

## 第3章 ケーススタディ

### 湘南鎌倉総合病院 搬送（重量物）ロボット

ロボット名 MiR-100

提案者 カンタム・ウシカタ株式会社



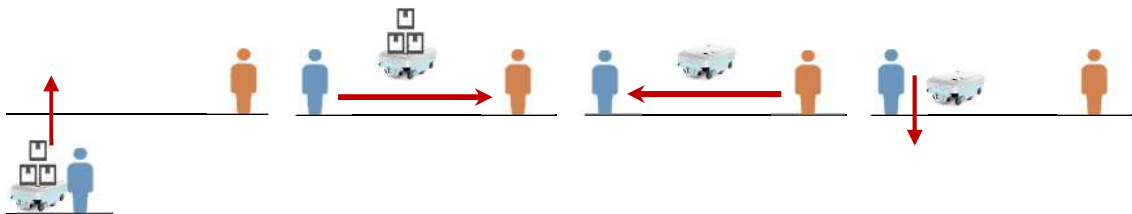
#### 【課題】

- 薬剤を運搬するカートや病棟で必要とされる資材を運搬する台車などの重量物の搬送時に身体に負担がある

#### 運用方法

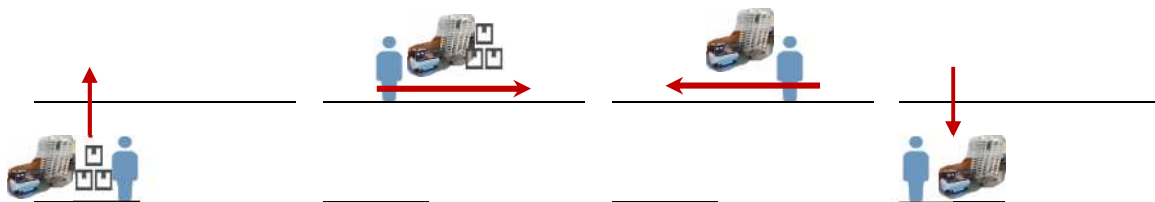
##### 資材コンテナ

- ①地下1階で準備した荷物を地下1階職員が上階へ搬送
- ②エレベーターから自律移動で搬送
- ③荷下ろし後、エレベーターまで自律移動
- ④地下1階職員が地下1階まで戻す



##### 薬剤カート

- ①地下1階で準備した荷物を地下1階職員が上階へ搬送
- ②エレベーターから自律移動で搬送
- ③荷下ろし後、エレベーターまで自律移動
- ④地下1階職員が地下1階まで戻す



### 3-1 設定した課題とロボット等の選定

第2章の「③課題の設定」で設定した課題の背景には、病院では多くの重量物搬送業務があり、各病棟で必要とされる薬剤や資材などを本棟の地下1階から搬送しています。本棟から先端医療センター棟まではかなりの距離があり、負荷の軽減が求められていました。このような課題を解決し、第2章の「②目的の設定」で設定した目的を実現するために、本事業では、課題ごとに小目的（目的の実現手段）を設定しました。

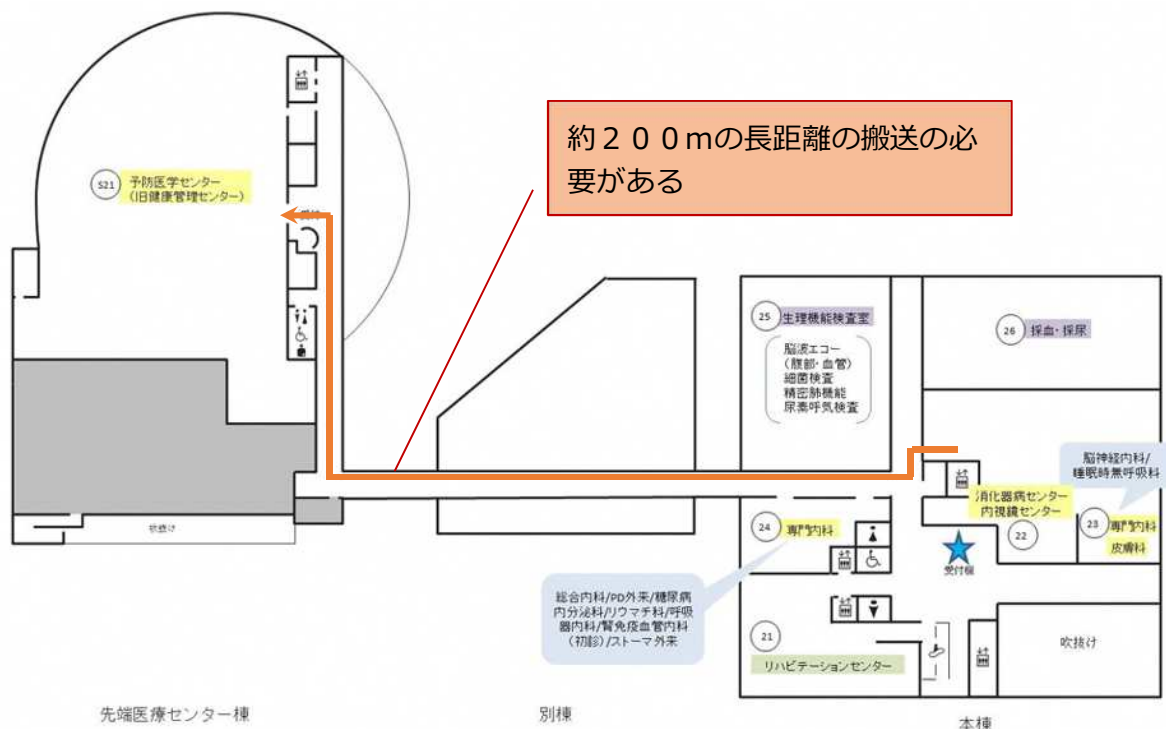
#### 背景・課題

- 病院では、重量物を搬送する多くの業務があり、重量物の持ち上げ動作やカートを押す動作など、肩や腰への負担も大きく、けがにつながる恐れもありました。

#### 小目的

- 搬送業務の代替による業務効率化
- 身体負担の軽減による労災リスクの低減
- 搬送中の人同士の接触機会削減による感染症対策

下に示しているのが、本棟2階から先端医療センター棟2階までの搬送経路です。約200mの距離（片道2.5-3分程度）があり、多くの時間が割かれるだけでなく、身体への負担も大きな課題でした。



