

## 未来のビルクリーニングを想う 清掃ロボット3.0時代への課題と期待

マネジメント21 松本卓三

2017年からグローバル社会が新たな転換期に入り、  
いろいろな変化が生じている。人工知能（AI）、ロボッ  
ト技術の急速な進歩などが、インターネットと結びつい  
て第四次産業革命（IoT）が始まり、社会経済の仕組  
みや生活スタイルにまで、変革の波が押し寄せている。

ビルメンテナンス業界においては、IT活用の遅れ、  
将来像の分析と認識の不足、技術革新の取り組みの遅れ  
などが指摘されているが、目先の喫緊問題である人手不  
足や、契約改定交渉に注力して、短期的に解決策を見出  
そうとしている。

AI、RPA<sup>注1</sup>、ICT<sup>注2</sup>のような新規テクノロジーに  
よる「業務改革」の必要性が認識できていないなかで、  
清掃ロボットの導入は、メーカー側の積極的な開発と営  
業努力により、人手不足対策の短期的解決ツールとして、  
ビルメン業界でも導入が進みだしている。

過去を振り返ると、ビルメン企業は、新規開発の資機  
材やソフトが発売されると、時流に遅れないように、す  
ぐ飛びつくという習性があり、その結果、中途ギブアッ  
プや導入失敗の事例を、かなり多く見聞してきた。

ロボット導入は中長期的には必要なことは間違いない  
が、技術開発の進捗状態を正しく見据えて、最適のタイ  
ミングで、最適なロボットを選択、導入する必要がある。

ビルメン業界では、現場でのソフト研究・開発（使い  
方、作業面の工夫、安全管理など）を、メーカーのハー  
ド開発（操作性、機能改善、安全性能など）に反映させ  
て導入するのが、本来の資機材開発手法である。

これまでの経緯では、メーカーの技術開発情報や新機  
種販売活動に誘引されて、メーカー推奨品を購入して現  
場に入れた結果、使い勝手が悪いなどの現場の指摘、評  
価で、別メーカー品を探すようなムダな実態が多く見受  
けられた。

ロボット導入に関しては、過去の失敗例を反省材料と

して、使用者側からの工夫・アイデア・改善意見を出し  
ていかないと、機能性に優れ、生産性の高い商品（売れ  
るロボット、使いやすいロボット）の開発・普及に大き  
な遅れが生じるリスクがある。

今後のロボット導入の検討は、中長期的に分析して考  
えていく必要があり、筆者としては、下記のプロセスを  
考えている。

### ロボット1.0時代

商品としては、現在販売されている自走式床清掃・床洗浄ロボット

#### （1）必要条件

自走式、自動充電式、自動停止装置付き、清掃仕様（清  
掃箇所、頻度、床材等）のデータインプットによる駆動  
式

#### （2）検討事項、課題点

**1 採算性**——これは、国際投資アナリストの小松伸多  
佳氏が提唱されている「採算の3つの視点」<sup>注3</sup>を十  
分検証する必要がある

- a) **時間採算**：ロボットの導入でヒトの作業時間がど  
れだけ減らせたか？
- b) **損益採算**：ロボットコスト（リース金額、電力代、  
初期設定費用、消耗品・修繕などのコスト）とヒト  
のコスト（賃金、法定福利費、法定外福利費、被服費、  
教育費、採用費など）を比較した採算性
- c) **リスク採算**：病欠や退職による現場欠員などの不  
足事態リスクを保険がカバーできないので、ロボッ  
ト代替によるリスク回避保険とする考え方。採算的  
には欠員対応コスト（代替要員やりくり時間コスト、  
補充人員募集・採用コスト、教育コストなど）と、  
ロボット代用コスト（現場移動費、時間コストなど）  
との比較採算性

- 2 **安全装置の信頼性**——故障による暴走、データーミスによる過度走行などの事態での停止方法の信頼性（ヒトが停止ボタンを押すのか、自動緊急停止装置が作動するのか?）
- 3 **トラブル発生時の再駆動**——夜間の無人駆動状態で、マシントラブル発生時の再駆動、停電による充電できないときの作業やり直しによる全作業やり直しが必要になる可能性
- 4 **ゴミ集塵最大量と対象床面積の制限問題**（時間当たりの集塵量とゴミ廃棄方法）——これはメーカーの開発が進めば、解決する課題とは思いますが、1.0時代では無理か?
- 5 **移動性能**——エレベーター自動乗り込み式は? 複数階の清掃可能型か?（2.0時代以降では解決可能と考えられる）
- 6 **ヒトの補佐役か、協働型か**——現状はヒト依存型ではないか?

