

PSK31 を上手に使う 10ヶ条

JA5FP 間 幸久

2004年1月17日

本稿は筆者による「PSK31 通信方式の変復調技術」CQ 2000.5 への補筆です。

1. アナログ感覚で行うデジタル通信

PSK31 は文字を取り扱うデジタル通信です。雑音などの不要信号や伝送路の位相変化などによって、デジタルデータに誤りが生じます。1 ビットでもデータが違くと異なる文字になりますが、PSK31 の BPSK モードでは、それを伝送中に誤ったとは気づかないで生真面目に表示します。

実際の HF 通信では伝播が不安定ですから、文字化けはしばしば起こります。これに対しては、受信者が画面に現れた文章の前後から判断して、送信者の意思を推測します。

PSK31 には次項以下に述べるように各種の対策がされてはいますが、運用者のアナログ的な補完が必要な通信方式です。

2. 漢字など 2 バイト文字には厳しい

PSK31 に使われる Varicode は、文字の区切り (Gap) には 00 を割り当て、それが個々の符号内には現れないように構成します。その規則に従って、1 ビットから 10 ビット長を考えますと、合計 96 個の符号が作れます。そのうち符号長の短いものに、文章中で出現頻度が高い文字 (例えば、'e' や 't' など) を割り当てます。可変長符号ですから、文章の伝送効率がよくなります。

いっぽう漢字を表わすためには、符号数が大幅に必要です。そのためにコンピュータ内では S-JIS の決まりが使われており、2 バイトで 1 文字を表わします。これと対応する 2 個の Varicode は、符号長の平均が 20.7 ビットという長さになります。平均 6 ビット長程度で扱える英文字と比べて、かな漢字は伝送能率が悪く、同期などでも条件が厳しいことになります。

Varicode の例を、次に示します。¹

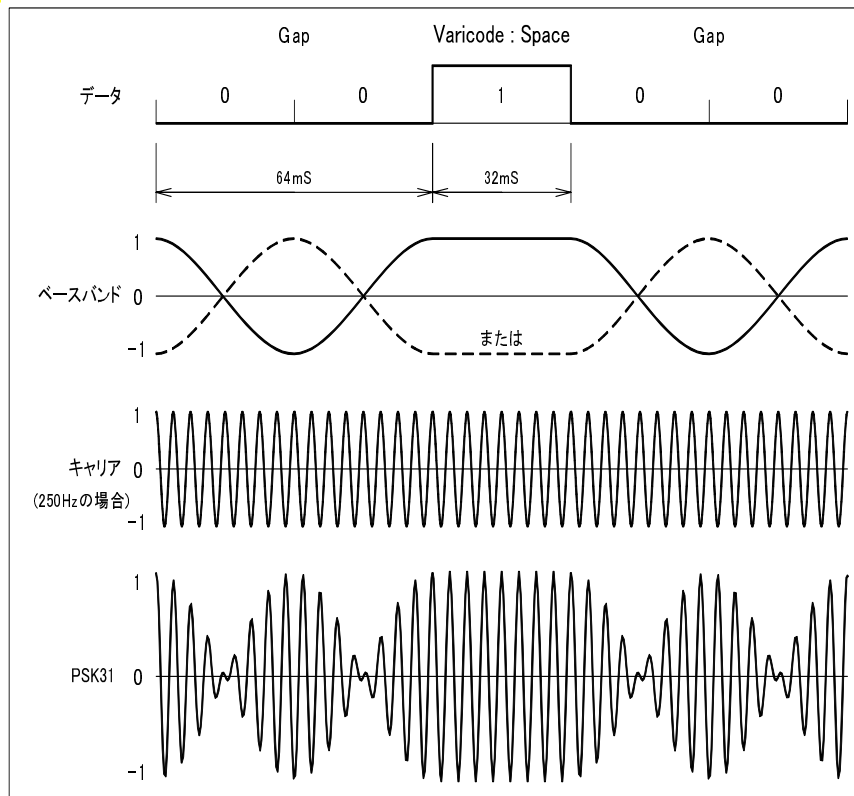
符号 (16 進数)	文字	Varicode
20	(Space)	1
65	e	11
74	t	101
6F	o	111
48	H	101010101
8E 8E	試	1111111111(Gap)1111111111

