

平成29年度

第67次 印旛地区教育研究集会

小学校理科分科会 第一部会提案資料

【研究主題】

科学的な見方や考え方を養うことのできる理科教育の在り方

～諸感覚を意識した学習指導を通して～



平成29年8月23日（水） 成田国際高等学校

第一部会小学校理科研究部

【目次】

1	研究主題	1 ページ
2	主題設定の理由	1 ページ
3	めざす児童像	1 ページ
4	研究仮説	1 ページ
5	学習過程と科学的な見方・考え方の関連	2 ページ
6	研究の経過	3 ページ
7	研究の実際	4 ページ
	（1）仮説検証授業Ⅰ	
	（2）仮説検証授業Ⅱ	
8	理科形成的評価	17 ページ
9	成果と課題	19 ページ
10	参考文献	21 ページ

1 主題

科学的な見方や考え方を養うことのできる理科教育の在り方

～諸感覚を意識した学習指導を通して～

2 主題設定の理由

第一部会では、研究主題「科学的な見方や考え方を養うことのできる理科教育の在り方」の研究についてこれまで取り組み、昨年度は、第4学年「季節と生き物」で検証を行った。そして、今年度は、第4学年「とじこめた空気や水」「もののあたたまり方」で検証を行うこととした。

第一部会理科研究部が目指す「科学的な見方・考え方」を身に付けた児童は、以下のよう
な姿である。

- ①諸感覚を通して事象の変化をじっくりと体験することで、素朴な疑問を持つ。
- ②自らが見出した問題について実生活や既習事項と比較・関連付けて予想や仮説を設定する。

昨年度までの検証では、諸感覚を用いた観察を行うことで植物の体のつくりへの理解の向上が図られた。特に、観察カードでは、諸感覚を意識した観察の視点を明らかにすることで気付きの質を高める手立てとした。また、指導方法の工夫により、共通点や差異点について話し合うことで理解を深めることができたと考える。これは、諸感覚の体験を生かした学習が、具体的な体験を通して得られる理解につながったと考える。

また、児童が活用する諸感覚を以下のように定義する。

- ①触れる ②見る ③聴く ④嗅ぐ などの感覚

そこで、今年度は、これまでの理科学習において、電流や空気、物体に働く力のように実体として可視化できない概念を理解させることが難しいという課題と身近な事象の教材化という昨年度の反省から、本主題を設定し、取り組むこととした。

3 めざす子ども像

- ①自然の事物・現象に対して、素朴な疑問をもったことから、主体的に問題を見だし、興味・関心をもって調べようとする子ども
- ②自然の事物・現象に対して、自らの諸感覚を働かせた関わりから、根拠のある予想や仮説をたて、主体的に観察・実験に取り組もうとする子ども

4 研究仮説

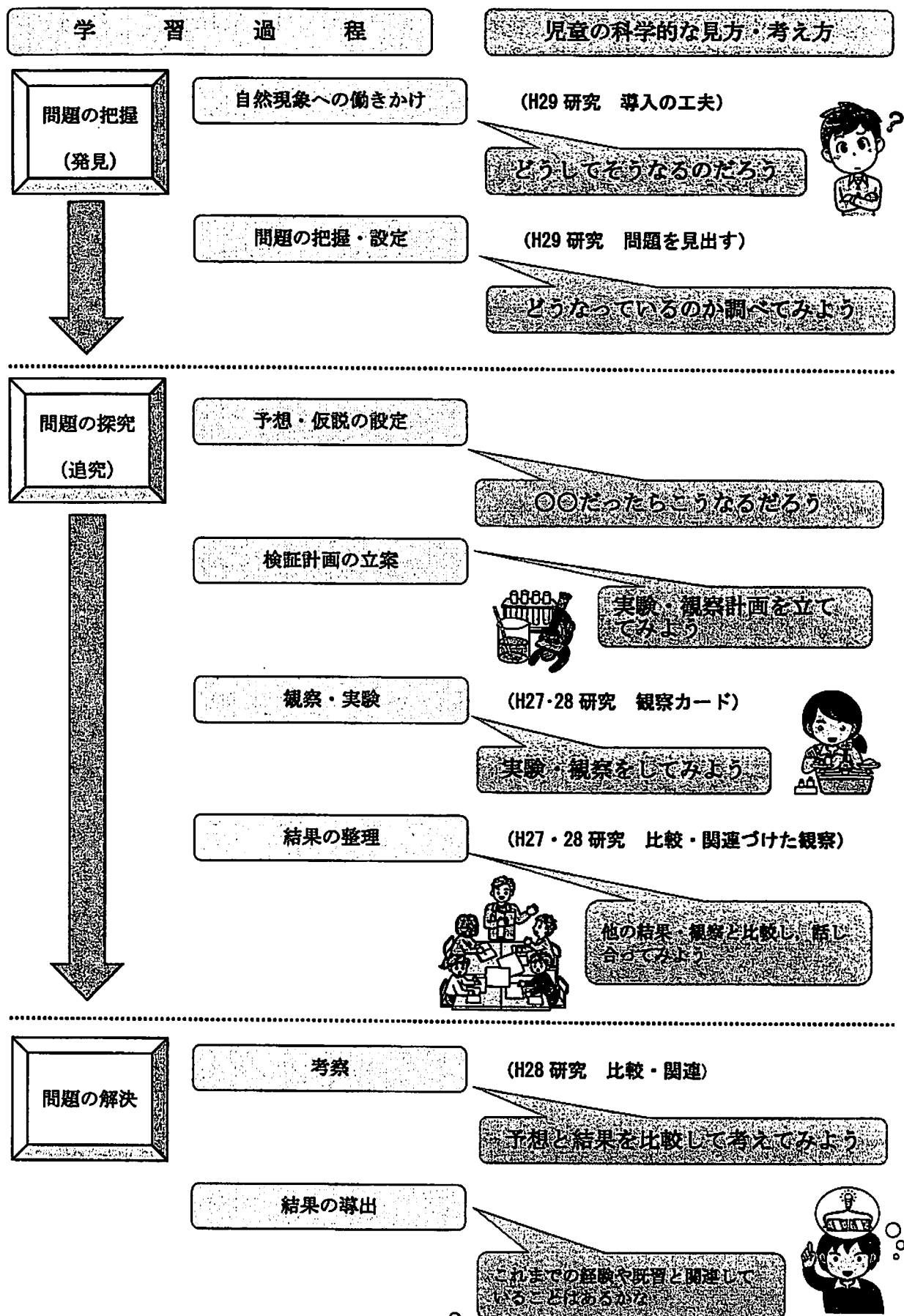
《仮説1》

教材や教具を工夫し、現象が起こる要因について諸感覚を生かした体験活動を通して考えさせれば、主体的に問題を見出す力が高まり、科学的な見方や考え方を養うことができるだろう。

《仮説2》

指導計画や指導内容を工夫し、実生活や既習事項と比較・関連付けて考えるようになれば、根拠のある予想や仮説を発想する力が高まり、科学的な見方や考え方を養うことができるだろう。

5 学習過程と科学的な見方・考え方の関連



6 研究の経過

【平成27年度】第3学年「植物をそだてよう」



茎や葉の様子について、諸感覚を用いて観察することで、きめ細かな観察記録ができるようになった。

【平成28年度】第4学年「季節と生き物」



観察カードを活用し、諸感覚を用いた観察ができた。さらに、共通点や差異点について話し合ことができた

葉脈をしっかりとスケッチ

葉の形を区別する

身近な物にとえた表現

手で触った時の違いを記録

【平成29年度】第4学年「としこめた空気と水」「もののあたたまり方」

- ①導入時に諸感覚を生かした活動から、問題を見出す
- ②見える化（可視化）のための教具の工夫
- ③単元計画の工夫

7 研究の実際

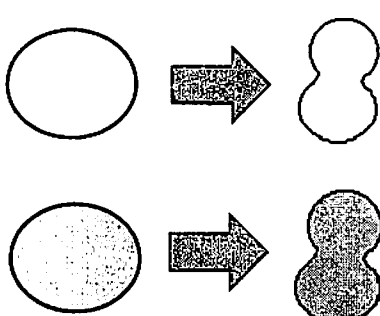
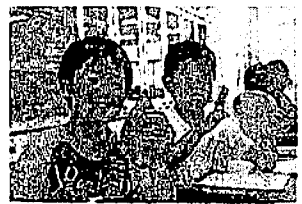
(1) 仮説検証授業Ⅰ 第4学年「とじこめた空気と水」

①指導計画

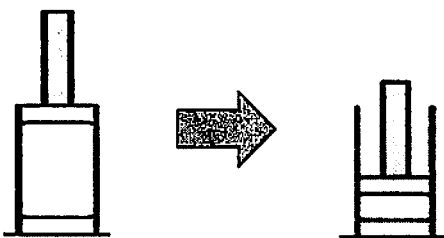
学習 課程	学習内容と学習活動	評価規準 方法	仮説への手立て
とじこめた空気	○ふうせんに空気や水を入れて口を閉じ、手でおしたり、にぎったり、包んだりして感触をとらえる。	・閉じ込めた空気や水に力を加えたときの現象に興味・関心をもち、進んで空気や水の体積やおし返す力の変化を調べようとしている。 (関・意・態) <行動観察・発言分析>	仮説1 諸感覚を生かした体験活動 ・同じ大きさの空気と水が入った風船を用いることで、手ごたえの違いや体積の変化について興味をもてるようにする。
	○栓を筒の中におし込んでいき、手ごたえがどうなるかを調べる。また、おし込んだ後、棒を抜くとせんはどうなるかを調べる。 ○おし縮められた空気のようにすについて考える。	・閉じ込めた空気をおしたときのようにすから、閉じ込められた空気の性質を考え、自分の考えを表現することができる。 (思考・表現) <発言分析・記録分析> ・閉じ込めた空気の性質を調べ、その過程や結果を記録できる。 (技能) <行動観察・記録分析>	仮説1 問題を見出す ・空気の入った風船では、形が変化してしまうことから、形のかわらない容器を使って実験することの必要性に気づけるようにする。
とじこめた水	○筒に水を閉じ込め、水もおし縮めることができるかどうか確かめる。	・閉じ込めた水に力を加えたときの現象に興味・関心をもち、進んで水の体積やおし返す力の変化を調べようとしている。 (関・意・態) <行動観察・発言分析> ・閉じ込めた水をおしたときのようにすから、閉じ込められた水の性質を考え、自分の考えを表現している。 (思考・表現) <発言分析・記録分析>	仮説2 指導計画の工夫 ・空気と水の実験を終えた後にイメージ図を描かせることで、空気と水の違いを表すことができるようにする。
まとめよう	○筒に空気と水を閉じ込め、空気だけががおし縮めることができるかどうかを確かめる。	・閉じ込めた空気と水の性質を調べ、その過程や結果を記録できる。 (技能) <行動観察・記録分析> ・閉じ込めた空気と水をおしたときのようにすから、閉じ込められた空気と水の性質を考え、自分の考えを表現している。 (思考・表現) <発言分析・記録分析>	
	○空気や水を使ったおもちゃを作る。	・空気と水の性質を活用して、おもちゃを作ろうとしている。 (関・意・態) <行動観察・作品分析> ・空気や水の性質を利用して、工夫しておもちゃ作りをしている。 (技能) <行動観察・作品分析>	

