

〈IT教育：小学校 理科〉

科学的な思考力・表現力を育む授業の工夫

——「電気で明かりをつけよう」におけるロイロノートの活用を通して——

浦添市立浦添小学校教諭 根本 大 輔

I テーマ設定の理由

21世紀は、新しい知識・情報・技術が社会のあらゆる活動の基盤として飛躍的に重要性を増す「知識基盤社会」の時代であると言われている。それにともない、文部科学省では、知・徳・体のバランスとともに、基礎的な知識・技能、思考力・判断力・表現力等を調和的にはぐくむことを重要としている。

中央教育審議会教育課程部会理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめによると、小学校・中学校の実態として「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明することなどの資質・能力に課題がみられる」と明らかにしている。また、本県においても平成27年度に行われた全国学力・学習状況調査の小学校理科分析資料から、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ことに課題があることが分かっている。

本学級の児童は初めて習う教科ということもあり、理科の学習が好きで、意欲的に取り組める子が多く、観察や実験を毎時間楽しみにしている。予想や仮説を立てて、楽しみながら観察・実験を進んで行こうが、調べて分かったことや実験の結果などを整理し、それを文章にまとめたり、友達に説明するというスキルを身につけていない児童が多いと感じる。それは、児童のアンケート結果からも分かる。「理科の勉強は好きですか?」に対して「はい」と答えた児童は97%いた。それに対して「観察や実験の結果から、自分の考えをまとめることはできますか?」の質問に「はい」と答えた児童は51%、「観察や実験の結果から、自分の考えを友達に説明したり、文章に書いたりすることはできますか?」の質問に「はい」と答えた児童は62%だった。これらのことから、理科の学習は好きだけど、観察や実験の結果をもとに分かったことを自分の考えとしてまとめ、それを表現する力が十分でない児童がいることも分かる。

これまでの授業実践を振り返ってみると、学習内容を理解させることに意識が働き、観察や実験の結果から考察し、理科の有用性や楽しさを感じ取らせることに対して意識が弱かった。また、ICT機器を活用して自然の事物や現象を分かりやすく教えようと思い、教育用コンテンツを見せるだけの授業で終わることもあった。さらに、予想や仮説を立て自他の考えを比較する場面や、分かったことや結果から科学的な言葉や概念を使って、まとめさせることなども少なかったと言える。そこで、これらを改善するためには単元を通して、目的意識を持たせながら観察・実験を行わせたり、自他の考え方を比較させたりする場面を設け、思考を深めさせていきたい。また、国語の発表や社会の調べ学習で活用してきた授業支援アプリロイロノート・スクール（以下、ロイロノート）を活用する場面を設け、子どもたちの思考や表現を助ける道具として活用していく。ロイロノートは年度当初から活用してきているため、児童も問題なく操作することができる。そして単元の最後には、科学的な言葉や概念を使って文章でまとめたり、説明する場面を設定することで、児童の科学的な思考力・表現力を身に付けることができると考える。

そこで本研究では、第3学年の理科の単元「電気で明かりをつけよう」における学習過程の中で、既習事項を生かして取り組むおもちゃ作り（以下、発展課題）を単元の最後に設定することで、児童に目的意識を持って学習に取り組ませる。目的意識を持たせた観察・実験を行わせるために、意図的に『切れた球や断線した導線、切れた電池やソケットの不具合』などを用いて実験を行わせる。試行錯誤しながら実験をしていくなかで、電気の性質をとらえさせていきたい。また、タブレット端末の特長を生かして、教室内に限らず1階フロア全体を使い、主体的に実験を行わせていく。実験後の考察の場面では、それぞれの考えを電子黒板に映し出し、比較検討して全体の場で練り合うことで、思考を深めさせていきたい。さらに、フラッシュ教材や学習支援システム「ラインズeライブラリアドバンス」を活用してドリル学習を行わせることで、学んだ知識の定着を図る。単元の最後には、発展課題の工夫したところやがんばったところ等をロイロノートでまとめ、発表する時間を設ける。既習事項を生かしてグループで発展課題に取り組み、タブレット端末とロイロノートの特長を生かすことで、科学的な思考力・表現力が育まれるだろうと考え、本研究テーマを設定した。

〈研究仮説〉

第3学年理科の単元「電気で明かりをつけよう」において、協働学習の場を設定し、ロイロノートの特長である思考を可視化し、つないで表現するという利点を生かして学び合いを深めることで、児童の科学的な思考力・表現力が育まれるであろう。

Ⅱ 研究内容

1 科学的な思考力・表現力を育むためには

(1) 科学的な思考力・表現力の育成について

小学校学習指導要領解説編では、「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達の段階、指導内容に応じて、例えば、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動、探究的な学習活動を充実する方向で改善する。」としている。また、現行学習指導要領の考え方のもとになった中央教育審議会答申（2008）では、必要とされる思考力・判断力・表現力を育むための学習活動例として以下の6つを示している。

- ① 体験から感じ取ったことを表現する。（言葉や歌、絵、身体などを用いて表現する）
- ② 事実を正確に理解し伝達する。（観察や見学結果を記述・報告する）
- ③ 概念・法則・意図などを解釈し、説明したり活用したりする。（概念を活用して生活に生かす）
- ④ 情報を分析・評価し、論述する。（学習課題について、事柄を比較・分類・関係づけし、課題を整理する、グラフや図表などから読み取ったり、これらを用いて分かりやすく表現する）
- ⑤ 課題について、構想を立て実践し、評価・改善する。（理科において、仮説を立て、観察、実験をし、その結果を整理し、まとめ、表現する）
- ⑥ 互いの考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる。（予想や仮説の検証方法を考察する場面で、討論しながら考えを深める）

