

平成 22 年 6 月 7 日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20700460
 研究課題名 (和文) 介護施設で生活する高齢者を対象とした自立移動支援機器の要求機能の抽出
 研究課題名 (英文) Research On Mobility Devices for the Elderly Living In Nursing Homes

研究代表者
 二瓶美里 (NIHEI MISATO)
 東京大学・大学院工学系研究科・助教
 研究者番号：20409668

研究成果の概要 (和文)：施設入居者が誰の心配もかけずに自由に行動することが可能な移動支援機器や環境の提供は、高齢者が自尊心を保ちながら自立した生活をする上で重要である。本研究では、介護施設に入居する高齢者の自立移動に着目し、高齢者や関与者に対する移動に関する意識調査および新たな支援機器の介入評価を行うことで、実生活に適応した移動支援機器の設計要件や利用環境への要件を明らかにすることを目的とする。具体的には、移動支援機器に関する高齢者と関与者を対象とした調査を行い、介護施設内で用いる移動支援機器・移動環境に必要な設計要件を抽出した。また、車いすのブレーキかけ忘れ装置の介入評価事例を基に、新しい支援機器の評価プロトコルの開発を行った。将来的には、福祉機器開発の一つの手法として、本研究で実施する実生活における介入実験の方法論を提案することを目指す。

研究成果の概要 (英文)：This study aims to clarify the design requirements of mobility devices that adjust to the real life field and the requirement to the use environment by paying attention to the independence movement of the older persons that live in the nursing facilities, and to conduct surveys which will be concerned with the movement of the older persons and to the intervention evaluation of new assistive devices. Based on the study and evaluation of the older persons the following factors were extracted during the participation phase: The design requirement items should promote “self produced motivation,” “safety,” “environment adaptability,” “operationality.” Moreover, the evaluation protocol of a new assistive device was developed based on the case study of intervention evaluation about the fail-safe brake system of the wheelchair. In the future, the aims to propose the methodology of the intervention evaluation in the real life based on the present study as one technique of the assistive technology development.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2009 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：人間医工学

科研費の分科・細目：福祉用具・支援機器

キーワード：高齢者, 福祉用具, 支援機器, 介護施設, 車いす

1. 研究開始当初の背景

高齢化が進行している中で、高齢者に対応した生活支援機器は今後さらに重要性を増すと考えられるが、特に介護施設に入居するレベルの身体・認知機能を持つ高齢者を対象とした支援機器の開発は順調に進められているとはいえない状況にある。そのような高齢者を対象とした生活支援機器を開発し、導入するには対象者の持つ疾病や障害、褥瘡など身体機能の多様性や、認知症やうつといった認知・心理的な問題を正確に把握しつつ、対象者の要望に沿って導入プロセスにおける様々な選択肢を考慮しながら開発を進めるという包括的な対応を図る必要がある。また、これまでにも高齢者を対象とした多くの機器が開発されているが、開発は主に研究室内で行われたというケースが多く、問題の設定方法が現実的でないことも多い。近年介護施設において給付された機器の利用効果を臨床的な立場から分析する研究報告 (Robert H.F, 2003) がいくつかなされてはいるが、機器を開発することを目的とした介入的研究が行われた例はほとんどない。介護施設の高齢者の生活の実態に基づいた本質的な問題の把握と自立移動に対する要望の理解がいま必要とされているといえる。

2. 研究の目的

本研究では、介護施設の入居高齢者の自立移動に着目し、高齢者や関与者に対する移動や新しい移動支援機器に関する意識調査および新たな移動支援機器の介入評価を行うことで、実生活に適応した移動支援機器の設計要件や利用環境への要件を明らかにすることを目的とする。本研究では次の2つの目標を設定した。

