

WSJT4.7 User's Guide 日本語訳

Copyright 2004 by Joe Taylor, K1JT

WSJT は VHF/UHF 通信に使用されるコンピュータプログラムであり、最新式のデジタル技術である。流星バーストから反射した 1 秒前後の信号を解読することが出来る。通常の CW または SSB に必要な信号強度より 10dB 以上弱い信号も解読する。

操作モード

- FSK441 高速 Meteor scatter 向け
- JT6M 6 メータ用 Meteor/Ionospheric scatter 向け
- JT65 極めて微弱な信号を扱う Troposcatter と EME 向け
- EME Echo 月からのエコーを受信する。

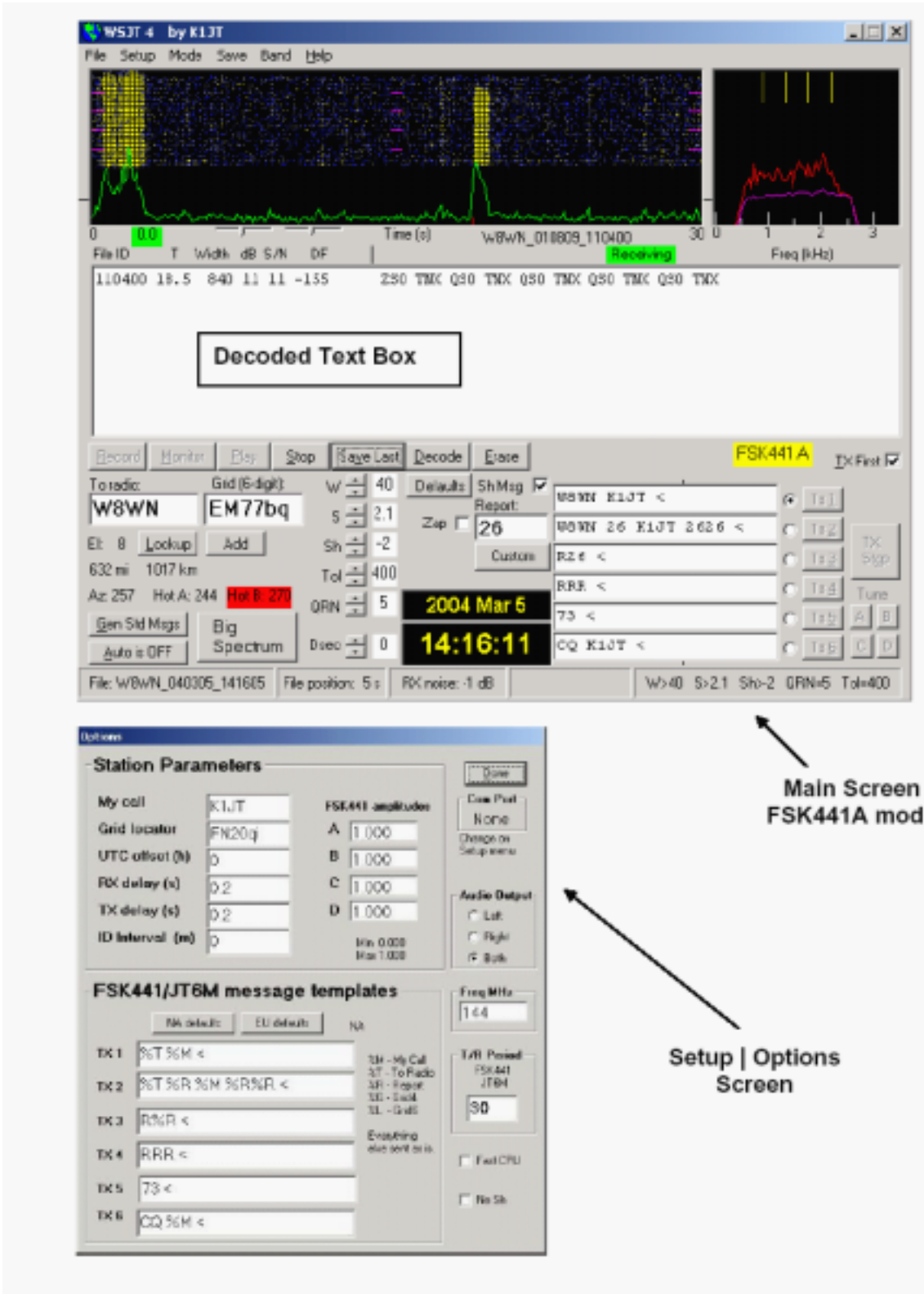
システムの要求事項

- SSB トランシーバと UHF または VHF のアンテナ
- Microsoft Windows のパソコン
- 200MHz またはそれ以上の高速の CPU
- 32MB 使用可能な RAM
- モニターの解像度は 800 × 600 またはそれ以上の解像度
- Windows と互換性のあるサウンドカード
- コンピュータと無線機への接続インターフェースはシリアルポートを使用して、PTT ラインまたは VOX を切り替える。
- オーディオ接続はトランシーバとサウンドカード間を接続する。
- 同期の方法はコンピュータの時間を UTC に設定して行う。

インストールとセットアップを簡単に行うには

- 1 WSJT のソフトを入手する。
WSJT <http://pulsar.princeton.edu/~joe/K1JT> またはヨーロッパのミラーサイト <http://www.vhfdx.de>.
- 2 ダウンロードしたファイルを適当なディレクトリへインストールして起動する。
- 3 このマニュアルをコピーして手元に置いておく。
- 4 コンピュータと無線機の間を適当なインターフェースケーブルで接続する。(ハードウェアのインターフェースについては PSK31 のようなモードでサウンドカードについて 沢山記述がありこれを参照のこと)

- 5 プログラムをスタートするために、デスクトップの WSJT のアイコンをダブルクリックする。
- 6 **Setup** メニュー（次のページの写真から）から **Option** をセレクトしてあなたのコールサインとグリッドロケータと UTC オフセット(日本の場合には-9 となる)を入れる。**Option** スクリーンから **Done** をクリックして終わりとなる。
- 7 **Setup** をセレクトして、コムポートをセットする。(**Set COM port**) T/R(送信と受信)をコントロールするために、使用するポート No を入れる。もし 0 ならば VOX コントロールになる。
- 8 **Setup** メニューに示されている **DTR** または **RST** を使って PTT をコントロールする。もしどちらか分からない時は両方にチェックマークを入れる。
これらのセットはこのプログラムを動かすために十分なれておく必要がある。もし初めて WSJT を使うのであれば、3 ページの例題を学びながらこのマニュアルを読みながら先へ進んで貰いたい。もし十分と思ったならばプログラムの実験は終りにする。



例題のファイル

WSJT の操作に慣れるために、解読するための例題サンプルを標準装備している。F7 キー

を押すと **FSK441A** モードが選択される。次に **File** メニューから **Open** を選ぶ。あなたのコンピュータから WSJT のディレクトリにある Rx/Wav/sample フォルダへ移り W8WN からレコードされたファイルを開く。このときこのファイルが解読されて 3 ページのトップに示すような写真が見られるはずである。スピーカーまたはヘッドホンをサウンドカードの出力に接続して、**Play** ボタンをクリックするとそのレコードを聞くことができる。ファイルの始めのスタチックノイズと 18 秒後に W8WN の中ぐらいで強いピングを聴くことができる。ピングの付近をマウスの右と左のボタンをクリックして見ると、そこに解読されたテキストが現れる。**Big Spectrum** のボタンをクリックすると大きなウォータディスプレイ上にこれらの信号の拡大したものが見られる。メインスクリーン上の **Erase** をクリックするとテキスト文と画像エリアをクリアすることができる。

次に JT6M を **Mode** メニューから選び AF4O のサンプルファイルを開く。このファイルでは自動的に解読は何もされていない。これは信号が非常に弱いからである。しかし 12.9s のグリーンラインをマウスの右ボタンをクリックすると AF4O が K1JT を呼んでいることが見出せる。このファイルの音を聞いてみるとその時間で何かが聞こえるが、何も映らない。最後に JT65A モードへスイッチして OH7PL からのレコードを開く。グラフィックウィンドーには 7 ページの写真のようになり、解読された文字がテキストボックスに示される。このファイルを聞くとただランダムノイズが聞こえるだけである。OH7PI の 144MHz EME 信号はこの時の CW 通信の場合よりも非常に弱いものであった。ただ JT65 では完全にコピーしていた。

