

# Picam360 組み立てマニュアル Rev. A

## 目次

目次 .....	1
1 PICAM360-LENS から組み立て .....	3
1.1 ハードウェアのソースをダウンロード .....	4
1.2 OPENCAD をインストール .....	4
1.3 レーザーカッター用のファイルを作成 .....	5
1.4 レーザーカッターでアクリル板をカット .....	5
1.5 M12 レンズマウントアダプタを組み立て .....	6
2 PICAM360-LENSKIT から組み立て .....	8
2.1 M12 レンズマウントアダプタに M12 レンズマウントを取付 .....	9
2.3 ベースプレートにカメラモジュールを取り付け .....	14
2.4 カメラモジュールの通常レンズを取り外し .....	14
2.5 M12 レンズマウントアダプタの取り付け .....	18
3 PICAM360-CAMKIT から組み立て .....	19
3.1 六角スペーサーの取り外し .....	20
3.2 RASPBERRY PI にカメラケーブルを取り付け .....	20
3.3 PICAM360-CAMKIT と RASPBERRY PI を取り付け .....	21
3.4 PICAM360 実行バイナリを MICROSD に焼き込み .....	21
3.5 RASPBERRY PI の立ち上げ .....	22
3.6 RASPIVID の立ち上げ .....	22
3.7 M12 レンズマウントアダプタの位置を調整 .....	23
4 PICAM360-PI3B を設定 .....	24

4.1	RASPBERRY PI の立ち上げ .....	25
4.2	PICAM360-CAPTURE を設定モードで立ち上げ .....	25
4.3	PICAM360-CAPTURE を正距円筒画像モードで起動 .....	27
4.4	スマホ(PC)上でパノラマ映像を表示.....	27
APPENDIX A - OCULUS-RIFT DK2 を接続 .....		29
APPENDIX B - 現状の課題と今後の取り組み.....		30

## 1 PICAM360-LENS から組み立て

Picam360 を PICAM360-LENS から組み立てます。



PICAM360-LENS に含まれるもの

- ・ PICAM360-LENS x 1

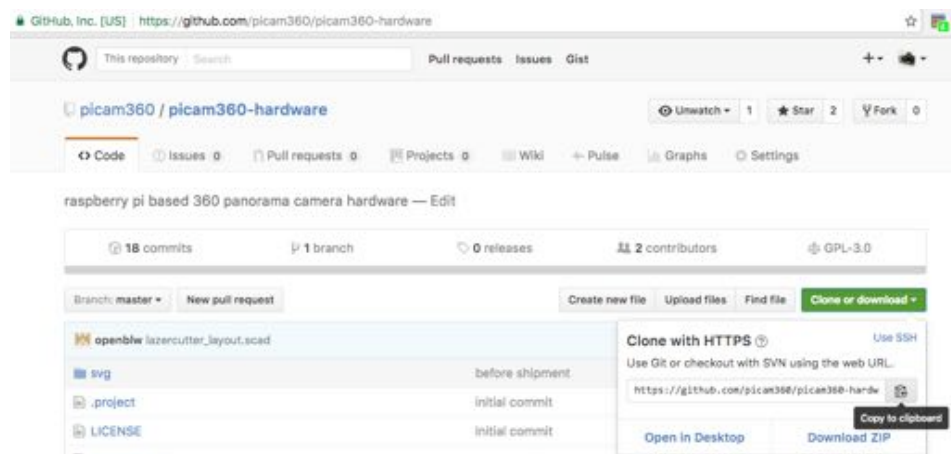
必要なもの

- ・ レーザーカッター (FABLAB や工業センターをご利用ください)
- ・ アクリル板 約 100mm x 150mm
- ・ アクリル接着剤
- ・ ゴム手袋
- ・ Raspberry Pi Camera Module
- ・ エアダスター
- ・ プラスドライバー
- ・ ピンセット
- ・ ラジオペンチ
- ・ ヒートガン or ドライヤー
- ・ 両面テープ 9mm x 11 mm
- ・ Raspberry Pi Model B (or Raspberry Pi Zero)