- (1)介護施設内で用いる移動支援機器・移動環境に必要な設計要件の抽出
- (2)介入評価に用いる総合的な評価手法・ツールの開発

3. 研究の方法

3-1 介護施設内で用いる移動支援機器・移動環境に必要な設計要件の抽出

自発的な移動の能力を得ることは、障害児においては社会性・コミュニケーション・認知の発達が向上する (Jones, 2003) ことが明らかにされており、要介護高齢者においてもそれらの効果が期待できる。しかしながら、現在の介護施設では高齢者の自立移動に関する要望や精神的・心理的な効果は重視されず、介助者の介護負担の観点から自立移動の困難な介助用の車いすが多用されている。その原因の一つとして、どのような移動支援機器が要介護高齢者の自立移動能力を維持するために必要なかが明確にされていないことがあげられる。そこで、次の3つの課題を設定した。

- (1)介護施設利用者の移動に関する調査
- (2)導入の阻害要因分析と高齢者施設に適した電動車いすの開発要件の抽出
- (3)介護施設利用者の移動行動計測システムの開発

3-2 介入評価に用いる総合的な評価手法・ツールの開発

車いすのブレーキかけ忘れは、転倒やそれに伴う怪我、骨折などの原因となり、病院や施設内で起こる事故の主要な原因と言われている。本研究では車いす利用者の認知機能低下に伴う失認等によるブレーキかけ忘れを起因とした、車いす移乗時の転倒リスクを軽減・回避する自動ブレーキ装置の事例を基に、介入評価手法を提案する。

4. 研究成果

4-1 介護施設内で用いる移動支援機器・移動環境に必要な設計要件の抽出

(1)介護施設利用者の移動に関する調査

①車いすの利用効果

移動支援機器を日常的に使用している高齢者および障害者9名 (男性5名、女性4名; 75.5 ± 20.5 歳) を対象とした移動に関する意識調査、および福祉用具の満足度 (QUEST2.0)、福祉機器に対する心理的な評価 (PIADS) の調査を行った。

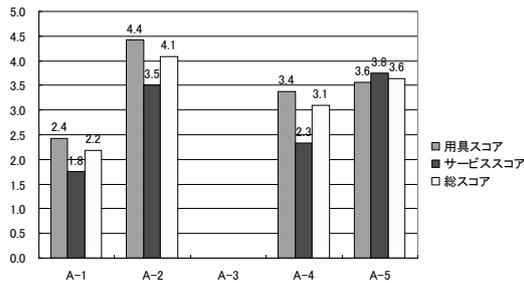
その結果、高齢者は障害者 (成人) より福祉用具・サービスにほぼ満足しているという結果 (QUEST 総合平均 4.40、福祉用具 4.44、サービス 4.33) が得られた。また、心理評価 PIADS については効力感 (平均 1.28)、積極的適応 (平均 0.52)、自尊心 (平均 1.09) と全体的に低く、特に積極的適応が低いことが分かった。

つまり、高齢者は使用している機器に満足しているが、その機器による心理的な効果が得られにくい可能性があることが示された。

②電動車いすの利用効果

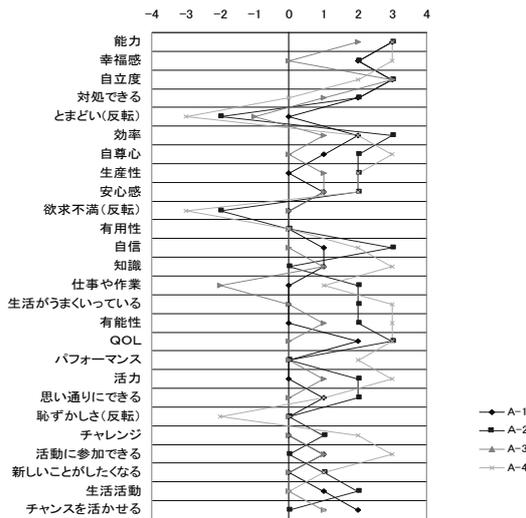
電動車いすを日常的に使用している高齢者 (女性1名、男性1名) および若年障害者 (男性3名) 計5名を対象とした同様の調査を行った。利用年数は3年から14年、いずれも脊髄性痙攣性マヒやパーキンソン病、脊髄損傷、脳性マヒなどの障害を有している。また、高齢者は簡易形、若年者は標準形の電動車いすを使用していた。

