

自由研究を取り入れた探究的理科授業の検討

——小学校第6学年水溶液の性質の単元を事例にして——

高岡篤史*

抄録 現在の教育現場では、主体的・対話的で深い学びが重要視されていることから、それぞれの児童が意欲を持つことができるような授業を行うことが大切である。深い学びは、不思議に思ったことを解決することで可能となると考える。自由研究は、身近なものを実験道具として使用し、探究を通して児童自らが考えるようになることから深い学びに繋がると考え、自由研究を小学校理科に導入することが望ましいと考えた。

そこで本研究は、自由研究を小学校理科の学習に導入するための学習指導案のモデルを作成し、その妥当性を検証して改善の視点を抽出することを目的とする。

本研究ではまず、小学校理科の教科書の内容に関連する4種類の自由研究の実験を行った。次にその4種類の実験の中で特に小学校理科の教科書の内容と関連が深く、実際に小学校の総合的な学習の時間の授業で展開できると感じたものについて、学習指導案のモデルを1つ作成した。さらに作成した学習指導案のモデルの妥当性について、教育学部3回生の4名の学生に対して Google Forms によるアンケート調査を行い、実際に作成した学習指導案のモデルの改善点の視点を抽出した。

キーワード 自由研究, 小学校理科, 総合的な学習の時間, 探究学習, 主体的・対話的で深い学び

1. はじめに

小学校学習指導要領（平成29年告示）解説によると、日本の理科の好きな子どもが少ない状況を改善する必要があるということが現在の課題である。つまり、子ども達自身が理科の面白さを感じることができるよう児童生徒達自身が自ら進んで観察・実験を中心とする探究活動に取り組み、課題を解決する姿勢が求められているということである。

2. 本研究の目的

夏休みの自由研究という探究学習の授業を理科の時間で指導するための学習指導案を作成し、さらにその妥当性を検証して改善の視点を抽出することを本研究の主たる目的とした。具体的には以下の2つを主たる研究の目的とした。

- (1) 自由研究を実際の小学校第6学年の理科の授業で扱う「水溶液の性質」という単元の学習に導入するための学習指導案のモデルを1つ提案する。
- (2) 大学生4人に Google Forms によるアンケート調査

を行って提案したモデルの妥当性を検証して改善の視点を抽出する。

3. 本研究の方法

本研究は以下の手順で行われた。

(手順1) 自由研究を行うにあたり、「学研の小学生のまとめ方がよくわかる！自由研究科学編」という文献から特に小学校の総合的な学習の授業においても実施可能な自由研究を検索した。この文献を選択した理由は、実験のまとめ方が良く分かるように構成されていたためである。

(手順2) 本研究を行うにあたって、特に小学校の総合的な学習の時間に生かすことができると感じた自由研究用実験を全部で4種類選び、全ての実験を実際に行った。具体的には自由研究の内容として、「こぼれない水の不思議」、「うがい薬でビタミンC調べ」、「ジュースと水の入れかわり」、「フルーツ電池」の4種類である。各実験の概要は表1のようである。

*大阪大谷大学教育学部3回生

表1 各実験の概要

実験名	実験の概要
「こぼれない水の不思議」	小学校4年生の理科の「ものの温度と体積」の学習に生かすことができると考えた。
「うがい薬でビタミンC調べ」	小学校6年生の理科の「水溶液の性質」の学習に生かすことができると考えた。
「ジュースと水の入れかわり」	小学校4年生の理科の「ものの温度と体積」の学習に生かすことができると考えた。
「フルーツ電池」	小学校4年生の理科の「直列・並列つなぎ」の学習に生かすことができると考えた。

(手順3) 本研究において行った、4種類の自由研究の内の1つとして「うがい薬でビタミンC調べ」を選択し、実際に小学校第6学年の理科の授業で扱う「水溶液の性質」という単元の学習に導入するための学習指導案のモデルを1つ作成した。本研究において、「うがい薬でビタミンC調べ」を選択した理由は、新型コロナウイルスの感染拡大により、需要が拡大したうがい薬を取り上げ、私達が日常生活においてよく食べている果物の汁やよく飲んでいる飲料水にうがい液を加えた時にどのような反応が起きるのかということ調べることによって、「水溶液の性質」の単元学習の興味を持つことができると考えたからである。さらに本実験の内容は、家庭でも実施することが可能でいつでもどこでも行うことができるので、本実験内容を選択した。

