

実践のまとめ（第4学年 理科）

指導者 上越市立豊原小学校
教諭 平井 和弥

1 研究テーマ

根拠を基に自身の予想・仮説を互いに検討することを通して、児童が主体的に問題解決する力を育成する。

2 研究テーマについて

(1) テーマ設定の意図

新学習指導要領（平成 29 年 3 月告示）では、「理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行い、問題解決する力を身に付けること」、「問題の設定や検証計画の立案、実験結果に対する考察などの場面において、自分で初めに考え、その後、意見交換したり、根拠を基に議論したりできるようにすること」、「新たに獲得した資質・能力を次の学習や日常生活と関連づけ、問題発見・解決ができるようにすること」が必要であると述べられている。また、第4学年の目標及び内容には、「特に、本学年では、学習の過程において、自然の事物・現象から見いだした問題について、既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想するといった問題解決の力を育成することに重点が置かれている。」と述べられている。

これらの観点から児童の実態と自分自身のこれまでの授業を振り返ると、次の2点が課題である。1 つ目は、自身の生活経験を想起できない児童がいることである。自身の予想をするときに「なんとなく」という理由で予想する児童がいる。生活経験が乏しかったり、明確な根拠を基に発想する力が弱かったりすることが原因と考えられる。2 つ目は、友達との意見交流が自分の意見を言うだけで終わってしまうことである。お互いの意見を類似点や相違点などに着目し、よりよい議論ができるようにしていく必要がある。以上の2点から、本研修では、「根拠を基に自身の予想・仮説を互いに検討することを通して、児童が主体的に問題解決する力を育成する」をテーマとし、既習内容や生活経験から根拠を明確にし、自身の予想や仮説を立てることに重点をおき、活動していく

(2) 研究テーマに迫るために

① ワークシートの工夫

予想や仮説の記入欄に自身の予想・仮説の根拠が明確になるよう、ワークシートに「自分の予想・仮説の根拠」「友達からのコメント」「最終的な自分の考え」の欄を作る

② 予想や仮説の妥当性を考える場の設定

自分の仮説やそのように考える根拠を友達から見てもらい、自分の仮説について質問を書いてももらったり、自分とは違う意見の根拠を書いてももらったりする。それらの内容を見たり、聞いたりすることで自分の予想や仮説の妥当性を考え、最終的な自分の考えを表現する。

③ プレ実験の場の確保や視覚支援

児童の実態より、見いだした問題について生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想することが難しいことが想定される。問題となる自然の事物・現象に関わるプレ実験を行ったり、既習事項や関係のある生活場面を提示したりして、経験を想起しやすくする。

(3) 研究テーマに関わる評価

① 児童アンケート

「理科の学習で自分の経験や学習したことを思い出して、予想や仮説を立てることができる。」「友達と自分の考えを比べながら、予想や仮説を考え直したり、よりよい考えにしたりすることができる。」の肯定的評価が80%を上回る。

② 児童のワークシート記述

自身の経験を基に、「〇〇では△△になっていたから、××も～～になると思う。」といった内容の記述ができる。

3 単元と指導計画

(1) 単元名

ものの体積と温度（みんなと学ぶ小学校理科4年 学校図書）

(2) 単元の目標

ものの温度による体積変化に着目する中で、金属、水、および空気の体積と温度との関係を調べる活動を通して、それらについての理解を図り、実験などに関する技能を身に付けるとともに、既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想し実験計画を立てる力、現象と原因を関係づけて説明する力や主体的に問題解決しようとする態度を育成する。

(3) 単元の評価規準

知識・技能	思考力・判断力・表現力	主体的に学習に取り組む態度
金属、水及び空気は温めたり冷やしたりすると、それらの体積が変わるが、その程度には違いがあることを理解している。	金属、水及び空気の性質について見出した問題について、既習の内容や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想し、表現するなどして問題解決している。	金属、水及び空気の性質についての事象・現象に進んで関わり、他者と関わりながら問題解決しようとしている。