- microSDCard(8GB 以上)
- HDMI 接続のディスプレイ
- USB 接続のキーボード

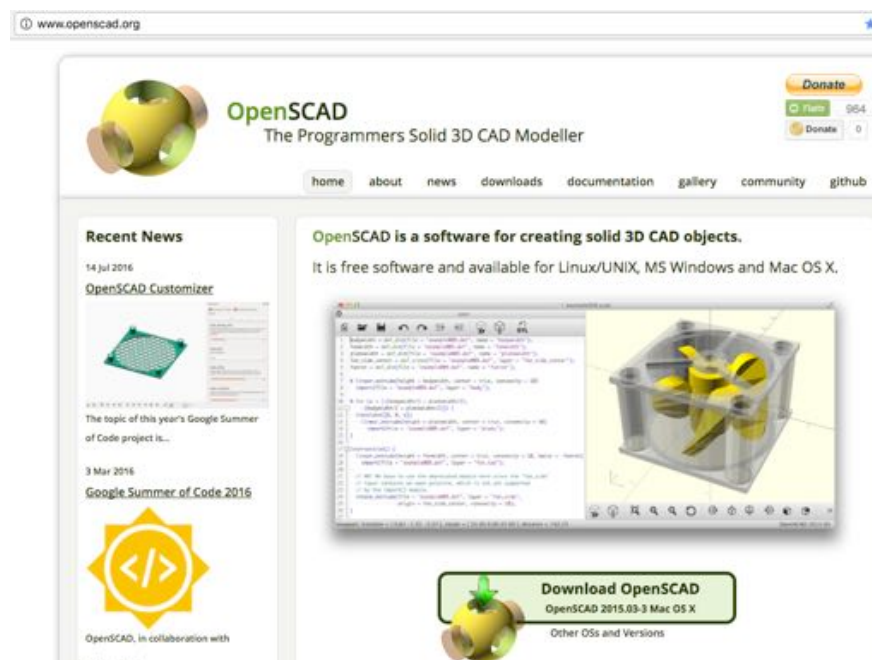
## 1.1 ハードウェアのソースをダウンロード

「<https://github.com/picam360/picam360-hardware>」にアクセスし、git か zip でダウンロードします。



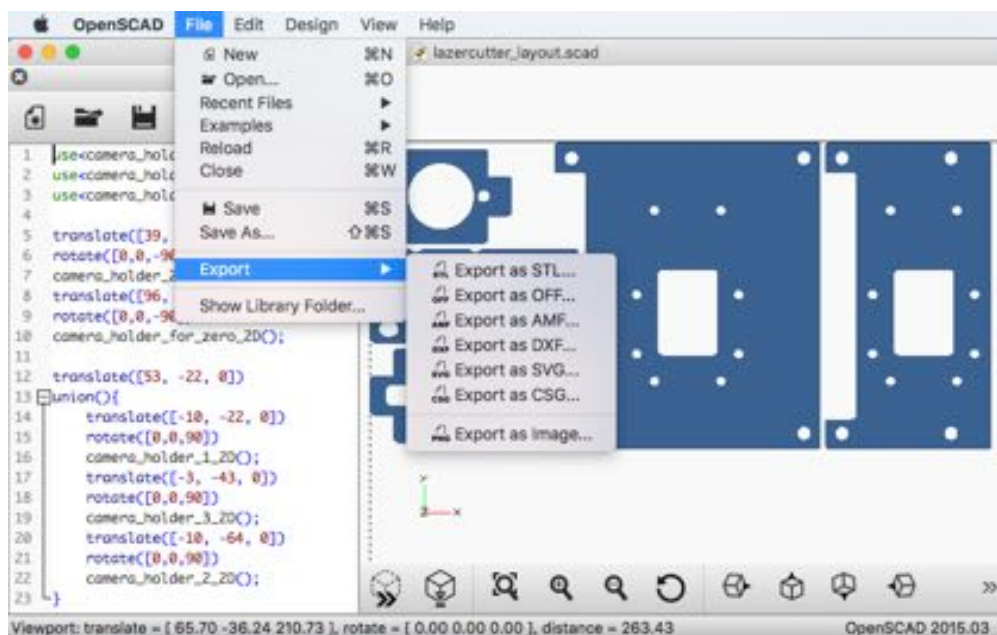
## 1.2 OpenSCAD をインストール

「<http://www.openscad.org/>」からインストーラをダウンロードしインストールしてください。



### 1.3 レーザーカッター用のファイルを作成

ソースの中の「lazercutter\_layout.scad」を開きます。

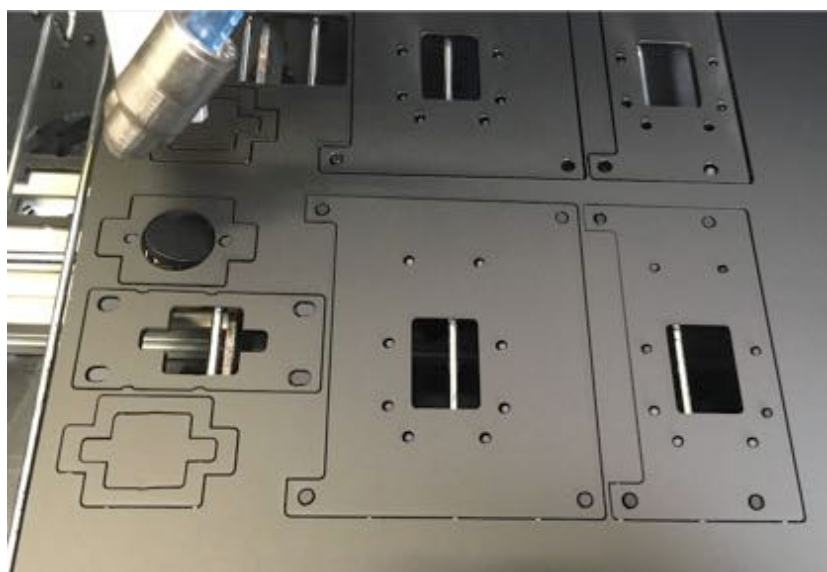


「File->Export」から使用するレーザーカッターが読み込める形式で出力します。

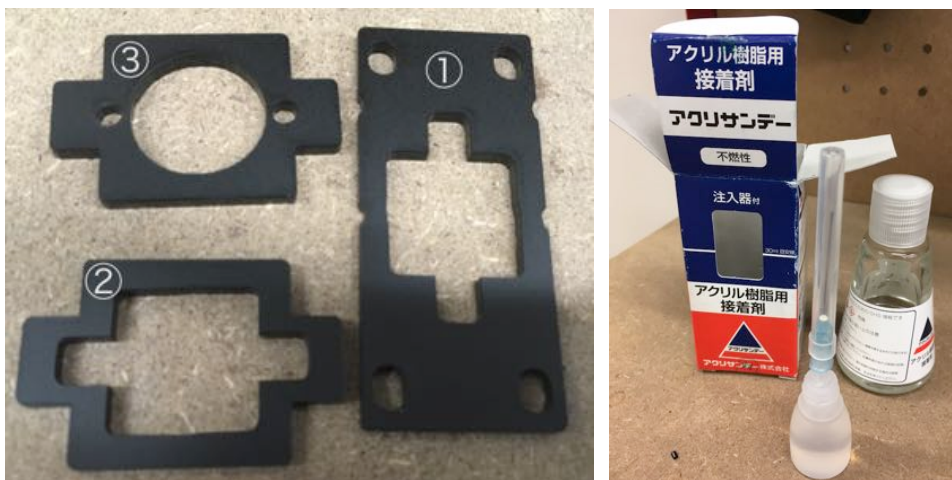
### 1.4 レーザーカッターでアクリル板をカット

前節で用意したファイルによりアクリル板をカットします。

下図で左端 3 つが M12 レンズマウントアダプタのパーツ、中央が Raspberry Pi Model B 用ベースプレート、右端が Raspberry Pi Zero 用ベースプレートです。



