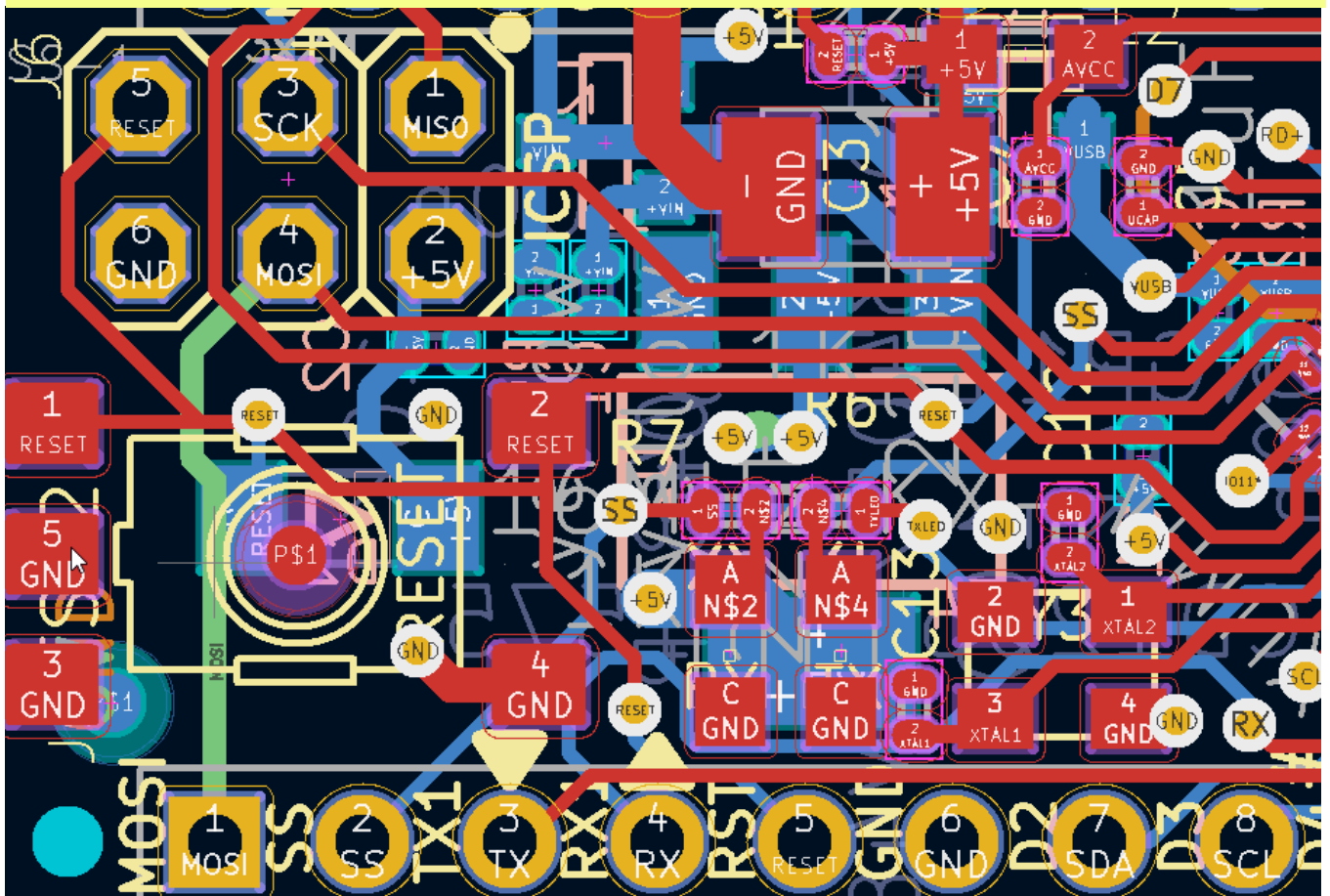


最も わかりやすいKiCad実習テキスト

# KiCad Basics

KiCad 6 対応版



小坂 貴美男 (@kimio\_kosaka)

ver. 1.0.0

まえがき .....	vi
第1部 KiCad入門.....	1
1. 概要 .....	1
1.1. 目的・目標 .....	1
1.2. このテキストの内容（守備範囲） .....	1
2. 準備 .....	1
2.1. KiCadのインストール .....	1
2.2. 自動配線ツール「Freerouting」のインストール.....	1
3. プロジェクトの作成 .....	2
3.1. 新規プロジェクトの作成 .....	2
4. 回路図エディタEeschema .....	3
4.1. Eeschemaの起動 .....	3
4.2. 各部呼称 .....	4
4.2. 拡大，縮小他.....	4
4.3. マウスコントロール .....	4
4.4. 回路エディタ動作環境の変更 .....	5
5. 回路図入力 .....	6
5.1. 図枠の設定 .....	6
5.2. 部品呼出し .....	8
5.2.1. 抵抗の呼出し.....	8
5.2.2. コンデンサの呼出し.....	9
5.3. 配置編集操作.....	9
5.3.1. 操作対象部品の選択方法 .....	9
5.3.2. コマンド / ショートカットキー.....	10
5.3.3. 回転 ショートカット R.....	10
5.3.4. 水平反転（左右ミラー反転） ショートカット X.....	10
5.3.5. 垂直反転（上下ミラー反転） ショートカット Y.....	11
5.3.6. コピー・アンド・ペースト ショートカット CTRL+C CTRL+V .....	11
5.3.7. ムーブ（移動） ショートカット M .....	11
5.3.7.1. 部品の移動.....	11
5.3.7.2. 部品番号や部品名の移動/回転.....	12
5.3.8. 削除 ショートカット [Del] .....	12
5.3.9. アンドゥ / リドゥ .....	12
5.3.10. ショートカットが働かないとき .....	12
5.3.11. 旧バージョンとの操作互換.....	12
5.3.12. 配置演習 .....	12
5.4. 配線.....	13
5.5. 配線後の編集.....	14
5.5.1. 部品ドラッグ ショートカットG.....	14
5.5.2. 折れ点ドラッグ .....	15
5.5.3. 折れ点の追加（配線の切断） .....	15

5.5.4. 線分ドラッグ.....	16
5.5.5. 配線端点のムーブ.....	16
5.5.6. 配線線分の削除.....	16
5.5.7. 配線を始点～終点まで一気に削除.....	17
5.5.8. ブロック操作.....	17
5.5.9.配線演習.....	17
5.6. 回路図の仕上げ.....	18
5.6.1. 値の入力 ショートカットV.....	18
5.6.2. ネットラベル（ローカルラベル） ショートカットL.....	19
5.6.3. 空き端子処理.....	19
5.6.4. 未接続フラグ, PWR_FLAG, 配線ラベル.....	19
5.6.5. 部品番号の付与.....	20
5.6.6. ERC（イー・アール・シー：Electrical Rule Check）.....	20
5.7. フットプリント割付け.....	21
6. プリント基板の基礎知識.....	24
6.1. Front面 / Back面.....	24
6.2. 構成要素呼称.....	24
6.3. レイヤー.....	25
7. レイアウト設計.....	26
7.1. レイアウトエディタPcbNewの起動.....	26
7.2. 設計準備.....	27
7.2.1. 座標系の設定.....	27
7.2.2. 図枠の設定.....	28
7.2.3. デザインルールの設定.....	28
7.3. 作業原点.....	31
7.4. 基板外形.....	32
7.4.1. 基板外形の描画.....	32
7.4.2. 基板外形のロック.....	32
7.4.3. ロックの解除.....	33
7.5. 取付け穴.....	33
7.6. 回路構成部品のインポート.....	35
7.7. 部品定数を非表示にする.....	36
7.8. 部品配置.....	37
7.9. 手動配線演習.....	38
7.9.1. 配線を引く.....	38
7.9.2. 迂回配線.....	39
7.9.3. 押しのけ配線.....	39
7.9.4. 立体交差.....	40
7.9.5. 配線されたフットプリントの ドラッグ.....	41
7.9.6. 配線のムーブ.....	41
7.9.7. 配線のドラッグ.....	42

