



次世代における
清掃ロボットの導入事例紹介レポート

近年の少子高齢化問題として、2017年度より清掃ロボットへの労働力確保の期待とともに始まった調査研究ですが、基本となる調査研究のコンセプトはどれだけ清掃従事者の労働を補佐または代用できるのかでした。

50年前に初めて登場した自立走行型の床清掃ロボット、この半世紀の間に他の機器、自動床洗浄機や、スーパードライなどの普及もあるなかで、調査研究当初には清掃ロボットの定着にはまだまだ時間がかかりそうだと判断した記憶があります。しかし、この3年間の間にいろいろな現場での清掃ロボットの活躍が当たり前のように見られるようになりました。

清掃ロボットが人型で完全無人化が可能という当初のイメージが払拭しきれないままに、ルンバタイプ直進回転型の家庭用の清掃ロボットに押される形で、大型現場へのロボットの導入が始まった感があります。

清掃側の要求と、制作メーカーのスタンスの違い、ビルオーナーとの交渉等問題がいろいろあるなかで、各現場の方々の努力でここまで清掃ロボットが普及したのは否めません。しかし、ロボットが清掃しやすい部分を作業として振り分けができれば協働作業として確立できるというのは間違いないのですが、どの部分まで人の手を借りなければならないのかという、今後の課題も浮き彫りになりました。

清掃業は簡単な単純作業だけではなく、一種の職人芸に近い作業もあります。単純作業が得意なロボットと作業場所の振り分けが可能であったことは、この調査研究では大きな成果でした。

清掃側の要求としては、汚れを自分の判断で見分けることができ分別することができる能力となりますが、メーカー側と話をしてもこれには大きな壁があるようです。まだまだ清掃業界からのアピールが必要です。今後、確実にロボットの性能は上がっていきますが、『シンギュラリティ』（注1）を待つまでもなく、まずは可能な範囲で斯業がどのような性能アップの要求をメーカーにできるかが課題になります。

3年間の間に、ロボットの性能そのものの進歩は大きいものがありましたが、清掃従事者側とロボットとの共存という部分は、まだまだ課題があるものと思われます。

今回の一連の調査報告が皆様の労働力不足対策の一つの情報としてご活用頂ければ幸いに存じます。

最後になりましたが、今回ご協力頂きました関係各位の皆様には、心より感謝申し上げます。

公益社団法人 東京ビルメンテナンス協会
建築物衛生管理委員会
調査研究小委員会

注1 『シンギュラリティ』（Singularity）

ヴァーナー・ヴィンジが1993年の著作「The Coming Technological Singularity」において、「30年以内に技術的に人間を超える知能がつくられる」と記しました。また、レイ・カーツワイル博士は、2029年に人間並みの知能を備えたAIを提唱しており、これは2045年問題と呼ばれております。

目 次

清掃ロボットの可能性調査 ～フードコートにおける導入事例～

1. 目的	1
2. 施設概要	1
3. 現場状況	1
4. 運用の検証方法	2
5. 検証結果	3
6. 総括	4

多様な施設での各社床清掃ロボットの活用に関して

オフィスビルにおけるパナソニック社製床清掃ロボット
「RULO Pro」の導入検証報告

1. 目的	5
2. 検証結果	5
3. 課題、重要ポイント	6
4. 総括	7
5. 別紙1	8

新しいステージに突入した清掃ロボット活用事例

～「より省人化を目指す施設」での清掃ロボット活用について～

1. 施設概要	10
2. 施設紹介	10
3. 清掃ロボットの導入目的	11
4. 清掃ロボットの運用状況	11
5. 総括	13

「清掃ロボットに関する調査事業を振り返って」～更なるチャレンジ、未だ見ぬステージへ～

清掃ロボットの可能性調査 ～フードコートにおける導入事例～

株式会社ビケンテクノ

1. 目的

今回の実証実験は、過去に積み上げた実証実験の結果をもとに、更に清掃ロボットの可能性を追求する事を目的として、当社が導入中の商業施設内のフードコートにおける清掃ロボットの活用状況を検証することとなりました。

※このフードコートの床材はPタイル系床材（ハードフロア）で、これまでタイルカーペット（ソフトフロア）での検証を行ってきたので、新たな試みとなります。このハードフロアでの導入が今回のポイントと考えます。

2. 施設概要

建物規模：地上11階、地下2階

延床面積：62,181m²

対象フロア：10階

施設用途：商業施設

3. 現場状況

営業時間：11:00～22:00





4. 運用の検証方法

導入するロボットについて：ソフトバンクロボティクスの除菌清掃ロボット「Whiz」

稼働時間：9:00～11:00（開店前）

※開店中も適宜稼働



©SoftBank Robotics

5. 検証結果

導入効果・課題等

■床材（ハードフロア）での利用について

吸塵力も一定の水準を保ち、特に品質面で不便を感じる事はないです。

ただし、隅や机の下まではWhizでは対応出来ないため、人による吸塵作業が必要となります。

■安全面

閉店中に稼働している状況では全く問題はありません。

開店中に稼働する場合は、今のところお客様とトラブルとなる事案は発生していませんが、食事の提供スタイルがセルフサービスのフードコートでは、もしかしたら人と接触し、食事が落下してしまうリスクがあり、運営側としては開店中の利用は控えたい考えです。現在、開店中に稼働させるとしても利用者の少ない時間帯で稼働する事を考えています。