(4) 単元の指導計画と評価計画（全9時間、本時4／9時間）

次 (時数)	学習内容	学習活動	主な評価規準と方法
1 (3)	<ul style="list-style-type: none"> 栓をした容器を湯に入れるとどうなるか調べる。 温度による空気の体積変化について調べる。 	<ul style="list-style-type: none"> ◎栓をした容器の中の空気はどうなっていると思いますか。 ◎空気を温めたり、冷やしたりすると空気の体積はどうなるのでしょうか？ 	<p>思考・判断・表現</p> <p>既習の内容や生活経験を基に、容器の栓が飛ぶ仮説を言葉や絵で表現している。</p> <p>【ワークシート】</p> <p>知識・技能</p> <p>空気は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を理解している。【発言・ワークシート】</p>
2 (3) 本時	<ul style="list-style-type: none"> 温度による水の体積変化について調べる。 	<ul style="list-style-type: none"> ◎水を温めると、水の体積はどのようになるのでしょうか。 	<p>思考・判断・表現</p> <p>既習の内容や生活経験を基に、根拠を明らかにして温度による水の体積</p>

		◎水を冷やすと、水の体積はどのようになるでしょうか。	変化を予想している。【ワークシート】 知識・技能 水は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や空気よりも変化が小さいことを理解している。【発言・ワークシート】
3 (3)	・温度による金属の体積変化について調べる。	◎金属を温めると、金属の体積はどうなるでしょうか。 ◎金属を冷やすと、金属の体積はどうなるでしょうか。	思考・判断・表現 既習の内容や生活経験を基に、根拠を明らかにして温度による金属の体積変化を予想している。【ワークシート】 知識・技能 金属は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や空気や水よりも変化が小さいことを理解している。【発言・ワークシート】

4 単元と児童

(1) 単元について

本単元では、金属、水及び空気の性質について、温度変化と体積変化と関連付けて調べる活動を通して、金属、水及び空気の性質についての理解を図り、既習の内容や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を育成することがねらいである。金属、水及び空気を温めたり、冷やしたりしたときの体積の変化に着目して、それらと温度の変化とを関係付けて、金属、水及び空気の温度変化に伴う体積の変化を調べる。これらの活動を通して、金属、水及び空気の性質について、既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想し、モデル図や言葉で表現したり、友達と交流したりすることを通して、金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、それらの体積は変わるが、その程度には違いがあることを捉えるようにする。

(2) 児童の実態

本クラスの児童は男子9名、女子7人、計16人である。前単元「空気と水」の学習では、容器に閉じ込めた空気を^おすすとどうなるかについて、空気は^おすと縮むことや元に戻ろうとすることは理解することができた。しかし、実験の予想を考える際、「なんとなく」という理由で予想する児童がいる。生活経験が乏しかったり、明確な根拠を基に発想する力が弱かったりすることが原因であると考えられる。袋に入れた空気に触れる実験の時間を十分に確保してから予想を立てた場合は、多くの児童がプレ実験の内容と関連付けて、予想を立てることができた。自分の予想を友達と意見交換する場では、自分とは異なる意見を聞いてのち、自身の考えを書き直す児童もいた。本単元の学習では、金属、水及び空気の温度変化に伴う体積変化について、「空気と水」や「水の3つの姿」の既習内容と関連させながら、モデル図を描いて説明したり、根拠のある予想や仮説を立てたりする場が多い。自身の生活

経験や既習事項を基に、自分の考えと友達の考えを比べ、改めて自分の考えを見つめ直す経験を重ね、考えの妥当性を再検討する姿を期待したい。

5 本時の展開 (令和4年11月25日実施)

