

論文

# コンフリクトの自立的な生成を促す理科の教材開発と その有効性の検証

## —小学校第6学年理科「電気の利用」の実践をもとに—

澤柿 教淳

The Development of Science Teaching Materials that Encourage Independent  
Generation of Conflicts and Verification of their Effectiveness:  
Based on the "Use of Electricity" Unit in the Sixth Grade Science Class of Elementary  
School

SAWAGAKI Kyojun

### 要 旨

本論では、小学校第6学年理科「電気の利用」においてコンフリクトの自立的な生成を促す教材「アタッチメント交換式回路基板」を開発し、その有効性を実践的に検証した。まず、開発した教材の特徴について、2020年の澤柿の報告、「教材の発展がコンフリクトの自立的生成に及ぼす影響」の枠組みを援用して評価した。次に、実際の授業においてあらかじめ想定したコンフリクトが自立的に生成される局面が発現したかを検証した。その結果、本教材にはコンフリクトの自立的な生成を促す特徴がみられ、実際の授業ではコンフリクトが自立的に生成される局面が発現したことが確認された。今後、他單元における教材開発および検証を進めることが課題である。

### キーワード

教材開発 授業デザイン コンフリクト 電気の利用

### 目 次

- I. 研究の背景と問題の所在
- II. 研究の目的
- III. 研究の方法
- IV. 研究の結果と考察
- V. 研究のまとめ

注

文献

## I. 研究の背景と問題の所在

### 1. コンフリクトへの着目

平成29年度に現行の学習指導要領<sup>1)</sup>が告示されて以来、「主体的、対話的で深い学び」の実現に関わる事例研究が蓄積されてきている(例えば、竹田、鈴木<sup>2)</sup>、澤柿、稲田、雲財、角屋<sup>3)</sup>)。これまでも、主体的、対話的で深い学びが成立する要因の解明につながる先行研究は多く、「コンフリクト」に着目した研究事例はその一視点として注目に値する。

例えば、福嶋、片平<sup>4)</sup>は、「コンフリクトドキュメント」を用いて自分の立場と対立する考えを記録する活動等を行うことで学習者の多くはより一般化された法則や教授目標として示された科学概念に対して深く思考するようになり、それまでの経験的で直感的な素朴概念を転換させることを報告している。また、加藤、本澤<sup>5)</sup>は、「コンフリクトシート」の活用と科学的概念の形成との関係を調べた結果、「コンフリクトシート」を実験終了後や単元のまとめの学習後に実施するより、実験を行う前に実施した場合の方が、学習者の素朴概念の修正に影響を与える可能性があることを指摘している。さらに、高垣、田爪・降旗、櫻井<sup>6)</sup>は、高校物理「波の性質」の学習において「コンフリクトマップ」を用いて認知的葛藤の生成と解消の場を意図的に設けた結果、学習者もつ先行概念<sup>注1)</sup>の変化を促す手掛かりとして機能することを確かめている。また、清水、實川<sup>7)</sup>は、「コンフリクトマップ」を小学校第5学年理科「振り子の運動」に適用し、それが小学校児童の概念変容にも有効であることを報告している。

このように、児童生徒自身がコンフリクトを自覚できるように、道具立てや事象の提示といった教授方略を意図的に行うことが、主体的、対話的で深い学びを実現することに有効であることが示唆されてきた。

### 2. コンフリクトの自立的な生成と教材との関係

一方、小野沢<sup>8)</sup>は、「『コンフリクト』は、教師が意図的に生起させ、それを解消するという一連のプロセスを経る」とし、必ずしも学習者が自立的に生

成したとはいえないことを指摘している。そして、生活科の事例をもとに、「コンフリクトの生起に伴い、教師とこどもの協働参加の仕方が変化し、それに付随して教材も発展していく」ことを具体的に示した。これに対して、澤柿<sup>9)</sup>は、小学校理科の事例において、教材の発展がコンフリクトの自立的な生成過程にどのような影響を及ぼすかについて検証した。その結果、コンフリクトの自立的な生成過程において、そこで用いられた教材には、a：児童からのアクセスを容易にするシンプルな構造、b：相反するような複数の心象を想起させるマルチプルな構造、c：問題意識に応じてトランスフォームできるフレキシブルな構造、といった3つの特徴がみられることを明らかにした。また、それら3つの特徴は、児童らの不完全性や矛盾の生成・解消の過程において、それぞれ、i：コンフリクトの生成準備に機能すること、ii：コンフリクトの自立的生成とその自覚化に機能すること、iii：コンフリクトの解消に機能すること、を指摘した。これらの先行研究からは、コンフリクトが自立的に生成される過程では教材も発展することが示唆される。

