

自らの考え方や他者の考え方を検討して改善する力を育てる理科指導の工夫 — 「三角ロジック」を活用し批判的に吟味する討論を通して —

竹原市立忠海中学校 林内 潤美

研究の要約

本研究は、考察の場面において討論を設定し、個人が導出した考え方の問題点を指摘し合うことを通じて、自らの考え方や他者の考え方を検討して改善する力を育てる理科指導の工夫を追究したものである。文献研究から、考え方を検討して改善する力を育てるには、話合いを設定し、考え方について他者とともに合理的な根拠に基づいた思考であるかを批判的に吟味することが必要であることが分かった。そこで、考察の場面において三角ロジックを活用し、結論、結論の根拠となる事実、事実と結論を結び付ける理由付けに着目しながら、考え方を説明し、正誤や適否について討論を行った。その結果、他者の考え方の問題点を指摘し、より妥当な自らの考え方をつくりだすことができた。このことより、三角ロジックを活用し批判的に吟味する討論を取り入れた理科指導が自らの考え方や他者の考え方を検討して改善する力を育てることに有効であることが分かった。

キーワード：検討して改善する力 討論 「三角ロジック」

I 問題の所在

中学校学習指導要領解説理科編（平成20年、以下「解説」とする。）は、教科の目標である「科学的な見方や考え方を養うこと」について、「観察、実験などから得られた事実を客観的にとらえ、科学的な知識や概念を用いて合理的に判断するとともに、多面的、総合的な見方を身に付け、日常生活や社会で活用できるようにすること」¹⁾と示している。このような目標に基づき、全国学力・学習状況調査中学校理科（以下、「全国調査」とする。）は、主として「活用」に関する問題において、基礎的・基本的な知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等を調査している。この「活用」の一つの視点である「検討・改善」では自らの考え方や他者の考え方を検討して改善することが求められている。

しかし、平成27年度全国学力・学習状況調査報告書中学校理科（以下、「報告書」とする。）では「検討・改善」の視点の計4問について、正答率が6割を超える設問がなく、平均正答率は43.0%であり「活用」の視点の中では最も低かったことが示された。

このことから、理科の授業において、自らの考え方や他者の考え方を検討して改善できるようにする指導を充実させていく必要があるといえる。

II 研究の基本的な考え方

1 全国学力・学習状況調査問題の「検討・改善」の視点

「全国的な学力調査の具体的な実施方法等について（報告）」（平成18年）には「活用」の問題作成の基本理念が示されており、田中保樹・谷口哲也（平成25年）は、基本理念と「活用」における主な視点との関連について、下線部アは適用、イは構想、ウは分析・解釈、エは検討・改善と述べている。

○主として「活用」に関する問題
知識・技能等を実生活の様々な場面に活用する力や、様々な課題解決のためのイ構想を立て実践し、評価・改善する力などにかかる内容。
※下線は田中・谷口による

このことより、基本理念にある「課題解決のための構想を立て実践し評価・改善する力」の「改善する」ことについて「検討・改善」の視点を設定し調査していることが分かる。

2 自らの考え方や他者の考え方を検討して改善する力

（1）自らの考え方や他者の考え方を検討して改善す

る力とは

表1は全国学力・学習状況調査解説資料中学校理科に示されている「検討・改善」の説明である。

表1 中学校理科「検討・改善」の説明

「活用」の主な視点	説明
検討・改善	「観察・実験の計画や結果の考察、日常生活や社会との関わりを思考するなどの各場面において、基礎的・基本的な知識・技能を活用し、観察・実験の結果などの根拠に基づいて、自らの考え方や他者の考え方に対して、多面的、総合的に思考して、検討して改善することを問う。」 ²⁾

表1より、検討して改善する場面には、観察・実験を計画する場面、考察する場面、日常生活や社会との関わりを思考する場面がある。「解説」は学習指導要領改訂の要点として、観察、実験の結果を分析して解釈する能力の育成に重点を置くことを示しており、これは考察の場面に該当する。よって、本研究では考察の場面に焦点を当てる。

矢野英明（2007）は考察し、結論を得るとは「観察・実験の結果を考察・吟味し、学習対象に対して学習前にもっていた見方や考え方を変容させることであり、自らの知を更新すること」³⁾であり、考察し、結論を得る場面では、「観察・実験から得たことをもとに自分の考えを明確にもち、他の意見を聞きながらその時点で一番妥当だと思われる結論を導き出すことが求められている」⁴⁾と述べている。

角屋重樹（2013）は問題解決過程について、絶えず、他者と関わりながら、他者とともに科学的により妥当な知を構築していく過程であると述べており、このことは考察の過程においても当てはまる。

