

特集—ウィズコロナ、アフターコロナ

ポストコロナ社会の除菌・清掃ロボット CL02 と サイバニクス産業の展開

～ 紫外線除菌・除菌剤噴霧機能を搭載した除菌・清掃ロボット CL02 ～

山海嘉之*

1. はじめに

2019年に発生した新型コロナウイルス感染症(COVID-19)は世界を震撼させた。日本では2020年1月に国内初の陽性感染者が確認され、これまでの国内外での感染者数、死者数は驚愕に値する。初期の報道等から状況を把握し、2020年2月には、この状況に対応すべく当社の清掃ロボットCL02に除菌剤を噴霧するユニットを搭載したバージョンを急ピッチで開発し、2020年3月末には、羽田空港に第1号が導入されることが決定した。短期間でCOVID-19への対策ができた背景には、羽田空港での初期型から最新型に至る当社の清掃ロボットの実展開と技術進化の実績、オフィスビルやショッピングセンターでの同様の実績、関連企業と事業連携推進の実績があったことは言うまでもない。初期段階では、ウイルス除菌剤を噴霧するユニットを搭載することで対応したが、その後、さらに除菌戦略を考え、CL02の底面に紫外線照射ユニットを搭載した。これにより、三次元空間への除菌剤噴霧機能に加えて、床平面への紫外線照射機能が加わった「紫外線除菌・除菌剤噴霧機能を搭載した除菌・清掃ロボットCL02」が誕生した。2020年9月から本格出荷が始まり、諸外国からの人流集中が懸念された空港では、2020年の段階で、羽田空港では8台、成田空港では10台が導入された。全てのCL02はクラウドベースでつながり、どこを消毒したか、どこに清掃を集中すべきかなども、導入した管理者側で把握できるようになっている。

このように、次世代技術として注目される様々な技術が搭載されて実運用されるためには、基盤と

るテクノロジーを常に高めていくこと、日常的な実運用を通してフィードバックを得て改善・進化に取り組むこと、そして、全体構想とサブ構想をタイミング良く調整することで、先手先手で動き適応力・進化力を高められていると実感している。サイバーデザイン社では、人とロボットとの関係を装着レベルからCL02のような自律・協働レベルに至るまで、一体的にフレームワークとして設計し、このような取組みを、ロボット産業、IT産業に続く新産業「サイバニクス産業」へと展開させようとしている。多少時間がかかることもあるが、重要な取組みと考えている。

本稿では、『サイバニクス』という『「人」+「サイバー・フィジカル空間」の融合]がもたらす取組みを、「ポストコロナ社会の除菌・清掃ロボットCL02とサイバニクス産業」という観点から紹介し、ポストコロナ社会(ウィズコロナ/アフターコロナ社会をまとめて表現)でのパラダイムシフトを牽引する各種取組みと成果、新たな分野への普及の道筋や今後の課題等について述べてみたい。

2. 除菌・清掃ロボット CL02

2.1 CL02の本体概要

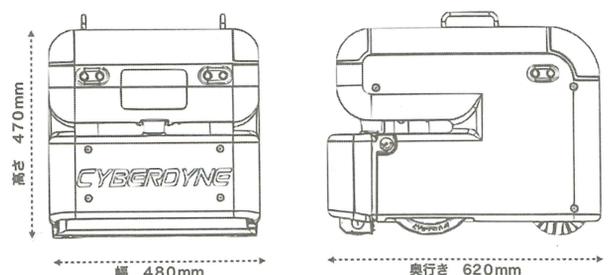


図1 前面、側面から見た外形寸法

* CYBERDYNE株式会社 代表取締役社長
筑波大学サイバニクス研究センター 研究統括
筑波大学未来社会工学開発研究センター センター長

除菌・清掃ロボットとしてのCL02は、基本となる清掃ロボット（図1）に除菌機能が付け加えられたものである。そのため、まずはCL02の基本となる本体について述べる（図2）。CL02本体部分の外形寸法は、高さ470mm、幅480mm、奥行き620mm、バッテリーを含む重量は62kgである。清掃面積はフル充電で約3000m²、最大安全速度は4km/hとして設定されている。タブレット（iPad）が付属されており、タブレットでユーザインタフェースソフトを利用してCL02を運用する。通常はバッテリーを充電して利用し（約4時間）、充電状態などの情報は情報提示用LCDに表示される（図3）。予備バッテリーを交換しながら用いたい場合には、背面から簡単に着脱が可能である。

