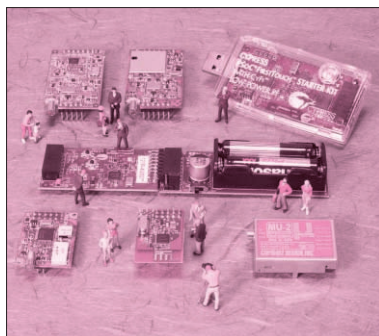




第4章 モバイル機器の無線接続用に普及が進む

Bluetoothの無線テクノロジーと評価の実際

福本 浩史/塚越 正

Hiroshi Fukumoto/Tadashi Tsukakoshi

Bluetooth 技術について

Bluetoothの歴史は、ほかの無線規格と比較して浅く、規格化されてから今年で約10年になります。

Bluetoothは、1998年に発足したBluetooth SIG (Bluetooth Special Interested Group)によって、規格化されました。発足当時は、数社のメイン企業と400社の提携会社で構成されていました。10年の節目を経過した今年、提携会社・採用会社まで入れると9000社の企業が参画しています。Bluetooth SIGは、現在非公開・非営利の産業団体として活動し、正式名称は“Bluetooth SIG Inc.”です。Bluetoothは、短距離無線機器の仲間であり、図1のように10 m程度まで、特に数 m 以内の距離で使用される電子機器の制御、通信、通話のワイヤレス化推進を目的にしています。

Bluetooth ロゴ認証試験

Bluetooth SIGでは、すべてのBluetooth技術搭載製品間で相互接続性を確保するために、開発した無線製品がBluetooth規格に適合しているかどうか、Bluetooth SIGから認定を受けた試験機関であるBQTF (Bluetooth Qualification Test Facility：公認試

験機関)で試験を受ける必要があります。これは、「Bluetoothロゴ認証試験」と呼ばれています。試験にパスした製品を試験合格書と一緒にBQB(認定者)へ提出し認定を受けた後、製品にBluetoothロゴ・マーク(図2)を付けることができます。このロゴ・マークを使用する企業は、事前にBluetooth SIGメンバの登録が必要です。

BluetoothのRF試験の必要性

前述のとおり、Bluetoothデバイスを市販するには、Bluetooth SIGのロゴ認証を受ける必要があります。

認証試験項目の中には、無線部(RF部)の性能評価である、RF試験測定も含まれています。

市販されているBluetoothデバイスどうしの相互接続や、品質の向上のためにも、Bluetoothデバイスは、Bluetooth Specificationに定義されている無線規格(RF規格)を満足する必要性があります。

Bluetooth 技術の無線概要

BluetoothのRF技術

Bluetoothデバイスは通常、ISM(産業科学医療用)バンドの2.4 GHz周波数帯を使用します。

● 周波数ホッピング

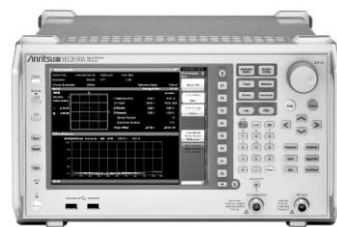
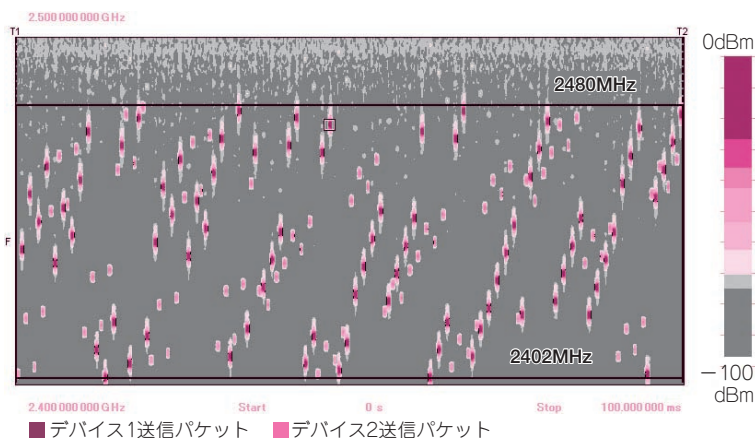
図3は、スペクトログラム機能を搭載したシグナルアナライザMS2690A(写真1) [アンリツ(株)]を使って、二つのBluetoothデバイスどうしが周波数ホッピングをしつつ通信しているようすを取得したものです。縦軸が周波数、横軸が時間軸となっており、2.4 GHz帯域内の2402 MHzから2480 MHzまでの1 MHz単位の周波数で、79チャネルを625 μ s(1スロット)ごとに周波数ホッピングしながら通信している



