

「論理的に思考して考察する生徒を育成する，思考ツールを用いた意見交換」

佐賀市立三瀬中学校 教諭 立川 実穂

概 要

本研究では，論理的に思考することができる生徒を育成するために，探究の過程における課題の解決の場面において，意見交換する指導の在り方を考えた。考察・推論する段階においては，仮説や実験結果，既存の知識を用いて論理的に思考しなければならない。そこで，思考ツールを用いて自分の考えを他者に見えるよう一旦表出し，表出されたものを用いて，情報同士の関係性について他者と共に意見交換する手立てを考案した。検証の結果，この手立てが考察・推論する段階において筋道を立てて根拠を明確にして考察することに有効であることを明らかにした。

<キーワード> ①論理的思考 ②思考ツール ③意見交換

1 研究の目標

論理的に思考することができる生徒を育成するために，探究の過程における課題の解決の場面において，自分の気付きや考えを伝え合い，意見交換する指導の在り方を探る。

2 目標設定の趣旨

新中学校学習指導要領解説理科編で，資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージとして探究の過程が示された。探究の過程は，課題の把握，課題の探究，課題の解決の3つの場面で構成されている。また，それぞれの場面において必要な資質・能力についても併せて示された。

これらの資質・能力について，平成29年度佐賀県学習状況調査で県内の生徒の実情を見ると，観察，実験の結果を分析・解釈する力に相当する「実験結果を基に推定すること」に関する設問について，中学校1年生・2年生共に正答率が40.9であり，おおむね達成の基準45.0を4.1下回った。このことから分析・解釈することに課題があると考えられる。

私のこれまでの実践を振り返ってみると，観察，実験の結果を得た後に，結果から考察する活動（分析・解釈する活動）を設定してきたが，的外れなことを書いてしまう生徒が見られた。また，これらの生徒に対して，自分の考察を作り上げるために，仮説や実験結果，既存の知識を用いてどのように考え進めていけばよいかを考えさせることができていなかった。

村山哲哉は考察について，予想・仮説と照合したり，観察，実験の結果における共通性や傾向性に着目したりする必要があると述べている。このことから，考察するためには自分が立てた仮説を踏まえ，既存の知識を用いることで実験結果から何が言えるのか筋道立てて考えることが必要であると考えた。また，阿部昇は「筋道立った思考，矛盾を乗り越える思考，より明確な根拠に基づく推論などを含む学力」⁽¹⁾を論理的思考力としている。これらのことから課題の解決の場面では，論理的に思考することが必要であると考えた。

しかし，課題の解決の場面において生徒の頭の中には，仮説や実験結果，既存の知識という複数の情報が浮かんでいる状態である。そのような中で，特定の情報同士の関係性を探りながら結論にたどり着くように考え進めていくことは，非常に困難な作業であると考えた。阿部は，対話・討論の中で曖昧なものの明確化，無意識の意識化，再構築ができると述べている。そこで，自分の考えを他者に見えるよう一旦表出し，表出された情報を用いて，情報同士の関係性について他者と共に意見交換する活動が，論理的に思考する力を身に付けることに有効であると考えた。

以上のことより、探究の過程における課題の解決の場面において、自分の気付きや考えを伝え合い、意見交換することで、論理的に思考する生徒を育成することができると考え、本目標を設定した。

3 研究の仮説

考察・推論する段階において、自他の考えを焦点化し構造化する思考ツールを用いた交流活動を仕組めば、自分の仮説や実験結果、既存の知識を基に筋道を立て、根拠を明確にして考えることができるであろう。

4 仮説設定の趣旨

本研究では、論理的に思考することができる生徒を育成することを目指している。考察・推論する段階においては仮説や実験結果、既存の知識を用いて論理的に思考しなければならない。考察・推論する段階において論理的に思考することを、先述の阿部の考えを基に、自分の仮説や実験結果を基に筋道を立て、根拠を明確にして考えることと捉え研究を進めていく。筋道を立て、根拠を明確にして考えるためには、頭の中で、仮説や実験結果、既存の知識という複数の情報同士の関係性を探りながら結論にたどり着く必要がある。このことは生徒にとって非常に困難な作業であると考えた。そこで、自分の考えを一旦表出し、表出されたものについて他者と共に意見交換する活動を設定することとした。

