

第5回ロボフレ委員会講演内容 ～ビル管理人手不足へのチャレンジ～

講師：三菱地所（株） 渋谷 一太郎、学校法人立命館 久米 達也、
（株）クレオテック 奥本 一成、記録：RRI 西垣戸貴臣

概要：本稿では、ビルの高層化による管理床面積の増加と人手不足・人件費の高騰といったひずみの中で、ロボットによる施設の管理に取り組んだ大学およびディベロッパーの事例を述べる。ポイントは以下の2点である。1) 立命館大学での取り組み：現場目線での準備と説明、人協働での作業配分により実用的な運用が可能となった。その要点は下記に集約される。現場で実際に作業する人にロボットの動きを具体的に説明・説得することが大切。ロボットが得意な作業とロボットが不得意で人が得意な作業を整理して作業配分することが経費節減するうえで重要。2) 三菱地所での取り組み：大手エレベーターメーカを跨いだエレボ連携により、複数のメーカのエレベータに対応した。ロボットに搭載したRFIDとの通信でドアを自動で開ける工夫をした。モバイルオーダーシステムとロボット管理サーバを接続して注文とロボットの動作を連携させ、その情報を商品店舗のタブレットにも接続し、全体を連動させ先進的な施設ロボットによるサービスを実現した。一か月の試行で400件の受注をこなした。また利用したいと答えた人の声が全体の90%に達した。

1. はじめに

この20年の間に、大都市の空間が一変している。例えば丸の内。図1の1995年頃の東京駅周辺のビル群と比較して、図2の2017年では高層ビルが乱立し、床面積が一気に数倍に増加していることが分かる。



図1 1995頃の東京駅周辺のビル群



図2 2017年頃の東京駅周辺のビル群

一方で、2030年問題に代表される人手不足は深刻。ビル管理の世界でも労働力の減少と労働人口需要急増といったひずみが顕在化しつつあり、ロボットによる人手不足解消への期待が増加している。

しかし技術的な課題は多い。ロボットが人間と同じようにエレベータのボタンを押すのは難しい。別途通信手段を設けてロボットの制御と連動してエレベータを呼ぶ等の工夫が必要になる。また、近年のビルにはセキュリティゲートが多い。ここでもロボットが人間と同じように、身分証明証のカードをタッチしてゲートを開けるのは困難であり、何らかの通信が必要になる。ロボットに優しい環境にする工夫等、あらゆるロボフレが必須となる。

建物管理のための人手不足・人件費削減の波は大学でも起きている。大学の財務担当者が経費節減の目的でロボットに注目した。歴史ある組織であり、説得には時間がかかった。現場で実際に清掃している人達との会話や、授業の妨げにならない工夫等、ここでもあらゆるロボフレを駆使して、人とロボットの協働でコスト削減できる仕様を作り出した。

本稿では、こうしたビル管理の人手不足に対してサービスロボットで立ち向かっている例を紹介する。本稿の構成は、次のようである。第2章では大学での例として、立命館大学における清掃ロボット導入の例を紹介する。第3章では立命館大学のロボット導入のきっかけとなった三菱地所でのこれまでのロボット導入の取り組みを紹介し、第4章において、三菱地所の丸の内での配送ロボット導入の事例を紹介する。最後の第5章はまとめである。

2. 立命館大学での取り組み

2-1. 導入に至るまでの道筋

大学の世界でも人件費の高騰が問題になり始め

た。同時に、学内でロボットというキーワードが立ち上がった。財務の担当者が、事例として三菱地所のビル管理を見つけ、戦略的パートナーシップ協定を結んだ。これが立命館でのロボット化の取り組みのスタートとなった。

最大の難関は理解を得ることであった。今じゃない、まだ早い。雇用を奪うのではないか？ ロボットに任せて大丈夫か？ ぶつかってけがをするのではないか？ と言った反対・否定の意見が多かった。

