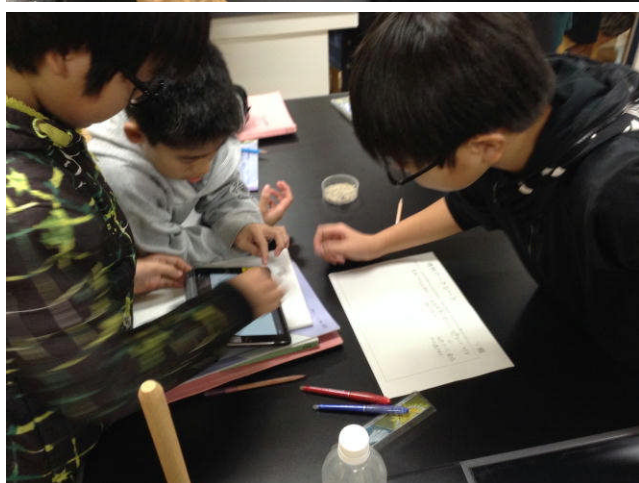
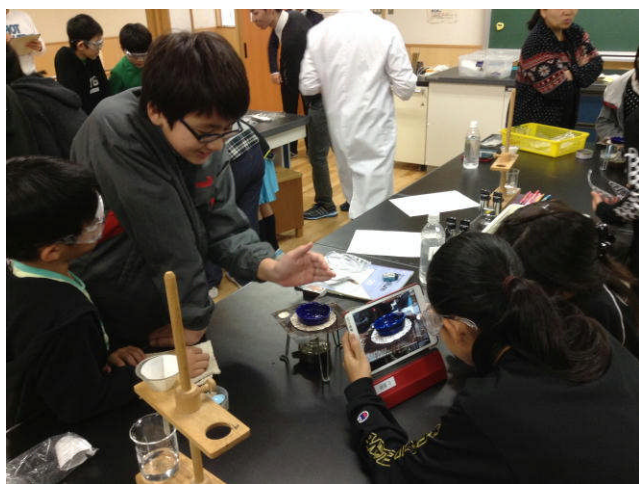


(小学校 理科)

言語活動の充実による科学的思考力・表現力の育成

— ICT機器を用いた問題解決学習を通して —



浦添市立浦添小学校

横井 孝弘

目 次

I	テーマ設定理由	23
II	目指す子ども像	24
III	研究の目標	24
IV	研究仮説	24
1	基本仮説	24
2	作業仮説	24
V	研究構想図	24
VI	研究内容	25
1	ICT 機器を活用した学習指導について	25
2	問題解決学習の過程での ICT を活用した授業構成について	26
3	タブレットを活用した実践事例について	30
VII	授業実践	31
1	単元名	31
2	単元の目標	31
3	単元について	31
4	単元の評価規準	32
5	内容の関連と系統	32
6	指導と評価の計画	33
7	本時の学習	34
VIII	研究の考察	36
1	作業仮説（1）の検証	36
2	作業仮説（2）の検証	39
3	本研究を通して	42
IX	研究の成果と課題	43
1	成果	43
2	課題	43
	おわりに	44
	主な参考・引用文献	44

言語活動の充実による科学的思考力・表現力の育成

— ICT 機器を用いた問題解決学習を通して —

浦添市立浦添小学校 横井孝弘

【要 約】

本研究は、理科学習の問題解決学習のそれぞれの過程において ICT 機器を適切に活用することで、自分自身や他者の考えを可視化しながら学び合いを行い、その活動を通して児童の科学的思考力・表現力を高める要素の一つである言語活動の能力を育成するために試みたものである。

キーワード □言語活動 □可視化 □イメージ図 □タブレット活用 □問題解決学習

I テーマ設定理由

知識基盤社会の到来や、グローバル化の進展など急速に社会が変化する中、次代を担う子ども達には、幅広い知識と柔軟な思考力に基づいて判断することや、他者と切磋琢磨しつつ異なる文化や歴史に立脚する人々との共存を図ることなど、変化に対応する能力や資質が一層求められている。しかし、近年の国内外の学力調査の結果などから、我が国の子ども達は思考力・表現力に課題があるとされている。そのことを受け、学習指導要領においては、思考力・表現力を育成するため、基礎的・基本的な知識技能の育成とともに、論理や思考などの基盤である言語活動の充実を重要視している。

理科の学習においては、教科の特性を生かし、問題解決の活動を行う中で、観察や実験の結果を図や表にまとめ、それを説明したり、子ども達同士で議論したりする活動を積み重ねていくことで言語活動が充実し、科学的思考力・表現力が育成されると考える。

しかし、これまでの私の授業実践をふり返ると、予想や考察の場面において、結論を発表することにとどまってしまい、どうしてその結論に至ったのかをうまく説明できない児童や、お互いの考えを交流させる場面で、一部の児童のみの交流になってしまい、話し合いにうまく参加できない児童の姿が見られた。これらのことは、児童の事前アンケート結果にも表れている。例えば、「理科の授業は楽しいか」のように、

児童の関心意欲を問う質問項目や「進んで実験を行っているか」のような実験に関する質問項目においては、概ね 90 %以上が「よくできている・できている」と回答しているのに対して、「予想や考察を友達に説明したりして学習を進めているか」や「みんなの前で発表するのは楽しいか」といったような、考察や話し合いに関する質問項目では、60 ~ 70 %程度にとどまっていることがアンケート結果から示された。その要因として時間的制約がある中、十分に考えをまとめさせる時間や手立てを保障できなかったことや、発表者が考察の際に表現した図・表やイメージを、即座に他の児童へ提示させる方策がなく、児童によっては発表者の考えを十分に理解できないために交流が難しかったことが挙げられる。

理科における言語活動は、言葉のみならず、記号や数式、イメージ図やグラフなど多種多様に関連づけながら、複雑に展開されるものである。自分が考えたイメージをしっかりと言語化し、それらを基にして児童相互が交流を行っていくことで初めて言語活動が深まると考える。

そこで、本研究では、問題解決の過程の中や、話し合いの場面で ICT 機器の「タブレット端末」及び「電子黒板」を効果的に活用し、自分自身の考えを明確にし、お互いの考えを可視化しながら比較検討できる手立てを工夫することで、言語活動が充実することが期待され、科学的思考力・表現力が育成できるであろうと考え、本テーマを設定した。

II 目指す子ども像

言語活動による相互交流を通して自他の考えを明確にし、科学的思考力・表現力を深めることができる児童

III 研究の目標

科学的思考力・表現力を育成するために、問題解決学習の過程の中での ICT 機器の効果的な活用法や、言語活動の場面で、お互いの考えを可視化する手立てとして、ICT 機器を活用した表現方法について具体的に研究する。

IV 研究仮説

1 基本仮説

問題解決の過程の中で、効果的に ICT 機器を活用したり、考察でお互いの考えの根拠

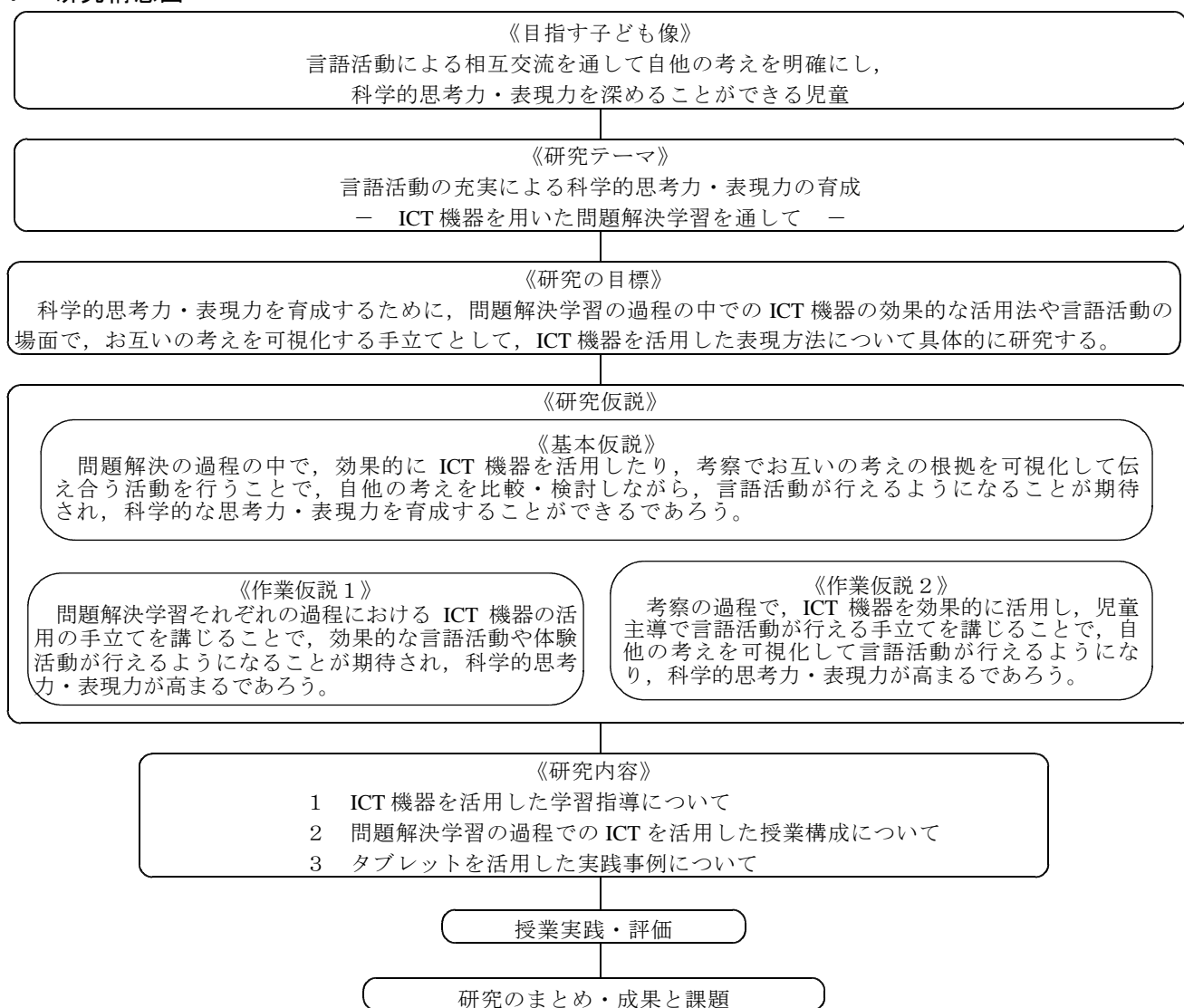
を可視化して伝え合う活動を行うことで、自他の考えを比較・検討しながら、言語活動が行えるようになることが期待され、科学的な思考力・表現力を育成することができるであろう。

