

要 旨

理科の学習における個々の考えを科学的に発展させるための交流活動の場として、本研究では、仮説を立てる過程に視点を当て、その在り方を探ることとした。具体的には、自他の考えとその根拠を分類、比較し、同一点や差異点を検討できる「グループ話し合いボード」などを用いた話し合い活動を設定した。その結果、自分の考えの根拠を付け加えたり、考えを修正したりさせながら、より根拠に基づいた（複数の考えとその根拠を意識させた）仮説を個々に立てさせることができ、その後の検証実験などの学習に対しても目的意識をもって取り組んでいく様子が見られた。

キーワード 考えとその根拠の意識 話し合い活動 より根拠に基づいた仮説

1 研究の目標

自らの考えを科学的に発展させるための交流活動の在り方を探る。

2 目標設定の理由

小学校理科では、児童一人一人の問題意識を基に、解決するための観察・実験方法などを考え、実行する過程を通して、その方法や結果の吟味を行って、科学的な法則を得たり、その法則を観察・実験の結果を基に説明したりすることが求められる。この科学的な法則とは、テストのために記憶されるような「学校知」に終わることなく、探究プロセスをも関係付けた上で得られ、日常生活に適用されていくものである。学習指導要領においても、「問題解決の活動を通して、事象の性質や規則性を実感することにより、科学的な見方や考え方を構築できるようにする」⁽¹⁾と述べられている。

しかし、学習状況調査の結果などから、事象を児童の既有的経験・知識と関連付けて学習課題を捉えさせたり、目的を明確にして実験をさせ、実験経過と実験結果を結び付けて科学的な法則としてまとめたりする指導についての改善が指摘されている。

そこで、本研究では、グループ研究の方向性（多様な形態の交流活動を通して、「思考と表現」の一連のサイクルを繰り返すことで、考えを深めたり、修正したりしながら、最終的に自分の考えを確立していく）を受け、理科学習において従来行ってきた実験後の交流活動以外にも、児童相互が事象についての考えとその根拠を関連付けさせることができるような交流活動の設定を考えた。このような交流活動を通して、児童は個々の考えを比較・検討・修正し、より自身の経験・知識を関連付けながら自らの考えを確立していくと考え、本目標を設定した。

3 研究の仮説

仮説を立てる過程において、個々の出会いの考えを類型化した後、次のような手立てを踏まえた話し合い活動を取り入れれば、複数の考えとその根拠を意識した仮説の基に検証実験を行うことができ、より科学的な考えを高めることにつながるであろう。

- ・ 類型化された複数の考えとその根拠を挙げ、自他の同一点や差異点を意識させる。
- ・ 考えとその根拠を吟味し合ったことを生かして、個々の考えを再構成させる。

4 研究の内容と方法

(1) 概念の変換に関する理論研究

(2) より根拠に基づく仮説を導き出すための話し合い活動を取り入れた授業実践及びその分析と考察

5 研究の実際 1 (実践化への手立て)

(1) 文献による理論研究

小学校理科における思考とは、自らの考えを科学的に発展させることであり、既存の経験・知識と新しい情報とをうまく関連付けながら、科学的な法則につながる考えを導き出すことであると捉える。この「関連付ける」ことについての一理論として、長洲南海男は次のように述べている。

・ (前略)「概念変換モデル(CCM)」において「新しい考え(概念)が多くの根拠を付け、既存の考え(概念)の地位を越えたときに、その新しい考えは受け入れられる」(中略)概念地位を考える際のポイントを、概念の理解しやすさ、概念の信頼性、概念の有用性においている。これが、個人が概念の地位を規定する際に注目する中心的観点であると主張する。⁽²⁾

この理論を基に、学習の中で「概念の理解しやすさ・信頼性・有用性」を高める機会として、「事象と既存の経験・知識とを関連付けるための小グループを軸とした話し合い活動」を考え、仮説を立てる前の段階に設定することとした。また、本研究においては「概念地位」という考え方を「考えに対する支持」と捉えることで、事象についての個々の考えとその根拠を効果的に交流させることが、「考えに対する支持」を上げるとともに、その後の学習活動についても目的意識をもって取り組むことにつながると考えた。

