

① 「The FANCY CRAZY ZIPPY#117 ~#300」	(FCZ 研究所) JH1FCZ 大久保忠 OM
② 「トランシーバー製作入門」	(CQ 出版社) JA7CRJ 千葉秀明 OM
③ 「ランド方式で作る手作りトランシーバー入門」	(CQ 出版社) JF1RNR 今井 栄 OM
④ 「トロイダルコア活用百科」	(CQ 出版社) 山村英穂 OM

技術資料①. 2m ARDF_DCsystem

開発記録

at JA1YDZ とにかく作った。資料で回路を調べ、作っては笠松運動公園・日立港・各種大会で試験！

V0.0 電界強度計+短縮 2eleHB9CV : ×感度不足 100m 以内

V1.0 2SK241ATT + トランジスタ + 短縮 2eleHB9CV : 07 茨城大会用 / ×反射波区別困難。
2SK241ATT + トランジスタ + 2eleHB9CV : 08 新潟大会用 / ×液晶 S 反応遅・炎天下 LED 見えない・接近戦難。

以下、局発は VXO (連続可変 = FM のスロープ 検波可能・発信波やビーコン波を見つけやすい... 実は、PLL の技術が無いだけです Hi)

V2.0 MizuhoRF 部 + IF & 1N60 + S & V-F メーター + 2 ~ 3eleHB9CV : 08 茨城大会用 / ×ビーコン混信

V2.2 MizuhoRF 部 + MLF501 : ×感度不足

V2.5I-tec.RF 部 + 10.7MHzXF + LA1600 (455kHzCF) + S メーター : ◎メーカー機並 × 回路規模大

V3.0 クリコン + 11MHzVFO / LA1600 (455kHzCF) : ○実用感度 × 航空無線混信

V3.5 クリコン + 5MHzVFO / LA1600 (455kHzCF) + S メーター + 3eleHB9CV : 実用! CQ 誌掲載 (基板化 V3.6)

V3.7 クリコン + 5MHzVFO / LA1600 (455kHzCF) + 3ele 八木一体 : 09 新潟大会用

V4.0 3.5MHzDC → V4.5_2mDC (NE612) → V4.6 ~ + RF、3ele 八木 : 09 茨城大会用 × VXO 輻射 ○ 選択度

V5.0 超再生 : ×話の他

V6.0 クリコン + 11MHzDC : ○感度良・フィルタが無くとも選択度良

V6.5 クリコン + (10.7XF) 10.7MHzDC + 3ele 八木一体 : 10 茨城大会用 / ◎メーカー機並 × 回路規模大

V4.8RF + NE612 + 3ele 八木 (VXO 改 12M × 12) + 3ele 八木一体 : 10 茨城大会用 / ○局発漏れ改善

at JA1YEF ハムフェア 2011 自作品コンテスト応募。2 次ボツ。¥3000 の実用機が理解されなかった...
V4.9RF + NE612 + 3ele 八木 (VXO 改 16M × 9) + 3ele 八木一体 : 本作品 / 基板化 ○ コスト

①局部発振 (VXO)

安定した純度の高い信号を要する。混合回路への注入強度が弱いと感度が低下し、強いと感度がよくなるが局発漏れが増加して他の競技者への妨害となる。強すぎるとビーコン分離不能、さらに受信機が発振。局発への結合コンデンサの値ではなく、VXO の出力自体を低く抑え、漏れを最小限に。基本波発信をさせ、初段の出力で 48MHz、後 FET で 3 通倍。

・水晶

* 水晶 T145.68MHz/12 = 12MHz 帯 × 4 × 3 (旧 TR-2200G II の送信用) (V4.5 ~ 実験機 5 台)
FCZ コイル VX3 と 20pF の FM 用ポリバリコン (PVC) 直列で、表示より 40kHz ほど上から、下に $\Delta f = 200\text{kHz}$ 以上動く。さらに同じ水晶を並列接続 (SuperVXO) にすると、 $\Delta f = 500\text{kHz}$ ほど下まで安定動作。

