

抜粋版

はじめてのステレオカメラ開発キット (ZED_Jetson版)
～ZEDステレオカメラを使って距離計測、物体認識、XRに活用～
開発編



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

開発キット 目次

• 開発キット	ページ
• 接続構成	<u>4</u>
• 開発キット 設定	
1. Jetson組立	<u>5</u>
2. Jetson起動	<u>7</u>
3. Jetson初期設定	<u>9</u>
• ubuntu運用マニュアル	
• ubuntuについて	<u>17</u>
• Linux基本コマンド	<u>18</u>
• ubuntu基本操作	<u>19</u>
• 日常運用(更新)	<u>20</u>
• 開発キット 全体像	<u>21</u>
1. ハード概要	<u>22</u>
2. ソフト概要	<u>23</u>
3. ステレオカメラ接続	<u>24</u>
4. カメラ設定	<u>26</u>

抜粋版のためページと一致しません

開発キット 目次

5.	各プログラム例	ページ
①	Hello zed	29
②	画像取得	30
③	深度検出	31
④	カメラ位置出力	32
⑤	3D地図出力	33
⑥	物体検出	35
⑦	imu出力	36
⑧	人物追尾	37
6.	各アプリ例	
①	ライブ配信	38
②	深度検出	40
③	カメラ位置出力	42
④	物体検出(2D、3D)	43
⑤	人物追跡	45
⑥	3D地図生成(基本、高度)	46
⑦	平面検出	49
⑧	ビデオ記録(記録、再生、変換)	51
7.	インテグレーション例	
①	Zed-Opencv	54
②	Zed-yolo	56
③	Pytorch	58
④	Ros	59
⑤	Unity	69
⑥	Matlab	78

