

[理 科]

見通しをもって意欲的に探究活動に取り組む子どもを目指して

— 小学校6学年での定性的な課題に対する4 QS (Four question strategy) の考え方を取り入れたワークシート活用の有効性 —

岡田 啓吾*

1 児童の実態から見た主題設定の意図

担任した6年生は、男子8名、女子12名の20名であり、どんな学習でも落ち着いて取り組むことができる。しかし、自分に自信がなく、周りの意見に流されがちな子どもが多いことや、受け身の学習態度であることが、課題である。

理科の学習では、実験には意欲的に取り組むが、自分たちで既習事項を生かし、アイデアを出したり、仮説を組み立てたりする力が不足している。例えば、6学年の最初の単元である「ものの燃え方と空気」の学習では、「びんの中でろうそくの火を燃やし続けるにはどうしたらよいか」という課題を解決するとき、全く方法を考えることができなかった子どもがほとんどだった。したがって、実験を始めても受け身の、すぐ教師に頼る姿が見られた。また、実験のねらいが不明瞭になり、その後の考察も不十分だった。このような事態に陥った原因としては、「～すればろうそくの火は燃え続ける」と子どもが仮説を設定するための支援が不十分だったことが挙げられる。子ども自身が科学的に探求するには、「～が～すると～なる」というように、検証可能な仮説（予想）として表現しなければならない。

一方、小学校学習指導要領解説 理科編（2008）によると、小学校理科の目標を3つの重点に整理した場合の2つ目に、「児童が見通しをもって観察、実験などを行い、自然の事物・現象と科学的にかかわる中で、問題解決の能力や態度を育成する学習活動を重視する」とある。ここでいう「見通しをもつ」とは、「児童が自然に親しむことによって見いだした問題に対して、予想や仮説をもち、それらを基にして観察・実験などの計画や方法を工夫して考えること」である。子どもが見通しをもつことにより、予想や仮説と観察・実験の結果の一致、不一致が明確になり、予想や仮説に反した結果が得られた場合、試行錯誤をして再検討を加えることになる。こういった過程を踏むことで、子どもに科学的な思考力・表現力が育成できると考えた。また、予想や仮説を立てて見通しをもつことで、結果の一致、不一致に興味をもち、子どもの意欲も促進できると考えた。

小林ら（2006）は、子どもの疑問を科学的に探求可能な「問題」にするための方略を、“Four question strategy”（以下4 QSと略す）として、段階を経て検証可能な仮説を文章化するためのワークシートを開発した。小林ら（2006）によると、このワークシートは探求学習に取り組むにあたって、教員養成課程での実践で有効であったと報告している。また、中学校段階での実践例も見られる。そこで本研究では、上述の子どもの実態の改善を目指して、第6学年「水溶液の性質」の単元で4 QSワークシートを活用し、その効果を検証する。

本単元は、薬品の調製や実験方法を正しく行えば、実験室で結果が視覚的に得られやすく、それほど大がかりな実験器具も必要ない。よって、仮説設定による探求学習を行うにあたって、上述の児童の実態に合った単元であるといえる。また、後述の単元と課題の特性を生かした4 QSワークシートの工夫という視点でも有効な単元であると考えられる。

2 研究の目的

本研究では、第6学年「水溶液の性質」の単元における4 QSワークシートの効果を検証することを目的とする。

3 研究の方法

(1) 単元と課題の特性を生かした4 QSワークシートの工夫

4 QSワークシートは図1のように、定量的に判断できる課題に適している。例えば、図1ではSTEP1「電磁石の

* 上越市立清里小学校

強さ」をSTEP 4 「くつつくゼムクリップの数」というように、数量化する方法を記載している。そのほかの例として、STEP 1 を「ビンの中でロウソクが燃え続ける時間」としたときに、STEP 4 は「ロウソクが燃え続けている時間をストップウォッチで測定する」という内容が考えられる。いずれの例も、定量的に数値化が可能である。

