

ロボットや自動車などの自動運転を実現する「クアッドキューブ全位置検索技術」のご紹介 「その6」

担当：クアッドキューブ株式会社・新潟エスラボ

講師：畑中豊司（クアッドキューブ株式会社代表取締役）

竹中章勝（クアッドキューブ株式会社ファシリテーションマネージャー・リサーチャー）

田中武則（新潟エスラボ代表取締役）

OSC名古屋 2023

2023/05/20

データ変換研究所 クアッドキューブ株式会社



[製品紹介](#) ▾ [会社案内](#) ▾ [事例紹介](#) [サポート](#) [お知らせ](#) [お問い合わせ](#)



「テキスト抽出技術」は「Dehenken」の強みブランドです。

株式会社データ変換研究所(以下、Dehenken)は、「テキスト処理技術に強みをもつソフトウェアOEM会社」です。



【お知らせ】 冬期休暇のお知らせ

2021年12月09日

2021年12月29日(水)～2022年1月4日(火)まで休業いたします。(サポートも同様です)
ご不便をお掛けいたします、よろしくお願いいたします。

【お知らせ】 デ変研TFライブラリでの 一太郎2021 対応につきまして

Quadcube technology

クアドキューブ技術 (Quadcube technology) とは

- 地球上の緯度経度の値を細分化し、緯線と経線に囲まれたボクセル (占有格子) 四辺形を底辺とし高さを持つ立方体を表現
- 移動体周辺の障害物を表現するソフトウェア技術
- 主なデータ計測はLiDARで行う

特徴

- できるだけ安価な機器構成で障害物情報を収集
- マシンパワーの小さい安価なコンピュータで運用できるように極力計算量の少ないアルゴリズムで稼働するシステム設計



LiDAR



NEST8 (平面8階層区切り)

1回の測域データの区切り方のイメージをNEST8と定義

- 1辺の長さ8mの正方形をから、1/2ずつ、長さを8段階、小さくしていく
(8m / 4m / 2m / 1m / 0.5m / 0.25m / 0.125m / 0.0625m)。
- NEST8のうち隣接する2つのネストの関係は右図のイメージ
- 8mの長さから順に、20×20枚 (160m × 160m) の長さで区切る。このとき、内側の10×10枚の部分は、次の1/2小さくした4m以下の区切りの対象範囲となる。
- 4mの長さから順に、20×20枚 (80m × 80m) の長さで区切る。このとき、内側の10×10枚の部分は、次の1/2小さくした2m以下の区切りの対象範囲になる。
- 最終は、正方形の一辺が0.0625mとなり、20×20枚 (1.25m × 1.25m) の長さの内側をパネルで区切り、10×10枚 (0.625 m × 0.625 m) の内部は処理されない。

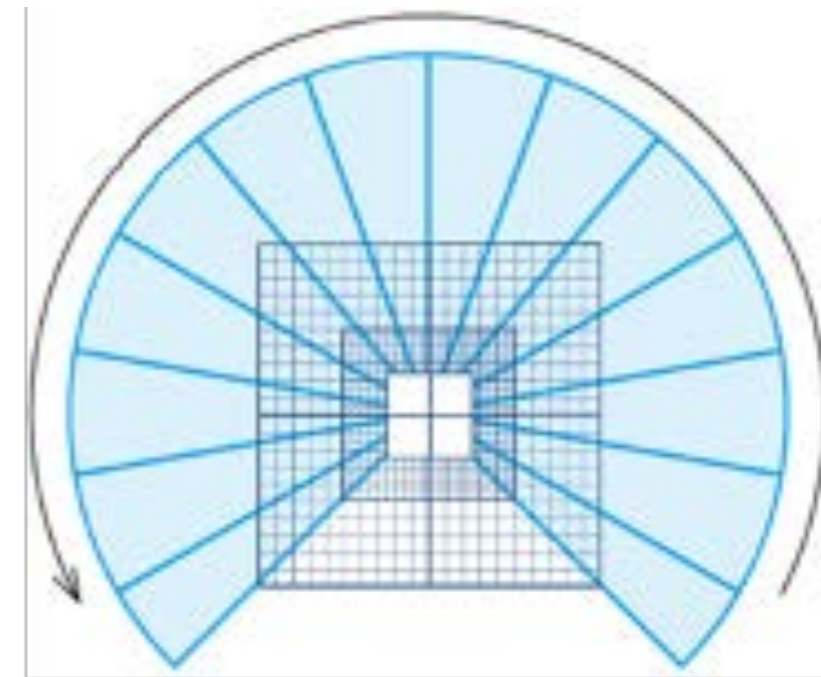


図3 NEST8の2つの関係のイメージ

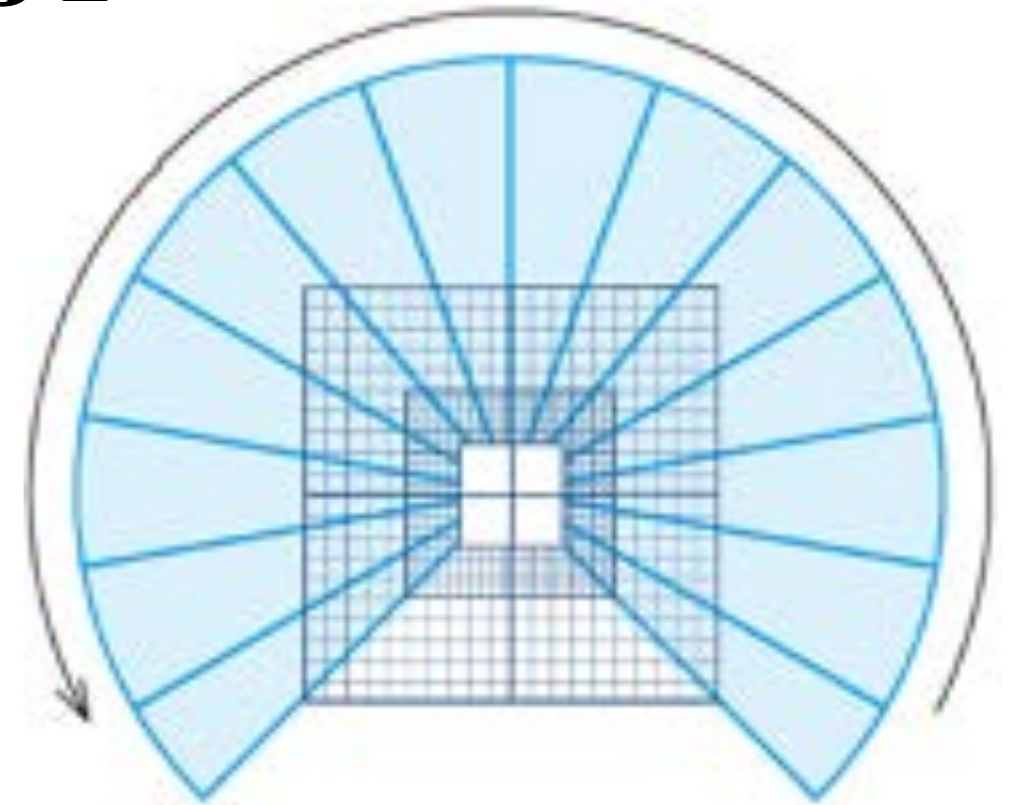
本実証実験で使用するLIDARは、北陽電機社製 UTM-40LX-EWを用いています。270度左回転、角ピッチ0.25度、1秒の回転数20回転です。

上記図は、このセンサでの計測結果をもとにして、NEST8での2つの区切りをイメージし表現しています。

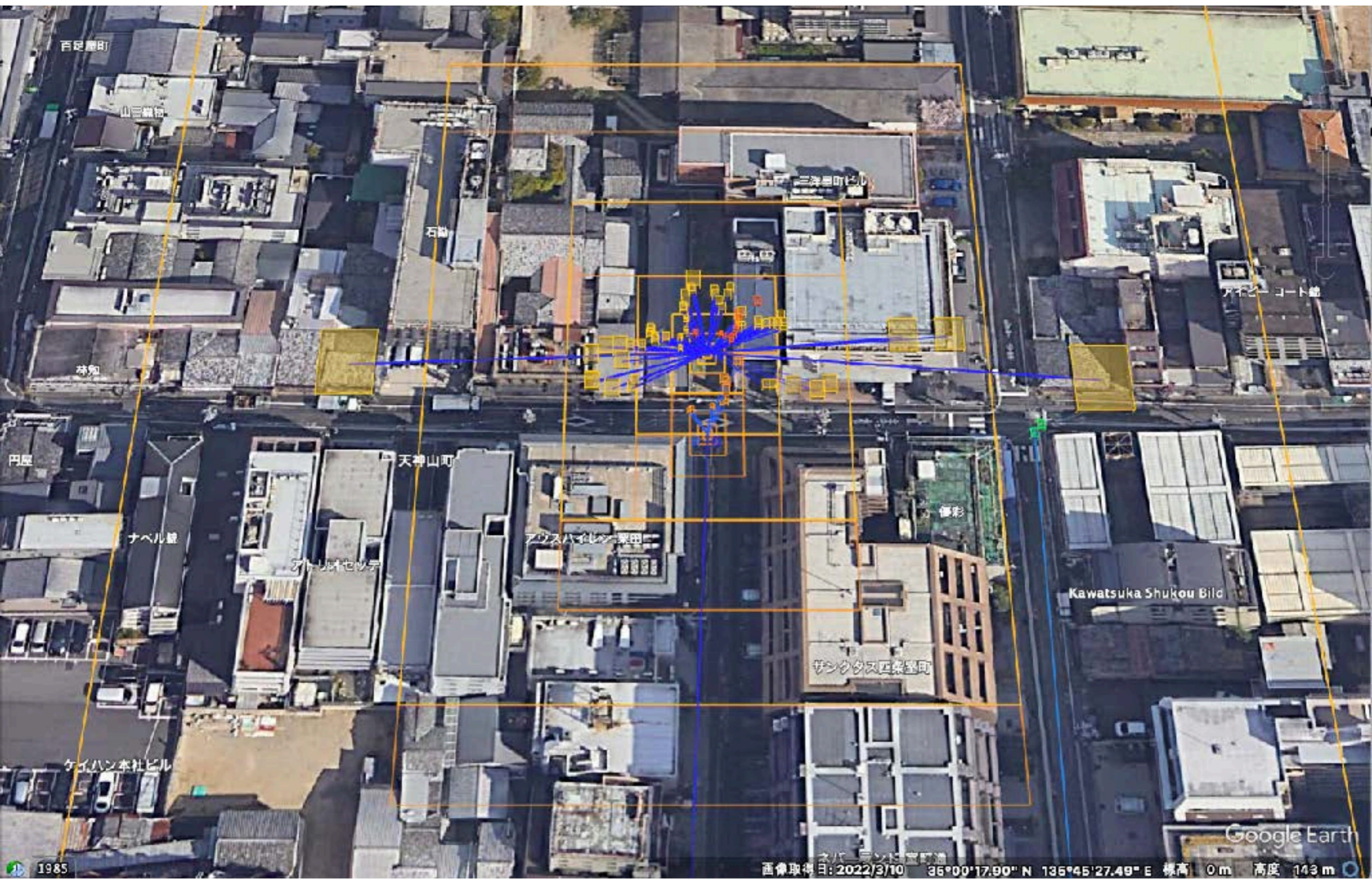
BT構造体

LiDARによるBeam Treeから得られる構造体

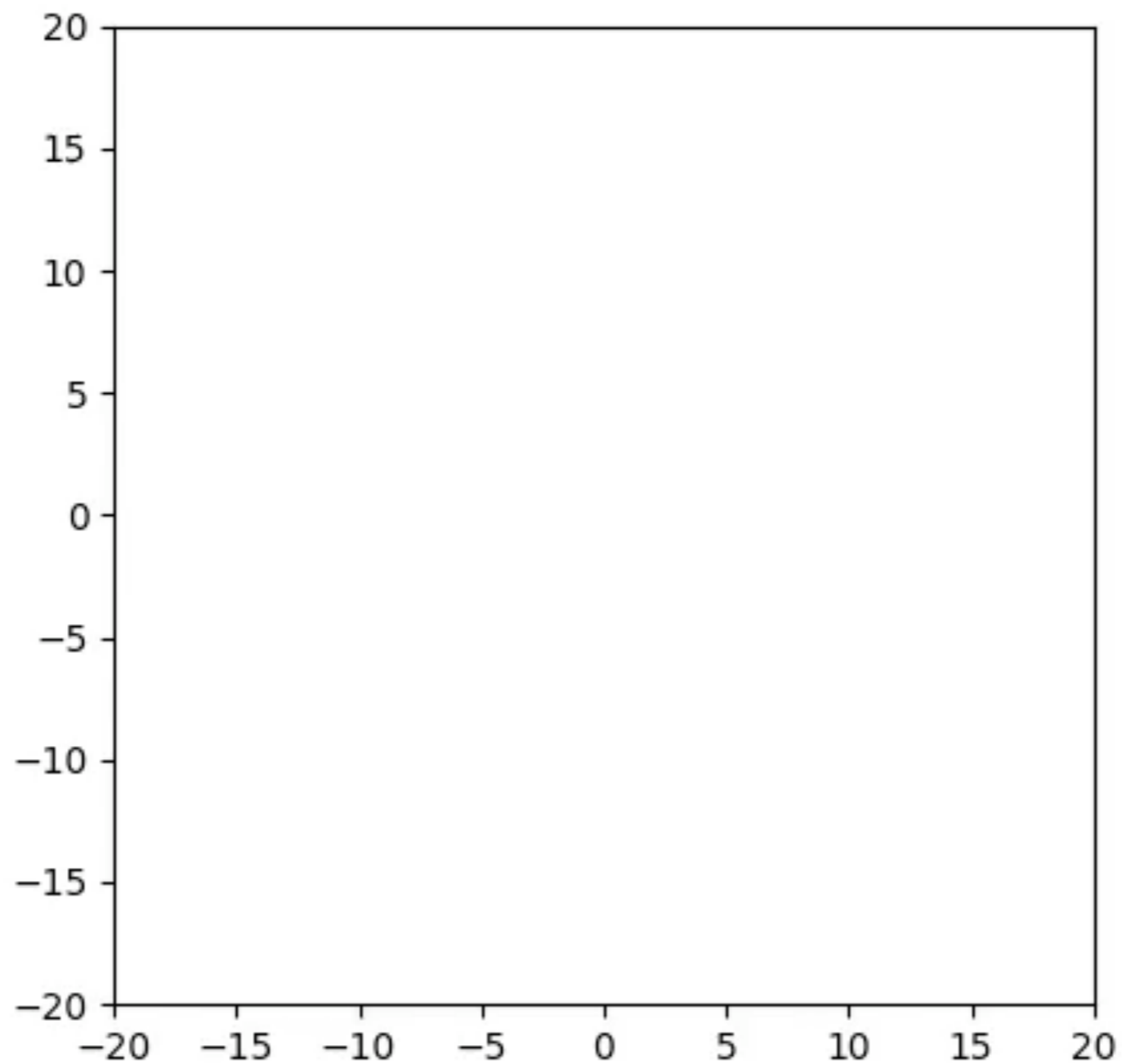
- LiDARから発するビームが障害物当たると跳ね返ることで検出する
- NEST8（格子状に区切ったエリア）の各階層で障害物に当たった場所を中心に1マス分の直方体が障害物とする
- その位置情報を GMDBに格納し立体地図として表現する