第2章の「④ロボット等の選定」では、3つの観点からロボットに求める要件を設定しましたが、ここでは、個別に設定した「最適な解決手段であるか」および「施設の制約」について記載します。

## 最適な解決手段であるか

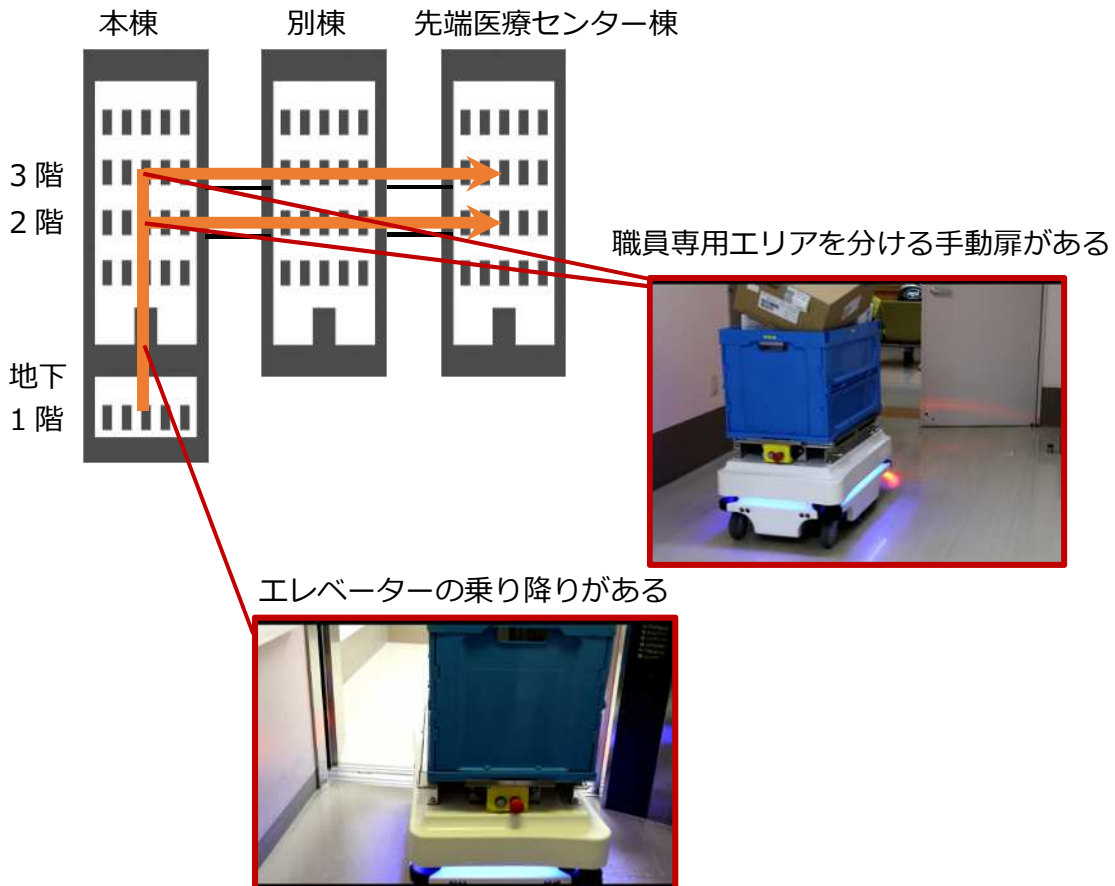
重量物の搬送には、いくつかの方法が考えられます。例えば、予め記憶した地図を利用して自律移動する方法や、誘導用のテープを床面に貼付し、テープ上をロボットが走行して搬送する方法、そして、赤外線センサーなどを利用して、前方にいる人や物を認識して追従機能する方法です。

本実証では、次の観点から、薬剤カートや資材コンテナ等、既存の備品を利用し、予め記憶した地図を自律移動して搬送することが、最適な解決手段であると考えました。

	観点	詳細
1	搬送経路は人が行き交う	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 患者やストレッチャーなど多くの人や物が行き交うため、回避しながら柔軟な経路で移動する必要があった。</li> </ul>
2	業務効率化に貢献できる	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 搬送業務が自動化できるとよい。</li> <li>● 薬剤カートや資材コンテナ等、既存の備品を利用し、荷物の積み替えなどがなるべく発生しない方法がよい。</li> </ul>

## 施設の制約

本実証では、地下1階から各階に運ぶ必要があり、エレベーターと連携できるロボットが求められていました。また、途中で手動ドアもあったため、人がロボットの動きを補助しながら搬送する必要がありました。