このように、主体的で対話的な学びを成立させるうへでは、コンフリクトが自立的に生成されるような教材を用いることが有効であると考えられる。今後は、より検証対象を広げ、他学年他単元での事例においても検証を進めていくことが課題として残されているところである。

## II. 研究の目的

そこで本研究では、小学校第6学年理科「電気の利用」<sup>注2)</sup>において、コンフリクトの自立的な生成を促す教材を開発するとともに、その有効性を実践的に検証することを目的とする。

## III. 研究の方法

まず小学校第6学年理科「電気の利用」においてコンフリクトの自立的な生成を促すことを志向した教材「アタッチメント交換式回路基板」を開発した。そして、本教材が具備する特徴について、澤柿<sup>9)</sup>の「教材の発展がコンフリクトの自立的生成に及ぼす影響」の枠組みを援用して評価した。

次に、本教材を用いた実際の授業事例において、あらかじめ想定したコンフリクトが自立的に生成される局面が発現したか否かについてプロトコル分析を行って検証した。なお、本教材を用いた実際の授業デザインを構想するにあたっては、露木<sup>10)</sup>の「二重否定」を取り入れた学習指導案の事例を参考にした。

## VI. 研究の結果と考察

### 1-1)教材「アタッチメント交換式回路基板」の開発

前項で述べた目的を達成するため、まず、身近にある発電式懐中電灯や工事用点滅灯、庭園用ソーラー灯、各種コンデンサー、LED等を収集し分解した。その過程では、後に10F以外にも3300 $\mu$ Fのコンデンサーを活用する等、多くのヒントを得た。図1にその一部を紹介する。

身の回りには、その用途や目的に応じてエネルギーを効率よく利用している道具があることがわかる。



図1. 用途や目的に応じた電気の利用

例えば、小型の懐中電灯のように短時間しか使用できなくても瞬時に蓄電してすぐに利用できるものや、反対に、警告灯のように蓄電に多少時間がかかっても長時間継続して利用できるものがある。前者の場合、発電側には手回し発電機が用いられるが、後者の場合、発電側には光電池が用いられることが多い。

一方、多くの教科書では、蓄電場面の実験においては「手回し発電機と1種類のコンデンサー」の組み合わせに限られている傾向がある<sup>注3)</sup>。身の回りの道具では、その用途や目的に応じた利用の仕方があるにもかかわらず、多くの教科書ではその多様性を必ずしも反映していない。

次に、これらのことを踏まえて、図2に示した教材「アタッチメント交換式回路基板」を開発した。以下に、本教材の基本的な構造と使い方について述べる。

図2の端子Aは発電側のアタッチメント部分で手回し発電機や光電池、風力発電機等を取り付ける。端子Cは消費側のアタッチメント部分で豆電球やLED、モーター等を取り付ける。端子Bは蓄電側のアタッチメント部分で各種コンデンサーを取り付ける。例えば、端子Aに手回し発電機、端子Cに豆電球の組み合わせにしたり、端子Aに光電池、端子CにLEDの組み合わせにしたりして点灯させることができる。発電側の端子Aを外すと消えてしまう