■従業員（フードコートスタッフ）への負担

ロボット導入による従業員の負担は軽減されていると考えます。

ロボットを導入していなければ、床面の日常清掃はダスタークロスによる清掃作業が必要になりますが、ロボットがその作業を補う事で従業員への負担は軽減され、開店前の準備（食事の仕込みや金品の準備等）に注力する事が出来ます。

■清掃に不慣れな人での可能性

このフードコートに従事しているスタッフは清掃業務に従事した事のある者ではありません。特に清掃の教育を受けているわけではありませんが、何とか試行錯誤しながら利用する事が出来ています。当社の場合、導入時にセッティングの方法を理解している者がフードコートの運営側の方々にレクチャーしました。最初にレクチャーしたのみで、不明点があれば都度確認していますが、概ね当事者で対応出来ています。仮にレイアウトが変わり、走行経路を変更する事も自分達で考えて変更作業も行っています。ですので、清掃業務の専門的な知識や経験がなくても、取組む気持ちさえあれば対応可能と考えます。

■不特定多数のお客様が存在するなかでの稼働状況

開店中に稼働させると接触事故のリスクはあると感じます。今のところ事故はありませんが、開店中の稼働は控えています。

6. 総括

フードコートにおける除菌清掃ロボットWhizの導入経緯は、「まず導入してみる」という考えがスタートでした。実際に導入することで、これまでの検証結果とは異なる新たな発見が見受けられました。

一連の実証実験において今回のハードフロアでの検証は新たな試みでした。これまで当協会では、ソフトフロア（繊維床）で清掃ロボットを導入してきましたが、ハードフロアでどのような効果が出るのか些か不安でしたが、検証結果としては、品質面でも一定の水準を保つ事が可能で、有効であると感じました。

確かに、ハードフロアの除塵はダスタークロスを用いて人が作業する方が作業時間は短縮されますが、清掃業界同様、飲食業界も人手不足の状況でホールスタッフも確保しづらいなか、清掃ロボットがスタッフ減の部分を補えることは重要であると感じました。

次に清掃ロボットの操作についてです。過去の報告で「清掃ロボットの知識を有する人を配置しなければ、現場スタッフのみでは導入が難しい」との見解もありましたが、事前にレクチャーがあれば、清掃業務に関して専門的な知識や経験がなくても、ロボットの操作方法を理解出来れば継続的に運用が可能であることがわかりました。

このフードコートの運営スタッフはこれまで清掃ロボットを扱った事のない方々です。最初の導入の際に操作方法やティーチングの方法等をレクチャーしましたが、その後はすべてフードコートの運営スタッフでレイアウト変更があった場合でも対応する事が可能でした。

従って、これまで導入する以前に「本当に使いこなせるだろうか」と不安に思われていた清掃従事者の方々でも、今回の私達の取組みを知って頂いた事で「一度導入してみようか」という考えが各所で生まれれば嬉しく思います。

このように、これまで清掃ロボットの実証実験で困難と考えられていた、ハードフロアで利用する事と、清掃ロボットの専門的な知識がなくても導入出来た事が可能となった一つの事例だと考えられます。これは過去の検証結果と矛盾しているわけではなく、当時の清掃ロボットの性能や情報量による結果であり、まだまだロボットの活用に関しては未知数な部分が多いことにもよります。機器のトラブルや修理に対応するにはやはり専門の知識が必要とはなりますが、清掃ロボットと人との共存が前提で、今後も取組まなくてはいけない結果であったと当初から携わる者として考えます。

社会環境の移り変わりの激しい昨今、その状況に対応していく必要があり、その対応する過程で、この今回の私達の導入事例が皆様の業務を遂行するなかでお役に立てれば幸いです。

オフィスビルにおける パナソニック社製床清掃ロボット「RULO Pro」の導入検証報告

三井不動産ファシリティーズ株式会社

1. 目的

現在、深刻な状況である人材募集難やその費用増加、人件費の上昇などの課題を解決する一助として、パナソニック社製床清掃ロボット「RULO Pro」の導入によりどの程度人手不足を補えるのか、作業の効率化を図れるのか、また、その前提となる走行性、制御機能、安全性、メンテナンスなどの機器性能の検証を行いました。

2. 検証結果

検証物件：Aビル 検証期間：2018年5月24日～2018年12月18日

稼働フロア：11～34階（12・21・32・33階は工事中のため除く）

稼働面積：約260㎡/階

Bビル 検証期間：2018年12月19日～2019年5月31日）

稼働フロア：10～32階（14・15階は契約外のため除く）

稼働面積：約240㎡/階

稼働時間：平日23:00～7:00

検証機器：パナソニック社製 RULO Pro MC-GRS 1 M（各6台）

稼働エリア：共用部廊下・ELVホール

(1) 作業品質

Aビルにおいて1フロア当たりの共用部床清掃の平均集塵量（現場採取）について、従来使用していた電動スイーパー（作業員が操作する）とRULO Proで比較したところ、スイーパーは約5g、RULO Proは約11gとなったこと、サイドブラシ効果により壁隅作業が可能となったことにより高い品質を維持できることが確認できました。

