

ロボットを活用した施設管理

ー ロボフレ環境の導入とロボット運用の定着 ー

一般社団法人 ロボットフレンドリー施設推進機構理事 村松 洋佑

1. はじめに

労働力人口が減少していく中で、施設管理におけるサービスロボットの重要性は拡大している。一方で、サービスロボットの導入数はなだかな増加傾向となっており、急拡大はしていない（図－1）。

その原因の一つは、サービスロボットを導入し、運用を定着させることの難易度の高さにある。現状のロボットは、購入後、ボタンを押せばすぐ使えるような状況ではない。既存の契約や運用方法を

変更し、ロボット専用のオペレーションを構築して、ようやくロボットを中長期的に運用できるスタート地点に立つことができる。そのような状況に際し、ロボット側の技術革新をただ待つだけでなく、施設側をロボットが動きやすいように建築・改修することによって、ロボット導入のハードルを下げる取り組みを、ロボットフレンドリーな環境（以下、ロボフレ環境）と呼んでいる（ロボフレ環境のイメージは図－2の通り）。

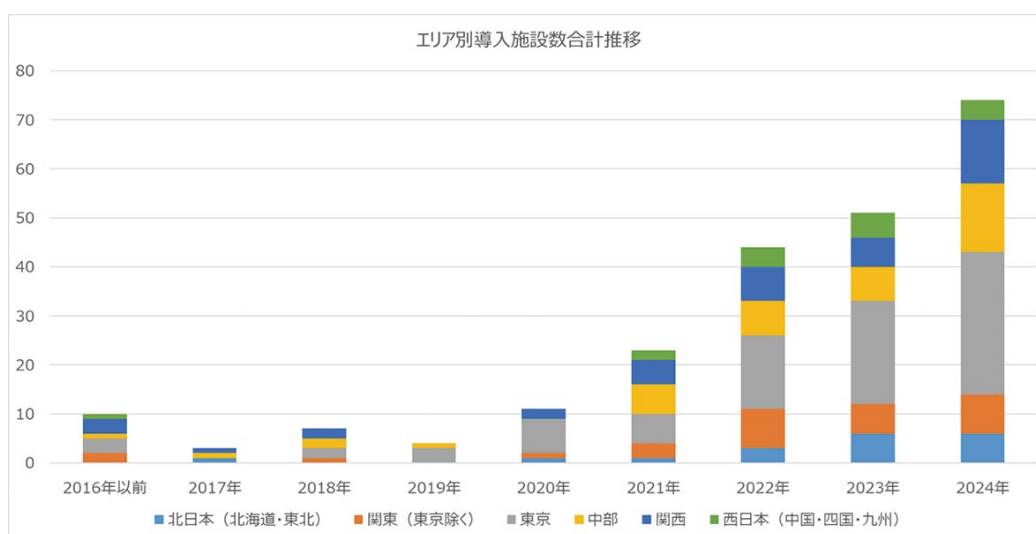
本稿では、ロボフレ環境の整備状況や、

サービスロボットを活用した施設管理におけるユースケース、またサービスロボットやロボフレ環境の導入について、紹介する。

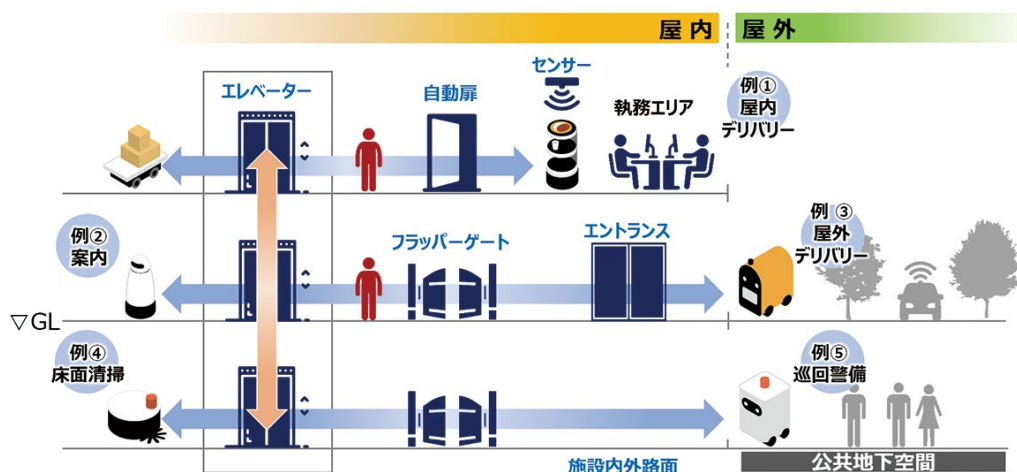
2. ロボットフレンドリーな環境について

（1）概要

現状のロボットは、ロボット単体でエレベーターに乗ることや、ドアを開けることは難しく、多くの機種において実現できていない。そのような状況の中、ロ



図－1 「ロボットがエレベーターと連携するためのシステムの導入実績」に関する統計¹⁾



図－2 ロボットフレンドリーな環境におけるサービスロボット活用のイメージ

ボットが縦横無尽に動き回るためには、施設内の各設備との通信を用いた連携が必要となってくる。本章においては、サービスロボットと各設備との連携に関して、どのような整備がなされているのか、紹介する。

(2) サービスロボットとエレベーターの連携

現状はサービスロボットとエレベーターが通信するための規格が発行されており、ロボットメーカーとエレベーターメーカーが連携方式を協議する際は、その規格を共通言語として用いながら、連携方式の詳細を定めている。規格が策定されるまでは、ロボットメーカーごと、あるいはエレベーターごとにシステムを開発する必要があり、導入費用が高額になってしまう原因の一つであった。

通信仕様の概要は、以下のとおりである。

