

S-17

あなたもできる！

AI新時代の トランジスタラジオの 設計・製作・調整と測定

4石スーパーラジオの改良再設計2025年



radio1ban 技術部

ISBN978-4-907167-17-2

はじめに

冒頭のタイトル画像にお気づきですか？タイトル部分に絆創膏を貼っています。

実はこのタイトル画像は、今話題の画像生成AIで作成しました。希望するイメージをプロンプトに打ち込めば 1 分ほどで生成してくれます。ただ生成 AI には少々おバカさんな？所があって、指示したタイトル文字を誤魔化すのです。何度訂正を指示しても。これはハルシネーション(幻覚)と呼ばれ、あたかも漢字のようなものを表示するのですが、ちょっとおかしいのです(radio1ban 技術部の“術部”のように)。

近年、OpenAI の ChatGPT や Google の Gemini など、一般の人々も利用可能な AI が登場し、第 3 次人工知能ブーム(あるいは、2022 年に生成 AI がリリースされたことで第 4 次 AI ブームとする研究者もいる)と呼ばれています。第 1 次・第 2 次的人工知能ブームは「人工無脳」と揶揄され、「失敗と挫折の時代」とも言われました。かつて「ファジィ」や「ニューロ」といった技術が家電製品に搭載されたものの、実用性が疑問視されたこともあります。筆者自身も、当時はそれらをずっと疑いの目で見ていました。

しかし今回、本書の執筆を通じて、筆者が過去に軽視していた AI の驚くべき進化と有用性を強く実感しました。使用した「ChatGPT-4o, ChatGPT-4.5」は、部品番号のみの簡単な指示で回路設計の意図を的確に把握し、的確なアドバイスを与えてくれる、まさに「頼れる電子工学専門家」のような存在です。ただし、AI には情報の正確性や限界があるため、その特性を理解した上で活用する必要があります。

AI のモデルそれぞれにデータ学習期限(情報カットオフ日)があり、それ以降の情報には対応していません。ただし、本書で扱うトランジスタラジオの回路技術は既に確立された分野であり、SDR や DSP などといった最先端受信技術を除けば AI の情報の信頼性は十分確保されていると考えています。

筆者が 4 石スーパーラジオの設計・製作・調整の全工程に AI を活用する大きな動機付けになったのが、「ChatGPT で高校数学 I AI パートナード学習教材(古橋武著 名古屋大学名誉教授)kindle unlimited」を読んだからでした。教育への生成 AI 導入は世界的なレベルで議論されています。そんな中、古橋名誉教授は、訪れた生成 AI 時代に対して、教育・学習のあり方、すすめ方について、積極的に明確な道標を示されていました。これに筆者は深い共感を得た後、「じゃあ〜無線ラジオ好きにも生成 AI を積極的に活用すべきじゃね！」と確信し、それが本書のコンテンツの中核となりました。

本書では、4 石スーパートランジスタラジオ回路を 16 年ぶりの再設計及び改良設計に ChatGPT を活用しました。生成 AI のハルシネーションを乗り越えた！？筆者と ChatGPT との実際の対話を全文掲載しました。筆者と ChatGPT とのちょっとおバカな会話もそのまま掲載しています。ラジオ設計だけではなく、生成 AI を使うコツみたいなものも掴んでいただければ幸いです。

2008 年に『CD-3 4石スーパーラジオの製作』を電子出版してから、16 年が経ちました。

スーパーヘテロダイン方式でありながら、たった 4 本のトランジスタでスピーカーをしっかりと鳴らせる AM ラジオ(中波)を自作することを目指し、多くの方に読んでいただき、実際に成功した読者から数々のレポートをいただきました。

あれから 16 年。2025 年の現在では、当時は非常に高価でアマチュアには手が届かなかった測定器が、精度や信頼性は様々ながらも安価に入手できる時代になりました。さらに、PC の進歩に伴い、優れた回路設計ツールを無償で自由に使えるようになったことにも技術の発展を感じます。本書では、現在アマチュアが手軽に入手し使用可能な測定器や回路設計ツールの中から、特にトランジスタラジオの調整や性能測定に適したものを厳選して紹介します。

この書籍は、AI をパートナーに迎え、我々アマチュアが手軽に入手できるようになった設計ツールや測定器を活用して、新時代にふさわしいトランジスタラジオ製作の新たな楽しみ方を提案しています。ぜひ皆さんも、この驚きと感動を体験してみませんか。

2025 年 7 月 radio1ban 技術部



https://radio1ban.com/kenkyu_index/aboutai/

本書の構成

設 計

本章では、2008 年に発表した 4 石スーパーラジオを、16 年ぶりに現代の技術を駆使して再設計します。設計の中心課題は、動作電圧を旧来の DC9V から DC4.8V に下げました。入手性の良い単 3 型×4 本の使用を前提としました。つぎにトランジスタを入手性が良好なものに統一することです。また、性能改善のため AGC 回路を追加し、検波回路には新たにショットキーバリアダイオードを採用します。さらに、部品選定に際しては市場の現状に配慮し、入手可能なバーアンテナやバリコンを厳選。設計には ChatGPT などの生成 AI、回路シミュレータ (LTspice)、EXCEL 計算シートといった最新ツールを積極的に活用し、設計思想の変化にも触れつつ、最終的にはカット&トライを通じて性能評価を行い、リビングで十分楽しめるラジオを実現しました。本章で、新旧技術の融合による新たなラジオ設計の魅力を伝えます。

製 作

本章では、設計章で完成した回路図をもとに、4 石スーパートランジスタラジオを実際に製作する過程を詳しく解説します。ランド方式による配線技法を中心に、基板準備、チップ配置、ハンダ付け、高周波回路への配慮、動作確認の手順までを写真と共に紹介。部品選定や失敗例、改良点も含め、読者が確実に組み立てられるよう実践的なノウハウを凝縮しました。

調整と測定

本章では、再設計・製作した 4 石スーパートランジスタラジオの性能を最大限に引き出すための調整と測定方法を詳しく解説します。従来の IFT やトラッキングの手動調整に加え、Analog Discovery や NanoVNA などの現代的測定機器を活用し、視覚的かつ数値的に効率よく調整する手法を紹介します。また、セラミックフィルタや部品の特性評価、各種テスターの活用法も解説し、調整精度の向上とトラブル防止に役立つ実践的な知識をまとめました。

部 品

この章では、4 石スーパートランジスタラジオ製作に必要な部品の選定ポイントや入手先、注意点を詳しく解説します。特にバーアンテナやポリバリコン、IFT などには現在入手が難しいため、代替品の選び方や共振条件の確認方法についても触れています。さらに、トランジスタや FET、コンデンサ、抵抗など主要部品の役割や選定理由を表形式で整理し、初心者にも分かりやすくまとめています。信頼できる入手先情報も掲載し、自作の実践に役立つ実用的な情報が満載です。

ChatGPT との会話全文(前編) 協力を依頼～一応動作しました

読者が製作を進めるうえで参考となるよう、生成 AI「ChatGPT (OpenAI 社提供)」との実際の対話記録を編集・掲載しています。会話の対象は、本書で取り上げた 4 石スーパーヘテロダイン方式ラジオの設計・製

作・測定に関する具体的な検討内容であり、思考のプロセスや技術的な試行錯誤の過程が生きた形で記録されています。ChatGPT は、技術計算や回路の原理説明においても十分な助言を与えるツールであり、使い次第で工作のパートナーとして活用できます。これまで AI に馴染みのなかったラジオ製作愛好家の方々にとっても、本書が「AI を試してみよう」と思うきっかけとなれば幸いです。

※PDF ポートフォリオに収録、巻末に目次を掲載しています

ChatGPT との会話全文(後編) 問題点の原因と解決策～完成しました！

後編では、前編に引き続き、4 石スーパーヘテロダインラジオの製作をテーマに、生成 AI「ChatGPT (OpenAI 社提供)」との実際の対話記録を収録しています。前編での設計・検討を経て、本編ではいよいよ部品の選定から製作、測定、調整に至るまでのプロセスを AI と共に進める様子を紹介します。ChatGPT は、初歩的な質問から専門的な検証まで柔軟に応答し、個人の製作作業を支える強力な補助ツールです。生成 AI に不慣れな読者にとっても、本記録は「AI を活用すれば、技術的な相談相手を手元に持てる」という実感につながるはずです。手作りラジオの楽しさとともに、新しい道具としての AI の活用可能性を体験してみてください。

※PDF ポートフォリオに収録、巻末に目次を掲載しています

トランジスタ回路設計計算シート.xlsx

奥沢清吉先生の4石スーパーラジオの設計、定本トランジスタ回路の設計など、書籍に掲載されている計算式をシートに収め、数値を入力するだけで自動計算できるようまとめました。

Microsoft® Excel® for Microsoft 365 MSO (バージョン 2506 ビルド 16.0.18925.20076) 64 ビットで作成しています。