信号レベルの調整

- 1 無線機をスイッチ ON して受信機を働かせて、信号の無いバックグラウンドノイズのみのところに同調をとり、サウンドカードにノイズ信号を送る。
- 2 **F9** を押して EME エコーモードを選択する。
- 3 **Setup** を選択して **Adjust RX Volume control** を選びサウンドカード入力ミキサーを働くようにする。
- 4 **Measure** をクリックしてノイズ計測シーケンスをスタートする。
- 5 オーディオミキサーのスライダーを調整するか、または受信機のゲインコントロールを調整して WSJT が云うところの 0dB に信号レベルを合わせる。この信号レベルは数値的に示される。プロットエリアに緑の線が表示される。この緑のカーブは左右の端の切り込み線にほぼ等しくすべきである。
- 6 **F7** を押して FSK441A モードに入る。
- 7 受信期間をスタートするために、**Record** をクリックする。このプログラムは 30 秒間ノイズを記録してそれを解読する。これはウォーターフォールタイプのスペクトルグラムに沿って大きなプロットエリアにギザギザの緑の線が作られる。この緑の線は受信したノイズパワーと時間との対比を示している。時間と周波数の対比はスペクトル

グラムの中では、周波数が高くなると時間が左へ進むようになっている。

- 8 **Setup** を開き **Adjust TX Volume control** を選びサウンドカードの出力ミキサーを調整する。
- 9 もし終段アンプがあるなら停止させる。**A,B,C,D** 4つのボタンの内1つをクリックして T/R スイッチが働きオーディオトーンがコンピュータから無線機へ送られるかどうか確認する。
- 10 オーディオミキサーのスライダーを調整して送信機のオーディオ信号レベルを正しくセットする。A,B,C,Dの4つのトーンを送っている間の送信電力を監視する。4つのトーン間の偏差が10%ないし20%ならば問題はない。ただ50%の差異は信号が劣化している。スピーチプロセッサまたは ALC コントロールをセットしての実験で有効的にそれを見つけるかもしれない。

基本的な操作手順

注：コマンドの詳細は18ページから始まるアルファベット順の用語説明があり、太文字で表示している。

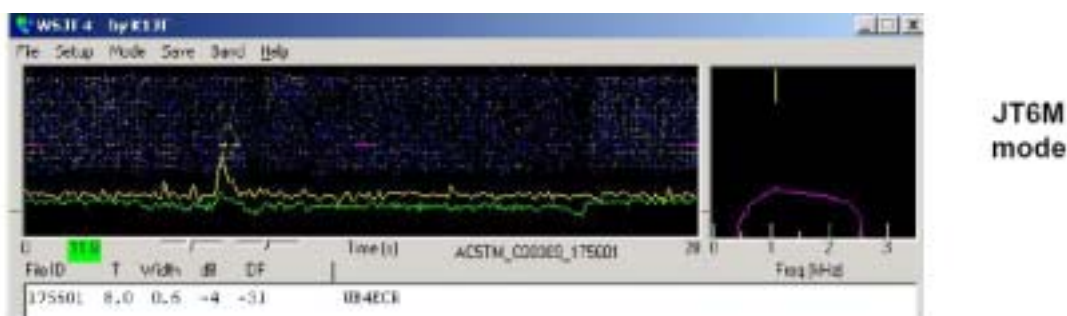
WSJT は送信と受信間隔について時間を決めている。FSK441 と JT6M は通常 30 秒間隔を使用する。JT65 では常に 60 秒間隔となる。QSO を行う準備として **To radio Box** に通信相手のコールサインを入れて、**Lookup** をクリックして **Gen Std Msgs** (スタンダードメッセージを作る) を更にクリックすると通常使用するメッセージがシーケンス順に作られる。もし **Lookup** が CALLSIGN.TXT のデータベースファイルを参照して指定のコールサインが見つからない時には、手動でグリッドロケータをインプットすることが出来る。あなたか、相手局どちらが先に送信するかを取り決めておき、**TX First** (先に送信される) のチェックマークをどちらかに選ぶ。**Auto** をクリックすると送信と受信が自動的にシーケンスが開始される。

受信期間が終了すると WSJT は受信した信号の各種の特長をグラフィックで表示する。緑の線は信号強度と時間との関連を表示し、他の線 (黄色、赤) で、スペクトラル情報と同期した結果などモードの種類によって異なるがこれらが表示される。解読したテキスト文はセンタースクリーンの下部にある大きなテキストボックスに表示される。FSK441, JT6M, と JT65 モードの実例を 3,6 と 7 ページに示す。

FSK441 または **JT6M** が流星バーストから短い反射を捕らえた時の信号を受信プログラムが終了した時点で見ることが出来る。このようなピングが発生した時には同時にその音を聞くことが出来る。緑色の線上にスパイク波が現れると同時にウォーターフォールスペクトラムの中に強調されたカラー (黄色) が表示される。1 ラインまたはそれ以上のテキスト文のラインは各々のピングによるものである。緑色のラインをマウスでクリックすると記録されたデータの中のそのスポットを強制的に解読させることが出来る。

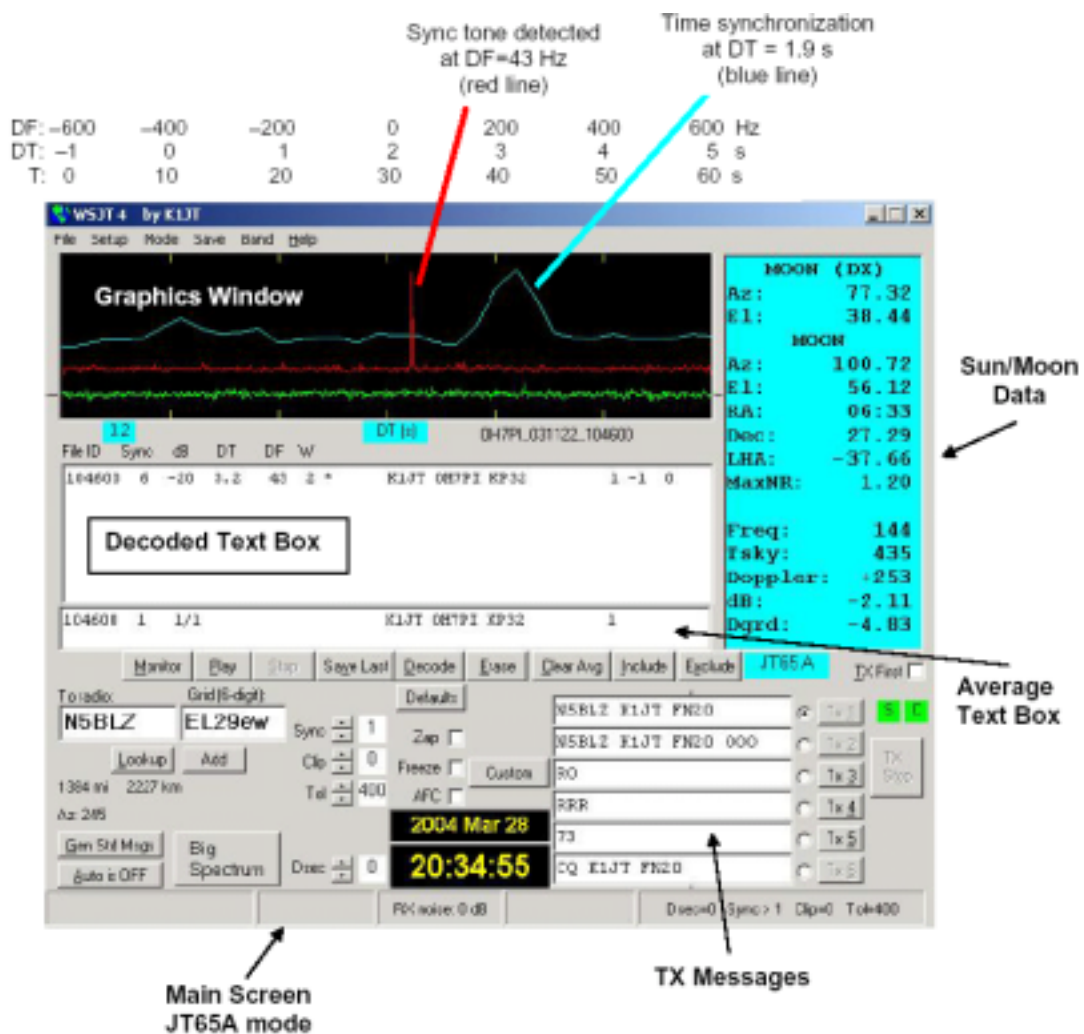
WSJT は送信局と受信局の間の相対的な周波数のズレを補正しようとする。初期設定値の

