

DRM 放送受信用 455kHz ->12kHz コンバータ
(TA7358PG 使用)

このキットは周波数 455kHz の IF 信号を 12kHz に変換することで、PC 上の DRM 放送復調ソフト (Dream 等) と組み合わせて OFDM 変調で実施されているデジタル放送 : DRM (Digital Radio Mondiale) 放送を受信するものです。IF 周波数 455kHz の受信機に内蔵することを前提としていますが、小型のケースに組み込んで「アダプタ」として製作し、455kHz の IF 出力を持った受信機と組み合わせて使用しても構いません。DRM 放送を受信するためには受信機の帯域幅を 10kHz 程度に設定できる必要があります。(LC フィルタの比較的ブロードな特性の受信機なら 6kHz 程度でも可。) 電源電圧としては 4.8V から 15.3V までに対応し、消費電流は最大 20mA です。PC のサウンド入力 は 48kHz サンプリング、2ch ステレオモードの L チャンネルを用います。ライン入力のある PC であれば、ほとんどの PC で対応できます。

■ 製作方法

回路図と部品配置図を図 1 と 図 2 に、部品表を表 1 に示します。大規模な回路ではありませんので、各自の流儀にしたがって組み立てて構いませんが、以下に要点を記します。

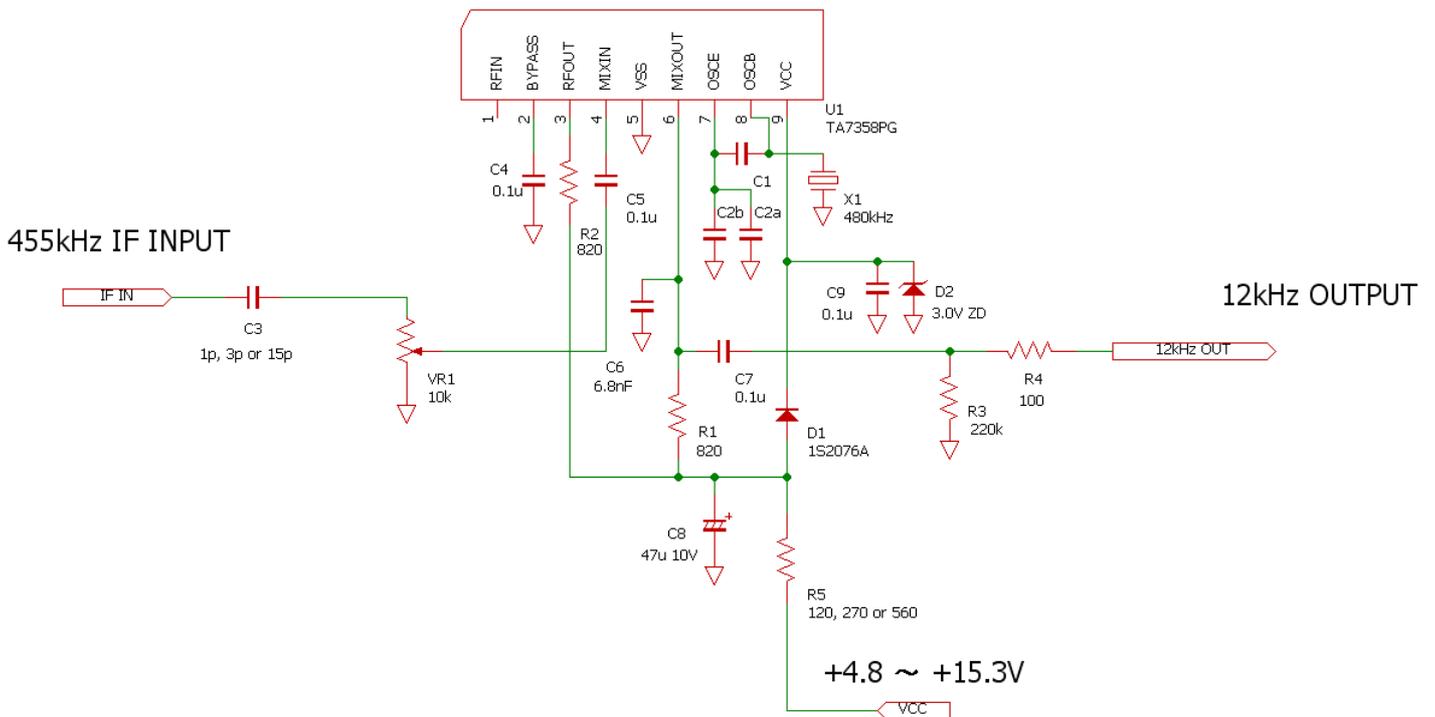


図 1 DRM 放送受信用 455kHz ->12kHz コンバータ回路図

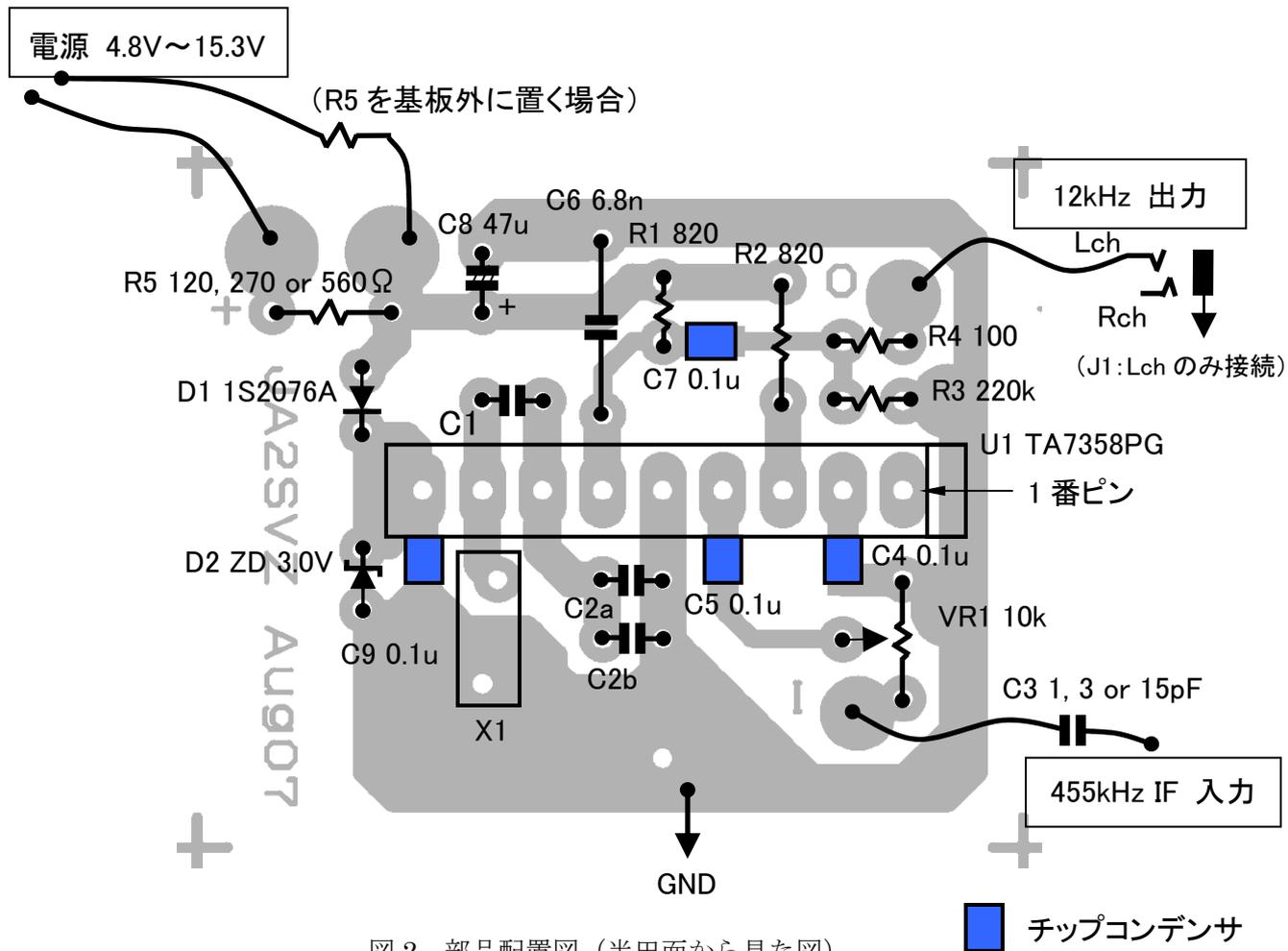


図2 部品配置図 (半田面から見た図)