※PDF ポートフォリオに収録

大判回路図

冒頭部に掲載している回路図の大判サイズを PDF ポートフォリオに収録しました。

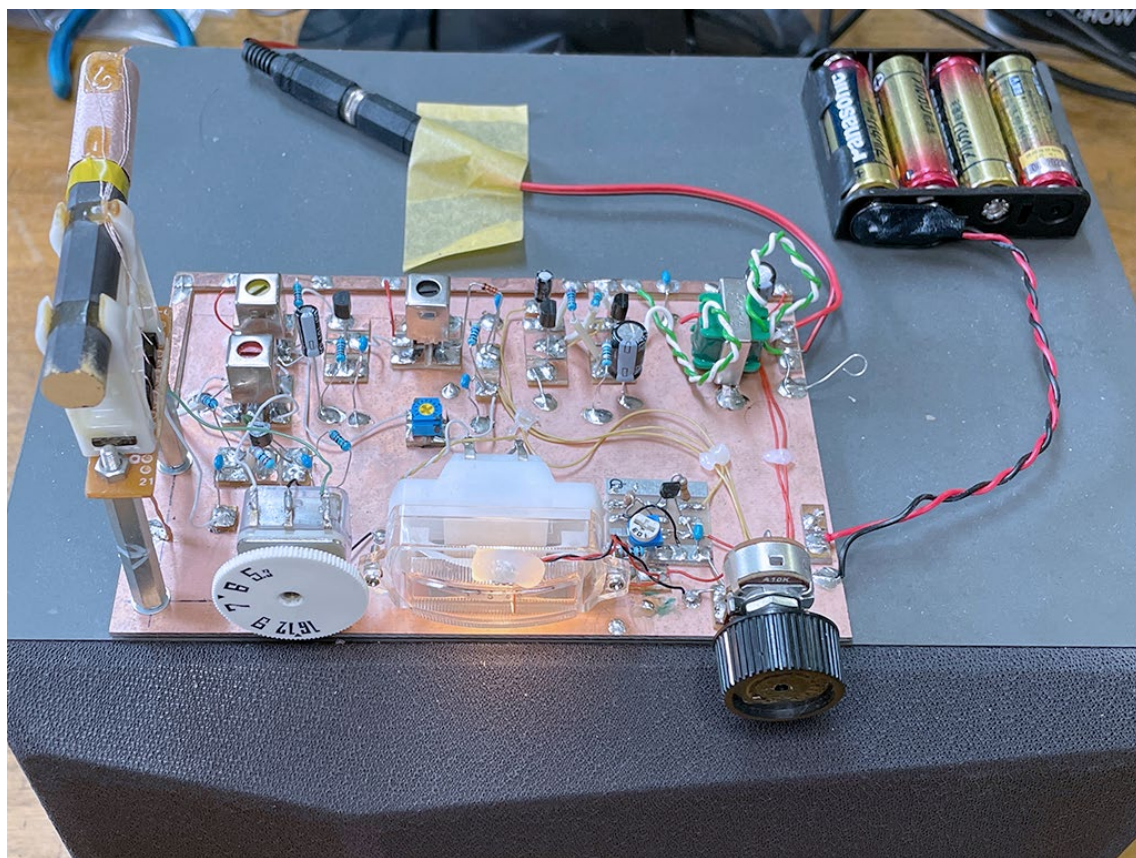
- 4石スーパートランジスタラジオ回路図 2025 年改良再設計版
- 4 石スーパートランジスタラジオ回路図 2008 年版

大判完成写真(部品番号付き)

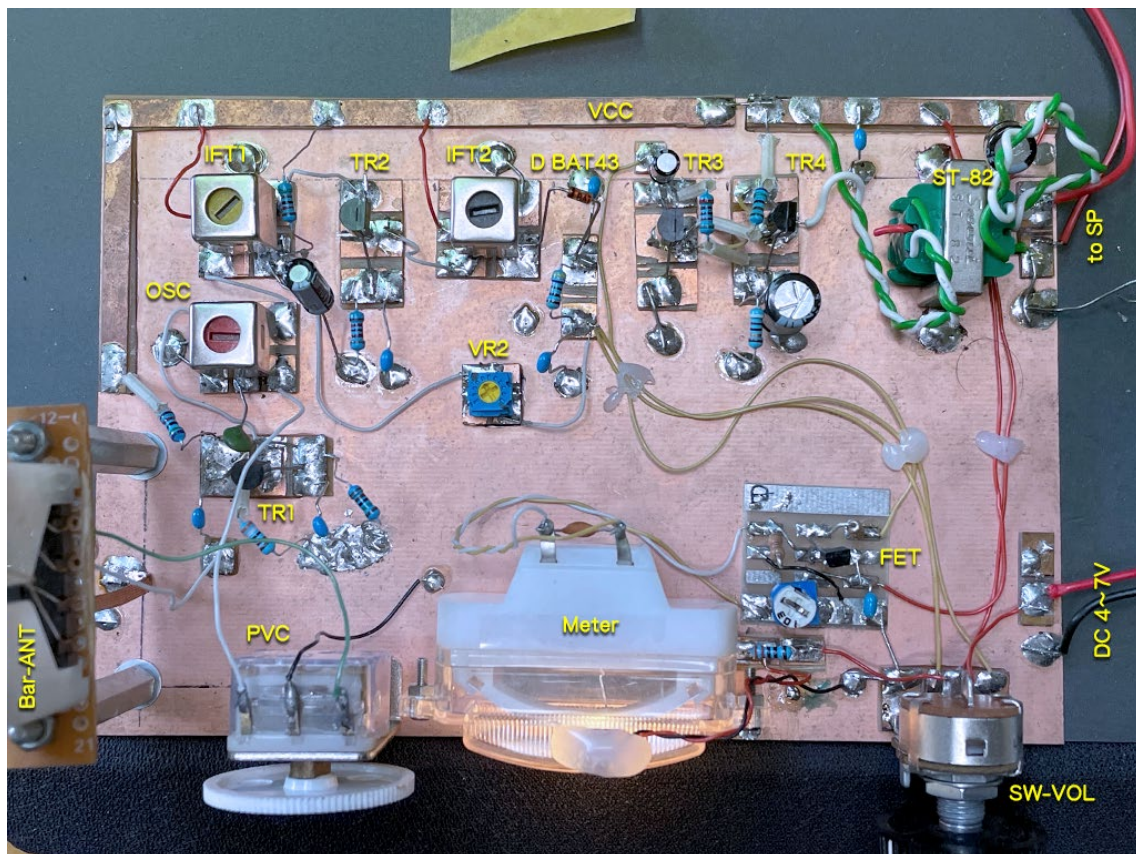
部品実装や配線の参考になるよう大判サイズの写真を PDF ポートフォリオに収録しました。

