

清掃ロボットの運用実験 報告書

平成31年3月



公益社団法人東京ビルメンテナンス協会

はじめに

平素は、当協会の事業にご理解とご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。
当協会は平成 29 年度、性能検証と清掃力評価に主眼を置いた「清掃ロボットの
実証実験」を行い報告書として発表しました。その後、平成 30 年 6 月には当協
会主催の「ビルメンテナンスフェア」において、清掃ロボットのセミナーやデ
モを行なう等、様々な機会を通して清掃ロボットに関する情報を広く提供して
おります。会員各社様においては、「労働力不足」対策の一つの緩和策として
注目を集めているところではないかと推察されます。

そこで平成 30 年度は、清掃ロボット活用をより一層進化させる為に、現場に
おける運用技術の確立を主目的に、三社三現場のご協力を得て運用実験を実施
してまいりました。調査内容は、実際の現場における三者三様の異なった環境
の中での運用実験となっております。例えば、ロボット単体での専用部・共用
部での運用。或は、繊維床材において複数台を稼働させ人とのコラボレーショ
ン作業を目指した運用実験等、様々な局面を想定した運用技術の確立を目指し
たものとなっております。

一方、「労働力不足」から派生する作業負担の増加懸念に対する対策として
清掃ロボット活用による作業負担軽減に視点を置いた、障がい者による清掃ロ
ボット活用の可能性を探求すべく、都内三校の特別支援学校の教員及び生徒の
皆様の協力を得て調査を実施しております。

当委員会は、この業界の取巻く現況を鑑み 2 年間に渡り「清掃ロボットの現
場活用」という大きなテーマに向けて調査研究を実施してまいりました。今回
報告書としてご提供させていただくこの情報は、その負担軽減策の一つとして
「清掃ロボット」が、その役割を果たせるツールとして活用出来るのではない
かという希望が見えてきたように思われます。しかしその反面、浮かび上がっ
てきた課題があることも事実であります。

これまで 2 年間行なってきた「清掃ロボットの現場活用」における「実証」
並びに「運用」実験は、これでひとまず終了することになります。会員各位に
おかれましては、当協会が発信した情報を様々な角度から精査選択していただ
き、現状の大きな課題となっております「労働力不足」対策における負担軽減
策のひとつの情報としてご活用いただければ幸いに存じます。

最後になりましたが、今回ご協力いただ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
委員長 野口 博行

目次

1	清掃ロボットの運用実験について	1
	(1) 検証趣旨	
2	清掃ロボットの導入検証に関する報告	
	(1) 1台による運用事例報告	
	① 共用部への運用	5
	導入会社：株式会社ビケンテクノ	
	② 専用部への運用	13
	導入会社：グローブシップ株式会社	
	(2) 複数台による運用事例報告	
	① 共用部への運用	19
	導入会社：株式会社小田急ビルサービス	
	(3) 導入検証結果全体のまとめ	31
3	特別支援学校における清掃ロボット活用の可能性調査（アンケート調査）	
	(1) 集計結果	35
	(2) まとめ	69
	(3) アンケート用紙	70
4	総括	77
5	謝辞	81
6	付録	
	平成29年度報告概要	85
	ビルメンテナンス会館における実証実験	

1 清掃ロボットの運用実験について

(1) 検証趣旨

検証趣旨

平成 29 年度、清掃ロボットの種類や性能調査を目的に東京ビルメンテナンス会館を利用して調査活動を行った。その活動の中で各機種の特徴や各メーカーの取り組み方等、一定の検証結果を出すことが出来た。平成 30 年度は、昨年度の検証結果を踏まえ、実際に現在清掃業務を実施中の現場で「清掃ロボット」を導入した。

導入方法として、以下の 3 つのケースで行った。

- ・清掃ロボット 1 台による運用事例 ～共用部への運用～
- ・清掃ロボット 1 台による運用事例 ～専用部への運用～
- ・清掃ロボット複数台による運用事例 ～共用部への運用～

検証結果については、この後のページで詳しく記載しているので是非参考にして頂きたい。

今回の実証実験は昨今の人手不足を補うために、清掃ロボットは必要なツールであると確信し、どのような方法で活用すれば良いか、この実証実験を行うことで見えてくるものがあった。実際に清掃ロボットは各メーカーが様々な機種を開発又はアップデートしている状況で、まだまだ検討・改善の余地があると考え。今回一旦報告はするが、今後本格導入する現場が増えるように、各メーカーにも積極的に使用者側の意見を申し入れる等、貪欲に取り組むたいと考える。

※導入検証で使用している清掃ロボットは、自律型床面清掃ロボットをさします。

2 清掃ロボットの導入検証に関する報告

(1) 1台による運用事例報告

① 共用部への運用

導入会社：株式会社ビケンテクノ

使用機種：アマノ(株)「RcDC」

清掃ロボットの導入検証に関する報告

株式会社ビケンテクノ 川端 雅人
検証担当者 浅野正太郎
茅森 健
坂井 悟

1. 目的

今回の実証実験は、「自律型床面清掃ロボット」(以下、清掃ロボットという)について、様々な種類の清掃ロボットが存在する中、昨年度は各メーカー様のご協力を頂き、各清掃ロボットの特徴を東京ビルメンテナンス協会の館内を利用して検証した。今年度は実際に現場で清掃ロボットを利用して、その実用性等について検証を行った。

2. 施設概要

建物規模：地上 21 階、塔屋 1 階、地下 4 階
延床面積：114,839.51 m²
対象フロア：4 階～6 階 8 階～10 階
施設用途：オフィス



3. 現場状況

勤務時間：8：30～17：00
作業場の制約：ロボット掃除機の走行は 8 時までとする

4. 運用の検証方法

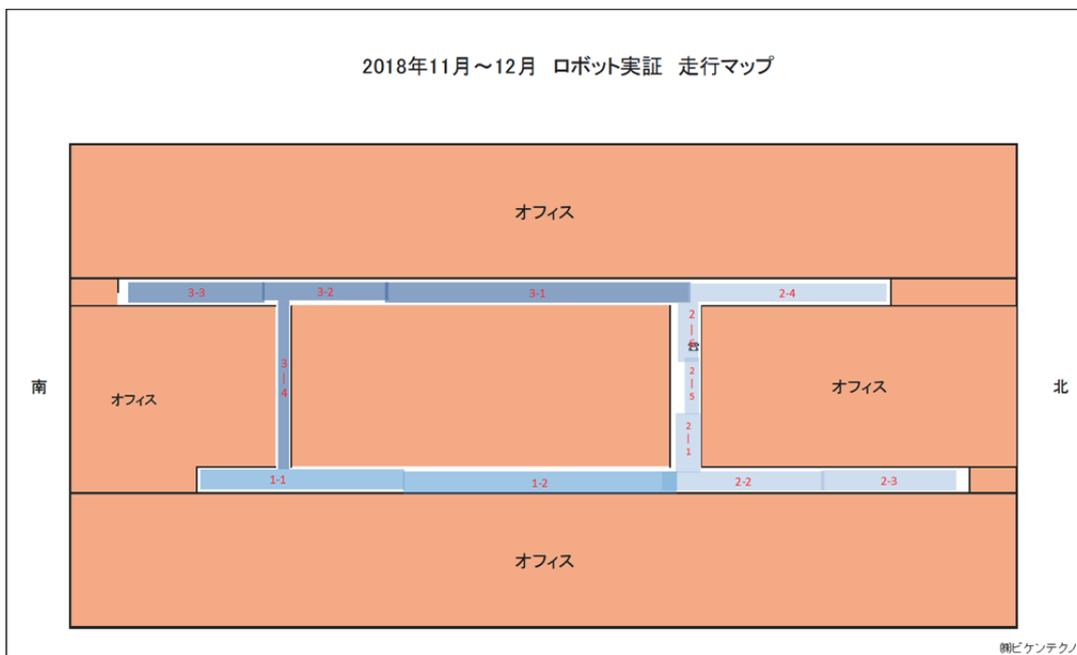
投入するロボットについて：アマノ(株)製 RcDC (1 台)
稼働時間：7：00～8：00
人のシフト：共用部廊下の除塵は、1 名あたり 1 日 1.5 時間から 2 時間をかけ、2 フロアを担当している。その分をロボット掃除機に任せ、検証を実施。効果の検証については、実走マップの確認と回収したゴミの量で行う。

5. 清掃エリア

清掃エリア：下記図面参照

作業時間：7:00～8:00

床材：タイルカーペット



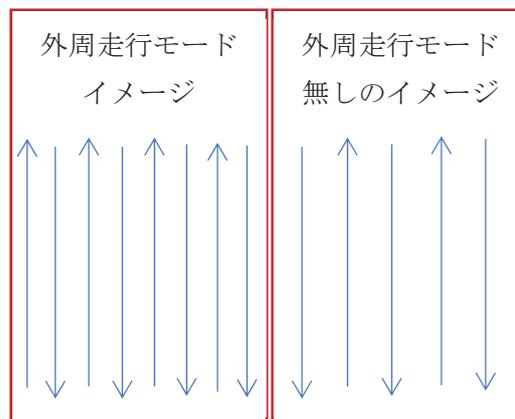
6. 運用時間

ロボットの稼働時間：1フロア当たり 800 m²/時で作業時間 44分～88分

(外周走行無しモード=45分～60分、外周走行有りモード=88分)

※外周走行有りモードの場合は、外周走行無しモードの廊下の端 30cm に対し、廊下の端 15cm まで寄って清掃することが可能であるが、同フロアで 2 倍の時間がかかった。

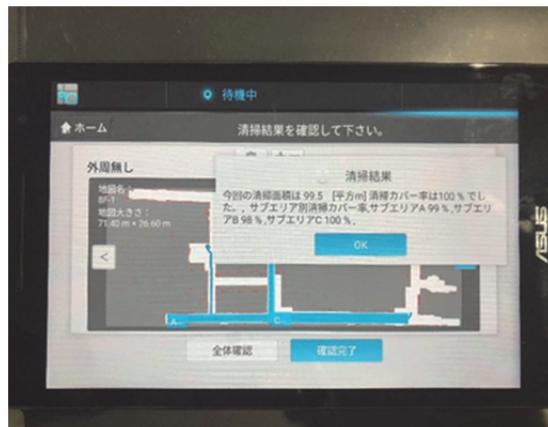
作業時間の比較：作業者が行う 1フロアの廊下除塵時間を 45分～60分を、15分程度短縮する結果となった。



7. ロボット掃除機運用による効果

■ 走行モードの選択

外周走行の場合、指定マップの端を1.1kmで外周走行し、1周した後にマップ内側を塗りつぶし走行する。外周無しモードは廊下の端まで30cm位までしか寄れないが、端は人が清掃を行うという運用であれば、時間のかからない外周無しモードが効率的であった。

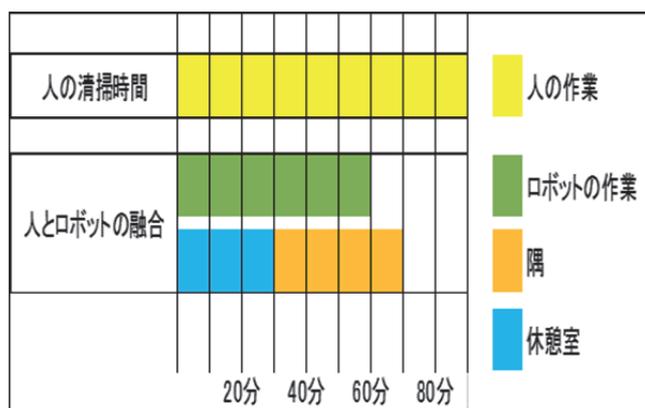


■ 作業品質の向上

ロボットは指定マップ面積の100%または99%という精度で除塵走行を行うので人が掃除機掛けを行うと抜けが出る事があるが、ロボットではほぼカバーできる。



また、現在の人で行う共用廊下除塵作業は、90分で800㎡(528㎡/時)の床面清掃をしているが、内、ロボットが320㎡を受け持つことで、作業者は90分で480㎡(316.8㎡/時)の作業となる。人の手で、ロボットが清掃を行わない範囲(廊下の端・E Vホール)に集中して作業が可能。



■操作方法の容易さについて

2018 年末の時点で、数社からロボット掃除機が発売・発表されているが、今回利用した「RcDC」は決まった場所にロボットを設置して、スタートボタンを押すだけで清掃を行う事が可能で、一旦マッピングをしてしまえば、作業者にとって比較的扱いやすい清掃ロボットと考える。



8. ロボット掃除機運用による課題

■安全面

バキューム音がそれなりに大きいため、歩行者も気づき易いと感じるが、死角から出て来る際は気が付かず、接触する恐れがあると感じた。目でも判別できるライトなどの工夫が必要である。

※なお今回の実証では、歩行者との接触は無かった。

※人の通りが多いと作業効率が悪くなるため、安全面も考えて、人の通りの少ない夜間や早朝に作業を行う事が良いと考える。



■作業者の負担

清掃ロボットの運搬には台車を利用する為、肉体的な負担が非常に少なく、作業員の負担にならないものとする。

実際に運搬等で要した時間は、おおよそで清掃控室からの運搬に 5 分、起動に 3 分、作業後の回収と点検・充電等で 10 分の時間がかかった。

■マッピング

実証開始時の白地図マップ作成作業・走行範囲設定・試走は、アマノ(株)の技術者が約 8 時間をかけて行った。このマッピングの技術を作業者自身が習得する必要があるが、現場のレイアウトは日々変更となるので、都度マッピングの変更・修正を行わな

ければならない。効率を考えると現場に従事している者がマッピング出来るようにならなければならないと考える。ポリッシャーや自動床洗浄機と同様にマッピング技術も現場従事者に習得して頂く事が今後の課題と感じた。

9. 結論

■清掃ロボットの周知

清掃ロボットはまだ一般的ではなく、今回の実証中にも、目にされた歩行者から質問や驚きの声掛けを頂いた。また、どのような動きをするのかイメージがつかないため、立ち止まってしまう歩行者もいた。清掃ロボットの動きや特性について認識が広まれば、歩行者のいる空間に清掃ロボットが共存する事が、ごく当たり前の環境になる。そのためには遅くて人が避けやすいロボットや、人が認知しやすいデザインのロボットなど、人と共存できるロボット掃除機の要望を、メーカーに伝え開発につなげていく事が必要だと考える。

■清掃ロボットのごみ回収性能

走行実証で得られたゴミ回収能力は、1時間で28g~52gと、人と同程度の品質を確保することが可能だとわかった。
(目視で確認する限りも違和感は無かった)

ただし、廊下の端に寄ることは非効率なため、作業者の手による清掃も必要となる。作業者が掃除機で残った端を清掃すると、1フロアあたり15分程度の時間がかかるので、例えば作業員1名が3台のロボット掃除機を動かしながら、1フロアあたり15分の作業を行い次のフロアに移動・ロボットの移動と起動を行えば、1人で3人分の作業をする事が可能になる。

「人とロボットを融合させる事で相乗効果が生まれる」ことを前提として、各現場に応じた作業仕様を考える事がこの清掃ロボットを有効活用する最大のポイントだと考える。

■作業時間の変更

効率的に清掃ロボットを活用するには、「人の少ない空間」で作業を行う必要があると感じた。従って、現在の清掃仕様では一般的に早朝から夜にかけて作業を行うが、深夜帯に作業時間を変更する等、顧客と相談の上、作業時間の変更を行う事が必要である。



10. おわりに

今回の実証実験で、清掃ロボットの実証面での手ごたえを強く感じた。

今後発展する社会情勢においてロボット産業だけでなく、斯業においても、その情勢に乗り遅れる事無く、進める事が重要だと感じた。人手不足になる事は避けられない状況で、「いかに効果的に清掃ロボットを活用するか」が重要であり、今後、機械の性能も発展していく中で、我々のような実務側から開発者に対して提案していかなければならないとも感じた。

いずれにしても、「人と清掃ロボットを融合させる」新しい作業仕様を食欲に迫及していき、業界の発展に繋がればと考える。

(1) 1台による運用事例報告

② 専用部への運用

導入会社：グローブシップ株式会社

使用機種：フィグラ(株)「F. ROBO CLEAN」

清掃ロボットの導入検証に関する報告

グローブシップ株式会社

鈴木 悟

1. 目的

人との共同作業を前提として、今回はあえてロボット清掃機には不向きだといわれる、什器が立ち並ぶ専用部での、運用及び検証を行った。(当ビルの60%以上は専用部となる)

写真 01、02 をご覧になるとわかるとおり、専用部の清掃において重要な個所は、什器の移動を片手で、もう一方の手でバキュームを操作するという行為が日常で行われていることである。



什器の少ない共用部と違い、専用部の清掃では両手で別々の作業を行うことが効率化につながる。定期洗浄における清掃では、椅子や什器はほぼ完全に移動させたり、養生したりという区別が行われるが、日常清掃では、そのような移動は行わない。椅子などはいったん引いて作業後すぐに元の位置に戻すという作業が繰り返し行われるのである。これらは片手で行われることが多い。

単に、ロボット清掃機を入れても人工の減少にならないのは、このような理由による。ロボットではモノの移動はできない。日常清掃は両手を使う作業が多い。しかも別々に、同時に行う。単純に1人工業でくれない部分がある。

清掃がいかに複雑な作業を行っているかについては、別の機会に、作業分析や標準時間の割り出しを行う必要があるが、今回は、どこまでロボットが作業の補佐を行うことが出来るかを、実証した。

現行の清掃ロボットの性能を生かし、人



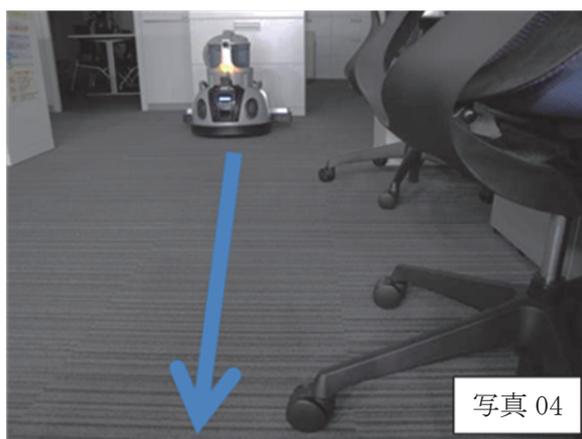
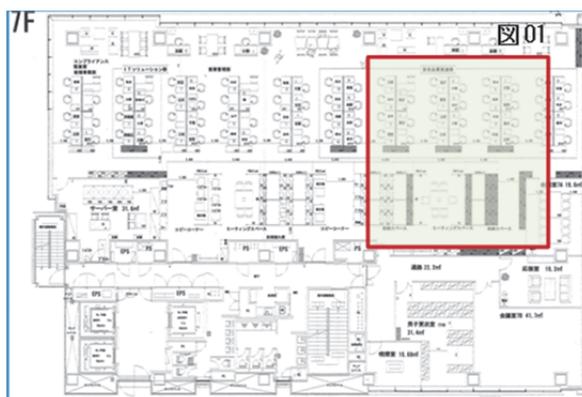
の手を離れた形での自律した清掃行為ができるかを第一の目標として、今後の品質向上にも結び付けられる要素を抽出することも今回の目的とした。