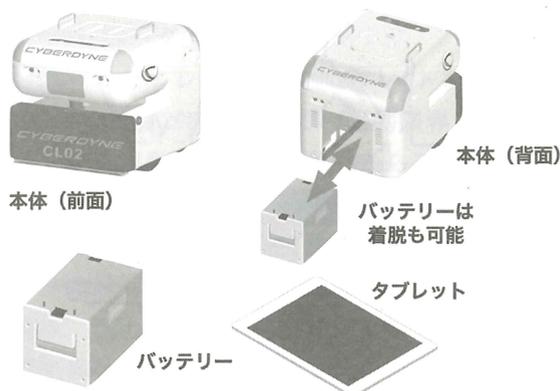


図2 CL02本体の構成



図3 通常利用での充電の様子

2.2 除菌・清掃ロボットCL02の特徴と機能



図4 CL02に関連する主なセンサ

基本機能に関連する主なセンサを図4に記し、CL02の特徴と基本機能を以下に列挙する。

2.2.1 主な特徴

特徴1：簡単な経路設定

- ・ティーチングプレイバック

経路をタブレット操作又は手押しで教えると、そのとおりの経路に沿って作業を実行。

- ・自動経路生成

エリア内の清掃経路を自動生成し、作業を実行。

- ・QRコードで作業内容を認識

作業領域の情報はQRコードでも記憶されるため、QRコードを読み込むことでも作業を実行。

特徴2：圧倒的な清掃能力

- ・広大な清掃エリアを清掃

半径30m先までの壁を検知して広い空間を扱い、フル充電で約3000m²のエリアの清掃を実現。

- ・高速自律走行

最大速度4km/h（人と共存する空間で作業するため、安全最大速度を4km/hに設定）。

- ・高い吸引力

清掃ロボットとして業界トップの吸引力。フローリングやカーペットなどの床面に対応。底面のブラシが回転して目地の奥のゴミを叩き出し、高い吸引力で集塵。紙パック方式であるため、ゴミ捨ても簡単で衛生的。

特徴3：独自開発の3Dカメラによる障害物検知、空間認知

- ・進行方向の障害物を立体的に検知
- ・広域でのより高度な自己位置認識
- ・曲面形状のR壁等の複雑な構造壁に対応（ガラス仕切りにも対応）
- ・安全停止機能
- ・想定外の障害物がしばらく検知されると、清掃中は管理者側に通知し、移動中はリルート

2.2.2 基本機能

CL02には、通常の移動ロボット同様に、LiDARでの自己位置推定、障害物との衝突回避機能が基本機能として備わっている。必要に応じて超音波センサを利用することも可能となっている。実環境では、床面反射やガラス張りのエリアなど、ロボットを悩ます様々な環境が存在するが、CL02は、さらに独自開発の3Dカメラが組み込まれており、業界トップクラスの性能を発揮し、実環境で業務を遂行している。独自開発の3Dカメラの搭載によって、CL02は進行方向の障害物を立体的に検出し、安全

に一時停止をしたり、障害物を避けて作業を継続したりすることが可能となる。LiDARは良い技術ではあるが、独自開発の3Dカメラとの組合せによって、より安定的に環境情報を取得できるよう高度化されている。

2.2.3 除菌剤噴霧、床面への紫外線照射による除菌機能

ウイルスなど感染症対策として、除菌剤噴霧機能による手すりやベンチ、床面などの除菌、CL02の底面に配置された紫外線照射機能による床面除菌、除菌後にホコリのついた菌の吸引を行うことで、最先端の自律走行技術を活用した非対面・非接触での除菌作業を実現している。紫外線の照射に関しては、人体に影響しないようCL02の底面から床面に対して小さなクリアランスで紫外線照射用光源アレイを配置し、距離の2乗で低下する殺菌力の低下問題と安全性の両方を解決している（特許出願済み）。図5に実際の稼働の様子を示す。