LiDAR静止状態における実際の計測



サンプルアニメーション



MOFEモニター

Quadcubeによるモニタ画面処理

- mofe カメラ目線
- m :map 真上10m (変化可能) からの高さからの目線
- o : Object view 斜め後ろ45度からマシンを見る目線
- f: foward 後ろ5メートルから 追いかける目線
- e: eye モバイルが真正面 50cm上からの目線

LiDARによる計測データと概念

LiDARによる計測問題

相対位置把握

- Quadcube技術を活用したLiDAR（走行体）による計測は、
LiDAR---障害物
間の相対的な位置を検出をしている。
従って
 - a) LiDAR自体の地球表面上の絶対位置の検出
 - b) LiDARもしくは障害物が移動もしくは双方が移動の検出
は仕組み上検出することができない
- 従って、
絶対位置の検出 → GNSSによる検出
走行体（LiDAR）の動静状態検出 → 加速度センサーによる検出
上記データを複合することが必要である

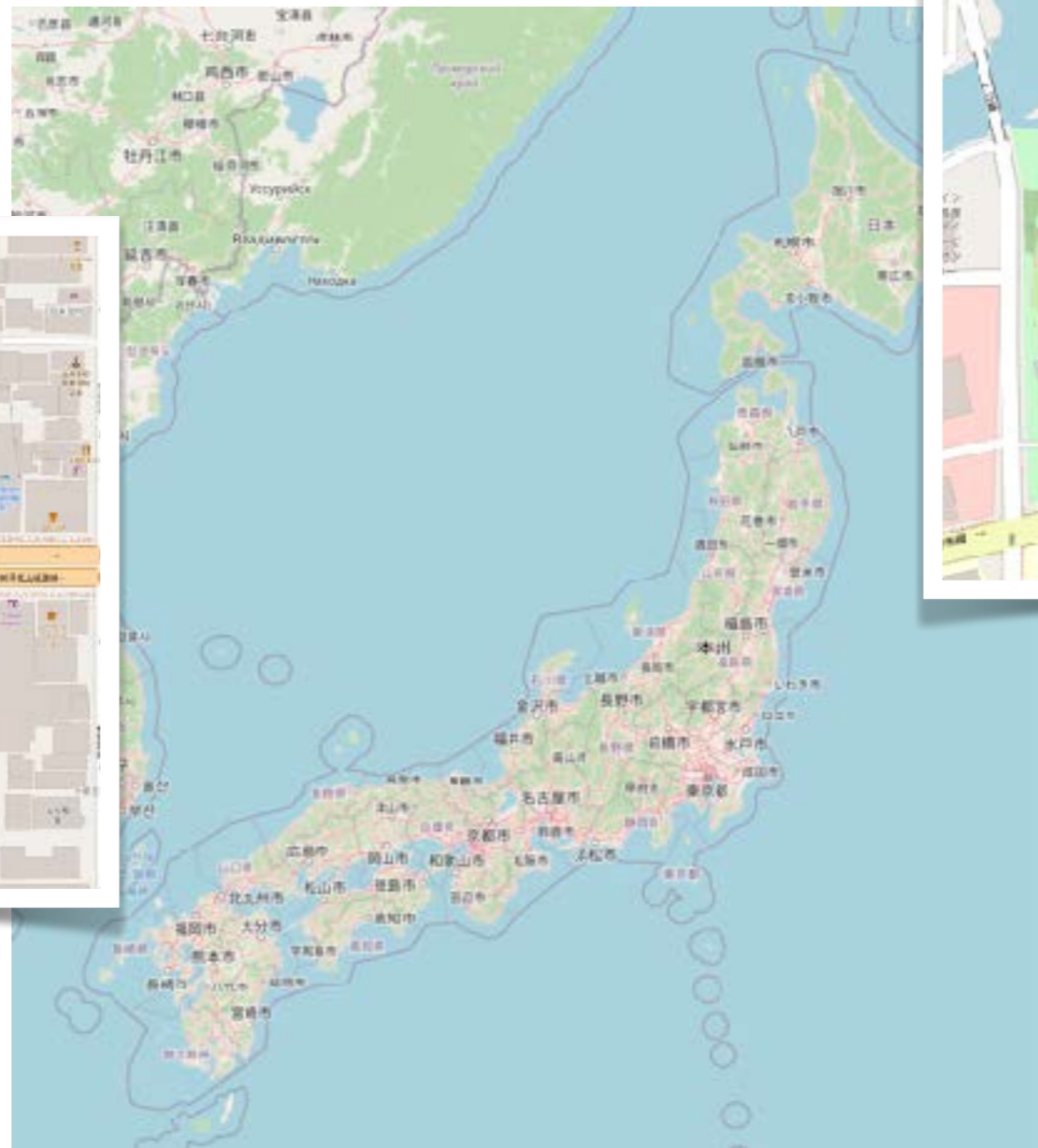
LiDAR相対位置計測問題対応 Part1

GNSSによる自位置把握

- 地球地表上における移動体の絶対位置把握を行う必要がある
- GNSS（GPSなど）を持ちいて自位置（緯度経度）を測定
- 現在ではRTKを使用するなどcm級の精度が出るシステムもあるが安価なGNSSで実際にどのくらいの精度ができるか測定

活動場所

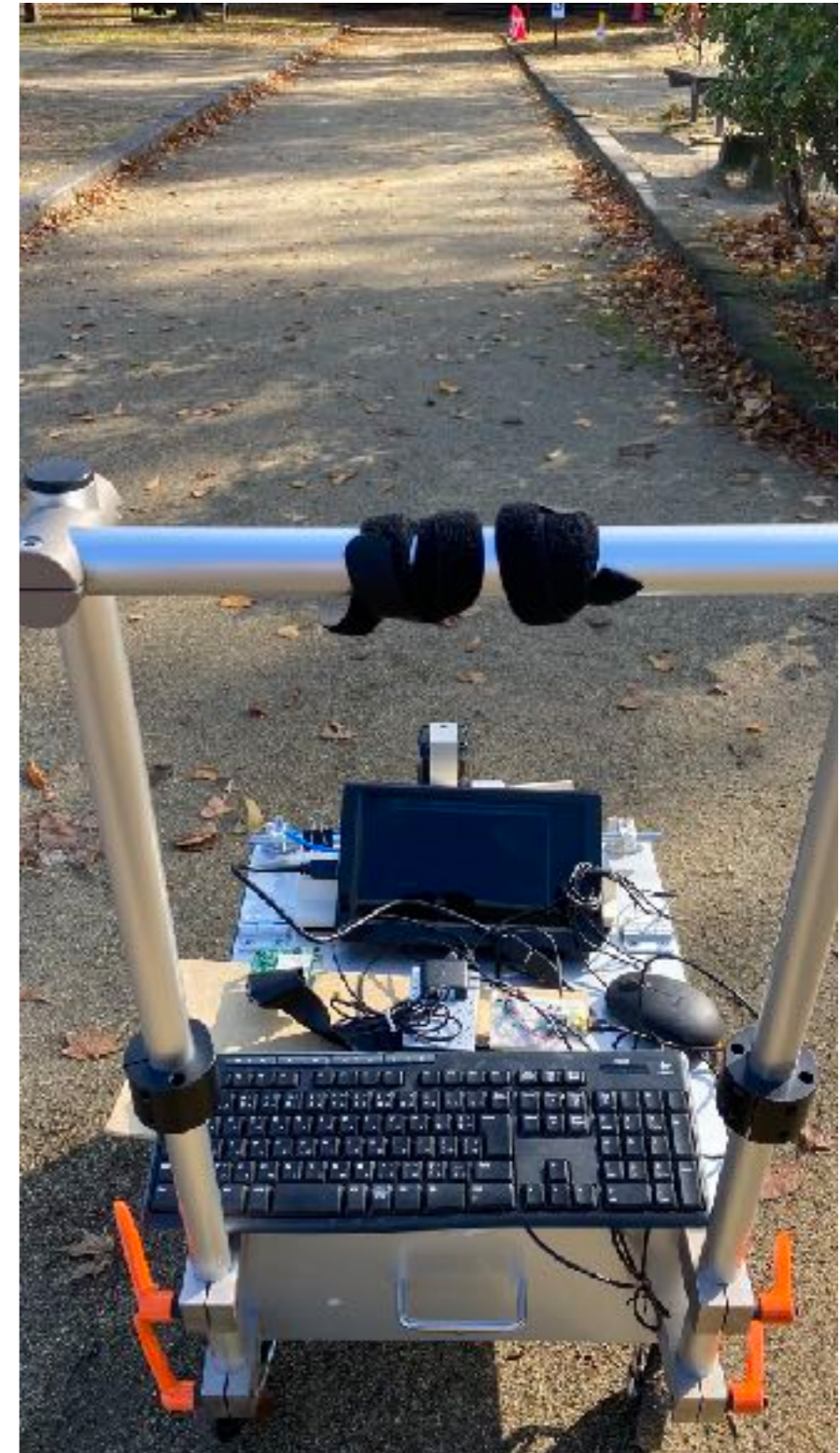
- 新潟県新潟市 鳥屋潟公園
(とやのがた)
- 京都府京都市 四条烏丸
(しじょうからすま)



4 全球測位衛星システムによる位置情報計測

4.2 GNSS によるデータ取得

- L1帯をサポートするGPSアンテナユニット (GT-902PMGG) を使用し衛星信号から位置データを取得
- アンテナユニットからはシリアルバスからNMEAフォーマットによるテキストデータをUSBシリアル変換ボード経由でRaspberryPiで取り込み



NMEAフォーマットによるGPSアンテナユニットからのraw data

```
GetData: $GNVTG,145.25,T,,M,1.621,N,3.002,K,A*21
GetData: $GNGGA,021545.00,3752.73908,N,13902.47418,E,1,12,0.62,3.7,M,37.5,M,,*46
GetData: $GNGSA,A,3,15,05,13,20,24,18,30,02,193,195,23,14,1.14,0.62,0.95*1D
GetData: $GNGSA,A,3,80,71,85,73,79,,,,,,,,,1.14,0.62,0.95*19
GetData: $GPGSV,4,1,16,02,06,170,15,05,62,105,34,11,02,162,,13,61,032,22*7C
GetData: $GPGSV,4,2,16,14,15,077,23,15,67,314,24,18,41,297,34,20,31,124,28*77
GetData: $GPGSV,4,3,16,23,18,308,23,24,35,204,20,29,02,234,,30,15,043,13*71
GetData: $GPGSV,4,4,16,50,44,199,,193,84,035,32,194,20,166,23,195,21,195,28*4D
GetData: $GLGSV,3,1,10,69,10,083,,70,54,030,,71,38,312,21,72,00,284,*63
GetData: $GLGSV,3,2,10,73,28,156,25,79,18,032,15,80,48,094,27,85,25,226,28*66
GetData: $GLGSV,3,3,10,86,36,282,,87,06,341,*68
GetData: $GNGLL,3752.73908,N,13902.47418,E,021545.00,A,A*71
GetData: $GNRMC,021546.00,A,3752.73870,N,13902.47461,E,1.491,145.64,141121,,,A*7C
GetData: $GNVTG,145.64,T,,M,1.491,N,2.761,K,A*2E
GetData: $GNGGA,021546.00,3752.73870,N,13902.47461,E,1,12,0.66,3.6,M,37.5,M,,*40
GetData: $GNGSA,A,3,15,05,13,20,24,18,02,193,195,23,14,,1.21,0.66,1.01*10
GetData: $GNGSA,A,3,80,71,85,73,79,,,,,,,,,1.21,0.66,1.01*17
GetData: $GPGSV,4,1,16,02,06,170,15,05,61,105,34,11,02,162,,13,61,032,21*7C
GetData: $GPGSV,4,2,16,14,15,077,23,15,67,314,24,18,41,297,33,20,31,124,28*70
GetData: $GPGSV,4,3,16,23,18,308,22,24,35,204,19,29,02,234,,30,15,043,09*71
GetData: $GPGSV,4,4,16,50,44,199,,193,84,035,31,194,20,166,23,195,21,195,29*4F
```

