

# 身近な製品に込められたテクノロジーの科学的理解から改良・応用を図る小学校プログラミング教育の授業実践とその効果 — 扇風機モデルのプログラミングを題材にして —

## Implementation and Effectiveness of Elementary School Programming Education to Improve and Apply from a Scientific Standpoint of Embedded Technology in Familiar Products : Fan Model Programming

黒田 昌 克\* 森 山 潤\*\*  
KURODA Masakatsu MORIYAMA Jun

本研究では、小学校理科の「電気の働きと利用」単元において、身近な製品に込められたテクノロジーを科学的に理解し、その改良、応用に取り組むプログラミング教育の授業実践を実施した。小学校第6学年の児童36人に対し、電気によって作動する身近な製品の例として扇風機を取り上げ、レゴ® WeDo2.0でモデル化させた。その際、扇風機の主たる機能を実現するプログラムの作成、さらに節電のためのアイデアを構想しプログラムを改良、応用する学習活動を行った。その結果、本実践の条件下において、(1) 学習活動は児童にとって興味深く、課題や教具も適切であったこと、(2) 育成を目指す資質・能力のうち、特に身近な生活でコンピュータが活用されていることやその仕組みの理解、命令の順番や並べ方を考える等のプログラミング的思考の育成に効果的であったこと、(3) 授業実践の前後で児童の分析性、進取性、想像性、協調性に関する創造的態度が向上したこと、の3点に学習効果を確認することができた。

キーワード: 小学校, プログラミング教育, 理科「電気の働きと利用」単元, テクノロジーの科学的理解

### 1. はじめに

本研究の目的は、身近な製品に込められたテクノロジーを科学的に理解し、その改良、応用に取り組むプログラミング教育の授業実践を実施し、その効果を検討することである。

我が国では、2020年度より小学校プログラミング教育を計画的に実施することが決定した<sup>1)</sup>。それに先立って、「小学校段階におけるプログラミング教育のあり方について（議論の取りまとめ）」（以下、議論の取りまとめ）では、これからの社会に求められる能力として論理的・創造的な問題解決能力の重要性を指摘している<sup>2)</sup>。そして、小学校プログラミング教育が育成を目指す資質・能力（以下、育成を目指す資質・能力）として、「身近な生活でコンピュータが活用されていることや問題の解決には必要な手順があることに気付くこと、プログラミング的思考を育成すること」、「コンピュータの働きをよりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること」、の3点を示している<sup>3)</sup>。議論のとりまとめでは、「グローバルな規模でのイノベーションのような大規模なものに限られるのではなく、地域課題や身近な生活上の課題を自分なりに解決し、自他の人生や生活を豊かなものとしていくという様々な工夫なども含むもの<sup>4)</sup>」を「創造」とし、コンピュータなどの情報技術を用いて、これからの時代において、論理的・創造的に考える力、解決すべき課題や解決の方向性を自

ら見いだす力、多様な他者と協働して新たな価値を創造していく力が求められることを指摘している<sup>5)</sup>。このような大小のイノベーションにつながる創造性を高めるためには、その素地となる創造的な態度を涵養することが重要だと考えられる。

小学校学習指導要領の各教科におけるプログラミング教育の位置付けについて理科に着目すると、第6学年の電気の性質や働きを利用した道具があることを捉える学習において、プログラミングを取り扱うとしている<sup>6)</sup>。学習指導要領解説理科編では、「身の回りには、温度センサーなどを使って、エネルギーを効率よく利用している道具があることに気付き、実際に目的に合わせてセンサーを使い、モーターの動きや発光ダイオードの点灯を制御するなどといったプログラミングを体験することを通して、その仕組みを体験的に学習するといったことが考えられる<sup>7)</sup>。」と具体的なプログラミング教育との連携が例示されている。

理科においてプログラミング教育を扱う場合、問題解決に自然界の様々な現象を意識的に適用するテクノロジーの仕組みを、児童に科学的に理解させることが重要である（以下、テクノロジーの科学的理解）。その上で、児童がテクノロジーを適切に活用した問題解決に、創造的に取り組んでいけるよう方向づけることが求められる。このことは、プログラミング教育で育成を目指す資質・能力の一つである「コンピュータの働きをよりよ