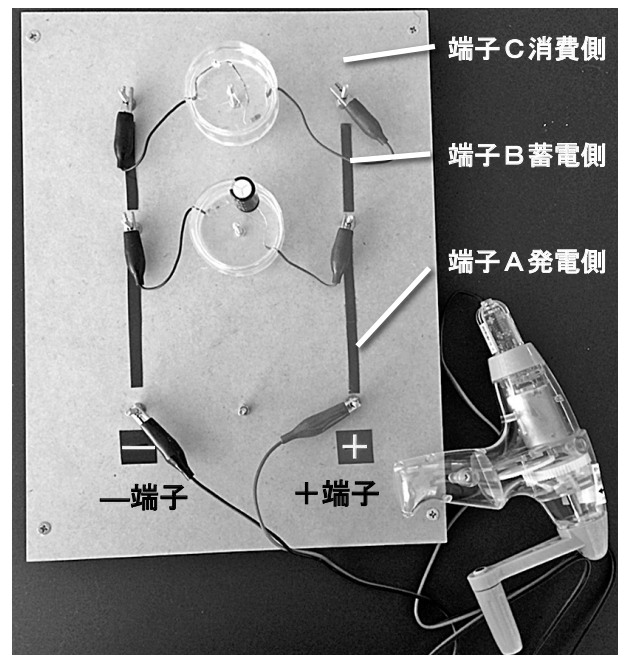


図2. 教材「アタッチメント交換式回路基板」

のだが、このとき例えば端子Bに10Fのコンデンサーを取り付けた上で、発電中に端子Aを素早く外すと、端子CのLEDはすぐには消えずしばらく点灯し続ける。

### 1-2)教材「アタッチメント交換式回路基板」の評価

このような教材「アタッチメント交換式回路基板」が具備する特徴を、上記の観点で評価した。これを表1に示す。

まず、単元導入時においては、本教材は、発電側の端子Aおよび消費側の端子Cのみからなる単純な直列回路として使用することができる。直列回路は、小学校第3学年の既習事項であり、小学校高学年の児童らにとっては容易な操作だと考えられる。また、各端子や配線はあらかじめボードに固定されており、そこに発電器具や消費器具をミノムシクリップで着脱するだけの単純な操作で、比較的 safely に実験を行うことができる。これらのことから、本教材には、i：児童からのアクセスを容易にするシンプルな構造が具備されているといえる。

次に、本教材には、児童らの目的意識に応じて手回し発電機や光電池、LEDやモーター等の多様な

器具を装着することができる端子が設けられている。これらの工夫により、発電側、消費側、蓄電側を交換するだけで多様な実験をすることができる。そのため、従来の「手回し発電機と1種類のコンデンサー」の組み合わせの実験に比べて、より多様な立場からの予想や実験方法等が顕在化すると考えられる。これらのことから、本教材には、ii：相反するような複数の心象を想起させるマルチプルな構造が具備されているといえる。

さらに、本教材で用いるアタッチメントとして、消費側には豆電球とLEDを、蓄電側には3300 $\mu$ Fや10Fのコンデンサーなど複数の種類が用意されている。例えば、蓄電側の端子Bに10Fのコンデンサーを装着すると、消費側のLEDは比較的長く点灯する。一方、コンデンサーを10Fから3300 $\mu$ Fに交換すると、LEDの点灯継続時間はより短くなる。このように、児童らは自らの問題意識に応じて条件を変えながら試行することが可能となる。これらのことから、本教材には、iii：問題意識に応じてトランスフォームできるフレキシブルな構造が具備されているといえる。

以上から、本教材には、コンフリクトの自立的生成過程に有効に働くような3つの特徴が具備されて

表1 教材「アタッチメント交換式回路基板」が具備する特徴

教材の構造の発展過程	コンフリクトの自立的生成過程に及ぼす影響	本教材と児童らの関わり方の例
a： 児童からのアクセスを容易にするシンプルな構造	i： コンフリクトの生成準備	安全で単純なつくりの教材を、小学校高学年の児童らが比較的容易に操作することで、手回し発電機や光電池、LEDやモーターが示した事実や事象等に触れ、そこから問題を把握したり、これまでの経験や既習事項を想起したりして、自分の考えを率直に表現する。
b： 相反するような複数の心象を想起させるマルチプルな構造	ii： コンフリクトの自立的生成とその自覚化	児童らが、手回し発電機や光電池によるモーターの回り方の違いやLEDの点灯の様子など、アタッチメントの組み合わせによって多様な事実や事象等に触れることを通して、それぞれの発電方法の長所や短所、互いの立場、観察・実験の方法等の異同に気付く。
c： 問題意識に応じてトランスフォームできるフレキシブルな構造	iii： コンフリクトの解消	児童らが、発電側や消費側の条件を変えたり、「蓄電」という新たな視点を導出したりすることで、教材を変形させながら検証可能な方法を立案したり、実際に立案した方法で観察・実験を行ったりする。

「教材の発展がコンフリクトの自立的生成に及ぼす影響」(澤柿<sup>9)</sup>)を援用して、筆者作成

いることが示唆された。

## 2-1)教材「アタッチメント交換式回路基板」を用いた小学校第6学年理科「電気の利用」の授業デザイン

本項では、本教材を用いた実際の授業デザインについて述べる。図3に本単元の全体計画を、表2に本単元の主な学習内容<sup>1)</sup>を、表3に本単元において発現することが想定されるコンフリクトの例を示す。

