

新しい時代を生き抜く資質・能力を育む理科授業

—自律的に問題解決・探究する子どもの育成を目指して—

理科研究会議

葛岡大¹

有泉翔太²

宮野利隆³

窪田和久⁴

澤田大明⁵

要 約

学習指導要領では、変化が激しく予測が困難となる新しい時代の学校には、一人一人の子どもが、持続可能な社会の創り手となることができるようにすることを求めている。本研究では、学習指導要領理科の具体的な改善事項から、日常生活との関連の充実と探究の過程の重視に着目した。子どもが理科の学びと日常生活との関連を自覚しながら、自ら問題解決・探究（以下、探究）するには、自然事象に出会った時に、問題を自分事として捉えて探究を進め、他者と協働し、自ら探究の過程を調整する自律的に探究する子どもの育成が重要であると考え、主題、副題を設定した。

日常生活との関連の充実では、理科の学びと日常生活とを関連付ける授業デザインを検証した。子どもがその関連を意識しながら探究することで、日常生活に対する気付きから理科を学ぶ価値を自覚し、理科を学ぶ有用感を高め、自ら探究しようと動機付ける姿が見られた。また、探究の過程の重視では、子どもが自律的に探究するよう、理科授業における自己調整サイクルを子どもが自ら回す手立てを講じた授業デザインを検証した。その結果、予想を基にした仮説の設定では、問題を自分事として捉え、自己調整しながら探究する姿が、他者との対話では、自分の学びを俯瞰して捉え、見通しを確認したり、より妥当な考えになるよう吟味したりする姿が、学び方の振り返りでは、自己調整しながら探究する学び方を意味付け、次の探究に生かそうとする姿が見られた。

こうした授業デザインは、自律的に問題解決・探究する子どもの育成に有効であることが明らかになった。そして、未知なる問題に出会った時、自ら、科学的に思考し、判断してみようとしたり、探究してみようとしたりする新しい時代を生き抜く資質・能力の育成につながる一歩となった。

キーワード：新しい時代、自律的な問題解決・探究、日常生活との関連、自己調整、授業デザイン

目 次

I 主題設定の理由.....	26	4 研究の実際Ⅱ.....	33
1 はじめに.....	26	5 研究の実際Ⅲ.....	35
2 川崎市における理科授業の実態....	26	6 研究の実際Ⅳ.....	38
3 研究主題について.....	28	Ⅲ 研究のまとめ.....	42
II 研究の内容.....	28	1 成果.....	42
1 研究の構想.....	28	2 課題.....	43
2 研究の方法.....	28	3 終わりに.....	44
3 研究の実際Ⅰ.....	30	参考文献.....	44
		指導助言者.....	44

¹ 川崎市立日吉小学校教諭（長期研究員）

² 川崎市立下沼部小学校教諭（研究員）

³ 川崎市立東柿生小学校教諭（研究員）

⁴ 川崎市立白鳥中学校教諭（研究員）

⁵ 川崎市立川崎高等学校附属中学校教諭（研究員）

I 主題設定の理由

1 はじめに

今の子どもたちが社会で活躍する頃、日本は情報化やグローバル化の進展など、変化が激しく予測が困難な時代になるといわれている¹。

そのような時代において、平成 29 年告示の学習指導要領（以下「学習指導要領」とする）では、前文に、これからの学校教育に求められることを、「一人一人の児童（生徒）が、自分のよさや可能性を認識するとともに、あらゆる他者を価値ある存在として尊重し、多様な人々と協働しながら様々な社会的変化を乗り越え、豊かな人生を切り拓き、持続可能な社会の創り手となることができるようにする」²と示している。

理科においては、学習指導要領改訂における具体的な改善事項として、日常生活との関連を充実し、理科を学ぶ有用性を高めること、問題解決の過程（小学校）、探究の過程（中学校・高等学校）を子どもが自ら進めることの重視などが挙げられた（図 1）³。

本研究では、子どもが、問題解決・探究の過程を通して理科を学ぶことは、将来、未知なる問題に出会った時、自ら科学的に思考し、判断してみようとしたり、自ら探究してみようとしたりする新しい時代を生き抜く資質・能力の育成につながると捉えた。



図 1 探究の過程と問題解決の過程のイメージ

2 川崎市における理科授業の実態

川崎市立小・中学校学習状況調査⁴の学習意識調査によると、理科を学ぶことによる生活への有用感を問う設問について、肯定的な回答を示した子どもの割合は、小学校、中学校共に国語、社会、算数・数学、理科の 4 教科の中で最も低い結果であった（図 2、図 3）。

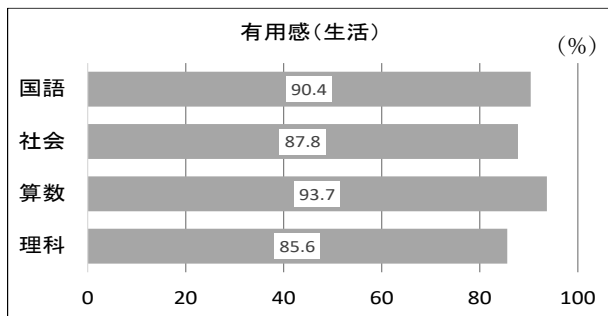


図 2 生活への有用感の調査結果（小学校）

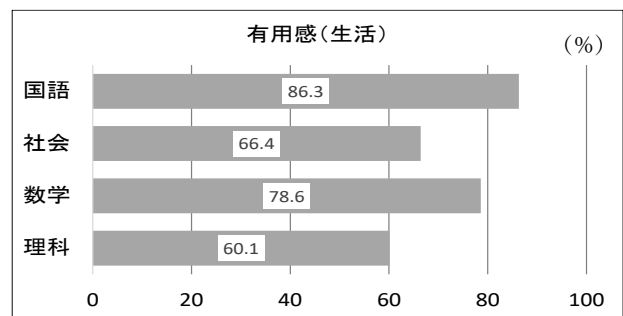


図 3 生活への有用感の調査結果（中学校）

¹ 中央教育審議会「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」2016 年 pp.9-11

² 文部科学省『小学校学習指導要領（平成 29 年告示）』2017 年 p.15

³ 文部科学省『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編』2017 年 pp.6-9

⁴ 川崎市の公立小・中学校に在籍する児童生徒の教科調査及び学習意識調査。小学校は第 5 学年、中学校は第 2 学年を対象に実施。

また、平成 30 年度全国学力・学習状況調査の川崎市の結果では、学校質問紙⁵「日常生活との関連を図った授業を行ったか」の質問項目について、肯定的な回答を示した教師の割合が、小学校 85.1%、中学校 96.2%であるのに対して、児童生徒質問紙⁷「理科の学びを生活の中で活用しようとするか」の質問項目について肯定的な回答を示した児童生徒の割合は、小学校 64.3%、中学校 44.2%であり、教師と児童生徒の間には意識の乖離が見られた。このことから、教師は、理科の学びと日常生活とを関連させた授業を行っているが、その指導が必ずしも子どもに意識されているとはいえないと考えられる（図 4、図 5）。また、学校質問紙「子どもが探究の過程を自ら進める授業を行ったか」の質問項目について、肯定的な回答を示した教師の割合が、小学校 93.0%、中学校 81.1%であるのに対して、児童生徒質問紙「自分の予想をもとに計画を立てているか」の質問項目について肯定的な回答を示した児童生徒の割合は、小学校 79.7%、中学校 62.6%であった。ここにも教師と児童生徒の間に意識の乖離が見られ、教師は子どもが学びを進める授業を行っているが、その指導が必ずしも子どもに意識されているとはいえないと考えられる（図 6、図 7）。

こうした川崎市の実態を踏まえると、理科の具体的な改善事項と同様に、日常生活との関連を充実し、子どもが問題解決・探究の過程を自ら進める理科授業について検討する必要がある。

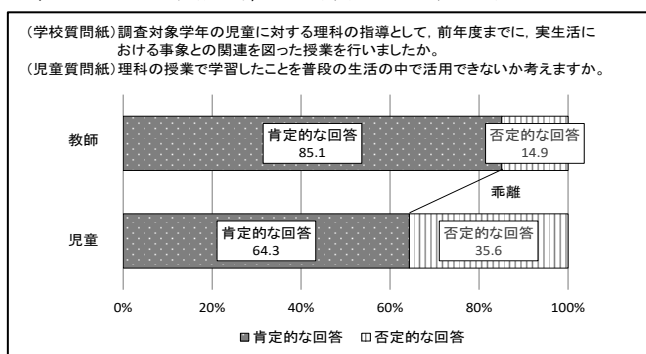


図 4 理科の学びと生活の中の自然事象とのつながりに関わる、教師と児童の意識の差 (小学校)

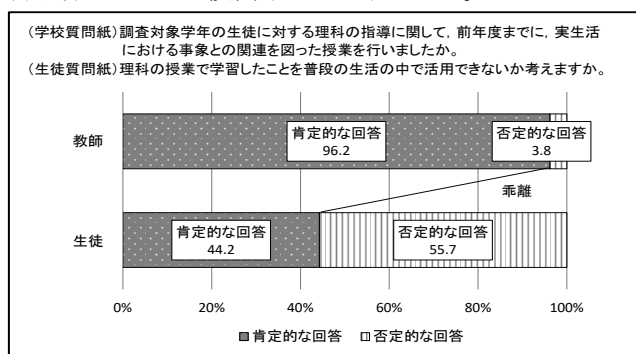


図 5 理科の学びと生活の中の自然事象とのつながりに関わる、教師と生徒の意識の差 (中学校)

