

# ソニー科学教育研究会報告

—手回し発電機を利用した小学校理科実践研究（電気・蓄電・仕事の関係の理解へ）—

Report on Sony Science Teachers Association (SSTA)

—Research on science education in the elementary school using a hand generator (to understand the relation among physical quantities of electricity, storage and works)—

松浦康孝<sup>a,\*</sup>, 高橋奈美<sup>b)</sup>, 古屋康則<sup>b)</sup>, 三宅 崇<sup>b)</sup>, 仲澤和馬<sup>b)</sup>, 吉松三博<sup>b)</sup>  
Yasutaka Matsuura<sup>a)</sup>, Nami Takahashi<sup>b)</sup>, Yasunori Koya<sup>b)</sup>, Takashi Miyake<sup>b)</sup>,  
Kazuma Nakazawa<sup>b)</sup> and Mitsuhiro Yoshimatsu<sup>b)</sup>

a) 岐阜県関市立武儀東小学校 〒501-3501 関市富之保2777-2

b) 岐阜大学教育学部, 理科教育講座 〒501-1193 岐阜市柳戸1-1

## 要 旨

ソニー科学教育研究会（SSTA）の1泊2日の若手研修会に参加し、中部地区の各県から参加した小中学校の先生方と交流した。その中で、「子どもたちが興味・関心をもって、主体的に課題を追究していくためにはどうすればよいか」という共通の課題を見出し、新しく導入された単元である「電気とわたしたちの暮らし」の中で、自らが問題を見出し、追究できる教材の開発に着手した。子供が一番興味をもつであろう身の回りの動くものとして、模型の電車を選び、電気を蓄えるコンデンサを取り付け、手回し発電機により、電気をつくった。この教材を用いて、手回し発電機を回す回数と円形のレールの上を走る回数の関係を児童と共に調べた。さらに、ミニ四駆に充電電池と手回し発電機を組み合わせた授業実践例を示した。

## 1. はじめに

ソニー科学教育研究会<sup>1)</sup> (SSTA: Sony Science Teachers Association) は、公益財団法人ソニー教育財団と連携しながら、“科学が好きな子どもを育てる教育”を推進することに賛同する会員によって、我が国の科学教育の振興と科学的文化の発展に寄与することを目的に2002年に発足した。科学教育について、実践者として提言できる研究・先導的な授業実践を行い、地域の科学教育振興を中心となって推進し、これからの科学教育を担うリーダーを育成するため、毎年、全国あるいは各支部において、研究・研修会や意見交換などを行っている。著者も、平成22年6月に中日本ブロックで行われたSSTA科学教育若手教員研修会<sup>2)</sup> (福井大学)に参加した。主に、中部地方の各県、このときは、愛知・岐阜・長野・静岡・石川・新潟・福井県の6年目までの小・中学校教員約40名が集まった。

初日、午後1時の開講式にはじまり、早速、地元である福井県上志比中学校の小鍛治優先生により教材に関する講習が行われた。企業・大学・博物館等と連携した教材開発の具体例を挙げ、教材提示だけでは効果は少なく、教員の意欲そのものが重要であり、生徒に考えさせ、知的好奇心を育て、満足させることが重要であると述べられた。その後、小4部会、小6部会、中1分野会、中2分野会の4つの部会に分かれて、教材づくりと指導案の改善についての研修が行われた。小4部会では、体のつくりとはたらき、小6部会では電気の利用、中1分野会ではレンズのはたらき、中2分野会では地震に関する教材づくりが行われた。

著者は、小6部会へ参加した。この部会では最初に、その単元・授業を通して育てたい子供像が話し合われた。他県の先生方と議論する中で、「子供たちが興味・関心をもって、主体的に課題を追究

