

D-Star ノード局の立ち上げ方法 (技術編)

2016年4月15日 (V3.0)

JR10FP

アマチュア無線のデジタル通信について

アマチュア無線で使われているデジタル通信には、次の様な方式があります。

(1) RTTY (2) PSK31 (3) JT65 (4) D-Star (5) C4FM

D-Star と C4FMは 音声通話が可能で、主に 144MHz 帯、430MHz帯、1200MHz帯で運用されており、下記仕様の違いがあります。

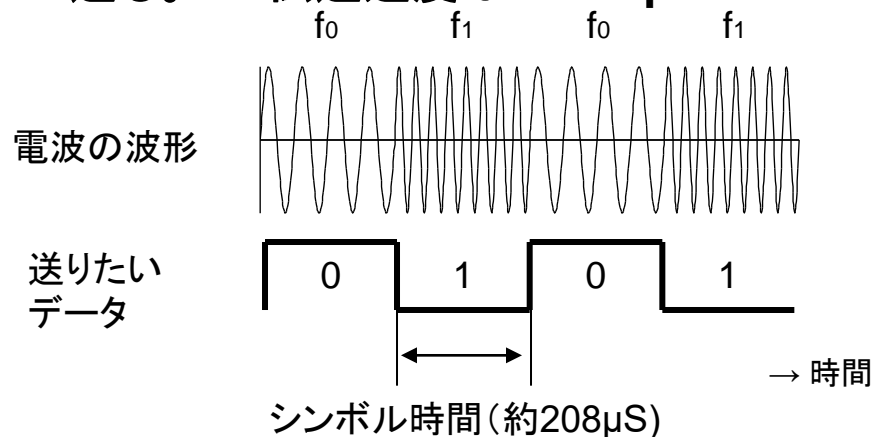
	D-Star	C4FM
変調方式	FSK (GMSK) 4.8kbps 占有帯域幅: 6kHz	4値FSK 9.6kbps 占有周波数帯域幅: 16kHz
音声コーデック	AMBE2020 2.4kbps+FEC=3.6kbps (音声フレーム 48bit/20ms)	AMBE+2(Half-Rate) 2.45kbps+FEC=5.2kbps AMBE+2(Full-Rate) 4.4kbps+FEC=7.2kbps (音声フレームHalf: 49bit/20ms , Full: 88bit/20ms)
データ通信	1.2kbps(通常モード時) 4.8kbps(ファーストモード時)	4.4kbps(通常モード時) 9.6kbps(ファーストモード時)

(FSK: Frequency Shift Keying, FEC: Forward Error Correction)

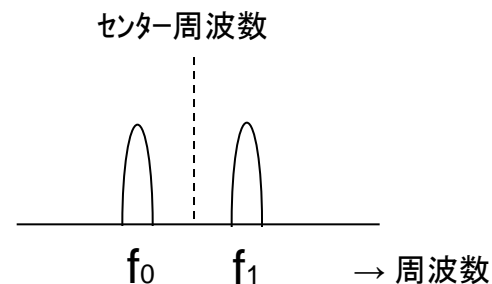
デジタル変調の原理

(1) FSK (D-Star)

2種類の周波数を1と0に対応させ、シンボル時間(約208 μ S)毎に1bitのデータを送る。⇒ 伝送速度は4.8kbps

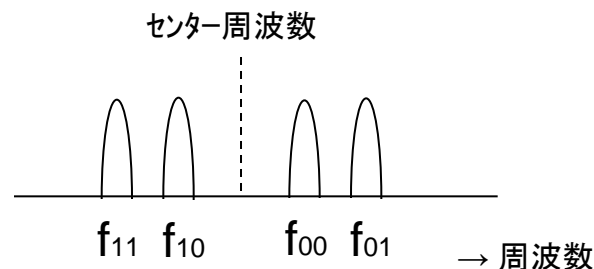


<周波数スペクトラム図>



(2) 4値FSK (C4FM)

