

**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	滋賀県協議会
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)	ニーズ側は、老人保健施設や特別養護老人ホームでリーダー的役割の介護職の方たちに参加いただき現場の意見が反映される構成とした。シーズ側は、県内で介護ロボットの研究・開発、製造に携わっている研究者やメーカーの方に参加頂いている。昨年度の取り組みを基に、排泄場面における被介護者の方の身体的・心理的な側面に焦点をあて、ニーズ調査を行い、必要となる要素を再検討した。また、立ち上がり場面における自立度の可視化について、その可能性を追求した
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"/> 高齢者の自立支援を促進する方策を提案することを目指す <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	宮内 吉則	滋賀県済生会訪問看護ステーション	作業療法士
ニーズ委員	中村 真理	ケア・オブ・クローバー	介護福祉士
	山本 和明	介護老人保健施設 日和の里	介護職員
	前川 呂万	老人保健施設 リハビリセンターあゆみ	介護支援専門員
	石田 ふき	介護老人保健施設 ケアポート栗東	介護福祉士
	八田 英之	湖青福祉会 ケアタウンからさき	介護福祉士
	坪田 真嘉	慈照会 カルナハウス	生活相談員
	乙川 亮	滋賀県立リハビリテーションセンター	作業療法士
	谷 佳代	滋賀県社会福祉協議会	作業療法士
	岡本 裕一	市立野洲病院	作業療法士
	寺井 淳	滋賀医療技術専門学校	作業療法士
シーズ委員	渡辺 正	アートプラン	
	安田 寿彦	滋賀県立大学	大学教員
その他	中島 啓嗣	滋賀県商工観光 労働部	
	平尾 浩一	滋賀県産業支援プラザ 連携推進部	

(3) 担当プロジェクトコーディネーター

ニーズ	時本 ゆかり	大阪人間科学大学	大学教員(介護福祉士)
シーズ	相良 二郎	神戸芸術工科大学	大学教員

2. 協議会活動実績						
日にち	項目	詳細				
5月31日	第1回ワーキング	1)出席者	ニーズ	4名	シーズ	0名
			PC	0名	その他	0名
		2)概要	作業療法士での今年度の事業についての説明			
6月6日	第2回ワーキング	1)出席者	ニーズ	2名	シーズ	0名
			PC	2名	その他	0名
		2)概要	去年度の進行と今年度の事業についての説明			
		3)PCコメント	既存品を使用した対象者目線の調査が必要である。対象者に合わせて形状の検討も同時に行っていきたい			
7月25日	第1回協議会	1)出席者	ニーズ	10名	シーズ	2名
			PC	2名	その他	0名
		2)概要	今年度の企画書案の説明			
		3)PCコメント	(ニーズPC)ニーズ側委員は、地域の各種介護事業所、社会福祉協議会などから、多数の介護従事者の協力が得られている。経験年数もあり、リーダー的役割を担う人が多く、介護現場で起こっている課題を総合的に捉えることができることが強みである。また、介護ロボット導入への意欲が高い介護事業所の方もおられ、今回企画している現場調査やシミュレーションに対しても協議会委員の事業所で協力が得られることも特徴である。第1回協議会においては、被介護者の立場に立った開発ロボットの意義を検討したが、ニーズ側委員からは貴重な意見を確認できた。細部まで詰める必要性もあるが、今年度企画する介護ロボットは、昨年度の継続としてブラッシュアップを図るということで全員の意見が一致している。今後は、利用者の立場からの効果・意義を深掘りし、介護者、被介護者双方にとって意義ある介護ロボット開発につながる準備が十分整っていると思われる			
			(シーズPC)空気圧アクチュエーターを使用した昇降便座は、商品としても実用化されているので、技術的な課題は少ないと思う。排泄介助の際に、どの程度の角度まで昇降させれば、後始末や着脱衣介助ができるのかについては、昨年度の大阪府協議会の成果が参考になる。アクチュエーター側の負荷量を測定して、被介護者の筋発揮量をフィードバックするアイデアはユニークであるが、介護者の発揮筋力との合成成分となるのではないかと、その切り分けを行えるのかが検討課題である。体幹支持部分の装着性、装着感、作業負担も検討課題である			

9月3日	第3回ワーキング	1)出席者	ニーズ	0名	シーズ	0名
			PC	0名	その他	5名
		2)概要	今後のスケジュールの整理 介護ロボットの実験に向けた評価項目について 対象者の選定について ロボットの実験について			
9月24日	第2回協議会	1)出席者	ニーズ	10名	シーズ	1名
			PC	1名	その他	0名
		2)概要	推進枠決定について報告 聞き取り調査について ロボット機能の実験について その他			
10月11日	第4回ワーキング	1)出席者	ニーズ	4名	シーズ	0名
			PC	0名	その他	0名
		2)概要	聞き取り調査の内容について ロボットの構造、シミュレーションの効果判定について 倫理書類について			
11月25日	ヒアリング調査	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	A特別養護老人ホームにて施設利用者2名、介護者2名に聞き取り調査			
12月2日	ヒアリング調査	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	B特別養護老人ホームにて施設利用者2名、介護者2名に聞き取り調査			
12月6日	第5回ワーキング	1)出席者	ニーズ	2名	シーズ	1名
			PC	0名	その他	0名
		2)概要	【現状のロボットについて説明】 ・可視化機能について、空気アクチュエーター・体幹固定具の構造など ・空気アクチュエーター、体幹固定具の体験 ・今後の作成の流れについて			
12月7日	ヒアリング調査	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	C介護老人保健施設にて施設利用者2名、介護者2名に聞き取り調査の実施			
12月10日	ヒアリング調査	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	D介護老人保健施設にて施設利用者2名、介護者3名に聞き取り調査の実施			
12月10日	ヒアリング調査	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	E介護老人保健施設にて施設利用者2名、介護者1名に聞き取り調査の実施			