\*兵庫教育大学大学院博士課程教科教育実践学専攻生活・健康系教育連合講座

令和元年7月9日受理

\*\*兵庫教育大学大学院人間発達教育専攻生活・健康・情報系教育コース 教授

い人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること」と大きく関わっている。このようなテクノロジーによる問題解決は、探究的な学習として「総合的な学習の時間」を中心に位置づける必要がある。理科においては、このような探究的な学習とテクノロジーの科学的理解とをスムーズに結び付ける観点から、わかったことを応用するオープンエンドな課題設定が重要である。その一つとして、身近な製品に込められたテクノロジーの科学的理解を基礎に、プログラムの改良・応用に取り組む学習活動の設定が考えられる。

これまで、『プログラミング教育の手引き（第2版）』では、「日中に光電池でコンデンサに蓄えた電気を夜間の照明に活用する際に、どのような条件で点灯させれば電気を効率よく使えるかといった問題について、児童の考えを検証するための装置と通電を制御するプログラムを作成し実験する<sup>8)</sup>」という学習活動が例示されている。また、実践事例では、「未来の学びコンソーシアム」の掲載コンテンツとして、プログラミングを用いて豆電球の点灯・消灯を制御する実践<sup>9)</sup>、人感センサーを用いた節電のプログラミングに取り組む実践<sup>10)</sup>、センサーの働きに着目して電気の制御を体験する実践<sup>11)</sup>が紹介されている。

しかし、これらの実践事例では、身近な製品に込められているテクノロジーを実現しているコンピュータやプログラムの働き等の理解に基づいているものの、題材がオープンエンドな課題解決ではなくプログラムの改良・応用を主眼に置いた構造になっていない。

そこで、本研究では、小学校理科の「電気の働きと利用」単元において児童に、身近な製品に込められたテクノロジーを科学的に理解させた後、その改良、応用に取り組ませるプログラミング教育の授業実践を行い、育成を目指す資質・能力や創造的な態度に対する学習効果の検討を試みる。

## 2. 研究の方法

### 2.1 実践の概要

実践対象者は、H県内I小学校の第6学年36名とした。なお、本実践におけるデータの収集及び写真の撮影・使用は、対象となる小学校及び管轄する教育委員会に個人情報に配慮することを条件に許諾を得ている。本実践は、2018年2月に実施され、授業実践者は第一筆者であった。本実践のデータは、授業実践の事前と事後に質問紙による調査で収集した。

### 2.2 実践対象者のレディネス

本実践を実施するのに際し、小学校プログラミング教育が完全実施前ということを経験すると児童のプログラミングに関する興味関心や経験は一様ではないことが予想された。そこで、実践対象者に対し事前にプログラミングやコンピュータに対する興味関心や経験等のレディネスを調査した。

回答方法は、4件法（とても当てはまる～ほとんど当

てはまらない）とし、順次4～1点に得点化した。その結果を表1に示す。

表1 実践対象者のレディネス

| 質問項目                         | M    | S.D  |
|------------------------------|------|------|
| コンピュータを使うことが好きだ              | 3.11 | 0.62 |
| コンピュータでプログラミングをしたことがある       | 2.19 | 0.47 |
| コンピュータを動かしているプログラムの仕組みに興味がある | 2.58 | 0.97 |
| プログラミングで好きなものや役に立つものを作りたい    | 2.78 | 0.99 |

n=36

表1から、実践対象者は、コンピュータを使用することに対しては好意的な印象を持っており、コンピュータやプログラミングに対する興味もそれなりにはあった。プログラミングの経験について授業時に口頭で児童らにその具体を質問したところ、36人中30人(83.3%)は学校で実施された出前授業のみという実態が把握できた。

### 2.3 実践内容

第6学年理科「電気の働き」の学習指導計画の概要を表2に示す。

本実践は、第4次(10, 11時間目)に位置付けられる。本実践では実践対象者のレディネスを踏まえ、理科の電気の変換や利用に関する学習活動において、身近な電気によって作動する道具の例として、ほぼすべての児童が自分で操作したことのある扇風機を題材とした。教具としては、レゴ® WeDo2.0(以下、WeDo2.0)を採用した。WeDo2.0は、小学生でも組み立てやプログラミングが容易で対象物との距離を測定できるセンサー(以下、動作センサー)やDCモーターが使用可能である。このWeDo2.0で扇風機をモデル化し、扇風機にはどのような節電機能があるのかを理解し、その機能を実現するプログラムをプログラミングの基本的な処理と関連させながら考える。そして、自分なりの節電のアイデアをプログラミングで扇風機のモデルに実装する。このような学習活動の中で電気の利用の工夫について主体的に考え、育成を目指す資質・能力や創造的な態度の育成を目指す。

