

令和 5 年度成果報告書

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)

2024年3月

一般社団法人 日本ロボット工業会
(補助先)
日鉄興和不動産株式会社

体制（実施体制外企業含む）



今回の実証実験事業 概要

<目的>

ロボットを普及させるために必要な実装モデルの構築

→ロボットの社会実装の拡大に向けた新たなユースケース(=集合住宅／B to C領域)の検討

<背景>

・テクノロジーの進化が住宅分野でも欠かせない検討事項の一つである中で、ロボットが集合住宅内においてどのようなユースケースが考えられるのかを検討。

▶・物流事業者は、大規模集合住宅の高セキュリティ性から屋内荷物搬送の時間効率に課題を抱えている(2024年問題)

・宅配BOX設置などの解決策が講じられてきたが、現状以上の改善は見込めず、新しい取組が期待されている

<目標>

大規模集合住宅における荷物搬送のロボット代替性、経済性、汎用性の調査

持続可能な物流の実現に向けた検討会 (国土交通省)



3.その他の問題点

(1)タワーマンション

配達効率が良いと思われがちなタワーマンションですが、高いセキュリティーを保持していることもあり、1個の配達に30分以上の時間を要することもあります。

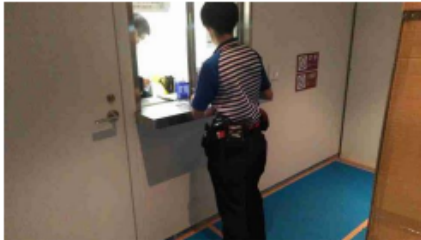
(都内 高層マンション配達例)



- ◆マンション構造
- ・地下1階の警備室より搬入
- ・配達階別に解錠カードが必要で都度警備室にて手続き
- ・43階以上の配達には地下1階と42階フロントの2重の受付が必要
- ・搬入利用エレベーター 2機
- ・全階エレベーターから居住エリアへ入るには階数別の解錠カードが必要

所在：東京都
階数：54階
戸数：550

①配達手順：受付で10分



地下1階の警備室で配達送り状をすべて見せて細かな配達指示をいただきます。
(今回の配達先は42階のフロント)

