

問題を科学的に解決する児童の育成を目指して

－ I C Tを活用した理科の見方・考え方を働かせる指導の工夫を通して－

名取市立下増田小学校 福田 圭吾

1 はじめに

本研究の課題は、「I C Tをどのように活用すれば、児童が理科の見方・考え方を働かせ、問題を科学的に解決することができるのか」である。小学校学習指導要領解説理科編では、「問題を見いだす」「根拠のある予想や仮説を発想する」「解決の方法を発想する」「より妥当な考えをつくりだす」といった問題解決の力¹⁾の育成が理科の目標として示されている。そして、「情報や情報技術を受け身で捉えるのではなく、主体的に選択し活用していく力」²⁾を育成する上でも重要なI C Tを活用することで、「比較」「関係付け」「条件制御」「多面的に考える」といった理科の見方・考え方を児童が働かせる機会を短時間でより多く作り出すことができる。I C Tの特性を生かし、I C Tの活用によって理科の学習の一層の充実が図られる場面や方法について検証し、問題を科学的に解決する児童の育成を目指すことが本研究のねらいである。

2 研究の内容と手立て

(1) 内容

「課題発見」「検証計画の立案」「実験結果の考察」の大きく3つの過程でI C Tを活用し、理科の見方・考え方を働かせる場面を設定していく。小学校第6学年「植物の体のはたらき」「大地のつくり」で実践・検証をする。個別学習では、画像・動画により自然現象や実験の様子・結果を振り返り、新しい気づきを促す。協働学習では、I C Tを活用することで、個人や班ごとの観察・実験結果の即時的な共有を可能とする。さらに、クラウドによる共同編集を活用した意見交換や思考の整理をすることで、科学的な思考力・判断力・表現力を高めていく。

(2) 手立て

「課題発見」の場面では、過去の学習履歴を画像や動画で振り返ることで、学習の系統性や共通する理科の見方・考え方の活用を促し課題を捉えさせる。小学校第6学年「大地のつくり」の単元で、水の働きによる地層のでき方について、問題を見いださせる場面で実践をする。れき、砂、泥は粒の大きさで分類されることに加えて、自然界ではそれらが土砂の混合物として存在することや水の流れによって運搬されるということを画像や動画で提示する。河口や海などの流れが緩やかな場所で、土砂の混合物が

分かれて堆積して層になるという現象を画像や動画で観察させて、なぜ水の働きで運搬された混合物が分かれて堆積するのかという新たな課題へとつなげる。ここでは、理科の見方のうち土砂の運搬に関わる時間的・空間的な視点、土砂の粒子の質的・実体的な視点や水の流れの勢いに関する量的・関係的な視点を働かせて、土砂の混合物が水中で分かれて堆積する理由を予想させることをねらいとした。

「検証計画の立案」の場面では、課題に関連する自然現象の画像や動画を提示することで、検証実験を計画する際のモデルとなる形を意識付ける。また、自然現象と実験案を対比させて、科学的な視点からモデル実験の条件設定を行わせる。小学校第6学年「大地のつくり」の単元で、水の働きによってれき、砂、泥の混合物が分かれて層になり堆積する理由を考え、それを確かめるための検証モデル実験を立案させる。小学校第5学年「流れる水の働きと土地の変化」で学習した上流から下流にかけての川の流れの様子を動画で繰り返し観察することで、自然界における川の傾斜や水の速さなどの運搬条件に気付かせる。ここでは、理科の考え方である「条件制御」について意識させることをねらいとした。

