

WSPR 2.0 ユーザーガイド

ジョー・テイラー K1JT

はじめに

WSPR (ウィスパーと発音します) は “Weak Signal Propagation Reporter (微弱電波伝搬報告プログラム)” 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。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。

必要な設備

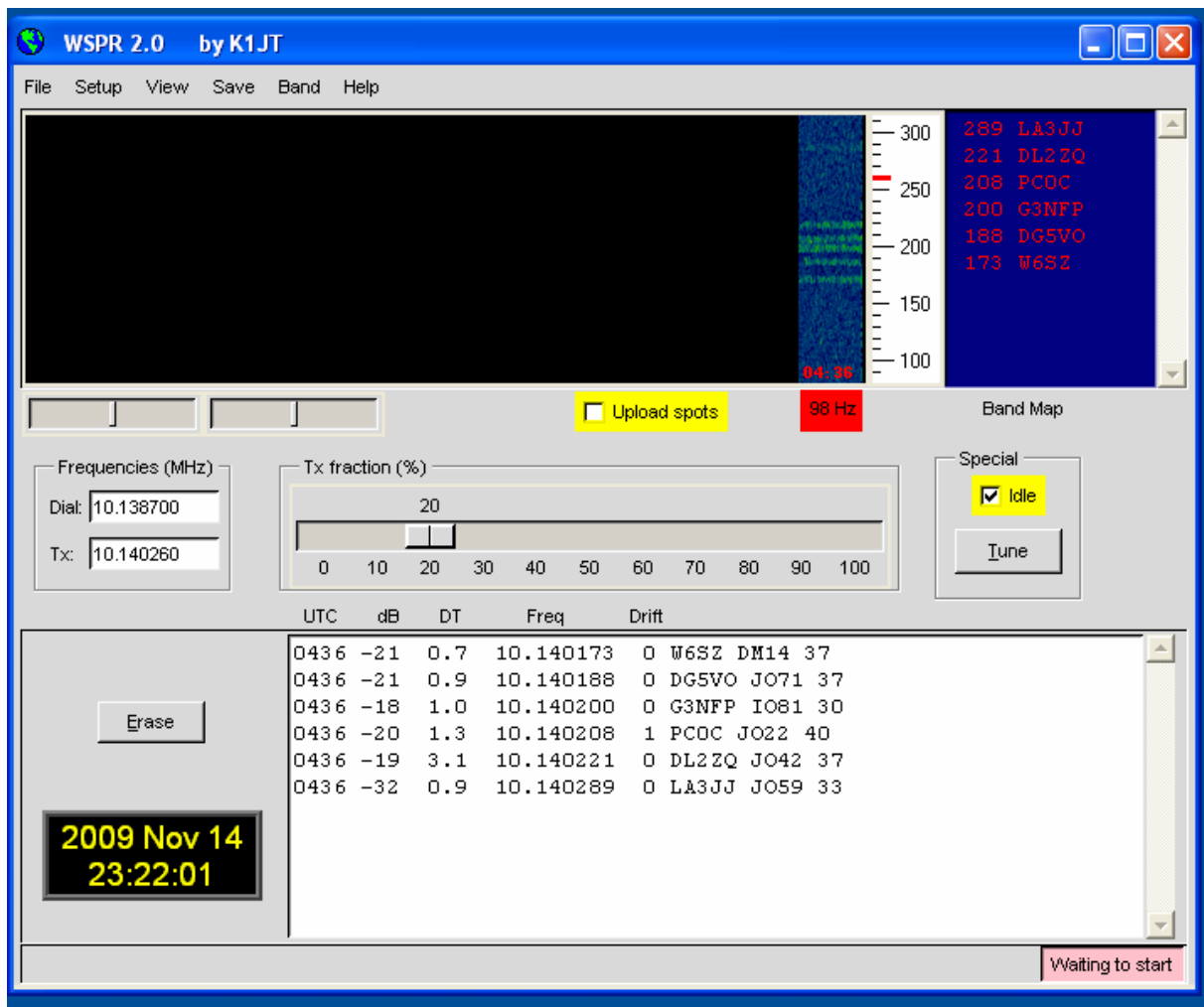
- SSB 受信機、またはSSBトランシーバとアンテナ
- Windows, Linux, FreeBSD,またはOS X オペレーティングシステムを搭載するパソコン
- 1.5 GHz 以上の周波数で動作する CPU、最小限100MBのメモリ
- 少なくとも800 x 600 以上の解像度を持つディスプレイ
- 48kHzサンプリングレートをもつサウンドカード
- 送信する場合は送信機のPTTを制御するためのシリアルポート、もしくはCAT制御。LinuxとFreeBSDバージョンはパラレルポートを使うこともできます。別の手段としてVOXを使うこともできます。
- サウンドカードと無線機をつなぐオーディオケーブル
- パソコンのクロックを正確に合わせる手段

インストールと基本操作

以下の手順でWSPR を使ってみましょう。

1. WSPR プログラムを WSJT ホームページからダウンロードします。
<http://www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/>
ページの左側にある WSPR リンクをクリックし、プログラムをダウンロードします。その後、通常のインストール手順を進めてください。Windows では画面に出る説明どおりに進めてください。ほかのオペレーティングシステムの場合はページ 8 を参照してください。
2. パソコンと無線機を接続します。サウンドカードの接続の仕方は、インターネット上にいろいろな解説が見つかると思いますが、たとえば <http://www.w5bbr.com/soundbd.html> が参考になります。受信だけであれば、無線機の音声出力をパソコンのオーディオ入力（マイクまたはライン）へ入力するだけで終了です。送信も行いたい場合は、パソコンのオーディオ出力を無線機のマイク端子、もしくはデータ入力端子につなぎます。さらに、送受信 PTT 制御ケーブルまたは CAT 制御ケーブルをつなぎます。