4種類の周波数を00/01/10/11に対応させ、シンボル時間(約208 μ S)毎に2bitのデータを送る。⇒ 伝送速度は9.6kbps

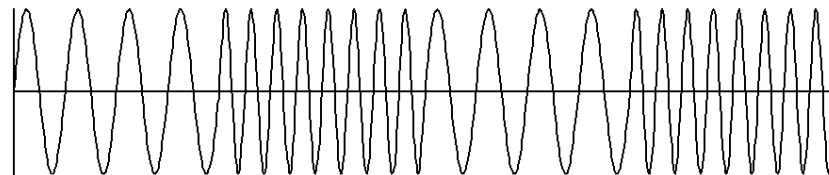


(FSK: Frequency Shift Keying)

デジタル変調の基本3方式

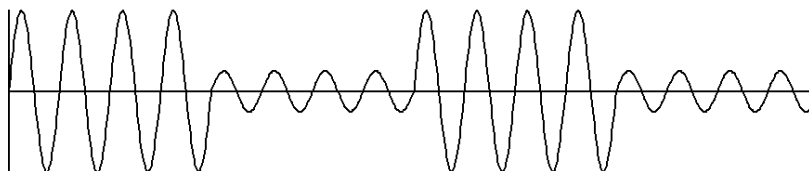
(1) FSK (Frequency Shift Keying)

電波の周波数を変化させる。



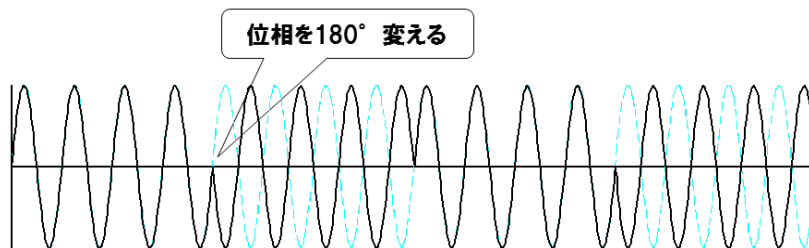
(2) ASK (Amplitude Shift Keying)

電波の強さを変化させる。

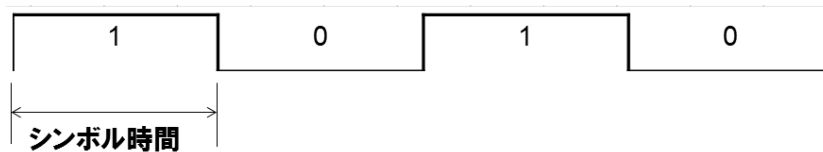


(3) PSK (Phase Shift Keying)

電波の位相を変化させる。



送りたいデジタルデータ

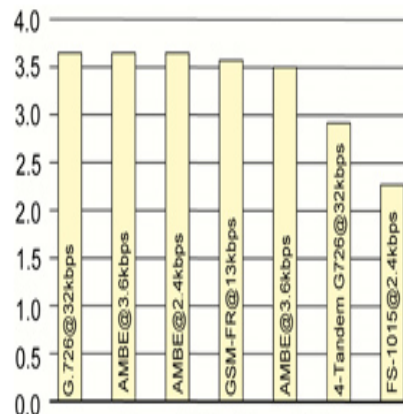


音声コーデック

音声コーデックとは、アナログの音声をデジタルデータ化することで、D-Starでは下記アメリカのDVSI社が開発した AMBE方式が使われている。

【CODEC(音声符号化方式)とは】

- ACELP(Algebraic Code Excited Linear Prediction)(ITU G723.1)
- AMBE(Advanced Multi-Band Excitation)
- VSELP(Vector Sum Excited Linear Prediction)
- CELP(Code Excited Linear Prediction)
- RELP(Residual Excited Linear Prediction)



Mean Opinion Score:MOS
各音声符号化方式のMOS評価

音声をデジタル化するCODEC(音声符号化方式)については、上の図に示すようにさまざまな方式があります。D-STARのデジタル音声通信では、当初はITU勧告G723.1(ACELP)の採用を検討していましたが、最終的には占有周波数帯幅が非常に狭帯域にできるアメリカのDVSI社で開発されたAMBE規格を採用しています。