* 水晶 T145.62MHz/12 = 12MHz 帯 × 4 × 3 (旧 TR-2200G II の送信用) (V4.8 試作器)
競技用周波数 145.66MHz / ビーコン 145.78MHz をカバーするため、周波数を上へ動かす必要あり。「L なし VXO」とし、小型化のためトリマーコンデンサ (TC) を使用。セラミック TC よりもフィルム TC (フィリップス製) の方が温度特性が良い。容量を少なくすると上へ動く。回路図の定数 (VX3 無し) で 145.62 ~ 145.79MHz。競技用・ビーコン周波数ともに範囲内に。

* 水晶 16.2020MHzUS × 3 × 3 = 145.80MHz (通販量産品。格安) (V4.9 本機)
VX3 + 30pF / L-C (コスト削減) で 145.60MHz ~ (ビーコン 145.78 含む) 145.80MHz をカバー。入手できる水晶によって個性があり、再現性のもっとも悪い部分。水晶直列の L, C の値は要実験。

・ 20pF PVC を使用する場合は金属ケースにしっかりとねじ止めし、太めのスズメッキ線等でふらつかないように配線。バリコン裏側のトリマーは最少容量に。ダイヤル直結では $\Delta f = \text{最大 } 200\text{kHz}$ までが使いやすい。

・ 可変範囲は VX3 のコアで調整。

・ 発振段 (基本波発振回路) 2SC1906 の E 抵抗は 300 Ω 程度に下げると出力が強くなるが同時に妨害波 (受信周波数とほぼ同一) 輻射も増加。1k Ω にしたところ減少し、48MHz 帯は複同調にする必要がなくなった。

・ 次段の 3 通倍は当初 2SC1906 を使用、出力が強すぎた。2SK439E を使用したところ、出力を複同調としなくとも受信用としては十分な周波数純度と出力が得られた。(2SK241 では全くだめ) トレインの 100 Ω は GHz 帯発振防止用。この回路は JA7CRJ 千葉 OM 発表もの。

・ 調整は近くに置いた無線機で発振出力を受信し、48MHz、145MHz 帯で S メーターがもっとも振れるようにコアを調整。プローブだけで出力調整をすると、何倍波に合わせているのかわからなくなる。基板は裸のままだと 15m 以上先の受信機に妨害 (主に VXO 初段の高調波) を与える。

・ アルミケースで完全シールドしたところ、5 ~ 8m とルールを満たすことができた。せんべいのブリキ缶をかぶせるとさらに改善。

ルールを満たしているとはいえないオフレで必ず局発漏れがある。他の競技者とすれ違う際には周波数をずらなり電源を切るなどのマナーが必要。

②低周波増幅 (AF)

LM386 による低周波増幅。音量調節を廃してフルゲイン動作。大きなヘッドフォンほど音が良い。

・ 実験段階で、NE612 の Pin5 から AF 信号を取り出したところカサついた音。オシで確認したところ高周波が混入、OSC 端子 Pin6,7 に近いためと思われる。AF 信号を Pin4 から取ることとした。(プリント基板化した後はどちらでも同じ)

・ Pin1,8 の 4.7 μF ~ 10 μF で +46dB (× 200 倍) 設定。DC 受信方式は雑音が少ないため、RF 段の感度調節だけで対応、AF VR 不要。

