

初等理科授業における考察の充実

～アーギュメントスキルを用いて～

M16EP007

鶴田 真樹

1. はじめに

平成 27 年度の全国学力状況調査において、前回（平成 24 年度）調査で見られた課題として「観察実験結果などを整理分析した上で、解釈・考察し、説明すること」を挙げられている。その課題の所在が明らかになったとし、「実験の結果を示したグラフを基に定量的に捉えて考察することに課題がある」という点と「予想が一致した場合に得られる結果を見通して、実験を構想したり、実験結果を基に自分の考えを改善したりすること」の点を指摘されている。その課題を挙げた点として「地面に水をまいたときの地面の温度変化についてグラフを基に地面の様子と気温の変化を関係づけながら考察して分析できるかをみる」設問の中で「蒸発」と「水蒸気」との違いが捉えられていないとしている。結果から言えることを科学的な言葉や概念を理解し、またそれらを使って考察へと結び付けなければ考えは深まらない。また、「実験結果をもとに自分の考えを改善することに課題がある」点として、「もののあたためり方を考察するために、実験結果を基に自分の考えを改善できるかどうかをみる」設問の中で実験結果から考え直すことに課題があるとしている。このような点を踏まえ、課題克服のために「考察」の場面に焦点をおく。得られた実験結果からどのようなことが言えるのかを自分の言葉で解釈し、説明していく力が近年授業をしていて不足していることを感じる。この全国学力状況調査における結果と自身が感じてきたことが一致している。つまり、理科授業において「考察」の場面の充実こそが喫緊の課題であり、問題を捉え、予想と実験結果を照らし合わせて考えたり、根拠をもつ

て説明したりする力を身に付けることが必要だと考えた。つまり、この力を付けていくことで考察の充実を図ることができる授業になると考える。

本研究において、考察の充実を図る授業の在り方について検証していく。

2. 研究の方法

実習校と実習方法

実習校：山梨県内公立小学校

実習期間：平成 29 年 6 月～12 月（週 1 回）

対象：6 年 A 組（24 名のクラス）

以下、(1) 実態調査、(2) アンケートの結果、(3) アンケートの分析、(4) アーギュメントを用いた授業の工夫について述べることにする。

(1) 実態調査（アンケート）

対象者：山梨県の公立小学校 6 年生児童

回答人数：6 年生児童（24 名）

質問内容：以下参照

アンケートを実施することにより、理科に対する意識や授業での自分の姿を想起させること、全国学力状況調査の質問紙の結果と比較することにより、現状を把握し、このアンケート結果を基にどのような手立てを講じていくかを考えていくために実施する。

また、6 月実施のアンケートと 12 月実施のアンケートを比較することで研究内容の適正さを把握し、成果については、より能力を伸ばせるようにし、課題については、理由や原因を追究し、改善できるよう活用する。

実施期間：6 月と 12 月の 2 回実施

表1 アンケート項目

番号	質問内容
①	理科の勉強は好きだ
②	理科の勉強は大切だ
③	理科の授業の内容はよくわかる
④	自然の中で遊んだことや自然観察をしたことがある
⑤	理科の授業で学習したことを普段の生活の中で使えないか考えている
⑥	理科の授業で学習したことは、将来、社会に出た時に役立つと思う
⑦	理科の授業で、自分の考えを周りの人に説明したり発表したりしていますか
⑧	観察や実験が好きだ
⑨	理科の授業で自分の予想から観察や実験の計画を立てている
⑩	理科の授業で観察や実験の結果から、どのようなことがわかったかを考えている
⑪	理科の授業で、観察や実験の進め方や考え方がまちがっていないかをふりかえって考えている