お急ぎの方は「[6.各アプリ例](#)」に進んでください

抜粋版のためページと一致しません

Opencv:ply,pcdのファイルが点群が出力できます

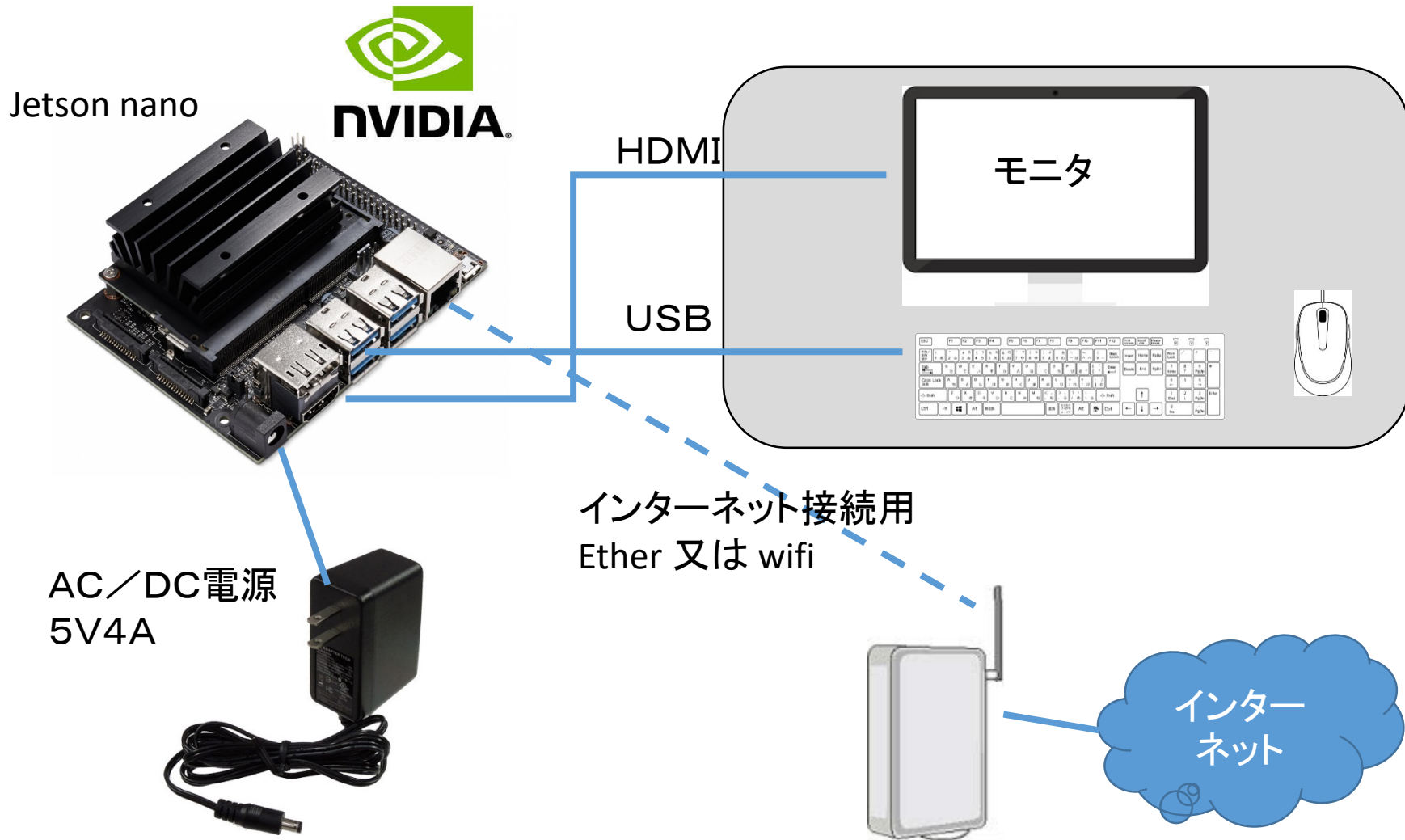
Zed-yoloは、物体検知し、その距離が表示できます

参考

Yolo

82

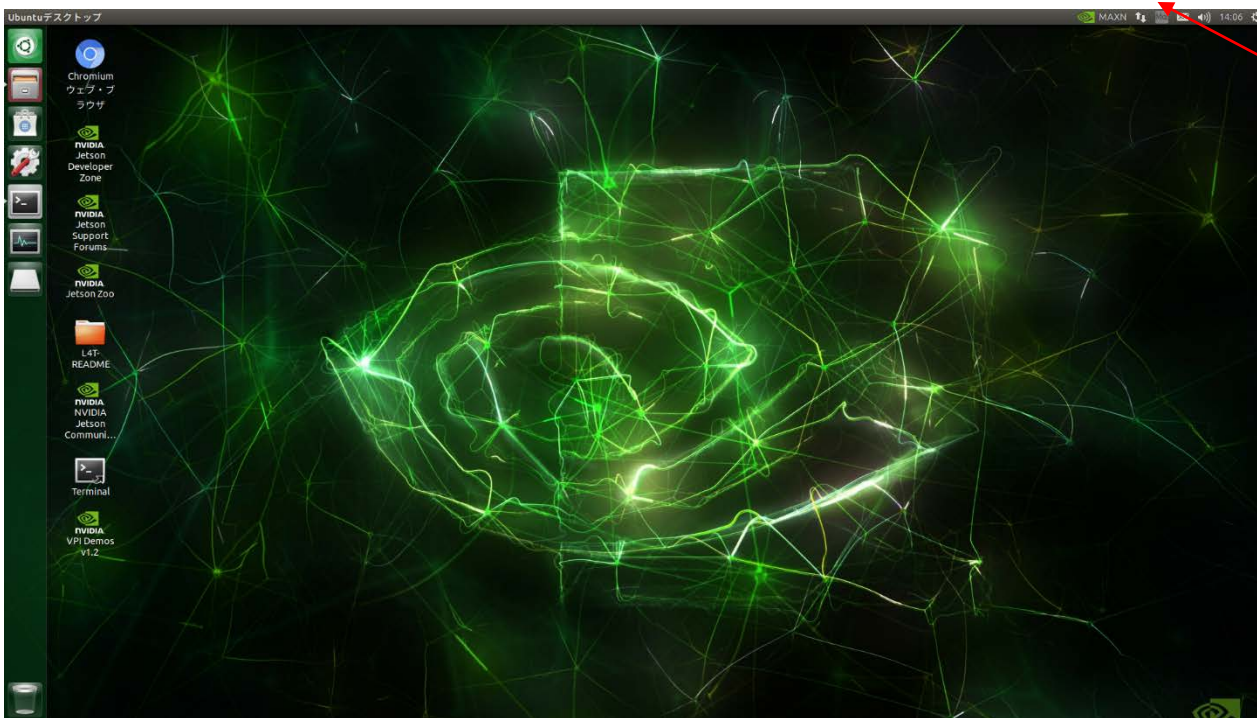
開発キット (Jetson版) 接続構成



開発キット設定

3. Jetson初期設定

② デスクトップ画面



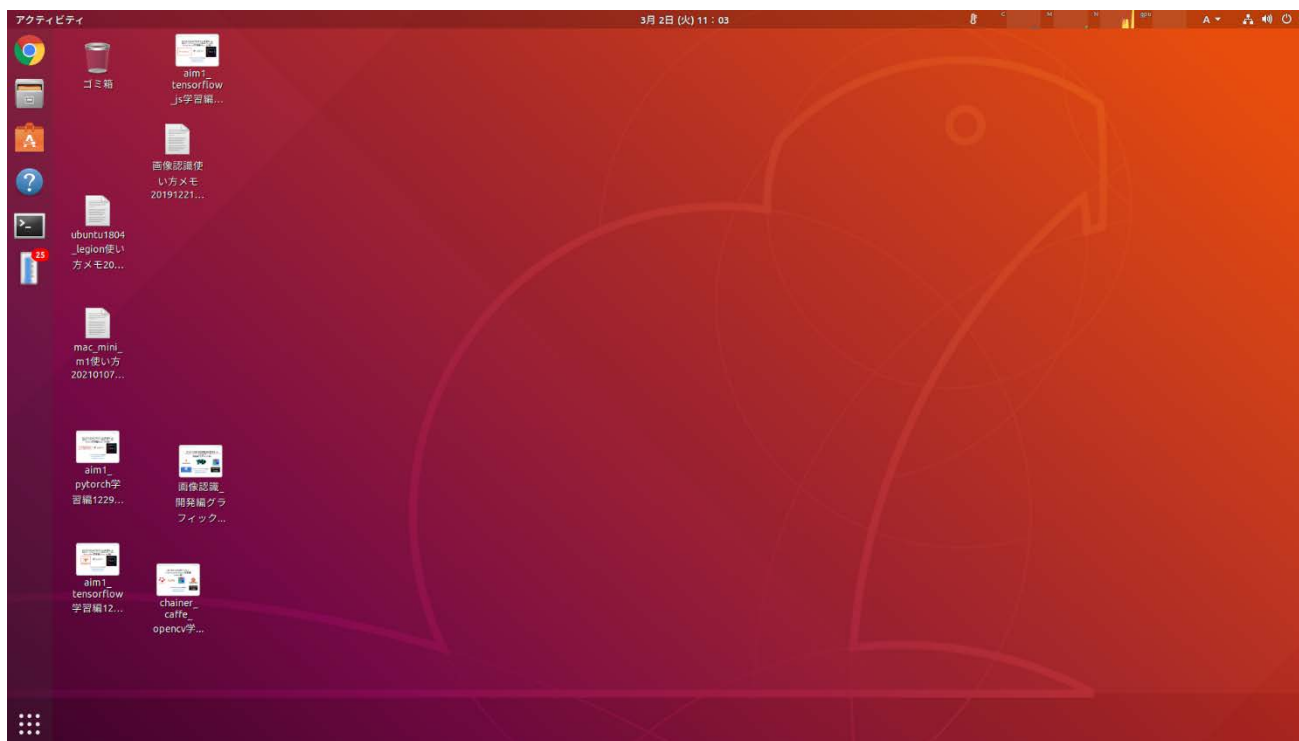
上部アイコン説明

- 左: アクティビティ
 - 設定、ターミナルなど
- 中央: 時計、通知
- 右: システムモニタ、日本語入力、回線接続、スピーカー、電源

Ubuntu運用マニュアル

3. 基本操作

① 表示画面と内容



主に使用するもの

- ・ブラウザ: Chrome
- ・フォルダ: Documents内に必要なファイルがあります。
- ・コマンド: コマンド画面を立ち上げて、python3のプログラムを動作させます。

ステレオカメラ開発キット 全体像(ZED_Jetson版)

ハードウェア

Jetson nano
B01(4GB)



OS



ZEDハードウェア

ZED2i/ZED2

オプションで提供し
ます。ZED2i推奨



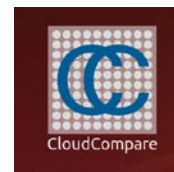
STEREOLABS

ZED mini



関連ソフト系

PyTorch



ロボット系

ROS

ゲーム(XR)系



プログラム言語

python



1. ハードウェア概要

区分		プロダクツ	メーカー	備考
Jetson nano 開発キット B01	cpu	ARM A57	nvidia	
	GPU	128-core Maxwell		
	メモリ	4GB		
	マイクロSD	64GB		
	インタフェース	HDMI, USB, GPIO,DC5V		
お客様準備品				
ステレオカメラ	ZED2i	Video:2.2K,15fps,4416x1242p他 Depth Range:0.2 - 20 m Depth accuracy < 1% at 3m, < 5% at 15m Depth FOV:110° (H) x 70° (V) x 120° (D) Lens:f/1.8, focal len:2.1mm,4mm imu内蔵、usb 3.0, 5V 大きさ:175.2 x 30.2 x 43.1 mm, 重量:230g	Stereolabs	弊社からの提供も可能です。
	ZEDmini	Video:2.2K,15fps,4416x1242p他 Depth Range:0.2 - 15 m Depth accuracy < 1.5% at 3m, < 7% at 15m Depth FOV:90° (H) x 60° (V) x 100° (D) Lens:f/2.0 imu内蔵、usb 3.0, 5V 大きさ:124.5 x 30.5 x 26.5 mm , 重量:60g		

2. ソフトウェア概要

①ソフトウェア一覧

区分	ソフト名	バージョン	備考
OS	ubuntu	18.04 LTS	
	L4t-core	32.7	
GPU用	cuDNN	8.2+cuda10.2	
プログラム言語	Python3	3.6.9	
	Python2	2.7	
	C++	7.5	
ステレオカメラ関係	ZED SDK	V3.8.2	
	Zed-yolo	V3,v4	
	ROS	melodic	
	Pytorch, torchvision	V1.10, v0.11	
	opencv	4.1	
ゲーム関係(XR)	unity	V3.6	Jetsonは未対応、windowsで実施
	Zed unity plugin	V3.6	
数値解析、グラフ	Matlab Zed-matlab	R2023a V3.8	jetsonは未対応、 Ubuntu(amd64)で実施
各種アプリ	Depth sensing, position tracking, object detectionなど多数		

3. ステレオカメラ接続

コマンド入力
\$ lsusb
\$ cd /usr/local/zed/tools
\$./ZED_Diagnostic
\$ cd /usr/local/zed/tools
\$./ZED_Explorer
\$./ZED_Depth_Viewer

① ZED2i接続

<https://www.stereolabs.com/docs/get-started-with-zed/>

添付のUSB3.0ケーブルでjetson USBポートに接続

A) 接続診断

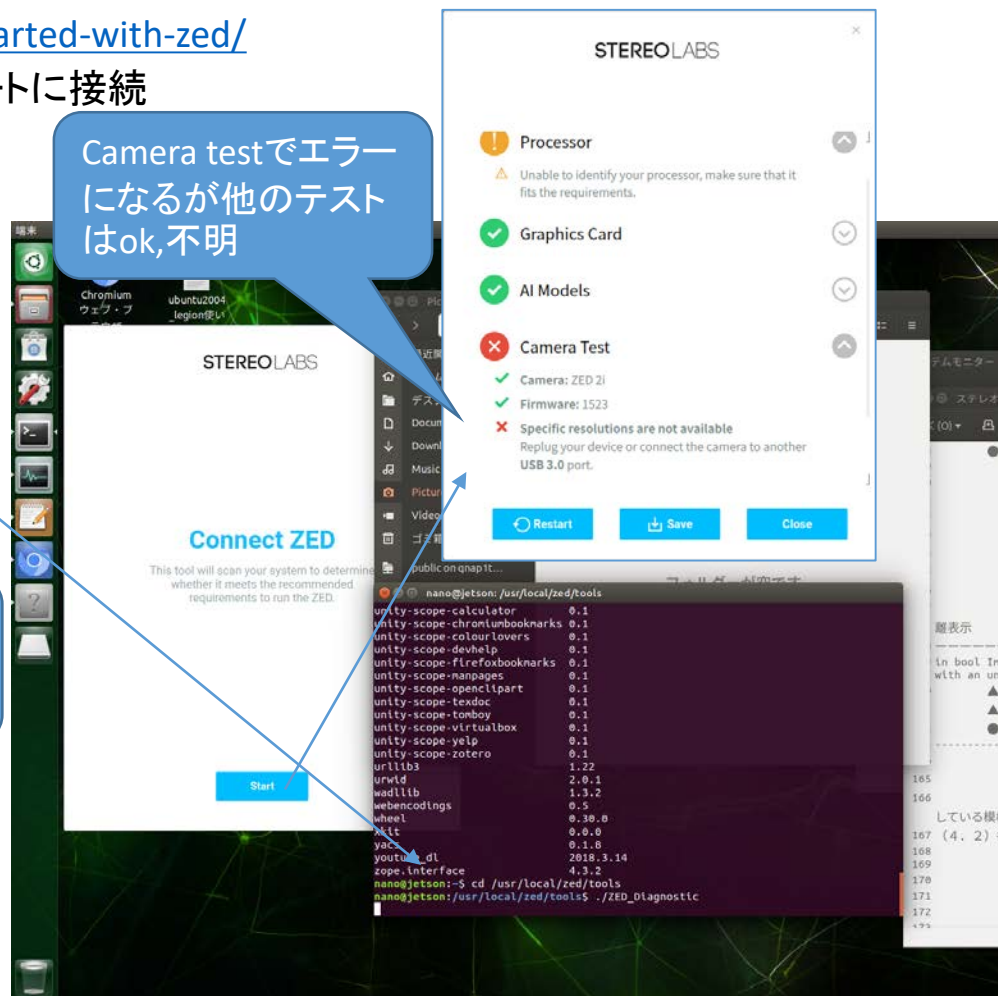
```
lsusb
cd /usr/local/zed/tools
./ZED_Diagnostic
```

B) テスト

```
cd /usr/local/zed/tools
./ZED_Explorer      通常カメラ表示
./ZED_Depth_Viewer  深度表示
```

Camera testでエラーになるが他のテストはok,不明

左右のカメラのidが表示



```
nano@jetson: /usr/local/zed/tools$ ./ZED_Diagnostic
libpng warning: iCCP: known incorrect sRGB profile
libpng warning: iCCP: known incorrect sRGB profile
libpng warning: iCCP: known incorrect sRGB profile
QPixmap::scaled: QPixmap is a null pixmap
QPixmap::scaled: QPixmap is a null pixmap
QPixmap::scaled: QPixmap is a null pixmap
QPixmap::scaled: QPixmap is a null pixmap
QPixmap::scaled: QPixmap is a null pixmap
libpng warning: iCCP: known incorrect sRGB profile
nano@jetson: /usr/local/zed/tools$ ./ZED_Explorer
** [SVO] Hardware compression (NVENC) available **
nano@jetson: /usr/local/zed/tools$ ./ZED_Depth_Viewer
nano@jetson: /usr/local/zed/tools$ lsusb
Bus 002 Device 004: ID 2b03:f880
Bus 002 Device 002: ID 0bda:0411 Realtek Semiconductor Corp.
Bus 002 Device 001: ID 1d6b:0003 Linux Foundation 3.0 root hub
Bus 001 Device 014: ID 046d:c534 Logitech, Inc. Unifying Receiver
Bus 001 Device 013: ID 1a40:0101 Terminus Technology Inc. Hub
Bus 001 Device 012: ID 2b03:f881
Bus 001 Device 011: ID 0424:2512 Standard Microsystems Corp. USB 2.0 Hub
Bus 001 Device 002: ID 0bda:5411 Realtek Semiconductor Corp.
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
all rights reserved 2023 spectrum technology co.
nano@jetson: /usr/local/zed/tools$
```