4 全球測位衛星システムによる位置情報計測

4.3 測位開始時の挙動

- GPSユニットの立ち上がり（自位置データの確定）
コールドスタート 数分から10分程度
ホットスタート 数十秒から数分
待つ必要がある。

- シリアルモニタでデータが
落ち着くまで待ってから
データ保存を開始

- 見通しの良いところで
計測時は3分程度であった

```
GetData: $GNGSA,A,3,12,15,23,24,193,,,,,,,,,4.93,2.15,4.43*2C
GetData: $GNGSA,A,3,66,67,,,,,,,,,4.93,2.15,4.43*16
GetData: $GPGSV,3,1,10,10,,,41,12,45,141,31,13,06,090,09,15,35,093,29*4D
GetData: $GPGSV,3,2,10,23,76,243,46,24,61,034,33,32,,,24,50,48,164,31*47
GetData: $GPGSV,3,3,10,193,80,107,40,194,,,35*43
GetData: $GLGSV,2,1,06,66,52,095,36,67,55,347,31,76,40,034,21,77,82,169,29*63
GetData: $GLGSV,2,2,06,78,25,205,,83,95,297,*6E
GetData: $GNGLL,3500.29767,N,13545.55170,E,051436.00,A,A*79
GetData: $GNRMC,051437.00,A,3500.29831,N,13545.55220,E,3.119,58.13,091121,,,A*4A
GetData: $GNVTG,58.13,T,,N,3.119,N,5.776,K,A*15
GetData: $GNGGA,051437.00,3500.29831,N,13545.55220,E,1,07,2.16,62.3,M,34.3,M,,*76
GetData: $GNGSA,A,3,12,15,23,24,193,,,,,,,,,4.93,2.16,4.43*2F
GetData: $GNGSA,A,3,66,67,,,,,,,,,4.93,2.16,4.43*15
GetData: $GPGSV,3,1,10,10,,,36,12,45,141,29,13,06,090,10,15,35,093,33*47
GetData: $GPGSV,3,2,10,23,76,243,46,24,61,034,27,32,,,23,50,48,164,30*44
GetData: $GPGSV,3,3,10,193,80,107,37,194,,,35*43
GetData: $GLGSV,2,1,06,66,52,095,35,67,55,347,25,76,40,034,22,77,82,169,29*66
GetData: $GLGSV,2,2,06,78,25,205,,83,95,297,*6E
GetData: $GNGLL,3500.29831,N,13545.55220,E,051437.00,A,A*72
GetData: $GNRMC,051438.00,A,3500.29885,N,13545.55274,E,2.333,50.91,091121,,,A*42
GetData: $GNVTG,50.91,T,,N,2.333,N,4.321,K,A*1B
```


4 全球測位衛星システムによる位置情報計測

4) 測位ログデータのデータクレンジング

NMEAフォーマット

GNGGA GNRMC GNVTG GNGSA GPGSA等のデータにより、緯度・経度・補足衛星数・衛星仰角・衛星番号・地表移動速度などの多くのデータが得られる。

- ・ 通信状態により文字化けやデータが得られていないタイミングがある → **チェックサムから文字化け行を削除する必要**
- ・ 測定時刻はUTC → **JSTに変換**
- ・ 緯度経度は度分秒表記 → **度表記に変換**

4 全球測位衛星システムによる位置情報計測

4) 測位ログデータのデータクレンジング

・ raw dataから以下のように変換

- 1) 緯度経度情報が含まれるGNGGA GNRMCのレコードを抽出
- 2) チェックサムを元に不完全データレコードを削除
- 3) 緯度経度、時刻、速度など目的のカラムがnullであればレコード削除
- 4) 測定時刻をGMTからJSTに変換する
- 5) 度分秒 (DMS) データから、度度 (DD) に変換する
- 6) 1秒毎の移動速度変化データを抽出
- 7) 緯度経度のMax値Min値を抽出し矛盾がないかチェック
- 8) 測定開始時刻・変換時刻をファイル名にして出力

4 全球測位衛星システムによる位置情報計測

4) 測位ログデータのデータクレンジング

レコード名、時刻、緯度、経度を抽出した例

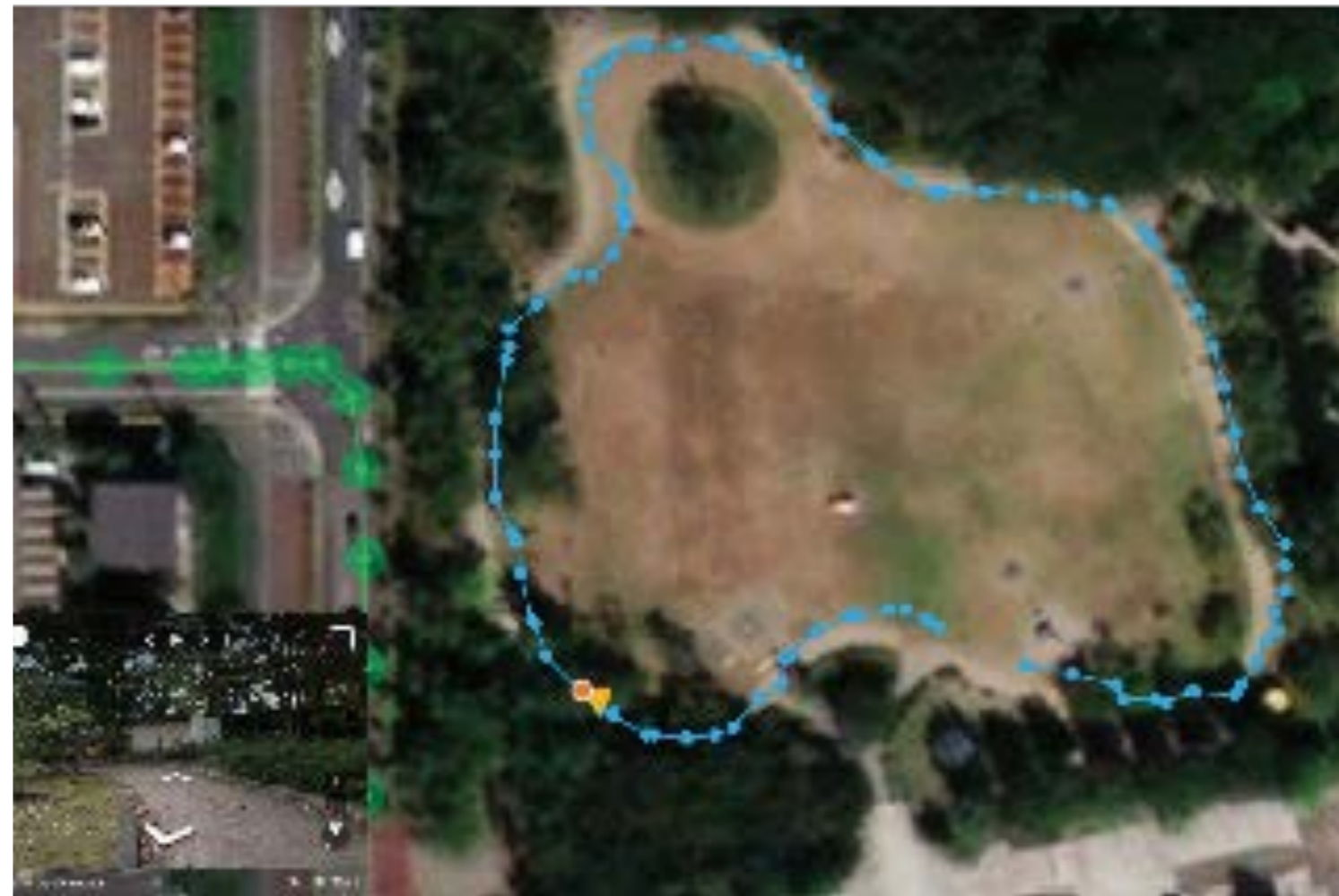
安定するとほぼ毎秒のデータが取得できている

```
$GNRMC,111044,37.8785353,139.0409040  
$GNRMC,111045,37.8785343,139.0409032  
$GNRMC,111046,37.8785355,139.0409032  
$GNRMC,111047,37.8785362,139.0409032  
$GNRMC,111048,37.8785365,139.0409042  
$GNRMC,111049,37.8785367,139.0409052  
$GNRMC,111050,37.8785363,139.0409050  
$GNRMC,111051,37.8785372,139.0409055  
$GNRMC,111052,37.8785340,139.0409022  
$GNRMC,111053,37.8785323,139.0408983  
$GNRMC,111054,37.8785333,139.0408938  
$GNRMC,111055,37.8785347,139.0408890  
$GNRMC,111056,37.8785348,139.0408825  
$GNRMC,111057,37.8785358,139.0408765  
$GNRMC,111058,37.8785373,139.0408713  
$GNRMC,111059,37.8785375,139.0408660  
$GNRMC,111100,37.8785372,139.0408607  
$GNRMC,111101,37.8785377,139.0408550  
$GNRMC,111102,37.8785382,139.0408502  
$GNRMC,111103,37.8785385,139.0408462  
$GNRMC,111104,37.8785390,139.0408398  
$GNRMC,111105,37.8785387,139.0408338  
$GNRMC,111106,37.8785380,139.0408267  
$GNRMC,111107,37.8785368,139.0408185  
$GNRMC,111108,37.8785357,139.0408105  
$GNRMC,111109,37.8785350,139.0408018
```


4 全球測位衛星システムによる位置情報計測

4.4 取得した位置情報の検証

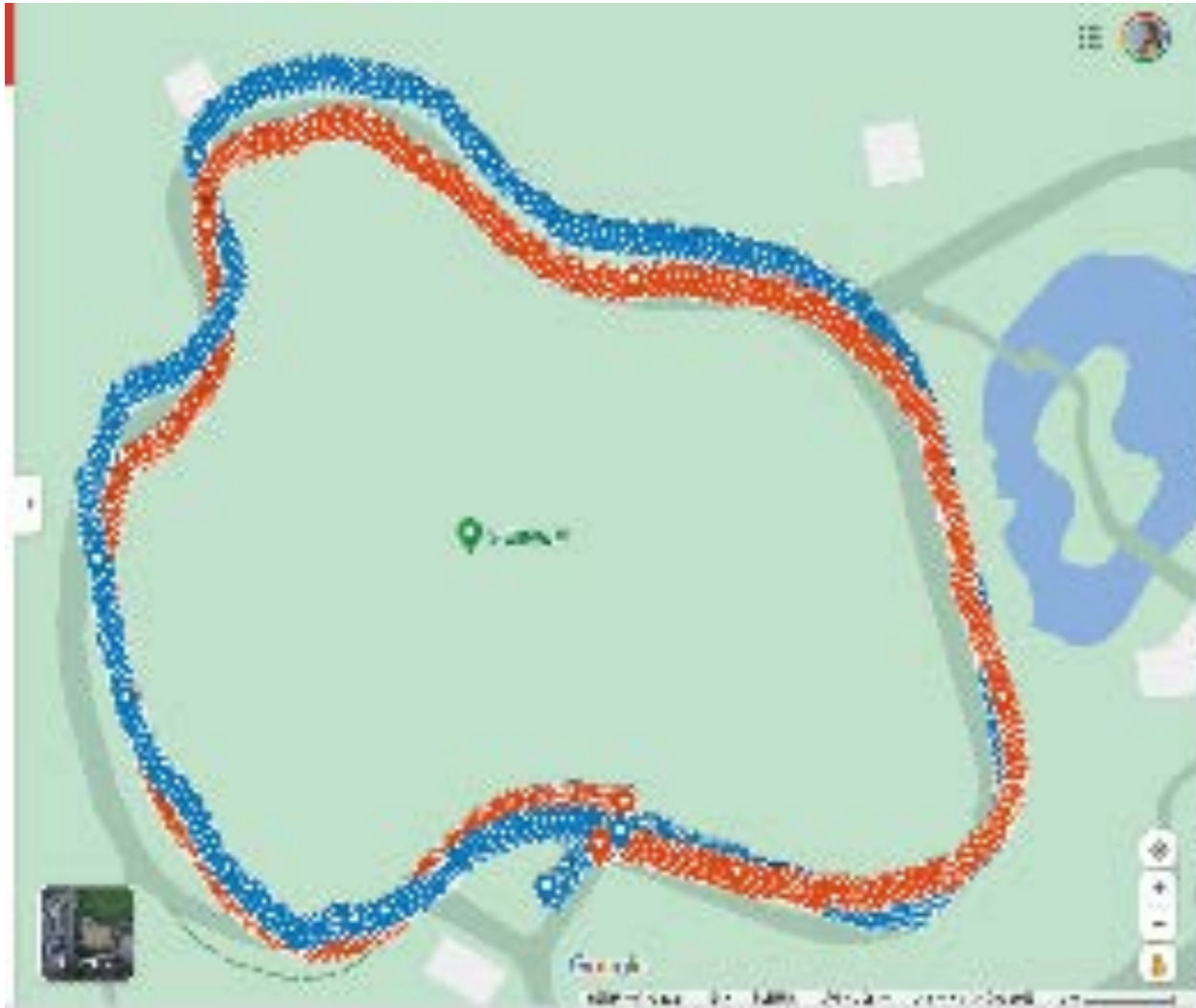
- 検証のために円周コースを右回り左回りでロギングした
- 近接地に構想建造物のない川沿いの公園
- 環状2mほどの外周歩道の中央を異動