2 作業仮説

(1) 問題解決学習それぞれの過程における ICT 機器の活用の手立てを講じる事で、効果的な言語活動や体験活動が行えるようになることが期待され、科学的思考力・表現力が高まるであろう。

(2) 考察の過程で、ICT 機器を効果的に活用し、児童主導で言語活動が行える手立てを講じることで、自他の考えを可視化して言語活動が行えるようになり、科学的思考力・表現力が高まるであろう。

V 研究構想図



VI 研究内容

1 ICT 機器を活用した学習について

(1) ICT 教育とは

ICT とは、Information for Communication Technology（情報通信技術）の略である。本研究においては、パソコンやタブレット（付随するアプリケーションソフト）、電子黒板・実物投影機・DVD 動画などの情報端末を授業の中で活用し、児童の興味関心を高め、基礎的・基本的な知識技能を習得させ、これらを活用して課題解決のための思考力・表現力を身につけさせる活動として定義する。

(2) ICT 教育の現状について

学習指導要領に、「各教科等の指導にあたっては、児童がコンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段に慣れ親しみ（後略）」と情報教育の推進についての文言が盛り込まれて 7 年が経過しているが、その間 ICT を活用した教育活動については、機器の導入に伴い、新しい教材や取り組みが開発されるなど、日々進化し続けている。「文科省学びのイノベーション事業実践報告書」によると、ICT 機器を導入した実証校から、例えば、「画像や動画を活用した分かりやすい授業により、興味関心を高め学習意欲が向上した」「児童生徒の学習の習熟度に応じたデジタル教材を活用し、知識理解の定着を図ることができた」「電子黒板等を用いて発表や話し合いを行うことにより、思考力や表現力が向上した」など様々な成果があったことが示されている。一方で留意点として、「デジタル教科書・教材等を提示するだけでなく、観察実験等の体験的な学習が必要がある」「ICT を活用して発音や対話の方法を学習するだけでなく、対面でのコミュニケーション活動を合わせて行うことが必要がある」などについても示され、これらのことは、ICT 活用における今後の課題であると捉えられる。

また、赤堀侃司（2012）によると、全く同様の学習課題をそれぞれ、紙媒体、パソコン、タブレット端末の 3 つのグループに分けて学習をさせた後に、全く同じテストに取り組みさせた結果、表 1 のように、例えば選択問題、記述式問題などと言ったような問題の傾向によって結果に有意な差があったとしている。

表 1 学習媒体の違いによるテスト結果（赤堀2012）

	選択式 問題	記述式 問題	基礎的 問題	応用 問題	知識 問題	理解 問題
iPad	△	◎	△	◎	△	◎
PC	○	△	○	△	◎	△
紙媒体	◎	○	◎	○	◎	◎

この結果から、赤堀は、紙媒体で学習することは、教材内容を忠実に記憶したり理解したりすることに優れているとした一方で、タブレット端末で学習することは自分で考えたり判断したりする力、つまり活用力を身につけることに有効であると述べている。また、同じ ICT 機器であるにも関わらず、パソコンとタブレットでは、テスト結果に違いが出ていることも指摘している。

(3) タブレット端末の特徴について

パソコンと比較すると、学校教育にタブレットが導入されて比較的歴史が浅い。また、同じ ICT 機器であるにもかかわらず、パソコンとタブレットでは、活用の仕方で異なる点も多い。そこで、現在、浦添市で導入されている iPad に着目し、タブレットの特徴をまとめる。

① 機動性

重さが約 300 g で小学校低学年児童でも楽に持ち運ぶ事ができる。そのため、理科の学習においては、屋外で、ICT 機器を活用した観察や実験活動を容易に行うことができる。また、ノートパソコンと比較し、バッテリーの持ちがよく、長時間の学習に対応している。

② ディスプレイ

デジタルカメラのディスプレイが 2.7 から 3 インチに対して、およそ 8 インチのディスプレイがある。そのため、4、5 人程度であれば、容易に全員がディスプレイを見ること

ができるため、グループ学習では全員で画面を確認しながら学習を進めることができる。

③多様性

授業の中での電子黒板の利用法については、主に一斉指導の場面で電子教科書や、統計資料・写真・動画等の教育素材を提示する際に用いられており、限定的に使用されることが多いが、iPadにおいては、使用するソフトや使用する人数により、教材提示のみならず、調べ学習や話し合い活動、ドリル学習等いろいろな活用法が考えられる。

④ 操作性

1～数本の指でディスプレイをなぞる操作で、見る場所を変えたり、拡大や縮小など多様な操作を行うことができる。また、ソフトを活用することにより、線や図を書き込んだり、音を出したりする等、多様な操作を行うことができる。そのため、画面上の伝えたいことを拡大したり、線で囲んで強調して伝えたりすることができる。また、赤堀（2015）は、発表者が発表する際に無意識に身振りが加わることで円滑に発表ができた、話を聞くときに無意識に線を引ながら話を聞くことで、理解度が増すこと（このことを「イメージスキーマ」という）にも言及し、例えば発表の際に、iPadを操作しながら発表することで、発表が円滑にできたり、筋道を立てて発表ができる可能性を示唆している。

これらのことから、理科学習において ICT 機器を使用する際は、学習活動や教材の特性に応じて、どの ICT 機器のどの機能を使うと効果的かを十分吟味して活用する必要があるだろう。また、例えば本来はノートを使用した方が学習効果が上がる場面であるにも関わらず、ICT 機器を使うといったように、ICT の活用自体が目的化してしまい、目指す目標を見失うようなことがあってはならず、目標を達成するうえで、思考力・表現力が発揮される問題解決の場面をデザインし、その解決の手段として ICT を活用してい

くことが重要であると考えられる。

2 問題解決学習の過程での ICT を活用した授業構成について

(1) 科学的思考力・表現力と問題解決学習及び言語活動の関連について

森本信也(2009)によると、科学的思考力・表現力を小学校理科に即して考えると、子どもが既存の知識・技能・体験等に基づき問題解決することを通して育成されると考えられ、端的に述べると、理科学習において子どもに問題解決の過程をじっくり体験させることが、科学的思考力・表現力を高めることにつながると述べている。また村山哲哉(2014)は、問題解決学習の過程を「自然事象への働きかけ」→「問題の把握・設定」→「予想・仮説の設定」→「検証計画の立案」→「観察実験の実施」→「結果の処理」→「考察の展開」→「結論の導出」と8つのステップでとらえ、その過程の中で、言語活動と、体験活動が交互に折り重なって構築されていく必要があると述べている。また、村山は問題解決を行う上での課題として、「結果から考察して、結論を導出することが苦手であること」「言語活動を重視するあまり観察実験等の体験活動が疎かになり、言語活動と体験活動のバランスを欠いていること」の2点を指摘している。

これらのことから、児童の科学的思考力・表現力を高めるためには、問題解決のそれぞれの過程をしっかりと押さえ、児童に問題解決の能力を確実に身につけさせる手立てを講じること、そして、特に考察の過程では、限られた時間で効果的に言語活動が展開される必要があると考える。そこで、ここでは問題解決の過程における ICT 機器の活用のあり方、及び考察の場面での ICT 機器を活用した言語活動について研究を行う。

(2) 問題解決学習における ICT 機器の活用

「学びのイノベーション」及びその他の先行研究を参考にして、ICT 機器の多様な機能

をどのように活用して教育効果を挙げているかを整理して以下の4つの類型に分類を試みた(表2)。

表2 ICT機器の授業活用分類

① 画像撮影機能活用型 教師や児童が写真や動画を撮影して、活用する。
② インターネット・SNS活用型 学習中にインターネットやSNSを活用する。
③ 資料活用型 事前にインターネット等で準備した統計資料・自作・DVD等の動画資料などを活用する方法。
④ アプリケーション活用型 タブレットのアプリケーションソフトを活用する方法である。ソフトの種類は多岐にわたっているため、以下に示した通りさらに細分化を試みた。
ア ドリル学習 イ 図鑑や事典 ウ プレゼンテーション エ 協働学習ソフト オ 文章作成・統計 カ デジタル教科書 キ 自作ソフト

本校の理科室には、電子黒板及びそれに接

続するパソコン(ソフトとして電子教科書及びOffice関連ソフト・インターネットが常備されている)また、DVDについてはパソコンを用いて利用することができる。また、タブレットについてはiPadが学校に10台配備されており、およそ3~4人に1台割り当てることが可能である。AppleTVも学校に配備されておりiPadの画面をミラーリングして電子黒板に映し出すことも可能である。そこで、村山が提唱する問題解決の過程において、本校のICT機器の考えられる活用法を検討し、表3のようにまとめた。指導を行うにあたっては、毎時間の学習で表に示したすべての過程でICT機器を用いるのではなく、毎時間の指導計画の中で、ICT活用の計画も検討し、学習のどの場面でICT機器を活用するのが効果的かを十分に検討して、指導を行うものとする。

表3 想定し得るICT活用の例(村山の提唱する問題解決の過程を参考に作成)

	問題解決の過程	類型	活動例
体験活動	自然事象への働きかけ ↓	①	・体験活動の場면을写真や動画で撮影し、問題把握・設定の場面で体験を想起させる資料とする。
		②③ ④ーウ	・実体験が行えない自然事象(地層や川の様子・天体の様子)を電子黒板やタブレットで提示し、仮想に自然事象と触れる場を持たせる。
言語活動	問題の把握・設定 ↓	④ーウ	・問題を提示する際に電子黒板で問題を提示し、その中から学習課題を考えさせる。
	予想仮説の設定 ↓	④ーエ	・予想した考えをタブレットの協働ソフトを用いてグループで協働学習を行ない、見通しを持って観察や実験を行うようにする。
	検証計画の立案 ↓	①③ ④ーカ	・実験器具の操作をiPadで撮影し、電子黒板で提示し説明する。 ・上記の手立てを事前に資料として作成したり電子教科書のコンテンツを活用し提示する。
体験活動	観察実験の実施 ↓	①	・観察や実験の際、実験対象を撮影し、結果を整理する際の参考とする。必要に応じて顕微鏡と組み合わせて使用したりする。
		②③ ④ーイカ	・観察実験が難しい場合に、実験のシミュレーションやモデリングを行ったり、調べ学習を行う。
	結果の処理 ↓	④ーウオ	・プレゼンソフトや統計ソフトを用いて結果を表やグラフに整理する。
言語活動	考察の展開 ↓	①④ーウ	・撮影した実験動画を確認しながら考察を行ったり、電子黒板で提示しながら自分の考えを説明する。
		④ーエ	・協働学習ソフトを使い、グループ内や学級内でお互いの考えを可視化しながら意見を伝え合う。
	結論の導出	④ーウ	・学習のまとめをキーワードを使って書く際にプレゼンソフトを用いて提示する。

