

## 研究報告



## 高齢障害者における操作機種別電動車いす操作特性の検討\*

坂野裕洋<sup>1)</sup>・植松光俊<sup>1)</sup>・江西一成<sup>1)</sup>・梶原史恵<sup>1)</sup>・越智 亮<sup>1)</sup>  
吉安敏彦<sup>2)</sup>・山口隆裕<sup>3)</sup>・森川友香<sup>3)</sup>・深谷 智<sup>4)</sup>

## 【要 旨】

高齢障害者における操作機種別電動車いすの操作性評価を通して、その処方基準を明らかにすることを目的として、女性の高齢障害者8名を対象に、ジョイスティック型、ハンドル型電動車いすの走行操作性について比較検討した。走行課題として、上限速度2.0, 3.0, 4.0km/h, 走行コース7m, 10.5mスラロームコースを設定し、各走行課題における成功者の人数分布および成功時の完走時間を検討した。結果は、10.5mスラロームコース2.0km/hにおいて、ジョイスティック型に比べハンドル型で良好な操作性を認めた。7mスラロームコースにおいてはハンドル型もジョイスティック型と同等の操作性であり、最終的な脱落者数でも明らかな差はなかった。完走時間の比較では、全ての課題で機種間に有意差はなかった。以上の結果より、高齢障害者へ電動車いすを処方する場合、導入時においてはジョイスティック型よりもハンドル型の電動車いすの方が優れており、狭い場所においてもハンドル型がジョイスティック型と同等の操作性であることが示唆された。

キーワード：高齢障害者・電動車いす・操作性

## はじめに

電動車いすは、重度の歩行困難者の自立と社会参加の促進を図ることを目的に、近年多くの障害者及び高齢者に活用されている。現在、一般的に普及している電動車いすの大半はジョイスティック型、ハンドル型のいずれかである。1985年以降の電動車いすの市場規模の推移をみると、ジョイ

スティック型車いすがほぼ横這い、ハンドル型車いすが1988年を境に急速な台数の増加を示しており<sup>1)</sup>、現在では一般的に処方される電動車いすの大半はジョイスティック型、ハンドル型のいずれかとなっている。

高齢障害者が電動車いすを使用する場合、使用する電動車いすの特徴と使用者自身の身体能力や危険予測・判断能力を含めた認知能力、それらを包括した実際のパフォーマンスとしての電動車いす走行操作特性を評価することは、高齢障害者における電動車いすの的確な処方・操作指導、快適な使用や事故の防止などの観点から重要である。

そこで今回、高齢障害者において、ジョイスティック型及びハンドル型電動車いすを用いて、広さの異なるスラロームコース走行を行い、機種間での走行操作特性を検討することを目的に調査し、若干の知見を得たので報告する。

## 方法

対象は、電動車いす操作未経験の女性で、操作手順の理解可能な老人保健施設入所中の慢性期高齢障害者8名(平均年齢66.8±13.2歳、平均身長152.6±5.6 cm、平均体重48.7±10.7 kg、疾患名

\* Investigation into the operational characteristics of electric wheelchairs according to operation models in physically-handicapped elderly.

- 1) 星城大学 リハビリテーション学部 理学療法学専攻  
Seijoh University Department of Care and Rehabilitation  
Division of Physical Therapy  
Yasuhiro BANNO, RPT. Mitsutoshi UEMATU, RPT. PhD.  
Kazunari ENISHI, RPT. PhD. Fumie KAJIHARA, RPT
- 2) 八田なみき病院 リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, HATTA-NAMIKI Hospital  
Toshihiko YOSHIYASU, RPT.
- 3) 老人保健施設みず里 リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, Geriatric Health Services  
Facility MIZUSATO  
Takahiro YAMAGUCHI, RPT. Yuka MORIKAWA, RPT.
- 4) 西口整形外科 リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, NISIGUTI Orthopedics Clinic  
Satoshi FUKAYA, RPT.

CVA：右麻痺者3名，左麻痺者2名，頸髄損傷不全四肢麻痺：1名，リウマチ：2名，Barthel Index 基本動作能力：30.0 range = 15-40，応用動作能力：57.5 range = 45-60)とした。

なお，被験者に対し，事前に本調査について口頭及び書面にて十分な説明を行い，本調査の趣旨を十分理解させ，同意書にサインを得た後に調査を行った。

実験に使用した電動車いすは，SUZUKI社製4輪ハンドル型電動車いすセニアカーET4 (以下ハンドル型) とワコー技研社製4輪ジョイスティック型電動車いすエミュー (以下ジョイスティック型) の2台とした (図1)。



**【ジョイスティック型】**

ワコー技研社製  
4輪ジョイスティック型  
電動車いす (エミュー)

