

デジタルモードFT8入門

9-Feb-2020

JARL兵庫県支部 関西HAMシンポジウム

村脇順一 JA3RAF

概要

- デジタルモード概説
- ワッチしましょう
- 変更届
- 送信準備
- その他

FT8の解説は巷に溢れて居りますので、重複をなるべく減らし、余り紹介されていないネタに注力して参りたいと思います。とは言え、どこかにある話ばかりですが。

主なWSJT系デジタルモードの特徴1

- ラバースタンプQSO
- シグナルレポートはdB
- QTHはグリッドロケータ
- QSOの形式

CQ JA3RAF PM74

JA3RAF WH0Z QK25

WH0Z JA3RAF -07

JA3RAF WH0Z R-08

WH0Z JA3RAF RRR

JA3RAF WH0Z 73

主なWSJT系デジタルモードの特徴2

各モードの特徴

モード	FT8	FT4	JT65	単位
サイクル	15	7.5	60	秒
送信時間	12.6	5.04	46.8	秒
帯域幅	50	83.333	177.6	Hz
伝送速度	6.25	20.833	2.692	baud
S/N	-20	-17.5	-25	dB
ペイロード	77	77	72	bit

運用周波数 (QRG)

運用周波数 [kHz]

註

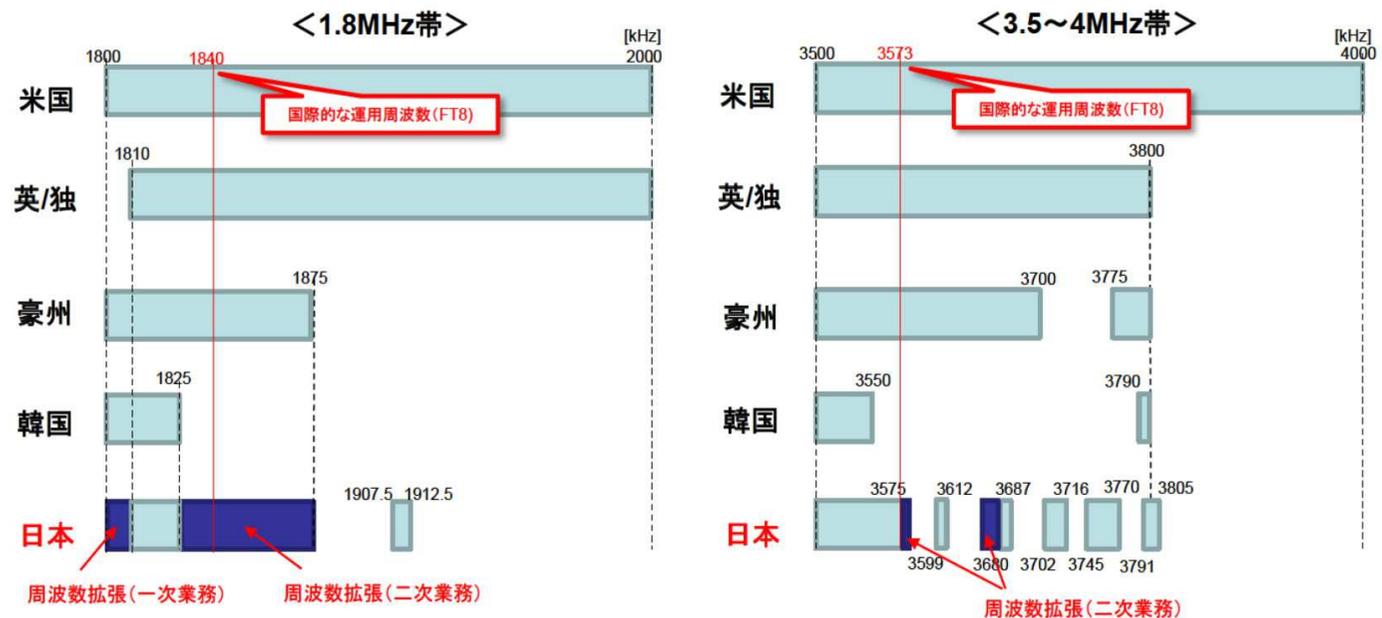
BAND		FT8	FT4	JT65	
160m	DX	1840		1838	FT4の運用周波数は、コンテストルールに従う。
	国内	1908	1909	1909	
80m	DX	3573	3575,3568	3570	赤字はオフバンド。
	国内	3531		3531	
40m	DX	7074	7047.5,7090	7076	青字はバンドプランの「注」に従う。
	国内	7041		7041	
30m		10136	10140	10138	
20m		14074	14080	14076	時が経てば変わるので、最新情報を使うこと。
17m		18100	18104	18102	
15m		21074	21140	21076	
12m		24915	24919	24917	DX pedition mode の運用周波数は、アナウンスに従う。
10m		28074	28180	28076	
		50313	50318	50310	
6m	国内	50280		50276	
	大陸間	50323			

バンドプランが変わる？

- 検討中

周波数の追加割当て①

令和元年9月に公表された「周波数再編アクションプラン(令和元年改定版)」に基づき、アマチュア局の一部の周波数帯について、バンドプラン等の見直しを行うものである。周波数の割当てに当たっては、既存無線局の周波数の使用状況及び使用条件を踏まえ、アマチュア局の国際的な使用周波数の調和を考慮した周波数の追加割当てを行う。



- > 1800-1810kHzの周波数帯を一次業務として追加分配
- > 1825-1875kHzの周波数帯を二次業務として追加分配

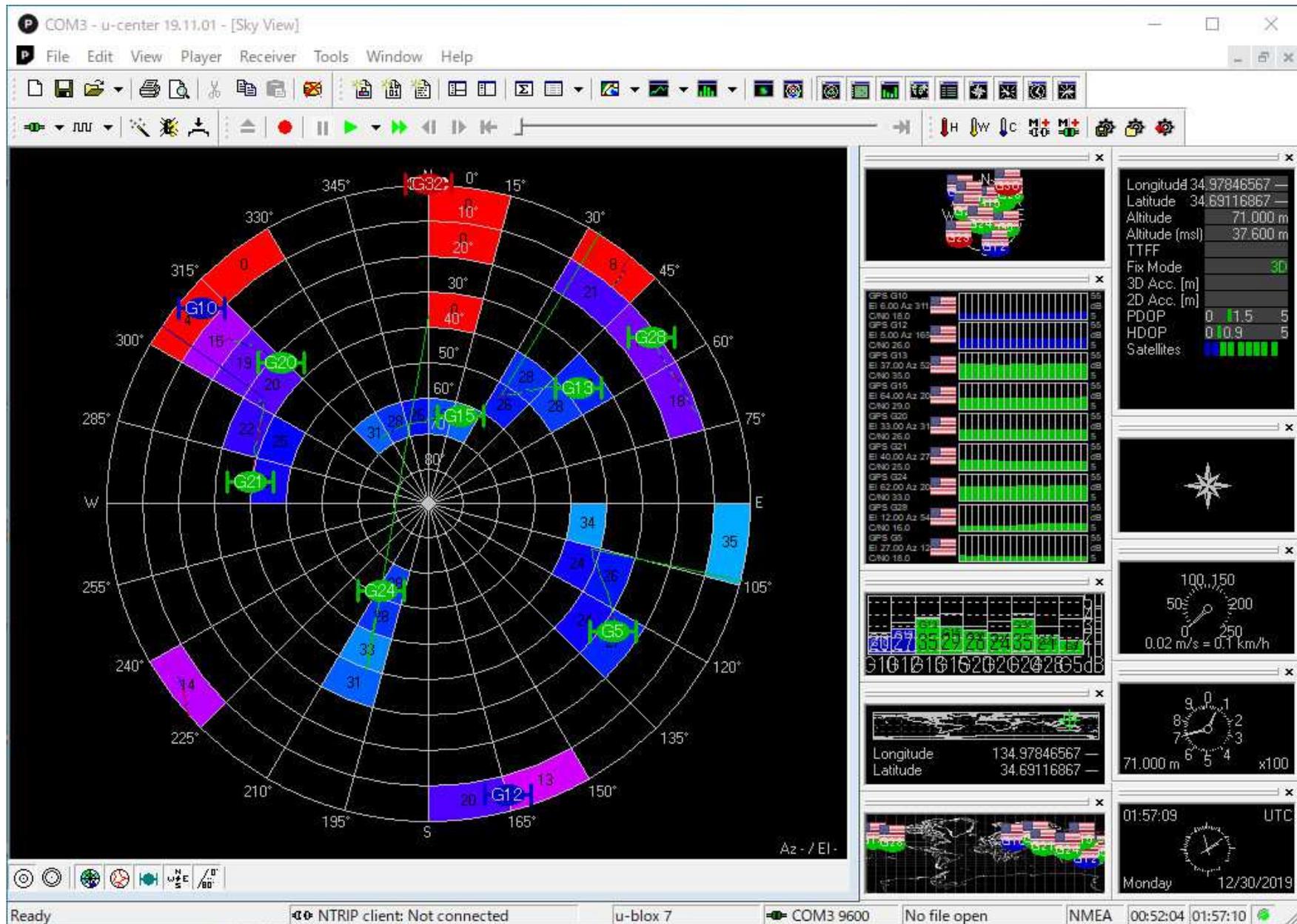
- > 3575-3580kHz及び3662-3680kHzの周波数帯を二次業務としてそれぞれ追加分配

時計1

- PCの時計を正確に合わせる必要がある。
- ネットが使える環境ならNTPでも構わないが。
- 移動運用等では、GPSドングルを活用。



時計2



WSJT-XをD/L

- <https://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/wsjsx.html>



WSJT-X

[Home](#)
[WSJT-X](#)
[WSJT](#)
[MAP65](#)
[WSPR](#)
[SimJT](#)
[Program Development](#)
[References](#)
[Support](#)

Description

WSJT-X implements communication protocols or "modes" called **FT4**, **FT8**, **JT4**, **JT9**, **JT65**, **QRA64**, **ISCAT**, **MSK144**, and **WSPR**, as well as one called **Echo** for detecting and measuring your own radio signals reflected from the Moon. These modes were all designed for making reliable, confirmed QSOs under extreme weak-signal conditions.

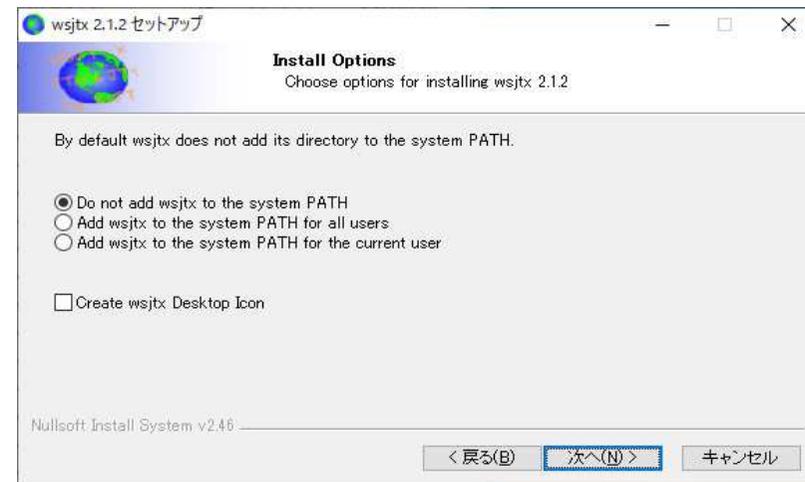
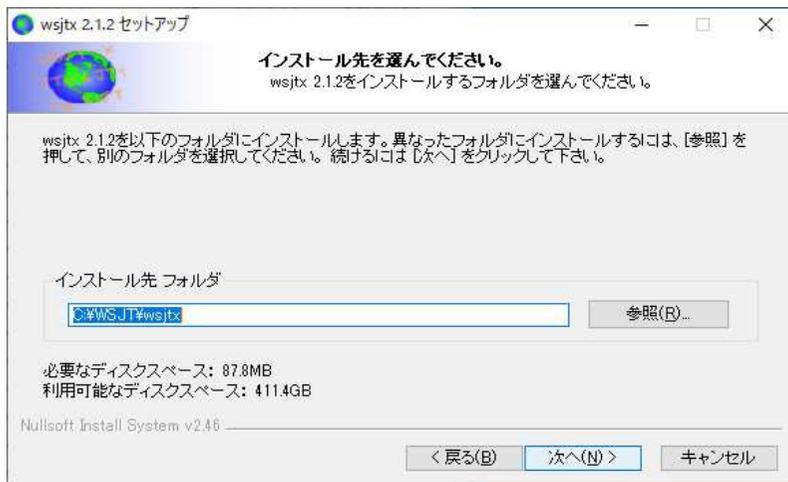
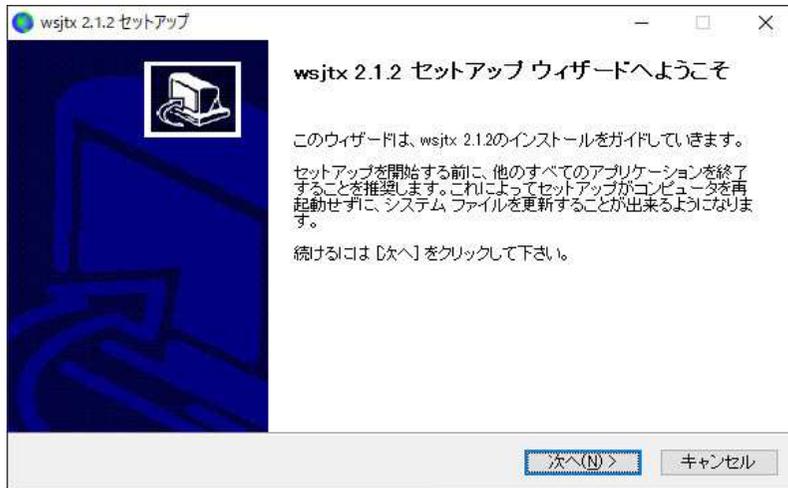
JT4, **JT9**, **JT65**, and **QRA64** use nearly identical message structure and source encoding (the efficient compression of standard messages used for minimal QSOs). They use timed 60-second T/R sequences synchronized with UTC. **JT65** and **QRA64** were designed for EME ("moonbounce") on the VHF/UHF bands; **JT65** has also proved popular and effective for worldwide QRP communication at HF. **JT9** is optimized for the LF, MF, and HF bands. It is about 2 dB more sensitive than **JT65** while using less than 10% of the bandwidth. With either **JT9** or **JT65**, world-wide QSOs are possible with power levels of a few watts and compromise antennas. **JT4** and **QRA64** are optimized for EME on the VHF and higher bands, and especially the microwave bands from 2.3 to 24 GHz.

FT4 and **FT8** are operationally similar but use T/R cycles only 7.5 and 15 s long, respectively. **MSK144** is designed for Meteor Scatter on the VHF bands. These modes offer enhanced message formats with support for nonstandard callsigns and some popular contests.

