

## 電気系学生のための扇風機を題材とした

### スマート家電教材の開発 (その 2)

Development of a Teaching Material of Smart Appliances using a Fan  
for Electrical Engineering Students (Part 2)

○小川真弥\*, 横谷京介\*, 花田一磨\*

Shin-ya Ogawa\*, Kyousuke Yokoya \*, Kazuma. Hanada\*

\*八戸工業大学

\*Hachinohe Institute of Technology

キーワード : スマート家電 (Smart Appliances), 教材開発 (Teaching Materials)

連絡先 : 〒031-8501 青森県八戸市大字妙字大開 88-1 八戸工業大学工学部電気電子システム学科  
花田研究室

小川真弥, Tel. :(0178)25-8136, Fax. :(0178)25-1430, E-mail : g132011@hi-tech.ac.jp

#### 1. はじめに

現代社会にとって電気は欠かせないエネルギーであるが、電気について扱う電気電子情報通信系学科では電力応用や電子回路、パワーエレクトロニクスといった実際に電気を消費する家電製品の要素について学ぶものの、家電製品自体について学ぶ機会が少ない。

これまで花田研究室ではトライステート社の PIC-NIC<sup>[1][2]</sup>や Arduino<sup>[3]</sup>等を用いて家電製品の遠隔制御を行ってきたが、この経験を発展させると共に家電製品の動向をふまえながら上述した要素について学ぶことができるように、本研究では通常の家電製品に Arduino 等の装置を付加し ECHONET Lite<sup>[4]</sup>電文によって電球等の家電製品の状態

を制御するスマート家電教材を試作している<sup>[5][6][7][8]</sup>。今回、過去に製作した扇風機を題材にした教材について、風量制御のための回路の改善を行ったためここに報告を行う。

#### 2. ECHONET Lite について

##### 2.1 ECHONET Lite とは

ECHONET Lite とはエコーネットコンソーシアムにて策定された HEMS (Home Energy Management System) 構築のための通信規格であり、家電機器、スマートメーター、太陽光発電システム等を含む約 80 種類以上の機器の制御を規定しているものである。

ECHONET Lite が定めるネットワークに

はその構成要素であるノード、すなわちシステム対応機能を備えた家電機器や機器を監視・制御・操作するコントローラといった ECHONET Lite 機器が存在し、機器間あるいは機器とコントローラ間で通信が行われる。

## 2.2 ECHONET Lite フレームの電文構成<sup>[9]</sup>

ECHONET Lite フレームの電文構成は図 1 のように表すことができる。なお、各構成要素については次項以降に説明する。

### 2.2.1 EHD (ECHONET Lite ヘッダ)

EHD1 と EHD2 から構成され、EHD1 はプロトコル種別を表す。0x01 の場合は、プロトコル種別が ECHONET Lite 規格であることを示す。また、EHD2 は EDATA 部の電文形式を表し、0x81 の場合は電文形式が規定電文形式であり、0x82 の場合は任意形式であることを示す。

### 2.2.2 TID (トランザクション ID)

要求送信側が応答受信時に自己が送信した要求と受信した応答を紐付けするために使用する。応答送信側は要求メッセージに含まれる値と同じ値を格納する。

### 2.2.3 EDATA (ECHONET Lite データ)

やり取りされる電文のデータ領域である。

### 2.2.4 EOJ (ECHONET Lite オブジェクト)

クラスグループコード、クラスコード、インスタンスコードからなる。表 1 にクラスグループの例を示す。このうち、本研究で扱っている電球は住宅・設備関連機器クラスグループの中の一般照明オブジェクトとして分類される。なお、一般照明オブジ

ェクトのクラスコードは 0x90 である。このほか、ECHONET Lite ノードにはインスタンスが複数存在していてもよく、それを識別する際にインスタンスコードを用いる。また、全インスタンスを指定する場合にはインスタンスコード 0x00 を用いる。図 1 中、SEOJ は送信元 ECHONET オブジェクト、DEOJ は相手先 ECHONET オブジェクトを示す。

表 1 クラスグループの例

クラスグループコード	クラスグループ名
0x01	空調関連機器クラスグループ
0x02	住宅・設備関連機器クラスグループ
0x05	管理・操作関連機器クラスグループ
0x0E	プロファイルクラスグループ