以上6つの事例から、知識や技能の習得過程も重視しつつ、それらを活用して自分なりに表現する活動を取り入れることで、知識や技能の習得の質を深めることにもつながり、思考力・判断力・表現力が育まれると考えられる。

そこで本研究では、児童一人ひとりに仮説を立てさせ、観察・実験を行い、その結果を整理し、まとめ、表現するという学習の流れを基本にし、物の性質をとらえることができるようにする。また、観察・実験の結果を考察する場面では、豆電球が点灯したり、しなかったりする現象を適切な用語を使って説明する活動を通して、理科における科学的な思考力・表現力が身につくと考える。

(2) 科学的思考力を育む問題解決学習

村山哲哉（2013）によると、科学的思考力とは「客観的な根拠に基づいて、多様な視点から思考し、判断し、実行することができる力」としている。また、「科学的思考力は、問題解決のプロセスを通じて養われていくもの」としており、その問題解決を8つのステップとして提案している（図1）。さらに、問題解決のプロセスを通して、重要なポイントとなる思考を「論理的思考」、「批判的思考」、「実践的思考」の3つを挙げている（図2）。

- ① 論理的思考とは、予想や仮説で立てた自分の考えを、実験データなどを用いながら検証することによって育成される。
- ② 批判的思考とは、何らかのデータや誰かの意見に対して「本当にそうなのか？」と疑い、検証を行う。そこから何が考えられるのかということを、一人の考えだけでなく、複数で協議して思考することで育成される。
- ③ 実践的思考とは、頭の中だけの知識として終わらせるのではなく、実際に観察や実験を行ってみること。

これら3つの思考を合わせて村山氏は「自分事の問題解決」と提案している。

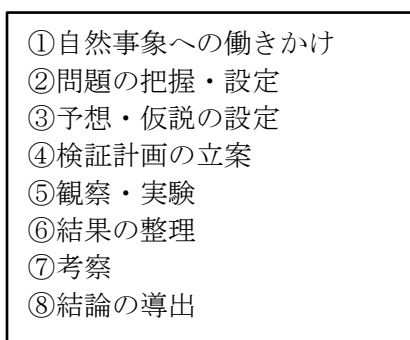


図1 問題解決における
8つのステップ

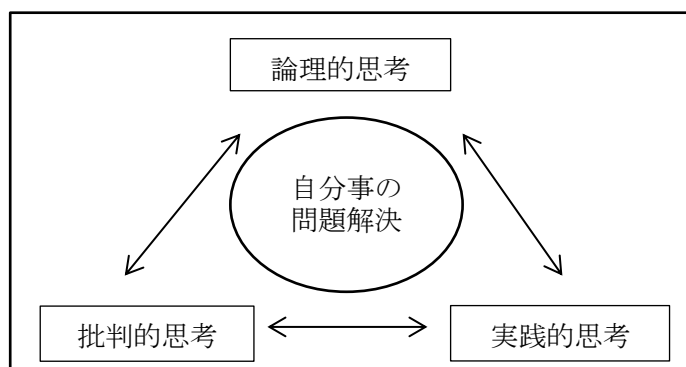


図2 問題解決における3つの思考

これらのことから今回の研究では、科学的な思考力・表現力を育ませるために問題解決の8つのステップを単元構成に合わせながら組み込んで、自分事の問題解決学習へとつなげていきたい。ま

た、重要となる3つの思考を深めさせられるような発問にも検討を重ねていく。単元の最後には、学習を通して学んだ基礎的な知識を活用した「明かりのつくおもちゃづくり」を行い、作りながら考える、考えながら作るという過程を通し、理科の有用性や楽しさを味あわせていきたい。さらに、自分達の作品の工夫したところや「回路」の説明をする場を設けることで、科学的な思考力・表現力が育まれると考える。

2 ICTの効果的な活用

(1) ICT活用の特性・強み

2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会最終まとめ(2016)によると、情報活用能力及びICT活用は重要な位置づけとしており、ICTの特性と強みを以下の3つとしている(表1)。

表1 2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会最終まとめより一部抜粋

- ①多様で大量の情報を収集、整理・分析、まとめ、表現することができ、カスタマイズが容易である。
- ②時間や空間を問わずに、音声・画像・データ等を蓄積・送受信でき、時間的・空間的制約を超えることができる。
- ③距離に関わりなく相互に情報の発信・受信のやりとりができるという、双方向性を有することができる。

これらのICTの特性・強みを生かして、理科の実験の様子を写真や録画でデータとして蓄積させたり、教室内にとらわれず実験を行わせ、それらを何度か確認したり、振り返らせることで、結果を根拠として考え、知識を深めることができると考える。

(2) ロイロノートの特長について

ロイロノートは、自分の考えをカードに可視化することができたり、教師と児童双方向でのやり取りなどができるアプリである。今回の授業では全機能9つのうち、以下の5つの機能を使いながら、子どもたちの思考を深めたり、発表する際の補助具としてロイロノートを活用していきたい(図3)。



