

研修のまとめ(小学校第4学年 理科)

令和3年11月22日(月)第5校時

授業者 魚沼市立湯之谷小学校

教諭 宇野 超

1 研究テーマ

仮説演繹的な問題解決による論理的思考力の育成 ～「もし～なら…だろう」で始まる仮説と予想の発想～

2 研究テーマについて

(1) テーマ設定の意図

学習指導要領では、資質・能力における4学年で重点的に獲得させたい思考力・判断力・表現力として「根拠のある予想や仮説を発想する力」が示されている。この予想と仮説については、定義が曖昧な部分もあるが、私は以下のように捉えている。

- ・予想とは、観察や実験の結果を推測することであり、その対象は、目に見える現象そのものである。
- ・仮説とは、現象の背景となるしくみや理論を推測することであり、その対象は、目に見えないものも含む。

中村ら(2018)は仮説設定における思考過程を論ずる中で、多くの先行研究例から仮説と予想(予測)を定義し、その位置付けを図1の様に整理している。これを見ると、設定した仮説を根拠として、その妥当性を検証する実験を行い、その結果を予想するという、問題解決の中での順序性が明確に示されている。この流れに沿った場合、児童の思考過程は「もし～(設定した仮説)ならば、…(予測される結果になる)だろう」という、演繹的な問題解決の流れを辿ることになる。このような思考法は「仮説演繹法」とも呼ばれる。この演繹と後述する帰納は、共に論理的思考の手法である。

教科書で示されている学習単元の多くは、「～なのだろうか。」や「～はどのようになるだろうか。」、あるいは「～はどれくらいだろうか。」という「事実(結果)」への問いを発端としている。そして、直接その問いを解決するための観察・実験を経て得られた結果を基に、背景にある科学的なしくみや理論を考察するという流れとなっている。この場合、児童は得られたデータを基に、しくみや理論を推論する、帰納的な思考過程を辿る。

一方、科学的な現象を始めに提示し、「～はなぜか。」「～はどんなしくみか。」という「理由(原理)」を問うことを発端とした場合には、児童が発想した「理由(原理)」を仮説とし、これを検証するための観察・実験を行うという、演繹的な流れとなる。これは前述した仮説演繹法の流れと同様である。

佐々木(2018)を始めとした多くの理科教育実践者が、帰納、演繹の思考過程を意識的に使い分けることの重要性を説く一方で、これまでの理科授業が帰納的な問題解決に偏ってきたことを指摘している。そこで、発問や授業構成を工夫することによって、児童が演繹的に思考する活動を展開し、児童の論理的思考力を高めたいと考えた。

(2) 研究テーマに迫るために

① 「仮説」を発想するもとなる問題設定、発問の工夫

佐々木(2018)は、発問を「事実」「方法」「理由」の3つに分類し、一般的に「事実」を問うと帰納的な問題解決に、「理由」「方法」を問うと演繹的な問題解決になると述べてい

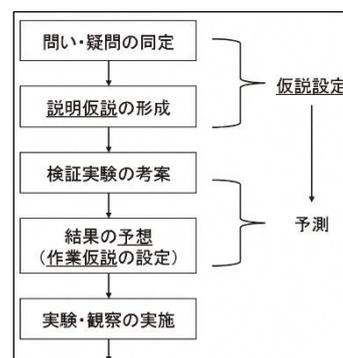


図1 中村ら(2018)による用語の定義

る。前述した通り、「仮説演繹法」による思考過程を辿るには、「理由(原理)」を問うことを発端とし、児童の考え(仮説)を踏まえた上で実験の「結果(事実)」を問うことが必要である。そこで、単元を通して「もし～ならば、・・・だろう」を児童から引き出すよう、発問の内容と順番を意図的に組み立てて授業を構成する。

② 児童の批判的思考力に焦点を当て、論理的思考力の高まりを評価する

小林(2016)は、思考力の構成要素の一つとして「論理的・批判的・創造的思考」を挙げ、自らの思考プロセスを内省的に振り返ることが求められると述べている。また、道田(2003)は、「論理的思考とは、批判的思考を中核にもち、(中略)論理的に考えるためには、(中略)同時に批判的に考える必要がある」と述べている。そこで、児童自身が、自らの学びの過程に対し批判的に振り返る機会を保障することで、論理的思考への気付きを促し、論理的思考力を高めることをねらう。