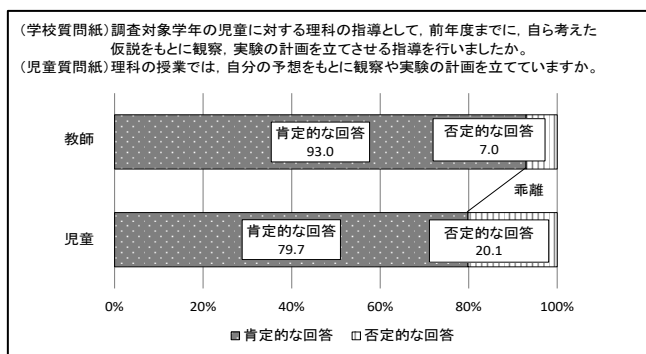


図 6 問題解決の過程に対する、教師と児童の意識の差 (小学校)

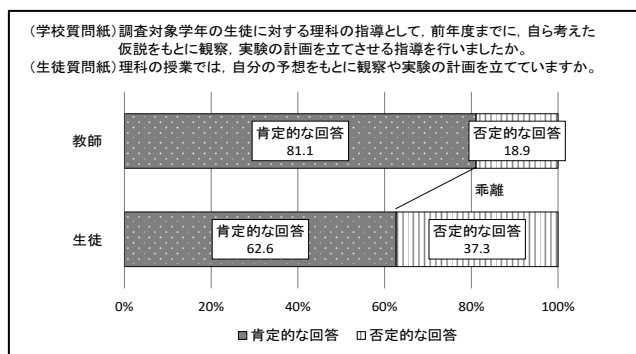


図 7 探究の過程に対する、教師と生徒の意識の差 (中学校)

⁵ 国立教育政策研究所「平成 30 年度全国学力・学習状況調査報告書質問紙調査 調査結果資料 小学校 回答結果集計 [学校質問紙] 川崎市-学校 (公立) 2018 年

⁶ 国立教育政策研究所「平成 30 年度全国学力・学習状況調査報告書質問紙調査 調査結果資料 中学校 回答結果集計 [学校質問紙] 川崎市-学校 (公立) 2018 年

⁷ 国立教育政策研究所「平成 30 年度全国学力・学習状況調査報告書質問紙調査 調査結果資料 小学校 回答結果集計 [児童質問紙] 川崎市-児童 (公立) 2018 年

⁸ 国立教育政策研究所「平成 30 年度全国学力・学習状況調査報告書質問紙調査 調査結果資料 中学校 回答結果集計 [生徒質問紙] 川崎市-生徒 (公立) 2018 年

3 研究主題について

本研究では、学習指導要領が求める新しい時代に必要となる資質・能力の育成を理科の視点から検討した。そこで、学習指導要領における理科の具体的な改善事項と川崎市における理科授業の実態から、子どもが理科の学びと日常生活との関連を自覚しながら、自ら問題解決・探究する理科授業について検討する必要があると捉えた。そして、自ら自然と関わり、自ら学びを進める自律的に問題解決・探究する子どもの育成が重要であると考えた。そうすることが、将来、未知なる問題に出会った時、自ら科学的に思考し、判断し、行動するといった、新しい時代を生き抜く資質・能力の育成につながると志向し、研究主題・副題を設定した。

研究主題

新しい時代を生き抜く資質・能力を育む理科授業
—自律的に問題解決・探究する子どもの育成を目指して—

II 研究の内容

1 研究の構想

(1) 新しい時代を生き抜く資質・能力

学習指導要領では、変化が激しく予測が困難な時代に、子ども一人一人が、持続可能な社会の創り手となることができるよう、新しい時代に必要となる資質・能力を「生きて働く知識・技能」、「未知の状況にも対応できる思考力・判断力・表現力等」、「学びを人生や社会に生かそうとする学びに向かう力・人間性等」の3つに整理した。理科では、新しい時代に必要となる資質・能力を、子どもが問題解決・探究を自ら進める中で育むことを重視している。本研究では、子どもが自然事象と関わり、問題を見だし、問題解決・探究を自ら進める経験を積み重ねる先に、未知なる問題に出会った時、自ら科学的に思考し、判断してみようとしたり、自ら探究してみようとしたりする、新しい時代を生き抜く資質・能力が育まれていくと考えた。

(2) 自律的に問題解決・探究する子ども

本研究では、自ら自然事象に関わり、問題を見だし、学びを調整しながら問題解決・探究する子どもを、自律的に問題解決・探究する子どもと捉えた。先に述べたように、小学校（中学校）学習指導要領解説理科編では、子どもが理科を学ぶ有用感を感じ、問題解決・探究の過程全体を自ら進めるために、日常生活との関連の充実と探究の過程の重視が示された。そこで、理科の学びと日常生活との関連と、自ら学びを調整しながら進める学習理論である自己調整学習に着目して授業デザインすることが、自律的に問題解決・探究する子どもの育成につながると考えた。

2 研究の方法

自律的に問題解決・探究する子どもの育成を目指し、次の(1)(2)に示す2つの視点から授業をデザインする。ここでの授業デザインとは、1時間の授業をデザインすることではなく、単元全体の授業をデザインすることである。このことは、理科教育では、近年多くの研究で捉えられている考え方である。

(1) 理科の学びと日常生活との関連を図った授業デザイン

自律的に問題解決・探究するには、問題解決・探究への動機付けが必要である。そして、その動機付けは、理科を学ぶ有用感の高まりにより生じるものであると考える。そこで、理科の学びと日常生活との関連を図ることで、子どもが理科の学びを身近に感じたり、理科の学びから日常生活への新たな気付きを発見したりすることができるよう授業をデザインした。子どもが、理科の学びを通して日常生活を捉え直す経験を積み重ねることで、理科を学ぶ価値を自覚し、自然事象に対する興味や関心を高め、「知りたい」「試してみたい」など、次の学習や日常生活の場面で生かしてみたいと思うことが、理科を学ぶ有用感の高まりにつながると考えた。このことについては、研究の実際Ⅰで重点的に述べる。

(2) 自己調整を促す授業デザイン

自律的に問題解決・探究するには、問題解決・探究への動機付けに加え、自ら学びを調整しながら問題解決・探究する学び方を身に付ける必要がある。そこで、自己調整を促す手立てを講じることで、子どもが見通しをもち、自ら学びを調整しながら問題解決・探究を進め、その過程全体を振り返り、自らの学び方を意味付けられるよう授業をデザインした。

Zimmerman (1998) は、図8に示すように、自己調整学習には、課題や問題について理解し、解決に向けて見通しをもつ「予見」、見通しに従って学習を進める「遂行」、見通し通りに学習を進められたか振り返る「自己内省」の3つの段階があり、それを、自己調整サイクルとして示した⁹。

本研究では、自己調整サイクルを問題解決・探究の過程に援用し、子どもが問題を自分事として捉え、問題解決・探究の見通しを立てることを「予見」、見通しに従い、問題解決・探究を進めることを「遂行」、見通しに基づき、問題解決・探究を振り返ることを「自己内省」と措定した(図9)。

そして、問題を自分事として捉え、問題解決・探究の見通しを立てるための「予想を基にした仮説の設定」、自らの学びを俯瞰して捉えるための「対話による学びの調整」、自分の学び方を振り返り、次の問題解決・探究へとつなげる「学び方の振り返り」、の3つの視点から、子どもの自己調整を促す授業をデザインした(図10)。そうすることで、本研究の措定した、理科授業における自己調整サイクルを自ら回す子どもが育成されることが考えられる。「予想を基にした仮説の設定」については研究の実際Ⅱで、「対話による学びの調整」については研究の実際Ⅲで、「学び方の振り返り」については研究の実際Ⅳで重点的に述べる。

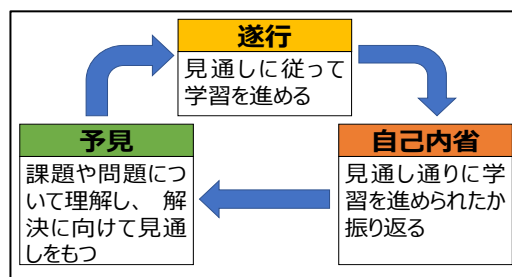


図8 自己調整サイクル (Zimmerman, 1998)

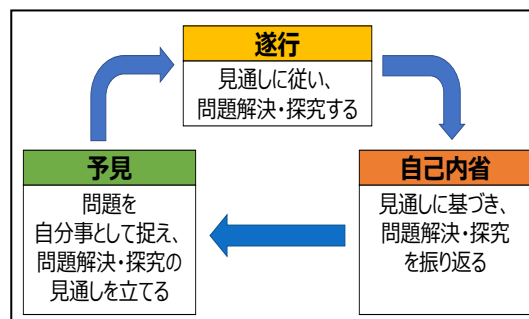


図9 理科授業における自己調整サイクル

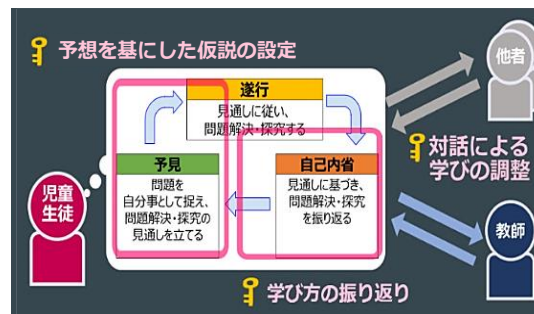


図10 自己調整を促す授業デザインのイメージ

⁹ Dale H. Schunk and Barry J. Zimmerman, Self-regulated learning: from teaching to self-reflective practice The Guilford Press 1998年 p. 3

