

AMEDES-R2015 無線 LAN 式センサーの製作

横田和久 (JN1DFF) ^{†1}

概要: PRUG が製作した 気象観測ノード TINI-AMEDES は、本体を屋内に設置しセンサー部分を有線で屋外に設置する。このため、センサーの設置には壁に穴を開けるかエアコン用のダクトを通す穴を利用する等の処置が必要で、これが利用の妨げになっていた。この問題を解決するため、通信を無線で行い、電源をバッテリーとすることで完全なワイヤレス化を行った気象観測ノードを製作したので報告する。

キーワード: Wi-Fi モジュール, 気象センサー, インターネット, Arduino, IRC

Building of AMEDES-R2015 Wireless Sensor

KAZUHISA YOKOTA (JN1DFF) ^{†1}

Abstract: PRUG has made the weather observation node, TINI-AMEDES, which puts the main body at indoor and puts the weather sensor at outdoor connected to the main body with wire. Because of this setting, it needs to open the hole on the wall or to use the duct for the air conditioner to put the weather sensor at outdoor. To resolve this problem, we have built the new weather observation node, which can operate completely wireless using wireless communication and powered by battery. We will report the building of this AMEDES sensor node.

Keywords: Wi-Fi module, weather sensor, Internet, Arduino, IRC

1. はじめに

PRUG[1](Packet Radio Users Group) は、2000 年に AMEDES[2] という名称の気温や湿度等の気象情報を計測しインターネット経由でデータを共有できる分散型の気象観測システムを開発した。この AMEDES システムでは気象観測用のセンサーは有線で接続されるため、センサーを屋外に設置するためには何らかの方法でケーブルを屋外に引き出す必要がある。

アンテナの設置等で日常的にケーブルを屋外に引き出している PRUG のメンバーにとっては、壁を越えてケーブルを屋外に引き出すことに何の問題も感じていませんでした。しかし、通常の人にとってはケーブルを屋外に引き出すことは敷居が高く、気象センサーの屋外設置が進まない原因となった。

一方時代が下り、今は IoT(Internet of Thing)技術が多数開発され小型デバイスを無線でインターネットへ接続することが簡単にできるようになった。そこで現在の IoT 技術を用いてセンサーの接続を無線化し、屋外への設置を容易にした無線 LAN 式センサーを新たに開発することにした。

今年(2015 年), PRUG は無線に回帰するという意味を込めて AMEDES-Return プロジェクトを始めた。「AMEDES-R2015 無線 LAN 式センサー」は AMDES-Return プロジェクトの成果物の一つであり、以下の章では略称として「WiFi-AMEDES」を使用する。

2. AMEDES システムの概要

AMEDES システムは大きく分けて3つの部分から構成されている。

- 1) センサーノード
- 2) IRC ネットワーク
- 3) 集計ノード

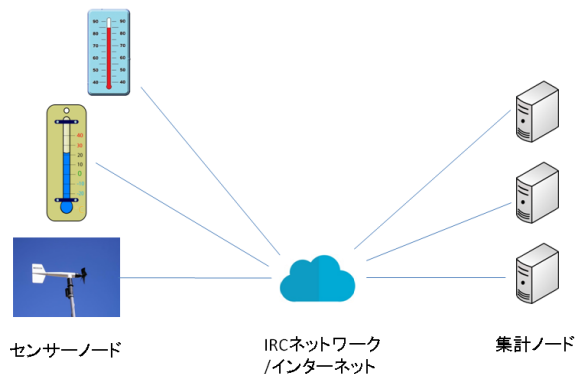


図 1 AMEDES システム

2.1 センサーノード

センサーノードは、気象センサーから情報を取得し気象データの形式を整えて IRC の特定チャネルにデータを送り出す役目を果たす。以前作成したシステムでは TINI-AMEDES と呼ばれている。これは TINI というダラス セミコンダクター製のメモリモジュールサイズの小型ワンボード PC を用いていた。

気象センサーは 1-wire と呼ばれる 2 線式(電源を入れると

^{†1} PRUG
Packet Radio Users Group.