¹<http://det.bi.ehu.es/jtpjatae/pdf/p31g3plx.pdf>

3. **PSK ではあるが振幅変調と同じ性質**

一般の PSK 信号は等振幅であり、周波数軸で見るとサイドバンドが無限に広がっています。これに最小限帯域フィルタをかけると振幅成分が生じて、PSK31 信号となります。これとは別な方法ですが、図 1 のようにデータの 1 と 0 にそれぞれ対応するベースバンドを作り、これとキャリアを乗算することでも確実に PSK31 信号が得られます。

図 1: デジタル信号から PSK31 の生成 (BPSK の場合)



BPSK モードでの PSK31 の出力波形は、データ 1 に対応する CW(Continuous Wave) とデータ 0 に対応した DSBSC(Double Side Band - Suppressed Carrier) が順次現れます。

CW 期間には情報がありませんが、DSBSC 期間には $\pm 15.625\text{Hz}$ の両側波が存在し、それを検出してデータ 0 と認識します。伝送中しばしば出現する Gap と符号 0 に伴う位相反転を同期検出に使うという、巧みな PSK31 の設計です。

4. **サウンドカードのクロックは怪しい**

1 ビットが 32mS と決まっているビットデータ検出のために、クロック周期は送受間で偏差が少なく保たれる必要があります。とくにビット長が長い Varidoce の場合には、より高い精度が求められます。筆者の実験²によると、かな漢字伝送でのクロック周期のマージンは 1% 程度です。

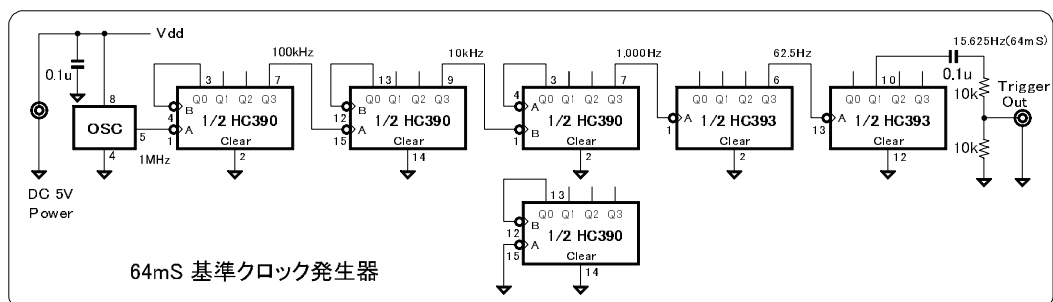
質の悪いサウンドカードがあることを、多くのユーザが報告しています。そこでサウンドカードに手を加える必要があるのですが、一般にはサウンドカードのクロックをハードウエ

²<http://www.h4.dion.ne.jp/~ja5fp/writings.html> の「PSK31 に聴診器をあてる実験」

アで調整できませんから、PSK31 ソフトウェアのクロック調整機能を活用して、クロック周期を補正します。

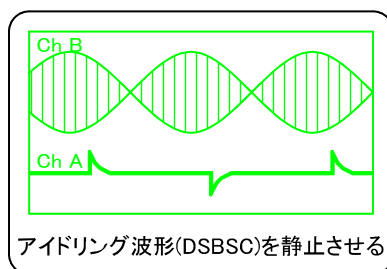
この調整には、2 現象オシロスコープが必要です。Ach 入力に図 2 の 64mS の標準クロックを加え、A トリガとします。

図 2: 基準クロック発生回路例



PSK31 ソフトウェアから Gap の連続 (DSBSC) を送り出し、PC のオーディオ出力を B 入力に加えると、図 3 のようになります。

図 3: 観測された PSK31 波形と基準クロック



あらかじめ PSK31 ソフトウェアの設定を標準 (例えば「SampleRate」は所定の値 (11,025 あるいは 8,000)、「Tone」を任意の値 (1,000Hz)) にします。クロック周期が正確でないと、Bch の波形が左または右に流れます。

