

2022年2月28日

「経済産業省自動配送ロボット第五回官民協議会プレゼン資料」

茨城県筑西市“道の駅”グランテラス筑西とその近隣に於ける
「低速・小型 自動配送ロボット公道走行実証実験」について

<発表者>

三菱商事株式会社 コンシューマー産業グループ
食品流通・物流本部 戦略企画室 高橋

実証実験の目的と実験内容

【目的】

- ▶2020年11月に岡山県玉野市で行った実証実験の2nd stageとして位置づけ、公道実証に積極的な地方自治体“茨城県筑西市“との連携により、**農業分野での活用と言う具体的ユースケースを想定した実験**を通して社会的課題（高齢化により輸配送を担うドライバーの減少、交通弱者の増加、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い宅配需要が急増している環境下において、人手を介さない非接触型の配送ニーズに応える技術の早期確立）の解決手段としての可能性を探索すると共に、社会的ニーズ（ユースケースとして農業の現場に於ける利用可能性）の探索、安全面・技術面等の課題（自動配送ロボットに必要な性能評価と技術的課題）の抽出に加え、社会親和性の評価検証、将来的に持続可能なビジネスモデル構築の要点洗い出しや運用に伴うリスクの分析を含め幅広く検証する機会として行ったもの。
- ▶特に今回の実証実験では公道走行用と私有地走行用に2台のロボットを連携させるとともに配送効率の向上を企図し、都度設定する配送ミッション毎にどの訪問先をどの順番に回るのかを**“自動配車システムを併せ持つルート最適化技術”**を用いて様々な制約条件を加味してオンデマンドに計算。自動配送ロボットとの連携によるオペレーション全般の検証を行った。

【実験内容】

- ▶“道の駅”グランテラス筑西で販売する地元産品を近隣契約農家の田畑を周り集荷する遠隔監視走行実験。
- ▶“道の駅”グランテラス筑西のテナント店舗商品を敷地外の近隣住宅まで配送する実験を行う他、敷地内に於いて来訪客に商品を配送する配送実験を遠隔監視走行実験。

【実験の場所】

”道の駅”グランテラス筑西と、その近隣エリア

【期間】

2021年3月29日(月)から4月14日(火)までの予備日含み、土日除く12日間。

- ▶環境確認/テスト走行（4日間）
- ▶近接監視走行審査（1日間）
- ▶近接監視本番走行&テスト走行（4日間）
- ▶遠隔監視走行審査（1日間）
- ▶遠隔監視本番走行（2日間）



成長戦略案件調査事項と対応実験内容

実験調査事項	主な内容	左記に対応して課題確認する今回実験内容（報告項目）
技術課題と運用の安全性評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットの安全性評価 ・必要機能 ・基準規格化 	<p>公道実験ルートと私有地内実験ルートの走行を通して特に以下を評価確認。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロボットの走破性 ・視認性 ・通信環境 ・画像認識精度(LiDAR、CAMERA) ・機能の適正とデザイン性 ・保安要員機能と代替性 ・ユースケースを通じた運用課題 ・他
社会親和性	<ul style="list-style-type: none"> ・受容性 ・不安特性/不気味の谷克服へのアプローチ 	<ul style="list-style-type: none"> ・フォームの異なるlogieeSとSSの2台の使用比較 ・協力農家/テナント/個人宅へのヒアリングとグランテラス利用客へのアンケート調査 ・各イベント、他
事業化確度	<ul style="list-style-type: none"> ・ユースケース ・社会ニーズ ・物流量 ・配送効率化（1：2以上の運用可能性） 	<ul style="list-style-type: none"> ・商品配送サービスの可能性（テナント&ユーザー評価） ・農業に於ける利用の可能性 ・2台のロボット走行（1台公道遠隔監視、1台私道近接監視モニタリング） ・ルート最適化アルゴリズムの採用（ロボット1台で複数荷物を複数目的地に効率配送） ・対価のレベル確認（テナント&ユーザー評価） ・他
法制度課題	<ul style="list-style-type: none"> ・No.プレートが必要な車両が見做し歩行者か ・公道走行実験が簡便に実施できる安全性 ・車両基準制定の可否 ・運行に際しての責任所在（事故の責任） ・走行可能な（許可できる）地域の条件 	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボット2台を使用した公道走行と私有地走行の連携を通じた探索 ・保安要員の設置を通じた安全機能評価 ・リスクアセスメント ・他
社会インフラ対応	<ul style="list-style-type: none"> ・事業化に必要なインフラ要件（通信環境/道路条件、等） 	<ul style="list-style-type: none"> ・事前の通信環境調査 ・実際の走行実験