QUEST2.0、PIADSの結果を図1、図2に示す。(高齢者: A-1、A-2、若年障害者; A-3、A-4、A-5) PIADS では自己効力感: 高齢平均 0.8、若年 1.0、積極的適応性: 高齢 1.3、若年 1.3、能力: 高齢 1.5、若年 1.4 と手動車いすと比較して積極的適応性が高いことが分かった。聞き取り調査の結果、利用者にとっての電動車いすの意味は「手放せない」「足代わり」「歩けているの



※ A-3に関しては疲労を訴えたためQUESTは行うことができなかった。

図1 QUEST2.0の結果(電動車いす利用者)



※ A-5に関しては時間がなかったためPIADSは行うことができなかった。

図2 PIADSの結果(電動車いす利用者)

同じ感覚「介助負担が少ない」といった肯定的な要素が多く述べられた。また、「移動範囲が広がる」「一人でできるが増える」などの利点が挙げられた。一方で、コントローラが邪魔で机には入れない、価格が高いという意見も得られた。

(2)導入の阻害要因に分析と高齢者施設に適した電動車いすの開発要件の抽出

施設入居高齢者の関与者に対して、自立移動、移動支援機器、電動車いすに関する意識調査を行い、移動支援機器導入の阻害要因を明らかにすることを目的とした。

①高齢者施設における電動車いすの可能性

調査はインタビューガイドを用いた半構造化面接またはメールによる自由記述の形式で行った。調査協力者は特別養護老人ホーム、老人保健施設、有料老人ホームに勤務する作業・理学療法士、ヘルパー15名(10施設、男性11名、女性4名)である。

調査結果は、まず、電動車いすに対して肯定的・否定的な要素に分類した。次に、肯定的要素から自立移動のメリットを、否定的な要素から阻害要因を抽出した。さらに、メリットを維持し、阻害要因を解消する要求機能をまとめ、車いす全般に必要な機能、施設用として新たに必要な機能を抽出した。その際、要求機能の優先順位

表1 抽出した施設用電動車いすの要求機能

自立移動	自分で動ける、好きな時に好きな所へ行ける		A
	力が要らない、残存能力が少なくても移動可能 行動範囲の拡大、移動時間の短縮		
操作性	簡単、確実性が高い		B
安全性	衝突回避	とっさの回避 (他者による)行動の予測 反応の遅れへの対応	
	介助者が扱いやすい	必要な時に位置情報取得 走行時・停止時に動かしやすい	
	基本的な機能や構造	バッテリーが長持ち、軽い コントローラの取り付け位置が可変 車両が軽い、寸法が小、加速度・衝撃・トルクが小 メンテナンス性・耐久性が高い	
その他	移乗	移乗先との高低差が小、移乗の妨げがない	
	姿勢保持	身体状態の変化に対応	

を決めるために新たに行った関与者28名に対する調査結果を用いた。また、利用対象者や環境条件を考慮し、適用範囲を明確にした。

調査の結果から使用者、関与者全てが自立移動に対して肯定的に捉えていることがわかった。また、電動車いすの利用者はその有効性を実感し、力が要らず、自分で動けることなどのメリットを挙げていた。メリットから抽出された要求を表1Aに示す。

②利用対象と利用環境の条件

利用対象の条件として、著しく認知能力の低下が見られる者、車いす上で姿勢保持が不可能な者は支援対象には適していないことがわかった。また、施設・家族の承諾や価格に関する阻害要因が関わるのは、機器の最終的な利用の判断であり、この段階では要求機能とは無関係であると判断した。

本研究では利用環境を施設内とし、a.高齢者施設に関わる建築基準、b.段差、傾斜は考慮せずドアは引き戸とする、c.それ以外の寸法は高齢者の身体条件および既存製品の寸法であることを制約条件として定めた。

③阻害要因と要求機能

否定的要素から抽出された阻害要因は主に操作性、安全性、基本的な機能や構造に分類された。また、既存の車いすへの要望からは移乗や姿勢保持に関する要求が挙げられた。抽出した要求機能を表1Bに示す。