しかし、性質をもとに物質を特定する定性的な課題は数値化ができないため、4QSワークシートを課題に合わせて工夫する必要があると考え、図2のように各段階の問いを変更して、単元の中で2度活用する。4 QSワークシートの活用の幅を広げる意味でもその効果を、授業実践を通して検証する。

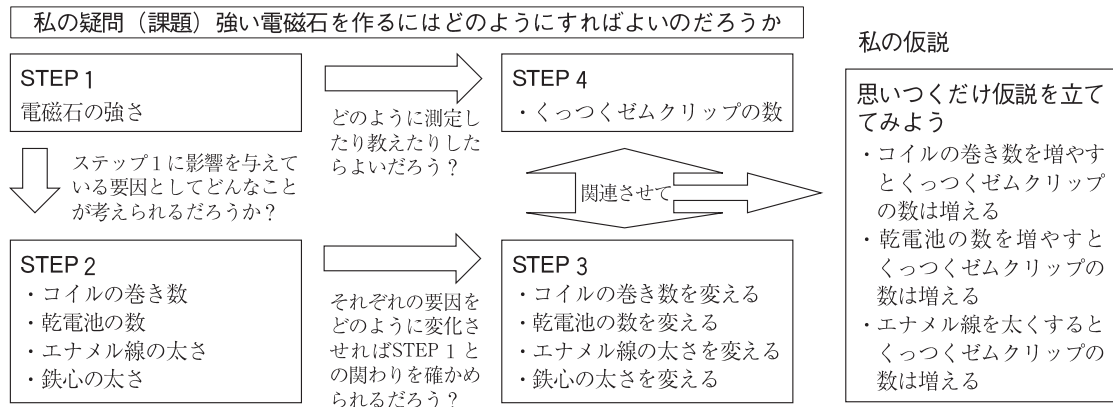


図1 4QSワークシートの活用例

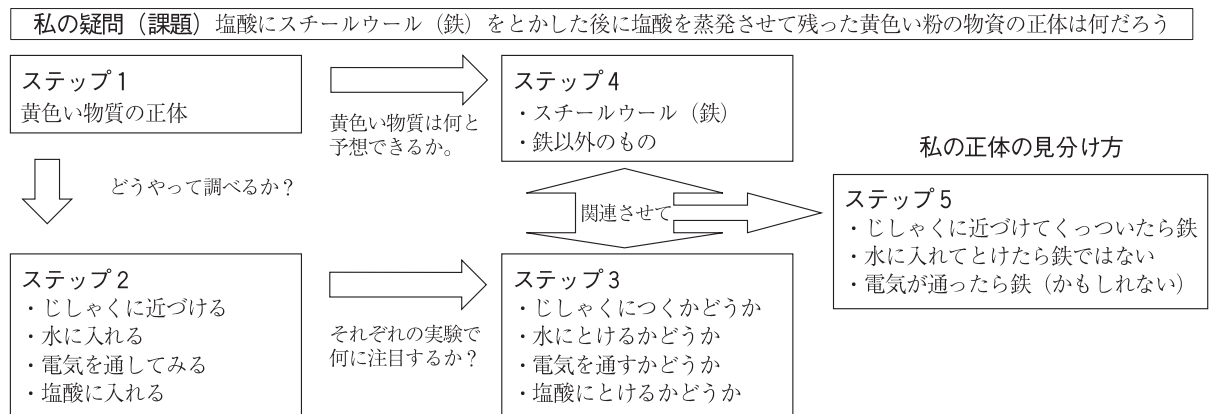


図2 今回使用した4QSワークシートの一例

単元構成は以下のようにした(表1)。第1次から第3次で、5つの水溶液に焦点をあてて、それぞれのおいやり様子、何が溶けているか、リトマス紙による仲間分け、金属との反応を、実験を通して学習する。発展学習として第4次で水溶液の判別実験を取り入れる。また、第3次・4次で実験前に4QSワークシートを使用する。

