

研究主題

問題解決の能力を育成する 指導の工夫

～結論を「より確かなもの」として
とらえ直す活動を取り入れる～



I 研究主題

問題解決の能力を育成する指導の工夫

～結論を「より確かなもの」として捉え直す活動を取り入れる～

II 主題設定の理由

小学校学習指導要領解説理科編において、理科の目標は「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。」と記されている。「問題解決の能力」を養うことが明記されている教科は理科だけである。この能力を育むためには、自然事象へのはたらかけから問題を把握・設定し、予想・仮説を立てていく実験の計画を立て、結果や考察を適切に表現して結論を導き出すという過程を重視していく必要がある。

平成27年度の「全国学力・学習状況調査 調査結果のポイント」(文部科学省 国立教育政策研究所)では、課題として以下のように示している。(※下線は本研究部で引いた。)

- ・観察、実験の器具について、適切な操作技能に関する知識の定着に依然として課題がある。
〔2(4), 3(5)]
- ・観察、実験の結果を整理し考察することについて、得られたデータと現象とを関係付けて考察することは相当数の児童ができていますが、考察して〔4(6)] 分析した内容を記述することに課題がある。〔1(3)]
- ・科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりすることについて、水蒸気は水が気体になったものであることとの理解については、改善状況が見られる。〔3(1)]
- ・予想が一致した場合に得られる結果を見通して実験を構想したり、実験結果を基に自分の考えを改善したりすることに課題がある。〔3(2), 3(3)]

自分が立てた予想・仮説を検証するための実験を構想したり、一度実験をした後に、その結果から自分の考えを改善したりすることに課題がある。これまで言語活動の充実を図るよう指導してきたものの、考察した内容を適切に表現することについては、依然として課題があることがわかった。

これらの背景には、一つの観察や実験からすぐに結論を出してしまったり、思い通りの結果が得られなかったときにその要因を深く追究してこなかったりしたことがあると考えられる。また、導かれた一つの結論を他の事象(問題)にあてはめて、その「確かさ」を実感する経験や、自分の考えを適切に表現する活動が不足していることも原因であると思われる。問題解決の能力を育成するためには、このような時間こそが最も重視されなくてはならないだろう。

昨年度まで、「見通しを持つ」「既習事項を生かす」場面を重視した仮説検証授業を通して、研究を行ってきた。その成果として、予想の場面で話し合うことで、根拠をもとに自分の考えを伝えることができるようになったり、見通しをもって実験に取り組めるようになったりと、児童の意欲が高まり、主体的に学習に取り組むことができた。また、既習事項を生かせる発展的な題材を取り入れることが、知識の再構築につながった。

そこで本年度は、問題解決のプロセスの中に、一度導かれた結論を他の事象(問題)にあてはめて考える活動を設け、児童が結論をより確かなものとして捉え直し、問題解決の能力を高めていけ

るような指導の在り方について追究していくこととした。発展的な内容を指導計画に取り入れることにより、児童がより主体的に問題解決学習に取り組めるようになり、本部会が目指す「既習事項や生活経験を生かしながら、問題解決する方法について見通しをもって考え、自然事象に主体的にはたらきかける児童」を育成できると考え、本主題を設定した。

Ⅲ 研究仮説と具体的な手立て

問題解決のプロセスの中に、「結論」をより確かなものとして捉え直す活動を取り入れれば、児童は観察・実験を再構築しながら考えを深めるようになり、問題解決の能力が育成されるだろう。

<具体的な手立て>

① 「…「結論」をより確かなものとして捉え直す活動を取り入れれば…」

- ア 観察・実験から導かれた「結論」を使って、再度考える事象を提示する。
- イ 普段の生活の中における事象との関連に目を向けさせる。

② 「…観察・実験を再構築しながら考えを深めるようになり…」

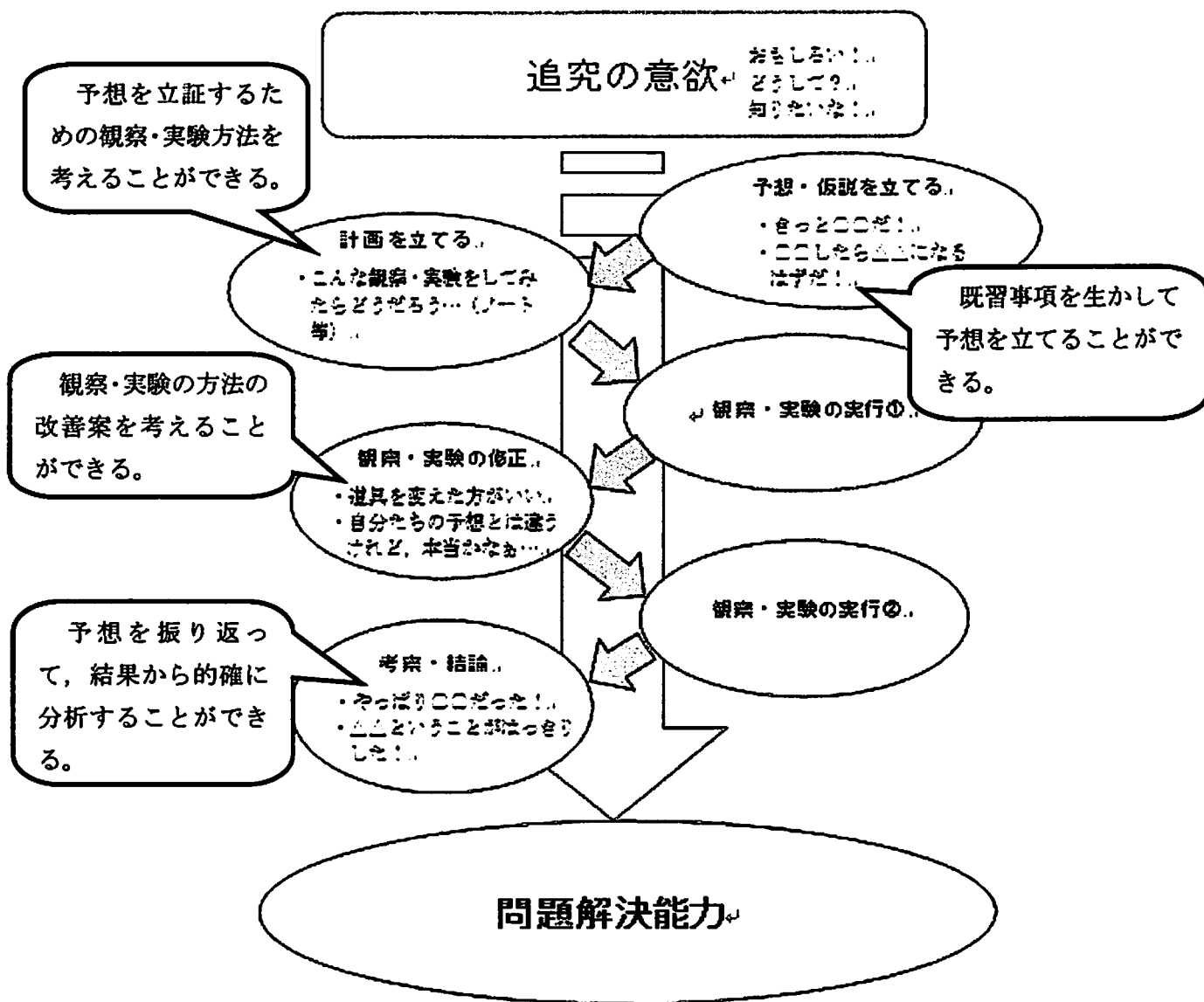
- ア 学習したことをもとに予想や仮説を立て、どのような結果が得られれば立証されたといえるのかを表現し、話し合う。
 - ・ノートやホワイトボードの効果的な活用
 - ・イメージ図の活用
 - ・情報機器の活用
- イ 予想や仮説をもとに、観察や実験の立案・修正する場を設定する。
 - ・観察・実験のフィードバック
 - ・ノート指導の充実

Ⅳ 研究内容

○ 問題解決のプロセスの中に、「結論」をより確かなものとして捉え直す活動を取り入れることが、問題解決の能力の育成に有効であることを明らかにする。

本研究では「問題解決の能力のある児童」を、以下の図のような問題解決の能力が育まれた児童像を以下のように仮定する。

既習事項や生活経験を生かしながら、問題解決する方法について見通しをもって考え、自然事象に主体的にはたらきかける児童。



V 研究の経過

平成27年度 …単元の洗い出し、実態調査、授業実践

平成28年度 …授業実践および授業改善案の作成

・第4学年「とじこめた空気と水」 ・第5学年「ふりこの動き」

平成29年度 …改善案による授業実践と、3年間の研究のまとめ

・第4学年「ものの温度と体積」

VI 本年度までの研究と本年度の研究内容

本年度まで (H27・28)

