



2021春のADAM発表会 自動走行領域 ワークショップ 式次第



- 開会あいさつ
- 概要報告
 - 伊東 敏夫（システム理工学部機械制御システム学科 教授）
「シニアカーを自動運転化する自動運転セットボックスの開発」
 - 廣瀬 敏也（工学部機械機能工学科 准教授）
「シニアカーの自動運転に向けた歩道を対象とした
高精度3次元地図の構築に関する研究」
 - 平川 豊（工学部情報工学科 教授）
「位置情報を利用した自転車の接近検知手法」
 - 飯塚 浩二郎（システム理工学部機械制御システム学科 教授）
「ハンドル型電動車いす(シニアカー)の段差乗り越え機構の検討」
- 個別研究報告（メインルームのオンライン部屋（BOR）で実施）
- 懇談（伊東・廣瀬）（個別研究報告と並列に会議ルームを開設）
※1待機室から順番に入室 ※2ご所属・お名前表示願います
- 閉会あいさつ（16:55から）



シニアカーを自動運転化する 自動運転セットボックスの開発

芝浦工業大学 システム理工学部 機械制御システム学科
運転支援システム研究室

伊東 敏夫 (tosi-ito@shibaura-it.ac.jp)



目次

1. 背景
2. 目的
3. 自動運転セットボックス
4. SLAM
5. 障害物認識
6. 制御システム
6. 歩行者認識
7. フュージョン手法
8. 信号認識
9. 心拍計測
10. 走行経路生成

概要報告後各BORで詳細報告

- BOR_6.シニアカー自動運転
- BOR_7.運転特性
- BOR_8. レーダー・フュージョン
- BOR_9. 画像処理深層学習

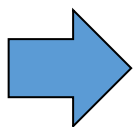
1. 背景

近年より高度な自動運転へ期待が高まっている

	現在(実用化済み)	2020年まで		2025年目途
実用化が見込まれる自動走行技術	【レベル1】 ・ 自動ブレーキ ・ 車間距離の維持 ・ 車線の維持  (本田技研工業HPより)	【レベル2】 ・ 高速道路におけるハンドルの自動操作 - 自動追い越し - 自動合流・分流  (トヨタ自動車HPより)	【レベル4(エリア限定)】 ・ 限定地域における無人自動走行移動サービス(遠隔型、専用空間) 	【レベル4】 ・ 完全自動走行  (Rinspeed社HPより)
開発状況	市販車へ搭載	試作車の走行試験	IT企業による構想段階	課題の整理

→自力での移動が困難な**高齢者**や**身体障害者**にとって有益

- 高速道路, 一般道の順で **段階的な導入**が見込まれている
- 高級車から*



体の不自由な人が日常生活で気軽に使用できるまで時間がかかる

*Research of trend of automatic driving Legal and regulatory viewpoint from ITS(Kitamura)

2-1. 目的

高齢者向けに作られた一人乗り用バッテリーカー(シニアカー)を
自律移動モビリティ化



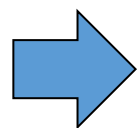
- * 最高速度: **時速6km**
(軽いジョギング程度)
- * **歩行者扱い**
(歩道通行, ヘルメットの着用義務なし)
- * **免許なし**で運転可能
- * 消費税がかからない
- * 誰でも購入可能
- * 手軽に操作可能
- * 電気で動く

多くの人**が気軽に**利用可能

2-2. 目的

利用シーン

- * 高齢者の方が**家から病院へ**行く
- * 身体障害者が**近くの公園まで**散歩に行く など...



全ての人が日常生活で**気軽に**、**自由に**移動可能

たまには外へ行って気分転換したい...



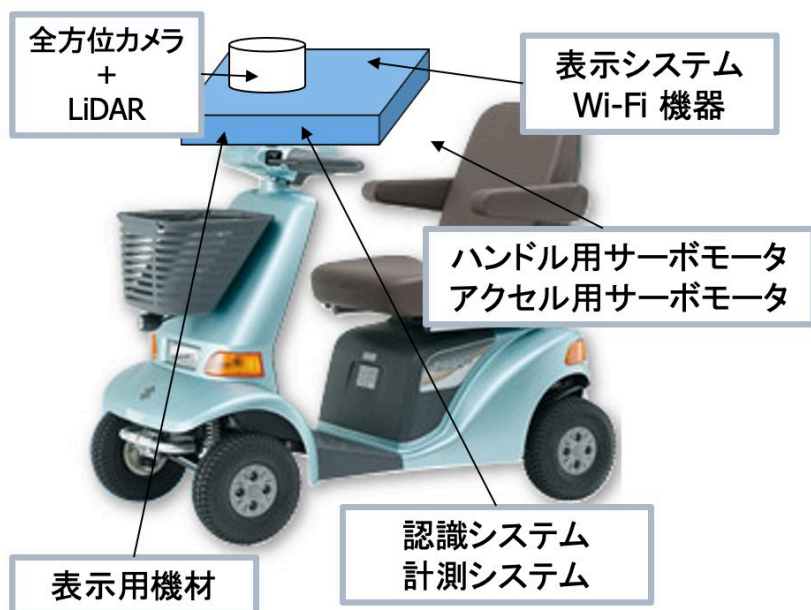
病院に行きたいけど移動手段がない...



