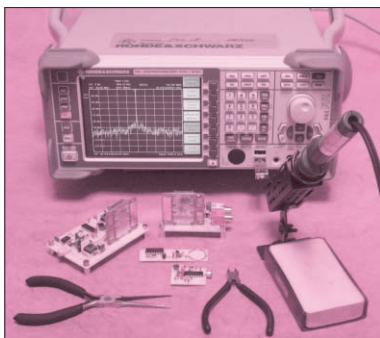


特集



第8章 10.525 GHz の FM 電波を 室内で飛ばしてみよう！

マイクロ波 FM ワイヤレス・マイクの製作

漆谷 正義
Masayoshi Urushidani

マイクロ波ながらアンテナの 指向性を気にせず使える

マイクロ波の通信では、パラボラ・アンテナによる鋭い指向性を連想します。アンテナの方向がずれたり、間に障害物が入ったりすると、通信ができなくなるのではないかと想像します。しかし、マイクロ波とて電磁波ですから、ダイポールやパッチ・アンテナの場合、よりブロードな指向性となります。

また、室内では壁や天井による反射があり、アンテナが逆方向を向いていても通信が可能です。これは、マイクロ波より格段に指向性の鋭い、赤外線を使った

リモコンでも同様です。

マイクロ波の実験は法律上の制約が多く、この点でも尻込みしがちです。しかし、室内での実験は、上記の壁の反射の例でわかるとおり、建物の外にはほとんど電波が出ないことから、許容される場合があります。

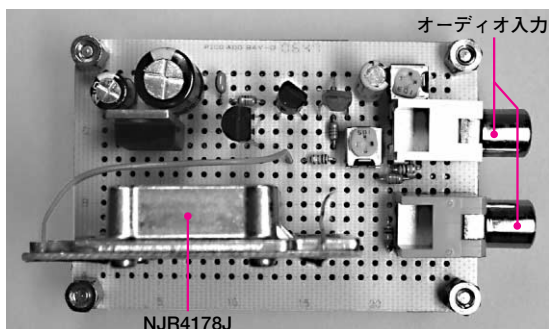
そこで室内という利点を積極的に利用して、写真1と写真2に示すような、指向性をあまり気にしなくて良いマイクロ波音声トランスミッタを製作してみました。FM変調により、音楽であっても問題ない音質が実現できます。また、FMリミッタの効果で、アンテナの前を人が通っても音声途切れることはほとんどありません。

準備と実験

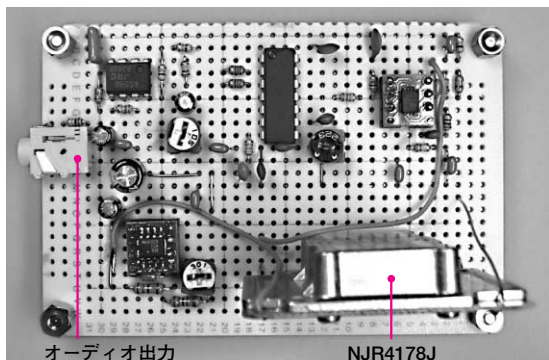
■ ドップラー・センサを 送信/受信専用にする

写真3に示すドップラー・センサ NJM4178J (新日本無線) は、入手が容易で安価なマイクロ波素子です。ドップラー・センサは、図1のように、対象物に向けてマイクロ波を送信し、反射波を受信するので、アンテナが二つ備わっています。

このセンサを通信に利用する場合は、ドップラ効果による干渉を防止するために、他方のアンテナを無効にする必要があります。そこで図2のように、受信側は右側の送信アンテナを銅箔テープを使ってシールド



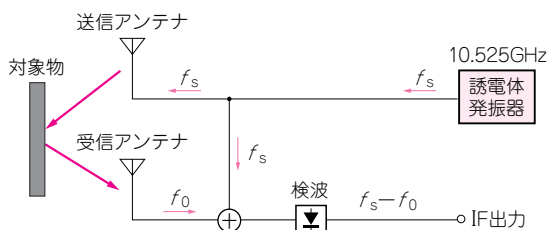
〈写真1〉マイクロ波ワイヤレス・マイクの送信機 (i-Podなどのイヤホン出力を接続する)



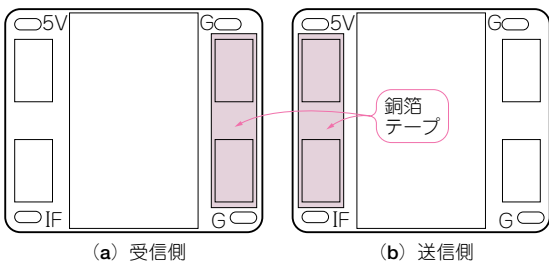
〈写真2〉マイクロ波ワイヤレス・マイクの受信機 (左のミニ・ジャックをスピーカ・アンプへ接続する)



