

# WSJT-X ユーザガイド

Joseph H Taylor, Jr, K1JT – Version 2.5.3

日本語訳 大庭 JA7UDE

最終更新 2021年12月12日

# 目次

<b>はじめに</b>	<b>6</b>
バージョン2.5.3の新機能	7
本書中で使う記号	7
多言語対応	7
WSJT-Xにあなたができること	8
ライセンス	8
<b>運用に必要な機材</b>	<b>9</b>
<b>インストール</b>	<b>10</b>
Windows	10
Linux	11
Debian、Ubuntu、または、Raspberry Pi OSを含むDebianベースのOS	11
Fedora、Red Hat、または、他のrpmベースのシステム	12
OS XとmacOS	12
<b>セットアップ</b>	<b>12</b>
General	13
Radio	14
Audio	16
TX Macros	17
Reporting	18
Frequencies	19
Colors	21
デコードハイライト機能	21
LoTWのユーザ認証	22
Advanced	23
JT65 VHF/UHF/Microwave decoding parameters	23
Miscellaneous	23
FT4、FT8、MSK144 メッセージの生成	24
ダークモード	24
<b>トランシーバーの設定</b>	<b>26</b>
受信機の雑音レベル	26

バンド幅と周波数設定	26
送信機のオーディオレベル	26
<b>基本操作</b>	<b>27</b>
サンプルのダウンロード	27
広域グラフ設定	27
FT8	28
主画面	28
Wave ファイルを開く	28
デコードの概要	29
デコード制御	29
FT8 DXペディションモード	30
FT4	31
Waveファイルを開く	31
FST4	33
Waveファイルを開く	34
FST4W	35
Waveファイルを開く	36
<b>QSOの手順</b>	<b>38</b>
通常のQSO手順	38
任意のテキストメッセージ	39
自動QSO	39
コンテストメッセージ	39
NA VHF コンテスト	39
EU VHF コンテスト	40
ARRL フィールドデー	40
ARRL RTTY Roundup	40
WW Digi Contest	40
非標準コールサイン	41
77ビットペイロードのモード : FST4、FT4、FT8、MSK144とQ65	41
72ビットペイロードのモード : JT4、JT9、JT65	41
タイプ 1 複合コールサイン	41
タイプ 2 複合コールサイン	42
QSO前の確認	43

<b>VHF+ 機能</b>	<b>44</b>
VHF設定	44
JT4	46
JT65	47
Q65	48
MSK144	50
Echo モード	52
EMEに関するヒント	53
<b>WSPRモード</b>	<b>53</b>
バンドホッピング	54
<b>スクリーン制御</b>	<b>57</b>
メニュー	57
WSJT-X メニュー	57
Fileメニュー	58
Configurationメニュー	58
Viewメニュー	59
Modeメニュー	59
Decodeメニュー	59
Saveメニュー	60
Toolsメニュー	60
Helpメニュー	60
キーボードショートカット (F3)	61
スペシャルマウスコマンド (F5)	62
ボタン群	62
画面左	64
画面中央	64
Tx メッセージ	66
ステータスバー (Status Bar)	66
Wide Graph	67
Fast Graph	67
Echo Graph	68
その他	68

<b>ログ機能</b>	<b>68</b>
<b>デコーダに関して</b>	<b>69</b>
APデコーディング	69
デコードされたメッセージ	71
<b>測定ツール</b>	<b>73</b>
周波数較正	73
周波数特性測定	75
位相補正	76
<b>連携プログラム</b>	<b>77</b>
<b>osプラットフォームによる違い</b>	<b>79</b>
ファイルの格納場所	79
<b>FAQ</b>	<b>79</b>
<b>プロトコル定義</b>	<b>81</b>
概要	81
Slowモード	81
FST4	81
FT4	82
FT8	82
JT4	82
JT9	82
JT65	82
Q65	83
WSPR	83
FST4W	83
まとめ	84
Fastモード	86
JT9	86
MSK144	86
まとめ	87
<b>天文データ</b>	<b>87</b>
<b>ユーティリティプログラム</b>	<b>88</b>
<b>サポート</b>	<b>89</b>

セットアップに関するヘルプ	89
バグレポート	90
機能追加変更に関する要望	90
<b>謝辞</b>	<b>90</b>
<b>ライセンス</b>	<b>91</b>

## 1. はじめに

WSJT-Xは、非常に微弱な電波で通信を行うアマチュア無線用のプログラムです。プログラム名の最初の4文字は「Weak Signal communication by K1JT」から取ったもので、次の「-X」は2001年に発表したWSJTから派生した実験用プログラムという意味です。Bill Somerville G4WJSが2013年に、Steve Franke K9ANが2015年に、そしてNico Palermo IV3NWVが2016年にプロジェクトに加わり、大きな貢献をしていただきました。

WSJT-Xバージョン2.5はFST4、FT4、FT8、JT4、JT9、JT65、Q65、MSK144、WSPR、FST4W、Echoの11個のモードを提供します。初めの7つは非常に弱い電波でも確実にQSOを行えるよう設計されており、ほぼ同じメッセージ構成とエンコーディングを使っています。JT65はV/UHF帯を使った月面反射通信EME、及びHF帯のQRP通信を主目的として設計されています。Q65は特にVHF帯より上の周波数帯において、トロップ、雨散乱、電離層散乱、TEP、EME、そして早いフェージングを伴う通信に有効です。JT9は元々HF帯とそれより下のバンドでの通信用に開発されました。JT9はJT65に比べ10%未満のバンド幅しか占有しないにもかかわらず、感度は1dB良くなっています。JT4はいろいろなトーン間隔を有し、24GHzまでのマイクロ波を使ったEMEで威力を発揮します。これらの「遅い」モードはUTC時間に合わせて1分ごとに交互に送受信を行います。交信局同士、交互に2から3回ずつ送信受信を行いますので、一番短いQSOでも4分から6分かかります。FT8は、同様のQSO手順になりますが、1回の送受信を15秒で済ませることで、感度は数dB悪くなりますが、QSOを4倍速く行うことができます。FT4は更に早い交信を可能とし（送受信切替が7.5秒）、コンテストに適しています。FST4は主にLFとMF帯をターゲットとしています。FST4とQ65は両方ともいろいろな送受信時間のオプションを用意しています。Q65は電波伝搬状況に応じていろいろなトーン間隔を選べるようになっています。HF帯であれば、数W（あるいは数mW）の出力と、ある程度のアンテナがあれば世界中と交信することができます。VHF帯から上のバンドでは、EMEや他の電波伝搬でCWに比べ10から15dB低い信号レベルでQSOすることができます。

MSK144、そしてJT9E-Hは「速い」プロトコルを使い、流星バースト通信、航空機スキャッターなどの散乱通信に適しています。これらのモードは、5、10、15、30秒の繰り返し信号を使います。メッセージを高速で繰り返し送ること（MSK144では毎秒最大250文字）、流星の短い時間発生する反射効果を利用します。ISCATは28文字までの任意メッセージを送ることができます。MSK144は遅いモードと同じ構成のメッセージを使います。

「遅い」モードと呼ばれていても、「速い」モードと同じくらい素早く送受信切替を行うものもあります。ここで「遅い」モードはメッセージを1送信中1回しか送らないという意味です。「速い」モードでは、1送信中に数回繰り返してメッセージを送ります。

WSPR（ウィスパーと発音します）はWeak Signal Propagation Reporterの頭文字をとったものです。WSPRは小電力ビーコンを送受信することで潜在的な電波伝搬パスを探ることを目的としています。WSPRはコールサイン、グリッドロケータ、および出力電力に関するデータを圧縮し、強力な前方誤り訂正符号化（FEC）を行い、狭帯域4値FSK変調で送ります。2500Hzの帯域幅で-28dBのS/N比を持っています。FST4Wも同じ目的で実装されていますが、おもにLFとMF帯をターゲットとしています。30分という送信時間のオプションを有し、感度は-45dBに達します。インターネットに接続された受信局は、受信したデータを自動的にWSPRnetへ報告することができます。[WSPRnetホームページ](#)ではデータベース検索、地図表示などの多彩な機能を提供しています。

ECHOは月面から反射してくる自分の信号を検出測定するモードです。たとえ、耳で聞こえないレベルの信号でも検出できるよう工夫されています。

WSJT-Xは、最大5kHzのバンド幅表示を提供し、最近の無線機のほぼ全てに対応しています。また、EME用の自動ドップラー追跡、反射検出を容易にする機能を有しています。WSJT-XはWindows、Macintosh、Linux上で動作し、それぞれストール用パッケージが提供されています。

バージョン番号：WSJT-Xのリリース番号は、メジャー番号、マイナー番号、パッチ番号がピリオドで区切られて構成されています。ユーザーからのフィードバックを得るために、β版が先行してリリースされることがあります。たとえば、バージョン2.1.0-rc1、2.1.0-rc2などで、それらは正式版2.1.0へ統合されます。リリース候補バージョンはテスト期間のみで使ってください。できる限り開発者へフィードバックを送ってください。正式版が発表されたあとは、リリース候補バージョンの利用を停止してください。


## 1.1. バージョン2.5の新機能


WSJT-X 2.5は強化したQ65デコーダーを搭載しました。そのデコーダーはQ65信号のドリフトを測定し補償します。この機能は、WSJT-Xの主画面のMax Driftを0より大きい数に設定することでオンになります。毎分最大20Hz程度のドリフトを持つ50MHzと144MHzのEMEではQ65-60Aサブモードを使い、Max Driftを10にするとよいでしょう。航空機スキヤッタを狙う10GHzバンドでは毎秒最大20Hzくらいのドリフトが起こりますので、Q65-15CサブモードでMax Driftを40にするのがよいでしょう。Max Driftを50にすると、デコーダは航空機スキヤッタの大きなドリフトを調節するため強化されたアルゴリズムを使います。デコードに成功したときはq5のタグが付きます。


Windows用のインストーラに限りますが、WSJT-X 2.5はMAP65 3.0のベータ版を同梱しています。このプログラムは、電波をベースバンドに変換する機器と一緒に動作します。ハードウェアとソフトウェアを連携させることで、Q65とJT65の広帯域高性能受信機を実現できます。MAP65は単一偏波、二重偏波システム両方に対応しています。二重偏波を受信すると、MAP65は偏波角度を検出しデコードを行います。この機能は432MHz以下のEME通信に大変有効です。1296MHz以上の単一チャンネルのEME通信では、90kHzのサブバンド内すべてのQ65とJT65信号をデコードします。

## 1.2. 本書中で使う記号

本文書内では、WSJT-Xの設定や特徴を説明するたくさんの画面コピーを使っています。WSJT-Xはマルチプラットフォームのアプリであることに留意願います。細かい点は、Windows、Linux、macOSそれぞれについて、かなり異なっていることがあります。しかし、基本機能はすべてのOSで同一です。プラットフォームによって異なる点にはできるだけ注意して説明しています。

 ユーザに有益と思われる情報

 「こつ」やテクニック

 注意を払うべき点



### 1.3. 多言語対応

WSJT-Xのユーザーインターフェイス (UI) は多くの言語をサポートしています。ユーザーのPCの標準設定言語がサポートされている場合はその言語で表示されます。WSJT-Xをコマンドラインオプションをつけて起動すると、言語設定を変更できる場合があります。

### 1.4. WSJT-Xにあなたができること

WSJTは[GNU General Public License \(GPLv3\)](#)に基づきオープンソースで進められています。もし、あなたがプログラム開発や文書作りができるか、あるいは他の方法でプロジェクトに貢献できるのであれば、ぜひ開発チームに、その旨をお知らせください。特に、他言語へのユーザガイドの翻訳、ユーザインターフェイスの翻訳について、力を貸していただきたいと思います。ソースコードは[SourceForge](#)からダウンロードすることができます。また、[wsjt-devel@lists.sourceforge.net](mailto:wsjt-devel@lists.sourceforge.net) で開発者間の情報交換が行われています。バグレポート、新しい機能の提案、ユーザガイドへの貢献などもWSJT Groupメーリングリストへお送りください。レポートを送る際は、あらかじめメーリングリストへ登録する必要があります。

### 1.5. ライセンス

WSJT-Xを使う前に[ライセンス条項](#)を読んでください。

## 2. 運用に必要な機材

- SSB トランシーバーとアンテナ
- Windows 7以降のOSが走るパソコン、または、macOS 10.13以降、Linux。
- 動作クロック1.5GHzかそれ以上のCPU。200MBの空きメモリ。速ければ速いほどよいです。
- 1024x768以上の解像度をもったディスプレイ
- パソコンから無線機のPTTやCATを操作するためのインターフェイス。あるいは送受信切替できるVOX。
- サンプリングレート48000Hz、16ビットデータのオーディオデバイス
- 無線機とPCをつなぐオーディオインターフェイス（もしくは、同等のUSBリンク）
- パソコンの時刻をUTCに対して1秒以内の誤差で合わせる手段

## 3. インストール

Windows用、Linux用、OS X用のインストール用パッケージは[WSJTのホームページ](#)からダウンロードできます。OSの種類に合わせたパッケージを選択してください。

### 3.1. Windows

32ビットWindows 7、8、10は wsjtx-2.5.3-win32.exe。64ビットWindows 7、8、10は wsjtx-2.5.3-win64.exeをダウンロードします。ダウンロードしたファイルを実行し、指示に従って進んで下さい。

- インストールするディレクトリはC:\Program Files\WSJTXではなく、WSJTX単独の、たとえばC:\WSJTXやC:\WSJT\WSJTXにしてください。
- WSJT-Xに関するファイルはすべて指定したディレクトリとそのサブディレクトリに格納されます。
- ログや他の設定ファイルなどは C:\Users\\AppData\Local\WSJT-Xに置かれます。



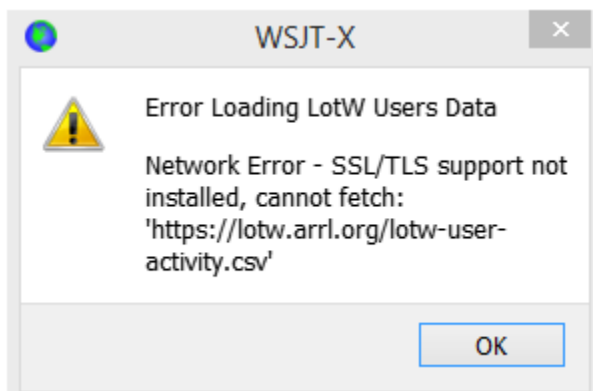
このフォルダが非表示になっているかもしれませんが、アクセスできます。別のショートカットフォルダは %LOCALAPPDATA%\WSJT-Xです。

- Windowsに備わっている時計合わせ機能はあまりよくありません。Meinberg NTP Clientを推奨します。Windows10の最近のバージョンには比較的よい時計合わせ機能が組み込まれていますので、正しく設定すれば使えるでしょう。少しずつ徐々に時刻を合わせていくタイプのSNTP時刻合わせツールは推奨しません。WSJT-Xを使うには、PCの時計が単調にスムーズに進んでいく必要があります。



PCの時計がUTCに合っているように見えるだけでは不十分です。「単調に」という意味は、時計が逆に進むことがないように、ということです。「スムーズに」という意味は、時計が飛び飛びにならず連続して進む、ということです。時計の調整は進むレートを調節し誤差を徐々に修正していかなければなりません。

- WSJT-XはOpenSSLライブラリを必要とします。すでにインストールされていても、下のようなエラーがLoTWユーザーデータベースを取り込むときにでるかもしれません。




このメッセージが出た場合は、別途OpenSSLライブラリをインストールします。

- [Windows OpenSSL Packages](#)サイトから、最新のWindows Lightバージョンをダウンロードします。32ビットWSJT-XにはOpenSSL32ビット版を、64ビットWSJT-XにはOpenSSL64ビット版をダウンロードして使います。
- インストール時にはデフォルト設定でかまいません。ただし、「Copy OpenSSL DLLs to the Windows system directory」を選択することを忘れずに（ここ重要）。OpenSSLプロジェクトへ寄付することは強制ではありませんので、必要に応じてオプションを選択してください。
- OpenSSLをインストールしても、まだエラーが出る場合は、Microsoft VC++ 2013 Redistributable をインストールします。[マイクロソフトのサイト](#)から 32ビットWSJT-Xではvcredist\_x86.exeを、64ビットWSJT-Xではvcredist\_x64.exeをダウンロードし、使ってください。
- WSJT-X 2.5.3を走らせようとしているPCにOpenSSLライブラリをインストールできない、またはインターネット接続がないときは、LoTWファイルを手動でダウンロードしてください。<https://lotw.arll.org/lotw-user-activity.csv> をダウンロードし、WSJT-Xのログ・ファイルフォルダへ移します。フォルダは **File | Open log directory** で開くことができます。
- WSJT-Xはサウンドカードのサンプリングレートが48000Hzで動作することを前提としています。確認するときは、サウンド制御パネルを開き、録音と再生タブを選択します。プロパティから16ビット、48000Hz（DVD音質）であることを確かめてください。
- WSJT-Xをアンインストールするときは、スタートメニューからアンインストールを選んでください。

## 3.2. Linux

### Debian、Ubuntu、または、Raspberry Pi OSを含むDebianベースのOS

 WSJT-XチームはLinux用のインストールパッケージを提供しますが、Linuxのある特定時点でのバージョンに対応していることに注意してください。新しいLinuxのバージョンやいろいろなディストリビューション上でも動くとは思いますが、古いバージョンでは動かない可能性があります。WSJT-XがターゲットとするLinuxのバージョンを確認してください。もし、ターゲットとするLinux以外で動作させたいときは、WSJT-Xをソースからビルドしなければなりません。

- 64-bit Intel/AMD: wsjtx\_2.5.3\_amd64.deb  
インストール `sudo dpkg -i wsjtx_2.5.3_amd64.deb`  
アンインストール `sudo dpkg -P wsjtx`
- 32-bit ARM hardware FP: wsjtx\_2.5.3\_armhf.deb
- 64-bit ARM: wsjtx\_2.5.3\_armhf64.deb  
インストール `sudo dpkg -i wsjtx_2.5.3_armhf64.deb`  
アンインストール `sudo dpkg -P wsjtx`

ターミナルから以下のコマンドを打ち込む

```
sudo apt install libgfortran5 libqt5widgets5 libqt5network5 \
libqt5printsupport5 libqt5multimedia5-plugins libqt5serialport5 \
libqt5sql5-sqlite libfftw3-single3 libgomp1 libboost-all-dev \
libusb-1.0-0 libportaudio2
```

## Fedora、Red Hat、または、他のrpmベースのシステム

- 64-bit: wsjtx-2.5.3-x86\_64.rpm  
インストール `sudo rpm -i wsjtx-2.5.3-x86_64.rpm`  
アンインストール `sudo rpm -e wsjtx`

さらに以下のコマンド

```
sudo dnf install libgfortran fftw-libs-single qt5-qtbase \  
qt5-qtmultimedia qt5-qtserialport qt5-qtsvg \  
qt5-qtserialport libgomp boost libusbx portaudio
```

### 3.3. OS XとmacOS

OS X 10.13以降のバージョン。wsjtx-2.5.3-Darwin.dmgをダウンロードし、ダブルクリック。以降ReadMeファイルを参照のこと。

既に以前のバージョンがインストールされている場合は、アプリケーションフォルダの名前を変えることで、それらを残すことができます（例えば、WSJT-XをWSJT-X\_2.2）。

- MacのAudio MIDIセットアップを使って、サウンドカードを48000Hz、2ch、16ビットフォーマットに設定します。



外付けオーディオ機器を使っていて、送信を繰り返すと突然内蔵オーディオに切り替わってしまう現象が発生したときは、サンプル周波数を48000Hzではなく44100Hzにしてみてください。

- システム設定で、外部サーバーを使ってMac内クロックをあわせること。
- アンインストールするときは、WSJT-Xアプリをゴミ箱に移動します。

## 4. セットアップ

FileメニューのSettingsを選択、もしくはF2を叩く。Macintoshの場合は、MenuのPreferencesか、ショートカットキーCmd+。以下、タブそれぞれについて説明します。

## 4.1. General

The screenshot shows the 'Settings' dialog box with the 'General' tab selected. The 'Station Details' section contains input fields for 'My Call' and 'My Grid', an 'AutoGrid' checkbox, an 'IARU Region' dropdown menu set to 'All', and a 'Message generation for type 2 compound callsign holders' dropdown menu set to 'Full call in Tx3'. The 'Display' section has several checkboxes: 'Start new period decodes at top', 'Blank line between decoding periods', 'Display distance in miles', 'Tx messages to Rx frequency window' (checked), and 'Show DXCC, grid, and worked-before status'. There are also buttons for 'Font...' and 'Decoded Text Font...'. The 'Behavior' section includes checkboxes for 'Monitor off at startup', 'Monitor returns to last used frequency', 'Double-click on call sets Tx enable', 'Disable Tx after sending 73', 'Calling CQ forces Call 1st', 'Alternate F1-F6 bindings', 'CW ID after 73', 'Enable VHF and submode features', 'Allow Tx frequency changes while transmitting', 'Single decode', and 'Decode after EME delay'. There are also spinners for 'Tx watchdog' (set to 6 minutes) and 'Periodic CW ID Interval' (set to 0). 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Station Detailsにあなたのコールサインとグリッドロケータ（6桁を推奨）、さらにIARU Region番号を入力します。Region1は、ヨーロッパ、アフリカ、中東、北アジアです。Region2は、南北アメリカです。Region3は、南アジアと太平洋地域です。最初のテストでは、これだけ設定すれば十分です。

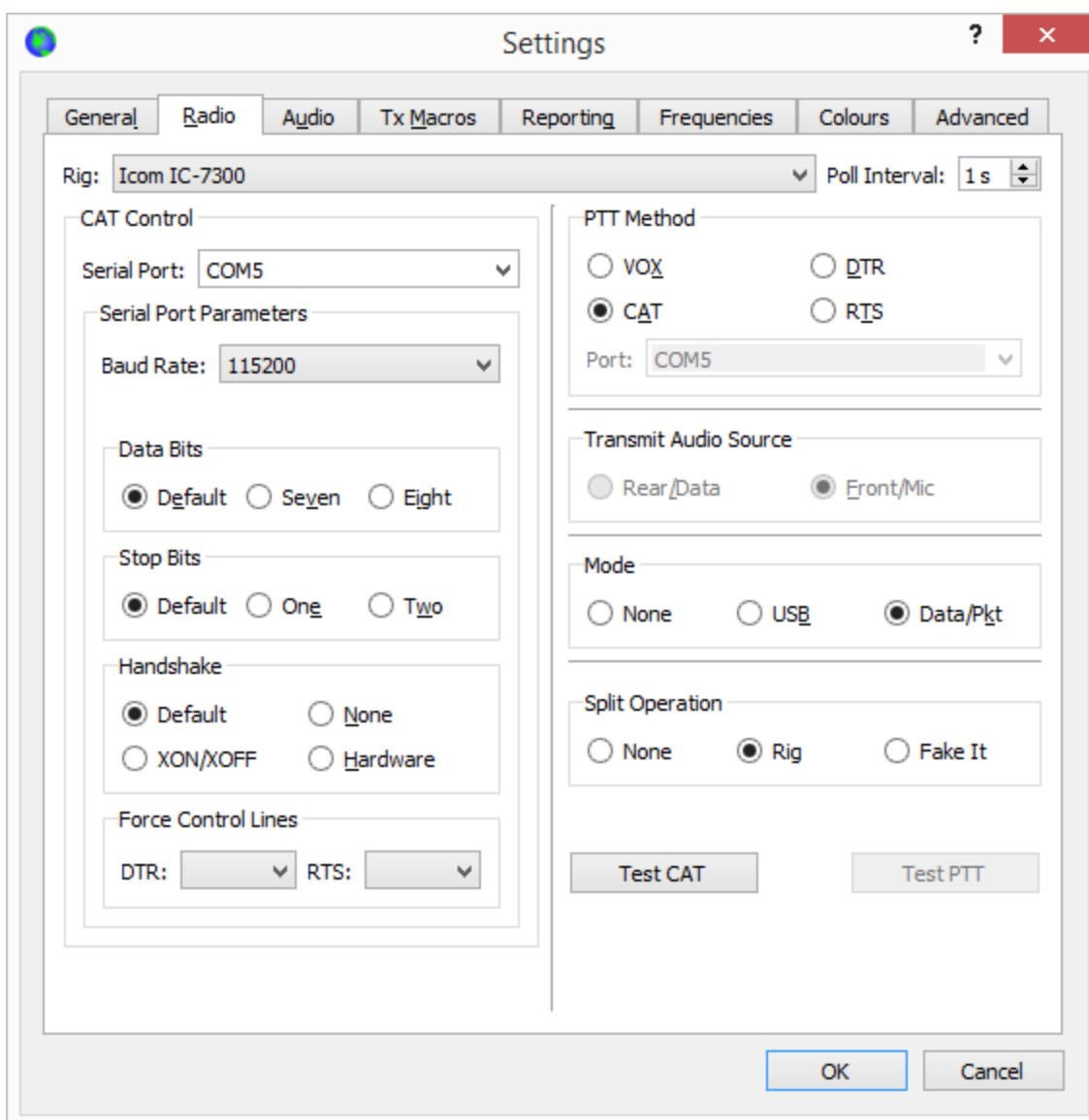
他のオプションはWSJT-Xを使って何回かQSOをすれば、自ずとわかってくるでしょう。後から、ここへ戻り、いろいろ設定してみてください。

**i** コールサインにプリフィックスやサフィックスを追加したいときは、非標準コールサイン Nonstandard Callsignsの説明を参照してください。



「Enable VHF/UHF/Microwave features」はJT65の広帯域マルチデコード機能をオフにします。HF帯では、そのまま、チェックせずに使います。

## 4.2. Radio



WSJT-XはCAT（Computer Aided Transceiver）機能を有しています。Radioタブではその機能を設定します。

- Rigのドロップダウンリストからリグを選択します。CATを使わないときはNoneを選択します。
  - もし、外部のCAT制御プログラム、たとえば、DX Lab Suite Commander、Frig、Ham Radio Deluxe、Hamlib NET rigctl、OmniRigなどを使うときはRigリストからそれを選びます。するとCAT Controlの下がNetwork Serverに変わります。同じパソコンで動作させている場合はそのまま空白にしておきます。別のパソコンで

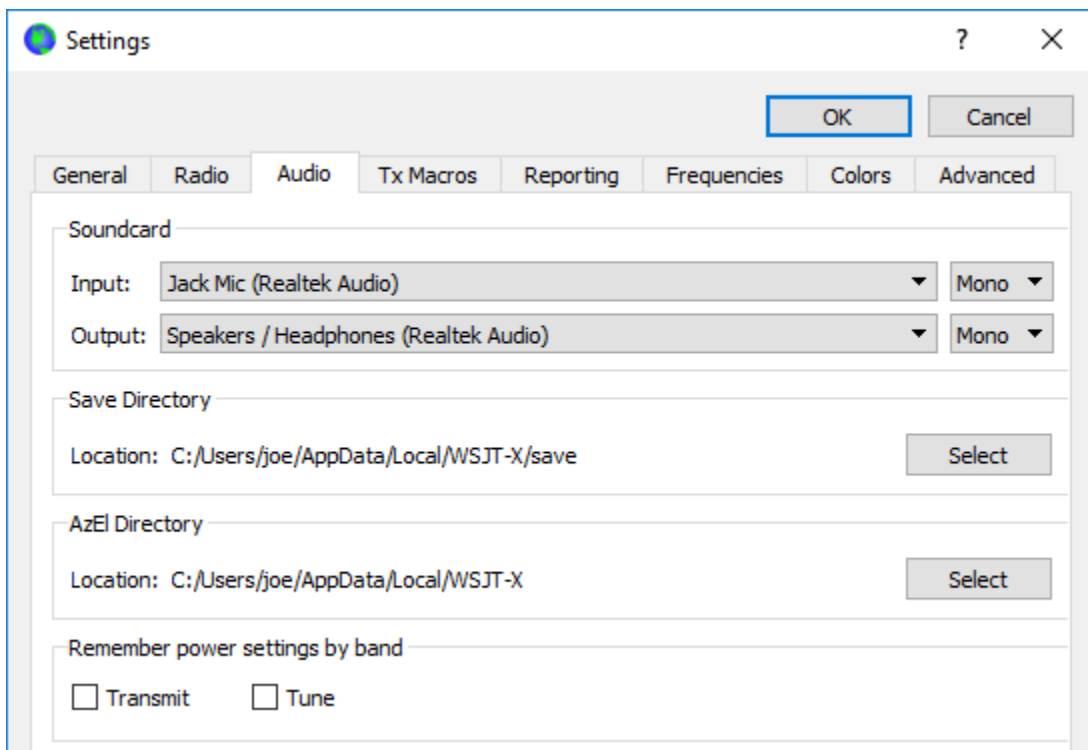
外部CAT制御プログラムを動かしているときは、ここにネットワークサーバーのパラメータを指定してください。マウスポインタを置くと説明が表示されます。