また、人の作業では習熟度や欠員状況によっては作業品質にムラが生じる場合がありますが、RULO Proを導入したことで一定の高品質を維持し続けることが可能となりました。

(2) 時間（人的作業時間）

Aビルにて1フロア当たりの共用部床清掃の人的作業時間について、スイーパーとRULO Proで比較をしました。

スイーパーの場合、人的作業時間（運搬時間含む）は約20分/階であり、RULO Proの場合、設定時間は約8分/階（運搬や事前のフロア確認の合計。RULO Proの稼働時間やエラー対応時間は含まず）でした。これを24階に換算すると、スイーパーは480分、RULO Proは192分となり、288分（4.8時間）の削減に、共用部床清掃に限れば、約60%の人的作業時間の削減となります。

(3) エラー発生状況

エラーの発生については、3分程度の対応時間のエラーが最も多く、その頻度は検証期間中の3か月を抽出すると、Aビルに関しては5回／月程度であり、Bビルの場合は10数回／月でありました。対応時間が20分程度かかる場合も、Aビルに関しては3回／月程度、Bビルに関しては1回／月程度発生しており、作業効率と取組意欲を阻害するので改善が必要であると考えます。

※メーカー改修が重ねられ、2020年9月現在、重篤なエラーの発生は無くなっています。

(4) 安全性

パトランプと自動音声による案内をしながら作動しているため、検証期間中にテナントや清掃従事者との接触は発生しませんでした。センサーの検知性能も良く、安全性に問題はないことが確認できました。

なお、1台につきドライブレコーダーを2台搭載（オプション）しており、万が一機器トラブルや接触事故などが発生した際には、遡って状況確認をすることが可能です。

(5) 運用面

Aビルの場合、1台あたり4フロア（約1000㎡ 260分で完了）を割り当てることにより、ナイト清掃時間内に作業を完了させることができました。なお、スタッフの休憩中（3:00～4:00）も継続稼働するため、効率化が図れます。

円滑なロボット運行を実現するためには、施設側は入居者に対して、共用部廊下に物を置かないように要請する必要があります。また、夜間に実施される工事やメンテナンス作業については、施設側との連携を密にし、作業時間や作業方法の変更を検討する必要があります。

※2020年現在、新型コロナウイルス感染症の対策として、共用廊下に消毒液を設置する台が置かれることが増え、都度メーカーにてマップ修正を行っています。

(6) メンテナンス（P8 別紙1 ①②③参照）

Aビルの場合、約2週間に1回の頻度で、1台あたり10分程度で回転ブラシの清掃や紙パックの交換を行えば良く、メンテナンスの負担は非常に軽いです。

3. 課題、重要ポイント

(1) マッピング（P9 別紙1 ④参照）

現在の仕様は、ユーザー側はマップの編集（予めパナソニック側で作成したマップをもとに、清掃するエリアを選択する）までしかできないため、将来的にはユーザー側でマップ作成あるいはティーチングできる機能改善を希望します。

また、タブレット上で編集したマップを登録する際、データ転送の待ち時間が5分～20分程度発生する場合があるため、例えばタブレットとRULO ProをLANケーブルで接続して短時間でのデータ転送を可能にする方法などを検討して頂きたいと思います。

(2) 障害物回避について

現在の障害物回避の仕様は、安全性を重視し、高さ約50cm以下の物体については、壁際は回避し、廊下中央（弓型走行時）は折り返し運転を行います。高さ約50cm以上の物体については、壁際・廊下中央共に、一時停止した上でアナウンスを流し、約30秒間変化がない場合はエラー停止します。スタッフの現地対応の負担を減らし、効率化を図るためにも、仕様変更（改善）を希望します。

(3) 障害物のない場所でエラー停止する場合がある

反射光、床材の抵抗、ガラス越しの物体検知などの影響を受けて、実際の走行経路上に障害物がないにも関わらず、エラー U34（障害物検知）で停止することがあります。都度スタッフが現地に赴くことになるため、検知機能の改善を継続して頂くよう要請しました。

※2020年現在、メーカーによるマップ修正で対応可能となりました。

(4) 走行速度（モード）の選択

現行仕様は走行速度の選択機能は付いていないため、汚損状況に応じて選択できるモード切替の仕様を検討頂きたいです。

(5) 専用部対応機器に関して

段差対応、ケーブル巻き込み防止対策などを備えた専用部対応機器の開発が望まれます。

4. 総括

今回の検証において、RULO Pro導入は一定の条件下で、導入メリットがあることが確認できました。

作業品質においては、作業員より良好かつ均一な品質を保つことが可能であること、Aビル規模の共用部床清掃としては約60%の人的作業時間を削減することが可能であることがわかりました。将来的に人材確保がより困難になり、人件費と募集費が高騰した場合には清掃ロボットの導入によるメリットは更に高まると予測されます。ただし、更なる効率化を図るために前述のような機能上の課題を改善して頂く必要があることも事実です。