表1 単元の学習計画

次	時数	主な学習活動	主な支援・指導とその意図
1	1 2 3	○塩酸、水酸化ナトリウム水溶液、食塩水、アンモニア水、炭酸水を提示し、おいやり様子を観察したり、蒸発させたりして、どんな特徴があるか、何が溶けているのかを調べる。	・様子、におい、溶けているものの3点に着目させて結果を一覧表にまとめ、それぞれの相違点を明らかにできるようにする。
2	4 5	○リトマス紙の特徴や使い方を理解し、5種類の水溶液を、リトマス紙を使って色の変化の違いを調べ、仲間分けする。	・リトマス紙を貼り付けられるワークシートを用意して、一覧にして比べることで、視覚的に違いや仲間分けに気づきやすくする。
3	6 7 8 9	○それぞれの水溶液に鉄とアルミニウムを入れ、その反応を調べ、まとめる。 ○鉄を溶かした塩酸を蒸発させて得られた物質は何かを考える。	・全ての水溶液について調べることで、反応する水溶液としない水溶液があることに気付かせる。 ・鉄を溶かした塩酸を蒸発させて得られた物質は何かを4QSのワークシートを用意して仮説を設定する。その際、視点がぶれないように、「鉄なのか、鉄以外なのか」に結論を限定する。

4	10 11 12 13	○これまで学習した5つの水溶液と蒸留水を班ごとに名前を伏せて試験管に用意し、これまでの学習を生かしてどれがどれなのかを判別する。	・4 QSのワークシートを用意して判別方法を考え、個人で仮説を設定する。その後グループ内で意見を交流し、実験計画を立てる。交流では、一人一人に実験計画書を配り、話し合った手順を計画書に記載し、グループ内で共通理解できるようにする。
---	----------------------	--	---

(2) 児童へのアンケート調査

単元導入前と単元終了後で理科の学習に関するアンケート調査を行い、意欲や見通しなどについて子どもの意識の変容を把握することで、4 QSワークシートによる学習が、子どもの意欲を高め、見通しをもつための手立てとして有効であったどうかを確認する。

4 取組の実際と考察

(1) 鉄か鉄以外かを見分ける場面での4 QSワークシートの活用

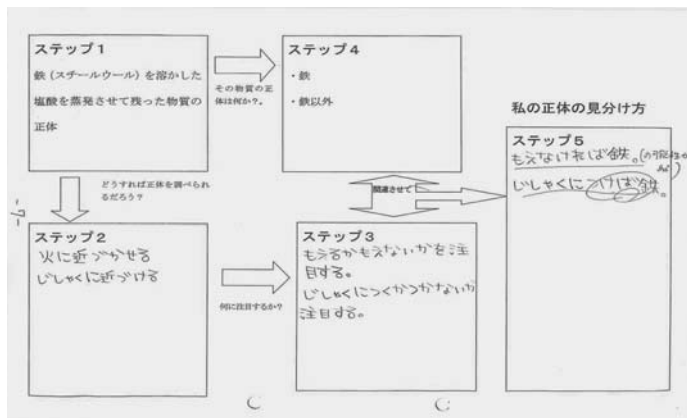


図3 4 QSワークシート①

4 QSワークシートの最初の活用場面は、第3次の塩酸にスチールウールを溶かして、塩酸を蒸発させたときに得られる黄色い粉状の物質は何かを考えるときである。ここでは、食塩が水に溶ける場合との違いを明らかにする目的がある。食塩は、水に溶かして水を蒸発させると再び食塩が得られることを想起させて、「鉄を溶かしたのだから黄色い粉は鉄なのかそれ以外なのか」というように、視点がずれないように支援した。したがって、前に示した4 QSワークシートのステップ1（黄色い物質の正体）とステップ4（鉄、鉄以外）は、教師が提示した。子どもは、鉄かどうか判別する方法をステップ2に、

実験の着目の視点をステップ3にそれぞれ記載し、最後に判別方法（仮説）を文章化した。

ステップ2の方法では、思いつかない子どもがいるだろうと予想し、最初は全体で話し合った。すぐに「磁石につける」という方法は出てきたが、一人の子どもが「鉄は確か電気が通ったよ」と発言したことで、子どもたちは鉄の性質に着目した考えをすればいいことに気づき、発想の幅が広がった。その後は個別に方法を考えて、最終的に「磁石に近づける」「水に入れる」「塩酸に入れる」「電気を通す」「燃やしてみる」の5つが子どもたちから出た。「ステップ4」では「鉄・鉄以外」と限定したことで、方法を考えやすかったのだろうと思われる。また、「燃やしてみる」は筆者が予想していなかった方法だが、発想をふくらませて考え出したことを褒め、危険でないと判断して仮説とするようにした。このように、教師が予想していなかった方法が子どもたちから出ることも、4 QSワークシートの特長といえる。