周波数サーチ範囲は $\pm 400\text{Hz}$ ($\pm 600\text{Hz}$ JT65 の場合) である。これを狭くするには **Tol**(tolerance)の値を減ると良い。他の解読パラメータの設定変更も同様である。FSK441 モードの受信可能なピングに対して **W** は最小バンド幅に **S** は最小の信号強度(dB)をセットしている。この調整はパラメータラベルのデータ設定のアップダウンキーを押すことにより変更が可能である。設定値に戻すには **Default** ボタンを押す。



JT6M では緑色のラインが信号強度の概略を表し、黄色のラインが同期信号の強度を示している。JT6M は各々のピングに対して解読を行い、全体の送信(または選択された部分)に対しての平均化したメッセージを作る。平均化したメッセージはテキストラインの終わりにアスタリスク(*)が表示される。マウスの左ボタンをクリックするとマウスポインターが示す4秒間のブロックのデータを解読する。また右ボタンをクリックすると10秒間のブロックのデータを解読する。更にはマウスポインターで必要な区域を選んでドラッグすることが出来る。FSK441 もどうようであり、限界値ギリギリの信号に対しては解読をベストにするためにもこの実験を行うべきである。JT6M は FSK441 よりもかなり弱い信号に対して有効である。

緑のラインがスムーズで何も聞こえず、何も見えない場合でも、このラインをクリックすると、コールサインやその他のデータが雑音から浮び上がってくる場合がしばしば見受けられる。



JT65 は送信機と受信機間の同期については厳しいものがある。このモードでは送信または受信の開始は **Auto to ON** のスイッチによって行う。他の WSJT モードも同様であるが、入って来た信号は全ての受信シーケンスが終了してから分析に入り、解読される。この結果のグラフィックは緑のラインに沿って赤・青のラインが表示される。受信した信号の同期などを要約した曲線が示されて、メッセージを解読しながら必要なステップが進められる。正しい同期は赤のラインのスパイク波と青のラインの幅の広い曲線により表示される。これらのピークの水平位置は送信機と受信機間の周波数と時間のオフセット（差異）を表示し、**DF** と **DT** を用いて示している。EME QSOs は約 2.5 秒の伝播の遅れとドップラシフトを有している。このため時間と周波数の誤差を生ずるので、**DT** と **DF** 値を計測することにより是正が可能となる。

メッセージの形態

FSK441 と JT6M の標準メッセージは **Setup|Option** スクリーン（3 ページ参照）のテンプレートを定義することで作ることが出来る。初期設定値は北米とヨーロッパの標準に使

われている方式により設定している。このテンプレートは好みによって変えることが出来る。通常 FSA441 と JT6M のメッセージは任意のテキスト文で 28 文字までである。使用可能な文字セットは次の通りである。

0123456789ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ.,/# ? \$ およびスペースである。

FSK441 は特別な短縮メッセージのフォーマットが幾つか用意しており、非常に効率的である。Sh Msg にチェックを入れると短縮メッセージが有効になる。有効な短縮メッセージは R26,R27,RRR, および 73 である。FSK441 はこのメッセージに対して 882,1323,1764,2205Hz の単音を割り当てている。FSK441B と C は 2 トーンシーケンスになり、低い方は 861Hz と高いほうは 1206,1550,1895, と 2240Hz となる。

JT65 のメッセージは更に制限が加わっており、3 つの基本フォーマットになる必要がある。

- 1 4 つのアルファベットと数字のフィールドを持ち下記にあるような特別な内容を有すること
- 2 如何なる任意の文章も 13 文字までに限定する。
- 3 特別な短縮メッセージは ATT、RO,RRR と 73 である。

1 のタイプの 4 つのフィールドメッセージは通常 2 組の正式なコールサインと任意のグリッドロケータと任意のシグナルリポート OOO などである。CQ または QRZ は最初のコールサインと交換することが出来る。CQ 以下には 1 つのスペースと 3 数字の必要なコールバック周波数を付け加えることが可能である。もし K1JT が 144.140 で送信して “ CQ 113 K1JT FN20 ” を送信したならばその意味は、K1JT は 144.13 を受信して如何なる応答にも答えることを示している。“ / ” を先行させた国識別符合または “ -NN ” または “ R-NN ” のシグナルリポートはグリッドロケータと交換することが出来る。例えば -24 は -24dB を受信した信号強度を示している。マイナスサインが要求される。そして NN の値は 01 と 30 の間になければならない。国別識別符合は Appendix A に示されており、これがサポートされている。タイプ 1 の決められたメッセージの全ての例は下記に従う。

F9HS K1JT	F9HS K1JT FN20	F9HS K1JT FN20 OOO
F9HS K1JT OOO	F9HS K1JT /KP4	F9HS K1JT /KP4 OOO
VK7MO K1JT -24	K1JT VK7MO R-26	CQ K1JT
CQ K1JT FN20	CQ 113 K1JT	CQ 113 K1JT FN20
QRZ K1JT	QRZ K1JT FN20	

JT65 の短縮メッセージは強力である。これは標準メッセージが要求する信号レベルよりも 5dB 低くても解読が可能である。これらは厳しい時間同期を使用しないので DT の情報は用意されていない。ATT メッセージ (“ Attention ”) は 2 局間で通常の QSO が始まる前にお互いを見つけるために使用される。もしメッセージが ATT,RO,RRR または 73 でスタートするならば短縮フォーマットで送信される。もしそれがタイプ 1 のメッセージの要求事項を満足するならば、22 文字までのフルメッセージが圧縮されて送信される。もしその他が入っていれば、任意の 13 文字しか送信されない。

標準 QSO の手順

もし下記の標準操作手順に従うならば、難しいコンタクトも容易になる。

最小限の QSO のために、次のような手順が推奨される。

- 1 もしあなたが両局のコールサインの何れか 1 つを受信したなら、両局のコールサインを送くれ。
- 2 もしあなたが両局のコールサインを受信したら、両局のコールサインとシグナルリポートの両方を送れ。
- 3 もしあなたが両局のコールサインとリポートを受信したら、R プラスあなたのシグナルリポートを送れ。
- 4 もしあなたが R プラスシグナルリポートを受信したら RRR を送れ。
- 5 もしあなたが RRR を受信したら、これはあなたの情報の全てが認められて明確になったということである。QSO は公式に完成である。しかしながら相手局はこれを知らないかもしれない。このためこちらは完了を知らせるために通常 73's(または習慣的に他の情報)を送る。

世界の各地域では若干違った手順が取られるかもしれない、また異なった手順モードがあるかもしれない。もしこの手順を忘れた場合には F5 を押すと WSJT の推奨手順がポップアップするのでその内容が明確になる。

メッセージテキストの右にある小さな円をクリックすると次に送るべき送信メッセージを選ぶことが出来る。FSK441 と JT6M と JT65 の短縮メッセージについては、送信が進行中にも TX ボタンを押すことによって、送信メッセージの変更が可能である。