## 選定したロボット等

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	自律移動型搬送ロボット (MiR-100)	
スペック	動力源・電源	100V コンセントプラグ : 125V7A 2P グランドコート付 充電ユニットサイズ : W170mm、D160mm、H270mm
	寸法	幅 350mm × 長さ 450mm × 高さ 1000mm
	重量	約 12 kg
	平均速度 (最高速度)	最高速度 3.6 Km/h
	最小旋回半径	ロボット中心から 700 mm
	最大積載量	100 kg

### ロボット等の特徴

選定したロボットは、次の観点から、施設の制約をクリアし、最適な解決手段であると判断しました。

観点	項目	ロボットの特徴
最適な解決手段であるか	搬送経路は人が行き交う	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 予め記憶した地図情報を基に、障害物を避けながら最適経路を自律的に移動できる</li> </ul>
	業務効率化に貢献できる	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自律移動によって、搬送業務を自動化できる</li> <li>● 治具を設置することで、既存の備品を利用しながら、牽引や積載による搬送が選択でき、搬送の自由度が高い</li> </ul>
施設の制約	エレベーターの乗り降り	<ul style="list-style-type: none"> <li>● エレベーターと連携し、自律的に乗り降りすることも可能 ※本実証では、エレベーターとの連携は行わなかった</li> </ul>

①治具を利用し、薬剤カートを手押しして自律移動で搬送



②資材コンテナを積載して自律移動で搬送



## 3-2 運用方法の決定

運用方法の決定は、第2章の「⑤運用方法の決定」のとおり、2回の打合せを実施しました。

### 1回目

1回目は、ロボット等の機能把握と現場での運用方法を議論しました。特にどのルートで、どのように運ぶのかを中心に議論しました。

	アジェンダ	内容
1	ロボット等の機能把握 (30分)	● 実機もしくは動画での説明により、ロボット等の機能を把握。
2	意見交換 (60分)	● ロボット等の機能に関する質問や、現場の課題や施設の制約をロボット等事業者に伝えることで、ロボット等で対応できるか意見交換。
3	現場見学 (30分)	● ロボット等事業者が現場を見学し、施設の制約条件を確認。  <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

#### ロボット等の機能把握 意見交換

ロボットのサイズが大きいため、実機を持ち込まず、動画で説明後、意見交換しました。意見交換では、毎日必ず発生する次の搬送業務について、どのルートでどのようにロボットで運ぶのか、を中心に議論しました。

- ① ダムウェーターで運搬している資材の搬送  
ダムウェーターという荷物専用の昇降機での資材搬送を自動化できるか議論しました。
- ② エレベーターで運搬している薬剤カートの搬送  
病院内で使用する薬剤を搬送するための薬剤カートを引き上げてエレベーターを利用して、搬送を自動化できるか議論しました。

#### 現場見学

現場見学では、改めてロボット等事業者に施設の制約を確認してもらいました。

1. 施設の制約：ダムウェーターの大きさ  
ダムウェーターに資材を積んだロボットが乗り込むことができるか、確認しました。

## 2. 施設の制約：通路の幅

ロボットが走行・旋回できる通路幅があるか、確認しました。

また、牽引する場合には、牽引する物の大きさも考慮した通路幅を確保する必要があります。本実証では、薬剤カート牽引して搬送するため、ロボットと薬剤カートを合わせた全長で走行・旋回できるか、通路幅と薬剤カートの寸法などを確認しました。

※このロボットは通信ネットワークを利用しなかったため、地下1階の通信環境の制約を確認する必要はありませんでした。

## 2回目

2回目は、運用方法の決定を目的に実施しました。ロボット等事業者から、1回目の打合せを踏まえた運用提案を行い、最終的な運用方法の合意を行いました。また、運用に向けたスケジュールの確認も合わせて実施しました。

アジェンダ		内容
1	運用提案 (30分)	● 1回目の打合せを踏まえ、ロボット等事業者から運用方法を提案。
2	意見交換 (60分)	● 提案内容に対して意見交換。ロボット等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具体的に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を作成できるように改めてロボット等事業者が現場を見学。

運用提案  
意見交換

1回目の打合せの結果を踏まえ、次のような制約があることが分かりました。

制約		詳細
1	ダムウェーターへの乗り込み	● ロボットの上にコンテナを積載して、ダムウェーターに載せることは可能だが、コンテナを2台重ねることができず、コンテナ2台を重ねて搬送している既存業務に対して非効率
2	薬剤カート牽引しながらのエレベーターへの乗り込み	● 薬剤カート牽引してエレベーターに乗り込むことは可能だが、後退・旋回ができないため、降りることができず、牽引治具の取り外しが発生し、かえって非効率

これらの制約を踏まえ、次のとおり、地下 1 階から先端医療センター棟の 2 階や 3 階への搬送業務を自動化することにしました。

解決方法		詳細
1	エレベーターを利用する資材搬送業務を代替することに方針変更	● エレベーターを利用している先端医療センター棟の 2、3 階への資材搬送の自動化に方針を変更
2	乗り降りドアが異なるエレベーターを利用して、薬剤カートを引き上げて搬送	● 地下 1 階の乗り口と反対側のドアが開くエレベーターを利用している先端医療センター棟の 3 階への薬剤カートの牽引による搬送を実施

その他に決めたことは次の通りでした。

決定事項		詳細
1	ロボットの稼働時間・回数	● 資材コンテナは毎日午後に数回搬送 ● 薬剤カートは毎日夕方に 1 回搬送
2	搬送後のロボットの対応	● 空になったコンテナおよび薬剤カートを地下 1 階まで搬送
3	充電・待機時間	● 運用時間帯以外は充電場所で常時充電して待機