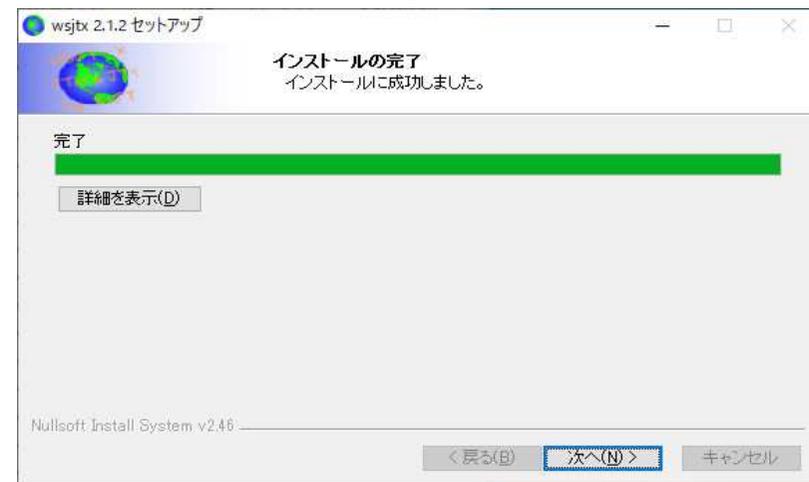
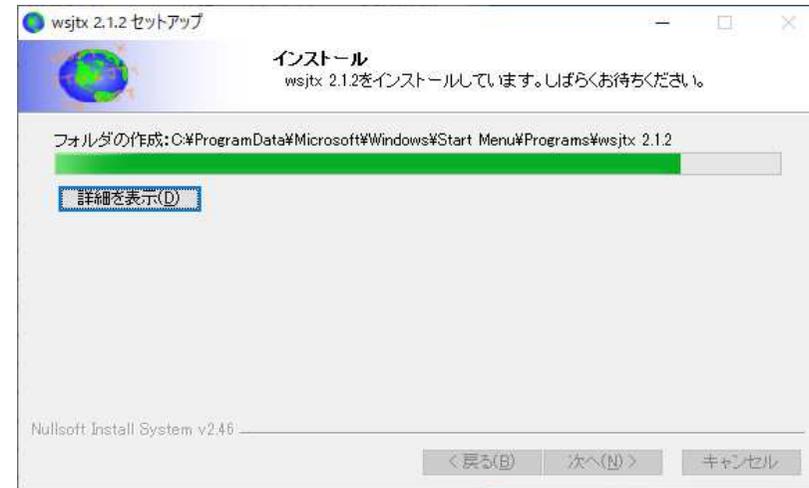
As described more fully on [its own page](#), **WSPR** mode implements a protocol designed for probing potential propagation paths with low-power transmissions. **WSPR** is fully implemented within WSJT-X, including programmable "band-hopping".

Latest General Availability (GA) release: WSJT-X 2.1.2

WSJT-Xのインストール1



WSJT-Xのインストール2



USBドライバをD/L・インストール

The screenshot shows the ICOM website's support page for downloading a USB driver. The browser address bar shows the URL: icom.co.jp/support/download/firmware_driver/FrmDwn3.php?TYPE=%83A%83%83%83...

The page title is "ファームウェア/ドライバ ダウンロード" (Firmware/Driver Download). The breadcrumb trail is: ホーム > サポート情報 > ダウンロード > ファームウェア/ドライバ.

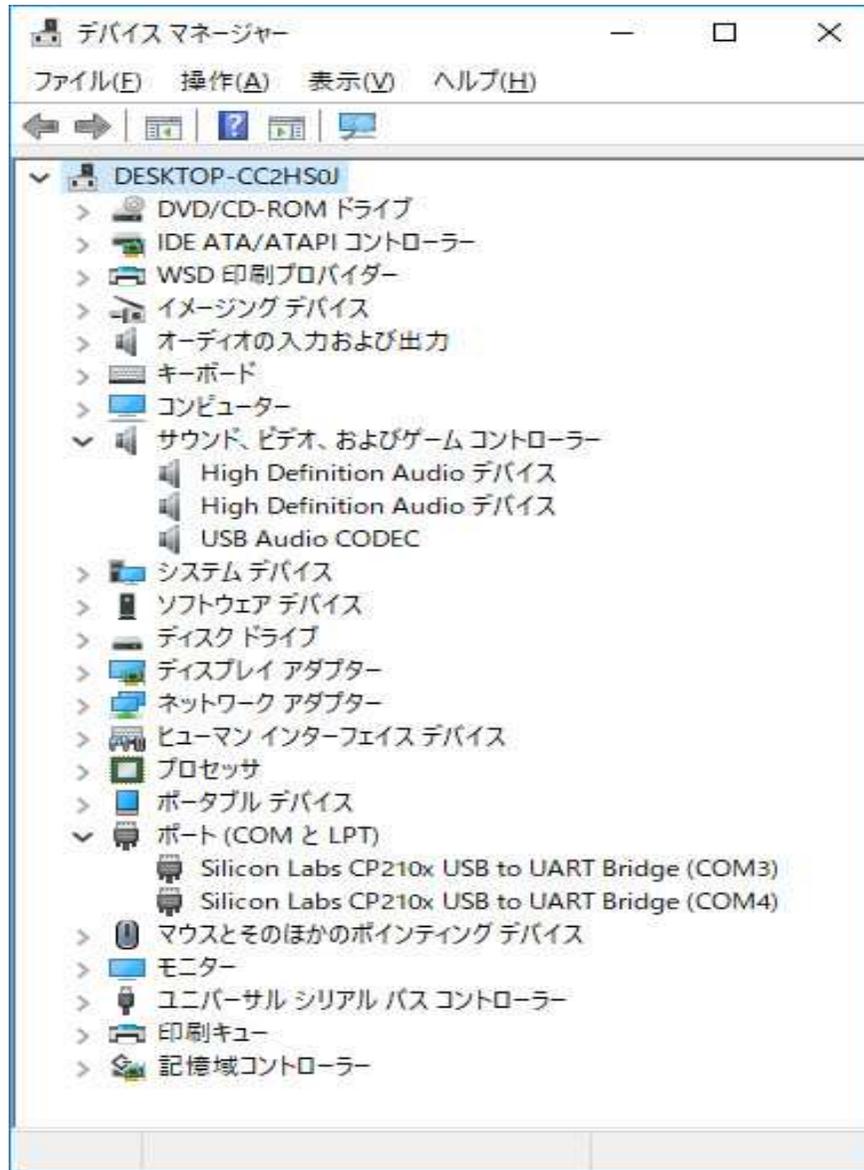
The sidebar on the left contains the following links:

- サポート情報
- サポート情報トップ
- 製品別サポート情報
- 各種ダウンロード
- カタログ
- 取扱説明書
- ファームウェア・ドライバ等
- FAQ (よくある質問)
- 導入/購入について
- ユーザー登録 (愛用者カード)
- カタログ請求
- 製品についてのお問い合わせ
- 重要なお知らせ

The main content area features a table with the following specifications:

ジャンル	アマチュア無線機器
カテゴリ	固定機
種類	USBドライバ
製品名	IC-7100/IC-7200/IC-7300/IC-7410/IC-7600/IC-7610/IC-7850/IC-7851/IC-9100/IC-9700
バージョン	Version 1.30
公開日	2018/06/07
主な変更点	「Windows 10 Version 1803 (April 2018 Update)」に対応
補足説明、注意	※本ドライバーは、下記の無線機と受信機に対応しています。(2019年1月現在) ・IC-7100 ・IC-7200 ・IC-7300 ・IC-7410 ・IC-7600 ・IC-7610 ・IC-7850 ・IC-7851 ・IC-9100 ・IC-9700 ・IC-R8600 ※本ドライバーをダウンロードする前に、“USBドライバーインストールガイド”をお読みいただき、インストールに必要な機器や動作環境、ご使用までの流れなどをご確認ください。
容量	7.67 MB
形式	zip
取扱説明書	取扱説明書ダウンロードページへ

デバイスマネージャで確認



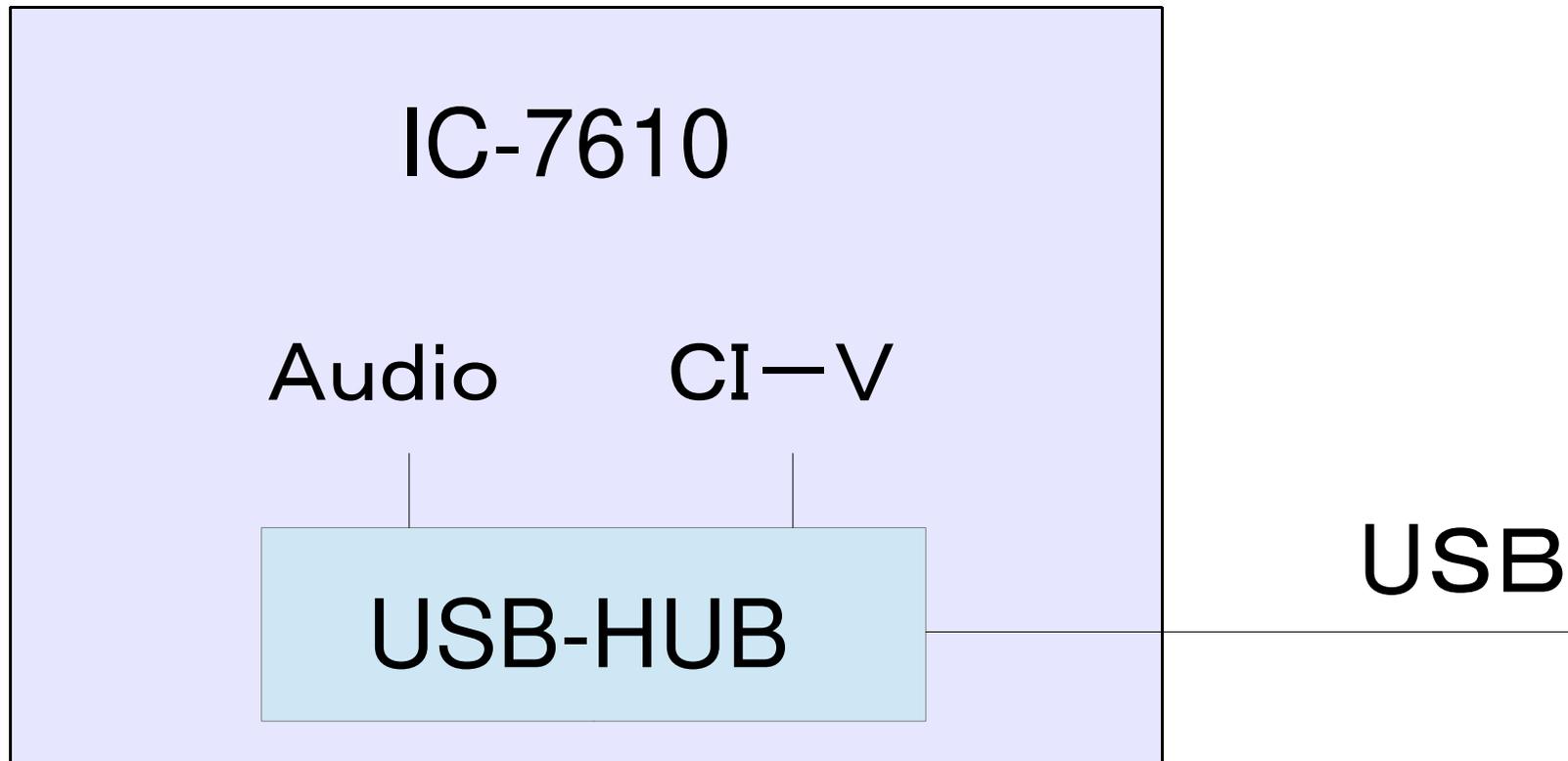
← オーディオ入出力

← CI-Vのポート

接続はUSBケーブル1本だけ



USB-HUB内蔵



バージョン確認



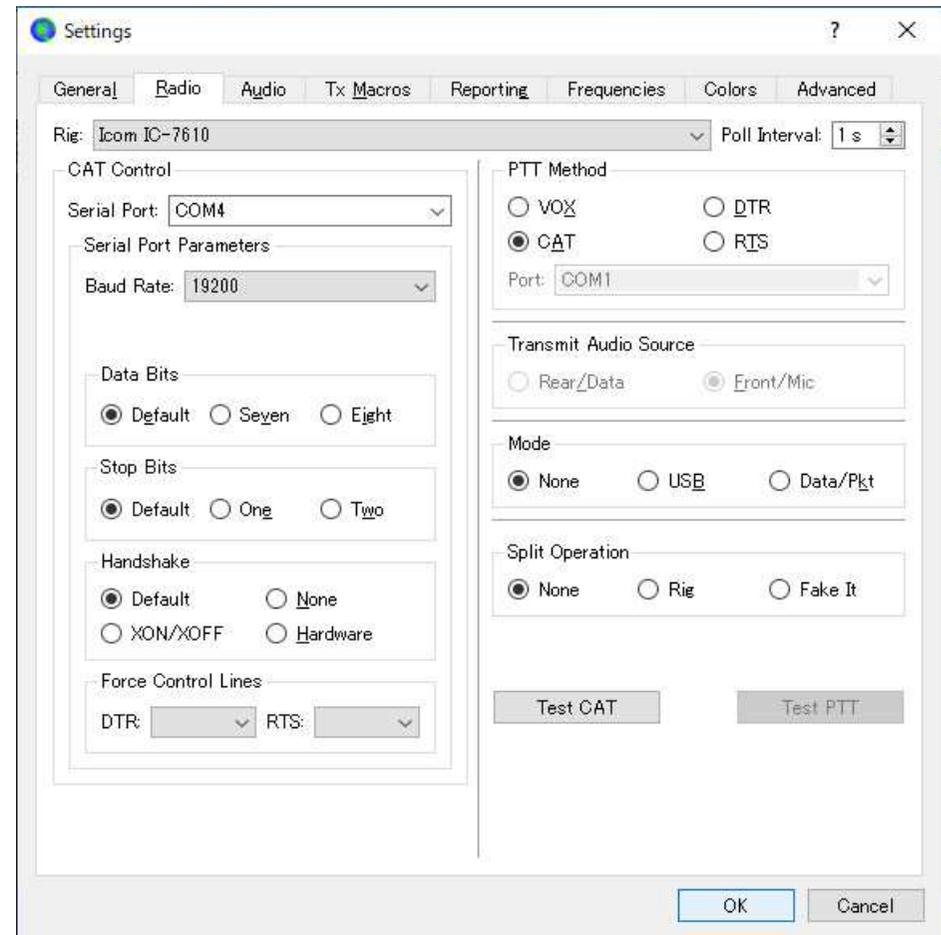
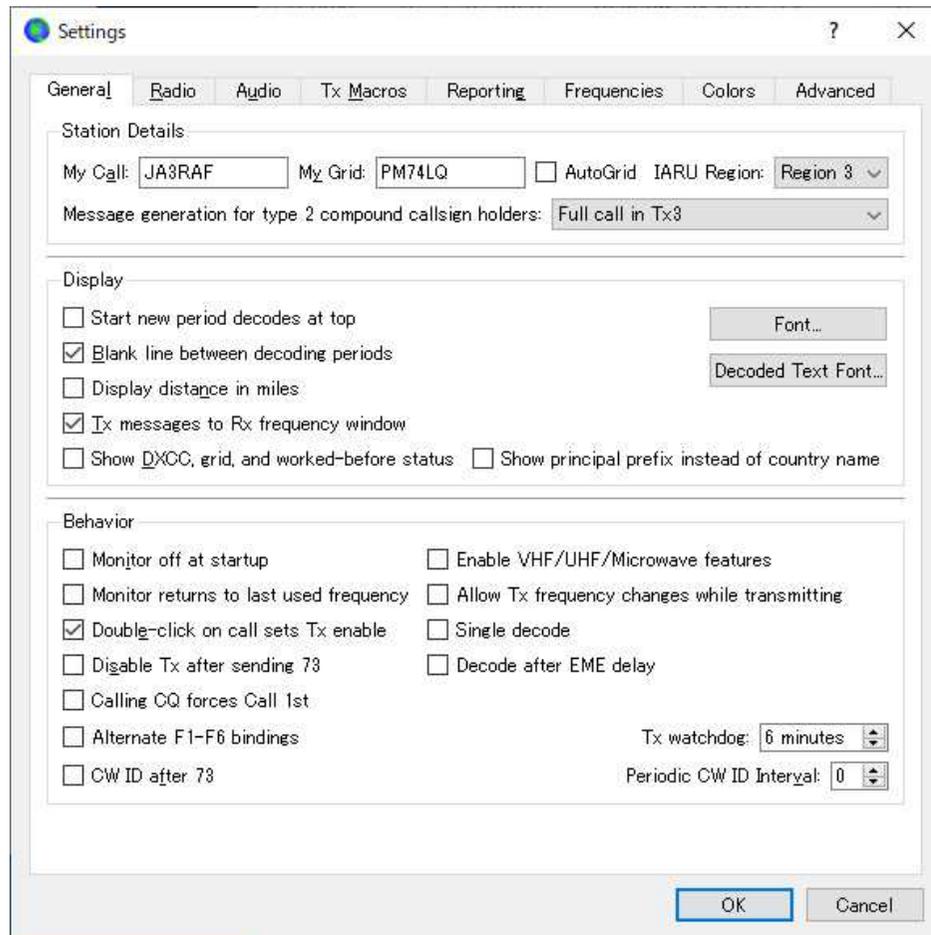
CI-Vボーレーートを19200に