図3 ロイロノート・スクールの機能について

(3) 学習支援システム「ラインズeライブラリアドバンス」

学習支援システム「ラインズeライブラリアドバンス」(以下、ラインズ)はパソコンやタブレット端末でも活用できる学習支援アプリである。今回の授業では、基礎基本の定着を図るために、一人1台タブレット端末を活用して学習履歴型ドリルをさせていく。学習履歴型ドリルは、基本・標準・挑戦の3つのレベルのドリル学習があり、『個に応じた指導』にも効果的である。また、一人一人の学習履歴を教師側が把握することもできるので、児童の理解度の確認にも役に立つ。児童の理解度をすぐに確認できることを生かして、学習指導にも役立てていきたい。

(4) デジタルとアナログ

赤堀侃司(2014)は、紙とパソコンとタブレットの学習効果の実験を行い、それぞれについて検証を行っている。

- ① 紙メディアは章末問題、多肢選択問題、基礎的問題、知識・理解の問題に優れていることから、教材内容を忠実に記憶したり理解したりすることに有効。
- ② タブレット(iPad)は、総合得点、記述問題、応用的問題、理解・総合問題に優れていることから、自分で考えたり判断したりすることに有効。
- ③ パソコン(PC)は、iPadと同じ文字・図・写真・動画を含んでいるにもかかわらず、iPadや紙に比べて高い得点は示さなかったことから、特に目立った特性が見受けられない。

と実験の結果から示している。また、実験の検証から赤堀は、「それぞれのメディアには、それぞれの特徴と役割があるので、実用的には、紙とタブレット、あるいは、紙とパソコンを併用して使うことが望ましい。」としている。このことから今回の研究では、電気の性質としての知識習得の際に

は紙媒体も合わせて学習を行い、それらを活用して発表する場面ではタブレット端末を活用して、デジタルとアナログの良さを生かしながら学習を展開していく。

3 学習意欲の動機付け

児童がより、自分事の問題解決学習として捉えてもらうために、ストーリー性を持たせた授業展開を行う。年度当初から授業で活用している『スコット君』『ジャンさん』（キャラクター名）を利用し、『ジャンさんからの手紙』と題して、次々と問題を児童に投げかけ、楽しみながら課題を解決していけるよう工夫を行う。

4 調査研究

(1) 児童の実態調査と考察

本学級児童 35 名に理科の授業に関する内容と、ロイロノート活用に関するアンケート調査を検証授業前に行った（表 2）。質問事項 1 の「理科の勉強は好きですか?」については 34 人、質問事項 2 の「理科の授業の内容はよく分かりますか?」には 31 人の児童が肯定的に答えている。このことから、理科の勉強は好きだということや内容もよく理解していることが分かった。また質問事項 3 の「理科の勉強は大切だと思いますか?」については 33 人、質問事項 4 の「理科の授業で学習したことは、将来、役に立つと思いますか?」にも 33 人の児童が「はい」と答えていた。理科の勉強は、将来自分の役に立ち、学ぶ意義のある大切な学習としてとらえていることが分かった。

質問事項 5 の「理科の授業で調べたり観察したり、実験をすることは好きですか?」については 34 人の児童が「はい」と答えているのに対して、質問事項 6 の「観察や実験の結果から、自分の考えを友達に説明したり、文章に書いたりすることはできますか?」は 23 人、質問事項 7 の「観察や実験の結果から自分の考えをまとめることはできますか?」には 20 人の児童が「はい」と答えている。残りの約 4 割の児童は実験後の考察する力、それを自分の考えとして表現する力が十分でないことも分かったので、苦手意識をなくせるような授業を考えていきたい。

質問事項の 8、9 についても、約 4 割の児童が日常生活と結びつけることができなかったり、観察や実験の進め方が間違っていないかを振り返らずに学習を進めていることも分かったので、発問や授業の工夫改善を行っていく。

本校は浦添市の ICT 機器整備モデル校のため、電子黒板や教師用、児童用タブレット端末、授業支援アプリロイロノート等が整備されており、ICT を活用した授業を行うにはとても条件の揃っている学習環境である。それらのこともあり、ロイロノート活用に関するアンケート結果を見ると、どの質問事項に対しても児童全員が肯定的に答えている。その理由として、「操作が簡単」「画像を出したりもできるし、文だけより分かりやすい」「すぐに調べることができる」と答えており、今までの学習で活用したことが効果的だったことが分かる（図 4）。

今回行った実態調査より、理科の学習や内容、観察や実験などを行うことが児童は好きだということが分かった。しかし、観察や実験の考察から分かったことを文章でまとめたり、説明したりするスキルが十分でない児童がいることも分かった。また、ロイロノートを活用して授業を行うことに対しては全員が肯定的に答えていることから、今回の研究を進めていく上で、ロイロノートを学

表 2 意識調査で肯定的に答えた児童の割合 N=35

番号	質問事項	対象クラス
1	理科の勉強は好きですか?	34 人
2	理科の授業の内容はよく分かりますか?	31 人
3	理科の勉強は大切だと思いますか?	33 人
4	理科の授業で学習したことは、将来、役に立つと思いますか?	33 人
5	理科の授業で調べたり、観察したり、実験をすることは好きですか?	34 人
6	観察や実験の結果から、自分の考えを友達に説明したり、文章に書いたりすることはできますか?	23 人
7	観察や実験の結果から自分の考えをまとめることはできますか?	20 人
8	理科の授業で学習したことを、普段の生活の中で活用できないか考えていますか?	22 人
9	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ますか?	23 人

