



KiCad便覧

独自ハードの第一歩「基板」を設計しよう



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

- ・ PCB設計の流れ P5
- ・ KiCadの各種機能 P6
- ・ Schematic Editor P7
- ・ PCB Editor P8

・設計

- ・ 目次

・発注

- ・ 目次

・

・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

▪ 発展（）

▪ 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など主要なPCB CADに好きな部品を手軽に追加できるツール。イギリス・SamacSysの巨大な部品データベースを利用してきて大抵ここで揃う。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。

Fusion 360

フリーソフトと言っていいのか…？言わずと知れた3D CADの王道。
ロイヤリティ収入が1000ドル以下の個人であれば無料で利用できる。
KiCad内蔵のCAD機能は寸法を決めた設計がやりにくいのでFusionでなくとも他の3D CADを使うのが吉。KiCadはLibreCADを推奨してる。

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。
TLINEモデルがあるので分布定数のシミュレーションにも使える。
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。
講習ではすでに回路定数が決まっている体で話を進めるので
今回は紹介にとどめる。

Sonnet lite

USBやWiFi、PCIeなど高周波回路の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ので良い。便利なのだが使っている人があまりいない印象。

Digikey Library

一括で部品追加するためライブラリが冗長に増えてしまう。非推奨 ³

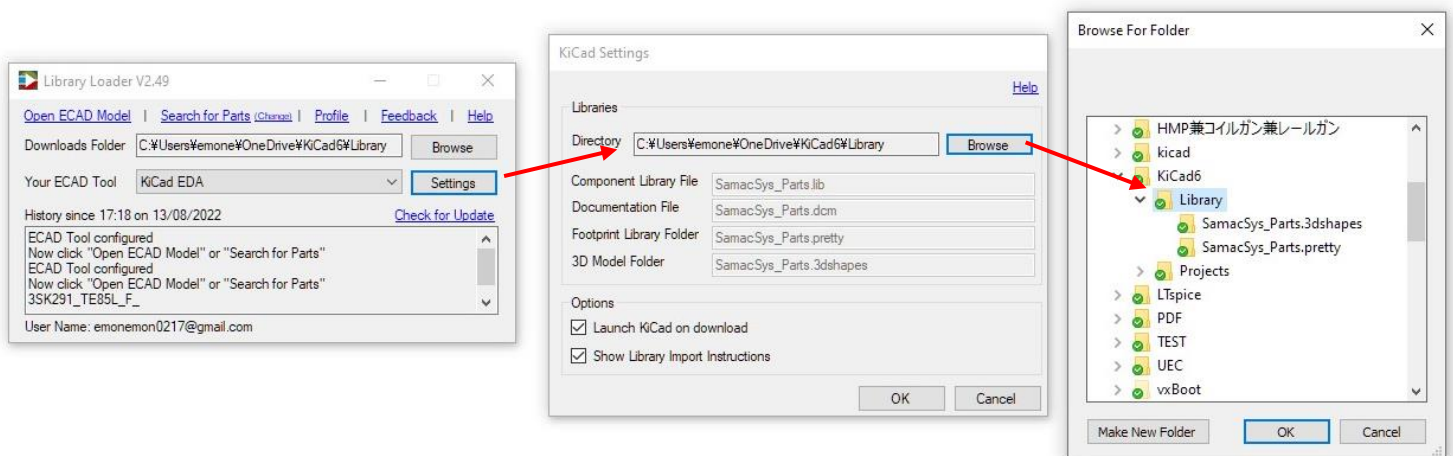
環境構築（一例）

「KiCad7.**」と「Library Loader v2.5*」のインストール後の手順

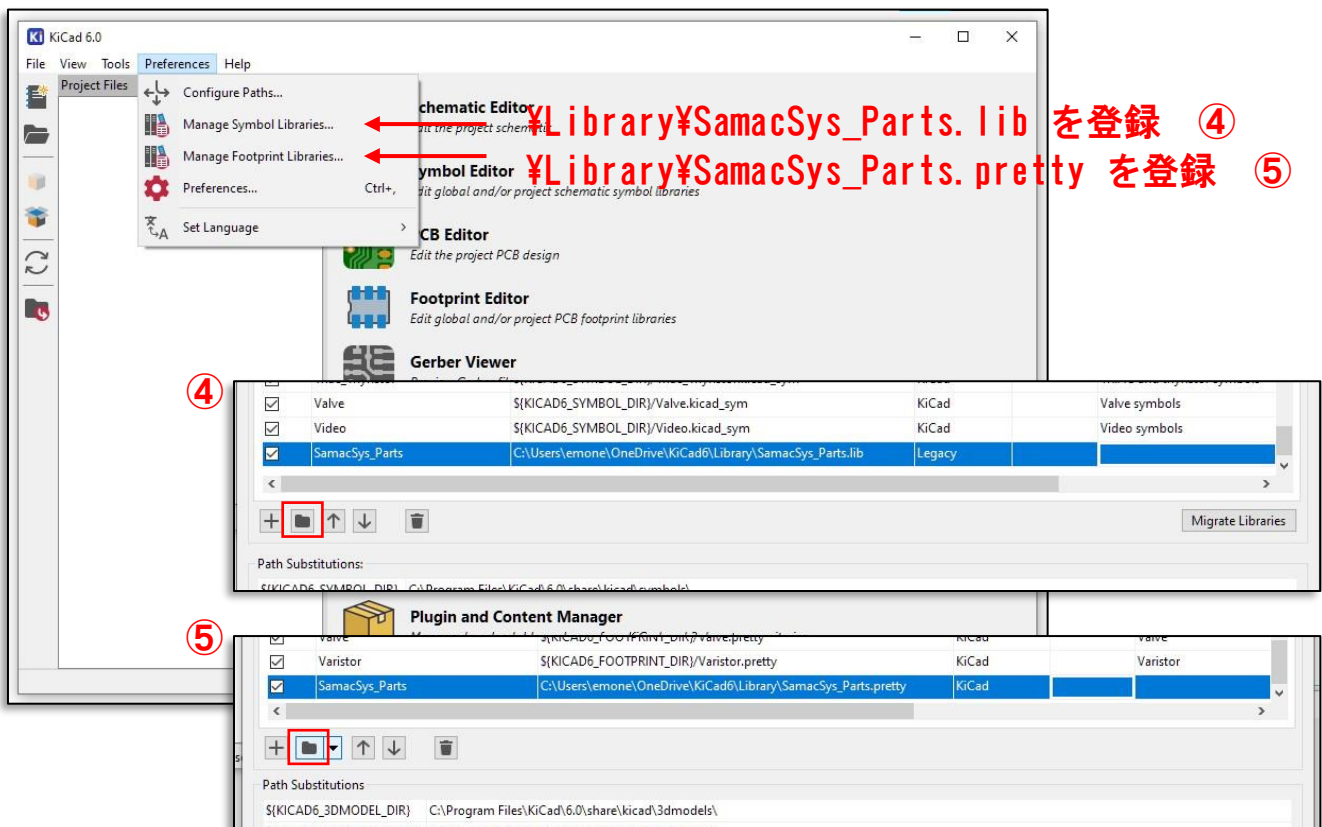
① 任意の場所に以下のような2つのディレクトリを作る

¥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

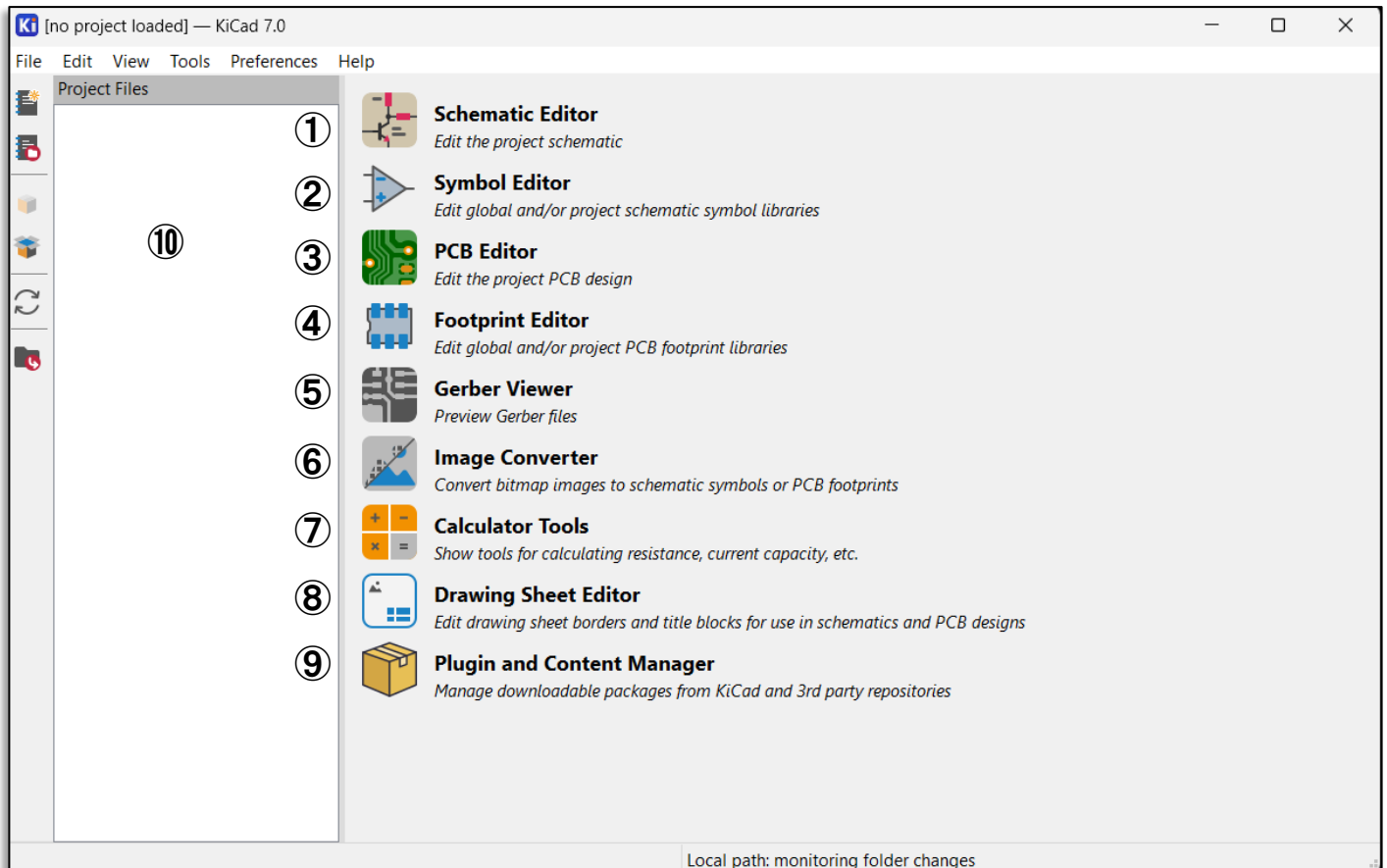


これで¥Libraryにlibファイルを入れると自動で解凍・追加される

基本操作

KiCadの各種機能

起動時の初期画面



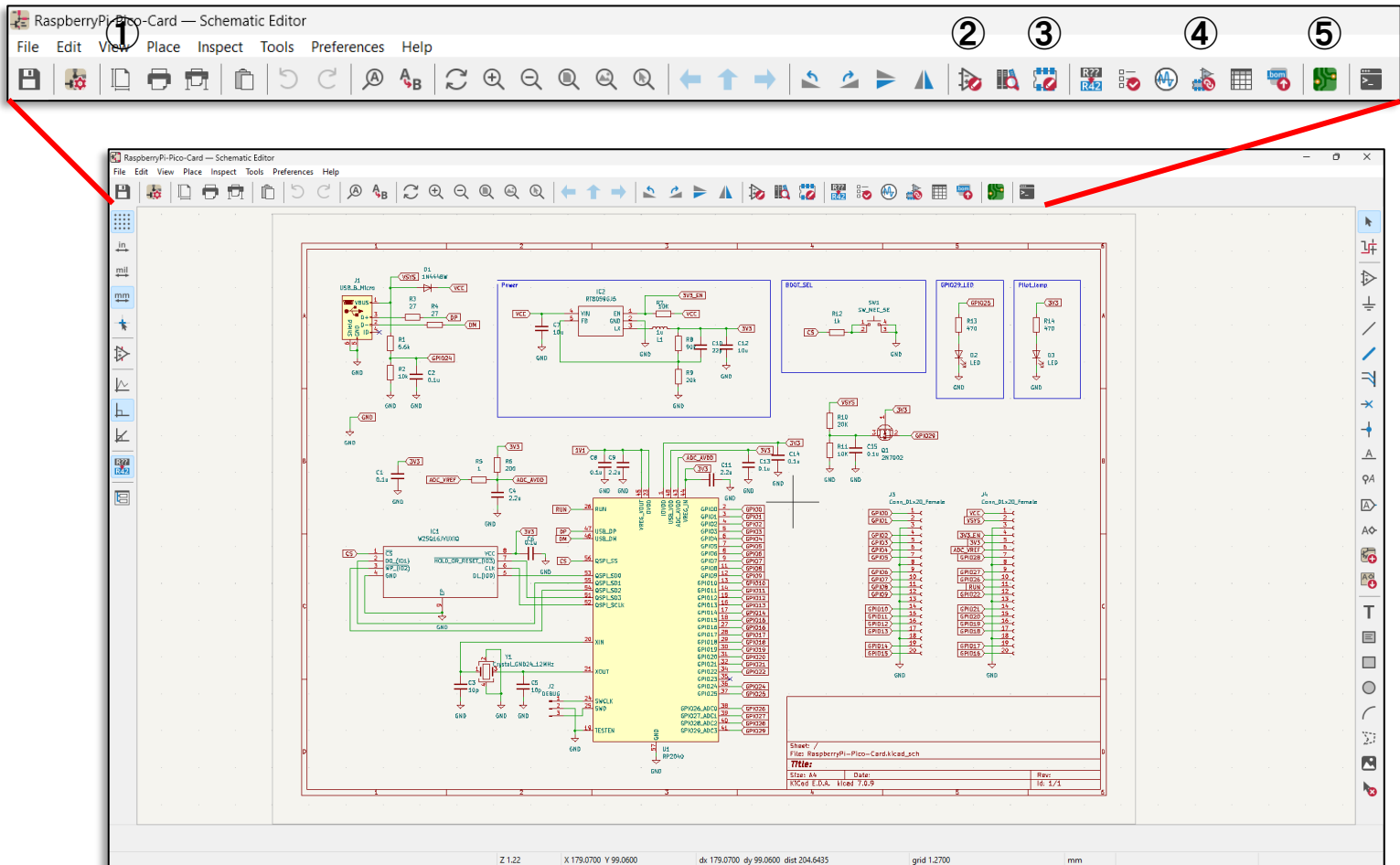
主な機能

- | | |
|--|-------------------|
| 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