④高齢者施設に適した電動車いすの開発要件

高齢者施設に適した電動車いすを開発するための要件として、自立移動に必要な要求機能に加え、既存機器と同様の基本的な機能や構造の改善の他に新たに操作性や安全性に関する要求機能が抽出された。また、必要条件として利用者の認知機能が維持され、姿勢保持が可能なこと、利用環境として高齢者施設に関する建築基準内であることなどを挙げた。

(3)介護施設利用者の移動行動計測システムの開発

電動車いすを利用する際に必要になる操作・走行能力を定量的に取得するための評価ツールの開発を行った。

表 2 試乗実験操作内容

走行の種類	走行の内容	走行性・操作性	
基本走行	前進	5m直進	直進性
	後退	2m直進	JS巧緻性(※1)
	回転	左右方向90° および180° 回転	直進性
	カーブ	左右前方半径1.5mの1/4円弧状のコースに沿って走行	JS巧緻性(※1)
	停止	直進から声の合図で停止	正確性
応用走行	障害物回避(左右)	障害物幅70cm長さ1m	JS巧緻性(※1)
	障害物回避(間)	障害物に向かって直進の後左右に回避	達成度、運動動
	障害物回避(間)	回避後は初めに走行していた直線上へ戻る	JS巧緻性(※1)
	障害物回避(間)	幅90cm長さ1mの隙間を通過	障害物との距離

※1 JS=ジョイスティック

表 3 システム仕様

YAMAHA JW アクティブS	寸法	1035×640×870mm
	重量	30.5kg(ユニットのみ:14.5kg)
	速度	(前進)1.7~4.5km/h (後退)1.0~2.5km/h
	実用登坂角度	6°
	連続走行距離	約 30km
	最小回転半径	720mm
	段差乗越高さ	約 25mm
	溝乗越幅	約 100mm
	計測装置	Panasonic CF-W8
I/O ターミナル	Contec AIO-160802AY-USB	
カウンタ入力カード	CONTEC CNT32-4MT(CB)	
慣性計測 Unit	Crossbow IMU440	
バッテリー	12V WP2.6-12	

①屋内走行に必要な操作能力と計測パラメータ

電動車いすの適合場面で用いる走行評価表を用いて屋内・施設内に必要な走行技術を選択し、走行技能を定量化するための計測パラメータを決定した。屋内走行に必要な走行技能は、廊下の走行、違った床材上の走行、ベッド・椅子等に横付けする、テーブルにつく、人ごみの通過が含まれる。また、走行(操作)評価は基本走行と応用走行の2種類を想定した。基本走行(操作)とは、走行感覚を身につけるための評価・練習で、操作と電動車いすの動作との関係を理解することである。また、応用走行(操作)とは、各利用者が目標とする走行技術の技能を獲得するための評価・練習で、安定した走行を実現し、各使用場面における走行を実現することである。これらの走行では、直進性、操作巧緻性、正確性、反応時間等を評価し、それらに必要なパラメータとして車両移動軌跡およびジョイスティック操作履歴、回転角度、回転速度等を設定した。

②計測装置

ヒアリング調査結果から高齢者施設内での利用は簡易形の使用が多いことから、JW アクティブタイプS(ヤマハ発動機)をベースとして表2に示す計測パラメータを取得することとした。表3に仕様、図3にシステム概要を示す。

③計測パラメータおよび実験方法

・車両移動軌跡:左右ドライブユニット車両部のエンコーダ出力パルス、カウンタカードを用いて計測し、左右輪速度を算出する。

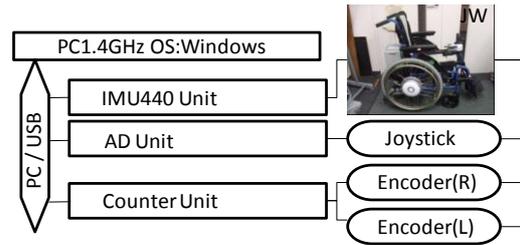


図 3 システム概要図

- ・ジョイスティック操作履歴:ジョイスティックの出力電圧を計測し、二次元座標で表す。
- ・加速度:慣性計測ユニットを用いて、車両の左右および前後方向の加速度を計測する。
- ・測定コース:測定コースは図4に示すように、直線8m、カーブ(R1.5m)を設け◎部分に高さ1m高さのポールを配置した。
- ・実験方法:走行速度は屋内における歩行速度や操作経験を考慮し、前進1.7km/h、後退1.0km/hで行った。

