

パート 1 : Arduino と 3 GIM の可能性

1. Arduino とは

オープンソースハードウェア [Arduino](#) は、今やモノづくりの世界ではデファクトとなり、標準マイコンボードとして使われるようになってきました。電気・電子の専門外の人たちも簡単に使えることが、大きな広がり要因で、しかも安価であり、ネットですぐに入手でき、他の利用者による豊富な開発事例が無償で手に入れられるなどが人気の拡大に繋がっているといえます。



図 1. Arduino シリーズ (左から UNO R3、Genuino101、M0 Pro)

この Arduino を使うことで、センサやアクチュエータ（駆動するモータ類）などが簡単に制御でき、高度なモノづくりの環境が簡単に手に入ることになります。すでに、この Arduino を使って、3D プリンタやドローン、それにロボットがとても簡単に、しかも安価に開発できるようになったことは新しいイノベーションとなっています。

また最近では大手企業などの技術者も使いはじめていて、新製品の試作・プロトタイプ開発では、協力会社へ依頼する仕様を作成する前に、自ら簡単に安価に作れるメリットが理解されつつあります。

2. 3 GIM とは

つぎに 3G 通信できるモジュールである 3 GIM をご紹介しましょう。3 GIM とは、3G IoT Module の略で、3G 通信モジュールを使って IoT ゲートウェイとして利用できるボード（基板）となります。ここでの IoT とは、Internet of Things、つまり「モノのインターネット」を意味します。この 3 GIM は、すでにマイコンボード Arduino やボードコンピュータ RaspberryPi 上で利用でき、各種センサの値を取出し、インターネットと接続し、クラウドやサーバにデータアップすることがとても簡単で短時間で構築できるハードウェアとなっています。既に日本の技適を取得していて、国内での利用が可能となっています。

3 GIM のプリ製品は、Arduino 上の拡張ボードとなる 3G シールドで、2012 年秋から

販売開始していました。その後、実運用向けのニーズが高まり、2014 年秋から世界最小クラス（タブレイン調査）での 3G 通信モジュールとして、3 GIM V1.0 を製造・販売開始致しました。これらの製品によって IoT システムを構築する上で必要となるセンサ技術とマイコン技術、ワイヤレス技術、インターネット技術を容易に連携できる環境となりました。

つぎに 3 GIM V2.0 は、2016 年の年初めから開発・製造し、3 G 通信機能の他に高度な GPS 機能を持ち合わせ、本格的な IoT デバイスやゲートウェイとして、誰もが簡単に使えるデバイスとして発展させました。そこには、分かり易いマニュアルのブラッシュアップ、さらには豊富なサンプルプログラムを取り込んだことによります。このことで、初心者の方でもインターネットとの接続が簡単にできるようになり、IoT（モノのインターネット）分野において、これまでにない製品開発への手がかりが短時間で提供できる環境となりました。

これまでも 3 G 通信機器は、いくつかメーカーで開発・販売されてきています。しかしほとんどが、通信機器メーカー独自の仕様であったり、技術がクローズされていたり、毎月の通信費が膨大だったりして、モノづくりする人たちにとっては選択の自由が狭いところでした。



図 2. 3 GIM V2 シリーズ（通信モジュールは HL8548-G 搭載）

この 3 GIM V2 は、Arduino と同様にオープンソースハードウェアの概念を取り入れ、これまでの通信機器よりはるかに技術ハードルを下げたものとなっています。それは従来の多くの通信機器が「AT コマンド」という専用の通信プロトコルでの開発となるため、利用する技術者はこの難しい「AT コマンド」を理解する必要がありました。一方、3 GIM V2 は、インターネット接続の簡単な関数 httpGET と httpPOST の 2 つを使うだけで、Web アプリケーションとの連携、メール送信、ツイッター連携、それにクラウド連携までができるようになっていきます。このような簡単な関数があるために、中学生レベルでも 3 G シールドを使って、わずか 1 日足らずの実習で、メール送信やクラウドへのデータアップができるようになっていきます。（すでにアイデアコンテストで中学生が優秀賞や最優秀賞を受賞した実績あり）

しかもネットとの接続用の SIM カードは、自由に安価なものが選択できるメリットもあります。これまで 3 G 通信機器を使う上では、月額通信費が高いイメージがありました。と