3 研究の実際 I (中学校 1 年「光の性質」)

(1) 単元について

本単元は、エネルギー領域のエネルギーの捉え方に関わる学習である。小学校 3 年で学習した光の進み方や、凸レンズの働きによる像のでき方の規則性を見いだして理解することがねらいとなる。光は、生活に欠かせないものである。しかし、ヒトは、無意識の中で光の刺激を受け取って物を見る。そのため、子どもにとっては、光の進み方には規則性があり、その規則性に従って物を見たり、規則性を応用して生活に役立つ物が作られたりしていることを自覚することは難しいと考えられる。

(2) 理科の学びと日常生活との関連を図った授業デザイン

本検証では、子どもが理科の学びを通して日常生活を捉え直す経験を積み重ねることで、理科を学ぶ有用感を感じられるよう、理科の学びと目の前の子どもの日常生活との関連の常態化を図る授業をデザインした(表 1)。理科の学びと日常生活との関連を自覚することで、自然事象に対する興味や関心を高められるよう、1 次では、光の反射の法則を学習した後に、自転車の反射板の仕組みを光の反射の法則を適用して考える場面を設定した(表 1-①)。また、単元を通して、探究した後に、日常生活を捉え直す場面を設定した(表 1-②)。さらに、単元の終末に、日常生活の中から探究したい課題を見だし、学んだことを基に、その課題について探究しようとする場面を設定した(表 1-③)。

表 1 中学校 1 年「光の性質」の授業デザイン(全 12 時間)

子どもの学習活動	日常生活との関連を図った授業デザインの工夫
1 次 「光の反射」 ・教科書の写真を見て、光に関する興味・関心をもつ。 ・探究を通して、光の反射の法則を見いだす。 ・物体が見える仕組みを理解する。	①自転車の反射板の仕組みを探究する活動を通して、反射の法則が身の回りの自然事象に適用されていることを自覚できるようにする。 ②探究の振り返りに新たな課題の欄を設けることで、獲得した科学概念を用いて、身近な自然事象を捉え直せるようにする。
2 次 「光の屈折」 ・探究を通して、入射角と屈折角の関係を見いだす。 ・白色光にはいろいろな色の光が混ざっていることを理解する。	②探究の振り返りに新たな課題の欄を設けることで、獲得した科学概念を用いて、身近な自然事象を捉え直せるようにする。
3 次 「凸レンズの働き」 ・探究を通して凸レンズによってできる像の規則性を見いだす。	②探究を通して探究の振り返りに新たな課題の欄を設けることで、獲得した科学概念を用いて、身近な自然事象を捉え直せるようにする。
4 次 「光の性質と日常生活」 ・日常生活の中から課題を設定し、探究しようとする。	③探究を通して見つけた新たな課題を探究する活動を通して、理科の学びを日常生活に生かせることを自覚できるようにする。

(3) 理科の学びと日常生活とを関係付けながら探究する子どもの姿

①学んだことを日常生活に適用する姿

子どもが自ら課題を設定できるよう、自転車の後ろに反射板を取り付けたものと、反射板を鏡に変えたものを用意し、光が当たったときの反射する様子の違いを比較した(図 11)。子どもは、反射板に当

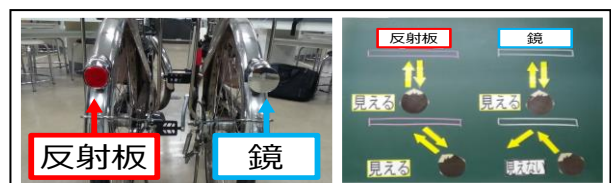


図 11 反射板と鏡の反射の仕方を比較する様子

たる光の反射の仕方が、前時に学習した反射の法則に反することから課題を見いだした。図 12 のように、光の進み方を図に表して予想し、友達と協働的に探究する様子が見られた。

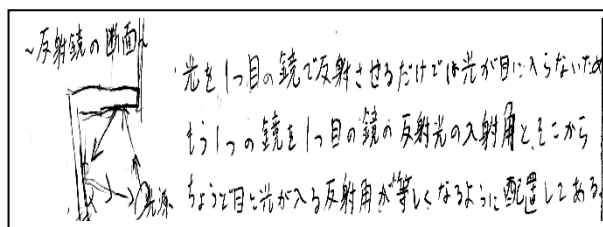


図 12 反射板の仕組みを予想した記述

振り返りの記述には、日常生活にも光の性質を利用している物があることを実感する子どもの姿が見られた。

さらに、他にも利用している物はないかと、理科の学びと日常生活とを関係付ける姿が見られた (図 13)。理科の学びを通して日常生活を捉え直し、自然事象に対する興味や関心を高め、新たな問題を見いだす姿があったことから、理科を学ぶ有用感の高まりが見られた。

- C1 他にも、光が反射して私たちの目に光が届くような構造をしているものとして、宝石が思い浮かんだ。ダイヤモンドのように、デコボコになるようにカットすると、光が目につき、輝いてよりきれいに見えるのではと考えた。
- C2 自転車の反射板にこんな仕組みがあることを知って驚いた。車の後ろにも反射板と同じようなものがあるから、それも反射板と同じような仕組みがあるのかなと思った。
- C3 ビー玉で、自分の顔や相手の顔が逆さになって見えた時があったので、そのようなものも反射の法則のような何か決まりがあるのかと考えた。

図 13 理科の学びと日常生活を関係付ける生徒の振り返りの記述

②学んだことを踏まえて日常生活を捉え直す姿

生徒Aに着目し、振り返りの記述の変容を見取った。探究を振り返る際に、理科の学びと日常生活とを関係付けて、気付いたことや不思議に思うことはあるかと、日常生活を捉え直す視点を設定した。そうすることで、生徒Aは、単元の初めは、学習内容に関する振り返りをしていたが、学習が進むにつれ、理科の学びと日常生活との関連を自覚し、日常生活に関わる自然事象について問題を見いだしていた (表 2)。自然事象に対する興味や関心を高め、「どうして」「知りたい」と、日常生活の場面で生かしてみたいと思う表現があったことから、理科を学ぶ有用感の高まりが見られた。

表 2 生徒Aの振り返りの記述の変容

時	課題	振り返りの記述
2	決まった角度から鏡に光を当てた時、光はどの角度に進むのだろうか。	入射角と反射角の角度の大きさは等しいということを知れた。入射角と屈折角の関係も知りたい。
4	なぜ、反射板では、光が自分の方向に返ってくるのだろうか。	身の回りの物体は、表面に細かい凹凸があるため、いろいろな方向に反射が起きるということを知ることができた。さらに、一つ一つの光は反射の法則が成り立つように反射しているから反射光の方向は様々ということがわかった。光は、水の中でも反射するのかが知りたい。
5	なぜ、黒板に当てたレーザーポインタの光を、クラス全員見ることができたのだろうか。	物には細かい凹凸があるから、光はあらゆる方向に反射し、目に届き、物を見ることができるとことを知った。 <u>新たな疑問は、鉛筆を水に入れると、鉛筆が折れて見えるのはどうしてなのか？</u>
7	水やガラスがある時の光の進み方はどのようになっているのだろうか。	空気から水やガラスへ光が進む時の規則性を知りたいと思った。 <u>金魚を下から見ると、逆さまになって浮いているように見える理由を知りたい。</u>

③自分で課題を設定し探究する姿

単元を通して、常に理科の学びと日常生活とを関係付けながら学びを進めたことで、理科の学びから日常生活を捉え直し、自ら課題を設定する姿が見られた（図 14）。

- C4 授業で、友達がスプーンに顔が逆向きに見えるのはどうしてかと疑問に思っていて、私もどうしてそうなるのか不思議に思い、調べてみたいと思った。
- C5 交通安全教室でもらった反射リストバンドが、自転車の反射板と同じように光を反射させていたから、その仕組みを知りたいと思った。

図 14 日常生活から課題を見つける生徒の姿

また、互いに課題を設定した理由を共有すると、自分では気付けなかった理科の学びと日常生活との関係を認識する姿が見られた（図 15）。

- C6 ○○さんの発表を聞き、反射の法則が身の安全を守るためにも使われていることを知り、すばらしいと思った。
- C7 交通安全教室のような関係のなさそうなことも、光の学習につながっていることに驚いた。反射テープのような難しそうなものも、理科で学んだことが関係しているんだと思った。私も身近なものが理科と関係しているか考えたい。

図 15 日常生活に対する気づきを広げる生徒の姿

「知りたい」「すばらしい」「考えたい」と、理科の学びを日常生活の場面で生かしてみたいと思う表現があったことから、自然事象に対する興味や関心を高め、理科を学ぶ有用感の高まりから自ら探究してみようと動機付ける子どもの姿が見られた。