(1) ねらい

既習内容や生活経験を基に立てた予想や仮説を友達と交流し、自分の考えをもって実験をすることを通して、温度によって水の体積は変化することを理解する。

(2) 展開の構想

本時までには、児童は温度による空気の体積変化の学習をしている。導入として、本時に関係のある学習経験を動画等で確認し、既習内容や生活経験を想起させる。温度によって水の体積は変化するのか疑問をもたせ、ワークシートに予想や根拠を記入し、児童同士で交流する。その後、自身の仮説や予想を検証するためにはどのような実験を行えばよいか考え、自分の実験計画を試行する。

(3) 展開

時間 (分)	学習活動	T教師の働き掛け C予想される児童の反応	<input type="checkbox"/> 評価 <input type="checkbox"/> 支援 ◇留意点
5	○前時の確認 ○めあての確認	T: これまでの経験を想起させる。 C: 空気は温めると、体積が大きくなり、冷やすと小さくなります。 C: 水はいくら圧しても縮めることができませんでした。 C: 水は凍ると体積が増えました。	○ 既習内容の動画を見せるなどして、これまでの経験を想起できるようにする。
15	○めあての確認 ○予想を立てる ○グループで考えを比べる。 ○各グループの考えを共有する。	水の温度を変えると、水の体積はどうなるのだろうか？ C: 水は凍ると体積が増えたから、水の場合は冷えると体積が大きくなって、温めると逆に小さくなると思う。 C: でも、冷蔵庫で飲み物冷やしても、量が増えている感じはしないな。 C: 水はいくら圧しても変化しなかったから、水の場合は変わらないのでは？ C: 鍋にふたをして温めていると、水があふれたことがあったよ。これは、水の体積が増えていたからじゃないかな。	◇水は蒸発しないことを前提に考えるように声掛けをする。 態 友達と意見交換しながら、結果を予想している。 思 既習内容や生活経験を根拠に予想を立てている
15	○ 実験計画 ○ 計画試行	T: 実験方法を考えましょう。 C: お湯につけるぐらいなら、蒸発を気にしないで温められるかな？ C: 冷やすときは氷水につければいいね。 C: 試験管に最初の水面の印をつけておかないと変わったか分からないね。 T: 自分で考えた実験を試してみよう。 C: 温めたら少し増えた気がする。	思 自分の予想を基に、実験計画を立てている。 ◇計画がスムーズであれば、使ってもよい道具

		C: 僕はあんまり変わっているようには見えないよ。	を示し、実際に試していく。
10	○ふりかえり	C: 僕は○○になると思ったけど、△さんの意見を聞いて、○○になると思いました。理由は～～だからです。	◇振り返りの視点を示す。

(4) 評価

- ・ 既習内容や生活経験を根拠に、友達との交流を通して温度による水の体積変化について予想を立てている。【観察・ワークシート】
- ・ 実験結果から、温度によって水の体積は変化することを理解している。【ワークシート】

6 実践を振り返って

(1) 授業の実際

本時の展開は以下の通りである。

① 予想に関わる既習事項の想起

前回の空気の体積変化を復習したのち、水の温度を変えると体積はどうなるかを児童に問いかけた。これまでの理科の学習から、「体積」に関わる内容を児童に聞くと、「空気を押し縮めると体積は小さくなること」「水を押し縮めようとしても、押し縮められないこと」「水を凍らせると体積が大きくなること」「水は温度が高いほど蒸発すること」「空気は温めると体積が大きくなり、冷やすと小さくなること」が挙げられた。その際、これまでの学習の実験時に撮影しておいた児童の実験映像を投影したことで、「水は全く押し縮めることができなかった。」「凍ると体積は増えた。」等、鮮明に既習事項を振り返ることができた。

② 予想・根拠・友達へのコメント・最終的な自分の考えの記入

沸騰するまで温めないことと凍らせるまで冷やさないことを注意点として示し、予想と根拠を記入する時間を設けた。この時、グループ内の友達とこれまでの既習事項を話し合いながら、根拠と予想を立てる姿が見られた(図1)。

