

Autodesk Fusion 360/EAGLEで プリント基板&ケース 設計ワークショップ

2020/8/21@SWEST22オンライン

(株)オーバス(デンソー) グループマネージャ
大栄 豊

自己紹介（I）

大栄 豊（おおえ ゆたか）

<https://www.facebook.com/yutaka.ohe>



- 日本中でも、少し珍しい「苗字」
 - 名字由来netで、【全国順位】 14,915位 【全国人数】 およそ380人
⇒実は、戸籍上の「大栄」で調べると、
【全国順位】 54,732位 【全国人数】 およそ30人
- IoT ALGYAN本会運営委員
 - 「IoT ALGYAN(あるじゃん)1周年記念・IoT祭り2016!」で、「破」免状認定
 - 「IoT ALGYAN3周年「IoT祭り2018」」で、「離」免状認定

自己紹介 (2)

大栄 豊 (おおえ ゆたか)

<https://www.facebook.com/yutaka.ohe>

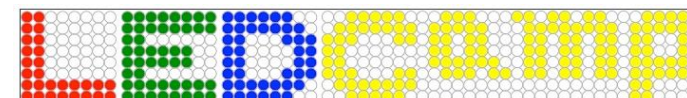
- (株)オーバス勤務((株)デンソーより出向中)

<http://www.aubass.co.jp>

- SWEST/LED-Camp実行委員 

- 8月下旬に下呂温泉で3泊4日の合宿研修 (学生・新人社会人向け)
- 組み込みソフトウェア開発の基礎を学ぶ場

<https://swest.toppers.jp/LED-Camp/>



Learning Embedded software Development Camp

本日の目標

Autodeskの「EAGLE」を使って

回路図を書けるようになる

プリント基板のパターン設計が出来るようになる

Fusion 360と連携し、3Dモデル(外観)を確認できるようになる

誠に申し訳ありません

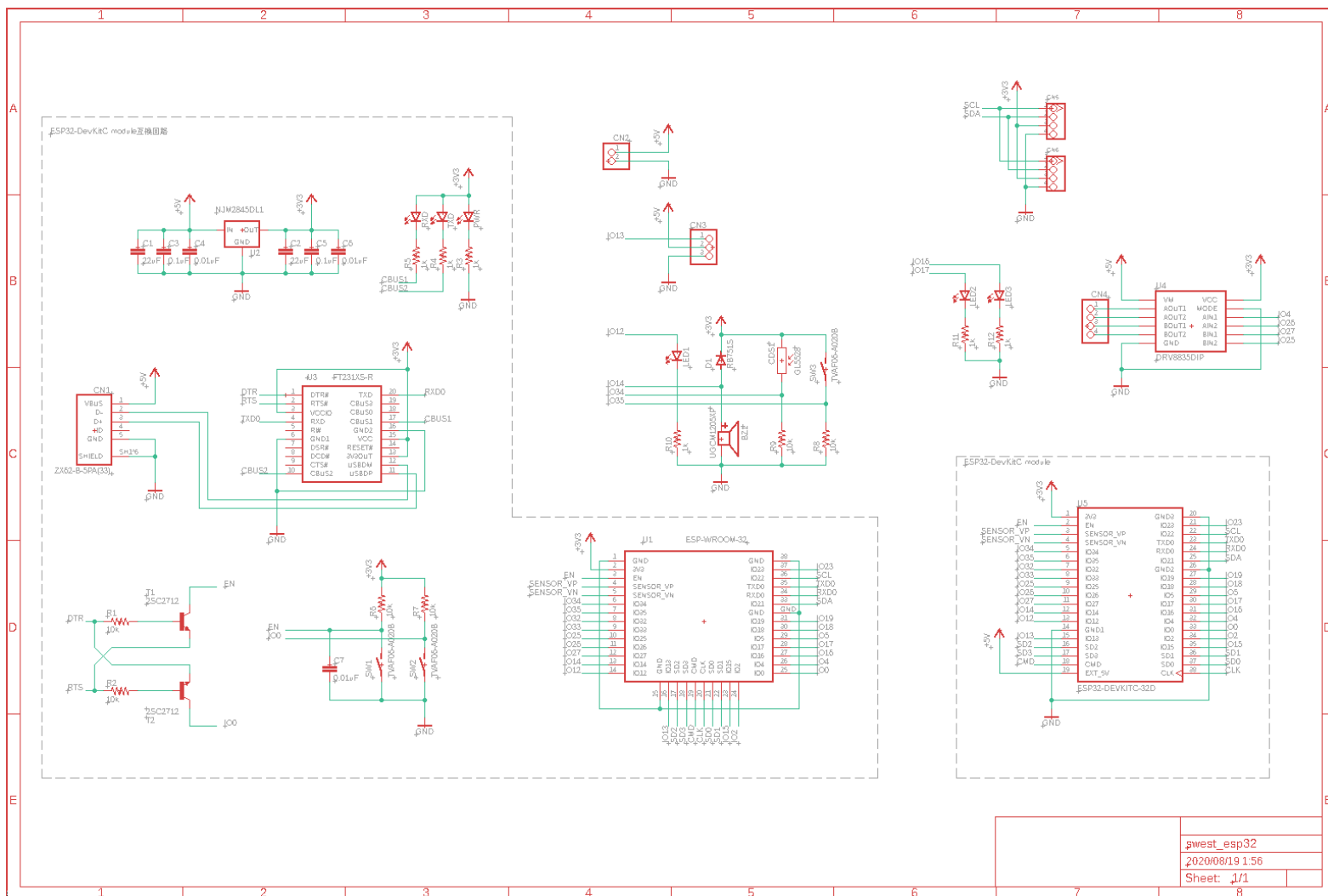
当初目標のFusion 360連携において、エラーが発生し本ハンズオンでのレクチャーが出来なくなっていました。

代わりにFusion 360でのP板設計の簡易デモを行います。



設計する回路

ESP32-DevKitC相当回路の設計については、
ESP32-DevKitC、ESPr Developer 32の回路図を参考にしています
http://akizukidenshi.com/download/ds/espressifsystems/esp32_devkitc_v4-sch-20180607a.pdf
https://s3-ap-northeast-1.amazonaws.com/switch-science.public/schematic/ESPr_Developer_32/ESPr_Developer_32.pdf



•ESP32-DevkitC相当の回路+

- LED×3
- ブザー
- CdSセル
- プッシュSW
- 外部電源用コネクタ
- サーボモータ用コネクタ
- DRV8835モータドライバ
- Grove(I2C)コネクタ×2

かなり実用的な
プリント基板です！

部品表

使用する部品はチップ部品もありますが、できるだけ手はんだ付けが出来るサイズの部品を選定しています

No.	部品名	種類	型番・値	個数	オンライン販売URL	備考
1	ESP32-WROOM-32	U1		1	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-11647/	-32DでもOK
2	チップ抵抗(2012)	R3、R4、R5、R10、R11、E12	1kΩ	6	https://www.sengoku.co.jp/mod/sgk_cart/detail.php?code=EEHD-578Z	千石通商
3	チップ抵抗(2012)	R1、R2、R6、R7、R8、R9	10kΩ	6	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gR-11797/	
4	チップコンデンサ(1608)	C4、C6	0.01μF	3	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-13387/	
5	チップコンデンサ(2012)	C3、C5	0.1μF	2	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-13372/	
6	チップコンデンサ(3216)	C1、C2	22μF	2	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-06038/	
7	チップLED(赤色)	PWR、TXD、RED、LED1、LED2、LED3	0SR50805C1C	6	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gI-06419/	別色でもOK
8	チップトランジスタ	T1、T2	2SC2712	2	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gI-00761/	
9	三端子レギュレータ	U2	NJM2845DL1	1	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gI-10978/	
10	USBシリアルIC	U3	FT231XS-R	1	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gI-06713/	
11	モータードライバモジュール	U4	DRV8835	1	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-09848/	
12	チップタクトSW	SW1、SW2、SW3	TVAF06-A020B	3	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-14888/	
13	CdSセル	CDS1	GL5528	1	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gI-05886/	
14	チップダイオード	D1	RB751S	1	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gI-01370/	
15	microUSBコネクタ	Cn1	ZX62-B-5PA(33)	1	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gC-11183/	
16	ESP32-DevkitC	U5		1	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-11819/	ESP32-DevkitC相当回路部品と片方を使用
17	電子ブザー	BZ1	UGCM1205XP	1	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-09800/	
18	ピンヘッダ(40pin)	CN2、CN3、CN4		7pin	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gC-00167/	40pinを2, 3, 4pinに分割
19	Groveコネクタ(I2C)	CN5、CN6	Female Header (4-pin/ 2mm)	2	https://www.seeedstudio.com/Grove-Universal-4-pin-connector.html	Seeed Studio

ESP32ピンアサイン

ESP32 Dev Board PINMAP

[illegible]

