

ハムフェア 2025 自作品コンテスト申込書

一般社団法人 日本アマチュア無線連盟
アマチュア無線フェスティバル実行委員会御中

ふりがな とらんじすた3こでつくつたろくめーたーきゅーあーるびーでいーえすびーとらんしーぼー(すりーていーあーるえつくすしつくすでいーすびーにーぜろにーぜろ)

作 品 名

トランジスタ 3 個で作った 6m QRP DSB トランシーバー(3TRX-6DSB2020)

ふりがな

申込者名 (団体の場合は代表者名、本名)

コールサイン

かんの まさと

菅野 正人



JR8DAG

ふりがな

団体名 (団体の場合)

ふりがな ほっかいどういわみざわしひがしまち 2 じょう 8 ちょうめ 947 ばんち 7 こーぼくと 201 ごうしつ

住所または連絡先 (団体の場合は代表者)

〒

電話番号 (団体の場合は代表者)

自 宅 :

携帯電話等

勤務先 :

E-mail アドレス :

申込者もしくは代表者の生年等

M. T. S. H

年生

職 業

性別 男・女

◎団体で応募の場合はつぎをご記入ください。

団体の構成員数

名 (うち今回の製作に協力した人数

名)

(以下 1～3 についてお答えください)

ハムフェア 2025 自作品コンテスト調査表

1. 応募した作品について雑誌等に発表したことが

☒ ない ☐ ある

* あると回答された場合、具体的な雑誌名・発行年月日を明記してください。

(雑誌名 : , 年 月号を参照)

2. 応募した作品を製作するうえで参考としたものがありましたら、その資料名をお書きください (発行年月日なども含む)。

改訂新版 定本 トロイダル・コア活用百科 山村 英穂 著 528 ページ 2006 年 12 月発行

ランド方式で作る手作りトランシーバ入門 JF1RNR 今井 栄 著 200 ページ 2007 年 9 月発行

3. 過去において本コンテストに応募したことのある作品を、改良などして今回応募される方は、改造の内容・前回の応募年数をお書きください。

注) ※印は記入しないでください。また、応募作品概要などは別紙に記入してください。

別紙

ふりがな	とらんじすた3こでつくったろくめーたーきゅーあーるびーでいーえすびーとらんしーばー(すりーていーあーるえつくすしっくすでいーすびーにーぜろにーぜろ)
作品名	トランジスタ 3 個で作った 6m QRP DSB トランシーバー(3TRX-6DSB2020)
用途・製作の理由など	本作品はトランジスタ(FET 含む)を 3 個だけ使用して製作した 6m QRP DSB トランシーバーである。通常、トランシーバーを製作するには、最低でも 10 個程度のトランジスタや IC を必要とし、受信性能や送信出力を安定した状態で高めようとする、さらに多くの部品を使用することとなる。今回、トランシーバーを製作するにあたり、使用するトランジスタを 3 個に制限し、それぞれのトランジスタがもつ性能を最大限に引き出すなどの工夫をすることで、アマチュア無線における交信を実用的に楽しむことができるトランシーバーの製作を試みた。これまでトランジスタをできる限り減らしたアマチュア無線機を自作する試みがほとんど行われていなかったことから本作品を製作する意義が十分にあると考えた。 本作品は 2020 年に製作したトランジスタ 3 個使用の 6mDSB トランシーバーという意味で「3TRX-6DSB2020」という名称を付けた。名称を波長で表示しているのは出品者の好みである。
特徴	(1)能動素子にトランジスタ(FET を含む)を 3 個のみ使用した、50MHz 帯 QRP DSB(抑圧搬送波両側波帯)トランシーバー。 (2)回路設計にあたり、送受信回路の共通化や増幅回路の利得確保など、さまざまな工夫を凝らした結果、50MHz QRP DSB 運用を楽しめる受信感度と送信出力を確保。 (3)周波数は Es 伝搬を利用した遠距離交信が楽しめる 50MHz。電波形式は SSB 局と交信ができる DSB(抑圧搬送波両側波帯)。受信はダイレクトコンバージョン方式、送信は平衡変調で出力 50mW。周波数可変トランシーブトランシーバーであり、50.150～50.330MHz を運用可能。 (4)大きさ 130×65×125(mm)、重量 540(g)。電源は単 4 型ニッケル水素電池を外付けし、電池交換を容易して移動運用での使い勝手を向上。
概要説明・系統図など	作品の系統図と外観および内部の様子を下に示す。トランジスタ 3 個でトランシーバーを構成するため、送受共に同じ回路を動作させており、送受の状態に合わせてリレーを切り換えている。受信時はダイレクトコンバージョン方式の受信機として働き、送信時は平衡変調方式の DSB 送信機として動作する。 使用するトランジスタ 3 個は、それぞれの回路において適した素子を検討した結果、局部発振は 2SC1906、低周波増幅は 2SC1815、高周波増幅は 2SK439 を使用した。 本作品の大きさ 130×65×125(mm)、重量 540(g)。電源は単 4 型ニッケル水素電池 10 本をケースの外側に取り付け、電池交換を容易して移動運用での使い勝手を向上させている。 本作品を使用して、2025 年 4 月 20 日現在、<u>日本の全エリアの 161 局と交信</u>し、Es 伝搬を利用した 1,000km 以上の交信もできた。 本作品の系統図 本作品の外観 内部の様子 ※ 以降別紙(No.3～No.10)に記載 (記入しきれない場合は A4 版の用紙に記入して添付してください。)