(2) 考えを科学的に高めさせるための話し合い活動を設定した学習過程

「仮説を立てる前の段階での話し合い活動」を設定した学習の流れが図1である。

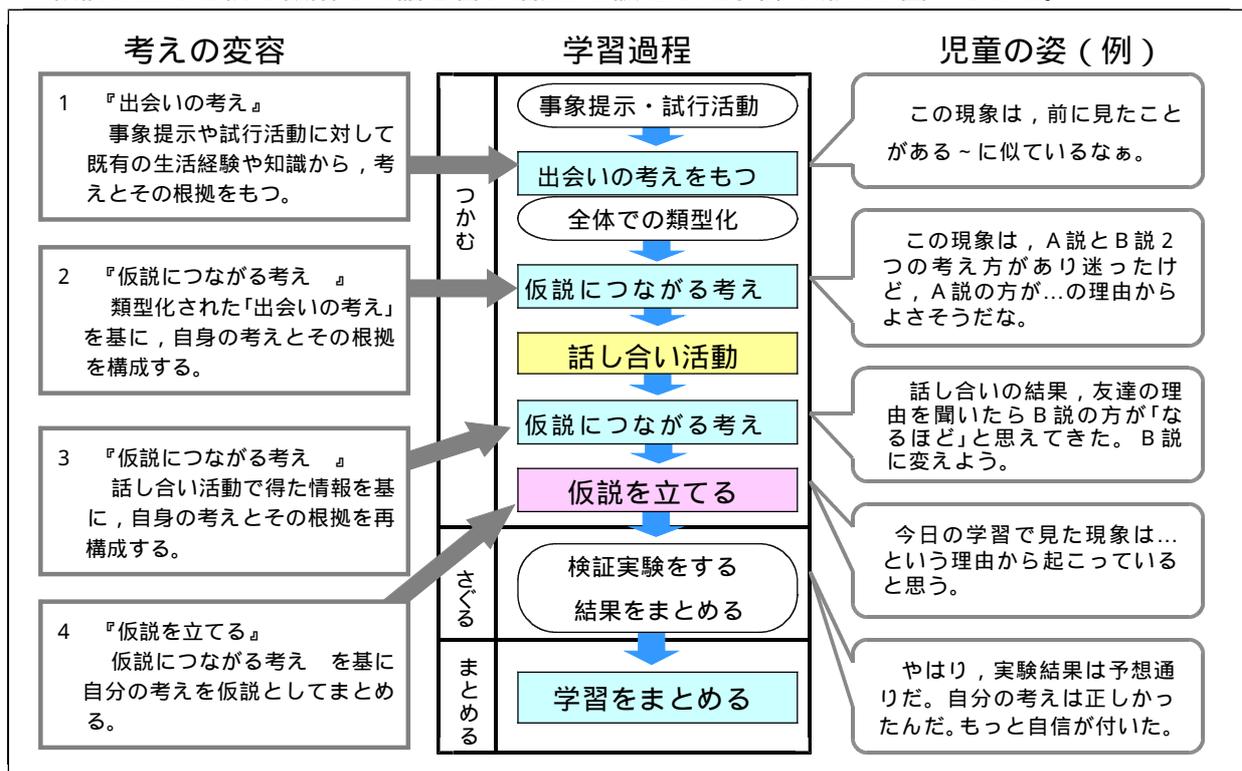


図1 学習の流れ

(3) 話し合い活動において効率よく考えとその根拠を交流させるための手立て

これまでの実践を振り返ったときに、「話し合い活動」を取り入れたものの、「個々の発表」に終始してしまうことがあった。つまり、自他の交流を生かして、より科学的な考えを生み出させるところまでは至らなかった。その原因を探ったときに、「自他の考えとその根拠を比較させるための手立てが足りない」ことが考えられた。そこで、次の2点のような手立てを考えた。

ア 考えとその根拠についての視点をもたせた学習カード

話し合い活動前後に構成させる考えとその根拠を意識させやすくなるよう、(自他の考えにつ

いての)「正しいと思う理由」「おかしいと思う理由」という視点を取り入れた学習カード(図2参照)を用いた。これにより自分が「どのような根拠をもち、どのような支持の基に話し合い前の考えを構成しているか」や「話し合いを経て、考えとその根拠及び支持をどのように変容させたか」を確認させられると考えた。

