

問題を科学的に解決する資質・能力の育成  
～問題解決の過程に沿った理科学習指導の実践Ⅱ～

鹿屋市立寿小学校 教諭 落合 潤

目 次

<b>1 研究主題</b> ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	1
<b>2 研究主題設定の理由</b> ・・・・・・・・・・・・・・・・	1
(1) 学習指導要領改訂の趣旨より	
(2) 学校教育の課題	
(3) 児童の実態	
<b>3 研究主題について</b> ・・・・・・・・・・・・・・・・	1
(1) 「問題を科学的に解決する」とは	
(2) 「問題解決の過程」とは	
<b>4 研究の仮説</b> ・・・・・・・・・・・・・・・・	2
<b>5 研究の視点</b> ・・・・・・・・・・・・・・・・	2
(1) 児童の興味・関心を高めるための自然事象の提示	
(2) 根拠のある仮説（予想）の設定	
(3) 観察，実験による事実を根拠とする考察	
(4) 振り返りの時間の設定	
<b>6 研究の実際</b> ・・・・・・・・・・・・・・・・	5
(1) 児童の興味・関心を高めるための自然事象の提示	
(2) 根拠のある仮説（予想）の設定	
(3) 観察，実験による事実を根拠とする考察	
(4) 振り返りの時間の設定	
<b>7 研究の成果と今後の課題</b> ・・・・・・・・	9
(1) 研究の成果	
(2) 今後の課題	

〔引用・参考文献〕

・『小学校学習指導要領解説（平成29年告示）理科編』	文部科学省	平成29年
・『中学校学習指導要領解説（平成29年告示）理科編』	文部科学省	平成29年
・『大隅学力向上リーフレット 令和3年度』	大隅教育事務所	令和3年
・『大隅学力向上リーフレット 令和4年度』	大隅教育事務所	令和4年
・『基礎から学べる小中学校理科講座 研修資料』	鹿児島県総合教育センター	令和3年
・『ロイロノート・スクール シンキングツールを学ぶ』	株式会社L o i L o	令和元年

## 1 研究主題

# 問題を科学的に解決する資質・能力の育成 ～問題解決の過程に沿った理科学習指導の実践Ⅱ～

## 2 研究主題設定の理由

### (1) 学習指導要領改訂の趣旨より

小学校学習指導要領の改訂に伴い、理科の目標の在り方が示された。TIMSS2015において、課題として挙げられているのが「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明すること」などの資質・能力である。

そこで、課題に適切に対応できるよう、小学校、中学校、高等学校それぞれの学校段階において、理科の学習を通じて育成を目指す資質・能力の全体像を明確化するとともに資質・能力を育むために必要な学びの過程についての考え方を示すこと等を通じて、理科教育の改善・充実を図っていくことが必要である。今回の理科の改訂では、資質・能力をより具体的なものとして示し、「見方・考え方」は資質・能力を育成する過程で働く、物事を捉える視点や考え方として全教科を通して整理されたことを踏まえ、「理科の見方・考え方」を改めて検討することが必要である。

### (2) 学校教育の課題

学習指導要領においては、育成を目指す資質・能力として、生きて働く「知識及び技能」の習得、未知の状況にも対応できる「思考力、判断力、表現力等」の育成、学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養が挙げられている。児童が、これらの資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けることができるようにするために、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善が求められている。

### (3) 児童の実態

本校の多くの児童は、理科学習に対して高い関心や意欲をもっている。特に、観察や実験の学習になると、目を輝かせて取り組んでいる。中には、学習内容について疑問をもった際は質問したり、自ら調べたりする姿や、知っている自然事象について説明する姿も見られる。しかし、予想の根拠を考える活動や観察、実験から得られた事実を基に考察する活動、知識を活用して事象について考える活動など、思考力を働かせて物事を考えることに対して苦手意識を感じている児童が多い。

そこで、児童の「問題を科学的に解決する資質・能力」を育むために、問題解決の過程に沿った理科学習指導について研究し、上記のような課題を一つ一つ解決していくことで、児童の主体的な学びにつなげたいと考え、本主題を設定した。

## 3 研究主題について

### (1) 「問題を科学的に解決する」とは

「問題を科学的に解決する」とは、自然の事物・現象についての問題を、実証性、再現性、客観性などといった条件を検討する手続きを重視しながら解決していくということである。