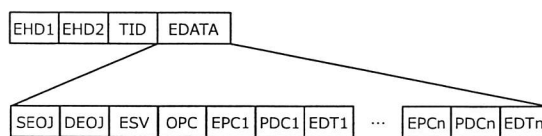


図 1 ECHONET Lite フレームの電文構成

### 2.2.5 ESV (ECHONET Lite サービス)

EPC で指定されるプロパティに対する操作を指定する。具体的には、①プロパティ値書き込み（応答不要）、②プロパティ値書き込み（応答要）、③プロパティ値読み出し、④プロパティ値書き込み・読み出し、⑤プロパティ値通知、⑥プロパティ値通知（応答要）の 6 種類が設定されている。

### 2.2.6 OPC (処理対象プロパティカウンタ)

サービスの対象となるプロパティ数を保持する。

### 2.2.7 EPC (ECHONET Lite プロパティ)

ECHONET Lite オブジェクトごとに規定されており、サービス対象機能を指定す

る。換気扇クラスのプロパティの例を表3に示す。

表3 換気扇クラスのプロパティの例

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容
動作状態	0x80	ON/OFFの状態を示す。 ON=0x30、OFF=0x31
換気自動設定	0xBF	AUTO=0x41、 非 AUTO=0x42
換気風量設定	0xB1	換気風量レベル（0x31（停止）～0x38までの8段階）及び換気風量自動状態（0x41）を設定。

なお、ESVの値によってEPCが送信元あるいは相手先オブジェクトのプロパティであるかが決まる。すなわち、2.2.5.に示したようにESVが応答あるいは通知である場合には、EPCはSEOJにより指定されるオブジェクトを構成するものとし、DEOJで指定されたオブジェクト宛ての応答あるいは通知とみなし、ESVが要求である場合にはEPCはDEOJを構成するものとみなし、SEOJで指定されたオブジェクトからの要求とみなされる。

#### 2.2.8 PDC（プロパティデータカウンタ）

次項に述べるECHONET Liteデータのバイト数を保持する。

#### 2.2.9 EDT（ECHONETプロパティ値データ）

ESVによる具体的な設定制御、あるいは状態通知等のサービス対象となるEPCのデ

ータを示す。たとえば、一般照明オブジェクトの動作状態がONであることを示す場合には、EDTは0x30となる。またこのときEDTの長さは1バイトであるためPDCはEDTのバイト数の1すなわち0x01となる。

### 3. ECHONET Lite 機器の製作

#### 3.1 ECHONET Lite 機器の製作

上述したECHONET Lite規格で通信を行い、機器の状態を変更する機器の製作を行う。実際のECHONET Lite機器にはECHONET Liteシステムにそのまま接続することができるフルECHONET Lite機器と、ECHONET Liteミドルウェアアダプタを追加で取り付けることでECHONET Liteシステムに接続できるようになるECHONET Liteレディ機器の2種類があるが、ここでは文献を参考に本教材だけでなく他の電子工作系の講義や実習にも使用可能なマイコンであるArduinoを利用し製作することとした。

#### 3.2 扇風機教材の構成

本教材は図2のようにECHONET Lite電文を送受信するArduinoイーサネットシールド、電文を解釈し扇風機への制御信号を出力するArduino UNO、扇風機、扇風機のプラグとコンセントの間に挿入し、Arduino UNOからの制御信号で出力、すなわち扇風機の風量を制御するトライアック調光器からなる。なお、調光器は（株）秋月電子通商のトライアック万能調光器キット（20Aタイプ）を使用し、出力調整はボリュームのつまみをArduino UNOに接続したサーボモータで回転させていたが、構造が多少大きくなってしまい、将来的に扇風機本体へ

の制御回路の組み込みが困難になることが懸念されたため、図3のように出力調整部分をLEDとCdSからなるフォトカプラで行うこととした。また、ECHONET Liteにおける扇風機クラスには動作状態以外の詳細規定がないため、風量の変更が可能な換気扇クラスとしてスケッチを作成することとした。このときのArduinoのスケッチのフローチャートを図4に示す。