### 2.4 評価の手続き

本実践の学習効果を評価するため、I:学習活動や育成を目指す資質・能力等に関する意識、II:創造的な態度の変容、以上2つの調査をIは本実践の事後、IIは事前と事後に実施した。また、本実践の感想を事後に記述させた。回答方法は、いずれも4件法(とても当てはまる～ほとんど当てはまらない)とし、順次4～1点に得点化した。

表2 学習指導計画の概要

| 次 | 時             | 主な学習活動  |
|---|---------------|---|
| 1 | 1~4           | 手回し発電機で発電しよう<br><ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発電と電気の利用について考える</li> <li>・ 手回し発電機と乾電池の違いについて調べる実験を計画し、仮説を立てる</li> <li>・ 手回し発電機と乾電池の違いについて調べる実験を行う</li> <li>・ 手回し発電機と乾電池の違いについて調べる実験についての考察を行う</li> </ul> |
| 2 | 5~7           | 電気をたくわえて使おう<br><ul style="list-style-type: none"> <li>・ 手回し発電機で発電した電気をためる手段について考える</li> <li>・ コンデンサーにたくわえた電気を利用する実験を行う</li> <li>・ コンデンサーにたくわえた電気を利用する実験の考察を行う</li> </ul>  |
| 3 | 8~9           | 電流による発熱<br><ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電気による発熱について調べる実験を計画し、仮説を立てる</li> <li>・ 電気による発熱について調べる実験についての考察を行う</li> </ul>  |
| 4 | 10~11<br>(本時) | 電気の変換と利用<br><ul style="list-style-type: none"> <li>・ 節電の重要性を理解し、電気の利用を制御する仕組みについて考える</li> <li>・ 効率的なエネルギー利用を実現するためのプログラミングを行う</li> </ul>  |

#### 2.4.1 I：学習活動や育成を目指す資質・能力等に関する質問項目

Iでは、本実践そのものに対する児童の情意を把握するために、本実践の学習活動に対する児童の満足感や困難感等に関する質問を4項目、育成を目指す資質・能力等に関する意識を把握するために、議論の取りまとめ<sup>12)</sup>の内容から育成を目指す資質・能力を構成する要素を知識・技能、思考力・判断力・表現力等、学びに向かう力・人間性等の3観点で分類、整理した質問を11項目、全15項目の質問を設定した。(質問項目は表4を参照のこと)

#### 2.4.2 II：創造的態度に関する質問項目

IIでは、汎用的な資質・能力としての創造性につながる態度に対する本実践の影響を検討するために繁桝・横山・サム・駒崎(1993)の創造的態度尺度<sup>13)</sup>を用いた。繁桝らは日本人729人、アメリカ人346人の男子大学生から得られたデータをもとに因子分析を行い、本尺度の妥当性について、「質問紙調査から得られたという限界はあるが、創造的態度を考える際の枠組みとして使うことのできる<sup>14)</sup>」と述べている。また、高校生に対するプログラミングと創造的態度の関連する研究<sup>15)</sup>にも使用されていることから本尺度を援用することは一定の妥当性があると考えられる。本尺度は、柔軟性、分析性、進取性、持続性、想像性、協調性の6因子で構成される。柔軟性は視点の転換や多様な発想を生み出そうとする態度、分析性は問題に対する見方や取り組み方を分析しようとする態度、進取性は新しいもの、珍しいものを観察し発見したりしようとする態度、持続性は問題の発見から解決までを自分の考えに基づき諦めないで粘り強く追及していこうとする態度、想像性は様々な新しいことを考えようとする態度、協調性は集団全体の調和を重視しようとする態度である。本尺度は6因子75項目の質問からなるが、本研究では、実践対象が小学校6

年生であることを考慮し、調査に関する児童の負担を減らすため、それぞれの因子の質問項目を参考に第一筆者(小学校教員)、第二筆者(技術教育が専門の大学教員)が議論した上で児童が理解しやすく因子の特徴を表している質問項目を1項目ずつ作成し、全6項目の質問を設定した(質問項目は表5を参照のこと)。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 実践の様子