7.9.7.1. 線分に対するドラッグD.....	42
7.9.7.2. 折れ点に対するドラッグD .....	42
7.9.7.3. 折れ点に対するドラッグG .....	43
7.9.8. 折れ点の追加.....	43
7.9.9. 配線線分の削除 .....	43
7.9.10. 配線を始点～終点まで一気に削除.....	44
7.9.11. 配線の一括削除 .....	44
7.10. ベタグラウンド .....	45
7.10.1. ベタ領域のクリアランス / サーマルリリーフ .....	46
7.10.2. ハッチング.....	47
7.11. オートルータ（自動配線） .....	48
7.11.1. VCC他の手動配線 .....	49
7.11.2. オートルータの実行.....	49
7.12. ベタグラウンド禁止領域の設定 .....	52
7.13. ベタグラウンド貫通ビアの配置 .....	54
7.14. 配線とビアのクリーンアップ .....	55
7.15. DRC（ディー・アール・シー：Design Rule Check） .....	56
7.16. 基板に名前などを書く .....	57
7.16.1. Front面への文字列の挿入.....	57
7.16.2. Back面への文字列の挿入.....	58
7.17. 3D表示 .....	59
7.17.1. 3D表示操作 .....	59
7.17.2. 3Dデータのエクスポート .....	60
7.18. アーカイブの保存 .....	60
8. 製造データの出力と確認 .....	61
8.1. 製造データファイルの出力.....	61
8.2. ドリルデータの生成.....	62
8.3. 基板製造データの確認 .....	62
9. FusionPCBへの発注 .....	64
9.1. 基板発注データの準備 .....	64
9.2. 基板発注 .....	65
10. 面付け.....	67
10.1. 面付け用作業フォルダの準備 .....	67
10.2. 面付け用に基板レイアウトファイルを保存.....	67
10.3. 面付け操作 .....	68
10.4. 外形線とVカットライン .....	70
10.5. 製造データ出力 / 基板発注 .....	71
【課題演習】555使用Lチカ回路の設計 .....	72
第2部 KiCad応用.....	73
11. 自分用ライブラリの作成と利用 .....	73
11.1. 自分用グローバル・シンボル・ライブラリの作成 .....	73

11.1.1.	シンボル・ライブラリの新規作成.....	73
11.1.2.	シンボルのコピー .....	75
11.1.3.	シンボル・ライブラリの保存/終了 .....	76
11.2.	自分用グローバル・フットプリント・ライブラリの作成.....	76
11.2.1.	フットプリントのコピー.....	77
11.2.2.	フットプリント・ライブラリの保存/終了 .....	79
11.3.	自分用ライブラリの利用 .....	79
12.	Webからダウンロードした部品をライブラリに登録する.....	80
12.1.	準備.....	80
12.2.	検索 / ダウンロード / 保存.....	81
12.3.	3Dモデルのコピー .....	82
12.4.	ダウンロードしたシンボルの登録.....	82
12.5.	ダウンロードしたフットプリントと3Dモデルの登録 .....	83
13.	シンボルとフットプリントの制作 .....	87
13.1.	シンボルの制作 .....	88
13.1.1.	準備.....	88
13.1.2.	シンボルを描く .....	88
13.1.3.	シンボルの保存 .....	90
13.2.	フットプリントの制作.....	91
13.2.1.	準備.....	91
13.2.2.	フットプリントを描く .....	91
13.2.3.	フットプリントの保存 .....	94
	【演習2】シンボルとフットプリントの作成.....	94
14.	他のマシンへの自分用ライブラリの組み込み .....	94
14.1.	ライブラリのコピー .....	94
14.2.	シンボルライブラリの組み込み.....	95
14.3.	フットプリントライブラリの組み込み .....	96
15.	階層回路図.....	98
15.1.	演習プロジェクト .....	98
15.2.	ルートシートにサブシートリンクを配置する .....	98
15.3.	サブシート回路図入力 .....	99
15.4.	サブシートリンクに階層シートピンを設ける .....	100
15.5.	ルートシート回路図入力.....	101
第3部	Tips.....	102
101.	KiCadの動作設定をデフォルトに戻す .....	102
102.	mac版Freerouting .....	102
103.	配線/描画線をグリッドにスナップさせない.....	102
104.	Webサイト/資料.....	103
著者・書籍	情報 .....	104

## まえがき

筆者は技術教育の専門職（教員）として工業高校や科学技術高校で生徒実習を担当しました。また、技術教育センター専門教育主事として教員研修や技術系公開講座を担当していました。

技術教育センターにおいて企画実施した工業高校の先生方向けの電子回路設計製造講座の教程をベースにして2017年にKiCad入門講座を実施し好評を得ました。ベースとなった教程は過去100回近くの実習授業や講習会などの実践により鍛えられています。この入門講座の実習テキストから初心者向けの自学自習用テキスト「KiCad BASICS Ver.5対応版」を2018年7月に作成・刊行し1000部以上ものダウンロードをしていただきました。

2021年12月 KiCad Ver6 がリリースされました。Ver.6 は Ver.5から操作性や機能が大きく向上しています。また、Ver.6はVer.5からユーザ・インターフェースが変わったところが多いため「KiCad BASICS Ver.5対応版」を大改編し、ここに「KiCad BASICS Ver.6対応版」を発売します。

本書の特長は図版を多用した箇条書きによる簡潔な解説により回路図入力から基板製造メーカーに発注する製造データ作成に向けて一気通貫で実習する構成です。

本書に沿って実習していただければ、KiCadに習熟し必ず基板発注できるようになると自負しています。（2021.12.25）

## 本書の構成

本書は次のような三部で構成されています。

### 第1部 KiCad入門

第1章～第10章で構成され、回路図入力、レイアウト設計、面付け、製造データ出力、基板発注データ編成までを実際にKiCadを動かしながら操作に習熟して行き、簡単な回路ならば独自設計の基板を製造発注できるKiCad運用スキルを身につけます。

第1章から第10章まで逐次学習を進める教程となっています。章・項を飛ばすことなく第1部末尾の課題演習まで学習を進めてください。

### 第2部 KiCad応用

第11章～で構成され、ライブラリ操作、部品シンボルやフットプリントの制作など基板を能率よく設計できる技法を紹介します。

各章はそれぞれ独立した事柄を扱っているので興味ある章から学習することも可能です。

### 第3部 Tips

Tips(KiCad利用のコツ)を収録します。新たな知見により得られたTipsは随時本書に追加掲載しバージョンアップして行きます。

各Tipsはそれぞれ独立していますがTipsがある程度集積された段階で類似のものをまとめて章・項を編成し第2部の配下に収容します。

## 第1部 KiCad入門

### 1. 概要

#### 1.1. 目的・目標

この自習テキストは、基板設計CAD「KiCad Ver.6」の操作に習熟することを目的とし、自分独自の回路の基板を設計できるようになることを目標とします。

#### 1.2. このテキストの内容（守備範囲）

下記はKiCadを用いた回路設計から基板製造発注までのおおよその工程です。

- (1) 回路設計
- (2) 部品ライブラリ準備（シンボル、フットプリント）
- (3) 回路図入力
- (4) アノテーション
- (5) フットプリント割付
- (6) ネットリスト出力
- (7) レイアウト設計
- (8) ガーバーデータ出力
- (9) 発注データ編成
- (10) 発注

この第1部では主に(3)～(9)について解説します。

### 2. 準備

#### 2.1. KiCadのインストール

KiCad公式サイト <http://kicad.org/> を開きDOWNLOADページから目的のOSのKiCadをダウンロードしインストールします。（2021.12.25現在のstable版は6.0.0）

※ 本書はデフォルト設定でインストールしたWindows版KiCad6.0に基いて記述してあります。

#### 2.2. 自動配線ツール「Freerouting」のインストール

<https://freerouting.mihosoft.eu/>を開きWindows版（2021.12.25現在v1.4.4）をダウンロードします。ダウンロードしたfreerouting-1.x.x-windows-x64.msiをダブルクリックして実行するとFreeroutingがインストールされます。