(2) アンケートの結果

まず、理科の勉強は好きかの問いに対し、対象の児童の84%が好きと答えた。学力調査の全国平均では、55%であった。また、理科の授業は大切だの問いには、84%が大切だと答えた。学力調査では、59%であり、この二つの点から理科に対する意識は、高いといえる。また、観察や実験が好きだの問いには、90%が好きと答えている。学力調査では71%であるので、この項目は、全国を大きく上回った。次に、理科の授業で学習したことを普段の生活の中で使えないか考えているの問いには、34%が考えていると答え、さらに、理科の授業で自分の考えを周りの人に説明したり発表したりしているかの問いには、30%がしていると回答している。

この二つの点は、全国でもかなり数値が低かった設問である。

(3) アンケートの分析

こうした、結果から読み取れることは、まず理科に対する抵抗が少ないと言っていいだろう。しかし、理科の授業で学習したことを普段の生活の中で使えないかなど、実生活において活用していく力や自分の考えを表現する（挙手・発言）場面において苦手意識がある児童が多いことがわかった。ただ、実験や観察が好きといった児童やその結果からどのようなことがわかったかを考えることが好きといった児童が多いことも見られた。この結果から、以下に述べる「アーギュメントスキル」を用いた授業の工夫を提案する。

(4) 「アーギュメントスキル」を用いた授業の工夫

山本(2015)は、「アーギュメントとは、ある主張を構成するための理由付けや反証例の想定などを含む一連の言葉のやりとりの中で、データや科学的な法則を利用して論述を構成する能力を指す」としている。また、主張—証拠—理由付けのアーギュメント構成として、質問に対する回答を含んだ「主張」、主張を支持する科学的なデータである「証拠」や科学的なきまりや根拠を指す「理由付け」の3点（3つのデザイン法則）が重要であるとしている。」これを受けて授業実践の際、考察を考えさせる場面において実験の結果から得られた事実を基に自分自身でなぜそう考えたのかを問う（主張）、その主張を支えるための根拠（理由付け）、科学的なデータである（証拠）を記入できるワークシートを用いる。ワークシートを用いた点として、ワークシートは、自分の考えを表現することで思考を整理して記述させる意図がある。さらに、日常生活の中で活用することができるようにしていかなければならないと考える。森本(2013)は、「子どもの思考と表現を一体化させる場として機能しなければならない。言い換えれば、多様な思考を支える多様な表現方法の保障である」としている。

つまり、ワークシートにおいて自分の考えを表出させ、思考の過程を整理させる。そうすることで、他者へ説明するにあたり、「本当にこの文でいいのか」とか「もっと相手を納得させる言葉があるはずだ」という点にも気づかせることができると考えられる。

図1のワークシートの形は、坂本（2012）が研究の際に用いたシートであり、証拠や主張を見比べながら記述する欄を作っている。

図1 ワークシートの例

このように3点をトライアングル状にすることで、自分自身の考えを見やすく整理させ、思考の過程を見直すことができる。だが、ここで、山本（2015）の研究の中で課題としていることがある。それは、児童が主張のみの記述や理由として科学的なきまりは記述するが、対応するデータを示さなかったり、証拠を用いて、科学的な説明を組み立てたりすることに困難があるとしている。また、坂本（2012）は、回答の内容が正しく記述されていないことや証拠—主張—理由付けのいずれかが記述できないことも課題として挙げている。こうしたことを、克服できるような授業づくりをしていきたい。

そこで、本研究において図2のようなワークシートを作成し、検証していく。

まず、予想を書く欄では、上下2つの枠を用意した。これは、自分の予想だけでなく、他者の予想も書くことができるようにして、自分と他者の考えの比較をし、なぜ他者はそう考えたのかその意図を読み取ることができるように配

慮した。また、坂本（2012）が示した証拠—主張—理由付けのトライアングル状のものを引用した。しかし、児童にわかりやすいように証拠を「結果」、理由付けを「理由（主張を支える考え）」とした。最後に、主体的な学びとなるよう、新たな疑問を記入する欄を設け、次の授業へと結び付けていくことを意図した。