②解錠カード手続きに3分 計13分



配達階別のセキュリティ解錠カードを預かります。
※解錠カードはその階だけでしか利用することができません。

③目的エレベーターまで2分 計15分



エレベーターに向かうための2カ所のセキュリティを解錠

④エレベーター6分待ち 計21分



利用できる配達業者エレベーターは2機。
待つこと6分ようやく到着

⑤iPad入力 5分 計26分



再度2カ所のセキュリティを解錠して42階に到着。専用 iPad に荷送人、商品などの必要事項を入力
※入力情報はマンション側での入荷情報

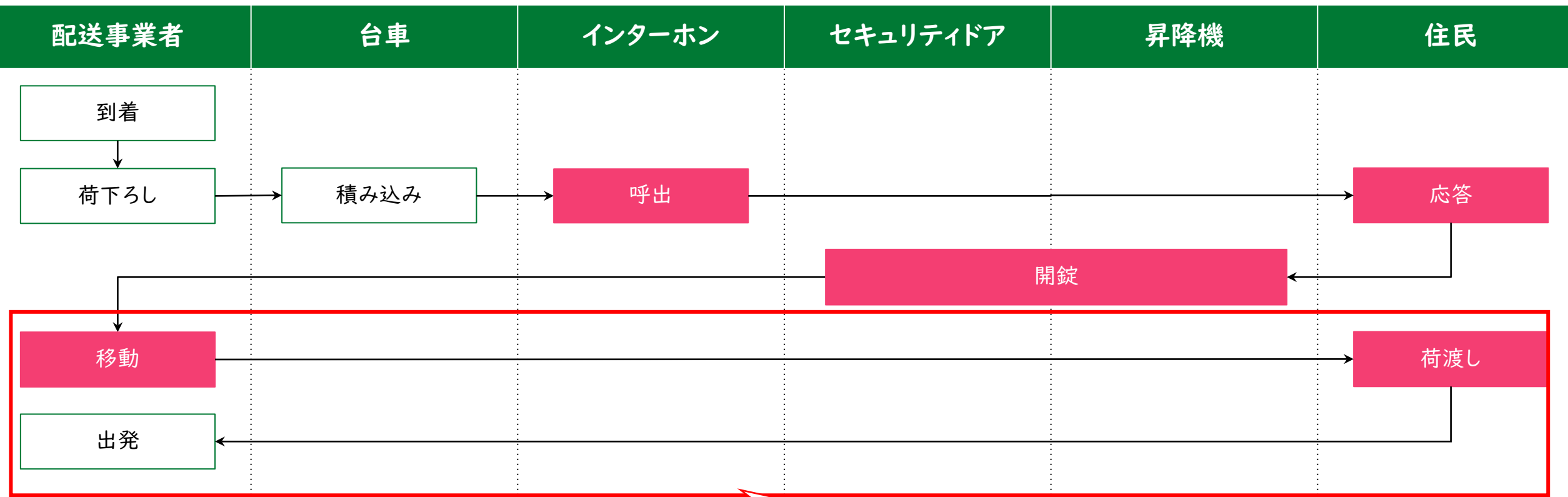
⑥専用バーコード出力～配達 30分経過



IPADに入力した情報が専用プリンターで出力されます。荷物に貼付し、フロントの受付で再度スキャンいただき配達完了

※台車使用禁止マンションも存在 (東京23区内325棟)

