

安全な自律型マイクロモビリティの 拡張デジタルツイン基盤



芝浦工業大学工学部情報工学科 教授 新熊 亮一



2022年9月6日

略歴・実績



情報工学科教授: 新熊 亮一

研究実績 (2022年7月)

- 学術論文: 70、IEEE Trans. on Wireless Communications (IF9.60)、IEEE SMC: Systems (IF 13.451、採録率10%)など
- 国際会議: 85、IEEE ICDCS (Core rank A)、IEEE Globecom (Core rank B) など
- 被引用数トップ3: 193、74、55
- ★ 研究費額トップ3: 1.2億円、1.1億円、4000万円

- 電子情報通信学会フェロー
- 米国IEEEシニア
- 大阪大学博士 (工学)
- KDDI総合研究所招聘研究員
- 株式会社ハイパーデジタルツイン創業者・取締役
- Zuva株式会社創業者
- 株式会社Veldt顧問
- 株式会社神戸デジタル・ラボ顧問
- Cross Education Lab 代表ファシリテータ
- **JSTさきがけ研究員 (2018-2022)**
- 京都大学情報学研究科 准教授 (2011-2021)
- **米国WINLAB客員研究員 (2008-2009)**

産業応用実績 (2022年5月)

- 出願特許: 51 (うち登録18)
- 大学発スタートアップ調達額: 約1億円
- 産業フォーラム会員数: 約80社

体制

➤ 学部生:

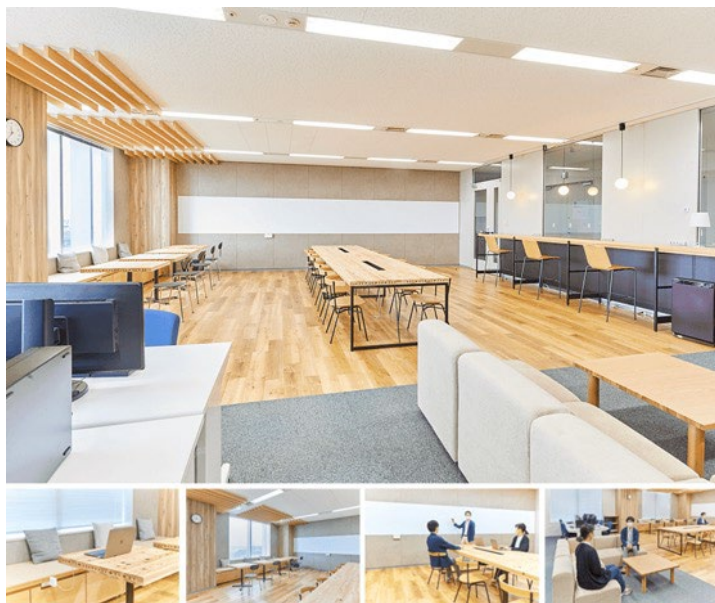
- 4年生11名

➤ 大学院生:

- 修士5名

➤ 連携准教授

准教授Trovato, Gabriele



➤ 研究開発パートナー:

- 株式会社良品計画 (無印良品)
 - 日本電気株式会社(NEC)システムプラットフォーム研究所
 - 株式会社KDDI総合研究所サイバーセキュリティグループ
 - 情報通信研究機構脳情報通信融合研究センター
 - 株式会社NTTデータ
 - 株式会社エクサウィザーズ
 - 株式会社ガイアックス
 - 株式会社テレコグニックス
 - Quantum Analytics, inc
 - WINLAB (USA)
 - カタルーニャ工科大学 (スペイン)
 - Trinity College Dublin (アイルランド)
 - 東京工業大学 西尾理志研究室
- など



最近の競争的資金による研究開発

- 国立研究開発法人 科学技術振興機構(JST), さきがけ, 代表, 「人々の移動に関する実空間情報をリアルタイムに形成するためのデータを目利きできるネットワークAI」, 2018年1月～2022年3月
- 国立研究開発法人 情報通信研究機構(NICT), データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発 (第3回), 代表, 「人や様々なモノの接点を検知するイメージセンサネットワーク基盤の構築」 2020年6月～2023年3月
- 国立研究開発法人 科学技術振興機構(JST), SBIRフェーズ1 支援, 代表, デジタルツインによりセンサレス自律移動を可能にする多重複合センサネットワーク, 2021～2022年3月