このような活動にするためには、最初に自分の考えを表出するための手段が必要である。そこで、思考ツールに注目した。思考ツールについて田村学は「情報を可視化し、思考を方向付ける」⁽²⁾と述べている。思考ツールを用いることで情報が可視化され、他者との意見交換が可能になると考えた。また、角屋重樹は「論理的な思考力は、判断（結果）と根拠、理由、原因等のいずれかという2項関係が必要である」⁽³⁾と述べている。つまり、筋道を立て、根拠を明確にして考えるためには、可視化した情報同士を関係付ける必要があると考えた。さらに、田村は、思考ツールの1つであるウェビングマップについて、思考の可視化を図りながら収集した情報を分類・関連付けて考えることができるようになる」と述べている。そこで、本研究では思考ツールの中でもウェビングマップに注目することとした。

しかし、ウェビングマップはその特質上、情報が拡散し過ぎてしまう可能性がある。また、書いた情報同士を結び付けるときに、情報が紙面上に点在してしまい結び付けにくいことも考えられる。そこで、ウェビングマップに2つの考え方を取り入れる。1つは、理科力向上サポート事業の考え方である。教師と生徒で導き出したキーワードを設定することで情報が広がり過ぎることを防ぎたいと考えた。もう1つはKJ法の考え方である。川喜田二郎はKJ法について論理的に整序して問題解決の道筋を明らかにしていくための手法と述べている。KJ法では情報を表出し、動かして整理する。この考えを用いて、ウェビングマップに表出するとき情報を付箋等を書くことで、動かすことができるようにする。本研究ではウェビングマップにこの2つの考え方を取り入れた思考ツールを考案し、使用していくものとした。

このとき、この思考ツール上で生徒に行わせるのは、情報の焦点化と構造化である。焦点化するとは、田村の考えを基に重要な部分を見つけてそれを落とさないように整理することと捉える。焦点化することで、思考ツール上で結び付ける情報が明確になると考える。これは、不必要になった情報を思考ツール上から除外することで対応する。

次に、焦点化された複数の情報を構造化する。田村の考えを基に構造化するとは、順序や筋道を基に部分同士のつながりを示すことと捉える。このためには、先述の角屋の考えを基に、2つの情報を関係付けていくことが必要である。これは、関係する情報を動かして整理し、情報同士を結び付ける

ことで対応する。思考ツール上で複数の情報が関係付けられていくことで、仮説や実験結果、既有的知識が構造化されていくと考える。

この焦点化して構造化する作業については、まず個人で行った後、他者と意見交換をしていく。自分1人では焦点化や構造化ができなかった生徒も、集団で意見交換しながら交流活動を行うことで、筋道を立て、根拠を明確にして考えることができるであろうと考えた。

5 研究の内容と方法

- (1) 論理的な思考や交流活動、思考ツールに関する文献や先行研究などによる理論研究を基に、考察・推論する段階における効果的な学習方法を考案する。
- (2) 質問紙による考察・推論する学習活動についての意識調査や、論理的に思考する力と分析・解釈する力についての自作の調査問題を用いた実態調査により、所属校2年生の実態を把握する。
- (3) 所属校2年生での授業実践を行い、授業における生徒のワークシートの記述と実態調査を比較することで、仮説を検証し有効性を示す。

6 仮説の具体化

- (1) 具体的な手立て

ア 思考ツールの使い方

生徒は授業の中で図1のようにワークシートの中で思考ツールを作成し使用していく。以下に思考ツールの作成及び使用の流れを示す。

- ① 本時のめあてを解決するために設定したキーワードについて、ワークシートのめあての欄の下にキーワードを書いた付箋（青色）を貼る。
- ② キーワードについての既有的知識を書いた付箋（黄色）を、キーワードの下側に貼る。
- ③ 思考ツール上に表出された情報を確認しながら、仮説（予想）を書く。
- ④ 実験を行った後に、思考ツール上に実験結果を記入する。
- ⑤ 不必要な情報を思考ツール上の欄外スペースへ移動させることで焦点化し、残った情報（黄色の付箋）を移動させ、付箋同士を線でつないだり、更に必要な情報を書き足したりすることで構造化する。この活動は個人活動の後に交流活動でも行う。
- ⑥ 思考ツール上で焦点化し構造化された情報を基に、ワークシートに考察を書く。

イ 思考ツールを用いた交流活動

1人で思考ツールを完成させた後に、グループで思考ツールを用いた交流活動を行う。グループは、話し合い活動に適切だとされる3～4人とする。思考ツールを基に1人が発表を行い、他のグループのメンバーは、意見を伝える。これをグループの人数分繰り返す。全ての人の発表を聞いた後に、自分の思考ツールを再び焦点化し構造化する。このとき、特定の生徒が意見を述べ、他の生徒がその生徒の意見を鵜呑みにし、自分では思考しないということがないようにする。そこで、自分で思考し思考ツールを操作するため資料1のような交流活動での約束を決めて交流活動を行う。

