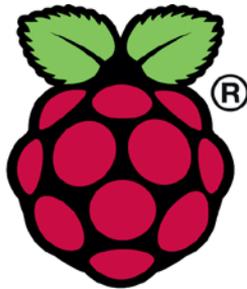


抜粋版

はじめてのLiDAR開発キット

～12mまでの中距離を測定できるLiDARと回転台により、自動運転から3Dスキャナまでの基礎をマスター、体験～

開発編



Raspberry Pi



スペクトラム・テクノロジー株式会社

<https://spectrum-tech.co.jp>

sales@spectrum-tech.co.jp

LiDAR開発キット 目次

Pi運用マニュアル

1. RaspberryPiについて
2. Linux基本コマンド
3. 基本操作
4. 日常運用(ウイルススキャン、更新)

LiDAR開発

- ① LiDAR概要
 - LiDARとは、用途
 - LiDARと超音波センサ、ミリ波レーダ比較
 - TFmini-S仕様
 - PCDとは
- ② LiDAR全体構成
- ③ 組立、接続
- ④ 単体試験
 - HAT単体試験
 - LiDAR単体試験
- ⑤ 3Dスキャン試験
- ⑥ 3Dデータ表示、加工

ページ

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

ページ

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[12](#)

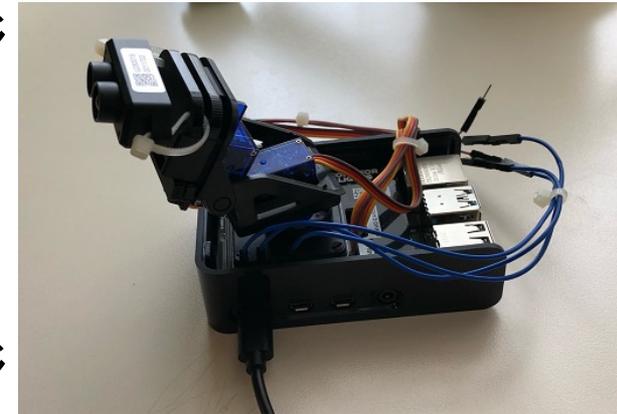
[13](#)

[17](#)

[20](#)

[22](#)

[24](#)



抜粋版のためページと本文は一致しません。

RaspberryPi運用マニュアル

1. Raspberry Piについて

既に全世界で1000万台以上販売された手のひらサイズのコンピュータです。
LinuxベースのRasbianOSで動作しております。

2. Linux基本コマンド

① システム関係

- 起動: 電源を入れると自動で起動します。

- 再起動: `$ reboot`

又は、`menu>shutdown>reboot`; 左上のメニューから

- 終了: `$ shutdown`

又は、`menu>shutdown>shutdown`; 左上のメニューから

- ログアウト `$ exit`

又は、`menu>shutdown>logout`; 左上のメニューから

- **日本語／英語の入力切替**: キーボードの CTL と `j` を同時に押します (コントロール: 左下と `j`)

RaspberryPi運用マニュアル

2. Linux基本コマンド

② ディレクトリ操作、コピー、移動、削除

pi@raspberrypi:~\$ **cd** /home/pi/Documents ディレクトリの切り替え
 pi@raspberrypi:/home/pi/Documents\$ **ls** ファイルとディレクトリの表示(表示したら操作したいファイルを右クリックでコピーして操作します)

pi@raspberrypi:~\$ **cp** ファイル名 ディレクトリ 配下のディレクトリのファイルを別のディレクトリへコピー
 pi@raspberrypi:~\$ **mv** ファイル名 ディレクトリ 配下のディレクトリのファイルを別のディレクトリへ移動
 pi@raspberrypi:~\$ **sudo rm** ファイル名 ファイルの削除
 便利な機能 **rm -help** コマンドのオプションが分からない場合は、ヘルプで問い合わせる。すべてのコマンド共通(マイナスを2個とhelp)

③ ユーザ権限、プロセス他

pi@raspberrypi:~\$ **su -** スーパーユーザ(root)に切り替え、パスワードを入力
 pi@raspberrypi:~\$ **ps a** 現状の動いているプロセスを表示
 pi@raspberrypi:~\$ **kill** 特定のプロセスを強制終了
 pi@raspberrypi:~\$ **sudo apt-get install pkg** パッケージのインストールなどに使用
 pi@raspberrypi:~\$ **date** 日付、時間の設定を行います。
 pi@raspberrypi:~\$ **sudo leafpad /etc/network/interfaces** インタフェースに記述している内容を変更します。Viよりも使いやすいです。