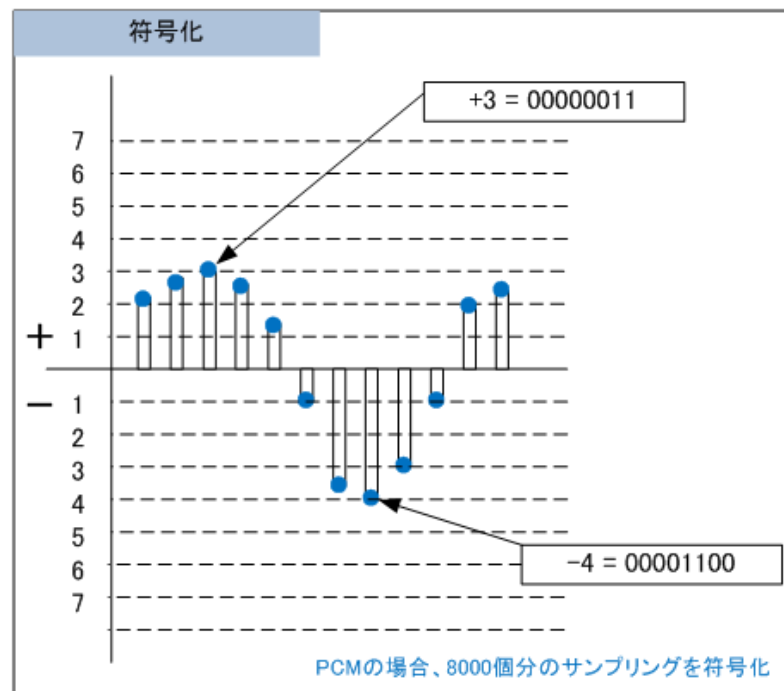
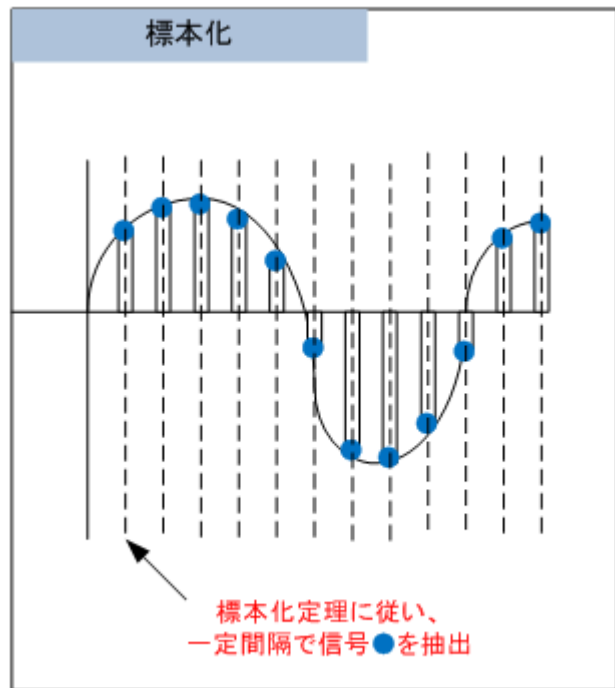
AMBE CODECは、それぞれの音声のセグメントを明確な周波数帯に分けて、それぞれの周波数帯に対する音声/非音声を決定し符号化、復元時には音声合成の技術を利用して、特定の音声セグメントに対するエキサイテーション信号を音声およびノイズにミックスして音声を復元します。DVSI社で開発されたAMBE方式のCODECは2.4kbpsという非常に低い変換速度ですが、ビットレートが低くても音質は良好です。

D-STARでは音声の2.4kbpsと同時に送れる短いデータ2.4kbpsを合わせて4.8kbpsで送ることになっています。写真はD-STARトランシーバーに使用しているAMBE CODECの処理用ICです。

なおこのCODECを使うと、変換速度2.4kbpsのビットレート時には、GMSK変調でも占有周波数帯幅が約2.6kHzとSSB並の狭帯域にすることができ、HF帯でもデジタル音声通信が可能です。

音声コーデックの原理

アナログの音声をデジタル化する基本的な方式 --- PCM (Pulse Code Modulation)