＜「見通しをもつ」「既習事項を生かす」場면을重視する＞

教科書の内容を学習後、「揺さぶり」をかけるような発展的な事象の提示をする。

①第4学年「とじこめた空気と水」

空気と水を同時に入れた注射器を、横から圧したらどうなるのか。また、下から圧したらどうなるのか。

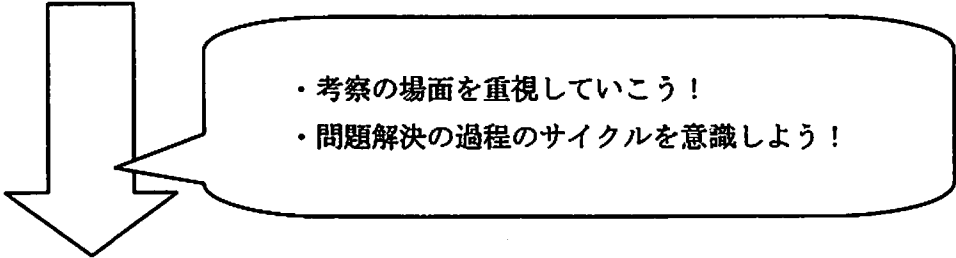
→予想の場面で学級全体でも話し合うことで、実験の際にどの部分に着目すればよいのか、見通しをもって取り組むことができた。

②第5学年「ふりこの動き」

ブランコで立ちこぎをしたときと、座りこぎをしたときの往復する時間は何に関係しているのか。

→自分たちで実験・検証方法を考え、考察することができた。

- ・既習事項を生かした実験→学習意欲が向上し、主体的に学習に取り組むことができた。
- ・発展的な題材→知識の再構築につながった。

- 
- ・考察の場면을重視していこう！
 - ・問題解決の過程のサイクルを意識しよう！

本年度 (H29)

＜結論を「より確かなもの」として捉え直す活動を取り入れる＞

①第4学年「ものの温度と体積」

- ・昨年度までの成果を生かし、既習事項を生かした実験を取り入れる。また、予想の場面では学級全体で話し合う。
- ・実験を行った後に、なぜその結果が得られたのか、再度考え、話し合う場面を設ける。
- ・1回目に温める実験を行い、結果について話し合った後、冷やすとどうなるのか2回目の実験を行い、1回目の実験で得られた結論をもとに考える場面を設ける。

②本年度の実践の評価および3年間の研究のまとめ

Ⅶ 検証授業として取り組んだ実践

第4学年 ものの温度と体積

(1) 指導計画 (全8時間)

次	時配	学習内容と学習活動	○指導上の留意点 ・評価規準 (方法)
第一次 空 気 の 温 度 と 体 積	1	栓をしたり石けん膜をつけた りした様々な大きさのペット ボトルを湯の中に入れた様子 について話し合う。	・ 空気を温めたときの現象に興味・関心をもち、 進んで空気の性質を調べようとしている。 【関意態】(行動・発言)
	2	温度が変わると試験管の中の 空気の体積が変わるか調べる。	○分子のイメージ図を用いて、表現させるように し、体積の変化を捉えやすくする。 ・ 空気の体積の変化と温度を関係付けて予想をも ち、表現している。 【思・表】(発言・記述) ・ 空気を温めたり冷やしたりして、体積の変化を 調べ、その過程や結果を記録している。 【技】(行動・記録) ・ 空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積 が変わることを理解している。 【知・理】(行動・発言)
	1	温めると空気の体積が大き くなることを確かめる。	○試験管に断熱材を巻いた際の変化も捉える。 ・ 空気を温めたときの体積の変化の仕方に興味・ 関心をもち、進んで空気の体積の変化を調べ ようとしている。 【関意態】(行動・発言)
	1	断熱材を巻いた試験管をフラ スコ内に入れ、ふたをして温め たり冷やしたりすると、どのよ うに体積が変化するか調べる。	・ 断熱材を巻いた試験管をフラスコに入れて温め たときに、石けん膜がどのように変化するの か、既習事項を生かしながら、自分の考えを説 明している。 【思・表】(発言・記述)
第二次 水 の 温 度 と 体 積	1	温度が変わると、試験管の中の 水の体積が変わるか調べる。	・ 水の体積の変化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・表】(発言・記述) ・ 水は温めたり冷やしたりすると、その体積が変 わることを理解している。 【知・理】(発言・記述)
第三次 金 属 の 温 度 と 体 積	2	温度が変わると、金属の玉の体 積が変わるか調べる。	・ 加熱器具などを安全に操作し、金属の体積変化 を調べる実験をしている。【技】(行動・記録) ・ 金属は温めたり冷やしたりすると、その体積が 変化することを理解している。 【知・理】(発言・記述)

(2) 指導の実際

第1時

単元の導入として、ペットボトルの口の部分に石けん膜をはり、湯をはった水槽で温める実験を行った。大小様々な大きさのペットボトルを用意した。(手立て①イ)

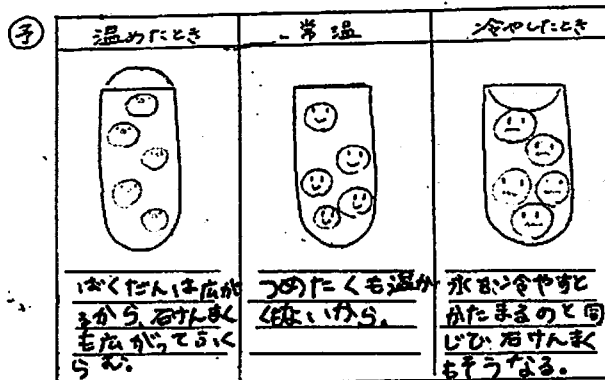
導入	ペットボトルの口に石けん膜をつけ、湯で温めたらどうなるかという事象の提示をした。
予想	生活経験から、児童の中には「温かい空気は上にいく」という感覚があり、全員が石けん膜はふくらむのではないかと予想した。
観察・実験	自主的に様々なペットボトルを使ったり、お湯を足して温度を高くしたりし、石けん膜の様子について観察をしていた。また、ふくらんだ石けん膜をさらにふくらませるために、ペットボトルを押している児童もいた。
結果	大きいペットボトルでは石けん膜が大きくふくらみ、小さいペットボトルでは少ししか石けん膜がふくらまないよ。 お湯を足して温度を高くしたら、石けん膜のふくらみ方が大きくなったよ。 なぜこのような結果になったのかな？ ペットボトルの中の空気と温度が関係しているのではないかな。
実験の修正	結果から、空気は温めると大きくなるのではないかとこの考察になった。しかし、ペットボトルを押すと、もっと石けん膜がふくらんだという班があり、「もしかしたら自分たちで少しペットボトルを押してしまったから、石けん膜がふくらんでしまったのかもしれない。本当に温度や空気の量は関係しているのかな。」と主張する班があった。 では、どのように実験をしたらそのことを確かめることができそうかな？ ・ペットボトルでなく、形がかわらない硬いもので実験した方がよさそう。 ・冷やしたらどうなるのかも調べた方がいいのではないかな。 ⇒次回は試験管を使い、温めたり冷やしたりして、空気の体積と温度の関係を確かめてみよう。

第2, 3時

試験管に石けん膜をはり、温めたり冷やしたりし、空気の体積変化の様子を調べた。

予想

イメージ図の説明をし、試験管の中の空気の様子について、言葉だけでなく図を使ってもよいことを伝えた。(手立て②ア)今回は、児童の発達段階や学習内容等を考慮し、分子運動については説明せず、あくまで自分の考えを表現し、説明や理解をしやすくするための手立てとする。



温めたときは、石けん膜はふくらみ、冷やしたときは石けん膜がへこむと全児童が予想した。

理由については、熱い物は爆発したり破裂したりするから、石けん膜も押されてふくらむという意見や、温かい空気は上に集まるため、石けん膜がふくらむという意見があった。また、冷やしたときは、ものが固まるという生活経験から、

空気もぎゅっと固まるという考えや、空気が下に集まるという考えから、石けん膜がへこむと予想したようである。数人の児童が、空気の分子の大きさについてふれていた。温めると空気のつぶが大きくなり、冷やすと小さくなるという予想がでた。一方、温めると空気のつぶが小さくなり、冷やすと大きくなるという逆の予想も出た。この逆の予想に対し、「もし冷やして空気のつぶが大きくなってしま

