

理科の見方・考え方を働かせ、分析して解釈する生徒を育てる理科学習指導

3段階の図的表現と2種類の付箋紙を活用した対話活動を通して

大川市立大川南中学校
教諭 野田 恵

こんな手立てによって…

自分なりの図的表現を最適な表現へと練り上げていく仕組みを明らかにし、「疑問？」と「納得！」を可視化する付箋紙を活用して、段階ごとに対話活動を仕組んだ。

こんな成果があった！

「疑問？」を「納得！」に変えようと主体的な学びが生まれ、対話を通して図的表現を練り上げていく中で、理科の見方・考え方を働かせ、分析して解釈する力を育てることができた。

1 考えた

新学習指導要領の中学校理科では、「科学的に探求する力」を育成するに当たって、学年ごとに重視する学習過程が示され、3年間を通して科学的に探求する力の育成を図るようになった。

そこで、本校の生徒の実態から、研究主題を「理科の見方・考え方を働かせ、分析して解釈する生徒を育てる理科学習指導」と焦点化し、第2学年で検証授業を行うことにした。

また、対話活動を位置付けて、自分なりの図的表現を最適な表現へと練り上げていく仕組みを明らかにすることで、主体的・対話的で深い学びの視点から、授業改善を行いたいと考えた。

2 やって見た

実践Ⅰ「電流と回路」では、「比べ活動（図的表現を活用した対話活動）」を位置付けて検証した結果、次の3つの課題が明らかになった。①理科学習への意欲が低い生徒が、疑問に思ったことを納得するまで自由に話し合い、自分自身の考えの深まりを自覚させるまでには至っていなかった。②授業者が、「比べ活動」での生徒の理科の見方・考え方を見取り、個に応じた適切な支援ができていなかった。③授業者が、生徒の意識を読み取り、思考を揺さぶる発問や問い返しを行い、「比べ活動」での視点や話し合いのテーマを設定することができていなかった。

そこで、実践Ⅱ「化学変化と物質の質量」では、2種類の付箋紙の活用を考案し、副主題を「3段階の図的表現と2種類の付箋紙を活用した対話活動を通して」と設定し直して検証した。

3 成果があった！

2種類の付箋紙を活用することで、生徒の疑問が可視化され、疑問に思ったことを納得するまで追求していくような主体的な学びへと改善できた。また、各段階において、対話のテーマを明確にして、自分なりの図的表現を最適な図的表現へと練り上げていく対話活動を通して、理科の見方・考え方を働かせ、分析して解釈する力が確実に伸びた。

理科の見方・考え方を働かせ、分析して解釈する生徒を育てる理科学習指導

3段階の図的表現と2種類の付箋紙を活用した対話活動を通して

1	主題設定の理由	3
	(1) 新学習指導要領の理科の目標から	3
	(2) 生徒の実態とこれまでの研究の積み上げから	3
2	主題の意味	5
	(1) 主題について	5
	(2) 副主題について	6
3	研究の目標	7
4	研究の仮説	7
5	研究の構想	7
	(1) 授業デザインマップの作成を通して、3段階の図的表現の内容を考案する	7
	(2) 2種類の付箋紙を活用した理科の見方・考え方の見取りと個に応じた支援を行う	8
	(3) テーマを基に、疑問が納得に変わっていくように根拠を表現する対話活動を仕組む	8
	(4) 研究構想図	9
6	研究の実際	9
	(1) 実践Ⅰ 単元 第2学年「電流とその利用」第1章 電流と回路	9
	(2) 実践Ⅱ 単元 第2学年「化学変化と原子・分子」第3章 化学変化と物質の質量	14
	(3) 全体考察	23
7	成果と課題	25
	(1) 成果	25
	(2) 課題	25
	<参考文献>	25

理科の見方・考え方を働かせ、分析して解釈する生徒を育てる理科学習指導

3段階の図的表現と2種類の付箋紙を活用した対話活動を通して

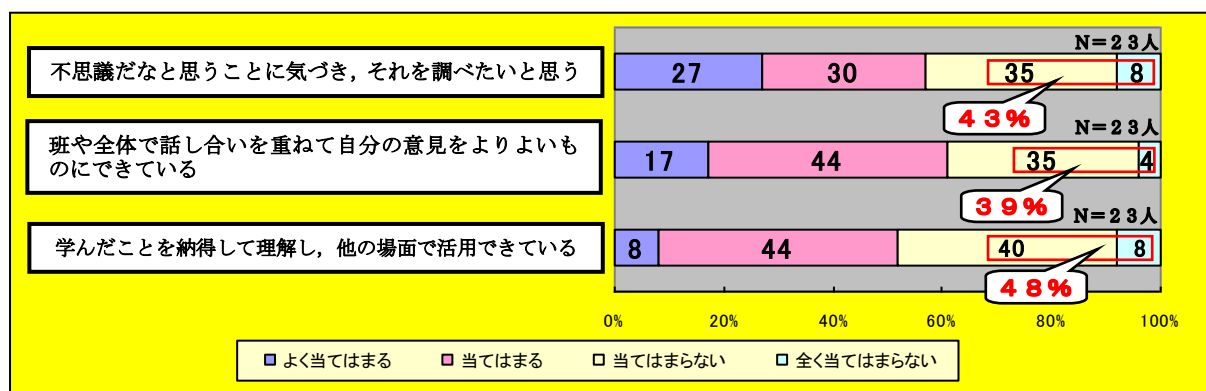
大川市立大川南中学校
教諭 野田 恵

1 主題設定の理由

(1) 新学習指導要領の理科の目標から

新学習指導要領の理科の目標では、「自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探求するための必要な資質・能力（[知識・技能]，[思考力・判断力・表現力等]，[学びに向かう力・人間性等]）を育成することを目指す」と示された。また、科学的に探求する力を育成するに当たっては、学年ごとに重視する学習過程が示された。第1学年では、「自然の事物・現象から問題を見いだすこと」、第2学年では、「解決する方法を立案し、その結果を分析して解釈すること」、第3学年では、「探究の過程を振り返ること」に重点を置き、3年間を通して科学的に探求する力の育成を図るようになった。そこで、本研究では、本校の生徒の課題である「観察、実験などの結果を分析して解釈すること」に焦点を当て、研究主題を「理科の見方・考え方を働かせ、分析して解釈する生徒を育てる理科学習指導」と設定し、第2学年で実践研究を行うことにした。

(2) 生徒の実態とこれまでの研究の積み上げから



資料1 実践前の理科学習についてのアンケート結果（昨年度7月 第2学年A組 23名）

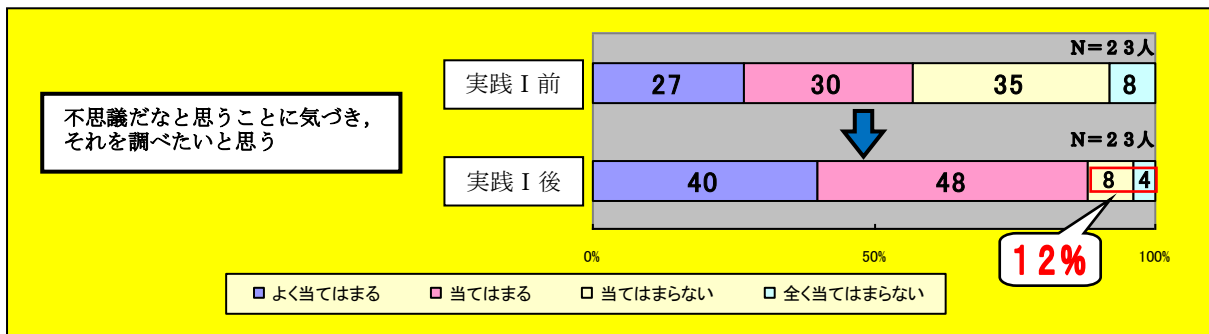
資料1より、アンケート項目「不思議だなと思うことに気づき、それを調べたいと思う」に当てはまらないと答えた生徒の割合が43%、「班や全体で話し合いを重ねて自分の意見をよりよいものにできている」に当てはまらないと答えた生徒の割合が39%、「学んだことを納得して理解し、他の場面で活用できている」に当てはまらないと答えた生徒の割合が48%も存在した。

この原因として、これまでの私自身の指導法を振り返ると、次の3点が考えられる。

- ① 生徒一人一人の湧き上がる疑問に目を向けず、教科書通りに実験し、その結果を分析して解釈するところも授業者主導で進めていたため、生徒が疑問に思ったことを納得するまで追求していききたいという追求意欲を摘み取っていた。
- ② 班交流や全体交流を仕組んでいたが、ただ書いていたことを出し合うだけで、理科の視点に着目して、比較したり、関係付けたりして全員が積極的に発言し、よりよい考えへと練り上げるような交流になっていなかった。
- ③ 単元計画を綿密に立てずに授業を行っていたため、単元を通してどんな資質・能力を身につけさせていくのか、また、既習とどのように関係付けて理解を深めていくのか授業者として明確に意識できていなかった。

そこで、第2学年理科学習で求められている資質・能力を育成していくために、主体的・対話的で深い学びの視点から、これまでの自分自身の授業を改善し、副主題に「比べ活動の連続を通して」と設定して、図的表現を活用した対話活動を位置付けた実践Ⅰを昨年度11月に行った。

しかし、資料2より、アンケート項目「不思議だなと思うことに気づき、それを調べたいと思う」という実践Ⅰの前後の意欲面の変容を見ると、当てはまると答えた生徒の割合が57%から88%に上がっているものの、当てはまらないと答えた生徒の割合が実践Ⅰ後も12%存在することが分かった。



資料2 実践Ⅰの前後の意欲面の変容について

このことから、次の3点の課題がさらに明らかになった。

- ① 理科学習への意欲が低い生徒が、疑問に思ったことを納得するまで自由に話し合い、自分自身の考えの深まりを自覚させるまでには至っていなかった。
- ② 授業者が、「比べ活動」での生徒の理科の見方・考え方を見取り、個に応じた適切な支援ができていなかった。
- ③ 授業者が、生徒の意識を読み取り、思考を揺さぶる発問や問い返しを行い、「比べ活動」での視点や話し合いのテーマを設定することができていなかった。

これらの課題を解決するために、2種類の付箋紙の活用を考案し、副主題を「3段階の図的表現と2種類の付箋紙を活用した対話活動を通して」と設定し直し、今年度7月に実践Ⅱを行った。

2 主題の意味

(1) 主題について

「理科の見方・考え方を働かせ、分析して解釈する」とは、見通しを持って行った観察、実験の結果を、領域に応じて、「量的・関係的」「質的・実体的」「共通性・多様性」「時間的・空間的」な視点で、比較したり、関係付けたりして、関係性や規則性、因果関係を見出せるかについて考え、その根拠を学び合いで練り上げ、さらに自力で再表現しながら、納得して新たな知識・技能を獲得することである。

中学校における「理科の見方・考え方」については、「自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること」と新学習指導要領（平成29年告示）解説に述べられている。また、「理科の見方・考え方」を働かせながら、探求的な学習を通して、「理科の見方・考え方」が豊かで確かなものになっていくと考えられる。