引用元：<https://github.com/espressif/arduino-esp32>

1. EAGLEで回路図(基本操作)

新規プロジェクト作成～回路図作成

- 図面枠の配置

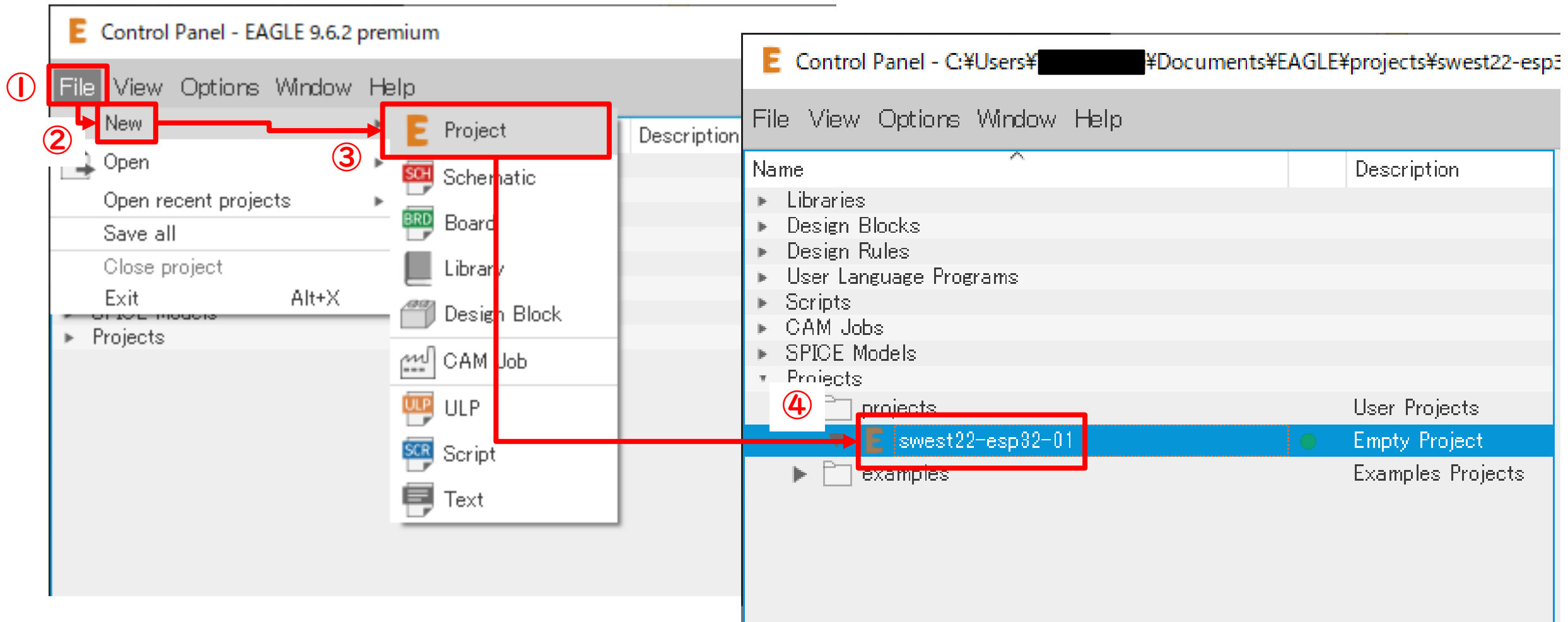
- 使用する部品の選択 & 配置

- 部品情報の設定

- 回路の結線

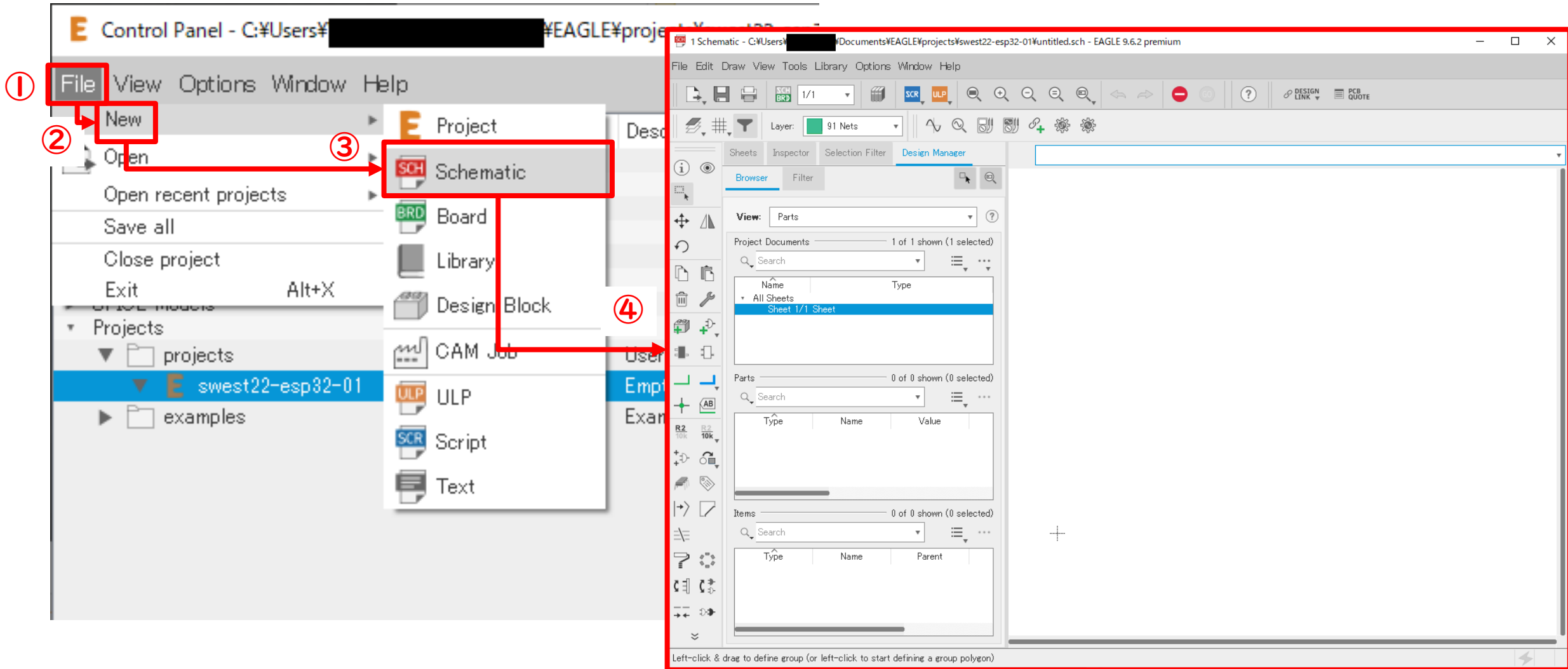
} 任意の順に実施も
可能です

1-1 新規プロジェクト作成

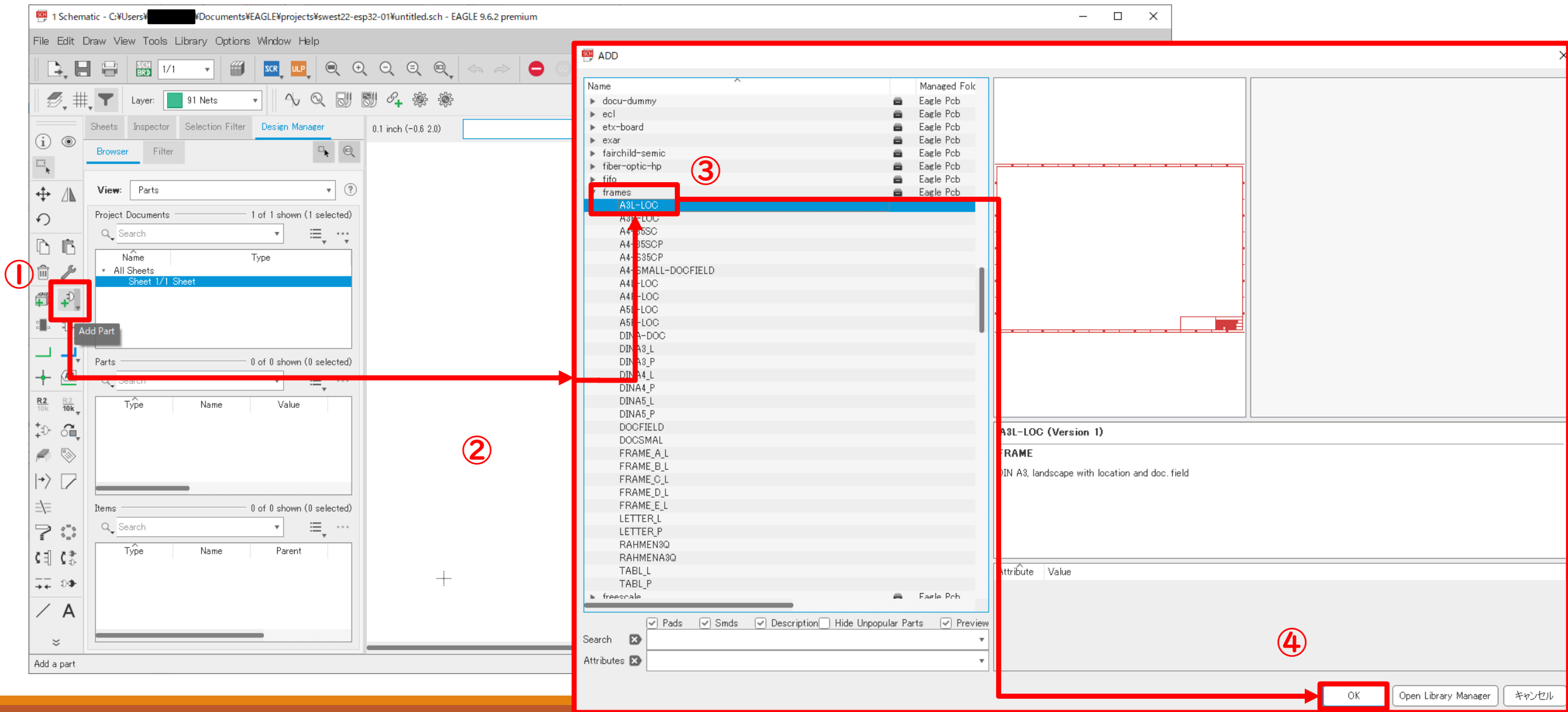


プロジェクト名：swest22-esp32-01

1-2 新規回路図作成

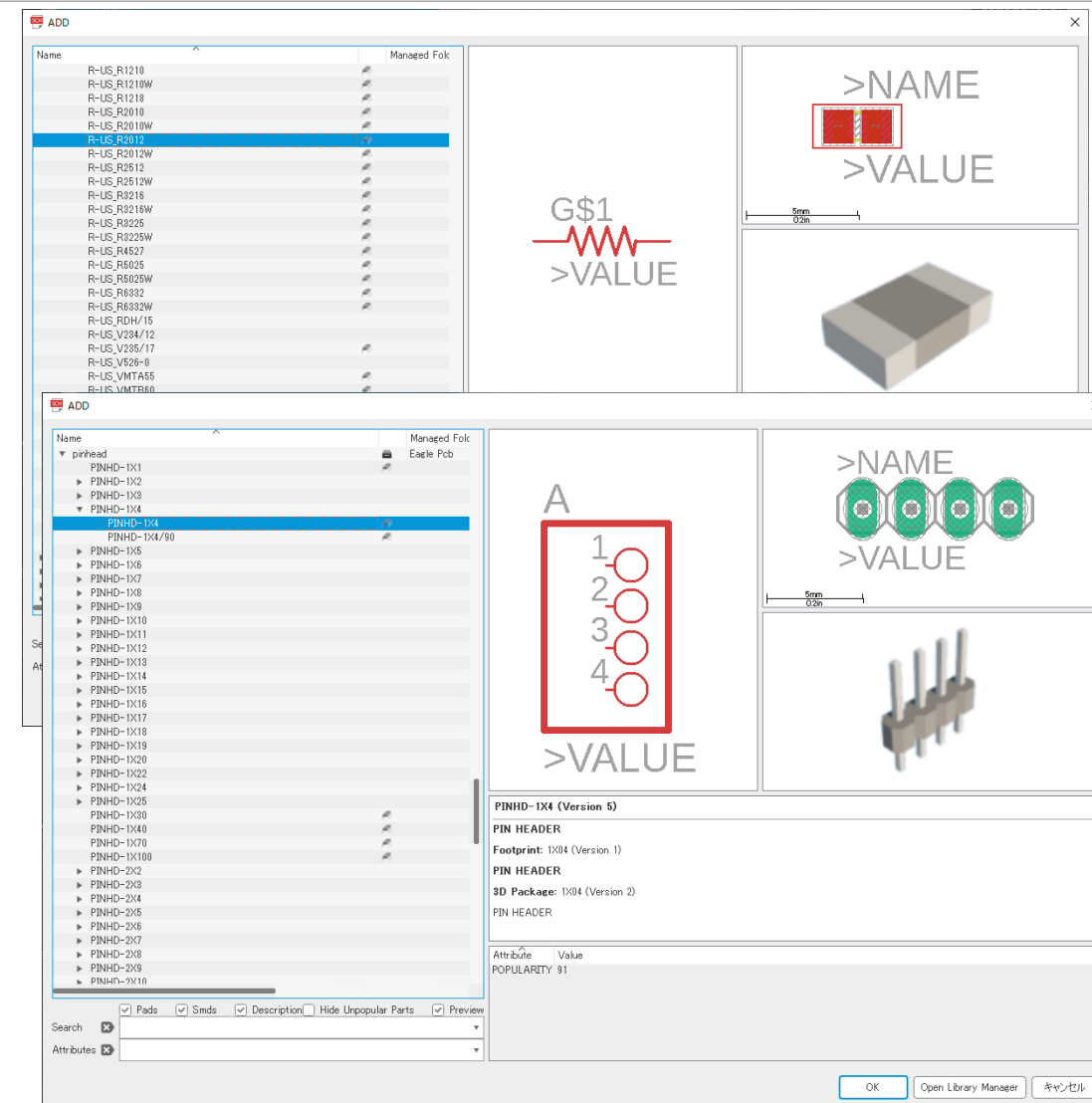


1-3-1 回路部品を配置

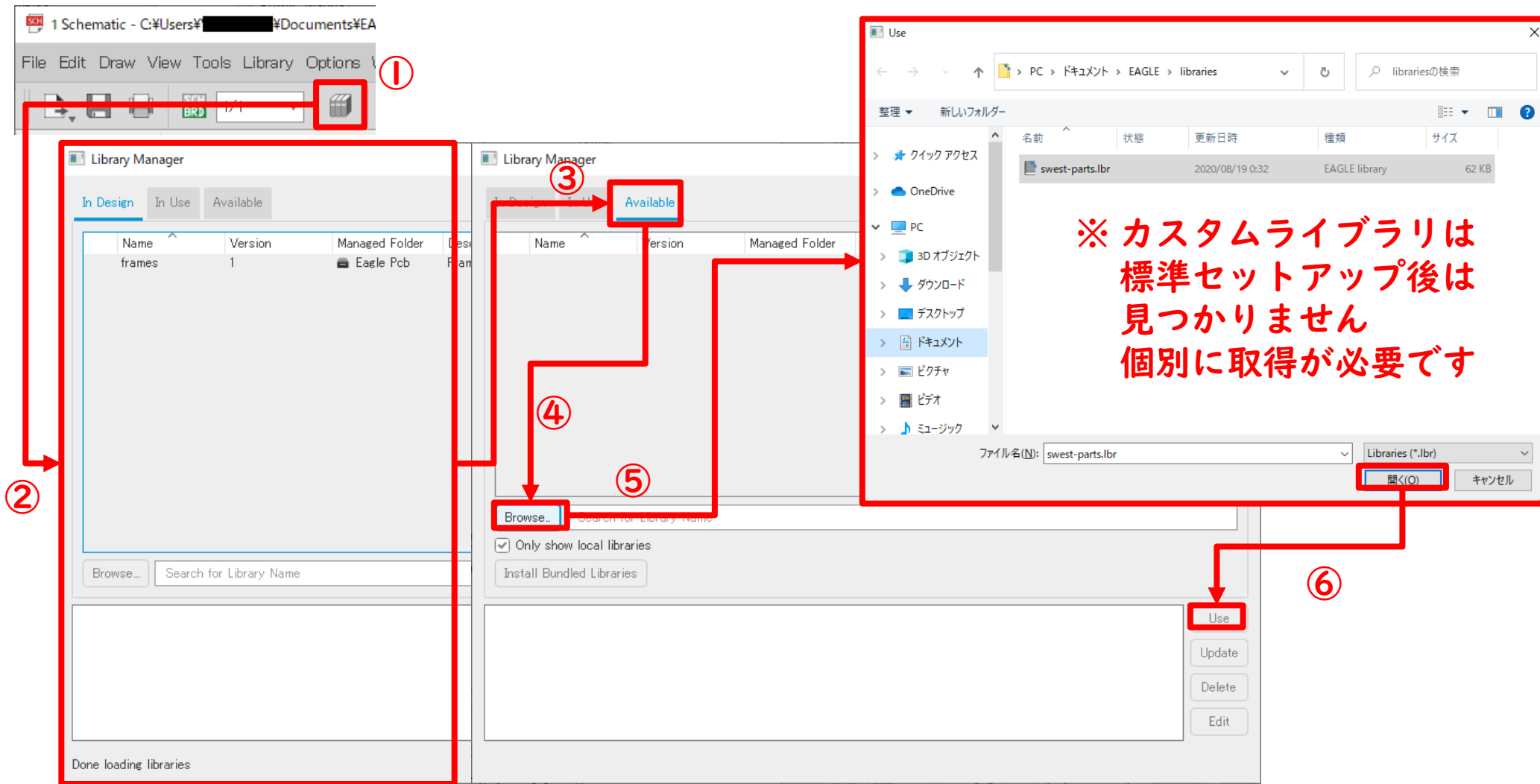


1-3-2 主な標準ライブラリと部品

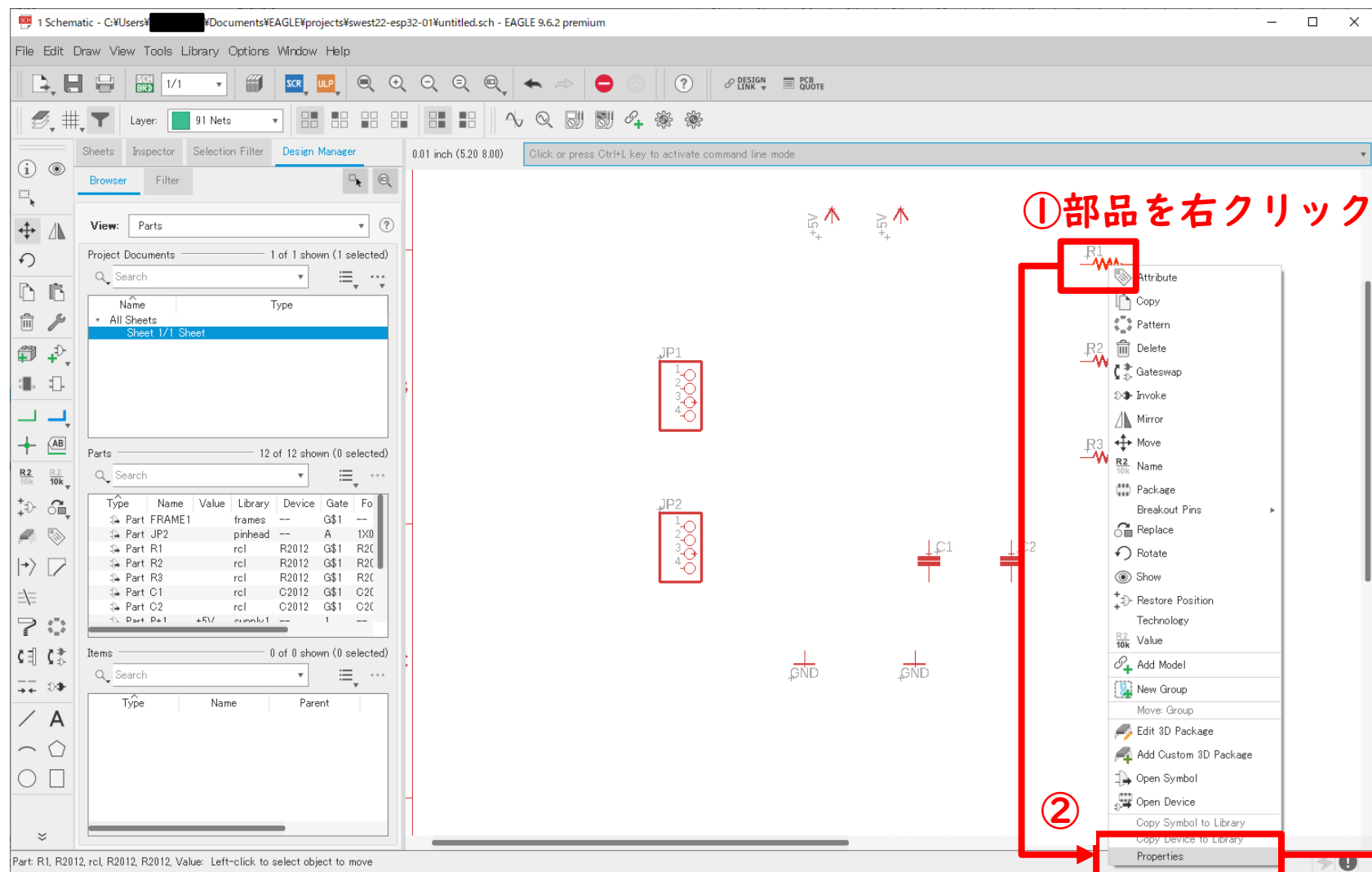
- con-xxxxx : 各種コネクタ
- frames : 各種回路図面枠
ex) A3L-LOC : A3横図面枠
- rcl、resister : 各種抵抗、コンデンサ、コイル
ex) R-US_R2012 : チップ抵抗(2012)