- バイパスコンデンサ、結合コンデンサは特性を重視してチップ部品のコンデンサを採用しています。チップ部品の半田づけは平面で作業するのがやりやすいので、他の部品を取り付ける前に、最初に作業することをお勧めします。

- チップコンデンサの半田付けの方法

- (1) プリント基板のランドの片方に薄く、予備半田します。予備半田が厚すぎると位置合わせが難しくなりますので、半田を付けすぎた場合は半田吸い取りワイヤ等で余分な半田を吸い取ります。
- (2) チップコンデンサを先の細いピンセットでつまみ、(飛ばして失くさないように注意！予備として1個余分にキットには入れてあります。)半田ごでの先でチップコンデンサの片方の端子に予備半田します。
- (3) チップコンデンサの予備半田した側の端子を、やはり予備半田した基板のランドに重ね、ルーペを使いながら、正確に位置を合わせます。
- (4) 半田ごでの先でチップコン、基板のランドの予備半田を溶かし、チップコンを仮止めします。

(5) 予備半田をしていない側の端子、ランドを半田づけします。適切な量の半田を使うようにします。

(6) 予備半田してあった側の端子、ランドに新しい半田を供給しながら、半田づけを仕上げます。

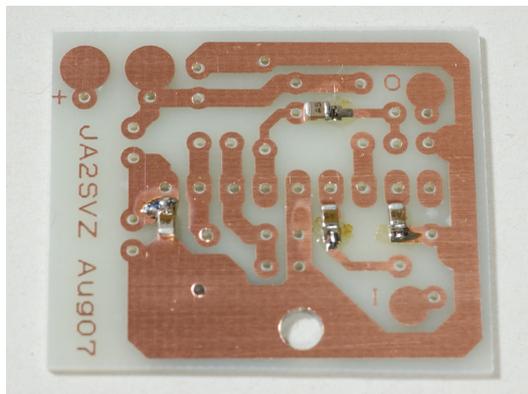


写真 1 チップコンデンサを仮付けしたところ

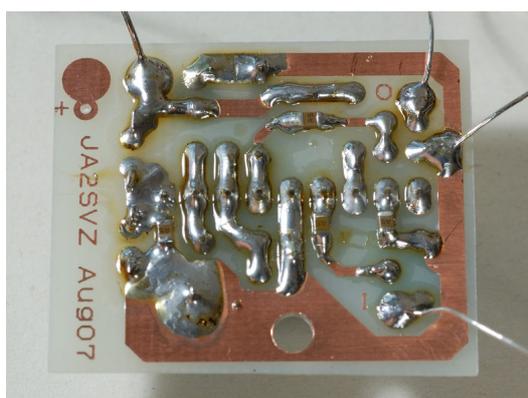


写真 2 部品の取り付けの終わった半田面

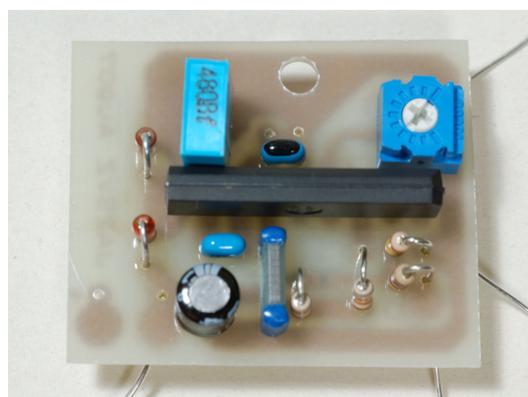


写真 3 完成したところ (部品面)

表1 部品表

C1	積層セラミックコンデンサ 50V (選別)
C2a	積層セラミックコンデンサ 50V (選別)
C2b	積層セラミックコンデンサ 50V (選別-不要の場合有り)
C3	セラミックコンデンサ 50V 1pF
C3	セラミックコンデンサ 50V 3pF
C3	セラミックコンデンサ 50V 15pF
C4	積層セラミックチップコンデンサ 50V 0.1uF
C5	積層セラミックチップコンデンサ 50V 0.1uF
C6	ポリカーボネートコンデンサ 400V 6.8nF
C7	積層セラミックチップコンデンサ 50V 0.1uF
C8	ケミカルコンデンサ 6.3V 47uF
C9	積層セラミックチップコンデンサ 50V 0.1uF
D1	シリコンダイオード 1S2076A カソードマーク:青
D2	ツェナーダイオード 3.0V HZ3B-2-E カソードマーク:青 マーキング:「B2 3」
J1	3.5mm ステレオジャック
R1	炭素皮膜抵抗 1/4W 820Ω
R2	炭素皮膜抵抗 1/4W 820Ω
R3	炭素皮膜抵抗 1/4W 220kΩ
R4	炭素皮膜抵抗 1/4W 100Ω
R5	炭素皮膜抵抗 1/4W 120Ω
R5	炭素皮膜抵抗 1/4W 270Ω
R5	炭素皮膜抵抗 1/2W 560Ω
U1	FM フロントエンド周波数変換用 IC TA7358PG
VR1	半固定抵抗 Bカーブ 10kΩ
X1	セラミック発振子 (選別)

