

理科で「学びを活用する子ども」を育てる

～教師が適切なしかけをうつことで～

久保 文人

教師は子どもたちが学びを生活に生かそうとすることに価値があることを認知している。しかし、それが容易ではないことはよく感じる場所である。子どもが学びを生活に生かそうとするには教師のしかけが不可欠であり、そのしかけにより子どもたちが学びを生活に生かすよう促すことが重要である。今回、6年生「水溶液の性質」の実践で「単元を3構成にする」「前提・矛盾・再構成を入れる」ことをしかけて取り組んだ。本実践に取り組んだ後、学習前よりも「理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考える」ことを自覚している割合が増えたことには成果を感じている。一方で、「理科の勉強は好き」と回答した子どもの割合が学習前より減ったことが課題である。

キーワード：活用する、しかけ、単元の3構成、前提・矛盾・再構成、水溶液の性質

1. 研究目的

1. 1. 学が意欲や学び方の習得が知識の定着や活用する力に関係する

平成30年度全国学力・学習状況調査の中に以下のような報告があった。

- 以下と回答している児童の方が、教科の平均正答率が高い傾向が見られる。
- (38) 理科の勉強は好き
- (42) 理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考える
- (43) 理科の授業で学習したことは、将来、社会に出たときに役に立つと思う
- (44) 将来、理科や科学技術に関係する職業に就きたいと思う
- (47) 観察や実験を行うことは好き
- (48) 理科の授業では、自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てている
- (49) 理科の授業で、観察や実験の結果から、どのようなことが分かったのか考えている
- (50) 理科の授業で、観察や実験の進め方や考え方が間違っていないかを振り返って考えている
- (52) 5年生のとき、理科の授業がおもしろいと思った
- (54) 今、社会のことがらや自然のことがらに、「不思議だな」「おもしろいな」などと思った

上の結果を、(38)と(47)と(52)の項目を「理科への学びの意欲に関すること」、(42)と(43)と(44)の項目を「学んだことを生活に転移しようとしながら学びに向かうこと」、(48)と(49)と(50)の項目を「理科の学習の臨み方に関すること」、(54)の項目を「問題を発見することにおもしろみを感じているかどうかに関すること」にカテゴリズすることができる。まとめると、学びに向かう意欲が高い児童や、理科の学びの質が高い児童の方が、学習してきたことを定着させていたり、活用

する力があつたりするといえそうである。

1. 2. 本学級の実態より

本学級(本校6年A組27人)の子どもたちが先ほどの質問をどのように回答しているのかまとめたものが以下である。(表1)

表1 4月のアンケート結果

	はい			いいえ
問38	44%	37%	11%	7%
問42	7%	15%	49%	30%
問43	26%	37%	22%	15%
問44	22%	11%	15%	52%
問47	74%	19%	7%	0%
問48	26%	41%	26%	7%
問49	33%	33%	15%	19%
問50	22%	26%	30%	22%
問52	30%	49%	7%	15%
問54	22%	60%	11%	7%

本学級の実態では、「理科の学びへの意欲に関すること」「問題を発見することにおもしろみを感じているかどうか」に関わる項目は、いずれも「はい」「どちらかと言えばはい」が75%以上を占めており、理科の学びへの意欲や問題を発見することへの意欲は高いといえる。「学んだことを生活に転移しようとしながら学びに向かうこと」「理科の学習の臨み方に関すること」に関わる項目は、最も高い項目でも問49の66%である。学びを活用しようとする意識や理科の学び方を定着させているという意識が低いといえる。

1. 3. 研究仮説

上述を踏まえ、本研究では、理科で「学びを活用する子ども」を育てることを目指すことを目的とした。研究の仮説を以下のように設定する。

教師が適切なしかけをうつことで、学びを活用する子どもが育つであろう。

学びを活用するとは「獲得した知識を関連付けたり、統合したりする」と捉えることができ、それらの力を習得するには、子ども自身が理科の学びのサイクルを確立できたと認知することが欠かせない。すなわち、学びを活用する子どもを育成することが、もう1つの課題である「理科の学習の臨み方に関すること」の力の習得につながるといえる。ここでいう理科の学びのサイクルとは、問題を顕在化したときにそれに対する仮説を立て、仮説を立証する実験方法を発想し、実験を行い、そこから得た情報をもとに考察し問題の解決を目指したり、新たな問題を見出したりする一連の流れを指す。

