



KiCad便覧

独自ハードの第一歩「基板設計」の基礎



目次

▪ はじめに	
▪ 基板 (PCB) にまつわるフリーソフト・サービス	P3
▪ 環境構築	P4
▪ 基本操作	
▪ KiCadの各種機能	P5
▪ Schematic Editor	P6
▪ PCB Editor	P7
▪ 2層基板のレイヤー	P8
▪ 設計	
▪ PCB設計の流れ	P9
▪ 設計要件	P10
▪ 1. 回路図作成	P11
▪ 2. フットプリント割り当て	P13
▪ 3. 基板のルーティング	P15
▪ DXFの読み込み	P18
▪ 発注	
▪ DRC（デザインルールチェック）	
▪ ガーバー出力	
▪ ドリル出力	
▪ 入稿	

- 発展（シンボル・フットプリント作成）

- 目次

- 発展（大電流・高電圧）

- 目次

- 発展（微小電流・電圧）

- 目次

- 発展（高周波）

- 目次

はじめに

基板 (PCB) にまつわるフリーソフト・サービス

KiCad ← 今回使う

オープンソースのPCB開発統合環境。
Raspberry Piの設計に使われている事でも有名。多層・大規模PCBなど本格的な設計が可能。プラグインで機能をどんどん拡張できる。
UIが古臭いなどとEAGLE勢からケチを付けられていたが
KiCad6で刷新、7で洗練された。これにて最強。

Library Loader ← 今回使う

AltiumやKiCadなどの主要なPCB CADに好きな部品を手軽に追加できる。
イギリス・SamacSysの巨大な部品データベースを利用可能で
大抵ここで揃う。KiCadの標準ライブラリは種類が限られているので
導入すると開発が快適。

LTspice

ホビー用途で最も人気があるであろう回路シミュレーター。
元々はアナデバが社内向けに開発していたソフトで、現在では
無料で公開されており部品も自由に追加できる。
数百MHzまでの集中定数回路に適する。LTLINEモデルがあるので
分布定数も表現できるが高周波の評価は後述のQucsStudioを推奨。

QucsStudio

数GHzまでの分布定数回路の評価に適した無償シミュレーター。
LtspiceはSパラメータの計算を時々間違えるので
フィルタ設計やインピーダンスマッチング用途にはQucsが実用。
ただし電流計コンポーネントを測定箇所配置する必要があり、
回路構成をあれこれ変えて試したい時はLtspiceが使いやすい。

Sonnet lite

USBやWiFi、PCIeなど高周波回路のPCB設計に便利な電磁界シミュレーター。
ガーバー (PCBのパターン情報) やDXF (CADの2D図面) をそのまま計算に
かけられる。しかし最近はMatlabのRF PCB Toolboxの方が個人的に好き。