} いずれか使用

} いずれか使用

- セラミック発振子は熱を加えすぎないように注意し、穴位置がセラミック発振子のリード間隔に完全に合わない場合は半田付け前に穴を修正してください。基板の表面から 0.5mm 程度、パッケージを浮かせて取り付けることをお勧めします。セラミック発振子に同封された選別済み C1、C2a、C2b (セラミック発振子によっては C2b が不要の場合があります。) を使用します。部品の入手の関係でこれらのコンデンサのリード間隔が 5mm のものが同封されていることがありますが、プリント基板のリード穴の間隔は 2.5mm ですので、その場

合はリードを丁寧に伸ばし、形を調整して基板に取り付けてください。

- 入力結合コンデンサ C3 は基板に取り付けず、空中配線とします。(次頁参照)
- 電源ドロップ抵抗 R3 を取り付けるランドは基板に設けてありますが、電源を取る接続点が近くにある場合は、この電源ドロップ抵抗は基板上に取り付けず、電源接続の配線として使う方法がスマートです。(次頁参照)
- コンバータの 12kHz 出力は PC のサウンド・カードのライン入力に接続します。3.5mm ステレオジャックを同梱していますので、必要に応じて利用ください。コンバータの出力は左 (L) チャンネルだけに接続し、右 (R) チャンネル入力には何も接続しません。3.5mm ステレオプラグでは左チャンネルが一番先端のチップです。コンバータの出力インピーダンスは十分に低い (1kΩ弱) ので、10cm~20cm 程度の受信機内の引き回しではシールド線を使う必要はありません。
- プリント基板には取り付け用の 3.2mm 穴を設けてありますが、軽い小さな基板ですので両面テープ等で適当な場所に貼り付けるだけでも十分です。

■ セラミック振動子について

キットの同梱のセラミック振動子は京セラ製 480kHz のものですが、発振回路側の負荷容量を調整して 467kHz (455kHz+12kHz) で発振させます。セラミック振動子は 1 個、1 個、負荷容量対共振周波数特性を測定し、467kHz に共振する負荷容量、その際の等価直列抵抗を求めてあります。この負荷容量に合わせ、TA7358PG の発振回路に使用する容量 (C1、C2a、C2b) を選別して添付しています。セラミック振動子によっては C2b を使用せずに周波数が調整できる場合もあり、その場合はキットに C2b のコンデンサは含まれません。

付属のコンデンサ (C1、C2a、C2b) は初期の周波精度として 467kHz +/- 500Hz を目標に選別しており、長期の使用についても +/- 1kHz の精度は保つことができるはずです。(DRM 放送の受信では復調用ソフトウェアが自動的に中心周波数に追尾しますので数 kHz 以内のずれは問題ありません。)

セラミック振動子のパッケージはプラスチック製で、機械的に強固ではありませんので、外部から力を加えたり、半田付けの際、過剰な加熱をしたりすると周波数が変化する可能性がありますのでご注意ください。基板の穴位置が若干セラミック振動子のリードと合わない場合は、無理に押し込まず、基板の穴を修正するようにしてください。なお、セラミック振動子のパッケージは有機溶剤で溶けてしまいますので、基板のフラックス・リムー

バ等の使用の際は注意が必要です。

■ 電源ドロップ抵抗の選択

このモジュールは広範な電源電圧（4.8V~15.3V）に対応するため、電源ドロップ抵抗 R5 として 3 本の異なる値の抵抗を同梱しています。使用する電源電圧に合わせて、3 つの抵抗から適切なものを選んで使用ください。各電源ドロップ抵抗の値と使用可能な電源電圧範囲の関係は以下の通りです。