電話回線で使われている PCMは 1秒間に8000回(125 μ S間隔)で標本化を行い、符号化は 8ビットの2進数で表す。

よってデータ転送速度は --- 8ビット x 8000回/秒 = 64000ビット/秒 (64Kbps)

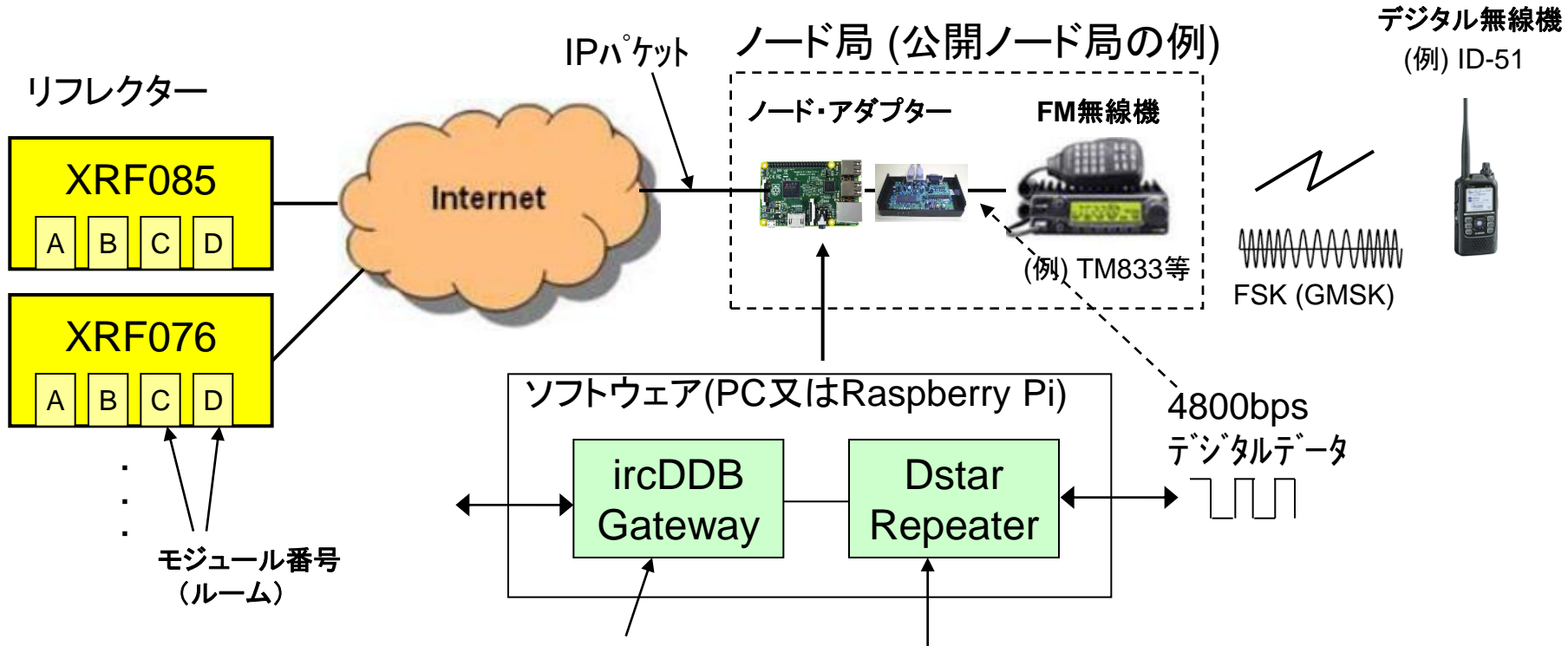
無線区間のデータフォーマット

D-Starの無線区間では、下記データフォーマットが使われている。

無線部ヘッダ											データ						
ビット同期	フレーム同期	フラグ1	フラグ2	フラグ3	ID					PFCS	音声フレーム	データフレーム	音声フレーム	データフレーム	……	音声フレーム	ラストフレーム
					送り先レピータコールサイン	送り元レピータコールサイン	相手局コールサイン	自局コールサイン	自局コールサイン2								
64bit	15bit	1byte	1byte	1byte	8byte	8byte	8byte	8byte	4byte	2byte	72bit	24bit	72bit	24bit	…	72bit	48bit