(3) ICT 機器を活用した考察の場面の言語活動について

村山(2014)は、考察で言語活動を充実させるために、結果を表やグラフで処理することと共に、それらを活用し、考えたり説明したりする学習活動がグループや学級全体の話し合いの中で行われることの重要性を述べている。

また、中川一史(2014)は、話し合いを進めるにあたっては、表面的な話し合い活動で終わらないように、グループの児童が論点を明確にして話し合いを進めること（からみ）と話し合いを通して自分の考えが揺さぶられること（ゆらぎ）が必要であると述べている。つまり、話し合いの場面において、積極的に「からみ」や「ゆらぎ」がおこるような手立てを工夫すれば、児童の考察における言語活動が充実すると考える。中川は、話し合いの中で、「からみ」や「ゆらぎ」が起こるような支援のあり方を図1のように整理し、教師の支援と可視化ツールとしての ICT 活用による2つの側面から児童に支援を行う必要があると述べている。

以上のことから、まず、児童一人一人がしっかりと実験結果を考察し、可視化して表現することができるようになること、次にその可視化したデータを基にして教師の手立てや ICT 機器の活用により児童に「からみ」「ゆらぎ」が

起こるような話し合い活動ができるようになること、また、これらが限られた時間でできるようになる手立てを講じる必要があると考えた。そこで、以下の3点の取り組みを行った。

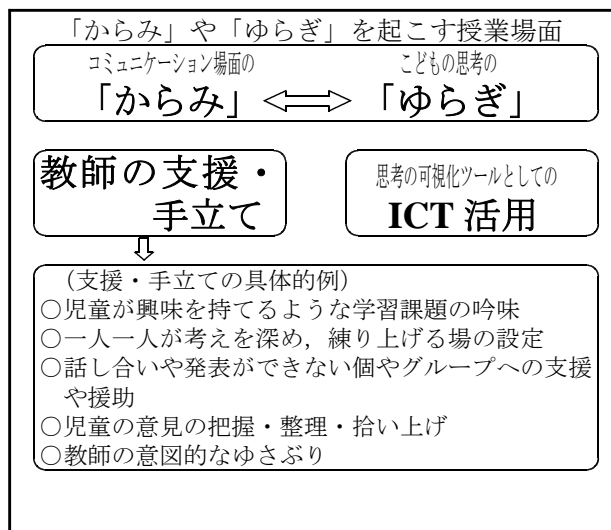


図1 協働的な学びの成立 中川一史(2014)

① 可視化を促す教室掲示の工夫

理科の学習における可視化の方法は、「実物を見せる」「写真を見せる」「絵で表現する」「ことばつなぎで表現する」「表やグラフで表現する」「イメージ図で表現する」などといった方法が考えられる。そこで、可視化の方法についての掲示資料を作成し、教室掲示を行うことで考察の過程で自分の考えを、常に可視化して処理することを意識づける手立てとした(図2)。

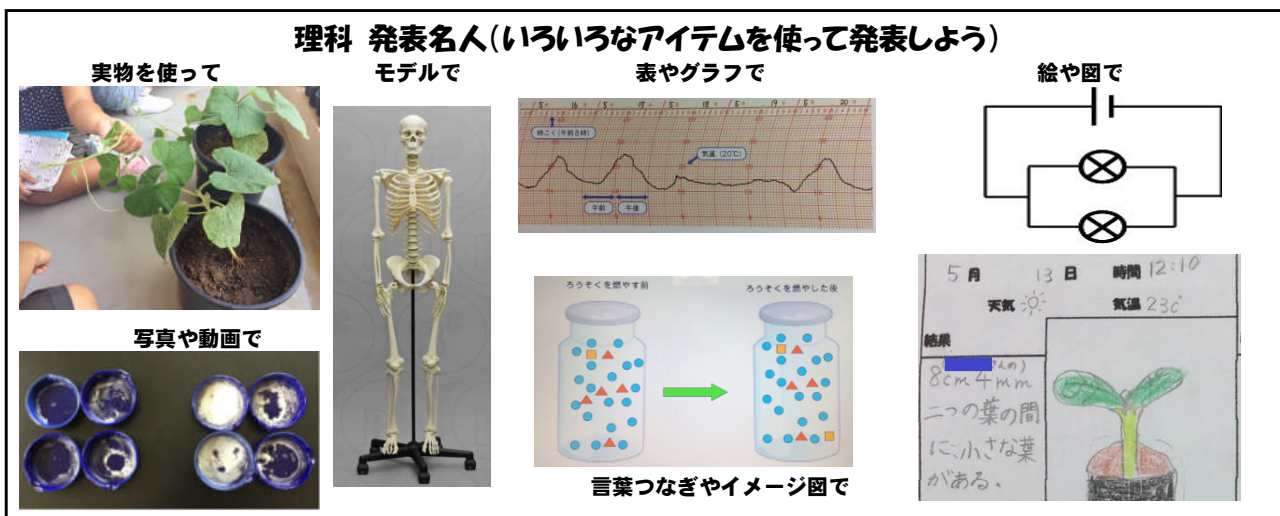


図2 可視化を促すための教室掲示資料

表4 グループ学習のてびき

理科実験 グループ学習のてびき	
①役割分担を確認する。 司会係 実験係 記録係1 記録係2 (注意) ○毎回、同じ人が同じ係にならないようにする。 ○休んでいる人がいたりして人数が少ないグループは、司会が記録係を手伝う。	
②実験を始める。 司会「これから○○を調べる実験を始めます」 (注意) ○観察や実験は全員で観察する。 ○実験係が中心で実験器具の操作を行いますが、手助けが必要なときは実験係が指示をします。また、同じ実験操作を何度も繰り返す場合は、先生の指示や相談をして交代して実験を進めます。 ○実験結果の記録は記録係が中心に行いますが、できるだけ他の人も記録します。	
③(実験が終わったら)全員が結果を記録する。 司会「記録係の()さん 結果の報告をお願いします。 記録係1「○○の時は○○になりました...」 (注意) ○記録係以外の友達は結果を聞いて自分の記録と同じか確認しながら聞く ○書けなかったところは、記録係の発表を聞きながら書く。	
④考察を書く。司会「みんなで考察を書きます」	(考察の書き方のポイント)自分が発表することを考えながら書きましょう!! ①めあてに対する答えになっているかを考えて書く。 ②どのアイテムを使って説明するかを考えて必要であれば図なども書く。 書き方のパターン (実験の内容) (実験の結果) (考察) 「○○したら、○○になった。だから○○ということが分かった。(考えられる)」
⑤グループの中で考察を発表する。司会「発表をします。○○さんからお願いします。」 (注意) ○全員で発表する。もし、発表が苦手な友達がいたらグループの友達で助け合う。 ○友達を発表を聞くときは、自分の考えと同じところと違うところに気をつけて聞く。	(発表の仕方) (実験の結果) (考察) 私は実験結果を○○を使って考えました。すると○○なので、○○ということが分かりました。
⑥グループの結果をまとめる 司会「グループの考えをまとめます。」 (みんなの考えが同じ時)「私たちのグループは実験で○○ということがわかりました。」 (意見が分かれた時)「私たちのグループは○○という考えと○○という考えが出ています。意見はありませんか」 ※本当に2つの考えが実験結果から言えるのかみんなで考えてみる。 もし、どちらかが成り立っていなかったら→グループの意見を一つにまとめます。 もし、どちらも成り立つ場合は→そのグループの2つの考えを発表し、学級で話し合います。	
⑦学級で発表する。 記録係がロイロノートに結果を書いて(写して)送信する。(アイテムも一緒に送信する)そして、⑥でまとめたことを分かりやすく発表する。	

② 児童主導の学びの指導

考察の過程を、学習形態でとらえると、個人→グループ→学級全体の順で展開される。これらの活動は、問題解決の過程の一つであり、限られた時間で展開されなければならない。そこで、児童一人一人が、実験及び考察の手順を理解した上で児童主導で問題解決を進めていく必要があると考える。そこで、表4のように、実験結果の分析から考察までのグループ学習のてびきを作成し、構造的な学びの指導を行うことで、児童主導で学びが行えるように支援を行う。

③ アプリーション「ロイロノート」を用いた学習指導

タブレット用協働学習のアプリケーションの一つに「ロイロノート」がある。浦添市内の小中学校に配備されているすべてのiPadに導入されており、たくさんの教育効果を挙げている。

特に優れていると考える機能を以下に示す。

ア 操作が簡潔

動画、写真、手書きでかいた絵や文字などのデータ、インターネットで調べた地図や資料が、アプリ画面にカードとして表示され、それらを指でなぞるだけでカードとカードが

つながりプレゼン資料が作成できるため、児童は授業中の活動の中で、観察実験の結果を記録した動画・画像・書き込み等を元にして即座にプレゼン資料を作成することが可能である。

イ 画像に絵や文字を書き込める。

話し合いの場面で画像に書き込んでお互いの考えを可視化したり、発表の際に強調したい所を確認して話し合うことができる。また、実験結果を記録する表などを画像として準備しておけば、それらに書き込みを行う事も可能である。

ウ 双方向の学びができる。

ロイロノート上のカードを教師と児童のタブレットで双方向に発信できるため、教師から教材を即座に発信したり、児童が仮説や考察の過程で話し合い、可視化したデータを教師が回収し全体での比較検討へつなげることが可能である。

ロイロノートの機能を活用し、お互いの考えを可視化することで、「からみ」「ゆらぎ」のある話し合いを ICT 機器活用の視点から支援できると考える。

3 タブレットを活用した実践事例について

タブレットを活用することで、児童の問題解決学習が効果的になると考えられる実践事例を以下に示す。

(1) 5学年「魚の誕生」における実践

【学習の内容】

メダカを観察し、メダカの雌雄では、体の特徴に違いがあることを学習する。

【タブレットを活用した手立て】

仮説検証の場面で、ソフト「ロイロノート」を活用する手立てが考えられる。ひれを消したメダカの絵を児童機へ送信し、足りないひれを描かせて電子黒板に提示し、比較



検討を行うことで観察の場面で「ひれ」に視点をあてて観察ができるように支援を行う。



(2) 4学年「月と星」

【学習の内容】

星の学習の導入で自然事象への働きかけを行う。

【タブレットを活用した手立て】

自然事象の働きかけの場面でソフト「星座表」を用いて活動を行う。このソフトは、iPadにある位置情報機能を活用し地球上の星空の様子を仮想で観察することができる。iPadを動かすことで、観察している星空も実際の方位や高度に基づいてスクロールしながら観察ができるので、興味関心をもって活動できるとともに、実際に星空を観察した際に、どの場所にもどの星座があるのかを予想して観察することができる。