3線のインターフェースを用いていた。1-wireは数十m程度の距離に伸ばすことが可能なため、屋内に設置したセンサーノードから屋外の気象センサーとの通信には十分対応できた。

センサーノードにはイーサネットのインターフェースがあり、有線LANでルータに接続することでインターネットへ接続できる。今回の開発の目的は、このセンサーノードを無線化することである。

2.2 IRCネットワーク

IRCはInternet Relay Chat[3]の略でインターネット上のテキストベースのチャットシステムである。IRCは本来人間同士のチャットのためのシステムですが、プロトコルが簡易であるためプログラムによる通信が簡単に実現できる。

AMEDESでは既存のIRCのネットワーク(IRCnet-JP)を利用して気象データの転送を実現している。

2015年10月現在、IRCnet-JP[4]のチャンネル#tini-jaで気象データが交換されている。



図2 IRCネットワーク上のデータ

2.3 集計ノード

集計ノードは気象データを利用するノードで、特定のハードウェア/ソフトウェアがあるわけではない。IRCネットワークに接続できるIRCクライアント(CHOCO A など)があれば気象データをモニターすることができる。

IRCネットワークからデータを受信するプログラムを作成することで、気象データの蓄積やグラフ化を行うことができる。

2015年10月現在、以下のサービスが公開/稼働している。

- 1) AMEDESデータのグラフ表示

<http://gongon.com/persons/iseki/amedes/C/index.cgi>

- 2) twitterへの転送 <https://twitter.com/amedesbot>

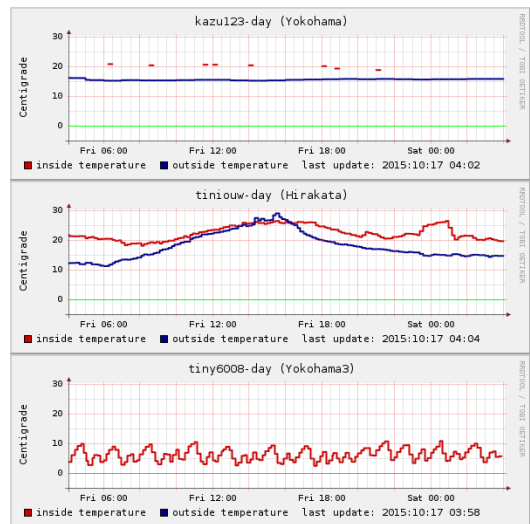


図3 AMEDESデータのグラフ表示



図4 twitterへの転送

3. WiFi-AMEDESの構成

WiFi-AMEDESは前章の2.1センサーノードを置き換えるものである。WiFi-AMEDESの構成要素はWi-Fiモジュールと気象センサーである。

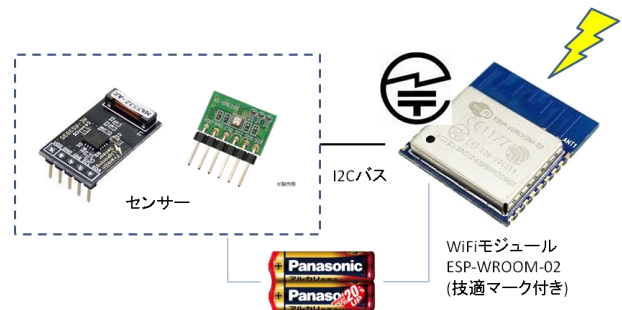


図5 WiFi-AMEDESの構成

3.1 Wi-Fiモジュール

このWi-FiモジュールがWiFi-AMEDESの要である。無線LANまたはWiFiと呼ばれる無線接続技術はインターネットの普及とともに一般家庭に浸透し、今では無線

LAN のアクセスポイントはほとんどの家にある。また、Wi-Fi モジュールと呼ばれる Wi-Fi 接続の機能を実装した電子部品が多く出回っている。その中から Espressif が開発した ESP-WROOM-02[5]という Wi-Fi モジュールを採用した。

ESP-WROOM-02 の特徴は以下の通りである。

- 技適マーク取得済み
- 電源電圧 3.3V
- 消費電流平均 80mA
- IEEE802.11b/g/n 対応
- AP としても動作可能
- TCP プロトコルスタック搭載
- 入手が容易

技適マーク取得済みのため、日本国内で合法的に使用することができる。さらに価格、入手性ともに問題がなく、秋月電子通商[6]等の電子部品業者から1個千円以下で購入することができる。

