料3 「光は真っ直ぐ進むのか」を調べる実験方法案

課題「光はまっすぐ進むのか？」を調べる実験方法

- ・部屋を暗くして、太陽じゃなく他の光を鏡に当てる。
- ・鏡の反射した光を床にはわせる。
- ・鏡の正面に紙を置いて、だんだん遠ざけてく。
- ・鏡をななめにして、反射した光を地面に映す。

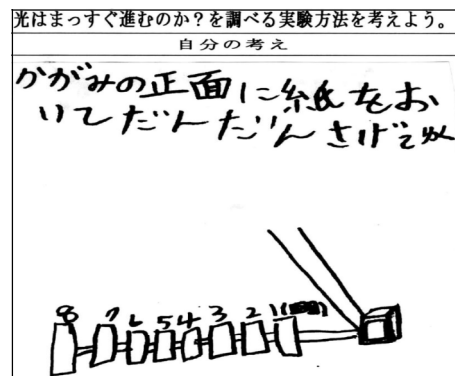


図6 児童が考えた実験方法の「イメージ図」

その後、個人の考えを基にしてグループで話し合い、実験方法を決めていった結果、課題「光はまっすぐ進むのか？」を解決するための実験方法として、次の四つの方法が考えられた。

- ・反射光を床に長く映し、反射光の映り方を調べる方法
- ・反射光を床に長く映し、その途中に缶を置いて、その影のでき方を調べる方法
- ・反射した光を紙に当て、その紙を前後に動かして、光を追っていく方法
- ・部屋を暗くして、光を差し込ませる方法

以上の実験の結果、光はまっすぐ進むことと、平面鏡に当たると反射することに気づき、図7のように、「ことばつなぎ」に実験の様子を表すことができた。

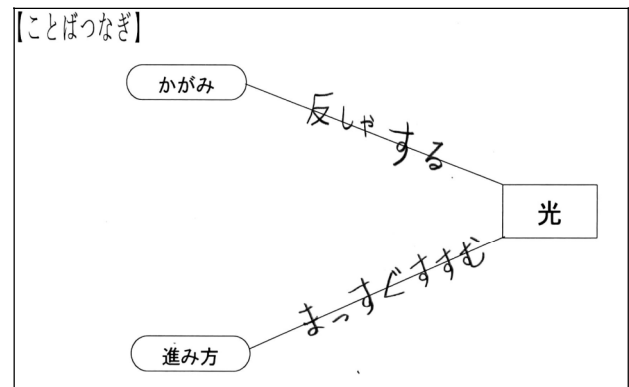


図7 光の進み方「ことばつなぎ」

課題 光を重ねたり集めたりしたときの明るさと暖かさを調べよう

光の性質を調べる課題「光を重ねたり集中させたりすると、より明るくなったり、より暖かくなったりするのか？」を解決するための実験方法を、まず、個人で考え、次に、グループで考えた。その「イメージ図」の中には、次ページ図8のように、前回学んだ「光は真っ直ぐ進む」という知識を使って、光の様子が直線や点線で表されていた。