この自動運転車なら気軽に屋外へ行ける！



自動運転セットボックスの紹介



- ・既存のシニアカーに装着
→加工不要な構造なので誰でも装着可能
- ・購入品 & フリーウェアのみで製作
→誰でも使用可能
- ・後付けで自動化
→価格を安く抑えることが可能

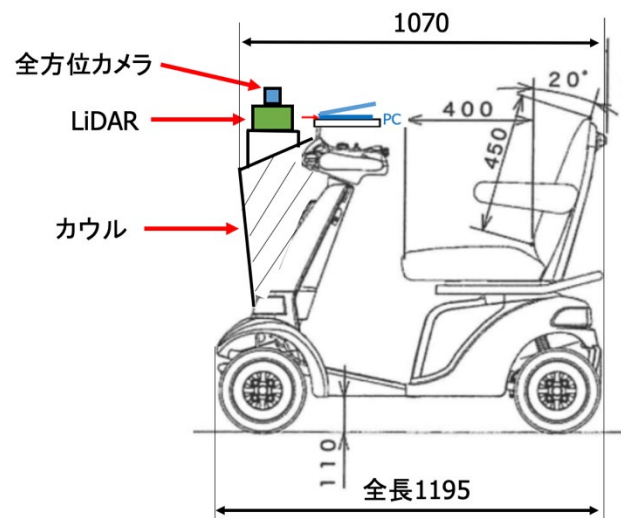
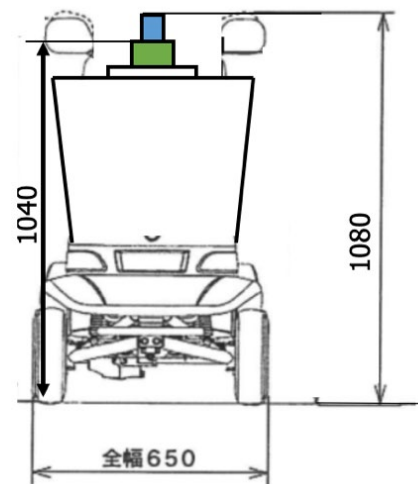