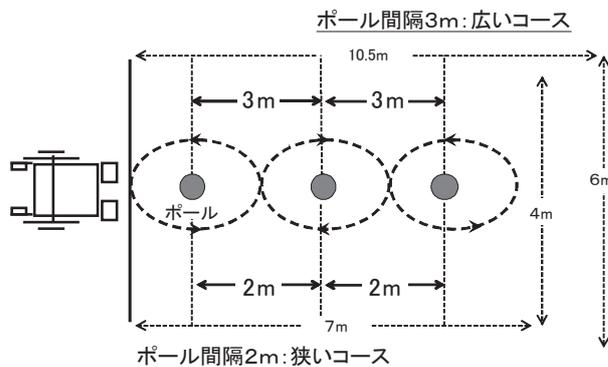


**【ハンドル型】**

SUZUKI社製  
4輪ハンドル型電動車いす  
(セニアカーET4)

図1 使用電動車いす

走行課題は，速度条件とコース条件の2つを設定した。速度条件として2.0，3.0，4.0km/hの3段階における上限速度での走行課題を課した。また，コース条件として7m×4mでポール間隔2m (以下狭いコース) と，10.5m×6m，ポール間隔3m (以下広いコース) の広さの異なる2種類のスラロームコース課題を設定した (図2)。



ポールへの接触やコースアウトすることなく完走した場合を成功とした。

図2 走行課題

調査開始前に被験者をジョイスティック型から始め，ハンドル型で行う群と，ハンドル型から始めジョイスティック型を行う群の2群に無作為に振り分けた。実験手順は，始めに広いコース，2.0km/h の上限走行速度から調査を開始した。被験者に対し，1つの走行課題につき3回の走行を行わせた。3回の走行のうち，1回でも成功 (ポールへの接触やコースアウトすることなく完走した場合) すれば3.0km/h，4.0km/h と順に上限走行速度を上げた。4.0km/h の走行速度をクリアした場合は走行コースを広いコースから狭いコースへ移し，同じく2.0km/h，3.0km/h，4.0km/h の上限速度での走行を課した。各走行課題で3回すべて失敗した場合，もしくは狭いコース4.0km/hを終了した時点で調査終了とした。

統計学的処理は，各走行課題にて3回全て成功 (○)，3回中1～2回成功 (△)，3回全て失敗 (×) の3群の人数分布から， $\chi^2$ 検定を用いて機種別に操作性の比較を行った。また，各走行課題成功時に完走時間を測定し，同一機種内における各走行課題の完走時間を一元配置分散分析によって判定し，有意差を認めた場合は多重比較検定にScheffe法を用いて比較した。両機種間における各走行課題の完走時間には，対応のあるt検定を用いて比較した。なお，全ての統計手法とも有意水準は5%未満とした。

結果

1) 操作機種別各走行課題結果

広いコースでは、設定速度2.0km/hにおいて、ジョイスティック型、○ 4名、△ 3名、× 1名、ハンドル型、○ 6名、△ 1名、× 1名と、ジョイスティック型に比べハンドル型で有意に良好な操作性を認めた。その他の設定速度においては有意な差を認めなかった(3.0km/h: ジョイスティック型、○ 4名、△ 3名、× 0名、ハンドル型、○ 5名、△ 2名、× 0名、4.0km/h: ジョイスティック型、○ 5名、△ 2名、× 0名、ハンドル型、○ 5名、△ 2名、× 0名)。

狭いコースでは、設定速度2.0km/h、3.0km/h、4.0km/hの全ての上限速度課題において、ハンドル型とジョイスティック型間に有意な差を認めなかった(2.0km/h: ジョイスティック型、○ 1名、△ 5名、× 1名、ハンドル型、○ 3名、△ 3名、× 1名、3.0km/h: ジョイスティック型、○ 4名、△ 2名、× 0名、ハンドル型、○ 3名、△ 3名、× 0名、4.0km/h: ジョイスティック型、○ 1名、△ 5名、× 0名、ハンドル型、○ 3名、△ 2名、× 1名)。また、最終的な脱落者はハンドル型2名、ジョイスティック型は3名であった(表1)。

表1 操作機種別各走行課題比較

		ジョイスティック型			ハンドル型			p-value
		○	△	×	○	△	×	
広いコース	2.0 km/h	4	3	1	6	1	1	p<0.05
	3.0 km/h	4	3	0	5	2	0	
	4.0 km/h	5	2	0	5	2	0	
狭いコース	2.0 km/h	1	5	1	3	3	1	
	3.0 km/h	4	2	0	3	3	0	
	4.0 km/h	1	5	0	3	2	1	