12月16日	第3回協議会	1)出席者	ニーズ PC	10名 2名	シーズ その他	1名 0名
		2)概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・聞き取り調査について報告</li> <li>・介護ロボットの進捗について</li> <li>・今後について、作業療法士の委員とPCを中心としたワーキング会議を開催し、調査結果のまとめ、ニーズの明確化、ロボットの構造など明確にしていく</li> </ul>			
		3)PCコメント	<p>聞き取り調査により介護者、対象者が適応制御を可視化できることにより、やりがいや自立心向上につながる点を確認できた。また、提案ロボットの実際の動き(動画資料)に合わせたニーズの確認を行い、腕の位置、アクチュエーターの稼働速度、自立度可視化の段階、可動式台座などの必要、現状での限界点(多軸化、多段階評価による点数化など)を確認した。提案ロボットのコンパクト化とシミュレーションによる使用感の継続検討が望まれる</p>			
12月23日	第6回ワーキング	1)出席者	ニーズ PC	4名 0名	シーズ その他	0名 0名
		2)概要	<p>進捗報告書の説明。調査担当者から各施設でのニーズ調査の振り返りからニーズ調査について記載。ニーズの明確化については、データをまとめしだい、再度ワーキングを設定しながら記載していく</p>			
1月23日	第7回ワーキング	1)出席者	ニーズ PC	4名 0名	シーズ その他	0名 0名
		2)概要	<p>ニーズの明確化について意見交換を実施 ニーズ調査の結果から、考察を行った</p>			
1月24日	第8回ワーキング	1)出席者	ニーズ PC	4名 1名	シーズ その他	1名 0名
		2)概要	<p>自立度の可視化機能を備えた排泄のための自立支援型立位・移乗支援ロボットのシミュレーション用(簡易版)機器の体験、駆動状態の評価、意見交換、シミュレーションの実施</p>			
1月28日	第9回ワーキング	1)出席者	ニーズ PC	2名 0名	シーズ その他	0名 0名
		2)概要	<p>進捗報告書、発表用スライドのまとめ、意見交換を実施</p>			
2月16日	第4回協議会	1)出席者	ニーズ PC	7名 1名	シーズ その他	3名 1名
		2)概要	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 成果報告会について</li> <li>2. 介護ロボットシミュレーション体験</li> <li>3. シミュレーションについて</li> </ol>			
		3)PCコメント	<p>今年度はプロトタイプを製作し、実用性の初期検証までが検討できた。自立度可視化では要介護者にてデータの蓄積が必要なことと、自立度の表示方法、操作する介護者の操作性の確認が取れなかった点が残念である。また、プロトタイプ作成段階においてシーズに引きずられた感も否めない。実用性までにはまだ道のりが長い、今回、試用後にニーズ意見として上がった課題は、今後本機器がブラッシュアップするためにはどれも重要な要素である。これも滋賀県協議会のチームワークの成果であると思う</p>			

### 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	アンケート調査(老人保健施設介護職、特別養護老人ホーム介護職48名に介護業務上の課題についてアンケート調査を実施。) ↓ グループワーク(アンケート調査の結果をもとに、その具体的課題に関しての絞り込み) ↓ ヒアリング調査(施設にて、介護者と被介護者に、排泄に関するヒアリング調査を実施)
----------------	--

#### (2) 調査の実施概要

調査項目	ヒアリング	備考:
実施日(期間)	11月25日	
実施場所	A特別養護老人ホーム	
調査目的	介護者、被介護者への聞き取り調査	
対象者	【被介護者】 <ul style="list-style-type: none"><li>・車いすで移動し、ポータブルトイレ・便座などに移乗され排泄行為をされている方</li><li>・移乗の際には、必ず介護者が直接身体をサポートし、抱える状態になっている方</li><li>・清拭や下衣の上げ下ろしも、手すりを持ってもらいながら体の支持を介護者がする必要があり、介護者が片手で清拭や上げ下げ作業をすることになる方</li><li>・聞き取りに応じられるコミュニケーションの能力がある方</li></ul> 【介護者】 実際に介護を実施している職員	
対象人数	被介護者2名、介護者2名	
調査項目	排泄動作	
調査方法	ヒアリング調査	
調査結果	・ベッドと車いすでは、トランスファーボードを用いて実施しているが、トイレのような狭い、もしくは設置が自由でない環境では使用できていない。トイレでは、縦手すりで引っ張るような姿勢が、対象者の負担となっている ・対象者は、トランスファーボードを使う技術について職員ごとに差があると感じている ・環境面的に介護ロボットを置く広さはなさそう ・対象者はできることは、自分でしたいと考えている	

調査項目	ヒアリング	備考:
実施日(期間)	12月2日	
実施場所	B特別養護老人ホーム	
調査目的	介護者、被介護者への聞き取り調査	
対象者	※11/25ヒアリングと同じ	
対象人数	被介護者2名、介護者2名	
調査項目	排泄動作	
調査方法	ヒアリング調査	
調査結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2名ともショートステイの利用者であった</li> <li>・一人は自立度の高い方であったが、転倒リスク(いつもふらついているわけではない)から見守りを要している。移乗動作は、自身で行っている。全体的に軽介助であるが、下衣の上げ下げは全介助となっている。立つことはできるが、方向転換や下衣操作は実施できない。片麻痺の影響がある</li> <li>・居室のトイレを使用している。環境面的に介護ロボットを置く広さはなさそう</li> <li>・L字手すりがなく環境設定がないと、より能力を低下させてしまう</li> </ul>	