より多くの人に自動運転を提供することが可能

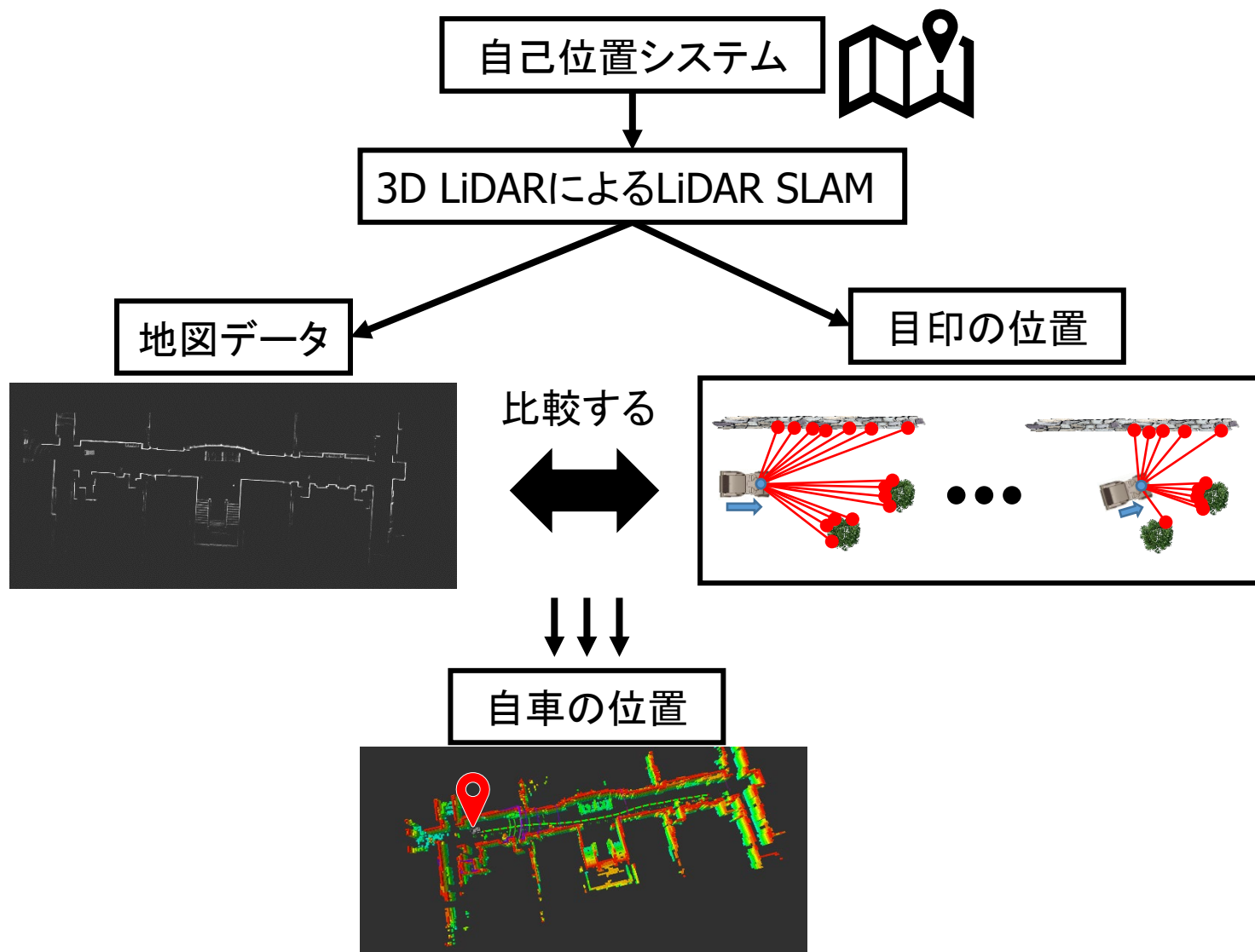
3-2. 自動運転セットボックス

BOR_6.シニアカー自動運転

実験車両の紹介

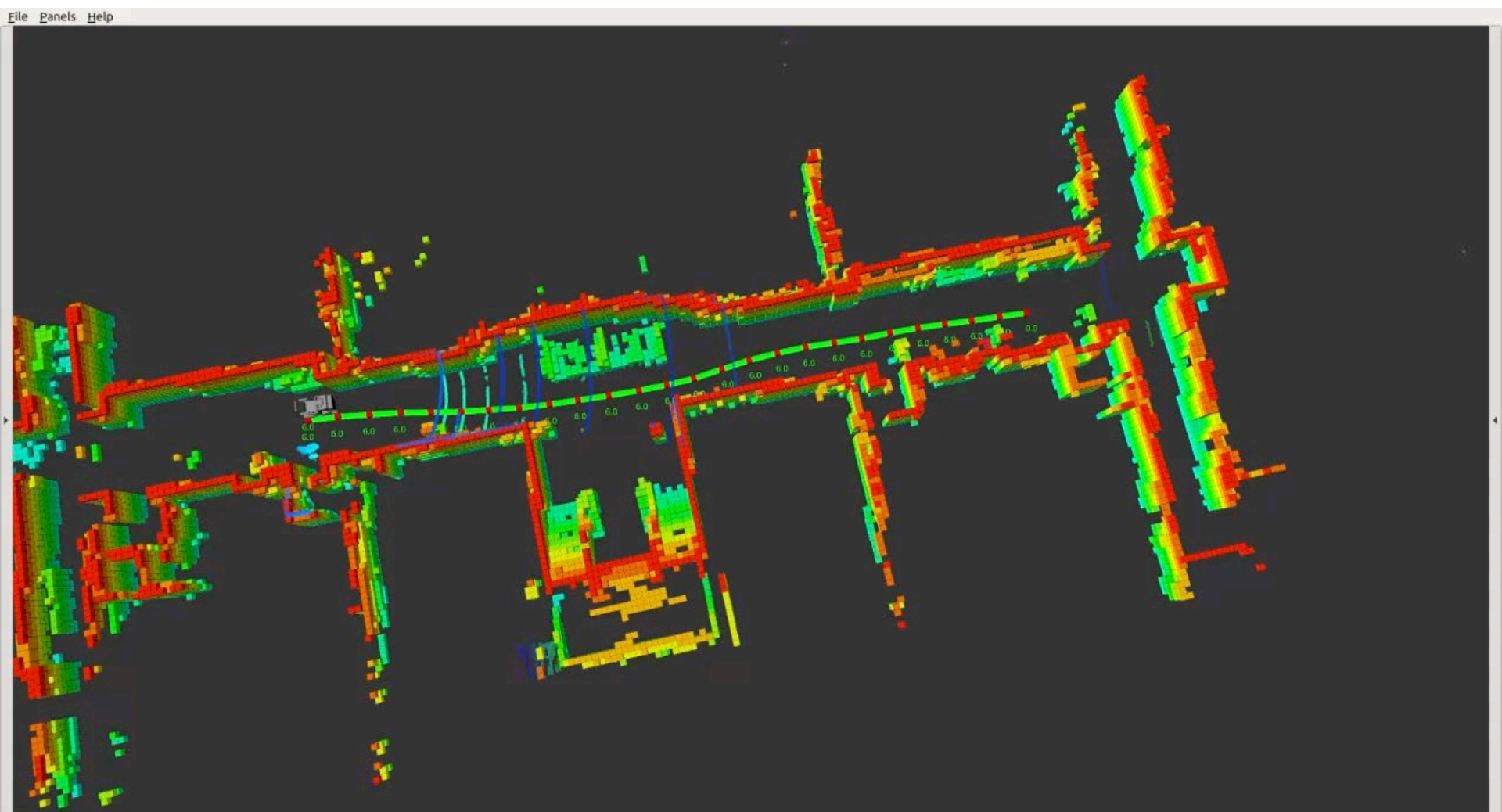


4-1. SLAM(Simultaneous Localization And Mapping)