(3) 研究テーマに関わる評価

① 質問紙調査(批判的思考測定質問紙)

学習単元ごとの開始前と終了後に質問紙調査を行い、論理的思考力の変容を評価する。その際、帰納的思考を基にした学習単元と演繹的思考を基にした学習単元の差違を検討する。質問紙調査は、木下ら(2013)の開発した小学生用の批判的思考測定質問紙(図2)を用いる。

② テキストマイニングによる児童の発言、記述の分析

各グループにおける児童の話合いの音声記録や授業後の振り返りの記述などを、テキストマイニングの手法により、抽出語同士の関連性や発出頻度などから、児童の思考の変容を読み取る。テキストマイニングツールには、KHcorder(樋口2018)を用いる。

理科学習全般	
Q1	自分の意見には、理由をつける。
Q2	自分が納得できるまで考え抜く。
Q3	一つのやり方で問題が解決しないときは、他のやり方を試してみる。
Q4	分からないことがあると質問したくなる。
Q5	「なぜだろう」と考えることが好きである。
実験前	
Q6	一つのことだけでなく、他のことも思い出して予想を立てる。
Q7	自分の予想におかしいところは無いか確かめる。
Q8	友達予想におかしいところは無いか確かめる。
Q9	実験をする前、他の実験方法は無いか考える。
実験中	
Q10	できるだけ多くの実験データを集める。
Q11	一回目の実験結果だけを見て、二回目の実験結果を決めない。
Q12	繰り返しやってみなくても、実験の結果はいつも同じだと思う。
Q13	インターネットで調べたことは、間違いがないと思う。
実験後	
Q14	実験の結果が出たとき、おかしいところは無いが考える。
Q15	実験のやり方に間違いは無かったか考える。
Q16	実験データが間違っているかもしれないと疑ってみる。
Q17	必要な実験データがそろっていないときは、結論を出さない。
Q18	一回の実験だけでは結果を信用しない。
Q19	自分の考察におかしいところは無いが確かめる。
Q20	友達考察におかしいところは無いが確かめる。

図2 木下ら(2013)の開発した質問用紙

3 単元と指導計画

(1) 単元名

ものの体積と温度

(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、水及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・判断・表現	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、器具や機器を正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を分かりやすく記録している。	○金属、水及び空気の性質について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、観察、実験などを行い、得られた結果を基に考察し、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物・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。 ○金属、水及び空気の性質について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。

(4) 単元の指導計画と評価計画(全 10 時間, 本時 4 / 10 時間)

次	学習内容	学習活動	主な評価基準と方法
1 (4) 本時	①空気の体積と温度 ・温度による空気の体積の変化を調べる ・ハンドボイラーのしくみを考え、空気の体積変化についてより理解を深める。	◎空気は、温めたり冷やしたりすると、体積は変化するのだろうか。 →フラスコのせんが飛び出したり吸い込まれたりするのはなぜか。 ◎ハンドボイラーの水(液体)が、上に上がるのはなぜか。	<知識・技能> 温度によって、空気の体積が変わることを理解している。 【ノート, 観察】 <思考・判断・表現> 複数の実験結果から、空気の体積変化と温度変化を関係付けて考えている。 【ノート, PC】
2 (4)	②水の体積と温度 ・温度による水の体積の変化を調べる ・水の体積のわずかな変化を調べる ・発展課題によって空気と水の性質の違いを捉える。	◎水は、温めたり冷やしたりすると、体積は変化するのだろうか。 →水も空気と同じように温めると膨らむのだろうか。 ◎どうしたら噴水を高く飛ばせるだろうか。	<知識・技能> 温度によって水の体積が変わることや空気と変化の大きさが違うことを理解している。 【ノート, 観察】 <思考・判断・表現> 空気と比較しながら、水の体積変化と温度変化を関係付けて考えている。 【ノート, PC】
3 (2)	③金属の体積と温度 ・温度による金属の体積の変化を調べる ・金属の体積のわずかな変化を調べる	◎金属は、温めたり冷やしたりすると、体積は変化するのだろうか。 →金属も水や空気と同じように温めると膨らむのだろうか。また、どのくらい変化するのだろうか。	<知識・技能> 空気>水>金属の順で、体積変化の大きさに違いがあることを理解している。【ノート, 観察】 <思考・判断・表現> 金属の体積変化を確かめる方法を考えたり、空気や水との違いを整理して表現したりしている。 【ノート, PC】 <主体的に学習に取り組む態度> グループで話し合いながら実験方法を考えたり、考察したりしている。 【単元を通して観察】