調査項目	ヒアリング	備考:
実施日(期間)	12月7日	
実施場所	C介護老人保健施設	
調査目的	介護者、被介護者への聞き取り調査	
対象者	※11/25ヒアリングと同じ	
対象人数	被介護者2名、介護者2名	
調査項目	排泄動作	
調査方法	ヒアリング調査	
調査結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・脊髄疾患で、認知はしっかりしているも移乗時にリスクがある状態であった。立位保持はなんとかできる(2~3秒)が、もう少し立つ時間が延長できると下衣操作の介助も楽になると介護者</li> <li>・被介護者とも感じている。脊髄疾患で、以前に比べて進行している印象を受ける</li> <li>→立つ機会はどのくらいあるのか。ベッドの高さを調整しているいるため、床に座ったまま移動することになり、立つ機会が少ないのかもしれない。</li> <li>・脊髄小脳変性症。立ち上がりはなんとかできるが、方向転換に介助が必要である。対象者は、介助されている時に恥ずかしいと感じている。車いすで自走しても、トイレで介助してもらうので、自走する意味がないと感じている。話の印象としては、移乗や下衣操作ができれば、一人で行えと感じているようであった。施設としては、基本的に同性の介助となるように工夫している</li> </ul>	

調査項目	ヒアリング	備考:
実施日(期間)	12月10日	
実施場所	D介護老人保健施設	
調査目的	介護者、被介護者への聞き取り調査	
対象者	※11/25ヒアリングと同じ	
対象人数	被介護者2名、介護者3名	
調査項目	排泄動作	
調査方法	ヒアリング調査	
調査結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ノーリフトを掲げている施設で、リフトを活用している</li> <li>・対象者からは、抱えてもらうのを頼む必要がなく、精神的に楽と感じている</li> <li>・職員は、機械があると楽だと感じている</li> <li>・後始末の時は、かがむことで姿勢に負担がある</li> </ul>	

調査項目	ヒアリング	備考:
実施日(期間)	12月10日	
実施場所	E介護老人保健施設	
調査目的	介護者、被介護者への聞き取り調査	
対象者	※11/25ヒアリングと同じ	
対象人数	被介護者2名、介護者2名	
調査項目	排泄動作	
調査方法	ヒアリング調査	
調査結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・どちらも立ち上がりに関しては協力動作が得られる</li> <li>・能力と介助が合わないと感じており、介護者がうまく成長しない</li> <li>・どちらも日によっての違いがあるが、介助者の感覚(その日の感じ方など)で違いを感じている</li> </ul>	

### (3) 調査結果のまとめ

- ・トイレでの排泄介助時の介護者は、中腰・かがむなど姿勢が悪くなるため負担があると感じている。また、被介護者の心理状況から速くしなければならないと感じており、二人介助や異性の介助では影響があると感じている
- ・被介護者は、特に下肢筋力の低下などの廃用性症候に対応したの援助ができていない
- ・リフト、トランスファーボードなどの福祉機器を含め、トイレ排泄時の介助方法は介護者によって技術の差がある
- ・機器導入施設の被介護者・介護者はトイレ動作において、機器を使用することにより、身体的・精神的ストレスが少ないとの意見が、機器未導入施設のと比較多かった
- ・ヒアリング中の自由回答をテキストマイニングにて要約した内容は別添1を参照

#### 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）

昨年度の調査結果から、排泄場面での移乗動作介助に困難さが課題として挙がっていた。さらに今年度は、深掘りのための聞き取り調査にて、より具体的な課題が抽出された。その結果、トイレ動作において、機器導入施設は、利用者・介護者ともに身体的・精神的ストレスが少なく、機器未導入施設においてはストレスを感じていることが明確となった。また、トイレ介助により、被介護者は痛みの出現や立位保持での苦痛、見守りを受けることによる自尊心の喪失、介護者への遠慮などの身体面・精神面でのストレスが生じていることが明らかになった。介護者においては、無理な姿勢や荷重がかかることによる腰痛の発生、介護者の介護技術の差、介護技術への自信のない言葉、転倒リスクへの対応、利用者の自尊心の喪失に直結する介護方法など身体面・精神面のストレスが生じていた。また、介護者の介護技術の差により、被介護者の発揮する能力も変化することも明らかになり、被介護者の身体能力を活かした介護技術が望まれる。被介護者の残存能力を活かした介護方法と、そうでない場合と比較すると、1日5回×往復動作×365日=3,650回の立ち上がりの機会を提供することになり、心身機能の維持にも貢献すると考えられる。以上のことから、被介護者の個別の残存能力を検出し、不足の力をのみを適時、適切に補助する機器の開発が課題である

##### (2) 解決すべき課題

分野と項目		排泄支援（項目：非装着）
具体的な課題		<ul style="list-style-type: none"> <li>・排泄後の清拭や下衣を整える立位動作、移乗動作が、被介護者の残存能力以上の動きとなっている</li> <li>・介護者も立位を支えながら排泄介助や、狭い空間での移乗介助で腰に負担のある動作を強いられる。また、介助行為そのものが十分に行えない状況に不安を感じている</li> <li>・全介助での排泄場面が続く事で、被介護者の残存能力を発揮できる機会が減少する</li> </ul>
誰にとっての課題か		①介護施設の利用者本人、②介護施設の職員
課題が生じる場面（現状）	いつ	排泄時の立位・移乗場面
	どこで	排泄（トイレ）空間
	誰が	利用者および職員
	どのように	排泄後の清拭・下衣を整える立位動作や移乗動作が、被介護者の残存能力以上の動きとなっており、残存能力を発揮できる機会が減少している。さらに、職員の腰に負担のある動作となっている
この課題を選択した理由		<p>トイレ動作は、日常生活において比較的回数の多い動作である。転倒リスクの回避や介護負担の軽減等により、二人介護やリフトでの介護の事例も多い。また、リフトなど未導入施設では、介護者は身体的・精神的な負担や介護職員の介護技術の個人差があると感じている。これらのことから被介護者は、フィードバックによる自己学習が困難となり、自己肯定感を得られる機会の減少や、残存能力を発揮する機会の減少にもつながっている。これらのことから残存能力を発揮する機会の減少が生じている</p>