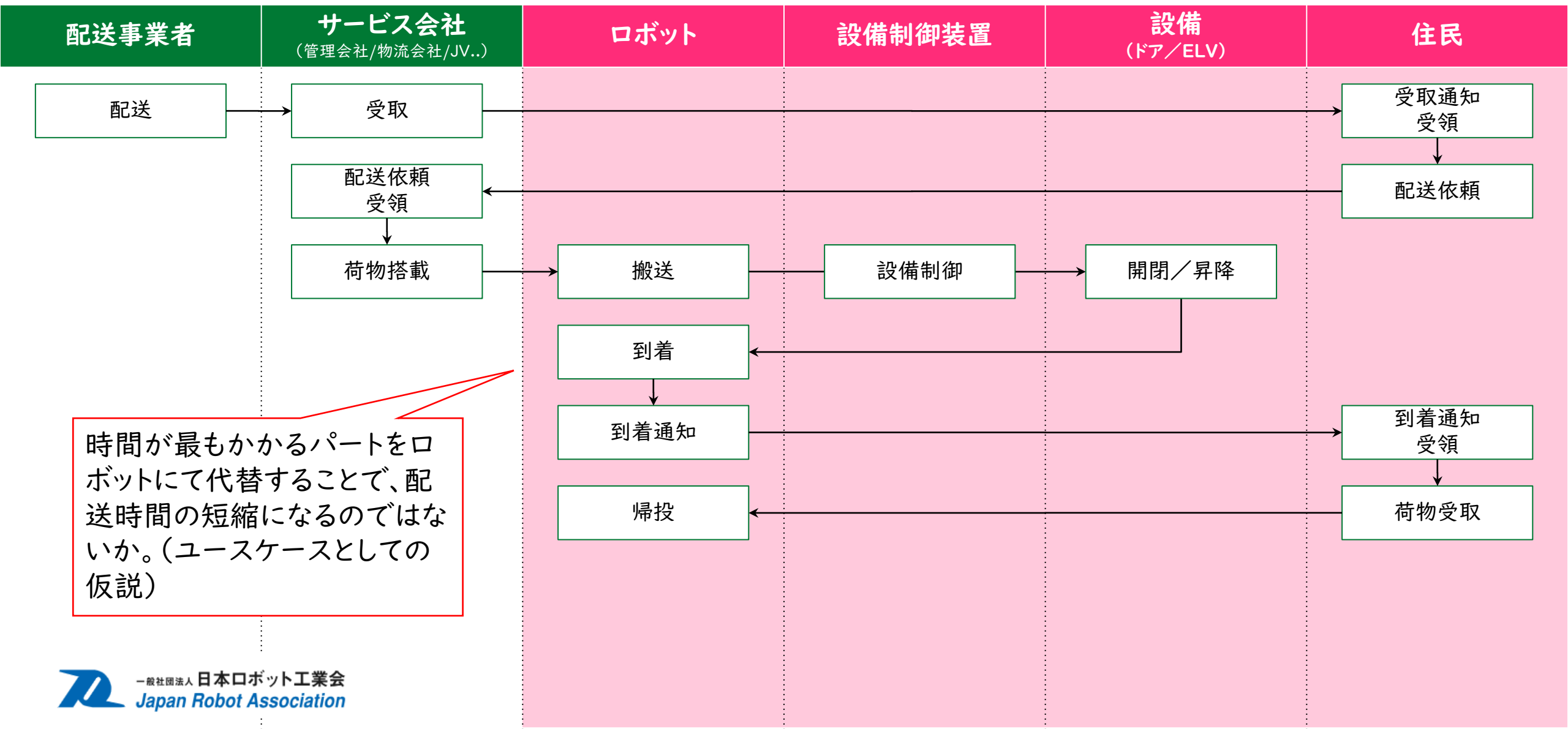
現行の配送方法



※セキュリティカード事前配布、台車利用禁止物件や宅配BOXの利用は、表上では割愛

マンション形状（高層・横に広い大規模等）において、EVの待ち時間及び廊下の移動時間が現行の配送方法におけるタイムロスになっている。

ロボット配送方法



本プロジェクトの進め方

サウンディング



タイムスタディ



ヒアリング



実証



まとめ

概要

課題感の確認
問題意識の共有

業務項目の
従事時間を収集

実態と負担感を
ヒアリング

実物件で
ロボット配送

代替性と経済性を
実現可能か整理

目的

課題設定に
不一致がないか確認

実態を定量的に把握
業務負荷を可視化

従事時間以外の観点で
負荷がないか確認
時期による偏重などの
有無を確認

ロボットの走行可能性
業務代替性を確認

ロボットの利用余地と
想定効果を示す

① サウンディング

タワーマンション（首都圏）



棟

約880棟

住戸

約28万戸

※不動産研究所「超高層マンション動向2023」より推計

荷物／館内配送



宅配便数

年間2,000万個以上

館内配送費

100～180円／個

※プロジェクト独自収集データからの推計

②タイムスタディ：割合表（訪問3回目までの数値）

	項目	所要時間	所要時間割合	搬送ロボットの 代替可能性	館内物流の 代替可能性
	業務項目総和	約216分	100%	約128分	約151分
	進入（駐車）	1分35秒	1%		
	入館手続き	56秒	0%		
	荷下ろし	38分17秒	18%		
	フロア移動（横移動）	33分10秒	15%	○	○
	住戸呼出（インターホン）	8分29秒	4%		○
	昇降機待ち時間	48分12秒	22%	○	○
	昇降機移動時間	24分54秒	12%	○	○
	荷渡し（代引き/着払含む）	12分13秒	6%	○	○
	宅配BOX操作	2分27秒	1%		○
	集荷（個別/集中）	22分12秒	10%	○	○
	荷積み	5分59秒	3%		
	その他	12分14秒	6%		
	退館手続き	-	0%		
	退出	1分24秒	1%		
	休憩	4分38秒	2%		

③ヒアリングの結果（一部掲載）

都内：某タワーマンション



階数	約50階
住宅戸数	約1,000戸
搬送用昇降機	2機
セキュリティ	1枚

調査概要	
事業者名	大手物流事業者
実施日時	2024年01月某日
対象者	1名（他2名は未計測）
調査方法	建物への車両進入から退出までを実測
総所要時間	4時間15分
訪問回数	4回
以下、参考情報（全数を把握できていないため、参考値とする）	
宅配件数	27件
内）宅配BOX	4件
集荷件数	5件
不在件数	5件