RULO Proはロボットとしての性能には多少改善の余地はありますが、吸塵性能は高い水準にあり、実用性は十分あると評価できました。

清掃ロボットは現状では完全に人に代わる労働力と見なすことはできませんが、人を補完することは十分可能であることが実証されました。

① RULO Proのゴミ捨てについて



②ダストボックスの適切なメンテナンス周期について

下図はダストボックスを5日間清掃せずに埃が堆積した状態である。

この状態でRULO Proを運転するとエラー停止の原因となるので、調査を行った。

調査した結果、2～3日に1回の頻度でメンテナンスすれば、問題ないことが確認出来たが、当社としては全ての導入物件で毎日ゴミ捨てを行う運用とした。



③紙パックの適切な交換周期について

下図は新品の紙パックを装着して10営業日運転後に計量した写真である。

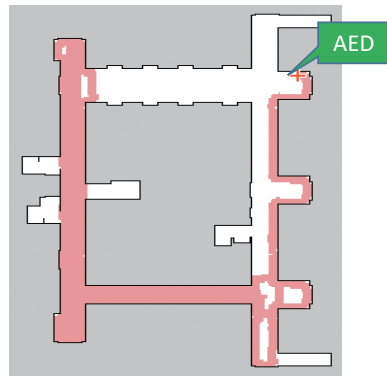
フロアにより汚れ具合が異なる為、各号機の紙パックに溜まったゴミの量を計量して最適な交換周期について検証した所、Aビルの場合、2週間（10営業日）に1回の頻度で交換すれば支障ない事を確認した。



④ マップ作成後に、固定物が追加設置される場合について

Aビルの22～29階の8フロアにおいて、テナントの要望で共用部廊下にAEDが設置された。

メーカーによるマップ修正完了まで、該当エリアを抜いたマップで運用した。

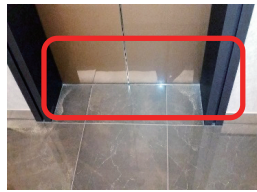


⑤ 入隅の吸塵について

【作業前】



【作業後】



ELV扉前におが屑を撒き検証した所、完全には吸塵ができなかった。

隅に強いRULO Proでも限界はあるため、フォローが必要である。

ただし、おが屑を用いた検証では上記結果となったが、数日間稼働させても実際の土砂の堆積は見られなかったため、巡回清掃時に手を入れる運用でカバーすることとした。

⑥ (参考) アースチェーンについて



機体の後部中央に位置し、運搬時に突起などに引っ掛かり千切れることがある。

位置の変更は難しいため、丁寧な取扱いを行う必要がある。

新しいステージに突入した清掃ロボット活用事例 ～「より省人化を目指す施設」での清掃ロボット活用について～

三井不動産ファシリティーズ株式会社

1. 施設概要

名称：三井不動産ロジスティクスパーク船橋・&GATE

用途：共用施設（保育施設・カフェテリア・ジム他）

階数：地上2階

竣工：2019年10月



名称：三井不動産ロジスティクスパーク船橋Ⅱ（MFLP船橋Ⅱ）

用途：物流施設

延床：228,000㎡

階数：地上8階

竣工：2019年10月



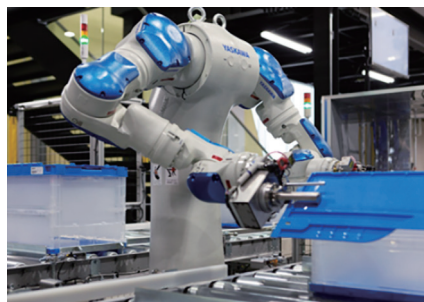
2. 施設紹介

当施設は、昨今の物流業界を取り巻く環境として、人手不足を背景とする省力化やICT製品の多様化により、自動化への関心度が更に高まっているなかで、先進的な物流施設の開発を積極的に推進しつつ、更なる自動化・省人化の強化を目指して、2019年10月に開業されました。施設内には人の手を一切介さない「フルオートメーション物流モデル」を展示する物流ICT体験型ショールームが設置されるなど、業界初の施設となっています。また、施設従業員の満足度向上施策として、オーシャンビューを望める「MINAMOラウンジ」や「スカイデッキ」を整備するなど共用スペースの充実を図るだけでなく、「フィットネスルーム」や「無人コンビニ」の設置など、ワーカーにとっても働きやすい環境づくりなどがサポートされています。

①ICTラボ2.0 (1)



②ICTラボ2.0 (2)



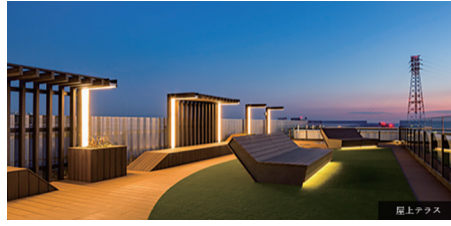
③オートフォーク



④MINAMOラウンジ



⑤スカイデッキ



⑥無人コンビニ



3. 清掃ロボットの導入目的

物流施設だけに、前述のとおり他の施設に比べてより省人化を目指すべきとの考えから、各種オートメーション化を進める上で、その一つでもある清掃ロボットの展開について、今後更に展開予定である新規施設への足掛かりの意図も含め、対象用途別に機種の特性を生かした運用を複数機種 of 清掃ロボットを使用して試験運用しています。