人がやっていることをそのままロボットにやらせるのは無理だと判断し、発想を転換した。ロボットには広いスペースでの単純作業を任せ、その間に人が、器用な手間を必要とする机掃除をする等からスタートさせた。現状のロボットの技術水準を考えて、ロボットができないことを人協働で進めると説得して、投資判断をいただいた。

実際にキャンパスに導入すると、そんなの動かして大丈夫かと言われた。バキューム音がうるさい等の否定的な目で見られた。その都度趣旨を説明した。キャンパスには、車いす、全盲等いろんな人がいる。安全はなのかと問われた。センサがあるから大丈夫。むしろ人よりも安全と説明してトライアルで入れて来た。

今は、立命館の全キャンパスに清掃ロボットが入っている。各キャンパスに2台。5キャンパスあるので、合計10台の清掃ロボットが稼働している。最初は目新しかったが今は日常風景となった。

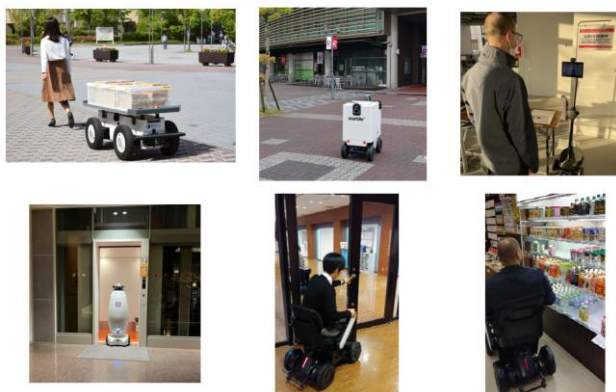


図3 立命館で実証したロボット（一部実用化済）

2-2. 技術的なアプローチ

(1) 事前の調査

現場へのロボット導入のためには、現場との連携が最も大切。ロボットを現場に浸透させるには、事前の自分自身の理解が大切と判断して、ロボットに何ができるか、何が苦手かを徹底的に調べた。

・機能、性能の確認

対象エリアを想定し、稼働時間（バッテリーがもつ

時間）、通路とロボットサイズの関係、騒音等をチェックした。

・オペレーションの操作性

現場で使っていただく状況を頭に浮かべて作業を具体的にイメージし、作業が簡単か・毎日使っただけそうか等をチェックしながら機器を選定した。

・契約更新

ロボットは日々進化している。1-2年単位で他社と比較し、変更できるようにしておくことを考えた。

・現場への適用性

一番難しいのは業者さんに使っていただくことであった。「ロボットを使え！」ではなく、丁寧に説明し、具体的に理解をしていただくことに心を配った。少しずつ触ってもらって、愛着をもってもらって、何ができるかの発見もしてもらった。そういう協力を進めて、ここが人の替わりになるという部分を具体的に詰めた。ロボットは万能ではない。ロボットが得意なところ、不得意なところなど、特徴に合わせた設定を作った。

(2) 走行テスト

メーカー情報と実態の差異を事前に検証するため、ロボットを実際にキャンパスで走行させ、何ができて何が出来ないのかを検証した。実際に走らせてみると、ガラスを障害物と誤認してその場で旋回し続けたり、外の光を検知してしまっただけで障害物と誤認する等、種々の障害にぶつかった。清掃能力に関して、人間が道具を使って清掃する場合とロボットが清掃する場合を比較してデータとして蓄積した。こうしたデータを基にしてロボットに清掃を任せる領域を決定する材料とした。

(3) 経費節減

道具としてロボットを導入しただけでは経費削減は困難である。業務を一旦分解し、ロボットが得意なところと人が得意なところに分けて再構築し、人とロボットの協働を考えてコスト削減に取り組んだ。