○:3回全て成功 △:3回中1~2回成功 ×:3回全て失敗

2) 走行課題別平均完走時間結果

2.0, 3.0, 4.0km/hにおいて、広いコースではジョイスティック型: 44.8秒, 36.9秒, 33.0秒、ハンドル型: 41.4秒, 32.8秒, 32.2秒。狭いコースではジョイスティック型:35.4秒, 34.4秒, 39.4秒、ハンドル型: 36.9秒, 31.1秒, 30.6秒であり、各完走時間において同一機種内および両機種間に有意な差は認めなかった(図3)。

しかし、広いコースでは、ジョイスティック型、ハンドル型で上限速度の増加に伴って完走時間が短くなる傾向を示したが、狭いコースにおい

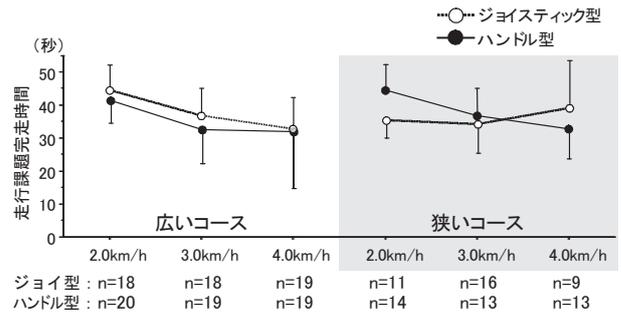


図3 操作機種別各走行課題完走時間比較

て、ハンドル型では広いコースと同様の傾向を示したのに対し、ジョイスティック型では上限速度4.0km/hで完走時間が長くなる傾向を示した。

考察

両機種の操舵方法の特徴として、ジョイスティック型電動車いすは、ジョイスティックを採用することで少なく小さな操作で、加速と減速、走行方向をコントロールできるように工夫されている。一方、ハンドル型電動車いすは、ハンドルの傾きで走行方向を、アクセルレバーの操作で加速と減速をコントロールする。従って、操舵に必要とされる作業が分割されており、2つの操作を同時に行う必要がある。しかし、1つ1つの操作は単純であり、コントロールしやすい。そのため、習熟の必要なジョイスティック型よりも簡単に走行できる(表2)。

表2 両機種の性能比較

	ジョイスティック型	ハンドル型
総重量	約57Kg	約99Kg
寸法 (全長×全幅)	960×645mm	1190×650mm
回転半径	960mm	1470mm
走行速度	0.5~6Km/h (無段階調節方式)	前進:2~6Km/h アクセルレバーで操作
操舵方法	ジョイスティックを傾けることで操作	ループハンドルで直接前輪を操作
【利点】	片手(指先~手首の動き)で操作可能。	方向とスピードを分けて操作可能。片手での操作も可能。
【欠点】	1操作で方向とスピードの操作を行う為、微妙な調節が難しく習熟が必要。	体幹や上肢の大きな動きが必要。

1) 操作機種別各走行課題の比較

操作機種別各走行課題の比較では、広いコース-設定速度2.0km/hの走行課題において、ジョイスティック型に比べハンドル型で有意に成功者が多い結果が得られた。また、その他の各走行課題では、

広いコース、狭いコースを問わず、ジョイスティック型とハンドル型では同程度の成功者が認められた。これらの理由として、今回の調査対象者が電動車いす操作未経験者であったため、導入開始走行課題(広いコース、設定速度2.0km/h)においては、各操作機種の習熟性の違いを反映した結果となったことが考えられた。

つまり、ジョイスティック型では、ジョイスティックを倒す方向と角度によって、電動車いすの進行方向と走行速度を一度に操作する。そのため、習熟性が低いと走行速度もしくは進行方向のどちらかに誤りを起こした場合、片方だけを修正することが困難であり、もともと修正する必要の無かった速度、もしくは進行方向にも意図しない変化を与えてしまう。その結果、操作に混乱を生じ、コースから大きく外れてしまったり、ポールに乗り上げてしまったりすると考えられた。一方、ハンドル型では、アクセルレバーにて走行速度、ハンドルにて進行方向をコントロールするために、走行速度もしくは進行方向のどちらかに誤りを起こした場合でも、片方だけを修正することが容易であり、もともと修正する必要の無かった速度、もしくは進行方向に対する影響も少ないため、容易に操舵方法の習得が可能であることが考えられた。そのため、操舵方法の習得が難しいジョイスティック型に比べ、習得が容易なハンドル型で成功者が多くなったと考えられた。