では、どうすれば学びを活用する子どもが育つのだろうか。そこには、教師の適切なタイミングによる適切なしかけが必要だと考える。

2. 研究の方法

本研究は6年生「水溶液の性質」での実践したことを教師のしかけをもとに述べる。今回学びを活用する子どもを育むために、①「問題発見」・「問題解決」・「自分の解をもつ」の3構成で単元を構想する、②前提・矛盾・再構成を取り入れた授業づくりを行う。

2. 1. 単元を3構成にする

単元を「問題発見」・「問題解決」・「自分の解をもつ」の3構成にする。そうすることで、理科の学びのサイクルを確立すると共に、第3次で、子どもたちが学びを生活につなげようとすると考えたからである。単元を3構成にする具体を以下に示す。

問題発見の場では、対象と出合い、そこから単元を貫く問題をつくる。単元を貫く問題は、

- ・教師と子どもでつくるものであること
- ・子どもの思いを子どもの学習によって付加・修正する柔軟性があること

を柱にして構想したい。単元の問題は単元の本質も含まれるため、全て子ども任せにするのではなく、教師があらかじめゴールを見据えたとうえで子どもの興味・関心の度合い、学習内容の理解度に合わせて柔軟に変えていく。本単元においては、あらかじめ

洗剤にはさまざまな種類がある。洗剤を正しく選択し使用できるようになりたい。そのために、それぞれの洗剤の性質や洗剤を使用するときの注意を追究していく。

と設定した。

第2次は問題解決の場である。ここでは、科学的な手続きによって明らかになった事実をよりどころにしなが、単元の問題に対する自分なりの解釈を深めて

いけるような単元展開を行う。第1次で見出したさまざまな問題に対する仮説をもち、その仮説を検証するための実験方法を発想する力や実験結果から要因を抽出する力、主体的な態度や協働的な態度を活用して問題解決を行っていく必要がある。

第3次では、単元の問題に対する自分なりの答えをまとめていく。「洗剤の性質と使用上の注意」という問題に対して、その時点での自分なりの解を見出していく経験とおして、子どもが学びの意味を実感したり、新たな問題を表出したりするきっかけになればと考えている。

2. 2. 前提・矛盾・再構成を入れる

「矛盾は自然の事象自体にはない。事象に矛盾があるのではなく、人間の認識と事象の間に矛盾は存在する。身近な自然の事象が学習の対象となり、子どもの思考の発展の契機となるような問題を含んだ事象は、はじめから存在するのではない。」(露木, 2007)

子どもたちの「知りたい」「学びたい」と感じる瞬間の1つは「なぜ」や「不思議」といった思いが生まれたときである。子どもたちに「なぜ」を生み出すには、1時間の授業の中に、もしくは単元全体の中に、前提・矛盾・再構成を組み込むことが大切である。前提とは子どもがそれまでもっている経験の総体(先行経験や素朴概念)のことである。事象に対する子どもたちの前提に矛盾するような事象に出合わせることで、子どもたちの論理を崩す。前提とのズレが子どもたちにとっての問題となる。前提・矛盾・再構成を単元のどこに位置付けるかは子どもたちの実態やその単元によってちがうが、本実践では導入段階でズレをしかけたい。導入段階でのズレは、先行経験や素朴概念と目の前の事象とのズレである。子どもたちが比較するものになるのが生活経験と捉えたときに、単元の入り口で生活とつなげることで出口でも生活につながりやすいのではないかと考えた。

以下(表2)は導入で生まれるであろうズレである。

表2 導入で生まれるズレ

子どもたちの論理	洗剤はどれも同じ性質だ。
実際に目にする現象	10円玉をきれいにするものとしないうちがある。
新しく構築する考え	酸性の洗剤が10円玉をきれいにし、他の洗剤は10円玉をきれいにできない。

子どもたちの先行経験として、洗剤がものをきれいにすることは知っている。しかし、それぞれがどのような性質をもっており、それぞれの用途まで意識がはたらいっている子どもは少ない。中には「洗剤ならば、