していくためには、どのようにすればよいか」という共通する課題が示された。さらに、新しく導入された「電気とわたしたちの暮らし」という単元における教材と指導案の改定についての議論が行われた。この単元のねらいは、「身の回りで見られる電気の利用について興味をもち、(ア) 電気は手回し発電機などによってつくることができ、蓄電器などに蓄えることができること、(イ) 電気は光・音・熱などに変換できること、(ウ) 電熱線の太さによって発熱の仕方が変わることをとらえることができるようにする。さらに、(エ) 電気の性質やはたらきについて推論する能力を育てるとともに、それらについて理解を図ることができるようにする。」というものである。本研修では、特に上記の(ア)と(イ)に重点を置いた。用いた教材は、プラスチック性コンデンサ付車<sup>3)</sup>で、手回し発電機によりコンデンサに電気を蓄え、模型を走らせるというものであった。指導案の具体例をもとに、その改善例に関する議論が夜遅くまで続いた。翌朝から、議論した内容を踏まえた模擬授業が行われ、さらに、その内容に関する指導があった。

以下では、小6部会で作成した教材をさらに改善し、子どもたちが電気について知り、さらに、コンデンサの仕組みにさえも関心をもてるような教材の開発を目指した。

近年、防災用懐中電灯あるいはラジオなどが、手回し発電機を取り付けられたタイプで市販されている。しかし、これらは(1)性能のよさのためか、発電後電気の消失までに時間がかかる、(2)電気の用量が少なくなった際にライトが点灯しているのか、消えたのかわかりにくく、電気の消失が判断しにくいなど、教材として利用するには大きな欠点がある。そこで著者は、作りだしたり蓄えたりした電気をなるべく短時間で、且つ、消失したことを明瞭に判断できる教材を考えた。さらに、子どもたちが興味・関心をもって追究できる対象として、模型の電車およびミニ四駆を導入し、教材化することにした。本教材では、手回し発電機の回転数と走行距離の関係を求めることで、発電された電気量—蓄電量—仕事の相関をよりわかりやすくすることに努めた。

## 2. コンデンサ付市販模型電車(図1)の作成と手回し発電—蓄電—走行実験

### 《模型電車の作成》

まず、電池で動く電車の模型を百円均一ショップで購入し、コンデンサ(例えば電解コンデンサ10F)の接続を試みた。模型内の構造が簡易であり、改造が容易であることから、図1の模型電車を選んだ。さらに、スイッチがついているので、オフの状態にコンデンサに電気を蓄え、オンの状態にすることで、蓄えた電気を使うことができる。図1のようにコンデンサが大きい場合、カバーに穴を開けなくてはならなかったが、子どもたちにはコンデンサが返って目に付きやすくなり、蓄電に関する問題意識をもたせることができた。

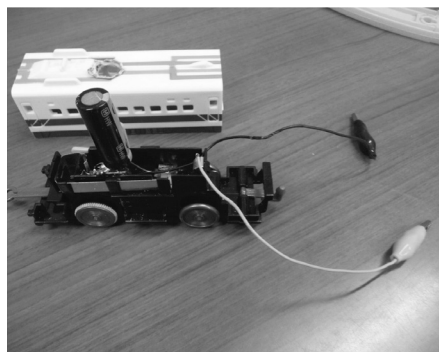


図1 模型電車

### 《実験》

- 1) まず、手回し発電機を回すと電車が走ることを確認する。
- 2) レール8個を接続して円をつくり、その上で電車を走らせる。手回し発電機を回した回数が10, 20, 30, 40, 50, 60, 100, 150, 200回のときに電車の走行距離(円軌道を回った回数)を記録する。(図3)

### 《実験を行う上での注意事項》

- ・ 発電機を回す速さを一定にする(2から3回/1秒)
- ・ 電車の走行距離はスタート地点からの周回数+8等分のレールの数とする

注意) コンデンサは電解コンデンサ(2.3V, 10F)のものを用了。その簡単な回路図を図2に示した。

《指導上の留意点》

- ・手回し発電機を回した回数が増えるほど、蓄えられる電気量が増えるため、電車の走行距離も増えるだろうという仮説を立てさせる。
- ・手回し発電機を逆に回すとどのようなようになるだろうという疑問も提示する。