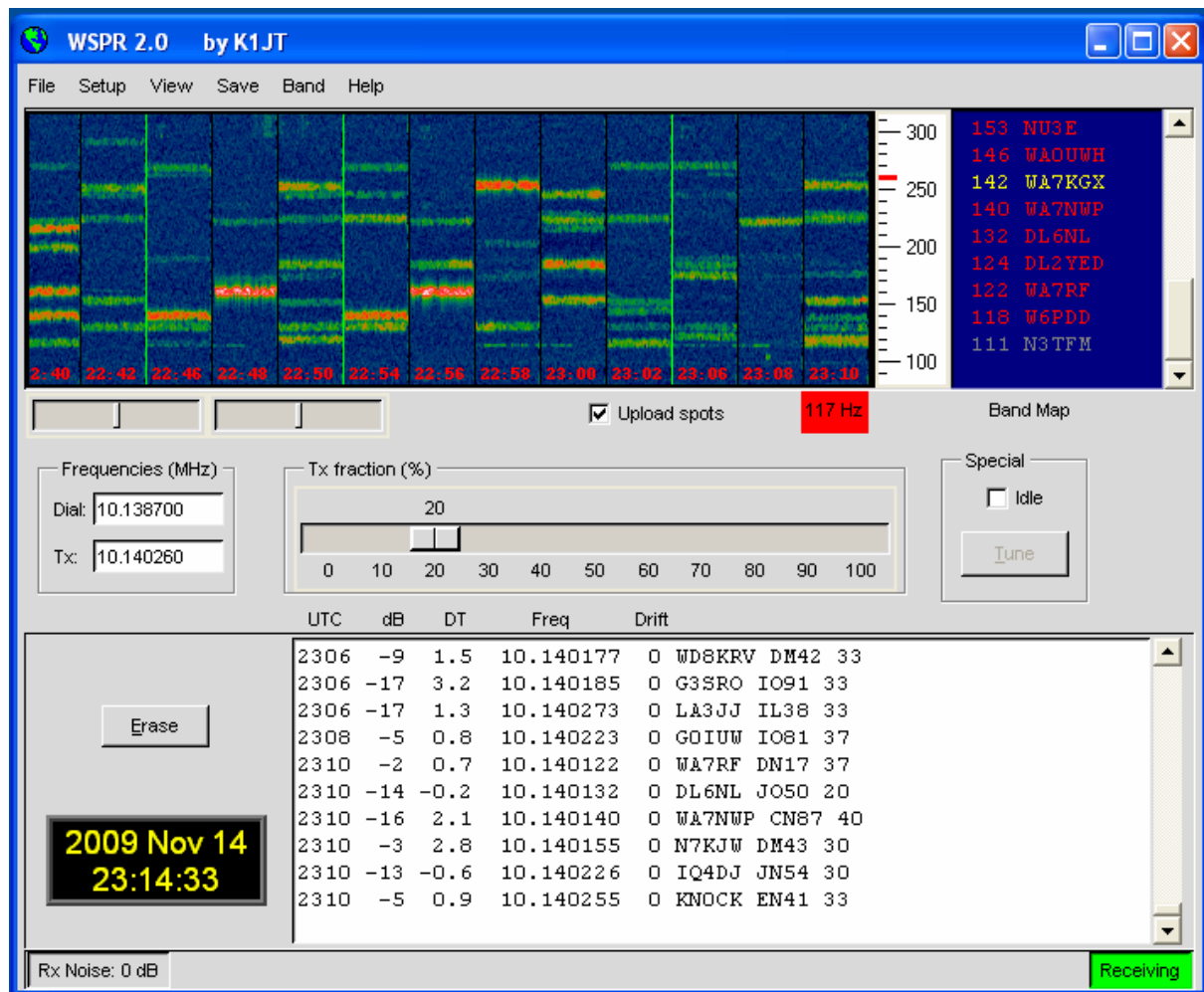
3. デスクトップの **WSPR** アイコンをダブルクリックするか、ほかの方法で **WSPR** を起動します。 **Setup | Station parameters** と進み、あなたのコールサイン、6桁のグリッドロケータ、及び出力電力を **dBm** 単位で入力します。ワットから **dBm** への換算は付録 **A** の表を参考にしてください。ウィンドウ内それぞれのドロップダウンリストからもっとも近い値を選択すればかまいません。 **SWL** はコールサインの代わりに、ほかの人が使っていない最大 **8** 文字の **ID** を使ってください。
4. 送信も行う場合は、**WSPR** が無線機の送受信切り替えを行うように設定します。 **PTT** の制御方法を **DTR, RTS, CAT, VOX** から選んでください。 **DTR** または **RTS** を選んだときはさらにシリアルポート番号を選んでください。受信のみ、または **VOX** を使う場合には **PTT port** を **None** に設定します。
5. **WSPR** は **CAT** 機能の送受信切り替えと周波数制御をサポートします。 **CAT** を使う場合は **Enable CAT** をチェックし、 **Station parameters** でその他の設定を行います。詳しくは無線機の取扱説明書を参照してください。
6. **WSPR** デコーダが正しく動作しているかどうか、サンプルオーディオファイルで確認してみましょう。 **File | Open** をクリックし、 **...\save\Samples** フォルダに進みます。そして、 **091022_0436.wav** を開いてください。全部で **6** 個の **WSPR** 信号が検出され、次ページのように画面表示されるはずですが、この **wav** ファイルを **Windows** のサウンドレコーダなどのユーティリティを使って直接聞いてみるとおもしろいです。 **WSPR** 信号はスタティックノイズに隠れほとんど聞こえませんが、それでも、きちんとデコードすることができます。
7. **Band** メニューから運用バンドをセットします。デフォルトの **WSPR** 周波数が画面左中央の **Dial** ボックスに表示されます。 **30m** バンドであれば、 **10.138700 MHz** と表示されます。無線機をこの周波数に合わせ、モードは **USB** にセットします。もし、 **CAT** 制御をしている場合は無線機には自動的にこの周波数がセットされるはずですが、グラフィック画面のどこかをダブルクリックすることで、送信周波数を決定することができます。送信周波数は無線機のダイヤル周波数プラス **1400–1600 Hz** となります。グラフィック画面の下のほうをダブルクリックすると低い周波数、グラフィック画面の上の方をダブルクリックすると高い周波数がセットされます。
8. **WSPR** は **2** 分毎の時間スロットで送受信を繰り返します。画面中央の **Tx fraction** スライドバーで送信の割合を設定することができます。デフォルトでは **20%** です。これは、 **10** 分間のうち、 **2** 分間送信を行い、残りの **8** 分間は受信するという意味です。実際、 **10** 分間のうちのどの **2** 分間に送信するかは、ほかの局を受信するチャンスが増えるようにという観点からランダムに決定されます。受信のみを行う場合はスライドバーを左端の **0** にセットしてください。
9. アイドル (**Idle**) モードのとき、 **Tune** ボタンを押すことで、短い無変調シングルトーンを送信することができます。送信時間は **Tx fraction** スライドバーで調節できます。下図の例では、 **20** 秒間となります。



10. パソコンの内部時計を誤差プラスマイナス 1 秒以下になるように正確に合わせてください。インターネットを使った自動時計あわせツールを使うとよいでしょう。例として、Windows であれば、Dimension 4 (<http://www.thinkman.com/dimension4/>) が使えます。Ubuntu Linux ならば、ntp をインストールし、System | Administration | Time and Date から近くの時刻サーバを指定してください。
11. パソコンがインターネットに接続されていて、受信結果を自動的に WSPRnet へアップロードしたいときは **Upload spots** にチェックを入れてください。
12. **Idle** のチェックをはずすことで WSPR は動作を開始します。WSPR は次の偶数分の 0 秒から受信を始めます。受信を開始すると、画面左下隅に受信オーディオレベルが表示されます。これが約 0dB になるように、パソコンのサウンドミキサーやマイク（ライン入力）レベル、または無線機のボリュームを調整してください（次図参照のこと）。2 分間の受信が終了し、WSPR 信号の受信に成功すれば、画面にコールサインなどが表示されます。