ころが、現在では、月々1コイン（500円）以下のSIMカードが多く出回るようになり、この3G通信機器の利用価値が見直しされるようになってきました。もちろん3GIM V2では、NTTドコモ関連のSIMカードのほとんどがご利用頂けるようになっています。

さらに、Arduino側の資産とインターネット上のアプリケーションとを組み合わせること、3GIMの可能性は、さまざまな分野で広がっていくと考えています。（図3参照）

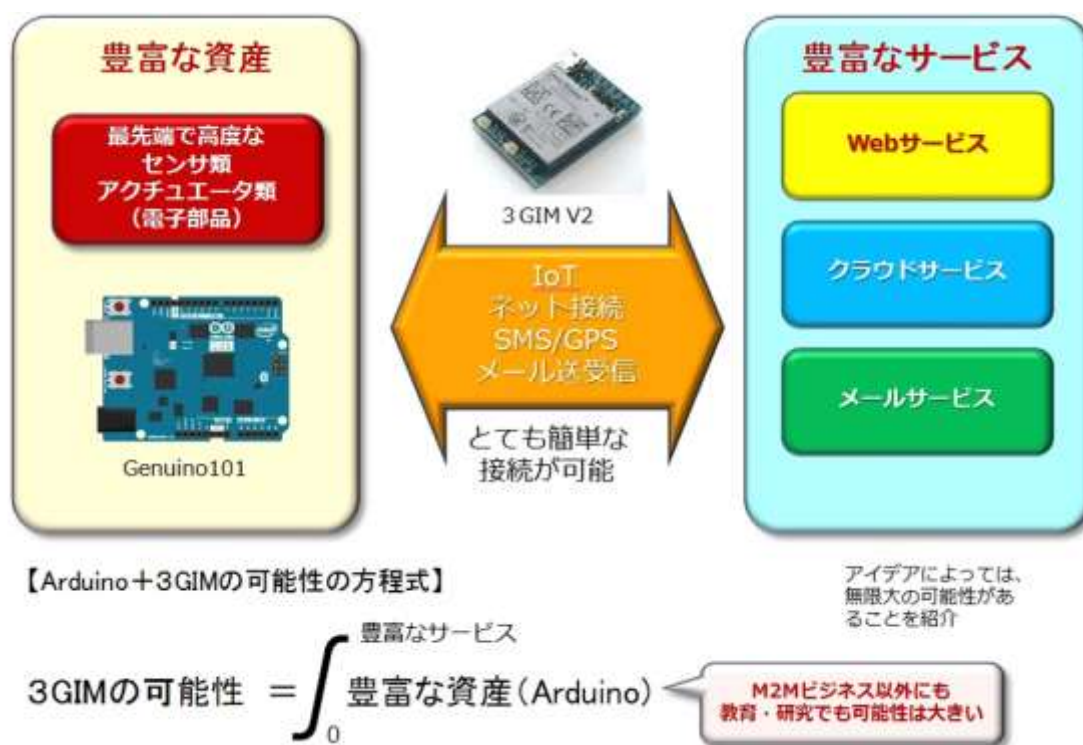


図3. Arduino + 3G シールドの可能性

特に、IoT ビジネスでは、大きな期待が寄せられているところで、環境・エコ分野をはじめとして、エネルギー、農業・漁業、医療・介護、防犯・防災、建設・保全、観光・娯楽など、さまざまな分野での期待が高まっています。

3. 3G シールドおよび3GIM の魅力

この5年間で 3G シールドおよび3GIM の利用ユーザは、教育現場から、研究者さらには、一般企業の方々と広がってきました。

一番多く聞こえて声は、「とても簡単にインターネット接続でき、センサの値をすぐにクラウド・サーバにアップし、見える化できた」ということです。いちばん早い人であれば、この製品入手後3時間ほどでセンサ値をクラウドでグラフ化した人もいます。

その他に実用向けの開発として、他の機器よりも短いプログラムで開発でき、安定的に動き、セキュリティ対応も不要ということの魅了も上がってきています。

これらのことの背景には、① ユーザの開発環境を低くしたファームウェアの提供と、および ② 分かりやすいマニュアルの提供、それに③ 豊富なサンプルプログラム（スケッチ）の提供となります。以下の図と一覧表で詳細な 3G シールドと 3GIM の魅力を紹介します。