(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	①介護施設利用者、②介護施設職員
解決できた場面の想定	廃用性の下肢筋力の低下により、立位保持・移乗が困難になった利用者に対して、残存能力を補って、その動作を行う機会を提供する。立位が介護ロボットにより適切な位置で保持されることによって介護者は清拭や下衣を整えるなどの介助に専念でき、立位・移乗介助での腰への負担を軽減できる

(4) 到達目標(わかりやすく具体的に)

対象者		①介護施設の利用者本人、②介護施設の職員
場面	いつ	利用者本人の排泄時
	どこで	排泄(トイレ)空間
	何を	利用者本人の立位での排泄動作と移乗の動作
方法(どのように)		介護ロボットが、立ち上がりや立位の際に、利用者の残存能力を活用しつつ、不足分をサポートし立位をとらせる。その際、補足した自立度(補足量)を利用者と介護職員にフィードバックさせる。利用者は、自立度の変化(補足量の変化)がわかることにより意欲が向上される。介護職員は、科学的データに基づく介護方法の開発や多職種とのチームアプローチにつなげることが可能となる

ロボット導入効果の評価方法(量的・質的)

- ・機器が示す自立度の数値の変化
- ・被介護者の満足度
- ・介護者のストレス度
- ・立位での移動の回数
- ・介護者の腰痛の状態
- ・介護計画全体での影響

## 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	排泄自立度の可視化機能を備えた自立支援型立位・移乗支援ロボット	
技術要素	① センサ系	被介助者の立ち上がり動作介護時に、体幹支持部の動きを生成するモータに流れている電流を観測してモータの負担を計測する
	② 知能系	コンピュータが、体幹支持部の動きを制御するとともに、モータを流れる電流から立ち上がりにおける被介助者の貢献度を算定する
	③ 駆動系	直流モータおよび歯車減速機構
	④ その他	空気圧アクチュエーターによって、立ち上りの初めの被介助者の動きを生成し、移乗動作中の前傾姿勢をサポートする
想定される利用者	排泄介助を受けている方	
想定される価格	800,000 円	
利用場所	施設トイレ	
具体的な利用場面	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車いすや便器での前傾姿勢を空気圧アクチュエーターにてサポートする</li> <li>・体幹支持部にて立ち座り、立位保持をサポートする</li> <li>・足下の旋回機能にて移乗動作をサポートする</li> <li>・体重・身長データをあらかじめ入力すると、個人のロボットにかかる最大負荷量が設定される</li> <li>・ブレスレット・ペンダント型識別機からの信号により個人を識別する</li> <li>・立ち上がる際にモータに流れる電流量をセンシングし、立位を頑張れば電流量が減少して、最大負荷からの比較で自立度を計る</li> <li>・自立度はモニターで表示されると同時に、その都度記録媒体に保存される</li> <li>・利用するごとに被験者に合わせて、空気圧アクチュエーターの膨らみ具合や、体感支持部の高さ、ロボットの速度・リズムを調整する</li> </ul>	
アイデアのイメージ(図・絵等)		

必要な機能・技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・すべての動きをコントロールするAI機能を備えた計測制御システム</li> <li>・モータに流れる電流量を数値(自立度)に変換するシステム</li> <li>・自立度を表示するモニター画面</li> <li>・車いすや便器に後付できる空気圧アクチュエータ技術</li> <li>・大きさ。形。圧力センサ、角度センサなどと組み合わせた送風システム</li> <li>・保温機能など備えた便座が、前方に跳ね上げられるシステム</li> <li>・体幹支持部の動き、形状、材質などの検討</li> </ul>	
期待される導入効果	1) 直接効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・被介護者の立ち上がりや立位保持の残存能力の評価ができる</li> <li>・個人に合わせたロボットの動きとなり、残存能力を発揮できる機会となる</li> <li>・モニターにより視覚的・聴覚的にリアルタイムで状況が伝えられ意欲の喚起がされやすい</li> </ul>
	2) 間接効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・評価が数値として表示され、介護者と共有でき目標を立てる参考となる</li> <li>・毎回の数値が記録され、他の生活での動作と関連づけて第三者(家族の方など)への報告として活用できる</li> </ul>
機器を導入する上での今後の検討課題(確認すべき点)	被介護者ごとに異なる「立ち上りを介助する時の介助ロボットの最大負荷」の理論的導出方法	
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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・立ち上がり動作における自立度が定量的に算出されるので、自立度の向上に向けて被介護者に対するリハビリテーションの効果を量的に評価する</li> <li>・被介護者のモチベーション、介護者あるいは家族の被介助者への関わり方の変化を生活記録やアンケートなどに抽出する</li> </ul>	
既存の機器との相違点と優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移乗ロボットに新規性はないが、自立度を表示して被介護者のモチベーションを高めていく発想は、他製品にはないものである</li> <li>・空気圧アクチュエータの特徴である「安心安全性」を確保しつつ、人に優しい立ち上がり・着座介助を行うことに新規性がある</li> <li>・空気圧アクチュエータの形態や種類を検討することで、他の移乗や立ち上がり場面での使用範囲を広げることができ、日常生活を支援しながら被介護者による主体的な基本動作や移乗動作を取り入れることができる</li> </ul>	
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用方法の難しさがあると介護現場での活用が阻害されるので、コンピュータによって自動化を図り、容易に使用できる形態に移乗ロボットを仕上げる</li> <li>・移乗ロボットが大型になると、使用できるトイレが限定されるので、移乗ロボット本体の設計において小型化を図る</li> </ul>	
アイデアの評価	実現可能性	基本アイデアの実現性・有効性が確認され、十分な実現性がある
	技術	ロボットの負担の変化によって、被介護者の貢献度を評価できる点の新規性、空気圧アクチュエータの有用性に技術的なアドバンテージがある
	開発期間	プロトタイプ完成に2年、実用化に2～3年
	市場性	介護施設などの職員から好評価があり有望である