Kicad-jlcpcb-tools

JLPCBの発注に必要なzipファイルを1クリックで生成できる。

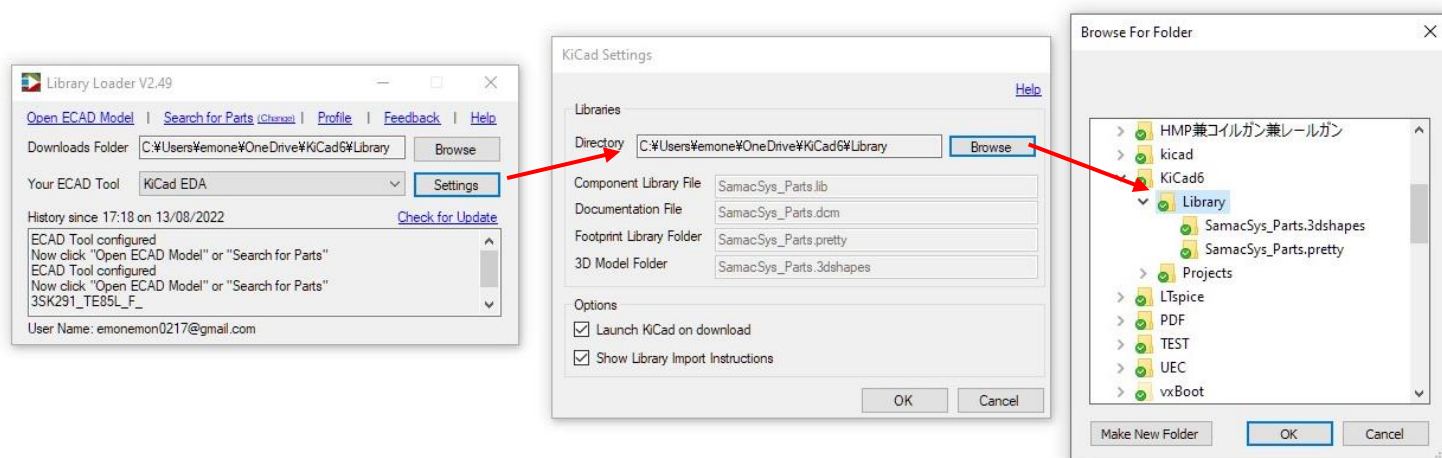
環境構築（一例）

「KiCad8.**」と「Library Loader v2.5*」のインストール後の手順

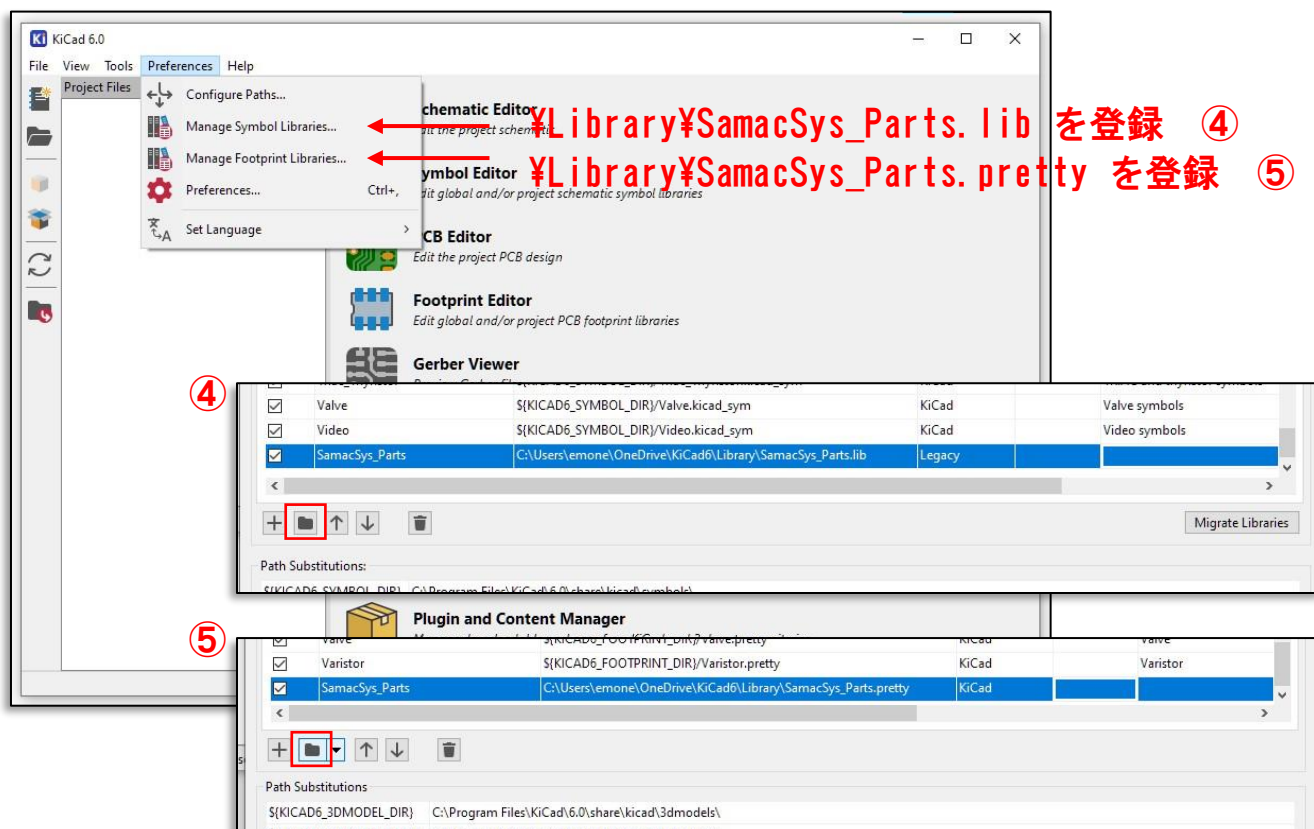
① 任意の場所に以下のような2つのディレクトリを作る

¥KiCad7 ¥Library カスタムライブラリ保存先
 ¥Projects KiCadプロジェクト保存先

② Library Loaderを起動しログイン後、Settingから¥Libraryを選択



③ KiCadを起動し、シンボル(回路記号)とフットプリント(部品形状)を登録

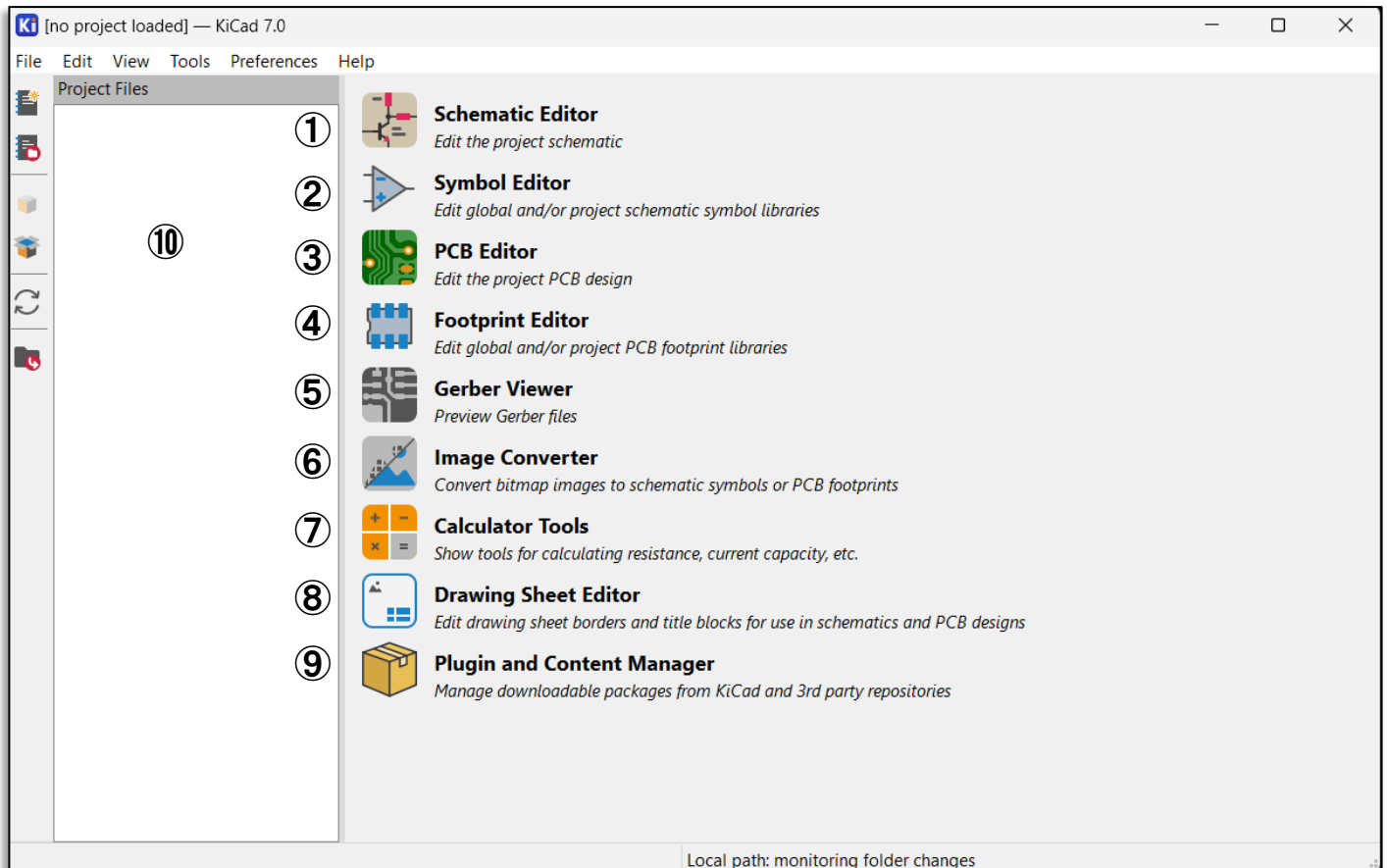


以後、¥Libraryにlibファイルを入れると自動で解凍・追加される

基本操作

KiCadの各種機能

起動時の初期画面



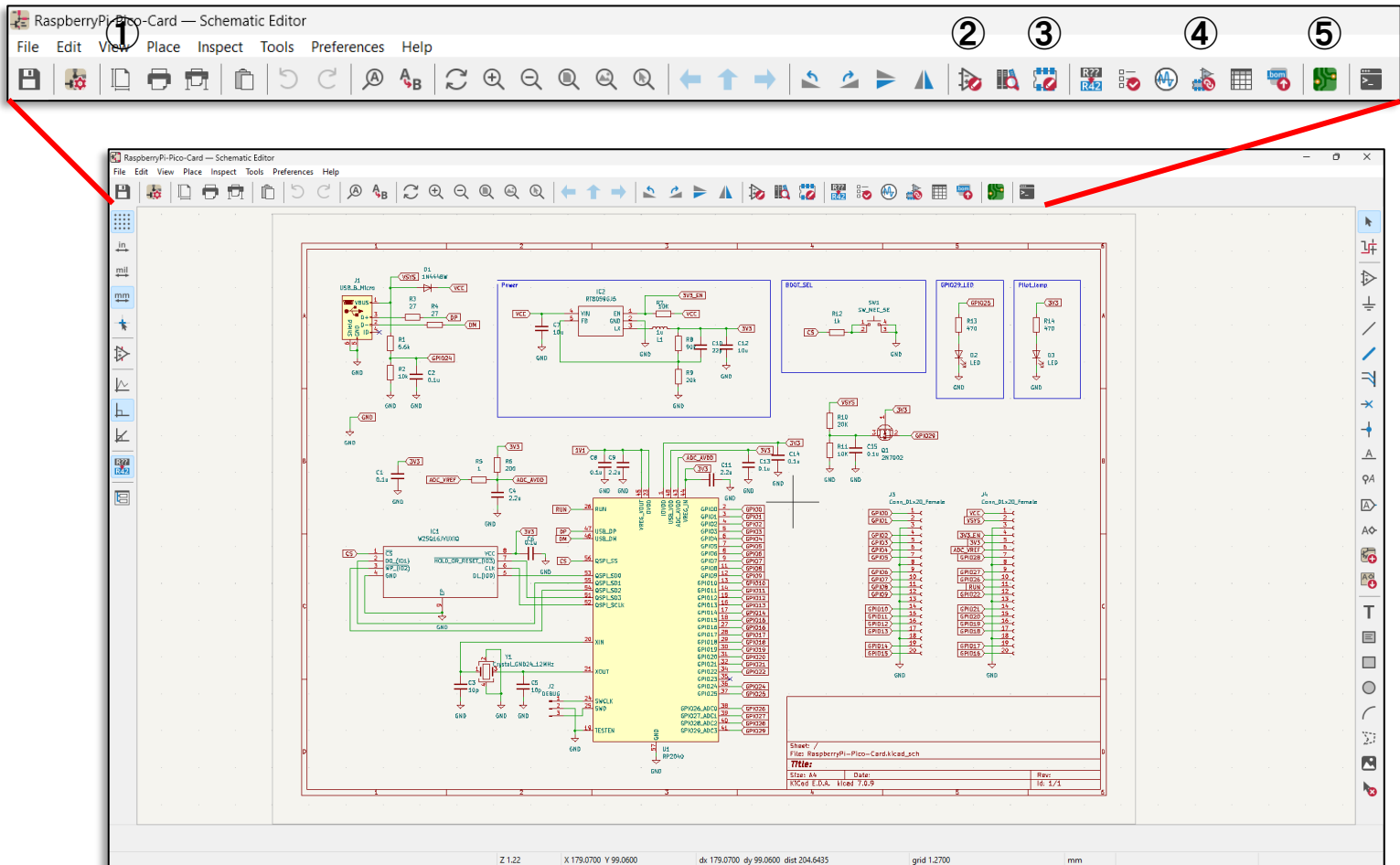
主な機能

- | | |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|
| ① 回路図エディター | 回路図の作成 |
| ② シンボルエディター | 回路記号の作成・管理 |
| ③ PCBエディター | 実際の基板形状、配線 |
| ④ フットプリントエディター | フットプリントの作成・管理 |
| ⑤ ガーバービューワー | 基板製造データの閲覧 |
| ⑥ イメージコンバーター | 任意の画像を設計データに変換 |
| ⑦ 計算機ツール | 回路定数、インピーダンスの基本計算 |
| ⑧ 図面シートエディター | 回路図のレイアウト編集 |
| ⑨ プラグイン&コンテンツマネージャー | |
| 拡張機能やUIテーマのダウンロード・追加。各種基板メーカーから
注文の作業を簡易化するプラグインも提供されている。 | |
| ⑩ プロジェクトヒエラルキー | ディレクトリに含まれるファイル一覧 |

※初回起動時「KiCadの設定パス」に関するダイアログが表示される
場合があるが、その時はデフォルト設定を選択する。

Schematic Editor (旧Eeschema)

回路図を設計するエディター画面



主な機能

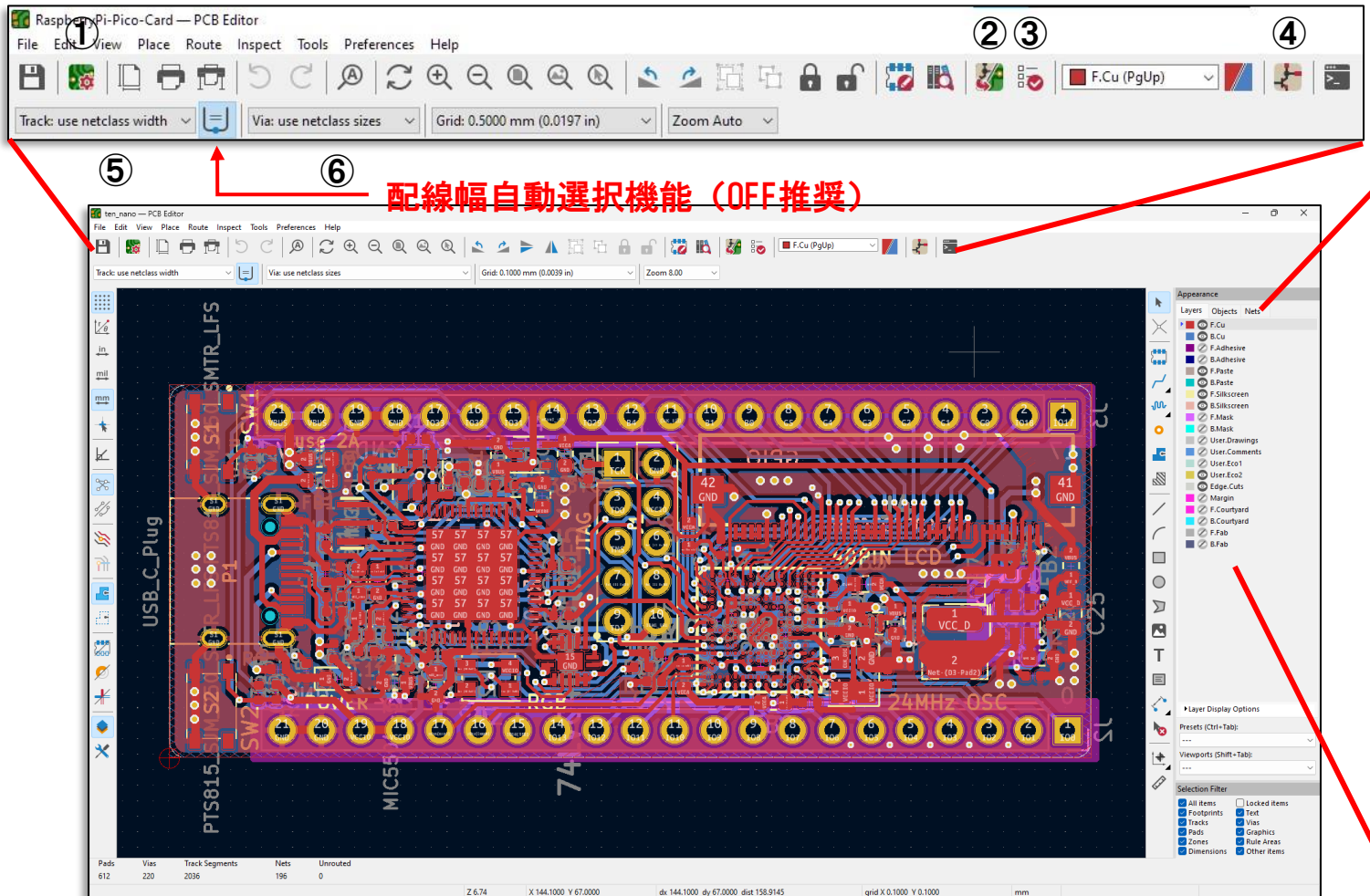
- | | |
|----------------|---------------|
| ① 図面情報編集 | 図面サイズ、設計者名など |
| ② シンボルエディター | 任意の回路図記号を作る |
| ③ フットプリントエディター | 任意のフットプリントを作る |
| ④ 割り当てツール | 記号⇄部品形状の紐づけ |
| ⑤ PCB Editor移動 | PCB設計画面へ移動 |