④ モジュール、usb、メモリ、HDDなどの表示

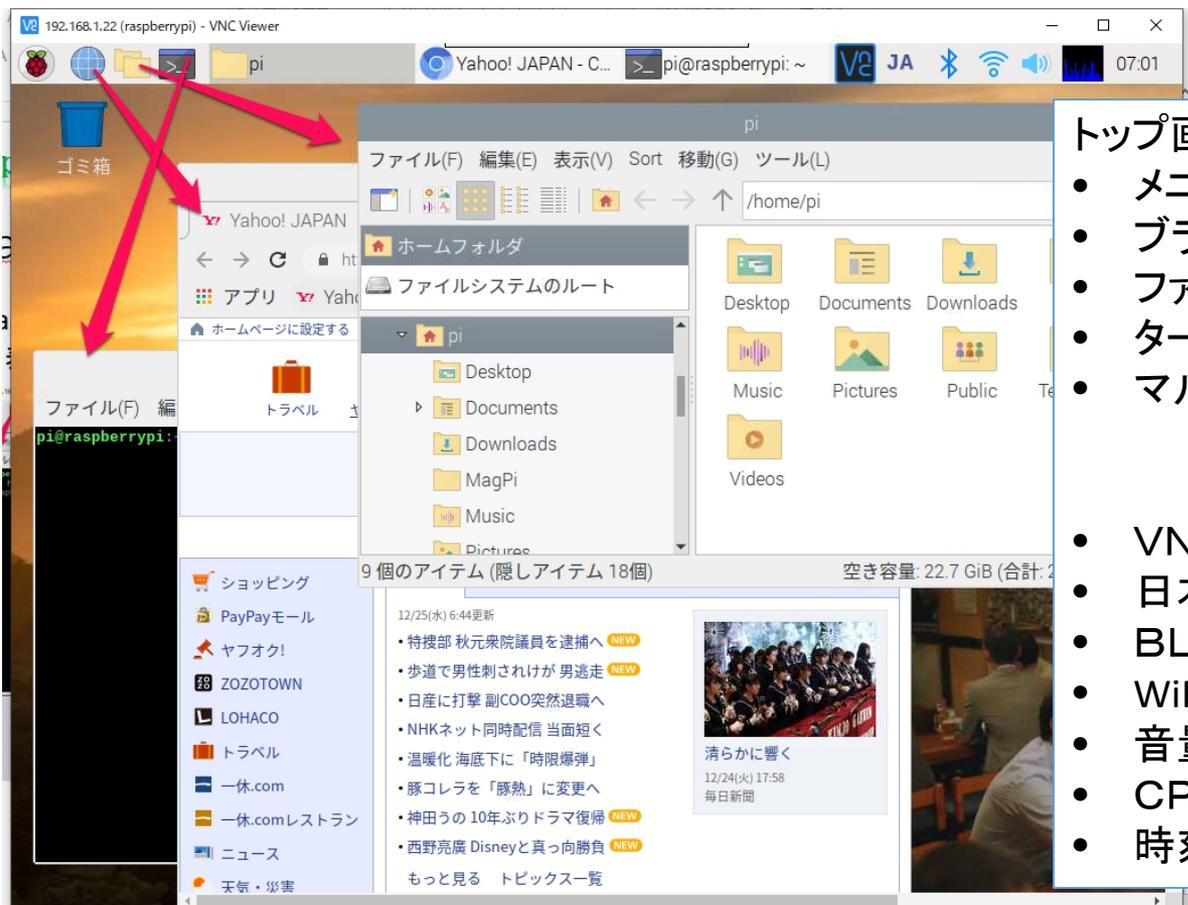
pi@raspberrypi:~\$ **lsmod** linuxのモジュールリスト表示
 pi@raspberrypi:~\$ **lsusb** usbのデバイス表示
 pi@raspberrypi:~\$ **free -mt** メモリ使用状態表示
 pi@raspberrypi:~\$ **df** HDD(マイクロSD)の使用状態表示

RaspberryPi運用マニュアル

3. Raspberry Piの基本操作

① 表示画面と内容

デスクトップ上によく使うコマンド.txtがあります。
コピーして使ってください



トップ画面(上段のタスクバーで選択)