## 現場見学

現場見学では、運用の決定を踏まえて、運用開始までに確認すべき施設環境とスケジュールの確認などを行いました。

### 1. 施設環境：保管場所と電源場所の確認

ロボットの保管場所とその付近に電源を確保できるか確認しました。本実証では、職員専用エリアで保管場所が確保できなかったため、来院者も通行する通路の一角（立て看板の裏）を保管・充電場所としました。

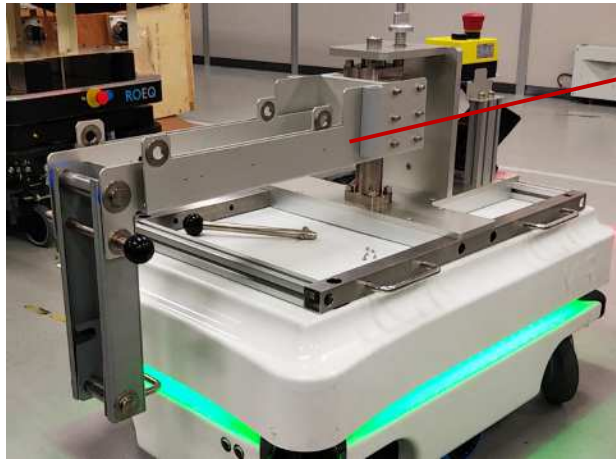
### 2. スケジュール

次の 2 点を確認しました。

#### (ア) 治具の製作

資材コンテナの積載や薬剤カートの牽引に必要な治具の製作に必要な時間を確認しました。

本実証では、3 週間程度で、次のような治具を製作しました。



製作した治具

(イ)自律移動のためのマッピング作業とテスト走行  
マッピング作業とテスト走行の日程を確認しました。



### 3-3 効果検証の評価指標の設定

評価指標の設定の考え方は第2章の「⑥効果検証の評価指標の設定」に記載の通りです。

本実証では、次の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	● 搬送業務に関わる時間の削減量
定性的評価	● 職員アンケート ➢ 身体的負担感や安全リスクの変化 ➢ 業務負担感の変化 ➢ ロボット導入の満足度

#### 定量的評価

本実証で、解決したい課題は「薬剤を運搬するカートや病棟で必要とされる資材を運搬する台車などの重量物の搬送時に身体に負担がある。」ことでした。つまり、「搬送業務に関わる時間」を削減する＝課題を解決といえます。そのため、効果検証の評価指標としては、「搬送業務に関わる時間の削減量」を明らかにすることが適切である、と考えました。



項目の検証にあたっては、現在の業務オペレーションに基づき、ロボット導入前後の搬送業務の運用の変化を比較することで検証できます。詳細は、「3.4-7 効果検証」に記載します。

#### 定性的評価

定性的評価は、満足度の低下が起きていないか、業務に支障はないかを明らかにするため職員に対するアンケートを実施しました。なお、職員の負担にならないよう、質問項目の数や、選択式の回答を増やし、Webで回答できるようにするなど手法にも配慮しました。

質問項目は次のとおりです。

職員を対象としたアンケート

- ① ロボットによって身体負担や皆様自身の身体への安全リスクは変わりましたか
- ② 上記の理由を教えてください
- ③ 重量物をロボットで搬送しましたが、ロボットによって患者の安全性が脅かされると感じましたか
- ④ ロボットによって業務負担は変わりましたか

- ⑤ 上記の理由を教えてください
- ⑥ このロボットで業務負担を更に軽減するためには、どのようなことが必要だと思いますか
- ⑦ 上記の理由を教えてください
- ⑧ ロボットにより便利に感じたところ、不便に感じたところを教えてください
- ⑨ 今後も搬送業務にロボットを利用したいと感じますか
- ⑩ その他のロボットを利用したご感想やご要望がございましたらお知らせください

### 3-4 導入準備

第2章の「⑦導入準備」に記載した事項を順次実施していきます。本実証では、施設とロボット等事業者が次のとおり対応しました。

※「ロボット等の表示画面の準備」や「ロボット等の自律移動準備」については、サービスの提供範囲や対応がロボット等事業者ごとに異なる場合があります。

	実施事項	施設の対応	ロボット等事業者の対応
1	ロボット等の表示画面準備	—	・ ロボットに自律移動の指示を与える操作画面を作成
2	ロボット等の保管場所と充電場所の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 来院者も通行する通路の一面（立て看板の裏）を保管・充電場所として仮設</li> </ul>	—
3	ロボット等の自律移動準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ロボット等が走行するエリアの関係者に準備作業を周知</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 稼働エリアのマッピング作業</li> <li>・ ロボットが記憶したマップ上に目的地を設定</li> <li>・ 走行テスト</li> </ul>
4	院外への周知	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ HP 上で案内</li> </ul>	—

これらを踏まえて、実証に向けたスケジュールは次の通りでした。

項目	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5
運用合意					
治具の製作					
治具を用い牽引テスト					
マッピング作業					
テスト走行					
操作説明 (運用マニュアル受領)					
院内外への周知 (適宜実施)					
実証開始					

## ロボット等の表示画面の準備

自律移動の指示を与える操作画面をロボット等事業者が作成しました。業務の流れに合わせて、上から順番に実施できるようボタンを配置しました。



## ロボット等の自律移動準備

自律移動の準備のため、ロボット等事業者は、ロボットをスマートフォンによって操縦しながら、周辺環境をロボットに記憶させました。その後、記憶させた地図上に、スタート位置と目的地を設定し、走行テストを行いました。

本実証では、薬剤カートの牽引を行うため、内輪差の考慮など、曲がり角では走行ルートの設定を厳密に行う必要がありました。地図の作成は2日程度で終了しましたが、その後の走行ルートの設定と走行テストに3日間程度要しました。