openstreetmapによる上空写真と描画データ

4 全球測位衛星システムによる位置情報計測

4.4 取得した位置情報の検証



Google map上にプロットした結果

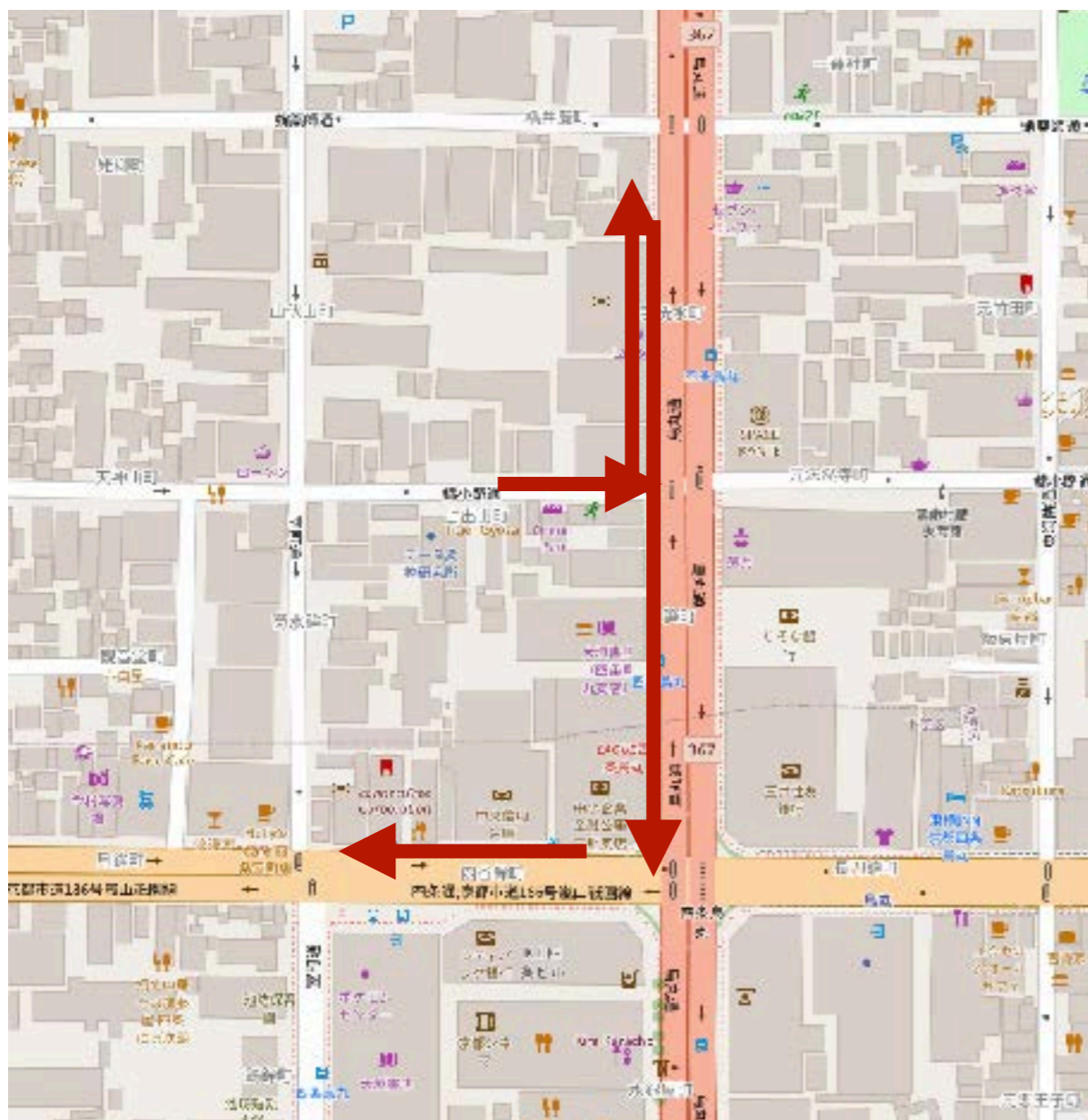


openstreetmap上にプロットした結果

- 若干ベース地図の描画違いがあることがわかるが
おおむね誤差は北と北西方向で大きくなっている
- 南西位置はベースマップがずれているor樹木の影響が疑われる
- openstreetmapは複数回計測するなど検証後個人が修正が可能

4 全球測位衛星システムによる位置情報計測

4.5 京都市内中心部(市街地)での測定



- 新潟と同一機材で測定したが大きく測定結果はズれている

5 市内計測時のズレ検証

ズレの原因について次のような仮説を立てた

- 仮説1 ビルによる天空方向の見通し（仰角）の悪さから補足する衛星の仰角幅が狭くなり補足する衛星数が減った
- 仮説2 衛星からの電波がビル壁面反射（マルチパス）による計測結果のズレが生じた



5 市内計測時のズレ検証

HDOP値による検証

- ・ NMEAフォーマットデータにはHDOP (Horizontal Dilution of Precision) 水平精度低下率がある
- ・ 天空におけるGNSS衛星配置とシステムが衛星信号を捕捉したデータから水平方向の位置情報精度を算出した値
- ・ HDOPの数値が小さいほど精度は高くなる
- ・ rawdataから再度Pythonで書いたコードでHDOPを含むcsvデータに変換した

```
$GNGGA,164022,35.0052192,135.7596845,8.71
$GNGGA,164023,35.0052463,135.7596880,8.71
$GNGGA,164024,35.0053017,135.7596960,8.71
$GNGGA,164025,35.0053398,135.7597062,8.70
$GNGGA,164026,35.0053570,135.7597122,8.70
$GNGGA,164027,35.0053773,135.7597098,8.69
$GNGGA,164028,35.0053980,135.7597167,8.69
$GNGGA,164029,35.0054113,135.7597205,8.68
$GNGGA,164030,35.0054292,135.7597165,8.68
$GNGGA,164031,35.0054513,135.7597058,8.68
$GNGGA,164032,35.0054735,135.7596962,8.67
$GNGGA,164033,35.0054462,135.7597110,8.67
$GNGGA,164034,35.0054673,135.7597073,8.66
$GNGGA,164035,35.0054870,135.7597047,8.66
$GNGGA,164036,35.0054788,135.7597320,8.65
$GNGGA,164037,35.0054962,135.7597173,8.65
$GNGGA,164038,35.0055168,135.7597017,8.65
$GNGGA,164039,35.0055263,135.7597088,8.64
$GNGGA,164040,35.0055557,135.7597135,8.64
$GNGGA,164041,35.0055645,135.7597497,8.63
$GNGGA,164044,35.0056035,135.7597663,8.62
$GNGGA,164046,35.0056315,135.7597745,8.61
$GNGGA,164049,35.0054027,135.7598258,4.58
$GNGGA,164050,35.0054100,135.7598505,5.57
$GNGGA,164051,35.0053335,135.7598510,5.57
$GNGGA,164052,35.0052135,135.7598848,4.11
$GNGGA,164053,35.0051852,135.7599045,4.58
$GNGGA,164054,35.0051695,135.7599267,4.58
$GNGGA,164055,35.0051635,135.7599535,4.58
$GNGGA,164056,35.0052080,135.7598935,4.58
```


5 市内計測時のズレ検証

HDOP値による検証

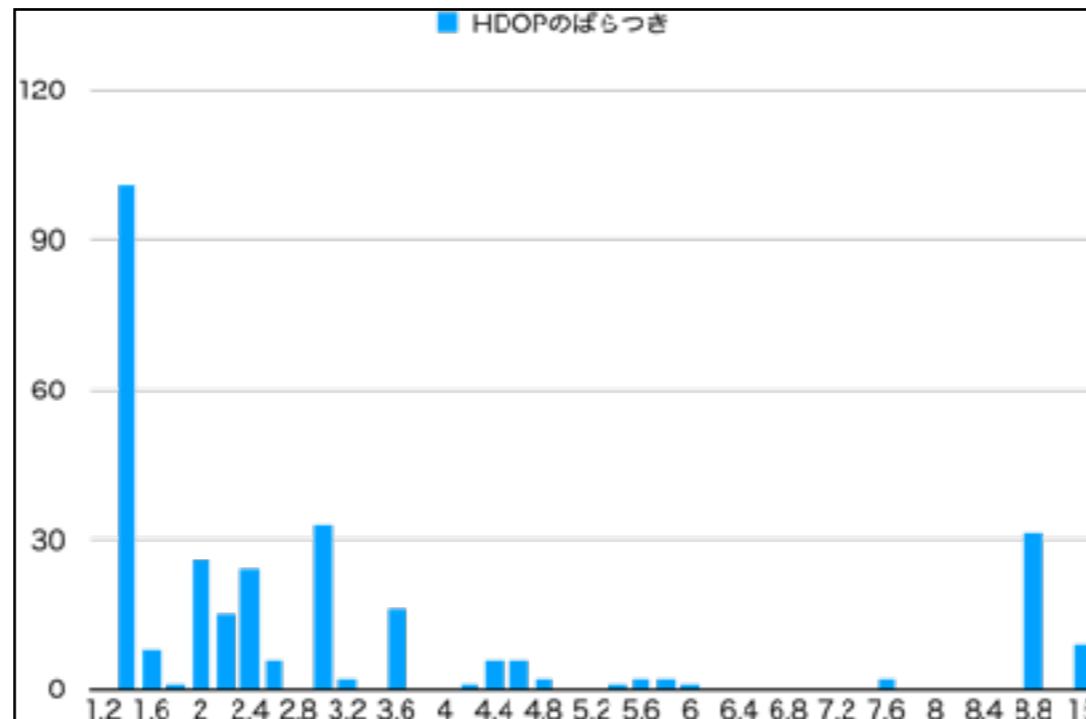
- ・ HDOP値を含む緯度経度情報をGoogle mapにプロット
- ・ HDOP値の階級ごとにポイントマークの色を変化させた
青が一番精度が良く、赤から灰色が精度が悪い



5 市内計測時のズレ検証

HDOP値による検証

- ・ HDOP値を含む緯度経度情報をGoogle mapにプロット
- ・ HDOP値の階級ごとにポイントマークの色を変化させた
青が一番精度が良く、赤から灰色が精度が悪い



階級	度数	階級	度数
1	0	5	0
1.2	0	5.2	0
1.4	101	5.4	1
1.6	8	5.6	2
1.8	1	5.8	2
2	26	6	1
2.2	15	6.2	0
2.4	24	6.4	0
2.6	6	6.6	0
2.8	0	6.8	0
3	33	7	0
3.2	2	7.2	0
3.4	0	7.4	0
3.6	16	7.6	2
3.8	0	7.8	0
4	0	8	0
4.2	1	8.2	0
4.4	6	8.4	0
4.6	6	8.6	0
4.8	2	8.8	31
		9	0
		15	9

6 測定実験に関わる結果と考察

- 比較的安価なコンピュータ（Raspberry Pi）とGNSSセンサーを使用した場合でも 条件が良ければおおよそ3m以下の誤差で一条を計測できることがわかった
- RTKなどのcm級の精密な測定ができるシステムもあるが、ある程度の自位置計測ができ、非常に少ない計算量で移動体の自位置計測ができる
- 1秒ごとの計測地点の差からの移動距離とロータリーエンコーダの実移動距離 を比較し、HDOP値との比較でエラー状態を推測できると考えられる
- 加速度センサーから急激な速度変化（加速度）の有無からも補正が可能と考える

LiDARによる計測問題

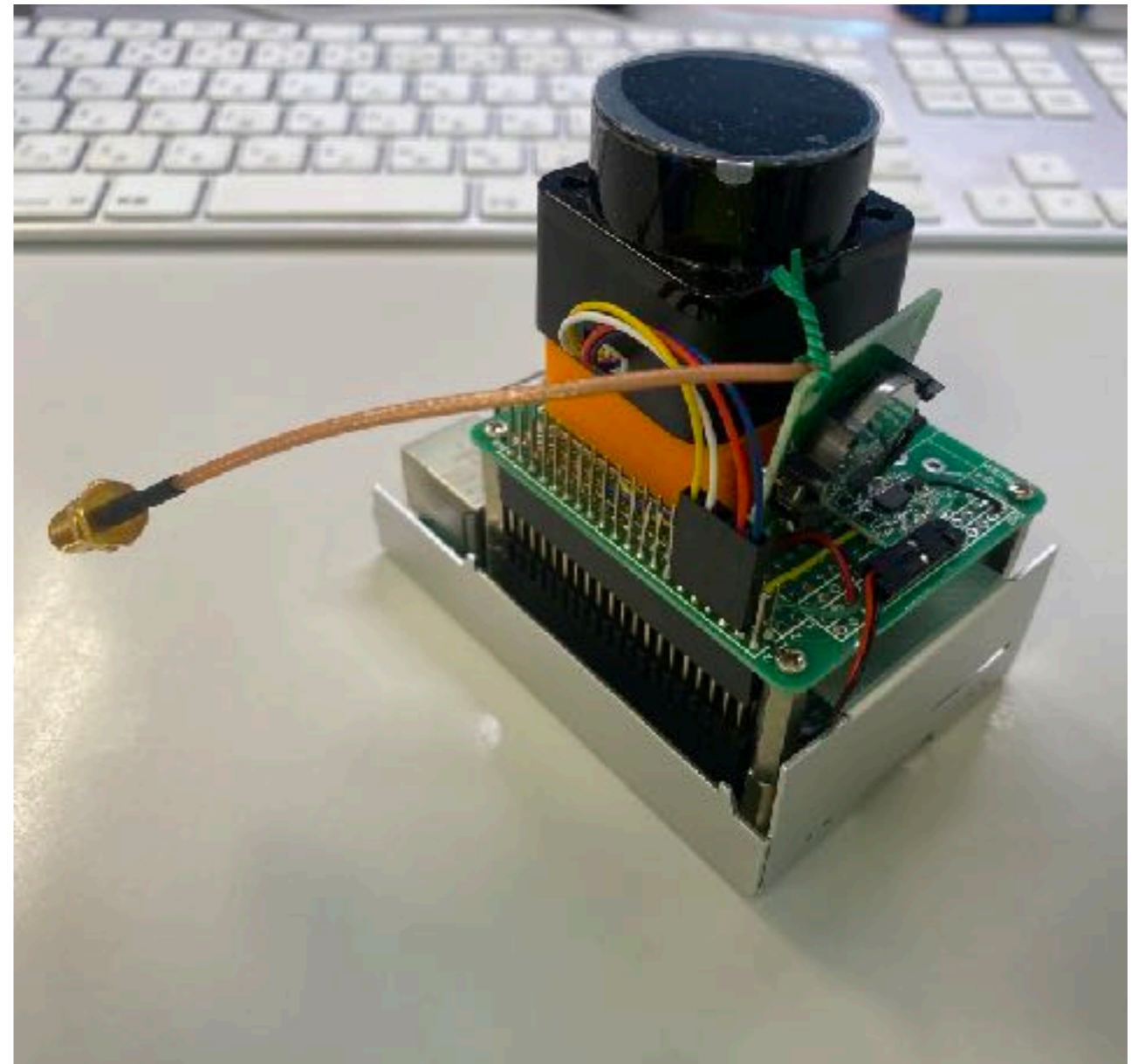
相対位置把握

- Quadcube技術を活用したLiDAR（走行体）による計測は、
LiDAR---障害物
間の相対的な位置を検出をしている。
従って
 - a) LiDAR自体の地球表面上の絶対位置の検出
 - b) LiDARもしくは障害物が移動もしくは双方が移動の検出は仕組み上検出することができない**
- 従って、
絶対位置の検出 → GNSSによる検出
走行体（LiDAR）の動静状態検出 → 加速度センサーによる検出
上記データを複合することが必要である