これらのことより、本研究における「自らの考え方や他者の考え方を検討して改善する力」とは、「他者とともに自らの考え方や他者の考え方を吟味し、より妥当な考え方をつくりだす力」とする。

（2）検討して改善する力を育てるには

「報告書」は「検討・改善」の学習指導に当たって、主体的・協働的な学習を行って、話合いや教え合いを充実することが、一人では気付かなかつた考え方や意見に気付き、それを基に自分の考え方を深めたり広めたりする上で大切であると示しており、また、考察などをより適切にするために検討して改善する際は多面的、総合的に思考できるようにすることが大切であると示している。

角屋（2013）は視点を変換したり、いろいろな側面から考えたりすることを「多面的思考」と述べている。「報告書」は自然の事物・現象を様々な視点

から捉えることで総合的な見方や考え方ができると示しており、複数の資料を使った学習や、学年や分野を横断した学習、日常生活や社会と結び付けて考えることの必要性を述べている。このことより、本研究における「多面的、総合的」の捉え方を表2に整理した。

表2 本研究における「多面的、総合的」

多面的、総合的	観察・実験の結果、既習の知識、資料に基づき複数の視点や側面からの見方をすることや、日常生活や社会と学習内容を関連付けたり、1分野と2分野を横断した見方をしたりすること
---------	---

藤本義博・鈴木康浩（平成28年）は、検討して改善できるようにするには、考察の場面における話合いで、①「予想や仮説と実験の結果が一致しているかどうか」という視点を示して考察を促し、次に②「考察は課題に正対しているかどうか」という視点を示して、検討して改善する場面を設定することが大切であると述べている。

日置光久・村山哲哉（2007）は「予想に基づく観察、実験から得られた検証結果から結論を導く際にも、他との協議を設定することにより、妥当性、論理性を高めていくのである」⁵⁾と述べている。

小倉康（平成23年）は、科学的な思考を育成するためには、自分自身や班や学級全体で進める思考や判断が、合理的な根拠に基づいているかを批判的に吟味することの必要性を述べている。

これらのことから、考察の場面において、自らの考え方や他者の考え方を検討して改善する力を育てるには、話合いを設定する必要があると考える。その話合いで、話合いの視点を明確にしたり、多面的、総合的に考えたりすることによる、合理的な根拠に基づいた思考であるかを批判的に吟味することが必要であると考える。

3 本研究における指導の工夫

（1）理科の授業における話合い活動の問題点

角屋（2013）は、理科の話合いの場面について話合いがうまくいかないときは子供が話合いの視点をもっていないことがほとんどであると述べている。

山下修一（平成24年）は、理科の授業における言語活動について、「中学生の言語活動では、個々のメンバーが意見を発表するだけで、お互いに質問し合ったり、修正し合ったりすることは限られていた。そして、自分の考えも多数のメンバーが支持する考えに左右され、誤った考えに合意してしまうことも

あつた。」⁶⁾と、問題点を指摘している。

小倉（平成23年）は、生徒の中には、実験の結果を班で検討する際に、相互の感覚的な合意や特定の人の個人的判断に委ねてしまうことが多く見られる」と指摘している。

つまり、理科の授業での話合い活動は、考えの交流はあるが、話合いの目的や視点が明確となっていないことや、自らの考えや他者の考えについて妥当かどうか指摘し合っていないこと、根拠に基づいた合理的な判断がなされていないことなどの課題があると考えられる。稿者の授業実践を振り返ってみても考察の場面で話合い活動を積極的に取り入れてきたが、意見の交流にとどまり、考察が深まらないという課題があった。

そこで、本研究では、これらの課題を解決する話合いとして、討論を取り入れる。

（2）討論とは

「解説」は、思考力や表現力などの育成を図るために、討論など知識及び技能を活用する学習活動を工夫し充実を図る必要があると示している。

プログレッシブ和英中辞典には、討論は、discussion, debateと英訳され「discussionは意見を出して話し合うこと。debateは異なる意見をぶつけて議論すること」⁷⁾と二様の意味合いが記述されている。

一方、宮下治・益田裕充（2011）は考察の場面において、「教師は、思考を深化・拡大させるための多用な指導として、ディベート、グループディスカッションなど他者と語り合わせる具体的な指導法を構築していかなければならない」⁸⁾と述べており、理科指導における討論とはディベートとディスカッションを明確に区別していないと捉える。

山下（2000）は、討論と話合いの概念を明確に分けることはできないが、話合いは、お互いの意見を交換し合う要素が強く、討論には問題点を指摘する要素があることを示している。

