

GIGAスクールにおけるICT利用による理科の協働学習の提案

吉川 直志

Collaborative Learning of Science by Using ICT in GIGA School Program

Tadashi YOSHIKAWA

妙 録

GIGAスクール構想⁽¹⁾により1人1台端末と高速ネットワーク環境が整備され、ICTを利用した教育方法へと変革が始まった。教材のデジタル化とクラウド化および蓄積したデータ利用へと進む。これからは、一斉学習、個別学習、協働学習を融合させ、ICT利用により主体的・対話的で深い学びを実践していくことになる。理科の学習においても「見方・考え方」を働かせ、問題発見・解決の活動が求められ、ICTを利用した、見方・考え方を実践できる学習になっていく。そこで、理科で学ぶ現象の見方(視点)を変え、人が小さな(ミクロな)要素になって現象を表したきっかけ動画を用いて目に見える(マクロな)現象を考えるICT利用による学習方法を提案する。この論文では、小学校第3学年理科で学ぶ物理現象の基礎となる光、音、電気、磁気の内容において、きっかけ動画を作成し、それを基に協働学習して行く方法について提案した。

キーワード：理科、ICT、GIGAスクール、協働学習

はじめに

2021年度に、小中学校において一人一台の端末と高速インターネットの教育環境が整い、GIGAスクールとして個別最適化された教育環境が整ってきた。GIGAとは、「Global and Innovation Gateway for All」の略で「全ての児童生徒にグローバルで革新的創造性のある教育の入り口」となる。GIGAスクール構想として「多様な子どもたちを誰一人取り残すことなく、公正に個別最適化され、資質・能力が一層確実に創造性を育成できる教育ICT環境」の実現へと進んできた。2021年7月末での端末利用活用状況等の実態調査(文部科学省初等中等教育局)の速報値⁽²⁾によると、小学校で96.1%、中学校で96.5%が端末利用を開始している。この1年間で急速な教育環境の整備が行なわれ、学校教育の改革が一層進んだ。道具となる端末、ICT機器とネットワークが整った次は、ICTを活用した教育方法の改革として教育DX(Digital Transformation)が進められていくことになる。デジタル技術利用による教育方法の変革により、時代に対応した教育へと変わっていく。①教科書や、教材のデジタル化、②教育ビッグ

データの蓄積と利用 (データ駆動型の教育)、③クラウド利用による個別最適化された学びとオンライン学習の整備、が進められ、これらを利用した授業スタイルへと教育方法が変革していくことになる。このように教育に生かせる道具は揃ってきたが、課題はこれらを利用した授業や教材利用の方法とそれができる教員のITリテラシーとなる。つまり、ハードウェアがあってもそれを扱う人材とソフトウェアが無ければ有効な利用は望めない。一斉学習、個別学習、協働学習を融合させて進められる教材が求められることになる。

そこで、こうした現状を踏まえこの研究では、協働学習、個別学習、そして一斉学習で用いることができるICTの利用による教材開発と、学習方法の提案を行いたい。また、将来、GIGAスクールとなった小学校で教員となる学生に向けての教員養成の方法としての利用も考えていきたい。特に、理科教育、科学教育においては、ICT利用の場面が多く、また、調べ学習や動画による学習、カメラでの現象撮影など様々な場面を想定できるため、自然科学の学習におけるICT利用の学習方法を検討することにする。ここでは一人一台の端末があり、端末は動画撮影できるカメラが付いており、またネットワークにつなげて動画の共有も可能であり、ネットワークを通じての双方向性の意見交換ができることを想定して、可能な教材を提案する。

これまで、理科教育の方法としてICT利用の授業環境を踏まえた映像利用の理科教材について研究⁽³⁾を行い、また、小さな粒子を人が演じて全体の自然現象を表す擬人化体感学習⁽⁴⁾についても研究を進めてきた。これらの研究を基に、ICT利用による協働学習の教材から個別学習の教材にもできる理科の学習教材を提案したい。また、GIGAスクールとなった学校での一斉学習や個別学習のための理科の教材研究として今後も検討していく。