- pinhead : 各種ピンヘッダー
ex) PINHD-1x4 : 4pin縦型ピンヘッダ
- supply1、supply2 : 各種電源記号、GND記号
ex) +5V、GND : 5V電源、GND



1-3-3 カスタムライブラリの追加



1-4 部品の情報設定



Properties

Part

Name R1

Position 5.2 8

Gate G\$1 (R-US)

Angle 0

☐ Mirror

Device R-US_R2012 (R-US_) (Version 22)

Footprint R2012 (Version 1)

3D Package R2012 (Version 2)

Library rcl (Version 11)

Value

Description RESISTOR, American symbol

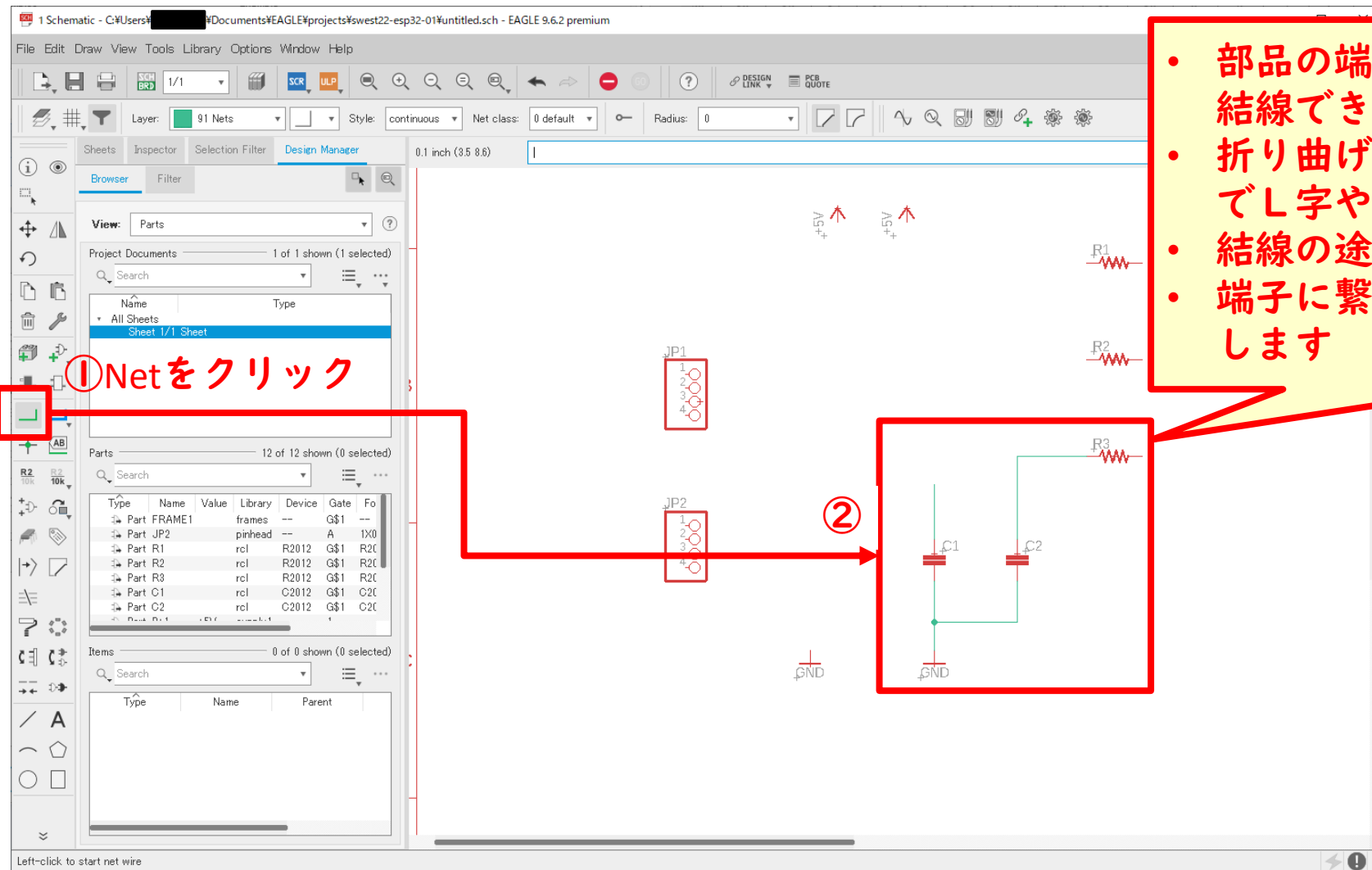
Attributes

Name	Value
SPICEPREFIX	R
POPULARITY	0

OK キャンセル Apply

部品種類ごとに設定可能な項目は異なります













1-5 結線



- 部品の端子どうしをクリックすることで結線できます
- 折り曲げたいところでクリックすることでL字やコの字の結線も出来ます