図2 実際に活用したワークシート

3. 実践

(1) 11月の実践

①単元名 水溶液の性質とはたらき

②単元のねらい 身の回りの水溶液に興味をもち、水溶液には固体や液体が溶けているものがあることを調べたり、リトマス紙を使って水溶液を酸性、中性、アルカリ性になかま分けしたりすることを通して、水溶液の性質を捉えることができるようにする。また、水溶液は、

金属を変化させるかに興味をもち、推論しながら追究していくなかで、金属が水溶液によって質的に変化していることを捉えることができるようにする。

表2 主な学習内容

時	主な学習内容
1 ・ 2	○身の回りにはどんな水溶液があるかを考え、食塩、石灰水、アンモニア水、塩酸、炭酸水にはどんな違いがあるかを調べる。
3	○水溶液には固体が溶けているものがあることをまとめる。
4	○水溶液には気体が溶けているものがあるかを調べ、まとめる。
5	○いろいろな水溶液をリトマス紙につけて、性質を調べる。
6	○水溶液は、酸性、中性、アルカリ性になかま分けできることをまとめる。
7	○水溶液には金属を変化させるはたらきがあるかを予想し、金属に塩酸や炭酸水を注ぐとどうなるかを調べ、まとめる。
8 ・ 9 本 時	○塩酸にアルミニウム（または鉄）が溶けた液を蒸発させて、出てきた物の性質を調べる。
10	○水溶液には、金属を変化させるものがあることをまとめる。
11	○水溶液の性質とはたらきについて、学習したことをまとめる。

③成果と課題

まず、第1時では、「身の回りにはどんな水溶液があるかを考え、食塩、石灰水、アンモニア水、塩酸、炭酸水にはどんな違いがあるかを調べることを目的とした授業を行った。この5つの水溶液は、見た目はすべて無色透明である。それらを見分けるにはどうしたらよいだろうか」という課題を投げかけた。すると、「においかいでみる」とか「蒸発させてみる」など既習の内容を使った実験方法を提示することができた。5つの水溶液をA～Eまでに分け、それらがどの水溶液なのかをまずは予想する。この予想の段階でも児童Aは、自分の予想を書くことのみであった。また、理由付けにしても、一つのための記述であった。しかし、この児童Aは、今までの授業の中では、結果や主張、理由付けがほとんど記述できなかったのが、予想だけは書けるようになった児童である。

図3 第1時の児童Aのワークシート

これに対し、第1時において、予想の欄に自分の考えだけでなく、他者の考えも記入できている児童もいる。また、ただ他者の考えを記入するだけでなく、他者の考えの理由についても記述できていた。さらに、主張の支える考えも実験の結果からその根拠を導き出し、記述することもできていた。図4の児童Bがそのよい例である。ワークシートの内容に沿った記述が見られている。

2. 予想を書こう。

どう思う？ A 炭酸水 B 臭い水 C 石灰水 D アンモニア水 E 塩酸	理由は？(仮説=〇〇ならば△△といえる) 炭酸水は「よら」... あれが定まってくる。
---	--

考えが変わったらここに書くよ
A 臭い水 B アンモニア水 C 臭い水
D 石灰水 E 塩酸

なぜ変わったの？
C 臭い水は「よら」... あれが定まってくる。... じゃあ...
の考えが... じゃあ... じゃあ...

3. 結果などを書こう。

☆結果(事実・証拠を書く)

☆主張(課題の答え)

☆理由(主張を支える考え)

図4 第1時の児童Bのワークシート

さらに、児童Aには、ワークシートに自分の考えを記述するよう伝えた。しかし、本研究をはじめるにあたり、この児童は、記述することが難しかった。そこで、少しずつ書き方のフォーマットを与え、毎時間様子を見てきた。以下に示すこととする。

この時点では、結果と理由が同じになっている。原因として考えられたのは、書き方がよく理解できていないことである。そこで、

3. 結果などを書こう。

☆結果(事実を書く)

☆主張(課題の答え)

☆理由(主張を支える考え)