(手順4) 実際に作成した学習指導案のモデルの妥当性を教育学部3回生の4名の学生に検討させた。なお、検証の対象となる4名の学生はこれまでの大学生活の中で自由研究を授業に導入することの大切さを学んでいる。以上の理由から、今回は教育学部3回生の学生計4名に実際に作成した学習指導案のモデルの妥当性の検討のお願いをした。

(手順5) 実際に作成した学習指導案の改善のポイントを抽出するため、(手順3)で作成した学習指導案のモデルの妥当性についてのアンケート調査を行い、そのアンケート調査の結果の分析を行う。具体的には本アンケート調査の対象である4人の大学生に対して本アンケート調査を行い、作成した学習指導案のモデルの改善点を質問し、得られた結果を分析して実際に作成した学習指

導案の改善のポイントを抽出した。本アンケート調査の質問項目は、以下の表2のようである。

表2 本アンケート調査の質問項目

質問1	「水溶液の性質」の単元において「水溶液は酸性、中性、アルカリ性の3種類に分けることができる。」ということ学習した後、総合的な学習の時間の授業において、本学習指導案に記載された授業を行った場合、子ども達の興味・関心が広がると思うのか？
質問2	質問1で回答した理由は何であるのか？(文字数は問わない。)
質問3	本「自由研究」の学習指導案の内容の授業は実際の小学校の総合的な学習の時間の授業において、実施可能だと思うのか？
質問4	質問3で回答した理由は何であるのか？(文字数は問わない。)
質問5	本「自由研究」の学習指導案を改善するとすればどの点を改善するべきであるのか？(文字数は問わない。)

4. 本研究の結果

(1) 学習指導案のモデルの作成のための4種類の自由研究の実施結果と考察

(1-1) 「こぼれない水の不思議」の概要

① 実験内容

本実験は水がこぼれない程度にグラスいっぱいに入れた状態のグラスにビー玉を1個ずつ静かに入れていき、グラスから水がこぼれるまでにビー玉が何個入ったのかということ調べた。(写真1参照)この実験の留意点としてはグラスから水が少しでもこぼれた時点で終了する。また、本実験を3回ほど繰り返して平均を求めることによって、誤差を少なくする。

写真1 水にビー玉を入れた時の様子



② 実験結果（表3を参照）

表3 (1-1)「こぼれない水の不思議」の実験結果

	1回目	2回目	3回目	平均
水	5個	5個	3個	4.3個
湯	2個	2個	3個	2.3個
サラダ油	2個	1個	2個	1.6個
牛乳	1個	1個	1個	1個
しょう油	3個	3個	3個	3個
料理酒	2個	2個	1個	1.6個

本実験において水にビー玉を入れた時が最も多くのビー玉を入れることができた。

③ 考察

本実験において、水にビー玉を入れた時が最も多くのビー玉を入れることができたことから、水以外のどのような液体においても液体にビー玉を入れる場合、水の時よりも、多くのビー玉を入れることはできないと考える。

④ 教材としての妥当性の検討

本教材を扱うにあたって「表面張力」という言葉の意味を小学生に対して、分かりやすく説明することが困難であることから本教材は教材としては適しているとは言えない。

(1-2)「うがい薬でビタミンC調べ」の概要

① 実験内容

本実験は端的に述べるとヨウ素の性質を調べるための実験である。具体的にはうがい薬に含まれているヨウ素の性質を利用してどのような食べ物にどれぐらいのビタミンCが含まれていて、どの食べ物が最も多くビタミンCを多く含んでいるのかということを調べるための実験である。具体的には、まず、うがい薬を透明の容器に薄い茶色になるぐらいまで入れてうがい液を作り、そのうがい液に、本実験で調べる色々な食べ物や飲料水の汁を1種類ずつ入れていき、それぞれにおいてうがい液の色の変化を観察した。以下の写真はうがい液にレモンの汁を入れた時の様子である。(写真2参照)