まず、単元の全体計画の概要を以下に述べる。単元の導入で、「一番便利な発電はどれだろうか」と投げかけ、光電池と手回し発電機の比較の場を設定する。このことで児童らは、「手回し発電はいつでも発電できるから便利だ」、「光電池は光さえあれば発電できるから楽だ」等、素朴概念や既習経験を想起しながら発電活動に没頭していく。そんな児童らが、単元の終盤では、どのような発電方法であれ、発電されたエネルギーはその対価として運動や熱や光だけでなく、蓄電することもでき、蓄電されたものは再び多様なエネルギーに変換される、といった表2に示したような学習内容に触れていく。その結果として、児童らは、「エネルギー保存」という科学的な原理・原則に関わる概念を形成していく。

また、そこに至るまでの過程では、表3に示したような「コンフリクトの例1：手回し発電機だといつでも発電できるけど、光電池は昼しか発電できない(光電池は楽だけど、手回し発電機は疲れる)」や「コンフリクトの例2：点灯時間が違う、同じだけ発電したのに。」などといった、児童にとってのコンフリクトが生成されることが想定できる。具体

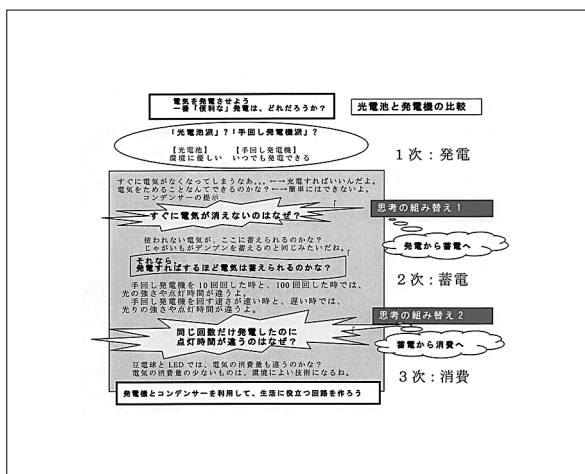


図3. 単元「電気の利用」の全体計画(全5時間)  
富山大学人間発達科学部附属小学校(2009)<sup>12)</sup>一部改

的には、それぞれ2/5時、および、4/5時に位置付けられる。

次に、検証事例として取り上げる2/5時の授業デザインを表4に示す。本時(2/5時)では、「コンフリクトの例1：手回し発電機だといつでも発電できるけど、光電池は昼しか発電できない(光電池は楽だけど手回し発電機は疲れる)。」の発現を想定した。この局面が顕在化するためには、その前提として、前時(1/5時)において児童らが複数の手段による発電活動に没頭できる場が保障されていることが大切である。そこで、前時(1/5時)では、「一番便利な発電はどれだろうか」と投げかけ光電池と手回し発電機の比較の場を設定したうえで、教材「アタッチメント交換式回路基板」を用いて自由に活動できる場を設定した(表4\*印)。

本時(2/5時)の授業デザインの概要は以下である。授業序盤で、児童らは、「光電池派」や「手回し発電機派」等の立場を明らかにしながら、自らの考えを表現し始める。このような想定は、コンフリクトの生成準備に該当するといえる(表4-1)。授業中盤では、児童らは、光電池も手回し発電機も永久に発電できないという欠点を自覚し葛藤していくようになる。この想定は、コンフリクトの自立的な生成と自覚化に該当するといえる(表4-2)。授業終盤では、児童らが、「電気をためる」という新たな視点を導く。その局

表2 単元「電気の利用」の主な学習内容

ア 電気はつくりだしたり蓄えたりすることができること。
イ 電気は、光、音、熱などに変えることができること。
ウ 身の回りには、電気の性質や働きを利用した道具があること。

表3 本単元の節目となる児童にとっての矛盾

コンフリクトの例1：(2/5時) 手回し発電機だといつでも発電できるけど、光電池は昼しか発電できない(光電池は楽だけど、手回し発電機は疲れる)。
コンフリクトの例2：(4/5時) 点灯時間が違う、同じだけ発電したのに。

面で、端子Bにコンデンサーを入れて回路をつなぎ、発電を止めても電球が点灯し続ける事象を提示する。その事実から、児童らは、自分の考えを見直し始める。そして、コンデンサーの数や容量を変えながら、再び発電や蓄電の活動に没頭していく。やがて、児童らは、太陽光発電と手回し発電の共通点や差異点、それぞれのもつ特徴等について理解を深めていく。この想定は、コンフリクトの解消に該当するといえる(表4-3)。