- Omni-Rigサーバを使うときは、Omni-Rig Rig 1またはOmni-Rig Rig 2を選びます。Omni-RigはWSJT-Xから自動的に起動されます。
- 無線機の状態をポーリングする時間間隔をPoll Intervalにセットします。1から3秒が適当でしょう。
- CAT Control：無線機を制御するときは以下のように設定します。
  - 無線機とつながっているSerial PortまたはNetwork Serverを選択  
SDRキットのなかには固有のUSBデバイスとして特別なUSB値を持っているものがあります。この値は、仮想シリアルポートとは異なっているケースがあります。
  - 無線機の説明書を参照し、Baud Rate、Data Bits、Stop Bits、Handshakeに正しい値を設定します。これらが正しく設定されていないと無線機が反応しません。
  - Force Control Lines：リグインターフェイスによっては、RTSとDTR信号をHighに固定、あるいはLowに固定しなければならない場合があります。たとえば、RTS/DTR信号線をインターフェイスの電源供給に使うケースなど。
- PTT Method：無線機とインターフェイスに合わせてVOX、CAT、DTR、またはRTSを選択します。プロキシーアプリを使うときはCATを使うとよいでしょう。
- Transmit Audio Source：無線機によっては、オーディオを入出力端子を選べるものがあります。その場合は、Rear/DataかFront/Micのどちらかを選択します。
- Mode：WSJT-XはUpper Side Bandを使います。無線機にUSBやData/Packet端子がある場合はここで選択します。無線機によってはData/Packet端子を使うとより広域でフラットな音域を利用できる場合があります。無線機設定を変えたくない場合はNoneを選びます。
- Split Operation：Splitモードを使う（送信受信で別のVFOを使う）ことで送信オーディオ信号を常に1500から2000Hzの範囲におさめ、2倍3倍高調波を送信バンド外に押しやることができます。無線機のSplit機能を使うときは、Rigを選択します。Fake itを選択するとWSJT-Xが送信受信で無線機の周波数をずらし、同じような効果を実現します。この機能を使わないときはNoneを選びます。

すべての設定が済んだら、Test CATボタンを押してみましよう。無線機とうまく繋がった場合は、ボタンが緑色になります。エラーが検出されたときは、ボタンが赤色になり、エラーメッセージが表示されます。続いて、Test PTTを押し、送受信が切り替わることを確認してください。VOXを使うときは、主画面のTuneボタンで試すことができます。





### 4.3. Audio



Audioタブでサウンドシステムの設定を行います。

- Soundcard : 入力、出力に使うサウンドデバイスを指定します。大抵の場合Monoでよいですが、Left、Right、Bothを選ぶことができます。
- オーディオデバイスがサンプリングレート48000Hz、16ビットに設定されていることを確認してください。

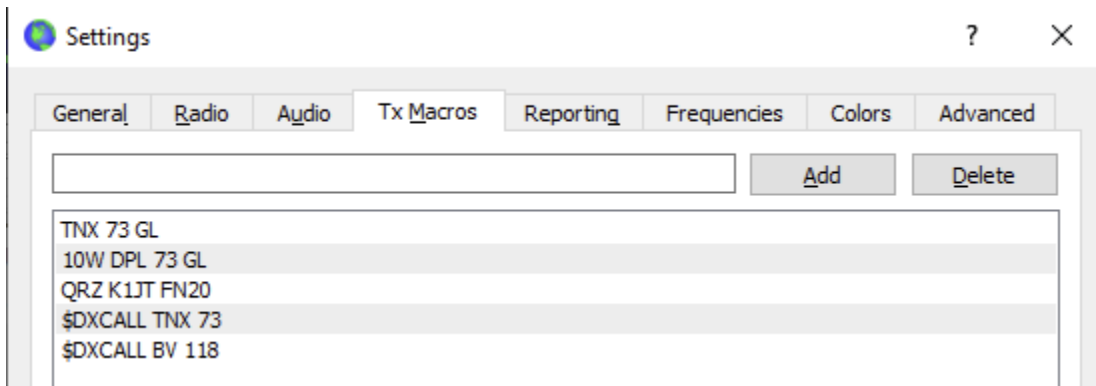
 デフォルトのサウンドデバイスを選択しているときは、PCのシステムサウンドがすべてオフにしてください。さもないと、間違ってシステムサウンドが電波で送信されてしまうことが起きかねません。

 Windows 7以降のPCではTexas InstrumentsのPCM2900シリーズCODECをマイク入力に使用している場合があります（このチップはいろいろなオーディオインターフェイスで使われています）。その場合は、マイクレベルを0dBにしておくようにしましょう。

- Save Directory : WJST-Xは受信信号をwavファイルで保存しておくことができます。デフォルトのフォルダが表示されていますが、自分で変更することもできます。
- AzEl Directory : azel.datというファイルが指定されたフォルダに出来きます。このファイルには、他のプログラムで利用できる、太陽や月の自動追跡、ドップラーシフト、EMEパスの情報が含まれます。Astronomical Dataウィンドウが表示されていると1秒に1回更新されます。

- Remember power settings by band : ここをチェックすると、WSTJ-XはPwrスライダの位置をバンドごとに覚えます。例えば、Tuneがチェックされていると、主画面のTuneボタンを押したときに、Power Sliderが前回の位置に移動します。

## 4.4. TX Macros



TX Macrosは、よく使うメッセージを登録しておき、送信するために使います。

- メッセージを登録するときは、Addボタンを押します。
- 自由文は13文字以下でなければいけません。
- メッセージを削除するときは、当該メッセージを選択し、Deleteボタンを押します。
- ドラッグ&ドロップで順番を入れ替えることができます。
- 主画面のTx5フィールドまたはFree msgフィールドでもメッセージを登録できます。メッセージを入れた後、[Enter]を押します。
- メッセージの最初の単語が \$DXCALL (あるいは省略形\$DX) であるとき、DxCallフィールドのコールサインに置き換えられます。

## 4.5. Reporting

The screenshot shows the 'Settings' dialog box with the 'Reporting' tab selected. The 'Logging' section has checkboxes for 'Prompt me to log QSO' (checked), 'Log automatically (contesting only)', 'Convert mode to RTTY', 'dB reports to comments', and 'Clear DX call and grid after logging' (checked). An 'Op Call:' text box is to the right. The 'Network Services' section has 'Enable PSK Reporter Spotting' checked and 'Use TCP/IP connection' unchecked. The 'UDP Server' section has 'UDP Server:' set to '224.0.0.1', 'UDP Server port number:' set to '2237', 'Outgoing interfaces:' set to 'loopback\_1', and 'Multicast TTL:' set to '1'. It also has checkboxes for 'Accept UDP requests' (checked), 'Notify on accepted UDP request' (unchecked), and 'Accepted UDP request restores window' (unchecked). The 'Secondary UDP Server (deprecated)' section has 'Enable logged contact ADIF broadcast' unchecked, 'Server name or IP address:' set to '127.0.0.1', and 'Server port number:' set to '2333'. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom right.

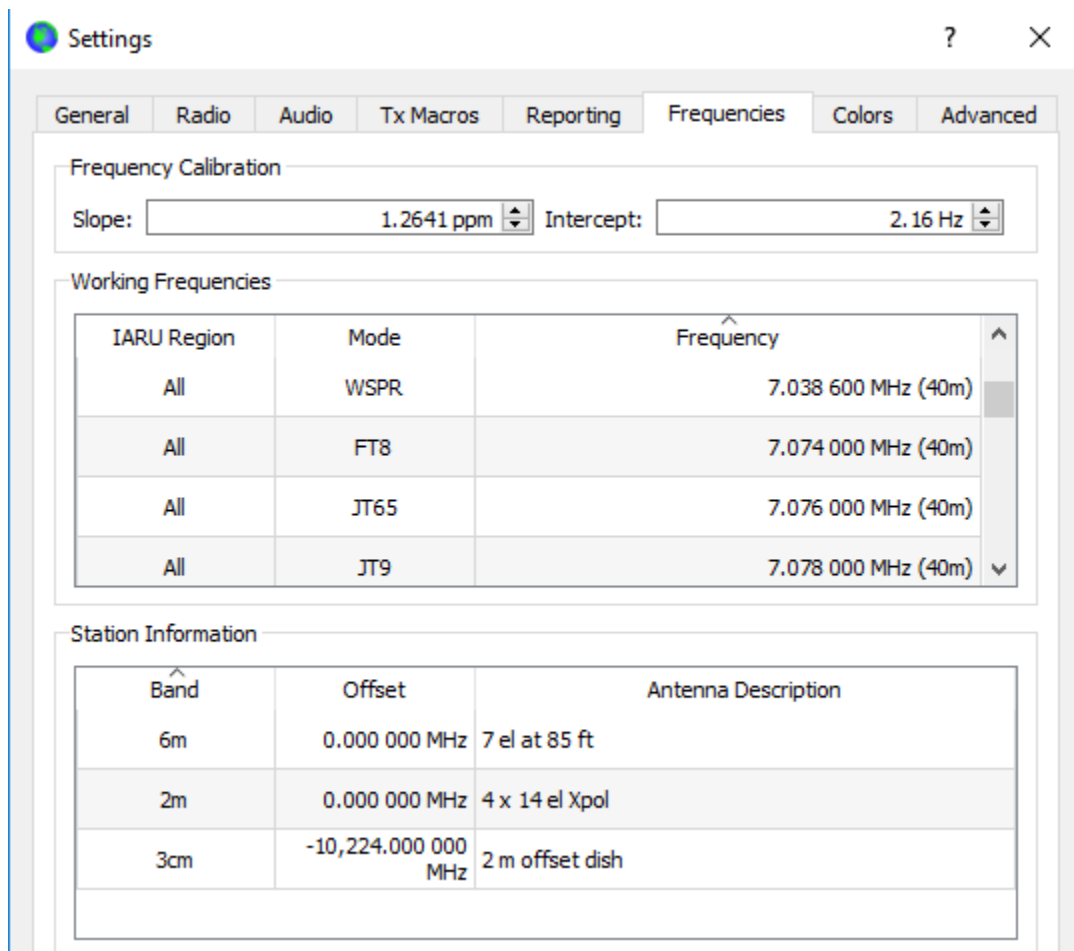
- Logging : 必要な項目にチェックを入れます。マルチオペ局では、個人のコールサインを入力するとよいでしょう。
- Network Services : PSK Reporterを使うときはチェックを入れます。
- UDP Server : 外部プログラムがWSJT-Xとデータを交換するときに使うネットワーク名とポート番号を設定します。交換できるデータは、デコードしたメッセージ、プログラムの状態、ログしたQSO、バンドアクティビティウィンドウのハイライトデータ、CQやQRZに応答を開始する制御などです。詳細についてはソースコードを参照してください。



Outgoing interfaces と multicast TTL は UDPサーバーにマルチキャストグループIPアドレスが設定されたときだけ表示されます。

JTAlertなどはWSJT-Xの情報を得るためUDPサーバー機能を使います。その場合はAccept UDP requestをチェックしてください。

## 4.6. Frequencies



Working Frequencies : FT8、JT4、JT9、JT65、MSK144、WSPR、及びECHOで使われるデフォルト周波数を示しています。このテーブルはユーザが変更可能です。

- 変更するときは、当該エントリーをダブルクリックして選び、周波数をMHz単位で入力、その後、キーボードからEnterを押します。または、ドロップダウンリストから選択します。WSJT-Xが適当なフォーマットを行います。
- エントリーを追加するときは、テーブルのどこかを右ボタンでクリックし、Insertを選びます。MHz単位で周波数を入力、つづいてモードをえらびます。そのあと、OKを押します。テーブルはひとつのバンドに複数の周波数情報を持つことができます。
- エントリーを削除するときは、右クリックしたあと、Deleteを選びます。複数のエントリーをいっぺんに削除したい場合は、それらのエントリーを選んだ後、右クリックします。
- エントリーを右クリックし、Resetボタンを押すと、デフォルト設定へ戻ります。

他の便利な操作も右クリックメニューに用意されています。

Frequency Calibration : WWVや同じような信頼できる周波数基準で無線機を較正している場合（あるいは、Accurate Frequency Measurements with your WSPR Setupに記述されている方法で）、Intercept AとSlope Bを以下の式に当てはめることができます。

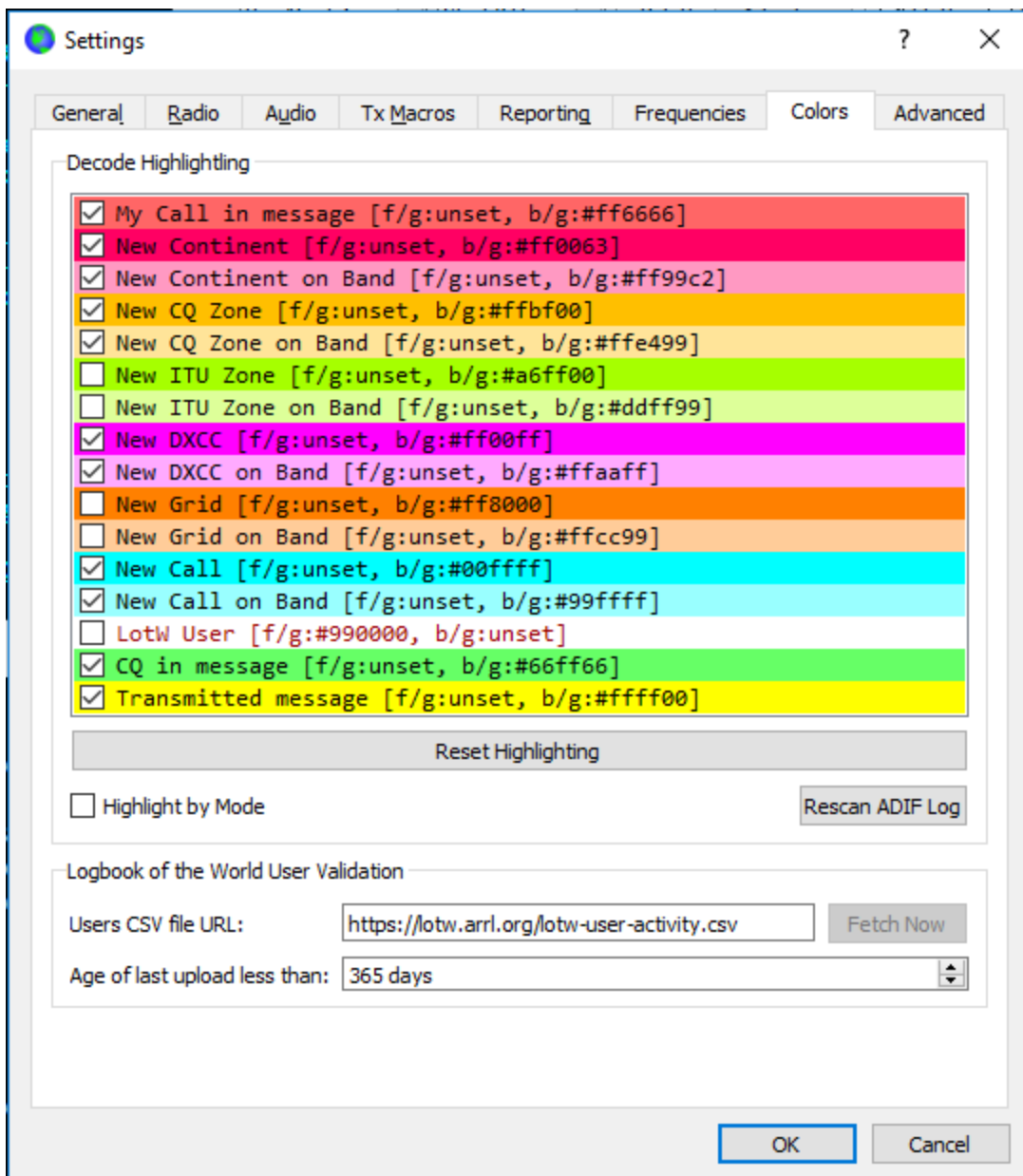
$$\text{Dial error} = A + B * f$$

ここで、Dial errorとAはHz単位です。fはMHz単位です。Bはppmです。周波数値が無線機に送られ、それを受信し、WSJT-Xの周波数表示が正確になるように調整します。

Station Information : Band、Offset、Antenna情報を記憶しておくことができます。アンテナの情報はPSK Reporterに受信記録を送るときに使われます。デフォルトでは、周波数オフセットは0になります。トランスバーターを使っているときはオフセットを入力できます。

- 必要ないバンド – 例えば、自分が設備を持っていないバンド – を削除することができます。
- 何度も同じ文を入力する場合は、Drag&Dropを使うとよいでしょう。
- すべての設定が終了後、OKボタンを押します。

## 4.7. Colors



### デコードハイライト機能

- WSJT-Xは自分が探しているCQを見つけやすいようにメッセージを色分けする機能を持っています。Settings | General タブの中の Show DXCC、grid、worked-before status (交信済み) をチェックし、Colorsタブで色を設定します。リストの行をドラッグ&ドロップすることで、優先度を調節できます。右クリックでフォアグラウンドの色とバックグラウンドの色を変更できます。フォアグラウンド色、バックグラウンド色、そして優先度を適切に設定することにより、Worked-beforeを2通り表現することが可能です。
- Reset highlightingをクリックすると、すべての色設定を初期状態に戻すことができます。
- モードごとにWorked-beforeを見たいときは Highlight by Modeをチェックします。
- グリッドロケータについて4桁ではなく最初の2桁だけ注目したいときは Only grid Fields sought をチェックします。
- DARC WAEやCQマラソンアワードで、エクストラエンティティを考慮するときは、Include extra WAE entities をチェックします。

- Worked-beforeかどうかは、あなたのWSJT-X ADIFログファイルを参照して決定します。自分のログファイルからADIFを作り、Rescan ADIF Logをクリックすることで、別のログファイルをもとに更新できます。



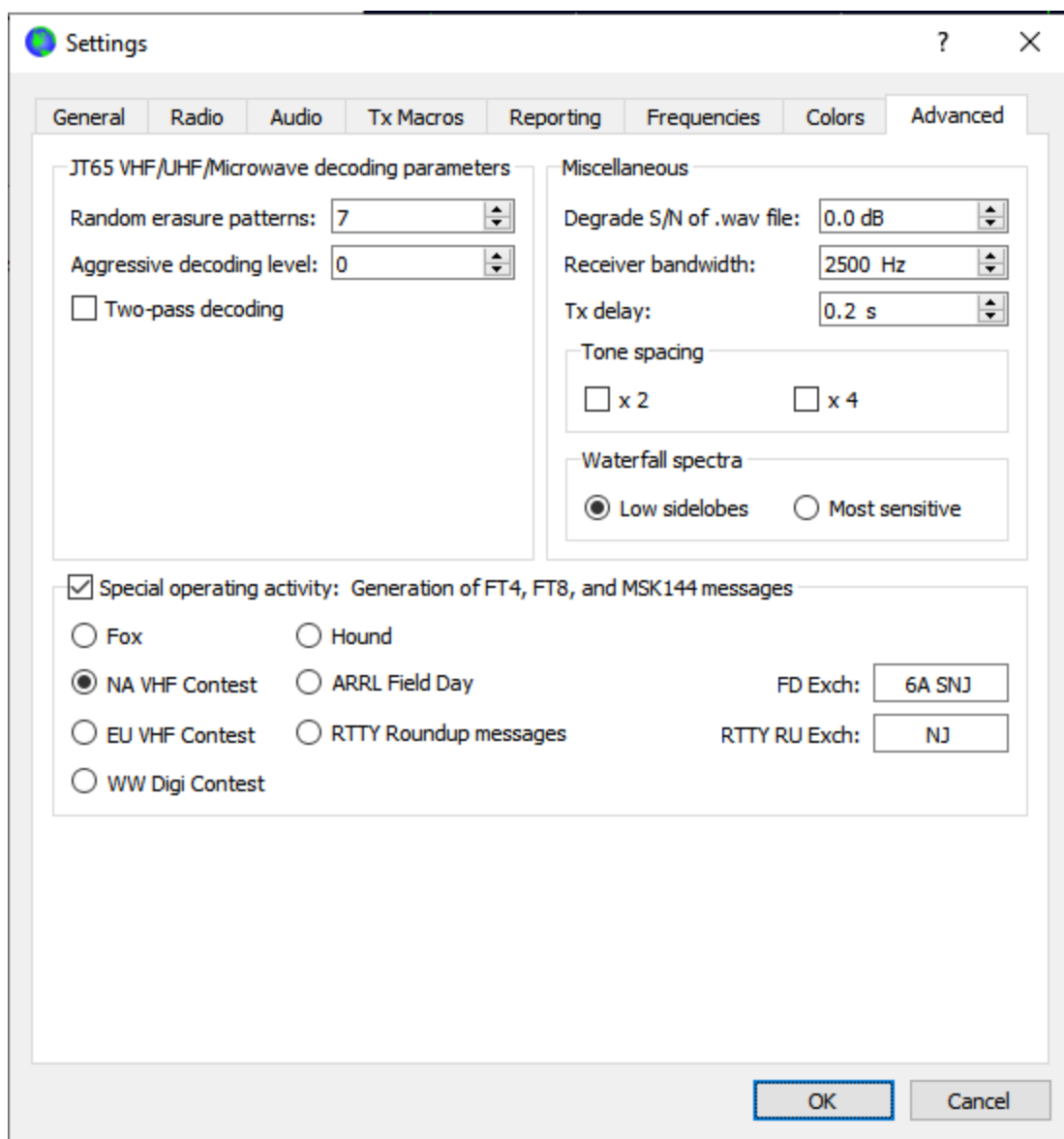
WSJT-XのADIFファイルには「CALL」フィールドが含まれていなければなりません。「BAND」「MODE」「GRIDSQUARE」フィールドはオプションです。DXCCエンティティ、大陸、CQゾーン、ITUゾーンはWSJT-Xに同梱されているcty.datデータベースを参照しています。

## LoTWのユーザ認証

ARRLのLoTWのQSLコンファームサービスを使っている局はハイライトされます。

- Fetch Now をクリックすると Users CSV file URL から最新データをダウンロードします。LoTW上のデータは毎週更新されます。
- Age of last upload less thanでどのくらい前にデータをアップロードしている局をハイライトするか決めることができます（上の例では、365日間以上アップロードしていない局はハイライトしない）。

## 4.8. Advanced



### JT65 VHF/UHF/Microwave decoding parameters

- Random erasure patterns : Franke-Taylor JT65デコーダ内で使われる、疑似ランダム施行回数 (ログスケール) を設定します。ほとんどのケースで6か7がよいでしょう。
- Aggressive decoding level : Deep Searchで使われるスレッシュホールドを決めます。値が大きくなると、確実性の低いメッセージも表示ようになります。
- Two-pass decoding : 1回目のデコード処理で得た信号を受信信号から引き算し、2回目のデコードを行います。

### Miscellaneous

- Degrade S/N of .wav fileに正の値を入れると、.wavファイルを再生するときに疑似乱数ノイズを重畳させます。ノイズの影響を正確に測定するためには、Receiver bandwidthに正確な値を入れる必要があります。
- TX delayにデフォルト値の0.2秒を超える値を設定すると、PTTをONにしてからオーディオを送信し始めるまでの時間を長く取ることができます。





送受信切替リレーや外部プリアンプにダメージを与えないため、ハードウェアシーケンサを使うことを強くお勧めします。

- x2 Tone Spacing、x4 Tone Spacing : 送信信号を通常の2倍のトーンスペースで生成します。この機能は送信する前にオーディオ波形を半分または4分の1に整形する専用のLF/MF送信機で使います。

## FT4、FT8、MSK144 メッセージの生成

- コンテストのメッセージ自動生成機能を設定できます。ARRLフィールドデーでは免許クラスとARRL/RACセクションを入力します。ARRL RTTY Roundupでは、州またはプロビンスを入力します。米国、カナダ以外の局はDXと入力します。RTTY Roundupにおいて、アラスカとハワイの局はDXと入力します。
- FT8 DXpedition mode : DXペディション局はFoxをチェックします。呼び側はHoundをチェックします。DXペディションモードの説明書を熟読してください。

## 4.9. ダークモード

ダークモードオプションが用意されています。ダークモードでは自分の好きな配色を設定することで、より効果的になります。WindowsとLinuxでは以下のように起動オプションを付けます。

```
wsjtx --stylesheet :/qdarkstyle/style.qss
```

macOSでは、以下のオプションを付けます。

```
open /Applications/wsjtx.app --args -stylesheet :/qdarkstyle/style.qss
```

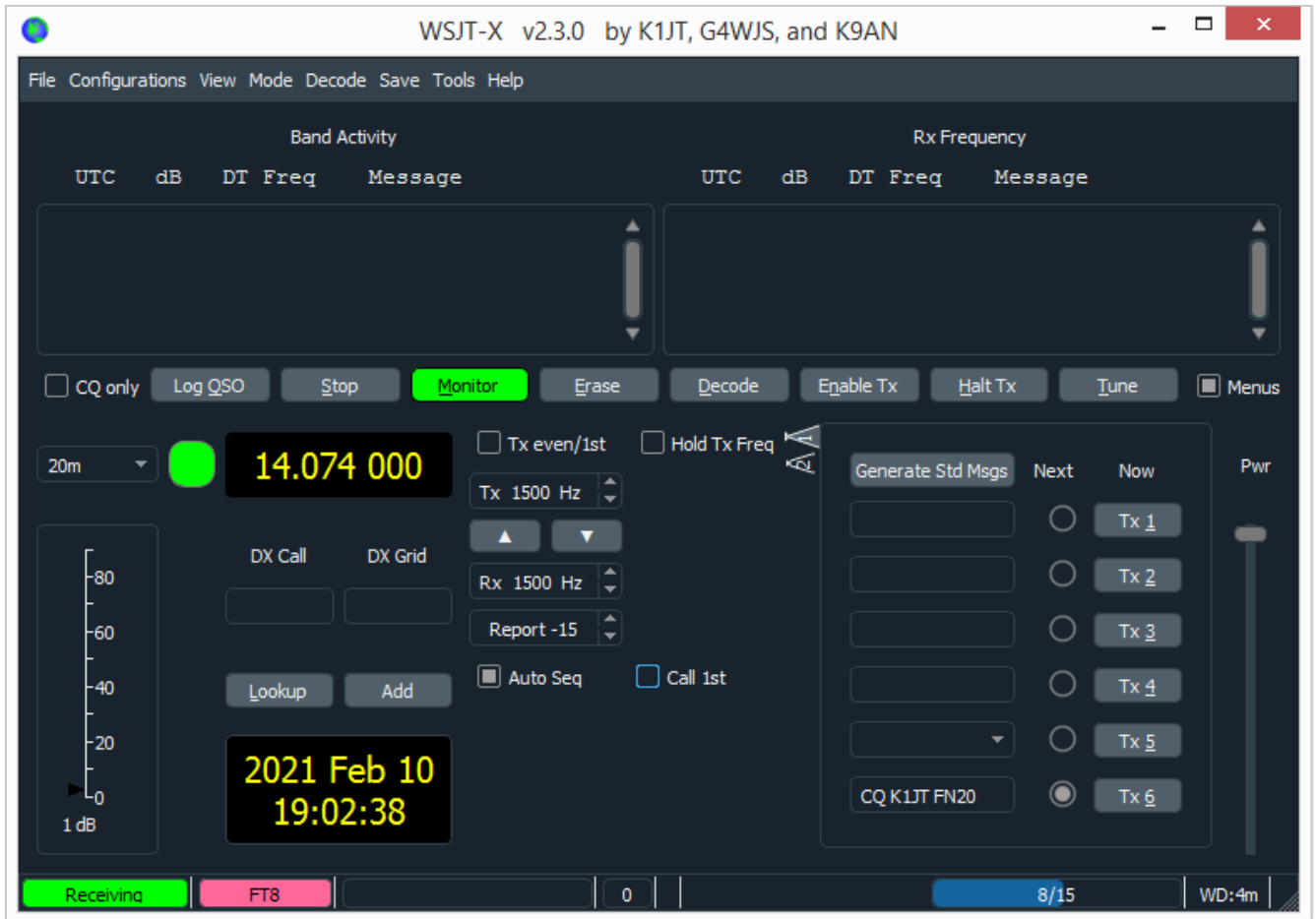
UnityまたはGNOME GUIを使ったLinuxでは次のコマンドを使います。

```
sed '/Exec=wsjtx/ s/$/ -stylesheet :/qdarkstyle/style.qss/' \
```

```
/usr/share/applications/wsjtx.desktop > ~/.local/share/applications/wsjtx.desktop
```

```
update-desktop-database ~/.local/share/applications/
```

OSによりますが、次のような表示になります。



## 5. トランシーバーの設定

### 受信機の雑音レベル

- 緑色になっていないときは、Monitorボタンを押して受信を開始します。
- トランシーバーのモードがUSBまたはUSB Dataになっていることを確認します。
- 無信号時に、左下のレベルインジケータが30dB付近になるよう、受信機の音量、パソコンの入力レベルを調節します。AGCはオフにするか、AGCがほとんどかからないように、RFゲインを調節するのがよいでしょう。



通常、PCのオーディオ・ミキサーは2つのスライダーがあります。それぞれのアプリ固有の音量を決める方は、最大にセットします。もう一方のマスターレベルを調整する方のスライダーで加減するのがよいでしょう。

