

狭帯域 DATV の受信と送信

－ Windows PC と Portsdown4 の使用－

JA1SYK 松本 廣 (Hiroshi Matsumoto)

1 狭帯域 DATV について

1) 狭帯域とは

(1) 帯域が約 1,400KHz 以下、すなわちシンボルレート (SR) が概ね 1,000kbps 以下のデジタル・アマチュア・テレビジョン (DATV) です。

(2) 変調形式の種類は DVB-S、DVB-S2、DVB-T、DVB-T2 などが使われています。

(3) 狭帯域 DATV (Reduced Bandwidth-TV : RB-TV)は、英国の BATC (British Amateur Television Club) の主導で開発され、BATC が啓発・普及活動を推進しています。なお、諸外国では狭帯域 DATV (RB-TV)を単に DATV と呼んでいます。

本稿では、広帯域の DATV との混乱を避けるため、狭帯域 DATV と呼びます。

2) 狭帯域 DATV の開発理由

SHF や VHF、HF などの低バンドでテレビジョン運用しようとする、民生 TV の仕様では帯域が広くバンドのスペースが足りません。そこで BATC は、アマチュア無線特有のデジタル・テレビとして狭帯域の DATV を開発し、普及活動を促進しています。

3) 民生用 STB で受信できる

民生用の DVB-S・DVB-S2 の STB(Set Top Box)は、シンボルレート(SR)が 1000kbps 程度まで受信できます。これらの STB は、入手も容易であり、所有している局も多いようです。STB の使用して、狭帯域の DATV を簡便に受信できます。

4) 狭帯域 DATV のメリット

(1) 狭帯域 DATV は、「分周逡倍方式」によるの送信信号を受像することができます。このため、マイクロウェーブ帯での DATV の QSO に優位です。

1) 77GHz の DATV

写真1のように、47GHz と 77GHz で、狭帯域 DATV の交信が成功しています。(JH1GYE : JA0IYB : JA1SYK)

2) ミリ波の DATV

135GHz や 249GHz、300GHz での、狭帯域 DATV の実験が報告されています。(JA3CVF/森本さん)



3) 分周逡倍方式の DATV

図1は、47GHzの「分周逡倍方式」の送信波形です。肩丈(Shoulders)は約-18dBです。(JA0IYB/斎藤さん提供)

(2) QRP や DX に有利

低 C/N(Carrier-to-Noise power ratio)の信号であり、低 MER (Modulation Error Ratio) で受信が可能であることから、QRP の運用や DX QSO に有利です。

* 1200MHz 帯で、送信出力 15mW、167km の DATV の交信が成功していません。(JH1AOY/玉川さん：JE1BTA/山崎さん)

(3) ローバンドの運用

狭帯域であるため、1,200MHz 帯だけでなく UHF 帯(430MHz)、VHF 帯(144MHz、50MHz)や HF 帯 (28MHz) で QRV できる可能性があります。

5) 狭帯域 DATV のデメリット

(1) 低ビットレート

狭帯域のためビットレートが低く、現状では FHD 1,920 × 1,080(ピクセル)といった高解像度は望めません。

(2) 低解像度

狭帯域 DATV のトランシーバーである Portsdown4 のタッチスクリーンの解像度は 800 × 480 に限定されています。

6) 狭帯域 DATV の運用

(1) シンボルレート 333kbps

帯域と画質を勘案して シンボルレート 333kbps、帯域約 450KHz、ビットレート約 537Kbit/s、DVB-S2、FEC 2/3 の運用が多いようです。

図2は、狭帯域 DATV の信号波形の一例です。

(2) さらに狭帯域

アメリカとヨーロッパの両大陸間で成功している DATV の QSO (28MHz 帯) や、QO-100 を使った衛星中継による DATV の QSO では、さらに低いシンボルレート、125kbps (帯域約 170KHz) や 64kbps (帯域約 89KHz) も使われています。



図1 47GHz：DATVの送信波形の例

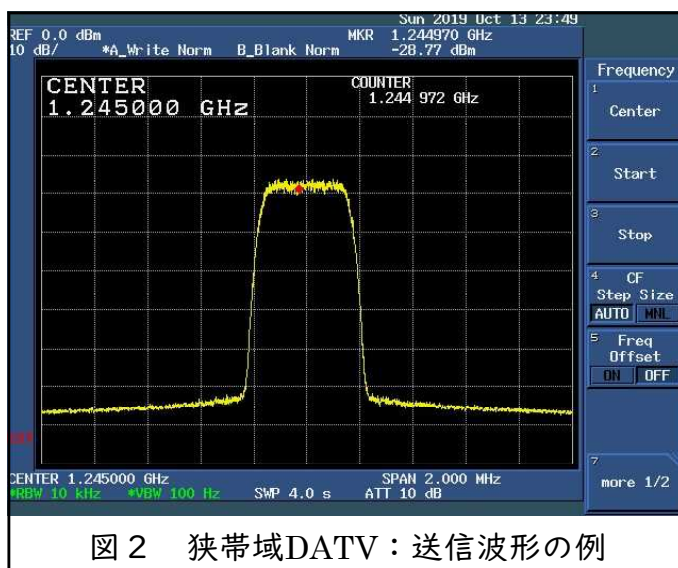


図2 狭帯域DATV：送信波形の例

(3) モバイル DATV

ワンセグ放送は、自動車などで移動中にテレビを受像しやすいメリットがあります。

ワンセグのシンボルレートは 128kbps、ビットレートは 416kbps、解像度は 320 × 240 です。狭帯域 DATV はワンセグに近い特性です。

狭帯域 DATV でも、高所にアンテナのある局が送信する DATV の信号をモバイル移動で受像する、などの実験も可能であると思われます。

参考 URL :

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%AF%E3%83%B3%E3%82%BB%E3%82%B0>

2 狭帯域 DATV の受信

1) 民生用 STB を使用

前述のように、民生用 STB (Set Top Box) で SR 1.000bps 程度の DVB-S、DVB-S2 あるいは DVB-T を受像できます。

なお、多くの狭帯域 DATV 送信機は、1.000bps 以上のシンボルレートも送信できます。その信号を STB で受信することにより、より広帯域の DATV の受信実験も可能です。