2. 使用機の選定

フィグラ(株)製の F.ROBO CLEAN(写真 03、*注)を使用して、実際の現場（専用部）での運用を行った。この機種はドライバキュームにあたる清掃能力をもっている。（*同機種は 2005 年の愛知万博に出展後、2009 年より販売開始されたもので、超音波距離センサー、ジャイロセンサー、段差センサー、バンパーセンサーを装備、対象物が人か物かの判別もできる。後退も可能、ニッケル水素電池 2 個で 2 時間稼働する フィグラ(株)カタログ参照）

同機種を選定した理由としては、平成 29 年度の調査の結果から、什器が立ち並ぶ室内で求められる、直線移動の正確さと、バキュームの幅（75cm）の大きさなどがあげられた。まずは設定したエリア内での運用の確実性が選定の条件であった。

対象となる事務所内のマッピングについては、事前にメーカーの担当者が、実測と図面からのデータで行った。センサーでの自位置の確認に必要となる壁面など対象となる什器の組み合わせにも配慮して設定した。



3. 期間、場所

三田の 2014 年に竣工した 9 階建てのオフィスビルの 7 回専用部（図 01）床はタイルカーペット。2018 年 10 月から 2019 年 1 月の初旬までの期間実施した。

作動時間は、業務に差支えない、土日か、平日の 18:00 以降の運用とした。1 フloor 840 m²、内、事務フロアは 528 m²。（事務フロアの割合 62%）



平成 29 年度の調査からも床用の自律型掃除機の清掃対象範囲は限定される。マッピングは壁面の場合、壁から、10~20 cm 程逃げる形でおこなった。

図1の赤枠部分約200㎡での検証。同専用部の通路は1.3m~1.9m、机と机との感覚が2.2mと広めで、什器や壁面などは垂直面が多い形状である(写真06)、その為センサで自位置の探知がしやすい。

椅子を机に入れた形で、通路をマッピングの対象とし、椅子の足ぎりぎりのマッピングで運用した。

4. 検証

マッピング終了後、図02の指定区域内で、ロボットの行動範囲を設定したのち、自動運転を行う。

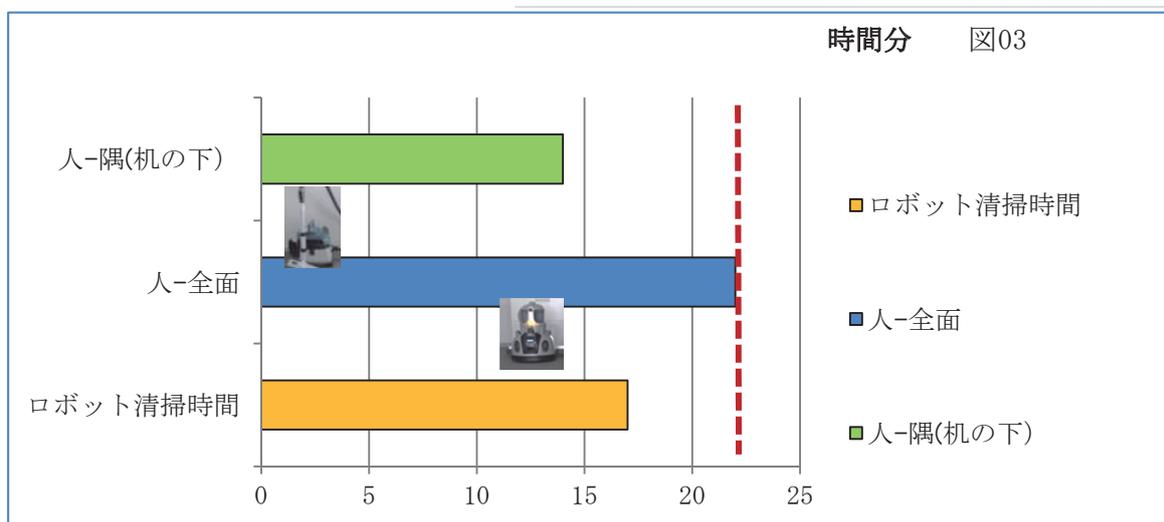
写真04のように、現在の清掃ロボットは、直線での設定が主となる。写真05の椅子まわりの曲線部分は人が手で行う場合の動線である。

出来るだけ直線でカバーできる部分をロボットで、残りは人の手で行う設定で、直線部分で廻れる部分まではロボットの清掃範囲とした。

ロボットの走行速度は、パイルから埃を据える目的で、毎秒0.5m程度に設定した。ロボットの行動は、図02の→とおりととなる。

それ以外の範囲は、ポット型コードレスのバキューム(写真01)での作業となる。それぞれ時間の比較をおこなった。

赤枠内の什器の下やロボットが入らない部分は人の手で行った。かかった時間は人工が14分、ロボットは17分である。什器も入れた作業面積は200㎡となる。什器を除いた面積をすべて人の手で行った場合(バキューム1台)では22分以上かかる。



5. 結果

通常の作業では全面のカーペットバキューム作業を1人工で行うより、(通路が広い部分もあり) ロボットと人の併用作業の方が、時間が短縮できる結果となる。(図 03)

昨年度の結果と作業を比較すると、ロボットのみだと人工の1.5~2.0倍の時間がかかっていたが、人とロボット清掃機器と同時に稼働させることで、時間が短縮できる結果となった。

ロボットとの併用により、直線部分だけ、人工のバキューム分の負担が減ったことによるが、床用の自律清掃ロボットの安定稼働が重要で、トラブル時の時間のロスが作業に影響する。少なくとも、人が行う場合の全面作業の時間以内で(今回の場合は22分以内で)、ロボットが作業を終わらせられることが重要である。

その他、センサー等については、人や物が表面に立ちはだかった場合は、超音波センサーでの確実な停止、音声での警告、その後の再稼働は可能であったが、バキュームのカバーに付けられているバンパーセンサー(写真07)での接触停止の場合、再運転ができない場合が多く、再度最初の位置に戻す等リセット作業が必要となった。

椅子の足のように超音波センサーで事前に感知できない、軽い接触の可能性のある什器は、あらかじめ清掃範囲より移動させる必要がある。(メーカー側のソフトの問題もあり、現時点では書き換えで再稼働可能との事であったフィグラ(株)情報) 机やテーブルの椅子の下を清掃した場合、椅子などをロボットの走行動線から遠ざけるのも人の仕事で重要な部分となる。



おわりに

同機種の操作性では、什器のイレギュラーな移動がない限り、直進性や走行距離の確実性においては同機種には問題はなかった。スタート位置の設定さえ確実に行えば移動にぶれがなく、上記の理由を除いて、直進性などの移動の確実性は3か月間ぶれがなく、確かなものであったといえる。

(2) 複数台による運用事例報告

① 共用部への運用

導入会社：株式会社小田急ビルサービス

使用機種：アマノ(株)「RcDC」

使用台数：4台

清掃ロボットの導入検証に関する報告 ～複数台同時使用によるカーペットメンテナンスへの運用～

株式会社小田急ビルサービス

高橋 英治

検証担当者 伊地知和威

永井 孝代

渡邊 俊哲

1. 検証の目的

昨今の自律型床清掃ロボット（以下、「清掃ロボット」という。）に関する活発な議論は、作業の効率化ばかりではなく、今後予想される厳しい労働環境に依るところが大きいのではないかと考える。実際に我が国の労働市場に目を向ける。例えば近年、大型ショッピングセンター、ホテル等のリゾート開発、超高層ビル建設が活発に予定ならびに着工されている。それら完成後の建築物のメンテナンスをする労働力の確保はどうだろうか。外国人雇用は規制緩和に向けた動きはあるものの、国内の労働人口減は喫緊の課題であり、その解決策の一つとして清掃ロボットが期待されているのではないだろうか。

これまで当社においても数種類の清掃ロボットのデモンストレーションを当社管理物件で行ったことがあったが、それを見学する際、ビル関係者の誰もがこの「ロボット」との響きからか、「動く」「止まる」の「開発技術」に着目していた。

これは清掃業に携わる者以外からすると清掃業（今回は床面に対して）は単純反復作業であり、「清掃ロボット」は作業ゾーンを安全に、且つ一定に動けば清掃業ツールとして成立するという考え方が根底にあり、清掃ロボットに搭載されている機能については十分と考えている。

しかし、清掃を業とする我々がそれを使用するにあたり、その業務実態と清掃ロボットの動きを比較した場合、清掃ロボットを完全に「ヒトに代わる労働力」と見なすことはできない。

なぜなら今我々が行っている清掃作業というものは、動く、止まる、吸塵するといった単純な作業ではなく、汚れの質や量の確認、作業後の品質の見極めまでを行う複雑な作業であり、これら一連の内容が網羅されたうえで、初めて「ヒトに代わる労働力」と見なすことが出来るのである。

結果、両者の思いは平行線のままで現在に至り、今後もこの認識を改めない限り、両者の技術・知識・経験を融合発展させ、業務に生かすことは出来ないのかも知れない。

これらを踏まえ、具体的な目的については、まずは一定レベルの運用技術を確立することに焦点を当て、加えてその技術が果たして清掃ビジネスの分野で活用が出来るか否かを可能な限り検証した。

2. 本検証の仮説と前提条件

ヒト、清掃ロボット、建材それぞれの特徴・特性・利点を最大限活用することにより得られるであろう相乗効果を取り入れ、効率的な運用方法を導くことは可能であるか。

(1) 前提条件

① 導入する建築物の選定

本検証を行うにあたり、現在発売されている清掃ロボットの特徴を活用することを前提に、以下の条件に合う建築物を選定した。

- ・直線の長い通路が多い（コーナーが少ない）。
- ・段差、凹凸が少ない。
- ・上下フロアを容易に移動する手段（E V）がある。

(2) 床面の建材（材質）はカーペットを選定

カーペットには「パイル」があり、外から運びこまれた土砂等を一時的にパイル内に保持し、横への拡散を防ぐ役割をしている。これは「ダストポケット効果」といい、カーペットの大きな特徴である。

カーペットの汚染については、その汚れの多くは外から持ち込まれる土砂が大半であり、ハードフロアのように土砂等は壁面等に拡散しない。

そのため歩行動線は土砂等の汚れが留まる重汚染箇所となり、歩行動線以外は浮遊粉塵等が堆積する軽度の汚染箇所となる。また、歩行動線が発生する環境は、当然のことながら障害物の少ないヒトが歩行しやすいゾーンであり、このような環境により発生する歩行動線は、清掃ロボットが得意とする作業動線と同じである。

したがって、本検証では清掃ロボットの強みを活かせる床材としてカーペット（カーペットタイル）を選定した。但し、パイルが本来の機能を有していることが前提であるため、新築物件以外において経年劣化等によりパイルが機能していない場合、稼働前にパイルの復元にかかる前処理が必要な場合がある。なお、今回も前処理については実施をしている。

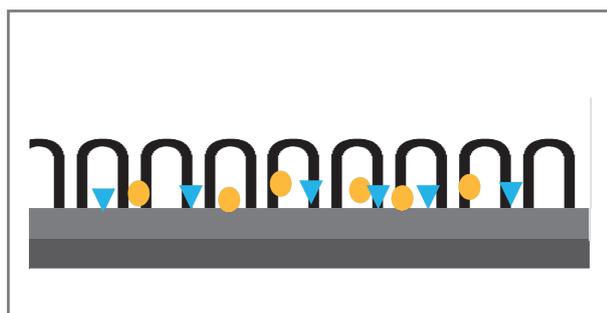


図1 カーペットのダストポケットイメージ

(3) 清掃ロボットの性能

現在発売されている性能を前提とする。

(4) 既存の清掃シフトに導入する

清掃ロボットを稼働させる有効な時間帯は、その作業能率を鑑み、作業時間の多く取れる深夜帯とのイメージが相変わらず強い。しかし、これを当社の管理物件に当てはめた場合、深夜帯に稼働させるためには、建物のセキュリティの問題や深夜帯の作業工程変更に伴う作業員配置の是非等、解決すべき課題が多く存在した。仮にこれら

の問題をすべて解決できれば深夜帯への導入に関し、支障はないと考える。したがって、現場へ投入し活用するのであれば、既存作業工程または既存清掃時間帯に組み込むことが良策と考えた。

3. 本検証での手法

(1) インспекションの実施とゾーニング設定

「清掃ロボットが得意な作業動線＝重汚染ゾーン」を利用し、清掃ロボットの走行ルートを床面全面ではなく、歩行動線に設定した。(写真1に歩行動線(重汚染エリア)の清掃ロボット作業を示す)



写真 1 歩行動線(重汚染エリア)の清掃ロボット作業(イメージ)

① インспекション

対象建築物は、建築物清掃管理評価資格者の資格保持者がインспекションを行う。

その際、通常のインспекションの手法での建築物の汚損状態を評価するばかりでなく、床面の歩行動線を確認し、清掃ロボット導入の為の評価を実施する。

② ゾーニング

上記①で実施したインспекションの結果をもとに、清掃ロボットの走行範囲を設定する。

(2) 複数清掃ロボットの同時運用

選定した建築物では、既存工程において8フロア(約3,500㎡)を2時間で清掃する。現在発売されている清掃ロボットの平均的な清掃面積は1時間当たり約400㎡であり、1台で8フロアすべてを清掃するには約9時間を要するため、当該既存工程内で作業を終了するためには4~5台を同時に稼働させなければならない。

複数台を同時に走行させることにより、歩行動線上は清掃ロボットが作業し、パイル内の土砂等を除去する。清掃従事者は清掃ロボットの操作並びに移動、清掃ロボットが作業しない隅の浮遊塵、走行後のゴミの有無の確認及びスポットバキューム程度の作業を行い、美観を維持する。本検証では、ダストポケット、ゾーニングから得られる効果、作業条件、施設の特徴他を勘案し導き出された必要台数は、理論上4台と算出した。

4. 検証概要

(1) 施設概要

施設	学校校舎 (大学)
建築規模	地上 14 階 地下 2 階
延床面積	26,200 m ²
竣工年月	2009 年 3 月

(2) 清掃ロボット導入検証内容

導入台数	4 台
稼働時間	6 時～8 時 (早朝 2 時間、既存作業工程による)
清掃区画	校舎内通路 8 フロア
床 材	タイルカーペット
清掃面積	3,464 m ²

(3) 検証実績

検証期間	2018 年 5 月 2 日～10 月 2 日	
ロボット稼働時間	・稼働期間	2018 年 7 月 4 日～10 月 2 日
	・稼働時間	述ベ 75 時間
	・従業員数	述ベ 96 人
	・検証時間	述ベ 138 時間

(4) 検証工程

全体の検証工程を資料 1 に示す。

[資料 1] 清掃ロボット導入検証工程

	5月	6月	7月	8月	9月	10月
■定期清掃				8/3~9/20(夏季休業期間)		
1 インスペクション (3~10階)	■	■				
2 作業計画立案	■					
3 資機材の選定	■					
4 マッピング打合せ		■	■			
■清掃ロボット稼働期間			7/4~ ~10/2			
5 マッピング 8フロア (2日間)			■			
6 ロボット4台同時運用検証			7/12,13	■		
7 各ロボット動向確認				■		
8 マッピング修正・再検証				■	■	
9 フォーメーション検証						■

5. 検証結果

(1) 導入条件

本検証の運用技術は、高額である清掃ロボットを導入することへの不安を、今までより取り払えることが期待出来るが、さらにリスク軽減を図るため事前に導入可否の

判断をするチェックリストを作成した。チェックリストを資料2に示す。

① インスペクションによる作業平面図の作成

ア. インスペクション実施より歩行動線を主とする建築物内全体の汚染分布を把握し、汚れの平面図を作成した。

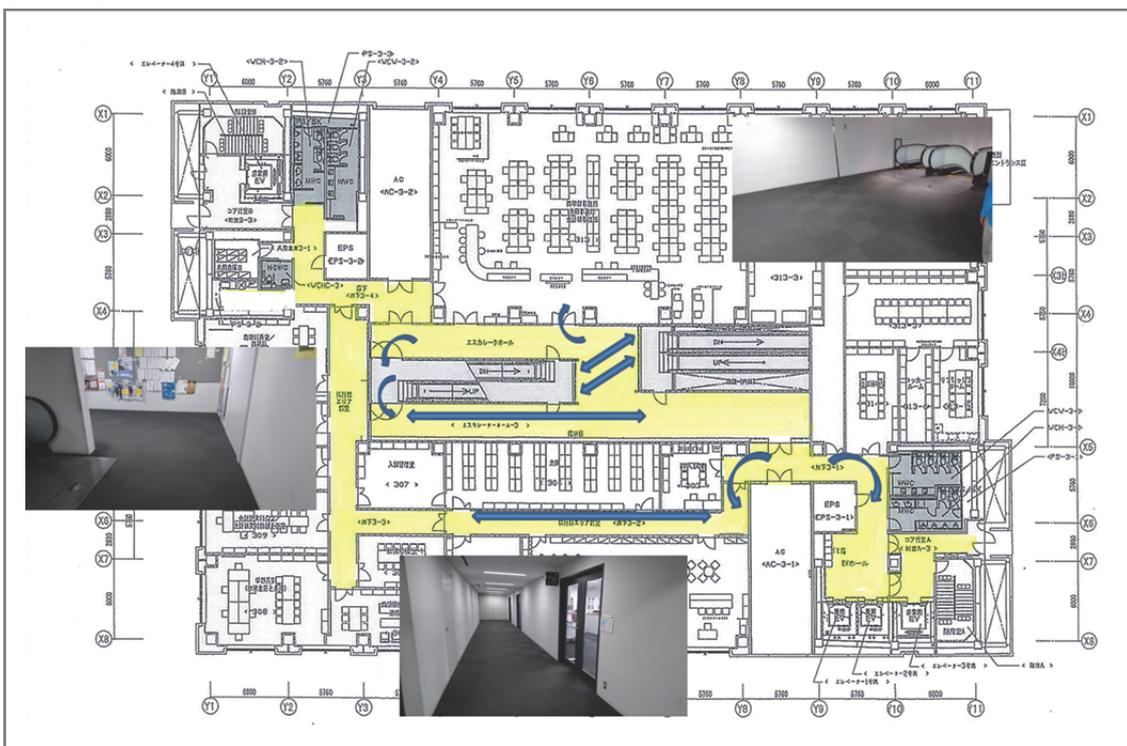
イ. エレベーターやエスカレーターの設備等の配置により、建物利用者は決まった場所を中心に歩行するため汚れが集中する。そこで、平面図に「重汚染箇所」を矢印で示し、清掃ロボットの作業範囲資料を作成した。