実験で獲得したノウハウ・課題と総括



【ロボットの性能に関すること】

改善：カメラ & LiDARの位置と台数／方向指示器／視認性向上ライト／障害物感知センサー／バッテリー容量／障害物回避機能／登坂性能／防水防湿性能／自己位置推定能力（GPS活用）、他
開発：貨物搭載Safety BOX／自動音声機能／高走破性能／夜間走行機能／緊急通報機能、他



【法制度等に関すること】

道路交通法／車両運送法等、関連法規制の改正

内容：見直し歩行者扱い／情報セキュリティ基準等ロボット諸機能の規格化／事故の責任帰属／新たな交通参加者としての社会周知、他



【インフラ／地域環境特性に関すること】

インフラ：通信キャリアによる電波環境の整備／道路舗装・設備等の維持管理／歩道付き道路の拡充／高精度GPSの精度向上と安価活用（自己位置推定補助）、他

地域環境：3D Mapの自治体保有／自己位置推定可能な構築物／地域ニーズの掘起こし／社会親和性と住民理解の維持向上、他



+ 事業化に必要なこと

ロボット1台ごとの配送効率化／運行可能エリアの設定とエリア数(拠点)の拡大／国・自治体による補助／ロボット管理操作者の育成(地域特化可能)、他

実施体制

企業名等	役割
三菱商事株式会社	実証実験コーディネート、全体統括、中央省庁・自治体・関連機関連絡、他
東京海上日動火災保険(株)	緊急時対応体制・トラブル予防体制への助言とリスク分析、事業者側広報取り纏め
三菱地所(株)	ロボット運用ノウハウ提供・助言、事業者側広報補助
(株)ティアフォー	遠隔型自動配送ロボットの設定、実証実験の実施
アイサンテクノロジー(株)	高精度3次元地図作成、実証実験申請支援
(株)オプティマインド	ルート最適化AI技術提供
KDDI(株)	4G-LTE通信環境確認
自治体側協力体制	
茨城県 筑西市	助成金による資金拠出、全体サポート フィールド提供、住民周知、警察等地元関係先との調整、 実験スタッフ支援、アンケート調査、広報窓口支援、等
グランテラス筑西	施設の提供、商品受注受付配送指示の協力

実験エリア／ルート & 使用ロボット

実験エリア概観



Logee S (公道用)



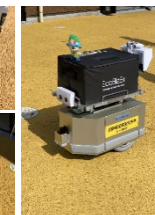
- > 2018年つくばチャレンジ完走
- > 2020年12月に岡山県玉野市での実証実験完遂(12日間)



Logee SS (屋内・私道用)



- > バックヤード配送向けに開発した新型車両
- > 今回、屋外初走行



エリア内に Pick upポイント●6か所、Drop offポイント●7か所を設定



“ルート最適化技術”の活用

<活用の意義と実証概要>

今回の実験は2020年12月に岡山県玉野市で行った実証実験に続く2nd Stageのものとして、精度の上がったロボット走行より、寧ろロボットを使った配送そのものの在り方に主眼を置きユースケースを通してオペレーション全体を検証した。

- 実際の配送ミッションに於いては、1台のマシンが1箇所の出発点から1つの目的地へ荷物を運ぶだけでは非効率である為、事業化を考えれば1台のマシンで複数の荷物を複数の目的地に配送することが大事になる。
- 更に、配送途中で生じる余積スペースに新たな荷主の貨物を搭載し別の配送ミッションも加えるならば、より一層配送の効率化を図ることができ採算性も上がる。
- これをデジタルに自動化するためには、スタートからどの順番で荷物をPick upし、どの順番にDrop offするのか、それに合わせた道順を導き出すためには、交通ルールを始めとした実務上の制約条件を複数加味したルート最適化技術が必要となる。
- その為、自動配車機能を合わせ持ち、道路交通情報に加え配送時間指定など多岐に亘る制約条件を考慮可能とし、API連携でロボットと繋がるオプティマインド社のルート最適化技術を活用。
- 今回の実験エリアでは、No.プレートを有した軽車両として左廻りを優先し、農作物の集荷ミッションに於いて最大3か所のPick up ポイントに立ち寄り、道の駅内の産直スーパーへ納品する集荷・配送ミッションを実施した。又、道の駅のテント商品を近隣個人宅へ届けるミッションでは最大5軒のテナントに立ち寄り荷物をPick upし、近隣個人宅2軒へ配達。
- 本実験の道路使用許可取得に当たっては、走行予定のルートパターンを全て事前提出する必要あったことから、公道走行に関してはパターンを絞って事前にルートを作成して臨んだ。