本研究における討論とは、自らの考えや他者の考えに対して問題点を指摘し合うことにより、より妥当な考えをつくりだしていく話合いとする。

（3）本研究における討論の指導の工夫

ア 三角ロジックの活用

討論では、自分の考えを主張し、他者の主張に対して意見を述べることが必要である。

鶴田清司（2014）は、説得力のある主張の枠組みとして、「事実・理由付け・主張」の3点セットである「三角ロジック」を提唱しており、理由付けが

ない主張は、主張が妥当かどうかを判断することができないと述べている。事実とは主張の根拠となる客観的な事実・データのことであり、理由付けとはなぜその根拠によって主張ができるかという説明である。鶴田はこの三角ロジックを図1のように整理している。



図1 三角ロジック

三角ロジックを理科の考察の場面に当てはめる

と、事実は観察・実験の結果や資料、理由付けは事実と結論を結び付ける理由、主張は課題に正対する結論であると考える。

田上貴昭（2014）は、「より建設的な話合いにするためには、お互いの『主張』だけでなくそれを支える『根拠』や『理由づけ』について正確に理解し、その正誤、適否、確かさについて検討することが必要である。」⁹⁾と述べている。

理科の考察の場面においても、より妥当な結論を導出するためには、事実と理由付けの正誤や適否を検討する必要があると考える。

そこで、討論では、三角ロジックの事実や理由付けに着目させ、問題点はないか批判的に吟味する。

イ ワークシートの工夫

三角ロジックを活用するために考案したワークシートを図2に示した。考察では、三角ロジックの枠組みに、観察・実験結果などの事実、事実と結論を結び付ける理由付けを記述し、事実と理由付けに基づいた結論を導出する。

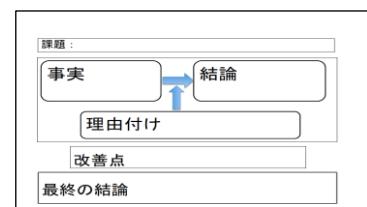


図2 ワークシート

討論ではワークシートを提示し、三角ロジックに着目しながら説明し、問題点の指摘を行う。指摘する際は、ワークシートの問題の箇所に指摘シールを貼り、考えのどの部分に指摘をしたのか視覚的に分かるようにする。

改善点の枠には、自分の考えを改善する必要があると捉えた点を簡潔にメモする。最終の結論は討論を通して変容した事実や理由付けを根拠とし、より妥当な結論を記述するように指導する。

ウ 討論の進め方

本研究では、考察の場面で、個人の考えを導出した後に3から4人の班員による討論を行う。討論の流れは①班員が順番に自分の考えについて根拠に基

づき説明する（科学的な説明）②他者の考え方の問題点を指摘する（反論）③指摘を受けて再び説明する（反論に対する反論）④お互いに指摘や説明をする（自由に討論）とする。

討論ではグループによって異なる結論を導く場合や同じ結論であっても事実や理由付けが異なる場合が考えられるため、グループでの討論後、代表者による全体での討論を行う。その後、最終の結論を個人で思考し、より妥当な考えを導出する。

エ 批判的に吟味する問い合わせの工夫

清水誠・大澤正樹（2015）は、批判的思考を「目標に基づいて、自分自身の推論が適切な根拠に基づいているかその妥当性や信頼性を吟味する力」¹⁰⁾と定義し、仮説を設定する場面で、表3の役割を班で分担し話し合うことが、批判的思考力を育成することに効果があったと示している。そこで、表3の役割に対応した問い合わせを討論で行うことが、考えを批判的に吟味する手立てとなると考えた。三角ロジックと結び付けて考案した問い合わせの例を表4に整理した。本研究での問い合わせは、グループの司会者が中心となって行うこととするが、班員全員の考えをより妥当なものにするという目的を伝えながら問い合わせの例を全生徒に提示する。

オ 討論の構造モデル

これまでに述べた討論を取り入れた授業の流れと三角ロジックの関係性について、討論の構造モデルとして、図3に整理した。ワークシートの活用や討論は、生徒実態に応じて段階的に取り入れていく。

表3 話合いの役割分担

役割	
①	課題に沿った話合いを進める。 よりよい仮説になるように話合いを進める。
②	発言のあいまいな部分をチェックし明確化する。根拠になっているデータが信頼できるかチェックする。
③	学習したことを正しく使って結論を導いているかチェックする。経験したことから結論が適切に導かれているかチェックする。

表4 討論における司会者の問い合わせの例

目的	問い合わせの例
結論の論理性を吟味する	課題に正対した結論となってていますか。 他の考え方はないですか。
事実の妥当性・信頼性を吟味する	事実は妥当ですか。必要なデータは揃っていますか。根拠となる事実は他にもありませんか。
理由付けの妥当性・信頼性を吟味する	事実から本当にそのように考えられますか。考え方方が矛盾していないですか。学習したことが正しく使えていますか。