完成写真

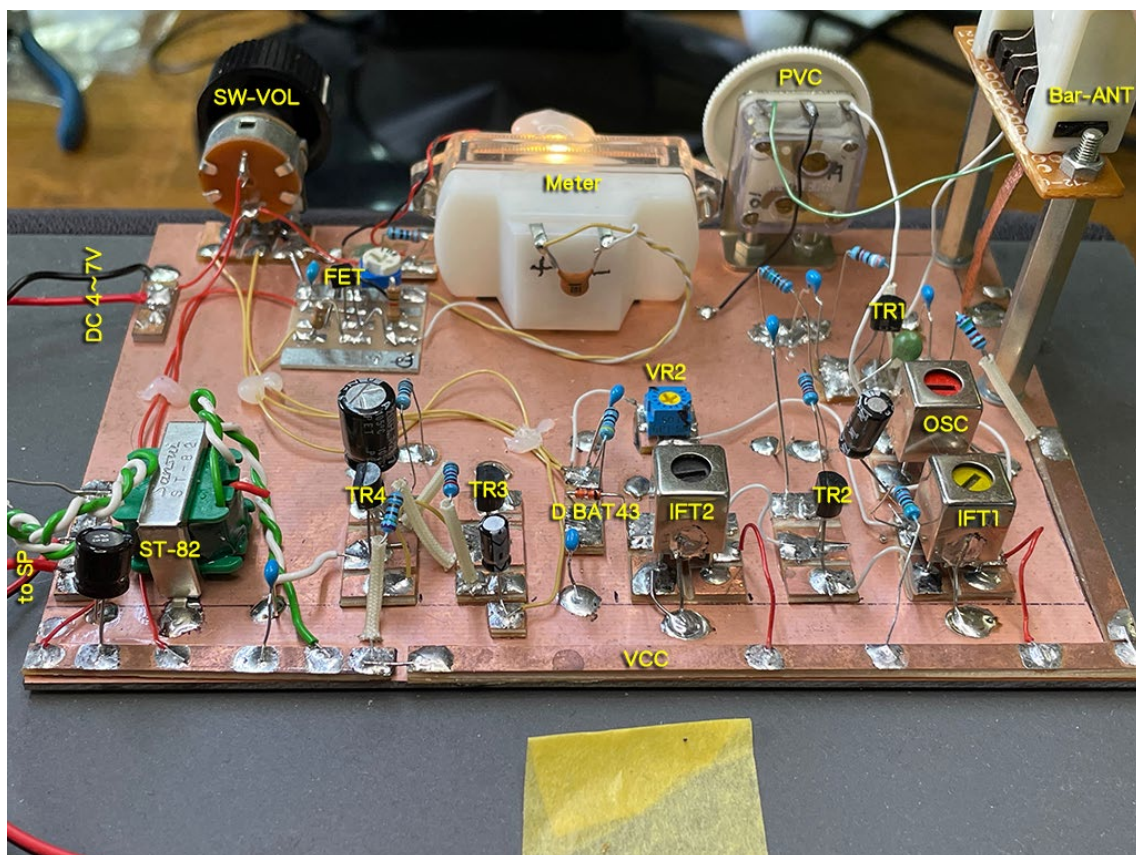
完成した試作 2 台目



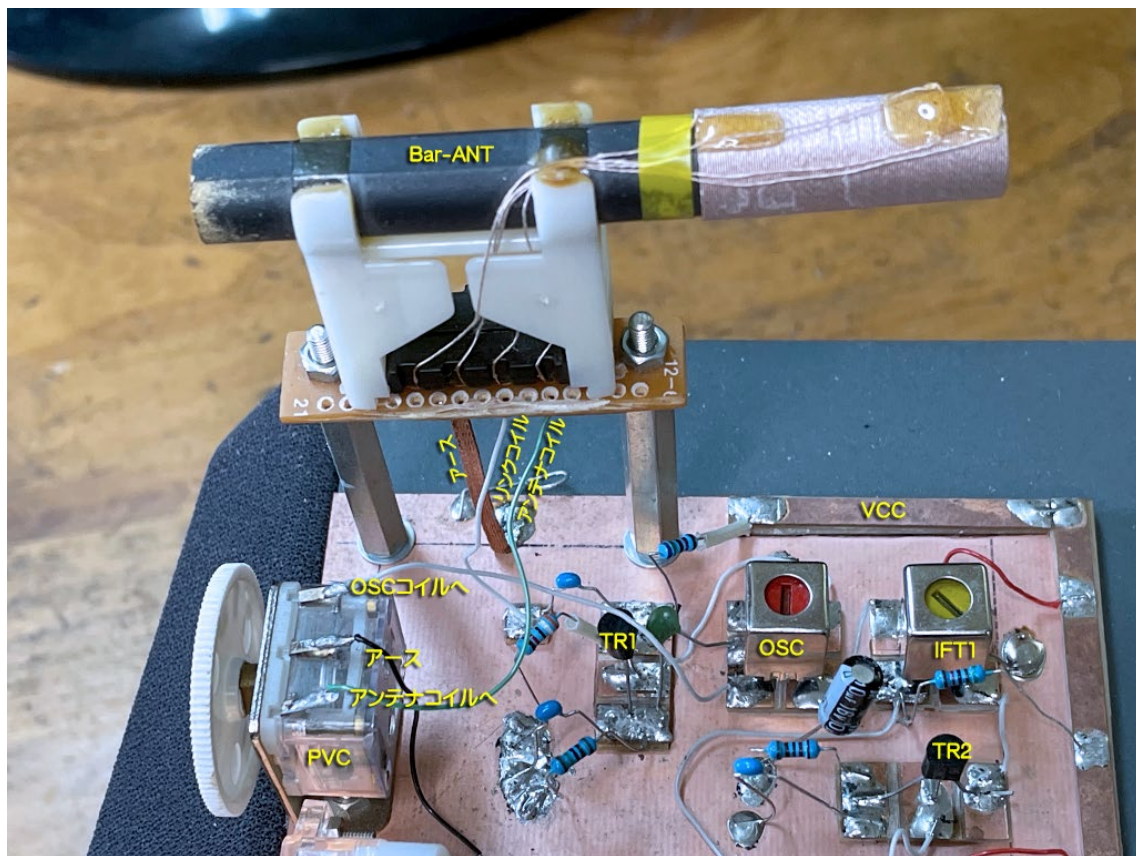
上から見た配線のようす



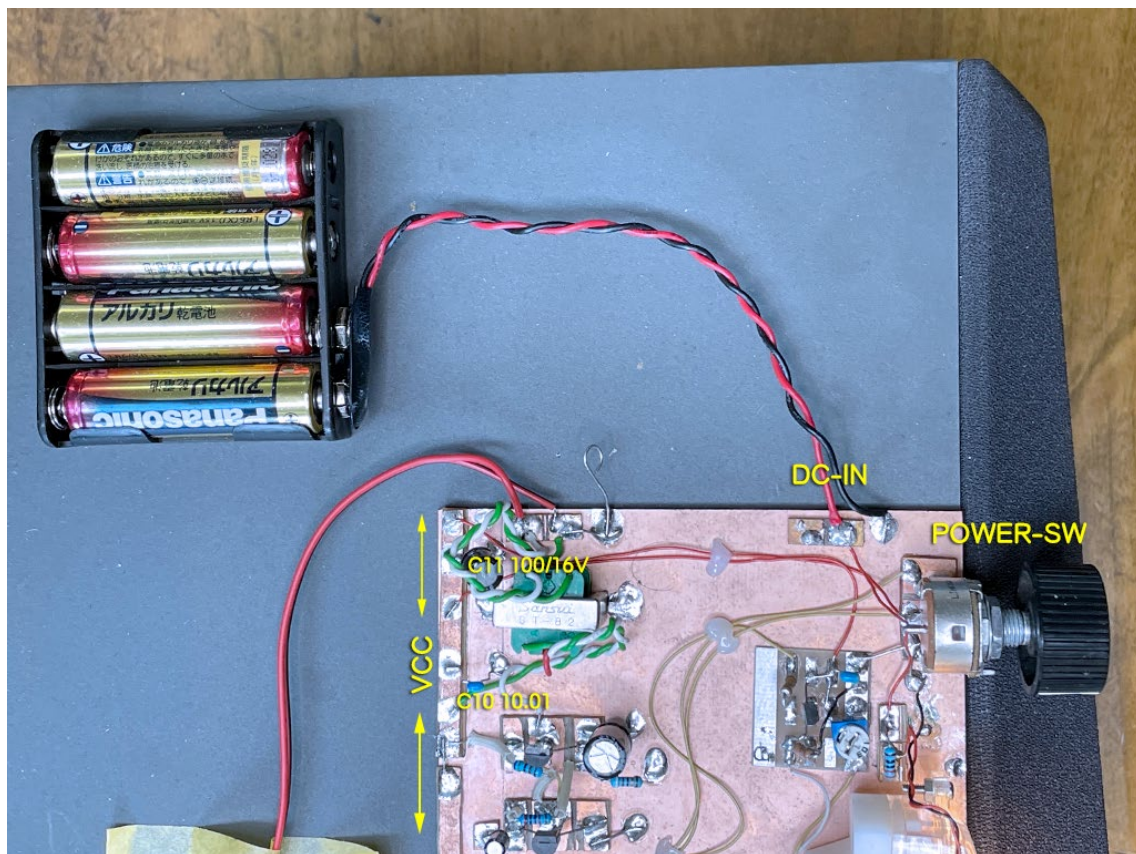
うしろから見た配線のようす



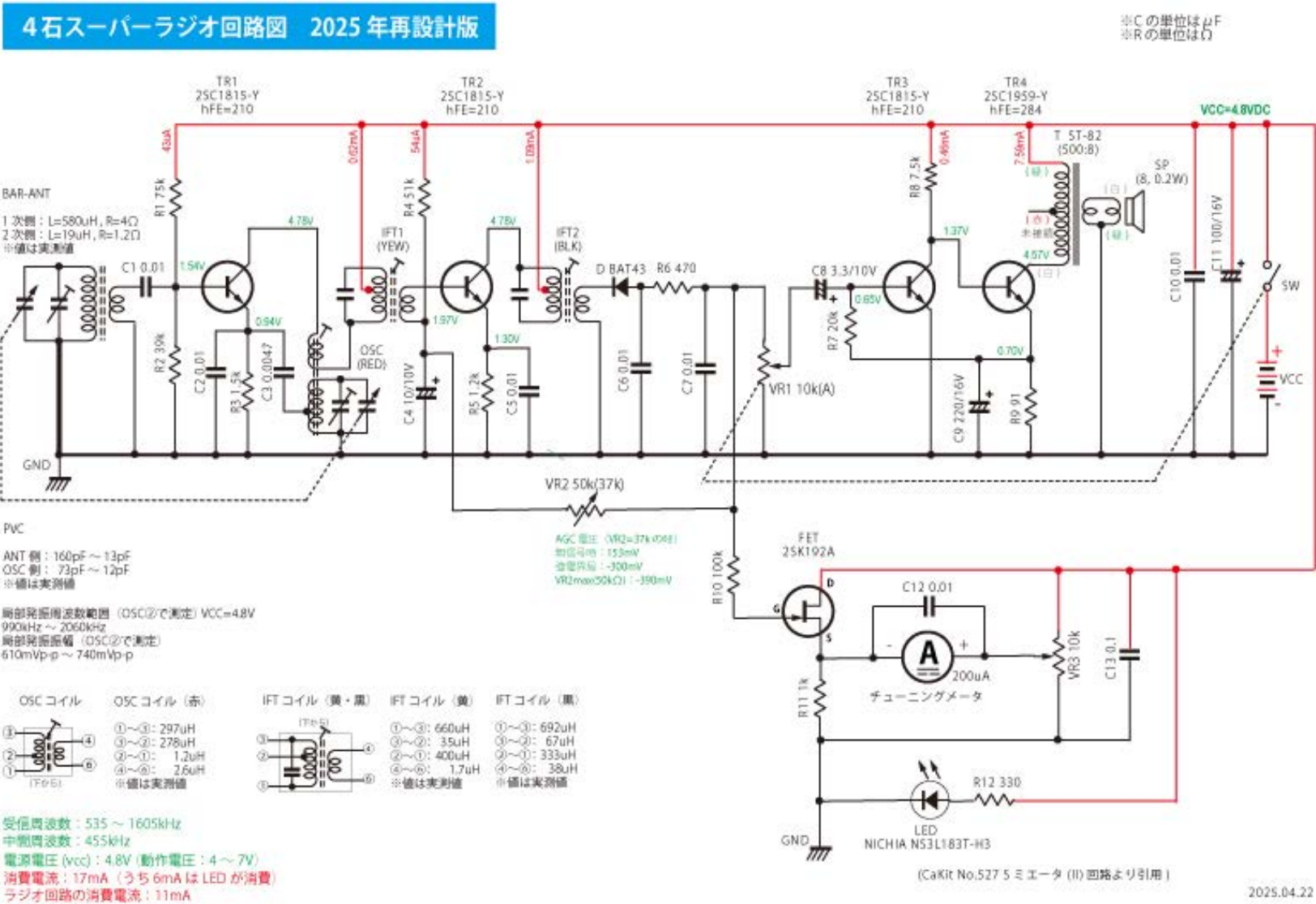
同調回路と周波数変換回路のようす



電源回路のようす



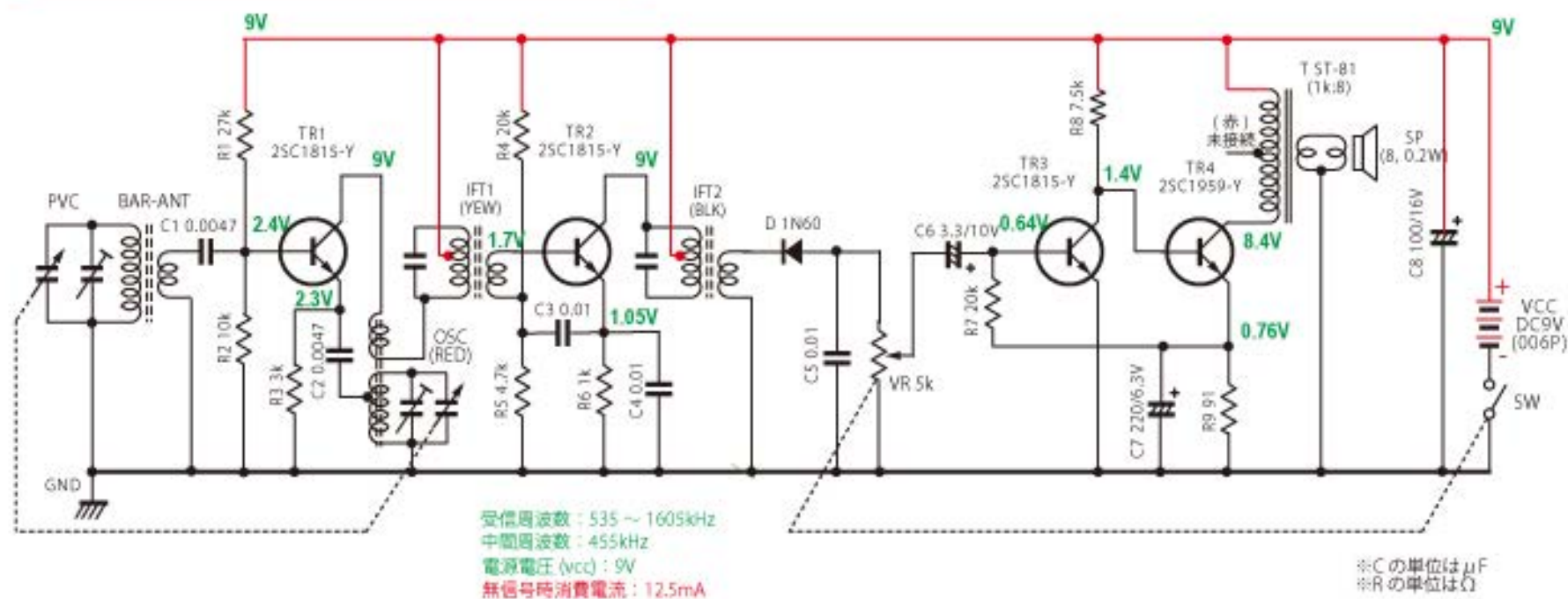
4石スーパーランジスタラジオ回路図 2025 年改良再設計版



4石スーパーランジスタラジオ回路図 2008 年版

4石スーパーラジオ回路図 2008 年 8 月版

2025.04.22



目次

はじめに	2
本書の構成	4
設 計	4
製 作	4
調整と測定	4
部 品	4
ChatGPT との会話全文(前編) 協力を依頼～一応動作しました.....	4
ChatGPT との会話全文(後編) 問題点の原因と解決策～完成しました！	5
トランジスタ回路設計計算シート.xlsx	5
大判回路図	5
大判完成写真(部品番号付き)	5
完成写真	6
完成した試作 2 台目	6
上から見た配線の様子	7
うしろから見た配線の様子	7
同調回路と周波数変換回路の様子	8
電源回路の様子	8
4石スーパートランジスタラジオ回路図 2025 年改良再設計版.....	9
4 石スーパートランジスタラジオ回路図 2008 年版	10
目次	11
第 1 章 設 計	14
1-1 再設計の前に	15
1-2 再設計の方針	16
動作電圧の変更	16
トランジスタを統一	16
同調回路(バリコン、バーアンテナ)の選別	17
OSC コイル、IFT、出力トランスの選別	17
検波回路の改善	17
AGC 回路の追加	17
チューニングメーターの付加	17
設計に最新のツールを活用	17
ラジオの性能評価	17
1-3 先に結論から	18
昔と現在では設計方法が違う.....	18
最後の決め手はやっぱりカット&トライ	18
1-4 各部別の回路設計	19
電源回路	19

低周波増幅回路	20
検波	21
中間周波増幅回路と AGC	22
周波数変換回路	23
同調回路	24
チューニングメーター	26
1-5 現在流設計支援ツール	27
無償の回路シミュレータ LTspice	27
生成 AI(ChatGPT)	29
Excel 計算シート	31
第2章 製 作	32
2-1 オーバービュー	33
2-2 配線前の準備 - ランド式生基板	34
生基板のカット、絶縁用切り込みを入れる工具について。	36
部品配置を考える - チップの配置と接着	39
2-3 ハンダ付けについて	40
2-4 低周波増幅から配線を始める	42
2-5 配線材料について	42
2-6 出力トランス(ST-82)のリード線配線について	43
2-7 低周波増幅回路の動作確認	44
2-8 高周波回路へ進む	46
IFT、OSC コイルの部品配置に注意！	46
バーアンテナ、ポリバリコンの極性(端子)	47
OSC コイル(赤)の極性(端子)	48
IFT コイル(黄)の極性(端子)	48
IFT コイル(黒)の極性(端子)	49
2-9 試作 1 台目は失敗(泣)	50
不良が出やすい部品について	50
2-10 バーアンテナ～バリコン周辺の配線	52
2-11 電源について	53
2-13 電源は怖い.	54
第3章 調 整 と 測 定	55
