

令和2年度 NEDO「自動走行ロボットを活用した 新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業」 実証事例のご紹介

2022/05/11

ソフトバンク株式会社 Chief Scientist室
AIロボット開発課 課長 古谷 智彦



Chief Scientist室 AIロボット開発課 での取り組み 2



マニピュレータ搭載
Cuboidくん × アーム



3面サインージ
サインージくん



ベースとなる
自律走行ロボット

Cuboidくん



スマートロッカー搭載
エレベータと連携
Cuboidくん
屋内配送実証機



駆動系を屋外向けに
屋外走行実証機

- 通信会社のソフトバンクの研究開発部門
- 自律走行ロボット「Cuboidくん」の開発、ロボットの社会実装に向けての様々な取り組み
 - 2019年度総務省実証事業、2020-2021年度NEDO助成事業をはじめとした社内・社外でのトライアル・実証
 - 学会、展示会への参加（人工知能学会、日本ロボット学会、国際ロボット展など）
 - 各種ロボット競技会への参加（つくばチャレンジ、WRS等）

実証テーマ一覧



本事業では、物流拠点から住宅や指定地への配送(ラストワンマイル物流)において、「遠隔・非対面・非接触」を実現するため、自動走行ロボットを用いて、集合住宅や市街地、商業施設、工業地帯などで走行させる実証を2020年11月以降順次実施しており、一部では公道での実証を行う。

参画事業者	実証予定地/協力団体	実証テーマ
株式会社NTTドコモ	首都圏の団地/ 日本総合住生活株式会社	団地の居住者や団地内でのサービス提供者に向けた配送サービスの実現
日本郵便株式会社	オートロック付マンション (千葉県)	セキュリティマンション向け複数台自動走行ロボットによるラストワンマイル配送サービスの実現
TIS株式会社	福島県会津若松市	中山間地域の生活支援向けロボットシェアリング型配送サービスの実現
パナソニック株式会社	Fujisawa サステイナブル・ スマートタウン	住宅街向け小型低速ロボットによる安全・安定なラストマイル配送サービスの実現
株式会社本田技術研究所 楽天株式会社	小売店など	個人向け自動走行ロボットによる安全な配送サービスの実現
株式会社QBIT Robotics	森トラスト株式会社	大規模オフィスビル向け異種ロボット連携による館内配送サービスの実現
ソフトバンク株式会社 佐川急便株式会社	東京都内/ 東急不動産株式会社 アスクル株式会社 MagicalMove株式会社	オフィス街向けオフィスビル内外配送サービスの実現
アイシン精機株式会社	カラフルタウン岐阜/株式 会社トヨタオートモラルクリ エイト	大型商業施設向け店舗から駐車場への商品自動配送サービスの実現
株式会社東芝	商業施設など	商業施設バックヤード向け複数ロボット連携システムによる配送サービスの実現
京セラコミュニケーションシステム 株式会社	北海道石狩市	工業地域向けロボットシェアリング型配送サービスの実現

- NEDO「自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業」の実証テーマ一覧
- 新型コロナの影響を受け、「遠隔・非対面・非接触」が一つのテーマに

エレベータと連携した
屋内配送実証に利用の
「Cuboidくん」



屋外配送実証に利用の
屋外走行実証機

- NEDO「自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業」
 - 佐川急便様と共同で参画して実証の「オフィス街向けオフィスビル内外配送サービスの実現」の一環
- 港区竹芝の新本社ビルおよび周辺において、エレベータと連携した屋内配送実証および公道（歩道）での屋外配送実証を実施

弊社プレスリリースURL:

