

【理科】

問題解決の能力を計画的に高めていく授業モデル

長期研修 I 研修員 新井 寿

I 研究の内容

1 理科における思考力

(1) 理科で育てる学力

小学校理科は、「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う」ことを目標としている。科学的な見方や考え方を身に付けさせることが、理科における学力を育てることにつながると考える。

「問題解決の能力」は、理科の学力を支える重要な資質・能力の一つであり、「思考力」、「判断力」、「表現力」、「観察、実験の技能」などから成る。しかし、それぞれが単独で高まるものではなく、問題解決の過程において相互に関連し合いながら高まっていく。「問題解決の能力」を総合的に高めていくことが、科学的な見方や考え方を身に付けた姿につながると考える（図1）。

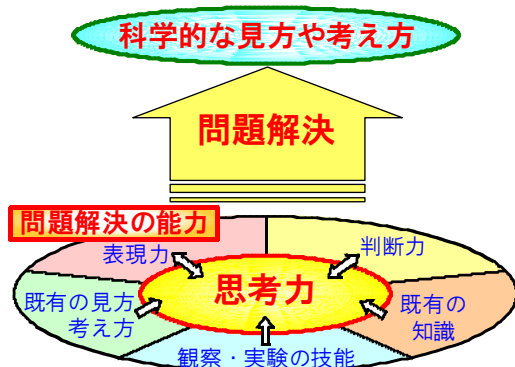


図1 理科における学力と「問題解決の能力」との関係

(2) 理科における思考力と代表的な要素

ア 「問題解決の能力」と「思考力」

問題解決の過程において、児童は自然の事物・現象に積極的に働き掛け、複数の事象を比較したり、あるいは事象の変化の要因を探ったり、計画的に要因を制御して調べたり、多面的な視点から探ったりしながら、解決への見通しをもち追究していく。そして追究の結果から得られたデータを基に考察を重ね、自然の事物・現象の性質や特徴、関係などをとらえていく。この一連の思考そのも

のが論理的なものである。理科で高めるべき思考力は、「問題解決の能力」を高めていくことで、共に高められていくと考える。

イ 「問題解決の能力」の要素と各学年の重点

小学校学習指導要領には、各学年ごとに重点を置いて育成すべき資質・能力としての問題解決の能力の要素が示されている（表1）。本研究において思考力を高めていくうえで、この問題解決の能力に着目して、問題解決的な学習の充実を図ることが大切であると考え。この要素は、学年を追って発展性を意識して設定されており、前学年で培った問題解決の能力に新たな能力を重ね合わせたり付加したりして、当該学年の問題解決の能力へと高めていく。したがって、思考力を高めることを目的とした「問題解決の能力を計画的に高めていく授業」づくりにおいても、各学年ごとの重点を意識しておく必要がある。

表1 各学年で育成する問題解決の能力の要素

第3学年	自然の事物・現象を比較して、共通点や相違点に気付ける。
第4学年	自然の事物・現象の変化と関係する要因を抽出できる。
第5学年	前学年で培った、変化と関係する要因を抽出する資質・能力に加えて、 制御すべき要因と制御しない要因とを区別しながら、観察、実験などを計画的に行える。
第6学年	前学年で培った、観察、実験などを計画的に行っていく資質・能力に加えて、 多面的な視点から観察、実験などを行い、結論を導ける。

ウ 理科における思考力の定義

国立教育政策研究所教育課程研究センターが提示している評価規準（平成14年2月）では、「科学的な思考」において「問題解決の能力」を評価する記述がされている。

そこで本研究では、思考力を「科学的な思考」に焦点化して指導していくものとし、理科で高める思考力を次のように定義した。

問題解決の過程において、自然の事物・現象の性質や特徴、関係などについて、見通しをもってとらえていく力

2 授業モデル

(1) 授業モデルの基本的な考え方

単元の流れの中で問題解決的な学習が展開される理科では、単元全体を見通して問題解決の能力を高めていくことになる。よって理科では、授業モデルを、単元の指導計画として示すこととした。

授業モデルに盛り込む項目としては、単元の学習過程と、そこで求められる問題解決の能力、そして、問題解決の能力を高めるための指導の工夫が必要となる。また、その評価の場面と方法も合わせて位置付ける必要がある。

これらを基本方針として、授業モデルを作成するにあたっての作成手順、留意点を次のとおりとした。

- ① 単元を「つかむ」、「追究する」、「まとめる」、「高める・振り返る・つなげる」の四つの学習過程に分ける。
- ② 追究する過程に、各学年ごとの「問題解決の能力」の重点を意図的に組み込む。

※ 例えば第5学年では、制御すべき要因と制御しない要因とを区別しながら追究していく必要があることに気付かせ、要因を計画的に制御した観察・実験の方法を再検討して追究し直す学習の流れをつくる。そのために、単元で学習させたい自然事象にかかわる変化の

要因が何であることを分析し、追究する過程での制御の組み合わせを検討する。

- ③ ②を受けて、つかむ過程では、単元全体を通して児童の思考の持続や高まりを支えられるような事象の提示の仕方を工夫する。特に、事象の変化を観察して課題を見いだす場面において、変化と関係する要因を抽出しやすくするための教材の提示の仕方や教具を工夫する。

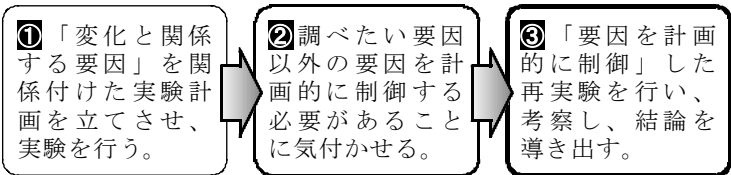
まとめる過程では、課題の追究で明らかになった規則性や法則性が、日常生活や身の回りの事物・現象に実際にあてはまることを確認できる場面を設定する。

