革新的ロボット研究開発等基盤構築事業に係る ロボットフレンドリーな環境構築支援事業 (施設管理分野)

2023年3月

一般社団法人日本機械工業連合会 (補助先)東急不動産株式会社 株式会社東急コミュニティー ソフトバンク株式会社 株式会社日建設計 目標

施設・ロボット・人による対策の選択肢を示し、 状況に応じた合理的なロボフレ化を目指す

サービスロボットの開発 実施 実施 体制 場所 SoftBank 効率 安全 👽 東急不動産 プロジェクト マネジメント NIKKEN ● 東急コミュニティー 快遞 ロボットに対応した施設管理 ロボットフレンドリーなビル

施設名称 : 東京ポートシティ竹芝 オフィスタワー

竣工 : 2020年5月

所在地 :東京都港区

用途 : 事務所、展示場、集会場、店舗



ロボフレレベル評価に基づく課題の整理 (図面+現地調査)

東京ポートシティ竹芝オフィスタワーにおける評価

:評価範囲

:ロボフレレベルA

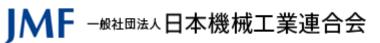
:ロボフレレベルB

:ロボフレレベルC

かごサイズが 小さいため レベルB

			• • —
項目	ロボフレレベルA	ロボフレレベルB	ロボフレレベルC
斜面	0	~1/12 (4.8°)	1/12~
段差	なし	~5mm	5mm∼
溝	幅:~10mm	幅:10~20mm または 深さ:~5mm	幅:20mm~ かつ 深さ:5mm~
通路幅	開き戸の可動範囲を除いて、1.2 m~	開き戸の可動範囲を除いて、0.8m~1.2m	開き戸の可動範囲を除いて、~0.8m
戸・出入り口の幅	1.2m~	0.8m~1.2m	~0.8m
エレベーターかごの幅	ロボットが中で転回できる。 例)人と同乗しない 1.4m~ 例)人と同乗する 1.8m~	1.35m~	~1.35m
ドア	ロボットが周囲に居る限り、戸開し続けて くれる自動ドア	A以外の自動ドア	自動ドアではない
床面の滑り	CSR 0.4~	CSR ∼0.4	-
床面の抵抗	毛足の長いカーペットを用いない	毛足の長いカーペットを用いている	-
天井	-	-	-
壁面	-	-	-
環境光	直射日光が無い	センサー受光部への直射日光が無い	-
照度	マーカー地点で1lx以上		
通信接続	走行可能と設定された領域全体で途切 れない	通信接続が必要になる場所で途切れない	通信接続が無い
走行路の障害物	無し	認識できる障害物で、かつ、回避できる経路がある	認識できない障害物、または、回避で 経路が無い

一般社団法人日本機械工業連合会 (補助先)森トラスト株式会社 革新的ロボット研究開発等基盤構築事業に係るロボットフレンドリーな環境構築支援事業 令和3年度成果報告書より





ロボフレレベル評価に基づく課題の整理(ロボットの仕様評価)











	Cuboid	RICE	Whiz	CL02	Aeolus	
斜面	0	4.8°	5°(限界値)	10°	5°	
段差	~5mm	20mm	15mm(限界値)	20mm	10mm	
溝幅	30mm	50mm	10mm	20mm		
戸・出入口幅	1.0m	0.8m	0.8m	0.8m 0.9m		
エレベーター かごの幅	1.0mx1.0m	0.8m	0.8m	1m	0.85m	
ドア	ロボ連携可能な 自動ドア	ロボ連携可能な 自動ドア	ロボ連携可能な 自動ドア	ロボ連携可能な 自動ドア	15秒以上全開 となる自動ドア	
床面の滑り	CSR ~0.4	CSR ~0.4	規定なし	規定なし (水、油がなきこと)		
床面の抵抗	毛足の長い カーペット不可	毛足の長い カーペット不可	規定なし(C相当)	規定なし		
天井	規定なし	規定なし	規定なし	規定なし		
壁面	鏡面がなるべく ないこと	ガラスや鏡面が なるべくないこと		鏡面でないこと	床上30-40㎝がガラスでないこと	
環境光	センサー受光部への 直射日光不可	センサー受光部への 直射日光不可	直射日光が ないこと	直射日光が ないこと		
照度	照度0でも動作	照度0でも動作	規定なし	規定なし		
通信接続	通信接続が必要な ところで途切れない	通信接続が必要な ところで途切れない	通信環境不要	通信接続が必要な ところで途切れない		
走行路の障害物	認識できる障害物で回避できる経路 がある	認識できる障害物で回避できる経路 がある	認識できる障害物で回避できる経路 がある	認識できる障害物で回避できる経路 がある		