## 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	2019年10月1日～2020年1月24日
場所	A大学
実施者	滋賀県協議会構成員
対象者	滋賀県協議会構成員およびA大学工学部学生(5名)

### (2)シミュレーションの目的

・新規ロボットの骨格となる動きをコントロールする機能を備えた計測システムと、空気圧アクチュエータを製作することで機能の有用性を検証する  
・被介護者の立ち上がりパターンをコンピュータにより生成し、被介護者がどの程度自分の力で立ち上がっているか、空気圧アクチュエータがサポートしなければならないかを評価できる仕組みを実験をととして検証する

### (3)シミュレーションの方法

【概要】健常者をモデルにして、下記の2つのシミュレーションを実施した

#### シミュレーション1:被介護者の自立度測定のシミュレーション

健常者を被検者に計測機を使用し、

(ア)立ち上がり動作をすべて移乗ロボットに任せした場合(以下、おまかせモード)

(イ)移乗ロボットにサポートされながら立ち上り動作を行う際に被験者ができるだけ立ち上りの努力をした場合(以下、最大努力モード)

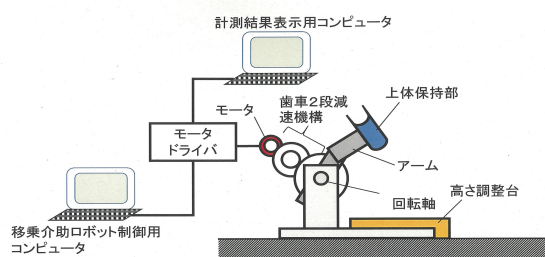
(ウ)上記(イ)の立ち上り努力を少なくした場合(以下、ほどほどモード)

のそれぞれの場合の移乗ロボットの仕事量(モータを流れる電流)を計測する

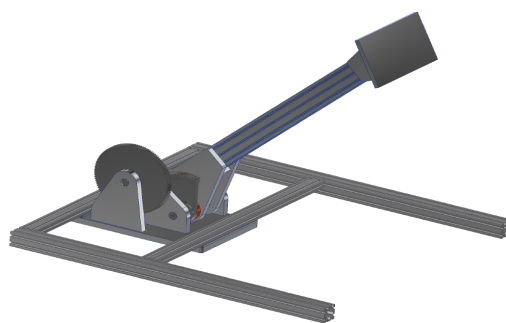
#### シミュレーション2:空気圧アクチュエータの有効性を確認するためのシミュレーション

立ち上がり動作をすべて移乗ロボットに任せ、空気圧アクチュエータでサポートし、この時の移乗ロボットの仕事量(モータを流れる電流)を計測する。このシミュレーションでは、空気圧アクチュエータと移乗ロボットの連携方法も試行錯誤的に構築する

実験用簡易移乗介助ロボット基本構想



- ・アームは長さを可変にする。
- ・カウンターウェイトによってアームの自重を相殺する。
- ・回転軸の高さは高さ調整台で調整する。



シミュレーション用簡易移乗介助ロボット

移乗介助ロボットの土台、アーム部分



空気圧アクチュエーター



シミュレーション(実験)の様子

#### 【実験方法・手順】

##### シミュレーション1: 被介護者の自立度測定のシミュレーション

- ①被験者を乗せない無負荷状態でロボットに立ち上がり介助動作を行わせ、この時にロボットに流れる電流を測定する。すなわち、ロボットのアームおよび体幹支持部を動作させるために必要な電流を測定しておく
- ②被験者は上体保持部に上体を預け、上体および脚部(全身)に力をいれずに、立ち上がり動作を移乗介助ロボットに任せる(おまかせモード)。この場合にモータを流れる電流を測定する
- ③被験者は上体保持部に上体を預け、上体の力を抜く。移乗ロボットの立ち上がり介助が始まったら、脚部はできるだけ自力で立ち上がり動作を行う(最大努力モード)。この場合にモータを流れる電流を測定する
- ④被験者は上体保持部に上体を預け、上体の力を抜く。移乗ロボットの立ち上がり介助が始まったら、脚部は③よりも努力を少なくして自力で立ち上がり動作を行う(ほどほどモード)。この場合にモータに流れる電流を測定する
- ⑤立ち上がり動作の各時刻において、②と③および④で測定した電流から①で測定した電流を引いて、各時刻で「モータが被験者の立ち上げに用いている」電流を算出する
- ⑥ ②と③および④の各モードでモータが被験者を立ち上げに用いている電流を比較する。すなわち、おまかせモードに比べて最大努力モードおよびほどほどモード、どれくらい電流が減少するかを算出し、被験者の自立度を定量化できるかを検討する

##### シミュレーション2: 空気圧アクチュエーターの有効性を確認するためのシミュレーション

- ①被験者は上体保持部に上体を預け、上体および脚部(全身)に力を入れずに、立ち上り動作を移乗介助ロボットに任せる(上記のおまかせモードと同じ)。空気圧アクチュエータと移乗介助ロボットを併用して立ち上り動作を行い、この時にモータを流れる電流を測定する
- ②このシミュレーションでは、空気圧アクチュエータに空気を流し始めてから、どのようなタイミングで移乗介助ロボットを始動するか。空気圧アクチュエータへの空気の流入を、どのようなタイミングで停止するかを実験的に検討する