図5 児童Aのワークシート①

結果は、実験をしてみて、見たままの様子や色、形、大きさなどに着目することを伝えた。

図6では、試行錯誤している姿が見られる。特に、理由を記入する欄では、考えを書いたのだが、消してしまっている。そして、端的な一言を記入している。ただ、今までほとんど書けなかった中で、何度も書いたものを読み直し、考えを改めてきたことは、かなりの成果であるといえる。

3. 結果などを書こう。

☆結果(事実を書く)

☆主張(課題の答え)

☆理由(主張を支える考え)

4. 今日の授業から新たな疑問が生まれましたか？また、もっと知りたいことは生まれましたか？

図6 児童Aのワークシート②

しかし、時折自分の考えを書けなくなってしまうことがあった。おそらく、周りの考えと自分の考えがグループで話し合った際にかなりの相違が見られたからであろう。そうしたことから、他者と考えが違っても、その考えの意図を理解し、自分と比較する大切さについても伝えた。

すると、次の授業〈図7 児童Aのワークシート③〉では自分の考えの横にさらに、付け足しの考えを書くことができた。これまで、アドバイスを与えても、なかなか考えの修正や考えを膨らませることが苦手だったものが、一言のアドバイスで考えを膨らませることができたことは、大きな成果である。

3. 結果などを書こう。

☆結果(事実を書く)

☆主張(課題の答え)

☆理由(主張を支える考え)

4. 今日の授業から新たな疑問が生まれましたか？また、もっと知りたいことは生まれましたか？

図7 児童Aのワークシート③

次に、注目すべきは、〈図8 児童Aのワークシート④〉である。このワークシートでは、予想の欄において友達と自分の考えの相違に気づき、予想は同じでも理由の違いを記述することができている。また、主張を支える理由付けにしても、友達のことを書くことができています。

どう思う？
 朝日だよと思う
 (5:00～5:30)
 考えが変わったことに書くよ
 早朝だよと思う

理由は？
 ほとんど太陽があがっていきようがないから。
 たぶん太陽が明るくなったときがある。雲に隠れてはいるけど。
 急に暗くはならない。
 死んだときも早い暗くならない。

この結果からどう言える

→

早朝だよと思う。

↑

だから

☆結果(事実・証拠を書く)

予想と同じだったのはなぜ？ちがったのはなぜ？なぜ。問題の答えはどう言えるの？
 朝はほとんど太陽があがっていきようがないから。雲がたまに明るくなる。ときがある。
 ほとんどの雲
 太陽があまりに月がほとんど

☆主張(問題の答え)

図8 児童Aのワークシート④

また、第5時では、「砂糖水、家庭用洗剤、クエン酸水、ホウ酸水をなかま分けしよう」という課題を設定した。ここでは、「リトマス紙」について説明をし、酸性や中性、アルカリ性について分類できることを伝え、実験を行った。

[illegible]

図9 児童Cのワークシート

この児童Cは、きちんとリトマス紙の性質を理解した上で、理由付けを行っている。さらに、結果と主張を混同させることなく何をどこに書けばよいのかを理解することができている。そして、何回も文章を推敲し、発表の際には、聞き手を納得させるほど、説明する力がついてきている。そのような児童が、ここにきて何人も出てきている。

3. 結果などを書こう。

☆結果(事実・証拠を書く) ☆主張(問題の答え)

ぜんざい	弱酸性	わかる	めんどう
石けん水	中性	わからない	
りんご酢水	酸性	わからない	
ほうろ酢水	酸性	わからない	

せんざいはアルカリ性
砂糖水は中性
りんご酢水は酸性
ほうろ酢水は酸性

理由(主張を支える考え)

①トマス紙に水溶液をつけて、おちた色に比べて②トマス紙に同じ水溶液をつけて、変化したら、アルカリ性。③トマス紙に④砂糖水をつけて変化したら、⑤トマス紙に同じ水溶液をつけて、変化したら、中性といえます。⑥りんご酢水がある。せんざいは⑦トマス紙に水溶液をつけて、変化したら、酸性といえます。⑧砂糖水は、⑨から⑩の⑪と⑫とがわかる。⑬の⑭といふことは、⑮アルカリ性といふことになる。⑯砂糖水は、⑰から⑱の⑲と⑳とがわかる。㉑と㉒といふことは、㉓酸性といふことになる。