- ① ロボットは、エレベーターに対して、自身のいるフロアをエレベーターに通知する。
- ② エレベーターは、ロボットのいるフロアに着床する。
- ③ ロボットは、エレベーターの扉が開いていることを確認し、かごに乗り込む。
- ④ 乗り込みが完了した後、ロボットは、行先階を指定する。
- ⑤ ロボットは、エレベーターが行先階に着いて、扉が開いていることを確認し、かごから対象のフロアへと移動する。

ロボットは、エレベーターと通信しながら、自身の位置やエレベーターの状態を相互に通信することで、フロア移動を実現することができる。

なお、このようなロボットとエレベーターが相互に通信可能なシステムを導入することに関しても、ハードルがある。システムを理解するだけでなく、エレベーターの工事やロボットを用いた運用の変更なども発生するため、多くの関係者を巻き込んで、ようやくロボットを活用した運用を構築することができる。現状は、ロボットとエレベーターを連携させるための導入マニュアルが整備されており、ロボット導入のハードルを下げることに寄与している。

(3) サービスロボットとセキュリティの連携

エレベーターと同様、ロボットは、基

本的にセキュリティと連携するためには、通信を必要とする。例えば、背の低いロボットは自動ドアの検知範囲外であることが多いため、自動ドアに対して解錠信号を送る必要がある。仮に十分な高さがあったとしても、セキュリティがかかっていると、そのセキュリティに対して解錠要求を送らなければならない、通信が必要となる。基本的な通信の流れはエレベーターとの連携と同様であるが、セキュリティを解錠するに際し、入退管理システムや、警備システムとの連携が必要となる場合がある。ロボットを導入する施設の警備状況を踏まえ、ロボットを運用に組み込む必要がある。

(4) サービスロボット同士の連携

ロボットは、ロボット同士で連携しないと、すれ違うことが困難である。人と違って、現状のロボットは臨機応変な動きが困難であるため、2台のロボットが物理的に通れる通路幅が十分あったとしても、うまく避けることができず、両ロボットがデッドロックに陥ってしまう可能性がある。デッドロックに陥ってしまうと、基本的には人が両ロボットを復旧させなければならず、人手が必要になってしまうので、ロボット導入当初想定していた効果を得ることが難しくなることがある。このような状況避けるために必要なことが、ロボット同士の連携である。現在策定されている規格では、「リソース管理サーバー」を用いることで、デッドロックを避ける仕組みが規定されている。リソースという単語の