② 授業展開

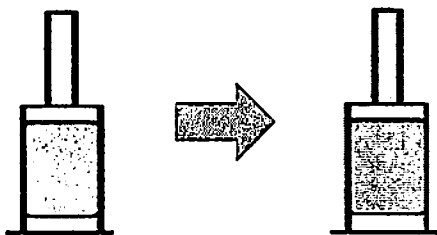
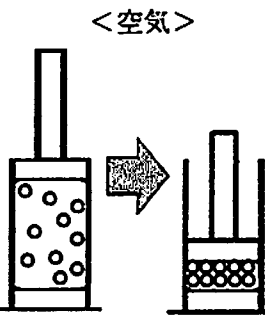
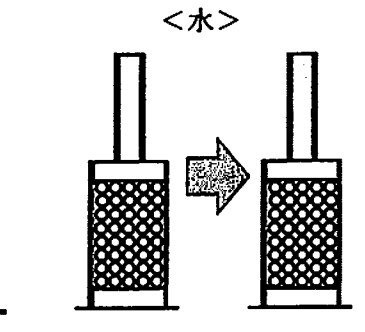
展開 I

○主な学習活動と内容 □発問	児童の反応
○空気はどんな所にあるか考える。 空気があることがわかるものには、どんなものがありますか。 空気はどんなさわり心地がするのでしょうか。 ふうせんに空気をとじこめて、手ごたえを確かめてみよう。 ○同じ大きさの空気と水が入った風船を自由にさわって、風船の中の空気や水はどうなるのかを体験する。  ○それぞれの手ごたえについて話し合う。 おせるということは、小さくなるということでしょうか。 手ごたえにちがいはあるでしょうか。  ○次時への問題につなげる。 とじこめた空気に力を加えたら、空気の体積はかわるだろうか。また、手ごたえはかわるだろうか。	・身の回り ・地球 } 空気があることはわかるけれど、目には見えない。 ・ボールの中 ・おかしの中 ・タイヤの中 } どれも口が閉じられているものである。 ↓ さわり心地を調べるためには、空気を閉じ込める必要がある。 ← 空気を閉じ込めて、手ごたえを確かめればよいだろう。 <児童の反応> ・空気をとじこめると空気があることがわかる。 ・にぎるとふわふわする。 ・空気が入っているものは軽いけど、水が入っているものは重い。 ・水が入っているものは、詰まっている感じがする。 ・強くおすと跳ね返る。 ・よく弾む。 ・おすと風船がパンパンになる。 <実際の反応> にぎると、形がかわるよ。 おすとへこんで、はなすと元にもどるよ。 おせたけど、形がかわっただけだから、小さくなってないよ。 空気も水も、小さくなる感じがする。 風船の形がかわっただけで、空気や水の体積はかわらないと思う。 空気も水も、少しだけ小さくなった感じがする。 空気ははね返される感じがする。 水はつまっていておせない。 空気と水はおすとちがいがあって、そう。 思ったよりも、両方とも押せないな。

展開Ⅱ

○主な学習活動と内容 □発問	児童の反応
とじこめた空気に力を加えたら、空気の体積はかわるだろうか。また、手ごたえはかわるだろうか。 ○予想する。 前時の共通体験や生活体験をもとに、予想する。 ○棒をおすと、栓や手ごたえはどうなるか実験する。  ○結果から考察する。 ・力を加えていくと、閉じ込めた体積はだんだん小さくなる。 ・空気はおし縮めることができる。 ・下へいくほど、手ごたえは大きくなる。 ・おし縮められた空気がもとにもどろうとして、おし返す力が生まれる。 ・おせばおすほど、もとにもどろうとする力が増えるので、手ごたえも大きくなる。 ○まとめをする。 とじこめた空気に力をくわえると、空気の体積が小さくなる。おし縮めていくと、手ごたえが大きくなる。	<児童の予想> ○体積はかわらない。 ・空気も体積があるから。 ・前時の実験では、風船の形がかわっただけだから。 ○体積は小さくなる。 ・前時の実験で空気の入った風船をおせたから。 ・空気の入ったボールは、おすとへこむから。 ・形がかわったら、空気の体積がかわるかはわからない。 形のかわない容器を使って確かめればよいだろう。 <児童の反応> ・おし棒をおすと、栓が下がっていった。 ・下へいけばいくほど、手ごたえは大きくなる。 ・おすのをやめると体積は元に戻る。 ・まるでバネのようにおせばおすほど強くなる。  おし棒が途中で押せなくなったよ おし棒をはなすと、栓がもどってきたよ。 おしていくと、筒の中が白くなったよ。

展開Ⅲ

○主な学習活動と内容 □発問	児童の反応
とじこめた水も力をくわえたら、水の体積はかわるだろうか。 ○予想する。 ・前時までの活動や生活体験をもとに、予想する。 ○棒をおすと、栓や手ごたえはどうなるか実験する。  ○結果から考察する。 ・いくら力を加えても、閉じ込めた体積はかわらない。 ・水はおし縮めることはできない。 ・手ごたえは大きい。 ・空気はおすことができたが、水はおし縮められない。 ○空気と水のイメージ図をかく。 筒の中での様子は、どちらも透明でよく見えませんね。空気と水では実験に違いが出ました。そのちがいが分かるように、自分でイメージを広げて、絵に表してみまじょう。 ○まとめをする。 とじこめた水に力をくわえても、水の体積はかわらない。	<児童の予想> ○体積は小さくなる。 ・前回の空気はおしちぢめることができたから。 ・風船の活動の時に、空気も水もおせたから。 ・(水の入ったペットボトルは横からおすとへこむから。) ○体積はかわらない。 ・風船の活動の時に、水はつまっている感じがしたから。 ・風船の活動の時に、水の量はかわらない感じがしたから。 ・水の入ったペットボトルをおしても、容器の形がかわるだけで、量はかわらないから。 <児童の反応> ・おし棒をおすと、栓が下がらなかった。 ・ほとんどおせない。 ・体重をかけても全然おせない。  どんなに力を入れてもおせないよ。 ・空気はおし縮められるけれど、水はおし縮めることはできない。 ・筒の中では、どんなことが起きているのだろう。 ・大きなかたまりでかき分ける。 ・小さい粒を使ってかき分ける。 ・ばねを使ってかき分ける。 <空気>  <水> 

展開Ⅳ

○主な学習活動と内容 □発問	児童の反応
水と空気を半分ずついれたものは、おしちぢめることはできるだろうか。 ○予想する。 ・前時までの活動や生活体験をもとに、予想する。 ○棒をおすと、栓や手ごたえはどうなるか実験する。 ○結果から考察する。 ・空気の量はかわったけど、水の量はかわっていない。 ・空気はおし縮められるけど、水はおし縮めることはできない。 ・空気だけのときよりも、手ごたえの変化は小さい。 ○大きな筒の中で、空気と水を閉じ込めた水風船をおし縮める様子から、空気と水についてまとめる。 水と空気を半分ずついれると、空気の部分だけおし縮めることができる。	<児童の予想> ○体積は小さくなる。 ・空気はおしちぢめることができたから。 ○体積はかわらない。 ・水はおしちぢめることができなかったから。 ○体積は少し小さくなる。 ・空気はおしちぢめることができ、水はおしちぢめることができなかったから、空気の部分だけがおせるから。 <児童の反応> ・おし棒をおすと、栓が少し下がった。 ・空気だけに比べておせない。 ・水の部分は全然変わらない。 空気のところだけがちぢんだよ。 水はほとんどおせないよ。 <児童の反応> ・空気の入った水風船にはしわが入ったけれど、水の入った水風船は全くかわらない。 ・空気の入った水風船だけが、おし縮められている。 ・空気はおし縮められるけど、水はおし縮めることはできない。

(2) 仮説検証授業Ⅱ 第4学年「もののあたたまり方」

①指導計画

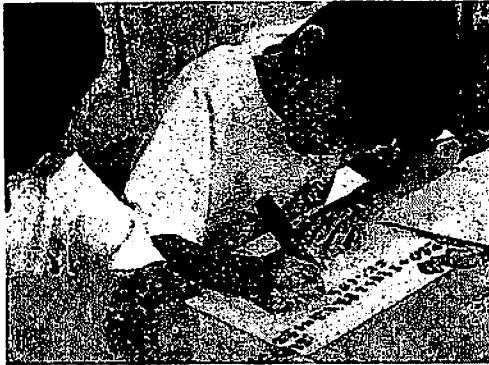
学習過程	時配	学習内容と学習活動	評価規準 (方法)	仮説への手立て
第一次	3	○生活の中で、水や金属、空気を温めた時の経験をもとに、水・金属・空気がどの様に温まっていくのか話し合い、今後の学習計画を立てる。	○実生活で、ものを温めた経験を振り返り、金属・水・空気を温めた時の現象に興味・関心をもち、性質を調べようとしている。 (関心・意欲・態度)〈行動観察・発言〉	仮説2 提示の工夫 ・実生活を振り返らせる発問や提示物を用いることで、興味を持たせるようにする。
		○ろうそくが融け落ちる様子から、棒状の金属の温まり方を調べる。 ○サーモ寒天の色の変化の様子から、板状の金属の温まり方を調べ、金属の温まり方について実生活と関連付けながらまとめる。	○金属は熱せられた部分から順に温まっていくことを理解している。 (知識・理解)〈行動観察・発言〉 ○金属の温まり方について、その過程や結果を記録している。 (技能)〈行動観察・記録分析〉 ○金属の温まり方について、その過程や結果を記録している。 (技能)〈行動観察・記録分析〉 ○棒状と板状の金属の温まり方を関係づけて考察し、自分の考えを表現している。 (思考・表現)〈発言・記録分析〉	仮説1 教具の工夫 ・サーモ寒天を用いることで、金属の温まり方を視覚的にとらえ、実生活と関連づけて考えられるようにする。
第二次	6	○示温テープを使って、試験管の水の温まり方を調べる。 ○サーモチップを使って、ビーカーの水の温まり方を調べる。 ○水の温まり方について、実生活と関連付けてまとめる。	○水は熱せられた部分が移動して全体が温まることを理解している。 (知識・理解)〈行動観察・発言〉 ○試験管の水の温まり方の特徴を調べ、その過程や結果を記録している。 (技能)〈行動観察・記録分析〉 ○ビーカー水の水の温まり方の特徴を調べ、その過程や結果を記録している。 (技能)〈行動観察・記録分析〉 ○水の温まり方と温度変化を関係づけて考察し、自分の考えを表現している。	仮説1 教具の工夫 ・サーモ寒天を用いることで、対流と温度の関係を視覚的にとらえ、実生活と関連づけて考えられるようにする。
		○お香やサーモペーパーを使って、空気の温まり方を調べる。 ○空気の温まり方について、実生活と関連付けてまとめる。 ○ふりかえろう ・ものの温まり方の学習について学習したことをまとめる。	(思考・表現)〈発言・記録分析〉 ○空気は熱せられた部分が移動して全体が温まることを理解している。 (知識・理解)〈行動観察・発言〉 ○空気の温まり方と温度変化を関係づけて考察し、自分の考えを表現している。 (思考・表現)〈発言・記録分析〉 ○金属・水・空気の温まり方を振り返る。 (知識・理解)〈行動観察・発言〉	仮説1 教具の工夫 ・お香やサーモペーパーを用いることで、空気の温まり方と温度の関係を視覚的にとらえ、実生活と関連づけて考えられるようにする。