### バンド幅と周波数設定

- トランシーバーのUSBモードで、バンド幅が設定できる場合は、およそ5kHzを上限に、できるだけ広くとってください。
- 2.7kHzより狭いSSBフィルタしか使えないときは、一つのモードのサブバンドしか受信できないでしょう。

### 送信機のオーディオレベル

- 主画面のTuneボタンを押し、無変調一定トーン音を送信します。
- 無線機のモニタ機能を使って、このトーンにクリック音やその他の雑音が含まれないことを確認してください。パソコンで別のタスク（メールを見たり、Webブラウズしたり）を走らせても、トーンが乱れないかテストします。
- 主画面右端のPwrスライダーで出力を調節します。最高出力より若干下がったところが適切なオーディオドライブレベルです。
- Tuneボタンをもう一度押すか、Halt Txを押して、送信を終了します。

## 6. 基本操作

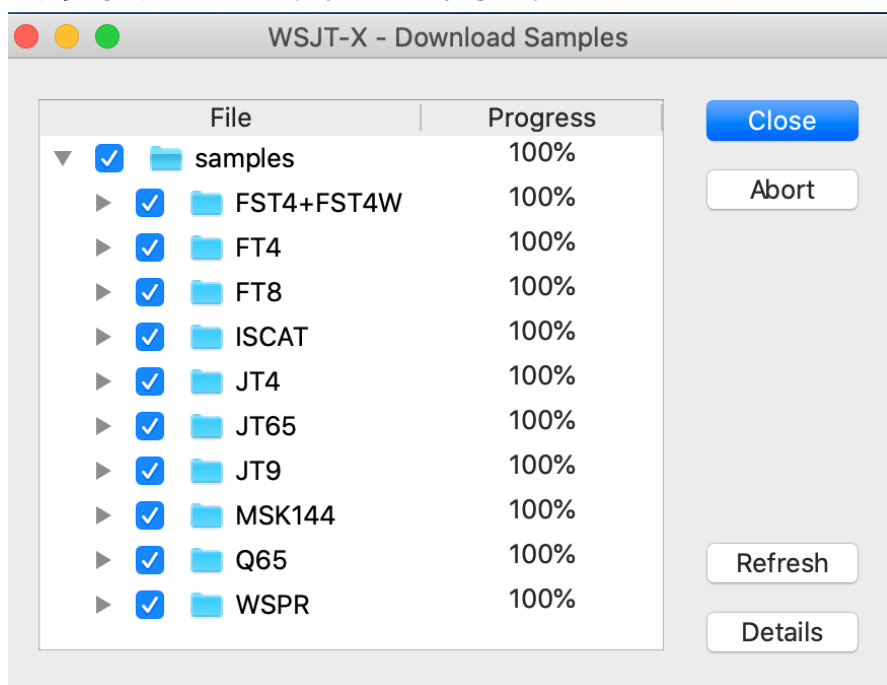
このセクションでは、とくにFT8に重点を置いて基本的な操作とWSJT-Xの動作を説明します。新規ユーザーは、できるだけリグを実際に操作しながら、HF運用部分の説明を熟読してください。

最後のほうに、QSOのやり方、WSPRモード、VHF+機能についての説明もあります。

### 6.1. サンプルのダウンロード

次から述べる手順で、WSJT-Xによって録音されたオーディオサンプルをダウンロードしてください。これらのサンプルはWSJT-Xに読み込んで、実際のQSOをシミュレートすることができます。

- HelpメニューからDownload samplesを選択します。
- 下の図のように、サンプルの幾つか、あるいは全部をダウンロードします。説明のためには、少なくともFT8をダウンロードします。



### 6.2. 広域グラフ設定

WSJT-Xの広域グラフは受信したオーディオデータの周波数スペクトラムを表示します。通常、ウィンドウの上側では、周波数スペクトラムとリアルタイムまたは平均線をプロットします。ウィンドウの下に表示する周波数範囲、色パレット、スケールを調整するボタン類が並んでいます。下部右側の Spec nn% はスペクトラム線プロットを表示する縦幅を調整するパラメータです。FT8のデコーダの探索範囲を決めるため、広域グラフの周波数範囲、下端と上端を適切に設定しなければなりません。ここの説明では、100から3300Hzとします。

- Start = 100Hz
- Bins/Pixel = 5、この値が小さくなると広域グラフのカバーする範囲は狭くなります。

- マウスで広域グラフの左端と右端を掴み、上端周波数がおよそ3300Hzになるように動かします。
- N Avg = 2、N Avgは、いくつかのスペクトルを平均して表示するかを設定するものです。値を小さくすると、より頻繁に表示が更新され、その結果、縦方向に伸びて表示されます。
- Palette = Fldigi、色スキームを指定します。
- Flatten = checked、チェックされると、WSJT-Xは受信機のパスバンド特性を調整します。
- Cumulativeを選択
- GainとZeroスライダーは中央付近
- Spec = 50%、スペクトラムとラインプロットの縦方向の表示割合を決定します。

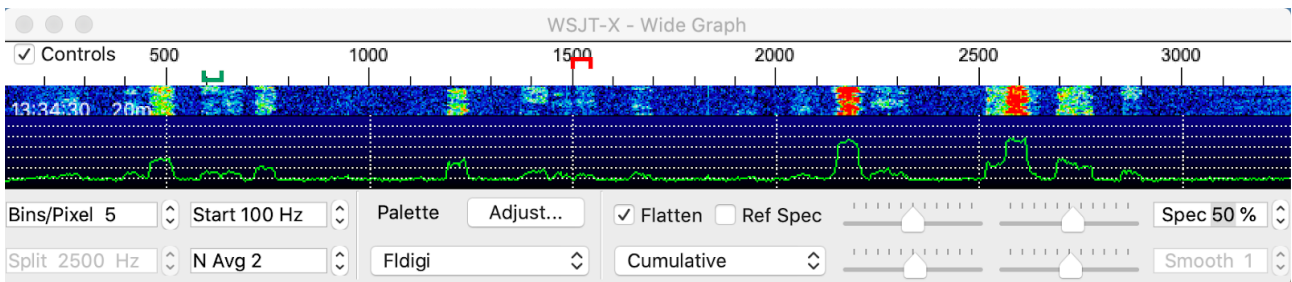
## 6.3. FT8

### 主画面

- Stopボタンを押して動作を一旦停止させる
- ModeメニューからFT8を選ぶ、DecodeメニューからDeepを選ぶ
- Eraseボタンをダブルクリックして両側のテキストウィンドウをクリア

### Wave ファイルを開く

- File | Openから...save\samples\FT8\210703\_133430.wavを選びます。以下の図に示すような表示になります。
- 実験のため、Settings | GeneralタブのMy CallにK1JTと入れてみましょう。そうすれば、この文書で示す結果と同じものが得られるはずです。最後に、My Callを自分のコールサインに戻すのを忘れなく。



Band Activity					Rx Frequency				
UTC	dB	DT	Freq	Message	UTC	dB	DT	Freq	Message
133430	17	0.3	2571	- W1FC F5BZB -08					
133430	15	-0.1	2157	- WM3PEN EA6VQ -09					
133430	-3	-0.8	1897	- CQ F5RXL IN94					
133430	-13	0.3	641	- N1JFU EA6EE R-07					
133430	-9	0.1	723	- A92EE F5PSR -14					
133430	-3	-0.1	2695	- K1BZM EA3GP -09					
133430	-14	0.3	400	- WORSJ EA3BMU RR73					
133430	-15	0.3	590	- K1JT HA0DU KN07	133430	-15	0.3	590	- K1JT HA0DU KN07
133430	-7	0.4	2733	- W1DIG SV9CVY -14	133430	-15	0.1	1648	- K1JT EA3AGB -15
133430	-15	0.1	1648	- K1JT EA3AGB -15	133430	-17	0.1	2039	- K1JT HA5WA 73
133430	-13	0.2	2852	- XE2X HA2NP RR73					
133430	-5	0.2	2522	- K1BZM EA3CJ JN01					
133430	-7	-0.1	2546	- WA2FZW DL5AXX RR73					
133430	-11	0.3	2238	- N1API HA6FQ -23					
133430	-2	0.2	466	- N1PJT HB9CQK -10					
133430	-17	0.7	1513	- N1API F2VX 73					
133430	-16	0.2	2606	- CQ DK DL8HR JO41					
133430	-17	0.1	2039	- K1JT HA5WA 73					
133430	-6	0.4	472	- KD2UGC F6GCP R-23					
133430	-15	0.1	2280	- CQ EA2BFM IN83					
133430	-17	0.5	244	- K1BZM DK8NE -10					

## デコードの概要

デコードは受信期間の最後に行われます。DecodeをDeepにセットしておくと、3パスデコーディングが実行され、そのたびにDecodeボタンが合計3回光ります。それぞれのパスにおいて、一番最初のデコードはU字型の緑のマーカー部分の周波数で行われます。すべてのデコード結果は、左側のウィンドウ（Band Activity）に表示されます。右のテキストウィンドウ（RX Frequency）にはMy Callに設定したコールサイン、いまはK1JTですが、を含むメッセージが表示されます。赤のマーカーはあなたの送信周波数を示します。

このサンプルデータでは、21個のFT8信号がデコードされます。デコードされた信号の個数が、主画面の一番下に表示されます。HA5WAはK1JTとのQSOを終了し、73メッセージが送られました。デフォルトでは、CQを含むメッセージは緑色にハイライトされます。また、K1JTを含むメッセージは赤色にハイライトされます。K1JTはHA0DUとEA3AGBに呼ばれていることもわかります。

## デコード制御

QSOの進め方を把握するため、デコードされたテキスト、そしてウォーターフォールのどこかをダブルクリックしてみましょう。以下のような動作を確認できます。

- 緑色にハイライトされたCQメッセージのどれかひとつをダブルクリックします。次に示した動きが発生します。
  - CQを出している局のコールサインとグリッドロケータがDX CallとDX Gridにコピーされます。
  - 標準のもっとも簡潔なメッセージが生成されます。
  - Tx evenボックスが適切に、チェックされるか、またはチェックが外され、奇数または偶数シーケンスで送信できるよう準備されます。
  - 受信周波数マーカーがCQ局の周波数に移動します。
  - ダブルクリックするとき、シフトキーを押している、送信周波数だけが移動します。あるいは、コントロールキーを押している、受信周波数と送信周波数両方が移動します。Macではコントロールキーの代わりにcommandキーを使います。
  - もし、Settings | Generalタブの Double-click on call sets Tx enableにチェックがはいっていると、Enable Txがオンになり、自動的に送信が開始されます。



Hold Tx Freqをチェックしておくと、送信周波数が動きません。

- 赤色にハイライトされている K1JT HA0DU KN07 をダブルクリックしてみましょう。上記と同じような動作が見て取れます。送信周波数（赤いマーカー）はシフトキーまたはコントロールキーを押さない限り、動きません。赤色にハイライトされたメッセージは大抵あなたのCQまたはその前のQSOに続いて応答してきたものです。したがって、通常、あなたは送信周波数を動かしたくないでしょう。
- ウォーターフォール上のどこかをクリックしてみます。受信周波数マーカーがクリックした場所に移動し、主画面の受信周波数表示が変化したと思います。
- 同じことをシフトキーを押しながらやってみましょう。赤い送信周波数マーカーが移動し、主画面の送信周波数表示が変化します。

- 同じことをコントロールキーを押しながらやってみましょう。送受信両方の周波数が移動したと思います。
- ウォーターフォールをダブルクリックすると、上で述べた全部の動作が行われ、受信周波数付近のメッセージがデコードされます。一つの信号だけをデコードしたいときは、信号のウォーターフォールトレースの左端をダブルクリックします。
- コントロールキーを押しながらダブルクリックすると、送受信周波数が移動し、付近の信号をデコードします。
- Eraseをクリック、右側のウィンドウをクリアします。
- Eraseをダブルクリックして、左右両ウィンドウをクリアします。



他の局とのQRMを避けるため、CQを出している局から周波数をずらして呼ぶのが良いでしょう。他のQSOが終わるのを待って、相手局を呼び出す場合も同じです。空いていると思われる周波数で送信します。Hold Tx Freqをチェックしておくのもよいでしょう。



FT8デコーダは重なり合った複数の信号を同時にデコードすることがたびたびあります。Shift+F11とShift+F12を使えば、あなたの送信周波数を60Hzステップで上下することができます。



ArrowキーやPage Up/Downキーをつかって周波数を変えることができます。周波数値を直接タイプすることもできますし、マウスホイールを使うこともできます。



ZL2IFBがまとめたFT8に関するヒントが[ここに](#)紹介されています。

## FT8 DXペディションモード

このモードは高レートでQSOを行うことを目的として用意されました。全員がWSJT-Xバージョン1.9以降を使わなければなりません。詳しい使い方はFT8 DXペディションモード解説書を読んでもください。解説書を読まずに使わないこと。



DXペディションモードは珍しいエンティティのDXペディションで時間当たり100QSO以上の高レート交信を実現するためのものです。これ以外で使わないこと。また、FT8のサブバンドで使わないこと。DXペディションで使うときは、バンドプランに則した周波数を選び、周知させること。送信電波の周波数はダイヤル周波数より4KHz高くなるケースがあることに留意。



My Callを自分のコールサインに戻すのを忘れないように。



## 6.4. FT4

FT4はHF帯と50MHzのコンテストをターゲットとして開発されました。FT8と比べ、3.5dB感度が低く、1.6倍のバンド幅を使用します。しかし、理論的には2倍の速度でQSOが出来ます。

Main Window :

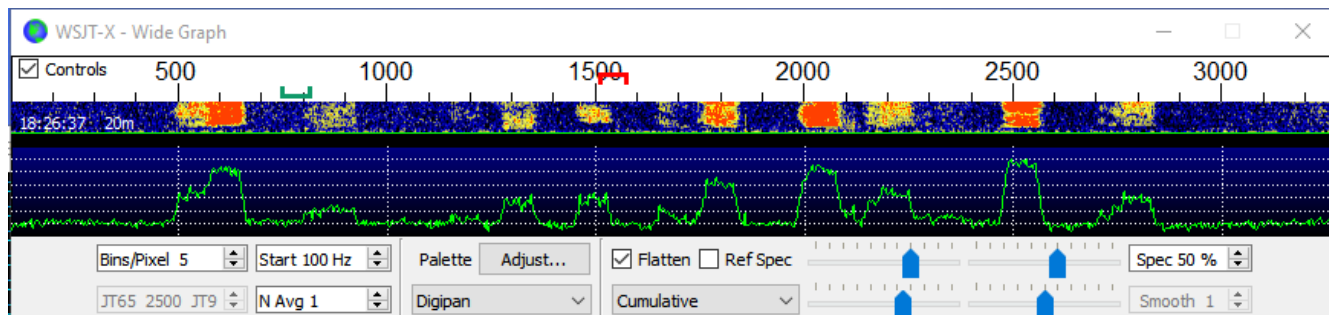
- ModeメニューでFT4を選択
- Eraseをダブルクリックしてテキストウィンドウをクリア

Wide Graph :

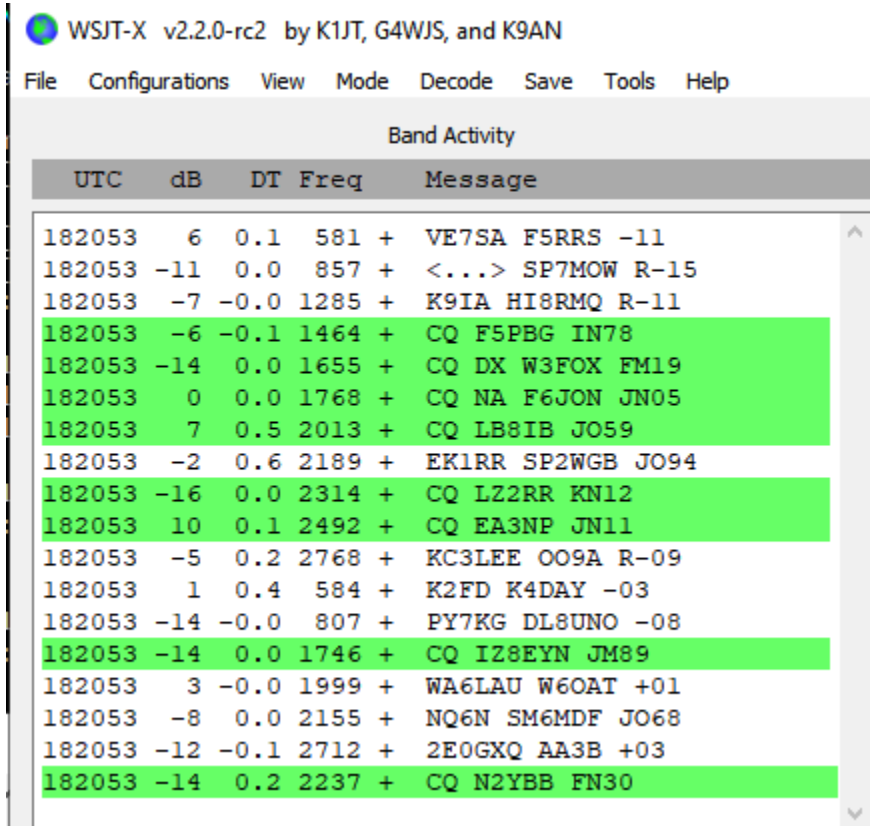
- Bins/Pixel = 5、Start = 100Hz、N Avg = 1
- Wide graphの幅を調整し、最高周波数を3300Hz付近に設定

### Waveファイルを開く

File|Openで、\save\samples\FT4\200514\_182053.wavを開く。次のような表示が出てくるでしょう。このサンプルファイルはコンテストテスト期間中に録音されたもので、ほぼすべてがRTTY Roundupメッセージ形式をとっています。



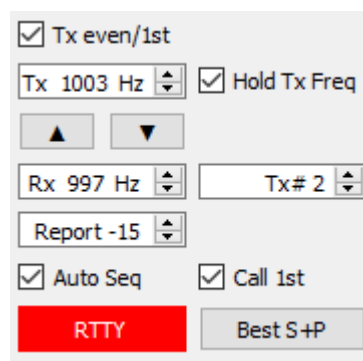




- ウォーターフォールのどこでもよいのでクリックします。緑色の受信周波数マーカがその場所に移動します。メイン画面の受信周波数制御表示部分はその周波数を表示します。
- 同じことを今度はシフトキーを押しながらやってみてください。赤色の送信周波数マーカがその場所に移動することがわかります。
- 同じことを今度はコントロールキーを押しながらやってみてください。送信受信両方のマーカが移動します。
- バンドアクティビティウィンドウのデコードされたメッセージをダブルクリックします。受信周波数マーカがその局の周波数に移動します。送信周波数マーカは移動しません。送信受信両方の周波数を変えるときはコントロールキーを押しながらダブルクリックします。

Best S+P Button :

FT4のユーザインターフェイスでは「Best S+P Button」が用意されています。



受信時に Best S+P ボタンを押すと、受信したすべてのCQメッセージを調べます。コンテストという観点から最も有効なCQを選び出し、あたかもそのメッセージをダブルクリックしたかのようにその局を呼び出します。新しいマルチを最優先とし、新しいマルチがないときは、そのバンドで未交信の局を優先とします。現状、新しいマルチは新しいDXCCを意味します。ARRL RTTY Roundupなどで用いられるもっと広意義の新しいマルチについては、今後実装されていくでしょう。そのバンドの新しいグリッド、信号強度などによる優先度についても、今後実装されていくでしょう。

Best S+Pをうまく利用するためには、なにがベストかということをきちんと定義する必要があります。Settings | Colorsタブの色付けの種類と順番でBest S+Pの相手を優先付けします。コンテストごとに別の設定が必要になってくるでしょう。RTTY Roundupでは、上から、My Call in message、New DXCC、New Call on Band、CQ in message、Transmitted messageの順番に設定するのがおすすめです。



Shift + F11やShift+F12を使うことで、送信周波数を90Hzずつ下げたり上げたりすることができます。



すばやくキーボード操作ができるように Settings|Generalタブの Alternate F1-F6 bindingsを使うことができます。コンテストのような運用スタイルをするには、F1を叩いてCQを出すことができます。同様に、F2からF5はTx2からTx5のメッセージに対応しています。詳細については、FT4のプロトコルとデジタルコンテストのセクションを参照してください。

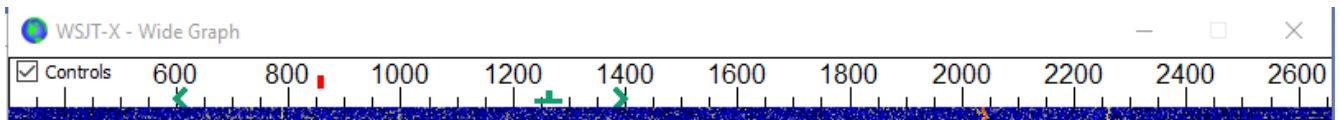


My Callを自分のコールサインに戻すのを忘れぬように。

## 6.5. FST4

FST4をFT4と混同しないでください。FST4はLFとMFバンドで2-way QSOをするために開発されたモードです。送受信切り替え時間は15秒から1800秒まで用意されています。一回の送信時間がながければ長いほど感度が上昇します。ただし、送信機受信機の周波数安定度がよく、ドップラースプレッドが小さい場合に限ります。表7に示すように、送信中の周波数変化、及びドップラースプレッドがシンボルキーイングレートより小さくなければなりません。たとえば、1800秒連続送信ではキーイングレートが0.089になります。したがって、ドップラースプレッドと周波数変化が1800秒間に渡って0.089Hzより小さくなければなりません。

FST4の運用方法は、他のモードとよく似ており、同じようなスクリーン制御、自動シーケンスを持っています。しかしながら、2200mと630mバンドの運用をやりやすくするためいくつかのユーザー制御が追加されています。F Low と F Highとラベル付けされたスピンボックスを使って、FST4デコーダが解読を試みる周波数範囲を設定することができます。この範囲は、同時にワイドグラフ上で緑色の<>で表示されます。



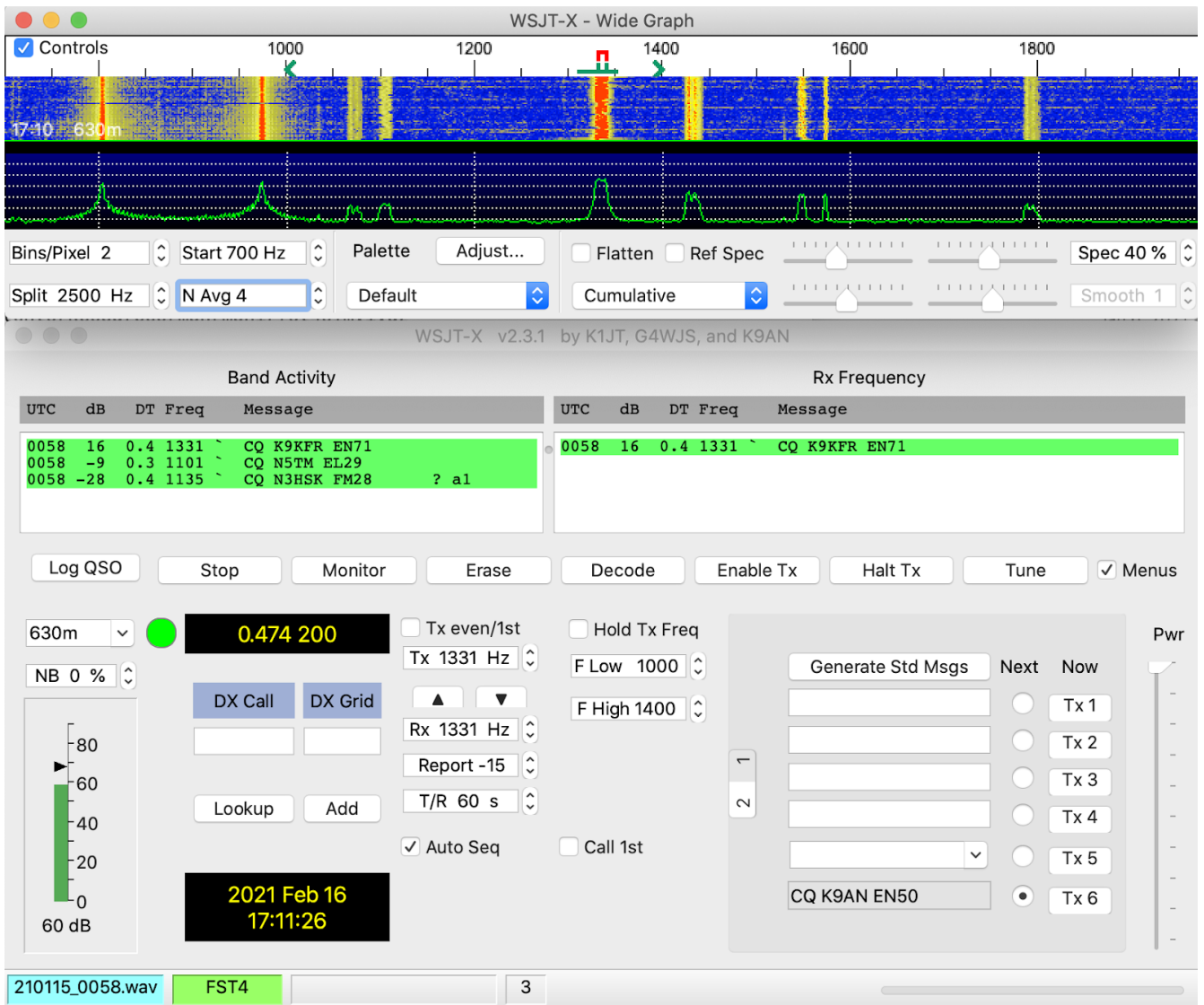
Tx even/1st  
 Tx 853 Hz  Hold Tx Freq  
 ▲ ▼ F Low 600  
 Rx 1261 Hz F High 1400  
 Report -15  
 T/R 120 s  
 Auto Seq  Call 1st

QRMや他のモードが混在してくるとデコードに要する時間が増加しますので（そしてデコードできなくなってしまう）、デコードする周波数範囲はなるべく狭くしておいたほうがよいでしょう。File | Settings | GeneralタブのSingle decodeをチェックし、Rx Freqの上下F Tolの範囲をデコードするように制限することもできます。

NB percentageを0以外に設定することでノイズブランカをオンにすることができます。パーセンテージは受信信号のうち振幅が大きい方からいくつの信号をブランクしデコーダに送らないようにするかを示します。ほとんどのユーザーでは0%から10%が適当な値でしょう。パーセンテージを-1%にすると、デコーダは0、5、10、15、20%を順番に試行します。同じく-2%は0、2、4、...、20%を順番に試行します。時間を節約するため、負のパーセンテージがセットされたときは、Rx周波数から±20Hzの限定された範囲でデコードします。

## Waveファイルを開く

- ModeメニューでFST4を選択。T/Rを60sに、DecodeをDeepにセット。
- NBを0%にセット。
- ワイドグラフをFST4-60に合うよう設定。たとえば、Bins/Pixel = 2、N Avg = 4。Start周波数を自分がデコードしたい信号を含むように設定。この例では、Startが1000Hz未満、1400Hzが含まれるように設定する。
- F Low = 1000、F High = 1400。これがデコーダの信号検索範囲の指定となります。
- File → Openから ...\save\samples\FST4+W\210115\_0058.wavを開きます。すると以下のようなデコード画面が見られます。



## 6.6. FST4W

FST4WはWSPRと同じ用に使用しますが、2200mと630mバンドで大きな利点があります。デフォルト設定では、受信周波数が1500Hz、F Tolが100Hzになっています。したがって、受信周波数範囲は1400から1600Hzです。しかしながら、これらの値を変更することができます。まもなく2200mと630mバンドにおけるFST4Wの使い方が定まってくると期待します。

F Tolの下のドロップダウンリストにFST4W送信のラウンドロビンモードが用意されています。

Tx 1480 Hz  
Rx 1500 Hz  
F Tol 100 Hz  
2/3  
Tx Pct 20 %  
T/R 1800 s  
 Upload spots  
 Prefer Type 1 messages  
 No own call decodes  
Tx Next  
37 dBm 5 W

前もって3人のオペレータがそれぞれ1/3、2/3、3/3とオプションを設定しておく、3人のFST4W送信が重ならないようにできます。1/3は00:00UTCから始まります。WSPRのようなスケジュールを試したい場合はRandomを選択します。

### Waveファイルを開く

- ModeでFST4Wを選びます。T/Rを1800sに、DecodeをDeepに設定します。
- NBを0%に設定。
- ワイドグラフを例えば、 Bins/Pixel = 1、Start = 1200Hz、N Avg = 150 に設定。
- File、Openから...\save\samples\FST4+FST4W\201230\_0300.wavを開きます。

すると次の図のようなデコードが得られると思います。



弱い信号はスペクトラム画面に現れないこともあります。

## 7. QSOの手順

### 7.1. 通常のQSO手順

交信成立として認められるためには、最低、コールサインの交換、シグナルレポート（またはそれに準ずるもの）の交換、及び了解確認を行わなければなりません。WSJT-Xはこれを満たすためのメッセージを交換できるように作られています。

