

自作キーボード班 活動報告書

2019年8月8日

青木 雅典^{*1} 伊藤 聡子^{*2} 玄元 奏^{*3}
野崎 弘晃^{*4} 藤原 浩一^{*5} 山岡 聖弥^{*6}
吉田 享平^{*7} 芹澤 拓也^{*8} 西見 元希^{*9}
廣田 公大朗^{*10} 芹澤 拓也^{*11} 阿部 竜也^{*12}

*1 理工学部 電子情報工学科 3 回生

*2 情報理工学部 情報理工学科 知能情報コース 三回生

*3 情報理工学部 情報理工学科 実世界情報コース 三回生

*4 情報理工学部 情報理工学科 知能情報コース 三回生

*5 情報理工学部 情報理工学科 セキュリティ・ネットワークコース 三回生

*6 情報理工学部 情報理工学科 画像・音メディアコース 三回生

*7 情報理工学部 情報理工学科 実世界情報コース 三回生

*8 情報理工学部 システム・アーキテクトコース 二回生

*9 情報理工学部 情報理工学科 セキュリティ・ネットワークコース 二回生

*10 情報理工学部 情報理工学科 セキュリティ・ネットワークコース 二回生

*11 情報理工学部 システム・アーキテクトコース 二回生

*12 情報理工学部 情報理工学科 一回生

目次

1	はじめに	3
2	キーボードの歴史	3
2.1	概要	3
3	キースイッチについて	4
3.1	概要	4
4	KiCad の学習	6
4.1	導入	6
4.2	プロジェクト作成	6
4.3	基板設計	6
4.4	フットプリントの関連付け	10
4.5	ネットリスト作成	10
4.6	製造ファイルの生成	10
5	班員が制作したキーボード	11
6	おわりに	12

1 はじめに

文責:玄元 奏

本プロジェクトでは、実際にキーボードに触れて、そのインタフェースを学び、得られたものを元に作成するという理念の下、活動を行った。

第1,2週はコンピュータと人間を繋ぐインタフェースとして、キーボードの歴史について学んだ。実際に代表的なキーボードである、Apple Keyboard や PC-9801V などのキーボードに触れ、それぞれの構造やコネクタ、押下圧のかかり具合についての理解を深めた。

第3,4週はキースイッチの種類や主要な製造元について学んだ。最終的には基板を設計して自作のキーボードを作成するため、打鍵感などを元に個人個人の好みのメカニカルキースイッチを選好した。

第5週以降は、プロジェクトリーダー主導の下、オープンソースのプリント基板設計 CAD である KiCad の操作方法を学び、各々が自分の設計したいキーボードに応じた回路図と基板を設計した。

2 キーボードの歴史

文責:西見 元希, 伊藤 聡子

2.1 概要

キーボードとは

コンピューターをはじめとする電子機器と人間を繋ぐインターフェースのことである。構造には一体型と組み合わせ型が存在、一体型は量産に適しており、組み合わせは個人レベルでの制作に向く。一体型にはメンブレン方式、静電容量方式、座屈バネ方式があり、メンブレン方式は安価に製造できる代わりにキーを押下した際のフィードバックが非常に小さい。また、静電容量方式は文字通り静電容量の変化でキー入力を検知する方式で、耐久性やキータッチを高められるが高価になる傾向がある。そして、座屈バネ方式はキーに内蔵したスプリングを座屈させることで明確なクリック感を出す機構であり、このクリック感の由来は IBM が特許を取った際に力学的に議論されている。最後に、組み合わせ型はメカニカルスイッチという機構を用いる。これはキーの数だけ独立したキースイッチユニットを内蔵するというもので、コストはメンブレン方式に劣るが独特の打鍵感が人気を得ている。

インターフェースとは

コンピューターと周辺機器の接続を行うための規格や仕様、またはユーザーがコンピューターなどを利用するための操作方法や概念のことである。

コネクタ

時代とともにコネクタの形態は変化を繰り返している。この項目では、各時代で代表的なコネクタについて紹介する。

RJ10 Registered Jack の略。米連邦通信委員会に登録されたもののことを言う。

DSUB D-subminiature の略。9 ピンの DE-9 コネクタは、日本国内向けの独自規格機で採用されていた。

DIN9P ドイツ工業品標準規格 (DIN) によって規格化されたコネクタの一つ。PC-98 のマウスのコネクタに採用されていた。

PS/2 ミニ DIN6P コネクタの形状を採用した PC の入出力ポートのコネクタの一種。この名前は、IBM PS/2 で採用されたことに由来する。

USB Universal Serial Bus の略。ホスト機器に周辺機器を接続するためのバス規格の 1 つである。コンパック、DEC、IBM、Intel、MS、NEC、ノートルネットワークスの 7 社が合同で 1994 年に開発、USB1.0 は 1996 年に登場した。現在は Apple、HP、Intel、MS、Renesas、STmicro の 6 社が主導の USB-IF が策定・管理を行っている。

