



第2章 貴重な電波資源を有効に活用するための必須知識

電波と電波法

藤田 昇
Noboru Fujita

電波の定義

電波とは周波数3 THz(3×10^{12} Hz)以下、波長でいえば0.1 mm以上の電磁波であると定義されています。

電磁波とは、直交した電界と磁界が相互に影響しながら進行する波動のことです。電磁波は波長 ∞ から0 mまでと極めて範囲が広く、その一部(周波数の低いほう)を「電波」と称していることとなります。図1に示すように周波数が高く(波長が短く)なるにしたがって、赤外線、可視光線、紫外線、X線、 γ 線と名称が変わりますが、基本的性質は同じです。

電磁波は、周波数、位相、強度で表される波の性質をもつほか、粒子としての性質ももっています。周波数が低い(波長が長い)電磁波は量子エネルギーが小さいので粒子としての振る舞いは観測できませんが、周波数が高くなると粒子としての振る舞いが顕著になります。粒子のもつエネルギー(量子エネルギー)が大きくなると、分子や原子に当たったときに分子構造を壊したりイオン化させたりします。

そのため波長 10^{-7} m以下(周波数3 PHz以上)の電磁波を「電離放射線」と称して区別しています。赤外線や可視光線、X線も同じ電磁波の一種で、電波より波長が短い領域になります。

電波の管理

■ 有限な資源

電波の周波数幅(最大3 THz)は限られており、通信

に実用化されている周波数は最大100 GHz程度に留まっています。また、情報を伝送するためには情報量に対応した周波数帯域が必要です。例えば、音声(300 ~ 3 kHz)を送るためには基本的に同程度の周波数帯域を必要とします。現在の世界の人口は60億人程度なので、3 THzを60億で割ると500 Hzしかなく、実用帯域を100 GHzとすれば、一人当たりの帯域はわずか17 Hzになってしまいます。

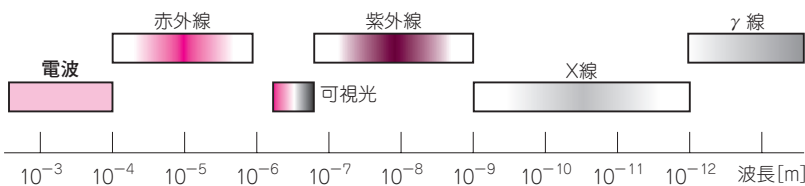
いったん空間に発射された電波は、国境を越えてどこまでも伝搬し、同じ周波数を同一空間・同一時刻で使うと相互に干渉してしまいます。そのため、無制限に周波数を使うことはできません。つまり、電波は希少かつ人類共通の資源といえます。

有限な周波数資源を有効に利用するには、国際的に秩序ある使用方法の確立が肝要です。そのためITU-R(International Telecommunication Union Radiocommunications Sector, 国際電気通信連合無線通信部門)の下に管理されており、各国/地域においては当該国の国内法(日本の場合は電波法および諸規則)で管理されています。

■ 無線局免許

貴重な電波を有効に使うために、電波を使う者には無線従事者免許を義務づけ、無線局を開設するためには免許申請を義務づけています。しかし、電波の利用条件を厳しくしすぎるとユーザの利便性を損ないません。

そこで、適当な条件を満たせば免許不要で電波を使用できる制度(表1)が作られています。2.4 GHz帯や5 GHz帯無線LANは特定小電力無線局に該当します。



〈図1〉波長による電波の分類

■ 特定小電力無線局

● 空中線電力は 10 mW 以下

「特定小電力無線局」とは、電波法施行規則第六条三で定められるもので、空中線電力が 0.01 W (= 10 mW) 以下である無線局のうち、総務大臣の指定する識別信号を自動的に送受し、総務省令で定める混信防止機能をもつもので、技術基準適合証明(技適)を受けた小電力無線局の総称です。無線 LAN、コードレス電話、ワイヤレス・マイク、TM/TC(テレメータ/テレコントロール)、通話用トランシーバなど、極めて多くの種類があり、多くのユーザが使用しています。昨今の電波利用者の増大は、この特定小電力無線局と技術基準適合証明制度(後述)のおかげとあってよいでしょう。

