

1人1台端末を活用した小学校理科授業デザイン

—アプリの協働編集機能やカメラ機能を生かした実践を通して—

武蔵野五小 理科研究グループ

1. はじめに

1人1台端末と高速大容量の通信ネットワークの一体的な整備によるICT活用によって、①多量で大量の情報の取扱いと容易な試行錯誤、②時間的制約を超えた情報の蓄積と過程の可視化、③空間的制約を超えた相互かつ瞬時の情報の共有が実現できると言われている(文部科学省, 2021a)。しかし、情報端末の整備が進んだとしても、これまでのICT機器に対する意識や経験の差などから、1人1台端末が学習で十分に活用されることに対しては懸念がある。堀田(2020)は、1人1台端末が整備された学習環境での授業実践では、授業者の力量、学習者のICT活用経験や情報活用能力、活用されるICTの整備状況、管理職や教育委員会の理解などによって大きく左右され、Society 5.0を見越した教育実践となるとなおさらであると指摘している。

理科の指導においてICTを活用する際に求められる観点として、「観察・実験の代替」としてではなく、理科の学習の一層の充実を図るための有用な道具としてICTを位置付け、活用する場面を適切に選択し、教師の丁寧な指導の下で効果的に活用することが重要であると言われている(鳴川, 2021)。ただし、全国のほとんどの小学校が令和3年度から端末が整備された状況であるため、小学校における授業実践研究の事例はまだ少ない。また、小学校学習指導要領解説理科編の内容の取扱いについての配慮事項には、コンピュータをはじめとする様々な視聴覚機器を活用の特性を踏まえて効果的に活用することにより、理科において育成を目指す資質・能力の実現を図ることの重要性が述べられている(文部科学省, 2018)。理科で育成を目指す資質・能力の核となるのが問題解決の力である。この問題解決の力は、自然の事物・現象に児童が親しみ問題を見だし、予想や仮説を基に観察、実験などを行い、結果を整理し、その結果を基に結論を導き出すといった問題解決の過程の中で育成されていくものである。そのため、問題解決の過程に即して1人1台端末を活用することが重要である。

以上のことから、本研究では、理科の問題解決の過程と1人1台端末の使用場面を関連付け、児童の学びの姿を基に資質・能力の育成を図ることができたかを検証し、1人1台端末の活用効果を高めるための小学校理科授業デザインを検討することとした。

2. 研究の目的

理科の問題解決の過程と1人1台端末の使用場面を関連付け、児童の学びの姿を基に資質・能力の育成を分析し、1人1台端末の活用効果を高める小学校理科授業デザインを検討・提案する。

3. 研究の方法

(1) 授業の開発

問題解決の過程の各場面と1人1台端末の使用場面を関連付け、どのような資質・能力(問題解決の力)を図るのかを明確にさせながら授業を開発することとした。なお、問題解決の過程は、「GIGAスクール構想のもとでの理科の指導について」(文部科学省, 2021b)に記載されている

- ①自然事象への気付き
- ②問題の設定
- ③予想や仮説の設定
- ④検証計画の立案
- ⑤観察、実験
- ⑥結果の処理
- ⑦考察
- ⑧結論の導出

の8つの場面で表すこととした。

(2) 検証の方法

授業中の児童の発言分析・行動観察、ノートや1人1台端末で活用したアプリの記述分析等を行うことで児童の学びの姿を捉え、資質・能力の育成が図れたかどうか検証した。また、従来の授業における児童の学びの姿と比較し、1人1台端末の活用効果と改善点を明らかにした。

(3) 授業実践単元

- ・ 第3学年「動物のすみか」
- ・ 第4学年「季節と生物」
- ・ 第5学年「流れる水の働きと土地の変化」
- ・ 第6学年「土地のつくりと変化」

4. 授業の実際

(1) 第3学年「動物のすみか」での実践

① 1人1台端末を活用する問題解決の過程の場面

観察 **結果の処理**: カメラ機能を用いた動物（虫）の写真撮影と Google スライドを用いたデジタル観察カードへの記録

考察: Google スライドを用いたデジタル観察カードを基にした話し合い

② 授業における児童の学びの姿

「虫などの動物は、どのような場所において、何をしているのだろうか。」(第1次ぐ)

