

第5章 空間を伝わってきた微弱信号から 確実に信号を再生する

デジタル変調信号から データを取り出す

柳川 誠介
Seisuke Yanagawa

● 受信感度を高めると通信距離が伸びる

空間を伝わる電波は距離の2乗に反比例して減衰します。受信機の感度を2倍にすれば、送信機から1.41倍($\sqrt{2}$ 倍)の距離まで離れても受信できるわけです。

具体的に考えれば、感度を2倍にすると7mまで受信できていた場合は10mになり3m伸びます。もし30mまで受信できていた場合は42mまで伸びます。12mの延長はユーザにとって大きな意味を持つはずです。

● 受信信号には雑音加わる

基板内の信号のやり取りは室内での会話に例えることができます。室内では会話を妨げる雑音はほとんどありません。ところが、ひとたび街へ出ると話し声にさまざまな雑音加わり、そばにいても内容を聞き取れないことがあります。

電波に乗せられた信号を受け取ることは、この状況と同様です。さまざまなところから発生する電波が妨害波となり受信信号へ加わる雑音となります。受信機はその雑音の中から信号を取り出さなければいけません。

● 信号の特徴を捉えて通信距離を延ばす

大勢の人が騒がしくしているところでも親しい人の声はすぐにわかります。これはその人の声の特徴を捉えて雑音の中から取り出すことを認識の過程で行っているからです。

無線通信でも、目的の信号を雑音の中から選び出す能力の優劣で電波が届きにくくなったときの性能は大きく違ってきます。

雑音に加わっている信号でも データを再生できる

● 自作の送受信機での受信波形

図1に、ASK変調した電波を使いシリアル・データをワイヤレス伝送するシステムを示します。

図2が受信信号の波形です。

送信周波数は315 MHzで、データはH8マイコンのシリアル出力(TXD0)です。

この例ではボー・レート4800 bps、データ長8ビット、ストップ・ビット1の設定で送信データを55hに設定したので、データ波形は2.4 kHzの正弦波になります。

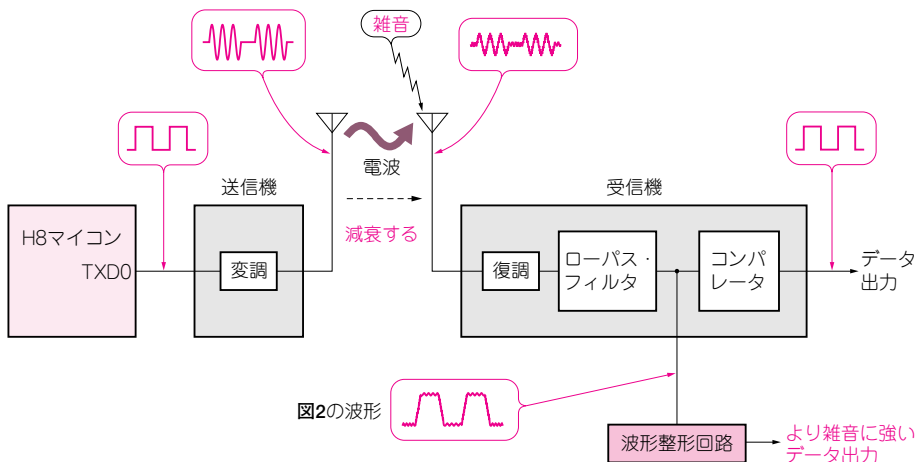


図1 シリアル・データをASK変調で無線伝送するシステム

信号は受信IC内蔵のカットオフ周波数約5 kHzのロー・パス・フィルタを通った後の波形です(プローブはAC結合).

下段は受信データの極性が変わる(ゼロ・クロス)時に発生するようにしたパルス信号です(後述).