推奨QSOパターンは以下のようになります。

CQ K1ABC FN42	#K1ABCがCQを出す
K1ABC G0XYZ IO91	#G0XYZが応答
G0XYZ K1ABC -19	#K1ABCがレポートを送る
K1ABC G0XYZ R-22	#G0XYZが了解 (R) とレポートを送る
G0XYZ K1ABC RRR	#K1ABCが了解 (RRR) を送る
K1ABC G0XYZ 73	#G0XYZが73を送る

標準メッセージは2つのコールサイン（または CQ、QRZ、DE とコールサイン一つ）、送信局のグリッドロケータ、シグナルレポート、または了解「RRR」もしくはサインオフ「73」から構成されます。メッセージは圧縮され、効率よくエンコードされます。最大22文字まで送ることができます。RRRを送るかわりに、RR73 を送っても良いでしょう。RR73は、アマチュア局がまずもって存在しないであろうグリッドロケータを使って表現しています。

シグナルレポートは標準ノイズバンド幅2500Hzにおいて、信号ノイズ比をdB単位で表現します。ここに示した例では、K1ABCがG0XYZに対し、信号がバンド幅2500Hzノイズ電力に対し-19dBであるとレポートしています。同じようにG0XYZはK1ABCに対し-22dBのレポートを送っています。JT65では-30dBから-1dBの間で表示されます。JT9では、-50dBから+49dBで、強い信号に対しても信頼度の高い表示ができるようになっています。

**i** 良い耳を持っているオペレータであれば、-15dBあたりから、実際の信号が耳で聞こえます。ウォーターフォールでは、-26dB程度まで信号を見ることができます。デコード可能最小レベルは、およそFT8で-20dB、JT4で-23dB、JT65で-25dB、JT9で-27dBです。

**i** 速攻QSOを実現するためのオプションが用意されています。NowかNextの下のTx1をダブルクリックすることで、Tx1ではなくTx2のメッセージでQSOを開始することができます。Tx4をダブルクリックすることで、RRRを送るかRR73を送るかを選択できます。繰り返し送らなくてよいと自信があるときだけ、RR73を使いましょう。



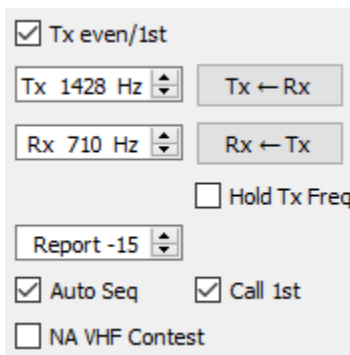
## 7.2. 任意のテキストメッセージ

「TNX ROBERT 73」や「5W VERT 73 GL」のような自由文はスペースを含めて13文字まで送ることができます。最後の73 メッセージの代わりに、フレンドリーな気の利いたメッセージを送る局も多いようです。メッセージの中に/を使うことは避けましょう。WSJT-Xが複合コールサインと思ってデコードすることがあるためです。もっとも、JT4、JT9、JT65は長い会話やラグチューに適さないことは明白です。

## 7.3. 自動QSO

WSJT-Xに備わる多くのモードでは受信してからそれに対する返事を返すまで2,3秒しかありません。そこで、FST4、FT4、FT8、MSK144、Q65では、基本的なQSO手順を自動で行う機能を備えました。

主画面のAuto Seqをチェックするとこの機能がオンになります。



CQを出すときは、Call 1stをチェックするのもいいでしょう。チェックするとWSJT-Xが自動的に最初にデコードした応答局とQSOを開始します。

**i** Auto Seqがチェックされているときは、一回のQSOが終了するたびに、Enable Txがオフになります。WSJT-Xでは、完全自動QSOは行いません。オペレータを補助するものであって、オペレータを置き換えるものではありません。

## 7.4. コンテストメッセージ

FT4、FT8とMSK144は、NA VHF コンテストとEU VHFコンテストに特化したメッセージをサポートしています。FT4とFT8では、さらにARRLフィールドデーとARRL RTTY Roundup、そしてWW Digiコンテストもサポートしています。デコーダは、いかなる時も、これらのコンテストメッセージを判読できます。Settings | Advancedタブで設定します。以下に、それぞれのコンテストの交信例を示します。

### NA VHF コンテスト

CQ TEST K1ABC FN42

K1ABC W9XYZ EN37

W9XYZ K1ABC R FN42



K1ABC W9XYZ RRR

W9XYZ K1ABC 73

コールサインに/Rを付加することもできます。また、RRRの代わりにRR73を使うこともできます。その場合73は必ずしも必要ではありません。

## EU VHF コンテスト

CQ TEST G4ABC IO91


G4ABC PA9XYZ JO22

<PA9XYZ> <G4ABC> 570123 IO91NP

<G4ABC> <PA9XYZ> R 580071 JO22DB

PA9XYZ G4ABC RR73

コールサインに/Pを付加することができます。

 シグナルレポート、シリアルナンバー、6桁のグリッドロケータのメッセージについては、WSJT-X v2.2で変更されました。従来のWSJT-Xと互換性がありません。EU VHF Contestに参加するときは、WSJT-Xをアップデートしてください。

## ARRL フィールドデー

CQ FD K1ABC FN42

K1ABC W9XYZ 6A WI

W9XYZ K1ABC R 2B EMA

K1ABC W9XYZ RR73

## ARRL RTTY Roundup

CQ RU K1ABC FN42

K1ABC W9XYZ 579 WI

W9XYZ K1ABC R 589 MA

K1ABC W9XYZ RR73

## WW Digi Contest

CQ WW K1ABC FN42

K1ABC S52XYZ JN76

S52XYZ K1ABC R FN42

K1ABC S52XYZ RR73

コンテストのQSOは通常両方の局でログインされていないと有効とは認められません。Not-In-Log (NIL)にならないようにするため、FT4、FT8、MSK144でのコンテストでは、以下に注意してください。

- Settings | Generalタブにある Alternate F1-F6 の使い方を習熟する。

- RRR、RR73、73を受信したときは必ずQSOをログインする。
- 自分がRR73または73を送って、それが相手方に伝わったと自信があるときはQSOをログインする。しかし、万一受信されていないことが分かれば、対応する。たとえば、Tx3メッセージ（Rとコンテストナンバー）を再び受信したときは、F4を押してRR73をもう一度送る、など。

## 7.5. 非標準コールサイン

### 77ビットペイロードのモード：FST4、FT4、FT8、MSK144とQ65

PJ4/K1ABCやK1ABC/3のような複合コールサイン、及びYW18FIFAのような特殊なイベントコールサインは、通常のQSOではサポートされますが、コンテストではサポートされないケースがあります。次に例を示します。

```
CQ PJ4/K1ABC
    <PJ4/K1ABC> W9XYZ
W9XYZ <PJ4/K1ABC> +03
    <PJ4/K1ABC> W9XYZ R-08
<W9XYZ> PJ4/K1ABC RRR
    PJ4/K1ABC <W9XYZ> 73
```

複合コールサインと非標準コールサインは自動的に認識され、特別なメッセージフォーマットで取り扱われます。<>で囲まれるコールサインと囲まれないコールサインが同じ行に出てくることに注目してください。もしメッセージがグリッドロケータか数字の信号レポートを含む場合は、複合コールサインか非標準コールサインが<>に囲まれます。それ以外のケースでは、どちらかのコールサインが<>で囲まれます。

<>で囲まれたコールサインは、コールサイン情報が平文で送られるのではなく、より少ないビットのハッシュデータで送られることを意味します。ごく最近平文でコールサインを受信した局は、このハッシュデータからフルコールサインを復元し表示します。そうでない場合は、<...>と表示します。VHFコンテストで用いられる/Pや/Rを含む複合コールサインを除き、WSJT-X 2.5では、複合コールサイン同士のQSOをサポートしていません。



非標準コールサインを使うと不便なことがあります。メッセージに入れられる情報が限定されます。たとえば、グリッドロケータを入れられなくなり、PSK Reporterの有効性を下げてしまいます。

### 72ビットペイロードのモード：JT4、JT9、JT65

72ビットペイロード形式では2通りの方法で複合コールサインを取り扱います。

#### タイプ1 複合コールサイン

Helpメニューからもっともよく使われる350のプリフィックスとサフィックスのリストを見ることができます。このリストに含まれるコールサインは3番目のメッセージ部分に置き換えられて送信されます。次に示すのは有効なメッセージ例です。

```
CQ ZA/K1ABC
CQ K1ABC/4
ZA/K1ABC G0XYZ
G0XYZ K1ABC/4
```

次に示すのは無効な例です。3つ目のワードはタイプ1複合コールサインでは認められません。

ZA/K1ABC G0XYZ -22 #These messages are invalid; each would  
G0XYZ K1ABC/4 73 # be sent without its third "word"

タイプ1複合コールサインでのQSO例を示します。

CQ ZA/K1ABC  
ZA/K1ABC G0XYZ  
G0XYZ K1ABC -19  
K1ABC G0XYZ R-22  
G0XYZ K1ABC RRR  
K1ABC G0XYZ 73

最初のコールサイン交換時のみ、古コールサインを送り、以後はZA/を付けずに交信しているところに注意してください。

## タイプ2複合コールサイン

リストに載っていないプリフィックスやサフィックスをもつコールサインはタイプ2複合コールサインとして扱われます。複合コールサインは、2ワードか3ワードからなるメッセージの2番目のワード部分に入らなければなりません。さらに1番目のワードはCQ、DE、QRZのどれかでなければなりません。プリフィックスは1から4文字、サフィックスは1から3文字で使うことができます。次の例は有効なタイプ2複合コールサインを含むメッセージです。

CQ W4/G0XYZ FM07  
QRZ K1ABC/VE6 DO33  
DE W4/G0XYZ FM18  
DE W4/G0XYZ -22  
DE W4/G0XYZ R-22  
DE W4/G0XYZ RRR  
DE W4/G0XYZ 73

 送信中にあなたの送っているメッセージがStatus Barに表示されます。自分が送りたいメッセージと合致しているか確認しましょう。

タイプ2複合コールサインを含むQSO例を以下に示します。

CQ K1ABC/VE1 FN75  
K1ABC G0XYZ IO91  
G0XYZ K1ABC -19  
K1ABC G0XYZ R-22  
G0XYZ K1ABC RRR  
K1ABC/VE1 73  
  
CQ K1ABC FN42  
DE G0XYZ/W4 FM18  
G0XYZ K1ABC -19  
K1ABC G0XYZ R-22

GOXYZ K1ABC RRR

DE GOXYZ/W4 73

複合コールサインを使うときは、規則に則り、最初のCQを出すときと73を送るときにフルコールサインを使うのがよいでしょう。途中のメッセージ交換時にはプリフィックスやサフィックスを付けずに送るのがよいでしょう。



複合コールサインを使うときに、Settings | GeneralタブのMessage generation for type 2 compound callsign holdersオプションを試して、うまくメッセージが生成されるかどうかテストしてみるとよいでしょう。

## 7.6. QSO前の確認

- あなたのコールサインとグリッドロケータが正しく設定されていること
- PTT とCATを使う場合は、正常に動作するよう設定されていること
- パソコンの内部時計がUTCに対して±1秒以内の誤差でセットされていること
- オーディオデバイスがサンプル周波数48000Hz 16ビットに設定されていること
- 無線機のモードがUSB (Upper Side Band) に設定されていること
- 無線機のフィルタが一番広く設定されていること (最大5kHz)



FT4、FT8、JT4、JT9、JT65、WSPRは高出力を必要としません。HFではQRP運用を心がけましょう。

## 8. VHF + 機能

WSJT-XはVHF帯以上のバンドに適したいろいろな機能を有しています。

- FT4: コンテスト用
- FT8: 微弱でフェージングのある信号であっても、すばやくQSOするモード
- JT4: マイクロ波バンドのEME用モード
- JT9 fast modes : VHFバンドでのスカッター通信用モード
- JT65 : VHF、またはそれより高い周波数でのEME
- Q65 : 電離層散乱、トロップ、雨散乱、EME用
- MSK144 : 流星散乱通信用モード
- ISCAT : 航空機散乱通信用モード
- Echo : EMEで自分の電波を検出、測定するためのモード
- Doppler tracking : 1.2GHz以上でEMEを行うときに利用

### 8.1. VHF設定

VHF-and-up機能を有効にするには :

- Settings | GeneralタブのEnable VHF/UHF/Microwave featuresとSingle decodeをオンにします。
- EMEでは、Decode after EME delayを調節し、受信信号の長い遅延に対応するようにします。
- 無線機が周波数制御可能であり、自動ドップラー追跡を使うときは、Allow Tx frequency changes while transmittingをオンにします。この機能を使える無線機は、IC-735、IC-756PROII、IC-910H、FT-847、TS-590S、TS590SG、TS-2000 (Revision 9以降のFirmware) Flex-1500、Flex-5000、HPSDR、Anan-10、Anan-100、KX3などが知られています。1Hzステップで周波数が変更されるとよりよい効果が得られるでしょう。

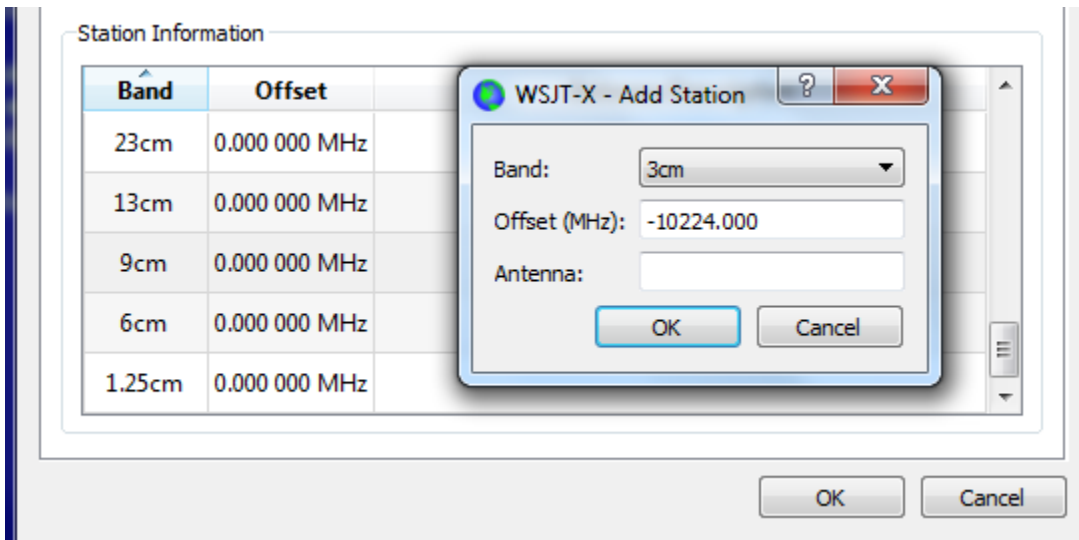


もしあなたの無線機が送信中に周波数を変更するコマンドを受け付けない場合は、送信開始と終了のちょうど中間時点の値を使って送信周波数を調整します。

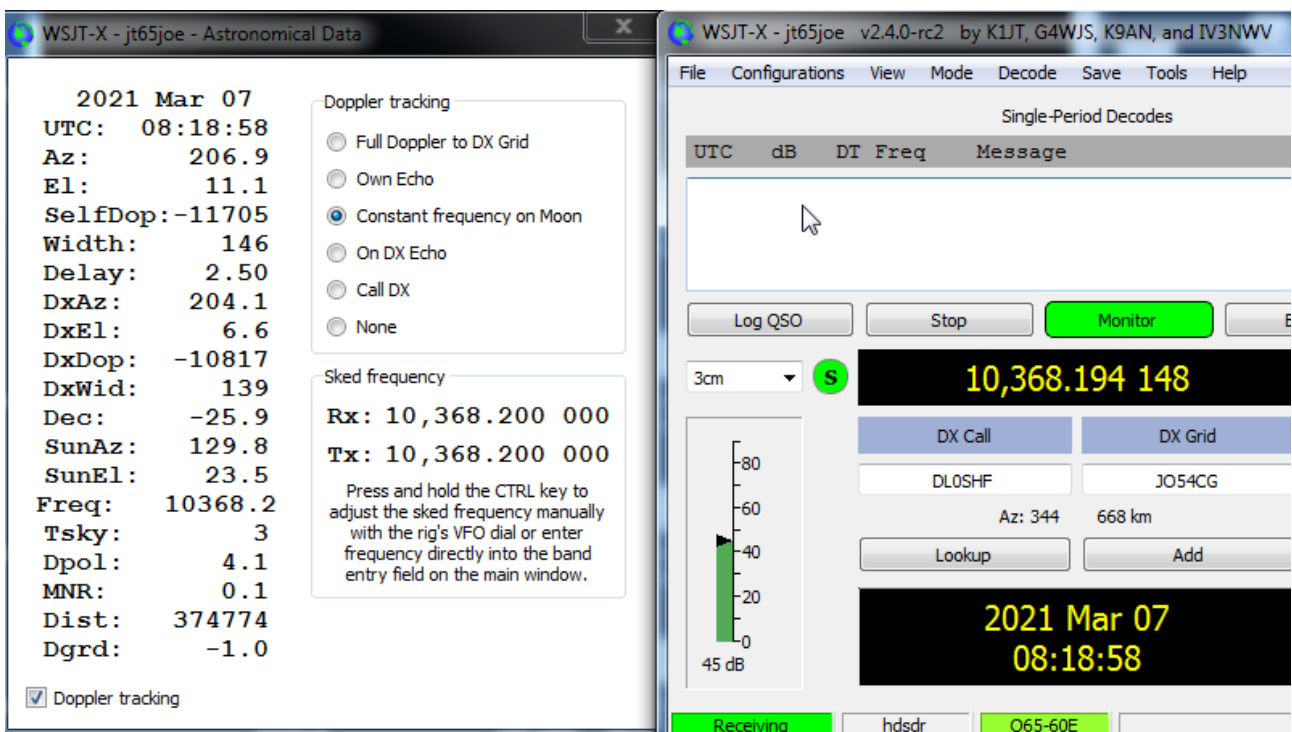
- RadioタブでSplit Operationをオンにする。RigかFake itを両方試してみて、自分のケースに合う方を選んでください。
- 主画面の右側でTab1を選び、従来のフォーマットを使う。

主画面はそれぞれのモードによって必要な表示を行うよう変化します。

- トランスバーターを使うときは、Settings | Frequenciesでオフセットを入力します。オフセットは (トランシーバーのダイヤル読み値) - (送信周波数) で定義されます。たとえば、144MHzの無線機を親機として10368MHzで送信する場合は、Offset = 144 - 10368 = -10224.000になります。表にすでにバンドが登録されている場合は、オフセットをダブルクリックして自分で入力できます。そうでなければ、右クリックから新しいエントリーを追加してください。



- ViewメニューでAstronomical dataから、月の方向追跡とドップラー追跡の情報が表示できます。ウィンドウ右側の情報はDoppler trackingをオンにすると表示されるようになります。



5通りのドップラー追跡方法が備わっています。

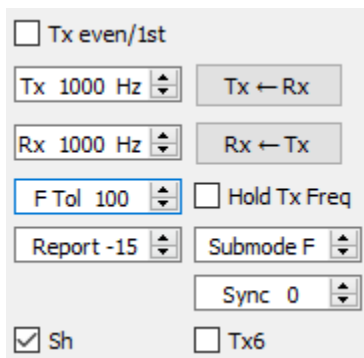
- Full Doppler to DX Grid : もし交信相手の場所を知っていて、かつ相手がDoppler制御をなにもしていないとき選択
- 自分のエコーを使うときはOwn Echoを選択します。送信周波数は動かずそれがSked周波数になります。自分の送信周波数をアナウンスし、自分のエコーを聞くときに使えます。

- Constant frequency on Moon : 1方向のドップラーシフトを修正する場合に選択。もし、相手局も同じことを行っている場合は、両方でドップラー補正をしなければなりません。さらに、このオプションを使ってワッチすれば手動で周波数補正しなくてもよくなります。
- On Dx Echo : 相手局が自動ドップラー追跡を使っていない場合、そして自分の送信周波数をアナウンスし、その周波数を聞いている場合に使います。クリックすると自動的に最適な受信周波数を設定します。送信時は、相手局が受信している周波数に合うように送信周波数を設定します。QSOが進んでも、相手局は受信し続けられるようにドップラー偏移を追跡します。
- Call DX : 最初にドップラーモードをNoneにセットし、相手局を手動で探したあと、Call DXを選択します。バンド中を相手局をダイヤルを回しながら探したり、SDR表示を使って探します。無線機を制御するにはたいていコントロールキーを押す必要があるでしょう。Call DXが押された瞬間、あなたの信号が、相手の受信している周波数にうまく合うように送信周波数を調整されます。
- このウィンドウに表示されるいろいろな値についてはAstronomical Data節を参照してください。

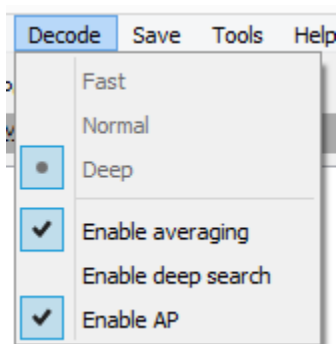
## 8.2. JT4

JT4は2.3GHzとそれ以上のマイクロ波を使ってEME通信を行うために開発されました。

- ModeメニューからJT4を選択します。中央部分はこのように表示されます。

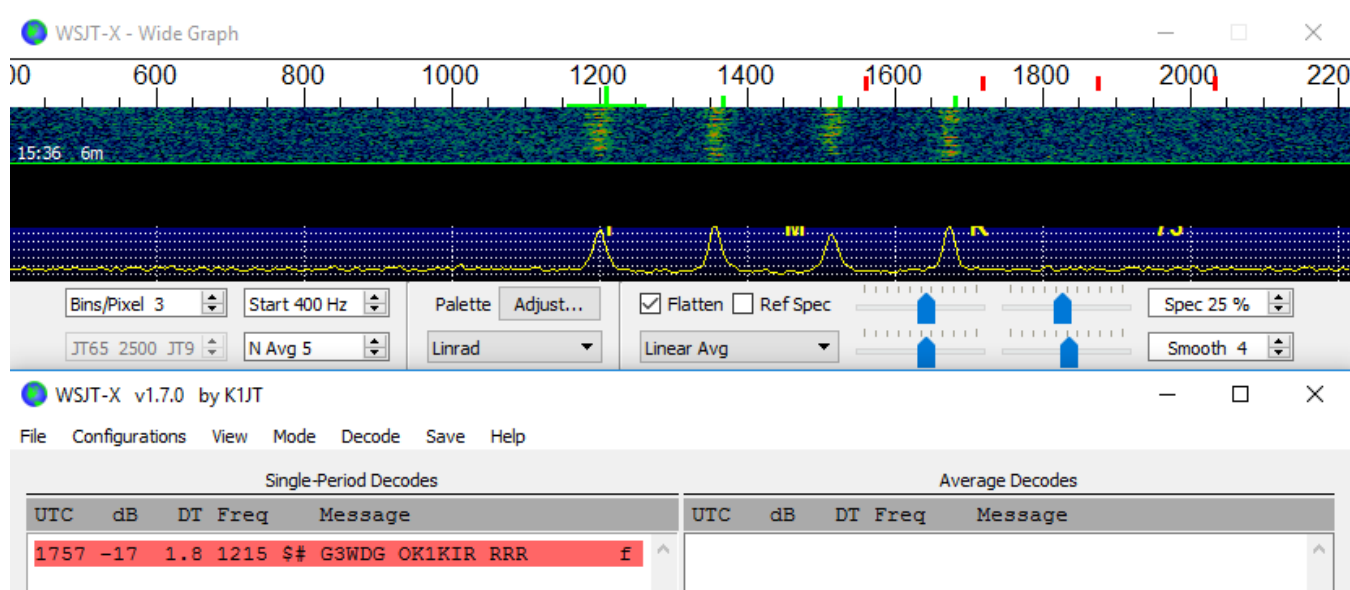


- Submodeを選びます。Submodeは送信トーン周波数間隔を決めます。広い間隔は大きなドップラースプレッドにも対応できるように用意されています。たとえば、JT4Fは、5.7と10GHzバンドのEMEに使います。
- JT4のショートメッセージを使うときは、Shをチェックします。チェックするとTx6で1000Hzのトーンを生成し、最初に信号を見つけやすくします。Tx6ボックスをクリックするごとに1000Hzと1250Hzが切り替わります。
- DecodeメニューからDeepを選びます。Enable averagingとEnable deep searchも選ぶことができます。





次のスクリーンショットは10GHzでJT4Fを使ったEME QSOの例です。



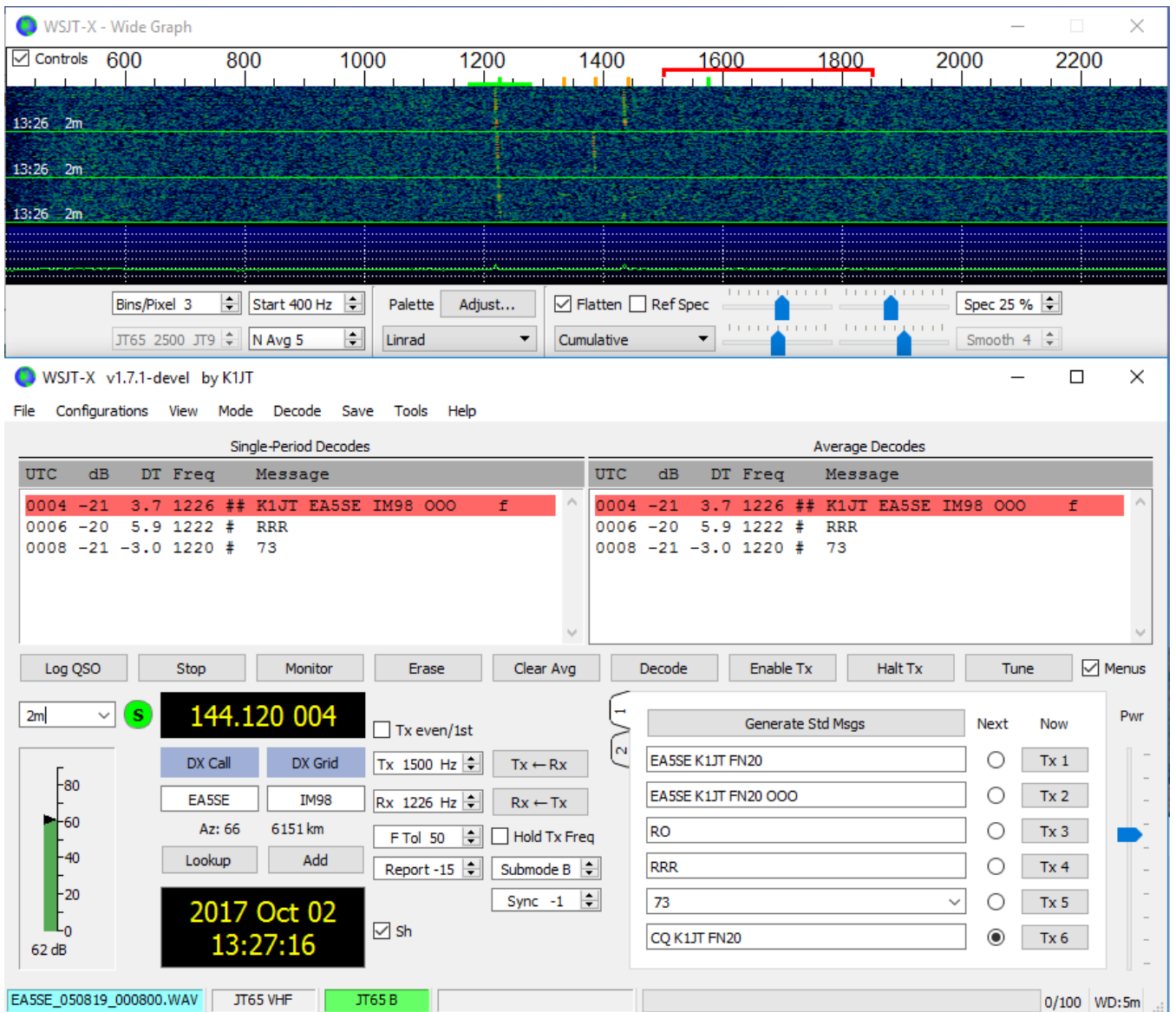
### 8.3. JT65

VHF帯、そしてそれより高い周波数でのJT65を使ったQSOはHF帯でのQSOとほとんど同じです。しかし、違いについても明確にしておく必要があります。通常、VHF/UHFでの運用では、パスバンド中に1つ（あるいは2つや3つの場合もあるかもしれませんが）の信号しかないということです。Settings | GeneralでSingle decodeをオンにするのがよいでしょう。Two pass decodingの必要性はほとんどありません。OOO信号レポート、RO、RRR、73などのEMEで使われるレポートフォーマットを使用します。Shボックスをチェックすると、送信時に自動的に生成されます。