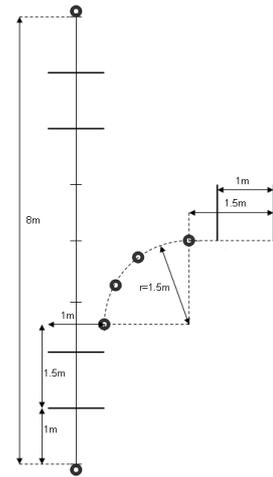


図 4 測定コース

④実験対象と評価項目

対象者は電動車いすの使用経験がない若年健常者5名、高齢者1名(歩行器使用、電動車いす使用経験なし)である。

評価項目は、直進、後退、回転、停止、カーブ走行・操作とし、各2回行った。

⑤実験結果

図5に実験の様子、図6、7に実験結果の一例を示す。

健常者、高齢者ともに屋内・施設走行に必要な基本走行(操作)や応用走行(操作)の技能は有している

と結論付けることができました。しかし、高齢者においては次の特徴的な操作が認められた。

- ・健常者と比較して、中心からの平均変位が大きく、直進性が低い傾向が認められた。
- ・後退は切り返しが大きく、左右に振れることがあり巧緻性が低い傾向が認められた。



図 5 試乗の様子

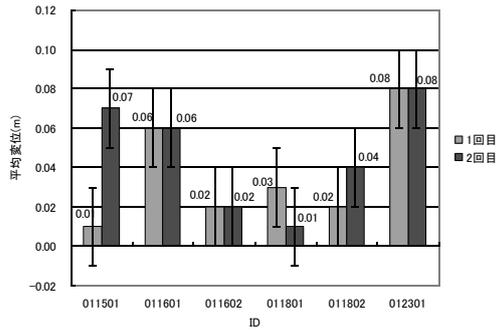


図 6 中心からの平均変位(後退)

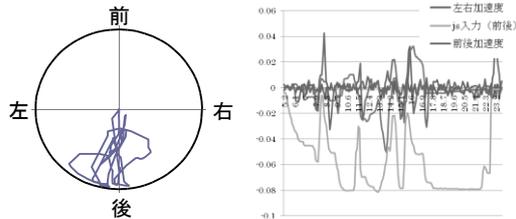


図 7 後退時の操作履歴(左)、加速度特性(右)

本システムによって、屋内・施設環境において必要な走行(操作)技能を定量化できることが示されたことから、今後、介入評価ツールとしての妥当性の検証を進める予定である。

4-2 介入評価に用いる総合的な評価手法・ツールの開発

近年日本では介護保険法により、福祉機器のレンタルや給付が進み、普及してきたがその有効性や安全性を評価する手法が確立していない。そこで、新たな機器の臨床場面における評価手法が必要とされている。本研究では、新たな福祉機器を評価するためのプロトコルを開発することを目的とし、その車いすの自動ブレーキ装置の事例を基に介入評価手法を提案する。

(1)臨床試験の手法に基づく評価プロトコル

本研究では、臨床試験の評価プロトコルを基に、図 8 に福祉機器の臨床評価プロトコルを作成した。

- Phase I; 評価の計画、方法の決定、対象群、スタッフの配置
- Phase II; 機器の基本機能の評価(短期評価)、予測できない問題の抽出、ユーザビリティの評価、安全性、質
- Phase III; Phase II の評価結果を基に計画および機器を改良
- Phase IV; 日常生活における使用評価(使用前と使用后)(長期評価)、利用者および関与者によるユーザビリティ評価

[Phase I] [Phase II] [Phase III] [Phase IV]