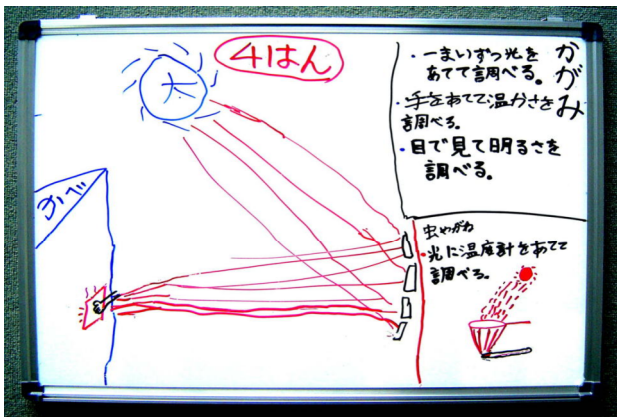


図8 グループで考えた実験方法の「イメージ図」の例

その後、実験を行い、実験の様子を「ことばつなぎ」にまとめた。「ことばつなぎ」には、図11のように、光の性質を示す言葉で実験の様子が表されていた。

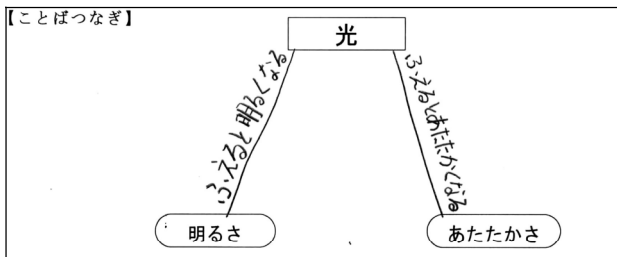


図9 光と明るさ、暖かさの「ことばつなぎ」

【研究の考察】 課題解決の実験方法を考えるとき、考えたことを「イメージ図」に表すことにより、児童は自分の考えを整理することができた。また、教師は児童の考えを把握することができた。

課題 では、全員が自分なりの実験方法を描いたが、解決につながる実験方法は5名のみであった。しかし、課題 では、27名が実験方法を描くことができ、解決につながる実験方法は12名であった。しかも、考えるのに使った時間も約半分であった。このことから、課題解決の実験方法を考えることは、教師の適切な助言と、児童が経験を重ねることにより、何をどのように調べればよいのかを的確に速く考えることができるようになると思われる。

また、児童は、図8の「イメージ図」や、図7、図9の「ことばつなぎ」に見られるように、光の直進性や光にはものを明るく照らしたり暖かくしたりするという性質があるという考え方をもつことができたと考える。

ウ 「深める」過程 光を当てて調べてみよう

現象を起こすものの考え方を深める

【研究の結果】 光の性質を利用した実験(資料4)を教師から紹介し、それを参考にして児童が実験を考え、実験方法を「イメージ図」に表した。

そして、各グループで実験を行い、光の性質について考察し、実験の様子を「イメージ図」にまとめ、発表と質疑応答を行った。最後に、今までの実験を振り返り、自分が行った実験と友達が行った実験を一つの「ことばつなぎ」にまとめた。

資料4 光の性質を利用した実験例

- ・ 虫眼鏡で色画用紙をこがす実験
- ・ 光電池に光を当ててプロペラを回す実験
- ・ 光電池に光を当てて電子オルゴールを鳴らす実験
- ・ 色画用紙をまいたペットボトルに光を当てて中の温度変化を調べる実験
- ・ 光の反射をつなげる実験

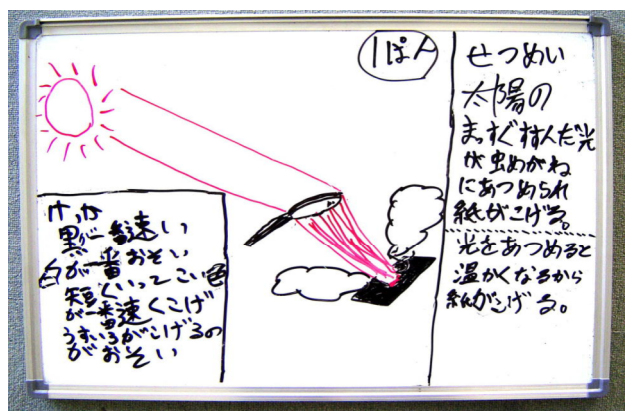


図10 グループ実験の「イメージ図」



図11 グループ実験の発表と質疑応答

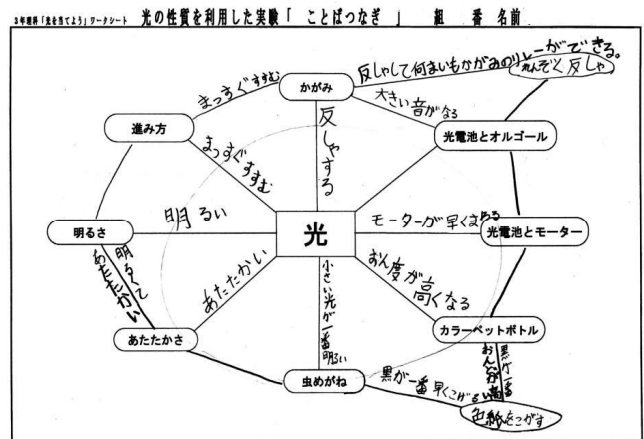


図12 まとめの「ことばつなぎ」

【研究の考察】 児童は、「イメージ図」を描く経験を重ねてきたことにより、前ページ図10のように光を直線で表したり、実験の説明文の中に「光を集めると暖くなるから・・・」など、学習したことを使って、現象の原因を明確にして説明できるようになってきた。また、「イメージ図」を使つてのグループ実験の発表では、すべてのグループが光の性質を使って実験の説明をすることができ、聞き手の児童にも発表内容がよく伝わり、「紙をこがすのに、日光を何分当てていましたか？」などの質問も行われていた(前ページ図11)。

