

2-1 電波を利用するためのマナー

● ワイヤレス通信に電波を使うのはなぜ？

ラジオは、高周波信号(搬送波)を低周波信号(音声信号)で変調をかけて送信しています。A.M.ラジオ(526.5 k~1606.5 kHz)で放送している情報は音声信号(20~20 kHz)です。ラジオの信号も音声信号も周波数が違うだけで同じ電気信号です。なぜラジオは音声信号のまま送信しないのでしょうか。

▶ 各局の音声を分離するため

変調をかけないと、どの放送局の音声信号も同じような帯域(100~5 kHz程度)に集中します。同一地域で同時に放送すると、各局の音声を分離して受信できません。放送局ごとに異なる搬送波周波数を使用すれば、受信側で分離して受信できるようになります。

▶ 音声信号の送信は高効率のアンテナを作るのが困難

例えば、1 MHzの波長は300 mなので半波長ダイポール・アンテナでも150 m程度の大きさで済みます。音声の低い方の周波数100 Hzの波長は3000 kmです。効率の良いアンテナを作るのは物理的に困難です。

▶ そもそも電波って何？

電波は、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。光や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(図2)、光と似た性質を示します(表2)。

違法電波は犯罪です!



秋葉原や日本橋で免許不要として販売している無線機でも、国内で使うと違法になる場合がある

図1 違法電波の運用者は取り締まれる

表2 電波の性質

高速	真空中では光速($c = 2.99792458 \times 10^8$ m/s)で進む。誘電体内の速度は比誘電率の平方根に逆比例する。
直進	均一な媒体中であれば直進する。
反射	導体に当たると反射する。誘電率が異なる物質の境界面でも反射する。
透過	絶縁物(誘電体)あるいは電気抵抗が大きい物体を透過する。
回折	遮蔽物(金属板や透過損失の大きい物体)のエッジで回折する。
屈折	誘電率が異なる物質の境界面で屈折する。
干渉	同一空間に複数の電波が存在すると相互に干渉する。

表1 電波の用途

分類	利用形態	用途
放送	通信媒体	ラジオ、テレビ
通信	通信媒体	音声通信、データ通信
センサ	反射、輻射	レーダ、MRI、電波望遠鏡
位置標識	位相、電界	GPS、ビーコン
加熱	分子運動	電子レンジ、温熱器
電力伝送	エネルギー	RFID、宇宙発電

● 電波を利用できる周波数は希少な資源

電波は通信や放送だけでなく、特徴を生かして多くの用途に使われています(表1)。

電波の周波数幅(最大3 THz)は限られています。また、いったん発射された電波は国境を越えて飛んでいきます。同じ周波数を同一空間・同一時刻で使うと相互に干渉しますので、無制限に使用できません。電波は希少かつ人類共通の資源といえます。そのため、電波の使用方法は国際的に決められており、それを元に各国内法規で詳細を規定しています。日本では電波法および諸規則で管理しています(電波法のページ：<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S25/S25HO131.html>)。

● 知らなかったでは済まされない電波法

無線機を設計・製作する人や使用する人は電波法を知らなければなりません。知らなかったで仕事を進めると犯罪者になりかねません。違法電波の運用者は取り締まりの対象になりますが、違法電波を誘発するような無線機の製造者や販売者は対象外です。しかし、無線機の設計者がお客様に電波法違反の危険を犯すようなことをさせてはプロとして失格です(図1)。

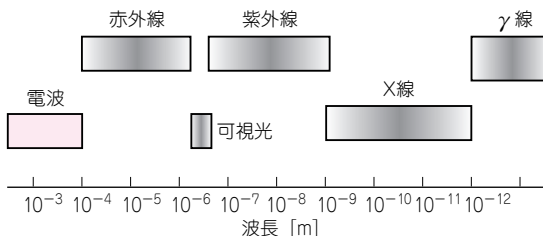


図2 電磁波の分類

高周波でもよく使われるdBの数値を覚えよう

倍率をdBに換算する機会がよくあります。よく使うdB値は暗記してしまうと効率的です。なかでも3 dB(電力比2, 電圧比 $\sqrt{2}$)と6 dB(電力比4, 電圧比2)は周波数特性やゲインの変化点の指標としてよく使われるので、かならず憶えましょう。