- 結線の途中に繋ぐこともできます
- 端子に繋がないときは、ダブルクリックします

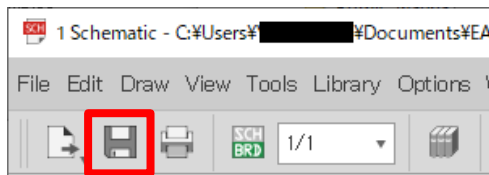
1-6 その他

頻繁に使う機能一覧

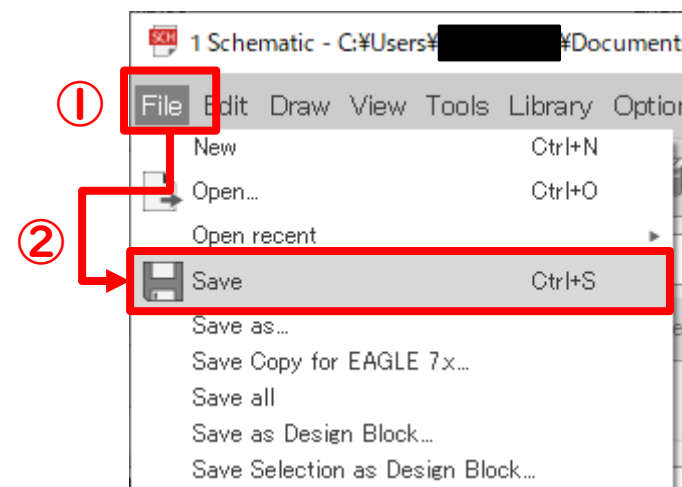
機能	アイコン	機能概略
編集		部品や結線の移動
		部品の左右反転
		部品や結線の左90度回転
		コピー：選択した部品や配線などをコピー
		ペースト：選択した部品や配線などを貼り付け
		削除：選択した部品や配線などを削除
部品選択		部品の選択
		回路ブロックの選択
結線		結線
		ラベル付け
部品情報		Nameの編集
		Valueの編集

1-7 回路図の保存

一通り、回路図が描けたところで、
図面を保存しましょう



もしくは



1. EAGLEで回路図まとめ

新規プロジェクト作成～回路図作成

- 図面枠の配置
 - ※ 図面枠はしっかり活用しよう！
- 使用する部品の選択 & 配置
 - ※ P板の完成時の部品配置に近づけるといいよ！
 - ※ 部品同士はあまり近づけないで！
 - ※ 電源とGNDもパーツで配置しよう！
(ライブラリのメンテは省略します)
- 部品情報の設定
 - ※ NameとValueはちゃんと設定しよう！
- 回路の結線
 - ※ 出来るだけ綺麗に繋ごう！