どんな汚れもきれいにできる」と考えている子どももいるだろう。ここに矛盾が生まれる要素がある。10円玉を5種類の洗剤(強い酸性、弱い酸性、中性、弱いアルカリ性、強いアルカリ性)できれいにしてみる。きれいになるもの、きれいにならないもの両方見られるので、「なぜ洗剤によってきれいにできるものときれいにできないものがあるのか」という問題を見出すことができる。そこから、「洗剤(水溶液)には酸性・中性・アルカリ性がある、水溶液には金属を溶かすものがある」と再構成し、「洗剤の性質について調べていきたい」という今後の問題を生むことが期待できる。

3. 授業の実際と考察

単元を以下(表3)のように進めた。

表3 単元構成

<p>単元計画(全13時間)</p> <p>第1次(2時間)【問題発見の場】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・10円玉をいろいろな洗剤できれいにしよう ・単元を貫く問題をつくろう <p>第2次(9時間)【問題解決の場】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・いろいろな洗剤を3つに分類しよう ・金属に使ってはいけない洗剤を調べよう ・溶けた後の金属を調べよう ・洗剤に溶けているものを調べよう ・液体を混ぜるとどうなるのか調べよう <p>第3次(2時間)【自分の解をもつ場】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・どの洗剤をどの汚れでつかえばよいのか自分なりの解をもとう

3. 1. 第1時の授業の記録と考察

子どもたちに図1の5種類の洗剤(酸性・弱酸性・中性・弱アルカリ性・アルカリ性)を提示し、10円玉をきれいにする洗剤はどれかを問うた。



図1 使用した洗剤

すべてきれいになると思っている子、酸性のものがきれいになると思っている子、中性のものがきれいに

なると思っている子、などさまざまであった。その後、各班に洗剤と10円玉をわたし、きれいになるかどうか確かめた。結果は、多くの班が酸性(サンポール・クエン酸水)はきれいになり、中性(キュキュット)とアルカリ性(重曹水・パイプユニッシュ)はきれいにならなかったが、一班だけ全てきれいになった班があった。

結果の共有後、5つの洗剤を用いて10円玉をきれいにできるかどうか試す中で、気付いたことや疑問などを交流した。出てきた気付きや疑問は以下である。

- ・酸性の洗剤が10円玉をきれいにする。
- ・サンポールとクエン酸は除菌の効果があると思う。
- ・サンポールと酸性が混ざると危険。
- ・班によって結果がちがうのはなぜか。
- ・酸性やアルカリ性のちがいで何だろう。
- ・他の金属(鉄・アルミ・銅)ではどうなるのか。
- ・洗剤は10円玉を全てきれいにできると思ったがきれいにできないものもあった。

10円玉がきれいになっていくことに感動を覚えたり、逆に予想とちがった現象が見られたときには驚いたりした姿が見られた。この時間では、子どもたちの考えるもとなるのはこれまでの生活経験と目の前の現象であり、発言の多くが生活経験や目の前の事象に関連したものであった。そのような発言は価値づけるよう留意した。以上より、この時間は生活経験とつながらながら考える良さを実感する素地を養う時間になったと言える。

3. 2. 第2時の授業の記録と考察

前時の続きで、気付いたことや疑問を交流するところから始めた。

- ・パイプユニッシュだけ黒くなるのはどうしてか。
- ・パイプユニッシュに見られた黒いものの正体は何か。
- ・きれいになる洗剤の中身は何か。

また、子どもからラベルを見たいという声が出たため見せることにした。(図2)