- メニュー
 - ブラウザ
 - ファイルマネージャ
 - ターミナル
 - マルチ画面選択
-
- VNC
 - 日本語入力
 - BLE
 - WiFi
 - 音量
 - CPU使用率
 - 時刻

RaspberryPi運用マニュアル

4. 日常運用

① セキュリティ対策(アンチウイルス更新、スキャン)

- アンチウイルス対策として無料のclamAVをインストールしてます。
- 手動での運用を基本としています。

パターンファイル更新

手動スキャン時に更新されます

手動でスキャン

\$ sudo clamscan --infected --remove --recursive
自動化可能ですが、バックグラウンドで重くなる可能性大。コマンド入力後約5分位かかります。

```
pi@raspberrypi: ~  
ファイル(F) 編集(E) タブ(T) ヘルプ(H)  
ERROR: /var/log/clamav/freshclam.log is locked by another  
ERROR: Problem with internal logger (UpdateLogFile = /var/  
og).  
root@raspberrypi: ~# leafpad /etc/clamav/freshclam.conf  
root@raspberrypi: ~# freshclam  
ClamAV update process started at Fri J  
main.cvd is up to date (version: 57, sigs: 4216790, f-level: 60, builder: mishh  
ammer)  
daily.cvd is up to date (version: 21862, sigs: 394456, f-level: 63, builder: neo  
)  
bytecode.cvd is up to date (version: 283, sigs: 53, f-level: 65, builder: neo)  
root@raspberrypi: ~# clamscan --infected --remove --recursive  
SCAN SUMMARY  
Known viruses: 4607906  
Engine version: 0.99.2  
Scanned directories: 264  
Scanned files: 2063  
Infected files: 0  
Data scanned: 61.31 MB  
Data read: 49.02 MB (ratio 1.25:1)  
Time: 71.844 sec (1 m 11 s)  
root@raspberrypi: ~#
```

手動でスキャン

LiDAR開発

①LiDAR概要

- LiDARとは

- LiDAR(ライダー)とは、「light detection and ranging(光による検知と測距)」の頭文字をとった言葉で、レーザーライダーや赤外線ライダー、3Dライダーと呼ばれることもあります。原理は、レーザー光を照射し、物体に当たって跳ね返ってくるまでの時間(Time of Flight)を計測し、物体までの距離や方向を測定します。簡単に言えば、電波を使って測定するレーダーに対して、LiDAR(ライダー)はレーザー光を使って測定するものです。特徴は、電波に比べて光束密度が高く、短い波長のレーザー光を利用することで高い精度で位置や形状などを検出できることです。

- LiDARの用途

- 自動運転、衝突検知、ドローンなどに搭載して測量、産業用ロボット、AGV搭載、セキュリティ、3Dスキャナ

LiDAR開発

①LiDAR概要

• LiDARと超音波センサ、レーダとの比較

種類	機能	長所	短所
カメラ (単眼・ステレオ)	カメラで撮影された映像を画像処理することにより対象物を識別	<ul style="list-style-type: none"> ○ 自動車、自転車及び歩行者等の識別のほか、信号機の灯色や道路標識の識別も可能 ○ ステレオカメラは物体までの距離も計測可能 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 夜間・逆光・霧等の悪天候時、物体の識別が困難 ○ 単眼カメラは基本的に物体までの距離は計測不可
ミリ波レーダー	ミリ波を照射し、対象物を識別	<ul style="list-style-type: none"> ○ 夜間、悪天候時でも障害物等の方向と距離を正確に計測 ○ 3D LiDARと比較して安価 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 比較的分解能が低く、小さい物体の識別が困難 ○ 段ボール等、ミリ波反射率の低い物体の検知が困難
3D LiDAR (3D レーザレーダー)	赤外線レーザーを照射し、対象物を識別	<ul style="list-style-type: none"> ○ 高い分解能で、対象範囲における物体識別可能な3Dイメージを取得可能 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 霧等の悪天候時、検知能力が低下（赤外線が減衰するため） ○ ミリ波レーダーと比較して高価
超音波センサ	超音波を照射し、対象物を識別	<ul style="list-style-type: none"> ○ 駐車時の障害物検知で実用化されており安価 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 分解能が低く、対象物の有無が検知できる程度 ○ 検知可能な距離が極めて短い