写真2 うがい液にレモンの汁を入れた時の様子



② 実験結果（表4を参照）

表4 (1-2)「うがい薬でビタミンC調べ」の実験結果

「調べた食べ物の汁の名前」	「うがい液が透明になるまでに入れた汁の量」
レモン	スプーン2はいの量でうがい液が透明になった。
スイカ	スプーン10ばいの量入れたが透明にならない。
イチゴ	スプーン10ばいの量入れたが透明にならない。
ナシ	スプーン10ばいの量入れたが透明にならない。
スポーツドリンク	スプーン10ばいの量入れたが透明にならない。
サイダー	スプーン10ばいの量入れたが透明にならない。

本実験の結果から、うがい液にレモンの汁を入れた時が最も速くうがい液が透明になったことが分かり、本実験で調べた食べ物の汁の中ではレモンの汁が最もビタミンCが含まれているということが分かった。

③ 考察

本実験を通してうがい液に食べ物や飲み物の汁を加えることによって、うがい液に加えた食べ物や飲み物に含まれているビタミンCの量の多さについて調べることができるということが分かった。

また、本実験においてうがい液にレモンの汁を加えるとうがい液が透明になったが、アルカリ性のうがい液と酸性のレモンの汁がお互いに反応し、中和の現象が起きたため、液体が中性となり透明の液体になったと考えた。

④ 教材としての妥当性の検討

本教材は、うがい液に様々な身の回りにある食べ物や

飲み物の汁を入れて変化を見ることにより、水溶液の性質の変化に興味を持つことに繋がるという観点から教材としてふさわしいと考えた。

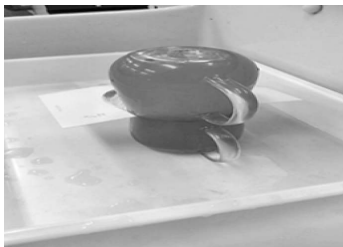
また、本教材の内容は、中学校理科の中和現象の学習内容にも繋がるという観点からも教材としてふさわしいと考えた。

(1-3)「ジュースと水の入れかわり」の概要

① 実験内容

本実験は端的に述べると液体の比重について調べるための実験である。換言すれば同じ体積の場合、水とジュースではどちらの方が重いのかということを調べて、同じ体積でも液体によっては、重さが異なるということを調べるための実験である。具体的には、一方のグラスに入っている液体のグラスの横から静かにはがきを1枚だけ乗せて、そのグラスの液体をひっくり返す。そしてそのひっくり返した液体のグラスをもう一方の液体が入ったグラスの上に乗せる。さらに、2つのグラスの間にすき間を作って液体の移動を観察する、といったものである。写真3は、上の液体が砂糖水、下の液体が塩水の時の液体の比重関係の様子である。(写真3参照)

写真3 上の液体が砂糖水、下の液体が塩水の時の液体の比重関係の様子



② 実験結果 (表5を参照)

表5 (1-3)「ジュースと水の入れかわり」の実験結果

上の液体	ジュース	砂糖水	水	砂糖水
下の液体	水	水	湯	塩水
結果	入れかわった。	入れかわった。	入れかわった。	入れかわらなかった。

本実験の実験結果の表より、同じ体積の液体を上下に移動できるように重ね合わすと、上下の液体の種類が入れかわる場合と、入れかわらない場合があることが分かった。

③ 考察

本実験を通して、2種類の液体が入ったグラスをそれぞれ上下に置くことで、上下の種類が異なる液体同士が互いに移動することから、同じ体積の場合において必ずしも液体の重さは同じであるとは言えないということが分かった。

④ 教材としての妥当性の検討

本教材においては、2つのグラスの間にすき間を作る時に、液体がこぼれ出てしまい、上下の液体が必ずしも同じ体積とならない可能性があるため、本教材は教材として適しているとは言えない。

(1-4)「フルーツ電池」の概要

① 実験内容

本実験では乾電池が無い状態でもレモンで電池を作ることができることを確認するための実験である。また、乾電池の数を増やして電流を流すことで強い電流が流れるということをもう既に学習しているので、そのことを考慮してレモン電池においても、レモンの数を増やすと電流が強くなるのかどうかということを調べる実験である。また、本実験においてレモン電池の個数を変えたり、レモン電池に繋げる物を色々に変えながら本実験を行う。以下の写真は電卓にレモン電池1個を繋いだ時の写真である。(写真4参照)

写真4 電卓にレモン電池1個を繋いだ時の様子



② 実験結果 (表6を参照)