（４）考察

理科の学びと目の前の子どもの日常生活との関連の常態化を図り、学んだことを日常生活に適用する場面、学んだことを踏まえて日常生活を捉え直す場面、自分で課題を設定し探究する場面を設定した。そうすることで、子どもは、日常生活に対する気づきから理科を学ぶ価値を自覚し、理科を学ぶ有用感を高め、自ら探究しようと動機付けることが明らかになった。一方で、学んだことを基に課題に対する自分の考えを深める姿は見いだせなかった。自律的に問題解決・探究する子どもの育成を目指すためには、自ら学びを調整しながら問題解決・探究する学び方を身に付ける手立てを検討する必要も明らかになった。

また、検証後も理科の学びと日常生活との関連を図った授業デザインによる授業を続け、検証5か月後にアンケート調査を行った。その結果、理科の学びに対する有用感を感じたり（図 16）、日常生活への関心を高めたり（図 17）する様子が見られた。

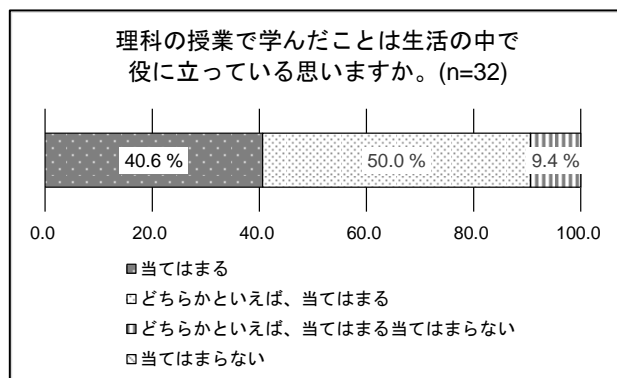


図 16 生活への有用感を問う質問の回答結果

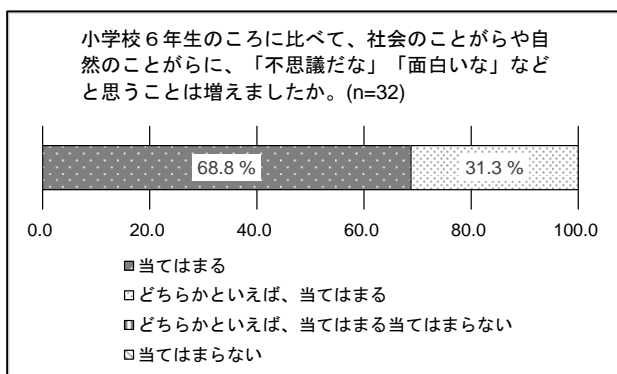


図 17 自然事象への興味・関心を問う質問の回答結果

4 研究の実際Ⅱ（中学校3年「イオンと水溶液」）

（1）単元について

本単元は、粒子領域の粒子の存在、粒子の結合に関わる学習である。中学校2年で学習した、原子・分子について、さらに微視的に捉え、イオンの存在やその生成が原子の成り立ちに関係することを理解することがねらいとなる。

本検証では、子どもがイオンの存在を認識し、探究を進める中で、イオンについての概念を構築する単元構想とした。そして、子どものイオンを探究する動機付けを高めるよう、単元導入で、子どもが日常生活の中で目にする水溶液から、電解質濃度の異なる2種類の水溶液を用意し、その成分表示を比較する学習活動を設定した。

（2）自己調整を促す授業デザイン

子どもが自己調整しながら探究を自ら進められるよう、本検証では、探究の過程における仮説の設定の場面に着目し、予想する場面と仮説を設定する場面のねらいを整理して位置付けた（表3）。予想する場面では、課題に関わる生活経験を想起したり、用意した水溶液を質的・実体的に捉えたりすることで、イオンとはどのような物質か、考えをもてるようにした。仮説を設定する場面では、予想に基づいた実証可能な仮説を設定するという目的を学級で共有し、班での対話を通して仮説を立て、探究の見通しを立てられるようにした。また、既習を想起するために、GIGA 端末に学習記録をデジタル化した e ポートフォリオ¹⁰を用いた。子どもが、自ら探究して得られた結果等の記録を振り返りながら、既習に基づいた仮説を設定できるようにした。

表3 中学校3年「イオンと水溶液」の授業デザイン

探究の過程	子どもの学習活動	教師の教授活動
自然事象に対する気付き	・スポーツ飲料水とお茶の成分表示を比較する。	・身近な自然事象の中からイオンの存在に気付けるよう、水溶液としてスポーツ飲料水を提示する。
課題の設定	・「イオンとはどのような物質か」という、単元の学習問題を設定する。	・自然事象に対する気付きを既習と未習に分類し、イオンについて探究を進める必要感を抱けるようにする。
予想の設定	・生活経験や既習、導入を基に、イオンとはどのような物質か考える。（個人）	・次の単元で日常生活と関連付けながらイオンとはどのような物質か考えられるよう、本単元と関係の薄い気付きも取り上げる。
仮説の設定	・既習を基に、イオンが含まれる水溶液には電流を流すことできるという仮説を設定する。（班）	・結果の見通しを立てられるよう、実証可能なものはどれかという視点で、予想の中から仮説にできるものを考える場面を設定する。 ・既習を想起しやすいよう、e ポートフォリオの活用を促す。 ・必要に応じて学級で考えを共有する場面を設定する。
検証計画の立案	・水溶液に電流が流れたかを確認するための検証計画を考える。（班）	・仮説の検証に適した実験器具を選択できるよう働きかける。
実験の実施	・検証計画に基づき、班ごとに仮説を確認するための実験をする。（班）	・仮説を自覚できているか声をかける。
結果の処理	・結果を表やグラフ等にまとめる。	・適切な処理の仕方を価値付ける。
考察・推論 結論の導出	・イオンが含まれる液体には、電流が流れることを見いだす。 ・イオンは、電気を帯びている物質であることを見いだす。	・他班の結果も踏まえて考察できるよう、電子黒板で結果を共有する場面を設定する。
自然事象に対する気付き	・イオンには電気伝導性があることをこの探究で分かったことと、さらに探究が必要なことを考える。	・e ポートフォリオを俯瞰しながら新たな疑問を見いだす。

¹⁰ 子どもの学習記録をデジタル化し、データベースとして個人の記録を残すシステム。子どもの思考した表現物をクラウドを使って保存し、いつでも、学年を越えて、既習を振り返られるようにした。

(3) 自己調整しながら探究する子どもの姿

①対話を通して仮説を設定する姿

C1は、イオンを含む水溶液には電気を通せることと、陽イオンの+と陰イオンの-の表記は、電極の+と-に関係があると予想していた。そして、班員とeポートフォリオで既習を振り返り、電気の伝導性は電気分解ができるかで確かめられ、電極との関係は電気分解により発生する物質によって確かめられると、実証可能な仮説を設定した(図18、表4)。

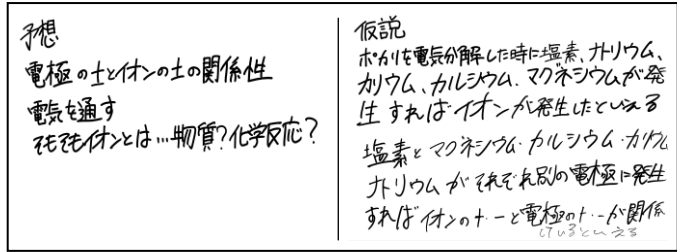


図18 C1の予想(左)と仮説(右)

表4 eポートフォリオを用いて仮説を立てる様子

発話記録	eポートフォリオの活用
C1 塩化銅水溶液だよね。	既習内容の共有
C2 そっちの方がいいか。なんかこう(水溶液に電極を入れるジェスチャー)、刺すやつ。	
C1 あったね。(塩化銅水溶液の画像を指さして)何か出てくるんだよ。	
C2 はいはい。これが(水溶液に浸したろ紙の画像を指さして)漂白作用があるから。	結果の共有
C1 そうそうそうそう。	
C2 どうして漂白できたんだっけ?この水(塩化銅水溶液の画像を指さして)を入れたの?	実験方法の想起
C3 (どんな実験をしたか説明)	
C4 すごいな。	
C2 うん。そんな感じ。ってことは、もしこれ(スポーツ飲料水)を分解したときに、こうやって(水溶液に電極を入れるジェスチャー)棒をぶっさして、ぶくぶくぶくってなったら、その出た…やつ…何かそこら辺の水をぶす(ピペットで水溶液をとるジェスチャー)ってやって、漂白できるかもしれない。	想起したことを、今回の探究に置き換え

②仮説を自覚して実験を実施する姿

仮説通りの結果が得られない時、C5やC6に見られるように、仮説と結果を照合し、検証計画を再検討する姿が見られた(表5)。仮説を設定したことで、問題を自分事として捉え、見通しを立てて探究し、得られた結果と仮説を照合することで自らの学びを調整し、納得のいくまで粘り強く探究を進める姿が見られた。

表5 自己調整しながら実験に取り組む様子

発話記録	自己調整する子どもの姿
CS あー、だめだ。わからない。	仮説を確かめられなかったことを自覚し、比較という理科の考え方を働かせることで、仮説を修正している。
C5 水で薄まった感じ?	
C6 じゃあ、+極の方だけじゃなくて-極の方もやってみよう。	
~ -極付近の水溶液に漂白作用があるかの実験 ~	修正した仮説でも予想を確かめられなかったことを自覚し、比較対象を変えることで、仮説を修正している。
C5 変わってない。	
C6 変わってないっていうよりは、薄くなっているけど、+の方よりは…	
C5 水があるから。薄く見えるのは… (中略)	
C5 ポカリに塩素が含まれてるってことは、ポカリそのものでも漂白できるか確かめるといいんじゃない?	

