

# 軌道型ロボットによる工業技術教育方法の構築と評価

教科・領域教育専攻

生活・健康系コース（技術）

指導教員 伊藤陽介

## 1. はじめに

工業高校は職業教育から専門教育に変化しつつあり、産業界からは高度な工業技術を身につけた人材が求められるようになってきている。物作りを中心として産業社会に適応する技術者の育成が目標となっている。徳島県の工業高校においても「ものづくりのスペシャリストの育成」をスローガンに生徒の教育に取り組んでいる。今後、産業社会の中心で活躍できる人材を育成するための適切な指導方法や生徒が効果的に最新の工業技術を学習できる教材の開発が求められている。

以上の点より、本論文では、小型組込型マイコンを内蔵した軌道型ロボットを課題研究の授業において、電気・電子・情報技術に関する知識および技術を総合的に学習することのできる教材として工業技術教育方法を構築し、その授業実践における教育効果について評価する。

## 2. 軌道型ロボット

現在、工業高校で主として製作されているロボットは、リモコン操作による他律型に加え、光電スイッチによる2値情報のみにより制御される自律型が多い。これらのロボットでは現在の走行速度や位置を計測しながら走行制御を行うことは不可能であった。また、競技の勝敗に重点を置いたロボット製作であったために、ロボットの制御技術に注目されることは少なかった。しかし、これからはロボットを製作することにより授業で学習した内容を総合的に応用でき、その成果が既習した内容にフィードバックできるような教材が必要

である。そこで生徒が最も理解しやすい速度に重点を置き、加速度センサを使用して走行速度を求めながら軌道上を走行する軌道型ロボットを教材化する。その結果、製作した軌道型ロボットを図1に示す。

全長 : 510mm(2両分)  
幅 : 115mm  
高さ : 50mm  
軌道幅 : 16.5mm

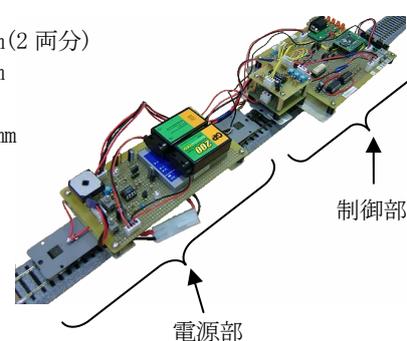


図1 製作した軌道型ロボット

## 3. 電源部

図1に示す構成に加え、組込型Linuxを搭載し無線LANを含む高性能マイコン(SH3)を導入する場合、約10Wの電力が必要となる。そのため、軌道に直流電源を接続し、ロボットの車輪を介して電力を制御部に供給する。軌道と車輪の接触不良により、断続的に電源供給が途切れる場合があり電源部を無停電化する必要があった。そのため、軌道から給電された電圧低下をコンパレータによって検出し、ロボットに搭載したバッテリーからの給電に切り替える回路を導入した。

当初、駆動用モータ系と制御回路系のグラウンドが共通とならないようにDC-DCコンバータの出力側に給電切替回路を導入し無停電化をねらったが、切替時の電圧降下時間が長くマイコンがリセットされることが判明した。そのため、DC-DCコンバータの入力側に同様な切替回路を入れるよう

に改良し、安定した電力供給が可能となるとともに部品点数を減らし(38→34点)、小型化((W)113×(D)154mm→(W)73×(D)154mm)を実現した。

#### 4. 制御部

軌道型ロボットの制御部は次の3つの部分により構成されている。

- ① 加速度センサ部 3軸加速度センサ(スタ一精密製ACB302, 計測範囲±2G, 応答周波数15Hz)により走行しながら非接触に加速度を測定する。出力電圧はオペアンプで増幅する。
- ② モータ制御部 PWM制御により軌道型ロボットの動力であるDCモータの速度および回転方向の制御を行う。
- ③ 実時間制御部 小型組込型マイコン(H8-3664N)により, 加速度センサからの出力電圧を加速度値をA-D変換し, その加速度を時間積分することにより走行速度を求める。また, モータ制御部にPWM信号を発生する。

#### 5. 走行速度の測定方法

加速度を時間積分して計測した走行速度の測定精度を高める方法について述べる。まず, 停止した状態( $t=0s$ )から加速後, 等速状態を経て減速し再び停止させる走行実験を行い, 加速度を時間積分することにより走行速度( $v_1(t)$ ,  $0 \leq t \leq 6.8s$ , 但し $\Delta t=0.2s$ )を求めた。一方, デジタルビデオカメラでロボットの運動を撮影し走行速度 $v_2(t)$ を計測し,  $v_1(t)$ と $v_2(t)$ を比較したところ, 再停止時( $t=6.8s$ )において,  $0.7m/s$ の誤差を発生していた。この計測誤差の要因は, 軌道の進行方向の勾配が最大 $0.5^\circ$ の傾斜を含み水平ではないため, この状態において, 進行方向の加速度に重力加速度成分が重なり発生していたと推測できた。走行速度の計測精度を高めるためには, 進行方向への重力加速度成分の重なりを補正する必要があり, 同じ軌道を等速走行して予め補正值を求

め, 傾斜による重力加速度成分の影響を除去する方法を考案した。理論的に加速度が $0m/s$ となるように等速運動させて走行速度を計測し, その傾きから重力加速度成分を推定する。傾きに対応するように区間分割して, その符号を反転した値を補正值とする。加速度センサから計測された値に補正值を適用して走行速度を求めることにより再停止時( $t=6.8s$ )の計測誤差は $0.1m/s$ となり, 提案方法の有効性が示された。

#### 6. 授業実践

軌道型ロボットを通して, ものづくりや情報技術に関する興味・関心を高め, 計測・制御実験を通じて物理や電気に関する基礎的な知識を深めることを目的として, 徳島東工業高等学校電気科第3学年を対象に2005年8月に教育実践した。10名の生徒を2班構成とし, 各班に1台の軌道型ロボットを使用した。授業は50分×1時限で行い, 1時限目にロボット, 加速度, モータの制御に関する理論的な内容について説明し, 2時限目に軌道型ロボットによる走行実験を行った。第1班はデューティー比と走行速度の特性測定実験を行い, 第2班は加速度センサを利用した走行速度の測定実験を行った。各実験結果を互いに考察し合い, より理解を深めるように配慮した。事後調査の結果, 全員の生徒が授業はわかりやすく, 楽しかったと回答した。また, 90%の生徒がロボットを作ってみたいと考え, 全員の生徒がマイコン実習をしたいとも回答していることから, 生徒に対してものづくりや情報技術への関心を高めることができることもわかった。さらに, 80%の生徒が物理や電気の授業に興味を持ったと回答していることから, 授業に対する学習意欲を高めることにも有効であることがわかった。このことより, 軌道型ロボットによる工業技術教育の有効性が示された。