(3) 3学年～6学年「動物や植物の観察」

【学習の内容】

昆虫や植物の活動の様子を観察し、体のつくりや活動の様子などを調べる。

【タブレットを活用した手立て】

観察や実験の場面で「ロイロノート」を活用する。ロイロノートの特徴としてwi-fi環境があれば教師用と児童用のiPadでデータの双方向のやりとりが可能である。これは、沢岨小学校の呉屋正樹教諭が実践していた方法であるが、児童は屋外で観察して撮影し



た資料を用いて屋外でプレゼンテーションを作成し、その場から教室の教師用iPadにデータを送信する作業を行っていた。教諭は、全グループのデータを教室で整理し、児童の発表の準備を行うことができていた。そのため、児童が教室に戻ってくると同時に児童がプレゼンテーションを行うことができた。また、教師用iPadから児童用iPadに「教室にもどりましょう」といったメッセージを送ることもできるため、教室外などあらゆる場面においての、双方向の学びが行える可能性を感じた。

第5学年 理科学習指導案

平成28年1月13日 3・4校時

5年1組 32名

指導者 横井孝弘

1 単元名

もののとけかた

2 単元の目標

物の溶ける量を水の量や温度などの条件に目を向けながら調べたり、物を水に溶かしたときの全体の重さを調べたりする活動を通して、物が水に溶けるときの規則性についての考えを持つことができるようにするとともに、物が水に溶ける現象に興味関心をもって計画的に追求する能力を育てる。

3 単元について

(1) 教材観

本単元は、学習指導要領理科5学年の内容「A 物質・エネルギー (1)物を水に溶かし、水の温度や量による溶け方の違いを調べ、物の溶け方の規則性についての考えを持つことができるようにする」にあたるものである。

第5学年では、自然の事物・現象をそれに関わる条件に目を向けたり、量的変化や時間的変化に着目したりして調べ、問題を見だし、その問題を計画的に追究する活動を通して、自然の事物・現象の規則性についての見方や考え方を養うことがねらいである。そこで、単元の展開にあたっては、食塩やミョウバンなどの物質を水に溶かし、水の温度や量の条件を変えて物が水に溶ける量を調べ、これらの物質が溶ける量には限度があることや、水の温度や量、溶ける物の種類が変わると物の溶ける量が変わることをとらえるようにする。また、物を溶かす前の水と物の重さの和と、溶かした後の全体の重さを比較し、物が水に溶けても全体の重さは変わらないことを定量的にとらえるようにする。これらの活動を通して、物が水に溶ける時の規則性についての見方や考え方を持つようにすると共に、物が水に溶ける現象に興味関心を持ち、それらの規則性を見通しを持って追究する能力を育てることができると考える。

ここでは、物の溶け方について興味関心を持って追求する活動を通して、物が水に溶ける規則性について条件を制御して調べる能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、物の溶け方の規則性について科学的な見方や考え方を持つようにすることがねらいである。

(2) 児童観

① 単元との関わりから

児童は今まで、日常的に砂糖や食塩などを溶かしたり、溶けている物にふれる体験を数多く行っている。その活動の中で、「溶かすときはかき混ぜるとよく溶ける」とか「海には塩が溶けている」といったことは体感しているであろう。しかし、「溶ける」事象が身近であるが故に、いざその概念を考えさせると小麦粉やみそが水と混ざり合うことも溶けると考えていたり、水溶する「溶ける」と融解する「溶ける」を混同してとらえていたりといったように自分の経験から「溶ける」認識を作り上げているようである。したがって、観察実験などを児童の日常生活での事象と関連づけることにより、身近な事象としての「溶ける」ということを改めて科学的にとらえさせ、物が溶ける概念をしっかりと身につけさせるために本単元を設定した。

② 本研究との関わりから

事前にアンケート調査を行った結果、「理科の学習は楽しいですか」や「実験をするのは楽しいですか」といったような関心意欲を問う質問項目については、100%に近い水準で楽しいと答えている反面、「理科の実験結果を工夫してまとめていますか」「実験の結果からじっくり

と考えて学習を進めていますか」といったように、思考力・表現力を問う質問項目についてはあてはまると回答した児童の水準が、60 %程にとどまり、苦手意識を持っている児童が多いことが示されている。学習中の児童の様子を観察すると、予想の場面で話し合ったり、グループで協力して実験を行うことについては活発に行うことができているが、結果や考察の場面になると、自分の考えを伝えるのが苦手な児童がいたり、考えを発表するだけにとどまり、お互いの意見に「ずれ」があってもそこから話し合いに発展しない場面を見受けることがあったため、手立てを講じる必要がある。

③ ICT活用の視点から

事前アンケートの結果から、90 %以上の児童がパソコンを使った授業は楽しいと答えたり、家庭においても60 %の児童がiPadやスマートフォンなどの情報端末を用いて学習するなど、これまでの経験からICT機器を活用して学習を行う素地があることが示されている。なお、授業実践において主として活用する協働学習アプリケーション「ロイロノート」は、今回初めて使用するソフトであるため、操作法の指導を十分に先行学習に活用する。

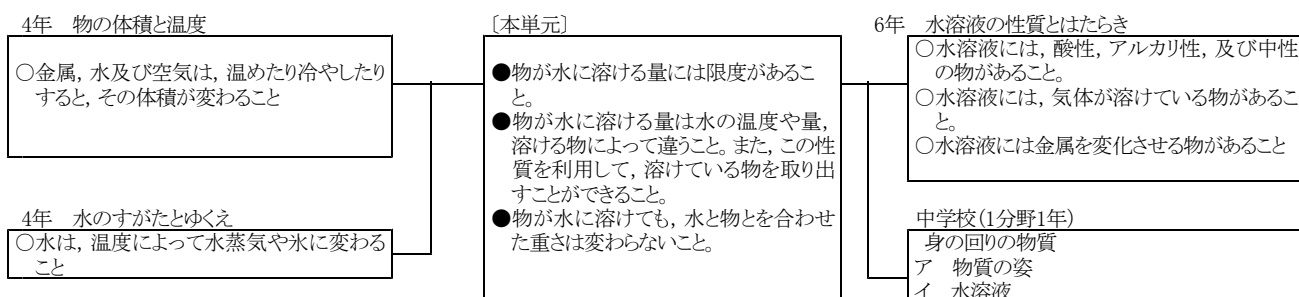
(3) 指導観

指導にあたっては、単元導入において様々な方法で食塩が水溶する様子を観察させたり、イメージ図で表す活動を通して、水溶の現象に対する興味関心を持たせるとともに、水溶した食塩が水の中でどのように変化しているのか学習に対する見通しを持たせたい。また、今単元は、様々な実験を通して物の溶け方の規則性を捉えていく。そこで、ICT機器を活用し、実験器具の使い方を動画等で分かりやすく提示し、実験の技能を確実に身につけさせるとともに、考察の場面においては、タブレットの協働学習ソフト等を活用し、お互いの考えを可視化し、自他の考えの共通点や相違点を明確にしながら積極的に話し合い、理解を深めるような手だてを行う。また、今単元においての実験は、それぞれ「水溶しても、重さは変わらない(質量保存)」「水溶する量は、物質によって決まっている」「溶媒の温度を変えると、水溶する量が変わる」など実験の視点は異なっているが、溶け方の規則性を捉えるという点では、これらの実験は密接に関わり合っている。そこで、それぞれの実験を単発のものとして捉えるのではなく、必要に応じて実験の結果をタブレット等に記録し、次時の実験の考察の際にも提示して活用するなど単元を貫く指導を行う。

4 単元の評価規準

自然事象についての関心・意欲・態度	科学的な思考表現	観察実験の技能	自然事象についての知識理解
①物を水に溶かし、物が溶ける量や水の量と温度を変えたときの現象に興味関心を持ち、自ら物の溶け方の規則性を調べようとしている。 ②物が水に溶けるときの規則性を適用し、身の回りの現象を見直そうとしている。	①物の溶け方や溶けた物の行方について予想や仮説を持ち、条件に着目して実験を計画し表現している。 ②物が溶ける量を、水の温度や水の量と関係づけて考察し、自分の考えを表現している。	①物の溶け方の違いを調べる工夫をし、ろ過器具や加熱器具等を適切に操作し、安全で計画的に実験をしている。 ②物の溶け方の規則性を調べ、その過程や結果を定量的に記録している。	①物が水に溶ける量には限度があることを理解している。 ②物が水に溶ける量は水の量や温度、溶ける物によって違うことや、この性質を利用して、溶けている物を取り出すことができることを理解している。 ③物が水に溶けても、水と物を合わせた重さは変わらない事を理解している。

5 内容の関連と系統



6 指導と評価の計画(14時間)

時	学習のねらい	評価規準 〈評価の方法〉	ICT 活用計画
(単元導入)物が溶けるとはどういうことなのか			
1 ・ 2	食塩などが水に溶けるときの様子を観察し、比較したり、イメージ図に表し、水溶の定義を考えることができる。	【関・意①】物が水に溶けたときの現象に興味関心を持ち、物の溶け方の規則性を調べようとしている。 〈行動観察・ノート〉	問題把握設定④-ウ (ロイロ機能・パワーポイント) 考察④-エ (ロイロ協働学習)
【目標に到達できない児童への手立て】 食塩をとかしてみて水に溶けると透き通って見えることや溶け残りがでることに気づかせる。			
(1次)水に溶けた物はどこに行くのか。			
3 ・ 4	水に溶けた物の重さはどうなるのだろうか。	【思・表①】水に溶けた食塩などのゆくえや、水に溶けた後の水溶液の重さがどうなるかを考え表現している。〈行動観察・発表・ノート〉 【知・理①】物が水に溶けると、水と物とを合わせた重さは溶かす前後で変わらないことを理解している。〈ノート・記録分析〉	問題把握設定④-ウ (ロイロプレゼン機能) 考察④-エ
【目標に到達できない児童への手立て】 ・食塩を水に溶かしたときの様子を観察したり、イメージ図に表したことを想起させ、ゆくえや重さなどを考えさせる問いかけを行う。 ・食塩の重さが残っていることから、水溶液中に食塩が存在していることを説明する。			
(2次)物が水に溶ける量には、きまりがあるのか			
5 ・ 6	物が水に溶ける量には、限りがあるのだろうか。	【思・表①】物が水に溶ける量について予想や仮説を持ち、条件に着目して実験を計画し表現している。(発表・記録分析) 【技能】物の溶け方の違いを調べる工夫をし、電子天秤やメスシリンダーを適切に操作し、計画的に実験をしている。〈行動観察〉	問題把握④-エ 検証計画の立案④ 考察④-エ
【目標に到達できない児童への手立て】 ・物が水に溶けると、溶かした物は水の中に存在していることを説明する。 ・電子天秤やメスシリンダーの操作方法を確認する。			
7 ・ 8 ・ 9	水の量を変えずに、とけ残った物を溶かすことができるのだろうか。	【知・理②】物が水に溶ける量には、限度があることを理解している。〈ノート・テスト〉 【技能】電子天秤やメスシリンダーなどで水の量を変えて物が溶ける量を調べ、その過程や結果を定量的に記録している。(行動観察・ノート) 【思・表②】物が溶ける量を、水の温度や水の量と関係づけて考察し、自分の考えを表現している。(行動観察・発表・記録分析) 【知・理③】ミョウバンや食塩が水に溶ける量は、水の量や温度によって決まっていて、ミョウバンと食塩で溶ける量の変化が違うことを理解している。(ノート・テスト)	問題の把握④-ウ 検証計画の立案④-カ 結果の処理④-ウエ 考察④-エ
【目標に到達できない児童への手立て】 ・決まった水の量に物を何g入れると溶け残りが出たかを調べさせる。 ・溶け残りの判断の仕方を理解させる。 ・実験結果をグラフに表し、水の量や温度による溶けた量の変化を読み取らせる。 ・ミョウバンは温度が上がるとよく溶けるが、食塩は温度が上がっても溶ける量が変わらないことなどを記録から確認させる。			
(3次)溶かした物を取り出すにはどうしたらよいか			
10 ・ 11 ・ 12	出てきた粒を取り除いた水溶液から、ミョウバンや食塩は取り出せるのだろうか。	【技能】溶けている物を取り出す方法を工夫し、ろ過器具や加熱器具などを適切に操作し、安全で計画的に実験をしている。〈行動観察〉 【知・理】水溶液の性質を利用してミョウバンや食塩を水溶液から取り出すことができると理解している。〈ノート・テスト〉	問題把握④-ウ (ロイロ プレゼン機能) 仮説検証④ (動画撮影機能) 考察④-ウ (ロイロ プレゼン機能)