金属・水・空気の温まり方の実験を行った後、まとめとして学習した現象が実生活とどの様に関係しているのか振り返る時間を設定した。

グループで学習した現象が生活のどのような場面で見ることができるか考えさせた。児童は、生活の中でもものが温められている場面を想起し、金属・水・空気のそれぞれの温まり方と合致する現象を話し合った。その後、全体で比較・検討を行った。児童から出なかった事例については、教師が関係する事例を紹介した。

児童は、学習内容を実生活と関連付けることで、学習事項が生活と関わり合っていることに気がつくことができた。

【空気の温まり方と実生活との関わり】



教師が加えた事例

昔の、冬ごつ庫、かみせん、お風呂、保冷剤、
火事、時の刻、でかん、湯気

※児童が生活の中から同じ現象を見出したもの

温めた
火を出して空気を温めて空気が
上にいくから。

お風呂の湯気
気球
ヒーター

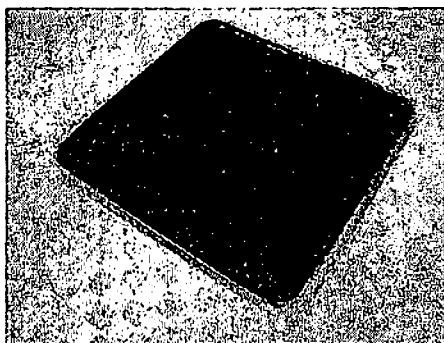
お風呂
お風呂の湯気
お風呂の湯気
お風呂の湯気

②教材・教具の工夫

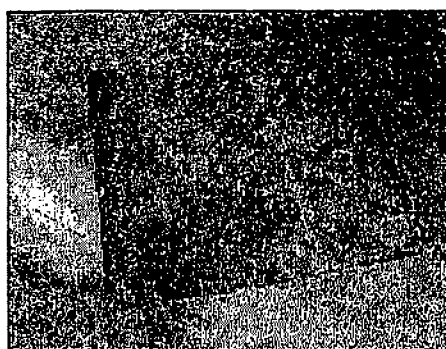
ア)示温インクを使った教具

寒天にサーモインクを混ぜたサーモ寒天（寒天シート）やティッシュペーパーや不織布にサーモインクを吹き付けたサーモペーパーを作製した。

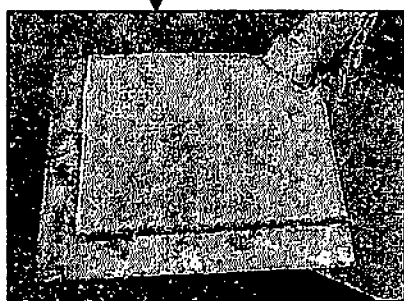
- ・サーモインクと寒天を混ぜ、薄い板状に固めたサーモ寒天 ※1
- ・サーモ寒天を細かく切り、チップ状にしたサーモチップ ※2
- ・ティッシュペーパーや不織布にサーモインクを吹き付けたサーモペーパー ※3



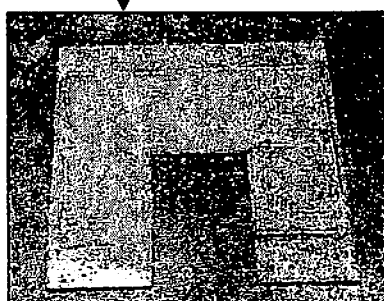
※1 サーモ寒天



※3 サーモペーパー



正方形



コの字型



※2 サーモチップ

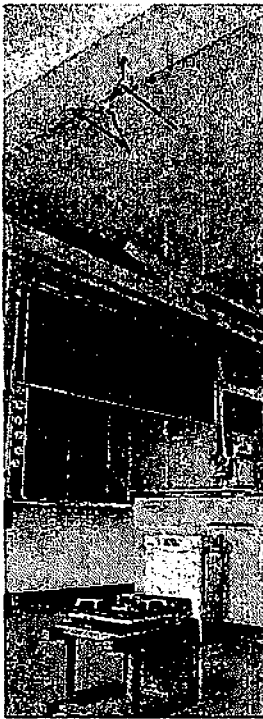
サーモ寒天は、温度変化を色によって視覚的に捉えられることができる。また、色の反応が繰り返し見られることや自由に整形（板状・コの字型・チップ状など）できるという利点もある。

従来の蠟を金属に塗った実験では、蠟の融ける様子は児童にとって分かりづらかった。そこで、サーモ寒天を使うことで、金属が温まる様子を青からピンクと視覚的に捉えることができた。

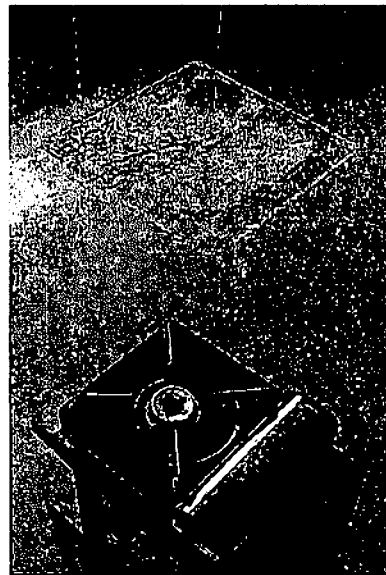
水の温まり方の実験では、サーモチップを使用した。サーモチップは、サーモ寒天を細かく砕きチップ状にしたものである。細かくすることで、教科書などで扱われている削り節と同様の動きをする。そして、色の変化が加わることで、温まり方と温度変化の関係を同時に考えさせることができた。

※サーモチップは水分が抜け、乾燥した状態でも使用することが可能で、色の変化も起きる。

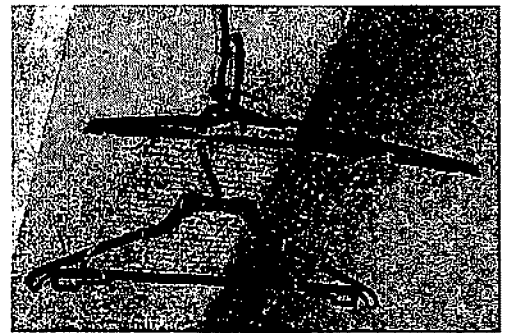
空気の温まり方では、学習の最後にサーモペーパーを使った演示実験（エレベーター実験装置）を行った。サーモペーパーは、カセットコンロの上にセットする。火をつけ、温められた空気によって上昇する様子と熱によってサーモペーパーの色が変わる様子を観察させる。そして、火を消した後、サーモペーパーが色を変えながら下降する様子を観察することで、対流と温度変化の関係を考えさせることができた。



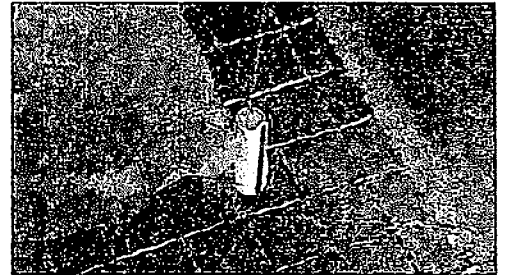
教具の全体の様子



教具の下部



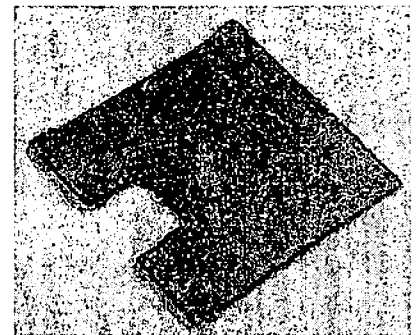
教具の上部



ストローに糸を通す部分

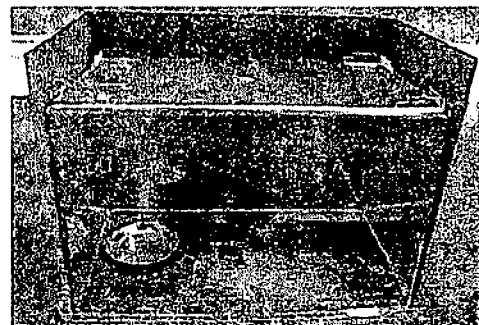
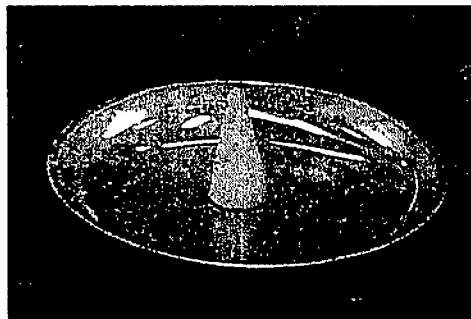
イ)耐熱コの字型金網 ※授業では未使用

水を温める際、金網を使うと熱の伝導により、底面全体が温まってしまう。その為、水の温まり方と温度の関係を捉える際、児童は水が温まると、水は対流によって上から温まっていくと同時に、底の部分も広がりながら温まっていくと考えてしまう。そのため、従来の金網に耐熱パテを塗り、火をあてる部分だけを切り抜いた耐熱コの字型金網を作製した。このことにより、火が一点に集中し、底面全体に熱が伝わらないようにすることができた。



ウ)お香と水槽を使った実験装置

空気の温まり方では、従来ピーカーなどで線香の煙の動きを観察していた。しかし、ピーカーでは、容積が小さく煙の動きから温まり方の様子がはっきりとしない場合がある。その為、容積が大きい水槽と煙が見えやすいお香を使った教具を開発した。