ウ. 扉の幅や什器の移動頻度が多い場所も確認し、清掃ロボットの作業範囲から除外する平面箇所図面を作成した。歩行動線の汚染分布例を資料3に示す。

[資料2] 清掃ロボット導入簡易判定チェックリスト (案)

物件名		年月日()		確認者		備考
判断項目		向き・可	向き・可	不向き・不可	不向き・不可	
必須条件	1 ゴミの大きさ	小さい 塵 土砂 ほこり	<input type="checkbox"/>	大きい	<input type="checkbox"/>	
	2 汚れの質	油 しみ ほこり	<input type="checkbox"/>	飛び 散り	<input type="checkbox"/>	
	3 パイルの状態	寝ている	<input type="checkbox"/>	摩耗	<input type="checkbox"/>	※清掃している場合、復元が困難
	4 【通路】通路の長さ	長い	<input type="checkbox"/>	短い	<input type="checkbox"/>	※短い距離は、ターンが多く時間ロス
	5 【通路】通路の形状	直線が多い	<input type="checkbox"/>	直線が少ない	<input type="checkbox"/>	※直線はマッピングが難しい
	6 【部屋(講堂・教室他)】広さ ※検討中		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	※体育館のような広い場所は不向き(マッピング方式の場合)
	7 扉 ※扉の幅も必要か	少ない	<input type="checkbox"/>	多い	<input type="checkbox"/>	※扉の幅も確認 ロボットの機種により異なる
	8 段差	少ない	<input type="checkbox"/>	多い	<input type="checkbox"/>	
	9 ガラス製の壁 パーテーション	少ない	<input type="checkbox"/>	多い	<input type="checkbox"/>	
	10 什器 (原簿物、机、椅子、机鏡等)	少ない	<input type="checkbox"/>	多い	<input type="checkbox"/>	
	11 レイアウト変更 (商品陳列、変更等)	少ない	<input type="checkbox"/>	多い	<input type="checkbox"/>	
	12 移動手段 (EVの有無)	あり	<input type="checkbox"/>	なし	<input type="checkbox"/>	※複数回を清掃する場合
	13 セキュリティ	警戒なし	<input type="checkbox"/>	警戒あり	<input type="checkbox"/>	
	14		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
チェック項目						※不向きが多い場合は、導入再検討
確認事項	1 清掃頻度	毎日	<input type="checkbox"/>	少ない	<input type="checkbox"/>	※週一
	2 清掃方法	全面 パキユーム	<input type="checkbox"/>	スポット パキユーム	<input type="checkbox"/>	
	3 清掃作業時間	2時間以上	<input type="checkbox"/>	2時間以下	<input type="checkbox"/>	※バッテリーの時間も考慮 ※ 時間 ~ 時間
	4 清掃作業時間の制約	有	<input type="checkbox"/>	無	<input type="checkbox"/>	※有: 時間
	5 清掃面積		㎡			※時間当たりの清掃面積 ㎡/時 ※400㎡/時以上は複数台必要
評価		導入可	<input type="checkbox"/>	導入不可	<input type="checkbox"/>	
■清掃面積 ⇒ある程度の面積がないと、コスト削減が出来ない(ロボットの費用回収)						
■清掃時間 ⇒現状にこだわるのか? 時間的制約があるのか?						

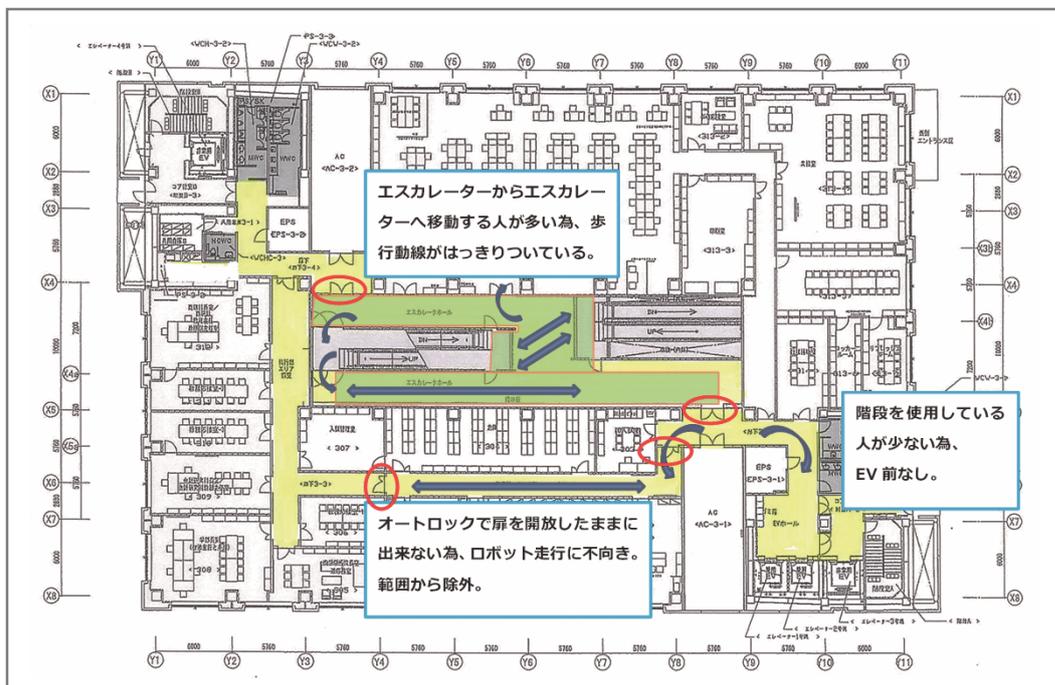
[資料3] インスペクション結果 (歩行動線)



(2) ゾーニング

上記をもとに「重汚染箇所」を中心とした歩行動線全体をカバーするようにゾーニングを実施。ゾーニングを行うことでおおよその作業面積を算出。清掃ロボットの平均的な実清掃面積から清掃ロボットの稼働時間を予測し、導入判定を実施した結果、今回選定した建築物への導入は可能である判断した。これらから清掃ロボットのゾーニング資料作成には、高度なインスペクションの技術が重要な意味を持つことが分かる。清掃ロボットの作業範囲を決めた平面図例を資料4、清掃ロボットの稼働予測表を資料5に示す。

[資料4] ゾーニング結果



[資料5] ロボットの稼働時間の予測 (机上計算)

フロア	面積	全面 パキユーム 800m/h ※参考値	稼働予測 時間 400m/h	ゾーニング後		ロボット運用時間					
				面積	稼働予測 時間 (400m/h)	0	30分	60分	90分	120分	
10階	213㎡	16分	32分	76㎡	11分						
9階	451㎡	34分	68分	212㎡	32分						
8階	620㎡	47分	93分	361㎡	54分						
7階	456㎡	34分	68分	267㎡	40分						
6階	492㎡	37分	74分	320㎡	48分						
5階	440㎡	33分	66分	330㎡	50分						
4階	390㎡	29分	59分	134㎡	20分						
3階	402㎡	30分	60分	155㎡	23分						
ゾーニング											
	面積	全面 パキユーム	ロボット清掃 予定時間	面積	ロボット清掃 予定時間						
	3,464㎡	260分	520分	1,855㎡	278分						
	(800m/時)		対全面積	53.6 %							

※ゾーニングにより、清掃面積は全体の53.6%まで減少。
 ※ゾーニング前より、稼働予測時間が520分⇒278分と短縮される試算となった。
 ※4台を同時運用するため、簡易的にはあるが検証現場に導入可能と判断できる。

写真2 清掃ロボットの回収土砂等



写真3 アップライトバキュームの回収土砂等

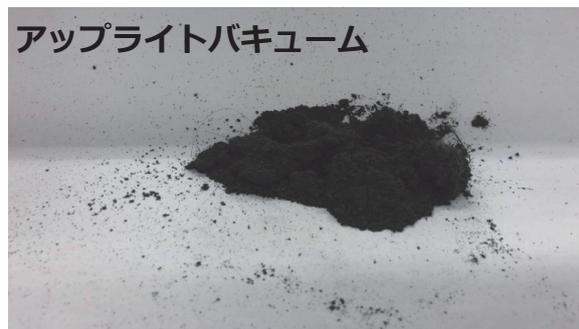


写真4 ハンディーバキュームの回収土砂等



写真5 パイルブラシの回収土砂等



6. まとめ

今回の検証において既存作業工程内へ現有性能の清掃ロボットを導入することは、運用面を工夫すれば可能であることが分かった。また、作業品質においても一定の品質を保つことが出来、人件費の高騰や採用難といった課題に対しても、コスト抑制や作業負荷の軽減という面から近い将来、解決の一助となる見込みがあることを今回の検証から確認出来た。

しかしながら、清掃ロボットはこれまで述べたとおり、導入後の効果は期待出来るが、その導入するまでの工程ならびに導入後の運用は単純ではなく、実現には清掃業に関する高度で専門的な知識が要求される。これはビルオーナーによる清掃ロボットの購入が、即「業者不要」という方程式が成立しないことを示唆している。

加えて、本検証の結果のなかには、これまで感覚に頼らざるを得なかったメーカーへの開発技術等に関する技術改善の提言について、我々ユーザーの側から明確な根拠をもって具体的に示せる内容が含まれていることも、あわせて確認することが出来た。

(3) 導入検証結果全体のまとめ

まとめ

今回の清掃ロボットの運用実験報告は、共用部では人通りがある中で、専用部では什器が立ち並ぶ中、また複数のフロアごとに各 1 台での運用の 3 パターンでの検証となった。清掃ロボットを実際に稼働している現場で日常的に運用して、結果をだすことに留意した。

今回、使用したロボット清掃機器は 30kg 代でのマッピングによる設定が出来るもので、主にカーペットフロア(一部弾性床)で運用したものである。

報告を見ていただければわかると思われるが、事前に、現状の人中心の作業に対して、ロボットの導入部分と人しかできない部分とのすみわけが大切であることが判った。所謂、導入時は最初からロボットありきのスケジュール作成と計画が重要となる。

(株)ビケンテクノの報告は、共用部での日常的な清掃での利点や問題点を導き出している。作業員以外の方々の反応や、什器の移動も日常的に行われる現場での対応も今後の参考となる資料である。以下に示す。

- ① ごみの回収結果では、品質の一定維持に対してはロボットに軍配が上がる。
- ② 併用した場合の時間の短縮が可能であること。
- ③ 実際に人が活動している時間に運用して問題点を導き出したこと。

グローブシップ(株)の報告では、什器が立ち並ぶ事務所内でいかに作業者との共同作業が可能かどうかを示差したものである。事務所ビルの中の専用部の面積率を考えると、ロボットの運用は共用部だけに限られるわけではない。結果は、

- ① 事務所内でも、人との共同作業で時間が短縮出来るため人工を軽減できること。
- ② ロボットが、自位置を確認できるツール(垂直の壁面や什器)の活用を行うこと。
- ③ ロボットのセンサーが感知しにくい什器をあらかじめどこかす必要があること。

(株)小田急ビルサービスの検証では、事前に徹底的にゾーニングを行い、人が歩く場所と汚れる場所の抽出をしっかりと行ったうえで、複数台のロボットを運用して、動線部分のバキュームを重視して、行っている。以下、要約である。

- ① 複数台のフロア別導入で、既定の作業時間内での作業が可能であること。
- ② 建材特にカーペットの特性を生かして運用して成功したこと。
- ③ ロボット導入前のチェック表も重要であること。

精密機械としての清掃ロボットを実用化する鍵(key Point)は、現状でどのようにしたら人の手に替わるもの、替わるものとしての運用ができるかであるが、これらの結果から人との共同作業を前提として、作業を進めていく方が導入にあたっては、正攻法であろう。

1988 年に田中定二氏が、『ロボットへの投資』の講演(*参考文献 ビルメンテナンス 1988 年 7 月号 現公益社団法人全国ビルメンテナンス協会)において述べられているように、「簡単に継続的な量の多い仕事」のみロボットに任せられるという結論、30 年たった今も、これは変わらない前提である。

全てができるロボットの出現を待つよりも、現状の清掃性能を生かして人との作業を押し進めていくことに視点を定めるべきである。

今後ロボットの性能がますます向上して、24 時間稼働が可能となれば、スピードの問題は解決できるが、現状ではバッテリーや、セキュリティー対策、誤作動など、完全な自律性は期待できない。トラブルのことも考えて、あくまで人との共同作業が前提で使用するべきものと考えられる。

床用の清掃ロボットの運用については、いまだ、完全に人の手がかからない清掃ロボットのイメージが強い中で、このような清掃機器の延長としてのロボットの使い方は違和感があると思われるが、現状の機器の性能からは人が作業している時間帯に並行で運用するのが理想である。

清掃機器の自動化の延長の先にあるのが、現在の清掃ロボットの姿であり、まずは人工を減らす計算より、各自の作業時間の一部や肉体的な負担を減らすこと（*参考資料 日本空港テクノ㈱『成田国際空港第 2PTB 国内線エリア清掃ロボット試験導入についての提案書』）を前提にスケジュールを組み立てられることが今後の課題だと思われる。

定着が遅れている原因の一つは、やはり現在のロボットの性能とビルメンテナンス側からの期待とのギャップ、所謂、ロボット清掃機器への要求と金額が高いことであつたともいえる。

清掃業務の軽減化はロボット化に限らず、清掃技術の改善等全体の視野に及ぶ。その一つとしてのロボットである。少しでも現場の肉体労働による負担を減らす道具として、経営側からも再考して頂く部分であろう。

前述したように、ロボットの性能を把握したうえで、人との作業を明確化することが今後のロボットの運用や信頼に結びつくものと思われる。

3 特別支援学校における清掃ロボット活用の可能性調査（アンケート調査）

- (1) 集計結果
- (2) まとめ
- (3) アンケート用紙

特別支援学校における清掃ロボット活用の可能性調査結果報告

1. 目的

労働力不足の現状から派生する作業負担の増加が危惧されている。その対策として、東京都立特別支援学校・学園にご協力頂き、障がい者による清掃ロボット活用による作業負担軽減の可能性を探求し、今後につながる基礎資料を得ることを目的とした。

2. 提供概要

(1) 調査実施校

- ① 東京都立足立特別支援学校
- ② 東京都立港特別支援学校
- ③ 東京都立水元小合学園

(2) 使用ロボット (3校共通)

床清掃ロボット アマノ(株)「RcDC」

(株)マキタ「ロボプロ」

窓拭きロボット セールス・オンデマンド(株)「ウインドウメイト」

(3) 使用期間

- ① 東京都立足立特別支援学校 : 2018年8月21日～11月20日
- ② 東京都立港特別支援学校 : 2018年8月27日～11月26日
- ③ 東京都立水元小合学園 : 2018年9月6日～12月5日

(4) アンケート集計人数

- ① 東京都立足立特別支援学校 : 生徒26名、先生4名
 - ② 東京都立港特別支援学校 : 生徒9名、先生2名
 - ③ 東京都立水元小合学園 : 生徒1名、先生1名
- 合計 : 生徒36名、先生7名

3. 清掃ロボット使用による主な先生の意見

(1) 全体の感想

- ① 来年度以降もロボットを使用してみたい。
- ② ロボットに対して関心が高いと思った。
- ③ 繰り返し時間を掛けてやっていかないとならない。
- ④ 生徒がタブレット操作に興味を示していることが分かった。

(2) 指導しての意見

- ① マッピングを理解させるには、継続した指導が必要。
- ② 生徒自身が床や窓清掃を理解したうえでロボットを使ったほうが良い。
- ③ タブレット操作もすぐに対応できた。

(3) 課題意見

- ① ロボット作業による効率化や、他の作業についての考えることは、生徒にとって難しいことが分かった。
- ② 窓清掃ロボットは、水平調整が難しく、まっすぐ進まない。
- ③ 窓清掃ロボットは、効率的な取り組みに課題がある。
- ④ タブレット操作が簡単にできれば使いやすい。
- ⑤ 作成した地図を呼び出せず毎回作成した。そのためマッピング操作を早く覚えることに繋がった。

(4) 改善してほしい点

- ① スイッチ一つですぐ操作できるロボットが増えると協働が進むと思う。
- ② 音声で操作できるロボットがあれば肢体不自由児校でも使用できるのではないか。
- ③ ロボットがスタート位置を自分で認識してスタートできれば良い。