図 8 介入評価プロトコル

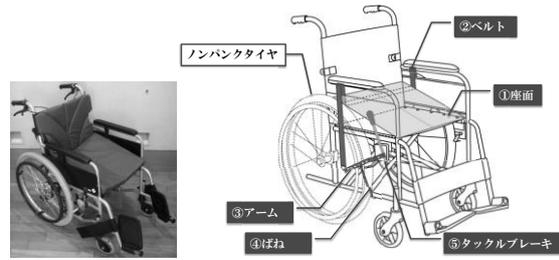


図 9 自動ブレーキ付き車いす(実機、模式図)

(2)事例:車いすの自動ブレーキ装置

車いすブレーキのかけ忘れは施設内で発生する転倒事故の主要因であり、転倒事故は怪我や骨折の原因となると言われている。ブレーキかけ忘れ防止装置は、かけ忘れを警報で知らせるものやレバー式のブレーキを設けるもの、座面にブレーキを連動させたものなど数種類が市販されているが、現場で適用できるものは少ない。さらに近年、認知症高齢者が増加したことから現場ニーズが高まっている。

本研究で評価に用いるのは、図 9(実機、模式図)に示す車いすの自動ブレーキ装置である((有)車工房製)。

本装置は、折りたたみ可能な座面①と座面と結合したベルト②、ベルト②とタックルブレーキの操作レバーを結びつけるアーム③およびアームと車体を結ぶばね④により構成される。

利用者が立ち上がると、ベルト②の張力が減少する。アーム③がばね④によって引かれる。座面①がベルト②によって引き上げられるとともにアーム③はばね④で引かれて下方に移動する。同時にタックルブレーキの操作レバー⑤が引かれ、ブレーキがかかる。一方、車いすに座るとその体重によって座面①が下がり、ベルト②の張力が大きくなる。ベルト②によりアーム③が上方向にもちあがり、ブレーキが解除される。

(3)短期評価の手法

短期評価は高次脳機能あるいは認知機能の低下が見られる利用者を対象とし、対象者の利用場面である居室内で移乗・走行を行った。

短期評価の対象者は普段車いすを利用している成人または高齢者(HDR-Sが4/30-28/30、記憶障害のある者も含む)10名(平均年齢69.5±22.5歳、男3名、女7名)であった。

廊下一部屋-ベッドへの移動・移乗の動作状況の観察評価およびチェックシートを用いた聞き取り調査を行った。評価の導線を図 10 に示す。チェックシートは、病院スタッフによる病名・身体状況・運動機能・認知症・半側空間無視などの心身機能を含むプロフィールの作成、ビデオカメラによる走行・移乗時の装置の動作状況の記録、本人の主観評価(移乗の安心感・使いやすさなど)を行った。また、走行・移乗時の装置の動作状況の記録、被験者の主観評価(移乗の安心感・使いやすさなど)を行った。評価の際には普段どおりの走行・移乗動作を観察するため

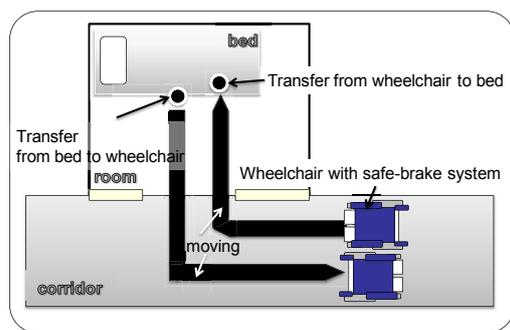


図 10 短期評価の移動と移乗の導線

表 4 映像分析による移乗時の車いす挙動

Patient:	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Used for support: Wheelchair behavior on transfer from wheelchair to bed:	1, 2	1, 3	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	2, 3	1, 2	2	2
Wheelchair behavior on transfer from bed to wheelchair:	0	+2	0	+1	+1 (F)	0	0	0	0	+2 (F)
Used for support: Wheelchair behavior on transfer from bed to wheelchair:	1, 2	1, 3	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	1	1, 2	1, 2	1, 2
Wheelchair behavior on transfer from wheelchair to bed:	0	+1	+1	+2	+2	+1	0	0	0	0

Place used for support: 1: wheelchair, 2: bed, 3: other.
Wheelchair behavior on transfer: 0, stationary; +1, moved 1-2 cm; +2, moved 3-5 cm; F, caused by foot support.

