

K-010

無線通信モジュールを用いた多重化ロボット電源計測システムの試作 Development of Multiplex Robot Power Measurement System using Wireless Communication Modules

荻窪 光慈†
Koji Ogikubo

1. 緒言

平成 20 年告示中学校学習指導要領^[1]によると、技術・家庭科技術分野における単元「B エネルギー変換に関する技術」において、指導内容「(1) エネルギー変換機器の仕組みと保守点検」並びに「(2) エネルギー変換に関する技術を利用した製作品の設計・製作」を指導する必要がある。技術・家庭科技術分野の限られた授業時数の中で、これらの指導を達成するために、近年、ロボットが製作題材としてしばしば取り上げられている。ロボットを製作題材とした学習においては、指導内容「(1) 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「(2) ア 製作品に必要な機能と構造を選択し、設計ができること。」とあるように、ただ単にものづくり活動としてのロボット製作を行わせるだけではなく、エネルギーの効率的な利用について生徒自身に主体的に考察させ、その目的に沿うように生徒が主体的にロボットを設計、製作していく必要があると考えられる。エネルギーの効率的な利用について考察させるための優れた試みとしては、山本らの電気二重層コンデンサを動力としたロボットに関する実践^[2]や、川俣らによるロボットの消費電力量を可視化する計測教材^[3]がこれまでに提案されている。しかし、山本らのロボットでは、電気二重層コンデンサに蓄えられた電気エネルギーを、ロボットの動作開始前及び終了後に外して測定する必要があり、ロボットの動作中の状態を知ることはできない。また、川俣らの計測教材においては、ロボットと消費電力計測教材が導線で結線されているため、ロボットの動作範囲に制約が生じる。

そこで著者はこれまでに、ロボットとその消費エネルギーを測定する部分との間に、無線通信モジュールを用いることにより、導線の結線によるロボットの動作の制約をなくし、かつ、リアルタイムな測定を可能とすることで、エネルギー消費について定量的に生徒に考察させる計測システムを開発したが、計測対象としては単体のロボットが想定されていた^[4]。本研究においては、より汎用的な状況下での活用を想定して、複数のロボットの電源状態を同時に計測することが可能な多重化ロボット電源計測システムについて報告する。本システムの活用により、複数の異なるロボットのエネルギー消費を定量的に比較・検討することが容易となると考えられる。

2. ロボット電源計測システムのハードウェア

図 1 に、ロボット電源計測システムの概略を示す。ロボットとしてミニ四駆型ロボットを用いた。このロボットは、電気二重層コンデンサを電源として動作する。コンデンサの電極には DC プラグが一体化して接続されており、ロボット筐体上面に取り付けられた DC ジャックへと差し込む

† 埼玉大学教育学部

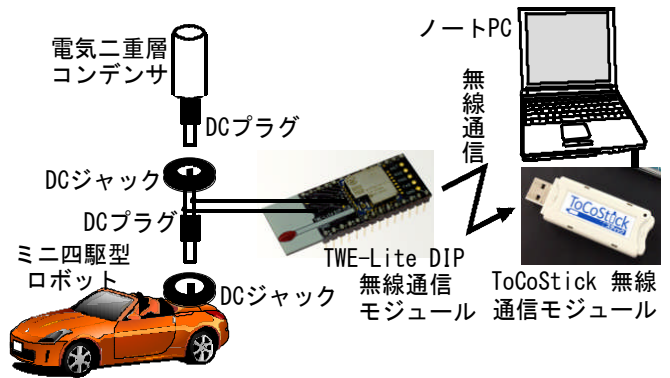


図 1 ロボット電源計測システムの概略

ことにより、ロボットが動作する。

本研究では、電気二重層コンデンサの電圧変化をリアルタイムで測定するために、コンデンサの DC プラグとロボットの DC ジャックとの間から並列に導線を引き出して、無線通信モジュール TWE-Lite DIP の A/D コンバータにコンデンサの電圧を入力した。複数存在する TWE-Lite DIP は「子機：間欠モード」に設定されており、コンデンサの電圧は一定時間 (0.03 秒～10000 秒の範囲で変更可能) ごとに TWE-Lite DIP 内蔵の A/D コンバータにてデジタル変換された後、親機である無線通信モジュール ToCoStick へと送信される。ノート PC に USB 接続された ToCoStick が受信したデータに基づき、複数のコンデンサの電圧データが PC 画面上に表示され、かつテキストファイルとして保存される。

