

令和 4 年 6 月 27 日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2015～2021

課題番号：15K04490

研究課題名（和文）ICT活用や体験による子どもたちに働く意義を考えさせるための教材・教具開発と評価

研究課題名（英文）Development of Teaching Material Made Use of ICT for Children

研究代表者

尾高 広昭（ODAKA, Hiroaki）

岐阜大学・教育学部・教授

研究者番号：20262743

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,500,000 円

研究成果の概要（和文）：第一に、子どもたちのためのICT教材・教具の開発と評価であり、研究開始時（平成27年度）は学校教育におけるICT環境は地域や市町村によって大きな差異があった。しかし、文部科学省のGIGAスクール構想によって、研究終了年度には1人1台端末等の環境が整えられた。研究経過では時系列の環境を分析し、環境が整った最終年度にはICT活用の事例や提案、授業設計や評価規準を具体的に示した。

第二に、児童生徒の働く意義、地域産業、自然エネルギーと活用と関連させ、岐阜県西濃地域の「杣」のものづくり体験などを実施した児童生徒を被験者として質問紙調査によって分析し、地域理解や働くことの意義につながる事がわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究成果の学術的意義は、次世代の子どもたちのための教材開発によって、わかりやすい教育や学習環境が提案できたことである。特に、近年のICT活用に関しては、学校教育において1人1台のタブレット端末が効果的に活用できる単元や題材の提案ができたことである。また、児童・生徒の勤労観・職業観の育成のため、課題対応能力を身につける手段としての教材・教具を開発したことである。

社会的意義に関しては、教育方法の観点からICT活用や体験学習を重視しつつ、学校教育において学習指導や評価、および、子どもの変容、働く意義を地域の産業や歴史などとの関連性から分析した点は研究の特質である。

研究成果の概要（英文）：Primarily it was development and the evaluation of the ICT teaching materials, the teaching tools for children, and, in the ICT environment in the school education, there was a big difference at the time of the study start by an area and the municipalities. However, the environment such as one terminal was fixed in the study end year by GIGA school design of Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology per person. I analyzed this sequential environment in the study progress and was able to show an example and suggestion of the ICT utilization, a class design and an evaluation standard concretely in the last year when environment was regulated well.

Second I performed inventory survey as a subject and analyzed the child student who carried out a manufacturing experience and the industry visit of "the measure" of the Gifu Seino area while motivating the significance to act of the child student, and associating it with local industry, natural energy and utilization.

研究分野：教科教育学

キーワード：教材開発 ICT活用 体験的学習 学習指導 評価 子どもの変容 働く意義

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

研究開始当時の、学校教育における通信ネットワーク環境や ICT 機器の状況は、各県や地方自治体によって大きな差異があった。要因としては、研究資金獲得や自治体による財政、教育方針が考えられた。

さらに、平成 29 年告示の学習指導要領<sup>1)</sup>では、改訂のポイントの 1 つとして、「理数教育の充実」が挙げられ、日常生活等から問題を見いだす活動や見通しをもった観察・実験などの充実により、さらに学習の質を向上させることを目指すことが明示された。また、小学校「総則」<sup>2)</sup>では、学習したことを他の学習や生活の場面でも活用することや、情報技術を手段として学習や日常生活で活用できるようにすることが挙げられた。

なお、以下の内容は、最新の研究論文で発表した岐阜大学カリキュラム開発研究 Vol.38 No.1(2022)の一部を抜粋整理したものであり、研究で実施し投稿中の内容は含まれていない。

### 2. 研究の目的

文部科学省の「学校における教育の情報化の実態等に関する調査」<sup>3)</sup>では、2022 年度までに達成すべき目標を 1 つも達成できていないため、現在の学校の ICT 環境の整備状況は、脆弱かつ危機的な状況である。しかし、令和元年に「GIGA スクール構想」<sup>4)</sup>を打ち出し、1 人 1 台端末と高速大容量の通信ネットワーク環境の実現を目指している。新型コロナウイルスの影響からオンラインの需要が高まったこともあり、全国のほとんどの自治体が、2020 年度内までに端末の配布を完了させる予定であるため、今後、児童生徒自身が学習する手段として、ICT を活用した授業が増加すると考える。