RULO Pro (ルーロ プロ)



Roomba (ルンバ)



4. 清掃ロボットの運用状況

メーカー別の機種ごとの機能性、エリアの特異性を生かした運用が特筆すべきポイントです。

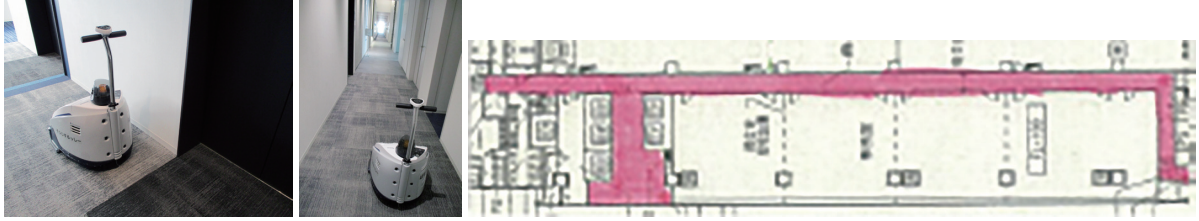
一つは「一般的な事務用途」での共用通路の吸塵清掃であり、定まった時間にマッピングされたとおりに確実に吸塵清掃作業を行う高い品質性が求められます。また、日中時間帯での作業であるために館内スタッフ、または来館者もいるなかで、人の動線箇所作業となるため安全性も考慮されなくてはなりません。

もう一方は、「人の動線も少なく、作業時間にとらわれない箇所」での運用で、ここでのテスト目標としては、運用のフレキシブル性と機器の運転自動化が挙げられます。

★「北側事務スペース共用廊下」での運用状況

- ・ 運用 機器：パナソニック社製清掃ロボット「RULO Pro」(ルーロプロ)
- ・ 稼働フロア：共用廊下2～7階（1・8階は現在稼働していない）
- ・ 稼働面積：約150㎡/階
- ・ 稼働時間：8:00～ 1フロアを約40分かけて稼働
- ・ 施設環境：テナント様、来館者など多くの人の動きがあるエリア

★清掃ロボット運用体制：清掃従事者1名により管理、点検、移動を実施



★「南側事務スペース共用廊下」での運用状況

- ・運用機器：iRobot社製清掃ロボット「ルンバ」
- ・稼働フロア：現在は2・3階を稼働中、今後他フロアにも拡張予定
- ・稼働面積：約70㎡/階
- ・稼働時間：22:00～ 1フロアを約30～40分かけて稼働
- ・施設環境：人の出入りも少ないため、作業時間に制限がない
- ・清掃ロボット運用体制：警備スタッフ（状況によって設備スタッフ）が巡回作業中に起動させた後は清掃作業、自動帰着して充電開始までのオートパイロットとなります（清掃従事者の関わりなし）。

①出庫



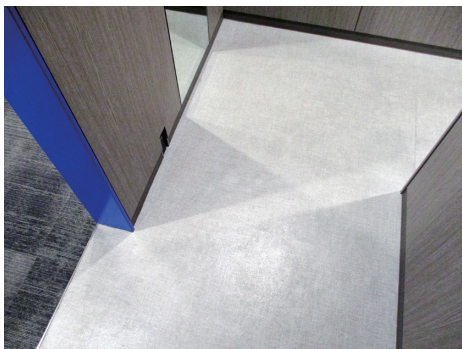
②作業中 1



③作業中 2



④センサー 1



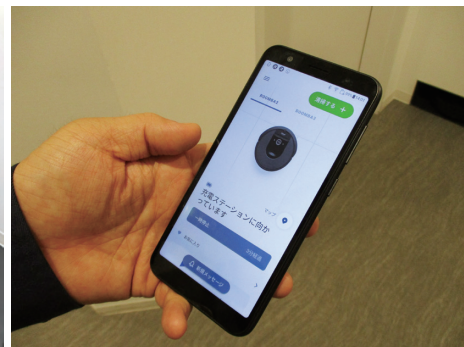
⑤センサー 2



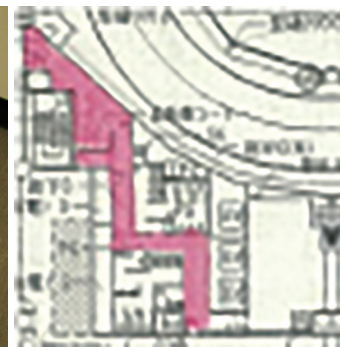
⑥センサー 3



⑦格納（チャージ） ⑧スマホ



⑨図面



5. 総括

清掃ロボット活用エリアの特性毎に、機種が強みを考慮した運用が行われています。人の往来が頻繁にあるところでは汚れの負荷が多い点により、吸塵力、隅作業力などの高品質性と共に対人対応力といった安全性が強く求められています。