最後に行ったまとめの「ことばつなぎ」では、全員が実験のポイントとなる言葉と言葉を実験の様子を表す言葉でつなぐことができ、光の性質を多面的にとらえられていた。さらに、その中の25名は、前ページ図12のようにポイントとなる言葉を書き足し、「ことばつなぎ」を広げることができていた。

これらのことから、児童は、光は目に見えないものでありながら、直進性があったり、熱をもっていたりするという光についての考え方を深めることができたと考える。

4 授業実践 (4年)

(1) 単元名 「もののかさとし」
(空気と水の性質)

(2) 目標及び評価規準

ア 目標

閉じ込めた空気と水に力を加えたときの現象から課題を見だし、その課題を解決する方法を考え、実験結果から考察し、空気と水の性質についての見方や考え方を養う。

イ 評価規準

科学的な現象への関心・意欲・態度 (略)

科学的な思考

閉じ込めた空気や水を押したときのかさや、押し返す力の変化について調べる計画を立て、追究した結果から空気や水の性質について考察することができる。

観察実験の技能・表現

閉じ込めた空気や水を押したときの押し返す力の変化によって起こる現象を調べ、その過程や結果を表現することができる。

科学的な現象についての知識・理解 (略)

(3) 学習計画 (9時間予定) (: 科学的な思考力にかかわるもの)

過程	学 習 活 動	評価の観点	
つかむ・追究する	空気の性質を調べよう (4時間) ・自由試行の「ことばつなぎ」 ・現象の原因を考える「イメージ図」 ・実験の考察の「イメージ図」と「ことばつなぎ」	・ポリ袋・空気でっぽうを使って遊び、閉じ込めた空気の押し返す力を実感する。 ・気付きや疑問を発表する。 課題を明確化する。 課題を解決するための実験方法を考える。 実験の結果から考察し、空気を押すとかさは小さくなるが手応えは大きくなることを理解する。 空気の性質についての実験結果と考察を友達と発表し合い、空気の性質についての考えをもつ。	現象が起こる原因を「イメージ図」に表せた。 課題を明確にすることができた。 考察したことを「イメージ図」に表し、現象をものの性質と関連付けて考えられた。 実験の様子を「ことばつなぎ」に表し、ものの性質について考えをもつことができた。
	水の性質を、調べよう (2時間) (略)		
深める	実験の仕組みを考えよう (3時間) ・実験方法の「イメージ図」 ・グループ発表の「イメージ図」 ・まとめの「ことばつなぎ」 	各自が空気と水の性質を確かめる実験を考え、実験を行い、空気と水の性質についての考えを深める。 空気と水の性質についての実験結果と考察を友達と発表し合い、空気と水の性質についての見方や考え方を深める。	現象を「イメージ図」に表し、習得したものの性質を使って、根拠を明確にして説明することができた。 これまでの実験の様子を一つの「ことばつなぎ」にまとめ、ものの性質を多面的に考えることができた。

(4) 研究の結果と考察

空気の性質を調べよう

ア 「つかむ」過程

追究の見通しをもつ

【研究の結果】 初めに、自由試行として、空気の入ったポリ袋と空気でっぼうを軽く押ししたり強く押ししたりした。そのときの気付きや疑問を基にして「ことばつなぎ」を行った。多くの児童は、空気は押されると縮むこと、空気は押されると押し返すこと、手を離すと押された空気は元に戻ることを感じ取ることができた。また、「ことばつなぎ」では、23人の児童が、図13のように空気を軽く押ししたときと強く押ししたときの様子の違いを表すことができた。

