

第3章 ケーススタディ

アリオ橋本 清掃ロボット

ロボット名 EGrobo

提案者 アマノ株式会社

【課題】

広大な館内の清掃が必要であり、清掃員の削減負担が大きい



運用方法

ロボットに洗浄水補給と
ブラシ取り付け後
清掃開始地点に手で移動



ロボットの画面「自動」をタッチし、
清掃したいルートを選択



ロボットが自律移動で清掃
※その間、清掃員はロボットが
清掃できない狭い通路等を清掃



翌朝、清掃完了したロボットを
片付け、充電



3-1 設定した課題とロボットの選定

まず、課題に対応した目的を設定しました。

背景・課題

- 広大な館内の清掃が必要であり、清掃員の作業負担が大きい

目的

- 清掃業務の自動化を通じた、人手による清掃業務量の削減及び清掃員の身体的負担の軽減

実現により
次も期待

- 清掃員同士の接触機会削減による感染症対策

館内図です。アリオ橋本は延床面積が 144,100 m²あり、清掃業務にかかる身体的負担が大きいことが課題となっていました。



「ロボットの選定」では、施設的环境に応じた「稼働条件」を定めました。

稼働条件

項目		詳細
1	稼働エリアについて	<ul style="list-style-type: none"> ● 自律移動により広範囲の洗浄清掃ができること ● 狭い通路で自律移動ができること ● レイアウト変更に伴う清掃エリアの設定変更が容易であること

選定したロボット

要件を満たすロボットとして次を選定しました。

使用ロボット		EGrobo	
スペック	寸法	幅 780mm × 長さ 1200mm × 高さ 1090mm	
	重量	310 kg	
	最高速度	3 Km/h	
	最小 巡回半径	1.8 m	



ロボットの特徴

選定したロボットは、次のとおり条件をクリアしていました。

項目	詳細
1 稼働エリアについて	<ul style="list-style-type: none"> ● 3,000~3,900 m²の自律移動による洗浄清掃が可能 ● 幅 0.65mでの自律移動が可能 ● タッチパネルで簡単に清掃エリアを設定（変更）可能



タッチパネル操作で簡単に操作



ルートに合わせて速度や水量等も設定可能

操作したい内容によって次のモードを選択

- ①学習：このモードで手動清掃した清掃ルートを記録する
- ②自動：①で設定したルートを自律清掃する
- ③手動：手動で清掃する

3-2 運用方法の決定

運用方法の決定は、2回の打合せを実施しました。

1回目

	アジェンダ	内容
1	ロボットの機能把握 (30分)	● 資料での説明により、ロボットの機能を把握
2	意見交換 (90分)	● ロボットの機能に関する質疑 ● ロボットが現場の課題や施設の環境に応じた稼働条件に対応可能か意見交換
3	現場見学 (30分)	● ロボット事業者が現場を見学し、施設の環境を確認 <確認してもらった点> ・ 想定される稼働エリアの通信環境や広さ ・ 実際の現場のオペレーションの状況 など

2回目

	アジェンダ	内容
1	運用提案 (30分)	● ロボット事業者から運用方法を提案
2	意見交換 (30分)	● 提案を基に意見交換。ロボットの起動から終了までの1日のスケジュールや、既存の業務への組み込み方などをイメージしながら進めることで、運用開始後のトラブルを防止
3	現場見学 (30分)	● 導入・運用に向けたスケジュールの作成に向け、改めてロボット事業者が現場を見学

結果

次のことを決定しました。

1. 運用範囲

2階の一部エリアで実施

※本実証は、同一エリア内において継続的に実証し、ロボット清掃の有無での変化を検証するため、実証期間中にレイアウト変更が想定されるエリアを除外

2. 運用方法

清掃員がロボットを清掃開始地点に移動し、画面の「自動」から清掃するルートを選択し、自動清掃開始。自動清掃中、清掃員はロボットが清掃できない狭い通路等を清掃。翌朝にロボットの片づけと充電を実施。

3. 運用時間

営業時間とロボットの連続稼働時間、充電に必要な時間を確認し、運用時間を21～23時（充電時間9～20時）に設定

4. 操作方法レクチャー

館内の走行チェック時に、操作方法のレクチャーを実施

3-3 効果検証の評価指標の設定

次のとおり、定量的評価項目と定性的評価項目を設定しました。

項目	設定した内容
定量的評価	<ul style="list-style-type: none">● ロボットの活用による清掃の削減時間● ロボットの活用による清掃後の床面の汚れの解消
定性的評価	<ul style="list-style-type: none">● 清掃員及び企業アンケート<ul style="list-style-type: none">➢ ロボット導入の満足度