4 単元と児童

(1) 単元について

本単元は、これまで学んできた「空気と水」「水の3つのすがた」に並び、物質の性質を扱う。金属、水および空気を温めたり冷やしたりしたときの体積の変化を多面的に観察する活動を通して、これまでの学習内容と結びつけながら物質に対する概念の広がりをもたせたい。

(2) 児童の実態

児童(21名)はこれまでの学びの中で、目に見えない現象を図にして表すこと(イメージ図)、順序立てて自分の考えを説明することを意識的に行ってきた。また、ペアやグループを中心に、時にはそれらにとらわれない自由交流を旨とした「学び合い」を日常的に行っており、児童同士で相互補完的に学習内容を理解しようとする姿も多く見られる。一方、学習に進んで参加できない児童や思い通りにできないとくじけてしまう児童も見られ、全員参加という面で課題も見られる。

5 本時の展開

(1) ねらい

- ・ 空気の体積変化と温度変化を関係付け、実験方法について仮説を立てることができる。
- ・ 立てられた仮説から起こる現象を考え、説明することができる。

(2) 展開の構想

本時は、空気の体積変化の活用課題である。ハンドボイラー(図3)は、手の熱などで下の部屋を温めると、中の気体が膨張し、下の部屋の液体が上の部屋へ移動するという科学おもちゃである。ガラスの中身は実際にはエタノールであるが、児童の学習段階を考慮し、本実践においては中の液体を「水」、気体を「空気」としている。教師の演示の後、1班1つずつハンドボイラーを配付し、十分に児童自身が体感する時間をとる。空気の膨張を既に学んでいる児童は、「空気が膨らむことによって水が押し上げられる」ことは容易に納得するだろうと想定する。

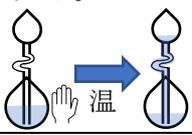
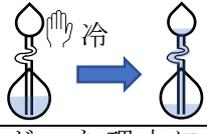


図3 ハンドボイラー

そこで、児童が体感した後、再び演示実験として、今度は冷やした手で上の部屋を持ち、液体が上がる現象を見せる(手を冷やしていることは伏せる)。現象を見た児童からは、「なぜだろう」と自然に疑問が引き出せるであろう。この現象の理由について、仮説を立て、検証方法を考える活動が本時の主活動となる。仮説を発想する際には、JustSmile8のデジタルノートを使用する。

学習の終末において、検証実験を行い、得られた結果から仮説の正否について検証する。これについてもデジタルノートでまとめ及び振り返りを行う。

(3) 展開(4/10)