次に、友達へのコメントを記入する時間を設けた。グループ内でも予想や根拠が異なる児童がおり、友達のコメントを読んだり発言を聞いたりして、「やっぱり予想を変えてもいいですか。」と発言する児童もいた。友達と予想や根拠を十分に話し合ったのち、最終的な自分の考えを記入する時間を設けた(図2)。児童の立てた予想の人数・記入、発言した根拠は以下の通りである(表1、表2)。

2. 自分の予想の根きよ(どうしてそのように予想したのか?)・友達からのコメント・最終的な自分の考え

自分の予想の根きよ	
【①の根きよ】 水を煮たため、水がじわじわと沸くから水がへってしまふがなと思った。	【②の根きよ】 水をこおせして固体だから、体積はへるけれど、こおる直前までだから、水の体積は変化しないのかと思った。(変化しない)

友達からのコメント	最終的な自分の考え
①同じで80度になりなると蒸発にかいとあもう。 ②同じで冷やの度になりなると氷らなから	①はかわらないと思います。 ②もかわらないと思います。

図2 友達からのコメント・最終的な考え

図1 児童ワークシート（予想・根拠）

表1 児童の立てた予想人数

	体積は大きくなる	体積は変わらない	体積は小さくなる
水を温める	1人	2人	13人
水を冷やす	7人	8人	1人

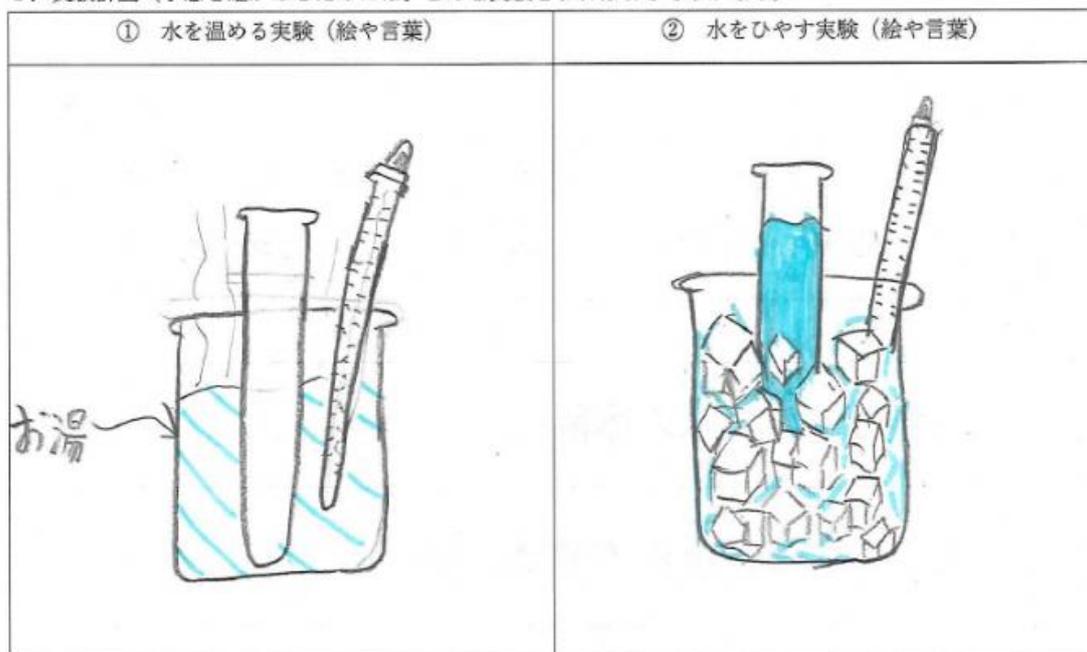
表2 児童が記入・発言した根拠

	体積は大きくなる	体積は変わらない	体積は小さくなる
水を温める	<p>空気も温度を上げると大きくなった。だから、水も同じように大きくなる。</p> <p>空気は押し縮められたけど、水はそうでなかった。だから、空気と水は反対の結果になる。</p>	<p>沸騰させるまで温めないのなら、蒸発もしないので、変わらない。</p>	<p>沸騰までいかなくても蒸発すると思う。だから、温める体積は小さくなる。</p>
水を冷やす	<p>氷になったときに体積は大きくなったから、冷やすと体積は大きくなる。</p>	<p>氷になった瞬間に体積が大きくなると思う。だから、水のままでは変わらない。</p>	<p>空気は冷やすと体積が小さくなったから、水も同じように小さくなると思う。</p>