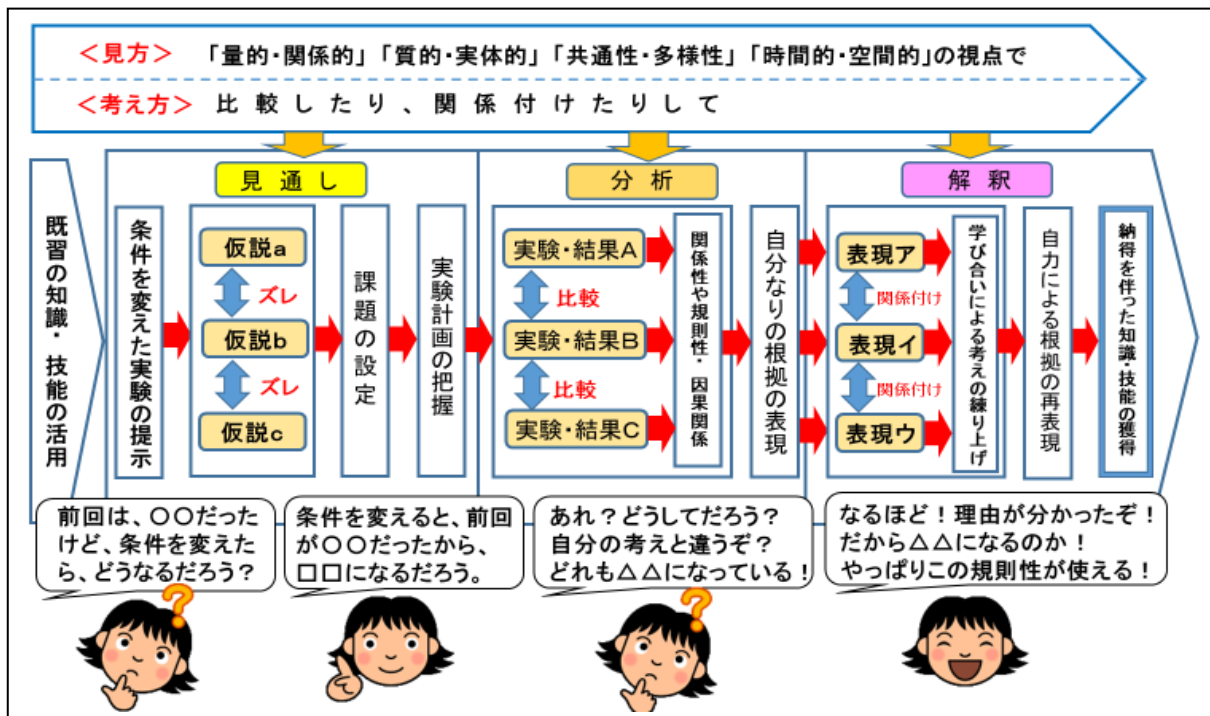


図1 理科の見方・考え方を働かせ、分析して解釈する過程

そこで、本研究で目指す生徒を次の三つの姿で捉える。

- ア 条件を変えた実験について、既習の知識・技能をもとに仮説を立て、課題を持って意欲的に実験をしていこうとする生徒。 [学びに向かう力, 人間性等]
- イ 実験結果を領域に応じた視点で比較したり関係付けたりして、関係性や規則性、因果関係を見出し、その根拠を表現することができる生徒。 [思考力・判断力・表現力]
- ウ 既習事項と本時の実験結果を関係付け、納得しながら新たな知識・技能の獲得ができる生徒。 [知識・技能]

(2) 副主題について

「3段階の図的表現」とは、一連の探求過程を「見通す段階」「見出す段階」「見極める段階」の3つに分けて、各段階に位置付けた【実験方法図】【自分なりの根拠図】【最適なモデル図】のことである。資料3のように3段階の図的表現へと作り替えていくことで、生徒が理科の見方・考え方を働かせ、理解の納得度を高めていくことができる。

「2種類の付箋紙」とは、疑問に思ったことや明らかにしたいことを書き留める「黄色の付箋紙」と、納得したことや明らかになったことを書き留める「ピンクの付箋紙」のことである。この2種類の付箋紙を活用することで、生徒が主体的に理科の見方・考え方を働かせ、仮説を立てて、課題を持って根拠を明確にしていこうとすることができる。

「3段階の図的表現と2種類の付箋紙を活用した対話活動」とは、見通す段階、見出す段階、見極める段階の3つの段階で、対話活動Ⅰ、対話活動Ⅱ、対話活動Ⅲを設定し、付箋紙に書き留めた疑問や納得をもとに、【仮説について】【仮説と結果のズレについて】【多様な表現のよさについて】のテーマで、図的表現を活用して根拠を表現する活動である。このような対話活動を位置付けることで、生徒が理科の見方・考え方を働かせ、学び合いを通して考えを練り上げながら思考力、判断力、表現力を高めていけるようにすることができる。

段階	見通す段階（見通し）	見出す段階（分析）	見極める段階（解釈）
目的	既習の知識・技能を活用し、条件を変えた実験に対する仮説を立て、課題を掴み、意欲を持って実験を行う。	実験結果を領域に応じた視点で比較したり関係付けたりして、関係性や規則性、因果関係を見出し、自分なりの結果の根拠を表現する。	友だちとの学び合いをすることで考えを練り上げ、よりよい結果の根拠の表現を行い、納得しながら新たな知識・技能を獲得する。
図的表現	<p>【実験方法図】</p>	<p>【自分なりの根拠図】</p> <p>＜表現ア＞</p> <p>＜表現イ＞</p> $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$	<p>【最適なモデル図】</p> <p>視点を引き出し、分かりやすさの観点から、表現アとイを組み合わせる</p>
付箋紙	<ul style="list-style-type: none"> ■ 既習と本時の実験を比較して ■ 自分と友だちの仮説のズレから 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 自分の仮説と実験結果のズレから ■ 友だちとの学び合いを通して ■ 実験結果と既習の内容とを関係付けて 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 多様な表現内容を関係付けて ■ 自力で最適なモデル図をかく ■ 条件を変えた発展的な問い
対話活動	<p>対話活動Ⅰのテーマ</p> <p>【仮説について】</p> <p>「何で予想がズレているのか？」</p> <p>〈学習形態・活用するもの〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 個→班→全体 ・ 実験方法図 ・ 2種類の付箋紙 	<p>対話活動Ⅱのテーマ</p> <p>【仮説と結果のズレについて】</p> <p>「なぜ、〇〇にならないのか？」</p> <p>〈学習形態・活用するもの〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 個→班→離席 ・ 自分なりの根拠図 ・ 2種類の付箋紙 ・ ホワイトボード 	<p>対話活動Ⅲのテーマ</p> <p>【多様な表現のよさについて】</p> <p>「今までの考え方は使えるのか？」</p> <p>〈学習形態・活用するもの〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 全体→個→全体 ・ 最適なモデル図 ・ 具体的操作カード ・ ホワイトボード

資料3 3段階の図的表現と2種類の付箋紙を活用した対話活動

3 研究の目標

理科の見方・考え方を働かせ、分析して解釈する生徒を育てるために、3段階の図的表現と2種類の付箋紙を活用した対話活動を取り入れた学習指導法のあり方を究明する。

4 研究の仮説

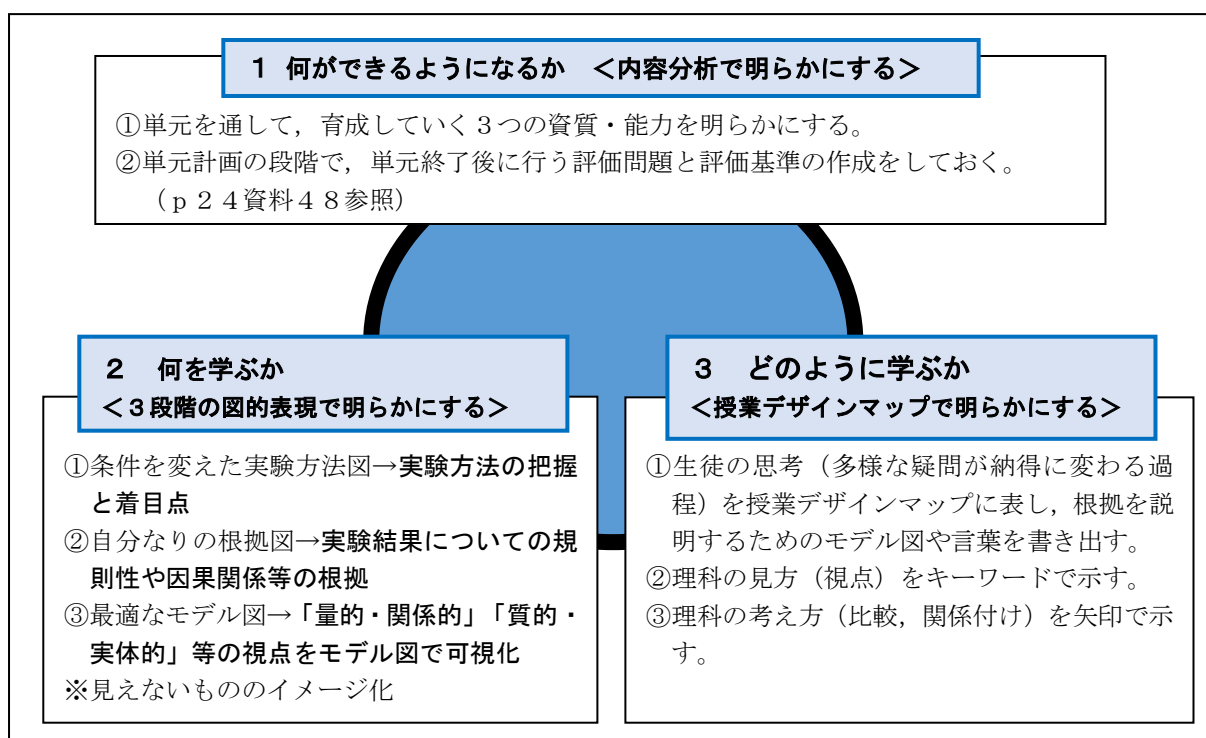
中学校第2学年理科学習において、以下の3点に着目して3段階の図的表現と2種類の付箋紙を活用した対話活動を位置付ければ、理科の見方・考え方を働かせ、分析して解釈することができる生徒が育つであろう。

- (1) 授業デザインマップの作成を通して、3段階の図的表現の内容を考案する。
- (2) 2種類の付箋紙を活用した理科の見方・考え方の見取りと個に応じた支援を行う。
- (3) テーマを基に、疑問が納得に変わっていくように、根拠を表現する対話活動を仕組む。

5 研究の構想

(1) 授業デザインマップの作成を通して、3段階の図的表現の内容を考案する（資料4）

授業デザインマップ（p10, p15, p19参照）とは、内容分析に基づいて、一連の探求活動ごとに、生徒の思考の流れ（疑問が納得に変わる過程）をイメージして、作成した授業計画のことである。この授業デザインマップを、単元の導入前に授業者が作成しておくことで、生徒が各時間に働かせる理科の見方・考え方を、授業者が意識しながら、生徒の思考に寄り添い、時には生徒の思考を揺さぶり、意図的・計画的に指導することができるようになる。また、この授業デザインマップの作成を通して、生徒が理科の見方・考え方を働かせ、理解の納得度を高めていくように、3段階の図的表現「実験方法図」「自分なりの根拠図」「最適なモデル図」の内容を資料4の視点で考案していく。



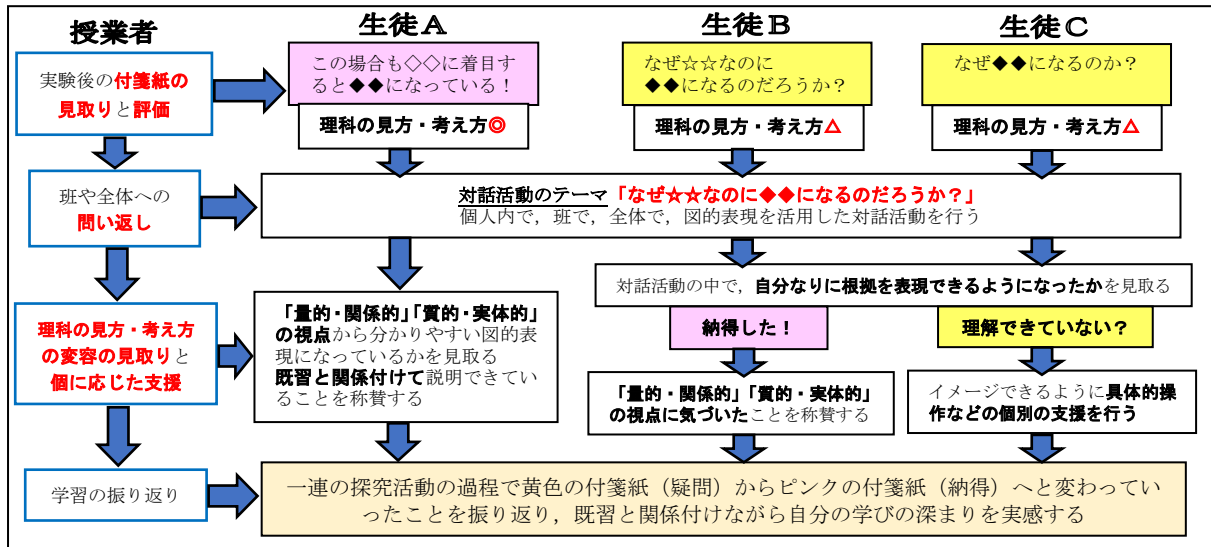
資料4 3段階の図的表現の内容を考案していく過程

(2) 2種類の付箋紙を活用した理科の見方・考え方の見取りと個に応じた支援を行う

2種類（黄色，ピンク）の付箋紙を班テーブルに置き，黄色の付箋紙には，「疑問や明らかにしたいこと」を，ピンクの付箋紙には，「納得したことや明らかになったこと」を，授業中にだれでも自由に何枚でも書いて，学習プリントに貼れるようにする。

