

理科で重点的に育成を図る資質・能力とその手だて

横川 竜也

宮崎 雅行

森田健太郎

挑戦心

見通しをもって、問題解決しようとする

① 検証可能な仮説を立てさせる

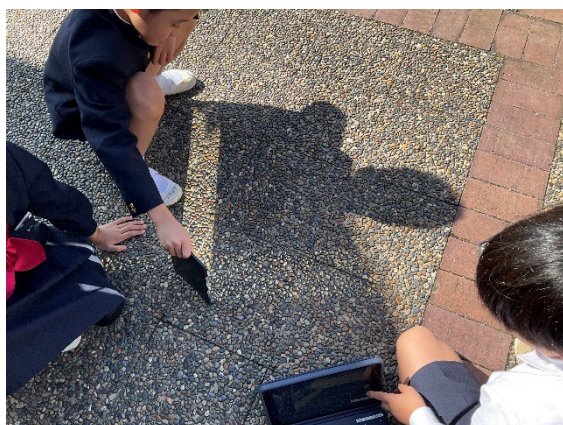
第3学年「太陽の光を調べよう」における単元のねらいは、日なたと日かげの地面の様子や、光の性質について調べ、理解することである。とくに光の性質については、光の反射や光の直進性、日光の温かさについて学習していく。本時では「はね返した日光は真っすぐに進むのか」という課題を設定し、反射した光の直進性について学習した。

予想では、「日光は真っすぐ進む」という予想を立てた。そこで、検証可能な仮説へとつなげるために「どのようにすれば確かめる事ができるだろうか」と実際の検証方法も想像させた。すると、子どもは「光が真っすぐ進むのであれば、日光をはね返した鏡と、壁に映った光との間に手などを入れれば、手に光が当たるはずだ。」という検証可能な仮説を立てることができた。

実験場面において、友達の背中に鏡ではね返した日光を当て、鏡と映った光の間に手を入れたり、光を映した子どもが真っすぐ進んでも光が当たり続けたりすることを確かめる姿が見られた（資料1）。この姿から、鏡から光が映った友達の背中までの直線上に手を挟み込み、自分の手に光が当たったかどうかを確認している様子がわかる。それとは別に、手を差し込むのではなく、光が映っている子どもに前後に歩いてもらい、ずっと同じ位置に光が当たる様子も調べていた。また、鏡を地面につけて日光をはね返し、はね返した光を地面に映すことで光が真っすぐ進む様子を確認する姿も見られた（資料2）。さらに、資料1、資料2に示した実験を行った子どものノートには、次のような考察が見られた（資料3）。A児とB児の記述からは、子どもが光の直進性を



資料1 日光の直進性を確かめる様子1



資料2 日光の直進性を確かめる様子2

- ・思ったとおり、鏡と壁の間のどこに手を入れても手に光が当たったので、光はまっすぐに進んでいる。（A児）
- ・光を当てた人が前に歩くと、当たった光がずっとついていって背中が光っていたので、光は真っすぐ進む。（B児）
- ・地面に置いた鏡で光をはね返すと、地面に光の線ができた。だからはね返した光は真っすぐ進んでいる。（C児）
- ・はね返した光をもう一度はね返すことができた。光がジグザグになったので光は真っすぐ進んだと思う。（D児）

資料3 子どもの考察（抜粋）

意識した実験を行い、見通しをもって実験を行ったことが分かる。C児とD児の記述も同様で、鏡を地面におけば、はね返した光が地面に沿って映るであろうことを考えて実験を行っている。実験後の様子では、A児の記述にあるように「思った通り」という発言も多く見られた。このことから子どもが実験の結果を具体的にイメージし、検証している様子が見られる。

ここに示した検証方法は、方法は異なるがいずれも、検証可能な方法である。このように、子どもがそれぞれ異なる検証方法で光の直進性を確かめることができたのは、子どもが「光は真っすぐ進む」というイメージを明確にもち、検証可能な実験方法を仮説に基づいて考えたからである。

つまり、子どもに具体的な検証方法を想像させて、検証可能な仮説を立てさせることは、子どもが見通しをもち主体的に実験方法を考え、主体的に学びを深めようとする姿につながっていく。こうした学びを積み重ねることが、見通しをもち、主体的に挑戦しようとする子どもの姿の育成につながるものだと考える。今後もこうした実践を積み重ねていきたい。