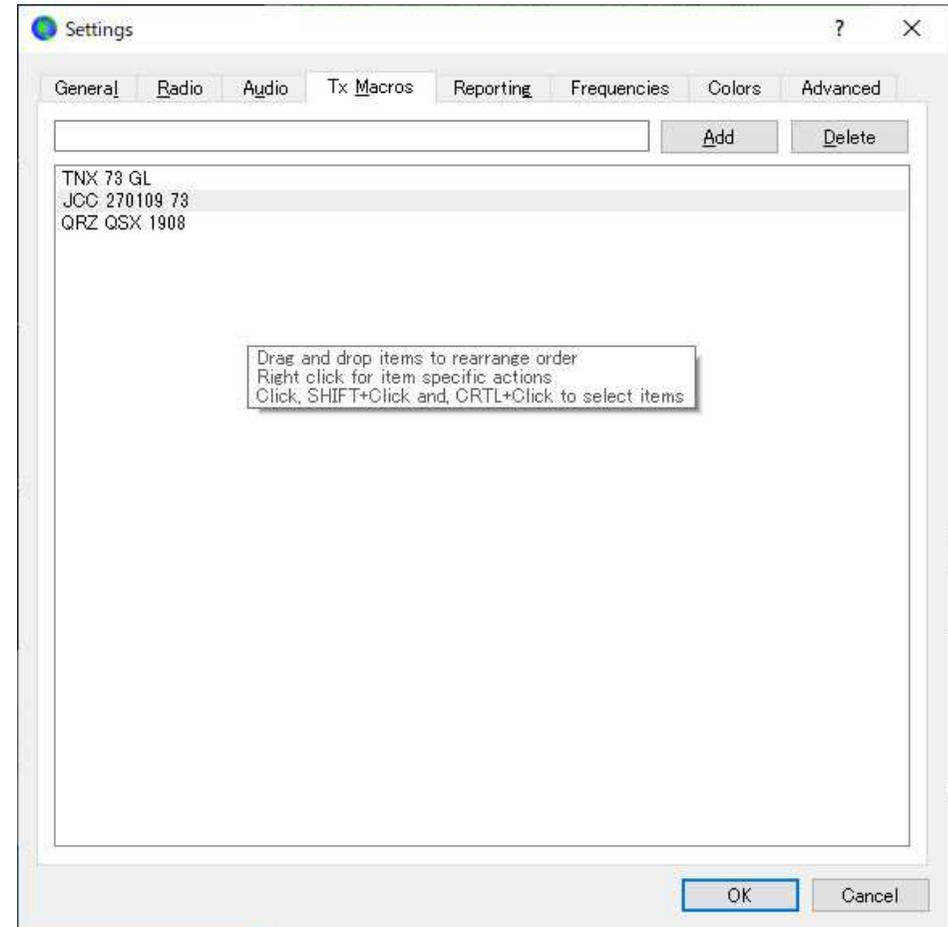
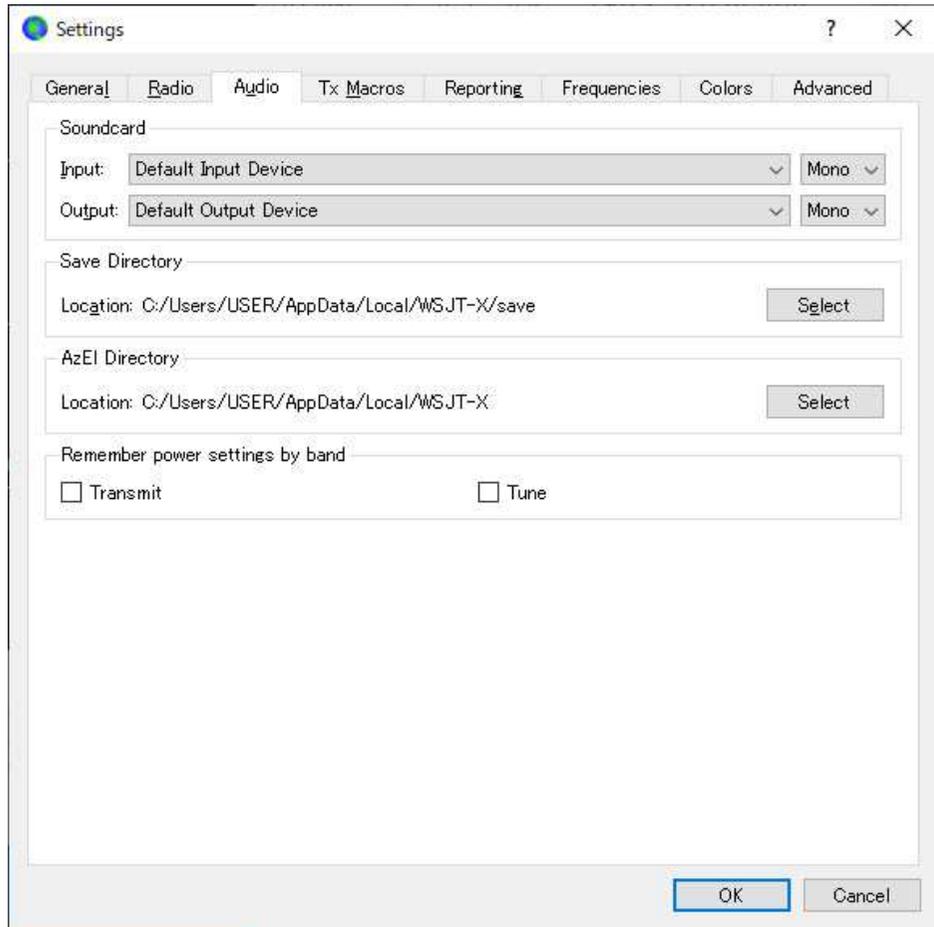
CI-V USBポートをリモートと接続



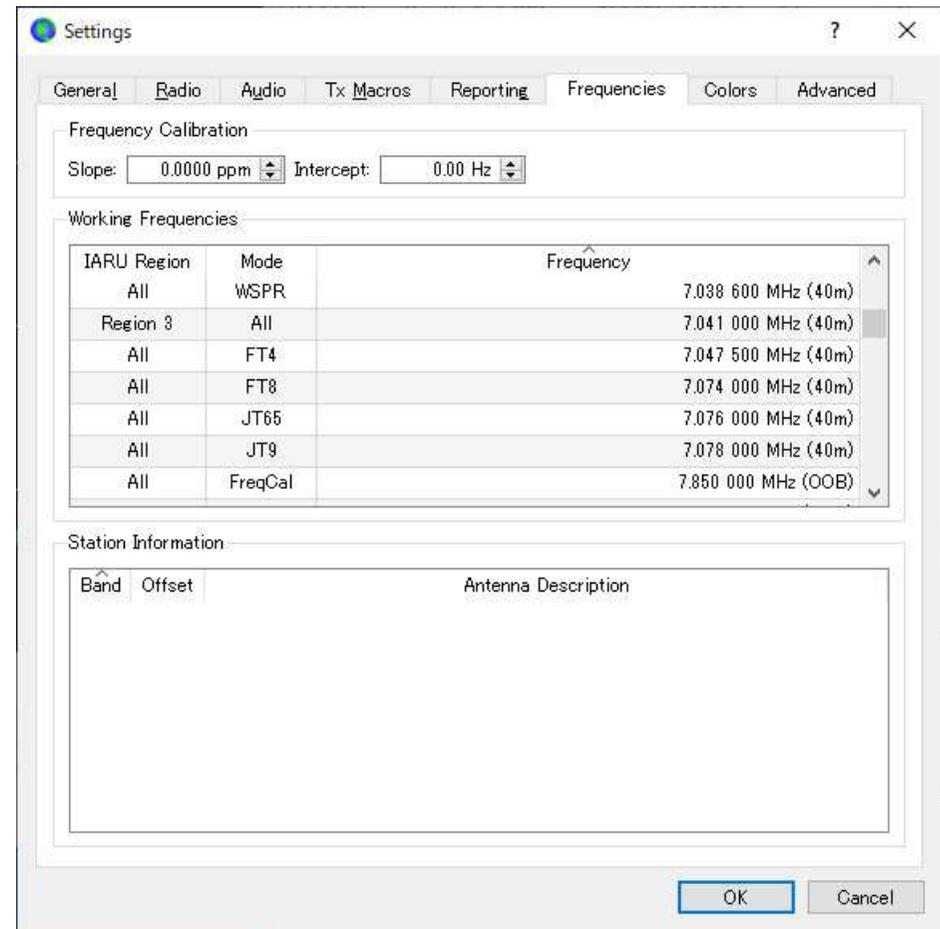
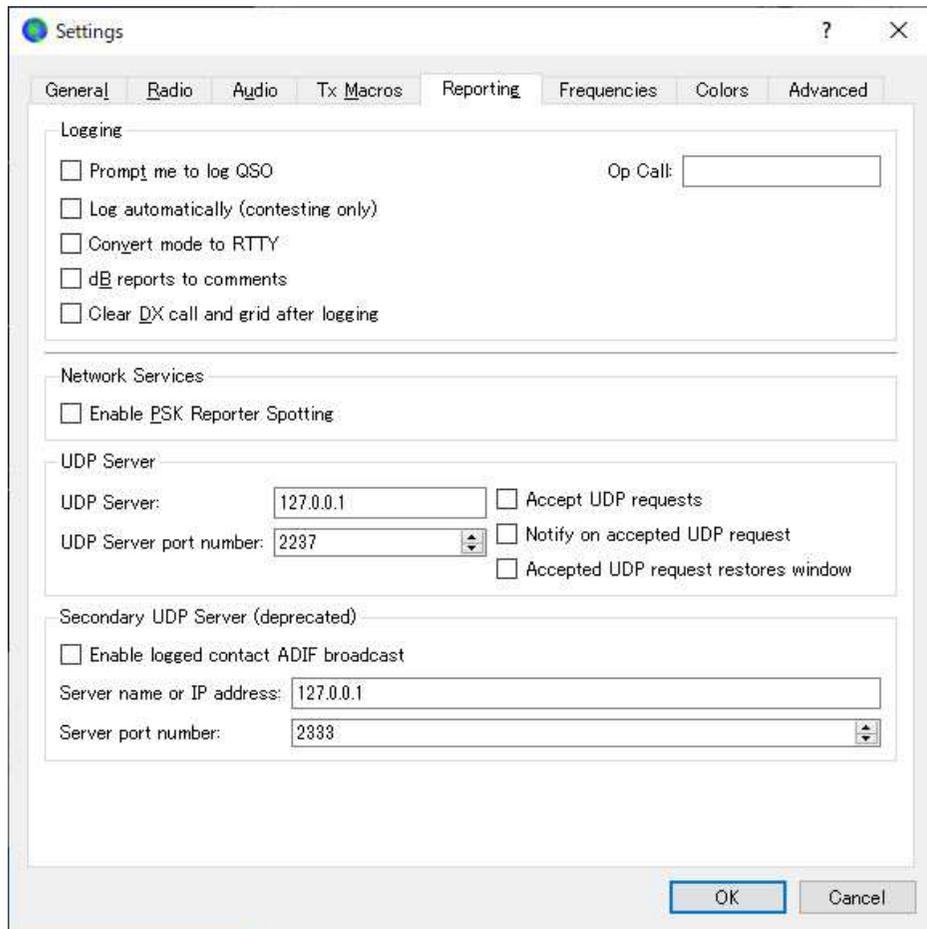
WSJT-Xの設定 1