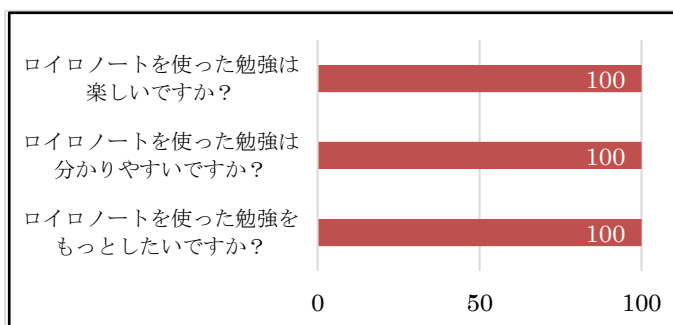


図 4 ロイロノート活用についてのアンケート

習展開に合わせながら活用していくことで、児童の科学的な思考力・表現力の育成につながるのではないかと考える。

Ⅲ 指導の実際

1 単元名 「電気で明かりをつけよう」

2 単元の目標

乾電池、豆電球、ソケット、導線を使い、豆電球が点灯するつなぎ方と点灯しないつなぎ方とを比較したり、回路の一部にいろいろなものを入れて点灯するかどうかを調べたりし、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、電気の回路のつなぎ方やつなぐものについての考えをもつことができるようにする。

3 単元の評価規準

自然事象への 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
- 乾電池に豆電球をつないだり回路に物を入れたりしたときの現象に興味・関心を持ち、進んで電気の回路を調べようとしている。 - 乾電池と豆電球の性質を使ってもものづくりをしようとしている。	- 豆電球が点灯するときとしないときや、回路の一部にいろいろな物を入れたときを比較して、それらについて予想や仮説を持ち、表現している。 - 豆電球が点灯するときとしないときや、回路の一部にいろいろな物を入れたときを比較して、それらを考察し、自分の考えを表現している。	- 乾電池と豆電球を使って回路をつくったり、ものづくりをしたりしている。 - 回路の一部にいろいろな物を入れたりして、豆電球が点灯するときとしないときの違いを調べ、その過程や結果を記録している。	- 電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があることを理解している。 - 電気を通す物と通さない物があることを理解している。

4 単元の指導計画

◎指導に生かすとともに総括に用いる評価

○指導に生かす評価

次	時	指導計画〈全8時間〉	評価	評価方法	I C T
導入	1	電気で明かりをつけよう ・街の明かりの写真を見て、気づいたことや、疑問に思ったことを話し合う。	◎関・意	行動観察 ワークシート	電子黒板
第一次	2	明かりがつくとき 【実験1】豆電球に明かりがつくのは、どんなつなぎ方のときか調べよう。	○技能	行動観察	電子黒板 ロイロノート (2人で1台)
	3	明かりがつくとき 【考察1】明かりがつくときと、つかないときのつなぎ方をグループで話し合い、考察をワークシートにまとめる。	○思・表 ◎知・理	ワークシート	電子黒板 ロイロノート (2人で1台) ラインズ
第二次	4	電気を通すもの・通さないもの 【実験2】離れた導線の間に、何をはさむと明かりがつくか調べよう	○技能	行動観察	電子黒板 ロイロノート (2人で1台)
	5	電気を通すもの・通さないもの 【考察2】実験結果から、電気を通すものと通さないものをグループ分けして、考察をワークシートにまとめる。	◎思・表 ○知・理	ワークシート	電子黒板 ロイロノート (2人で1台) ラインズ
ひろげよう	6～7	明かりのつくおもちゃ作り ・グループで協力しておもちゃを作ろう。	○技能	行動観察	電子黒板 ロイロノート (グループ1台)
	8	明かりのつくおもちゃ作り ・おもちゃ作りの工夫したところや、明かりのつく場面を見せながら、作品を発表する。	◎思・表	発表 ワークシート	電子黒板 ロイロノート (1人1台)

※おもちゃ作りの設計図作成は金曜日の放課後におけるチャレンジタイムに行った。

5 指導展開（3／8）

(1) 本時の目標

- ① 電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があることを理解する。
- ② 豆電球が点灯するときとしないときを比較して、予想や仮説をもち、表現することができる。

