

**介護ロボットのニーズ・シーズ連携協調協議会全国設置・運営業務  
協議会報告書**

**1. 協議会概要**

(1) 協議会情報

協議会名	神奈川県協議会
推進枠・一般枠	推進枠
協議会の特性 (得意分野や検討フィールド等の特徴)	昨年度の取り組みにおいて、川崎市経済労働局イノベーション推進室の協力により、メールマガジンに登録している200以上の企業、有識者または80以上の介護施設とのコンタクトが可能な環境がある。その結果、1,000項目以上のニーズが集約されており、今年度はそのニーズの深掘りより開始している。また、ヒアリングや実証実験、あるいは各種アンケート調査などにおいても、川崎市の協力のもと実行できる体制が整っている
協議会の目標	<input checked="" type="checkbox"/> 介護ロボットなどに関して開発すべきテーマを提案する <input checked="" type="checkbox"/> 介護ロボットなどに関して開発すべき具体的機能や機器・システムを提案する <input checked="" type="checkbox"/> 高齢者介護の現場での限られたマンパワーを有効に活用する方策を提案する <input checked="" type="checkbox"/> 質の高い介護を実現する方策を提案することを目指す

(2) 協議会構成員

役割	氏名	所属(役職)	職種
委員長	錠内 広之	日本鋼管病院	作業療法士
ニーズ委員	沼田 一恵	国際医療福祉大学大学院	作業療法士
	神田 崇央	Grant	作業療法士
	加藤 結花里	特別養護老人ホーム よみうりランド花ハウス	作業療法士
	牛木 彩子	国際医療福祉大学	作業療法士
シーズ委員	出口 弦舞	国際医療福祉大学	作業療法士
	川辺 均	茅ヶ崎新北陵病院	作業療法士
その他の委員 (自治体など)	弓場 賢二	川崎市経済労働局イノベーション推進室	川崎市職員
	藤本 絢	川崎市経済労働局イノベーション推進室	川崎市職員
	秋本 拓哉	日本鋼管病院	作業療法士
	岩田 遥	日本鋼管病院	作業療法士

(3) 担当プロジェクトコーディネーター

ニーズ	吉井 智晴	東京医療学院大学	大学教員 (理学療法士)
シーズ	高橋 芳弘	千葉工業大学	大学教員

2. 協議会活動実績					
日にち	項目	詳細			
6月6日	第1回 ワーキング会議	1)出席者	ニーズ 3名 PC 0名	シーズ 2名 その他 0名	
		2)概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今年度の方針確認</li> <li>・ニーズの抽出、129課題に絞り込む</li> </ul>		
6月15日	第1回 協議会	1)出席者	ニーズ 3名 PC 2名	シーズ 2名 その他 0名	
		2)概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ニーズの抽出、3課題に絞り込む</li> </ul>		
		3)PCコメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・技術的には可能な課題と考える</li> <li>・もう一度、介護現場のヒアリングを実施したほうがいい</li> </ul>		
7月5日	第1回 ヒアリング	1)出席者	ニーズ 2名 PC 0名	シーズ 2名 その他 0名	
		2)概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・行政と打ち合せ</li> <li>・今年度の方針確認と協力依頼</li> </ul>		
7月19日	第2回 ヒアリング	1)出席者	ニーズ 7名 PC 0名	シーズ 0名 その他 0名	
		2)概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3つに絞ったニーズの深掘り</li> <li>・特別養護老人施設にて実施</li> </ul>		
		3)PCコメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特養の貴重な意見として受け止められる介護老人保健施設などのヒアリングも必要であろう</li> </ul>		
7月25日	第3回 ヒアリング	1)出席者	ニーズ 8名 PC 0名	シーズ 0名 その他 0名	
		2)概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3つに絞ったニーズの深掘り</li> <li>・介護老人施設にて実施</li> </ul>		
8月18日	第2回 協議会	1)出席者	ニーズ 4名 PC 1名	シーズ 3名 その他 1名	
		2)概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・取り組みニーズの決定</li> <li>・車いすの自動走行</li> </ul>		
		3)PCコメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機能的課題について指摘あり</li> <li>・シミュレーションに向けて施設に依頼したほうがよい</li> </ul>		
9月14日	第3回 協議会	1)出席者	ニーズ 4名 PC 1名	シーズ 3名 その他 1名	
		2)概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動走行とラインセンシングについて確認(デモ)</li> </ul>		
		3)PCコメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒアリングで出てきた機能について更なる検討が必要</li> </ul>		
10月1日	第2回 ワーキング会議	1)出席者	ニーズ 5名 PC 0名	シーズ 3名 その他 0名	
		2)概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実証実験内容について検討</li> </ul>		
		3)PCコメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・検証の目的、方法、手順については問題ない</li> </ul>		
10月11日	第1回 介護現場 行動観察	1)出席者	ニーズ 1名 PC 0名	シーズ 0名 その他 0名	
		2)概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特別養護老人ホームにて、提案の介護ロボットが現実的に使用できそうな利用者の把握</li> </ul>		
		3)PCコメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・意義深い調査である</li> </ul>		