* 作品の写真があれば添付してください。

注) 応募期間 (書類受付) : 2025 年 3 月 14 日 (金) ～ 5 月 7 日 (水) (郵送の場合は消印有効)

トランジスタ 3 個で作った 6m QRP DSB トランシーバー(3TRX-6DSB2020)

【目次】

本作品製作の経緯	.....	3
本作品を製作するにあたっての考え方	.....	3
外観および内部の写真	.....	3
回路の概要	.....	4
回路の説明	.....	4
本作品において工夫したこと	.....	6
本作品の操作	.....	7
本作品による交信	.....	8
使用感	.....	8
本作品の定格	.....	8
回路図	.....	9
本作品の概要	.....	10

【本作品製作の経緯】

通常、トランシーバーを製作するには、最低でも 10 個程度のトランジスタや IC を必要とし、受信性能や送信出力を安定的に確保しようとする、さらに多くの部品を使用することとなる。業務用の無線機では確実な交信をする観点から部品点数が多くなっても安定した動作が優先されるが、アマチュア無線においては確実な交信は必須ではなく、交信が可能な範囲で部品点数をできるだけ少なくするという取組みも楽しみ方の 1 つと言える。そのような観点から、今回のトランシーバーを製作するにあたり、使用するトランジスタを 3 個に制限し、アマチュア無線の交信を実用的に楽しむことができるトランシーバーの製作を試みた。約 35 年前の 1990 年頃、FCZ 誌(FCZ 研究所発行)主催による 3 石トランシーバーのコンテストが行われたことがあったが、それ以降は部品点数をできる限り減らしたトランシーバーを自作するといったアマチュア無線ならではの取り組みがあまり行われてこなかったことも、本作品を製作する動機となった。

【本作品を製作するにあたっての考え方】

トランジスタ 3 個だけを使用し、かつ、実用的な交信が楽しめるトランシーバーを製作するにあたり、本作品の考え方を以下のとおり定めた。

- (1) 周波数は Es 伝搬を利用した日本全国との交信が可能な 50MHz 帯とし、電波型式は運用局が多い SSB 局と交信が可能な DSB(抑圧搬送波両側波帯)とする。
- (2) 50MHz 帯での交信を行うことができる基本性能(感度、選択度、安定度、変調の質など)を確保する。出力は Es 伝搬で他エリアと交信が可能な目安である数 10mW 以上とする。
- (3) 回路は使用する素子の性能を可能な限り引き出しつつ、動作の安定性を確保する。また、回路変更や不具合修正に対処するため、メンテナンスが行いやすい構造を採用する。
- (4) 10 年以上使用することと、作品に興味をもってもらうために、外観のデザインをできる限り丁寧に仕上げる。

【外観および内部の写真】

図-1 に外観の写真、図-2 に内部の様子を示す。大きさは幅 130mm×高さ 65mm×奥行き 125mm である。操作パネルを含む内側は黒で塗装した。外枠は使用したケースの濃い青色をそのまま採用した。操作パネルや外枠にネームランドテープやインクジェットプリンタで印刷したラベルを貼るなどデザインに気を配った。

内部はメンテナンスを行いやすいように、ドライバなどの工具を必要としない手回しねじ 4 本を外すことで内部にアクセスできるようにしている（写真は No.7 の図-7 に掲載）。