3-1 スーパーラジオの調整～従来の方法	56
調整治具	56
IFTの調整	56
IFT の調整手順	56
トラッキング調整	56
バンドエッジ(受信周波数範囲)の調整手順	57
感度調整	57
3-2 最新オール・イン・ワンツール(Analog Discovery)で調整する	58

信号発生器 (Wavegen)	59
オシロスコープ (Scop)	60
安価な中華製オシロを使って見た	64
中古プロ用測定器について	65
3-3 NanoVNA で IFT、セラフィル特性を見る	66
画面を見ながら IFT 調整ができる！	68
IFT のフィルタ特性・リターンロスを見る	70
代表的な 455kHz セラミックフィルタ特性を見る	72
muRata CFM-455C $\pm 9\text{kHz}$ (-3dB)	73
muRata CFS-455F $\pm 4.2\text{kHz}$ (-3dB)	73
muRata CFR-455H $\pm 3\text{kHz}$ (-6dB)	74
3-4 部品を測定する	75
安価で便利な「マルチファンクションテスター TC-1」	75
LCR メーター 秋月 DER EE DE-5000	76
テスター (DMM)	77
アナログテスター	78
電流測定でヒューズが飛ぶ？	79
安定化電源	80
第 4 章 部 品	81
4-1 部品入手のポイントと注意点	82
重要ポイント1～バーアンテナとバリコン	82
重要ポイント2～局発 (OSC) コイル、IFT コイル	83
その他のポイント	83
4-2 4石スーパーランジスタラジオの部品入手先 (2025 年 7 月現在)	84
4-3 4石スーパーランジスタラジオの使用部品と解説	85
ChatGPT との会話全文 目 次	89
(前編) 協力を依頼～一応動作しました	89
(後編) 問題点の原因と解決策～完成しました！	90
参考文献	91
おわりに	91
著者紹介	92
著作権表示	92
お知らせ	92

第1章 設計

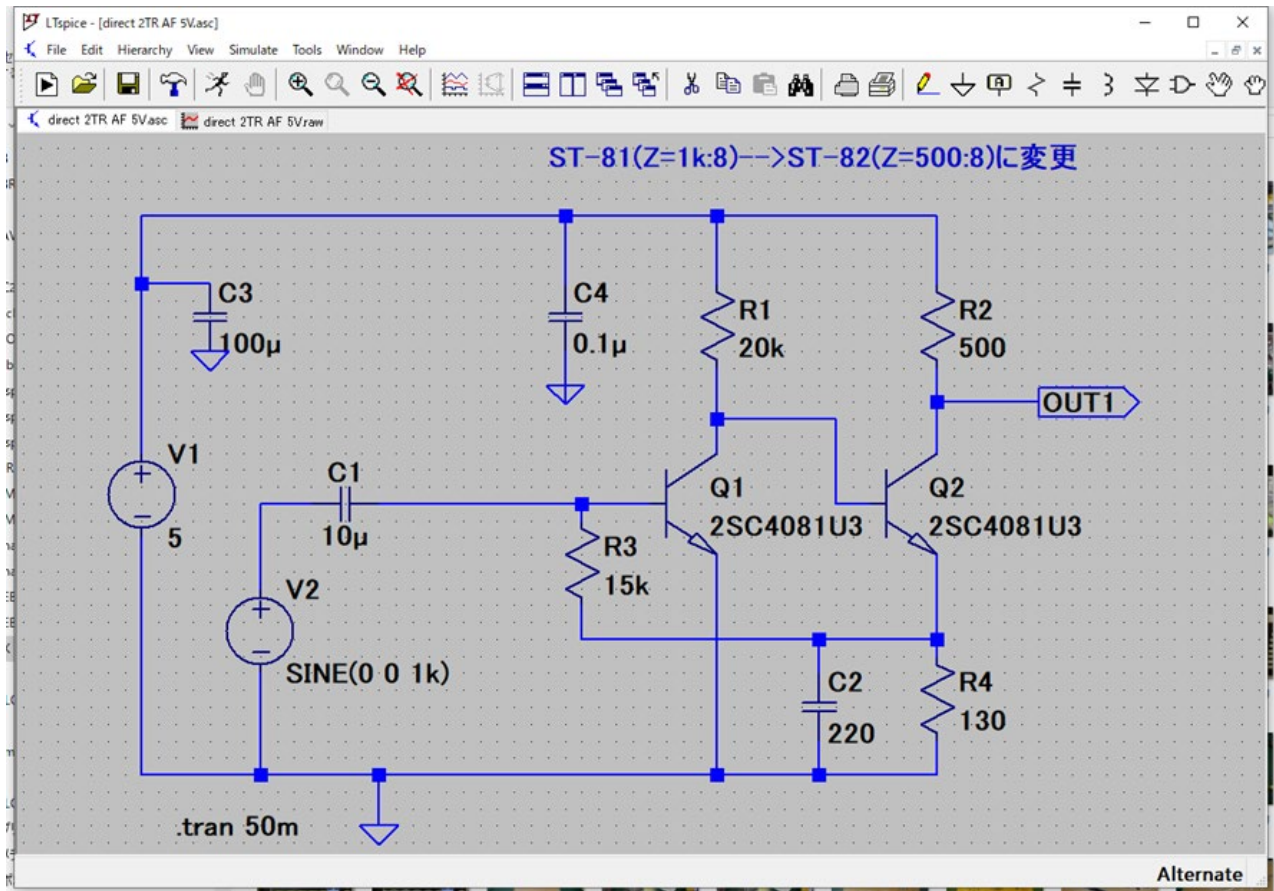


図 1 2 段直結低周波増幅回路を Ltspice でシミュレーション

1-1 再設計の前に

「CD-3 4 石スーパーラジオの製作」で紹介した回路は、奥沢清吉先生の「はじめてトランジスタ回路を設計する本」(誠文堂新光社)からの引用でした。たった4本のトランジスタでスピーカーを鳴らせるというのが驚きでした。

あれから筆者自身何度も製作したり、ダイソー100円ラジオの分解、LA1600 ラジオ IC スーパーラジオや、ラジオの標準回路である6石スーパーラジオを何台も組んだりしていました。あれから16年の年月が流れ、新たに再設計及び改良をやってみようという事になりました。

アプリケーション開発のシステムエンジニア時代から一番の格言にしている

『汚れ仕事は機械にやらせよう』

という言葉があります。これは「プログラム書法」(共立出版)というプロのプログラマにとってのバイブル書です。「人間はサッサとコーディングしてマシンパワーに任せてどんどんコンパイル(文法チェック)せよ」と、長年私はこのように解釈していました。同書を再購入して読み返したら、内容が異なっていました(苦笑)。私の解釈は、「**できるだけ機械に任せて人間はその先をやれ**」でした。

これはラジオの設計や製作にも適用できると考えています。確かに、無線工学を真に理解して、難解な公式を関数電卓片手に計算しながら回路図を仕上げていく... 確かにカッコ良いし、正に正論です。