ショートカットキー

- | | |
|--------|----------------------------|
| A | : 部品を配置 |
| W | : 配線 |
| M | : 配線・部品を移動 |
| E | : プロパティ編集 (対象にカーソルを合わせて押す) |
| D | : データシート閲覧 (登録されていれば) |
| X or Y | : 部品をX or Y軸で反転 |
| Ctrl+L | : グローバルラベル (離れた端子同士の接続に) |

PCB Editor

実際の部品レイアウト・基板外形を設計するウィンドウ



主な機能

- ① ボード設定
- ② 回路図からPCBの更新
- ③ ルールチェッカー
- ④ Schematic Editor移動
- ⑤ 配線幅選択・追加
- ⑥ ビアサイズ 選択・追加

基板の設計要件
回路図から部品を読み込む
設計が要件に即しているかチェック
基板設計画面へ移動

ショートカットキー（E、MキーはEeschemaと同様）

- | | |
|---------|--------------------------|
| X | : 配線 |
| F | : フリップ（裏面／表面に部品を移動） |
| D | : 配線・部品をドラッグ（接続を保ちながら移動） |
| B | : ベタの更新・塗りつぶし |
| V | : レイヤーの移動（2層の場合、裏・表切り替え） |
| Alt + 3 | : 3Dビューワー表示 |

2層基板のレイヤー

編集する層を選択する

マスクあり箇所（露出）

部品

レジスト

ハンダ

銅箔

ビア

コア材

シルク

表銅箔（表面の回路パターン）

裏銅箔（裏面の回路パターン）

表シルク（定数表記・文字）

裏シルク（定数表記・文字）

表マスク（レジストの有無）

裏マスク（レジストの有無）

※マスクは基本、自動で生成

基板形状（NCのカット経路）

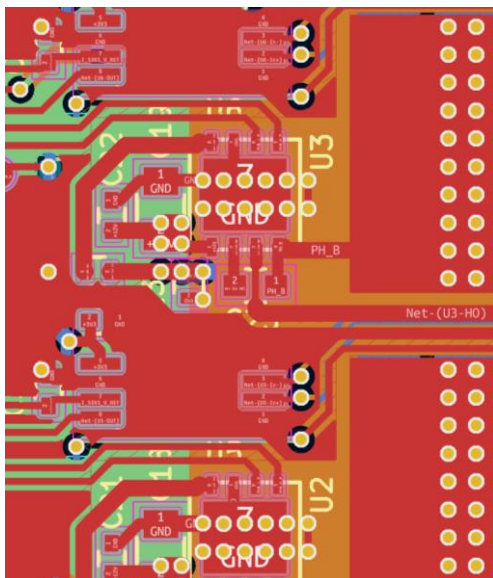
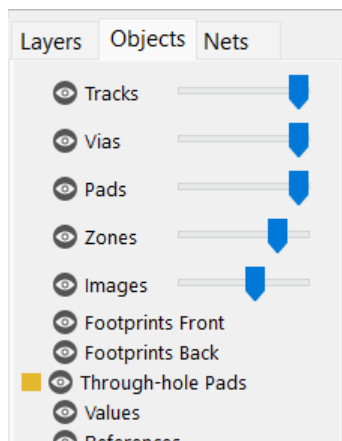
部品同士の余白

メタ情報（画面がごちゃつくのでOFF推奨）

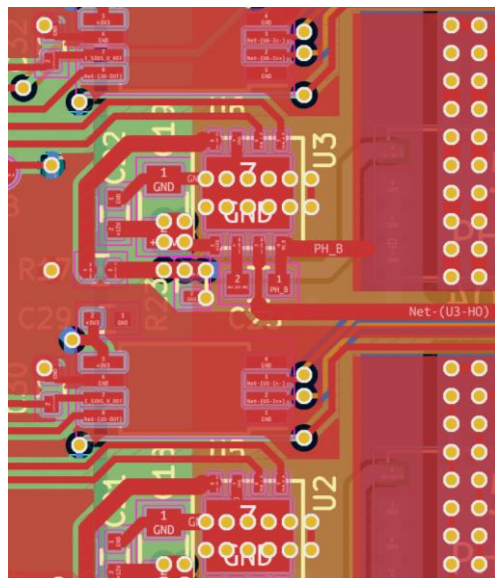
メモに使ったりシミュレーション結果を張り付けたり自由に使えるところ

レイヤーの透明度設定

各層の透明度を調整。薄っすら裏のレイヤーが視認できる程度が最適



透過なし



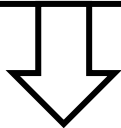
透過あり

設計

PCB設計の流れ

Schematic Editor

- ① 回路記号（シンボル）の用意
- ② 回路図を引く
- ③ 記号に番号を割り振る（アノテーション）
- ④ 実際の部品形状（フットプリント）を記号に割り当てる



回路図から基板を更新



必要に応じて回路を修正

PCB Editor

- ④ デザインルールを設定（製造メーカーのサイト参照）
- ⑤ フットプリントの用意
- ⑥ 基板外形をEdge.Cuts層に書く（or DXF形式でインポート）
- ⑦ 部品を配置する
- ⑧ 補助線に従って部品を配線する
- ⑨ エリア指定・ベタアース（GND）を張る
- ⑩ DRC（デザインルールチェック）を走らせる

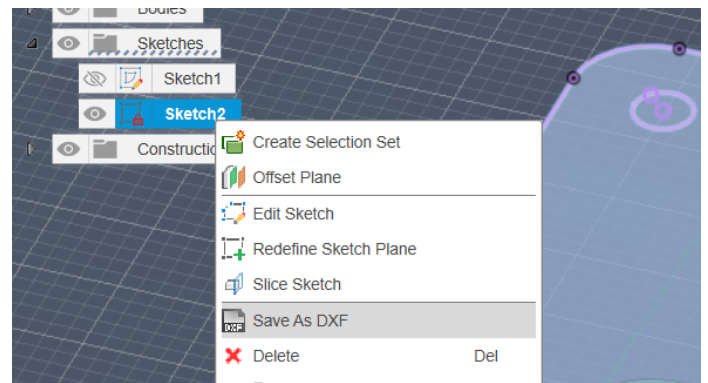
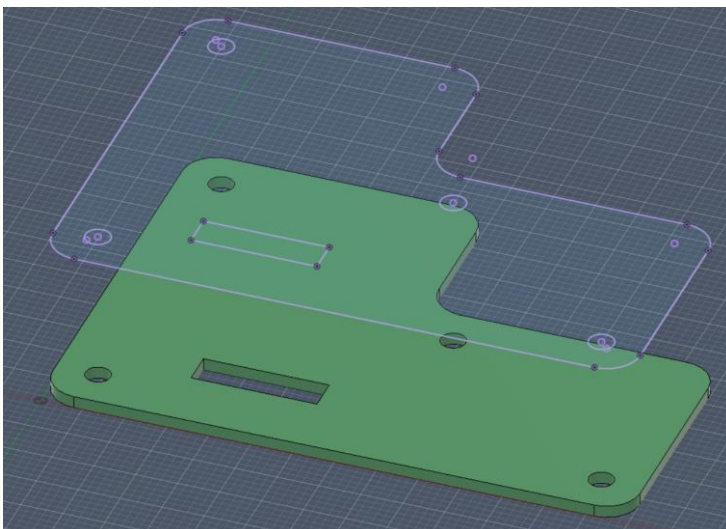
適時修正