2) MiniTiouner を使用

図3は、狭帯域 DATV の受信のブロックダイアグラムです。基本的に Minituner (ミニチューナー) をコンピューターに接続して受信します。

(1) MiniTiouner

MiniTiouner (英語表記では Minituner、ミニチューナー)は、F6DZP/Pierre 氏によって開発されました。

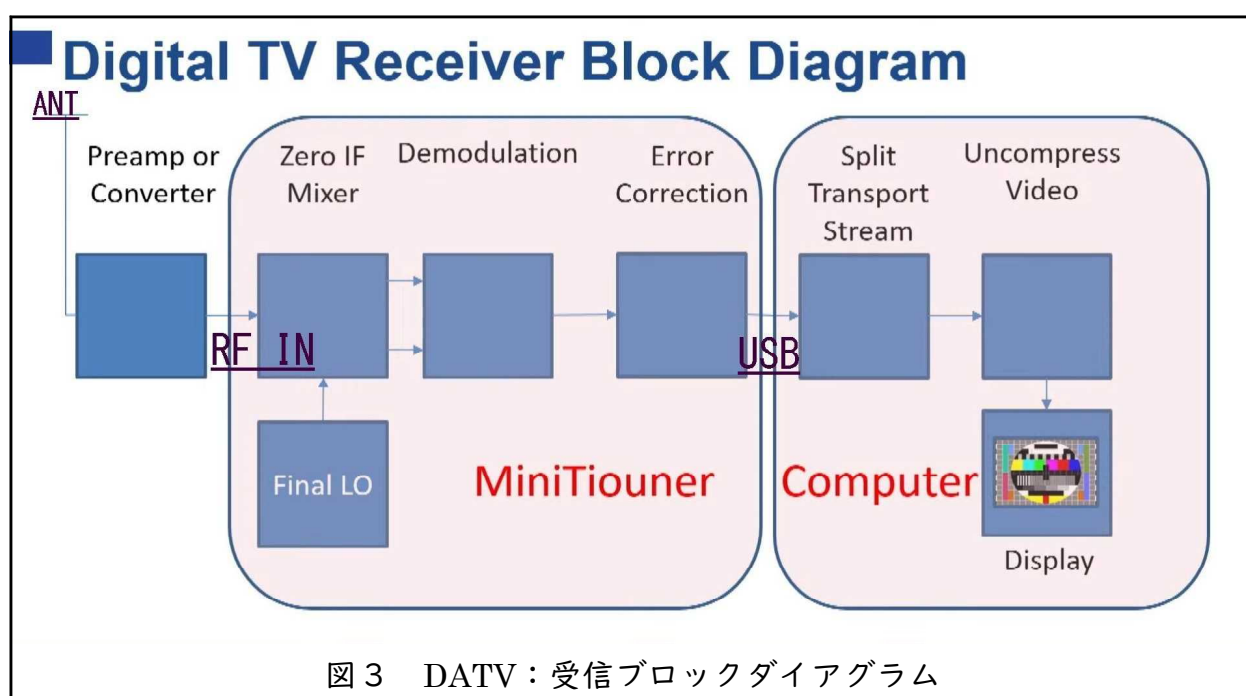


図3 DATV : 受信ブロックダイアグラム

写真2は、BATCが提供しているMiniTiounerV2です。

参考 URL : https://wiki.batc.org.uk/MiniTiouner_hardware_Version_2

MiniTiounerの入手、パーツ : <https://batc.org.uk/category/usb-receivers/>

MiniTiounerの入手、完成品 : <https://www.wimo.com/en/pf-rxsat>

(2) NIM (Network Interfaced Module)

MiniTiounerにはNIM(ネットワーク・インターフェース・モジュール)が搭載されています。写真2の中央にある、横長の金属の箱がNIMです。

NIMは、衛星デジタル放送を受信するパラボラアンテナの焦点にあるLNB(Low Noise Block Down Converter)から送られてきたRF信号を、デジタル映像信号に変換するチューナー・モジュールです。

狭帯域DATVの受信には、このNIMが重要な役割を担っています。

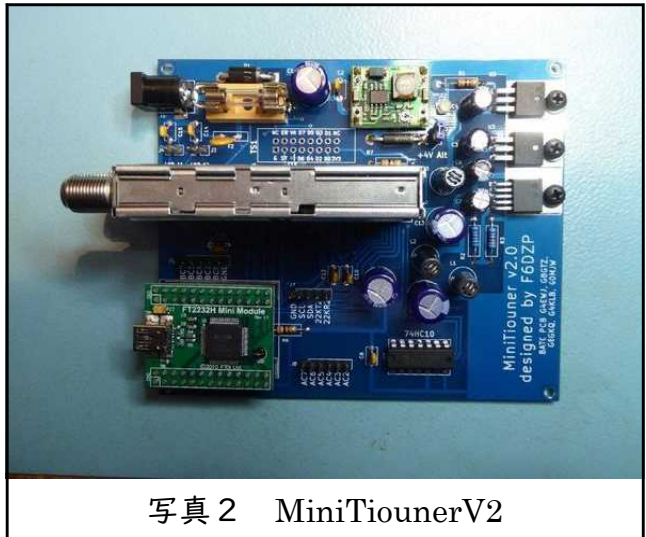


写真2 MiniTiounerV2

(3) RF 入力信号の接続

RF 入力信号は、プリアンプまたはコンバーター (TRV) を介して MiniTiouner の RF 端子に接続します。

(4) USB 端子の接続

USB ケーブルを介してコンピューター接続します。

(5) MiniTiouner の機能

MiniTiouner は入力された RF 信号に対して、Zero IF Mixer (検波) → Demodulation (復調) → Error Correction (FEC などのエラー補正) などの処理を一手に引き受けてコンピューターに渡します。

(6) MiniTiouner の性能

1) 受信周波数

最新の MiniTiouner は、143MHz から 2.450MHz の帯域が受信できます

2) シンボルレート

66kbps から 30Mbps まで受信します。

3) DATV の種類と変調方式

① DVB-S : QPSK

② DVB-S2 : QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK

3) コンピューターの使用

MiniTiouner は、コンピューター (DATV 受信ソフトウェア) とのセットで使用します。コンピューターは、Windows PC や Raspberry Pi (ラズベリーパイ) などを使用します。

(1) コンピューターによる処理

図3のように、コンピューターの DATV 受信ソフトウェアは、MiniTiouner の UBS 端子から送られてきた TS 信号を受け取り、Mpeg2(H.262)、H.264、H.265 などで圧縮され映像信号を復元 (Uncompress Video) し、Display (画面) 表示します。音声も同様です。

(2) DATV 受信ソフトウェア

次の3種類は、MiniTiouner とセットで使用する狭帯域 DATV の受信用ソフトウェアです。記載の URL から無償でダウンロードできます。

① MiniTioune (ミニチューン)、F6DZP / Pierre 氏が開発

https://wiki.batc.org.uk/MiniTioune_software

② Open Tuner (オープンチューナー)、ZS6TG / Tom 氏が開発

<https://www.zr6tg.co.za/open-tuner/>

③ Portsdown4 (ポーツダウン4)、G8GKQ / Dave 氏が開発

<https://github.com/davecrump/portsdown4>

(3) MiniTioune (ミニチューン)

MiniTune は、MiniTiouner (ミニチューナー) を使用する DATV 受信ソフトウェアです。図4に、MiniTioune の画面の一例を示します。

1) 受信周波数

143MHz から 2.450MHz、

MiniTiouner に依存します。

2) シンボルレートの設定

66 kbs から 20.000kbs まで受像できます。

DATV を受信するには、あらかじめ受信信号と同じシンボルレートに設定します。

3) MiniTioune の表示項目

図4に示すように DATV の運用に有効な多くの項目を表示します。

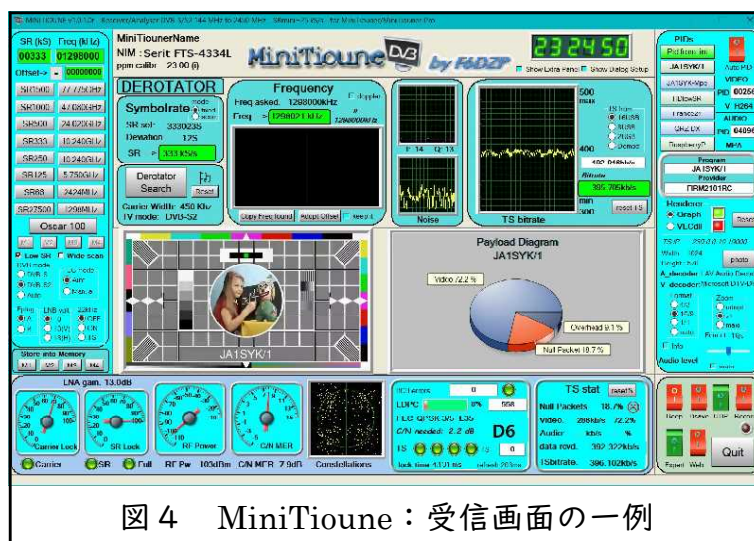


図4 MiniTioune : 受信画面の一例

以下に、画面に表示されているパラメータの一部とその値を書き出してみます。

- | | | |
|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| ① SR 333kS | ② Freq 1298MHz | ③ DVB-S2 |
| ④ RF Pw -103dBm | ⑤ C/N MER 7.9 | ⑥ constellations |
| ⑦ FEC QPSK 3/5_L35 | ⑧ C/N needed :2.2 dB D6 | ⑨ Null Packets: 18.7% |
| ⑩ Video: 286kb/s | ⑪ data rcvd:392.32kb/s | ⑫ TS bit rate 396.102 |

注目すべきは、⑧「C/N needed :2.2 dB」です。これは、FEC を 3/5 に設定したときに受像に必要な最低の C/N(MER)です。C/N(MER) が 7.9 で受信できていますので、受信の Margin(マージン、余裕) が D6 (6dB) があると表示されています。

