

ミリメートル波CWエクステンジャー (MWCW) 簡易説明書

by **Sergey Zhutyayev, RW3BP** & **Vladimir Barchukov**

ミリメートル波CWエクステンジャー(ウインドウズ用)は元来初の47GHz EME 交信を成功させるために開発された。しかし、これは他の場面、例えば信号スペクトラムが(オーロラ、降雨散乱)伝播上の理由で広がったり、深いQSBが頻繁に起こる EME や SHF の対流圏伝播などの場面でも役に立つ。

プログラムは標準のCW符号を使用し、雑音に埋もれた信号の解読を限界から10デシベル低いレベルで可能とする。プログラムは繰り返し電文を非コヒーレントに平均化する手法を基本としている。より技術的なプログラム解説はドキュメントに記述されている。

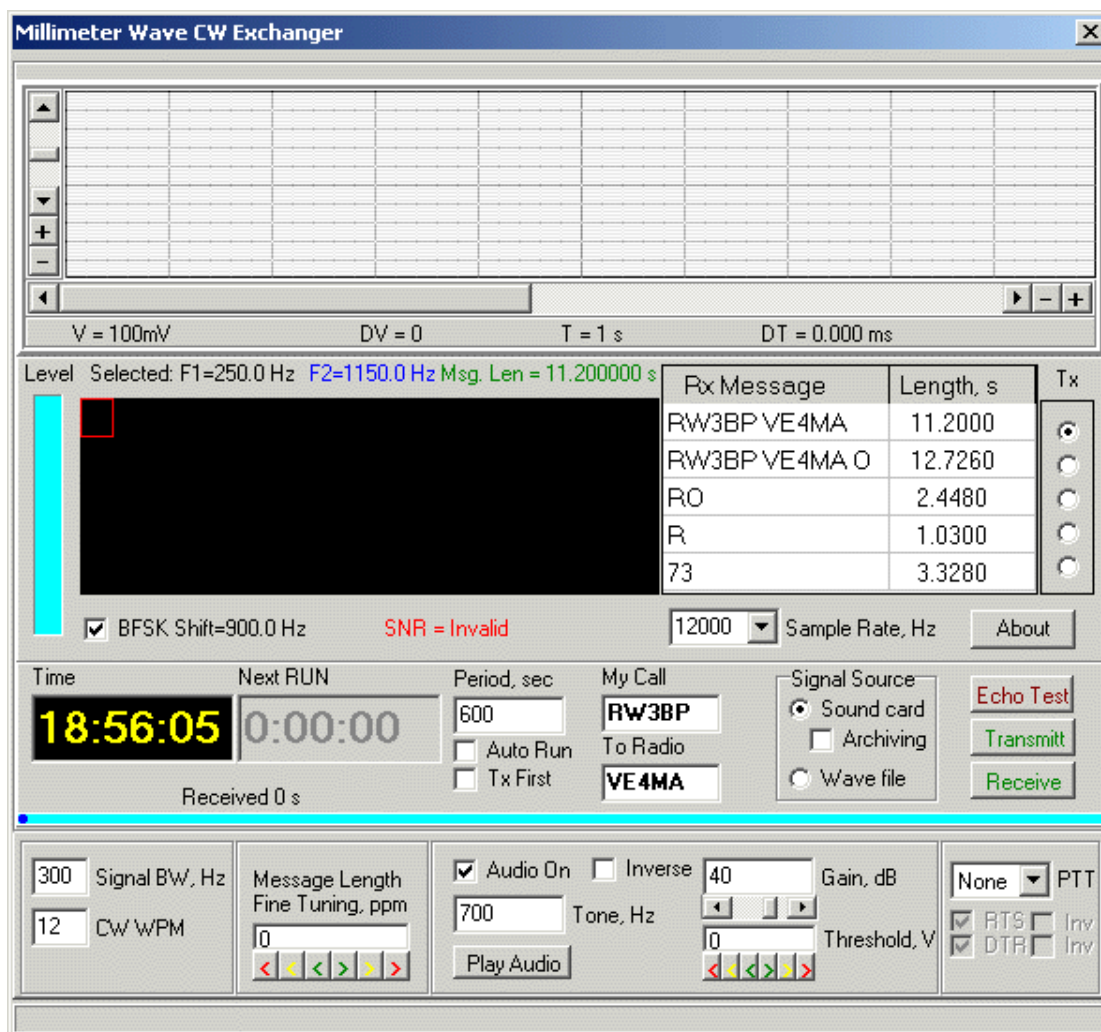


図1 メイン画面

インストレーション

インストレーションは大変簡単。プログラムをインストールし、指定したディレクトリから走らせる。図1のメイン画面を見よ。

メイン画面には3つのパーツがある。一番上はオシロスコープである。これは処理の終わった信号出力を表示する。その下、画面中央部は多チャンネル信号強度表示器である。これは90個の方形ピクセル集合、すなわち18*5列のLEDがある。LEDの左側は電文パネルで、各LEDアレイ列はメッセージ列と対応している。各コラムは特定の入力周波数フィルタ窓に存在するエネルギーに相当する。最下部では主にスケジュールや信号処理パラメータの設定を行う。