伝える力

問題解決の過程の中で、自分の考えを相手にわかりやすく説明することができる

①表現方法を習得させる

第4学年「物の温まり方」における単元のねらいは金属、水及び空気を熱したときの熱の伝わり方に着目し、それらと温度の変化とを関係付け、金属、水、及び空気の温まり方を調べる活動を通して、それらについて理解することである。2・3時では、〈金ぞくはどのようにしてあたたまるのだろうか〉という課題を設定し、金属の温まり方について実験結果をもとに考察し表現できることをねらいとした。

この単元を通して、結果の表現方法を増やし習得させることと、表現方法を選択させる場面を設定することに重点を置いた。そのために一つの実験ではなく、班ごとに異なる実験に取り組みさせた。そうすることで、班の実験結果を他の班の人にも正確に分かりやすく伝えたい、他の班の結果が気になるから聞きたいという主体的な姿が見られると考えた。本時の金属棒を用いた実験では、棒を温める場所を真ん中か端かのどちらか一つとした。子どもには結果の表現方法として、図と文、写真と文、動画と文などの方法があることを伝え、まずは自分の書きやすいもので結果を表現させ、アプリを用い、全員が自分のタブレットで見ることができるようにした。

E児は動画を用い、動画の内容を文でも表現していた（資料4）。F児は、選んだ写真を数枚並べることで、時間が経つにつれて徐々に金属棒が温まっていく様子を表現していた（資料5）。G児は班の子どもが撮った写真や動画を見ながら図で実験結果を表していた（資料6）。動画を視聴したこともあってどれくらいの時間でどこまでピンク色になったかもノートに書いて



①真ん中からあたためる

真ん中から温めると、あたためたところから順に同じスピードで両側が青からピンクに少しずつ温まって行きました。最終的には両側半分ぐらい1分1秒で温まりました。

資料4 E児の結果

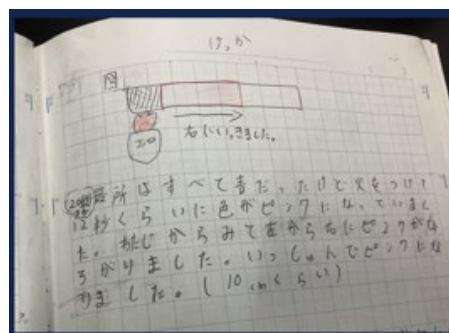
結果

②はしからあたためる



初めは、すべて青色だったけど数秒ぐらい経つと、右のはしからシオンインクがピンク色になってきました。

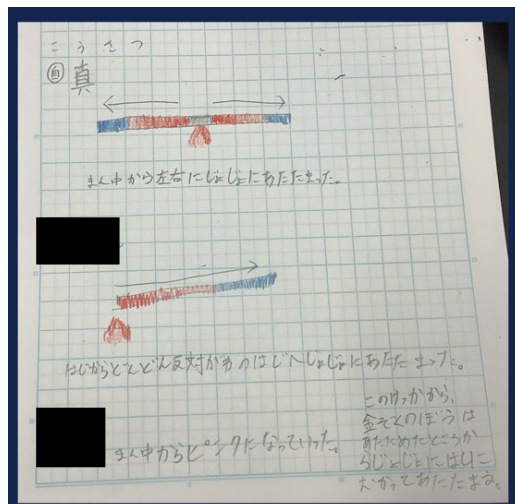
資料5 F児の結果



資料6 G児の結果

いた。異なる実験結果が出そろったところで、実験の考察を書かせた。考察では誰の実験結果を見たのかを明確にし、異なる実験結果から課題についてどう考えたのかをノートに書かせた（資料7）。

資料7より、金属棒を真ん中から熱する自身の実験結果と端から熱する友達の実験結果を書き、2つの実験結果から「金属棒は熱したところから徐々に温まっていく」と金属棒の温まり方について考察することができた。さらに自身と同じ実験ではあるが、他の子どもの実験結果も書くことで、実験結果が正しいものであることを確認することができたようである。他の子どもの考察にも見られたことだが、自身が行った実験とは異なる実験結果をいくつか見た上で、一番分かりやすかったものを選んで考察に取り入れていた。よく出てくる実験結果を見てみると、動画が見やすかったり、結果を文章で端的に伝えていたりしているという特長があった。