本書を制作するに先立ち、2024年年末年始にかけて、先人のトランジスタラジオの設計書籍を読み漁りました。頭と耳から白い煙を吹き出しながら年末年始を費やしました。何度も読み通した設計書ですが、正直とても難解でした。勿論理解力不足、知識不足そして数学が苦手という筆者自身の問題があるのですが、その中で気付いた点がいくつかありました。

ディスクリートトランジスタラジオが全盛の時代と現代とでは、半導体デバイスの大きな進歩等の理由により、設計思想や設計方法が変遷しています。NPN ゲルマニウムトランジスタが高価で、しかも h_{FE} (直流電流増幅率)が数十程度とゲインの低い時代と、安価で高 h_{FE} 、高性能な NPN シリコントランジスタや FET が広く出回っている現在とでは増幅回路設計が異なるのは当然かもしれないです。

一方、バリコンやフェライコア・バーアンテナ、OSC コイル、IFT は、残念ながら現在では入手困難品です。一部の在庫品はまだ販売されていますが、品質、性能不明の海外品を購入するか、部品取り&移植するしかありません。全盛の時代は、ミツミ、アルプス等、国内メーカー製品が豊富で、データシートも完備されていました。また、現在と異なり、当時の測定器は、普及しているのはテスター、電子電圧計、ディップメータくらいしか一般に普及しておらず、設計書の文中にも僅かにアナログオシロスコープの波形が掲載されている程度でした。

1-4 各部別の回路設計

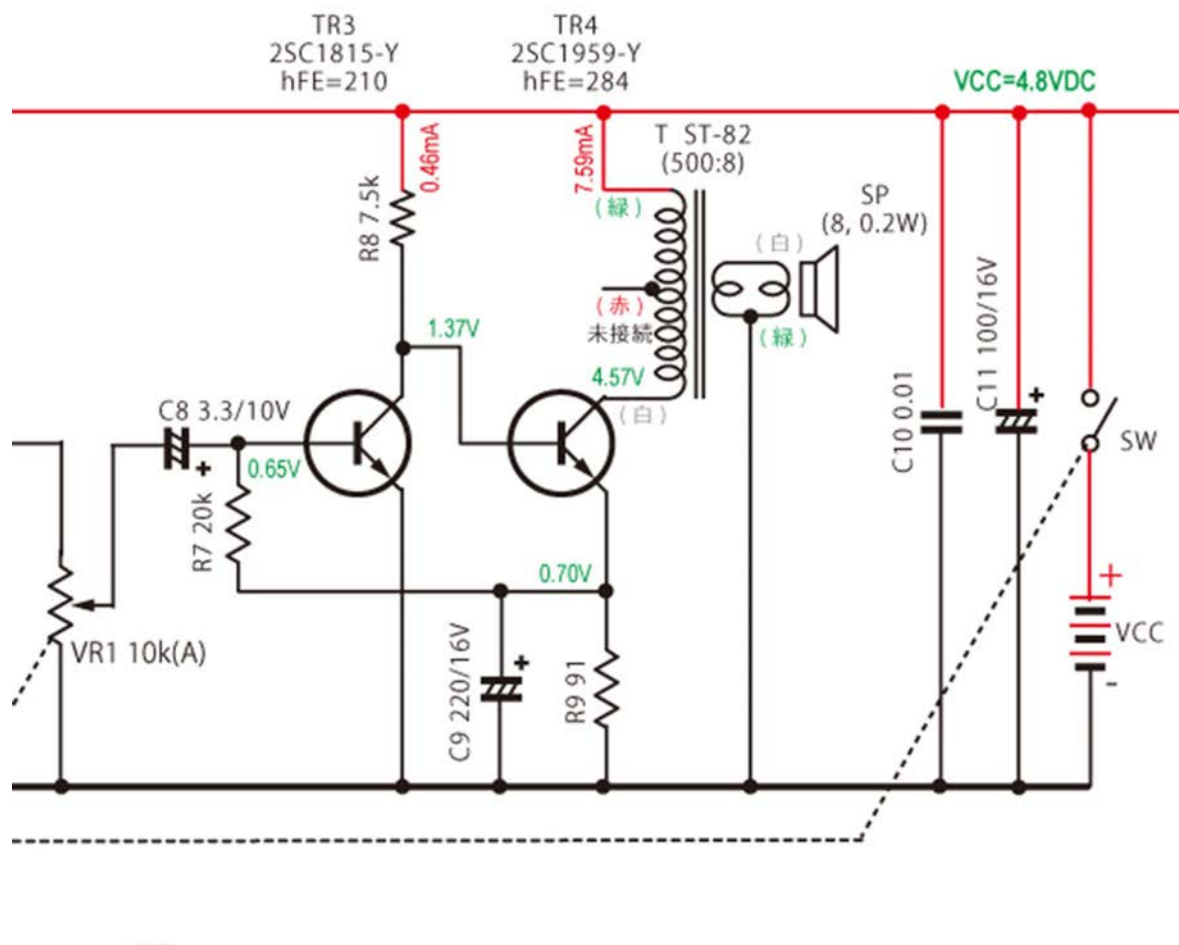


図 4 電源・低周波増幅回路

電源回路

動作電圧を DC4.8V を基準電圧として、動作電圧範囲を、約 DC4V～7V としました。

これは昔のポケットトランジスタラジオの主流であった 006P 乾電池 (DC9V) が、現在では一般的ではなくなり、入手が容易な単3乾電池×4本で動作 (DC6V) します。また、eneloop に代表されるニッケル水素充電電池×4本 (DC4.8V) で動作します。本書では、動作電源電圧を DC4.8V として設計しました。

加えて、スマホやワンボードコンピュータ用として広く出回っている出力 DC5V の AC 電源アダプタを外部電源として使用できます。この場合、リップル、ノイズ対策と逆接続対策が必要です。

本回路では電源回路に、デカップリング目的で大容量の電解コンデンサ (C11 100 μ F/16V) を、バイパス目的で小容量の積層セラミックコンデンサ (C10 0.01 μ F) を使用しています。前者は電源電圧の平滑化と低周波のノイズの吸収を、後者は高周波ノイズの吸収をします。

第2章 製作

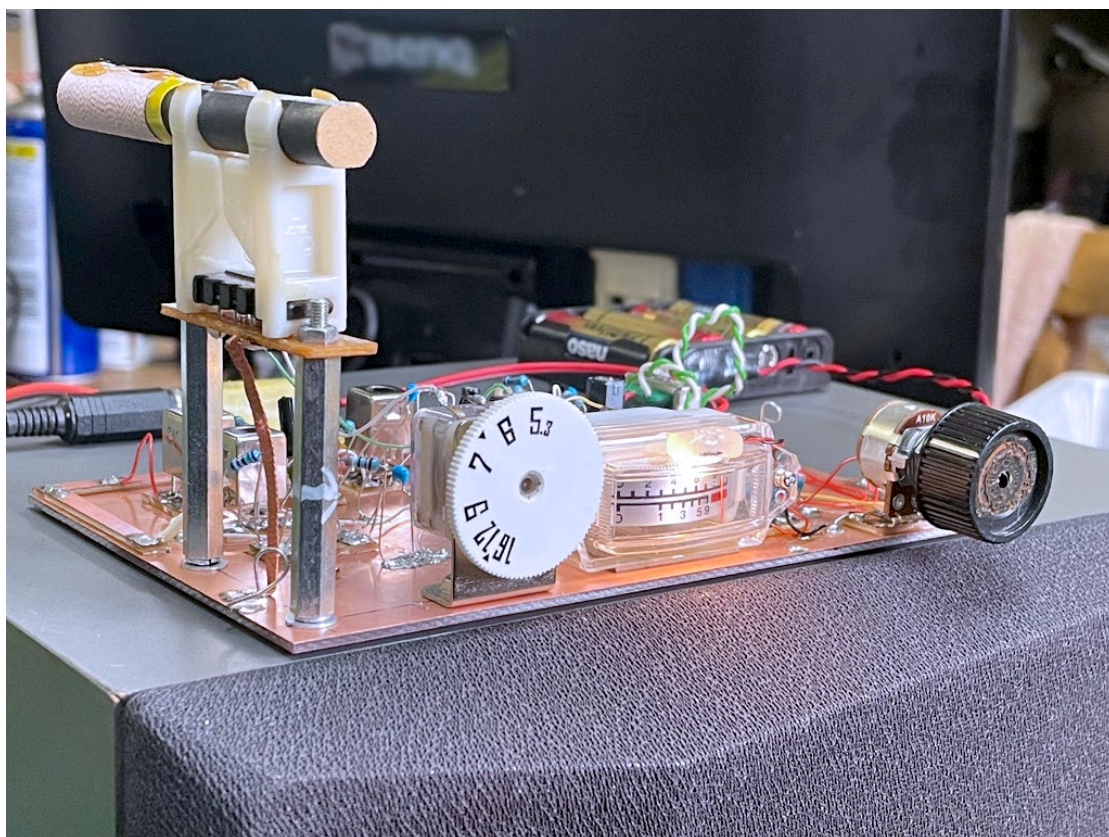


図 11 再設計4石スーパーランジスタラジオ

2-1 オーバービュー

本書では、4本のトランジスタでスピーカーを鳴らすことができる実用的な中波ラジオを製作します。回路図は、設計の章で作成した回路図を使用します。

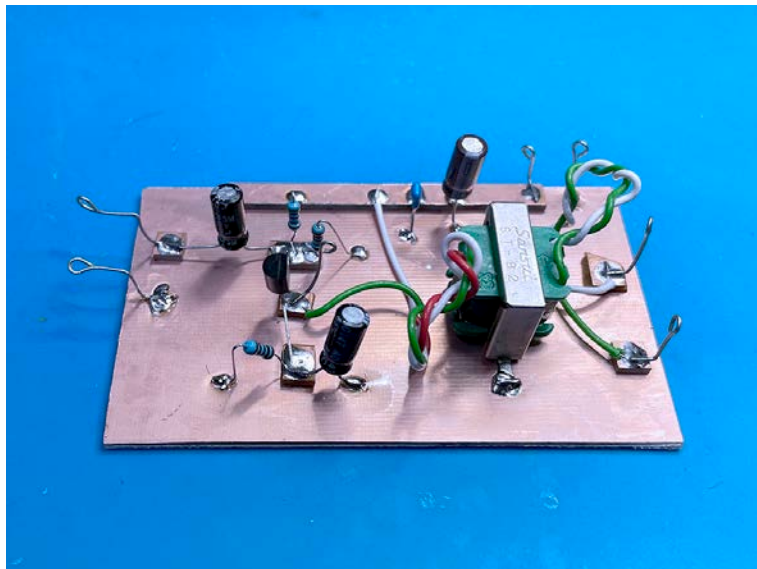


図 12 ランド式手法で製作した 1 石アンプ

今回は「ランド方式」という手法で配線を行います。ランド式という製作手法は、「ランド方式で作る手作りトランシーバ入門(今井栄著)CQ 出版社」を読んで興味を持ち参考にさせていただきました。