“ルート最適化技術”の活用（計算手順）

今回の実験では次の手順でルートの設定計算を実施。

- 1** 【実験エリアを選定】
エリア内に Pick upポイント●6か所、Drop offポイント●7か所を設定



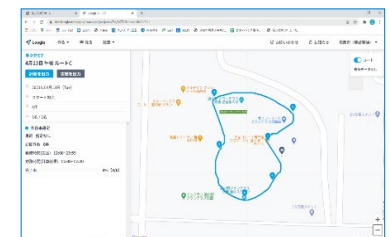
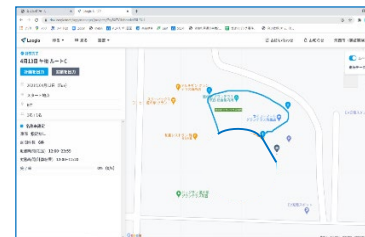
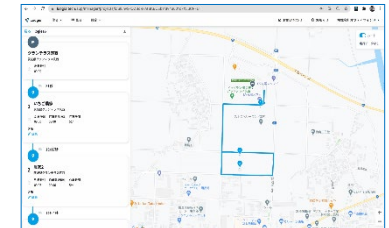
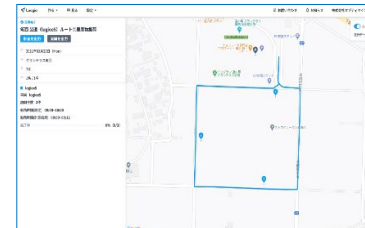
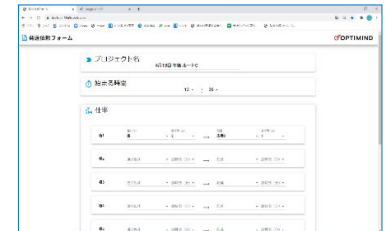
- 2** 【今回走行ルートの設定】
制約条件を反映させたルート最適化アルゴリズムを使用し走行ルートを設定。



【走行ルートを算出】

配送ミッション毎に制約条件を反映させたルート最適化アルゴリズムを使用し走行ルートを算出（配送先、時間指定、左折優先、右折Uターン回避避、通行回避道路設定 etc. ）。