3.1.1 ESP-WROOM-02

ESP-WROOM-02 は Wi-Fi モジュールであるが、コアに 32 ビット MPU を内蔵し 4M バイトのフラッシュメモリを搭載して、ユーザが作成したプログラムを書き込み動作させることができる。デジタル IO は 17 本あり、入力/出力に変更することができシリアル通信や I2C のマスターとして動作させることができる。

搭載するプログラムの開発は、メーカー提供の SDK の他に Arduino[7]を乗せることができ、Arduino の豊富なライブラリを使いプログラムすることができる。WiFi-AMEDES のソフトウェアも Arduino の開発環境を利用している。

ESP-WROOM-02 の消費電流は平均 80mA、最大 170mA と大きく、乾電池（単 3 エネループ 1900mAh を仮定）で運用した場合は 1 日ほどしか持たない。このため間欠動作させ、ほとんどの時間をスリープさせることで長期間の動作を可能にする。

3.2 気象センサー

気象センサーは I2C バスを介して接続する。このため、使用できる気象センサーは I2C 対応のものが必要である。

現時点でサポートしているものは以下のものである。

3.2.1 気温、湿度、気圧センサー

ボッシュの BME280 はこれ一つで気温、湿度、気圧を測定可能なため、気象センサーとして最適である。対応する電源電圧、消費電力はともに電池での動作に問題ない。

3.2.2 雷センサー

雷センサーとして AMS 社の AS3935 Franklin Lightning Sensor を採用した。TINI-AMEDES には雷センサーはなかったため、WiFi-AMEDES の独自機能となる。アンテナを上げているアマチュア無線家にとって、雷の発生は気になる場所である。

3.2.3 温度センサー

温度のみに対応するセンサーとして ST マイクロの STTS751 を採用した。この温度センサーの特徴は価格が安いことである。BME280 が約 1,000 円に対し、STTS751 は 100 円である（どちらも秋月電子通商での価格）。温度の計測のみに特化する場合は、WiFi-AMEDES のコストを下げるができる。

3.2.4 その他のセンサー

基本的に I2C に対応していて I2C アドレスが他のセンサーと競合しないものであれば、ユーザ自身がプログラムを変更することで対応可能である。

ただし、電池での動作では動作電圧と消費電流が制約される。電圧はアルカリ電池で 2.8V、エネループで 2.6V 程度なので、この電圧で動くことが条件となる。消費電流は平均で 100 μ A 程度以下が望ましい。消費電力は電池での動作時間とのトレードオフとなる。

4. WiFi-AMEDES の機能

基本的な機能である気象情報を定期的に IRC の #tini-ja チャンネルに送信することに機能は絞る。TINI-AMEDES が持っていたリアルタイムの降雨メール等の他の機能については実装しない。

4.1 無線 LAN 情報の設定

WiFi-AMEDES は無線 LAN を介してインターネットへデータを送信するため、最低限アクセスポイントの SSID、パスワードを設定する必要がある。WiFi-AMEDES は単体では文字の表示や文字の入力機能を持たないため、PC 等を接続して設定することになる。

WiFi-AMEDES では設定の時だけ WiFi-AMEDES 自身を無線 LAN アクセスポイントとし、さらに Web サーバとしても動作させ、そこへ PC 等で接続し Web インターフェース経由で無線 LAN のパスワード等の情報を設定するようにした。

この設定画面では、地名や標高、IRC の Nickname 等が変更できる。

4.2 気象データ送信機能

通常モードでは定期的にセンサーから気象データを読み出し、無線 LAN 経由で IRC の #tini-ja チャンネルにデータを送信する。デフォルトでは 10 分に 1 回の割合でデータの送信を行う。

WiFi-AMEDES は起動すると 1)無線 LAN アクセスポイントへの接続、2)DHCP での IP アドレス等の取得、3)センサーからデータの読み出し、4)IRC の #tini-ja チャンネルへのデータの送信、5)接続の切断、スリープへの移行、を順次行う。起動してから再びスリープへ移行するまでは、平均すると 5 秒程度である。

5. WiFi-AMEDES の製作

WiFi-AMEDES を構成する主要な要素は、WiFi モジュールと気象センサーである。デジタル回路であるので配線さえすれば確実に動作するはずである。WiFi-モジュールとセンサーの間の I2C バスは線間容量が 500pF 以内と定められているので、長さは 1~2m 程度に抑えた方が良いであろう。