「実験結果の考察」の場面では、実験の写真や動画に気づきを書き込み整理することによって、根拠を明らかにして考察するとともに、理科用語を適切に使い、課題について説明できるようにした。I C Tを活用して、他班の結果を即時的に共有・比較することで分析や総合的な考察の手がかりとしていく。小学校第6学年「植物の体のはたらき」の単元で植物の体の中の水の通り道について観察・実験をして調べた結果を総合して分かったことをまとめるという考察場面で実践をする。クラウド型ホワイトボードアプリケーションを使い、実験の写真記録を活用して、各班で植物の水の通り道について分かったことをまとめる活動をする。ここでは、理科の考え方のうち、「多面的に考える」ことをねらいとした。また、班ごとに調べた植物の茎の断面を一枚のシートにまとめて比較し、植物によって水の通り道の特徴が異なることを確認する。理科の見方である多様性・共通性を働かせることをねらいとした。

3 研究の結果と考察

(1) 授業実践の結果

① 「課題発見」の場面

プレゼンテーションソフトで自作したスライドショーでこれまでの学習成果を振り返り、新たな疑問を共有する活動をした。「水で運ばれたれき、砂、泥はどうして分かれて層になるのか」という児童の予想を見ると、粒の重さと沈降速度に着目している児童は31名中30名、流れる水の勢いと粒の流されやすさに着目した児童は4名であった（表1）。

表1 児童の予想（N=31、複数回答可）

項目	記述例	人数
粒の重さ・大きさ	重い粒ほど速く沈むから。 泥は軽いから水の上の方を漂う。	30名
水の流れの勢い	流れが速いほど粒が遠くまで運ばれるから。 れきは大きいので転がりにくく、砂や泥は小さいので遠くまで運ばれてしまう。	4名
粒の形	粒の形によって転がりやすさが違うから。	1名

② 「検証計画の立案」の場面

検証計画の立案の直前に実際の川や海の様子を動画で確認した。児童が個人で考えた検証計画を見ると、といたような物に水と土砂を流し、運搬された先で堆積の様子を確かめるという方法を31名全員が計画していた。そのうち10名は流れの勢いをといたの角度で調整していた。また、8名は流す水の勢いを水の量で調整していた。次の活動として、個人の計画を基に班で計画を練り合い、「条件制御」の考え方を共有した（図1）。

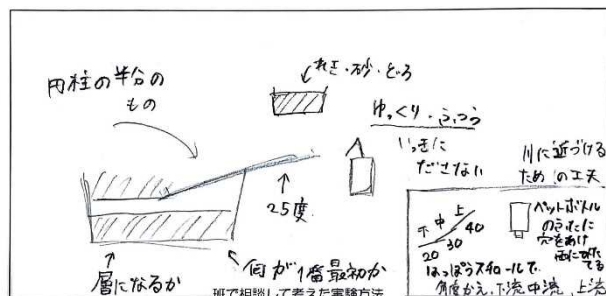
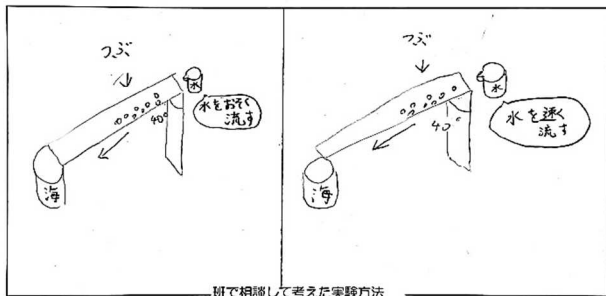


図1 児童が考えた検証計画

③ 「実験結果の考察」の場面

根・茎・葉の色水で染まった部分の画像を班のフレームに張り付けて話し合い、植物の体の中でどのようにつながっているかを図や言葉で表現させた。

「いくつもの水の通り道があること」と「水の通り道は根から茎を通して葉につながっていること」に気付いていた。さらに、根の全体が色で染まっている様子から、8班中4班が根には水の通り道が多くあること（根全体で水を吸い上げていること）を表現していた。茎についても、縦と横の断面から総合的に考察して水の通り道の様子を導きだした班は8班中6班であった（図2）。

