

# IoT×ワイヤレス



## 前山 利幸

拓殖大学工学部電子システム工学科准教授  
拓殖大学産学連携研究センター副センター長

### はじめに

さまざまなものにコンピュータと通信機能が搭載されネットワークに接続し、我々の生活に大きな変革を起こしてくれると期待されているIoT(Internet of Things)。この言葉は、ユビキタス社会、ユビキタスコンピューティング、M2Mという時代とともに変遷がありました。しかし、現在のIoTはそれらの言葉と大きな違いがあると筆者は考えます。それは、時代的な背景です。ユビキタスと言われていた時代にLTEネットワーク、小型無線モジュール、低電力マイコンそしてエネルギーハーベストという技術はあったでしょうか。現在は、IoTを推進するうえで技術的な背景とそれを求める社会的な環境は十分に整いつつあると考えます。しかし、IoTの具現化を考えると残念ながらいくつかの課題があります。ここでは、ワイヤレス技術とセンサ技術そして電源技術について着目して話を進めてみたいと思います。

### ワイヤレス技術

ワイヤレス技術は、小型無線モジュールの出現により様々な装置への実装の敷居は大きく下がりました。無線の世界は、職人的技術を要求されてる領域でしたが、この無線モジュールを利用することでデジタルエンジニアでも容易に無線を使うことが可能となりました。しかし、職人的技術がまったく必要とされなくなつた訳ではありません。具体的には、実装技術とアンテナ技術がそれにあたります。

図1は920MHzで動作するモノポールアンテナをプリント基板に実装した状況を電磁解析のモデルとしてまとめたものです。四角部分をプリント基板として考えてください。周波数は920MHzとしたので、アンテナの長さは $1/4\lambda$ 必要でその長さはおよそ8.2cmです。プリント基板の一辺の長さについてもアンテナの長さと同じとしました。図2はこのときのVSWR(Voltage Standing Wave Ratio)を示しています。

す。VSWRはアンテナの評価指標の1つでVSWRの値が1に近いほどアンテナに入力された信号は電波として空間に放射されます。今回の電磁解析では、VSWRは設計周波数である920MHzで概ね1.2となりました。これは、アンテナに入力された信号のほとんどのエネルギーが電波として空間に放射されていることを示します。それを確認するために電波の放射特性を図3に示します。きれいなリンゴの形に見えるかと思います。暖色系から寒色系へ色が変化していますが、電波の強度が大きい状態から小さな状態へ変化していると考えてください。これを実装に置き換えて考えてみましょう。実装基板の一辺の長さは使う周波数に合わせて設計することは可能でしょうか。図4と図5には、アンテナの長さは図1と同じですが、プリント基板の大きさをそれぞれ2倍と2分の1にしてみました。電磁解析の結果としてVSWRを図6と図7に示します。設計周波数のときのVSWRはそれぞれ概ね2.5と5.0となりました。この値は、アンテナに入力された信号が反射損失により失われ電波として空間に放射されるエネルギーが減ってしまっている

### プロフィール

平3拓殖大・工・電子工卒、平5同大大学院修士課程了、平8同大学大学院博士後期課程了、博士(工学)、同年DDI東京ポケット電話(株)入社、同年(株)京セラDDI未来通信研究所、平10第二電電(株)、平13(株)KDDI研究所。現在、拓殖大・工・電子システム工・准教授、同・産学連携研究センター・副センター長、第16回電波産業会電波功績賞受賞、アンテナ、電波伝搬、通信方式、IoTの研究・開発に従事。

ことを示しています。このように小型モジュールの実装時にプリント基板が影響してしまう可能性があることを、簡単なモデルで説明しました。実際には、基板のグランド面の大きさ、筐体の材質、アンテナの形状など条件はもっと複雑になるため、前述のとおり、実装とアンテナに職人技が必要となるのです。