資料7 金属棒実験の考察

本時のねらいは実験結果をもとに考察することであった。これまでの図と文だけではなく、動画や写真などを使い、それぞれが工夫して分かりやすく実験結果を示したことにより、金属の温まり方について実験結果をもとに考察することができていた。

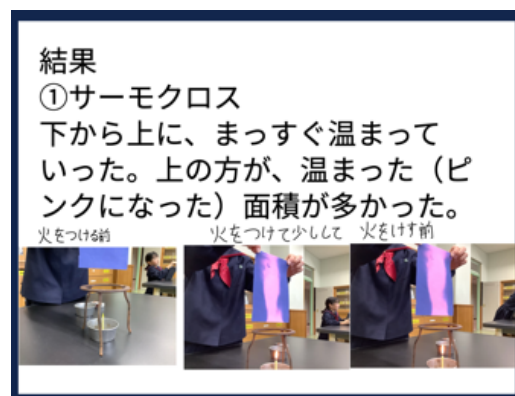
このように、表現方法の習得を目指すことで、実験結果を伝えようと実験中に撮った動画や写真を用いて分かりやすく実験結果を示そうとし、実験の動画を見ることで時間と金属棒の変化とを結果として示すことができていた。タブレットによって実験結果の共有化も図られ、実験結果をもとにしたよりよい考察につながったと言える。

②表現方法を選択させる場面を設定する

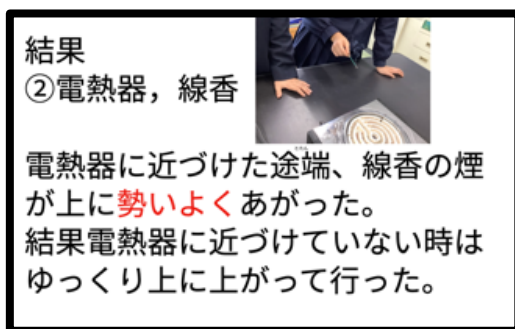
先に述べたように物の温まり方について5時では、＜空気はどのようにしてあたたまるのだろうか＞という課題を設定し、空気の温まり方について実験結果をもとに考察し表現できることをねらいとした。

前述のように、金属棒の実験ではいろいろな表現方法があることを知った子どもは、続く金属の板を温める実験でも、より分かりやすい結果の表現方法はどれになるかを考え、結果を分かりやすく伝えようとしていた。金属の実験での結果や考察の中でよりよいものを取り上げることで、本時ではどのような表現方法がよいかに目を向けられるようにした。また、本時の空気の温まり方についても3つの異なる実験を用意し、表現方法も選択できるようにした。

H児は写真を数枚使い、青色のサーモクロスがピンク色になっていく様子を示していた（資料8）。写真の上には手書きで実験開始してからいつごろの様子なのかを書き足すことで、時間と共にサーモクロスの色が変化していく様

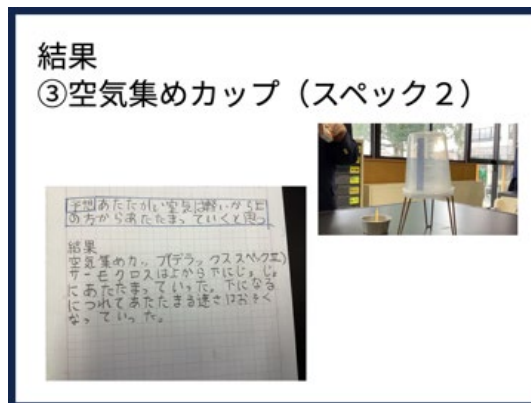


資料8 H児の結果



資料9 I児の結果

子を分かりやすく示していた。I児は電熱器に近づけた線香の煙の動きを動画と文章で表現していた（資料9）。その際、大事だと思われる言葉である「勢いよく」は赤い字にして強調していた。J児は温めた空気を集めるカップ内のサーモクロスの変化を動画と文で表現していた（資料10）。動画を見返すことで、上から下へと色が変わったことや、色が変わるスピードに違いがあることを確認し、ノートに書いていた。どの子どもにもよりよく実験結果を示すための工夫が見られた。



