

## 1 はじめに

東日本大震災以来、エネルギーの利用に関する意識が高まっている。今後、社会の担い手となる人材を育てるためには、小中学校の義務教育段階において、エネルギーの利用に対する興味・関心を高めるとともに、エネルギーの利用について主体的かつ科学的根拠を基に考える態度を育成する必要がある。

一方、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科と示す）においては、アイデアの工夫し創造する学習の一環としてロボットコンテスト（以下、ロボコン）の実践が展開されている。この実践では、課題を解決するためにアイデアを考えて実現する学習過程がある。また、ロボットの走行部や作業部等の製作を通して機構の仕組みやトルクと速さの関係を知るなどの学習もある。これらの学習では、目的に合わせたロボットの学習を通じて、ロボットの動作や構造によるエネルギー消費や効率について実践的、体験的に考えることができる。

以上のことより、技術科における効率的なエネルギー利用の意義を考える実践を提案する。

## 2 先行研究

2008年に告示された中学校学習指導要領解説技術・家庭編においては、「B エネルギー変換に関する技術」における学習について「エネルギー変換に関する技術の適切な評価・活用について考えること」や「製作品に必要な機能と構造を選択し、設計ができること」が記載されている<sup>1)</sup>。また、「製作品の構想を検討する際には、機能、構造、材料、加工、費用、時間などの設計要素を踏まえるとともに、エネルギーの損失や効率についても考慮する」と記載されている。これらをロボット製作学習に当てはめると、ロボットの機能や構造を考える際に、エネルギーの損失や効率を考慮することや、ロボットを動作させたときに、走行部や動作部が正常に動作しているかの確認や消費電力について考える学習が展開できる。

ロボコンにおけるエネルギー利用に対する意識を向上させるためには、ロボットが動作するために消費する電力量を測定し、視覚的に提示することが有効であると考えられる。アシダが提供している消費電力量リミッターGEL-1（図1）はロボットの電気エネルギーの利用効率を測定し、提示、比較することができる<sup>2)</sup>（図2）。この消費電力量リミッターを利用することにより、効率的にエネルギーを利用するための機構や仕組みを製作する動機付けになり、同時にエネルギー利用に対する意識が高まると考えられる。



図1 消費電力量リミッター

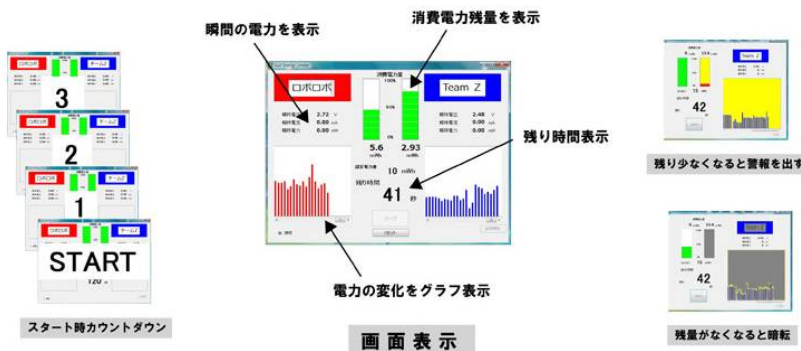


図2 消費電力量の効率利用の比較（例）

魚住らは、2012年に三重県で開催された「Jr.ロボコン 2012in 三重」において、消費電力量リミッターを活用した実践を行っている<sup>3)</sup>。Jr.ロボコン in 三重は、県内の小中学生を対象とした、3泊4日でアイデア発想から設計、製作、成果発表を体験することができる宿泊型ロボット製作学習である。このロボット製作学習において、消費電力量リミッターを活用し、ロボット製作を実施した参加者の事前、事後アンケートの結果を分析した。それによると、下記の項目で上昇が見られ、省エネに対する関心や省エネに関する知識等をもっている必要があることを表している項目である。また、内容的には、ロボット製作の中で実施する「設計や製作の知識」やそれに関する「機器や機能の知識」など、ロボット作りを通してこれらを学習し、関心が高まったと考えられる。