その付箋紙に書き留めている内容から，理科の見方・考え方が働いているかどうかを見取り，資料5のように，班や全体への問い返しをして，課題を持って根拠を明らかにしていくことができるようしていく。

※本研究では，実践Ⅰの課題を基に，実践Ⅱから付箋紙を取り入れている。

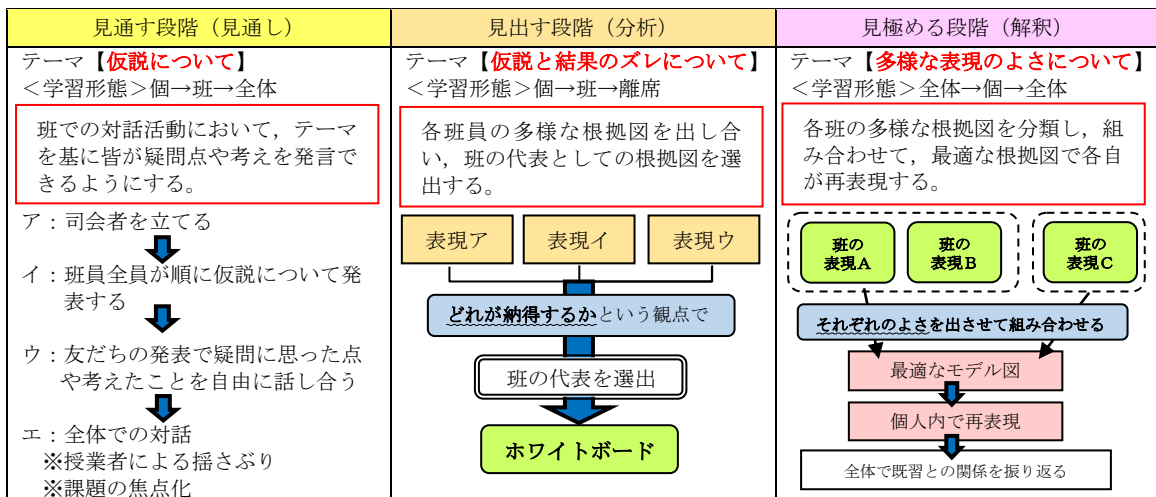


資料5 2種類の付箋紙を活用した理科の見方・考え方の見取りと個に応じた支援

(3) テーマを基に，疑問が納得に変わっていくように根拠を表現する対話活動を仕組み

p 6の対話活動を仕組みに当たっては，以下の3点について，各段階で資料6のような工夫を行う。そして，一人一人の生徒が理科の見方・考え方を働かせて，学び合いを通して考えを練り上げながら思考力，判断力，表現力を高めていけるようにしていく。

- ①班での対話活動において，テーマを基に皆が疑問点や考えを発言できるようにする。
- ②各班員の多様な根拠図を出し合い，班の代表としての根拠図を選出する。
- ③各班の多様な根拠図を分類し，組み合わせる，最適な根拠図で各自が再表現する。



資料6 各段階で対話活動を仕組みに当たっての工夫点

(4) 研究構想図

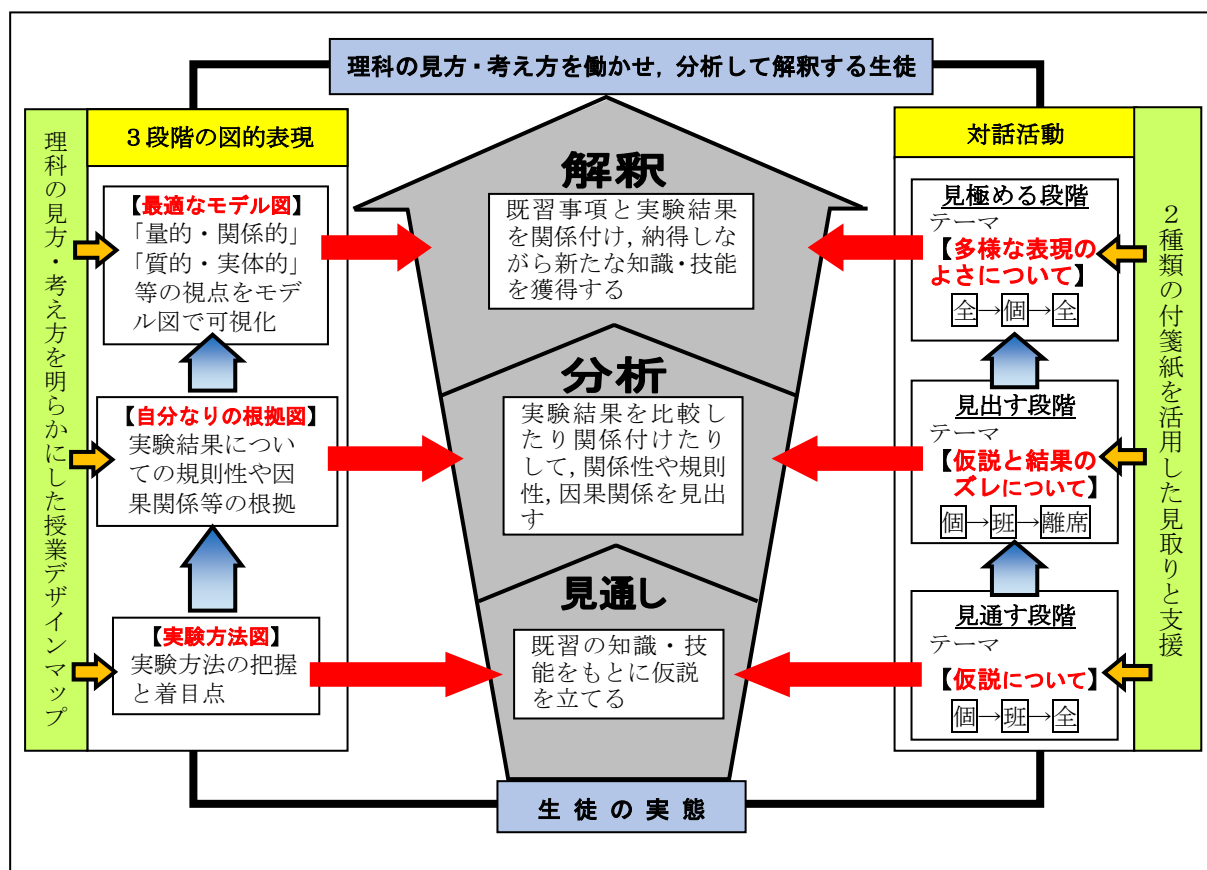


図2 研究構想図

6 研究の実際

(1) 実践Ⅰ 単元 第2学年「電流とその利用」第1章 電流と回路

① 小単元「電流と回路」で目指す生徒の姿

- ア 直列・並列回路の特性や電気のエネルギーに関心を持ち、それぞれの回路での電流の大きさを調べる実験について、既習の知識・技能をもとに仮説を立て、課題を持って意欲的に実験をしていこうとする生徒。 [学びに向かう力、人間性等]
- イ 実験結果を量的・関係的な視点で比較したり関係付けたりして、直列・並列回路の電流の大きさの関係性や規則性などを見出し、その根拠を表現することができる生徒。 [思考力・判断力・表現力]
- ウ 電池の直列つなぎと並列つなぎの性質などの既習事項と本時の実験結果を関係付け、納得しながら新たな知識・技能の獲得ができる生徒。 [知識・技能]

② 比べ活動（図的表現を活用した対話活動）について ※実践Ⅰでは付箋紙を活用していない

- 比べ活動Ⅰ：前時との実験の違いを把握し、図をもとに、友だちと多様な仮説を比較しながら交流する。
- 比べ活動Ⅱ：結果の根拠を自分なりに図的表現し、それをもとに、班や全体での対話活動を通して、多様な考えをより妥当なものへと、つくり上げていく。
- 比べ活動Ⅲ：追事象の問題で、これまでの知識を適切に活用し、その根拠を図や式や言葉を使って、再表現する。

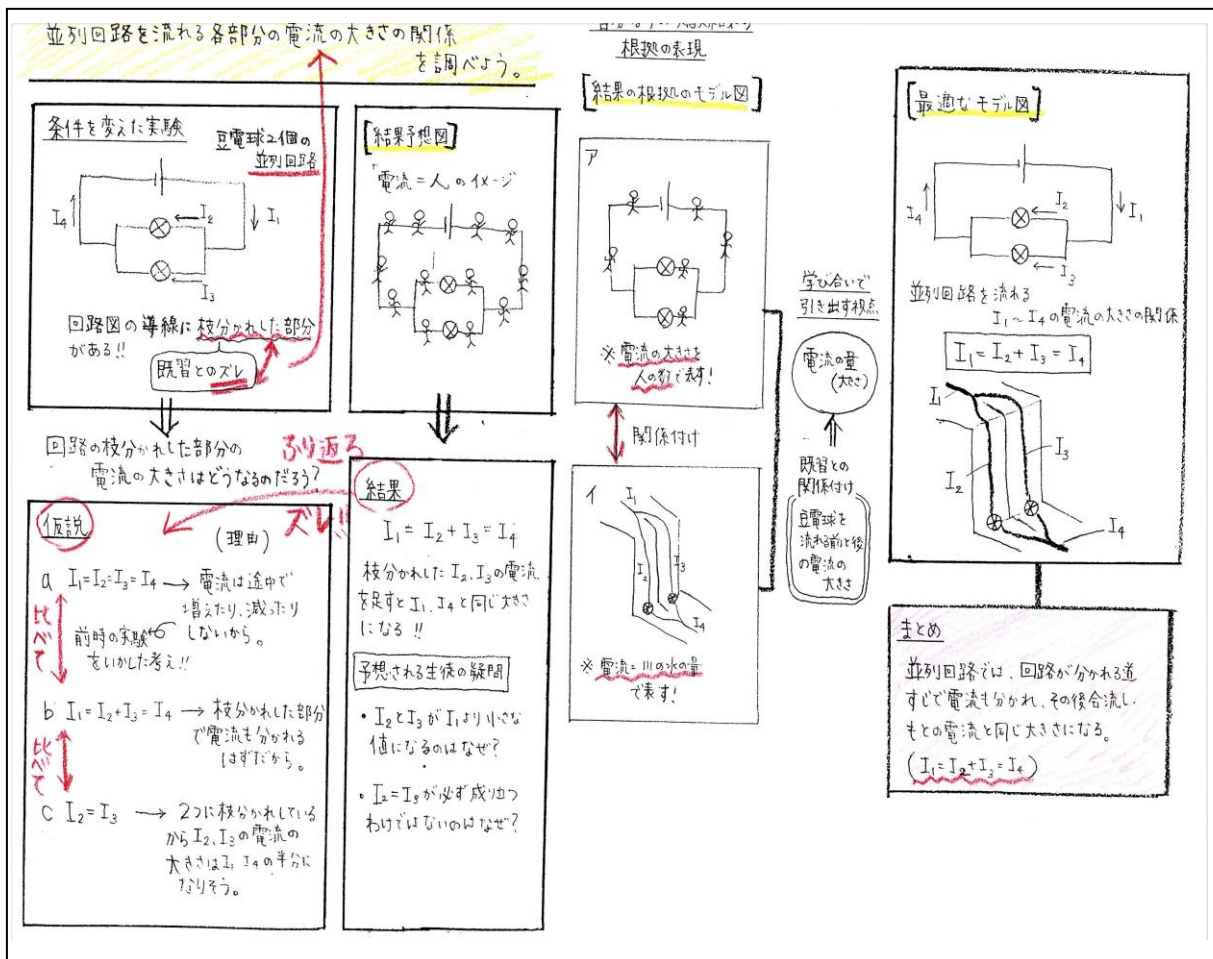
③ 小単元計画 (21時間)