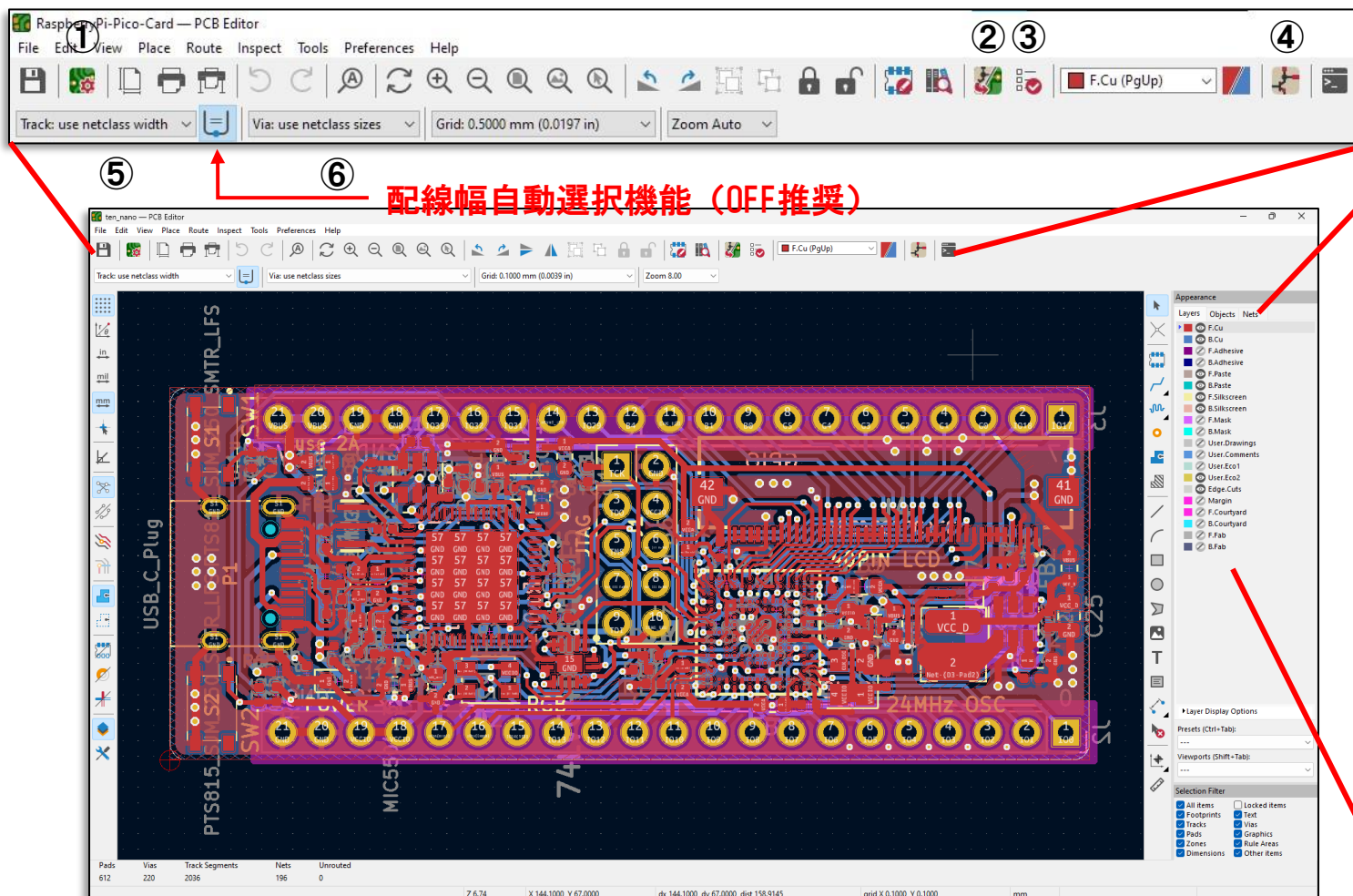
- | | |
|----------------|---------------|
| ① 図面情報編集 | 図面サイズ、設計者名など |
| ② シンボルエディター | 任意の回路図記号を作る |
| ③ フットプリントエディター | 任意のフットプリントを作る |
| ④ 割り当てツール | 記号⇄部品形状の紐づけ |
| ⑤ PCB Editor移動 | PCB設計画面へ移動 |

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）

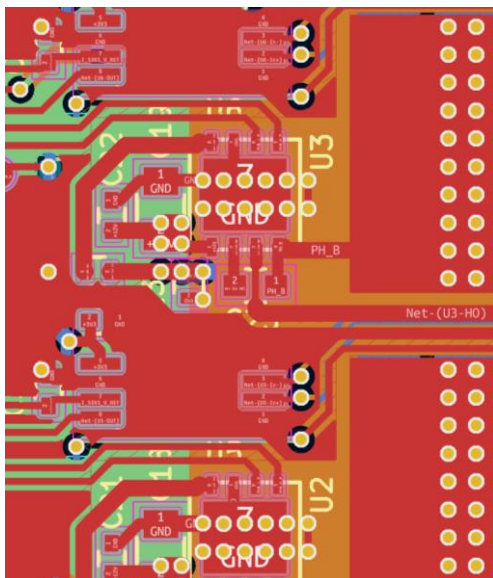
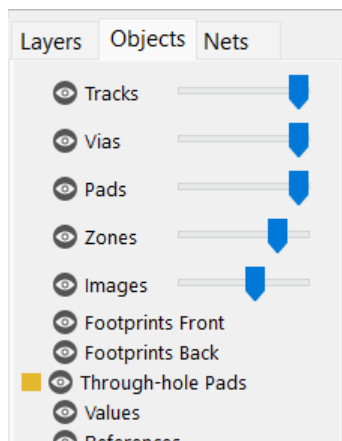
部品同士の余白