定義は、状況によって異なる。例えばXというロボットがAという狭路を通行しようとしたとき、Yというロボットとすれ違う可能性があるとする。この時、XとYがAに対して十分に小さければ、Aをリソースとして管理する必要は無い一方で、XとYがAに比べて大きければ、Aをリソースとして管理する必要がある。より具体的には、狭路やエレベーター等がリソースの例となる。

リソース管理の仕組みのイメージは、先着順である。上記の例でいうと、XがAというリソースを占有していたら、その間YはAに侵入できないように管理する仕組みである。XがAというリソースの占有を解除した後、YがAを占有し、通行するイメージである。リソース管理サーバーは、複数のロボット利用に対して人手を要してしまうようなトラブルが発生してしまう確率を下げ、効率的なロボット活用に寄与している。

(5) サービスロボットが動きやすいロボットフレンドリーな物理環境について

「ロボフレ環境」は、現在定量的に定義されている（弊機構のホームページにて公開中）。例えば、ロボット向けに推奨される段差の高さは、6mm以下等である。これはバリアフリー法で規定されている数値基準と似た考え方であり、その数値の多くを参照している。バリアフリーな環境が実現されていれば、それはロボットフレンドリーにもつながっており、スムーズにロボットを導入できる現

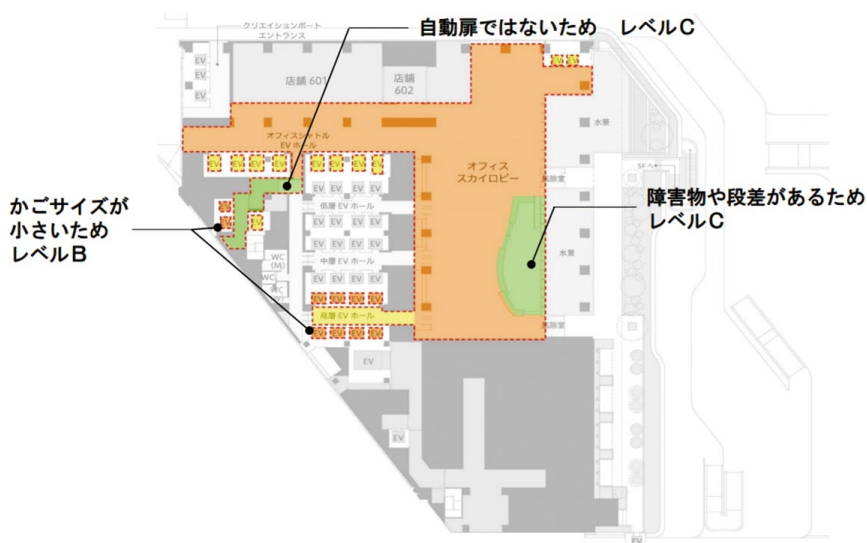


図-3 ロボフレマップ

場も少なくない。

またフロアごとにロボフレ環境が可視化されていることが推奨されており、例えば図-3²⁾の通りである。

このような図を施設オーナーが整備することによって、ロボット導入のハードルを下げる効果が見込まれる。つまり、複数種類のロボットを導入しようとした際、各メーカーの方々が個別に現地調査を行い、それらをビルの管理会社が個別に調整・立ち合いをするようなプロセスを、ロボフレ環境を可視化することによって、削減することができる。