以上のような授業デザインを構想するにあたっては、露木<sup>10)</sup>、および、国立教育政策研究所<sup>13)</sup>の二重否定を取り入れた学習指導案の事例が参考になる。露木は、「事象に『矛盾』があるのではなく、人間の認識と事象の間に『矛盾』は存在する」と指摘し、当初は矛盾に感じられたものが矛盾でなくなるような二重否定による再構成の場면을意図的に学習指導案の中に組み入れることを提案している。また、国立教育政策研究所は、二重否定の場面を取り入れた実践事例を紹介している。これらの指摘に基づくならば、表4に示した本時(2/5時)の授業デザインでは、太陽光発電がよい、あるいは手回し発電がよいとする立場にみられるずれや矛盾が顕在化する場面が保障されていることに加えて、蓄電という新たな視点

表4 コンフリクト1を想定した2/5時の授業デザイン

<p>*端子Aに2種類の発電機をつなぎ、一番便利な発電方法はどれかを比較しながら自由に回路を作るなど、電球やモーターを働かせる活動に没頭する中で、光電池派、手回し発電機派等、自分の考えや立場が安定し始める。</p> <p>4-1) コンフリクトの生成準備の局面 光電池派、手回し発電機派等、自分の立場や考えを伝えたり、友達の考えを聞いたりする。</p> <p>4-2) コンフリクトの自立的生成と自覚化の局面 どちらの発電方法にも長所と短所があることに気づいていく。</p> <p>4-3) コンフリクトの解消の局面 自他の欠点を補う方法として「蓄電」という新たな視点を導き、コンデンサーの数や容量を変えながら、発電や蓄電についての妥当な考えをつくる。</p>
--

が獲得されることで、最終的にはどちらの発電にもよさがあるという見方に至るといった二重否定による再構成の場面が保障されているといえる。

## 2-2) 本教材の有効性の実践的検証

本項では、本教材の有効性を実践的に検証した。具体的には、本教材を用いた実際の授業において、コンフリクトが自立的に生成される局面が発現したか否かを分析した。今回サンプリングした実践事例は、2008年11月にA小学校第6学年1組の児童40名を対象に一斉授業の形態で行われた、単元「電気の利用」のうち、2/5時を選定した。当時A小学校では「対話する子供を目指して」をテーマに掲げ5カ年計画で実践研究に取り組んでいた。児童らの対話が成立する要件として下記のような「矛盾」が顕在化する場면을重視しており、本教材はそこで開発され試用されたものである。表5に、2/5時の主な発話プロトコルを示す。発話プロトコルの作成については、VTR1台と記録者1名による授業の全体記録から、表4の1)-3)のいずれかに該当する主な発話を抽出した。その際、繰り返しや言い直し、やや冗長な説明等、発話の趣旨や授業の流れ等に影響しない発話については省いてスクリーニングした。また、一斉授業中の発話以外にも、観察・実験中の発話や活動、観察・実験後のノートの記述の一部等も分析対象とした。

まず、授業者は、「発電から蓄電」へと新たな視点が入ることをねらいつつ「一番便利な発電はどれだろうか」という学習課題で話し合う場を設定した(T1)。開始直後は、「(太陽光発電は)置くだけで発電できる」、「(ゼネコンは)太陽とかに関係なく使える」など、児童らがそれぞれの立場やその根拠を表現する発話のみられた(C1~C5)。この時間帯は、表4-1で想定した様相だったといえる。

その後、「それぞれにいいところがあって」や「まだ決められはしないけど」など、どちらの発電方法にも長所や短所があることに気付く発話のみられた(C6~C8)。この時間帯は、表4-2で想定した様相だったといえる。