友達の意見を聞いて、自分の考えを修正したい場合は交流活動時に付箋を動かしてよい。また、新しい情報を付け加えたいときに付箋を増やしたり、要らない情報になった付箋をはがしたりしてよい。付箋をつなぐ線を新しく書いたり消したりしてよい。ただし、これらの操作は人の思考ツールは見ずに行い、自分の思考ツールに対してしか行うことができない。

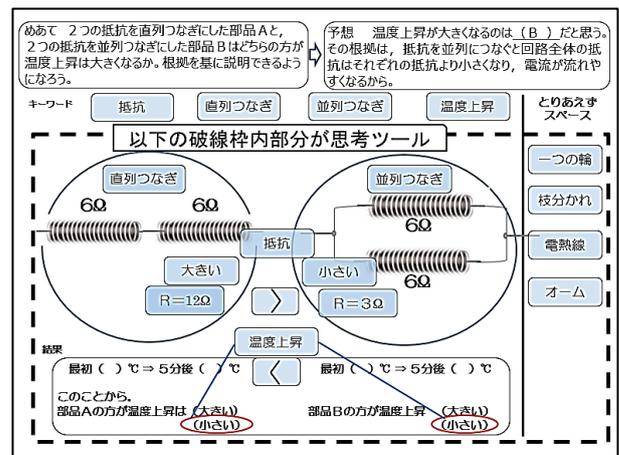


図1 ワークシートの一部

次に、「各グループで他のグループに説明するために一番よいと考える思考ツールを作成しよう」と声を掛け活動させる。作成後はグループを離れ自由に動きながら、他のグループの思考ツールを見る。その後、個人で自分の思考ツールで情報を焦点化し構造化して考察をワークシートに書く。

(2) 学習過程

新学習指導要領解説理科編にある探究の過程を参考にして、筋道を立て、根拠を明確にして考える生徒を育成するための学習過程を図2のように考えた。

課題の把握の場面では、比較を用いた事象提示を行うことで、自然事象に対する気付きを誘発し、そこから本時のめあてを設定する。また、設定しためあてからキーワードを導き出す。

課題の探究の場面では、思考ツールを使用し、個人でキーワードについての既知の知識を想起させる。次に、思考ツールを基にして仮説を考えさせる。

課題の解決の場面では、最初に、個人で思考ツール上の情報を焦点化し構造化する。この思考ツールを使って個人で考察を書く。次に、思考ツールを用いて交流活動を行わせる。交流活動を踏まえて思考ツールを再操作させた後、再び考察を書かせる。書いたことを発表することで、今日学んだことを全員で共有する。