検証計画の立案の場面で、教師から「1人1台端末で写真撮影し記録するのはどうか。」と投げかけた。すると、児童からは「細かく見るには自分の目が大事。」「写真撮影に夢中で観察にならなくなるかも。」と予想に反して否定的な意見が出された。これは、1学期中に昆虫や植物の成長の様子を自分の目で細かく観察する必要性を実感できるように指導してきた結果ともいえる。その後、他の児童から「友達にあとで紹介する時には写真は使えると思う。」との意見が出され、動物がいた場所と様子はノートに記録したうえで、必要に応じて端末で写真記録も行うこととなった(図1)。

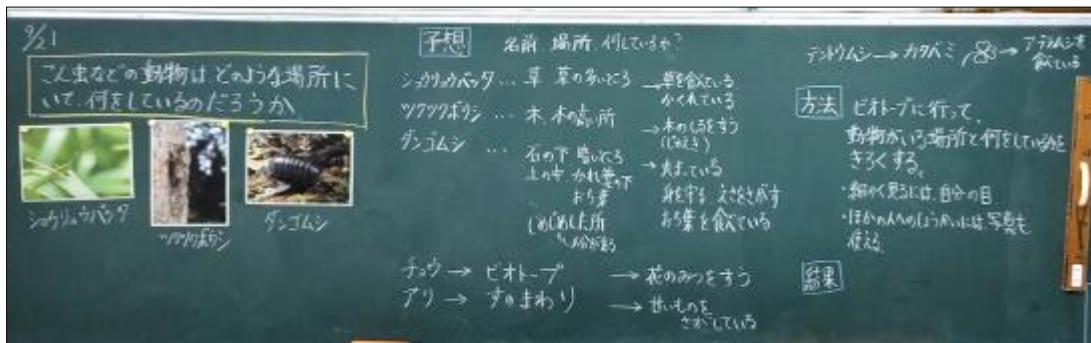


図1 予想から検証計画の立案の場面までの板書

ビオトープといった校庭の草木がある場所で観察を行った。動物の様子や周囲の環境が伝わるよい写真を目指して、カメラを向けて静かにじっと待つ姿が多く見られた。1人1台端末の画面を通して、その動物を集中して見るため、チョウが花の蜜を吸う様子などまで丁寧に観察できていた。草花の名前が分からない場合は、図鑑やWebサイトで授業後に調べ、デジタル観察カードに書き加えていた(図2)。

考察の場面では、まず班ごとに観察結果の交流を行った。



図2 チョウの撮影をする児童の姿(左)と作成したデジタル観察カード(右)

デジタル観察カードを作成した児童は、友達に画面を見せながら、見つけた動物の場所と様子を説明していった。休日にも公園で自主的に観察し、写真撮影を行い、カードを作成していた児童も見られた。動物の姿と周囲の環境が他の児童にも視覚的に伝えられるようになり、「この昆虫、僕も見つけたよ!」「やっぱりダンゴムシは落ち葉や石が近くにある場所にいそうだね。」のような対話が活発に行われた。考察の場面では、様々な動物のすみかの特徴やすみかの共通性について、観察結果を基に自分の考えをもつことができた。

(2) 第4学年「季節と生物」での実践

① 1人1台端末を活用する問題解決の過程の場面

観察：Google スライドを用いたデジタル観察カードへの記録

結果の処理：Google Jamboard を用いた観察結果（写真）の共有

Google スライドを用いたデジタル観察カードを基にした話し合い

② 授業における児童の学びの姿

「春と比べて、夏の植物はどのように変わっているのだろうか。」(第2次)

栽培植物のゴーヤ（ツルレイシ）とヘチマの観察カードとして、Google スライドを用いた。フォーマットを事前に作成し、配布した。デジタル化したことで、様々な角度からの写真を載せたり、前回のカードに不足情報を追記したりする姿が見られた(図3)。さらに、大きさの比較対象として自分の手も一緒に撮影したり、花のがく付近が実になると予想し、花の裏面を撮影したりする児童もいるなど、観察回数を重ねるごとに撮影方法を工夫するようになった。



図3 ゴーヤとヘチマを比較して作成したデジタル観察カード

また、結果の処理の場面では Google Jamboard を用いて、児童が撮影したゴーヤやヘチマの写真を1～2枚のボードに集約し、観察結果の共有を図った(図4)。このように写真を整理したことで児童が自分にはなかった視点で植物の様子や成長を捉え直すことができるようになった。そしてゴーヤとヘチマの両方のボードを見比べることで共通性・多様性の視点で捉える理科の見方を働かせ、気温変化に伴う植物の成長の共通点をより見つけ出しやすくなった。さらに、各季節における植物の写真記録を児童がいつでも振り返れるようになるため、「根拠のある予想を発想し表現する」問題解決の力の育成にも有効であった。