実証性とは、考えられた仮説が観察、実験などによって検討することができるという条件である。

再現性とは、仮説を観察、実験などを通して実証するとき、人や時間や場所を変えて複数回行っても同一の実験条件下では、同一の結果が得られるという条件である。客観性とは、実証性や再現性という条件を満足することにより、多くの人々によって承認され、公認されるという条件である。

問題解決の過程を明確にした授業を行う中で、これらの条件を検討する手続きを通して、問題を科学的に解決する資質・能力の育成を図りたい。

## (2) 「問題解決の過程」とは

「問題解決の過程」として、「中学校学習指導要領解説理科編」に「資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ（高等学校基礎科目の例）」が示されている（図1）。

高等学校基礎科目の例となっているが、「小学校及び中学校においても、基本的には高等学校の例と同様の流れで学習過程を捉えることが必要である」と示されている。よって、この問題解決の過程が科学的に解決する学習活動の流れであり、理科の学習過程の基本となる。

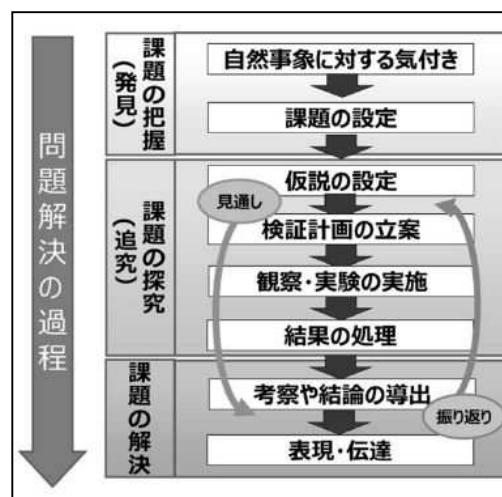


図1 資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ

理科は、自然の事物・現象に対して科学的な方法を用いた探究活動を行い、つくりやしくみを明らかにしたり、法則や規則性を見いだしたりするとともに、知識を体系化（概念を形成）していく一連の学習である。この学習過程を通して科学的に解決するために必要な資質・能力が育成されると考える。理科の見方・考え方は自然の事物・現象から問題を見いだしたり、課題を設定したりする際に働かせるものであるが、科学的な探究活動によって育成されるものでもあると考えられる。

## 4 研究の仮説

### 【研究の仮説】

理科学習指導において、問題解決の過程に沿った授業を行うことによって、児童が理科の見方・考え方を働かせながら思考し、問題を科学的に解決する資質・能力を育むことができるであろう。

## 5 研究の視点

### (1) 児童の興味・関心を高めるための自然事象の提示

自然事象に対する気付きの過程では、単元導入時に児童の興味・関心を高められるような自然事象を提示することで、この事象について解決したい、調べてみたいという学習課題をもつことができ、児童の主體的な学びにつながると考えた。

そこで、学習指導において重要となる学習課題を工夫する際の教師の視点を設定した（表1）。本研究では、課題設定までの過程において、自然事象に対する児童の気付きから学習課題を設定できるように実践を行い、その成果を検証した。

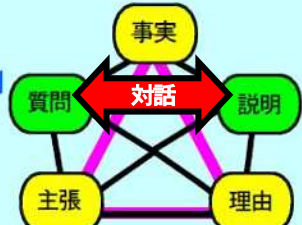
[表1 学習課題を工夫する際の教師の視点 (児童の反応例)]

① 児童の興味・関心を引き出せるもの (おもしろそう。やってみたい。)	② 児童から疑問や矛盾を引き出せるもの (どうしてだろう。おかしいな。)
③ 生活経験や既習事項と関連したもの (〇〇と関係がありそうだな。)	④ 解決の見通しをもたせられるもの (こうすれば解決できそうだ。)

(2) 根拠のある仮説 (予想) の設定

児童の思考の流れに沿った学習を展開するために、理科の学習では、全員が仮説をもって観察、実験を行うことが大切である。しかし、仮説設定の活動において自分の考えを表現する力に個人差がある。

そこで、全員が仮説をもつことができるようにするための手立てが必要となる。さらに、問題を科学的に解決する資質・能力を育むために、自分の立てた仮説について、「なぜそのように考えたのか」という根拠まで説明できるようにしたい。