## 1.5 M12 レンズマウントアダプタを組み立て

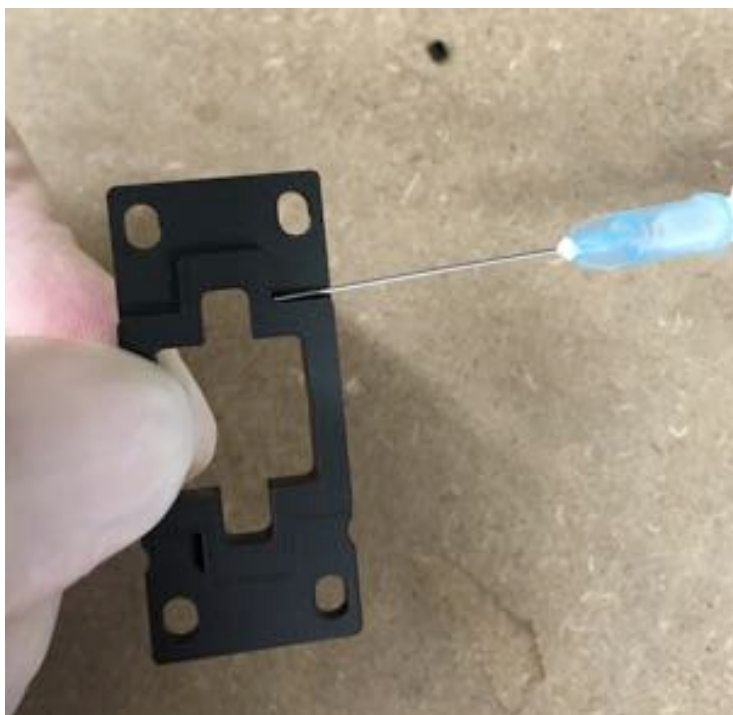


アクリルカットした左端の3つのパーツをアクリル接着剤で組み立てます。まず、手を保護するためにゴム手袋をしてください。①と②を下の図のように重ねます。

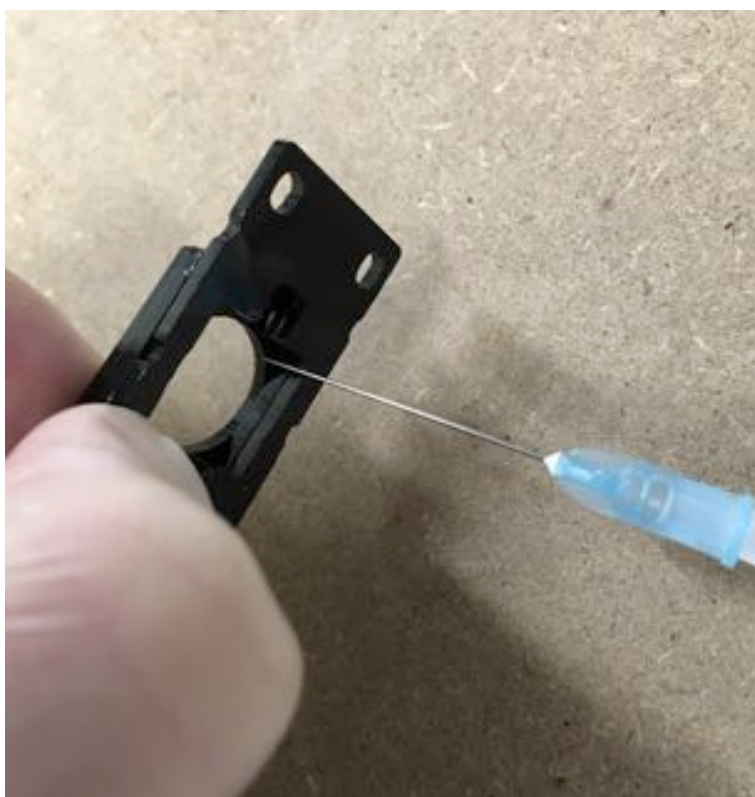


次の図のようにパーツの隙間にアクリル接着剤を少量流し込みます。コツは「流し込み用ボトルにたっぷり溶剤を入れる」と「気持ち少なめに流し込む」ことです。流し込み用ボトルに空洞部分が多いと溶剤の気化が進み、内圧が上がって流し込み量のコントロールが難しくなります。慣れないうちは量が多くで過ぎてしまうので少なめを心がけてください。





次に③を接着します。下図のように③を②の上に重ねて内側から溶剤を流し込みます。



これで M12 レンズマウントアダプタが完成です。



#### NOTE

- ・ 精度の比較的高い 3D プリンタで出力してもいいと思います。
- ・ 樹脂の射出成形品の頒布を計画しております。

## 2 PICAM360-LENSKIT から組み立て

Picam360 を PICAM360-LENSKIT から組み立てます。



PICAM360-LENS に含まれるもの

- ・ PICAM360-LENS x 1



- ・ M12 レンズマウントアダプタ
- ・ M12 レンズマウントアダプタ取り付け用ネジセット
  - スプリングワッシャー(M2) x 2
  - タッピングネジ(M2x4) x 4
  - タッピングネジ(M2x6) x 6
  - 平ワッシャー(M2) x 4
- ・ Raspberry Pi スタンド用六角スペーサーセット
  - オスメス六角スペーサー(M2.6x10) x 4
  - メスメス六角スペーサー(M2.6x5) x 4
  - 鍋ネジ(M2.6x5) x 4
- ・ Raspberry Pi Model B 用ベースプレート x 1

必要なもの

- ・ ゴム手袋 or 静電手袋
- ・ Raspberry Pi Camera Module
- ・ エアダスター
- ・ プラスドライバー
- ・ ピンセット
- ・ ラジオペンチ
- ・ ヒートガン or ドライヤー
- ・ 両面テープ 9mm x 11 mm
- ・ Raspberry Pi Model B (or Raspberry Pi Zero)
- ・ microSDCard(8GB 以上)
- ・ HDMI 接続のディスプレイ
- ・ USB 接続のキーボード

## 2.1 M12 レンズマウントアダプタに M12 レンズマウントを取付

まず手袋をします。そして、PICAM360-LENS を袋から取り出します。



取り出したレンズから M12 レンズマウントを取り外します。



M12 レンズマウントアダプタに、取り外した M12 を下図のように裏側からずらして仮はめします。



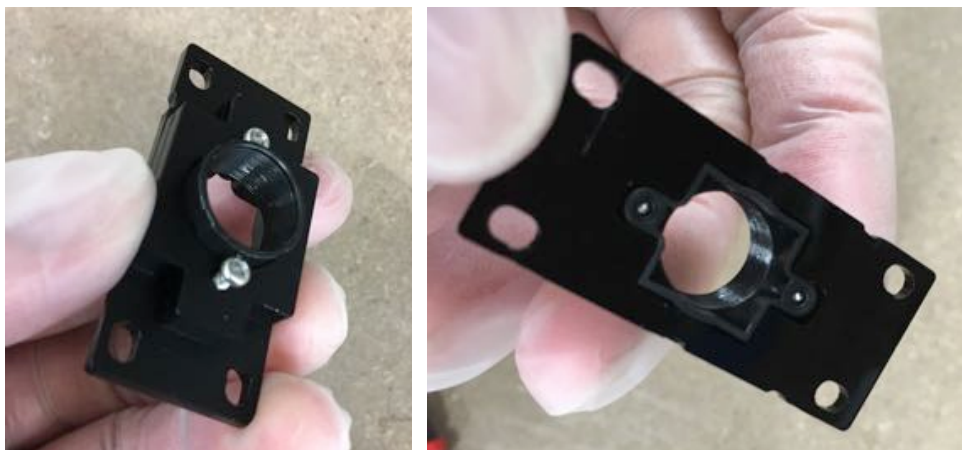
そして、ピンセットでスプリングワッシャーを、下図のように隙間にセットします。このスプリングワッシャーは、イメージセンサの取り付け誤差を大きいときに補正するためのものです。