- 公道の走行ルートは事前届け出のルートパターン。
- 道の駅内私有地はミッションの都度ポイントを任意選択。



4

【配送指示】

ミッション毎の情報を送信

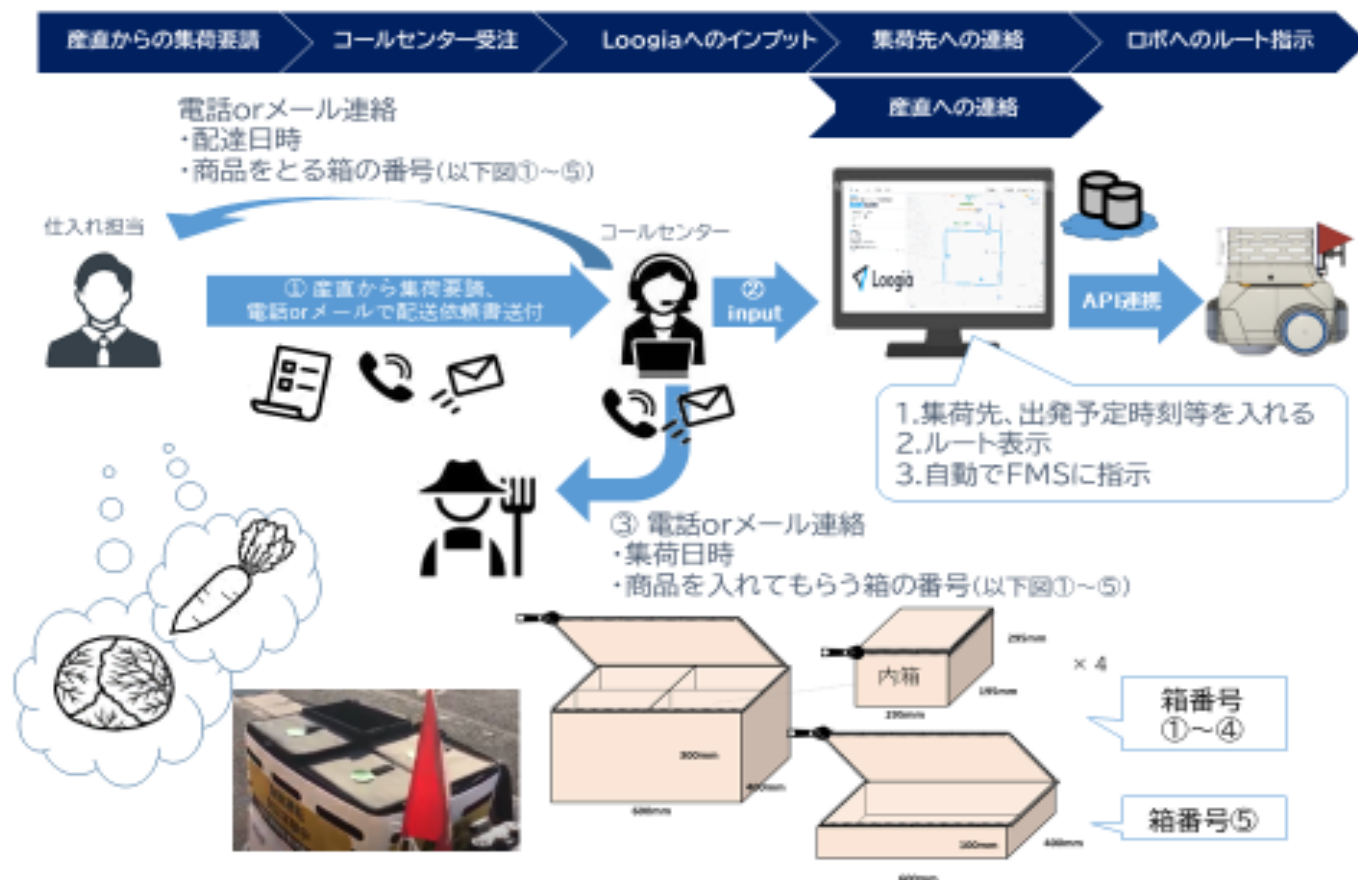


実験オペレーション（コールセンター）

< 高齢ユーザーの利便性考慮(社会親和性) >

☛ 屋外、作業現場、スマートフォン操作 etc, ⇒ オペレーター音声対応

オペレーションのイメージ(農産品集荷ミッション)



“ルート最適化技術”による計算（私有地内）

送信依頼フォーム

プロジェクト名 4月13日 午後 ルートC

始まる時間 12 : 00

仕事

種別	車種	時刻 (分)	目的地	時刻 (分)
種1	運送/リ テコ	2	広場2	1
種2	運送/出 セ	2	広場1	1
種3	運送/出 産	2	広場3	1
種4	運送/出 産		配達	
種5	運送/出 産		配達	

Loogia 作る 見る 設定

計算完了
4月13日 午後 ルートC

計画を出力 実績を出力

2021年04月13日 (Tue)

スタート地点 6件

1名/1名

名称未設定

車両 指定なし

訪問件数 6件

勤務時間(予定) 12:00-23:59

勤務時間(計算結果) 12:00-12:20

完了率 0% (0/6)

送信依頼フォーム

プロジェクト名 4月13日 午後 ルートC

始まる時間 13 : 30

仕事

種別	車種	時刻 (分)	目的地	時刻 (分)
種1	運送/リ 産	2	広場2	1
種2	運送/出 産		配達	
種3	運送/出 産		配達	
種4	運送/出 産		配達	
種5	運送/出 産		配達	

Loogia 作る 見る 設定

計算完了
4月13日 午後 ルートC

計画を出力 実績を出力

2021年04月13日 (Tue)