DecodeメニューのDeepをオンにすることを忘れないように。Enable averagingとDeep searchも必要に応じてオンにしてください。

次のスクリーンショットはJT65Bを使った144MHz EME QSOです。ウォーターフォールのマークに注目してください。1220Hzの緑色マーカーはQSO周波数（JT65の同期信号周波数）とF Toレンジを示します。1575Hzの緑色マーカーはJT65の一番高いトーン位置を示します。オレンジ色のマーカーはRO、RRR、73のTwo-tone信号を示します。





## 8.4. Q65

Q65は早いフェージングがあるトロッポ、雨散乱、電離層散乱、TEP、EMEの通信用に開発されました。次のスクリーンショットはQ65-30Aを使った6mバンドでのQSOを示しています。受信信号は耳ではほとんど聞き取れません。

WSJT-X - Wide Graph

Controls 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400 2600 2800

14:25:00 6m  
14:24:00 6m  
14:23:00 6m  
14:22:00 6m  
14:21:00 6m  
14:20:00 6m

DT = 0.19

Bins/Pixel 4 Start 300 Hz Palette Adjust... Flatten Ref Spec Spec 20 %  
Split 2500 Hz N Avg 5 Scope Q65\_Sync Smooth 5

WSJT-X v2.4.0-rc2 by K1JT, G4WJS, K9AN, and IV3NWW

File Configurations View Mode Decode Save Tools Help

Single-Period Decodes

UTC	dB	DT	Freq	Message	
141200	-10	0.2	1937	: K1JT K01FF 73	q0
141300	-11	0.2	990	: K1JT KG5CCI EM36	q0
141400	-7	0.1	1803	: K1JT KG5CCI R-04	q2
141500	-10	0.1	1803	: K1JT W4IMD EM84	q0
141600	-17	0.2	1803	: K1JT KG5CCI 73	q3
141700	-17	0.0	1800	: K1JT W4IMD EM84	q3
141800	-2	0.2	1807	: K1JT W4IMD R-16	q3
141900	-29	0.1	1804	: K1JT W4IMD 73	q3
142000	-10	0.1	1801	: K1JT W4IMD 73	q0
142100	-15	0.2	1814	: K1JT KF2T FM19	q0
142200	-11	0.2	1814	: K1JT KF2T R-15	q3
142300	-11	0.2	1814	: K1JT KF2T 73	q3
142400	-1	0.1	1801	: K1JT W9DR EM78	q0
142500	0	0.2	1798	: K1JT W9DR R-08	q3
142500	-14	0.2	997	: CQ KF2T FM19	q0

Average Decodes

UTC	dB	DT	Freq	Message	
141900	-29	0.1	1804	: K1JT W4IMD 73	q3
141930	Tx		1800	: W4IMD K1JT 73	
142000	-10	0.1	1801	: K1JT W4IMD 73	q0
142030	Tx		1800	: W4IMD K1JT 73	
142031	Tx		1800	: CQ K1JT FN20	
142100	-15	0.2	1814	: K1JT KF2T FM19	q0
142130	Tx		1800	: KF2T K1JT -15	
142200	-11	0.2	1814	: K1JT KF2T R-15	q3
142230	Tx		1800	: KF2T K1JT RRR	
142300	-11	0.2	1814	: K1JT KF2T 73	q3
142330	Tx		1800	: KF2T K1JT 73	
142400	-1	0.1	1801	: K1JT W9DR EM78	q0
142430	Tx		1800	: W9DR K1JT -01	
142500	0	0.2	1798	: K1JT W9DR R-08	q3
142530	Tx		1800	: W9DR K1JT RRR	

Log QSO Stop Monitor Erase Clear Avg Decode Enable Tx Halt Tx Tune Menu

6m 50.275 000 Tx even/1st Tx 1800 Hz F Tol 50 Rx 1798 Hz Report -1 T/R 30 s Sh Auto Seq Call 1st Tx6

DX Call W9DR DX Grid EM78 Az: 260 912 km Lookup Add

2021 Mar 05 14:25:31

Generate Std Msgs Next Now Pwr

W9DR K1JT FN20		Tx 1
W9DR K1JT -01		Tx 2
W9DR K1JT R-01		Tx 3
W9DR K1JT RRR		Tx 4
W9DR K1JT 73		Tx 5
CQ K1JT FN20		Tx 6

Tx: W9DR K1JT RRR Q65 Q65-30A Last Tx: W9DR K1JT -01 0 0 1/30

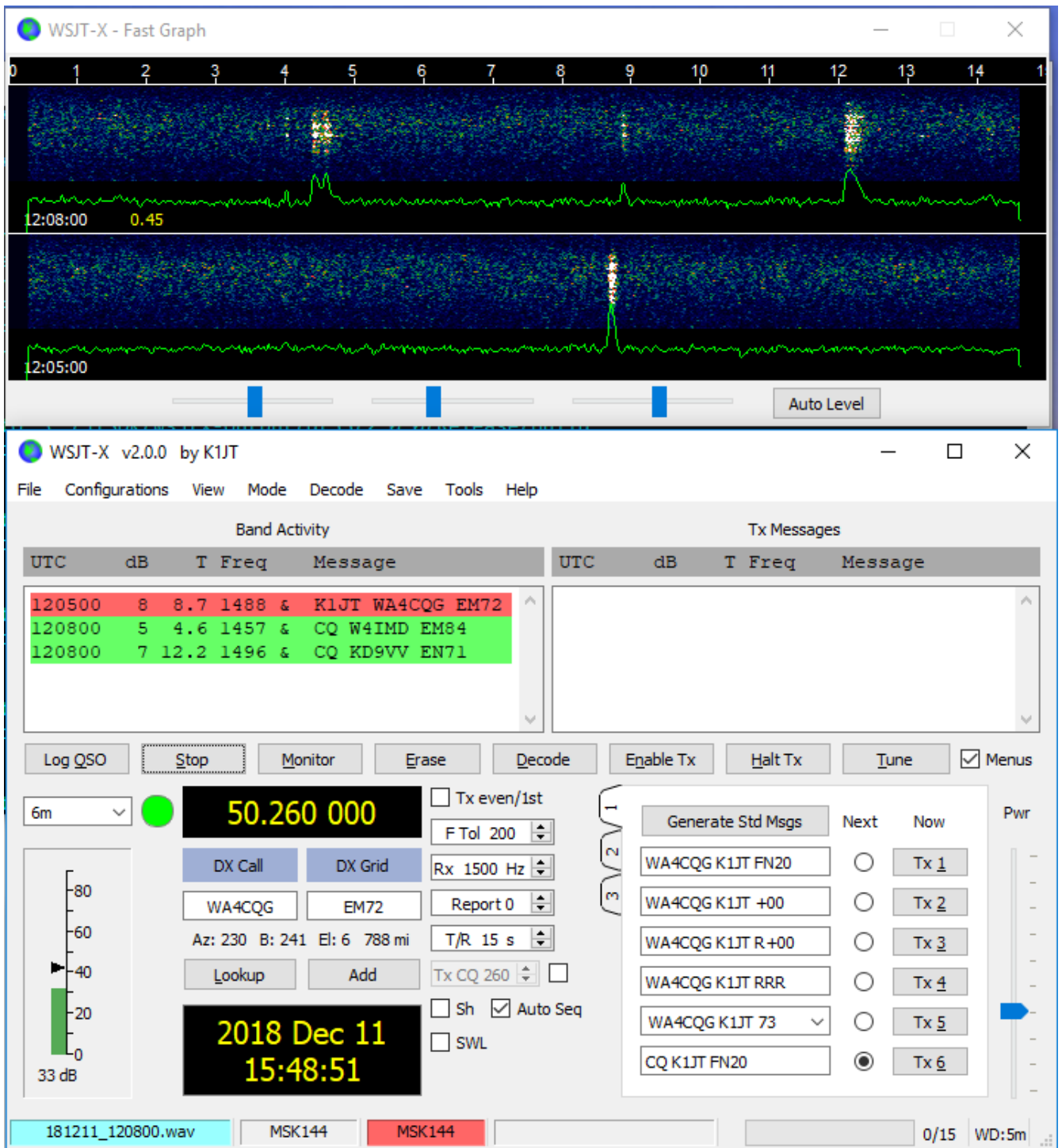
Q65は自分のコールサインとCQにエンコードされた情報「a priori (AP)」を使います。QSOが進むにつれ、コールサインや4桁のロケータ番号などのAP情報が増えていきます。デコーダはAP情報がある場合はそれを使ってデコード率を上げていきます。

Q65のEME QSOでは、マイクロ波バンドで、シングルトーンからなる短縮形Q65メッセージを使うことがあります。Shをチェックするとこれを自動生成します。Tx6を選択すると1000Hzのシングルトーンを発生し、最初に信号を見つけやすくします。Tx6をクリックすると1000Hzから1250Hzへ切り替わり、あなたがメッセージを受信可能であることを相手局に知らせます。これら

の短縮型メッセージは自動的にデコードされません。また、自動応答もしません。よって、ユーザー自身で操作しなければなりません。

## 8.5. MSK144

2100km（1300マイル）以下の離れた地点間でVHF帯を使った流星散乱通信はいつでも行うことができます。QSOは、朝より夜のほうが長い時間かかります。周波数が高ければそれだけ長くかかります。最長距離に近づけば近づくほど、長くかかります。それでも、100Wにシングル八木アンテナでもQSOすることができます。次のスクリーンショットは、異なる3局がMSK144で交信している15秒間を捉えたものです。

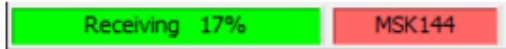


他のWSJT-Xモードとは異なり、MSK144デコーダはリアルタイムで動作します。デコードされたメッセージは、信号を受信してから、ほぼ瞬時に表示されます。

MSK144を使うときは

- ModeメニューからMSK144を選択。
- DecodeメニューからFastを選択。
- オーディオ受信周波数をRx 1500Hzにセット。
- 周波数許容範囲を F Tol 100 にセット。
- T/R Sequence Durationを15秒にセット。

- パソコンの能力とデコード深さを合わせるため、Monitorをクリック。ステータスバーに表示されるパーセンテージを観察。



- この例では、17%ですが、MSK144リアルタイムデコーダに使われる時間余裕を示しています。100%に比べて、十分小さい値であれば、デコード深さをFastからNormal、あるいはFastからDeepへ変更できます。またF Tolを100から200Hzへ上げてみましょう。

**i** 最近のマルチコアCPUであればDeepとF Tol 200の処理でも容易にこなすことができます。古いパソコンでは、FastかNormalを使ってください。その場合、Deepに比べ、若干デコードロスがあります。

- 15秒で送受を切り替えるために、メッセージをすばやく選択する必要があります。Auto Seqをオンにすると、パソコンが受信したメッセージを見て、自動的に次のステップで何を行うか判断します。
- 144MHzとそれ以上の周波数帯においては、Tx3、Tx4、Tx5にショートフォーマットのメッセージが有効です。ショートメッセージは20ミリ秒です。通常メッセージは72ミリ秒です。メッセージの内容は、コールサインではなく、2つのコールサインのハッシュ値（12ビット）、プラス4ビットの信号レポート、Acknowledgement (RRR)、またはSign-off (73) になります。特定の相手だけがショートメッセージを解読できます。メッセージは<>で囲まれて表示されます。

```
CQ K1ABC FN42
      K1ABC W9XYZ EN37
W9XYZ K1ABC +02
      <K1ABC W9XYZ> R+03
<W9XYZ K1ABC> RRR
      <K1ABC W9XYZ> 73
```

**i** 50MHzや70MHzでショートメッセージを使うメリットはありません。これらのバンドでは、標準メッセージが伝搬するに十分な散乱時間があります。標準メッセージを使えば、誰でも、聞こえていれば、QSO内容をワッチできます。

## 8.6. Echo モード

Echoモードは自分自身の非常に弱いEME反射信号を測定するために開発されました。ModeメニューからEchoを選びます。アンテナを月に向けます。クリアな周波数を選びます。Tx Enableを押します。するとWSJT-Xは次の動作を6秒ごとに繰り返し行います。

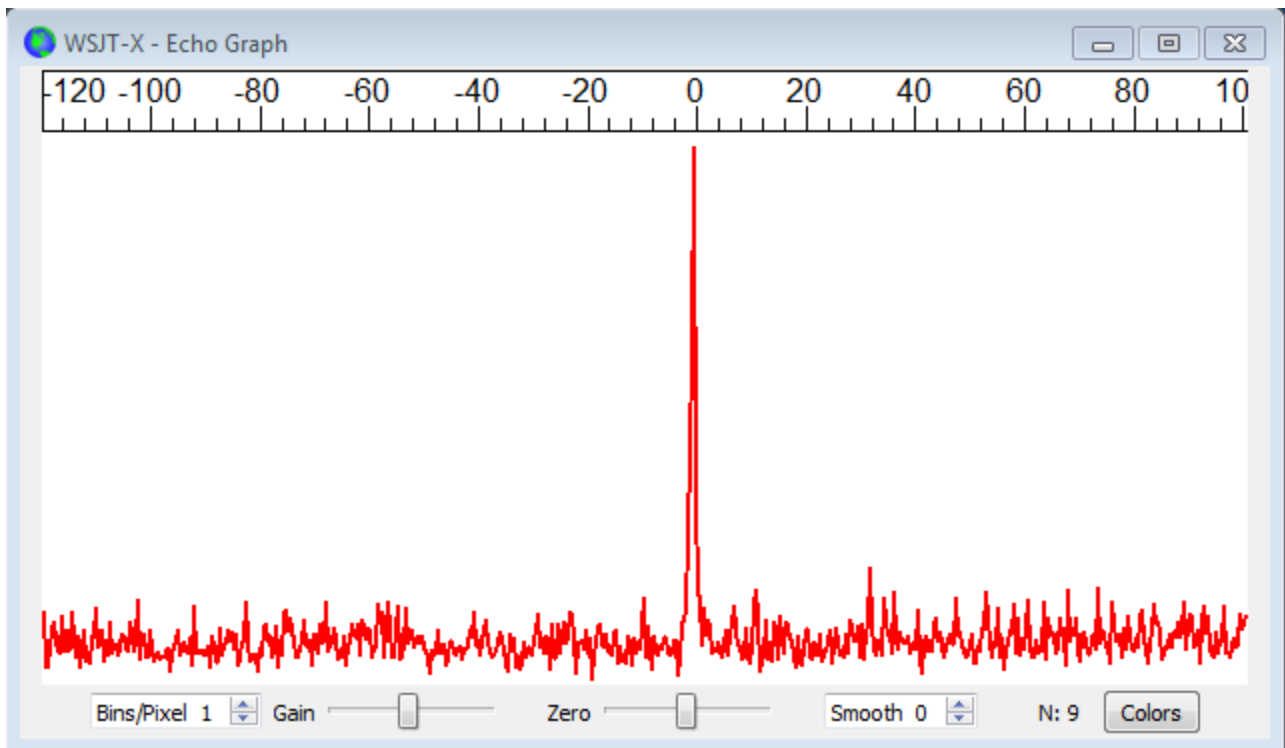
1. 1500Hzのトーンを2.3秒間送信。
2. 0.2秒待つ。
3. 2.3秒間受信。
4. 解析して結果を表示。
5. ステップ1へ戻る。

Echoテストの手順：

- ModeメニューからEchoを選択。



- Astronomical DataウィンドウのDoppler trackingとConstant frequency on the Moonをオン。
- Settings | Radioタブのリグ制御をSplitにする。RigまたはFake it。
- Enable Txを押して、6秒で繰り返すテストシーケンスを開始。
- WSJT-Xがドップラーシフトを計算し、自動で補正します。下のスクリーンショットで示すように、ドップラーシフト補正によって自分のエコーが常に画面中央にきます。



## 8.7. EMEに関するヒント

Q65が広く使われ始めるまで、50MHzではJT65A、144と430MHzではJT65B、1296MHzではJT65Cが用いられています。さらに周波数の高いマイクロ波ではJT65Cか、またはドップラー効果を考慮してQ65や広いJT4が用いられます。今後はQ65サブモードの使用を推奨します。具体的には、50MHzと144MHzではQ65-60A、432MHzでは-60B、1296MHzでは-60C、10GHzでは-60Dを推奨します。

JT4、JT65、Q65では、メッセージ平均化という同じメッセージを複数回受信して足し合わせる方法によって、1回の送信では限界となるSN比を下回る状況で、メッセージを正しく受信することができます。また、それらのモードでは、あらかじめわかっているコールサインを足がかりにするディープサーチという方法を持っています。JT65とQ65では、a priori (AP)デコーディングと呼ばれるQSO中の情報を積み重ねることでメッセージをデコードする方法を提供します。

SHF帯及びマイクロウェーブEMEでの交信のため、WSJT-Xはドップラーシフト調節の機能を提供します。

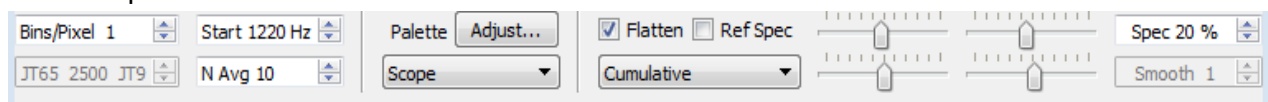
- Settings→Radio→Mode→Noneオプションと進むことでWSJT-Xは無線機のモード設定を行わない状態になります。
- 無線機をCWモードにします。

- 送信前にWSJT-XのTuneボタンを押します。無線機はCWモードになっていますから、トーンを送信しません。しかし、WSJT-Xは無線機が送信状態になっていることを感知し、ドップラーシフト調整を行います。
- CW送信が終わった後、再度Tuneボタンを押し、無線機を受信状態にし、受信のドップラーシフト調整を行います。

**i** この機能を使うためには、あらかじめWSJT-Xのドップラーシフト調整機能とCAT制御を設定しておく必要があります。

## 9. WSPRモード

- ModeメニューからWSPRを選びます。主画面はWSPRモード用に再構成され、WSPRでは使わない幾つかの制御ボタンなどが非表示となります。
- Wide Graphを次のように設定します。



- マウスを使って主ウィンドウの縦横サイズを調節します。
- アクティブなWSPR周波数をセットします（例えば、10.1387MHz、14.0956MHz）。

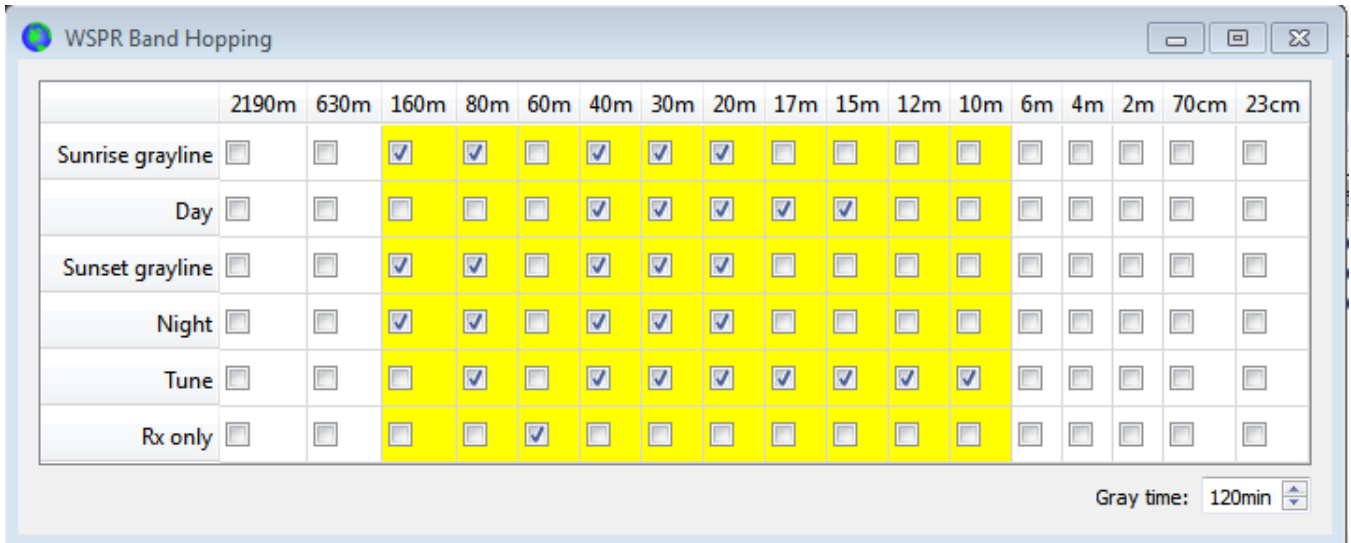
**!** 60mバンドで送信するときは、電波法に準拠するよう十分注意してください。

- Monitorボタンをクリックし、2分間のWSPR受信を開始します。
- もし、受信だけではなく送信もする場合は、Tx Pct（何%の時間を送信に費やすか）に適切な値をセットし、Enable Txボタンを押します。1回の送信も2分間ですが、送信開始は他の局と重なりにくいようにランダムに始まります。
- Tx Powerドロップダウンリストから送信出力を選択します。

### 9.1. バンドホッピング

CATを使うことで、ユーザの手を煩わせることなく、たくさんのバンドで伝搬実験を行えます。世界中のユーザが協調してバンドを変えることで、バンドオープンの状況をよりよく調査することができます。

- 主画面のBand Hoppingをオンにします。
- Scheduleをクリックし、WSPR Band Hoppingウィンドウを開き、時刻ごとのバンドを選びます。



- バンドの切り替えは2分ごとに行われます。次のテーブルに従って20分サイクルでバンドが切り替わります。

Band:	160	80	60	40	30	20	17	15	12	10
UTC minute:	00	02	04	06	08	10	12	14	16	18
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58

- もし、あなたのバンドホッピングテーブルでそのバンドがアクティブでなければ（チェックがはいってなければ）、別のアクティブなバンドをランダムに選択します。
- Tuneがチェックされていると、WSJT-Xは無変調キャリアをバンド切り替え直後に数秒間送信します。これによって、オートアンテナチューナーのチューニング動作を行わせることができます。
- 無線局によっては、無線機のバンドを切り替えるだけでなく、アンテナや他の設備の切り替えも必要になってくるかもしれません。WSJT-Xは無線機のバンド切り替えが成功したとき、ワーキングディレクトリ内で、次のファイルを検索します。user\_hardware.bat、user\_hardware.cmd、user\_hardware.exe、user\_hardware。もし、ファイルが見つかったとき、WSJT-Xは次のコマンドを実行します。  
user\_hardware nnn
- nnnはバンドごとの波長値です。実際のバンド切り替えのためのプログラムやScriptはユーザで用意してください。

次のスクリーンショットは、バンドホッピングWSPRの動作例です。



WSJT-X v1.7.0 by K1JT

File Configurations View Mode Decode Save Help

UTC	dB	DT	Freq	Drift	Call	Grid	dBm	km	
0146	-22	0.1	7.040064	0	I2GPG	JN45	30	6534	
0146	-12	0.2	7.040094	0	M0XDC	JO01	37	5728	
0146	-18	0.0	7.040124	0	IK2AOS	JN45	23	6534	
0146	-15	-2.8	7.040137	0	EA5CYA	IM99	23	6102	
0146	-27	0.3	7.040162	0	DL8YCA	JO31	27	6116	
0146	-23	0.1	7.040170	0	K9AN	EN50	33	1215	
0146	-18	0.7	7.040172	0	AG6NS	CM97	27	3984	
0146	-4	0.2	7.040183	0	NV00	EM28	37	1758	
-----									
0148	-21	-0.0	10.140200	0	KC5MO	EM10	23	2293	
0150	----- Transmitting WSPR -----								20m
-----									
0152	4	0.0	1.838081	0	W8AC	EN91	37	549	
0152	-29	0.0	1.838122	0	KD4RLD	EM95	10	773	
0152	-11	0.2	1.838191	0	K9PAW	EN61	30	1046	
-----									
0154	-8	0.1	7.040036	0	HB9CQK	JN47	33	6433	
0154	-22	0.2	7.040056	0	WA3DNM	FM29	37	97	
0154	-8	0.5	7.040067	0	N6RY	DM13	37	3809	
0154	-8	0.7	7.040089	0	VE3FAL	EN58	37	1454	
0154	7	0.7	7.040092	0	AB4QS	EL88	37	1518	
0154	-10	0.1	7.040094	0	K5CZD	EM32	37	1854	
0154	-14	0.1	7.040110	0	DF5FF	JO40	37	6290	
0154	-1	0.1	7.040118	0	KD6RF	EM22	37	2013	
0154	-21	-0.4	7.040135	0	EA4URA	IN80	20	5900	
0154	-21	0.6	7.040140	0	K3FEF	FN21	37	133	
0154	-22	0.3	7.040145	0	DL2XL/P		23		
0154	-6	0.1	7.040146	0	LZ1UBO	KN12	33	7663	
0154	-17	0.1	7.040168	0	DL2ZQ	JO42	27	6199	
0154	-17	0.7	7.040173	0	AG6NS	CM97	27	3984	
-----									
0156	-21	-0.3	3.594101	0	K4EH	EM73	37	1191	
0156	-28	-0.1	3.594148	0	G0IDE	IO83	37	5403	
0158	----- Transmitting WSPR -----								30m

Stop Monitor Erase Decode **Enable Tx** Halt Tx Tune

30m **10.138 700** Pwr

60+  
50  
40  
30  
20  
10  
0  
0.0 dB

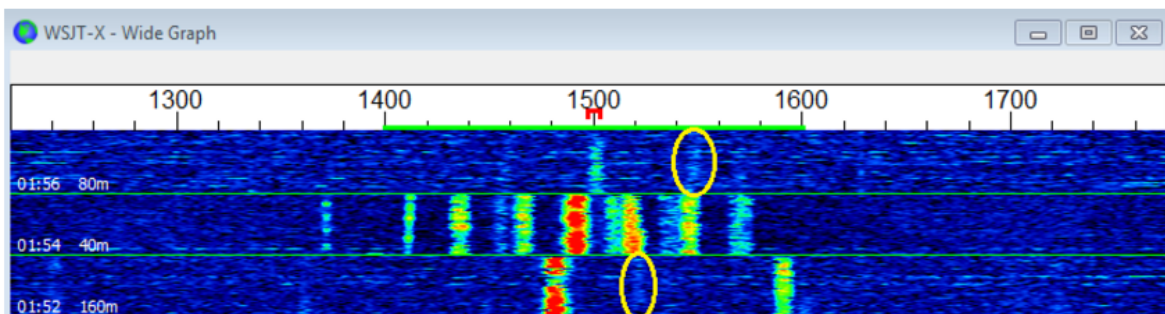
**2016 Oct 24  
01:59:12**

Tx 1500 Hz  Upload spots  
Tx Pct 20 %  Prefer type 1 messages  
 Band Hopping Tx Next  
Schedule ... 37 dBm 5 W

Tx: K1JT FN20 37 WSPR Last Tx: K1JT FN20 37 Night 72/120

このスクリーンショットを注意深く見ると、WSPRの優れた性能を確認することができます。例えば、UTC 0152、0154、0156でのウォーターフォールを見てみましょう。黄色の楕円で囲んだ

部分に注目すると、-28dBと-29dBでデコードされています。また、それとは別に、0154 UTC時には、1492Hz付近にVE3FAL、AB4QS、K5CZDの3局が5Hzの中にひしめき合っているのが分かります。同様に1543Hz付近にK3FEF、DL2XL/P、LZ1UBOが6Hzの中にひしめき合っています。このようにオーバーラップした信号でも、それぞれ別々にデコードできています。

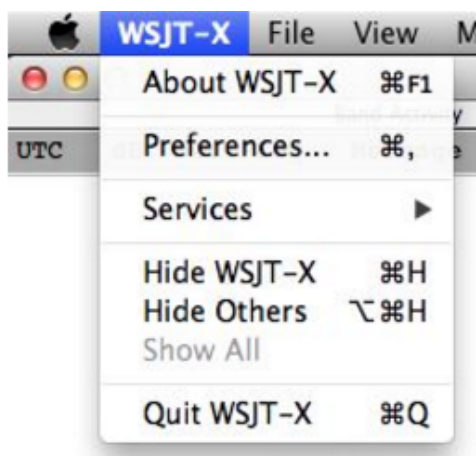


## 10. スクリーン制御

### 10.1. メニュー

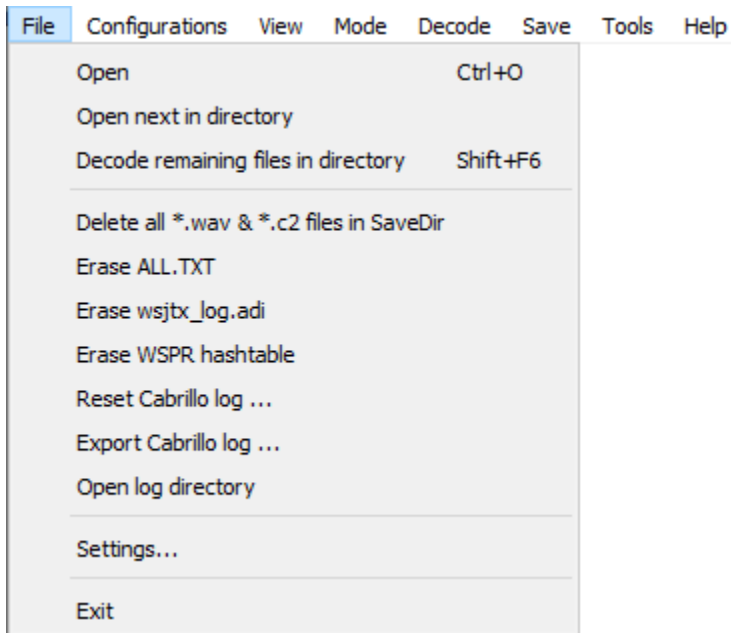
主画面の一番上に位置するメニューにより、さまざまなオプションや動作を制御することができます。ほとんどは説明の必要はないと思われませんが、少し補足的な説明をします。よく使うメニューコマンドキーボードショートカットキーはメニューの右端に表示されています。