詳細説明

メイン画面



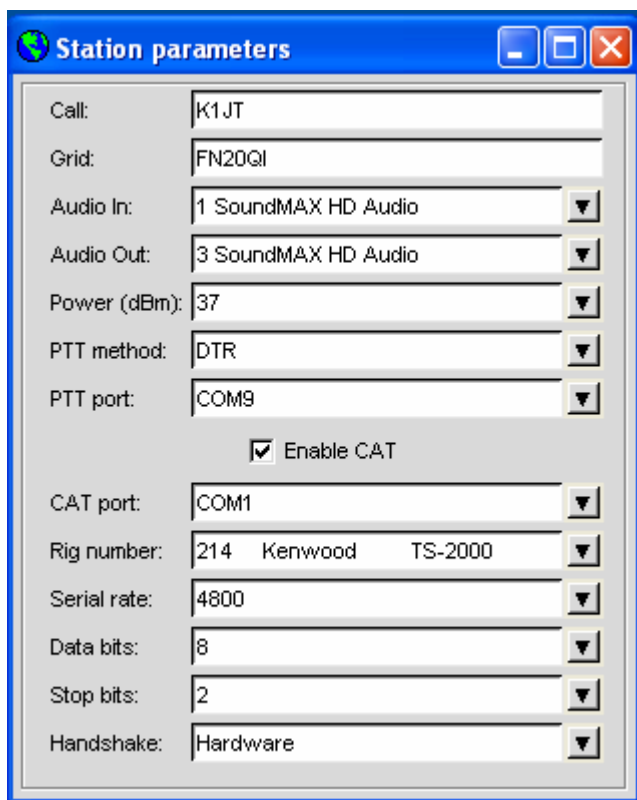
通常動作のメイン画面は上図のようになります。デコーダは 200Hz の周波数範囲中の受信信号を探し、その結果をスペクトラム、テキスト、バンドマップとして表示します。スペクトラムの右側には 200Hz 周波数範囲における周波数の下 3 桁が Hz 単位で表示されています。スペクトラム表示は右から左に流れます（時間的に新しいデータが右側に付け加わっていく）。標準的なディスプレイであれば、2 分間の送受信単位が画面上に約 1cm 幅で表示されます。自分が送信した時間は細い緑の縦線で表示されます。

デコードされた WSPR 信号は画面下部に、UTC、SN 比（2500Hz 幅換算）、時間オフセット DT（秒単位）、周波数、周波数ドリフトレート（Hz/分）、コールサイン、グリッドロケータとして出力されます。時間オフセット DT がプラスマイナス 2 秒を超えていると、送信側、受信側、あるいは両側でパソコンの時刻がずれています。WSPR の送受信能力を最大限発揮するためには、パソコンの時刻をプラスマイナス 1 秒以内にきちんと合わせることが重要です。周波数ドリフトが毎分 1 Hz を超えるときは、たいてい送信側に原因があります。もちろん、受信側がずれていく

ケースもあります。受信した信号すべてが一定の方向へ同じ周波数だけずれていくようであれば、受信側にドリフトがあることとなります。

バンドマップ (Band Map) に表示されるコールサインは色で受信時間がわかるようになっています。15分以内に受信された局は赤色で、15分から30分前に受信された局は黄色で、30分から45分前に受信された局は明るい灰色、45分から60分前に受信された局は暗い灰色で示されます。一番最近に受信された局から1時間以上前に受信された局のコールサインは消去されます。

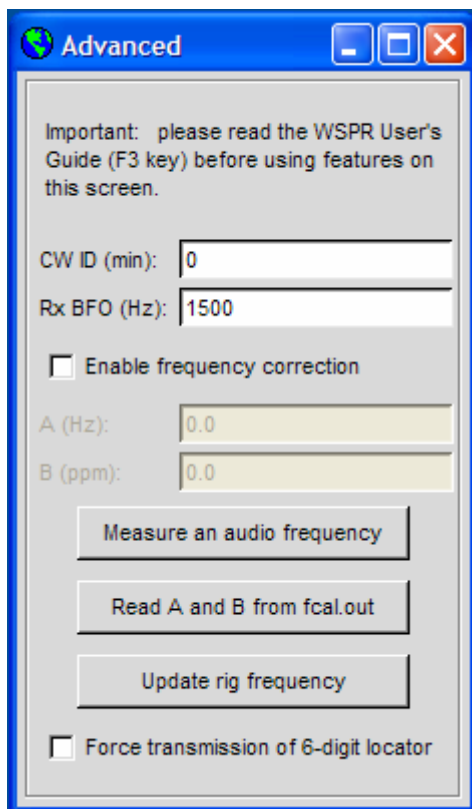
局情報の設定



Station parameters ウィンドウに設定する内容はほとんど自明でしょう。PJ4/K1ABC、W7/VE3DEF、WA2XYZ/37などの複合コールサインも使えますが、使用は最小限にしてください。スラッシュが前後両方にあるような、たとえばPJ4/K1ABC/Pは使えません。詳細は付録Bを参考にしてください。上図の例に示したとおり、2つのシリアルポートを使うこともできます。この例では、第1ポートはDTRまたはRTS信号を使った送受信切り替え制御、第2ポートはCATによる無線機の周波数制御を行っています。無線機の取り扱い説明書をよく読んで、通信速度 (Serial rate)、データビット幅 (Data bits)、ストップビット (Stop bits)、そしてハンドシェイク (Handshake) 方法をすべてあわせてください。コールサインとグリッドロケータ以外は、キーボードから直接入力するよりドロップダウンリストから最適なものを選ぶとよいでしょう。

詳細設定

Advanced ウィンドウは **Setup** メニューから、あるいは **F7** キーを押すことで開くことができます。



所定時間間隔で自局コールサインを **CW** で送信しなければならない規則がある場合は **CW ID** に 0 以外の送信間隔を入力します。ここに指定された間隔で **WSPR** は送信終了後 **CW** によりコールサイン送出を行います。**25wpm** 速度の **CW** は **WSPR** 信号より数倍のバンド幅を使いますので、この **CW** 送信機能は本当に必要なときのみ使うようにしてください。

自作受信機など **1500Hz** 以外の **BFO** 周波数にセットする必要があるときは、**Rx BFO (Hz)** にその周波数を入力します。

最近の無線機は 1 個の源発振器からすべての必要な周波数を合成しています。もし、この発振器の周波数がずれていた場合、付録 **C** を参考にどれくらいずれているのか把握してください。そして **A** と **B** にずれを補正する値を入力してください。**CAT** を使えば **Enable frequency correction** にチェックをいれることで周波数精度を上げることができます。無線機に送られる周波数はこの補正値が考慮されます。

Measure an audio frequency ボタンを使って簡単に **A** と **B** の値が求められます。詳細は付録 **C** を参照して下さい。**CAT** を使っているときは **Update rig frequency** をクリックすることにより、周波数設定コマンドを強制的に送出することができます。

特別なメッセージフォーマット

標準の **WSPR** メッセージはコールサイン、4 桁のグリッドロケータ、**dBm** 単位の出力電力で構成されます。しかし、スラッシュとプリフィックスまたはサフィックスが追加された複合コールサインは **28** ビットで表現される標準のメッセージに収まりきりません。同様に **6** 桁のグリッドロケータは **15** ビットに収まりません。これら標準ではないメッセージは **2** 段階送信で送られます。たとえば、コールサインが

PJ4/K1ABC、6桁のグリッドロケータ FK52UD、そして送信出力が 37 dBm の場合は次のようなメッセージ構成となります。

```
PJ4/K1ABC 37
<PJ4/K1ABC> FK52UD 37
```

標準のコールサイン+6桁のグリッドロケータを送りたいときは **Force transmission of 6-digit locator** チェックボックスにチェックを入れます。コールサインが K1ABC、6桁グリッドロケータが FN42AX、そして送信出力が 37 dBm であればつぎのようなメッセージが送られます。

```
K1ABC FN42 37
<K1ABC> FN42AX 37
```

<>に囲まれたコールサインは、実際は 15 ビットのハッシュコードで送られます。フルコールサインが受信される前にハッシュコードが受信されると、<...>が表示されます。フルコールサインが受信された後は、ハッシュコードを使って通信します。2つの異なったコールサインが同一のハッシュコードに変換される可能性はゼロではありませんが、15 ビットのコードを使っていますので、実際そのような混同はめったに発生しません。