4-2. SLAM

BOR_6.シニアカー自動運転



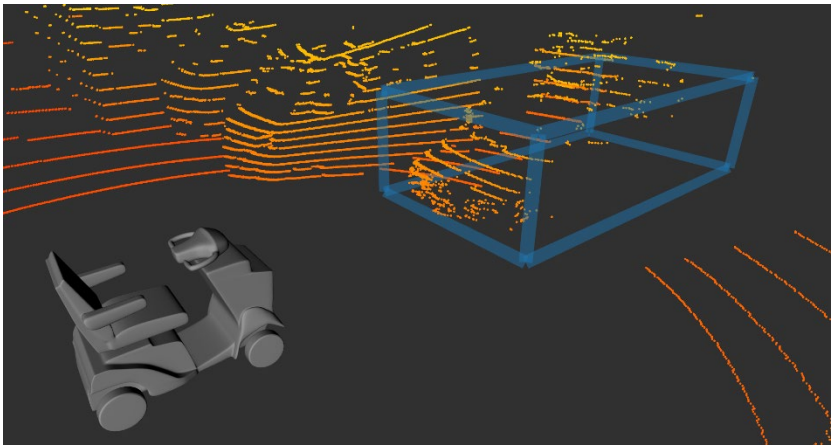
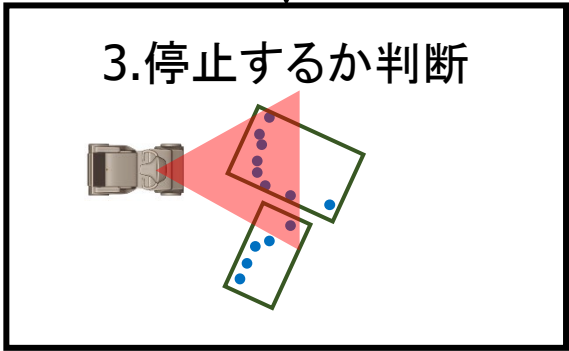
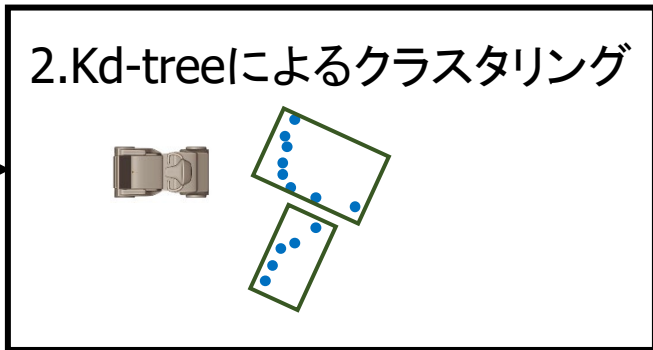
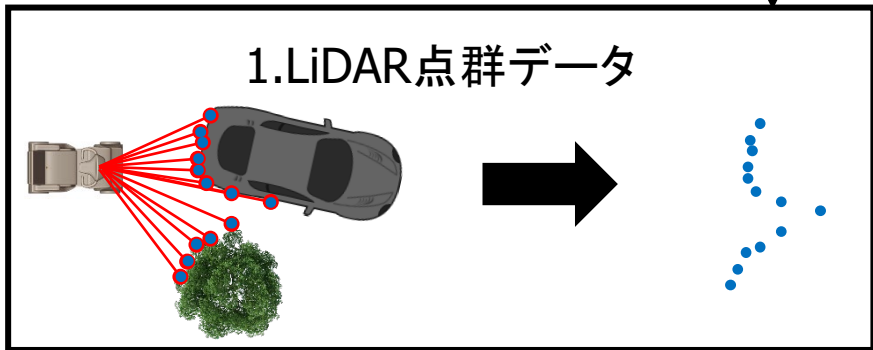
Reset Left-Click: Rotate. Middle-Click: Move X/Y. Right-Click: Move Z. Shift: More options. 31 fps