図4. 3G シールドおよび 3GIM の魅力

表1. 3G シールドおよび 3GIM のメリット一覧

項目	3G シールド・3GIM のメリット	備考・補足
利用ユーザ	技術ハードルがとて低く、中学生から大学生、さらには一般技術者まで利用可能	他の通信モジュールだと AT コマンドなどがあり技術ハードルが高い
開発環境 利用環境	Arduino の場合は、Arduino IDE（統合開発環境）上で利用可能。RaspberryPi では、UART による利用環境と USB ケーブルによるインターネット接続用として利用可能	Arduino を利用することでは、1 つの IDE 環境だけで、センサ接続からワイヤレス通信、ならびにインターネット接続まで同じ環境で構築可能
技術ハードル	インターネット接続を行うための httpGET や httpPOST および TCP/IP までを簡単に呼び出す簡単なコマンド群を用意。さらに Arduino とは専用ライブラリによって接続可能	他の通信デバイスだと、ほとんどが AT コマンドを直接利用してインターネット接続することが多く、技術ハードルが高い
他の通信機器との比較	公衆無線 WiFi に比べプログラミングがとて簡単となり、開発期間も短い。さらに WiFi のような独自設定が不要で、簡単に設置も可能	3G 通信の USB ドングルなどに比べてもファームウェアによるコマンドやライブラリ利用が容易
通信の安定性	セッションが切れる不安定さはほとんどなく、今までのトラブルでは、電源の不安定さや、インターネット上の不具合によるもので、通信そのものはとて安定利用可能	3 年半以上の実績から、一度通信セッションが確立すると安定して利用可能
試作・プロトタイプ 開発	Arduino 環境や RaspberryPi 環境での試作・プロトタイプ開発環境がそのまま利用でき、センサ技術からマイコン技術、ワイヤレス技術、インターネット技術との接続が短期間で容易に構築可能	Arduino や RaspberryPi を利用することで、安価で短期間で、簡単に、試作・プロトタイプ開発が可能。しかも豊富なインターネット上の開発事例（資産）が利用可能
商用化・量産化 利用	すでに商用化で利用したり、量産化利用したりしている事例が多く出てきたことで、その実用向けとしての評価も向上。安価なマイコンボード Arduino をベースに商用システムに組み込んで利用するケースも増大	すでに Arduino や RaspberryPi の販売実績も数 100 万台を超えていることから、品質的にも安定した製品となっている
その他	とてコンパクトなシステム構築が可能で、IoT デバイス GPS 機能も 3GIM V2.0 から Assisted GPS が利用できるようになり、追跡システムなどにも利用可能※ 通信キャリアのサーバを介してネット接続することからイントラネットとは別系統でセキュリティ対策はほとんど不要☆	※ 3GIM のサイズは、2.5 cm×3.5 cm と世界一小型（タブレイン調査） ☆サーバ側セキュリティ対策は必要

4. 3G シールドおよび3GIM を使った開発・運用事例

3G シールドの販売は 2012 年秋から、3GIM 販売は 2014 年 11 月から開始してまいりました。これまで 5 年近く経ち、利用実績も豊富に出てきました。

特に多くの事例としては太陽光発電パネルの発電モニタリングや農業用モニタリングシステム、気象情報モニタリングなどの開発があり、紹介できる開発事例も豊富に増えました。この中で、太陽光発電の電力の見える化では、数 100 セットで全国のあちらこちらで利用頂いていると報告があります。また子供の見守りシステムでも 100 セット近く稼働し、気象観測システムや防災防犯用システムとしても数多く利用されています。

その他、GPS を使った事例も増えてきていて、人だけでなく、鳥などの動物に着けたものや車両につけたものなど、こちらも多くの事例がでてきました。

ここでは既に開発・実運用として利用されていますこれらの事例をご紹介します。

1) 農業用モニタリングシステム

農業用モニタリングシステム開発は、農業分野での ICT 化が進み、多くの植物工場やビニールハウスでの 3G シールドや 3GIM の利用ができました。すでに 2012 年秋から、3G シールドを使った植物工場用の監視システムの試作がはじまり、温度や湿度センサ、それに光センサを使い、しかも赤外線カメラも内蔵し、安定した室内の植物工場で使うための機器として開発されました。それ以来、某植物工場内で 2 機が稼働し、常時センサ値やカメラ画像をクラウドにアップし続けました。もちろんスマホやタブレット PC でもその状態が分かるもので、遠隔監視として利用されるようになりました。