ランド方式製作手法は、紙フェノール生基板の一面に、生基板を小さく切ったチップを接着し、その上に部品をハンダ付けしていくやり方です。部品間の配線は、ワイヤーやリード線をつなぎます。

この手法で製作すると

- 回路図通りに配線できるので配線の確認が容易
- 配線の自由度が高いため、緻密な作業が苦手な器用でない方もOK
- 基本的なハンダ付けができればOK
- 生基板一面がグランドなので、高周波特性が良い
- もし配線ミスしても修正が容易

等々たくさんのメリットがあります。

もちろんブレッドボードでも、ユニバーサル基板でも、プリント基板などで製作してもOKです。

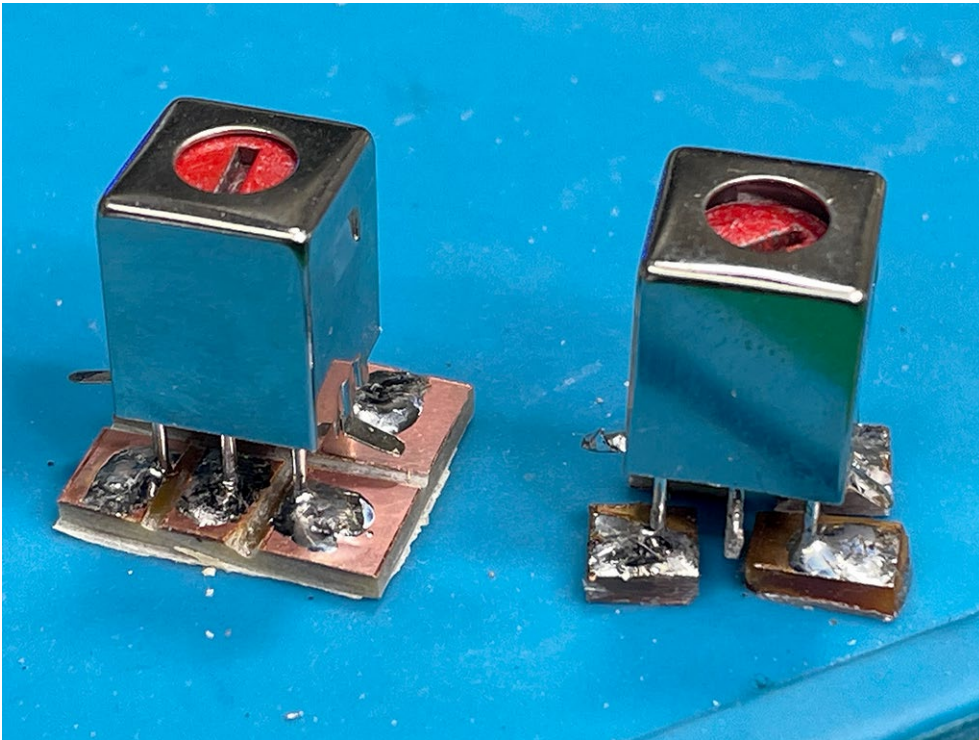


図 30 1 枚のチップに OSC コイルをハンダ付け(左) 失敗例(右)

バーアンテナ、ポリバリコンの極性(端子)

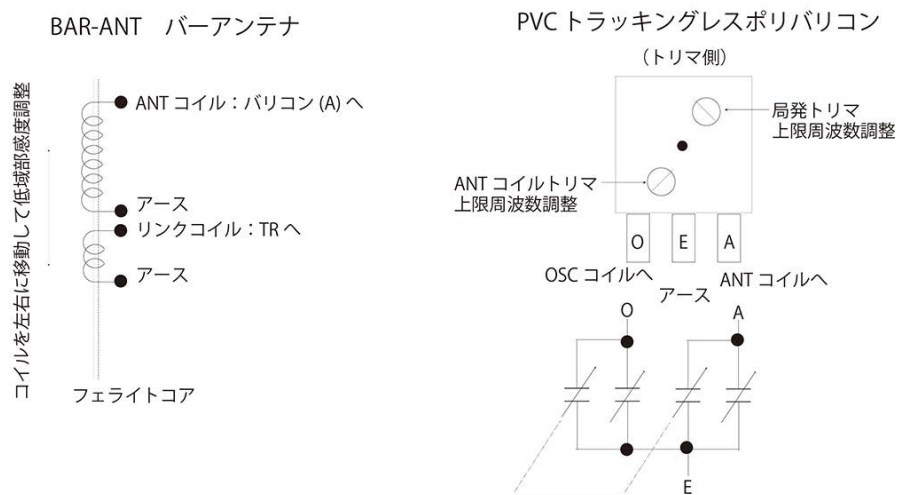


図 31 バーアンテナ、バリコン

第3章 調整と測定

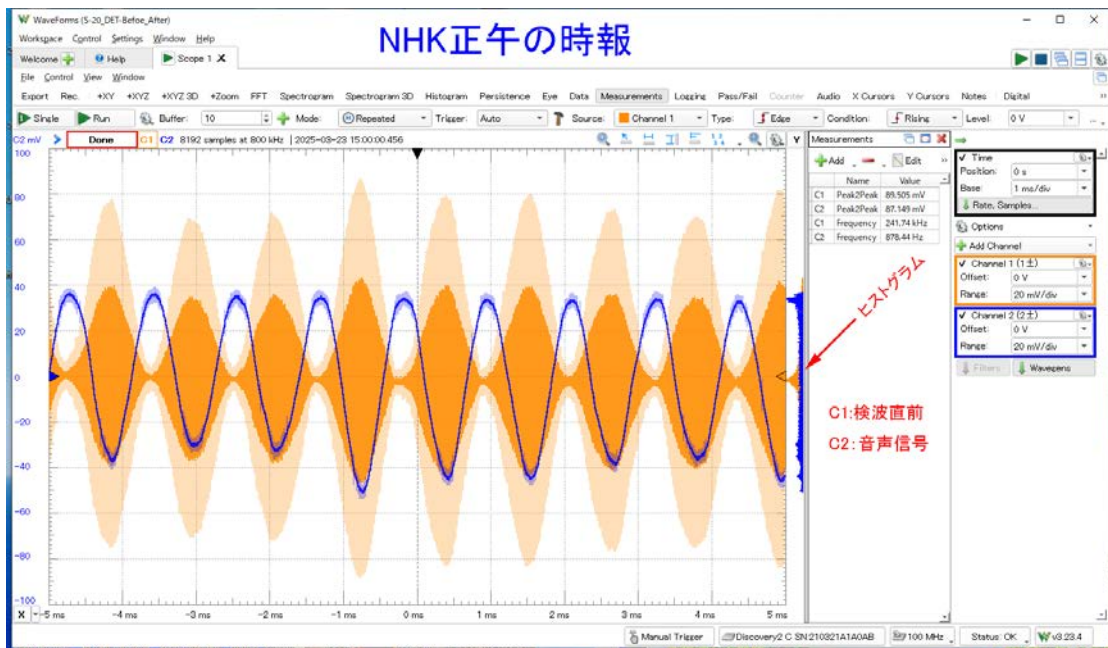


図 41 IF 波形と音声信号 (Analog Discovery 2)

3-1 スーパーラジオの調整～従来の方法

調整治具

- コア、トリマー調整棒(非金属製のもの、セラミック、樹脂、木材など)
- 受信強度が視認できるもの(本書ではチューニングメーター、テスターの AC 電圧モード、電子電圧計、オシロスコープ)

IFTの調整

まずはIFTの調整。コアを回して中間周波数を 455kHz に合わせる調整です。コアを右に回す(入れる)と低い周波数になり、コアを左に回す(抜く)と高い周波数になります。新品の IFT は 455kHz に調整して出荷されており、この調整で回す範囲は $\pm 40^\circ$ 以内です。それ以上回してもピークが見つけられない場合は、他の箇所にも問題があります。

ここで上手く調整できると感度がぐんと上がります。古いラジオの場合、経年変化や部品値変化などで、最適調整ポイントからズレていることがあるので、古いラジオほど、このIFT調整により、(定格性能までの)受信感度アップが望めます。4 石スーパーラジオは、中間周波増幅が1段なのでIFTは、前段に黄色、後段に黒色の2個です。

IFT の調整手順

- コア調整棒は必ず、非金属製のものを使用する。金属製のマイナスインドライバだと、干渉して調整点がずれるだけでなく、コアを壊してしまう
- まず信号が弱めの安定した放送局を受信します(夜より昼間の方が安定している)
- 音量を上げる
- IFTのコアに調整棒を差し込んで、音量が最大になる点まで回す。ただし $\pm 1/4$ 回転以内
- 各IFTを交互に数回繰り返す
- 調整点にズレがあれば、この調整で受信感度が向上する
- 回せば必ずピーク点(音量最大点)が見つかるはず($\pm$ 半回転まで回しても)全くピークが見つからない場合は別箇所の故障が考えられるので調整は中止する

トラッキング調整

まずバンドエッジ(受信周波数の範囲)の調整。放送局を受信してみて、ダイヤル目盛りがあまりずれていない場合は省略してOKです。無理にしないで良いです。

ご覧の通り、トラッキングレスバリコンと、それに適合したバーアンテナを使用していれば大抵は無調整でも OK です。そもそも AM ラジオのダイヤルは大変アバウトな目盛なので精細な調整は難しいです。

オシロスコープ(Scop)

仕様は、測定ポートは2チャンネル、帯域幅 30MHz、サンプルレート 100Mps、垂直分解能 14bit (Analog Discovery 2)です。中波～短波ラジオの測定には十分です。

測定した数値をリアルで表示する機能(Measurements)が便利です。Peak to Peak や Frequency などチャンネル毎に種類を選べます。また PC へのロギングが可能です。FFT、Histogram、Spectrogram などのサブモニター機能が充実しており、ラジオの信号を多角的に観測できます。