定量的評価

目的達成度を客観的に測る指標を設定しました。

定性的評価

次のとおり清掃員に対するアンケートを実施しました。

- ① ロボットの使い勝手はよかったか
- ② ロボットを今後も活用したいか

3-4 導入準備

次のとおり、施設及びロボット事業者が対応しました。

	実施事項	施設の対応	ロボット事業者の対応
1	自律移動に必要なマッピング	● 清掃エリア及び開始地点の決定	● 清掃エリアに対応したマッピングの実施

運用方法合意から、実証までに必要なスケジュールは次の通りでした。

項目	Week 1	Week 2~3	Week 4	Week 5~7
初回打ち合わせ				
運用方法合意				
マッピング				
操作説明				
導入実証				

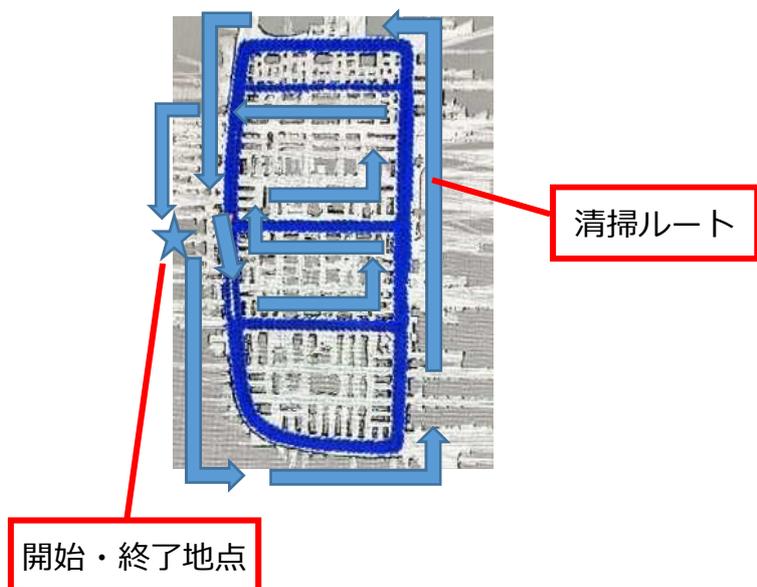
マッピング

清掃ルートを手動で移動し、ロボットに清掃ルートを記憶させました。

<マッピングの様子>



<マッピング結果>



3-5 リスクアセスメント

次のとおり、リスクアセスメントを実施しました。

#	想定されるリスク	対策
①	転倒して人が下敷き	ロボット走行中はアナウンス音を出す
②	走行中に人と衝突	走行速度を遅くする 走行中にアナウンス音を出す
③	センサーが認識できない高さや、認識しづらい形状（出っ張った形状や棚、防犯ネット）の設備等と接触し破損	あらかじめ設備から 40 cm以上離れた清掃ルートを設定する 清掃前にルート上の障害物を取り払う
④	ロボット清掃中に残った水滴に人が滑って転倒	ロボット清掃後、清掃員が目視で確認する ロボットの水量を少量に設定する
⑤	ブラシ等の部品着脱時 カバーエッジ等に触れて怪我	カバー部分の面取り、バリ取り等を行う 操作方法のレクチャー時に、清掃員に周知する
⑥	洗浄水補充時に誤って排気管に水を入れてしまい、破損したロボットに触れ感電	排気管にネットカバーを取り付ける 操作方法のレクチャー時に、清掃員に周知する

対策により、全てのリスクがランク I に低減されたことから、実施を判断しました。

<参考>

発生頻度	危害のひどさ	4	3	2	1	0
		1人以上が死亡・破損：経営に影響	回復不能なケガ・破損：費用大	回復可能な大きなケガ・破損：費用小	回復できるケガ・破損：簡単に修復	なし
4	毎日発生	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	-
3	1月に1度	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	I	-
2	1年に1度	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	I	-
1	10年に1度	Ⅲ	Ⅱ	I	I	-
0	なし	-	-	-	-	-

3-6 実証の実施

決定した運用の全体像

これまでの過程を経て、次のとおり運用の全体像が決定しました。

#	実施者	内容
1	清掃員	<p>ロボットに洗浄水補給と ブラシ取り付け後、 清掃開始地点に手動で移動</p> 
2	清掃員	<p>ロボットの画面「自動」をタッチし、 清掃したいルートを選択</p> 
3	ロボット	<p>自律移動で、清掃を実施 ※清掃員はロボットが 清掃できない 狭い通路等を清掃</p> 
翌朝	清掃員	<p>清掃完了したロボットを 片付け、充電</p> 

運用の決定を踏まえ、実証直前と実証中に、次を実施しました。

実施事項		詳細
1	ロボットの操作方法（トラブル回避方法含む）習得	<ul style="list-style-type: none">● 走行チェック時に、運用マニュアルに従い、ロボットの起動から終了、緊急停止などのレクチャーを実施● レクチャー後は導入部署担当者が主体的に操作方法を習得（2日程度）し、店舗内で展開
2	ロボット等の運用改善	<ul style="list-style-type: none">● 運用中に不具合は発生せず、運用方法改善の必要はなかった