2022年度 主な使用機材

計測およびデータ処理機器

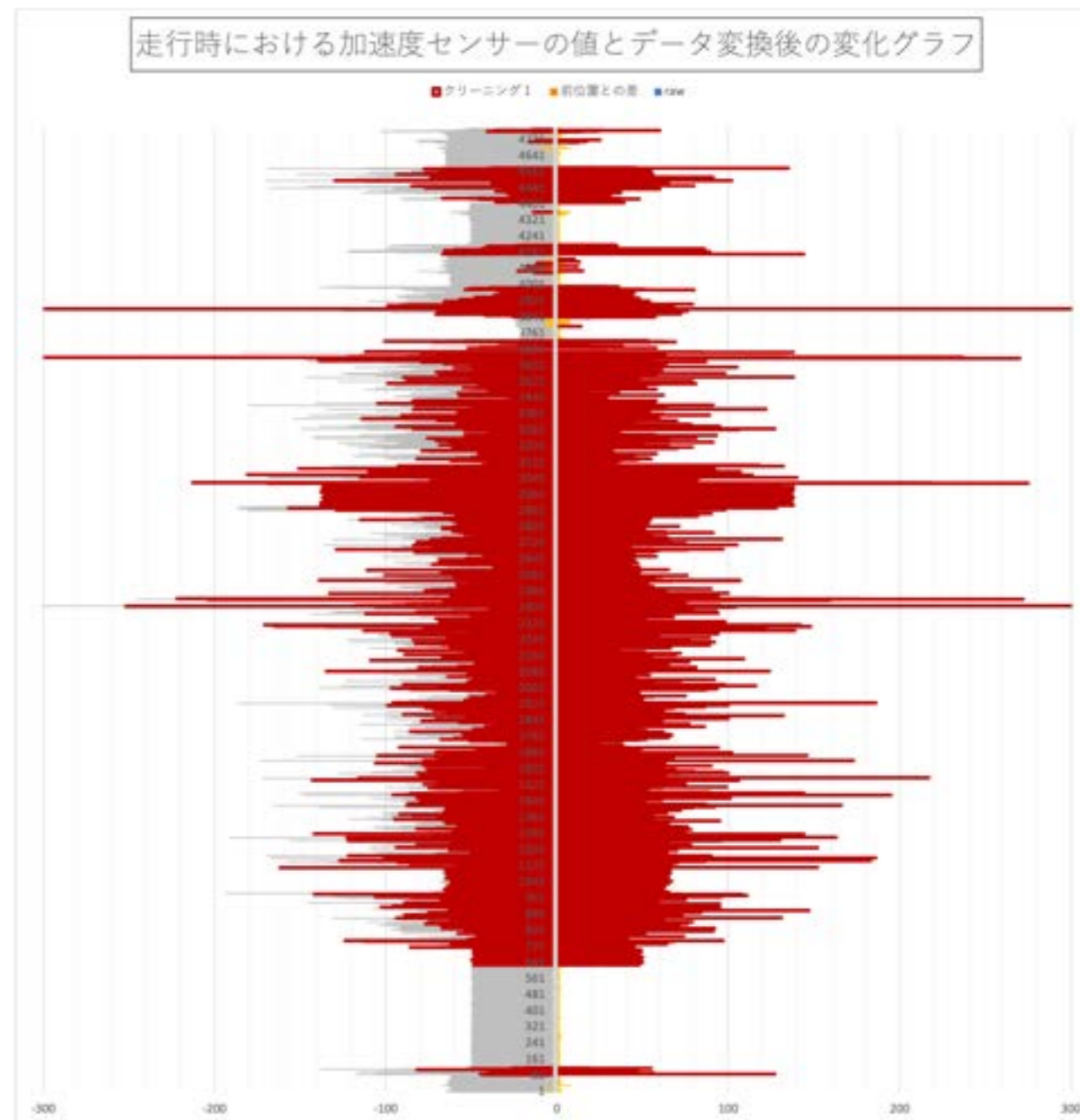
- 小型コンピュータ
(Raspberry Pi 4B)
- LiDARセンサ
(LiDAR_LD06)
- GPSアンテナユニット
(MT3333 MediaTek)
- 加速度センサ
(BMX055)



加速度センサーによる移動体動静状態検出

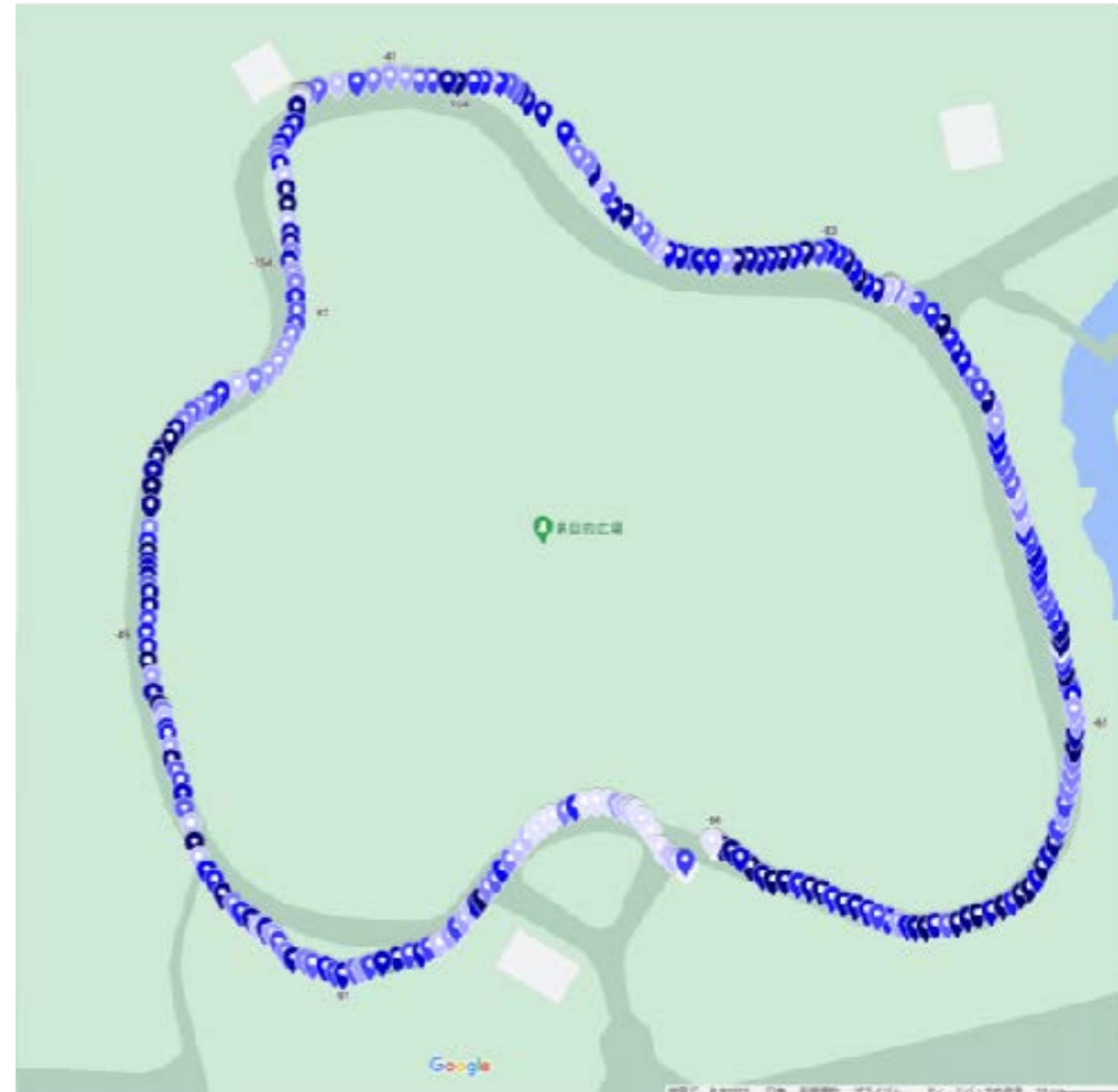
BMX055による加速度データ測定

- 加速度センサーによる加速度測定結果のグラフ
- 静止状態でも値がドリフトする
- 台車で移動するとタイヤの振動による加速度変化を拾っている
- 測定時から10個前のデータを平均した値と比較
- 完全静止状態は検出できた



加速度センサ測定値プロットデータ

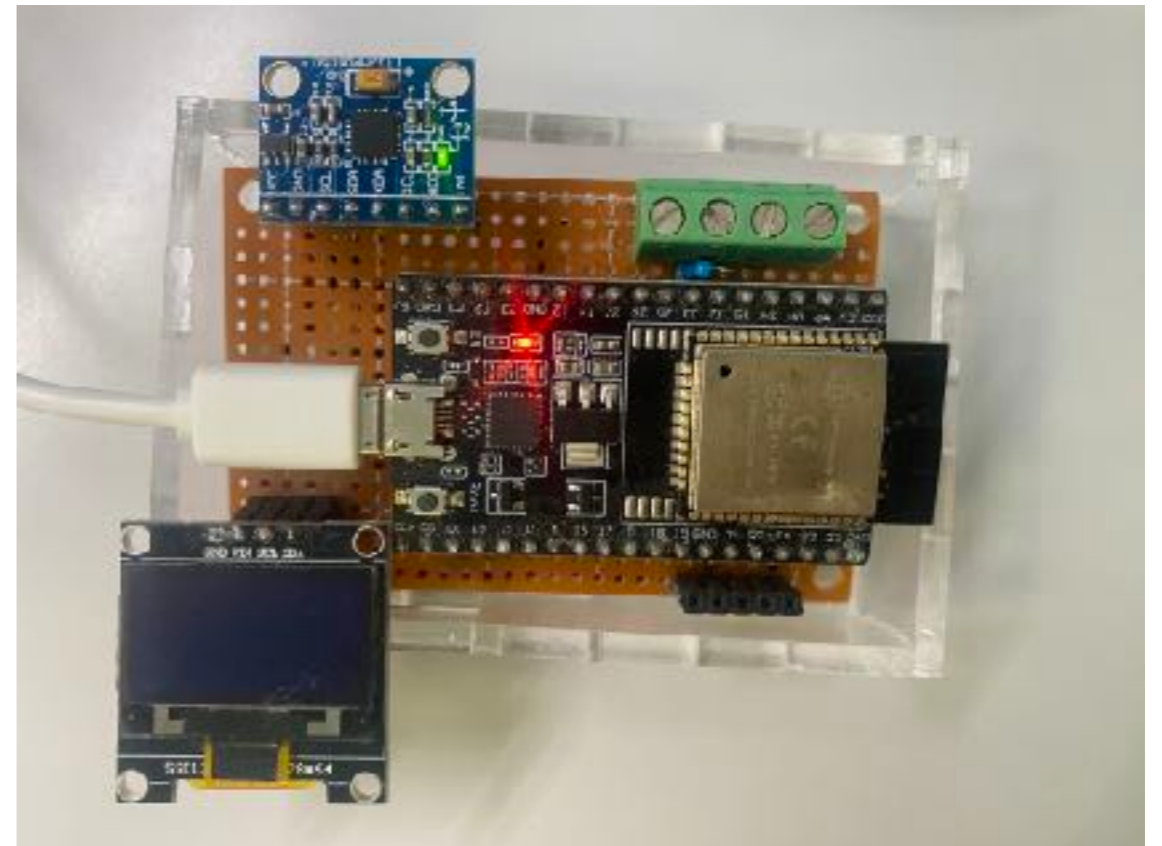
- 鳥屋野潟公園で移動した時の加速度変化をGNSSによる位置情報と合わせてプロット
- 色が薄いところが加速度が小さい所
- 停止した場所では色が薄くなっている。



加速度センサーによる測定 2

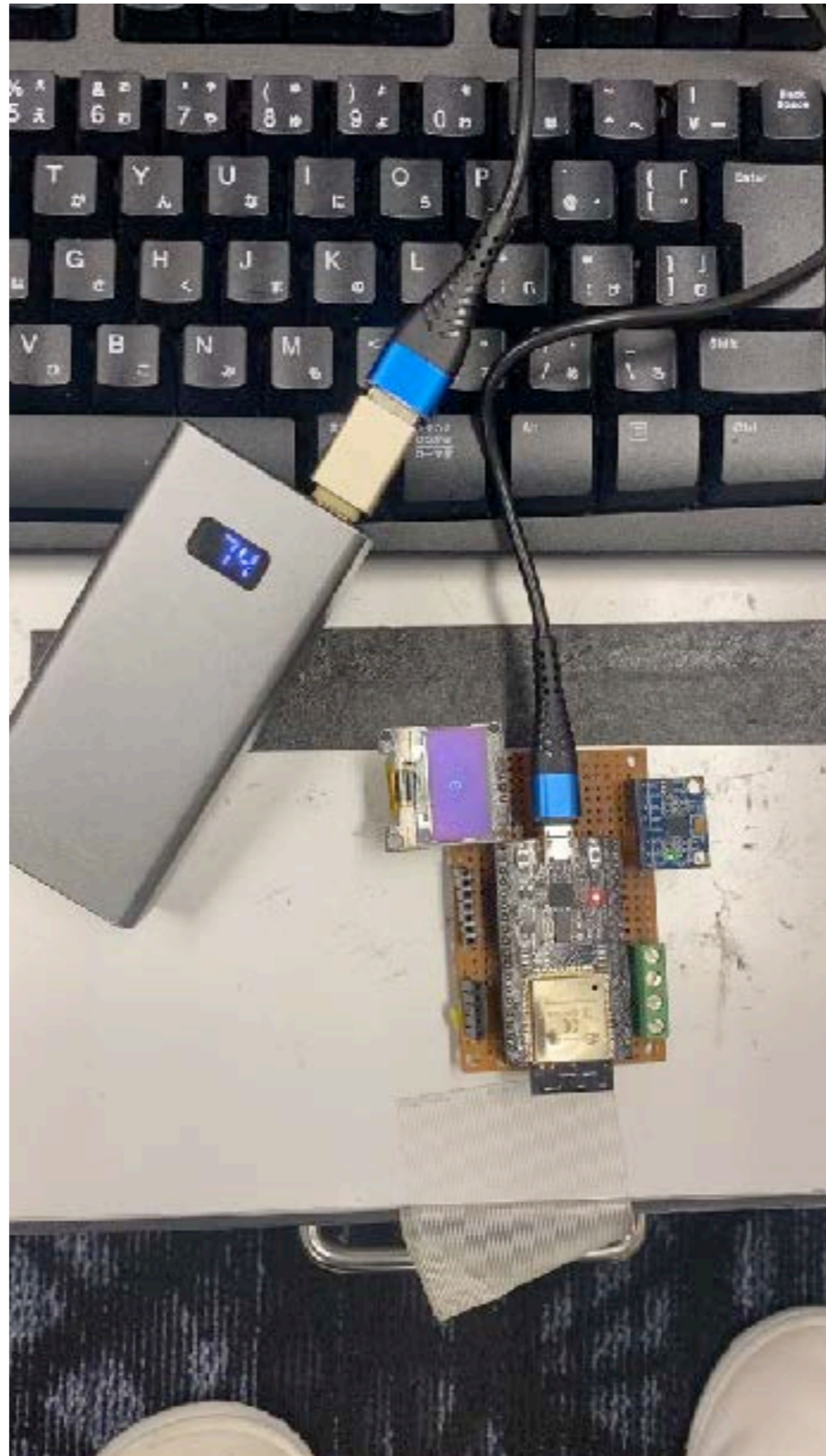
Arduino + MPU6050による測定

- 走行実験を行うために Arduino + MPU6050 + LCDを使ってより安定したデータを取得するための実験を行った
- 3軸の加速度をそのまま測定すると、重力加速度と移動方向加速度の合成ベクトルとして計測される
- 重力加速度をキャンセルし軸方向だけの加速度を測定するライブラリを利用した
- リアルタイムで計測結果を視認できるようにLCDを装着し、測定結果をキャラクタで表示した