SSG と Analog Discovery があれば、精密な4石スーパーラジオの調整ができます。

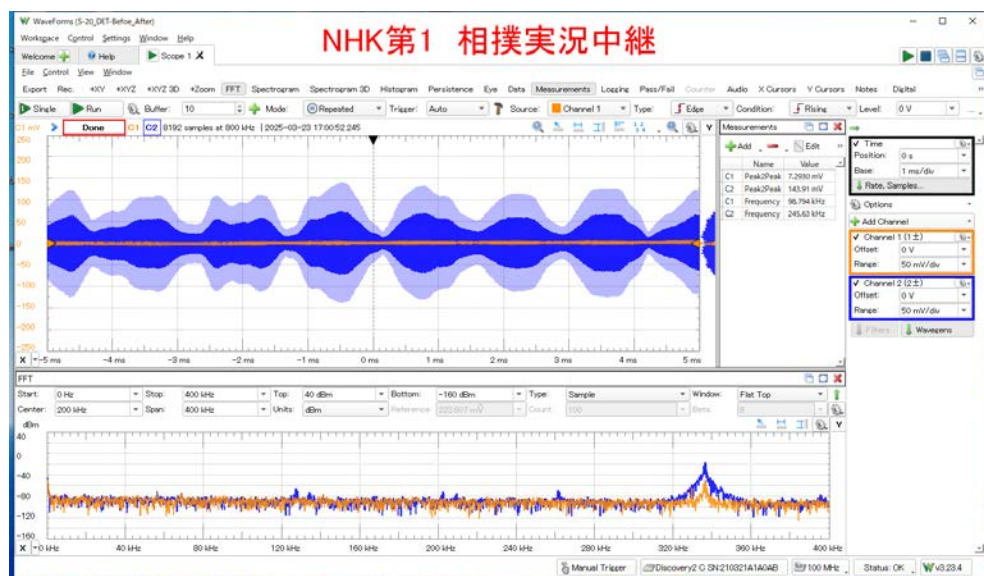


図 44 IFトランジスタの増幅度

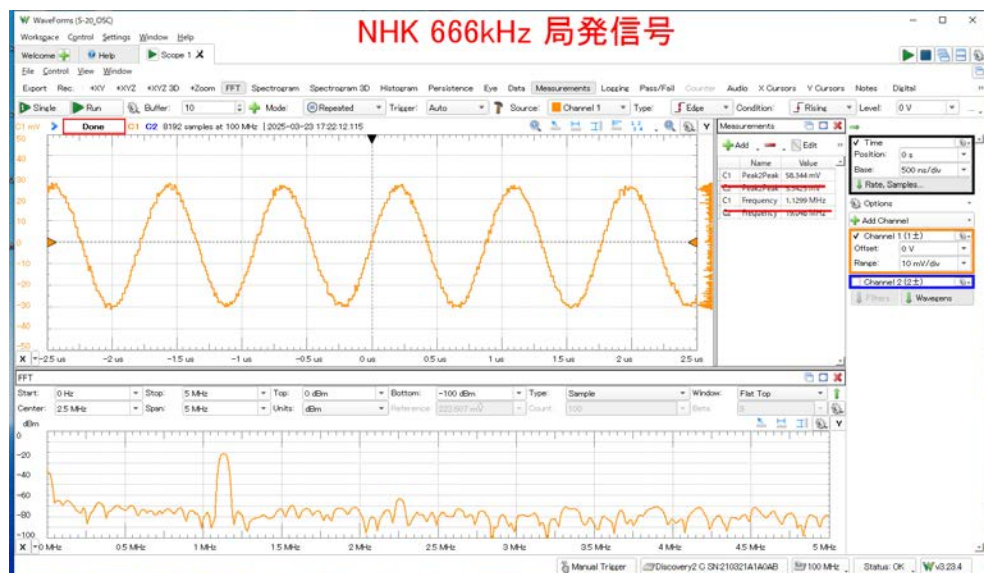


図 45 局発信号(受信周波数 666kHz)

画面を見ながら IFT 調整ができる！

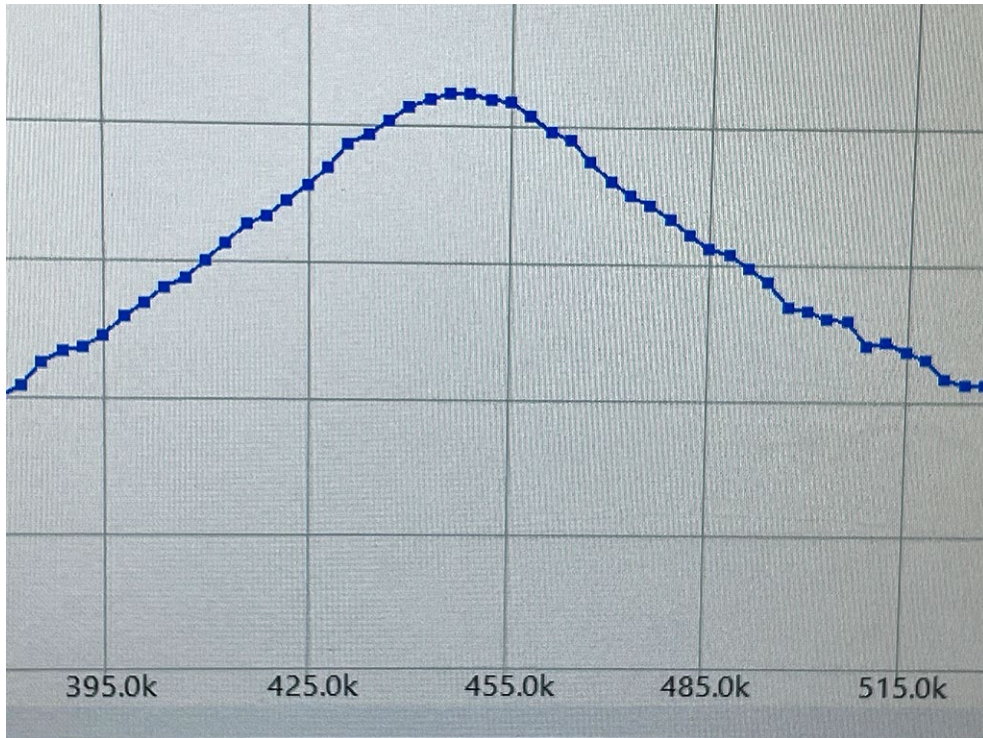


図 55 IFT(黄) 455kHz より下にズレている

新品の IFT(黄) のフィルタ特性です。455kHz より少し低い箇所にピークがある事が分かります。

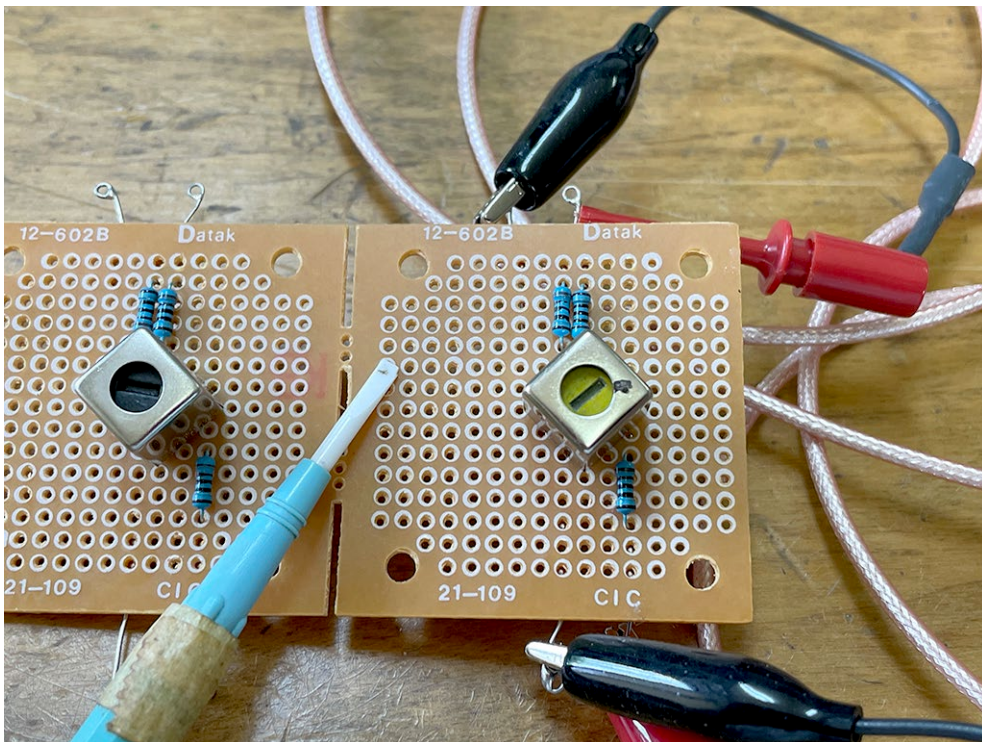


図 56 IFT(黄) のコアをわずかに左回転(抜く)

第 4 章 部 品



4-1 部品入手のポイントと注意点

トランジスタラジオの自作で部品を入手する際の重要ポイントと注意点を書きます。

2025 年現在はSDR受信機、DSPラジオが普及し、ラジオの組み立てキットも、ワンチップ IC で部品点数が少なく、誰でも成功するという風潮になってきました。

一方、本書のようにラジオ回路の基本であるディスクリート(個別)部品によるラジオの製作も、まだまだ十分楽しめます。ただし、バーアンテナやポリバリコン、局発コイル、IFTについては、国産の信頼出来るメーカーが既に生産を終了しており、これらは、流通在庫品か中華製などを購入するしか方法がありません。本章では部品入手(購入)する際にあらかじめ知っておくべき重要ポイントと注意点をあげます。現在購入可能なネット販売のショップをご紹介します。また本章の後半では4石スーパートランジスタラジオの部品表を、各部品の役割などを表にまとめて解説しています。

重要ポイント1～バーアンテナとバリコン

スーパートランジスタラジオ用バーアンテナとバリコン(ポリバリコン)は現在でも入手可能です。後半で入手可能なネットショップを紹介します。

注意点は、受信周波数を国内の中波放送の周波数範囲 531kHz～1602kHz をカバーするよう、バーアンテナのインダクタンス(μH)とバリコンの静電容量(pF)を適切に組み合わせる事が重要です。実際にはバンドエッジに幅を持たせて 520kHz～1620kHz くらいにします。

もう一つの重要な点は、ストレートラジオ(300 μH ～350 μH)のバーアンテナとバリコン(250pF～300pF max.)は使えません。理由は()内の値の通り、低いインダクタンス(L)と、高い静電容量により中波放送帯にLC共振させているからです。またバーアンテナには2次側リンクコイルがありません。また真空管用アンテナコイルは使えません。バリコン(昔は大型のエアバリコンと呼ばれた)も一般的には使えません。