他CAD

- ⑥' 筐体などに合わせて基板外形を設計
- ⑥' DXFで出力

※ DXFの出力方法（Fusion360の場合）

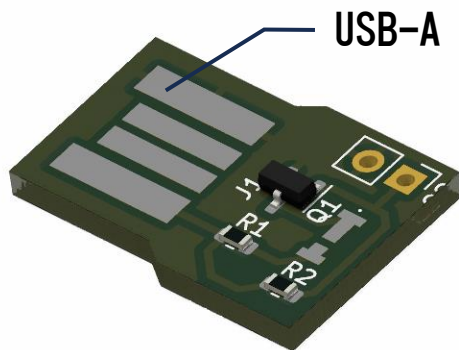
基板モデルの形状をスケッチに転写→スケッチからDXFで保存



KiCadでの読み込み方法は後述

設計要件

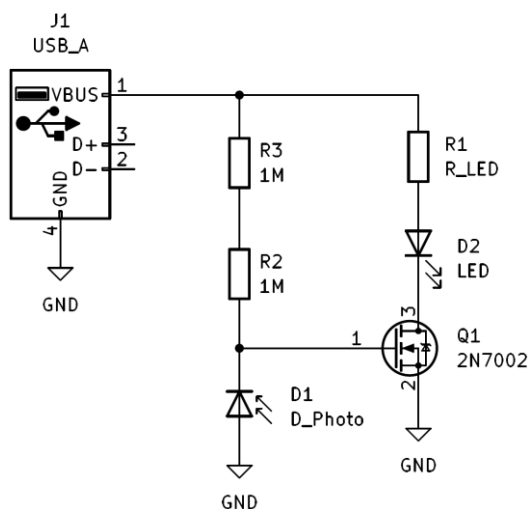
自動点灯機能付きUSBライトを作る



動作概要

- ・ 給電はUSBバス (5V)
- ・ 暗転時に点灯、明転時に消灯

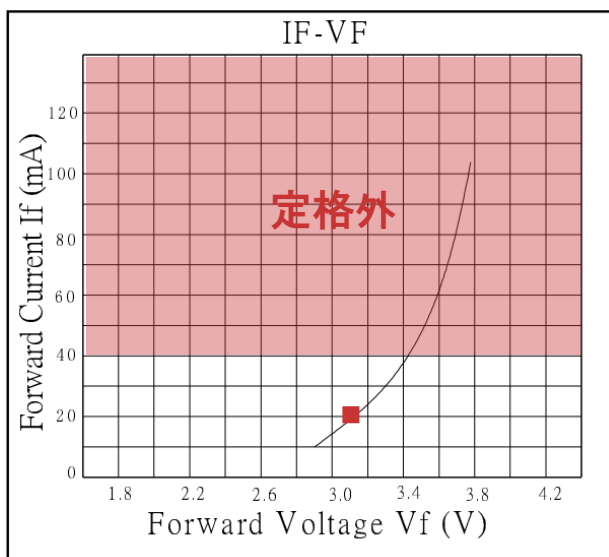
回路図



部品

J1	: USB-A
R1	: 電流制限抵抗
R2, 3	: バイアス抵抗
D1	: PINフォトダイオード
D2	: LED
Q1	: MOS-FET

R1（電流制限抵抗）の決定



①LEDのデータシートから流したい電流Iの順電圧V_{fc}を読み取る。

左図の場合、20mAの時3.1V

※データシートが無い型番不明のLEDはV_{fc}を測定する。

②LEDの両端電圧がV_{fc}になるように制限抵抗R_{LED}の値を計算する。

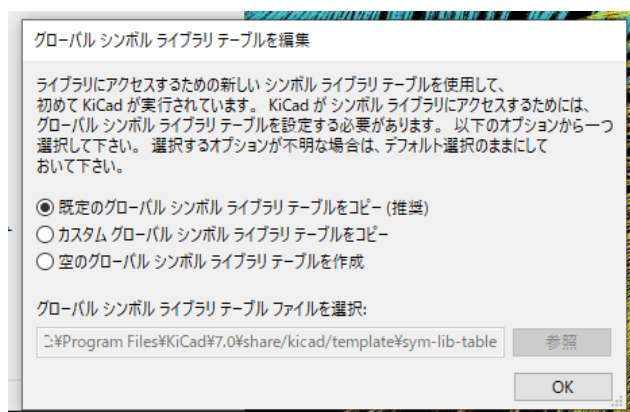
(使用するMOS-FETのオン抵抗は5Ω程度)

$$R_{LED} = \frac{5.0V - V_{fc}}{I \text{ mA}} - 5\Omega$$

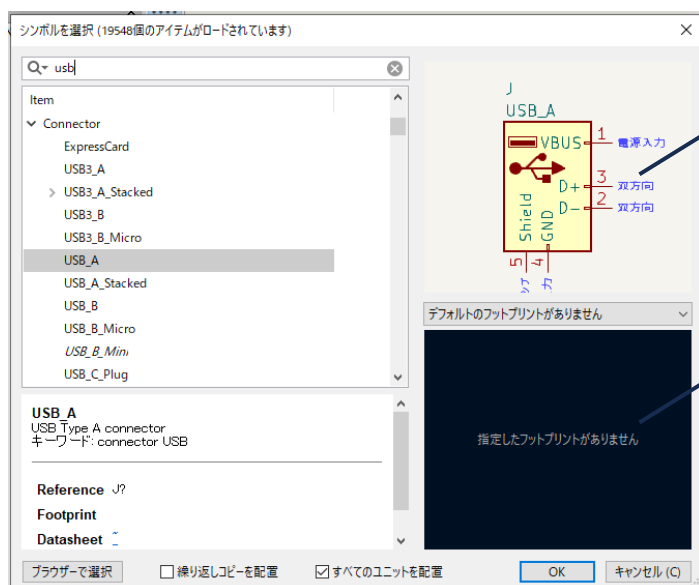
1. 回路図作成

作りたい基板の回路を「シンボル（回路記号）」で表現する。

- ① 新規プロジェクトを作成してSchematic Editorを起動
- ② 「既定のグローバルライブラリ」を選択（初回起動時のみ）



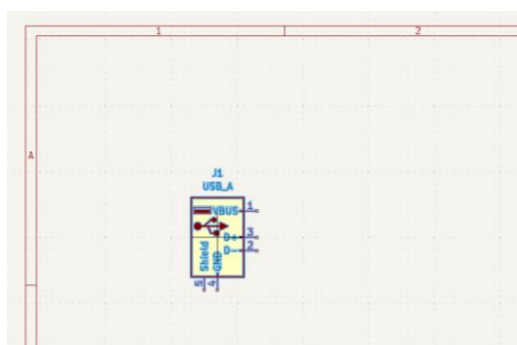
- ② エディター画面が表示されたら「シンボル追加ボタン」 or 「Aキー」を押してライブラリを読み込む
- ③ シンボル選択画面が出るので「usb」と入力してUSB_Aを選択



シンボルプレビュー

フットプリントプレビュー
（登録なし）

- ④ 「OK」 or 「Enterキー」でエディター画面にシンボルが追加される



回路図は基本的に

左から入力→右から出力
の順番に引くため、今回入力となる
USBは左端あたりに配置する

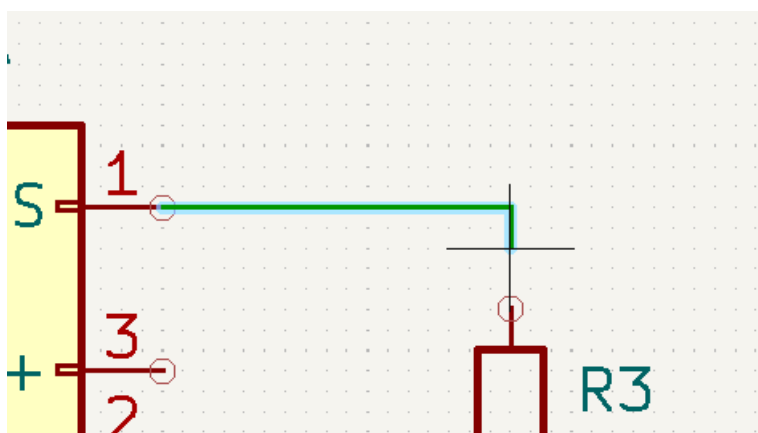
⑤ ②～④と同じ手順で抵抗やLEDを追加する

部品検索ワードの対応

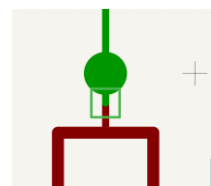
抵抗器	: r
グラウンド	: gnd
LED	: led
MOS-FET	: 2n7002
フォトダイオード	: photo

