

FST4クイックスタートガイド

Steve Franke K9AN, Bill Somerville G4WJS, and Joe Taylor K1JT

WSJT-Xバージョン2.3.0では、FST4という新しいモードを導入します¹。FST4は、いろいろな可能性と応用が期待されます。感度はいままでWSJT-Xに実装されてきたほとんどのモードより高く、ほぼ理論限界値に達しています。ターゲット用途は以下の通りです。

- WSPRのようにLFとMFバンドにおける疑似ビーコン
- LFとMFバンドにおける微弱電波によるQSO
- 60秒より短い、あるいは長いサイクルで送受信を行うVHF/UHFバンドのEME

しかし、ほかの用途も考えられます。FST4は、EbNautのような時間、周波数の厳密な制限なしに、WSJT-Xで従来から提供されているモードより良い結果がでるのではないかと期待しています。

FST4は4-GFSK変調を用い、送受信サイクルは15、30、60、120、300、900、そして1800秒が用意されています。サブモードとしては、異なったトーン間隔を持つA、B、C、Dがあり、伝搬特性やドップラー効果に合わせて使い分けられます。前方誤り訂正符号として低密度パリティ検査（LDPC）を採用しており、情報とパリティを合わせて240ビットになります。一回の送信は、40個の同期シンボルが間に挿入された120シンボル（それぞれ2ビット）で構成されています。メッセージペイロードは77ビット（FT4、FT8、MSK144で使われているものと同じ）か、あるいは、50ビット（WSPRで使われているものと同じ）です。WSPRと同じメッセージモードはFST4Wと呼ばれ、サブモードはAとなります。すべてのケースで、ユーザに表示されるメッセージ形式はWSJT-Xの従来の77ビットまたは50ビットのモードと同じです。

サブモードAの基本パラメータを以下に示します。ここで示された感度は、加算性白色ガウス雑音チャンネル上のシミュレーションで得られたものです。発振器ドリフトやドップラーズプレッドは送信中、常にトーン間隔より小さいとしています。

T/R period (s)	Symbol length (s)	Tone Spacing (Hz)	Occupied Bandwidth (Hz)	FST4 SNR (dB)	FST4W SNR (dB)
15	0.060	16.67	67.7	-20.7	-21.9
30	0.140	7.14	28.6	-24.2	-25.7
60	0.324	3.09	12.4	-28.0	-29.5
120	0.683	1.46	5.9	-31.3	-32.8
300	1.792	0.56	2.2	-35.3	-36.8
900	5.547	0.180	0.72	-40.2	-41.7
1800	11.200	0.089	0.36	-43.2	-44.8

¹ FSTとFT4を混同しないようにしてください。FT4は、7.5秒ごとに送受信が入れ替わるHFとVHFのコンテスト用のモードです。

サブモードは、たとえばFST4-60Aのように表記され、それは60秒シーケンスでトーン間隔がAであることを意味します。サブモードB、C、Dは広いトーン間隔を表し、それぞれ、サブモードAの2倍、4倍、8倍となります。広いトーン間隔を持つサブモードの感度はドップラースプレッドと電波伝搬パスに依存して、低下します。WSJT-Xに最近実装された他のモードと同じく、a priori (AP)によって数デシベル感度向上が望めます。

FST4とFST4Wサブモードの用途としては次のように考えられます。

1. FST4W-120A、-300A、-900A、-1800A： 630m、2200mバンドにおけるWSPRと同じように利用
2. FST4-120A、-300A： 630m、2200mバンドにおける通常のQSO
3. FST4-15A： 50MHzの電離層スカッター（日中が最良）
4. FST4-15A、-30B、-30C、-30D： 144-1296MHzにおける高速（コンテスト？）EME QSO
5. FST4-120B、-120C、-300C、-300D： 50MHz、144MHz、432MHzバンドにおける超微弱信号

他の組み合わせもたくさん考えられますので、我々が考えていないような新たな応用をどしどし考えてください。例として、VK7MOとVK7ZBXはLEDアレーとFST4Wを用いて見通し外距離43kmの通信を成功させています。

WSJT-Xに慣れているユーザーはFST4の使い方もすぐわかると思いますので、ここでは違いについて若干触れるに留めることにします。デコードは受信周波数の上下、F Tolで設定された範囲だけで行われます。File → Settings → General → Single decodeをチェックしてください。ただし、F Tol範囲に複数の信号がある場合は、マルチプルデコードが行われることに留意してください。Auto Seqなど、ほかの設定は従来のWSJT-Xモードと同じように機能します。

EMEでは、Enable VHF and submode features と Decode after EME delayをチェックしておくことをお忘れなく。ドップラー追跡はWSJT-Xの他のモードと同じように動作します。