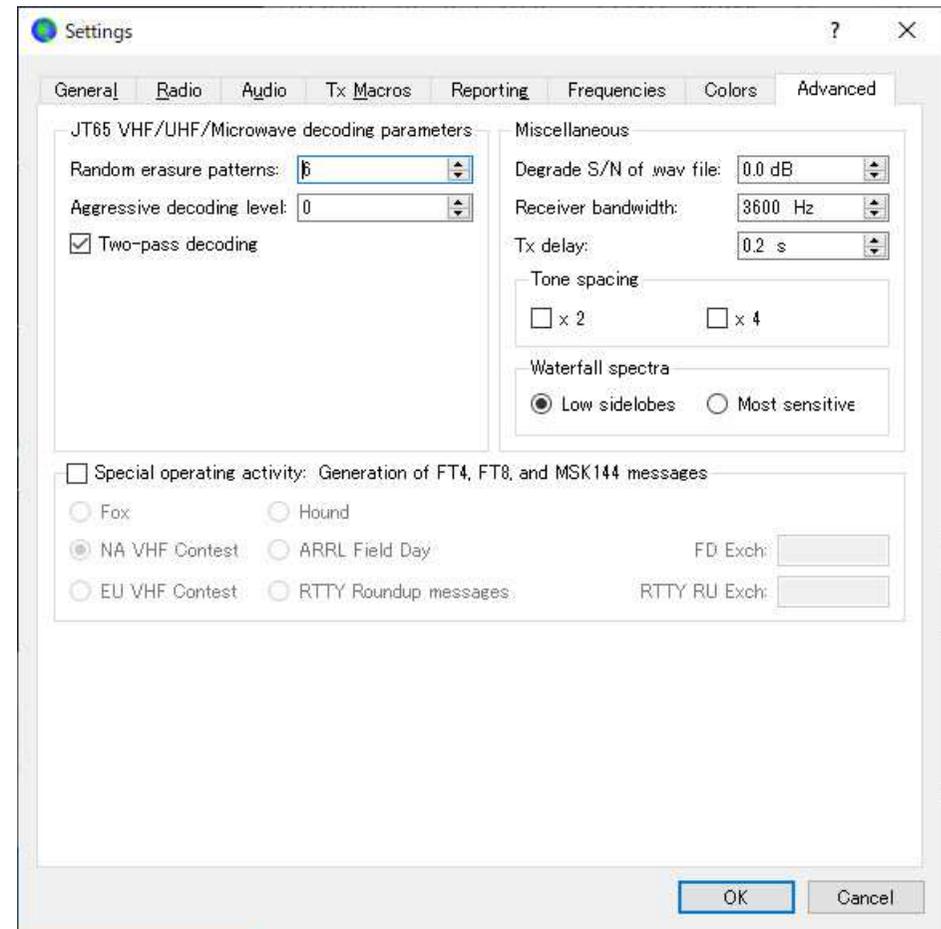
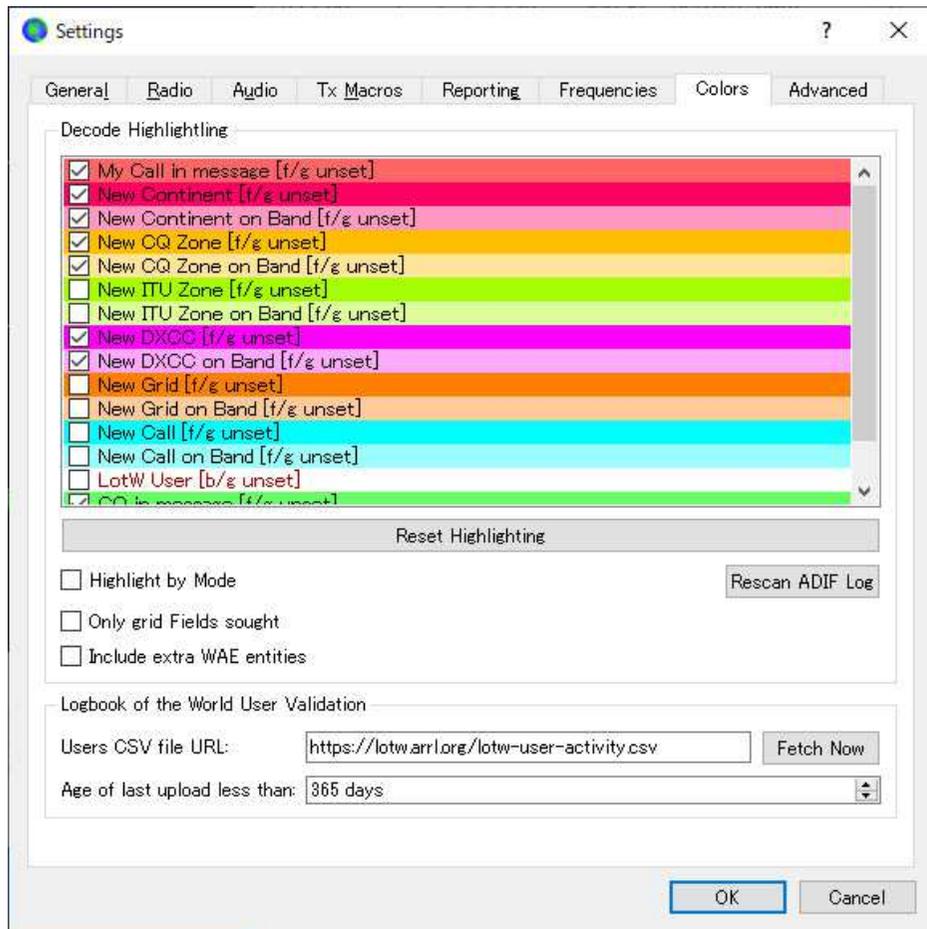
WSJT-Xの設定 2



WSJT-Xの設定 3



WSJT-Xの設定 4



モードをUSB-D1にする

- 全てのバンドでUSB。(ローバンドでもUSB)



AGCの設定

- AGCをFAST(0.1)または、OFFにする。
(Defaultは0.3)

ANT 1 (EXT) MET Po 9:35 02 UTC 0:35 ANT 1 BW 3.6k SFT +300

P.AMP OFF

ATT OFF

IP+ ON

AGC FAST

VOX OFF

VFO USB-D1 FIL1 7.074.00 92

VFO USB-D1 FIL1 7.074.00 72

	SSB	CW	RTTY	PSK	AM	FM	(sec.)
FAST	0.1	0.1	0.1	0.1	3.0	0.1	
MID	2.0	0.5	0.5	0.5	5.0	—	DEF
SLOW	6.0	1.2	1.2	1.2	7.0	—	↩

ANT 1 (EXT) MET Po 9:34 48 UTC 0:34 ANT 1 BW 3.6k SFT +300

P.AMP OFF

ATT OFF

IP+ ON

AGC OFF

VOX OFF

VFO USB-D1 FIL1 7.074.00 92

VFO USB-D1 FIL1 7.074.00 72

	SSB	CW	RTTY	PSK	AM	FM	(sec.)
FAST	OFF	0.1	0.1	0.1	3.0	0.1	
MID	2.0	0.5	0.5	0.5	5.0	—	DEF
SLOW	6.0	1.2	1.2	1.2	7.0	—	↩

受信帯域幅を広げる 1

- 3.0kHz→3.6kHzに広げる。
「BW」をタップし、色を青に変える。
メインダイヤルを回して 3.6k にする。



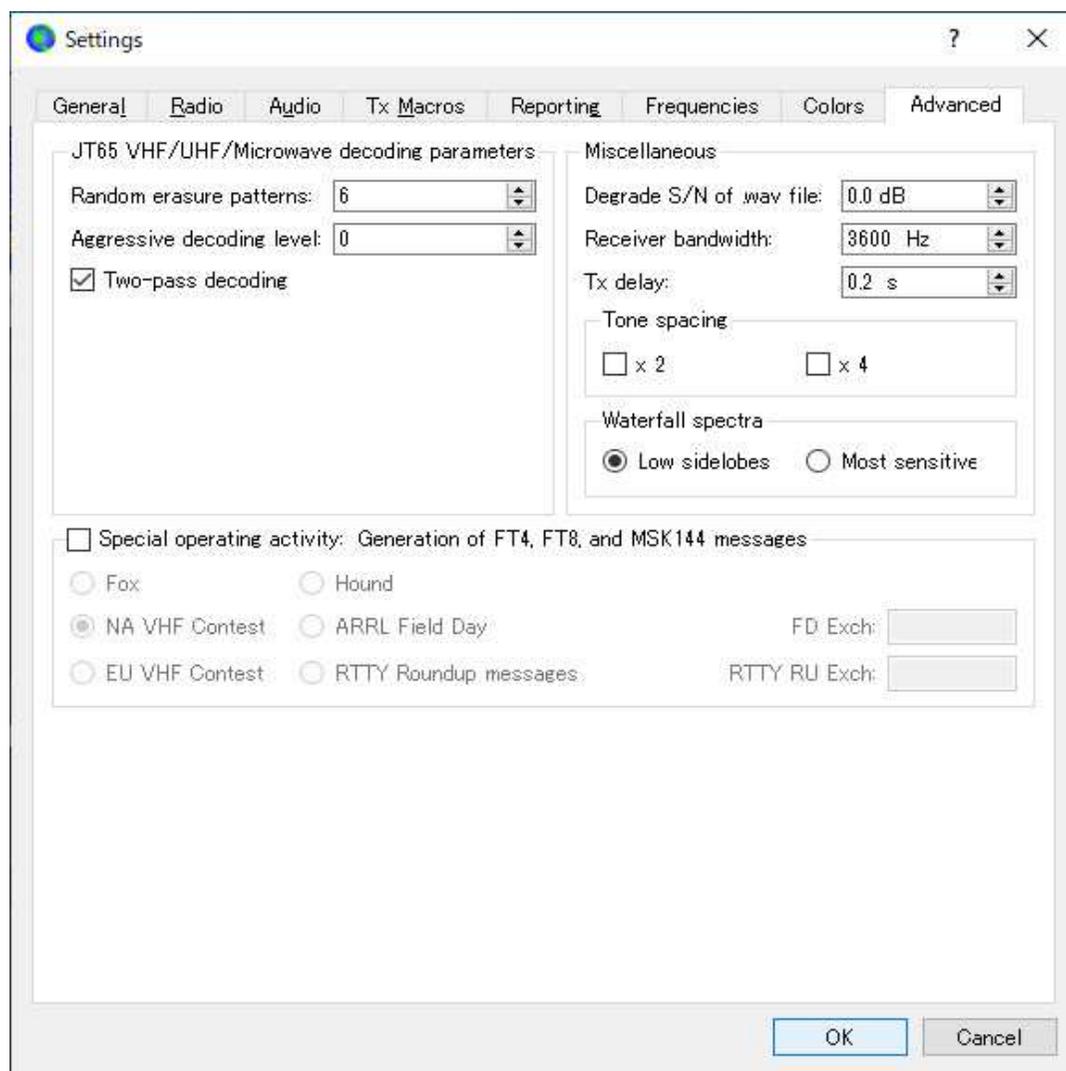
受信帯域幅を広げる 2

- -300~3300Hz→0~3600HzにPBTで移動

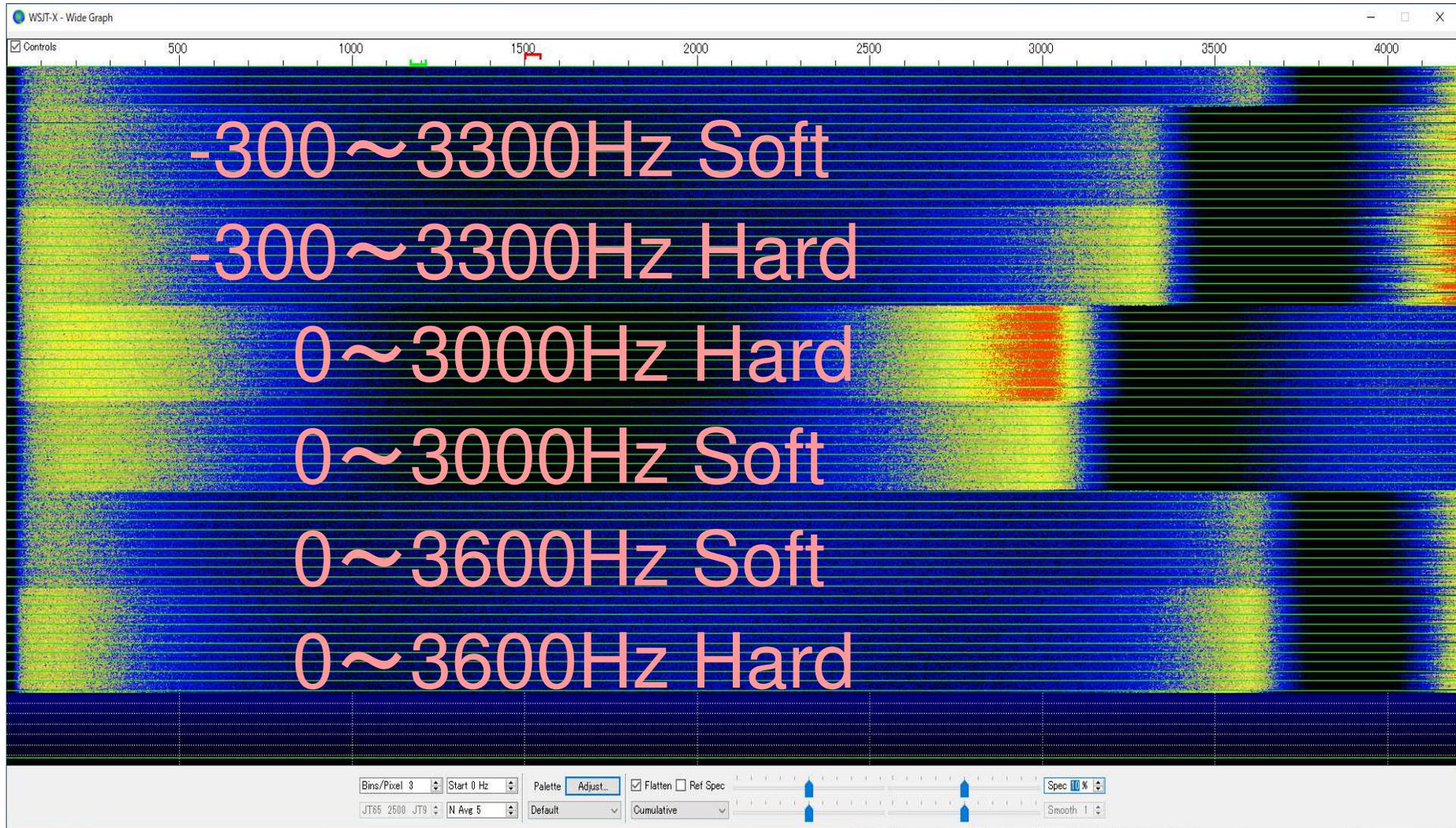


受信帯域幅を広げる 3

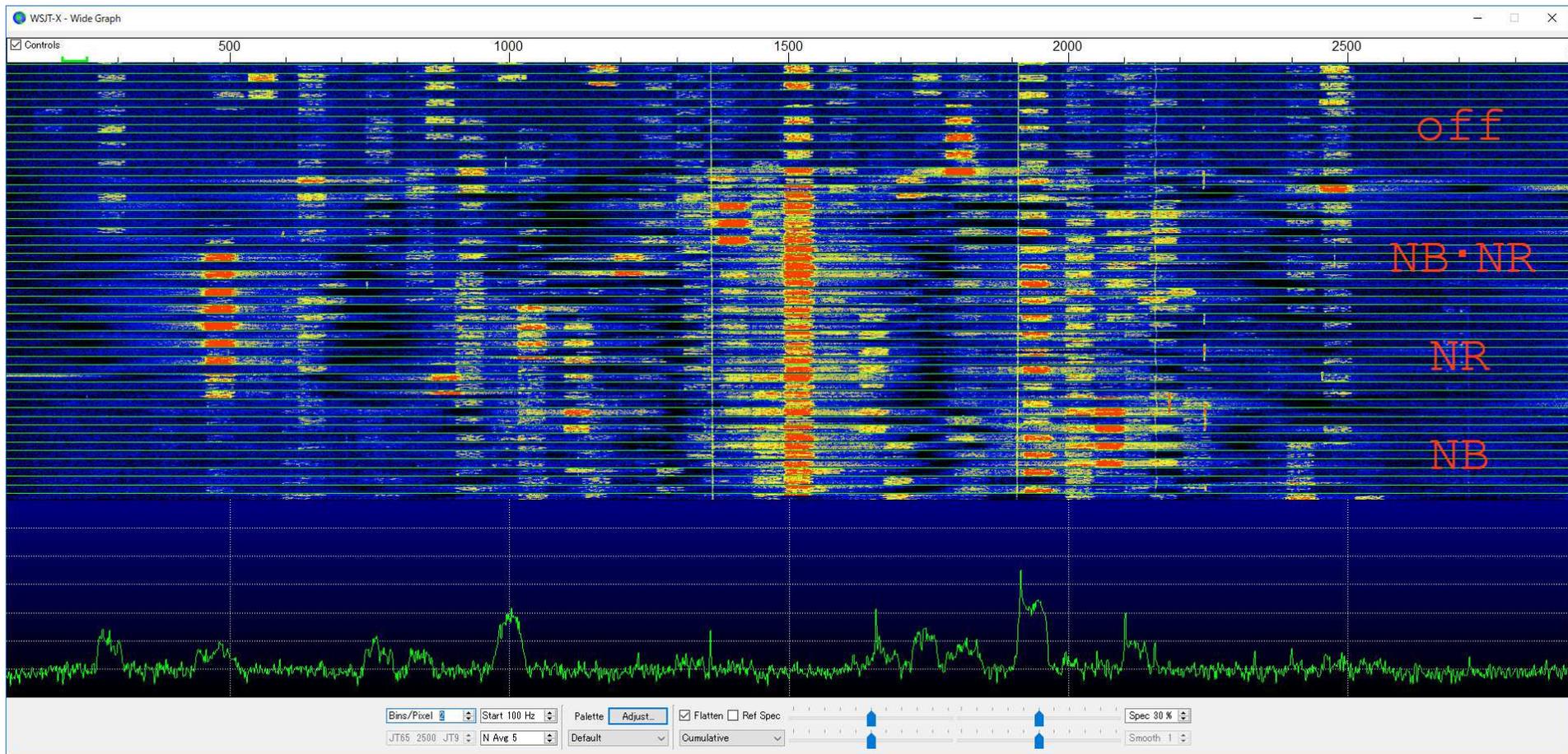
- WST-XのSettings
→Advancedも併せて変更。
(WSJT-X本体は、0~5000Hz迄対応している。)



受信フィルターによる相違



NB・NRはオフ



ワッチしましょう

The screenshot shows the WSJT-X v2.1.2 interface. The 'Band Activity' window displays a list of received signals with columns for UTC, dB, DT, Freq, and Message. Several signals are highlighted in green, including 'CQ 4F3GM PK04', 'CQ LU9EDZ LU1PAA 73', 'CQ LU8ENU GF05', 'CQ VR2XMT OL72', and 'CQ LU4EFC GF13'. The 'Rx Frequency' window is currently empty. The control panel at the bottom shows the current frequency as 7.074 000 MHz, a signal strength of 56 dB, and a time of 2020 1 18 09:53:02. A 'Monitor' button is highlighted in green. The status bar at the bottom indicates 'Receiving' and 'FT8' mode.