図5 除菌剤を噴霧し、床面に紫外線を照射しながら清掃を続けるCL02

2.2.4 ロボットから人へ作業情報をフィードバックする機能

除菌エリアの走行ルートの可視化、ゴミ分布マップの可視化は、管理者が適切に施設を管理する上で重要であるが、これら可視化された情報をロボットから人へフィードバックする。清掃後、CL02が作業エリアのゴミ分布マップを生成して作業結果が可視化されるため（図6）、どこが人流の多く汚れやすい場所であるかを把握することで、施設管理者は施設利用者へのサービス向上のために、効果的・効率的な取組みや事業戦略策定などを行うことが可能となる。このような可視化技術は、清掃の向上に貢献するだけでなく、使い次第で事業推進にも貢献することになる。

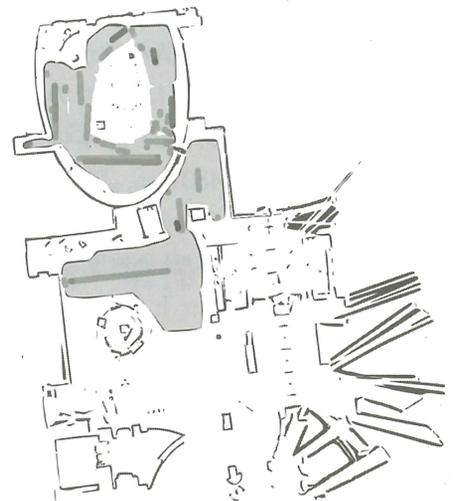


図6 可視化されたゴミ分布マップ

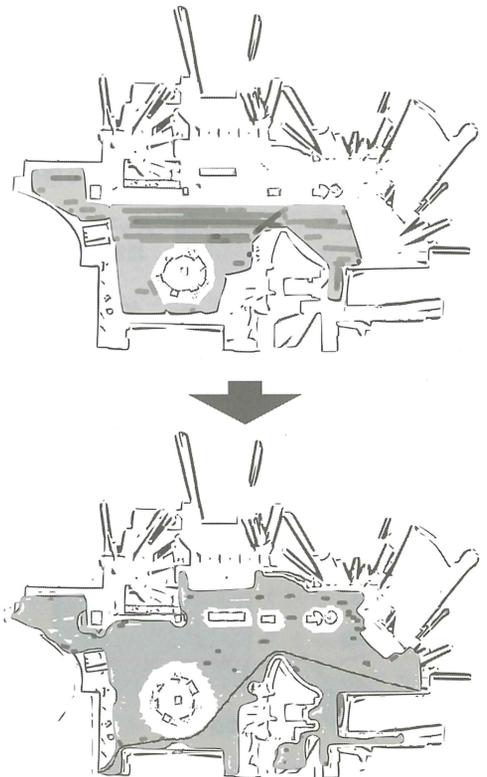


図7 可視化されたゴミ分布マップの推移

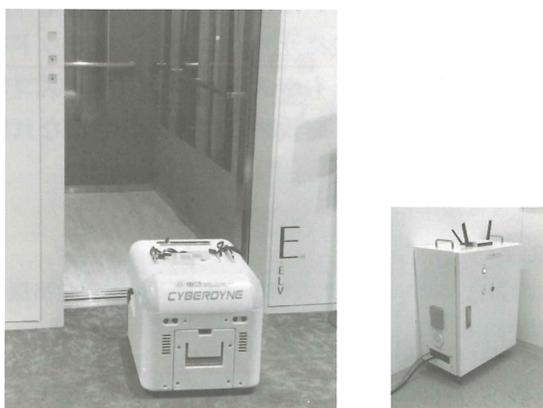
図7は、可視化されたゴミ分布マップが、実際の運用を通して推移している様子の例である。ホコリなどのゴミが集中している場所（この図では濃い灰色の箇所）は、イベントなどで人流が多かったり、人による清掃が難しい場合だったりなど、何かしらの理由でそのような状態になっていると考えられるが、濃淡（実際にはカラー表示）の分布の推移が可視化されフィードバックされると、管理者側では様々な計画を立てることが可能となる。ゴミが多い場所は低速でじっくり清掃し、ゴミが少ない場所は高速で