TWE-Lite DIP モジュール周辺の回路図の一例を図 2 に示す。TWE-Lite DIP 内蔵の A/D コンバータ (図 2 の場合は

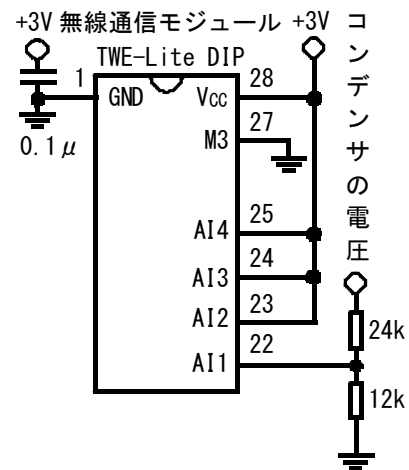


図 2 TWE-Lite DIP モジュール周辺の回路図

AI1, 22 ピン) に入力可能な電圧の上限は 2.0 V であるが、これは一般的な電気二重層コンデンサの定格電圧である 2.5 V または 5.5 V より低い。そこで、コンデンサの電圧を直接 TWE-Lite DIP の A/D コンバータへ入力するのではなく、2 個の金属皮膜抵抗 (24k Ω 及び 12k Ω 、誤差 \pm 1%) で 2.0 V 以下に分圧した電圧を入力し、後述するソフトウェアで本来の電圧値に補正することとした。なお、TWE-Lite DIP モジュールとしては、図 2 と同様のものが 3 台あり、図 2 のものと合わせて計 4 台が同時に使用可能である。図 2 と同様の 3 台については、2 個の抵抗で分圧された電圧が AI1 (22 ピン) ではなく、それぞれ AI2 (23 ピン)、AI3 (24 ピン)、AI4 (25 ピン) に接続されている。なお、図 2 中に記載のない番号のピンは未使用ピンである。また、TWE-Lite DIP は、他の無線通信モジュールと比較して省電力であることから、その電源としてはコイン型電池 CR2032 (公称電圧 3 V) を用いた。

DC ジャックや DC プラグ、CR2032 用電池ケース、TWE-Lite DIP モジュール等を含む、基板上に実装されたロボット電源計測システムの様子を図 3 に示す (図 2 中にある抵抗等はモジュールの陰に隠れている)。また、図 4 に、ロボット電源計測システムをミニ四駆型ロボットに搭載して活用している様子を示す。