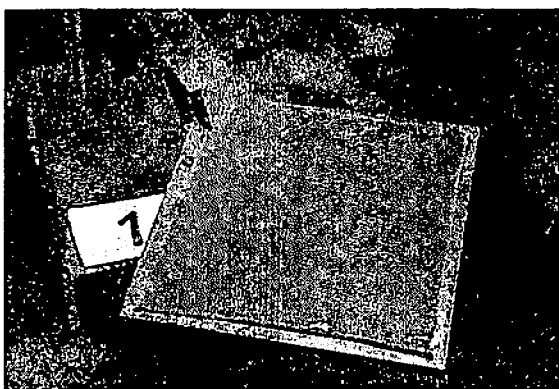
※ 4 お香と水槽を使った対流実験装置

容積の大きい水槽を使うことで煙が対流する様子を観察しやすくした。そして、煙の出やすいお香を使うことで、煙の動きから空気の温まる様子を捉えやすくすることができた。また、水槽の中に氷を設置し、温めた空気を冷やすことで、お香の煙が下降する現象を捉えることができる。この現象を観察することで、空気は温められると上昇し、冷やされると下降することを理解することができた。

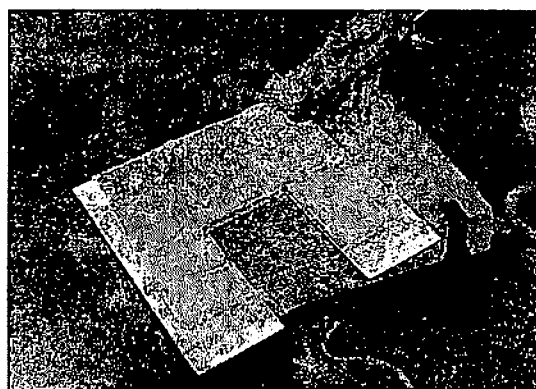
〈実験の様子〉

ア)金属の温まり方

【サーモ寒天を使った実験の様子】

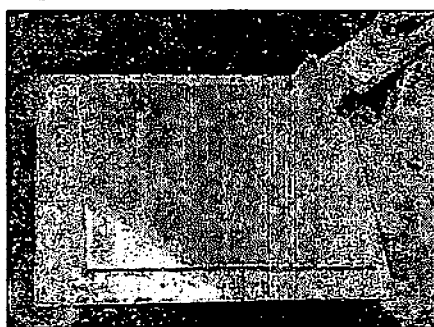


・正方形の金属板の実験

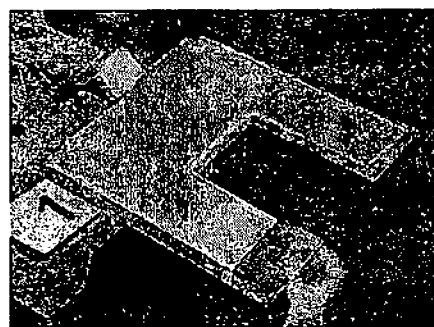


・コの字型の金属板の実験

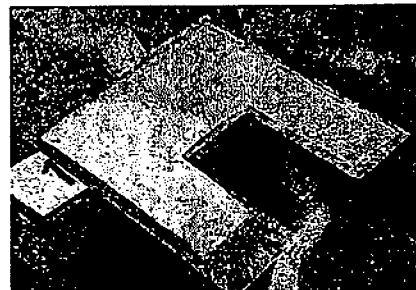
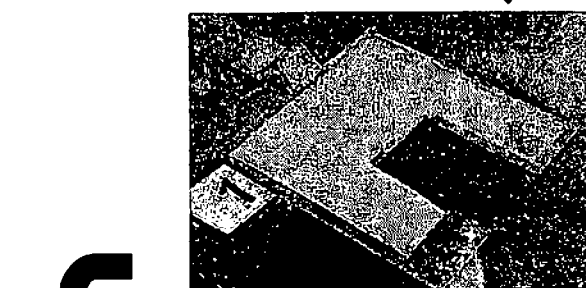
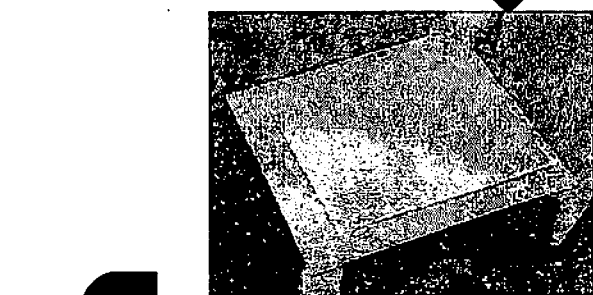
【温まる様子】



正方形の板

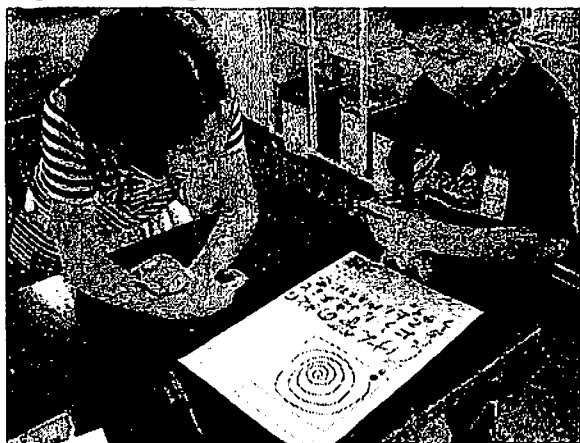


コの字型の板

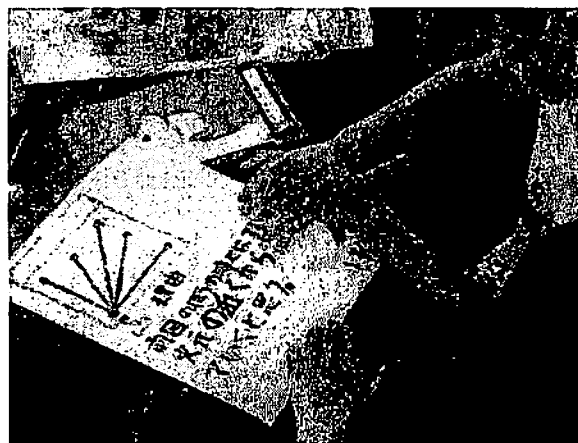


イ)水の温まり方（ビーカーの水）

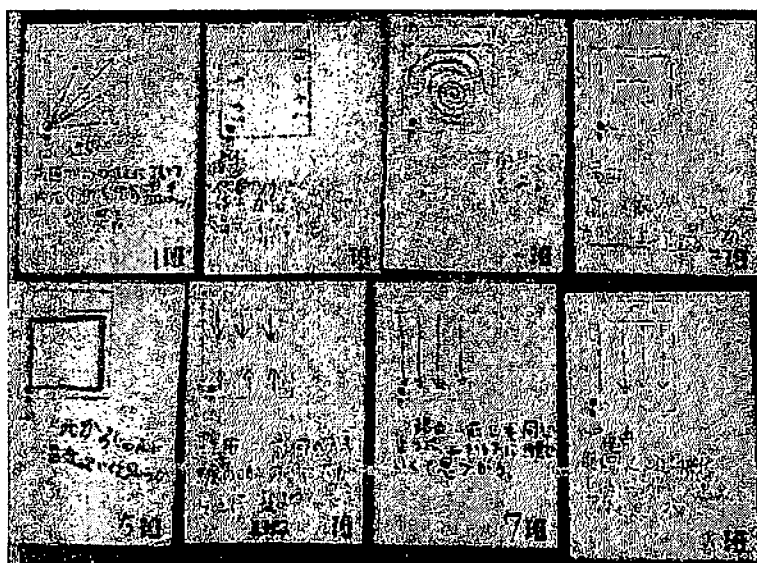
【予想の場面】



・試験管の水の温まり方から予想



・金属の実験結果から予想

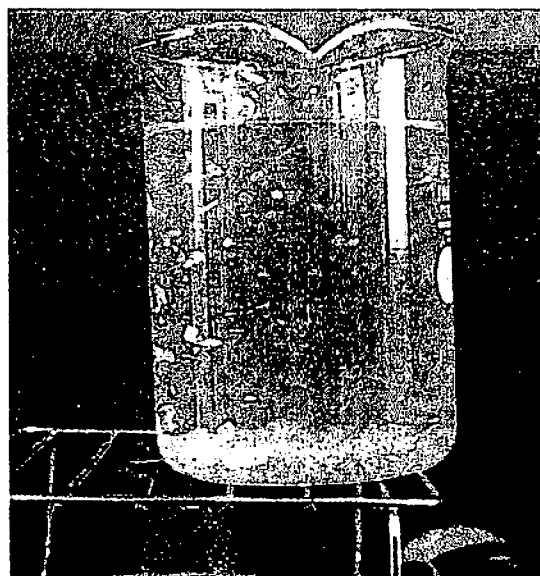


金属の温まり方や試験管の水の温まり方を想起しながら予想を行っている。

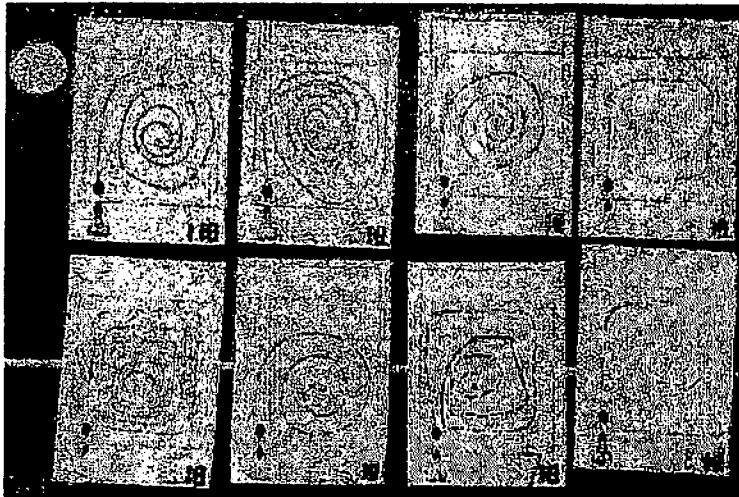
【サーモチップを使った実験の様子】



・サーモチップを使った対流実験



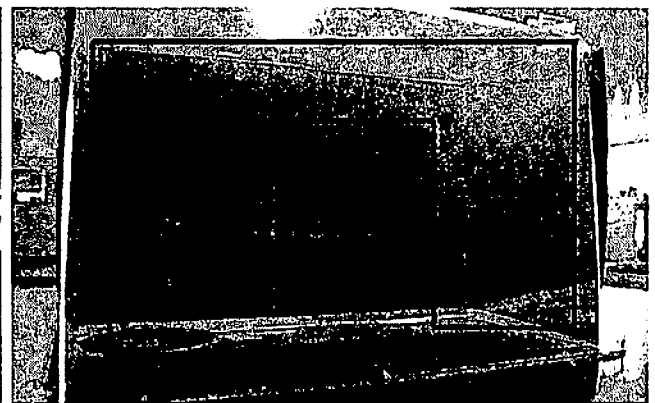
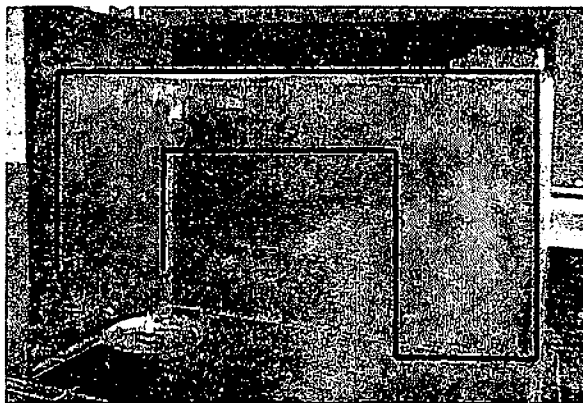
・サーモチップが対流している様子