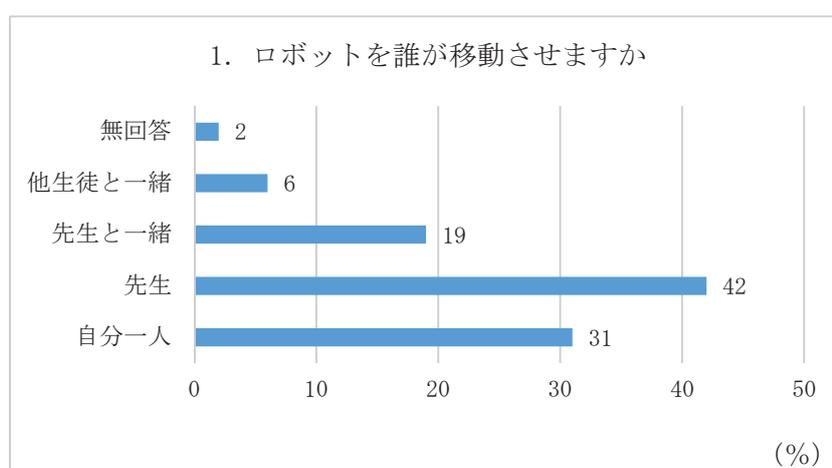
特別支援学校における清掃ロボット活用の可能性調査質問結果

生徒集計(36名)の集計結果を以下に報告します。

床清掃ロボット

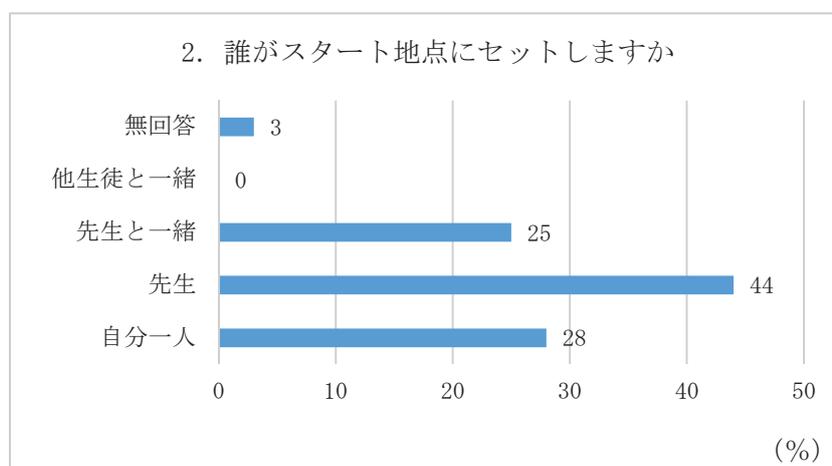
質問1. ロボットを誰が移動させますか

ロボットの移動は、先生が一番多く42%、以下自分一人31%、先生と一緒に19%であった。



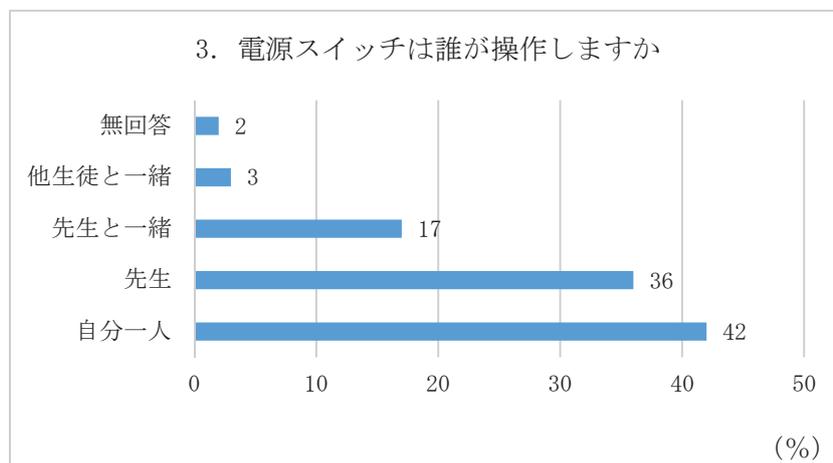
質問2. 誰がスタート地点にセットしますか

スタート地点のセットは、先生が一番多く44%、次に、自分一人28%、先生と一緒に25%であった。



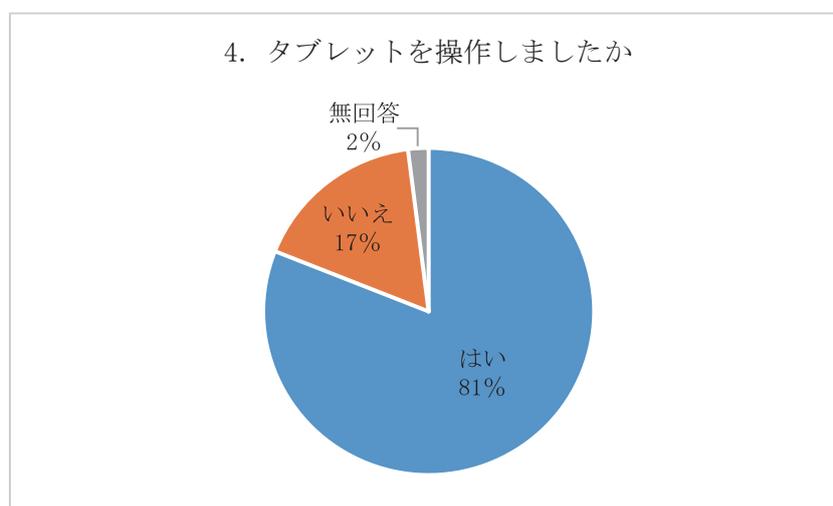
質問3. 電源スイッチは誰が操作しますか

電源スイッチの操作は、自分一人が一番多く 42%、次に先生 36%、先生と一緒に 17%であった。



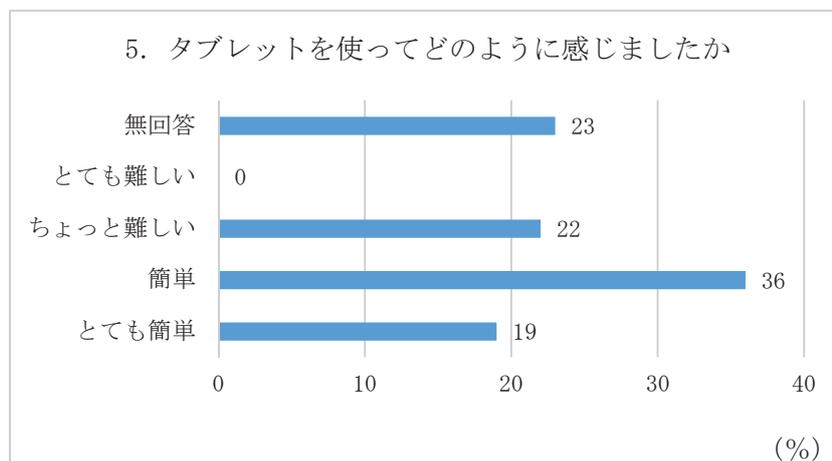
質問4. タブレットを操作しましたか

タブレットの操作をしたかでは、81%が操作を行い、操作しなかったのは17%であった。



質問 5. タブレットを使ってどのように感じましたか

タブレット使った感想では、簡単 36%とても簡単 19%であり、ちょっと難しいは 22%であった。



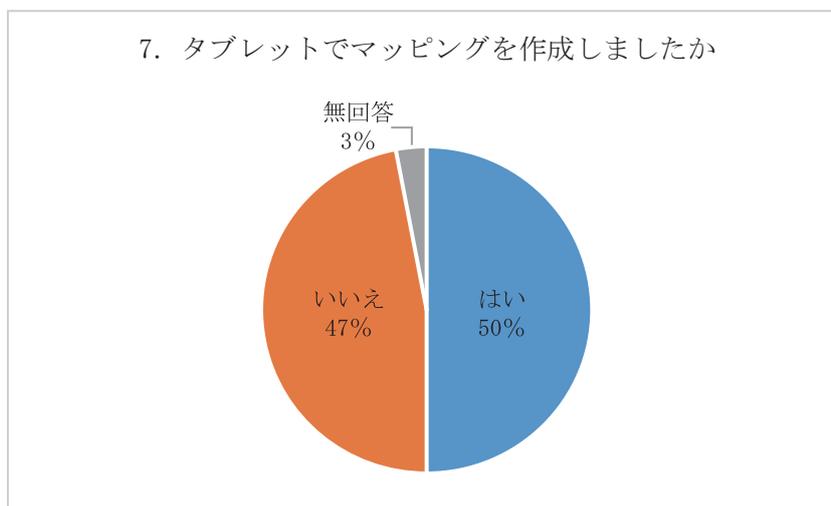
問 6. タブレット使った感想

タブレットを使った感想は、簡単との意見が多かったが、難しいという意見もあり、個人差がある。

- ・特になし 2名回答
- ・タブレットの画面が思うように動かなかった 3名回答
- ・タブレット操作は簡単だった 8名回答
- ・スタート地点からゴール地点の設定がちょっと難しい
- ・右回りや左回りが簡単でした
- ・大きすぎるのでコンパクトにして欲しい
- ・反応がよかった。
- ・操作が難しい
- ・インターフェイスなどすっきりさせて欲しい
- ・禁止のところを囲むのが難しかった
- ・難しかった 2名回答
- ・使いやすく自分のほうに近づいてきたら、失礼しますと言ってたので面白かった。
- ・だんだん使いやすくなった
- ・分かりやすくとても簡単に扱いやすい

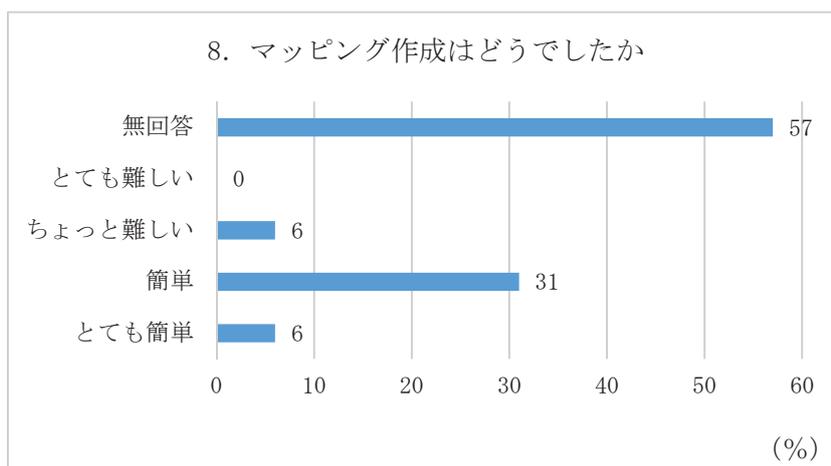
質問 7. タブレットでマッピングを作成しましたか

タブレット使ってマッピングしたかでは、はい、いいえの意見がほぼ半分の結果であった。



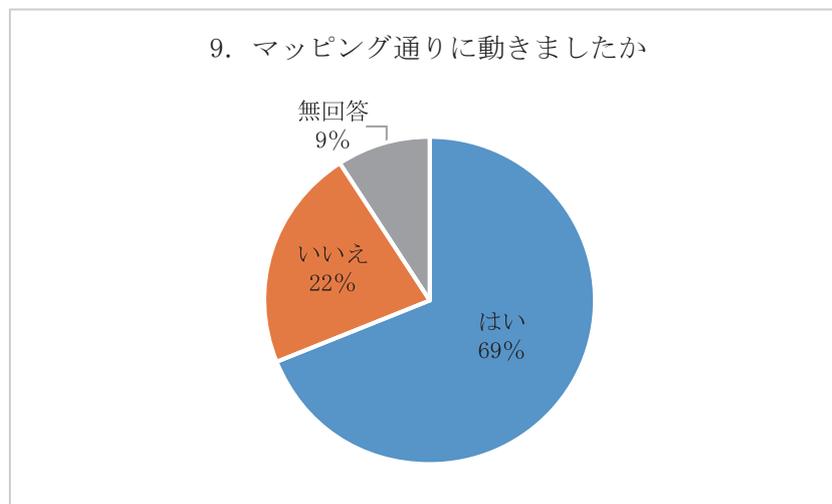
質問 8. マッピング作成はどうでしたか

マッピング作業では、簡単が一番多く 31%、とても簡単 6%、ちょっと難しい 6%であったが、無回答が 57%で半数以上を占めた。



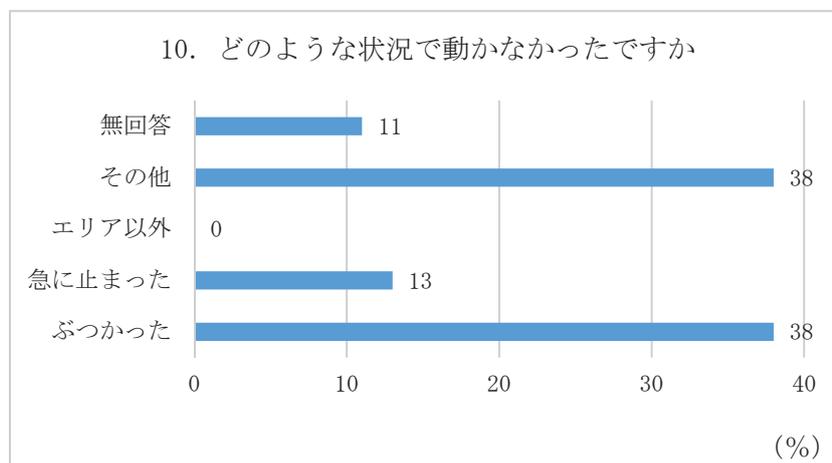
質問 9. マッピング通りに動きましたか

マッピング通りに動きましたかでは、はい 69%、いいえ 22%であった。



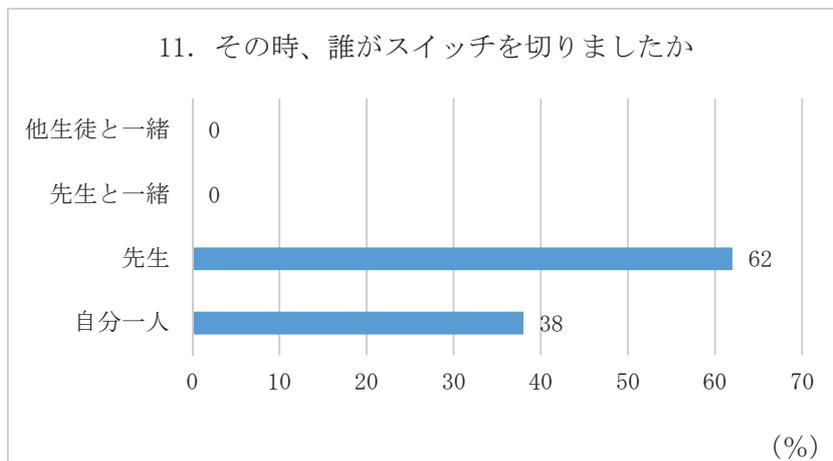
質問 10. どのような状況で動かなかったですか

動かなかった理由は、ぶつかりが一番多く 38%、急にとまった 13%であった。



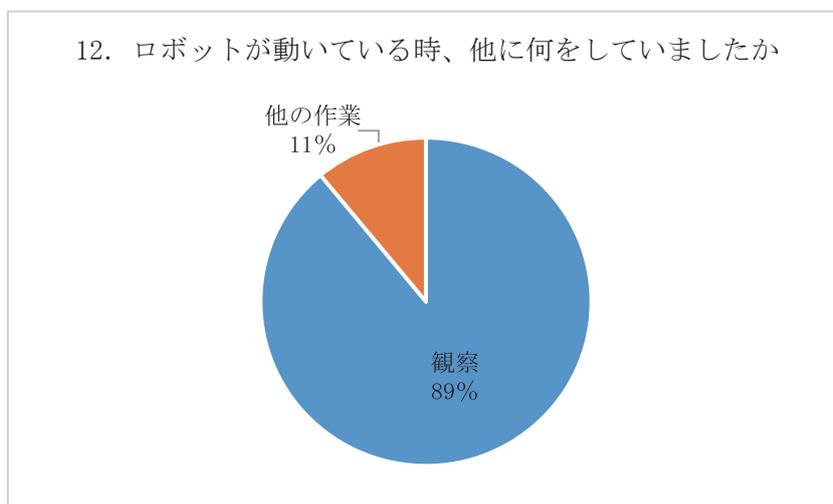
質問 11. その時、誰がスイッチを切りましたか

動かなかった時、誰がスイッチを切ったかは、先生が一番多く 62%、自分一人 38%であった。



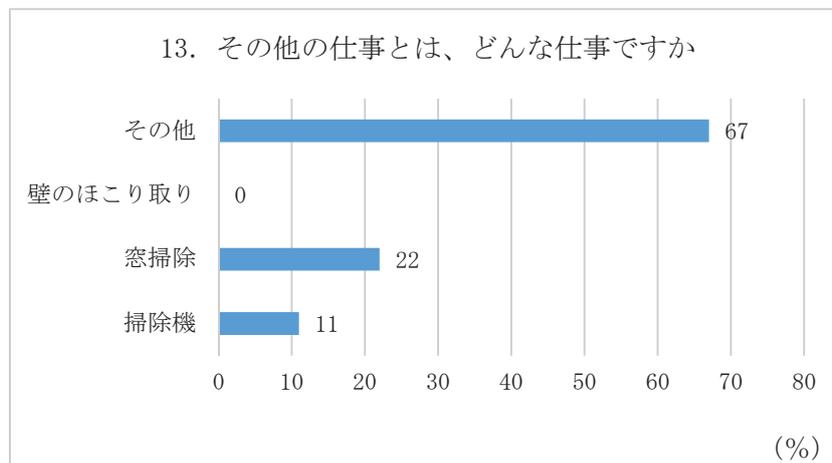
質問 12. ロボットが動いている時、他に何をしていましたか

観察 89%、他の作業 11%であった。



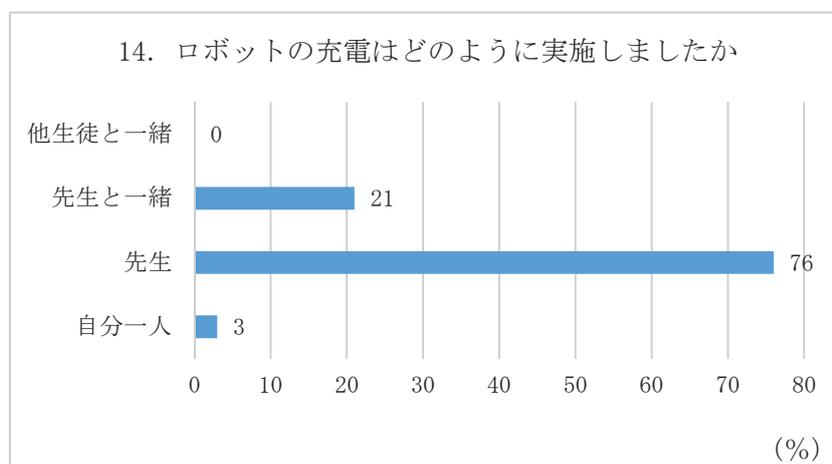
質問 13. それは、どんな作業ですか

その内容は、窓掃除 22%、掃除機 11%で、その他が 67%であった。



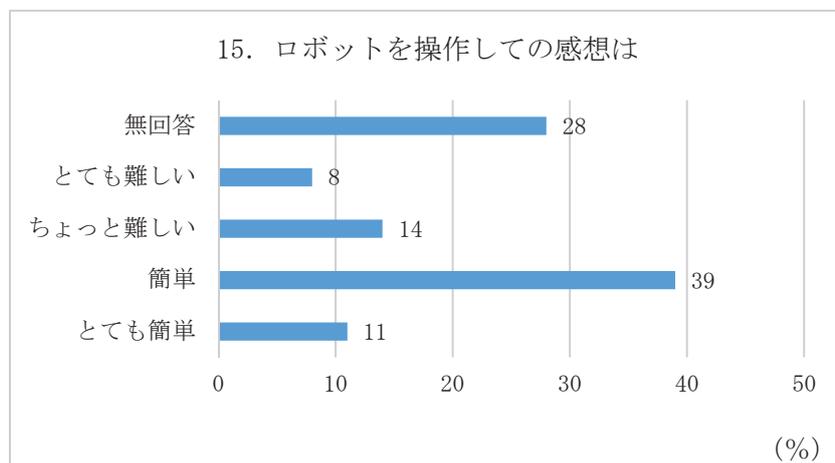
質問 14. ロボットの充電はどのように実施しましたか

ロボットの充電は、先生が一番多く 76%、次に先生と一緒に 21%、自分一人 3%であった。



質問 15. ロボットを操作しての感想は

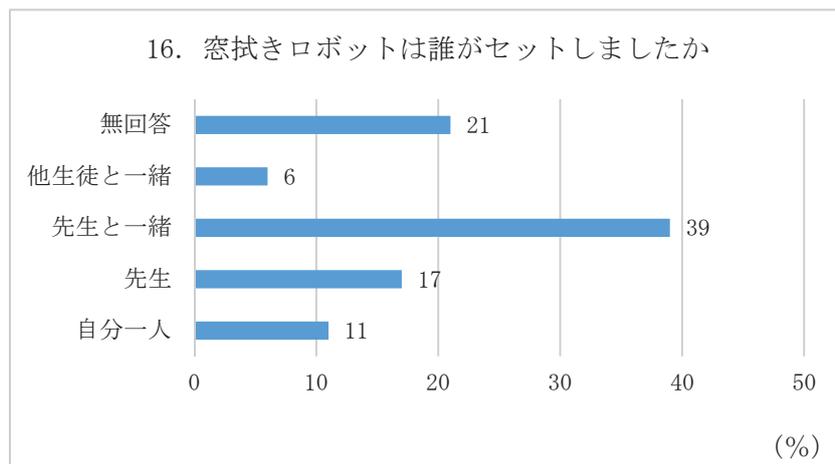
ロボットを操作しての感想は、簡単が一番多く 39%、次にちょっと難しい 14%、とても簡単 11%、とても難しい 8%と両者にわかれた。