図4 Google Jamboard を用いたゴーヤの現在の姿の共有

「1年間の植物の成長は、気温とどのように関係しているのだろうか。」(第5次)

1年間の観察を終えたのち、気温変化と植物の成長の関係をまとめる活動を行った。その際に、Google スライドを用いた観察カードを基に、グループごとに話し合いを進めた。しかし、個々の観察カードの情報量が多く、全員が発表することに時間がかかってしまった。また、デジタル観察カードは1枚ずつしか表示できないため、1年間の気温変化の全体像を捉えることが難しく、具体的な気温の数値と関連づけた植物の成長に関する児童の考察が見られなかった。観察カードはあくまで個々の児童の記録(ログ)であり、話し合いの際の資料は情報を精選するべきであった。そのため、図4で示した1年間の植物成長の写真を集約した Google Jamboard や模造紙等を用いた気温のグラフといった資料を用意することが望ましいといえる。さらに、学習指導要領では「植物の成長は、暖かい季節、寒い季節などによって違いがあること。」の理解が求められている。気温変化は季節変化の一要因に過ぎないため、数値での記録はできないが、日光の強さや湿度、日照時間等も観察時に児童と確認し合い、そのことも観察記録に載せ、季節を科学的に捉える眼を養っていくことも大事であると考えられる。

(3) 第5学年「流れる水の働きと土地の変化」での実践

① 1人1台端末を活用する問題解決の過程の場面

自然事象への気付き **問題の設定**: Google Jamboard を用いた増水による川の変化についての気付きの共有と問題の見だし

検証計画の立案: Google Jamboard を用いた流水実験の方法についての話し合い

結果の処理 **考察**: カメラ機能を用いた流水実験結果の写真撮影と Google Jamboard を用いた実験結果を基にした話し合い

② 授業における児童の学びの姿

「流れる水には、どのような働きがあり、量によって違いがあるのだろうか。」(第1次)

自然事象への気付きの場面で、教科書掲載の大雨の前後の川の様子を背景設定した Google Jamboard を用いて、ペアで話し合わせ、気付きを付箋機能で貼らせた(図5)。矢印や丸を写真に書き加え、補足の説明を入れるペアも見られた。その後、入力制限を「閲覧のみ可」に変更し、共通点や差異点を4人グループで出し合った。他のボードと瞬時に見比べることができるので、従来の授業よりも短時間で共通点や差異点が見つかり、その認識のずれから問題意識が高まっていった。問題の設定の場面でもプロジェクターで映した Google Jamboard の内容を根拠にして、児童が中心となって問題文をつくることができた。



図5 大雨による川や周囲の土地の変化に対する気付きを付箋で貼り付けた Google Jamboard

検証計画の立案の場面でも Google Jamboard を用いた。流水実験の流路の図を描くとともに、実験手順を付箋に箇条書きにし、図の隣に貼り整理していくことで、実験方法がより具体的になっていった(図6)。ある程度出来上がったところで、互いのボードを見合う時間を設けた。他班の方法を見た児童は、「どうして色んな場所で幅を測るの?」「場所によって削る力が違うかもしれないからだよ。」と質問し合いながら、足りていなかった視点を自主的に取り入れ、実験方法を修正していた。



図6 実験方法を表現した Google Jamboard

流水実験は学級園の土を使って実施した。どの班でも1人1台端末で動画撮影をする姿が見られた。理由

を聞くと、「ここではノートに書けないし、いくつも変化があると忘れてしまうから、後で見返すために撮っている。」と答えていた。児童自身も流水実験の特性を理解したうえで、動画撮影を選択して活用していた。結果の処理と考察の場面では、写真や動画を班ごとに何度も見返しながら、具体的にどのような変化が起きたかを話し合い、流れる水の働きの三作用について実験結果を基に考えていくことができた(図7)。



図7 流水実験結果の写真(左)と結果・考察を表現した Google Jamboard(右)