UTC	dB	DT	Freq	Message
095245	-16	0.0	459 ~	CQ 4F3GM PK04
095245	-11	0.5	725 ~	LU9EDZ LU1PAA 73
095245	-16	0.1	1000 ~	CQ LU8ENU GF05
095245	7	0.4	1644 ~	HP2DFA JR3NZC -12
095245	-1	0.0	1949 ~	LU3EK HL2EIZ -04
095245	4	-0.0	2027 ~	CQ VR2XMT OL72
095245	-9	0.8	2109 ~	CQ LU4EFC GF13
095245	-13	1.0	2151 ~	LU7FIN BD4RHV R-22
095245	-19	0.4	2289 ~	JE1COB V31MA -14
095245	-11	1.3	1999 ~	YB3BBF BI7NVL -14

無信号時に
30dBとなる
様RFゲイン
を絞る。

総通へ直接申請

「付加装置」

● 総合通信局へ直接提出する場合（無線設備の保証が不要の場合）の一例

<p>送信機の取替、増設 (技術基準適証明設備《新スプリアス規格》をそのままの状態を使用する場合)</p>	<p>許可された送信機に付 属装置の追加、撤去 (設備のマイク端子にRTTY、S STV、PC等の付属装置を接続 するもの)※ JT65、JT9、FT8、WSPRなど</p>	<p>空中線の型式の変更、 追加、撤去※</p>	<p>許可された送信機に付 属装置(ブースター、トランス パーター等)の取付け (変更後の空中線電力が20W以下 のもの)</p>
<p>475kHz帯の送信機追 加・取替、指定変更 【要検査】(付属装置による変更で、 出力20W以下となる場合は検査不要)</p>	<p>移動しない局の設置 場所変更 (技術基準適合証明設備のみ を使用する場合)</p>	<p>送信機の一部撤去 (指定変更を伴うもの)、 (指定変更を伴わないもの※)</p>	<p>既設局との設備共用 (常置場所が同じで、資格の操 作範囲内に限る)</p>
<p>住所変更 (転居及び住所表記の変更) 市町村合併等に伴う場合は原則 手続不要</p>	<p>氏名の変更 (免許状の訂正前に無線従事 者免許証の訂正申請が必要で ず)</p>	<p>移動しない局から 移動する局への変更</p>	<p>無線従事者免許証番 号のみの変更 (上級資格を取得した場合など ※)</p>
<p>住所変更 (転居及び住所表記の変更) 市町村合併等に伴う場合は原則 手続不要</p>	<p>社団局(クラブ局)の名 称、代表者、構成員※、 定款※などの変更</p>	<p>旧コールサインへの指 定変更</p>	<p>行事等を記念した特別 なコールサインへの指 定変更及び元のコール サインへの指定変更</p>
<p>既に提出した申請書 類の誤記訂正 (住所等)</p>	<p>移動する局の常置場所 変更 (申請書は現在免許を受けている総 合通信局等へ提出)</p>		

● 保証を受けるため一般財団法人日本アマチュア無線振興協会 (JARL) 又は T S S 株式会社を経由する場合の一例

<p>送信機の取替、増設 (技術基準適証明設備《旧スプリアス規格》を使用する場合、基準適合証 明設備ではない設備を使用する場合)</p>	<p>送信機の取替、増設 (技術基準適合証明設備のマ イク端子にPC等の付属装置を 接続するもの)※ JT65、JT9、FT8、WSPR等</p>	<p>移動しない局の設置 場所の変更 (200W以下で技術基準適合証 明機器のみではないもの)</p>	<p>送信機の取替、増設 (FPV用等、外国製の送信機を 使用する場合)</p>
<p>移動する局から移動し ない局への変更 (技術基準適合証明設備のみ のものを除く)</p>	<p>許可された送信機に 付属装置の取付け (空中線電力が20W超え200W以下 となるもの)</p>	<p>許可された技術基準 適合証明設備の改造 (空中線電力が20W超え200W以下 となるもの)</p>	

変更届1

- 2019年1月1日から
縦長様式に変わった。
- 2018年12月10日から
旧FT8の登録があり新FT8を使用する場合

「特例として現行の諸元表で読みかえますので手続き不要です。」

既に新FT8の届出がある場合

「この改変において手続きは不要です。」

「なお、別の変更があった場合それに合わせて諸元表を変更してください。」(但し、2020年1月31日からこの但書きは消滅。)

変更届2

(平成31年1月 近畿総合通信局アマチュア局申請版)

無線局変更等申請書及び届出書

令和元年11月15日

近畿総合通信局長 殿



- 電波法第9条第1項又は第4項の規定により、無線局の工事設計等の変更の許可を受けたいので、無線局免許手続規則第12条第1項に規定する書類を添えて、下記のとおり申請します。
- 電波法第9条第2項又は第5項の規定により、無線局の工事設計等を変更したので、無線局免許手続規則第12条第1項に規定する書類を添えて、下記のとおり届け出ます。
- 電波法第17条第1項の規定により、無線局の変更等の許可を受けたいので、無線局免許手続規則第25条第1項において準用する第12条第1項に規定する書類を添えて、下記のとおり申請します。
- 電波法第17条第2項又は第3項の規定により、許可を要しない無線設備の軽微な変更工事をしたので、無線局免許手続規則第25条第1項において準用する第12条第1項に規定する書類を添えて、下記のとおり届け出ます。
- 電波法第19条の規定により、無線局の周波数等の指定の変更を受けたいので、無線局免許手続規則第25条第1項において準用する第12条第1項に規定する書類を添えて、下記のとおり申請します。

記

1 申請（届出）者

住所	都道府県—市区町村コード（ ）※不明な場合は省略可能 〒（ ） [Redacted]
氏名又は 名称及び代表者氏名 (社団局の場合)	フリガナ [Redacted] [Redacted]

2 変更の対象となる無線局に関する事項

1 無線局の種類及び局数	アマチュア局 1局
2 識別信号	[Redacted]
3 免許の番号	近A第 [Redacted] 号
4 備考	

3 申請（届出）の内容に関する連絡先

所属、氏名	フリガナ [Redacted] [Redacted]
電話番号	[Redacted]
電子メールアドレス	[Redacted]

無線局事項書及び工事設計書

(平成31年1月 近畿総合通信局アマチュア局申請版)

1 免許の番号	近A第 [Redacted] 号
2 申請(届出)の区分	<input type="checkbox"/> 開設 <input checked="" type="checkbox"/> 変更
3 社団(クラブ)／個人の別	<input type="checkbox"/> 社団(クラブ) <input checked="" type="checkbox"/> 個人
4 住所	都道府県—市区町村コード〔 〕※不明な場合は省略可能 〒〔 〕 [Redacted] 電話番号〔 〕〔 〕—〔 〕〔 〕 国籍〔 〕
	フリガナ [Redacted] [Redacted]
	5 氏名又は(社団の)名称及び代表者氏名 [Redacted]
	6 工事落成の予定期日 <input type="checkbox"/> 日付指定: 年 月 日 <input type="checkbox"/> 予備免許の日から 月 日 日 <input type="checkbox"/> 予備免許の日から 日 日 日
7 無線従事者免許証の番号	
8 無線局の目的	アマチュア業務用
9 通信事項	アマチュア業務に関する事項
10 呼出符号	[Redacted]
11 無線設備の設置場所又は常置場所	住所 都道府県—市区町村コード〔 〕※不明な場合は省略可能 [Redacted]
12 移動範囲	<input type="checkbox"/> 移動する(陸上、海上及び上空) <input type="checkbox"/> 移動しない

変更届3

(平成31年1月 近畿総合通信局アマチュア局申請版)

13 電波の型式並びに希望する周波数及び空中線電力	希望する周波数帯	電波の型式	空中線電力
	<input type="checkbox"/> 135kHz	<input type="checkbox"/> 3LA <input type="checkbox"/> 4LA	
<input type="checkbox"/> 475.5kHz	<input type="checkbox"/> 3MA <input type="checkbox"/> 4MA		W
<input type="checkbox"/> 1.9MHz	<input type="checkbox"/> A1A <input type="checkbox"/> 3MA <input type="checkbox"/> 4MA		W
<input type="checkbox"/> 3.5MHz	<input type="checkbox"/> 3HA <input type="checkbox"/> 4HA <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 3.8MHz	<input type="checkbox"/> 3HD <input type="checkbox"/> 4HD <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 7MHz	<input type="checkbox"/> 3HA <input type="checkbox"/> 4HA <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 10MHz	<input type="checkbox"/> 2HC <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 14MHz	<input type="checkbox"/> 2HA <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 18MHz	<input type="checkbox"/> 3HA <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 21MHz	<input type="checkbox"/> 3HA <input type="checkbox"/> 4HA <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 24MHz	<input type="checkbox"/> 3HA <input type="checkbox"/> 4HA <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 28MHz	<input type="checkbox"/> 3VA <input type="checkbox"/> 4VA <input type="checkbox"/> 3VF <input type="checkbox"/> 4VF <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 50MHz	<input type="checkbox"/> 3VA <input type="checkbox"/> 4VA <input type="checkbox"/> 3VF <input type="checkbox"/> 4VF <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 144MHz	<input type="checkbox"/> 3VA <input type="checkbox"/> 4VA <input type="checkbox"/> 3VF <input type="checkbox"/> 4VF <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 430MHz	<input type="checkbox"/> 3VA <input type="checkbox"/> 4VA <input type="checkbox"/> 3VF <input type="checkbox"/> 4VF <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 1200MHz	<input type="checkbox"/> 3SA <input type="checkbox"/> 4SA <input type="checkbox"/> 3SF <input type="checkbox"/> 4SF <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 2400MHz	<input type="checkbox"/> 3SA <input type="checkbox"/> 4SA <input type="checkbox"/> 3SF <input type="checkbox"/> 4SF <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 5600MHz	<input type="checkbox"/> 3SA <input type="checkbox"/> 4SA <input type="checkbox"/> 3SF <input type="checkbox"/> 4SF <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 10.1GHz	<input type="checkbox"/> 3SA <input type="checkbox"/> 4SA <input type="checkbox"/> 3SF <input type="checkbox"/> 4SF <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 10.4GHz	<input type="checkbox"/> 3SA <input type="checkbox"/> 4SA <input type="checkbox"/> 3SF <input type="checkbox"/> 4SF <input type="checkbox"/>		W
<input type="checkbox"/> 24GHz			W
<input type="checkbox"/> 47GHz			W
<input type="checkbox"/> 77GHz			W
<input type="checkbox"/> 135GHz			W
<input type="checkbox"/> 249GHz			W
<input type="checkbox"/>			W
<input type="checkbox"/>			W
<input type="checkbox"/> 4630kHz	<input type="checkbox"/> A1A		W
14 変更する欄の番号	<input type="checkbox"/> 3~5 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> 11 <input type="checkbox"/> 12 <input type="checkbox"/> 13 <input type="checkbox"/> 16		
15 備考	(呼出符号:) (開設済の免許番号:近A第) <input type="checkbox"/> 現にアマチュア局を開設しているときはその呼出符号 <input type="checkbox"/> 過去にアマチュア局を開設していた場合であって、そのアマチュア無線局の廃止又は免許の有効期間満了の日から6ヶ月を経過しておらず、再割り当てを希望する場合はそのアマチュア局に指定されていた呼出符号 <input type="checkbox"/> 旧呼出符号希望 <input type="checkbox"/> 付属装置諸元のみ変更		

記載欄が不足する場合は別紙を追加するか、適宜行を追加してください。

16 工事設計書	変更の種類	<input type="checkbox"/> 取替 <input type="checkbox"/> 増設 <input type="checkbox"/> 撤去 <input type="checkbox"/> 変更		
	第1送信機	適合表示無線設備の番号	002-170003	
発射可能な電波の型式及び周波数の範囲		付属装置分は別紙諸元表のとおり		
変調方式コード				
終段管		名称個数	電圧	
		/ (個)		V
定格出力		/ (個)		W
変更の種類	<input type="checkbox"/> 取替 <input type="checkbox"/> 増設 <input type="checkbox"/> 撤去 <input type="checkbox"/> 変更			
第2送信機	適合表示無線設備の番号			
	発射可能な電波の型式及び周波数の範囲			
	変調方式コード			
	終段管	名称個数	電圧	
		/ (個)		V
	定格出力	/ (個)		W
変更の種類	<input type="checkbox"/> 取替 <input type="checkbox"/> 増設 <input type="checkbox"/> 撤去 <input type="checkbox"/> 変更			
第3送信機	適合表示無線設備の番号			
	発射可能な電波の型式及び周波数の範囲			
	変調方式コード			
	終段管	名称個数	電圧	
		/ (個)		V
	定格出力	/ (個)		W
変更の種類	<input type="checkbox"/> 取替 <input type="checkbox"/> 増設 <input type="checkbox"/> 撤去 <input type="checkbox"/> 変更			
第4送信機	適合表示無線設備の番号			
	発射可能な電波の型式及び周波数の範囲			
	変調方式コード			
	終段管	名称個数	電圧	
/ (個)			V	
定格出力	/ (個)		W	
送信空中線の型式	ワイヤ型			
周波数測定装置の有無	<input checked="" type="checkbox"/> 有(誤差0.025%以内) <input type="checkbox"/> 無			
添付図面	<input type="checkbox"/> 送信機系統図			
その他の工事設計	<input checked="" type="checkbox"/> 電波法第3条に規定する条件に合致する。			

