

初等理科授業における観察・実験をより効果的にする「予想」の充実

－話し合い活動の実践を通して－

M15EP012

土屋 晃喜

1. 研究目的

本研究は、小学校理科授業において観察・実験をより効果的にするために、「予想」の過程の充実が不可欠であり、そのために話し合い活動を導入することで授業改善を進めることを目的としている。

昨年度の研究（土屋，2016）より、観察・実験では、事実によって児童のたてた予想・自分の考え方（素朴概念）の誤りに気づかせることにより、自然の事物・現象についての実感を持った理解を図れること、また、児童が予想をたてる時は、自身が持っている素朴概念が影響を及ぼすことが明らかとなった。そこで今年度は昨年をさらに発展させ、児童の素朴概念を科学的な見方・考え方に変容させる理科授業の在り方を、「予想」の過程の充実という観点から究明することとした。

予想の過程にて話し合い活動を導入することを試みた理由は以下の2つである。

第1の理由は、理科の授業では「見通す」活動が重要であると考えたからである。

昨年度の授業実践より、児童にとって見通しが持てない授業だと、児童の素朴概念の変容に悪影響を及ぼすことを実感している。何のための観察・実験なのか、どのような観察・実験を行えば、課題を解決することができるのか。予想の過程で見通しを持つことで、その後の過程である観察・実験を、より効果的なものにできるのではないか。「小学校理科の観察実験の手引き」（2010）では見通しの意義として、「見通しをもった観察、実験は児童自らの主体的な問題解決の活動の原動力となること」と、「児童が見通しをもつことにより、自ら立てた予想や仮説と、それに基づいて実施した観察や実験の結果の一致と不一致が明

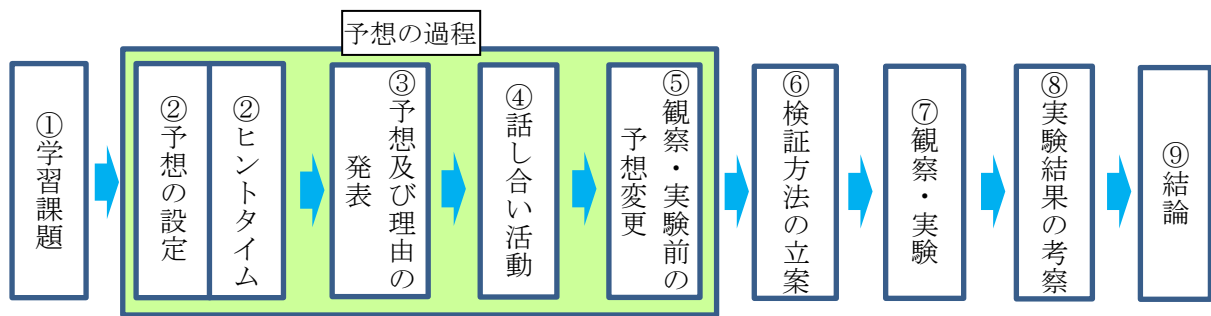
確になること」の2点を挙げている。見通す活動、すなわち予想の過程の充実を図ることで、児童が学習課題に対し主体的に問題解決に取り組み、かつ、予想と観察・実験の結果を比較検討することで、素朴概念を科学的な見方・考え方へと変容できると筆者も考えている。

第2の理由は、言語活動を積極的に取り入れたいと考えたからである。

小学校学習指導要領解説の第4章1(2)には、「科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動が充実するよう配慮すること」と示されており、理科の授業でも言語活動は必要不可欠と言える。児童は、現時点で自身が保持している考え方をを用いて予想をたてる。そのため、すべての児童の予想が同じになることは稀である。そのような条件下で、自らが考えた予想を表出すれば、児童の思考力・判断力・表現力を育成することができると考えた。