また、平成 30 年度<sup>5)</sup>、平成 31 年度<sup>6)</sup>実施の「全国学力・学習状況調査」の質問紙調査の結果より、算数、理科ともに大切だと感じている児童は多いが、学んだことを日常生活で活用できないか考える児童は少ないことがわかった。以上のことを踏まえ、本研究では ICT 機器を活用して、日常生活の課題や疑問を解決する学習を通して、理数教育を充実させる教育方法の開発を目的とした。

### 3. 研究の方法

先行調査研究より、理科で学習したことを普段の生活の中で活用できるか考える児童が少ないことがわかった。そのため、学習したことを日常生活と関係付ける意欲と態度を育成することができるよう教育方法の開発を行った。単元は、第 4 学年の「電気のはたらき」という単元を想定し、全 5 時間とする。本単元では、乾電池の数やつなぎ方を変えたときの電流の大きさの違いを学習する。また、シミュレーション教材「PhET」の「直流回路キット」を活用し、シミュレーションと実験を併用することにより、深い学びにつなげる教育方法を考えた。

#### (1)シミュレーション教材「PhET」

「PhET」はコロラド大学で開発された、理科の全分野と数学において、多様なシミュレーションができる教材である。特徴として、ブラウザ上で利用できる、操作が簡単である、様々な言語に翻訳して利用できるなどが挙げられる。本研究では、物理分野の「直流回路キット」を活用して、教育方法の開発を行った。

#### (2)「直流回路キット」

「直流回路キット」は、画面左上に表示されている部品を、自由に組み合わせて回路を作成する仕組みになっている。また、1 つの画面上で複数のシミュレーションを同時に実行することができるため、回路による電流の大きさの違いを比較することができる。そのため、対照実験を行う際に活用することができる。電池 2 個を直列につなぐと、回路に流れる電流は電池 1 個のときよりも強くなることがわかる。

さらに、ショート回路を作成すると、電池が燃えるアニメーションが表示される。そのため、安全面に配慮した上でショート回路の危険性を再現することができる。また、このアニメーションがあることにより、児童が危険な回路を認識しやすいため、実験での事故を防ぐことにつながる。

#### (3)「PhET」の「直流回路キット」を活用した教育方法

本単元で想定する全 5 時間全ての時間で、「直流回路キット」のよるシミュレーションと実験を行う。そのため、「電池の数やつなぎ方を変えると流れる電流の向きや大きさが変わる」ということを、より深く理解することができる。単元指導計画では、電気のはたらきに関する基本的な知識の習得を目的とする。4,5 時間目では、1 から 3 時間目までに学習したことを活用する場面を想定して、既存の知識を日常生活と関係づけ、思考・判断・表現の応用として、さらに知識の理解を深めることを目的とした。

#### (4)プログラミング学習における教育方法

2020 年度から全ての小学校でプログラミング教育が必修化された。また、平成 29 年告示の文部科学省の学習指導要領では、算数や理科、総合的な学習の時間がプログラミング教育の学習場面として挙げられた。本研究では、日常生活を関係づけた学習を目指すために、題材をロボット掃除機に設定した。また、教育方法を開発するために、教材に micro:bit と DFRobot 社の Micro:Maqueen micro:bit Robot Platform というプログラミングカーを選定した。