実験では、方法ごとに3～5人のグループに分かれて検証した。どのグループでも必要な材料を自分で用意して、主体的に実験を進めていた。「水に入れる」グループでは、「水に溶けたよ。水に入れて溶けたから鉄ではないよ。」と結果から分かったことを即座につぶやいていた。これは、実験の着目点を4 QSワークシート（ステップ3）で明らかにして、「～すると～（鉄、鉄以外）である」と文章化したため、自然に口にしたと考える。他グループでも「磁石につかなかったから鉄以外だ」「電気が通らなかつたから鉄以外だ」といったように、「磁石につかなかった」「電気が通らなかつた」という「結果」だけにとらわれるのではなく、「だから鉄以外だ」とスムーズに考えが移行できていた。

実験後、グループ間で結果を交流し、正体は鉄以外だという結論を子ども全員一致で得ることができた。当初、5学年時の「食塩水」の学習を想起したことから、正体は鉄だと考えていた子どもが多かったが、この実験にて鉄は別の物質に変化したことを捉えることができた。

(2) 既習事項を生かして、水溶液を判別する実験での4 QSワークシートの活用

2回目の活用場面は、上述の5つの水溶液と蒸留水を、名前を伏せてグループごとに試験管に入れ、既習事項を生かしてそれらの判別実験を行う発展学習である。これを単元終末のまとめの活動として取り入れた。1回目と同じく、ステップ1、4は教師から提示した。子どもたちはワークシートを振り返りながら、図4のように、スムーズにス

テップ5の見分け方(仮説)を書き出し、それをもとに合理的に判別する実験手順をグループごとに考えた。全部で6グループだったが、どのグループも考えた手順が少しずつ違っていた。水溶液の実験による判別は、2つ以上の実験を経て判別可能なものも含まれるため、仮説は数えきれないほどのパターンが考えられる。よって、ステップ5の仮説の記載の仕方が、実験手順を考える話し合いに影響したものと思われる。実験手順は主に次の3通りだった。