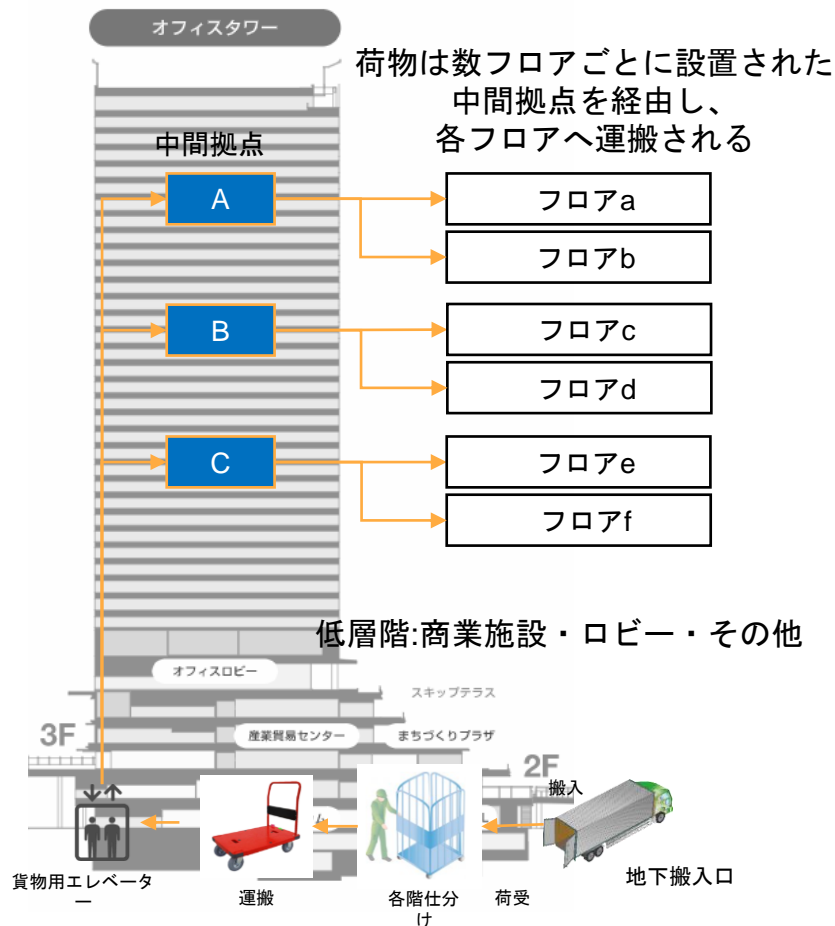
https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2020/20200902_01/

実証関連のお問い合わせ：GRP-NEDO-trial@g.softbank.co.jp



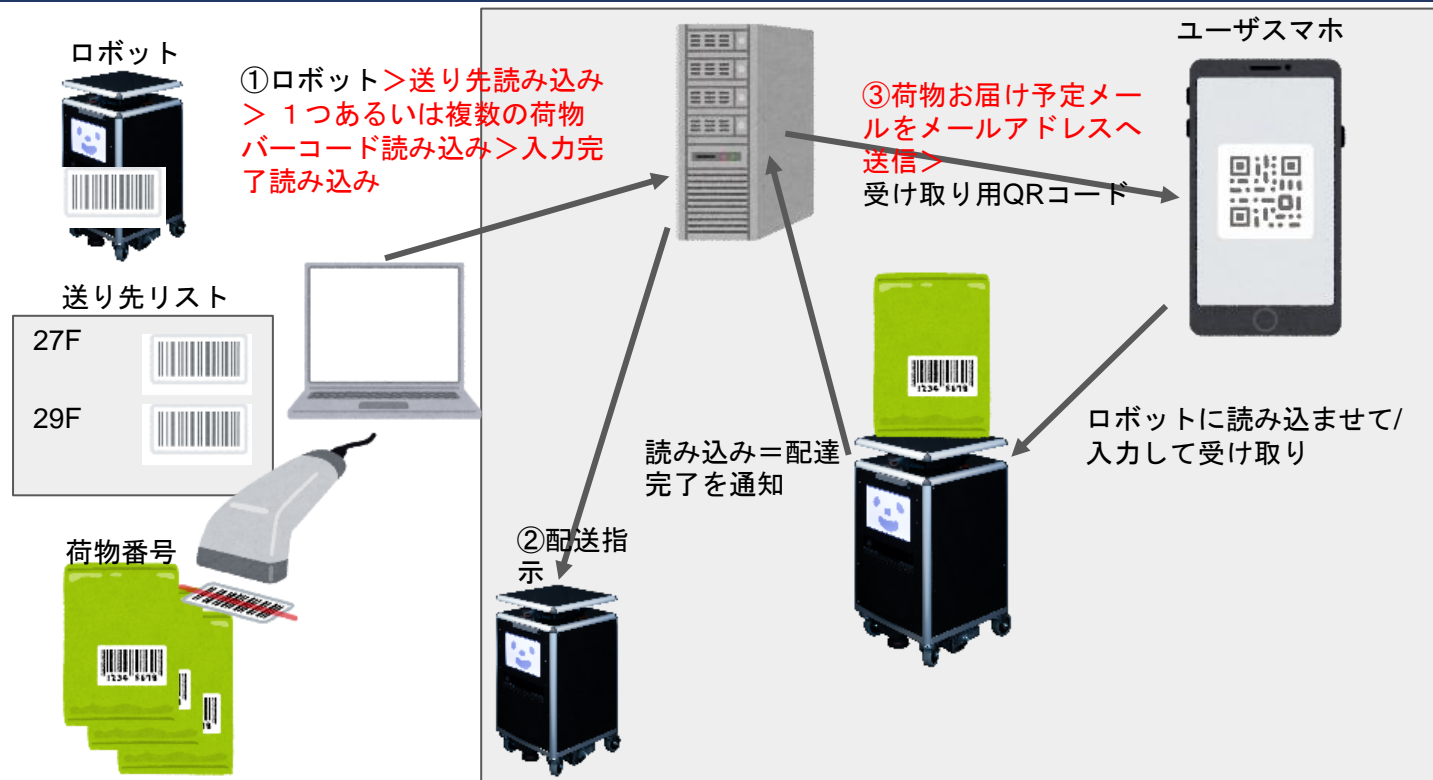
- 東京ポートシティ竹芝 オフィスタワーには管理の東急不動産様によって、三菱電機ビルソリューションズ様「ヴィルフィーユ」プラットフォームが導入済み
- ロボットはビル全域で利用可能なソフトバンクLTE回線を経由して、同プラットフォームの機能を利用、ほぼすべてのエレベータと連携し、ビル内を自由に移動可能
 - プラットフォームは他のロボットでも利用可能、当該ビルでも実績あり
- 利用するロボット「Cuboidくん」は2019年の総務省実証事業からエレベータ乗降の動作について実績あり