表 2 電源ドロップ抵抗 R5 の値と電源電圧範囲

電源ドロップ抵抗: R5 の値	電源電圧範囲
120 Ω	4.8V ~ 6.5V
270 Ω	6.3V ~ 9.5V
560 Ω	9.2V ~ 15.3V

例えば、受信機内部の+8V ラインから電源を取る場合は R5 として 270Ω を使用します。

このモジュールの消費電流は、各電源ドロップ抵抗に示された最低の電源電圧で使用した場合は約 10mA、最大の電源電圧で使用した場合は約 20mA となります。各電源ドロップ抵抗の最大電圧に近い電圧で使用する際、少しでも電源消費電流を抑えて使用したい場合は以下に従って、その電源電圧に最適な電源ドロップ抵抗の値を算出して、お手持ちの抵抗に入れ替えて使用ください。その場合、消費電流は約 10mA となります。

$$\text{ドロップ抵抗の値} = (\text{電源電圧} - 3.6\text{V}) \times 100$$

なお、この電源ドロップ抵抗 R5 は基板上にランドを設けてはありますが、電源を取り出す場所がモジュールを配置する場所に近い場合は基板上のランドは使用せず、ドロップ抵抗を「配線」として直接、空中配線で接続する方法がスマートです。

■ 入力結合コンデンサの選択

モジュールの入力感度は基板上の半固定抵抗、VR1 に加え、入力と直列に挿入する結合コンデンサ C3 の値で設定できます。キットには 1pF、3pF、15pF の 3 つの値のコンデンサが同梱されていますので、接続する受信機の IF 段のレベルに合わせ、選択してください。最初は 3pF を用いて試し、VR1 でレベルを調整しきれない場合に 1pF あるいは 15pF を試すことをお勧めします。

結合コンデンサを使用しないで VR1 に入力信号を直結した場合に比べ、各容量を使った場合の結合コンデンサによる減衰量は概ね以下ようになります。

表 3 結合コンデンサの容量と減衰量

結合コンデンサ: C3 の値	減衰量
1pF	-30dB
3pF	-20dB
15pF	-10dB

モジュールは、IF 信号を取り出すノードのなるべく近い場所に配置し、C3 の端子の片側をなるべく短く切って IF 信号を取り出すノードに接続、反対側の端子を、コンデンサのもとのリード線を継ぎ足すことなく、モジュールの VR1 の端子に最短距離 (5cm 程度以下) で接続します。(つまり C3 を配線として、「空中配線」とします。) どうしてもモジュールを IF 信号を取り出すノードの至近距離に配置できない場合は、細い同軸ケーブル (1.5C2V や 1.5D2V 等) を使って入力端子を延長できますが、その場合も結合コンデンサ C3 は IF 信号を取り出すノード側に両方のリード線を短く切って配置するようにし、同軸ケーブルの長さは 20cm 以下を目安にしてください。(下図参照) このように配線しないと、IF 信号を取り出すノードに不要な容量負荷を与えてしまい、受信機の性能に影響の出る危険性があります。

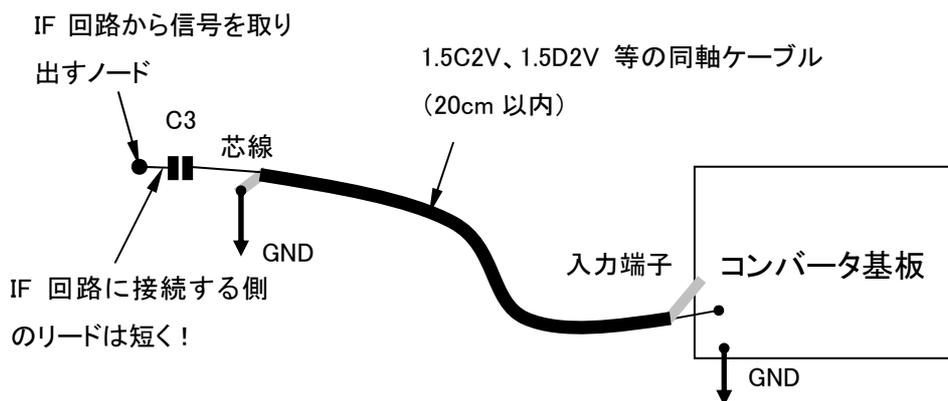


図 3 入力端子を同軸ケーブルで延長する場合の注意

入力結合コンデンサとして 1pF、3pF を使用する場合は、接続する IF 回路に与える影響はごく少ないので、バッファアンプを用いて IF 信号を取り出す必要はありません。真空管式受信機を含め、1pF または 3pF を接続する影響は多くの場合、無視できます。15pF を使用、