2. 研究方法

本研究では、授業形式を、「小学校理科の観察実験の手引き」を参考に①学習課題の把握→②予想の設定及びヒントタイム→③設定した予想及び理由の発表→④話し合い活動 {質問（話し合い）タイム} →⑤観察・実験前の予想の変更→⑥検証方法の立案→⑦観察・実験→⑧結果の考察→⑨結論、と設定した（図1）。②～⑤までを予想の過程とし、ワークシートを用いた。尚、授業内容によっては④～⑥を実施しない場合もあった。また、児童が自ら保持している素朴概念を、予想にて表出する手助けとしてヒントタイムを設定した。



＜図 1 予想の過程に話し合い活動を導入した授業の流れ＞

授業実践では、山梨県内の公立小学校第 6 学年の学級 14 名において、平成 27 年 6 月下旬から 12 月下旬にかけ 6 単元・全 55 時間を担当し、話し合い活動は、適切と思える授業で導入・実施した（7 月上旬以降のものを示せば、表 1 のようになる）。

担当した授業では、主にワークシートの記述、授業内での児童の発言、録画した授業風景の解析及びフィールドメモ等を分析し、授業を絶えず発展させることで、指導方略の究明を目指した。

＜表 1 授業実践の概要＞

月	単元名/実数	話し合い活動の実施回数
7 月上旬	植物の成長と水の関わり 全 5 時間	3 回
7 月中旬	生物どうしの関わり 全 3 時間	0 回
8 月下旬～ 9 月上旬	月と太陽 前 8 時間	2 回
9 月上旬～ 10 月中旬	水よう液の性質（研究授業） 全 13 時間	3 回
10 月中旬～ 11 月中旬	土地のつくりと変化 全 10 時間	3 回
11 月中旬～ 12 月中旬	てこのはたらき 全 9 時間	2 回

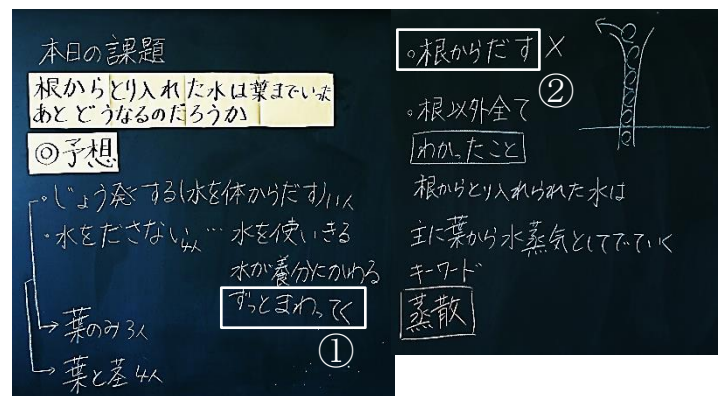
3. 結果と考察

(1) 話し合い活動を通して、児童が自らの考え方を揺さぶられた事例

「植物の成長と水の関わり」の第 3 時より

この授業では、学習課題を「根からとり入れた水は葉までいったあとどうなるのだろうか」と設定し、話し合い活動を実施した。学

習課題に対し児童から挙げられた予想は図 2、表 2 に示す通りである。



＜図 2 「植物の成長と水の関わり」第 3 時の板書＞

＜表 2 植物の成長と水の関わり」の第 3 時に挙げられた予想＞

葉から蒸発する（水を体から出す）
葉と茎から蒸発する（水を体から出す）
水をださない（水を使い切る、水が養分にかわる、ずっとまわっていく）
根から水を出す
根以外すべてから蒸発する

その後の話し合い活動では、以下のことが話題となった（表 3）。

＜表 3 児童の予想と挙げられた質問・意見＞

児童から挙げられた予想	他の児童の質問・意見
水をださない ずっとまわっていく (児童 K : 図 2 の①)	ずっとまわっていくなら、新しい水を取り入れる必要ないと思うけど、どうですか？
根から出す (児童 C : 図 2 の②)	根から出すなら、フラスコの水が減ってないはずだよ