10月14日	第2回 介護現場 行動観察	1)出席者	ニーズ	1名	シーズ	0名
			PC	0名	その他	0名
		2)概要	・特別養護老人ホームにて、提案の介護ロボットが現実的に使用できそうな利用者の把握			
		3)PCコメント	・意義深い調査である			
10月30日	第3回 ワーキング会議	1)出席者	ニーズ	3名	シーズ	2名
			PC	1名	その他	6名
		2)概要	・試作機の動作確認			
		3)PCコメント	・ライン上を駆動することが最優先。課題として、①手動・自動の切り替え、②センサの設置位置、③センサの種類(カメラを使用したセンサの検討)、④脱着のしやすさなどが考えられる			
11月13日	第4回 ワーキング会議	1)出席者	ニーズ	3名	シーズ	1名
			PC	0名	その他	5名
		2)概要	・車いす移動介助誘導時間の検証			
		3)PCコメント				
11月27日	第4回 協議会	1)出席者	ニーズ	2名	シーズ	2名
			PC	1名	その他	1名
		2)概要	・試作機の動作確認			
		3)PCコメント	・今後に向けての課題あり			

### 3. ニーズの明確化: ニーズ調査・分析

#### (1) ニーズ調査の概要(調査方法、整理・分析の手法等)

課題整理・分析 の流れ	<p>1) 昨年度の神奈川協議会の取り組みより抽出された1,000課題を整理した。KJ法、ブレインストーミングを60名からの委員でグループワークを実施して昨年度抽出した</p> <p>2) 同様の課題を整理した結果、129課題に絞られた。1,000課題を目的別に整理した結果129課題に絞られた</p> <p>3) 129課題より、環境調整や既存の福祉用具で対応可能と思われるものを除外した</p> <p>4) その結果、13課題まで絞られた</p> <p>5) 第1回協議会にて、技術的に可能な課題として3課題まで絞った。以下、3つの課題に絞った</p> <p>① 施設内での車いす移動について 朝の起床時や食事、レクリエーション時のイベントホールへの車いす移動において、介護スタッフの要員不足により負担が大きい</p> <p>② 杖の工夫(倒れない、離れない) 特にショートステイなど、一時的な施設入所において、普段はあまり杖を使用していなくても、施設における転倒予防目的にて杖の使用を求められる場合がある。このようなケースでなくてもつい杖を忘れる場面が、施設、在宅を問わず多く観察される</p> <p>③ 介助方法の統一がされない(移乗介助場面) これは細かく分けると2つの課題に分けられる。一つはトランスファーの方法が介護スタッフによって統一されていないということであり、もう一つは申し送り内容を含めた情報共有のシステムの方法として、介護スタッフ全員に情報共有がなされていないということである</p> <p>6) 介護現場のヒアリングにより上記3課題について、再度課題認識の確認を行った</p> <p>7) 特別養護老人ホームにおいて、提案した介護ロボットが使用できそうな利用者の把握を目的として介護現場の行動観察を実施した</p>
----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### (2) 調査の実施概要

調査項目	ヒアリング 備考:
実施日(期間)	令和元年7月19日
実施場所	特別養護老人ホームA
調査目的	3つに絞ったニーズの深堀り
対象者	施設長、介護長、介護士3名(認知症フロア、一般フロア)、機能訓練士
対象人数	7名
調査項目	神奈川協議会で決定した3つのニーズについて技術的要素を示すとともに、そのニーズの必要性について聴取した
調査方法	個別ヒアリング
	<p>1. 施設内での車いす移動について</p> <p>・距離が長いと見守りきれない、距離で直線なら安全、途中で立ち上がってしまう危険性があるなど</p>

調査結果	<p>2. 杖の工夫(倒れない、離れない)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・杖が利用者を追走する姿は見てみたい、特養は杖歩行自立の方が少ない、杖使用者はチェアセンサを使用するなど、必ず見守っているため忘れが少ない、ユニットフロアで狭い環境のため杖を忘れても声かけで防げる、杖が追いかけてくることに利用者が驚きそう</li> <li>・杖に気がついて、振り向きの際、バランスを崩して転倒の恐れがあるなど</li> </ul> <p>3. 介助方法の統一がされない(移乗介助場面)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日々の記録は介護記録、連絡事項(変更事項や行事の連絡)は、ノートで情報共有しているなど</li> </ul> <p>4. 介助方法の統一がされない(申し送り)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・聴取した結果、現状では申し送りについて困っていないとのことだった。3)の内容と類似する点もあるため、上記を参照してほしい</li> </ul> <p>5. その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・今回ヒアリングを行い、3課題以外に困っている点やほしい機能について聴取した</li> </ul> <p>1) ユニットフロアのデメリット</p> <p>個室で一人の空間は確保できているが、景色も変わらず話し相手もない閉鎖的な環境になり、人との関わりが減っている。テレビも持っている方、いない方がいる</p> <p>⇒各部屋にタブレットがあり、話し相手になるようなアプリがあったらよい。また、年代を選択すると選曲してくれる機能うれしい。曲を再生する時は、その時代の出来事など映像が流れると、なおよい。景色の写真が流れると部屋が明るくなる</p> <p>2) 腰痛問題</p> <p>腰痛に悩む職員は多いが、アシストロボットは重く、装着に時間がかかる。そのため、薄く、小型もしくは軽量スーツ型がほしい</p>
------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

