

## 人工知能を活用した自動走行物流システム構築の実証実験

森ビル株式会社 藤原 純  
株式会社 ZMP 今西 暢子

### 1. はじめに

物流のラストワンマイル問題解決への挑戦。近年、物流に関しては、荷物量の増加や人材不足が大きな課題となっており、特に、集配施設から届け先までの最後の「ラストワンマイル」における業務の効率化が求められている。2003年開業の六本木ヒルズでは、開業時から集荷や配送を集約する共同物流センターを設置し、集配の効率化を図ってきた。さらなる効率化や利便性向上のために、人工知能を活用した自動走行物流システム(自動宅配ロボット)を構築し実証実験を行った。本稿では、自動走行物流システムの開発と六本木ヒルズにおける

実証実験内容、その結果とともに課題や今後の展望を記す。



図1 自動運転宅配ロボット

### 2. 六本木ヒルズの物流システム

六本木ヒルズは、住む、働く、遊ぶ、学ぶ、憩う…等、様々な都市機能が高度に複合したコンパクトシティである。六本木ヒルズの延床面積約79万㎡、最も大きい事務所棟の森タワー(延床面積約38万㎡)と約200の店舗、ホテル、住宅、テレビ局等の様々な用途が敷地内に集中しており、開発計画時より下記の問題発生が予想された。

- ・一 納品車両による交通量、渋滞の増加、歩行者への影響
- ・一 排気ガス、CO2等による環境への影響
- ・一 建物内への納品時の入館管理、エレベーターや荷捌き場の混雑、共用部の破損等の問題

そこで、森タワーの地下に物流管理センターを設置し、円滑な物流実現のために以下のような取り組みを行うことにした。

- ・一 館内配送の取次ぎ(館内共同配送)
- ・一 納品事業者の来館時間の割り振り
- ・一 ICカードによる入退館管理
- ・一 荷捌き駐車場管理(混雑解消)

現在の物流管理センターを利用する搬入入場車両は、800台/日を超え、貨物量も約2,000個/日(着発荷合計)を超える。

現在は、館内物流専門会社に業務委託を結び、人が中心に業務をおこなっているが、スタッフの高齢化や人材確保が難しくなっていく状況に直面しつつあるため、将来的にこうした業務のさらなる効率化、自動化が求められている。



図2 物流管理センター(宅配便代理配送)

### 3. AI 自動走行物流システムの開発

自動走行物流システムの開発にあたっては、単なる移動の機械ではなく、誰でも利用しやすいわかりやすいサービスとして開発することを目的に、以下のとおり要件を設定し、自動宅配ロボットの運用システムの、使用方法を構築した。

#### ■物流サービス提供側の要件

- ・一 自動走行する人工知能と制御装置を備えていること
- ・一 万一の危険な状況に備えて、遠隔監視および遠隔制御機能
- ・一 横断歩道の信号の判断のみならず、エレベーターの呼び出しなどもできること

#### ■利用者側の要件

- ・一 スマートフォンのアプリで簡単に利用できること
- ・一 施錠管理もスマートフォンを活用したスマートロック
- ・一 宅配ロボットの移動位置や到着時間がわかるシステム

#### ■自動宅配ロボットの仕様

【走行速度】 3～6km/h

【対応勾配】 5～10°（六本木けやき坂は8°程度）

【寸法】 幅 750mm×長さ 1,330mm×高さ 1,000mm

【重量】 100kg

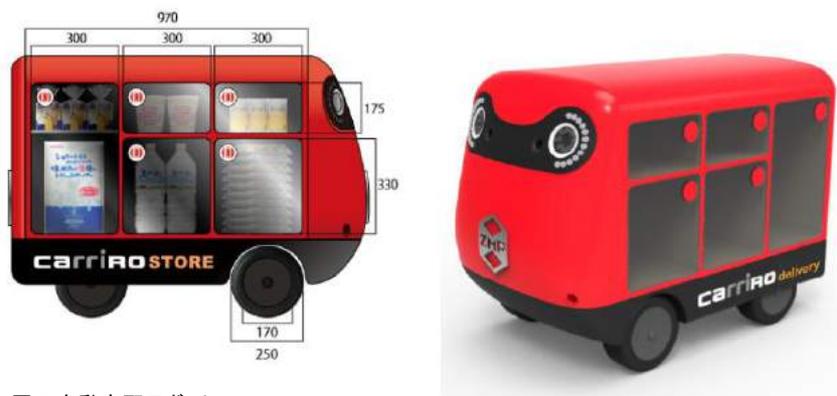


図 3 自動宅配ロボット

## ■運用システム

### 1.自動走行システム

走行ルートマップデータを予め読み込ませた機体に、機体周囲の人・物の位置情報を解析させ、安全な走行を行う。



### 2.バックアップ（遠隔監視）

機体正面・後方に取り付けられたカメラで、機体周囲の安全確保のため遠隔監視を行う。



## ■使用方法

### 1.アプリケーション

アプリケーションをインストールしたスマートフォン・PCで、

- ・ 発送依頼
- ・ 荷物到着の着信が可能。



### 2.スマートロック

機体到着後、タッチセンサーにスマートフォンをかざし、郵送物の入ったボックスを解錠。



## 4. 六本木ヒルズにおける実証実験

垂直移動から平面移動まで、多様な物流形態を想定し、実際の街における技術面やサービス面の検証を行うこと目的に、本実験の舞台を六本木ヒルズとした。また、前述の通り六本木ヒルズでは物流管理センターを設けているが、物流のさらなる効率化、自動化の可能性を探ることも目的とした。