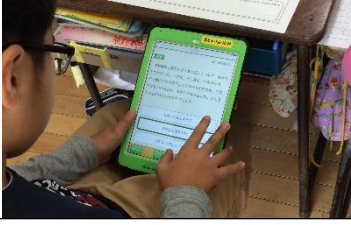
(2) 授業仮説

切れた球や断線した導線、ソケットの不具合、切れた電池を使って実験させることで、つなぎ方があっても点灯しない場合もあることに気付くことができるであろう。

(3) 使用する I C T 機器

・ iPad（教師用 1 台、児童用 35 台） ・ 電子黒板 ・ T V ・ Apple TV

(4) 本時の展開（3／8）

	主な学習活動	・指導上の留意点◇ I C T 活用	評価
導入 (五分)	1. ジャンさんからの手紙を読む。	◇電子黒板に手紙を映す。	
	3年3組のみんなへ 1つ言いわたしたことがあったんじゃ。わしの家にあった「球・ソケット・どう線・電池」でも同じようなことをやったんじゃが、つかないんじゃ。つかない原因もさぐってくれないかのお？ そして、分かったことを教えてくれ！！たのんじゃぞ！！ By ジャン		
	2. めあての確認。		
	実験を通して、なぜ電球がつかないか原因を調べよう。		
展開 (三十分)	3. 各グループに切れた球、不具合のソケット・断線したどう線・切れた電池を配布して実験する。	・切れた球 ・不具合のソケット ・断線したどう線 ・切れた電池 それぞれを準備して、学習リーダーに配布する。	 写真1 電池の重さで比べている
	4. 分かったことを全体場で発表し、確認する。	・原いんが分からなくても良いこととする。 ※全体場で確認して理解できたら良い。	
まとめ (十分)	5. まとめ。	・『回路』という言葉を使ってワークシートにまとめる。	【知・理】 〈おおむね満足〉 乾電池の極・導線・豆電球が1つの「輪」のようにつながって「回路」ができると電気が流れ、明かりがつくことを理解している。 〈十分満足〉 回路ができると、電気が流れて明かりがつくと理解し、「回路」という言葉を使って説明したり、ソケットなしで明かりをつけたりすることができる。
	6. ラインズでドリル学習を行う。  写真2 ラインズでドリル学習	◇一人一台 iPad を活用する。 〈C への手立て〉 回路の模式図を使うなどして、「乾電池の＋極→導線→豆電球→導線→乾電池の－極」の「輪」ができていることに着目させるようにする。	

6 指導展開（8／8）

(1) 本時の目標

- ① おもちゃ作りの工夫したところをロイロノートを使って発表することで、作品の良さや工夫されているところを分かりやすく伝えることができる。

② 単元を通して分かったことをワークシートにまとめることができる。

(2) 授業仮説

明かりのつくおもちゃを友達に発表する場において、ロイロノートを活用することで電気の性質を分かりやすく説明することができ、単元を通して学んだことをワークシートにまとめることができるであろう。

(3) 使用する I C T 機器

・ iPad (教師用 1 台、児童用 35 台) ・ 電子黒板 ・ T V ・ Apple TV

(4) 本時の展開 (8 / 8)

	主な学習活動	・指導上の留意点◇ I C T 活用	評価
導入 (五分)	1. これまでの学習を振り返る。 2. めあての確認 発表を通して、おもちゃのくふうされているところを見つけよう。 3. 発表の流れを確認する。	◇フラッシュ教材活用 ◇TVで発表の流れを確認する。	
展開 (三十分)	4. おもちゃと一緒に作ったメンバーを各グループに分け、一人ひとり自分たちで作ったおもちゃの発表を行う。 1人持ち時間 3分 1グループ 7人 計 21分 ・ ティッシュ列車 ・ 七色ジェットコースター ・ ピカッとボーリングランド ・ なぞなぞめいろ ・ サッカー場めいろ ・ イルミネーションスタンド ・ めちゃめちゃサッカー  写真3 明かりのつくおもちゃ	◇ロイロノート (1人1台) ・ 準備してきた資料を元に、発表を行う。 〈Cへの手立て〉 ワークシートを見ながら発表してもいいことを伝える。 ・ 時間があまった場合は、発表者に対して質問を行う。  写真4 グループで発表	【思・表】 〈おおむね満足〉 おもちゃ作りのくふうしたところや明かりのつく仕組みについて説明することができる。 〈十分満足〉 おもちゃ作りのくふうしたところや明かりのつく仕組みについて、『回路』と『金属は電気を通す』という言葉を使って説明することができる。 〈ロイロノート〉 〈ワークシート〉  写真5 おもちゃで遊ぶ
まとめ (十分)	6. 各グループのおもちゃの感想 7. まとめ	・ 丁寧に扱うように確認する。 ・ ワークシートに記入する。 ・ 単元を通して分かったことをワークシートに記入する。	

7 仮説の検証

研究仮説に基づき、本研究では理科の単元「電気で明かりをつけよう」において、協働学習の場を設定し、ロイロノートの特長である思考をカードに可視化し、自分の考えを相手に伝わりやすいようにつないで表現するという利点を生かした学び合いを意識して授業実践を行ってきた。また、科学的な思考力は問題解決学習を通して育まれるという理論の基、実験や考察を行った。さらに、既習事項を生かした明かりのつくおもちゃ作りを通して、児童の科学的な思考力・表現力が育まれたかどうかを児童のワークシート内容やアンケート結果、授業後の感想、ロイロノートのデータ資料などから検証を行っていく。

(1) 科学的な思考力・表現力の変容について

単元前に行ったアンケートでは、「観察や実験の結果から、自分の考えを友達に説明したり、文章に書いたりすることはできますか?」の問いに対して「はい」と回答していたのが授業前は23人いたが、授業後は27人に増えていた(図5)。児童の回答を細かく分析すると、事前に「いいえ」と回答していた児童が授業後に「はい」へと変容していた児童が8人いた。変容の見られた児童の理由からは、ロイロノートが効果的だったことや、楽しく学習できたこと、みんなに発表することができた、等が理由としてあげられた(表3)。