短時間で清掃するだけでなく、統計処理に基づいて予測的に機能させたりすることも可能となる。このようにゴミ分布マップの空間的・時間的な推移のフィードバックは、施設の運用にとって貴重な情報となる。図7の例では、どのエリアも良い清掃状態へと推移し、適切な清掃状態を実現している。何が現場で起きているかを捉えることは、施設管理者、経営者にとって重要なことである。

ゴミ分布マップの情報提示と同様に、除菌剤の噴霧を行ったルート、床面への紫外線照射を行ったルートは、除菌・清掃ロボットCL02があらかじめ指定されたルート情報に従って実際に噴霧作業や紫外線照射作業を行った情報として提示され、図6、図7に示されるようなマップ上で確認することが可能となる。

2.2.5 エレベータ連動機能

独自開発したエレベータ連動ユニットを設置することで、CL02は二次元平面での移動限界を突破し、エレベータと連動して二次元移動から三次元移動へと移動空間を拡張させることが可能となる(図8)。現在、我が国の大手3社(三菱、日立、東芝)のエレベータに対して連動させることが可能となっており、順次、他のエレベータ会社への対応を進める。この取組みは、サイバーダイン社のみが利用するものではなく、広く社会インフラとして競合企業を含めて利用できるようにすべきであると考えており、政策的な観点からも関係機関との協調を重視している。



CYBERDYNE社のエレベータ連動ユニットを設置すると、4G /LTEを通じて、CL02は自動でエレベータを乗降できるようになる

図8 エレベータ連動ユニットと連動の様子

2.2.6 環境センシング機能

オプション機能として、小型の環境センサを簡単に付加することができる(図9)。これにより、CL02

は、作業空間の温度、湿度、気圧、音圧、照度を計測することが可能となる。大型施設やビル内の環境がどのような状態にあるかなどをマップ化することで、ビル管理が高度化される。適切な生活空間の管理や人流管理へとつながる。



環境情報(温度、湿度、音圧、照度)を捉えるためのサイバニックデバイス

図9 環境情報収集用のオプションセンサ

3. サイバニクス・クラウドとの連動

3.1 除菌・清掃ロボット用クラウド“CYCLES”

CL02は、ロボット単体では上記のような特徴や機能を有しているが、除菌・清掃ロボット用クラウド“CYCLES(サイクルズ)”というクラウドシステム(図10)によって情報管理され、データ基盤の観点から高いユーザビリティと高度な管理機能を実現する。CYCLESは、CL02に特化させたクラウドシステムであるが、さらに発展させるため、基幹システムとなるCYBERNICS Cloud(サイバニクス・クラウド)との統合が進んでおり(図11)、サイバーダイン・クラウドシステムとして実運用されている。

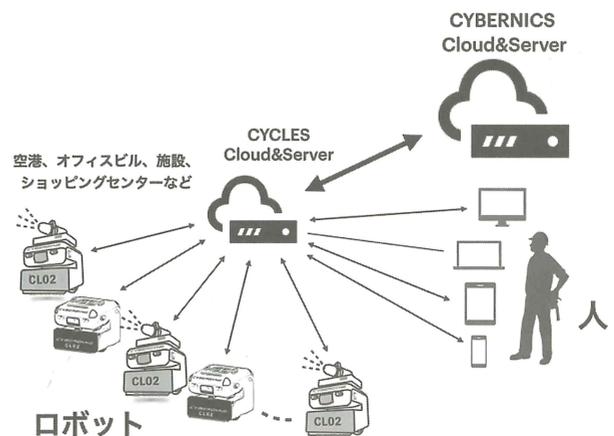


図10 除菌・清掃ロボット用クラウドCYCLESとCYBERNICS Cloudとの連動

3.2 サイバニクス・クラウドとの統合によるポストコロナ社会のサイバニクス産業の展開

サイバーダイン・クラウドシステムは、病院での進行性の脳神経・筋疾患を治療するためのロボット治療(医療用HALによるサイバニクス治療)や、コロナ禍で通院できなくなった方が自立支援用(HAL