このように、DVB-S2 の受信はかなり低い C/N(MER) で受像することが特徴です。

4) 動画の保存機能

Minituner は、受信した動画をファイルに保存したり、他の PC やサーバーに転送した
する機能があります。

5) プログラムのダウンロード

<http://www.vivadatv.org/viewforum.php?f=60>

以下に、詳しい説明があります。

<https://www.datv-express.com/uploads/UserGuide/MiniTouner-Express%20User-Guide-draft17.pdf>

(4) OpenTuner (オープンチューナー)

OpenTuner も MiniTiouner とセットで使用する、DATV 受信ソフトウェアです。

1) 受信周波数

143MHz から 2.450MHz、MiniTiouner に依存します。

2) シンボルレートの設定

66 kbs から 20.000kbs まで受信できます。

3) バージョンアップ

OpenTuner は、高速化と高機能化に向けたバージョンアップが頻繁に行われています。

4) 2画面表示

最近のバージョンは、図5のよう

に2つの異なる周波数の DATV 信号を同時に受信して表示します。

図6は、2つの周波数を受像するために USB ポートを増設した Minituner です。

5) 主な表示項目

- ① MER
- ② RF 入力レベル
- ③シンボルレート
- ④ Ber(ビット・エラー・レート)
- ⑤周波数
- ⑥ビデオコーデック
- ⑦ビデオ解像度
- ⑧オーディオコーデック
- ⑨オーディオレート

*コンステレーションの表示はありません。

6) 動画の保存機能

OpenTuner は静止画や動画を保存することができます。

7) 日本語化

JE1BTA/山崎さんのボランティアにより、日本語の表示が実現しています。

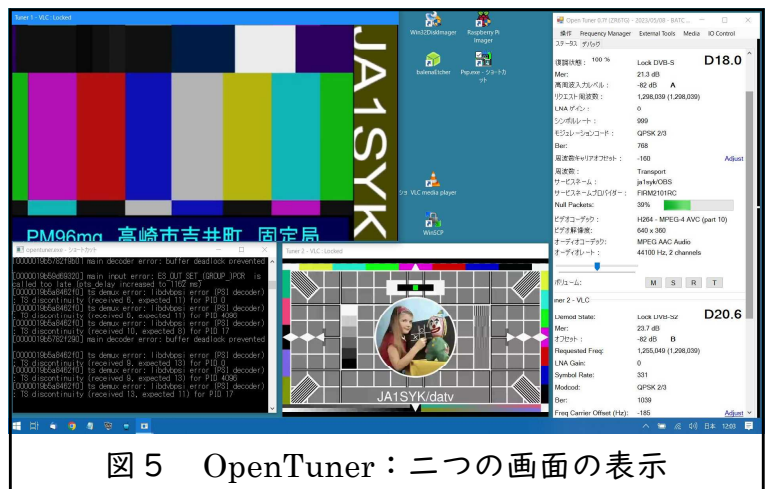


図5 OpenTuner : 二つの画面の表示



図6 MiniTiouner : USBの増設

8) プログラムのダウンロード

https://www.zr6tg.co.za/files/open_tuner_0.8_20230919.zip

4) Portsdown4 (ポーツダウン4)

Portsdown4 の DATV の受信も

MiniTiouner を使用します。写真3は、Raspberry4 搭載したスタンドアロンの DATV トランシーバーです。

FM、SSB、CW の SDR トランシーバーである Langstone と同じハードウェアです。

図7は、Portsdown4 のブロックダイアグラムです。Portsdown4 の DATV 受信ソフトウェアは、送信ソフトウェア、Langstone と共に SD カードに書き込むイメージ・ファイルで提供されています。

*プログラムのダウンロード：国内では JA1COU/村田さんが以下のサイトで提供しています。

https://1drv.ms/u/s!AtCoTa7Oiv1z9ipMW_W3jFo2_0yp?e=aKKbbrPortsdownLngaston3.zi

(1) Portsdown4 による受信

Portsdown4 も MiniTiouner を使用して DATV を受信します。

1) 受信周波数

143MHz から 2.450MHz、MiniTiouner に依存しています。

図8は、Portsdown4 の受信メニューです。プリセットしておいた周波数表示の枠をタッチすることで任意に設定できます。

2) シンボルレート



写真3 Portsdown4の製作例

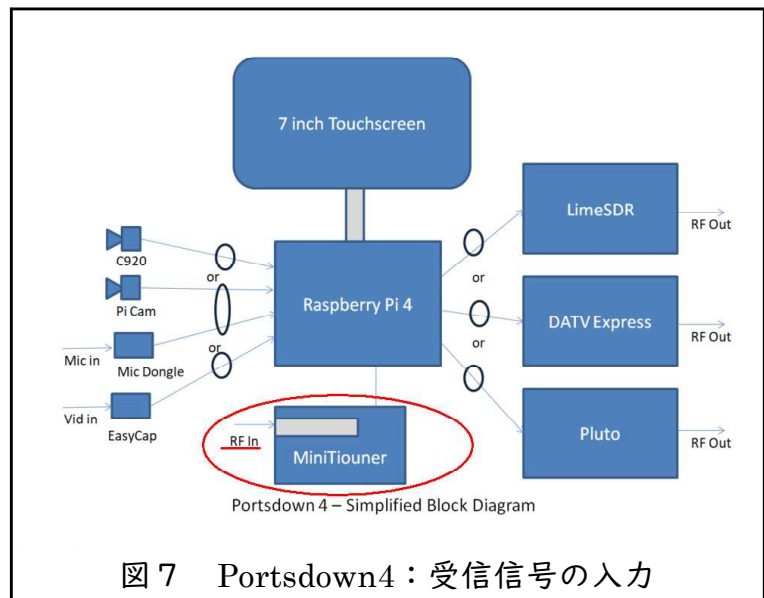


図7 Portsdown4：受信信号の入力

図8のように、SR125からSR2000の選択肢があり、画面へのタッチで変更できます。

3) 変調方式

DVB-S、DVB-S2、DVB-T、DVB-T2 のが受信できます。

4) 動画圧縮の復元

MPEG-2 (H.262)、H.264、H.266 の復元ができます。

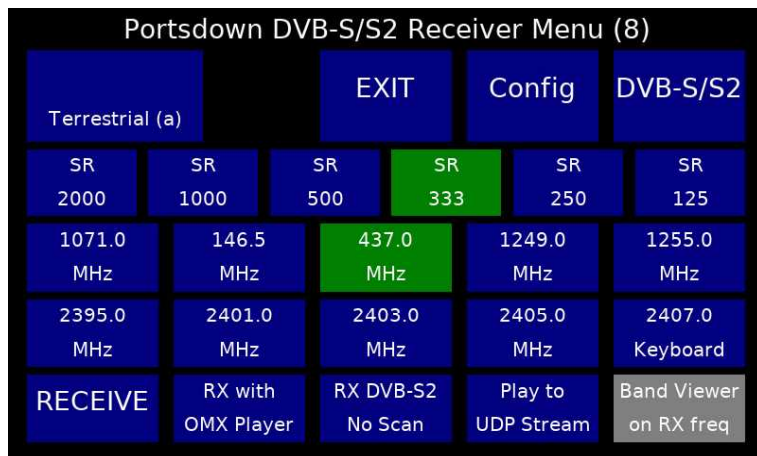


図8 Portsdown4：受信の選択メニュー

5) 画像の保存

Portsdown4 は静止画の保存 (Snap 機能) はできますが、動画の保存はできません。

参照 URL：https://wiki.batc.org.uk/DVB-S/S2_Reception

5) MiniTiouner (ミニチューナー) を使用しない DATV の受信

MiniTiouner を使用しなくとも、SDR と DATV 受信ソフトウェアを使用して狭帯域 DATV を受信することができます。

多種の DATV 受信ソフトウェアが開発され、無償で提供されています。

ここでは、Windows PC で動作する「SDRangel」と「DVB-S2 Demod GUI」をとりあげます。

(1) SDRangel (SDR エンゼル)