高める・振り返る・つなげる過程では、単元で学習したことを活用する場面を設定し、学習を振り返るとともに、学習したことが実生活の中で役立つことを実感できるようにする。

- ④ 形成的評価を計画的に行えるように、問題解決的な学習の流れを見通した、思考力にかかわる評価項目を児童の具体的な姿で考え、A、B、Cの3段階で作成する（資料を参照）。
- ⑤ その単元での学習を活用して筋道を立てて考え、解答する評価テストを作成する。

以上を基に作成した、第5学年の「授業モデル」を表2に示す。

表2 理科における第5学年の「授業モデル」(単元の指導計画)

学習過程	育てたい問題解決の能力	指導の工夫																						
1 つかむ	○変化と関係する 要因 を抽出すること ・生活経験や既習事項から ・事象の変化の直接観察から	○単元全体を通して思考の持続や高まりを支えられるような事象の提示の仕方を工夫する。特に、事象の変化を観察して課題を見いだす場面において、 変化と関係する要因を抽出しやすくするための教材の提示の仕方 や 教具 を工夫する。																						
2 追究する	A 変化と、それに 関係する要因 とを 関係付けた実験計画を立てること B 要因を 計画的に制御した実験計画を立て、実験し、考察すること ※学年の進行に伴い、最終的に A の過程を経なくても追究できるようにしていく。	○ 制御すべき要因と制御しない要因とを区別しながら観察、実験などを行っていくことの必要性に気付かせ、「要因の計画的な制御」を意識した観察・実験の場面を意図的に組み込む。 																						
3 まとめる	○追究結果を 図表や文章 でまとめ、日常生活や身の回りの事物・現象と関係付けて考えること	○課題追究の結果を 図表化や文章化 してまとめて規則性や法則性を導き出し、日常生活や身の回りの事物・現象にもあてはまることを、 実物や視聴覚教材等から読み取り、実感 できるようにする。 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <thead> <tr> <th colspan="2">○△と△△の関係</th> </tr> <tr> <th></th> <th>要因1</th> <th>要因2</th> <th>要因3</th> <th>結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	○△と△△の関係			要因1	要因2	要因3	結果	A					B					C				
○△と△△の関係																								
	要因1	要因2	要因3	結果																				
A																								
B																								
C																								
4 高める 振り返る つなげる	○学習成果を 自然とのかかわり方に生かしていくための考え について、 具体的に示すこと	○学習内容を 実際に活用することを通して 、学習したことが 確実に身に付き、実生活の中で役立てられることを実感 できるようにする。																						

(2) 授業モデルの活用

問題解決の能力は、1単元の指導だけでなく、年間を通して計画的に高めていく見直しをもつ必要がある。その際、各学年の問題解決の能力の重点を意識して指導することで何が明らかになるのかを、教師自身が的確に把握していることが重要である。

第5学年では『種子の発芽と成長』の単元で初めて要因を制御した計画的な観察・実験を行う。発芽や成長の条件を調べるために、水、空気、温度、光、肥料などの環境条件を抽出し、調べる条件以外の条件はそろえて観察・実験を行う。続く『実や種子のできかた』において結実のための条

件を明らかにする中でさらに高めていく。

授業実践をした『流れる水のはたらき』はこれに続く単元であるが、変化にかかわる要因を目の前の事象から直接見いだしたり、要因を制御するための工夫をしたり、制御によって起こった事実を的確に読み取ったりするなどの、より高い能力が要求されるようになる。また、この後、観察・実験の内容も、定性的なものから定量的なものへと移行する段階に差し掛かり、さらに『てこのしくみとはたらき』以降へとつなげていく。