III 研究の仮説及び検証の視点と方法

以上の文献研究を基に、次のように研究の仮説を設定した。研究の仮説と検証の視点と方法を表5に示す。

表5 研究の仮説と検証の視点と方法

研究の仮説	
自らの考えや他者の考えについて、「三角ロジック」を活用し批判的に吟味する討論を行えば、自らの考えや他者の考えを検討して改善する力が育つであろう。	
検証の視点	検証の方法
① 三角ロジックに基づいて他者の考え方の問題点を指摘することができたか。 ② より妥当な自らの考え方をつくりだすことができたか。	プレテスト、ポストテストの正答率 ワークシートの記述の変容 発話分析

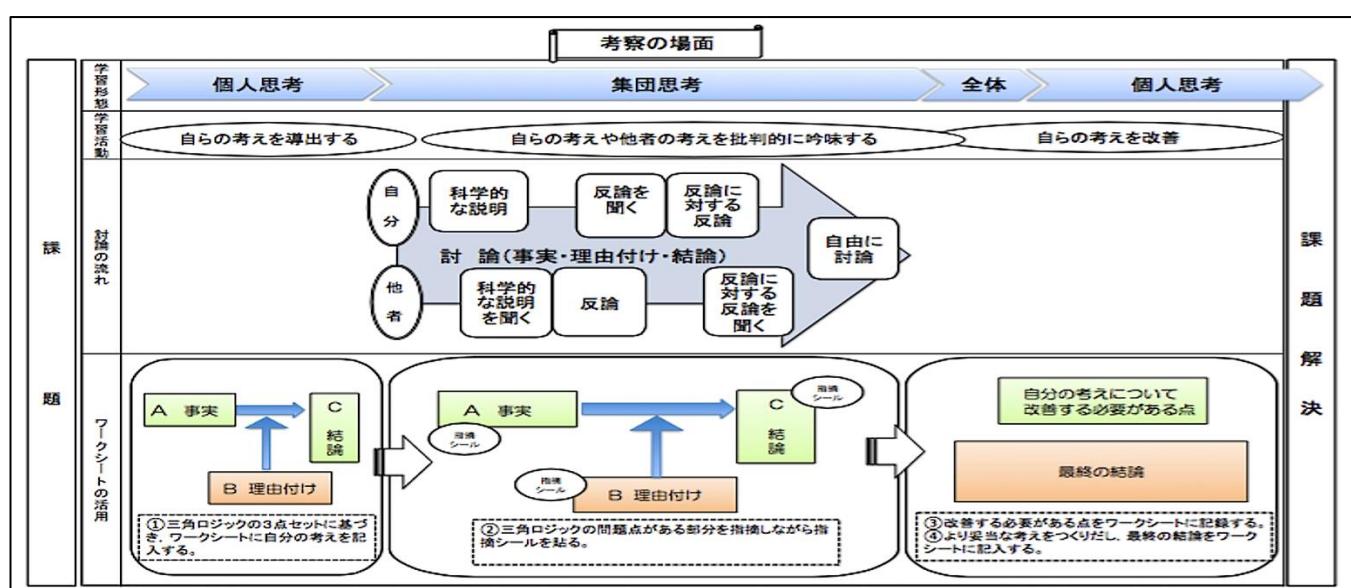


図3 討論の構造モデル

IV 研究授業について

1 研究授業の内容

- 期 間 平成28年7月1日～平成28年7月12日
- 対 象 所属校第2学年（1学級23人）
- 単元名 空気中の水の変化
- 指導計画

時	学習活動
1	菓子袋が上空で膨らむ実験結果より空気の体積の変化と気圧の変化の関係について考察する。
2	霧を発生させる実験を行い霧はどんな条件のときに発生しやすいのか考察する。
3	温度と飽和水蒸気量の関係をグラフに表し理解する。
4・5	露点を測定し実験結果から教室の水蒸気量を求める。
6	湿度の求め方を理解し露点と気温から湿度を求める。
7・8	雲の発生に関する実験を行い、雲ができる過程を気圧、気温、湿度の変化と関連付けて考察する。

2 授業の実際と指導の工夫

(1) 第1時

第1時では、考察の場面で、個人で思考した後、従来の話合い活動を行った。図4は第1時の授業の実際と生徒aのワークシートである。「上空は地上より気圧が高い」という考察の誤りは話合い後も改善されていない。