2. 本番回路図の作成

今回のプリント基板用にカスタムライブラリを準備しています。

以下のURLからダウンロードして、カスタムライブラリの追加を行って下さい。

<https://1drv.ms/u/s!AkLB2eZss6Ssqg-VmehpbjdQQke8GDA?e=T2fZUX>

続いて、今回のハンズオンセッションの時間内に回路図を全て描くことは時間的に難しいです。

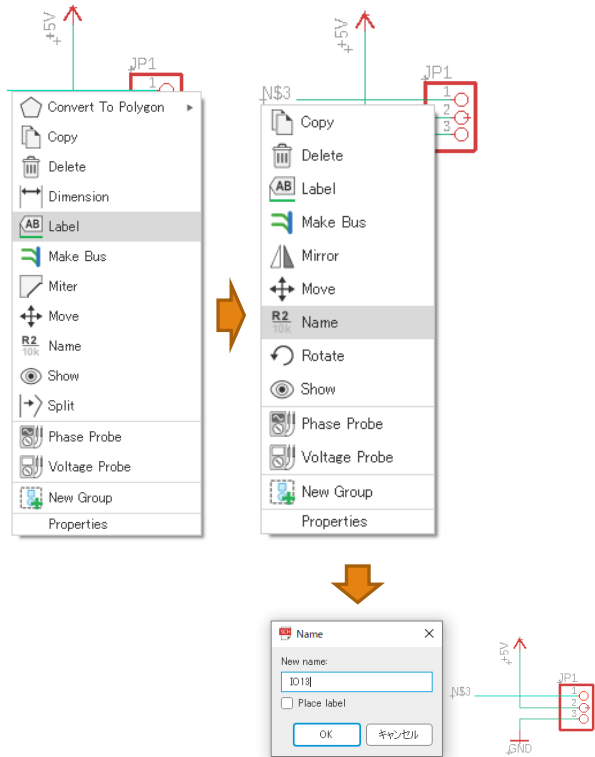
従いESP32 DevKitC相当の回路部分を作成済みのプロジェクトを事前に準備しました。

以下のURLからダウンロードして、残りの回路部分を描いてみて下さい。

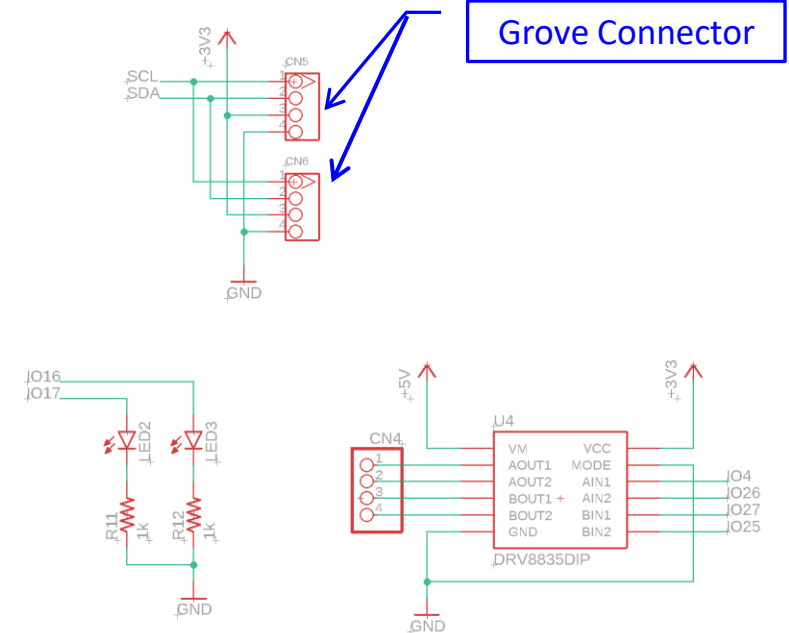
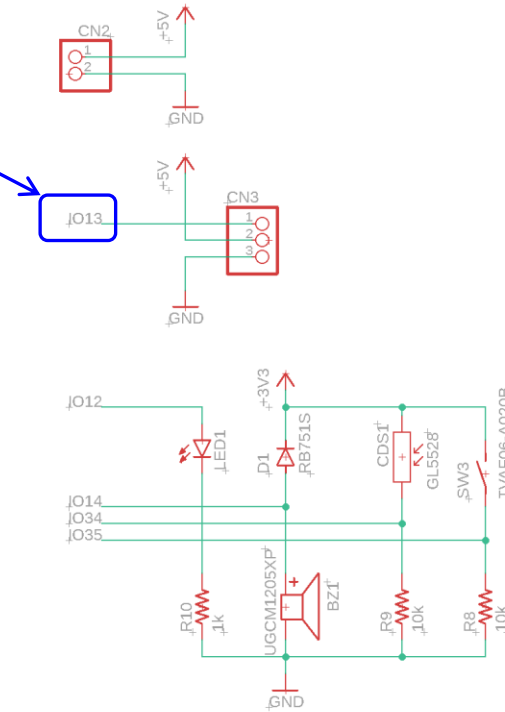
<https://1drv.ms/u/s!AkLB2eZss6Ssqg-Vpr65C0hoc3jEsiw?e=HpFxBv>

※) 上記データのダウンロードは、2020/8/31で終了しました。
必要な方は、個別に連絡下さい。

2-1 追加して描く回路部分



結線(Net)の端点についている文字列は「ラベル(Label)」です



質疑応答 & 休憩



3. EAGLEでプリント基板(P板)その1

P板外形作成～部品配置～パターン設計

- 回路図からP板図を作成
- P板外形を編集
- 部品をP板内部に配置
- パターンの自動配線 & 手修正
- 回路チェックと配線チェック

3-1 回路図からP板図を作成

1 Schematic - C:\Users\... Documents\EAGLE\projects\swest22-esp32-02\swest_esp32-02.brd

2 Board - C:\Users\... Documents\EAGLE\projects\swest22-esp32-03\swest_esp32-03.brd - EAGLE 9.6.2 premium

Warning: The board C:\Users\... Documents\EAGLE\projects\swest22-esp32-02\swest_esp32-02.brd does not exist. Create from schematic?

① SCH BRD button

② はい(Y) button

③ Resulting board layout

Types: Airwire, Attribute, Circle, Device, Dimension, Frame, Group, Hole, Line

Layers: <All>, <Preset_Bottom>, <Preset_Standard>, <Preset_Top>

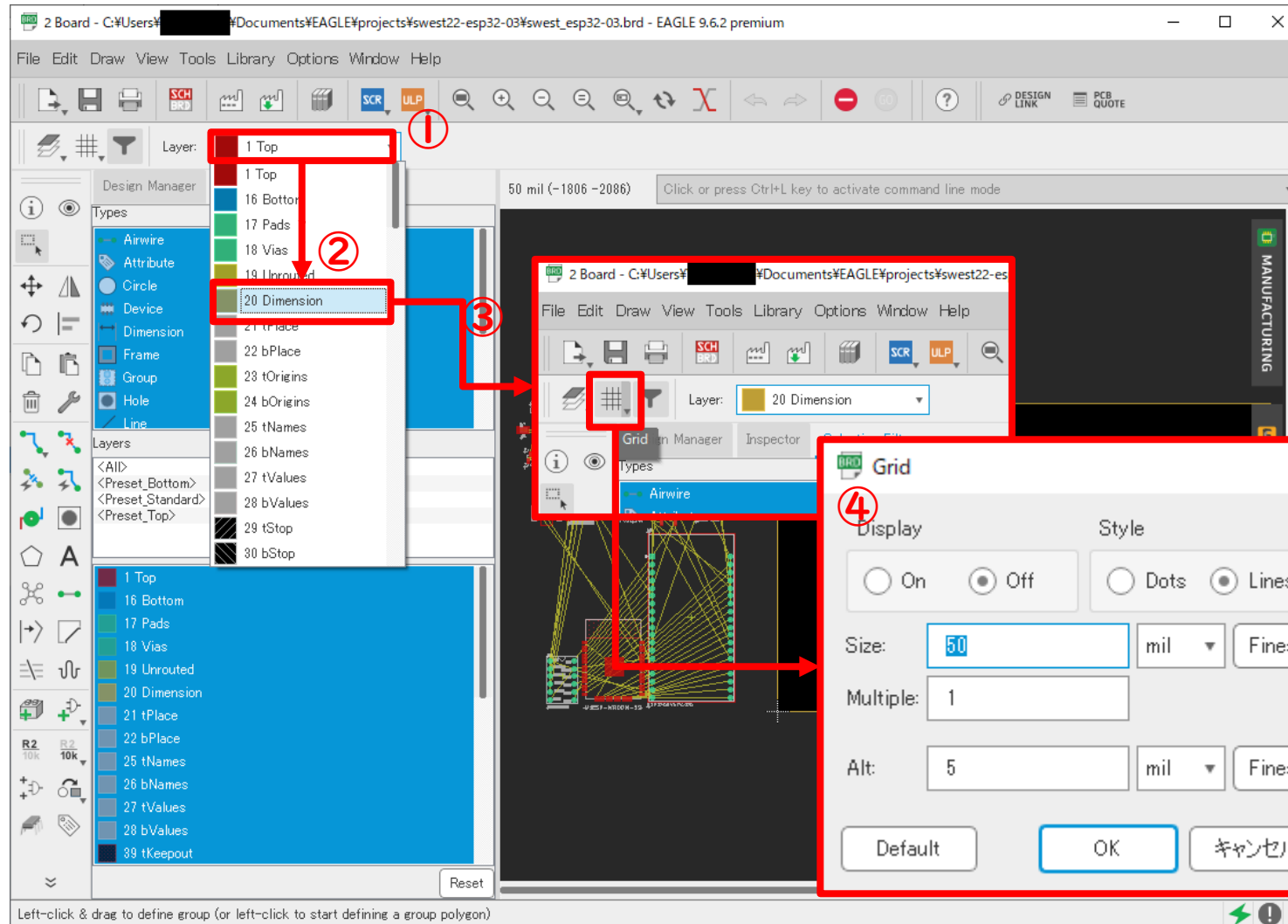
1 Top, 16 Bottom, 17 Pads, 18 Vias, 19 Unrouted, 20 Dimension, 21 tPlace, 22 bPlace, 25 tNames, 26 bNames, 27 tValues, 28 bValues, 39 tKeepout