・ 入力 Pin2 の 0.01 μF は「シー」という高域ノイズ低減用。大きくするとノイズが低減するが、感度(ゲ

イン)低下。AF 入力周辺の C は積層セラミック指定。ディスクタイプだとノイズや振動を拾う。
 ・出力 pin5 の 0.1μ は発信防止用。スピーカー(イヤホン)までの配線が長い場合有効。
 ・ダイオードは約 $0.6V$ で導通し、過大出力をクリップさせて大音量から耳を保護。スイッチングダイオードなら何でも可。
 ・イヤホンジャックに配した 0.001μ は、イヤホンコードに乗った高周波信号をバイパス。
 ・ 10Ω はモノラルイヤホンを差し込んでグランド(GND、一側)に落ちたときの負荷となり、回路を保護。ステレオイヤホンの時は、信号波はほとんど減衰せず、モノラル/ステレオ両用となる。
 ・電源 Pin6 の 100Ω と両側の $100 \mu F$ ($470 \mu F$) とでデカップリング回路を構成。この回路がないと、大音量で瞬時に大きな電流が流れた場合時に電圧降下がおきて他の回路の動作に悪影響。
 当初、ゲインを稼ぐために LM386 の前に 2SC1815 のアンプを配置。水戸市周辺では、使用アンテナや時間帯によって NHK や IBS(茨城放送)の AM 放送が聞こえてしまい NG。前段(混合回路)にゲインを持たせ、AF 段のゲインをおさえた現回路に落ち着いた。

③混合(NE612)

バッファ(Buff.)、発振(OSC.)、混合(Mix.)回路内蔵の平衡入出力 IC。低電圧レギュレーター(Reg.)も内蔵されており電池使用に最適。電源電圧 Max8V。入力 Pin1,2 出力 Pin4,5 を直流的に GND に落とすと破壊。500MHz まで使え、変換利得+14dB。

・Pin6 に 0.001μ ($1000p$) F を介して局発を入力。
 ・信号入力 Pin2 を $0.001 \sim 0.01 \mu$ でバイパス。平衡入力は崩れるが、接近戦での F/B 比が格段に向上。3eleYAGI との組み合わせで $1x1m$ 以内に近づいても方向探知可。この C がないと $20m$ 以内では飽和してしまい、全く方向が探知不能となってしまう。
 ここまでの構成で完全自動(ゲインコントロール不要)受信機として動作。2km 先の 1W Tx を、ゲルマニウムラジオ並の音量で感知。200m 以内では大音量だが F/B 比あり。ただ、幹線道路沿い(ノイズ多)や山間部での探査には余裕がほしい。高感度を求めて RF 段を増設。

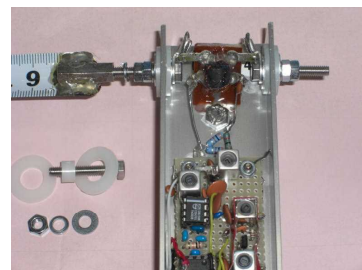
④高周波増幅(RF)／性能向上の鍵は 2SK439 !

安価な 2SK241 を使用していたが 2SK439 に変えたところ、感度や安定性が向上し、発振しづらくなった。ピン配置が 2SK241 と逆になり要注意。実際の信号を聞きながら RF 部のコイルのコアを感度最大に調節。

・電源供給を同調コイルの中間タップからにすると同調がシャープになり、動作安定。しかし基板ア트워크に難あり、通常方式に戻した。
 ・動作安定のため、IC やコイルの電源供給は端子直近にバイパスコンデンサーを配置。
 ・FCZ コイル 07S144 の同調容量は $7pF$ だが、FET 等の入出力容量や基板配置の浮遊容量が影響、回路図の値で同調した。
 ・感度調節は RF の電源電圧を $5k \sim 10k \Omega$ の B 型ボリュームでコントロール。VR 端子の 0.001μ は雑音対策。回転角とゲインとのフィーリングが今後の課題。VR 最大の少し手前の位置で一瞬 発振したようなノイズが出る(V1.0 ~ V6.5)が、原因不明、実用上問題なし。
 ・入力側-3dB (1/2) / 50Ω π 型アッテネーター(ATT)は一見感度が下がってもったいないような気がするが、弱い信号は少しの減衰、耳で聞いても違いがわからない。強い信号は大きく減衰し、ダイナミックレンジが拡大。感度 VR 操作が減り、S メーター(実験機で使用)のカバー範囲が拡大。接近戦に威力を発揮し、感度に余裕がある場合に有効。(本作品 V4.9 では使用せず)