図-1 本作品の外観



図-2 内部の様子

【回路の概要】

トランジスタ 3 個でトランシーバーを構成するため、送受信ともに同じ回路を動作させ、リレーを利用して信号の流れる方向を切り換えることで、トランシーバーとしての動作を可能としている。受信は高周波増幅 1 段、低周波増幅 1 段のダイレクトコンバージョン方式、送信は平衡変調、終段は 2SK439 で送信出力は 50mW である。周波数可変には可変水晶発振（VXO）を使用して、それぞれの水晶について約 90kHz を可変し、これを送受共用にしてトランシーブ操作を実現している。各水晶はスイッチで切り換えるようにして、合計 180kHz の範囲を可変するようにしている。使用するトランジスタを 3 個に制限したことから、それぞれのトランジスタがもつ性能を最大限に引き出すなどの工夫を行っている。

【回路の説明】

回路図は No.9 に記載した。

◎局部発振回路(送受信共通動作)

局部発振回路は 1 つのトランジスタで後段の SBM(シングルバランスミキサー)を駆動できる出力を得るため高い周波数での利得が大きい 2SC1906 を使用した。周波数を変化させる素子は周波数安定度に優れるバリコンを使用した。水晶は市販の 3 倍オーバートーン 50.250MHz と基本波 16.78333MHz を使用し、それぞれの水晶を基本波の 16MHz 台で発振させたのち 3 倍を行っている。出力周波数は 50.150~50.235MHz、50.235~50.330MHz、の合計約 180kHz 幅である。水晶はスイッチで切り換えるようにして、周波数の移動を容易にした。これまでの運用実績からこの周波数範囲に出られれば、交信は十分に可能であると判断している。この VXO を送受共用にすることでトランシーブ操作を実現している。

◎SBM(シングルバランスミキサー)(受信時：平衡検波、送信時：平衡変調)

受信時は平衡検波、送信時は平衡変調として動作する SBM(シングルバランスミキサー)は局部発振回路で得られる出力で動作する 1SS106 を採用した。受信時は受信信号と局発を混合することで検波し、低周波信号を得ている。送信時はマイクの信号と局発の信号を混合し変調をかけることで DSB 信号を得ている。回路は双方向で動作するため、受信時と送信時では信号の流れる方向が逆となる。

◎低周波増幅（受信時：低周波増幅、送信時：低周波増幅）

受信時は検波した低周波信号を増幅し、送信時はマイクの信号を増幅する回路として動作する。トランジスタは低周波増幅用として汎用的に使用される 2SC1815 を選択した。通常の低周波増幅回路は、コレクタの負荷に 1~4.7k Ω を使用した回路が一般的であるが、その場合、コレクタに流れる電流が 1~数 mA 程度に制限されるため、増幅率が低下する。そのため、本作品ではコレクタの負荷に低周波トランス(ST-32)を使用し、これにコンデンサを並列に接続して約 1kHz の同調回路となるようにして利得を高めるとともに、音声帯域のみを増幅するフィルターとして機能することも狙った。この回路変更により受信時は音量の増加、送信時は変調度の向上につながっている。音声受信は感度の良いセラミックイヤフォンを使用した。送信のマイクは FET が内蔵されているコンデンサマイクではなく、感度は劣るが電源が不要なダイナミックマイクを使用している。

◎高周波増幅(受信時：高周波増幅、送信時：電力増幅)

受信時はアンテナに入力された信号を増幅し、送信時は変調出力を増幅して 50mW の送信出力を得る回路として動作する。FET はある程度の高い耐電圧があり 50MHz 帯において十分な利得がある 2SK439 を選択した。入力コイルの巻数を変更して結合インピーダンスを最適化することで利得の向上を図った。多くの自作トランシーバーで使用されている FCZ7S50 は 1 次：2 次の巻数はそれぞれ 2 回：6 回と巻き数比が 1:3 であるが、これを手巻きのコイルに変更し、1 次：2 次の巻数をそれぞれ 2 回：8 回と 1:4 の巻き数比とした。これにより 2SK439 に入力される信号のインピーダンスが最適化されるため利得が向上し、受信時は感度の向上、送信時は出力の向上につながっている。