選んだLEDによってはこの限りではない。Samacsysを利用してシンボルを別途KiCadに追加すること。

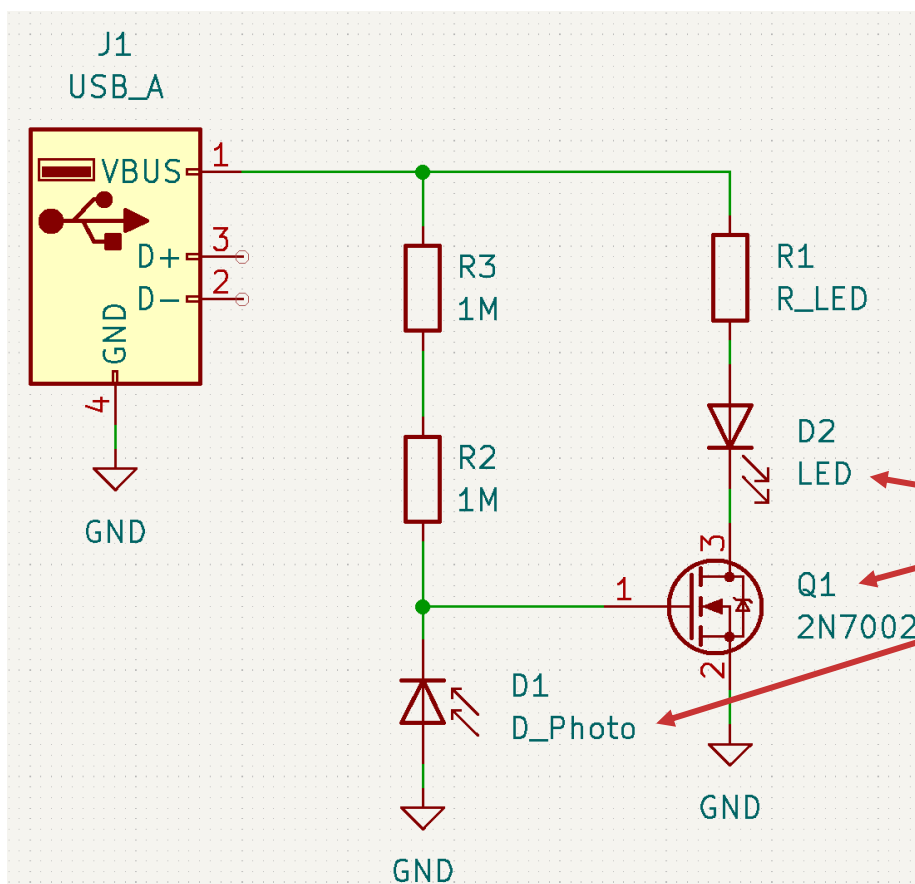
⑥ 「シンボルのピン上でクリック」するか「Wキー」を押して配線する



配線がシンボルに被る状態は望ましくない。



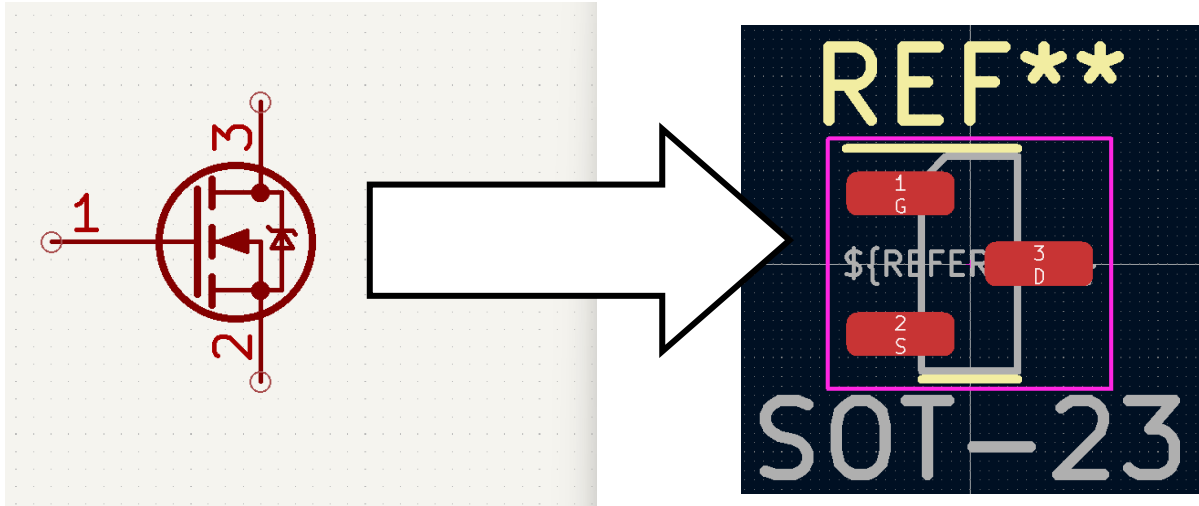
⑦ 部品の向きや位置はRキー（回転）やX（反転）などで適宜調整して下図のように回路を引く