例えば、Aさんは時間をかけてちゃん清掃する傾向がある。逆に言うとしっかり清掃してくれるが時間がかかる。Bさんは作業は早い、汚れているところだけをやる傾向にある。これに対してロボットは、安定的に一定の速度で床をまんべんなく掃除するが、椅子や机を拭くといった器用な動きはできない。そこで、床掃除はロボットに任せて、人には椅子や机の清掃をやってもらうと言った人とロボットの協働を考えて効率を上げた。

また、床を人が清掃していたケースでは、清掃した人によって再度清掃をお願いするなどのチェックが必要になっていたが、ロボット任せることですう

いうチェックが不要になるというメリットも生じた。

(4) 現場への浸透の状況

ロボットは皆さんの生活の中に入って行って業務をするものであり、関係者の寛容性と現場への浸透が大切。各ステークホルダに対して個々の目線に合わせて、丁寧に説明しながら現場へのロボット導入を進めた。ロボットを導入して数年が経過した。現場からは「ロボットは眠いも疲れたとも言わず、熱い寒いとも言わず、一生懸命掃除してくれるんです。たいへんありがたいと思っています」という言葉が聞かれるようになった。パートナーになっている、実用化できた、浸透したと感じた。

3. 三菱地所におけるこれまでのロボット導入の取組

三菱地所はまちづくりをしている会社。ビルだけでなく、住宅や空港の運営管理にも携わっている。1章で述べた通り、昨今のビルの高層化は著しく、管理面積の急増は目を見張るものがある。こうした中で経営幹部がロボット化の重要性を認識し、約5年前からロボットを活用した豊かな街づくりに向けた具体的な取組をスタートさせた。

スタート直後はよちよち歩きであった。最初は「とにかく入れるぞ」の掛け声の元で警備ロボットを入れたり、清掃ロボットを入れたりと言った複合的な動きをして、世の中にアピールする活動を行った。そうした動きをマスコミが徐々に取り上げた結果、三菱地所に各種ロボットの情報が集まるようになった。



図4 情報が集まるきっかけとなった報道

例えば、家庭用のルンバを使った廊下の清掃を行ったところ、あっという間にゴミが一杯になってしまったり、夜間に使いたいのだが明るくないと使えないという事が分かったり、家庭でなくビルで社会実装する場合の課題が徐々にクリアにな

ってきた。

丸の内だけに留めてはノウハウが蓄積されないという声もあり、横浜ランドマークにも清掃ロボットや配送ロボット、警備ロボットを導入し、大規模物件を使って課題を集め、それをフィードバックして改善し、ノウハウを蓄積してきた。例えばゲリラ豪雨の時に300kgの土嚢をロボットが運んだ。複数人で積み上げては時間がかかってしまい、水が入ってきてしまうという問題を解決した。若い女性が多量のお弁当の配送をするといった事例にも活用した。

その後、発売前のソフトバンクロボティクスのWhizを100台導入した。とくかくロボットを使っただけで、使いこなせるようになったらロボット代をいただくといった取組を開始した。床の清掃はロボットが得意な作業。各所に導入いただいて、フィードバックをいただき、どうやって使いこなすのかのノウハウを蓄積した。

こういう状況下で立命館大学と出会った。財務の人が課題に気づいてロボット化の動きを進めるといふ姿勢に会社の経営層も意気投合した。この頃から社内でもロボット化の動きが認知され始めた。

4. カフェデリバリー配送ロボット導入事例

(1) 背景

この頃、レストランでの配膳ロボットの実用化が進んでいた。これが建物と連携すると何が起きるかを考えた。2023年の4月に法改正が行われ、まもなく届け出制で公道でもロボットが走れるようになる。この動きの先駆けとして、経産省のタスクフォースに参画し、建物内外でのロボット活用という活動を開始した。

もともと、配膳ロボットでカフェデリバリーする取組をやっていた。同じフロアで横移動のみであったが、25ある会議室の前にピタリと止まるものを作った。これがエレベータに乗ってゲートを通過して発注した人の目の前までコーヒーを配達する日が来ると感じていた。