また、「観察や実験の結果から、自分の考えをまとめることはできましたか?」の問いに対して授業前は20人、授業後は28人の児童が「はい」と回答しており、授業前と比べると8人増えていた。同じように児童の回答を分析すると事前に「いいえ」と回答していた児童が事後に「はい」と変容した児童は10人いた(図6)。変容の見られた児童の感想からは、考えをまとめる手立てとしてワークシートも効果的だったことが分かる(表4)。

児童のアンケートからは、自分の考えをまとめることや文章に書くこと、説明することができる児童が増えたことが分かる。それは、理論研究の基、ICTの良さとアナログの良さを生かし、紙媒体としてのワークシートも併用して活用できたことが、効果的だったことが分かる。しかし、「いいえ」から「はい」だけの変容だけではなく、「はい」から「いいえ」へと変容した児童もあり、授業の内容やICTの効果的な活用だけにとどまらず、個々の学習状況をしっかり把握し、丁寧に指導していく必要があると感じた。

毎時間の学習では、ワークシートを活用して授業を行った。また、おもちゃ作りの紹介を相手に分かりやすく伝えるために、自分の言葉で書いてもらった。その際の児童の記述から今回の学習を通して、科学的な思考力・表現力が育まれたのか分析していく。児童が毎時間ごとに活用したワークシートからは、学習で習得すべき用語(『回路』『金属は電気を通す』)を活用した上で、おもちゃの特長や工夫した記述が多く見られた(表5)。

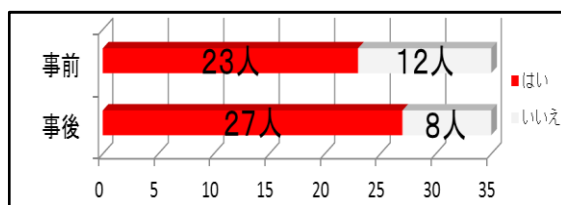


図5 観察や実験の結果から、自分の考えを友達に説明したり、文章に書いたりすることはできましたか? N=35

表3 変容の見られた児童の理由より

- ・おもちゃ作りをしたとき、みんなに発表できたから。
- ・楽しいと説明したくなるから。
- ・ロイロノートでやると説明がしやすいから。

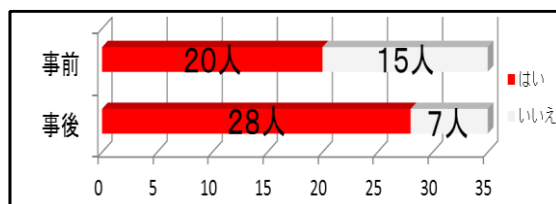


図6 観察や実験の結果から、自分の考えをまとめることはできましたか? N=35

表4 変容の見られた児童の理由より

- ・ワークシートに書いてあることもあったから。
- ・ワークシートでまとめられたから。
- ・自分の考えをまとめたら読みやすいから。

表5 児童の毎時間ごとのワークシート記述より(一部抜粋)

A児	B児	C児
なぞなぞめいろを作るのに、じゅんぴした物は(中略)このおもちゃの特長は、ボールがあなに入るとはたについている豆電球が「ピカッ」と光る所です。これは、アルミホイルが電気を通すというせいしつを生かし、ボールがスイッチのやくめをしています。でも、あなが5つあって、1つしか光りません。	ぼくたちグループは(中略)また、くふうした所は、<u>どう線を長くした所です。鉄どうしがつながったら、電気がつく</u>と習ったので、おもちゃ作りに生かしました。ぜひ、みなさんもあそんでみてください。	わたしたちが作ったのは「サッカー場めいろ」です。くふうしたところは、豆電球に色をぬったところです。<u>あと1つは、どう線とどう線で回路をつくったところです。そして、うそゴールもあるので2つの豆電球にもどう線をつけました。がんばったところは、ボールに電気を通すアルミホイルにつける作業です。(中略)</u>

毎時間ごとのワークシートの記述(表5)には、自分たちの工夫したところやおもちゃの特長を相手に分かりやすく伝えるように書いてもらった。それぞれが、授業を通して学んだことを生かして書いてあることが分かる。アルミホイルは電気を通すことや、鉄と鉄をつなげていても電気は通ること。また、導線をつないで長くすることで、自分たちのイメージしているおもちゃが出来るように自由に回路をつくっていた。学習して学んだことから思考を広げ、自分の言葉でおもちゃについて説明をしている様子が伺えた。さらに、単元の最初と最後に同じ質問「電気という言葉を使って

文章を2つ書いてください。」を児童に問いかけて、単元を通したワークシートにも記入してもらう（図7）。

単元を通したワークシートの記述からは、単元を通して学んだことや、覚えた学習用語等を活用して、自分なりの言葉で記述している様子が見られた（表6）。第1時の記述では、日常生活から電気についてとらえ、書いていることが分かる。第3、5時では学習して分かったことを、図や文章でまとめており、単元の最後である第8時では、第1時とは変わって既習事項を生かし、科学的な用語を活用した文章になっていることが分かる。

図7 単元を通して活用したワークシート

表6 単元を通して活用したワークシート記述（D児）

単元の最初 (第1時)	第3時	第5時	単元の最後 (第8時)
・電気は光ります。 ・家にある電気は四角です。	+きよく→どう線→ソケット→豆電球→ソケット→どう線→きよく 	あきカン、さいしょは電気を通さなかったけど、かみやすりでコーティングされているところをけずったら電気を通した。きんぞくが電気を通した。	・電気の通り道は、回路といいます。 ・電気を通す物はてつやぎんで、それをふくめてきんぞくといいます。