③ 検証計画の立案

火と食塩の使用はしないことを指示し、児童は実験計画を立てた。また、ビーカーやお湯、氷など、児童が実験をする際に必要となりそうなもの（お湯、ビーカー、三角フラスコ、試験管、氷、サインペン等）を机の上に置いておき、どれを使っても良いことを示した。これまでの検証計画の経験から、水を温めるときと冷やすときの計画を絵や図で表現することができた（図3）。

3. 実験計画（予想を確かめるためには、どんな実験をすればよさそうかな？）



3. 実験計画（予想を確かめるためには、どんな実験をすればよさそうかな？）

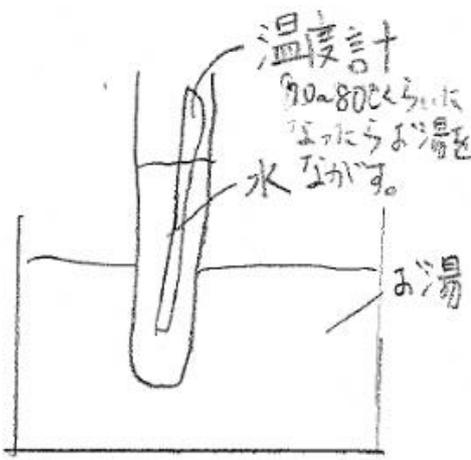
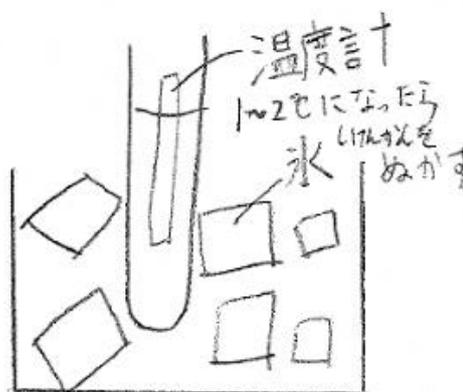
① 水を温める実験（絵や言葉）	② 水をひやす実験（絵や言葉）
	

図3 検証計画の立案

④ 実験試行

一人ひとりが考えた実験を個々に試行して良いことを指示した。計画ができた児童から、実験に必要な用具を準備し、実験を行った。グループ内で「同じ実験を考えているから、一緒にやろう。」と声をかけて、共同実験をしている児童もいた。

実験をする中で、試験管に温度計を入れたことが原因で、体積が増えたと勘違いしてしまう様子があった。しかし、グループ内の友達が、「温度計を入れたら水面が変わっちゃうよ。」と声をかける様子があった。実験をしながら、方法を修正していく過程が見られた。また、何度か同じ実験を繰り返し、本当に変化しているのかどうか確認するグループもあった。

⑤ 振り返り

振り返りを行うための時間が十分に確保できなかったため、振り返りの記入を宿題とした。ワークシートには振り返りの視点を示した。児童の振り返りの一例を以下に示す（図4）。

5. ふりかえり

ふりかえりの参考

- ① どんなことを根きよに予想したかな？友だちとちがうところはあったかな？
- ② 自分で考えた実験の良かったところやもっとこうした方がよかったところはあるかな？
- ③ もっと調べてみたいことやぎもんに感じたことはあるかな？