(2) デリバリー動作のイメージ

配送ロボットがオフィスで働くワーカーのオーダーに応じて指定時間に複数個所へ商品を配達する。

商品はLINEのモバイルオーダーアプリを通じて、2階および3階の店舗に発注される。配送指定時間に応じて、各ロボットが自動的に動作を開始する。2階、もしくは3階でオーダーされた商品を積み込んだロボットは、エレベータに乗って3～5階にあるオフィスフロアに移動する。その後、セキュリティゲートやセキュリティドアを通過して、発注者の

席の真横まで移動する。これによって、ワーカーが仕事の手を止めることなく商品を受け取ることができる。

(3) ロボット管理プラットフォーム

モバイルオーダーシステムとマルチロボット管理プラットフォームとを連携させることで、発注者の注文決済とロボットによる自動配送を実現させた。

LINE のモバイルオーダーシステムから注文が入ると、「オーダーの内容」と「ロボットが商品を取りに来る時間」が店舗のタブレットに表示される。店舗ではその時間に合わせて商品を準備する。マルチロボット管理プラットフォームは各配送ロボットに行き先を指示すると同時にエレベータと通信してロボットが乗るエレベータを呼ぶ。

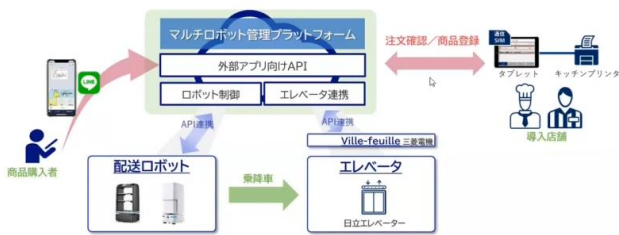


図5 システム全体構成

(4) エレロボ連携環境

大型物件では複数社のエレベータが導入されることが多い。このため、ロボットは複数社のエレベータに乗り込むことになる。エレベータメーカーの壁を越えたメーカーフリーなエレロボ連携環境が必要となる。今回のケースではマルチロボット管理プラットフォームが三菱のコントローラと通信し、三菱のコントローラが日立のかごと通信する環境を構築する事で、メーカーフリーのエレロボ連携を実現した。

(5) セキュリティゲートの動作

小型の専用 RFID タグをロボットに搭載し、受信部を床下に埋め込み、ロボットがゲートに近づくと、セキュリティサーバと通信してセキュリティ解除許可が出されて、ゲートが自動的に開く構成とした。実証実験を通じて、双方向から複数のロボットが一日60回通過しても問題無いことを確認した。



ドア通過の様子



フラッパーゲート通過の様子

図6 セキュリティドア・ゲートの通過

(6) 人の妨げ防止

システムの導入当初は、ロボットが来ると人が止まって待つという状況であったが、その後システムを改良し、ウェイポイントを設け、ロボットがその場所で一旦停止して人が来てないことを確認した後にゲートを通するという制御に切り替えた。動作検証を通じて、人の往来の邪魔にならないようウェイポイントの位置を調整した。

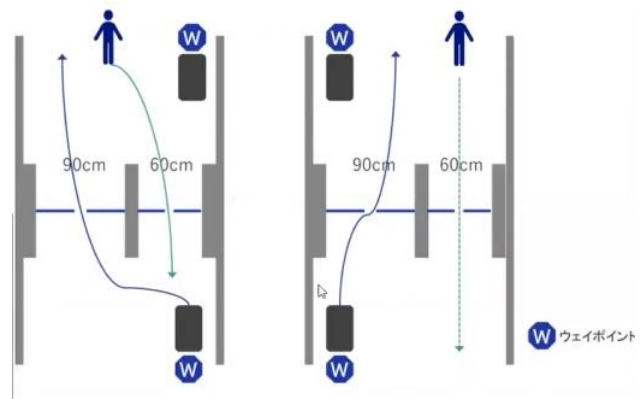


図7 ドア通過時のロボットの停止位置

(7) 人と共同乗車

「一緒に乗ったロボットが、人が押した階では無い階で黙って降りていくことにストレスを感じる」といった意見や、「ロボットが何をしているのか分からないと不安を感じる」という意見が出た。今後の共同乗車を想定する場合、音声あるいは表示等で、ロボットが今何をしているのかと言った状況を周囲の人に知らせることの重要性も今回の結果として得られた。