施設職員の作業立ち会いははしませんでした。1週間程度作業することについて、院内への周知などが必要となりました。また、作業結果の共有を受け、トラブルの原因となりそうなこと（例えば、ロボットの走行ルートの特徴、ロボットが認識しにくい壁、牽引する薬剤カートが物にぶつかるなどのリスクなど）については、対応する必要があります。本実証では、患者とロボットや薬剤カートがぶつからないよう椅子の位置を調整しました。

走行テストの様子

持ち手が出っ張っているため、注意が必要

曲がる際の内輪差に注意が必要



ロボット等の保管場所と充電場所の確保

3.4-2 に記載した通り、来院者も通行する通路の一面（立て看板の裏）を保管・充電場所として仮設しました。

看板の裏側に  
保管場所 兼  
充電場所を設置



立て看板

院外への周知

HP による案内を行いました。(https://robot.skgh.jp/)



### 3-5 リスクアセスメント

リスクアセスメントの考え方は第2章の「⑧リスクアセスメント」に記載のとおりです。本実証では、重量物を搬送することから、衝突時の危害のひどさが大きくなる傾向にあったため、搬送時の衝突リスクを重点的に対策しました。また、牽引する薬剤カートには衝突回避のセンサーが働かないため、人の目で安全を確認しながら搬送する必要がありました。搬送ルートに階段やエスカレーターはなかったため、転落リスクはありませんでした。

#	危険源	状況	対策
①	運動エネルギー	× 曲がり角や扉などから人が飛び出し、ロボットと衝突してけがをする	音と光でロボットの接近を周囲に知らせる
②	運動エネルギー	× 曲がり角や扉などから人が飛び出し、牽引物と衝突してけがをする	牽引する際は、人が並走し、緊急停止操作などを実施する
③	運動エネルギー	× ロボットが認識できないガラス壁面にロボットが衝突し、ガラスの壁面が破損	ガラス壁面付近を走行禁止領域とする
④	ロボットのサイズ	× ストレッチャーの走路を妨害し、搬送が遅れる	ストレッチャーとロボットの搬送ルートを分ける

① 光と音でロボットの接近を知らせる



② 牽引の際は人が並走し、安全を確保



③ ガラス壁面は走行禁止領域に設定



④ ストレッチャーとロボットの搬送路は分けた



## リスクアセスメントシート

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、実施の判断を行いました。

#	項目	①	②	③	④
1	状況	運用中	運用中	運用中	運用中
2	対象者	周囲の人	周囲の人	施設物	搬送患者
3	危険源	運動エネルギー	運動エネルギー	運動エネルギー	ロボットのサイズ
4	想定シナリオ	曲がり角や扉などから人が飛び出し、ロボットと衝突してけがをする	曲がり角や扉などから人が飛び出し、牽引物と衝突してけがをする	ロボットが認識できないガラス壁面にロボットが衝突し、ガラスの壁面が破損	ストレッチャーの走路を妨害し、搬送が遅れる
5	結果	打撲、骨折	打撲	ガラス壁面の破損	処置の遅れ
6	危害のひどさ	2	2	3	2
7	発生頻度	3	3	2	4
8	リスクランク	II	II	III	III
9	本質安全	ロボットの重量を低減 安全な速度に抑制	安全な速度に抑制	ロボットを安全な速度に抑制し、重量を低減	ロボットとストレッチャーの走路を分ける
10	安全防護保護方策	緊急停止ボタンを設置	緊急停止ボタンを設置	ガラス壁面には進入禁止領域を設定	衝突回避のセンサーによって、ストレッチャーを検知し、避ける
11	使用上の情報	—	必ず人が並走し、安全を確保	—	走路の妨害がありそうな場合には、手でどかして進路を作る
12	対策後の危害のひどさ	1	1	2	1
13	対策後の発生頻度	2	2	1	2
14	対策後のリスクランク	I	I	I	I
15	リスク許容	可	可	可	可

### 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	イメージ
1	職員	充電場所から資材コンテナの積載/薬剤カートの牽引装着場所までロボットの移動を指示	
	ロボット	積載/牽引装着作業場所まで自律移動	
2	職員	積載/牽引装着	
3	職員	手動操作によりロボットをエレベーター内へ移動	
4	職員	エレベーター内で目的階へとロボットの地図を切り替え ※地図切り替えが完了するとピーという音が鳴る	
5	職員	目的地までロボットの移動を指示	
	ロボット	目的地まで自律移動	
6	職員	荷物を空にする	
7*	職員	ロボットの向きを反転し空になった薬剤カートに牽引装着 ※薬剤カートの牽引のみ	
8	職員	目的階のエレベーター前までロボットの移動を指示	
	ロボット	目的階のエレベーター前まで自律移動	
9	職員	手動操作によりロボットをエレベーター内へ移動	
10	職員	エレベーター内で地下 1 階へとロボットの地図を切り替え ※地図切り替えが完了するとピーという音が鳴る	
11	職員	積み下ろし/牽引解除場所までロボットの移動を指示	
	ロボット	積み下ろし/牽引解除場所まで自律移動	
12	職員	充電場所までロボットの移動を指示	
	ロボット	充電場所まで自律移動し、自動充電	