課題	空気が上昇すると空気の体積はどうなるか。
観察	飛行機内での菓子袋の体積の変化
考察	①個人思考→②班での話合い→③最終の結論

【考察】

空気の体積は上昇するほど大きくなる
上空の空気は地上より気圧が低いから

↓

【最終の考察】

地上上の空気は上空の空気よりも気圧が低く、水蒸気が少なくなったため、空気の高いところにいくと水蒸気が少なくなつため

図4 第1時の授業の実際と生徒aのワークシート

(2) 第8時

第1時終了後、各班の司会者に討論の流れを説明し、進行における問い合わせの例を提示した。そして司会者を固定し第2時以降で討論を取り入れた。討論で他者の考えに指摘するときは、三角ロジックの枠組みに記述された考察の問題点に指摘シールを貼ることを指導した。

図5は第8時のA班における討論の発話記録と生徒bのワークシートである。討論では、司会者の問い合わせにより、事実、結論、理由付けに着目した問題点の指摘をしている。また、指摘シールは、自分

の考えの改善する必要がある箇所を視覚的に示す手立てとなっている。

課題	雲はどのようにしてできるのか。雲ができる過程を説明しよう。
実験	空気を膨張させたときの変化を調べる。
考察	①個人思考→②討論→③最終の結論

『A班における討論の様子』 ※下線部は問題点の指摘

司会：自分の考えを説明してください。

b：雲は気圧が小さいときや空気の体積が膨張しているとき温度が低いときに発生して、温度が低いとき飽和水蒸気量が少なくなるから、たくさん水蒸気が集まって雲粒ができると思います。（中略）

司会：他の人の考えの問題点を指摘してください。

c：飽和水蒸気量が少なくなるから、たくさんの雲粒が集まるって？【結論への指摘】

b：飽和水蒸気量で露点を過ぎるといっぱい水蒸気が。

c：露点とは温度を下げて水滴が現れるときの温度。（中略）

c：水蒸気が集まつても見えんよ。【理由付けへの指摘】

b：水蒸気がいっぱい集まつたら見えるじゃん。えつ水蒸気って見えんの？

d：水滴が見えて水蒸気は見えんよ。

b：雲って霧みたいなものじやろ？霧も水蒸気からできとるんじやろ。

c：（水蒸気ではなく）水滴。（中略）

司会：課題に対する結論はいいでしょうか。

b：cさんの結論「気圧が膨張して」に「体積」を加えたらいいと思います。【結論への指摘】

司会：根拠となる事実は他にありませんか？

c：露点とか？【事実への指摘】

図5 第8時の授業の実際と生徒bのワークシート

3 プレテスト・ポストテストについて

プレテスト、ポストテストを次頁図6に示した。問題文は問題解決の過程に沿ったレポート形式とし他者の考察文について問題点がないかを吟味し、問題点がある場合は、より妥当な考察文を記述することとした。次頁表6は、プレテスト、ポストテストの評価基準である。また、ポストテストでは、平成27年度の「全国調査」で出題された「検討・改善」の視点の雲の成因に関する設問を実施した。

《プレテスト》		課題 弦の太さや長さは音の高さを決める要因なのだろうか。
【方 法】		① 図1、図2のように、同じ材質でできた太さの異なる弦をはった2つのモノコードを準備する。図1は細い弦(直径 0.3mm)、図2は太い弦(直径 0.6mm)のモノコードを示す。 ② 弦を弾く強さが一定になるように、2つのモノコードにグラフ用紙をはり、同じ目盛りから弦を弾いて実験を行う。 ③ 図1のモノコードを使って、弦の長さをことじで40cm、20cmに調整して弦を弾き実験を行う。これらの実験を実験A、実験Bとする。 ④ 図2のモノコードを使って、弦の長さをことじで40cm、20cmに調整して弦を弾き実験を行う。これらの実験を実験C、実験Dとする。 ⑤ 実験A～Dのそれぞれについて、弦を弾いたときの音をマイクロホンでパソコンに取りこみ、音の波形を表示する。 ⑥ パソコンで表示した音の波形を模式的にグラフに示す。
【結果】		 
【真由美さんの考察】		実験AとBの結果を比較すると、弦の長さを2倍にすると、振動数は2分の1倍になっているので、音は低くなると考えられる。このとき、弦の太さは同じなので、弦の長さは音の高さを決める要因であるが、弦の太さは要因ではない。
【問題】		真由美さんの考察について検討します。問題点がある場合は指摘をします。 (1) 真由美さんの考察について ①指摘がある ②指摘はない ※ ①の指摘があると答えた人は次の(2)、(3)について答えてください。 (2) 真由美さんの考察の問題点を簡潔に書きなさい。 (3) 課題に対するあなたの考察を書いてください。