4. 今日の授業から新たな疑問が生れましたか？また、もっと知りたいことは生れましたか？

図10 児童Dのワークシート

この児童Dも児童Cと同様に文を上手に書いている。主張や結果のいずれかが欠けたり、根拠がなかったりするものは、ほとんど見られなくなってきた。

研究授業では、「取り出した粉はアルミニウムなのか」という課題設定をした。ここでは、どんな実験方法であれば確かめられるかを投げかけた。すると、「水に溶かす」という実験方法が児童らから挙がった。他に、「磁石につける」とか「電気を通してみる」などの実験方法を予想していたが、出てこなかった。理由としては、既習内容が想起できなかったことと、本単元において、これまでの実験内容を、簡単にでも振り返る時間をとらなかったことにあると考える。しかし、児童から挙がったこの「水に溶かしてみる」ことは、金属の性質があれば溶けることはない。そのように考えると一つの実験方法で検証していくことは、難しいかもしれないと感じたが、その方法で取り組むこととした。

☆結果(事実・証拠を書く)

☆理由(主張の答え)

とけた
黄色の粉を入れたら、最初は
しずんでふるととけた。
白い粉もとけた。

だから

粉はとけたからアルミニウム
以外の物になる。

☆理由(主張を支える考え)

黄色の粉と白い粉は、両方ともとけていた。だから、白と黄色の粉はアル
ミニウムではなくて、アルミニウム以外のものになる。実験方法だと、し
ずむとアルミニウムで、しずまないと、アルミニウム以外だから、アルミ
ニウム以外!

物
の
思
い

図 1.1 児童 E のワークシート

この児童Eは、きちんと実験方法を踏まえ、
 どうなればアルミニウムではないのかがきち
 んと明記されている。そこからこの粉は、アル

ミニウムではないという根拠を見出し、理由づけの欄に詳しく記述することができている。

4. まとめ

本研究のワークシートの記述や授業実践後に行ったアンケートをもとに、以下の点についてまとめた。

まずワークシートを通し、アーギュメントスキルを用いて考察の場面の充実を図ったことについてだが、やはり、証拠（結果）—主張—理由付けの構成は、効果があったといえる。それは、実験の結果を受け、その課題の回答となる主張を考えることができていたこと、また、その主張を支える理由を根拠をもって説明することができた児童が多かったことが挙げられる。取り組んだ当初は、困惑する児童が多く、「何を書いていいのかわからない」「書き方もわからない」という姿が多く見られたが、理科の授業を重ねていくにつれ、少しずつ書けるようになってきた。また、坂本（2012）や山本（2015）らが挙げた課題（結果や主張などが書けないことや内容が正しく記述できないこと）についても本研究においてはほぼ克服できたといえる。だが、新たな課題としては、理由付けがまだ一言で終わってしまう児童がいたり、結果と主張を混同して記入してしまう児童がいたりすることである。また、山本（2015）がアーギュメントスキルで挙げていた「反証例」において、課題が残った。これらについては、引き続き克服する手立てを講じていく必要がある。

また、12月実施のアンケートからは、全国学力状況調査の質問紙と比べるとすべての項目において数値は上がっていた。6月実施のアンケートと比較すると理科の授業で学習したことを普段の生活の中で使えないか考えているの問いは14%上がった。理由として「てこのはたらき」や「月の形」など身近なところで使ったり、見たりするようになったと考えられる。また、理科の授業で自分の考えを周りの人に説

明したり発表したりしているかの問いは、16%上がった。理由として、「自分の意見を発表する大切さ」や「友達の考えがわかるから」などの記述があった。さらに、理科の授業で学習したことは将来、社会に出た時に役立つと思うの問いは、18%上がった。これは、「体のつくりは役立つ」「てこは使える」といった意見があり、既習内容の定着が伺える。