スタート地点 2件

1名/1名

名称未設定

車両 指定なし

訪問件数 2件

勤務時間(予定) 13:30-23:59

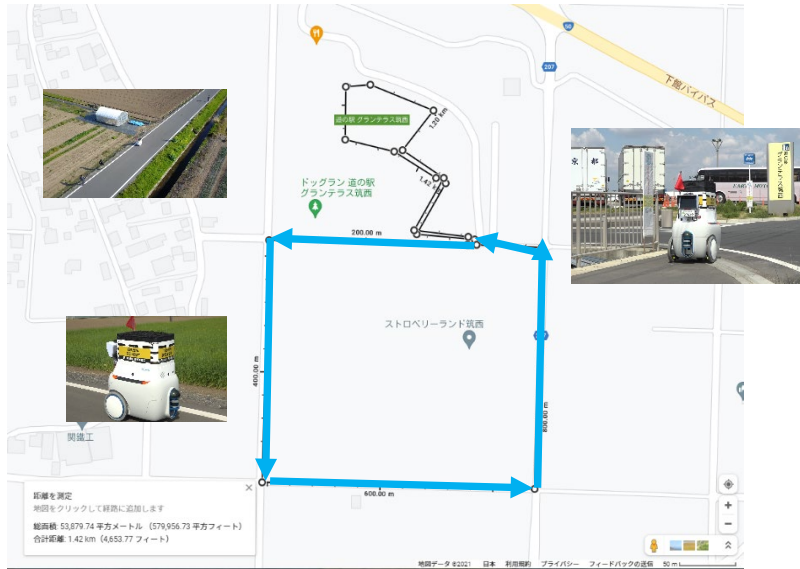
勤務時間(計算結果) 13:30-13:44

完了率 0% (0/2)