加速度センサーによる測定 2

Arduino + MPU6050による測定



自己位置計測の実験

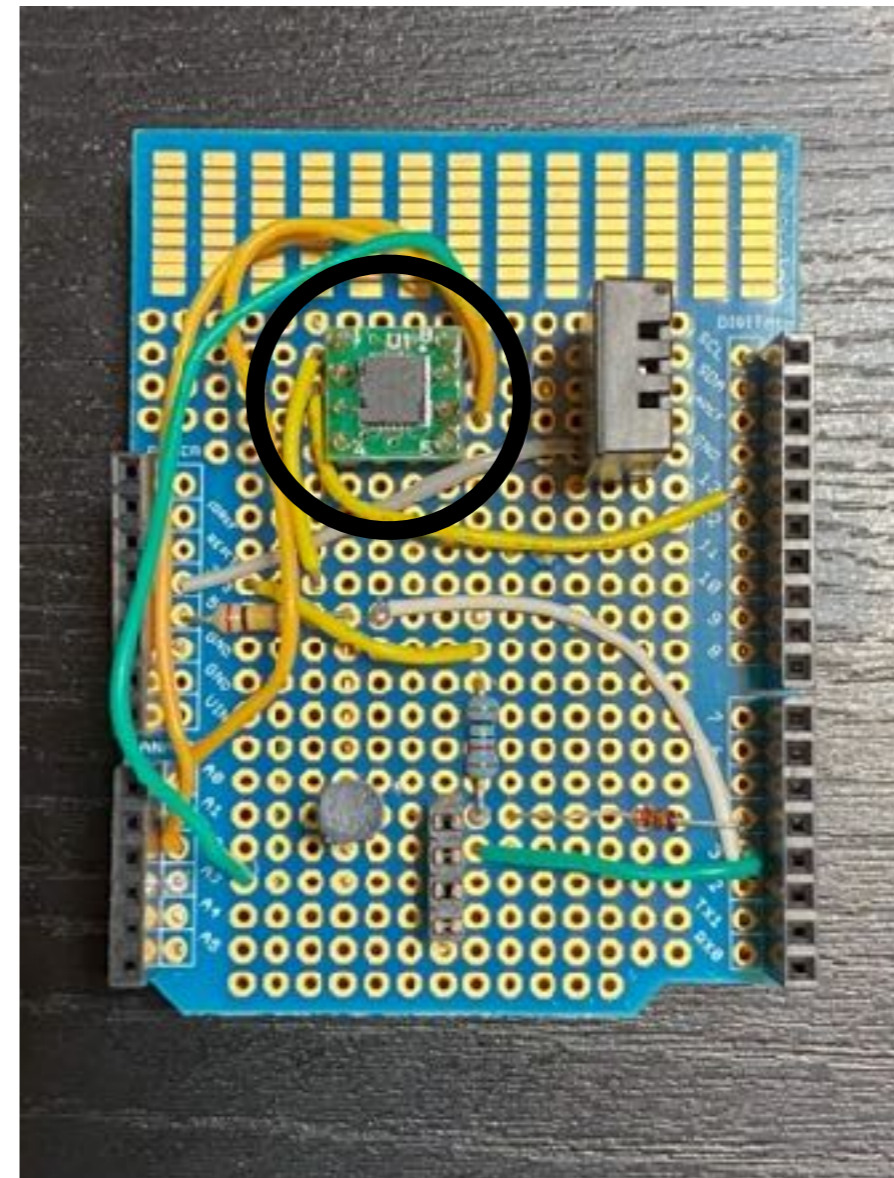
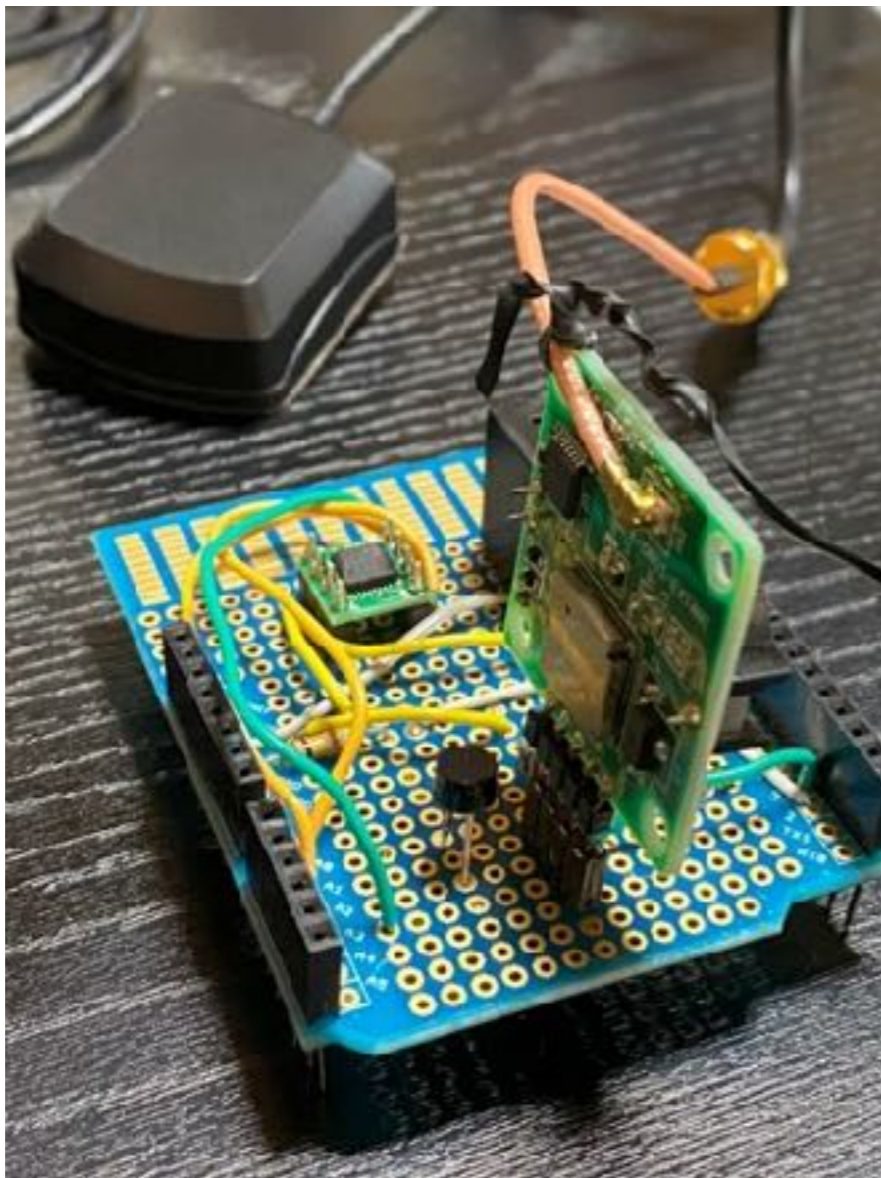
Arduino + GPS受信モジュール + 3軸加速度センサー + LoRa通信モジュール

- 目的
 - 現在いる場所の把握
 - 路面、道路状況の把握
- GPSの情報と3軸加速度センサーの情報を取得
- 無線でデータを送信、地図に表示する

自己位置計測の実験

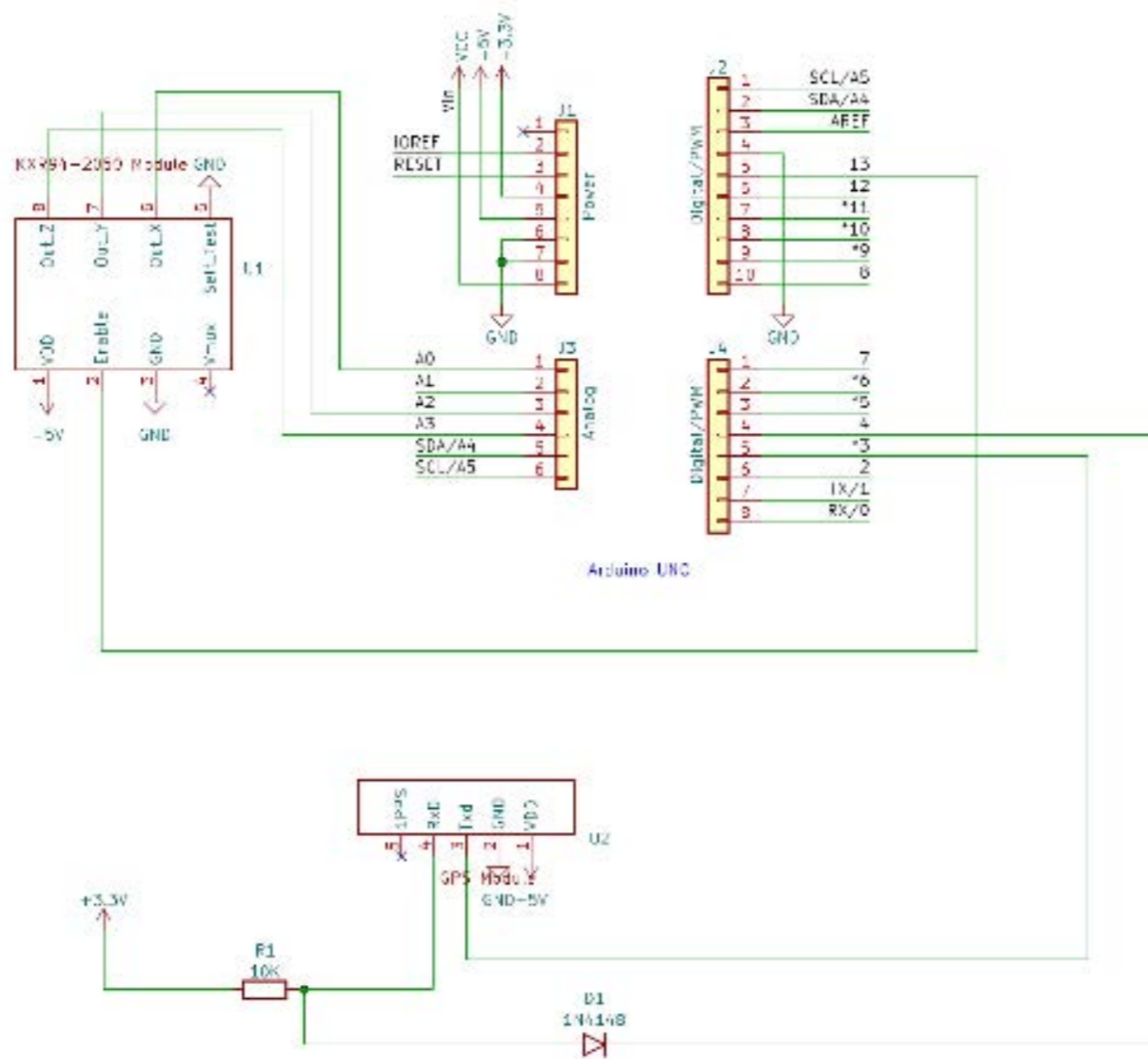
Arduino + GPS受信モジュール + 3軸加速度センサー + LoRa通信モジュール

センサー基板外観



センサー基板回路図

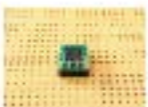
Arduino + GPS受信モジュール + 3軸加速度センサー + LoRa通信モジュール



3軸加速度センサーモジュール

秋月電子通商HPより

AA



 [この商品を友達に教える](#)

 [お気に入り追加する](#)

[店舗在庫情報](#)

3軸加速度センサモジュール KXR94-2050

[AE-KXR94-2050]

通販コード M-05153

発売日 2013/01/23

メーカーカテゴリ [株式会社秋月電子通商](#)

Kionix社の3軸加速度センサをピン変換基板に実装しました。

■主な仕様

- ・搭載センサ: KXR94-2050
- ・測定レンジ: $\pm 2G$
- ・感度: 660mV/g typ
- ・測定出力: 3軸アナログ出力(XYZ)
- ・ゼロG出力電圧: 1.65V typ
- ・非直線性誤差: 0.1%FS
- ・出力帯域幅: 800Hz (-3dB)
- ・定格電源電圧: 3.3V
- ・動作電圧範囲: 2.5Vmin~5.25Vmax

 [KXR94-2050 PDFデータシート](#)

 [取扱説明書](#)

[ICソケット関連一覧](#)

[電源・電力・駆動系IC一覧](#)