(2) ロイロノートの活用について

ロイロノートの活用については、4月から児童の情報活用能力のスキルも高めつつ、段階的に授業を行ってきた。今回の単元ではロイロノートだけでなく、ライズも併用しながら基礎基本の定着も図った。単元を通したタブレット端末の活用場面を以下に示す（表7）。

表7 タブレット端末の活用場面一覧

活用した時間	活用場面
第2時	・明かりがつくつなぎ方や明かりがつかないつなぎ方をカードに書き込む。 ・カードをもとに、ペアで話し合い考察する。
第3時	・全体で考察の確認を行った後、既習事項定着のため、ライズを活用してドリル学習をする。
第4時	・教室内や教室外の1Fフロア全体を使って、電気を通す物と通さない物を予想を立てて実験し、通す物と通さない物を写真や動画でデータとして残す。
第5時	・全体で考察の確認を行った後、既習事項定着のため、ライズを活用してドリル学習をする。
第6～7時	・おもちゃ作りを行いながら、おもちゃの特長や工夫したところを写真や動画で記録して、発表用の資料とする。
第8時	・一人1台活用し、おもちゃの特長や工夫したところを分かりやすく説明する。

前述のとおり、本校が浦添市のICT機器整備モデル校であり、ICT機器を活用できる環境が整っているため児童は、比較的タブレットの操作については問題なく扱うことができ、ロイロノートやライズのパスワード・ID等もスムーズに自分で行うことができる。ロイロノートを活用する際は、写真や動画を撮ったり、分からないことがあればインターネットを使って調べたり、子どもたちは必要に合わせて活用することができ、4月当初と比べると情報活用能力は向上している。本単元の指導の際には、久々の操作ということもあり、少し不慣れな感じはあったがすぐに慣れ、普段から使っている機器として授業を進めることができた。授業後のアンケート結果においても、全員がロイロノートに対して肯定的にとらえており、授業前と変わらずロイロノートを活用することは、児童

にとって効果的であるということが分かった。また、ロイロノートを活用した児童の感想からは「説明がとってもしやすくなるからいい」「写真を見せながら発表すると、相手も分かりやすくなると思う」等が21名いた。その他にも「大人になっても役に立つ」や「他の教科や4年生でもやってみたい」等の今後も使うであろう、また使ってみたいと、前向きに捉えている児童も4人いた。さらに、児童のまとめたロイロノートの資料からは、学習したことを生かしながら思考し、それを活用して相手に分かりやすく伝えるために工夫したことが分かる(図8)。



図8 資料としてまとめられたロイロノートより(一部抜粋)

それらの資料を、自分の考えている発表の内容に合わせてカードをつなげていくことで、おもちゃの工夫した点や特長を考えに合わせて思考を可視化し、まとめることができた(図9)。

これらのことから、既習事項を生かして自分の考えをカードに可視化し、さらに写真や動画を使って分かりやすく友達に説明するためにロイロノートを活用したことは、児童の科学的な思考力・表現力を育ませるために効果的だったと考える。

(3) 検証のまとめ

本研究では、児童に『科学的な思考力・表現力を育ませる』ため、協働学習ツールとしてロイロノートを活用して授業実践を行ってきた。『思考をまとめ発表する』ことや『協働で学習する』ことは、児童の思考を深め、発表する際の補助具としてロイロノートを活用したことが効果的だったと言える。それは、児童の話し合う様子や発表内容、アンケートや感想から見取ることができた。また、理論研究から、ICTの良さとアナログの良さを併用し、ワークシートも毎時間活用してきた。画像やデータの蓄積はタブレット端末で行い、それらを見て振り返りながらワークシートにまとめる。考えたことや分かったことを紙媒体であるワークシートにまとめるという学習も併用することが、児童にとっても慣れ親しんでいるスタイルを大きく崩すことなく、知識の定着を図る上で大切であると再認識した。さらに、単元の最後には発展課題を設定することで、学習したことを活用して試行錯誤しながらグループで協働し、学習を進めることができた。おもちゃ作りの中で、回路が上手くつながらなかったり、急につかなくなったりすることもあったが、その度に学んだことを振り返りながら原因を追究し、改善を図ろうとしている様子からは、既習事項を生かして思考を深めていると感じた。また、完成したおもちゃの工夫したところや頑張ったところを画像や動画でまとめて、個々で発表することもできた。子どもたちが問題解決学習を通して思考を深め、学習したことを生かして分かりやすくまとめ表現できたことは、本研究の目的とする児童に科学的な思考力・表現力を育成できたと考える。