イ 交流の視点を明確にしたグループ話し合いボード

話し合い活動時に、個々の話し合い前の考え(仮説につながる考え)とその根拠を比較させるために「グループ話し合いボード」(写真1参照)を用いた。

本実践では、同じ考えの人数が多いほど安心して説明できるという意図から、まず、話し合いの冒頭で、グループ全員が一斉に自身の根拠を書いた付箋紙をボードに(図2の欄に貼っていた付箋紙を写真1の欄へという具合に)貼らせ、次に、「正しいと思う理由」の箇所に付箋が多かった方から順に説明させる。これにより、グループ内において「どちらの考えの正しいと思う理由が多いのか」や「同じ考えを支持する理由でも、自分以外はどうか」などを児童に気付かせ、比較・検討させやすくなると考えた。

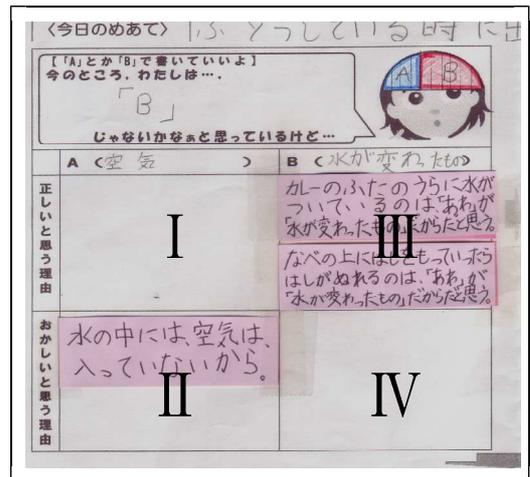


図2 学習カード

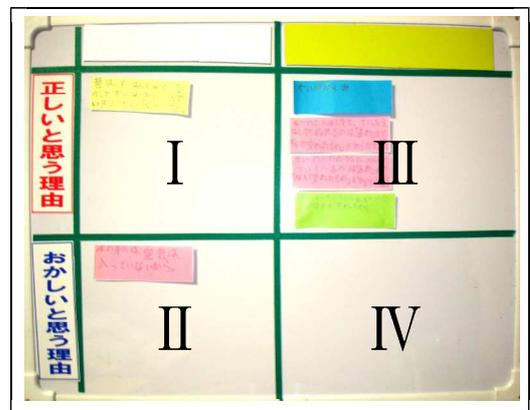


写真1 グループ話し合いボード

6 研究の実際2(授業実践を通しての結果)

(1) 単元 第4学年 「変身する水を調べよう」

単元指導計画(全9時間)は紙面の都合上割愛する。

(2) 本時の目標(5~6/9)

事象についての考えとその根拠を基にした話し合いから、水を沸騰させると出る泡の正体についての仮説を立て、実験を通して、水が沸騰しているときに出る泡は水が変わったもの(水蒸気)であり、冷えると水になることを確かめることができる。(思考・判断)

(3) 授業記録(5~6/9)

学習の様子と主な教師の手立て						
つ か む	1 事象(前時学習における、泡を出しながら水が沸騰している写真)から、本時の学習のめあてをつかむ。 めあて 「水がふっとうしたときに出てくるあわの正体を探ろう。」					
	2 児童は事象に対して出合いの考えをもつ。 <div style="display: flex; align-items: center;">   <div style="margin-left: 20px;"> <p>生活場面の想起 出合いの考えをもたせるため、学習のめあてを提示後、導入における事象と既存の経験・知識とを関連付けやすくする生活場面を児童の意見を引き出しながら示した。本単元はイメージしにくい内容であり、写真資料等を用意した。</p> </div> </div> <p>水そうのポンプの泡 鍋料理の泡</p>					
	3 教師がクラス全体の出合いの考えを類型化する。 <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">類型化した</td> <td style="width: 40%;">「泡の正体は空気」 ... (以下A説)</td> <td style="width: 40%;">26人(C14児, C15児を含む)</td> </tr> <tr> <td>出合いの考え</td> <td>「泡の正体は水が変わったもの... (以下B説)</td> <td>2人(C17児を含む)</td> </tr> </table>	類型化した	「泡の正体は空気」 ... (以下A説)	26人(C14児, C15児を含む)	出合いの考え	「泡の正体は水が変わったもの... (以下B説)
類型化した	「泡の正体は空気」 ... (以下A説)	26人(C14児, C15児を含む)				
出合いの考え	「泡の正体は水が変わったもの... (以下B説)	2人(C17児を含む)				