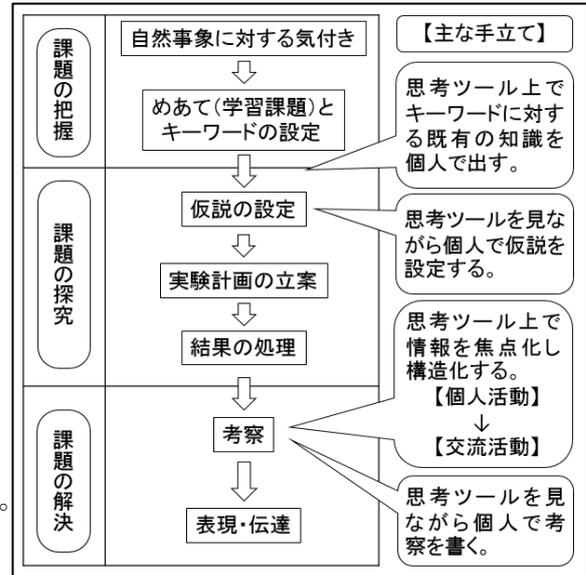


図2 学習過程

7 検証の視点

- (1) 【検証の視点Ⅰ】思考ツールを用いた交流活動の中で、自他の考えを焦点化し構造化することができていたか。

検証授業において、交流活動の前後における思考ツール上での付箋の操作から、交流活動を通して考えを焦点化し構造化することができているかを検証する。

- (2) 【検証の視点Ⅱ】自分の仮説や実験結果を基に筋道を立て、根拠を明確にして考察を書くことができたか。

事前の考察に関する調査と、検証授業において生徒がワークシートに記入した考察を比較することで、仮説が有効に働いたかどうかについて検証する。

8 授業実践及び考察

- (1) 検証授業の位置付け

本研究では第2学年において検証授業を行った。授業は物理的領域（電気）で、それまでに学習した電気の内容を基に、総合的に考える発展的な内容である。

- (2) 検証授業の実際

ア 単元名 「電流のはたらき」

イ 本時の目標

直列つなぎや並列つなぎの電熱線について、合成抵抗や電流、電圧を踏まえ、電熱線の発熱についての規則性を見いだすことができる。

ウ 授業記録

授業記録を次頁に示す。

過程	学 習 活 動	形態
課題の把握	<p>1 前時の復習をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 電力は「電圧[V]×電流[A]」で求められる。 抵抗[Ω]は「電圧[V]÷電流[A]」で求められる。 電力が大きいほど、水温がより上昇する。 <p>2 本時の学習内容をつかむ。</p> <ul style="list-style-type: none"> 演示実験で抵抗の大きさが違うと電流の大きさが異なり、水温の上昇が異なることを確認させる。このことで同じ大きさの電圧においては、抵抗が小さいほど、多くの電流が流れることを思い出す。 <p>3 本時の課題を知る。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>2つの抵抗を直列つなぎにした部品Aと、2つの抵抗を並列つなぎにした部品Bはどちらの方が温度上昇は大きくなるか。根拠をもとに説明できるようになろう。</p> </div> <p>4 本時のキーワードを確認する。</p> <p>①抵抗 ②直列つなぎ ③並列つなぎ ④温度上昇</p> <p>5 キーワードを広げる。</p> <p>まず個人で情報を出し、次にグループ活動でお互いの出した情報を見せ合う。グループ活動後、他の人の意見で参考になったものは付け加える。</p> <ul style="list-style-type: none"> 温度上昇 ・発熱 ・電流（電熱線が流れる） ・比例する ・電圧 ・電力 	<p>個</p> <p>一斉</p> <p>個 ↓ グループ</p>
課題の探究	<p>6 キーワードや付箋に書いた情報を基に予想を立てる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>私は、温度上昇が大きくなるのは（ B並列つなぎ ）だと予想します。その根拠は、（電熱線を並列につなぐと流れる道筋が増えるため、電流が流れやすくなり、電熱線の発熱量が大きくなるからです。）</p> </div> <p>6 Ωの電熱線2本を直列、並列につないだ回路では、どちらが発熱するか予想する。 [予想される生徒の反応]</p> <ul style="list-style-type: none"> 抵抗が小さいほど発熱するということが最初の実験で確認したぞ。 直列つなぎでは全体の抵抗 12Ω、並列つなぎでは全体の抵抗が3Ωだから、抵抗が小さいのは並列つなぎだな。 <p>7 実験方法を確認する。</p> <p>8 実験を行い、結果を得る。</p> <p>9 結果をまとめる。</p>	<p>個</p> <p>一斉 ↓ グループ</p>
課題の解	<p>10 考察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1人でワークシートを作成する。 付箋を動かして情報を取捨選択する（焦点化）。付箋同士を線で結んだり、不足した語句を書き足したり、関連する語句を線で結んだりする（構造化）。 個人で作成したワークシートを基にグループで交流する。 各グループで他のグループに説明するために一番よいと考える思考ツールを作成する。 グループを離れ自由に動きながら、ほかのグループの思考ツールを見る。 交流した後、個人で考察をワークシートに書く。 	<p>個</p> <p>グループ</p> <p>一斉</p>
決	<p>11 本時のまとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> 生徒の考察を基にまとめる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>抵抗を並列につなぐと、回路全体の抵抗はそれぞれの抵抗より小さくなり、電流が流れやすくなるため、電熱線の発熱量が大きくなる。</p> </div>	<p>一斉</p>

(3) 考察

ア 【検証の視点I】

交流活動により思考ツール上の情報を焦点化し構造化することができたかについて考察する。

情報を「焦点化する」ことと「構造化する」ことで、思考ツールがどのように変化したかを表1で示す。

表1 交流活動を通じた思考ツール上の情報の焦点化・構造化による思考ツールの質の変化

生徒の実験・交流活動グループ		1				2			3				4			5			
生徒の整理番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	活動を行った生徒数
個人活動	焦点化する	不必要な情報の除外																	15
	構造化する	付箋移動(回数)																	15
		線の追加(本数)																	7
		語句や付箋の書き足し(数)																	12
		合計数																	16
交流活動前の思考ツールの質		△	◎	○	○	◎	○	○	○	○	△	○	○	○	◎	◎	◎	◎	
交流活動	焦点化する	不必要な情報の除外																	13
	構造化する	付箋移動(回数)																	15
		線の追加(本数)																	3
		語句や付箋の書き足し(数)																	17
		合計数																	17
交流活動後の思考ツールの質		○	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	◎	○	◎	○	