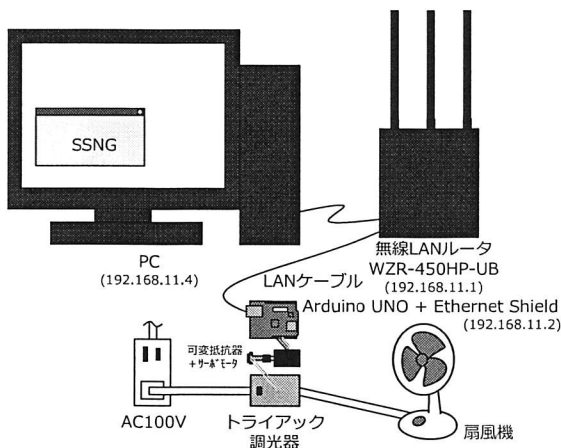


図2 製作した扇風機教材の構成

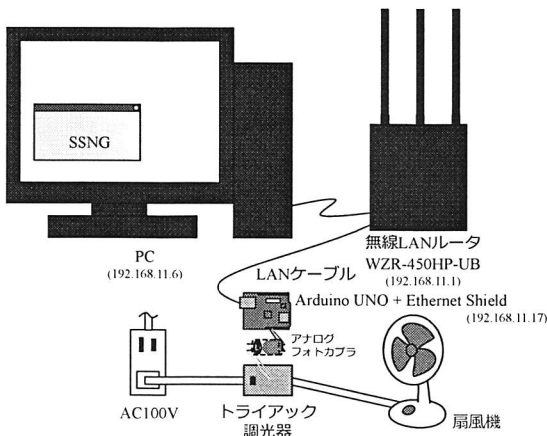


図3 製作した扇風機教材の構成

#### 4. 実験

製作した教材がECHONET Lite 機器として働くかどうかを確認するため、図3に示

したコントローラとするパソコンに、ECHONET Lite 相互接続環境の整備等を行っている HEMS (ECHONET Lite) 認証支援センターが提供している開発支援キットの Super Speed Node Generator for ECHONET Lite (SSNG) をインストールし電球を制御する。

SSNG はパソコンにインストールするだけで、そのパソコンをコントローラとしてのECHONET Lite ノードとすることができるアプリケーションであり、ECHONET Lite 機器に対しECHONET Lite 電文を送受信することができる。SSNGの外見を図5に示すが、画面下部にはノードのIDとなるIPアドレスがあり、その左側には、画面上部で設定したECHONET Lite 電文の送信ボタンがある。また、画面上部には電文の送信先のID、送信する電文の設定部がある。今、コントローラ (SSNG をインストールしたパソコン) のID (IP アドレス) は192.168.11.6となっており、製作した教材のIDは192.168.11.17となっている。ここで、換気扇の風量を中程度にするを考え、電文の設定を行う。まず、EHDは規定電文形式を使用するのでEHD1は0x10、EHD2は0x81となる。また、TIDは0x0000としておく。送信元オブジェクトはコントローラとなるのでSEOJは、クラスグループは管理・操作関連機器クラスグループで0x05、このうち、コントローラのクラスコードは0xFF、インスタンスコードは1番目ということで0x01、つまりSEOJは0x05FF01となる。また、相手先オブジェクトは教材であり、換気扇に相当するため、DEOJは、クラスグループは空調関連機器クラスグループであるので0x01、換気扇のクラスコードは0x33、インスタンスコードは1番目ということで0x01、つまりDEOJ