→

Beyond 5G 研究開発促進事業(一般型)に新たに採択

<https://www.nict.go.jp/publicity/topics/2022/08/05-1.html>



「スマートシティ」を目指して



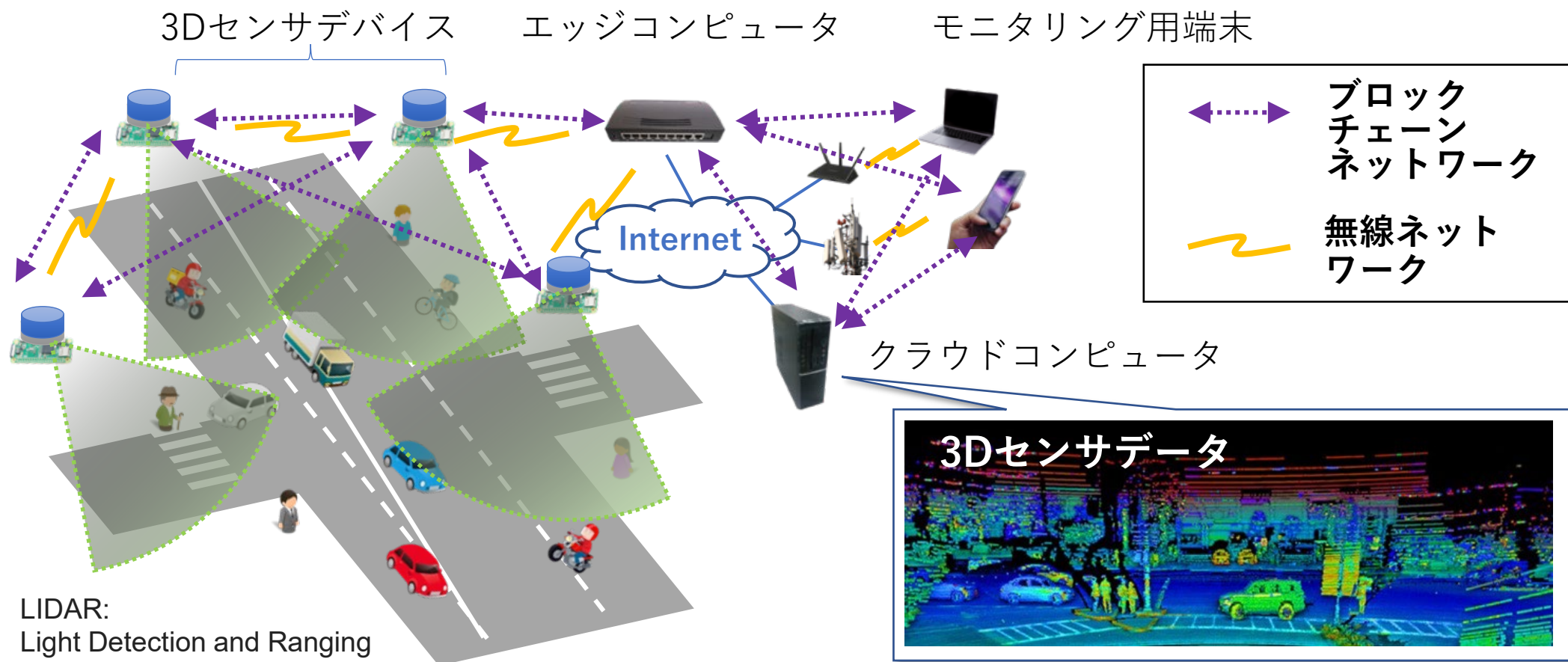
- ✓ スマートシティとは単なるデジタル化ではない。携帯電話からスマートフォンへの革新と似たトランスフォーメーション
- ✓ スマートシティを支えるサイバーフィジカルシステム:
ロボット、ドローン、自動運転車といった“リアルな”マシンが3Dイメージなどの仮想情報を活用してタスクをこなす

<https://sites.google.com/shibaura-it.ac.jp/nru-sit/>



スマートモニタリングのための3Dセンサネットワーク

- 3Dセンサによる交通流、人流、接点の予測検知
- ブロックチェーンによるセキュアなデータ・機械学習モデルの共有



屋内でのスマートモニタリング

京都大学



KYOTO UNIVERSITY



研究

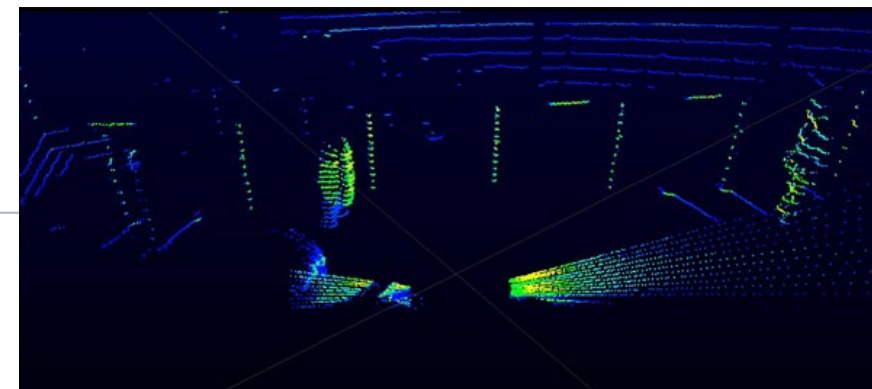
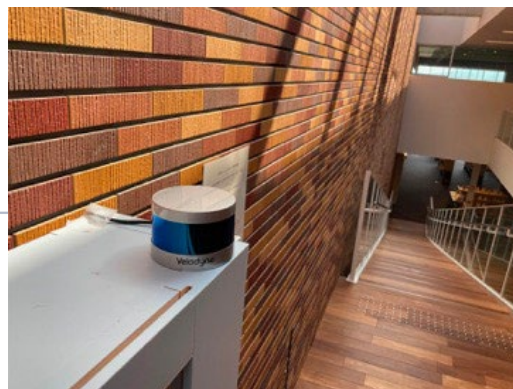
桂図書館でLIDARを用いた安全安心なライブラリーの社会実験を開始しました



[一般・地域の方](#)

[企業・研究者の方](#)

公開日: 2021年05月10日



桂図書館では、2021年4月1日より、LIDAR（光による検知と測距）を用いた安全安心なライブラリーの社会実験を開始しました。本システムソフトウェアは、新熊亮一 芝浦工業大学教授（元・情報学研究科准教授）らの研究グループが開発しました。

本開発は、本学と株式会社エクサウィザーズ、株式会社ガイアックスによるもので、当該技術シーズは国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業「さきがけ」による研究成果として生み出されたものです。



屋外でのスマートモニタリング

京都大学と共同で地域課題解決のための実証型研究開発を開始

株式会社エクサウィザーズ(東京都港区、以下エクサウィザーズ)は、新熊亮一 教授 (現、学校法人芝浦工業大学(東京都江東区)、2020年度まで国立大学法人京都大学(京都市左京区、以下、京大))らとイメージセンサネットワーク基盤のシステムソフトウェアを開発し、2021年4月1日より社会実験を開始したことをお知らせします。

実証型研究開発について

本システムソフトウェアは、複数台のイメージセンサ(LIDARやカメラ)のデータの統合から、人工知能による予測検知、ブロックチェーンによるデータ保護までをリアルタイムに実行可能にするもので、屋外では自動車や、ロボット、ドローンの自律移動や、屋内では犯罪・事故・三密の予測検知への応用が期待されます。

本開発は、主として京都大学、エクサウィザーズ、株式会社ガイアックス(東京都千代田区)によるもので、エクサウィザーズは主にエッジコンピューティング技術を担当しています。当該技術シーズは国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業「さがけ」による研究成果として生み出されたものです。