《ポストテスト》		課題 チューリップの花が開くのは何に関係しているのだろうか。
【動機】		チューリップの切り花を花びんに生けて窓際に飾ったところ、図5のように、花は13時には開いていて、21時には閉じていた。時間に思い、表1のように整理した。 13時と21時の違いは、日光と室温であったので、「チューリップの花が開くには、光や温度が関係する」と予想して調べることにした。
【方法】		花が閉じているチューリップを生けた4つの花びんAからDを用意する。光と温度の条件を変え、それ以外の条件は同じにし、しばらく時間ををおいた後に、花の状態を観察する。
【結果】		実験の結果を表2にまとめた。
【大嶋さんの考察】		10℃では花は閉じていて、20℃では開いている。また、屋13時は開いているけど、夜21時は閉じている。このことから、花が開くのは光と温度に関係していると考えられる。
【問題】		大嶋さんの考察について検討します。問題点がある場合は指摘をします。 (1) 大嶋さんの考察について ①指摘がある ②指摘はない ※ ①の指摘があると答えた人は次の(2)、(3)について答えてください。 (2) 大嶋さんの考察の問題点を簡潔に書きなさい。 (3) 課題に対するあなたの考察を書いてください。

図6 プレテスト・ポストテスト

表6 プレテスト・ポストテストの評価基準

段階	設問(1)・(2)	設問(3)
A	①を選択し、問題点を説明している。	実験結果・資料に基づいて妥当な結論を述べている。
B	①を選択している。問題点の説明の一部に不十分な点がある。	根拠に基づいて妥当な結論を述べている。根拠や結論の一部に不十分な点がある。
C	①を選択しているが問題点を説明していない。 ②を選択している	結論を述べているが間違っている。 結論を述べていない。

V 研究授業の分析と考察

1 他者の考えの問題点を指摘できたか

(1) 発話の内容の分析

考察の場面における発話の内容を分析した。前頁図5のA班の討論では、生徒bの考えに対して結論

の説明不足や誤概念を指摘している。次頁図9のB班の討論では、生徒eの考えに対して、実験結果の正誤や結論が課題に正対していないことを指摘している。これらのことから、三角ロジックに着目した指摘ができていると考える。

考察の場面の発話の分類を表7に、第1時、第2時、第8時の発話の段階の変容を図7に示した。

表7 発話の分類

段階	発話の分類
III	他者の考えについて問題点を指摘している。
II	他者の考えについて問題点を指摘しようとしているが、間違っている。
I	他者の考えについて問題点を指摘していない。

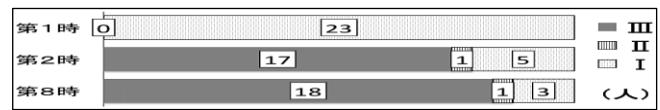


図7 発話の段階の変容 (第8時 欠席1人)

討論を取り入れた第2時以降、III段階の発話が増加した。このことより、討論が他者の考えの問題点を指摘することに有効であると考える。

(2) プレテスト・ポストテストの分析

プレテスト、ポストテストの設問(1)(2)の結果を検証した。学級全体の結果を図8に、第8時における発話の段階とプレテスト・ポストテストの変容の結果を表8に示した。

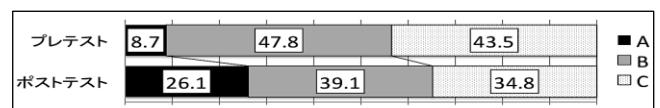


図8 プレテスト・ポストテスト設問(1)(2)の結果

表8 発話の段階とプレテスト・ポストテストの変容

プレ テスト・ボ ストテストの比 較	発話の段階	III段階(問題点 を指摘できた)	II段階以下(問題 点を指摘できなか つた)
A評価を維持	1	0	
B評価→A評価	1	0	
C評価→A評価	4	0	
C評価→B評価	2	0	
B評価のまま	6	1	
C評価のまま	2	1	
評価が下がった	2	2	
計(人)	18	4	

ポストテストの評価が上がった7人は発話の段階がIII段階だった。このことより、他者の考えの問題点を指摘することについて成果があったと考える。

(1)(2)のことから、三角ロジックに着目した討論をすることにより、他者の考えの問題点を指

摘できるようになったと考える。

2 より妥当な自らの考えをつくりだすことができたか

(1) ワークシートの分析

ワークシートの考察の記述を討論前後で評価・比較し変容を分析した。考察の評価基準を表9に示した。評価Aの「複数の根拠」とは、本単元では観察・実験の結果、状態変化や気圧に関する第1学年第1分野の既習事項、日常生活での経験や知識とした。

