

24GHz WAVELAB 23X1008XN

トランスバーターユニット

マイコン制御コントローラーの製作

JO1MWX / 細野 秀利

JE1BTA / 山崎 慎慈

1. はじめに

ウェブラボから格安品の 24GHz トランスバーターユニットが入手可能であることを知りマイコン制御のコントローラーを作りました

2. 概要

主たる機能

- ・ローカルオシレータ ADF4351 PLL 制御
- ・送受信シーケンス制御

PLL リファレンス, ローカルオシレータ発振周波数, 各種ディレイともに任意の値を設定可能すなわちプログラマブル。

3. 1. 次情報

5 7 6 0 MHz での QSO にて知る

3. 2. 詳細

コントローラーとしてアルディーノ Nano を選択

3. 3. 役割分担

ハードウェア担当 JO1MWX / 細野

ソフトウェア担当 JE1BTA / 山崎

上記、2 名の共同作業

3. 4. 開発期間

開発期間は試行錯誤して半年かかった

3. 5. オープンソース

すべての情報は、わたしのホームページにて公開中

3. 6. 送受信シーケンス

スタンバイ状態から：

強制スタンバイ ON

↓

マイクロ波リレーを送信側へ倒す

↓ディレイ 1 0 0 ミリセカンド <- プログラマブル

WAVELAB 23X1008XN 送信電源 ON

↓

24GHz 送信

↓

強制スタンバイ OFF

↓

WAVELAB 23X1008XN 送信電源 OFF

↓ デイレイ 100 ミリセカンド <- プログラマブル
マイクロ波リレーを受信側へ倒す

↓

スタンバイ状態

以上をマイコン制御

4. ADF 4351 PLL 制御