調査項目	ヒアリング	備考:
実施日(期間)	令和元年8月1日	
実施場所	介護老人保健施設B	
調査目的	3つに絞ったニーズの深堀り	
対象者	介護士	
対象人数	4名	
調査項目	神奈川協議会で決定した3つのニーズについて技術的要素を示すとともに、そのニーズの必要性について聴取した	
調査方法	個別ヒアリング	
調査結果	<p>1. 施設内での車いす移動について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・利用者が動かないことが前提か(認知症の方は危険性が高いのではないかなど)</li> </ul> <p>2. 杖の工夫(倒れない、離れない)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必然的に多点杖になるのではないかなど</li> </ul> <p>3. 介助方法の統一がされない(移乗介助場面)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・介助方法が統一されない要因の一つに職員の体格差などがあるなど</li> </ul> <p>4. 介助方法の統一がされない(多機能バージョン)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・情報共有はしやすくなるなど</li> </ul>	

調査項目	観察	備考:
実施日(期間)	令和元年10月11日、10月14日	
実施場所	特別養護老人ホームA	
調査目的	ロボットの対象者の把握	
対象者	利用者	
対象人数	30名(認知症フロア)	
調査項目	①介護スタッフの行動観察、②利用者の行動観察	
調査方法	おやつ前の車いす介助誘導時間帯において、居室から食堂までの一連の介助について介護スタッフと利用者の行動について観察した。20分の観察を2日間実施した	
調査結果	<p>1. 認知症フロア1ユニットの様子            利用者数:10名            利用者像:・ADL一部介助3名(普通型車いす使用)            ・ADL全介助7名(普通型やチルトリクライニング車いす使用)            誘導中や待機中の様子は体動がなく安全に過ごせる者3名で、残り4名は、体を車いすに擦るように動く、上下肢の不随意的な動きにより下肢がフットサポートから落ちる、上肢が挟まる、車いすの背もたれから体を離すなどの行動が認められた</p> <p>2. 5階フロア2ユニットの様子            利用者数:20名            利用者像:・歩行自立2名            ・手引き歩行3名(※簡単な口頭指示理解は可。記憶保持は不良)            ・普通型車いすを使用しているがADLは支持物使用で自立2名            ・普通型車いすを使用してADLは一部介助4名            ・普通型やチルトリクライニング車いすを使用してADLは全介助7名            安全に待機できる者2名、残り5名は、腰が痛くて車いす上で殿部が前滑りして座り直す介助が必要であり、行動予測がつきにくく、手すりやテーブルを押して後方に倒れそうになる、不随意的に上下肢が動きアームサポートの隙間に肘や前腕が挟まる、小集団でも不安な気持ちが生じて声出しや無造作に手を伸ばそうとするなどの行為が認められた</p> <p>3. 結果            以上の観察結果から利用者は30名のうち、本ロボットの対象となるADL全介助者は14名であった。そのうちロボット適応の安全に誘導・待機ができる利用者は5名であった</p>	

### (3) 調査結果のまとめ

- ① 施設内での車いすの移動介助について  
 ・ロボットですべてを代替えるのではなく、一部のサポートにニーズを見出すことができた。同時に検証内容についても明確になった
- ② 杖の工夫(倒れない、離れない)  
 ・杖の追従や倒れないこと自体のニーズは少なく、倒れた場合や杖の使用を忘れそうな場合、つまり転倒のリスクを軽減するアラート機能にニーズがあることが明確になった
- ③ 介助方法の統一がされない(移乗介助場面)  
 ・介護スタッフの技術研鑽によるところが大きく、需要としては少ないと判断した
- ④ 介助方法の統一がされない(多機能バージョン)  
 ・重要性和需要については理解するが、単年度の取り組みであることや、情報収集、統合においての課題が多岐に渡りことが明確となった

#### 4. ニーズの明確化:課題分析

(1)課題の抽出(図示、話し合いのプロセス等。記載方法は自由)

「車いすの移動介助が介護負担となっている」

車いす乗車の被介護者を居室から食堂やレクリエーションホールに送迎する際、対象者が多数おり多大な労力となっている。介護現場の人手不足も深刻化するなか、車いすの移動介助に時間と人手をとられ、他の介護に手が回らなくなっている

(2)解決すべき課題

分野と項目	移動支援(屋内)	
具体的な課題	利用者の居室からイベントホール(食堂など)までの車いすの移動介助に時間がかかる	
誰にとっての課題か	介護施設の介護スタッフ	
課題が生じる場面 (現状)	いつ	居室からイベントホール(食堂など)に利用者を車いすで移動させるとき
	どこで	介護施設の利用者居室からイベントホール(食堂など)までの動線
	誰が	施設の介護スタッフ
	どのように	多くの利用者を少ない介護スタッフで車いすでの移動介助を行うため、時間がかかってしまう
この課題を選択した理由	特に介護施設において、朝の起床後に食堂などのイベントホールに利用者を同時に移動させる場面で需要があると考えられるため	