運用と使用法

このプログラムで出来る運用モードは3つある。第1のモードは、保存されたWAVEファイルの受信信号の処理である。第2のモードは、受信信号の実時間処理と対応するWAVEファイルの生成である。第3のモードは、送信用の1トーンもしくは2トーンのCW信号の生成である。第2、第3モードは同時に使用することが出来る(エコーテストモード)。これで月からの自分のエコーを得ることができる。

WAVE ファイルの処理 (第1モード)

このモードで事前にWAVEファイルに保存された信号の解析を行うことができる。WAVEファイルは実在の信号から生成したり、MWCWシミュレーションプログラムによって生成することができる。MWCWシミュレーションプログラムは、S/Nのいろんなレベルにおける運用場面における復調システムをテストすることができる。下部の信号源領域において、入力をサウンドカードからWAVEファイルに切り替えよ。送信ボタンが消え、受信ボタンの代わりにロードファイルボタンが現れる。ファイルを処理する前に次のことを行う必要がある。

MY CALL に第一(送信)局のコールサインをタイプする。

TO RADIO に第2局のコールサインをタイプする。

保存されるシグナルが2トーンCWならば(これが通常微弱信号運用におけるベストモードだ)、中のセクション窓のLEDアレイの下で、**BFSK** モードを選択する。

該当する信号バンド幅を選択する。(このプログラムにより発生されるBFSKの周波数シフトは信号バンド幅の3倍である)