今後の社会実験は、京大桂図書館(京都市西京区)や京都リサーチパーク(京都市下京区)などにおいて、国立研究開発法人 情報通信研究機構(NICT)の委託研究「データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発(第3回)」の一環として実施されます。



● LiDAR
設置地点

■ カバー
範囲

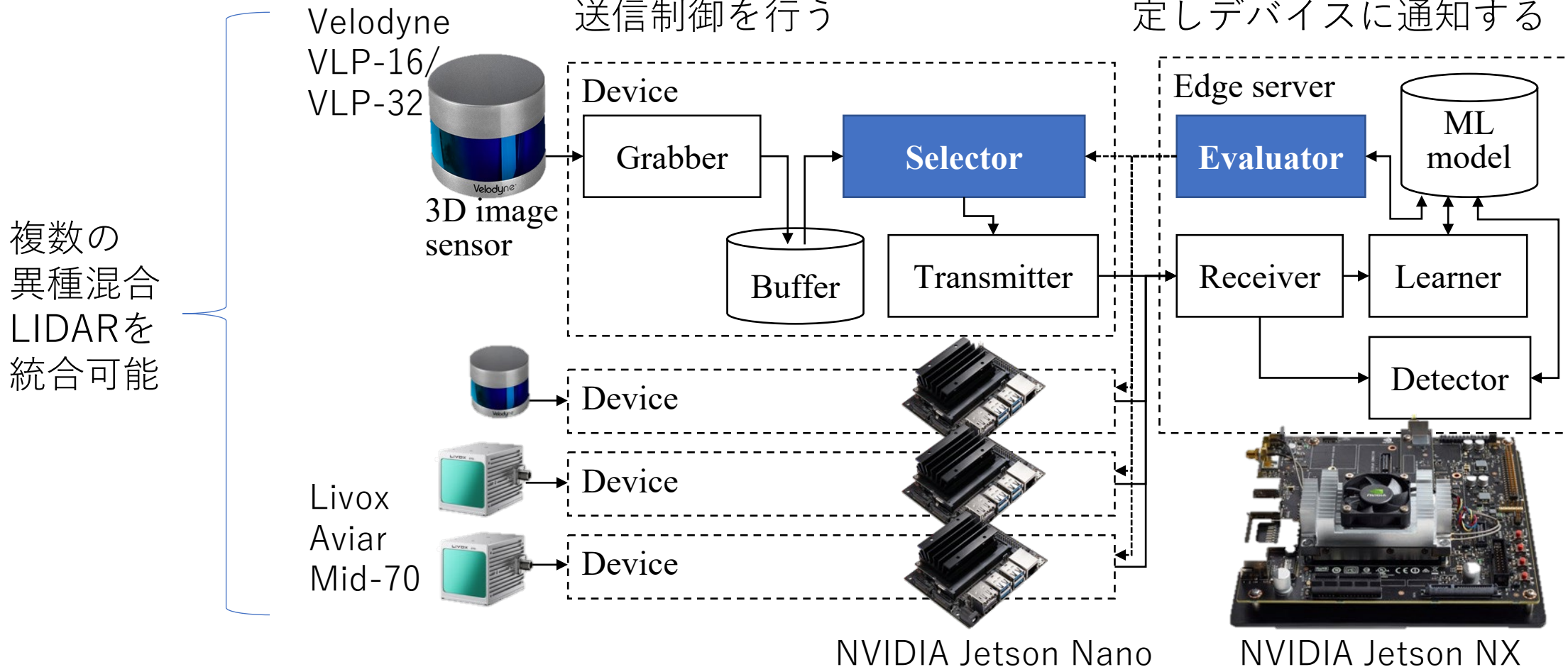
システム構成

Selector:

点群データの高速処理と重要度に応じた送信制御を行う

Evaluator:

機械学習 (ML) のモデルからデータの重要度を推定しデバイスに通知する

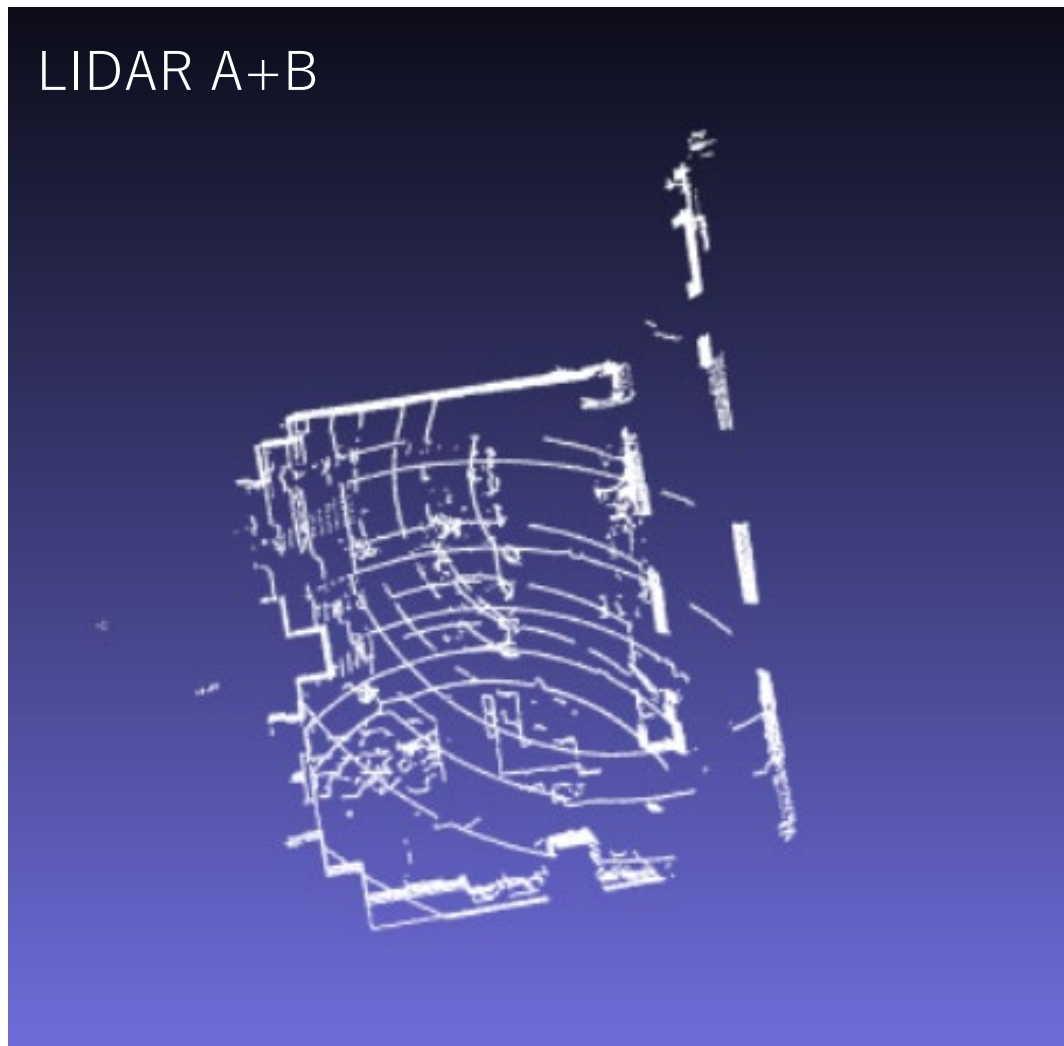


LIDARで取得した研究室の3Dイメージ (頭上からの視点)

LIDAR A

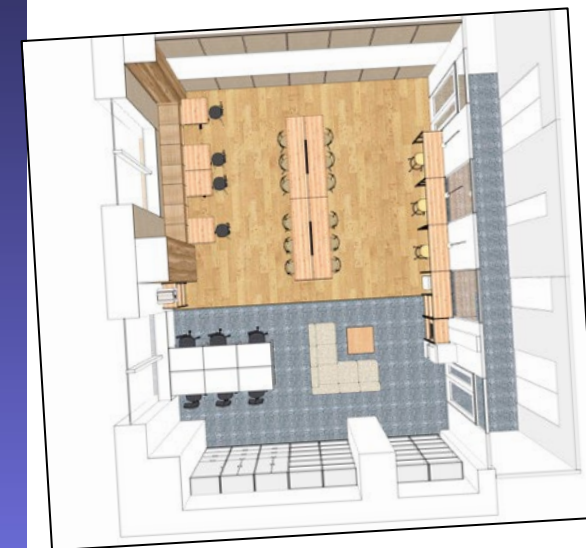


LIDAR A+B



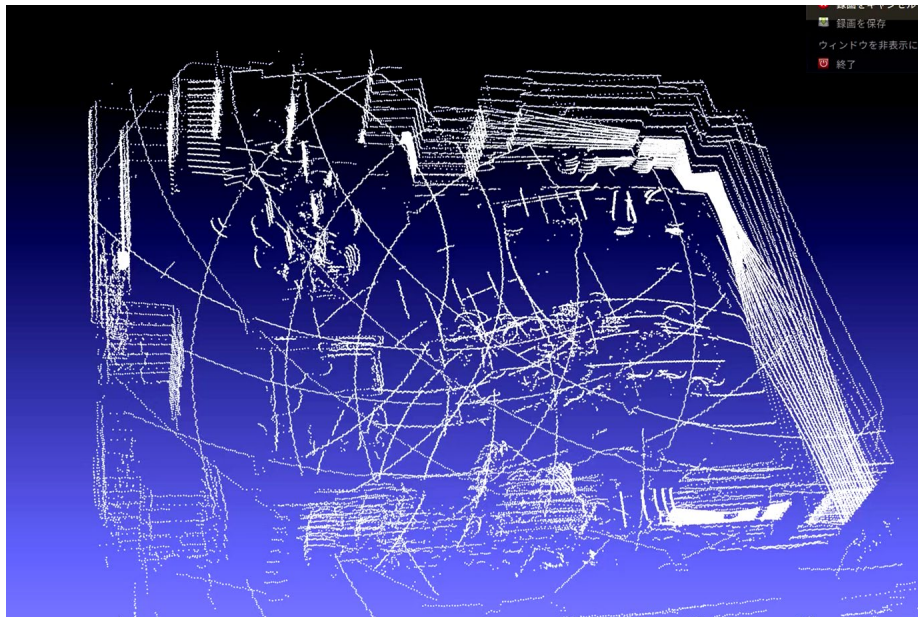
複数のLIDARからのデータをリアルタイム統合することで、カバー範囲を向上し死角も解消