児童Kは自らがたてた予想①に対し、他の児童から上記のような質問を受け、自らの予想の誤りに気づき、その後、葉と茎から蒸発すると予想を変更した。また、前時から本時にかけて、ホウセンカを食紅を溶いた水が入っている三角フラスコ等に2日間設置し、三角フラスコ内の赤水の量を検証するという実験を行った。本時の授業前半にて、三角フラスコ内の赤水が減少している事実を、全児童が確認している。児童Cは、上記のような意見と三角フラスコ内の水が減少している事実を受け、「三角フラスコ内の赤水が減っているということは、植物は根から水を排出していない」ことを実感し、納得した上でその時点で予想を変更した。

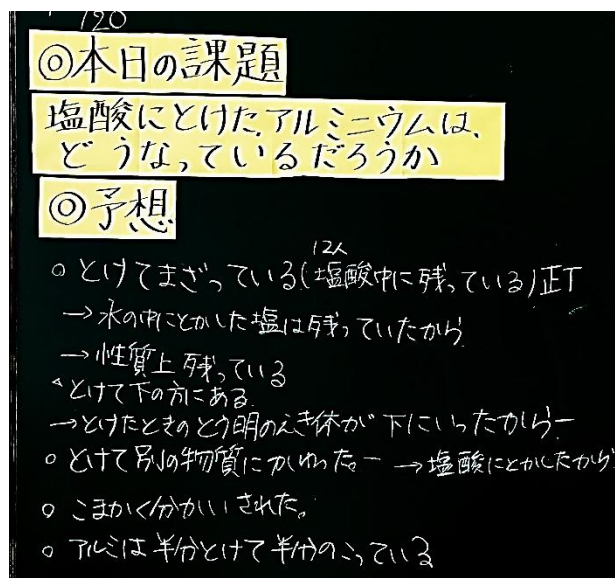
以上の事例より、児童同士で考え方(予想)を表出させ、話し合い活動を通し比較・検討することで、自らの考え方=素朴概念の矛盾点を、納得して自ら変容させることができる。実際、観察・実験前に自らの素朴概念を変容させることができ(児童Kの場合)、さらに、観察・実験のプロセスのなかで自らの予想を変容させるとともに(児童Cの場合)、その変容させた思考をも検証の対象となることが示されたといえる。

(2) 観察・実験への意欲が高まった事例

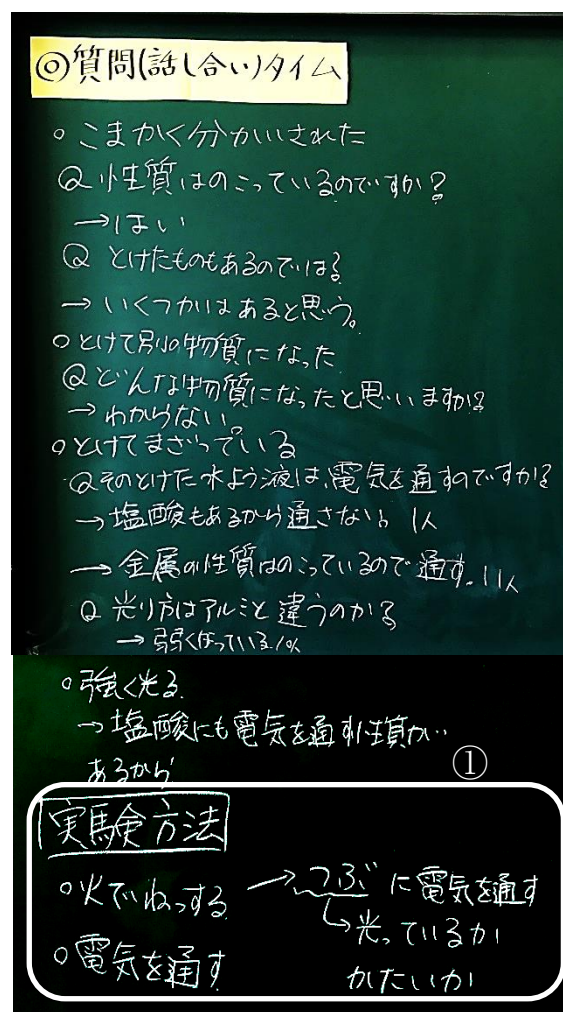
「水よう液の性質」の第12・13時より

この授業は、研究授業であった。学習課題を「塩酸に溶けたアルミニウムはどうなっているだろうか」と設定し、話し合い活動も実施した。児童から挙げられた予想は図3に示す。

