

# リアルタイムOSで制御する電気自動車実験装置の開発

明石工業高等専門学校 電気情報工学科  
兵庫県立尼崎工業高等学校 電気科

堀 桂太郎  
櫻木 嘉典

## 1. はじめに

近年、多くの分野で組込み技術のニーズが高くなっている。高等学校学習指導要領解説・工業編<sup>1)</sup>においても、平成22年版から、情報技術基礎やハードウェア技術などの科目において、組込み技術の指導に関する記述が追加されている。広義では、マイクロコンピュータ（以下、マイコンと記す）を機器に組み込んで使用すれば、組込みシステムといえる。しかしながら、専門的には、リアルタイム性<sup>2)</sup>や信頼性、小型化などが必要条件となり、それらを満たすシステムを組込みシステムというべきであろう。

組込みシステムを十分に理解するためには、リアルタイムOSの特徴や使用法を理解することが重要な鍵となる。リアルタイムOSを指導する教材はいくつか市販されているが、初心者を対象にした適切な教材は多くない。

このため、工業高校や高専の学生が、はじめてリアルタイムOSを学ぶ際に有効な教材を開発することが必要だと考えた。本報告では、工業高校と高専に勤務する著者が共同<sup>3)</sup>で開発したリアルタイムOS実験装置の概要などについて報告する。

## 2. リアルタイムOS

パソコンなどに使用されているOSとリアルタイムOSの主な違いは、マルチタスク処理時の

タスク管理である。リアルタイムOSでは、タスクの優先順位を管理することで、定められた時間内に処理を終える動作を実現できる。

簡単なマイコンシステムでは、OSを使用しない場合も多い。しかし、組込みシステムでは、リアルタイム性が要求されるため、リアルタイムOSを使用することが多い。リアルタイムOSは、システム全体の処理を総合的に管理するため、OSを使用しないシステムに比べ、処理速度が低下したり、より大容量のメモリなどが必要となったりする場合がある。

## 3. 電気自動車実験装置

学生が興味を持って学べる実験装置を開発するため、制御対象を乗車可能な小型電気自動車（電動カート）とした。これにより、学生は自分で電気自動車を操作しながら、臨場感を持ってリアルタイムOSの動作を学ぶことが期待できる。

### 3.1 電気自動車実験装置の構成

開発した電気自動車実験装置の構成を図1、外観を図2に示す。使用した32bitマイコンPIC32MX340F512Hは、512kBのROMを搭載しており、命令実行の最高速度が80MIPSの高性能PICである。また、リアルタイムOSには、無償で使用可能なFreeRTOS<sup>4)</sup>を採用した。