変更届4

付属装置諸元表: パーソナルコンピュータ変調方式

種別	諸元		使用送信機
RTTY	方式	AFSK,FSK	第1送信機
	通信速度	RTTY/GMSK/FSK:20~250bps MFSK:15.625~31.25bps	
	副搬送波周波数	500~2,210Hz	
	周波数偏移幅	RTTY:±42.5/85/170Hz FSK:±85Hz GMSK:±62.75Hz MFSK:±117.1875Hz (最大キャリア数:16 キャリア間隔:±15.625Hz)	
	符号構成	RTTY:BAUDOT DSK/GMSK:VARICODE MFSK:MFSK-VARICODE	
	装置出力最高周波数	AFSK:2,310Hz	
	モード/電波形式	SSB/F1B FM/F2B(注1)	
PSK	方式	ABPSK/AQPSK	第1送信機
	通信速度	20~250bps	
	副搬送波周波数	500~2,210Hz	
	符号構成	STD-VARICODE	
	モード/電波形式	SSB/G1B FM/F2B(注1)	
パケット通信	方式	AFSK,FSK	第1送信機
	通信速度	300/1200ボ-	
	副搬送波周波数	1700Hz	
	周波数偏移幅	±100±1,500Hz	
	符号構成	ASCII,JIS,AX.25	
JT65	方式	65FSK	第1送信機
	通信速度	2.7ボ- 5.4ボ- 10.8ボ-	
	副搬送波周波数	1,270.5Hz	
	周波数偏移幅	+174.96Hz +349.92Hz +699.84Hz	
	符号構成	WSJT JT65	
JT9	方式	9FSK	第1送信機
	通信速度	最小6912 ~ 最大252000nsps	
	副搬送波周波数	同期信号 1,500Hz	
	周波数偏移幅	最小 0.4Hz 最大15.6Hz	
	符号構成	WSJT-X JT9-1 JT9-2 JT9-5 JT9-10 JT9-20	
FT8	方式	8FSK (8GFSK)	第1送信機
	通信速度	6.25ボ-	
	副搬送波周波数	1,500Hz(100~2,900Hzで可変)	
	周波数偏移幅	50Hz	
	符号構成	WSJT FT8	
FT4	方式	4FSK (4GFSK)	第1送信機
	通信速度	20.8333ボ-	
	副搬送波周波数	1,500Hz(100~2,900Hzで可変)	
	周波数偏移幅	62.499Hz	
	符号構成	WSJT FT4	
	モード/電波形式	SSB/F1D	

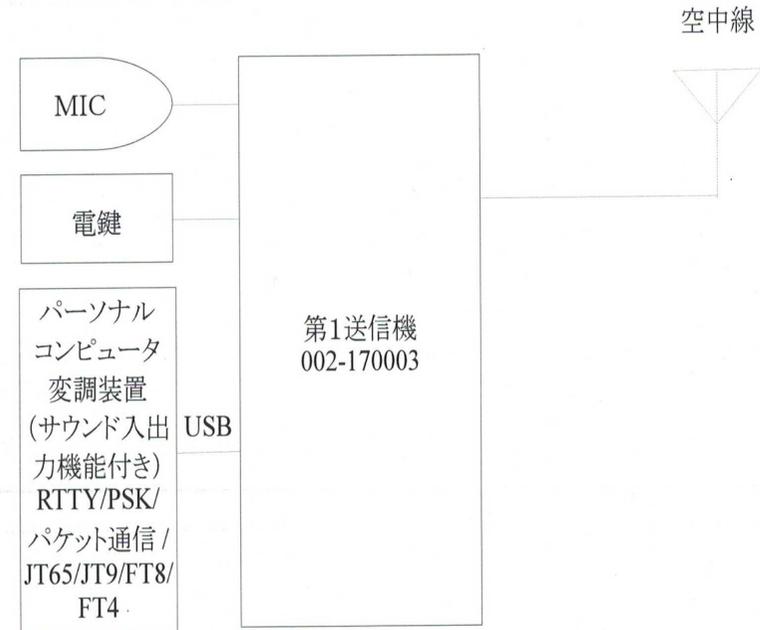
注1: F2B及びF2Dによる送信は28MHz帯以上に限る。

注2: 1.9MHz帯の送信は占有周波数帯幅が200Hz以下のものに限る。

注3: 占有周波数帯域幅を狭くする目的でガウスフィルタ処理したものがGFSKです。
周波数遷移幅と符号(通信)速度はFSKと同一です。

無線設備系統図

第1送信機



変更届5

検討中

免許手続きの簡素化

昨今、アマチュア局の送信装置の外部入力端子にPCを接続した新たなデジタルモードによる運用に係る申請が急速に増加している。

一方、送信装置にPCを接続するだけという簡便なシステム変更であるにもかかわらず、当該システムの導入にあたっては他の無線局と同様に工事設計書の変更（送信機系統図や附属装置諸元表）の手続きが必要となっており、アマチュア免許人の負担となっていることから、関係省令等の改正を行い、手続きの簡素化を行う。

○改正後のFT8等（デジタルモード）に関する総合通信局へ届出例

(申請書)

(事項書及び工事設計書)

【現行制度】

- ・工事設計書欄の欄に電波の型式を追加
- ・送信系統図の提出
- ・附属装置(PC)の諸元表の提出



【改正後】

15 備考欄に附属装置を接続する旨を記載することにより、上記の手続きを省略

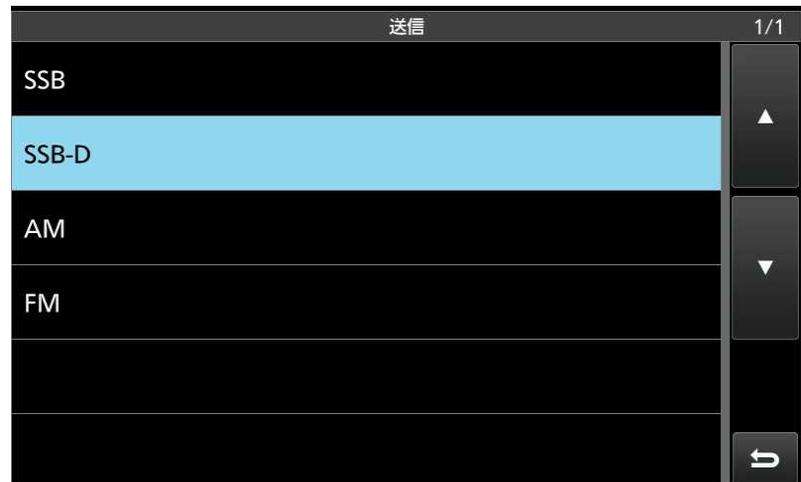
(記載例)

15 備考 デジタルモードのため附属装置(PC)を接続等

(次ページ略)

送信帯域幅を広げる

- Settings → Radio で Split が Rig なら不要。



変調入力をUSBへ

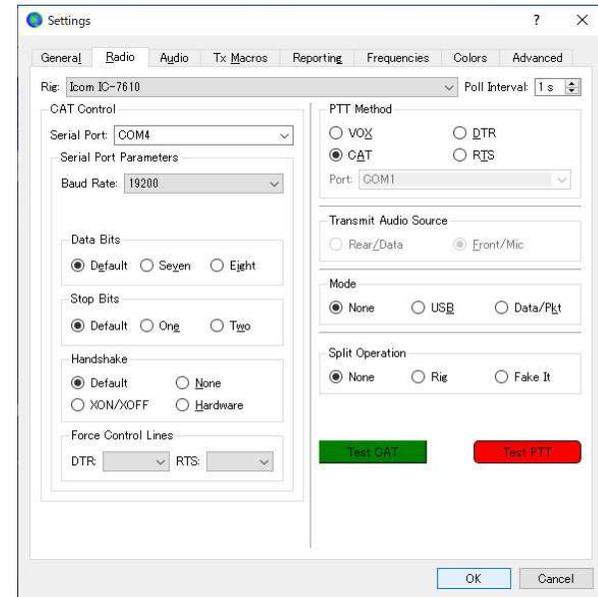
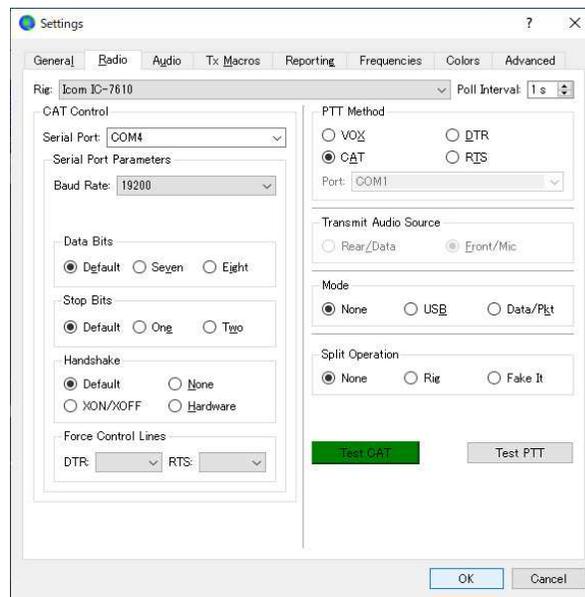
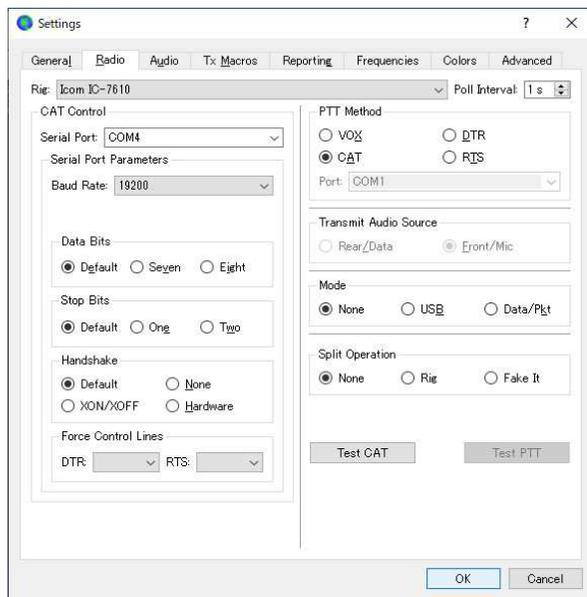


USB変調入力レベル



CI-V動作確認

- 「Test CAT」ボタンをクリックし、緑になればOK
- 「Test PTT」ボタンをクリックし、PTT動作を確認
(送信中は赤になる)



送信準備

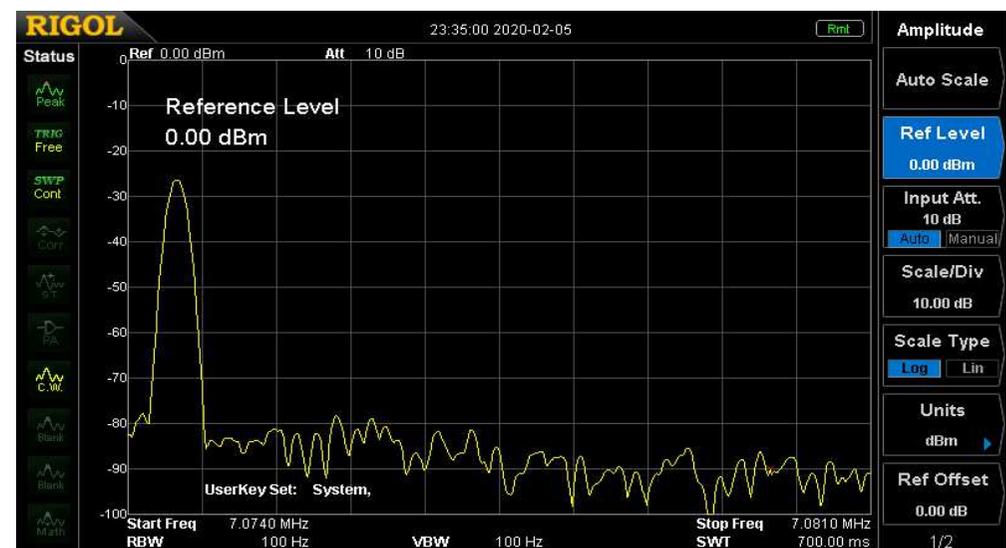
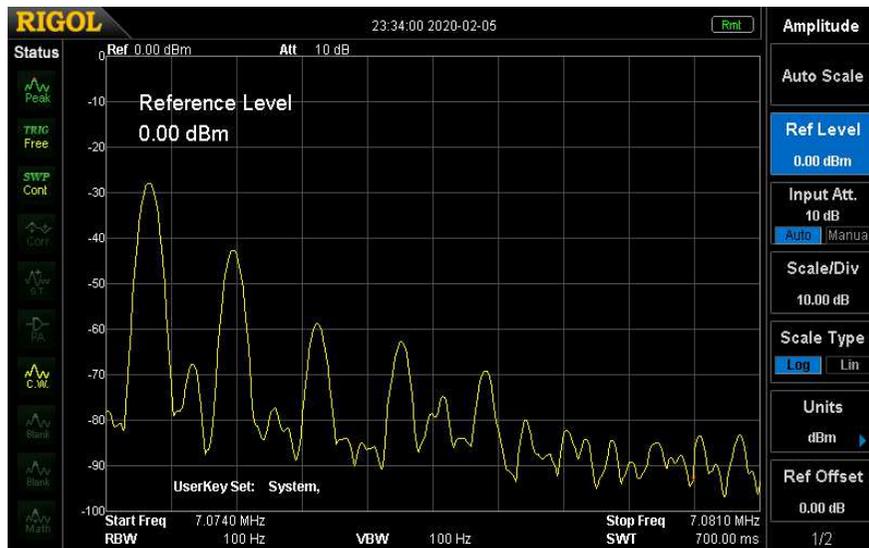
- 歪まぬ様、オーディオレベルを調節する。

The screenshot shows the WSJT-X v2.1.2 interface. The top section displays 'Band Activity' with columns for UTC, dB, DT, Freq, and Message. The bottom section contains control panels for 'Tx even/1st', 'Tx 1639 Hz', 'Rx 1824 Hz', 'Report -15', 'Auto Seq', 'Call 1st', and 'Generate Std Mses'. A blue callout bubble points to the 'Tune' button with the text: 'Tuneを押してクリアな送信になるレベル迄下げる。' (Press Tune to lower the level until clear transmission is achieved). Another blue callout bubble points to the 'Call 1st' checkbox with the text: '重要' (Important).