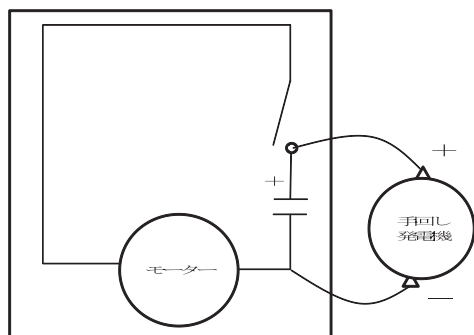


図2 模型電車の回路図

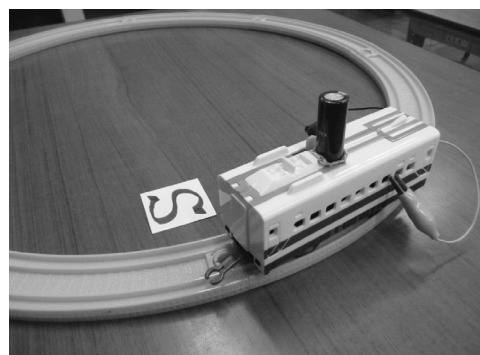


図3 円形レールに乗せた模型電車

《実験結果》

手回し発電機の回転数と電車の周回数を表に記載した。

手回し発電機を回す回数	10	20	30	40	50	60	100	150	200
電車の走行距離（周）	0	1 7/8	3 1/8	5 2/8	8 7/8	9 2/8	15 7/8	21 3/8	23 7/8

《考察》

良い点

- ・安価な材料でつくることができる
- ・電気を仕事に結び付けることが、子どもたちの興味関心を高めることにつながり、主体的な学びに結びつく
- ・手回し発電機の回転数と電車の走行距離との関係から定量的な考えへ発展させられる可能性がある

問題点

- ・手回し発電機を回す速さを一定にすることができないため、模型電車の走行距離にばらつきが生じる
- ・蓄える電気量と変換される仕事の関係は、単元の学習内容には含まれないため、走行距離と蓄電量を関連させることには若干の逸脱がある。

3. 手回し発電式ミニ四駆（エネルギーカー）を用いた発電—蓄電—走行実験

上記実験結果から、手回し発電機を回す速さを一定にするために、新たなミニ四駆を用いた実験では、手回しにかかった時間も記録し、教材の作成しやすさを考慮して、電源にサンヨー充電式電池（エネルギープ）を用いることを考えた。以前に、重松らはミニ四駆にコンデンサを取り付け、手回し発電機を組み合わせた教材を考案している<sup>3)</sup>。しかし、ミニ四駆を稼働させるには非常に大きな電力が必要であり、それを補うためには10Fのコンデンサ2個を用いて、さらに、並列にするなど工夫が必要であった。そこで我々は、コンデンサの代わりに、市販の単三ニッケル水素型充電式電池（エネルギープ）を用いることで自ら取り組みやすい教材として改良することにした。既に、学校に存在している手回し発電機と電池のソケットを用いて電池を充電し、充電された電池をミニ四駆に取り付け（エネルギーカー、図4）、コースを走らせることにした。充電の様子と、走行の様子を図5に示した。さらに、定量性を議論させるため、前記実験でも実施した手回しの回数と走行距離との相関を調べることにした。

《実験操作》

- ・市販の走行コースを円形（直径約1.2m）に組んだ
- ・単3電池のソケットに電気の無くなった電池（エネルーブ）2本を入れ、手回し充電器によって充電した。また、前記実験の問題点であった手回しの速さの不均一性の影響を調べるために、充電に要した時間を測定した（充電に要した時間を一定にするため、充電に要した時間を測定した）
- ・3回の測定結果の平均をとった。

《実験を行う上での注意事項》

- ・発電機を回す速さを一定にする（2.8回/1秒）
- ・ミニ四駆の走行距離はスタート地点からの周回数+8等分のレールの数とする
- ・充電後の電池の取り外しとミニ四駆への取り付けをすばやくする