第1章 電流と回路 21時間	
(1) 回路の電流・・・(7時間)	・電気が流れる回路② ・電流の大きさ① ・電流計の使い方① ・直列回路に流れる電流の大きさ①☆ ・ 並列回路に流れる電流の大きさ②☆
(2) 回路の電圧・・・(5時間)	・電圧の大きさ① ・電圧計の使い方① ・並列回路に加わる電圧の大きさ①☆ ・直列回路に加わる電圧の大きさ②☆
(3) 電流・電圧の関係と抵抗・・・(5時間)	
(4) 電流のはたらき・・・(4時間)	

資料7 小単元計画 ☆は検証授業

本論文では、(1) 回路の電流の第6時についてのみ指導の実際概要を述べる。

④ 第6時の授業デザインマップ



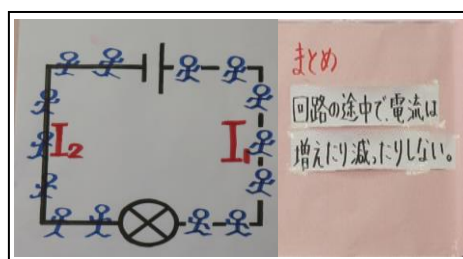
資料8 第6時の授業デザインマップ

⑤ 第6時の指導の実際

ア 見通す段階

この段階では、直列回路を流れる電流の大きさについての性質などをもとに、並列回路に流れる電流の大きさについて仮説を立て、課題を掴み、意欲を持って実験を行うことをねらいとする。

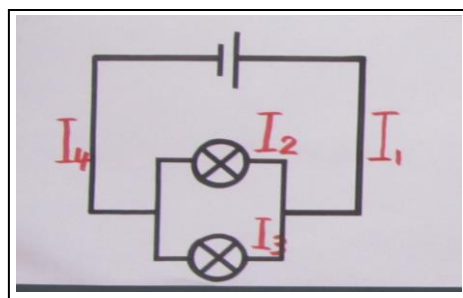
そこで、まず、前時学習を振り返らせ、「直列回路に流れる電流の大きさはどこでも同じで、回路の途中で増えたり減ったりしない」という規則性を確認させた。(資料9)次に、本時で調べる並列回路



資料9 直列回路の電流の大きさの規則性

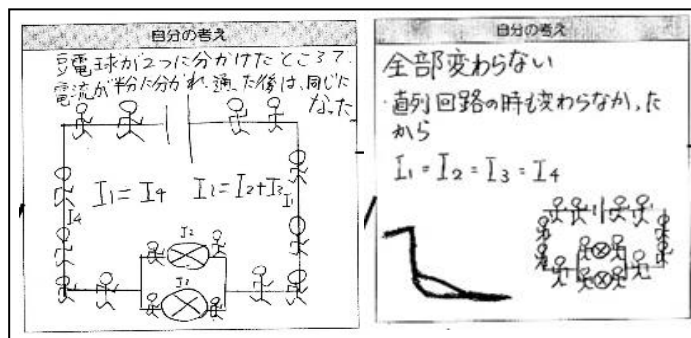
(資料10)を提示し、前時との違いから、回路の枝分かれした部分の電流の大きさはどうなるのかという課題を持たせ、仮説を立てさせた。

生徒たちは、前時と同じように電流を「人の数」に例えて目に見えないものを可視化した。資料11左のように、23人中13人が、回路の枝分かれしたところで電流が半分になるという仮説を立てた。また、資料11右のように10人が直列回路と同じように、どこを測っても電流の大きさは同じになるという仮説を立てた。その後の班での対話活動では、



資料10 本時で調べる並列回路

自分と友だちの考えを比べて意見交流し、どの予想が妥当かを話し合い、班の意見を一つにまとめてホワイトボードに書いた。



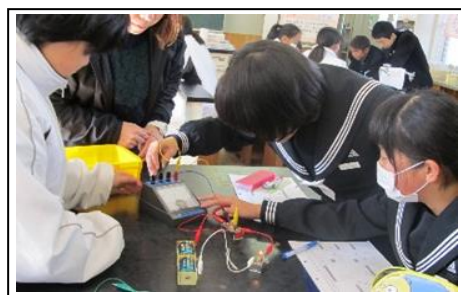
資料11 生徒が書いた自分の考え

学級全体で、図的表現をもとに多様な考えに触れたことで、生徒たちは、自分たちの仮説の正しさを証明したいと実験意欲を高めていくことができた。

イ 見出す段階

この段階では、実験の測定値を比較したり関係付けたりして、並列回路における電流の大きさの規則性を見出し、川のイメージ図に表して説明することをねらいとする。

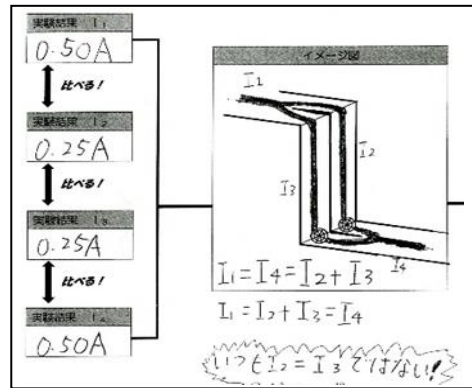
そこで、実験結果の値 $I_1 \sim I_4$ を比べさせ、 I_1 と I_4 は等しい関係 ($I_1 = I_4$) になっているということ、 I_2 と I_3 を足したら I_1 と同じ値になっている ($I_2 + I_3 = I_1$) ことを見出させ、そのことを量的・関係的な視点で「川の水の量」に置き換えて考え、説明する活動を仕組んだ。(次頁資料13)



資料12 電流の大きさを調べている様子

量」に、豆電球を「水車」に例えた「川のイメージ図」(資料13)にあてはめて、 $I_1 \sim I_4$ ほどの部分にあたるのかを考えた。

その後、班の対話活動では、「川のイメージ図」を使って、並列回路に流れる電流の大きさの関係について対話した。川の水の量は、道が枝分かれする部分で分かれるが、水車を回しても(豆電球を光らせても)減ることはなく、その後、合流してもとの大きさと同じになることを確認した。



資料13 実験結果の値と川のイメージ図

このように、川のイメージ図を活用した対話活動は、量的・関係的な視点から、並列回路に流れる電流の大きさの関係を捉えさせる上では有効であった。

ウ 見極める段階

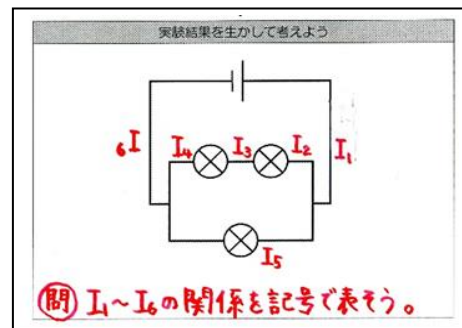
この段階では、発展問題にチャレンジすることで、直列回路と並列回路を見極め、図をもとに、電流の大きさのきまりを記号や式で再表現し、納得しながら、回路を流れる電流の大きさの関係を捉えることをねらいとする。

そこで、資料14のような回路に流れる電流の大きさ $I_1 \sim I_6$ の関係について考えるという、これまでに身に付けた知識を組み合わせる発展的な問題を提示した。

生徒たちは、これまでに見たことがない回路図の前に、初めは戸惑っていたものの、これまでの学習を振り返るうちに、「そうか、 $I_2 \sim I_4$ の部分は直列回路として考えたら簡単だ。」「言われてみれば、前習ったことと同じだね。」と、どの規則性をどこに使えばよいのかを既習事項を生かして考えていった。

(資料15)自力で直列回路、並列回路に着目し、「 $I_1 = I_6$ 、 $I_2 = I_3 = I_4$ 、 $I_1 = I_2 + I_5$ 」という規則性を表現できた生徒は、60%だった。表現できなかった生徒については、班や全体交流の中で、直列回路と並列回路に流れる電流の大きさのきまりについて再確認していった。

このように、追事象の問題を設定し、電流の大きさを求めるのではなく、回路図をもとに電流の大きさの関係を記号や式で再表現させたことは、これまでの直列回路と並列回路に流れる電流の大きさの違いを再確認しながら、納得してきまりを捉えさせる上で有効であった。しかし、納得できない生徒については、既習の振り返りだけでなく、パソコン等を活用して、回路全体の電流の流れを動的に、そして、流れる電流の大きさを川幅で視覚的に捉えることができるような支援が必要であった。



資料14 追事象の問題

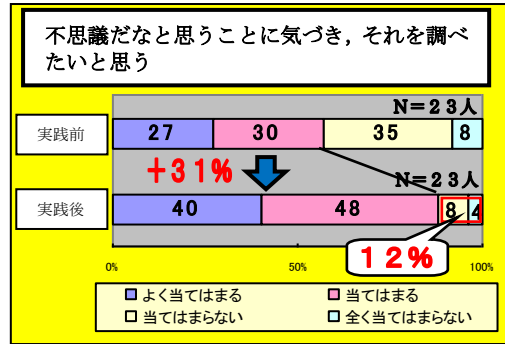


資料15 追事象の問題に取り組むようす

⑥ 実践Ⅰ 小単元「電流と回路」の全体考察

ア [学びに向かう力, 人間性等] が変容したか？

小単元終了後のアンケートでは、資料16「不思議だと思うことに気づき、それを調べたいと思う」に当てはまると答えた生徒が、実践前と比べて31%上がった。このことは、前時との実験の違いを把握させ、図をもとに友だちと多様な仮説を比較しながら交流する場を設定したことが、課題解決への意欲を高める上で有効であったと考える。

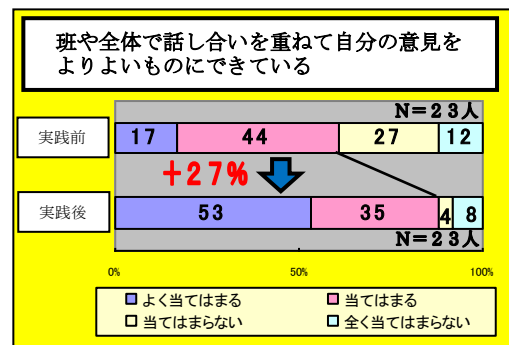


資料16 実践後の意欲面の変容

しかし、12%もの生徒が当てはまらなないと答えている。解決したいという意欲が持てなかった生徒に対しては、疑問に思ったことの出出が十分にできてなかったと考える。

イ [思考力・判断力・表現力] が変容したか？

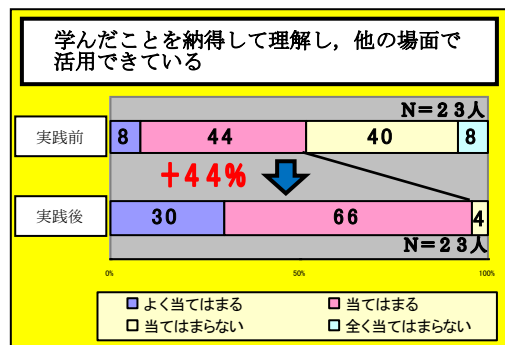
資料17より、「班や全体で話し合いを重ねて自分の意見をよりよいものにできている」に当てはまると答えた生徒が、実践前と比べ27%上がった。このことは、結果の根拠を自分なりに図的表現し、それをもとに、班や全体での対話活動を通して、多様な考えをより妥当なものへとつくり上げていったことが、思考力・判断力・表現力を高める上で有効であったと考える。