また、共通化されたマーカーの規格も発行されている(図-4)。一般的にロボット毎にマーカーが作られているのが現状であるが、このままだと、複数のロボットを導入した際、そのロボットの種類分だけマーカーを貼ることになってしまう。これだと施設の美観を損なうことになり、施設オーナーや管理会社から、ロボット導入を反対されてしまう恐れがある。そこで1つのマーカーを複数種類のロボットで共有することによって、必要最低限のマーカーのみ貼られるようにすることで、美観を損なうことなくマーカーを活用しながらロボット導入を促進できることを目指している。

3. サービスロボットを活用したユースケースについて

(1) 清掃

現在、清掃ロボットは多くの現場で導入が進んでいる。オフィス・商業施設・ホテル・スーパー・学校・病院等、さまざまなアセットタイプへの導入が行われており、乾式清掃ロボットや湿式清掃ロボットが床面清掃を行う現場が多くみられる。これらが普及している前提として、現場では以下のようなことが行われてい

る。

- ・ロボットの活用に合う契約への見直し
- ・清掃シフトの組み換えや全体の工程の見直し
- ・業態ごとのベストプラクティスの構築
- ・ある程度の広さの確保(ロボットが1度で清掃できる広さが必要)
- ・ロボット導入に積極的な担当の配置

清掃ロボットを積極的に活用することによって床が綺麗になるだけでなく、以下3つのような副次的な効果も得ることができる。

① 清潔度の向上

ロボットは、対象となるスペースを一筆書きで満遍なく清掃するため、清掃のむらが減り、品質が向上する。また、床全体をバキューム掛けすることによって、常に細かな埃まで吸い続けることにより、室内全体の埃の量が減少し、換気扇が通常に比べて清潔に保たれる等の効果もある。ロボットが人に見えるところで清掃を行うことで、施設全体を常に清潔にしているアピールにもつなげることができる。

② 販促活動に利用

自律移動可能なロボットは、清掃を行っていないとき、販促活動に活用することができる。ポップをロボットに付けてフロア内を動き回ることや、販促品を備え付けて、取ってもらうことを促すこともできる。スタッフは、これまで床面清掃にかけていた時間を他の時間に割くことができるので、結果的に顧客とのコミュニケーションが増え、施設の満足度向上につなげることができる。

③ 働き方の改善

勤務時間を夜間から日中時間帯にシフトできるなど、労働時間の改善につなげることができる。例えば深夜帯においては、ロボットが自律移動をしながら床面清掃を行い、清掃員の方は、朝出社後に清掃ロボットの片づけを行うなどである。勤務時間を改善するだけでなく、床面清掃以外のタスクに時間を割くことができるので、高付加価値の作業に注力することが可能となり、全体として清掃品質を向上させることができる。

このように、現在でも清掃ロボットを活用することによるメリットは大きいが、将来的には床面清掃に関して、ロボットが設備(エレベーターやセキュリティ)と連携し、深夜などにタイマー起動して、自律移動しながらロボット単体で床面清掃を終え、清掃スタッフは、ロボットと

作業時間を分け、紙パックを空いている時間に交換すれば良いというような運用になるであろう。現状、清掃ロボットの活用が急激には進んでいない理由は主に2つあり、①ロボットを清掃オペレーションに効率よく組み込むのが難しい、②ロボットが期待や計画通りに清掃を完了できず、ロボットの片づけに人手と時間を要してしまう、ということである。それらの問題を解決するための方法は以下2点であり、それらを実現することによって、ロボット活用の幅が広がる。1点目は、ロボットと人の分業である。人とロボットの作業時間を分け、安定稼働しやすい、人のいない時間にロボットの業務を集中させる。その際、清掃する床面積が広いほど効率的なので、エレベーターやセキュリティと連携させることで、ロボットが清掃可能な範囲を増やすことも重要である。2点目は、ロボット運用を改善し、ロボットの清掃成功確率を上げることである。システムやハードの仕様上、どうしても自律移動することが困難で止まりがちな場所などができてしまう。そういった箇所を清掃範囲から外し、ロボットが苦手なところだけは人で床面清掃を行うことによって、効率的な清掃オペレーションを構築することができる。