約4時間15分

総所要時間

④実証実験

リビオメゾン南砂町

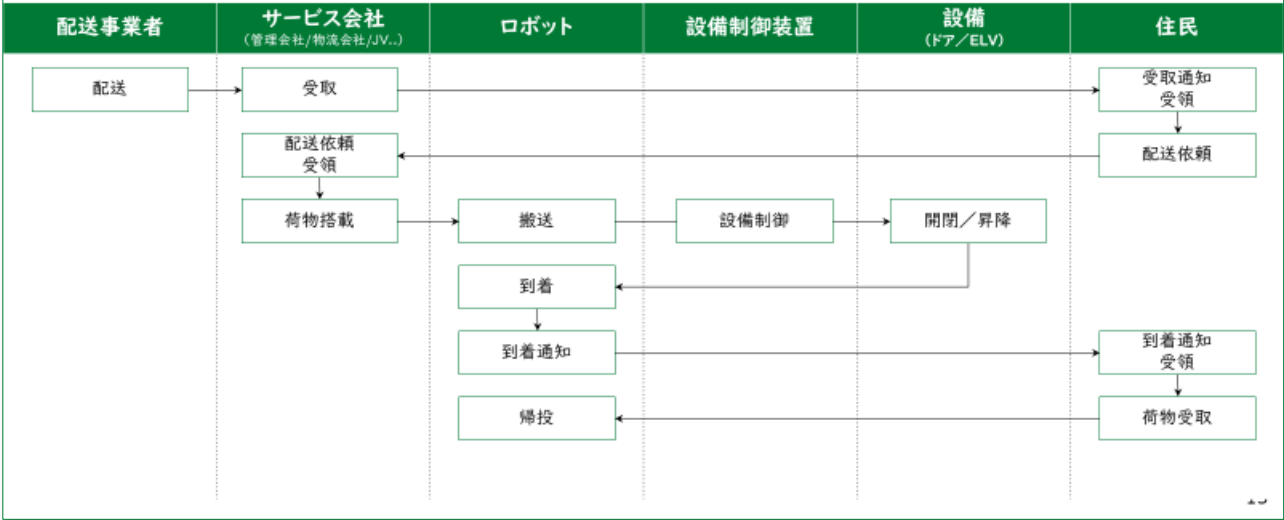


実証内容

補足情報

実装モデル：ロボット配送代行

大規模集合住宅に荷物搬送を行う物流事業者と業務のロボット化に係る実証実験を行う。
大規模集合住宅の入り口から住戸までの荷物搬送におけるロボットの利用方法や配送ルート最適化、利用者との連携方法などを調査する。さらに、サービスの利点や効果、住人の利便性向上などについても考察する。



荷物流入量
7月18日～10月28日

総数
(宅配BOX)

1,698

④実証実験：ロボフレレベル調査

ロボフレレベル調査

ロボットを導入する環境について、車輪付き移動ロボットに対して、どの程度フレンドリーなものであるかを示す指針である「ロボフレレベル」を評価するための調査

作成元

ロボットを導入する施設に対する規格やガイドラインの発行等を行う団体、「ロボットフレンドリー施設推進機構（RFA）」の物理環境特性テクニカルコミッティ内で策定された基準に準拠している