#### WSJT-X メニュー

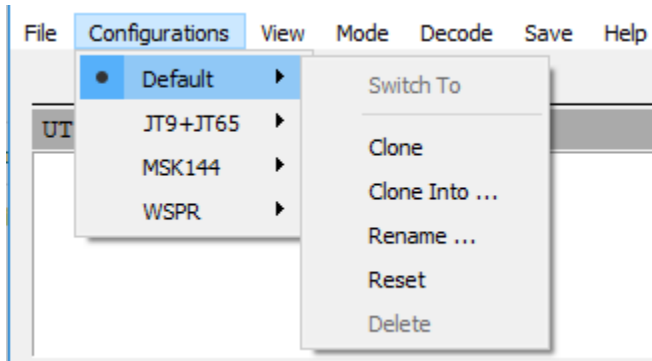


これはMacintoshの例です。PreferencesとラベルされたSettingオプションはFileメニューの下ではなく、このWSJT-Xメニューの下に配置されています。

## Fileメニュー



## Configurationメニュー



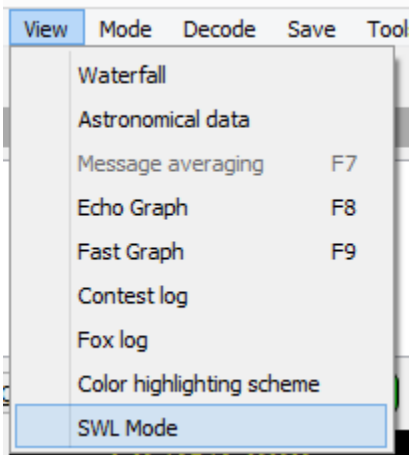
モードごとに別のConfigurationを設定することができます。一番簡単な手順は、たとえば、FT8モードでCloneします。次にConfigurations | FT8 - Copy | Renameと進み、新しい名前、たとえばFT4と名づけます。Configuration Menuから Switch toで、新しい名前を選びます。新しいConfigurationでは設定を好きなように変更することができます。Configurationはすべての設定を記憶し、プログラムを再始動したときもそれらが保持反映されます。

WSJT-Xが動作中にConfigurationを変えることもできますが、起動時にConfigurationを指定することも可能です。--config <configuration-name>か-cオプションを使います。次の例は、FT8とEchoを指定しています。

```
wsjtx --config FT8
```

```
wsjtx -c Echo
```

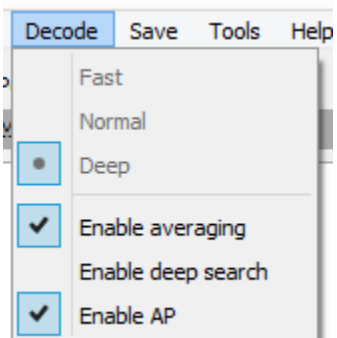
## Viewメニュー



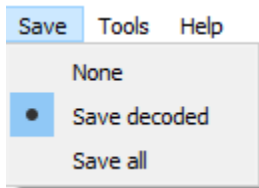
## Modeメニュー



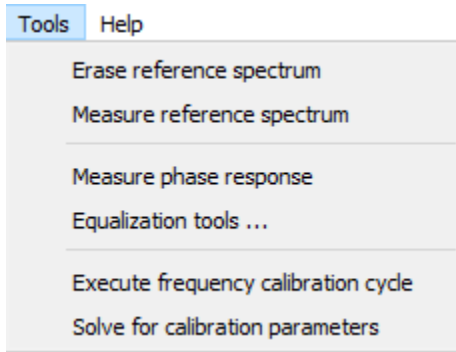
## Decodeメニュー



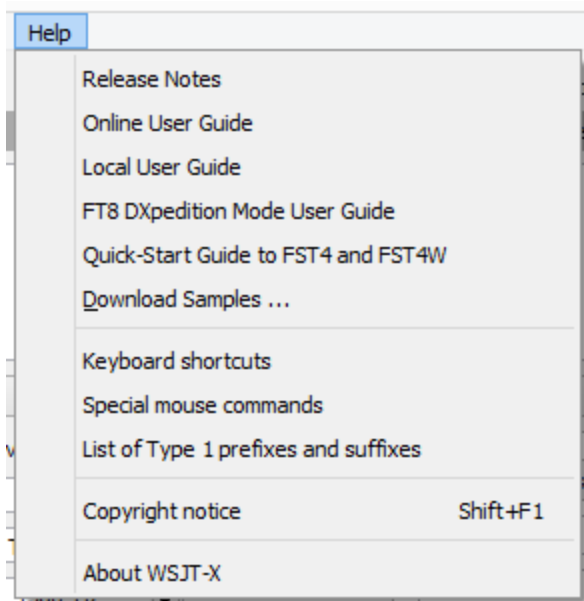
## Saveメニュー



## Toolsメニュー



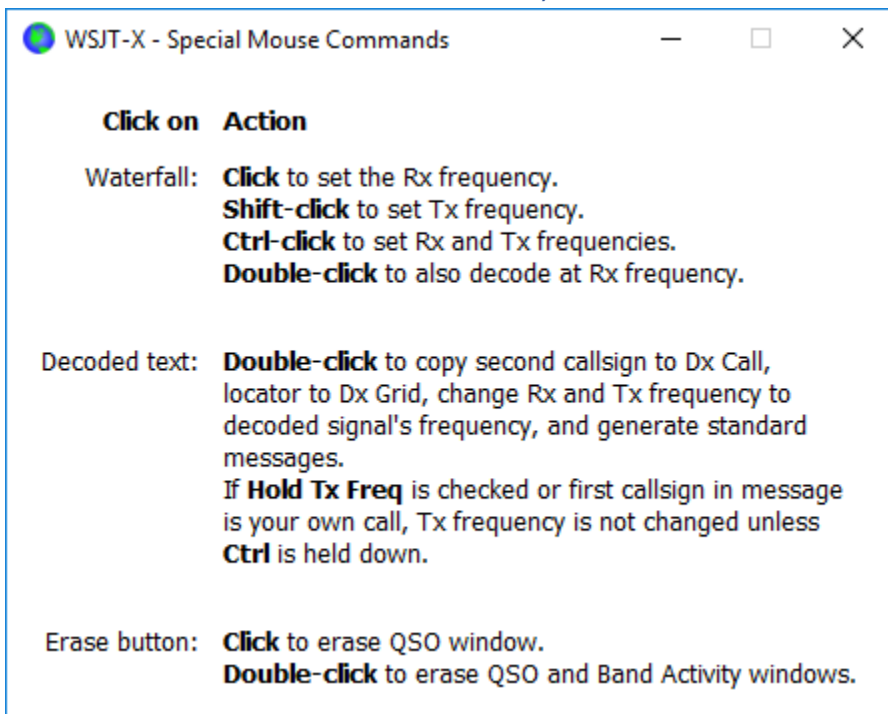
## Helpメニュー



## キーボードショートカット (F3)

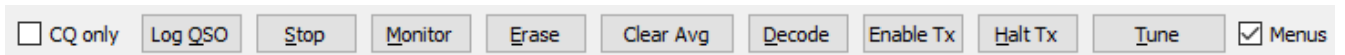
WSJT-X - Keyboard Shortcuts	
<b>Esc</b>	Stop Tx, abort QSO, clear next-call queue
<b>F1</b>	Online User's Guide (Alt: transmit Tx6)
<b>Shift+F1</b>	Copyright Notice
<b>Ctrl+F1</b>	About WSJT-X
<b>F2</b>	Open settings window (Alt: transmit Tx2)
<b>F3</b>	Display keyboard shortcuts (Alt: transmit Tx3)
<b>F4</b>	Clear DX Call, DX Grid, Tx messages 1-4 (Alt: transmit Tx4)
<b>Alt+F4</b>	Exit program
<b>F5</b>	Display special mouse commands (Alt: transmit Tx5)
<b>F6</b>	Open next file in directory (Alt: toggle "Call 1st")
<b>Shift+F6</b>	Decode all remaining files in directory
<b>F7</b>	Display Message Averaging window
<b>F11</b>	Move Rx frequency down 1 Hz
<b>Ctrl+F11</b>	Move identical Rx and Tx frequencies down 1 Hz
<b>Shift+F11</b>	Move Tx frequency down 60 Hz (FT8) or 90 Hz (FT4)
<b>Ctrl+Shift+F11</b>	Move dial frequency down 2000 Hz
<b>F12</b>	Move Rx frequency up 1 Hz
<b>Ctrl+F12</b>	Move identical Rx and Tx frequencies up 1 Hz
<b>Shift+F12</b>	Move Tx frequency up 60 Hz (FT8) or 90 Hz (FT4)
<b>Ctrl+Shift+F12</b>	Move dial frequency up 2000 Hz
<b>Alt+1-6</b>	Set now transmission to this number on Tab 1
<b>Ctrl+1-6</b>	Set next transmission to this number on Tab 1
<b>Alt+B</b>	Toggle "Best S+P" status
<b>Alt+C</b>	Toggle "Call 1st" checkbox
<b>Alt+D</b>	Decode again at QSO frequency
<b>Shift+D</b>	Full decode (both windows)
<b>Ctrl+E</b>	Turn on TX even/1st
<b>Shift+E</b>	Turn off TX even/1st
<b>Alt+E</b>	Erase
<b>Ctrl+F</b>	Edit the free text message box
<b>Alt+G</b>	Generate standard messages
<b>Alt+H</b>	Halt Tx
<b>Ctrl+L</b>	Lookup callsign in database, generate standard messages
<b>Alt+M</b>	Monitor
<b>Alt+N</b>	Enable Tx
<b>Ctrl+O</b>	Open a .wav file
<b>Alt+O</b>	Change operator
<b>Alt+Q</b>	Log QSO
<b>Ctrl+R</b>	Set Tx4 message to RRR (not in FT4)
<b>Alt+R</b>	Set Tx4 message to RR73
<b>Alt+S</b>	Stop monitoring
<b>Alt+T</b>	Toggle Tune status
<b>Alt+Z</b>	Clear hung decoder status

## スペシャルマウスコマンド (F5)

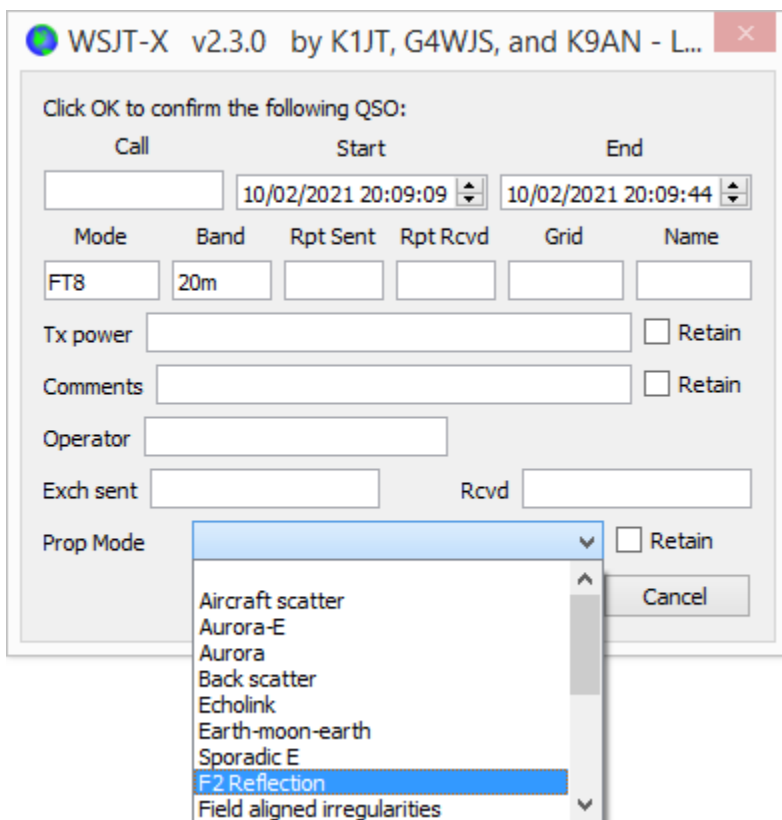


## 10.2. ボタン群

以下のボタン群が主画面のデコードされたテキストの下に表示されています。表示はモードによって異なります。



- CQ onlyをチェックすると、CQを出している局のみ左側に表示されます。
- Log QSOを押すと、終了間近のQSO情報が入った別のウィンドウが開きます。内容を変更したり加えたりしてから、OKボタンを押します。File→Settings→Reportingタブのなかの Prompt me to log QSOがオンになっていると、73を含むメッセージを送ったときに、自動的にこのウィンドウが開きます。Start DateとStart TimeはTx2かTx3をクリックしたときに設定されます。End DateとEnd TimeはLog QSOスクリーンが開かれたときの時間です。



- Stopボタンを押すと、データ受信を停止します。ウォーターフォールを止めて見たいとき、録音ファイルを扱いたいときに使います。
- Monitorは受信を開始したり停止したりするときに使います。WSJT-Xが受信動作中は緑色になります。CATを使っていて、Monitorで受信を停止すると、CATも停止します。Settings | GeneralタブのMonitor returns to last used frequencyがオンになっていると、もう一度Monitorを押して受信を再開したとき、CATは停止したときの周波数を無線機にセットします。
- Eraseは右側のデコードウィンドウ内のメッセージをクリアします。ダブルクリックすると両側のデコードウィンドウ内メッセージをクリアします。
- Clear AvgはMessage Averagingをサポートするモードのときだけ表示されます。蓄積されたMessage Averaging情報をリセットします。
- Decodeは受信周波数における（ウォーターフォールの緑マーカがついている周波数）デコード処理をもう一度行います。
- Enable Txは自動送受信手順のオン・オフを切り替えます。オンのときは赤色で表示されます。送信が適当な時刻（奇数分または偶数分）で開始されます。送信中にオフにすると、現在の送信を終了します。
- Halt Txを押すと直ちに送信を停止し、自動送受信手順をオフにします。
- Tuneは赤色マーカで示された送信周波数で、無変調音を送信します。アンテナチューナーやリニアアンプの調整に使うとよいでしょう。送信中は赤色になります。もう一度押すと、受信に戻ります。Halt Txを押しても受信に戻ります。Tuneを押すと、いま行っている受信動作とデコードも中止します。



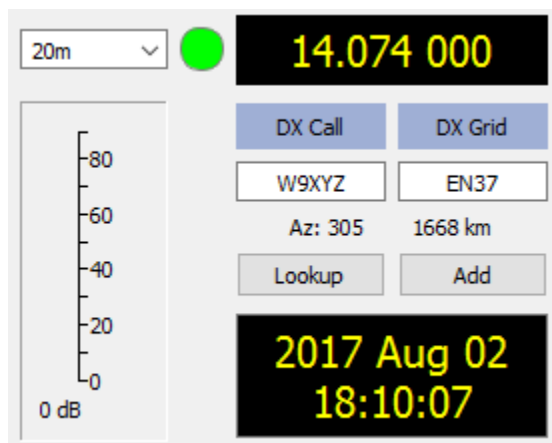
Tuneを押すと現在の受信を中断し、そのシーケンスでのデコードを行いません。

- Menusボックスのチェックをはずすと、画面一番上のメニューが消えて、メッセージ表示の縦スペースが広がります。



## 10.3. 画面左

画面左側に周波数制御、受信オーディオレベル調整、相手局コールサイン、相手局グリッドロケータ、日時の情報が表示されます。



- バンドドロップダウンリストから周波数を設定できます。周波数値はSettingsウィンドウのFrequenciesタブにあるテーブルから読み込まれます。CATが動作しているときは、その周波数が自動的に無線機にセットされます。CATが動作していないときは、無線機に手動で周波数をセットしなければなりません。
- あるいは、ADIFフォーマット（たとえば、630m、20m、70cm）で周波数を直接入力することもできます。バンド名のフォーマットはWorking frequencyがバンドとモードに設定済みの場合だけ使うことができます。
- キーボードから周波数をタイプすることで、周波数を変更することができます。たとえば、10,368.100と表示されていたとしましょう。165kとタイプすると、10,368.165にQSYできます。165kのkを忘れないようにしてください。
- CATが動作中は緑色の丸が表示されます。Splitモードの場合は、中にSが表示されます。CATがうまく動作していないとき赤色になります。



多くのICOMの無線機はスプリットの状態をCATから読み取ることができません。WSJT-Xを使うときは、WSJT-Xから無線機をコントロールするにしたほうがよいでしょう。無線機側でVFOの選択、スプリット、周波数を変更することは避けたほうがよいでしょう。

- DX Gridが正しいロケータを含むとき、あなたのQTHからの大圏方位と距離が表示されます。
- コールサインのロケータをデータベースへ記録しておくことができます。Addをクリックするとコールサインとロケータが記録されます。Lookupをクリックするとコールサインに対応するロケータが読み出されます。この機能は、それほど多くない局が運用していて、それらが比較的安定して入っているとき（EMEなど）に使います。データベースファイル名はCALL3.TXTです。

## 10.4. 画面中央

画面中央付近にはQSOを行うときに使うコマンドが配置されています。現在運用中のモードに関係ないものは、灰色になったり、非表示になったりします。

- Tx even/1stをチェックすると、偶数分に送信を開始します。チェックを外すと、奇数分に送信を開始します。デコードされたメッセージをダブルクリックすれば、ここは自動的に正しく設定されます。
- 送信受信オーディオ周波数はデコードされたメッセージまたはウォーターフォールをダブルクリックすると自動的に設定されます。スピナーで微調整することもできます。
- TX Freq と Rx Freqを間にあるアップダウンボタンでコピーしあうことができます。電波の周波数はダイヤル周波数+オーディオ送信周波数です。一番低い周波数のトーンをWSJT-Xの送信周波数としています。
- Hold Tx Freqをチェックすることで、デコードしたメッセージやウォーターフォールをダブルクリックしたとき、自分の送信周波数が動かないようにできます。
- マルチデコードを持たないモード、またはFile→Settings→ GeneralのEnable VHF/UHF/Microwave featuresがチェックされているときはF Tolが受信周波数を中心としたどれくらいの周波数範囲でデコード処理を行うかを決めます。
- Reportは信号レポート値が自動的に計算されてセットされます。大体、-30から+20dBの間になります。ただし、JT65は最大-1dBです。



相手局から-5dBより高いレポートをもらったときは、自分の送信電力を下げたほうがよいでしょう。WSJT-Xは微弱信号通信を目的としています。

- VHFやそれより高いバンドで別のSubmodeを使うことができます。Syncで受信信号を使って時間と周波数同期をとることができます。
- T/R xx sスピナーコントロールでQ65、MSK144、Fast JT9の送受信シーケンス長を変えることができます。
- File→Settings → RadioタブのSplit operationをオンにしておくと、Tx CQ nnnスピナーを使うことができます。これを使うと、CQ nnn K1ABC FN42 のようなCQを送ることができます。nnnは周波数のkHzオーダーの値です。通常のメッセージは現状の周波数で送出されますが、Tx6のCQメッセージはTx CQ nnnで設定された周波数で送出されます。CQ nnn K1ABC FN42形式のメッセージを受信し、ダブルクリックすると、自分の周波数もそこにQSYして応答することになります。
- 主画面中央下部で以下の機能が設定できます。
  - Sh : JT4、JT65、Q65、MSK144の短縮メッセージ
  - Fast : Fast JT9サブモード
  - Aut Seq : 送信メッセージの自動シーケンス
  - Call 1st : CQに対する応答で最初にデコード出来た相手に自動応答
  - Tx6 : JT4、Q65で2種類の短縮メッセージ選択

## 10.5. Tx メッセージ

タブ 1 には 6 個のメッセージが登録できます。Generate Std Msgs ボタンを押すとあらかじめ用意された標準メッセージが登録されます。または、メッセージボックスをダブルクリックすることで、個別に標準メッセージに戻すこともできます。

	Generate Std Msgs	Next	Now
1			
2	KF4RWA K1JT FN20	<input checked="" type="radio"/>	Tx 1
	KF4RWA K1JT -15	<input type="radio"/>	Tx 2
	KF4RWA K1JT R-15	<input type="radio"/>	Tx 3
	KF4RWA K1JT RRR	<input type="radio"/>	Tx 4
	KF4RWA K1JT 73	<input type="radio"/>	Tx 5
	CQ K1JT FN20	<input type="radio"/>	Tx 6

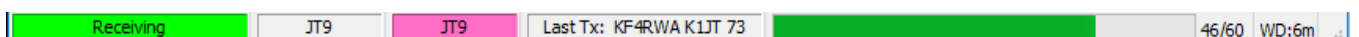
- Next の下のラジオボタンを選択することで、次に送るメッセージを指定します。
- もし、送信中にメッセージを修正したいときは、メッセージを修正して、Now の下の Tx ボタンを押します。送信中にメッセージを修正してしまうと、そのメッセージが正しく相手に受信される確率は低下しますが、送信開始から 10 ないし 15 秒以内であれば、大抵うまくいきます。
- この 6 個のメッセージすべて、ユーザが変更可能です。メッセージ内容の制限範囲内で、自由に変更することが可能です。
- 5 番目のメッセージのプルダウンリストから、Settings | Tx Macros タブであらかじめ登録しておいたメッセージを選ぶことができます。5 番目のメッセージを選んで Enter キーを押すと、そのメッセージが Macro に登録されます。
- なるべく QSO を短くしたいときがあるかもしれません。2 番目メッセージから QSO を開始するため、1 番目のメッセージ横のラジオボタンか四角い Tx1 ボタンをダブルクリックすることで、1 番目メッセージを無効にすることができます。同様に、4 番目メッセージで RRR の代わりに RR73 を送るときは、ラジオボタンか四角いボタンをダブルクリックします。



実際に送信されるメッセージは常にステータスバーに表示されます（主画面の左下隅）。

## 10.6. ステータスバー (Status Bar)

主画面の下端にあるステータスバーにはいろいろな情報が表示されます。



プログラムの状態、Configuration 名、モード、最後の送信メッセージなどが表示されています。一番左のフィールドでは、緑色で受信、黄色で送信、赤色で Tune、明るい青でファイル名が表示されます。送信中は現在送信しているメッセージが表示されます。左から 2 番目のフィールドは、デフォルト Configuration の場合、空欄になります。プログレスバーは送信または受信の時間

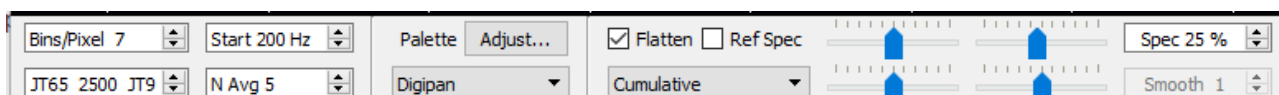
経過を示します。Settings | GeneraタブでWatchdog Timerがオンになっていると、右端にタイムアウトまでの秒数をカウントします。



バックグラウンドで処理が走っているときにときどき一時的に状態を示すメッセージが表示されることがあります。

## 10.7. Wide Graph

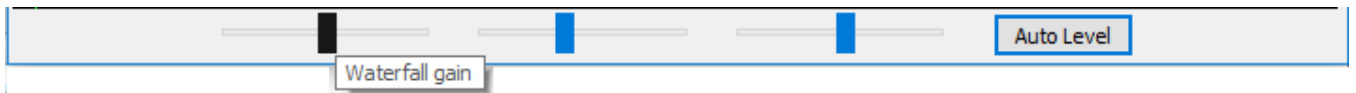
Wide Graphウィンドウの下に、制御パネルが配置されています。これらのパネルはWide Graphの表示だけに作用し、デコーディング動作には影響を与えません。



- Bins/Pixelは周波数解像度を制御します。値を1にすると、もっとも高解像度になります。2から8が適当な値でしょう。
- JT65 nnnn JT9はJT9+JT65モードにおいてそのモード境界周波数を規定します。境界はウォーターフォール上に青い線で示されます。JT65信号はすべての周波数領域でデコードされますが、JT9信号はJT9周波数領域でのみデコードされます。境界はバンドごとに記憶されます。
- Start nnn Hzは最下端周波数値を設定します。
- N Avgはスペクトラムの平均化を設定します。JT9、JT65では5くらいが適当です。N Avg値を変えると、ウォーターフォールの流れる速度が変わります。
- Paletteの下にあるドロップダウンリストからあらかじめ用意されたカラースキームを選ぶことができます。
- Adjustから好みのパレットを作ることができます。
- Flattenをチェックすると、WSJT-Xはパスバンド内のレベルのズレや不均一性を自動的に補正します。この機能を正しく動作させるためには、実際に受信されている周波数領域だけをウォーターフォールに表示しなければなりません（受信機の実際のパスバンドよりウォーターフォールの表示が広がったりしてはいけません）。
- CurrentまたはCumulativeを選択します。Currentは最も最近のN Avg FFTを計算し表示します。Cumulativeは分の初めからの累積を計算します。Linear AvgはJT4モードで、特にショートメッセージを使うときに有効です。
- 4つのスライダーでウォーターフォールの色などを調整します。大体真ん中くらいにしておけばよいでしょう。マウスカーソルをスライダーの上にもっていくと、説明がポップアップしますので、参考にしてください。
- Spec nnはウォーターフォール下にプロットされるスペクトラム表示の高さを制御します。
- SmoothはLinear Averageのときだけ有効になります。ドップラーブレッドが数Hz以上になったとき、弱いEME信号を見つけるときに使うとよいでしょう。

## 10.8. Fast Graph

Wide Graphと同じようにFast Graphでもパレットが使えます。3つのスライダーによって、ゲイン、ゼロオフセットが調整できます。マウスカーソルを上にもっていくと、説明がポップアップします。Auto Levelをクリックすると、自動的に適当な値をセットします。



## 10.9. Echo Graph



- Bins/Pixelは表示する周波数解像度を決定します。1が最高解像度です。
- GainとZeroはスケーリングとオフセットを決定します。
- Smoothは複数のbinで平均をとります。
- Nは平均をとられたエコーパルス数を示します。
- Colorsボタンを繰り返し押すことで、色と線幅が異なる6つの選択肢を選択することができます。

## 10.10. その他

ほとんどのウィンドウは任意の大きさに変更できます。パソコンの画面が狭いときはいくつかのボタンやラベルなどを非表示にすることができます。Wide Graphウィンドウの左上にあるControlsのチェックを外します。あるいは、Tuneボタンの右にあるMenusボックスのチェックを外します。

## 11. ログ機能

WSJT-Xでは、QSOのログをwsjtx.log（CSVフォーマット）とwsjtx\_log.adi（標準ADIFフォーマット）へ記録します。これらのファイルは外部プログラムでインポートすることができます。なお、OSによって、ファイルの置き場所が変わってきますが、FileメニューのOpen log directoryから直接ファイルが置かれている場所へ行くことができます。

さらに高機能なロギングがJTAlertなどでサポートされています。Ham Radio Deluxe、DX Lab Suite、Log4OMなどへ、ログ情報を送ることが可能です。

Windows以外のOSではJTAlertを利用できませんが、Settings | GeneralタブのShow DXCC entity and worked before statusが使えるかもしれません。このオプションがオンになっていると、WSJT-XはBand Activityウィンドウ上に現れたCQメッセージに付加的な情報を表示します。DXCCのエンティティが表示されます。wsjtx\_log.adiに記録された情報を元に、交信済みかそうでないかが色分けされます。

WSJT-XはDXCCのプリフィックス情報をcty.datファイルから得ます。最新のcty.datはAmateur Radio Country Files Webからダウンロードできます。もし、最新のcty.datがログフォルダにあったときは、それを優先して使います。

ログファイルwsjtx\_log.adiはQSOを完了した時点で更新されます。このファイルを削除すると、すべての交信未交信情報を失いますので注意してください。他のアプリで、このファイルに情報を追加したり、修正したりすることができます。Show DXCC entity and worked before statusを一旦オフにして、再度オンにすると、WSJT-Xはこのログファイルを読みなおします。このファイルが非常に大きくなると、コールサインサーチ時間が長くなります。

## 12. デコーダに関して

### 12.1. APデコーディング

WSJT-XのデコーダはFST4、FT4、FT8、JT65、Q65モードにおいて、QSO時に蓄積される情報をデコーディングに使うオプションを有しています。この a priori (AP)情報は、誤ってデコードしてしまう確率をほんの少し高めますが、デコーダの感度を最大4dB上げることができます。APはFT8とJT65でオプションですが、Q65では標準でオンです。またFT4とFST4で、デコード深度がNormalかDeepのときもオンになります。