資料10 J児の結果

本時のねらいは実験結果をもとに考察することであった。金属棒の実験の時よりも、実験結果の表現方法に工夫が見られた。ただ、考察場面での課題が残った。本時の3つの実験は①、②は温められた空気の動きを調べる実験であり、③は部屋がどのように温まるかを調べる実験であったために、結果として見えてくる色の変化の仕方に違いがあった。そのことに子どもの意識を向けさせる教師の問いかけが不十分だったために、すべての結果をふまえて考察している子どもは少なかった。実験結果を分かりやすく見せるだけでなく、この実験から何が分かるのかを全体で確認したり、実験結果を黒板に示し、疑問点を見出したりする必要性を感じた。

このように、異なる実験を行わせることにより、子どもは自ら表現方法を選択し、実験をしていない友達に伝えたいという強い思いをもって実験結果をよりよく表現していた。実験結果の表現は自分のためだけでなく、友達のためでもあるという意識をもつことができたので、今後の授業でも継続して取り組ませていきたい。

情報を収集・整理・分析する力

様々な観察、実験結果をもとに、より妥当な考えをつくりだすことができる

① 観察、実験結果の整理の仕方を工夫する

第6学年「水溶液の性質とはたらき」では、水に溶けている物に着目して、それらによる水溶液の性質や働きの違いを多面的に調べる活動を通して、水溶液の性質や働き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、主により妥当な考えをつくりだす力や主体的に問題解決しようとする態度を育成することをねらいとしている。ここでは、様々な観察、実験結果をもとに、より妥当な考えをつくりだすことができるようにするために、＜9種類の液体について分かったことをまとめよう＞という課題を設定し、これまでの実験からわかった水溶液の性質やはたらきを、水溶液ごとにまとめた。これまでに子どもは、9つの液体について、「どのような見た目か」「どのようににおいがするか」「水を蒸発させると何が残るか」「液性は何か」「鉄を溶かすか」「アルミニウムを溶かすか」「石灰水を入れると白く濁るか」「炭酸水を入れると白く濁るか」の8つの実験を行い表にまとめてきた。そこで、実験結果をもとにそれぞれの液体のはたらきや性質を多面的にとらえられるようにするための手だてとして、シンキングツールの一つである「くまでチャート」を用いてまとめさせた。子どもは、資料11に示すように、グループ内の会話

炭酸水	無色 透明 泡あり	石灰水 白くにごる
	臭いなし	溶ける金属 なし
	二酸化炭素（気体） が水に溶けている	
酸性	BTB溶液 黄色	
赤色リトマス紙 変化なし	青色リトマス紙 赤色に変化	

資料11 くまでチャート

の中でこれまでの実験を想起しながら、実験結果がまとめられた表をもとに、くまでチャートを作成していった。

くまでチャートは、トピックについて複数の視点でとらえるときに役立つシンキングツールである。これまで子どもは「においがあるのは、アンモニア水と塩酸だ」「鉄が溶けるのは塩酸だけだな」のように、実験とその結果に着目してきた。すべての実験が終わったこのタイミングでくまでチャートを作成したことで、「塩酸には様々な性質やはたらきがある」というように、各液体の性質とはたらきが整理され、水と8種類の水溶液を多面的にとらえられるようになったと考える。それは、K児のふりかえりの記述から読み取ることができる（資料12）。

今日は、くまでチャートを初めて使ってまとめました。

(中略)