## 2) 走行課題別平均完走時間の比較

電動車いすでスラローム走行する場合、大きな方向転換とそれに伴う迅速で正確な操作能力が必要となる。方向転換に関連する両機種の特性として、車体寸法では、ジョイスティック型(960×645mm)に比べハンドル型(1190×650mm)は大きく、車体の取り回しが難しい。また、ジョイスティック型は車輪の回転数をモーターでコントロールすることで方向転換時の差動が生じるのに対し、ハンドル型はカーブする際に生じる内側車輪の軌跡と外側車輪の軌跡の差をディファレンシャルギアが吸収する受動的な差動である。そのため、ジョイスティック型では左右の駆動輪を逆回転させ、旋回中心を車体の内側にすることによって回転半径を小さくすることが可能であるのに対し、ハンドル型では旋回中心が車体の外側となるため回転半径が大きくなり、ジョイスティック型のような鋭角で素早い方向転換は困難となる。このことから、ハンドル型に比べジョイスティック型の方が方向転換に有利であり、車体の取り回しが容易で

あることが推察される。

しかし、今回の平均完走時間の結果では、両機種間に有意差は認めず、同程度の走行時間であることが確認された。また、ジョイスティック型では、上限速度4.0km/hによる狭いコースの走行において、平均完走時間が上限速度2.0km/h、3.0km/hよりも遅延する傾向が認められた。これは、走行コースが縮小し上限速度が増加したことによって、走行コースから逸脱、またはポールに激突しそうになるなどによって、切り返し等のコース修正が多く必要となった結果、電動車いす操作に不慣れた高齢障害者にとって、鋭角で素早い方向転換を行うジョイスティック型では、迅速で正確な操作を行うことが困難であったために、適切なコース修正に時間を要してしまい、ハンドル型と同程度の完走時間を要したものと考えられた。また、ジョイスティック型では、前輪がキャストとなり、方向転換時の左右駆動輪による作動にキャストが敏感に反応するため、それが誤作動を引き起こす要因となったことも考えられた。しかし、今回の調査では、コース修正の頻度やジョイスティック型電動車いすのキャストの動きについては評価しておらず、今後検討すべき課題であると思われる。

今回の対象者は比較的日常生活活動レベルも高く、障害が重度ではなかった。その為、今回の調査結果のみで、高齢障害者における電動車いすの操作基準を明らかにすることは難しい。ジョイスティック型電動車いすの特徴である、「1操作だけで走行が可能である。」ことは、障害が重度になればなるほど有用となる条件と考えられることから、今後は、さらに重度の障害を呈した症例を対象とした比較検討や、習熟性の面からの両機種間の操作特性比較を行うことで、きめ細かく明確な電動車いす操作基準の設定が可能となるものと考えられた。

## 結論

高齢障害者の電動車いす操作特性として、ジョイスティック型もハンドル型も走行場所の広さや走行上限速度を問わず、大きな違いは認めなかった。

しかし、電動車いす導入の際には、ハンドル型の方が習熟容易で安全である可能性が示唆されたため、今後、両機種の習熟性についての検討が必要であることが考えられた。

また、障害の程度によって、それぞれの操作特性がプラスにもマイナスにもなり得ることから、障害の程度により、両機種の操作特性がどのよう

に変化するかを検討することが、高齢障害者における快適な電動車いすの使用や事故の防止に繋がると考えられた。

#### 【参考文献】

- 1) 鈴木宏康：電動車いす・電動三輪車(四輪車)の開発と安全性. 日本義肢装具学会誌, Vol.18 No.4, 293-300, 2002.
- 2) 植松光俊, 中川晃秀・他：高齢障害者における車いす処方値特性. 埼玉県立大学紀要, Vol.2, 141-144, 2000.
- 3) 坂野裕洋, 植松光俊・他：健常高齢者におけるジョイスティック型・スクーター型電動車いすの操作特性について. 第18回リハ工学カンファレンス講演論文集, 15-16, 2003.
- 4) 坂野裕洋：高齢障害者の操作機種別電動車いす操作特性－joy-stick型とscooter型の比較－. 第19回東海北陸理学療法学術大会誌, 161, 2003.
- 5) 坂野裕洋：高齢障害者における操作機種別電動車いす操作特性の検討－Joy-stick型とScooter型の比較－. 理学療法学Vol.31 No.2, 34, 2004.
- 6) 田口順子, 井上朝子：電動車いす交付に伴う評価について. 理学療法学Vol.21 No.2, 438, 1994.
- 7) 浅川育世, 小園井昌子：脳血管障害者が簡易型電動車いすを操作するために必要とする能力の検討. 理学療法学Vol.27 No.2, 389, 2000.
- 8) 藤谷健, 中土保, 他：電動車いす判定にみた障害状況と操作上での安全性についての検討. リハビリテーション医学Vol.34 No.11, 790, 1997.