mac版Freeroutingのインストールは「102. mac版Freerouting」を参照

### 3. プロジェクトの作成

KiCadは“プロジェクト”という単位で基板設計を管理します。ここでは実習用プロジェクト tutorial-1<sup>イチ</sup> を新規作成します。

#### 3.1. 新規プロジェクトの作成

① KiCadを起動します。

このとき「KiCadの設定パスを設定します」ダイアログが開いたら「デフォルト設定を使って開始する」を選択し [OK] をクリックして操作を続行します。図3-1

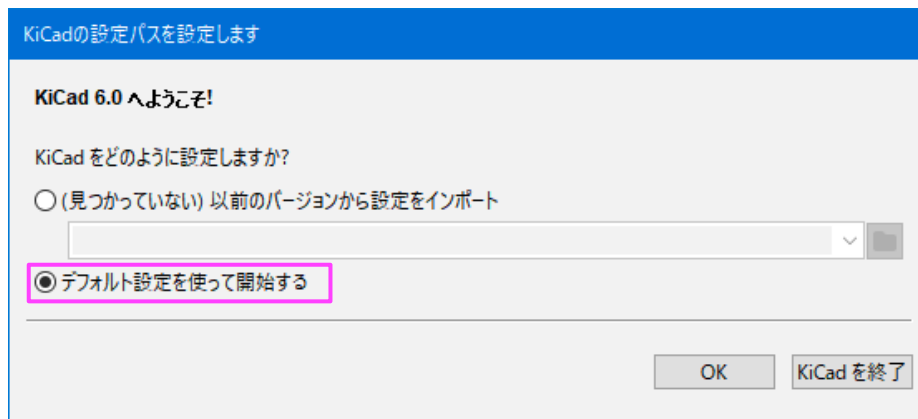



図3-1

② KiCadマネージャが開きます。 図3-2

③ 左ツールバーの  「新規プロジェクト作成」をクリックします。 図3-2

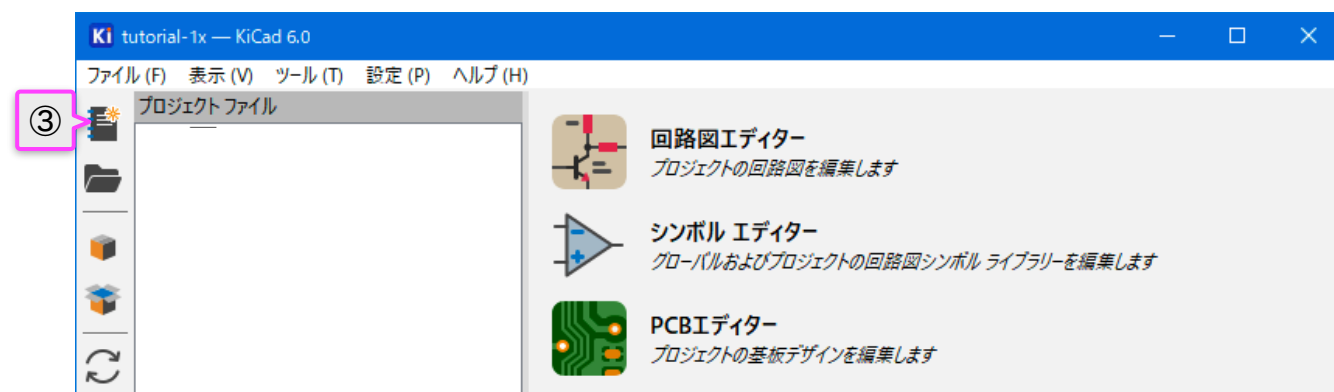


図3-2

④ ドキュメント フォルダ配下にファイル名tutorial-1でプロジェクトを生成します。 図3-3

⑤ プロジェクトの保存場所は ドキュメント\KiCad\6.0\projects とします



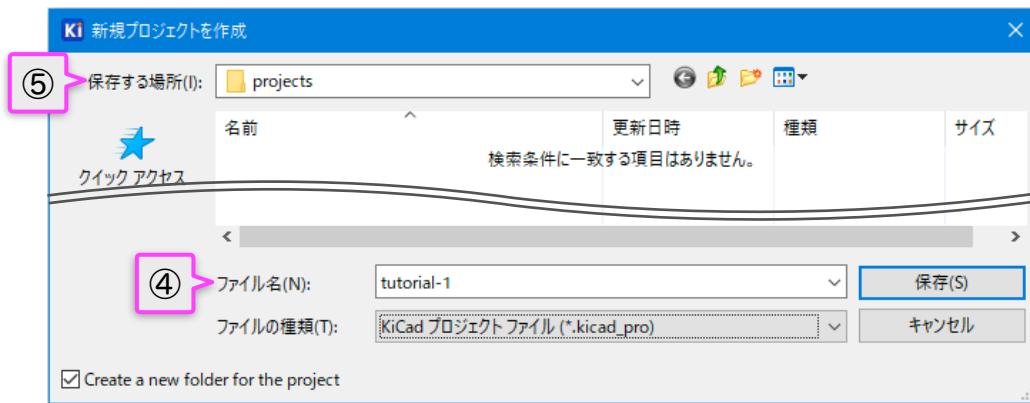



図3-3

プロジェクトファイルやプロジェクトを収容するフォルダには2バイト文字や半角スペースを含まないようにします。これらが含まれていると機能拡張プラグインなどの補助ツールからプロジェクトのファイルにアクセスすることができません。

## 4. 回路図エディタEeschema

回路図エディタEeschemaの起動、各部名称、動作環境の設定などについて解説します。

### 4.1. Eeschemaの起動

- ① KiCadマネージャの  「回路図エディタ」をクリックします。図4-1
- ② 「グローバルライブラリテーブル」ダイアログが表示されたら [OK] をクリックして操作を続行します。
- ③ 「グラフィックスアクセラレータ」ダイアログが表示されたら [アクセラレータを有効化] をクリックして操作を続行します。

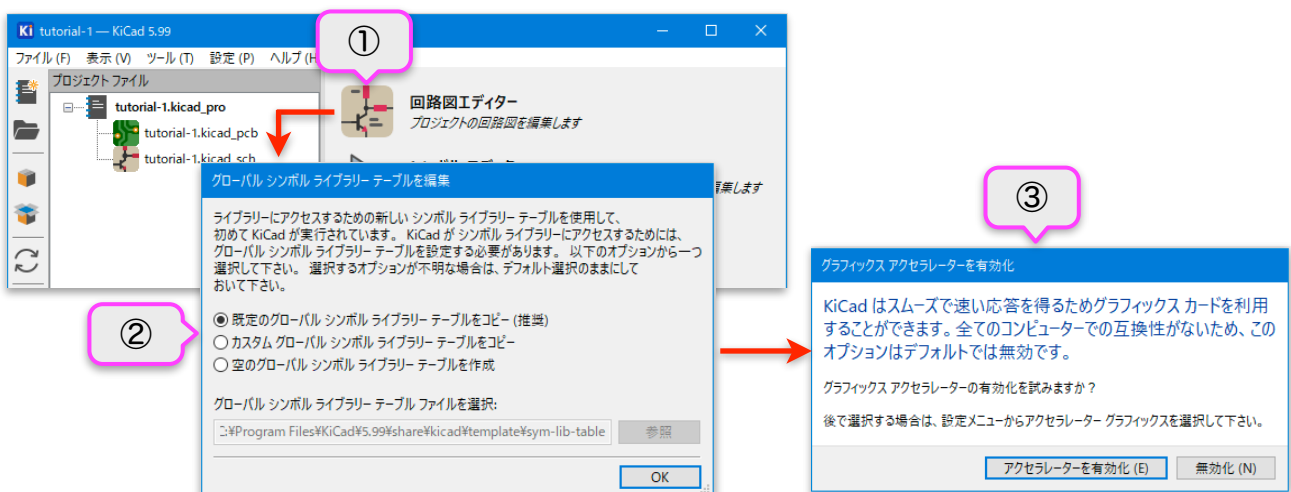


図4-1

略

だいたいOKです。

(これは次の配線演習で用います。PWR-FLAGやConn\_01x03\_Maleは後で配置します)