(3)課題が解決した時のあるべき姿

誰にとっての解決になるか	介護施設において介護スタッフの車いす移動介助の負担が軽減される
解決できた場面の想定	介護施設において、車いす移動介助が必要な利用者を食堂まで移動させる工程は、①介護職員が訪室しベッドから車いすへ移乗介助をする、②車いすを居室から食堂まで移動させる、③別の利用者の居室へ訪室するとなるが、この際②をロボットが行うことで、速やかに③の工程に従事できる

(4)到達目標(わかりやすく具体的に)

対象者	利用者の車いすの移動介助を行う介護職員	
場面	いつ	朝の起床時など利用者が多く居室外で活動をしていない時
	どこで	介護施設の居室からイベントホール(食堂など)までの動線
	何を	車いすの移動介助
方法(どのように)	居室入口からイベントホール(食堂など)へ、利用者が乗車した車いすが任意の動線上を自動走行する	

(5)ロボット導入効果の評価方法(量的・質的)

- ①車いす移動介助に係る時間
- ②車いす移動介助に係る移動距離(歩数)
- ③介護スタッフの身体的負担感

## 5. 課題解決のための検討:課題解決のための機器(新規ロボット等)のアイデア

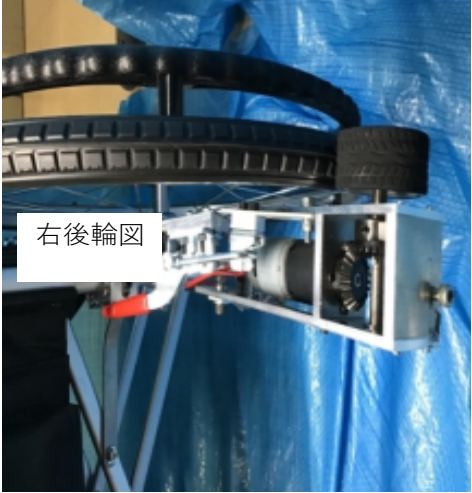
### (1)アイデアの概要(機器のイメージ)

機器の名称	自走が難しい被介護者に対する 車いす移動介助ロボット	
技術要素	① センサー系	複数の色を識別できるセンサを市販の車いすに装着できる
	② 知能系	市販のテープでできたラインをトレースできる
	③ 駆動系	市販の手動式車いすに後付けで電動駆動ユニットが装着できる
	④ その他	障害物に衝突した場合の緊急停止機能
想定される購入者	介護・医療施設経営者	
想定される利用者	特別養護老人ホーム、介護老人保健施設、デイサービスなど(車いす使用者が利用する高齢者施設)の介護スタッフ	
想定される価格	10万円以下	
利用場所	介護施設の利用者居室から食堂(イベントホール)間の廊下など	
具体的な利用場面	起床後、朝の時間帯に、介護の人手も少ない中で食堂・ホールなどに利用者を移動(移送)する作業を支援する。市販テープのラインをフロアに貼付することで後付簡易ユニットで電動化された車いすが自動走行して目的地まで移動する。起床時や朝食時など、利用者も自由移動が少ない条件下では、送迎に活躍できるロボットである	
アイデアのイメージ(図・絵等)	<p>居室棟から食堂・ホール等への移送を支援</p> <p>居室側:1名 食堂・ホール側:1名 の体制でも介護職員による 車いすの移動介助なしでケ アができる。</p>	



必要な機能・技術

機能要素	機構
①車いすの自動走行	①着脱式電動駆動ユニット
②廊下に貼ったテープ上をトレースできる	②テープラインのセンシング
③障害物に衝突した場合に緊急停止する	③障害物識別（検出）
④目的地に着いたら自動で停止する	④ラインが終了した時点で停止する
制約条件	機構
⑤障害物にぶつかってはならない	⑤障害物を識別するセンシング、アラート
⑥駆動ユニットは市販の車いすに後付けできる	⑥ユニバーサルな取り付け
⑦市販のテープでライントレースできる	⑦厳密さを欠く情報を補完する制御

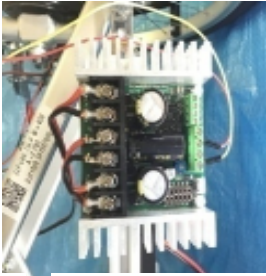


車いす 自動走行：  
後輪駆動。左右のモーターにより小さい装置の車輪を回転させ、車いすの車輪を回させる着脱式電動駆動ユニット。トグルクランプのレバーで車いすの車輪と装置を脱着できる