に自動ブレーキ装置を取り付けていることは伝えず、手動ブレーキはかけないように指示をした。

(4) 評価結果

評価の結果、本装置の基本機能である移乗時にブレーキが掛かること、かつ車いす走行時にブレーキが掛からないことを確認した。また、その際に想定しない問題が起こらないことを確認した。さらに、映像記録の分析から、下肢機能低下の見られる対象者ほど移乗時にアームレストに体重を乗せる傾向があることや、移乗時(車いすに座る際)に車両が後方に数 cm 移動することが確認された(表 4)。

これらの結果を受け、車いす着座時にブレーキが自動で解除する機能を設けず、ブレーキ解除は手動解除ブレーキで行うことを改良点として提案した。

現在、改良した装置を用いて追加の短期評価を行い、4 台の車いすの長期評価(3 ヶ月)を実施中である。

(5) 評価手法のまとめ

本研究で提案した評価プロトコルを基に、車いすの自動ブレーキ装置の短期評価を実施した。短期評価では、身長や体重、疾患や認知機能の異なる成人、高齢者を対象として機器の基本機能を確認した。その結果、機器の基本機能を確認し、さらに機器の改良点を提案することができた。今後、現在実施している長期評価結果をまとめ、評価手法の妥当性を確認する予定である。

4-3 成果のまとめ

本研究では、介護施設内で用いる移動支援機器・移動環境に必要な設計要件を抽出と介入評価に用いる総合的な評価手法・ツールの開発

を行った。介護施設利用者の調査及び関与者を対象とした阻害要因分析により、介護施設入居者の実生活に適応した移動支援機器の設計要件や利用環境への要件を明らかにした。介護施設利用者の移動行動を計測する電動車いすの計測システムを開発した。また、総合的な評価手法については、車いすのブレーキかけ忘れ装置の介入評価事例を基に、福祉(支援)機器の評価プロトコルの開発を行い、短期評価の有効性を示した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① M. Nihei, T. Inoue, Masakatsu G. Fujie, Psychological Influence of Wheelchairs on the Elderly Persons from Qualitative Research of Daily living, Journal of Robotics and Mechatronics, 査読有, Vol.20, No.4, 2008, pp.641-249.
- ② M. Nihei, T. Ando, Y. Kaneshige, T. Inoue, M.G. Fujie, A New Mobility-Aid Vehicle with a Unique Turning System, Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 査読有, CD-ROM, 2008, pp.293-300.
- ③ T. Ando, M. Nihei, T. Inoue, M.G. Fujie, Design and Evaluation of Tread-Walk; an Amplified Walking System for Elderly People, 査読有, CD-ROM059, 2008, pp.1-6.
- ④ M. Nihei, R. Ishiwata, G. Deguchi, M. Misegawa, T. Inoue, Evaluation of failsafe wheelchair brake for users with memory loss in clinical use, Assistive Technology Research Series, Assistive Technology from Adapted Equipment to Inclusive, 査読有, Vol.25, 2009, pp.41-46.
- ⑤ 二瓶美里, 井上剛伸, 重度障害者を対象とした電動車いすの適合に見る機器開発の課題, 国立障害者リハビリテーションセンター研究紀要, 査読有, 29 巻, 2009, pp.25-33.

[学会発表] (計 3 件)

- ① 二瓶美里, 井上剛伸, 鎌田実, 介護施設で生活する高齢者を対象とした移動支援機器の要求機能の抽出, 日本機械学会福祉工学シンポジウム 2008, 2008, pp.110-111.
- ② 二瓶美里, 井上剛伸, 鎌田実, 介護施設で生活する高齢者の移動支援機器に関する意識の調査, 第 24 回リハ工学カンファレンス講演論文集, 2009, pp.177-178.
- ③ 春江尚彦, 二瓶美里, 鎌田実, 高齢者施設における電動車いす導入に関する阻害要因分析に基づく開発要件の抽出, 第 19 回ライフサポート学会フロンティア講演会予稿集, 2010, p.103

6. 研究組織

(1) 研究代表者

二瓶美里 (NIHEI MISATO)

研究者番号: 20409668