

Q65クイックスタートガイド

Steve Franke, K9AN; Nico Palermo, IV3NWV; Bill Somerville,
G4WJS; and Joe Taylor, K1JT

2020年12月10日

WSJT-X 2.4.0ではQ65を新たに搭載します。Q65は非常に難しい伝搬パスにおいて最小限の2-way QSOを達成するために設計されたデジタルプロトコルです。ドップラースプレッドが数Hzより大きくなる伝搬では、WSJT-Xに搭載されているすべてのモードに比べ、一番よい性能を持っています。Q65は、特に、トロップ、電離層散乱、VHFとそれより高いバンドのEME、そして速いフェージングを持つ信号に威力を発揮します。

Q65は、65トーンの周波数シフトキーイング信号を使っており、2016年、弱い信号での通信のためにWSJT-Xへ搭載されたQRA64をベースに開発されました。Q65は以下の点でQRA64とは異なります。

- 新しい低レートのQ元反復蓄積前方誤り訂正符号の採用
- ユーザーメッセージ、及びそのシーケンスはFT4、FT8、FST4、MSK144と同じ
- 送受信切り替え時間オプションとして15、30、60、120、300秒を指定可能
- すでに受信したメッセージの断片を使う新しい高信頼リストデコード方式の採用

Q65は5通りの送受信切り替え時間があり、それぞれの基本的パラメータを以下の表に示します。限界感度（2500Hzバンド幅で50%のデコード率を得るSN比）は加算性白色ガウス雑音チャンネルのシミュレーションから計算したものです。最近のWSJT-Xで搭載されたモードと同じく、APデコーディングを使うことでさらに2、3dB向上します。

T/R Period (s)	Symbol Length (s)	Tone Spacing (Hz)	Occupied Bandwidth (Hz)	Transmission Duration (s)	SNR (dB)	Max AP SNR (dB)
15	0.150	6.667	433	12.8	-22.2	-23.7
30	0.300	3.333	217	25.5	-24.8	-26.6
60	0.600	1.667	108	51.0	-27.6	-30.2
120	1.333	0.750	49	113.3	-30.8	-32.5
300	3.456	0.289	19	293.8	-33.8	-37.4

Q65で用いる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、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、同期に使われます。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。

A~Eのサブモードでは、上記の表で示される送受信切り替え時間ごとのトーン間隔と占有バンド幅に1、2、4、8、16を掛けたものになります。サブモードの表記はシーケンス長とトーン間隔を

含め、たとえば、Q65-15AやQ65-120Cのようになります。トーン間隔と占有バンド幅を下の表にまとめて示します。さらに、必要に応じて、-120F、-300F、-300G も実装されるかもしれません。

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

Q65は、ドップラースプレッドが数Hz以上になる電波伝搬において、WSJT-Xに実装されている他のどのモードより感度が良いです。感度のシミュレーション結果例を図1と図2に示します。

たとえば、6mバンドの電離層散乱通信に使うのがよいでしょう。1150km離れたK1JTとK9AN間で行った広範な実験によると、300W出力で、ほぼすべてのQ65-30Aのメッセージが相手に伝わりました。コンディションが死んでいる6mバンドでも、100W出力に中程度の八木アンテナを使えば、1600kmまでの距離で、ほとんどのケースで交信ができるでしょう。電離層散乱は夏の日中がベストコンディションとなりますが、じつは年中発生しています。

EMEやトロップにおけるQ65の実験は始まったばかりです。しかし、QRA64の経験から、Q65のサブモードは様々なコンディションにおいて、とても有効だと思われます。トーン間隔の10倍以上のドップラースプレッドがあっても、良好に動作します。

サブモードごとのおすすめは以下のとおりです。

- Q65-30A 144MHz、430MHzバンドの素早いQSO (コンテスト?)
- Q65-30B 1296MHz EMEの素早いQSO (コンテスト?)
- Q65-60A、B 144MHz、430MHz EME
- Q65-60B、C 1296MHz EME
- Q65E-120¹ 小さなディッシュアンテナを使った10GHz EME

みなさんの実験で経験した失敗も成功もレポート大歓迎です。Q65の内部デコーダはドップラースプレッドに対応できるようになっていますが、最終的な最適化はいろいろなコンディションで録音された信号データを使って行います。WSJT-Xの「Save All」機能を使ってwavファイルを作ってください。そして、ぜひ、コメントや提案をつけて、送ってください。今後の研究に大いなる助けとなりますので、よろしくおねがいします。

¹ 訳者註 原文のママ、Q65-120Eの誤り?