LIDAR B

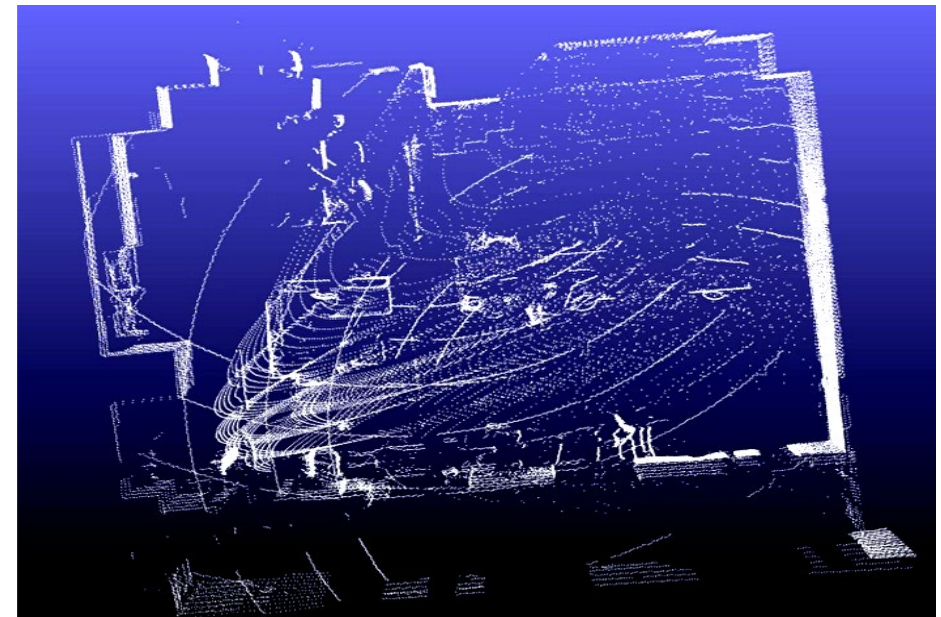


複数・異種LIDARの リアルタイム統合

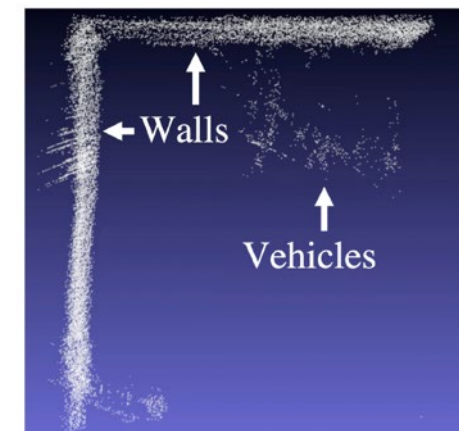
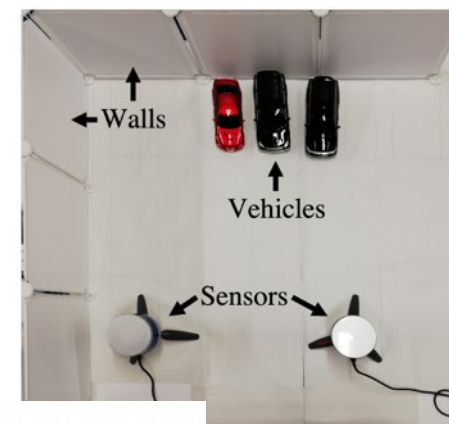
VLP-16x5機統合



VLP-16x2機 + Aviax1機 統合

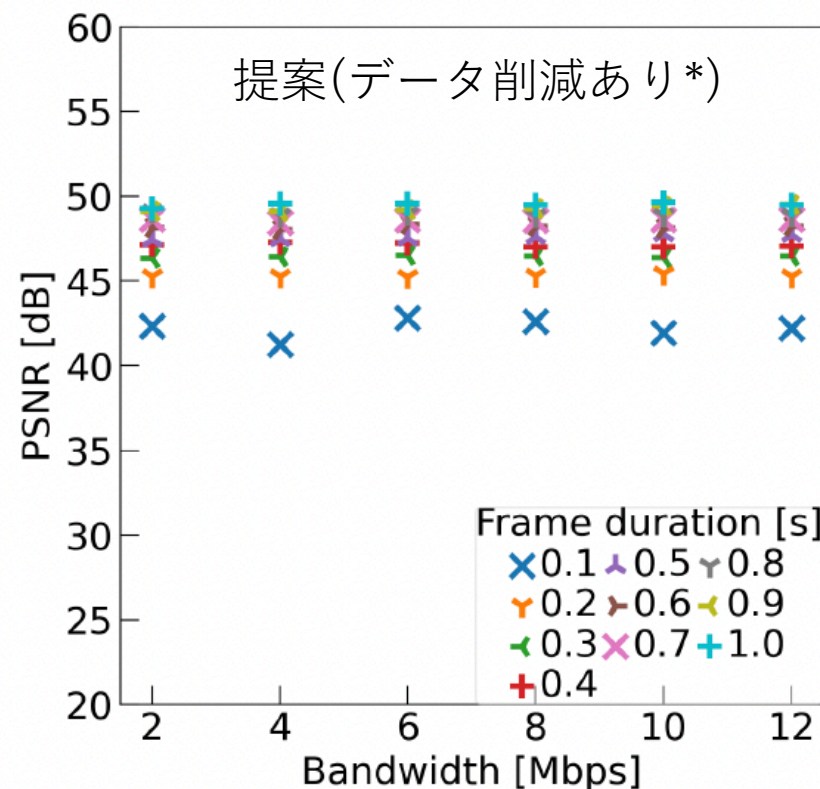
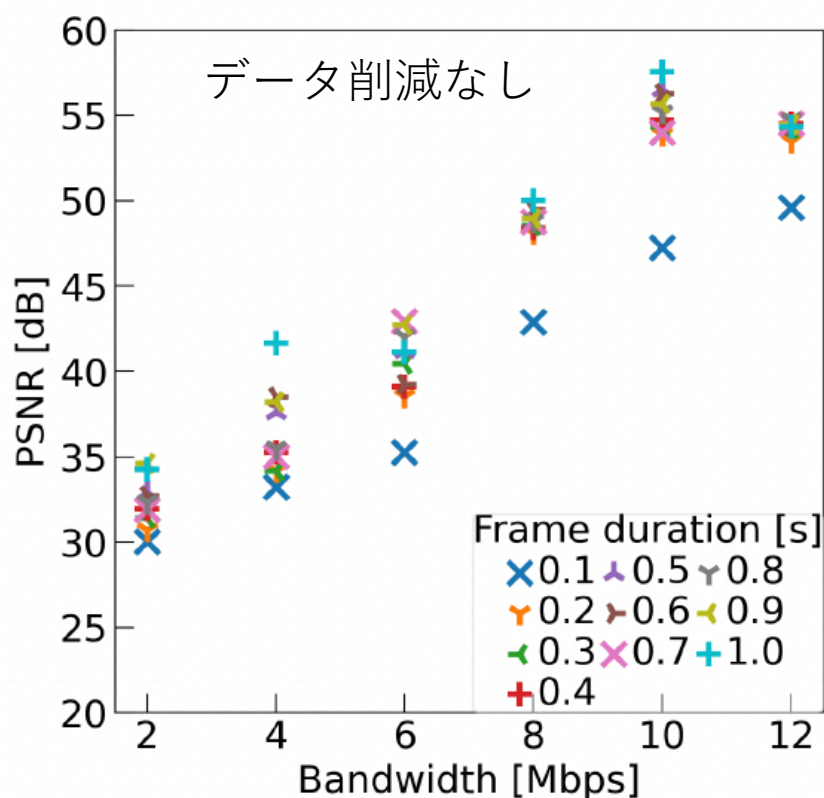


複数LIDARデータのリアルタイム統合の性能評価



field with 1/24 scale.