- (1) 無線ヘッダ一部は、PTTを押した直後に1回のみ送信される。この情報を取りこぼすとリピータ等では、中継ができなくなってしまう。ただし、データ内にも音声/データフレーム21個目毎の所にフレーム同期信号が入っており、途中で同期外れがあっても再同期する仕組みを持っている。
- (2) AMBEで20ms毎にコーディックされた音声データは、音声フレームの所に入る。
- (3) ファーストモードの時は、音声フレームの所もデータ用に使われる。

D-Star ノード局の構成方法



<ircDDBGatewayソフトウェアの主な機能>

- (1) 目的のReflectorとの接続処理を行う。
- (2) インターネット(IP)通信によりReflectorに対して音声パケット等の送受信を行う。
- (3) IPパケットからのデータ取り出しを行う。(TX)
- (4) IPパケットの組み立てを行う。(RX)

<Dstar Repeaterソフトウェアの主な機能>

- (1) デジタル無線機との接続処理を行う。
- (2) 無線データフレームの組み立てを行う。(TX)
- (3) 無線データフレームからデータの取り出しを行う。(RX)
- (4) FM無線機のPTT制御を行う。

D-Star ノード局の構成方式

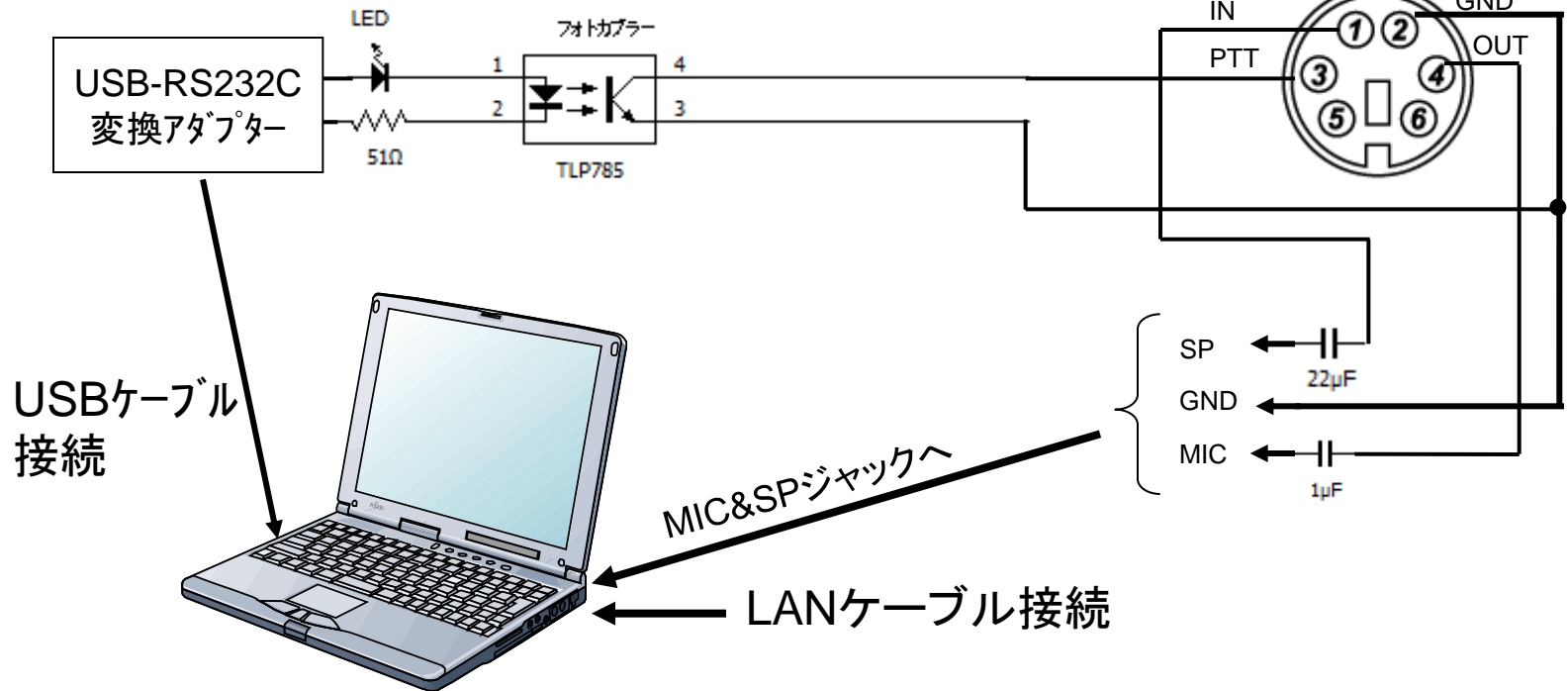
方式	特徴	主な構成部品	概算費用	備考
1. サウンドカード	<ul style="list-style-type: none">・FM無線機を使い強い電波でサービスできる。・一番安く構成できる。	<ul style="list-style-type: none">①PC②USB-RS232Cアダプター③9600bpsデータ端子付きFM無線機	2,000円 (PCとFM無線機は別)	公開ノード局用
2. ノード・アダプターV7	<ul style="list-style-type: none">・FM無線機を使い強い電波でサービスできる。	<ul style="list-style-type: none">①ラズベリーパイ3②ノード・アダプターV7③9600bpsデータ端子付きFM無線機	19,500円 (FM無線機は別)	公開ノード局用
3. DVMEGA	<ul style="list-style-type: none">・持ち運びできる。	<ul style="list-style-type: none">①DVMEGA基板②ラズベリーパイ3	20,000円	マイノード局用
4. BlueDV	<ul style="list-style-type: none">・持ち運びできる。・設定が簡単・ネットワーク環境が悪くても切れにくい	<ul style="list-style-type: none">①DVMEGA基板②Bluetoothインターフェース	19,000円	マイノード局用