ただし、結果の見通しが不十分だったために、写真や動画の撮影場所が悪く、実験結果を捉えにくくなってしまった班も見られた。

(4) 第6学年「土地のつくりと変化」での実践

① 1人1台端末を活用する問題解決の過程の場面

結果の処理 **考察**: Google スプレッドシートを用いた礫岩・砂岩・泥岩の観察結果の共有

結果の処理 **考察**: カメラ機能を用いた噴火実験結果の動画撮影と Google ドライブを用いた実験結果の共有

② 授業における児童の学びの姿

「地層は、どのようにできるのだろうか。」(第2次)

礫岩・砂岩・泥岩の観察結果の処理の場面で、Google スプレッドシートを用いた。観察して気付いたことを班ごとにし、その気付きを共有した(図8)。自分たちとは異なる気付きに興味をもち、交流を始める姿が見られた。従来の授業では、各班の気付きを順番に

	A	B	C	D
1	観察して気付いたことや特徴などを入力			
2		れき岩	砂岩	でい岩
3	1班	ゴツゴツしている。重さは重い。	少しゴツゴツしているけど、でもサラサラしている。れきより、少し軽いけど、でい岩よりは重い	丸くてサラサラしている。砂岩より軽い
4	2班	ゴツゴツしていて、色がたくさんある	れきより粒が細かい	丸っぽい。軽い。手につく粒が見えない
5	3班	石の形がはっきりと残っている。重い。ゴツゴツしている。	少しだけザラザラしている。灰色が薄茶色が多い。	一番軽い。白い。サラサラしている。
6	4班	ゴツゴツしている。入っている石が今までより大きい	ゴツゴツしているけど、れきよりはゴツゴツしていない。	軽くてサラサラしていて白っぽい。
7	5班	ゴツゴツしている。れきが入っている。重い。	れき岩より少し軽い。れき岩より粒が細かい。	手に白い粉がつく。粒が細かい。軽い。
8	6班	粒が大き。ゴツゴツしている。重い	泥岩よりは軽く、粒も細かい	サラサラしていて、手に白い粉がつく。粒石のように軽い。
9	7班	ゴツゴツしている。石がはまっている	ザラザラしているところ、サラサラしているところがある。	触ると手が白くなる。一番軽い。文字が書ける。
10	8班	れき岩の中に小石が入っている。一番重い。ゴツゴツしている。	粒やすりのような隙隙。2層めに重い。	触ると手に白い粉がつく。ダントツで軽い。所々に穴が空いている。
11	9班	小石が見えた。ゴツゴツした感触だった。	そこそこ重かった。粒が見えた。ざらざらした感触だった。	触ると白い粉がついた。一番重なるのが重かったからではないか。サラサラしていた。
12	10班	ゴツゴツしている。石が入っている	ザラザラしていて、よく見ると小さい粒がある	サラサラしていて、よく見ても粒が見えないほど細かい。小さい茶色の粒が所々にある

図8 班ごとの礫岩・砂岩・泥岩の観察結果を共有した Google スプレッドシート

発言させ、教師が板書していくことが多かった。これは時間がかかる一方で、児童の思考は停止状態になりがちであった。今回は共有までの時間が大幅に短縮され、児童は入力から比較という思考にすぐに移行することができた。また、黒板での共有よりも、目の前の1人1台端末による共有の方が見やすいうえに、必然的に対話しやすい状況が生まれていた。

「火山活動や地震によって、土地は、どのように変化するのだろうか。」(第3次)

火山活動による土地の変化を調べるために噴火のモデル実験を実施した。マグマの粘性が高い場合と低い場合の2種類の実験としたため、クラスを2つに分けた。実験の様子は1人1台端末で動画撮影し、動画はクラスの Google ドライブにアップロードさせて共有させた(図9)。児童は自分たちが実験していない動画を見ながら、比較していた。中には2台の端末を並べて、同時再生し、繰り返し見直すことで、共通点や差異点を捉え、より理解を深めようとする児童も見られた。また、実験結果が不十分であった班も、他班の動画を見ることで同等の学びを保障することにつながった。