※調査の時点（2023年10月）では、規格が暫定だったため、レベル分けについても一部、2023年10月時点の暫定指針を基に行われています。

ロボフレレベル評価シート

物件名：【リビオメゾン南砂町】

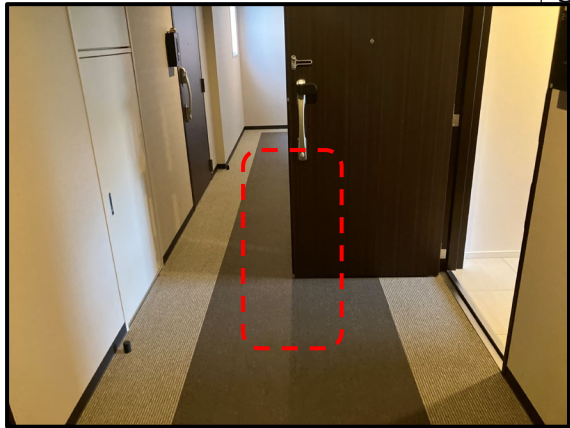
RFA2023年10月版
評価シート

評価範囲：【1階_通路】

評価年月日： 2023年10月20日

評価項目	該当／非該当	評価指標	計測値	ロボフレレベル		
斜面	□	レベルA：1/12（4.75°）以下				
		レベルB：－				
		レベルC：1/12（4.75°）超				
段差	☑	レベルA：6mm以下	5mm	A		
		レベルB：－				
		レベルC：6mm超				
溝	☑	レベルA：幅：10mm未満	幅：1.8mm 深さ：2.2mm	B		
		レベルB：幅：10以上20mm未満、または、深さ：5mm以下				
		レベルC：幅：20mm以上、かつ、深さ：5mm超				
通路幅	☑	レベルA：有効幅員1.8m以上	有効幅員：1.4m	A		
		レベルB：有効幅員1.2m以上1.8m未満				
		レベルC：有効幅員1.2m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ること）	☑	レベルA：有効幅員0.9m以上かつ自動で開閉可能な扉等（サーバー連携機能必須）	有効幅員：1.3m 自動ドア：有	A		
		レベルB：有効幅員0.8m以上0.9m未満かつ自動で開閉可能な扉等（サーバー連携機能必須）				
		レベルC：有効幅員0.8m未満または自動で開閉可能な扉等ではない				
エレベーター昇降口の有効幅員とかごの広さ	□	レベルA：かごサイズ：1.8mx1.7m（20人乗り相当）以上、かつ、昇降口1.0m以上	かごサイズ：m×m 昇降口：m×m			
		レベルB：かごサイズ：1.4 m x 1.35m（11人乗り相当）以上、1.8mx1.7m未満、または、昇降口0.8m				
		レベルC：かごサイズ：1.4 m x 1.35m（11人乗り相当）未満、または、昇降口0.8m未満				
エレベーターかごとホールの間の溝	□	レベルA：30mm以下	mm			
		レベルB：－				
		レベルC：30mm超 40mm以下				
床面の滑り	☑	レベルA：CSR 0.4以上	CSR： 長尺板ヒット	A		
		レベルB：－				
		レベルC：CSR 0.4未満				
床面の光沢	☑	レベルA：光沢が無い	光沢：有 有	A		
		レベルB：－				
		レベルC：光沢がある				
壁面	☑	レベルA：光沢が無い、かつ、反射や透過しない	光沢：有 有	A		
		レベルB：－				
		レベルC：光沢がある、または、反射や透過する				
直射日光	☑	レベルA：無し	直射日光：有 有	A		
		レベルB：－				
		レベルC：有				
照度	☑	レベルA：1lx以上	照度：55lx	A		
		レベルB：マーカー地点で1lx以上				
		レベルC：マーカー地点で1lx未満				
通信接続（LTE）	☑	レベルA：有	通信接続：有 有	A		
		レベルB：－				
		レベルC：無し				
走行路の障害物	☑	レベルA：無し	障害物：有 有 有	A		
		レベルB：認識できる形状、かつ、回避できる経路・スペースがある				
		レベルC：認識できない形状、または、回避できる経路・スペースが無い				
総合評価（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）				B		

④実証実験:ロボフレ評価図(基準階)