考えの記述のポイント	学び合いのポイント
 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 三角ロジックの活用</li> <li>○ 場の設定</li> <li>○ 考えが浮かばない児童生徒への対応</li> <li>○ ノート指導</li> <li>○ 情報の与え方の工夫</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ペンタゴン・ロジックの活用</li> <li>○ 内容の明確化</li> <li>○ ペア・グループ活動の選択</li> <li>○ ルール・雰囲気づくり</li> <li>○ 児童生徒への問いの工夫</li> </ul>
<p>○ <b>主張</b> 私は・・・だと思う。</p> <p>○ <b>事実</b> (見たこと、聞いたこと、書いてあること) ・・・は・・・である。(・・・となっている。)</p> <p>○ <b>理由</b> 私は、このことから・・・と考えたから。</p>	
<p>○ <b>質問</b> (他の考え方、「理由」に対する反論) 確かに・・・という意見もあるかもしれない。</p> <p>○ <b>説明</b> (「質問」に対する答え、「主張」へつながる) しかし、・・・だと考える。だからこそ・・・するべきだ。</p>	
<p>相手の説明(考え)をよく聴き、分からないことがあれば、とにかく質問してみる。</p> <p>そして、その質問に答える。すると、そこに「対話」が生まれる。「質問⇄説明」をお互いに繰り返すことで、理解がより深まる。</p>	

[図2 三角ロジック, ペンタゴン・ロジック]

そこで、三角ロジック、ペンタゴン・ロジックの活用(大隅学力向上リーフレット令和3年度版・令和4年度版参考及び引用)を図っていく(図2)。児童が根拠をもって自分の考えを説明できるようにするために、三角ロジックとペンタゴン・ロジックを思考活動の手立てとする。

まず、三角ロジックの構成で「主張-事実-理由」を記述させる。そして、三角ロジックで考えた仮説を基にグループ等で交流し、「質問-説明」を追記させる。

このような流れで仮説設定の場を設け、全員が課題に対する仮説を立てた上で、検証計画の立案の過程に臨めると考えた。

また、仮説設定のための手立てとして4つの視点を提示する(表2)。

まず、①のように、児童が課題を自分のこととして捉え、考えることができるようにすることが大切である。自然事象について説明するだけでなく、実物を提示したり、演示実験を行ったりすることで、児童の関心・意欲を高められるようにする。さらに、②～④の視点を提示することで、三角ロジックの「事実-理由」を記述できるようにし、根拠のある仮説設定のための手立てとする。

〔表2 仮説設定の視点〕

① 課題を把握する (何について調べるのか)
② 既習事項と関連させる (今までに学習したこととつながることがないか)
③ これまでの生活経験を振り返る (生活の中で知っていることがないか)
④ 自分らしさを生かす (絵や図などを使って自分の考えを書けないか)

(3) 観察、実験による事実を根拠とする考察

本校の児童の実態として多く見られるのが、考察や結論の導出の過程において観察、実験の結果と考察を混同してしまうことである。その結果、結論を論理的に説明することが課題となっている。

そこで、考察の過程では三角ロジックを活用することで、観察、実験による事実を根拠とする考察ができるようにする。児童が観察、実験で見たことや得られたデータを「事実」、その事実から言えることを「理由」、結論を「主張」として記述し、説明できるようにする。

(4) 振り返りの時間の設定

本研究では、効果的に学習の振り返りができるようにするために、ダイヤモンド・サイクル(大隅学力向上リーフレット令和3年度版より引用)を用いた振り返りを行う(図3)。

振り返りの4つの観点を設け、児童が自己選択して振り返りができるようにする。

なお、各観点の児童への示し方は、大隅学力向上リーフレットの例を参考に設定した(表3)。また、振り返りの活動において、各観点の項目を共通理解し、継続的に取り組めるようにすることが大切である。そこで、表3にある各観点の「児童への示し方」の頭文字から「わ・が・と・も」として児童に伝えるようにする。



〔図3 ダイヤモンド・サイクル〕

〔表3 振り返り(ダイヤモンド・サイクル)の観点〕

観点	児童への示し方
理解・内容	① わ 分かったこと
方法・活用	② が がんばってできるようになったこと
納得	③ と 友達の考えに「なるほど」と思ったこと
追究(疑問)	④ も もっと知りたいこと、調べてみたいこと