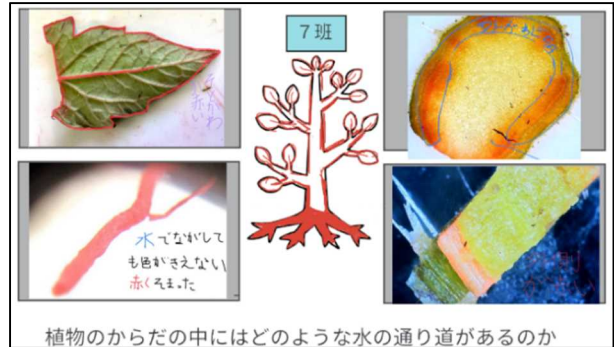


図2 クラウド型ホワイトボードの共同編集による「実験結果の考察」(例)

結果の総合的な考察によって、どの植物にも体の中に水の通り道があることを31名全員が見いだすことができた。加えて、水の通り道が輪のように並ぶもの（双子葉類）や散らばっているもの（単子葉類）などの中学校の学習につながる見方でグループ分けをした児童が14名（45%）であった（図3）。



図3 各班の実験結果（茎の横断面）一覧

(2) 考察

① 本時のめあての達成度

「植物の体のはたらき」の授業では、児童のノート記録から、「体全体に」という言葉を入れて植物の体の中の水の通り道を説明している児童が多く、ほとんどの児童が本時のねらいを達成できた（表2）。根・茎・葉の断面を一枚のフレームにまとめたことで体全体の水の通り道のつながりを意識できたと推測できる。また、実験結果を画像や動画で撮影・蓄積したものを単元全体で活用したことで、水の通り道のつながりを意識できたと考えられる。

「大地のつくり」の授業実践では、本時のねらいの達成度は「植物の体のはたらき」と比べて低く、C（努力を要する）に該当する児童が5名いた。小学校ではモデル実験を行う経験そのものが少なかっ

たからであると推測する。小学校段階ではある程度の条件を教師が提示して出発点をそろえ、それに併せて条件制御を考えさせていく方法が必要だった。例えば「理科室で行うこと」「教師が用意した土砂の混合物を使うこと」を提示したが、「川や海に代わるものを用意すること」「実験のどこの様子をタブレット端末で録画することで予想を証明することができるか明記すること」など実態に応じて段階的な条件の提示をしていく必要がある。（表2）。

表2 評価基準と達成児童の人数（N=31）

単元	児童の達成度：上段は人数，下段は評価基準	
	A：十分満足	B：おおむね満足
植物の体のはたらき	11名（35%）	19名（61%）
	複数の実験結果を基に、植物の体の中には水の通り道があることやその通り道が体の中でつながって体全体に水を運んでいることを導きだし、説明している。	実験結果を基に、植物の体の中には水の通り道があることを導きだし、説明している。
大地のつくり	12名（39%）	14名（45%）
	粒の大きさや重さ、水の勢いなどの要因によって層ができることを予想し、自然の川や海をモデルにし、条件を設定した実験計画を立案している。	粒の大きさや重さ、水の勢いなどの要因によって層ができることを予想し、それを確かめる実験計画を立案している。