Q02	電気で動くものなどを製作するときは、省エネを意識して製作しようと思う。
Q04	電気製品や機械を使用するときは、省エネの効果が高まるように工夫をしようと思う。
Q05	電気製品や機械を使用するときは、省エネを意識して使おうと思う。
Q07	使用する機器の省エネの工夫に関する知識を持っているべきだと思う。
Q08	省エネに関する技術の知識を持っているべきだと思う。
Q09	省エネに関する設計や製作の知識を持っているべきだと思う。
Q11	省エネに関する機器や機械の知識を持っているべきだと思う。
Q12	省エネに関する電気製品や機械の知識を持っているべきだと思う。

### 3 研究目的

以上をもとに、本研究では、技術科における消費電力量リミッターを活用した効率的なエネルギー利用の意義を考える実践の提案を目的とする。

## 4 実践

### 4.1 実践の概要

本実践の概要を下記に示す。本実践では、全日本中学校技術・家庭科研究会が提案する平成25年度創造アイデアロボットコンテストのルールを基にロボット製作に取り組む。

下記の内、第4次「トルクと速さの関係」及び第10次「動作と消費電力量の関係」に焦点を当てて提案する。

次	時間	学 習 内 容
1	1	ガイダンス（ルール説明）
2	1	ロボットの第1次設計
3	1	機構の仕組み
4	1	トルクと速さの関係
5	1	ロボットの第2次設計
6	1	ロボットのアイデアを特許として申請しよう
7	2	ロボット製作（走行部）
8	6	ロボット製作（動作部）
9	2	ロボット製作（試運転・改良）
10	1	動作と消費電力量の関係
11	1	校内ロボットコンテスト
12	1	エネルギー変換に関する技術と社会や環境との関係

#### 4. 2第4次、第10次の学習

第4次ではトルクと速さの関係について学習する。ロボット製作において動力源となるギヤボックスのギヤ比を変えることで、トルクと速さを変えることができる。そして、トルクと速さは反比例の関係になる。例えば、トルクが大きければ低速になり、トルクが小さければ高速になる。

図3では、低速のギヤボックスを使ったロボット（以下、低速ロボット）と高速のギヤボックスを使ったロボット（以下、高速ロボット）で綱引きをする実験の様子である。生徒の予想では、高速ロボットが綱引きに勝つ（つまり、高速の方が強い）となっていたが、トルクと速さの関係上、低速ロボットが勝つことになる。また、図4の実験装置を行って、ギヤ比とトルクと速さの関係を体験する。図○の実験装置では、モータから歯車に力を伝達させる。歯車の数が多くなるほど減速し、その代わりにトルクが大きくなる。生徒は、実際に歯車に触ることで、トルクと速さの関係を体感する。