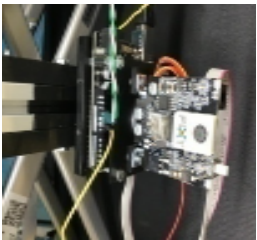
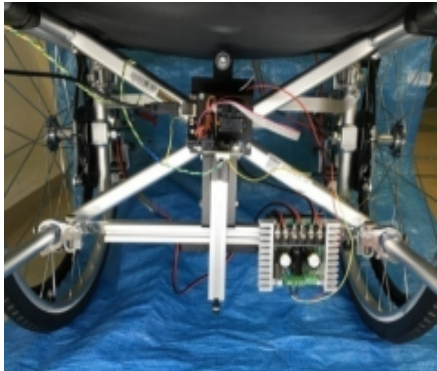
- ・モーター2基(12V)
- ・バッテリー駆動
- ・折りたたみ車いすに取り付け可能



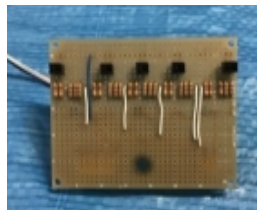
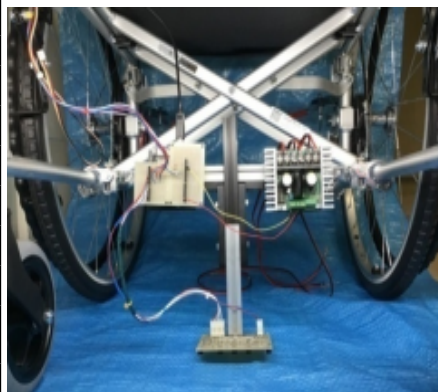
コントローラー：  
Arduino Uno USB R3 マイクロコントローラ



モータードライバー：  
Sabertooth Dual 2x32A



センシング ①： ライン幅 25mm  
Charmed Labs Pixy 2  
CMUcam5イメージセンサ



センサ②： ライン幅 50mm  
反射型フォトセンサ  
(フォトリフレクタ)

期待される導入効果	1) 直接効果	①車いす移動介助に要する介助時間の短縮 ②車いす移動介助時間が短縮されることで、他の介護業務に割ける時間が増す(食事、排泄、整容など) ③介護スタッフの移動距離が減少し、身体的負担が軽減する
	2) 間接効果	①他の業務に割ける時間が増すということでは、例えば1人の利用者に対するトランスファーの頻度が上がり、結果として褥瘡の予防に貢献できる ②離床機会が増え、廃用症候群の予防になる ③離床機会が増え、認知機能への刺激になる
機器を導入する上での今後の検討課題(確認すべき点)	①ラインレース時の最適な走行速度の検討 ②実際に歩行距離の短縮量の計測 ③自動走行中の安全確認方法の検討	
新規ロボット等導入による課題解決の評価方法(量的・質的)	①車いす移動介助にかかる時間 ②車いす移動介助にかかる移動距離(歩数) ③介護スタッフの身体的負担感	
既存の機器との相違点と優位性	2019年に実証実験、2020年公道での実用化を目指す「WHILL自動運転システム」は、多くのセンサにより、障害物の識別、追従走行、隊列走行などの機能を有し、自動車の自動走行同様に走行場所を選ばず、多くのセンサにより安全性を担保しているもので、結果的に高額になるものと考えられる。それに対して、本提案は設置場所を限定的に、簡易的なセンサと駆動を有し、比較的安価に購入しやすい価格で導入されることを目指すものである	
利活用・普及の場面で想定される阻害要因並びにその解決策	①施設内走行ルールづくり →自動走行実施の時間帯は、他の利用者は廊下にはいない環境をつくる ②自動走行に対応できる利用者の取り決め(身体・精神的評価) →車いす上での不穏行動のリスクのある利用者では使用しない	
アイデアの評価	実現可能性	あり
	技術	あり
	開発期間	2年
	市場性	あり

## 6. 課題解決のための検討:シミュレーションの概要と結果

### (1)シミュレーションの実施概要

期間	① 2019年11月13日(水) 13:00~16:00(以下、介護検証) ② 2019年11月27日(水) 14:00~17:00(以下、動作検証)
場所	介護検証 C大学 動作検証 D大学
実施者	介護検証 協議会構成員、大学研究員 動作検証 協議会構成員、大学研究員
対象者	介護検証 協議会構成員、大学研究員 動作検証 協議会構成員、大学研究員