東京ポートシティ竹芝オフィスタワーの館内物流概要と実証内容 6



- 東京ポートシティ竹芝 オフィスタワーの館内物流は佐川急便様をご担当
 - 他の配送事業者様の荷物もB1にて一旦受け取り、佐川急便が一括して館内の物流を担う
- SB及びグループ企業が入居するオフィスフロアでは佐川急便様とSBの社員サポート部門が連携し、中間拠点階でSB側が荷物を仕分けてから再度佐川様が各フロア・部署に配送
- 今回、実際の配送オペレーションへの組み込みを目指し、中間拠点からChief Scientist室に配送される実際の荷物を配送ロボット及び受け取り人への連絡システムを用いて配送する実証を行った

バーコードベースの配送指示および通知システム概要⑦



今回実証のために、佐川急便様にご意見頂きながら、
バーコードベースでの配送指示および通知システムのプロトタイプを開発

前面



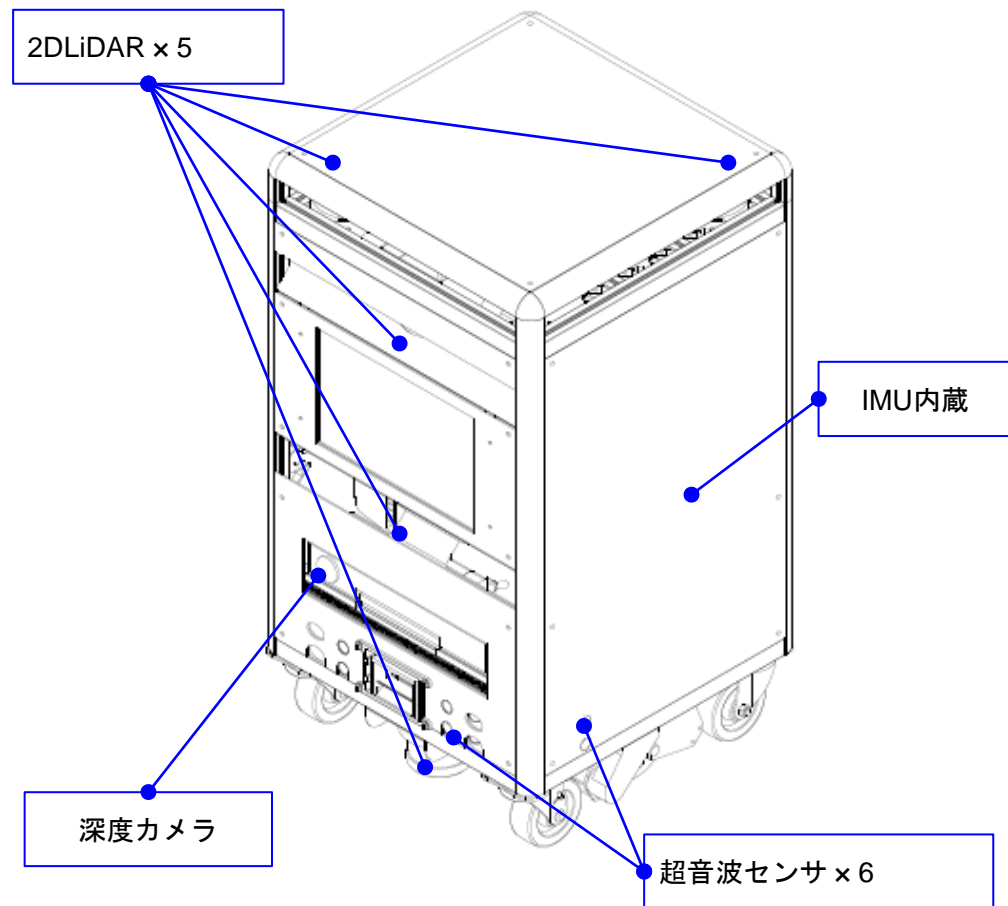
背面



貨物搭載時



弊社研究開発用
ROSロボット
Cuboidくんをベースに
スマートロッカー機能を
追加開発



幅×高さ×奥行

370mm×670mm×370mm