ったら、試験管に入りきらなくなって、石けん膜はふくらんでしまうからちがうのではないかと、活発に話し合いが行われていた。

観察・実験

やっぱり温めたら石けん膜はふくらんで、冷やすとへこんだね。

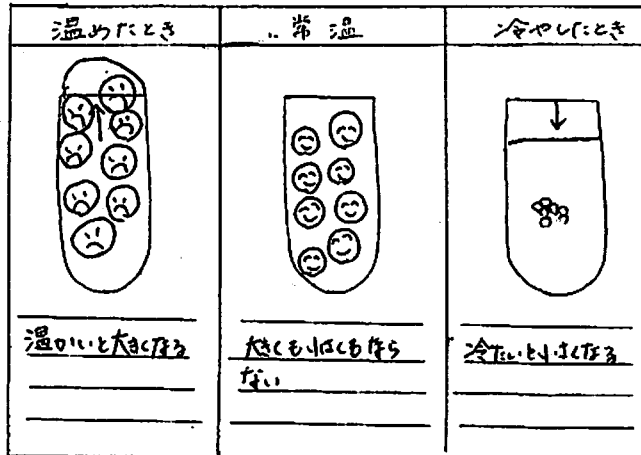
温めてからすぐに冷やすと、もっと石けん膜がへこむよ。なんでだろう？

温度の差が大きいからじゃないかな…

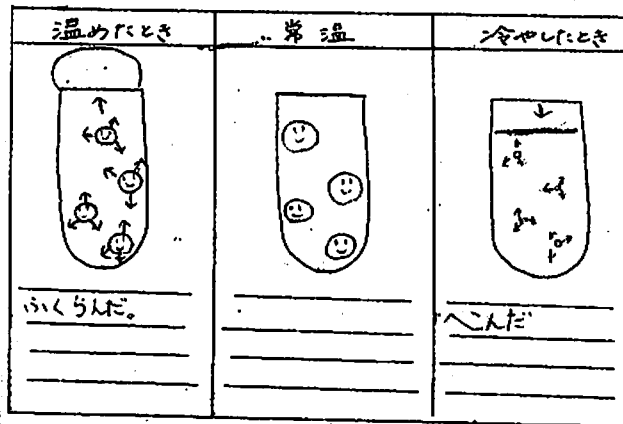


結果

試験管を温めると石けん膜はふくらみ、冷やすと石けん膜はへこんだ。



結果についての話し合いでは、温めると空気のつぶが大きくふくらみ、石けん膜をおした。冷やすと空気のつぶが小さくなり、石けん膜がへこんだ、という予想を振り返った上での意見が多く聞かれた。また、イメージ図を用いたことで、見えない空気が見える化され、石けん膜をおす現象が考えやすくなったと言える。



また、中には、気温と人間の様子から連想した児童もいた。「暖かいときは人も元気に動き回ることができるけど、寒いとぎゅっと縮こまって、あまり動くことができない。空気も同じで、温かいとたくさん動いて外に出ようとするけど、寒いと動かなくなつて、集まってしまうのではないかな。」と未習の分子運動に関連した考えを自分なりに図で表現することができた。

考察

結果から、空気の体積と温度との関係について考察をした。

第4時

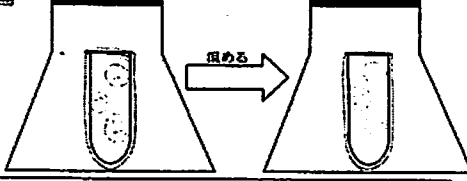
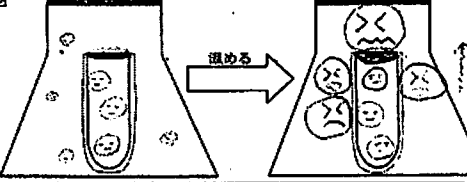
試験管を横向きや下向きにして、石けん膜がどう変化するかを確かめた。また、次時につなげるため、試験管に断熱材を巻くとどうなるのかも確かめた。

予想	多くの児童は、前時までの既習事項から、空気の体積が大きくなるため、石けん膜が外側にふくらむと予想した。しかし、外側にふくらむと予想した中には、温めると空気が上に集まると考えている児童もいた。「試験管を下向きにしたら、試験管の底の部分に空気が集まるから、石けん膜はふくらまないのではないの？」と質問したところ、「一度、試験管の底の部分に集まるけれど、逃げ道がないから、下にまわってきて石けん膜をおすんだよ。」と話していた。 断熱材を巻いた場合は、熱を通さないものだの説明はしたものの、半分近くの児童が、石けん膜はふくらむと予想した。熱を通さないと言われても、「巻く＝温かい」というイメージがあり、温まると考えたようである。
観察・実験	横向きでも、下向きでも、石けん膜はふくらむね。 断熱材を巻くと、ほとんど変わらないんだ。 なんだか不思議だね。 
結果	試験管を横向きや下向きにしても、温めると石けん膜はふくらんだ。 断熱材を巻くと、温めても冷やしても、変化しない。
考察	試験管の向きを変えても、温めると空気の体積は大きくなる。 断熱材を巻くと、熱を通さないため、空気の体積に変化はない。

第5時

前時までの既習事項を確認し、それらを活用して考えることのできる発展的な事象を提示した。また、一時間の中に、三角フラスコを温めた場合と冷やした場合の2つの実験を行った。まず温めたときの結論を話し合い、その後に冷やす実験をすることで、温めた場合の結論を活用して思考できる機会を設けた。(手立て①ア)

予想の段階でホワイトボードを使って話し合ったり、結果から、なぜそのような結果になったのか再思考する場を設け、話し合ったりした。(手立て②ア)

導入	既習事項の確認をした。 温めたとき：石けん膜はふくらんだ→体積は大きくなる。 冷やしたとき：石けん膜はへこんだ→体積は小さくなる。 断熱材をまいているとき：石けん膜は変わらなかった→体積は変わらない。 実験内容の確認 なぜゴム栓をするのか問い、三角フラスコ内に空気を閉じ込めるためだということをおさえた。
予想1	○半数以上の児童が、石けん膜は変わらないと予想した。理由について、前時で、断熱材を巻くと熱を通さなくなるということから、三角フラスコを温めても試験管まで熱が伝わらず、空気の体積は変わらないと考えた児童が多かった。また、三角フラスコに入れ、さらにゴム栓をしているので、三角フラスコの中まで熱が伝わらないと考える児童もいた。 ○残りの半数は、少しふくらむと予想した。断熱材を巻いていても、やはり少しは熱を通すのではないかと考えたようである。 ○2名の児童が、石けん膜はへこむと予想した。うち1名の児童は、三角フラスコ内の空気に目を向け、その空気が温まり、空気の体積が大きくなって石けん膜がへこむと考えた。 この段階では、どの児童も自分なりに既習事項を生かして予想を立てているものの、試験管の中の空気のみを目を向けており、三角フラスコ内の空気には着目できていない。予想を学級全体で話し合ったところ、石けん膜がへこむと予想した児童の意見を聞き、そうかもしれないと考え始めた児童が数名いたものの、温めているのにへこむことはないのではないかと多くの児童が話していた。 予想  (理由) 石けん膜はふくらみもへこみも変わらない。断熱材を巻くと熱が通さなくなるから。 予想  (理由) 少し温めた空気が温められると、三角フラスコの空気の体積が大きくなるとへこむ。
観察・実験1	どの児童も、石けん膜がふくらむ様子にとっても驚いていた。「そんなはずはない!」と何度も試し、確認をしている児童や、なぜへこんだのか、また冷やすとどうなるのか話し合っている児童もいた。

温めると、石けん膜はへこんだ。

なぜこのような結果になったのかな？改めて考えてみよう。

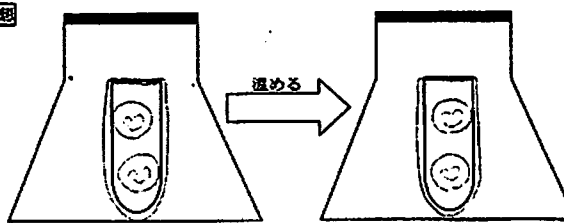
(手立て②ア)

再度考える際に、温めると空気の体積は大きくなること、三角フラスコにゴム栓をしたのは何のためだったかということを確認した。

以下、左側は児童の予想、右側は結果から再度考え直して記入したものである。

(A児)

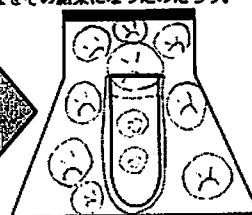
予想



(理由) 液体は熱いタンポポは温度(熱)を入れたらそれだけ三角フラスコの中に入れてから。(タンポポでつみた)

試験管)

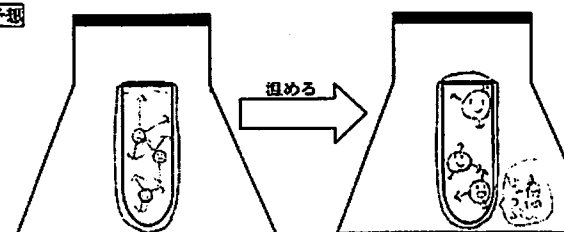
②なぜその結果になったのだろう。



三角フラスコの中の空気が入った(熱)三角フラスコの中に入らなくなつて石けん膜を落したから。

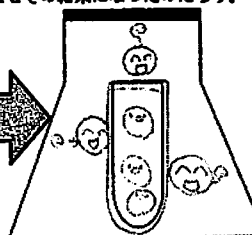
(B児)