C:走行路の障害物

寸法的に廊下の中心を走行しても玄関扉が開くと衝突の危険性高い。ロボット側に緩衝材をつける、注意喚起のため発話するなどの措置が必要と考えられる



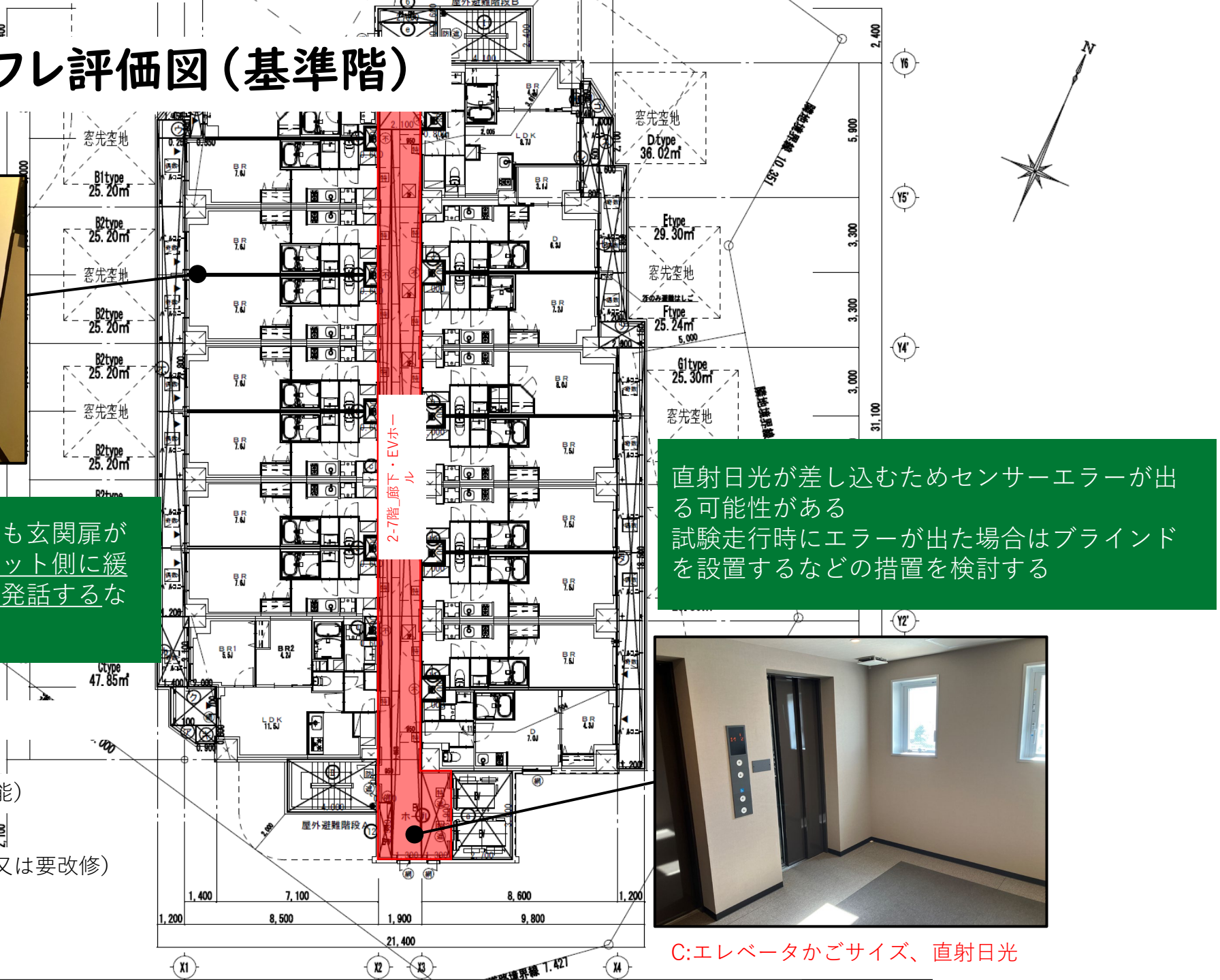
ロボフレレベルA (推奨)



ロボフレレベルB (導入可能)



ロボフレレベルC (要注意又は要改修)



直射日光が差し込むためセンサーエラーが出る可能性がある
試験走行時にエラーが出た場合はブラインドを設置するなどの措置を検討する

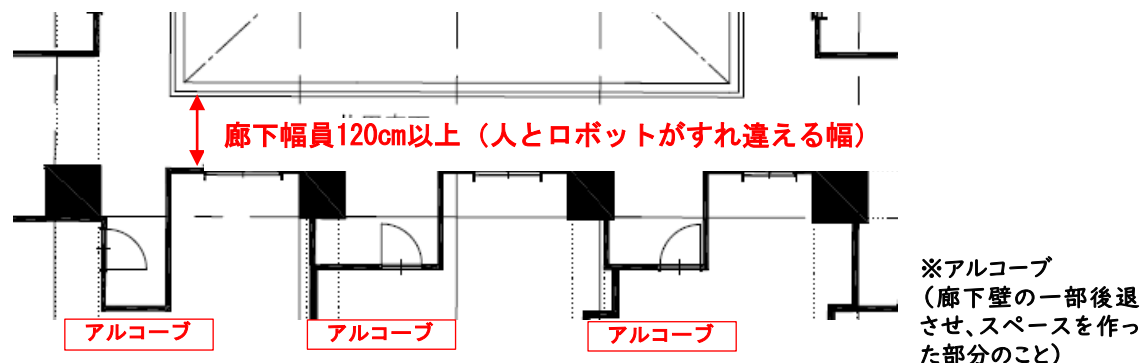


C:エレベータかごサイズ、直射日光

⑤まとめ:

一般的なタワーマンション等の集合住宅におけるロボット走行の課題の抽出と解決案

- ・アルコーブがある廊下プランを導入
- ・住民の使い勝手を考慮し、エレベーターは2基以上設置



- ・反射率が高い天然石やステンレス素材の鏡面仕上を避け反射率が低い床タイルやビニール床シートを採用



- ・非常時の退避場所を設定し、避難経路や防火シャッター等の妨げにならないようにウェイポイントを設定する

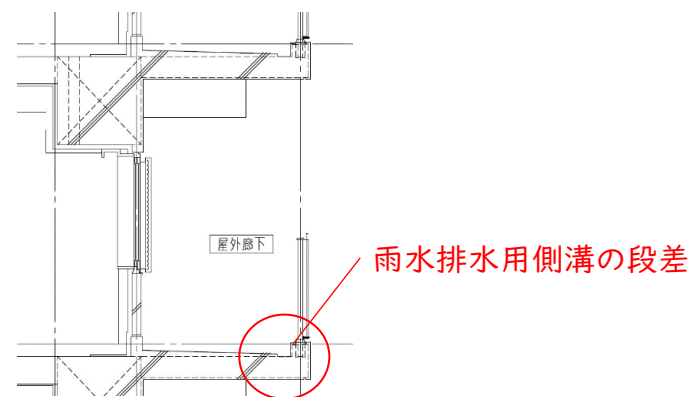


避難経路



ロボット

- ・外廊下の場合は防水に対応する機種を選定
- ・排水側溝を避けるルート設定



⑤まとめ：時間効率計算モデル（某タワーマンション所要時間から推計）

従来の配送	運転（進入/退出）	4分	1%
	入退館手続き	1分	0%
	荷下ろし	45分	18%
	フロア移動	39分	15%
	住戸呼出	9分	4%
	昇降機移動	87分	34%
	荷渡し（代引き/着払含む）	14分	6%
	宅配BOX操作	2分	1%
	集荷（個別/集中）	26分	10%
	荷積み	7分	3%
	その他	14分	6%
	休憩	6分	2%
	労働時間	255分	
ロボット配送	運転（進入/退出）	4分	3%
	入退館手続き	1分	1%
	荷下ろし	45分	38%
	荷渡し（代引き/着払含む）	14分	12%
	集荷（個別/集中）	26分	22%
	荷積み	7分	6%
	その他	14分	12%
	休憩	6分	5%
	労働時間	117分	