窓拭きロボット

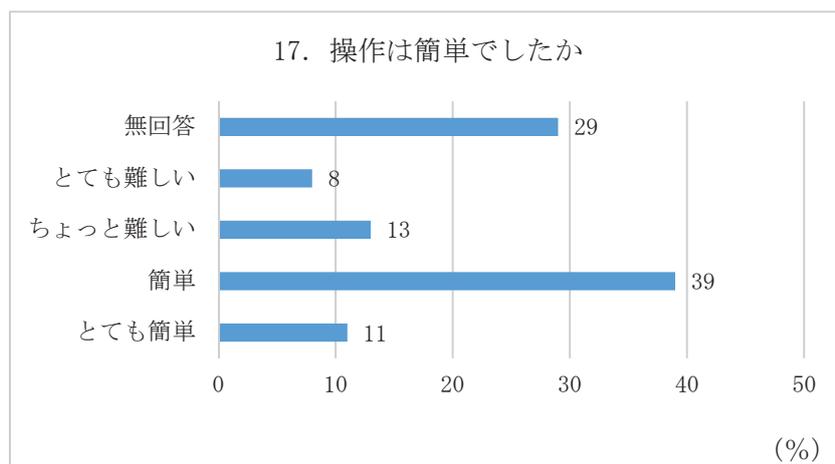
質問 16. 窓拭きロボットは誰がセットしましたか

窓拭きロボットのセットは、先生と一緒に一番多く 39%、次に先生 17%、自分一人 11%、他生徒と一緒に 6%であった。



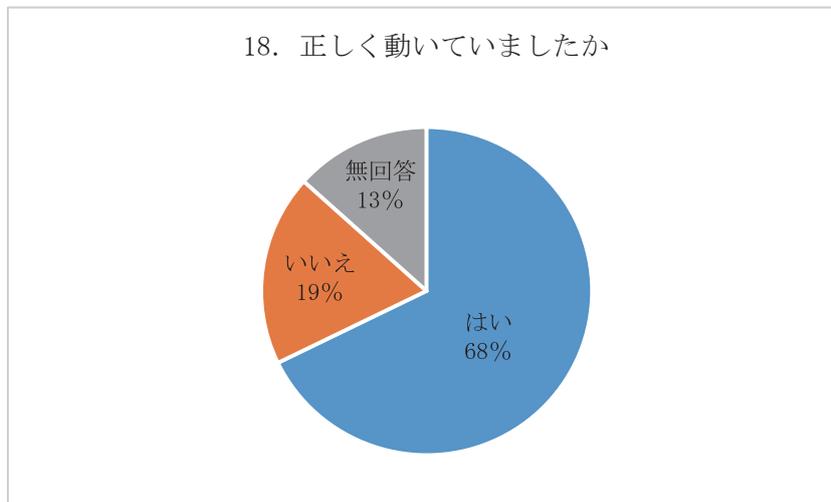
質問 17. 操作は簡単でしたか

操作については、簡単が一番多く 39%、次にちょっと難しい 13%、とても簡単 11%、とても難しい 8%と両方にわかれた。



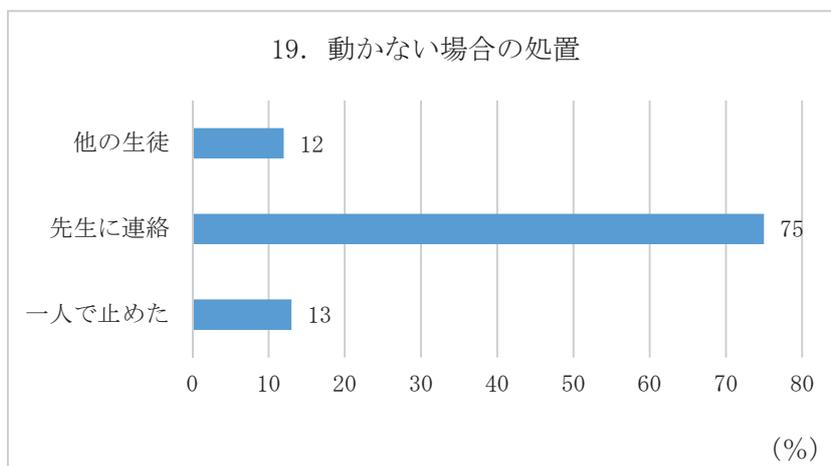
質問 18. 正しく動いていましたか

正しく動いたかは、はい 68%、いいえ 19%であった。



質問 19. 動かない場合の処置

動かない場合は、先生に連絡が一番多く 75%、次に一人で止めた 13%であった。



質問 20. 窓拭きロボットを使った感想

窓拭きロボットを使用した感想は、簡単でしたが多くあった。また、落下の危険がある、きれいにならないなどの感想でした。

- ・特になし 3名回答
- ・上に行く時は順調だったが、下に行く時にとまった
- ・窓磨きロボットは簡単でした 4名回答
- ・難しいところもありましたが、やり方を覚えて出来た
- ・きれいにならなかった
- ・汚れがあるのに取れていない。特に隅が 2名回答
- ・上に進まなかった
- ・外側を清掃したときに落としそうになり怖い
- ・上へ行く時は人間の手で押さずにすむようにしてほしい
- ・綺麗になりにくい
- ・準備が大変
- ・簡単でした

共通

質問 21. 清掃ロボットに他にどのような機能があれば良いですか

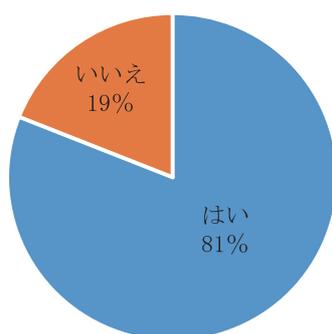
清掃ロボットの追加機能としては、マッピングが、きれいにできる。音声機能、隅、端のゴミが取れるようにしてほしい等があった。

- ・特になし 3名回答
- ・マッピングがきれいにセットできる機能
- ・わかりません
- ・自分が取れなかった隙間のゴミとり
- ・音声機能
- ・防犯対策→迎撃モード
- ・角の隅までできるロボットがあればいい 2名回答
- ・段差をあがれるようにしてほしい
- ・窓際まで取れるようにしてほしい

質問 22. 清掃ロボットを実際に動かした清掃をしたいと思いますか

清掃ロボットを実際に動かして掃除したいと思いますか、はい 81、いいえ 19%であった。

22. 清掃ロボットを実際に動かした清掃をしたいと思いますか



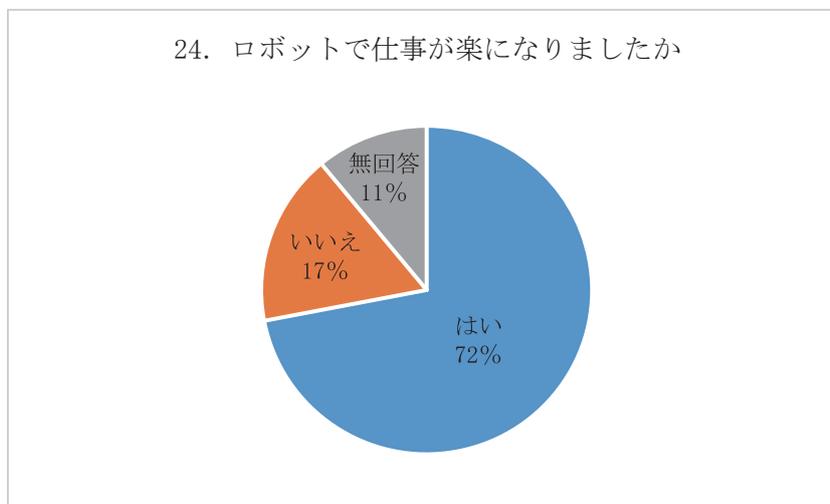
質問 23. 清掃ロボットの操作で難しかった点

清掃ロボットで難しかった点では、スイッチが多く、動かし方及び導入禁止エリアの設定であった。

- ・特になし 5名回答
- ・スイッチを入れて動かすのが難しかった
- ・自分で動かすことが難しかった
- ・スタートの位置にもどらなかった
- ・センサーの感知が悪く動きが不思議なときがあった
- ・窓清掃で上にいくときは簡単だったが、下に行く時は少し難しかった
- ・ボタンがたくさんあり分からなかった
- ・ゴミのあったところをきれいにする
- ・導入禁止エリアの設定が難しかった

質問 24. ロボットで仕事が楽になりましたか

ロボットで仕事が楽になったかでは、はい72%、いいえ17%であった。



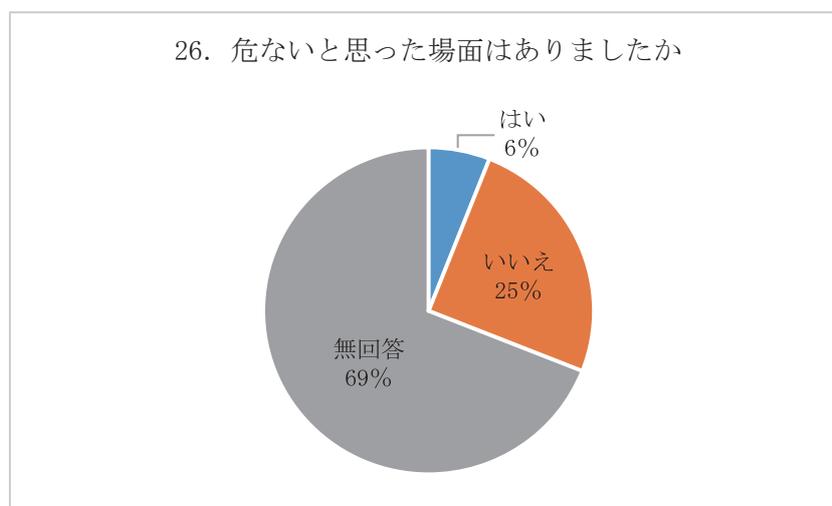
質問 25. 清掃ロボットを使って困ったこと

清掃ロボットを使って困ったことは、ロボットが動き出すまでの操作、ミスをしたときの修正方法であった。

- ・特になし 5名回答
- ・アマノが現在位置を理解しない 2名回答
- ・窓の汚れがあるのに取れない
- ・アマノがすぐに動かない時があった
- ・ミスをしてしまうと機械が壊れるので気を付けたいです
- ・ロボットの目の前にしばらくたっていると、障害物と認識し空白が生まれる
- ・特になし

質問 26. 危ないと思った場面はありましたか

危ないと思った場面はあったかでは、いいえ 25%、はい 6%で、無回答 69%であった。



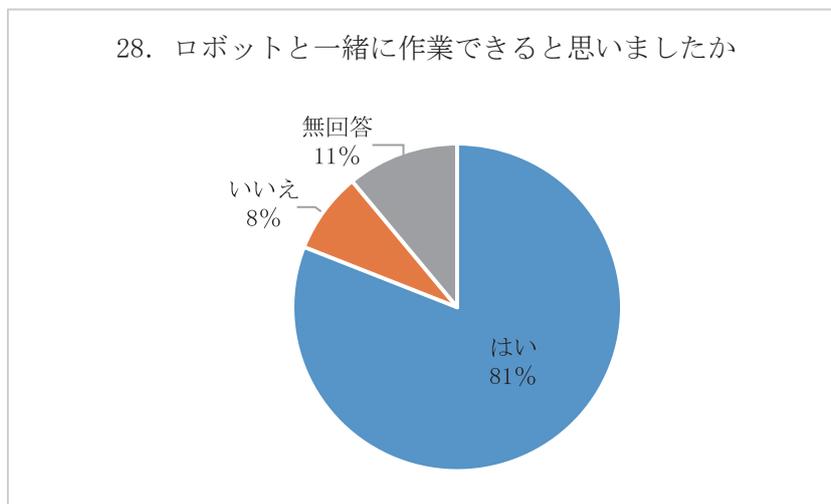
質問 27. 困ったことは何ですか

困ったことは、窓の汚れが取れない、窓清掃で取り外す時、スタート位置にもどれない等であった。

- ・窓の汚れが取れないことと、スタート位置に戻れないこと
- ・外側に窓にセッティングする時
- ・窓清掃で取り外すときに落としそうになった

質問 28. ロボットと一緒に作業できると思えましたか

ロボットと一緒に作業できると思いますかでは、はい 81%、いいえ 8%であった。



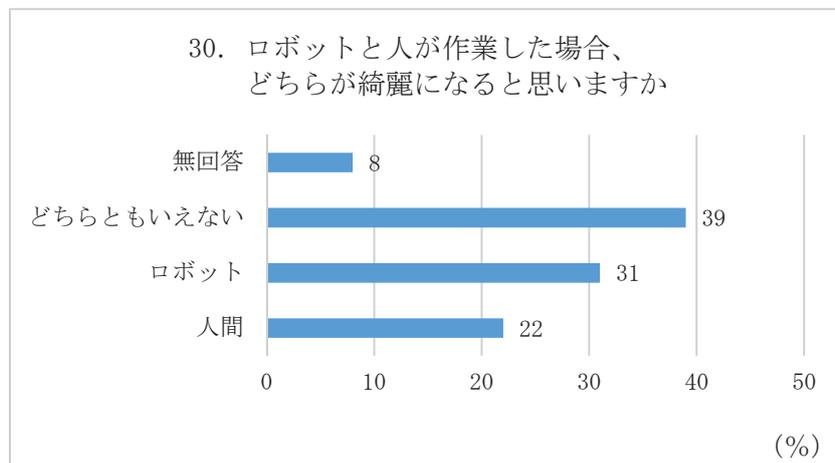
質問 29. 清掃ロボットを危なくないと答えた理由

清掃ロボットが危なくないと答えた理由として、何も害がない、人が前に立つと停止する等であった。

- ・場所によっては一緒に作業できない
- ・特になし
- ・何も害がないので
- ・無理です
- ・人が前に立っていても静止できるので危ないことになることはない 2名回答