話し合い活動では、「細かく分かいされた」という予想に対し、「性質は残っているのですか?とけたものもあるのでは?」といった質問や「とけてまざっている」という予想に対し、「そのとけた水溶液は電気を通すのですか?」「光り方はアルミとは違うのか?」といった質問が出された(図4)。



<図3 「水よう液の性質」第12・13時の板書①>



<図4 「水よう液の性質」第12・13時の板書②>

このような話し合い活動を経て、実際にどのような実験を行えば検証できるのか、児童に問いかけたところ、挙げられた方法が図4の①と表4である。

＜表4 児童から挙げられた検証方法＞

(水溶液を) 火でねっする (アルミニウムという固体が溶けているから、固体が出てくる。出てきた) つぶに電気を通す
(出てきた) つぶが光っているか、かたいか (見る)
(水溶液に直接) 電気を通す

どれも、教科書には記載されていない検証方法である。児童が予想の過程を経て、観察・実験への意欲が高まったからこそ、独自の実験方法を考えることができ、さらに、課題解決意欲をも高めることができたと考えられる。尚、児童から挙げられた上記の方法はすべて授業内で扱い、教科書に記載されている実験をも実行し、結果・考察へと繋げた。

ところで、この授業中の休憩時間に、教科書に記載されている実験方法と同じような検証方法を筆者に提案してくる児童や、「早く実験したいな」と発言する児童もいた。このような児童の実態からも、観察・実験に対する意欲が予想・話し合い活動によって十分に高まっていることが示唆される。

この授業以外にも、予想の過程後の検証方法を検討する過程において、教科書や筆者が考えもつかなかったような実験方法が、児童から挙げられることは少なくなかった。学習課題をうけ、予想をたて、その後に話し合い活動を実施し他の児童の予想を聞いたり、自分の予想に対する質問や意見を交流させたりする。この一連の活動内で、たとえ自身の予想に質問や意見が来なくても、児童個人での知的葛藤を起動させることは可能である。児童の知的葛藤を起動させることで、児童はその後の過程である観察・実験を主体的に取り組み、主体的に実行された観察・実験はより有意義なものとなると言える。

(3) その他、予想の過程において話し合い活動を導入する意義

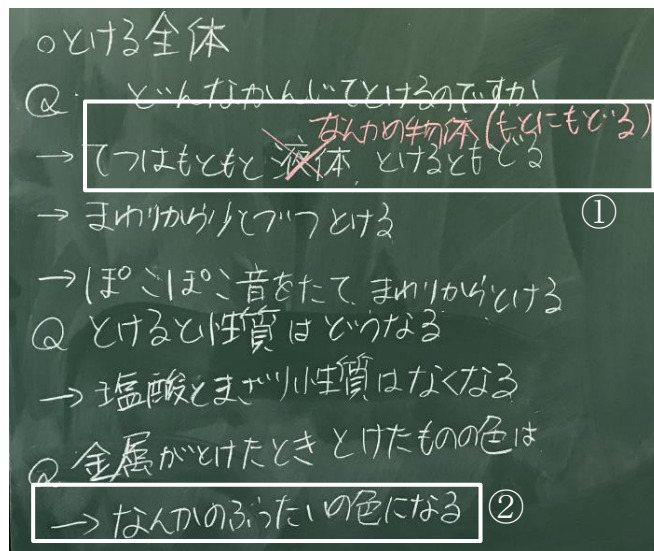
①児童の保持している素朴概念の見取り

「水よう液の性質」第9・10時の授業は、学習課題を「塩酸にアルミニウムや鉄(金属)をいれるとどうなるだろうか」と設定した。児童から挙げられた予想は表5に示す。

話し合い活動内で、「とけない」と予想した児童Mから「とける」と予想した児童全員に対して挙げられた主な質問、およびその質問に答えた児童Lの内容を図5、表6に示す。

＜表5 「水よう液の性質」第9・10時に挙げられた予想＞

あわをたてながらとける
形が変わる。とけはしない
あわはせずにアルミだけとける
両方ともとけない
アルミだけあわがでてとける。鉄はあわもでずとけない
(両方とも) あわはでるけど、アルミだけとける
1部とけて形が変わる