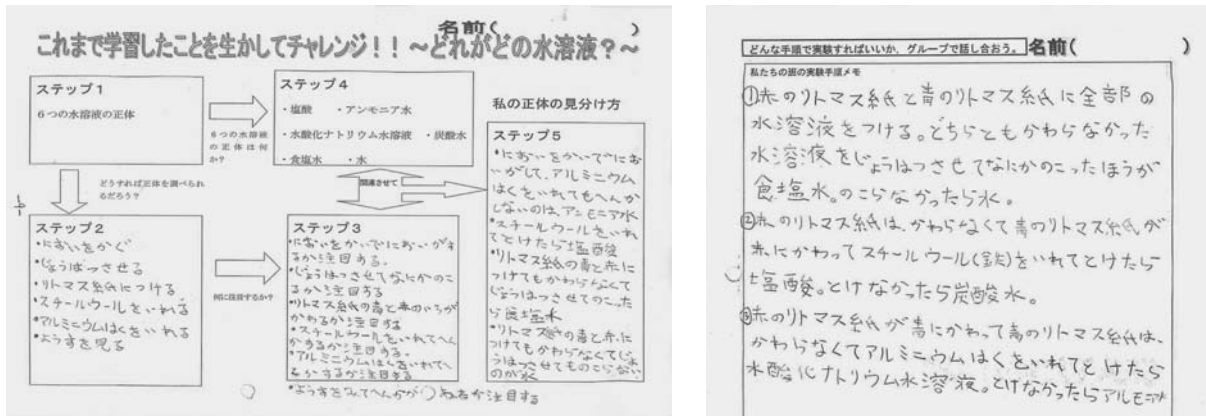


図4 4 QSワークシート②と実験手順計画書

<p>最初に酸性・中性・アルカリ性に分けるタイプ</p> <ol style="list-style-type: none"> ①リトマス紙につける (中性、酸性、アルカリ性に分ける) ②酸性の2種類にスチールウールを入れる (塩酸と炭酸水の判別) ③中性の2種類を蒸発させる (食塩水と水の判別) ④アルカリ性の2種類にアルミニウムを入れる (水酸化ナトリウム水溶液とアンモニア水の判別) 	<p>1つずつ明らかにしていくタイプ</p> <ol style="list-style-type: none"> ①全てにスチールウールを入れる (塩酸の判別) ②残りの5つにアルミニウムを入れる (水酸化ナトリウム水溶液の判別) ③残り4つの様子を見る(泡) (炭酸水の判別) ④残り3つをリトマス紙につける (アンモニア水の判別) ⑤中性の2つを蒸発させる (水と食塩水の判別) 	<p>全実験を一通り行うタイプ</p> <ol style="list-style-type: none"> ①水溶液を観察する ②においをかぐ ③6つをリトマス紙につける ④6つを蒸発させる ⑤6つにスチールウールを入れる <p>※全ての水溶液に対して一通り実験を行い、結果を総合して6つの水溶液を判別する。</p> <p>※最初に酸性・中性・アルカリ性に分けるタイプが4グループと多かった。アルカリ性の2つの水溶液を判別する方法が蒸発させるのか、アルミニウムを入れるのかなど、どのグループも少しずつ方法が違っていた。</p>
---	---	---

各グループ実験計画手順書に従って、見通しをもって意欲的に実験に取り組んでいた。グループで実験を行う場合、以前は他の子に頼りがちで見ているだけだった子どもがいた。様子を観察していると、そういう傾向の子どもも計画書を見たり器具を手にして実験したりしていた。仮説設定から手順をグループ内で交流して共通理解したことが意欲につながったと考える。

「こっちの方が早いよ」と、計画とは少し違った手順で実験を進めるグループはあったが、予期しない結果が得られたグループはなかった。制限時間を設定し、時間が経過した時点で答えを発表した。1つのグループが実験結果の整理ができず間に合わなかったが、そのほかのグループは時間内に正しく判別することができた。その後、どの方法が合理的だったかを全体で話し合った。

(3) 児童の仮説設定状況

4 QSワークシートの1回目の活用場面(塩化鉄の判別)と、2回目の活用場面(蒸留水を含めた6つの水溶液の判別)で、仮説を立てることができたかを集計した。(表2)

表2 4 QSワークシートによる児童の仮説設定状況

1回目			2回目		
	人数	割合		人数	割合
仮説を2つ以上立てた	17	85%	仮説を2つ以上立てた	19	95%
仮説を1つ立てた	3	15%	仮説を1つ立てた	1	5%
仮説を立てられなかった	0	0%	仮説を立てられなかった	0	0%

どちらの課題でも2つ以上仮説を立てた子は80%以上で、1つも仮説を立てることができなかった子どもはいなかった。よって、今回課題に合わせて内容を変更した4 QSワークシートは、子どもたちにとって分かりやすいものであったことが分かる。また、どちらの場合でもステップ1とステップ4を教師が提示したことで、子どもたちは的を絞って仮説を立てることができた。

1 回目の場面ではステップ 4 を「鉄」「鉄以外」とし、鉄は児童にとって身近な物質であるため仮説を立てやすかったものと思われる。2 回目の活用場面では、1 回目以上に多くの仮説を立てた子どもが増えた。(3 つ以上仮説を立てた子どもは50%にあたる10人) 1 回目と2 回目で課題内容が違うので、直接比較はできないが、4 QSワークシートへの慣れも影響していると考えられる。また、2 回目の活用場面では、単元を通して学習してきたことをそのまま生かし、これまで書きためたワークシートを見返しながらの作業だったため、仮説を立てやすい状況であった。