[動力部品一覧](#)

[力学関連センサー一覧](#)

GNSS受信機キット

秋月電子通商HPより



 [この商品を友達に教える](#)

 [お気に入りに追加する](#)

[店舗在庫情報](#)

GNSS(GPS・GLONASS・QZSS)受信機キット 1PPS出力 みちびき2機対応 アンテナセット付キット

[AE-GNSS-EXTANT-ANT_SET]

通板コード K-13850

発売日 2019/02/14

メーカーカテゴリ [株式会社秋月電子通商](#)

GNSS受信機キット(K-13849)に外部アクティブアンテナ(M-12223)とSMA-U.FL変換ケーブル(C-12225)をお付けしたキットです。受信モジュールGYSFFMANC(M-13&48)はNMEA0183に準拠した緯度・経度・高度・時刻などの各種ナビゲーション情報をシリアル信号で出力します。GNSS(GPS+GLONASS)衛星追尾中(三次元測位中)は正確な1PPS(1秒)信号を出力します。NMEAセンテンス更新回数を毎秒10回(最大)にすることができます。専用GUIソフトによって、通信速度やNMEAフォーマットのセンテンスを設定することができます。日本の準天頂衛星システム(QZSS)「みちびき」2機受信(衛星番号194、195)に対応しています。

■主な仕様

- ・搭載GNSS受信チップ: MT3333(MediaTek)
- ・受信チャンネル数: 99(アキュイジション)、26(トラッキング)
- ・受信周波数(L1帯): GPS 1575.42MHz(C/Aコード)
GLONASS 1598.0625~1605.375MHz(SPコード)
- ・対応測位衛星システム: GPS(米国)、GLONASS(ロシア)、QZSS(日本)
- ・受信(トラッキング)感度: -164dBm(typ.)
- ・測位精度: 2m(typ.緯経度の水平位置)@-135dBm
- ・出力データ形式: NMEA0183V4.1準拠
- ・測地系: WGS1984(デフォルト)
- ・電源電圧: DC5V(3.3V~5V)
- ・UART通信速度: 9600bps(デフォルト)、4800~115200bps
- ・出力データ更新レート: 毎秒1回(デフォルト)、毎秒1~10回出力可
- ・1PPS出力: C-MOSロジック(3.3V)レベル、パルス幅: 100mS(アクティブLow)
- ・アンテナ端子: U.FLレセプタクル
- ・サイズと質量: 30×30×8.5(mm)、約8g
- ・受信アンテナ: JCA002(GNSSアクティブアンテナ、SMA-Pコネクタ)(M-12223)
- ・変換ケーブル: JC-SMA-JIPEX(IPX/U.FL)(C-12225)

※みちびき初号機が2022年3月25日に待機運用へと移行した為、2機受信となります。2022.10.6

LoRaWAN通信モジュール基板

LA66-JP



LA66 LoRaWAN Shield

DRAGINO社HPより

LA66 LoRaWAN Shield



Click to open image!



LA66 LoRaWAN Shield is the Arduino shield base on LA66. Users can use LA66 LoRaWAN Shield to rapidly add LoRaWAN or peer-to-peer LoRa wireless function to Arduino projects.

LA66 is a ready-to-use module that includes **LoRaWAN v1.0.3 protocol**. The LoRaWAN stack used in LA66 is used in more than 1 million LoRaWAN End Devices deployed world widely. This mature LoRaWAN stack greatly reduces the risk to make stable LoRaWAN Sensors to support different LoRaWAN servers and different countries' standards. External MCU can use AT command to call LA66 and start to transmit data via the LoRaWAN protocol.

Each LA66 module includes a **world-unique OTAA key** for LoRaWAN registration.

Besides the support of the LoRaWAN protocol, LA66 also supports **open-source peer-to-peer LoRa Protocol** for the none-LoRaWAN application.

LA66 is equipped with **TCXO crystal** which ensures the module can achieve stable performance in extreme temperatures.

LoRaWAN Gateway

DLOS8



DLOS8N Outdoor LoRaWAN Gateway



Click to open image!



The DLOS8N is an **open source outdoor LoRaWAN Gateway**. It lets you bridge LoRa wireless network to an IP network via WiFi, Ethernet, 3G or 4G cellular. The LoRa wireless allows users to send data and reach extremely long ranges at low data-rates.

DLOS8N supports **Semtech packet forwarder and LoRaWAN Station** connection, it is fully compatible with LoRaWAN protocol. DLOS8N includes a **SX1302 LoRaWAN concentrator**.

DLOS8N has **pre-configured standard LoRaWAN frequency bands** to use for different countries. User can also customize the frequency bands to use in their own LoRaWAN network.

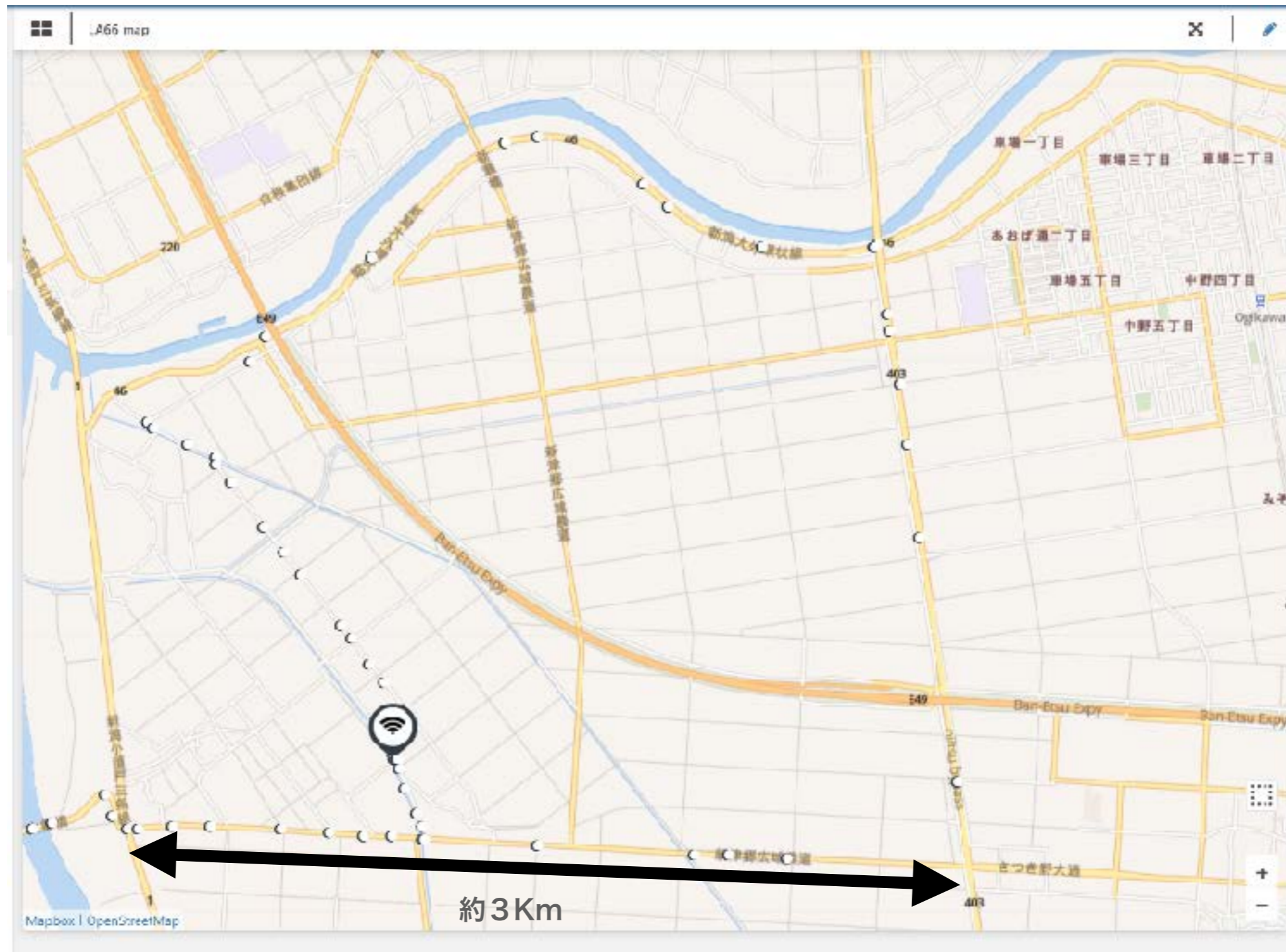
DLOS8N can communicate with ABP LoRaWAN end node without LoRaWAN server. System integrator can use it to integrate with their existing IoT Service without set up own LoRaWAN server or use 3rd party LoRaWAN service.

DLOS8N supports **auto-provision** for mass deployment and long term maintain. System integrator can easily change the settings.

[Dragino LoRa Gateway Selection Guide](#)

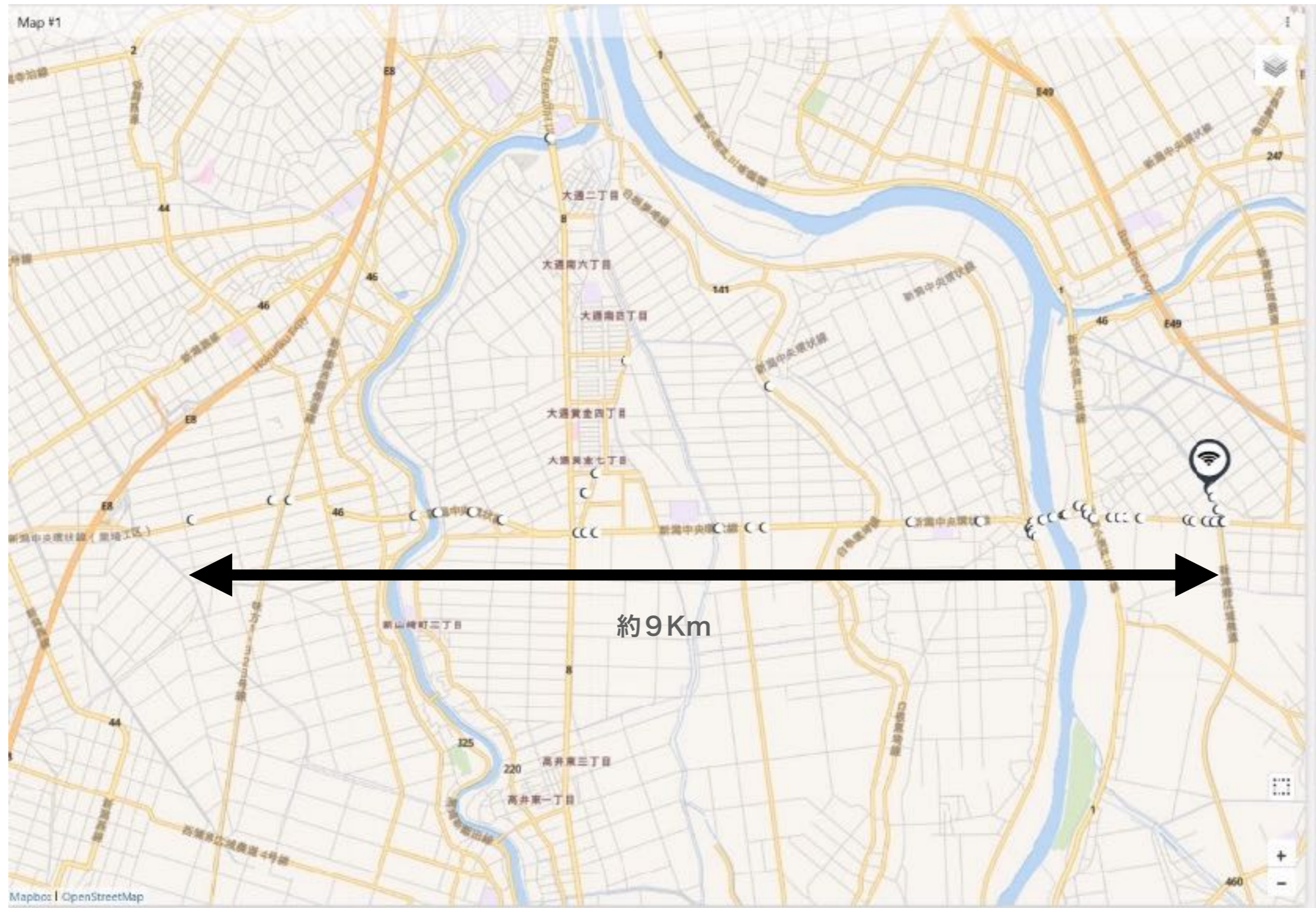
地図上に位置情報をプロット

その1



地図上に位置情報をプロット

その2



実験中のビデオ

軽トラックのダッシュボードに搭載



ホール素子を使った距離計測

秋月電子通商HPより

AAA



[この商品を友達に教える](#)

[お気に入りに追加する](#)

[店舗在庫情報](#)

ReLS2

高速交番検知型ホールIC S-5725ECBL9-M3T1U

[S-5725ECBL9-M3T1U]

通販コード I-16371

発売日 2021/04/14

メーカーカテゴリ [エイブリック株式会社\(ABLIC\)](#)

S-5725は、CMOS技術を使用して開発した、高感度、高速検知、低消費電流動作が可能な高精度ホールICです。磁束密度の強弱および極性変化を検知して、出力電圧が変化します。磁石と組み合わせることで、さまざまな機器の回転検出が可能です。小型のSOT-23-3パッケージを採用しているため、高密度実装が可能です。高精度磁気特性のため、磁石と組み合わせた機構の動作ばらつきを小さくすることが可能です。こちらはお客様からご要望を頂き販売を開始いたしました。各種部品、半導体、機構部品等のご要望をお待ちしております。 [商品リクエスト入力フォーム](#)

■主な仕様

- ・電源電圧: 2.7~5.5V
- ・消費電流: 13.0μA
- ・極検知: 交番検知
- ・出力: CMOS出力
- ・感度: 0.8mT
- ・磁気検出論理: アクティブ"1"
- ・パッケージ: SOT-23-3

※SOT-23用ピッチ変換(DIP化)基板もございます⇒[P-03659](#) [P-12674](#) [P-14298](#) [P-11966](#)