＜図5 「水よう液の性質」第9・10時の板書＞

＜表6 児童の疑問とそれに対する回答＞

児童Mの質問	児童Lの回答
どんなかんじでとけるのですか	鉄はもともなんかの物体。とけるともどる (もとにもどりながら溶ける) (図5の①)

金属がとけたとき、 とけたものの色は (何色ですか)	なんかの物体(もとの物体)の色にも どる (図 5の②)
----------------------------------	------------------------------------

やり取りの中で明らかに見て取れることは、児童Lが、「鉄(金属)はもともと何かまったく別の物質からできており、仮に溶けると元の物質にもどる」という素朴概念を保持していることである。このように話し合い活動の中で、児童が保持している素朴概念を初めて推し量ることができるのである。

児童は話し合い活動にて、他の予想に対し質問や意見を述べる時、また、自身の予想に対する質問や意見へ応答する時に、自らが保持している考え方をを用いるであろう。その考え方は必ずしも妥当とは言いきれず、素朴概念を含んでいる可能性が大いにある。このように表出された素朴概念を教師は見逃さず、可能であれば、観察・実験においてその素朴概念を変容させるような手立てを講じる必要がある。

本時だけでは、残念ながら、児童Lが保持している「鉄(金属)はもともと何かまったく別の物質からできている」という素朴概念を変容させるまで及ばなかった。しかし、少なくとも本時と研究授業である第12・13時の実験結果を踏まえ、「鉄(金属)はもとの物質に戻るわけではなく、塩酸と反応して溶け、全く別の物質に変化した」と実感の伴った理解を促すことができた。その限りでは、「鉄は塩酸と反応して元の物質に戻る」という素朴概念を話し合い活動で筆者が見取り、その素朴概念を実験により科学的な見方考え方へと変容させることができた。

②-1 新たな予想の生起

「植物の成長と水の関わり」の第4・5時より

この授業は、学習課題を「植物の葉の表面はどのようになっているだろうか」と設定し、話し合い活動を実施した。児童から挙げられ

た話し合い活動を実施する以前の予想は、表7および図6の①に示す。

<表7 話し合い以前に挙げられた予想>

蒸散するための小さい穴が葉の表にある
蒸散するための小さい穴が葉の裏にある

次の過程である話し合い活動では、それぞれ「どうしてそのように考えたのか」という質問が出され、それぞれの立場での回答があった。表8、図6のi・iiに示す。

<表8 質問に対するそれぞれの回答>

葉の裏と予想した児童の回答(i)	葉の表と予想した児童の回答(ii)
うらをさわるとざらざらしているから	水蒸気は上にいくと思うから。表の方が都合がいい
うらの方が道管がはっきり見えたから	(「植物の成長と日光の関わり」の学習時に、ハウセンカにビニール袋をかけ観察した結果より) ビニール袋の上の方がぬれていたから