題材はロボット掃除機に設定した理由は2つある。第一に、自分が理想とするプログラムをすぐに考えることができるからである。当初は、プログラミングカーを活用した自動運転のプログラミングについても検討したが、児童には、自動車を運転した経験がないため、教師が考える最適なプログラムからかけ離れる可能性があると考えたため、ロボット掃除機に見立てて活用した。また、児童は学校で毎日掃除をしているため、最適なプログラムを追究しやすいと考えている。第二に、学習したことが日常生活で活用されていることを実感してほしいからである。本研究で作成したプログラムは算数との関わりが深い。例えば、条件判断のブロックにある「以上」「以下」「未満」は、第4学年の算数の「がい数」という単元で学習する。そのため、今まで学習したことは、日常生活と深く関わっていることを理解させることができる。プログラムは、プログラミングカーに搭載されている超音波センサーを活用し、対象物との衝突を回避するプログラムを考えた。

作成したプログラムより、超音波センサーと対象物の距離が、4cm 以上のときはすべてのモーターを前方向にスピード 50 で回転させ、4cm 未満のときは左右のモーターをそれぞれ反対向きにスピード 50 で回転させるプログラムを作成した。一時停止のブロックは、左右のモーターがそれぞれ 反対向きに回転する時間を表している。これにより、超音波センサーと壁の距離が 4cm 以上離れても、左右のモーターが反対向きに回転し続けるため、衝突を回避する可能性を高めることができる。また、この時間によって、プログラミングカーが次に進む方向を決定することができることがわかった。そのため、決定した時間によっては、進む方向を 90° や 180° 変えることができる。しかし、正しく 90° や 180° 変えるためには、多くの調整が必要になるため、かなり時間がかかる課題がある。また、ロボット掃除機の動きを再現するために、超音波センサーが正確に反応する条件についての実験を行った。

スピードを 200 に固定して、超音波センサーが対象物に反応する距離を 1cm ずつ変えたときのプログラミングカーの動きを調べた。また、対象物との距離だけでなく、スピードも関係していると考えたため、対象物との距離を 3cm 未満に固定して、プログラミングカーのスピードを 50 ずつ変えたときのプログラミングカーの動きを調べた。超音波センサーと対象物の距離やスピードの値を変えた プログラムを作成し、プログラミングカーを 40cm×88cm の枠の中で 1 分間動かす実験を 3 回行い、平均値を算出した。

結果より、1cm 未満と 2cm 未満のときは、超音波センサーが対象物に反応した回数が少なく、対象物に衝突している時間が長いことがわかった。また、対象物に衝突した後に、超音波センサーが反応してプログラムが作動した。よって、超音波センサーが対象物に反応する距離を短くすると、超音波センサーが対象物を正しく検知することができないことがわかった。そのため、超音波センサーが対象物を検知するためには、対象物との間にある程度の距離が必要であると考えられる。また、4cm 未満と 5cm 未満のときは、超音波センサーが対象物に反応した回数が多く、対象物に衝突している時間が短いことがわかった。特に、4cm 未満のときに結果が大きく変化したため 4cm 未満に決定すれば、プログラミングカーが動く範囲を広げた状態で、超音波センサーが対象物を正しく検知できると考える。このことから、スピードが小さいほど、衝突を回避する回数が多くなり、対象物に衝突したとしても、衝突している時間が短くなることがわかった。そのため、スピードが小さいほど、超音波センサーは対象物を検知しやすいと考えられる。これらの結果より、対象物との距離を 4cm 未満、スピードを 50 にすると、プログラミングカーが動く範囲を最も広くすることができる。さらに、ロボット掃除機の動きに近づけるために、条件判断の要素を複数取り入れたプログラムを考えた。作成したプログラムにより、もう一つ条件判断のブロックを追加した。超音波センサーが対象物に反応する距離が、4cm 未満のときは左右のモーターを反対向きにスピード 50 で回転させ、4cm 以上 8cm 未満のときはすべてのモーターを前方向にスピード 50 で回転させ、8cm 以上のときはすべてのモーターをスピード 150 で回転させるプログラムを作成した。ロボット掃除機の中には、壁や家具などの対象物に近づくと、減速して対象物との距離を正確に測るものがある。プログラムは、これを再現したものである。これにより、プログラミングカーは対象物に近づくと減速し、さらに近づくと、衝突を回避するように動いた。近くに対象物がないときは 速いスピードで動くため、以前のプログラムよりも移動する距離が増えた。