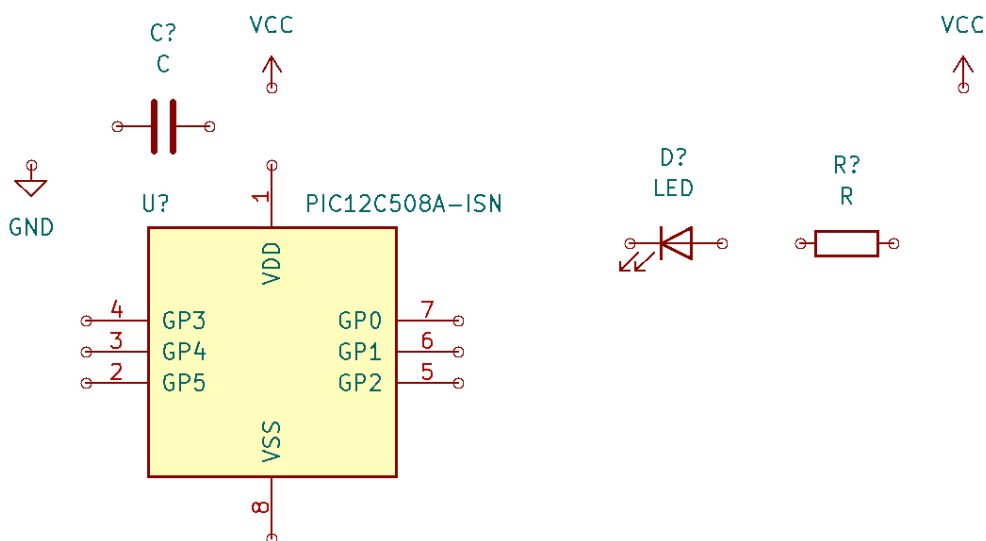




図5-8

## 5.4. 配線

- ① 左ツールバーの  「全画面十字線」を選択します。

全画面十字線にするとカーソルと部品端子の相対位置が把握しやすくなります。

- ② 右ツールバーの  「ワイヤーを追加」をクリックします。

マウスポインタの形状が  に変わります。

- ③ または、部品端子にマウスポインタを合わせワイヤー追加モードに自動遷移させます。図5-9

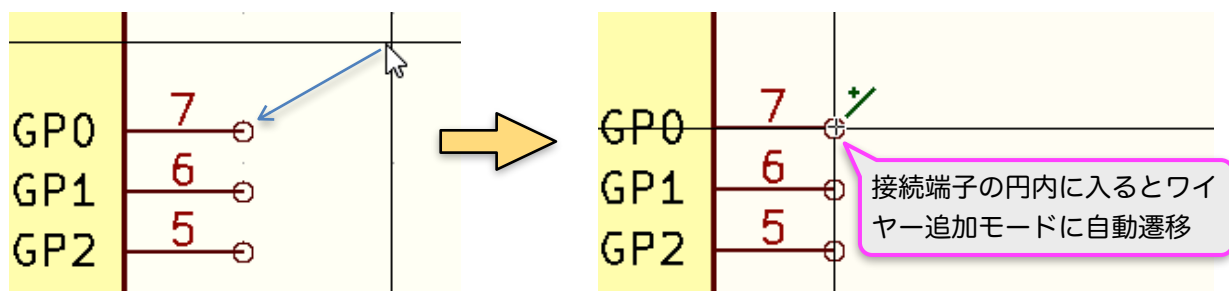


図5-9

- ④ 配線始点 → 途中点 → 配線終点 とクリックして配線します。図5-10

- ⑤ 配線終点が部品端子や配線でない場合は配線終点でダブルクリックします。

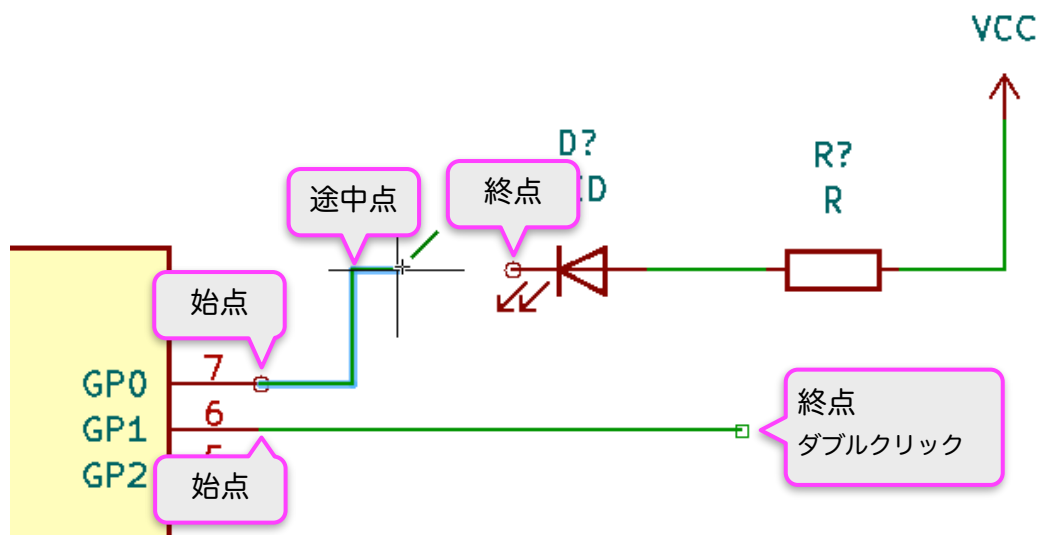


図5-10

- ⑥ 配線が確定すると、手動選択の場合は「ワイヤー追加」モードは継続しますが自動遷移させている場合は「アイテム選択」モードにもどります。
- ⑦ 配線の始点や終点が他の配線の間中点の場合は引いている配線が確定すると、ジャンクションマーク●が自動的に付加されます。図5-11

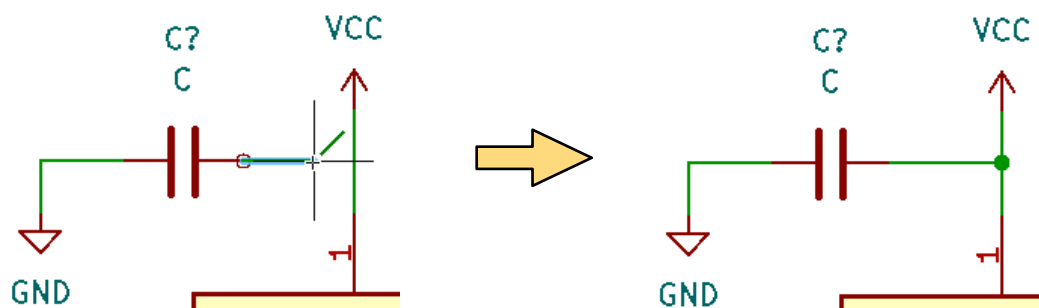


図5-11

- ⑧ 配線が終わったら [ESC] キーを打ってアイテム選択モードに戻します

## 5.5. 配線後の編集

配線接続された部品や接続固定された配線の編集を行います。

### 5.5.1. 部品ドラッグ ショートカットG

- ① 部品を選択してショートカットG（ドラッグ）を入力し部品をマウスポインタに吸着して目的の位置に移動しクリックして固定します。このとき、配線はラバーバインド（部品に接続されたまま伸び縮みすること）で部品との接続を保持します。図5-12  
マウスポインタに部品を吸着した状態でショートカットR, X, Yを入力して回転などの操作を加えることもできます。
- ② [別の方法] 部品選択した後マウスポインタを部品に合わせてマウสดラッグすると部品ドラッグができます。マウสดラッグを止めると部品はそこで固定されます。

略

## 7. レイアウト設計

レイアウト設計はパソコンでの作業ですがユニバーサル基板に部品を配置し手配線するのと全く同じ  
工作です。配置配線の良し悪しによって出来上がった回路の性能に大きく差が出ることもあります。  
この章では次のような行程でレイアウトエディタPcbNewの操作に習熟します。