CWスピード をセットする(デフォルトは12WPM)。

処理された信号を聞くために、**PLAY AUDIO** をオンにセットする。

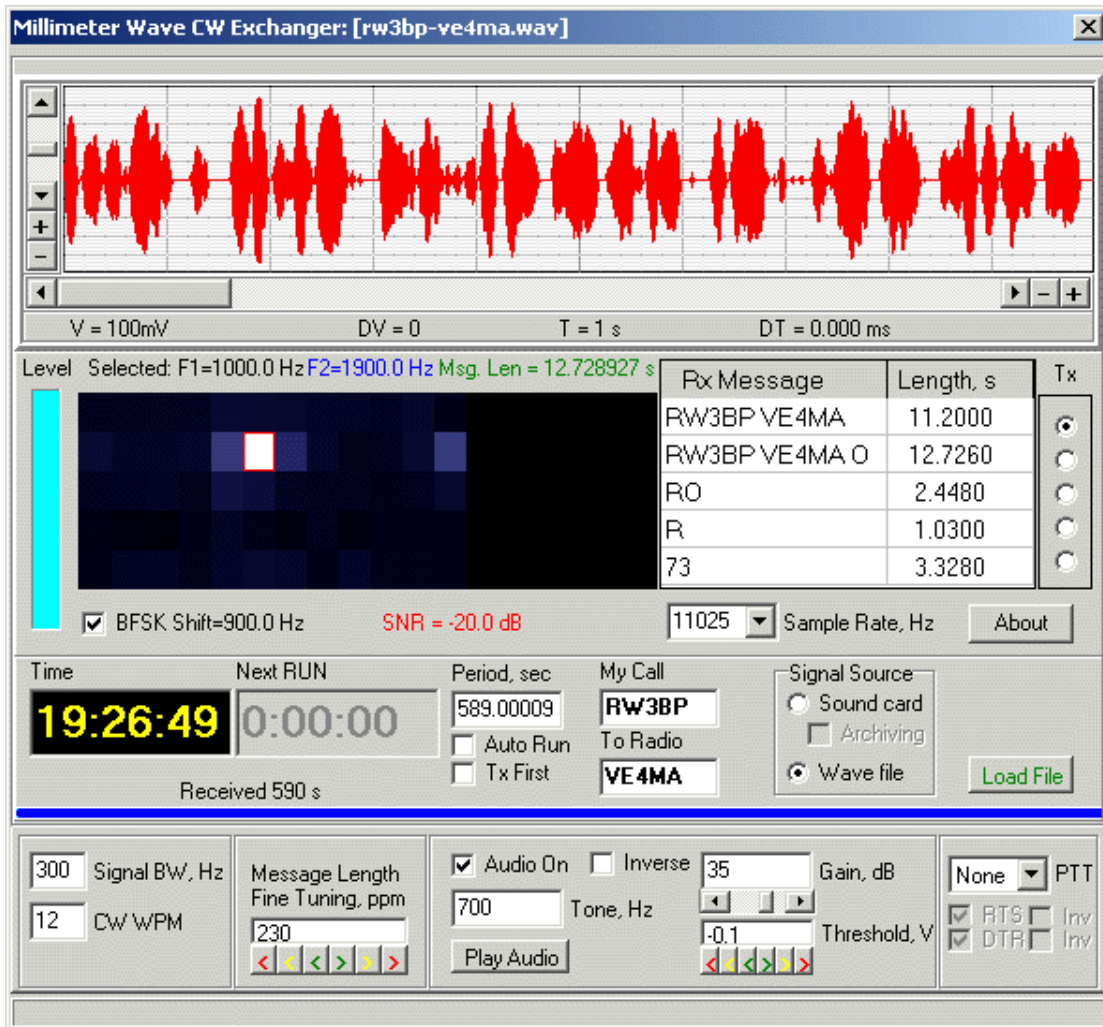


図2 録音された信号ファイルの処理

LOAD FILE をクリックし、希望のファイルを選ぶ。図2に示す実際の4.7GHz EME信号の処理結果（VE4MA, 2005年4月12日）を見てくれ。明るいLED表示器がファイル処理後にLED行列の中に現れる。これは信号が発見された周波数チャンネル（150Hz幅、選択された300Hz信号幅の対する）を示している。LEDは信号が強いほど明るく光る。もっとも明るいLEDをクリックすると、チャンネルの出力がオシロスコープ窓に表示される。このチャンネルの信号のS/Nが同時に表示される（この例では-20dB）。表示された出力は下部窓の**PLAY AUDIO** ボタンを選択すると再生することができる。

最良の結果を得るために電文の長さをチューンすることが必要かもしれない。原因は電文の長さが送信と受信で使っているサウンドカードのサンプルレートの違いにより実際の電文が期待とは違うかもしれないからだ。この補正には電文長 **FINE TUNING** を使う。この例では、最良の結果（最高の表示 S/N）が+230ppm 補正で得られている。（1ppm=百万分の1.1%=1000ppm）

このように、最良結果は受信長 12.728927 秒で得られた。設定は 12.726 秒であったにかかわらず。経験によればほとんどのサウンドカードのチューニング範囲は $\pm 200\text{-}300\text{ppm}$ である。

画面上のその他の設定は

サンプルレート = 11025 Hz。これは保存シグナルの WAVE ファイルアトリビューツにより決定される。

周期 = 589 秒。これも同じく WAVE ファイルアトリビューツにより決定される。

トーン = 700 Hz。これは CW 信号の再生トーンの周波数。オペレータの好みにより設定できる。

GAIN = 35 dB。平均処理後の受信信号の増幅利得。受信に適したレベルとなるよう変更できる。

スレッシュホールド = -0.1 V。オーディオ変調器のスレッシュホールド調整。通常はゼロだが、再生信号に対する運用者の好みに合わせることができる。

実時間処理（第 2 のモード）

実時間処理は保存された WAVE ファイルの処理とほぼ同様であるので、ここでは相違点のみ記述する。図 3 を参照。

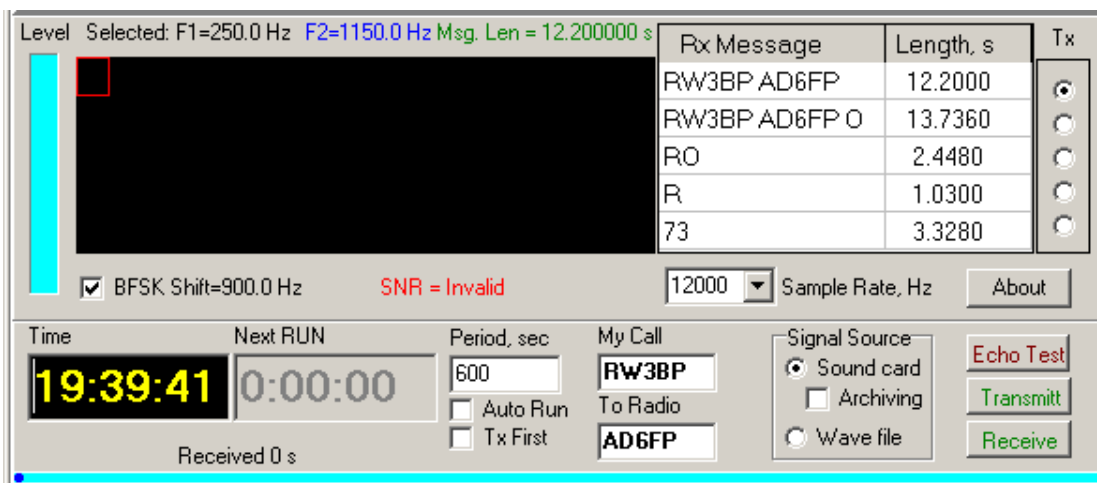


図 3

信号源はサウンドカードを選択。

受信機出力をサウンドカード入力に接続。

受信ボタンをクリックし、入力レベルをレベルバーグラフが 50 - 75 % を指示するよう調製する。

サンプルレートを選択する。古いサウンドカードなら 11025 Hz を使う。最近のカードなら 12000 Hz を。レートが高くとも動作するが生成されるファイルのサイズが大きくなる。