② ICT活用の有用性

授業実践の結果と理科に関する事前・事後調査（図4）から、ICT活用の有用性として次の4つが言える。

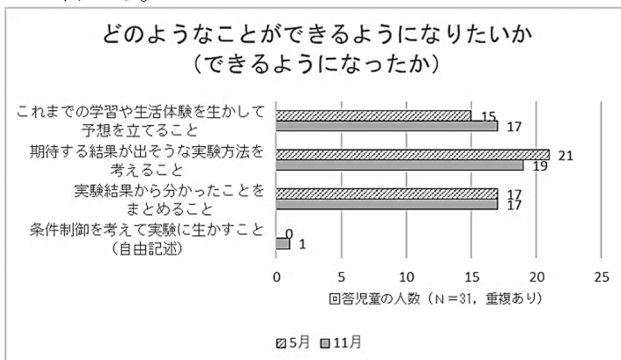


図4 事前・事後調査の結果比較（児童アンケート）

第一に、既習事項や生活体験のICTを使った視覚的な確認により、「課題発見」の場面で児童の自然事象を基にした根拠ある考えを引き出すことができた。実践では、れき、砂、泥の共通点や相違点について視覚的な情報を併せて確認することで、その混合物が水の働きによって分かれて層になる要因に気付かせることができた。れき、砂、泥は粒の大きさは異なるが同じもので、水で流された先で層に分かれるというアニメーションをプレゼンテーションソフトで自作し、授業の導入で提示したことで、「粒の大きさが違うだけでどうして水の中で種類ごとに分

かれるのか」という児童の課題意識が明確になった。予想では、全児童が粒の大きさや重さ、水の勢いなどの水の中での粒の動きに着目して予想を表現することができた。事前・事後調査（図4）から、「学習や生活体験をもとに予想を立てる」ことについて「できるようにになりたい」と答えた15名に加えて2名（合計17名）が「できるようになった」と答えており、児童が根拠のある予想を立てることができるようになったことを十分に実感していると言える。しかし、児童の予想の多くは粒の重さによる垂直方向の沈降速度に着目していた。土砂の混合物が流されている過程に目を向けるような課題提示の方法を取ることで、水の流れによって軽い粒が遠くへ運ばれるという水平方向の動きにも着目させることができるのではないかと考えられる。

第二に、「検証計画の立案」の場面でICTを活用して、課題に関連する自然現象の画像や動画を提示することで、どのような条件に着目してモデル実験を立案するかという科学的な思考を促すことにつながった。実践では、課題提示のスライドショーで使用した実際の川や海などの様子を参考に、モデル実験を立案させた。個人の予想では、児童全員が川の代替となるといのような物を使った計画を立てた。その際、といの角度や水の勢いを設定し、条件制御を取り入れた実験を計画した児童は12名（39%）であった。川の流れの様子を動画で確かめたことで、水の流れる速さを意識させ、モデル実験に取り入れさせることができた。事前・事後調査（図4）から、「期待する結果が出そうな実験方法を考えること」について、事前調査で「できるようにになりたい」と答えた21名の児童のうち、90%にあたる19名が「できるようになった」と答えていた。このことから、ICTを活用したモデル実験を取り入れたことで、科学的な根拠をもとに実験方法を考えるという活動につながったと考えられる。

第三に、ICTを活用して観察・実験の画像や動画を収集・提示することで、結果を総合的に判断したり多くの情報の中から課題解決のために必要な結果を精選したりする機会をつくり出すことができ、「比較」「多面的に考える」といった理科の考え方や共通性と多様性といった理科の見方につながる学習を進めることができた。「実験結果の考察」の場面では、実験結果の画像や動画などを共有し、情報を総合して判断することで、植物の体の中で水の通り道はどのようにつながっているのかを捉えさせることができた。クラウド型ホワイトボードの活用では、根・茎・葉の各部分の切り口から水の通り道を多面的に考察して、植物の体全体に複数の水の通り道があることや通る場所の特徴を導き出した班は8班中6班であった。一方で、今回行ったタブレット端末で児童一人一人が実験結果一覧の画像を確かめる活動だけでは、植物の多様性・共通性に気付かせるこ

とが十分ではなかった。各班の実験結果の一覧比較では、植物の茎の横断面から違いや共通点に自身で気付いた児童は半数にとどまった。児童一人一人が画像を操作してグループ分けしたり、特徴を言葉でまとめたりする活動を取り入れていく必要がある。

第四に、ICT活用に関する児童アンケートの結果から、ICTの有用性について児童自身も理解したうえで学習に生かしていることが分かった(表3)。

表3 児童が感じる理科におけるタブレット端末活用のよさ

11月22日実施, N=31, 複数回答可	人数
観察・実験の記録を振り返ることができる	14名
写真を見比べることができる	7名
気付いたことを写真に書き込むことができる	4名
友達の考えをすぐに見ることができる	2名
離れていても意見交換ができる	2名
その他 例：実際の実験の写真や動画を使ってまとめることができる	7名