キーボード本体

続いて、各時代で人気を得たキーボード本体について紹介する。

IBM 1981 年に発売された IBM PC は OS に MS-DOS、CPU にインテルを採用しており現代的な意味における PC の原点ともいえるものとなった。このときに付属した鍵盤に採用されたのが当時 IBM が特許を取得していた座屈バネ機構の鍵盤であり、長年に渡り大きな支持を得ることとなった。

Apple 1977 年に登場した Apple II は世界で初めて個人向けに完成品として大量生産・販売された PC であり、1993 年までの 17 年間で 500 万台が生産されるという莫大なヒットとなった。1984 年に登場した Macintosh は今の Mac シリーズの原型となる製品で、従来式の CUI ではなく GUI とマウスを採用した革命的な PC だった。

PC98 NEC が発売した PC シリーズの略称。初期はメカニカルスイッチだったが晩期はメンブレン方式のものである。

大量生産型 それまでのこだわりを持って作られてきた座屈バネ方式などのキーボードは PC の大衆化・低価格化の流れによって市場から消えていき、製造コストの小さいゴム腕機構のメンブレン方式が主流となった。

3 キースイッチについて

文責: 廣田 公大朗

3.1 概要

キースイッチとは、ユーザの入力により電気信号を発する機械部分のことであり、キーの重さやクリック感は様々な種類が存在する。ここでは、自作キーボードで使用するスイッチについての特徴を述べる。

種類

キーボードにおけるスイッチには、主に以下のような種類が存在する。

- メカニカル
- 静電容量無接点
- メンブレン
- パンタグラフ

ただし、自作キーボードにおいてはメカニカルを使うのでその他のキースイッチについては省略する。

スイッチの構造

キースイッチは、スイッチ本体にキーキャップを取り付ける構造となっている。スイッチ本体の主軸部分を押し下ると、内部の金属接点同士が接触することで信号が流れる。

メカニカルキースイッチ

メカニカルキースイッチには、主に以下のような種類が存在する。

- Cherry MX
- MX 互換
- ALPS
- ALPS 互換
- ロープロファイル

Cherry MX

Cherry 社 (ドイツ) が開発したスイッチ。Cherry MX の特許が失効したため、様々な互換品が製造されている

ALPS

アルプス電気株式会社 (日本) が開発したスイッチ。80~90年代はほとんどのキーボードに採用されていたほどであるが、現在は生産が終了し入手困難である。現在は互換品の Matias が代表的である。

打鍵感の種類

メカニカルスイッチには、それぞれ異なる打鍵感が存在し、それらは以下のように区別される。

Clicky クリック感があり、カチッと音がする

Linear キーを押した分だけ押し下に必要な力が大きくなる

Tactile 作動点で押し下圧が重くなることでクリック感を作り出している

押し下圧

キーの重さ、打鍵感を軸の色で識別している。代表的な3種類を以下に示す。

青軸 Clicky でカチャカチャと音がする。押し下圧は 60cN (100cN=1N)

茶軸 Linear タイプで静かなタイピングが可能。押し下圧は 55cN

赤軸 小さな力でタイプできるため手が疲れにくく、タイプ音も静か。押下圧は 45cN
メーカーによって打鍵感が微妙に異なり、スイッチ選定の際は様々なスイッチを試し打ちすることが推奨される。ただし、最終的な打ちやすさは完成したキーボードを打ってみないとわからない。

4 KiCad の学習

文責:山岡 聖弥, 阿部 竜也

本プロジェクトでは、基板の設計に KiCad を用いた。この章では KiCad の利用方法を示す。

4.1 導入

ダウンロード・インストール

KiCad 公式サイト [2] からダウンロードできる。KiCad の主な対応環境は、以下の通りである。

- Windows
- macOS
- Linux
- Ubuntu (ppa)
- Debian (ppa)
- Fedora (dnf)
- Arch Linux (source build)

日本語化

デフォルト言語は英語となっているため、日本語化を行うと良い。kicad.jp [3] から日本語パッチを指定の場所に入れると、日本語化を行える。

4.2 プロジェクト作成

インストールした KiCad を起動し、図 1 のように新規プロジェクトの作成を行う。HOME ディレクトリに KiCad ディレクトリを作成し、KiCad ディレクトリ直下でプロジェクトを管理すると良い。