### (1)設計準備

(a) 座標系の設定, 図枠の設定, デザインルールの設定

### (2)レイアウト設計

(a) 作業原点, 基板外形, 取り付け穴

(b) レイアウト情報のインポート

(c) 配置・配線, 自動配線


(d) デザイン・ルール・チェック

(e) 製造者名などを配置

### (3)製造データ出力

## 7.1. レイアウトエディタPcbNewの起動

レイアウトエディタ(Pcbnew)と回路図エディタ(Eeschema)は連動させて使います。

① Eeschemaのツールバー  「PCBエディタに切替」をクリックします。図7-1

このとき「グラフィックスアクセラレータ」ダイアログ（図7-2）が表示されたら「アクセラレータを有効化」をクリックして操作を続行します。

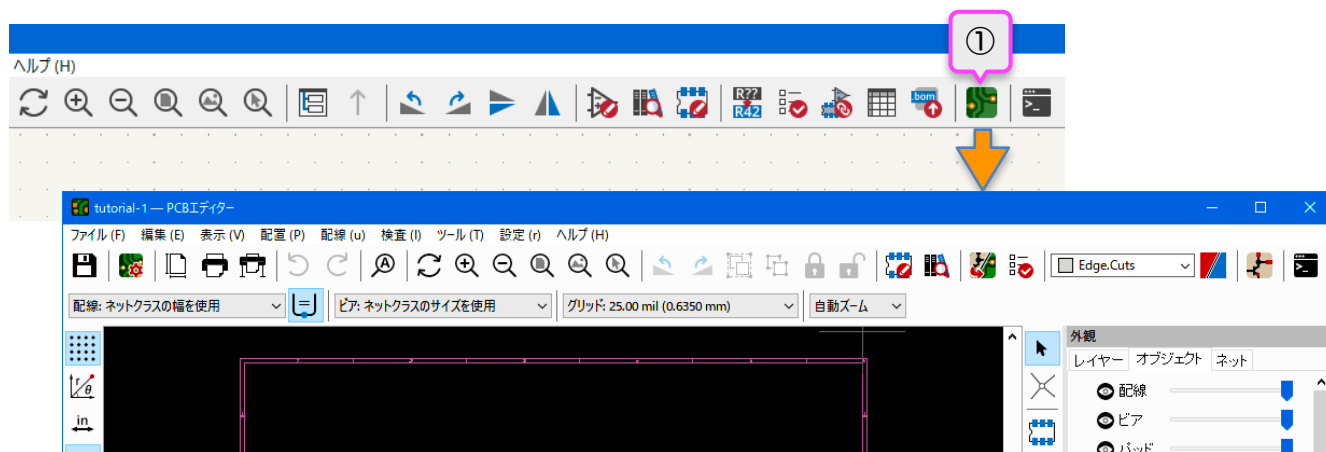


図7-1

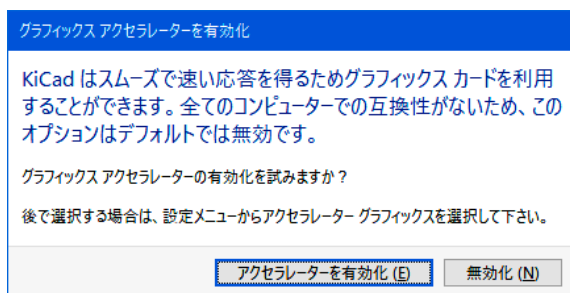


図7-2

略

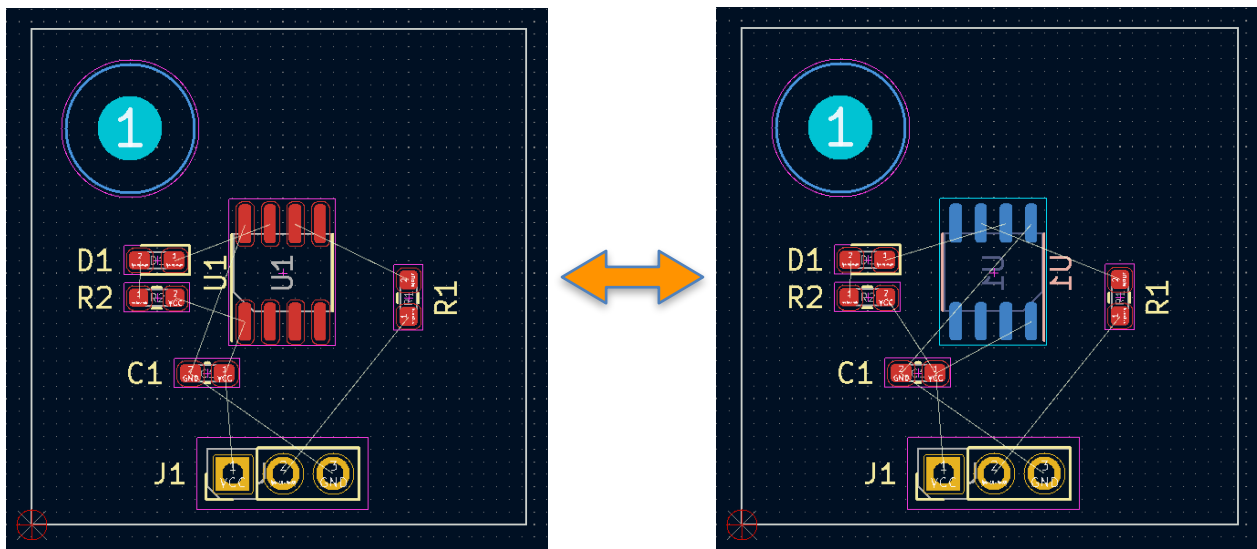



図7-20

## 7.9. 手動配線演習

基板CADによる基板設計ではオートルータ（自動配線機能）を用いた配線により基板設計しますが、手動による配線編集操作への習熟は必須です。ここでは手動配線の演習を行い配線操作に習熟します。

### 7.9.1. 配線を引く

- ① グリッドを0.6350mm(25.00mil)にします。
- ② 右ツールバー  「単線..配線」を選択します。
- ③ 「F.Cu」レイヤーを選択します。
- ④ 配線の 始点 → 中間点 とクリックして配線を引き回します。図7-21-(a)
- ⑤ 終点をクリックすると配線接続されラッツネストが消えます。上図7-21-(b)

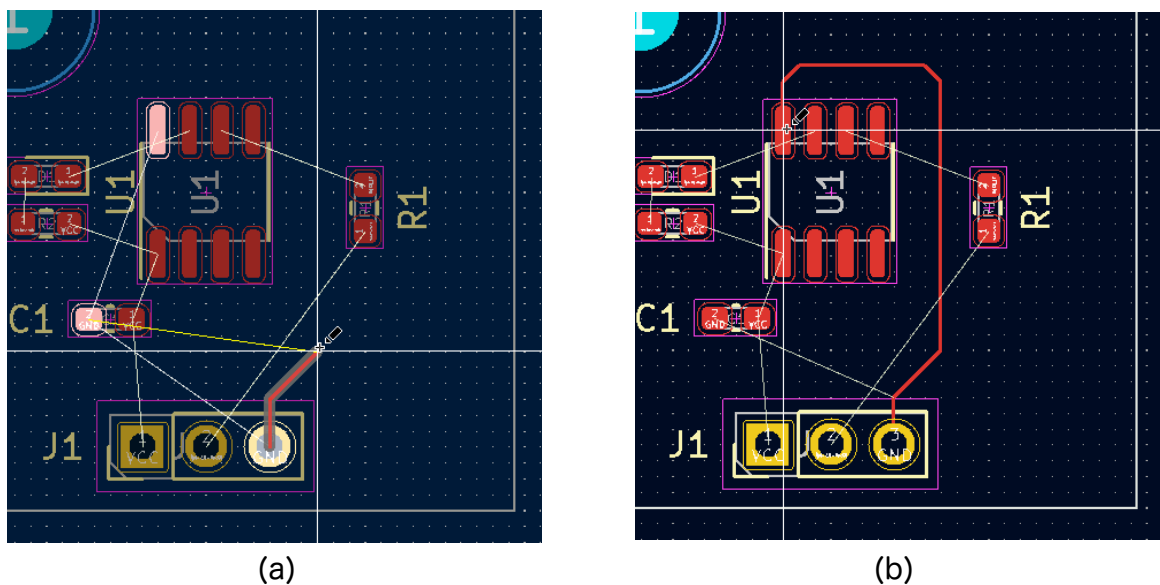


図7-21



### 7.9.2. 迂回配線

KiCadにはリアルタイムDRC（デザイン・ルール・チェック）機能により、引き回している配線が他の配線や端子と接触や交差しないように自動的に迂回させることができます。

- ① 引き回している配線を他の配線に近づけると接触しないようクリアランス（安全間隔）を保って伸びて行きます。図7-22-(a)
- ② 更に目的の端子に向かってマウスポインタを動かすと配線は大きく迂回します。図7-22-(b)

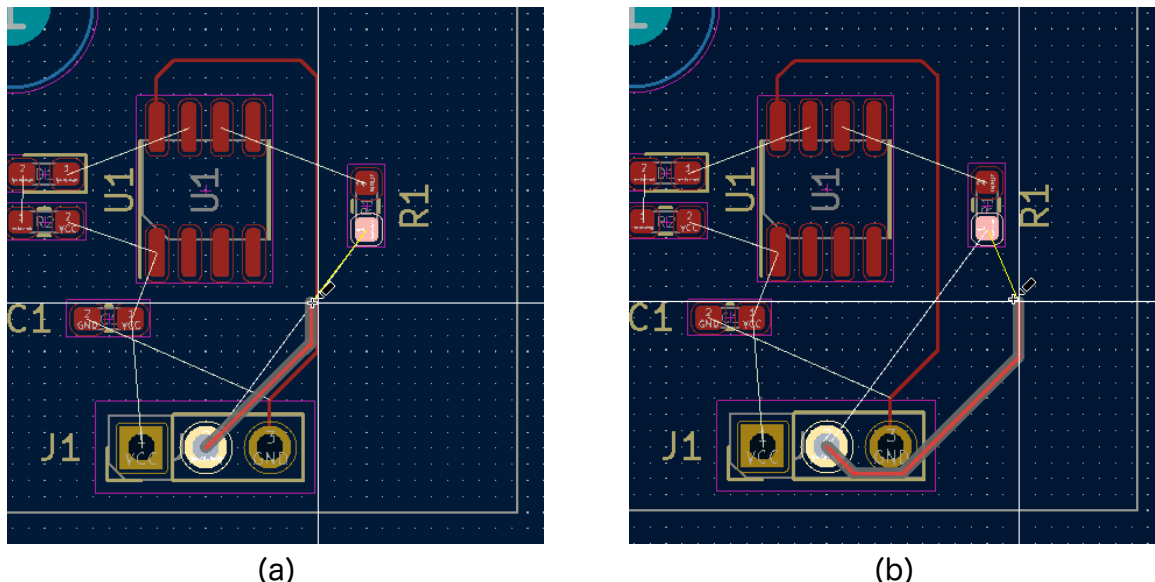


図9-22

### 7.9.3. 押しのけ配線

また、KiCadには既存の配線を適切に動かして手動配線を通す「押しのけ配線」をすることができます。まず、次の手順でリアルタイムDRCを迂回配線から押しのけ配線モードに切り替えます