UTC	dB	DT	Freq	Message
095245	-16	0.0	459	~ CQ 4F3OM PK04
095245	-11	0.5	725	~ LW9EDZ LU1PAA 73
095245	-16	0.1	1000	~ CQ LUSENU GF05
095245	7	0.4	1644	~ HP2DFA JR3NZC -12
095245	-1	0.0	1949	~ LW3EK HL2EIZ -04
095245	4	-0.0	2027	~ CQ VR2XMT OL72
095245	-9	0.8	2109	~ CQ LU4EFC GF13
095245	-13	1.0	2151	~ LU7FIN BD4RHV R-22
095245	-19	0.4	2289	~ VE1COB V31MA -14
095245	-11	1.3	1999	~ YB3BBF BI7NVL -14

送信レベルの調整

- レベルを上げ過ぎると、副搬送波の高調波が生じる。
- 高調波に食われて、基本波のレベルが下がる。



JT_LinkерでHamLogと連携

WSJT-X v2.1.2 by K1JT - Log QSO

Click OK to confirm the following QSO:

Call	Start	End
	30/01/2020 01:54:15	30/01/2020 01:54:15

Mode	Band	Rpt Sent	Rpt Rcvd	Grid	Name
FT8	40m	+21	-06	QM09	

Tx power Retain

Comments Retain

Operator

Exch sent Rcvd



JT_Linkер - JA3RAF_PM74lq

Ver.2019.12.15

WSJT-X (65-HF : --, JT: --, JT-X: Link, HQX: --, DX: --, MSHV: --)

His Call	DX	Date (EXT)	Time	His	My	Freq	Mode	GL	QSL
		20/01/30	10:54J	+21	-06	7.042639	FT8	QM09	J

Name QTH CQ 1 2

Remarks1 Remarks2

Setting Hamlog

Send Save Save(Msg)



データの表示 & 修正

No7 CQ 1 2

Call	DX	Date	Time	His	My	Freq	Mode	Code	G·L	QSL
		20/01/30	10:51J	+21	-06	7.04263	FT8		QM09	J

His Name QTH

Remarks1

Remarks2

参考文献 1



CQ誌 2019年7月号付録



CQ誌 2019年8月号付録

参考文献 2



JARL NEWS 2019冬



QEX #27~33 連載中

参考資料

- <https://www.qsl.net/ja7ude/wsjt/> 日本語取説
- <http://jt65-dx.com/index.html>
- <https://playredpitaya.blogspot.com/>
- <https://tapr.org/pdf/DCC2018-KC5RUO-TheReal-FT8-JT65-JT9=SNR.pdf>
- http://www.sportscliche.com/wb2fko/TechFest_2019_WB2FKO_revised.pdf
- http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT4_Protocol.pdf

- 謝辞

JA5AEA 堤竹彦OM・JO1EUJ 高橋俊光OM

主なWSJT系デジタルモードの特徴3

- TCP/IP等で用いられる「誤り検出・パケット再送」ではなく、強力なFEC(Forward Error Correction)。

Payload 77bit + CRC 14bit + Parity 83bit = 174 bit ÷ 3 = 58Symbol

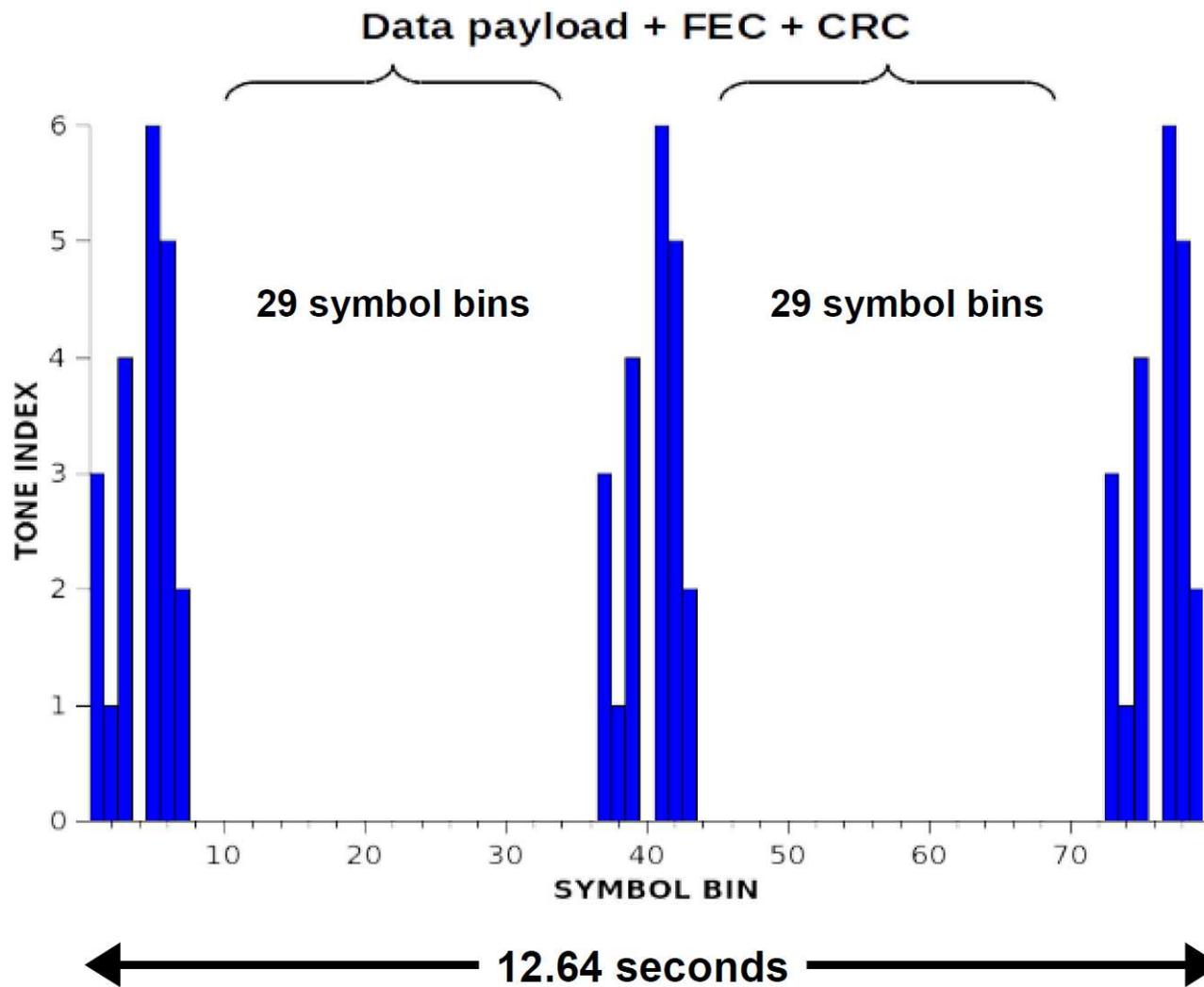
- 重ね合わせ受信は不採用(一発送信)。
- 既受信内容からの推測(APデコーディング)。
- 同期用に7×7のCostas Array 3回。

許容範囲、 $\Delta t=40\text{ms}$ $\Delta f=0.75\text{Hz}$ 。

$58\text{Symbol} + 3\text{Symbol} \times 3 = 79\text{Symbol}$

- FT4のCostas Arrayは、4×4。

FT8のパケット



FT8・FT4のプロトコル

データ部のみ

174bit	Payload 77bit		CRC 14bit	Parity 83bit	
	F 1	Callsign 1 28bit	Callsign 2 28bit	GL・Report等 15bit	他 5
Callsignは、[ANS][AN][N][AS][AS][AS] $37 \times 36 \times 10 \times 27^{**3} = 262,177,560 < 2^{**28} = 268,435,456$ 4桁Grid Locatorは、 $180^{**2} = 32,400 < 2^{**15} = 32,768$					
F 1	任意メッセージ 最大13文字 英大文字・数字・記号[#@+-.<>?/空白] 72bit				他 4

$$46^{**13} = 4,129,065,876,983,540,801,536 < 2^{**72}$$

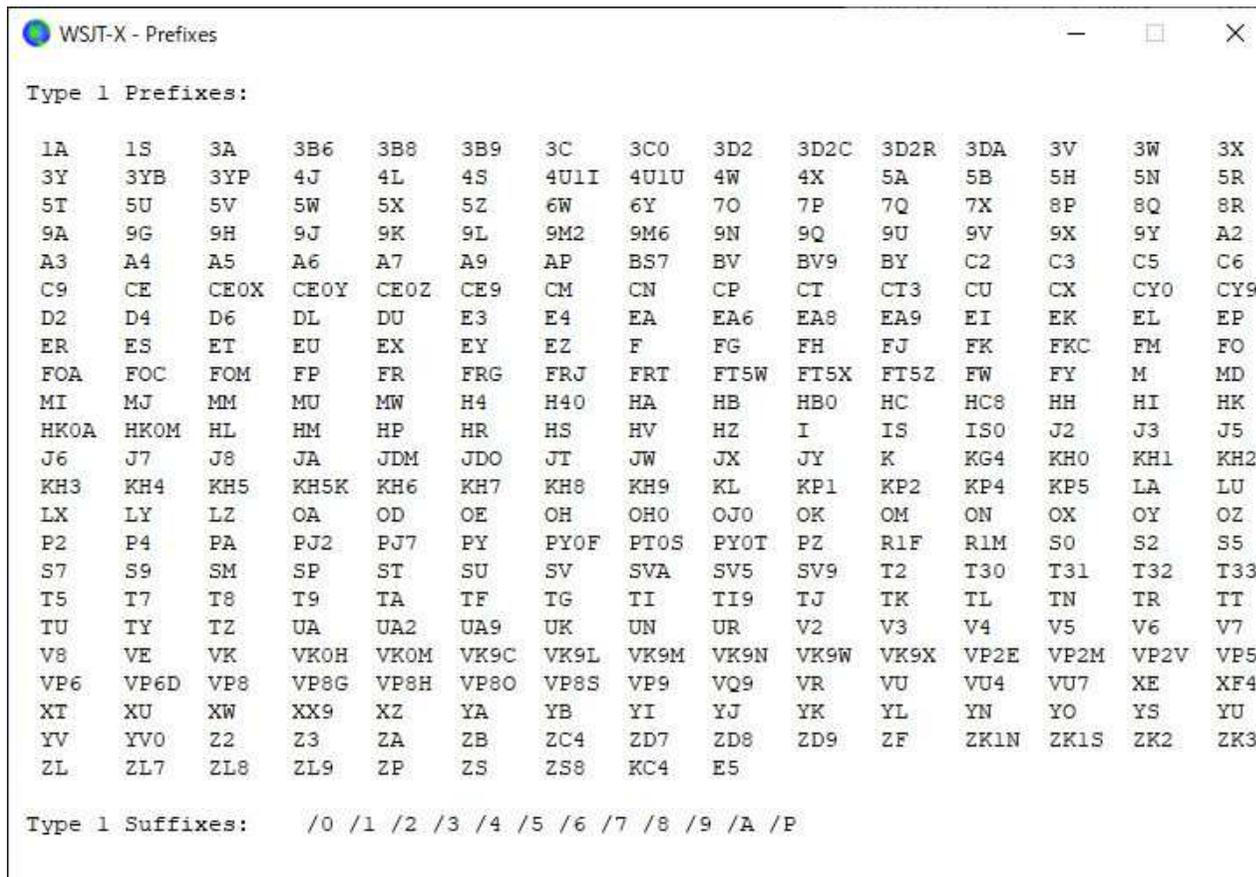
注：順序は不明。公式文書がまだない為、一部推測。

複合・非標準コールサイン

- 複合コールサイン FK/JA3RAF , JA3RAF/1
- 非標準コールサイン 8J3XXIII
- 複合コールサイン同士の交信は非サポート
- 28bitにならないコールサインはハッシュ値で送信
- 平文ではないので、判明する迄 <...>
- どこかで平文コールサインを送る必要がある
- 平文コールサインを受信したらハッシュ値と比較
- 判明したらデコードされて正常表示される

Type1の複合コールサイン

- 普通コールサインと下表のPrefix/Suffixの組合。
- 第3フィールドを使う。(レポート等は送れない)



WSJT-X - Prefixes

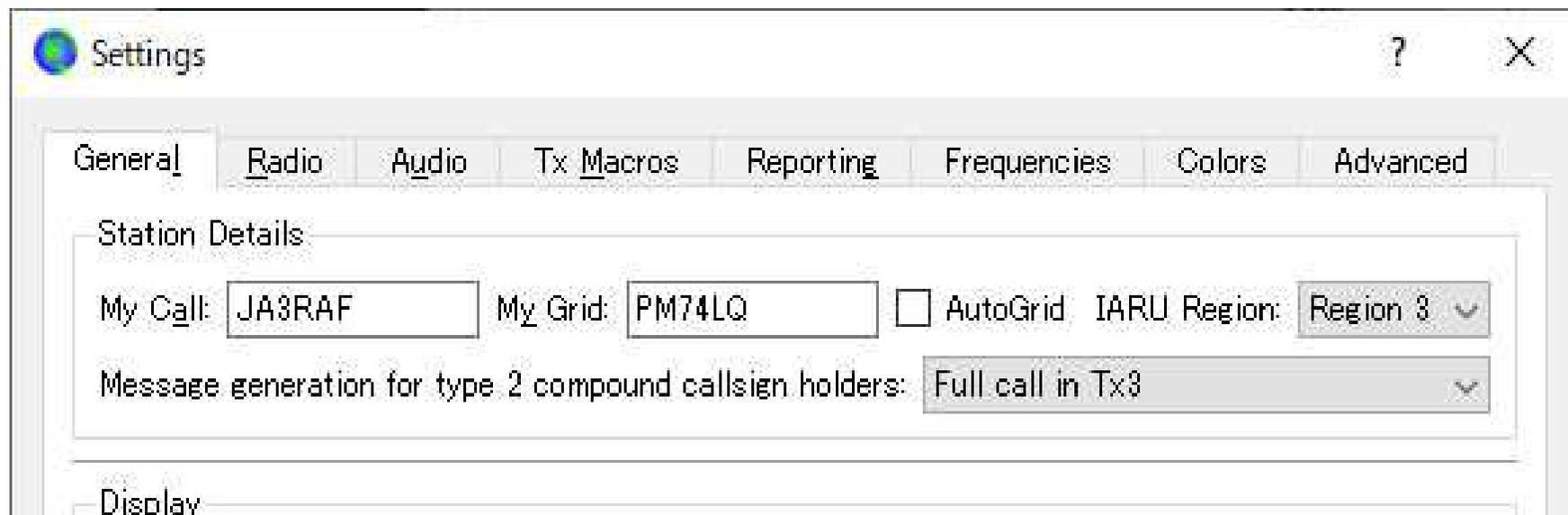
Type 1 Prefixes:

1A	1S	3A	3B6	3B8	3B9	3C	3C0	3D2	3D2C	3D2R	3DA	3V	3W	3X
3Y	3YB	3YP	4J	4L	4S	4U1I	4U1U	4W	4X	5A	5B	5H	5N	5R
5T	5U	5V	5W	5X	5Z	6W	6Y	7O	7P	7Q	7X	8P	8Q	8R
9A	9G	9H	9J	9K	9L	9M2	9M6	9N	9Q	9U	9V	9X	9Y	A2
A3	A4	A5	A6	A7	A9	AP	BS7	BV	BV9	BY	C2	C3	C5	C6
C9	CE	CE0X	CE0Y	CE0Z	CE9	CM	CN	CP	CT	CT3	CU	CX	CY0	CY9
D2	D4	D6	DL	DU	E3	E4	EA	EA6	EA8	EA9	EI	EK	EL	EP
ER	ES	ET	EU	EX	EY	EZ	F	FG	FH	FJ	FK	FKC	FM	FO
FOA	FOC	FOM	FP	FR	FRG	FRJ	FRT	FT5W	FT5X	FT5Z	FW	FY	M	MD
MI	MJ	MM	MU	MW	H4	H40	HA	HB	HB0	HC	HC8	HH	HI	HK
HK0A	HK0M	HL	HM	HP	HR	HS	HV	HZ	I	IS	IS0	J2	J3	J5
J6	J7	J8	JA	JDM	JDO	JT	JW	JX	JY	K	KG4	KH0	KH1	KH2
KH3	KH4	KH5	KH5K	KH6	KH7	KH8	KH9	KL	KP1	KP2	KP4	KP5	LA	LU
LX	LY	LZ	OA	OD	OE	OH	OH0	OJ0	OK	OM	ON	OX	OY	OZ
P2	P4	PA	PJ2	PJ7	PY	PY0F	PT0S	PY0T	PZ	R1F	R1M	S0	S2	S5
S7	S9	SM	SP	ST	SU	SV	SVA	SV5	SV9	T2	T30	T31	T32	T33
T5	T7	T8	T9	TA	TF	TG	TI	TI9	TJ	TK	TL	TN	TR	TT
TU	TY	TZ	UA	UA2	UA9	UK	UN	UR	V2	V3	V4	V5	V6	V7
V8	VE	VK	VK0H	VK0M	VK9C	VK9L	VK9M	VK9N	VK9W	VK9X	VP2E	VP2M	VP2V	VP5
VP6	VP6D	VP8	VP8G	VP8H	VP8O	VP8S	VP9	VQ9	VR	VU	VU4	VU7	XE	XF4
XT	XU	XW	XX9	XZ	YA	YB	YI	YJ	YK	YL	YN	YO	YS	YU
YV	YV0	Z2	Z3	ZA	ZB	ZC4	ZD7	ZD8	ZD9	ZF	ZK1N	ZK1S	ZK2	ZK3
ZL	ZL7	ZL8	ZL9	ZP	ZS	ZS8	KC4	E5						