3. ステレオカメラ接続

① ZED2i接続

<https://www.stereolabs.com/docs/get-started-with-zed/>

添付のUSB3.0ケーブルでjetson USBポートに接続

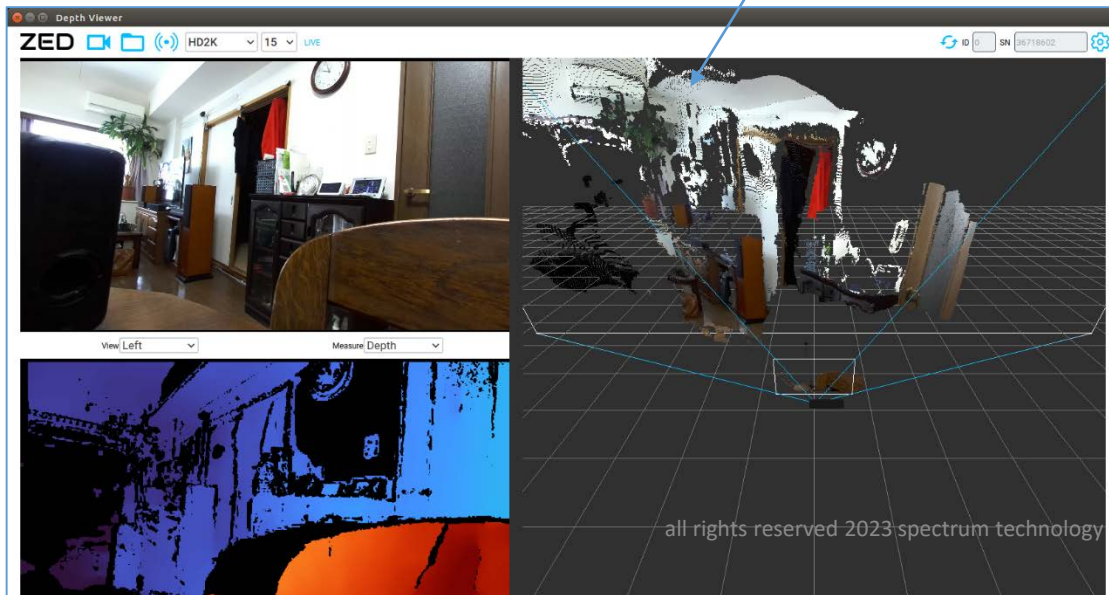
A) 接続診断

```
cd /usr/local/zed/tools
./ZED_Diagnostic
```

B) テスト

```
cd /usr/local/zed/tools
./ZED_Explorer
./ZED_Depth_View
```

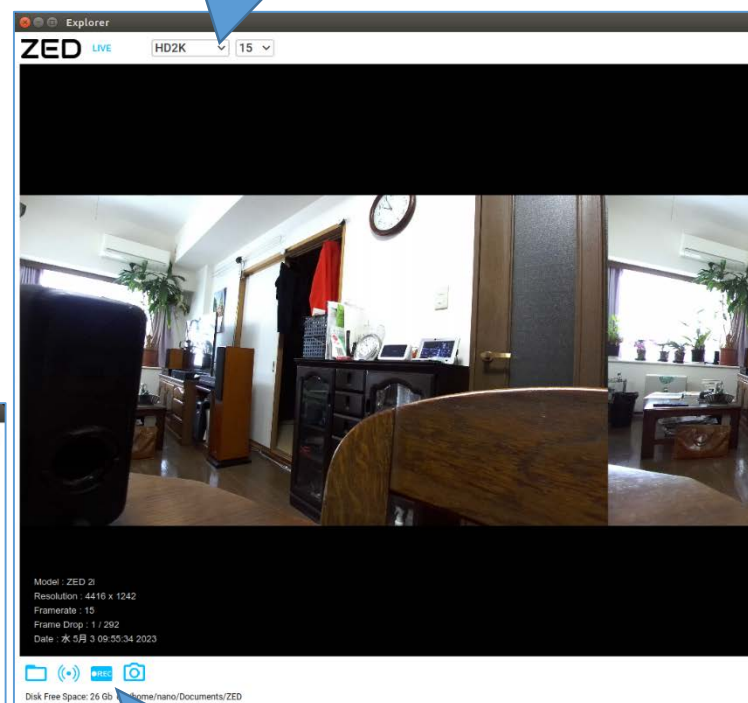
通常カメラ表示
深度表示



コマンド入力

```
$ lsusb
$ cd /usr/local/zed/tools
$ ./ZED_Diagnostic
$ cd /usr/local/zed/tools
$ ./ZED_Explorer
$ ./ZED_Depth_View
```

品質切替: usb2.0の
ケーブルを使うと2k
は表示されません



録画、再生な
ども可能

5. 各プログラム例

① Hello zed

<https://www.stereolabs.com/docs/tutorials/hello-zed/>

zed製品のシリアル番号を検出

A) C++

```
cd /usr/local/zed/samples/tutorials/tutorial1_hello_ZED/cpp/build
```

```
./ZED_Tutorial_1
```

出力 Hello! This is my serial number: 36718602

B) Python

```
cd /usr/local/zed/samples/tutorials/tutorial1_hello_ZED/python
```

```
python3 hello_zed.py
```

出力 Hello! This is my serial number: 36718602

コマンド入力

```
$ cd
```

```
/usr/local/zed/samples/tutorials/tutorial1_hello_ZED/cpp/build
```

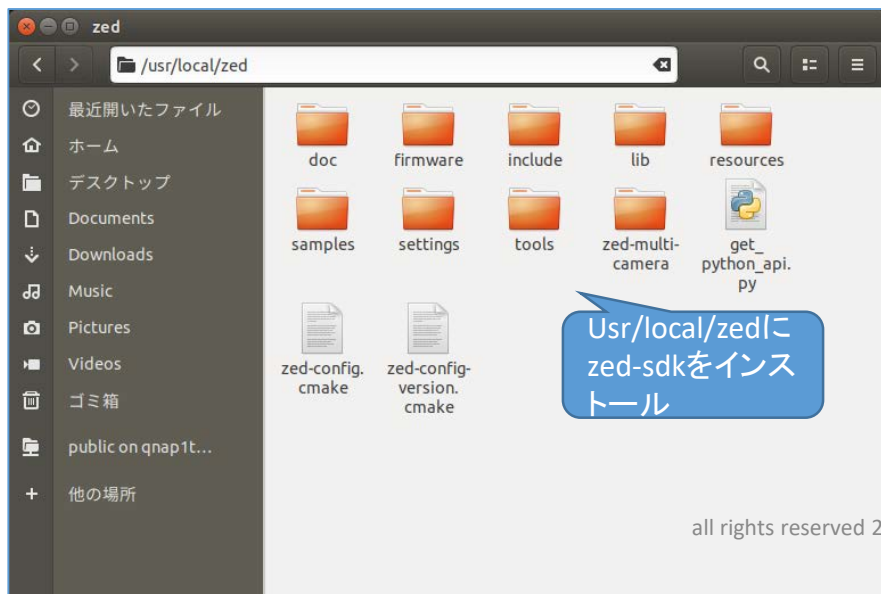
```
$ ./ZED_Tutorial_1
```

```
$ cd
```

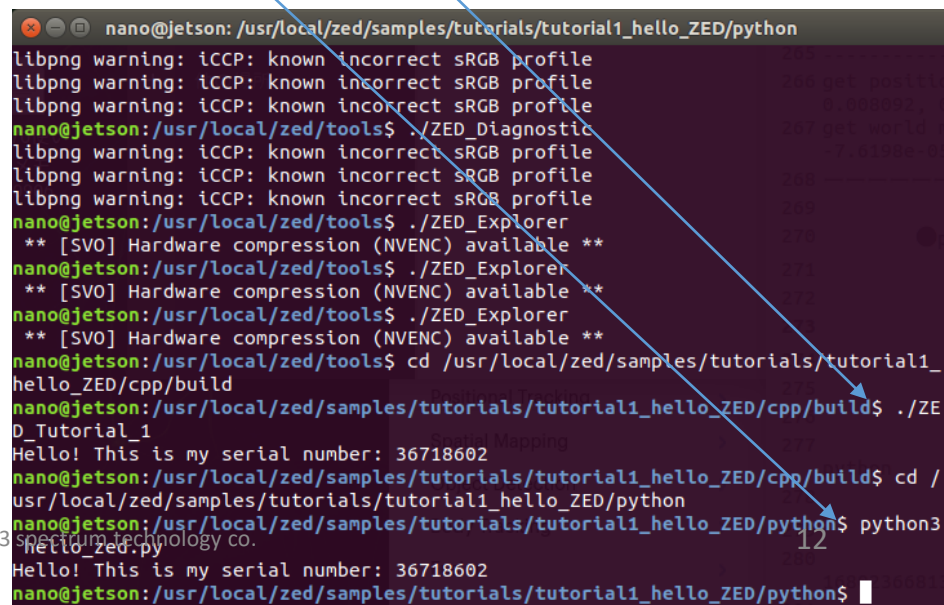
```
/usr/local/zed/samples/tutorials/tutorial1_hello_ZED/python
```

```
$ python3 hello_zed.py
```

Python3で全て
実施のこと



usr/local/zedに
zed-sdkをインス
トール



5. 各プログラム例

⑤ 3D地図出力

<https://www.stereolabs.com/docs/tutorials/spatial-mapping/>

3D地図を出力(objファイル)

C) objファイルの確認方法

[Cloudcompare](#)をダウンロードし、windows等にインストール。Jetsonは未対応

C++:mesh.obj

low:8cmの点群、時間ごとにはでない。1回分のみ

Python:fpc.obj

medium:5cmの点群

コマンド入力

```
$ cd
```

```
/usr/local/zed/samples/tutorials/tutorial5_spatial_mapping/cpp/build
```