#### (4) シミュレーション実施体制

- ①健常者をモデルとしたシミュレーション
  - ・A大学での実験を中心に実施する

#### (5) 評価指標

- ①健常者を被験者としたシミュレーションを実施して下記項目を評価する
  - ・立ち上がり動作介助時にモータに流れる電流値
  - ・「おまかせモードと最大努力モード」および「おまかせモード」と「ほどほどモード」との電流値の比較
  - ・立ち上がり動作を介助された被介護者の主観的評価

## (6) シミュレーションの結果

図：別添2参照

- ・被験者3を除き、おまかせモード→ほどほどモード→最大努力モードの順で、ロボットの負担が小さくなることが示された。このことから「被験者の立ち上がろうとする努力」を「移乗介助ロボットが被験者の立ち上がりを介助している時の電流」によって比較できることが示された
- ・被験者の体重が重いほど、おまかせ移乗の際のロボットの負担が大きいことがわかる。したがって、被験者の立ち上がり努力を定量化する際に必要となる「被験者がまったく努力していない時のロボットの負担(ロボットの負担の最大値)は被験者の体重に依存」することが確認され、「被験者がまったく努力していない時のロボットの負担」を実験的に確認できる可能性が示された
- ・一方、「被験者が自分で立ち上がろうと最大の努力をした」時には、理想的な状態としてはロボットの負担が0となるが、実験結果は被験者の体重に依存することなく、ロボットの負担にさまざまな様相が現われた。このことから、被験者の立ち上がり努力(自立度)を定量化する際に必要な「被験者が自分で立ち上がろうと最大限の努力をした時のロボットの負担」の算出には、理論的な導出を検討する必要性が示唆された

- ・被験者5が移乗介助ロボットにおまかせ状態で立上がった時と比較して、ほどほどに立ち上がり努力した時と、最大現に自分で立ち上がろうとした時に、被験者がロボットの負担をどれくらい助けたかが別添2の図からわかる。
- ・別添2の図から、立ち上がりの直後は、被験者はロボットを助けていないが、しばらくすると自力で立ち上がろうとしていることがわかる。また、ほどほどと最大限の努力の差も評価できている。
- ・黒の実線は0.1秒間(データ数10個)の移動平均である。観測ノイズの大きいデータでも、移動平均を計算して、リアルタイムで評価値を算出し、現在の被介護者の自立度を表示可能であることが黒の実線からわかる

- ・被験者は立ち上がりの努力をまったくせず、おまかせ状態で立ち上がりをしているにもかかわらず、いずれの被験者においても、空気圧アクチュエータを活用しない場合のおまかせ移乗のロボットの負担と比べて、ロボットの負担が大幅に減少している
- ・特に被介助者および移乗介助ロボットの負担が大きい立ち上がり動作の開始直後の負担軽減効果が大きい
- ・これらの効果は、立ち上がり動作中の脇部などへの圧力など「被験者がロボットから受ける身体的負担」も軽減されて快適に立ち上がったという被験者の主観的な評価に表れた

## (7) 結論

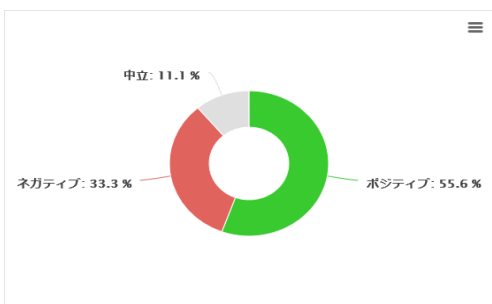
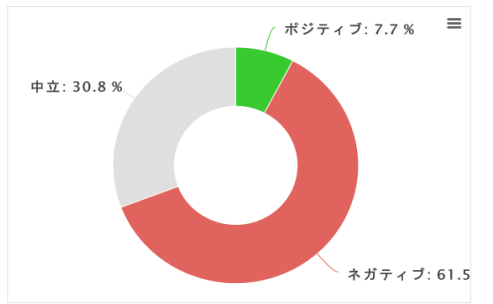
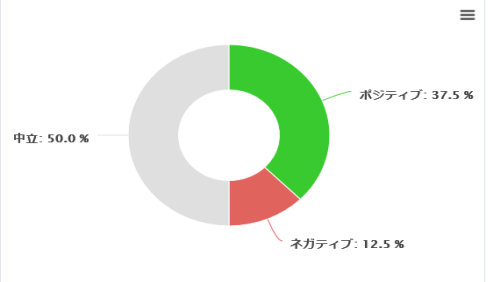
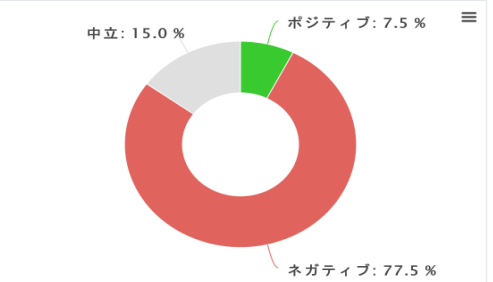
- ①移乗介助ロボットを駆動するモータに流れる電流を測定することによって、被介護者の自立度を定量的に評価できる
- ②被介護者の自立度は、リアルタイムで算出できる
- ③空気圧アクチュエータは、立ち上がり動作をサポートするために有効である。特に、被介護者および移乗介助ロボットの負担が大きい立ち上がり動作の初期に有効である