ダイオード・FETの極性に要注意

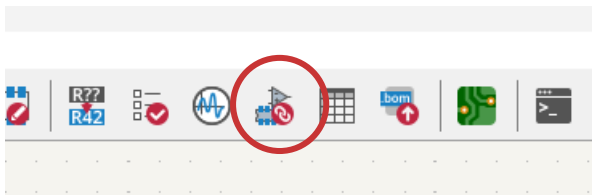
2. フットプリント割り当て

シンボルと実際の部品端子形状を紐づける作業（赤部分が銅のパッド）



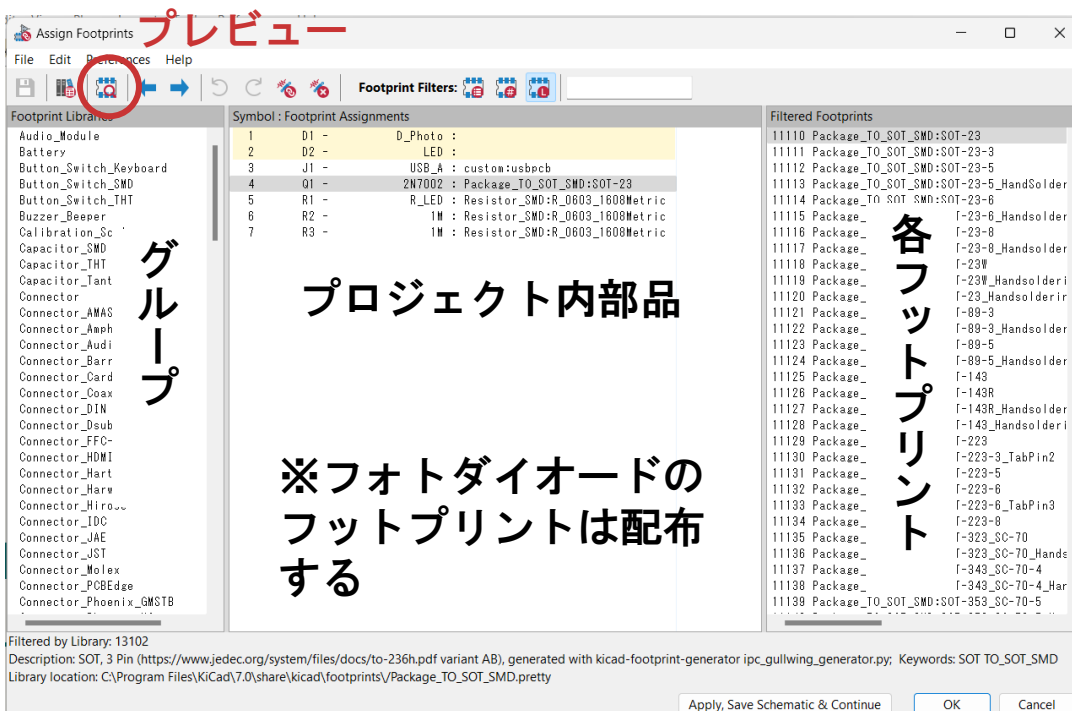
割り当て前に一旦部品番号をリセットすることを推奨

① ツールバー右側にある割り当てツールを起動する



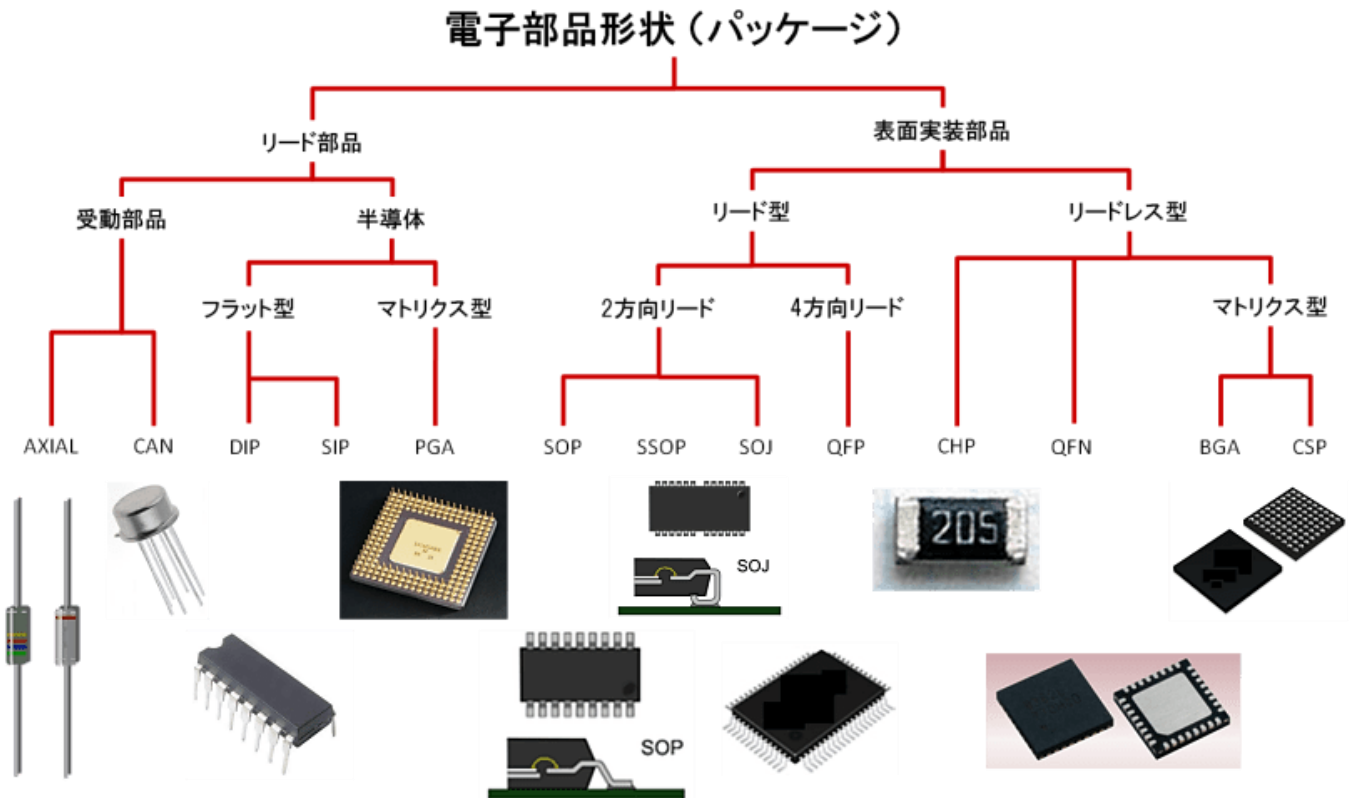
※ライブラリ互換に関するメッセージが出る場合はYESを選択して変換する。

② 選択したプロジェクト内部品に対して右のリストからダブルクリックして全ての部品に適用する。プレビューを表示すると分かりやすい。



③ 最後「Apply, Save Schematic & Continue」を押して完了

部品形状に関する情報



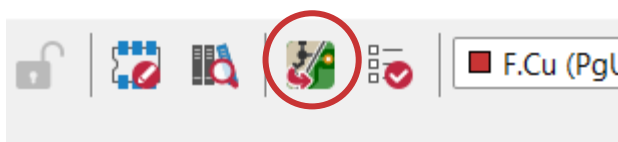
今回使う部品の形状・フットプリント



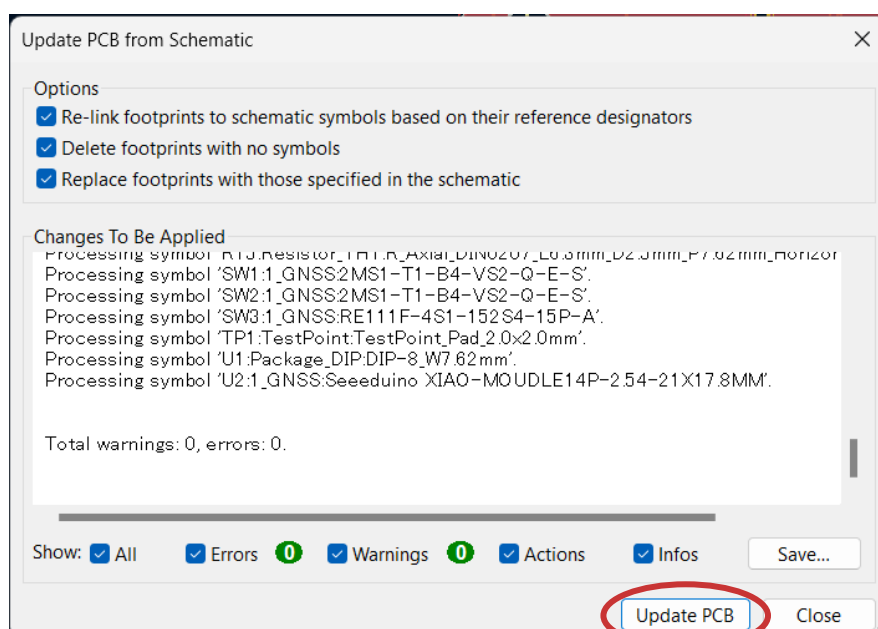
3. 基板のルーティング

割り当てたフットプリントを実際に配置して基板を作る

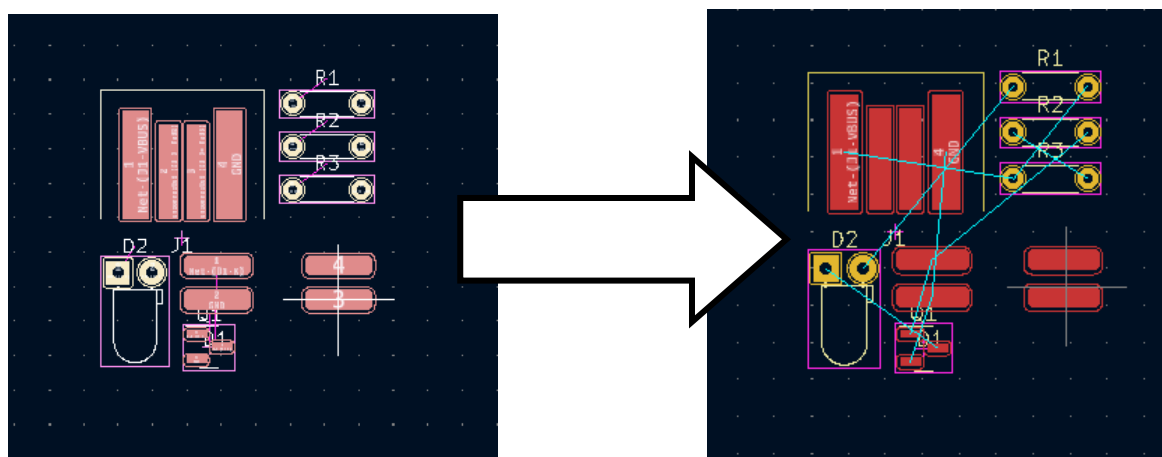
- ① PCB Editorを起動
- ② ツールバーからPCBの更新ユーティリティを起動



- ② 全てのオプションにチェックがされていることを確認してからPCBの更新ボタンを押す

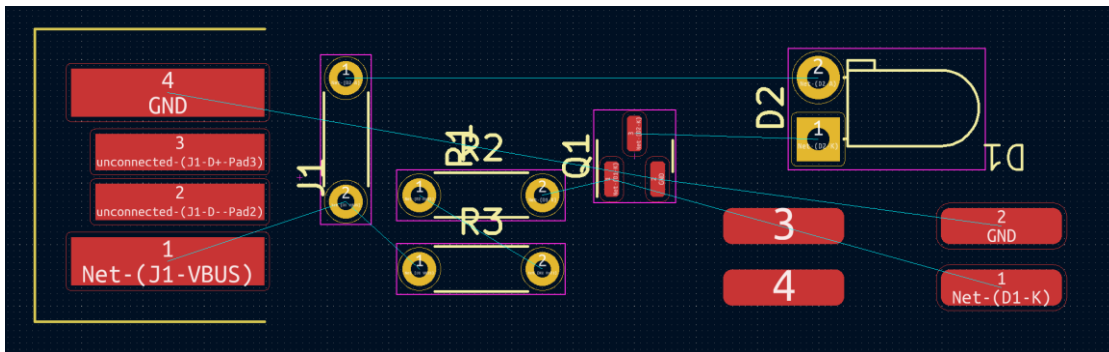


- ③ 回路図で指定した部品が読み込まれたら適当な場所でクリックしてフットプリントを一旦置く。（製図枠内の端が好ましい）

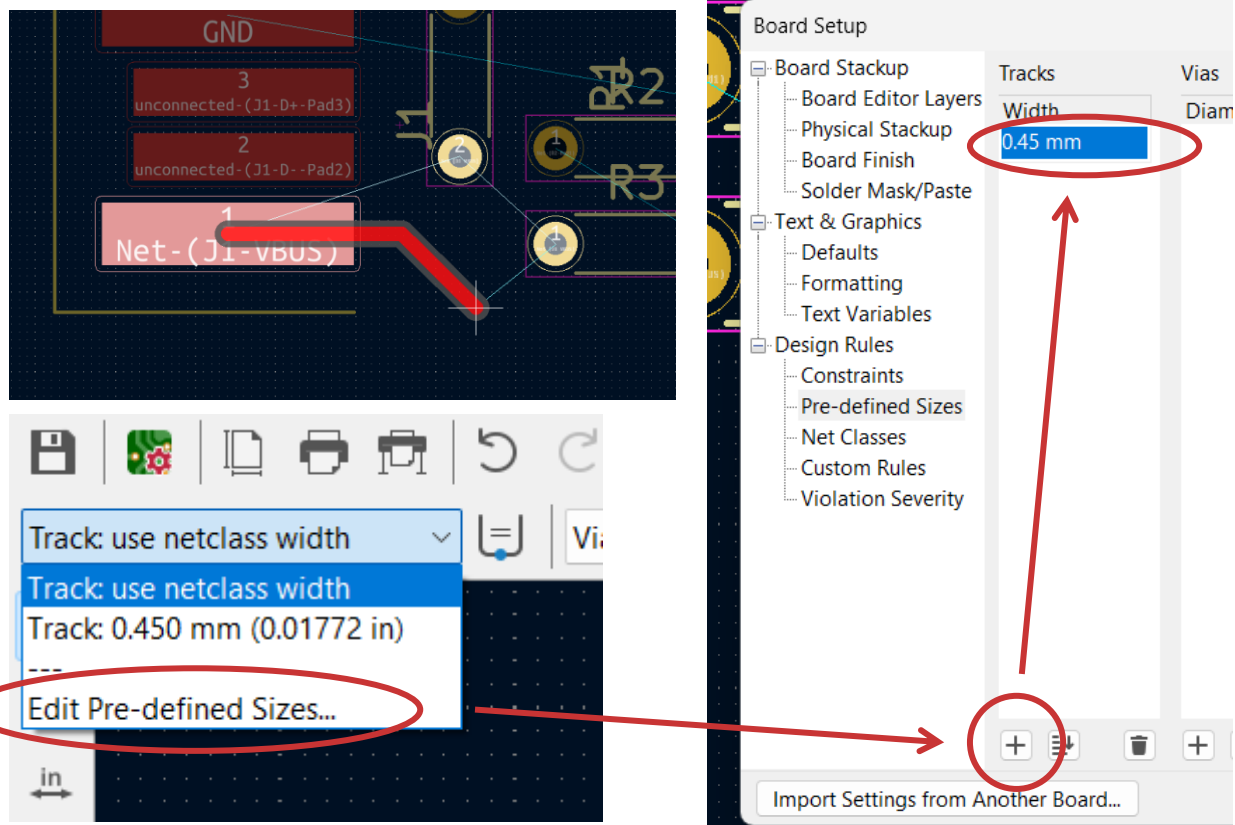


外形が決まっている場合はP18の「DXFの読み込み」を行う

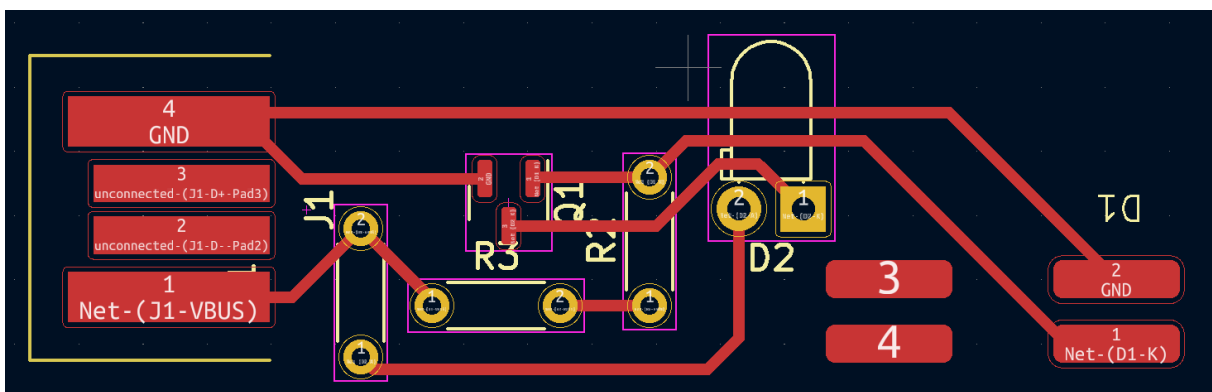
- ④ コネクタなどの**位置がある程度決まっている部品から並べる**部品を選択してRキーで回転、ドラッグで移動 ※詳細はP7参照