さいしょは、①が小さくて、②が大きくなるた、たけど、友達の見聞き聞いて考えが変わりました。①の根きよは、いっしょに発して体積が小さくなる。②の根きよは、水を冷やしたかおると思、ていけれど、中までしがつめたくないので、友達の意見を聞いたが、やはり、私もそう思うな、と思、ていました。また、温める実験しかしてないので、次回は、ひやす実験もしたいです。

5. ふりかえり

ふりかえりの参考

- ① どんなことを根きよに予想したかな？友だちとちがうところはあったかな？
- ② 自分で考えた実験の良かったところやもっとこうした方がよかったところはあるかな？
- ③ もっと調べてみたいことやぎもんに感じたことはあるかな？

この実験をして、自分の考えた予想が全然違うことが分かりました。ほくは、お湯に氷を入れた試験管かをふたの直前まであたためると、体積は小さくなると思、ていました。ほんのみなをも同じ予想で、自分の予想が合っていると考、えました。でも、考、えたことがちがったので、おどろきました。

図4 児童の振り返り

(2) 研究テーマについて

- ① ワークシートの工夫 ② 予想や仮説の妥当性を考える場の設定

児童の実態として、予想やその根拠を尋ねた際、「なんとなく」や「理由はない」と発言する児童や、ワークシートに根拠を記入することができない児童がいた。根拠とはどういうことか説明し、生活経験や既習内容から「あの時～だったから、××になると思った。」といった書き方を繰り返しているうちに、学んだことを基に根拠を書けるようになった(図5)。

1. 自分の予想	
何が(何は)	どうなると思う?
水蒸気は	水に
2. 自分の予想の根きよ・友達からのコメント・最終的な自分の考え	
自分の予想の根きよ	予想を絵や図で表そう!
木じょうきを水にもどすこと はできるのか? 実馬食してみた い。	



1. 自分の予想	
① 水を温めると、水の体積は小さくなる	
② 水をひやすと、水の体積は大きくなる	
2. 自分の予想の根きよ(どうしてそのように予想したのか?)・友達からのコメント・最終的な自分の考え	
自分の予想の根きよ	
【①の根きよ】 まゑの実馬食で水、とうたいせ 手かじょうはつしたかり。	【②の根きよ】 むごおひせた実馬食でたいいせか ふんたかり。

自分の予想の根きよ
<p>分かんないけどどきりになる 風でどきりがとばされてどきりがくも になる</p>



自分の予想の根きよ	
<p>【①の根きよ】 水をいっとうさせた時体積 が小さくなったから小さくな ると思った。</p>	<p>【②の根きよ】 水をこおらせた時^{体積が}大きくな ったから、氷がとけると大きくなると思 った。</p>

図5 A児、B児の過去のワークシートの記入と本時のワークシートの記入

ワークシートの「友達のコメント欄」によって、自然と様々な意見に目を通すようになり、多様な意見に触れる機会になっている(図2)。コメントの書き方においてはまだ抽象的だったり、理由を書けなかったりすることがあるが、友達の考えを読んだり、聞いたりすることで、自分の意見と比べながら改めて自分の予想を再検討する機会になっていた。

また、「友達も同じことを考えていて安心した。」という振り返りの記述(図6)もあり、自分の予想の妥当性にも気付け、自信につながっていた。よって、ワークシートに3つの欄を設けたことは、予想の根拠を明確にすることや、自分の予想を考え直す点において、有効に働いていた。予想の段階で児童同士が自然と話し合っている姿が増えてきているため、友達のコメント欄の必要性がかなり薄れてきている。児童の実態に合わせ、グループ以外の友達とも意見交流ができるようにしていく。

友達と同じことを考えていたこともあ
てちゃんとあんしんしました。
もうちゃんと実験の実験に気がついた
です。もっとちゃんと説明できたことに
きょうみをおて言いたいです。

