

目で見る，無線干渉の実態

瀬賀 幸一

無線 LAN や Bluetooth など、誰でも使える便利な無線通信規格が増えています。その一方で、「思ったほどの速度が出ない」、「うまくつながらない」といった声もよく聞きます。ここでは、つながるはずの無線がつながらなくなる原因について、測定した波形を用いながら解説します。

電波が弱ければ無線はつながらない

携帯電話で通話中に電波が途切れるのをよく経験します。そのとき、「ここは電波が悪い」などと言いますが、電波に良い悪いといった区別はありません。アンテナから放射された電波は3次元空間に広がり、受信地点に到達するエネルギーはごくわずかです。例えば、送信地点との距離が1mの場所から、送信地点との距離が10mの場所に移動すると、到達するエネルギーは1/100になります。当たり前のことですが、電波が弱すぎると通信は成立しません。また、ノイズの多い環境では信号のS/N(信号とノイズの電力比)が低下し、受信感度が悪くなります。

電波は、地形や建物などで遮られることもあれば、反射したり散乱したりしながら到達することもあります。受信地点では、受信したい電波と反射や散乱を起こした電波が合成され、フェージング(受信レベルが大きく変動する)と呼ぶ現象が起こ

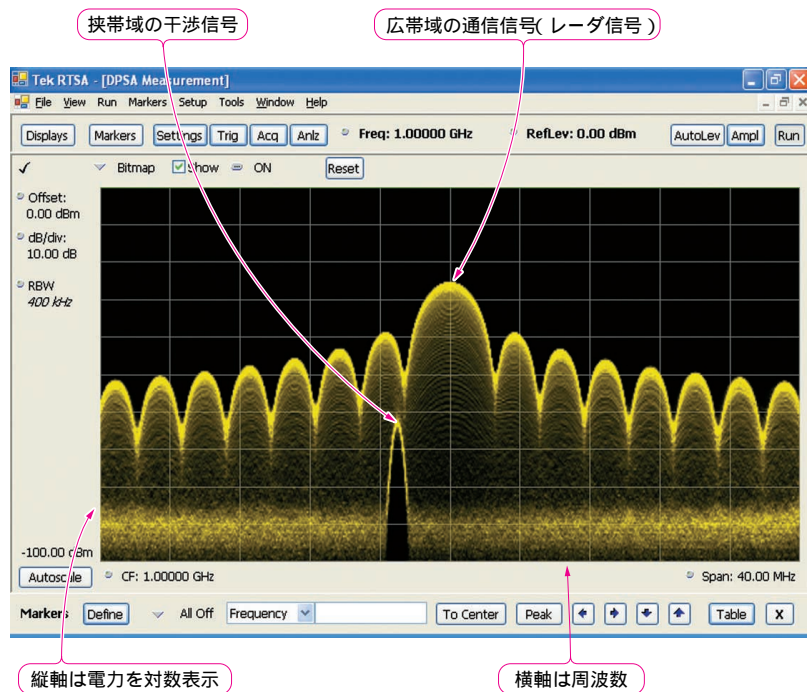
る場合があります。トランシーバのように双方が移動する通信では、この変動量はさらに増えます。

受信地点の電界強度(電波の強さ)は微小です。その上、ときには1,000倍以上の範囲で大きく変動します。これが、携帯電話などで、電波がつながらなかつたり途切れたりする通信障害の基本的な原因です。この問題は、受信機の感度を上げ(小さな信号も受信できるように増幅率を上げ)、さらに自動感度調節を行えば、ある程度解決できます。

周波数の近い「じゃま」な電波が通信障害を引き起こす

無線通信に障害を引き起こすもう一つの原因は、干渉、つまり通信になんらかの「じゃま」が入り込むことです。干渉の原因はほかの通信だったり、電子機器などから出るノイズだったり、さまざまです。干渉によって引き起こされる障害の程度も、それぞれの電波の強さや変調方式、機器の性能などにより異なります。

図1は、1GHz付近において、周波数帯域の広い通信信号(レーダ用の信号)に狭帯域の信号が混じり込んでいるスペクトラムの様子をスペクトラム・アナライザ(図2)で測定したものです。スペクトラムとは、電波の成分が、どの周波数にどのくらいの強さで分布しているのかを示したもので、横軸は周波数



◀ 図1
干渉している様子

広帯域の通信信号(レーダ信号)に狭帯域の信号が交じり込んでいる様子。中心周波数は1GHz。通信信号と干渉信号の電力が3目盛り(30dB = 1000倍)以上離れているので、実際の通信には影響しないかもしれない