つ 4 仮説につながる考え を構成する。(抽出児の考え・根拠・支持)

<p>C 14児 目分の考えし 【A】とか【B】で書いていいよ 今のところ、わたしは... じゃあ何かを...と書いておけど...</p> <p>A</p> <p>考え 支持</p> <p>【A説を正しいと思う根拠】 コーラを振ったときにも空気 みたいな泡が出てくるから。</p>	<p>C 15児 【A】とか【B】で書いていいよ 今のところ、わたしは... じゃあ何かを...と書いておけど...</p> <p>B</p> <p>考え 支持</p> <p>【B説を正しいと思う根拠】 鍋ぶたの裏に付いている水は、 水が温められて水蒸気になった。 【A説をおかしいと思う根拠】 水の空気はない。</p>	<p>C 17児 【A】とか【B】で書いていいよ 今のところ、わたしは... じゃあ何かを...と書いておけど...</p> <p>B</p> <p>考え 支持</p> <p>【B説を正しいと思う根拠】 夏、コーラを車に入れてたら、泡 が出なくなり、容器に水滴が付い た。水が水蒸気になったと思う。 【A説をおかしいと思う根拠】 水の中に空気はないと思う。</p>
--	--	--

5 話し合い活動をする。

【実際の班の話し合い活動の様子(抜粋)】

- C 15「鍋ぶたの裏に水がたまるのは水が温められて水蒸気にな
って付いたと思う...。(だからB)」
- C 17「夏に車の中で飲んでいたペットボトルのコーラを見たら
炭酸が抜けた後、上の部分に水の粒が付いたよ。きっと
コーラが温められて水蒸気になったんじゃないかな。(だ
からB)」
- C 16「鍋のときに、箸を鍋の上に置いていたら、なんて言えば
いいのかなあ...、そう水蒸気が箸についた水になってい
た。(だからB)」
- C 17「ねえ、水蒸気って何か分かる？」
- C 15「水の蒸気?...、水の空気？」
- C 17「温まって出てきた、水滴の粒かなあ。」
(A説の説明に移る)
- C 14「コーラを振ったときに空気みたいなものが出てくるから、きっとAだと思うなあ。」
- C 15「水の中に空気はないと思うんだけど。」 C 14「でも、コーラは中から空気みたいなものが出てくるよ。」
- C 17「でも、それは空気みたいなものだから、空気じゃないんじゃない。」 C 14「そうかあ...。」

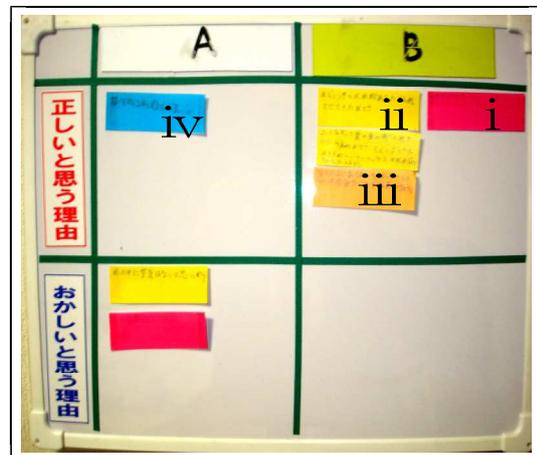
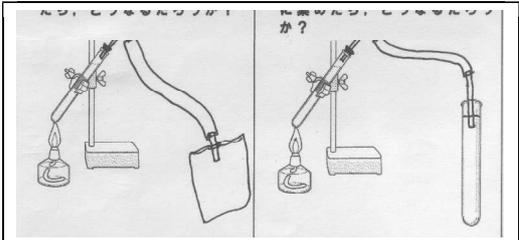