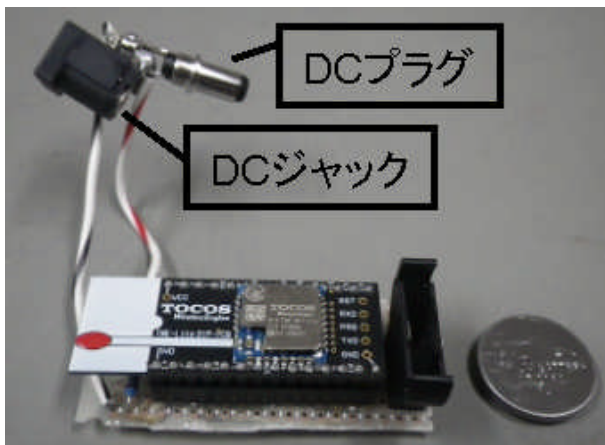


図 3 基板上に実装された電源計測システム

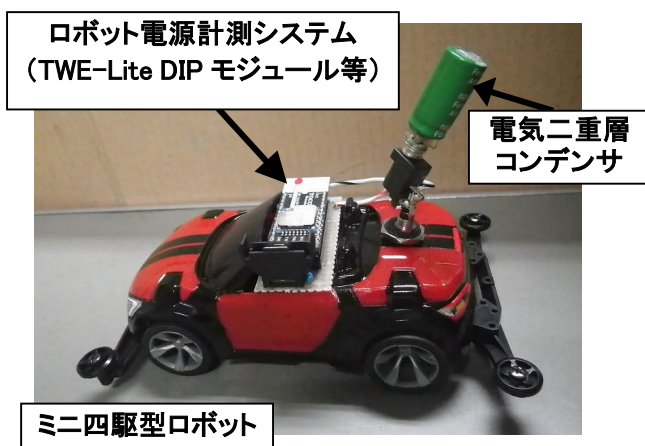


図 4 ミニ四駆型ロボットと電源計測システム

3. ロボット電源計測システムのソフトウェア

TWE-Lite DIP モジュールから、ノート PC に USB 接続された ToCoStick モジュールへ送信された電圧値を画面上に表示するに当たっては、TWE-Lite DIP 並びに ToCoStick モジュールの製造元にて公開されている Windows PC 用アプリを利用した。この Windows PC 用アプリのソースコード (Visual Basic) を編集して、TWE-Lite DIP の 4 つの A/D コンバータへの入力電圧を表示するソフトウェアを作成した。図 4 に、ロボット電源計測システムの電圧表示ソフト起動時の画面を示す。

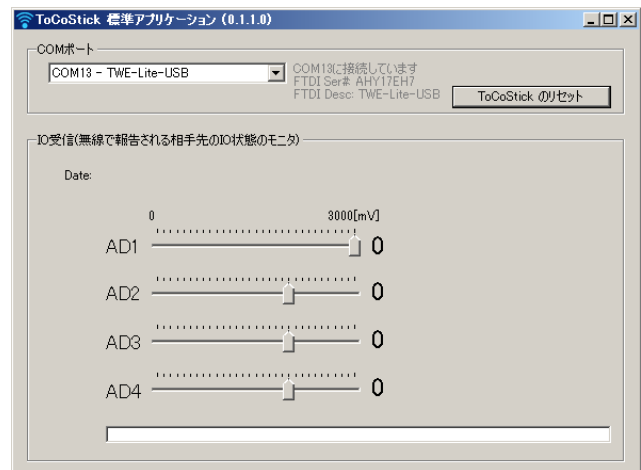


図 5 TWE-Lite DIP への入力電圧表示ソフト

4. 結言

無線通信モジュールを用いたロボット電源計測システムを開発し、4 台の TWE-Lite DIP モジュールからの電圧情報を多重化することにより、4 台までのロボットの電源としての電気二重層コンデンサの電圧を計測することができた。また、得られた電圧データはリアルタイムでテキストファイル保存されるため、表計算ソフトを用いてグラフ化して視覚的理解を深めるなどの活用が容易にできる。このことから、本システムを技術・家庭科技術分野における単元「D 情報に関する技術」の指導にも応用できる可能性がある。今後、中学校における実践を通じて本システムの学習効果を検証する予定である。

参考文献

- [1] 文部科学省, 中学校学習指導要領解説 技術・家庭編, pp.23-27 (2008).
- [2] 山本 利一, 関根 裕昭, “電気二重層コンデンサを利用したロボット製作に関する課題の提案”, 日本産業技術教育学会誌, Vol.54, No.2, pp.85-93 (2012).
- [3] 川俣 純, 芦田 肇, 村松 浩幸, 松岡 守, “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誌, Vol.54, No.2, pp.49-57 (2012).
- [4] 荻窪 光慈, “無線通信モジュールを用いたエネルギー消費測定システムの教材化”, 技術科教育の研究, Vol.21, pp.11-16 (2016).