LiDAR開発

①LiDAR概要

- TFmini-S仕様

- <http://en.benewake.com/product/detail/5c345e26e5b3a844c472329c.html>

項目	内容	備考
測定距離	12mまで	他のデバイスで180m
精度	±1%(12mの場合、12cm)	
分解能	1cm	測定単位はcm
FOV(field of view): 視野角	2度	他に広角もあり
フレームレート	1-1000Hz	
光波長	850nm	
インタフェース	UART、速度:115200bits/s	I2Cもあり
大きさ/重量	42x15x16mm/5g	
消費電力	5V 200mA(peak), 140mA(average)	

LiDAR開発

①LiDAR概要

- PCDとは

- LiDARを扱う場合、かならず点群データ(Point Cloud data)との関連が出てきます。
- PCDとはコンピュータで扱う点の集合のこと。多くの場合、空間は3次元であり、直交座標 (x, y, z) で表現されることが多い
- <https://pcl.readthedocs.io/projects/tutorials/en/latest/index.html#>

LiDAR開発 ②全体構成

LiDAR開発キット



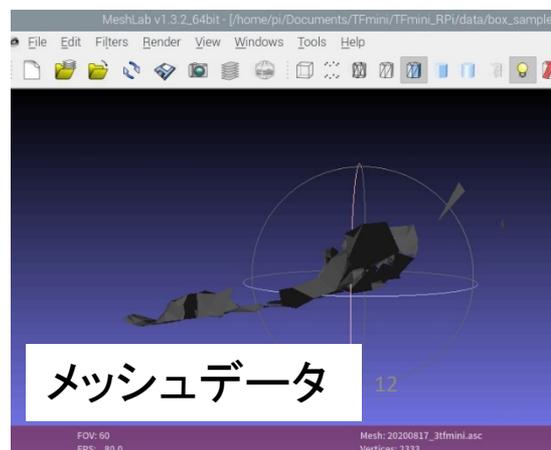
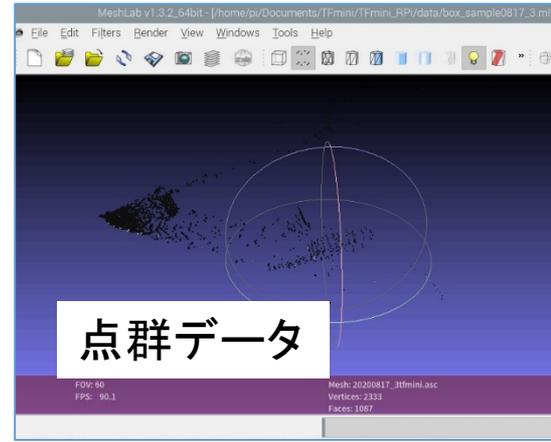
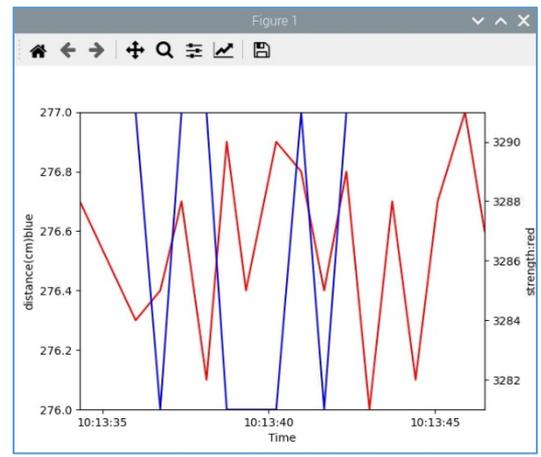
LiDAR:TFmini-S



Pan-tilt HAT



Raspberry Pi

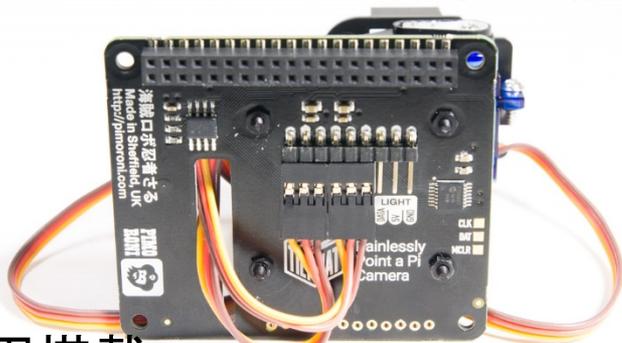


LiDAR開発

③組立、接続

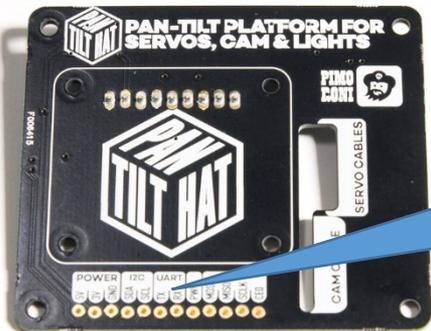
- Pan-tilt HAT接続

- <https://learn.pimoroni.com/tutorial/sandyj/assembling-pan-tilt-hat>
- サーボモータのケーブル接続は下記を参照ください。