これを踏まえ、第2章の「⑨実証の実施と効果検証」のとおり、実証直前と実証中に、次の4点を実施しました。

実施事項		詳細
1	ロボット等の操作方法習得	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボット等の起動から終了、緊急停止など操作方法を習得</li> <li>ロボット等事業者の立ち合いの下、運用マニュアルに従い、複数回にわたり実際の業務で運用</li> <li>導入部署担当者が主体的に操作方法を習得(2-3日程度)し、徐々に部署内で展開</li> </ul>
2	ロボット等のトラブル回避方法の習得	<ul style="list-style-type: none"> <li>通信ネットワークの不調や正常に動作しない場合のトラブルの対応方法は発生都度、ロボット等事業者と連携しながら回避方法を習得</li> <li>頻発するトラブルは、1週間程度の運用で発生するため、ロボット等事業者と密に連絡を取りながらトラブル回避方法を習得</li> </ul>
3	ロボット等の運用改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>機能(付加価値)の追加： ロボット等の運用が軌道に乗ると、ロボット等の新たな使い道を発見することがあり、機能追加等で運用改善を実施</li> <li>運用中の不具合の解消： 運用時に想定した動作をロボット等が行わない場合(例えば、人の通行量が多く、ロボット等が正常に稼働しない)には、運用方法を変更することで、不具合を解消</li> </ul>
4	効果検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>1～3を実施し、ロボット等の運用が現場に馴染んできたら、ロボット等の導入効果を検証</li> <li>事前に設定した評価項目でロボット等の導入前後の定量的な効果を可視化</li> </ul>

### ロボット等の操作方法習得

ロボット等事業者が作成した運用マニュアルに従って、導入部署担当者を中心に、ロボット等事業者に操作方法を教わりながら、操作方法を習得していきました。

#### ロボット等事業者が作成した運用マニュアル



本実証では、資材コンテナの搬送と薬剤カートの牽引を分けて実証することから、それぞれ2週間（1日1回の往復）と、運用に慣れるために十分な期間を設定できず、実証期間中はロボット等事業者が伴走しながらの実施となりました。このような場合、業務との兼ね合いもありますが、業務の合間などに、ロボットの走行テストを行うなど、ロボットに慣れ親しむような工夫を行うことで、運用に慣れるまでの期間を短くすることが可能です。

また、運用方法が複雑だったことも、運用の習得に時間がかかる要因でした。自律移動の操作と同時に次の3点について配慮する必要がありました。

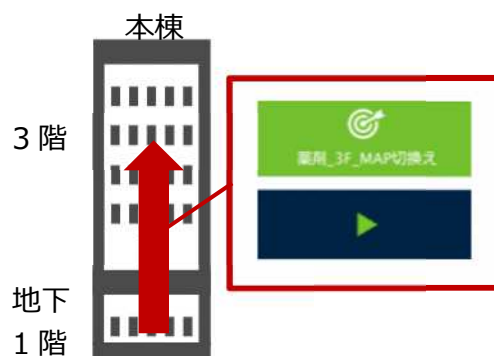
実施事項		詳細
1	エレベーターホールでのストレッチャーとのすれ違い	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下1階のエレベーターホールは、手術室への動線だったため、ストレッチャーとのすれ違いが発生</li> <li>エレベーターホールでの待機中、ロボットや牽引カートが進路妨害をしないよう柔軟に待機位置を変える必要があった</li> <li>そのため、地下1階のエレベーター付近の走行時とエレベーターの乗り込み時は、より習熟度の高いコントローラー操作が必要となった</li> </ul>
2	階層を跨いだ移動のための地図切り替え動作	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボットは自身がいる階層を認識できないため、手動で地図の切り替え動作を行う必要があった</li> <li>エレベーター内で地図の切り替え動作を忘れてしまうとエラーとなって動けなくなってしまうため、忘れずに実施する必要があった</li> </ul>
3	牽引治具の取り付けと取り外し	<ul style="list-style-type: none"> <li>牽引治具の取付け・取外しは自動化の検討を行う時間がなかったため、手作業となり、取付け・取外しの方法を習得する必要があった</li> </ul>

①地下1階エレベーターホールは手術室への動線と重なるため柔軟な運用が求められる



手術室へ向かうストレッチャーとのすれ違い

②地下1階から上階に行った際に、手動でロボットの地図切り替えが必要



③牽引治具の取付けと取外しは手作業



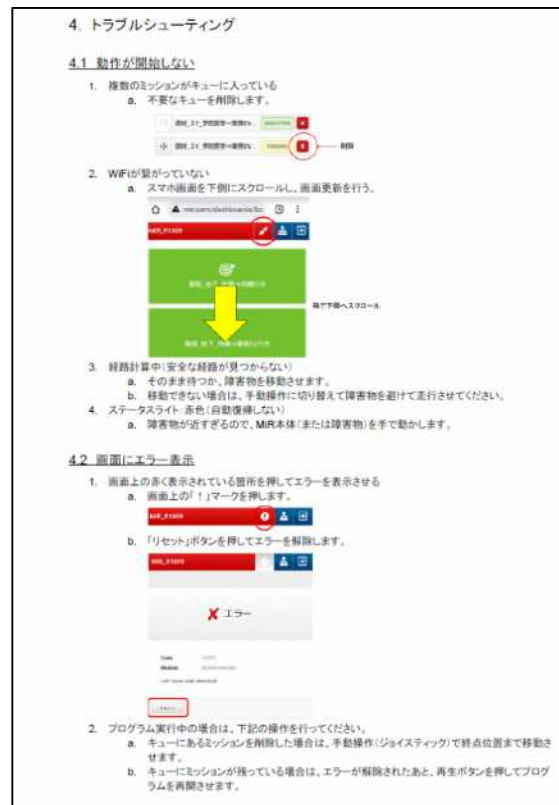
着脱は手作業で行う

## ロボット等のトラブル回避方法の習得

本実証では、先に記した通り、多くの手順習得が必要でした。そのため、実証の1か月間はロボット等事業者伴走の下、トラブル発生時には一緒に対応しました。解決後は、ロボット等事業者が、トラブル対応に関する記録をマニュアルとして整備し、一度起きたトラブルは施設職員で対応できるようにしました。ただし、エレベーター付近で発生したトラブルに対しては、対応に時間がかかると他の業務に支障が出てしまうことから、運用に慣れているロボット等事業者が中心となり解決しました。