送受信機は共に室内に置いてあり、条件が良ければ受信信号はピーク・ツー・ピークで数百mV程度取れます。図2の例ではアンテナの方向をずらしたり障害物を置いたりして、わざと条件を悪くし、電波が弱いときの信号にしてあります。

受信信号の波形は送信信号の波形と比べてひずんでいて、ランダムな雑音に乗っているために周期もばらついています。しかし、この程度なら十分に原波形を再現できます。

なお送信機および受信機は、2006年3月号と4月号の製作記事で紹介したものです。

● 信号のアイ・パターンを見ればデータを再生できるかどうか判断できる

再現の難易度を一目で見えるのにはアイ・パターンが便利です。図3は下のゼロ・クロス信号でトリガして表示した受信波形のアイ・パターンです。

撮影のシャッター・スピードは1/8秒で、その間に受信した信号がどれだけの幅を持ってふらついているかが帯状に広がった波形の重なりでわかります。

帯の中で白い空白域(眼)が見えれば、その領域の振幅やタイミングをとらない、という特徴があるわけです。手段を講じればもとのデータを取り出せます。そのための波形整形回路を考えてみましょう。

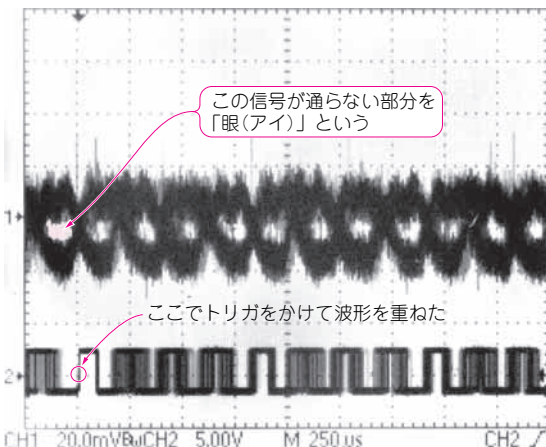


図3 受信信号のアイ・パターン表示(250 μ s/div., 上段: 20 mV/div., 下段: 5 V/div.)

信号が通らない部分があれば元のデータを取り出せるはず

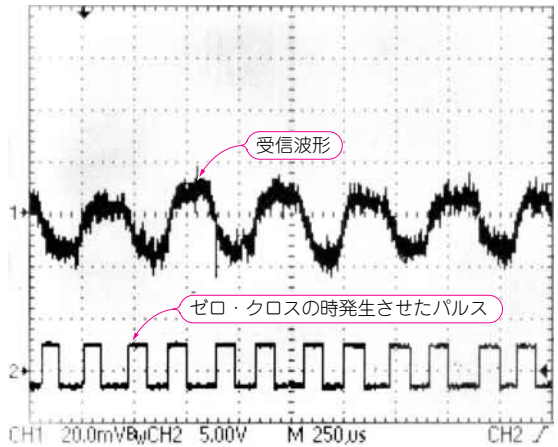


図2 受信状態の良くないときの受信信号の波形(250 μ s/div., 上段: 20 mV/div., 下段: 5 V/div.)

ASK変調を使った微弱無線での受信信号の波形

雑音の中からシリアル・データを 取り出すには

■ 受信信号の代わりを用意する

● 無線の受信信号は安定しない

実際の電波を用いたのでは部屋の壁や家具、ケーブル類の影響で再現性のある信号が得られません。

これ以下の解説では、受信信号として実際の受信機の代わりに製作した信号発生器からの信号を使います。

● 微弱な電波を受信したときの信号を模擬できる回路

製作した信号発生器のブロック図を図4に示します。

シフト・レジスタHC164を用いた疑似ランダム信号発生回路の出力をCR₁段のロー・パス・フィルタに通して雑音を作ります。シフト・レジスタのクロック周波数は19.2 kHzです。

送信データはシミュレータに接続したH8マイコン

シフト・レジスタによる
疑似ランダム信号発生回路

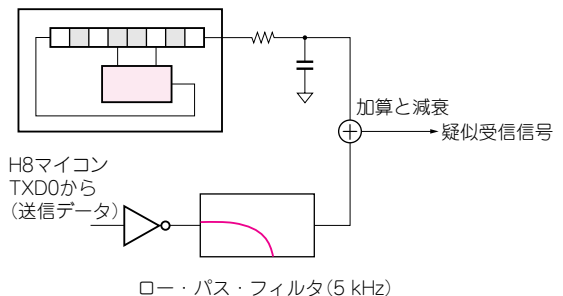


図4 無線伝送シミュレータのブロック図

雑音が加わった上にフィルタを通ることを模擬する