配送効率

=

ロボット配送モデル

取扱宅配件数/1日

労働時間/1日

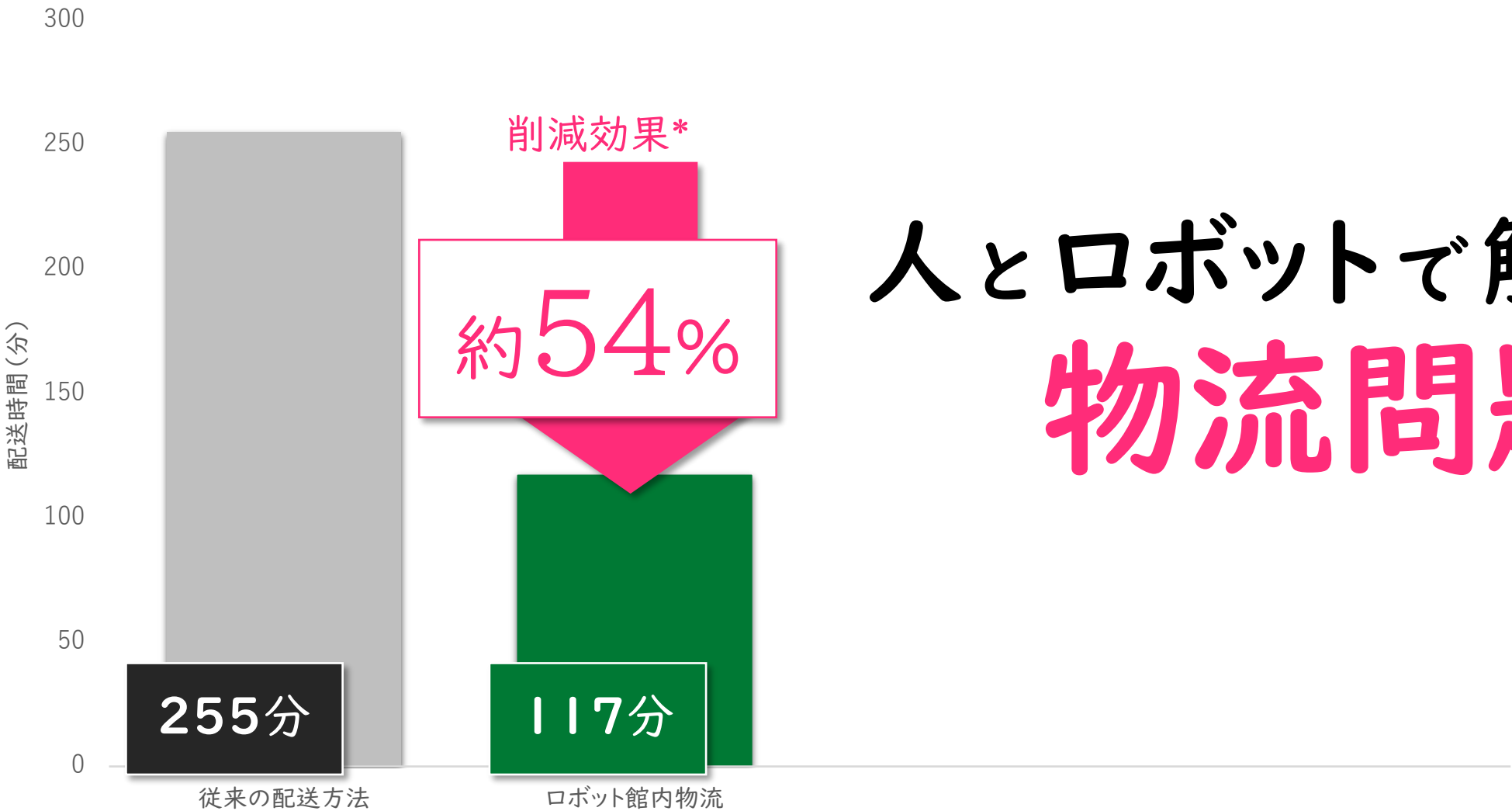
-

従来の配送モデル

取扱宅配件数/1日

労働時間/1日

⑤まとめ：ロボット館内物流による削減時間（配達員1人当たり）



人とロボットで解決する
物流問題

*某タワーマンション所要時間から推計

今回の実証実験を踏まえてのまとめ

ニーズ

- ・(ユーザー) ロボットが住戸前まで来て荷物(飲食物含む)を届けることへの抵抗感はない。
- ・(物流事業者) タイムコスト削減により、その分をサービス導入費用に回すことができ、宅配問題の解決の一助になるのでは。
- ・(住宅事業者) 物流事業者の人材不足により、これまでのマンション内サービスを提供できなくなるのであれば、取り組まざるを得ない。

汎用性

- ・設計上大きなハードルはないものの、既分譲物件においては一部改築が必要なため、「新築マンション」での導入が1stSTEPとなるのではないか。将来対応も可能な規格が検討できることを業界内に周知することが肝要。

経済性

- ・ロボット普及側からすれば、一棟単位でのプロジェクト収支ではコストが見合わない懸念があったが、昨今物件横断的な管理・ソフトサービスの検討も多く増えてきていることから、改めてロボット供給側と住宅事業者の共創が必要なフェーズではないか。