第5学年では、このような年間を通した各単元のつながりの中で、要因の計画的な制御を基に問題解決の能力を高めていく。

表3 授業モデルの各単元への活用例

学習過程	種子の発芽と成長	流れる水のはたらき	てこのしくみとはたらき	もののとけかた																																																																																																									
1 つかむ	○発芽や成長に必要な条件を、生活経験や既知の知識の中から見付ける。	○川モデルに水を流したときに起こる変化と、それにかかわる要因を、演示実験の直接観察から見付ける。	○てこで物体を持ち上げる操作活動を行い、支点・力点・作用点の位置と、力の大きさの変化との定性的な特徴をつかむ。	○食塩やミョウバンが水に溶ける様子を観察し、たくさん溶かすための要因として、水の量と温度を挙げる。																																																																																																									
2 追究する	<p style="text-align: center;">定性的な追究 → 定量的な追究</p> <p>①種子の発芽に必要な条件として水、空気、温度に着目し、調べたい条件以外の条件はそろえる必要があることを知り、追究する。</p> <p>②植物の成長に必要な条件として光と肥料に着目し、調べたい条件以外の条件をそろえて追究する。</p>	<p>○流速と水量に着目し、流速を要因として調べるときには水量を変えない等の制御をして追究する。</p> <p>※「運ぶ」「積もらせる」については、水が流れる途中で土が削られて土の量が増えないように工夫する。</p>	<p>①支点・力点・作用点を変えずに、おもりの重さだけを変え、つり合いの条件を見付ける。</p> <p>②支点・作用点を変えずに力点の位置だけを変え、力の大きさの変化のきまりを見付ける。</p> <p>③支点を変えずに、おもりの重さと位置を変えて、つり合いのきまりを数量的に導き出す。</p>	<p>①水の温度は変えず、水の量を増やすことによって、食塩やミョウバンが水に溶ける量がどのように変化するかを調べる。</p> <p>②水の量は変えず、水の温度だけを上げて、食塩やミョウバンが水に溶ける量がどのように変化するかを調べる。</p>																																																																																																									
3 まとめる	※事象の変化と、計画的に制御した要因との関係を表やグラフでまとめ、規則性や法則性を導き出す。																																																																																																												
	<p>①種子の発芽の条件</p> <table border="1"> <tr><th>水</th><th>空気</th><th>温度</th><th>光</th><th>結果</th></tr> <tr><td>A</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>B</td><td>×</td><td>○</td><td>○</td><td>×</td></tr> <tr><td>C</td><td>○</td><td>×</td><td>○</td><td>×</td></tr> <tr><td>D</td><td>○</td><td>○</td><td>×</td><td>×</td></tr> <tr><td>E</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> </table> <p>②成長の条件</p> <table border="1"> <tr><th>水</th><th>肥料</th><th>光</th><th>結果</th></tr> <tr><td>A</td><td>○</td><td>○</td><td>◎</td></tr> <tr><td>B</td><td>○</td><td>×</td><td>○</td></tr> <tr><td>C</td><td>○</td><td>○</td><td>×</td></tr> </table>	水	空気	温度	光	結果	A	○	○	○	○	B	×	○	○	×	C	○	×	○	×	D	○	○	×	×	E	○	○	○	○	水	肥料	光	結果	A	○	○	◎	B	○	×	○	C	○	○	×	<p>流れる水のはたらきと原因</p> <table border="1"> <tr><th>水</th><th>速さ</th><th>水量</th></tr> <tr><td>↑</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>→</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>↓</td><td></td><td></td></tr> </table> <p>実際の川に見られる流れる水のはたらき</p> <table border="1"> <tr><th>水</th><th>速さ</th><th>水量</th></tr> <tr><td>上流</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>中流</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>下流</td><td></td><td></td></tr> </table>	水	速さ	水量	↑			→			↓			水	速さ	水量	上流			中流			下流			<p>②力点の位置と力の大きさ</p> <table border="1"> <tr><th>力点の位置</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th></tr> <tr><td>力の大きさ(g)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p>③つり合いのきまり</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">左</th><th colspan="2">右</th></tr> <tr><th>おもりの数</th><th>距離</th><th>おもりの数</th><th>距離</th></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	力点の位置	1	2	3	4	5	6	力の大きさ(g)							左		右		おもりの数	距離	おもりの数	距離					<p>①水の量と溶ける量</p> <table border="1"> <tr><th>水の量</th><th>食塩</th><th>ミョウバン</th></tr> <tr><td>50ml</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>70ml</td><td></td><td></td></tr> </table> <p>②水の温度と溶ける量 (表を経て作成)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>(g)</p> <p>溶ける量</p> <p>温度(°C)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>(g)</p> <p>溶ける量</p> <p>温度(°C)</p> </div> </div>	水の量	食塩	ミョウバン	50ml			70ml		
水	空気	温度	光	結果																																																																																																									
A	○	○	○	○																																																																																																									
B	×	○	○	×																																																																																																									
C	○	×	○	×																																																																																																									
D	○	○	×	×																																																																																																									
E	○	○	○	○																																																																																																									
水	肥料	光	結果																																																																																																										
A	○	○	◎																																																																																																										
B	○	×	○																																																																																																										
C	○	○	×																																																																																																										
水	速さ	水量																																																																																																											
↑																																																																																																													
→																																																																																																													
↓																																																																																																													
水	速さ	水量																																																																																																											
上流																																																																																																													
中流																																																																																																													
下流																																																																																																													
力点の位置	1	2	3	4	5	6																																																																																																							
力の大きさ(g)																																																																																																													
左		右																																																																																																											
おもりの数	距離	おもりの数	距離																																																																																																										
水の量	食塩	ミョウバン																																																																																																											
50ml																																																																																																													
70ml																																																																																																													
4 高める振り返るつなげる	○水耕栽培や稲作を例に調べ、学習したことが実生活で役立てられていることを実感する。	○自然災害から「友達の家」を守る方法を考え、実際に試してみることで、実生活とのかかわりを実感する。	○上皿てんびんの使い方の習得や、てこを利用した身の回りの道具について調べることで、実生活とのかかわりを実感する。	○食塩とミョウバンの、形の整った大きな結晶を取り出す方法を考え、実際に取り出すことで、実生活とのかかわりを実感する。																																																																																																									

II 実践の概要

1 指導の計画

(1) 単元

ア 単元名 「流れる水のはたらき」 (小学校第5学年 学校図書)

イ 目標

流れる水によって地面が受ける変化の様子を、流れる水の速さや量と関係付けてとらえ、見通しをもって調べるとともに、流れる水の働きの規則性や自然災害に関する科学的な見方や考え方を育てる。

(2) 単元の計画 (11時間予定)