次に、ズレを戻しはめ込みます。



下図のように、ドライバーを使ってタッピングネジ(M2x6) 2本で上から取り付けます。



最後に、レンズを再び付けます。



- 2.2 ベースプレートに六角スペーサーを取り付け  
下図のようにベースプレートの上側から鍋ネジをセットします。



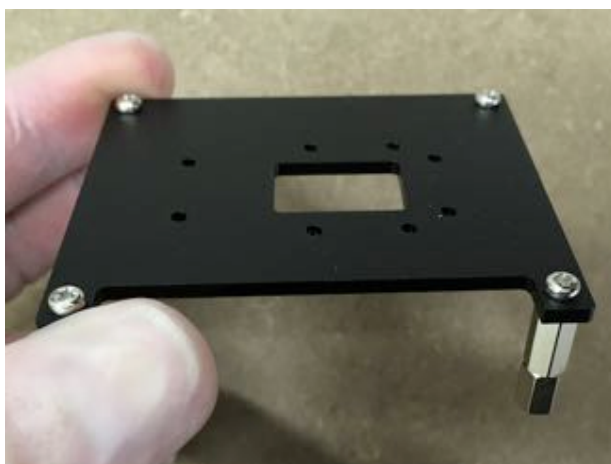
下側からオスメス六角スペーサーを取り付けます。



その下に、メスメス六角スペーサーを取り付けます。



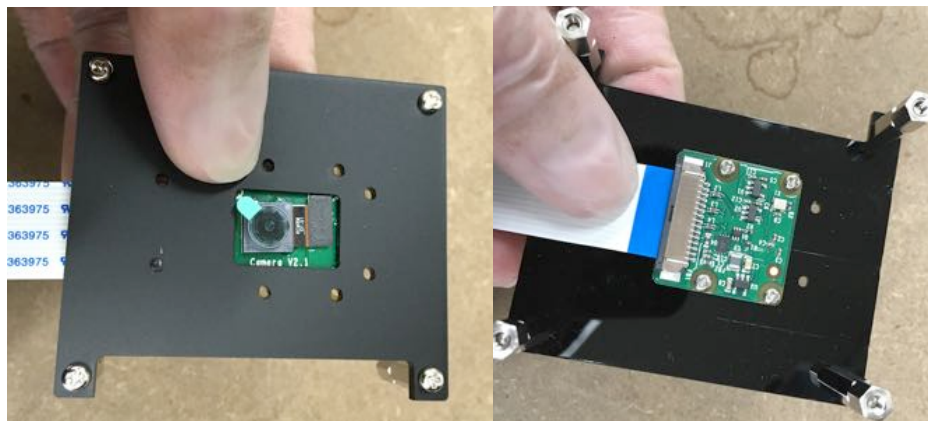
それを図のように、4隅で行います。





## 2.3 ベースプレートにカメラモジュールを取り付け

下図のように、タッピングネジ(M2x4) 4本でカメラモジュールをベースプレートの裏側に取り付けます。注意：あまり強く締めすぎないようにしてください。



最後に、ホコリをエアダスターで飛ばしておきます。



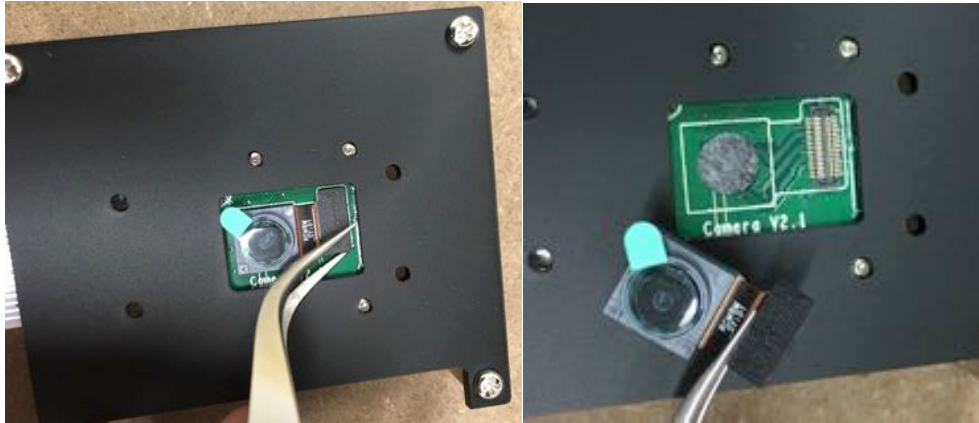
## 2.4 カメラモジュールの通常レンズを取り外し

まず、ヒートガン(or ドライヤー)とピンセット、ラジオペンチ、両面テープを用意します。

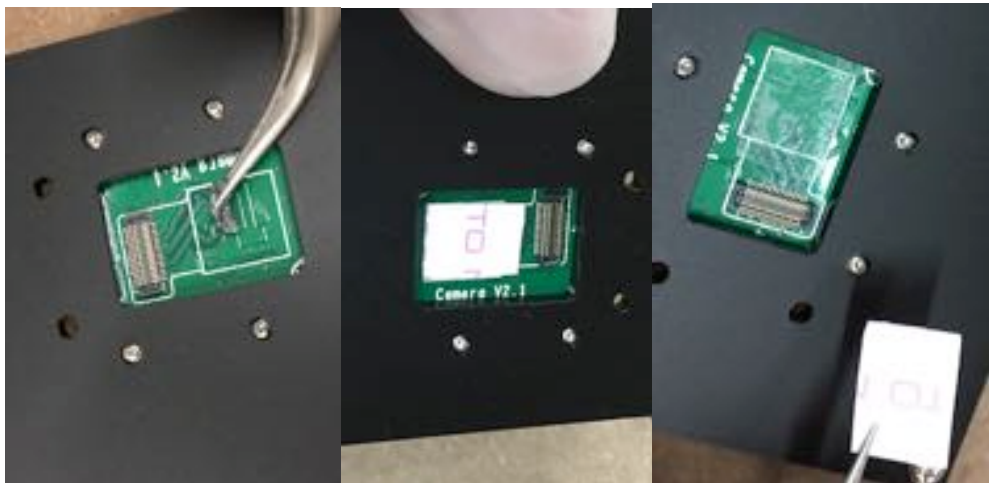




次に、ピンセットでイメージセンサを取り外します。



ここで、イメージセンサの裏側に既存の両面テープが見えるので取り外し、用意した両面テープに交換します。既存のものは柔らかく不安なのでしっかり固定するために行います。固定のコツは、イメージセンサのコネクタ部分を両面テープで固定することなので、その部分に両面テープが接地されるように位置決めします。



いよいよ既存レンズを取り外しますが、絶対にイメージセンサ素子に触れないようにしてください。素手で触れると静電気で壊れます。手袋で触れても汚れが付着すると復旧が非常に困難です。ホコリ程度でしたらエアダスターで飛ばすことができます。

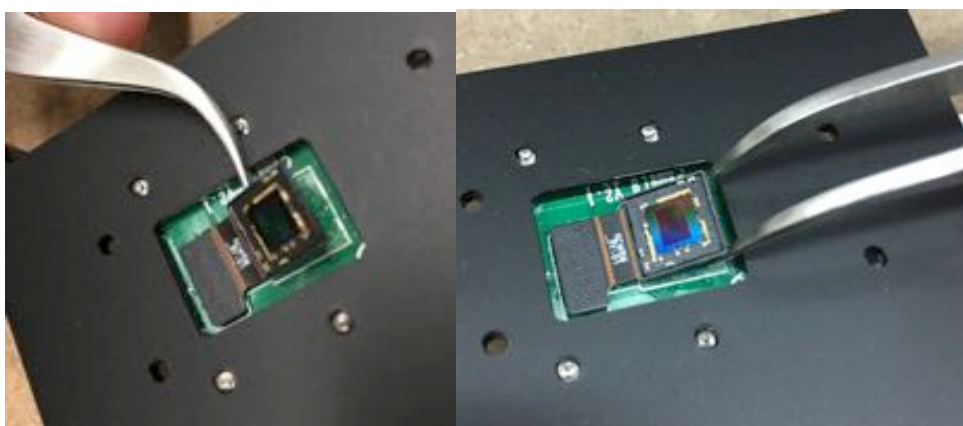
既存レンズは樹脂系接着剤で接着されており、少し温めると簡単に取り外すことができます。下図のように、ピンセットでコネクタを挟みラジオペンチでレンズを掴みます。