実験結果がごちゃごちゃしていたのが、水溶液ごとにまとまって、わかりやすくなりました。塩酸はほかの水溶液や水と比べて一番はたらきがあることがわかりました。

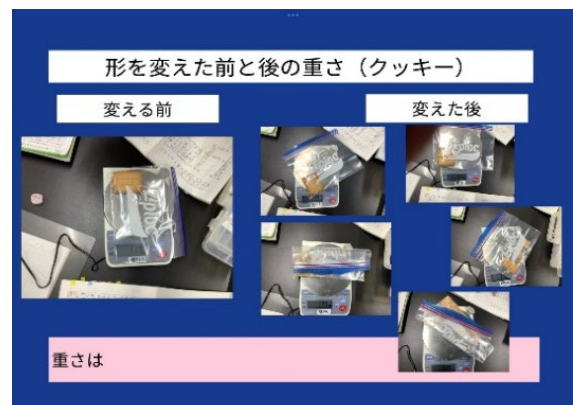
資料12 K児のふりかえり

以上のことから、くまでチャートを用いて実験結果の整理の仕方を工夫することが、子どもが9種類の液体の性質とはたらきについて多面的に捉える一助になることが分かった。様々な観察、実験結果をもとに、より妥当な考えをつくりだすには、物事を多面的に捉え、それをもとに複数の仮説を立てることが必要である。この後の複数の実験結果をもとに水溶液を判別する場面では、本時で作成したくまでチャートをもとに、考えをまとめる様子が見られたことから、この手だてが妥当な考えをつくりだす際にも有効に働いたと言え、情報を収集・整理・分析する力の育成につながったと考える。くまでチャートは、複数の植物の観察結果を、植物ごとにまとめたり、物のとけ方を調べる際に、溶質ごとの特徴をまとめたりする際にも有効である。本実践では、授業者からくまでチャートを提示したが、理科の中でくまでチャートを効果的に活用できることを経験し、最終的には子ども自身が選んで使えるようにしていく必要がある。

② 複数の根拠を示す必要がある課題を設定する

第3学年「ものの重さを調べよう」は、「物は形が変わっても重さが変わらないこと」「同じ体積でも物によって重さが異なること」を学習する単元である。本時では「物は形が変わっても重さが変わらないこと」について考えた。

前時で子どもは、粘土を使用して「形を変えても重さが変わらないこと」を学習している。そこで、<どんなものでも形を変えても重さは変わらないのか>という、複数の実験結果を根拠として示す必要がある課題を設定した。すると、子どもは「身の回りのいろいろな物を使って、形を変えても重さは変わらないかを確認できればよい」という、見通しをもった検証方法を考えることができた。そして、わりばし・アルミ箔・ブロック・紙コップ・クッキーの5つの物を用いて実験を行い、検証を進めた。実験では、各班が5つの物それぞれについて、様々な形に変化をさせ、その時の重さを調べる姿が見られた。資料13はクッキーの実験結果を子どもがまとめたものである。元のクッキーを2分割、4分割、粉々など5段階で細かく砕き、それらを写真で形と重さが分かるように記録している。子どものノートでは、クッキーに関



資料13 形の変化と結果を整理したもの

するまとめとして、「どんな形にしても重さは変わらなかった」という記述が見られた。他のものについても、資料 13 のように写真を活用してまとめることができた。考察場面では、複数の結果をもとに結論付ける様子が見られた。

例えば、資料 14 に示した考察から L 児がクッキーとアルミ箔の実験結果を参照していることがわかる。つまり、“どんなものでも”と一般化を図るために、2つの実験結果を整理し、比較することを通して、結論を出しているのである。

クッキーはそのままで、わっても、粉々にしても 13.9g で重さが変わらなかった。アルミはくはくしゃくしゃにしても、丸めて小さくしても、バラバラにしても重さが 2.8g でみんな同じだった。どちらも、どんな形にしても重さが変わっていないので、仮説はあたっている(※どんなものも形を変えても重さは変わらない)と思う。

資料 14 L 児の実験の考察 (抜粋)

また、結果の中には、重さがはじめと異なる場合もあった。しかし、全体で考えを交流した際には、他の班の結果をもとに考えを修正する姿が見られた (資料 15)。

M 児：わたしたちの班は、割りばしは重さが変わらなかったけど、クッキーでは重さが変わったので、形によって重さが変わるものと変わらないものがあると思います。

N 児：でも、他の班は同じクッキーでも重さが変わっていないので、クッキーも重さは変わらないんじゃないですか。

O 児：確かに、ほとんどの班は重さが変わっていないので、他に理由があると思います。

資料 15 話し合いの様子 (抜粋)