※思考ツールの質 ◎: 抵抗と電流の2つを根拠に思考ツール上に規則性を示している
 ○: 抵抗のみを根拠に思考ツール上に規則性を示している
 △: 根拠を基に思考ツール上に規則性を示すことができていない

まず、個人活動について述べる。焦点化に向かう活動を行った生徒は15人(88.2%)、構造化に向かう活動は生徒16人(94.1%)が行った。ただし、焦点化と構造化については行動の数のみでは見取れないため、操作後の思考ツールに規則性が示されているかどうかを、思考ツールの質として表1に表している。

次に、交流活動における焦点化と構造化について述べる。表1中の交流活動前と交流活動後の思考ツールの質を比べると、質が向上した生徒は8人(47.1%)であった。交流活動中の詳しい様子について2つのグループを中心に示す。

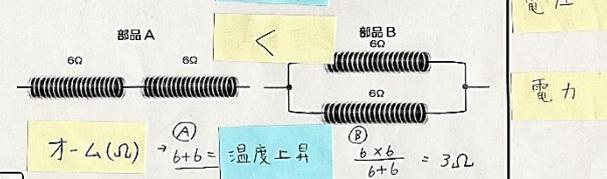
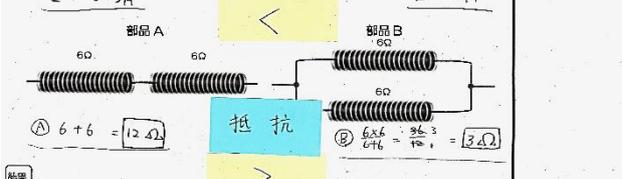
資料2はグループ3の交流活動中の発話記録である。交流活動の始まりには、生徒8, 10, 11は抵抗のみを根拠として発表していた。生徒9だけが抵抗と電流を根拠に述べていた。しかし、生徒9の思考ツール上には、根拠として抵抗のみしか記述されていなかったため、生徒9の発表を聞いた生徒8, 10, 11は同意見だと判断していた。その後、グループで1つの思考ツールを作成する際、改めて生徒9の意見を聞いた生徒8が電流についての規則性について気付いた。そのため、その後のグループでの思考ツールを作り上げる際には電流のことが話題となり、生徒10, 11も電流についての規則性に気付くことができた。この交流活動を受け、生徒8, 10は最終的に自分の思考ツールを次頁資料3, 4のように変容させた。紙面の都合上割愛するが、グループ1, グループ2についても同様に交流活動により思考ツールの質が高まっていた。

一方、グループ5では表1から一見交流活動が有効に働いていないように見られる。表1のようにグループ5では、全員が個人活動において、抵抗と電流の2つを根拠に思考ツール上に規則性を示していたが、交流活動後、生徒15, 17の思考ツールからは電流についての規則性が除外されてしまった。

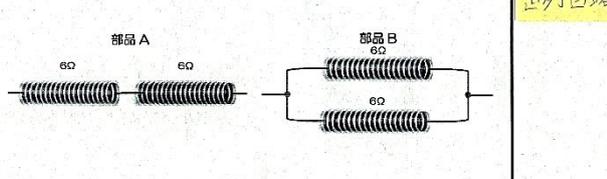
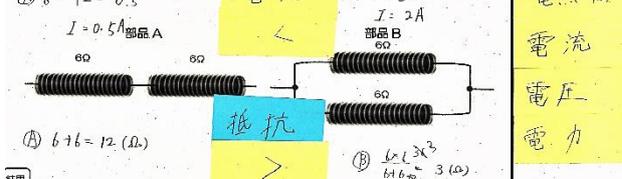
＜グループ3での個人の発表＞		
生徒11, 生徒8, 生徒10の順で発表した。この3人は抵抗のみを根拠に述べた。最後に、生徒9が抵抗と電流の2つを根拠に発表した。この後、グループ全体で思考ツールシート作成に取り組んでいく。		
＜グループで思考ツールを作成＞		
整理番号	交流活動中の発言	交流活動中の変容
11	抵抗について書こう。	↔ 温度上昇について抵抗を根拠にすることを提案。
10	温度上昇について書こう。	
9	オームの法則を書こう。	↔ 電流の関係性について投げかける。
8	あつ。電流が大きい。小さい。を書こう。見せてもらってもいい？	↔ 電流の大きさに気が付く。<電流に注目していた生徒9の考察を参考にする>
11	(オームの法則より) 電圧は？	↔ 電圧の求め方を聞く。
8	電圧は6Vだから。	↔ 電圧は一定であることを示す。
9	(オームの法則より) 電流=電圧÷抵抗。	↔ 電流の求め方を教える。
11	電流=6÷12?	↔ 直列つなぎの電流の値を計算。
10	(生徒9のシートをみながら) 6÷3=2A	↔ 並列つなぎの電流の値を計算。

