

# 日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 **4** 回 助成期間：平成 **19** 年11月1日～平成 **20** 年10月31日（期間 **1** 年間）  
 テーマ：電気自動車の速度制御および回生ブレーキを題材にした体験型環境エネルギー教育教材の開発  
 氏名：**東 徹** 所属：**熊本大学** 登録番号：**07170**

## 1. 課題の主旨

地球温暖化問題において、全国の交通機関の排出する温暖化ガスの90パーセントを占め、家庭内で排出する温暖化ガスの30パーセントを占めるエンジン自動車への対策は急務となっている。電気自動車やハイブリッド自動車の開発もこの対策の一環として行われている。これらの自動車において省エネルギー技術として採用されている速度制御や回生ブレーキ等の特徴を小学生や中学生に体験的に理解させ、これを通して、環境問題への積極的な態度を育成することは、次世代の地球環境を考えるうえで、極めて重要なことである。これらの技術に関する授業実践は小学校では理科または総合的な学習の時間で実施されるべきであるが、これまで実施されていない。この理由として、これらの技術を小学校において体験的に学ぶ教材が殆ど開発されていないことが挙げられる。更に、次期の小学校理科学習指導要領では発電や蓄電を環境・エネルギーの視点で学習することが記載されており、これらの教材化は喫緊の課題である。

本研究の目的では、まず、児童生徒が教室および廊下で実際に乗車して、運転でき、体全体で回生ブレーキを感じることができる電動カートを製作する。更に、回生ブレーキ時に蓄えられたエネルギーを測定できる簡易測定器と蓄えられたエネルギーで他の機器を動作させる教材およびその原理である電磁誘導を学ぶ体験型教材を開発する。最後に、環境・エネルギーに関する小学校の総合的な学習の時間で授業実践を行い、本教材の有効性を検証する。

## 2. 準備

本研究は、電動カートの製作、回生ブレーキ・電磁誘導教材の開発、授業計画・実践で構成されている。

- 1) 電動カート用シャーシの設計・製作
- 2) 回生ブレーキ・電磁誘導教材の開発：抵抗ブレーキと電気二重層コンデンサを使用した回生ブレーキ、モータの慣性エネルギーをバッテリー側へ返す回生ブレーキ、モータが発電機として動作することを学ぶ体験教材
- 3) 小学校の「総合的な学習の時間」での学習計画、授業実践、授業評価

## 3. 指導方法

### 1) 電動カート用シャーシの設計・製作

小学生から小学校の教師までが乗車でき、教室内、廊下および体育館で運転可能な、小回りが効くことを目標

に電動カート的设计・製作を行った。2個のモータを使用し、安全に停止可能なブレーキを装備している。

## 2) 回生ブレーキ・電磁誘導教材の開発

ブレーキ時はモータをバッテリーから切り離し、電気二重層コンデンサに接続する。このことにより、発電機として動作しているモータのエネルギーをコンデンサへ急速に充電することによりモータが急速に停止する。モータの停止時間は電気二重層コンデンサの容量を大きくすると、短くなる。更に、モータがバッテリーから切り離され慣性で回転しているときは発電機として動作していることを体験することができる実験教材を開発した。

## 3) 授業計画・実践

小学校6年生を対象に、総合的な学習の時間において、「電気自動車に使われている省エネルギー技術に興味・関心を持つ」ことを目標にした環境・エネルギーに関する体験型授業の計画を立て、授業実践を行い、アンケートにより授業評価を行った。

## 4. 実践内容

### 1) 参加者

公立小学校6年生29名を対象に、平成20年9月17日(水)の第1・2校時に授業を実施した。机上の実験は4グループに分けて行った。

### 2) 授業手続き

本研究の対象となる授業は環境・エネルギーに関する総合的な学習の一部である。授業は、①事前アンケート、②モータの慣性の体験、③モータが発電機になることを体験する、④モータの電気ブレーキを体験する、⑤コンデンサを使った回生ブレーキの体験、⑥電動カートに実際に乗り回生ブレーキを体験する、⑦電気自動車と地球環境のことを考える、の順に実施した。

## 5. 成果・効果

児童の身の回りにお自動車を題材とし、実験・体験を通して授業を実施したので、児童は、非常に興味・関心を持って、積極的に取り組んでいた。最初は、グループの毎に、机の上で実験・体験を行い、2校時目は実際に電動カートを運転して、全身で制動を感じることができ、児童にとっては多面的な学習ができた。