1. サウンドカード方式



9600bpsデータ端子

6ピンミニDIN(M)

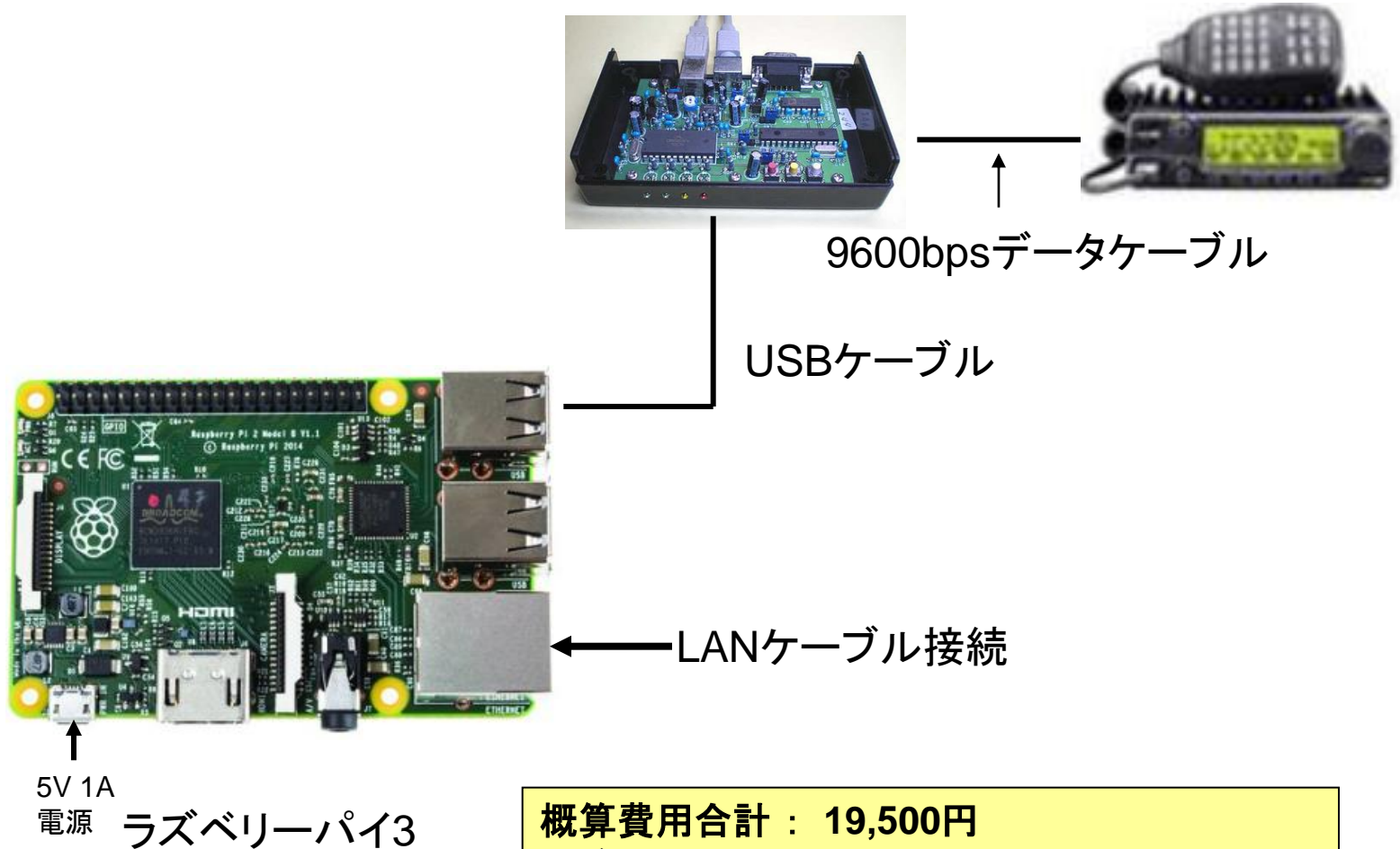


Windows7 又は Windows10 PC
フリーソフト: irrcDDBgateway + D-Star Repeater

概算費用合計： 2,000円 (PCと無線機は別)
USB-RS232Cアダプター ----- 1000円
その他部品 ----- 1000円

2. ノード・アダプターV7 方式

ノード・アダプター V7



3. DVMEGA 方式

(1) モバイル運用

ID31/51

DVMEGA装置