一方、人の往来が少なく、作業時間にそれほど制限のないエリアに関しては、自由な時間に誰でも起動可能なニーズに応えられる機種、つまり自動化運転が可能な機種の選定が求められています。また、この機種の運用従事者は清掃従事者に限りません。清掃ロボットの運用＝清掃従事者によるといった限定的な考え方ではなく、起動操作だけならば清掃従事者以外での関わりでも問題はありません。現に当該箇所における機器の運用は警備スタッフによる運用（場合によっては設備スタッフによる）となっています。警備巡回時に現場にてスマホにより起動操作を行った後はオートパイロットとなり、運用体制のフレキシブル性もポイントです。

また特筆すべき点として、ビルの設計段階で清掃ロボットの運用計画が織り込まれていたことです。この点は、メンテナンスしやすい設計や部材の採用など、後のメンテナンスを考慮したこれらの点を建物の計画段階で設計思想に加えて貫きたいこととして管理業界として従前より強く要望していた思想に合致しているといえます。

ここでは清掃ロボットのバッテリーチャージステーションが、共用廊下の壁面内部スペースにビルトインされ、壁面下部にロボットが出入り出来る格納口が設置されています。トイレの入口など清掃範囲外との識別に、前述と同様に壁面下部にセンサーが埋め込まれていてバーチャルウォールが形成されています。このようにあらかじめ共用廊下で清掃ロボットが作業する上での合理的環境形成と格納中の安全が確保されている点もポイントです。

「清掃ロボットに関する調査事業を振り返って」 ～更なるチャレンジ、未だ見ぬステージへ～

株式会社小田急ビルサービス

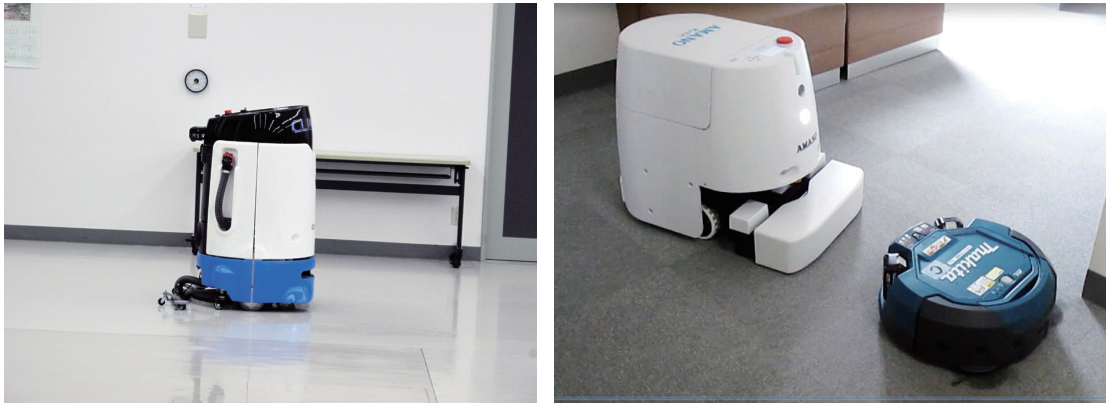
当協会は2017年度から4年間にわたり、「清掃ロボットに関する運用実証」を重ねてきました。一貫して本検証の主な目的は、「清掃ロボットは労働力不足」を和らげる有効策になりうるかでありました（当本文についての清掃ロボットとの表記は一部を除き、主に床面清掃に関する資機材といたします）。

その検証内容は、2017年度は検証時点で清掃ロボットと呼ばれている業務用の機器数台に焦点を当て検証を実施。2018年度は運用技術の確立。2019年度は導入への検討材料とするチェックリストの作成。加えて2020年度はオフィスビルおよび大型ロジスティック施設への導入検証ならびにハードフロア（フードコート）への導入事例となりました。

まずは簡単にこれまでの各検証に触れてみたいと思います（なお、詳細は各年度発表資料参照）。2017年度はメーカー側も加わっての検証となりました。この検証では皮肉にも、メーカー側と使用者側（主にビルメンテナンス企業）との間に清掃ロボットに求める性能について大きな乖離があることが、改めて明確なものとなりました。



その乖離の代表例として現場での運用方法があげられます。メーカー側は走行経路を設定し、スタートさえさせれば、あとは清掃ロボットが「勝手にひとりで」「清掃」をしてくれる、これまで当該エリアを担当していた作業員は「別の作業」を実施していればよい。結果、人件費削減に繋がるとの取扱い説明でした。



しかしながら、この「トリセツ」作業（仕上がり具合、清掃ロボットが作業に費やす時間、移動の手間、壁際汚れ他）、使用者側は到底受け入れられるレベルではありませんでした。よって、使用者側はメーカー側に様々な改良を要求しました。しかしメーカー側は何故そのような要求をされなければいけないのか？「動く、止まる、衝突、落下回避等々」、搭載されている性能は完璧であるとの認識でした。

メーカー側のこの認識の原因は、清掃ロボット参入メーカーは、清掃業に携わっていない異業種からの参入も珍しくなく、「清掃＝単純作業」との思い込みが強かったこと、何よりそもそもどのような状態が「清掃完了」なのかが分からない状況でありながら、「勝手にひとりで」「作業が完了」といったセールスポイントの清掃ロボットを製造し、使用者側に取扱い説明をしていました。