### (2)シミュレーションの目的

**介護検証:** ロボットを使用することによって、移動介助時間が削減されることを検証する

**動作検証:** 試作機の動作について検証する

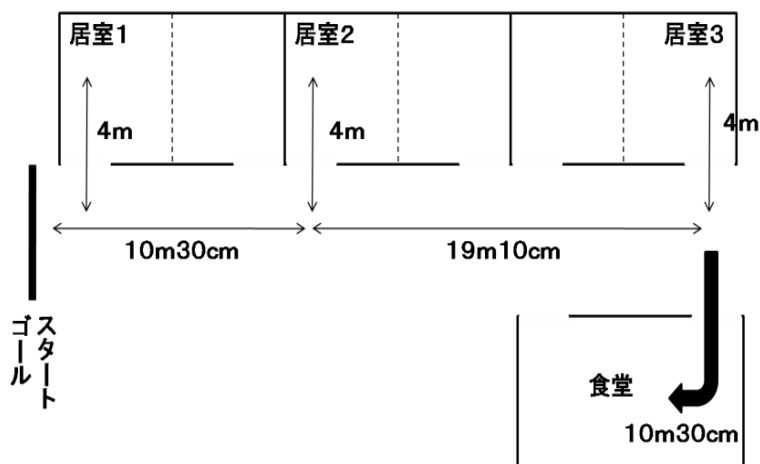
- ①廊下に貼った直線ライン上を自動走行ができることを検証する
- ②廊下に貼った曲線ライン上の自動走行ができることを検証する
- ③目的地へ到着した際の車輪の自動ロックについて検証する

### (3)シミュレーションの方法

#### 【介護検証】

##### 1) 仮定介護施設の設定

大学廊下、教室において、実際の介護施設の規模に合わせた環境をつくった。最長距離は、居室1より食堂までを約29メートルとして設定した。仮定食堂から最も遠い仮定居室を居室1、中間の仮定居室を居室2、最も近い仮定居室を居室3とした



## 2) 検証条件

- ・「測定1」とは、「車いす移動介助ロボット」を使用しない場合、「測定2」とは「車いす移動介助ロボット」を使用した場合と仮定する
- ・「車いす移動介助ロボット」を使用しない場合とは、各居室より1名ずつ食堂までの車いす移動介助を実施した場合とする
- ・「車いす移動介助ロボット」を使用する場合とは、各居室より1名ずつ居室前のロボット用誘導ラインまでの車いす移動介助を実施した場合とする
- ・「居室1」は食堂より最も遠い、「居室2」は中間、「居室3」は最も近い居室と仮定する
- ・上記条件のもと、車いす移動介助経験のない者5名(20代女性)とある者3名(50代女性1名、30代男性1名、40代男性1名)で、介助時間を測定する



「車いす移動介助ロボット」を使用しない場合



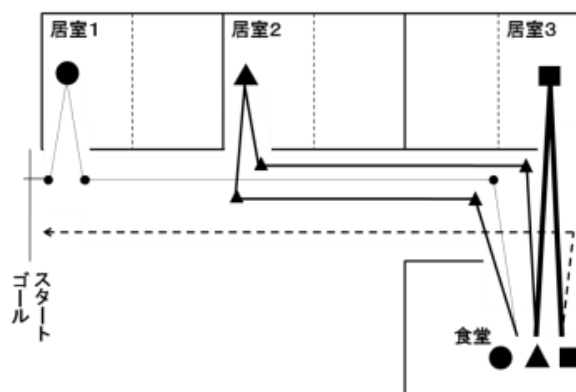
使用する場合

- ・「測定1」: 居室1から居室3までのすべての車いす移動介助を一人の介護スタッフが実行した場合の時間を測定した。計測した移動介助時間とは移乗介助の時間は除外した状態、つまり利用者は居室内で車いすへ移乗した状況を仮定して、仮定居室から仮定食堂までの移動時間とした

### スタート地点

- ↓ 居室1
- ↓ 移動介助
- ↓ 食堂
- ↓ 居室2
- ↓ 移動介助
- ↓ 食堂
- ↓ 居室3
- ↓ 移動介助
- ↓ 食堂

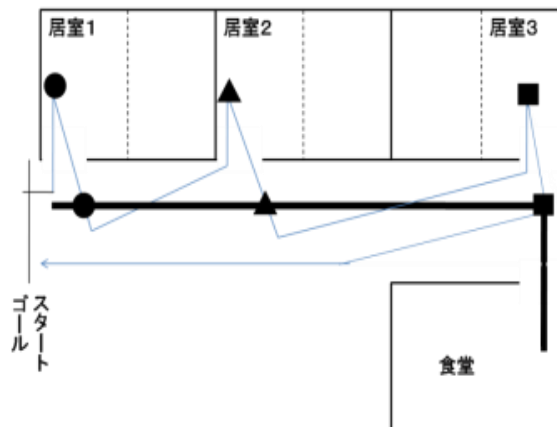
### スタート地点



- ・「測定2」: 居室1から居室3までのすべての車いす移動介助を一人の介護スタッフが「車いす移動介助ロボット」を使用した場合の時間を測定した。計測した移動介助時間とは、移乗介助の時間は除外した状態、つまり利用者は居室内で車いすへ移乗した状況を仮定して、仮定居室から仮定食堂までの移動時間とした。またこの際、各仮定居室からの必要な移動介助は各仮定居室内から居室前廊下に貼られたラインテープ上までとなり、その後は移動介護ロボットが自動的に仮定食堂まで移動することと設定した