通信 **Wi-FiおよびLTE**

重量 **40kg(バッテリー込み)**

OS **Linux**

速度 **0.4m/秒(最高 0.8m/秒)**

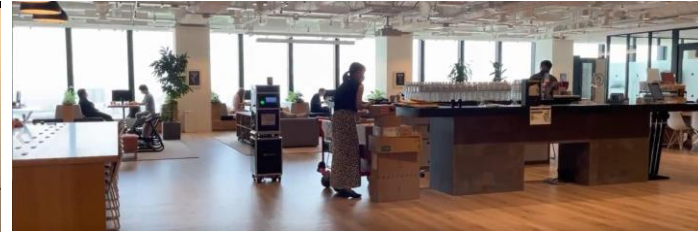
開発環境 **ROS**

可搬重量 **20kg**

CPU **Corei7 6700HQ**

GPU **GTX960M**

動作/充電時間 **4/2時間**



屋外配送実証：ロボットと信号機の連携に初成功 11



- 港区の竹芝エリアで自動走行ロボットによる屋外配送の実証実験を実施
- 自動走行ロボットと信号機の連携による屋外配送に日本で初めて成功※

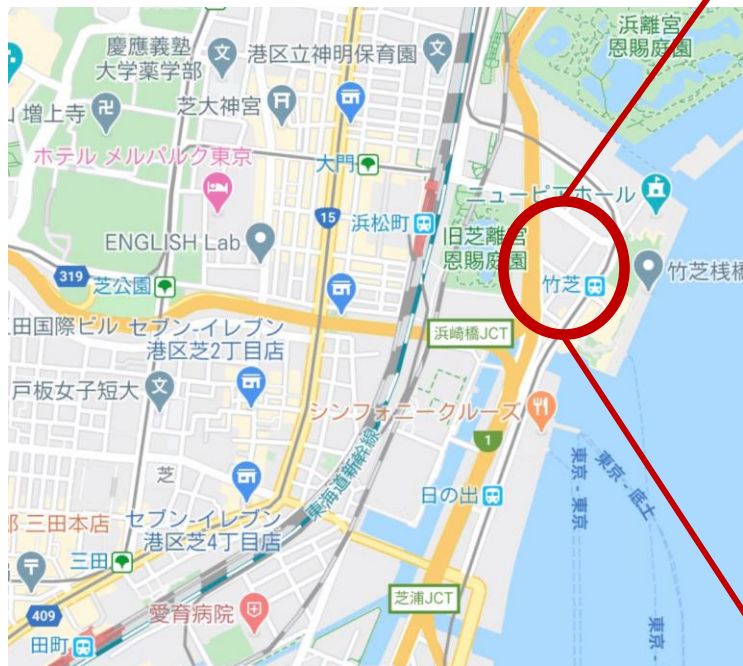
※ 2021年5月19日時点（両社調べ）

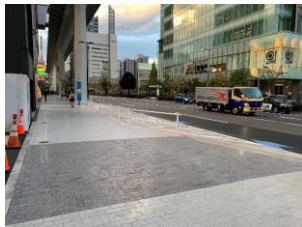
日本初、自動走行ロボットと信号機の連携による屋外配送に成功
https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2021/20210615_01/