資料2 交流活動中発話記録(グループ3)

これは、生徒 15, 17 が教師の「思考ツールをすっきり分かりやすくしよう」という言葉掛けに従い、規則性を文章で小さく書いた付箋をふさわしくないと考え除外したためと考えられる。しかし、全体交流の中で他のグループが電流の情報を書いているのを見て、やはり電流を根拠とすべきだと考え直し、考察では電流についての規則性を書くことができていた。このことから、このグループでは思考ツールの質に関わらず交流活動は有効に働いたと考えられる。

【交流前】	【交流後】
<p>キーワード 直列つなぎ 並列つなぎ</p> <p>オームの法則 並列回路 直列回路</p> <p>電圧=電流</p> <p>抵抗</p>  <p>オーム(Ω) → $6+6 =$ 温度上昇 $\frac{6 \times 6}{6+6} = 3\Omega$</p>	<p>キーワード 電流</p> <p>直列つなぎ 温度上昇 並列つなぎ</p> <p>オームの法則 $6 \div 12 = 0.5$ $I = 0.5A$ $6 \div 3 = 2$ $I = 2A$</p> <p>電流</p> <p>抵抗</p>  <p>$6 + 6 = 12(\Omega)$ $\frac{6 \times 6}{6+6} = 3(\Omega)$</p>
<p>生徒 8 交流活動前の思考ツール ○</p> <p>抵抗のみを根拠にした規則性を示している。</p>	<p>生徒 8 交流活動後の思考ツール ◎</p> <p>抵抗と電流の2つを根拠として、公式や数値等を使い規則性を示している。</p>

資料 3 交流活動前後の思考ツールの変容 (生徒 8)

【交流前】	【交流後】
<p>キーワード 抵抗 直列つなぎ 並列つなぎ 温度上昇</p> <p>電熱線</p> <p>電力 電圧 電流</p> 	<p>キーワード 温度上昇</p> <p>直列つなぎ 温度上昇 並列つなぎ</p> <p>オームの法則 $6 \div 12 = 0.5$ $I = 0.5A$ $6 \div 3 = 2$ $I = 2A$</p> <p>電流</p> <p>抵抗</p>  <p>$6 + 6 = 12(\Omega)$ $\frac{6 \times 6}{6+6} = 3(\Omega)$</p>
<p>生徒 10 交流活動前の思考ツール △</p> <p>根拠を基に思考ツール上に規則性を見いだしていない。</p>	<p>生徒 10 交流活動後の思考ツール ◎</p> <p>抵抗と電流の2つを根拠として、数値を用いながら規則性を示している。</p>

資料 4 交流活動前後の思考ツールの変容 (生徒 10)

しかし、グループ 4 では交流活動があまり有効に働いていないと考える。生徒 14 は、抵抗と電流の2つを根拠に規則性について思考ツール上に示していたが、グループ内の意見交換が活発に進まなかったため、生徒 12, 13 の思考ツールや考察の記述に質的な向上が見られなかった。このことについては検証の視点Ⅱで詳しく述べる。

イ 【検証の視点Ⅱ】

事前調査での考察と、検証授業での交流前の思考ツールや考察、交流後の思考ツールや考察について次頁表 2 のようにまとめた。

表2 検証授業における思考ツールの質と考察の変容

生徒の実験・交流活動グループ		1				2			3				4			5					
生徒の整理番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	◎	○	△
事前	考察の記述	△	◎	△	○	◎	◎	○	△	○	○	◎	○	△	◎	◎	△	◎	7	5	5
検証授業	個人																				
	交流活動前の思考ツールの質	△	◎	○	○	◎	○	○	○	○	△	○	○	○	◎	◎	◎	◎	6	9	2
	交流活動前の考察の記述	△	○	○	○	◎	◎	◎	○	◎	○	○	○	○	◎	◎	○	○	6	10	1
	交流																				
	交流活動後の思考ツールの質	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	◎	○	◎	○	11	6	0
	交流活動後の考察の記述	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	13	4	0

※思考ツールの質については、表1と同じ。
 ※考察の記述については、以下のようになっている。

事前調査	◎: 2つの事象を根拠に筋道を立てて考察を書いている ○: 1つの事象を根拠に筋道を立てて考察を書いている △: 根拠を基に筋道を立てて考察を書いていない
検証授業	◎: 抵抗と電流の2つを根拠に思考ツール上に規則性を示している ○: 抵抗のみを根拠に思考ツール上に規則性を示している △: 根拠を基に思考ツール上に規則性を示すことができていない