メタ情報（画面がごちゃつくのでOFF推奨）

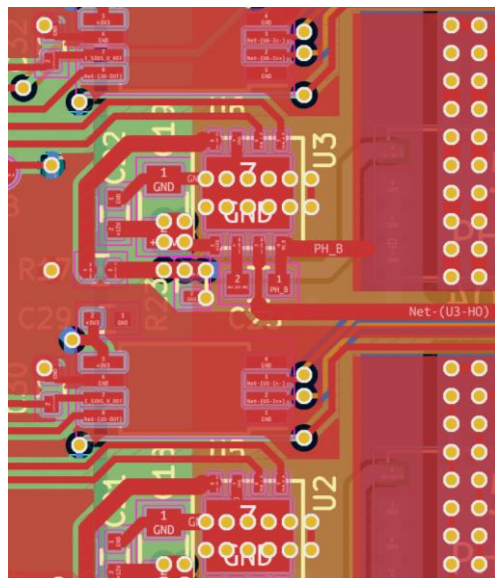
メモに使ったりシミュレーション結果を張り付けたり自由に使えるところ

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



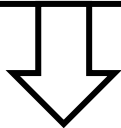
透過あり

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

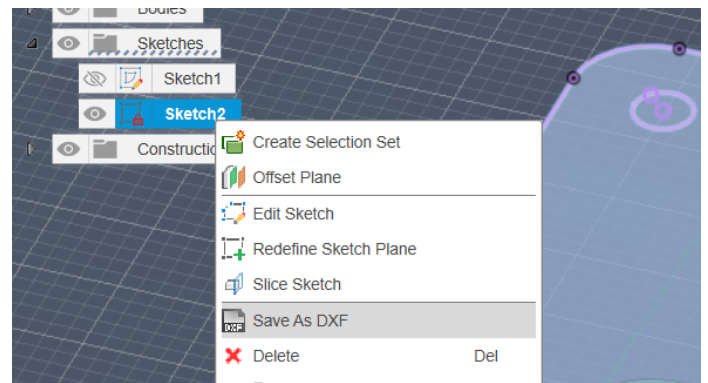
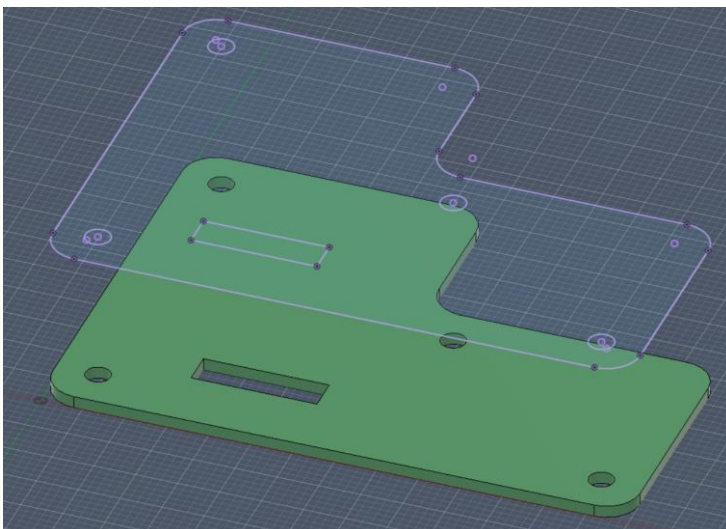
適時修正

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）

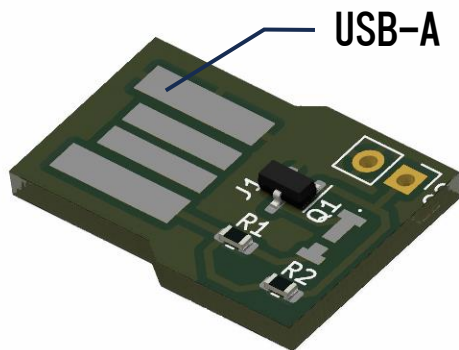
基板モデルの形状をスケッチに転写→スケッチからDXFで保存



KiCadでの読み込み方法は後述

設計要件

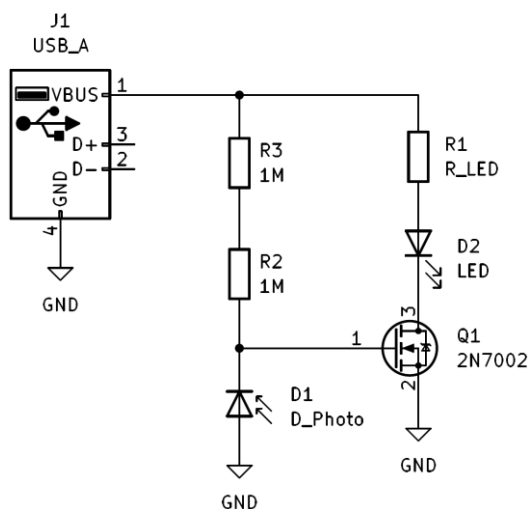
自動点灯機能付きUSBライトを作る



動作概要

- ・ 給電はUSBバス (5V)
- ・ 暗転時に点灯、明転時に消灯

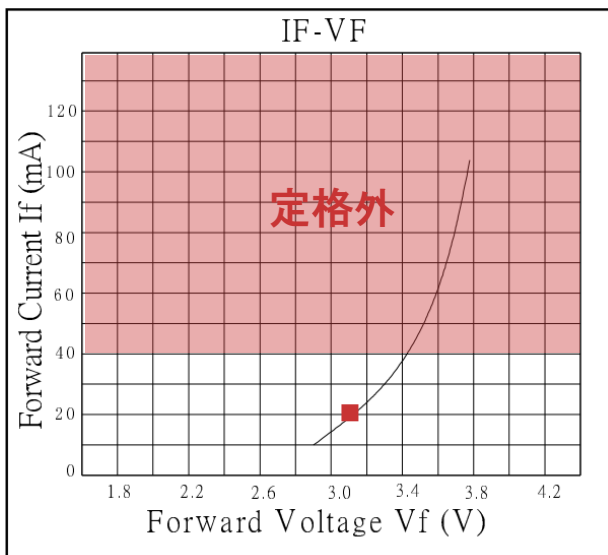
回路図



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Vfc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Vfcを測定する。