Type 1 Suffixes: /0 /1 /2 /3 /4 /5 /6 /7 /8 /9 /A /P

Type2の複合コールサイン

- 普通コールサインと表外のPrefix/Suffixの組合。
- Prefixは1～4文字、Suffixは1～3文字。
- 他方のコールサインは、CQ・DE・QRZのみ可。
(多分、他方コールサインの一部にハミ出す。)



コールサインの纏め

OKなもの

普通・普通・(GL/Rep)

Type1・普通・(Type1のハミ出分)

(CQ/DE/QRZ)・Type2・(GL/Rep)

Hash・普通・(GL/Rep)

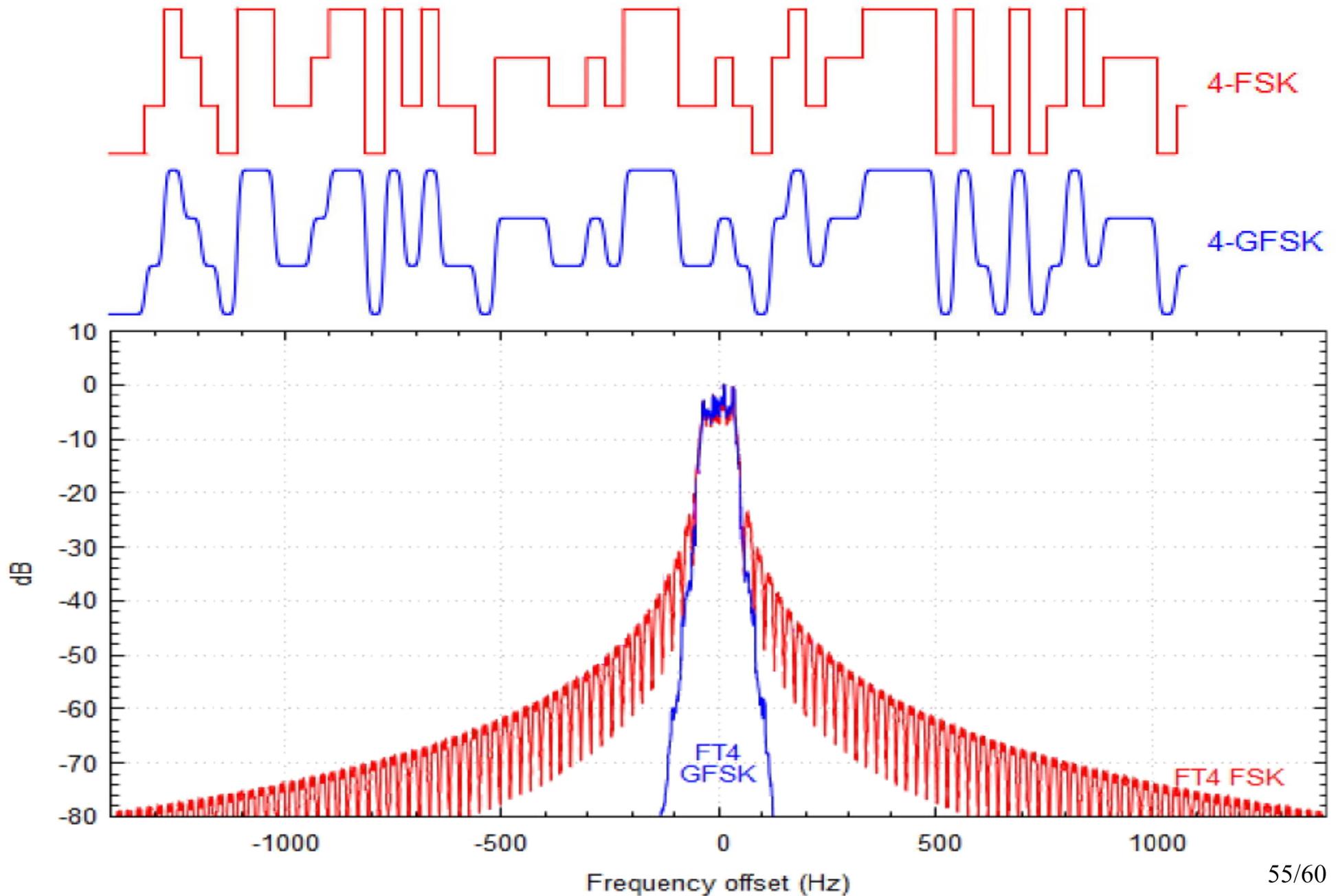
平文の非標準コールサイン

NGなもの

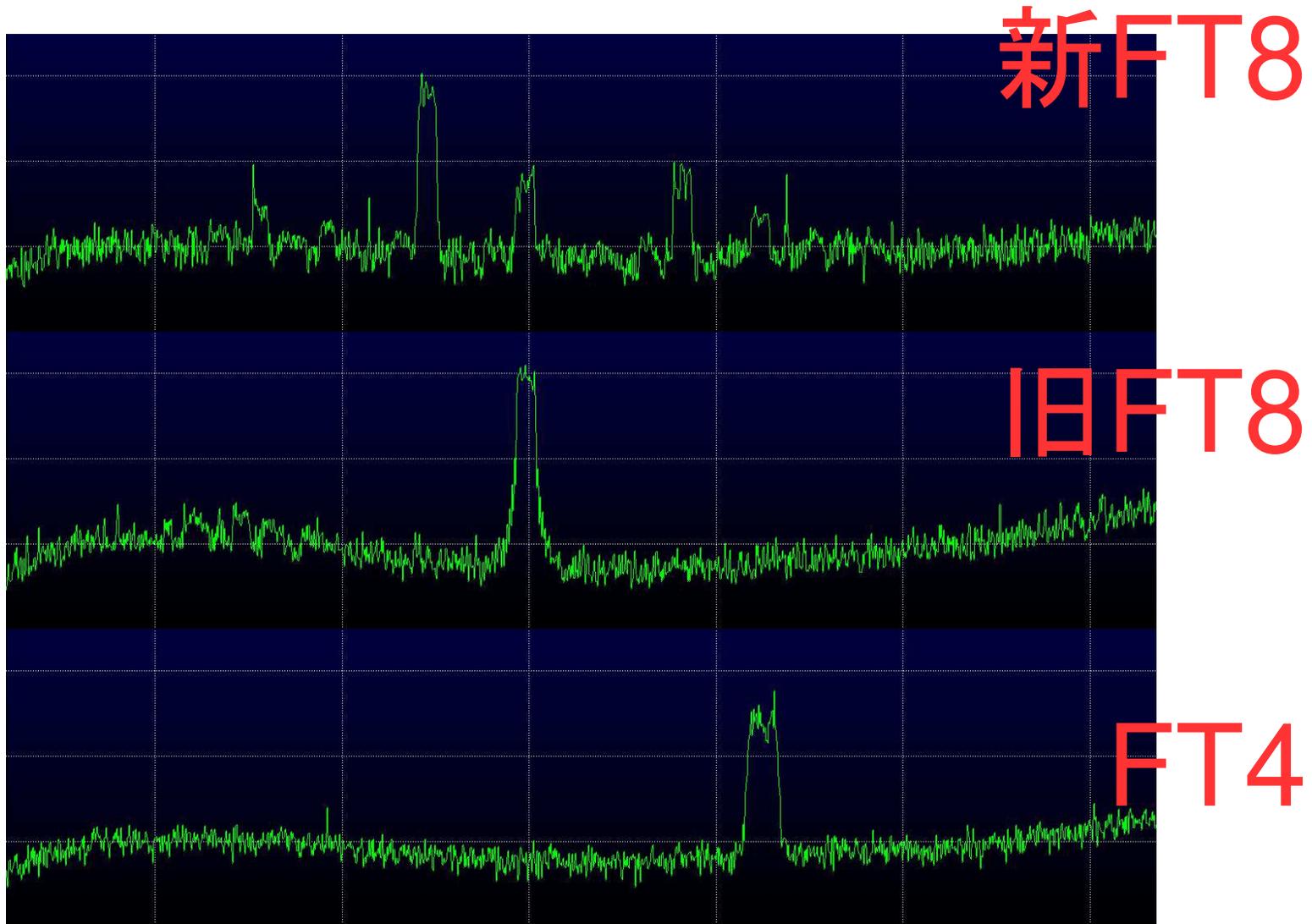
Type1/2/Hash・Type1/2/Hash

- ← GL/Repを入れる所が無い →
- ← 相手局コールを入れる所が無い
多分、Type2のハミ出分が入る →
- ← 無理矢理入れるとHashになるが、
生成Messageは平文表示 ←

FSKとGFSK

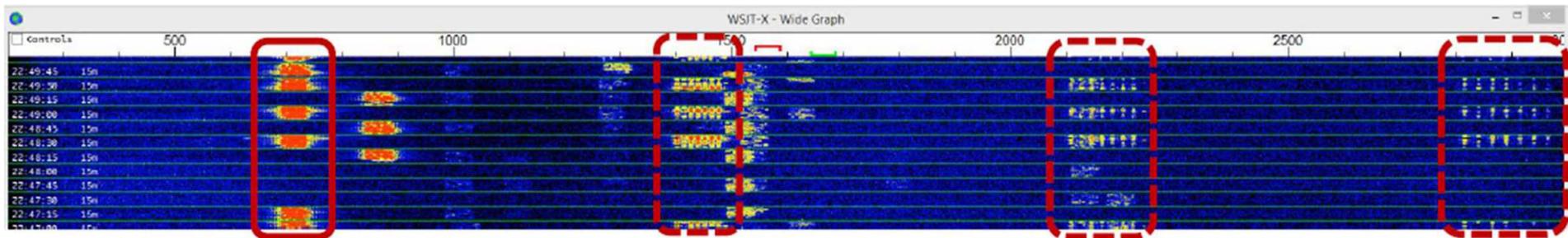


スペクトラム比較



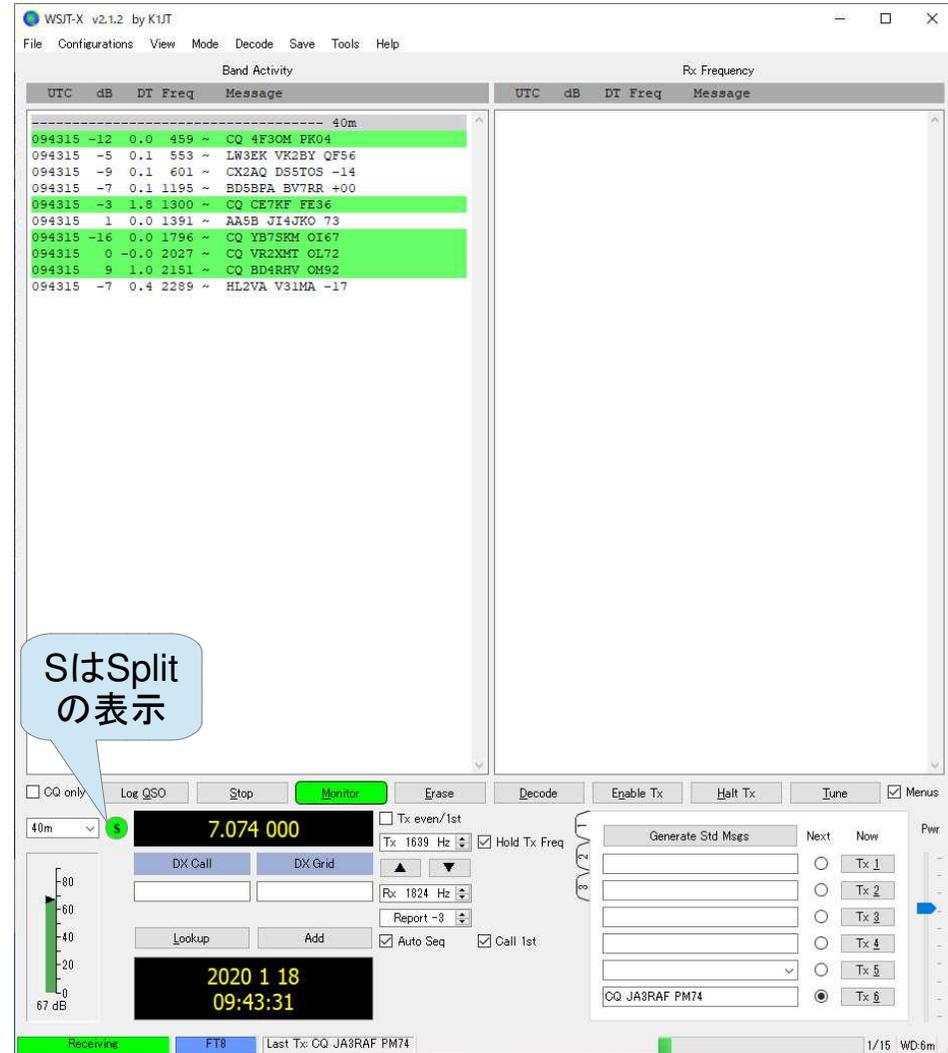
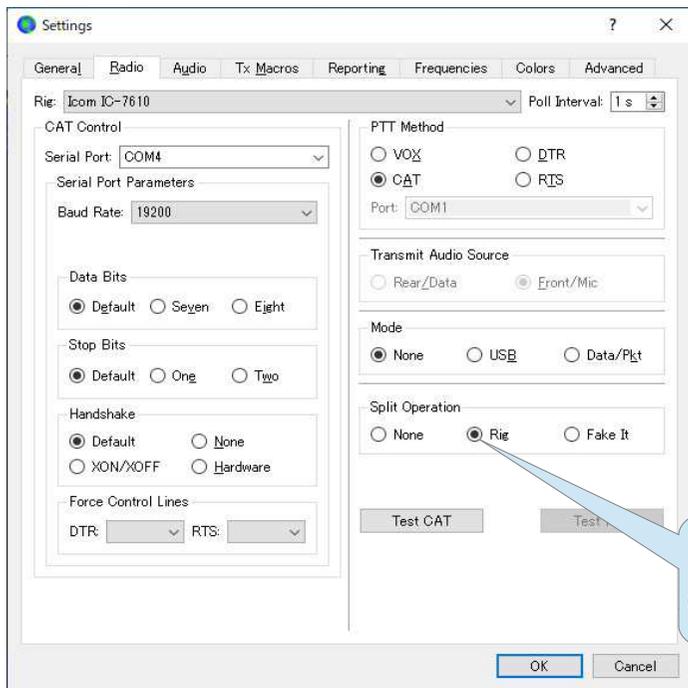
低周波段の高調波

- 低周波段で歪むと、その高調波は送信されてしまう。
- 送信パワーの一部が高調波に割かれるので、基本波に回るパワーは逆に減る。



Split Operation

- 低周波段の歪みが外に出ぬ様、Split Operationを使う。



フェイク・デコード

- FT4は、フェイク・デコードする事がある。

例

「CQ_001 WJ2NB 539 7325」

「97OMT GI4OBZ/R NK32」

WSJT-X 2.0のrelease noteに "The new protocols provide nearly equal (or better) sensitivity compared to the old ones, and lower false decode rates." と書いてあり、新FT8では大幅に減っているそうです。

非常通信に使うには

- QRP_pが届くので、被災地での使用に適。
- 1対Nの通信は、非常通信に適。
- SOS等をCQ/DE/QRZ並みの扱いにして欲しい。
- 多桁のGLを扱えるモードを追加して欲しい。
(6桁だと、兵庫県では7.6×4.6km位の範囲になる。)
(10桁だと、32×19m位になる。)
- 多波同時出力で、多文字のメッセージを纏め送りできる様にして欲しい。例:5波なら13×5=65字