事前調査として、プラスチックの浮き沈みについて2つ事象を提示し、その2つを基に筋道を立てて考察が書けるかどうかを問うた。2つの事象を根拠に考察を書いた生徒は7人(41.2%)、1つを根拠に考察を書いた生徒は5人(29.4%)、根拠を基に考察を書くことができなかった生徒は5人(29.4%)であった。検証授業では、交流活動前に抵抗と電流の2つの根拠を基に筋道を立てて考察を書いた生徒は6人(35.3%)、抵抗のみを根拠に考察を書いた生徒は10人(58.8%)、根拠を基に考察を書くことができなかった生徒は1人(5.9%)であった。事前調査と交流活動前を比べると、変化はあるものの、2つの根拠を基に考察が書けた生徒数は変容があまりない。しかし、思考ツールを用いた交流活動を行うことで、交流活動後には抵抗と電流の2つを根拠に筋道を立てて考察が書けた生徒は13人(76.5%)、抵抗のみを根拠に考察が書けた生徒は4人(23.5%)となり、根拠を基に筋道を立てて考察を書くことができなかった生徒はいなくなった。検証授業の交流活動における、自他の考えを焦点化し構造化する活動と考察との関係について詳細に見ていく。

検証の視点Iと同じグループ3に注目して述べる。考察の向上が見られたのは生徒8, 10, 11であった。生徒8, 10, 11は交流前の考察では、抵抗のみを根拠として考察を書いていた。しかし、p. 6資料2の発話記録のように、生徒9の説明後、生徒8は自分の気付いていなかった規則性についての意見を述べていた。また、その気付きを基に交流が進んだことが生徒10, 11の考察に影響を及ぼしたと考える。生徒8, 10の考察の変容を資料5, 資料6に示す。このことから交流活動がグループ3では有効に働いたと考える。また、

考察の記述 ○	→	考察の記述 ◎
考察(交流前) 温度上昇が大きくなるのは(部品B)である。その根拠は、 <u>抵抗が小さいほうが温度上昇が大きいので、抵抗は、直列つなぎよりも並列つなぎのほうが小さいから、部品Bのほうが部品Aより温度上昇が大きくなる。</u>		考察(交流後) 温度上昇が大きくなるのは(B)である。その根拠は、 <u>Aの抵抗は$[6+6=12\Omega]$、Bの抵抗は$[\frac{6 \times 6}{6+6} = 3\Omega]$で、Bのほうが小さい。オームの法則で電流を計算すると、Aは0.5A、Bは$\geq A$でBのほうが大きくなる。Bのほうが抵抗が小さくて、電流が流れやすいので、Bのほうが温度上昇が大きい。</u>
抵抗についてのみの記述(破線)		抵抗について(破線)と電流についての記述(実線)

資料5 生徒8の考察記述の変容

考察の記述 ○	→	考察の記述 ◎
考察(交流前) 温度上昇が大きくなるのは(部品B)である。その根拠は、 <u>並列つなぎのほうが抵抗が小さい、実験結果でも、AよりBの方が温度上昇は大きい。</u>		考察(交流後) 温度上昇が大きくなるのは(B)である。その根拠は、 <u>並列つなぎの抵抗が小さくて、電流はAよりも大きいので、Aよりも温度上昇は大きい。</u>
抵抗についてのみの記述(破線)		抵抗について(破線)と電流についての記述(実線)

資料6 生徒10の考察記述の変容

グループ1, 2でも同様の分析から, 交流活動によって根拠を基に筋道を立てて, 考察を書くことができるようになっていたと考える。

次に, グループ5について述べる。考察の向上が見られたのは生徒16, 17であった。生徒17は交流活動前の考察では, 抵抗のみを根拠として考察を書いていた。しかし, 交流活動前の思考ツールの中には電流についての情報も書いていた。交流活動中

考察の記述 ○	考察の記述 ⊙
考察(交流前) 温度上昇が大きくなるのは(B)である。その根拠は、 <u>2つとも公式に基いてはめてΩをもとめると、Aは12Ωになり、Bは3Ωで、糸巻線を見てみると、Ωの少ないBの方が温度上昇が大きいので、温度上昇が大きくなるのはBだ</u> と思う。 抵抗についてのみの記述(破線)	考察(交流後) 温度上昇が大きくなるのは(B)である。その根拠は、 <u>並列つながりとは並列つながり公式に基いてはめて、電流が12Ωで並列が3Ωになり、Ωは大きいほど、電流は流れにくいから、Ωが少ないほうが電流を流しやすくして、またたまるスピードがはやくなるから</u> 抵抗について(破線)と電流についての記述(実線)