質問 30. ロボットと人が作業した場合、どちらが綺麗になると思いますか

どちらともいえないが 39%と一番多く、次はロボット 31%、人間 22%であった。

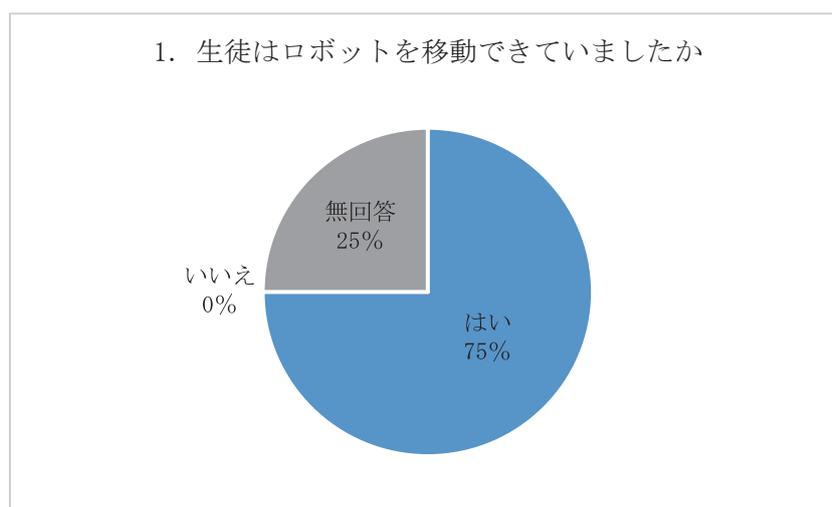


教員

教員 7 名のアンケート集計結果を以下に報告します。

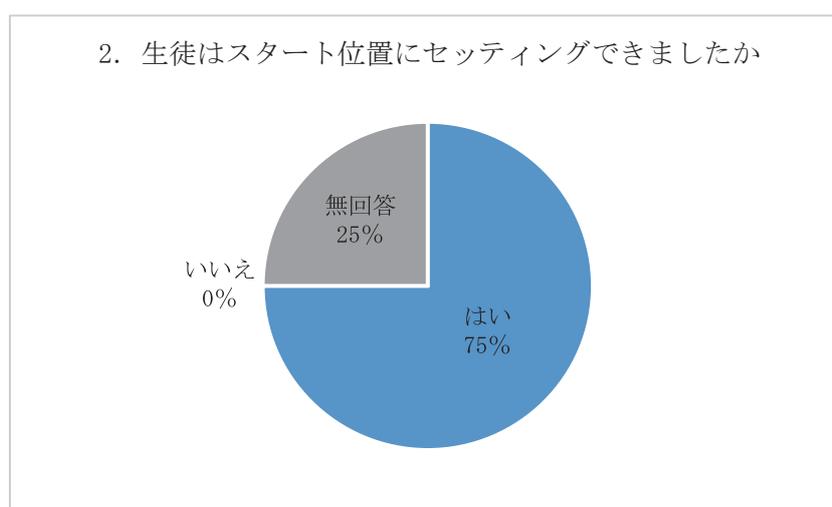
質問 1. 生徒はロボットを移動できましたか

移動は出来たかは、はい 75%であった。

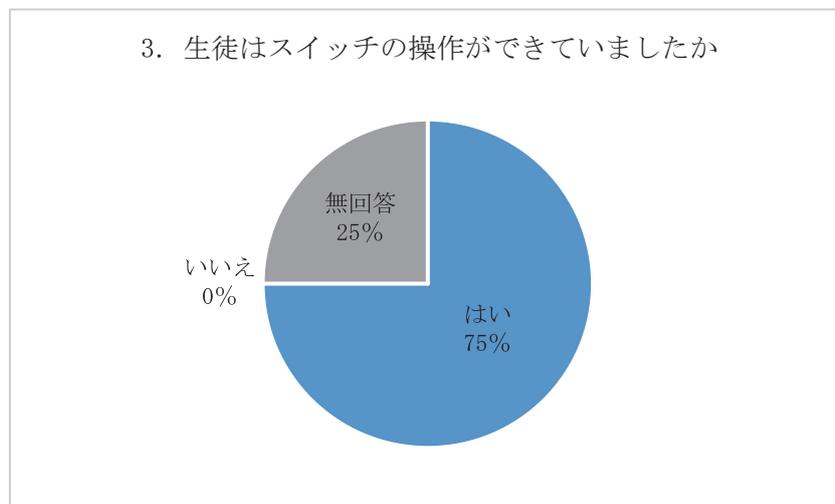


質問 2. 生徒はスタート位置にセッティングできましたか

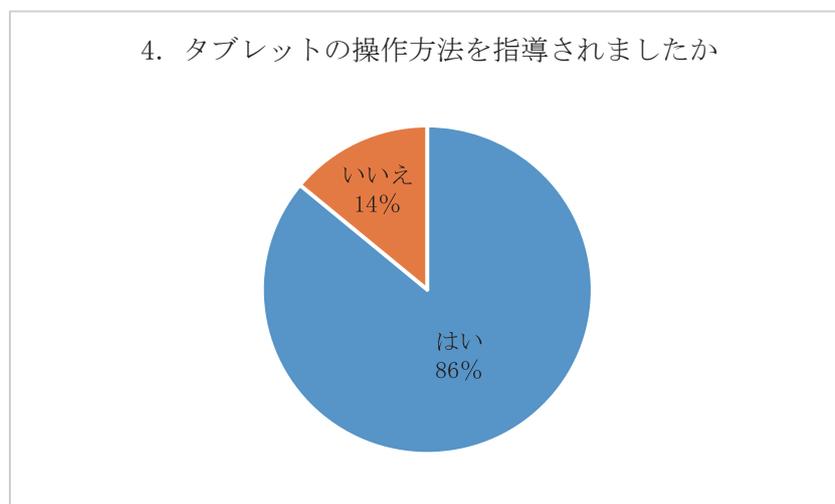
セッティングできた生徒は、75%であった。



質問3. 生徒はスイッチ操作をできていましたか
スイッチ操作ができた生徒は、75%であった。

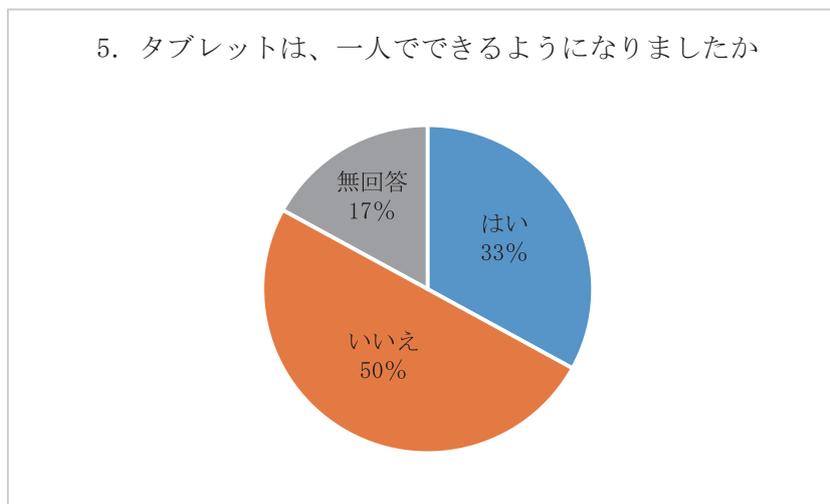


質問4. タブレットの操作方法を指導されましたか
生徒にタブレット操作を指導したのは、86%であった。



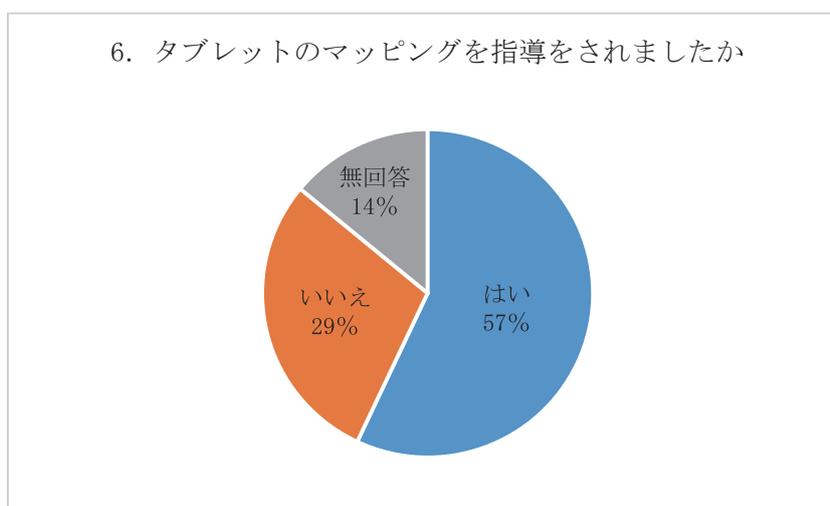
質問 5. タブレットは、一人でできるようになりましたか

タブレット操作ができるようになったのは、33%で、操作ができない50%であった。



質問 6.

タブレットのマッピングを指導されましたか、はい57%、いいえ29%であった。

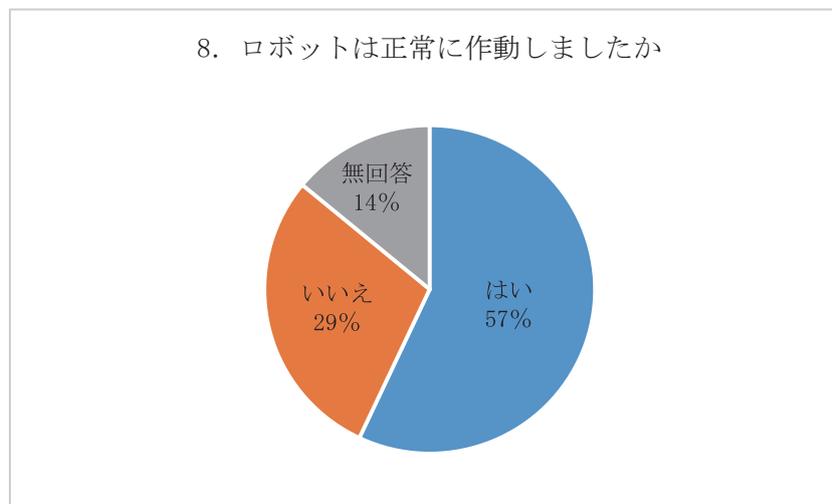


質問 7. タブレット操作の指導にどのぐらいかかりましたか

1~2 時間指導した。

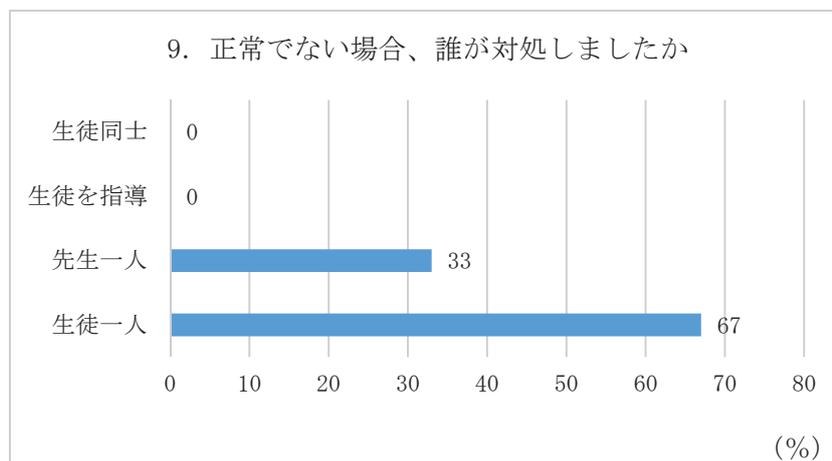
質問 8. 清掃ロボットは正常に稼働していましたか

ロボットが正しく作動したのは、はい 57%、いいえ 29%であった。



質問 9. 正常でない場合、誰が対処しましたか

正常に作動しなかった場合、誰が対処しましたかは、生徒一人が一番多く 67%、次に先生一人 33%であった。



質問 10. 清掃ロボットに他の機能として望むもの

他の機能としては、音声操作機能、自動手入れ機能等の意見があった。

- ・音声操作機能
- ・自動手入れ機能
- ・水拭き、隅清掃
- ・満足のいく機能
- ・ReDC にマキタの様な長い毛先をつけて隅のゴミをとる

質問 11. 清掃ロボットを導入した場合、生徒はどのような役割を果たせるか

生徒の役割としては、ロボットのセッティング、効率的な清掃ができるようになる等の意見であった。

- ・ロボットのセッティング 2名回答
- ・S/W の ON, OFF 操作
- ・ロボットの清掃
- ・効率的な清掃について考える機会になった
- ・手入れ
- ・ロボットのできない場所
- ・ソフトの操作を覚えればセットから清掃まで任せられる
- ・効率的な清掃ができるようになる
- ・ある程度仕事は限定されると思う
- ・隅の清掃

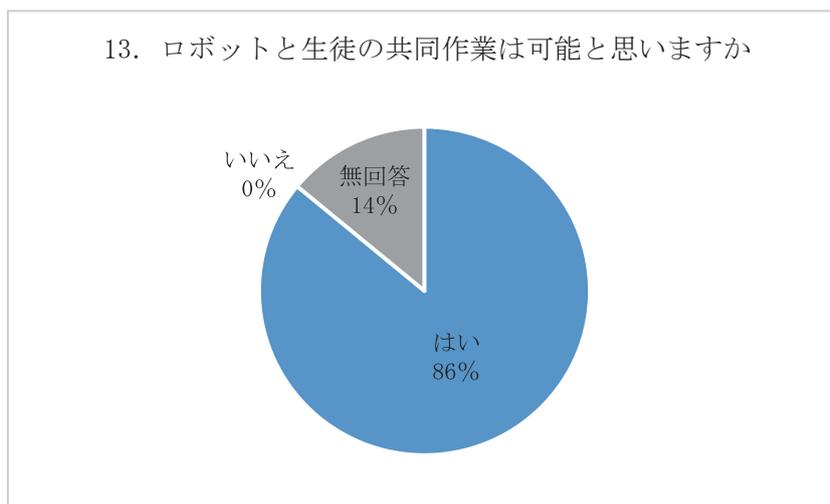
質問 12. 清掃ロボットの導入において生徒指導で難しい点

エラー、トラブル、稼働しなかった時の対応の意見が多かった。

- ・ロボットがエラーしたときの対応。
- ・正常に稼働しない場面で、作業が中断してしまい、時間がかかり、生徒だけでは対応は難しい
- ・時間が短い
- ・問題が起きた時の対応が難しい
- ・タブレットの反応が悪い
- ・稼働中に何が出来るか考えることが難しい
- ・ロボットに出来ることと出来ないことの理解が難しい
- ・マッピングが完了するまでの時間の使い方
- ・ウィンドウメイトはセッティング難しさや作業ペースが遅いことで教室清掃終了に間に合わない
- ・特になし

質問 13. ロボットと生徒の共同作業は可能と思いますか

ロボットの共同作業は、可能 86%、無回答 14%であった。



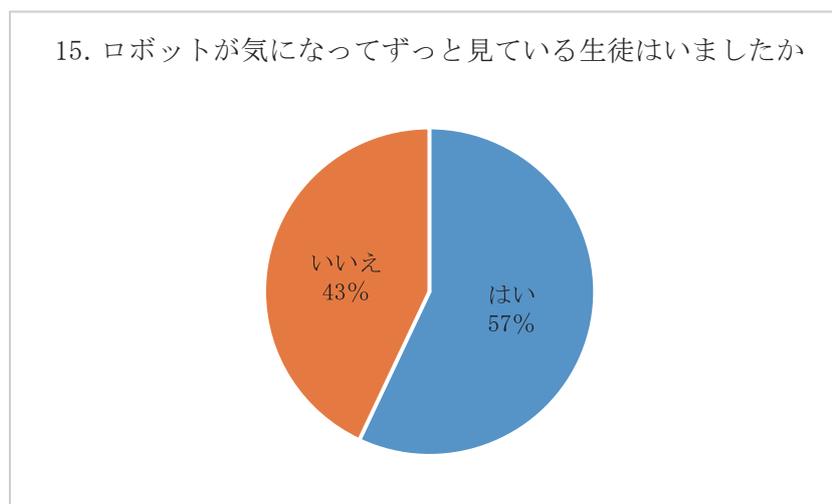
質問 14. 清掃ロボットと生徒の共同作業で可能と答えた方の理由は

共同作業で可能と答えた理由は、生徒が教室でロボットが廊下、ロボットができない細かい場所、その他の作業との組合せとの意見であった。

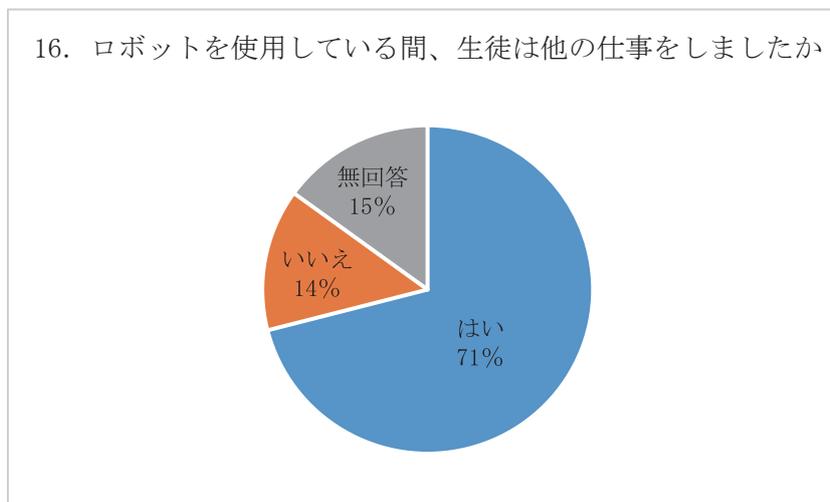
- ・教室清掃する間に廊下をロボットで行う
- ・ロボットができない細かい場所
- ・本体ソフトを覚えられることが条件
- ・動きになれてくれば、他の作業に取り掛かれると思う
- ・やれる業務を生み出せる場所なら可能
- ・生み出しにくい場所なら、ロボット終了時間にあわせた組合せ
- ・生徒による

質問 15. ロボットが気になってずっと見ている生徒はいましたか

ロボットが気になってずっと見ている生徒は、はい 57%、いいえ 43%であった。



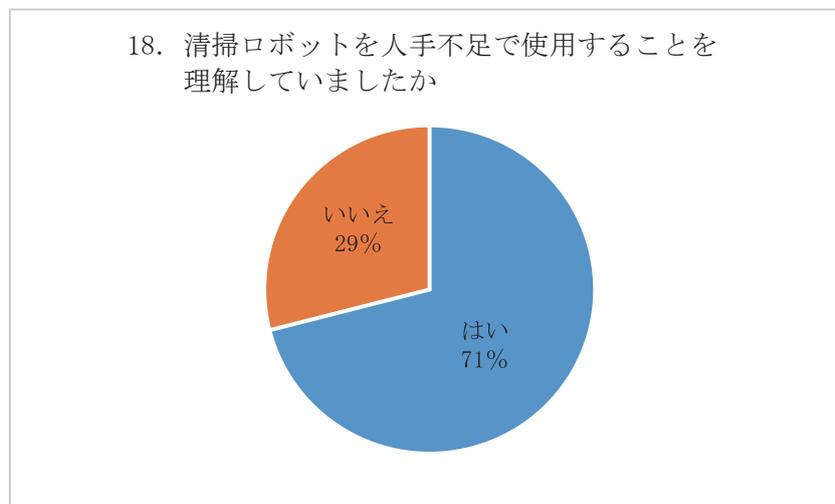
質問 16. ロボットを使用している間、生徒は他の仕事をしましたか
他の仕事をした、はい 71%、いいえ 14%であった。



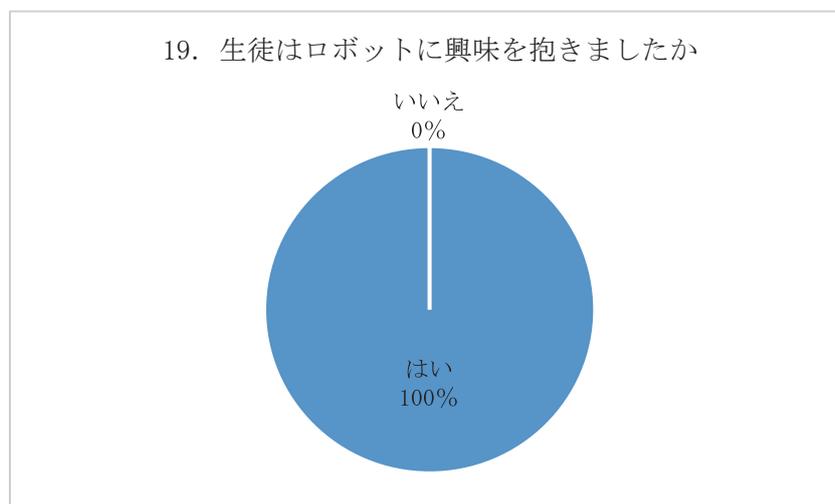
質問 17. ロボットを使用している間、生徒は具体的に何の仕事をしていましたか
生徒は、自在ホウキ、スクイジー、机椅子の移動、窓清掃、洗面台の仕事をしていた。