(b) Viewer output.



- Frame duration (=データ集約周期) が長いほどデータの質が高くなるが、遅延が大きくなる。
- 提案方式では0.2秒周期で帯域制限が厳しくても十分高いPSNR

← 横軸の左ほど通信帯域の制限が厳しい

*重要領域は既知とした

従来技術とその問題点

- 車載のLIDARセンサーを2台集約することは可能だが、ネットワークで10台規模をリアルタイムに集約できていない
- データの改竄やプライバシーへの対策が不十分であるが、ブロックチェーンにLIDARのデータレートで書き込むことは困難であった



新技術の特徴・従来技術との比較

- 機械学習によるデータの重要度推定とそれによる通信制御方式により、5%のデータ量で同程度の検出精度を達成した
- LIDARのデータフレームを集約して登録する方式により、LIDARのフレームレートでのブロックチェーンへの書き込みを可能にした



本技術に関する知的財産権

- 特願2021-169461号, イメージセンサデータ制御システム,
芝浦工業大学, 新熊 亮一, 2021年10月15日



想定される用途

- 多数のLIDARセンサーによる施設内のスマートモニタリング
- 現在設置検討が進んでいるスマート街灯による公共空間のスマートモニタリング
- マイクロモビリティのためのデジタルツイン基盤（次ページから）