5. 障害物認識

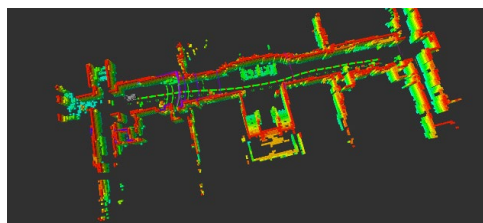
BOR_8. レーダー・フュージョン

LiDARによる障害物認識システム



6. 制御システム

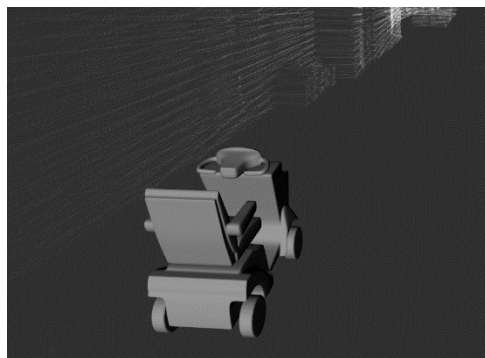
BOR_6.シニアカー自動運転



自己位置と経路の参照

- 1.「今どこにいるか」
- 2.「どこに行きたいか」

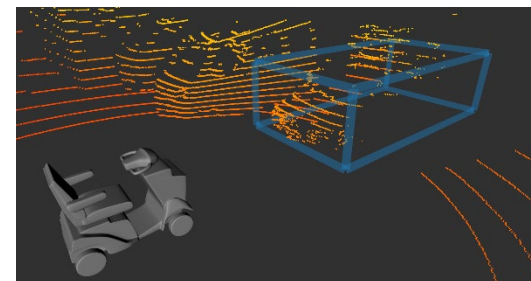
自己位置から座標と
経路の行き先



周囲を検査



障害物が
存在するか？



障害物検出

- 4.「前方に障害物が存在」

速度とステアリング角度計算

- 3.「ここからそこまでどのような移動するか」



コントローラ

- 5.「アクセルとステアリング
モーターを制御」

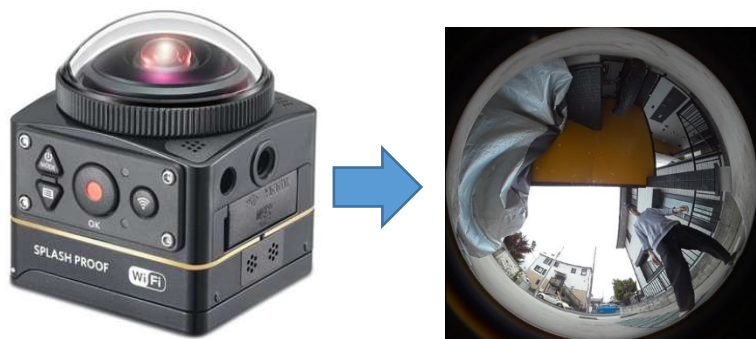


コントローラの入力

7-1. 歩行者認識

BOR_9. 画像処理深層学習

全方位カメラによる歩行者の認識



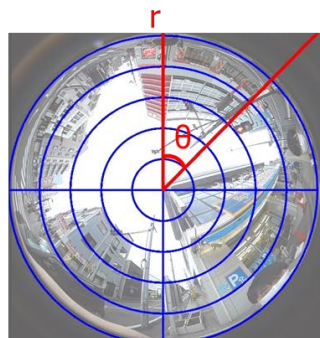
全方位カメラとその画像

利点

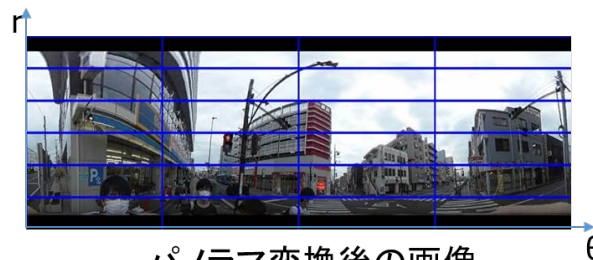
- ・ 1台で周囲の環境すべてを見ることができる

欠点

- ・ 歪みが存在する
- ・ 物体の変化が激しい(物体が小さく映りやすい)
- ・ 物体の分裂を招く可能性がある。



全方位画像の極座標



パノラマ変換後の画像

パノラマ変換しても, 物体は小さく映ったまま.

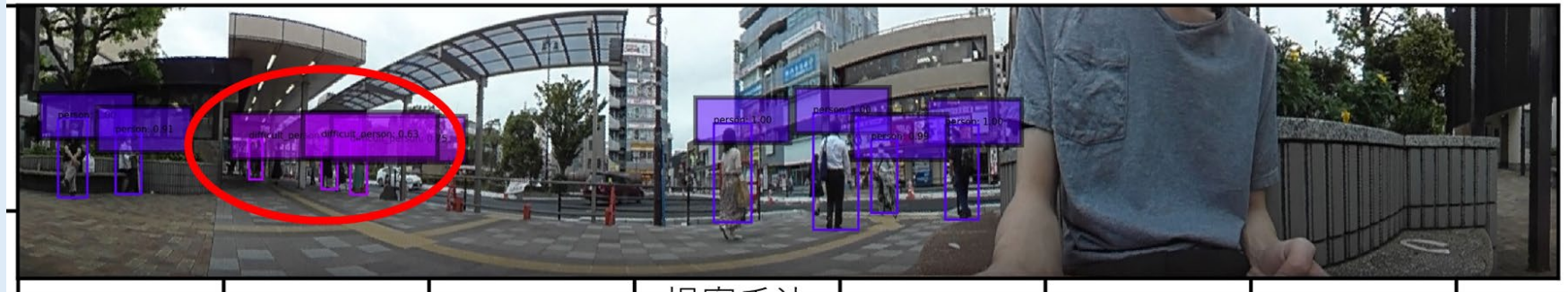
7-2. 歩行者認識

BOR_9. 画像処理深層学習

結果



通常の学習・検出



提案手法

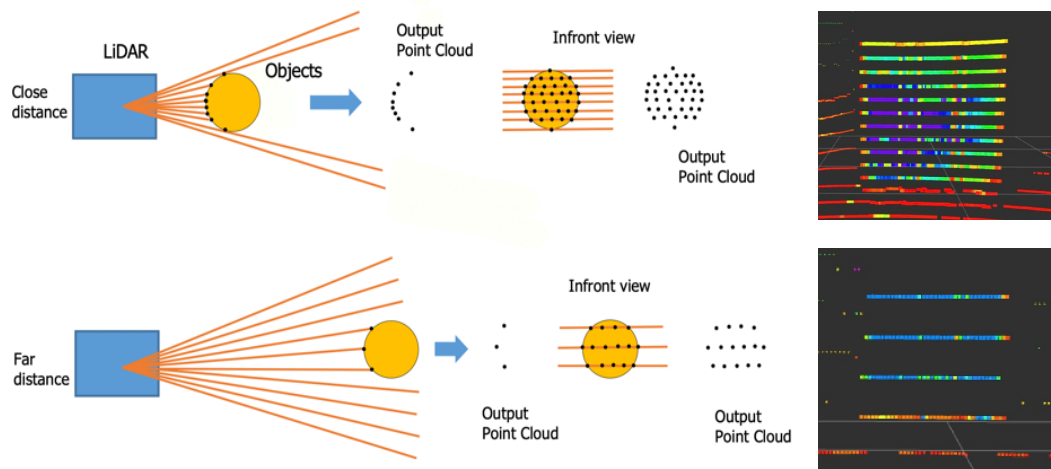
従来よりも認識精度が向上した.