- ・自在ホウキ、スクイジー、机椅子の移動
- ・ガラス、床清掃
- ・掃き拭き作業
- ・窓清掃、モップ掛け
- ・洗面台清掃

質問 18. 清掃ロボットを人手不足で使用することを理解していましたか
生徒が理解していた 71%、理解していない 29%であった。

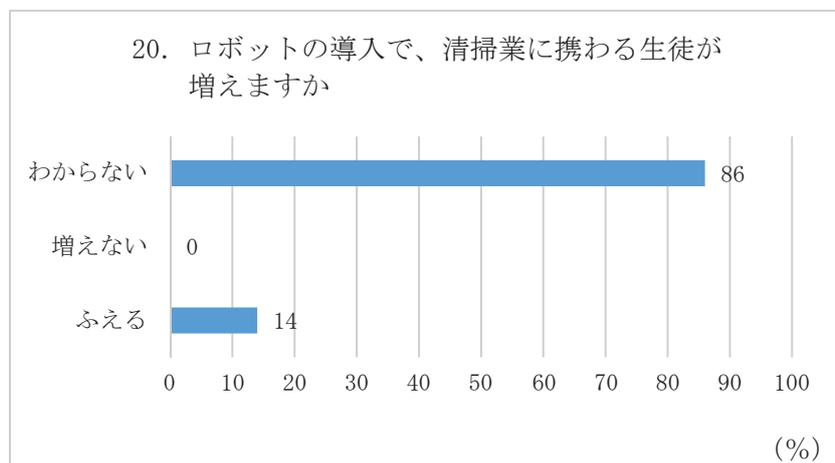


質問 19. 生徒はロボットに興味を抱きましたか
100%の生徒が興味を抱いた。



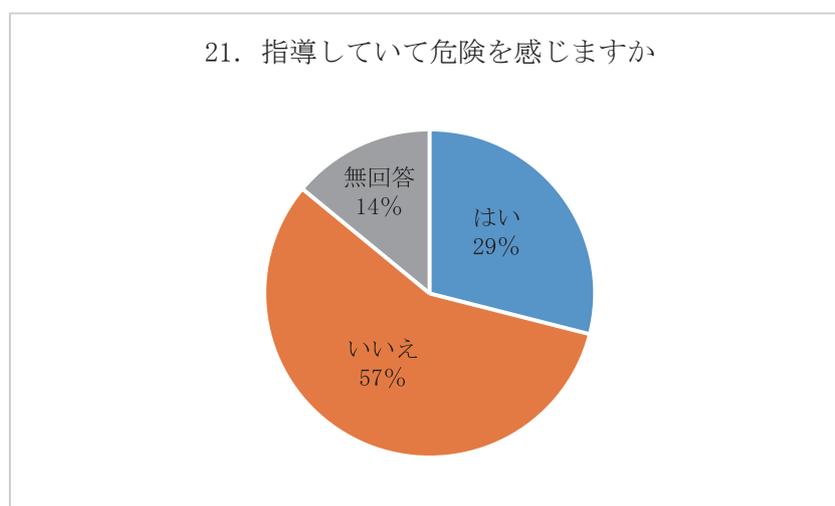
質問 20. 清掃ロボットの導入で、清掃業に携わる生徒が増えますか

清掃ロボットの導入で、清掃業に携わる生徒が増えると思った 14%、わからない 86%であった。



質問 21. 清掃ロボットを指導していて危険を感じることはありましたか

危険を感じない 57%、感じる 29%であった。



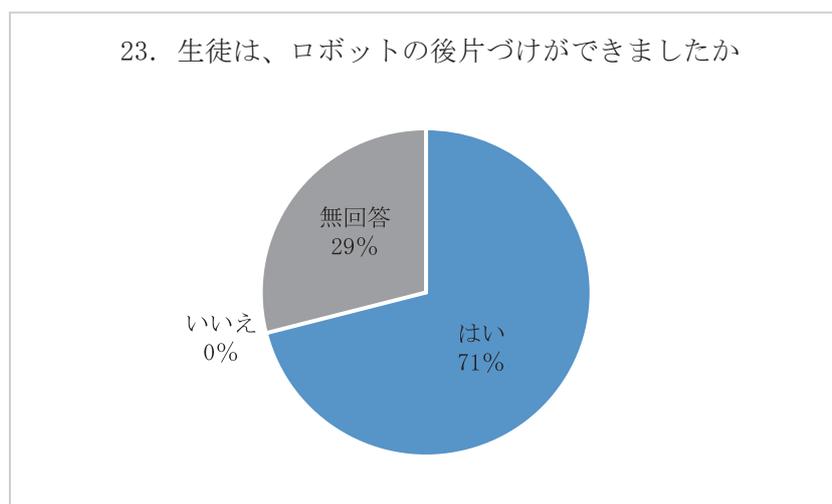
質問 22. 危険を感じたのは、どのような場面ですか

危険を感じたのは、窓用ロボットの落下、ロボットの動きについていけない場面であった。

- ・窓ロボットを落下させてしまう危険 2名回答
- ・ロボットの動きについて行けず、立ち止まってしまうことや、避けようとして器具を倒してしまう

質問 23. 生徒は、清掃ロボットの後片づけができましたか

後片づけができた 71%、できなかった 0%であった。



質問 24. 生徒に清掃ロボットの操作を指導しての総合的な感想

タブレット操作ができなかった等ソフトに関する意見が多い、生徒により興味の持ち方が違った、おもしろかった等の意見であった。

- ・ロボプロはスイッチ一つで操作できるので使いやすい
- ・ウインドウメイトは取り付け方や起動させる方法が難しい
- ・タブレットの反応が悪くマッピングに時間がかかった
- ・ソフトの使い方を覚えさせられるかが鍵
- ・面白かった
- ・綺麗さに驚いた
- ・意外と速かった
- ・タブレット操作がちょっとやりにくかった
- ・興味のある生徒は覚えるが、そうでないと、自分で清掃することを選ぶ

質問 25. 清掃ロボットの指導並びに操作に関して総合的な意見

好意的な意見が多かった。音声機能追加等、タブレット・マッピングに関する意見が多かった。

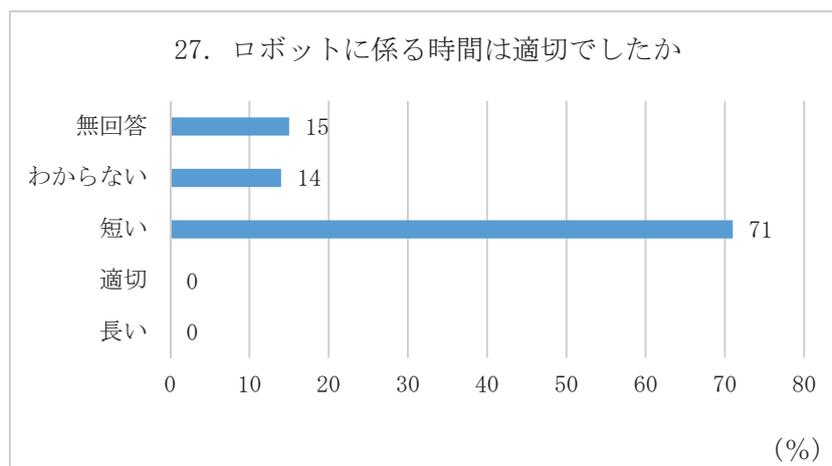
- ・マッピングを理解させるには、継続した指導が必要
- ・生徒自身が床や窓清掃を理解した上でロボットを使用したほうがよい
- ・繰り返し時間を掛けてやっていかないとならない
- ・生徒がタブレット操作に興味を示していることがわかった
- ・ロボット作業による効率化や、他の作業について考えることは生徒にとって難しいことが分かった
- ・作成した地図を呼び出せず毎回作成した。その結果、マッピング操作を速く覚えることに繋がった
- ・周囲の安全管理について
- ・ロボットに対する興味や関心は高いと思った。
- ・タブレットの操作にもすぐ対応できた。
- ・スイッチ一つですぐ操作できるロボが増えると協働も進むと思う。
- ・音声で操作できるロボがあれば肢体不自由校でも使用できるのではないか。
- ・窓ロボは効率的な取組みに課題が見られた。
- ・来年度以降もロボットを使用してみたい。
- ・タブレット操作が簡単になれば使いやすい。
- ・ロボットがスタート位置を自分で認識してスタートできればよい。
- ・窓ロボは水平調整が難しく、まっすぐ進まない。

質問 26. 清掃ロボットに係る学習時間は、何時間ですか

5 時間、5 時間、3 時間であり、平均 4.3 時間であった。

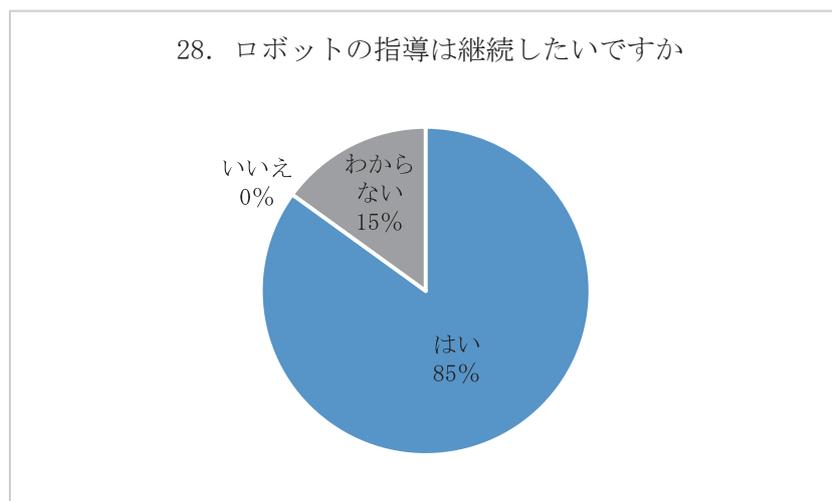
質問 27. 清掃ロボットの指導時間は適切だったと思いますか

指導時間は、短い 71% で一番多く、次にわからない 14%、無回答 15% であった。



質問 28. 清掃ロボットの指導は、次年度以降継続したいですか

継続したい 85%、いいえ 0%、わからない 15% であった。



以上

清掃ロボット活用の可能性調査風景写真



ウインドウメイトの操作



ロボプロの操作



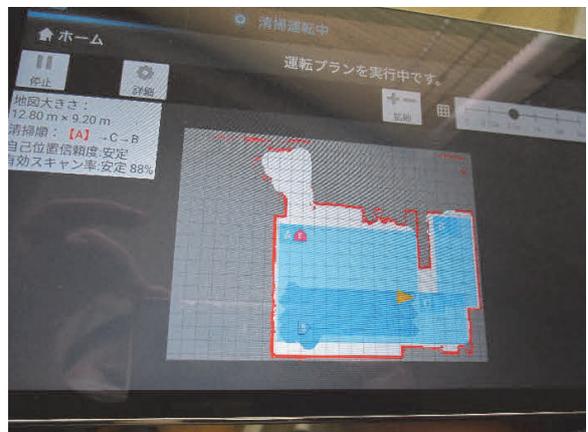
ReDC の操作



ReDC の操作



教員作成の ReDC 操作マニュアル



ReDC のタブレット画面 (生徒作成)

まとめ

今回の特別支援学校における清掃ロボット使用の可能性調査での、各校の生徒・先生方のアンケートによると、ロボットの運用授業に対する好意的な意見が多いことが判る。特にタブレットでの入力が、個人差があるにせよ興味を持って頂いた。

当初は、清掃教育をカリキュラムに導入されている学校で、ロボット機器のタブレットの入力（マッピング）の技術を学校の授業にできないか？等の具体的な経緯があったのだが、運用の安全性や効率が増せば、学校でのロボットの運用指導の定着化を目指すことも可能だと思われる。

清掃ロボットの導入について改善点は多々ある。タブレットの操作というより、マッピングそのものの扱いが難しかったことも触れられているし、平成29年度の報告同様スイッチひとつで動くようにならないか、自己位置が判らなくなった場合の修正がもっと簡単にとの意見も出ている。

ロボットへの関心が高い中で、今後継続した指導が必要であるのは、必然であるが、アンケートにあるように、一番大事な点は、やはり清掃作業を理解したうえで、ロボットの運営や協働を行っていくというのが正論ではないかと思われる。

過去学校教育で清掃授業を取り入れるには、各先生方にもいろいろな課題があったと思う。しかし、学校を訪問させていただいて、感慨深かったのは、清掃教育が、学校に根付いていたことである。これは諸先生方の努力の結果であるといえよう。ロボット授業導入の基礎は充分できていると感じられた。

授業内で先輩が後輩に清掃技術を指導している場面にも遭遇した。そこにロボット操作という技術が加われば、従来の清掃のイメージをさらに変えるものとして、清掃の社会的地位向上も期待できるのではないか。

現在は、「清掃は誰でも出来る」仕事から、専門性を持つものへと移行する過程ではないかと思う。パソコンやインターネットの普及拡大に伴い、ロボット操作も含め、異業種から示唆される形で斯業の専門性が増すことは当然考えられる。同時に清掃技術が職人技と同様、経験に裏打ちされた高い技術が必要であることも再度認識することになるのではないか。

清掃という業界の地位向上を目指すために、ロボットの運用を利用して、若人の知識を生かした、清掃の範疇を広げる可能性を模索したのが今回の事業の主旨の一部でもある。アンケート結果は、ロボットの授業時間の延長などの要望等、期待がもてるものであるともいえる。

次年度は、授業内での運用についてのさらなる可能性の調査を行うことになる。調査結果の内容によっては、生徒の方々の就労への一助になることも充分期待出来ると思われる。

せいそう しよう せいと よう
清掃ロボット使用におけるアンケート(生徒用)

学校名 足立特別支援学校 港特別支援学校 水元小合学園

所属する科 普通科 職能開発科 就業技術科

きにゆう び へいせい ねん つき にち
記入日 平成30年 月 日

機種	項目	質問内容	回答			
ア マ ノ 清 掃 ロ ボ ッ ト	1	ロボットを作業場所へ移動させる場合、誰が移動させましたか。	じぶん 自分 ひとり 一人	せんせい 先生	せんせい 先生と いっしょ 一緒に	た せいと 他生徒と いっしょ 一緒に
	2	作業場所では誰がロボットをスタート地点にセットしましたか。	じぶん 自分 ひとり 一人	せんせい 先生	せんせい 先生と いっしょ 一緒に	た せいと 他生徒と いっしょ 一緒に
	3	ロボットを動かす為の電源スイッチは誰が操作しましたか。	じぶん 自分 ひとり 一人	せんせい 先生	せんせい 先生と いっしょ 一緒に	た せいと 他生徒と いっしょ 一緒に
	4	タブレットを操作しましたか。	はい		いいえ	
	5	質問4で「はい」と答えた方への質問。 タブレットを使ってどのように感じましたか。	とても かんたん 簡単	かんたん 簡単	ちよつと むずか 難しい	とても むずか 難しい
	6	質問4で「はい」と答えた方への質問。 タブレットを使った感想について、右の欄に具体的にお書きください。				
	7	タブレットで作業エリアのマッピングを作成しましたか。	はい		いいえ	
	8	質問7で「はい」と答えた方への質問。 マッピング作成はどうでしたか。	とても かんたん 簡単	かんたん 簡単	ちよつと むずか 難しい	とても むずか 難しい

ア マ ノ 清 掃 ロ ボ ット	9	じっけんちゅう 実験中、ロボットはマッピング通りに動いていましたか。	はい		いいえ	
	10	しつもん 質問9で「いいえ」と答えた方への質問。 それはどういう状況でしたか	ぶつ かった	きゅう 急に と 止まった	エリア 以外に い 行った	た その他
	11	しつもん 質問9で「いいえ」と答えた方への質問。 その時ロボットのスイッチは誰が切りましたか。	じぶん 自分 ひとり 一人	せんせい 先生	せんせい 先生と いっしょ 一緒に	た 他生徒と いっしょ 一緒に
	12	しつもん 質問9で「はい」と答えた方への質問。 ロボットが動いているとき、あなたは何をしていましたか。	かんさつ 観察		た 他の作業	
	13	しつもん 質問12で「他の作業」と答えた方への質問。 それは、どんな作業ですか。	そうじ 掃除機	まどせいそう 窓清掃	かべ 壁のホコリ と 取り	た その他
	14	さぎょうしゅうりょうご 作業終了後、ロボットの充電はどのように実施しましたか。	じぶん 自分 ひとり 一人	せんせい 先生	せんせい 先生と いっしょ 一緒に	た 他生徒と いっしょ 一緒に
15	ア マ ノ 清 掃 ロ ボ ットを操作しての感想はどうですか。	ひじょう 非常に かんたん 簡単	かんたん 簡単	ちよつと むずか 難しい	ひじょう 非常に むずか 難しい	
窓 拭 き ロ ボ ット	16	まどふ、 窓拭きロボットは、誰が窓にセットしましたか。	じぶん 自分 ひとり 一人	せんせい 先生	せんせい 先生と いっしょ 一緒に	た 他生徒と いっしょ 一緒に
	17	まどふ、 窓拭きロボットの操作は、簡単でしたか	ひじょう 非常に かんたん 簡単	かんたん 簡単	ちよつと むずか 難しい	ひじょう 非常に むずか 難しい
	18	まどふ、 窓拭きロボットは正しく動いていましたか。	はい		いいえ	
	19	しつもん 質問18で「いいえ」と答えた方への質問。 その場合、あなたはどうしましたか。	ひとり 一人で と 止めた	せんせい 先生に れんらく 連絡	ともだち 友達と と 止めた	
	20	まどふ、 窓拭きロボットを使った感想を右の欄にお書きください。				

共通	21	<p>清掃ロボットに、他にどのような機能があるとよいと思いますか。</p> <p>具体的にお書きください。</p>		
	22	<p>これからも清掃ロボットを実際に動かして清掃してみたいですか。</p>	はい	いいえ
	23	<p>清掃ロボットの操作で難しかった点はどこですか。</p> <p>具体的にお書きください</p>		
	24	<p>清掃ロボットを使用して自分達の仕事が楽になりましたか。</p>	はい	いいえ
	25	<p>清掃ロボットを使用していて困ったことはありますか。</p> <p>具体的にお書きください。</p>		

共通	26	せいそう 清掃ロボットを使用 ^{しよう} して ^{あぶ} いて ^{おも} 危 ^{ばめん} ないと思 ^{おも} った場面はあり ^{おも} ましたか。	はい	いいえ
	27	質問 ^{しつもん} 26で「はい」と答 ^{こた} えた方 ^{かた} への質問 ^{しつもん} 。 それは、どんなことですか。具体的 ^{ぐたいてき} にお書 ^か きください。		
	28	せいそう 清掃ロボットと一緒 ^{いっしょ} に作業 ^{さぎょう} できると思 ^{おも} いますか。	はい	いいえ
	29	質問 ^{しつもん} 28で「いいえ」と答 ^{こた} えた方 ^{かた} への質問 ^{しつもん} 。 それはどうしてですか。具体的 ^{ぐたいてき} にお書 ^か きください。		
	30	清掃ロボットと人が作業 ^{ばあい} した場合 ^{ばあい} 、どちらが綺麗 ^{きれい} にできると思 ^{おも} いますか？	にんげん 人間	ロボット

清掃ロボット使用におけるアンケート(教員用)