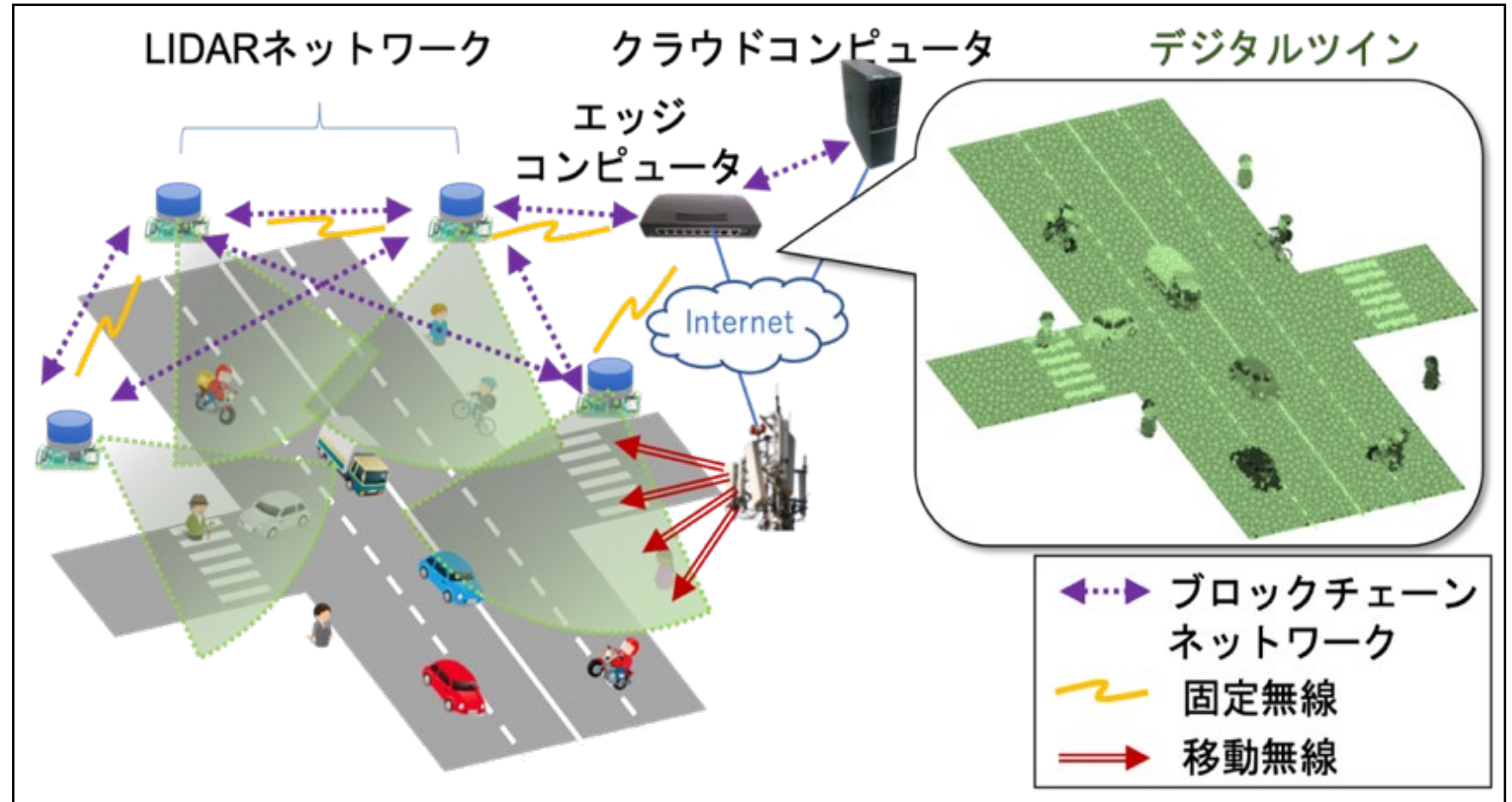


デジタルツインによりセンサレス自律移動を可能にする多重複合センサネットワーク

未来都市に向けて自律移動マシンによる運輸旅客業の革新が期待されるが、センサやAIをターゲットとしたサイバー攻撃により広範囲の災害が引き起こされる恐れがある

→

センサが機能停止の状態でも自律移動を可能にするデジタルツイン(3次元空間情報)を提供する多重複合センサネットワーク

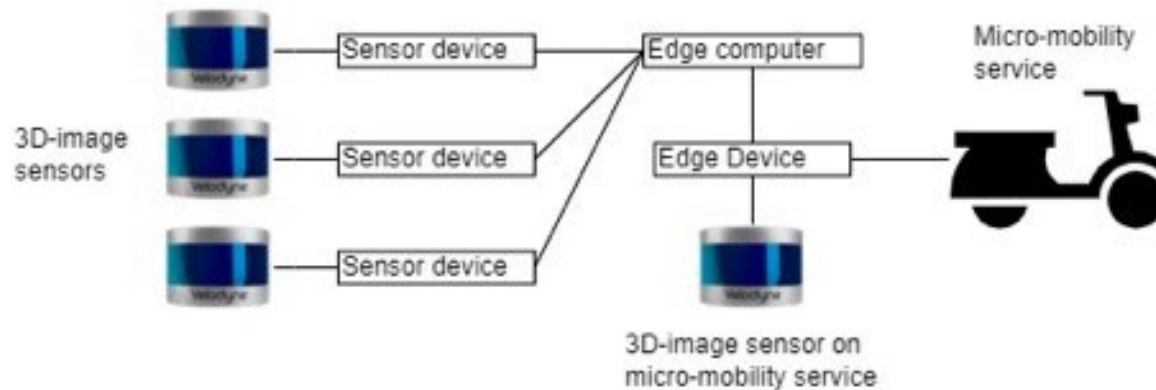


デジタルツインによる二重化

- ① 周辺に固定設置された三次元センサのデータを複数台分集約してスクーターに送信し、スクーター車載の三次元センサと二重化するシステムを開発した
- ② センサ異常停止時には固定設置された方のセンサのデータで補完し自律走行を持続させた
- ③ 正常時と異常停止時の移動軌跡をマーカーで記録し誤差を測定した



★ 芝浦工業大学が独自開発した自動運転スクーター



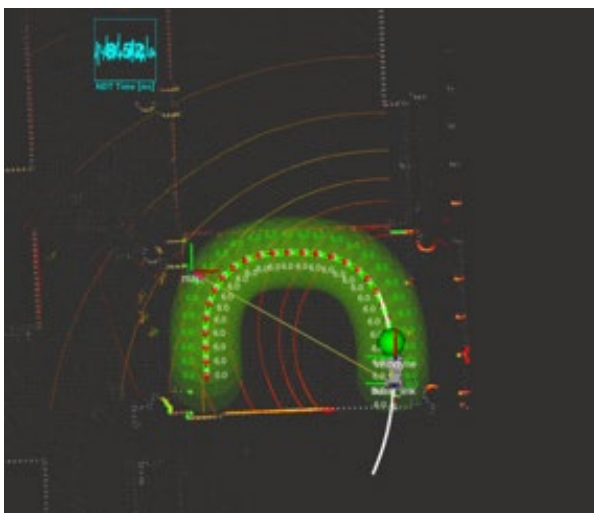
固定センサ・車載センサ二重化システム



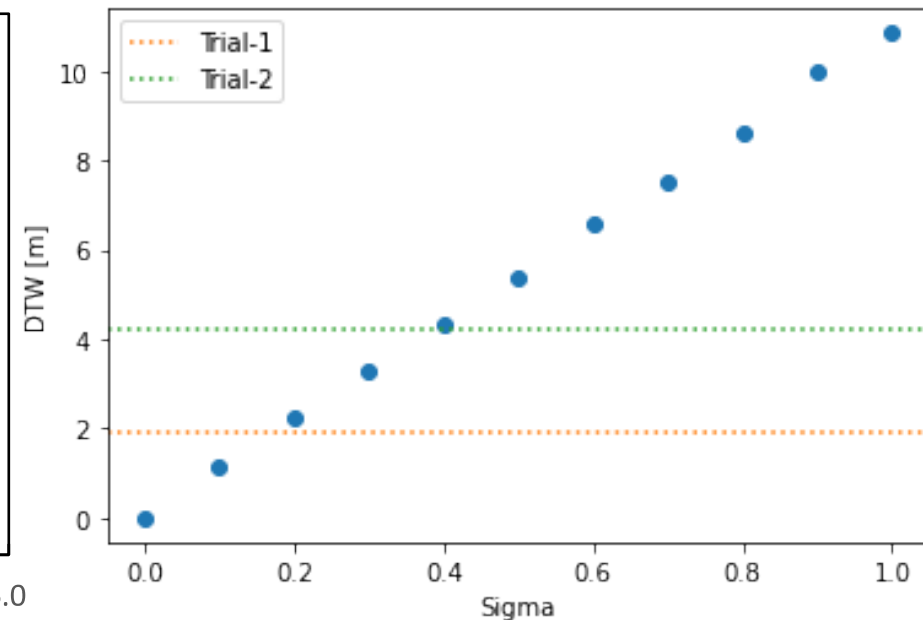
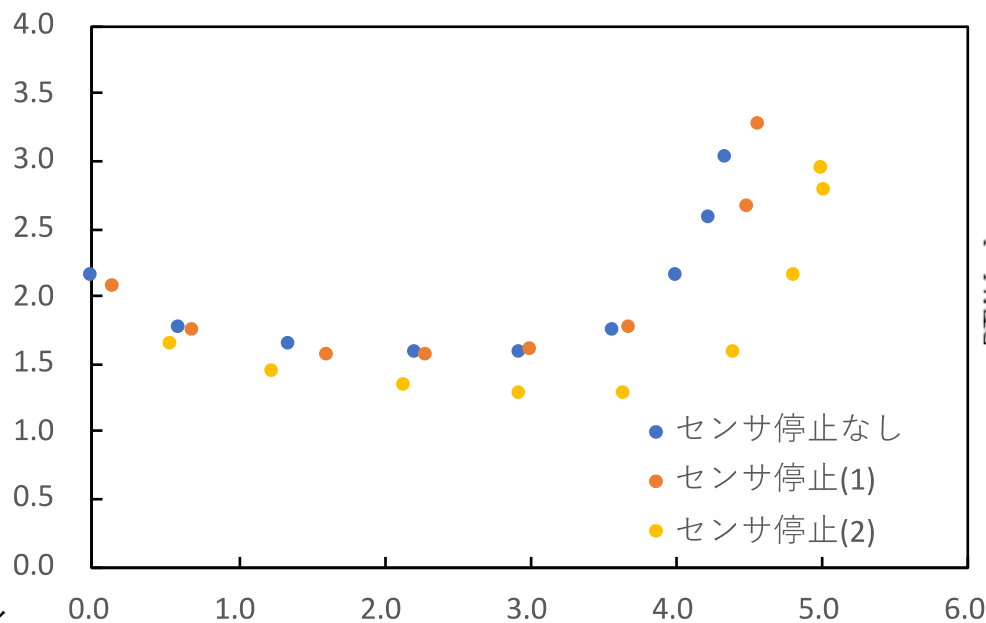
移動軌跡のマーカー