4. 1. リファレンス

※プログラマブルですが以下の固定仕様とします

LO:2109MHz

IF:1288MHz

※必ず 10MHz OCXO を使ってください

理由はローカルオシレータ発振周波数を 12 通倍もするからです

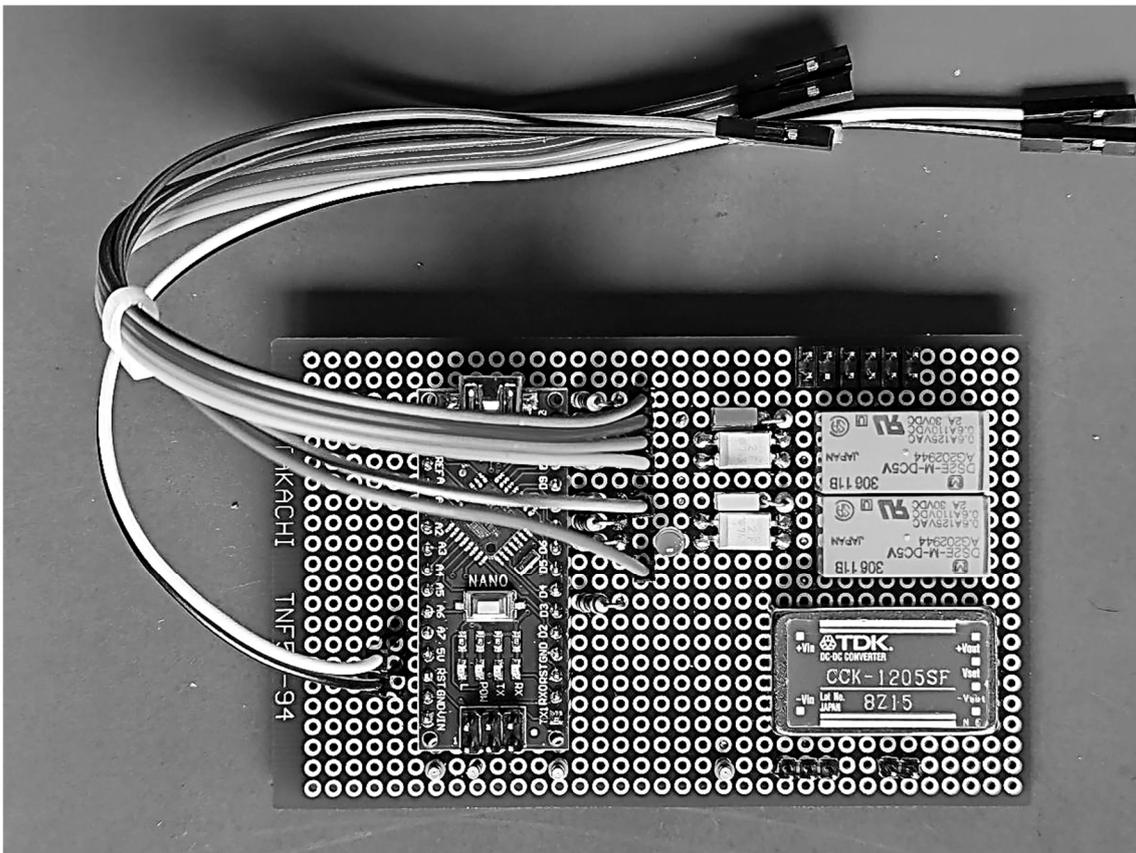
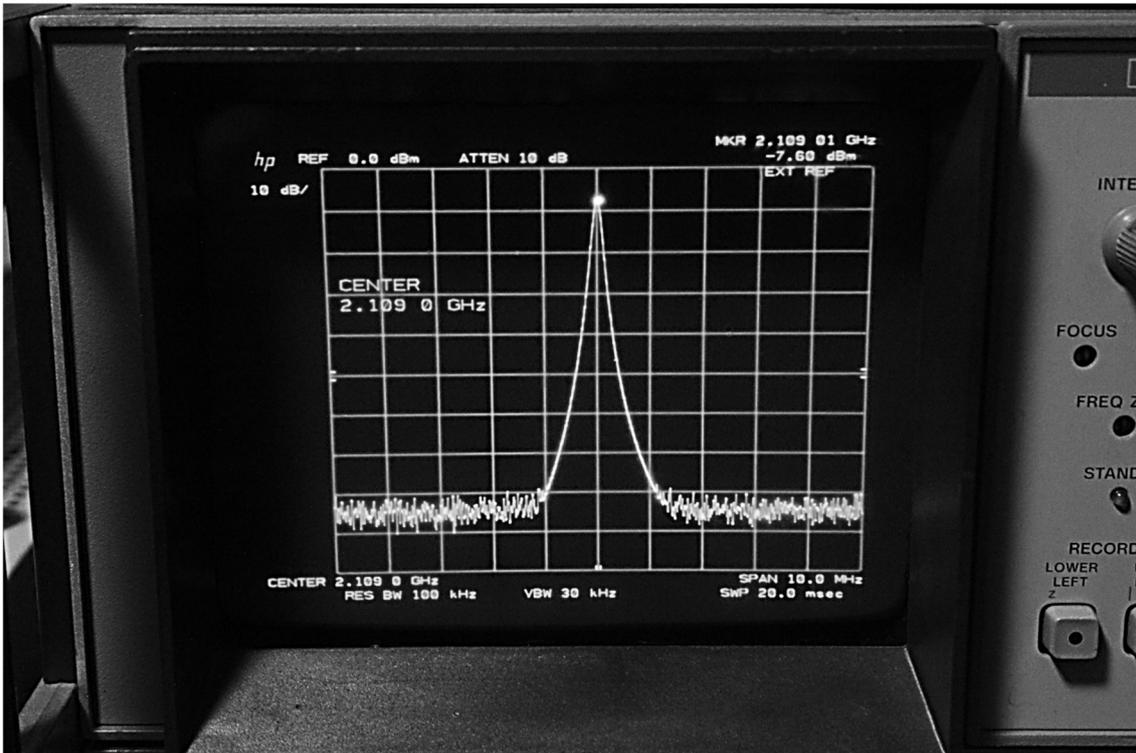
4. 2. ローカルオシレータ発振周波数

※プログラマブルではありますが LO:2109MHz の固定とします

4. 3. 中華製造の ADF4351 ボードの C/N が悪いとされている理由

※リファレンスのレベルが低いからです

下記、写真のように適切なレベルのリファレンスを供給すれば C/N 70db ~ 80db とれます



ハードウェアから見たコントローラ（マイコン）の活用について

従来よりマイクロウェーブへの架け橋となるトランスバータ（TRV）は、FET や IC など

のディスクリート素子で構成されていました。

平成から令和へと年月を経るにつれ、私の TRV は局発は PLL，送信終段は MMIC へと進化してきました。

最近のクーネの TRV は、回路素子や回路自体の集積化により局発回路は PLLIC へ、送／受信回路は MMIC へと進化、更にマイコン内蔵でジャンパ差し替えでの各種設定変更やノート PC 等での同軸リレーのディレー（時定数）変更が可能など機能満載。

表題 TRV の初期設計時点では、局発回路は PLLIC+PIC，同軸リレー等のディレータイミングは従来のディスクリート素子回路の構成でしたが、クーネの TRV を見た時から触発され憧れにも似た感覚がこみ上げてきました。