学習過程	学習活動	時間	問題解決の能力	指導の工夫	評価項目
1 つかむ	○流れる水が地面を削ったり、石や土、泥などを運んだり積もらせたりする様子を観察し、変化にかかわる要因を見いだすとともに、学習課題を設定する。	2	事象の変化を直接観察して、変化と関係する 要因を抽出 すること	○川モデルを校庭に準備し、演示する。その際、観察の意欲付けと着眼点の意識付けのために各自に「私の家」を用意し、川沿いに設置することで、岸の地形や流路の変化をとらえやすくする。 ○各自が自分の学習課題を設定することができるように、友達の発表、意見交換をもとに深まった自分の考えをワークシートに学習課題としてまとめる時間を設定する。	地面の変化を、流れる水の速さや量と関係付けてとらえ、具体的に記述している。
2 追究する	○流れる水の働きについて、流速・水量を制御した実験方法を考え、追究する。	4	「削る」、「運ぶ」、「積もらせる」と、それに関係する要因「流速」「水量」とを 関係付けて 実験計画を立てること 「流速」と「水量」を 計画的に制御 した実験計画を立て、再実験し、考察すること	○課題追究の意欲を持続できるようにするために、各自の学習課題の内容をもとにした、4～6人の課題別の班編成を行う。 ○要因の計画的な制御までは要求せず、試行錯誤の中で実験操作のスキルを身に付けることを優先し、流速と水量に着目した実験計画づくりを目標とする。 ○班ごとに結果を発表し合い、要因を計画的に制御することの必要性に気付く場面を意図的につくる。 ○流速と変化の関係を調べる際には、水量を一定に保ちつつ斜面の傾きを変えるなど、必要な要因の制御を意識しながら再実験を進めることを確認する。	地面の変化と、それにかかわる要因とを関係付けた実験計画を立てることができる。 要因を計画的に制御した実験計画を立てることができる。
3 まとめる	○調べてきた流れる水の働きが、実際の川にも当てはまることを、実際の川の流れや川原の様子の映像資料から考え、まとめる。	3	三つの働きと2つの要因との関係を 表にまとめ 、実際の川の様子と関係付けて考えること	○まとめに使うための表を準備しておく。 ○川の上流、中流、下流について、流れの様子や川原の地形、岩石の形状など、追究で明らかになった内容が分かりやすい地点の動画を準備しておく。 ○カーブの外側のけずられ方、内側の積もり方と、流速や水量との関係について確認をしておく。	「削る」、「運ぶ」、「積もらせる」の三つの働きと、「流速」「水量」との関係について、表に正しくまとめることができる。
4 高める・振り返る・つなげる	○流れる水の働きと日常生活とのかかわりを川モデルの実験を通して考え、理解を深める。	2	流れる水の働きの 学習成果を自然とのかかわり方 に生かしていくための考えについて、具体的に示すこと	○増水した川の様子やその後の土地の変化をつかみやすい画像を用意しておく。 ○河川の増水による水害の実例を提示することで、関心を高める。 ○各班ごとに異なる流路の川モデルを与え、また各自に「私の家」を用意し、川モデルの被害を受けそうな場所に設置することで予測を示せるようにする。 ○他班の川モデルへ移動し、水の流れとその働きを予測し、「友達の家」が被害を受けないための手だてを考えさせる。 ○実際に水を流し、「友達の家」が流されないことから、学習が生かされたことを実感できるようにする。	流れる水の働きの学習成果を自然とのかかわり方に生かしていくための自分の考えについて、具体的に記述し、示している。

2 実践の概要と考察

(1) つかむ過程において

ア 要因の抽出

事象の変化を観察して、変化と関係する要因を抽出し、課題を見いだす過程である。図3のような川モデルによる演示を行い、流水によって流路のどの位置がどのように変化していくかを、またその要因が何であるかを観察させて気付かせた。

川モデルの岸の地形や流路の変化について、観察の着眼点をとらえやすくし、また観察への意欲付けを図るために、各自に「私の家」を用意し川沿いに設置させた。水を流すと、山に見立てた傾斜の急な所が激しく侵食されることにすぐに気付いた。さらに下流に水が流れはじめると、「私の家」が流されていく様子に対する驚きの発言が飛び交った。ワークシートには約7割の児童が、カーブの外側の土が削られて家が流され、内側は流されないことを記述していた。「私の家」が、流路の変化をとらえさせるうえでの目印としての役割を効果的に果たしたと言える。また、水量を意図的に変化させたことで、3割の児童が水量も侵食や運搬に関係していることに気付いた。

児童は侵食についてはすぐに気付いたが、その一方でたい積についてはなかなか見いだせなかった。そこでいったん、水を流すのを止めて観察させたところ、たい積にも気付くことができた。

流路の変化については全員が気づき、ワークシートに記述することができた。特に、岸が削られて家が流されるという状況が、児童にとっては予想以上の出来事で印象に残り、後の課題追究への意欲付けにつながることができた。

また、変化にかかわる要因としては、「速さ」や「量」の他に、「強さ」や「勢い」、「い(威力)」を記述していた。カーブの外側は内側よりも流れが速いことを見いだしていた児童も2割ほどおり、侵食と関係付けることができた。侵食やたい積とい

った変化と、流速や水量といった要因を、関係付けてワークシートに記述できた者は2割程度であっ



図3 演示で使用了川モデル

た。変化も要因も記述しているが、両者を関係付けて記述できない児童が多く、ワークシートに「原因は？」などの質問を記述して返却し、関係付けのための支援とした。

児童Aは、単元の導入にあたる本時において、上流の激しい侵食や流路の広がりやカーブの外側が崩れることについて記述できたが、その要因については記述できなかった。その一方で、上流と下流の流れの違い（上流は急、下流はおだやか）については気付いていた。ただし、斜面の傾斜の違いと関係付けた記述はしていない。目の前の事象の変化については見いだすことができたが、変化の要因と関係付けてとらえられていなかった可能性があると考えられた。

イ 変化と要因の関係付け

川モデルの観察から見いだした変化を発表し合い、川モデルを図示したワークシートにまとめた後、流水の働きを三つに分類する作業を行った。その際、「けずれる」と「くずれる」は仲間や「水が茶色い」と「にごっている」は同じ等の児童の気づきを基に整理していった。そして、「水が」という言葉とつなげながら、「けずる」、「運ぶ」、「積もらせる」という表現にまとめていった。また変化の要因については、「い力」と「強さ」と「勢い」は同じ意味や「勢い」は「速さ」のことなどから、「速さ」と「水量」に絞っていった。この三つの働きと二つの要因とを関係付けて課題の設定につなげた。