◎その他

本作品は受信時と送信時で同じ回路を動作させているため、電源の切換は不要である。受信と送信の切換は、送受に合わせて信号の流れを変えることで行う。送受切換は、PTT 付きの外部マイクを使用したことからリレーを用いた。低周波増幅と高周波増幅は片方向の動作となるので、2 回路 2 接点のリレーを 2 個、4 回路分のリレーにより送信時と受信時に信号の流れる方向を変えている。リレーは消費電力が 150mW 程度と一般的なリレーの約半分の電力で動作するものを採用して、全体の消費電流を少しでも減らすようにした。

アンテナとリレーの間には T 型同調フィルターを入れて、送信電波のスプリアスを低減させている。出力につないでいる 470 Ω はアンテナをつながないときの発振防止のために入れている。

ケースの大きさは移動運用しやすさを考慮し、リード社の PS-2(大きさ 130mm(幅)×60mm(高さ)×110mm(奥行))を使用した。操作パネルを含む内側は黒で塗装し、ネームランドテープを利用して文字を入れている。外側はケースの色(濃い青)をそのまま使用した。ケースを止めるネジは手回しができるものを採用して内部にアクセスしやすいようにしている。ネジはケースの色と調和のとれる青に塗装した。外観は直接的な性能には影響しないが、10 年以上使うことを考えていることからデザインには気を配った。

電圧は直流 12V を標準として 12~13.8V で動作する。外部電源を使用できるほか、自己放電の少ないエネループタイプの単 4 型ニッケル水素電池 10 本をマジックテープでケースに取り付けられるようにしている。

【本作品において工夫したこと】

◎周波数と電波型式の選定

周波数は出品者が主に運用している 50MHz とした。電波型式は使用するトランジスタを 3 個に制約した中で無線機を設計することができ、かつ、数 10mW の送信電力で Es 伝搬による遠距離交信が可能な DSB(抑圧搬送波両側波帯)とした。DSB は運用局数の多い SSB 局と交信できることから電波型式として選定した。

◎回路の検討

トランジスタ 3 個のみを使用したトランシーバーで、多くの局と交信可能な送受信性能を得るため、回路は安定性を確保しつつも、使用するトランジスタを適切に選定し、素子の有する能力をできる限り発揮させることを考えた。局部発振回路は SBM を動かすことが可能な出力が得られる 2SC1906 を選定した。低周波増幅は 2SC1815 を使用し負荷に低周波トランスとコンデンサを使用することにより増幅率を高めて受信音量の増加と送信変調度を向上させている。高周波増幅は利得の高い 2SK439 を使用し入力インピーダンスを最適化することで増幅率を高めて受信感度の向上と送信出力の増加を図った。

◎使用したケースと電源

ケースの大きさは移動運用のしやすさなどを考慮し、リード社の PS-2(大きさ 130mm(幅)×60mm(高さ)×110mm(奥行))を使用した (図-3)。

操作パネルは黒で塗装し、ネームランドテープ等を利用して文字を入れている (図-4)。周波数ダイヤルはデザインのバランスなどを考慮しつつ選局のしやすい大きさとした。



図-3 使用したケース



図-4 操作パネル

電源については移動運用での使用を想定し単 4 型の 750mAh ニッケル水素電池 10 本を実装可能とした。単 4 電池 10 本を収納できる電池ケースは市販されていないため、市販品の 4 本の電池ケース 2 個と 2 本の電池ケース 1 個を使用して作成したものをケースの外側にマジックテープを利用して取り付けられている (図-5)。ケースの外側に取り付けたことで電池交換が容易となり、必要に応じて電池ケースの取り外しも可能である。