(4) 児童へのアンケート調査

① 「水溶液の性質」の単元実施前後の理科に対する意欲の変容

表3 単元実施前

「理科は好きですか」	人数	割合
好き	7	35%
どちらかといえば好き	9	45%
どちらでもない	4	20%
どちらかといえば嫌い	0	0%
嫌い	0	0%

表4 単元実施後

「理科に対する気持ちはどうなりましたか」	人数	割合
「水溶液の性質」を学習する前に比べて理科が好きになった	13	65%
「水溶液の性質」を学習しても気持ちに変化はない	7	35%
「水溶液の性質を」学習する前に比べて理科が嫌いになった	0	0%

表4の質問で答えた理由(抜粋)

- ・水溶液の性質はいろいろな方法で分かるのだなと思って楽しかったから。
- ・水溶液にはいろいろな性質があることが分かり、もっと知りたいと感じたから。
- ・最後にやった水溶液の正体を当てる実験が楽しかったから。
- ・より好きになったような気もするし、少し嫌いになったような気もするから。…気持ちに変化はないと答えた子ども

単元実施前の調査(表3)でも、理科を「嫌い」と感じている子どもは1人もいなかった。「好き」「どちらかといえば好き」と答えた子どもの理由は、「実験が楽しいから」「実験をすると分からないことが分かったりするから」など、実験への関心・意欲に関するものが多かった。

次に、単元終了後にも同様の質問をした(表4)。これは単元実施前を基本として、「水溶液の性質」を学習したことでどう気持ちが変化したかを問う質問である。「学習する前に比べて理科が好きになった」と答えた子どもが65%と半数を超え、「水溶液の性質」の学習にとっても意欲的に取り組んだ子どもが多かったことが分かる。

② 児童の見通しについて

ここでいう「見通し」とは何かを、上述の学習指導要領による「見通し」の定義をもとに子どもたちに説明してから、まず単元実施前に質問した(表5)。また、単元実施後に「水溶液の性質」の学習に見通しをもって取り組めたかどうかを質問した(表6)。

表5 単元実施前

「見通しをもって理科の実験に取り組んでいますか」	人数	割合
見通しをもって取り組んでいる	0	0%
どちらかというで見通しをもって取り組んでいる	12	60%
どちらでもない	6	30%
どちらかというで見通しをもっていない	2	10%
まったく見通しをもっていない	0	0%

表6 単元実施後

「『水溶液の性質』の学習に見通しをもって取り組みましたか」	人数	割合
見通しをもって取り組んだ	7	35%
どちらかというで見通しをもって取り組んだ	9	45%
どちらでもない	3	15%
どちらかというで見通しをもてなかった	1	5%
まったく見通しをもてなかった	0	0%

表6の質問で答えた理由(抜粋)

- ・実験の計画を詳しく立てたので、使う器具や道具などを用意することができたから。
- ・どの実験をするとどうなるかが何となく分かったから。
- ・ちゃんと手順を考えて手順どおりにできたから。
- ・予想通り結果が出なかった原因を考えなかったから。……………見通しをもてなかった子ども

単元前は自信をもって「見通しをもって取り組んでいる」と答えた子が0人だったが、この単元では「見通しをもって取り組んだ」と答えた子が35%(7人)に増えた。「どちらかというで見通しをもって取り組んだ」と答えた

子ども含めると80%の子が見通しをもって取り組んだと自己評価した。4 QSワークシートによる仮説設定と、実験手順や方法をしっかり話し合った成果が、自己評価の向上につながったと考える。

③ 4 QSワークシートに対する児童の率直な感想（抜粋）

仮説を立てる時に使ったワークシートについてどう思いましたか。

○分かりやすいと思う。 ○大変だったけど、あると分かりやすくてよかった。 ○分かりやすい書き方で書きやすかった。 ○この仮説をもとに計画とかを立てられるからいいなと思った。 ○仮説が大事だから書いたのかなと思った。 △よく分からなかった。 △何のためにワークシートを書いたのかあまり意味が分からなかった。 △書くのが面倒だと思った。