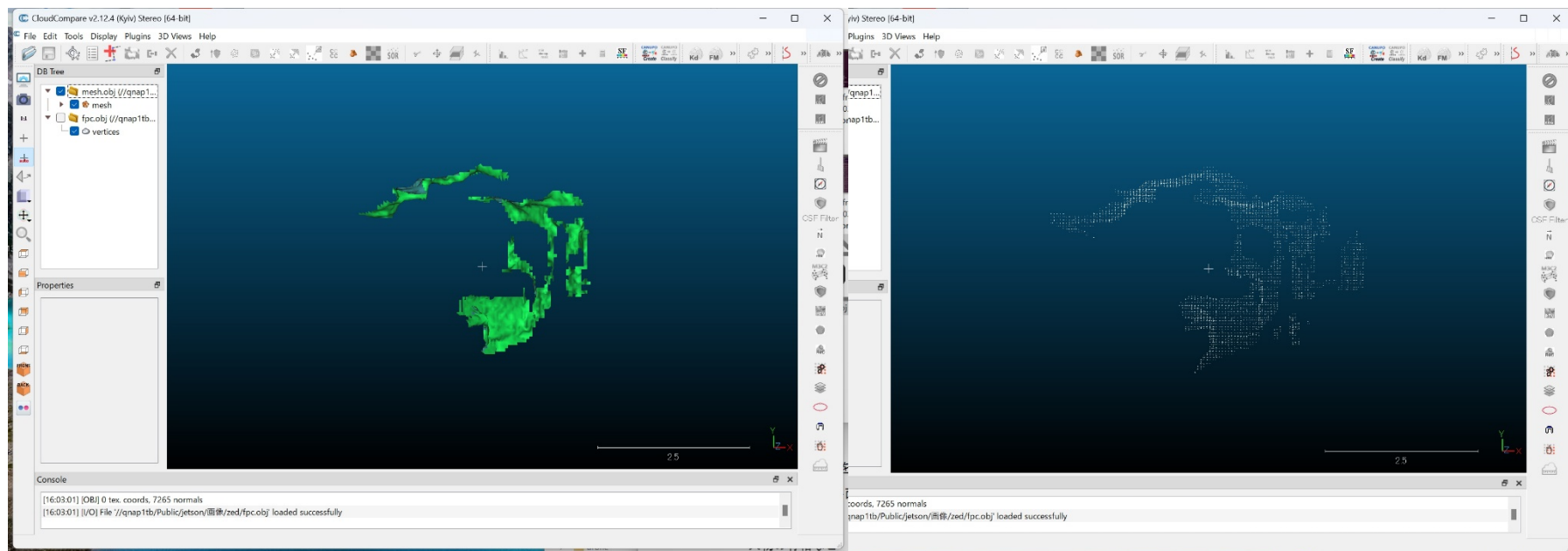
```
$ ./ZED_Tutorial_5
```

```
$ cd
```

```
/usr/local/zed/samples/tutorials/tutorial5_spatial_mapping/python
```

```
$ python3 spatial_mapping.py
```

点群の設定方法は、[こちらへ](#)、最小は、2cm(high), **lidar**程の解像度はない



6. 各アプリ例

① ライブ配信

<https://github.com/stereolabs/zed-sdk/tree/master/camera%20streaming>

ステレオカメラのライブ配信例です。

A) C++

B) Python

sender

```
cd /usr/local/zed/samples/camera_streaming/sender/python
```

```
python3 streaming_sender.py
```

receiver

```
cd /usr/local/zed/samples/camera_streaming/receiver/python
```

```
python3 streaming_receiver.py 192.168.1.58
```

コマンド入力

```
$ cd
```

```
/usr/local/zed/samples/camera_streaming/sender/  
python
```

```
$ python3 streaming_sender.py
```

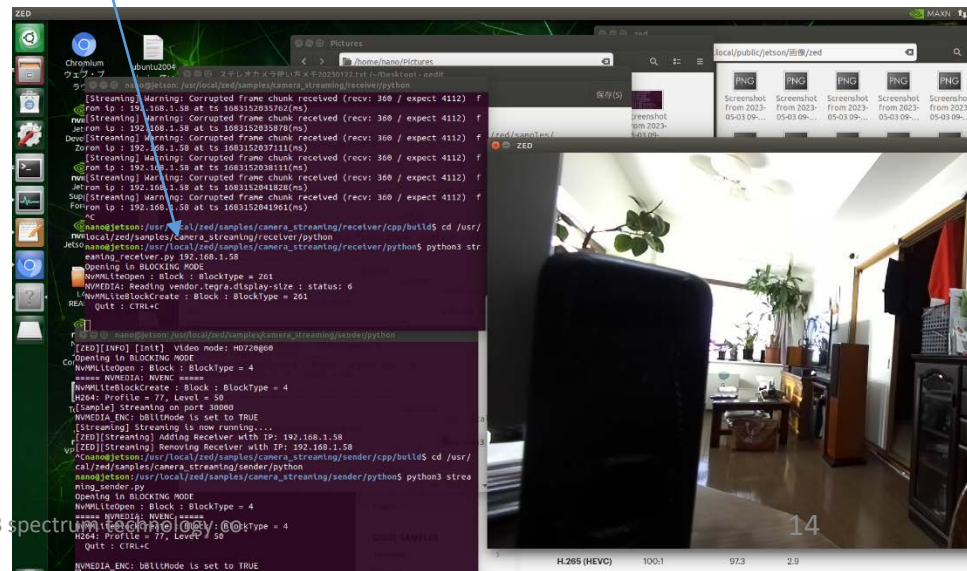
```
$ cd
```

```
/usr/local/zed/samples/camera_streaming/receiv  
er/python
```

```
$ python3 streaming_receiver.py 192.168.1.58
```

Ip addrは、送信側の
ifconfigを調べて、指定。
port番号は不要

```
nano@jetson: /usr/local/zed/samples/camera_streaming/sender/python
[ZED][INFO] [Init] Video mode: HD720@60
Opening in BLOCKING MODE
NvMMLiteOpen : Block : BlockType = 4
===== NVMEDIA: NVENC =====
NvMMLiteBlockCreate : Block : BlockType = 4
H264: Profile = 77, Level = 50
[Sample] Streaming on port 30000
NVMEDIA_ENC: bBltMode is set to TRUE
[Streaming] Streaming is now running...
[ZED][Streaming] Adding Receiver with IP: 192.168.1.58
[ZED][Streaming] Removing Receiver with IP: 192.168.1.58
^Cnano@jetson: /usr/local/zed/samples/camera_streaming/sender/cpp/build$ cd /usr/
cal/zed/samples/camera_streaming/sender/python
nano@jetson: /usr/local/zed/samples/camera_streaming/sender/python$ python3 strea
ming_sender.py
Opening in BLOCKING MODE
NvMMLiteOpen : Block : BlockType = 4
===== NVMEDIA: NVENC =====
NvMMLiteBlockCreate : Block : BlockType = 4
H264: Profile = 77, Level = 50
Quit : CTRL+C
NVMEDIA_ENC: bBltMode is set to TRUE
```



6. 各アプリ例

② 深度検出

<https://github.com/stereolabs/zed-sdk/tree/master/depth%20sensing>

深度を検出し、画像を出力。

A) C++

```
cd /usr/local/zed/samples/depth_sensing/cpp/build
./ZED_Depth_Sensing
```

通常の画像、不明

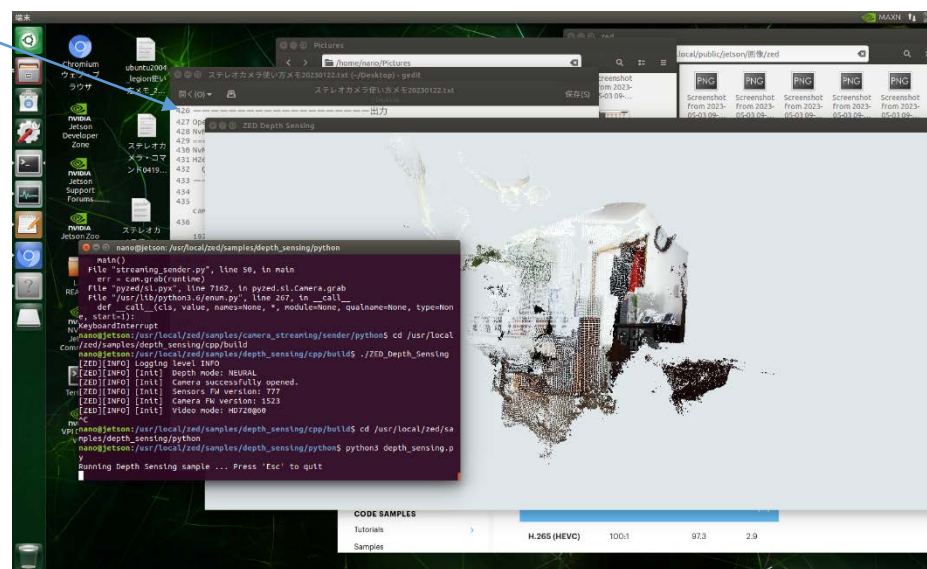
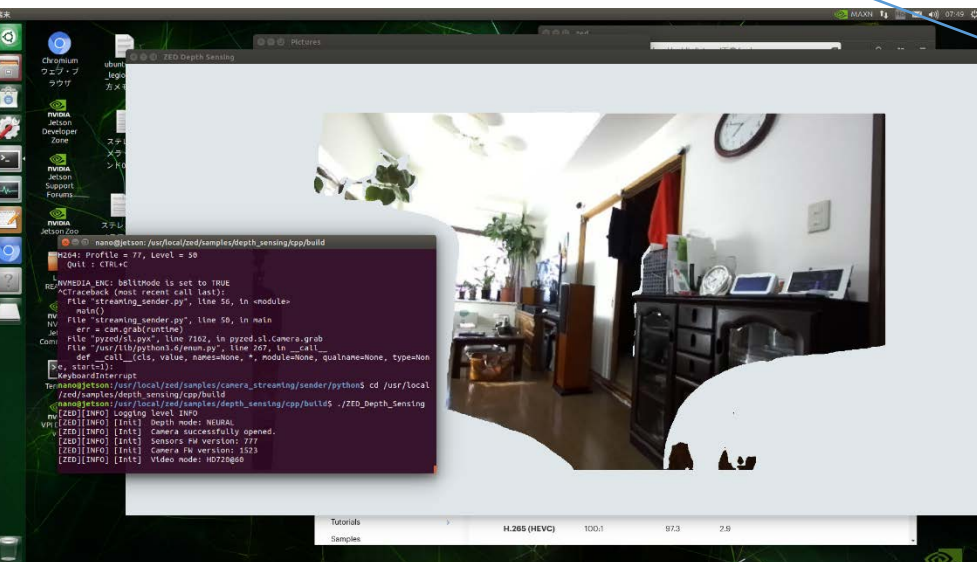
B) Python

```
cd /usr/local/zed/samples/depth_sensing/python
python3 depth_sensing.py
```