話し合い活動の終了後、児童Bが下記のような発言をした。

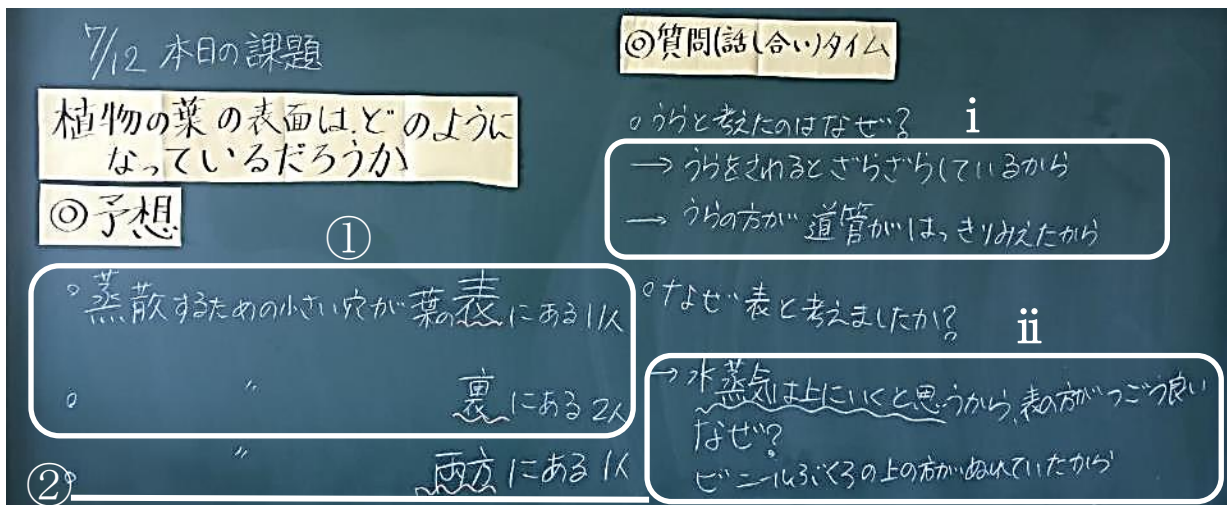
先生、両方の意見を聞いてどっちも正しいと思ったから(気孔は)葉の両方があると予想を変えてもいいですか?

話し合い活動にて、様々な考え方に触れたからこそ児童Bは、「蒸散するための小さい穴が葉の両面にある」という新たな考え方(予想)を考案できたのである(図6の②)。

②-2 見通しを持たせる話し合い活動

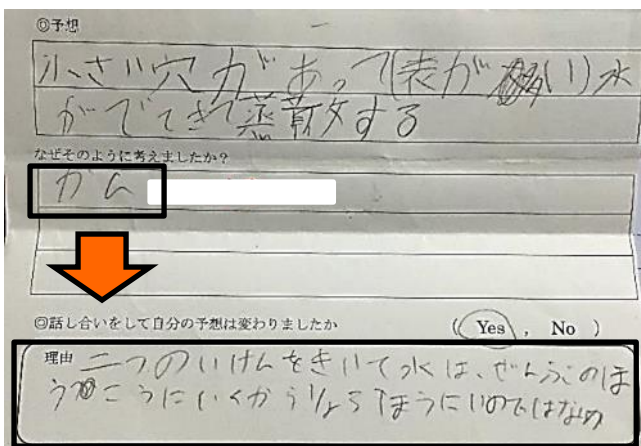
この授業内に児童Bが記述した、ワークシートにも注目してみる。

児童Bは、話し合い活動を行う以前の予想に関する、「なぜそのように考えましたか」という設問に対し「かん」と記述している。一方、話し合い活動実施後に記述する「話し合いをして自分の予想は変わりましたか」という設



<図 6 「植物の成長と水の関わり」の第4・5時の板書>

間に対し、「二つのいけんをきいて水は、ぜんぶのほうこうにいくからりょうほうにいく)のではないかと記述している(図7)。



<図 7 児童Bのワークシートへの記述>

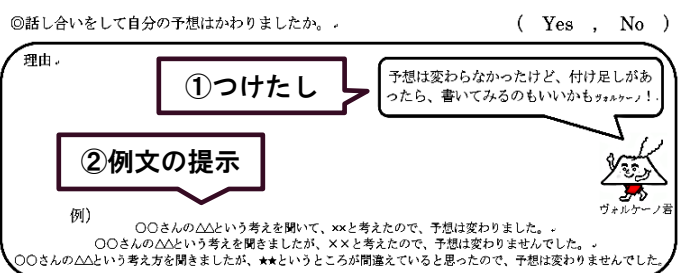
また、本授業では、児童Bの他にも予想の理由を「かん」や「なんとなく」等と記述していた児童が3名いたが、いずれも児童Bの考え方に感化され、「気孔は葉の両面にある」と考え方を改容させた。これらの記述より、話し合い活動を行うことで「かん」ではなく、ある程度の見通しを持って次の過程である観察・実験に臨むことができると言える。見通しをもち観察・実験の過程に進めば、観察・実験をより効果的にすることができるであろう。