図2 洗剤のラベルに注目した子ども

初めは個人で見せていたが、多くの子どもから要望が出た。全員に一度に見せることはできないので、資料(図3)を用意し、配布した。

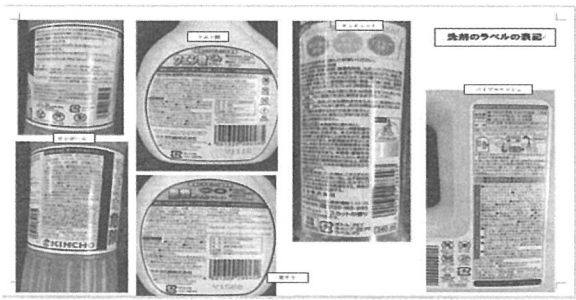


図3 使用した洗剤のラベル

ラベルの表記に注目することで気付きや疑問が次のように顕在化された。

- ・サンポールには塩酸が含まれている。
- ・パイプユニッシュには水酸化ナトリウムが含まれている。
- ・パイプユニッシュに10円玉をつけると変色したが、1円玉も変色するのか。
- ・サンポールとパイプユニッシュにそれぞれ酸性を混ぜると危険。(それぞれ塩素系の洗剤なので酸性が混ざると有毒ガスを発生して危険)
- ・パイプユニッシュはどうして換気がいるのか。
- ・サンポールはどうして金属に使用してはいけないのか。

これらの気付きや疑問を共有した後、単元の問題を子どもと設定した。

洗剤を正しく選択する掃除大臣になる。そのため、洗剤の特性や使用上の注意を追究する。

単元の問題はねらい通り、生活につながりそうなテーマを設定することができた。常にゴールを意識しながら学習を進めることで、子どもたちが生活とのつながりを意識して学びをつなげることを期待した。

3. 3. 第5時・第6時の授業の記録と考察

第5時は「サンポールはなぜ金属製品に使ってはいけないのか」という問題を解決するための仮説と実験方法を考える時間である。

まずは、子どもたちに問題に対する予想をじっくりと考えさせるところから始めた。しかし、鉛筆の進まない子どももいたので、途中で区切り、現段階で考えられることを発表させた。その時点で出た意見は、大きく2つであった。1つは「金属を溶かす」、そしてもう1つは「金属を変色させる」である。意見をもてなかった多くの子どもが「金属を溶かす」に傾く中で、あかねから「もし金属を溶かす考えが正しいんやったら10円玉を入れたサンポールやクエン酸も色が変わるはずやけど、実際は変わらんかった。だから溶かすじゃないと思う」という意見が出された。結局、決め手がないまま話し合いが進み、実験で確かめることになった。

そして、自分の仮説が正しいか確かめる実験方法を

考える活動へと移った。子どもたちに見せたのはスチールウール、銅板、アルミニウム箔である。これは第1時に10円玉をあつかった際に他の金属も試したいという意見があったからである。そこで硬貨に使われている金属と子どもたちになじみのある鉄の3種類を提示した。結果、すべての班が3つとも実験したいという思いを抱いていた。また、子どもたちから「サンポールとは別に塩酸を使うのはいいか」と質問があった。「どうして使いたいの」と問い返すと、「サンポールは色がついているから変色するか少しわかりにくい。サンポールのメインが塩酸なら無色の塩酸でほしい」ということだったので、それを認めた。全体に共有するといくつかの班が塩酸を使用するようにした。また、班によっては他の洗剤と比べながらしたいという思いも出ており、酸性以外の洗剤や水酸化ナトリウム水溶液で実験を行った。

実験方法を発想し、班で共有し、実験の準備を終えたところで第5時を終えた。

第6時は実験からスタートした。それぞれが自分たちで立案した実験方法を行った。(図4)



図4 実験時の子ども様子

実験をすると、サンポールや塩酸のように強い酸性の液体が金属を変化させること、中性の液体は反応しないこと、水酸化ナトリウム水溶液のような強いアルカリ性の液体はアルミニウムにのみ反応することが明らかになった。以下は実験結果をもとに、それぞれが学習問題に対する自分なりの解について交流する場面である。

教師：サンポールはどうして金属製品に使用しちゃいけないのかな。

あかね：その前に確認させて。サンポールも塩酸も一緒にいい？

りん：いいんじゃない？

みすず：金属に使ったらあかんの、金属を変色させるからやと思う。金属って割ときれいやん？だから変色させたら大変。

り お：つけたして。サンポールはみんなの実験から金属が溶けたってわかるやろ？お金溶けたらあかんから使ったらあかん。さき：お金溶かすのと、あとにおいも臭くて体に良くないと思う。