予想



(理由) 同じ試験管にとにかくこんがくがむがら、タンポポ(いも)で少しづつから、三角フラスコに入れてもそれ

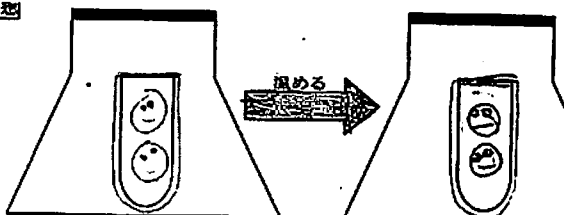
②なぜその結果になったのだろう。



タンポポ(いも)の外かいは、お湯に一番近いから、お湯が熱くなつてお湯が熱い。

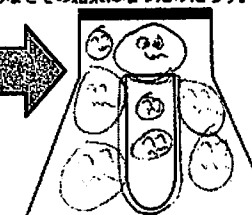
(C児)

予想



(理由) タンポポ(いも)の中は試験管を入れたお湯が熱いから、お湯が熱いから、三角フラスコの中に入れてお湯が熱い。

②なぜその結果になったのだろう。

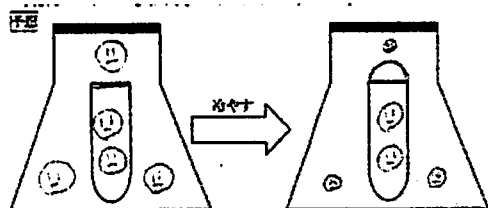


タンポポ(いも)の中は試験管を入れたお湯が熱いから、お湯が熱いから、三角フラスコの中に入れてお湯が熱い。

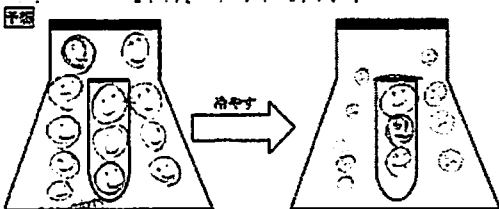
予想の段階では、試験管の中の空気しか目がいていなかった児童が、結果から改めて考え直したことで、三角フラスコ内の空気にも着目していることがわかる。また、その空気が温められて体積が大きくなるが、ゴム栓をしていてにげる場所がないために、試験管の石けん膜をおしていると説明している児童もあり、思考が深まっているといえる。

予想 2

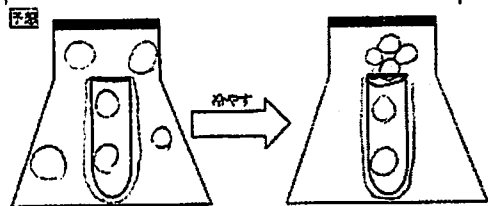
冷やしたらどうなるだろう。(手立て①ア)



(理由) ふくらむ。理由は、冷やす前は、フラスコの中の体積が場所を占めていたけど、冷やしたら体積が小さくなって、試験管の中の体積が場所をとろうとしているから。



(理由) 空気の体積が小さくなるから、人おさめようとするから。



(理由) 寒くなるとくっついて、へこむ。

9割の児童が、実験1の結果・結論を活用し、三角フラスコの空気に着目し、自分なりに説明することができた。

半数の児童は、石けん膜がふくらむと予想した。温めたときと同様に、フラスコ内の空気が冷やされることで体積が小さくなり、試験管内の空気が場所を取ろうとすると考えていた。

残りの半数の児童は、フラスコ内の空気の体積が小さくなると考えたが、それによって石けん膜をおすだけの力がなくなったため、石けん膜は変わらないと予想した。単純に、温めたときの結果と逆になると考える児童が少なかった。

数名の児童は、石けん膜がへこむと予想した。寒くなるとへこむ、小さくなった空気が石けん膜をおすという意見だった。

観察・実験 2

すごい！本当にふくらんでいる！



絶対変わらないと思ったのに...

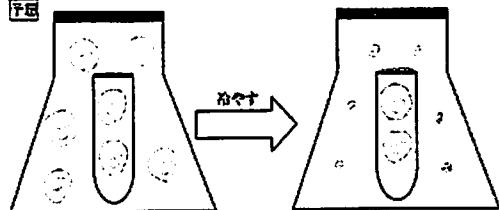
冷やすと、石けん膜はふくらんだ。

なぜこのような結果になったのかな？改めて考えてみよう。

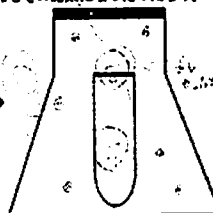
(手立て②ア)

(A児)

予想



なぜその結果になったのだろう。



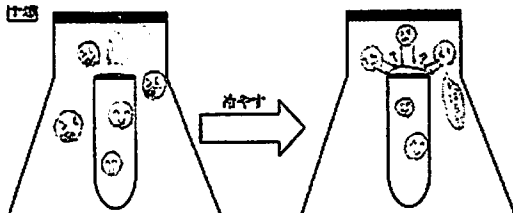
三角フラスコの中の空気が
冷えて小さくなったので試験管
の中に入っている空気が
たふさふさして膨らんだ。

(理由) 三角フラスコの中の試験管の中の空
気は冷えて三角フラスコの中の空
気も冷えて三角フラスコの中の空気が

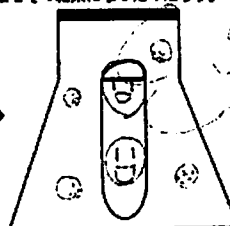
小さくなったので試験管の中の空気が膨らんだ。

(B児)

予想



なぜその結果になったのだろう。

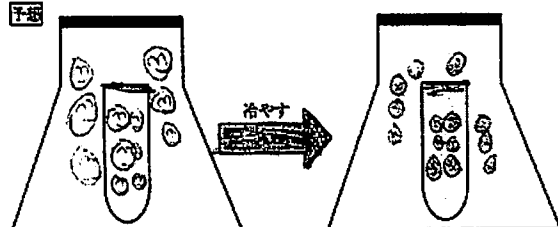


試験管の中は空気が
冷えて試験管の中の空気が
小さくなったので試験管
の中に入っている空気が
膨らんだ。

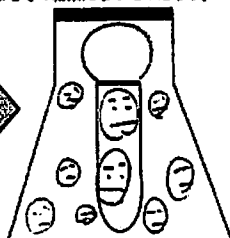
(理由) 冷やすと、周りの空気が冷えてス
ペースを狭くした。空気が狭い
スペースに入ると膨らむ。

(C児)

予想



なぜその結果になったのだろう。



(理由) 冷やすと空気が冷えて試験管の上
に空気が集まると膨らむ。

どの児童も、空気の体積変化について、図を用いて表現することができた。特にB児は、予想では、「冷やすと空気が石けん膜をひっぱる」と考えていたが、実験を通して、「三角フラスコ内の空気が冷やされて小さくなり、あまり動かなくなる」と考え直すことができた。

考察

どこの空気の温度がかわり、体積に変化があったのか着目させて考察をした。

(試験管の中の空気が)
フラスコの中を流れると、フラスコの中の
空気が冷えて、石けん膜はへこむ。
冷やると石けん膜はふくらむ。
空気が冷えると体積が小さくなり、
冷やると体積が小さくなる。

(3) 授業後の感想 (下線部は、新たな疑問について記述されているもの)