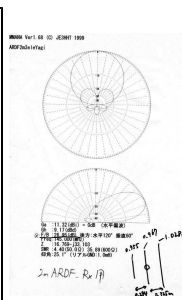
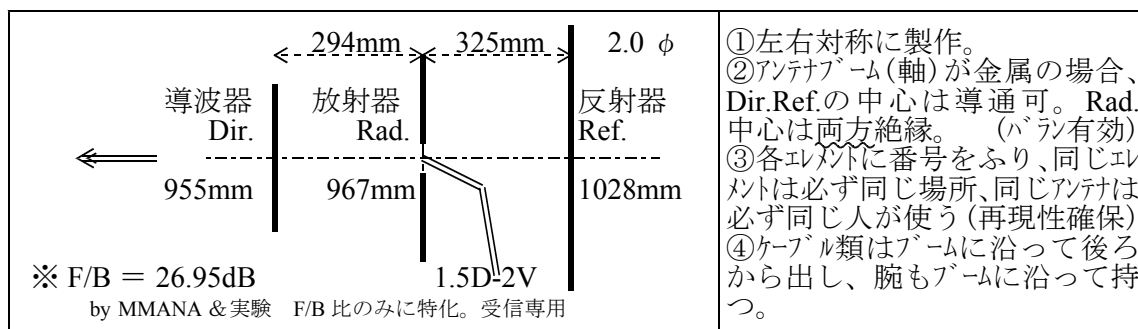
⑤バラン(Balun)

対称性を確保してビームの偏りを少なくすることと DC 受信機からアンテナへの不要輻射防止のため、給電部にフロートバランを配した。(実際には DC 受信機アンテナ端子からの輻射は無かった)放射器(Rad.)エレメントは両方とも高周波的に浮いた平衡状態になる。FB-801#43 に 0.2ϕ ECW「2 本より線(2 本をドリルの先につけてねじる)」を 3 回巻き(穴の中に 3 回通す) 2 本の絶縁要注意。