理科における主体的・対話的で深い学び

小学校学習指導要領 (平成29年告示)⁽⁵⁾ において、「指導方法については、従来から取り組まれてきた一斉指導に加え、個別指導やグループ別指導といった学習形態の導入、理解の状況に応じた繰り返し指導、学習内容の習熟の程度に応じた指導、児童の興味・関心や理解の状況に応じた課題学習、補充的な学習や発展的な学習などの学習活動を取り入れた指導などを柔軟かつ多様に導入することが重要である。」とある。また、「コンピュータ等の情報手段は適切に活用することにより個に応じた指導の充実にも有効であることから、学習者用コンピュータによってデジタル教科書やデジタル教材等を活用することにより個に応じた指導を更に充実していくことが可能である。」とある。多様な学習活動の形態を取り入れることが可能な、ICT機器を駆使した学習方法が求められている。個に応じた学習、調べ学習、思考を深める学習、表現・制作などを用いた学習、協働学習、家庭学習などが想定できる。小学校学習指導要領解説理科編 (平成29年告示)⁽⁶⁾ では、「主体的・対話的で深い学びの実現を図るようにすること。その際、理科の学習過

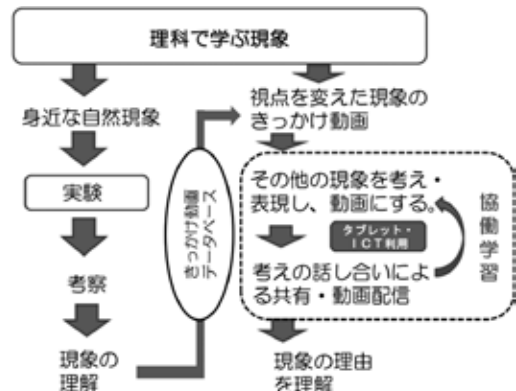


図1：きっかけ動画による学習の流れイメージ

程の特質を踏まえ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどの、問題を科学的に解決しようとする学習活動の充実を図ること。」とあり、理科において主体的・対話的で深い学びの実現には「理科の見方・考え方」を働かせ、問題発見・解決の活動が求められる。主体的な学びと対話的な学びが関わり合って深い学びとする。そのために、理科では見方・考え方への指導が重要であり、ICTを利用した、見方・考え方を実践できる学習が求められている。

ここでは小学校第3学年の理科に注目して学習教材を検討する。小学校3年生では現象を比較して、差異点や共通点を明らかにする。すなわち、見方（視点）と違いや共通に気付く考え方がポイントとなる。そこで、見方・考え方のヒントとなる動画をつくり、それをきっかけに考えを引き出し、自分たちの考えで、自分たちで主体的に話し合っただけで学んで行ける教材を検討した。擬人化体感学習として行ってきた学習方法を土台に、人が粒子となって動くことを動画教材に用いる。そこでの見方・考え方は、自分が粒子や電子、また光になってみるという視点と、そこでの自分の動きを基に考えるという方法とした。

理科で学ぶ現象の見方（視点）を変えたきっかけ動画による学習の流れ（図1）は、きっかけ動画から得られた現象のイメージを、関連する現象の自分の考えや表し方を基に表現し、話し合いによって深めていくというものである。そのために、現象の動画をいつでも検索して視聴できるようにし、タブレットで確認しながら学習できる動画のデータベースを準備する。このきっかけ動画による学習方法では、小さくなりその現象の当事者（中に入って）となって考える見方・考え方を基に、その他の関係した現象の表し方を個人で、また、みんなで話し合っただけで説明したり、実践し動画にしてみたりして、全体で理解を共有していく協働学習としたい。