ロボットの操作方法習得

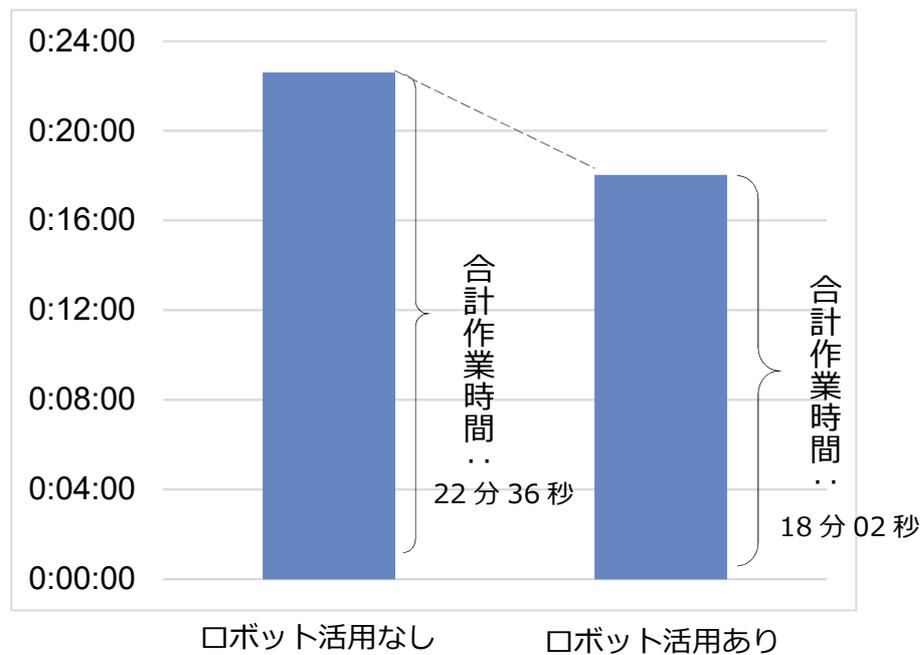
ロボット事業者が作成した運用マニュアルに従って操作方法を習得しました。習得にあたっては、ロボット事業者が走行チェックを実施する際に、清掃員が操作方法を直接確認しながら、習得しました。

3-7 効果検証

ロボットの運用中、次のとおり効果検証を行いました。

定量的評価

ロボットの活用による清掃の削減時間



ロボットによる清掃エリア



ロボット活用の有無での、清掃時間の違いを調査した結果、清掃エリアの76.11%をロボットによる自律清掃に置き換えることができ、清掃時間を約2割削減できたことが判明しました。

ロボットを活用した清掃による床面の汚れの変化（人との比較）

検体数値	ロボット活用あり	ロボット活用なし（人による清掃）
測定箇所	9	6
清掃前後の汚れの変化（平均）	△2934.56	△2710.83

また、清掃の質が保たれているかも確認しました。
 清掃の質については、ATP ふき取り検査による
 「清掃前後の床面の汚れ比較」を行いました。

結果としては、ロボットと人で、汚れの解消の数値に
 大きな差はなく、人と同程度の清掃ができていることが
 判明しました。

検査キットと検査方法



キッコーマバイオケミファ株式会社
 ATP ふき取り検査（A3 法）
<https://biochemifa.kikkoman.co.jp/kit/atp/>
 （2023年2月16日参照）

定量評価 まとめ

- 良かった点
 - 清掃員の清掃時間の削減に繋がった
- 改善点
 - 一部区間でロボットが走行できず、搭乗型洗浄機での清掃を行ったため、洗浄液の補充など準備に要する時間は膨らんだ

定性的評価

ロボットを利用した清掃員及び企業へのアンケートを行いました。

<清掃員アンケート>

問. ロボットの使い勝手はよかったか



問. 今後もロボットを使いたいのか



<企業アンケート>

問	回答
清掃作業の効率化につながったか (5段階評価)	3
清掃作業の負担軽減につながったか (5段階評価)	3
今後もロボットを活用したいか (5段階評価)	4

清掃員コメント 良かった点

- ボタン操作など、操作が分かりやすかった

コメント 改善点

- センサーの反応範囲を分かりやすくしてほしい
(何度か停止する場面があり、何に反応して止まったのか分からない)

結論と導入に向けた提言

1. 清掃業務をロボットが代替することで、エリアの4分の3以上をロボットに置き換えることができ、清掃時間の削減が実現できました。
2. 今回の環境では、防犯対策のネット、セールス立て看板など日ごとに位置が変わるものなどの環境要因によって、ロボットの一時停止が何度か発生しました。停止が多発する通路は清掃ルートに含まれないように設定することや、ロボット本体の検知センサーの精度向上、更には走行ルート上に看板などを立てかけないなどの施設としてのルール作りなどを検討していく必要があります。
3. 本実証では清掃ロボットが走行できないエリアには搭乗型洗浄機を使用して洗浄を行いました。洗浄液の補充や準備・片付けなどの手間を考慮すると清掃ロボット1台ですべてのエリアを洗浄できることが望ましく、上記の対応により、ロボット清掃エリアを増やす必要があります。