表9 考察の記述の評価基準

評価	基準
A 妥当である	複数の根拠に基づいて結論を述べている。
B ある	根拠に基づいて結論を述べている。
C 妥当でない	結論を述べているが根拠が不十分である。
D ない	結論を述べているが間違っている。

図9は第8時の発話記録の一部と討論により考察が評価Dから評価Aに変化した生徒eのワークシートである。生徒eは結論が課題に正対していないという指摘を受け、「分からぬ。」と答えたが、最終の考察では課題に正対した結論を導出している。

司会：自分の考えを説明してください。
e：空気の体積を膨張させると温度は低くなり容器内が曇った。上空は気圧が小さく温度が低いので雲粒がくつつきやすい環境ができる。（中略）
司会：他の人の考えの問題点を指摘してください。
（実験）2も同じ結果になつたって言うけど、2は別なんじやないですか？
e：気圧が小さくなつたら膨張するんじゃない。（中略）
f：結論がほぼ理由付けのところ（結論が理由付けになっている）。課題の答えになつてない。
e：自分でも分からぬ。
【回答の結果】雲は気圧が小さく温度が低いと空でできることが分かった。理由は実験結果から分かる。それは気圧が小さく温度が低いときたから。さらに雲は上空2km～10kmと高い所でできるから。ちなみに気圧は上いくほど小さくなる。結論、雲は気圧が小さく、温度が低いところでできる。空気が上昇して膨張して温度が下がり露点にたまつたでできる。

図9 B班の発話記録の一部と生徒eのワークシート

討論による考察の変容の分類を表10に、考察の変容の段階を図10に示した。

表10 討論による考察の変容の分類

段階	討論前後における考察の変容の分類	
	討論前	討論後
V 妥当な考え方（評価A, B）	より妥当な考え方へ変化（評価A, B）	
IV 妥当な考え方（評価A, B）	考え方へ変化していない	
III 妥当でない考え方（評価C, D）	妥当な考え方へ変化（評価A, B）	
II 妥当でない考え方（評価C, D）	考え方へ改善が見られるが不十分（評価C, D）	
I 妥当でない考え方（評価C, D）	妥当でない考え方のまま（評価C, D）	

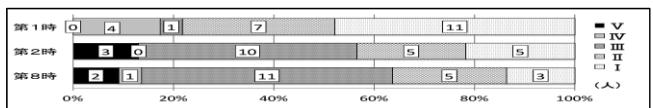


図10 考察の変容の段階（第8時 欠席1人）

第1時では、III段階以上が5人だったが第8時では14人に増加した。討論がより妥当な考え方をつくりだすことに有効であると考える。

(2) プレテスト・ポストテストの分析

プレテスト、ポストテストの設問（3）の結果を図11に、第8時における考察の変容の段階とプレテスト・ポストテストの変容の結果を表11に示した。

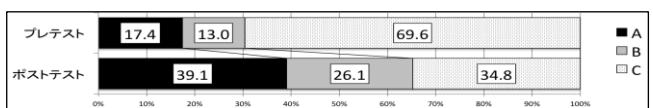


図11 プレテスト・ポストテスト設問（3）の結果

表11 考察の変容の段階とプレテスト・ポストテストの変容

プレテスト・ポストテストの比較	III段階以上（妥当な考え方・妥当な考え方へ変化）	II以下（妥当でない考え方）
A評価を維持	2	0
B評価→A評価	0	0
C評価→A評価	7	0
C評価→B評価	0	3
B評価のまま	2	0
C評価のまま	1	4
評価が下がった	2	1
計（人）	14	8

ポストテストで評価が上がった10人中7人は考察の変容の段階がIII以上だった。また、平成27年度の「全国調査」で出題された「検討・改善」の設問について、ポストテストの正答率が65.2%であり、「全国調査」の正答率14.9%を大きく上回った。

(1) (2) より、他者から指摘を受け、自らの考え方を吟味し見直すことで、より妥当な自らの考え方をつくりだすことができたと考える。

3 他者の考え方の問題点を指摘することとより妥当な自らの考え方をつくりだすこととの相関性

(1) 発話の段階と考察の変容の段階の関係

第8時について、発話の段階と討論による考察の変容の段階の関係を表12に整理した。討論による考察の変容がIII段階以上の生徒14人中12人が発話の段階がIIIであった。このことから、より妥当な自らの考えをつくりだすことと、他者の考えの問題点を指摘することには相関性があると考える。

一方、発話の段階がIIIであるが考察の変容の段階がII以下の生徒が6人いる。他者へ指摘した事柄を自分の問題として捉えていないことが考えられる。

表12 発話の段階と考察の変容の段階（第8時 欠席1人）

段階	討論による考察の変容				
	V	IV	III	II	I
問題点の指摘	III k h	i b c f g j l m n o		p q r s	d t
II		e			
I		u	a		v