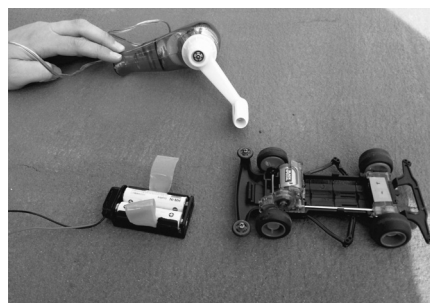


図4 手回し発電充電式ミニ四駆

《実験結果》

手回し発電機の回転数、回転に要した時間、およびミニ四駆の走行距離を表に記載した。

手回し発電機の回転数（回）	100	200	300	600	900
手回しに要した時間（秒）	35	100	112	236	476
ミニ四駆の平均走行距離（周）	3.3	6	14.6	25.1	33.5



図5 走行実験

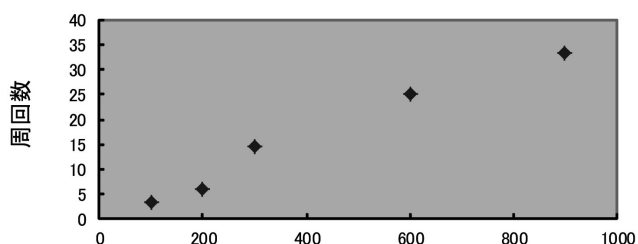


図6 手回し回数

《考察》

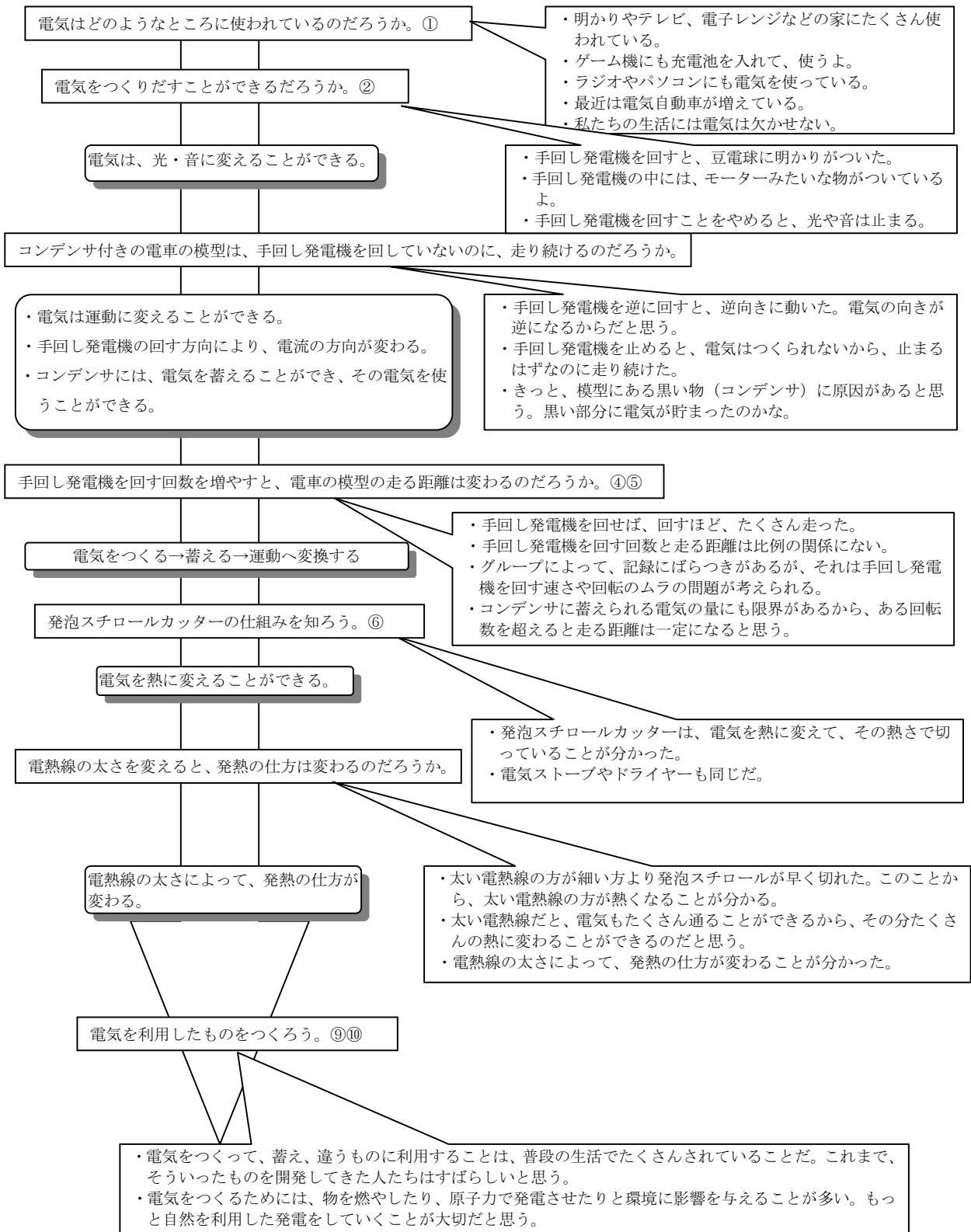
良い点

- ・安価な材料でつくることができる
- ・実験結果の表およびグラフ（図6）にみられるように、手回し発電機の回転数の増加による蓄電量の増加と仕事（走行距離）との間により相関がみられる。
- ・手回し発電機を直接ミニ四駆の端子部分に取り付けて、手回し発電機を回す方向を変えることで、ミニ四駆の動く向きが変わるなど、さらなる興味を引き出すことができる。
- ・比較的安全に行うことができる。

問題点

- ・手回し発電機による電池の充電後、発電機のレバーを抑えておかないと、蓄電した電気によってレバーが回ってしまい、電気のロスにつながる。
- ・電池には電気が多少残存している場合があることから、充電を行う前にしっかりと放電させてから、次の実験を行う必要がある。

4. 小学校6年生「電気とわたしたちの暮らし」の単元構成における教材の位置付け（全10時間）