No.	感想	No.	感想
1	ほとんど予想とちがったけど楽しかった。 <u>空気はだいたいどのくらいの温度で体積が大きくなるのか。</u>	14	温めるとふくらむと思ったけどへこんでおどろいた。
2	<u>もっと熱を強くしたら、試験管の中の空気は大きくなるのだろうか。なぜ空気を温めると、体積は大きくなるのだろうか。</u>	15	試験管に断熱材をまいたときとまかないときとは、石けんまくの動きは反対になることがわかった。
3	いろんなことがわかってたのしかった。	16	なし
4	実験をするのがすごく楽しかった。	17	断熱材は熱を通さないことにびっくりした。 <u>フラスコでなく、(ガラスよりもやわらかい) プラスチックだったらどうなるのだろうか。</u>
5	ふつうに試験管をお湯に入れると、石けんまくはふくらみ、冷やすとへこんでけど、断熱材をまき、三角フラスコを使うと、反対になったのがびっくりした。 <u>石けんまく以外をつけても、空気の動きを見ることができるのだろうか。</u>	18	予想が当たっているときもあったけど、はずれたこともあったので楽しかった。 <u>今度はじょうきのことについて調べたいと思った。</u>
6	フラスコの中に入れて冷やすと石けんまくはふくらんで、温めるとへこむ。フラスコに入れず、試験管だけで冷やすとへこんで、温めるとふくらむことがわかった。	19	三角フラスコに試験管を入れて冷やすとふくらみ、温めるとへこむのがおもしろいなと思った。
7	予想と同じだったからうれしかった。 <u>石けんまくをつけた試験管をろうそくで温めたら、石けんまくはどのくらいふくらむのか。</u>	20	予想がはずれてくやしかった。
8	欠席	21	今日の実験では、フラスコの中の空気が温まったので、石けんまくがへこみ、冷やすとふくらむことがわかった。
9	今まで温めるとふくらみ、冷やすとへこむと思っていたけど、今回は逆で、温めるとへこんで、冷やすとふくらむことがわかった。 <u>三角フラスコの中に、断熱材をまかない試験管を入れたらどうなるのだろうか。</u>	22	<u>三角フラスコの中に、断熱材をまかないで試験管をそのまま入れて、冷やしたり温めたりしたらどうなるのか。</u>

10	冷やすと絶対かわらないと思ったのに ふくらんでびっくりした。	23	実験は本当に楽しいなと思った。 <u>もっと温かい空気だとどうなるのかな</u> と思った。
11	空気はすごい。	24	冷やすとへこむと思ったけど、実験をしたらふくらみびっくりした。 <u>三角フラスコをあつい場所において放っておくとどうなるのか。</u>
12	なし	25	温めると体積が大きくなり、冷やすと体積が小さくなることがわかった。
13	空気はなんで温めると上にいって石けんまくがふくらむのかふしぎ。	26	予想と違くておどろいた。

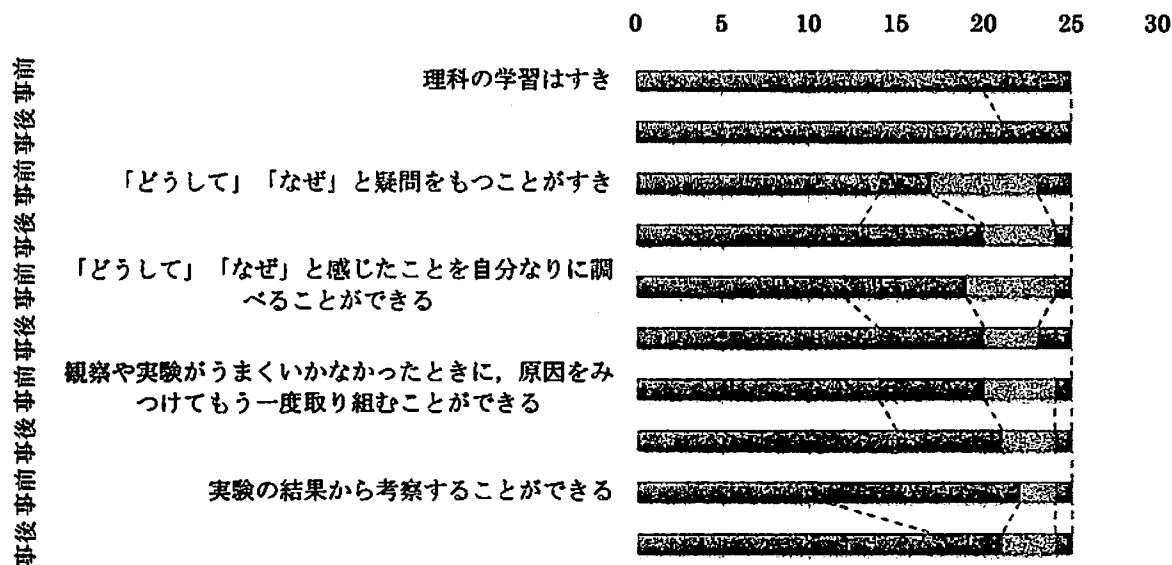
授業後の感想からは、理科という授業への興味・関心の高まりとともに、「～したい」「～だったらどうなるのだろう？」といった追究の意欲が見て取れる。これらを解決していこうとすることが、問題解決のプロセスをなぞることとなり、問題解決能力が育まれた姿と捉えることができると考える。

Ⅶ 考察

(1) 意識調査

検証授業を行ったクラスで、授業の事前・事後に理科学習に対する意識の変容について、調査を行った。以下のグラフが5つの問いに対し、4段階で回答を求めたものである。

理科学習に対する意識調査



■ あてはまる □ どちらかというにあてはまる ▨ どちらかというにあてはまらない ■ あてはまらない

5つの項目のうち、4つの項目において回答に伸びが見られた。

まず、2項目目の『「どうして」「なぜ」と疑問をもつことが好き』においては、4名の児童が肯定的な考えに変容した。これは、検証授業の際に、教科書で学習した内容とは逆の現象となる発展的な事象を提示したことや、「結論」を使って再度考えさせる事象を提示したことで、児童が「どうして」「なぜ」と疑問を抱いたことに関係したと考える。3項目目の『「どうして」「なぜ」と感じたことを自分なりに調べることができる』においては、導入でペットボトルを使った実験の際に出た疑問や仮説を、どのようにしたら立証できるのかを考えるなど、観察や実験の立案・修正をする発問を意図的に取り入れた。今までは提示された実験をそのまま行うことが多かったが、自分たちで問題解決する方法について見通しをもって考えることにつながったのではないだろうか。

5項目目の「実験の結果から考察することができる」では、「あてはまる」「どちらかと言えばあてはまる」の総数で言えば1名減ったが、「あてはまる」の回答では、6名増えた。これは、観察や実験から導かれた結論から、発展的な内容で再度考える時間を設けたことで、多くの児童が考察することに意欲的に取り組めたと考える。観察・実験の結果について、予想を振り返って再度考える時間や、そこから得られた結論を活用して再び予想をする時間など、問題解決のプロセスを繰り返すことで思考が深まり、自分自身の考えを明確にもつことができたのではないだろうか。さらに、予想や結論について再度話し合う場面では、ワークシートを用意し、図や言葉を使って自分の考えを明確にさせた後に、ホワイトボードを活用し学級全体で話し合った。友達の意見を聞く中で、どの意見が正しいと言えるのか、活発な話し合いが行われたことも、その要因であると考えられる。

(2) 事前事後テスト

図1 試験管上向き

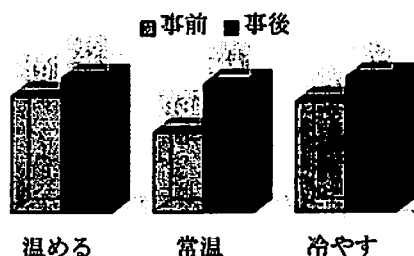


図2 試験管横向き

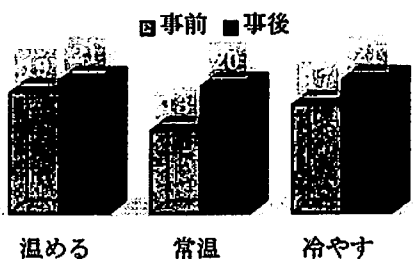
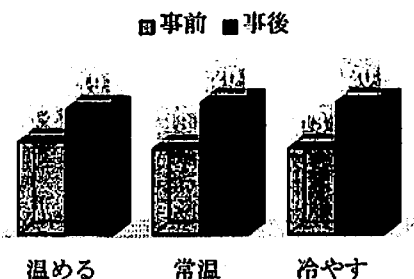
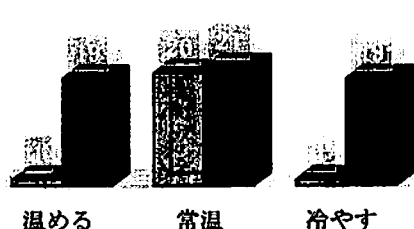


図3 試験管下向き



三角フラスコの中の試験管

図4



検証授業を行う児童に、単元の前で事前事後テストを行った。図1～図3は、「試験管に石けん膜をはり、上向き・横向き・下向きにして温めたり冷やしたりしたら、石けん膜はどうか」という問いに対して解答を求めたものである。

それぞれの事前テストにおいて、試験管が上向きのとき（図1）では、温まった空気が上に行くという生活体験から、石けん膜がふくらむと考えた児童が多かった。試験管が横向きのとき（図2）では、試験管を横向きにしても、上向きのときの予想と変わらない児童が多かった。中には、温めると石けん膜がふくらむと予想しているが、重力に押されて下へたれながらふくらむ図を書く児童がいた。試験管が下向きのとき（図3）では、試験管を温めても下向きにすると正答できない児童が多かった。重力には勝つことができずに、石けん膜が膨らまないと考えている図が多かった。しかし、事後テストの結果から、学習を通し、ほとんどの児童が現象を理解することができた。