教師：みんな臭いにおいがした？

こうた：なんかのにおいしたで

まさし：体が悪くなりそう。

この話し合いでは、子どもたちが実験結果をもとに自分なりの学習問題に対する考えをもっている様子がうかがえる。今回は、金属製品にサンポールを使用してはいけない理由を、サンポールは①金属を変色させる、②金属を溶かす、③金属につくと臭いにおいが発生する、の3つにまとめられた。また、さきやまさしは体感したことを生活にまで広げて考えていることがわかる。(図5)塩酸と鉄を混ぜたときに発生する独特なおいが体によくないと判断したのだろう。



図5 発生した気体のおいにおいに驚く子ども

そして、話し合いは気付いたことを交流する場面になる。

しゅん：わかったことで、サンポールを使うのってトイレやん？トイレって金属じゃなくてタイルやん。金属じゃないのにも理由があるってことやと思う。

もえこ：逆にパイプユニッシュとかは鉄に使用してもいいんよね。学校の手洗い場なんかは鉄やし。

教師：まとめると？

きらり：物によって性質が違うから使い方も変わってくる。

しょう：同じ酸性でも性質が違うことがわかった。僕の班では、酸性はサンポール、塩酸、クエン酸ってやったんやけど、スチールウールを入れたときに一番泡がたくさん出たのが塩酸やったんよ。次がサンポールで、その次がクエン酸。だから酸性のなか

にも強さがあって泡がたくさん出た順に強いとぼくは思う。アルカリ性も調べてみたいな。

はるこ：しょうに付け足して、飲んでも問題ない炭酸水とかは酸性が弱いと思う。

あかね：別に思ったことで、サンポールは金属を溶かすぐらい強力やから直接触ったら手とかボロボロになるやろ？だから危険なんやと思いました。

ここでは、生活につながった発言が複数見られた。しゅんは実験結果と学校のトイレが金属ではないことをつなげて考えている。もえこはしゅんの考えを受けて別の性質に着目して考えている。しょうは酸性の液性に強弱があることに気付き、はるこは今回実験では使用していない液体にも酸性があることを思い出し、飲んでもかまわない理由にまで考えを広げている。あかねはサンポールに直接触れてはいけない理由とつなげている。

授業の終末に振り返りを書いた。振り返りでは、学習して単元を貫く問題「洗剤を正しく選択する掃除大臣になる。そのために、洗剤の特性や使用上の注意を追究する」に対して、その時点での自分なりの解釈を毎回書くようにしている。この時間では、「サンポールを金属に使用してはいけない理由がわかった。なぜなら、金属を変色したり溶かしたり、臭いにおいを発生したりするからだ」とまとめて書く子どもがいた。また、「サンポールを金属に使ってはいけない理由が繋がった。塩酸やサンポールが金属以外のガラスやプラスチックの容器に入っている理由も今回の学習でわかった」とこれまでの生活と今日の学習が繋がった子ども、「今日は生活とつなげて考えることができた。掃除をするときの場所やその性質で大きく違うので注意したい」と生活とつなげて考えることをできたことを実感したり、今後に生かしていこうとしたりする様子もうかがえた。他にも、「酸性はよくわかったけど中性やアルカリ性も調べてみたい」「自分たちの班ではスチールウールを試したけど、アルミニウムや銅など他の金属でも試してみたい」と今後の学びをデザインしようとする様子も見られた。

4. 成果と課題

実践後に行ったアンケートの結果をもとに、本実践を振り返る。

表4 学習後のアンケート

	はい	←→		いいえ
問 38	4%	48%	33%	15%
問 42	11%	33%	41%	15%
問 43	22%	52%	15%	11%

問 44	7%	19%	26%	48%
問 45	26%	19%	22%	33%
問 47	44%	52%	4%	0%
問 48	15%	33%	37%	15%
問 49	7%	48%	37%	7%
問 50	11%	19%	52%	19%
問 52	11%	41%	37%	11%
問 54	44%	30%	22%	4%