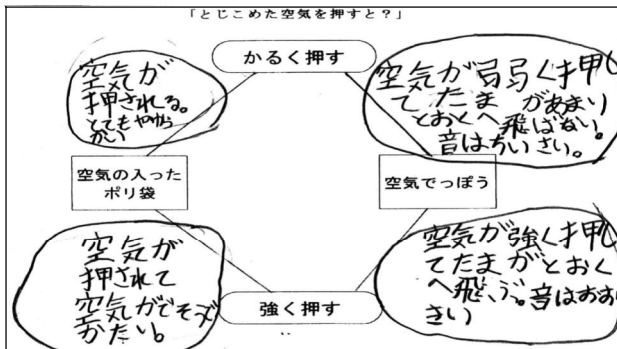


図13 自由試行での「ことばつなぎ」

次に、自由試行で気付いたことや疑問に思ったことの現象がなぜ起こるのかを考え、そのときの空気の様子を「イメージ図」に表した。ここでは、全員が自分なりの「イメージ図」を描くことができ、その中の15名が、図14のように空気を雲のようなものとして表したり、粒のようなものの集まりとして表したりして、空気が縮む様子や押し返す様子を表すことができた。そして、「ことばつなぎ」と「イメージ図」に表したことを基にして、空気の性質を予想し、その予想が正しいかどうかを調べることを課題とした。

児童が考えた課題は、次の四つであった。

- ・ 空気は縮むのか？
- ・ 押された空気は押し返すのか？
- ・ 縮んだ空気はかたくなるのか？
- ・ 縮んだ空気は手を離すと元にもどるのか？

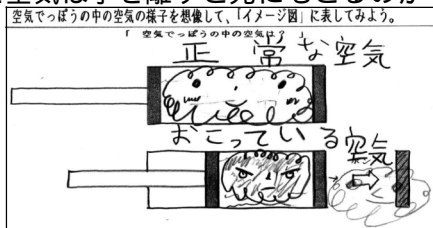


図14 空気でっぼうの中の空気の様子の「イメージ図」

【研究の考察】 児童は、自由試行を行ったことにより、空気の性質について気付くことができた。そして、多くの児童が現象が起こる原因を考え「イメージ図」に表すことができた。さらに、話し合いの中から自分たちが考えた空気の性質についての考え方の妥当性を確かめることを課題としたので、児童は学習の見通しをもつことができたと考えられる。

イ 「追究する」過程

現象を起こすものの考え方もつ

【研究の結果】 まず、四つの課題を解決するための実験方法を個人で考えた。「空気は縮むのか？」を調べる方法として多くの児童は、注射器に栓をして空気を押し縮めた絵を描いて、「空気が縮んでいるから、空気は縮むんだよ。」という考えであった。そこで、「この絵のどこが、どうになっているのを見ると、空気が縮んだということになるの。空気が縮まない場合は、どこがどうになるの。」と質問すると、児童は、再度考え出した。その結果、自分なりの実験方法を考えられた児童は、12人であり、その中で課題解決が可能な実験方法を考えられた児童は1人だった。

次に、個人の考えを基にしてグループで話し合い、課題解決の実験方法を考えた。その結果、課題解決の実験方法は、図15に「イメージ図」と言葉で示したような実験方法などとなった。

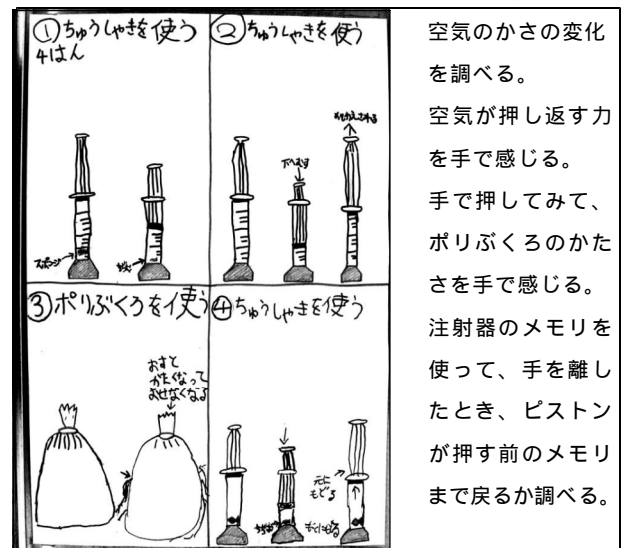


図15 児童が考えた課題解決の実験方法とその説明

その後、実験を行い、児童は、空気は縮む、押された空気は押し返す、縮んだ空気はかたくなる、縮んだ空気は手を離すと元にもどる、を実感とともに理解できた。そして、実験結果が