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	□評価 ○支援 ◇留意点
3	ハンドボイラーの演 示実験を見る。 	T 演示で水が上がる様子を見せる。対話の中で、児童に予想を立てさせたり、しゅきみを考えさせたりする。 C 「前の実験と同じだ。」 「空気が膨らんだからだ。」	○児童実験の前に、水が上がるしゅきを既習事項として押さえる。
5	児童実験を行う。 上の部屋を持つと、水が下に落ちる様子を全員に体感させる。	C 「本当に水が上がっていく。」 C 「もう一回やるには、冷やせばいいのかな。」 C 「上を持てば、下に水が落ちるんじゃないかな。」 T 「上を持ってやってみよう」	□水が上がる理由を理解しながら、現象を確認している。 【観察, ノート, PC】
5	二つ目の演示を見て、現象が起こる理由について仮説を立てる。 	T 演示で水が上がる様子を見せる。 C 「え?」「どうして?」 「水が上がるわけないのに。」 T 「1回目の実験と何が違うのだろうか。」	○手をひやしていることは知らせずに、演示する(児童が気づいた場合はそのまま進める)。 ○既習事項を基に考えることを促す。
10	水が挙がった理由について仮説を立てる。 前時までの学習を想起させる。 	C 「もし手が冷えていたとすると、上の部屋の温度が低くなるから、空気の体積が小さくなるから、水が上がっていく。」 C 「上を持った手の熱が下に伝わったのではないか。」(▲)	○ワークシートを、児童のPC端末に配付する。 ○「もし~なら...」という表現を意識的に投げかけ、児童の演繹思考を促す。
10	立てた仮説について発表する。	T 発表児童を賞賛しつつ、どうやったら仮説を確かめられるかについても児童に問い直しながら、指名していく。 C 「上の部屋を氷で冷やしてみればいい。」など	○児童のデジタルノートをTV画面に映す。 □現象から仮説を立て、説明できる。 【発表, ノート, PC】
7	検証実験をして、予想の結果を確かめる。	C 「やった~! 本当に上がった。」 C 「自分の仮説が合った!」	○検証可能な方法を最終的に教師が与える。
5	振り返りをする。	C(ワークシート記述, 発表)	

(4) 評価

評価規準	温度の変化と空気の体積の変化を関係付けて、水を押し出すしくみを考えることができる。
評価基準	図や言葉で、現象が起こるしくみの仮説を説明できる。(PCのワークシート記述) A: 上部を冷やすことで中の空気が縮み、そのすき間に下部の水が入り込むように上がってくる。 B: 上部を冷やすことで、水が上がってくる。

6 実践を振りかえって

(1) 授業の実際

① 温度の変化と空気の体積の変化の関係を調べる。(1次前半)

本単元の導入として、丸底フラスコを温めて発泡スチレンキャップを飛ばす活動を行った。児童はキャップが飛び出す様子に驚き、楽しみながら何度も繰り返す様子が見られた。キャップが飛び出す際の様子をじっくり観察していた1人の児童が「キャップが押されている」と発言したことを取り上げ、「何がキャップを押しているのだろうか」と問いかけた。これは、「キャップが飛び出したのはなぜか」という「理由」の問いと本質的には同義である。これを問題とし、仮説演繹法での解決を試みた(図4)。上記の問いに対して、「空気の膨張」に言及した1名を除き、ほぼ全ての児童が「中の空気が上がって押す(空気の上昇)」という考えであった。この2つの意見を仮説とし、検証するための実験として「丸底フラスコを逆さに固定し、温めた布巾をかぶせるとどうなるか」と事実(結果)を問うこととした。児童は、仮説をもとに検証実験の結果を予想することによって、見通しをもって実験活動に取り組む姿が見られた。

実験結果を確認した後、キャップの方向を変えて追加実験を行い、考察を行った。なお、この時の児童の思考は、複数の実験結果から結論を導出するという帰納的な流れとなった。上記の実験を終えた後に、丸底フラスコを冷やすと中の空気が縮む(体積が小さくなる)ことを確認し、前述5の本時(公開授業)へと入った。