### ロボット2.0時代

商品的には、現在の清掃ロボットの改良モデルで、ヒトとの協働作業が可能なロボット

#### (1) 必要条件

完全自動型（短時間自動充電、フロアレイアウト自動計算、停止などのトラブル通知システム）、フロア自動移動型、吸引力最大化、清掃速度アップ、改良安全装置の装備

#### (2) 将来への開発課題/3.0へのステップアップと件

- 1 **二本足歩行ロボット開発の布石となる第二世代ロボット**——具体的には、Boston Dynamics 製<sup>注4</sup> “ATLAS”ロボットの進化タイプが理想的なモデルであり、3.0時代の切り札と考えられる
  - ▶ 二足歩行：歩行速度は人間のウォーキングレベル
    - ☞ カート押し、ドア開閉可能
  - ▶ 屈みこみ可能、転倒後の自動起立可能
  - ▶ 重量物持ち上げ、搬送・移動可能
  - ▶ 自発的行動コントロール型
    - ☞ 自ら現場に行き、規定の作業ができる
- 2 **開発コスト**——製造コストが莫大な金額になるので、採算性の検証が必要である

#### (3) 1.0からの時間予測

AI と RPA の技術開発スピードの予測が難しいので、2.0時代の到来が、2030年頃か、2045年のシンギュラリティ時代<sup>注5</sup>までかかるのか、断言は難しいが、筆者は

2030年には市場に出てくるのを期待している。

### ロボット3.0時代

ヒトとの協調作業がやれる自動二足歩行ロボット+腕・手・指を装備するタイプ。ヒトが主役・ロボットは脇役の考え方から、協調作業型（一緒に清掃作業を分割して効率的に行う作業スタイルで、2次元清掃（床面と壁面も可能）も可能

#### (1) 必要条件

- 1 自動走行、二足歩行、歩行速度、人間のウォーキングレベル
- 2 5本指で各指が人間に近い動きができること、モノを掴む力を自動調整する
  - ☞ モップ・ダスターのハンドルが握れること
  - ☞ 清拭の布、クロスをつかんで、拭けること
  - ☞ スプレーボトルのハンドルを操作できること
- 3 動画、写真撮影可能であること
- 4 遠隔安全コントロール装置付き
- 5 コミュニケーション能力：顔認証、音声認識、案内

#### (2) 課題点

##### 1 時間採算

- ▶ ロボットの作業速度：手指の操作速度、作業時間（ヒトの速度との比較計算）
- ▶ ヒトの労働時間短縮化：作業人員の減員メリットは?

##### 2 損益採算

- ▶ ロボット費用：購入金額+電気代+メンテナンスコスト、プログラム費等
  - ☞ 時給換算は1.0時代より厳しくなる?
  - ☞ ロボット金額が安くなる?
- ▶ ヒトのコスト：人件費、早朝、深夜残業代、社会保険料、被服費、教育費
  - ☞ 最低賃金1,500円時代として、時間当たりのコストは?

##### 3 リスク採算

- ▶ 保険料金：ロボット安全保険（第三者賠償、対物・対人補償限度額）
- ▶ 故障リスク：代替要員・代替ロボットのコスト、修理コスト
- ▶ 事故リスク：保険不担保保証のコストは?

##### 4 開発コストと複雑な製造組立工程

筆者が調べた限りでは、現状の産業ロボットの場合、手・指の設計・製作は、部品数が多く、製造コストと組立コストが高いが、ヒトの作業コストと比較して、生産性ははるかに優れ、24時間作業可能であり、採算性が良く、導入が進んでいる。

清掃ロボットの手・指の場合は、より柔軟で精密な動きが必要となり、部品点数は、産業ロボットよりも多く、自動車製造部品数に匹敵するらしい。従って、ロボット価格は相当高くなるに違いないが、今後の技術進歩の発展により開発速度が更に早まれば、コストも低くなり実用性が出てくると思われる。

しかしながら、ヒトの清掃作業時の腕・手・指・足の動作の素早さ、細やかさにロボットが追いつくには、まだまだ時間が必要である。3.0ロボットが自立して現場作業するには、相当の時間が必要であり、それまでは、ヒトの作業との補完、協働役となろう。