<p>【目標に到達できない児童への手立て】</p> <ul style="list-style-type: none"> ろ過や加熱器具の使い方を確認する。 ミョウバンや食塩をたくさん溶かすにはどうすればよいかを思い出させて、その逆の操作をすることで溶けた物を取り出せることに気づかせる。 				
13 ・ 14 本時	(学習のまとめ) ・砂と食塩が混ざった物から食塩だけを取り出すにはどうしたらよいか。	A基準 【技能】 見通しを持ち、適切な実験方法を選んで正しく操作し、食塩を取り出すことができる。 【思・表】 これまでの学習を想起し、食塩やホウ酸の性質と関連づけながら、砂と食塩が混じった物から食塩を取り出す方法を考えたり、伝えたりすることができる。(ノート・発表)	B基準 【技能】 適切な実験方法を選んで、正しく操作し、食塩を取り出すことができる。 【思・表】 これまでの学習を想起し、砂と食塩の混じった物から食塩を取り出す方法を考えたり、伝えたりすることができる。(ノート・発表)	問題把握④ーウ (ロイロ プレゼン機能) 仮説検証④ーエ (ロイロ 協働機能) 考察④ーウ (ロイロ プレゼン機能)
	<p>【目標に到達できない児童への手立て】</p> <p>水に溶けたミョウバンはろ過されないが、溶け残りのミョウバンはろ過される体験を想起させ、水溶した食塩と、水溶しない砂とを関連づけて考えさせる。</p>			

※ICT活用計画については、本研究との関連で以下のようにICT機能の活用の仕方により分類している。	
① 画像撮影機能活用型	教師や児童が写真や動画を撮影して、授業に活用する。
② インターネット・SNS活用型	授業中にインターネットやSNS及び電子メール機能を活用する。
③ 資料活用型	事前にインターネット等で準備した統計資料・自作・DVD等の動画資料などを活用する方法。
④ アプリケーション活用型	(ア)ドリル学習ソフト (イ)図鑑や事典などのソフト (ウ)プレゼンテーションソフト (エ)協働学習ソフト (オ)文章作成・統計ソフト (カ)デジタル教科書のコンテンツ (キ)自作ソフト

7 本時の学習

(1) 目標

- ① これまでの学習と関連づけながら、砂と食塩の混じった物から食塩を取り出すために、適切な実験方法を考えたり、その考えを表現したりすることができる。(思・表)
- ② 適切な実験方法を選び、正しい実験器具の操作で実験を行うことができる。(技能)

(2) 本時の授業の工夫

仮説や考察の言語活動の場面で iPad のアプリケーションソフト「ロイロノート」を活用し、教師と児童や児童相互など、場面に応じて、学習形態を意識した相互交流のあり方を工夫し、適切にお互いの考えを可視化する手立てを講じることで、自己の科学的思考力・表現力を深めさせる。

(3) 準備

【実験器具】 ビーカー ガラス棒 漏斗 ろ紙 漏斗台 葉さじ アルコールランプ 三脚
金網 蒸発皿 保護めがね

【実験材料】 水 (ペットボトル) 食塩 砂

【ICT 機器】 iPad (児童用 9 台 教師用 1 台) 電子黒板

(4) 展開

	主な学習活動	指導上の留意点 ◆ ICT 活用	評価
導入 15分	1. これまでの学習を振り返る。 ・水溶液の定義 ・水溶しても質量はかわらない。 ・物が溶ける量には限りがある。	・これまでの実験を iPad で撮影しておき、学習を想起できるようにする。 ◆これまでの実験の様子や結果を提示する。	

	<p>・水の量を増やしたり温度を高くすると、溶ける量が増えること。また、その性質を利用して溶けた物を取り出すことができること。</p> <p>2. 学習課題を提示し本時のめあてを確認する。</p> <p>砂と食塩が混じった物から食塩を取り出すにはどうしたらよいか。</p>	<p>・問題提示の仕方を工夫し、児童に興味関心を持たせ、児童にめあてを考えさせる。</p> <p>◆電子黒板を用いて、問題や資料を提示する。</p>	
展開 15分	<p>3. 学習の流れを確認する。</p> <p>・グループごとに食塩を取り出す方法を考え、教師に許可をもらってから実験を開始する。</p> <p>・実験の様子を写真で撮影し、後でプレゼンを作成して発表することを確認する。</p> <p>4. 予想をたてる。(方法を考える)</p> <p>※必要に応じて、実験を行う前に休憩をさせる。</p>	<p>◆電子黒板を用いて、問題や資料を提示する。</p> <p>・実験の方法は教師からは提示せず児童達に考えさせるため、予想の段階で一般化はしないが、安全面については留意させる。</p> <p>・考えることができない児童やグループには、ヒントカードを提示し考えさせる。</p> <p>◆ロイロノートを活用して協働学習を行わせる。必要に応じてヒントカードを送信する。</p>	<p>【思・表】</p> <p>これまでの学習を想起し、砂と食塩の混ざった物から食塩を取り出す方法を考えることができる。</p> <p>(ワークシート・発表)</p> <p>【技能】</p> <p>適切な実験方法を選んで、正しく操作し、食塩を取り出すことができる。〈行動観察〉</p>
	<p>ヒントカードの内容</p> <p>①食塩と砂を水と混ぜると、それぞれどうなるかな？</p> <p>②ろ過をすると水に溶けているミョウバンと溶けていないミョウバンはそれぞれどうなったかな？</p>		
30分	<p>5. 実験を行う。</p> <p>・グループごとに役割分担を確認して実験を進める。</p> <p>・実験結果をノートに記録したり、iPad で撮影しながら記録する。</p> <p>6. 結果を整理し考察する。</p>	<p>・実験の途中で予想と違う方法を考えた場合も、理由を考えさせた上で認め実験させる。</p> <p>・取り出し方を考えるのが目標であるため食塩を少しでも取り出せたら良い事とする。</p> <p>◆実験の手順をカメラで記録し、考察の際の参考にさせる。</p> <p>◆実験の際に撮影した画像を用いて、プレゼンテーションを作成し、発表の準備をさせる。</p>	
15分	<p>7. 結果を発表し全体で考察を行う。</p> <p>(予想される反応)</p> <p>・水に溶かすと砂は溶けないが、食塩は溶ける。</p> <p>・ろ過によって砂をこすことができる。</p> <p>・こした水は食塩水なので水を蒸発させると取り出すことができる。</p>	<p>・はじめに、グループごとに実験結果を発表させ、比較検討を行う。</p> <p>・それぞれの実験操作を行った意図を児童に確認し、考えを深めさせる。</p>	<p>【思・表】</p> <p>既習事項と関連づけて、食塩の取り出し方をまとめ、表現することができる。</p> <p>(発表・ノート)</p>
まとめ 15分	<p>8. 本時の授業のまとめを行う。</p> <p>・砂と食塩が混じった物から食塩を取り出すためには、水に溶かして、ろ過を行い、砂を取り除き、残った食塩水を蒸発させて取り出すことができる。</p>		

(板書計画)

<p>もののとけかた</p> <p>めあて 砂と食塩が混じった物から、食塩を取り出すにはどうしたらよいか</p>	<p>予想 方法</p> <p>※ 本時はグループ活動を重視するため板書は行わない。</p>
<p>結果</p> <p>・はじめに砂と食塩を水に溶かす。</p> <p>・次に、ろ過をする。</p> <p>・ろ過した水溶液をじょう発させて取り出す。</p>	<p>考察 なぜ、水に溶かしてろ過をするのか？</p> <p>砂は、水に溶けないが、食塩は水に溶ける。これをろ過すると、砂をこし取って食塩水にできる</p> <p>まとめ 食塩を取り出すためには、水に溶かしてろ過をして、食塩水をじょう発させればよい。</p>

VIII 研究の考察

1 作業仮説1の検証

問題解決学習それぞれの過程における ICT 機器の活用の手立てを講じることで、効果的な言語活動や体験活動が行えるようになることが期待され、科学的思考力・表現力が高まるであろう。

仮説1の手だてとして表2に示した問題解決の過程それぞれの ICT 活用の例をもとにして以下の5つの実践を行った。

- (1) 導入におけるフラッシュ型教材の活用
- (2) 課題把握における電子黒板の活用
- (3) 仮説設定における ICT 機器の活用
- (4) 検証計画の過程での実験方法の説明
- (5) 実験場面でのタブレットによる実験記録

