

131. 車いす自走（片手駆動）用キャスター補助デバイス「ストレッチバンド」の効果検証

札幌溪仁会リハビリテーション病院リハビリテーション部 部長 佐藤 義文

概要

独自に考案した、車椅子片手駆動用キャスター補助デバイスの効果を検証した。

障がい者を有するケースでは、脳卒中片麻痺、脳卒中+下肢切断、脳性麻痺（片麻痺、両麻痺、四肢麻痺）のケースで、デバイス使用により、スピード向上・回頭性向上による車椅子駆動能力の向上が図れた。

健常者にもテストし、デバイス使用により、一側上肢のみで車椅子駆動はできるようになった。ただし、駆動する上肢筋力が大きすぎると、ストレッチバンドのゴム弾性による補正が不十分となり、車椅子の挙動を制御できない。結果、男性より女性、生産年齢よりも若年者、或いは高齢者の方がデバイスによる片手駆動をコントロールしやすい結果となった。

「ストレッチバンド」及び、「ストレッチバンドアダプター」の使用により、車椅子を片手駆動できるようになる対象者は一定数存在した。その対象者は、中枢性・末梢性神経麻痺や骨関節障がいに伴う左右上肢機能差を有するケースで、一側或いは両側下肢機能にも機能低下を有するケースで有効であった。またその残存上肢の力が強すぎず弱すぎない、適度に筋出力を発揮できるケースで、上手に車椅子片手駆動ができていた。

デバイスによる直進性向上は、片麻痺、四肢不全麻痺、両下肢麻痺、三肢麻痺など、様々な障がいタイプの車椅子駆動においても、よりコントロール出来るようになることもわかった。すなわち前述の障がいケース以外でも、より車椅子駆動が容易になり、取り回しやすくなるケースがあることも伺い知れた。但し真っ直ぐ後退は明らかに駆動しにくくなるため、方向転換がしやすいなどの、一定の広さを有する環境での使用が推奨された。

背景および目的

理学療法士として、急性期から回復期、パラスポーツレベルなど様々な障がい児者のリハビリテーションを担当させていただいている。その障がいレベルも様々で、車いす使用者においても介助用、自走用、自力駆動や電動アシスト、電動車椅子など、様々なタイプを、障がい程度に応じ使用されている。

ケースによっては電動車いすはスピードが怖い、かといって手動車いすは筋力や片手しか使えないという人もおり、やむ無く介助用車椅子を選択せざるを得ない方もいる。

市販の片手駆動用車いすはあったが、人によっては難易度が高い。そこで、少しでも自力車いす駆動が容易になるような車いす補助具の試作を重ねたことが、「偏芯軸車輪（キャスター）補助デバイス」作成のきっかけである。

同デバイスは、2021年5月10日日本特許第6881880号を取得し、2022年には、第47回日本発明大賞発明奨励賞を受賞している。

当初は障がい児を想定して試作してきたが、一般高齢者、脳卒中片麻痺症例、認知症もあって電動車椅子は使えないが、一般車椅子ではうまく漕げないケースなど、適応範囲は広いと思われる。「キャスターバンド（登録商標出願中）」は既存の車いすに後付けするデバイスであり、介護保険下でレンタル利用している車いすにも使用可能であると考えられ、それらの検証が必要である。

経過

ストレッチバンドの材料のネオプレン（クロロプレン）ゴムは改めて、厚さ、長さを数パターン試作し、計50本を作成した。

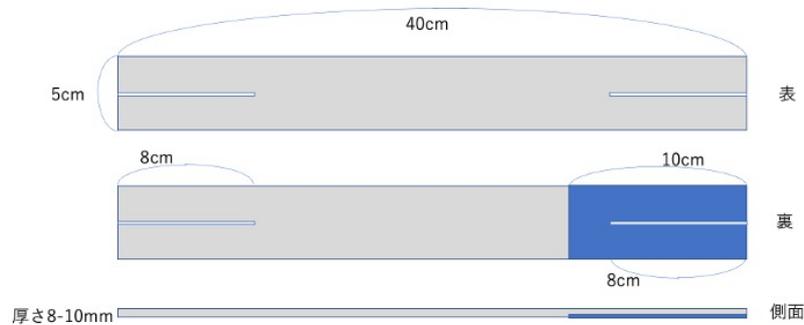


図1. キャスターバンド図面.