※各グループの結果

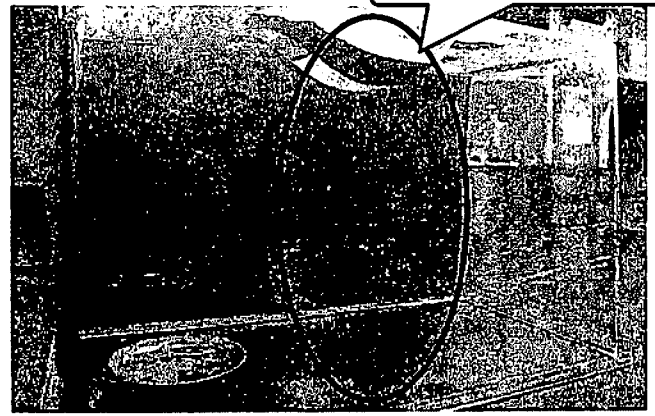
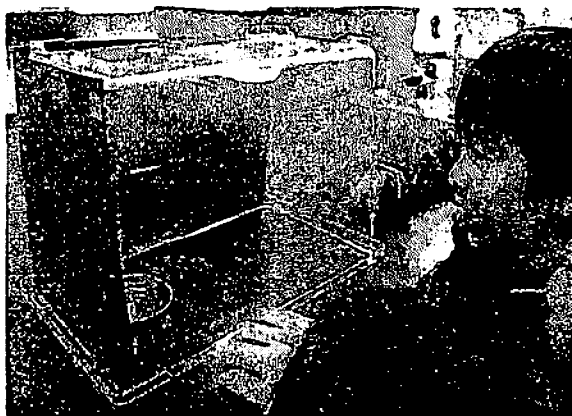
どのグループも実験から同じ現象を再現することができた。

ウ) 空気の温まり方



・お香により温められた空気が対流する様

水槽の内側に氷を設置

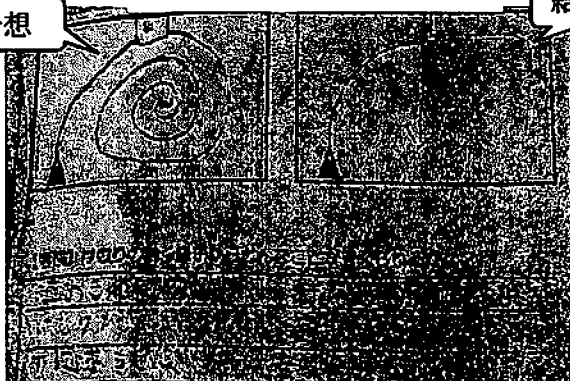


・氷で空気を冷やす様子

・冷やされた空気が下降する様子

予想

結果



・冷やされた空気の様子を記録

エ)空気の温まり方 (サーモペーパーを使った演示実験)



温められた空気によって、サーモペーパーが上昇している。
温められたことでピンク色に。



・温めた空気によってサーモペーパーの色が変わり、上昇する様子。

温めるのをやめたことでペーパーが青色に変化し下降している。



・熱源がなくなり、降下しながらサーモペーパーの色が変わっていく様子。

【児童の事後アンケート】

今回の空気の温まり方の実験で、どんなことがあったのでしょうか。
今回の空気の温まり方の実験で、どんなことがあったのでしょうか。
今回の空気の温まり方の実験で、どんなことがあったのでしょうか。

今回の空気の温まり方の実験で、どんなことがあったのでしょうか。
今回の空気の温まり方の実験で、どんなことがあったのでしょうか。
今回の空気の温まり方の実験で、どんなことがあったのでしょうか。

今回の空気の温まり方の実験で、どんなことがあったのでしょうか。
今回の空気の温まり方の実験で、どんなことがあったのでしょうか。
今回の空気の温まり方の実験で、どんなことがあったのでしょうか。

研究のまとめ

(1) 成果

- ・サーモ寒天を使った教具を使用したことで温度変化の「見える化」を具現化することができた。これにより、児童の実感を伴った理解を深めることができたと同時に、温まり方と温度の関係を関連付けて考えることができた。
- ・お香を使った対流実験を行ったことで、温められた空気は上昇し、冷やされた空気は下降する現象を視覚的に捉え、温度変化による空気の温まり方の理解を深めることができた。
- ・「見える化」を具現化する教材・教具の開発と活用を行った事により、実験時はどのグループも現象をしっかりと再現し、そこから起こる要因を見出すことができた。
- ・学習内容と実生活との関係を話し合う時間を設定したり、教師が関係する現象を紹介したりすることで、現象と実生活との関係に付き「実際の自然や生活との関係への認識を含む理解」へとつなげることができた。
- ・サーモ寒天やサーモペーパーなどの開発は、安価で身近にある材料を活用することができた。また、短時間で作製できるので実践しやすい。

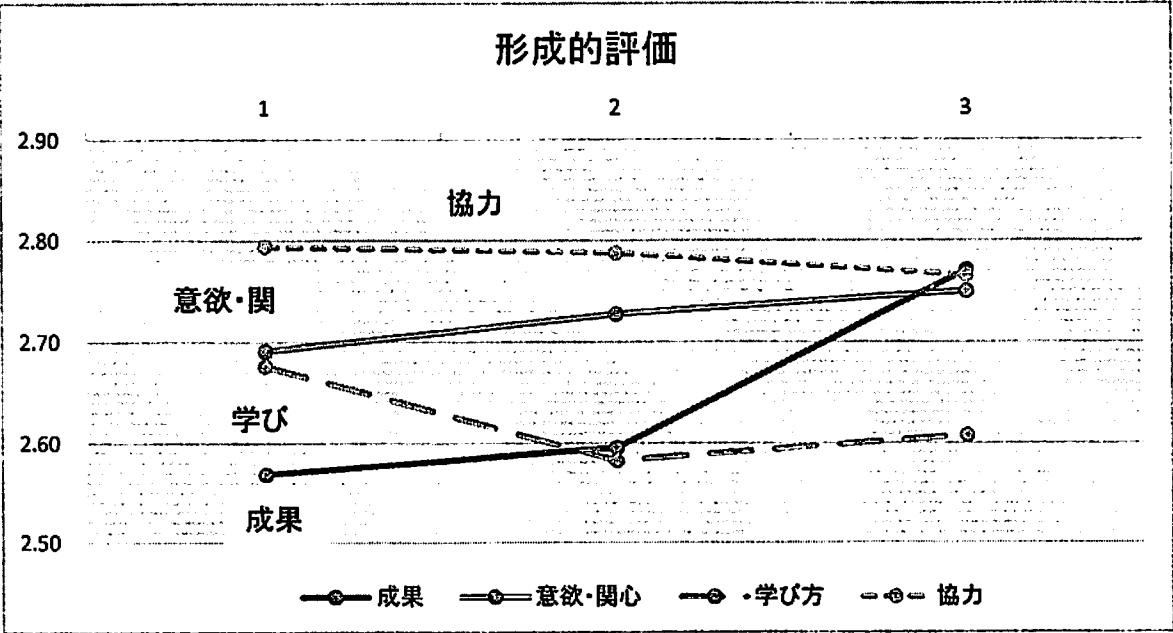
(2) 課題

- ・サーモ寒天に使用した寒天は、熱に弱いので、温度が高すぎると溶けてしまう。そのため、火加減や火をあてる場所の調節をする必要がある。
- ・ビーカーの水を温める際、コンロとビーカーの間に金網を挟むため、金網から熱が伝わり、ビーカーの底が一度に温まってしまう。その為、ビーカーの底にあるサーモチップの色が早く変化してしまった。火を一点に集中してあてられる教具の開発をする必要がある。
- ・断熱コの字型金網を開発したが、耐熱パテに火が直接当たると匂いの強い煙が出る。そのため、石膏などを使って改良する必要がある。

8 理科形成的評価

1 ふかく心にのこることや、かんだうすることがありましたか。	成果
2 今まで気づかなかったことに気付けるようになりましたか。	
3 「あっ、わかった！」とか「あっ、そうか」と思ったことがありましたか。	
4 学習したことを普段の生活に生かそうと思いましたか。	意欲・関心
5 楽しかったですか。	
6 自分から進んで学習することができましたか。	学び方
7 予想や実験方法、考察を自分で考えることができましたか。	
8 友だちと協力して、なかよく学習できましたか。	協力
9 友だちとおたがいに教えたり、助けたりしましたか。	

時間 質問	1時間目				総合	2時間目				総合	3時間目				総合
	はい	どちら	いいえ	平均		はい	どちら	いいえ	平均		はい	どちら	いいえ	平均	
1	25	6	3	2.6	2.57	22	8	3	2.6	2.60	22	7	3	2.6	2.77
2	24	7	3	2.6		22	9	2	2.6		29	3	0	2.9	
3	18	13	3	2.4		23	7	3	2.6		27	4	1	2.8	
4	16	15	3	2.4	2.69	20	12	1	2.6	2.73	18	12	2	2.5	2.75
5	34	0	0	3.0		29	4	0	2.9		32	0	0	3.0	
6	26	7	1	2.7	2.68	20	12	2	2.5	2.58	22	10	0	2.7	2.61
7	22	11	1	2.6		22	10	1	2.6		20	12	2	2.5	
8	32	1	1	2.9	2.79	29	3	1	2.8	2.79	27	3	2	2.8	2.77
9	25	7	2	2.7		24	9	0	2.7		26	4	2	2.8	



考 察

3時間の形成的評価をみると「成果」を表す項目は、0.2ポイント上昇している。学習を重ねることで、学習の視点や実験の目的を段階的に理解し、学習問題に対する結果を自分の課題の成果として、とらえられることができてきたのだと考えらる。「関心意欲」の項目は、緩やかに伸びている。学習したことから、生活に関連付け、日常に返そうという態度が少しずつみられるようになってきた。「学び方」の項目は1ポイント下がっている。進んで学習する態度は見られるが、活動中心の学習では、予想や実験方法を立てるなどの、学習全体に目を向けながら学習することができなかった。「協力」の項目はポイントが若干下がってはいるが、個人の活動が中心となったため、相互の協力に対する意識が低下したと考えられる。全体的には同じ目的意識のもと、仲良く活動できたと思われる。