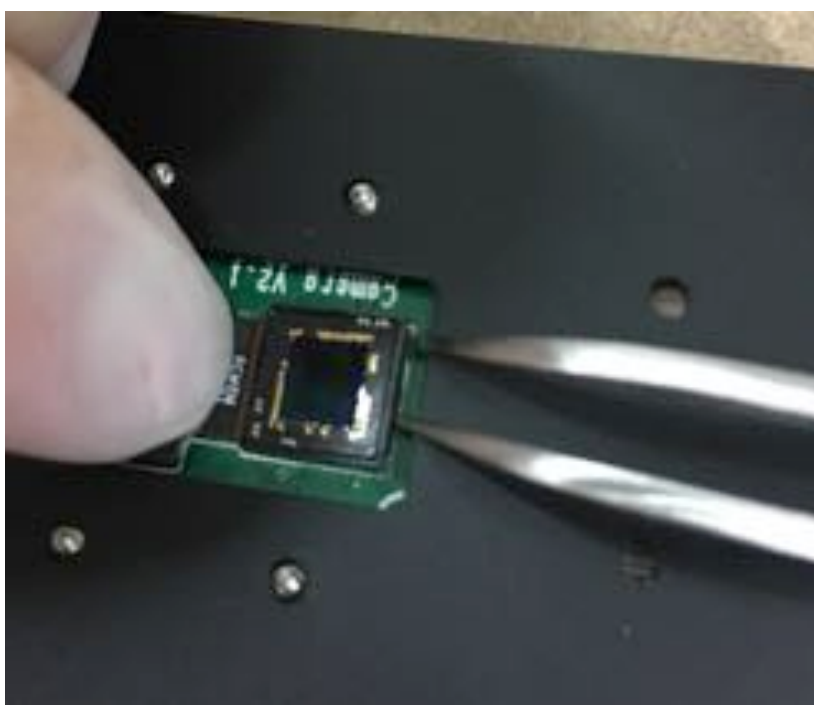
下図のように、ヒードガンのスイッチを入れ、イメージセンサをレンズ側から温めながら、レンズを外す方向に少しだけ力を入れます。接着剤が温まるとほとんど力を入れずに取り外せます。**注意：レンズの樹脂が溶けるほど温度を上げないように注意してください。**



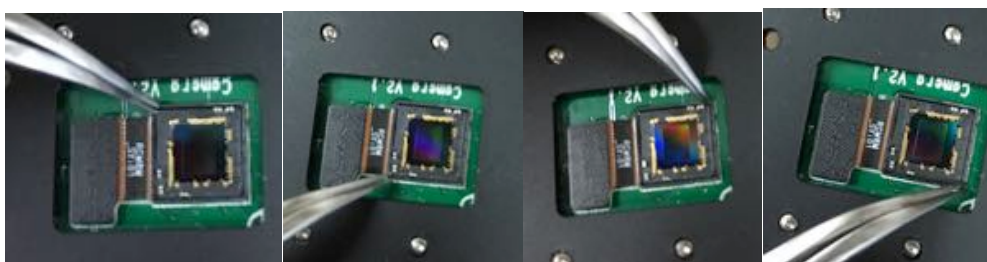
次に、イメージセンサを基板に取り付けます。まず、左下図のように、両面テープにつかないようにピンセットで浮かしながら、コネクタを付け、右下の図のようにピンセットで浮かしておきます。



そして、コネクタケーブル部分を先に両面テープで固定します。これは、イメージセンサが傾かないようにするために行います。



その後、イメージセンサの4隅をピンセットで押さえて両面テープに固定します。



最後に、エアダスターでホコリを飛ばしておきます。



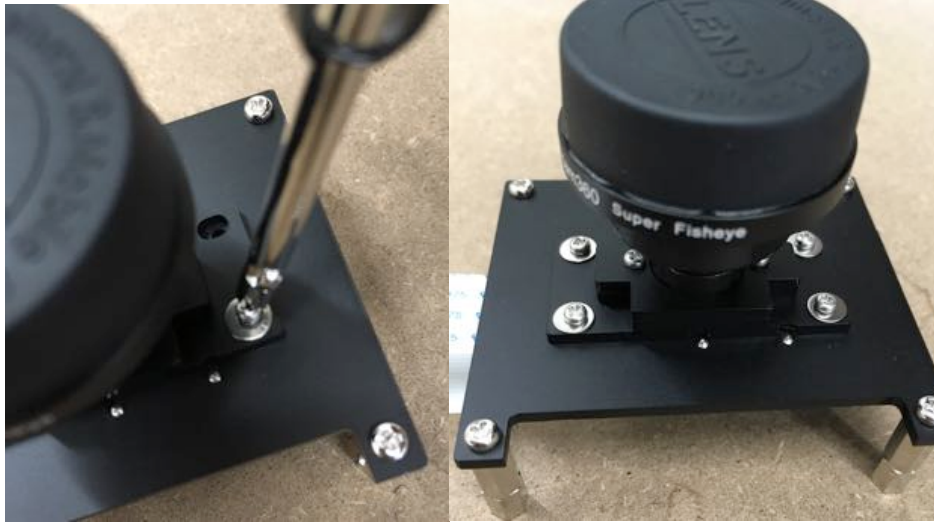
## 2.5 M12 レンズマウントアダプタの取り付け

下図のように、ネジ穴の位置を見ながらベースプレートの上に M12 レンズマウントアダプタを設置します。





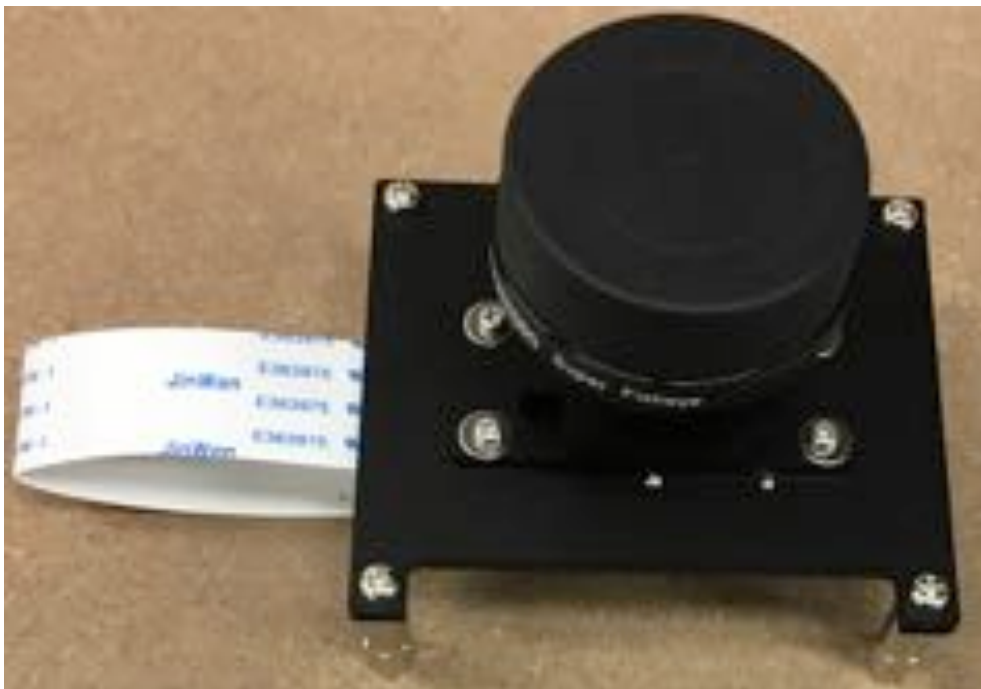
次に、タッピングネジ(M2x6) 4 本と平ワッシャー 4 つを使って、下図のように取り付けます。注意：あまり強く締めすぎないようにしてください。