小学校3年生理科で目に見えない現象を考える単元（研究方法）

小学校3年生の理科の単元で学ぶ自然現象のうち、1) 光の性質、2) 音の性質、3) 磁石の性質、4) 電気の通り道について検討する。ここで扱われる現象は、目に見えない小さなものの振る舞いが集まって目に見える現象となるものである。実際の理科の学びでは目に見える現象について学んでいくことになる。しかし、その本質はもっと小さな目に見えないものの存在とその振る舞いにある。そこで、小さなものから見た現象を考えてもらう方法を検討する。小さなものの存在を導入として示し、そこでの自分たちの考え方を引き出す学習方法としたい。そのためにきっかけ動画を作成し視聴してから自分たちで考え、自分たちの考えを発表して共有したり、自分たちで演じて動画を撮影したりする学習方法としていきたい。また、動画をデータとして蓄積することで、個別学習で視点を変えた学びを、データベースを通して行なえる教材とできる。

ここで検討する学習の教材は、小学校3年生の理科の現象についてであるが、小学校の中学年で理科を教えることになる教員養成での利用も念頭において研究を進める。小学校3年生で学ぶ現象は単純であるため、考えやすく、小さな粒子や要素が全体の現象につながることをイメージしやすい。つまり、小学校3年生以降のどの学年でこの学習方法を用いる場合であっても、学習方法の導入として小学校3年生で学ぶ内容を使うことで、より複雑な現象を考えられるようになると思われる。

自然科学の協働学習の方法の提案

小学校3年生で学ぶ単元を元に、きっかけ動画を提示して、考え方を引き出した後に作成される現象を表した動画を示していく。視点を示し、そこから考えていく学習方法とし、視聴、共有、話し合い、動画撮影と進むなかでICT利用を行い、効果的な学習へとつなげたい。

1) 光の性質

理科では光として日光を扱うが、学ぶ内容は「光は直進し、集めたり反射させたりできること」を学ぶ。鏡で光を反射させる実験を通して光の性質を学ぶ。しかし、実際の現象において光が反射することや集まる現象を説明することは難しい。そこで、光になって考えてもらい、鏡の壁にぶつかった後どう動くのかを想像できるようにしたい。まっすぐ(垂直に)鏡にぶつかった場合と、斜めからぶつかった場合を動画で示し、きっかけ動画とする(図2)。このとき、目線カメラ、または端末利用で、走る人からの映像もあれば効果的になる。

この後、複数の鏡で光をつなぐことや、鏡で光を集めるとどうなるかを考えてもらう(図3)。また、自分たちで光の進み方クイズを作り、お互いの学習の確認にすることも可能である。さらに、みんなで、虫眼鏡で光を集めることを、光になって進むイメージを持って考えてもらうことも可能になる。きっかけ動画を基に、光の動きや反射の法則がイメージできれば、それを元に、他の光の現象を考えてみることも可能になり、その考えをみんなと共有して、動画で表現し、自分たちの考えで現象を説明できる活動につなげられるようにしたい。