### 裴棄のビルクリーニングとは

未来のビルクリーニングにとっては、2045年以降に到来する「シンギュラリティ」時代が大きな影響を与えるであろう

まずは、ビルオーナーがAIを活用したプロパティマネジメントソフトを導入すると考えられる。その場合、ビルデータ（築年数、床面積、部屋数、トイレ数、利用者数など）を、AIが解析して、ビルの最適メンテナンス要求水準書（仕様、作業計画、性能達成基準など）を作成する。ビルメン側は、それに沿って金額を提示する方式になるであろう。

ビルクリーニングにとっては、ロボットによる清掃が基本となり、清掃作業員の仕事内容は、ロボットの補完作業が主となり、作業時間は相当減ることになる。ゼロにはならないが現在の作業時間の10~30%程度になれば、人手不足は解消する。ビルメンとしては、インスペクション作業（これも先々はロボット化されるだろう）、緊急クレーム処理対応およびロボットのメンテナンスリース（リース契約、修理、点検、ソフト交換など）が、主たる業務になると考えられる。

21世紀末のビルを大胆に予測すると、ビル内の設備機器類は不要となり、ビルのインフラ（電気、水道、ガス、通信など）が、地域運営管理センター（仮称）からの供給となり、運転監視、保全も、センターから統括管理されるので、ビルにはボイラー、電気設備、空調機器などの一次側の機械設備がなくなり、中央監視盤もなくなり、無人運転ビルに近くなると想定されている。

地域運営管理センターでは、AI装備のロボットが地域ビル群の運転、保守、修理・修繕などを実施し、巡回点検も自動的に計画、実施し、予防保全も行うイメージである。

ビルクリーニングの場合は、床材、壁材、衛生機器な

どが、急速な技術革新によって、6か月間クリーニング、インスペクションが不要となるかもしれない。そのときのビルメンテナンス業は、企業形態が変化し、複数ビルメン企業の共同事業体や、プロパティマネジメント企業とビルメンテナンス企業の大規模複合グループが主体となるだろう。

これまでの多くの機会に「ビルメンテナンス業のリスク」について警告してきたが、これからは、「BM業界の不確実性への取組対応」を啓蒙していくつもりである。いわゆるリスクは計算できるが、不確実性は計算も予想もできないものである。現代風に言えば、天気予報のリスクは計算できるが、トランプ政権は不確実性の象徴であり計算も予測も不可能である。

今後、ビルメン業界は、不透明、不確実な環境を迎えることになり、生き残りのために、まったく新しい解決策を見出す必要が出てくる。その場合に、AIとロボットが多額の役割を果たすキーとなることを期待したい。

ロボット開発とビルクリーニングの将来を考えると、ビルオーナーや社会・経済環境の変化に取り残されないように、十分に観察、分析する必要性を認識してもらいたい。

【注1】RPA (Robotic Process Automation) ●ロボット化による作業工程の自動化。これには第三代清掃ロボット（完全自動独立両手・二足歩行型）も設備機器自動点検ロボットも含まれる

【注2】ICT (Information and Communication Technology: 情報通信技術) ●スマートフォン、iPad等のIT機器の活用による、現場—本社・支店の情報連絡技術による効率化、生産性向上を図るツール、技術

【注3】引用出典 ●小松伸多佳「人が集まらないビルメン経営〜ロボットという選択肢」(全国ビルメンテナンス協会『月刊ビルメンテナンス』2017年3月号)

【注4】ソフトバンクグループが、Boston Dynamicsとの技術・資本提携を進めるという情報があつたが、相手は兵器ロボット開発会社であり、アメリカ政府は国防上のリスク問題から許可しないとの情報が流れた。本年5月には、ソフトバンクロボティクスが、Brain Corp.社の技術を応用した自動床洗浄機RS26をビルメン現場に納入開始した。現場での機能評価を待つ必要はあるが、前評判は良好である。

【注5】シンギュラリティ (Singularity: 特異点) ●AIが人間の全知能を超える時点。AIとロボットが、人間の思考・言動・労働を全てこなせる時点を意味する。2045年以降との予測が多い。そのときには人間の作業、仕事が、AI・ロボットに代替される割合が高くなり、社会経済・生活スタイルが、まったく変わってしまう未来社会である。極端に言えば、工場の生産は無人数化され、頭脳労働が必要な企画、営業、採用、教育等はロボットやAIに代替されることになる。