ここまでの作業で PICAM360-CAMKIT と同じものが完成しました。

### 3 PICAM360-CAMKIT から組み立て

Picam360 を PICAM360-CAMKIT から組み立てます。



PICAM360-CAMKIT に含まれるもの

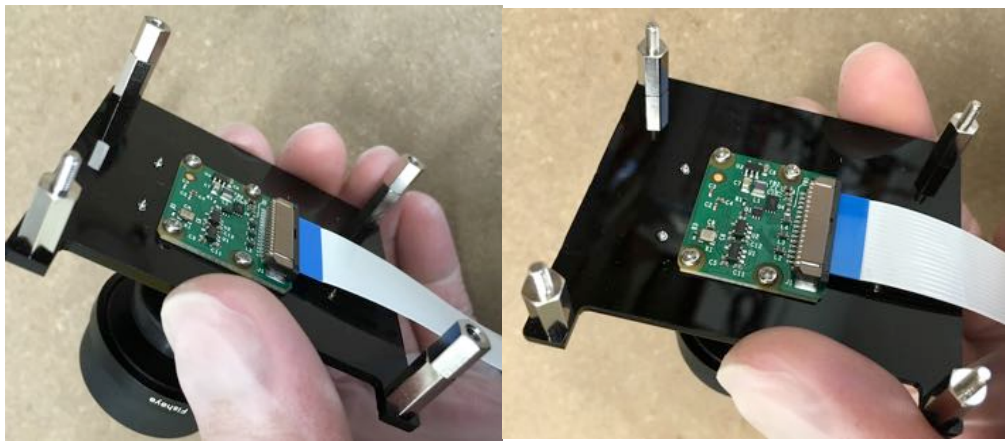
- ・ PICAM360-CAMKIT x 1

必要なもの

- ゴム手袋 or 静電手袋
- Raspberry Pi Model B (or Raspberry Pi Zero)
- microSDCard(8GB 以上)
- HDMI 接続のディスプレイ
- USB 接続のキーボード

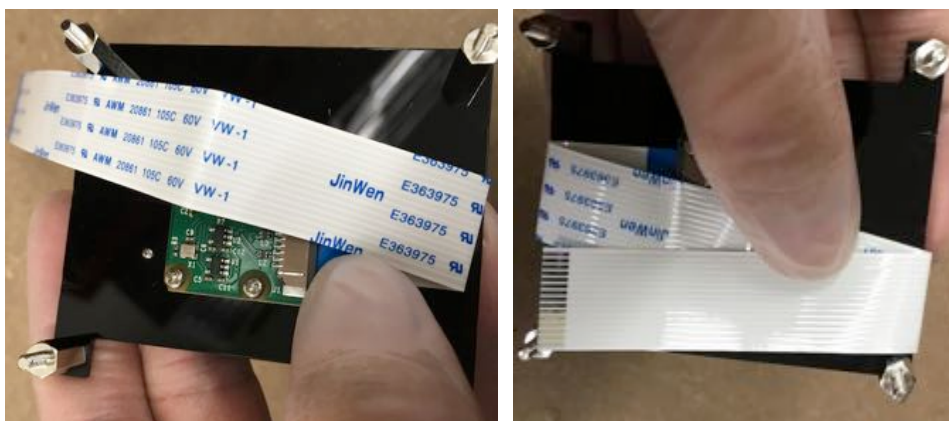
### 3.1 六角スペーサーの取り外し

下図のように、PICAM360-CAMKIT からメスメスの六角スペーサを取り外します。



### 3.2 Raspberry Pi にカメラケーブルを取り付け

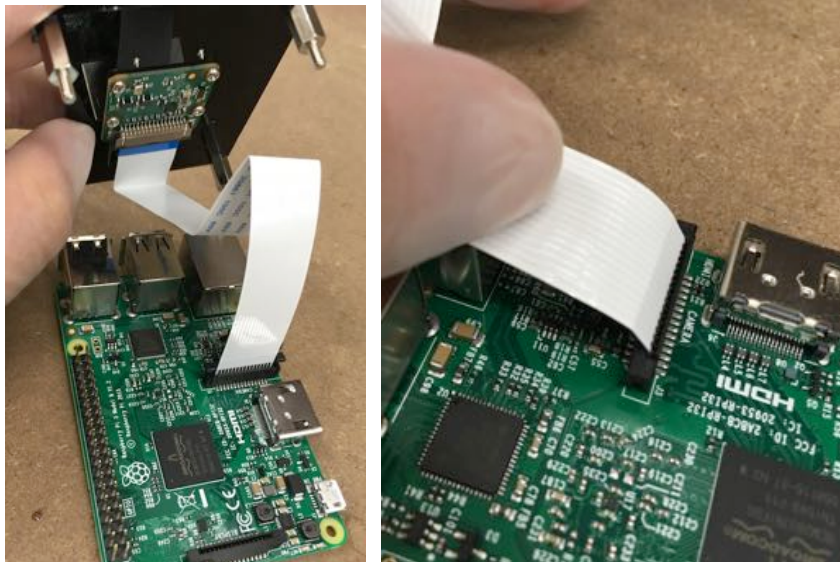
下図のように、まずはケーブルに折り目をつけます。



次に、ケーブルをコネクタに差し込み、右下の図の方向に少しだけ曲げておきます。注意：一部のケーブルの端子付近が強い曲げに弱いことが確認されておりますので、強く曲げないように注意してください。

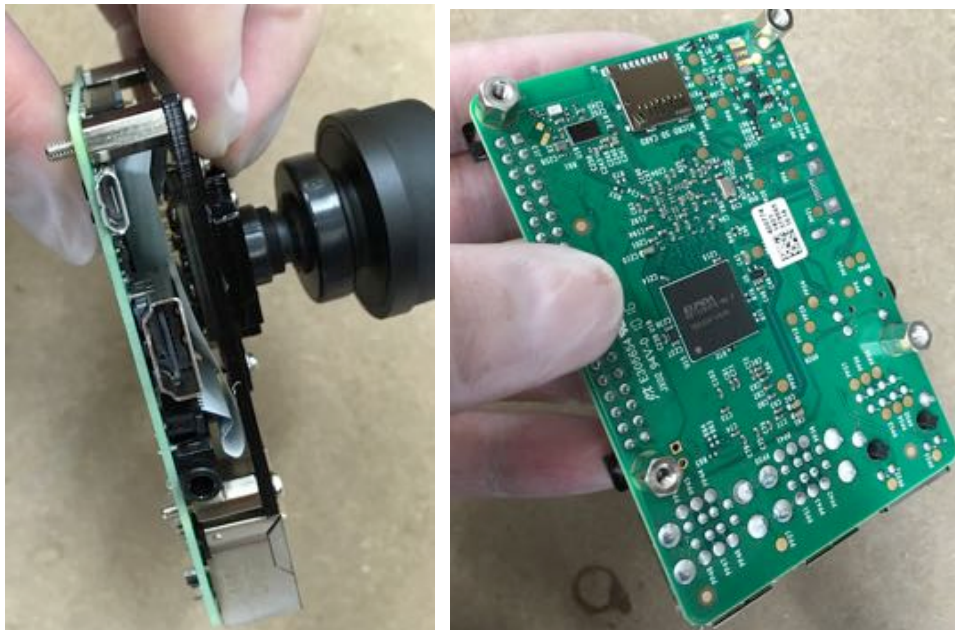


ケーブルに不具合が発生すると画像が読み込めなくなり、交換が必要になります。



### 3.3 PICAM360-CAMKIT と Raspberry Pi を取り付け

下の図のように、六角スペーサーにより取り付けます。



### 3.4 Picam360 実行バイナリを microSD に焼き込み

8GB 以上の microSD カードを準備します。

「<https://github.com/picam360/picam360-preconfigured-image>」にアクセスし git か zip でダウンロードします。