屋外配送の実証場所および走行ルート

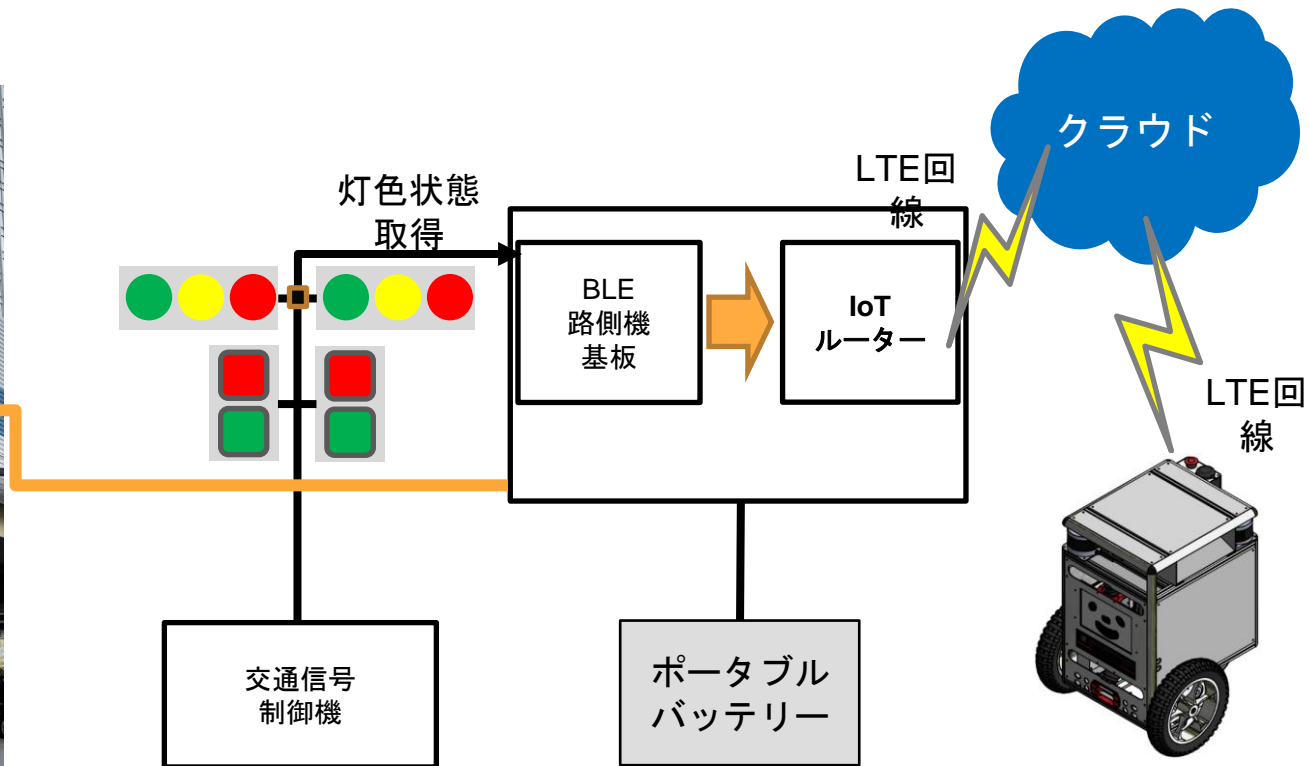
12

東京ポートシティ竹芝オフィスタワー周辺の公道で実証





自動走行ロボットと信号機の連携システムの構成 14



※連携システムについては日本信号株式会社様より技術提供
ロボット動作部分については弊社開発

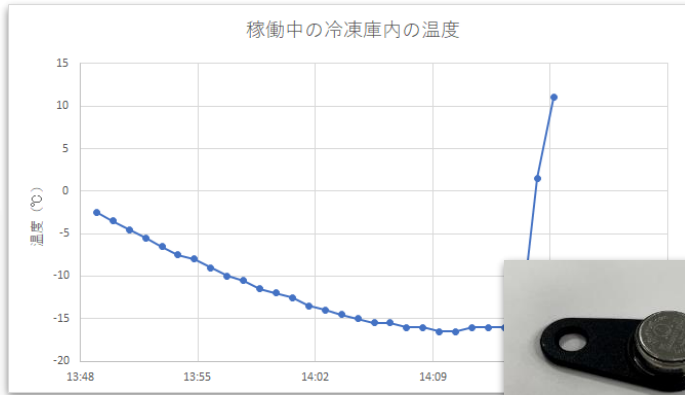




段差による衝撃測定画面



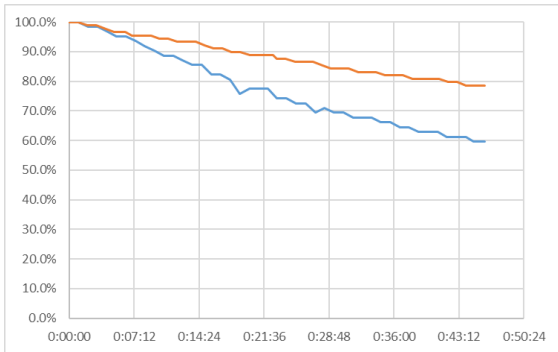
衝撃検知センサ



積載冷凍庫内の温度測定



温度センサ



冷凍庫稼働によるバッテリー消費影響評価

- 冷凍庫を動作させての走行時の荷物の温度変化を測定し、適切な温度で荷物を配送できたことや、段差による衝撃を測定、電力消費によるバッテリーへの影響も評価し、ロボットでの配送が実用化に向けて問題ないレベルであることが確認できた。
- その他、スマートフォンのアプリケーションで、ロボットの現在位置の確認や目的地に到着したことの通知を受け取る機能についても実証。