資料7 生徒17の考察記述の変容

に, 生徒15の抵抗と電流の2つを根拠にした発言を受け, 生徒17は自他の思考ツールを基に, 自分の思考を整理したので, 交流後の考察の記述に向上が見られたと考える(資料7)。このことから, グループ5でも思考ツールを用いた交流活動が有効に働いたと考えられる。

しかし, グループ4では生徒12, 13の考察の記述に向上が見られなかった。記述は詳しくなったものの, 電流を根拠にした規則性については気付くことができなかつた(資料8)。生徒14は思考ツール上に抵抗と電流の2つを根拠に規則性を示し, そのことを交流活動中に発言もし

考察の記述 ○	考察の記述 ○
考察(交流前) 温度上昇が大きくなるのは(B)である。その根拠は、 <u>部品Aの抵抗は12Ωで、各部品Bの抵抗は3Ω、各部品Aの上昇温度は50°Cで、各部品Bの温度上昇は10°Cだった。なので抵抗の小さいBが、大きくたまる。</u> 抵抗についてのみの記述(破線)	考察(交流後) 温度上昇が大きくなるのは(B)である。その根拠は、 <u>部品Aは並列つながりの回路で、この回路の抵抗は12Ωだった。このとき、水の温度上昇は5°Cだった。部品Bは並列つながりの回路で、回路全体の抵抗は3Ωだった。このとき水の温度上昇は10°Cだった。つまり、抵抗<small>(Ω)</small>が低いほど温度上昇は大きくなる。なので部品Bが温度上昇は大きい。</u> 抵抗のみの記述が詳しくなる(破線)

資料8 生徒13の考察記述の変容

た。しかし, その後の, 1つの思考ツールを作り上げる際には生徒14が電流について話すことはなく, 生徒12, 13と電流についての意見交換が行われなかつた。このことが生徒12, 13の考察に変容が見られなかつた原因と考えられる。最終的に, 生徒14は全体交流で電流のことが他のグループの思考ツールに示されていることを知り, 電流を根拠にして考察を書く方がよいということをも再認識できたため, 考察は抵抗と電流を根拠に筋道を立てて書くことができた。このようなグループには, 意見交換は生徒主体の活動ではあるが, 教師が生徒の意見を事前に把握し, 筋道を立てて考えている生徒の意見を取り上げ, 筋道を立てて考えている生徒が交流活動をリードできるように支援することが必要だったと考える。

以上のことから, 一部課題が残るものの, 本研究における自他の考えを焦点化し構造化する思考ツールを用いた交流活動が有効であったと考える。

9 研究のまとめと今後の課題

(1) 研究のまとめ

本研究では, 論理的に思考することができるように, 思考ツールを用いて意見交換する活動を仕組んだ。考察・推論する段階において仮説や実験結果, 既存の知識を用いて, 思考ツール上でこの経験が繰り返されれば, やがて思考ツールがなくとも論理的に思考することができるようになることを考える。情報を焦点化し構造化することで, 自分の思考が整理され筋道立てた考察を書くことができた。

(2) 今後の課題

すべてのグループで交流活動が深まるように, これまでの理科の学力やコミュニケーション能力

などを鑑みた3～4人の編成にした上で、生徒主体の意見交換ではあるが、教師が生徒の意見を事前に把握し、考察が書けていた生徒が交流活動をリードできるように支援することが必要だと考える。また、将来的には思考ツールがなくとも論理的に思考できるようにするために生徒の実際を鑑みながら、今ある手立てをどのように簡略化していくかも考えていきたい。

《引用文献》

- (1) 阿部 昇 『確かな「学力」を育てるアクティブ・ラーニングを生かした探究型の授業づくりー主体・協働・対話で深い学びを実現するー』 2016年 明治図書出版株式会社 p. 32, p. 49
- (2) 田村 学 『考えるってこういうことか！「思考のツール」の授業』 2013年 小学館 p. 14
- (3) 角屋 重樹 『科学的な思考力を育むカリキュラムと教材開発ー特色ある中学校・高等学校づくりー』 2007年 東洋館出版社 p. 9

《参考文献》

- ・村山 哲哉 『小学校理科「問題解決」8つのステップーこれからの理科教育と授業論ー』 2013年 東洋館出版社
- ・佐賀県教育センター 『理科力向上サポート事業』
<http://www.saga-ed.jp/chouken/rikasaport/risapotop.html>
- ・川喜田 二郎 『発想法』 2016年 中公新書