7-1. フュージョン手法①

BOR_8. レーダー・フュージョン

- 3D LiDARは外界認識センサーとして、障害物や車の位置と周囲環境の認識が重要
- 遠距離の物体に対してはLiDAR点群データがスパースになる



実環境に低コストで導入
認識手法が豊富に存在



単眼カメラを用いて点群
欠損補間手法を提案

Velodyne VLP16
frequency: 10 Hz

Web-camera 640 x 480
frequency: 30 fps



+

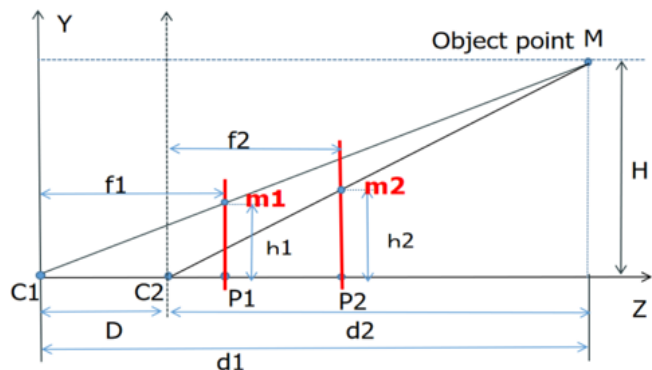


センサーフュージョン

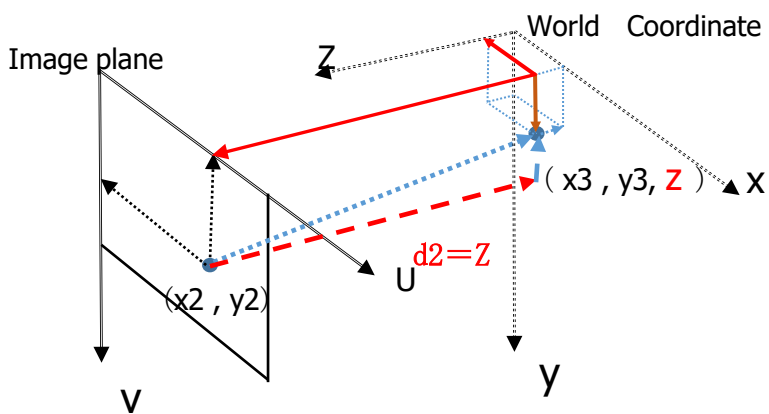
7-2. フュージョン手法①

BOR_8. レーダー・フュージョン

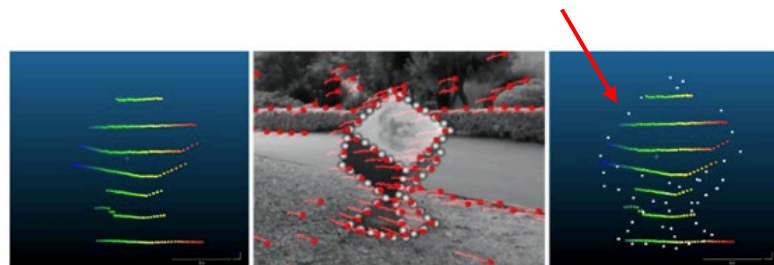
- オプティカルフローを用いて、相対運動から画像特徴点の奥行情報を算出



- 逆投影変換を用いて、画像の特徴点から三次元空間点に変換



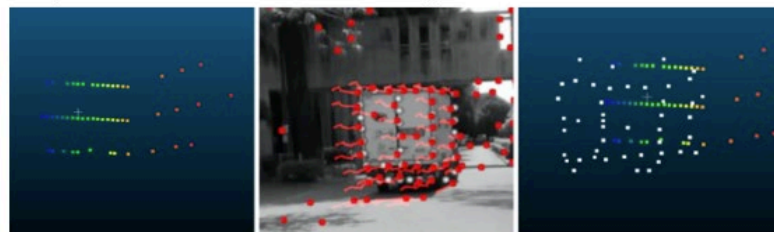
画像特徴点変換した補間点



(a) point cloud data of cube (b) feature point data of cube (c) fusion data



(d) point cloud data of k-car (e) feature point data of k-car (f) fusion data

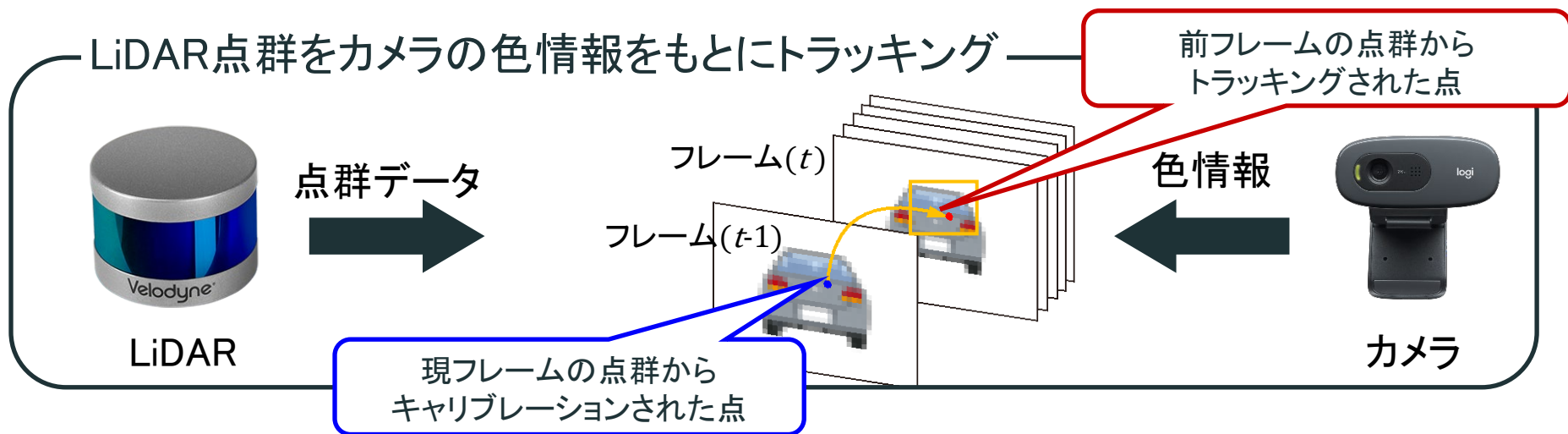


(g) point cloud data of truck (h) feature point data of truck (i) fusion data

画像データと点群データをフュージョンする

7-3. フュージョン手法②

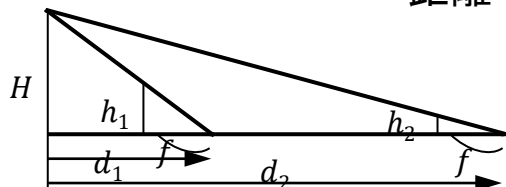
BOR_8. レーダー・フュージョン



距離情報から探索範囲を決定

横方向: 画像の幅 $\times \frac{1}{\text{距離}}$

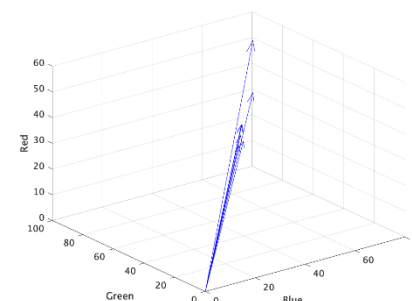
高さ方向: 画像の高さ $\times \frac{1}{\text{距離}}$