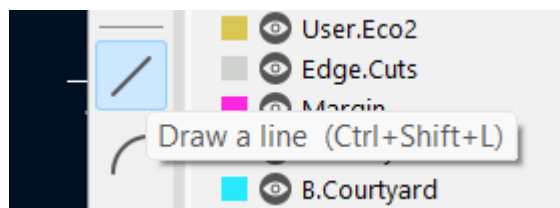
- ⑤ 部品同士をXキーを押して配線する。デフォルトでは0.25mmと線が細すぎるため左上のメニューから太さを追加する。



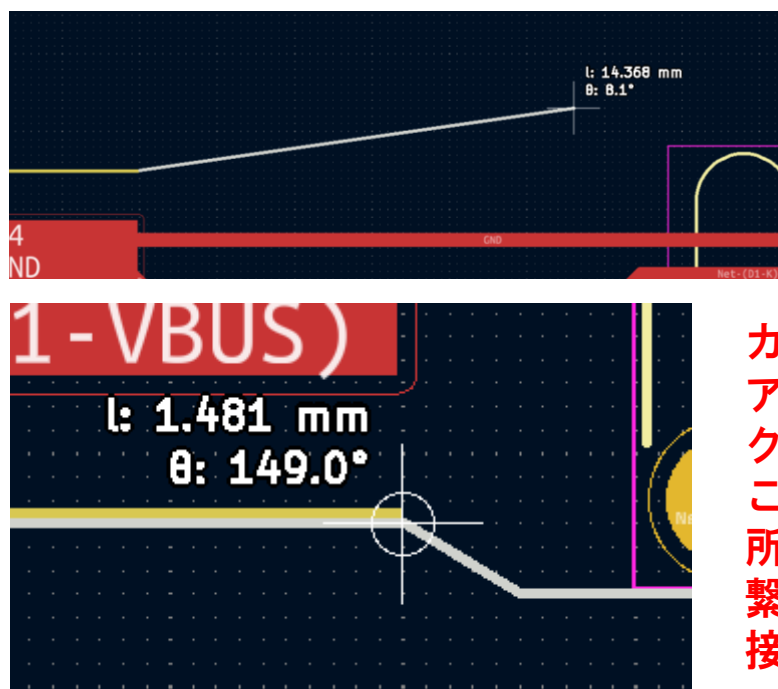
- ⑥ 未配線を表す青く細いハイライト線が無くなるまで配線を地道に進める。部品位置は適宜調整する。



- ⑦ 右横のレイヤーから「Edge.Cuts」を選択してライン描写ボタンを選択する。（DXFで外形情報を読み済みの場合は⑨に進む）

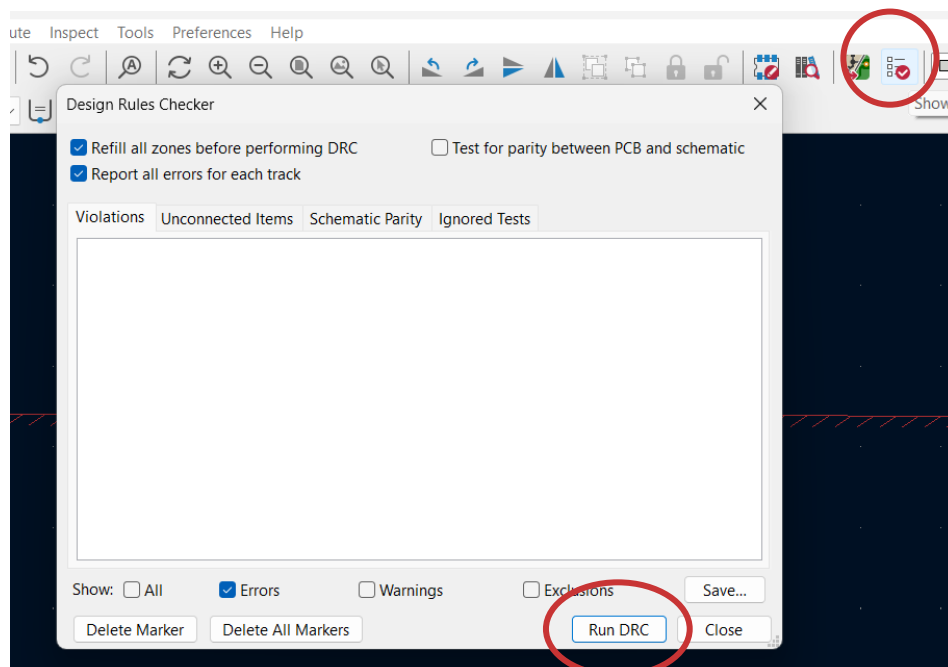


- ⑧ クリックすると基板の外形を描けるので好きな形に引く。



カーソルをあてたときに丸いアイコンが表示された所でクリックすること。
このアイコンが表示されていない所でラインを引き終わると繋がっているように見えても接続されていない状態になる。

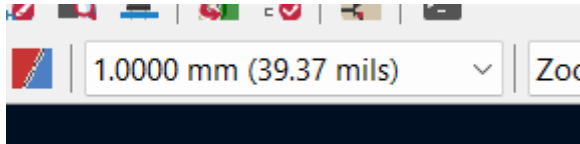
- ⑨ 外形が描けたら上のツールバーからDRCを実行する。
エラーが表示されたら指示に従い修正すること。