②LEDの両端電圧がVfcになるように制限抵抗R_LEDの値を計算する。

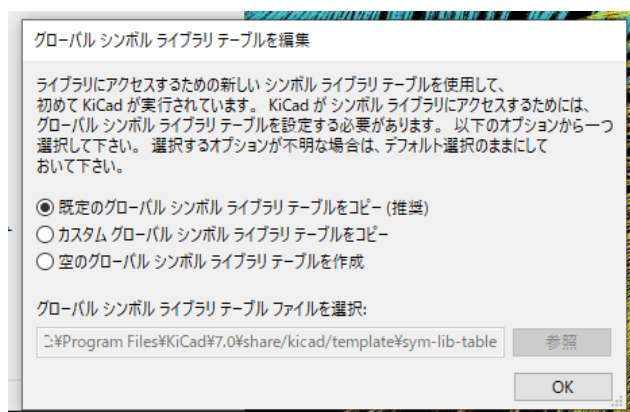
(使用するMOS-FETのオン抵抗は5Ω程度)

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

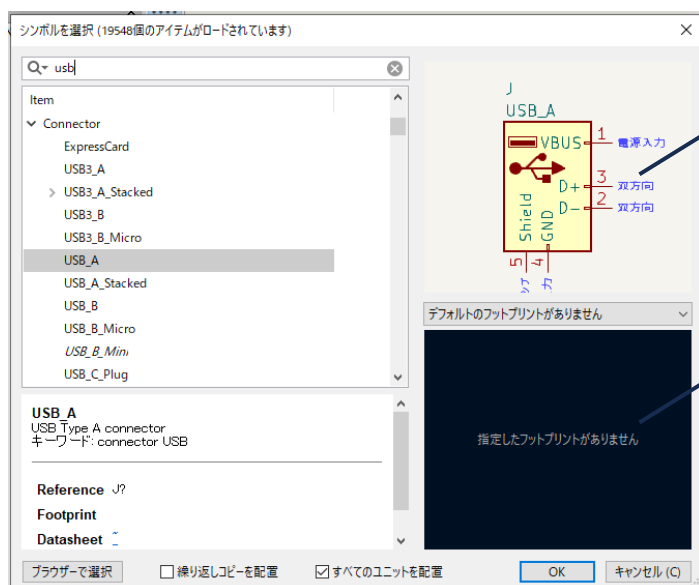
1. 回路図作成

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）



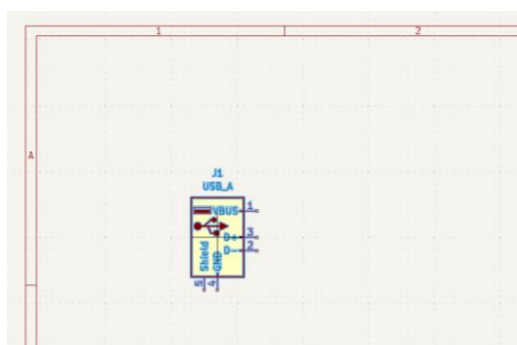
- ②エディター画面が表示されたら「シンボル追加ボタン」or「Aキー」を押してライブラリを読み込む
- ③シンボル選択画面が出るので「usb」と入力してUSB_Aを選択



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

左入力→右出力

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

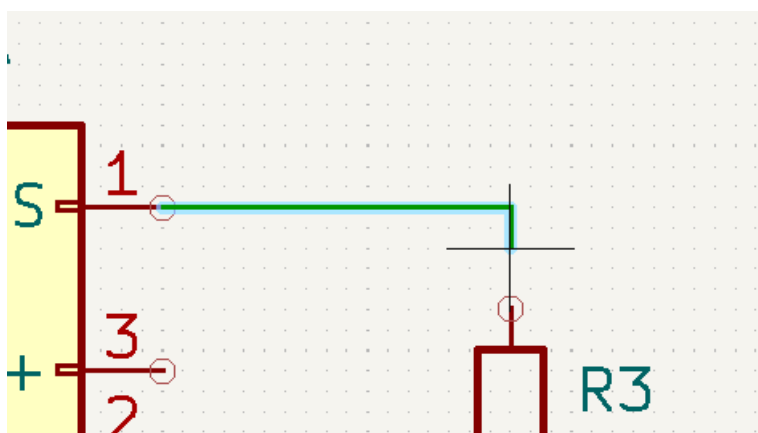
⑤ ②～④と同じ手順で抵抗やLEDを追加する

部品検索ワードの対応

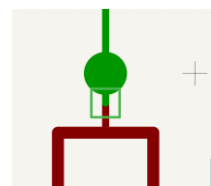
抵抗器	: r
グラウンド	: gnd
LED	: led
MOS-FET	: 2n7002
フォトダイオード	: photo