これらの学習を行うことで、ロボットの動作における仕事量に関する感覚が覚えられる。また、この学習が、動作と消費電力量の関係に関する学習につながる。

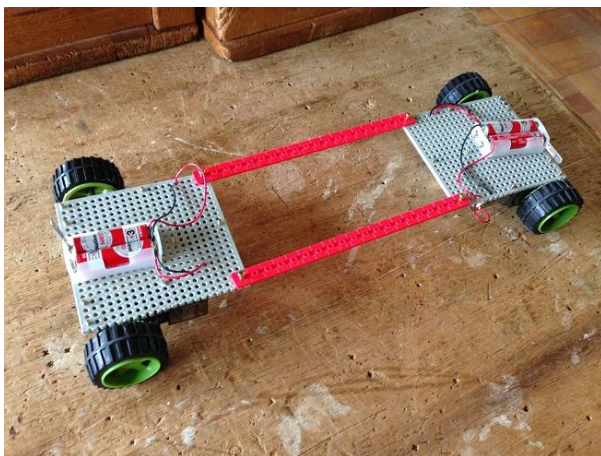


図3 低速・高速ロボットの綱引き実験

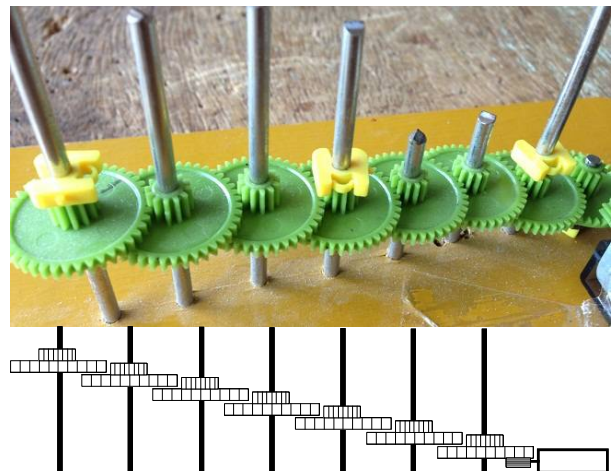


図4 トルクと速さの実験装置

第10次では、動作と消費電力量の関係について学習する。図5の実験装置と消費電力量リミッターを活用し、ロボットの動作におけるエネルギーの利用方法を考える。その際、以下の2つの条件で実験を行う。

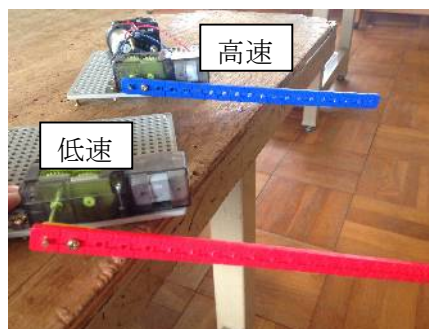


図5 実験装置

条件1・・・低速ギヤボックスと高速ギヤボックスで持ち上げたときの消費電力量

条件2・・・同速ギヤボックスを使用し、ロボットのアームの長さを変えたときの消費電力量

2つの条件による実験を通して、低速ギヤボックスはトルクが強いので確実にアイテムを持ち上げることができるが、消費電力量も多いことが分かる。また、同速ギヤボックスでは、アームの長さなどの条件により、消費電力量が変化することが分かる。

#### 4. 3 評価

第10次の学習に対する評価を(1)インタビュー調査、(2)ロボットの質的な変化観察によって行った。インタビュー調査では、4名の生徒を対象に実施し、下記のような意見があった。

- ・同じ動きなら省エネの方が良いロボットだと思う
- ・アイテムを持ち上げる動作は同じだが、条件によって消費電力量が大きく変わることが分かった
- ・アイテムを持ち上げることができるのなら、できるだけ消費電力が少ない形の方が良いと思った
- ・同じ形のロボットでも、グリスを塗ったりすれば動きや良くなって使う電池の量も減るかもしれないと思った

以上の結果より、消費電力量を減らし、効率的にロボットを動作させることに関心が高まったと考えられる。

また、ロボットの質的な変化観察によって、一部のロボットに下記のような特徴が表れた。

- ・アイテムを持ち上げるためのアームを短くするようになった
- ・状況に応じてギヤボックスのギヤ比を変更する
- ・ロボットの無駄な部分を減らして軽量化する

以上の結果より、消費電力量を減らすためにロボットの構造やギヤ比を変更するなど、行動の変化が現れたことが明らかになった。

これら2つの結果より、エネルギーを効率的に利用することに関心が高まり、また、エネルギーを効率的に利用するための工夫を行う態度を育成できたと考えられる。

#### 5 おわりに

本研究では、技術科における消費電力量リミッターを活用した効率的なエネルギー利用の意義を考える実践の提案を目的とし、トルクと速さに関する実践および消費電力量リミッターを活用した実践を提案した。実践の結果、エネルギーの効率的な利用に対する関心を高め、そのために工夫する態度を育成することができた。

しかし、本研究においては、一部の生徒の変化しか評価していないため、今後はすべての生徒の変容を調査し、実践の有効性について検証する必要がある。

#### 参考資料

- 1) 文部科学省：学習指導要領解説技術・家庭編，2012
- 2) 川俣純他：消費電力量を可視化するロボット競技用消費電力計測教材の開発と評価，日本産業技術教育学会，54(2)，pp49-57，2012
- 3) 魚住明生他：3泊4日のロボット製作学習における取り組みとその有効性，日本産業技術教育学会，東海支部研究発表会，2012