(2) 搬送

搬送ロボットに関して、レストランや飲食店などでの活躍が目覚ましいが、他のタイプの施設においても、導入は進みつつある。お食事の下げ膳や配膳はもちろん、書類や物品などのピストン輸送や、定期便と臨時便を1つのロボットで運用し、ロボットの稼働時間を上げる等している施設が、有用にロボットを活用できている。そもそも配送業務を可視化できていない現場も多く、まずどれだけ配送に時間を要しているのか、知ることがロボットを導入する第一歩である。時間が分かれば配送にかかっているコストも算出できることに加えて、どのように配送ルートやタイミングを構築すれば効率的な搬送が実現できるのか、検討することができる。ロボットと人の導線が高頻度で重なってしまうと、ロボットが停止してしまうか確率が上がることや、配送に時間がかかりすぎてしまうなど発生してしまうので、避けることが推奨される。また少量の荷物のみ運んでいると、施設によってはマネタイズが難しくなってしまうので、ある程度のボリュームを一度

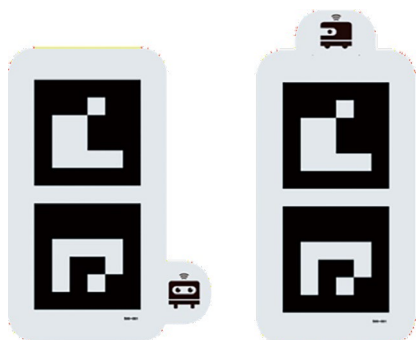


図-4 共有マーカー

に運ぶ必要がある。

搬送ロボットの導入によって搬送効率が上がるのはもちろんのことに加え、以下のような副次的な効果が生まれる。1つ目は、座席の回転率の向上である。これまで人手不足で滞留してしまっていた状況を、ロボットが配送を担うことで改善することができる。2点目は顧客満足度の向上である。これまで物を運んでいた時間を接客の時間に充てることができるので、結果的に顧客に対して細やかなサービスができるようになり、顧客満足度が向上する。3点目は、働き方の改善である。ロボットを活用することによって、配膳に伴う移動距離を削減することができる。また搬送という業務に関して、どうしても単調になってしまう部分があるが、そういった業務から解放され、品質が求められる業務に注力し、アウトプットの質を上げることができる。

多くの大規模施設において、配送業務を自社で行っているところは少ない。基本的には配送事業者における配達員の方々が施設内を移動し、住居やテナントに直接配送を行っている。将来における配送ロボットの活用としては、そういった配送業務を、施設側で担うことが挙げられる。郵便物における再配達の問題が社会問題になっているが、ロボットの活用はそれを解決する一つになりえる。ロボットが館内配送を担う場合、配達員の方々は、荷物をロボットに預けて帰ることができる。もちろん宅配ロッカーとロボットの連携や、法的な課題の整理等は必要であるものの、ロボットが住民からのオンデマンド配送を受け付けて荷物を運ぶことによって、再配達の問題を減らすことができる結果、配送事業者と施設オーナーでWin-Winなスキームを構築することができる。

(3) 警備

警備ロボットは、主にオフィスビルや商業施設での導入が進みつつある。警備業務においては、立ち時間が長くなってしまふことや長い経路の巡回など、どうしても身体への負担が小さくすることは難しい。そういった業務の一部を、ロボットで代替する施設が増えつつある。昨今はAI技術の進歩もあり、道案内や問い合わせ対応も自動化できるケースが増えてきた。警備における重要な業務の一つである案内もロボットで十分にできるようになってきたことで、警備ロボット活

用の可能性は高まりつつある。一方で、他の種類のロボットと同様に、やはり警備ロボットの導入にもハードルがある。契約を見直すことや、ロボットを活かすための人員配置や警備シフトの調整を行うことが重要である。