また、もう一つの実装の課題を示します。例えばBLE(Bluetooth Low Energy)モジュールの小さなものは10mm角程度です[1]。これを用いると小さな製品のワイヤレス化が可能となります。しかし、ここで注意すべき点がいくつあります。例えば、EMC(Electric Magnetic Compatibility)です。高クロックのマイコンのそばに十分な対策もなくBLEを実装すると途端に感度や伝送速度が劣化する可能性があります。これは、基板のグランド部を介してまたは空間を介してマイコンが出すノイズがBLEに結合し発生する問題です。電波の伝搬距離が短くなるという問題にもつながります。

アンテナ技術についても同様です。サブギガ(IoTでは920MHz帯特定小電力無線のこと)を呼ぶ)モジュールを使っているのに関わらず

図1



図2

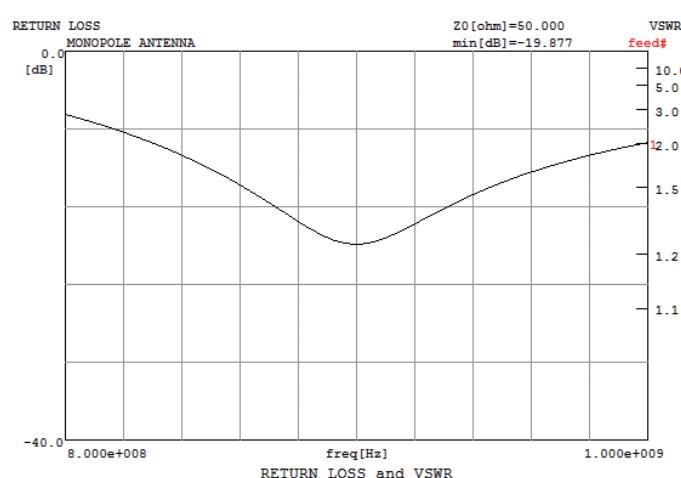
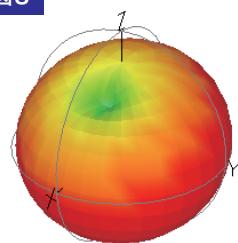


図3



数十mしか電波が飛ばないというケースもあります。モジュールの仕様上は10mWの出力が得られるとあるが、実測してみると半分程度の出力しか得られていないという現象です。これは適切にアンテナを設計しないと図1等を使って説明したことと同様な現象が起こることを示しています。例えば、アンテナ利得の3dBの差は、100m電波が届くものが概ね75m以下となってしまうことを示します。実際の電波の伝搬環境は設置環境に依存してさらに複雑なので、劣化量はもっと大きいと考えられます。

筆者は、スマートフォンの無線性能評価やアンテナ・伝搬技術を専門としているため、上述のような状態になった無線製品が持ち込まれることが多いのです。今回は、その経験をもとに説明させて頂きました。

## センサ

IoTの具現化の1つにワイヤレスセンサノードがあります。これは、センシングした情報を無線で伝送することで、人の手の届きにくい

場所の情報を定期的に得ることができます。アプリケーションとしては、建造物の構造モニタなどに有用と考えています。しかし、センシング対象に対して適切なセンサがない、センシング項目によってはセンサの消費電力が大きいという問題もあります。センサについては詳しい説明は行いませんが、小型無線モジュールと組み合わせてIoTのワイヤレス化が図れたとしても、後述する電源の問題は大きな課題の一つです。

将来は、人の周囲に100以上のセンサが配置されさまざまなものがセンシングされると言われています。省電力なセンサの種類の拡充がIoT普及のために必要な要素の1つと考えています。

のセンサと通信モジュールを組み合わせることで、非常に手軽にIoTが実現できると考えています。すでに、小さなソーラーセルと低電力な無線技術を組み合わせたワイヤレスセンサノードが実用化されています[2]。例えば、ドアの開閉をマグネットスイッチで検出し、その情報を即座に無線で伝送するアプリケーションも実現されています。また、レクテナという技術は、空間にある電磁波、例えばスカイツリーから放射される地上波テレビジョンの放送電波や携帯電話基地局から送信される電波を受信し、IoT機器向けのエネルギーに変えることができる技術です[3]。電波は交流なのでマイコンなどで使うためには整流する必要がありますが、そのときに使うダイオードなどの半導体デバイスの効率が改善されることで、現実的に利用が可能となる電力が得られると言われています。この様に、現状のエネルギー・ハーベスト技術ではIoTの具現化のために利用するためには、もう少し技術の革新が必要なかもしれません。