(8) シミュレーションを経てブラッシュアップされた点

- ・移乗ロボット本体と空気圧アクチュエータを連動させる手法。まず、空気圧アクチュエータを駆動してから、遅れて移乗ロボットによる介助を始め、空気圧アクチュエータと移乗ロボットを連動させる。空気圧アクチュエータは立ち上がり動作の途中で介助を終了する。さらに、これらのタイミングを自動化するためには空気圧アクチュエータに圧力センサを搭載することが有効であるというアイデアを創出できた
- ・移乗ロボットの動きが1軸性では、ヒトの立ち上がりと異なるため、アームの長さ調整機能やロボットの回旋機能など2軸、3軸の動きが必要である
- ・被介護者の体型に対応するために、アームの長さ調節機能や、体幹固定具の大きさ・角度調整機能が必要であると考え
- ・移乗ロボットに必要な機能として、走行または旋回機能、自立度可視化機能、AIによる立ち上がりのパターン学習や、対象者に合わせた介助量の判断、微調整ができるプログラム学習機能、個人識別判別機等が必要であると考えた
- ・施設で使用するならロボットが大きすぎる。製品化に向けて作成するならば、ロボットの基部が大きく対象者の足元が小さくなるひし形～卵型にしたい。小型化することで使用できる環境が増えると考えている
- ・自立度可視化機能があることで、移乗介助における介護者間相関がとれやすくなり、適切な介護技術につながり、被介護者の機能維持が期待できると考えられる

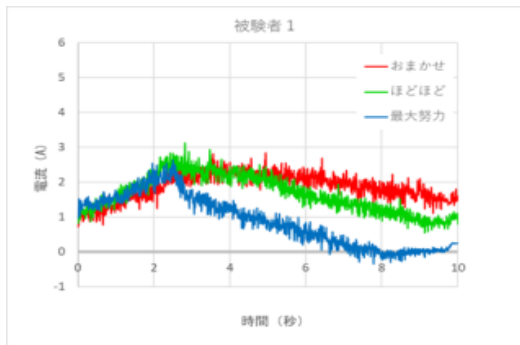
## ヒアリングの自由回答要約

	機器導入施設	機器未導入施設
被介護者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リフトがあればできる</li> <li>・ウォシュレットがあれば自分でできる</li> <li>・自力で行うとが痛くなる</li> <li>・がんばっている</li> <li>・介護してもらいながら、自分で行くと手が痛くなる</li> <li>・機械がないとできない</li> <li>・立位が不安定機器があると安心</li> <li>・自分で行いたい、が、難しいのでお願いしている</li> <li>・適切</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・いろいろな職員がいるから仕方ない</li> <li>・行ってもらわなければ困る(仕方ない)</li> <li>・行おうと思えばできるので、自分でさせてもらいたい</li> <li>・介護者が危険と判断するため手伝ってもらうことがある</li> <li>・これは行ってもらわないとできない</li> <li>・便座が狭いため、手が入らない</li> <li>・女性の方が多いので、自分で行わないといけないと思っている。</li> <li>・介助者によっては、過介助になっている時がある</li> <li>・自身も介助者にとっても恥ずかしいこと、嫌なことだと思うが仕方ない</li> <li>・危険を避けるために、便座が低く仕方がない</li> <li>・脇やお尻も痛い時がある。行ってもらっているから、がまんしないとイケない</li> </ul>
介護者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特に負担なし</li> <li>・ボードを使用すると膝が伸びない</li> <li>・服がひっかかる</li> <li>・膝が伸びない</li> <li>・機械操作の負担はない</li> <li>・負担はない(少ない)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中腰での介助のため、負担がある</li> <li>・中腰での介助</li> <li>・ズボンの生地が硬めで細い</li> <li>・腰への負担がある</li> <li>・失敗はできない</li> <li>・清拭も十分にできているかわかりにくい</li> </ul>

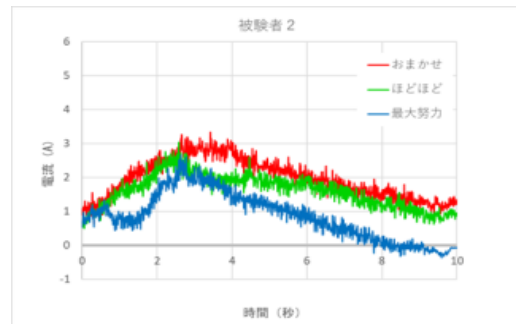
	機器導入施設	機器未導入施設
被介護者	 <p>中立: 11.1 % ポジティブ: 55.6 % ネガティブ: 33.3 %</p>	 <p>ポジティブ: 7.7 % 中立: 30.8 % ネガティブ: 61.5 %</p>
介護者	 <p>中立: 50.0 % ポジティブ: 37.5 % ネガティブ: 12.5 %</p>	 <p>中立: 15.0 % ポジティブ: 7.5 % ネガティブ: 77.5 %</p>



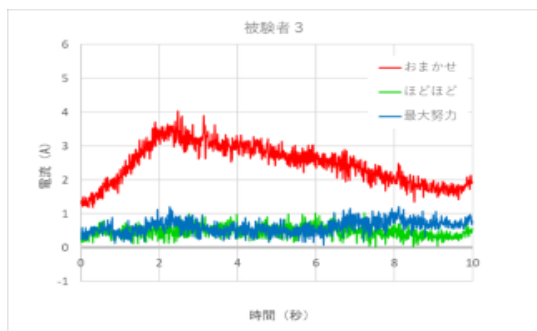
## ① 移乗介助ロボットのみで立ち上り介助した時にモータを流れる電流の測定結果