### 4-1 実証実験の概要

期間は、2017年10月から2018年3月の半年間実施した。実験実施は、以下の2ルートとした。

実験ルート1:単純な平面的な移動

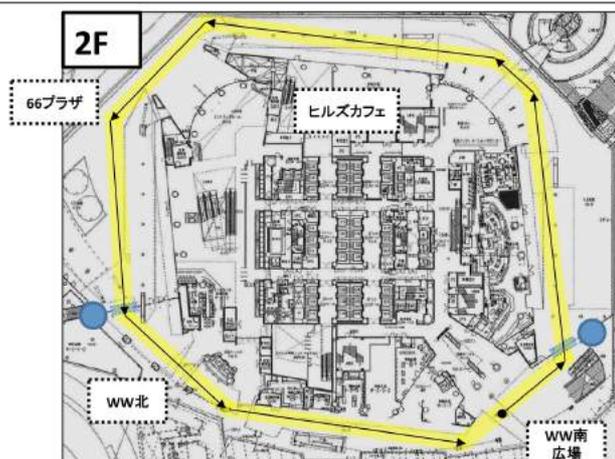
森タワー2F カフェ → 森タワーを1周 → 休憩スペースまで荷物(コーヒー)を届ける

#### 4.Carriro Delivery走行ルート\_ICFデモ

##### 【デモ内容】

Carriro Deliveryが、「ヒルズカフェ→(森タワーのまわりを1周)→WW南」または「WWブース内でぐるぐるまわる」  
※ヒルズカフェからのコーヒーサーブも検討

##### 【デモルート】



## 実験ルート2:縦移動を含む移動

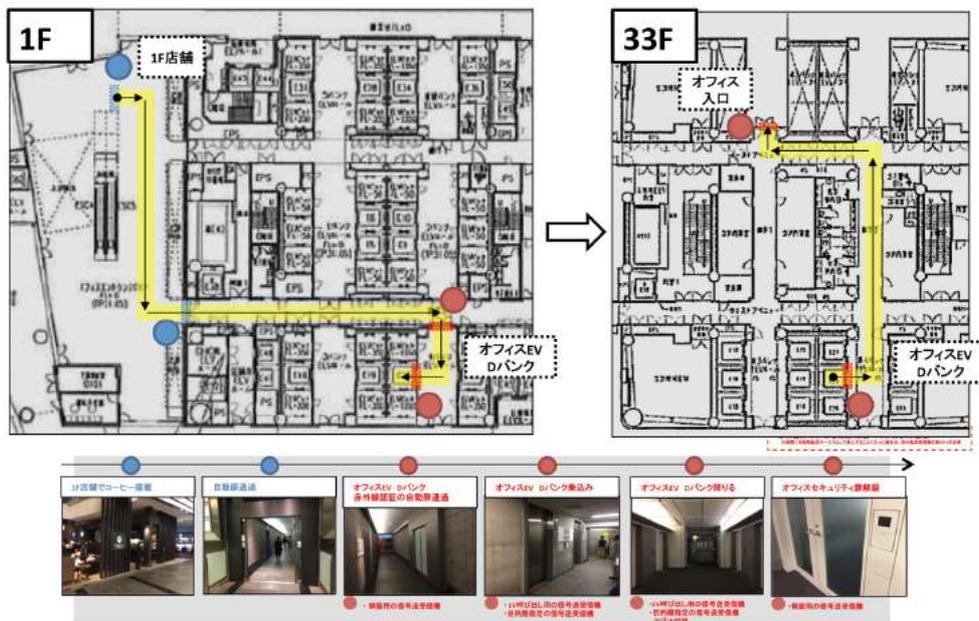
森タワー地下物流センターおよび1F 車寄せロビー →EV で33F まで移動して荷物を届ける

### 2.Carriro Delivery走行ルート\_実証実験(コーヒー配送)

#### 【内容】

Carriro Deliveryを利用し、コーヒーを、1Fの店舗(Starbucks)から33Fのオフィス(J-WAVE)入口まで届ける

#### 【ルート】



## 4-2 実証実験の検証結果

2ルートの実証実験を通して、主に以下の3点について検証することができた。本実験結果を次期開発につなげる予定である。

### ■検証1:地図データ処理

本実験では、走行ルートの地図データをあらかじめ別の機器で計測し、データ処理をおこなったものを宅配ロボットにインストールした。そのため、実際の走行までの準備に時間を要した。

次期開発では、宅配ロボット自身が試走行し地図情報を収集し、自ら学習するティーチ&プレイバック方式の開発をおこなうことで、実走行までの準備作業の短縮する計画である。