- ① メニューバー「配線」→「インタラクティブルーターの設定」と進みます。
- ② 「インタラクティブルーターの設定」ダイアログの「押しのけ」を選択して [OK] ボタンをクリックします。図7-23

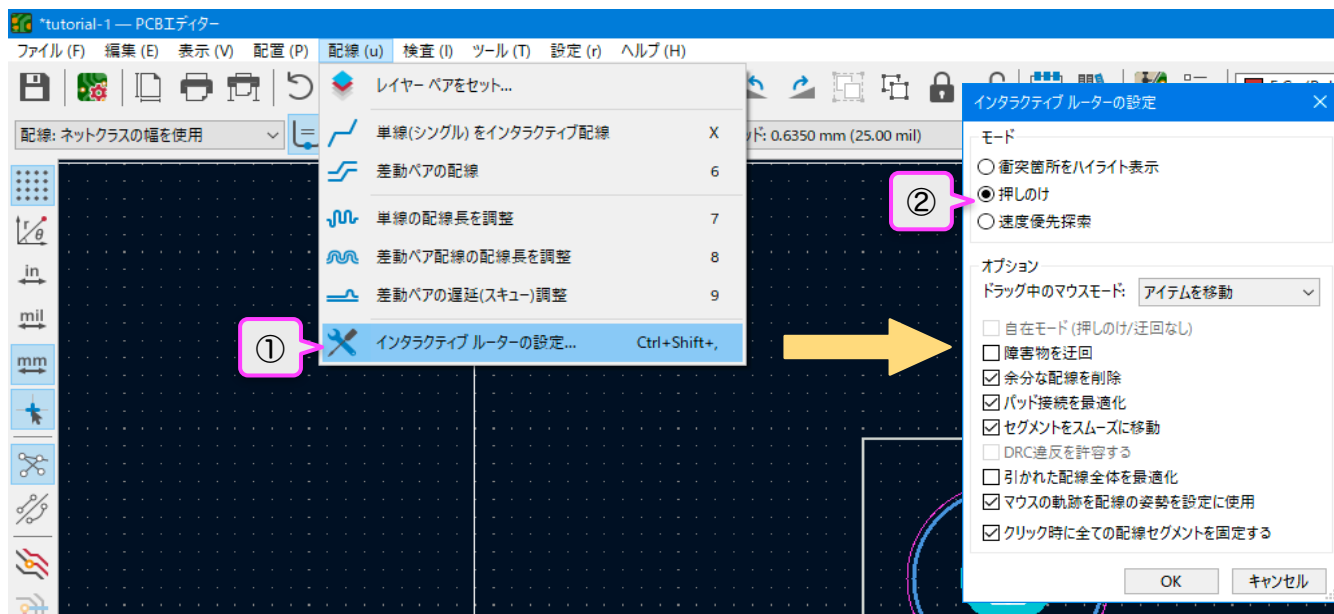


図7-23

③ 既存の配線に手動配線の先端を近づけると既存の配線が押しのけられます。図7-24-(a)

④ そのまま既存の配線を押しのけて配線を目的の端子に接続します。図7-24-(b)

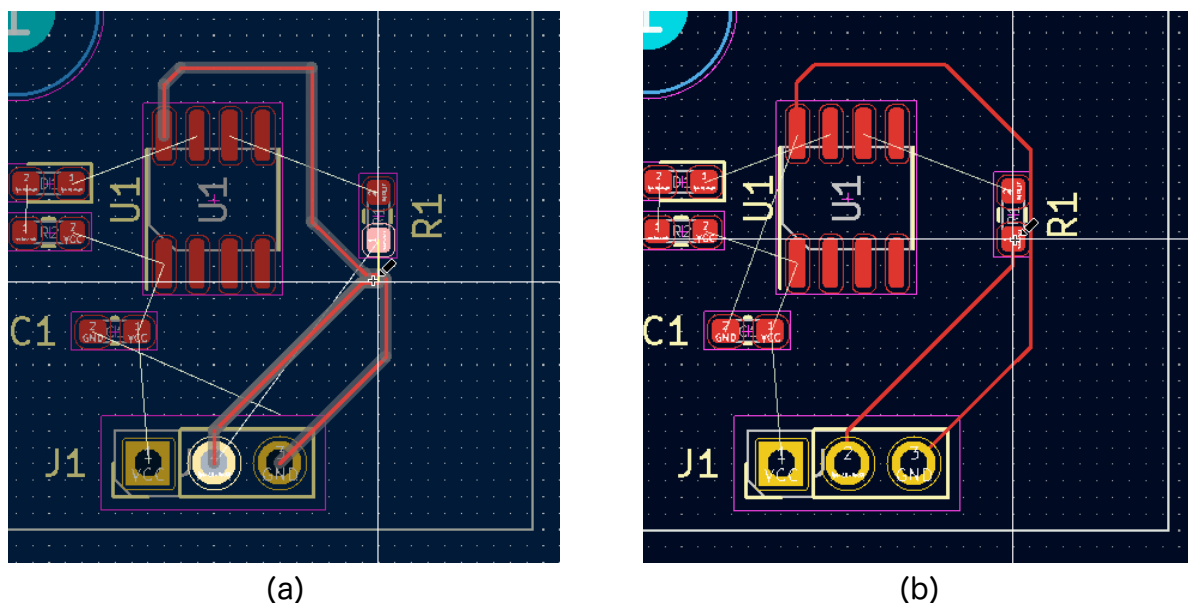


図7-24

#### 7.9.4. 立体交差

迂回配線や押しのけ配線でも他の配線や端子との交差や接触が回避できないときリアルタイム DRCは接続を拒否するので配線を確定することができません。

① このようなときは図7-25-(a)の丸枠の配線のように配線レイヤーの切替えにより立体交差させて接続拒否を回避します。

② A点まで配線を引いてショートカットV（ビア作成）を入力しさらにクリックします。ビアが配置され配線レイヤーがB.Cuに切替わります。図7-25-(b)

③ B点まで配線を引きショートカットVを入力しクリックします。ビアが配置され配線レイヤーがF.cuにもどり立体交差で他配線との接触を回避します。図7-25-(b)