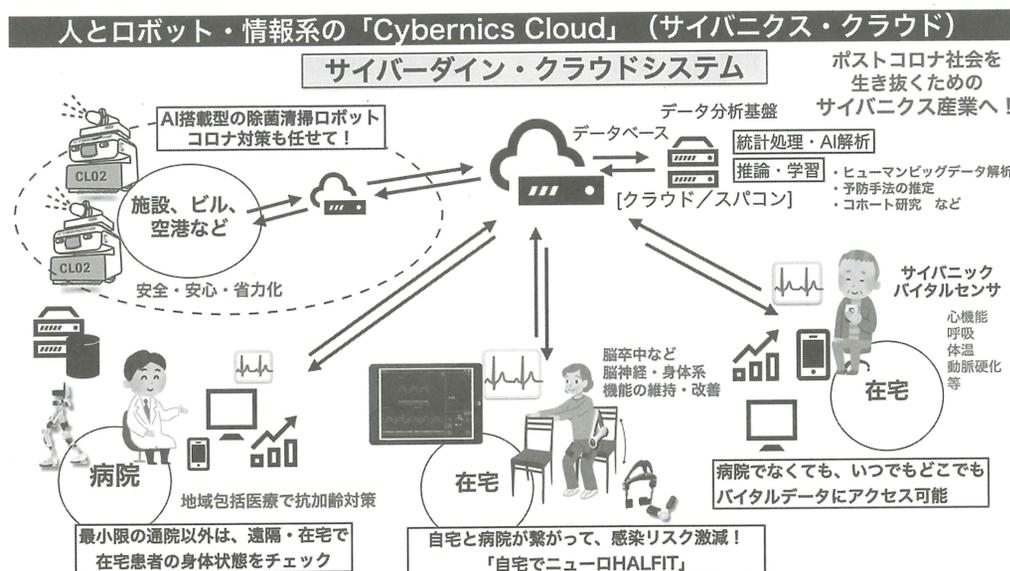


図11 サイバニクス・クラウド

腰タイプ)を利用して自宅でNeuro HALFITという機能改善プログラムなどを、ネットワークを介したクラウドシステムでつなぎ、コロナ禍の中であっても、病院(医療)と自宅(非医療)がシームレスにつながっていくためのシステムとして運用されている。近々、これにバイタルセンサが加わる。本稿で紹介した除菌・清掃ロボットCL02に代表される自律ロボットが活躍する生活空間、メディカル・ヘルスケアの空間、そして自宅がつながることで、「人」と「ロボット」がつながり、「人」+「サイバー・フィジカル空間」が融合された『サイバニクス空間』を扱うテクノロジーの基盤化が進んでいく。

今回の新型コロナウイルス感染症は、我々にウイルスの脅威を再確認させた。今後、別のタイプのウイルスが自然発生するか、人工的に作られるかは分からないが、我々人類は、次のパンデミックを視野に対応策を生み出していく必要がある。ロボット産業が創出され高品質で強力な生産力が実現され、IT産業によってサイバー空間での時間を問わない経済社会が形成されてきた。テクノロジーとともに超高齢社会となり、パンデミックが世界規模で起きてしまう時代の地球村では、「人」に焦点を当てた産業が役割を担うことになる。

ロボット産業、IT産業に続く新産業「サイバニクス産業」が産声を上げ動き始めている。現在、サイ

バニクス産業の創出に注力しようとする協業企業、提携企業との連携が活発化している。ロボット系、情報系の分野の方々が、ポストコロナ社会の産業の在り方を考える機会にもなるので、問合せについては大歓迎である。

4. おわりに

本稿では、「ロボット」を話題として、紫外線除菌・除菌剤噴霧機能を搭載した除菌・清掃ロボットCL02を中心に、ポストコロナ社会でのテクノロジーの姿を紹介する機会を頂戴し、ロボットを取り巻くフレームワークとしてサイバニクス産業という出口についても紹介させていただいた。本誌の特集の趣旨に鑑み、本稿の最後にサイバニクス・クラウドを紹介した。多少なりともポストコロナ(ウィズコロナ、アフターコロナ)時代の取組みの参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 山海嘉之: サイバニクスが拓く未来, 筑波大学出版会 (2018)
- 2) 垂澤清三: ビルのインテリジェンス化を支援 — 拡張性の高い除菌・清掃ロボット「CL02」, 週刊ビル経営, ビル経営研究所 第1165号 pp. 5 (2020)
- 3) 齋藤英彦 編: 医の希望, pp.3-30, 岩波書店 (2019)