スマートフォンでの現在位置確認・通知
MagicalMove株式会社様ご協力

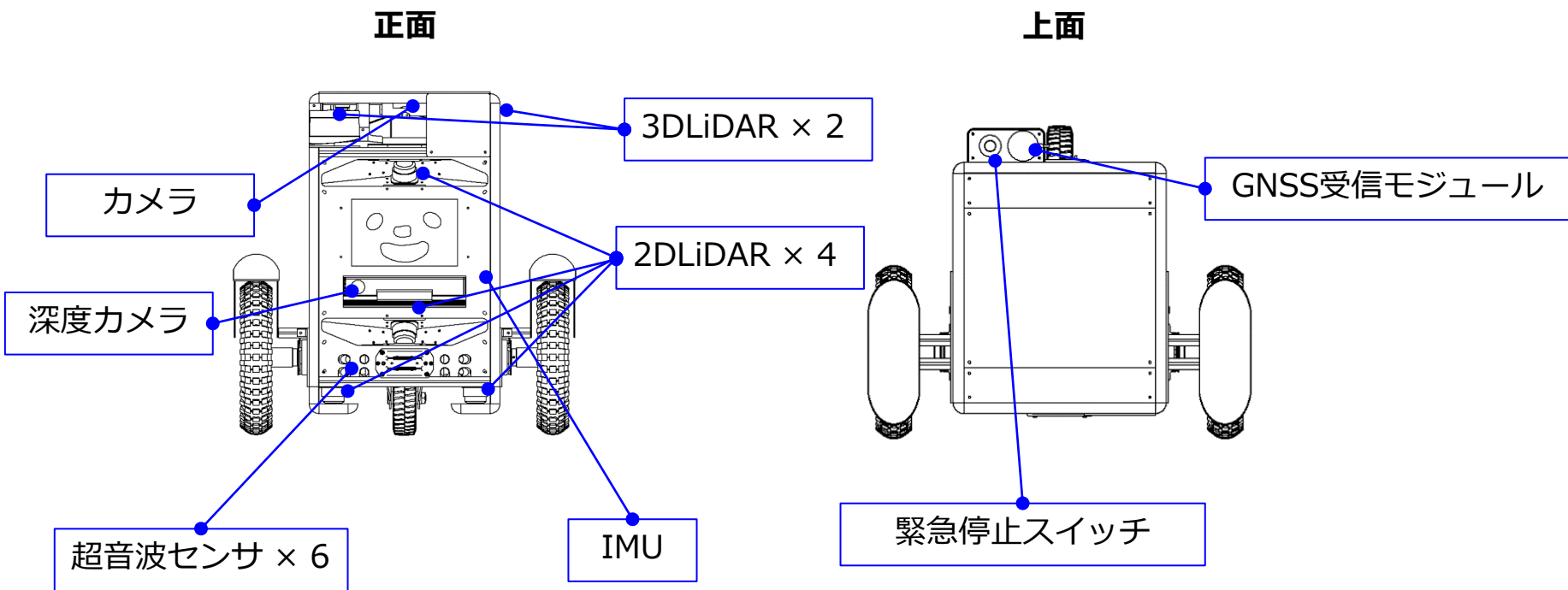
前面

背面



車両情報

寸法 (mm)	573×700×957
車両重量 (kg)	52
積載量 (kg)	10
出力 (W)	600
燃料	電気
製造・開発会社	ソフトバンク株式会社
最高速度 (km/h)	3.6
運行速度 (km/h) ※変更可能	1.8 (自律走行時、 最高速度 3.6)



自動配送ロボット（近接監視・操作型及び遠隔監視・操作型）公道実証実験手順

- ① 「自動運転の公道実証実験に係る道路使用許可基準」（令和2年、警察庁）を踏まえて、実験計画を作成（※）
ただし、
 - 近接監視・操作型の場合、監視・操作者が電気通信技術により送信された映像及び音により状況を把握することに伴う事項等は除く
 - 近接監視・操作型の場合、監視・操作者が常に実験で使用する自動配送ロボット（以下「実験車両」という。）の近傍で監視・操作する形態とする
 - 遠隔監視・操作型の場合、実験車両から遠隔に存在する監視・操作者が映像及び音により実験車両の周囲及び走行する方向の状況を把握し、監視・操作する形態とする
 - 道路運送車両の保安基準の規定への適合性（同基準の緩和措置を含む。）については、国土交通省に確認する
 - 実験車両が歩道等を通行する場合、併せて、実験車両の構造、走行方法、実験の実施時間等について「搭乗型移動支援ロボットの公道実証実験に係る道路使用許可の取扱いに関する基準（平成30年3月一部変更）」も踏まえる

※ 警察庁交通局交通企画課が実験計画案の事前相談に応じる

円滑な道路使用許可のため、
