

小中学生を対象とした原子力関連教材開発 - 人カスロットレーシングの製作と電力供給模型の改良 -

Development of Nuclear Power Teaching Materials for Primary and Secondary Students - Construction of Manpower Slot Racing and Improvement of Power Supply Model -

戸嶋 卓行^{*1}, 川村 淳浩^{*2}

Takayuki TOJIMA ^{*1} and Atsuhiko KAWAMURA ^{*2}

^{*1} 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

^{*1} Department of Mechanical Engineering, Kushiro College, National Institute of Technology (NIT)

^{*2} 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

^{*2} 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ぶことのできる教材の開発を目的としたものである。具体的には、本校オープンキャンパスや学校祭などを通して、発電側の汽力発電模型と需要側の街並み模型で構成した電力供給模型のブラッシュアップとゲーム感覚で電力供給制御や省エネルギーを体験できる人カスロットレーシングの開発を進めた。

キーワード: 原子力関連教育教材, 電力供給, 省エネルギー

1. はじめに

大きな災害のたびに、現在の私たちの暮らしや産業が電力に大きく依存していることを思い知らされる。そして、平成23年3月に発生した福島第一原子力発電所事故は、電力供給の状況を一変させた。それまで電力供給の基幹を担ってきた原子力発電所を停止し、火力発電所をフル稼働させることで、全国の電力需要に对应している。ところが、核燃料を反応させる原子力発電所と化石燃料を燃焼させる火力発電所は、どちらも発生する熱で水を沸騰させ、高温高圧の水蒸気を蒸気タービンに吹き付けて発電機を駆動する汽力発電が共通技術となっていることはあまり知られていない。また、電力は溜めることができないために、需要に応じて実時間でちょうどよく発電しなければならないこともあまり知られていない。

一方、エネルギー政策は、我が国の将来を担う世代にとって重要な課題のひとつである。上述の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⁽¹⁾。

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⁽²⁾。

本稿では、これまでに開発した卓上型汽力発電模型教材⁽²⁾をベースとして改良を加えた電力供給模型教材、新たに開発した人カスロットレーシング教材、そしてこれら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. 開発した教材

2.1 電力供給模型教材

本教材は、発電所で発電した電力が、私たちが暮らす街まで送り届けられる状況を実演展示するものである。具体的には、卓上型汽力発電模型で発電した電力が高圧鉄塔模型に張った電力線を経て街並み模型に供給される構成となっている(図1)。

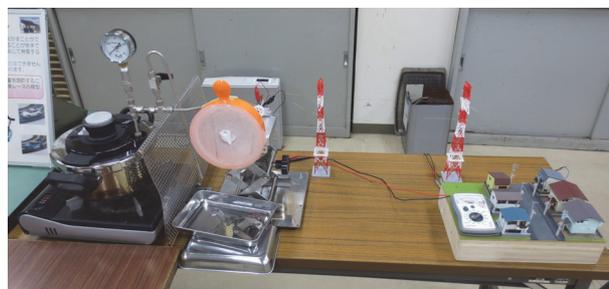


図1 電力供給模型教材

卓上型汽力発電模型は、圧力鍋で発生させる高圧蒸気を羽根車に勢いよく吹き付けることで回転動力を得て発電機を駆動する仕組みである。構成部品も単純で数量が少なく、準備や操作が簡単で安全性が高いことや可搬性を特徴としている⁽²⁾。

街並み模型は、LEDを組み込んだ縮尺1/150の複数の住宅と街路灯で構成され、供給電圧とLED点灯数が連動するレベルメータである。これは、2種類の電圧を比較して結果を出力するコンパレータ(比較器)ICを用い、マイナス(-)端子の電圧がプラス(+)端子の電圧を上回った場合にLEDが点灯するコンパレータを基本回路としている。本模型では、これを24段重ねて、0~3.5Vの入力電圧の大きさに応じて24個のLEDを点灯させる基本回路を用いた。

具体的には、マイナス端子には汽力発電模型からの電圧信号を、プラス端子にはLEDを点灯させたいしきい値となる基準電圧を加えている。ここで、汽力発電模型からの電圧は、3.5Vを超えて入力されるため、上述の基本回路の前段に半固定抵抗を設け、最大入力時に全てのLEDが点灯するように調整できるようにした。また、街並みの情景を演出するために、街路灯には白色のLED、住宅には緑色や黄色のLEDを用いた。また、基準電圧には、当初商用電源を利用していたが、可搬性を実現するために乾電池を用いた安定化電源を組み込む改良を加え、コンパレータICを駆動するために必要な電源を確保するDC-DCコンバータ回路を製作し、実装した。

2.2 人カスロットレーシング教材

本教材は、電力を生み出すことのたいへんさと需要側で必要とされる電力を瞬時に適正制御することの難しさを伝えるものである。具体的には、対戦型の縮尺1/32スロットレーシングのスピードコントローラをペダル式発電機に置き換えた構成となっている(図2)。



図2 人カスロットレーシング教材

スロットカーレーシングは、ループ状のコースを走行する自動車模型(スロットカー)の速さを競う対戦型ゲームで、スロットカーには走行用のモータが内蔵されている。コース路面には車線毎に溝(スロット)が設けられており、スロットカーはその両側に設けられた電路から電車のように集電で電力を得て走行する。しかし、その速度制御は電車と異なり電極路の電圧を可変することでおこなう構造である。

教材として掲げた目的を実現するため、次の2つの開発目標を設定した。

小学校低学年生の踏力で、十分な発電電力が得られること

コーナーを通過するスロットカーの速度が過大の場合、コースアウトすること

両者は、お互いに関連し合っているため、実験的に最適化を進めることにした。

この結果、ペダル式発電機の仕様は以下となった。原動機は外径300mm(12インチ)の一輪車。増速比は73.2。発電モータは手回し発電機に使用されているタイプ。これらの組み合わせであれば、得られる電力で、小学校低学年でもコーナーでコースアウト

トするほど十分な発電が得られることができた。

2.3 科学体験イベント等における教育効果の検証

平成26年度本校オープンキャンパスと本校学校祭(日本機械学会メカライフの世界展併催)において、小中学生から成人まで幅広い層の来場者に対して、教材の教育効果の検証を実施した(図3)。



図3 平成26年度学校祭スナップ

電力供給模型教材の実演展示では、電圧の上昇に伴って、最初に街路灯が1本ずつ順番に点灯し、次に住宅の照明が1件ずつ順番に点灯する構成としたことで、臨場感をもって、幅広い年齢層から判り易いとの評価が得られた。しかし、各色のLEDの明るさに違いに起因する視認性のバラツキに指摘を受けた。これは、制御回路の電流制限抵抗をLEDの特性、必要な明るさ、そして電源電圧をもとに最適設計していなかったためであり、今後の課題となった。

人カスロットレーシング教材の体験では、コースアウトの恐れがあるS字カーブや逆バンクなど、変化に富んだコース形状としたことで、電力調整が必要となる機会が多くなり、競技性を高めることができ、幅広い層から高い評価が得られた。その一方で、プレイヤーの体格差により、過度に原動機に踏力がかかったことで、フレームに過大な負荷が生じた。この点に関しては、その後フレーム構造を見直すことで改良を進めた。

3. まとめ

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み、電力供給模型教材の改良と人カスロットレーシング教材の開発をおこない、科学体験イベント等を通して高い教育効果があることを確認した。

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 pp.27-30 (2012)
- (2) 川村淳浩，GOPAALAJEYEN A/L SUBRAMANIAM：“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 47 pp.17-20 (2013)