一方、ワイヤレス給電技術も注目されています。これは、電動シェーバーや電動歯ブラシなどの無接点型の充電システムが有名です。近年では、スマートフォンなどを置くだけで充電できるシステムも実用化されました。この技術の応用は、数m離れた場所にあるIoT機器に対して空間的にエネルギーが伝送できることです。この伝送効率がさらに改善されると、IoT機器の電源問題は大幅に改善し、IoTの応用範囲はさらに広がることが期待できます。

## あとがき

最近のニュースで植物工場の倒産記事を目にしました。農業にIoT技術を投入したIoTの代表的な取り組みでしたが、残念ながらビジネス的には成り立たなかったのでしょうか。確かに、露地栽培の野菜と同程度のコストで、植物工場で野菜が育てられるとは考え難いです。初期投資も大きいことも影響したのかもしれません。しかし、露地栽培野菜に対してIoTの力でなんらかの差別化をはかるることは出来なかつたのでしょうか。筆者は、IoTは奥の深い技術と考えています。植物工場がなぜ上手く進まなかつたのか、IoTの研究に携わる者として、詳細な状況分析が報告されることを期待するとともに、IoTに対する負のイメージがつかないことを願わざにはいられません。

図4



図5



図6

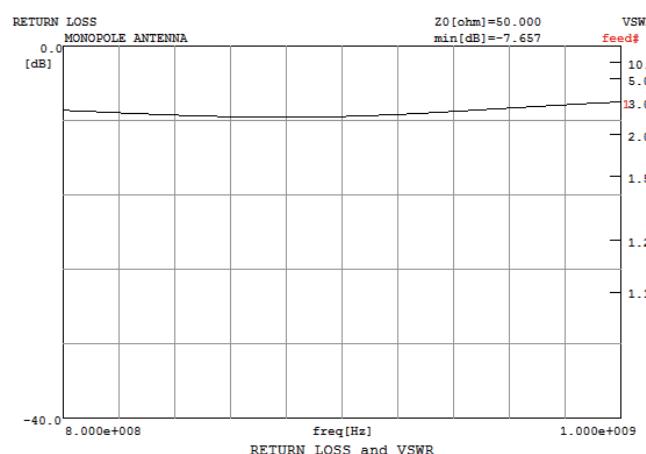
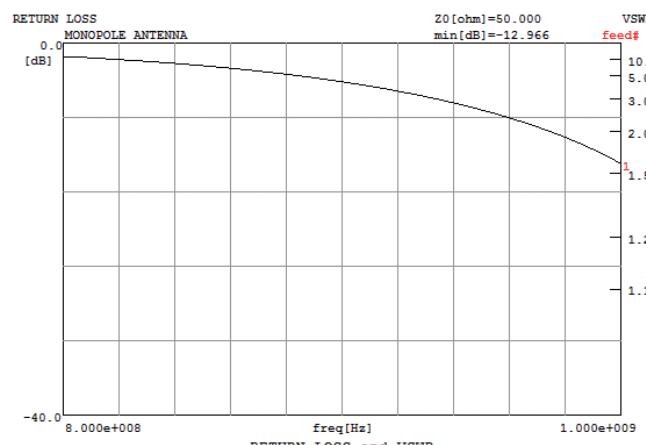


図7



## 文献

[1] <http://www.lapis-semi.com/jp/semicon/telecom/landing/mk71050-03.html> [2] <https://www.enocean.com/jp/> [3] [http://www.den-gyo.com/solution/solution01\\_d.html](http://www.den-gyo.com/solution/solution01_d.html)