加えて、清掃ロボットは一般的に高額です。しかしその担当出来る箇所は、作業全体からすると床面に関する仕様書内の一部にしか過ぎず、その一部である作業に高額である清掃ロボットを稼働させ、効率の良い費用対効果を求めることは、単純に稼働させただけでは不可能な試算となっていました。

この結果は今後の清掃ロボット活用に大きな気づきを与えてくれました。このままメーカー側、使用者側双方が平行線ではこの先何も生まれないといったことです。

そこですべてのメーカーではありませんが、メーカー側は、「清掃業は単純ではない」こと、現在の価格でコスト削減を実現するには低価格化を実現しなければならないこと、メーカーが推奨している「取扱い説明」を大きく見直さなければ「現時点での」清掃ロボットを使用者側に受け入れてもらうことは不可能であることの認識が芽生えました。

使用者側もまた、一方的な清掃ロボットに対しての批判的な立場を見直し、「清掃業のプロとして」現時点での清掃ロボットの性能で、何が出来るかを考えるようになりました。

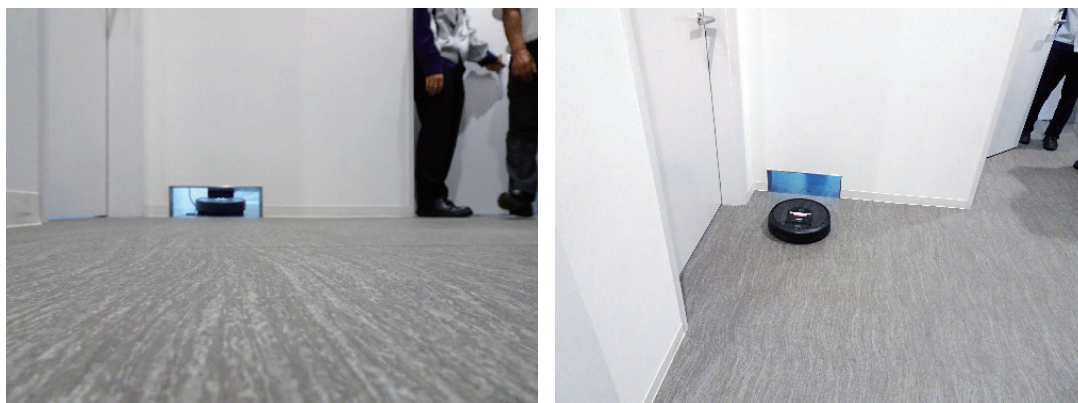
これらの反省を踏まえ、2018年度は運用技術の確立を目指し、共用通路はもとより什器備品が多く当然のことながら導入困難と思われる専用部内も対象とし検証を重ねました。

■ STEP I (個別評価項目による判定)						
No.	カテゴリ	個別評価項目 (ロボットを動かす環境内の評価)	判定項目	ポイント ※右欄に記入	回答欄 ※左の該当する ポイントを記入	評価理由 (評価項目の設定)
1	○ 動作	扉・仕切りの数	無し	2		・ロボット走行に物理的障 あるか
	品質		一部のみ有り	1		
	コスト		作業予定エリアは仕切りが多い	0		
2	○ 動作	反射物 (ガラス・鏡)	反射物なし	2		・センサー誤作動の可能性 あるか。
	品質		一部あり	1		
	コスト		ガラス・鏡が多い	0		
3	○ 動作	段 差	無し	2		・ロボット走行に物理的障 あるか
	品質		高さ5mm以内の段差がある	1		
	コスト		5mm以上の段差があるまたは段差が多い	0		
4	○ 動作	レイアウト変更	無しまたは殆どなし	2		・ロボット走行に物理的障 あるか ・走行データの変更による ト増があるか
	品質		定期的にあり (年数回程度)	1		
	コスト		不定期かつ頻繁にあり	0		

2020年度は「オフィス」「大型ロジスティック施設」への検証事例です。オフィス、ロジスティック施設に限らず、清掃作業は限られた時間内での作業完了が求められます。また、「労働負荷」軽減を目指した清掃ロボットが一般的には作業前後に人力により移動させる手間が増えてしまいました（機種によっては重量物となる）。さらに保管場所については充電環境が整っていることが望ましいです。

これらの問題を解決するため、「建物設計段階からの導入計画」、稼働時間を上げるため「清掃従事者の休憩時間帯」での稼働、「清掃ロボット担当者不在時のオペレーション」などが報告されました。

設計段階からの導入計画については、ビルオーナーなどにとっては大変興味深い内容ではないかと感じました。



加えて、これまで清掃ロボットの導入意義は、清掃従事者の「無人化」または「少人数化」と誰もが疑いなく目指していましたが、場合によっては本検証にも報告されているように、十分な清掃ロボットのマネジメント（品質管理、人材管理、折衝他）が成立していれば、操作、回収などに関わる人材を「ダイバーシティ化」といったある意味「逆転の発想」により、稼働時間の制約緩和やコストの削減へ繋がるとの想像が膨らみました。