等高線がでる

コマンド入力

```
$ cd
/usr/local/zed/samples/depth_sensing/cpp/build
$ ./ZED_Depth_Sensing
$ cd
/usr/local/zed/samples/depth_sensing/python
$ python3 depth_sensing.py
```



6. 各アプリ例

③ カメラ位置出力

https://github.com/stereolabs/zed-sdk/tree/master/positional_tracking

カメラの位置(imu)を出力。

A) C++

```
cd /usr/local/zed/samples/positional_tracking/cpp/build
./ZED_Positional_Tracking
```

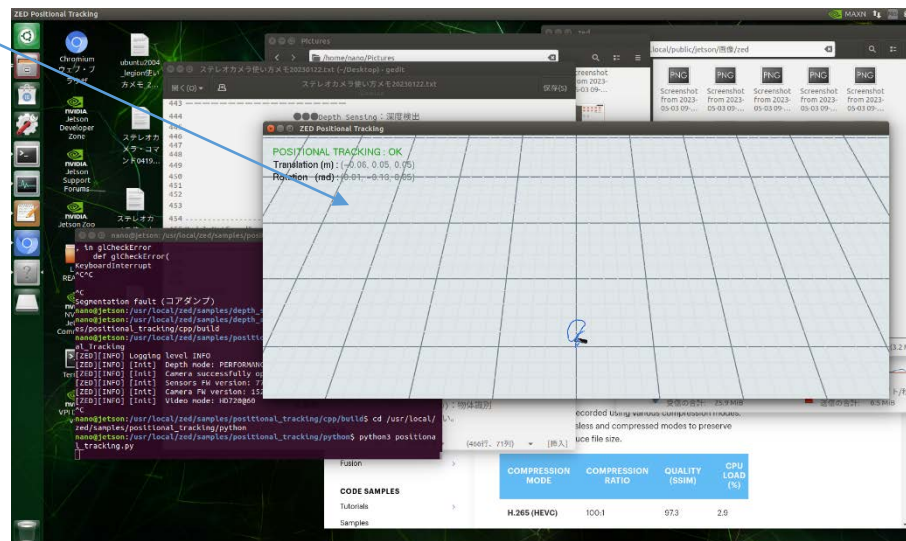
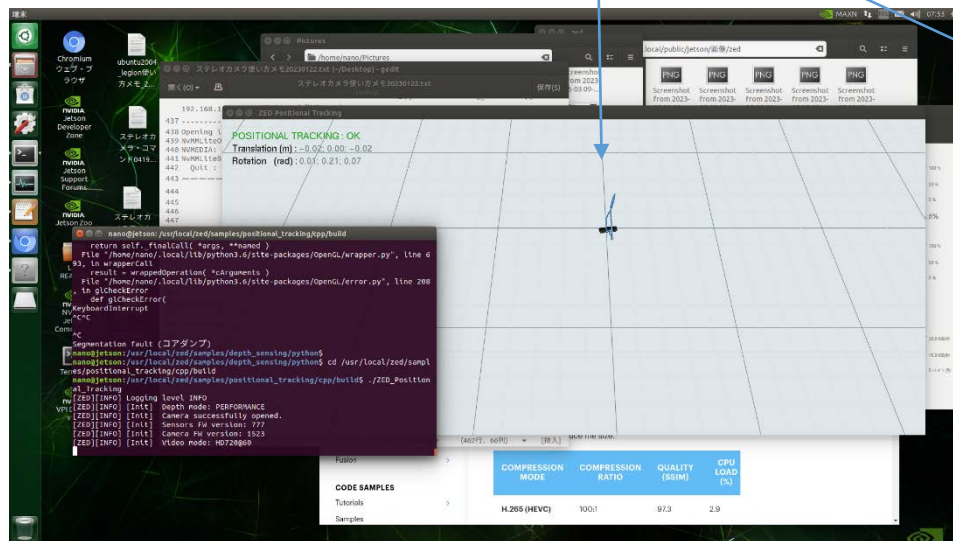
imuの軌跡が表示

B) Python

```
cd /usr/local/zed/samples/positional_tracking/python
python3 positional_tracking.py
```

コマンド入力

```
$ cd
/usr/local/zed/samples/positional_tracking/cpp/build
$ ./ZED_Positional_Tracking
$ cd
/usr/local/zed/samples/positional_tracking/python
$ python3 positional_tracking.py
```



6. 各アプリ例

④ 物体検出(2D)

<https://github.com/stereolabs/zed-sdk/tree/master/object%20detection>

人物、車を検出して、出力。

A) C++

```
cd /usr/local/zed/samples/object_detection/image_viewer/cpp/build
./ZED_Object_detection_image_viewer
```

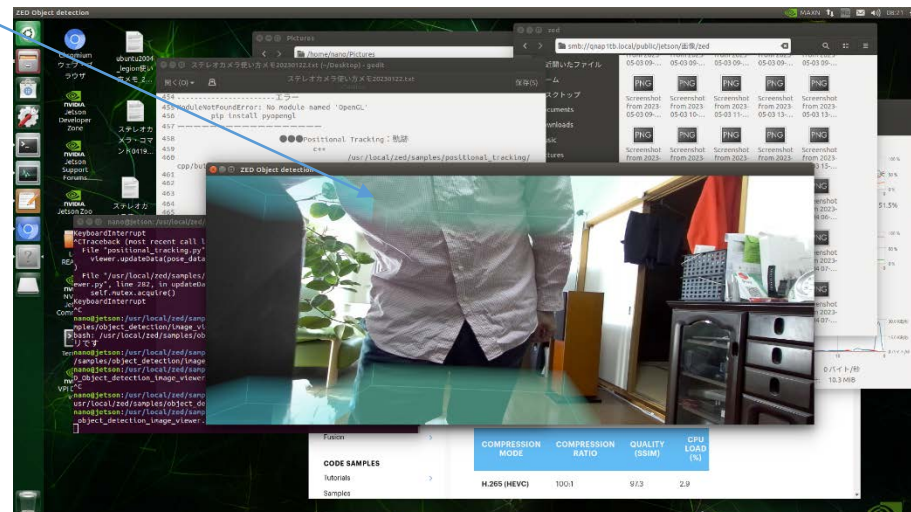
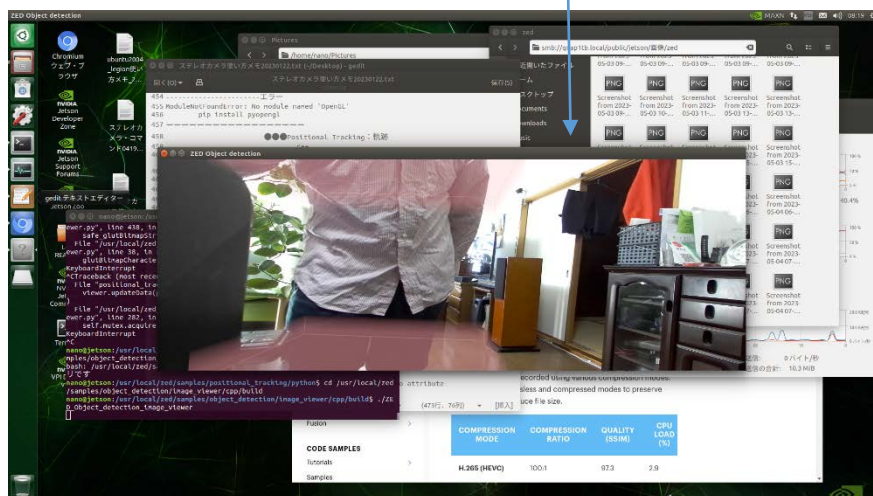
人物を検出すると画面上で四角に囲み色をつけます

B) Python

```
cd /usr/local/zed/samples/object_detection/image_viewer/python
python3 object_detection_image_viewer.py
```

コマンド入力

```
$ cd
/usr/local/zed/samples/object_detection/image_viewer/cpp/build
$ ./ZED_Object_detection_image_viewer
$ cd
/usr/local/zed/samples/object_detection/image_viewer/python
$ python3 object_detection_image_viewer.py
```



6. 各アプリ例

⑤ 人物追跡

<https://github.com/stereolabs/zed-sdk/tree/master/body%20tracking>

人物のモーションを検出して、追跡します。

A) C++

```
cd /usr/local/zed/samples/body_tracking/cpp/build
```

```
./ZED_Body_Tracking_View
```

人物の骨格とモーションを検出して、2画面で出力

B) Python

```
cd /usr/local/zed/samples/body_tracking/python
```

```
python3 body_tracking.py
```