2-2

設計前に検討すべき事柄

● 無免許局か、免許不要局か

電波法で「無線局を開設しようとする者は、総務大臣の免許を受けなければならない」とされており、電波を使うには無線局免許と無線従事者免許が必要です。無線局とは、無線設備と無線従事者のことです。

多くの人が電波を利用するためには、簡単に無線局を開設できる方が望ましいため、ある条件を満たせば免許不要で無線局を開設できる制度があります(表3)。免許不要局は、送信出力が小さいため通信距離が短い、干渉が発生したときには自己責任で回避しなければならないなど、いくつかの制限事項はありますが、誰にでも簡単に電波を利用できる便利な制度です。

● 無線周波数を選ぶ

電波の周波数の高低によって電波伝播特性が変わります(表4)。ワイヤレス・システムの目的に最適な周波数を選択します。一般には用途によって割り当て周波数が決まっていますので、その範囲での選択になりますが、微弱無線局の場合はユーザが自由に周波数を選べます。

● アンテナの形式を選ぶ

空間に電波を放射するとき、空間の電波を受信する

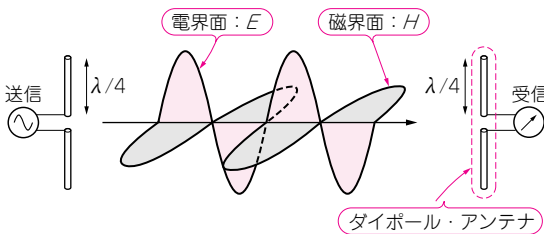


図3 ダイポール・アンテナでの送受信

表4 周波数ごとの電波伝播の特徴

	低い周波数	高い周波数	備考
波長	長い	短い	300 MHzで1 m
直進性	弱い	強い	波長と生活空間寸法の比で変わる
透過損失	一般に小	一般に大	同じ誘電体の場合
電離層	反射(～HF)	透過(UHF～)	—
長距離通信	容易	困難	球体の地上の場合
高速通信	困難	可	高速通信には広い周波数幅が必要
アンテナ	一般に大	一般に小	GHz帯で大型のアンテナを使うことも
生体発熱	無し	あり(UHF～)	波長が人体より短いと吸収されやすい

表3 免許局と免許不要局

	免許局	免許不要局
無線局種類	一般の無線局	微弱無線局, 市民ラジオ(27 MHz帯), 特定小電力無線局, 登録局
無線局免許	要	不要
無線従事者免許	要	不要
運用開始までの期間	～3か月程度	購入後即
電波利用料	要	不要
免許更新間隔	原則5年ごと	更新不要
干渉問題	原則なし	自己責任で回避
通信距離	長距離も可	一般に短距離

ときにはアンテナが必要です。図3は電波の送受信の模式図です。図はもっとも基本的なダイポール・アンテナですが、このほかに多くの形式のアンテナが考案されています。無線局の種類ごとにアンテナ形式やゲインが制限されていますので電波法を確認してください。

● 変復調方式を選ぶ

総務省(電波所轄官庁)の今後の通信システムの方針は、デジタル方式であることを原則としています。ASK(振幅変調), FSK(周波数変調)あるいはPSK(位相変調)といった単純な方式から、これらを組み合わせた高度なものまで、多くの変調方式が考案されています。原則として無線局の種類ごとに使用できる変調方式が決まっていますので、電波法を確認してください(変調方式は「無線通信とデジタル変復調技術: CQ出版社」に詳しく述べられている)。

● 通信手順の構築

開放空間を利用するワイヤレス通信システムはノイズや干渉波による通信誤りを完全に無くせません。情報を正確に伝達するためには、適当な通信手順を構築しなければなりません。たとえば、ARQ(Automatic Repeat reQuest: 再送制御)あるいはFEC(Forward Error Correction: 誤り訂正)といった誤り制御機能が不可欠です。一般的にこれらの機能はソフトウェアで実現します。

ワイヤレス送受信部をまとめたモジュールが市販されています。あらかじめZigBeeやBluetoothあるいは無線LAN(IEEE802.11)などのプロトコルを内蔵したのもあり、システム要件にマッチすれば便利に使用できます。ただし、プロトコル込みのモジュールはライセンス費用がかかるので、量産向きといえます。