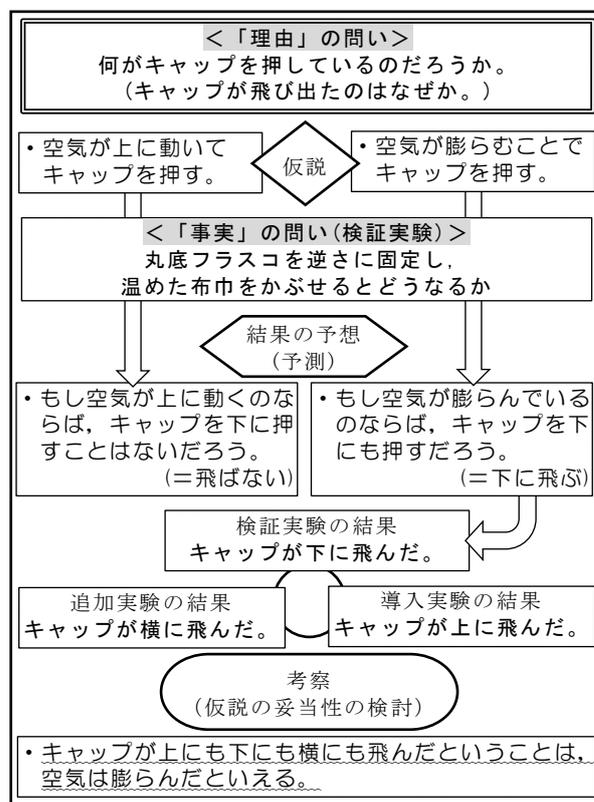


図4 1次前半の児童の思考の流れ(仮説演繹法による)

② 空気の膨張、収縮を応用した課題(1次後半)～公開授業～

本時は「実験方法について仮説を立てる」ことをねらいとして、仮説演繹法を試みた。指導案の流れ通りに2回目の演示を行った後、「1回目の実験と何が違うのか」と「方法」について問いかけた。しかし、「方法」を問うことで演繹的な試行を辿るためには、背景にある原理(理由)が明確になっている必要がある。本時の段階では児童が「冷却による空気の収縮」について十分な理解ができていなかったため、これを仮説の根拠にすることができなかった。また、途中で教師が「水が上に上がった理由を考えよう」と追加で指示をしたため、本時で児童が考えるべきポイントが不明確になってしまった。

そこで次時に、「なぜ上を冷やすと下の水が上がるのだろうか」と、「理由」についての問いを立て、現象のしくみを考える活動とした。その際、既習単元の「空気と水」で扱う「口で吹く水鉄砲」を用いて、水を吸い上げる様子を演示した(図5)。児童は「中の空気を吸い出すことで、残った空気の体積と容器の容積とのすき間を埋めるように水が入る」というイメージを想起させた。これにより、「ハンドボイラーの上部の空気が冷やされて収縮し、できたすき間に下部の水が吸い上げられた」という説明を児童から引き出すことができた(図6)。

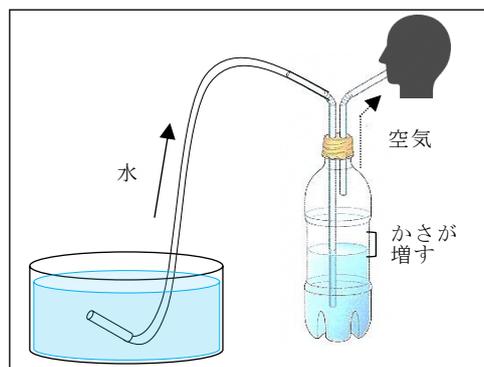


図5 口で吹く水鉄砲を吸い上げる時の模式図

なお、ハンドボイラーで観察できる現象を正確に(厳密に)説明するには、上部と下部の内圧の差や中の液体(エタノール)の気化膨張について言及する必要があるが、本実践では、「空気の膨張による水の移動」を模擬的に実験したものとして、上記の児童の説明が得られたことで一区切りとした。

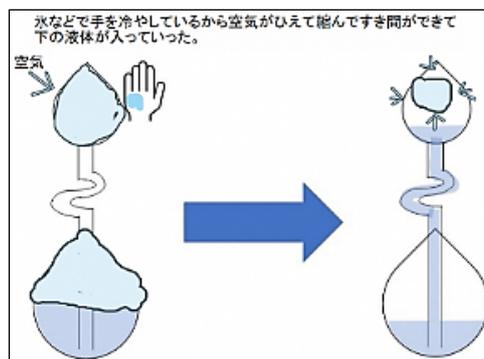


図6 児童のイメージ図(ハンドボイラーの上部を冷やしたとき)