児童Aはこの時、黒板にまとめられた内容をワークシートに書き加えていた。その中で、「(カーブの)外側が広がる」から「流れが速い」という記述に向かって矢印を引いていた。このことから、流速とカーブの外側の侵食とを関係付けてとらえることができたと考えられる。

(2) 追究する過程において

前半の実験で変化と要因とを関係付けた実験計画を立てて追究し、その結果の考察から「要因の計画的な制御」の必要性に気づき、実験方法を再検討して後半の追究に生かしていく過程である。

ア 変化と要因を関係付けた、前半の実験

つかむ過程で把握した課題を基に、6パターンの課題別班編成を行い、追究していくこととした。追究課題①～⑥は次ページ表3のとおりである。課題①は希望人数がやや多かったため、a、bの2班に分けた。よって、全7班による追究活動となった。

表3 追究課題(流水の働きと要因の関係)

	けずる	運ぶ	積もらせる
流れる速さ	①速さが変わるとけずる働きはどう変わるか。(a, b班)	③速さが変わると運ぶ働きはどう変わるか。	⑤速さが変わると積もらせる働きはどう変わるか。
水の量	②水量が変わるとけずる働きはどう変わるか。	④水量が変わると運ぶ働きはどう変わるか。	⑥水量が変わると積もらせる働きはどう変わるか。

班ごとに実験計画を立案させ、「実験計画書」として全員に提出させたが、実験手順等の記述には、要因を計画的に制御する考えは全く見られなかった。また、次時に行った前半の実験場面でも、要因を計画的に制御する姿は見られなかった。

水量の増減はペットボトルの本数や容量を変えることで容易にできるが、流速を思うように変えることができない等の困難に、実験をしながら児童自身が気付く場面があった。例えば課題①-a班では、山の高さを変えて流速を変えようと試みたが、大きい山と小さい山が相似なため、斜面の傾斜が同じで、流速を変えられなかった。結局この班は、「水をたくさん流せばいい。」という一人の発言がもとで、水量を増やして流速を上げてしまった。また、課題⑥では、水量を増やすと土がたくさん削られてしまい、それがたくさん運ばれた結果、「水が多いほどたくさん積もらせる」と結論付けた。そしてその過ちに気付かないまま、当然の結果として、次時に発表・報告をした。

児童Aは、課題①を選択した(課題①-b班)。前時の終末で、侵食と流速との関係に最も関心をもったためと考えられる。仲間と協力しながら傾斜のある水路を一つだけ作って課題追究に臨んでいたが、操作をしながら「あれ? どうやって速さを遅くすればいいの?」と班の仲間たちに問い掛け、悩んでいた。教師がその様子を観察していたところ、「先生、どうしたら流れを遅くできるんですか?」と質問してきた。「どうやったらいいのかねえ。」と返したところ、「水を少なくすれば?」と仲間が発言し、「ああ、そうか。」と答えて操作を再開した。しかし、結局納得できないままで実験を終了した。「よく分からない。先生、発表どうしよう。」と相談に来たので、分かったことを正直に書けばよい旨を伝えた。ワークシートには「流れが速いと砂はけずられる。」という

記述とともに、「なやみ：水の流れを速くすることはできるが遅くすることはできない。」と記述した(図4)。また、次時の発表場面でも“なやみ”として「流れを遅くできない。」とホワイトボードに記述して学級に提示した。水量の増減で流速を変えたが、実験の内容や結果に自信がもてず、納得していなかったものと思われる。

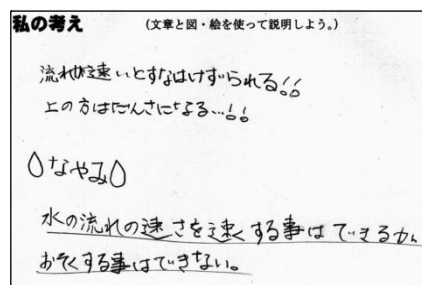


図4 第4時における児童Aの記述

イ 要因を計画的に制御した、後半の再実験

要因の計画的な制御の必要性に気付かせるために、前時の追究結果について発表及び検討させ、再実験により追究していく場面である。

発表にはホワイトボードを活用した。発表後に質疑応答の時間を設けたが、児童からの積極的な挙手は無かった。自分たちで実験を行い、結果の発表を済ませたことで、児童の意識の中では追究が完結してしまっているのとらえた。また、自分たちの追究結果と他班のものを比較して互いの関連や整合性に目を向ける意識も弱いと思われた。

そこで、課題④と⑥の発表内容に着目を促し、「水をたくさん流すとたくさん土が運ばれるのに、水をたくさん流すと、土がたくさん積もるの?」と発問した。そして、児童Aが所属する課題①-b班の発表内容に触れ、「“なやみ：流れを遅くできない。”と書いてあるけど、これで結論を出していいの?」と続けた。さらに、1学期の学習単元『種子の発芽と成長』での実験場面に触れ、「実験の時に何か考えなくてはいけないことは無かったかな?」と発問したところ、「調べたい条件以外の条件はそろえる。」という発言が返ってきた。言葉の知識としては理解していても、観察や実験の場面で実際に要因の計画的な制御ができるわけではないことが明らかになった。

教師とのやり取りの後、「流速を変えるには斜面の傾きの違う二種類の流路で実験する」や「運搬、たい積について調べる場合、途中で土が削られて土の量が変化しないように工夫する必要がある」等に、意見交換を通して気付かせていった。そして、「変える条件」、「変えない条件」と板書することで、次時の実験方法について具体的に考えさせていった。