次にこれまで清掃ロボットには不向きとされていたハードフロア（本事例はフードコート）への導入事例について報告がありました。



特にハードフロアについては「壁際」に埃などの堆積が目立つため「壁際が苦手」な清掃ロボットにとって、品質向上はカーペットと比較すると一般的には困難との認識が高まりつつありました。しかし、本導入事例において品質の向上が確認出来たとのこと。何故そのような結果となったのでしょうか。

本事例において清掃ロボットを稼働させたエリアは、「歩行動線」+ a が主です。ハードフロアにおいてこの走行経路で品質を向上させるためには、これまでの発想になかった何らかの「工夫」が必要でした。

ここで仮説としてハードフロアの「歩行動線」についてもカーペット同様、汚染の進行は埃などが歩行動線（主に中央）から水平移動し、壁際などに堆積するとしました。これは当然のことながら、突然壁際に埃が発生することは原則ありえないと考えます。つまり本清掃終了後、壁際に「埃が堆積する前」にロボットを稼働させると、本来であれば一定時間経過後、壁際などに堆積する歩行動線の埃などは回収され、この品質の劣化を招く水平移動をする埃などは、清掃ロボットを稼働させることにより減少します。

結果、汚染進行の速度は鈍化し、美観維持がこれまでより長時間となり品質向上に繋がったと考えます。このことは、今後、更なる工夫により作業頻度減少（コスト減）労働負荷軽減にも期待が持てました。

「汚れる前に」清掃ロボットを稼働させる。これは清掃ロボット稼働条件の新たなスタンダードになるのではないかと感じました。

また、2018年度は上記に加え、「特別支援学校における清掃ロボット活用の可能性調査」についても実施しました（本調査については「窓ガラス用清掃ロボット」も積極的に検証）。



過去、調査時の写真

この検証の目的についても、労働力不足の現状から派生する作業負荷の増加が危惧され、その対策として障がい者による清掃ロボット活用において作業負荷の軽減を探求することとしました。

この調査に関わった各校の生徒・先生方のアンケートは清掃ロボットへ好意的な意見が多く、導入カリキュラムの確立、安全性・効率性が向上すればとの条件は付きますが、少なからず導入へ期待感が持てる結果となりました。

以上のように複数年に渡り「清掃ロボット」について、様々な角度から検証を行って参りました。検証当初の目的は「労働力不足」に対することが主でしたが、前述に加え昨今のコロナ感染拡大対策の状況下の中、二次感染を防ぐ意味での消毒作業の無人化など、「不足」への対応のみならず、「矛盾」ともいえるこの「無人化」の要求に対しても、清掃ロボットへの期待は大きくなっていくように感じます。

特に現在、経済活動の再開、環境衛生の向上が求められているなか、新たな生活様式（アフターコロナ）に適合するには、当然のことながら低価格化は必須であり、品質も吸塵力はもとより排気管理他衛生面含めより一層の向上が求められるであろうことは容易に想像がつきます。

これまでの検証で得られたキーワード、「建材の特性を生かす」「複数台同時走行」「マネジメント力は必須」「休憩時間帯での稼働」「ダイバーシティ化」「汚れる前に稼働」。これら列挙した内容は決して今後不可能な提案ではないように感じます。これからの清掃ロボットの「本格導入」には、これまでの固定概念に捕らわれない「逆転の発想」を含め、「あと少し」些細な発見があれば可能になるのではないのでしょうか。

最後に余談となりますが、これまで記載した通り清掃ロボットには解決しなければならない諸問題が山積みといった現状は否めませんが、だからと言って「清掃業を自動化または無人化する」との夢を諦めると、今後盛んになるであると思われる宇宙旅行、そしてここで使用されるであろう宿泊施設宇宙ステーション内に「清掃従事者控室」は必須の施設となることは間違いないと想像します。

公益社団法人東京ビルメンテナンス協会 建築物衛生管理委員会 調査研究小委員会

会 長	佐々木浩二	株式会社ジャレック
担当副会長兼委員長	野口 博行	株式会社信陽
理 事	工藤 章	株式会社アメニティコーポレーション
小 委 員 長	鈴木 悟	グローブシップ株式会社
小 副 委 員 長	正田 浩三	東京美装興業株式会社
委 員	金子 勝彦	三井不動産ファシリティーズ株式会社
委 員	川端 雅人	株式会社ビケンテクノ
委 員	岸 正	個人委嘱
委 員	島 俊隆	太平ビルサービス株式会社
委 員	高橋 英治	株式会社小田急ビルサービス
委 員	田崎 光	日本空港テクノ株式会社
専 任 講 師	北山 克己	公益社団法人東京ビルメンテナンス協会

(委員以下は五十音順)

次世代における清掃ロボットの導入事例紹介レポート

発行日：令和3年3月

発 行：公益社団法人 東京ビルメンテナンス協会

〒116-0013

東京都荒川区西日暮里 5-12-5 ビルメンテナンス会館1階

TEL 03 (3805) 7555 FAX 03 (3805) 7550

URL <https://www.tokyo-bm.or.jp/>

※本書に記載されているデータ等は、公益社団法人東京ビルメンテナンス協会に帰属します。
なお、本書の内容を無断で転載、複写、引用することを禁じます。