## 6 研究の実際

### 第4学年「物の体積と温度」

#### (1) 児童の興味・関心を高めるための自然事象の提示

##### 【自然事象の提示：試験管の口に付けた石鹼水の膜が膨らむ】

自然事象に対する気づきの過程では、単元導入の第1時に指導者による演示実験を行った。「ハンドパワー」と言いながら児童の前で試験管を握り、石鹼水の膜を膨らませて見せた。事象を見た児童からは、次々に「すごい。」という興味をもった声や「なんで？」という疑問の声が聞こえてきた。実際にやってみたくらいという声も多く、一人一人に試験管を渡すと夢中になって自然事象を体感していた。順番を待つこともなく、思う存分に何度でも行うことができるので、実証性、再現性、客観性の条件を十分に意識させながら学習を進めることができた。また、タブレットで撮影した写真をロイロノートで集約し(図4)、全体で事実を共有しながら、現象が起こった理由を考える活動を行うことができた(図5)。



【図4 事実の集約(指導者端末)】

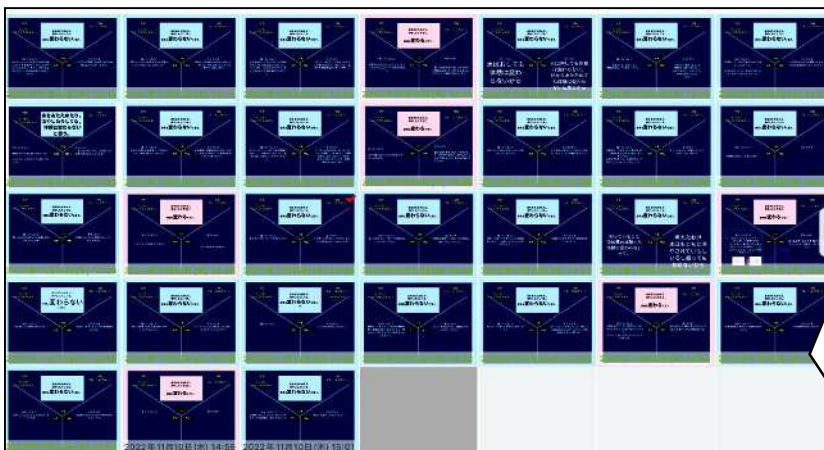


【図5 実験後の児童の考えの一例(ノート)】

#### (2) 根拠のある仮説(予想)の設定

仮説の設定では、ロイロノートのシンキングツール(Yチャート)を活用し、三角ロジック、ペンタゴン・ロジックでの記述を行うようにした。Yチャートに色カードを添付することで、集約時に学級全体の仮説(主張)の傾向が分かるようにした(図6)。また、「主張-理由-事実」「質問-説明」の項目ごとにテキストを作成しておくことで、児童が入力しやすいようにした(図7)。

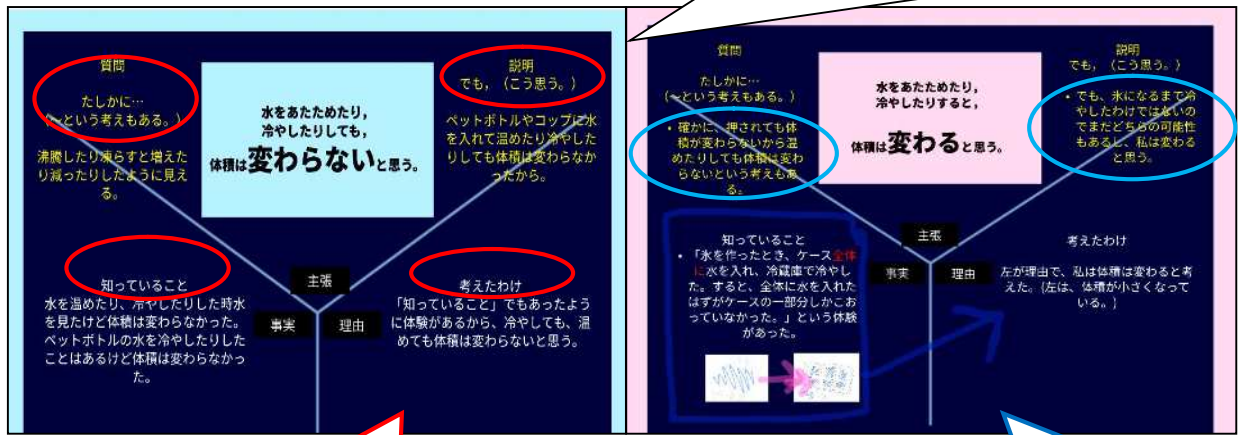
##### ア 水の体積変化について



【図6 児童の仮説の集約】

「体積は変わらない」(青カード)という仮説を立てた児童が多いという傾向がすぐに分かった。そのため、「体積は変わる」(ピンクカード)という考えをもった児童に意図的指名を行い、児童間で考えを共有することができた。