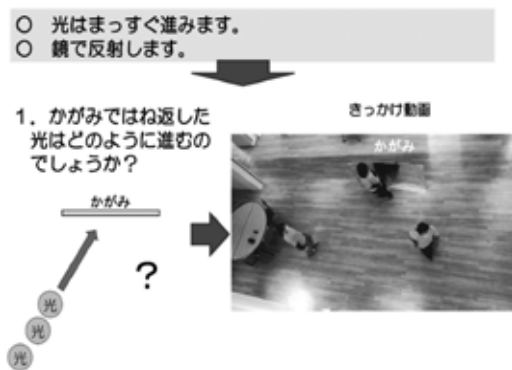


図2：光の反射のきっかけ動画

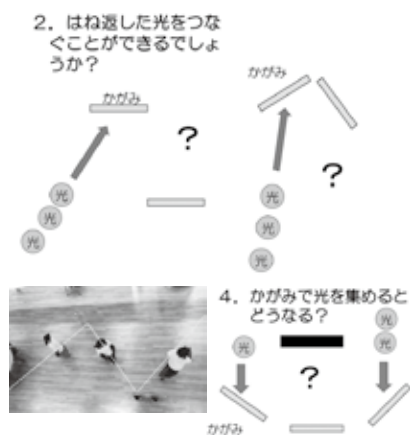


図3：自分たちで考える課題

2) 音の性質

理科では「物から音が出たり伝わったりするとき、物は震えていること。」を学ぶ。糸電話の糸の震えや太鼓の震えによる実験を通して性質を学ぶ。もの全体の震えとして捉えるが、実際は小さな部分部分の個々の震えが伝搬して全体が震え、空気を震わせて音として伝わっていく。そこで、個々の震えをきっかけ動画としてそれぞれが動いているということを考えてもらい、音と震えの関係を体の動きで表現したものとした(図4)。これを基に震えるみんながつなるとどうなるかを考えてもらう。糸でんわなど音が伝わることを、個々の震えという見方

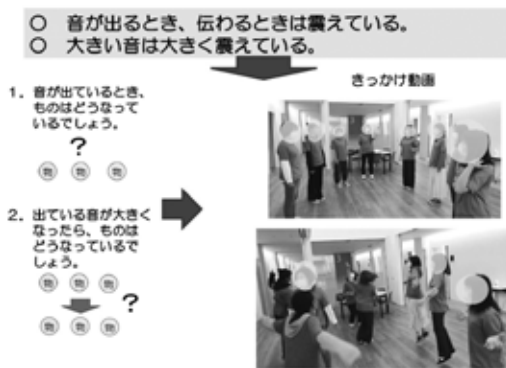


図4：音は震えのきっかけ動画

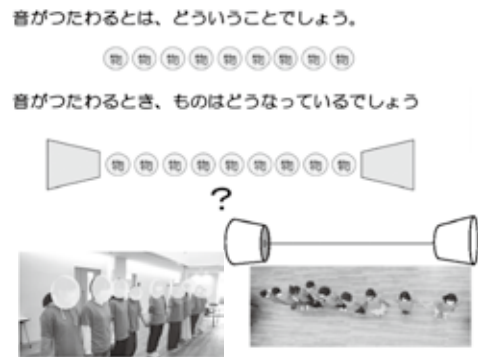


図5：糸でんわの伝わり方

どう説明できるか考えて、動画や実践で表す活動につなげたい（図5）。

この後、空気中や物質中を伝わる音や、物が無いところでの音などについて考えを深めていけることを想定している。音が伝わるのは震える物が存在しているからであること、そして物は震えを伝えて音を伝えていることの理解につなげていく。

3) 磁石の性質

磁石の性質として、「鉄は磁石に引きつけられること、磁石についた鉄は磁石になること」を学ぶ。磁石に引きつけられるものと引きつけられないものがあることを実験で比較しながら、鉄という素材について学ぶ事になる。しかし、磁石の理解は難しく、磁力の素は何なのか、またなぜ鉄だけが磁化されるのかを考えられるようにする必要がある。そこで、きっかけ動画として、小さな磁石が集まると大きな磁石になること、そして、磁石になった鉄も小さな磁石の集まりであるという見方を示す（図6）。このきっかけ動画で、



図6：磁石を考えるきっかけ動画

磁石につくものは磁石になれるものだけで、磁石につくと鉄は磁石になっていること。その鉄は向きが揃っていない小さな磁石の集まりで、磁石につくと小さな磁石の向きが揃うことで磁石になることを感じてもらいたい。この後、この考え方で、磁石につくものとつかないものの違いや、鉄の磁化の様子について考えを進めていくことを想定する。磁化した鉄が永久磁石にならない理由や、加熱するによって磁気が減少する理由を考えてもらうこともできる。

4) 電気の通り道

電気は小学校3年生から中学3年生までである大切な単元である。電気はモーターが回ったり、豆電球が光ったりすることで電気の流れを確認する。電気回路は「輪」になっていないと電気が流れないこと、電気を通すものと通さないものがあることを、実験を通して学ぶ。しかし、導線を通る電気を見ることができないだけでなく、流れを実感することもできない。そこで、人が電気の要素（電子でも良いが小学校での電流の向きを考慮すると、+の電気）となって回路を回ることを考える。導線の中をつなげた電気の輪が回ることによって電気が流れるイメー