4.3 基板設計

KiCad を用いたプリント基板作成は、図 2 のように行う。



図 1 新規プロジェクト作成

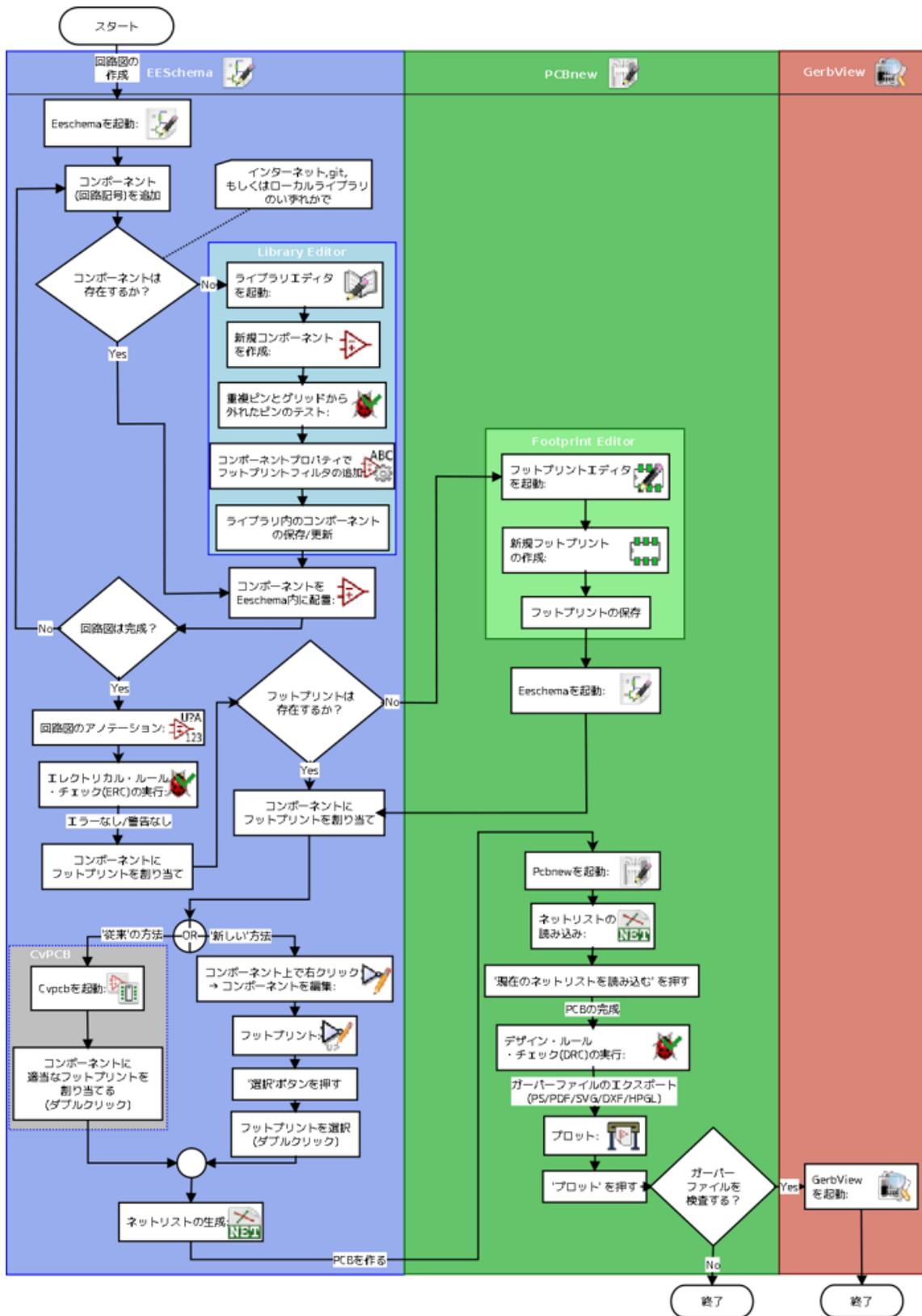


図 2 基板設計のプロ

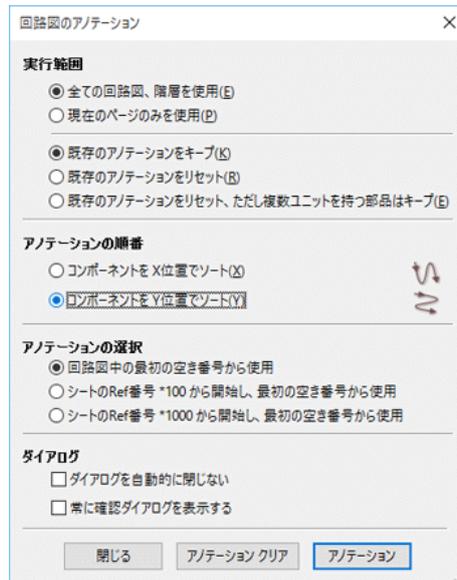


図 3 回路図のアノテーション

シンボル (部品) の配置

Eeshema を用いた回路設計を行う。以下の流れでシンボルの配置を行う。

1. 右メニューバー上から 3 番目でシンボルカーソルをクリックする。
2. 図面の何も無いところをクリックすると、シンボルパレットが出る。
3. 任意の部品を選択して図面に貼り付ける。

4.3.1 ホットキーリスト

操作したいオブジェクトにカーソルを合わせることで、ホットキーを使用することができる。" Ctrl+F1 " でホットキーリストが出る。