本時の課題では、当初想定していた「仮説演繹法」による問題解決に至らなかった。これは、前述した

通り、本時で扱う事象が複雑であったことと、発問の内容が焦点化できず児童が困惑してしまったことが原因として考えられる。これについては、例えば、ハンドボイラーの上部を冷やすことを明らかにして演示を行った後、「なぜ上部を冷やしたら下部の水が上がったのだろうか」のように、「理由」を問うことで児童の仮説を引き出し、その後、上部を冷やす「方法」を演繹的に導き出す様にするなどが改善点として考えられる。

③ 温度の変化と水、金属の体積の変化の関係を調べる。(2次～3次)

水、金属については教科書と同様の流れで実験を行った。仮説演繹的な問題解決にするために、水、金属の体積変化の有無を問う際、「空気(水)と比べてどのくらい変化するだろうか」と問いかけ、空気、水、金属の体積変化の大きさに注目させた(図7)。これは結果すなわち「事実」を問う発問であったが、結果的に検証実験の根拠となる仮説を引き出すことができた。

問題を提示した後に児童に意見を求めたところ、「水よりも変化が大きく増える」とした児童と「水よりも変化が小さいが増える」とした児童がおよそ学級の半分ずつとなり、「増えない」とした児童は3名であった。

検証実験として、水の体積変化と同じ条件の50℃のお湯で金属球を温め、金属の輪をくぐらせる実験を行った。児童は仮説を根拠に実験の結果を演繹的に予想し、実験後の考察につなげていた。

ここで、「水より変化が小さくても、体積変

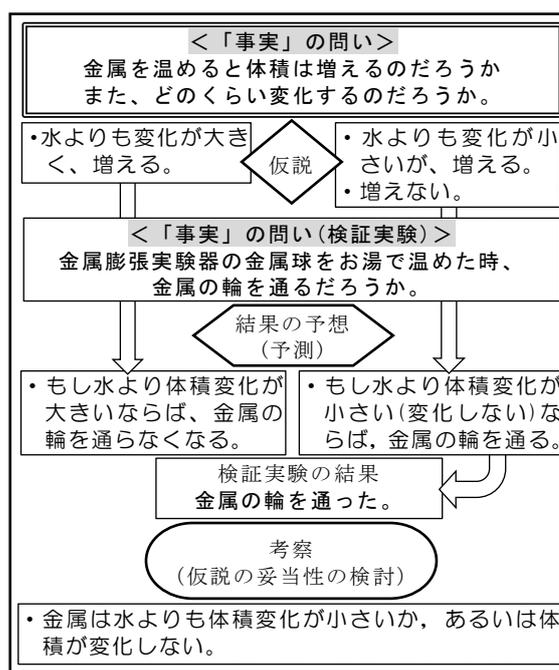


図7 3次前半の児童の思考の流れ

化があるのかどうか」について、追究することとした。そこで、再び仮説を立てさせたところ、「水より変化が小さくても、体積が増える」と考える児童と「体積は変化しない」と考える児童が、およそ半々の割合となった。これは、お湯で体積が増えない(実際には微かに増加している)という結果を受けて、考えが揺さぶられた児童が多かったことによると考える。

ここでも、「事実」を問う発問となったが、3次前半と同様に検証実験の根拠となる仮説を引き出すことができた(図8)。

そして、見通しをもって実験を行った児童は、実験結果を考察することで、温度による金属の体積変化について、正しく理解した。

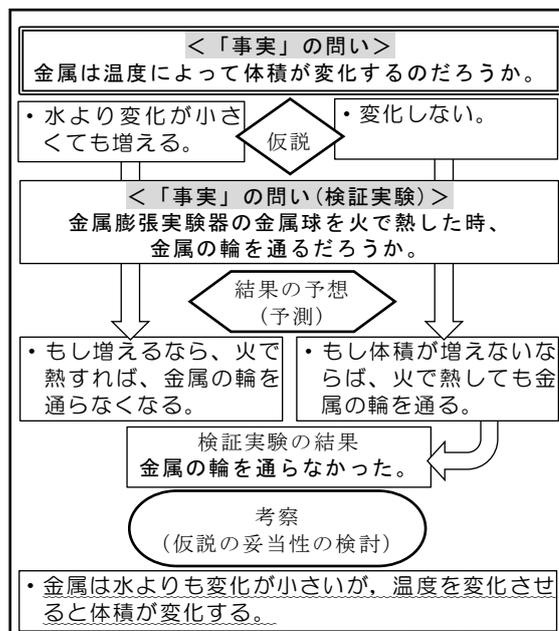


図8 3次後半の児童の思考の流れ

(2) 研究テーマに関わって(評価)