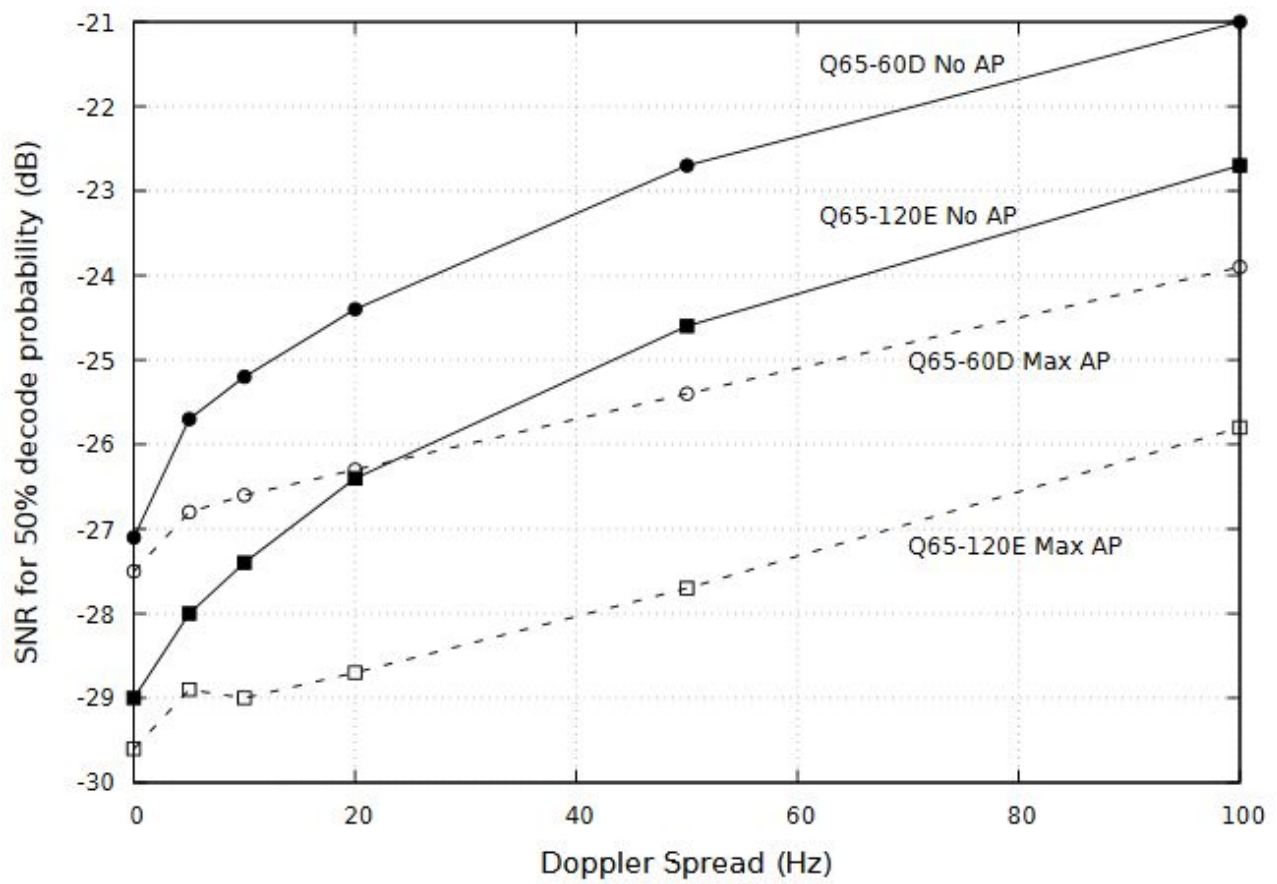


Figure 1. – Threshold sensitivities for Q65-60D and Q65-120E as a function of frequency spread.