(2) 他者との関わりによる個の変容

生徒aと生徒gに関わる討論の一部と生徒gの考察の変容を図12に示した。生徒aは第1時、第2時の討論前後で考察に変容はなく妥当でない考えのままだったが、第8時では、指摘を受け、雲ができる過程を詳しく説明し最終の結論を改善していた。

a : 結論は蒸気が気圧の低い上空まで上がると、空気が膨張し雲ができる。理由は実験の結果から、気圧が小さいと白く雲ることが分かったから。
g : aさんの結論、気圧の低い上空まで上がると膨張し雲ができるは説明不足。
a : 海水とかが蒸発して上空まで上がると、霧と同じような感じで蒸気が白くなつて水蒸気が水滴になつて雲ができる。
g : 膨張するってことは温度が低いってこと。膨張するだけだったら何でか分からん。温度が低くなることも結論に入れると。
【生徒gの記述より】 討論前：雲は気圧が小さくて温度が低い所にできる。 討論後：空気中の水蒸気が気圧の低い所に上昇気流で行き、膨張して温度が下がり、露点になると雲になる。

図12 第8時の発話記録の一部と生徒gの考察の変容

生徒gが、生徒aに指摘した「膨張と温度低下の関係」は、討論前の生徒gの考察に記述されていなかった。そして、生徒gは指摘した内容を自身の最終の結論に取り入れ、考えを改善していた。第8時では生徒gは他者から指摘されていなかったことより、生徒gが、他者の考えを吟味し問題点を指摘することを通して、より妥当な考えに気付き、自らの考えを見直すことができたことが分かる。

(1) (2) より、他者の考えの問題点を指摘することと、より妥当な自らの考えをつくりだすことには相関性があり、他者の考えの問題点を指摘したり他者から指摘されたりすることにより、自らのよ

り妥当な考えをつくりだすことができると考える。

VI 研究のまとめ

1 研究の成果

三角ロジックの枠組みを基としたワークシートを用い、考えの問題点を指摘する討論を行った結果、生徒はより妥当な自らの考えをつくりだすことができた。このことから、三角ロジックを活用し批判的に吟味する討論を取り入れた指導は、自らの考えや他者の考えを検討して改善する力を育てることに有効であることが明らかになった。

2 研究の課題

難易度の高い課題を提示した授業では、自らの考えを導出できない生徒がおり、一部の生徒で討論を進めるグループがあった。個に応じた指導の工夫をする必要がある。また、討論では他者の考えの問題点を修正することによる指摘となっていることがあり、指摘された生徒は思考することなく考えを改善していくことがあった。問題点の指摘が問題点の修正にならないよう討論の指導をする必要がある。

【引用文献】

- 文部科学省（平成20年）：『中学校学習指導要領解説理科編』大日本図書株式会社p. 17
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター（平成27年）：『平成27年度全国学力・学習状況調査解説資料中学校理科』p. 7
- 矢野英明（2007）：『理科でどんな「力」が育つか』日置光久・矢野英明編著 東洋館出版社p. 130
- 矢野英明（2007）：前掲書p. 131
- 日置光久・村山哲哉（2007）：日置光久・矢野英明編著 前掲書p. 156
- 山下修一（平成24年）：『理科の教育9月号』東洋館出版社p. 21
- 近藤いね子・高野フミ（昭和61年）：『小学館プログレッシブ和英中辞典』小学館p. 1211
- 宮下治・益田裕充（2011）：『理科授業の理論と実践』丸善出版株式会社p. 42
- 田上貴昭（2014）：『論理的思考力・表現力を育てる言語活動のデザイン中学校編』鶴田清司・河野順子編著 明治図書p. 67
- 清水誠・大澤正樹（2015）：『批判的思考力を育成する指導方法の開発』『埼玉大学紀要教育学部第64巻第1号』p. 103

【参考文献】

- 田中保樹・谷口哲也（平成25年）：『理科の教育1月号』東洋館出版社
 角屋重樹（2013）：『なぜ、理科を教えるのか－理科教育がわかる教科書－』文溪堂
 文部科学省国立教育政策研究所（平成27年）：『平成27年度全国学力・学習状況調査報告書中学校理科』
 藤本義博・鈴木康浩（平成28年）：『理科の教育1月号』東洋館出版社
 小倉康（平成23年）：『理科の教育12月号』東洋館出版社
 山下修一（2000）：『理科教育における協同学習での討論に期待される効果』『千葉大学教育学部研究紀要第48巻I』
 鶴田清司（2014）：『論理的思考力・表現力を育てる言語活動のデザイン中学校編』明治図書