図9 Googleドライブを用いた実験動画の共有

5. まとめ

本研究によって、問題解決の過程の各場面において、表1に示すような小学校理科の授業デザインが1人1台端末の活用によって実現可能になると考えられる。

表1 1人1台端末を活用することで実現可能になる小学校理科授業デザイン

問題解決過程	従来の授業	1人1台端末を活用した授業
自然事象への 気付き 問題の設定	<ul style="list-style-type: none"> ・自然事象を見て、気付いたことをノートに書く。 ・気付きや疑問をカードに書いて黒板に貼る。 ・話し合いながら教師が中心となってカードを整理し、学級全体の問題文をつくる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・児童が着目した自然事象を写真や動画に記録できる。 ・気付きや疑問を写真や動画に直接書き込むことができる。 ・気付きや疑問をアプリケーションを用いて共有することで、児童が中心となって整理しながら学級全体の問題文をつくることができる。
予想や仮説 の設定	<ul style="list-style-type: none"> ・予想したことをノートに書く。 ・既習の内容や生活経験を思い起こし、予想の根拠とする。 ・発言した児童の考えが授業の中心となる。 ・発言や板書を通して、友達の考えと自分の考えを照らし合わせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・学習履歴を引き出し、それを参考にしながら予想の根拠を詳しく考えることができる。 ・予想をアプリケーションを用いて共有することで、同じ考え同士のグループ分けが容易になる。 ・友達の考えと自分の考えを自分のペースで照らし合わせ、詳しく考えることができる。
検証計画の 立案	<ul style="list-style-type: none"> ・観察、実験方法をノートに書く。 ・図で書いた観察、実験方法を修正する際は、一度消したり、新たに書き直したりする。 ・発表を通して、友達の考えと自分の考えを照らし合わせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・アプリケーションを用いて図で書いた観察・実験方法を修正する際は、すぐに書き直すことができる。 ・観察、実験方法をアプリケーションを用いて共有することで、友達と自分の考えを自分のペースで照らし合わせ、より科学的な方法に練り上げることが容易になる。
観察・実験	<ul style="list-style-type: none"> ・自然事象をよく見て、ノートに結果を記録する。 ・大事などころだけデジタルカメラで写真撮影する。 ・他の班の結果は言葉で確認する。 ・補助資料は教師が用意する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自然事象を写真や動画でも記録でき、あとで見直すことができる。 ・他の班の結果を写真や動画で共有できる。 ・必要な資料を児童が中心となって探し出すことが容易になる。
結果の処理	<ul style="list-style-type: none"> ・ノートに表やグラフを書く。 ・教師が印刷した写真を貼る。 ・黒板に班の結果を掲示して比較できるようにする。 ・班の数名が中心となって結果の整理等の処理作業をする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・目的に応じて、写真や動画を編集できる。 ・アプリケーションを用いて言葉や数値を表に入力し、計算・グラフ化が瞬時にできる。 ・アプリケーションを用いて協働編集することで、班全員が結果の整理等の処理作業をする保障ができる。
考察	<ul style="list-style-type: none"> ・考察したことをノートに書く。 ・自分が立てた予想をノートで振り返る。 ・発言した児童の考えが授業の中心となる。 ・発言や板書を通して、友達の考えと自分の考えを照らし合わせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・考察をアプリケーションを用いて共有することで、自分の考えと似ているもの、そうでないものを自分のペースで整理し、詳しく考えることができる。 ・友達の考えの変容を見ることが容易になる。
結論の導出	<ul style="list-style-type: none"> ・話し合いながら教師が中心となって学級全体の結論文をつくる。 ・結論を基にしながら導入場面で見た自然事象を再度見つめ直す活動がやりにくい。 ・扱った自然事象について、学びを広げたり、深めたりする姿があまり見られない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・考察をアプリケーションを用いて共有することで、児童が中心となって整理しながら、学級全体の結論文をつくることができる。 ・導入場面で記録した写真や動画を振り返り、新しい知見で自然事象を見つめ直す活動が容易になる。

ただし、1人1台端末の使用ありきになってしまうのは、理科の学びの本質から逸れてしまう危険性がある。端末を手にして取り組む児童の様子は、一見すると活発なように見えるが、端末を活用して児童の思考が十分に働き、理科における資質・能力が確実に育成されているか見極めることが大事である。鳴川（2021）は、端末の活用で直接体験を減らしていくのではなく、むしろ直接体験の充実につなげていくことが大切だと述べている。そして、「どのような力を付けるのかと連動して教師と児童生徒が意味を理解して使い分けることが大切である」（大村，2021）、「コンピュータを教える道具ではなく、学びの道具あるいは探究と協同の道具として活用する方途を探索する必要がある」（佐藤，2021）との指摘も見られる。だからこそ、1人1台端末でインターネット検索してすぐに答えを知るのではなく、遠回りしながらも問題解決の過程をたどって結論を導き出し、知識を創り出す意義や価値を教師は十分に理解し、なおかつ児童も実感できる授業を目指すことがより一層求められる。そして、画用紙の観察カードや模造紙のグラフなど、デジタルにはないアナログ教材のメリットも十分に把握した上で、授業デザインを検討することが大切であるといえる。