ら空気の状態を考察し、実験を「ことばつなぎ」と「イメージ図」にまとめた。その結果、26名の児童が実験の様子を「ことばつなぎ」と「イメージ図」に表すことができ、その中の15名の児童が、図16のように空気の状態をとらえた「ことばつなぎ」と「イメージ図」を描くことができた。

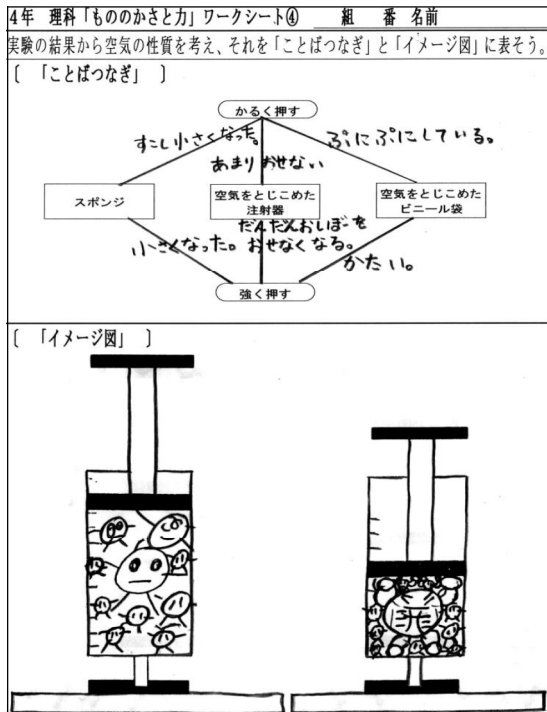


図16 縮んだ空気の「ことばつなぎ」と「イメージ図」

【研究の考察】 児童は、前ページ図15に示すような実験を行ったことにより、閉じ込められた空気は押されると縮むこと、縮んだ空気は元に戻ろうとして押し返すこと、縮められた空気は手を離すと元に戻ることを実感とともに理解できた。そして、多くの児童が実験の様子を図16に示すような空気の状態をとらえた「ことばつなぎ」と「イメージ図」に表すことができた。これらのことから児童は空気の状態についての考え方もつことができたと思う。

ウ 「深める」過程 実験の仕組みを考えよう

現象を起こすものの考え方を深める

【研究の結果】 空気と水の状態を利用した実験例（資料6）を教師から紹介し、それを参考にして各自が実験を考え、「イメージ図」に表した。

資料6 空気と水の状態を利用した実験例

- ・水道にコルクを詰めたホースをつなぎ、水を出して、コルクをとばす実験
- ・ペットボトルを使った噴水の実験
- ・エアポットの仕組みの実験

そして、それぞれの実験を行い、各自が実験の様子を「イメージ図」に書き表した。その後、それを基にして、グループで実験の仕組みを話し合い「イメージ図」にまとめ、発表した。最後に、今までの実験を振り返り、自分が行った実験と友達が行った実験を一つの「ことばつなぎ」にまとめた。

実験後、個人が描いた「イメージ図」では、実験の仕組みを空気や水の状態を意識して表せた児童は26名であり、実験の仕組みを空気と水の状態と正しく関係付けて表せた児童は、13名であった。また、最後にまとめた「ことばつなぎ」では、26名が今までの実験の様子を「ことばつなぎ」にまとめることができ、その中で19名が、空気と水の状態を適切に表した「ことばつなぎ」にまとめることができた。

【研究の考察】 児童は、「イメージ図」を描く経験を重ねてきたことにより、図17のように空気や水を粒子の集まりと考えたり、「水に押されて空気が縮んで、空気も水もかたくなり、その力でコルクを押し・・・」のように学習したことを使って、根拠を明確にして実験の様子を説明できるようになった。グループ発表では、すべてのグループが実験の仕組みを空気と水の状態を使って説明することができていた（次ページ図18）。

また、単元を通して行ってきた空気と水の状態が原因となっている現象を多数調べ、その様子を次ページ図19のように一つの「ことばつなぎ」にまとめることにより、児童は空気と水の状態が原因となって起こる現象の類似性を知ることができたので、多面的に空気と水の状態をとらえる力が付いてきたと考える。