Left-click & drag to define group (or left-click to start defining a group polygon)

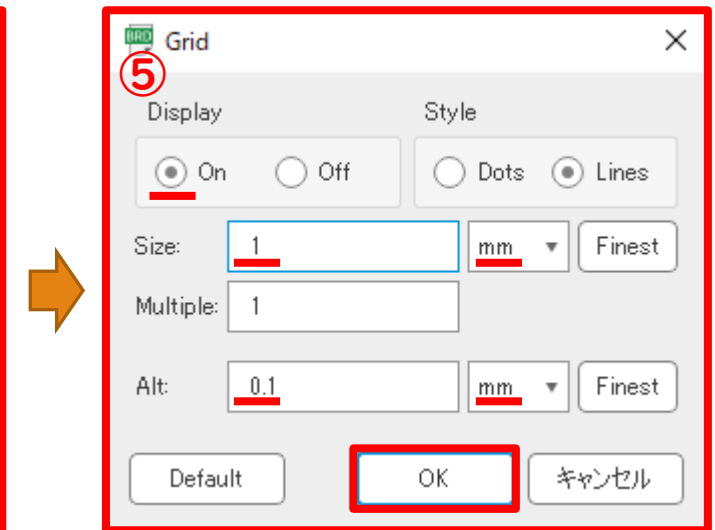
MANUFACTURING, FUSION 360, FUSION TEAM

ボタンクリックひとつで、
P板図が出来上がります。
また、回路図上の部品も
結線情報付きで全て仮置きされます。

3-1-1 P板外形を編集(基本設定)















- 描画のレイヤーを外形用レイヤー (20 Dimension)に変更します
- Gridの設定を行いグリッドラインのサイズを設定し、表示をONにします(描画の範囲に合わせて都度設定を調整します)



3-1-2 P板外形を編集

頻繁に使う機能一覧

機能	アイコン	機能概略
編集		部品やパターン・外形線などの移動
		部品やパターン・外形線などの左右反転
		部品やパターン・外形線などの左90度回転
		削除：選択した部品やパターンなどを削除
外形線編集		直線(連続直線)の描画
		円の描画
		長方形の描画
		縁故の描画
結線		パターンの配線
		自動配線
その他		寸法線の描画
		配線チェック

3-2 P板外形を編集

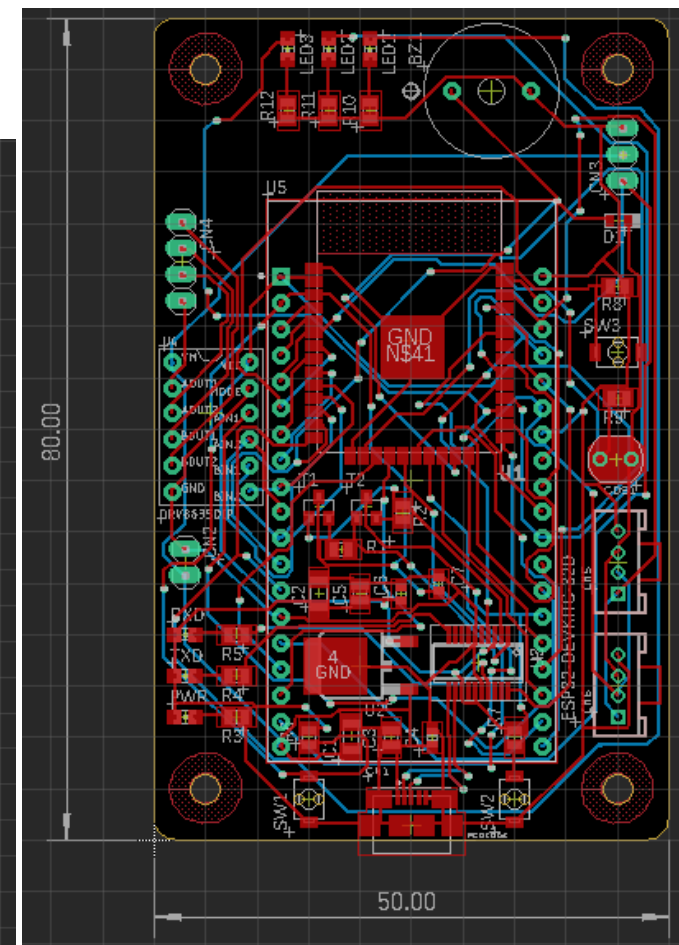
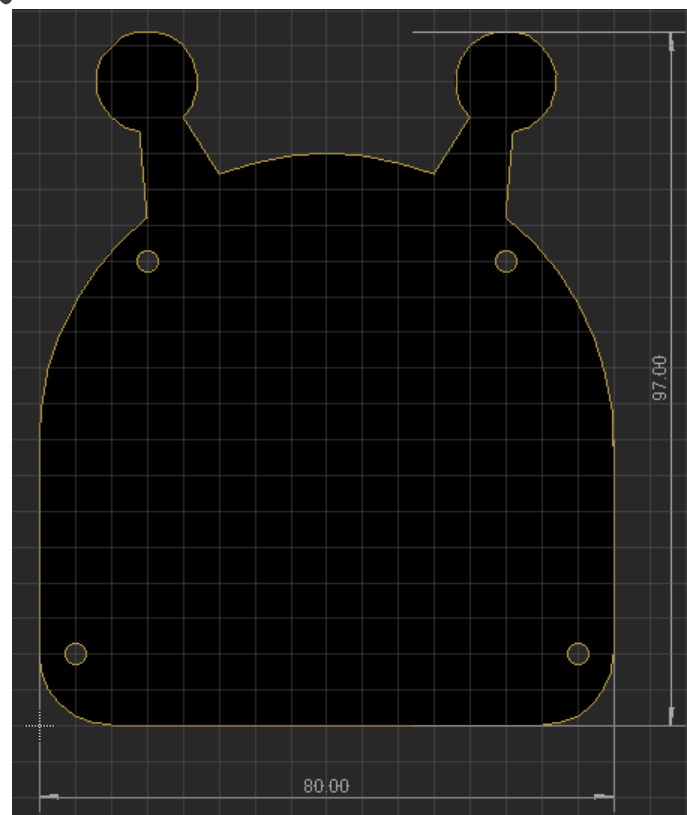
右のP板は配線まで完成させてみた事例です。

今回の回路部品の載せるには、
大体 $80\text{mm} \times 50\text{mm} = 4000\text{mm}^2$ 程度のサイズがあれば配線できるようです。