それぞれの具体的手だて及び結果・考察を述べる。

(1) 導入におけるフラッシュ型教材の活用

① 手だて

導入で実験器具をフラッシュ的に電子黒板に提示し、名称を言わせる(図3)。

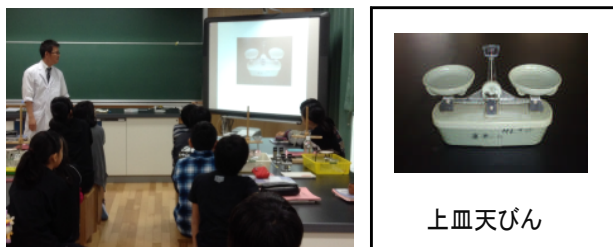


図3 導入の様子及びフラッシュ教材の例

② 結果

児童に画像の中から、10問抽出してその名称を答えるテストを実施した(図4)。

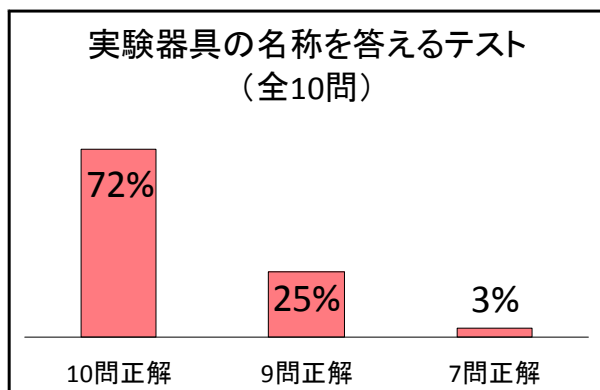


図4 実験器具の名称を答えるテスト結果

その結果どの児童も高い正答率で回答することができている。

③ 考察

ICT 機器を用いたフラッシュ式の学習については、例えば、天体の学習では星座のフラッシュ式教材、自然に関わる学習では、昆虫(チョウの名称など)のフラッシュ教材といったように単元と関連を持たせた素材を用いて継続的に取り組んでいる。

本単元では、理科の基礎的事項である実験器具の名称について学習した。結果から、ほとんどの児童が実験器具の名称を覚えることができていることが分かる。ちなみに、平成27年度に実施した全国学力テストで出題された「メスシリンダー」の名称を答える問題については、全国平均 70.7% に対し 32人中 31人(97%)が正答できていた。授業の導入として、毎時間3分程度で実施しているものであるが、効果的な方策であると考えられる。

(2) 課題把握における電子黒板の活用

① 手だて

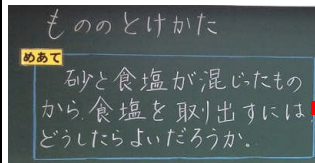
電子黒板に問題を提示し、学習課題を考え発表させ、課題把握を行う(図5)。

(1) 電子黒板で問題提示を行う

問題

旅人が、砂漠の王様に食塩を届けている途中で、間違っって食塩を落としてしまい、砂と食塩が混ざってしまいました。みなさんの力でいい方法を考えてください。

(2) 課題を考える



(3) 課題を把握する



図5 問題提示から課題把握の流れ

② 結果

理科の授業に関するアンケートによる児童の意識調査を見ると、「タブレットを使うと問題把握や課題の設定がしやすいか」という問題の把握設定に関する設問に対し、93%の児童が肯定的に回答している(図6)。

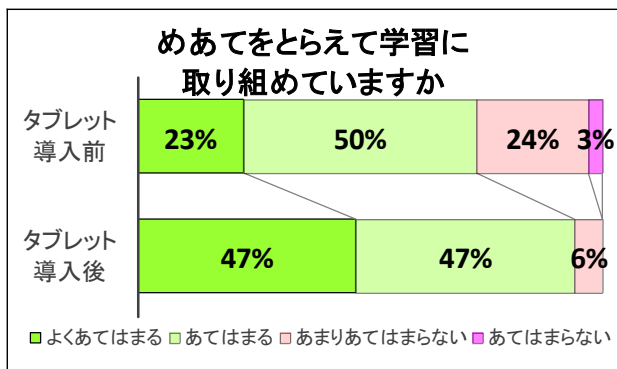


図6 タブレット活用に関する意識調査①

③ 考察

意識調査の結果から、児童がタブレットや電子黒板等に問題を提示して、問題把握をすることを概ね肯定的に捉えていることが示された。

これまでは問題提示においては、問題の内容をしっかりと理解させた上でめあてを考えさせたいという視点から、黒板に板書してノートに書かせたりしていたが、タブレットや電子黒板に提示することでフィードバックが早くなり、子ども達の集中力が持続することと、電子黒板の機能を生かし、問題文以外に図7のように問題に関する補助資料を即座に提示できたことで課題把握がしやすくなったと考察する。



図7 図5で提示した問題に関する補助資料

(3) 仮説設定における ICT 機器の活用

① 手だて

ロイロノートを用いて協働学習を行い、見通しを持って観察実験を行わせる(図8)。



図8 仮説設定の場面の様子

② 結果

理科の授業に関するアンケートによる児童の意識調査を見ると、「タブレットを活用して話し合いをすると、予想が分かりやすくなったか」という予想仮説に関する設問に対し、全ての児童が肯定的に回答している(図9)。

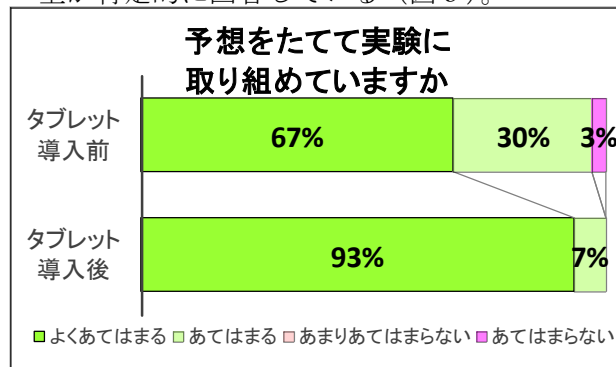


図9 タブレット活用に関する意識調査②

③ 考察

仮説を話し合う際に、これまではノートに書いた自分の予想を発表しあうことにとどまっていたが、ロイロノートを活用したことで、タブレットを見たり、操作したりしながらお互いの考えを可視化して話し合う場面が見られるようになった。また、それに伴って児童が記録するノートやワークシートについても、自分の考えが他の児童に伝えやすいように絵や図を使って描く児童が増えてきている(図10)。しかし、ロイロノートに複雑な図や絵などを描かせると時間がかかってしまったり、ノートやワークシ

ートを撮影して電子黒板に送信すると、文字や絵の線が細すぎて、全体で確認しづらい場面があった。そこで、タブレットだけでなくホワイトボードを併用することで、より効果的に可視化しながら話し合える手だてを講じる必要があったことが課題として挙げられる。

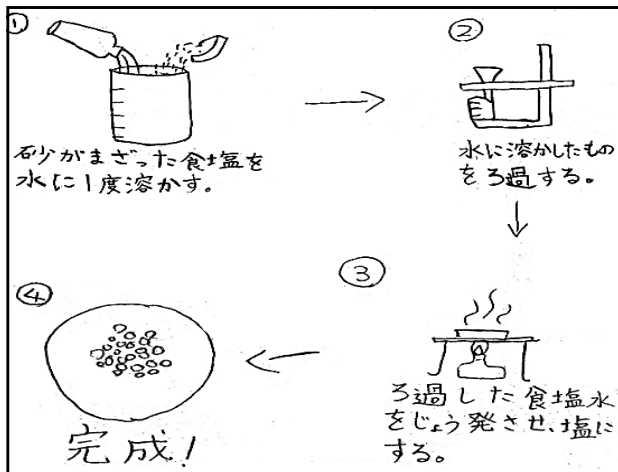


図10 児童のノート(予想の場面)

(4) 検証計画の過程での実験方法の説明

① 手だて

実験の方法を予め動画で撮影し、電子黒板に提示して実験の方法を説明した(図 11)。

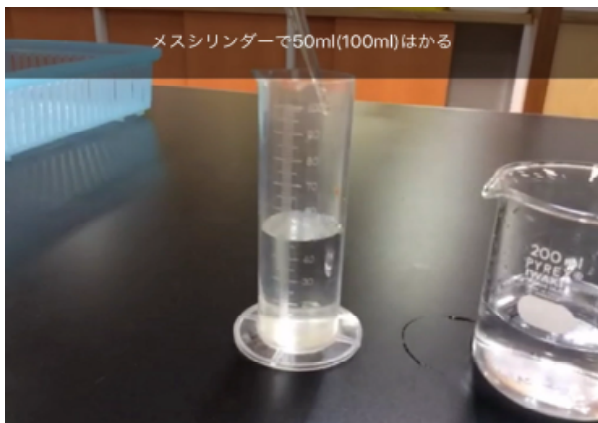


図11 実験の方法の説明

② 結果

単元を終えた後の授業感想を児童に、自由記述の形式で記載させたところ「実験の方法を動画で見せるのは分かりやすかった」と記述している児童が数名いた。また、授業の記録画像の中から、各グループのろ過の様子を図 12 に示したが、どのグループも正しく実験器具を操作することができていた。



図12 各グループのろ過の様子

③ 考察

本単元において過去の授業実践を振り返ると実験操作を間違えやすい「溶解」や「ろ過」「蒸発乾固」の実験については、教師が直接実験器具を操作しながら、実験の方法を説明していた。その結果、説明がおろそかになってしまい、途中で実験を止めさせて、再度説明を行う必要が生じて、実験の時間が予定よりも長引いてしまったり、誤った結果が出てしまい分析や考察がうまくいかない場面があったことが反省として挙げられる。本研究で講じた手だてにより、教師は動画を提示しながら説明に専念し、実験の際に注意するポイントを明確に伝えることができたことで、実験の方法がイメージしやすくなったと考えられる。

(5) 実験場面でのタブレットによる実験記録

① 手だて

実験の様子を iPad で撮影し、ロイロノートでプレゼンテーションを作成し、結果の発表を行う(図 13)。

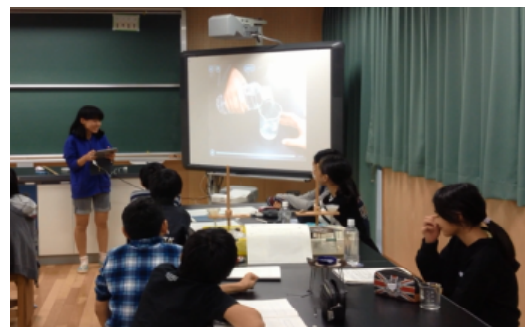


図13 プレゼンテーションの様子

② 結果

理科の授業に関するアンケートによる児童の意識調査を見ると図 14 のように、ほぼ 100 % の水準でタブレットを活用することで、発表がしやすくなったり発表が聞きやすくなると肯定的に回答している。