CQに応答しようとしたとき、相手のコールサインと自分自身のコールサインがわかっています。したがって、次に相手から来るであろう応答のうち57ビット（自分と相手のコールサイン28ビットずつ、そしてメッセージタイプ1ビット）の内容が予想できます。ということは、残りの15ビットについて、デコードすればよいこととなります。

APデコーディングでは、まずAPビットが完璧に受信できたと仮定します。次に、残りのビットとパリティビットがAPビットと矛盾なく受信できているか確かめます。うまくデコード出来た場合は、aPというラベルを付けて表示します。Table 1にPの意味を示します。もし、a2となっていれば、MyCallを予めわかっている情報として使った、ということの意味します。

*Table 1. FST4, FT4, and FT8 AP information types*

aP	Message components
a1	CQ ? ?
a2	MyCall ? ?
a3	MyCall DxCall ?
a4	MyCall DxCall RRR
a5	MyCall DxCall 73
a6	MyCall DxCall RR73

コードワードが見つかり、おそらく正しいと判断された場合、?マークが付きます。?がついたときは、情報をPSK Reporterへ送りません。

Table 2はWSJT-Xの自動シーケンサによって追跡される6通りのQSO状態を示します。



*Table 2. FT4 and FT8 AP decoding types for each QSO state*

State	AP type
CALLING STN	2, 3
REPORT	2, 3
ROGER_REPORT	3, 4, 5, 6
ROGERS	3, 4, 5, 6
SIGNOFF	3, 1, 2
CALLING CQ	1, 2

JT65では少し異なっています。表3と4に詳細を示します。例えば、a63の2番目の数字3は3回の受信を平均化してデコードしたことを示します。

Table 3. JT65 AP information types

aP	Message components
a1	CQ ? ?
a2	MyCall ? ?
a3	MyCall DxCall ?
a4	MyCall DxCall RRR
a5	MyCall DxCall 73
a6	MyCall DxCall DxGrid
a7	CQ DxCall DxGrid

Table 4. JT65 AP decoding types for each QSO state

State	AP type
CALLING STN	2, 3, 6, 7
REPORT	2, 3
ROGER_REPORT	3, 4, 5
ROGERS	3, 4, 5
SIGNOFF	2, 3, 4, 5
CALLING CQ	1, 2, 6

## 12.2. デコードされたメッセージ

デコードされたメッセージにはコールサインのほかに、UTC時間、SN比、DTからのオフセット時間、オーディオ周波数が付加的に表示されます。幾つかのモードではさらに標準周波数からのオフセット (DF)、周波数ドリフト (DriftまたはF1)、距離も表示されます。

省略文字の意味を以下に示します。



*Table 5. Notations used on decoded text lines*

Mode	Mode character	Sync character	End of line information
FST4	`		? aP
FT4	+		? aP
FT8	~		? aP
JT4	\$	*, #	f, fN, dCN
JT9	@		
JT65	#		
JT65 VHF	#	*, #	f, fN, dCN
Q65	:		qP
MSK144	&		

### Sync character

- \* - Normal sync
- # - Alternate sync

### End of line information

- ? - Decoded with lower confidence
- a - Decoded with aid of some a priori (AP) information
- C - Confidence indicator [ISCAT and Deep Search; (0-9,\*)]
- d - Deep Search algorithm
- f - Franke-Taylor or Fano algorithm
- N - Number of Rx intervals or frames averaged
- P - Number indicating type of AP information (Table 1, above)

表 6 に Q54 モードのコードを示します。

Table 6. Q65 end-of-line codes

	Message components
q0	? ? ?
q1	CQ ? ?
q2	MyCall ? ?
q3	MyCall DxCall ?
q4	MyCall DxCall [<blank>   RRR   RR73   73]

## 13. 測定ツール

### 13.1. 周波数較正

WSJT-Xでは、受信信号周波数の数Hzの違いを見てデコードを行っています。したがって、無線機の周波数が正確で安定していることが大変重要です。WSJT-Xには正確な周波数較正と測定するツールが具備されています。較正処理は、信頼できる周波数の信号とダイヤルのずれをCATを使って自動的に測定しながら行います。

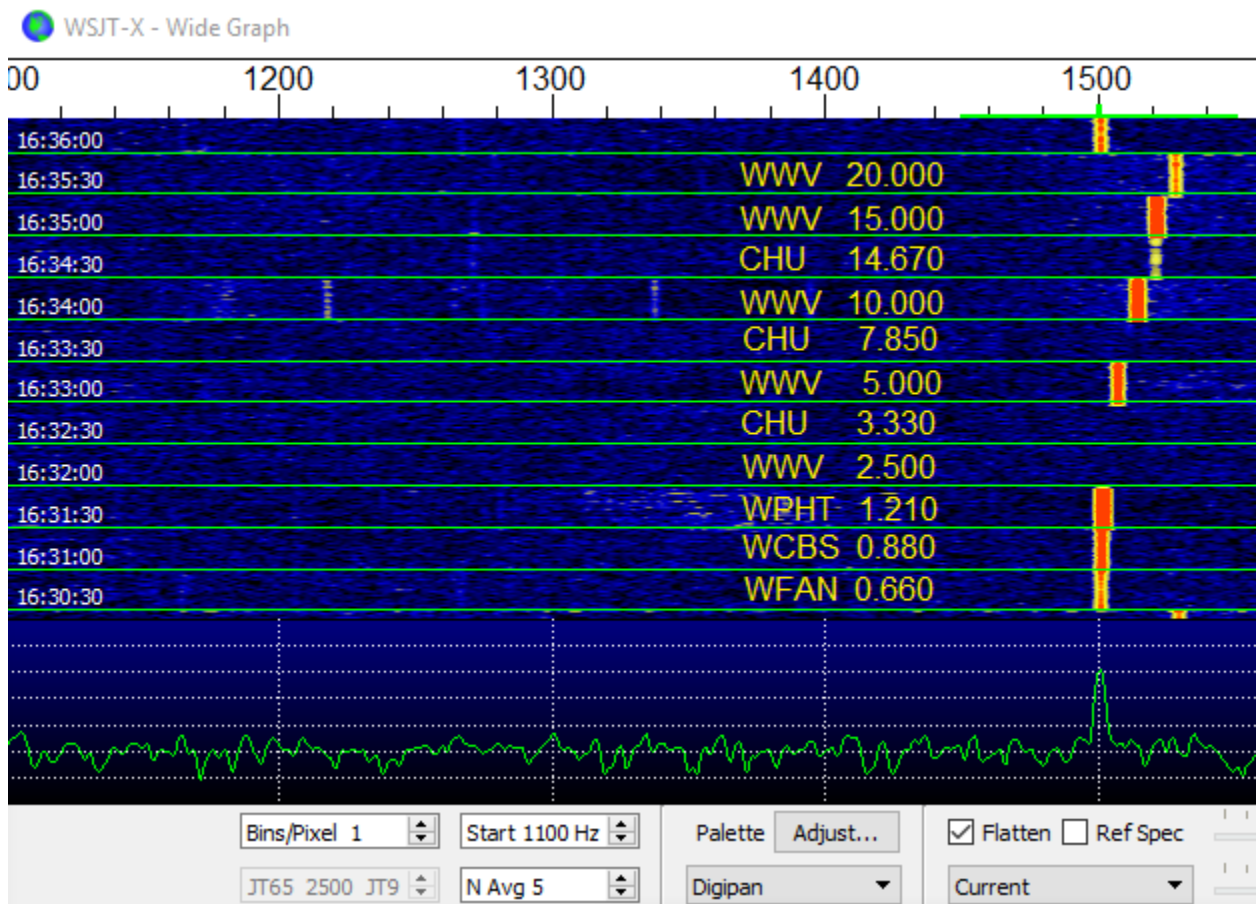
周波数較正用にConfigurationを用意し、次のステップに進むとよいでしょう。

- WSJT-XをFreqCalモードへ切り替えます
- Settings | FrequenciesタブのWorking Frequenciesボックスの中で、あなたのQTHと関係無い周波数をFreqCalから取り除きます。あなたのQTHで受信できる信号と置き換えてもよいでしょう。



中波放送局の信号も使えます。北米では、2.500、5.000、10.000、15.000、20.000MHzのWWVや3.330、7.850、14.670MHzのCHUが使えます。同じような短波放送局が他の地域でも使えるでしょう。

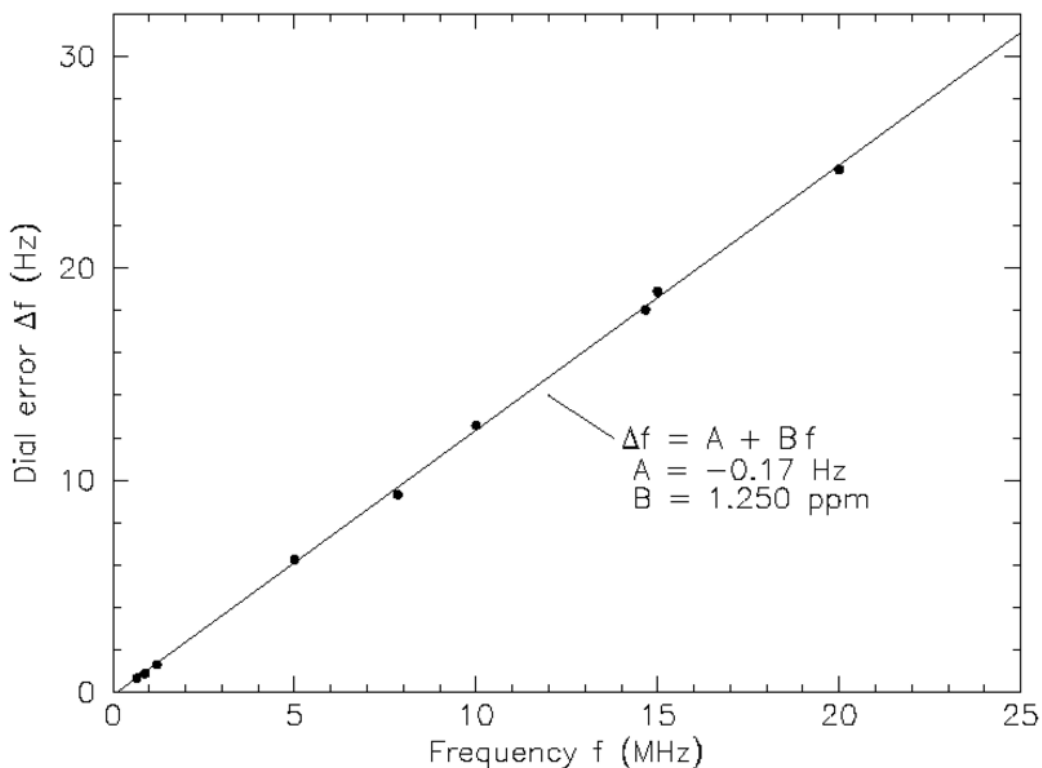
- ログファイルが格納されているフォルダにあるfmt.allを削除します。
- 校正周波数のリストをなめるために、ToolsメニューのExecute frequency calibration cycleをちゅくします。WSJT-Xはそれぞれの周波数を30秒間タッチします。最初は、fmt.allに記録されず、画面だけに表示されます。
- 周波数較正中は無線機のUSBダイヤルをFreqCalに記載されている周波数から1500Hz低くセットします。受信した信号のキャリアはWSJT-Xのウォーターフォールの1500Hz付近に現れます。



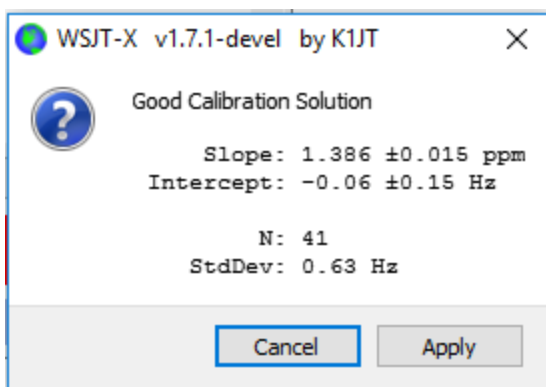
周波数シンセサイザーを使った最近の無線機であれば、1500Hzから少し離れた周波数は線形に変化します。測定した周波数オフセット(Hz)を信号の周波数で割り算すると較正できます。たとえば、上のスクリーンショットで、20MHzのWWV信号が24.6Hzのトーンオフセットを有しているとWSJT-Xのデコードウィンドウに表示されています。較正定数は $24.6/20=1.23$ と計算できますので、この値をSettings | FrequenciesタブのSlopeへ入力します。

さらに正確な較正は下図のように、いくつかの測定結果を直線回帰することで実行できます。この作業を行うツールがWSJT-Xに含まれています。詳細な説明は [https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FMT\\_User.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FMT_User.pdf)

にあります。CAT以外の特別な機器を使わなくても無線機を1Hz以内のずれへ較正することができますし、ARRLの周波数測定テストで相当良い成績を残せるでしょう。



Execute frequency calibration cycleで良い結果がでたら、ftm.allファイルをチェックしましょう。直線回帰手順はSolve for calibration parametersをクリックすることで自動的に実行できます。結果は次のように表示されます。SlopeとInterceptには不確実性も表示されます。Nは直線回帰に使われた周波数数を表します。StdDevはその標準偏差値です。結果が妥当と思われる場合はApplyボタンを押します。すると結果がSettings→Frequencies→Frequency Calibrationに記憶されます。



較正がうまくいったかどうかの目視チェックは、FreqCalモードにしたままMeasureオプションをオフにして、ウォーターフォールを確認します。

## 13.2. 周波数特性測定

WSJT-Xには受信機のパスバンド特性を測定する機能が備わっています。アンテナをはずし、無信号の周波数を受信してみましょう。Fileメニュー中のMeasure reference spectrumをクリックします。1分ほど待って、Stopボタンを押します。refspec.datというファイルがログディレクトリに生成されます。Wide GraphのRef Specをチェックすると、記録されたReference spectrumを使ってパスバンドのゲインが平滑化されます。

### 13.3. 位相補正

上級MSK144ユーザのためにMeasure phase responseというツールを用意しました。この位相補正ツールは受信機のパスバンド中における群遅延特性を補正するために使います。このツールを使うことで、シンボル間干渉を減らし、デコード感度を上げることができます。ただし、もし、Linear-phaseフィルタを持ったSDRを使っているときは、必要ありません。

受信データがデコードされた後、Measure phase responseは送信側で生成された歪のないオーディオ信号を作り出します。それと受信された信号をフーリエ変換して比較します。違いは、送信機のフィルタ、電波伝搬、そして受信機のフィルタによって生じます。もし、送信側の位相誤差が少なく（たとえば、正しく調整されたSDRトランシーバー）、かつマルチパスの影響が少ない状況であれば、この違いが受信機の位相特性を示すこととなります。

以下のステップで、位相補正カーブを作ります。

- たくさんの信号を受信しwavファイルに記録します。SN比が10dB以上あると良いでしょう。
- DX Call Boxに相手のコールサインを入力します。
- Measure phase responseを選び、wavファイルを開きます。WSJT-Xが測定している最中は、モードを示す文字が&から^へ変化しています。測定が終了すると、&へ戻ります。正確に測定するには、高いSN比をもつ、サンプルが数個必要になります。動作を途中で中断したいときは、Measure phase responseをもう一度クリックします。測定結果はLog directoryの中の“.pcoeff”という拡張子を持ったファイルに格納されます。ファイル名は、相手局のコールサインとタイムスタンプからなります。たとえば、K0TPP\_170923\_112027.pcoeffという感じになります。
- Toolsメニューの中のEqualization toolsを選び、Phaseボタンを押します。ターゲットの.pcoeffファイルを選択します。測定された位相の結果がProposedというラベルの付いた赤の曲線で表示されます。これが、位相補正カーブになります。このステップをいくつかの違うファイルで実行し、ほぼ同じ結果が得られることを確認するとよいでしょう。
- 満足する結果が得られたなら、Applyボタンを押します。赤の曲線は緑に変わり、Currentというラベルが付加され、受信データに適用されます。もう一本、Group Delayという曲線が現れるでしょう。これは、ぱすバンド中の群遅延分散をミリ秒単位で表します。Discardを押すと、記録したデータを削除します。
- 位相補正なしに戻すには、Restore Defaultsボタンを押します。

MSK144のデコードの後ろに付いている3つの数字を見ることで、位相補正の効果が確認できます。それぞれの意味は、

N = Number of frames averaged

H = Number of hard bit errors corrected

E = Size of MSK eye diagram opening

です。

ここに例を示します。

```
103900      17      6.5    1493 ^    WA8CLT    K0TPP+07    1      0      1.2
```

^は位相測定が行われていて、まだ終わっていないことを意味します。最後の3つの数字は、それぞれ、デコードするために1つのフレームが使われている、ハードビットエラーは無し、目の開きは-2から+2のスケールで1.2であることを意味しています。

位相補正後の結果の例を示します。

103900      17      6.5      1493 &      WA8CLT      K0TPP+07      1      0      1.6

目の開きが1.2から1.6に増加していることがわかります。目が大きくなればなるほどビットエラーの確率が下がり、デコードの成功率が上がります。この結果は、位相補正により目が大きくなったことを示していますが、今回の位相補正が他の局からの信号にも有効であるかどうかはわからないところに留意してください。

できるだけ多くの局からの信号を受信して位相補正を行ってみるとよいでしょう。位相補正することで、デコードできなかった信号がデコードできるようになることがあります。比較するときにはデコード結果の“T”が同じであることを確認してください。



さらに詳しく知りたい場合は、[K9ANとK1JTのQEX記事](#)を参照してください。

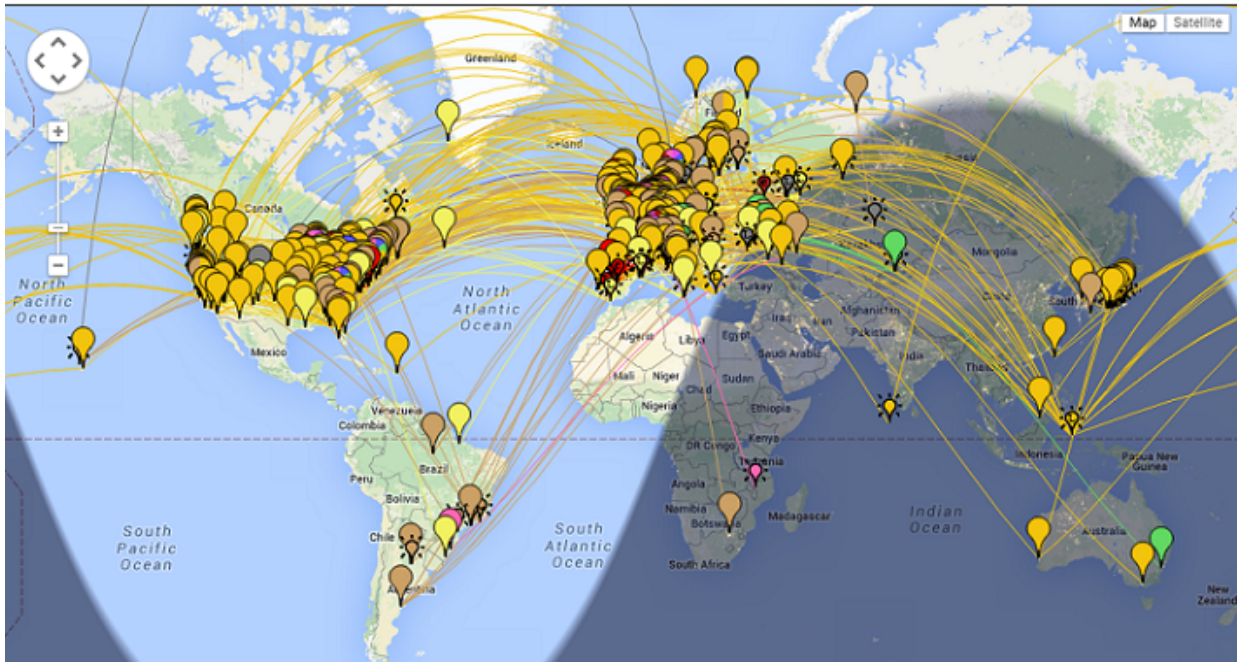
## 14. 連携プログラム

WSJT-Xは他のプログラムと連携する機能を具備しています。

- DX Lab Suite、Omni-rig、Ham Radio Deluxe
- PSK Reporter (Philip Gladstone)、受信レポートを集めるWeb サーバー。情報はほぼリアルタイムで処理され、世界地図上に表示されます。最近1時間当たりの世界中のJT65運用状況を表示するなど、いろいろなオプションが用意されています。たとえばこのような感じです。

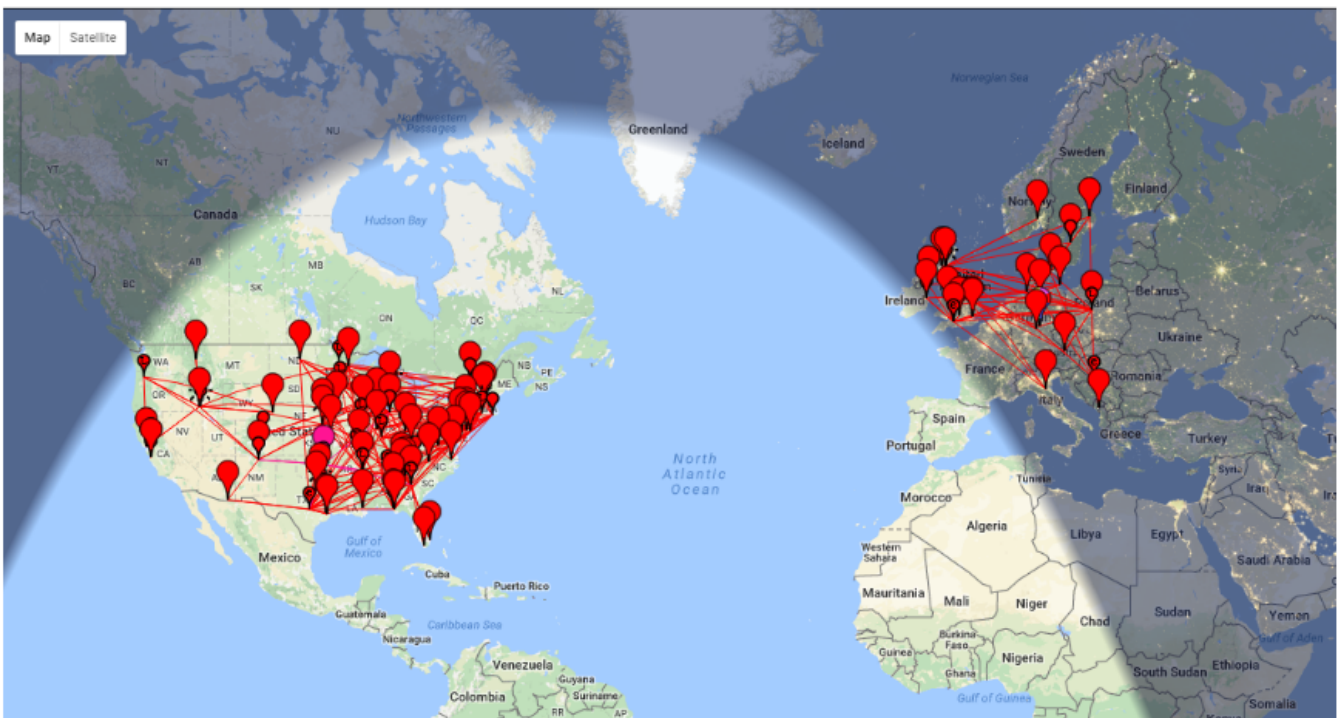


On **all bands** show **signals** sent/rcvd by **anyone** using **JT65** over the last **1 hour**  
 Go! [Display options](#) [Permalink](#)  
 Automatic refresh in 5 minutes. Large markers are monitors. [Display all reports](#).  
 There are **587 active JT65 monitors**: **274 on 20m**, **152 on 15m**, **57 on 17m**, **49 on 6m**, **26 on 10m**, **20 on 30m**, **4 on 12m**, **3 on 40m**, **2 on unknown**. [Show all on all bands](#) [Legend](#)



MSK144のレポートだけを表示してみるとこのようになります。

On **all bands** show **signals** sent/rcvd by **anyone** using **MSK144** over the last **1 hour** Go! [Display options](#) [Permalink](#)  
 Automatic refresh in 5 minutes. Large markers are monitors. [Display all reports](#).  
 There are **72 active MSK144 monitors**: **71 on 6m**, **1 on 2m**. [Show all on all bands](#) [Legend](#)



- Windows環境に限りませんが、VK3AMA作成のJAlertを使うと、ログ情報を外部プログラムへ送ったり、特定の局を受信したとき（未交信DXCCエンティティや未交信ステートなど）知らせを受けることができます。

- Linux環境ではF5JMHのAlarmeJTがあります。このプログラムは独自のログ機能をもっています。また、未交信エンティティやグリッドロケータを教えてくれる機能を持っています。
- OS X環境では、SM0THUのJT-Bridgeがあります。Aether、MacLoggerDX、RUMLog、RUNLogNGと連携します。
- N1MM Logger+は無料のコンテストログアプリです。Windows版だけが提供されています。WSJT-Xはネットワークを通してN1MM Logger+へログ情報を送ることができます。
- WriteLogは有料のコンテストログアプリです。Windows版だけが提供されています。WSJT-Xはネットワークを通してWriteLogへログ情報を送ることができます。

## 15. OSプラットフォームによる違い

OSによってWSJT-Xの環境設定が異なります。

### 15.1. ファイルの格納場所

- Windows
  - Settings: %LOCALAPPDATA%\WSJT-X\WSJT-X.ini
  - Log directory: %LOCALAPPDATA%\WSJT-X\
  - Default save directory: %LOCALAPPDATA%\WSJT-X\save\
- Windows, when using "--rig-name=xxx"
  - Settings: %LOCALAPPDATA%\WSJT-X - xxx\WSJT-X - xxx.ini
  - Log directory: %LOCALAPPDATA%\WSJT-X - xxx\
  - Default save directory: %LOCALAPPDATA%\WSJT-X - xxx\save\
- Linux
  - Settings: ~/.config/WSJT-X.ini
  - Log directory: ~/.local/share/WSJT-X/
  - Default save directory: ~/.local/share/WSJT-X/save/
- Linux, when using "--rig-name=xxx"
  - Settings: ~/.config/WSJT-X - xxx.ini
  - Log directory: ~/.local/share/WSJT-X - xxx/
  - Default save directory: ~/.local/share/WSJT-X - xxx/save/
- Macintosh
  - Settings: ~/Library/Preferences/WSJT-X.ini
  - Log directory: ~/Library/Application Support/WSJT-X/
  - Default save directory: ~/Library/Application Support/WSJT-X/save/
- Macintosh, when using "--rig-name=xxx"
  - Settings: ~/Library/Preferences/WSJT-X - xxx.ini
  - Log directory: ~/Library/Application Support/WSJT-X - xxx/
  - Default save directory: ~/Library/Application Support/WSJT-X - xxx/save/

## 16. FAQ

1. Flattenをオンにしないと、ウォーターフォール表示が不規則になるがなぜ？



- WSJT-Xは表示するパスバンドの端で急峻なフィルタを持っていません。より広いIFフィルタを使うか、表示周波数範囲を狭めてください。Bin/Pixesを小さくする、Startを大きくする、Wide Graphの範囲を狭める、を試してください。
2. 同じパソコンで2個以上のWSJT-Xを同時に走らせるには？
    - 以下の例に示すとおり、一意なIDを付けて起動してください。別々のSettingsファイルを使えます。
 

```
wsjt-x --rig-name=TS2000
wsjt-x --rig-name=FT847
```
  3. “Network Error - SSL/TLS support not installed”というメッセージが出る。どうする？
    - OpenSSLライブラリをインストールしてください。
  4. ICOMのトランシーバのVFOを回していると、ときどきエラーが出る。どうする？
    - ICOMのトランシーバでは、デフォルトで CI-V Tranceive mode がオンになっています。PCからの周波数ポーリングと衝突することがありますので、これをオフにしてください。
  5. 無線機を他のプログラムから制御したい。しかも、WSJT-Xと同時に。それは可能？
    - 無線機制御サーバを走らせ、そのサーバとWSJT-X、そしてそのサーバと他のプログラムが同時に連携するような環境を作る必要があるでしょう。VSPEのような仮想シリアルポートツールを使うえるかもしれませんが、CATの信号が衝突する可能性があり、きちんと動作するか不明です。Hamlib Rig Control Server (rigctlid)、Omni-Rig、DX Lab Suiteなどを利用すればできるかもしれません。
  6. OmniRigと連携させるととき、Test CATを押すとエラーする。どうすればよい？
    - OmniRigではTest CATにバグがあるようです。Test CATせずに、OKを押してみてください。
  7. Ubuntuで動かしているが、上端のメニューバーが表示されない。
    - Ubuntuの新しいUnityデスクトップの仕様によるもの。次のコマンドを試してください。
 

```
sudo apt remove appmenu-qt5
```
    - 別の方法として、common menu barを動かさないようにして、起動します (=の後にスペースが必要です)。QT\_QPA\_PLATFORMTHEME= wsjtx
  8. KDEデスクトップで動かしているが、Menu→Configurationがおかしい動作をする。
    - KDE開発チームがQtにポップアップメニューボタンを含む全てのボタンにショートカットキーを自動的に割りあがるような機能を追加しました。これがアプリの動作と干渉しています。他のたくさんのQtを使ったアプリがKDEと問題を発生しています。修正されるまで、~/.config/kdeglobalsを開き、次のセクションを追加してください。
 

```
[Development]
AutoCheckAccelerators=false
```
    - 詳細については <https://stackoverflow.com/a/32711483> と [https://bugs.kde.org/show\\_bug.cgi?id=337491](https://bugs.kde.org/show_bug.cgi?id=337491) を参照のこと。