警備ロボットを導入することによって、以下のようなメリットが生まれる。

①運用効率の向上

ロボットは決められたことを繰り返す行うような業務に向いている。ロボットによって差異はなく、警備の品質を同一化することができる。また点検や保全業務も、設備と連携しながらロボットが行うことによって、効率を上げられる。加えて、ロボットは点検や警備の記録を映像等に残すことが人に比べて容易なので、安定した警備を実現することができる。

②顧客満足度の向上

ロボットを活用することによって、人は人にしかできない業務に注力することができる。例えば落とし物の取り扱いや迷子の案内等、ロボットにはまだ難しい業務の品質を上げられることから、結果として顧客満足度の向上につながる。また警備領域においては、AIを活用したソリューションとの連携が進んでいる。例えば画像解析とロボット活用を組み合わせることによって、不審物検知の効率を上げることなど、施設全体の安全性の向上に寄与できることが期待される。

③働き方や採用の改善

歩く距離や立ち続ける時間が減り、警備員における負担の軽減が実現されるのはもちろんのこと、採用コストの削減や、将来的な賃金上昇を見据えて有効である。現状、ロボットを導入するためのコストや時間はどうしてもかかってしまうが、一度ロボットを導入して運用が成立すると、基本的にはそれを中長期的に継続し、安定した警備を実現することができる。昨今警備員不足が話題になることも多いが、そういった問題にもロボット活用を促進することで対策することができる。

4. サービスロボット・ロボフレ環境の導入方法について

(1) ロボットの導入／定着を実現するために

サービスロボットの導入に際し一番重要なことは、関係者全員がWin-Winになれるスキームを構築することである。ロボットを導入することによって不利益を

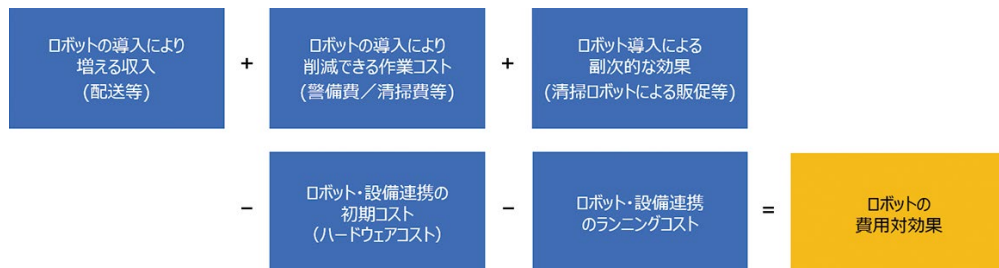
被る関係者がいると、その現場におけるロボット導入は間違いなく進まない。人手不足が年々深刻化しており、ロボットによる代替手段を構築しておくことの重要性は年々上がっている中で、自身のみがロボットによる利益を享受しようとする、結果としてロボットを導入できないままとなってしまう。例えば良く耳にする懸念事項は「ロボットを導入したら委託費が下がるのではないか」ということである。発注側からすると「人よりロボットの単価が安いのであれば、その分委託費を削減したい」というロジックである。ロボット導入においてこのような進め方をすると、結論としてロボット導入は一切進まない。現実問題として、現状ロボットを導入してもコストを削減することは難しいことに加え、受託側のロボット導入を進めるインセンティブが減ってしまうため、ロボット導入が止まってしまうことになる。大切なことは関係者全員がWin-Winになることであるため、発注側も受託側もメリットを享受できるような進め方をしなければならない。これまでの記載の通り、ロボットの導入に際しては、目に見えない効果も多く存在する。目先の金額にだけ囚われてロボットの導入が進まない場合、結果的に多くのメリットを失うことになってしまう。

ロボットを導入するに際し最初に行うべきことは、関係者全員を集め、どんなロボットを導入できるか、そのロボットを導入することによる効果、どんな施設の改修が必要になるか、それに伴うインシヤルやランニングコストをどのように負担するか、ロボットの所有形態、どのように運用するか等、丁寧にすり合わせることである。みんながロボット導入についてメリットを理解し、一丸となって取り組むことで、ロボットの導入と安定した運用を進めることができる。