1) RTL-SDR で受信

図9は、SDRangelとRTL-SDRを使用し、1298MHz、DVB-S2、333kの狭帯域 DATV の信号を受信した、WindowsPC の画面です。

2) 他の SDR

RTL-SDR のみでなく PlutoSDR など他の SDR でも同様に動作します。

3) コンステレーションの表示

図10のように、コンステレーション



図9 SDRangel：受信画面1

ョンや受信信号の波形を表示します。

4) 以下に、「All-In-One A DATV Transceiver using SDRangel」と題する SDRangel を使用する DATV の送受信について詳しい解説があります。
<https://wiki.batc.org.uk/images/6/6e/Hamradio-2022-datv-transceiver-with-sdrangel.pdf>

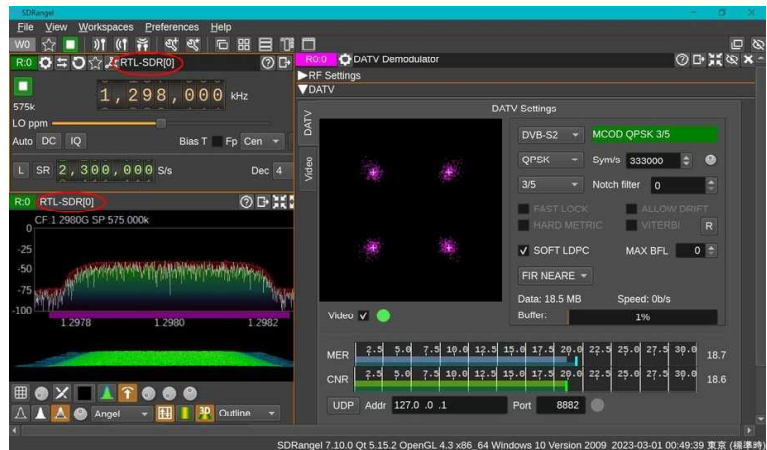


図 10 SDRangel : 受信画面 2

(2) DVB-S2 Demod GUI

1) RTL-SDR で受信

図 11 は、DVB-S2 Demod GUI と RTL-SDR を使用し、1298MHz、DVB-S2、333k の狭帯域 DATV の信号を受信した、WindowsPC の画面です。

映像は VLC で表示します。

2) 他の SDR

RTL-SDR のみでなく、PlutoSDR や他の SDR でも同様に動作します。

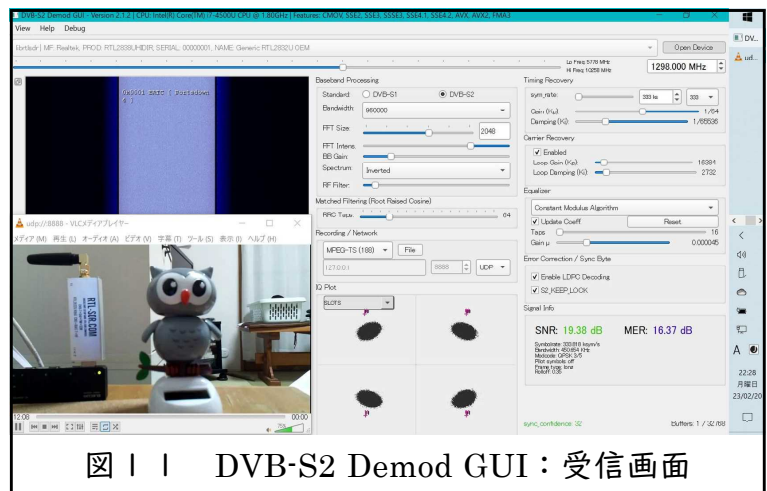


図 11 DVB-S2 Demod GUI : 受信画面

3) コンステレーションの表示

画像と同時にコンステレーションや受信信号のウォーターフォールが表示されます。

このソフトウェアは、AMSAT-DL の「SOFTWARE DVB-S DEMODULATOR」フォーラムで提供されています。

<https://forum.amsat-dl.org/index.php?thread/101-software-dvb-s-demodulator/&pageNo=44>

Download : http://v.1337team.tk/dvb-s_gui_amsat.zip

6) DVB-S2 における FEC と MER

図 12 は、SR (シンボルレート) が 333kS/s のとき、FEC の設定に対応した MER (C/N)

の最低受信限界(Mini MER RX)を示しています。

FEC	SymbolRate (kS/s)	Brut data rate	Netto data rate	OBS CBR (kbps)	Mini MER RX
extremely high (1/4)	333	666	163		-2.35
very high (1/3)	333	666	216		-1.24
very high (2/5)	333	666	262		-0.3
highest (1/2)	333	666	329	210	1
highest (3/5)	333	666	395	270	2.23
normal (2/3)	333	666	442	320	3.1
adequate (3/4)	333	666	495	380	4.03
acceptable (4/5)	333	666	528	410	4.68
low (5/6)	333	666	548	430	5.18
very low (8/9)	333	666	588	465	6.2
very low (9/10)	333	666	595	470	6.42

図 1 2 SR333kS/s のときの FEC と MER

例えば、FEC を 2/3 としたとき、MER (C/N)の最低受信限界は 3.1 となっています。すなわち、MER が 3 (C/N).1 以上の受信状態であれば受信が可能であることを示しています。

・用語の説明

* FEC : Forward Error Correction、前方誤り訂正機能、転送時の誤りを直ちに検出して修正する機能。

<https://www.smk.co.jp/products/glossary/fec/>

* MER : モジュレーション・エラー・レシオ、デジタル信号の変調誤差比の意味です。伝送途中に加わった雑音等により、コンスタレーションの理想点からどの程度ずれているか表した数値です。