複合コールサインや 6 桁のグリッドロケータを含むメッセージはバージョン 2.0 より古い WSPR で正しくデコードされることがあります。メッセージフォーマットについての詳細は付録 B、または WSPR のソースコードを参照してください。

その他

画面左下隅に表示されるバググランドノイズレベルが 0dB 前後になるようにサウンドレベルを調整してください。プラスマイナス 10dB の範囲に入っていれば、WSPR のデコード能力にそれほどの悪影響はありませんが、量子化ノイズを無視できるようにベースラインノイズのレベルを保ち、かつ、十分なダイナミックレンジを確保するために、適切なレベル調節が必要です。デコードされた信号の信号レベルはバンド幅 2500Hz における平均雑音電力と信号電力の比で表されています。周波数範囲が広いので、この値は受信雑音レベルと独立になります。

無線機の SSB フィルタ幅は 2.4 kHz を使うのがいいでしょう。もし、200Hz の WSPR 通過帯域のすぐ外に強力な信号がある場合は、無線機の狭帯域フィルタを使ってもいいでしょう。それ以外のケースで、狭いフィルタを使うことは意味がありません。WSPR がソフトウェア内部に必要なフィルタリングを行っています。

AGC は ON にしても OFF にしても大差ありません。AGC を ON にしたまま、オーディオレベルを RF ゲインで調節するというのがいいかもしれません。そうすることで、とても強い信号が入ってきたときだけ AGC が働くようにできます。一般的に AGC リカバリー時間はスローよりファーストが望ましいです。

WSPR は Windows Vista でもきちんと動作しますが、Vista はプログラムがデータを特定のディレクトリに書き込むことを制限しています。もし、WSPR をデフォルトの C:\Program Files\WSPR にインストールしたときは Vista のユーザアカウント制御 (User Account Control) をオフにする必要があるかもしれません。あるいは、C:\hamprogs\WSPR のように別のディレクトリにインストールするとよいでしょう。

2つ以上の WSPR プログラムを同時に走らせたい場合は、インストールしたディレクトリとその中のすべてのファイルを別の場所にコピーして、それを起動してください。

WSPRnet コミュニティーには信頼できるデータをスポットしてください。正確なバンドと出力電力レベルが設定されていることを確認してください。バンドを移ったときは以下の手順をとり、間違っただバンドをスポットしないよう注意してください。

- **Idle** チェックボックスをチェックします
- ステータス領域が “Waiting to start” になるまで待ちます
- もしステータス領域に “Decoding” が表示されたらそれが消えるまで待ち、データが正しく WSPRnet にポストされまでさらに 30 秒待ちます
- バンドを移り、CAT で周波数を取得していないときは WSPR のバンド設定を変更します
- **Idle** チェックボックスをクリアします

Linux 版、FreeBSD 版、Macintosh 版、およびソースコード

WSPR はオープンソースで、プラットフォーム非依存になるよう作られています。現在のところ、バイナリは Windows 版と Ubuntu Linux 版が用意されています。他の Unix ディストリビューション用のバイナリは将来提供される予定です。

Ubuntu 8.10, 9.04, 9.10, と最新の 32-bit Debian 用のバイナリは <http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/wspr.html> からダウンロードできます。インストールはファイルをホームディレクトリにダウンロードし以下のコマンドを実行してください。ファイル名中のバージョン番号は適宜実際のファイル名にあわせてください。

```
$ sudo dpkg --install --instdir=. -i wspr_2.00r1714_i386.deb
$ cd WSPR
$ ./wspr
```

多くのユーザが、他の Linux ディストリビューション、FreeBSD、Macintosh OS X, そして MinGW Windows 用にソースコードをコンパイルして対応しています。最新のソースコード（そしていままでの古いもの）は

<http://developer.berlios.de/projects/wsjit/> の SVN レポジトリからダウンロードできます。

WSPRnet

WSPRnet にアクセスするときは、<http://wsprnet.org/> が入り口です。このすてきなサイトはブルース・ウォーカー W1BW によってデザインされ運用されています。チャット機能、バンドごとのスポット数、世界中の WSPR 運用局とそれらの間のパス表示、データベース、統計情報が提供されています。地図はズームしたり移動したりすることが可能です。また興味あるスポットに注目することもできます。


WSPRnet のホームページ、世界地図、データベース統計の例を次ページ以降に示します。

WSPRnet | Weak Signal Pr... x

Google

http://wspnet.org/drupal/

Google Bing K1JT WSPRnet JT65 EME Huff Other bookmarks



WSPRnet
Weak Signal Propagation Reporter Network

Chat | Activity | Map | Database | Stats | Forum | Downloads | User Info

Special Activities

Activity period 0000-2359 UTC

11 November 15m and 160m
18 November 12m and 80m
25 November 10m and 60m
2 December 17m and 160m

Band pairs designed to provide both daytime and night-time opportunities.

If unable to TX on a particular band please consider providing reception reports.

Spot Count

12,971,092 total spots
48,456 in the last 24 hours
2,494 in the last hour

Frequencies

USB dial (MHz): 0.5024, 1.8366, 3.5926, 5.2872, 7.0386, 10.1387, 14.0956, 18.1046, 21.0946, 24.9246, 28.1246, 50.293, 144.488

k1jt

- My account
- Create content
- Log out

The Weak Signal Propagation Reporter Network is a group of amateur radio operators using K1JT's MEPT_JT digital mode to probe radio frequency propagation conditions using very low power (QRP/QRPp) transmissions. The software is open source, and the data collected are available to the public through this site.

LA3JJ Fuerteventura uploads

Submitted by LA3JJ on Wed, 2009/11/11 - 07:12

Was not able to upload manually so some of the files are included here as attachment:

[LA3JJ's blog](#) [Add new comment](#) **2 attachments**

WSPR - What a Trip.

Submitted by WA7KGX on Fri, 2009/11/06 - 14:45

I've been in Ham Radio since the 1960s. I was active on RTTY in the 1970s with a microprocessor based bit banging terminal using modified Sidereal Muicronet II hardware.

The unique tools provided by the WSPR system have awakened my interest in HF propagation and antenna issues. I finally put up a 130 foot Van Gordon dipole I bought some ten years ago, and put my Dentron SuperTuner back together.

Now I understand why hitting Europe from the Oregon Rainforest is so tricky - it's the auroral oval that is in the way.