#### スタート地点

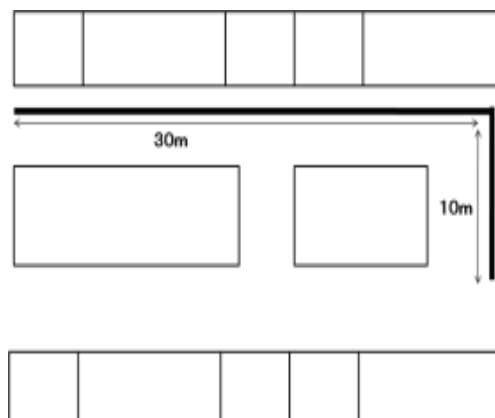
- ↓ 居室1
  - ↓ 移動介助
  - ↓ 居室1前のライン上
  - ↓ 居室2
  - ↓ 移動介助
  - ↓ 居室2前のライン上
  - ↓ 居室3
  - ↓ 移動介助
  - ↓ 居室3前のライン上
- スタート地点



#### 【動作検証】

##### 1) 仮定介護施設の設定

大学廊下、教室において、実際の介護施設の規模に合わせた環境。最長距離は、居室1から食堂までを30m＋旋回して食堂の入口付近までを10mと設定した。仮定食堂から最も遠い仮定居室を居室1、中間の仮定居室を居室2、最も近い仮定居室を居室3とした



##### 2) 検証条件

- ・「車いす移動介助ロボット」に身長170cm、体重60kgの人が乗車する
- ・「車いす移動介助ロボット」は時速0.54kmで走行する
- ・直線30mで右または左に旋回しその後直線10m走行する
- ・旋回ラインは以下 90° および45° とする

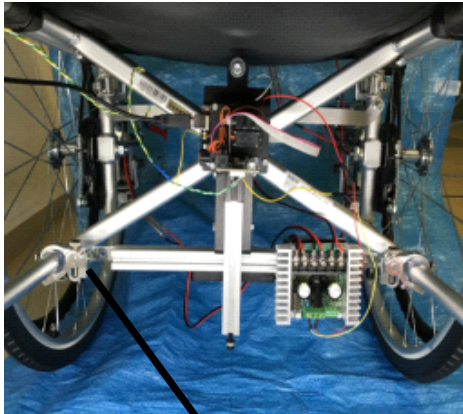


・旋回角は以下、90°および45°とする

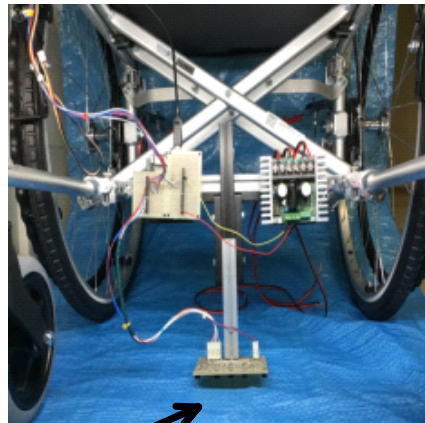
90度旋回

45度旋回

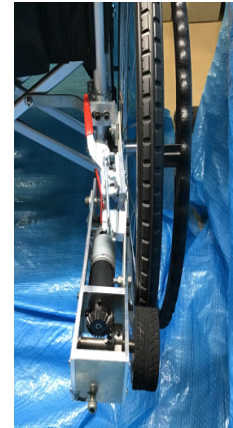
- ・ラインセンシングはイメージセンサとフォトセンサの2種類で検証する
- ・上記条件のもと、体動の有無による走行性を検証する
- ・上記条件のもと、走行時間について検証する



イメージセンサ



フォトセンサ



駆動部

#### (4) シミュレーション実施体制

##### 【介護検証・動作検証】

協力大学の施設を使用して、実際の介護施設の施設規模(廊下の長さ、幅など)を想定して検証場所を設定して実施した。具体的には「介護老人保健施設のどか」の施設規模を模して実施した

#### (5) 評価指標

**介護検証:** 人力の場合とロボットを使用した場合の介助に関わる時間比較

**動作検証:** ライントレース車いすの直進・旋回・停止の動作検証および移動時間検証

- ・ラインレースの制御性、ラインの幅、誤作動条件の確認
- ・車いすの自動走行速度、モータの性能、速度

## (6)シミュレーションの結果

### 介護検証: 人力の場合とロボットを使用した場合の介助に関わる時間比較

		測定1 (ロボットなし)	測定2 (ロボットあり)	比率 (測定1:測定2)
介護 未経験者	case1	153秒	75秒	2.04:1
	case2	171秒	79秒	2.16:1
	case3	179秒	90秒	1.99:1
	case4	172秒	86秒	2:1
	case5	156秒	76秒	2.05:1
Av.		166秒	81秒	2.05:1
介護 経験者	case6	114秒	59秒	1.93:1
	case7	125秒	69秒	1.81:1
	case8	125秒	68秒	1.84:1
Av.		121秒	65秒	1.86:1
Total Av.		149秒	75秒	1.99:1