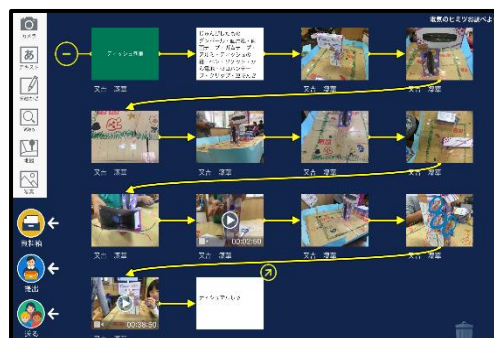


図9 児童がまとめたロイロノートの資料

IV 成果と課題

1 成果

- (1) ICTを効果的に活用することで、児童の興味関心を高めることができ、子ども自身の問題解決学習へとつなげることができた。
- (2) ロイロノートを使って思考を可視化(写真、動画、発表資料)し、つなげてまとめることで、既習事項を活用し、自分の考えを相手に分かりやすく表現することができた。
- (3) 単元の最後に発展課題を設定したことで、児童が目的意識を持って学習に取り組み、協働学習を通して、思考を深めることができた。

2 課題

- (1) 科学的な思考力・表現力を理科の授業だけで形成していくのではなく、他教科や教育活動全体を通した日々の日常的な実践が必要。
- (2) 児童に考えを深めさせたり意見を共有させる場面において、焦点化された発問の工夫。
- (3) 教育委員会と学校が連携して、教師や児童における、タブレット端末の扱い方や情報モラル等を統一するためのマニュアルが必要。

〈参考文献〉

- 文部科学省教育課程課 2015 『初等教育資料 12月』 東洋館出版社
- 赤堀侃司 2014 『タブレットは紙に勝てるのか』 ジャムハウス
- 村山哲哉 2013 『自分事の問題解決』をめざす理科授業 図書文化社
- 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』 図書文化社
- 堀哲夫・西岡加名恵 2010 『授業と評価をデザインする 理科』 日本標準
- 森本信也・矢嶋真理子 2009 『子どもが意欲的に考察する理科授業』 東洋館出版社
- 文部科学省 2008 『小学校学習指導要領解説 理科編』
- 文部科学省 2008 『小学校学習指導要領解説 国語編』
- 文部科学省 2008 『小学校学習指導要領解説 総則編』
- 日本理科教育学会 2014 『理科の教育 07』 東洋館出版社
- 日本初等理科教育研究会 2012 『初等理科教育』 農山漁村文化協会
- 平田オリザ 2012 『わかりあえないことからーコミュニケーション能力とは何か』 講談社
- 総監修者 森一夫・角屋重樹 1996 『理科授業を面白くするアイデア大百科 8』 明治図書出版株式会社
- 斉藤 賢之輔 1987 『理科の自由研究 科学の実験と工作』 誠文堂新光社

〈参考URL〉

- 文部科学省 2016 『ICTを活用した指導方法 ～学びのイノベーション事業実証研究報告書より～』
http://jouhouka.mext.go.jp/school/pdf/ict_teaching_report.pdf (2017年 2月最終アクセス)
- 文部科学省 2016 『ICTを活用した教育の推進に関する懇談会』報告書(中間まとめ)
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/26/08/_icsFiles/afieldfile/2014/09/01/1351684_01_1.pdf
(2017年 2月最終アクセス)
- 文部科学省 2016 『教育の情報化加速化プラン(骨子)』
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/_icsFiles/afieldfile/2016/05/19/1370862_01.pdf
(2017年 2月最終アクセス)
- 文部科学省 2016 『2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会』最終まとめ
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/28/07/_icsFiles/afieldfile/2016/07/29/1375100_01_1_1.pdf
(2017年 2月最終アクセス)
- 文部科学省 2016 『次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ』別紙
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2016/09/09/1377021_2_1.pdf
(2017年 2月最終アクセス)
- 文部科学省 2016 『教育課程企画特別部会 論点整理』
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2015/12/11/1361110.pdf
(2017年 2月最終アクセス)
- 文部科学省 2016 『理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめ』
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/060/sonota/_icsFiles/afieldfile/2016/09/12/1376994.pdf
(2017年 2月最終アクセス)
- NPO法人学習創造フォーラム 2016 『シンキングツール～考えることを教えたい～』
http://www.ks-lab.net/haruo/thinking_tool/short.pdf (2017年 2月最終アクセス)
- 文部科学省 2015 『教育の情報化について』
http://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkashingikai/chosakuken/hoki/h27_02/pdf/shiryo2.pdf
(2017年 2月最終アクセス)
- 文部科学省 2015 『21世紀を生き抜く児童生徒の情報活用能力育成のために』
<http://it.edu-c.open.ed.jp/3.jyouhoukatuyou.pdf> (2017年 2月最終アクセス)
- 文部科学省 2015 『教育の情報化の動向』
<http://it.edu-c.open.ed.jp/4.jyouhouka-doukou.pdf> (2017年 2月最終アクセス)
- 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 解説資料 小学校 理科』
http://www.nier.go.jp/15chousa/pdf/15kaisetsu_shou_rika.pdf (2017年 2月最終アクセス)
- 沖縄県教育委員会 2013 『わかる授業 Support Guide』
<http://www.pref.okinawa.jp/edu/gimu/documents/supportguide.pdf> (2017年 2月最終アクセス)
- 国立教育政策研究所 2011 『評価標準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料(小学校 理科)』
http://www.nier.go.jp/kaihatsu/hyoka/shou/04_sho_rika.pdf (2017年 2月最終アクセス)
- ロイロノート・スクール公式サイト
<https://n.loilo.tv/ja> (2017年 2月最終アクセス)
- eTeachers 基礎・基本の徹底のためのICT活用が分かる
<https://eteachers.jp/> (2017年 2月最終アクセス)