さらに、3GIM を使った開発も 2014 年秋から始まり、多くのモニタリングシステムが、ビニールハウス用として、バージョンアップし、全国のあちこちで開発利用されるようになってきました。これらの農業用モニタリングシステムは、電源を入れた時点から、直ぐに稼働しはじめ、安定的で、ほとんど止まることなく稼働し続け、温湿度・二酸化炭素濃度、照度といった環境モニタリングで安心して利用できるようになり、現時点では高く評価されているところでもあります。



図 5. 2013 年春開発された農業用モニタリングシステム

2) 電力見える化 (HEMS) システム

東京大学は、東京電力利用の中でも消費電力が最も大きい顧客のひとつであることで、現在省エネ対策が多く行われています。そんな中、標準プロトコル [IEEE1888 を使った電力の見える化システム](#) を試作し、クラウドを通じて集積したデータを広くモニタリングできるようにしています。以前は、LAN や WiFi などを使ったシステムの開発を行ってききましたが、3G シールドを使ったバージョンを追加しました。LAN や WiFi だと、ケーブルやルータの敷設の問題や、学内 LAN によってクラウドと接続することでのセキュリティ問題があり、実際の利用が難しかったと聞いています。3G シールドを使ったものだと、敷設が簡単で、すぐに設定でき、LAN ケーブルの配線や WiFi ルータの敷設が不要となり、保守も簡単になるメリットが出てきています。今後も IEEE1888 を通じた普及展開をはかる予定で、3G シールドを使った事例は、多くの可能性を秘めていることで、環境・エコやエネルギー分野での期待も高まっています。



図 6. IEEE1888 を使った電力の見える化システム

3) 独居高齢者見守りシステム

こちらは、近年増えている独居高齢者の見守りシステムで、遠隔から居室内にいる独居高齢者の動きを観測し、クラウド上でそのモニタリングができたり、緊急メールなどを送ったりするものです。当初この開発を行っていた企業は、スマホを使って試作を行っていましたが、どうも思うように開発できないことで、3G シールドの簡単さを知って切り替えて使い始めました。しかも、最初の切り替えでの技術調査に 1 か月ほどかかっていたのが、わずか 1 日でできたことに驚きを示してくれました。(その後 3 年以上をかけて検討を続け、最近やっと試験運用品として他の通信モジュールを使った見守り専用ボード 100 セットを開発しています)



図7. 3G シールドを使った独居高齢者見守りシステム試作品

4) 防災用監視システム

近年のゲリラ豪雨や突風などの異常気象によって、国の防災対策での ICT 活用に予算も計上され、さまざまな監視システム構築の関心が高まっています。すでに 3 GIM を使った河川水位システムを開発した企業では、2015 年夏から試作を始め、2016 年 4 月から 8 セットほど実運用機として利用するようになりました。遠隔監視モニタリングとしての実運用として 3 GIM が動き始めたところでもあります。



図8. 3 GIM を使った水位計測システム実用品

当初、2015 年夏、公衆無線の WiFi を使って試作を行ったところ、ルータ設置の必要性の問題、プログラムボリュームが大きくなる問題、さらに通信接続の不安定な問題に悩まされたと聞きました。その後 3 GIM に切替えたことで、これらの問題が一気に無くなり、とても簡単に短時間で、しかもコンパクトなプログラムで実現できたことで、実運用として 3 GIM を採用し、2016 年 4 月からの本格運用がはじまりました。

5) 気象観測（雨量計測）システム

これまで気象観測の機器は、テレメータとして開発され、アマチュア無線による遠隔での通信を使ってきました。この気象観測を長年開発してきた企業によると、このアマチュア無線より 3 GIM の方が、とても簡単に開発できるのが分かり、直ぐに新しいシステム開発での組み込みが始まりました。

このシステム開発を手掛けた企業によると、3 GIM の採用は、安定したシステム運用と、簡単なプログラム開発ということでした。ハードに詳しい企業であることから、気象観測のさまざまな計測器との連携は得意としたところでしたが、ソフトウェア開発という点では、3 G 通信技術はハードルの高いところにあったと想像します。