表6 (1-4)「フルーツ電池」の実験結果

	電卓	発光ダイオード	メロディ IC
レモン電池1個	つかない。	つかない。	つかない。
レモン電池3個	つかない。	つかない。	つかない。
レモン電池5個	つかない。	つかない。	つかない。

今回の実験ではレモン電池の数を増やしても電卓、発光ダイオード、メロディ IC ともに機能することは無か

った。この原因の1つとしてレモンを購入して数日間、日数が経ってしまった状況で本実験を行ったためレモン電池のレモンの水分の量が少なくなっていることがあげられる。

③ 考察

本実験を通して、レモン電池を作るためにはレモン電池のつなぎ方が特に大切であるということが分かった。つまり、レモン電池を作るにあたってレモン電池のつなぎ方を誤るとレモン電池としては機能しないということが分かった。

④ 教材としての妥当性の検討

本教材を行うにあたって、児童達はレモン電池を作る時につなぎ方を理解することに時間がかかってしまうことから、本教材は教材として適しているとは言えない。

(2) 学習指導案のモデルの作成

本研究において全部で4種類の自由研究を行ったが、自由研究の内容を「水溶液の性質」の学習単元に繋げることによって、児童達の「水溶液の性質」の学習単元に対する興味・関心が高められる可能性があるという理由により、「うがい薬でビタミンC調べ」を選択した。さらに、「うがい薬でビタミンC調べ」の実験内容を実際に小学校第6学年の理科の時間に導入するための学習指導案のモデルを1つ作成した。なお、今回はSTEAM Lab 紀要の掲載ページ数の上限規定により、学習指導案のうち本時のねらいと本時の展開のみを以下に示す。

小学校第6学年 自由研究を取り入れた理科 学習指導案

指導者：高岡 篤史

(本時のねらい)

酸・アルカリ以外にビタミンCの有無に着目させることで水溶液の性質に興味を持たせる。

時間(分)	学習活動	指導上の留意点	評価
導入(5分)	「水溶液の性質」の学習単元の前時の復習として、「水溶液の性質」には「酸性」、「アルカリ性」、「中性」の3種類の性質があることを確認する。	「酸性」、「アルカリ性」、「中性」のそれぞれの「水溶液の性質」における具体例を写真で分かりやすく示して視覚的に理解できるように指導を工夫する。	「水溶液の性質」には「酸性」、「中性」、「アルカリ性」の3種類の性質があり、それぞれの「水溶液の性質」における代表例を複数個挙げるができる。 【知識及び技能】
展開(25分)	水溶液の性質は酸・アルカリだけではなく、ビタミンCの有無もあることを確認するために、「うがい薬でビタミンC調べ」の実験を行う。	うがい液にレモンの汁を加えるとうがい液が透明になる理由については、「うがい薬でビタミンC調べ」の実験をした後に担任が児童に説明する。	本実験に対して自ら進んで取り組もうとする。 【主体的に学習に取り組む態度】
結び(15分)	水溶液には、ビタミンCがある物とビタミンCがない物があることを確認する。	水溶液の性質には、酸・アルカリ以外にどのような性質があるのかということまずは、自分自身で考え、その後に対話的な学びができるように班で4人1組のグループとなり、自分の考えを交流する。そして、最後にグループの代表者が全体に発表するという流れで授業を進めるようにする。	水溶液の他の性質について、自分で考えるとともに、他者に意見を述べるができる。 【思考力・判断力・表現力】