③探究を通して科学概念を構築する姿

単元の初めと終わりのイオンに対する気付きの変容を比べると、35人中23人の生徒が、初めはイオンの含まれる水溶液の電気の伝導性に着目していなかったが、イオンとはどのような物質か探究したことで、全員がイオンを含む水溶液には電流が流れることを理解していた。水溶液に含まれるイオンについての実験前後のイメージ図を比較すると、実験前は、イオンの存在の仕方へのみに着目していたが、実験後は、探究を通して得られた情報を自分なりに咀嚼し、イオンを介した電気の通り方をイメージする姿も見られた(図19)。

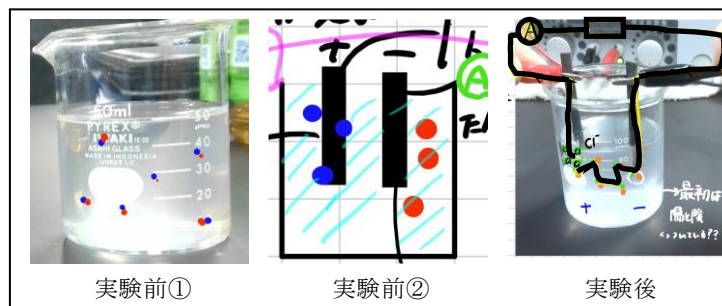


図19 イオンに対するイメージ図の変容

仮説を設定して探究を進めたことで、探究により得られた情報を基に自ら科学的に思考し、次の小単元「イオンと電池」に関わる考えを構築する素地を獲得する子どもの姿が見られた。この姿は、未知なる問題に出会った時、自ら科学的に思考し、判断し、行動する姿であると捉えられる。

(4) 考察

予想を基にして仮説を設定する場面では、実証可能な仮説を設定するというねらいを学級で共有した。子どもは、班員とeポートフォリオを活用しながら対話をし、既習を根拠に仮説を設定していた。仮説を設定することに困難を感じる子どもが見られる時は、適宜、考えたことを学級で共有する場面を設定した。これにより、友達考えを取り入れて仮説を設定する姿が見られた。そして、仮説を設定したことで、子どもは、探究の見通しを立て、結果から得られる多様な情報の中から自分に必要な情報を選択し、考察することができた。また、必要な情報を得られない時は、友達と対話しながら探究の過程を振り返り、修正点を検討し、納得がいくまで粘り強く探究する姿が見られた。予想を基にした仮説の設定に着目して授業をデザインすることで、子どもが問題を自分事として捉え、探究の見通しを立て、その見通しに従って学びを進められているか常に振り返りながら探究する、自律的に探究する子どもの育成につながるということが明らかになった。

5 研究の実際Ⅲ (小学校6年「電気の利用」)

(1) 単元について

本単元は、3年、4年、5年と続く小学校電気単元の終末単元として位置付けられている。これまで、「電気を使う」ことの側面で学習してきたが、本検証では資料の提示から「資源としての電気」として電気を捉えることで、自分たちの生活と電気との関わり方を見直し、問題意識をもって学習の見通しを立てられるようにした(図20)。「どのようにして電気とよりよく関わってい

1時間目：既習や生活経験を想起したり、資料を基に電気を資源としての電気と捉えたりし、単元の学習問題をつくる。
【単元の学習問題】 「どのようにして電気とよりよく関わっていくことができるのだろうか？」
第1次「電気をつくる」
2～3時間目：手回し発電機の働きを乾電池と比較しながら確かめる。
4～5時間目：光電池の働きを乾電池と比較しながら確かめる。
第2次「電気の利用」
6～7時間目：発電した電気をためて使うことができるか確かめる。
8時間目：身の回りで、電気がどのように利用されているか調べる。
第3次「電気の有効利用」
9～11時間目：プログラミングの体験を通して、電気を有効的に使う方法を考える。
12時間目：これまでの学習を踏まえて、電気と私たちの暮らしについてのレポートをまとめる。

図20 小学校6年「電気の利用」の単元計画

くことができるのだろうか。」と、単元を通して解決する、単元の学習問題を設定することで、学習のゴールを明確にし、自ら学びの現在地を把握できるようにした(図21)。単元終末では、学習内容を基に、単元の学習問題を解決していった。発電、蓄電、電気の変換、電気の有効利用のそれぞれの問題解決で獲得した知識を結び付けて、自分の生活と電気との関わり方についての考えをもてるようにした。

(2) 自己調整を促す授業デザイン

子どもが自己調整しながら問題解決を進められるよう、本検証では、対話による学びの調整に着目した。仮説を設定する場面では、仮説の妥当性について検討するよう声を掛けたり、他班と仮説を交流する場面を設けたりして、仮説を修正できるようにした。実験の場面では、設定した仮説の自覚を促す声掛けをし、見通しに従って学びを進められているか常に振り返りながら問題解決を進められるようにした。

(3) 自己調整しながら問題解決する子どもの姿

①対話を通して仮説を修正する子どもの姿

児童Bは、手回し発電機と乾電池の働きについて、どちらも電流の流れる向きを変えられることができると予想した。そして、もし、手回し発電機のハンドルを回す向きを変えた時、豆電球の明かりのつき方も変われば、手回し発電機には、乾電池と同じように電流の流れる向きを変える働きがあると仮説を設定した。教師は、豆電球の点灯の仕方は、電流の流れる向きによって変化しないため、児童Bが妥当性の低い仮説を設定していることを把握した。そこで、学級全体に、仮説に基づいた実験をして明らかになるのはどんなことかを問いかけ、対話を通して仮説を共有する場面を設定した。

児童Bは、対話を通して自分の仮説の妥当性の低さを自覚し、手回し発電機のハンドルを回す向きを変えた時に、検流計の針の振れや電磁石の極の向きが変われば、電流の流れる向きも変わったといえらると、友達のことを取り入れて仮説を修正し、問題解決の見通しを立てた(図22)。

②仮説を自覚しながら問題解決する子どもの姿

仮説を自覚し続けられない子どもがいる実態から、教師は、実験の実施の際、「何を確かめる実験をしているの。」など、仮説の自覚を促す声掛けを絶えず行った。教師の問いかけに回答することで、子