このサイズを目安に自由な外形形状のP板を描いてみましょう。

なお、EAGLEのフリー版で作成できるP板の最大サイズは、 $100\text{mm} \times 160\text{mm}$ です。

P板の外形はルーター加工で製造するため非常に柔軟な形状にすることが出来ます。



3-3 部品をP板内部に配置

P板外部に仮配置されている部品をP板内部に移動させて配置していきます。

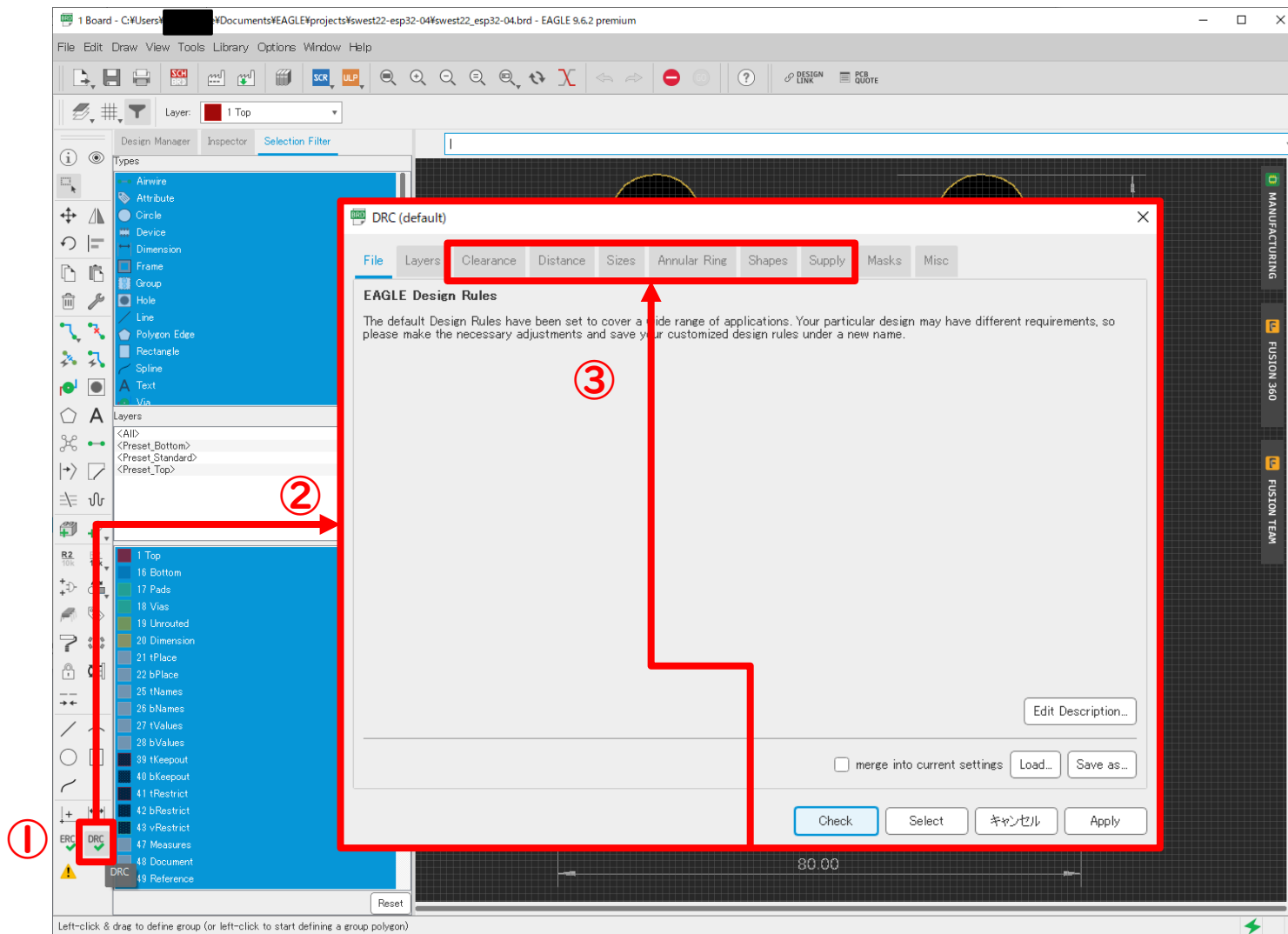
配置する場合に回路の結線(Net)が長くなならないように並べていきます。

P板のサイズに余裕があると、比較的に楽に配置できます。

部品だけでなく、「Name」も部品の下に隠れたり重なったりしないように配置します。

回路図で設定した「Value」はP板では不要なので、削除してOKです。

3-4-1 パターンの自動配線(事前設定)



パターンの自動配線を行うには、まず配線のルールを設定します。

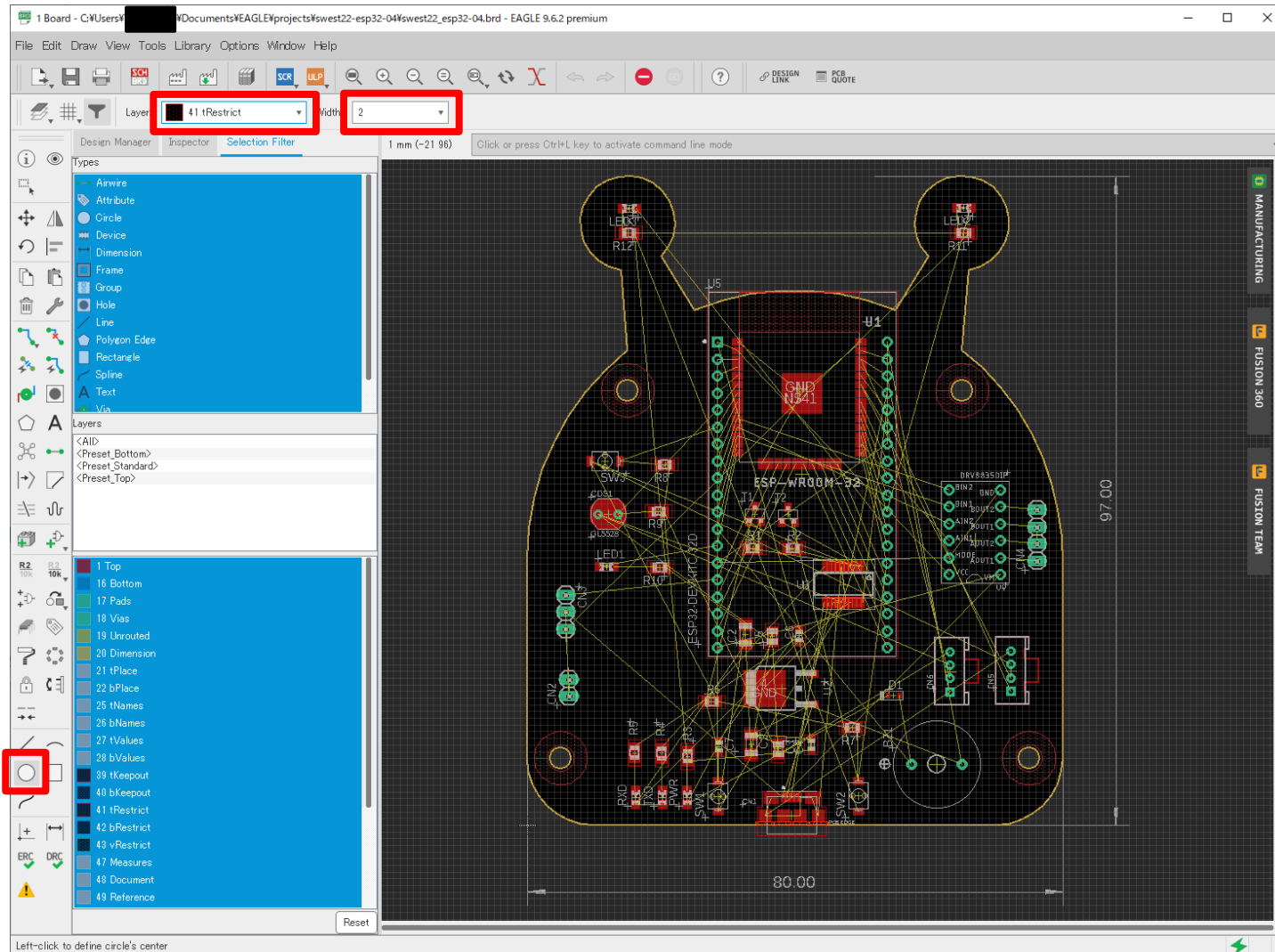
ルール設定は配線チェック(DRC)の機能と同じダイアログで行います。

デフォルトのままでもOKです。

しかしデフォルトではパターンの幅やギャップが**6mil \div 0.15mm**なので、少しでも広めにしておくことを推奨します。

推奨値：10mil～20mil

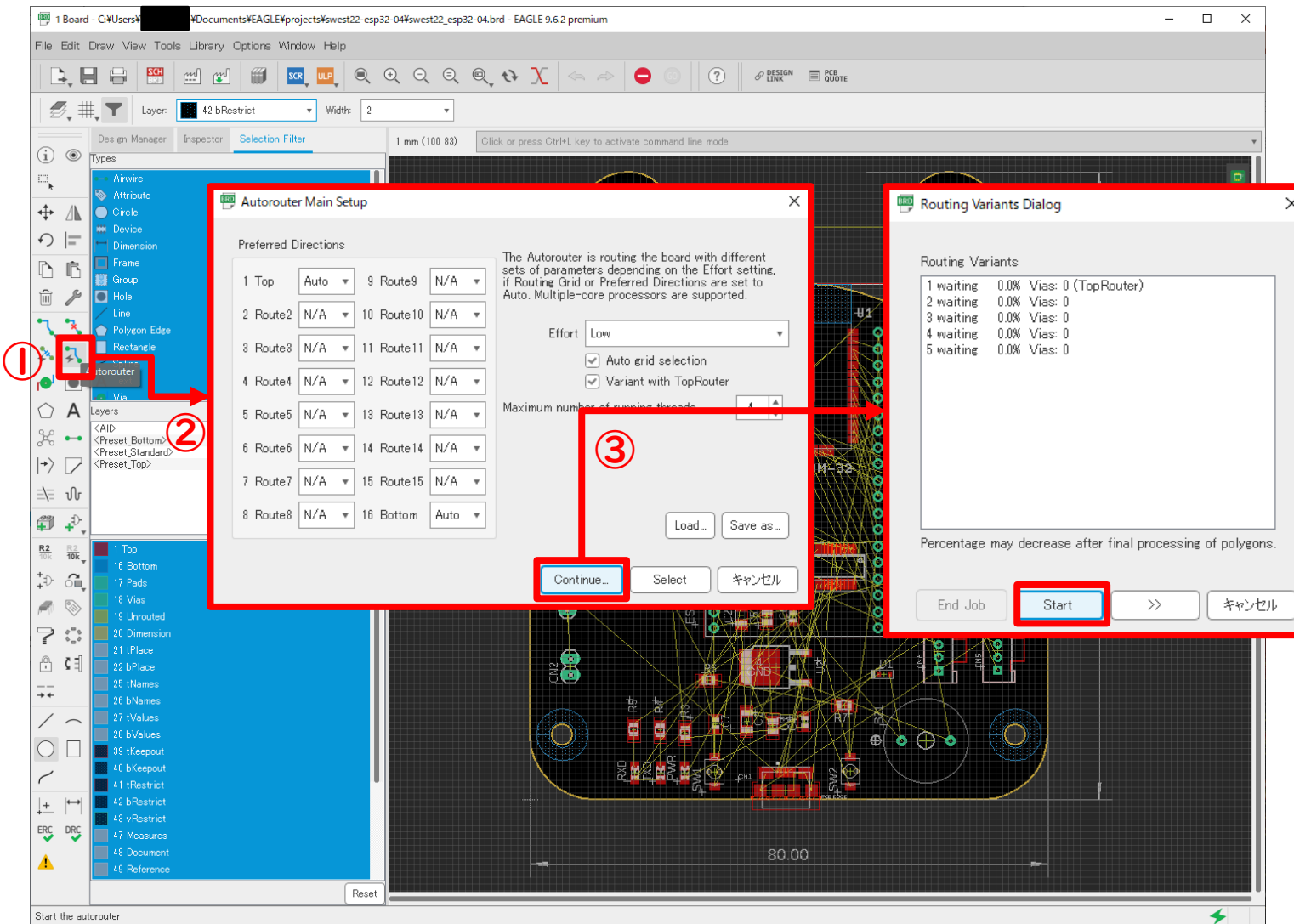
3-4-2 パターンの自動配線(配線禁止エリア設定)