公道走行の様子

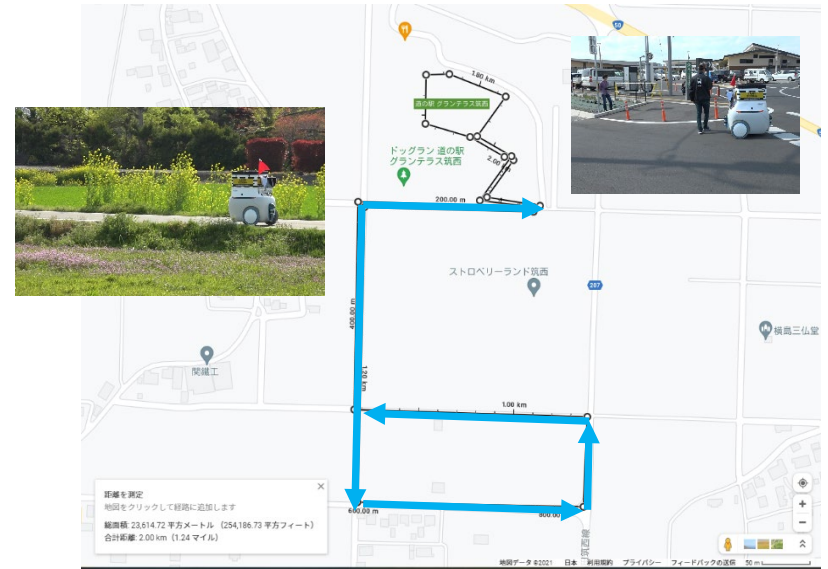
農作物集荷ミッション

公道走行距離 ≒ 1km
道の駅内私道 ≒ 500m



テナント商品配送ミッション

公道走行距離 ≒ 1.5km
道の駅内私道 ≒ 500m



道の駅敷地内（私道） 走行の様子

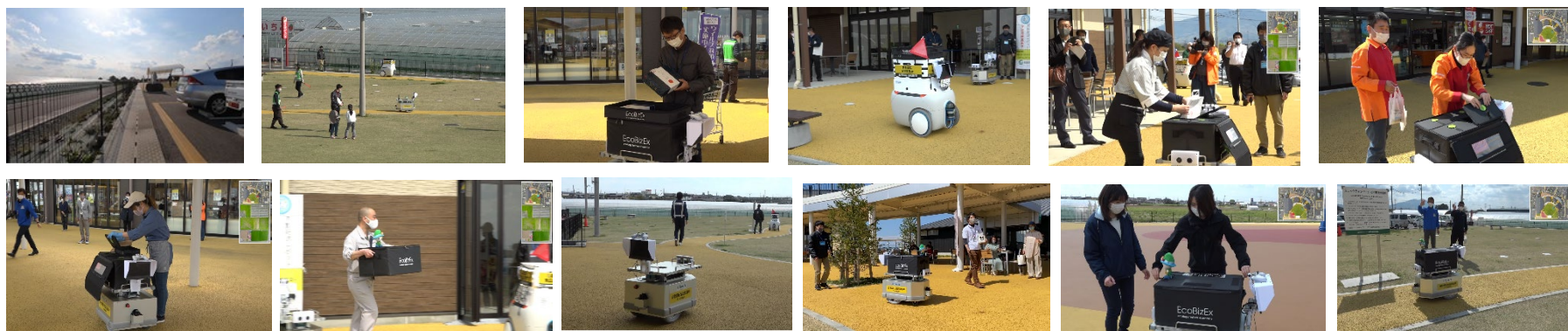
LogieeSS/S連携ミッション
道の駅内私道 ≒ 300m



LogieeSSテナント商品配送ミッション①
道の駅内私道 ≒ 390m



LogieeSS テナント商品配送ミッション②
道の駅内私道 ≒ 390m



実験期間中の支援イベント①

筑西市「未来を見る」プロジェクト 記者会見



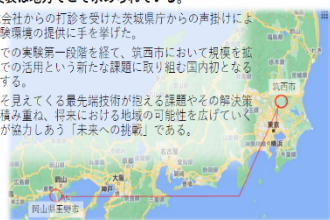
2. 地方がつなぐ未来への挑戦

・先端技術の実装は地方でこそ求められている。

三菱商事株式会社からの打診を受けた茨城県庁からの声掛けにより、筑西市が実験環境の提供に手を挙げた。

岡山県玉野市での実験第一段階を経て、筑西市において規模を拡大し、農業分野での活用という新たな課題に取り組み国内初となる実証実験を実施する。

地方だからこそ見えてくる最先端技術が抱える課題やその解決策といった知見を積み重ね、将来における地域の可能性を広げていくために地方都市が協力しあう「未来への挑戦」である。



4. 「地域の未来」を見る

<4-1 実験の目的>

筑西市は、三菱商事、東京海上日動、三菱地所と連携し、ティアフォー、アイサンテクノロジー、オプティマインドの技術協力の下、茨城県のSociety 5.0地域社会実装推進事業として補助を受け、毎人の毎途・小型の自動配達ロボットを活用した新たな配達サービスモデルを検証する。合わせてサービス運用に伴うリスク分析と検証も目的に掲げる。

高齢化により担い手不足が懸念される農業分野、買い物難民と言われる交通弱者の増加、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い宅配需要が急増している環境下において、本実証実験を入手を介さない非接触型の配達ニーズにも応えるものと位置づけ実施する。



5. 「自分の未来」を見る

<5-1 目的>

・次代を担う若者に自分の未来をイメージしてもらおう。

今回の実験に参加する株式会社ティアフォーの田中COOと株式会社オプティマインドの松下代表取締役社長の二人が、学生に向けてメッセージを発信するウェブセミナーイベント。

両社が誇る世界でも最先端の技術にまつわる講話やチャットを活用しての質疑などにより、若者が自分の未来を想像するきっかけを創出する。



実験期間中の支援イベント②

茨城県内学生へのベンチャー企業セミナー

Presented by ChikuseiCity「未来を見る」プロジェクト

学生対象ウェブイベント

「自分の未来」を見るプロジェクト

～先端技術ベンチャー経営者が語る「未来」～

この春、道の駅「グランテラス筑西」をメイン会場として実施される国内初の自動配送ロボット実証実験に参画する気鋭のベンチャー経営者2人が、学生に向けて自身の経験や最先端技術に賭ける想いを語り、ウェブ上で参加者との質疑や意見交換などを行います。

地域の皆様が「未来を見る」今回の自動配送ロボット実証実験。そこに参画する世界に誇る最先端技術を持つ企業の経営者が語る言葉の中に「自分の未来」を見てください。

イベント開催日時：令和3年4月2日（金）午後4時から
 イベント形式：Zoom ウェビナー
 対象者：茨城県内在住の大学生・茨城県内の大学に在学中の大学生
 参加方法：Eメールにて事前申し込み【参加無料】【定員500名（申込先着順）】
※メール本文にお名前、大学名、学年及び「ウェビナー参加希望」と明記いただければ事務局から必要事項について返信いたします。
 （申し込みアドレス：sousei@city.chikusei.lg.jp）
 受付期間：令和3年3月29日（月）まで
 主催：筑西市
 お問い合わせ：筑西市企画部企画課企画グループ ☎0296-24-2197

講演者紹介



TierIV

株式会社ティアフォー
 取締役 COO
 田中 大輔

【株式会社ティアフォー】

2015年12月に設立された日本を代表する自動運転のソフトウェア開発企業。世界的な普及をいち早く進めるため、世界中にパートナーシップを構築。世界初の自動運転のオープンソースソフトウェアであるAutowareの開発を主導し、ラストワンマイルと言われる“お客様へ商品を届ける物流の最終区間”の自動走行や物流のアプリケーションをはじめとした様々な環境にも同ソフトの使用を可能にできた。

また、同社のシステムは2020東京オリンピックの選手村で選手を運ぶ自動運転車両の技術としても採用されることが決まっている。ティアフォーとその世界中のパートナーは、Autowareを進化させ続け、Autowareをベースにした自動運転の実用化に向けた開発プロジェクトを世界中で提供しており、今回の筑西市での実験では、“小型自動配送ロボット”を公道で走らせ、農業分野での活用について可能性を探る。