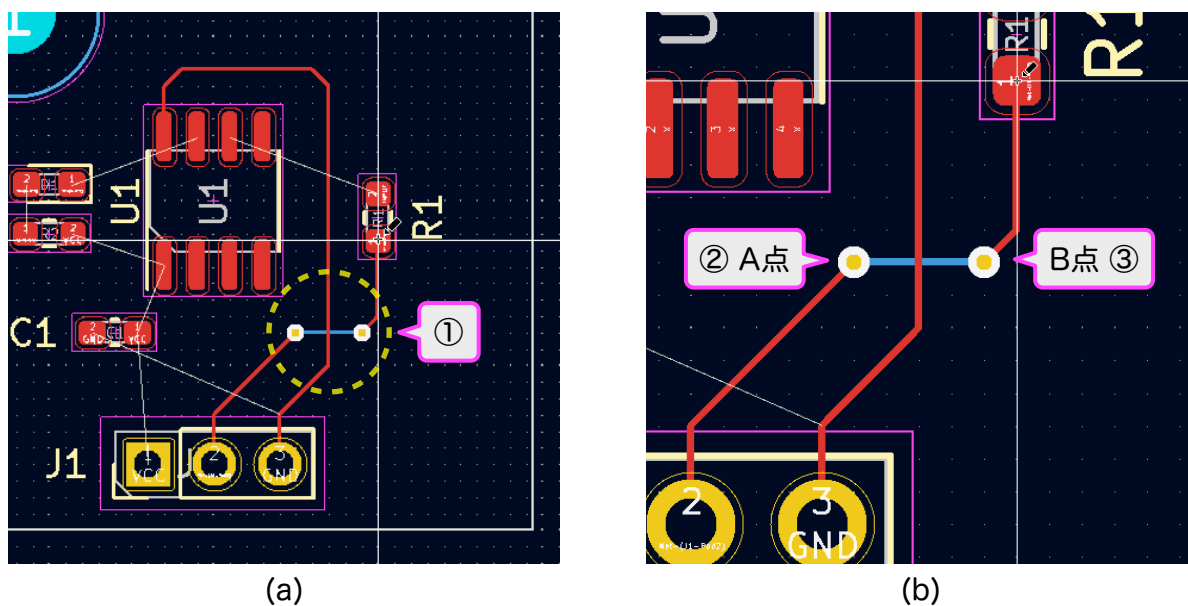


図7-25

略

## 10. 面付け

- ・ 基板製造ではワークサイズが決まっています、ワークサイズ当たりの費用が製造価格となります。
- ・ ワークサイズに収まるサイズの基板はその大小にかかわらず同じ価格となります。
- ・ ワークサイズの中に小さい基板を並べて配置し製造すれば基板単価を安くすることができます。
- ・ ワークサイズの中に基板を複数配置することを「面付け」または「パネライズ」といいます。
- ・ 面付けした基板を簡単に切り離すことができるように、面付け基板の外形に沿ってV字の溝を入れることをVカットといいます。
- ・ 面付けやVカットのルールや加工賃は基板製造会社ごとに異なります。
- ・ ここでは「Fusion PCB」を想定して面付けを行います。

### 10.1. 面付け用作業フォルダの準備

- ① KiCadマネージャのプロジェクトファイル欄 tutorial-1.kicad\_pro を右クリックします。
- ② プルダウンメニューの「新規ディレクトリー」を選択します。
- ③ 新規ディレクトリー（フォルダ）panelize を作成します。

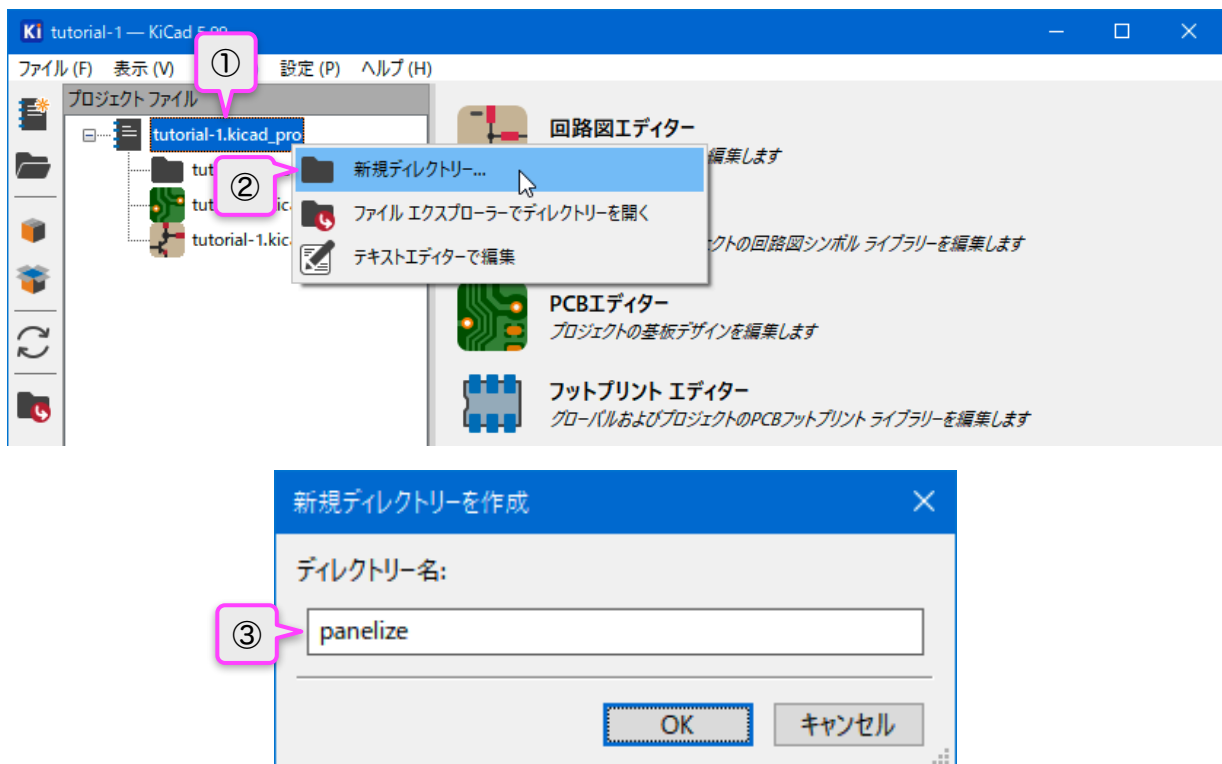


図10-1

### 10.2. 面付け用に基板レイアウトファイルを保存

- ① Pcbnewのメニューバー「ファイル」→「名前を付けてコピーを保存」と進みます。図10-2
- ② 先に作成したpanelizeフォルダ配下に
- ③ ファイル名 tutorial-1-PNLZ.kicad\_pcb で保存します。

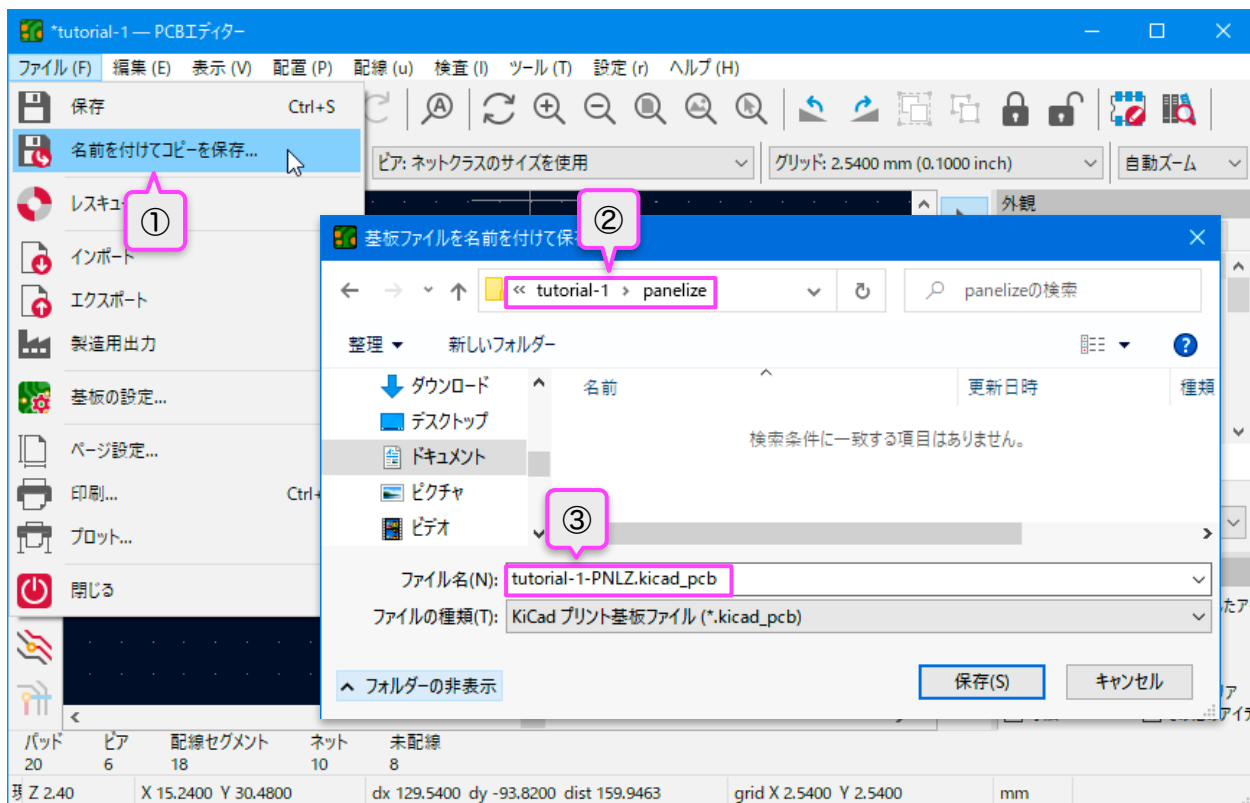


図10-2

④ Pcbnewを閉じます。

### 10.3. 面付け操作

① KiCadマネージャのpanelizeフォルダ配下のtutilial-1-PNLZ.kicad\_pcbをダブルクリックしてPcbnewを起動します。図10-3