事後アンケートの結果を以下に述べる。「授業には興味を持って参加できましたか」には全員が「できた」と答えていた。次に、「モータが発電機の働きもすることがわかりましたか」「コンデンサに、電気をためることができるとわかりましたか」の問いにも、全員がわかったと答えていた。また、「電気自動車に使われている省エネルギー技術に興味を持つことができましたか」の問いには97パーセントの児童が持つことができたと答えていた。次に、授業の実験・体験の中でもっとも児童が興味を持ったものは電動カートに乗った実験であった。

自由記述には次のようなものがあった。「コンデンサに電気がためられるなんて、省エネだなと思った」「電気自動車に乗ってブレーキをかけると電気がたまってすごいと思った」「地球温暖化がなくなるためには炭酸ガスを出さない乗り物も必要だと思った」「自分で実験していつもより倍わかった」

授業中の態度および事後アンケートの結果より、本授業実践は児童の興味・関心を引き、児童が身近な省エネルギー技術および活動が地球環境問題に直接結びついていることを体験的に認識するきっかけになったと思われる。

## 6. 所 感

このたびの理科・環境教育助成によって教材開発および授業実践を行い、環境・エネルギーに関する授業の目的が達成できたと思っている。今回の授業を通して、殆どの児童は家にある自動車に乗ったり、知ること、非常に興味を抱いていることを改めて認識した。ハイブリッドカー、電気自動車、燃料電池車については、児童全員が言葉を知っていた。特に、乗って、加速を感じたり、ブレーキを体で感じることに児童は大好きである。電気自動車教材は環境・エネルギー教育、理科(力学、電磁気学)の総合的で本質的な魅力あふれる教材である。今後、電気自動車の全体の消費電力の視点から、構成要素を最適にすることを、児童・生徒が興味を持って考える授業を開発していきたい

## 7. 今後の課題や発展性について

今後は、新しい学習指導要領に整合性のある、小学校・中学校・高等学校を通して系統性のある、電気自動車を題材とした環境・エネルギー教材開発を行って行きたい。具体的には、(1)軽量のシャーシーの製作、(2)高効率回生ブレーキ用回路の開発、(3)児童・生徒が自分たちで製作できる電動カートキットの開発、(4)小学校・中学校・高等学校を通したカリキュラムの開発、(5)児童・生徒が自ら学ぶ授業設計などが挙げられる。

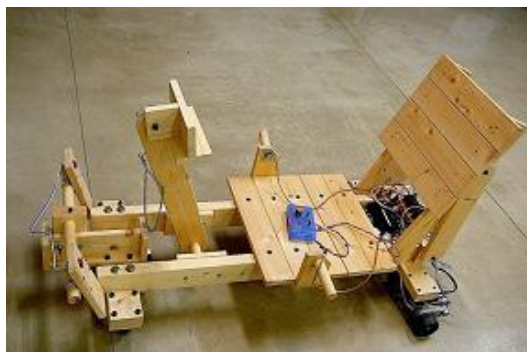
## 8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

### 【教材制作方法】

- ・実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- ・実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

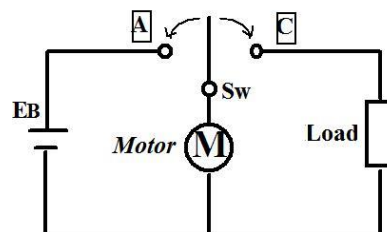
### 1) 電動カート用シャーシの設計・製作

寸法は 1290mmX715mmX715mm、重さは 28kg、モータは DC24V 100W を 2 台、バッテリーは 12V 3.5Ah を直列に 2 個接続している。材料として木材を使った理由は、児童・生徒でも加工しやすいことと、安価であることである。コントローラは中学校ロボコンで使用されているものを使用した。左右のモータを逆回転すれば、その場で車体が回転する。右に、電動カートの写真を示す。



### 2)モータが発電機となることを体験する教材の開発

スイッチを A 側に入れると、モータは回り始める。次に、負荷に豆電球を接続し、スイッチを A から B に接続すると、豆電球が点灯する。これはモータが停止すれば消灯する。この実験により、児童はモータが発電機となることを体験することができる。ここで使用したモータは 250W,24V であり、入力電圧は 18V である。スイッチは、児童が電気の流れる道がわかりやすいように、アンテナスイッチを使っている。



### 3)回生ブレーキを体験する教材の開発

2)では、発電機となったモータからの電気エネルギーは豆電球で光と熱エネルギーへと変換された。今回は、負荷として電気二重層コンデンサを使用する。モータからの電気エネルギーはこのコンデンサに充電される。更に、コンデンサの容量を大きくすると、モータに急ブレーキもかかるようになる。