初期段階から PLLIC 用に PIC を導入する予定でしたので、マイコンを AVR 系にグレードアップして PLLIC 制御と時定数など、各種設定のパラメータ化できるように設計変更しました。

とはいえ、電気屋の私では全てを賄うことができず、設計変更時点からマイコンの選定、プログラムの開発など共著の山崎さんをお願いする事となりました。

数々の検討，試行を重ね約半年をかけて、Ver_1.0 を製作する事が出来ました。

今回、従来ハードウェア型からマイコンを活用したコントローラに計画変更して、良かった点，悪かった点を示します。

良かった点

1. 部品点数が少ない（従回路：約 50 点，コントローラ：約 25 点）
2. 回路が安易なため蛇の目基板で自作が可能
3. ジャンパ配線なので回路変更が容易
4. 回路（部品）変更せずに定数変更が可能
5. 自身の要望に合わせ機能追加が可能

悪かった点（工夫や努力により解決可能）

1. 自作基板なので半田付が面倒（ジャンパ作業）
2. 機能の割にはサイズが大きい（手持ち部品を使ったため）
3. 見た目がいまいち（製作者の個性が出る）
4. 自身のスキル不足のため協力者が必要（これは個人差がある）

今回採用したマイコン（アルディーノ）には、現時点でまだ未使用の I/O があり、機能の追加も可能です。

アイデア次第ではまだまだ可能性を秘めており、かなりの満足度を得られると思います。

私自身のスキルを上げ、マイコンの性能を十分に活用したいと思います。

（プログラム開発には、私が理解できないレベルのスキル必要と思われます。山崎さんご苦勞様でした、そして良い機会を与えて頂き、有難うございました。）

・リレー用 入出力コネクタ

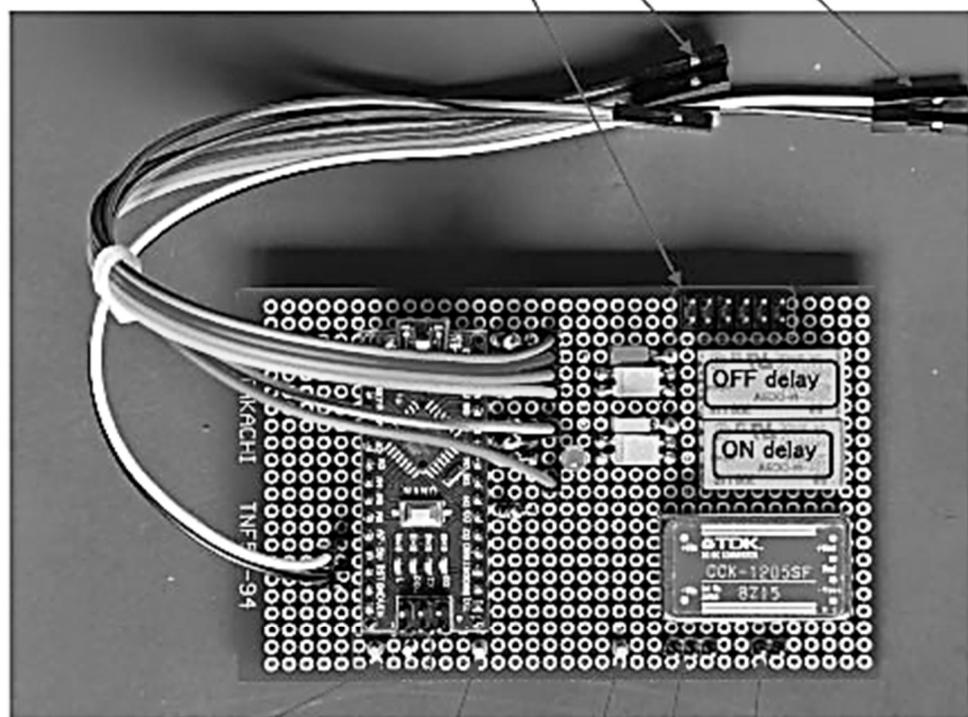
・Rx5V/IFリレー用入出力
電源入力/空き/5V出力 NC/5V出力 NO
↑
内部5V配線済で接続不要