表 1 ESV コード一覧

サービスコード	ECHONET Lite サービス内容	備考	
要求用	0x60	プロパティ値書き込み要求（応答不要）	一斉同報可
	0x61	プロパティ値書き込み要求（応答要）	一斉同報可
	0x62	プロパティ値読み出し要求	一斉同報可
	0x63	プロパティ値通知要求	一斉同報可
	0x6E	プロパティ値書き込み・読み出し要求	一斉同報可
応答・通知用	0x71	プロパティ値書き込み応答	ESV=0x61 の応答、個別応答
	0x72	プロパティ値読み出し応答	ESV=0x61 の応答、個別応答
	0x73	プロパティ値通知	自発的なプロパティ値通知及び 0x63 の応答に使用。個別通知、一斉同報通知共に可
	0x74	プロパティ値通知（応答要）	個別通知
	0x7A	プロパティ値通知応答	ESV=0x74 の応答、個別応答
	0x7E	プロパティ値書き込み・読み出し応答	ESV=0x6E の応答、個別応答
不可応答用	0x50	プロパティ値書き込み要求不可応答	ESV=0x60 の不可応答、個別応答
	0x51	プロパティ値書き込み要求不可応答	ESV=0x61 の不可応答、個別応答
	0x52	プロパティ値読み出し不可応答	ESV=0x62 の不可応答、個別応答
	0x53	プロパティ値通知不可応答	ESV=0x63 の不可応答、個別応答
	0x5E	プロパティ値書き込み・読み出し不可応答	ESV=0x6E の不可応答、個別応答

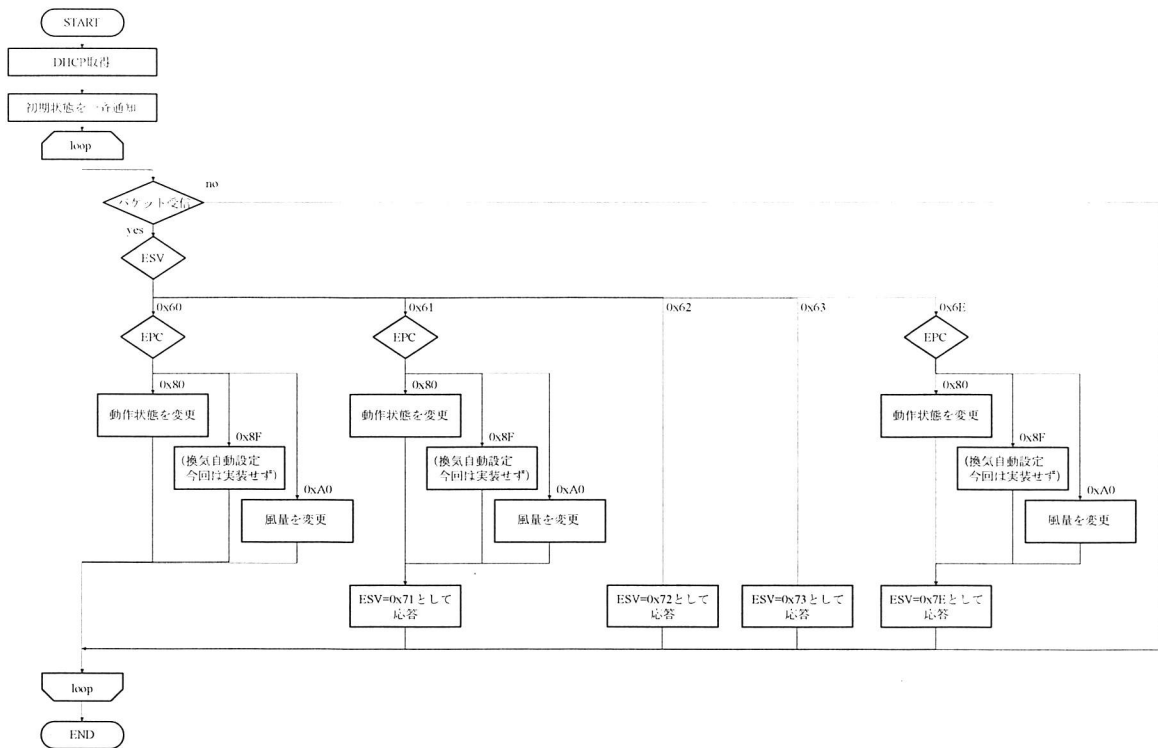


図4 Arduinoのスケッチのフローチャート(扇風機教材)