あるいは、入力結合コンデンサ無しで VR1 に直接 IF 信号を入力する必要がある場合は、15pF あるいは VR1 の 10kΩ の負荷が回路に与える影響を確認して接続ください。真空管式受信機の場合、15pF あるいは 10kΩ の負荷は、回路によっては無視できない負荷となる可能性があります。

なお、同梱の C1 用のコンデンサの耐圧は 50V ですので、真空管式受信機の IF 回路のプレート回路に接続する場合は別途、耐圧の高いコンデンサをご用意ください。グリッド側の回路に接続する場合は問題ありません。

■ 組み込み、接続の方法

小型のモジュールですので受信機の内部に組み込んでしまうことをお勧めします。モジュールを IF 回路の近傍に取り付けられるなら、回路に影響を与えることなく IF 信号を取り出すためにバッファ回路を用意する必要もありません。IF 出力端子が用意された受信機と組み合わせる場合は、小型のケースに入れ受信機の外部で使用することも、もちろん、構いません。

■ 復調ソフトについて

DRM 放送を PC 上でデコードするための復調ソフトとしては Dream が最も広く用いられています。Dream はオープンソースの形で GPL (General Public License) のもとで開発されていてソースコードが無償で公開されています。以下の SourceForge.com のサイトから最新のソースコードが入手できます。Visual Studio の開発環境を利用できる方はご自身でコンパイル、ビルドすることができます。

<http://sourceforge.net/projects/drm/>

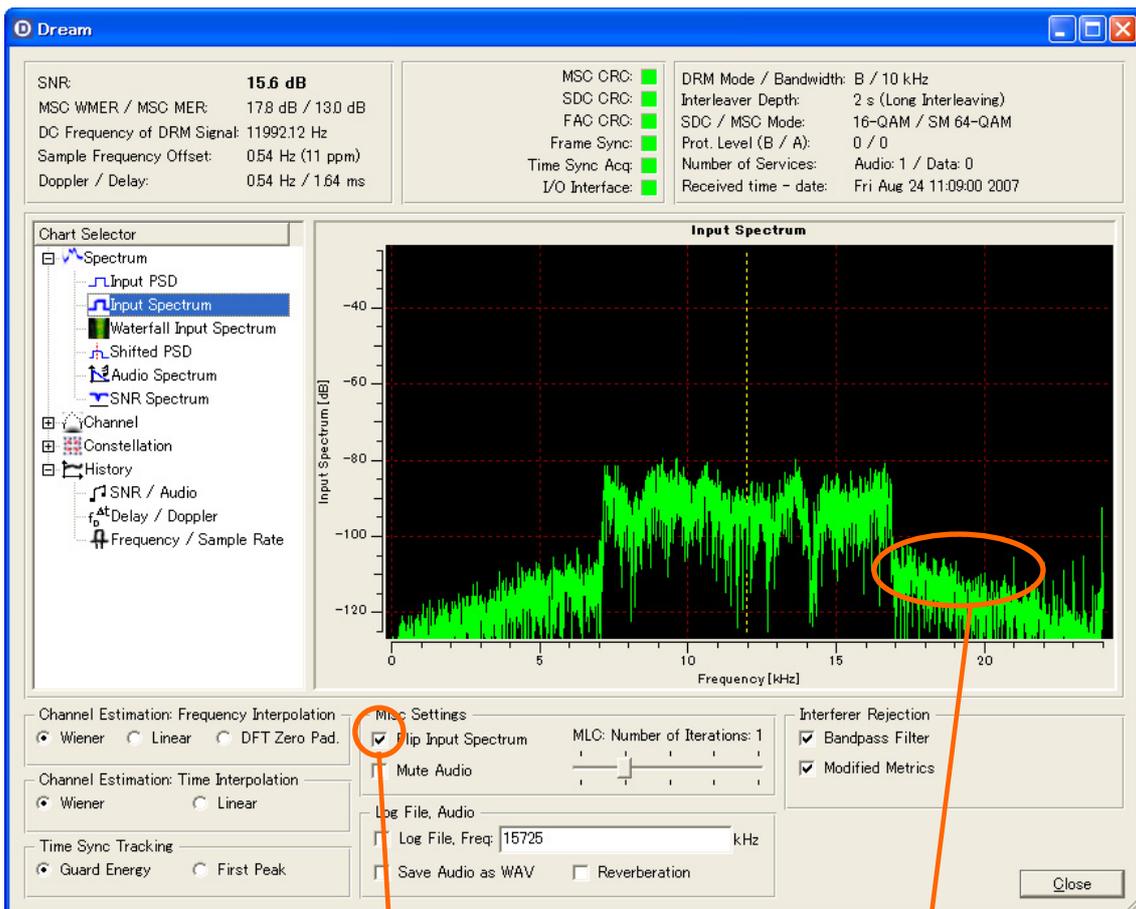
Dream のコンパイルされた実行可能なバイナリを配布する権利を正式に有する組織、会社は限られます。開発者の 1 人が、サポート無し、を条件に Dream のビルドの例として公開しているバイナリが以下にあります。バージョンが 1.6.1cvs とやや古いですが、大きな機能的な不足はなく、安定したバージョンです。(以下の URL の一番下あたりにあります。DLL である、qt-mt230nc.dll も取り込む必要があります。)