#### (5) micro:bit とプログラミングカーを活用した教育方法

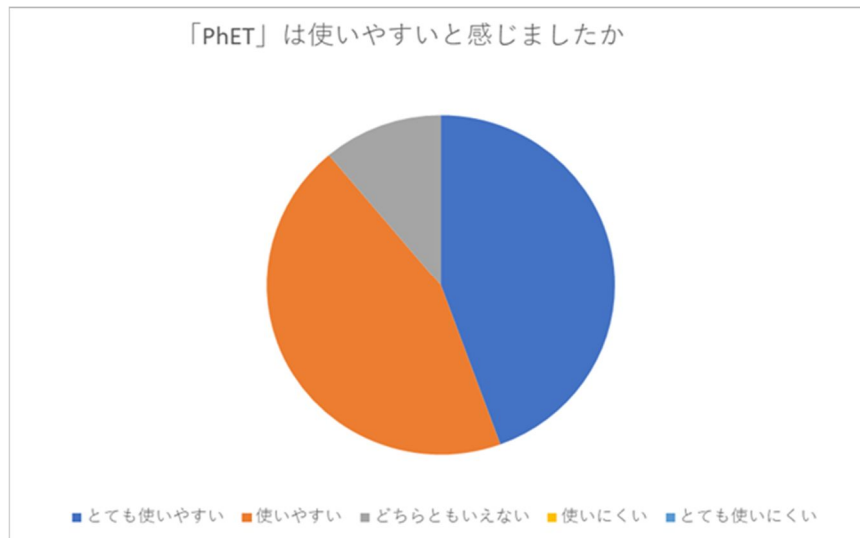
本教育方法は、小学校第6学年を対象とした総合的な学習の時間において、「効率よく掃除するプログラムを考えよう」という題材で全 8 時間とする単元指導計画を作成した。

プログラミングを行うのは 2 から 7 時間目である。2,3 時間目では、基礎的なブロックを使用した簡単なプログラムを作成し、4 から 7 時間目では、児童自身がイメージするロボット掃除機の動きを再現するプログラムの作成を行う。

#### 4. 研究成果

本教育方法を評価するために、2020 年 12 月 11 日に G 大学教育学部 4 学年の 9 名を被験者として、小学校理科「電気のはたらき」の授業実践を行った。本授業は、単元指導計画における 4,5 時間目の内容を 40 分にまとめて行った。

授業実践終了後、授業に関する質問紙調査を行った。結果から、多くの学生が「PhET」は使



いやすいと感じていることがわかった(図1)。理由については、操作が簡単なことやシミュレーションの分かりやすさなどが挙げられた。しかし、33%の被験者の学生が「PhET」を小学校理科の授業で活用できる

図1 教材の使いやすさの質問紙調査結果(n=9)

か分からないと回答した。この理由として、「遊んでしまうのではないか」という意見が最も多かった。また、ほとんどの学生が、本時の授業実践は日常生活の役に立つと感じていることが分かる。理由としての回答は「身近な事象で分かりやすい」「児童が場面をイメージしやすい」などが挙げられた。

本研究では、小学校における理数教育を充実するためにICTを活用した教育方法の開発を行った。学習したことを今後の生活に活かしてほしいという願いから、日常生活と関係付けた学習を目指した。「PhET」の「直流回路キット」は小学校理科の学習で有効に活用できることがわかった。端末上に複数の回路を作成することができることや、シミュレーション結果がアニメーションで表示されることなどが、親しみやすい要因であると考えられる。また、乾電池は身近なものであるため、授業で紹介すると、児童の日常生活において役に立つことがわかった。プログラミングでは、条件判断やブロックの数値を変えることで、日常生活と算数の関わりを実感することができる教材を提案することができた。しかし、児童相手に授業実践を行っていないため、今後授業実践を行い、教材の有効性について確かめる必要がある。