* C/N : Carrier (キャリア : RF 信号) と Noise (ノイズ : 雑音) の比、通常受信状態では MER と同一の値になります。

<https://www.densho-at.jp/merber.html>

3 狭帯域 DATV の送信

1) ブロックダイアグラム

図 1 3 に、DATV の送信ブロックダイアグラムを示します。

狭帯域 DATV の送信は、コンピューター と SDR を使用します。

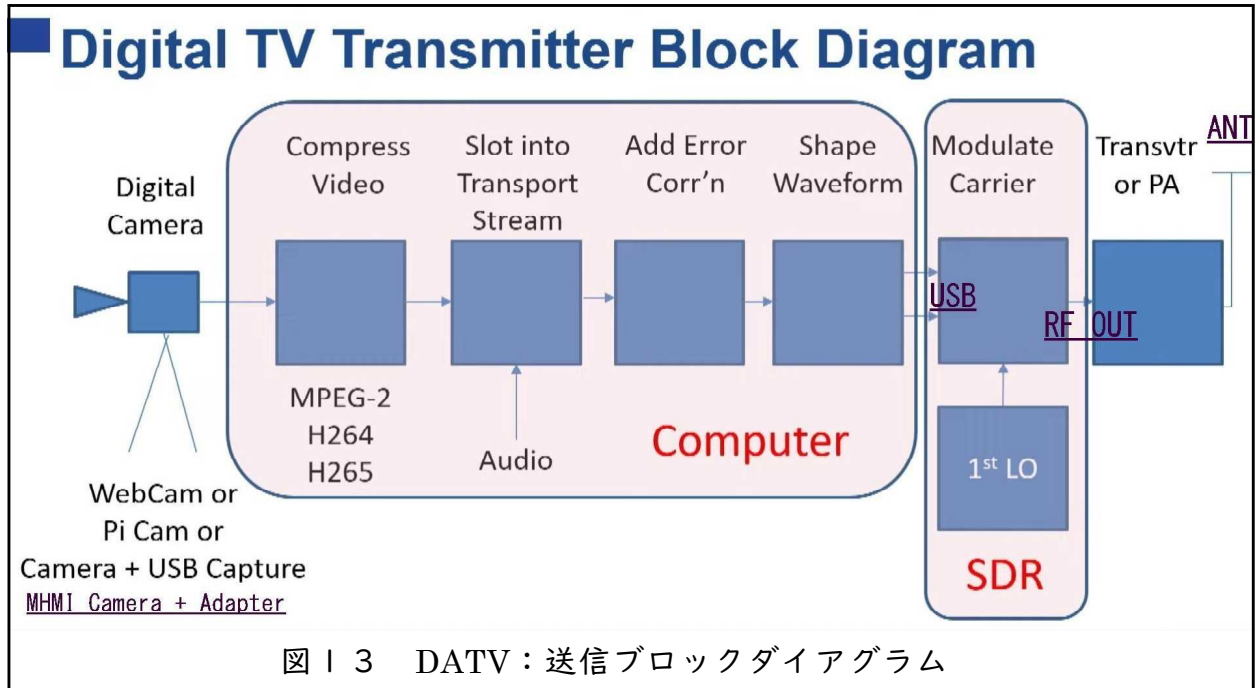


図 1 3 DATV：送信ブロックダイアグラム

コンピューターは、デジタルカメラなどから入力された映像（Video）信号を、コンピュータ MPEG-2(H.262)や H.264、H.265 などの規格で圧縮（Compress Video）したり、FEC などのエラー処理などを行った映像信号を、USB 端子経由で SDR に渡します。

SDR は、所定の周波数のキャリアをコンピューターからの映像信号で変調し、RF コネクターから DATV の RF 信号として出力します。

SDR の RF 出力は、トランスバーターやパワーアンプを経由してアンテナに接続されることになります。

2) DATV 送信用 SDR（USB 接続）

狭帯域 DATV の送信には多種の SDR が使用されています。ここでは、一般的に使われている「PlutoSDR」と「LimeSDR Mini」について述べます。

(1) PlutoSDR

PlutoSDR を狭帯域 DATV の送信に使用するとき、次の 2 つの方法があります。

- ① デフォルト・ファームウェアを使用する。
- ② PlutoSDR を DATV の変調器として使用できるようにした、F5OEO 仕様のファームウェアを使用する。

1) デフォルト・ファームウェアの利用

PlutoSDR のファームウェアは、以下の方法で送信周波数を 70MHz ~ 6000MHz まで拡張することができます。



<http://www5.wind.ne.jp/ja1syk/pluto/PlutoSDRv5.pdf>

図14は、上限周波数を6000MHzに拡張した PlutoSDR と、後述の DATV 送信ソフトウェア DATV-Express Transmitter を使用した、5745MHz の DATV 信号の送信波形です。

このように 5.7GHz 帯の DATV 信号を PlutoSDR 単体で送信することができます。

https://jh0yqp.org/exp/MAKE/ja1syk/2017/2017_08_30/ja1syk_sdr_datv_2017_08_30.html

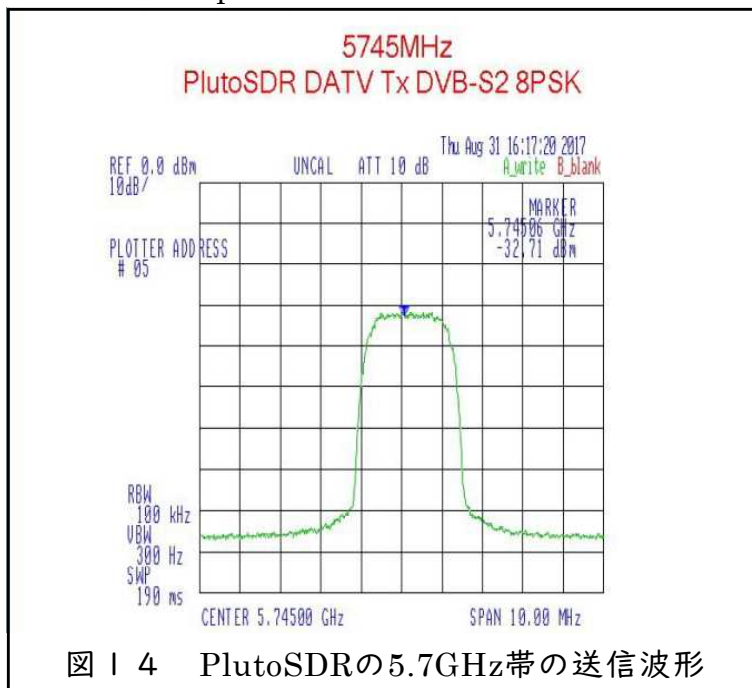


図14 PlutoSDRの5.7GHz帯の送信波形

2) F5OEO 仕様のファームウェアの利用

F5OEO 仕様のファームウェアは、PlutoSDR に DATV の変調器機能を追加したファームウェアです。F5OEO/Evariste 氏によって開発されました。

F5OEO ファームウェアには、次の2つの入力モードがあります。

① RTMP ストリーム入力

② UDP ストリーム入力

- ・ RTMP ストリームインモードは小規模システムでの使用に向いています。
- ・ UDP ストリーム入力モードはパーソナルコンピューターなどの使用に向いています。

このため、Portsdown4 は F5OEO 仕様の ① RTMP ストリーム入力 を採用しており、PlutoSDR のデフォルト・ファームウェアでは動作しません。

Portsdown4 の送信の上限周波数は、4100MHz と記されています。これは、F5OEO ファームウェアが 12bit 仕様(4096)で記述されていることに起因すると言われています。

一方で、F5OEO ファームウェアは、PlutoSDR のデフォルト・ファームウェアの機能をそのまま維持して拡張されており、前項のデフォルトファームウェアを使用する DATV-Express Transmitter などの DATV の送信ソフトウェアは、6000MHz まで動作します。

https://wiki.batc.org.uk/Portsdown_4_Pluto#Suitable_Pluto_Firmware

https://wiki.batc.org.uk/Custom_DATV_Firmware_for_the_Pluto

3) PlutoSDR の送信出力

図 15 に、Portsdown4 における PlutoSDR の周波数と送信出力を示しています。

周波数による大きな差は見られません。

送信用ソフトの DATV-Express Transmitter の 10dB ステップの設定でも、ほぼ 10dB 間隔になっています。

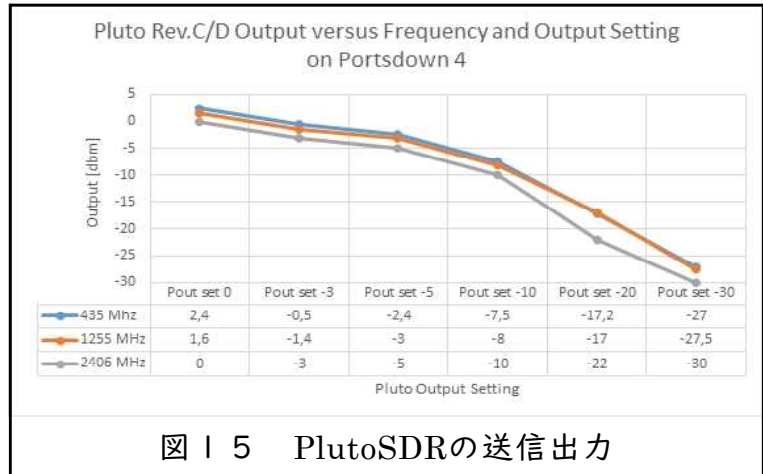


図 15 PlutoSDRの送信出力

4) 第3次高調波の利用

PlutoSDR が搭載している I/Q 変調集積回路(AD9363)の送信・受信のピンは、それぞれ直接出力・入力の SMA 端子に繋がっています。

すなわち、PlutoSDR の送信・受信の回路には高調波を阻止する特別な LPF が存在しません。

このため、基本の周波数の RF 信号とともに、基本波の 3 倍の高調波が観測されます。

この 3 倍波の RF 信号は、搬送波(基本波)の高調波が DATV 変調された信号であり、5GHz 帯や 10GHz 帯の DATV の送信信号として利用できます。