体積が「変わる」「変わらない」という仮説（主張）をカードの色でも識別できるようにした。



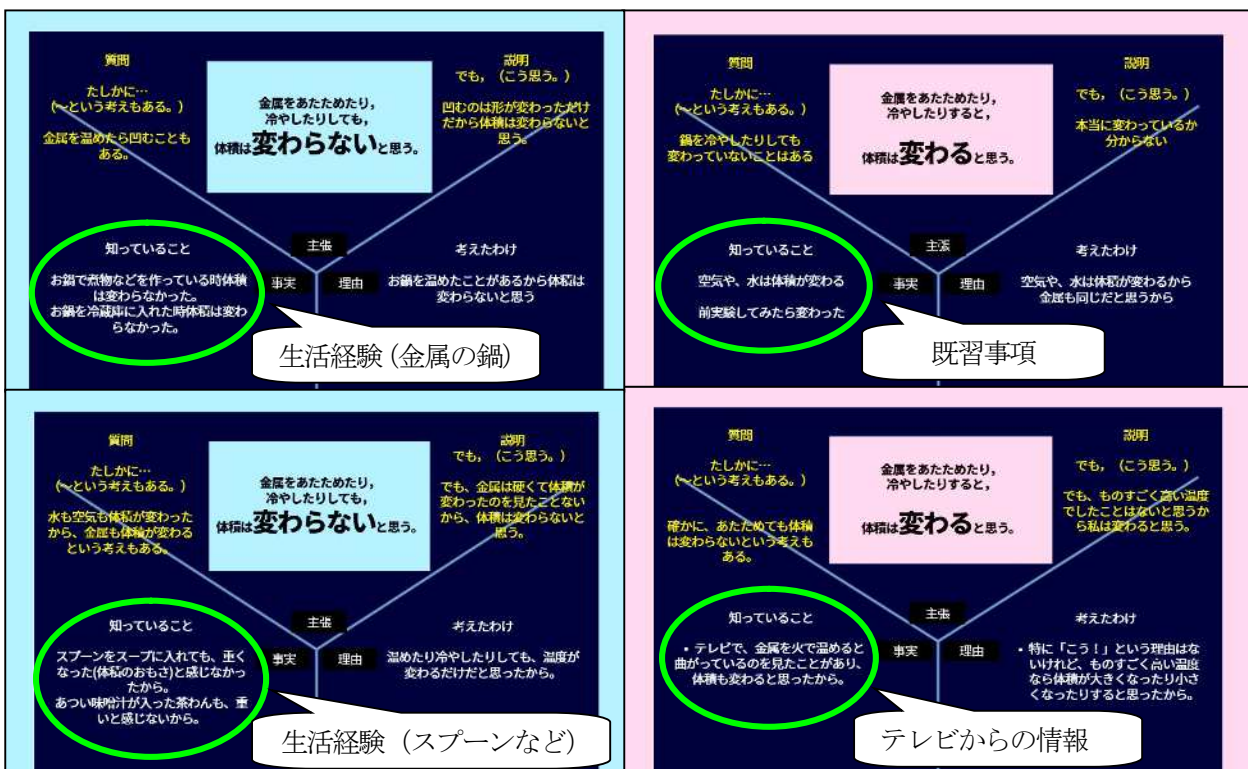
〔図7 児童の仮説の一例〕

ペンタゴン・ロジックの各項目について考えを記述できるようにするために、見出しを添付した。

三角ロジックでの仮説を基に友達と対話し、逆の立場の考えを基にペンタゴン・ロジックでの仮説を設定することができた。

イ 金属の体積変化について

水の体積変化の学習を踏まえ、金属の体積変化についても継続してペンタゴン・ロジックでの仮説設定を行った。事実の項目には、「金属の鍋を温めたり冷やしたりした生活経験」、「スープに浸けたスプーンが温まった経験」、「テレビで視聴した映像」、「空気や水の体積変化についての既習事項」等、児童から様々な知識や経験が根拠として挙げられた（図8）。