成果としては、4月に低い数値を表した(42)の項目「理科の授業で学習したことを普通の生活の中に活用できないか考える」で数値が上昇したことである。これは本学級の子どもたちの中に「学びを生活に転移させようとすることに価値がある」ことを自覚している子が増えていることを表している。(42)の項目で「はい」に回答したあかねはアンケートの自由記述で「生活につなげることはおもしろい。もやもやしていたものがすっきりする」と記していた。また、同じく「そう思う」と回答したりこはある日の日々のふり返りノートに以下のように綴っていた。(図6)

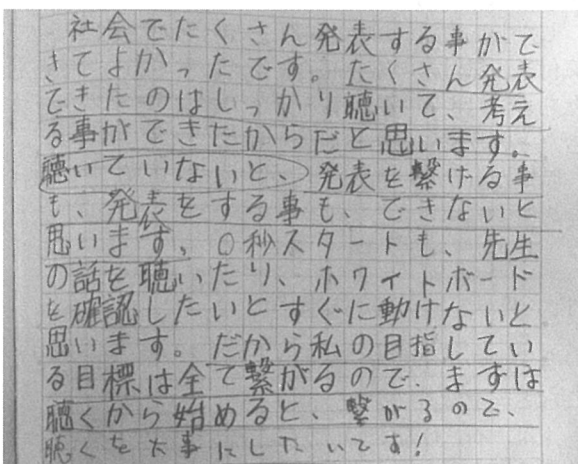


図6 リこのふり返りノート

りこのノートからは「つなげる」という思考スキルが働いていることがわかる。こういったつなげようとする意識があがってきたのも成果の一つだととらえている。この事実から、単元を3構成にし、先に単元の問題を子どもとつくるのがうまく作用したと考えられる。子どもたちの学びの意識は、単元の問題の解決に向かうことであり、その際に働いたのが「つなげる」の思考スキルであった。単元の問題を解決していく過程を通して、「つなげる」ことが自然と繰り返し行われていた。また、導入の際に行った前提・矛盾・再構成を取り入れた手立てもうまく働いた。それは、単元の導入で10円玉を5種類の洗剤で磨いた際に出た多様な疑問、そして子どもとともに作った単元の問題の質からもいえる。

課題としては、4月よりも数値が下がったものが見られたことである。例えば、(38)の項目「理科の勉強は好き」は81%から52%へと30%程度落としている。これには3つの理由があると考えている。

1つ目が、第6学年に配列された単元そのものに親しみをもてなかった点である。これまでの学年と大きく違うのが、第6学年では抽象的なものを扱うことが多くなっていることである。また、得た知識を活用して問題解決にあたっていくケースも多く、知識を習得することに課題がある子どもにとっては難しく感じたようである。難しい問題にあたったときにそれを超えようとする力をつけたり、成長的マインドセットの経験をさせたりするべきであった。

2つ目が、本年度本校が研究している「省察性」の高まりとの関連である。子どもたちの省察性が高まれば高まるほど、「自分をもう一人の目で見ることができるといえる。例えば、これまでは「何となく好き」と言っていたものを、根拠をもって判断しようとしたり、他教科と比べたり関連付けたりしながら判断しようとしたりする。省察性が高まったと感じた瞬間は、本実践の第6時である。それは、授業後のまおの振り返りに記していた文章である。「今日は実験を各班でしたけど、今回の問題と離れた実験もあったと思う。問題にあった実験をする方がわかりやすい。」まおは、授業の終末にもう一度自分たちの実験をとらえなおしたのであろう。こういった自分を俯瞰的に見る力が備われば備わるほど、「学習が好き」という判断も様々な視点で考えようとするといえる。単なる「楽しかった」という事実のみで考えることがなくなる。

今後も「学びを活用しようとする」子どもの育成を目指していくと共に、学びの意欲を落とさない子どもの育成を目指したり、省察性の高い子どもが「理科の学びが楽しい」と思える授業の在り方を探っていく。

参考文献

- 文部科学省(2017)「小学校学習指導要領解説 理科編 平成29年3月告示」
- 田村学(2018)「深い学び」東洋館出版社
- 奈須正裕(2017)『「資質・能力」と学びのメカニズム」東洋館出版社
- 森本信也(2007)「考え・表現する子どもを育む理科授業」東洋館出版社
- 露木和男(2007)「矛盾をうまく取り入れて学力を伸ばす学習指導案」学時出版