資料17 実践後の思考力・判断力・表現力の変容

ウ [知識・技能] が変容したか？

資料18より「学んだことを納得して理解し、他の場面で活用できている」に当てはまると答えた生徒が実践前と比べて、44%も上がった。このことは、追事象の問題でこれまでの知識を適切に活用し、その根拠を図や式や言葉を使って再表現させたことが、納得度を高める上で有効であったと考える。



資料18 実践後の知識・技能の変容

<実践Ⅰを通しての課題の原因と今後の改善策>

- ① 理科学習への意欲が低い生徒にとって、疑問に思ったことを表出させ、納得するまで自由に話し合い、自分自身の考えの深まりを自覚させるまでには至っていなかった。
- ② 自分の考えを高めていない生徒にとって、理科の見方・考え方を意識させることができていなかった。また、それを見取り、個に応じた適切な支援も不十分であった。
- ③ 納得度が低い生徒にとって、一方的に正答の根拠を聞くだけに終わっていた。対話活動を活発するために、揺さぶったり問い返したりして、テーマを設定する必要がある。


<今後の改善策> 図的表現に加えて、疑問に思ったこと、納得したことなどを書き留める付箋紙を活用し、一人一人の理科の見方・考え方を見取り、生徒目線で授業を行う。

(2) 実践Ⅱ 単元 第2学年「化学変化と原子・分子」第3章 化学変化と物質の質量

① 小単元「化学変化と物質の質量」で目指す生徒の姿

- ア 条件を変えた化学変化前後の質量関係を調べる実験について、化学変化における原子の性質などの既習の知識・技能をもとに仮説を立て、課題を持って意欲的に実験をしていこうとする生徒。 [学びに向かう力, 人間性等]
- イ 実験結果を質的・実体的な視点で比較したり関係付けたりして、化学変化前後の質量の関係性や規則性, 因果関係などを見出し, その根拠を表現することができる生徒。 [思考力・判断力・表現力]
- ウ 化学変化における原子の性質などの既習事項と本時の実験結果を関係付け, 納得しながら新たな知識・技能の獲得ができる生徒。 [知識・技能]

② 小単元計画 (5時間)

<p>＜大日本図書 教科書の配列＞</p> <p>第3章 化学変化と物質の質量 5時間</p> <p>(1) 質量保存の法則・・・(3時間)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学変化の前後で質量が変化するかどうか調べる A: 気体が発生する化学変化・・・① B: 沈殿が生じる化学変化・・・① ・質量保存の法則まとめ・・・① <p>(2) 化合する物質の質量の割合・・・(2時間)</p>	<p>＜本実践の配列＞☆は実証授業</p> <p>第3章 化学変化と物質の質量 5時間</p> <p>(1) 質量保存の法則・・・(3時間)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学変化の前後で質量が変化するかどうか調べる B: 沈殿が生じる化学変化・・・① ☆ A: 気体が発生する化学変化①(蓋なし)・・・① A: 気体が発生する化学変化②(密閉)・・・① ☆ <p>(2) 化合する物質の質量の割合・・・(2時間)</p>
	

資料19 本実践の配列の工夫

教科書の配列は, 第3章の化学変化と物質の質量(1)質量保存の法則の実験において, A: 気体が発生する化学変化を密閉した空間で行う。B: 沈殿物質が生じる化学変化の実験の順で実験計画が提示してあるが, 本実践では, 生徒の思考の流れを考えた結果, B: 沈殿物質が生じる化学変化の実験を先に行い, A: 気体が発生する化学変化を解放された空間で行う。この実験により, 気体が空气中に逃げた分の質量が減り, 既習とのズレが生じることによって, 探求意欲が高まると考えた。そして, 第3時に, 気体が発生する化学変化を密閉した空間で行い, 質量保存の法則が成り立つかを仮説検証するという3時間構成で授業計画を立てた。

ここでは, (1) 質量保存の法則の第1時と第3時について指導の実際を述べる。

③ 図的表現と付箋紙を活用した対話活動について

- 対話活動Ⅰ: 前時の実験との違いを明確にし, 化学変化の前後で質量が変化するかどうかの仮説のズレについて, 班で話し合い, 課題と着目点を掴んで, 実験方法図を作成する。
- 対話活動Ⅱ: 自分なりの根拠図をもとに, 班で「なぜ, 化学変化の前後で質量が変化しないのか」を話し合い, 「どれが納得するか」という観点で, 班の代表の図的表現を選出する。
- 対話活動Ⅲ: 各班の根拠図を見て, 「多様な表現のよさ」について話し合い, よさを組み合わせ, 最適なモデル図を作成する。

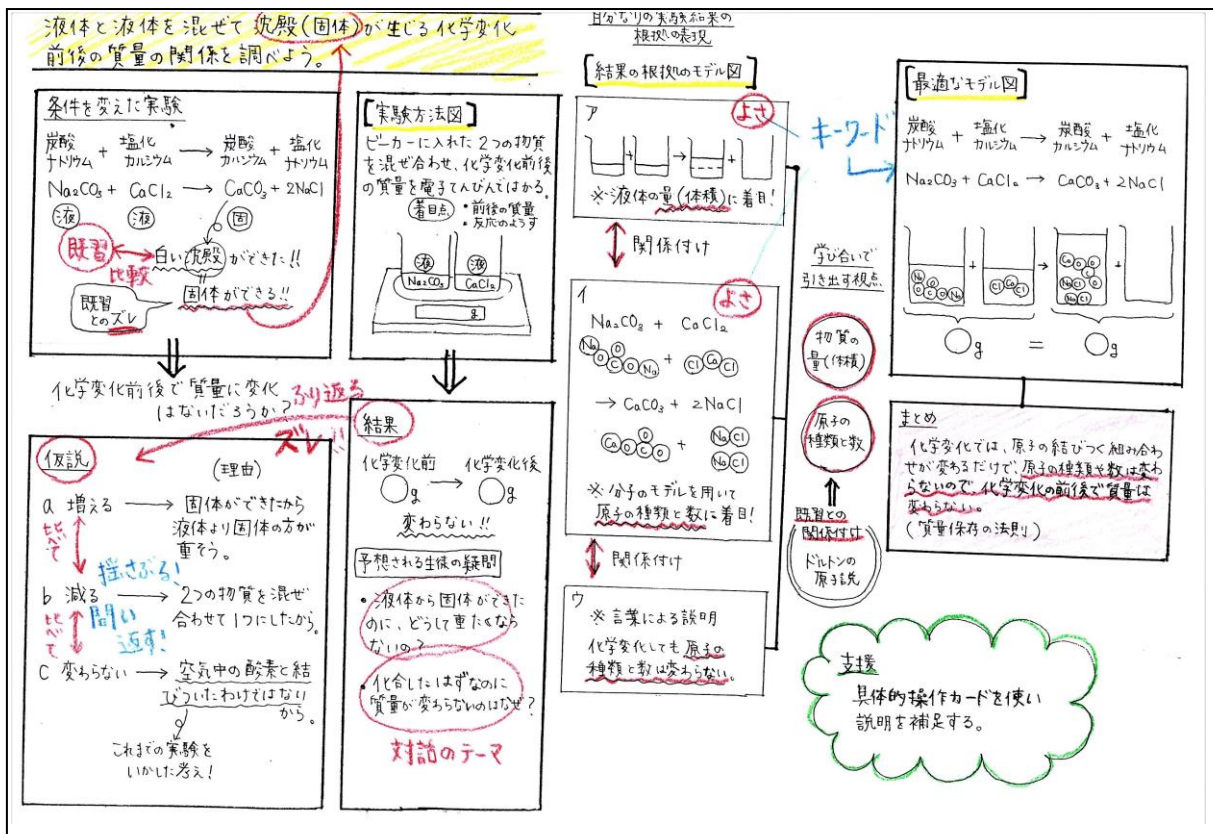
資料20 実践Ⅱでの対話活動ⅠⅡⅢ

④ 抽出生徒について (実践Ⅱ前の実態調査から) ※3つの資質・能力の4段階評価

生徒A	生徒B
<ul style="list-style-type: none"> ・ 学びに向かう力, 人間性等 4 ・ 思考力・判断力・表現力 3 ・ 知識・技能 3 <p>理科学習に対する意欲は高い。さらに, 既習の内容と関係付けて根拠を説明する力と統合していく力を身に付けさせたい。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 学びに向かう力, 人間性等 2 ・ 思考力・判断力・表現力 2 ・ 知識・技能 4 <p>知識・技能は確実に身に付いている。さらに, 既習の内容を根拠に, 自分の考えをつくり, 図で表現する力を伸ばしたい。</p>
生徒C	生徒D
<ul style="list-style-type: none"> ・ 学びに向かう力, 人間性等 4 ・ 思考力・判断力・表現力 2 ・ 知識・技能 2 <p>意欲的に理科学習に取り組む。疑問に思ったことを納得するまで友だちと対話し, 自力で再表現することができるようにしたい。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 学びに向かう力, 人間性等 2 ・ 思考力・判断力・表現力 1 ・ 知識・技能 2 <p>理科学習に対する意欲が低い。友だちと対話的な学びを通して, 自分の疑問を納得に変えていく楽しさを味わわせたい。</p>

資料 2 1 実践前の抽出生徒の実態

⑤ 第1時の授業デザインマップ



資料 2 2 第1時の授業デザインマップ

⑥ 第1時の指導の実際

ア 見通す段階

この段階は、化学変化における原子の性質などの既習の知識・技能を活用し、実験に対する仮説を立て、課題を掴み、意欲を持って実験を行うことをねらいとする。

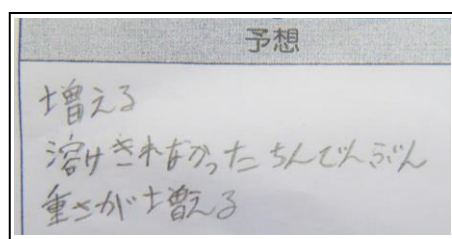
そこで、既習事項として空気中で鉄やマグネシウムを燃やすと酸化物になり、結びついた酸素の分だけ質量が増えることを復習させた。次に、本時で調べる化学変化として、炭酸ナトリウムと塩化カルシウムの化学変化を演示実験で見せ、白い沈殿ができることを確認させた。白い沈殿とは固体であることをおさえ、「この化学変化の前後で質量が変化するか？」という問題を提示した。



資料23 演示実験で白い沈殿ができているようす

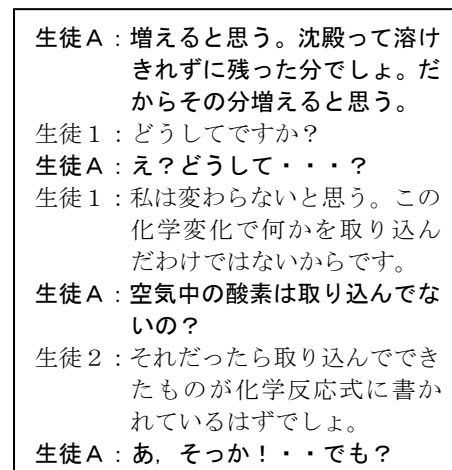
まず、問題に対する仮説を、個人で立てた。

生徒Aは、演示実験で白い沈殿を見て、沈殿した物質の分だけ質量が増えると予想した。(資料24)しかし、対話活動の中で、その予想の根拠をうまく説明できていない。(資料25)また、対話の中で友だちの意見を聞き、既習事項として金属と酸素が結びつき、その分の質量が増えたことと関係付けて質問をしている。生徒Aは、対話活動の中で、既習事項とのズレや、友だちの意見とのズレを感じており、実験で自分の仮説を確かめたいと意欲を高めている姿が見られた。