[S5725 PDFデータシート](#)

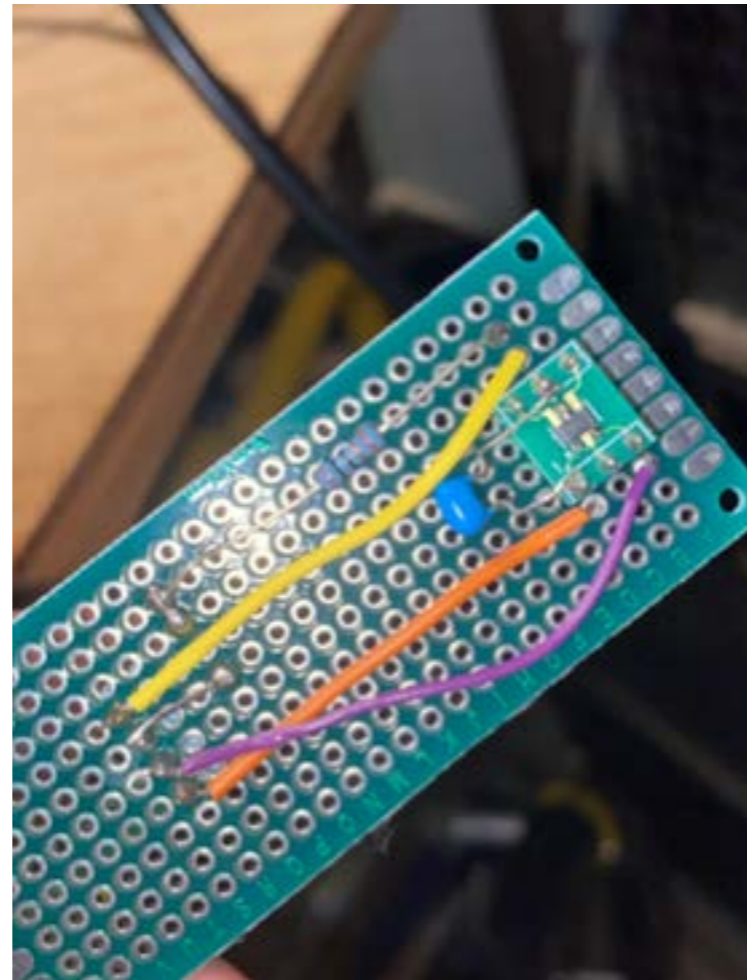
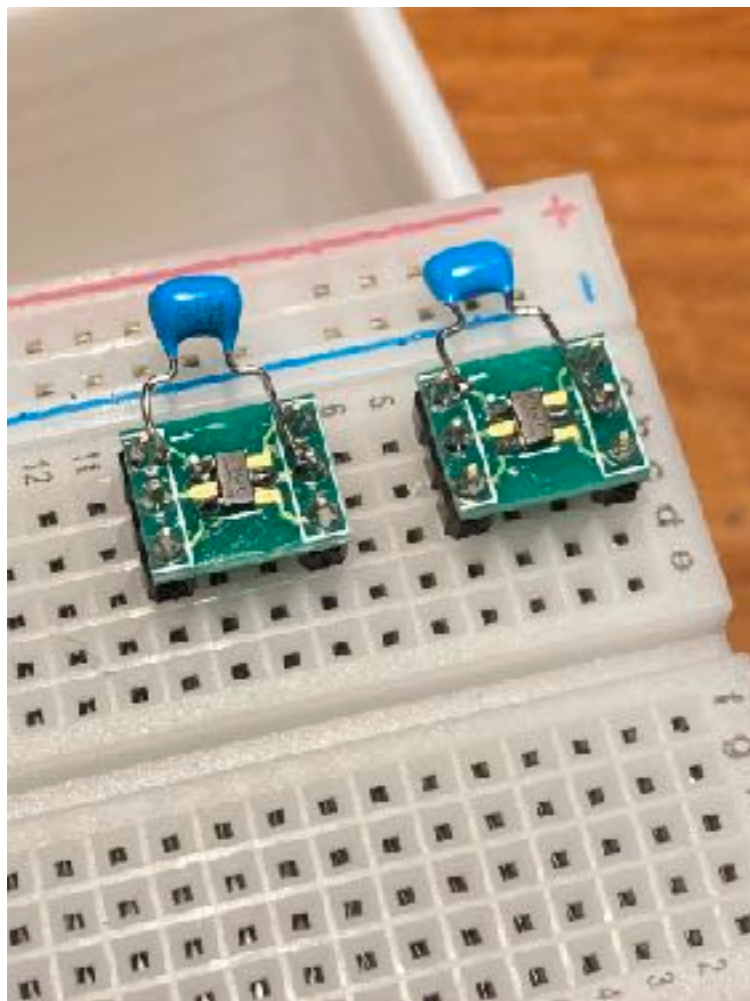
[パッケージ寸法情報](#)

ホールセンサの検知タイプ

- 片極検知：N極かS極のどちらかのみを検知する
- 両極検知：N極とS極の両方を検知する
- 交番検知：S極からN極、N極からS極への磁界の変化を検知

ユニバーサル基板で製作

車椅子のフレームに基板を固定、車輪側に磁石を設置



車椅子に取り付けた様子

磁石は6箇所を設置

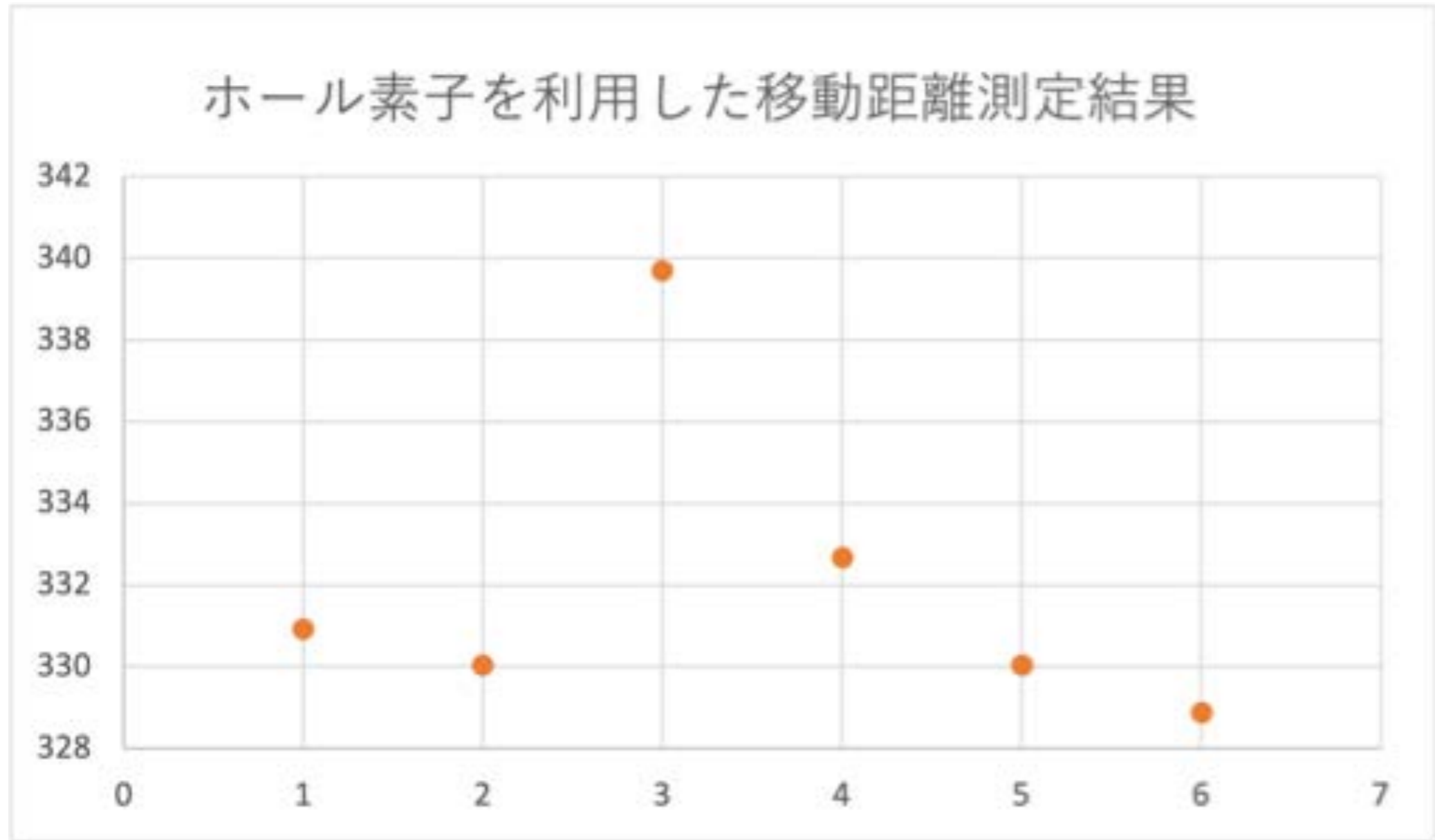


実験データ

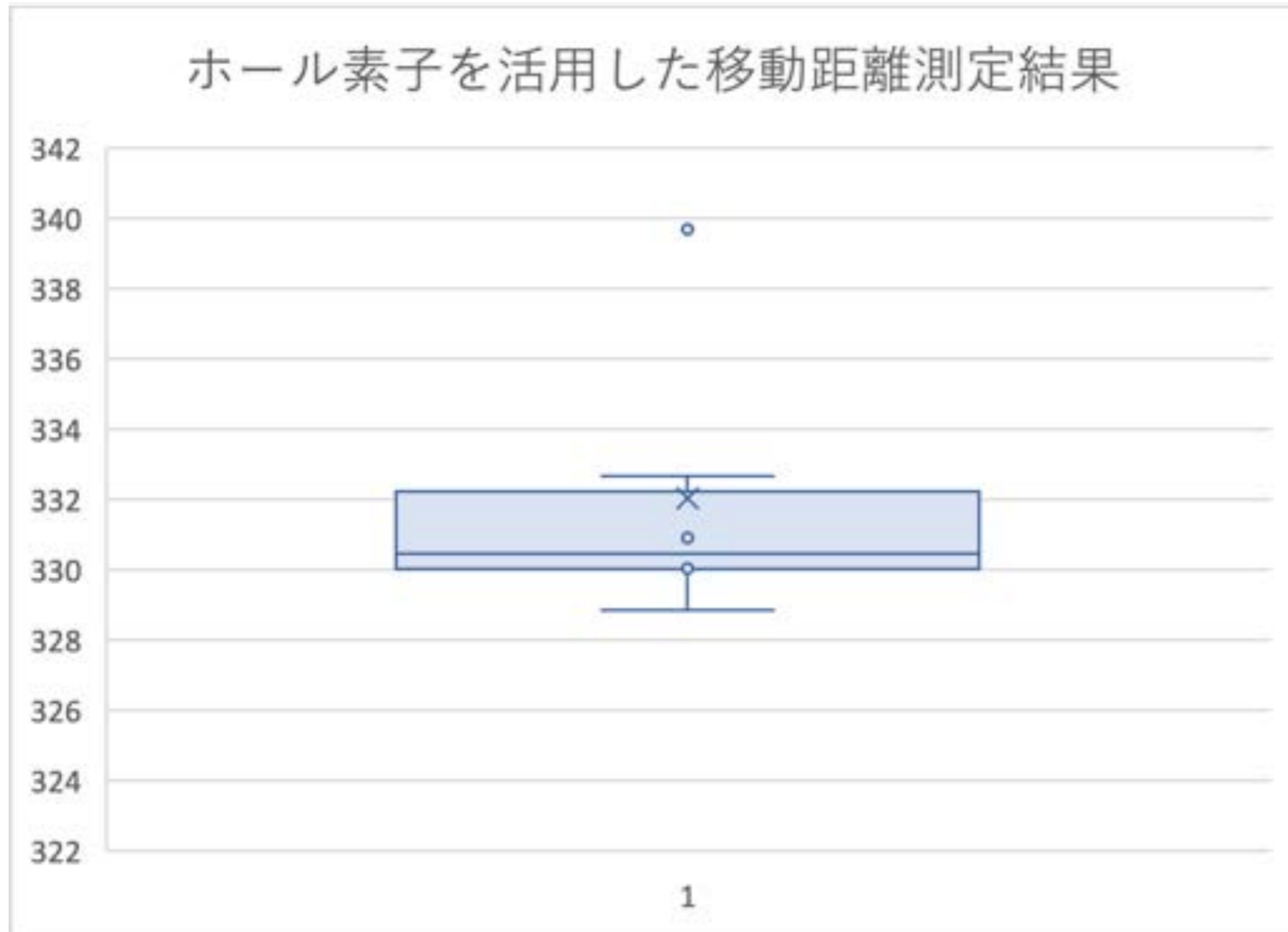
公園の遊歩道を6回周回して計測

試行回数	距離 (メートル)	方向	備考
1回目	330.9158923	左回り	
2回目	330.0381313	左回り	
3回目	339.6935021	右回り	外れ値とする
4回目	332.6714142	右回り	
5回目	330.0381313	右回り	
6回目	328.8677833	右回り	
平均	330.5062705		
標準偏差	1.2632170		
中央値	330.4770118		
最大値	332.6714142		
最小値	328.8677833		
測定振れ幅	3.8036309		
測定振れ幅と平均値との割合	1.15%		

実験データ



実験データ



7 今後の活動と課題

- 2022年は Covid19の影響が継続したが今年度は継続して、

加速度センサーとGNSS位置情報との差の検証
ロータリーエンコーダによる自立走行変移の測定

により自律ロボットの自位置計測をロースペックコンピュータで
計算処理できる技術を検討していきたい

- そしてLIDARによる障害物検出との連携し、
自律走行支援システムの開発を進めていきたい



まとめ

- Quadcube技術で 地球上の位置データテーブルを作成
- GNSSなどのセンサー技術を使い自位置を計測しGMDBに格納
- LIDARによる障害物検出
- 少ない計算量で障害物を検出し自律運転・自律移動体制御に応用をめざしている
- 今後とも継続して実験とソフトウェア開発を続けていく予定