##### 3.1.1 扇風機の機能を実現するプログラミング(10時間目)

10時間目は、電気の特性や節電の重要性を理解し、身近な電化製品を動かしているプログラムについて考えることを学習目標とした。まず、本時の単元における位置付けや学習の流れを確認した。電気は発電する方法がいくつもある、貯めておくことができる等の特性を振り返り、なぜ身近な生活には電気がよく利用されているのか問題意識を持たせた。児童は、電気の重要性を科学的な側面から理解し納得しているようだった。一方で電気の利用を工夫しなければ自然に悪影響を与える可能性があることも確認した。児童は、水路等で行う小規模水力発電等、今まで利用されなかったエネルギーに着目することや節電が重要であると気付いた様子であった。そして、身の回りの電化製品の節電機能がどのような仕組みで実現されているのか、扇風機を例にプログラミングを通して理解を深めていくことを確認した。プログラミングの学習活動は、2~3人のグループで行った。初めにWeDo2.0の使い方を簡単に説明した。次に、扇風機で節電に関係のある機能は何かと発問すると、風量の調節機能、タイマー機能、リズム風機能等の意見が出てきたので、これらの機能のプログラミングに取り組んだ(図1)。その中でプログラミングの基本的な概念や、順次処理・反復処理について体験的に理解していった(図2, 3, 4)。

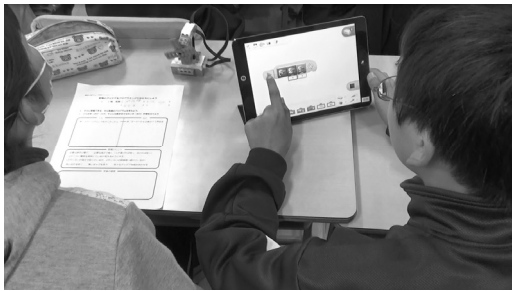


図1 扇風機の機能を再現している様子

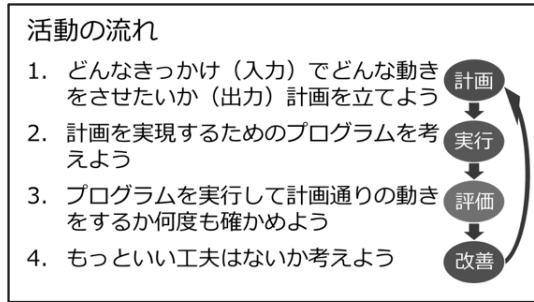


図6 改良・応用の学習活動の流れ

せん風機のモデルをプログラミングしよう

プログラミングの基本的な考え方① 入力・演算・出力

何をしたとき, 何が起こるのか

開始ボタンをおしたら モーター(せん風機の羽根)が回る

入力 → 演算 → 出力

図2 プログラミングの基本概念

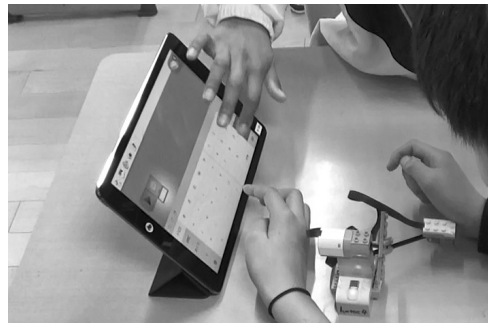


図7 協力してプログラミングしている様子

せん風機のモデルをプログラミングしよう

プログラミングの基本的な考え方② 順番に・くり返し・もし~なら...

**順番に** プログラムは, 順番通りに命令が実行される

タイマー式せん風機: 5秒間モーターが回って, それから止まる

図3 プログラミングの基本処理(順次)

せん風機のモデルをプログラミングしよう

プログラミングの基本的な考え方② 順番に・くり返し・もし~なら...

**くり返し** 同じ命令をくり返したいときはくり返しブロックを使う

リズム風モード: 3の速さ, 8の速さを3秒ずつくり返す

図4 プログラミングの基本処理(反復)

せん風機のモデルのプログラムを考えよう

プログラミングの基本的な考え方② 順番に・くり返し・もし~なら...