(3) 学習指導案モデルの妥当性の検討

本研究では、作成した学習指導案の改善の視点を抽出するために、4人の大学生に対して学生アンケートを行

った。本研究において実施した学生アンケートのそれぞれの質問内容とそれぞれの質問に対する回答内容は表7のようになった。

表7 アンケート調査の質問内容と回答内容

質問内容	回答内容
<p>[質問1]</p> <p>「水溶液の性質」の単元において「水溶液は酸性、中性、アルカリ性の3種類に分けることができる。」ということを学習した後、総合的な学習の時間の学習などの授業において、本学習指導案に記載された授業を行った場合、子ども達の興味・関心が広がると思うのか？</p>	<p>「とても興味・関心が広がる」、「興味・関心が広がる」、「あまり興味・関心が広がらない」、「全く興味・関心が広がらない」の4つの選択肢を設けた結果、「興味・関心が広がる」の選択肢の回答率が75%（3人）であり、「あまり興味・関心が広がらない」の選択肢の回答率が25%（1人）であった。</p>
<p>[質問2]</p> <p>[質問1]で回答した理由は何であるのか？ (文字数は問わない。)</p>	<p>① [質問1]で「興味・関心が広がる」と回答した人の理由をまとめると以下のようになる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・身近にある物を調べていくことにより、児童達が主体的に取り組むことが可能だと思ったから。 <p>② [質問1]で「あまり興味・関心が広がらない」と回答した人の理由としては以下の理由が挙げられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本学習指導案の内容のレベルを下げるべきであると考えたから。
<p>[質問3]</p> <p>本「自由研究」の学習指導案の内容の授業は実際の小学校の総合的な学習の時間などの授業において実施可能だと思うのか？</p>	<p>「実施可能である」、「実施可能ではない」の2つの選択肢を設けた結果、「実施可能である」の選択肢の回答率が75%（3人）であり、「実施可能ではない」の選択肢の回答率が25%（1人）であった。</p>
<p>[質問4]</p> <p>[質問3]で回答した理由は何であるのか？ (文字数は問わない。)</p>	<p>① [質問3]で「実施可能である」と回答した人の理由としては主に以下の理由が挙げられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・さらなる発展で「他のジュースや調味料はどのような変化を示すのだろうか。」というように児童に問いかけることで更に深く児童が考えることが容易であると思ったから。 <p>② [質問3]で「実施可能ではない」と回答した人の理由としては主に以下の理由が挙げられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物価が高く材料である野菜や果物などを購入することは容易ではないから。
<p>[質問5]</p> <p>本「自由研究」の学習指導案を改善するとすればどの点を改善するべきであるのか？ (文字数は問わない。)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「改善するべき点は特にない」という回答率が100%であった。

5. 学生へのアンケート調査の結果と分析

本研究において、アンケート調査を実施し、[質問3]で実施可能であると回答した人の回答率は75%（3人）であった。また、[質問3]において、実施可能であると回答した人の理由としては、本「自由研究」の学習指導案の内容におけるさらなる発展として、「他のジュースや調味料はどのような変化を示すのだろうか」と問いかけることで、児童の深い学びに繋がるということが挙げられた。

以上のことから、本アンケート調査を通して「うがい薬でビタミンC調べ」を小学校6年生の理科の「水溶液の性質」の授業に生かすことができる可能性があるということがわかった。

その一方において、本学習指導案の内容の理解が子ども達にとって難しいと感じたという意見も見られた。そして、本アンケート調査を通して、作成した学習指導案のモデルの改善点の視点を2つ抽出することができた。まず、第1の視点として本学習指導案の内容は、小学校理科の教科書に掲載されていないことから、小学6年生の児童にとって、理解が難しいということが改善点の視点として抽出された。この改善点の視点を受け、「うがい薬でビタミンC調べ」の実験を実施後、担任から児童にうがい液にレモンの汁を加えるとうがい液が透明になる理由は、レモンの汁にビタミンCが含まれているからであるということを伝えることで解決できると考えた。

また、第2の視点として費用面で実施が難しいという

ことが抽出された。この改善点の視点を受けて、「うがい薬でビタミンC調べ」の実験の対象として安価で手に入れることができる炭酸飲料などを用いることが望ましいと考える。

6. 今後の展望

本学習指導案は中学校理科の中和現象の単元学習に繋げることができるとともに、身近にある物を調べる観点から、いつでもどこでも本学習指導案の内容を実施することができる観点が本学習指導案の内容の最大の利点であると考ええる。

本研究におけるアンケート調査では4名の学生のみを対象として実施した。今後は、作成した学習指導案のモデルの妥当性の改善の視点をさらに抽出し、改善に繋げていくためにも、より多くの学生を対象として本アンケート調査を実施していきたいと考える。

次に本研究で作成した学習指導案のモデルの改善の視点を抽出した。この視点をふまえ改善された学習指導案で実際に授業を実施した前後において、それぞれどのような教育的効果の違いがあるのかということを検証していきたい。

参考文献

- ・遠田潔：「小学生の自由研究科学編」，学研教育出版 2003.
- ・文部科学省：小学校学習指導要領（平成29年告示）解説

（2023年3月1日 受理）