デフォルトのFST4推奨周波数は、バンド変更ドロップダウンリストから選べます。File → Settings → Frequenciesと進み、右クリックから Working Frequencies、Resetを行ってください。

FST4WはWSPRと同じように動作します。120秒、300秒、900秒、1800秒シーケンスが用意されています。Rx Freqはいつも1500Hzに、F Tolは100に設定されます。したがって、FST4Wのアクティブな範囲は1400～1600Hzになります。送受信シーケンス時間の選択の下にラウンドロビンモードが用意されています（図1参照）。3人のユーザーが予め打ち合わせておき、それぞれが1/3、2/3、3/3を選択しておけば、同時に送信してしまわないようにスケジュールできます。1/3は00:00:00UTCから送信開始することになります。WSPRと同じように送信するときはRandomを選びます。

LF、MFバンドにおける空間ノイズを軽減するためノイズブランカがオプションとして用意されています。FST4とFST4WウィンドウにNB nn%というスピナーコントロールがあり、指定のパーセンテージでデータサンプルをマスクすることができます。われわれの実験によると、夏のLF/MFバンドでは10～15%が良い結果を出していますが、みなさんでいろいろ試してみるとよいでしょう。ウォーターフォール表示、及びそれを録音した.wavファイルはブランキングをかける前の信号です。

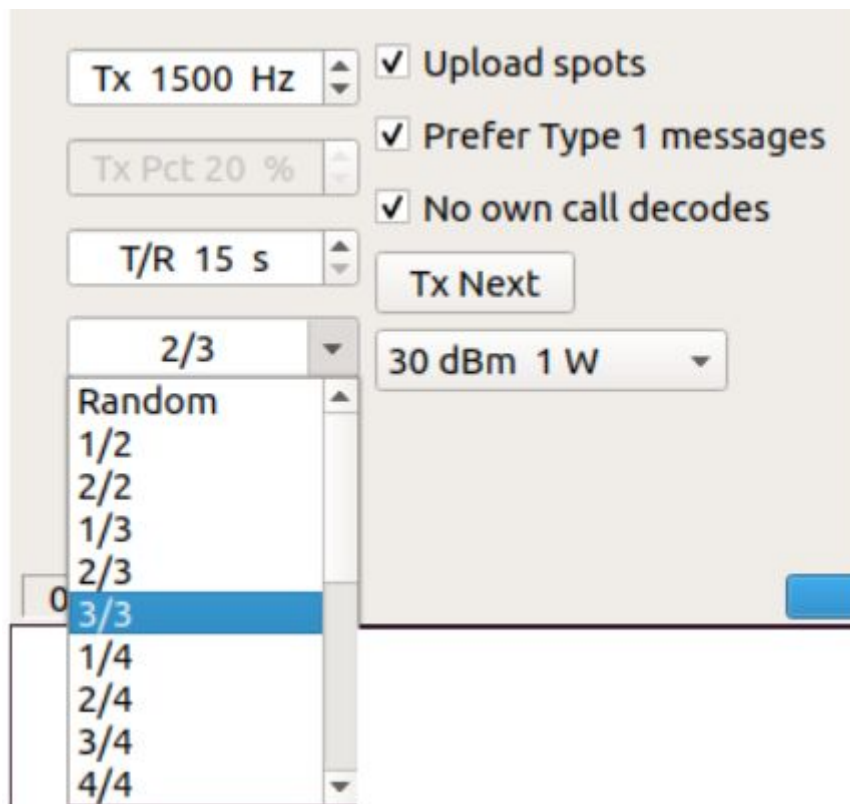


図 1、FST4Wモードのスケジューリングと他のオプション

新モードの性能を図 2 に例示します。2020年7月23日にNO3Mが受信したFST4W-300Aの信号です。このモードの限界SNR=-35dBに近い微弱な電波です。デコードされたメッセージの右端はドップラースプレッドの周波数がHz単位で表示されます。この機能をオンにするためには、作業フォルダーに plotspec というファイルを作り、コマンドラインからWSJT-Xを起動してください。一般的なルールとしてドップラースプレッドがサブモードのトーン間隔より小さくないとデコードできません。ドップラースプレッドがトーン間隔の8分の1より狭ければ、ベストです。

WSJT-Xの他のモードと同様に、FST4の開発はSNR、ドップラースプレッド、マルチパス遅延をシミュレーターで変化させながら行いました。シミュレータは「fst4sim」と名付けており、WSJT-Xのパッケージに含まれていますので、自由にテストしてください。

みなさんの、うまくいった、うまくいかなかった、などのフィードバックを歓迎します。最適化はいろいろな信号を使って行われます。Save All または Save Decoded を使って.wavファイルを録音して使ってみてください。