今回 3 GIM を使った気象観測システムの設置は、全国的に展開する予定であり、今後の拡張展開でも期待が寄せられています。



図 9. 3 GIM を使った気象観測（雨量計測）システム実用品

6) 太陽光発電見える化システム

2015 年太陽光パネルの設置が全国的に行われました。その発電量の見える化も同時に行われ、3 GIM を使った開発事例も数多く出てきました。既に数 100 セット近く動いていて、安定した動をしていて、運用での信頼性が示されています。

ここで紹介する企業は、石川県の中小企業ですが、2015 年 6 月上旬に 3 G シールドを購入し、わずか 1 週間ほどで太陽光発電量をクラウドにアップできるようになりました。その発電量は、すでに Web 上で公開し、一般公開しています。

こちらの企業は、マイコンボードとして簡単に利用しやすい Arduino を先に見つけ、その後 3 G 通信モジュールとして 3 G シールドの存在を知ったとのことでした。こちらでは、2015 年 6 月中旬の稼働開始以来、毎分ごと 9 基の太陽光発電量が Web サーバ上に数値データおよびグラフ表示を公開しています。現時点 2016 年春までの 10 カ月間で 2-3 回ダウンしたとのことですが、原因は機器の電源問題によるもので、3 G 通信部分（3 G シールド利用部）は安定して動いているとのことでした。



図 10. 3 G シールドを使った太陽光パネル発電量計測システム実用品



図 11. 3 G シールドを使った太陽光パネル発電量計測システム（Web サイト）

7) 子どもの見守りシステム

最近の少子化により子供の見守りシステムも開発案件として増えてきています。3GIMを使った子供見守りシステムは、小学校の校門に置いた親機に BLE と一緒に搭載され、子機となる BLE タグをもって登下校する子供たちを検知し、クラウドへその情報を送信し、さらに子供の保護者にメールで通知する仕組みとなっています。

開発を依頼し運用を行っている会社では、既に競合製品がある中で、安価で開発期間が短く、かつ設置が簡単という条件で、3Gシールドでの試作を試みました。当初3Gシールドを利用し、試作を2度ほど行いましたが、最終的に3GIMでの開発・運用となりました。

試作から実運用までわずか半年ほどで実現でき、2014 年秋の実運用からすでに 1 年半近く過ぎ、安定した動きをしているとの報告で、さらに 2016 年春に親機の追加量産依頼があり、普及展開の広がりを行っているようです。学校の門に設置する工事期間も競合製品が 2 日間ほど掛るのを、わずか半日ほどと短くなり、工事費のコストダウンにも繋がったようです。



図 1 2. 3G シールドを使った子供見守りシステム親機



図 1 3. 3GIM を使った子供見守りシステム親機

8) 会議室環境モニタリングシステム

本会議室環境モニタリングシステムは、銀行系の会議室の利用状況の把握やエアコンの効率良い使い方をモニタリングしたいとの要望で開発がスタートしました。開発期間は、僅か1週間以内で、ハードウェアおよび既存のクラウドをカスタマイズするといった内容で、試作機としてこの環境モニタリングを開発いたしました。

親機には、3 GIM とローカル無線の TWE-Lie を搭載し、二酸化炭素センサと人感センサを取り付けました。子機には、TWE-Lite と温湿度センサの4セット、それに TWE-Lite と照度センサの1セットの計5セットを試作しました。約2カ月ほどの運用テストで、会議室での人の在室の有り無しがわかり、温湿度による不快指数で、環境モニタリングとしての機能を発揮しました。



図14. 会議室環境モニタリングシステムの親機と子機5セット



図15. 会議室環境モニタリングシステムのスマホアプリ

9) 遠隔保守監視システム

このところ製造業での製品に組み込む IoT デバイスの開発が増えてきました。販売した製品に IoT デバイスを組み込み、利用状況や保守に必要なデータを遠隔モニタリングするものです。

タブレットでもオーダー製品として 3 GIM を搭載した独自のボードをいくつかカスタマイズしてきています。これらの特長としては、以下の通りとなります。

- ① 屋外監視でも対応できるように特に省エネ対応としている
- ② 太陽光発電やバッテリー等でも長時間稼働できる
- ③ 各種センサ値の取得だけでなくバッテリー電圧まで含めて取得し遠隔監視できる
- ④ 開発環境はすべて Arduino 互換機で対応可能としている