**もし~なら...** 場合分けしたいときはメッセージ送受信ブロックを使う

人がいるときだけ動くせん風機: 動作センサー

図5 プログラミングの基本処理(条件分岐)

### 3.1.2 扇風機の節電アイデアを構想するプログラミング(11時間目)

11時間目は, 10時間目の学習を踏まえ, 節電のアイデアを構想しプログラミングで具現化する探究活動に取り組んだ。まず, 動作センサーを用いて人がいるときだけ動く扇風機のプログラムについて考える中で条件分岐処理についてその概念と WeDo2.0 におけるプログラミングの仕方を説明した(図5)。児童は, 動作センサーに手をかざすと扇風機が動き, 手を離すと止まるという機能を自らのプログラムで実現できたことにとっても驚いていた。

次に, 実際の扇風機にはない節電のアイデアを実現させる活動の流れを確認し, アイデアを実現するためにはどのような入力からどのような出力を得たいのか, ワークシートを用いて計画させた。そして, PDCA サイクルに沿ってアイデアをプログラミングで具現化させていった(図6)。この活動では, 各グループで話し合いながらアイデアをプログラムとして表現している様子が伺えた(図7)。児童が作成したプログラムの概要を表3に示す。

ある程度プログラムが完成した時点で他のグループの扇風機を自由に見に行かせた。児童は, 自分にはなかった発想に驚いたり, 評価したりする中で多様な考えに触れ新たな刺激を得ているようだった。その後, 学習したことを生かして身近にある物事の仕組みに目を向けることやよりよい社会や生活のためのアイデアを考えることの重要性を確認した。

### 3.2 学習活動や育成を目指す資質・能力に関する意識

学習活動や育成を目指す資質・能力に関する意識の調査の結果を表4に示す。

表3 児童の作成したプログラムの概要 (例)

| 入力        | 出力             | 使用された処理    |
|-----------|----------------|------------|
| 実行ブロックを押す | 涼しげな画像を表示する    | 順次         |
|           | 涼しげな音楽を流す      | 順次・反復      |
|           | 節電を促す音声を流す     | 順次・反復・条件分岐 |
| 一定時間経つ    | 節電を促すコメントを表示する | 順次・条件分岐    |
|           | 本体のランプ色に変化する   | 順次・条件分岐    |
| 近づくと・離れる  | 速くなる・遅くなる      | 順次・反復・条件分岐 |
|           | 回転する・停止する      | 順次・反復・条件分岐 |

表4 学習活動や育成を目指す資質・能力等に関する意識

|                      | 質問項目                                     | M   | S.D  |      |
|----------------------|--|---|------|------|
| 学習活動                 | I-① この学習は、楽しかった                          | 3.75                                      | 0.55 |      |
|                      | I-② この学習は、むずかしかった                        | 2.44                                      | 1.11 |      |
|                      | I-③ この学習は、よくわかった                         | 3.53                                      | 0.61 |      |
|                      | I-④ この学習は、自分にとって大切だと思った                  | 3.06                                      | 0.89 |      |
| 知識・技能                | I-⑤ 生活のいろいろな所で、コンピュータが使われていることがわかった      | 3.64                                      | 0.64 |      |
|                      | I-⑥ プログラムがどのようにコンピュータやロボットを動かしているかわかった   | 3.53                                      | 0.61 |      |
|                      | I-⑦ Wedo2.0を使ってプログラミングすることができた           | 3.44                                      | 0.69 |      |
| 思考力・<br>判断力・<br>表現力等 | I-⑧ 問題をコンピュータで解決するためにどんなプログラムを作ればいいのか考えた | 2.83                                      | 0.88 |      |
|                      | I-⑨ プログラムの中で命令の順番や並べ方を考えた                | 3.56                                      | 0.77 |      |
|                      | I-⑩ プログラムの中で文字や数の使い方を考えた                 | 3.14                                      | 0.80 |      |
|                      | I-⑪ プログラムがある程度できたら、まちがいがいいか確かめた          | 2.89                                      | 0.95 |      |
|                      | I-⑫ 完成したプログラムで問題が解決できるか確かめる              | 2.75                                      | 0.97 |      |
|                      | 学びに向                                     | I-⑬ 社会をよりよくするためにコンピュータの仕組みをもっと知ろうと思う      | 2.97 | 0.94 |
|                      |  | I-⑭ 社会をよりよくするためのコンピュータの使い方について考えようと思う     | 3.08 | 0.91 |
|                      | 人間性等                                     | I-⑮ 社会をよりよくするためのコンピュータを使った新しいアイデアを考えようと思う | 2.83 | 0.91 |