スーパートランジスタラジオ用のバーアンテナとバリコン(ポリバリコン)は下記の条件のものを使用します。

バーアンテナ	スーパーラジオ用 インダクタンス: 550 μH ～650 μH 2次コイルあり、中間タップ無し コアが長いほど高感度
バリコン	通常はポリバリコン。エアバリコンでも使用可 静電容量: 130pF～160pF(max 値) 受信範囲は LC 共振 2連、トラッキングレスが便利(アンテナ同調と局発の容量が異なる) 同容量2連は、局発側にパディングコンデンサを使用する 取り付けネジサイズ、シャフト径に注意 ポリバリコンには、5～10pF 程度の浮遊容量が存在し、羽が完全に開いた時でも 0pF にならない。これが加わって、計算値より高い周波数側のエッジが下がるので考慮が必要
組み合わせ	バーアンテナとバリコンの組み合わせは LC 共振周波数の計算で確認する

4-3 4石スーパーランジスタラジオの使用部品と解説

番号	名称	型番	規格	役割	備考
TR1	NPN 型シリコン トランジスタ	2SC1815-Y	hFE=210、 VCEO=50V、 IC=150mA、 PC=400mW	周波数変 換	基準とするために選定しました ラジオ TR などいろいろ試してく ださい
TR2	NPN 型シリコン トランジスタ	2SC1815-Y	hFE=210、 VCEO=50V、 IC=150mA、 PC=400mW	中間周波 増幅	基準とするために選定しました ラジオ TR などいろいろ試してく ださい
TR3	NPN 型シリコン トランジスタ	2SC1815-Y	hFE=210、 VCEO=50V、 IC=150mA、 PC=400mW	2段直結 低周波増 幅 1/2	基準とするために選定しました
TR4	NPN 型シリコン トランジスタ	2SC1959-Y	hFE=284、 VCEO=30V、 IC=500mA、 PC=500mW	2段直結 低周波増 幅 2/2	トランス負荷なので少し大きめ を選定しました。他型番も OK です
FET	シリコン N チャン ネル接合形 FET	2SK192A		メータアン プ	N チャンネル接合形であれば代 替 OK
D	ショットキーバリア ダイオード	BAT43	ピーク電圧:30V、平均 順方向電流:200mA	検波ダイ オード	ゲルマ 1N60,OA90,OA95 もち ろんOK
LED	電球色高輝度 LED (日亜)	NS3L183T-H3	順方向電圧:3.5V	メーター 照明	お好みの LED で OK
BAR- ANT	スーパー用バー アンテナ		1 次側:580uH 2 次側:19uH ※コイルのコア上の位 置で変化する	アンテナ	バリコンとの組み合わせに注意
PVC			ANT 側:160pF OSC 側:73pF ※max 値		バーアンテナとの組み合わせ に注意
OSC	OSC コイル(赤)		10mm 角	局部発振 コイル	規格、極性は回路図に掲載
IFT1	IFT コイル(黄)		10mm 角	初段中間 周波トラン ス	規格、極性は回路図に掲載

ChatGPT との会話全文 目 次

※PDF ポートフォリオファイルに収録しています

(前編) 協力を依頼～一応動作しました

CHATGPT に協力を依頼	3
直結 AF 増幅回路の設計	9
【番外】CHATGPT との会話の保存方法について	18
【番外】CHATGPT との会話内容の書籍掲載について	22
2 段直結 AF 増幅回路が完成	24
LTSPICE 回路シミュレーション結果との比較	24
検波ダイオードの選定について	27
検波後のローパスフィルタ	29
IFT(黒)の特性	33
中間周波増幅回路の設計	38
動作しない中間周波増幅回路	52
IFT-2(黒)の実測値	57
配線ミスでした。。	67
カット&トライは続く..	68
IFT2 次側の巻き始めと巻き終わり配線	71
中間周波増幅動作不良の原因判明!	78
電流帰還バイアス抵抗 R1、R2 の逆転?	81
TR2 のコレクタ負荷(IFT-2 の 1 次側)インピーダンス	85
455KHZ 試験信号の強度は?	92
IFT(黄)のコア調整で変化しない	95
中間周波増幅の性能改善	101
周波数変換回路へ進む	104
動作電圧 5V で設計する	107
局発が発振しない	111
TR1 の HFE(210→428)に変更すると?	117
バリコンの容量計算	120
パディングコンデンサの計算	122
綺麗な正弦波が出たが..	140
一応動作しました	143

(後編) 問題点の原因と解決策～完成しました！

問題点の原因と解決策	2
CHATGPT に協力依頼	2
周波数変換回路(TR1)の目標電流値	9
発振信号振幅	12
エミッタ抵抗	14
低い周波数の感度が悪い	16
910KHZ、1.7MHZ 付近に強いキャリア発振	23
TR1 のベース電圧とエミッタ抵抗	28
周波数変換回路のコンデンサ	33
CHATGPT に報告 CUT&TRY 続く	41
間違い指摘→CHATGPT	50
最悪！局発全域発振しない	55
間違い指摘 2→CHATGPT	57
1485KHZ の放送は高感度で受信する	59
わずかな光明が差す	66
局発の発振範囲と振幅	69
なんでそんなに拘るのよ	74
説明して！なぜ感度悪いの？	77
再び光明が差して来た	81
改善点を整理する	86
各部の電流・電圧の目標値	87
完成に近づく	91
バーアンテナに手を近づけると	96
2025 年再設計版は完成しました！	101
番外編 画像生成 AI の実力??	104

参考文献

- ChatGPT で高校数学 I AI パートナード学習教材(古橋武著)kindle unlimited
～「AI と協力してラジオの設計・製作に取り組む」という本書の核となるテーマを構築する上で、非常に大きな動機づけとなりました。
- 電子回路の基礎 I (同調回路, 高周波増幅回路)改訂 2 版 (古橋武著)Kindle 版
～難解だった増幅回路の設計を、ブレッドボード&半固定抵抗で検証する古橋名誉教授の試みは正に圧巻でした。その後の回路設計に対する取り組む姿勢が大きく変わりました。
- 電子回路の基礎 II (FET 増幅回路, 復調回路, 低周波増幅回路)改訂版(古橋武著) Kindle 版
- ランド方式で作る手作りトランシーバ入門(今井栄著)CQ 出版社
～「ランド方式」の多くのメリットに強く共感し、本書の製作例にこの手法を取り入れました。
- 作りながら理解するラジオと電子回路(今井栄著)CQ 出版社
- ラジオ設計自由自在②トランジスタ編(奥沢清吉著)誠文堂新光社
～4石スーパーラジオの原点となる書籍です。「なぜそうするのか」を平易に教えてください。
- はじめてトランジスタ回路を設計する本(奥沢清吉著)誠文堂新光社
～最初に4石スーパーラジオ回路を発見した入門書です。
- 初歩のラジオ技術(初歩のラジオ編集部)誠文堂新光社
- トランジスタラジオの設計と計算(佐藤嘉一・高橋昭三共著)
- 現場技術者のための TR ラジオの原理と調整・修理(高山信雄著)啓学出版
- ラジオ&ワイヤレス回路の設計・製作(鈴木憲次著)CQ 出版社
- 高周波回路の設計・製作(鈴木憲次著)CQ 出版社
- 定本トランジスタ回路の設計(鈴木雅臣著)CQ 出版社
～電流帰還型増幅回路設計の素直さ(再現性の良さ)に感動しました。
- Analog Discovery 2 和訳マニュアルトランジスタ技術 2018 年 2 月号別冊付録 CQ 出版社
- Analog Discovery USB 測定器活用入門(遠坂俊昭著)CQ 出版社
- NanoVNA 活用ガイド(大井克巳著)CQ 出版社
- NanoVNA で広がる RF 測定の世界 RF ワールド No.52 CQ 出版社
- YouTube チャンネルなど

おわりに

本書では、4 石スーパートランジスタラジオの設計・製作・調整・測定という一連の工程を、現代のツールと生成 AI (ChatGPT) を活用しながら進めるという、新しいアプローチでまとめました。部品の入手が困難になりつつある今だからこそ、限られた条件の中で、どこまで完成度を高められるかという「ラジオ製作の楽しさ」が際立つ時代だと感じています。

また、ChatGPT との会話を通じて「試行錯誤を共有できる仲間」のような感覚を持てたことも、大きな収穫でした。決して完璧ではない AI ではありますが、その補助力によって、従来であれば躊躇していた部分にも踏み込めたことは、本書にとっての大きな挑戦であり成果です。

この書籍が、皆様のラジオ設計・製作のヒントとなり、AI や設計ツールを味方につけることで、より深く電子工作の世界を楽しんでいただけるきっかけとなれば、筆者としてこれに勝る喜びはありません。

最後までお読みいただき、誠にありがとうございました。

2025 年 7 月
radio1ban 技術部

著者紹介

西田 和生（にしだ かずお）Kazuo Nishida radio1ban 技術部

第一級陸上無線技術士、第一級陸上特殊無線技士、電話級無線通信士、第一級アマチュア無線技士
汎用機及び Windows アプリ開発エンジニア経験を経て、radio1ban.com を開設。無線ラジオのマニュアル出版を続ける。

著作権表示

本書に記載されている文章、図版、回路図、写真、付属ファイル(ChatGPT との会話記録、回路図、回路設計計算シートを含む PDF ポートフォリオ)など、すべてのコンテンツは著作権法により保護されています。無断での転載・転用・再配布・改変・複製等を固く禁じます。

ただし、個人の学習・研究・ラジオ製作のために、本書を参考にした回路の再現や改良、検証を行うことは歓迎します。その場合も、出典を明記いただければ幸いです。

© 2025 radio1ban 技術部 All rights reserved.

本書は電子書籍として頒布されています。将来印刷版として発行する場合は radio1ban.com でお知らせいたします。

お知らせ

本書をお読みになる端末によっては回路図を読みにくい事が予想されます。radio1ban.com で拡大版回路図をダウンロード(無償)できるようにいたします。

URL: <https://radio1ban.com/>

書名: S-17 AI 新時代のトランジスタラジオの設計・製作・調整と測定

ISBN: 978-4-907167-17-2 (PDF 版)

出版年月日: 2025 年 7 月 31 日 初版発行

出版者: radio1ban 技術部 <https://radio1ban.com>