### ■検証2:エレベーター呼び出し、自動乗り込み制御

エレベーターの自動呼び出し制御については、森タワーに既に装備されていた掃除ロボットの自動EV呼び出し制御装置を転用したエレベーター遠隔操作システムを採用した。

本実験では、伴走するオペレーター(人)が実験用に開発したスマートフォンアプリからエレベーターの空間伝送ユニット(赤外線センサー)に呼び出し信号を送り、エレベーターを呼び出すシステムとした。直接呼び出しボタンを押していないことから、次期開発でのロボットからの直接呼び出し制御の研究段階の制御装置と位置付けている。指定階指示も同じ遠隔制御システムで対応した。

次期開発では、宅配ロボットから直接エレベーターを呼び出す制御システムの開発を計画している。さらに、今後の携帯通信網が4Gから5Gに移行する状況を勘案のうえ、現在の赤外線センサー制御から、5G通信での一括集中制御で対応する予定である。

### ■検証3:自動扉、セキュリティゲートとの連動

本実験では、ビルに設置されるセキュリティゲートや自動扉制御との連動についても検証をおこな

った。ただし、本実験では、ビル側の設備の変更は実施せず、伴走するオペレーターがロボットの代わりに操作をおこなった。

自動走行運転物流システムとエレベーターやセキュリティゲートとの連動が求められるが、連動をすすめるためには、これらのメーカーと、どのようなインセンティブをもとに協力得て、仕様変更を求めていくのが今後の課題である。

## 5. おわりに(課題と今後の展望)

本実験では、自動走行運転物流システムの地図データ処理、エレベーター呼び出し、自動乗り込み制御、自動扉やセキュリティゲートとの連動の検証を行った。実験を通して、物流システムの機能向上のためには、地図情報収集のシステムの開発、エレベーターの呼び出しや自動乗り込みの制御システムの開発の必要性を確認した。

また、自動走行物流システムの機能向上のために、都市、建物側の機能としては、エレベーターやセキュリティゲート等建物側設備との連携が求められる。また、車いす等を利用する身体障がい者の方にとって利用しやすい街、バリアフリールートが、結果として、宅配ロボットが走行しやすいルートであることも確認できた。

一般の人々が行き交う六本木ヒルズでの実証実験を通じて、新しいロボットテクノロジーを親しみをもって受け入れる姿勢が日本人にあることがわかった。また、外国人観光客も日本の先端テクノロジーに対し高い関心を示していることも感じる事ができた。こうした取り組みからロボットと人間が共存する新しい文化を育むこれからの街づくりに手ごたえを感じた。今後は、BIM(ビルディングインフォメーションモデリング)をはじめとする都市・建物環境のデータ化が普及することで、人間のみならずロボットやIoTとの共存に適した未来の都市・建物環境が求められている。

\*BIM(ビム)とは、Building Information Modeling (ビルディング インフォメーション モデリング)の略で、簡単に説明すると「建設に関するありとあらゆるデジタル情報をまとめるモデリング手法」

一方、法的な課題もあった。今回の実験では、屋外での横移動の検証を目的に、歩道上の宅配ロボットの走行を予定していたが、宅配ロボットが、道路交通法第2条11項「車両扱い(荷車)」に該当する可能性があることが理由で、歩道上での走行を見送った。

これまでに、ショッピングカートや電動アシスト台車については、法的な見解が示されている。(例えば、道路交通法施行令第1条の「ショッピングカート」は、これを使用している人も含めて歩行者扱いになる。電動アシスト付き台車は、道路交通法施行規則第1条「原動機を用いる歩行補助車等」の基準を満たす限り歩行者扱いとなる。)

今後、A.I.(人工知能)、IoTなどの新しい技術の進歩から生まれるイノベーションを世の中に実装していくには、こうした法律的な整備もあわせておこなっていく必要があると思われる。



図4 屋外空間の走行イメージ

最後に、現在、自動走行物流システムの開発者である ZMP は、2018 年度に新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「AI システム共同開発支援事業」に採択され、ローソンと慶應義塾大学 SFC 研究所の協力を得て、「AI を活用した安全確実な宅配ロボットシステムの開発及び実証」事業を予定している。

宅配ロボットのモデルを開発し、これまでの実証実験から得た知見も活用し、大学キャンパス内でお弁当などの配達の実証実験を行い、早期の実用化を目指したいと考えている。また、同様な実証実験で自動運転タクシーの営業運転を大手町一六本木ヒルズ間で実施準備の段階に入っている。こうした新しい自動運転のテクノロジーは赤子のよちより歩きであったり、若葉マークの運転のレベルであったりする状況というのが現実だ。これからの都市には、こうしたイノベーションを育むゆりかごとしての街の役割の機能を強化していく必要がある。

今後、人工知能を活用した自動走行物流システムについて、さらに技術的開発と法的整備がすすめば、社会課題を解決するサービスとして、さらに一歩踏み込んだ都市の新しいサービスとなりえる。21世紀の魅力的な街づくりは、ロボット(人工知能)をはじめとする新しいテクノロジーと人の共存からも実現されることが期待される。