M 児の考えに対し、N 児は他の班の結果を参考にして考えを述べている。O 児も同様に他の実験結果を総合的に分析した上で、重さが変わった原因が他にあるのではないかと類推していることがわかる。これらの様子から、複数の根拠を示す課題を設定したことによって、子どもは様々な実験結果を整理・分析し、複数の根拠を示しながらより妥当な考えを作り出していると言える。

このように、複数の根拠を示す必要がある課題を設定することで、子どもに多くの実験結果を整理・分析する必要感が生まれ、科学的に妥当な考えをつくりだすことができるようになる。今後の学習においても、こうした経験を繰り返し積ませることで、情報を収集・整理・分析する力の育成につなげていきたい。

③複数の観察、実験結果をもとに考えをまとめる場面を設定する

前述の第 6 学年「水溶液の性質とはたらき」の単元の終末では、「水溶液を判別しよう」という大課題を設定し、これまでに学習した水溶液のはたらきと性質を調べる実験をもとに、液体を判別する活動を行った。

水や水溶液の判別には、複数の実験を行い、その結果をもとに妥当な考えをつくりだす必要があることから、この課題を設定したこと自体が、実験結果をもとに考えをまとめる場面を設定するための手だてといえる。また、教科書に提示されている、塩酸・炭酸水・水・食塩水・アンモニア水・石灰水に、砂糖水・ミョウバン水・重曹水を加えた 9 種類の液体から判別することとした。これは、より多くの実験結果から判別する必要がある場面を設定するための手だてである。そして、「同時に複数の実験をしない」「同時に複数の水溶液を調べない」の 2 点を、判別の際のルールに盛り込んだ。これは、

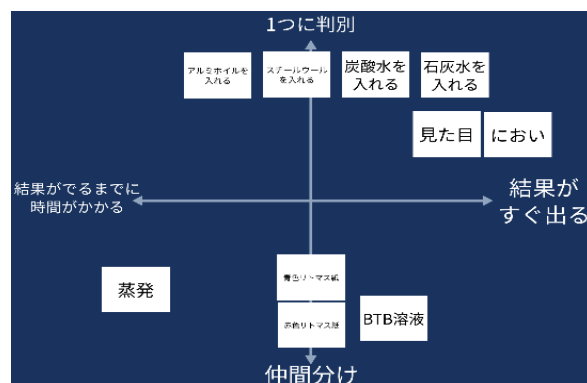
安全面の配慮に加え、手当たり次第に実験を行うのではなく、一つ一つの実験のもつ特性やその実験から得られた結果を子どもが十分に吟味できるようにすることで、効率的な実験手順の元、判別に必要な実験を抽出し、そこから得られた結果から水溶液の判別をできるようにするためである。また、妥当な考えをつくりだす一助となるように、シンキングツールを用いた。

まず、どの液体が入っているのかわからない 26 本のボトルを子どもに提示し、時間内にできるだけ多くのボトルの判別を目指すことを確認した。そして、前述の2つのルールを提示したのち、「判別できそうかな？」と問うと、「たくさんあるから実験の順番が大切だと思う」「同時に実験できないなら、時間のかかる実験は後にした方がいいと思う」といった発言があった。そこで、<効率よく判別するには>という課題を設定した。効率よい一つ一つの実験の特性を吟味する時間を設定した。それぞれの

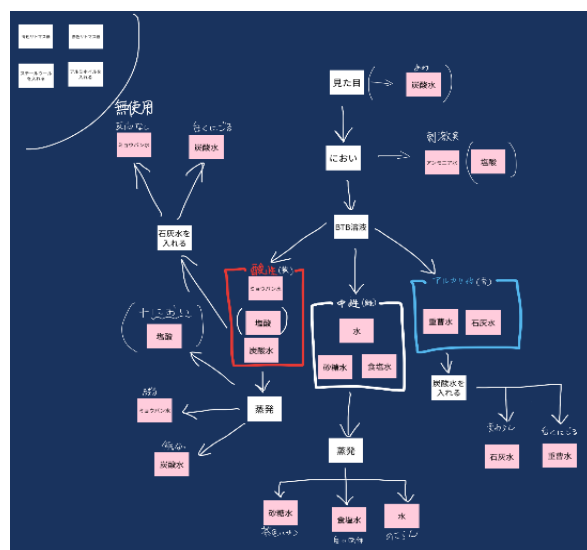
実験を、「結果が出るまでに実験・結果がすぐ出る実験」と「仲間分けができる実験・1つに判別できる実験」の2つの視点で分類を行った。分類には、シンキングツールの一つである「座標軸」を用いた。座標軸は2つの物事において、順序付けや比較をする際に役立つシンキングツールである。子どもはグループで「蒸発は、時間がかかるから最後にした方がいい」「結果がすぐ出る、見た目やにおいの実験をしてから、BTB溶液で性質を調べて仲間分けするとよさそうだね」などと話し合いながら座標軸に実験を位置づけていった（資料16）。