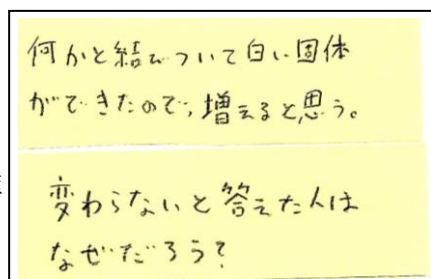
資料24 生徒Aの予想

次に、全体対話で仮説とその理由の共有化を図った。全体では、「増える」と予想した生徒は13名。「減る」は5名。「変わらない」は12名だった。そこで、演示実験を振り返らせ、「でも、白い沈殿がもわもわと現れたよね。その分だけやっぱり質量は増えるのではないか？」と揺さぶり発問を行い、不思議に思うことは黄色の付箋紙に自由に書き込ませた。



資料25 生徒Aの班の対話活動Iのようす

対話活動で発言が少ない生徒Dは、友だちの意見を聞いて不思議に思ったことを付箋紙に書いた(資料26)。授業者は、付箋紙の内容を見て生徒Dがどんな疑問を抱いているのかを見取り、「自分の仮説の正しさを実験で確かめよう」と課題意識を掴ませ、実験方法図を書かせた。



資料26 生徒Dの黄色の付箋紙

<見通す段階の考察>

発言が少ない生徒Dにとって、付箋紙を活用したことで自分が抱えている疑問を表出することができ、実験への意欲を高めることができた。このことから、仮説とその理由を比較する対話活動Iを仕組み、付箋紙に疑問等を表出させたことは、自分の課題を掴み、意欲を持って実験を行う上で有効だったと考える。

イ 見出す段階

この段階は、実験結果を質的・実体的な視点で比較したり関係付けたりして、化学変化前後の質量の関係性や規則性、因果関係を見出し、自分なりの結果の根拠図をつくり、説明することをねらいとする。

そこで、実験で得た、化学変化の前後で質量が変わらないという結果を、自分なりの根拠図として分かりやすく表させた。

生徒Aは、(資料27上) 既習と関係付けて原子の種類や数という視点に着目して、化学変化の前後で質量が変化しない根拠を図で表すことができていた。

生徒Bは、(資料27下) 物質の量(体積)という視点に着目して根拠図を表した。しかし、生徒Bは、根拠図は表現したものの、(資料29上) 黄色付箋紙に「なぜ気体が発生しなかったり、酸化などが起こらなかったりすると、質量が変わらないのだろう。」と書き結果とその根拠が結びついておらず、納得できていなかった。

班での対話活動では「なぜ質量が変わらないのか?」をテーマに話し合った。生徒Bは、納得するまで、質問しながら学び合う姿が見られた。

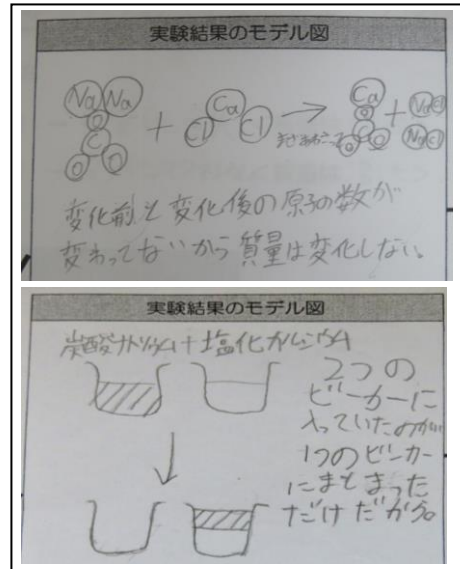
生徒Bへの見取りとして、資料29下のピンクの付箋紙の内容へと変容していたため、原子の数や種類という視点に気づいたことを称賛した。

その後、班の中で、結果の根拠図として「どれが一番納得するか」という観点で、班の代表を一つ選出し、ホワイトボードにまとめさせた。(次頁資料31)

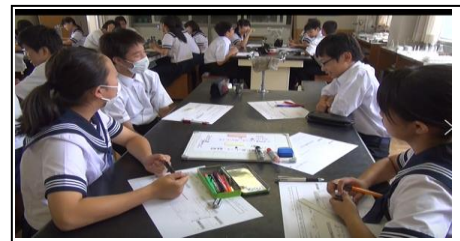
さらに、(資料30) 全体で離席交流の場を設けた。自分なりの根拠図を書けていなかった生徒Cは、他の班のホワイトボードを見て、分からないところを納得するまで繰り返し友だちに聞いている姿が見られた。

<見出す段階の考察>

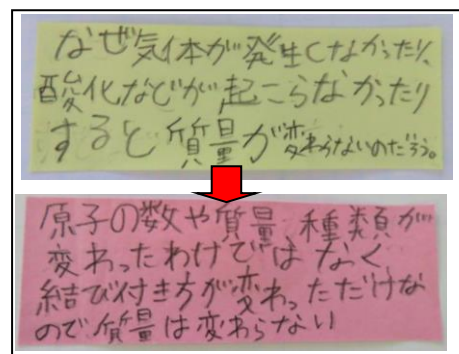
思考力・判断力・表現力の評価が低かった生徒B、Cにとって、図的表現と付箋紙を活用した対話活動は、積極的な学び合いを促すことにつながった。その中で既習事項と関係付けながら、化学変化前後の質量の関係を、質的・実体的な見方で捉えることができるようになり、思考力・判断力・表現力を育成する上で有効だった。



資料27 上：生徒Aの自分なりの根拠図
下：生徒Bの自分なりの根拠図



資料28 班での対話活動のようす



資料29 生徒Bの疑問から納得への変容



資料30 生徒Cの離席交流のようす

ウ 見極める段階

この段階は、友だちとの学び合いをすることで、考えを練り上げ、最適なモデル図を使って結果の根拠を再表現して、納得しながら新たな知識・技能を獲得することをねらいとする。

そこで、各班で選出されたホワイトボードを分類し、「それぞれの根拠図のよいところや疑問に思うことは？」というテーマでクラス全体で対話活動を仕組んだ。

資料3-1より、ビーカーを使った図と、原子のモデル図を比較して、原子のモデル図を使うと、「化学変化の前後で、原子の種類や数が変わっていないことが分かりやすい」「化学変化は、原子の結びつきが変わっただけなので質量は変化しないことが分かる」といったよさが挙げられた。ビーカーを使った図に対しては、「実験前後の物質の体積が変わらないことは分かるけど、質量が変わらないという根拠になるのですか？」といった質問もあった。その際、「物質の量（体積）」や「原子の種類や数」といった言葉をキーワードとして取り上げ、「着目する視点」として意識させた。

次に、各班のよいところを組み組み合わせた最適なモデル図を考えて、自力で再表現させた。

生徒Cは、見出す段階の「自分なりの根拠図」のときは説明できていなかったが、「最適なモデル図」のときは資料3-2のように、自力で説明を書くことができた。

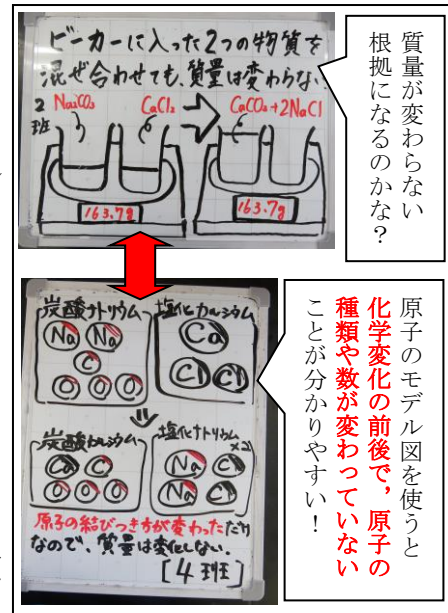
生徒Dは、自力で「最適なモデル図」をかくことができていなかったもので、個別に原子カードを与えて操作を通して化学反応の前後のイメージを捉えさせた。

最後の全体での振り返りでは、資料3-3のように生徒Dに原子カードを操作させて、「化学変化では、原子の結びつく組み合わせが変わるだけで、原子の種類や数は変わらない」ことを説明させた。

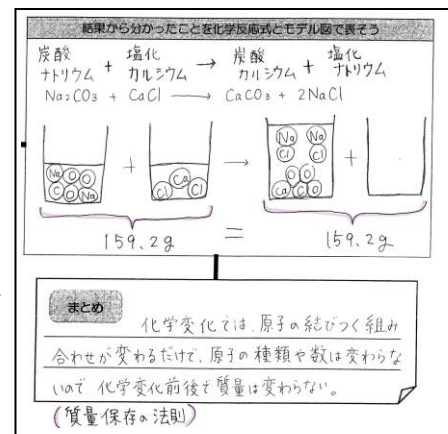
<見極める段階の考察>

知識・技能に課題があった生徒Cは、最後に納得しながら原子モデル図と言葉を使って、自力で説明することができた。これは、根拠の説明の仕方を練り上げることを通して、原子モデル図やキーワード化で、「原子の種類や数の関係」に着目するといった視点が明確になったからだと考える。

また、これまで理科学習に主体的でなかった生徒Dだったが、最後は、原子カードの操作を通して、「納得できた」と満足した表情をしていた。これらのことから、理科の見方・考え方を明確にし、その見取りと個に応じた支援を行ったことが有効だったと考える。



資料3-1 各班の根拠図のよいところ

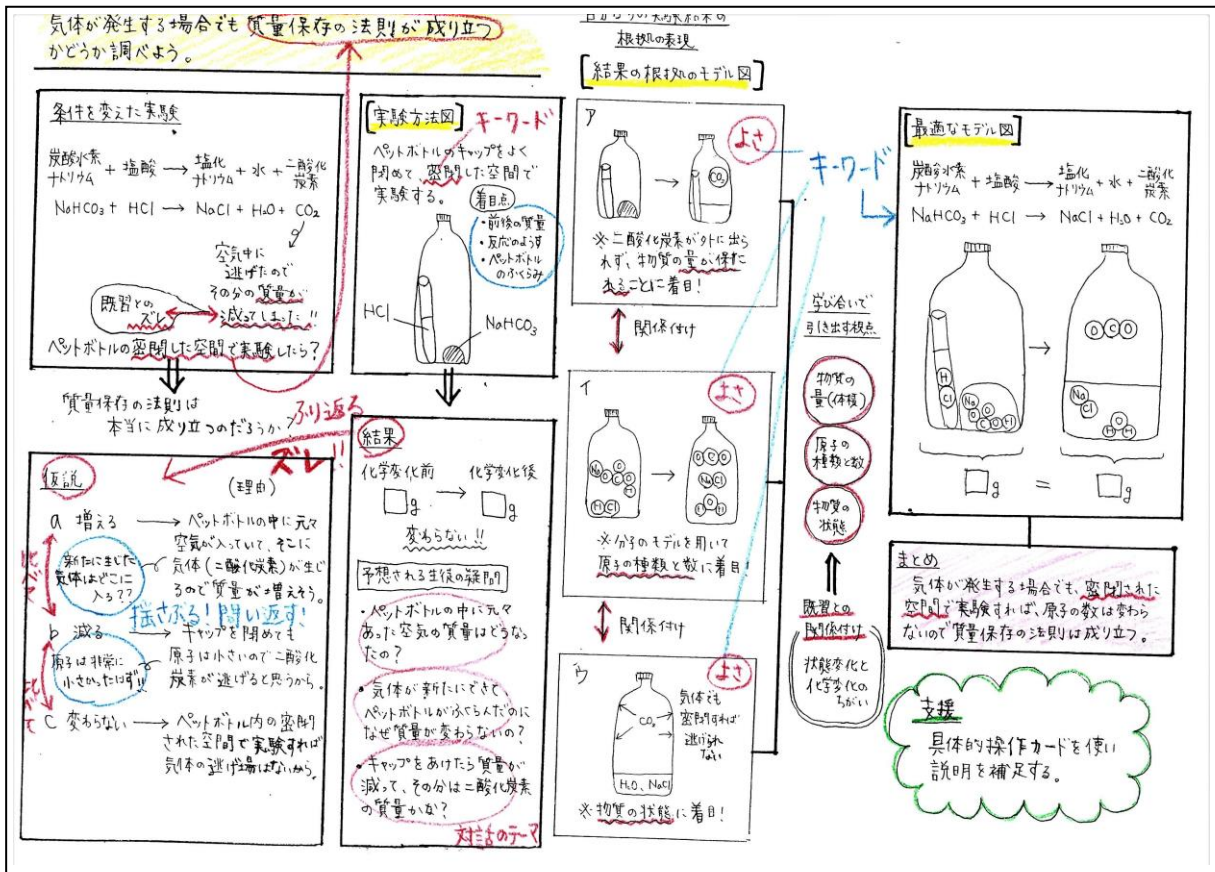


資料3-2 生徒Cの「最適なモデル図」



資料3-3 全体に説明している生徒D

⑦ 第3時の授業デザインマップ



資料34 第3時の授業デザインマップ

⑧ 第3時の指導の実際

ア 見通す段階

この段階は、質量保存の法則などの既習の知識・技能を活用し、気体が発生する場合の質量の関係についての仮説を立て、課題を掴み、意欲を持って実験を行うことをねらいとする。