課題として、理科の授業の内容はよくわかるの問いは、4%ダウンした。これは、進度が進むにつれて学習内容が複雑になっていたことが挙げられる。習熟を図る手立てについても考えていく必要がある。また、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いるかの問いでは、4%ダウンした。これは、授業内において、より妥当な実験の方法やより簡潔に結果を得られる実験方法が他にもあったのではないかと振り返る時間が少なかったことに原因がある。

以上のことから、まずアーギュメントスキルを用いることで理科における考察の場面の充実を図ることができたと感じている。小学校理科の観察実験の手引き（2010）では、結果を受け、なぜそうなるのかなどの考察をし、結論へ向かうのだが、本研究では、結果を受け、そこから問題の答えとなる結論へ向かった。そして、その答え（主張）を支える理由を結果から科学的データを基に根拠を持って説明できる力を付けようとした。このねらいをかなりの児童が理由付けの欄において根拠をもって説明することができていたことが大きな成果であるといえる。しかし、授業の中で、自分の主張を支える理由づけを書くことに重きを置いてしまったため、高学年の理科の学習内容の複雑さも重なり、定着までにかかる時間がかかってしまったことも事実として受け止めなくてはならない。

5. 今後について

今回の研究で考察の充実を図る手立てとしてアーギュメントスキルを用いた授業を取り

組んできた。授業実践を行う中で児童が実験の結果をどのようにデータ化したり、またどんなことに着目したりすればよいのかなど、まずは実験結果のまとめ方を指導していく必要があることを感じた。また、そこから問題の答えを見付け出し、自分の言葉として表出させていく難しさは否めなかった。結果（証拠）と主張を児童にきちんと理解させていくこと、そして、理由付けへと結び付けていく授業内容を考えていきたい。また、他者の考えを聞き、自分の考えと比べ、どのように理解を深めていくのか等、自他の考えの相違から思考を深いものへつなげていく必要性を感じた。もう少し、班の中でじっくりと話し合いを行い、自分が考えもつかなかったことから新たな発見ができるといった学びの充実をさせるような手立てを考えていきたい。また、ワークシートについては、一定の成果を得られたが、結果を表や図に整理して書くことができるような形式をとることで、理由付けがさらに書きやすくなるのではないかと考える。なぜそう言えるのかなどをデータ（根拠）にもとづいて記述することができるようなワークシートの工夫についても考えていきたい。

このように、アーギュメントスキルを用いた理科授業は、実践方法を工夫することで、言語活動を高めることができる手立てであることに改めて気付くことができた。どうすれば、聞き手を納得させることができるのかなどを考えることで自己の言語環境に気づき、見直し、構築することで説明する力を伸ばすことができるのではないかと考える。つまり、この力を用いることで、理科だけでなく他教科においても言語活動を工夫し、説明する力を伸ばすことができるような授業づくりを行っていきたいと強く感じた。

6. 引用文献

- ・文部科学省(2010)『小学校理科の観察実験の手引き』

- ・文部科学省国立教育政策研究所(2015)『平成 27 年度全国学力学習状況調査小学校報告書』
- ・坂本美紀(2012)『アーギュメントスキルを育成する理科授業と評価枠組みの開発』
- ・山本智一(2015)『小学校理科教育におけるアーギュメント構成能力の育成』風間書房

7. 参考文献

- ・文部科学省(2008)『小学校学習指導要領解説 一理科編』
- ・文部科学省(2008)『小学校学習指導要領解説 一国語編』
- ・花田修一(2013)『国語授業における対話学習の開発』三省堂
- ・市毛勝雄(2009)『対話力の育て方』明治図書
- ・森本信也(2013)『考える力が身につく対話的な理科授業』東洋館出版
- ・村山哲哉(2012)『小学校理科 事例でわかる！子どもの科学的な思考・表現』図書文化
- ・難波博孝(2007)『文学体験と対話による国語科授業づくり』