Pan(水平):チャンネル1
Tilt(垂直):チャンネル2

- LiDAR用搭載



7連のショートピンを
ハンダ付け、上部側
でジャンパ接続



LiDAR開発

③組立、接続

- LiDAR用搭載
 - 添付のスペーサを使って、タイラップなどで固定します。
 - Pan, tiltのサーボで角度を指定するので多少の取付誤差は無視。



LiDAR開発 ④単体試験

```
$ cd /home/pi/Documents/TFmini/pantilt-hat/examples  
$ python3 smooth.py
```

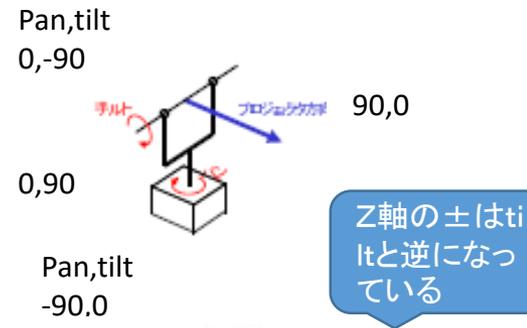
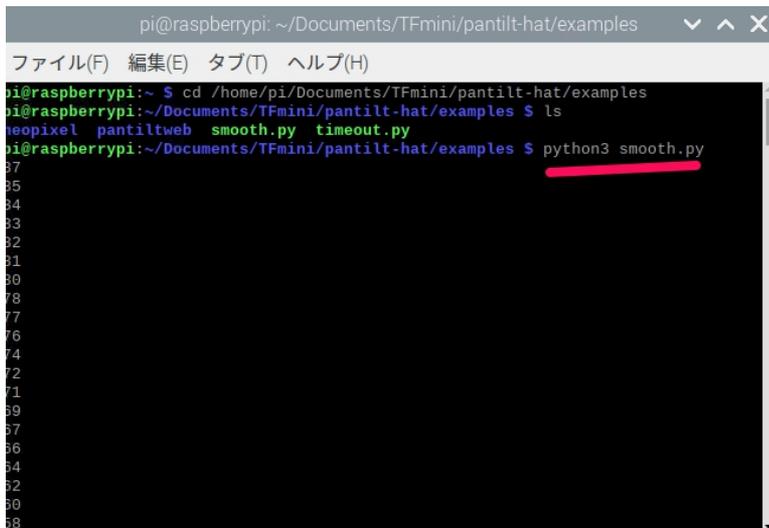
• HAT単体試験

- Piのコマンド入力画面から

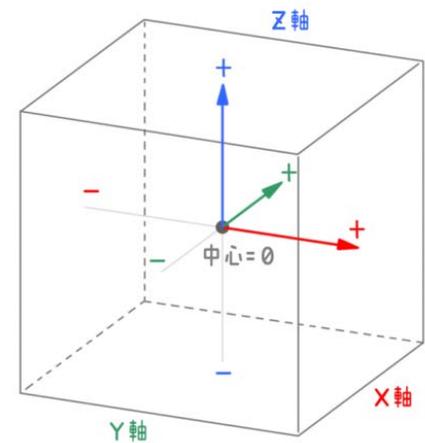
```
$ cd /home/pi/Documents/TFmini/pantilt-hat/examples
```

```
$ python3 smooth.py    pan,tiltが90度まで動作
```

- Pan(水平):-90から90までの180度
- Tilt(垂直):-90から90までの180度
- (上が-90で通常の座標とは逆)