〔図8 児童の仮説の一例〕

また、三角ロジックでの仮説を基に友達と対話する場では、ロイロノート上で提出したカードを児童間で共有することで、互いの考えを見たり、聞いたりしながら活動している姿が見られた。(右写真)。

金属の体積変化については、「体積は変わる」、「体積は変わらない」という仮説が約半数で分かれたため、グループでの対話活動を実現できた。



〔対話活動の様子〕

＜対話活動の流れ＞

- ① 事実と理由（考えの根拠）を基に主張を伝え合うことで、考えを共有できるようにした。
- ② 逆の考えに対して思ったことを質問したり、その質問に答えたりする場を設けた。
- ③ この対話活動を基に思考を整理し、多くの児童がペンタゴン・ロジックでの仮説を設定することができた。

しかし、児童の実態として、タイピングの速さに個人差が見られた。そこで、タブレットを活用した仮説設定の活動では、入力する時間を十分に確保し、個別に支援する必要がある児童を把握しながら指導に当たった。

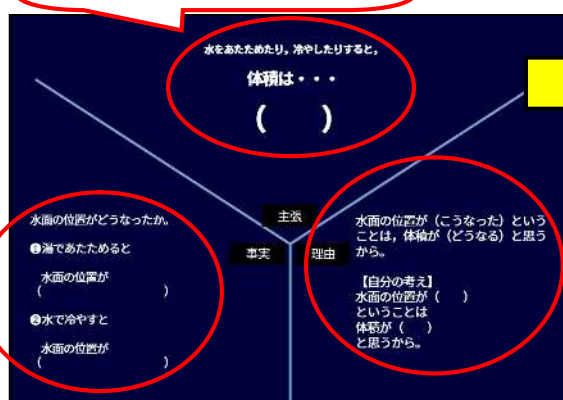
### (3) 観察、実験による事実を根拠とする考察

考察や結論の導出の過程では、ロイロノートのシンキングツール（Yチャート）を活用し、三角ロジックでの記述を行うようにした。観察、実験による事実を根拠とする考察ができるように、児童が観察、実験で見たことや得られたデータを「事実」、その事実から言えることを「理由」、結論を「主張」としてYチャートに入力するようにした。

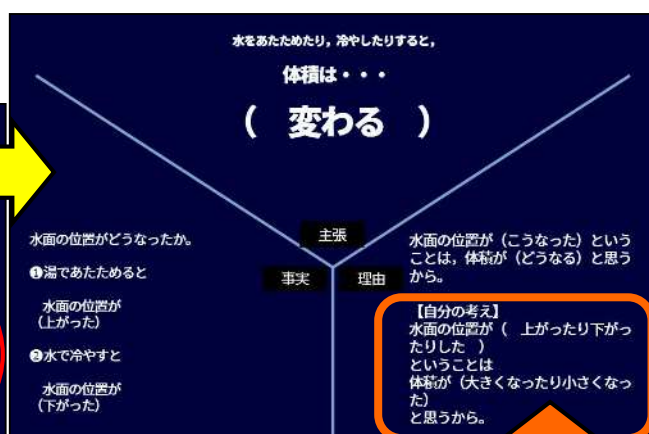
#### ア 水の体積変化について

仮説設定の過程と同様、「主張—理由—事実」の項目のテキストを作成した。さらに、各項目に文型を添付することで、記述できるようにするための手立てとした(図9)。文型を基に、児童は実験での事実を振り返りながら考察することができていた(図10)。