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。

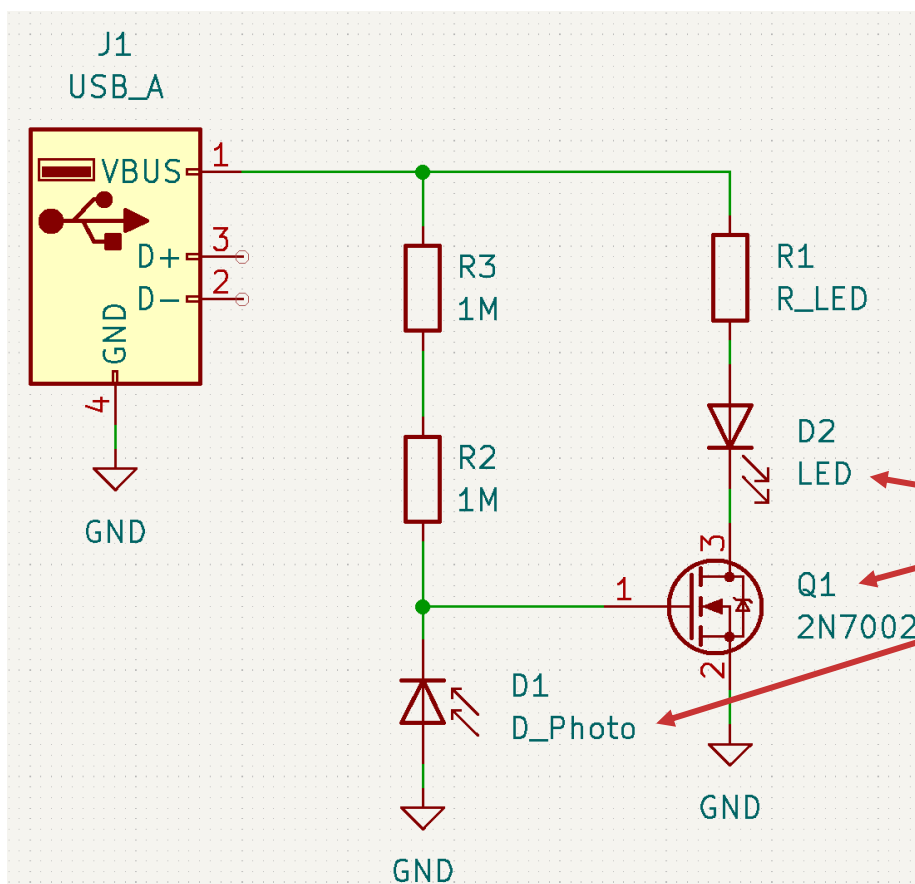
⑥ 「シンボルのピン上でクリック」するか「Wキー」を押して配線する



配線がシンボルに被る状態は望ましくない。



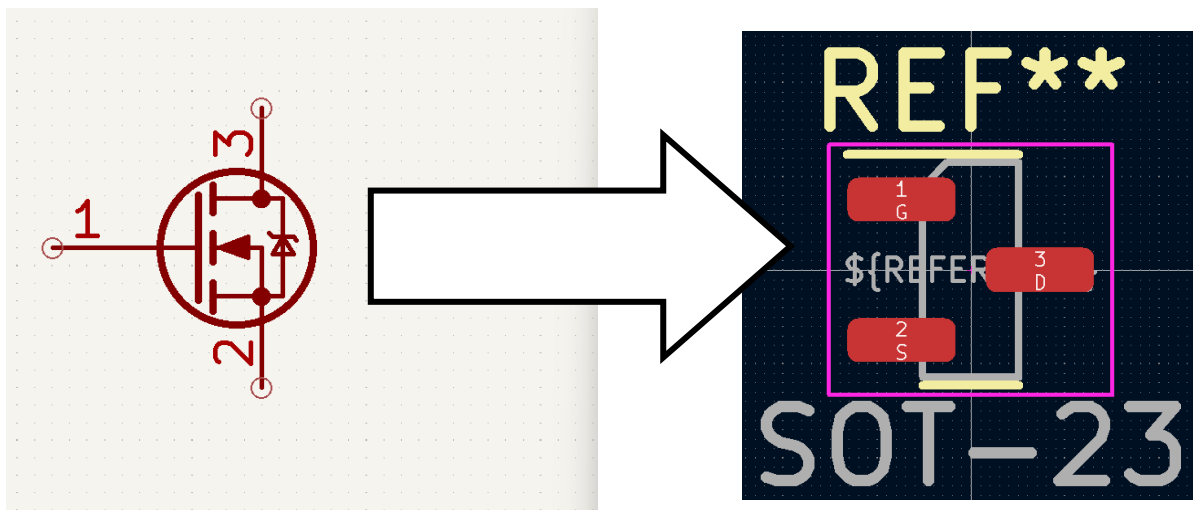
⑦ 部品の向きや位置はRキー（回転）やX（反転）などで適宜調整して下図のように回路を引く