コマンド入力

```
$ cd
```

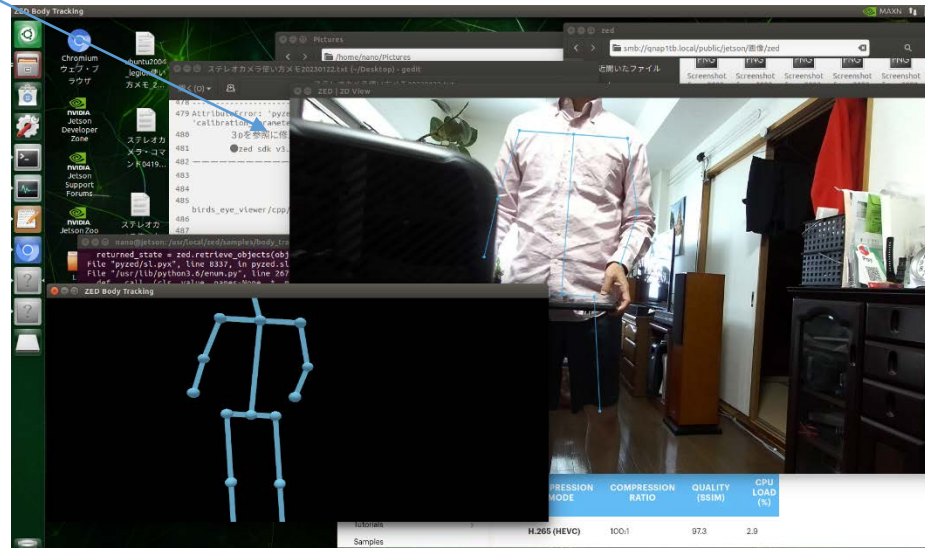
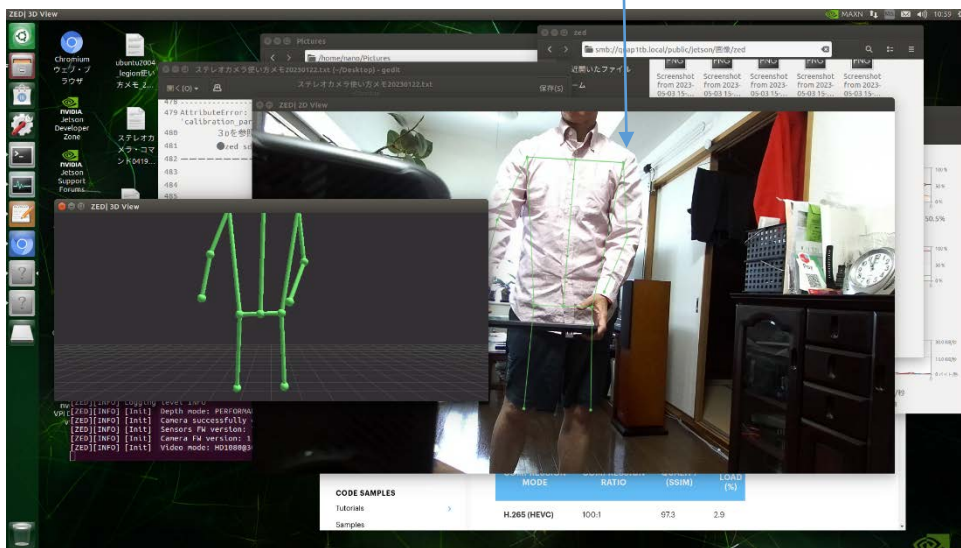
```
/usr/local/zed/samples/body_tracking/cpp/build
```

```
$ ./ZED_Body_Tracking_View
```

```
$ cd
```

```
/usr/local/zed/samples/body_tracking/python
```

```
$ python3 body_tracking.py
```



6. 各アプリ例

⑥ 3D地図生成(高度)

<https://github.com/stereolabs/zed-sdk/tree/master/spatial%20mapping>

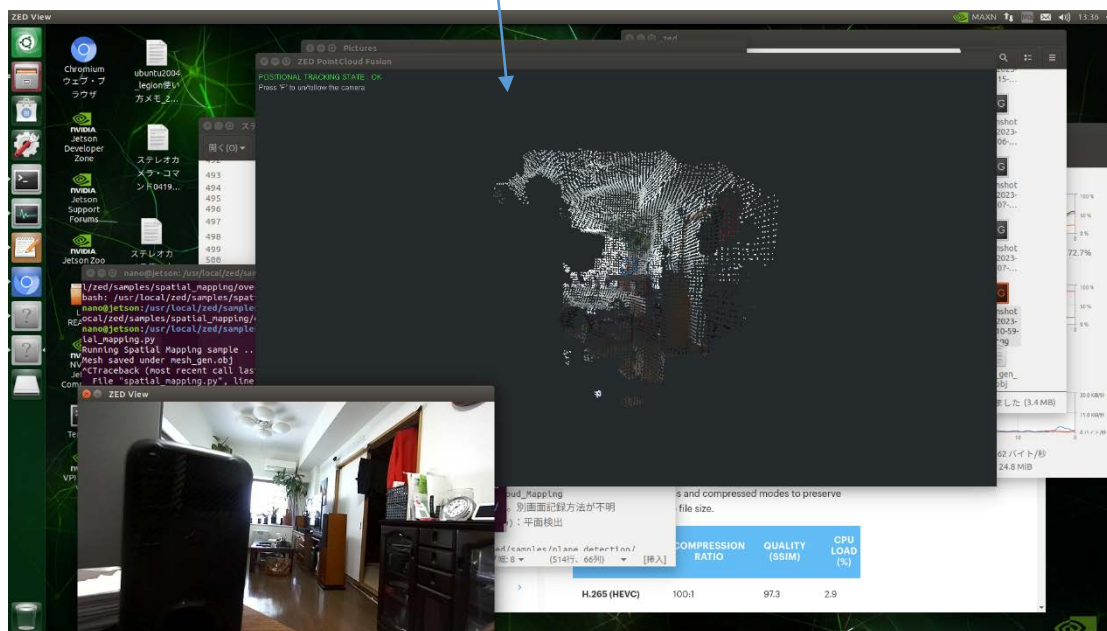
3D地図を表示し、記録します。

A) C++

```
cd /usr/local/zed/samples/spatial_mapping/advanced_point_cloud_mapping/cpp/build
```

```
./ZED_Point_Cloud_Mapping
```

映像と点群(imu含む)が表示される。保存方法は不明



コマンド入力

```
$ cd
```

```
/usr/local/zed/samples/spatial_mapping/advance  
d_point_cloud_mapping/cpp/build
```

```
$ ./ZED_Point_Cloud_Mapping
```

6. 各アプリ例

⑧ ビデオ記録(再生)

<https://github.com/stereolabs/zed-sdk/tree/master/recording>

ビデオ(SVOファイル)の記録、再生、エクスポート。

A) C++

```
cd /usr/local/zed/samples/svo_recording/playback/cpp/build
```

```
./ZED_SVO_Playback test0404.svo
```

B) Python

```
cd /usr/local/zed/samples/svo_recording/playback/python
```

```
python3 svo_playback.py test0404.svo
```

コマンド入力

```
$ cd
```

```
/usr/local/zed/samples/svo_recording/playback/cpp/build
```

```
$ ./ZED_SVO_Playback test0404.svo
```

```
$ cd
```

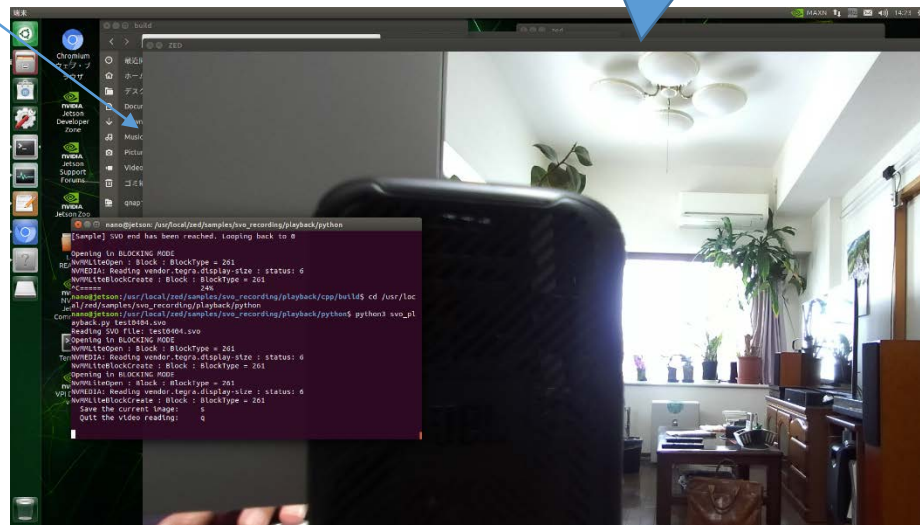
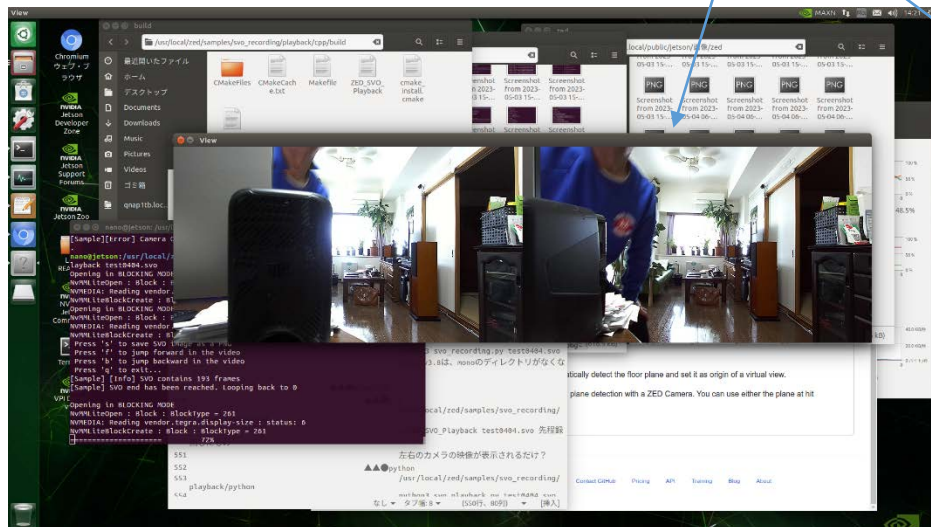
```
/usr/local/zed/samples/svo_recording/playback/python
```

```
$ python3 svo_playback.py test0404.svo
```

先ほど録画した画像、2画面表示、ファイルは移動のこと

先ほど録画した画像、1画面表示

画面の大きさはプログラムで調整か？



7. インテグレーション例

① Zed-Opencv

<https://github.com/stereolabs/zed-opencv>

画像処理で必須のOpencvとの連携例。

A) C++

```
cd /home/nano/Documents/stereo_cam/zed-opencv/cpp/build
./ZED_with_OpenCV
```

B) Python

```
cd /home/nano/Documents/stereo_cam/zed-opencv/python
python3 zed-opencv.py
```