今後ますますこれらの開発案件は増えていくものとみていまして、Arduino 互換機でありながら、量産化でも広く使われてくるようになりました。品質的にもすでに 3 年以上に渡って継続利用されているところも増えてきていますので、Arduino やその互換機での実運用も特に問題は無いものと考えています。



図 1 6．遠隔監視モニタリング汎用デバイスボード



図 1 7．工場内監視モニタリング汎用デバイスボード

10) 横取り失念装置遠隔監視システム

本システムは、鉄道関連企業様の依頼によって開発したもので、試作段階から検査テストを行い、実運用での支援まで行ってきました。

本デバイスは、鉄道線路の切替え場所に置かれた装置にとりつくもので、太陽光発電とバッテリーのみで稼働することを行います。運用においては、横取り失念装置として、リミッタスイッチの On/Off や回転灯 LED の On/Off、それにバッテリー電圧の監視も行うものとなっています。



図 18. 疑似現場で設置された検査用装置



図 19. ARM の MCU で開発した Arduino 互換ボード

この開発においても超省エネモードを目指すために、MCU のスリープ機能やウェイクアップ機能、それにリミッタスイッチによる値によって制御できるようにしています。つまり高度なソフトウェア技術によって、ボード全体の消費電力を極力抑える仕組みを取り込みました。

1 1) 遠隔防災監視システム

本システムは、防災監視用としての IoT デバイスで、カメラ付きとし、また親子関係では子機に加速度センサによる地盤の傾斜などを計測するものとししました。カメラ撮影は、10分間隔とし、子機3個には、3軸加速度センサを取り付け、各加速度値および重力方向から傾斜角度を算出する監視も行うことができます。親機のカメラ撮影は、照度センサによって、夜間撮影は行わないようにしています。

次のバージョンとして省エネモードの開発を行っていて、長時間で撮影続ける IoT カメラとして発展させる予定でいます。



図 2 0. 遠隔防災監視システム（左：親機、右：子機）



図 2 1. カメラ撮影モニタリング画面（タブレット製）

1 2) 検診車のバッテリー監視システム

検診車のバッテリーは重要な役割があり、特に監視状況が随時必要なもので、中には検診中にバッテリーの交換も行われるものとなっています。そのために監視モニタリングの必要性は以前からあり、今回 3 GIM のユーザ企業様で以下の図のような開発が行われ、今では製造される検診車ごとに IoT デバイスが取り付けられるようになったようです。