- " a " シンボルを追加
- " g " シンボルの移動
- " x " シンボルの x 軸回転
- " y " シンボルの y 軸回転
- " c " シンボル, ラベルの複製
- " p " 電源の追加
- " w " 配線の始点
- " q " 空き端子フラグの追加

4.3.2 シンボルアノテーション

図面内のシンボルに自動で部品番号を割り当てる (図 3)。

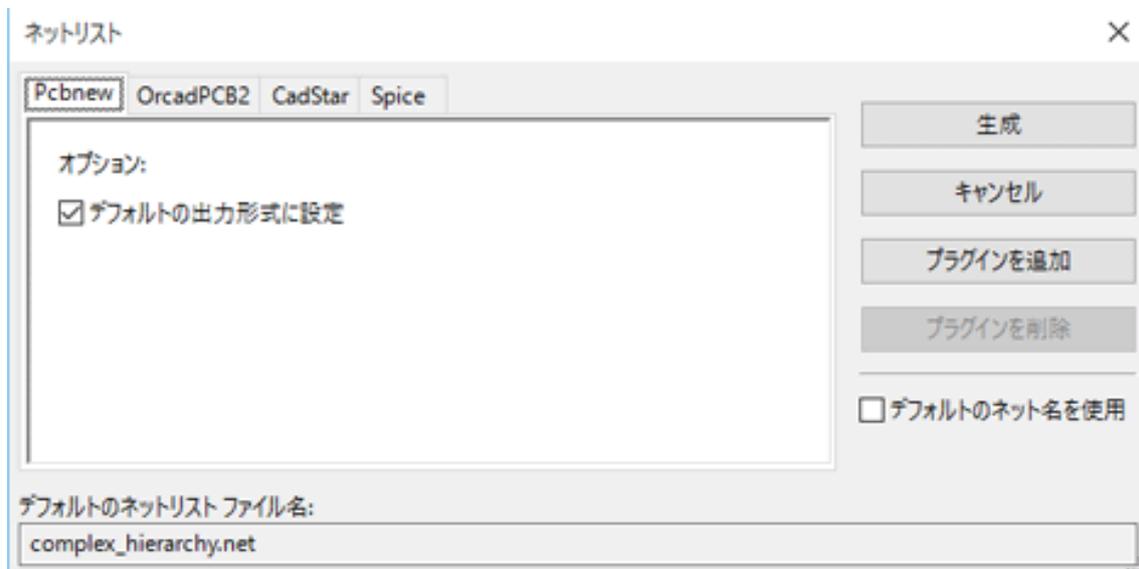


図 4 ネットリスト

4.3.3 ERC チェック (エラー検証)

未接続ピン, 出力ショートなど様々なエラーのチェックを行える。ERC を起動して実行すると, 自動でエラーの検証を行える。発生しているエラー全てを取り除いてから次のステップへ進む必要がある。