付記 本研究は、科学研究費助成事業(基礎研究(C))研究課題名・「ICT活用や体験による子どもたちに働く意義を考えさせるための教材・教具開発と評価」、課題番号 15K04490を受けている。

#### 参考文献

- 1) 文部科学省：新学習指導要領 改訂のポイント(最終 閲覧日 2020 年 12 月 17 日) [https://www.mext.go.jp/content/1421692\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1421692_1.pdf)
- 2) 文部科学省：小学校学習指導要領(平成 29 年告示)
- 3) 文部科学省：令和元年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果(概要)(最終 閲覧日 2020 年 12 月 22 日) [https://www.mext.go.jp/content/20201026-mxt\\_jogai01-00009573\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20201026-mxt_jogai01-00009573_1.pdf)
- 4) 文部科学省：GIGA スクール構想の実現へ(最終 閲覧日 2020 年 12 月 22 日) [https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt\\_syoto01-000003278\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_1.pdf)
- 5) 国立教育政策研究所：平成 31 年度全国学力・学習状況調査 報告書・調査結果資料(最終 閲覧日 2020 年 1 月 3 日) <https://www.nier.go.jp/18chousakekkahoukoku/index.html>
- 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・調査結果資料(最終 閲覧日 2021 年 1 月 3 日) <https://www.nier.go.jp/19chousakekkahoukoku/index.html>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 原田大成・尾高広昭・尾高慶彦	4. 巻 Vol38 No.1
2. 論文標題 子どもたちのためのICT教材の開発と評価	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 岐阜大学 カリキュラム開発研究	6. 最初と最後の頁 134-140
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 松井ひかり・尾高広昭	4. 巻 22
2. 論文標題 風力エネルギーを利用した教材開発と評価 ―新エネルギーにより問題解決型教材・教具―	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 岐阜大学教育学部研究報告 教育実践研究・教師教育研究	6. 最初と最後の頁 103-112
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 加藤佑弥・尾高広昭	4. 巻 21
2. 論文標題 太陽エネルギーを利用した教材開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 岐阜大学教育学部研究報告 教育実践研究・教師教育研究	6. 最初と最後の頁 47-54
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 加藤友依・尾高広昭	4. 巻 20
2. 論文標題 エネルギーを活用した教材開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 岐阜大学教育学部研究報告 教育実践研究・教師教育研究	6. 最初と最後の頁 81-90
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 今村有里・尾高広昭	4. 巻 第18巻
2. 論文標題 技術科教育におけるジェンダーの影響と実態の基礎的研究	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 岐阜大学教育学部研究報告 教育実践研究	6. 最初と最後の頁 75-86
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 高橋建斗・尾高広昭
2. 発表標題 小学校におけるICT活用や体験を重視した教育方法の開発
3. 学会等名 第37回日本産業技術教育学会東海支部大会講演論文集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮原遼也・松井ひかり・尾高広昭
2. 発表標題 再生可能エネルギーを活用した教材・教具の開発 ―形成的評価の活用―
3. 学会等名 第37回日本産業技術教育学会東海支部大会講演論文集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松井ひかり・尾高広昭
2. 発表標題 新エネルギーを活用した問題解決型教材・教具の開発
3. 学会等名 第36回日本産業技術教育学会東海支部大会講演論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田坂一稀・尾高広昭
2. 発表標題 ピタゴラ装置によるエネルギー変換に関する動力伝達の教具開発
3. 学会等名 第36回日本産業技術教育学会東海支部大会講演論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加藤友依・戸島京平・尾高広昭
2. 発表標題 エネルギー変換に関する教材・教具の開発と評価
3. 学会等名 日本産業技術教育学会東海支部
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 加藤祐弥・尾高広昭
2. 発表標題 自然エネルギーを利用した教材・教具の開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会東海支部大会
4. 発表年 2015年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織			
	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------