マニュアルを参照しながら、ロボットの運用を担う主担当者が中心となり、施設が自力で運用できるよう工夫していくことも大切であることが分かりました。












### ロボット等事業者が作成したトラブル対応マニュアル



## 運用改善

実証期間中は、運用方法を改善しながら、より効果的な方法を探っていました。特に、自動化できる業務範囲を広げられるよう運用改善を進めました。資材コンテナの搬送は、2週間の運用の中で、患者との衝突リスクが低いことが判明したことから、自動化する範囲を拡大でき、業務の大幅な効率化に繋がりました。

改善後の運用の全体像

#	実施者	内容	イメージ
1	職員	充電場所から資材コンテナの積載/薬剤カートの牽引装着場所までロボットの移動を指示	
	ロボット	積載/牽引装着作業場所まで自律移動	
2	職員	積載/牽引装着	 
3	職員	手動操作によりロボットをエレベーター内へ移動	
4	職員	エレベーター内で目的階へとロボットの地図を切り替え ※地図切り替えが完了するとピーという音が鳴る	
5	職員	目的地までロボットの移動を指示	
	ロボット	目的地まで自律移動 ⇒資材コンテナ搬送時、職員は別業務を実施	
6	職員	荷物を空にする	
7※	職員	ロボットの向きを反転し空になった薬剤カートに牽引装着 ※薬剤カートの牽引のみ	
8	職員	目的階のエレベーター前までロボットの移動を指示 ⇒資材コンテナ搬送時、職員は別業務を実施	
	ロボット	目的階のエレベーター前まで自律移動	
9	職員	手動操作によりロボットをエレベーター内へ移動	
10	職員	エレベーター内で地下 1 階へとロボットの地図を切り替え ※地図切り替えが完了するとピーという音が鳴る	
11	職員	積み下ろし/牽引解除場所までロボットの移動を指示	
	ロボット	積み下ろし/牽引解除場所まで自律移動	
12	職員	充電場所までロボットの移動を指示	
	ロボット	充電場所まで自律移動し、自動充電	

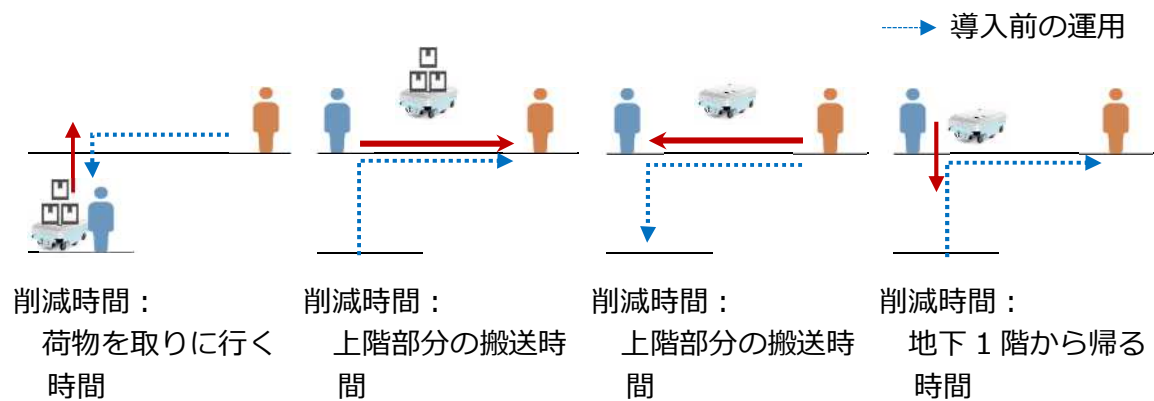
### 3-7 効果検証

ロボット等の運用が現場に馴染んできたら、効果検証を行いました（効果検証の手法は「3.4-3 効果検証の評価指標の設定」を参照してください）。

#### 定量的評価

ロボットの導入前後の搬送時間を計測して、評価しました。

#### 資材コンテナ

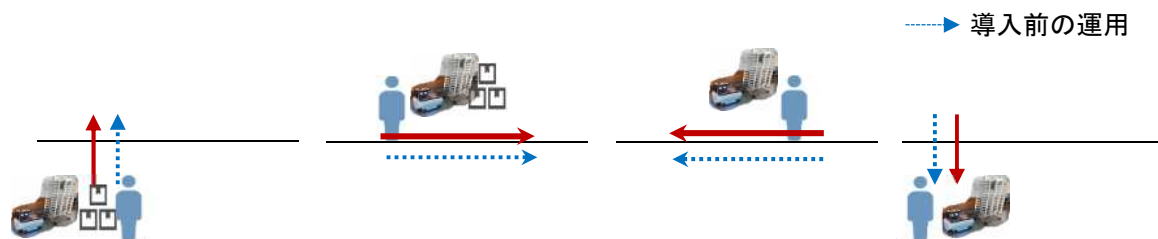


調査の結果、資材コンテナの搬送に関わる業務時間を1回あたり10分以上削減できたことが分かりました。また、重量物の搬送は全てロボットに代替することができ、身体への負担の大幅な減少に繋がりました。