5.1 WiFi-モジュールへのソフトウェアの書き込み

WiFi-AMEDES として動作させるには、WiFi-モジュールである ESP-WROOM-02 にソフトウェアを書き込む必要がある。開発環境が Arduino であるので、PC に Arduino の開発環境を用意し、シリアルインターフェース経由で ESP-WROOM-02 にソフトウェアを書き込む。PC と ESP-WROOM-02 は、USB-シリアル変換インターフェースを使い接続する。

USB-シリアル変換インターフェースの詳細や ESP-WROOM-02 用の Arduino の開発環境のインストール方法は、Web 上の情報を参照して欲しい[8]。

WiFi-AMEDES のハードウェア/ソフトウェアについては GitHub*等のサイトでの公開を予定している。

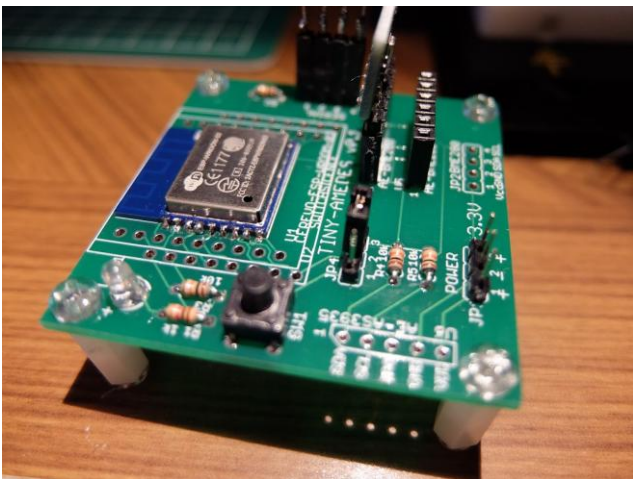


図 6 WiFi-AMEDES の試作品

6. WiFi-AMEDES の初期設定

WiFi-AMEDES を動作させるためには、自宅等の無線 LAN アクセスポイントへ接続するためのパスワード等を WiFi-AMEDES に設定する必要がある。

6.1 設定モードでの起動

スイッチを押しながら電源を入れることにより、設定モードで起動する。設定モードでの起動に成功すれば LED が約 1 秒周期で点滅する。このとき WiFi-AMEDES は無線 LAN アクセスポイントとして動作しているので、PC 等から WiFi-AMEDES に接続し Web インターフェースで必要な情報を設定する。設定画面に WiFi-AMEDES の Mac アドレスが表示されているので、自宅無線 LAN で Mac アドレス

フィルタリングをしているのであればこの Mac アドレスを登録する。無線 LAN の暗号化は WPA/WPA2 に対応している。

設定項目は以下の通りである。

- 無線 LAN の SSID
- 無線 LAN のパスワード
- 設置場所
- 設置場所の標高
- IRC の Nickname

WiFi-AMEDES は気圧を海面較正しているため、設置場所の標高を正確に設定することが望ましい。

設定が完了したなら、スイッチを押さずに電源を入れなおすことで気象データを定期的に IRCnet の #tini-ja に送信するはずである。データの送信時に LED が点灯するので、そのタイミングで #tini-ja でデータが表示されるか確認する。

7. WiFi-AMEDES の動作

WiFi-AMEDES が IRCnet に送信する気象データは次のようなフォーマットになる。

```
>Imoni2015 Weather: Outside:19.7C
Atm:998.9hPa Humidity(Outside):76.4%
Vcc:2.578V RSSI:-26dBm uptime:6958ms
```

ここで、Imoni2015 が設置場所、19.7C が気温、998.9hPa が気圧、76.4%が湿度である。Vcc 以降は WiFi-AMEDES の動作状況を表すデータで、2.578V は電源電圧、-26dBm は無線 LAN アクセスポイントの電波強度、6958ms は前回のデータ送信時に起動してから再びスリープするまでにかかった時間である。

7.1 データ送信時の動作

WiFi-AMEDES はデータ送信とスリープを繰り返す。

1 回のデータ送信の主な動作は以下の通り。

- 1) 無線 LAN の接続
- 2) DHCP による IP アドレスの取得
- 3) センサーから気象データの読み出し
- 4) IRC サーバへの接続
- 5) 気象データの送信