ジを持たせたい。電気回路中での電気の流れは、電気の輪が一斉に同じ方向にそって動くことで起こる。そこで、電気がつながって輪となり全体が一緒に回るというイメージを持たせたい。電池は電気の輪を回す役割をし、電池が輪の一部を押すことでつながった輪（動画では手をつないだ輪）全体が回っていくことになる。また、豆電球やLEDは電気抵抗として、電気の輪の流れ難さを表すゲートとした。電気を流すものには電気の要素が入って（詰まって）おりつながって輪になり、電池が輪を回すと全体が回って流れることを、このきっかけ動画（図7）で確認する。

この後、電流の流れるつなぎ方を考えたり、また、電気を流すものと流さないものの違いを考えたりする活動につなげたい（図8）。さらには、小学校4年生で学ぶ、電池の並列つなぎや直列つなぎでの電気の流れ方や中学校で学ぶ抵抗の直列つなぎや並列つなぎでの電気の流れ方など、見えない導線中を流れる電気を想像して考えられる活動につなげていきたい。

きっかけ動画を見ることで、視点を変えた考え方で現象を理解しようとする学習につなげたい。学んだ現象の理解や、まだ学んでいない身近な現象の理解においてもこの考え方でアプローチできるようにしたい。そのために、いつでもどこでも確認できるきっかけ動画作成と、自分たちで話し合い、考えを表した動画作成ができる環境としてICTを用いていくことが必要となる（図1）。理科では目に見える現象を実験で再現し確認することで理解していく。しかし目に見えない部分が原因となる現象の真の理解にはつながらない。見えないからこそ、協働学習でお互いの考え方を共有できる学習方法が必要になる。自分の考えで、別の現象を表すことを考え、個々の考え方を共有することで、自分の理解を確かめていくことが可能になる。