ビス締め穴などがある場合、ビスによる配線ショートが発生しないように、ビス穴の周りに配線禁止エリアを設定します。

配線禁止エリア設定には、レイヤーを
部品面：41 tRestrict
はんだ面：42 bRestrict
に変更した上で。外形線と同じように描きます。


3-4-2 パターンの自動配線と手修正



Autorouterの機能で、パターンの自動配線を行います。

1回で100%に達しないときは、Autorouterを繰り返すことで、自動配線率が向上する場合があります。

繰り返しても配線率が向上しない場合は、配線を手動で修正して完成させます。

すべて配線が完了したら、DRC()機能でチェックし、エラーがないことを確認して**完成**です。

3. EAGLEでプリント基板(P板)その1まとめ

P板外形作成～部品配置～パターン設計

- 回路図からP板図を作成
 - ※ 部品と回路結線が自動で連携できます！
- P板外形を編集、部品をP板内部に配置
 - ※ 寸法単位(mmとinch)に注意し、グリッドサイズを使い分けます！
- パターンの自動配線&手修正
 - ※ 自動配線用のパラメータを設定しよう！
- 回路チェックと配線チェック

4. EAGLEでプリント基板(P板)その2

P板発注用のガーバーデータ作成

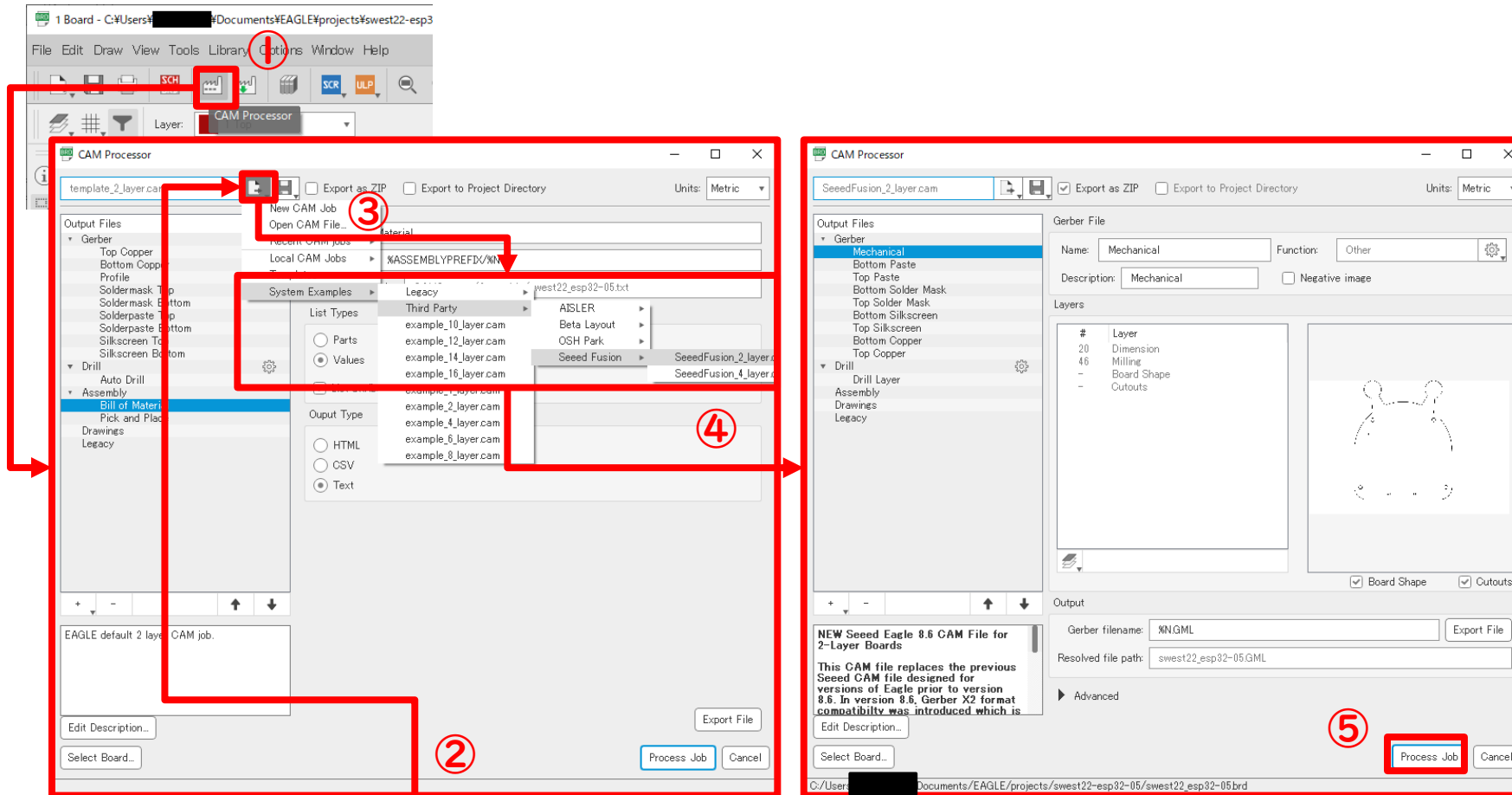
- P板発注用のガーバーデータの作成
- ガーバーデータのチェック
- ~~◦ Fusion 360と連携させ、3Dモデルで確認~~
- Fusion 360でのP板設計簡易デモ

4-1 P板発注用のガーバーデータの作成

P板の発注先は、Seed Fusion PCBとして、ガーバーデータを作成します。

Seed Fusion PCBは、P板製造において安く早くでき、さらにオンライン発注の出来るメーカーです。

また、Autodesk EAGLEには、Seed Fusion PCB用のガーバーデータ作成パラメータなどが標準で設定されています。



4-2 ガーバーデータのチェック

ガーバーデータのチェックは、発注先の Seeed Fusion PCB のサイトにガーバーデータをアップロードし、ガーバービューワで確認を行います。

◦ https://www.fusionpcb.jp/fusion_pcb.html

The screenshot shows the Seeed Fusion PCB website interface. The main navigation bar includes the Seeed logo and a link to '初めてご利用のお客様はこちら' (For first-time users). Below this, there's a section for '製造サービス' (Manufacturing Service) with a red box highlighting the 'ガーバーファイルを追加' (Add Gerber file) button. The interface also displays various PCB specifications and pricing details.

製造サービス

ガーバーファイルを追加

zipファイルの容量は100MB以内

ガーバーファイルの生成方法
パラメータを満たさない場合、プレミアムサービスをご利用ください
特別な要求がある場合は、ガーバーデータに記入しなく直接カスタマーサポートまでご連絡ください。

材質: FR-4 TG130, アルミ基板, フレキシブル基板

層数: 一層, 二層, 四層, 六層

寸法: 100 * 100 (単位: mm)

製造枚数: 10

異種面付けの種類: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

板厚: 0.60, 0.80, 1.00, 1.20, 1.60, 2.00, 2.50 (単位: mm)

レジスト色: 緑, 赤, 黄, 青, 白, 黒, 黒(つや消し)

基板の表面処理: HASL (有鉛半田レベラー), HASL Lead Free (鉛フリー半田レベラー)

ENIG (無電解ニッケル置換金メッキ), OSP (プリフラックス)

基板製造の費用 USD\$4.90

材質	FR-4
層数	二層
寸法	100mm * 100mm
製造枚数	10
異種面付けの種類	1
板厚	1.60mm
レジスト色	緑
基板の表面処理	HASL (有鉛半田レベラー)
最小ソルダレジストダムの幅	0.4mm↑
銅箔厚	1oz
最小穴径	0.3mm
最小パターン幅/パターン間隔	6/6 mil
ブラインドビア	なし
端面スルーホール	なし
インピーダンス制御	なし
合計	USD\$4.90
参考価格 (日本円)	¥518.78
生産時間	3 ~ 4 営業日
重量	0.32kg

カートに追加

EAGLEでプリント基板(P板)その2

P板発注用のガーバーデータ作成

- P板発注メーカーの決定とガーバーデータの作成
 - ※ いくつかのメジャーなP板メーカーは組み込まれています！
- ガーバーデータのチェック
 - ※ 発注前にガーバービューワーを使ってチェックしよう！
- ~~○ Fusion 360と連携させ、3Dモデルで確認~~
 - ~~※ 部品に3Dデータがあると、実装済み状態を確認できます！~~

Fusion 360でP板設計簡易デモ

最後にFusion 360で
簡易デモを実施します！

Fin

ご清聴ご参加ありがとうございました！

補足

EAGLE用の電子部品ライブラリは各メーカーや有志によりいろいろ整備されています。

これらを活用することで、簡単にP板の設計を行うことができます。

また、現在Autodesk EAGLEは、Fusion 360に内包されました。

これにより、P板設計だけでなく、3Dモデルまでの設計が容易になっています。