- ・測定1は介護ロボットを使用しない場合を想定しており、居室1～3に対してそれぞれ食堂に車いす移動介助を実施した場合であり、介護者はおおよそ190mの移動を行ったことになった
- ・測定2は介護ロボットを使用した場合を想定しており、それぞれの居室前のラインテープ上に車いすを設置するまでの車いす移動介助を実施した場合であり、介護者はおおよそ90mの移動を行ったことになった
- ・結果、介護未経験者も介護経験者も、ロボットを使用した場合の移動距離は約1/2となり、それに比例して車いす移動介助にかかる時間も1/2に短縮された

### 動作検証: ライントレースの制御性、ラインの幅、誤作動条件の確認

性能試験(乗車あり)	①Charmed Labs Pixy 2 CMUcam5イメージセンサ	②反射型フォトセンサ (フォトリフレクタ)
直進性(体動なし)	○	○
90° 旋回(体動なし)	△	○
45° 旋回(体動なし)	○	×
直進性(体動あり)	○	—
90° 旋回(体動あり)	△	—
45° 旋回(体動あり)	○	—

○良好 △走行可 ×走行不可 —実施できず

- ・イメージセンサとフォトセンサの走行性観察においては、イメージセンサが直進性と回旋性において優位な性能が確認された
- ・自動走行の機動性観察においては、170cm、60kgの男性が乗車して安静時と軽度の体動(上肢運動、左右傾斜)を加えた場合で、その機動性を観察した。結果、イメージセンサでのラインセンシングでは、直進性においては問題なかったが、90°の旋回においては停止してしまうことが観察された

機能要素	評価	機構	評価
①車いすの自動的走行	○	①着脱式電動駆動ユニット	○
②廊下に貼ったテープ上をトレースできる	○	②テープラインのセンシング	○（養生テープに変更）
③障害物に衝突した場合に緊急停止する	今後の課題	③障害物識別（検出）機構	今後の課題
④目的地に着いたら自動で停止する	○	④ラインが終了した時点で停止する機構	○
制約条件	評価	機構	評価
⑤障害物にぶつかってはならない	今後の課題	⑤障害物を識別するセンシング、アラート	今後の課題
⑥駆動ユニットは市販の車いすに後付けできる	複数の車いすで検証が必要	⑥ユニバーサルな取り付け機構	複数の車いすで検証が必要
⑦市販のテープでライントレースできる	○（ベクトル検出が可能であればOK）	⑦厳密さを欠く情報を補完する制御機構	○

検討すべき課題	評価	備考
①廊下に貼った直線ライン上を自動走行ができる	○	
②廊下に貼った曲線ライン上を自動走行ができる	○	テープで曲線を作る方が困難であるため、直角または45度のラインで検証
③様々な環境下におかれたラインにテープに対するセンシングについて検証	○（テープ） △（照明）	線の太さやラインの直線性が多少異なってもベクトルとして認識するため走行可能。テープの汚れや剥離も多少であれば問題ない。照明は床面の反射により影響があるため調整が必要
④電動駆動・センサーユニットの市販車いすへの着脱の簡便性について検討	○	
⑤目的地へ到着した際の車輪の自動ロックについて検証	○	自動停止する。
⑥介護スタッフによる通常の車いす移動介助時間と介助ロボットによる車いす移動介助時間を比較検討	○	シミュレーション1において時間の短縮が確認された

#### 動作検証：車いすの自動走行速度の確認

①モーターの性能、速度検証時の走行速度設定0.45km/hで走行した場合、居室1≒5分30秒、居室2≒4分、居室3≒2分45秒であった

②速度の安心感について以下検証者間でのアンケートを実施した結果、時速2～3kmが無人運転での適当な速度ではないかという雑感を得た

速度	スピード感	安心感
時速1km	遅い	安心
時速2km	遅い～普通	普通～安心
時速3km	普通	普通
時速4km	早い	不安



## (7) 結論

- 1) 車いす移動介助経験者、未経験者によらず、車いす移動介助ロボットの利用によりこれにかかる介護時間の削減は可能であると考える
- 2) イメージセンサを用いたライトレース車いすは、検討条件の範囲では問題なく動作が確認された
- 3) 上記2項目の結果から、介護者の歩行距離や時間の短縮が可能であり、負担軽減に有効であることが示唆された
- 4) 今後に向けた検討としては、以下が考えられた
  - ・ライトレース時の最適な走行速度の検討(乗り心地検証)
  - ・実際に歩行距離の短縮量の計測(介護移動距離検証)
  - ・自動走行中の安全確認方法の検討(安全性検証)

## (8) シミュレーションを経てブラッシュアップされた点

作業の短縮化が示唆されたが、その一方で5分の走行時間は乗車している人にとっては長い時間ではないかと考えられる。走行時間の短縮化は可能であるが、走行速度を上げると移動に不安を感じる可能性もある。適切な走行速度と走行時間を感性的評価とともに検討が必要であることがわかった。または走行の途中に警備として人を配置するなど、長く感じる走行中に見守りのかねて挨拶のできる人の配備も必要になるかもしれないという新たな検討課題もみえてきた。また、車いすの移動の順番と速度と作業者を同時に検討できれば、さらにより知見が得られると考えられる