① 質問紙調査の結果

本単元の実施前と実施後に、児童が Google forms に入力した質問用紙調査の回答を点数化し、4点に近い方を「批判的思考力が高い」と評価することとした。木下ら(2013)は、この質問用紙の因子分析を行い、「反省的な思考」「探究的・合理的な思考」「根拠の重視」「健全な懐疑心」という4つの

因子	時期	平均値	標準偏差	t 値
反省的な思考	前	2.95	.71	.28
	後	3.01	.75	
探究的・合理的な思考	前	2.99	.64	.50
	後	3.07	.67	
根拠の重視	前	2.75	.87	.66
	後	2.87	.66	
健全な懐疑心	前	2.45	.80	.93
	後	2.67	.79	

N = 21 いずれも p > .10

図9 単元実施前後の調査の結果

側面(因子)で批判的な思考力が測定できることを明らかにしており、本実践でもこれに従って分類した。さらに、取組の前後において有意な差があるか否かを検討するため、平均値の差の検定(対応のあるサンプルの t 検定)を行った(図9)。ポイントの平均値を見ると、一見上昇傾向があるかに思われるが、一般に p 値が 0.05 未満を「統計的に有意」とみなすことから、本実践では批判的思考力の育成において有意な成果が得られなかったといえる。

② テキストマイニングによる児童の発言、記述の分析

児童が「Google forms」に入力した振りかえり記述のテキストデータを、KH Corder3(樋口 2001)を用いてテキストマイニングを行い、本単元実施の前後で言語同士の構成の変化を調べた。言語同士の構成については、共起ネットワークを作成するコマンドを使用し、可視化した。

単元実施前(図10)においては、学習内容についての記述が多く、実験で行ったことや言語的知識が多く見られる。また、自身の学び方や思考力につな

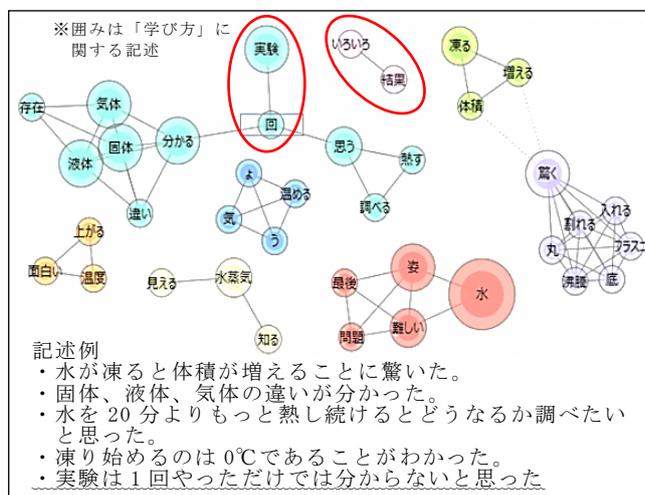


図10 単元実施前の児童の記述における言語構成(共起ネットワーク)と記述例

がる記述も見られるが、具体性に乏しいものであった。

一方、単元実施後(図 11)には、学習内容の記述も見られるが、加えて「自分の考えが変化したこと」や、「友達の考えに触れて考察し直したこと」など、学び方に関する記述が見られるようになった。さらに、「一つの実験で、結果を決めつけられないこと」など、批判的思考力につながる記述も見られた。