警察庁が都道府県警察と連絡調整

- ② 関係都道府県警察と調整の上、所轄警察署へ道路使用許可申請
○ 事前に実験場所の地元関係者（自治体、自治会等）に説明するなど、地域の理解や同意を得る

所轄警察署長が道路使用許可

- ③ 実証実験実施
ただし、
 - 実験車両に随行するなどした警察官等による、実験車両が確実かつ安全に走行できることの確認（公道審査）を経て行う
 - その他、当該許可に付された条件に従って行う

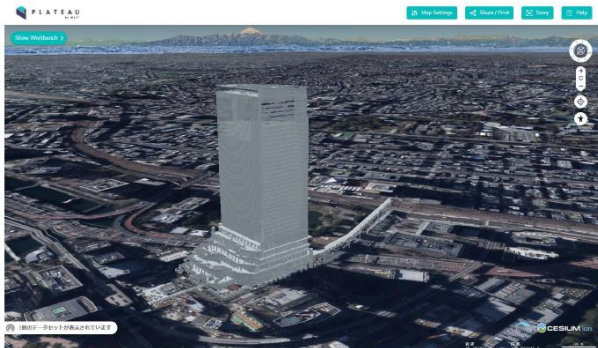
- ④ 地域の評価の検証（アンケートの実施等）

警察庁 自動配送ロボット公道実証実験手順
<https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/selfdriving/202009robotjikkentejun.pdf>

基本的には上の手順通りではあるが、それぞれに準備・手続きが必要

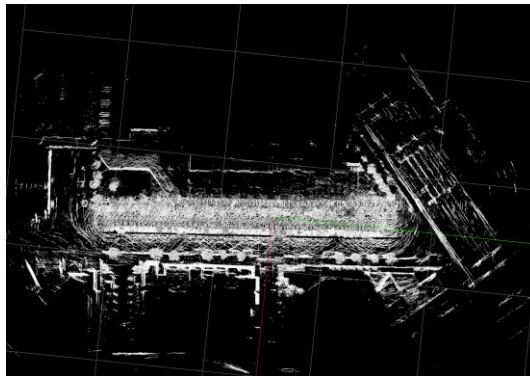
1. 実験計画案を作成
2. 道路運送車両の保安基準の規定への適合性を国土交通省に確認
 1. 自動運転車公道走行ワーキンググループにて実験計画および使用予定のロボット諸元などを説明、安全性・安定性などの指摘に対応
3. 関係都道府県警察（今回は警視庁）にご相談の上、所轄警察署と道路使用許可申請に必要な書類などの確認
 1. 交通量調査、経路上の所有地の立ち入り許可
 2. 信号連携システム取り付けに係る都の道路占用許可、道路使用許可、警視庁からの行政財産使用許可等々
4. 道路使用許可を受けて事前準備を開始、公道審査を経て実証実験の実施