また図4は、「断熱材を巻いた試験管をフラスコに入れて温めたり冷やしたりしたときに、石けん膜がどのように変化するか」という問いに対して解答を求めたものである。事前テストでは、断熱材で巻いていても、三角フラスコ内の空気には目が向かず、ただ試験管を温めた時と同じ予想を書いていた。正答していた1名の児童も、理由は書けていなかった。しかし事後テストでは、2名の児童は、まだ逆転現象を理解できずに、「温めるとふくらむ、冷ますとへこむ」という、事象にしか目がいていなかったものの、ほとんどの児童が逆転現象が起こることを理解していた。そのうちの13名は、温めた時の理由に、「三角フラスコの中の空気の体積は温めると大きくなり、フラスコの中に入りきらなくなって試験管の中に入ろうとするからへこむ。」や「試験管の外、フラスコの中が温まり、試験管の中の方が冷たくなる。試験管の空気の体積が小さくなったから。」など、事象の説明を書くことができていた。

また、その他の6名の児童は、「体積が大きくなるから。」

や「ふくらむから。」など、主語はないが、現象が起きた理由は三角フラスコ内の空気が温まったことであると気がついていた。

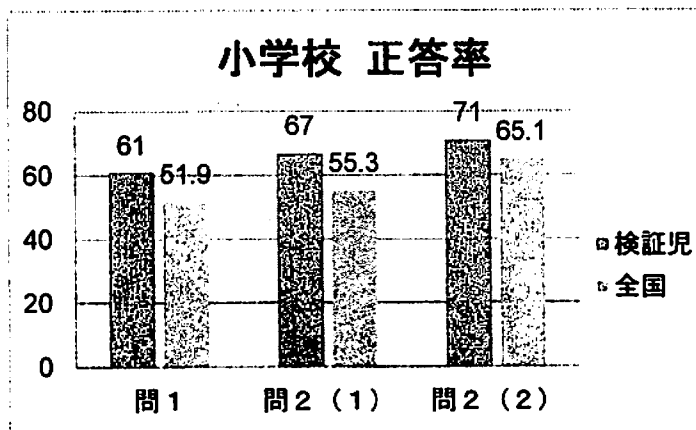
これらのことから、事象をより確かなものとして捉えることができたと考えられる。

(3) 追跡調査

四街道市内の全小・中学校で、昨年度に実践授業を受けた児童（以下、検証児）に問題解決の能力を測る設問に取り組ませ、検証した。（文部科学省 国立教育政策研究所「平成 27 年度 全国学力・学習状況調査」より抜粋して実施）

①小学校（5年生794名のうち、検証児51名）

以下のグラフは、それぞれの設問に対する検証児・全国の正答率について表したものである。



問①は、水の温まり方を考察するために、実験結果をもとに自分の考えを改善できるかどうかの能力を測るものである。正答率は、検証児は61%、全国平均は51.9%と、検証児が約9%高かった。

問②は、星座の動きを捉えるための適切な記録方法を身につけていたり、星座や雲の動きについて観察記録を基に考察して分析できたりするかどうかの能力を

測るものである。(1)では検証児が67%、全国平均が55.3%と、検証児が11.7%高かった。観察、実験の器具について、適切な操作技能に関する知識の定着ができています。(2)は検証児が71%、全国平均は65.1%と、検証児が約6%高かった。

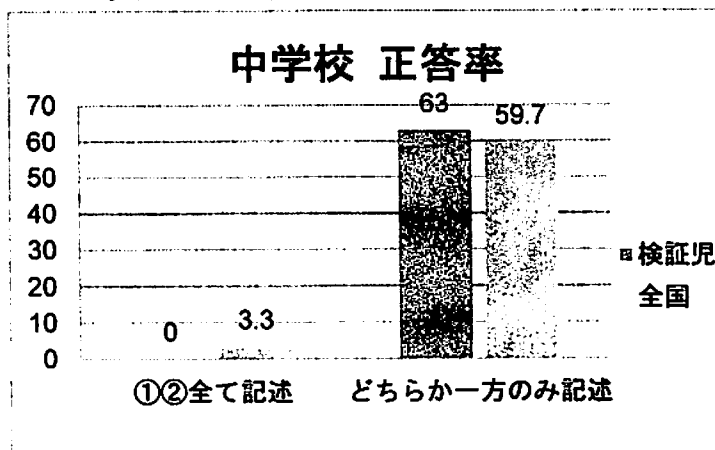
②中学校（1年生594名のうち、検証児27名）

こちらの設問は、グラフを読み取り、考察して分析した内容を記述する能力を測るものである。「教科に関する調査の各問題の分析結果と課題」では、正答の条件として、次の①、②を記述しているものとしている。

- ①「鉄は、アルミニウム、銅、金、鉄の中で最も温度による変化の長さが小さい」など、グラフに示された金属のうち、鉄の膨張が最も小さいことを示す趣旨で解答しているもの

②「ふりこの長さが最も変わりにくい」など、振り子への長さへの影響を示す趣旨で解答しているもの

この条件に従い、正答を①②全て記述しているもの、どちらか一方のみ記述しているものとし検証した。調査の結果、正答した検証児と全国平均との差はほとんど見られなかった。グラフを基に、



分析した内容を自然の事物・現象と関係づけながら考察し、言葉でまとめて適切に表現する能力を養っていく必要がある。

これらの調査より、検証児が全国平均をやや上回っていた。このことから、「見通しをもつ」「既習事項を生かす」場面を重視した学習を積み重ねていくことで、問題解決の能力が育成されていくと考える。

IX 研究のまとめ

<成果>

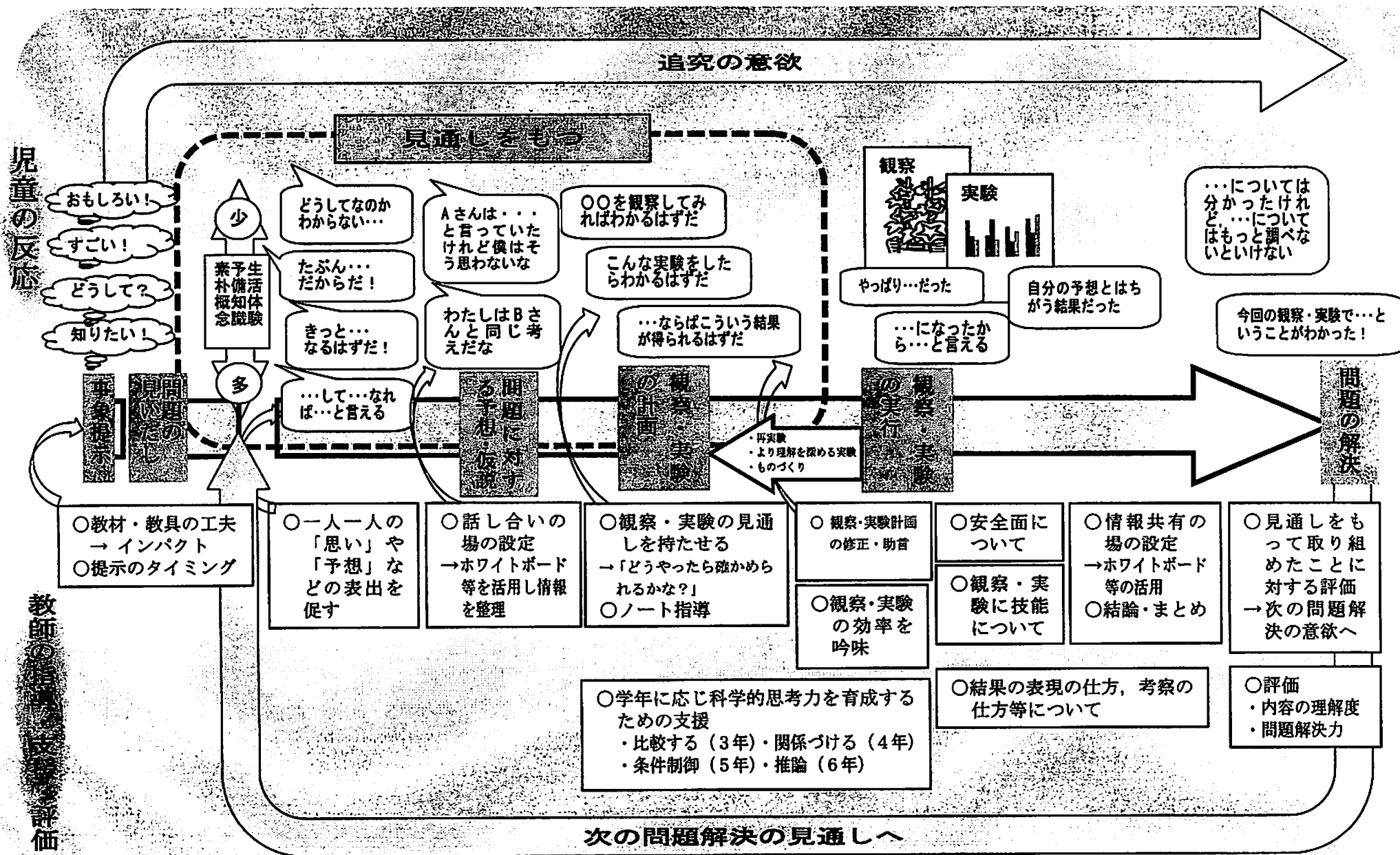
- ・単元や一授業の中で問題解決のプロセスを繰り返すことは、追究の意欲を高め、次の問題解決への見通しをもたせることに有効である。
- ・イメージ図やホワイトボードを活用することは、児童が自分の考えをもって意欲的に交流し、考えを深めることに有効な手立てである。
- ・問題解決能力のある児童の育成には、既習事項を生かした事象提示や、「結論」をより確かなものとして捉え直す活動を取り入れることが有効な手立てである。