図6 児童の振り返り

③ プレ実験や ICT による視覚支援

児童が根拠をもって実験に臨めるように、「空気と水」では、一人一人に袋を持たせ、空気を閉じ込めた袋を触ったり、つぶしたりする時間を十分に確保した。「物の体積と温度」では、丸底フラスコに栓をして温めると玉が飛ぶ様子を全員に経験させた。これらの経験を基に、空気の体積変化に関する予想を立てることができた。

ICT機器を用いて実際に児童が映っている映像を活用することで、児童はこれまでの学習を鮮明に想起することができた。しかし、生活経験を根拠に予想する児童は少数だった。生活経験を想起できるような発問や映像を取り入れ、既習内容と生活経験のどちらからも根拠の発想を可能にしていく必要がある。

(3) 成果と今後の課題

【成果】

- ・ワークシートに予想を書く際に、これまでの学習を想起して根拠を書かせる経験を通してきたことで、根拠をもった予想をできるようになってきている。また、児童アンケートから、根拠をもって予想することや自分の予想を再検討することに関して、全児童が肯定的な評価だった（表3）。

表3 児童アンケートの結果

質問項目	よくできた	できた	できなかった
4月と比べ、理科の学習で自分の経験や学習したことを思い出して、予想や仮説を立てることはできましたか。	14人	2人	0人
4月と比べ、友達と自分の考えを比べながら、予想や仮説を考え直したり、よりよい考えにしたりすることはできましたか。	12人	4人	0人
予想が合っているか確かめる実験を考えることができましたか	10人	6人	0人

- ・友達からのコメント欄によって、予想や仮説を考え直したり、友達と同意見であることで自信につながったりした。
- ・導入で、児童に過去の実験映像を見せることによって、教科書等の資料画像を使うよりも、既習事項の想起に有効に働いていた。
- ・児童が予想を立て、計画を考えたと、「早く確かめたい。すぐやりたい。」と意欲的に学習に参加していた。予想や根拠をしっかりとさせたあとに実験を考え、児童の考え通りに実行させることは児童の主体的な問題解決につながっていたと言える。

【課題】

- ・今回のように、変化が微量である場合は、予想の段階で、「変わる」「変わらない」の極端な考えではなく、「わずかに変わる。」「ごくわずかに変わる。」などの変化量にも着目させた予想を立てさせる必要があった。そうすることで、児童は微量の変化を見るためにはどうすれば良いかという視点をもつことができる。
- ・今回は沸騰や蒸発の既習内容を取り上げたが、体積と量は別物であるため、今回は蒸発という概念を取り除くべきだった。導入時に蒸発を取り上げてしまったことによっ

て、児童が「体積」と「量」を同じものと感じてしまっている。誤った知識にならないように修正が必要である。

- ・予想の根拠を書く際、多くの児童は既習内容を基に記述していた。既習内容だけでなく、課題を日常生活まで落とし込み、生活経験からも予想ができるようにしていく。
- ・児童は進んで活動をしていたが、何を確かめる実験なのか曖昧になっていることがある。実験前や実験計画の際に、「何を確かめるのか」を再確認し、目的を明確にできるようにしていく。
- ・自分の意思で判断し、行動をしていたが、方法に妥当性があったか、行動に責任を持っていたか、検討していく必要がある。

→5年生では、「自然の事物・現象から見出した問題についての予想や仮説を基に、解決方法を発想する。」6年生では、「自然の事物・現象から見出した問題について追及し、より妥当な考えを作り出す。」ことが重点として挙げられている。実験方法についても児童同士の交流を通し、条件制御等の視点も視野に入れていくことで、高学年で必要となる考え方の素地につながると考えられる。今後の実験計画の際に、自分で考えた実験を客観的な視点でとらえる場を検討していく。

〈参考文献〉

文部科学省（2017）『小学校学習指導要領 理科編』

木下義博（2014）『小学生の批判的思考を育成するための理科学習指導に関する研究』