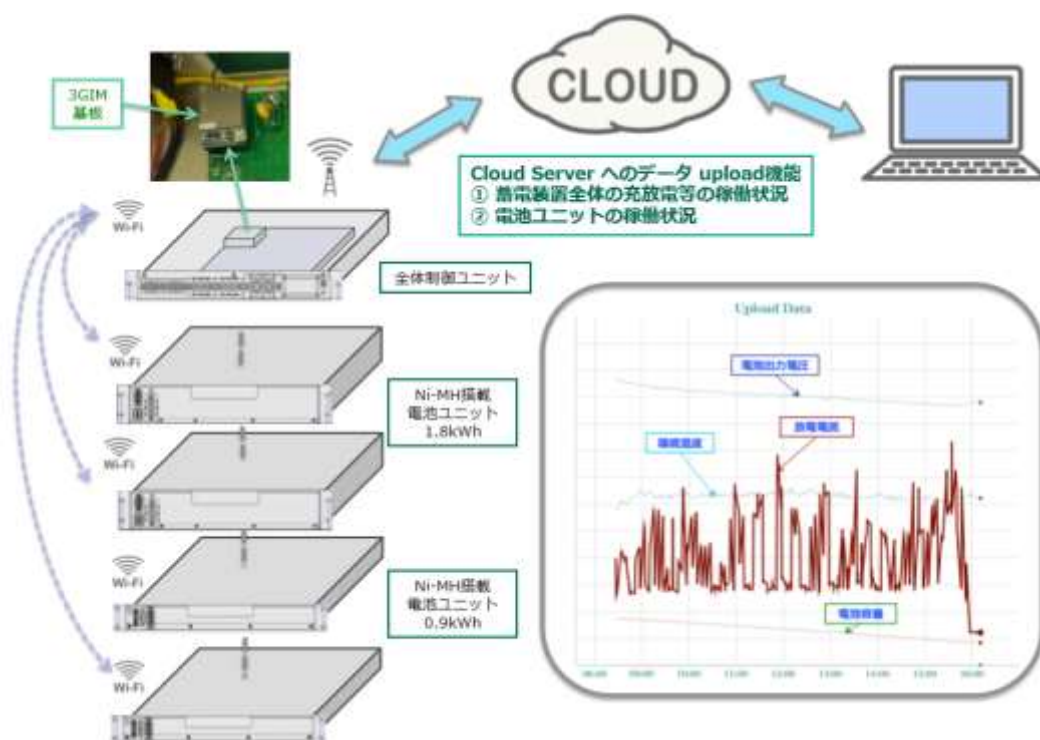


図 2 2. 検診車用バッテリー監視モニタリング装置

この製品の特長は、電池容量および設置場所に柔軟な対応が可能で、蓄電装置稼働状況をリアルタイムで管理可能にしたこととなっています。

1 3) その他 IoT デバイスの開発事例

その他にもタブレットで把握している IoT デバイス開発では、以下のようなものも情報が入ってきています。

- ① 海洋調査用 IoT デバイス：海洋調査向けのデバイスで、海上に浮かせて海中の温度や海水分析を行うデバイス
- ② 野鳥に取り付けた気象観測システムデバイス：特に軽さを重視した IoT デバイスで、GPS 機能や温湿度などをモニタリングできるようにしている。軽量かつ長時間稼働し続けることを重視して開発された。
- ③ GPS 機能を使ったデバイス：3 GIM に GPS 機能が付随することから、位置情報を活用するデバイスも多く開発されてきています。特に車両につけたものも多くあり、移動状況や駐車状況がわかるもので、かつ省エネモードとして開発されています。

上記の他にも 3 G シールドや 3 GIM を使った開発・運用事例はまだまだ沢山あります。ここでは、一部の紹介としましたが、今後はさらに広がりを見せるものと考えています。

具体的などころでは、3 GIM V2 のそのもののコンパクトさと同時に、ARM チップマイコンを基板に搭載したことで、場合によっては 3 GIM のみでの利用も可能となることです。わずか 25mm×35mm サイズでの通信モジュールとしては世界一小さい 3 G 通信機器となるものと考えています。

また 3 GIM V2 では、通信モジュールを HL8548-G を採用したことで、GPS の機能が高まり、GLONASS（ロシア政府の位置情報システム）まで利用でき、さらに AssistedGPS も利用可能なことから、省エネかつ小型の追跡システムの構築ができるものと考えています。

以下には、3 GIM 関連の情報サイト（ダウンロード資料含む）をご紹介しますので、ご覧頂けたらと思います。

■ 3 GIM V2.2 紹介資料

- ・ [3 GIM V2.2 カタログ（2 P）](#)

■ 3 GIM 関連技術サポートサイト

- ・ <http://3gim.wiki>

■ 3 GIM V2.2 紹介サイト

- 1) [3GIM V2.2 利用マニュアル\(2017 年 8 月 17 日付\)](#)
- 2) [a3gim R4.3 ライブラリ利用マニュアル（2017 年 8 月 17 日付）](#)
- 3) [a3gim R4.3 ライブラリ群（2017 年 8 月 17 日付）](#)
- 4) [3 G 専用フレキアンテナ情報](#)
- 5) [GPS 専用フレキアンテナ情報](#)
- 6) [3 GIM V2.2 回路図](#)
- 7) [3 GIM V2.2 寸法サイズ](#)
- 8) [a3gim2 R4.3 ライブラリ群（2017 年 8 月 17 日付）](#)
- 9) [a3gim2 R4.3 ライブラリ群（2017 年 8 月 17 日付）](#)
- 10) [3 GIM V2.2 利用マニュアル内のサンプルスケッチ](#)

以下は、3 G シールド関連の情報が掲載されているサイトです。

1. NPO 法人オープンワイヤレスアライアンスのサイト <http://owalliance.org/>
2. 3GIM 技術情報および保守サイト <http://3gim.wiki/>
3. Facebook「NPO 法人オープンワイヤレスアライアンス」でも最新情報紹介

以 上