色情報からマッチングする点を探る

RGBを3次元ベクトルとして扱う

$$\cos \theta = \frac{R_a R_b + G_a G_b + B_a B_b}{\sqrt{R_a^2 + G_a^2 + B_a^2} \sqrt{R_b^2 + G_b^2 + B_b^2}}$$

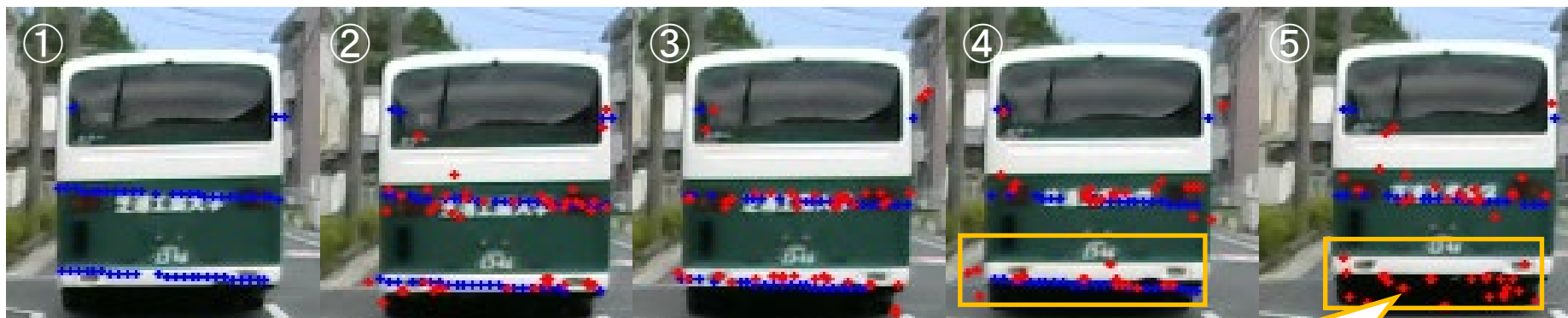


(R_a, G_a, B_a) と (R_b, G_b, B_b) のなす角 θ が最も小さい点にマッチング

7-4. フュージョン手法②

BOR_8. レーダー・フュージョン

- 現フレームの点群からキャリブレーションされた点
- 前フレームの点群からトラッキングされた点

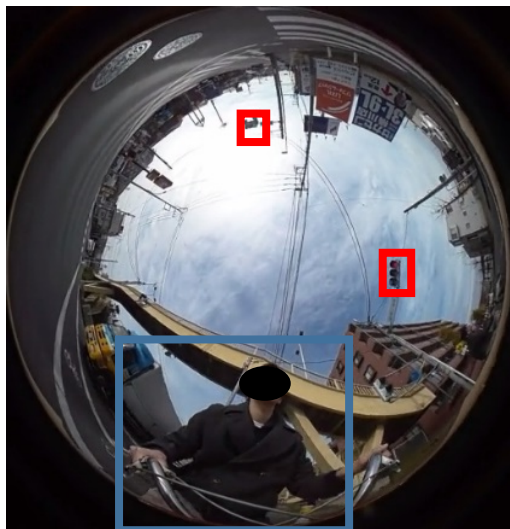


フレーム⑤では実際の点はない
↓
前フレームからのトラッキングで補間できている

遠距離においてもLiDAR点群による形状の認識が可能となる

8. 信号認識

BOR_9. 画像処理深層学習



前述の歩行者のときと同様の問題に加えて、信号機は比較的小さな物体であり、検出が困難



全方位画像を分割して補正して、入力にすることで拡大しながら、全方位画像の問題点を軽減



