

チャープ変調の基本, LoRa Finder による信号検出

IoT向きLPWA無線の1つ LoRaのしくみと実際のスペクトラム

清水 聡 Satoru Shimizu

低速ながら省電力で通信できる LPWA

■ LPWAとは

携帯電話が4Gから5Gへ徐々に移行し、より多くのデータを短時間で伝送できるようになってきました。一方で、このような高度な通信システムの設置や維持には大きなコストがかかります。私たちの身の回りには、データ量が少なく、通信頻度も低い無線アプリケーションも多くあります。例えば、機器の内部や室内の温度や湿度を少ない頻度でモニタするような用途です。また、それらが障害物の少ない場所に広く分布している場合は、できるだけ遠くに電波を飛ばす方法が有利です。もちろん人が巡回して確認するよりも低コストで実現することも求められます。

そのような条件に合う通信方式がLPWA(Low Power Wide Area)と呼ばれるものです。とくに出力が何mW以下、通信距離が何km以上といった明確な定義はありませんが、電池で数年間動作し、kmオーダーの距離で通信ができる方式を呼ぶようです。その代わり、伝送速度は非常に遅いです。

例えば、今回紹介するLoRa(Long Range)方式では、選択するパラメータによって速度が違いますが、せいぜい数kbpsです。最近のWi-Fiは数Gbpsの速度が出るからです。それに比べると6桁ほど遅くなります。人が歩く速度が約4km/hで、ロケットが地球の引力に逆らって宇宙に到達する速度が約4万km/hですから、速度差は4桁です。伝送速度と移動速度の違いはあるものの、LPWAの通信がWi-Fiと大きな差があることがわかんると思います。

LoRa無線のコンセプト

■ 電波伝搬の基本

電波の障害物がない状態を自由空間と呼び、その状況での受信電力 P_r は次式で表すことができます。

$$P_r = \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 G_t G_r P_t \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 λ は波長、 d は距離、 G_t は送信アンテナのゲイン、 G_r は受信アンテナのゲイン、 P_t は送信電力です。この式から受信電力を高くするには、①送信電力を大きくする、②アンテナのゲインを大きくする、③波長を長く(周波数を低く)する、④距離を短くする、という方法が考えられます。しかし、通信したい場所は決まっているので、④の距離は変えられません。特定小電力の無線機器は、その規格や認定手続きの中で「送信電力、アンテナ、周波数」が決められているため、①～③も勝手に変更できません。今回、説明するLoRaも日本の規格ではARIB STD T-108に該当し、工事設計認証や技術基準適合証明など機器の認証を取る際に送信電力や使用するアンテナワイヤレスが決められます。

ちなみに、以前に紹介したWi-SUNもARIB STD T-108に該当します。これはARIB STD T-108は920MHz帯の周波数の使い方を決めたものであって、通信方式までは決めていないためです。体育館の利用ルールを守れば、バスケットでもバレーボールでもやってよいのと似ています。

■ あえて伝送速度を落とすことで 長距離伝送を実現

さて、①～④を変えられないとしたら、どうやって遠くまで通信できるようにすればいいのでしょうか？例えば、周囲の雑音が多い環境で、電話口から「好きだ」という言葉をいち早く伝えたいと考えてみましょう。ゆっくりと、または何度も「好きだ」といいますね。もしアマチュア無線の経験のある人であれば、どう受け取られるかは別として「すずめのス、切手のキ、煙草のタに濁点」というかもしれません。これらの方法は「好きだ」という音声時間を時間方向に拡散して雑音に対する耐性を確保した、ということが出来ます。一方で「好きだ」と伝えるのに、長い時間がかかります。つまり伝送速度を遅くして、伝送品質を向上させた、ということになります。

同じように、受信信号を強くすることができない場