● 基本的な条件

特定小電力無線局の基本条件を表 2 に示します。空中線電力の上限を低く抑えることで、ほかの無線局への干渉を抑え、キャリア・センスを義務づけることで同一周波数を複数のユーザが自動的に時分割利用できるようにしています。また、同一ユーザが一つの周波数チャネルを独占できないように連続して送信できる時間を制限しています。

アンテナは筐体に固定されており、別なアンテナ(例えば利得が高い)を使用することはできません。無線の基本部分(高周波回路、変復調回路)は容易に開けられない筐体内に実装しなければなりません。これは不正改造防止を意味しています。呼び出し名称(コールサイン)等の送出を義務づけているのは電波管理の都合上で、電波を傍受することによって製造者を特定するためです。

■ 無線 LAN の場合

無線 LAN は個人的な需要が想定されていたので、2.4 GHz 帯を開放するときには、当初から特定小電力無線局を想定していました。そのためには、前述の基本条件を守る必要があります。

● 空中線電力

ところが、高速通信をするためには大きな受信電力を必要とするので、空中線電力 10 mW では長い通信距離を取れません。さらに、電子レンジなどの ISM

〈表 1〉無線局免許不要の無線局

無線局種	条件等	周波数帯
微弱	規定電界強度	全周波数
	ラジコン用	13.56 MHz, 27.12 MHz, 40.68 MHz
	測定器	全周波数
市民ラジオ	通話用*	27 MHz 帯
特定小電力	10 mW *	400 MHz, 1.2 GHz 帯など
	10 mW/MHz *	2.4 GHz, 5.2 GHz 帯など
包括免許	携帯電話*	800 MHz, 1.5 GHz 帯など

備考 ▶ * : 技術基準適合証明または工事設計認証が必要。

〈表 2〉特定小電力無線局の基本的条件

項目	条件	意味
空中線電力	10 mW 以下	周波数共用
キャリア・センス	必要	周波数共用
送信時間制限	原則必要	公平利用
アンテナ一体型筐体	必要	公平利用
呼出名称等送出	必要	公平利用

機器と共用する 2.4 GHz 帯では、それらからの干渉電力を計算すると、10 mW では通信距離が極めて短くなってしまおうという問題が発生しました。そこで、空中線電力の考え方を拡大解釈し、1 MHz 当たりの電力が 10 mW 以下であればよいとしました。いわゆる電力密度 (mW/MHz) で規定することにしたのです。

無線 LAN は SS 方式なので広い帯域に拡散しています。1 MHz 当たりで空中線電力を規定すれば、総空中線電力を大きくできるのです。例えば、拡散幅を電波法上限の 26 MHz にすれば、計算上の総電力を 260 mW (= 10 mW × 26 MHz) にすることができます。

● キャリア・センス機能

この機能を義務づけられましたが、そのレベルが規定されなかったので実効性に保証はありません。のちには、通信事業者の提供する通信回線に接続するもの以外はキャリア・センス機能の義務がなくなりました。

もっとも、一般的な無線 LAN の通信にはキャリア・センス機能が必須なので、実際の装置はキャリア・センス機能を実装しています。

● 外付けアンテナも OK

先行していた米国では、無線 LAN を長距離通信

■ 米国の無線 LAN は長距離通信に有利

米国でも 2.4 GHz 帯無線 LAN は免許不要ですが、空中線電力 1 W 以下でアンテナ利得 6 dBi 以下という大きな数値になっています。

さらに、空中線電力を -3 dB (1/2 倍) にすれば、アンテナ利得は +6 dB (4 倍) という割合で無制限に上げられるので、長距離通信に有利です。