③ ワークシートから得られた知見

研究方法でも述べたように、本実習では図1の②～⑤にてワークシートを用いた。しかし、話し合い活動実施後に記述する「話し合いをして自分の予想は変わりましたか」という設問に記入しない児童も見られたため、「土地のつくりと変化」の第8・9時よりワークシートの形式を変更した(図8・9)。



<図 8 変更前のワークシート例>



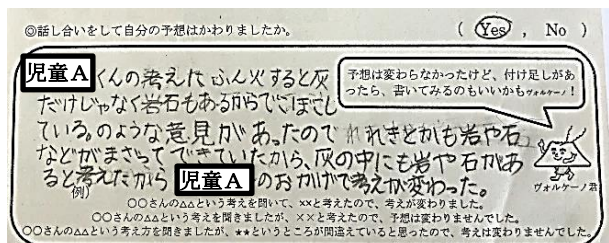
<図 9 変更後のワークシート例(部分)>

主な変更事項は、「話し合いをして自分の予想は変わりましたか」を記述する欄に、「つけたし」と(図9の①)、「記入例を提示する文章」(図9の②)を付け加えたことである。例文は表9にも示す。

<表9 設問に対する例文>

〇〇さんの△△という考えを聞いて、××と考えたので、予想は変わりました。
〇〇さんの△△という考えを聞きましたが、××と考えたので、予想は変わりませんでした。
〇〇さんの△△という考え方を聞きましたが、★★というところが間違えていると思ったので、予想は変わりませんでした。

ワークシート変更後に実施した「土地のつくりと変化」の第8・9時の話し合い活動後の児童の記述を図10に示す。尚、この授業は、学習課題を「火山のはたらきによってできた地層には、どのような特ちょうがあるのだろうか」と設定した。



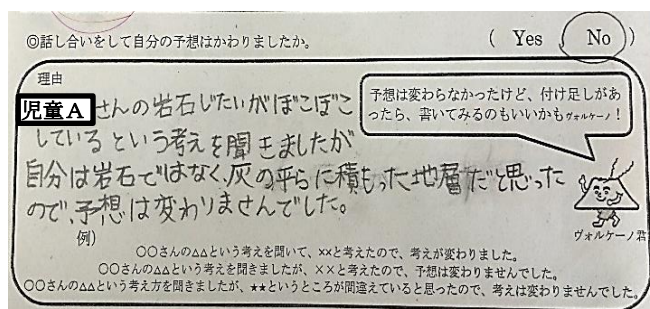
<図10 児童Kの記述>

児童Kは、話し合い後に「児童Aくんの考え方にふん火すると灰だけでなくて岩石もあるからでこぼこしている。のような意見があったのでれきとかも岩や石などがまざってできていたから、灰の中にも岩や石があると考えたから児童Aくんのおかげで考えが変わった」と記述している。このようにワークシートに例文を付け加えることで、児童Kは話し合い活動を経て、自分の考え方がどのように変容したのかを、自身の言葉で表出することができた。尚、児童Aの予想とその理由を表10に示す。

<表10 児童Aの予想とその理由>

児童Aの予想	予想の理由
黒っぽくでこぼこしている、火山灰が上につもる	(でこぼこしている) 岩石の上に灰がつもって、でこぼこになる。

同授業内で別の児童Hは、学習課題に対し、「灰色でやわらかい地層だと思う」と予想した。他の児童の予想やその理由を聞き、話し合い活動を経て「児童Aさんの岩石じたいがでこぼこしているという考えを聞きましたが自分は岩石ではなく、灰の(が)平らに積もった地層だと思ったので、予想は変わりませんでした。」という考え記述した(図11)。