今後は、「学習履歴の整理・保存の仕方やその利用」や「学習用デジタル教科書の使用」についても研究を進める必要があるだろう。「学習履歴の整理・保存の仕方やその利用」に関しては、例えば、Google スライドを用いて板書や実験結果等の写真をまとめ、児童が必要な時にいつでも見返せるようにする工夫が

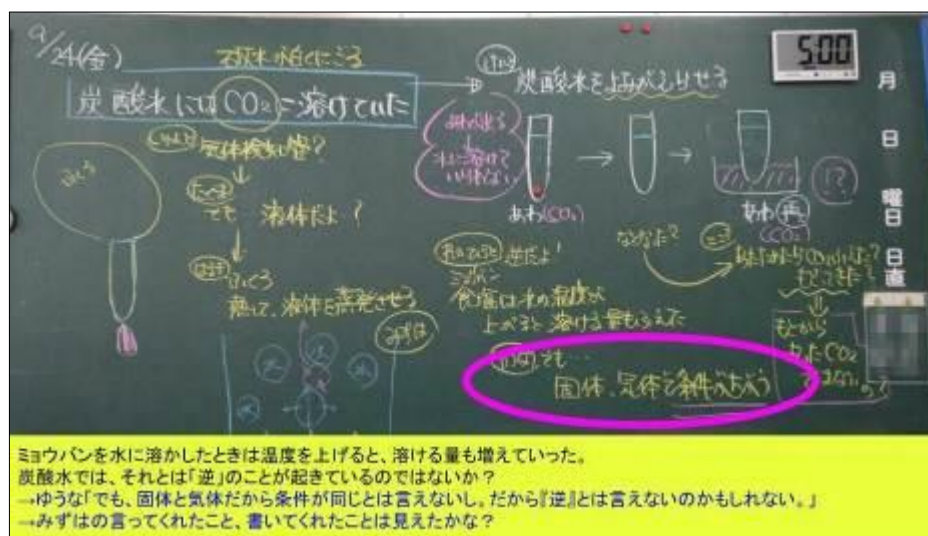


図 10 Google スライドを用いた学習履歴の整理・保存の例

考えられる（図 10）。こうすることで、教師がわざわざ前時までの学習内容を想起させる時間を設ける必要がなくなり、児童は記憶に頼らずに「一緒に学んだ足跡」として丁寧に確認できるようになることが期待される。今後授業実践をさらに重ねていく中で、問題解決の過程のどの場面で学習者用デジタル教科書を使用するとより効果があるかについても検討していきたい。

引用文献

- 堀田龍也（2020）「超スマート社会に向けた我が国の初等中等教育の課題と学会活動への期待」『教育情報研究』第 35 巻，第 3 号，3-14。
 文部科学省（2018）『小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編』東洋館出版社。
 文部科学省（2021a）「学習指導要領と GIGA スクール構想の下での一人一台端末等の活用について」『初等教育資料』第 1014 号，2-7。
 文部科学省（2021b）「GIGA スクール構想のもとでの理科の指導について」Retrieved from https://www.mext.go.jp/content/20210610-mxt_kyoiku01-000015482_tk.pdf (accessed 2021.12.27)
 森本信也編著（2017）『理科授業をデザインする理論とその展開』東洋館出版社。
 鳴川哲也（2021）「理科における一人一台端末等の効果的な活用について」『初等教育資料』第 1014 号，30-35。
 大村龍太郎（2021）「児童生徒一人一台端末環境で営まれる「授業」～変わらない原理と変わる道具～」高橋純編著『はじめての授業のデジタルトランスフォーメーション』東洋館出版社，20-23。
 佐藤学著（2021）『第四次産業革命と教育の未来 ポストコロナ時代の ICT 教育』岩波書店。

参考文献

- 三井寿哉・理科おもしろゼミ編著（2021）『GIGA スクールに対応した小学校理科 1 人 1 台端末活用 BOOK』明治図書。
 森本信也編著（2017）『理科授業をデザインする理論とその展開』東洋館出版社。