さらにその後は、再び、それぞれの発電方法の「得意技」について発話する様子のみられた(C9~C14)。この時間帯は、再び表4-1で想定した様相が表れていといえる。

表5 2/5時の主な発話プロトコル

発話者	発話内容	観点
T1	ゼネコン(手回し発電機)では発電している人、光電池で発電している人がいましたけれども、それぞれのよさはどんなところだったかな?	
C1	光電池はゼネコンのように回さなくても発電できて、太陽さえ出ているれば置いておくだけで発電できる。 (略)	表4-1
C2	(ゼネコンは)疲れる。	表4-1
C3	でも(ゼネコンは)太陽とかに関係なく使える。	表4-1
C4	(ゼネコンは)強弱がつけられる。	表4-1
C5	先生、それは光電池でもできるよ。 (略)	表4-1
T2	太陽光派、ゼネコン派、いろいろありますが、まだどちらか決められないという人?	
C6	太陽光発電にもゼネコンの発電にも、それぞれにいいところがあって、どっちがいいとか決められない。太陽光電池だったら太陽さえあればいつでも発電できるけど、夜とかは発電できない。ゼネコンはいつでも発電できるけど疲れる。	表4-2
C7	私は、まだ決められはしないけど、ちょっとゼネコンが少し優勢って感じ。だって、好きなときにできるし、例えば強弱をするときも、セットと体だけでできる… (略)	表4-2
C8	ぼくはC7さんと一緒に選べないけどどっちかというゼネコンに近い感じなんだけど、太陽光電池だったら電気を使いたいと思った時に光がなければ使えないけど、ゼネコンなら使いたいと思えば自分で回せば使えるから、そういう点ではゼネコンの方が良いかなと思う。	表4-2
C9	災害時とか(でも使える)。	表4-1
C10	(ゼネコンには)得意技もある。(電磁石につなぐ)手を止めると、発電も止まる(落ちる)。	表4-1
T3	止めると止まる、は便利だということか。さっき、これはマイナス点だったけど。	
C11	電気が流れて、磁力が生まれて、クリップがくっつく。(回すの止めたら)電気がなくなるから、磁力もなくなる。 (略)	表4-1
C12	ゼネコンの得意技。(前に出てきて)ゼネコンとゼネコンをつないだら、回すと、もう一つも回る。逆に回すと、回り方も反対。	表4-1
C13	プラスマイナスを簡単に換えられる。	表4-1

C14	それも利点だね。太陽光発電だったらなかなか簡単にはできないよね。 (略)	表4-1
T4	C15さん、あなた迷ってますが、あなたの理想ってどんな発電?	
C15-1	私はゼネコンと太陽光発電と迷ってるんだけど、太陽光で集めた電気をそのままためておけば後から使えるから一番いい。	表4-3
T5	集めた電気をためておけたら?	
C15-2	夜とかは太陽が出てなくて太陽光は使えないけど、昼のうちに集めておけば使えるから良いと思う。	表4-3
C16	そうだね。ゼネコンもためておけばよくない?	表4-3
T6	理想は電気を貯める?同じように考えている人はいないかい?	
C17	ぼくたちやってみた。でもできなかった。	表4-3
T7	ためてみたかったのね。(略)ちょっと見て下さい(コンデンサーを提示する)	
C18	縦型電池? 充電池?(回路に入れて提示する)	表4-3
C19	おお~! 充電だ! それ、45分間ずっと回し続けたらどうなるの?	表4-3
T8	C15さん、どう?あなたの理想は。	
C15-3	それなら太陽光でなくても充電できるからいいと思う。	表4-3
T9	これを自分たちの基盤の中に入れてみたい人?これを持って行ってください。	
C20	(各自のアタッチメント交換式回路基板で再び実験が始まる)	表4-3

それがC15-1「集めた電気をためておけば」の発言をきっかけに様相が変化し、さらに、C15-2「昼のうちに集めておけば使える」、C16「ゼネコンでもためておけばよい」という発話へと拡張されていった。児童らが、それまでの経験だけでは解決できない問題に直面したことで、それまでとは異なる視点を導出して考え始めたことと解釈できる。その局面でT7は、教材「アタッチメント交換式回路基板」にコンデンサーをつなぎ、発電を止めてもLEDが光り続ける事象を児童らに提示した。この事象に、児童らはC19「おお~」と声をあげた。そしてすぐに、「充電だ」、「45分間回し続けたらどうなるのか?」と次の観察・実験の見通しをもっていった。したがって、このC15-1~C19までの時間帯は、表4-3で想定した様相だったといえる。