その中の、「picam360\_20161025.dump.gz」を SD カードに焼き込み

ます。

windows では、「Win32 Disk Imager」などを使用します。こちらを参考にしてください。

「<http://www.mugbot.com/sd%E3%82%AB%E3%83%BC%E3%83%89%E3%81%AE%E3%82%B3%E3%83%94%E3%83%BC%E6%96%B9%E6%B3%95/>」

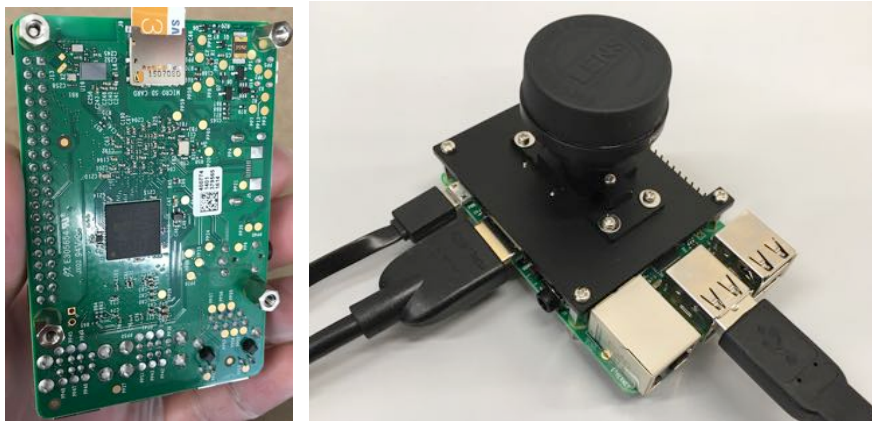
MAC や linux では、下のコマンドで書き込みます。

```
$ gunzip -c picam360_20161025.dump.gz | sudo dd of=/dev/rdisk2 bs=1m
```

(例：挿入した SDCard が /dev/rdisk2 として認識した場合)

### 3.5 Raspberry Pi の立ち上げ

Raspberry Pi に、microSD カードを挿し、キーボードを USB、ディスプレイを HDMI でつなぎます。そして、microUSB ポートより電源を入れます。



### 3.6 raspivid の立ち上げ

カメラの映像を録画・表示するソフトウェア「**raspivid**」を立ち上げます。まず、自動的に **picam360** 関連のソフトウェアが立ち上がるように設定されているので次のコマンドで閉じます。

```
$ sudo killall node  
$ sudo killall raspivid
```

その後に、次のコマンドで **raspivid** を立ち上げます。

```
$ raspivid -t 0 -w 1440 -h 1440
```

レンズのキャップを外し、画面に下の図のように表示されれば OK です。ここで、ディスプレイのカメラ映像を見ながら適度にピントが合うところまでレンズを回しておきます。



### 3.7 M12 レンズマウントアダプタの位置を調整

まず、固定しているネジを緩めます。



次に、ディスプレイに表示されたカメラ映像を見ながら魚眼レンズの

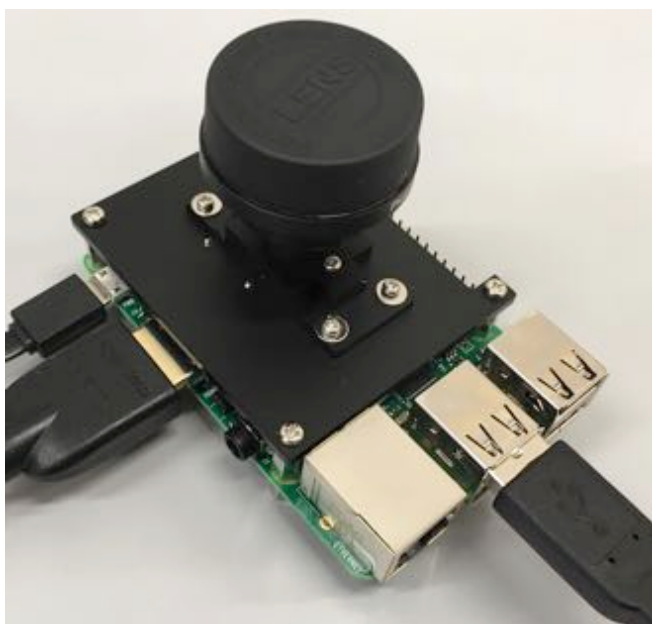
イメージサークルがディスプレイに収まるように位置調整します。



最後に、位置調整された状態で、固定用ネジを締めると PICAM360-PI3B の完成です。終了するときは **Ctrl+C** で終了できます。

## 4 PICAM360-PI3B を設定

完成品の PICAM360-PI3B を設定します。





PICAM360- PI3B に含まれるもの

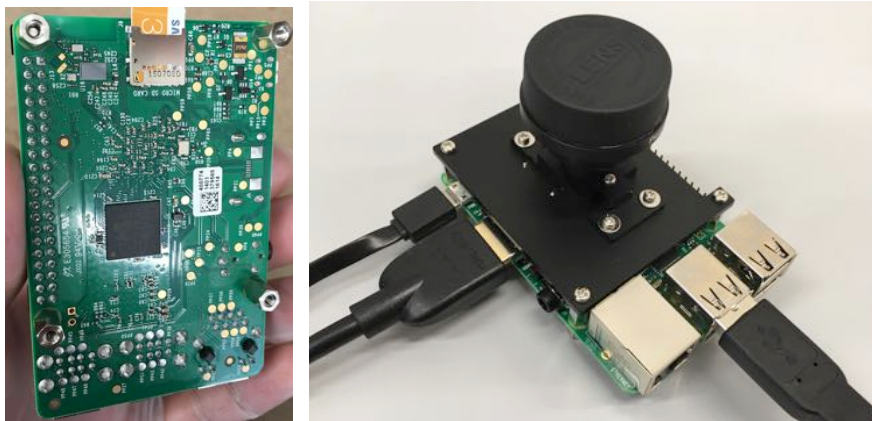
- PICAM360- PI3B x 1
- プリインストール済み microSD カード(32GB) x 1

必要なもの

- PICAM360- PI3B
- microSD カード
- HDMI 接続のディスプレイ
- USB 接続のキーボード

#### 4.1 Raspberry Pi の立ち上げ

Raspberry Pi に、microSD カードを挿し、キーボードを USB、ディスプレイを HDMI でつなぎます。そして、microUSB ポートより電源を入れます。