〈写真3〉入手容易な市販のマイクロ波ドップラー・センサ NJR4178J (送信アンテナと受信アンテナを内蔵している)



〈図1〉NJR4178Jの内部構成(受信信号と誘電体発振器の信号を混合して検波する)



〈図2〉パッチ・アンテナのシールド方法(使用しないほうのアンテナを銅箔テープで覆う)

します。また、送信側は左側の受信アンテナに銅箔テープを貼ります。銅箔の裏面(粘着面)は、絶縁のため、両面テープを重ねて貼ります。

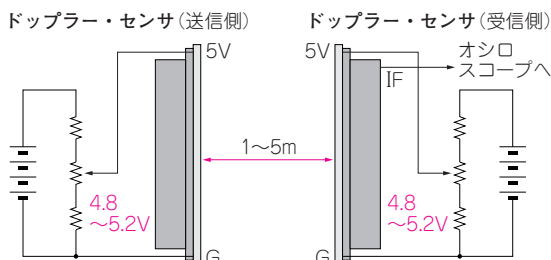
■ モジュールの電源電圧を変化させてみる

準備が整ったところで、図3のような実験をしてみましょう。双方の電源電圧を5.0Vに設定して、受信側のIF端子の波形を観測します。図4上側のようなサイン波が出ていることを確認します。この周波数は、送信側と受信側の誘電体発振器の周波数差に相当します。

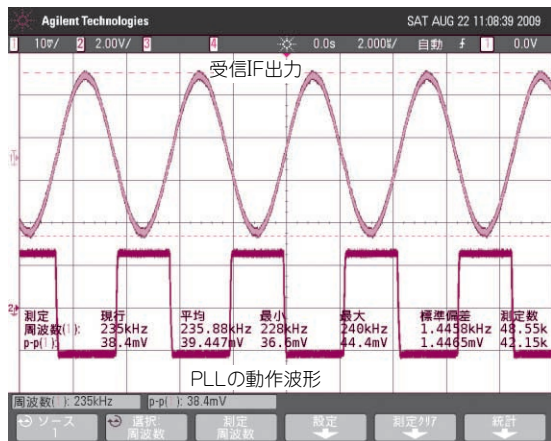
では、発振器の周波数はどの程度の精度があるのでしょうか。NJR4178Jシリーズの仕様書によれば、「周波数安定度：±5MHz」となっています。つまりランダムに2個のモジュールを選んだ場合、最大で10MHzの差となるということです。写真では、約200kHzとなっていますが、日によっては100kHz以下のときもあり、また、500kHzくらいのときもあり、一定しません。また、受信側の銅箔テープを貼る位置によってもかなり変わります(送信側は無関係)。

さて図3の実験で電源電圧を変化させると、IF周波数がわずかに変わります。このようすを図5に示します。この図から、電源電圧を変化させることによって周波数変調ができることがわかります。

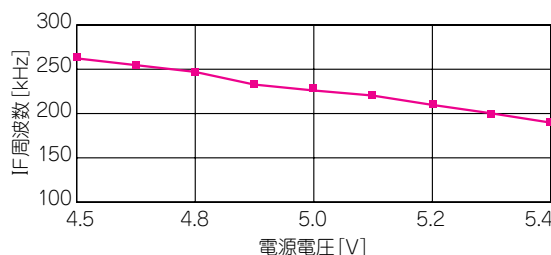
なお、NJR4178Jのラベルには、電源電圧の欄に「無変調」とただし書きがあります。本実験は、アンテナを遮蔽することを含めて、本来の用途とは大きく外れますので、性能保証やメーカーへの問い合わせは一切できません。



〈図3〉マイクロ波送受信の基本実験



〈図4〉受信機のIF出力波形とPLLの動作波形(2μs/div., 上: 10mV/div., 下: 2V/div.)



〈図5〉電源電圧とIF周波数の関係(電源電圧を可変することでFM変調が可能になる)

■ 周波数変化に対してはPLLで追従させる

このようにキャリアの周波数変動が大きい信号を受信する場合、引き込み範囲の広いPLL方式を使えば、同調とFM復調が同時にできます。図4下側は、PLL-IC(LM565)の波形で、VCOがIF波形にロックしていることを示しています。

マイクロ波ワイヤレス・マイクの回路

■ 送信機の回路

写真1が送信機の基板です。送信機は、定電圧電源