この後、児童らは、「だったら、もっと速く回す

と多く充電できるのか」、「回す回数を増やすと点灯時間も長くなるのか」等の視点で観察・実験を行った。この時、最初に児童らに手渡したコンデンサーの容量は、通常用いられる10Fではなく3300 $\mu$ Fと小さい容量で、その点灯時間は数秒程度だった。そのため、児童らは3300 $\mu$ Fのコンデンサーを2個繋げて試行したり、もっと大きなコンデンサーを教師に要求したりした。その要求に応じて教師は、より容量が大きい10Fのコンデンサーを個々に手渡した。初めにあえて小さい容量のコンデンサーを使って提示したことが、3300 $\mu$ Fと10Fのコンデンサーを比較するといった児童らの主体的な活動を駆動したと考えられる。ただし、F(ファラッド)や $\mu$ F(マイクロファラッド)等の単位の違いには深入りしなかった。以下は、表5の話し合いの後、点灯時間をもっと長くしようと観察・実験に取り組んだ時の児童らの主な活動の記録である。この時間帯に見られた児童らの姿は、表4.3で想定した様相だったといえる。

#### 【回転数と点灯時間を比較する児童】

- C：回転数が少ないと、点灯時間も短い。
- C：回転数を増やすと点灯時間も長くなる。
- C：でも、100回と200回ではあまりかわらない。

#### 【回転速度と点灯時間を比較する児童】

- C：ゆっくり回転させると、あまり蓄電しない。
- C：速く回転させると、いっぱい蓄電する。

#### 【複数のコンデンサーを比較する児童】

- C：コンデンサーを2個使う。
- C：より容量の大きいコンデンサーを使う。

#### 【その他、発電方法や蓄電量の違いを考える児童】

- C：光電池で発電した電気も蓄電してみたい。
- C：蓄電した電気を測ってみたい。

以上から、本教材を用いた実際の授業において、コンフリクトが自立的に生成される局面が発現していたことが検証された。

## V. 研究のまとめ

### 1. 研究の成果

本研究の目的の第一は、小学校第6学年理科「電気の利用」において、コンフリクトの自立的な生成

を促す教材を開発することであった。実際に、発電側、消費側、蓄電側の組み合わせを固定化せず、児童の思考に応じて自由に付け替えながら回路を組み立てられる教材「アタッチメント交換式回路基板」を開発した。その特徴を、澤柿の「教材の発展がコンフリクトの自立的生成に及ぼす影響」の枠組みを援用して評価した結果、本教材には、コンフリクトの自立的な生成を促すことに機能する3つの特徴がみられることが確かめられた。

本研究の目的の第二は、小学校第6学年理科「電気の利用」において、本教材の有効性について検証することであった。その結果、実際の授業において、コンフリクトが自立的に生成される局面が発現していたことから、本教材は、コンフリクトの自立的な生成を促すことに有効であることが示唆された。

以上の結果の含意として、本教材「アタッチメント交換式回路基板」は、小学校第6学年理科「電気の利用」において、「主体的、対話的で深い学び」を実現するための教材として活用できるものとして期待できると考える。

## 2. 残された課題

今後は、他学年、他単元においても教材開発を重ね、その有効性について実践的に検証することが課題である。



## 注

- 注1 ここていう「先行概念」について、高垣ら<sup>6)</sup>は、「日常生活の様々な経験を通して獲得され、事象の解釈や予想を立てる事に繰り返し用いられる概念」(p93)と規定している。
- 注2 2008年告示の小学校学習指導要領<sup>14)</sup>において、第6学年理科に新単元「電気の利用」が加わった。その背景には、ア)中学校第1分野との整合性、イ)エネルギーという科学の基本的な見方や概念を柱とした内容の系統性、エ)観察・実験の結果を整理し考察し表現する学習活動の重視、カ)環境教育の一層の推進と環境への負荷に留意した学習の充実を図るといふ改善の具体事項<sup>15)</sup>がある。
- なお、本論で取り上げた実践事例の一部は、富山大学人間発達科学部附属小学校研究紀要において紹介されており、その実践事例をもとに評価・分析を行い、大幅に加筆・修正したものである。
- 注3 本単元は、「これまでに類似の内容のない新しいもので、新たな教材研究とともに指導法の開発が必要<sup>16)</sup>」とされる。ここで用いられる発電側の主教材としては、手回し発電機や太陽光パネル、風力発電機等が考えられる。また、消費側の主教材としては、「発光ダイオードと豆電球の点灯時間を比較すると、発光ダイオードが豆電球より長く点灯することなどからとらえられるようにする<sup>17)</sup>」などのように、豆電球や発光ダイオード、モーターなどが考えられる。また、蓄電側の主教材としては、コンデンサーを用いる<sup>18)</sup>。複数の教科書<sup>19)</sup>を見比べたところ、蓄電場面の実験ではほぼ「手回し発電機と1種類のコンデンサー」の組み合わせに限られている傾向がある。このことは、単元「電気の利用」の内容アー(ア)「電気は、つくりだしたり蓄えたりすることができること」についての理解が図られるように配慮されているものといえる。一方で、発電側や蓄電側の自由度が固定されることで、児童の観察・実験が受動的な体験となるのが危惧される。発電や蓄電についてより妥当な考えをつくりだし、表現することに関わる学習場面を工夫する余地が残されているといえる。管見の限り、太陽光発電や風力発電等の発電側を自由に比較できる教材の開発や、コンデンサーの容量の違い等蓄電側を変数とした授業デザインについて十分に検討されていないのが現状だといえる。多くの教科書において、発電側、消費側、蓄電側の組み合わせが限られているなど実験方法の多様性がみられないことは、身の回りの道具の多くがその用途や目的に応じた構造になっているという側面だけでなく、エネルギー環境教育の視座からも危惧される点であろう。