図-5 電池の取り付けの様子

◎実装の工夫

本作品は採用したケースが小さいことから、回路を実装するためプリント基板を作成した。プリント基板の大きさは 10cm×7.5cm である。部品側から配線が分かる



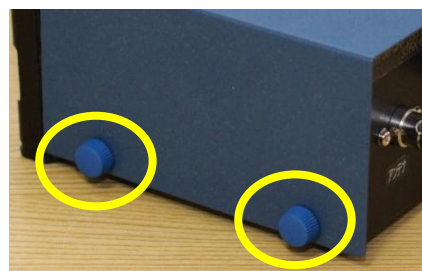
図-6 部品を実装した基板

ように白のペイントマーカーでパターンを書いている（図－6）。

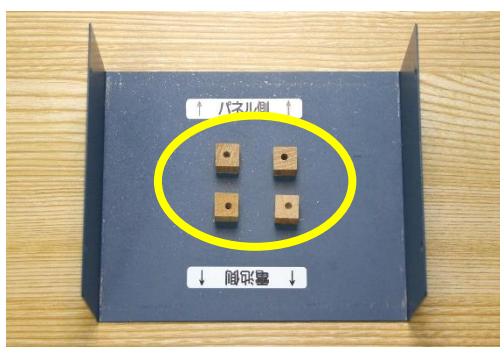
◎メンテナンスのしやすさのために

回路のメンテナンスなどが行いやすいように手回し可能なネジ 4 本をはずすことで内部にアクセスできるようにした（図－7 の黄色丸）。ドライバなどの工具を使用することなく、内部を確認することができる。

また、外した手回しねじは上蓋ケースの内部に貼り付けた木片に取り付けるようにして紛失を防止するようにした（図－8、9 の黄色丸）。



図－7 手回し可能なネジ



図－8 取り外したねじを取り付ける木片



図－9 ねじを取り付けた様子

◎外部マイク

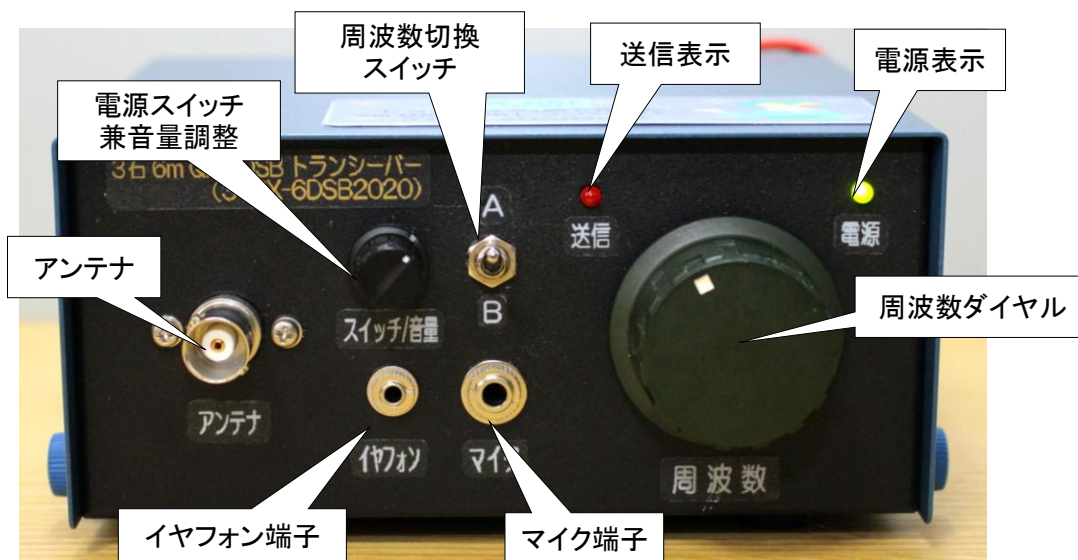
外部マイクは内部に FET 等を内蔵していないインピーダンス 600Ω のダイナミックマイクを採用した（図－10）。FET が内蔵されているコンデンサマイクに比べて、出力が小さいが、前述の低周波増幅回路の増幅率を高めることで、十分な変調がかかるようにしている。



図－10 使用するマイク

【本作品の操作】

本作品の操作は以下のとおりである（図－11）。



図－11 本作品の操作

【本作品による交信】

2025 年 4 月 20 日現在、本作品を使用して日本全エリアの 161 局と交信した。コンテスト等での交信や、札幌市周辺を対象に毎週土曜日に実施している北海道 6mSSB ロールコールへのチェックインにも使用したほか、Es 伝搬を利用して 1,000km 以上離れた局との交信もできた。トランジスタ 3 個のみを使用した部品点数の少ないトランシーバーでありながら、交信を楽しめる性能があることを確認した。