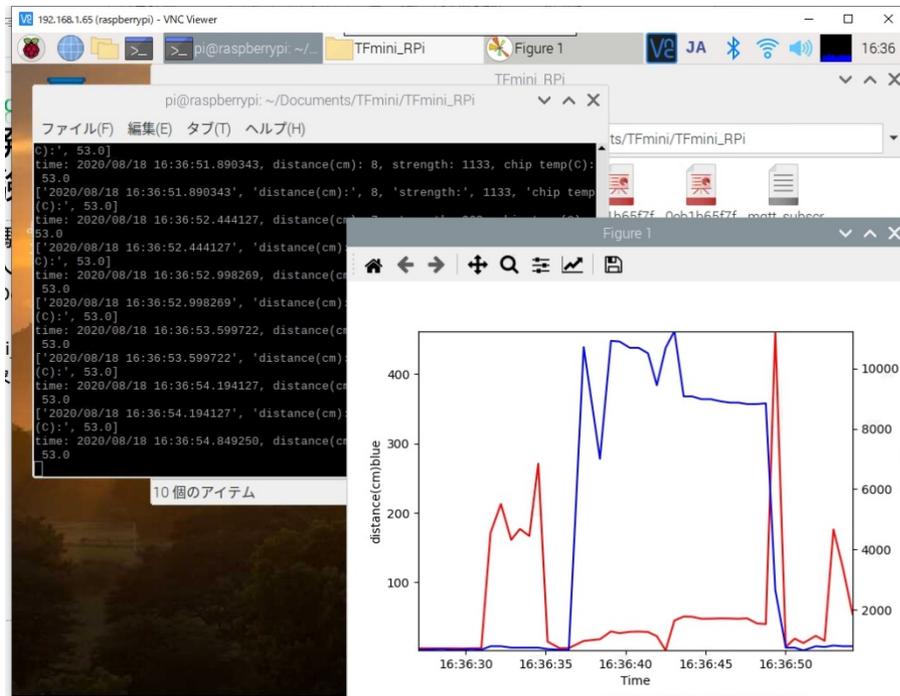
3DCG空間のハコ



LiDAR開発 ④単体試験

```
$ cd  
/home/pi/Documents/TFmini/TFmini_RPi  
$ sudo pigpiod  
$ python3 tfmini_gp.py
```

- LiDAR単体試験: グラフ表示
 - Piのコマンド入力画面から
\$ cd /home/pi/Documents/TFmini/TFmini_Rpi
\$ sudo pigpiod **忘れず**に実施(1回実施すればOK)
\$ python3 tfmini_gp.py
 - LiDARの対象物までの距離(cm): **青**と反射の強さ: **赤**がグラフで表示。



LiDAR開発

⑤3Dスキャン試験

- 3Dスキャナとして、Pan-tiltとLiDARを動作

- Piのコマンド入力画面から

```
$ cd /home/pi/Documents/TFmini/TFmini_Rpi
```

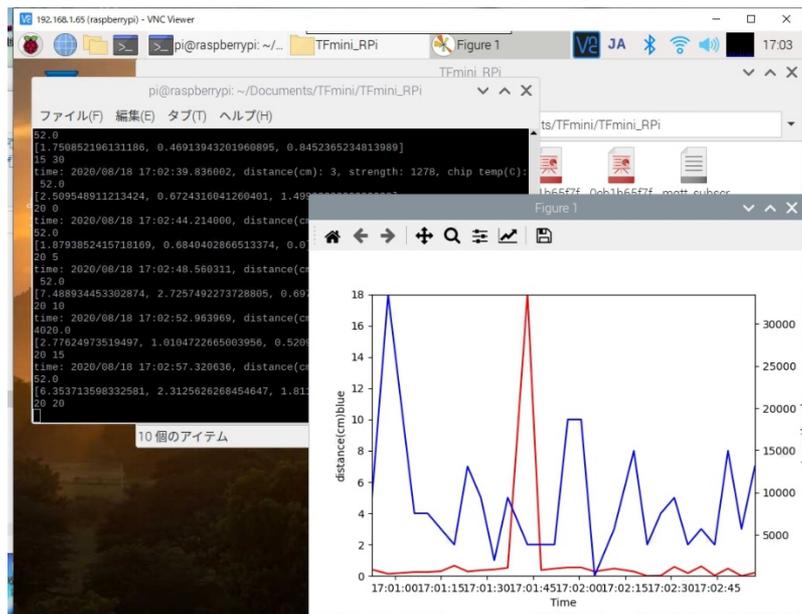
```
$ sudo pigpiod 忘れずに実施(1回実施すればOK)
```

```
$ python3 tfmini_pan.py
```