操作上のヒント

各々の解読行った後に、WSJT は解読した信号の周波数オフセットを表示する。これらの評価の精度は FSK441 信号に対してはおよそ $\pm 25\text{Hz}$ 、JT6M については $\pm 10\text{Hz}$ 、そして JT65 では $\pm 3\text{Hz}$ である。これらの許容値以内(発信器の安定度と伝播路もこれを守る)に保ち有効な信号を得るために QSO を通じて DF 欄の値をしつこくチェックすべきである。FSK441 と JT6M モードの運用時に、もし DF 値が $\pm 100\text{Hz}$ のレンジの外側に来る場合には受信機を補正すべきである。これは RIT コントロールまたは RX/TX VFO を分離して行う。一般に QSO を通じて送信周波数を変えるべきではない。このため相手局は同時にあなたに同調することが出来る。

JT65 は周波数のオフセットは $\pm 600\text{Hz}$ まで許容される。赤のスパイクがプロットエリア(7 ページの写真を参照のこと)何れか一方の端になれば、選択肢として RIT を用いて再同調をとる。しかしながら、432MHz 以上のバンドでの EMEQSO は数 kHz またはそれ以上のドップラシフトを生ずるということを述べておきたい。そのような場合には受信した信号を取得するために RIT またはスプリット VFO の使用が必要になる。JT65 信号が受信され一度同期がとれたら、赤のスパイク波をクリックして、**Freeze** にチェックマークを入れ

て **Tol** を 100Hz またはそれ以下にする。その結果次の解読作業は赤のスパイク波がクリックされているのでその付近の DF 値を中心に \pm **Tol** 値の周波数範囲のみをサーチする。

JT65 のテキストラインの ? がディスプレイされるが、これは "OOO" と短縮メッセージについてある疑念が生じたときに示される。これらは OOO フラグが見かけでは発見されたが、ただフルメッセージテキストが解読されていないか、短縮メッセージが見つけれられたが **Freeze** がチェックされていない、または **Tol** が 100Hz または以下にチェックされていない時に現れる。JT65 の短縮メッセージを最良に使用するためにはオペレータの熟練が要求される。もし Big Spectrum ディスプレーの中で同期信号周波数上をクリックすると、目でも短縮メッセージを解読するのを助ける仕掛けが用意されている。

コンピュータ時計の精度は 1 秒ないしなそれ以下に保ち続けることが必要である。多くのオペレータはインターネット時計または GPS または WWVB レシーバを使用して時計精度を保っている。

太陽と月に関するデータ

JT65 と EME Echo モードではテキストボックスが水色になる。ここには月のトラッキング情報、サンノイズの計測、受信機のチューニング、EME のパスロスなどのデータが表示されている。この情報は太陽の方位角と高度 (**Az** と **El**) を含み、月に対しては **right ascension (RA)**、**declination (Dec)**、**local hour angle (LHA)** の数値を表示する。全ての座標は RA を除いて度で表示されるが RA は時と分で表示される。月の半径 (**SD**) は円弧の分で表示する。**Doppler shift** はその使用バンドでの偏差を Hz で表している。

往復のドップラシフトはあなたのロケーションの位置と相手局のロケーションの位置により決まる。ドップラ欄が空白の場合はグリッドボックスが空欄になっているからである。

MEM Echo モードの場合にはドップラ欄はあなたのセルフエコーの値になる。**Tsky** は使用周波数に対して月方向の銀河のバックグラウンド温度を示している。現在位置を月の近地点と比較したパスロスを加えてその単位は **dB** で示している。**Dgrd** は信号低下の全トータルを **dB** で表しており、これは月が近地点にあり、さらにバックグラウンドの温度が低い温度の方向あるベストの通信可能時間と比較した時の悪化分を示している。水色のテキストボックスの何れかの部分をマウスでクリックすると、DX ステーションの位置に於ける月のローカル座標 (**Az** と **El**) を見ることが出来る。そしてその片道の (**non-reciprocity**) EME パスロスの最大値を **dB** で示している。もう一度クリックするとスイッチが切り替わり通常表示になる。

サブモード間の特長

FSK441 のサブモードは 3 種類あり、メッセージの解読に差を生ずる。このため送信と受信は同じサブモードを使用する必要がある。FSA441A は冗長性がないコードを使用しており、文字に対しては 3 つの連続トーンを送信する。各々のトーンは 4 つの周波数から 3 つを割り当てる。FSK441B と C は 4 トーンおよび 7 トーンを使用したシーケンスを使用する。付

加情報としてエラーを訂正する能力の情報を加えている。FSK441B は 1 文字を構成する 4 シンボルの中で如何なる 1 シンボルのエラーに対しても訂正することが出来る。FSK441C は 7 シンボルの中で 3 シンボルのエラーまで訂正が出来る。

JT65 は 2.7 ボー (baud ; 1 秒間に送信するビット数) の変調速度で 65 トーンの周波数偏移のキーイングを用いてメッセージを送信する。最も低いトーンは 1270.5Hz であり、時間の確立と周波数の同期に使用される。この同期は擬似ランダムパターンを用いて通信時間の半分が同期に使用される。残りのトーン間隔でユーザーメッセージを送信する。前方エラー訂正 (FEC) には Reed-Solomon 符合訂正方式を採用している。3 つの JT65 のサブモードは全て同じコードと変調方式を使用している。ただ、トーン間のスペーシングが異なっている。このスペーシングはおよそ 2.7,5.4, および 10.7Hz でモード A,B, および C が対応している。送信と受信は同じサブモードを使用しなければならない。もし無線装置と伝播路が十分に安定しておりその変動が 4Hz またはそれ以下ならば JT65A を使用し、これはモード B よりも感度が 1dB 良く、モード C よりも 2dB 感度が良くなっている。

JT65 の短縮メッセージの送信はトーンを変えて送信して、各々 1.486 秒の時間がかかる。2 つの周波数の最下端は常に同期トーンの 1270.5Hz を使用している。各トーンの間隔は次の表により与えられる。

Message	JT65A	JT65B	JT65C
ATT	26.9 Hz	53.8	107.7 Hz
RO	53.8	107.7 Hz	215.3
RRR	80.8	161.5	323.0
73	107.7	215.3	430.7

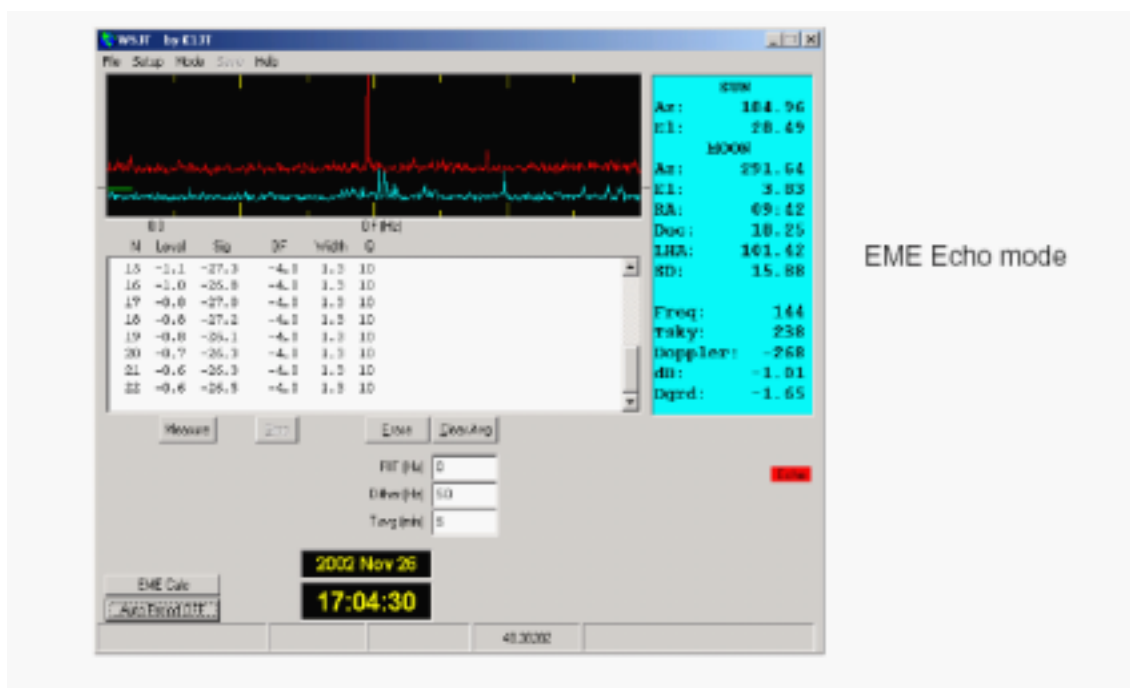
EME Echo モード

EME Echo モード(写真参照のこと)は EME 無線設備の遂行能力を評価するために設計されている。**Mode** メニューからこのモードをまたは **F9** を押すことによっても有効にすることが出来る。月にアンテナを向けて、クリアな周波数を探して、**Auto** ボタンを **ON** する。プログラムは次のサイクルを実行しながら繰返される。