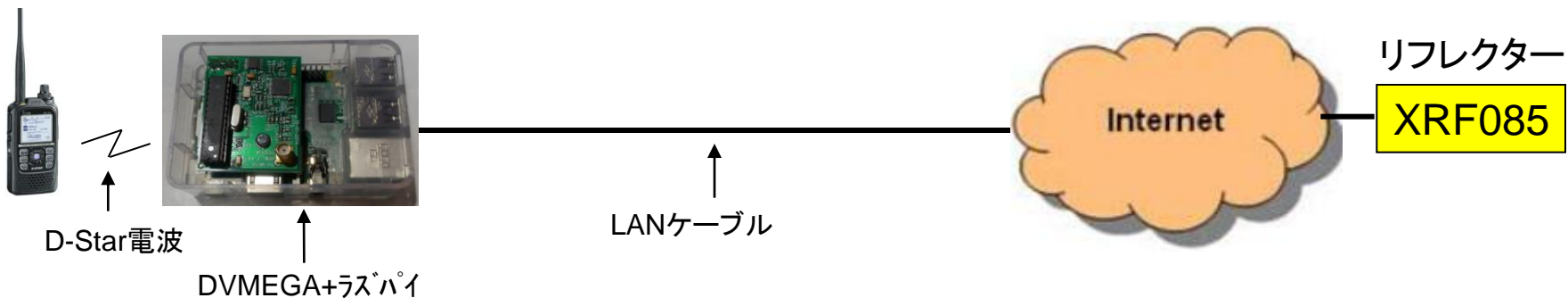
モバイルルータ又は
スマホテザリング



(2) LANケーブル接続運用

ID31/51

DVMEGA装置



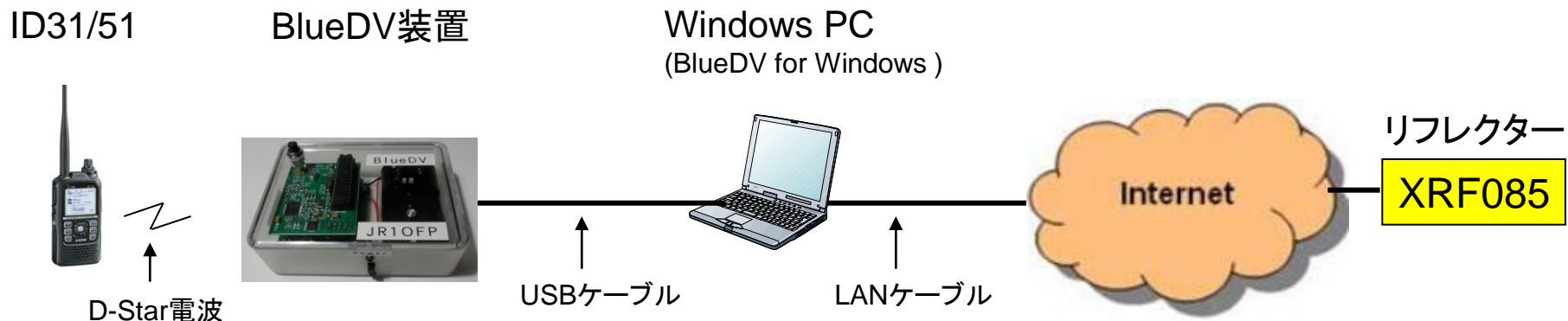
DVMEGA装置 : 約20,000円 (DVMEGA基板12,500円、ラズパイ関係:7,500円)

3. BlueDV 方式 (1)

(1) モバイル運用 (Bluetooth接続)



(2) BlueDV for Windowsを使った運用 (PC接続)

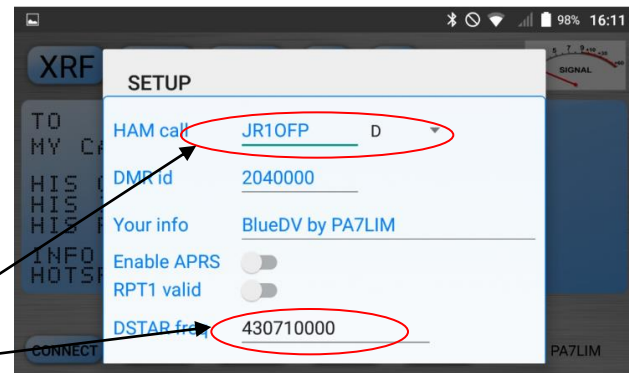