車載センサ異常停止時の自動運転実験

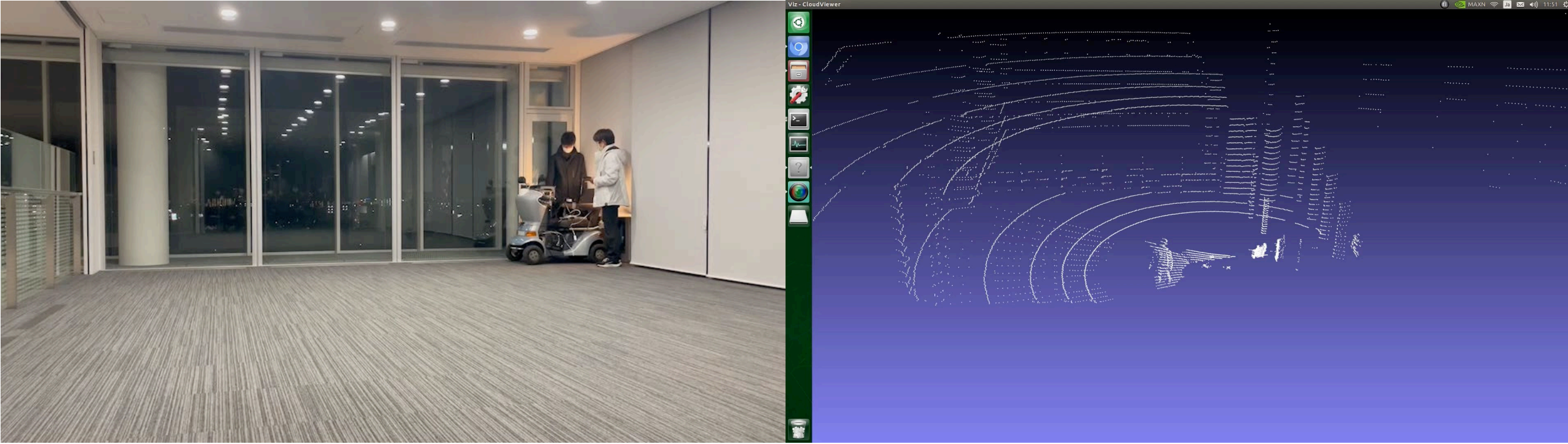
- ① 2022年1月22日の実験で誤差50cm以内におさまった
 - ② 2022年2月23日の2回の実験の移動軌跡を記録した
 - ③ 横軸を誤差とし、縦軸をDTW(Dynamic Time Warp)で算出した軌道の差を求めたところ、誤差は20cm、40cmに相当した
- 目標の精度を達成できた。



自動運転ソフトウェアによる
★ スターターの移動軌跡の可視化



自動運転スクーター（車載センサ正常）



<https://www.youtube.com/channel/UCWL3bgfRNpfdvZZvgl7tLzw/videos>

自動運転スクーター（車載センサ停止）



<https://www.youtube.com/channel/UCWL3bgfRNpfdvZZvgl7tLzw/videos>



複数台のセンサレス小型自律走行マシン



まとめ

- スマートシティに向けた取り組み
- スマートモニタリングのための3Dセンサネットワーク
- 屋内外のスマートモニタリング
- 複数LIDARのデータを集約するシステム
- デジタルツインによりセンサレス自律移動を可能にする
多重複合センサネットワーク
- 自動運転スクーターによる実験
- 複数台のセンサレス小型自律走行マシンの実験



実用化に向けた課題

- 車両の移動精度の向上
- 拡張的な空間特徴情報（死角、移動頻度）の提供を可能に
- インフラの常設化

企業の皆様への期待

- 屋内外施設での実験協力
- 自動運転車両の共同開発
- 事業提携（資本提携含む）

発表文献

1. K. Akiyama, R. Shinkuma, C. Yamamoto, M. Saito, Toshio Ito, Koichi Nihei and Takanori Iwai, ``Edge computing system with multi-LIDAR sensor network for robustness of autonomous personal-mobility," IEEE ICDCS Workshop, WISARN 2022, July 2022
2. K. Akiyama, R. Shinkuma, and J. Shiomi, ``Real-time adaptive data filtering with multiple sensors for indoor monitoring," NOMS 2022 Demo Session, April 2022
3. M. Oka, R. Shinkuma, T. Sato, E. Oki, T. Iwai, K. Nihei, E. Takahashi, D. Kanetomo, K. Satoda, ``Spatial feature-based prioritization for transmission of point cloud data in 3D-image sensor networks," IEEE Sensors Journal, 21(20) 23145-23161, Oct. 2021
4. C. Li, R. Shinkuma, T. Sato, and E. Oki, ``Real-time Data Selection and Merging for 3D-image Sensing Network with Multiple Sensors," IEEE Sensors Journal, 10.1109/JSEN.2021.3102749, Aug 2021.
5. R. Otsu, R. Shinkuma, T. Sato, and E. Oki, ``Data-importance-aware Bandwidth-allocation Scheme for Point-cloud Transmission in Multiple LIDAR Sensors," IEEE Access, April 2021



謝辞

- 本研究は、JST さきがけJPMJPR1854、JST SBIR フェーズ 1JPMJST2151、およびJSPS科研費 21H03427の成果である。
- 実験結果の一部は NICT の委託研究「データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発（第3回）」の一環として得られた。



お問い合わせ先

芝浦工業大学

研究推進室研究企画課

T E L 03-5859-7180

F A X 03-5859-7181

e-mail sangaku@ow.shibaura-it.ac.jp