前時(第2時)では、炭酸水素ナトリウムと塩酸を混ぜ合わせることで起きる化学変化の前後で、質量変化があるのかを調べる実験を行った。この実験で発生する物質は、炭酸ナトリウムと塩化ナトリウムと二酸化炭素(気体)である。生徒は、第1時で質量保存の法則を学習しているため、「原子の種類や数は変わらない」という根拠をもとに、化学変化前後で質量は「変わらない」と予想した生徒が24名いた。しかし、第1時と同じようにビーカーで実験すると、「質量が減る」という結果が出た。生徒は予想と結果のズレに驚き、意欲的に結果の根拠を考え、「気体である二酸化炭素が空気中に逃げたので、その分の質量が減った」というまとめを導き出すことができた。

そこで、本時では、前時と同じ化学変化において、二酸化炭素が空気中に逃げないようにするためには、どのような工夫が必要かを考え、「密閉した空間(ペットボトルの中)で行えば、質量保存の法則は成り立つのか」という条件を変えた実験場面を提示した。



資料35 ペットボトルを使った実験

まず、課題に対する仮説を個人で立てさせた。

生徒Cは「ペットボトルの中に最初から気体が入っているから、さらに二酸化炭素が発生すると重くなる。」と仮説を立てた。また、「爆発するかも」と密閉した空間の中での状態変化についても興味を示していた。(資料36)

生徒Dは、「質量は変わらない」と仮説を立て、さらに「ペットボトルがふくらむ」と自分の考えを、図を使って友だちに説明する姿が見られた。(資料37)

全体では、「増える」と予想した生徒は7名。「減る」は1名。「変わらない」は22名だった。

次に、全体対話で予想とその理由の共有化を図った。その中で、生徒の「変わらない」発言に対して、授業者が「でも、二酸化炭素が発生するんだよ。二酸化炭素も重さがあるから、質量が増えるのではないですか？」と増える立場に立って揺さぶり発問を行うことで、自分の仮説の根拠の正しさを見直させた。

<見通す段階の考察>

第1時では、原子の数や種類に着目できた生徒Cであったが、本時では、状態変化でふくらむといったイメージから「重くなる」と仮説を立てた。その後の全体対話を通して「重くなる？」(資料36)と、黄色の付箋紙に書いて、自分の仮説の根拠を批判的に見直していた。

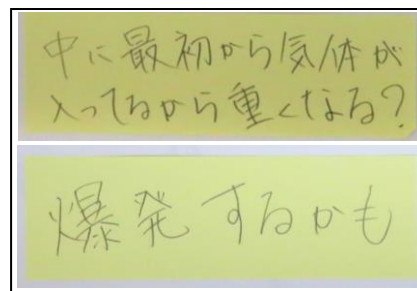
理科学習に意欲が見られるようになってきた生徒Dは、自分の考えをしっかり持ち、仮説を立てることができていた。このことは、図や付箋紙を活用して、自分の仮説を友だちと比較する対話活動Iを行うことで、受け身ではなく主体的に考えを表出し、自分の仮説の根拠を見直し、意欲的に実験をしていく上で有効であったと考える。

イ 見出す段階

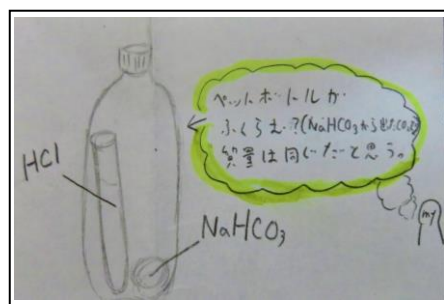
この段階は、密閉した空間での実験結果を質的・実体的な視点で比較したり関係付けたりして、化学変化前後の質量の関係性や規則性、因果関係を見出し、自分なりの結果の根拠図をつくり、質量保存の法則が成り立つことを説明することをねらいとする。

そこで、実験方法図をもとに、密閉した空間であるペットボトルの中で、実験を各班ごとに行わせた。重たくなると予想していた生徒Cは、実験で得た、化学変化の前後で質量が変わらないという結果を受けて、驚きの表情を見せ、「一緒だ!」「あ〜…う〜ん。」とつぶやいた。(資料38)

まず、実験結果を自分なりの根拠図として分かりやすく表させた。次に、「なぜ質量保存の法則が成り立ったのか？」のテーマで一人一人が自分なりの根拠図を用いて、結果の根拠を班で説明させた。その際、付箋紙に書き留めた、不思議に思ったことは、お互いが納得するまで話し合わせた。



資料36 生徒Cが抱いた疑問

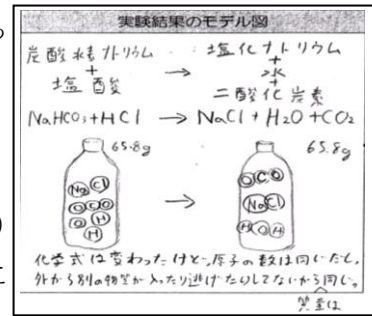


資料37 生徒Dの予想

生徒C：質量は一緒だ、一緒!!
授業者：見た目は変わりましたか?
生徒C：(ペットボトルを見つめて) あ〜…う〜ん。ふくらんだみたい。
授業者：えっ!ふくらんだのに質量は変わってないの?
生徒C：はい。。。
授業者：どうして?班の友達に、その理由が説明できそうですか?

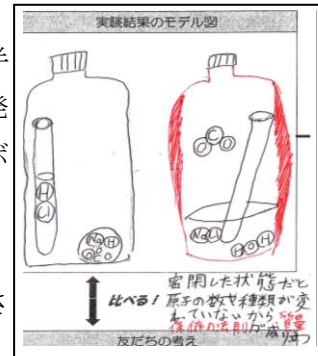
資料38 生徒Cの実験後の反応と説明を促す授業者の声掛け

生徒Dは、結果の根拠に納得ができていない同じ班の友だちに対して、「ペットボトルの中にもともと入っていた原子のモデルの組み合わせは変わっているけど、数は変わらないから、質量は変わらないと思う。」と、図的表現を指さしながら実験前後の原子の数を比較して説明する姿が見られた。(資料39)



資料39 生徒Dの根拠図

また、生徒Bは資料40より、原子の数に着目するとともに物質の状態変化にも着目した図的表現をしていた。対話活動の中で「状態変化は質量は変わらない」というキーワードを用いて、ペットボトルがふくらんだ根拠を説明していた。しかし生徒の大半は、もともと気体が入っていたペットボトル内に、さらに気体が発生することで、もともとの気体と二酸化炭素がどのようにペットボトル内に共存するのかイメージができていないようすが見取れた。



資料40 生徒Bの根拠図

その後、班の中で結果の根拠図として「どれが一番納得するか」という観点で、班の代表を一つ選出し、ホワイトボードにまとめさせた。(資料41)

<見出す段階の考察>

第1時より表現力を高めてきている生徒B、Dにとって、「ペットボトルは、ふくらんだのに、なぜ質量保存の法則が成り立ったのか？」というテーマを、自分のテーマとして受け止めさせ、図的表現を活用した対話活動Ⅱを位置付けたことは、既習事項と関係付けながら化学変化前後の質量の関係を、状態変化に関わらず、原子の種類や数に着目する見方で確実に捉えさせる上で有効であった。

ウ 見極める段階

この段階は、友だちと考えを練り上げ、自力で化学反応前後の原子の組み合わせを再表現して、どんな状態変化が起こっても、密閉の状態では質量保存の法則が成り立つことを、納得しながら理解を深めることをねらいとする。

そこで、各班で選出されたホワイトボードを分類し、「それぞれの根拠図のよいところや疑問に思うことは？」というテーマでクラス全体で対話活動を仕組んだ。

資料41より、本時では、6班中5班が原子のモデル図を用いて、化学変化の前後で原子の種類や数が変わらないので質量も変わらない、という最適なモデル図に近い図的表現ができていた。

また、資料41より、4班はペットボトル内に矢印を書いていたため、その意味を聞くと、次頁資料42より、物質の状態に着目できていた。その後「ペットボトルがふくらむと予想した人がいたよね？まだ触ってない人は触ってみて下さい！」と促すと、「お～！すごい！」という声が聞かれた。ペットボトル内にはもともと空気が入っていて、



資料41 各班のホワイトボード

さらに気体が発生したためにふくらんだことを確認した。全体対話では、黄色の付箋紙に書かれている疑問点を取り上げながら、もともと入っていた空気には重さがあること、発生した二酸化炭素にも重さがあること、密閉した状態で二酸化炭素が発生しても、原子の結びつき方が変わっただけなので、前後の質量は変わらないことなどを、図をもとに話し合った。最後に、キャップを開けて質量を調べてみた。シュッと音を立て、ペットボトルがもとに戻り質量が減ったことを確認すると、「減った分が、今出ている気体の重さだ！」と生徒Aが前時実験と関連付けて納得したようにつぶやいた。

生徒Cは、見通す段階で「ペットボトルの中に最初から気体が入っているから、さらに二酸化炭素が発生すると重くなる？」と自分の仮説に批判的であったが、対話活動Ⅲを通して、資料43のようにピンクの付箋紙に納得したことを書き加えた。支援を要する生徒については、資料44のように、原子カードを与えて、操作を通して繰り返し化学反応の前後のイメージを捉えさせた。

<見極める段階の考察>

生徒Cは、各班の図的表現の意味を確かめ合いながら、最適なモデル図へと高めていく対話活動Ⅲを通して、これまでの知識と関係付けながら、疑問が納得に変わったことが付箋紙の見取りによって分かった。このことは、「化学変化前後の原子の種類や数の関係」に着目するといった理科の見方・考え方が生徒にできているかを付箋紙で見取りながら、生徒の素朴な疑問を取り上げ、最適なモデル図へと練り上げていく対話活動Ⅲが有効だったと考える。

⑨ 実践Ⅱを通しての抽出生徒の高まりについて（実践前→実践後）※3つの資質・能力の4段階評価

生徒A	生徒B
<ul style="list-style-type: none"> ・学びに向かう力, 人間性等 4→4 ・思考力・判断力・表現力 3→4 ・知識・技能 3→4 	<ul style="list-style-type: none"> ・学びに向かう力, 人間性等 2→4 ・思考力・判断力・表現力 2→4 ・知識・技能 4→4
<p>根拠の図的表現を繰り返し行うことで、既習の事項と関係付けて考えることができるようになり、思考力・判断力・表現力、知識・技能を高めることができたと考えられる。</p>	<p>付箋紙に書き留めた疑問に思うことを、対話活動を通して納得に変えていくことで、意欲的に理科学習に取り組むようになり、また、理科の見方である質的・実体的に捉えることができるようになり、思考力・判断力・表現力を高めることができたと考えられる。</p>
生徒C	生徒D
<ul style="list-style-type: none"> ・学びに向かう力, 人間性等 4→4 ・思考力・判断力・表現力 2→3 ・知識・技能 2→3 	<ul style="list-style-type: none"> ・学びに向かう力, 人間性等 2→3 ・思考力・判断力・表現力 1→3 ・知識・技能 2→3
<p>第1時では図的表現を、理科の視点で表すことができなかったが、積極的に対話活動をすることで、原子の種類や数に気づき、思考力・判断力・表現力、知識・技能を高めることができたと考えられる。</p>	<p>第1時では根拠を説明できていなかったが、原子カードの操作を行うことで、原子の数に着目できるようになり、視点がはっきりすることで、根拠の説明ができるようになったと考えられる。</p>