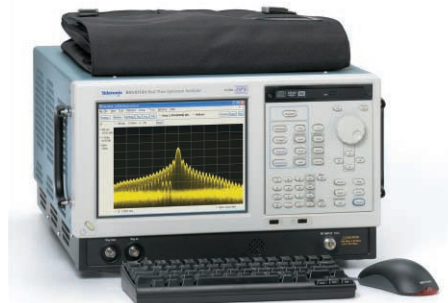


図2 計測器の外観

測定に用いた Tektronix 社製スペクトラム・アナライザ「RSA6100A シリーズ」

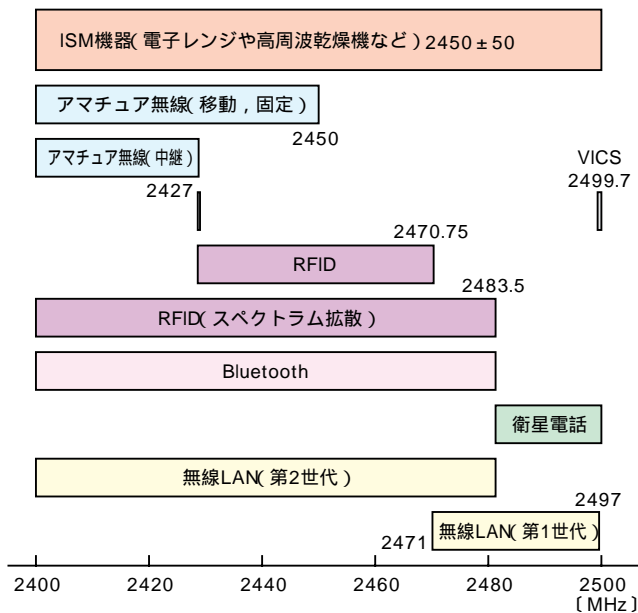


図3 2.4GHz ISMバンドの周波数割り当て

ISMバンドでは同じ周波数にさまざまな通信規格が割り当てられているので、干渉を起こす可能性が高い

を、縦軸は電力を表します。通常は縦軸を対数で表示します。スペクトラムを観測することで、電波の強さやほかの電波との干渉状態などを知ることができます。

図1の場合、目的とする信号に対して妨害となる信号の電力レベルが小さく、最終的な通信に影響が現れないことも考えられます。

特に、最近のデジタル通信ではエラー訂正技術などが発達しており、妨害がある程度の大きさになるまで表面には現れません。エラー訂正などの補正手段が効かないほど妨害が大きくなった段階で、通信の品質が突然悪化(干渉が発覚)することになります。

「じま」を許さないために法律で周波数を割り当てる

無線通信に障害を引き起こす干渉電波は、すべてが悪意によるものというわけではありません。例えば、同じ周波数を同時に二つの無線機器が使えば、一方にとって他方は干渉源(妨害電波)になります。この問題を避けるため、国および世界的な機関が、どの周波数は誰が何のために使用するかを厳重に管理しています。これを「周波数割り当て」と呼びます。

周波数を管理している国際機関には、ITU-R(ITU-Radio communication Sector)があります。日本では、総務省が電波法に基づいて周波数を管理しています。周波数割り当てのプロセスについては、総務省の電波利用ホームページ(<http://www.tele.soumu.go.jp/j/freq/process/>)を参照してください。

電波の利用に当たっては、法律に基づく許認可が必要です。電波(周波数)というのは無限ではありません。最近では、新た

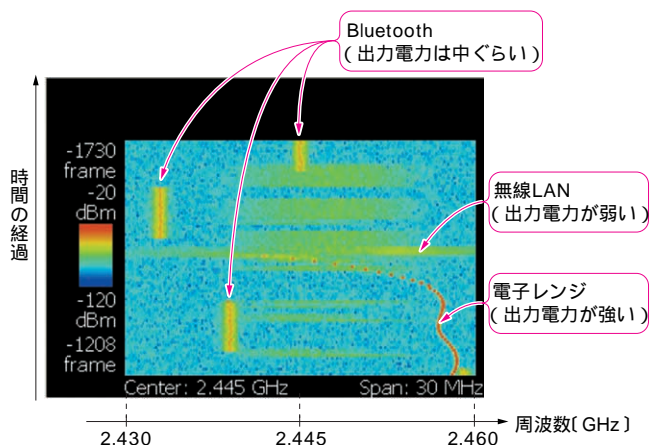


図4 スペクトログラム表示で見たISMバンドにおける干渉の実例

スペクトログラムの横軸は周波数、縦軸は時間、色の違いは信号強度を表す。この例では、無線LAN、Bluetooth、電子レンジの電波が時々刻々と変化して干渉が起きている

に利用できる周波数のすき間はなく、狭い周波数範囲の中に多くの電波がひしめき合っています。

込み合ったISMバンドの電波干渉を目で確認

電波は周波数割り当てによって厳格に定められ、自由勝手な利用は許されないわけですが、一部に特定の用途に限って免許を必要としない「ISMバンド」と呼ばれる周波数帯が定められています。ISMとは“Industrial”, “Scientific”, “Medical”, すなわち産業、科学技術、医学への応用を意図しています。

具体的には13.56MHz、27.1MHz、2.4GHz、5.6GHzなどの帯域が割り当てられています。このうち、2.4GHzと5.6GHzの帯域では、利用する無線機器が急増しています。例えば、2.4GHz帯は、電子レンジやアマチュア無線、クルマのVICS(Vehicle Information and Communication System)などに指定されてきました。最近では、無線LAN(IEEE 802.11b/g)やBluetooth、RFIDなどにも使われています(図3)。これらは利用者の数が多く、干渉による障害も目立つようになってきました。

図4は、2.4GHz ISMバンドにおける干渉の様子をとらえたものです。図の表示法は「スペクトログラム」といって、横軸が周波数を、縦軸が時間を、色が電波の強さを表しています。

広帯域な無線LANの信号に対して、周波数ホッピング(周波数を効率良く使うために次々と切り替えていく方式)を行うBluetooth信号の一部が重なっています。また、電子レンジが起動してバンド内を不安定に移動しているのも分かります。

図5(a)は無線LANに注目し、上側にスペクトラム(横軸は周波数、縦軸は電力)を、下側に復調出力のコンスタレーション(例えば、2ビット単位のデータをx軸とy軸に表したもの)を表示しました。コンスタレーションに、データの‘1’, ‘0’を表すドット(符号点)の集合が見られ、この状態では正しく復調できています。