扇形に分割

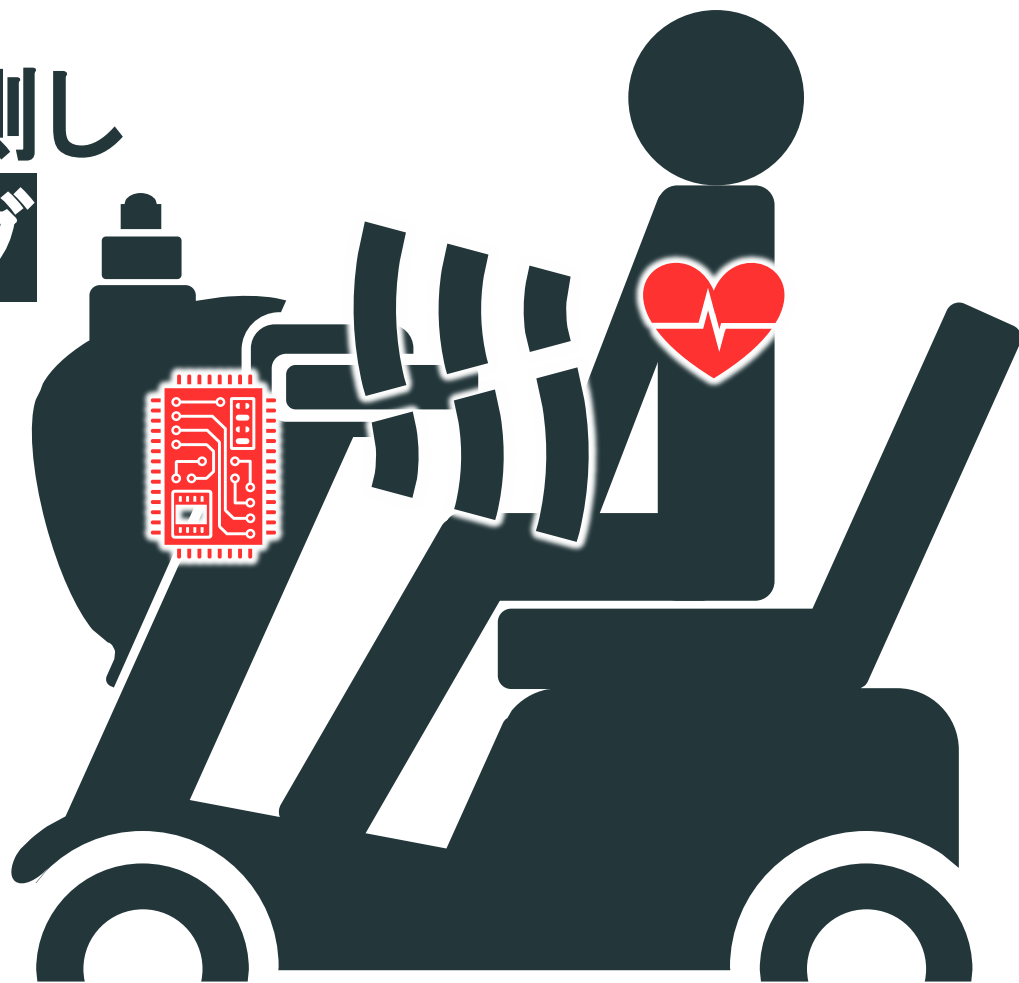
方向・形状を補正

ニューラルネットワーク

検出

搭乗者の心拍を
ミリ波レーダで計測し
体調をモニタリング

異常があれば
周囲に知らせる
行先を病院に
変更するなど対応

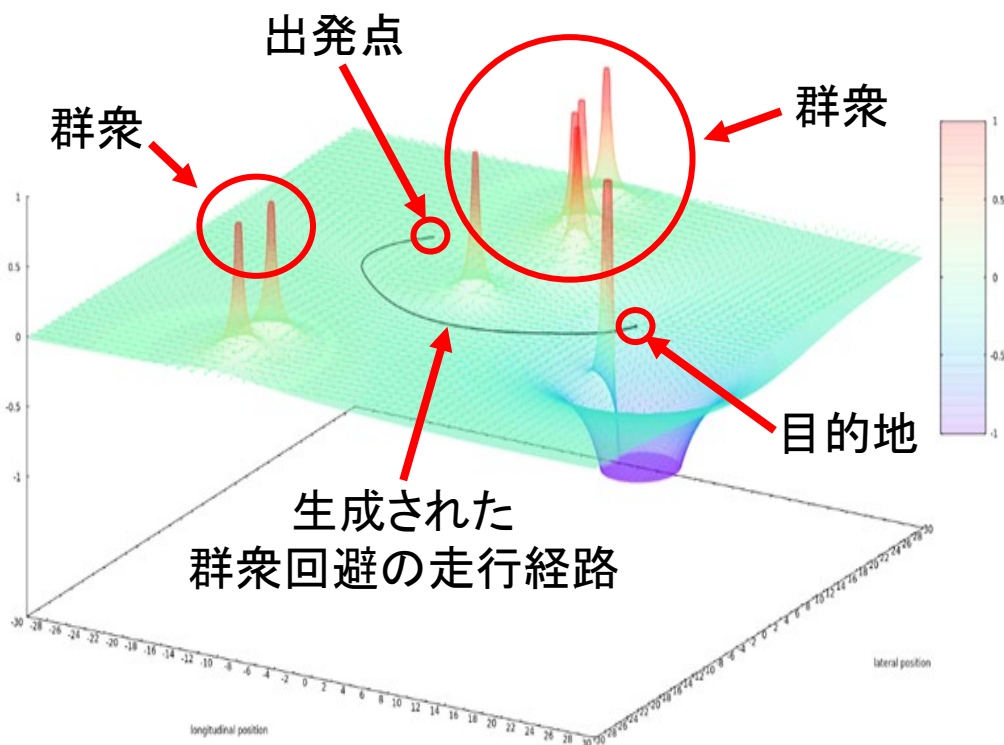


10・走行経路生成

BOR_6.シニアカー自動運転

動的障害物や群衆を**認識**して、その行動を**予測**し

回避行動を行いながら群衆中での走行を可能にする経路を生成



一般的に経路生成で用いられる
ポテンシャル法は動的環境変化に
対応することは困難



群衆や動的障害物の進行方向へ
障害物の**ポテンシャル場を延長**させ
回避経路を再生成



群衆や動的障害物を回避して
安全に目的地までの走行が可能

BOR_7.運転特性

- 自動運転から手動運転への操作主権移動時における
ライバ状態と反応時間の比較 ド
- ドライバの運転操作特性を考慮した覚醒度維持手法
- 操縦性向上および負担軽減を目的としたサイドビューモニタの配置
- 運転特性を考慮した一般道路におけるドライバの状態推定
- 操舵トルク変化のドライバの脳波への影響