資料45 実践後の抽出生徒の変容

授業者：矢印は何を表してるの？
生徒B：物質を混ぜて二酸化炭素が発生すると、**気体は体積が大きくなるから**ペットボトルがふくらんだというのを矢印で表しました。

資料42 根拠図内の矢印の説明

原子の結びつき方が変わっただけで、新しい物質と結びついていたりしないよ。
気体本ができたから。
固体、液体、気体の中でいちばん体積が大きいのは気体
状態変化しても質量は変わらない
固体→液体→気体
蓄い → 大

資料43 生徒Cの疑問から納得への変容



資料44 原子カードの操作

(3) 全体考察

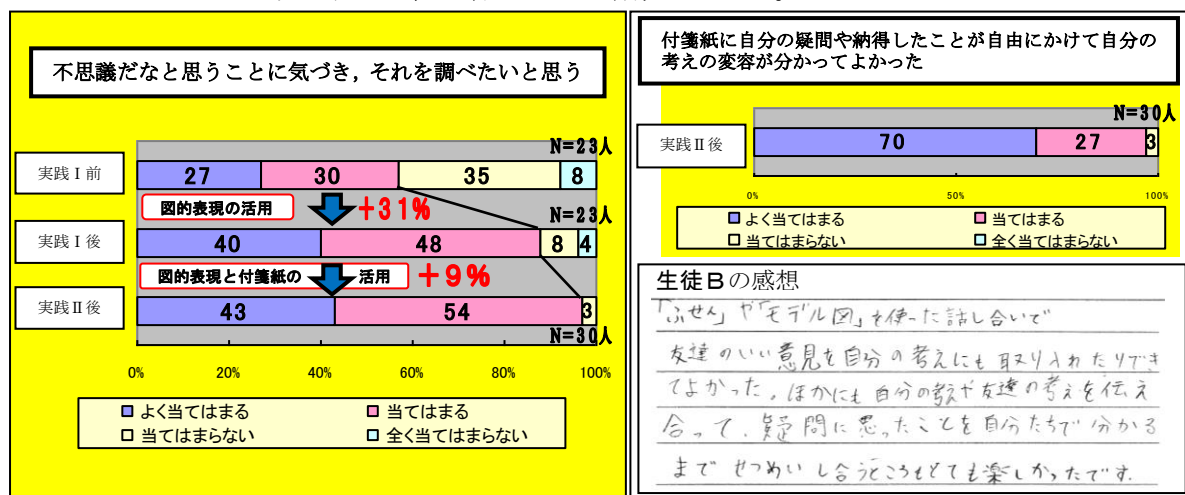
① めざす生徒の姿ア [学びに向かう力, 人間性等] が変容したか？

資料46より、アンケート項目「不思議だと思うことに気づき、それを調べたいと思う」に、当てはまると答えた生徒の割合が、実践I前57%、実践I後88%、実践II後97%と徐々に伸びた。

資料47より、実践II後のアンケート項目「付箋紙に自分の疑問や納得したことが自由に掛けて自分の考えの変容が分かってよかった」に、当てはまると答えた生徒の割合が、97%だった。また、実践前、理科学習への意欲が低かった生徒Bが、実践II後の感想では、「付箋やモデル図を使った話し合いで友だちのいい意見を自分の考えにも取り入れたりができてよかった。自分の考えや友だちの考えを伝え合って、疑問に思ったことを自分たちで分かるまで説明し合うところも、とても楽しかった」と書いていた。

このような態度の変容は、p16, 17, 20, 22のように、2種類の付箋紙を活用したことで、生徒自身が自分の疑問や考えの変容を意識できるようになり、また、授業者も適切な支援や問い返しを行うことができたからだと考える。

これらのことから、2種類の付箋紙を活用したことは、課題を持って意欲的に根拠を明らかにしていこうとする生徒を育てる上で有効であった。



資料46 意欲面の変容について

資料47 付箋紙の活用について

② めざす生徒の姿イ [思考力・判断力・表現力] が変容したか？

次頁資料48より、生徒Aは、図と言葉を使って結果の根拠を比較しながら述べることができている。次頁資料49より、生徒Dは、実践前は記述ができていなかったが、実践後は、図と言葉を使って答えの根拠を表現することができるようになった。

次頁資料50より、単元終了後の思考力・判断力・表現力を評価する問題で、根拠を説明する記述ができている生徒の割合が、実践II前57%から実践II後87%と伸びた。

次頁資料51より、「自分なりに図をかいて、結果の根拠を分かりやすく伝えることができた」に、当てはまると答えた生徒の割合が97%だった。また、思考力・判断力・表現力の評価が実践II前1から実践II後3に変わった生徒Dの感想から、「付箋は、実験前に自分がどう考えていたかが後で見返せるからあった方がいいと思うし、モデル図は、文字でかいてあるより、すごく分かりやすかった」と書いていた。

このような思考力・判断力・表現力の変容は、理科の視点を意識した図的表現と付箋紙を活用した対話活動を繰り返し行うことで、表現することの楽しさを味わうことができたからだと考える。

これらのことから、テーマを基に、疑問が納得に変わっていくように根拠を表現する対話活動を仕組んだことは、思考力・判断力・表現力を高める上で有効であった。

単元「化学変化と原子・分子」終了後の思考力・判断力・表現力を評価する問題

実験1 1. マグネシウムを蒸発皿にのせて、皿ごと質量をはかる。
2. マグネシウムをガスバーナーで加熱する。(白い光)
3. 加熱後の物質を蒸発皿にのせて、1.と同じように皿ごと質量をはかる。

実験2 1. フラスコの中にマグネシウムを入れて密閉し、フラスコごと質量をはかる。
2. フラスコ内でマグネシウムを加熱する。
3. 加熱後の物質の質量を1.と同じようにフラスコごとをはかる。

問い 実験1のように、マグネシウムを空気中で加熱すると、加熱前と比べて加熱後の物質は質量が大きくなる。では、実験2のように密閉したフラスコ内でマグネシウムを加熱し、加熱前(1.での質量の値)と加熱後(3.での質量の値)を比べるとどうなるか。また、そのようになる根拠をモデル図や言葉を使って分かりやすく説明しなさい。

答え 正しいと思うものを丸で囲みなさい。
(加熱前の質量の方が大きくなる・加熱後の質量の方が大きくなる・変わらない)

答えの根拠をモデル図や言葉を使って分かりやすく説明しなさい。

根拠の説明 4

実験1では、空気中の酸素と化合して密閉されていないので、酸化マグネシウムだけの質量がはかれない。質量が大きくなるのは、実験2は密閉されているため、加熱前の質量の大きさが変わらぬ。フラスコ内の原子の数は変わっていないので、実験2では質量は変化しない。

資料48 実践Ⅱ後の生徒Aの評価問題

[実践Ⅱ前の生徒Dの評価問題]

○水を電気分解すると、水素と酸素が発生する。そのときの反応を、化学反応式とモデル図を使って下のように表示した。

$$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{O}$$

問い 上の化学反応式やモデル図で間違っている点を指摘し、正しく書き直しなさい。また、何が、どのように間違っているのかを、モデル図や言葉を使って分かりやすく説明しなさい。

答え 上の化学反応式で間違っているところは3か所。

根拠の説明 無記述(1)

[実践Ⅱ後の生徒Dの評価問題]

答えの根拠をモデル図や言葉を使って分かりやすく説明しなさい。

$$\text{Mg} \rightarrow \text{MgO}_2$$

加熱後も質量が変わらないと思った理由は、酸化するとき使った酸素は加熱前から空気としてフラスコの中に入っていたので、最終的に使った酸素しか使わなかったから質量は変わらない。

根拠の説明 3

資料49 実践Ⅱ前と実践Ⅱ後の生徒Dの変容

単元「化学変化と原子・分子」終了後の思考力・判断力・表現力を評価する問題

	根拠の説明4	根拠の説明3	根拠の説明2	無記述1
実践Ⅱ前	24	33	30	13
実践Ⅱ後	33	54	3	10

+30%

自分なりに図をかいて、結果の根拠を相手に分かりやすく伝えることができた

実践Ⅱ後

47	50	3
----	----	---

N=30人

資料48の評価問題の評価が1から3に変わった生徒Dの感想

ふせくモデル図は使った方がいいと思います。

実験前に自分か
どう考えたかかあとで見過ごすからあった方がいいと思うし、モデル図は、文字でかいてあるよりすごく分かりやすかったのがあった方がいいです。

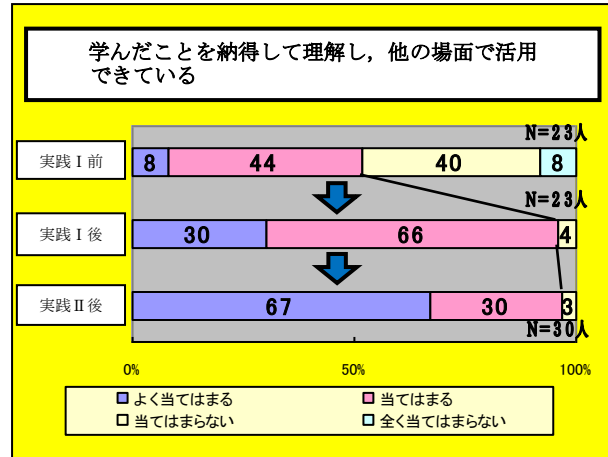
資料50 思考力・判断力・表現力の変容について 資料51 図的表現と付箋紙の活用について

③ めざす生徒の姿ウ [知識・技能]
が変容したか？

資料52より、アンケート項目「学んだことを納得して理解し、他の場面で活用できている」に当てはまると答えた生徒の割合が97%だった。

このような結果が表れたのは、p18, 21, 22のように、理科の視点を引き出し、分かりやすさの観点から結果の根拠について納得できる最適なモデル図をつくる場面を設定したからだと考える。

このことから、授業デザインマップの作成を通して、3段階の図的表現の内容を考案し、最適なモデル図へと練り上げたことは、既習事項と本時の実験結果を関係付け、納得しながら知識・技能の獲得ができる生徒を育てる上で有効だった。



資料52 理解の納得度の変容について

7 成果と課題

(1) 成果

- 2種類の付箋紙を活用して、生徒の疑問を可視化したことで、生徒が疑問に思ったことを納得するまで追求していくような主体的な学びへと改善できた。
- 自分なりの図的表現から最適な図的表現へと練り上げていく仕組みが明らかになったことで、理科の視点に着目して、分析したことを全員が積極的に発言し、よりよい考えへと練り上げながら解釈していくような対話的な学びへと改善できた。
- 「授業デザインマップ」と「評価問題・評価基準」を単元導入前に作成したことで、単元を通してどのような資質・能力を身に付けさせていくのか、また、既習とどのように関係付けて理解を深めていくのかを明確にした上で授業を進めることができた。授業者が既習との関係付けを意識させることで、生徒にとって深い学びへと改善できた。

(2) 課題

- 本実践研究では、授業者が実験方法を提示したが、今後の実践研究では、生徒自身が仮説に応じた実験計画を実証性の観点から立て、班でよりよい実験方法へと練り上げていくような、見通しの段階の仕組み方の工夫を明らかにしていきたい。

<参考文献>

- ・ 中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編 文部科学省
- ・ 平成29年改訂 中学校教育課程実践講座 理科 小林辰至 編著 ぎょうせい
- ・ 探究する資質・能力を育む理科教育 小林辰至 編著 大学教育出版
- ・ 新学習指導要領対応！中学校「理科の見方・考え方」を働かせる授業 山口晃弘・江崎士郎 編著 東洋館出版社
- ・ 中学校理科 図解でわかる「深い学び」のプロセス 大久保秀樹 著 東洋館出版社