・RF同軸リレー用出力
誤挿入防止ピンを合わせて
コネクタを差し込む

・RF同軸リレー
電源入力:内部12V配線済で接続不要

PLL_sig:茶 CE	PLL_sig:黄 LE
PLL_sig:赤 CLK	PLL_sig:灰 LO
PLL_sig:橙 DATA	PLL_sig:緑 削除

PLL_VCC:白 5V
PLL_VCC:黒 GND



12V電源入力:12V/GND

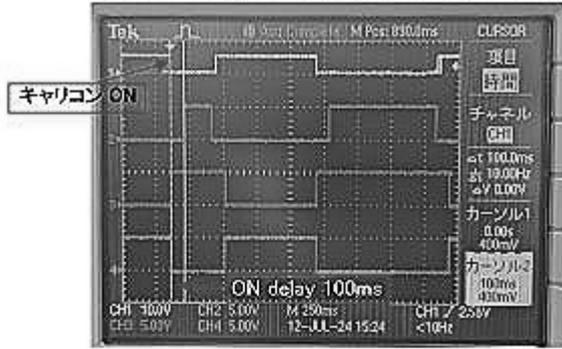
-5V用電源:12V入力/GND/-5V出力(常時)
(内部配線済)

TX5V出力:TX時5V(NO)

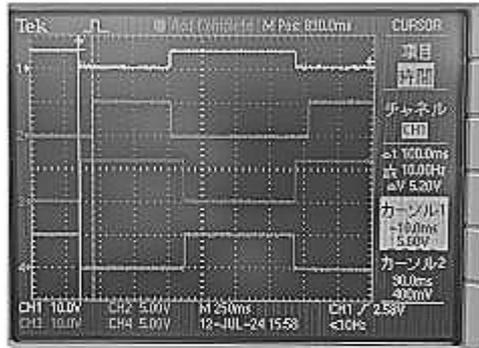
キャリコン/強制スタンバイ入力:PTT_ONでGNDレベル

TX5V用 5V電源入力:5V/GND

・キャリアコン/強制スタンバイ入力 デレイコントロール



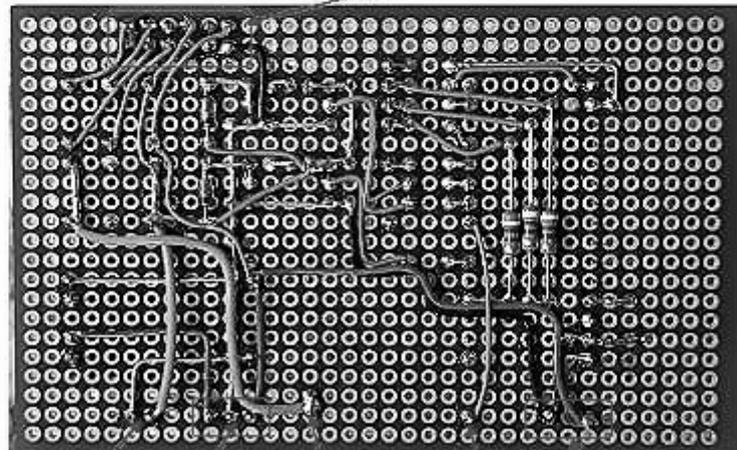
- 黄:ch1 キャリアコン/強制スタンバイ送信時GND
- 青:ch2 Tx5V出力 100msデレイ設定
キャリアコン動作から100ms後に5V出力
- 紫:ch3 Rx5V/IFリレー出力 No
キャリアコン解除から100ms後に5VOFF
- 緑:ch4 Rx5V/IFリレー出力 Nc
キャリアコン解除から100ms後に5V出力



- 黄:ch1 キャリアコン/強制スタンバイ送信時GND
- 青:ch2 Tx5V出力 100msデレイ設定
キャリアコン動作から100ms後に5V出力
- 紫:ch3 同軸リレー出力 No
キャリアコン解除から100ms後に5V出力
- 緑:ch4 Rx5V/IFリレー出力 Nc
キャリアコン解除から100ms後に5V出力

注意:デレイ動作については、予め無負荷 (WaveLabwに繋ぐ前) で動作確認をしてください

・リレー駆動用 電源電圧変更 (基板裏面配線図) リレー用 入出力コネクタ



- TX5V用 5V電源入力: GND/5V
- 5V用電源: -5V出力 (常時)/GND/12V入力 (内部配線済)
- TX5V出力: TX時5V (NO)
- 12V電源入力: GND/12V
- 強制スタンバイ入力: PTT_ONでGNDレベル