- Pan, tiltの角度と距離、強度とX, Y, Z座標(PCD出力するため)を表示
- Dataフォルダに日付tfmini.pcdを出力。

```
$ cd  
/home/pi/Documents/TFmini/TFmini_RPi  
$ sudo pigpiod  
$ python3 tfmini_pan.py
```

• 2回目実施した場合に already in useと出た場合は、rebootしてください。
• Lidarデータが読み出しでいない場合があります。(i out range)



LiDAR開発

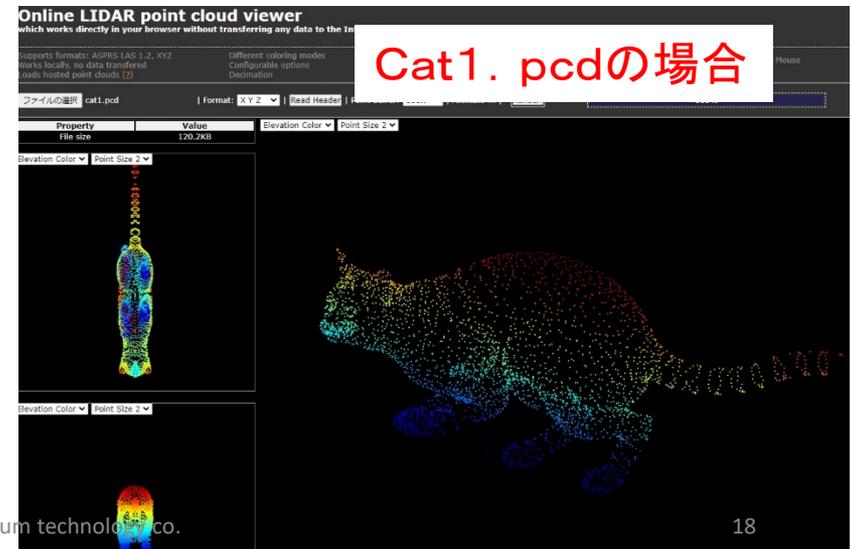
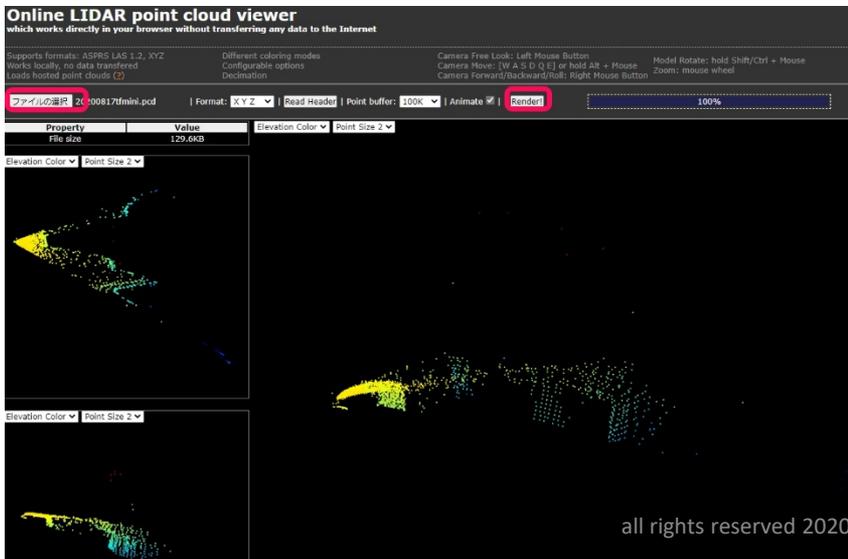
⑥3Dデータ表示・加工

• オンライン表示

- 3Dスキャナで取得したpcdデータをオンラインで表示
- <http://lidarview.com/> にアクセス

```
$ cd /home/pi/Documents/TFmini/sample
```

- 上記サイトで表示するためにヘッダを追記します。ヘッダは、pcd_header.txt
- 例: 20200817tfmini.pcd にヘッダを追加。本来は、width, pointsのところの値は、取得したデータ数になります。
- ファイル選択、xyz選択、Renderを押します