- 1 一定の周波数のトーンを 2.0 秒間送信する。
- 2 エコーの返りをスタートするために 0.5 秒間待っている。
- 3 2.0 秒間の間受信した信号を記録する。
- 4 分析と平均を行い結果をプロットする。
- 5 ステップ 1 を繰返す。

各々の送信の始めに、送信されるトーンの周波数の値は名目上 1500Hz であるがその付近をランダムにオフセットして送信される。**Dither** (よろめき) Hz とラベルされたテキストボックスの中の数値はランダムオフセットの大きさをコントロールする。観測された各々の

エコーのスペクトルは、平均化するためにアキュムレータに蓄積する前に Dither の総量によってシフトされ表示される。



EME Echo mode

この手順は受信パスバンド内のバーディのインパクト（雑音源のパルス）を最小限にする効果が非常に大きい。平均化したスペクトラムの中の固定されたバーディは必要とする信号をシャープに決定しようとしている時に、広いレンジを覆いその信号を不鮮明にする。グラフエリアの2つのカーブは各々の T/R サイクルの後に現れる。その1つは400Hzレンジでのパワースペクトルで期待されたエコー周波数の中心にある。青（下線）のカーブはバーディの無いパスバンドを選んだことを確認するための参照スペクトラムである。スタート時点を計算してドップラシフトを取り除くことをさせている。そしてドップラの中の変化と送信した周波数の変動（dithering）を結果としては調整していない。安定したバーディは青のカーブのなかに固定されて留まっている。それは簡単にバーディを見つけることが出来る。赤のカーブは平均化したエコー信号を表示している。ドップラシフトの変化とプログラムされた変動（dithering）周波数を補正するように働いている。あなたのエコーを表す赤のカーブの中央に幅の狭いスパイク波が現れるように DF=0 になるよう調整すべきである。

テキストボックスの中の情報は、エコーサイクルが完成している回数 N、受信機のバックグラウンドノイズの平均レベル（Level）を dB、その計測した周波数のオフセット値 DF（ドップラシフトに対する補正をした後の値）を Hz、そのスペクトルのバンド幅（Width）を Hz、そして相対的な品質値（Q）を 0 - 10 のスケールで表示される。バックグラウンドノイズレベルは全ての WSJT に対して公称 0dB として与えられる。信号強度は公称 2500Hz のパスバンド全体のノイズパワーと比較して dB で計測される。Q = 0 はエコーが発見でき

なかったか、または信頼性に乏しいことを示している。そのようなケースでの **DF** と **Width** は意味が無く、**Sig** は上限にある。**Q** の値が大きくなるに従ってエコー計測値の信頼性が増加する。もし月からの反射エコーを聞くことが出来るならば、スイッチを **Auto ON** にしてから数秒以内で赤の大きなスパイク波がディスプレイに表示される。もしエコー強度が可聴スレッシュホールドレベルより 15 ないし 20dB 低い場合にはハッキリしたスパイク波は赤のカーブ上に数分以内で現れる。

EME エコーモードを初期設定値で使用すると受信機と送信機は同じ周波数に同調することを想定している。スクリーン上のボックスで **RIT(Hz)** のラベルは受信周波数のオフセット値を表示しており、例えば大きなドップラシフトにも適応している。23cm 波でテストしていることを想定してみると、スタート時点の想定ドップラシフト値は -1400Hz となる。送信オーディオトーンは 1500Hz なので、受信される周波数は 100Hz であり、受信機のパスバンドのカットオフ値よりも低くなっている。このためトランシーバの RIT によって、予想されるドップラシフト値またはその近くの近似値を用いてオフセットをコントロールする。そしてこのオフセット値はエコー計測をスタートさせる前に RIT ボックスにインプットする必要がある。プログラムはその後引き続いて起こるドップラ変化を約 800Hz まで手を加えずに自動追尾する。受信されるエコーは通常赤のカーブの中央に来るようにすべきである。6 m または 2m でのエコー計測ではドップラシフトが非常に小さいので RIT を使う必要がない。このためエコーは常に SSB のパスバンドの中に入る筈である。

有効なエコーの周波数はハッキリしており安定にしておくべきである。もし **Clear Avg** をクリックして、新しい計測をスタートさせるとエコー信号（赤のスパイク波）は再び同じ DF で現れて来る。エコーを見るために絶対確認しなければならないのは、送信周波数のオフセット値はすでに分かっており、50Hz といえば、その受信周波数は一定に保つ。有効なエコーは同じ 50Hz によってシフトされる。

計測モード

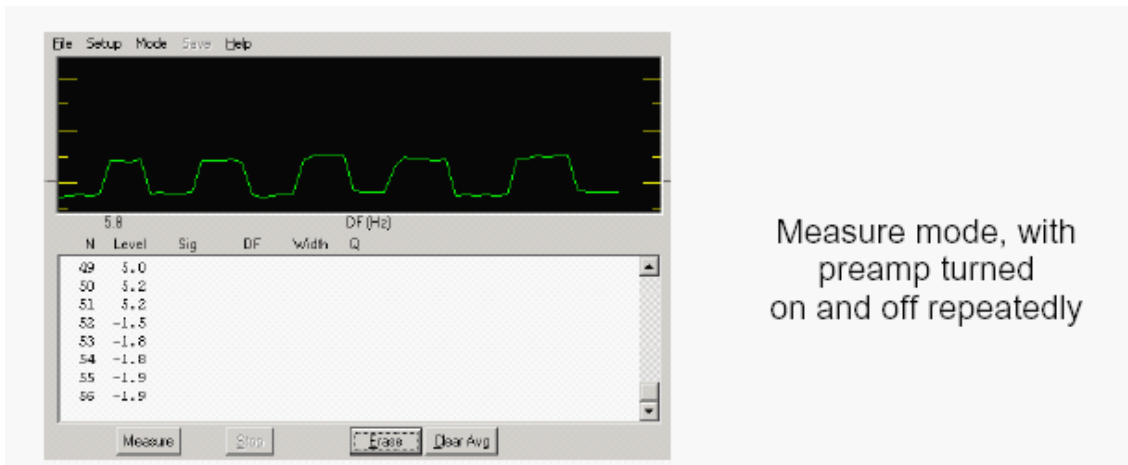
Measure と書かれたボタンは受信機の相対的なノイズを計測するために用いられる。それをクリックすると、このシステムは 1 秒の間オーディオ信号を記録してノイズパワーのレベルを計算し、WSJT の標準レベルと相対比較して dB 値でその結果を表示する。

このサイクルは 2 秒ごとに繰返される。この結果を大きなテキストボックスの中に緑のカーブとして要約データを表示する。

もしファイル DECODED.CUM が File メニューから有効になっているとデータはそのファイルへ書き込みが行われる。計測した結果は修正ユリウス暦でタグが付けられる。

このモードは、サンノイズ、アンテナ温度、グラウンドノイズ、プリアンプゲイン、及びその他選ばれた参照レベルとの相対比較の計測が出来る。もしこのモードを使用して計量的な計測をするのであれば、受信機の AGC を OFF して行う必要がある。ある種のテスト計測では較正されたアッテネッタを使用するとにより、あなたのシステムでの、dB 値での