は0x013301となる。次に、コントローラから教材に送られる要求は換気風量レベルの変更となるので、プロパティ値書き込み要求(応答不要)とし、ESVは0x60、また、風量レベルのみ変更するため、プロパティ数は1、すなわちOPCは0x01、プロパティは換気風量レベルなのでEPCは0xA0、このときのプロパティ値のバイト数は1なのでPDCは0x01、換気風量レベルは中程度ということでプロパティ値EDTは0x35とした。以上をまとめると0x1081000005FF010133016001A00135(これはSSNGの画面下部にも表示されている)という要求電文がコントローラから送信される。この電文を受け、製作した教材のトライアック調光器の出力電圧は図6のように変更されており、電文を解釈し正しく動作していることが確認できた。

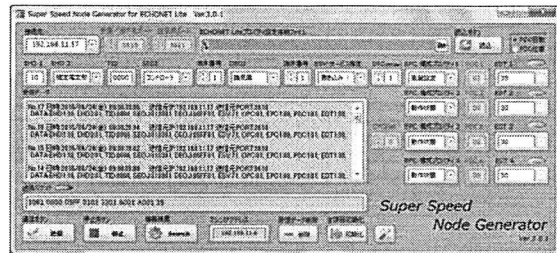


図5 Super Speed Node Generator for ECHONET Lite

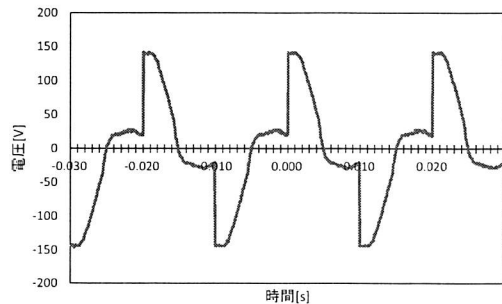


図6 EDT=35としたときの出力電圧波形

## 5.まとめと今後の課題

本研究では、スマート家電に関する実習を通じて電気電子情報通信工学について学ぶことができる教材の開発を目指し、ECHONET Lite 規格で電文を送受信するスマート家電教材の開発を行い、今回は扇風機教材の改善及び動作確認を行った。本教材を使用するに当たっては、家電製品の制御回路の他、マイコンのプログラミングやネットワーク通信に関する知識も総合的に修得して実施する必要がある。プログラミング部分に関しては別途教材開発を行っているものの、ネットワーク通信に関する理解を深める仕組みを設けなければ、単純なマイコンによる家電製品の制御と誤解されかねない。このため、今後はネットワーク通信に関する演習教材を作成し、先述の要素を総合的に学べる教材として完成させていき、模擬授業等を実施していく予定である。

## 参考文献

- [1] 有限会社トライステート : 「New PIC-NIC」, <http://www.tristate.ne.jp/new-pic-nic/new-pic-nic.htm>, (最終アクセス日 2015 年 4 月 28 日),
- [2] 柴田他 : 「携帯電話網を用いた独立型 VPN によるセンサ情報遠隔監視制御システム」, 八戸工業大学紀要第 31 巻, pp.147-152, 2012 年,
- [3] Arduino, <http://www.arduino.cc/>, (最終アクセス日 2015 年 4 月 28 日),
- [4] HEMS (ECHONET Lite) 認証支援センター : 「資料」, <http://shcenter.org/shdatafile/shdata01/> (最終アクセス日 2015 年 4 月 28 日),
- [5] 花田一磨 : 「電気系学生のためのスマート家電教材の開発」, 電子情報通信学会技術研究報告 115(60), pp.53-56, (2015),
- [6] 泉谷亮太、小舘卓司、花田一磨 : 「電気系学生のための扇風機を題材としたスマート家電教材の開発」, 平成 27 年度電気関係学会東北支部連合大会, 2H01, (2015),
- [7] 泉谷亮太、小舘卓司、花田一磨 : 「スマート家電を題材としたプログラミング演習教材の開発」, 平成 27 年度第 2 回情報処理学会東北支部研究会, 2-2, (2015),
- [8] 泉谷亮太他 : 「スマート家電を題材としたプログラミング演習教材の開発 (その 2)」, 平成 28 年電気学会全国大会, 1-003, (2016),
- [9] エコーネットコンソーシアム : 「エコーネット規格 (一般公開)」, <http://www.echonet.gr.jp/spec/>, (最終アクセス日 2015 年 4 月 28 日),