形成的評価

体育の授業や仮説検証で用いられている高橋健夫編著「体育授業を観察評価する」を参考に質問項目を変更した。もともとは、アメリカの B.S.ブルームがマスタリー・ラーニングの理論との関連で提唱した。従来の評価は、指導、学習の修了後に、個々の児童、生徒の習得の度合いを把握するものであったが、形成的評価は教育活動の目標、内容、方法の適否を知るためのものである。そのため、評価の前提として、これらの諸要素をよく分析し、明確化、構造化しておくことが必要である。これを活用することで、それぞれの目的に応じた評価ができると考える。その活動が所期の目的を達成しつつあるかどうか、どのような点で活動計画の修正が必要であるかを知るために行われる評価活動でもある。

本研究では、毎授業ごとの形成的授業評価を行った。質問項目は「成果」「関心意欲」「学び方」「協力」の4観点、9項目とした。回答は「はい」「どちらでもない」「いいえ」の3段階で行い、「はい」→3点、「どちらでもない」→2点、「いいえ」→1点とし、平均点を算出した。

9 研究のまとめ

(1) 成果

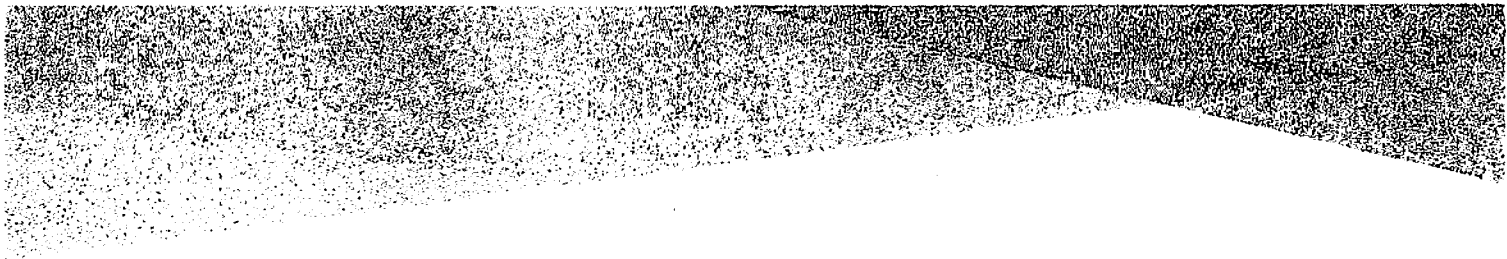
- ・ 諸感覚を通じた体験活動として、風船を使ったことで、子どもたちの興味・関心が高まった。また、実際に触れたことで問題を見出すことができた。
- ・ 教材（素材）が変わっても、空気の性質をもとに、水の性質についても考えることができた。
- ・ 空気や水が入った風船の手ごたえを比較しながら体感させることで、形や大きさの変化と体積変化の違いについて、問題意識を高めることができた。
- ・ サーモ寒天を使った教具を使用したことで温度変化の「見える化」を具現化することができた。これにより、児童の実感を伴った理解を深めることができたと同時に、温まり方と温度の関係を関連付けて考えることができた。
- ・ お香を使った対流実験を行ったことで、温められた空気は上昇し、冷やされた空気は下降する現象を視覚的に捉え、温度変化による空気の温まり方の理解を深めることができた。
- ・ サーモ寒天やサーモペーパーなどの開発は、安価で身近にある材料を活用することができた。また、短時間で作製できるので実践しやすい。
- ・ 「見える化」を具現化する教材・教具の開発と活用を行った事により、実験時はどのグループも現象をしっかりと再現し、そこから起こる要因を見出すことができた。
- ・ 学習内容と実生活との関係を話し合う時間を設定したり、教師が関係する現象を紹介したりすることで、現象と実生活との関係に付き「実際の自然や生活との関係への認識を含む理解」へとつながることができた。

(2) 課題

- ・ 子どもの感覚にたよる部分があり、客観的なデータとしてとらえにくい。
- ・ 今回使った教具（風船）を利用し、指導計画や実験内容を工夫することで、さらに、子どもたちの思考を広げることができたと考える。
- ・ サーモ寒天に使用した寒天は、熱に弱いため、温度が高すぎると溶けてしまう。そのため、火加減や火をあてる場所の調節をする必要がある。
- ・ ビーカーの水を温める際、コンロとビーカーの間に金網を挟むため、金網から熱が伝わり、ビーカーの底が一度に温まってしまう。その為、ビーカーの底にあるサーモチップの色が早く変化してしまった。火を一点に集中してあてられる教具の開発をする必要がある。
- ・ 断熱コの字型金網を開発したが、耐熱パテに火が直接当たると匂いの強い煙が出る。そのため、石膏などを使って改良する必要がある。

10 参考文献

- 小学校学習指導要領解説 理科編
大日本図書 文部科学省
- 今日的学力をつくる新しい生活科授業づくり
明治図書 田村 学
- 生活・総合アクティブラーニング子どもたちの「能力」の育成と「知」の創造を実現する授業づくり
東洋館出版社 田村 学
- 筑波発「わかった!」をめざす理科授業 子どもの「意味理解志向」に応える
筑波大学附属小学校 理科教育研究部
- 考え・表現する子どもを育む理科授業
東洋館出版社 森本 信也
- 思考と表現を一体化させる理科授業
東洋館出版社 猿田 祐嗣・中山 迅
- 体育授業を観察評価する
明和出版 高橋 健夫



第67次 印旛地区教育研究集会理科研究部会

第二部会理科研究部小学校提案資料

研究主題

自ら問題を解決する力を伸ばす理科学習

～4Q Sを用いた仮説の設定に関わる指導を通して～

I. 研究主題

自ら問題を解決する力を伸ばす理科学習
～4 QS を用いた仮説の設定に関わる指導を通して～

II. 主題設定の理由

(1) 学習指導要領より

学習指導要領では、自ら問題を解決する力の育成について、次のように示されている。

「身近な自然について児童が自ら問題を見だし、見通しをもった観察・実験などを通して問題解決の能力を育てる」

次期学習指導要領改訂のポイントには、以下のように示されている。

「見通しをもった観察・実験（小中：理科）などの充実によりさらに学習の質を向上」

問題を解決する能力の育成をはかるためには、子ども自らが自然事象から見出した疑問に対し、予想や仮説をもつこと。観察・実験などの計画や方法を工夫して考え、見通しをもつこと。自分が立てた予想や仮説が観察、実験の結果と一致するか、不一致であるかを理解し、予想や仮説を検証することの重要性が指摘されている。

(2) 平成27年度全国学力・学習状況調査（小学校）より

全国学力・学習状況調査、主として「活用」に関する問題は、以下を枠組みとしている。

- ・ 理科に関する知識・技能を「適用」することを問うもの
- ・ 理科に関する知識・技能を用いて、「分析」することを問うもの
- ・ 理科に関する知識・技能を用いて、「構想」することを問うもの
- ・ 理科に関する知識・技能を用いて、「改善」することを問うもの

特に「構想」を枠組みとした問題では、提示された自然の事物・現象について問題を明確にもち、変化したり制御したりすべき変数は何か、どうすれば適切なデータが得られるかなど、解決に向けた方略をもっているかどうかをみる問題となっている。

また、『平成27年度学力・学習状況調査解説資料』では、学習指導に当たって次のような学習活動を取り入れるよう提言がなされている。

- ・ 提示された自然の事物・現象をじっくり観察し、その変化の要因になっていると考えられるものを挙げながら実験する。
- ・ 実験、観察及びものづくりの結果が予想や計画どおりの結果にならなかった原因を考え、改善する。
- ・ 自然の事物・現象を多面的に考察するために、視点を明確にしながら観察記録を整理し、差異点や共通点に着目して分析する。
- ・ 問題に対する予想や仮説をもち、予想や仮説を基に検証するための方法を考え、予想が一致した場合に得られる結果を見通しながら実験を計画する。

(3) 先行研究よりー4 Q S の推論の過程の導入

- ① 提示する自然の事物・現象と学習して得た知識との間に違いがあるようにして問題を見出させる活動【驚くべき事象提示】
- ② 変化すること（従属変数）と、その原因として考えられる要因（独立変数）に着目して自然の事物・現象をとらえさせ、結果を見通せる作業仮説をつくる活動

仮説設定の場面で、上の二つの活動を意識的に取り入れることで、児童自らが『観察・実験の結果を予想や仮説と比較したり、理科で学習した知識・技能と関連付けたりする』ことにつながっていくと考える。

以上（１）～（３）を受け、４ＱＳの推論の過程を授業に取り入れることが、児童が自ら問題を解決する力を伸ばす学習指導につながると考え、本主題を設定した。

Ⅲ. 副題の意味 *参考文献より

- (1) 4 QS (The Four Question Strategy, フォークス) とは
上越教育大学の小林辰至氏、武庫川女子大学の金子健治氏らによって提唱された理科学習の指導法。仮説を設定させる指導方法とその際に使用する「仮説設定シート」の両方を指す。

- (2) 「4 QS の仮説設定シート」と授業の流れ

STEP1～STEP4 までの４つの質問 (Question) に答える方法 (Strategy) で仮説が設定できる。従属変数 (事象の前後で変わる事象) と独立変数 (従属変数が変わる原因となる事象) の二つの変数に着目させ、それらの因果関係に基づいて、児童自らに仮説を設定、文章化させる指導。

- STEP1: 「変化する事象」を従属変数として簡潔に記述させる。
←観察、実験の前後で変わるもの。結果。
- STEP2: 従属変数に影響を及ぼす独立変数に気づかせる。
←従属変数が変わる原因となっているもの。観察、実験の条件。
- STEP3: STEP2で挙げた独立変数を実験の条件としてどのように変化させるのかを考えさせる。
←独立変数はどのように変化するか。
- STEP4: STEP1で挙げた従属変数を数量として表す方法を考えさせる。
←従属変数は何を使って数値化できるか。計測する方法。計測器。



私の仮説: STEP3とSTEP4を関連づけて「…すれば、…は、…になるだろう」という仮説 (=作業仮説 (検証の方法と予想される結果を示した仮説)) を記述させる。

○ 4 QS が適用できる観察、実験

独立変数 (観察、実験の条件) の制御と従属変数 (観察、実験の結果) の測定が可能であること。定性的、または定量的な実験であること。因果関係について、性質や変化の様子を調べれば解決できる実験、および因果関係を数量的に調べれば解決できる実験に限られる。