- 周期を選択する。これはあらかじめスケジュールの相手局と決めておかねばならない。弱いシグナルには長い平均時間を設定する必要がある。シグナルが弱いほど長い平均時間が必要になる。しかし平均時間の増加は交信継続時間が長くなる。47GHz EME では、周期 600 秒が良い結果をもたらすとわかった。しかし周波数は交信継続時間の間精度を保たねばならない。これは必要なドップラー補正を含めての課題である。

受信シグナルを保存するには、**ARCHIVING** ボタンを使う。プログラムはファイルネームの入力を要求する。そして受信ボタンを押す度に与えられた名前にシーケンス番号を付加した WAVE ファイルが生成される。

電文長をファインチューンすることもできる。電文チャンネルを選択し、入力信号の保存周期の間に結果を最適化する。しかし処理周期の第二ハーフまで待つほうがよい。その時点で平均化されたシグナルはより良く定義される。

送信

送信モードではプログラムは繰り返し電文を通常 1 トーン CW、もしくは 2 トーン CW フォーマットで生成する。通常 CW では 1000 Hz トーンが使用される。2 トーン CW (BFSK) では 1000 Hz はキーダウンに対応し、 $1000\text{ Hz} + 3 * \text{信号BW}$ がキーアップに対応する。プログラムは T/R 切替を COM ポート経由で PTT を発生する。

図 3 を参照してほしい。次の送信周期のために適当な電文を選択し、対応する TX ボタンを選択する。送信は TX ボタンを押した直後に始まり、選択された周期時間の間持続する。

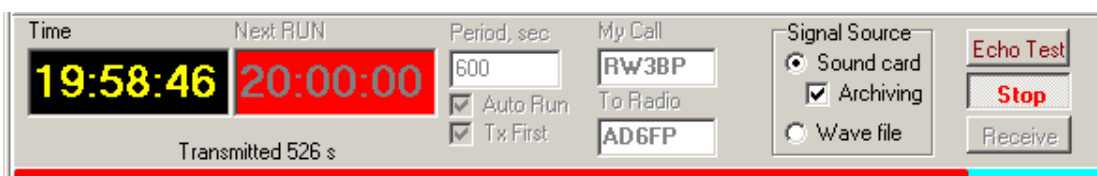


図 4

図 4 に示すようにプログラムは送信/受信シーケンスを自動化することもできる。このモードを選ぶには、NEXT RUN をダブルクリックし、スケジュールされた開始時刻を入力する。その後該当するなら TX FIRST を選択し、AUTO RUN を選択する。送信は入力された時刻に始まり、入力された周期にしたがって繰り返される。

極微弱信号に対しては送信と受信は別のサウンドカードを別のコンピュータで行うのが良い。それにより TX 周期を受信シグナルの解析に使用できるからだ。

エコーテスト

このモードでは、PTT 制御を COM ポートにより行うのが良い。プログラムは繰り返し電文の生成と受信シグナルの処理を同時に開始する。送信および受信周期は同じ長さ、月か

らのエコー遅延時間(約2.8秒)より少し長い。このモードでは MYCALL ボックスにタイプされたどんな電文でも使うことができる。それは2.8秒より長くても短くても良い。送信周期には受信機からは雑音は出ない。

より低いバンドでの使用

より低いバンドでは信号歪がより少ないので、入力フィルタのバンド幅を減らすことができる。これにより改善が期待でき、入力SN比で-25 - 26 dBでのCW交信が可能となる。しかしながらバンド幅はCW速度により制限される。12 WPMでは制限は10 Hzであるが、15 - 20 Hzを使うのがより良い。1 WPM以下の超低速CWを使うこともできる。この場合バンド幅は1 Hzで可能。これなら入力SN比 33 dBでコールサインを読むことができる。QRS CWをもっと快適に読むために、プログラムは12 WPMに再処理して出力する。QRSは広いバンド幅でも使用できる。SN比を改善するためではなく、サウンドカードのサンプリングレート精度への要求を軽減するためだ。このプログラムはランダム交信が不可能な状況で使うよう設計されたのだが、ランダム交信にプログラムを使用する方法もある。プログラムを使う関心が寄せられれば将来その方法を説明してもよい。

W5LUA, VE4MA, AD6FP の各位にはプログラムの開発に際し助言、試用など協力いただき感謝している。

ダウンロード

MWCW は ZIP ファイル (617 KB) でダウンロードできる。

www.ve1alq.com