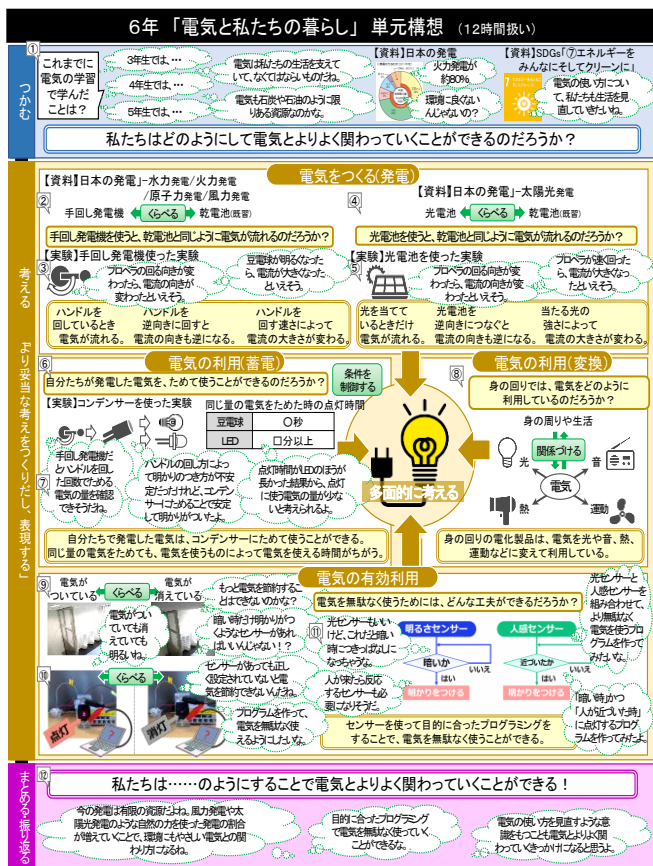


図21 単元の学習問題を設定した授業デザイン

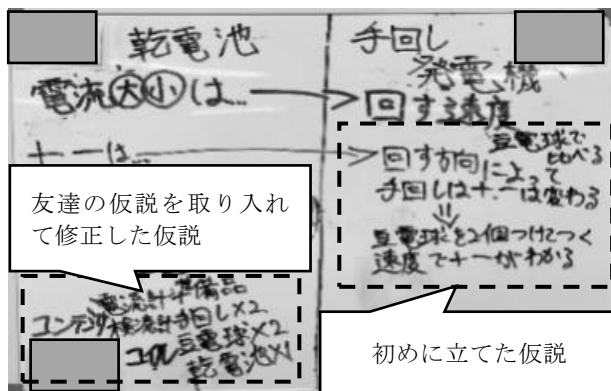


図22 仮説を修正する様子

どもは、仮説を自覚しながら実験していた（表6）。

表6 仮説の自覚を促す教師の問いかけと子どもの応答（一部抜粋）

教師の問いかけ	子どもの応答
T2 これは、何を確かめようとしている実験ですか？	C (ハンドルを) 早く回すと、(電流が) 強くなるかです。
T5 直列。OK。見に行く。ちなみに、どんな予想をもってその実験をするのですか？	C (2つの) 手回し発電機を直列につなげた時、(1つの時より) 電流が強くなるかを調べます。
T15 これはどのような状態ですか？	C (ハンドルの) 回す向きを変えても、(モーターが) 回るか。
T16 ハンドルの回す向きを変えるとプロペラの回る向きも変わるかの実験をしようとしているのね。	
T64 何を調べたいのですか？	C (ハンドルの) 回す向きを変えたら、電磁石の極の向きも変わるか。
T65 S極とN極があるか調べたいなら、これがあれば足りませんか？	C (磁石に表示がないから) S極とN極がわからない。
T69 じゃあ、N極とS極が書いてある磁石をもってこよう。	C そう。そういうのがほしかった。一番いいやつじゃん。
T74 早く回せばいっぱい回ったんだ。ということは、どんなことがいえるのかな。その結果から考えられそうですね。	
T81 この実験は何を確かめる実験ですか？	C (ハンドルを) 早く回したら、(プロペラも) 早く回るかです。

児童Bは、仮説を自覚しながら実験を実施したことで、実験結果から仮説を確かめるために必要な情報を自ら選択し、考察していた。また、実験を通して仮説を確かめた後、さらに友達のを考えを取り入れ、追実験を行い、結果の妥当性を高めていた（図23）。振り返りでは、友達のを考えを取り入れる有用性に気付く姿が見られた（図24）。

③獲得した知識を関連させて、単元の学習問題を解決する姿

図25は、単元を通して獲得した知識を基に、どのようにして電気とよりよく関わっていくかという単元の学習問題に対する自分の考えを表現したものである。この子どもは、地震の多い日本でよりよく生きていくための電気との関わり方を、発電、蓄電、電気の変換、電気の有効利用で学習したことを結び付けて表現することができた。獲得した知識と知識を結び付け、日常生活を捉え直し、電気とのよりよい関わり方を表現する姿は、未知なる問題に出会った時、自ら科学的に思考し、判断し、行動する姿であると捉えられる。

①手回し発電機の回す向きをかえる	
モーター：回る向きがかわった	
極流計：針の向きがかわった	
電磁石：N・Sがかわった！	

考察の妥当性を高めようと、友達の仮説をさらに取り入れて実施した実験の結果。

図23 児童Bの結果の記録

最初は2つくらいの実験をやろうと思ったが他の班の実験の真似をしてみたら結果の確信に繋がった。実験をたくさんすることで結果が分かっていったことがよかった。
--

図24 児童Bの振り返りの記述

単元の学習問題『私たちはどのようにして電気とよりよく関わっていくことができるのだろうか？』

電気をつくることを「発電」
 効 効 効
 効 効 効

今地震が多い世の中になつてきているので、電気が使えなくなった時手回し発電機は、光を運動を作り出すことができるので、役に立つ物だと思ふ。

また太陽の力で発電できる光電池も、なくてはならない物だと思ふ。太陽の力で発電できるのが節約になっている。コンデンサは手回し発電機と比べて、電気をためることができる。(蓄電)

豆電球と発光ダイオードのちがいは、豆電球→熱をはき出しているのが、発光ダイオードは熱をはき出さず、電気を効率的に使うことができる。

これらの電気のことを知って、電気を上手に使わないと、手回し発電機や発光ダイオード、光電池等と上手に活用して電気とよりよく関わっていきたいと思ふ。

図25 単元の学習問題に対する考え

(4) 考察

対話による学びの調整に着目して授業をデザインした。友達との対話では、自分の考えを俯瞰し、友達の考えを取り入れて修正する、自己調整する子どもの姿が見られた。教師との対話では、子どもと教師が問題解決の見通しを共有したり確認したりし、仮説を自覚しながら問題解決を進める自己調整につながる姿が見られた。以上のことから、対話による学びの調整に着目して授業をデザインすることで、対話を通して自分の学びを俯瞰して捉え、自己調整しながら問題解決を進める、自律的に問題解決する子どもの育成につながる事が明らかになった。

6 研究の実際Ⅳ (小学校6年「水溶液の性質」)

(1) 単元について

本単元は、粒子領域の粒子の保存性、粒子の結合に関わる学習である。5年生では、物が水に溶ける量や様子に着目し、物の溶け方の規則性を学習している。本単元では、水に溶けている物に着目し、水溶液の3つの性質や金属を変化させる働きについて学習していく。

水溶液の性質は、日常生活の中の様々な場面で生かされている。身の回りの水溶液の性質を調べたり、日常生活を水溶液の性質や働きから捉え直したりすることで、理科の学びと日常生活との関連を図りながら問題解決を進められるよう、授業をデザインした(表7)。

表7 小学校6年「水溶液の性質」の授業デザイン(全16時間)

子どもの学習活動	日常生活との関連を図った授業デザインの工夫
1次 「気体が溶けた水溶液」 ・既習や日常生活を想起し、水溶液とは何かを確認する。 ・5種類の水溶液の見分け方を考える。 ・水溶液には、気体が溶けているものがあることを確かめる。	・身近な水溶液を想起する場面を設定し、日常生活の中にも水溶液が存在することを自覚しながら問題解決できるようにする。
2次 「水溶液の3つの性質」 ・リトマス紙を使って、5種類の水溶液や身の回りの水溶液の性質を調べる。	・自分達で用意できる水溶液の性質を調べる場面を設定し、身近な水溶液も3つの性質に分けられることを自覚できるようにする。
3次 「金属を溶かす水溶液」 ・水溶液には、金属を変化させるものがあることを確かめる。	・身近にある酸性の水溶液について想起する中で、塩酸の金属を溶かす働きに関心をもてるようにする。
4次 「日常生活と水溶液の性質」 ・獲得した科学概念を用いて、日常生活の中の水溶液の性質に関わる事象を説明してみようとする。	・獲得した科学概念を用いて、身の回りにある水溶液の性質を生かした製品や取り組みを捉え直す場面を設定することで、理科の学びと日常生活を関係付けられるようにする。

(2) 自己調整を促す授業デザイン

子どもが自己調整しながら問題解決を進められるよう、本検証では、学び方の振り返りに着目し、子どもと教師とで学び方を振り返る視点を共有した(図26)。学び方を振り返る視点を共有すること

1. 学習に対してできるようになりたいという意欲をもっている。
2. 学びに対して自分ならできるという気持ちがある。
3. 疑問に思ったことと、これから学んでいくことをイメージして学習を考えることができる。
4. 今までの学習や生活の経験など、友達も納得しやすいことを根拠にして考えをもつことができる。
5. どうすれば解決に向かうことができるのか、自分なりの方法で学習を進めている。
6. 学習の進め方がよいのか、確認したり、修正したりしながら学習を進めている。
7. 学習の進め方がうまくいったのか、うまくいかなかったのか分析して次に生かそうと考えている。
8. 学習の進め方がうまくいったり、うまくいかなかったりする理由を分析している。
9. 学んだことがどのように生活に結び付くのか考えたり、新たに疑問に思うことを見つけたりしている。

図26 学び方を振り返る視点

で、子どもは、どのように学びたいかと、学び方を意識して問題解決したり、問題解決をする中で身に付いた力や態度を自覚し、次の学びの目標を設定したりすると考えた。

本検証では、これまでの検証で、予想を基にして仮説を設定し、仮説を自覚し続けることで、自己調整しながら問題解決・探究しようとする子どもの姿が見られたことから、図 26 の学び方を振り返る視点の、仮説に基づいて学びを進められているかを振り返る「6. 学習の進め方がよいのか、確認したり、修正したりしながら学習を進めている。」に特に焦点を当てることとした。そして、子どもが、学習の進め方を確認したり修正したりすることに必要感を感じる場面を検討した。3次「金属を溶かす水溶液」では、塩酸に溶けたアルミニウムが水溶液の中に存在するかと、水溶液を蒸発して取り出したアルミニウムの性質が変わったかを問題解決する。1つの実験だけでは問題を解決できない場面を設定することで、子どもが結果と仮説を照合し、仮説の再検討を必要とする授業をデザインした(表 8)。