凡例:

ロボフレレベルAのみで運用可能

ロボフレレベルB以上で運用可能

ロボフレレベルC以上で運用可能



※2022年9月時点

運用上の課題の整理

建築上の課題(床)









建築上の課題(壁・扉)







建築上の課題(その他)







運用上の課題









ロボフレ化に向けた課題まとめ

ロボフレ評価の改善提案

①評価フローの整理

- 1. 評価範囲を限定する
- 2. 部屋(単位空間)ごとに評価を行う
- 3. 評価を評価シートおよび図面に落とし込む

②評価手法の整理と評価指標の改善案

図面から評価を行うか現地で評価を行うか仕分け 「充電・待機スペース」「階段などの落下危険性」 「風の影響」「人流の影響」などを項目を追加

③汎用的な「ロボフレ評価シート」の作成

ロボフレ評価シート(案)を作成して施設運営者等が 評価を行いやすいようにした



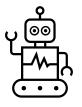
物件名:【〇〇ビル	レディン	グ】					
評価範囲:【3階/	/ロビー]	評価年月日:	2022年 12月20日			
評価項目	該当/非 該当		評価指標	ロボフレ レベル			
斜面	Z	レベルA: レベルB: レベルC:	1/12 (4.8°) 未満	А			
段差	Ø	レベルA: レベルB: レベルC:	5mm未満				
满	Ø	レベルB:	幅: 溝無し、または、10mm未満 幅: 10 以上 20mm未満、または、深さ: 5mm未満 幅: 20mm 以上、かつ、深さ: 5mm 以上				
通路幅	Ø	レベルB:	通路側に開く開き戸の可動範囲を除いて、1.8m以上 通路側に開く開き戸の可動範囲を除いて、1.4m以上 1.8m未満 通路側に開く開き戸の可動範囲を除いて、1.4m未満				
建具幅・仕様 (より小さい方の空間に 属するものとして評価す		レベルA: 有効幅員1.2m以上、かつ、ロボットが周囲に居る限り、戸開し続けてくれる自動ドアレベルB: Aを除く有効幅員0.8m以上の自動ドアレベルC: 有効幅員0.8m未満、または、自動ドアではない					
エレベーターかご・扉幅		レベルB:	かごサイズ: 1.8mx1.7m(20人乗り相当) 以上、かつ、扉幅0.9m以上 かごサイズ: 1.4 m x 1.35m (11人乗り相当) 以上、1.8mx1.7 m未満、かつ、扉幅0.9m以上 かごサイズ: 1.4 m x 1.35m (11人乗り相当) 未満、または、扉幅0.9m以下				
床面の滑り・光沢	Z		床面に光沢が無い、または、CSR 0.4以上 床面に光沢がある、または、CSR 0.4以上				
床面の抵抗	V		毛足の長いカーベットを用いてない 毛足の長いカーベットを用いている				
壁面	V		光沢がある、または、光を反射する素材を使用していない 光沢がある、または、光を反射する素材を使用している	В			
環境光	Ø	レベルB:	ガラス開口が無い、もしくはガラス開口に面するが、走行範囲には直射光が入らない ガラス開口に面し、時期・時刻によっては走行範囲に直射光が入る ガラス開口に面し、1日の過半の時間、走行範囲に直射光が入る				
通信接続	Ø	レベルB:	A: 走行可能と設定された領域全体で途切れない B: 通信接続が必要になる場所で途切れない C: 通信接続が無い				
走行路の障害物	Ø		A: 無し 3: 認識できる障害物で、かつ、回避できる経路がある C: 認識できない障害物、または、回避できる経路が無い				
充電ドック・待機スペー スの有無	Z		利用者の通行の支障にならないスペースにおいて、充電できる電源が確保できる 利用者の通行の支障にならないスペースにおいて、充電できる電源が確保できない				
エスカレーター・階段 等、落下の危険性の有無	Ø		評価範囲にエスカレーター、階段等ロボットが落下する危険性のある場所が無い 評価範囲にエスカレーター、階段等ロボットが落下する危険性のある場所がある				
虱の影響	Ø	レベルA: レベルB:	ロボット走行に影響を与える風環境ではない 床吹き出し空調、もしくは、エレベーター扉からのドラフト風があり、ロボット走行に影響を与える 可能性がある	А			
人流の影響	Z		評価範囲にエレベーターホール、喫煙室、受付など、人流の多い場所が含まれない 評価範囲にエレベーターホール、喫煙室、受付など、人流の多い場所が含まれる	В			
	総合		← (各項目のうち最も低いものをその評価範囲のロボフレレベルとする)	В			