<図11 児童Hの記述>

児童Hは、話し合い活動で児童Aが発言した内容(表10)に対し、児童Aの考え方を批判的にみることができており、少なくとも児童Hが誤っていると考えた点を指摘することで、自身の考え方が正しいと説明できている。

以上、2つの事例より、ワークシートを児童の実態に即して、絶えず改良することが必要であると言える。教師は、今向き合っている児童にどんな力が足りないのかを見とり、その上で、どんな力を伸張させたいのかを、ワークシートを適宜改良することで体現化できるだろう。

本実習内で筆者は、児童らに、話し合い活動内で自身の考え方の深化を言葉として表出してほしいと思うようになり、表9のような例文を設ける手立てを講じた。その結果として、他の児童の考え方を聞き、自身の考え方を納得して変容・発展(児童Kの場合)し、

さらに、他者の考えの不十分と思える点を批判することで自身の考え方の妥当性を説明する（児童Hの場合）記述が見られるようになった。他者の考え方を肯定的または批判的にとらえ、児童自身の考え方をさらに発展させ、かつ、言葉として表出する力を伸張する。すなわち、ワークシートを改良することで、思考力・判断力・表現力の育成に寄与できることが示唆された。

4. 成果と課題

本研究では、「予想」の過程に話し合い活動を導入することで観察・実験をより効果的にできるか実践・検証した。「予想」の過程を充実したものにすることで、①自らの考え方=素朴概念の矛盾点を、納得して自ら変容させることができる。②児童の知的葛藤を起動でき、児童はその後の過程である観察・実験を主体的に取り組む。主体的に実行された観察・実験はより有意義なものとなり、さらに、課題解決意欲をも高められる。③児童が保持している素朴概念を推し量ることができ、観察・実験においてその素朴概念を変容させるような手立てを講じることも可能となる。④様々な考え方に触れることができ、新たな考え方（予想）が生起し、また、その後の過程への見通しを持たせられる。⑤ワークシートを児童の実態に即したものとすることで、児童につけさせたい力や思考力・判断力・表現力を育成することができる。以上、5点が示唆された。

他方、図1に示したような授業を展開すると時間がかかってしまう、話し合い活動で児童が出した質問が学習課題に対し逸脱してしまう、児童の考えを児童同士・児童教師間で共有しきれないことがある、といった課題も挙げられた。

指導書に記載されている時間数の目安と比較すると、時間数的にはさほど延びてはいないが、一つ一つの授業が45分で収まりきらな

かったことは、多々あった。幸いにも、授業実践中に児童から時間を指摘されることはなかったが、他の授業時間を奪ってしまった。とはいえ、活発な話し合い活動を中断することは児童にとって好ましくない。教師の授業力向上が問われるところである。さらに、年間授業計画を吟味し、毎時間話し合い活動を実施するのではなく、適切な授業に計画的に導入する手立ても必要となってくる。

話し合い活動が逸脱してしまった時は、その都度、軌道修正を促す。

考えを共有しきれない場合は、児童に図示させることで、考え方が明らかとなる場合がある。実際、「てこのはたらき」の第6・7時の「てこを使ってものを小さな力で動かしたり、持ち上げたりするためには、どうしたらよいか」という学習課題に対し、児童から一見同じと思える予想が数名から挙げられた。その後、それぞれの児童に図示させると、児童によって変えている条件が異なり、実は同様の考え方ではないことが明らかとなった。

今後は他学年、他学校さらには、他教科への転用が可能かについても考える必要があると言えるだろう。

児童が理科に興味をもち身を乗り出してうけるような授業を、展開できるよう今後も模索し続けていきたい。

主要参考文献

- ・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(2010)『小学校理科の観察実験の手引き』
- ・土屋晃喜(2016)子どもによる課題解決のための理科学習指導の方略-観察・実験と話し合いを中心として-『山梨大学大学院教育学研究科教育実践研究報告書』185-192
- ・板倉聖宣(2010)「たのしい授業」編集委員会/代表『仮説実験授業をはじめよう』 仮説社