以上のことから、児童が自らの学びを俯瞰して振り返り、批判的に思考することを自覚する様子が見られた。

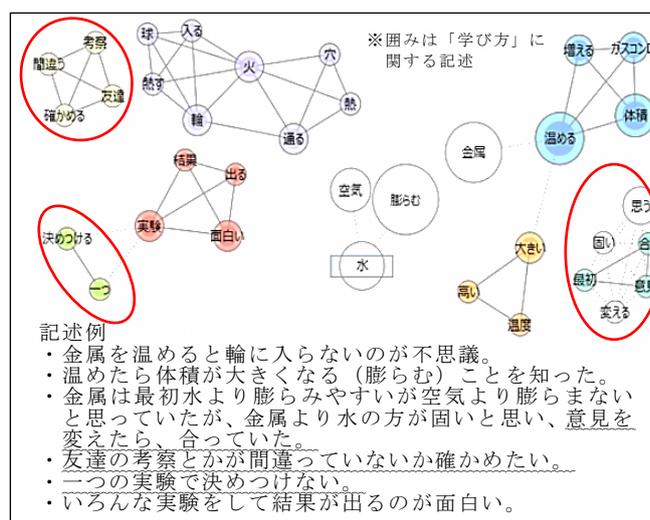


図 11 単元実施前の児童の記述における言語構成(共起ネットワーク)と記述例

(3) 成果と今後の課題

これまで述べてきた通り、単元を通して「もし～ならば、・・・だろう」を児童から引き出すよう、発問の内容と順番を意図的に組み立てて授業を構成してきた。その中で見えてきたのは、児童は必ずしも「理由」を問うことで演繹的に、「事実」「方法」を問うことで帰納的な思考を辿るわけではないということである。むしろ、本実践の3次のように「事実」を問う発問であっても、そのことを確かめるための検証実験の結果を予測する根拠になり得るならば、仮説として成り立つと感じた。すなわち、**重要なのは問いの種類(内容)ではなく、仮説が生まれる問いであることと、仮説を根拠に結果を予測できる検証実験が一つの流れになっていることである**と考える。

また、本実践では論理的な思考力を高めることを目的として仮説演繹法を試みたが、**副次的な成果として、児童が主体的に問題解決する態度の醸成にも効果を発揮する可能性を実感できた**。これについては、今後検証方法を探り、明らかにしていく。

また本実践の記述評価において、「論理的思考力」については数値的成果が認められなかった。これには児童の実態との不都合や統計処理上の標本数の不足など、様々な要因が考えられる。また、小学校早期における ICT スキルの定着なども視野に入れる必要があると考える。一方、児童の記述分析からは、自身の学びを俯瞰し、批判的に振り返る様子も見られるようになった。これは一つの本実践の成果であると捉えることができ、本テーマの方向性を意義付けるものと考えられる。今後も、本テーマの方向性を維持しつつ、さらなる実践の充実と評価・検証方法の確立を試みていきたい。

<参考・引用文献等>

- 文部科学省. 2017. 小学校学習指導要領(平成 29 年告示). 解説理科編(平成 29 年告示). 東洋館出版社.
- 中村大輝, 松浦拓也. 2018. 仮説設定における思考過程とその合理性に関する基礎的研究. 理科教育学研究 Vol. 58 No. 3
- 佐々木昭弘. 2018. 佐々木昭弘の理科授業 これだけは身につけたい指導の技 4 5. 明治図書
- 小林辰至・後藤顕一. 2016. 「理科」における「21 世紀に求められる資質・能力」の「思考力」の捉え方. 上越教育大学研究紀要 第 35 号.
- 道田泰司. 2003. 論理的思考とは何か?. 琉球大学教育学部紀要 第 63 号.
- 古川美樹, 角和博, 岩永雅也. 2018. 小学校理科における意味ネットワーク・モデルの参照により児童が書いた箇条書きの特徴に関する研究. 佐賀大学教育実践研究 第 37 号
- 廣岡秀一, 小川一美, 元吉忠寛. 2000. クリティカルシンキングに対する志向性の測定に関する探索的研究. 三重大学教育学部研究紀要(教育科学). 第 51 巻
- 木下博義, 山中真悟, 中山貴司. 2013. 理科における小学生の批判的思考とその要因構造に関する研究. 理科教育学研究 Vol. 54
- 樋口耕一. 2001-2021. KH Corder3 Web サイト. <https://khcoder.net/> (2021. 9. 12 閲覧)