次に、座標軸をもとに実験の手順を考えていった。これまでの実験結果をまとめた表や、前述のくまでチャートを見返しながら、グループでより効率的な実験手順を考えていった。考えた実験計画はフローチャートのようにまとめさせた。資料17は子どもが作成した実験手順である。グループで考えた実験手順を、矢印などを使ってロイロノートスクールのふせんに記入していった。

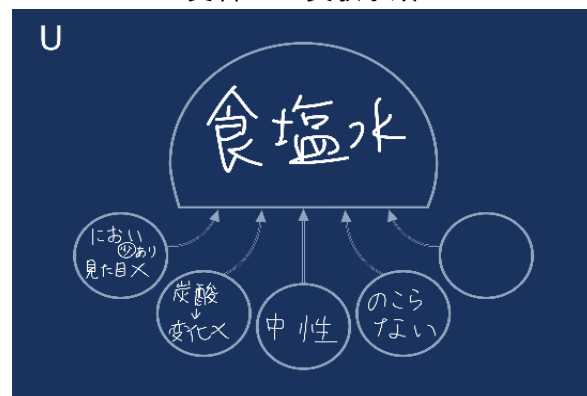
判別は次時に行った。各グループで好きなボトルを一つ選択し、それぞれが考えた手順で実験していった。実験結果はシンキングツール「クラゲチャート」にまとめていった。クラゲチャートはトピックに関する主張について、主張を支える理由を明確にすることができる。今回は主張＝水溶液の種類、理由＝実験結果と捉えて使用した。子どもは、実験結果をクラゲチャートの足に結果を書き込み、判別ができた段階で水溶液名をクラゲチャートの頭書き、次のボトルの判別をしていった（資料18）。最終的にはどのグループも3つ以上の液体を判別することができた。



資料 16 実験が位置付いた座標軸



資料 17 実験手順



資料 18 クラゲチャート

以上のように、子どもが様々な実験結果をもとに、より妥当な考えをつくりだすことができるようになるために「水溶液の性質とはたらき」において様々な手だてを講じてきた。単元の終末に水溶液の判別を行う場面を設定することは、複数の実験を行い、その結果をもとに妥当な考えをつくりだす必要があることから、情報の収集・整理・分析する力の育成につながったといえる。P児のふりかえりの記述からも、複数の実験から妥当な考えをつくりだして判別していたことが伺える（資料19）。

今回の実験は、効率的だったと思います。理由は、しっかり計画通り進めることができたからです。必要最低限の実験で結果を見出すことができたと思います。

（中略）

この学習を通して、私は水溶液の見分け方を学ぶことができした。水溶液を見分けるときは蒸発させて固体が溶けているのか、気体が溶けているのかを確かめたり、リトマス紙で性質を調べたりするなど、様々な実験結果から考えて見分けの必要があることを知りました。

資料19 P児のふりかえり

また、シンキングツールを用いて、一つ一つの実験のもつ特性やその実験から得られる結果を子どもが十分に吟味しながら判別していくことも、複数の実験結果から妥当な考えを導き出すための一助になったと考えられる。一方で、教師から提案された方法でシンキングツールを活用するにとどまり、自分に合ったシンキングツールを選択するまでには至っていない。理科に限らず、様々な学習場面でシンキングツールを活用する場面を設定し続けることで、子ども自らシンキングツールを活用することができるようになると考える。