OPTIMIND

株式会社オプティマインド
 代表取締役社長
 松下 健

【株式会社オプティマインド】

2015年に当時まだ名古屋大学の学生だった松下氏が会社を設立。実際の道路事情や多くの制約条件を加味し、複数の荷物を複数の場所へ最も効率よく運ぶための道順はどうかを導き出す技術をサービス化。宅配会社・運送会社・コンビニや店舗など、配送を行う事業者に対してシステムを提供している。

これまで、数多くのベンチャー企業コンテストで優勝を重ねてきたが、見えないところで試行錯誤を重ねながら精度を高めて来た技術と、地道な営業努力により着実に顧客を獲得。大企業からの出資も得て、徐々に共に働く仲間を増やしながら事業を拡大中。

先日、社長の松下氏は、Forbes JAPAN が発表した「次世代を担う30歳未満30人の日本人を表彰する「Forbes JAPAN 30 UNDER 30 2020」」の「BUSINESS」カテゴリに選出されるなど、今最も注目を集めるベンチャー企業。自らが働く「未来」を目前にしている大学生を対象とした今回のWeb講演では、実証実験に於けるオプティマインド社の技術活用ポイントに加え、松下社長ご自身のベンチャー企業立上げの現場経験を踏まえ、“道”を切り拓いて来た起業家視点で自身が目指す「未来」を語って貰います。

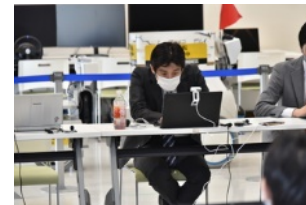
～「未来を見る」プロジェクト～ 「自動配送ロボット実証実験」

「地域の未来を見る」をコンセプトに、道の駅「グランテラス筑西」周辺地域を会場として複数の自動配送ロボットを活用した農産物の集荷や、道の駅のテナント商品を配送する実証実験を行う。

コロナ禍における非接触型の物流サービスの可能性を検証するとともに、担い手不足が懸念される農業分野での自動運転を活用した配送サービスの未来を探る。

【参画企業】三菱商事株式会社 東京海上日動火災保険株式会社 三菱地所株式会社 株式会社ティアフォー 株式会社オプティマインド アイサンテクノロジー株式会社

【協力】茨城県



実験期間中の支援イベント③

当日は生憎の雨天に係わらず30人超の子供と保護者も集まり、ロボットとの触れ合いイベントを実施した。過密を避け丁度良い規模感で実施。ロボットの性能についての質問や、重いモノを運んで欲しい、交通手段としての期待などが聞かれ、高い期待度から社会親和性の確認に繋がった。

～筑西市「未来を見る」プロジェクト～

自動配送ロボット実証実験イベントのお知らせ

筑西市役所 企画部企画課

イベント日時 4月5日(月) 午後3:00～(30分程度)
場所 道の駅グランテラス筑西 芝生広場 雨天中止

イベントの詳細 4月2日～4月13日の期間に、道の駅周辺で宅配ロボットの
 実証実験を実施する予定です。そこで、実験期間中の4月5日
 (月)にロボットを紹介するイベントを開催予定です。

♪♪イベントではお菓子をお配りします♪♪
 ♪♪ちっくんも遊びに来てくれます♪♪

【イベントスケジュール】
 15:00 ご挨拶
 15:05 ロボット登場！ロボットが走ってやってきます！
 15:10 ロボットとのふれあいお菓子配り
 15:25 記念撮影
 15:30 解散

※イベント当日は、参加者同士の距離を取り、スタッフが感染症対策を実施いたします。

あそびにきてね！
まってるよ～



使用ロボット

ティアフォー社提供
 「LogieeS (ロジーエス)」
 「LogieeSS (ロジーエスエス)」

問合せ

筑西市役所企画部企画課
 0296-24-2197



実験期間中の支援イベント④

茨城県庁科学技術振興課の支援を受け、県内市町村の視察を招致。

【政府成長戦略案件】 茨城県Society5.0補助金活用事業

自動配送ロボット公道走行実証実験@筑西市 令和3年3月29日(月)～4月13日(火)