## 文献

- 1) 文部科学省, 「小学校学習指導要領(平成29年告示)解説」(2017).
- 2) 例えば、竹田大樹, 鈴木一成, 「主体的・対話的で深い学びの精緻化に向けた実践的研究—教師による生徒の話し合い活動への支援の視点について」理科教育学研究, vol.61, No.3, pp.457-466(2021).
- 3) 澤柿教淳, 稲田結美, 雲財寛, 角屋重樹, 「小学校理科の問題解決過程で発現する対話の dialogic の側面とその推移—第4学年『閉じ込めた空気』の事例をもとに—」日本教科教育学会誌, 第23巻, 第2号, pp.89-100(2020).
- 4) 福島正悟, 片平克弘, 「理科授業におけるメタ認知ツールとしてのコンフリクトドキュメント」日本科学教育学会年會論文集28, pp.403-404(2004).
- 5) 加藤尚裕, 本澤智巳, 「理科授業におけるメタ認知ツールとしてのコンフリクトシートの利用」日本理科教育学会第56回全国大会, p270(2006).
- 6) 高垣マユミ, 田瓜宏二, 降旗節夫, 櫻井修, 「コンフリクトマップを用いた教授方略の効果とそのプロセス—実験・観察の提示による波動の概念学習の事例的検討—」教育心理学研究, 56, pp.93-103(2008).
- 7) 清水誠, 實川和宏, 「コンフリクトマップを用いた教授方略が概念変容に及ぼす効果—振り子の運動の学習を事例として—」理科教育学研究, Vol.55, No.1, pp.37-45(2014).
- 8) 小野沢美明子, 「『個が生きる授業』における『コンフリクト』の意義」教材学研究第27巻, pp.47-58(2016).
- 9) 澤柿教淳, 「教材の発展がコンフリクトの自立的生成に及ぼす影響」教材学研究第31巻, pp.19-28(2020).
- 10) 露木和男, 「矛盾をうまく取り入れて学力を伸ばす学習指導案」学事出版, pp.2-6(2007).
- 11) 文部科学省, 「小学校学習指導要領解説」p59(2008).
- 12) 富山大学人間発達科学部附属小学校, 「富山大学人間発達科学部附属小学校研究紀要」第85号, pp.49-56(2009).
- 13) 国立教育政策研究所, 「教育課程研究指定校事業平成22年度研究成果報告書〈教育課程〉(2010)」, [https://www.nier.go.jp/kaihatsu/shidou/report/kyouiku/21&22/shougaku/4\\_s\\_rika.pdf#search=%27露木+二重否定%27](https://www.nier.go.jp/kaihatsu/shidou/report/kyouiku/21&22/shougaku/4_s_rika.pdf#search=%27露木+二重否定%27)(閲覧日2018.8.28)
- 14) 文部科学省, 「小学校学習指導要領解説」pp.1-105(2008)
- 15) 文部科学省, 「小学校学習指導要領解説」pp.2-6(2008)
- 16) 文部科学省, 「小学校学習指導要領解説理科編」p5(2008)
- 17) 文部科学省, 「小学校学習指導要領解説理科編」p60(2008)
- 18) 文部科学省, 「小学校学習指導要領解説理科編」pp.59-60(2008)

- <sup>19)</sup> 対象とした教科書会社4社は以下。小学校第6学年理科の教科書，学校図書，大日本図書，東京書籍，信州教育出版，(2015)