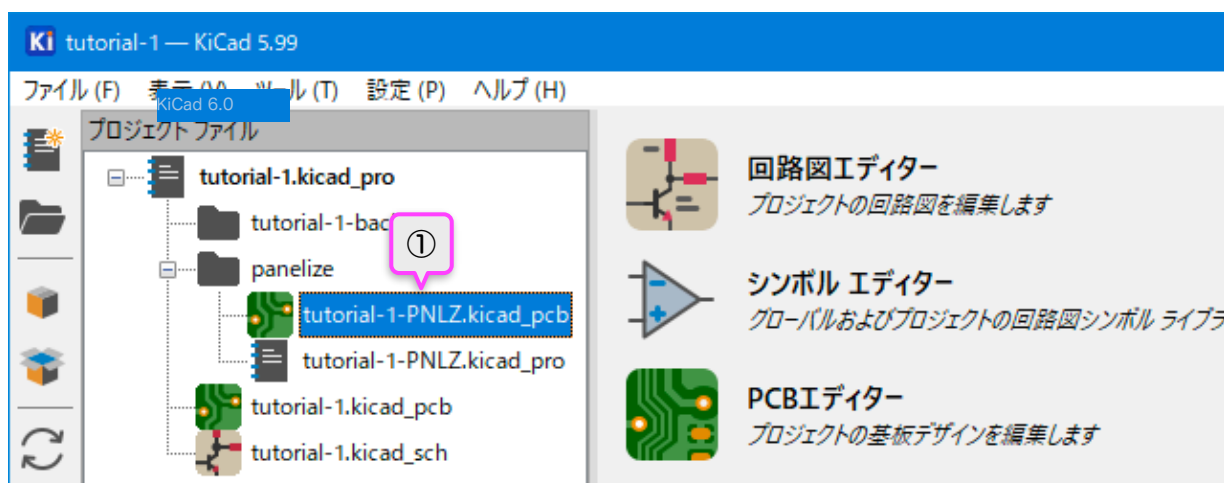


図10-3

② グリッドを5.0000mm(196.85mil)にします。

③ マウสดラッグで基板レイアウト全体を範囲選択します。図10-4

④ ショートカットCTRL+T（配列作成）を入力します。

「配列を作成」ダイアログが開きます。図10-4

# ⑤ グリッド配列に

横(X)方向の数 4

縦(Y)方向の数 4

横(X)方向の間隔 25mm

縦(Y)方向の間隔 25mm

を設定し [OK] をクリックします。図10-4

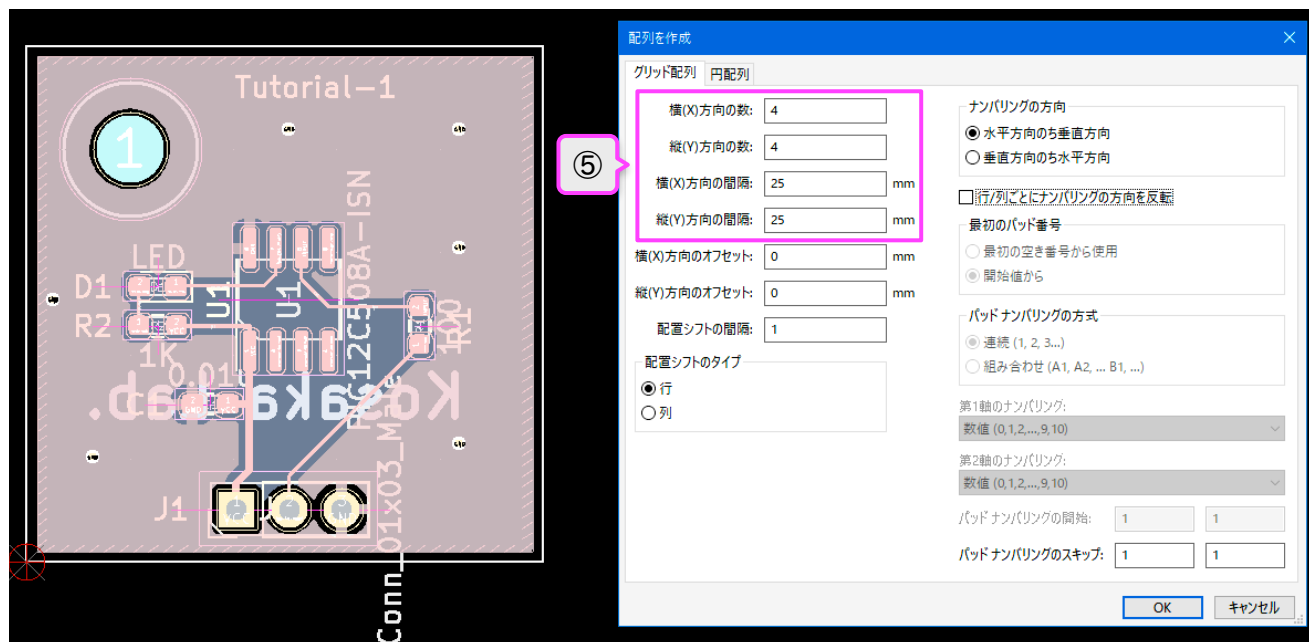


図10-4

# ⑥ 4行×4列で面付けされます。図10-5

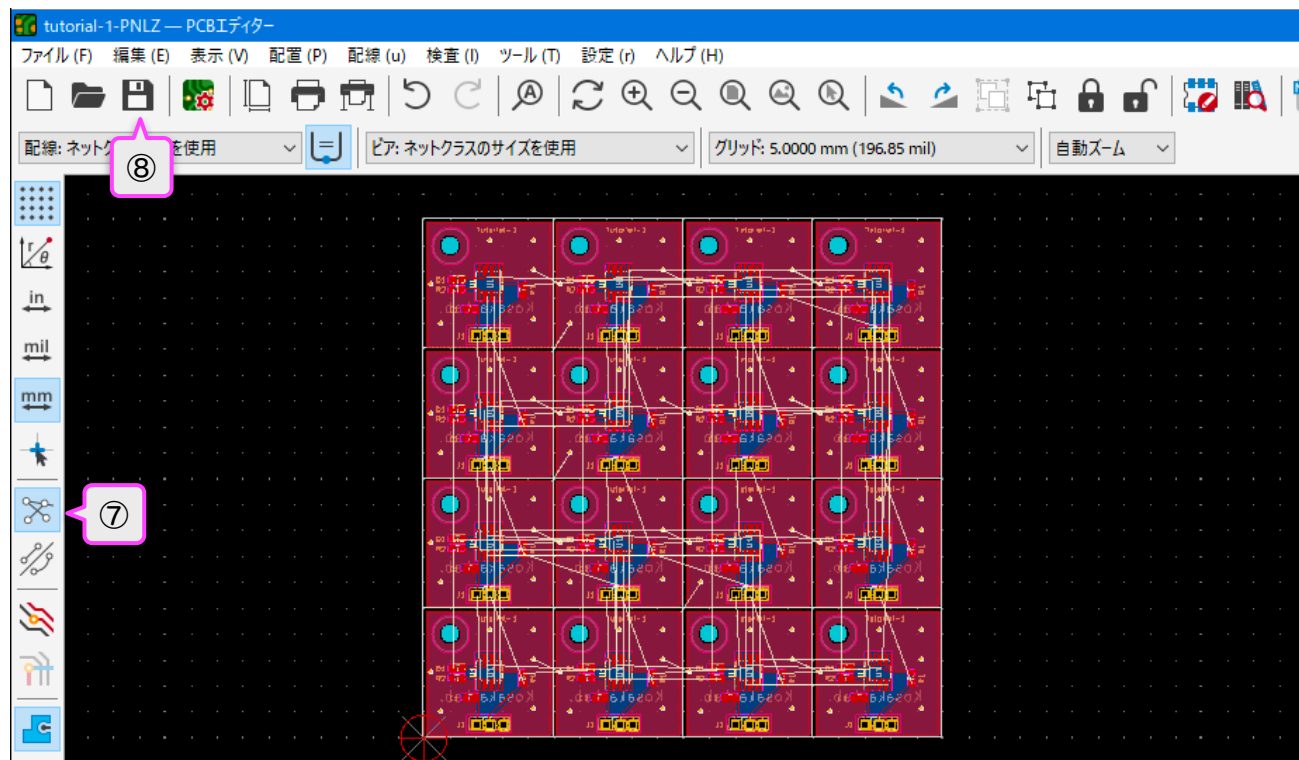


図10-5

略