以上のことから、児童は、空気と水の状態についての考え方を深めることができたと思う。

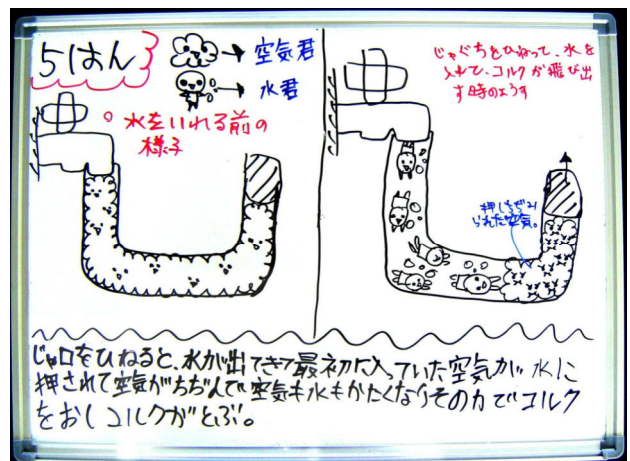


図17 空気と水の状態を利用した実験の「イメージ図」



図18 「イメージ図」の発表

4年 理科「もののかさと力」ワークシート① 組 番号前

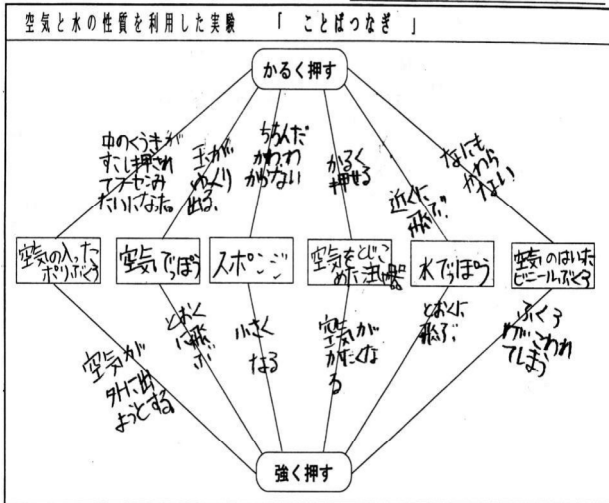


図19 まとめの「ことばつなぎ」

研究の成果と課題

1 成果

理科の問題解決的な学習過程に「イメージ図」を位置付けた成果として次の三点が挙げられる。

課題を解決するためには、どんな実験をして、何を調べればよいのか分かるようになり、課題解決の実験方法を考えることができるようになってきた。

学習したことを基にして、科学的な現象を根拠を明確にして説明する力が付いてきた。

直接目に見えない現象を科学的にとらえ視覚的に表すことにより、原因等を考える力が付いてきた。

また、問題解決的な学習過程に「ことばつなぎ」を位置付けた成果として次の点が挙げられる。

単元を通して、行ってきた実験のようすを「ことばつなぎ」に表し、最後にそれまでの「こと

ばつなぎ」を一つにまとめることにより、ものの性質や科学的な現象を多面的に考える力が付いてきた。

以上のことから、理科の問題解決的な学習において、科学的な現象を、「イメージ図」と「ことばつなぎ」を合わせて行いながら追究することにより、根拠を明確にして考えることができる児童を育てることができると思う。

2 課題

研究の課題として次の点が挙げられる。

「ことばつなぎ」は、物理、化学、生物、地学のどの領域でも行いやすい。一方、「イメージ図」は、物理と化学の領域では行いやすいが、生物、地学の領域では「イメージ図」の描き方に工夫が必要である。

今回は、3学年、4学年共に物理領域での授業実践であったが、科学的な現象を根拠を明確にして考えることができる児童を育てるためには、「イメージ図」と「ことばつなぎ」を合わせて行うことが効果的と考えるので、今後は化学領域、生物領域、地学領域での授業実践も検討していきたい。

参考文献

- ・『読解力向上に関する指導資料 - PISA調査 (読解力)の結果分析と改善の方向 -』
文部科学省(2006)
- ・森本信也著『考え・表現する子どもを育む 理科授業』東洋館出版(2007)