5. 時期バージョン

計画中

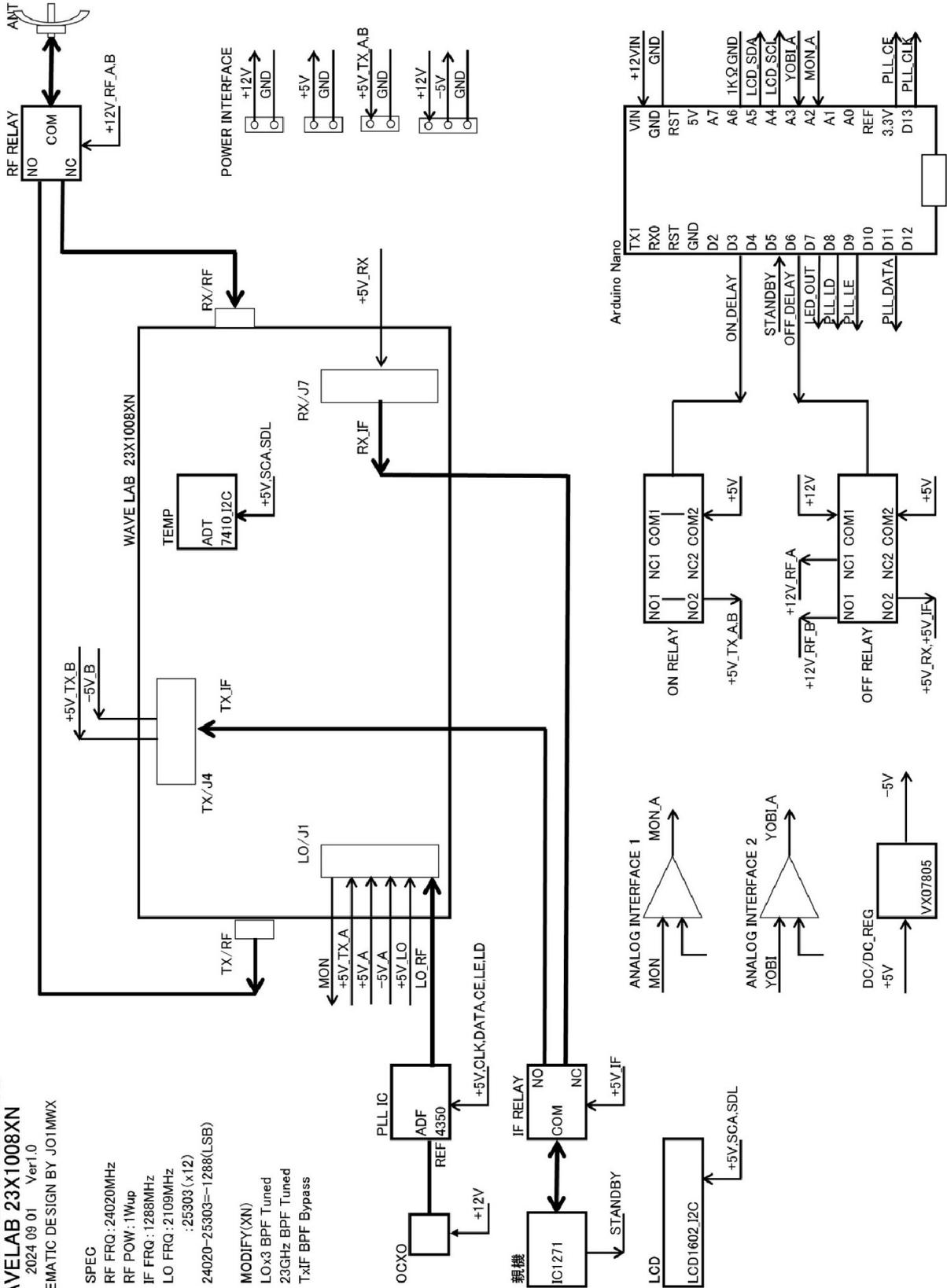
6. 謝意

親友となりつつある JO1MWX / 細野さんには、どんなに言葉を尽くしても感謝の気持ち表現できません。

TRANSVERTER INTERFACE
WAVELAB 23X1008XN
 2024.09.01 Ver1.0
 SCHEMATIC DESIGN BY JO1MWX

SPEC
 RF FRQ.: 24020MHz
 RF POW: 1W_{up}
 IF FRQ.: 1288MHz
 LO FRQ.: 2109MHz
 : 25303 (x12)
 24020~25303=-1288(LSB)

MODIFY(XN)
 LOx3 BPF Tuned
 23GHz BPF Tuned
 TxIF BPF Bypass



TRANSVERTER INTERFACE
WAVELAB 23X1008XN
 2024.09.01 Ver1.0
 SCHEMATIC DESIGN BY JO1MWX

SPEC
 RF FRQ.: 24020MHz
 RF POW: 1W_{up}
 IF FRQ.: 1288MHz
 LO FRQ.: 2109MHz
 : 25303 (x12)
 24020~25303=-1288(LSB)

MODIFY(XN)
 LOx3 BPF Tuned
 23GHz BPF Tuned
 TxIF BPF Bypass