<http://rarewares.org/aac-decoders.php>

これ以外に Dream の実行可能なバイナリをネット上で公開している個人のサイトはいくつか散見されます。「DRM デコードソフト インストーラ」といった単語で検索すれば容易に見つかると思います。それらバイナリの利用は自己責任において行ってください。

■ 調整方法

まず、コンバータ基板上の VR1 を最大レベル（時計方向に回しきった状態）にセットしておきます。復調ソフトである Dream を立ち上げ、「Settings」->「Sound Card Selection」->「Sound In」とメニューをたどり、入力信号のソースとして、ライン入力にコンバータからの出力を接続したサウンド・カードを選択します。「View」->「Evaluation Dialog...」と選択して「System Evaluation」の画面を出し、左の「Chart Selector」メニューからスペクトル表示（「Spectrum」->「Input Spectrum」）を選択します。DRM 放送の実施されている周波数に受信機の周波数を合わせると、放送を受信できれば以下のようなスペクトルが見られるはずです。PC のサウンドのミキサーのライン入力のレベルを調整し、OFDM スペクトルの外側のノイズフロアのレベルが -120dB から -100dB 程度になるように調整します。ミキサーデバイスのボリューム位置をかなり絞った位置（下から 10%~20%以下の位置）でないとノイズフロアの位置を調整しきれない場合は、コンバータ基板上の VR1 を絞って調整します。



ノイズフロアのレベルを -100dB から -120dB 程度に設定する。
スペクトルを反転させる場合にチェックを入れる

図 4 Dream の Evaluation Dialog (スペクトル表示)

ミキサーデバイスのボリューム、コンバータ基板上の VR1 で入力レベルが十分に調整ができない場合、入力結合コンデンサの値を 3pF から 1pF あるいは 15pF に変更します。

受信機の周波数変換の方法によっては、受信周波数が IF 周波数に対して同一の方向に変換されているとは限りません。受信機のダイヤルを周波数の高い方に移動した際、受信スペクトルに表示されている信号がスペクトルの左側に移動するのが正常な周波数関係です。もし、逆方向に移動する場合は、「Evaluation Dialog...」の「Flip Input Spectrum」にチェックを入れることで、Dream 内で周波数を反転でき、正常に受信できます。

■ DRM 放送のスケジュール

ネット上で以下の URL で全世界の最新の DRM 放送のスケジュールを参照できます。DRM 復調ソフトの Dream では、ネット接続により最新のスケジュール・データを取り込む機能があり、CAT インターフェースによって受信機をリモートコントロールする機能もあります。

<http://www.drm-dx.de/>

■ 連絡先、サポート

キットの製作、受信機への接続、復調ソフトの入手、インストール、使用方法等、不明な点は thayashi@ta2.so-net.ne.jp まで連絡くださればできる限りお答えします。mixi に入会されている方は「BCL」のコミュニティ、「DRM 方式の短波放送」のトピックも参考にしてください。DRM 放送の受信、ソフトウエア・ラジオの話題等、日々、活発な情報交換がされています。

http://mixi.jp/view_bbs.pl?id=29366312&comm_id=15274

林 輝彦 / JA2SVZ

Ver1.3 Aug.30 2008