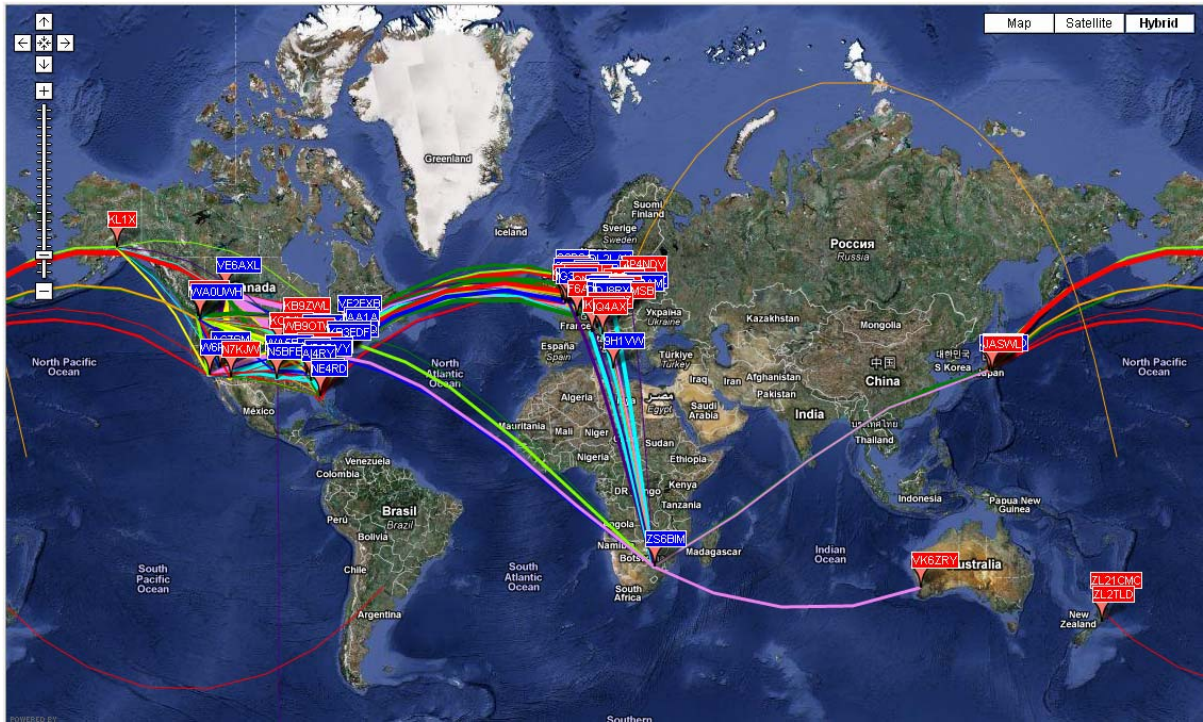
Active forum topics

- If at first.....
- Power readings
- Application to analyse WSPR
- Illegal operation, WIN98
- Is it? or Isn,t it?
- Incorrect trans-Atlantic 500KHZ spot
- wspr-linux on Ubuntu 9.10
- Anyone know anything about...
- WSPR animated GIF banner
- 30M now @ 25 uWatts

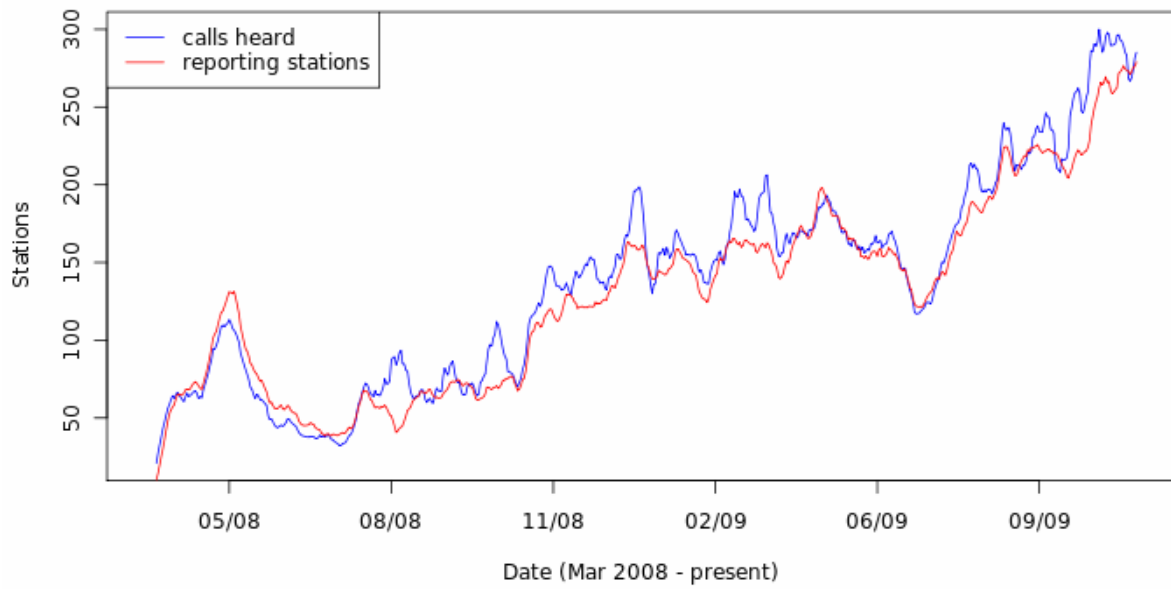
mor

Recent comments

- Re: Settings
1 hour 53 min ago
- Re: If at first.....
1 hour 38 min ago
- Re: Application to analyse WSPR
3 hours 32 min ago
- Power settings
8 hours 14 min ago
- Power readings
8 hours 3 min ago
- Ignore the above
11 hours 31 min ago
- Re: Power levels
15 hours 33 min ago
- Re: Application to analyse



Stations Participating per Day (7-day moving average)



付録 A: ワットから dBm への変換表

0	dBm = 0.001 W
3	0.002
7	0.005
10	0.01
13	0.02
17	0.05
20	0.1
23	0.2
27	0.5
30	1
33	2
37	5
40	10
43	20
47	50
50	100
53	200
57	500
60	1000

付録 B: WSPR プロトコル

- 標準メッセージ構成: コールサイン + 4 桁グリッドロケータ + dBm

K1ABC FN20 37

- 複合コールサインおよび 6 桁のグリッドロケータは 2 回の送信で対応します。1 回目は複合コールサインと出力、または標準コールサインと 4 桁グリッドロケータと出力を送信します。2 回目はハッシュ化されたコールサインと 6 桁のグリッドロケータと出力を送信します。

PJ4/K1ABC 37

K1ABC FN42 37

<PJ4/K1ABC> FK52UD 37

<K1ABC> FN42AX 37

追加プリフィックスは英数 3 文字まで、追加サフィックスは英文字 1 字か数字 2 文字まで対応します。

- 可逆圧縮をかけた後の標準のメッセージフォーマットは、28 ビットをコールサイン、15 ビットをグリッドロケータ、7 ビットを出力に割り当てており、合計 50 ビットとなります。さらなる詳細については <http://developer.berlios.de/projects/wsjt/> にあるソースコードを参照してください。
- 前方誤り訂正符号 (FEC): 拘束長 $K=32$, 符号レート $r=1/2$ の畳み込み符号。
- バイナリチャンネルシンボル数: $nsym = (50+K-1) \times 2 = 162$.
- キーイングレート: $12000/8192 = 1.4648$ baud.
- 変調: 4 値 FSK, トーン間隔 1.4648 Hz.
- 占有帯域: 約 6 Hz .
- 同期: 162-bit 擬似ランダム同期ベクトル.
- データ構成: 各チャンネルシンボルは同期 1 ビット (LSB) とデータ 1 ビット (MSB) .
- 送信時間: $162 \times 8192/12000 = 110.6$ 秒.
- 送信開始: 偶数分の 1 秒目から。例 hh:00:01, hh:02:01, ...
- 必要最低受信 S/N 比: WSJT スケール (2500 Hz バンド幅) にて、およそ -28 dB.