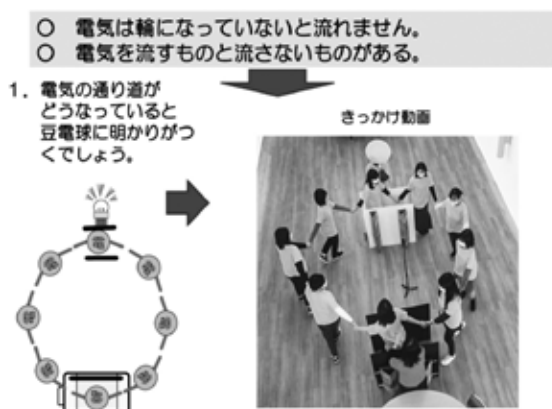


図7：電気回路のきっかけ動画

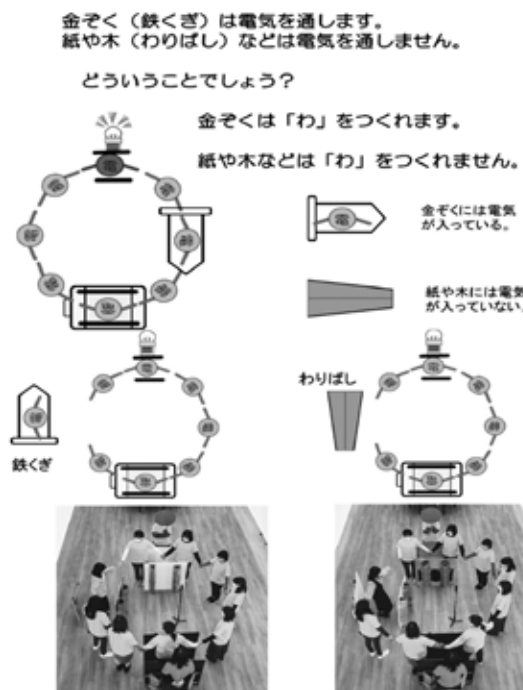


図8：電気の流れを考える

学習方法の利用（考察）

今回、例として示したのは、小学校3年生で学ぶ、光、音、磁気、電気の4つである。これらは、多くの物理現象を考え、理解できるようになる基礎となる。ここで小さなものの存在とその動きが集まって大きな現象になっているという見方考え方を練習しておくことは、理科をその理由から理解していくための助けになる。この後、空気や水、水に溶けるもの、反応して変化するものの性質を学ぶことになる。ここでもこの学習方法を生かし、身のまわりの物質は、小さなものの集まりであるという考え方で理解を進めることが可能である。身の回りの自然現象に対応するきっかけ動画も作成可能である。小学生にとって、目に見えないものの存在を考えることは難しいかもしれない。しかし、自分がその小さな存在になって考える練習ができれば、理科の見方考え方が飛躍的に広がる。そのためにも、動画の視聴が容易にできる環境と、それをきっかけに自分たちで動画を撮影してその動画を蓄積していくデータベースが必要となる。GIGAスクール構想でネットワーク環境と情報にアクセスできる端末があり、これを利用して動画や動画データベースへアクセスして学習を進められる環境は整っている。また、タブレットやスマートフォンには高性能のカメラが付いており、動画撮影、共有、配信が容易にできる環境となっている。このICT環境でできる学習方法としたい。動画利用やデータベースへのアクセスにより個別学習も可能になる。また、ICTやタブレットでの共有によって対話で考えを進める協働学習も可能である。そこで、この学習方法をGIGAスクールでの理科（自然科学）の協働学習による学習方法の一つとして提案したい（図9）。

きっかけ動画データベースはいつでもアクセスして視聴、確認できるように共有クラウドストレージに置くことを想定する。また、管理できる動画配信サービスを利用して、リンクによってアクセスできるようにすることも可能である。データベース化には、例えばデータベースソフトとしては、Microsoft AccessやFileMakerにより、共有可能な動画データベースを作成できる。共有クラウドストレージや配信サービスの利用で、タブレット等端末からネットワークを経由して容易に動画検索、視聴できる環境とできる。きっかけ動画利用には、ガイドやマニュアルを準備して、個別学習により個々に現象を考えられるようにしておくことも必要である。個々の考えやイメージを具体化するために、考えの話し合いやみんなで現象を実践して動画として共有することで協働学習につなげたい。自分たちの現象の表現方法を話し合うことで対話的な学びにする。共通の現象についての話し合いの場は、教室だけでなく、同時編集可能なホワイトボードソフト、google JamboardやMicrosoft Whiteboardなどの利用でネットワーク経由でも可能となる。端末のカメラを利用し、また、共有クラウドストレージに置いてデータを共有することで、話し合う場が広がることを期待する。クラウドデータベース利用やデータベース化は、教育DXに向けて不可欠であり、この動画による協働学習の方法においても効果的

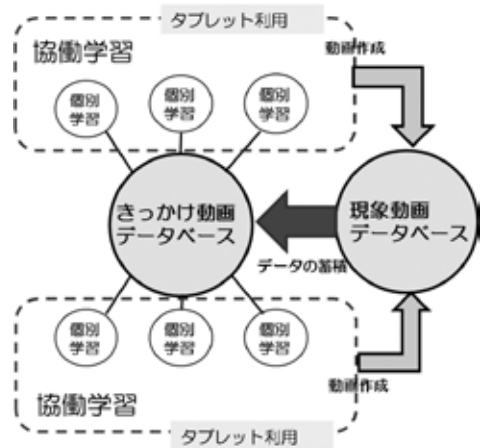


図9：個別学習と協働学習のイメージ

ある。

この論文では小学校3年生で学ぶ物理現象の基礎となる現象を基に、きっかけ動画による学習方法を紹介した。これらの現象は小学校3年生の学びであるが、更に様々な自然現象へのアプローチも期待できる。小学校3年生、4年生で学ぶ内容を、改めて高学年や中学生が見方を変えて考えることも効果的であると考えている。また、教える教員においても視点を変えたこの考え方を基にして教えられることが求められる。それは、教えている現象の真の理由は小さなものの集まりであるということに由来しているからである。近代科学による発展は、小さな粒子の存在と振る舞いを理解し利用する量子の科学に支えられている。将来、社会を支える技術としての量子の理解が必ず求められるようになることを考えると、小さな粒子の存在から現象を考えるこの考え方は必要になる。