写真2 抽出班のグループ話し合いボード
(写真2の英数字は左の話し合い記録に対応)

6 仮説につながる考え を構成。仮説を立てる。

<p>C 14児 【A】とか【B】で書いていいよ 友だちの考えを聞いておけど。 と書いてきた。</p> <p>B</p> <p>話し合い前と根拠が変わって</p> <p>【B説を正しいと思う根拠】 鍋ぶたの裏の水は、泡が変わっ たような気がするから。</p>	<p>C 15児 【A】とか【B】で書いていいよ 友だちの考えを聞いておけど。 と書いてきた。</p> <p>B</p> <p>話し合い前の根拠に加えて</p> <p>【A説を正しいと思う根拠】 コーラの泡は空気でないから。</p>	<p>C 17児 【A】とか【B】で書いていいよ 友だちの考えを聞いておけど。 と書いてきた。</p> <p>B</p> <p>話し合い前の根拠に加えて</p> <p>【B説を正しいと思う根拠】 水蒸気とは水が温められてで きた水滴だから。 【A説を正しいと思う根拠】 コーラの泡は空気でないから。</p>
--	---	--

つ か む	<p>【仮説】沸騰で出る泡は、空気じゃなくて、水が変わったものと思うよ。</p>	<p>【仮説】泡の正体は水が変わったもの。水が温められて沸騰したと思うよ。</p>	<p>【仮説】泡の正体は、水が変わったものだと思うよ。</p>
	↓		
	さ ぐ る	<p>7 実験をする。</p> <p>【C14児の結果の予想】 ビニール袋の中には水がたまっていくのかなあ。</p>	 <p>教師の提示した実験方法</p>
ま と め る	<p>8 実験結果について話し合う。</p> <p>9 学習をまとめる。</p> <p>【C14児のまとめ】 水が沸騰したときに出る泡は「水が変わったもの」で「水蒸気」である。</p>		

(4) 考察

ア 抽出児所属グループの話し合いの様子及び個々の考えの推移

抽出児所属グループ(全4人)の話し合いは、グループ内で多かったB説(C14児を除く3人)の根拠から説明し合う展開であった。B説の3人が個々の根拠を説明しながら、B説についての信頼性を高め、未習内容であいまいではあるが「水蒸気」という言葉を用いて水が気体になることを説明しようとする姿が見られた。その後、A説の根拠をC14児が説明し、質疑(主にC14児の根拠に対して)を経て、全員が仮説につながる考え(話し合い後の考え)を構成した。

C14児は、話し合い活動を通して、B説の支持を高め、話し合い後に構成した考えもA説からB説に変わった児童である。話し合いの中で、C14児は、自身以外の3人がB説の根拠を挙げながら水が気体になっていくプロセスの想像を聞くことで、B説の支持を上げ始めたところに、自身のA説についての根拠「コーラも空気みたいな泡が中から出るから」に対して「コーラの泡は空気じゃないのでは」という意見を受け、A説への支持を下げたと考えられる。B説で再構成した根拠としては、話し合いで特に共感したと考えられるC15児の根拠を取り入れていた。話し合い活動において、学習カードやグループ話し合いボードで常に複数の考えとその根拠の同一点や差異点を意識していたことが、考えの再構成や、根拠の取り入れに有効であったと考える。

C15児は、自身の考えが、仮説につながる考え(話し合い前の考え)で既にB説に変わり、さらに、話し合い活動を通して、B説の支持を上げた児童である。話し合いにおける質疑で、真っ先に「A説の根拠」に対して質問をしたことから、自身の考えとその根拠における差異点をグループ話し合いボード上で意識し、それについての疑問を解決させたと考えられる。そのような自身とは異なる考えに対する疑問の解決や、自身と同じB説の根拠の説明を他のメンバーから聞くことが、B説に対する支持を上げることに繋がったと捉える。

C17児は、出会いの考えから仮説につながる考え(話し合い後の考え)まで終始B説で、話し合いを通して、A・B説に対する支持が同じであったのが、わずかではあるがB説の支持を上げた児童である。話し合い前から既に事象と自身の既有的経験・知識とを関連付けることができていたC17児が、話し合いを経てB説の支持を上げた背景には、グループ話し合いボード上で同一点としてB説の多くの根拠を意識したことで、B説に対する自信が増したと考えられる。