〈図1〉⁽⁵⁾ Bluetooth技術の応用例(オフィス)



〈図2〉 Bluetooth ロゴ・マーク



〈写真1〉シグナルアナライザ MS2690A
[アンリツ株]

〈図3〉二つのBluetoothデバイスどうしが周波数ホッピングをしつつ通信しているようす
(スパン 100 ms)

ようすがわかります。

● ベーシック・レート・モードとエンハンスド・データ・レート・モード

Bluetooth技術のパケットには二つのモードが定義されています。

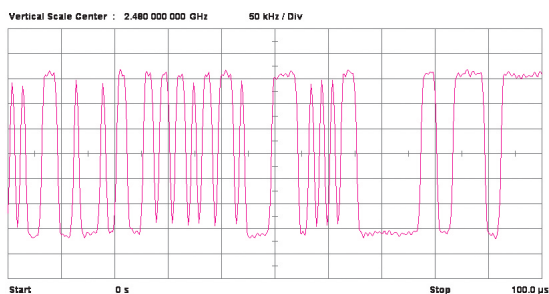
一つは必須モードであり、基本となる「ベーシック・レート」と呼ばれるパケット・フォーマットです。

もう一つは、2004年にリリースされたオプション・モードの「エンハンスド・データ・レート」(拡張データ・レート)です。エンハンスド・データ・レートは、一般にEDRと略されている場合が多く、このパケット・フォーマットをサポートしている製品には“2.0 + EDR”や“2.1 + EDR”と記述されています。

● 二つの変調方式——GFSKとPSK

ベーシック・レート、エンハンスド・データ・レートでは、それぞれ異なる変調方式を使っています。

ベーシック・レートではGFSKが使われ、このと



〈図4〉GFSK変調(中心周波数 2480 MHz, 10 μ s/div., 50 kHz/div.)

きのデータ・レートは1 Mbpsです。変調波は“0”と“1”を表す二つの周波数で搬送波がシフトし、1シンボルあたり1ビットとなります。図4は、Bluetoothのデータ信号(パケット)を縦軸に周波数、横軸に時間をとって表示した画面です。搬送波の周波数が上下にシフトしているようすがわかります。

エンハンスド・データ・レートでは、ペイロード部のPSKを使い、伝送速度に応じて2種類の変調方式を使用します。

図5に示したのは、2 Mbpsの $\pi/4$ DQPSK変調です。1シンボルあたり2ビットのデータを表し、ベクトル図として表示すると、原点(IおよびQ座標の中心)を通りません。

エンハンスド・データ・レートには、3 Mbpsの8DPSK変調(図6)も使われます。この変調では、1シンボルあたり3ビットを表すので、図のように、座標の原点を通過します。

● パケット構成

Bluetoothデバイスのパケット構成は、図7のようにベーシック・レートとエンハンスド・データ・レートでは少し異なる構成をしています。

■ Bluetoothの名称の由来

Bluetoothは、SIGが結成された当初のコード名であり、その後ずっと使い続けられています。

“Bluetooth”という名前は、10世紀のデンマーク王Harald Blatandの英名Harold Bluetoothに由来しています。Blatand王は、現在のノルウェー、スウェーデン、デンマークの一部にあたる敵対勢力を統一するときに活躍しました。

Bluetooth技術も同様に、コンピュータ市場、携帯電話市場、自動車市場などの異なる産業間においても、共有して使用できるように設計されています。