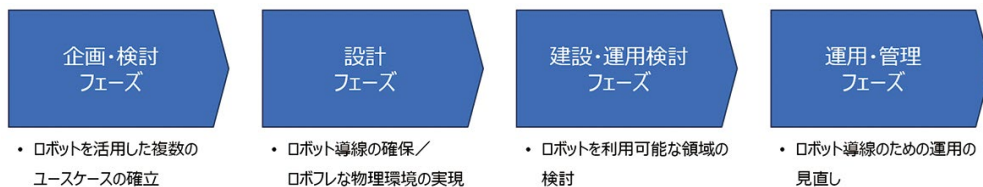
(2) ロボットの費用対効果を実現するために

関係者全員が同じ目標をもってロボット導入を進めるために必要な事項の1つとして、費用対効果の見える化は欠かせない。もちろん定量的に示すことは困難であるが、定性的なメリットやデメリットを含め可視化し関係者内で認識を合わせることで、導入後の運用もスムーズに行うことができる。

ロボットの費用対効果は、図-5のよ



図－5 ロボットの費用対効果



図－6 ロボット活用を検討するフェーズ

うな式で表すことができる。

ロボット活用の費用対効果を実現するために大切なことは「目に見える費用対効果だけにとらわれないこと」に加えて、2つある。

①複数のユースケースを混在させること

エレベーターやセキュリティの連動費用を、1種類のロボットやサービスだけで負担するのは、施設の規模やサービスの価格によっては難しい場合がある。そこで、例えば警備ロボットと清掃ロボットの2種類を導入することによって、施設側のランニングにかかる負担を二分することが推奨される。

②早い段階からロボット活用を検討すること

企画・検討フェーズから運用・管理フェーズに至るまで、ロボットを検討するタイミングは何度か存在するが、最終的にロボットを導入する方針であれば、早いフェーズから検討した方が、より効率的なロボット運用を実現することができる（図－6）。

例えば後のフェーズになって1フロア全て手動ドアになっている等発覚すると、ドアを改造するか、限られた範囲でのロボット活用しか検討できなくなってしまう。企画・検討フェーズからロボットの活用を検討していれば、運用・管理フェーズが始まったときにスムーズにロボットが導入できることに加え、ロボットが活用可能な業務や範囲の幅も広げることができる。なお運用・管理フェーズからロボットを活用したとしても、もちろん間

題はない。先述の通り、バリアフリーな施設が増えているため、結果としてロボット導入のハードルが下がっている施設も少なくない。加えて、ある程度の施設規模が確保されていれば、ロボットを活用して清掃や警備を行っている現場は多くある。現状、いきなりロボットを導入して効率的に運用することは難しい。施設の規模や状況に応じたロボット運用ノウハウを少しずつでも蓄積することは、今後労働力不足に直面することが避けられない中で重要である。

5. おわりに

ロボット導入を進めようとする、ロボットにだけ過剰な安全性を求められることがある。セキュリティゲートを通過するとき友達れ対策をしているのか？等である。しかしながら人で考えた時、セキュリティを通過する際、後ろから付いてきている人が自社の社員かどうか確かめながら通行しているであろうか？ロボットにのみ過剰な安全性を求めてしまうと、ロボットそのものの単価が高額になり、ロボット導入のハードルを上げることになってしまう。ロボットの現状の技術水準を理解し、その技術水準にあった運用を構築することで、人との協業を実現することが大切である。今後人手不足が進む中でも、日本のおもてなし精神がロボットに受け継がれ、きめ細やかな顧客体験をロボットが支えていくことに期待する。

【参考文献】

- 1) (社)ロボットフレンドリー施設推進機構ホームページ(2026年4月27日閲覧)
- 2) (社)日本機械工業連合会 令和4年度革新的ロボット研究開発等基盤構築事業（ロボットフレンドリーな環境構築支援事業）報告書
<https://www.jmf.or.jp/houkokusho/houkokusho-645/>
(2026年4月27日閲覧)