学校名 足立特別支援学校 港特別支援学校 水元小合学園

担当科 普通科 職能開発科 就業技術科

記入日 平成 30年 月 日

項目	質 問	回 答			
1	生徒は、作業エリアへ清掃ロボットを移動できていましたか。	はい	いいえ		
2	生徒は、清掃ロボットを作業エリアのスタート位置にセッティングできましたか。	はい	いいえ		
3	生徒は、清掃ロボットのスイッチの操作ができていましたか。	はい	いいえ		
4	タブレットの操作方法(マッピングを除く)を指導されましたか。	はい	いいえ		
5	「質問4」で「はい」と答えた方への質問。 生徒は、一人でできるようになりましたか。	はい	いいえ		
6	タブレットの操作方法(マッピング作成)を指導されましたか。	はい	いいえ		
7	生徒に、タブレットを含む操作方法を覚えてもらうのにどのくらいの時間がかかりましたか。	時間			
8	清掃ロボットは正常に稼働していましたか。	はい	いいえ		
9	「質問8」で「いいえ」と答えた方への質問。 その場合、誰が対処しましたか。	生徒一人	先生一人	生徒を指導	生徒同士
10	清掃ロボットの基本性能において、他にどんな機能があるとよいと思いますか。右の欄にお書きください。				
11	清掃ロボットを導入した場合、生徒はどのような役割を果たせると思いますか。右の欄に具体的にお書きください。				
12	清掃ロボットにおける生徒指導においてどの様な点が難しかったですか。右の欄に具体的にお書きください。				

13	清掃ロボットと生徒による協働作業は可能と思われますか。	はい	いいえ		
14	「質問13」で「はい」と答えた方への質問。 右の欄に具体的にその理由をお書きください。				
15	清掃ロボットが気になってずっと見ている生徒はいましたか。	はい	いいえ		
16	清掃ロボットを使用している間、生徒は他の作業をしましたか	はい	いいえ		
17	「質問16」で「はい」と答えた方への質問。 それは、どのような作業ですか。 右の欄に具体的にお書きください。				
18	生徒は、清掃ロボットを使用する意味(人手不足や作業の軽減)を理解していましたか。	はい	いいえ		
19	生徒は、清掃ロボットに興味を抱きましたか。	はい	いいえ		
20	清掃ロボットと人間の協働作業が増加した場合、 実際に清掃業に携わる生徒が増えると思いますか。	ふえる	増えない	わからない	
21	清掃ロボットの指導をしていて危険を感じる事がありましたか。	はい	いいえ		
22	「質問21」で「はい」と答えた方への質問。 それは、どのような場面ですか。 右の欄に具体的にお書きください。				
23	生徒は、清掃ロボットの後片付けをできましたか。	はい	いいえ		
24	生徒に清掃ロボットの操作方法を指導しての 総合的な感想を右の欄にお書きください。				
25	清掃ロボットの指導並びに操作に関して 総合的な感想を右の欄にお書きください。				
26	清掃ロボットに係わる学習時間は、総合で何時間ですか。	時間			
27	清掃ロボットに係わる学習時間は適切だったと思いますか。	長い	適切	短い	わからない
28	清掃ロボットの指導は次年度以降も継続したいですか。	はい	いいえ	わからない	

29	その他ご意見・感想等をお聞かせください。	
----	----------------------	--

4 総括

総括

床業務用に特化する清掃ロボットは、過去、1985年つくば科学万博から話題になり、1993年9月にオープンしたビックバード（羽田空港）での各種機器の運用試験、また2001年1月からの晴海オフィスビルでのエレベータ移動テストなどその都度話題にはなっていた。これらで活躍したシリーズは、その後、商業ビル現場での考証も行っている。（2009年F. ROBO CLEAN販売開始、ReDCの発売は2015年である）これら過去の話題となった運用検証でも、共同作業の必要性という点で、実は今回とほぼ同じ結果が出ている。現状のロボットの性能が過去のものより進化しているのは確かであるが、問題は定着率であった。

ビルメンテナンス業界が、清掃ロボットに取り組み始めたのは今から約50年前の1970年代（昭和45年）頃である。その頃は、メーカー側のハード的問題が多く、使用にあたっては多くの問題を抱えていた。また、ユーザー側（ビルメンテナンス事業）を始め契約先には、ソフトとしての管理体制が整備されてなく、メーカーとユーザーから見てまだまだ遠い未来の話しとして葬られた。

その後、50年を経た今日、メーカー側の先進的な取り組み・改善改良を加え、今では実用段階を経るに至っている。

一方、2000年に入りIT化時代を迎え、ユーザー側も導入を試み、実験が活発化した。双方が相成って、はじめて清掃ロボットが採用されている。

ロボット清掃機に対する「誰でも楽に運用できる機器への期待」からは、まだほど遠いというイメージがあるが、報告にもあるとおりマッピングやティーチングが行われた後の運用はさほど難しいものではない。少しでも今回の報告が、ロボットに対する誤解を解く試薬となれば幸甚である。

今後の方針、2019年度の本小委員会の目指すものとしては、いかにロボット化を定着させるか、人手不足が深刻な状態の中で、現状の清掃従事者を大切に、またどのように動かしていくかが重要な課題である。その一環として「特別支援学校における清掃ロボット活用の可能性調査」では、これから就職する方々だけではなく学校内教育において、機器を使用する生徒たちへのアンケートにもあったようにマッピングや運用指導などの清掃の共同作業の可能性を探るとともに、また今後増えると予想される、外国人技能実習生向けのマニュアルの作成等課題が挙げられている。

今後、ロボット清掃機器の運用において重要なことは、作業者の教育となる。

今やITなくして事業・生活は成り立たない。特に、若年者あるいは外国人技能実習生などは、先進的な機器（ハードウェア・ソフトウェア）を好む傾向がある。所謂、「職人的業務」から「IT的業務」へと移行していく。そのような時代背景において、多くの若年者や外国人技能実習生が魅力を以て斯業に入ってくるためには、清掃ロボットのみならず機械化促進は欠かせない課題である。

操作する人間だけでなく、ビルを利用している他の方々も同時に清掃ロボットの動きを知る必要がある。清掃ロボットの普及に伴い、作業中に清掃経路を遮らないようにするにはどの場所を通ったら良いのか等々、定着にあたっては各方面の協力と教育も重要となる。

今後は、清掃ロボット管理者の育成教育、清掃ロボットの品質向上のための汚れの感知機能の追加、今以上の安全化の実施等々も課題としながら、建築物のバリアフリー化も含めて、清掃ロボットを含めた清掃見積りが当たり前に行えるような環境づくりが大切となろう。

5 謝辭

謝辞

今回の調査にあたり、多くの企業、学校、メーカーにご協力頂きました。
ここに、記して感謝いたします。

- (1) 清掃ロボットの導入検証実施会社
株式会社小田急ビルサービス
グローブシップ株式会社
株式会社ビケンテクノ

- (2) 特別支援学校における清掃ロボット活用の可能性調査
東京都立足立特別支援学校
東京都立水元小合学園
東京都立港特別支援学校

- (3) 清掃ロボットメーカー
株式会社アクティオ
アマノ株式会社
セールス・オンデマンド株式会社
フィグラ株式会社

(五十音順)

6 付録

平成 29 年度報告概要

ビルメンテナンス会館における実証実験

自律型清掃ロボットの実証実験について（抄）

1. 目的

現在業界では慢性的な人手不足を唱えている、このような状況から、2017年度の東京ビルメンテナンス協会「調査研究小委員会」において、近年話題の清掃ロボットの実証実験を行うこととなった。

期間は、2017年7月から11月、ビルメンテナンス会館において数種類の清掃ロボットの現状における性能の検証を行った。

現在の清掃ロボットの清掃力評価を行うことにより、現場での運用の一助になればと考えている。

2. 検証

2.1 機種を選定

選定機種：床用が3機種、窓用が1機種となる。メーカーと機種は以下の通り。

選定機械

メーカー	機種	清掃方法
アマノ	RcDC	ドライ
マキタ	RoBoPRO	ドライ
フィグラ	F. ROBO CLEAN	ドライ
セールスオンデマンド	Windowmate	ガラス
シーバイエス	AEROBOT 1850	ドライ
中西金属工業	ROBO Cleaper	ウェット
日本信号	CLINABO	ウェット

2.2 検証場所

今回、各社の床用の清掃ロボットの検証場所として、地下1階から地上5階建ての延床約3000㎡の西日暮里（1フロア約500㎡）のビルメンテナンス会館を選定した。

自動床洗浄機や大型の清掃機器の導入に

は、建築物のバリアフリーが前提だといわれる。ドライ清掃の仕上がりも床の施工に左右される。

対象作業面積

場所	㎡	階
専用部	カーペット 268 ㎡	4F
	塩ビ床 302 ㎡	2F
共用部	カーペット 43 ㎡	4F
	塩ビ床 9 ㎡	2F

実際にドライ管理も行われている、段差の少ない当会館でも、カーペット下のコードや、段差や障害物が影響するか、どれくらいのごみが回収されるかも対象とし、またセンサ（sensor）の性能も観察した。

2.3 人工との比較

ビルメンテナンス館の4階の場所は全フロアがタイルカーペット、3～2階は塩ビタイルである。専用部室内では仕器を壁側に寄せた状態で、共用部は備品（消火器等）を設置しての清掃時間の人工との作業時間比較を行った。

（図01；塩化ビニール床はロボットの場合は除塵のみの時間、人は除塵＋水拭きの合計時間である。水拭きは人の手で行った）

人工との作業比較では、単純に約1.5倍から、2倍多くかかる結果となった。この時点でRcDCとF.ROBO CLEANには作業時間の差がなかった。

RoBoPROは動作環境が異なるため、作業面積における清掃時間は算出していない。

これらの結果はあくまで、当会館での作

業のため、作業面積等が変わると比率は変化するものと思われる。

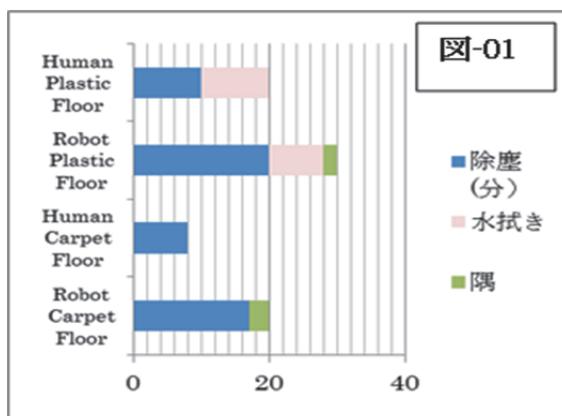


図 01 人工とロボットの作業時間の比較

ロボットの作業面積が増えると、稼働時間に比例して管理者の手が空き、トイレなどの他の作業に専念出来る時間ができることになるが、そのためにはロボットが作業中に何らかのトラブルで止まった場合、どのようにして管理者と連絡するかも重要である。

今回の、30 kg代の RcDC と F. ROBO CLEAN の 2 台に関してはマッピング方法の差こそあれ、稼働中は移動するもの（人間）への接触などの一時的な停止はあったが、清掃作業に問題はなかった。ただし、ロボット自身、作業中に自己位置の確認にとまどり、稼働に時間がかかる例があった。

(F. ROBO CLEAN)

また、マッピング後に、スタート位置のずれが原因で動作が中断した例もある。

(RcDC)

2.4 センサ (sensor) の特長

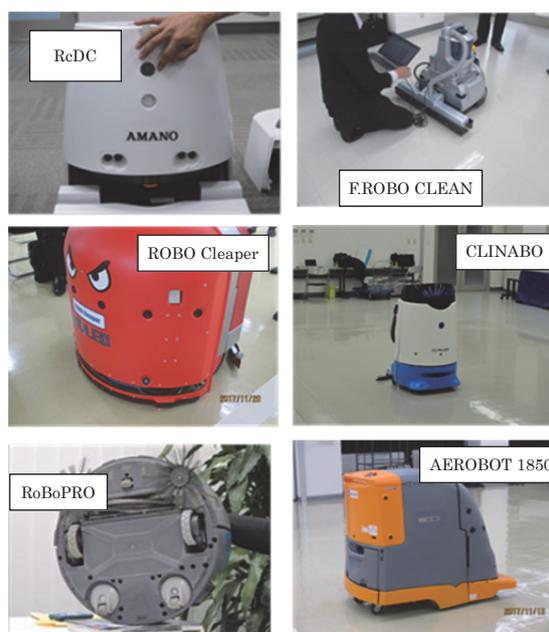
ロボットの感覚にあたる部分で、現在使われているセンサは、レーザ (laser)、超音波、LED、接触センサ (bumper sensor)

などで、これがロボットの感覚にあたる。

センサは作業位置確認に必要不可欠な機能であるためその性能が重要となる。

各種センサにはそれぞれ長所と短所があり、レーザセンサの場合は、レーザ光が透過する素材に対しては作動しない、この欠点を補うために他のセンサ、たとえば超音波センサも並行して設置している機種もある。

前述の大型の 3 機種 (シーバイエス、中西金属工業、日本信号) は椅子の足等の細い物でもほとんどが認識可能であり、衝突回避能力が高いものが多かった。



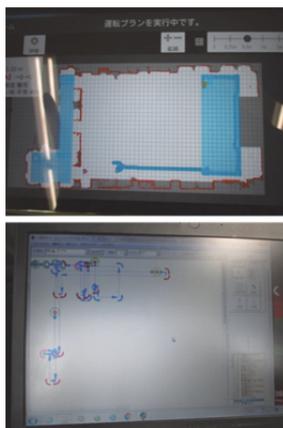
2.5 マッピング (mapping)

RcDC はマッピングの際、部屋の幅と大きさが判るように縦横手動でうごかして、部屋の間取りを決めて、詳細はタブレットで什器や柱をよけるように指示を入力する。

この機種に関しては今回唯一マッピングを作業側で行い、運用検証を行った。

F. ROBO CLEAN は PC にて作業側自身が移

動方向と距離を入力して清掃コースを作成している。他の3台の大型のロボットにおいては、デモンストレーション期間が短かったためマッピングはメーカー側が行い、動作のみを見学するかたちとなる。



RoBoPRO は家庭用の Roomba のように、数種類のパターン走行とランダム走行の切り替えと、バンパセンサ等の組み合わせで部屋の中を移動する。当然重複する箇所は発生する。RoBoPRO はタブレットによるマッピング無しでも稼働できる。所謂センサ重視型である。前者は事前に与えられた領域の作業を行うものであり、業務用に多い。後者は家庭用に多くみられる。

2.6 ごみの回収

F. ROBO CLEAN の方が RcDC よりも回収の点で上であった。この機種は吸い口が上下して、作業以外では床面に接していない。RoBoPRO は他機種が苦戦したシュレッター等の粗めのごみ回収には強く、手動のスイーパー以上の回収力はあるようである。

ゴミの回収比較

機種	シュレッターゴミ	クリップ
F. ROBO CLEAN	可	一部可
RcDC	粗めのものは不可	不可
RoBoPRO	回収可能	一部可

各機種とも、当然粗ごみだけでなく細かい土砂の回収も可能であった。シュレッターやクリップごみの形状にもよるが、吸い

口がごみの大きさに合わせて稼働しない、いわゆる固定機種の場合、吸い込めない場合もありそのまま押していく光景もあった。

各ロボット、ハードフロアよりもカーペットについて紙ごみは、より取れないものが多かった。

2.7 立面の清掃ロボット;窓ふきロボットの検証

今回の検証の対象となった窓拭き用のロボットは、セールスオンデマンドの NGP-FOTEC。これは永久磁石でガラスの両面から吸い付けるタイプで、値段も家庭用の床清掃ロボット並みであったため、今回検証の対象とした

バッテリーが切れても、ガラスについてままで、落下は防げるタイプ。しかもバッテリー切れ前に下方へ移動して、高所でとどまることがないようにプログラミングされている。

移動スピードは、手作業よりははるかに遅いが、ビルなどのはめごろし窓や、手作業が難しいガラスに適するが、隅は数センチ未清掃となる。事前に隅は手作業で清掃する必要あり。少ししか開かない窓や、ツールが届きにくいガラスの清掃など、使用する範囲はかなりありそうである。



3. 検証結果のまとめ

項目別の総評は以下の通り。

(1) 自己位置の確認

センサの数にも左右される部分、前述の通り、30 kg台タイプでは時々自位置の確認に手間取る場合があった。

(2) ゴミの回収力 判別

床のゴミや汚れを識別して、作業方法や回数を変える機能はどの機器にも現在のところは備わっていない。

(3) 信頼性 確実に清掃したか

RoBoPRO は、清掃済個所を確認できないが、ReDC は、タブレットに清掃の記録が提示される。

(4) 安全面での問題

ほとんどの機種が壁面や柱などの衝突はセンサ、マッピングで衝突の回避ができる。突然飛び出した障害物に関してはダンパセンサで停止となる。

ただし、椅子や机の脚は認識しないタイプでは衝突は避けられない。事前に範囲外への移動が必要である。

(5) マッピングしやすさ

ReDC はタブレットの操作に精通していれば、意外と簡単ではある。他機種は PC 操作だけでなく、専門知識が必要となる。現場で誰でもマッピングができるわけではない。

(6) 床の段差

各機種とも段差センサは設置している。墜落防止等に対応している。

(7) 汚れの判別 (品質)

前述の通り、汚れを判別できる機種は販売されていない。

(8) 操作しやすさ

移動、スタート時の作業、スムーズな操作を考えると、機種は限定できないが、マッピングのしやすい機種が現場での使いやすさに関連するものと思われる。

4. おわりに

清掃作業の機器として一番重要な部分は、

清掃ロボットがどれだけ、人の手がかからない時間を捻出できるかということになる。

現状では人の手が全くなくなるものではないが、できるだけ手がかからない信頼のおける機種または使い方が必要となる。

マッピングのやりやすさや、トラブル時の運用方法など、かなり専門の知識が必要となる部分もあり、現場で誰でも運用できるものではないことを確認した。

次年度の調査研究小委員会の研究は、引きつづき清掃ロボットに関して行う予定である。現状の清掃ロボットで実際の運用を行うため、同時に複数の機器の導入を検討している。

最後に、斯業から今一度提唱したい部分があった。捕捉として以下に記す。

①清掃は単純な作業の積み重ねではない。

(特に外部の方々には、清掃は単純作業との誤解が多い)

②ロボットは清掃資機材のツール (Tool)

であり清掃従事者が使いこなすものである。

5. 謝辞

今回の検証にあたり、以下のメーカーの協力をえました。ここに、記して感謝します。

(1) アマノ株式会社

(2) シーバイエス株式会社

(3) セールス・オンデマンド株式会社

(4) 中西金属工業株式会社

(5) 日本信号株式会社

(6) フィグラ株式会社

(7) 株式会社マキタ

詳細は「清掃ロボット実証実験報告書」平成 30 年 3 月発行を参照ください。

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

委員長	野口博行	(株)信陽
小委員長	鈴木悟	グローブシップ(株)
小副委員長	正田浩三	東京美装興業(株)
委員	金子勝彦	三井不動産ファシリティーズ(株)
委員	川端雅人	(株)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)
委員	高橋英治	(株)小田急ビルサービス
委員	田崎光	日本空港テクノ(株)
専任講師	北山克己	(公社)東京ビルメンテナンス協会

(委員は五十音順)

清掃ロボットの運用実験報告書

発行日：平成31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1F

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

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

印刷・製本：株式会社アイセレクト

※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。