図 16 は、DVB-S2、SR2000(帯域約 2MHz)、8PSK に設定した送信周波数 3.4083GHz の DATV 信号の第 3 高調波である 10.225GHz の波形です。高調波であっても帯域の拡大はなく、基本波と同じ約 2MHz の帯域になっています。



図 16 PlutoSDRの高調波信号

この信号は、DATV の受信ソフトである MiniTiouner で支障なく受信できます。

<http://www5.wind.ne.jp/ja1syk/MWM-2018/PlutoSDR-10GHz-TX-RX.pdf>

5) PlutoSDR の変調方式

DVB-S、DVB-S2、DVB-T、DVB-T2 がサポートされています。(ただし、DATV 送信ソフトウェアに依存します。)

6) 第3次高調波の受信

なお、PlutoSDR は第 3 次高調波である 5GHz 帯や 10GHz 帯の受信も可能です。

NFは10GHz帯で40dB程度です。

*本誌2018版、「PlutoSDR 単体による10GHz帯の送信と受信」で報告済です。

* DATV 信号 4848MHz の第5次高調波である 24.24GHz も、スペクトラムアナライザで波形を観測することができます。

(2) LimeSDR Mini

USB3仕様の小型(69mm x 31.4mm)のSDRです。PlutoSDRに後発して提供されました。

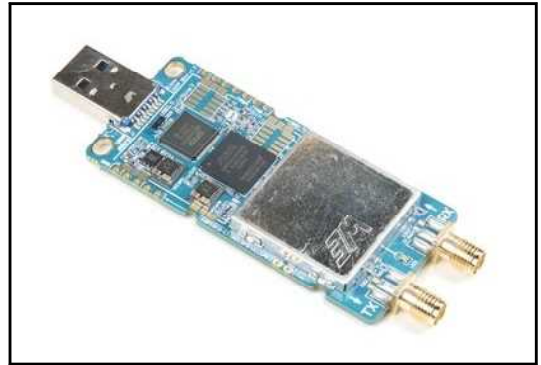
1) 送信周波数

10MHzから3500MHzをカバーしています。PlutoSDRのように上限周波数を拡張することはできません。

LimeSDR MiniのRF出力・入力回路にはフィルター機能があり、PlutoSDRのように高調波信号は出力されません。

2) 変調方式

DVB-S、DVB-S2、DVB-T、DVB-T2をサポートしています。(ただし、DATV送信ソフトウェアに依存します。)



(3) DATV Express Board

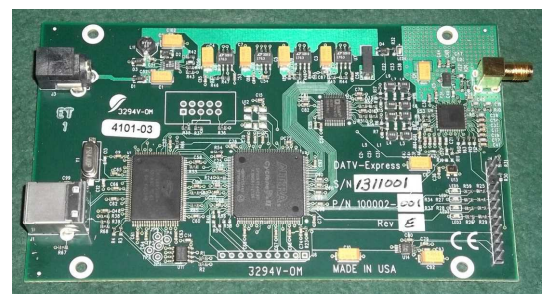
DATV Express Boardは、2014年2月に提供され、パーソナルPCを使用した狭帯域DATVの先陣を切った実績のDATVの送信ボードです。現在、入手は困難です。

1) 送信周波数

70MHzから2450MHzをカバーしています。

2) 変調方式

DVB-S、DVB-S2、DVB-Tをサポートしています。(ただし、DATV送信ソフトウェアに依存します。)



<https://www.datv-express.com/>

https://wiki.batc.org.uk/DATV_equipment_capability

3) DATV 送信ソフトウェア (Windows 版)

1) DATV-Express Transmitter Software (v1.25LP14)

DATV-Express Transmitter Software (以下、DATV-Express TX と呼びます。)は

G4GUO/Charles 氏が開発しました。

図 17 は、DATV-Express Transmitter Software の送信画面です。

(1) 送信周波数などの設定

図 18 の画面で以下を設定します。

- 1) 送信周波数
- 2) シンボルレート
- 3) Tx レベル (送信出力)
- 4) 変調方式

DVB-S、DVB-S2、DVB-T など。

5) SDR の選択設定

① DATV Express Board

② LimeSDR Mini

③ PlutoSDR (デフォルト・ファームウェア)

(2) カメラの対応

パーソナル PC 搭載のカメラが利用できます。また、WevCam C920 など多様なカメラに対応しています。

(3) プログラムのダウンロード

https://www.datv-express.com/uploads/Software/Windows_setup_datvexpress_dvb_transmitter_v1.25LP14.zip

以下に、詳しい解説があります

<https://www.datv-express.com/uploads/UserGuide/DATV-Express%20Users%20Guide%20for%20Windows-draft14.pdf>

4) DATV Easy (V2.17)

DATV-Easy は、F1EJP/Dominique 氏が開発した DATV 送信ソフトウェアです。

(1) 対応する SDR

- 1) LimeSDR Mini
- 2) PlutoSDR (F5OEO 仕様のファームウェア)

(2) 送信周波数などの設定

図 19 は DATV-Easy の設定画面です。以下が設定できます。

- 1) 送信周波数
- 2) シンボルレート

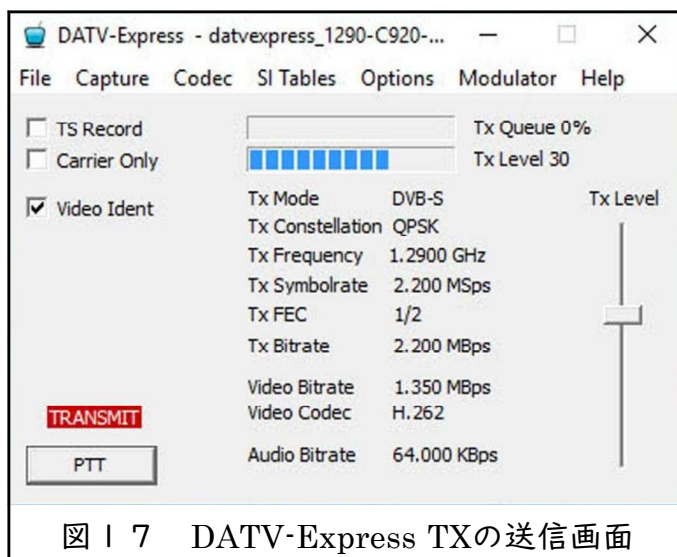


図 17 DATV-Express TXの送信画面



図 18 送信周波数などの設定

3) Tx レベル (送信出力)

4) 変調方式

DVB-S、DVB-S2、DVB-T など。

(3) 動画圧縮

V2.17 は、H.264、H.265、H.266 をサポートしています。

H.265、H.266 が送信できることが特徴的です。

(4) DATV-Easy のメーリングリスト
<https://forum.amsat-dl.org/index.php?thread/4059-new-soft-datv-easy-v1-20-download-v1-25/>

(5) 最新バージョン V2.17 についての記述

<https://forum.batc.org.uk/viewtopic.php?t=8433>

(6) V2.17 のダウンロード

<http://www.vivadatv.org/viewtopic.php?f=78&t=1004>

(7) インストールの方法

https://www.advanceduninstaller.com/DATV-Easy-V2_17-version-2_17-49680efde545d4d8dd7e40483e965230-application.htm