4.4 フットプリントの関連付け

シンボルに使用するパーツ情報を紐づける。テキストボックスに文字列を入力することで, フィルターをかけることが可能である。

4.5 ネットリスト作成

図 4 のウィンドウから, シンボル間の電氣的接続情報を作成する。

4.6 製造ファイルの生成

4.6.1 ガーバーファイルとドリルファイル

製造には, ガーバーファイルとドリルファイルが必要となる。

ガーバーファイルとは, プリント基板製造業者に発注する際に必要となるデータの一つで, プリント基板の配線データが記述されており, レイヤーごとに分離されている。

対してドリルファイルは, どの太さのドリルをどの位置で穴あけを行うかが記述されているファイルである。

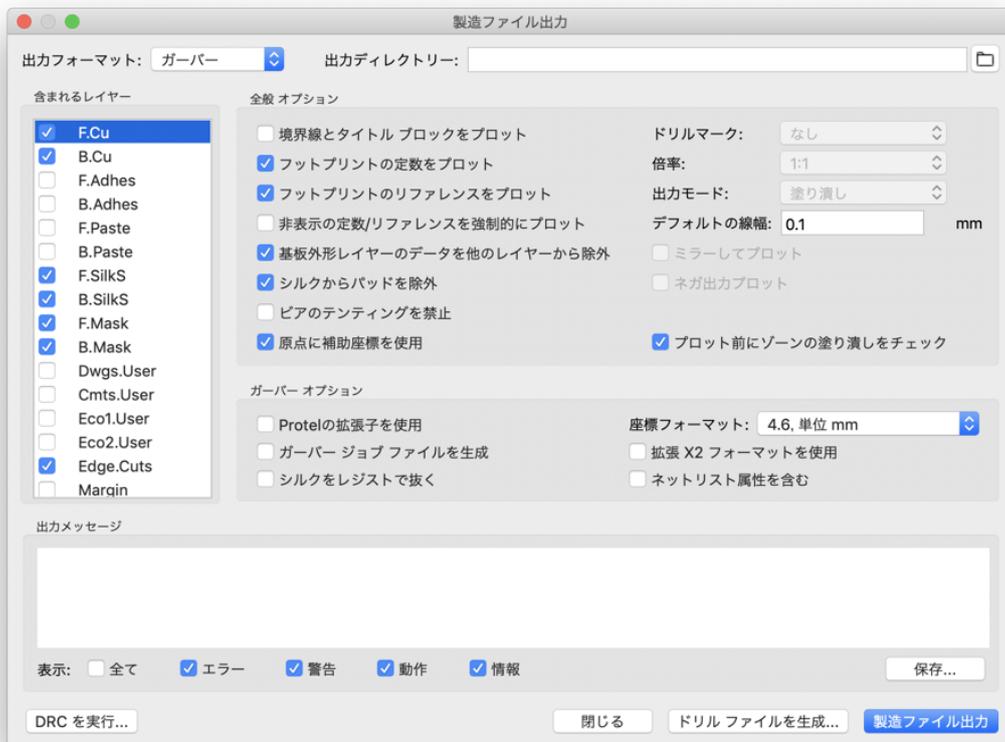


図 5 製造ファイル出力ウィンドウ

4.6.2 出力方法

PCB レイアウトエディタガーバーファイルから出力するには、ファイル プロット から製造ファイル出力ダイアログを開く(図 5)。

5 班員が制作したキーボード

文責:藤原 浩一

本プロジェクトでは前述した、プリント基盤設計 CAD である KiCad を用いて、班員ごとに作成したいキーボードの設計図と基板を設計した。

各自で制作するキーボードは、テンキーやゲームに特化したマクロキーを搭載したキーボードなどと自由とした。班員同士で KiCad を操作方法などのレクチャーを行い、班員は基盤設計を概ね完成することができた。以下の図 6, 7 は実際に班員が作成した基板図である。

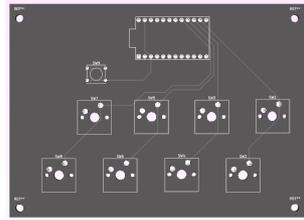


図 6 班員が作成したキーボード基板（表）

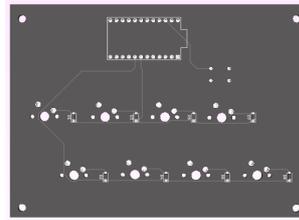


図 7 班員が作成したキーボード基板（裏）

後期では、この作成した基板を実際に業者に発注をかけ、はんだ付けなどの作業を行っていく。

6 おわりに

文責:青木 雅典

おわり。

参考文献

- [1] KiCad EDA, <http://www.kicad-pcb.org/> (最終閲覧日: 2019年8月8日)
- [2] KiCad: Download, <http://kicad-pcb.org/download/> (最終閲覧日: 2019年8月8日)
- [3] kicad.jp: nihongokahulairu, http://kicad.jp/page_id=90 (最終閲覧日: 2019年8月8日)