<課題>

- ・児童の実態に合わせた「結論」をより確かなものとして捉え直す活動ができるように、教材・教具の開発に努めていく必要がある。
- ・問題解決能力のある児童の育成をするには、問題解決の過程を意識した授業を繰り返し行っていく必要がある。

資料編

<見通しをもった問題解決の過程>



<指導案>

○目標

断熱材を巻いた試験管をフラスコに入れて温めたときに、石けん膜がどのように変化するのか、既習事項を生かしながら、自分の考えを説明することができる。(思考・表現)

○展開 (5/8) ※60分展開

時配	学習活動	◇支援 △留意点 ○評価	資料
2	1 演示実験をおこない既習事項を確認する。 ・ 空気の温度を変えると体積は変化する。 温めたとき：体積は大きくなる。 冷やしたとき：体積は小さくなる。 断熱材をまいているとき：変わらない。		既習内容をまとめた掲示物
2	2 本時のめあてを確認する。 ㊦ 空気の温度が変わると、空気の体積はどのようにかわるのだろうか。		
3	3 実験の方法を確認する。 ① 試験管に断熱材をまいて石けん膜をはる。 ② 三角フラスコの中に試験管を入れる。 ③ 三角フラスコの口をゴム栓でふたをする。 ④ フラスコを温めたり冷やしたりしたときの、石けん膜の変化を見る。		
15	4 フラスコを温めたら石けん膜はどうなるか、ワークシートに予想を記入し、学級全体で話し合う。(個人→全体) ・ 空気は温めたときに体積が大きくなるから、試験管の石けんまくはふくらむよ。 ・ 試験管はフラスコの中にあって、断熱材を巻いてあるから熱は届かない。だから体積の変化はないよ。 ・ 三角フラスコの中の空気が温められるから、試験管の石けん膜は下がるよ。	△理由も説明できるようにさせる。 △イメージ図を使い、どこの空気の体積が変わっているのか説明できるようにさせる。 ○石けん膜がどのように変化するのか、既習事項を生かして予想を立てている。(思・表)	ワークシート ホワイトボード
10	5 フラスコを温める実験を行う。 ・ 石けんまくが下がったよ。	△やけどに気をつける。	

	1 5 6 実験結果を学級全体で話し合う。 ・なぜさがったのだろう。 ・三角フラスコの空気が温められると体積が大きくなるから、試験管の石けん膜が下がったんだね。 ・冷やしたときはどうなるかな。 5 7 フラスコを冷やすとどうなるのか、予想を立てる。 8 三角フラスコを冷やす演示実験を行う。 ・三角フラスコの空気が冷やされると体積が小さくなるから、試験管の石けん膜が上がったんだね。 5 9 結果から考察をする。 ・フラスコを温めると、フラスコの中の空気が温められるため、試験管の石けん膜は下がる。反対に冷やしたきはふくらむ。このことから、空気の体積は温めると大きくなり、冷やされたとき小さくなると言える。 3 10 まとめをする。 ㊦ 空気の温度が温まると体積は大きくなり、冷えると小さくなる。	△改めて、既習事項や予想を振り返り、考察できるようにする。 ○石けん膜がどのように変化するか、既習事項を生かして予想を立てている。 (思・表)	
--	---	--	--

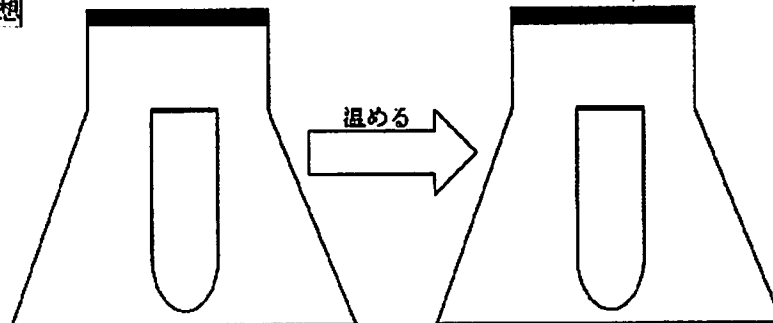
学

<実験方法>

- ①
- ②
- ③
- ④

<実験1> フラスコを温める。石けんまくはどうなるか。

予想



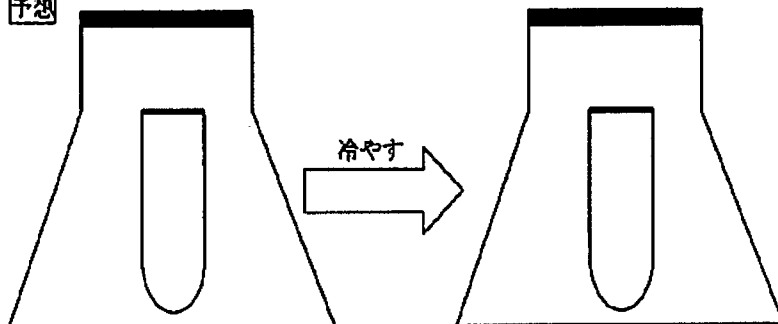
(理由)

結果

◎なぜその結果になったのだろう。

<実験2>フラスコを冷やす。石けんまくはどうなるか。

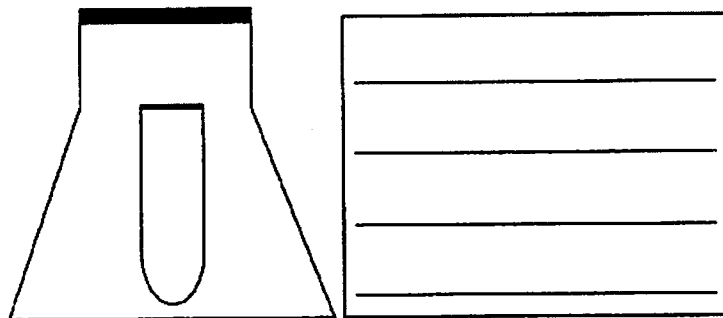
予想



(理由)

結果

◎なぜその結果になったのだろう。



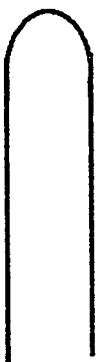
<考察>

③

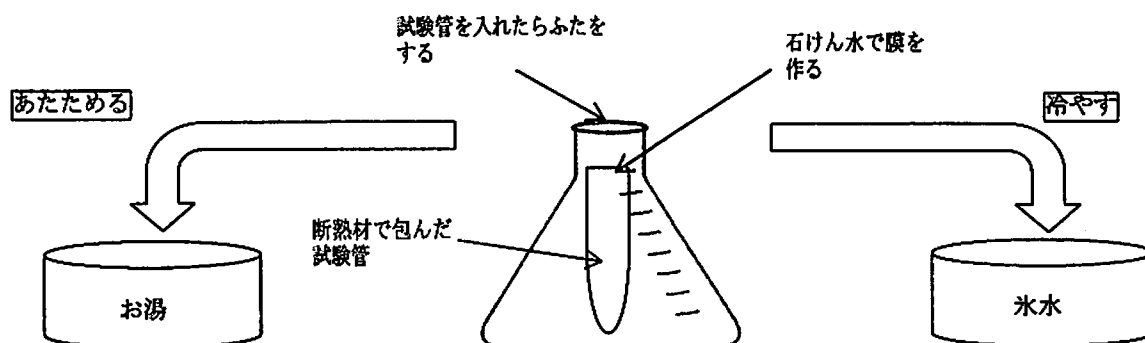
--

<今日の授業をふり返って> (感想・新たにぎ問に思ったこと など)

1 試験管の口に石けん水をつけて、3つの向きにして温めたり冷やしたりしました。試験管の石けんまくはどうなりますか？

温める	常温 (室温と同じ温度)	冷やす
		
		
		