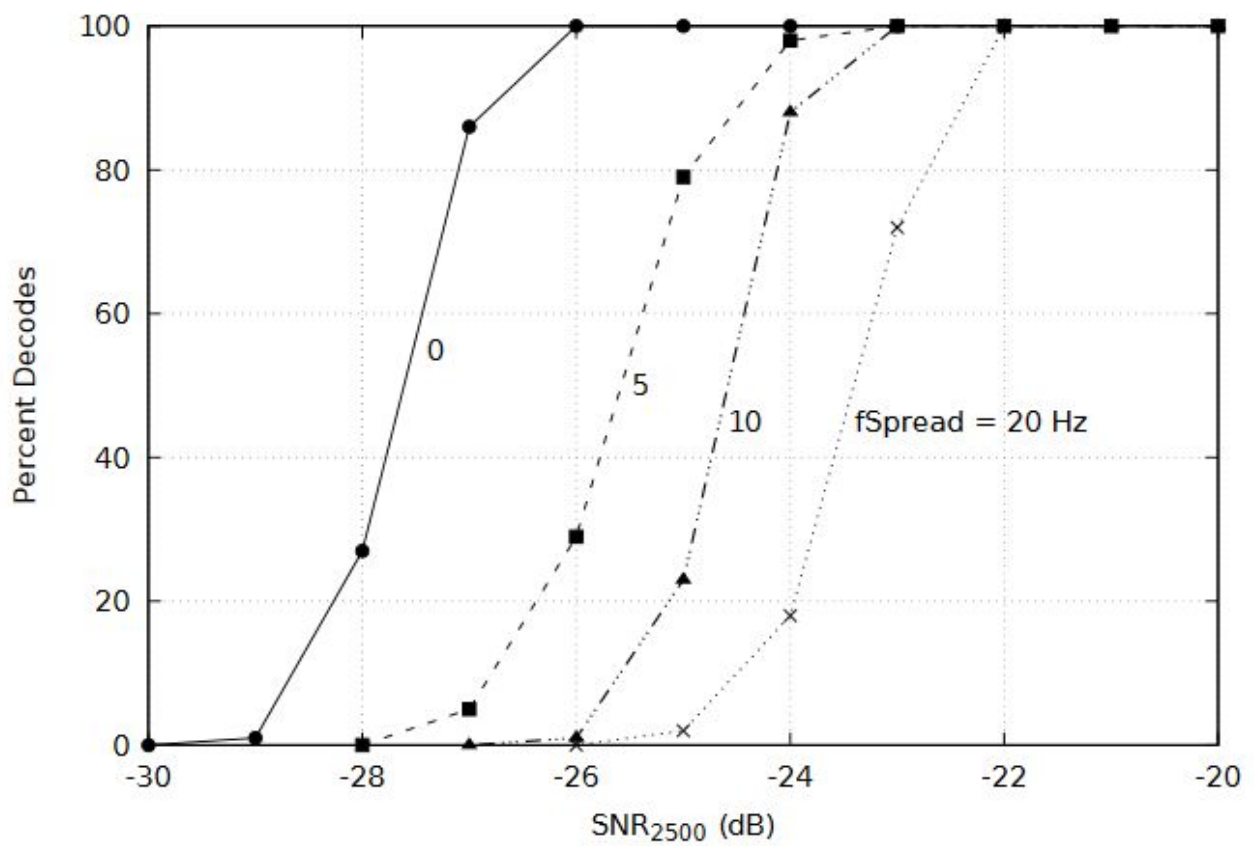


Figure 2. – Decoding probability of Q65-60A (no AP) as a function of SNR and frequency spread.