【使用感】

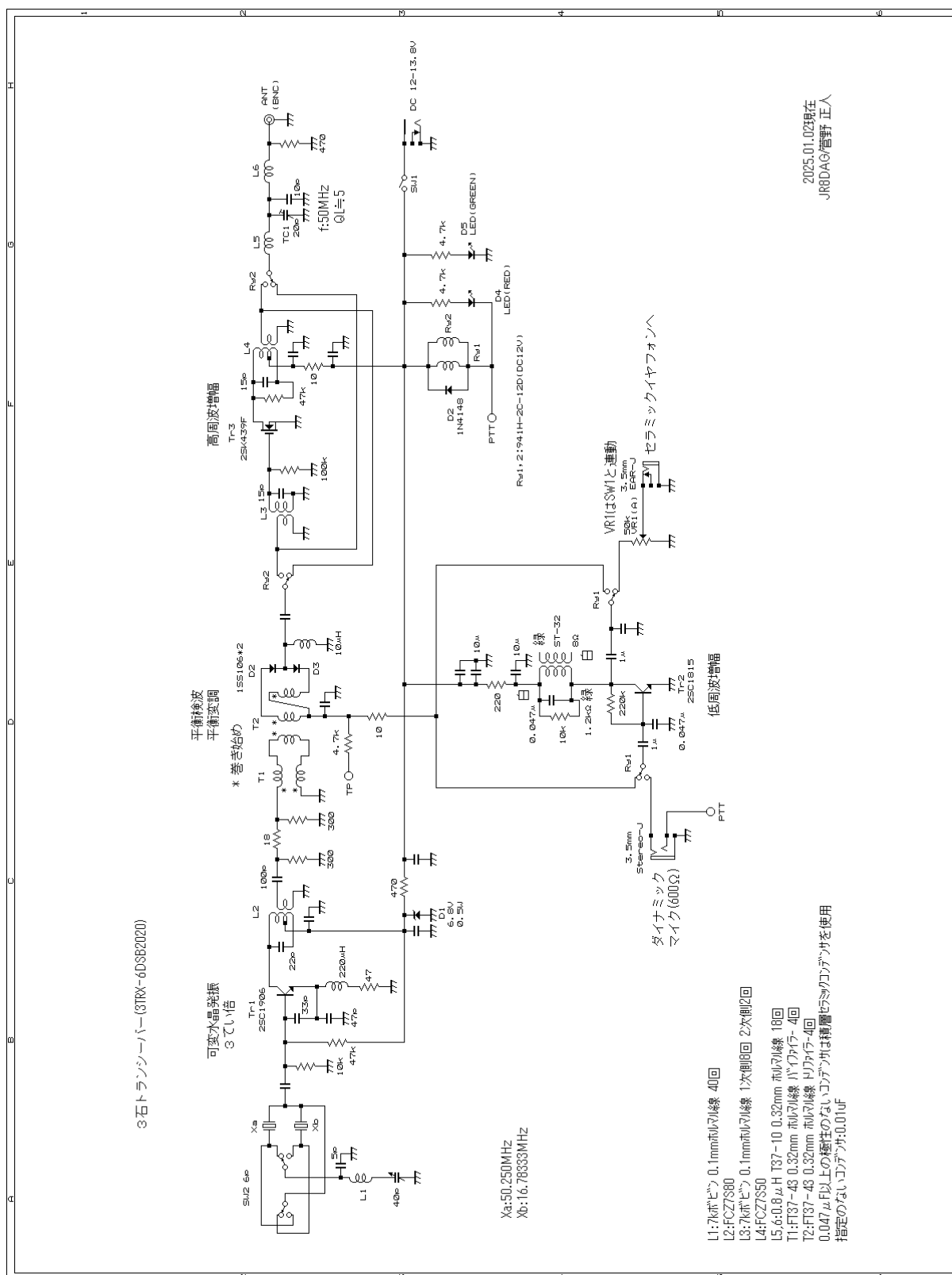
本作品はトランジスタをトランシーバーが構成可能な最低限の数まで減らしているため、受信については感度や選択度などはメーカー機に明らかに劣るものの、回路を工夫した結果、多くの局と交信ができる受信性能は確保できた。送信は出力が小さいものの音質は良好で十分な変調がかかっている。送信出力が 50mW と小さいことから思うように交信できないこともあるが、SSB は運用局も多く、Es 伝搬を利用した遠距離交信も可能であった。

受信性能はメーカー製無線機に劣り送信出力も小さいが、トランジスタ 3 個あれば 50MHz で Es 伝搬を利用した遠距離交信も可能なトランシーバーを製作できることを示したと思っている。このような取り組みはアマチュア無線ならではの楽しみ方の 1 つであると考えており、今後も本作品を使用した 50MHz 運用を楽しみたい。

