

## 小中学生を対象とした原子力関連教材開発 － 火力発電と汽力発電による対戦スロットレーシングの製作 －

### Development of Nuclear Power Teaching Materials for Primary and Secondary Students

#### － Development of the Slot Racing Game using Human Power Generation and Steam Power Generation －

不藤 佑介<sup>\*1</sup>, 川村 淳浩<sup>\*2</sup>

Yusuke FUDO<sup>\*1</sup>, Atsuhiro KAWAMURA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 独立行政法人国立高等専門学校機構 釧路工業高等専門学校 機械工学科 5年

<sup>\*1</sup> Department of Mechanical Engineering, Kushiro College, National Institute of Technology (NIT)

<sup>\*2</sup> 独立行政法人国立高等専門学校機構 釧路工業高等専門学校 機械工学科

<sup>\*2</sup> Department of Mechanical Engineering, Kushiro College, National Institute of Technology (NIT)

Email: kawamura@mech.kushiro-ct.ac.jp

**あらまし**：本研究は、科学体験イベント等を通して、小中学生に発電に興味を持ってもらうと同時に、火力発電と原子力発電のそれぞれの特徴を遊びと平行して学習できるようにすることを目的としたものである。具体的には、小中学生の興味を引き、適切な電力供給の難しさを体験できる人カスロットレーシングと、変動電力需要に応じた電力供給を模擬した汽力発電機を組み合わせることで、火力発電と汽力発電との対戦スロットレーシングの開発を進め、本校オープンキャンパスや学校祭などを通してその教育的効果の検証をおこなった。

**キーワード**：原子力関連教材、発電、変動電力需要、汽力発電機、対戦スロットレーシング

## 1. はじめに

原子力発電は、急峻な変動電力需要への応答を得意とせず、定格出力で長い期間運転することに適しているため、我が国の電源構成の中では、どの時間帯においても最低限必要なベース電力需要を担っている。時間帯によって需要の変わる変動電力需要は、火力発電などの電源が担っている。

一方、福島第一原子力発電事故を受けて、原子力や放射線に関する国民的な関心が高まり、これらの教育が小中学校や高等学校の新しい学習指導要領で求められるようになった<sup>(1)</sup>。

以上のような背景から、本校では科学体験イベント等を通して、小中学生が発電の仕組み、適切な電力供給の難しさ、そして省エネルギーの大切さを楽しみながら学べる教材の開発に取り組んでいる。

本稿では、これまでに開発された汽力発電機<sup>(2)</sup>とスロットカーレーシング<sup>(3)</sup>にそれぞれ改良を施し、その二つを組み合わせた火力発電と汽力発電による対戦スロットレーシング教材、そしてこれを用いた科学体験イベント等での教育効果の検証等について概説する。

## 2. 対戦スロットレーシング

本教材は図1に示すように、火力発電を汽力発電機、原子力発電を電池で表現することで、実際の変動電力需要に応じた電力供給を模擬している。また、小中学生の興味を引き付け、高い教育効果を得るために、これをスロットカーレーシングに出力して、スロットカーを走らせ、火力発電によって走るスロ

ットカーとレースができるようにした。

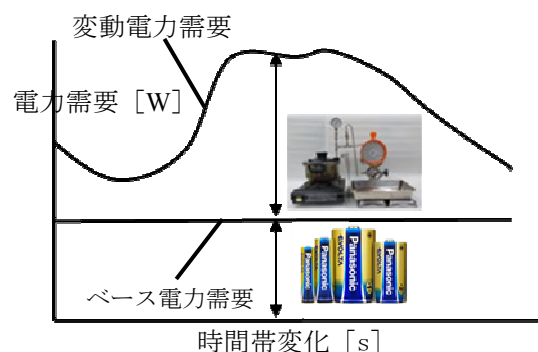


図1 時間帯の変化と電力需要の関係

## 2.1 汽力発電機

汽力発電機は、ガスコンロで圧力鍋を熱し、生じさせた水蒸気でタービンを回し、回転をベルトでモータに伝えて発電するといった仕組みで、発電量の調整が比較的容易である<sup>(2)</sup>。(図2)

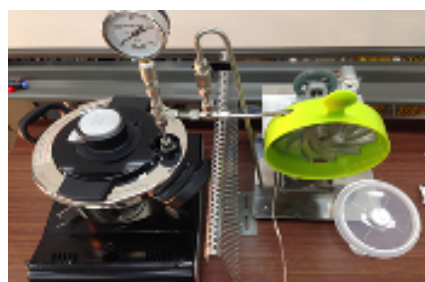


図2 汽力発電機外観

発電モータによる発電と電池からの電流を合成してスロットカーを動かす場合、発電モータの内部抵抗が電池の内部抵抗よりも大幅に低いため、これらを直接接続すると、直列や並列の回路構成に関係なく、電池によって発電モータとスロットカーの両方が回転してしまう。そこで、電池からの電流が発電モータに流れないようにし、更に発電モータによる発電電圧によって回路からの出力電圧を調節することで、擬似的に発電モータと電池の電流を合成しているように見せる回路を製作した。