具体的な対策例

- 段差や傾斜、溝を解消する ● 床や壁の仕上材を変える
 - 自動扉に変更する
 - (充電や保管の)スペースを確保する

考慮すべき事項

- ✓ ロボット導入のタイミング
- ✓ ロボット利用対象範囲
- ✓ 施設関連法規
- ✔ 施設の規模
- ✓ ヒューマンフレンドリーとの背反



施設の対策

ロボットの対策

- 発話する・警笛を鳴らす
- 走行ルート(大回りや禁止エリア等)を調整する
- センサのON/OFF設定を行う

- ✓ 機種による性能差
- ✓ 簡易な設定変更やソフトウエアによる対応が可能か
- ✓ 多台数の場合のシステム設定の労力



人(運用)の対策

- ロボット対応・走行エリアを限定する
- 一部、人による補助を取り入れる
- 施設利用者にロボットの存在を周知する
- 運用時間を変更する

- ✓ 人とロボットの業務分担
- ✓ ロボットの性能を最大限発揮させる運用
- ✓ 障害物の排除
- ✓ 運用ルールの策定

【比較実証実験例】 曲がり角での人とロボットの接触

00.対策なし



01.床のステッカーで周知



02.大回りで旋回



03.警笛を鳴らす



LiDARセンサーを利用した人流分析を実施し、各対策毎の軌跡や速度変化の違いを分析。 結果的には警笛や大回りの効果が高かった。



LiDARセンサで人を検出

速度変化の分析



まとめ (対策のしやすさに対する評価)

		対策のしやすさに対する評価					
分野	評価指標	施設(新築)	施設 (既存)	ロボット	人(運用)		
	斜面	0	×	×	Δ	バリアフリー法と併せて、施設側での対応が望ましい	机上
	段差	0	Δ	×	Δ	バリアフリー法と併せて、施設側での対応が望ましい	机上
	溝	0	×	×	Δ	対象範囲を絞り込み施設対応	机上
	通路幅	Δ※	×	×	Δ	バリアフリー法と併せて、施設側での対応が望ましい 対象範囲を絞り込み、運用の工夫との併用要	机上
	建具幅・仕様	Δ※	×	×	Δ	バリアフリー法と併せて、施設側での対応が望ましい 対象範囲を絞り込み、運用の工夫との併用要	机上
	エレベーターかご・扉幅	Δ※	×	×	Δ	11人乗り標準サイズのエレベータかごで対応可能	机上
	床面の滑り・光沢	0	×	Δ	Δ	バリアフリー法と併せて、施設設計時に滑り、光沢の少ない床材 の選定	机上
歪	床面の抵抗	0	0	×	Δ	施設側で毛足の長い絨毯を採用しない	机上
の課題	壁面	0	Δ	0	Δ	光沢のない壁仕上げ材の選定 局所的であれば竣工後の対応も可能	実証実験
	環境光	Δ	Δ	Δ	0	影響のある場所、時間をさけた運用	机上
	通信接続	0	0	Δ	Δ	施設側で管理用Wi-Fi対応やLTEの不感知対応が必要	机上
運用上の	走行路の障害物	Δ	Δ	Δ	0	原則、障害物を設置しない運用	机上
	充電ドック・待機スペース	0	Δ	×	0	計画中施設ではスペース確保が望ましい 既存施設では運用上支障のない場所の選定が必要	机上
	エスカレータ・階段等落下の危険	Δ	Δ	Δ	Δ	ロボットの走行禁止エリア設定が原則だが安全上不十分 ただし、施設または運用での安全対策も必要	机上
	風の影響(施設内)	Δ	×	0	Δ	床吹出空調などを行っている場所で注意が必要 局所的にロボットのセンサーオフ対応も可能	机上
	人の滞留の影響	Δ	×	0	0	滞留場所のスペース拡張などによる施設対応の可能性はあるが、 ロボット、人での対応の方が合理的	実証実験
	曲がり角	Δ	Δ	0	0	施設対応の可能性はあるが、ロボット、人での対応の方が合理的	実証実験
	エレベーターへの乗り込み	Δ	Δ	0	0	ロボットへの運用ルール設定が必要	実証実験
題	扉前	Δ	×	0	0	ロボットの走行禁止エリア設定が合理的	机上

【凡例】 ○:比較的対策を取り入れやすい、△:課題はあるが対策を取り入れることは可能、×:ロボフレの観点から対策を取り入れにくい ※建築計画の比較的初期段階で検討すべき事項