n=36

学習活動に関しては、I-①③④の結果や「プログラミングでは面白いこともできるし音も入れられるし、人が来たら動くシステムにできるのがすごいと思った。」「プログラムを思い通りに作るのがちょっと難しかったけど最後まで諦めずにできたのがよかった。」といった感想から児童にとって概ね満足できる内容であったことが確認できた。I-②の困難感に関する質問については、平均が2.44と中位点2.5に近く、内容の難易度としては適切であったと考えられる。しかし、困難を感じた児童の感想には「大体できたけれど動作センサーのやり方が難しかった。」「思い通りに作れた時もあったし、作れなかった時もあった。」等があった。これらに代表される児童の困難感を勘案すると困難感が教具の操作に起因する場合もあれば、プログラミング的思考を働かせる部分に起因する場合もあることが考えられる。よって、一人ひとりの困難の原因に合った指示やサポートを検討していく必要があると考えられる。

育成を目指す資質・能力に関する意識に関しては、I-⑤～⑮の結果から、どの質問項目も中位点2.5より平均が高く、概ね育成を目指す資質・能力について自信を持つことができていることが確認できた。特にI-⑤⑥⑦は平均が3.5前後で、本実践が育成を目指す資質・能力の中でも知識・技能に対する学習効果があったと考えられる。これは、主に10時間目において身の回りのテクノロジーを科学的な見方で捉え、実際にプログラミングでその仕組みを再現する学習活動が影響を与えていると推測される。また、I-⑨も平均が3.56と高い水

準であった。これは、10時間目、11時間目を通して児童が自分の意図した動きを実現するためプログラミング思考を働かせ、プログラムとその実行結果の因果関係を主体的に考えていたことに起因すると考えられる。児童の感想では、「身の回りには、プログラミングで動いている器具があることが分かった。1番最初に思っていたのが自動ドアです。何となく仕組みが分かった。」「今まで扇風機の工夫等考えたこともなかったけど、節電のためでもあると知って、少しでも興味を持つことができたので、他の物の工夫も調べてみたいと思えた。」等の身近な製品等を科学的な見方で見ようとしている様子が伺えた。しかし、「どうやったら節電できるか考えたけどなかなか思いつかなかった。」という感想も見られたので、理科という教科の内容に迫るプログラミング教育を実施するためには、教科の学びを十分に理解する必要があると考えられる。

### 3.3 創造的態度に関する意識

創造的態度に関する意識の調査の結果を表5に示す。表5から分析性、進取性、想像性、協調性の因子において平均の向上が認められた ( $p<0.01$ )。上記4因子の向上は、主に11時間目の扇風機の節電アイデアをプログラミングで具現化する学習活動が関与したのではないかと考えられる。オープンエンドな課題解決に取り組む中で「全部音声で操作できる機械があると便利だと思った。」「人の温度等を感知してスイッチが入るようにしたらいいと思う。」「設定した分だけエネルギーを

表5 創造的態度の変容

| 質問項目                                     | 因子  | M    |      | S. D |      | 対応のあるt検定        | 判定   |
|--|-----|------|------|------|------|-----------------|------|
|  |     | 事前   | 事後   | 事前   | 事後   |                 |      |
| II-① いつも、はっきりとした答えがない問題でも受け入れて取り組もうとしている | 柔軟性 | 3.08 | 3.08 | 0.84 | 0.94 | $t(35) = 0.000$ | n. s |
| II-② いつも、問題を細かく分けて考えようとしている              | 分析性 | 2.39 | 2.92 | 0.96 | 0.91 | $t(35) = 3.081$ | **   |
| II-③ いつも、新しい考えやアイデアをすすんで取り入れようとしている      | 進取性 | 2.53 | 3.22 | 0.88 | 0.90 | $t(35) = 4.250$ | **   |
| II-④ いつも、途中で投げ出さず、最後まで諦めずに問題に取り組もうとしている  | 持続性 | 3.06 | 3.22 | 0.96 | 0.90 | $t(35) = 1.099$ | n. s |
| II-⑤ いつも、いろいろなアイデアを思い浮かべようとしている          | 想像性 | 2.86 | 3.33 | 0.83 | 0.76 | $t(35) = 3.012$ | **   |
| II-⑥ いつも、他の人と協力して問題に取り組もうとしている           | 協調性 | 3.00 | 3.50 | 0.83 | 0.85 | $t(35) = 4.305$ | **   |

n=36

\*\*: $p < 0.01$ 

使ったら切れる仕組みがあったらいい。」等のイノベティブな感想も得られたことから上記4因子の創造的態度が育まれたと推測される。一方で、「時間までにアイデアが出てこなかった。」という感想もあったことから、アイデアを構想しプログラムを改良、応用する上で時間が十分ではなかった児童もいたことは本実践の改善すべき点と考えられる。