⑥ 3eleYAGI アンテナ

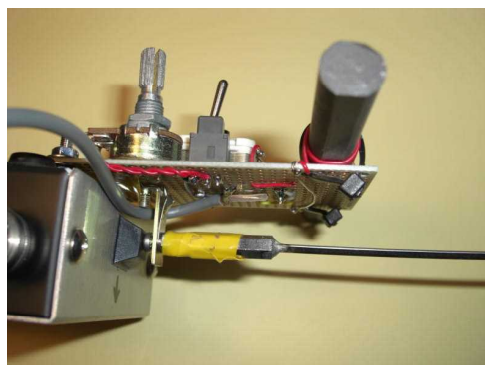
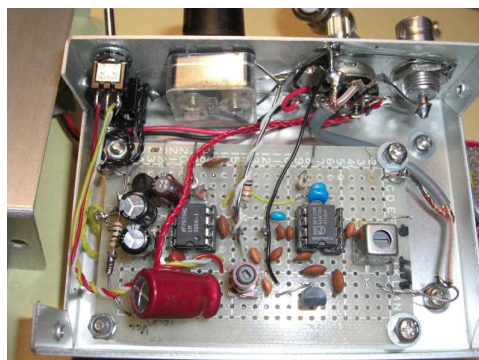
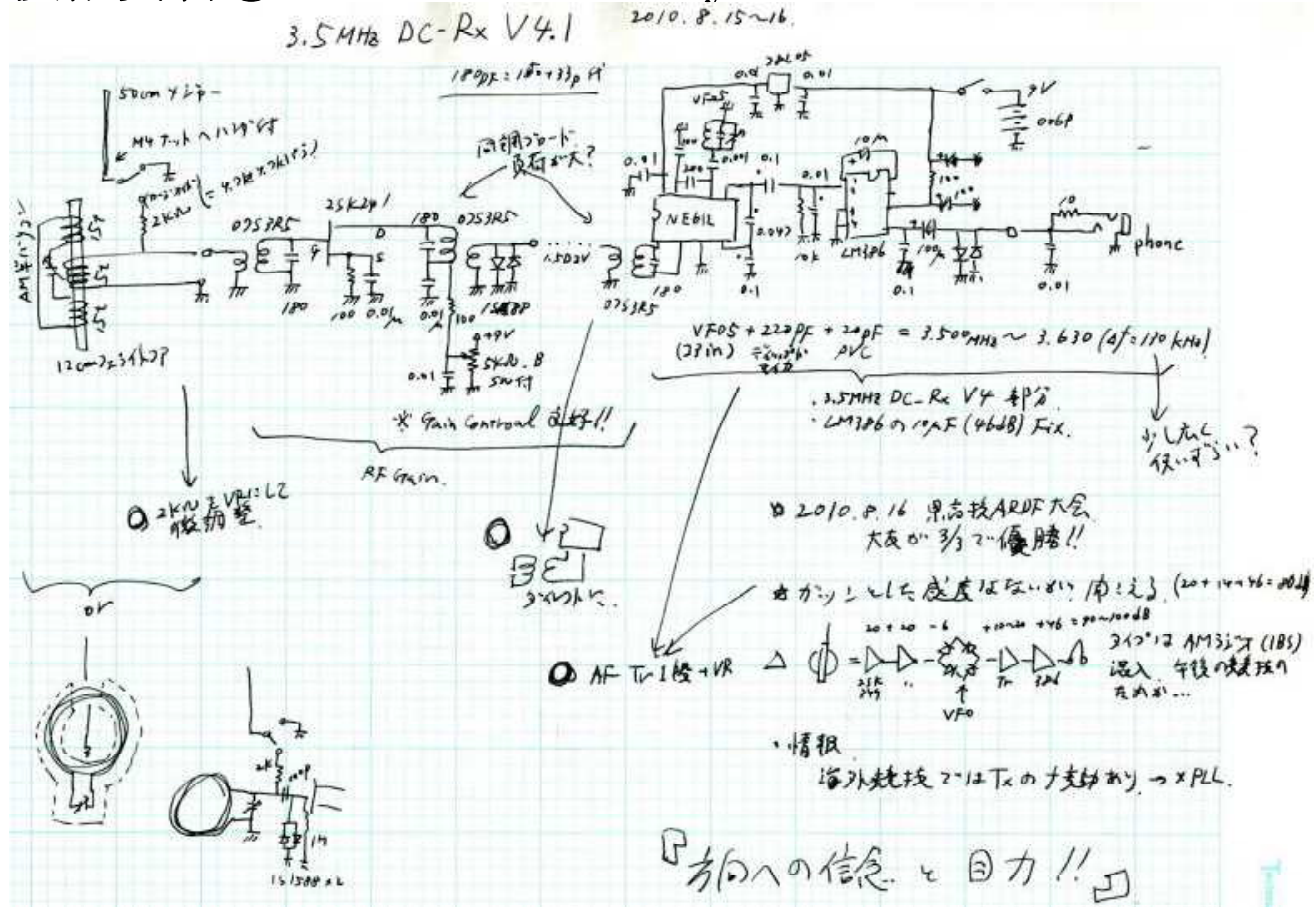
(下図中の同軸ケーブルは実際には使用せず、Rad.給電部にバランを配置)



・体感感度「首からぶら下げた VX8+2m 用短縮ホイップ」 $\geq$ 「本機 3ele システム」 $>$ 「同 VX8(-10dB 内蔵 ATT)」感度は控えめでメーカー機のように「ガツン!」とは聞こえないが、遠い Tx はより小さく粘り強く聞こえる。フィルターが無くともビーコン等を完全に分離でき、予想外の発見。
 ・2ele 八木や 2eleHB9CV ではアンテナを持つ手の手首を左右に振りながら探査するが、3ele 八木だと

- ・ V XO の周波数は安定しており、炎天下 2 時間の競技中一度も周波数の再調整をする必要が無かった。競技中に気合いが入りすぎて筐体がゆがむと多少ずれるが、耳で追える範囲。16MHz の汎用水晶を使用することになって一気にローコスト化、受信基板部分が ¥3000 + α で可能になった。

技術資料②. 80mARDF DCsystem (JARL 茨城支部大会にて実用確認)



バーアンテナを対称につくり、ホイップアンテナの $2k \Omega$ (ゲインの調整) をしっかりやると、カージオイド特性がきれいに出る。
VFO も意外と安定。実用上問題なく探査できた。