発表と意見交換に時間をかけてしまったため、再実験の実験計画書づくりの時間確保が十分にできなかった。しかし「変える条件：斜面の傾き」「変えない条件：水の量」等の記述がワークシートに残された事から、再実験に移れると判断した。

児童Aはこのとき、実験計画書に「急な坂、急じゃない坂」「山を二つ作る」と記述していた。傾斜の違う斜面を準備する意識があることが分かった。要因の制御をより意識付けるために「変える条件は？変えない条件は？」と助言を書き加えて返却した。

再実験では、「変える条件」と「変えない条件」に授業の冒頭で再度触れ、要因の計画的な制御の見通しを確認させてから追究に移らせた。課題①



図5 課題⑤の追究のようす

ー a 班では、流路を作りながら「急な坂と緩やかな坂で比べるとよね。」「うん。水の量は変えないんだよ。」という確認のやり取りが見られた。また課題⑤の班は、ラップフィルムで流路を覆い、流路の土が削られないように工夫

していた（図5）。これらのやり取りや実験の様子から、要因を計画的に制御することの必要性を理解したうえで実験に臨んでいたことが分かった。

児童Aは、仲間とともに傾斜の異なる流路を準備した。仲間が水を流している様子を観察しながら「同じ人が流したほうがいいよ。」と発言した。そして「どうして？」という仲間からの問い掛けに、「だって流し方が違うんだもん。」と答え、納得させていた。ペットボトルから注がれる水の総量だけでなく、人による流路への注ぎ方の違いにも目を向け、条件をそろえようとしていたことがうかがえる。前回の実験で、流速を変化させられず、条件をそろえられなかったという経験と、「条件をそろえる」という意識が結び付いていたものと考えられる。そして、「そうか、分かった。急だと深くなるんだ。」という結論に達することができた。ワークシート（図6）には「急だと深くけずれる。急じゃないと外側（水路の側面）が

けずれる。」と文章表記した。また合わせて図による表現も行い、図中に「急：ふかい」「急じゃない：ひろい」と記入していた。要因を自分で制御して導いた結論に確信をもてたものと考えられる。

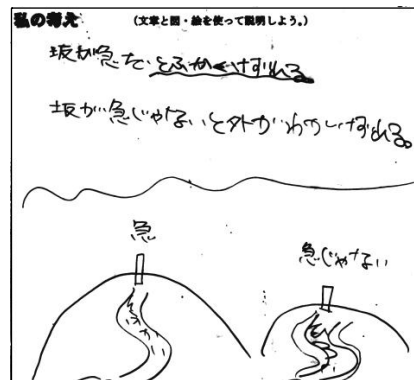


図6 第6時における児童Aの記述

(3) まとめる過程において

課題の追究結果を図表や文章でまとめて規則性や法則性を導き出し、日常生活や身の回りの事象にもあてはまることを実感する過程である。

ア 追究した結果の発表と、表によるまとめ

追究した結果を一覧表にまとめ、それぞれの働きや要因同士の関係をとらえやすくするために、表4の様式に当てはめて、ホワイトボードを黒板に掲示させた。そして表の上下、左右の関係に着目を促し、各班の追究結果を比較させた。侵食については、「流れが速いと（斜面が急だと）下に削られ、谷が深くなる。」「水量が増えると横に削られ、川幅が広がる。」という違いを見いだすことができた。また、運搬とたい積が互いに正反対の働きであることにも気付くことができた。

表4 追究結果をまとめた一覧表

	けずる	運ぶ	積もらせる
流れる速さ	流れが速いほどたくさんけずる。 下にけずる。 川が深くなる。	流れが速いほどたくさん運ぶ。	流れがゆるやかだと積もらせる。（速いと運ばれてしまう。）
水の量	水の量が多いほどたくさんけずる。 横にけずる。 川が広がる。	水の量が多いほどたくさん運ぶ。	水の量が少ないと積もらせる。（多いと運ばれてしまう。）

イ 日常生活との関係付け

課題追究で明らかになった規則性や法則性が、日常生活や身の回りの事物・現象にあてはまることを見だし、実感する場面である。

追究する過程での追究結果をまとめた一覧表（表4）を黒板に示し、合わせてつかむ過程での学習内容に触れ、「なぜカーブの外側の家だけが

流されたのか。」という発問をした。約7割の児童が挙手し、うち1名を指名したところ、「カーブの外側は流れが速いからけずられた。」と答えた。他の1名が「外側は流れが速いから土が運ばれて家が流されてしまった。」と付け足した。流速と、侵食および運搬を関係付けて考え、説明することができた。さらに、「では、内側については何か言えることがある？」という発問をしたところ、3割程度の挙手があり、「内側は流れが遅いから土が積もる。」と答えることができた。流速とたい積を関係付けて考えられたことがわかった。追究結果を表にまとめたことで、要因と変化の関係をつかみやすくなり、児童の思考を助けていたと考える。カーブの変化の特徴について、学級全体で確認した。

次に、利根川の上流、中流、下流の水の流れや川原の様子を撮影した映像から、課題追究で明らかになった流水の働きが実際の川にもあてはまることを見いださせ、実感をもたせようとした。実物の大きさを把握できるように、物差しの代用として、人物やカメラのレンズキャップ、ボールペンなどを映像中に一緒に映し込んでおいた。

上流については、「崖が高い」、「石が大きい」、「水の音が大きい」等を挙げることができた。中流については、「広い川原がある」、「石が丸い」、「向こう側が崖になっている」等を挙げることができた。下流については、「上流より石が小さくて丸い」、「川原が広い」、「砂が積もっている」、「水が流れていないみたい」、「湖みたい」等を挙げることができた。上流、中流、下流のそれぞれについて、ほとんどの児童が最低一つずつはノートに記述できていた。特に、下流に行くにしたがって川原の岩石が小さくなり丸みを帯びていくことを、ほとんどの児童が見だし、記述できた。記述内容が各流域の流速、地形、岩石の大きさや形状の変化をとらえたものになっており、実際の川の姿を上流から下流への移り変わりと関係付けてとらえることができていたと思われる。なお、上流から下流への流速の変化をとらえさせるうえで、川の流れの音も情報源として役立ち、ビデオ視聴中の児童のつぶやきが多かった。