特に、観察・実験結果の画像や動画を再確認したり共有したりする中で、「比較」や「多面的に考える」といった理科の考え方の活用を促すことができた。実践では、「植物の体のはたらき」で色水の吸水実験を録画して振り返ることで、各班が調べた植物の全てが、茎の下部から葉の先に向けて徐々に色で染まっていく様子から、植物の体全体に吸い上げた水が運ばれていることを確認することができた。これまでは教師が提示することで気付くことが多かった事象について、児童の主体的な気付きや新たな課題発見を促すことができた。

4 おわりに

(1) 研究の成果

児童が理科の見方・考え方を働かせるためには、ICTを使い、ねらいとする見方・考え方に合わせて課題に関連する自然事象や生活経験などの画像・動画を提示していくことが有効であると分かった。自然事象や生活経験などの視覚的な情報があることで、それと関連付けた科学的な根拠を提示して、予想や検証計画の立案などに生かすことができる。特に、動画を活用することで連続性や時間的・空間的な視点を児童に意識させ、自然事象と科学的な根拠を結び付けることができる。ICTの活用が「根拠のある予想や仮説を発想する」「解決の方法を発想する」ための手立てとなると言える。

また、ICTの活用によって、単位時間の限られた中で大量の情報を扱うことができ、学習過程において、「比較」「多面的に考える」などの理科の考え方の活用を児童に促すことができると分かった。ICTを活用して観察・実験結果を記録することで、複数班の記録を即時的に共有すること、大量の情報

の中から課題の解決に必要な情報を精選すること、複数の記録を総合的に考察して課題に対して科学的なまとめを導くことができた。視覚化された根拠を基に、因果関係や再現性を確かにした科学的なまとめにつながられた。ICTを活用して多様な情報を扱うことで、「より妥当な考えをつくりだす」機会を意図的に設定できることが分かった。

(2) 今後の課題

理科の見方・考え方を働かせるためには、画像や動画の提示の仕方が重要である。植物の水の通り道の多様性・共通性に気付かせるためには、各班の実験結果一覧を提示するだけでは十分ではなかった。さらに、小学校の学習においては、ICTを活用した班活動の場面で、教師側からの形式の提示が必要な場合があると感じた。特に、クラウド型ホワイトボードアプリの使用では、全員が編集作業に取り組み、思考の整理が進まない場合があった。進行、編集者などの分担を決めて、活動のどこに重きを置くのかを児童と確認して進め、理科の見方・考え方を働かせる機会を設定していかなければならない。

また、児童に効果的な学習の手段としてICT活用の有用性を更に実感させることが必要である。児童がまだ操作に慣れていないことやその利便性を理解して使用していなかったため、理科の見方・考え方を生かして問題解決を図るというねらいからそれてしまうことがあった。年間を通してICTの活用を続けたことで、「記録を残し、スロー再生で確認するために動画を撮りたい」「すぐに他の班の結果と比べるためにICTを使いたい」「画像に書き込みをして気付いたことを整理したい」という目的に合わせて使用する道具として認識されるようになってきた。引き続き、学習課題を解決するための情報活用能力を継続的・計画的に育成していく必要がある。

【参考文献】

- 1) 文部科学省：「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編」, 2017
- 2) 文部科学省：「教育の情報化に関する手引き―追補版―」, 2020, p.1

【図表等の許諾について】

図1、図2は児童が使用したワークシートとクラウド型ホワイトボードの一部である。図3は児童が記録した実験結果を教師が一覧にしたものである。図4は実践前と実践後の児童アンケートの結果をまとめたものである。表1は児童の予想をまとめたものである。表2、表3は実践後に行った児童の評価結果と児童アンケートの結果をまとめたものの一部である。研究の目的にのみ使用することとし、児童の保護者及び所属校の校長からの使用許諾を得た。