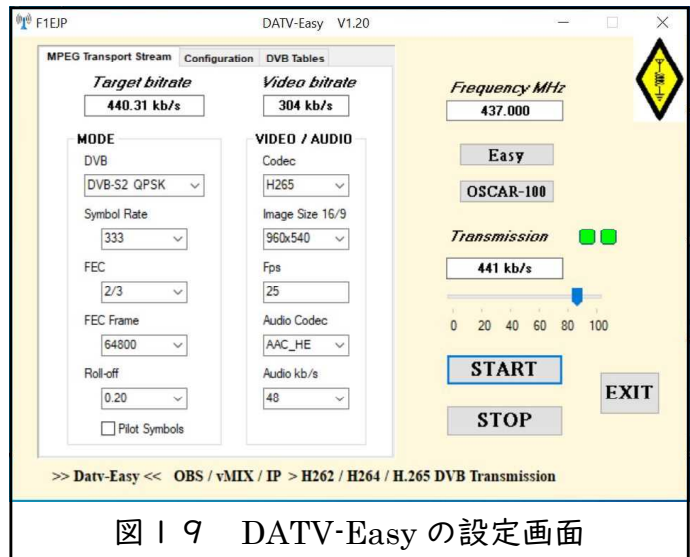


図 19 DATV-Easy の設定画面

5) Portsdown4 による送信

(1) ブロックダイアグラム

図 20 に、Portsdown4 のブロックダイアグラムを再掲します。

多種のカメラからの映像信号は、Raspberry Pi4 により処理されて、各種 SDR から送信されます。

(2) タッチパネル

図 21 は、Portsdown4 のスタート・メニューです。

左上の「TX」の枠にタッチすると枠が赤色に変わり、送信状態になります。

送信映像は画面でモニターできます。0.5 秒程度遅れて PTT が作動します。

(3) コンピューター

CPU はラズベリーパイ 4、LinuxOS を使用しています。

(4) 送信ソフトウェア (送受と共用)

SD カードに書き込み、ラズベリーパイを制御します。

Portsdown4 のプログラムは、国内では JA1COU/村田さんが提供しています。

https://1drv.ms/u/s!AtCoTa7Oiv1z9ipMW_W3jFo2_0yp?e=aKKbbrPortsdownLnagston

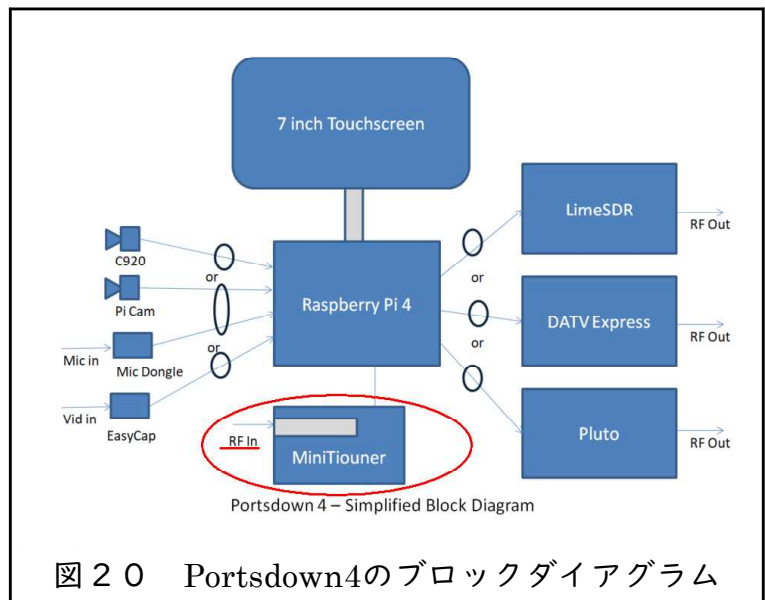


図 20 Portsdown4のブロックダイアグラム

3.zip

(5) 対応する SDR

1) PlutoSDR (Firmware、F5OEO仕様)

2) LimeSDR Mini

3) DATV Express Board

(6) 送信周波数

1) PlutoSDR 使用時 :
50MHz ~ 4100 MHz (F5OEO仕様のファームウェア)

2) LimeSDR Mini 使用時 :
30MHz ~ 3500 MHz

3) DATV Express Board 使用時 :
50MHz ~ 3500 MHz

(7) 変調方式と画像圧縮

1) PlutoSDR 使用時 : DVB-S、DVB-S2、DVB-T : (H.264)

2) LimeSDR 使用時 : DVB-S、DVB-S2、DVB-T : (MPEG-2(H.262)、H.264)

3) DATV Express Board 使用時 : DVB-S : (MPEG-2(H.262)、H.264)

(8) 接続可能なビデオカメラ

1) ラズベリーパイ・カメラ (送信時の映像モニターが可能)

2) WebCam C920 シリーズ

3) コンポジット・カメラ (EasyCap キャプチャー経由)

4) HDMI カメラ (HDMI キャプチャー経由)

6) パワーアンプのリニアリティ

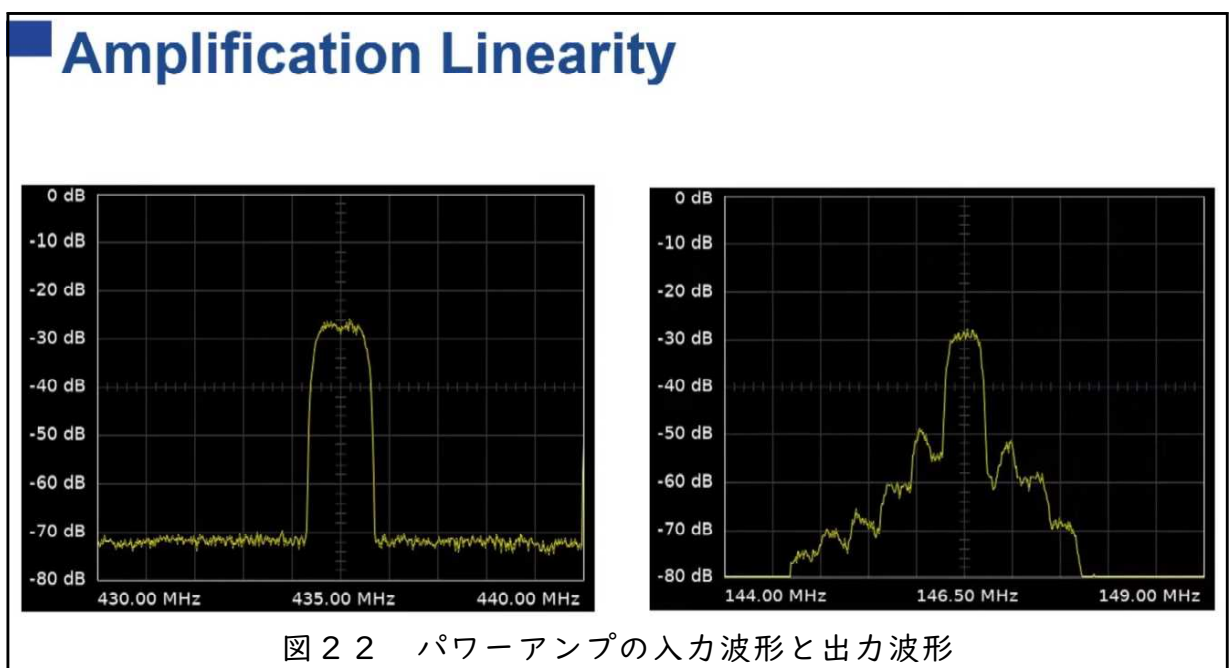


図 2 2 パワーアンプの入力波形と出力波形

図 2 2 の左側の図は、DATV の RF 信号をパワーアンプに入力した波形の例です。

TX		RX		M2	M3
Modulation	Encoder	Output to	Format	Source	
S2QPSK	H264	Lime Mini	4:3	PiScreen	
Freq	Sym Rate	FEC	Band/Tvtr	Lime Gain	
437 MHz	333	9/10	70_cm	88	
EasyCap	Caption	Audio	Atten	Att Level	
Comp Vid	On	Auto	NONE	-10.00	
Preset 1	Preset 2	Preset 3	Preset 4	Store Preset	
146.5_333	437_Lime	1255_HD	437-Pluto		

図 2 1 Portsdown4 のスタート画面

右側の図は、パワーアンプで電力増幅した DATV 信号の波形例です。

左図の波形の肩丈 (Shoulders、C/N) は約-40dB ですが、右図では-20dB 程度に低下しています。出力が増えても C/N は悪化してしまいます。

さらに信号の両側に側波帯が広がっており、隣接で運用する局に妨害を与えるおそれがあります。SSB 用のリニアアンプと称する増幅器であっても、図右のような波形になることが多いようです。パワーアンプは、適切に調整して使用する必要があります。