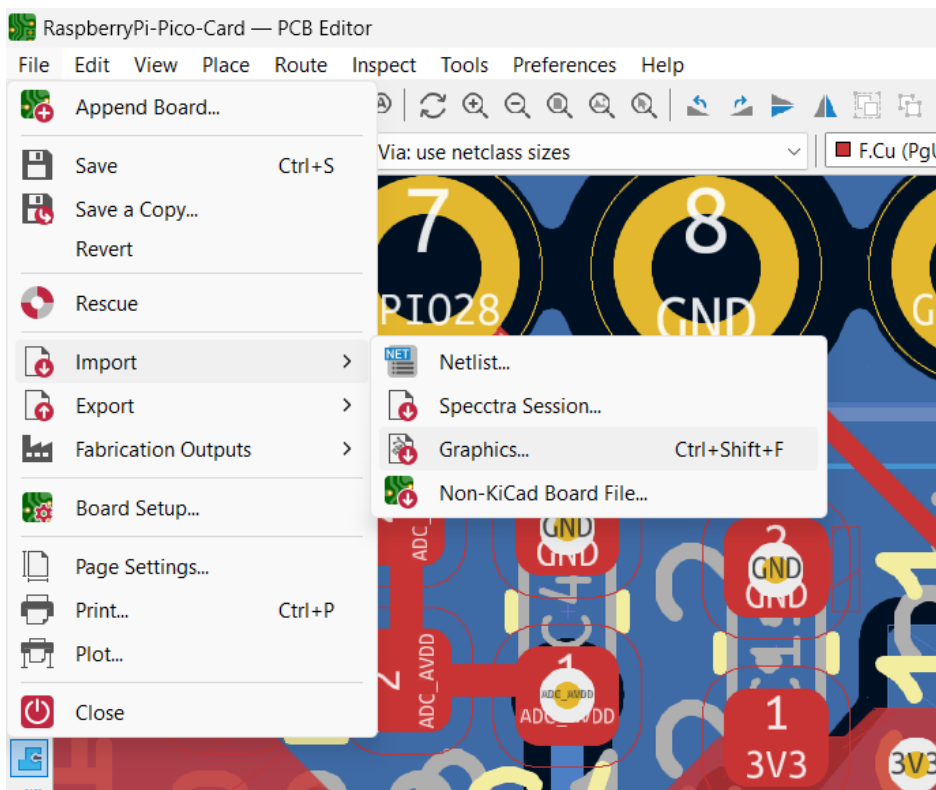
DXFの読み込み

KiCadのCAD機能は貧弱なので寸法の決まった形状は他CADで設計してDXFファイル形式でKiCadに読み込む。

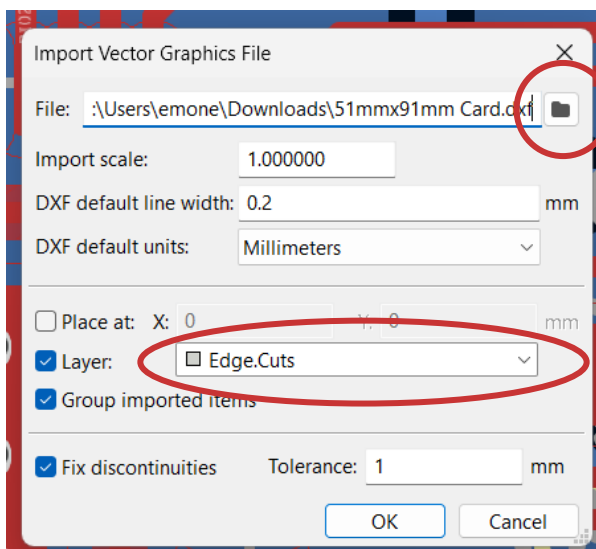
① グリッドサイズをmmに変更（mmならどれでも良い）



② 左上メニューからグラフィックのインポートを選択



③ ツールウィンドウからファイルを選択してインポート



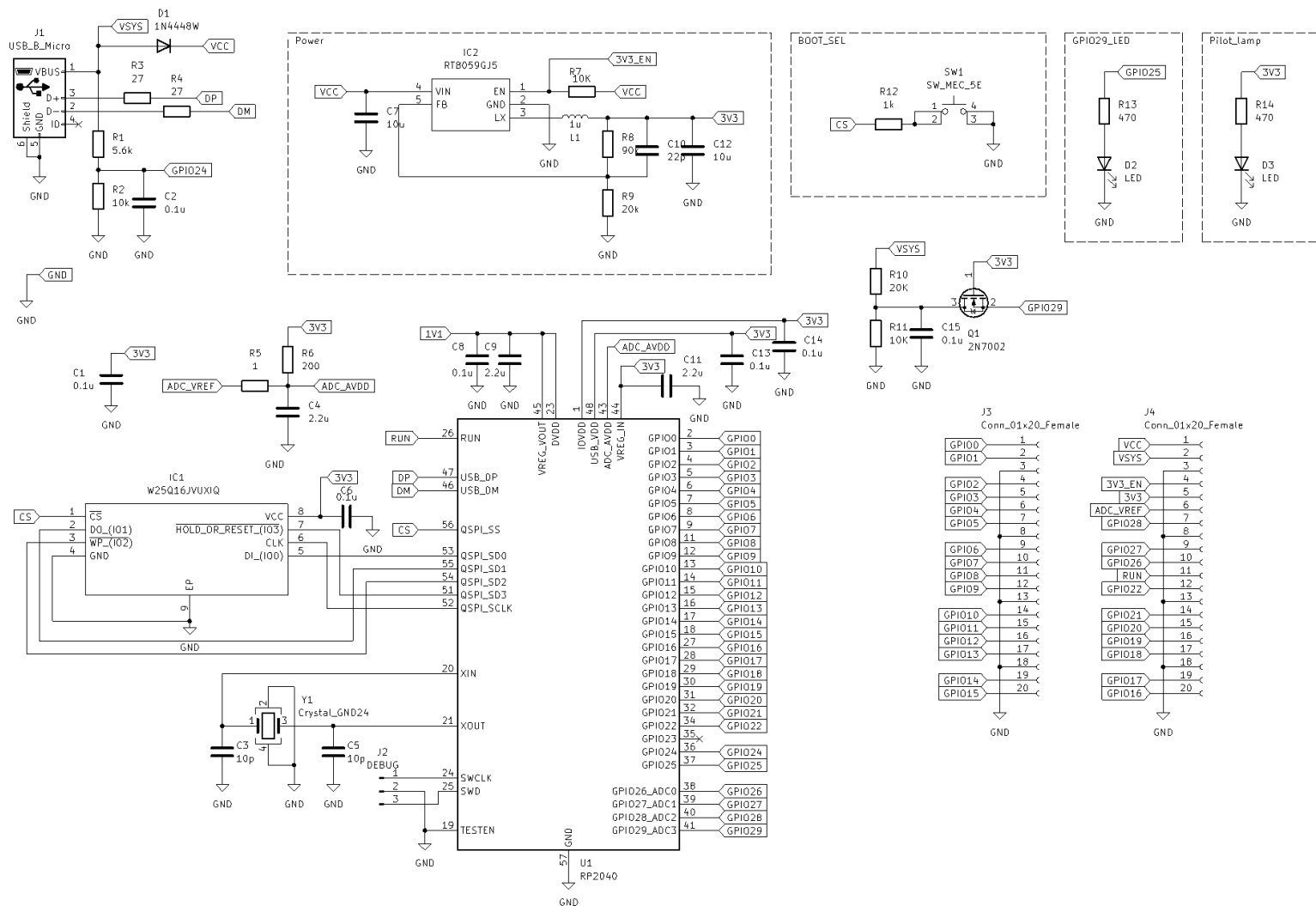
DXFファイルを選択

レイヤーが「Edge.Cuts」になっている事を確認

タイトル

本文

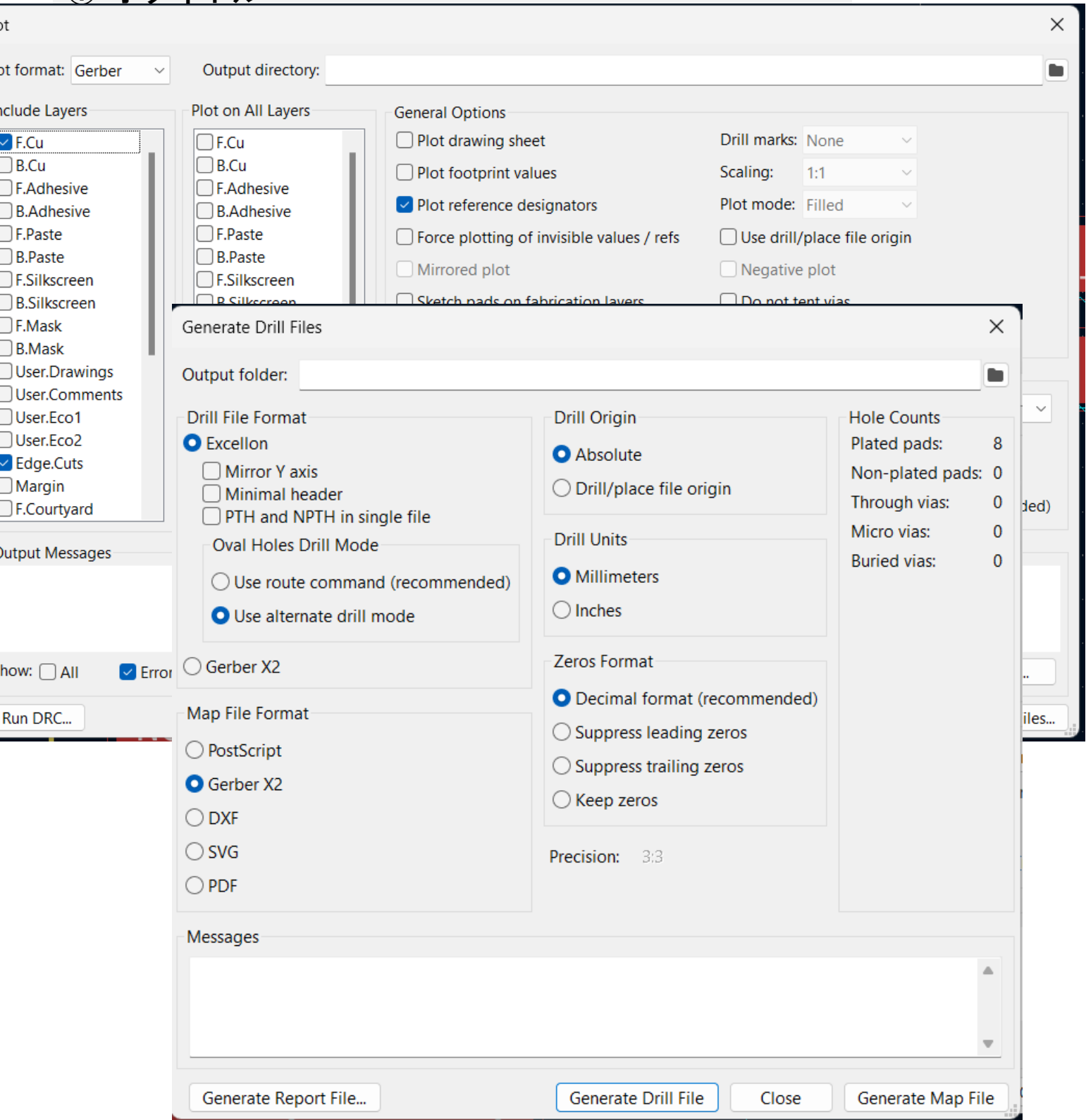
① 小タイトル



タイトル

本文

① 小タイトル



Plot

Plot format: Gerber
Output directory: plots/

Include Layers

Plot on All Layers

☒ F. Cu
☒ B. Cu
☐ F.Adhesive
☐ B.Adhesive
☒ F.Paste
☒ B.Paste
☒ F.Silkscreen
☒ B.Silkscreen
☒ F.Mask
☒ B.Mask
☐ User.Drawings
☐ User.Comments
☐ User.Eco1
☐ User.Eco2
☒ Edge.Cuts
☐ Margin
☐ F.Courtyard
☐ B.Courtyard

☐ F. Cu
☐ B. Cu
☐ F.Adhesive
☐ B.Adhesive
☐ F.Paste
☐ B.Paste
☐ F.Silkscreen
☐ B.Silkscreen
☐ F.Mask
☐ B.Mask
☐ User.Drawings
☐ User.Comments
☐ User.Eco1
☐ User.Eco2
☐ Edge.Cuts
☐ Margin

General Options

☐ Plot drawing sheet
☐ Plot footprint values
☒ Plot reference designators
☐ Force plotting of invisible values / refs
☐ Mirrored plot
☐ Sketch pads on fabrication layers
☒ Check zone fills before plotting

Drill marks: None
Scaling: 1:1
Plot mode: Filled
☐ Use drill/place file origin
☐ Negative plot
☐ Do not tent vias

Gerber Options

☒ Use Protel filename extensions
☐ Generate Gerber job file
☒ Subtract soldermask from silkscreen

Coordinate format: 4,6, unit mm
☐ Use extended X2 format (recommended)
☐ Include netlist attributes
☐ Disable aperture macros (not recommended)

Output Messages

Show: ☐ All ☒ Errors 0 ☒ Warnings 0 ☒ Actions ☒ Infos

Run DRC... Plot Close Generate Drill Files...

Generate Drill Files

Output folder: plots/

Drill File Format

Drill Origin

Hole Counts

☒ Excellon
☐ Mirror Y axis
☐ Minimal header
☐ PTH and NPTH in single file

Oval Holes Drill Mode

☐ Use route command (recommended)
☒ Use alternate drill mode
☐ Gerber X2

☒ Absolute
☐ Drill/place file origin

Plated pads: 238
Non-plated pads: 7
Through vias: 6
Micro vias: 0
Buried vias: 0

Drill Units

☒ Millimeters
☐ Inches

Zeros Format

☒ Decimal format (recommended)
☐ Suppress leading zeros
☐ Suppress trailing zeros
☐ Keep zeros

Precision: 3:3

Map File Format

☐ PostScript
☒ Gerber X2
☐ DXF
☐ SVG
☐ PDF

Messages

Generate Report File... Generate Drill File Close Generate Map File

noted: ±0.1 respect marked *

Lead surface finish: Silver plating
Standard packing: Stick (50 pcs/stick)

KMPDA0120EB

21

電氣的に正しいかは判定してくれない
→結局つないだ通りの回路になる

意図しない結合○
電氣的な正しさ×

意図しない配線の結合、未配線に気を付ける

デザインルール

	基板加工機	業者J
層	1（片面）	2～

タイトル

タイトル

本文

① 小タイトル

タイトル

本文

① 小タイトル