BlueDV装置 : 約19,000円 (DVMEGA基板 12,500円 + Bluetooth IF他 6,500円)

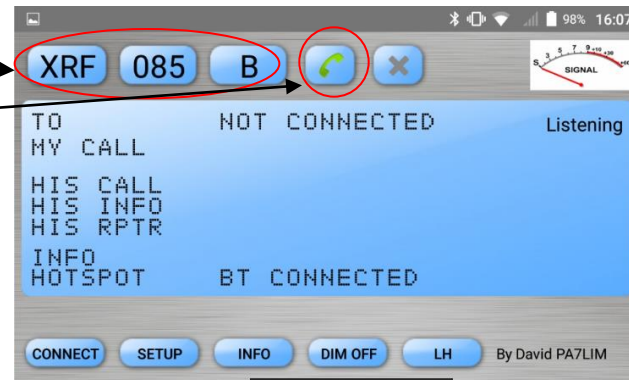
3. BlueDV 方式 (2)

(3) 使い方 (モバイル運用)

- ① スマホのBluetoothを有効にする。
- ② BlueStack とペア設定する。パスワード“1234”
- ③ スマホに“BlueDV”アプリをインストールする。
- ④ BlueDV アプリを起動する。
- ⑤ SETUPで、Call sign, DSTAR周波数 を設定する。



- ⑥ 接続するリフレクターとモジュールを選択する。



- ⑦ 接続ボタンを押す。

XRF085と接続中の画面