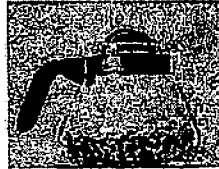
- ② 下の図のように、試験管にだんねつ材をまいてから試験管の口に石けん水をつけて三角フラスコの中に入れました。三角フラスコの口をゴム栓でとめて、温めたり冷やしたりしました。三角フラスコの中の試験管の石けんまくはどうなりますか？（※だんねつ材とは、熱を伝えにくくするもの）



温める	常温	冷やす
理由		理由

1

ふっとうしているお湯に紅茶の葉を入れると、ポットの中で紅茶の葉が動いていました。



ゆかりさん

紅茶の葉が動くのは、あたためられたお湯が動いているからかな。

そこで、ゆかりさんたちは、紅茶の葉が動いているようすから、「水はどのようにあたたまっていくのだろうか」という問題を立てて、予想したことを図に表しました。

ビーカーに水を入れ、ビーカーの底のはしを熱すると・・・



あたためられた水が、上の方に動いて、上から順にあたたまると思うよ。



ゆかりさん

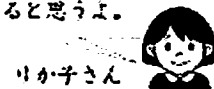


熱せられたところから順に熱が伝わって、水があたたまると思うよ。

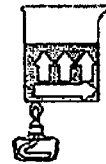


としおさん

あたためられた水が、横の方に動いてから上の方に動き、上から順にあたまると思うよ。



りか子さん



あたためられた水が、横の方に動いて、下から順にあたまると思うよ。



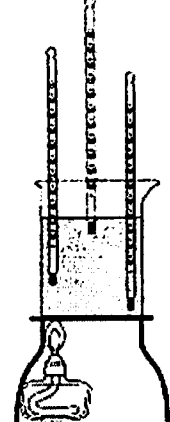
あさらさん

実験した結果は、下の表のようになりました。

<水の温度の上がり方>

	0分	2分後	4分後	6分後	8分後
温度計A	25℃	37℃	45℃	52℃	58℃
温度計B	25℃	34℃	41℃	48℃	54℃
温度計C	25℃	30℃	38℃	45℃	53℃

A B C



実験結果から、あたためられた水の動き方は、ぼくの予想とちがっていたな。



あさらさん

この結果から考え直すと (イ) になるな。

あさらさんのことばの (イ) の中であてはまるものを、下の 1 から 4 までの中から 1 つ選んで、その番号を書きましょう。

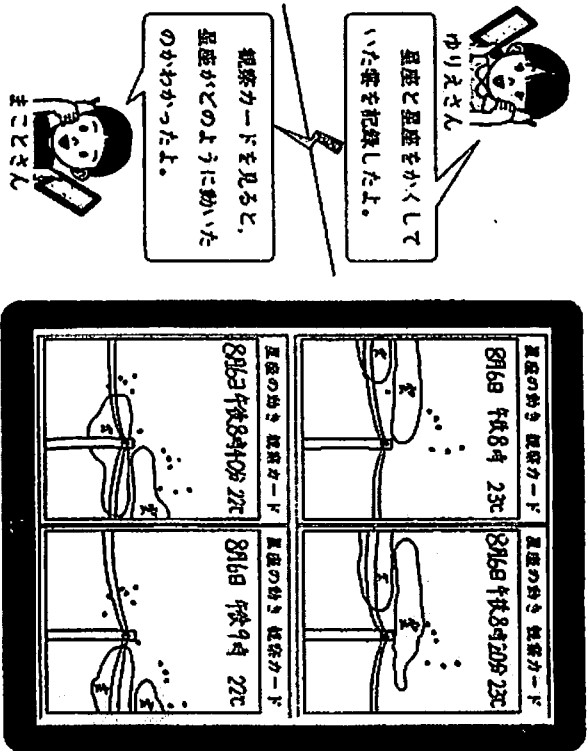
- 1 ゆかりさんの予想と同じ考え
- 2 としおさんの予想と同じ考え
- 3 りか子さんの予想と同じ考え
- 4 3 人の予想とはちがう考え

答え ()

2

ゆりえさんは、家の人と月や星座を観察しながら、近所に住んでいるまことさんと情報交換することにしました。

(1) ゆりえさんは、同じ場所で星座を観察し続けて、星座の位置が変わるようすを観察カードに記録しました。そして、観察カードを電子メールで、まことさんに送りました。



ゆりえさんが送った観察カードに記録されている情報のうち、星座の位置のほかにどの情報をもとにすると、星座の動くようすがわかりますか。下の 1 から 4 までのの中から2つ選んで、その番号を書きましょう。

- 1 時刻
- 2 雲の位置
- 3 気温
- 4 目印となる電柱

答え (,)

(2) ゆりえさんが送った4枚の観察カードから、星座や星座をかくしていた雲は、ゆりえさんから見てどのように動いたと考えられますか。下の 1 から 4 までのの中から1つ選んで、その番号を書きましょう。

- 1 星座は左に動き、星座をかくしていた雲は右に動いた。
- 2 星座は左に動き、星座をかくしていた雲は星座よりも大きく左に動いた。
- 3 星座は右に動き、星座をかくしていた雲は左に動いた。
- 4 星座は右に動き、星座をかくしていた雲は星座よりも大きく右に動いた。

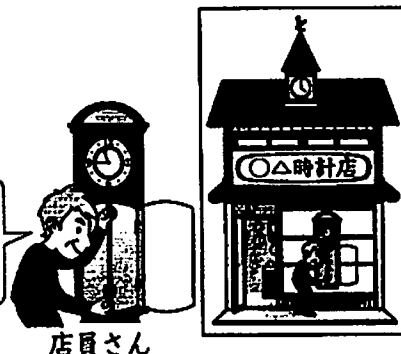
答え ()

中学校 (名前)

※元中央小学校5年2組の人は、右の□に ○をつけてください。

かつやさんたちは、時計店でふりこの性質を利用して動く昔のふりこ時計を見かけました。そこでは、店員さんが、ふりこ時計を調整していました。

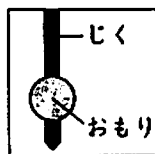
時計がおくれがちなので、ふりこの
1 往復する時間を短くしているんだよ。



かつやさんは、時計がおくれがちになる原因について店員さんに聞きました。すると、店員さんは、次のように説明しました。



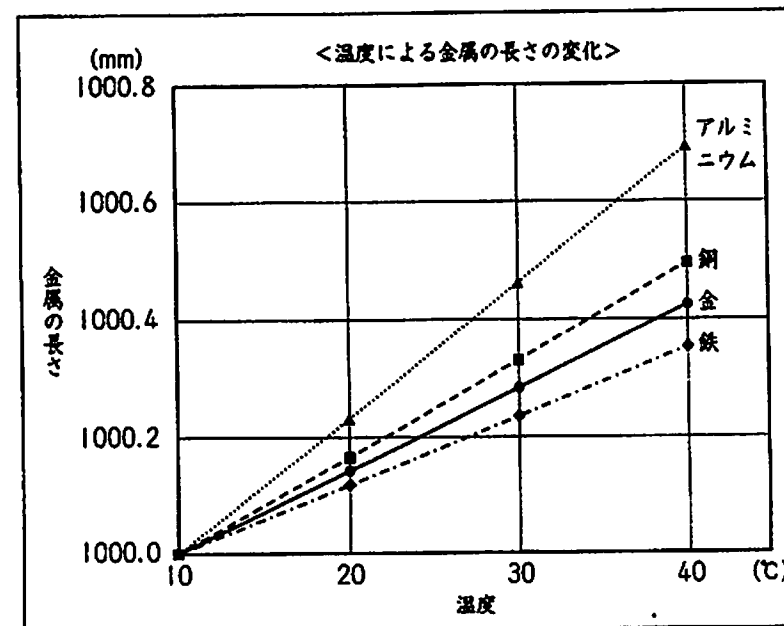
暑くなると、金属でできているふりこの
じくの長さがのびて、ふりこの1 往復する
時間が変わってしまうからだよ。



そこで、かつやさんは、温度が高くなることによって金属がどれくらい
のびるのかを本で調べました。



グラフから、銅は 10℃のときに 1000.0 mm だったのが、
40℃になると約 1000.5 mm になることがわかるね。金属に
よって長さの変わり方がちがうんだね。



問題

前のページのグラフから、温度が高くなってもふりこの1 往復する
時間が最も変わりにくい金属は、4 種類のうち、どの金属といえますか。
下の 1 から 4 までの中から 1 つ選んで、その番号を書きましょう。
また、その番号を選んだわけを書きましょう。

- | | |
|----------|-----|
| 1 アルミニウム | 2 銅 |
| 3 金 | 4 鉄 |

答え ()

わけ