表 8 小学校 6 年「水溶液の性質」の 3 次の授業デザイン

探究の過程	子どもの学習活動	教師の教授活動
自然事象に対する気付き	・身の回りの酸性の水溶液を想起し、酸性の水溶液の働きに着目する。	・前時のリトマス紙で性質を調べた実験を想起し、塩酸が金属を溶かす本時の内容につなげる。
問題の設定①	・塩酸に溶けたアルミニウムの変化を実体的に捉えて学習問題を設定する。	・アルミニウムを塩酸に入れて溶ける様子をイメージ図にして表すことで、目に見えない現象についての考えをもったり、友達の考えとの共通点や差異点から問題を見いだしたりすることができるようにする。
予想の設定	・イメージ図を基に、予想を分類する。	・予想を分類することで、溶けたアルミニウムを実体的に捉え、どこに存在するかについて問題解決の見通しを立てられるようにする。
仮説の設定	・既習を基に、水溶液を蒸発させることで溶けたアルミニウムがどこに存在するかを確かめられるという仮説を設定する。	・何を明らかにしたいのか、予想を振り返るよう働きかける。 ・協働的に仮説を立てる場面を設定し、考えた仮説が妥当か検討し合えるようにする。
検証計画の立案	・水溶液を蒸発させる方法や実験中の結果を見る視点を考える。	・仮説の検証に適した実験器具を選択できるよう働きかける。
実験の実施	・検証計画に基づき、班ごとに仮説を確かめるための実験をする。	・実験の前に仮説を振り返る場面を設定し、自分の予想や結果の見通しを自覚してから実験に取り組めるようにする。 ・仮説を自覚できているか声を掛ける。
結果の処理	・結果を Jamboard で共有する。	・結果を、Jamboard で共有することで、他班と結果を比較し、自分の班の結果の妥当性を検証したり、他班の結果も踏まえて多面的に考察したりすることをできるようにする。
考察	・仮説と結果を照合し、問題を解決するためには、仮説を再検討する必要があることを見いだす。	・確かめられたことと確かめられなかったことを整理し、アルミニウムの質的な変化について問題解決が必要なことに気付けるようにする。
問題の設定②	・塩酸に溶けたアルミニウムの変化を質的に捉えて学習問題を設定する。	・既習を生かして、見通しを立てられるように「アルミニウムだとすれば・・・」と仮定したうえで、次の実験について考えさせるようにする。

(3) 自己調整しながら問題解決する子どもの姿

① 仮説を基に、学習の進め方がよいのか確認したり修正したりしながら問題解決する子どもの姿

実験の場面では、子どもが自ら学びを確認したり修正したりするよう、結果と仮説の照合を促した。子どもは、自他の仮説と結果を照合し、考察し、この実験では学習問題を解決できないことを自覚し、アルミニウムを溶かした塩酸から取り出した物質の性質を確かめたいと、新たな問題を見だし、自ら問題解決しようと動機付ける姿が見られた(表9)。

表9 実験中の発話記録

発話記録	発話分析
T a、b、c、dどれだと思った?この結果から。	仮説と結果の照合を促す声掛け。
C1 bです。	教師の声掛けにより、仮説と結果を照合している。
C2 おれcだと思う。	
C3 今の結果からちょっとbに近づきました。変えていいですか。	
C2 えっ。cだと思う。だってさ、これ完全にさ、塩酸の中にあるとしたらさ、手前側にもさ…	結果から、予想bの仮説が、成り立たないことを考察している。
C1 これ追い詰められてさ、アルミニウムのない塩酸がこっちにあるだけじゃない?	水溶液が蒸発する様子を振り返り、仮説と結果が一致することを考察している。
C3 正直、前見た感じだと、泡?結構思った以上に泡がぶくぶくしてたから、これで、ちょっと出てたと思ったけど、実際、今やってみて、あんまり泡が出てなかった気がするから…d?蒸発してなくなったわけではないと思う…	前時と本時の事象の比較から差異点を自覚し、予想の修正を図っている。
C2 でも、なんでさ…	
C3 でも、なんでさ、これアルミニウムのもともとのもどったら、じゃあ、アルミニウムはもともと何からできてるのって疑問が出てくる。	新たな問題を発見し、自ら問題解決しようと動機付けている。
C1 さっき言ったけどさ、水に溶かしても溶けない。もとのだったら(水に)溶けないんじゃないかな。	解決の見通しを立て、自ら問題解決しようと動機付けている。

実験結果を学級で共有すると、子どもは予想(図27)をb、c、dに絞った。予想cは、溶けたアルミニウムの存在に関わる予想である。一方、予想dは、取り出した固体の性質に関わる予想である。ここで、予想cと予想dを混在したまま問題解決を進めると、子どもの思考が拡散すると考えられる。そこで、表10に示すように、

a :アルミニウムは、泡となって空気中に出た。
b :アルミニウムは、水溶液の中にある。
c :アルミニウムは、一部が泡となって空気中に出て、残りは水溶液の中にある。
d :アルミニウムは、水溶液の中にあるが、別の物質に変わっている。
e :その他・考え中。

図27 本検証で見られた子どもの予想

表10 次の学習問題の見通しを立てる場面の発話記録

発話記録	発話分析
T 今しぼられたのは?	
CS bかcかd。	
T あ、ちなみに、cはこうなりました。もし出てるとしたら。	演示実験の結果を子どもと共有し、評価の一端を子どもに担わせている。
CS 同じ(ラップに固体が付着している)。	
~3人組で演示実験の仮説を確認し、学級全体で結果の共有~	
T 気になる人は後で見てもらえればいいんだけど、ラップに何も無い。先生の手あかとかはある。納得いかない人は見てください。	演示実験の結果と仮説を照合し、次の問題解決の方向性を自覚している。
C4 cは消えた。	
C5 じゃあd?bかdだよ。	
T じゃあ、一旦ここ2つ(bとd)で考えてみましょうか。まだ納得いかない人は、もう1回実験してもいいから。じゃあ、bとdで比べると、自分達どう思うの?	子どもの自覚したことを学級で共有し、次の問題解決の方向性の合意形成を図った。

教師が子どもの考えた仮説に基づく演示実験を行うことで、予想をbとdに焦点化し、取り出した固体の性質に着目した問題解決の見通しを立てた。

②学び方の変容を自覚する子どもの姿

児童Cの変容に着目した。児童Cは、問題解決を通して、学習の進め方がよいのか確認したり、修正したりすることが、自ら学びを進めるために有効であると、自らの学び方を意味付けていた。児童Cの学習過程を以下に述べる。

教師は、1次の終わりに、学び方を振り返る時間を設定した。児童Cは、自らの学び方を振り返り、既習を基に仮説を立てたいと、図26の「4. 今までの学習や生活経験など、友達も納得しやすいことを根拠にして考えをもつことができる。」に関わる学び方の目標を立てた(図28)。

次に実験する時は、どういう実験をするとこの問題が解決できるかを考える。「解決したい問題は今までにやった実験とつながっているか」などを考えてやりたいです。

図28 1次の終わりの児童Cの振り返りの記述

学び方への気付きを広げるために、教師は、3次の初めに1次で振り返った学び方を、GIGA 端末を使って、学級で共有する時間を設定した。友達の振り返りを見て、「これすごいな。すてきだな。」と思うものを、数人の子どもが発表した。子どもが発表した振り返りの多くは、図26の「6. 学習の進め方がよいのか、確認したり、修正したりしながら学習を進めている。」に関わるものだった(表11)。

表11 学級で共有された振り返りの記述

子ども	発言された振り返りの記述	図26の視点
C6	自分が思っていた予想とは違ったり、納得できなかったりしたら正しい実験方法でもう一度再確認することを意識して取り組みたいと思いました。	6
C7	(中略) 理科は、実験を一つ一つ丁寧にやらないとみんなも自分も結果がわからなくなるから、見直しなどをして、完璧な実験を目指していきたいです。	6
C8 (児童C)	どういう実験をするとこの問題が解決できるかを考える。「解決したい問題は今までにやった実験とつながっているか」などを考えてやりたいです。	4
C9	本当にその実験の方法が正しいのか、実験の条件がそろっているか。友達の意見を聞いて、自分の考えは正しいのか。などに気を付けながら、より適切な判断をして実験を行いたいです。	6、8

塩酸に溶けたアルミニウムを、水溶液を蒸発させて取り出す実験の際、児童Cは、アルミニウムは水溶液の中にあると予想(図27-b)し、水溶液を蒸発させると細かいアルミニウムが出るはずだと仮説を立てた。水溶液を蒸発させると、仮説の通り、固体を取り出すことができたが、取り出した固体の粒の様子が、既習の食塩水を蒸発させて取り出した食塩の粒の様子とは違うことから、児童Cは、自分の結果の妥当性を確かめるために、隣の班の結果を見に行ったり、Jamboardで友達の結果を確認したりした。そして、予想をbからdへと修正し、3次の終わりの考察では、アルミニウムが塩酸との化学反応で別の物質に変わったことを、自分なりに咀嚼してイメージ図に表現した(図29)。

3次の終わりの、学び方を振り返る場面では、既習を基に仮説を設定する力が身に付き、学習

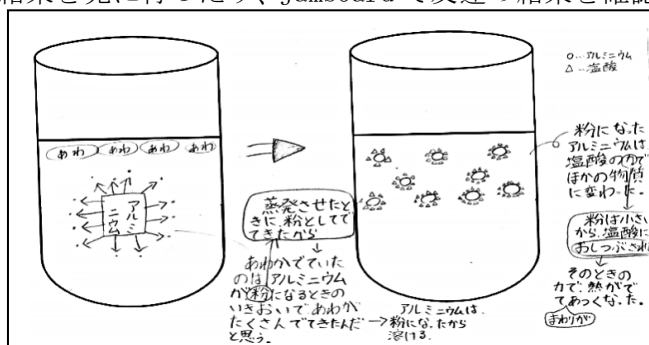


図29 児童Cのアルミニウムが溶ける様子のイメージ

の進め方を確認したり修正したりしながら学びを進める大切さを自覚する姿や、それを次の学習でもいかそうとする姿が児童Cの記述から見られた(図30)。

問題を解決していく中で、前回の実験と結び付けたり、次の実験でどうやったら解決できるかなど計画を立てたりする力がついたと思います。実験の時に、「本当にこれであっているのかな？」と考えながら実験を進めていくことが大切だと思います。これからは、実験の時に「本当にこのやり方でわかるのか」を考えたり、計画を立てる時にどこに着目して実験するかを意識したりして、実験に取り組みたいと思いました。