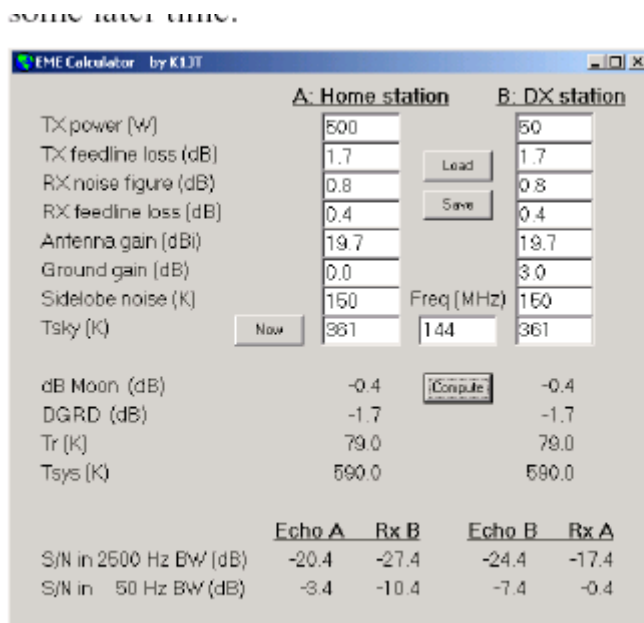
レポートの信頼性が向上する。



Measure mode, with preamp turned on and off repeatedly

EME 計算 (EME Calc)

エコーモードスクリーンの下左にある **EME Calc** のラベルのボタンをクリックすると月からのエコーの強さを予想するためのユーティリティプログラムがポップアップする。ステーションへの要求事項を入力して **Compute** をクリックする。もし DX 局に対してのパラメータを入力すると、両局のセルフエコーと夫々のロケーションでの信号強度の最大値を見ることが出来る。**Setup | Options** フォームから使用する周波数を設定してから、**Now** をクリックするとその周波数での sky back ground 温度が表示される。



EME Calc

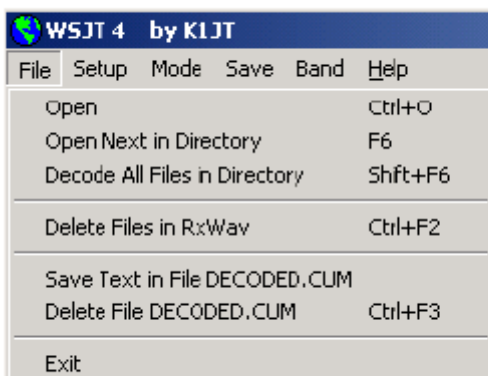
パラメータのセットをファイルに **Save** することが出来ると同時に後からセーブしたパラメータを **Load** することが出来る。

予想されるエコーの強さはあなたが設定したパラメータが実現できると仮定しており、全てが正しく働き、ファラディ回転は上手くいっている（もし関係するなら）ことから想定している。なぜ実際のエコー強度が予測とよりも小さいかという理由には多くの要因がある。または少し大きいかについての要因は少ない。

終段アンプについての配慮

WSJTはその信号が送信されている時は常に単一周波数の正弦波である。無線局のIDを送信している間は例外であるが、キーが離れている時間は存在しない；信号の大きさは一定であり、1つのトーンから次のトーンへの変換は相が連続的になるような方法で行われる。その結果WSJTは高品位の直線性をパワーアンプには要求しない。Cクラスのアンプでも必要なサイドバンドまたはスプラッタを起こさないので使用することが可能である。常に一定の大きさの信号が30秒またはそれ以上連続的に送信されるのでSSBまたはCW操作に比べて終段アンプへの負荷が大きくなるので注意が必要である。もしアンプがオーバーヒートする場合にはパワーを下げるか冷却ファンまたはブロワなどを追加するなどの適切な処置が必要である。

メニューとセットアップ・オプションスクリーン ファイル



Open：ディスクに前に記録したファイルを読み出して解読する。このファイルは標準 wav ファイルで 8bit モノラルの 11025Hz サンプリングで記録されたものに限る。

Open Next in Directory：ファイルがすでにオープンされている時に次のファイルを呼び込み解読を行う。

Decode All Files in Directory：すでにオープンされているファイル以降の全てのファイルを順次呼び込みを行い解読する。

Delete files in RxWav：RxWav のサブディレクトリにある *.wav ファイルを削除す

る。

Save text in file DECODED.CUM : WSJT のインストールディレクトリにあるファイル名 DECODED.CUM ファイルへ解読したテキストを追加する。

Delete file DECODED.CUM : 蓄積したテキストファイルを消去する。

Exit : このプログラムを終了する。

セットアップ | オプション Setup | Option (3 ページの写真を参照)

My call : あなたのコールサインを入力する。

Grid locator : あなたのグリッドロケータを 6 桁で入力する。

UTC offset : UTC からあなたのタイムゾーンのオフセットを時間で入力する。もし Greenwich より東に位置しているならばマイナス値を入力する。日本の場合は -9 となる。

Rx delay : 送信の終わりりと次のレコーディングの間に決められた遅延を強制する。

Tx delay : PTT ラインの有効とオーディオトーンを送信する間に決められた遅延を強制する。

ID Interval : 分単位で無線局識別 ID の自動発生時間間隔をセットする。これを使うためにはオーディオファイルの名称 ID.WAV が WSJT のホームディレクトリに用意する必要がある。このファイルは音声または CW を使用して無線局識別ができる。(**Generate ID.WAV** を参照)

NA/EU Defaults : FSK441 と JT6M の標準メッセージを発生させて初期設定のテンプレートへ挿入することが出来る。このテンプレートはその内容の編集が可能であり、例えばコールサインへ、接頭辞、接尾辞を付け加えることが可能である。またはコンテスト交換のフォーマットを正しくすることが出来る。実例として、もし G4FDX がテンプレートを交換してメッセージ TX1 へ “ %T W9/%M ” と書き込み、K1JT をコールするために **Gen Std Msgs** を押した時には “ K1JT W9/G4FDX ” が TX メッセージ 1 に現れる。

FSK441 Amplitude : FSK441A に A,B,C,D のボタンがあり夫々の 4 つのトーンを発生させて出力が一定になるようにレベルの割合を調整する。これはオーディオの帯域が一様でないために発生する。もし必要ならば 0 から 1.0 の範囲内でオーディオレベルを調整する。

Audio Output : サウンドカードから無線機へオーディオ信号を伝達するために **Left,Right**, または **Both** をセレクトする。

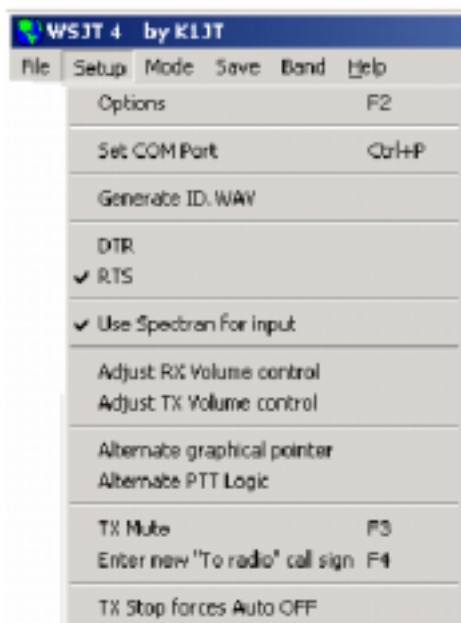
Freq MHz : 公称周波数は MHz でインプットする。ドップラシフトとスカイバックグラウンド温度などを計算するのに使用される。(**Band menu** も参照のこと)

T/R Period : FSK441 と JT6M モードに対しての T/R のインターバルは秒単位でその長さを決める。(通常は 30 秒)

Fast CPU : JT65 は記録が終了すると直ちに解読する。このチェックボックスは使用するコンピュータの解読作業が 5 秒またはそれ以下で終了するような高速の時のみである。これは次の送信が始まる前に解読されたメッセージを見ることが出来る。