- 屋内配送について
 - およそ想定通りに実証、佐川急便様とより業務に近い運用方法を検討中
 - インフラ側の整備が課題となるのでマンションや施設の企画・設計を行う不動産事業者、エレベータ事業者、配送事業者などとの連携が必要
 - 通信については屋内の対策が必要になる、とくにエレベータの付近、かご内での通信確保
- 屋外配送について
 - 信号連携システムの有効性を確認、画像認識で信号を判別する技術があっても有用（天候、センサ不良などの外乱対策、学習の教師データとして）
 - 見学者、通行人に「怖い・不安」との意見が20%程度あり、ロボットの次の動作を表示するなどの対策が必要。機器との連携や管理の信頼性確保には通信環境の整備も同時に
 - 社会受容・制度面の準備進んでいるが、普及には今しばらく時間が必要
- 「自動」あるいは「自律」走行ロボットであっても、通信は監視・管理や環境との連携に不可欠、ロボットは通信の主要なアプリケーションの一つに

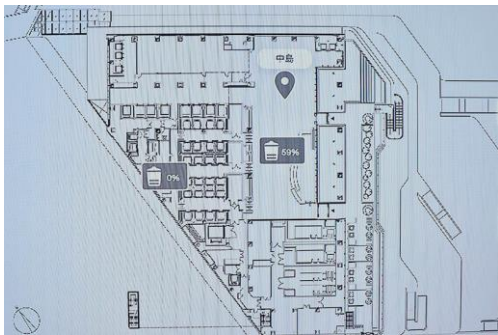


図：PLATEAU VIEW上の東京ポートシティ竹芝 BIM データ

東京ポートシティ竹芝のBIMデータ
 3D都市モデル整備のためのBIM活用マニュアル より
https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0003_ver01.pdf

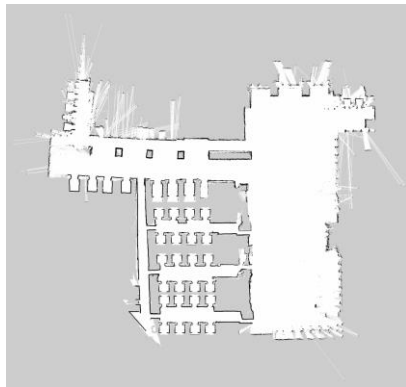


ロボットが屋外走行に用いる3次元点群マップ



ビル管理システムにおける竹芝ビル6Fマップ

ソフトバンクニュース 世界をリードするスマートシティを目指して。ソフトバンク新本社ビル「東京ポートシティ竹芝」が誕生 より引用
https://www.softbank.jp/sbnews/entry/20200910_02?page=03#page-03



ロボットが屋内走行に用いる竹芝ビル6Fマップ
 (画像中心が原点に該当)

- 建物におけるBIM (Building Information Modeling) などの形で3次元空間情報は既に存在するものも多い
- 一方で現状のロボットはメーカー・運用者毎にマップを各自作成していることが多い
 - BIMからのマップ生成についても取り組みあり※
- 屋外と屋内で利用するマップデータが異なる場合も
- 自動運転車両のために道路の高精度3次元データも整備が進んでいるが、歩道や建物内についてもマップの整備と、それら座標系の異なるマップを統合し、事業者が容易にアクセスできる基盤の整備が重要
- 3次元空間情報基盤の整備と、そのインデックスとなる空間IDの整備に期待

※竹中工務店の取り組み

(<https://www.takenaka.co.jp/news/2021/12/04/>) など

最終的には1台のロボットがビル・マンションの中まで22



- 最終的には信号、エレベータ、セキュリティゲートや自動ドアと連携し、1台のロボットがお客様の元まで荷物をお届けする技術の確立を目指す
- グループ各社と連携し、“スマボ”時代に向け、ロボット産業の発展に向け引き続き貢献していきます