C) 出力ファイル

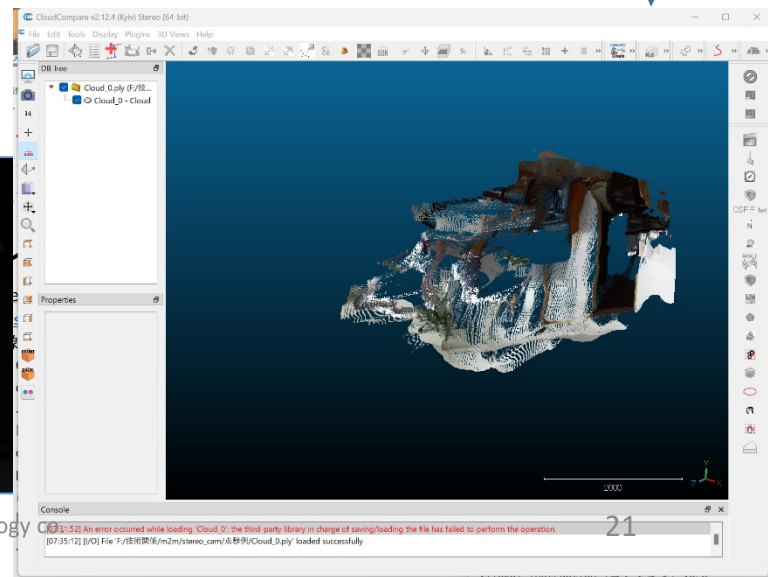
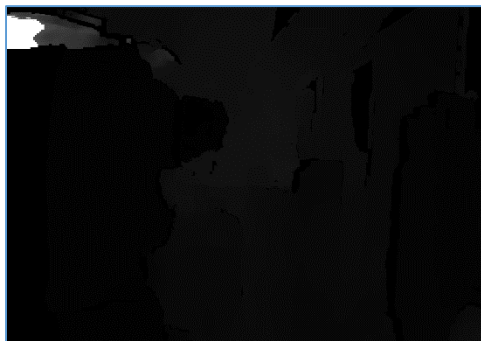
Image(s), depth(d), point cloud(p), point cloud format(m)の画像とデータが出力 ()内のキーを押下時

フォーマットは、ply(default),pcd,vtx,xyzをmで選択

コマンド入力

```
$ cd /home/nano/Documents/stereo_cam/zed-
opencv/cpp/build
$ ./ZED_with_OpenCV
$ cd /home/nano/Documents/stereo_cam/zed-
opencv/python
$ python3 zed-opencv.py
```

Cloud_1.plyは、
cloudcompare表示できます。
objファイルよりもデータ量
が多い点群になります。



```
$ cd /home/nano/Documents/stereo_cam/zed-yolo/libdarknet
$ python3 darknet_zed.py -c cfg/yolov3.cfg -w yolov3.weights -m cfg/coco.data -t 0.5
```

7. インテグレーション例

② Zed-yolo

<https://www.stereolabs.com/docs/yolo/>

Darknetで有名なyoloによる物体認識とzedカメラによる距離表示例。

A) Yolov3

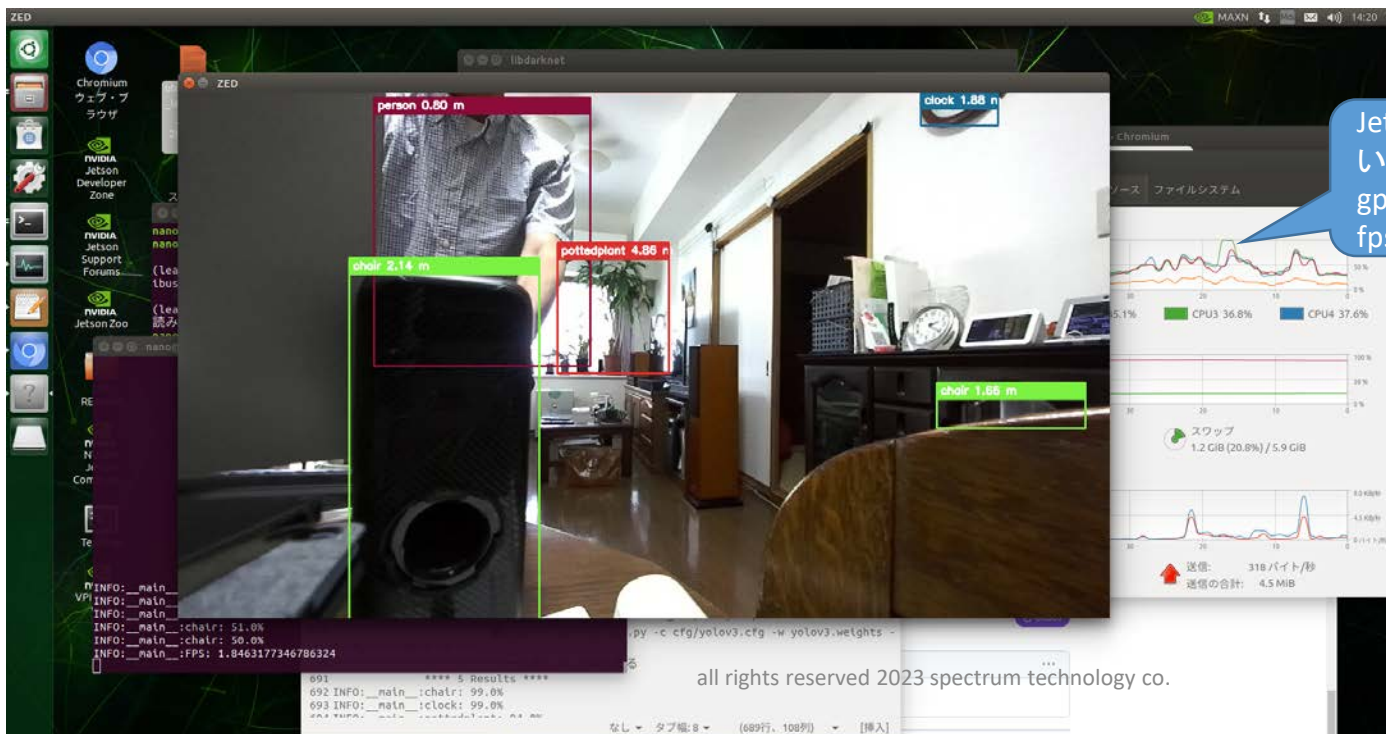
ライブカメラ

```
cd /home/nano/Documents/stereo_cam/zed-yolo/libdarknet
```

```
python3 darknet_zed.py -c cfg/yolov3.cfg -w yolov3.weights -m cfg/coco.data -t 0.5
```

認識した物体(80カテゴリ)と距離が画面表示、端末には、認識の確率がでます。

yolov4もweights, cfgを変えれば動作します。



Jetson nanoはfps=2と遅い、高速化には、別のgpuが要。Rtx3080は、fps=50位

④ ros

Ros(robot operating system)は、ロボット、センサなどの制御、可視化に幅広く利用されます。Rosのmelodicをインストールしています。事例もたくさんあります。

source /home/nano/Documents/catkin_ws/devel/setup.bash 各端末毎に実施

```
roslaunch zed wrapper zed2i.launch
```

別カメラの場合 <https://www.stereolabs.com/docs/ros/zed-node/>

roslaunch zed_ display rviz display zed2i.launch \ rviz表示



7. インテグレーション例

④ ros

<https://www.stereolabs.com/docs/ros/>

Ros(robot operating system)は、ロボット、センサなどの制御、可視化に幅広く利用されます。Rosのmelodicをインストールしています。事例もたくさんあります。

A) 起動

source /home/nano/Documents/catkin_ws/devel/setup.bash 各端末毎に実施

K) imuデータ収集、表示

roslaunch zed_sensors_sub_tutorial plot_sensors_zed2i.launch

Plotjugglerが起動

使い方

トピックの例えばimu>data>..>xを右のグラフにドラッグ
グラフ追加は、グラフ内の右上で分割を選んで追加

コマンド入力

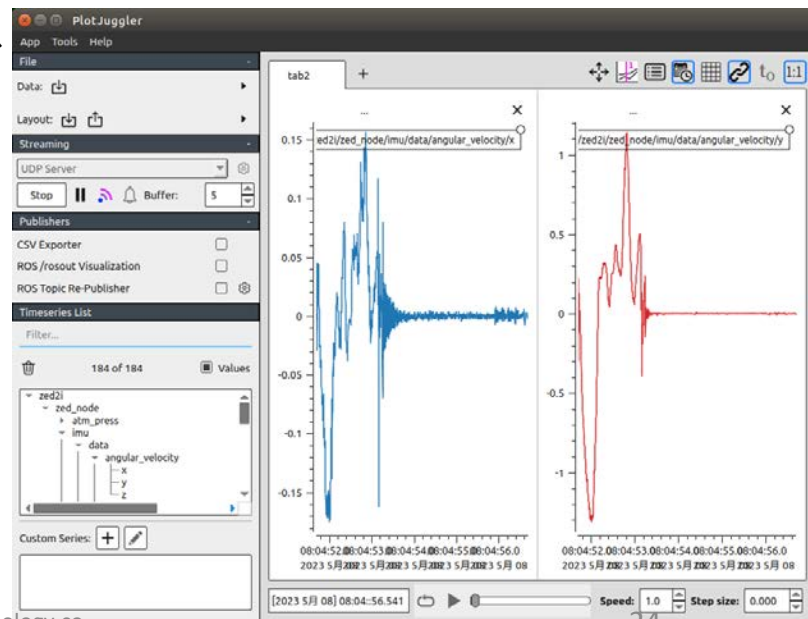
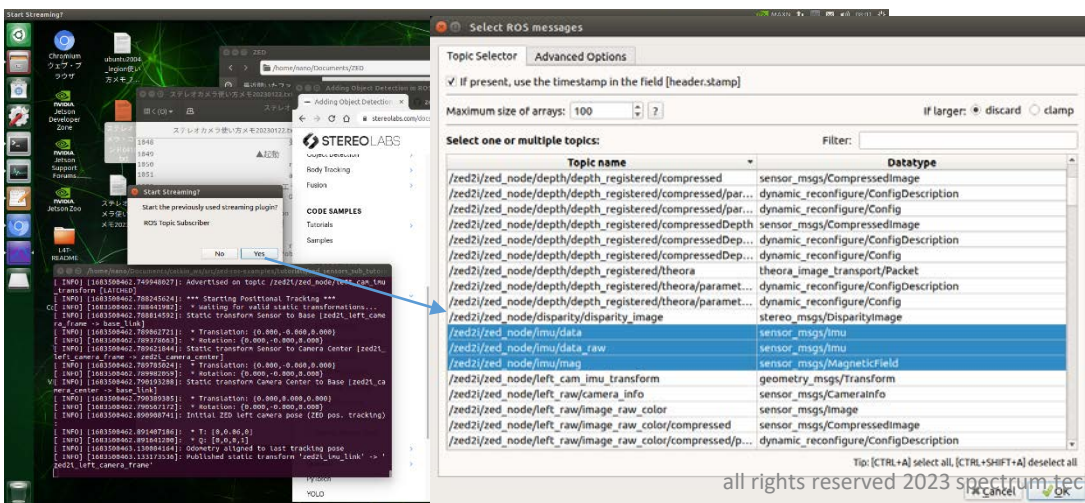
\$ source