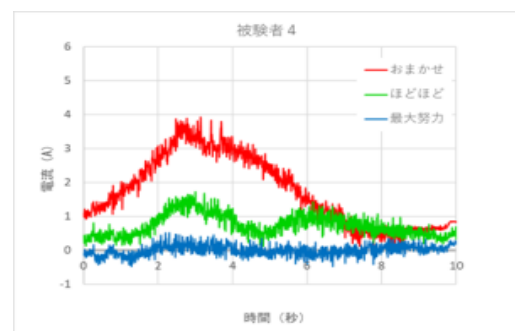
(a) 50kg 168cm



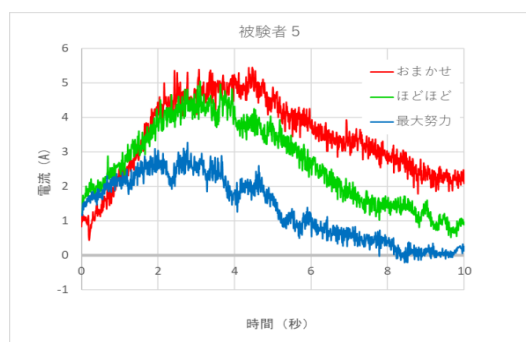
(b) 51kg 163cm



(c) 54kg 165cm



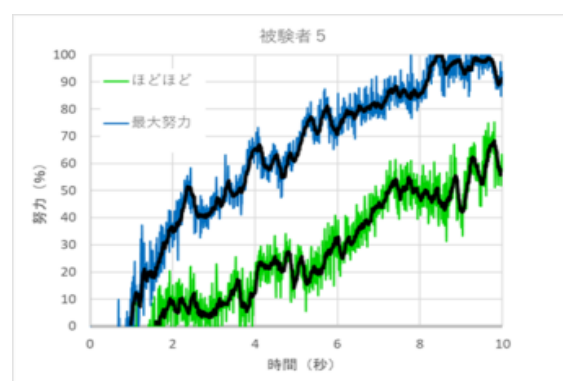
(d) 59kg 171cm



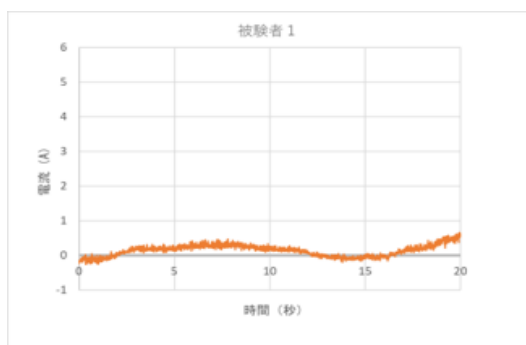
(e) 80kg 168cm

## ② 自立度の算出

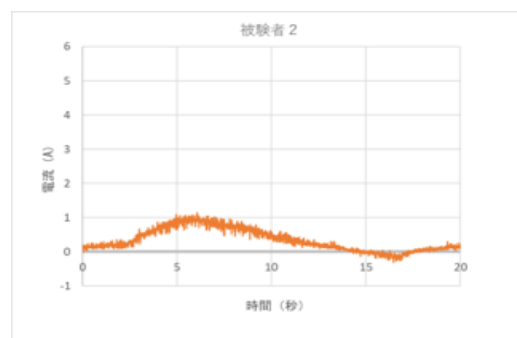
$$(\text{おまかせモードの電流} - \text{最大努力モードの電流}) / \text{おまかせモードの電流} \times 100(\%)$$

$$(\text{おまかせモードの電流} - \text{ほどほどモードの電流}) / \text{おまかせモードの電流} \times 100(\%)$$


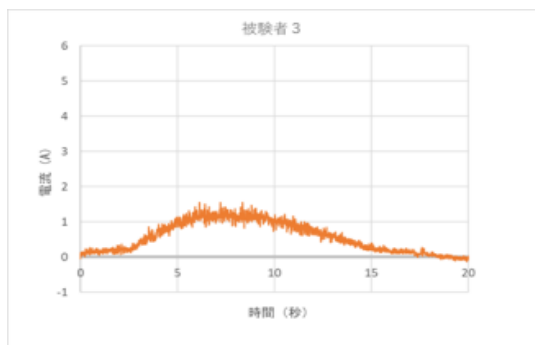
③ 移乗介助ロボットと空気圧アクチュエーターを用いた立ち上り介助時に、モータを流れる電流の測定結果



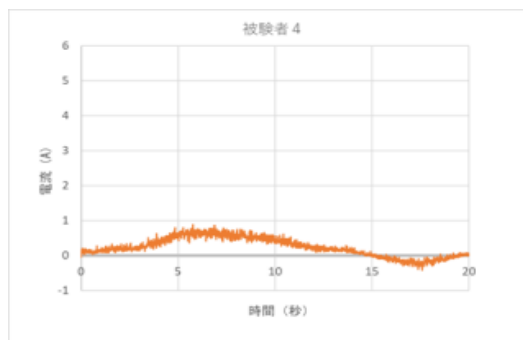
(a) 50kg 168cm



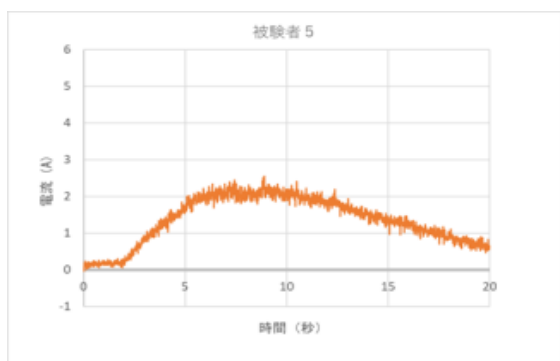
(b) 51kg 163cm



(c) 54kg 165cm



(d) 59kg 171cm



(e) 80kg 168cm