(4) 高める・振り返る・つなげる過程において

新たな課題解決の場面で実際に活用することを通して、学習したことが実生活の中で役立てられることを実感する過程である。

台風や大雨による川の増水で、地形が大きく変

化したり災害が起こったりすることを前時に学習した。そして前時までの学習を生かし、与えられた川モデルの流路の特徴から情報を収集して、災害の起こる場所や起こり方を予測し、その危険から生活を守る手段を考えさせた。

ここでは、流水のもつ要因と予測した災害とを関係付けてとらえたうえで、その要因を制御する方法について見通しをもって考え、実行していく能力が必要とされる。

学級を6班に分け、各班ごとに異なる川モデルを与えた。そして、被害を受けるとされる箇所、つかむ過程で使用したのと同じ「私の家」を建てさせ、水の流れ方とそれに伴う地形の変化を予測できるかどうかを見た。次に、別の班の川モデルへと場所を移動させ、目の前の「友達の家を守る」という課題を新たに与えて、家を守るための方法を考えさせ、実際に試させた。

川のカーブの外側の侵食や扇状地での氾濫等、水の流れを予測しながら、危険箇所の判断をすべての班で行えた。また、家を守るための手段として、護岸工事や砂防ダムの建設、流路変更など、具体的な形で対策を考え、実験で確かめることができた。児童の会話には、次のようなものがみられた。

- B：ここが流されるね。
 C：うん、ここが危ない。こうに流れてきて、ここにぶつかるんだ。
 D：ここを守ればいいんだろ？
 B：石で固めようか。
 D：ここの水の勢いを落とせばいいんじゃない？ダムを作ろう。
 C：それじゃ水があふれちゃうよ。
 D：これでいいかなあ。
 C：うん、それなら大丈夫だね。

実際に水を流して検証する場面では、家を守るための手段について、対策を講じた児童に説明させ



図7 「友達の家」を守る様子

たり、「これはどうして？」等の問い掛けをした

りすることで、個人の思考を集団の思考として共有できるようにしていった。実際に水を流してみると、講じた手段が機能し、家を守っていることへの喜びや驚きの声がたくさん挙がった。学習の成果を生かしたことを実感できたと思われる。

学習のまとめでは、「けずる」、「運ぶ」、「積もらせる」の三つの働きがあることを全員がワークシートに記述できた。またほとんどの児童が、三つの働きと要因とを関係付けた記述を残していた。さらに、それぞれの働きが相互に関連し合っている様子についても図示できた者が2割ほどいた。日常生活との関連についての自由記述では、ウォーターカッターや、食事後の食器の汚れ落としを挙げる等が見られた。

児童Aは、特にカーブの侵食とたい積について詳細に記述していた。つかむ過程で、カーブの外側の侵食と流速とを関係付けることができた。また追究する過程では、やはり侵食と流速との関係について追究していた。これらのことから、単元全体を通じて、侵食と流速の関係についての思考が持続していたものと考えられる。日常生活との関連については、「どこが危険か判断できる。知らずにいたら命を落とすかもしれない。そういう大切な勉強だと思う。」という記述を残した。学習内容が、自分たちの生活にとって重要なものであると実感できたと思われる。

(5) 単元末の評価テストにおいて

授業モデルに沿った授業によって、児童の思考力が高まったかどうかをみとめるために、思考力のみで特化した単元末の評価テスト（解答類型も含む。資料編参照。）を事前に作成しておいた。

生活経験や既習事項と関連付けながら単元で身に付けた知識や技能を活用し、与えられた文章と図表資料から必要な情報を見つけて取り出し、さらにその情報を整理し、筋道を立てて説明することができるかどうかを問うものである。

今回の評価テストで児童に与えられる情報は次の三点である。

- ・川の状態を説明している文章
- ・川原を上から見た図
- ・「流れる水のはたらき」をまとめた表（P.7表4）

この三点をもとに、川のカーブしているところの川底の形状を考えさせ、設問(1)で図示させる。そして設問(2)で、なぜ(1)のように考えられるのかを、三点から得た情報をもとに日常生活や学習内容と関連付けて登場人物の台詞として説明させ

るものである。

設問(1)は、隠れて見えない部分を予想する点で高い思考力を要する。また設問(2)では、筋道を立てて考え、述べる事が要求される。そしてさらに、設問(1)と設問(2)の解答内容の整合性が問われる。(1)と(2)の両方で正答（解答類型B以上）が得られれば、与えられた情報と本単元での学習をもとに論理的に考えることができたことと判断できるものとした。

『流れる水のはたらき』考える力だめし

5年	組	番	氏名
----	---	---	----

◎ 次の文章をよく読んで、あなたの考えを答えてください。

昨夜は大雨でした。今日は朝からよく晴れた日曜日です。あなたは4年生の太郎君といっしょに、「〇〇川」に魚釣りに来ています。あなたと太郎君は、丸みのある石がぎっしりしきつめられたような「川原」に並んで立っています。川のむこう岸は、高さ3mほどの「がけ」になっています。川の幅は8mくらいです。