各項目に、記述の手立てとなる文型を添付した。



〔図9 考察用のYチャート〕



〔図10 児童の考察の一例〕

比較

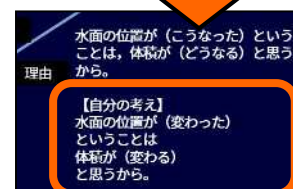


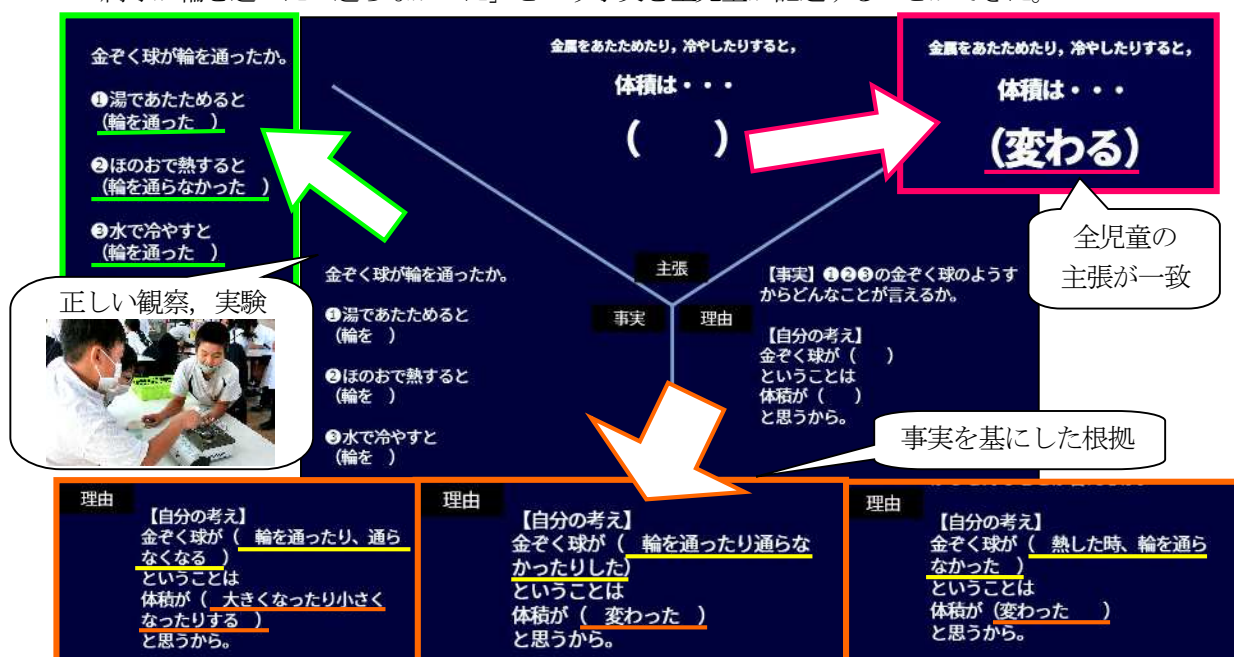
図10の理由の項目で、「体積が変わる」、「体積が大きくなったり小さくなったりする」という記述の違いがあった。これを意図的に取り上げて全体で比較し、整理しながら結論へ導いた。



## イ 金属の体積変化について

図8（P6）の児童の仮説において「火」、「高温」、「鍋をあたためる」等のキーワードが出てきた。そこで、検証計画の立案の過程では、空気や水の体積変化を調べた際の「湯と氷水に浸ける方法」に加え、「ガスコンロを用いて炎で熱する方法」を児童とともに立案し、設定することができた。実験方法が増えたため、三角ロジックの「事実」の項目には、手順に沿って記述ができるように文型のテキストを添付した。

その結果、下図（図11）の「事実」の項目にあるとおり、①～③の3つの実験過程について「金属球が輪を通った・通らなかった」という事実を全児童が記述することができた。

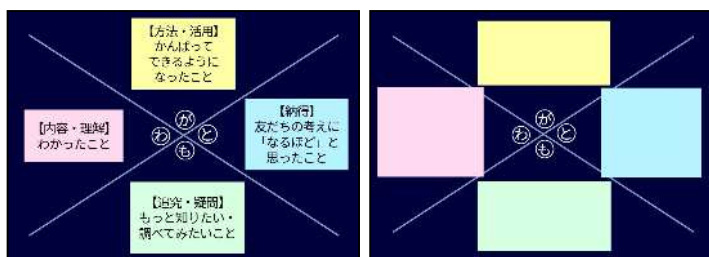


〔図11 児童の考察の一例〕

また、児童の考察を集約すると、全児童の主張が「金属の体積は変わる」という内容で一致していた。そして、理由の項目には、多くの児童が金属球に見られた事実を基に体積の変化について理由付けすることができていた。

## (4) 振り返りの時間の設定

ダイヤモンド・サイクルを用いた振り返りでは、ロイロノートのシンキングツール（Xチャート）を活用し、小单元ごとの終末に振り返りの時間を設定した（図12）。児童は振り返りの観点を自己選択・記述し、提出するようにした。ロイロノートで集約することで、児童が選択した観点を把握しやすくなった。また、单元ごとに提出箱を作成・提出するようにしたことで、各単元のポートフォリオ評価としても活用することができた（図13）。