## 17. プロトコル定義

### 17.1. 概要

すべてのモードはユーザが読めるテキスト情報を固定長のパケットに圧縮しています。JT4、JT9、JT65は72ビット長ペイロードを使います。メッセージは、コールサインが入る2個の28ビットフィールドとグリッドロケータ、レポート、Acknowledgement、73が入る1個の15ビットフィールドから構成されます。もう1ビットは13文字までの任意メッセージを示すためのフラグとして使われています。プリフィックス（たとえばZA/K1ABC）やサフィックス（たとえばK1ABC/P）も受け付けます。もっとも短いQSOでよく使われるメッセージは72ビットにエンコードされます。

FT4、FT8、MSK144とQ65では77ビットです。増えた5ビットで、FT8のDXpeditionモードのメッセージ、コンテスト、非標準コールサインを表現します。

標準のアマチュア局のコールサイン構成は、1文字または2文字のプリフィックス（少なくともそのうちひとつはアルファベット）、数字、1文字から3文字のサフィックスです。この規則から、考えうるコールサインは $37 \times 36 \times 10 \times 27 \times 27 \times 27$ で、大体2億6千2百万通りになります。2の28乗は2億6千2百万より大きくなりますから、28ビットあれば、すべてのコールサインを一意に表すことができます。同様に、4桁のグリッドロケータは $180 \times 180 = 32,400$ で2の15乗が32,768であることから、15ビットですべてカバーできます。

28ビットで表せるコールサインのうち、6百万ほどは、実際コールサインとして使われません。そこに特別なメッセージ、CQ、DE、QRZに割当てています。CQの後に、3桁の周波数（ここでコールバックしてほしいという周波数）が続く場合があります。例として、K1ABCが50.280MHzで CQ 290 K1ABC FN42と送信すると、50.290MHzでの応答を期待しているという意味になります。数字でのシグナルレポート -nnやR-nnはグリッドロケータフィールドを使って送ります。最初は、-01から-30dBの範囲しか送れませんでした。最近のアップデートで、範囲が-50から+49dBに拡大されました。エンティティのプリフィックス、またはポータブルのサフィックスがコールサインに付加できます。その場合、情報はグリッドロケータフィールドに置かれるか、または使われていない6百万のコールサイン組合せ部分にエンコードされます。

最後に、CQ AAからCQ ZZまでのメッセージがE9AAからE9ZZへエンコードされます。受信側でCQ AAからCQ ZZへデコードされて表示されます。

新しいFT8とMSK144プロトコルはコンテストメッセージのために別のロスなし圧縮アルゴリズムを使っています。詳細については、QEXに[掲載された記事](#)をご覧ください。

SN比が低い伝播経路では、強力なFEC（forward error correction）を必要とします。モードごとに異なるコーディングを使っています。正確な時間と周波数の同期が送信側と受信側で必要です。デコードを助けるための同期シンボルが適宜埋め込まれます。生成されたオーディオ信号は、常に連続位相で振幅が一定です。

### 17.2. Slowモード

#### FST4

FST4は15秒、30秒、60秒、120秒、300秒、900秒、1800秒の送受信時間を用意しています。サブモードはFST4-60やFST4-120のように時間を後ろにつけて表現します。77ビットのペイロードに24ビットのCRCが付加され、101ビットのメッセージ+CRCデータが生成されます。前方誤り訂正符号は(240,101) LDPC符号を使います。一回の送信は160シンボルから成ります。それぞ

れが2ビットから成る120シンボルに8個の同期シンボルが挿入されます。変調は4トーンの周波数シフトキーイング (4-GFSK) です。

## FT4

FT4では、LDPC FECを使っており、メッセージが77情報ビット、14ビットCRC、83パリティビットの、合計174ビットで構成されます。したがって、LDPC(174,91)となります。同期は4x4のコスタス配列を使い、ランプアップランプダウンのシンボルが送信開始時と終了時に挿入されます。変調は4トーンの周波数変調 (4-GFSK)です。キーレートは $12000/576=20.8333$ ボーとなります。1シンボルは2ビットの情報を伝達し、したがって総チャンネルシンボル数は $174/2 + 16 + 2 = 105$ となります。バンド幅は $4 \times 20.8333 = 83.3\text{Hz}$ です。

## FT8

FT8は、LDPC FECを使っています。メッセージは77情報ビット、14CRCビット、83パリティビット、合計174チャンネルシンボルで構成されます。したがって、LDPC (174, 91) と表されます。同期は、7x7のコスタス配列を、送信の最初、途中、最後に入れることで行います。変調は8トーンの周波数変調(8-FSK)で、伝送スピードは $12000/1920=6.25$ ボーです。1シンボル当たり3ビットの情報を含まみますので、総チャンネルシンボルは $174/3 + 21 = 79$ です。占有周波数帯域は $8 \times 6.25 = 50\text{Hz}$ です。

## JT4

拘束長 $K=32$ 、符号レート $r=1/2$ 、zero tailのFECを使っています。 $(72 + 31) \times 2 = 206$ ビットで情報を伝送します。変調は4トーンのFSKで、 $11025/2520 = 4.375$  baudになります。それぞれのシンボルは1個の情報ビット (MSB) と1個の同期ビットを有します。2つの32ビット多項式  $0xf2d05351$ と $0xe4613c47$ で畳み込まれ、その後インターリーブでスクランブルがかけられます。疑似ランダム同期ベクトルは以下のようになります。

```
00001100011011001010000000110000000000010110110101111101000
100100111110001010001111011001000110101010101111101010110101
011100101101111000011011000111011101110010001101100100011111
10011000011000101101111010
```

## JT9

JT4と同じ畳み込み符号を使っています。変調は9トーンのFSKでボーレートは $12000.0/6912 = 1.736$ です。8トーンをデータに使い、1トーンを同期に使います。8トーンの意味は、1シンボルで3ビットのデータを送ることができるということです。16シンボルごとに同期を入れているので、全部で $206/3 + 16 = 85$  round upシンボルが必要です。同期シンボルは1, 2, 5, 10, 16, 23, 33, 35, 51, 52, 55, 60, 66, 73, 83, 85番目に入ります。トーン間周波数はキーイングレートと同じ $1.736\text{Hz}$ で、占有帯域は $9 \times 1.736 = 15.6\text{Hz}$ になります。

## JT65

JT65の詳しい説明はQEXの2005年9/10月号に載っています。(63,12)リードソロモン符号で72ビットのユーザーメッセージを63個の6ビット情報をもつシンボルに変換します。もう一つの63シンボルとインターリーブします。

```
100110001111110101000101100100011100111101101111000110101011001
101010100100000011000000011010010110101010011001001000011111111
```

シーケンス番号に1がある間隔で同期トーンが送信されます。変調は $11025/4096 = 2.692$ ボーレートの65-FSKです。トーン間隔はJT65Aでは、キーイングレートと同じ。JT65BとJT65Cで

は、それぞれ2倍と4倍です。EMEでは、通常の数字によるレポートの代わりに000が使われず、RO、RRR、73は同期ベクタに埋め込まれており、 $16384/11025 = 1.486$ 秒の時間間隔で変化するトーンを使います。

## Q65

Q65は散乱通信、EME、そして他の非常に微弱な電波による通信用に開発されました。前方誤り訂正符号は6ビットシンボルの(65, 15)ブロックコードです。全体のコードのうち、2つのシンボルが「パンチアウト」され結果として送信されず、 $n=63$ チャンネルシンボル、 $k=13$ の情報シンボルをもった効率的な(63,13)コードを生成します。パンチアウトされたシンボルは13情報シンボルから計算される12ビットのCRCから成ります。CRCはデコード誤り確率を非常に小さな値に抑えます。22シンボルの疑似ランダムシーケンスが「トーン0」として送信メッセージ全般に散りばめられ、同期に使用されます。Q65の送信メッセージの総チャンネルシンボル数は $63+22=85$ となります。Q65は送受信時間として15秒、30秒、60秒、120秒、300秒を用意しています。そしてトーン間隔としてシンボルレートの1,2,4,8,16倍のサブモードを用意しています。Q65-15AやQ65-120Cのように送受信時間とトーン間隔を後ろにつけてサブモードを表現します。占有帯域は、トーン間隔の65倍となり、Q65-300Aの19HzからQ65-15C、Q65-30D、Q65-60Eの1733Hzとなります。

## WSPR

WSPRは小電力ビーコンのように潜在的な電波伝搬のパスを見つけるために開発されました。WSPRのメッセージはコールサイン、グリッド、電力レベルデータを圧縮し、強力な前方誤り訂正符号を使い狭帯域4-FSK変調されて送られます。SN比は2500Hzバンド幅で-31dBに達します。

WSPRメッセージは次のように3種類のタイプがあります。

- タイプ1 : K1ABC FN42 37
- タイプ2 : PJ4/K1ABC 37
- タイプ3 : <PJ4/K1ABC> FK52UD 37

タイプ1メッセージは標準コールサイン、グリッドロケータ、そしてdBm単位の送信電力から構成されます。タイプ2メッセージはグリッドロケータが省略され、代わりに複合コールサインが使われます。タイプ3メッセージは、コールサインが15ビットのハッシュコードに置き換わり、6文字のグリッドロケータと送信電力が付加されます。ロスなし圧縮を使い、3タイプのメッセージはすべて50ビットデータに変換されます。標準コールサインは28ビット、4文字のグリッドロケータは15ビット必要です。タイプ1メッセージは残りの7ビットで送信電力を表現します。タイプ2とタイプ3メッセージでは、7ビットの送信電力と、コールサインとグリッドロケータを表現するために再定義されたビット系列を用います。これらの送信元エンコーディングにより、最小ビット数でメッセージを送るよう工夫されています。

WSPRは $K=32$ 、 $r=1/2$ の畳み込み符号を使います。畳み込みでは50ビットデータを $(50+K-1)*2$ の162ビットに符号化します。これらのシンボルの順序にスクランブルをかけ、フェージングや混信などから発生する短いバーストエラーに対処します。各シンボルは2ビットで、4つのトーンで送信されます。データは最上位ビット、同期は最下位ビットで送られます。したがって、0-3スケールでは、(0,1)データを2倍し、同期ビットを加えたものになります。

## FST4W

FST4Wは120秒、300秒、900秒、1800秒の送受信時間を用意しています。サブモードはFST4W-120、FST4W-300のように送受信時間を後ろに付加して表現されます。メッセージペイロードは50ビットで、24ビットのCRCが付加されてデータとなります。前方誤り訂正符号は

(240,74)のLDPC符号を用います。1回の送信は160シンボルで、2ビットからなる120シンボルと40ビットの同期シンボルから構成されます。変調は4-GFSKです。

## まとめ

各モードのパラメータを次の表にまとめます。Kは拘束長、rは符号化レートです。nとkはブロックコードのサイズです。Qは情報送信チャンネルシンボルのアルファベットサイズです。Sync Energyは同期のために使われる電力率であり、S/N Thresholdはデコード率50%以上を達成するための必要なSN比です。

Table 7. Parameters of Slow Modes

Mode	FEC Type	(n,k)	Q	Modulation type	Keying rate (Baud)	Bandwidth (Hz)	Sync Energy	Tx Duration (s)	S/N Threshold (dB)
FST4-15	LDPC	(240,101)	4	4-GFSK	16.67	66.7	0.25	9.6	-20.7
FST4-30	LDPC	(240,101)	4	4-GFSK	7.14	28.6	0.25	22.4	-24.2
FST4-60	LDPC	(240,101)	4	4-GFSK	3.09	12.4	0.25	51.8	-28.1
FST4-120	LDPC	(240,101)	4	4-GFSK	1.46	5.9	0.25	109.3	-31.3
FST4-300	LDPC	(240,101)	4	4-GFSK	0.558	2.2	0.25	286.7	-35.3
FST4-900	LDPC	(240,101)	4	4-GFSK	0.180	0.72	0.25	887.5	-40.2
FST4-1800	LDPC	(240,101)	4	4-GFSK	0.089	0.36	0.25	1792.0	-43.2
FT4	LDPC	(174,91)	4	4-GFSK	20.83	83.3	0.15	5.04	-17.5
FT8	LDPC	(174,91)	8	8-GFSK	6.25	50.0	0.27	12.6	-21
JT4A	K=32, r=1/2	(206,72)	2	4-FSK	4.375	17.5	0.50	47.1	-23
JT9A	K=32, r=1/2	(206,72)	8	9-FSK	1.736	15.6	0.19	49.0	-26
JT65A	RS	(63,12)	64	65-FSK	2.692	177.6	0.50	46.8	-25
Q65-15A	QRA	(63,13)	64	65-FSK	6.667	433	0.26	12.8	-22.2
Q65-30A	QRA	(63,13)	64	65-FSK	3.333	217	0.26	25.5	-24.8
Q65-60A	QRA	(63,13)	64	65-FSK	1.667	108	0.26	51.0	-27.6
Q65-120A	QRA	(63,13)	64	65-FSK	0.750	49	0.26	113.3	-30.8
Q65-300A	QRA	(63,13)	64	65-FSK	0.289	19	0.26	293.8	-33.8
WSPR	K=32, r=1/2	(162,50)	2	4-FSK	1.465	5.9	0.50	110.6	-31
FST4W-120	LDPC	(240,74)	4	4-GFSK	1.46	5.9	0.25	109.3	-32.8
FST4W-300	LDPC	(240,74)	4	4-GFSK	0.558	2.2	0.25	286.7	-36.8
FST4W-900	LDPC	(240,74)	4	4-GFSK	0.180	0.72	0.25	887.5	-41.7
FST4W-1800	LDPC	(240,74)	4	4-GFSK	0.089	0.36	0.25	1792.0	-44.8



LDPC: 低密度パリティ検査符号

RS: リードソロモン

QRA : Q-ary 反復累加

JT4、JT9、JT65、Q65におけるサブモードの仕様を次のテーブルにまとめます。大きなドップラースプレッドのために広いトーン間隔を用意しています。

*Table 8. Parameters of Slow Submodes JT4, JT9, and JT65 with Selectable Tone Spacings*

Mode	Tone Spacing	BW (Hz)	S/N (dB)
JT4A	4.375	17.5	-23
JT4B	8.75	30.6	-22
JT4C	17.5	56.9	-21
JT4D	39.375	122.5	-20
JT4E	78.75	240.6	-19
JT4F	157.5	476.9	-18
JT4G	315.0	949.4	-17
JT9A	1.736	15.6	-26
JT9B	3.472	29.5	-26
JT9C	6.944	57.3	-25
JT9D	13.889	112.8	-24
JT9E	27.778	224.0	-23
JT9F	55.556	446.2	-22
JT9G	111.111	890.6	-21
JT9H	222.222	1779.5	-20
JT65A	2.692	177.6	-25
JT65B	5.383	352.6	-25
JT65C	10.767	702.5	-25

Table 9. Parameters of Q65 Submodes

T/R Period (s)	A Spacing Width (Hz)	B Spacing Width (Hz)	C Spacing Width (Hz)	D Spacing Width (Hz)	E Spacing Width (Hz)
15	6.67 4.33	13.33 867	26.67 1733	N/A	N/A
30	3.33 217	6.67 433	13.33 867	26.67 1733	N/A
60	1.67 108	3.33 217	6.67 433	13.33 867	26.67 1733
120	0.75 49	1.50 98	3.00 195	6.00 390	12.00 780
300	0.29 19	0.58 38	1.16 75	2.31 150	4.63 301

## 17.3. Fastモード

### JT9

SlowモードのJT9ではキーリングレートが $12000/6912 = 1.736$  baudでした。FastモードのJT9E-Hはトーン間隔に合わせてキーリングレートが変わっています。したがって、メッセージ送信時間は短くなり、送信シーケンスで繰り返し送られます。詳細は以下の表を参照してください。

### MSK144

スローモードと同じ構成で、ユーザーメッセージは72ビットです。FECは72ビットから生成された8ビットのCRCコードを付加してから行います。80ビットデータはK9ANによって特別に作られた(128, 80)のLDPCコードにマップされます。2つの8ビット同期シーケンスを付加し、144ビットのメッセージフレームを作ります。変調は2000ボアのOffset Quadrature Phase-Shift Keying (OQPSK)です。偶数番目のビットはin-phase channelで、奇数番目のビットはquadrature channelで送られます。フレーム時間は72ミリ秒で、有効文字転送速度は250 characters/secondになります。

MSK144のコンテストモードでは、付加的なAcknowledgmentビット (W9XYZ K1ABC R FN42のR)を含みます。流星スカッター通信では局間距離がせいぜい2500km程度までであるという事実を使っています。R FN42を送るため、対蹠点のロケータを埋め込みます。受信側では、距離が10,000km以上であることを検出し、逆変換することで埋め込まれたRを認識します。

MSK144は短縮メッセージをサポートします。短縮メッセージは4ビットでシグナルレポート、R+レポート、RRR、または73を2局のコールサインから作った12ビットのハッシュ値とともに送ります。(32,16) LDPCと8ビットの同期ベクタを加え、40ビットのフレームを作ります。短縮メッセージ送信時間は20ミリ秒で、非常に短い散乱信号でも送ることが出来ます。

72ミリ秒、または20ミリ秒信号は間断なく繰り返し送信されます。一回の送信は15秒が適当でしょう。

MSK144信号はつねにSSBの送信バンド幅をフルに使います。したがって1500Hzを中心周波数として使います。送信機、受信機は300Hzから2700Hzでフラットな応答特性をもっていることが望ましいです。相手局との周波数ずれは最大 $\pm 200$ Hzです。

## まとめ

Table 10. Parameters of Fast Modes

Mode	FEC Type	(n,k)	Q	Modulation Type	Keying rate (Baud)	Bandwidth (Hz)	Sync Energy	Tx Duration (s)
JT9E	K=32, r=1/2	(206,72)	8	9-FSK	25.0	225	0.19	3.400
JT9F	K=32, r=1/2	(206,72)	8	9-FSK	50.0	450	0.19	1.700
JT9G	K=32, r=1/2	(206,72)	8	9-FSK	100.0	900	0.19	0.850
JT9H	K=32, r=1/2	(206,72)	8	9-FSK	200.0	1800	0.19	0.425
MSK144	LDPC	(128,90)	2	OQPSK	2000	2400	0.11	0.072
MSK144 Sh	LDPC	(32,16)	2	OQPSK	2000	2400	0.20	0.020

## 18. 天文データ

Astronomical Data と書かれたウィンドウには太陽や月を追跡するための情報、EMEのドップラシフトの情報、EMEの伝搬損失予測値が含まれています。ViewメニューのAstronomical dataをクリックすると表示されます。

2021 Mar 06	
UTC:	18:55:52
Az:	24.0
El:	-58.9
SelfDop:	1245
Width:	206
Delay:	2.53
DxAz:	144.5
DxEl:	19.7
DxDop:	6160
DxWid:	114
Dec:	-24.8
SunAz:	284.5
SunEl:	-16.7
Freq:	10368.2
Tsky:	3
Dpol:	16.1
MNR:	1.5
Dist:	379749
Dgrd:	-1.2
<input type="checkbox"/>	Doppler tracking



表示されるのはUTC日時、時間、月の方位、仰角、ドップラーシフト、ドップラーズプレッド、エコー遅延、相手局から見た月の方位、仰角、加えて、太陽の方位、仰角、周波数、月方向の空の背景温度などが表示されます。

## 19. ユーティリティプログラム

WSJT-Xパッケージにはrigctl-wsjtx[.exe]が同梱されています。コマンドライン（バッチファイル、シェルスクリプトも可）からCAT命令を無線機に送ることができます。rigctld-wsjtx[.exe]は、他のプログラムとCATを制御を共有できるようにするソフトです。最新のHamlib無線機ドライバが含まれています。

jt4code、jt9code、jt65codeを使うと、ユーザーメッセージをチャンネルシンボルやトーン番号へ変換したり、逆変換してみたりすることができます。これらのプログラムを使って、ビーコンを作ったり、送信メッセージの規則を把握したり、エラー制御コードの振る舞いをみるすることができます。

JT4のチャンネルシンボルは0から3です。メッセージは206シンボルから構成されます。jt4codeを走らせるときは、jt4codeの後にメッセージをクォーテーションマークで囲って入力します。

Windows環境ではこのようになります。

```
C:\WSJTX\bin> jt4code "G0XYZ K1ABC FN42"
```

Message	Decoded	Err? Type
1. G0XYZ K1ABC FN42	G0XYZ K1ABC FN42	1: Std Msg

Channel symbols

```
2 0 0 1 3 2 0 2 3 1 0 3 3 2 2 1 2 1 0 0 0 2 0 0 2 1 1 2 0 0
2 0 2 0 2 0 2 0 2 3 0 3 1 0 3 1 0 3 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 2 3
2 2 3 0 2 1 3 3 3 3 2 0 2 1 2 3 0 0 2 3 1 1 1 0 3 1 2 0 3 2
0 2 3 3 0 1 2 1 2 1 0 1 0 1 1 1 1 3 0 3 0 3 2 3 3 0 3 0 1 0
3 3 3 0 0 3 2 1 3 2 3 1 3 3 2 2 0 2 3 3 2 1 1 0 2 2 3 3 1 2
3 1 1 2 1 1 1 0 2 1 2 0 2 3 1 2 3 1 2 2 1 2 0 0 3 3 1 1 1 1
2 0 3 3 0 2 2 2 3 3 0 0 0 1 2 3 3 2 1 1 1 3 2 3 0 3
```

JT9のチャンネルシンボルは0から8です。0は同期トーンです。メッセージは85シンボルから構成されます。

```
C:\WSJTX\bin> jt9code "G0XYZ K1ABC FN42"
```

Message	Decoded	Err? Type
1. G0XYZ K1ABC FN42	G0XYZ K1ABC FN42	1: Std Msg

Channel symbols

```
0 0 7 3 0 3 2 5 4 0 1 7 7 7 8 0 4 8 8 2 2 1 0 1 1 3 5 4 5 6
```

```
8 7 0 6 0 1 8 3 3 7 8 1 1 2 4 5 8 1 5 2 0 0 8 6 0 5 8 5 1 0
5 8 7 7 2 0 4 6 6 6 7 6 0 1 8 8 5 7 2 5 1 5 0 4 0
```

jt65codeでは情報シンボルのみ表示します。シンボル値は0から63です。同期シンボルはデータトーン0の2トーン間隔分下にあります。例を下に示します。72ビットのメッセージを12個の6ビットシンボル値で表示しています。

```
C:\WSJTX\bin> jt65code "G0XYZ K1ABC FN42"
```

```
Message          Decoded          Err? Type
-----
1. G0XYZ K1ABC FN42    G0XYZ K1ABC FN42    1:  Std Msg
Packed message, 6-bit symbols  61 36 45 30  3 55  3  2 14  5 33 40
Information-carrying channel symbols
56 40  8 40 51 47 50 34 44 53 22 53 28 31 13 60 46  2 14 58 43
41 58 35  8 35  3 24  1 21 41 43  0 25 54  9 41 54  7 25 21  9
62 59  7 43 31 21 57 13 59 41 17 49 19 54 21 39 33 42 18  2 60
```

JT9とJT65の強力なFECを見てみましょう。送るメッセージのうち1文字だけ変えてみます。ここでは、FN42をFN43に変えてみましょう。

```
C:\WSJTX\bin> jt65code "G0XYZ K1ABC FN43"
```

```
Message          Decoded          Err? Type
-----
1. G0XYZ K1ABC FN43    G0XYZ K1ABC FN43    1:  Std Msg
Packed message, 6-bit symbols  61 36 45 30  3 55  3  2 14  5 33 41
Information-carrying channel symbols
25 35 47  8 13  9 61 40 44  9 51  6  8 40 38 34  8  2 21 23 30
51 32 56 39 35  3 50 48 30  8  5 40 18 54  9 24 30 26 61 23 11
3 59  7  7 39  1 25 24  4 50 17 49 52 19 34  7  4 34 61  2 61
```

63シンボルのうち52シンボルが違う値になっていることがわかると思います。

## 20. サポート

### 20.1. セットアップに関するヘルプ

セットアップやインストール、設定に関するヘルプが必要なときはWSJT Group [wsjtx@groups.io](mailto:wsjtx@groups.io)

がありますので、そこで助けを求めるとよいでしょう。あなたの抱える問題と似たような問題をすでに経験しているメンバーが助けてくれるかもしれません。なお、グループに参加するときは登録が必要です。

## 20.2. バグレポート

WSJT-Xユーザーはボランティアプログラマを助け、プログラムをよりよくしていく責任があります。バグは、上記の Groups io、または、WSJT開発者メーリングリスト

[wsjt-devel@lists.sourceforge.net](mailto:wsjt-devel@lists.sourceforge.net)

に報告してください。バグレポートには次の情報も忘れずに記述するようお願いします。

- プログラムのバージョン
- OS
- 問題の詳細な記述
- 問題を再現するための正確な手順

## 20.3. 機能追加変更に関する要望

ユーザからの提案から新しい機能が追加されることが頻繁にあります。いいアイディアは、いつでも歓迎です。WSJT-Xで、こういう機能があったらよいのに、と思ったときは、それがどのくらい良いのか、なぜ必要なのか、そしてどのくらい他のユーザがそれを歓迎するか、を含めてお知らせください。

## 21. 謝辞

WSJTプロジェクトはK1JTによって2001年にスタートしました。2005年にはオープンソースになり、いまはWSJT、MAP65、WSPR、WSJT-X、WSPR-Xが含まれます。とくに2013年からG4WJS、2015年からK9AN、2016年からIV3NWVに参加いただき、多大なる貢献をしていただきました。G4WJSとW9MDBには、WSJT-Xがリグ制御に使っているhamlibに多大なる貢献をして頂いております。

すべてのコードはGNU Public License (GPL) です。ここでは、書ききれないくらい、多くのユーザがWSJTと姉妹プログラムの開発に貢献してきました。

WSJT-Xに関しては、特に、AC6SL, AE4JY, DF2ET, DJ0OT, G3WDG, G4KLA, IW3RAB, K3WYC, KA1GT, KA6MAL, KA9Q, KB1ZMX, KD6EKQ, KI7MT, KK1D, ND0B, PY2SDR, VE1SKY, VK3ACF, VK4BDJ, VK7MO, W3DJS, W3SZ, W4TI, W4TV, W9MDBに感謝の意を表します。デザイン、プログラミング、テスト、そしてドキュメントで貢献いただいています。

WSJT-Xのウォーターフォールのカラーパレットのいくつかは素晴らしいオープンソースのfldigi (W1HKJらの開発プログラム) からいただいています。

様々な開発ツールやライブラリを使っています。とくに、Free Software FoundationのGNU Compiler Collection、イリノイ大学のLLVM clangコンパイラ、Digia PLCのQtプロジェクトに感謝します。Matteo FrigoとSteven G. JohnsonのFFTWライブラリ、P. T. WallaceのSLALIB、NASAの高精度天文暦ソフトにも感謝します。

## 22. ライセンス

*WSJT-X* is free software: you may redistribute and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or (at your option) any later version.

*WSJT-X* is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License along with this documentation. If not, see [GNU General Public License](#).

Development *WSJT-X* is a cooperative project to which many authors have contributed. If you use our source code, please have the courtesy to let us know about it. If you find bugs or make improvements to the code, please report them to us in a timely fashion.

Except where otherwise noted, all algorithms, protocol designs, source code, and supporting files contained in the *WSJT-X* package are the intellectual property of the program's authors. The authors assert **Copyright ownership** of this material, whether or not such copyright notice appears in each individual file. Others who make fair use of our work under terms of the GNU General Public License must display the following copyright notice prominently:

**The algorithms, source code, look-and-feel of *WSJT-X* and related programs, and protocol specifications for the modes FSK441, FST4, FST4W, FT4, FT8, JT4, JT6M, JT9, JT44, JT65, JTMS, Q65, QRA64, ISCAT, and MSK144 are Copyright © 2001-2021 by one or more of the following authors: Joseph Taylor, K1JT; Bill Somerville, G4WJS; Steven Franke, K9AN; Nico Palermo, IV3NWV; Greg Beam, KI7MT; Michael Black, W9MDB; Edson Pereira, PY2SDR; Philip Karn, KA9Q; and other members of the WSJT Development Group.**