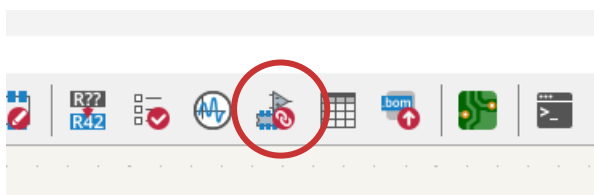
ダイオード・FETの極性に要注意

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）

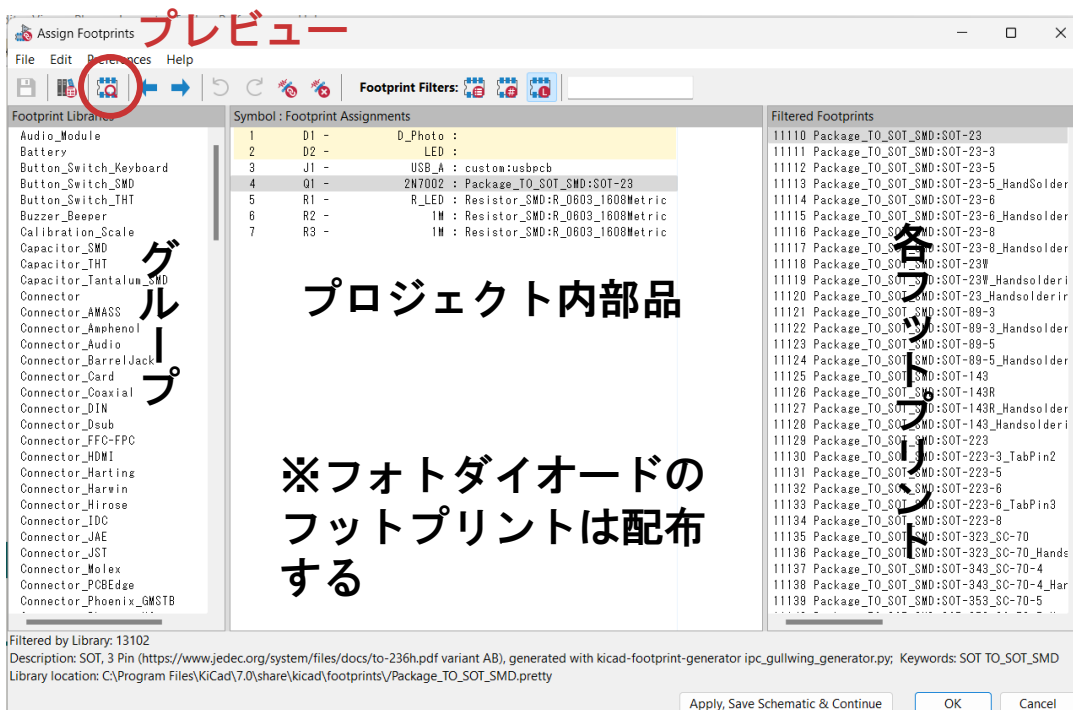


① ツールバー右側にある割り当てツールを起動する



※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。

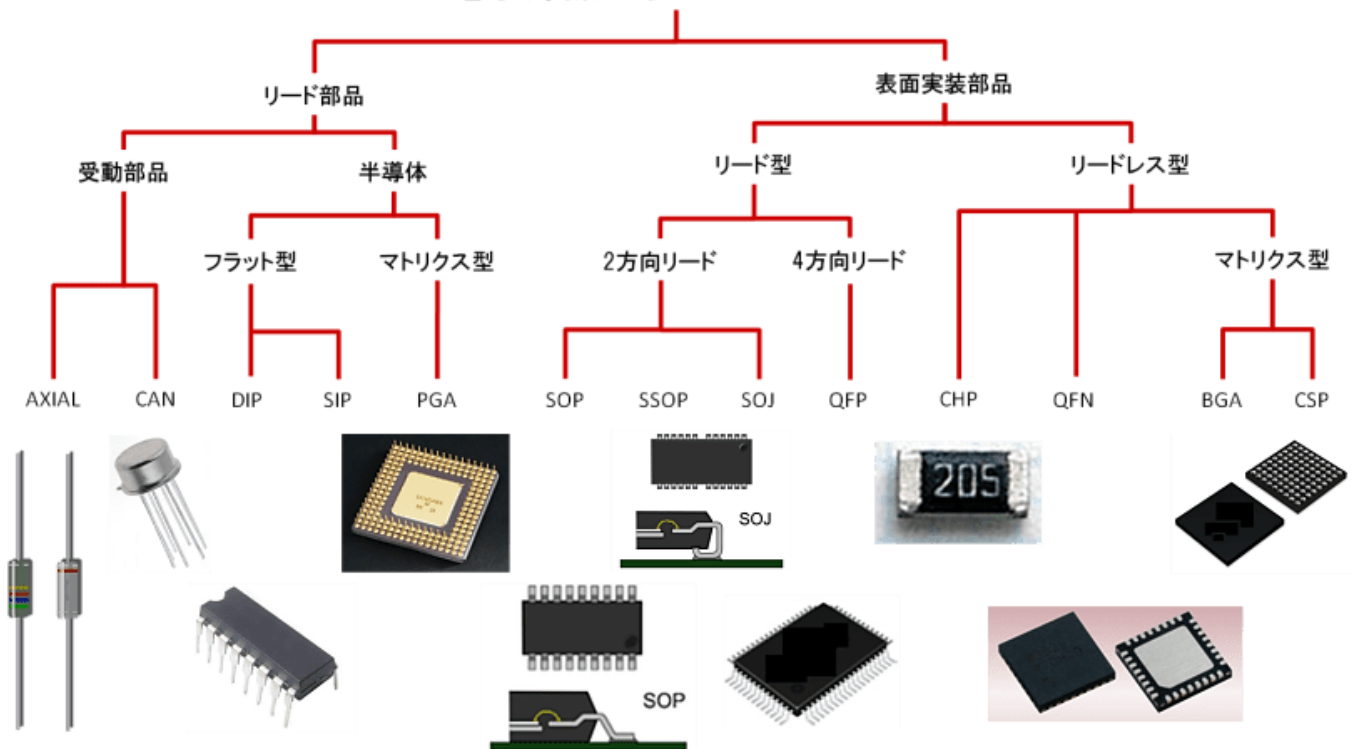
② 選択したプロジェクト内部品に対して右のリストからダブルクリックして全ての部品に適応する。プレビューを表示すると分かりやすい。



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

部品形状に関する情報

電子部品形状（パッケージ）



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

Plot

Plot format: Gerber

Output directory: plots/

Include 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

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

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

Save...

Run DRC...

Plot

Close

Generate Drill Files...

Generate Drill Files

Output folder: plots/

Drill File Format

☒ 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

Map File Format

☐ PostScript
☒ Gerber X2
☐ DXF
☐ SVG
☐ PDF

Drill Origin

☒ Absolute
☐ Drill/place file origin

Drill Units

☒ Millimeters
☐ Inches

Zeros Format

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

Precision: 3:3

Hole Counts

Plated pads: 238

Non-plated pads: 7

Through vias: 6

Micro vias: 0

Buried vias: 0

Messages

Generate Report File...

Generate Drill File

Close

Generate Map File

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

KMPDA0120EB

16

これ以後、前ディスプレイにて作業と説明を一緒に進めます。

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