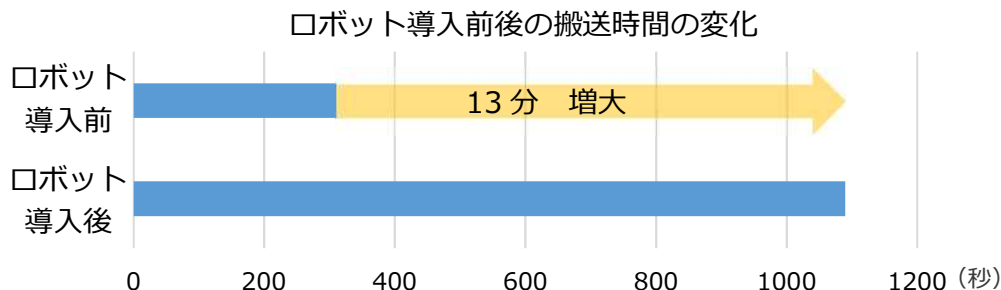
#### 薬剤カート

薬剤カートの搬送は、手動扉の通過での補助や、安全のため人が付き添って走行したことから、ロボットの導入前後で搬送経路に変更はありませんでした。



調査の結果、薬剤カートの搬送に関わる業務時間は13分増加しました。これは、安全のために低速で走行する必要があったことから、人が運ぶより時間がかかったことが要因として挙げられます。

一方、重量物の搬送は全てロボットで代替したため、身体への負担の大幅な減少に繋がりました。



定量評価  
まとめ

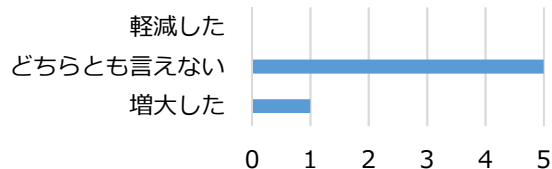
- 良かった点
  - 資材コンテナの搬送は一部区間を自動化でき、ロボットによる業務効率化を実現。
  - 資材コンテナと薬剤カートとも、重量物の搬送業務を全てロボットに代替でき、身体負担を削減。
- 改善点
  - 一層の業務効率化のためには、エレベーターと連携し、階層を跨ぐ移動を自動化することが必要。

### 定性的評価

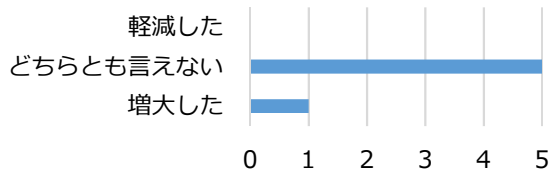
定性的評価のため、実際に運用した職員に対してアンケートを実施しました。

#### 職員アンケートの結果

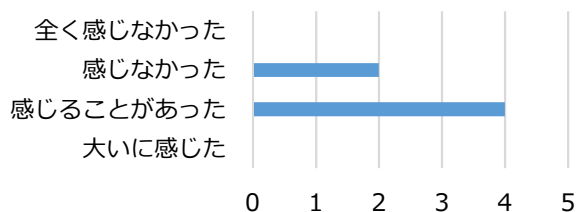
問. ロボットによって身体負担や皆様自身の身体への安全リスクは変わりましたか



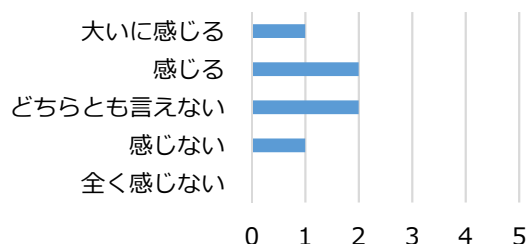
問. ロボットによって業務負担は変わりましたか



問. 重量物をロボットで搬送しましたが、ロボットによって患者の安全性が脅かされると感じましたか



問. 今後も搬送業務にロボットを利用したいと感じますか



問. このロボットで業務負担を更に軽減するためには、どのようなことが必要だと思いますか

- ロボットの完全自動化
- 患者の安全への配慮
- 手動運転時の操作性向上
- 薬剤カートとロボットの取り付け作業の簡略化

職員コメント  
良かった点

- 重いカートを引く必要がなくなってよかった。
- 傾斜のある通路の搬送は便利でよかった。

職員コメント  
改善点

- 人手で搬送した方が早いため、搬送のスピードを上げる必要がある。
- ロボットと一緒に動く必要があったため、自動化が必要。
- カート周辺にセンサーがないため、カートを考慮した安全設計が必要。
- 手動運転の操作性の向上が必要。
- 患者がいる時間帯の配慮は今後改善が必要。

定性評価  
まとめ

- 良かった点
  - 重量物の搬送の省力化という観点で、好評を得た。
- 改善点
  - 牽引したカートに安全対策がなく、リスクを感じる場面があったため、患者のいる院内で配慮が必要。
  - エレベーターとの連携などを実現し、搬送を自動化することが求められている。

## 結論と導入に向けた提言

1. 定量的には、搬送業務をロボットが代替することで、身体への負担の軽減に繋がることが明らかになりました。
2. 定性的な評価から、搬送業務の完全自動化が求められていることが分かる一方で、患者がいる環境では安全への配慮が強く求められていることが分かりました。
3. 本実証では、牽引治具の取付け・取外し、エレベーターでの移動の自動化は実現できませんでしたが、それらを実現でき、かつ、患者がいない夜間などに搬送を完全自動化できれば、ニーズに応え、より導入効果が高まることが分かります。
4. 既存の設備を大きく変更することなく、牽引または積載によって搬送を自動化できるロボットは、施設ニーズに応えることができると言えます。人の通行が少ない環境や、人とロボットの動線を分けられるような環境で重量物を運ぶ施設では、有用であると考えられます。