平均水準の向上が認められなかった柔軟性及び持続性の因子に関して、柔軟性では、課題が節電のアイデアと限定していたことが影響したのではないかと考えられる。持続性では、「プログラミングをするときに男子しか使っていないくてあまり見せてくれなかった。」といった感想が見られたことから自分では解決が難しい困難があると粘り強く取り組む態度が阻害される可能性があると考えられる。

### 3.4 考察

以上の結果から、次の3点が考察できる。第一に、本実践は児童にとって興味深く、課題や教具も適切であり、児童が主体的に学習に取り組める内容であった。第二に、本実践は身近な生活でコンピュータが活用されていることやその仕組みの理解や命令の順番や並べ方を考える等のプログラミング思考を育成することができた。第三に、本実践は分析性、進取性、想像性、協調性の創造性態度の育成に寄与した。

### 4. まとめ

以上、本研究では身近な製品の機能を実現するプログラムに着目してテクノロジーの科学的理解に基づいた小学校プログラミング教育の授業実践を実施し、その効果を検討した。その結果、本研究の条件下において以下の知見が得られた。

- (1) 学習活動は児童にとって興味深く、課題や教具も適切であった。
- (2) 育成を目指す資質・能力のうち、特に身近な生活でコンピュータが活用されていることやその仕組みの理解、命令の順番や並べ方を考える等のプログラミング的思考の育成に効果的であった。

- (3) 授業実践の前後で児童の分析性、進取性、想像性、協調性の創造的態度が向上した。

これらの知見から、理科における小学校プログラミング教育の展開に向けては、テクノロジーの科学的理解に基づくこと、児童がプログラミングによって自らのアイデアを具現化する学習活動を取り入れることが重要であると推測された。今後は、本研究の追試を行うとともに、得られた知見に基づいた授業実践を開発・実施し、その効果を検討する必要がある。また、向上が認められなかった柔軟性及び持続性に対する方略や困難を抱える児童の困難の原因及びそのサポート方法の検討も重要であろう。これについては今後の課題とする。

### 文献

- 1) 文部科学省. (2017). 小学校学習指導要領 (平成29年告示).
- 2) 文部科学省. (2016). 小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について、有識者会議における議論の取りまとめ. [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm) (最終アクセス: 2019年6月30日).
- 3) 前掲2). 3 (2).
- 4) 前掲2). 2 (2).
- 5) 前掲2). 2 (2).
- 6) 前掲1). 110.
- 7) 文部科学省. (2017). 小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説理科編. 83.
- 8) 文部科学省. (2018). プログラミング教育の手引き (第2版). [http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162\\_02\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162_02_1.pdf) (最終アクセス: 2019年6月30日). 26.
- 9) 未来の学びコンソーシアム. (2017). 電気を無駄なく使うにはどうしたらよいかを考えよう (三鷹市立北野小学校). <https://miraino-manabi.jp/content/137> (最終アクセス: 2019年6月30日).
- 10) 未来の学びコンソーシアム. (2017). 電気を効率よく使うにはどうしたらよいかを考えよう (横浜市立西

富岡小学校). <https://miraino-manabi.jp/content/136> (最終アクセス :2019年6月30日).

11) 未来の学びコンソーシアム. (2017). 電気を効率よく使うにはどうしたらよいかを考えよう (あきる野市立西秋留小学校). <https://miraino-manabi.jp/content/135> (最終アクセス :2019年6月30日).

12) 前掲 2).

13) 繁榊算男, 横山明, サム＝スターン, 駒崎 久明. (1993). 日米学生の創造的態度の因子分析による比較研究. 心理学研究, 第 64 卷, 第 3 号, 181-190.

14) 前掲 13). 189.

15) 福井昌則, 黒田昌克, 森山潤, 平嶋宗. (2019). 高校生のプログラミングに対する意識と創造的態度の関連性. 教育情報研究, 第 34 卷, 第 3 号, 19-28.