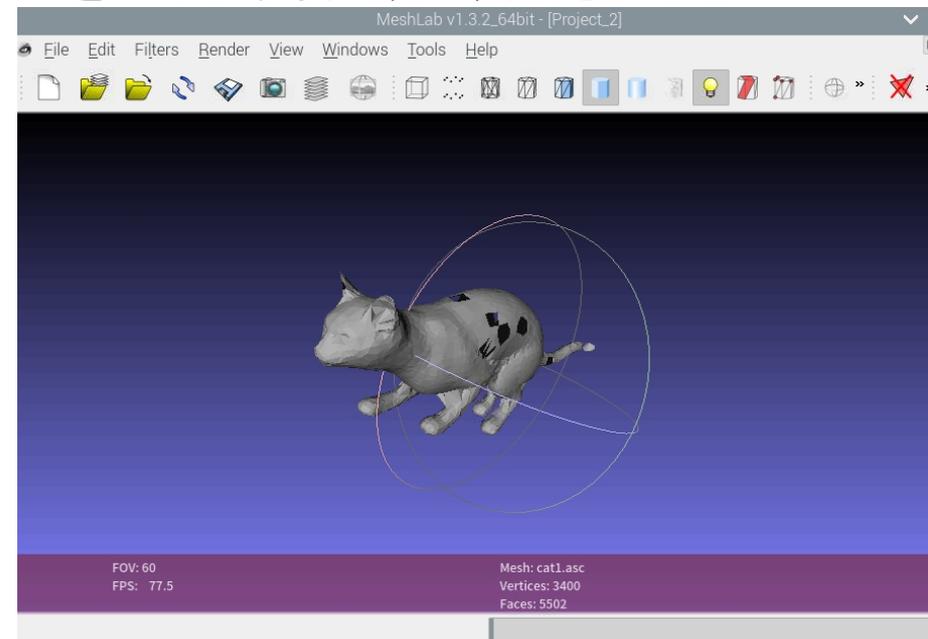
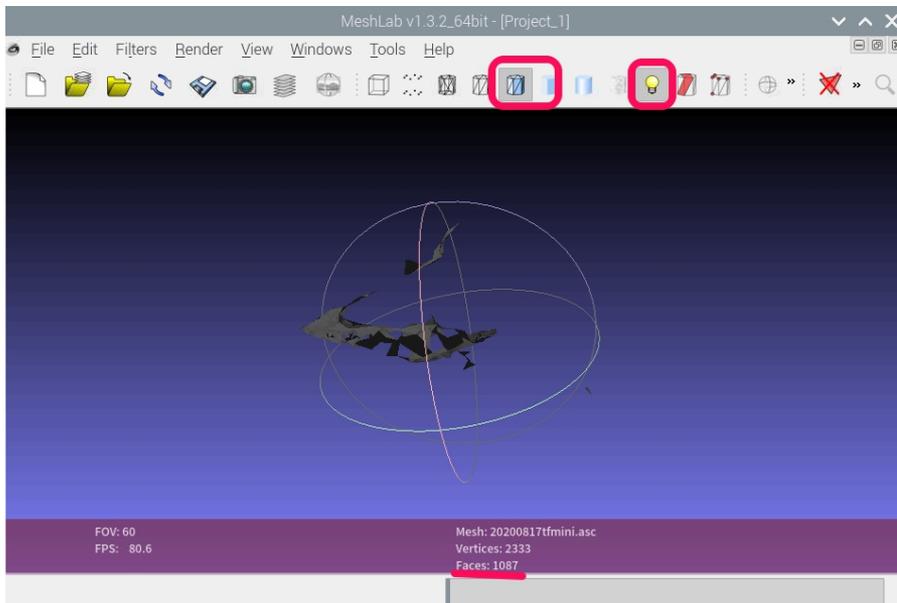


LiDAR開発

⑥3Dデータ表示・加工

```
$ cd /home/pi/Documents/TFmini/sample
```

- 3Dデータのメッシュ加工：3Dプリント用
 - 3Dスキャナで取得したpcdデータを3Dプリント用にメッシュ加工
 - Filters/Remeshing simplification and Reconstruction/Surface Reconstruction : Ball Pivotingでメッシュデータに加工
 - Smoothingなどでデータの欠落を修正します。
 - 分かりやすいように影を付けたり、ライトをつけます。面数が表示されるとOK



LiDAR開発

⑥3Dデータ表示・加工

- 3Dデータのメッシュ加工：3Dプリント用
 - 3Dスキャナで取得したpcdデータを3Dプリント用にメッシュ出力
 - File>export mesh asでメッシュデータでply出力
 - Plyファイルをwindowsの3Dビューアで確認します。