## 5. まとめ

著者は、SSTA若手教員研修会に参加して、小学校の理科教育において、子どもたちが自ら興味・関心をもって主体的に課題を追究していくには、どのようにすればよいかという問題を得た。この問題に対して一つの解決策を得るために、新学習指導要領の新たなテーマの一つである「電気とわたしたちの暮らし」というテーマの中から「電気」を選び、興味・関心もてる教材としてコンデンサ付電車および手回し発電式ミニ四駆を開発した。今回作成した教材は、手回し発電機による発電—充電電池による蓄電—レール上の走行というエネルギーの3つの相互変換過程を含んでおり、それらの変換過程の理解と共に、発電量・蓄電量・仕事量といった定量的な考え方にも結び付けられた。また本教材は、いずれも安価な市販品と学校で利用可能な道具で作製できる点で非常に価値のあるものである。

## 謝辞

充電式ミニ四駆製作時に、貴重なご意見をいただいた岐阜大学工学部の若井和憲先生と井原慎貴先生、および、走行実験の際のコースをお借しいただいた岐阜市科学館の小森龍二館長に感謝します。

## 引用文献等

[1] <http://www-sec.sony-ef.or.jp/>

[2] H22年SSTA科学教育若手教員研修会 中日本ブロック大会資料p 13.

[3] 重松宏武, 内田由美子, 吉岡真志, 佐々木英樹, 野村啓介, 谷口将人, 森山 充, 野々村佳代, 高田 慧, 西山桂, エネルギー生成・変換・備蓄をテーマとした教材開発及び実践—充電電池とコンデンサーの活用: 手力める君とコンデンカー—, 島根大学教育学部紀要 (教育科学) 44巻, 29-34 (2010).