WSPR メッセージ構成の詳細

WSPRメッセージは次の3つの例に示す構成をとります：

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、4文字のグリッドロケータ、dBm単位の出力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かれ、その代わり複合型コールサインが含まれています。タイプ3メッセージはコールサインがハッシュ符号で置き換えられ、6桁のグリッドロケータを含んでいます。可逆圧縮をかけることで、これら3タイプのメッセージいずれも、ちょうど50ビットデータになっています。標準コールサインは28ビットデータで表現されます。4桁のグリッドロケータは15ビットで表現されます。タイプ1メッセージでは、残り7ビットで出力電力を表現します。タイプ2とタイプ3メッセージでは、この7ビット中に拡張データが含まれています。この段階をソースエンコード（圧縮）と呼びます。

ソースエンコードの後、強力なエラー訂正符号化（ECC）を行います。WSPRは拘束長 $K=32$ 、符号レート $r=1/2$ の畳み込み符号を用いています。畳み込み符号化では50ビットデータを $(50 + K - 1) \times 2 = 162$ ビットシンボルへと変換します。QSBやQRM、ノイズ等で発生した短いバースト誤りの影響を軽減するため、インターリーブを行います。その後、擬似ランダムパターンの同期信号と連結されます。データ列は2ビットごとに分けられ、4値FSKのトーンを使って送信されます。データ情報は最上位ビット、同期情報は最下位ビットに含まれます。したがって、0-3のスケールで見ると、データビット（0または1）を2倍し、同期ビットを足し算する形になります。

WSPRプロトコルを実装しようという方のために、符号化と復号化を行うFORTRANプログラムを用意しました。Windows用のバイナリ版は
<http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/WSPRcode.exe>

にあります。また、すべてのソースコードをWSJTレポジトリにおいておきました。“K1ABC FN42 37”を入力とした、プログラムの実行と出力例を下に示します。WSPR送信機は各チャンネルシンボルに対応してトーン周波数を作り出します。0が最低周波数トーン、3が最高周波数トーンに対応します。

C:\wspr> WSPRcode "K1ABC FN42 37"
Message: K1ABC FN42 37

Source-encoded message (50 bits, hex): F7 0C 23 8B 0D 19 40

Data symbols:

```
1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0  
1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0  
1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 1  
1 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0  
1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1  
1 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1
```

Sync symbols:

```
1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0  
0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1  
1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1  
1 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 1 1 0 0 1 1  
0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0  
1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0
```

Channel symbols:

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

Decoded message: K1ABC FN42 37

ntype: 37

付録 C: 周波数校正

最近の無線機で表示される周波数は内部にある源発信器の精度に依存します。もし、この源発信器の周波数が数 ppm でもずれていると、WSPR のスポットおよび送信周波数に悪影響を与えてしまいます。WSPR 2.0 は周波数の測定と校正をソフトウェアで行う機能をもっています。

2つの電波を使う簡易校正

最近の無線機では、これから示す手順で周波数校正をすることができます。そのためには、あらかじめ周波数がわかっている2つの電波を使います。理想的には3MHz かそれより低い周波数の電波、そしてその7倍以上の周波数を持つ2つの電波を用います。北アメリカでは2.5MHz と10MHz のWWV 信号が適当でしょう。他の地域では10MHz のWWV と中波ラジオ放送局を使うことができます。他にもいろいろな選択が考えられます。

1. 受信器のモードを **USB** にして **RIT** を切ります。受信周波数 $f_1 = 2.500$ MHz (あるいは事前に周波数がわかっている電波) に合わせます。受信機が十分温まるまで待ちましょう。
2. **RIT** をオンにして -1500 Hz にセットします。
3. **WSPR** を **Idle** モードにし、**Advanced** スクリーンの **Measure an audio frequency** をクリックします。
4. **WSPR** が測定したオーディオ周波数から 1500 Hz を引き算し、結果をダイアル誤差 d_1 として記録します。
5. もうひとつの事前に周波数がわかっている電波を受信し、ステップ1から4を繰り返します。すると、二つの周波数ペア (f_1, d_1) (f_2, d_2) が得られます。ここで、 f_1, f_2 は MHz 単位ですが d_1, d_2 は Hz 単位であることに注意してください。
6. 次の連立方程式を解きます (解き方は中学校で習いましたね)。

$$\begin{aligned}d_1 &= A + B f_1 \\d_2 &= A + B f_2\end{aligned}$$

校正に使う **A** と **B** の値は以下の計算式で求めることができます。

$$\begin{aligned}B &= (d_2 - d_1) / (f_2 - f_1) \\A &= d_1 - B f_1\end{aligned}$$

7. 例を使って計算してみましょう。わたしの TS-2000 で 2.5 MHz の WWV を受信し **WSPR** で測定したオーディオ周波数は 1505.49 Hz でした。同じく、 10 MHz の WWV を受信して測定したオーディオ周波数は 1515.01 Hz でした。したがって、 $f_1 = 2.5$, $d_1 = 1505.49 - 1500 = 5.49$, $f_2 = 10.0$, and $d_2 = 1515.01 - 1500 = 15.01$ となり、次の結果が得られます。

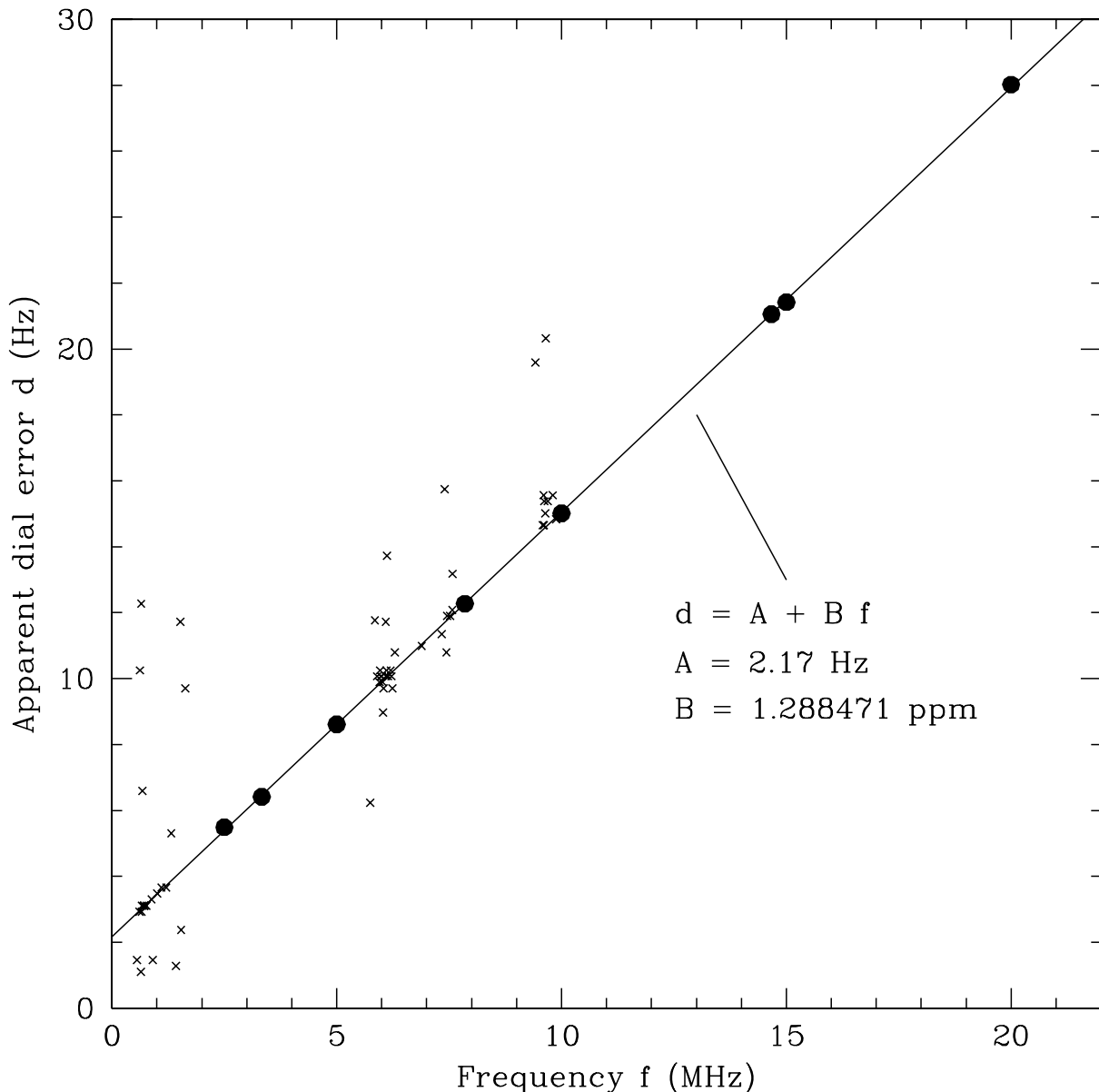
$$\begin{aligned}B &= (15.01 - 5.49) / (10.0 - 2.5) = 1.269 \text{ ppm} \\A &= d_1 - B f_1 = 2.32 \text{ Hz}\end{aligned}$$