また、物事の関係でなく、条件設定 (整理) が必要であるので、高学年での活用が適切である。

IV 研究目標

「驚くべき事象（事実）の観察」「4QSを用いた仮説設定」を導入場面で実施したときの児童の仮説形成に関わる支援のあり方と、その後の児童の自主的な問題解決学習にどのようにつながるのかを実証的に検証する。

V 研究仮説

- 1 4QSを用いた仮説設定に関わる能力を育成する指導をもとに学習を進めることで、子ども同士が問題を解決する方法を用いる工夫と対話を組み合わせ、多くの論理的な仮説を立てられるようになるだろう。
- 2 仮説をもとに観察、実験をすることで、結果をもとに多面的な仮説検証ができ、考察に結びつけることで、自ら問題を解決する力を伸ばすことができるだろう。

VI. 研究内容

平成28年度

- 4QSを導入するにあたってのアンケートの実施
- 「驚くべき事象提示」を取り入れた授業実践
- 「4QS仮説設定シート」を使った授業実践

平成29年度

- 4QSの適用が可能な観察、実験における授業の実践
- 二部会「4QS仮説設定シート」の作成

平成29年度後期

- 二部会「4QS仮説設定シート」の活用、その効果の把握。仮説検証の実践
- 4QSの適用が可能な観察、実験の授業プランの作成

平成30年度

- 二部会「4QS仮説設定シート」の活用をした際の児童、教師の実態調査と評価
- 研究のまとめ

○5年の授業実践(1)

1 単元名 植物の発芽

2 指導計画

小単元	学習事項	おもな学習活動
1 発芽の条件	○発芽と水	・<u>種子が発芽するための条件について話し合う。</u> ・<u>※4 Q S 仮説設定シートの活用</u> ・種子が発芽するために、水は必要か予想し、実験する。
	○発芽と空気、温度	・種子が発芽するために、空気は必要か予想し、実験する。 ・種子が発芽するために、温度が関係しているか予想し、実験する。
2 発芽と養分	○種子の中の養分	・種子の中に養分があるか、実験する。

3 本時の展開(4 Q Sのステップ)

学習内容と学習活動	指導・支援(指示)
STEP 1 変化する事象 ○学習問題を確認する。 インゲンマメが発芽するには、どのような条件が必要だろうか。	○種子を植えても、発芽したものとししないものがあることを確認する。 ④実験をすると、種はどうなりますか？ ⑤発芽するか、しないか。
STEP 2 影響する原因の予想	○これまでの生活の中で植物を育てた際、気をつけたことを想起させる。 ⑥その原因は何ですか？ なぜ発芽したり、しなかったりするのでしょうか？
「アサガオに水をあげていないと、大きくならなかったよ。」 ←水の有無 「学校で育てるとき、肥料はあげたかな？」 ←肥料の有無 「アサガオには粒の肥料をあげたから、きっと肥料が必要だ。」 ←土の有無 「どの植物も土から出てくるよ。絶対に土が必要だよ。」 ←空気の有無 「宇宙には植物はない。だから空気も必要じゃないかな。」 ←適切な温度 「氷のところに植物は生えないから、ちょうどいい温度があるんじゃない？」 ←ミミズの有無 「ミミズがいて、いい土になるって聞いたことがある。」 ←日光の有無 「日光は必要だと思う。」	
	○STEP 1で注目させた原因について話し合わせる。

	○個人で考える時間を与え、その後グループで話し合い。意見をまとめ、発表させる。
・水 ・肥料 …あげなくても、芽は出ているよ。校庭の草には肥料をあげていない。 ・土 …どの植物も土から出てくる。 ・空気 ・適切な温度 ・ミミズ …畑にはいるかもしれないけど、鉢植えにはいなかった。いないのに発芽するから、ミミズはいらないよ。 ・日光 …土の中は真っ暗で、種に日光は当たっていない。だから、日光はいらない。	
○出された条件の中から、発芽に必要な条件を選択し、ワークシートに記入する。	
STEP 3 条件の設定 ○選択した条件の変え方を考え、ワークシートに記入する。 ○実験の方法も考える。 ※多くする・少なくする、長くする・短くする、重くする・軽くする、大きくする・小さくする、など。	㊦原因をどのように変えられますか。 ○それぞれの条件をどのように変化させることができるか、考えさせる。
STEP 4 計測の仕方 ○計測の方法（数値化）を考える。 ・発芽するまでの日数で調べられる。	㊦何を使って、はかることができますか。
仮説の設定 ○自分の考えた仮説を文章化する。 ・水 (82.8%) ・土 (57.1%) ・空気 (51.4%) ・温度 (42.9%) ・肥料 (40.0%) の順に、発芽に関係すると考えられ、仮説に書かれた。	STEP 2, STEP 3を使って、仮説を文章化させる。

○5年の授業実践(2)

1 単元名 ふりこの動き

2 指導計画

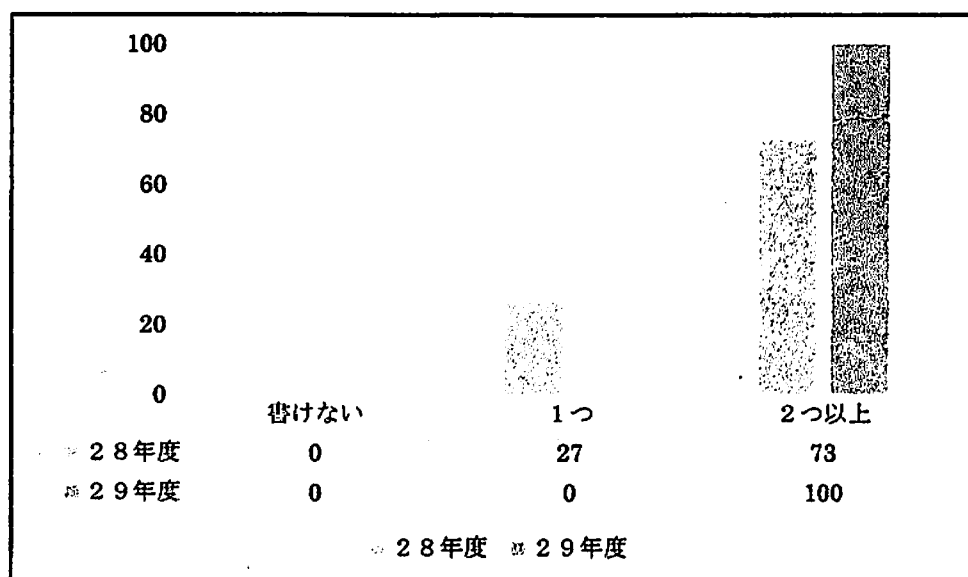
小単元	学習事項	おもな学習活動
1 ふりこの1往復する時間	○振り子の動き	・振り子の動きをする身の回りのものについて、話し合う。 ・振り子を作って動かす。
	○振り子の1往復する時間	・<u>振り子の1往復する時間がどの条件によって変わるのか、話し合う。</u> ・<u>※4QS仮説設定シートの活用</u> ・実験の方法を考える。 ・振り子の長さを変えて、実験する。 ・おもりの重さを変えて、実験する。 ・振れ幅を変えて、実験する。 ・実験結果から、考察する。

3 本時の展開(4QSのステップ)

学習内容と学習活動	指導・支援(指示)
STEP 1 変化する事象 ○振り子を使った道具を知る。 ・ブランコ ・メトロノーム ・ターザンロープ など ○学習問題を確認する。 ふりこの1往復する時間を変えるにはどうしたらよいだろうか。	○ブランコやメトロノーム、ターザンロープなどを使って、振り子について理解を深め、1往復する時間が変化することに気づかせる。 ④実験をすると、種はどうなりますか？ ⑥ふりこの1往復する時間が変わる。
STEP 2 影響する原因の予想	○ふりこの原理を使った道具で、1往復の時間が変わることを想起させ、何が原因なのか、考えさせる。 ⑥その原因は何ですか？ ふりこの何(どこ)を変えると、1往復の時間が変わるのでしょうか？
「メトロノームのおもりの場所を変えたら、速さが変わった。 ひも(糸)の長さじゃないかな。」 ←ふりこの長さ 「メトロノームはおもりまでが細い金属で、ターザンロープは重くて太い綱だ。 糸の太さじゃないかな？」 ←糸の太さ 「おもりの重さが関係するはずだ。」 ←おもりの重さ 「ふれはばで距離がかわるから、ふれはばが関係する。」 ←ふれはば	

○出された条件の中から、発芽に必要な条件を選択し、ワークシートに記入する。	○STEP 1で注目させた原因について話し合わせる。 ○個人で考える時間を与え、その後グループで話し合い。意見をまとめ、発表させる。 ○全体で意見を整理させる。
STEP 3 条件の設定 ○選択した条件の換え方を考え、ワークシートに記入する。 ○実験の方法も考える。 ※多くする・少なくする、長くする・短くする、重くする・軽くする、大きくする・小さくする、など。	㊦原因をどのように変えられますか。 ○それぞれの条件をどのように変化させることができるか、考えさせる。
STEP 4 計測の仕方 ○計測の方法（数値化）を考える。 ・1往復の時間（ストップウォッチ）で調べられる。	㊦何を使って、はかることができますか。
仮説の設定 ○自分の考えた仮説を文章化する。 ・ふりこの長さ（1人平均1.57個） ・おもりの重さ（1.43個） ・ふれはば（0.68個） ・その他（0.61個） の仮説を立てられた。	STEP 2, STEP 3を使って、仮説を文章化させる。

○仮説の個数の比較



私の疑問(課題) ふりこの往復する時間を変えるにはどうしたらよいだろうか？

STEP1
ふりこの往復する時間



STEP4
時間をはかる。

ストップウォッチ



私の仮説

思いっだけ仮説を立ててみよう。

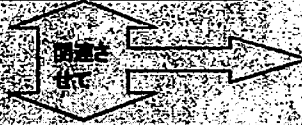
- 1 ふりこの長さ
ふりこの往復する時間は長くなるだろう。
- 2 おもりの重さを重くすると
ふりこの往復する時間は短くなるだろう。
- 3 ふりはばをなげると
ふりこの往復する時間は短くなるだろう。
- 4 ひもが太い厚さを細くすると
ふりこの往復する時間は短くなるだろう。
- 5 角度(振り幅)
ふりこの振り幅を大きくすると
往復する時間は短くなるだろう。