No sh : FSK441 の短縮メッセージの全ての解読作業を中止する。

その他のセットアップ項目 Other Setup Items



Set COM port: T/R スイッチを有効にするために COM ポートのナンバーをセットする。0 を入力すると COM ポートの設定が放棄される。

Generate ID.WAV : WSJT ホームディレクトリへ “My call” を持った CW wav ファイルを作る。このファイルへ 25WPM で 440Hz の ID が送られる。

DTR,RTS : T/R のスイッチをコントロールするためのシリアルポート信号ラインを選択する。(分からない時は両方にチェックマークを入れる。)

Use Spectran for input : WSJT と同時にスペクトランが稼働する。サンプルされたオーディオは両方に供給される。追加の説明は Appendix B を参照されたい。(また別の操作ガイドが用意されている)

Adjust RX/TX Volume controls : サウンドミキサーコントロールが表示される。

Alternate graphical pointer : マウスのポインターをクロスか矢印に変更できる。

Alternate PTT Logic : コムポートを経由して T/R をスイッチすると僅かながらであるが異なったプログラムロジックが有効になる。(ハードウェアとオペレーティングシステムが組み合わされてこのオプションにチェックを入れると僅かながら更に良く働くようになる。)

Tx Mute : 送信機を沈黙させる。Auto ON を使用することによって QSO の一方をモニターすることが出来る。

Enter new "To radio" callsign : 新しく入力をするために既存の To radio と Grid をクリアにする。

Tx Stop forces Auto OFF : このアイテムにチェックを入れて、送信中に **TX Stop** をクリックすると送信が **Auto OFF** に変わり停止する。

Mode



このメニューから必要なモードにチェックを入れて使えるようにする。

Save

Save Decoded : WSJT ホームディレクトリのサブディレクトリ RxWav に解読したテキストファイルを保存する。

Save all : WSJT ホームディレクトリのサブディレクトリ RxWav に記録した全てのファイルを保存する。

Band

ディスプレイリストから運用するバンドを選択する。選択された周波数は EME のドップラシフト及びスカイバックグラウンド温度を計算するために使用される。

Help

Help : WSJT 4.6 ユーザーガイド(今読んでいるもの)とダウンロード先を簡単に紹介してすぐに役立つよう促している。

About WSJT : バージョンとコピーライトの情報を表示している。

Which message should I send? この項目を選ぶか(ショートカット **F5** を押すことによって) FSK441, JT6M, 及び JT65 の最小 QSO に対する標準メッセージ手順の使用方法についての思い出しのためのテキストボックスがポップアップする。

スクリーンコントロールの説明リスト(アルファベット順)

注 : あるコントロールはあるオペレーティングモードしか見えない。

Add : 表示されたコールサインとグリッドロケータはデータベース `callsign.txt` へ `add` を押すことによって保存できる。もしすでにこのコールサインが存在しているならば、それを置き換えるかを問い返す。

AFC : JT65 の解読アルゴリズムで自動周波数コントロールを有効にする。

Auto : 送信と受信の時間シーケンスを ON または OFF する。

Big Spectrum : 最後に解読したファイルを大きなウオーターフォールディスプレイで表

示する。時間が上から下へ経過すると周波数は左から右へ移動する。この表示は信号、ノイズ、の識別を明確にする。またバーディノイズ等から必要な信号を区別する。

Brightness : これは FSK441 と JT6M のみ有効である。大きなグラフィックエリアのしたのスライダーを調整してウオーターフォールスペクトラムの明るさを調整する。変更の効果を見るには **Decode** をクリックする。

Clear Avg : 平均メッセージボックスのテキストをクリアする。そしてメッセージのアクキュムレータをクリアする。

Clip : 通常は 0 にセットする。その値を 1,2,3 と増加するとそのメッセージを解読する前に信号をクリップする効果が、ソフト、中間、ハードになる。これはスタチックノイズなどを減少させる効果がある。

Contrast : これは FSK441 と JT6M のみ有効である。大きなグラフィックエリアの底部のスライダーを調整してウオーターフォールスペクトラムのコントラストを調整する。変更の効果を見るには **Decode** をクリックする。

Custom/Standard Texts : 2 組の TX メッセージの間を切り替える。カスタムテキストはグリッドロケータまたはコンテスト情報をストアする時などに使用する。

Decode : 最新の記録されたデータ、オープンしたファイルまたは **Freeze,Tol,Zap,AFC,Clip** などのパラメータを変えたときに、1 回またはそれ以上解読する。

Default : **W,S,Sh,Sync,Clip,Tol** および **QRN** などのパラメータを初期値にリセットする。

Dsec : UTC 時計の秒針を ± 1 秒単位ごとに手動で補正することが出来る。UTC または相手局の時間に手動で補正が出来る。(一般には Dsec を 0 にセットして Windows の時計を正確に保つべきである)

EME Calc : EME 信号レベル計算機を有効にする。

Erase : メインテキストボックスとグラフィックエリアの全ての情報を消去する。

Exclude : 平均メッセージアクキュムレータから最近記録したデータのほとんどを取り除く。この使用はプログラムが DF と DT またはいずれか一方が期待値から外れている場合などから生ずる同期不良などを起こした時に使用する。平均化が進んでいるメッセージが悪いデータで汚染されるのを防ぐ目的である。

Freeze : 赤のスパイク波をクリックすることにより、DF をターゲットに ± **Tol** Hz 以内の周波数のみをサーチする。

Gen Std Msgs : 標準メッセージを発生させる。また例えば **TX** メッセージ 1 をリセットすると **Tol** は 400Hz にリセットされる。

Include : もし信号レベルが -32dB よりも大きければ同期 **Sync** が設定された閾値よりも少なくても平均メッセージアクキュムレータに最新のデータを追加する。

Lookup : **To radio** にエントリーしたコールサインを基にしてデータベースファイル (**callsign.txt**) を検索する。もしそのコールサインが見つければ、その局のグリッドロケータから距離、方位角、迎角及びドップラシフトを計算する。

Measure : ノイズパワーの計測を開始する。

Monitor : 一連の記録を開始する。呼んでいる周波数をモニターするか、お互いに QSO をしている内容をコピーする。

Play : 解読された最新のデータファイルをサウンドカードのスピーカーから再生する。
このボタンはカセットレコーダの再生ボタンのような動作をする。

QRN : 空電ノイズなどによる解読不良を抑制するために設定値(初期値 = 5)を高くする。

Record : Radio からオーディオノイズの録音を開始する。プログラムが録音の時間 (**T/R Period**) になると録音が始まる。 **Stop** が押されるまで続けられる。もし **Auto** が **ON** ならば、プリセットの出来る T/R のインターバルが終了した時にデータはプロットされ解読される。このコントロールはカセットレコーダの録音ボタンのようなものである。

S : ピングが解読出来る最小の閾値を設定する。

Save Last : 最新のレコードファイルを保存する。(**Save Decode** と **Save all** も **Save** メニューで参照する)

Sh : FSK441 の短縮メッセージが解読出来る最小の信号強度を dB でセットする。

Sh Msg : FSK441 の短縮メッセージ R26,R27,RRR および 73 の送信を有効にする。

Stop : **Record,Monitor** または **Play** 操作を終了させる。このコントロール機能はカセットレコーダの Stop ト同じ機能である。

Sync : JT65 解読器の同期閾値(初期値 = 1)をセットする。

Tol : 周波数偏差(オフセット)に対して解読許容値 (Hz) をセットする。DF が決まり、受信状態になるが、DF を減らして、**Tol** の値をさらに小さくすると解読エラーを減少させることが出来る。

Tune A,B,C,D : FSK441 の標準周波数 882,1323,1764,2205Hz のトーンの中から 1 つを選び連続波を発生させる。

Tx 1-6 : メッセージを選び送信する。送信は TX のシーケンスが終了するまで継続し、もし **Auto** が **OFF** ならば **T/R Period** ボックスの中の継続値まで続く。

TX first : T/R サイクルでもし先に送信したいならば、このボックスにチェックマークを入れる。もしチェックを入れないならば、あなたの通信相手が先に送信を開始する。この **First** の意味は 1 時間の T/R 間隔の中で、はじめに送信すると定義している。