#### 4.2 picam360-capture を設定モードで立ち上げ

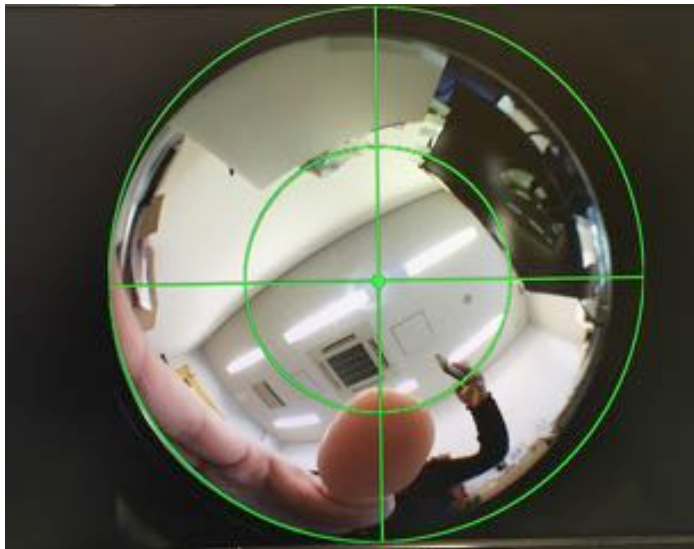
picam360 の画像キャプチャソフトウェア「picam360-capture」を設定モードで立ち上げます。まず、自動的に picam360 関連のソフトウェアが立ち上がるように設定されているので次のコマンドで閉じます。

```
$ sudo killall node  
$ sudo killall raspivid
```

その後に、次のコマンドで picam360-capture を立ち上げます。

```
$ cd ~/picam360/picam360-capture  
$ sudo sh lunch.sh -w 1440 -h 1440 -C
```

下の図のように表示されれば OK です。



ここで、次の手順でイメージサークルを中心に設定し保存します。終了するときは **Ctrl+C** で終了できます。

- ・ 'L'キーの後にリターンキー : イメージサークルを左に移動
- ・ 'R'キーの後にリターンキー : イメージサークルを右に移動
- ・ 'T'キーの後にリターンキー : イメージサークルを上移動
- ・ 'B'キーの後にリターンキー : イメージサークルを下移動
- ・ “save”をタイプ後にリターンキー : 設定を保存  
(ブラインドになっているので今後改善していきます。)

下の図のようになっていれば OK です。





### 4.3 picam360-capture を正距円筒画像モードで起動

設定の確認のために picam360-capture を正距円筒画像モードで立ち上げます。

```
$ sudo sh lunch.sh -w 1440 -h 1440 -W 1440 -H 720 -f 15 -E
```

下図のように表示されれば OK です。



お疲れ様でした。これで Picam360 の準備が整いました。「sudo reboot」によりリブートしてください。

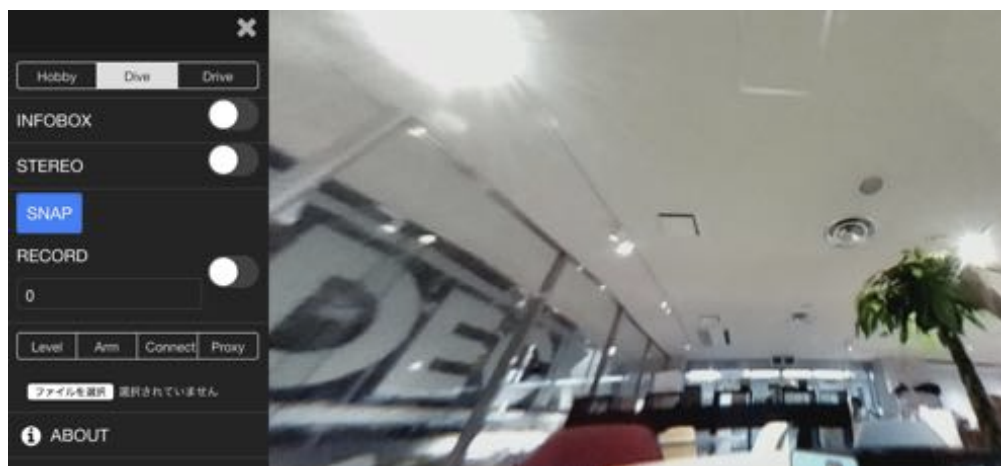
### 4.4 スマホ(PC)上でパノラマ映像を表示

Picam360 は wifi のアクセスポイントとなっています。電源投入後、約一分後にスタンバイになります。その後、スマートフォン(PC)の wi-fi 設定画面から「SSID:picam360」のネットワークを選択し、接続します（接続確立に 1 分程度かかることがあります）。



※パスワードは「picam360」

接続が確認できましたら、スマートフォン(PC)のブラウザ（全画面表示ができる Sleipnir を推奨）で「<http://192.168.40.2:9001>」にアクセスすると Picam360 の WEB アプリが開きます。見たい方向にスマホの向きを変えることで、picam360 のパノラマ画像が表示されます。最初はデモ画像が流れることがあるのでその場合リロード（画面の更新）をしてください。



## Appendix A - Oculus-Rift DK2 を接続



Oculus-Rift DK2 により Picam360 のパノラマ映像を表示します。

まず、Oculus-Rift の USB ケーブルを接続します。その後、4.1 及び 4.2 と同じ手順を進めます。そして、下のコマンドにより、ステレオ表示モードで `picam360-capture` を立ち上げます。

```
$ sudo sh lunch.sh -w 1440 -h 1440 -W 480 -H 480 -s
```

すると下の図のように、ディスプレイに表示されます。



次に、Oculus-Rift に表示するために「`/boot/config.txt`」を変更します。すでに設定済みの「`/boot/config.txt.oculus`」を上書きコピーすれば簡単です。

最後に、「`/etc/rc.local`」の中に先ほどの `picam360-capture` を立ち上げるコマンドを設定しリブートすると Oculus-Rift DK2 で表示できるようになります。

## Appendix B - 現状の課題と今後の取り組み

- 画質の向上

「`raspivid -t 0`」で表示すると、元の魚眼レンズの画像は、パノラマ処理された解像度よりも高画質であることが確認できます。

現状では、h264 動画を入力としているため Raspberry Pi の上限である 1440x1440 を入力画像としています。これは、遠隔から raspivid で魚眼レンズの映像を配信し、それを受信するケースを想定しています。画質を最大化するためには、カメラからの映像を画像処理部である OpenGL ES に直接転送することで、テクスチャの上限である、2048x2048 まで解像度を向上させることができます。今後、2048x2048 解像度モードを準備していきます。また、システムの最高画質として、静止画であれば 2464x2464 まで解像度を上げることができます。こちらは OpenGL ES で扱えないので Raspberry Pi の CPU で処理する必要があり非常に遅くなります。静止画保存機能として開発を検討しています。

- フレームレートの向上

Raspberry Pi 上のネイティブアプリである picam360-capture では、0.3sec 程度の遅延で 10fps 以上のパフォーマンスがあります。しかし、現状では、スマホに表示する際、360 度すべての情報を正距円筒画像の静止画として送信しているため、フレームレートが低くなっています。これを解決するには、スマホのネイティブアプリ対応という手段がありますが、オープンソースとしての再利用性やインストールレスの手軽さから WEB アプリを採用しています。今後は、WEBRTC により P2P で接続することで、遅延を最小限にし、スマホの姿勢データを Raspberry Pi にフィードバックすることで、表示領域のみの情報を送るなどしてパフォーマンスを改善していきます。