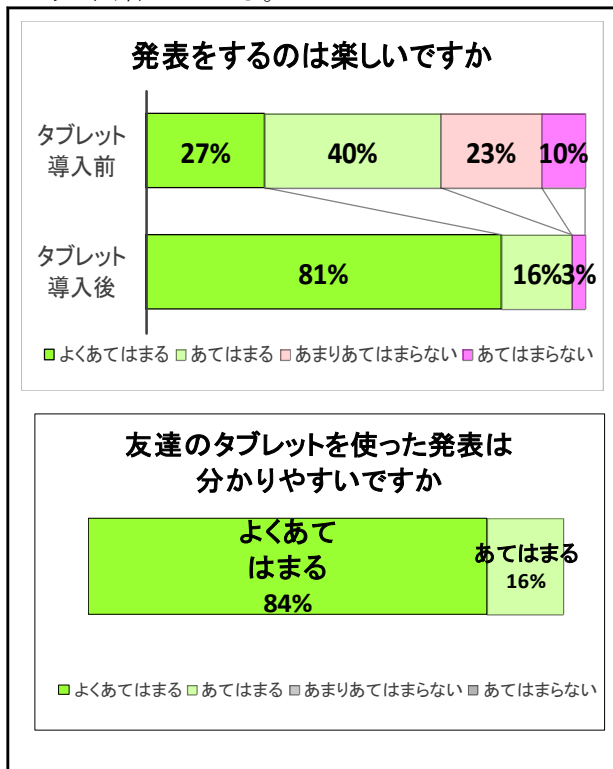


図14 タブレット活用に関する意識調査③

③ 考察

以前は、児童が発表を行う際は、ノートを見ながら発表を行うことが多く、ややもすると時間をかけて発表内容のシナリオを書いて準備を行う児童の姿が見られた。ロイロノートを使うことで、自分の話したいことを順序立てて画像に整理し、自分の発表の内容に即したプレゼンテーションを作成できるため、単元の後半では、原稿を見ずにスライドの画像を見ながら発表することができるようになった。また、ロイロノートを活用して間もない頃は、撮影した写真を全てつなげてプレゼンテーションを作成しようとしている児童が多く見られたが、使い方になれるに従って、写真を選んでプレゼンテーションを作成したり、実験の様子を撮影する回数が減っていく傾向が見られた(図 15)。これは、プレゼンテーション作成の経験を重ねていくこ

とで、実験の様子を説明するポイントが分かり、説明する内容を考えながら、自分の説明に必要な場面だけを選んで撮影していることが予想され、思考力や表現力が高まっていると考えられる。

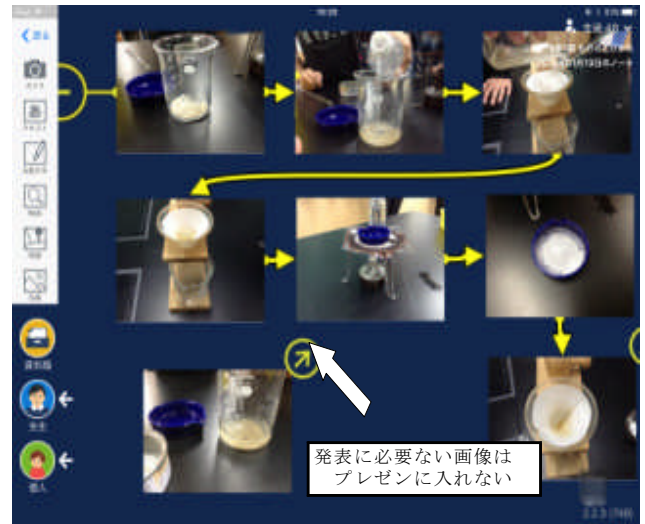


図15 児童が作成したプレゼン資料(第13時)

2 作業仮説2の検証

考察の過程で、ICT 機器を効果的に活用し、児童主導で言語活動が行える手立てを講じることで、自他の考えを可視化して言語活動が行えるようになり、科学的思考力・表現力が高まるであろう。

(1) ロイロノートを活用した指導

① 手だて

考察の過程で、ロイロノートの機能を活用し、お互いの考えを可視化させ、話し合いの支援を行った。

② 結果

第2時の比較検討の場面での取り組みである。図 16 は、水溶した食塩が水の中でのどのような状態になっているを話し合わせるために、ロイロノートを活用した事例である。教師用 iPad で、水の入ったビーカークのイラストを児童機に送信し、それにイメージ図を描かせて、教師用 iPad に送信させ、AppleTV を用いて電子黒板に並べて提示させた。問題を提示してから、およそ5分後には、全グループからイメージ図が送信され、電子黒板に提示することができ

た。この資料を用いて、考察の過程で学級全体で比較検討を行うことができた。

1 グ ル ー プ		※上の黒丸は溶かす前の食塩をイメージしている。 ○大きさを換え、もとの数より4個減らして表している。
5 グ ル ー プ		○溶けた食塩のイメージを白に変えて表している。
6 グ ル ー プ		○水色に変え、粒の大きさを小さくして表している。
7 グ ル ー プ		○白に変え、粒の大きさを小さくして表している。
9 グ ル ー プ		○粒の大きさを換えて表し、若干底の方に多く書き込んでい

図16 イメージを可視化した資料抜粋(第2時)

また、比較検討を行った際に児童は様々な考えを發表していた。そこで、授業記録をもとにしてそれらを表5に整理してまとめた。なお、実際の授業記録ではお互い児童名で呼び合っていたが、図16のイメージ図と表5は対応しているため、表5においては児童名をグループと表記して比較しやすくしている。

表5 比較検討の過程での比較検討の様子
(授業記録を参考にして作成した)

(～前略)
S1:5と7グループはどうして色を白に変えたんですか。
S2:食塩が水に溶けて見えなくなったから色を変えました。
S3:私たち(6グループ)も同じ理由で黒から水色に変えました。
T:(5グループ)で色を変えたのは納得したけど、とってもたくさんかきこんでいるね。
S4:そこまで考えていませんでしたが、全体に食塩が広がっているという感じにしました。
S5:ぼくたち(6グループ)は、たくさんかいたけど、食塩が小さくなって見えなくなっているからその分たくさんかきました。だから、多くなってるけど量は変わってないと思う。
T:7・9グループも6グループと同じ理由ですか。
S6:はい。
T:あと、1グループは粒の大きさを変えていて面白いね。なんか理由ある?
S7:食塩は水にとけて見えなくなっているけど、粒の大きさにちがいが出ていると考えました。だから、大きいのは重いので下に沈んでいると思います。あと、とけたら小さくなってその分食塩の量は少なくなると思うので4個減らしました。
S8:私たち(9グループ)も、下の方が少し多いと思います。だから、下の方に少し多めに溶けた食塩を書きました。
(～後略)

③ 考察

これらの授業記録から、教師と児童及び児童相互のやりとりの中で、イメージ図を活用しお互いのグループの考えを可視化できたことにより「溶ける」という現象を、粒子の形や大きさや、重さや色など様々な視点から話し合い、思考の深まりを見取ることができた。

また、比較検討を行ったことにより、児童から引き出した学習課題を表6にまとめる。

表6 第2時の実践後の単元の学習課題

【児童から出された学習課題】	
ア	食塩は水に溶けた後、下に沈むのか。全体に広がるのか。 →(水溶液の定義の学習につながる)
イ	食塩は水に溶けた後、重さが変わるのか。 →(質量保存の学習につながる)
ウ	食塩は水に溶けた後、粒の大きさはどうなっているのか。 →(ろ過の学習につながる)

これらの疑問は単元全体で学習する内容に関わるものであり、導入の疑問から単元を貫く指導へと発展させることができた。また、このことは、児童のノートの記事にも表れている(図17)。過去の実践では、質量保存の実験の予想の際に、溶ける前と溶けた後で食塩の重さが変わるかどうかを予想させたときに「軽くなる」「変わらない」と予想するにとどまり、根拠が曖昧な児童が多かったが、本実践では、全児童が前時の実験結果を振り返り、水に溶けた食塩のイメージ図を参考に根拠を明確にして予想することができている。また、本研究では可視化の方法としてロイロノートを用いたが、児童からのフィードバックが速く、必要に応じて9グループのデータを並べて比較したり、2グループのデータを取り出して比較することができた。このことは、考察までの時間短縮を図り、考察に十分に時間をかけることができることにもつながっている。以上のことから、ロイロノートを活用して、考察で実験結果を可視化しながら言語活動を行うことは、児童の思考力・表現力を高めるために有効であると捉える。

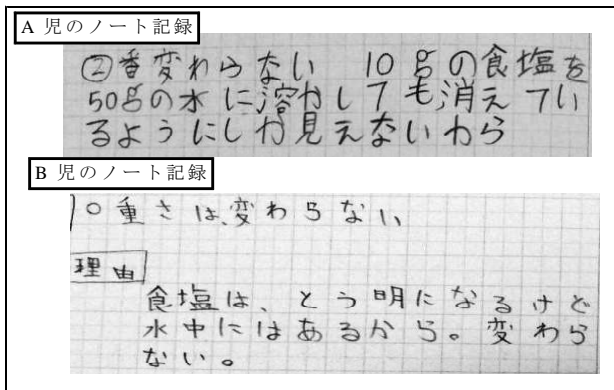


図17 児童の仮説のノート記述

(2) 児童主導の学びの指導

① 手だて

児童一人一人が、実験及び考察の手順を理解した上で問題解決学習ができるように、実験結果の分析から考察までの手順を作成するとともに、掲示資料を工夫し毎時間役割分担を明確にし児童主導で学びが行えるように支援を行った(図18)。

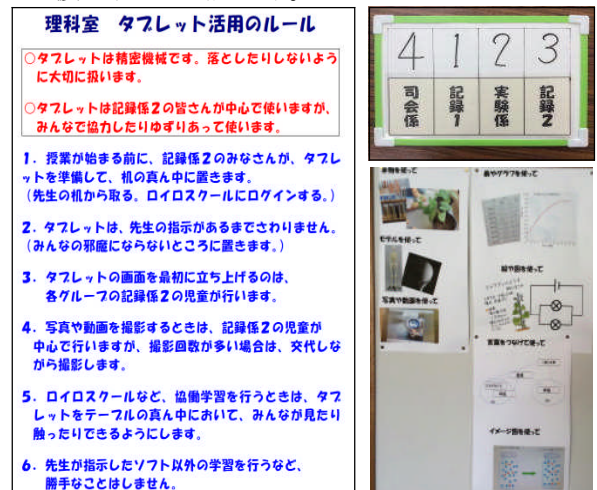


図18 実践で用いた掲示資料

② 結果

理科の授業に関するアンケートによる児童の意識調査を見ると、図19のように検証授業後において、自分の考えを友達に説明して学習を進める児童が増えていることが示された。