【本作品の定格】

[共 通]		
周波数		50MHz 帯(50.150～50.330MHz)
電波型式		DSB(A3E、抑圧搬送波両側波帯)
使用半導体		<u>1FET、2TR、5Di</u>
電源電圧		DC 12.0～13.8(V) (標準)
消費電流	受信無信号時	45(mA)
	送信無変調時	75(mA)
	送信最大時	80(mA)
空中線インピーダンス		50(Ω)
外形寸法		130(幅)×65(高さ)×125(奥行) (単位 mm, 突起物を含まず)
重 量		540(g)
局発発振方式		可変水晶発振(VXO)
発振周波数		50.150～50.235MHz、50.235～50.330MHz
[送信部]		
終段入力		$13.8(V) \times 10(mA) \div 140(mW)$
出 力		50(mW)
終段石		2SK439
不要輻射		-50(dB)以下
変調方式		平衡変調
[受信部]		
受信方式		ダイレクトコンバージョン方式
受信感度		10dB(μ V)程度 (S/N 10dB)
選択度		$\pm 5KHz$ (-6dB)、 $\pm 10KHz$ (-40dB)

【回路図】



トランジスタ3個で作った6m QRP DSBトランシーバー(3TRX-6DSB2020)

～ トランジスタ3個あればトランシーバーは作れる～

はじめに

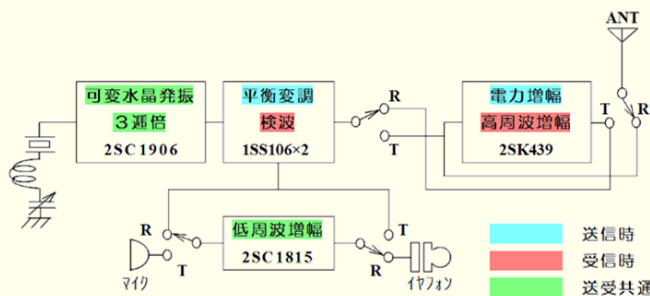
本作品はトランジスタ(FET含む)を3個だけ使用して製作した6m QRP DSBトランシーバーです。トランシーバーを製作するにあたり、使用するトランジスタを極限まで減らすことはパズル的な楽しさもあります。本作品は2020年に製作したトランジスタ3個使用の6mDSBトランシーバーという意味で「3TRX-6DSB2020」という名称を付けました。



本作品の特徴および概要

- (1)能動素子にトランジスタ（FETを含む）を3個だけ使用した、50MHz帯 QRP DSB(抑圧搬送波両側波帯)トランシーバー。
- (2)回路設計にあたり、送受信回路の共通化や増幅回路の利得向上など、さまざまな工夫を凝らした結果、6m QRP運用を楽しめる受信感度と送信出力を確保。
- (3)周波数はEsでの遠距離交信が楽しめる50MHz。電波型式はSSB局と交信可能なDSB(抑圧搬送波両側波帯)。受信はダイレクトコンバージョン方式、送信は平衡変調で出力50mW。周波数可変トランシーブトランシーバーであり、50.150～50.330MHzを運用可能。
- (4)大きさ130×65×125(mm)、重量 540(g)。電源は単4型ニッケル水素電池10本を外付けし、電池交換を容易して移動運用での使い勝手を向上。

本作品の系統図



内部の様子



本作品において工夫した点

- (1) 6m QRP運用を楽しめる受信感度と送信出力を確保するため、動作の安定性を確保しつつ、送受信回路の共通化や増幅回路の利得を向上させる回路設計を行いました。
- (2) 外観の見栄えと電池交換のしやすさなどの使い勝手の良さを両立するために、部品の実装方法を工夫しました。
- (3) 回路のメンテナンスなどが行いやすいように、手回し可能なネジをはずすことで内部にアクセスできるようにしました。

使用感など

2025年4月20日現在、本作品を使用して全エリアの161局と交信し、Es伝搬を利用して1,000km以上離れた局との交信もできました。本作品はトランジスタをトランシーバーが構成可能な最低限の数まで減らしているため、受信性能はメーカー機に劣り送信出力も50mWと小さいですが、多くの局と交信ができる送受信性能は確保しています。トランジスタ3個だけ使用して製作したトランシーバーで多くの局との交信を楽しもうとする取り組みはアマチュア無線ならではの楽しみ方の1つであると思います。今後も本作品を使用した50MHz運用を楽しみたいと思います。