4 QSワークシートに対して肯定的な意見の子どもが10名、否定的な意見の子どもが6名、どちらともいえない子どもが4名という結果だった。半数の子どもは、今回の4 QSワークシートが分かりやすく、見通しをもって実験に取り組むための効果を実感できたようだ。もう半数は、「面倒だった」「なぜこれを書くのか分からない」など、効果を実感できなかつたり、疑問を抱いたりした。このことから、シートに対する子どもの慣れや、効果をより実感できる活用方法を検討する余地があると考ええる。

5 成果と今後の課題

本単元での子どもの実態とアンケートによる自己評価から、本単元における4 QSワークシートは見通しをもつ手立てとして有効であったと結論付けることができる。

しかし、活用範囲の可能性はまだ検討の余地がある。例えば今回の2回目の活用場面の場合、ステップ2は経験済みの方法しか考え出すことができず、子どもたちの仮説はどれも似通ったものになった。今回実践した課題と違って、ステップ1を「水溶液の性質」とした場合、4 QSの理論上、水溶液の性質を明らかにする方法（リトマス紙につける、スチールウールを入れる等）はステップ4に記載し、水溶液名がステップ2に入る。ステップ3には「塩酸を薄める」「食塩水を濃くする」「アンモニア水と塩酸を混ぜる」等が入り、仮説として「塩酸を薄めるとリトマス紙の色は変化せず、中性になる」「アンモニア水と塩酸を混ぜるとスチールウールは溶けない」など、様々な仮説が考えられる（図5）。このような課題だと、子どもたちの発想で仮説の幅がより広がり、さらなる科学的思考力・表現力の育成につながると考える。このように、活用場面や追求課題をよく吟味する必要がある。

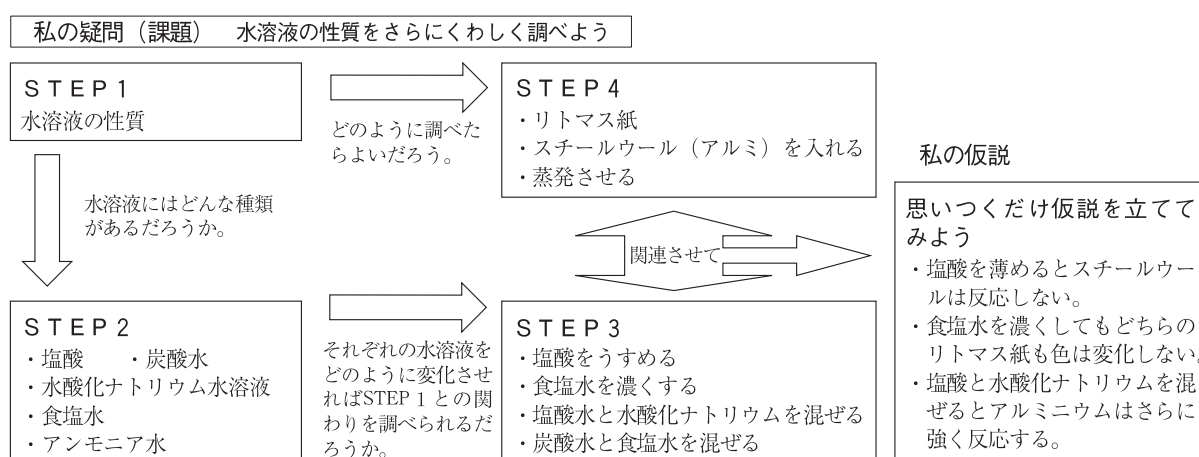


図5 4 QSの理論に基づいた定性的な課題に対するワークシート

引用・参考文献

- 小林辰至・永益泰彦 「社会的ニーズとしての科学的要素のある小学校教員養成のための課題と展望 —小学校教員志望学生の子どもの頃の理科学習に関する実態に基づく仮説設定のための指導法の開発と評価—」『科学教育研究』 日本科学教育学会編, Vol.30 No.3 2006
- 小林辰至 「問題解決能力を育てる理科教育 —原体験から仮説設定まで—」 梓出版社, 2008
- 文部科学省 「小学校学習指導要領解説 理科編」, 2008