/home/nano/Documents/catkin_ws/devel/setup.b

ash

\$ roslaunch zed_sensors_sub_tutorial

plot_sensors_zed2i.launch



7. インテグレーション例

⑤ unity

<https://www.stereolabs.com/docs/unity/>

ゲーム、AR/MRの開発言語であるunityとの連携事例。Jetson (arm64)で動作しないため、windows版で説明します。

C) 事例

a. Bodytracking(skelton)

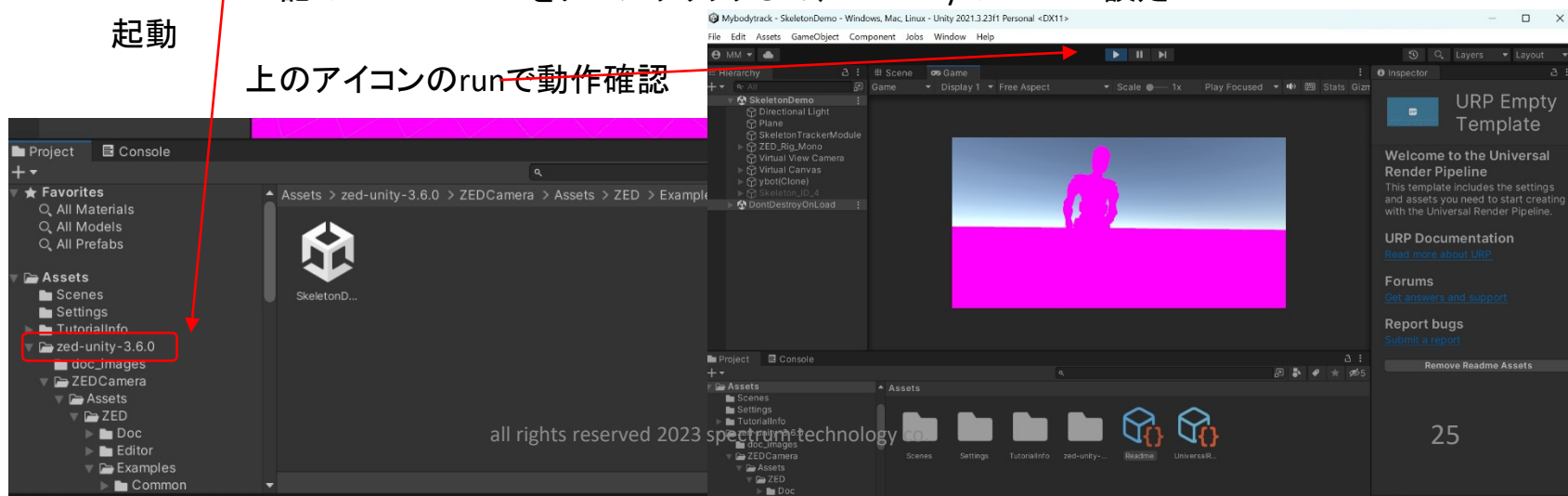
<https://www.stereolabs.com/docs/unity/body-tracking/>

zedカメラを使って、人体のスケルトン像を表示
設定

unityhub>New project:3D coreを選択し、mybodytrackなどのプロジェクト名で作成
Assetsにzed-unity-3.6.4などをドラッグしてインポート
Assets/zed-unity-3.6.4/ZEDCamera/Assets/ZED/Examples/SkeletonTracking/Scene/
上記のskelton demoをダブルクリックして、hierarchyのsceneに設定

起動

上のアイコンのrunで動作確認



7. インテグレーション例

⑤ unity

<https://www.stereolabs.com/docs/unity/>

ゲーム、AR/MRの開発言語であるunityとの連携事例。Jetson (arm64)で動作しないため、windows版で説明します。

C) 事例

b. firstMR

<https://www.stereolabs.com/docs/unity/creating-mixed-reality-app/>

zedカメラを使って、ライブ映像に風船を合成して表示
設定

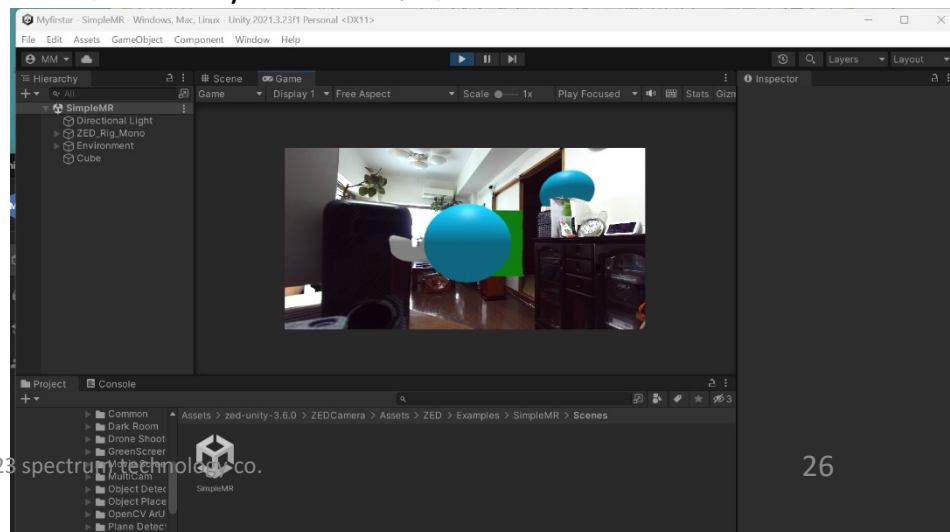
unityhub>New project:3D coreを選択し、myfirstMRなどのプロジェクト名で作成
Assetsにzed-unity-3.6.4などをドラッグしてインポート

Assets/zed-unity-3.6.4/ZEDCamera/Assets/ZED/Examples/SimpleMR/Scenes

上記のsimpleMRをダブルクリックして、hierarchyのsceneに設定

起動

上のアイコンのrunで動作確認



7. インテグレーション例

⑤ unity

<https://www.stereolabs.com/docs/unity/>

ゲーム、AR/MRの開発言語であるunityとの連携事例。Jetson (arm64)で動作しないため、windows版で説明します。

c) 事例

d. 3rd person

<https://www.stereolabs.com/docs/unity/samples/>

https://blog.unity.com/ja/games/say-hello-to-the-new-starter-asset-packages?_fsi=qZ3x3u4D

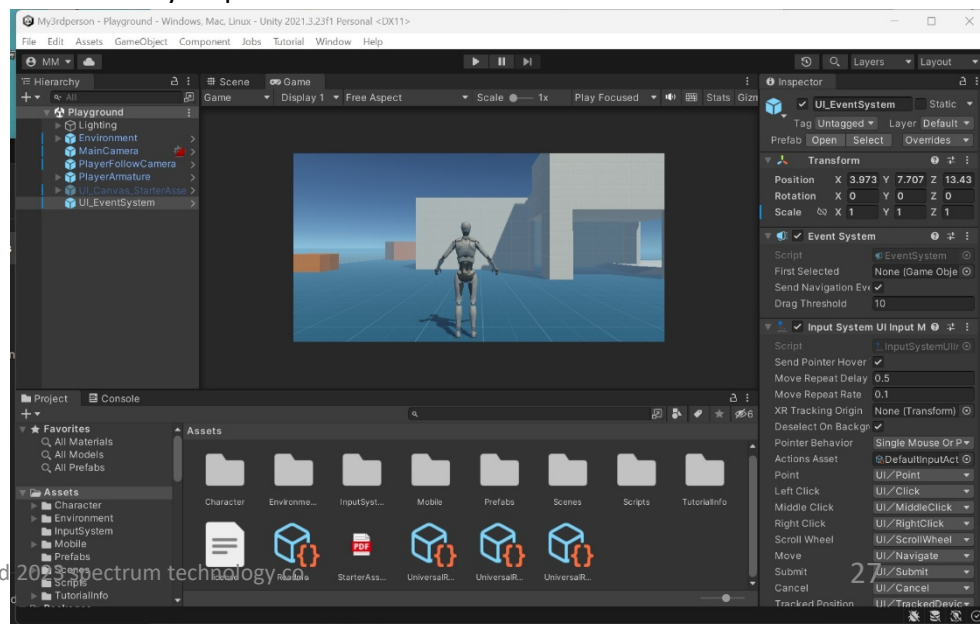
ゲームのようにロボットを動かします、カメラの連携はありません。

設定

unityhub>New project:3rd personを選択し、my3rdpersonなどのプロジェクト名で作成

起動

上のアイコンのrunで動作確認
マウスで角度、拡大縮小
矢印で移動
スペースでジャンプ



7. インテグレーション例

⑥ matlab

<https://www.stereolabs.com/docs/matlab/>

学術計算で有名なmatlabを使ってグラフなどを表示します。Jetson nano (arm64)にはインストールできません、ubuntu18.04(amd64)での結果です。インストール方法は、上記のurlを参照に実施してください。windows版はエラー多発でお勧めしません

A) インストール

B) 起動

matlab起動

```
cd /usr/local/MATLAB/R2023a/bin
```

```
./matlab
```

カメラ起動

Matlab内で開く

```
/home/masa/Documents/stereo_cam/zed-matlab/matlab
```

●ZED_DepthSensing.m

▲ZED_Mapping.m カメラ表示のみ、動かし方不明

▲ZED_ObjectDetection.m 画面がポップアップしない。不明

●ZED_PointCloud.m

●ZED_Sensors.m imuグラフ

●ZED_Tracking.m imu軌跡と映像

●ZED_Recording.m

各プログラムを停止後、再度起動するとエラー。不明。./matlabから再起動のこと

コマンド入力

```
$ cd /usr/local/MATLAB/R2023a/bin
```

```
$ ./matlab
```

```
>/home/masa/Documents/stereo_cam/zed-matlab/matlab
```

```
>ZED_Camera.m
```