最初のテストグループ参加者リストは以下の通りです。

LF and MF: 2E0ILY KA1R K3MF K3RWR N1BUG N6LF NO3M VK4YB W1VD W7IUV

EME: G3WDG HB9Q K3MF K5DOG KA1GT PA2V VK4EME VK7MO W2HRO

効率よいテストを行うために、グループメンバによる綿密な計画が必要です。われわれの最大の目標は2200mと630mバンドにおける遠距離2-way QSOを録音記録することです。そして、すべてのバンドにおけるEMEテストです。とりわけ、50、144、432、1296MHzでFST4が有効でしょう。

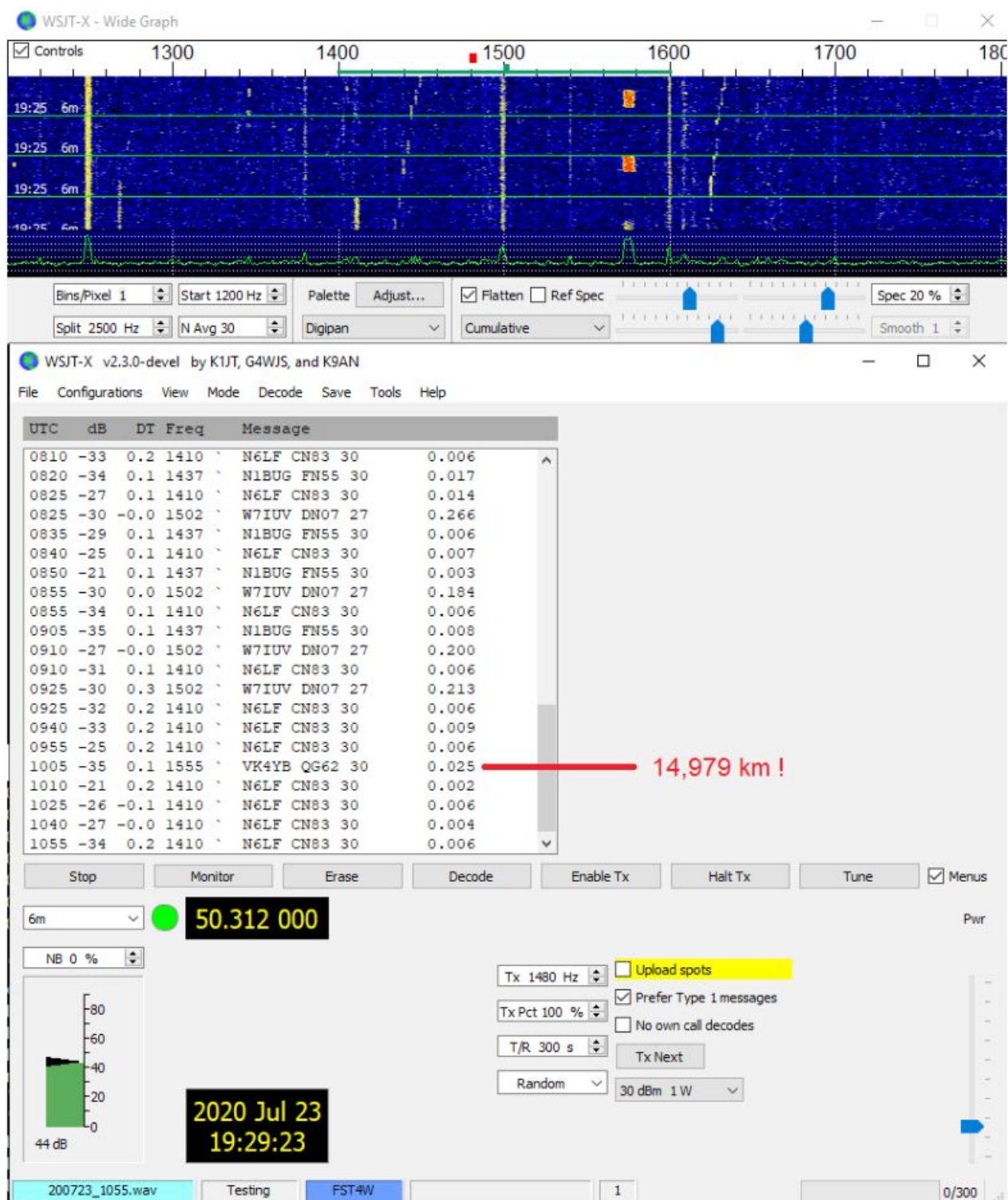


図2、NO3Mデコード 2200mバンド、2020年7月22日

日本語訳 大庭 JA7UDE (2020年9月12日)