イ 学級全体における児童の考えの推移

次頁表3「学習活動に伴う児童の考えの推移」から、24人(89%)の児童が話し合い活動後に立てた仮説がより根拠に基づいていることが分かる。自他の考えや根拠を比較・分類し、同一点や差異点を検討させる話し合い活動が、他の根拠の取り入れや、置き換えを促したと考えられる。

次に、表3の「結果の予想」から、仮説と実験結果の予想との整合性は、A説は4人(9人中)、

B説は6人(18人中)の児童に整合性が見られなかった。初めて扱う実験装置で、どういう現象が見られるのかイメージできなかつたために演繹的な思考ができなかつたものと考えられる。しかし、B説の児童にとっては実験結果の予想がイメージしにくい(水蒸気の泡を集めると、どうなるか)にもかかわらず、12人(18人中)が、仮説と整合性のある予想をもつことができていた。抽出児所属グループ(表3の14~17)からも分かるように、話し合いの中で、水が沸騰しているときに水滴が付いたり、湯気が発生したりしたことについて検討されたためであると思われる。

また、表3「学習のまとめ」から、A説で仮説を立てた児童9人中6人がB説の考えで説明できていることが分かる。これは、話し合い活動においてA・B両説とその根拠を意識していたことにより、A説の児童が予想と反する実験結果を得ても、B説の根拠をフィードバックし、自身の考えを再構成することにつながったためであると考えられる。

このように、話し合い活動において自他の考えとその根拠の同一点や差異点を比較・分類して検討させることは、より根拠に基づいた仮説の基で実験を行わせるとともに、複数の考えとその根拠を意識しながら学習を進めさせていくことにもつながり、個々の考えをより科学的に再構成させていくことができると考える。

表3 学習活動に伴う児童の考えの推移

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
出合いの考え	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	B	A		A			A	A	A	A	A	A	A	
交流前の考え	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	A	B	B	B	B	A	B		A			B	A	B	A	B	B	B
交流後の考え	A	B	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		欠	B	欠	B	B	B	A	B	B	B
仮説の記述	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	△		席	×	席	○	△	○	○	○	○	
上がった支持	-	B	-	-	B	-	B	-	B	-	-	-	B	B	B	A	B	-	B	A		B			B	B	B	-	A	B	B
根拠の深まり	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑			↓			↑	↓	↑	↓	↑	↑	↑
結果の予想	○	△	○	△	○	○	△	×	×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	△		○			○	×	×	○	×	未	○
学習のまとめ	○	○	○	×	○	○	×	○	○	○	×	○	○	○	○	△	○	○	△	○		×			○	○	○	△	○	未	○

※ 表における記号は次のような意味を示す。A…「A説」、B…「B説」、↑…「深まりあり」、↓…「深まりなし」、-…「A・Bいずれの考えとも支持の度合いが変わらなかった」、○…「できた」、△…「曖昧な点を含んでいる」、×…「できなかった」ことを示す。

7 研究のまとめと今後の課題

(1) 研究のまとめ

仮説を立てる過程に、自身の考えを構成する複数の考えとその根拠を意識させた話し合い活動を設定することで、児童は自他の考えを比較・検討しやすいことが分かった。また、より根拠に基づいた仮説を立てた児童は、その後の実験などの学習活動に対して目的意識をもって取り組み、既存の経験・知識と関連付けた科学的な法則を得ていくことも分かった。このことから、交流活動としての話し合い活動が児童の考えを科学的に発展させていくことに有効であることが分かった。

(2) 今後の課題

本研究で得た話し合い活動の有効性を更に生かす意味で、「実験結果の予想」や「実験結果の考察」など、理科学習における他の場面での話し合い活動についても探っていきたい。

《引用文献》

- (1) 文部科学省 『小学校学習指導要領解説 理科編』 平成11年 東洋館出版社 p.1
- (2) 長洲 南海男編著 『新時代を拓く理科教育の展望』 2006年 東洋館出版社 p.136