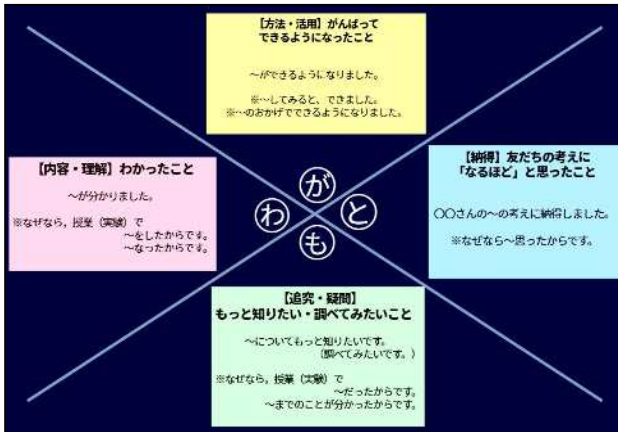
〔図12 振り返り用のXチャート  
（観点提示用：左，児童記入用：右）〕



〔図13 児童の振り返りの集約〕

昨年度からの実践を通して、児童の振り返りに「〇〇が分かった」、「〇〇ができた」等、簡単な記述が多く見られるという課題があったため、改善を図った。2学期後半より、根拠のある振り返りができるようにするための記入例を提示し、実践した（図14）。

以下は、2学期末までの児童の振り返りの一例（4～6年生）である（図15）。



〔図14 振り返りの記入例〕

<p>今日、分かったことはコの字の金属の板のはじっこを熱するとゆっくりと全体まで温まることが分かりました。 <u>なぜなら実験では、はじっこから温めて全体に広がったからです。</u></p>	<p>電熱線をもっと太くしたり、細くしたりしたら、切れるはやさが短くなったり、早くなったりするのかを調べたい。<u>なぜなら、実験で発熱線は太い方が早く切れると分かったからです。</u></p>
<p>金ぞくは、どのように冷えていくのか、そして、水はどのようにあたたまり冷やされたりするのか、調べてみたいです。<u>なぜかという、水は、あたためられたり冷やされたりすると、体積が大きくなったり小さくなったりするので、どのように温まるのか 知りたいからです。</u></p>	
<p><u>班のみんなと協力して慎重に実験することで、ミョウバン水を正しい方法でろ過することができた。</u> <u>手順をみんなで確かめながらしたのがよかったと思う。</u></p>	

図15 児童の振り返りの一例  
(朱線部は学習活動を基とする根拠)

## 7 研究の成果と今後の課題

### (1) 研究の成果

- 自然事象に対する気付きの過程では、単元導入時に関連する自然事象の提示を行うことで、児童の興味・関心を高めながら学習活動を展開することができた。
- 仮説設定の過程では、三角ロジックでの記述を基に対話活動を行い、更にペンタゴン・ロジックでの記述に発展させることができた。また、仮説設定の視点を提示することで、児童の生活経験や既習事項等を根拠とする仮説を設定することができるようになった。
- 考察や結論の導出の過程では、三角ロジックでの記述により、多くの児童が観察、実験による事実を根拠とする考察をできるようになってきた。
- 振り返りの時間の設定では、小單元ごとの振り返りを確実にを行い、ダイヤモンド・サイクルによる4観点を踏まえた多様な記述が見られた。また、各観点の記入例を提示することで、学習活動を基にする根拠を加えた記述が見られるようになった。
- 問題解決の過程に沿った理科学習指導のための一環として、タブレット端末を活用した授業を展開した。児童の学習意欲を高め、かつ継続的な取組により児童の情報活用能力が向上した。

### (2) 今後の課題

- △ 仮説や考察の過程と同様、児童が主体となって検証計画を立案するための手立てを工夫し、問題を科学的に解決する資質・能力を更に育成できるような学習指導を行っていく必要がある。
- △ 結果と考察の混同が見られる児童の実態を踏まえ、考察での三角ロジックに文型を添付した。しかし、今後は各項目について児童が自分の言葉で記述し、事実を根拠とする考察をできるようにするための段階的な指導が必要である。
- △ 振り返りで集約した児童のカードに対し、ポートフォリオ評価に留まらず、フィードバックする等の価値付けの方法を研究していく必要がある。