企業協賛

【カンロ株式会社 様】



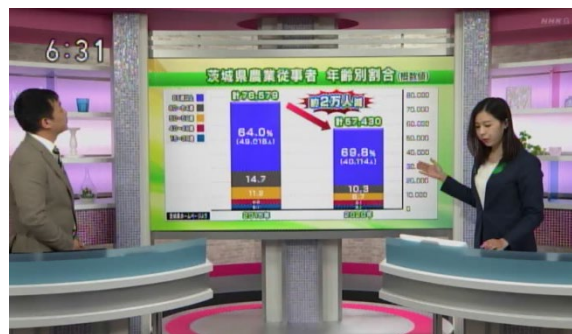
【茨城トヨタ自動車株式会社 様】



取材マスコミ一覧

- ◆ 朝日新聞
- ◆ 茨城新聞
- ◆ 新日本流通新聞
- ◆ 東京新聞
- ◆ 毎日新聞
- ◆ ロジスティクス・ビジネス
- ◆ 物流ニッポン
- ◆ NHK (4月15日 いば6)
- ◆ 読売新聞
- ◆ 筑西ケーブルテレビ
- ◆ 日本農業新聞
- ◆ 日本経済新聞

NHK(4月15日 いば6)



日本経済新聞

トップ 経済 オピニオン 経済 政治 ビジネス 金融 マーケット マネーのまなび テック 国際 スポーツ 社会 環境 地域 文化

農産物をロボットで集荷 茨城・筑西、三菱商事など実証実験

2023年4月15日 19:48

自動配送ロボットで農産物を集荷したり加工食品などを配送したりする実証実験が茨城県筑西市で2日に始まった。三菱商事、東京海上日動火災保険、三菱地所が農家の協力を得て道の駅「グランテラス筑西」を起点に実施する。農業の担い手不足とコロナ禍に対応した非接触のシステムとして検証する。



実証実験で人が監視しながら農産物のロボット集荷が行われる様子。(筑西市)

自動配送ロボットを強みとするティアフォー（東京・品川）、自動運転用のマップ技術を持つアイゼンテクノロジー（名古屋市中）、ルート最適化技術を持つオブティマインド（同）が協力する。実験は14日までの予定。



実証実験で人が監視しながら農産物のロボット集荷が行われる様子。(筑西市)

道の駅構内を走るロボット周辺の公道を走るロボットを連携させ、最適なルートで人工知能(AI)で選んで運ぶ。実証実験は近隣の農家が積んだ農産物や野菜を道の駅のテナントに運ぶ。配送実験は構内のテナントからパンや菓子といった商品を集め、個人宅に届けられる。農家は3軒、個人は2軒が参加。人が近くで監視する状態を始め、遠隔監視での走行を目指す。

三菱商事など3社は20年12月に岡山県玉野市で自動運転ロボットを使った実証実験をしており、農産物などへの応用を図る。須藤茂・筑西市長は「農家が作ったものをロボットで配送する技術が成功し、担い手不足対策に前進すればよい」と期待した。

19 茨城 2023年(令和5年)4月3日(土) 毎日新聞

茨城 IBARAKI

水戸支局 水戸市支店 1の5の318 029-221-3161 FAX029-232-0438

つくば支局 029-851-0188 0294-22-5555 029-821-0214 0298-82-1820 0294-32-0476

【支店】 茨城毎日出版株式会社 本社(水戸) 029-225-2001 水戸支店 029-821-3001

【編集】 029-826-498-012

【販売】 インターネット 毎日新聞ニュース http://mainichi.jp 新聞のニュース http://mainichi.jp/banbai/

水戸芸術館

水戸市 水戸芸術館 水戸市水戸区水戸1-1-1 水戸芸術館 029-225-2001

市町村別感染者数

市町村	感染者数
水戸市	26(4.3)
日立市	59
宇都宮市	24
宇都宮市	19
宇都宮市	45

農産物を自動配送

茨城県筑西市で、自動配送ロボットの実証実験が行われている。三菱商事、東京海上日動火災保険、三菱地所が農家の協力を得て道の駅「グランテラス筑西」を起点に実施する。農業の担い手不足とコロナ禍に対応した非接触のシステムとして検証する。

実験概要 動画紹介

【筑西市】：

筑西市HP トップ ➤ くらし・手続き ➤ 交通 ➤ 自動配送ロボット実証実験

(<https://www.city.chikusei.lg.jp/page/page008481.html>)

※ ロボット2台を用いてルート最適化技術をオンデマンド活用した「農作物の集荷・納品ミッション」と、「道の駅テナント商品配送ミッション」。



<参考動画>

【玉野市】：玉野市HPトップ ➤ くらし・手続き ➤ 公共交通 ➤ 自動配送ロボット実証実験

(<https://www.city.tamano.lg.jp/soshiki/40/16946.html>)

※ 市街地に於いてルート最適化技術を活用し「ドラッグストア/クリーニング店/cafe等、複数箇所を訪問しての荷物順次pick upから、複数目的地への荷物順次配送Drop offミッション」。