コースに供給する電圧は、ベース電圧 4.9V を電池が、変動電力 4.9~6.3V までの 1.4V を汽力発電機が担っている。ベース電圧の 4.9V とは、スロットカーが途中で止まらずに 1 周 4.2m の環状コースを一周できる速度を出せる最低限の電圧である。変動電圧の 6.3V とは、スロットカーが横滑りを起こさずに走ることでできる最高電圧である。汽力発電機単体では 2.4~7.0V までの 4.6V 発電することができるが、前述の出力制御回路によって制御されている。

## 2.2 スロットカーレーシング

スロットカーレーシングとは、状況に応じて発電量を調整することの難しさを体感してもらうための教材として開発されたものであり、ペダル式発電機の原動車に取り付けられたペダルを回し、摩擦伝動で発電機へ伝えることによって電力を得るものである。ペダル式発電機の原動車には外径 300mm の市販の一輪車を、従動車には外径 41mm のプラスチック製ホイールを使用し、従動車と発電機のギア比を 10:1 にしているため、合計で 7.32 倍の増速比となっている<sup>(3)</sup>。また、レーシングコースには数箇所意図的にコースアウトが起こりやすい部分が作られており、速度を上げすぎるとコースアウトしてしまう。これにより、走行時に電力供給の調整が必要となるので、発電量を調整することの難しさを体感できるようになっている。(図 3)

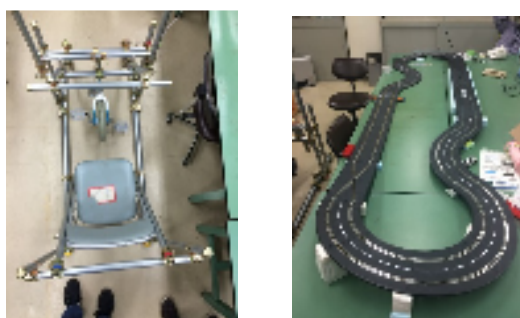


図 3 ペダル式発電機，レーシングコース外観

スロットカーについて、スロットレーシング用に市販されている車体には、ダウンフォースを生み出してコーナーの通過速度を向上させるために、車体底面に磁石が埋め込まれている。しかし、速度過大

時に突然コースアウトしてしまうため、走行速度が限界付近に近づいたかどうかを見極めることが困難であった。そこで、この磁石を取り外し、更に低 $\mu$ 材質のタイヤに交換することで、コースアウトする前兆として横滑り走行する状態が得られ、コースアウトする限界速度を察知して速度を調節することが可能になった。

## 3. 開発した教材の教育効果の調査(実演展示)

平成 27 年 10 月 24, 25 日に、本校で開催された学校祭の機械工学科熱工学研究室展示として、本教材の実演展示をおこなった。人力発電は、前述のペダル式発電機か手回し発電機を選べるようにしており、汽力発電については、最低速度から最高速度まで走行速度が上昇していく様子を、火力発電機と原子力発電機の説明を交えながら実演した。また、汽力発電の最高速度でレースをおこなった場合、人力発電側が勝利するためにはカーブで減速、直線で加速といった速度の調整をおこなわなければならないため、状況に応じて必要な電力の供給についても学んでもらうことができた。

実演展示をおこなった際にとったアンケートでは、25 人中 24 人の小中学生が「楽しかった」「発電の仕組みがよく分かった」と答え、積極的にレースをおこなっていたため、発電について興味を持って学んでもらうことができた。

## 4. まとめ

本研究では、小中学生を対象に火力、原子力発電それぞれの特徴を遊びと平行して学習することができる教材の開発を目的とし、人力発電と汽力発電による対戦スロットレーシングの開発に取り組み以下の成果を得た。

- (1) 火力発電を汽力発電機、原子力発電を電池で表現することで、日中や深夜といった時間帯の変化による電力需要の変化を、具体的に分かりやすく説明できるようになった。
- (2) 高専祭で実演展示をおこなった際にとったアンケートで、楽しかった、発電に興味が出たなどと好評価だったため、小中学生の興味を引き付ける教材としての魅力が十分に備わっていることが確認できた。

## 5. 参考文献

- (1) 川村淳浩：原子力教育における創造型技術者育成の取り組み，釧路高専紀要 46, p27-30, (2012)
- (2) 川村淳浩，ゴパーラジション・スプラマニアン：原子力人材教育における創造型技術者育成の取り組み，釧路高専紀要 47, p17-20, (2013)
- (3) 川村淳浩，戸島卓行：原子力人材教育における創造型技術者育成の取り組み，釧路高専紀要 48, p16-18, (2015)