8. 別の方法として **fcal** プログラムを使うこともできます (次節高精度校正を参考にしてください)。

9. 得られた A と B の値を WSPR の **Advanced** ウィンドウに入力します。

高精度校正

次のグラフは私が自分の TS-2000 を使って約 1 時間かけて得た結果を示したものです。前節の校正手順 1 から 4 までを 68 の異なる局を受信して行いました。最初の 8 局は米国 WWV の 2.500、5.000、10.000、15.000、20.000 MHz およびカナダ CHU の 3.330、7.850、14.670MHz です。測定結果はグラフ中に黒丸で示しています。8 つの標準局を使った測定結果は、きれいに直線状になっていることがわかります。



他の測定結果は中波と短波の放送局の電波をほぼ無作為に選んで測定したものです。北アメリカでは、中波放送局の周波数は 10kHz ごとに割り当てられています。短波放送局の周波数もほぼこれに準じていますが、5kHz の奇数倍を使っているところも

あります。無線機のダイヤルを局の周波数に合わせ、RITを-1500Hzにセットして測定したオーディオ周波数が1500Hzに近いものが有効です。60の放送局を使って得た測定結果をx印でプロットしました。私の測定では、およそ3分の2の放送局が割り当てられた周波数の1Hz以内の周波数で送信していました（すこしですが5から10Hzもずれていた局もありました）。これらの放送局を使って周波数を校正することもできます。

fcalという簡単なコマンドラインプログラムがWSPRをインストールしたディレクトリにあります。私のWWVとCHUを使って測定した結果例がfcal.datとして入っています。コマンドプロンプトを開き、WSPRをインストールしたディレクトリに移ってfcal fcal.datを実行してみてください。以下のような結果が得られるはずです。

```
C:\Program Files\WSPR> fcal fcal.dat
  Freq      DF      Meas Freq      Resid
  (MHz)     (Hz)     (MHz)           (Hz)
-----
  2.500     5.49     2.500005490     0.10
  3.330     6.41     3.330006410    -0.05
  5.000     8.61     5.000008610     0.00
  7.850    12.27     7.850012270    -0.01
 10.000    15.01    10.000015010    -0.04
 14.670    21.06    14.670021060    -0.01
 15.000    21.42    15.000021420    -0.07
 20.000    28.02    20.000028020     0.08
```

```
A:      2.17 Hz      B: 1.288471 ppm      StdDev:  0.07 Hz
err:   0.05              0.000016
```

A (単位 Hz) は近似直線の y 軸と交わる点の値です。B は ppm で表した傾きになります。測定結果から、私の TS-2000 は $A=2.17 \pm 0.05$ Hz and $B = 1.288471 \pm 0.000016$ ppm であることがわかりました。測定結果の標準偏差は 0.1Hz 未満ですから、測定はきわめて良く、無線機の周波数校正も信頼できるものです。

fcal.dat を参考にご自分の校正データファイルを作ってみてください。A と B を計算するには、fcal の後にデータファイル名を入力します。

```
C:\Program Files\WSPR> fcal mycal.dat
```

WSPR の Advance ウィンドウの Read A and B from fcal.out と書かれたボタンを押すことで、計算結果 (fcal.out) をプログラムに取り込むことができます。

付録 D: トラブルシューティング

WSPR 信号がウォーターフォールスペクトラムに現れません。

1. **Idle** のチェックをはずしましたか？
2. **Station parameters** で正しい **Audio in** デバイスを指定しましたか？
3. パソコンまで受信音が来ているか？接続ケーブルに問題はありませんか？
4. メイン画面左下隅に表示される **Rx Noise** レベルは少なくとも **-10dB** 以上ないといけません。もし、**-30dB** など、大変低い値になっているときは無線機の音声出力レベルとパソコンのマイクレベル（ラインレベル）を調整してください。
5. あなたが受信しているバンドで誰かが **WSPR** 電波を送信していますか？最初は、アクティビティが高く、伝播も比較的よい **30m** バンドをワッチしてみてください。 **WSBPnet** の運用状況を示すページ <http://wspnet.org/drupal/wspnet/activity> を見て誰がどこから電波を出しているか確認してみてください。
6. 無線機は **USB** モードになっていますか？周波数は合っていますか？無線機の表示周波数と実際の受信周波数がずれていないことを **WWV** などの標準電波で確認してください。

WSPR 信号がウォーターフォールに見えていますが、コールサインが出てきません。

1. パソコンの内蔵時計の時刻は正確ですか？正しい時間±1秒に合わせてください。
2. 受信機の周波数が変化していませんか？**WSPR** の信号がウォーターフォール上を上や下に流れて見えるようであれば、おそらく受信機の周波数が安定していません。**30分**ほど待って安定するかどうか見てみてください。
3. もし、送信も行っているのであれば、送信によって発生した熱が無線機の周波数を不安定にしている可能性があります。送信出力を下げるか送信時間割合を下げて確認してください。

WSPRnet.org に私の電波を受けたというデータが出てきません。

1. おそらく、単にあなたの電波が誰にも受信されていないのでしょう。簡単なアンテナと数 **W** の空中線電力があれば、日中の **30m** バンドで十分メッセージ交換ができるはずです。送信電力を **5W** から **10W** に上げることはお勧めできません。誰にも受信してもらえない、あるいは誰の電波も受信できないという場合は、送信電力が小さいのではなく、セットアップの問題と考えたほうがいいでしょう。
2. **WSPRnet** 運用状況ページ <http://wspnet.org/drupal/wspnet/activity> を見て誰がどこで運用しているか確認してみてください。
3. 無線機が送信状態になりますか？ **Station parameters** ウィンドウにある **PTT** 制御の設定を再確認してください。 **CAT** を使っているときはその設定を再確認してください。
4. 無線機からきちんと電波が出ていますか？電界強度計、**SWR** メータなどを使って出力が出ていることを確認してください。