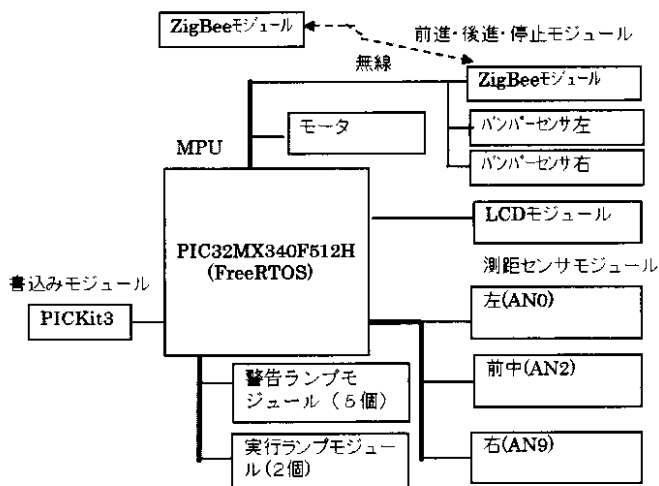


図1 電気自動車実験装置の構成

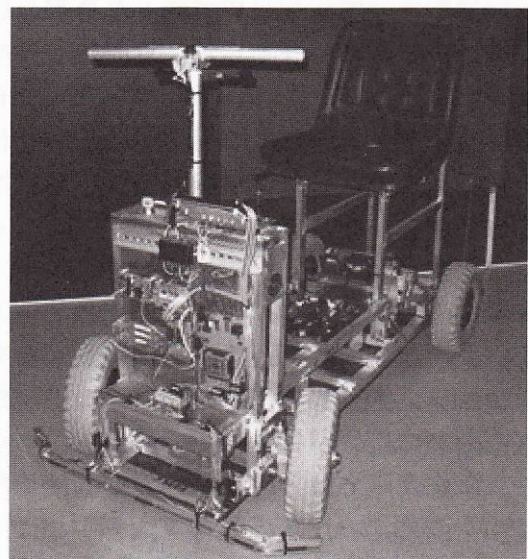


図2 電気自動車実験装置の外観

### 3. 2 電気自動車実験装置の動作

この実験装置のソフトウェアは、表1に示す4種のタスクを管理している。タスク4は、PSD（光位置）センサによって、距離50cm以内の障害物を検出するとバック制御の事前通知として各センサの警告ランプを点灯させる。さらに、距離40cm以内の障害物を検出すると、同期制御（セマフォ）によってタスク2によりモータをバック制御する。このため、40cm以内の障害物を検出してバンパーに接触するまでの時間がデッドラインとなる。車両の速度が速ければデッドラインは短くなるため、運転者は速度調整を適切に行う必要がある。また、PSDセンサがバンパーが障害物などに接触した場合は、バンパーセンサ（リミットスイッチ）からの信号でモータ停止をハードウェア的に実行する。更に、予期せぬトラブルへの対応として、無線による遠隔制御でモータを停止させる機能を搭載した。

表1 タスクの概要

タスク名	優先順位	機能
タスク1	3	タイマー処理
タスク2	2	モータの正転・逆転処理
タスク3	3	LCD表示処理
タスク4	1	PSD・LED処理

プログラムは、タスク、キューバッファ、セマフォの生成をした後、永久ループに入る。永久ループでは、優先レベルに従ってタスク1~4がマルチタスク処理される。

## 4. 実験

### 4. 1 実験目的

学習者には、走行可能時間として定められたデッドライン（2分）以内に、図3に示す実験用コース（3×14m）を周回してスタートラインに戻ってくるミッションが与えられる。コースは、校舎内の廊下に設置した。この競技の目的は、プログラムの動作やリアルタイム性を考慮しながら、電気自動車を運転することで、リアルタイムOSの動作を体感することである。

### 4. 2 実験結果

実験は、兵庫県立尼崎工業高校電気科の学生9名（1年生1名、2年生3名、3年生5名）を対象とし、2014年2月に実施した。実験後に実施したアンケート結果から、リアルタイムOSに関する知識をほとんど持っていなかった学生らが、

この実験によってリアルタイムOSの動作を概ね理解したことが確認できた。また、大半の学生が、実験を楽しみながら興味をもって取り組めたと回答している。ただし、C言語の知識が不足している学生には、プログラムの動作を詳細に理解するのが難しかったようである。

## 5. まとめ

通常の講義だけでは理解が困難なリアルタイムOSの動作を楽しみながら学ぶ教材として、電気自動車実験装置を開発した。この教材は、学習者がリアルタイムOSの動作を考えながら、定められたデッドライン時間以内に、電気自動車を運転してコースを周回する競技形式であり、臨場感をもった体験的な学習を行うことが可能である。今後は、学習者がプログラムを改造することで、各種の制御条件を変更し、より効果的にリアルタイムOSについて学べる教材に改良していく。

### ・謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会（JSPS）科研費 25350314の助成を受けたものである。

### ・参考文献

- 1) 文部科学省：高等学校学習指導要領解説・工業編，実教出版，pp. 28, pp. 112(2010. 5)
- 2) 酒井由夫：リアルタイムOSから出発して組込みソフトエンジニアを極める，エスアイビーアクセス(2011. 10)
- 3) 堀桂太郎：工業技術教育力向上のための工業高校と高専の連携，日本工業技術教育学会，第24回工業教育全国研究大会(2014. 7)
- 4) FreeRTOS.org：「<http://www.freertos.org/>」(2014. 6現在)

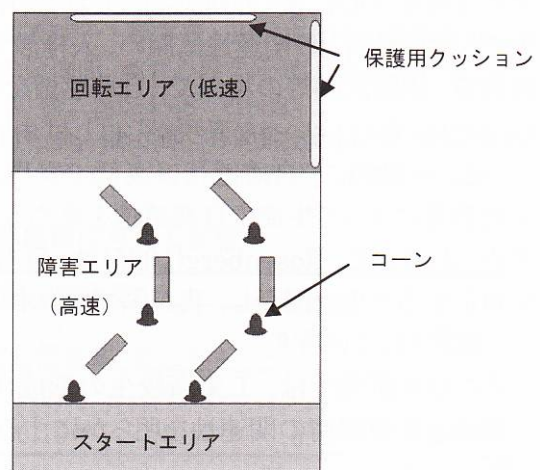


図3 実験用コース