(8) 配送通知

店舗が調理完了すると、「調理完了しました。まもなく店舗を出発します」という LINE の通知が来る工夫をした。これによって30分の指定枠の中でだいたい何時頃ロボットが来るかの状況が分かる。これは利用者からも評判が良かった。

(9) 施行結果

400件/月の注文を受けて配送した。また利用したいと答えた人の声が全体の90%に達した。他にも「オンライン会議が連続していて買い物に行けない時に助かる」といった意見や、「ついにこんな時代が来たか」という声も出た。先進サービスの可能性を示すことができた。

(10) 今後の展望

エレベータ連携やゲート連携できるビルの案件が増えてきた。道交法の改正でロボットが外を走れるようになってくる。ビルの外の店舗から商品をピックアップして、歩道を通って横断報道を渡ってビルに入って、エレベータに乗って目的の階に行き、ゲートを通って席の隣まで来るというサービスは海外でも例がない。こういう事ができる環境が整いつつある。是非チャレンジしたいとの事である。

5. まとめ

ビルの高層化による管理床面積の増加と人手不足・人件費の高騰といったひずみの中で、ロボットによる施設の管理に対する要望が増加している。これに対して、大学における実用まで到達した事例、およびディベロッパーが取り組んだ先駆的かつ実用的なサービス事例を紹介した。ポイントは以下の3点である。

(1. 立命館での取り組み：現場目線での準備と説明、人協働での作業配分)

現場で実際に作業をする人を想像しながら機器を選定し、現場で実際に作業していただく人にロボットの具体的に動きを理解していただきながら説得した。ロボットは同じ動作を安定して続けるのが得意、一方で人はロボットにはできない器用な動作ができる。こうした特質を組み合わせた人協働の動作でコスト削減に成功した。結果として今は、キャンパスに各種ロボットが動いているという風景が自然になっている。

(2. 三菱地所での取り組み：エレベータ、ドア等の周囲環境の工夫)

ロボットが人間と同じようにエレベータのボタンを押すのは難しい。ロボットとエレベータの通信が必要になる。しかし大型案件では複数のメーカーのエレベータが導入されることが多い。そこで、コントローラと乗りかごのメーカーを分けて、両社が通信できるプロトコルを開発し、ロボットがコントローラと通信し、コントローラが乗りかごと通信する方式により、メーカーフリーなエレボ連携環境を構築した。

セキュリティゲートにはRFIDを活用した。RFIDをロボットに搭載し、受信機を床に埋めこんで、ロ

ボットが通過する際に受信機を経由してセキュリティサーバと通信してドアを自動で開ける工夫をした。

LINEのモバイルオーダーシステムとロボット管理サーバを接続して注文とロボットの動作を連携させた。更に、その情報を商品を作る店舗のタブレットに接続し、商品の準備とロボットのピックアップを連動させた。

また利用したいと答えた人の声が全体の90%に達した。他にも「オンライン会議が連続していて買い物に行けない時に助かる」といった意見や、「ついにこんな時代が来たか」という声も出た。

(3. 今後の展望)

今回はエレベータやセキュリティドア等、階床を超えたビル内でのロボットによる自動配送にチャレンジした。こうした案件は増加傾向にある。一方で、道交法の改正により、ロボットが歩道を走れるようになる。ビルの外から発注者のオフィスの席のすぐ横まで商品が届く日も近い。



ロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会
Robot Revolution & Industrial IoT Initiative