パワーアンプの調整は、バイアス電圧や入力信号のレベルが大きく影響するようです。

4 H.265 の実験

1) 動画圧縮について

図 2 3 は、各種の動画圧縮規格とエンコード、デコードに要求される処理能力を示しています。

(下記ホームページから引用)

圧縮率が高いほど、処理能力が要求されます。

(1) WindowsPC や Portsdown4 を使用した DATV は、H.264 が採用されています。

(2) H.264 は、MPEG-2 (H.262) の約 2 倍の圧縮率です。

(3) H.265 は、さらに H.264 の約 2 倍 (MPEG-2 の 4 倍) の圧縮率になります。

(4) H.265 を採用すれば H.264 に比べ、同じ帯域 (シンボルレート) で 2 倍の動画データ (解像度) の転送が期待できます。

(5) 同じ映像データを半分の帯域 (シンボルレート) で転送できることになります。

<https://www.splashtop.co.jp/knowhow/44/?af=knowhow45>

<https://jp.videoproc.com/edit-convert/h265-hevc-vs-h266-vvc.htm>

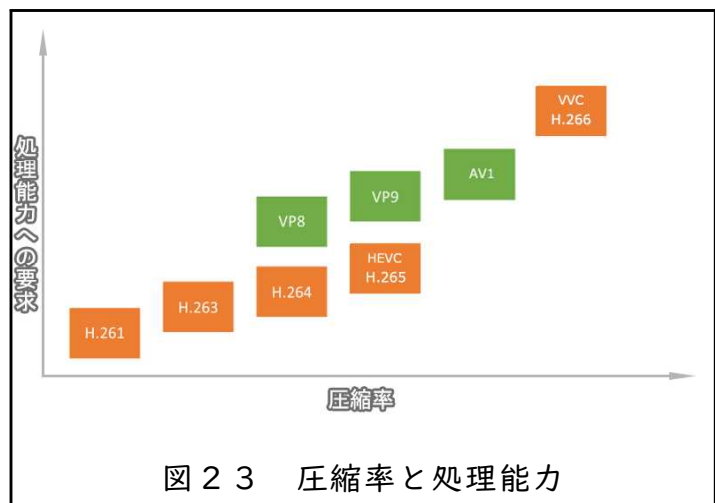


図 2 3 圧縮率と処理能力

2) H.256 の送信

以下を使用して、動画圧縮を H.265 の DATV を送信しました。

- (1) コンピューター : i7 搭載の WindowsPC
- (2) SDR : PlutoSDR または LimeSDR
- (3) DATV の送信ソフトウェア : Express DVB Transmitter
- (4) 映像制御ソフトウェア : OBS
- (5) シンボルレート (SR) : SR 333K
- (6) FEC : 2/3

残念ながら、Portsdown4 では H.265 の DATV は送信できませんでした。

3) H265 の受信

MinitunerV2 と、以下の 3 種類の DATV 受信ソフトウェアを使用して、H.265 の DATV を受信しました。

(1) DATV 受信ソフトウェア

- ① MiniTiouner0.9 : Windows i5 PC
- ② OpenTuner0.7 : Windows i5 PC
- ③ Portsdown4 の受信機能 : ラズベリーパイ 4 (RPI 4)

(2) MiniTiouner による H.265 の受信

図 2 4 は、MiniTiouner の受信画面です。

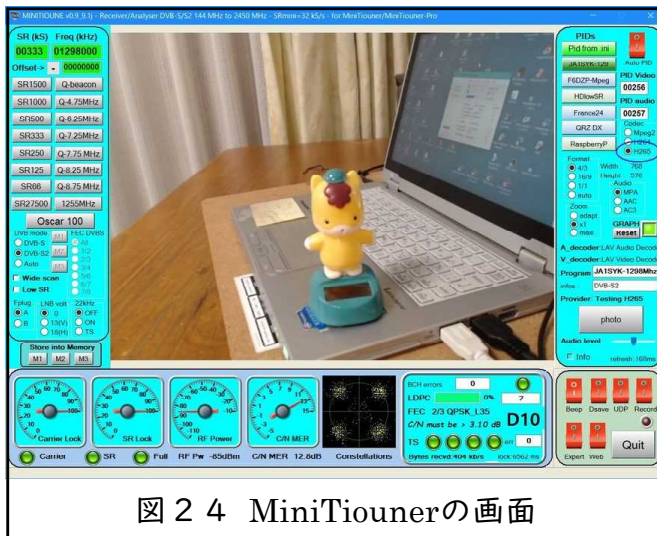


図 2 4 MiniTiounerの画面



図 2 5 H.265の表示

図 2 5 は、MiniTiouner が H.265 を受信していることを示しています。

(3) OpenTuner による H265 の受信

図 2 6 は、OpenTuner の受信画面です。



図 2 6 OpenTunerの画面

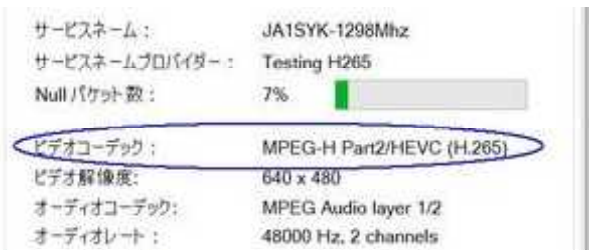


図 2 7 H.265の表示

図 2 7 は、OpenTuner が H.265 を受信していることを示しています。

(4) Portsdown4 による H265 の受信

図 2 8 は、Portsdown4 の受信画面です。



図 2 8 Portsdown4の画面



図 2 9 H.265の表示

図 2 9 は、Portsdown4 が H.265 を受信していることを示しています。

4) H.265、H.266 への期待

(1) H.265

今回使用した古い世代の CPU では、送信・受信ともデータの圧縮と復元の負荷が大きく、力不足を感じました。

H.265 をサポートした Intel の 10 世代以降 CPU や GeForce などの GPU、H.265 専用の IC チップを搭載した外付アダプターなど使用した H265 の実践が報告されています。

今後、H256 の特性を活かした DATV の QSO も楽しみたいと思います。

(2) H.266

H.265 のさらに 2 倍の圧縮率である H.266 を使用した実践も報告されています。

<https://forum.amsat-dl.org/index.php?user-post-list/2143-dl5ocd/&pageNo=2>

(3) アマチュア無線と DTV

DATV は新しい動画圧縮技術の普及に伴い、アマチュア無線にさらなる自己訓練、通信及び技術研究の機会をもたらしています。

DATV はさらに高画質、そして狭帯域へと進んでいくと思われます。

5 MiniTiouner の危機

1) 半導体不足

MiniTiouner は、DATV 受信の重要なデバイスです。

スタンドアロンでポータブルな Portsdown4 の DATV の受信機能は、MiniTiouner に依存するところが大きい、と言っても過言ではないでしょう。

BATC は過去 4 年以上にわたり、MiniTiounerV2 の基板や NIM、主要パーツを提供しており、日本でも多くの局がこれらを手入れし、製作し、使用してきました。

前述のように、MiniTiouner には NIM (Network Interfaced Module) が使われています。MiniTiounerV2 には 143MHz から受信できる Serit FTS-4334 が採用されています。

昨今、この NIM の入手が困難となり、BATC は NIM の提供を停止しています。

理由は、半導体不足とのことでした。

2) 今後の対応

BATC では、この現状を打開する解決策を求めています。

現用の NIM にかわる新たな NIM を開発するか。NIM の機能をコンピューターのプログラムで実現するか。さまざまな提案と議論が始まっています。世界のアマチュア無線家の熱意と頭脳に期待したいと思います。

MiniTiouner 関連の参考 URL

https://wiki.batc.org.uk/MiniTiouner_hardware_Version_1

https://wiki.batc.org.uk/MiniTiouner_hardware_Version_2

<https://forum.batc.org.uk/viewtopic.php?f=15&t=8632>

<https://forum.batc.org.uk/download/file.php?id=5964>

*各 URL や図の一部は、BATC のサイト、その他のサイトから引用しています。

BATC 各位の先進的な情報の提供に対し、ここに謝辞を表します。

2023/10/12