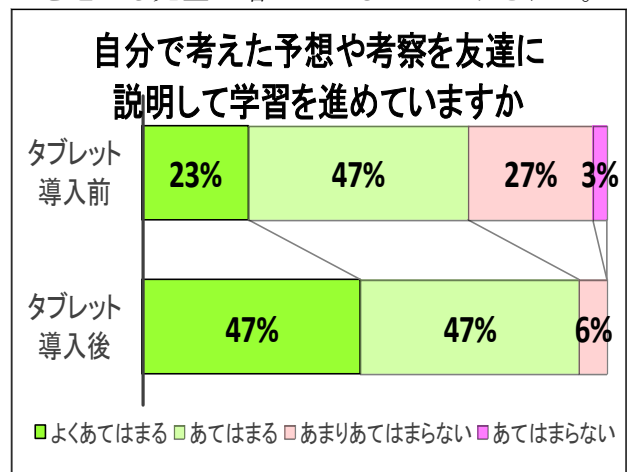


図19 タブレット活用に関する意識調査④

また、本単元の前半で、まだタブレットを使用していない段階と、後半のタブレットを使用している段階のそれぞれの実験の場面のグループ活動の様子について授業記録をもとにして分析を行った(図20)。




	画像	実験の様子
導入前	① 	一人が実験操作を行う際に、残りの児童は、遠巻きに実験の様子を見ている。
タブレット導入後	② 	役割分担がなされている。必要に応じて、実験係の手伝いを行っている。
	③ 	3人のグループは、司会とノート記録を兼ねている。

図20 実験の様子の変容

③ 考察

図 19 で示したアンケートの意識調査によると、児童は検証前と比較して、自分の考えを友達に伝えることができるようになったとしている。その要因の一つとして毎時間グループで役割を明確にして実験を進めたことにあると考えられる。図 20 の実験の様子を考察すると、役割分担が明確でない時期の図 20 -①では、実験する児童とそれを傍観する児童に分かれているが、20 -②③の様子をみると、それぞれ自分の役割をこなしながら協力して実験に取り組んでいるように見受けられる。また、司会を中心に、予想や結果の確認など、必ずグループの中で全員が発表する機会を設定したことや、表 3 の実験の手引きに記載した発表の型を参考にして、徐々に抵抗なく自分の考えをグループ内で発表できるようになった。また、これらの効

果は児童のノートにも表れており、実践前と比較すると、結果をもとにしてそれを根拠に自分の考えを書ける児童が増えた。(図 21)。しかし、本研究では ICT の活用を研究の主体とおいたことで、一部の児童においては、まだ目標とするノートのまとめ方に達していない。今後の課題とする。

○ C児のノート記録の変容12/3→12/17

・下にたま、てる。
・見えなくな、たけと大きさは変わりない。
・こ水で小さくなった。
・こ水でも量は変わらない。

↓

食塩・ミョウバンは、水の体積の半分以下の分しはとけない。だから水がとける量は、決まりがあると考えられる。

最初は、考察の内容が結果と変わらなかったが、結果を根拠として自分の考えが書けるようになっていく。

○ D児のノート記録の変容12/9→12/24

水に食塩を溶かし、溶かす前と溶かした後では重さは変わらなかった。なので、ものを溶かしても、重さは変わらないということが分かった。

↓

食塩は、水でもよくとけるが、水の温度を上げてとけやすさ、水でとけやすさときとあまり変わらなかった。でも、ミョウバンは、水ではよくとけないけれど、水の温度を上げると、とける量が4倍以上になった。よ、て、とけやすさのよ、て、とける量の変化にはちがひがあると言える。

結果の分析の仕方がきめ細かくなり、考察においては、それを一般化して考察を深めることができている。

図21 児童のノート記録

3 本研究を通して

本研究では、科学的思考力・表現力を深めることができる児童を目指す児童像として、主に ICT 機器活用の側面から研究を進めてきた。実践事後の児童アンケートの自由記述に ICT 機器利用に関する回答があったので、表 7 に整理して紹介する。

表7 実践事後の児童アンケート記述から

【関心意欲態度の視点から】

- 今までよりもっと楽しかった。
- iPadは他の教科の学習で使わないので楽しかった。
- 友達といろいろ考えて楽しかった。

【知識理解の視点から】

- 自分たちの考えがよく分かる。
- iPadを使うと、分かりやすく説明もしやすかった。

【実験の技能の視点から】

- 先生が動画等で実験をしているのをみんなに見せるのはとてもいいことだと思った。

【思考表現の視点から】

- iPadを使って交流しながらやったので他の人やグループの意見なども聞けて良かった。
- 発表がしやすかったし、他のグループが気づかないことを、写真を使って説明できてうれしかった。
- 写真に文字が書けるので説明がしやすい。

【児童同士の関わりの視点から】

- 一人一人がiPadを使うことで思いやりが出てくるから仲良くなれた。
- iPadを使って友達と一緒に予想や答えを考えることができた。
- 先生がiPadで問題を送ってみんなで問題を解くことができて楽しかった(よかった)。

本研究において教師がねらいとした思考表現に関わる回答も数多くあったことから、タブレットが考察において児童相互で考えを話し合ったり練りあうための補助教具として効果的であることを再認識できた。また、それに加えタブレットの使い方を工夫したり、小さい画面をグループで協力しながら活用することで児童の興味関心を引き出したり、児童同士を良好な関係にするといった二次的な効果も期待されることが分かった。

過去の実践において、特に考察の場面においては進んで発表する児童が限られており、それが課題であったのだが、単元の最後の授業において、全グループの代表が自ら進んでタブレットを活用し、その場で話す内容を考えながら発表を行っていたことに児童の成長を感じた。

そのような中で私の実践に関して、文科省派遣アドバイザーとして浦添市立教育研究所へお越し下さった山本朋弘氏より、考察の過程においては児童が発表した内容から話し合いの「ゆらぎ」が生まれるような教材の選定や工夫を行った方がよいという助言をいただいた。本単元の実践を振り返ると、例えば図16のイメージ図を活用した実

践においては、各グループから様々な考えが出されたために意見交流が活発になり、比較検討を通して児童一人一人の考えを深めることができた。しかし実践によっては、たくさんの児童が意欲的に発表はできたものの発表の内容はあまり変わらずに、結論がすぐに導き出せるような場面もあった。今後の実践においては、ICT機器の活用だけでなく教材にも視点を向け、意図的に児童に話し合いの「ゆらぎ」が持てるような実践を行っていく必要があると感じた。

IX 成果と課題

1 成果

- (1) 問題解決の各過程において ICT 機器を効果的に活用したことで、一単位時間の限られた時間の中で体験活動と言語活動が充実して行うことができ、考察の場面で児童の考えを深めることができた。
- (2) ICT 機器を活用して実験結果を可視化して考察を行うことで、学級内の比較検討の場面での言語活動が充実し、科学的な思考力・表現力の向上につながった。
- (3) 実験から考察までの手引きをもとに、グループ内で実験結果の分析や考察を行う活動を取り入れたことで、グループ内での役割分担や意見交流を行う体制を作ることができたため、言語活動が充実し科学的な思考力・表現力の向上につながった。

2 課題

- (1) ICT を活用することで、児童に言語活動を充実させることができたが、それらをどのように評価に生かしていくかを検討する必要がある。
- (2) ICT 機器を活用した言語活動と、それらをいかしたノート指導のあり方について検討する必要がある。
- (3) 言語活動の場面で、「ゆらぎ」が生まれる話し合いのための教材や支援の工夫を行う必要がある。

おわりに

理科の学習において自分の考えをどのようにして伝えたら良いか分からないという児童の困り感と、理科の実験においてタイムマネジメントがうまくいかずに考察の過程が充実させられないという教師の反省が今回の研究の出発点でした。研究を進めていく中で浦添市が推進しているタブレット等の ICT 機器が、これまでは難しかった事項を容易に可視化したり、協働的な学びを支援するツールとして用いることで、児童の科学的思考と表現力を高める一つ的手段として有効であるという結論に達したため、本研究では主に ICT 活用の側面から研究を進めて参りました。児童が初めてタブレット及びロイロノートを手にしたとき、操作法が分からずにログインだけで 15 分の時間を費やすなど、試行錯誤する場面もありましたが、実践を重ねる中で、児童がタブレットをノートや鉛筆と同じような感覚で使いこなし活用する姿を見て、本研究についての手応えだけでなく、児童の ICT 機器に対する柔軟さや ICT 機器そのものの可能性を垣間見ることができました。

理論研究の中でも述べましたが、ICT 機器は児

童に様々な能力を身につけさせるための手段であり、ICT 機器を使用することが目的になってはなりません。様々な活用が考えられるが故に、指導者が学習の目標を見失わずに、見通しを持って ICT 機器を使わなければならないことも本実践を通して感じました。また、科学的思考力・表現力を身につけさせるためには、ICT 機器活用の視点以外にも、例えば、教材の工夫、ノート指導など様々な視点があることも再認識し、これらは課題として今後の実践に生かしていきたいと考えています。

最後に、研修期間中多くのご指導をいただきました浦添市立教育研究所の仲西起實所長、日高聡研究係長、美差淳司指導主事をはじめ、職員の皆様、文科省派遣アドバイザーとして研究所へお越しいただいた鹿児島大学の山本朋弘先生、浦添市立教育委員会の諸先生方に深く感謝申し上げます。また、研究所での研修を勧め快く送り出して下さった銘苺健校長先生、仲間一史教頭先生及び諸先生方、特に本研究に協力して下さった 5 年生の先生方、また、第 44 期研究員として共に支え合った先生方にも感謝とお礼を申し上げます。

【主な参考・引用文献】

- | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|-----------|-------|
| ・小学校理科「問題解決」8つのステップ | —これからの理科教育と授業論— | | |
| | 村山哲哉 | 東洋館出版社 | 2013年 |
| ・小学校理科観察・実験の指導 | 角屋重樹（他） | 文溪堂 | 2012年 |
| ・子どもが意欲的に考察する理科授業 | 森本信也（編） | 東洋館出版社 | 2009年 |
| ・理科だからできる本当の「言語活動」 | 西川 純 | 東洋館出版社 | 2014年 |
| ・タブレット端末で実現する協働的な学び | 中川一史（編） | フォーラム A | 2014年 |
| ・タブレットは紙に勝てるのか | タブレット時代の教育 | | |
| | 赤堀侃司 | ジャムハウス | 2014年 |
| ・学びのイノベーション事業 実践報告書 | 文部科学省 | | |
| ・小学校学習指導要領解説 理科編 | 文部科学省 | 大日本図書 | 2008年 |
| ・評価規準の作成、評価方法などの工夫改善のための参考資料 | 国立教育施策研究所 | 教育出版 | 2011年 |
| ・わくわく理科5 指導書第2部詳説 研究編 | | 啓林館 | 2015年 |
| ・平成27年度全国学力・学習状況調査報告書 | 国立教育施策研究所 | | 2015年 |
| ・指導と評価 59 59p 理科における「活用」のとらえ方とそのポイント | | | |
| | 村山哲哉 | 日本教育評価研究会 | 2013年 |