TX Stop : 送信の継続を停止する。

W : 自動解読器に対して予期したピングのバンド幅の最小値をセットする。

Zap : 解読をする前にフィルタでバーディ (幅の狭い振幅の一定した信号) を取り除く。

メインスクリーンテキストボックス

Average Text : JT65 モードでの平均化されたメッセージを表示する。

Decoded Text : 解読されたメッセージとその他の信号情報を表示する。

Dither (Hz) : エコーモードでの送信トーンはランダム周波数オフセットにより送信周波数

のトーンが変化する。このオフセットの最大値をセットする。

Grid:Lookup を押すと **To radio** ボックスにそのコールサインの 6 桁のグリッドロケータが表示される。グリッドロケータは手動で入力も出来る。4 方の場合にはスペースを追加する。

Report : 相手局にシグナルリポートを送りたい場合にリポート値を入力して、**Gen Std Msgs** を押すと送るべきリポートメッセージが作られる。

RIT(Hz) : 受信機の RIT を Hz 単位で設定する。

Status Bar : WSJT スクリーンの底部にはファイルポジション、RX オーディオレベル、解読パラメータなどが表示される。

Sun/Moon Data : 現在の太陽と月の座標と EME のパス情報を表示している。この窓のいずれの部分をクリックすると DX 局と **MaxNR, non-reciprocity** の EME パス (部分的な **polarization** とファラディ回転の原因による) の最大値等を表示する。さらにクリックをすると元へ戻る。

Tavg(min) : EME エコーモードでの平均化を行う時間を設定する。単位は分である。

To radio : コールする (された) 局のコールサインをいれる。このボックスに文字を入れるとこれが記録されたファイルの先頭ファイルネームになる。

Appendix A : サポートされる国別識別符合

もしあなたが他国でライセンスを得て無線局の運用が可能ならば移動国別識別符合 (“ / ” を先行させて) 代用することが出来る。これは JT65 の 1 の標準メッセージの中のグリッドロケータに代えて/国別識別符合を使用する。3 文字の国別識別符合は以下の通りである。

1A	1S	3A	3B6	3B8	3B9	3C	3C0	3D2	3DA	3V	3W	3X	3Y	4J
4L	4S	4U1	4W	4X	5A	5B	5H	5N	5R	5T	5U	5V	5W	5X
5Z	6W	6Y	7O	7P	7Q	7X	8P	8Q	8R	9A	9G	9H	9J	9K
9L	9M2	9M6	9N	9Q	9U	9V	9X	9Y	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A9	AP	BS7	BV	BV9	BY	C2	C3	C5	C6	C9	CE	CE0	CE9	CM
CN	CP	CT	CT3	CU	CX	CY0	CY9	D2	D4	D6	DL	DU	E3	E4
EA	EA6	EA8	EA9	EI	EK	EL	EP	ER	ES	ET	EU	EX	EY	EZ
F	FG	FH	FJ	FK	FM	FO	FP	FR	FT5	FW	FY	H4	H40	HA
HB	HB0	HC	HC8	HH	HI	HK	HK0	HL	HM	HP	HR	HS	HV	HZ
I	IG9	IS	IT9	J2	J3	J5	J6	J7	J8	JA	JD	JT	JW	JX
JY	K	KG4	KH0	KH1	KH2	KH3	KH4	KH5	KH6	KH7	KH8	KH9	KL	KP1
KP2	KP4	KP5	LA	LU	LX	LY	LZ	M	MD	MI	MJ	MM	MU	MW
OA	OD	OE	OH	OH0	OJ0	OK	OM	ON	OX	OY	OZ	P2	P4	PA
PJ2	PJ7	PY	PY0	PZ	R1F	R1M	S0	S2	S5	S7	S9	SM	SP	ST
SU	SV	SV5	SV9	T2	T30	T31	T32	T33	T5	T7	T8	T9	TA	TA1
TF	TG	TI	TI9	TJ	TK	TL	TN	TR	TT	TU	TY	TZ	UA	UA2
UA9	UK	UN	UR	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	VE	VK	VK0	VK9
VP2	VP5	VP6	VP8	VP9	VQ9	VR	VU	VU4	VU7	XE	XF4	XT	XU	XW
XX9	XZ	YA	YB	YI	YJ	YK	YL	YN	YO	YS	YU	YV	YV0	Z2
Z3	ZA	ZB	ZC4	ZD7	ZD8	ZD9	ZF	ZK1	ZK2	ZK3	ZL	ZL7	ZL8	ZL9
ZP	ZS	ZS8												

Appendix B: WSJT and Spectran

スペクトランは Alberto di Bene I2PHD と Vittorio De Tomasi IK2CLZ によってプログラムが作られた。これはリアルタイムのウオータフォールを持ったスペクトラル分析機能を持っており、他にも有能な機能を備えている。WSJT4.7 とスペクトラン Ver.2 (build213) をスタートさせると 2 つのプログラムが連動して同一のコンピュータで同時に使用することが可能になった。現在のスペクトランのバージョンは WSJT のインストール版およびアップグレード版に含まれている。スペクトランの使用方法は WSJT の配布版の中に PFD として含まれている。

WSJT からスペクトランをスタートさせるためには Setup メニューから Use Spectran for input にチェックマークを付ける必要がある。このスペクトランプログラムは WSJT モードとして起動されてコンパクトビューが表示される。Use Spectran for input にチェックマークがある限りは、WSJT のオーディオ入力はスペクトランを経由する。スペクトランは使用するサウンドカードを選べるという特長がある。もしスペクトランを正常に動作させることが出来れば、WSJT も正しく動作する。

その他の読物

- 1 WSJT 4.6 テクニカルマニュアル (準備中) WSJT モードがどのように動作するのか技術仕様と詳細を用意する。テクニカルマニュアルは下記の HP で入手が出来る。
<http://pulsar.princeton.edu/~joe/K1JT>
- 2 その間に、技術情報は WSJT ユーザーマニュアル Ver.3.0 の中で見つけることが出来る。これは下記のところからまだ入手が可能である。
<http://pulsar.princeton.edu/~joe/K1JT/WSJT300.PDF>
- 3 最初の WSJT モード、FSK441 は 2001 年 12 月の QST に掲載されている。記事は P36 から始まる。
- 4 JT44 は JT65 モードに先立って 2002 年 6 月の QST の記事 “The World Above 50MHz” P81 に掲載されている。

Acknowledgments

このマニュアルよりも早いバージョンは Andy Flowers、K0SM との共著であった。私は現在のバージョンを初めから出直したが、Andy の悪戦苦闘の多くの残り物はまだ残っている。

Bob McGwier, N4HY は私が error-correcting codes の習得にねじを巻いてくれた。Phil Kam, KA9Q はそれらの難解なところを助けてくれた。Ralf Koetter と “Algebraic Soft Decision Decoding of Reed-Solomon Code” の資格を得たペーパーリサーチャの Alexander Vardy には特にお礼を述べたい。このペーパーは JT65 モードに於ける強力な解読アルゴリズムを導入させた。彼等の会社である Code Vector technologies を通し

て、Koetter と Vardy はそれらを採用するコンピュータのコード化のライセンスを受けた。そしてそれは “ WSJT に限り非営利目的のため ” に USA のパテントライセンス 6634007 の保護下にある。

多くの WSJT のユーザーはこのプログラムの発展途上に重要な貢献している。Shelby Ennis,W8WN は FSK441 と JT6M の開発途中に私との非常に多くのスケジュールをこなしてくれた。JT65 については Jack Carlson、N3FZ が同様の仕事をしてくれた。

もし Shelby と Jack がプログラムをクラッシュすることが出来なかったら他のユーザーはプログラムを使用することが出来なかったということを私は学んだ。非常に多くのユーザー、個々に名前を挙げるには非常に多すぎる。また酷評し、提案し、フィードバックしてくれた。私は特に Lance Collister,W7GJ は WSJT の効果について、“もう少し感度を上げられるはずだ” と言いつけた。これら全ての人の努力に非常に感謝している。