今後の展開

この論文では理科で学ぶ現象の学習方法として、小さな現象の要素からの視点で考えるためのきっかけ動画により、その視点を基にして様々な現象の理由を考え説明したり、動画にしたりすることで真の理解へ迫る方法を提案した。動画による視覚化は理解を助け、現象のイメージ化にもつながり、映像教材化は今後さらに求められるものになると考える。また、場合に応じて個別学習と協働学習を行い、学びの広がりへと導ける学習教材としたい。現在、通信の高速化、大容量化により情報通信による共有も瞬時となって、この環境を最大限に利用した教育が求められている。今後は、小中学校理科で学ぶ全ての内容において、きっかけ動画の例を作成し、データベース化して、ICT利用による個別学習でも協働学習でも可能な学習方法としていく。また、大学の教員養成でこの方法を利用した学習を実践し効果を検証していきたい。

謝 辞

この論文は、名古屋女子大学の理科教育（物理）研究室の林咲良さん、水谷優里さん、山田清楓さんとの共同研究を基にして研究を進めたものです。また、本研究に参加、協力して頂いた理科教育（物理）研究室の学生の皆さんに感謝いたします。この研究は、平成31・令和2年度 名古屋女子大学 教育・基盤研究助成費による助成（「VR技術を利用した理科教育の可能性の研究」課題番号3103）と、令和3・4年度 名古屋女子大学 教育・基盤研究助成費による助成（「GIGAスクール構想を見すえた理科におけるICT活用授業の方法の研究」課題番号0303）を受けて行なったものです。

参考文献

- (1) 文部科学省：「GIGAスクール構想の実現について」（令和2年8月更新）
https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_00001.htm

- (2) 文部科学省初等中等教育局 情報教育・外国語教育科(令和3年8月):「端末利活用状況等の実態調査(速報値)」
https://www.mext.go.jp/content/20210830-mxt_jogai01-000009827_100.pdf
- (3) 吉川直志:「映像利用による理科教材の開発」
名古屋女子大学紀要, 第67号, 25-34, 名古屋女子大学(2021).
- (4) 吉川直志:「理科で学ぶ現象を擬人化体験によって理解につなげる擬人化体感学習利用の提案」, 名古屋女子大学紀要, 第66号, 13-23, 名古屋女子大学(2020), 吉川直志, 磯村梨奈, 尾崎真帆, 沖柚希, 向井風夏:「小学校理科の主体的学びによる理解方法としての擬人化体感学習」, 名古屋女子大学紀要, 第64号, 9-19, 名古屋女子大学(2018), 吉川直志, 大西菜々, 河合桃子:「見えない粒子の世界の現象をみんなで演じて理解する擬人化体感学習の利用方法」, 名古屋女子大学紀要, 第62号, 15-24, (2016), 吉川直志, 石川愛, 加藤沙綾夏, 竹村美香:「見えない粒子の世界をみんなで演じて理解する方法の提案」, 名古屋女子大学紀要, 第61号, 15-25, (2015), 吉川直志, 香川由夏, 森石千早妃, 山本莉緒:「小学校理科における擬人化体感学習の利用の検討」, 名古屋女子大学紀要, 第60号, 1-10, (2014).
- (5) 小学校学習指導要領(平成29年3月公示)文部科学省(2017).
- (6) 小学校学習指導要領解説 理科編(平成29年6月)文部科学省(2017).