(4) 考察

図30 3次の終わりの児童Cの振り返りの記述

学び方を振り返る視点を、子どもと教師が対話的に共有したことで、子どもは、自らの学びを振り返り、学び方を意味付け、次の問題解決に主体的に取り組むことができた。児童Cは、振り返りの共有により、学習の進め方を確認したり、修正したりする学び方の大切さに気付いた。そして、問題解決の中で、友達の結果を基に自分の結果の妥当性を高める経験をした。それにより、図30のように、既習を基に仮説を設定し、見通し通りに学びが進んでいるか確認しながら問題解決を進めることが、自己調整しながら問題解決する上で有効であると、自らの学び方を意味付けたと考えられる。子どもが、自己調整しながら問題解決する力や態度が身に付いたことを自覚することで、子どもは、授業を離れた時も自ら問題解決しようとすると考えられる。学び方の振り返りに着目した授業デザインが、深い学びをもたらすと共に、自律的に問題解決・探究する子どもの育成につながる事が明らかになった。

Ⅲ 研究のまとめ

1 成果

(1) 理科の学びと日常生活との関連を図った授業デザイン

理科の学びと目の前の子どもの日常生活との関連の常態化を図り、学んだことを日常生活に適用する場面、学んだことを踏まえて日常生活を捉え直す場面、自分で課題を設定し探究する場面を設定した。その結果、日常生活に対する気付きから理科を学ぶ価値を自覚し、理科を学ぶ有用感を高め、自ら探究しようとする子どもの姿が見られた(図14)。つまり、理科の学びと日常生活との関連を図ることは、子どもの自ら問題解決・探究しようとする動機付けにつながる事が明らかになった。

(2) 自己調整を促す授業デザイン

自己調整を促す授業デザインでは、子どもが理科授業における自己調整サイクルを自ら回していけるよう、予想を基にした仮説の設定、対話による学びの調整、学び方の振り返り3つの視点から授業をデザインした。

その結果、予想を基にした仮説の設定においては、問題を自分事として捉え、仮説に基づいて学びを調整し、問題解決・探究を進める子どもの姿が見られた(表5、表9)。

対話による学びの調整においては、他者との対話により、自らの学びを俯瞰して捉え、見通しを確認したり、より妥当な考えになるように吟味したりする姿が見られた(図22、表6)。

学び方の振り返りにおいては、自分の変容を自覚したり、次の問題解決・探究に生かそうとしたりする姿が見られた(図30)。

つまり、子どもは、予想を基にして仮説を設定することで、図9に示した理科授業における自己調整サイクルを自ら回し始め、対話を通して、自分の考えをより確かなものにししたり、困難さを解消したりして問題解決・探究への意欲を持続し、学び方の振り返りを通して、自分の変容を自覚し、自己調整しながら問題解決・探究する学び方を自分のものにすることが明らかになった。

(3) 2つの授業デザインから見えてきたこと

本研究では、前述の2つの授業デザインから、自律的に問題解決・探究する子どもの育成を目指してきた。理科の学びと日常生活との関連を図った授業デザインでは、日常生活に対する気付きから理科を学ぶ価値を自覚し、理科を学ぶ有用感を高め、自ら問題解決・探究しようとする動機付けにつながる事が明らかになった。自己調整を促す授業デザインでは、理科授業における自己調整サイクルを子どもが自ら回すための手立てが明らかになった。以上のことから、2つの授業デザインを同時に意識していくことが自律的に問題解決・探究する子どもの育成に有効であると考えられる。それは、自律的に問題解決・探究を進める時、動機付けだけでは、自ら問題解決・探究しようとする意欲が続かず、有用感を感じながら問題解決・探究を進めることが必要であり、問題解決・探究自体を進めていくためには、自ら学びを調整しながら問題解決・探究する学び方を身に付ける必要があるからだ。

こうした授業デザインは、問題解決・探究を進める理科における主体的な学びの視点、科学的な根拠に基づいて他者と考えを共有したり、議論したりして自らの考えをより妥当なものにする理科における対話的な学びの視点、様々な知識をつなげてより科学的な概念の形成に向かったり、次の学習や日常生活などに生かそうとしたりする理科における深い学びの視点が含まれており、主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善を通じた資質・能力の育成と合致するものと考えられる。

そして、自律的に問題解決・探究する子どもの育成を目指して授業デザインすることで、問題解決・探究を通して得られた情報を自分なりに咀嚼して表現したり、獲得した知識と知識を結び付け、より科学的な概念を形成したりする子どもの姿が見られた(図19、図25、図29)。これらの姿は、未知なる問題に出会った時に、自ら科学的に思考し、判断し、行動する姿であると捉えられる。このことから、本研究が、未知なる問題に出会った時、自ら科学的に思考し、判断してみようとしたり、自ら探究してみようとしたりする、新しい時代を生き抜く資質・能力の育成につながる一歩となったと考える。

2 課題

理科の学びと日常生活とを関連付けることで、子どもの探究の動機付けが高まる事が明らかになった。しかし、子どもが常に日常生活との関連を意識しながら問題解決・探究を進める姿までは見取れなかった。自律的に問題解決・探究する時、自らの学びを日常生活との関連から調整することで、問題解決・探究への意欲が持続すると考えられる。教師自身が普段から自然事象に目を向け、理科の面白さを実感したり、子どものもつ日常生活に対する気付きを引き出す工夫を検討したりすることで、さらに理科の学びと日常生活との関連が深まり、自律的に問題解決・探究する子どもの育成へとつながると考える。

自己調整を促す授業デザインでは、自律的に問題解決・探究する子どもの具体的な姿を見取ることができた。しかし、問題を自分事として捉えられなかったり、友達の考えに同調して問題解決・探究を進めたりするなど、自律的に問題解決・探究することに困難さを感じる子どもの姿も見られた。子どもの多様な実態に着目して研究を進め、手立ての有効性についてさらに考えていく必要がある。一方で、子どもが、授業を離れても、自律的に問題解決・探究することができるようになるためには、教師が講じる自己調整サイクルへの手立てを徐々に減らしていくことが必要である。その検討が新たな課題となった。

3 終わりに

本研究は、今年度から始まった GIGA スクール構想と共に進んだ。検証授業の中でも、今まで、子どもの学習活動を止めて行っていた実験中の実験結果の共有を、GIGA 端末¹¹により即時的に学級で共有することで、一人一人の子どもの学習活動を止めずに、他者の考えを基に自らの学びを調整する場面があった。令和3年1月の中央教育審議会答申では、子どもが ICT も活用し、自ら学習を調整しながら学んでいく「個に応じた指導」等の「個別最適な学び」と、ICT の活用により、多様な意見を共有しつつ合意形成を図る活動等の「協働的な学び」の実現に、ICT を不可欠なものとしている。そして、それぞれの学びを一体的に充実し、主体的・対話的で深い学びの充実に向けた授業改善につなげることが示された¹²。今後、GIGA 端末の効果的な活用により、理科授業における個別最適な学びと協働的な学びが充実し、主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善が一層進んでいく。その中で、本研究の目指した自律的に問題解決・探究する子どもの育成がさらに発展していくと考える。

最後に、研究を進めるにあたり、ご支援、ご助言くださいました講師の先生、また校長先生をはじめ学校教職員の皆様に、心より感謝いたしますとともに、厚くお礼申しあげます。

【参考文献】

- Dale H. Schunk and Barry J. Zimmerman, Self-regulated learning: from teaching to self-reflective practice, The Guilford Press 1998 年
- 中央教育審議会「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」 2016 年
- 森本信也『理科授業をデザインする理論とその展開』東洋館出版社 2017 年
- 中央教育審議会「『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～（答申）」 2021 年
- 川崎市立川崎高等学校附属中学校理科研究会「川崎市教育委員会理科教育研究推進校報告書 2020 年／2021 年」 2021 年

【指導助言者】

- | | |
|---------------------------------------|--------|
| 横浜国立大学名誉教授（川崎市総合教育センター専門員） | 森本 信也 |
| 国士舘大学大学院人文科学研究科教育学専攻 文学部教育学科初等教育コース教授 | 小野瀬 倫也 |
| 立命館大学産業社会学部子ども社会専攻准教授 | 野原 博人 |
| 川崎市小学校理科教育研究会長（川崎市立富士見台小学校長） | 白石 久美子 |
| 川崎市立中学校教育研究会理科部会長（川崎市立宮前平中学校長） | 鈴木 克彦 |
| 川崎市総合教育センターカリキュラムセンター指導主事 | 吉田 崇 |

¹¹ 川崎市における ICT 端末の呼称。

¹² 中央教育審議会「『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～（答申）」2021 年