そこで、サウンドカードの設定 (例えば、「Tx Frequency」あるいは「SoundCard Clock Adjustment」) を調整し、オシロスコープの波形を数十秒間にわたって完全に停止させます。この操作によって、送信時のクロック周期が標準値の 32mS になりました。

5. **できれば受信側クロックも調整**

サウンドカードがフルデュプレックス対応の製品である場合には、録音側のクロック周波数を別途調整する必要があるようです。

これを完全に行うには、前項で調整した標準クロックを持つ PC と PSK31 ソフトウェアからの標準 PSK31 信号で、対象となる PC と PSK31 ソフトウェアの設定 (例えば、「Rx Frequency」あるいは「SoundCard Clock Adjustment」) を調整します。

しかしこれは煩雑ですので、送信側での調整値をそのまま受信側に代入しても、大きな性能低下はないでしょう。

6. **ALC はとんでもない**

図 1 にあるように PSK31 信号は振幅成分を持っていますので、伝送路は振幅直線性が求められます。振幅を抑圧するとサイドバンドが広がり、PSK31 の特性が発揮できなくなりますから、SSB 送信機のオーバードライブや ALC の使用は禁物です。

また、サウンドカードもオーバードライブしないように気をつけます。

7. **連続送信に耐えられる出力か**

PSK31 の出力電力は、アイドル状態 (Gap の連続) 送信でもピーク出力の 50% になります。文字送信時にはピーク出力 (CW 送出) となる期間もありますから、この条件でも壊れないように送信機の出力を低減して運用すべきです。

一般に SSB 送信機の規格は、間欠動作をする場合に許されるピーク出力が示されていますから、100W 機でのアイドル状態の出力電力は 50W 以下にするのが安全です。

8. **同調には微細ダイヤルと AFC。Net は両刃の剣**

PSK31 信号は PC が直接扱うことができるオーディオ帯で処理されます。SSB 送受信機には周波数変換とフィルタリングおよび増幅の機能がありますが、類似の機能が PSK31 ソフトウェアにもあります。運用上のテクニックとして、どちらの機能を使うかが問われます。

例えば PSK31 信号への同調は、 $\pm 3\text{Hz}$ 以内でないと正しく受信できませんが、通常 PSK31 の AFC によってうまく追従してくれます。しかし、当初設定したトーン周波数より数百 Hz も動いている状態は好ましくありません。もともと、AFC が働いてトーン周波数を動かした原因は SSB 送受信機が相手局の側にあるのですから、それへの補正または追従は SSB 送受信機側で行うべきです。一般に SSB 送受信機の周波数ダイヤルは 10Hz ステップですが、Fine ダイヤルを使って正しく同調させましょう。

PSK31 ソフトウェアに付いている「Net」は、通信中の 1 局だけがオンにすべきですが、その局が周波数ドリフトを起こせば意味がなくなります。自局の周波数ドリフトは、SSB 送受信機の RIT を使って自分だけで解決しましょう。

9. **100Hz フィルタが理想**

PSK31 のスペクトラムはデータが 1 と 0 を繰り返している時に最大になりますが、その幅はせいぜい 60Hz です。したがって、100Hz 程度の狭帯域フィルタか CW 用フィルタを SSB モードで使えば理想的です。

SSB 用の 2.8kHz フィルタでは、CW や他の PSK31 信号のために AGC がかかり、適当ではありません。

10. **QPSK は先進技術**

PSK31 の QPSK モードには、FEC (Forwarding Error Correction) 技術が採用されています。FEC では、過去の 5 ビット分のデータを積み込んで現在のビットとして送信し、受信側では蓄積された 5 ビット分を演算してデータを復元します。この方法により、論理的にあり得ない誤りがあれば符号を訂正または空白文字とします。

PSK31 の QPSK では、1 ビットを 16ms として伝送速度をあげて、FEC による処理時間の増大を解消しています。周波数帯域幅は、 $\pi/2$ シフトにより相対的に狭くなりますので、BPSK と同等となります。

QPSK は同調が BPSK よりクリティカルですが、誤り訂正機能を活用した文字化けの少ないデジタル通信を楽しむことができます。おおいに利用したいモードです。

以上