5. もし、出力が出ていないようであれば、**Station parameters** ウィンドウで正しいオーディオ出力デバイス **Audio out** が選択されているかどうか確認してください。サウンド出力レベルを調整してみてください。無線機のマイクゲインも確認してください。
6. 200Hz 幅で規定された WSPR バンドに周波数が合っていますか？ WSPR のウォーターフォールで WSPR の信号が見えないとき、あるいは中心から上下に均等に信号が分散して見えないとき、周波数が正しくセットされていない可能性があります。あるいは無線機の周波数がきちんと校正されていない可能性があります。

私が受信してスポットした局が **WSPRnet.org** のデータベースに現れません。

1. **Upload spots** にチェックが入っていますか？ もし、**File** メニューから **decode saved files** を選ぶと、自動的に **Upload spots** のチェックが外れることに注意してください。
2. WSPR 信号を受信しデコードできていますか？ WSPR メッセージがメイン画面下部に現れ、それと同時に画面右にコールサインが現れていますか？

WSPRnet.org データベースで私のグリッドロケータが 4 桁表示になっています。

1. **Station parameters** ウィンドウで 6 桁のグリッドロケータを入力しましたか？
2. WSPRnet web サイトで自分のアカウント情報に 6 桁のグリッドロケータを入力しましたか？

CAT がうまく動作しません。

1. **Setup** ウィンドウで設定する以上の設定が無線機に必要かもしれません。**Station parameters** ウィンドウの **Handshake** に無線機制御のパラメータを追加することができます。たとえば、ハードウェアハンドシェイクと偶パリティが必要であれば、**Handshake** を以下のように設定します。

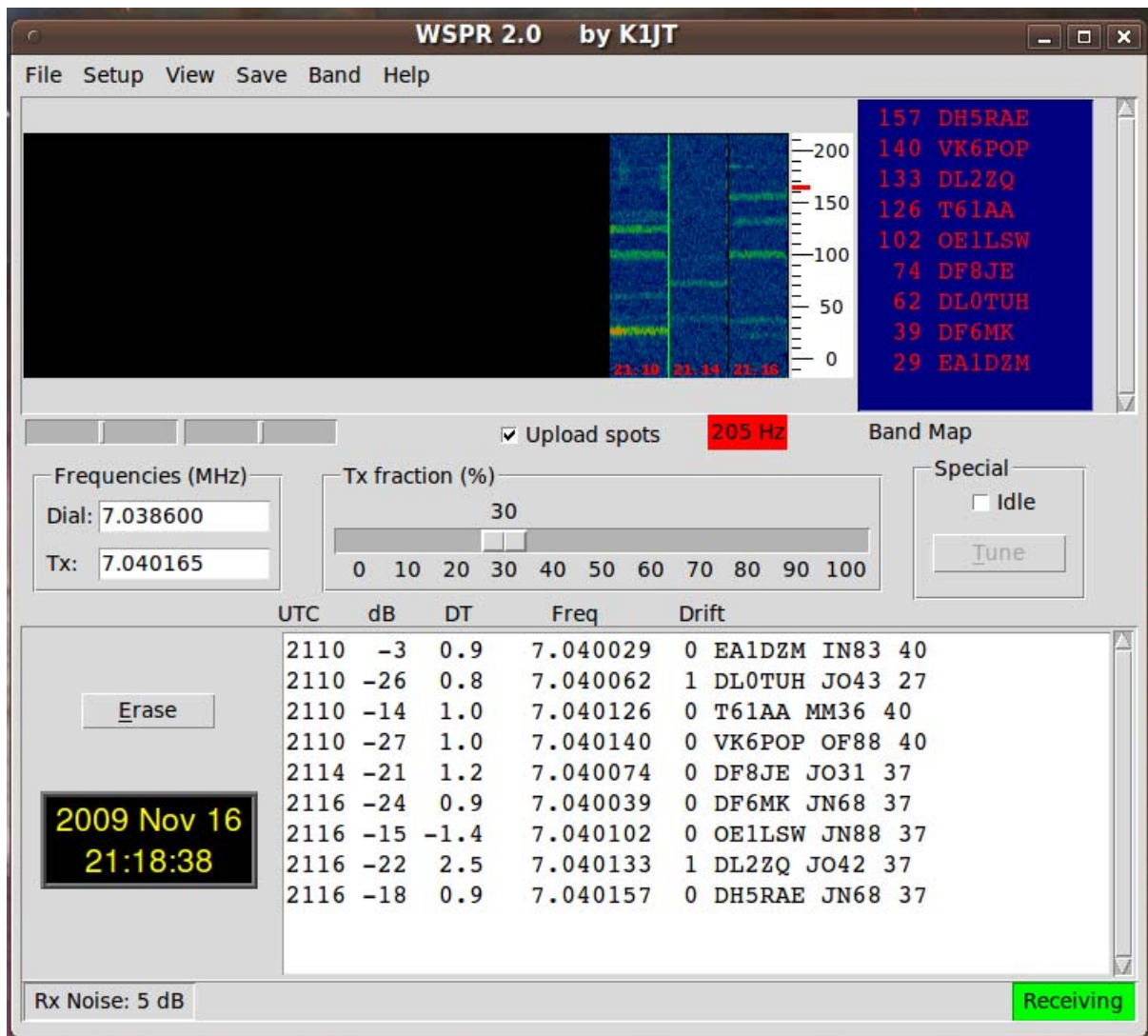
```
Hardware -C serial_parity=Even
```

2. いくつかの無線機（たとえば Yaesu FT-450、FT-950、FlexRadio 3000）では **rigctl** プログラムのデフォルト設定が合わないようです。それらの無線機では **Handshake** を以下のように設定してみてください。

```
Hardware -C write_delay=0
```

Linux で **WSPR** を走らせていますが、メッセージ表示の上のラベルがきちんとそろっていません。

1. 文字表示はウィンドウマネージャや使用しているフォントなどに依存します。**wsprrc** ファイルを編集して違うフォントを試してみてください。別設定として **wsprrc.alt** を **wsprrc** にコピーして試してみてください。元の **wsprrc** のバックアップを取っておくのを忘れないように。**OZ1PIF** が **Ubuntu 9.04** 上で **WSPR** を走らせたときの画面を例として示します。



まだ問題が解決しません。

- WSPRnet コミュニティー <http://wspnnet.org/drupal/forum> はとても親切に助けてくれますのでぜひ参加しましょう。あるいは wsjgroup メーリングリスト wsjgroup@yahoo.com で質問してみてください。

謝辞

WSPR の成功と普及のためにたくさんの方々の貢献をいただきました。WSJT 開発グループのメンバー、特に G4KLA、OH2GQC、VA3DB、W1BW、W6CQZ、JCDutton がコーディング、およびプラットフォーム移植の問題解決のためのコーディングを行ってくれました。G3ZOD、LZ1BB、OZ1PIF、VK3SB がベータテストのため多大な時間を割いてくれました。そして、配布パッケージを作ってくれました。G3ZOD が付録 D のほとんどの部分を用意してくれました。皆さん、本当にありがとうございます！

2009年11月23日改訂

日本語訳 大庭 (JA7UDE) 2010年1月28日