STEP1に影響を与えている要因としてどんなことが考えられるだろうか？

STEP2
ふりこの長さ
ふりはば
おもりの重さ
ひもが太い厚さ

それぞれの要因をどのように変化させれば、STEP1との関わりを確かめられるだろうか？

STEP3
ふりこの長さ 長い→短い
ふりはば 広い→せまい
おもりの重さ 軽い→重い
ひもが太い厚さ 太い厚さ→細い厚さ



私の疑問(課題) ふりこの往復する時間を太えるにはどうしたらよいだろうか？

STEP1
ふりこの往復する時間

STEP4
時間をはかる。

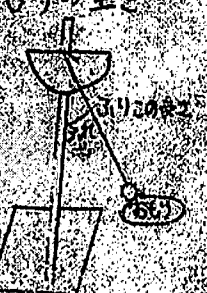
私の仮説

思いっだけ仮説を立ててみよう。

- 1 ふりこの長さを短くすると、それにともなう時間も短くなると思う
- 2 ふりこの長さを長くするとそれにともなう時間も長くなると思う
- 3 角度、振り幅を大きくすると時間も短くなると思う
- 4 角度、振り幅を小さくすると時間も長くなると思う
- 5 おもりの重さを重くすると時間も長くなると思う
- 6 おもりの重さを軽くすると時間も短くなると思う
- 7 ふりこの厚さを太くすると時間も短くなると思う

STEP1に影響を与えている要因としてどんなことが考えられるだろうか？

STEP2
ふりこの長さ
角度(振り幅)
おもりの重さ



それぞれの要因をどのように変化させれば、STEP1との関わりを確かめられるだろうか？

STEP3
ふりこの長さ
→ 長くする
→ 短くする
角度、振り幅
→ 大きくする
→ 小さくする
おもりの重さ
→ 重くする
→ 軽くする



私の疑問(課題): ふりこの1往復する時間を変えるにはどうしたら良いだろうか。

STEP1

ふりこの1往復する時間

数で表すにはどうしたらよいだろうか？

STEP4

時間をはかる

私の仮説

思いっくだけ仮説を立ててみよう。

- ①長さを換え長くすると1往復する時間は速くなると思う。
- ②おもさを変え、かるい玉の方がかるいから時間は速くなると思う。逆におもいと、スピードがおちると思った。
- ③ふり方を変え、強くすると1往復する時間も速くなると思う。逆にかるくふると1往復する時間はおそくなると思った。
- ④ひもの太さを変え、ひもを太くすると、長くなると思った。

STEP1に影響を与えている要因としてどんなことが考えられるだろうか？

STEP2

投げ方の強さ
長さ
おもりのおもさ

それぞれの要因をどのように変化させれば、STEP1との関わりを確かめられるだろうか？

STEP3

投げ方を変え、強弱をつくる
長さも短く長くの二つ
おもりは小さいスーパーボールと大きいスーパーボールにする

関連させて

私の疑問(課題): ふりこの1往復する時間を変えるにはどうしたらよいだろうか。

STEP1

ふりこの1往復する時間

数で表すにはどうしたらよいだろうか？

STEP4

時間を測る。
(ストップウォッチ)

私の仮説

思いっくだけ仮説を立ててみよう。

- ①ふりこの長さを換える(長くする)と時間がおそくなるので、時間を変えるにはふりこの長さを換えればよいだろう。
- ②おもりを軽くすれば時間がはやくなる。重くすればおそくなるので、時間を変えるには、おもりの重さを変えればよいだろう。

STEP1に影響を与えている要因としてどんなことが考えられるだろうか？

STEP2

ひもの長さで変わる。
おもりの重さで変わる。

それぞれの要因をどのように変化させれば、STEP1との関わりを確かめられるだろうか？

STEP3

ひもの長さ→短くしたり、長くしたりする。
おもりの重さ→スーパーボール、木、鉄などをつけて、重くしたり軽くしたりする。

関連させて

○6年の授業実践

1 単元名 ものの燃え方

1 単元名 植物の発芽

2 指導計画

小単元	学習目標	おもな学習活動
1 ものの燃え方と空気	○木や紙の燃えるようす	・物の燃え方について、話し合う。 ・空気中で燃えている木や紙を、缶の中に入れて、ふたをする。
	○びんの中で燃えるようす	・びんの中で物が燃え続けるには、どのようにすればよいか、予想する。 ※4QS仮説設定シートの活用 ・びんの中のろうそくが燃えるようすを観察する。 ・実験の結果を考察する。
	○ものを燃やすはたらきがある気体	・空気は窒素、酸素、二酸化炭素などの気体からできていることを知る。 ・それぞれの気体に物を燃やすはたらきがあるか予想する。 ※4QS仮説設定シートの活用 ・気体にもものを燃やすはたらきがあるか、実験する。
2 ものが燃えるときの空気の変化	○ものが燃えたあとの空気	・物が燃える前と後で、空気にどんな違いがあるか、予想する。 ※4QS仮説設定シートの活用 ・気体検知管や石灰水の使い方、はたらきを知る。 ・物が燃える前と後の空気の違いを調べる。 ・ものが燃える前と後の空気の変化から、燃える仕組みを考察する。

3 本時の展開（4QSのステップ）

○びんの中で燃えるようす

学習内容と学習活動	指導・支援（指示）
STEP 1 変化する事象 ○学習問題を確認する。 火が燃え続けるには、どのようにすればよいのだろうか。	○火のついたろうそくをびんの中に入れ、ふたを すると火が消える事象を提示する。 ④実験をすると、火はどうなりますか？ ⑥ついたままか、消えるか。
STEP 2 影響する原因の予想 ・ふたが関係している。 ・底が関係している。	○火の消える原因を考えさせる。 ④その原因は何ですか？ なぜついたままだったり、消えたりするのでしょうか？

○出された条件の中から、発芽に必要な条件を選択し、ワークシートに記入する。	○STEP 1で注目させた原因について話し合わせる。
STEP 3 条件の設定 ○選択した条件の換え方を考え、ワークシートに記入する。 ○実験の方法も考える。 ※多くする・少なくする、長くする・短くする、重くする・軽くする、大きくする・小さくする、など。	㊦原因をどのように換えられますか。 ○それぞれの条件をどのように変化させることができるか、考えさせる。
STEP 4 計測の仕方 ○計測の方法（数値化）を考える。 ・火が消えるまでの時間で調べられる。	㊦何を使って、はかることができますか。
仮説の設定 ○自分の考えた仮説を文章化する。	STEP 2, STEP 3を使って、仮説を文章化させる。

○ものが燃えた後の空気

学習内容と学習活動	指導・支援（指示）
STEP 1 変化する事象 ○学習問題を確認する。 ものが燃え続けるには、空気の中の何が必要だろうか。	○火のついたろうそくをびんの中に入れ、ふたを閉めると火が消える自傷を確認する。 ㊦なぜ火は消えたのでしょうか？ ㊦空気の中の燃える成分がなくなったから。
STEP 2 影響する原因の予想	○空気の成分員ついて指導する。 ○火の消える原因を考えさせる。 ㊦その原因は何ですか？ 空気のどの成分でしょう？

「窒素が多いけど、あまり聞いたことがないな。」 「酸素は2割しかないんだ。」 「酸素って、息をするのに必要らしい。」 「水中にもぐるとき、酸素ボンベをつけているね。」 「運動の後に、酸素のスプレー吸ったことあるよ。」 「二酸化炭素は少ししかないのに、何か関係するのかな？」 「車の排出ガスに含まれているよね。」 「悪い気体のイメージだな。」 ○出された条件の中から、発芽に必要な条件を選択し、ワークシートに記入する。	○STEP 1で注目させた原因について話し合わせる。
STEP 3 条件の設定 ○選択した条件の変え方を考え、ワークシートに記入する。 ○実験の方法も考える。 ※多くする・少なくする、長くする・短くする、重くする・軽くする、大きくする・小さくする、など。	⑥原因をどのように変えられますか。 ○それぞれの条件をどのように変化させることができるか、考えさせる。
STEP 4 計測の仕方 ○計測の方法（数値化）を考える。 ・機体検知管で調べられる。	⑦何を使って、はかることができますか。
仮説の設定 ○自分の考えた仮説を文章化する。	STEP 2, STEP 3を使って、仮説を文章化させる。

○二部会「4Q S仮説設定シート」の提案

私の疑問(課題):

STEP1

↓ STEP1に影響を与えている要因としてどんなことが考えられるだろうか？

STEP2

STEP4

↑ STEP3との関連させて

STEP3

数で表すには、どのようにしたらよいだろうか？

それぞれの要因をどのように変化させれば、STEP1との関わりを確かめられるだろうか？

私の仮説
思いっぴき仮説を立ててみよう。

学習問題:

STEP1 変わるもの

↓

STEP2 影響する原因		STEP3 どう変える
	を	
	を	
	を	
	を	
	を	
	を	

STEP4 計測方法

↑

仮説: (STEP2)を(STEP3)すると、(STEP1)は○○なるだろう。

- ①従来の横型から、ノートにはりやすい縦型に変更。
- ②STEP2、STEP3の書きにくさを改善できるよう文章化。
- ③仮説の設定がしやすいよう、文型の例を示した。

○成果と課題

<成果>

- ・ 4 Q Sシートを使ったことで、児童の思考の流れが確かなものになり、学習が円滑に進んだ。
- ・ 仮説（予想）を自分たちできちんと立てられたので、観察や実験の際、どこに着目して活動していけばよいのか、確実に理解して進めることができていた。
- ・ 仮説設定の際、条件や仮説に矛盾はないか児童同士で話し合わせたことで、仮説が確かなものになり、観察、実験への理解も深まった。さらに、話し合いをしたことで、どの児童も意欲的に参加することができ、協働的な学びにつながった。

<課題>

- ・ シートの使い方に慣れていないため、仮説の設定に時間がかかってしまう。
→ある程度の練習、経験を積むことで解消できる。
→言語活動の充実、主体的・対話的で深い学び合いのためのプロセスになっている。
- ・ 観察、実験の内容に未知の部分が多いとき、シートを使っても仮説が立てられないことがある。
→6年「ものの燃え方」で気体の性質がわからず、知識や経験も乏しいため、仮説が立てられなかった。
- ・ 活用できる学年、単元、場面が限られている。
→4 Q Sが使えない場合、単純な予想を立てることで代替できる。

Ⅷ 引用・参考文献、参考URL

(1) 理科教育学研究 Vol.55 No.4 (2015)

「科学的な問題解決において児童・生徒に仮説を設定させる指導の方略

—The Four Question Strategy (4QS) における推論の過程に関する一考察—

山田真人 田中保樹 小林辰至

(2) 理科教育学研究 Vol.56 No.1 (2015)

「小・中学校の理科教科書に掲載されている観察・実験等における“The Four Question Strategy (4QS)”の適用の可能性に関する研究

—自然事象に関わる因果関係の観点から—

山田貴之 田代直幸 田中保樹 小林辰至

(3) 平成27年度全国学力・学習状況調査解説資料 小学校理科

国立教育政策研究所 教育課程研究センター

(4) 上越教育大学大学院学校教育研究科

http://www.juen.ac.jp/scien/kobayashi_base/kobayashi.html

http://www.juen.ac.jp/scien/kobayashi_base/4QS_kahatsumonogatari.pdf