それぞれの所要時間は、1)約 1 秒、2)約 1 秒、3)約 0.1 秒、4)5)合わせて約 1 秒程度である。合計すると約 3 秒となる。

8. バッテリーでの駆動時間

WiFi-AMEDES は設置を容易にするためバッテリーでの動作を基本としている。Wi-Fi モジュールの電源電圧は仕様上は 3.0~3.6V であるが、実験で 2.4V 程度まで動くことが確認できている。

* <https://github.com/amedes/WiFi-AMEDES>

ッセージの交換機能に特化しており、メッセージの蓄積や検索等の機能は提供していない。現在では IoT での利用を想定したデータの収集／蓄積等の機能を提供するインターネット上のサービスが多数存在する。その一つとして xively[10]へのデータ送信機能を実験的に実装した。

11.1 Xively

xively は IoT 向けにデータの蓄積、検索、グラフ化等の機能を提供しているインターネット上のサービスである。Web API によりデータの送信が行えるため、IoT 機器から容易に利用することができる。xively に送信されたデータは xively のサーバに蓄積され、Web サイト上でリアルタイムにグラフとして表示できる[‡]。また、過去のデータを日付／時刻を指定して取り出すことができ、データの再利用が簡単に行える。AMEDES でこのようなサービスを利用するかどうかは別にして、提供されている機能は AMEDES システムの集計ノードの機能の参考になるのではないかと思う。(2015 年 10 月現在、xively は個人開発者向けのサービスを終了していて、個人で xively を利用することはできなくなった)

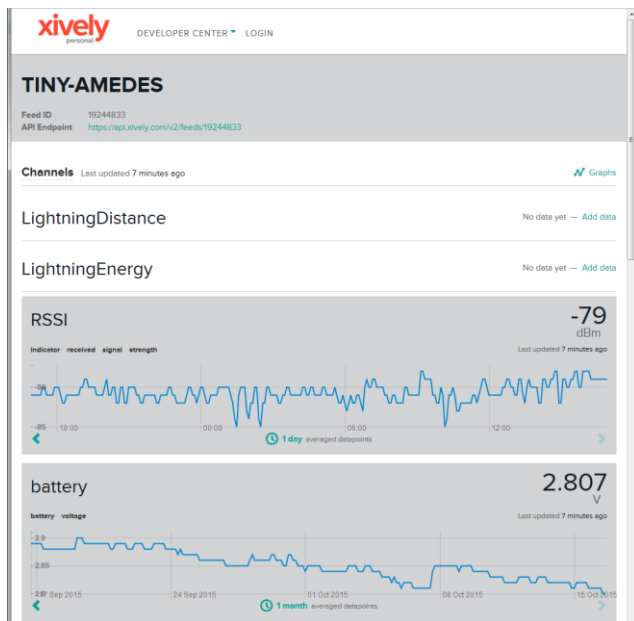


図 10 xively のグラフ化機能

12. まとめ

AMEDES-Return プロジェクトにおけるセンサー接続方式の一つとして無線 LAN を利用した AMEDES センサーノードを製作し、動作させることができた。無線 LAN とバッテリーによるワイヤレス化の効果により、設置方法の自由度を高めることができた。

今後は、AMEDES-Return プロジェクトの進展に合わせて、ハードウェア及びソフトウェアの改善を進めていく予定です。

[‡] <https://personal.xively.com/feeds/19244833> で参照可能

謝辞 WiFi-AMDES の製作にご協力頂いた PRUG の皆様に、謹んで感謝の意を表する。

参考文献

- 1 Packet Radio Users Group
<http://www.prug.com/>
- 2 TINI contributor's page in JAPAN
<http://www.tini.org/>
- 3 RFC 1459 - Internet Relay Chat Protocol
<https://tools.ietf.org/html/rfc1459>
- 4 IRCnet-JP 情報提供サイト
<http://www.ircnet.ne.jp/#top>
- 5 ESP-WROOM | Espressif
<http://espressif.com/?p=2191>
- 6 秋月電子通商 - 電子部品・半導体 【通販・販売】
<http://akizukidenshi.com/catalog/default.aspx>
- 7 esp8266/Arduino
<https://github.com/esp8266/Arduino>
- 8 ESP8266 | Cerevo TechBlog
<http://tech-blog.cerevo.com/archives/tag/esp8266/>
- 9 気象観測の手引き
http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kansoku_guide/tebiki.pdf
- 10 Xively by LogMeInXively
<https://xively.com/>