なかなか魚は釣れません。しばらくすると、むこう岸の「がけ」のほうで魚がピチャンとはねました。太郎君が言いました。「くやしいなあ。ぼくの釣りざおじや、あそこまでとどかないや。」一度言い出したら聞かない太郎君は、川の流れの中へ足を進めようとしています。そのとき『流れる水のはたらき』の学習をしたあなたは、太郎君を止めました。「太郎君、入っちゃダメだよ。あのねえ、……………」それを聞いて、さすがの太郎君も川に入るのをやめました。

(1) 左下の図は、あなたと太郎君が立っている川原のようすを、上から見たところですが、この川を、図のA-Bの線で切って見ると、川底はどのような形になっていると考えられますか？右側の図にかきこんでください。

川原のようすを上から見たところ

A-Bの線で切って横から見ると？

(2) 言い出したら聞かない太郎君を説得するために「……………」に当てはまる「せりふ」を考えてください。なるべくたくさん考えてください。

図8 思考力を計る単元末の評価テストの問題用紙

事前調査の、『種子の発芽と成長』における実験の内容と理由を合わせて説明させる設問の正答率は55%程度であった。これに対し、本単元における評価テストの設問(1)、(2)では、ともに正解の児童は68%であった。『種子の発芽と成長』に対し、今回の設問が、直接観察できない視点から見た様子を解答することを要求し、難易度が高かったことも考慮すれば、一定の成果をあげることができたとと言える。

解答時の児童の様子を見ると、設問(2)の記述を検討しながら設問(1)の作図を修正していく姿が多く見られた。このことから、設問(1)と設問(2)を関係付けて考えていた児童が多かったことがうかがえる。

児童Aの解答を図9、図10に示す。設問(1)の作図では、左から右へ引いた川底の線を、数回描き直している形跡がある。また、川底の線に対して崖から下ろした線をつなげることが、途中で断念している。これらのことから、児童Aは、川底の形状についての知識はあらかじめ備えておらず、与えられた資料から取り出した情報を基に川底の線を何度も考えて作図し、結論に至ることができたと考えられる。設問(2)の説明についても、川底の形状と流速とを関係付けて記述していた。また、崖が崩れる危険性についても指摘しており、

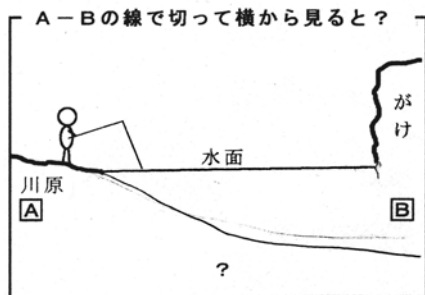


図9 児童Aの設問(1)の解答

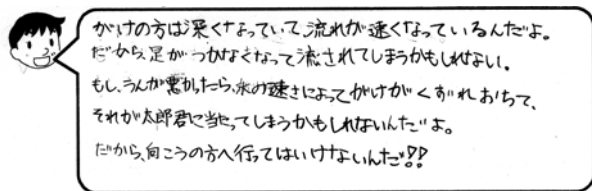


図10 児童Aの設問(2)の解答

3 実践を通して

今回の授業実践を通して、児童の問題解決の能力を高めていくうえでの課題を明らかにすることができた。具体的には次の2点である。

一つ目は、「調べる条件以外の条件はそろえる」という要因の計画的な制御の考え方について、児童が言葉のうえで理解していても、実際に課題追究の過程で実行できるかどうかは別問題であるという点である。これは本単元の追究する過程の前半において、実験計画書の作成や実際の実験操作の場面で明らかになった。

二つ目は、一度観察や実験を行うことで、児童の中では課題追究がいったん完結してしまう傾向が強いという点である。課題追究から得られた結果の妥当性を検討したうえで結論を導き出すという意識が乏しいことが、2回目の実験を行う前の実験結果の発表場面に現れている。

以上の二点は、いずれも追究する過程の指導を充実させる必要性を示すものであり、これらを解決する手だてとして、授業モデルに沿った指導計

画の作成と実践を行い、その有効性を実証できたことは、大きな成果であった。またこれらの児童の実態を指導者が意識し、年間を通して計画的に高めていく見直しをもつことで、さらに改善できると考える。

なお、課題としては、観察や実験の後に他班と情報交換を行ったり、自らの取組を振り返って課題の追究結果を再検討したりする場面に、時間的なゆとりをもたせることが必要であったことが挙げられる。授業実践では、児童の実態把握と時間設定が十分でなかったため、要因の計画的な制御の必要性に気付かせる場面において、教師による誘導が強くなってしまった。児童間の気付きや意見交換を有効に活用できるよう、追究する過程に十分な時間の設定をしておけば、次の単元の課題追究の場面で、要因の計画的な制御の必要性をより意識させることができるのではないかと考える。

Ⅲ まとめ

研究を進めるにあたり、協力校二校（A校一学級、B校三学級）で授業実践を行った。B校の三学級のうち二学級は協力校の教師による指導とし、指導計画や指導内容、教材・教具等については、事前の打ち合わせや研修員の授業の参観等を通して共通理解を図り、学習内容や指導方法等で学級間に格差が生じないように配慮した。これにより、授業モデルの汎用性の検証につなげることができた。また、実践や参観を通して寄せられた意見を参考にしながら、授業モデルの改良につなげることができた点は、大きな収穫であった。

今回、問題解決の能力を高めるための「単元の指導計画」として授業モデルを考案した。この授業モデルが、他の単元にも十分当てはまるかどうか、実践を通してさらに検証し、より汎用性の高いものに仕上げていきたい。また、他学年の授業モデルづくりへと拡張していければと考えている。

<参考文献>

- ・「児童生徒学力向上調査研究」報告書 思考のつまずきに視点を当てた授業改善策の提言
— 『群馬県児童生徒学力診断テスト』結果の分析を通して— 群馬県総合教育センター（平成19年3月）