但し、市販されている手動式車椅子はその種類も多いが、前輪キャスター部分だけでも更に種類があり、フレーム構造と合わせて、確認しただけでも50種類以上。キャスターの構造によっては、ストレッチバンド装着が出来ないため、ストレッチバンドアダプター30個も制作した。ストレッチバンドアダプターは既に特許取得しているものを基に、さらに多くの車椅子キャスターに適合するよう、修正を加えた。

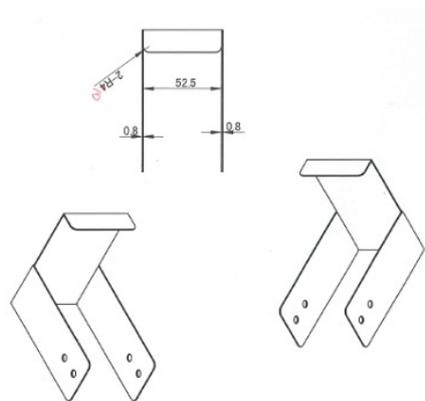


図2. アダプター①図面

ストレッチバンド、アダプターを自由に試用頂くために、市内病院3カ所、施設2カ所、養護学校3カ所に配布。様々な方に試用いただく中で、使用することで車椅子駆動が容易になりそうなケースをピックアップし、担当セラピストを通じて、研究計画を説明の上で、参加同意をいただき、車椅子駆動スピードを測定、動画を撮影した。協力いただいたケースには、キャスターバンド、アダプターを、そのまま無償提供した。

研究資料

札幌溪仁会リハビリテーション病院
佐藤義文

1. 背景

理学療法士として、急性期から回復期、パラスポーツレベルなど様々な障害児者のリハビリテーションを担当させていただいている。その障害レベルも様々で、車いす使用者においても介助用、自走用、自力駆動や電動アシスト、電動車椅子など、様々なタイプを、障害程度に応じ使用されている。

中には電動車いすはスピードが怖い、かといって手動車いすは筋力や片手しか使えないというケースもあり、やむ無く介助用車椅子を選択せざるを得ない方もいる。

市販の片手駆動用車いすはあったが、人によっては難易度が高い。そこで、少しでも自力車いす駆動が容易になるような車いす補助具の試作を重ねたことが、「偏芯軸車輪（キャスター）補助デバイス」作成のきっかけである。

同デバイスは、2021年5月10日 日本特許第6881880号を取得し、2022年には、第47回日本発明大賞 発明奨励賞を受賞している。

2. 必要性

当初は障害児を想定して試作してきたが、一般高齢者、脳卒中片麻痺症例、認知症もあって電動車椅子は使えないが、一般車椅子ではうまく漕げない事例など、適応範囲は広いと思われる。「キャスターバンド（登録商標出願中）」は既存の車いすに後付けするデバイスであり、介護保険下でレンタル利用している車いすにも使用可能であると考えられ、それらの検証が必要である。

3. 目的と解決したい課題

「キャスターバンド」が、どのような障がい児者に使えるのか？ 同様に脳卒中片麻痺の方、認知症の方を含む高齢者施設や病院での使用可能性を探り、障がいがあってもQuality Of Lifeの維持向上の一方法となる事を検証したい。

4. 概要と装着方法

ストレッチバンドは、伸縮性のあるクロロプレンゴム素材を用い、両端を2股にしたもの。これを片側のキャスター（前輪）のフォーク部分に通し、キャスター上部のフレームに巻き付ける。二股になったストレッチバンドの両端には面ファスナーが加工され、固定することができる。

図4. 研究資料②

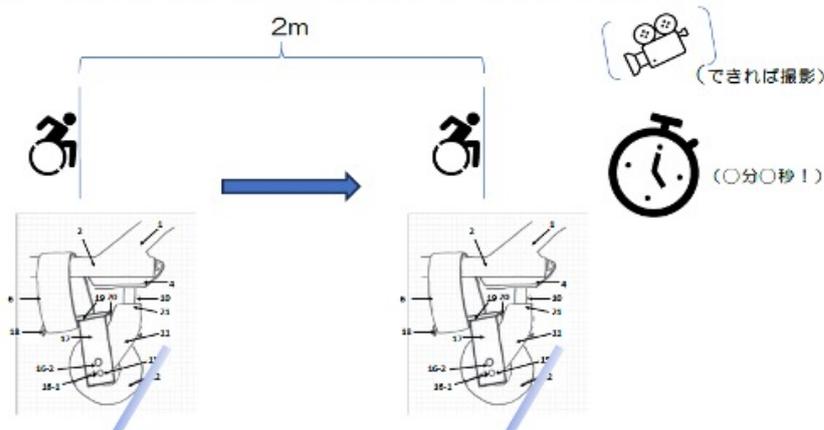
ストレッチバンドを装着すると、キャスターは無方向に回転せず、自然に前方に向き直るようになる。この作用によって直進性が適度に保たれる。ストレッチバンドの巻き方の強弱で、直進性の微調整も利く。また、車いすを後方に操作すると、ストレッチバンドを固定したキャスターにロックがかかり、それを軸に自由に方向転換できる。片手車いす駆動でも、直進性、回頭性の双方を比較的簡単なもので制御できるようになる。装着方法はWEB参照

<https://youtu.be/Zrqxbf1apYg>
<https://youtu.be/Ff4NGkBXeXY>



5. 検証、計測方法

キャスターバンド装着前、装着直後（即時効果）、装着1ヶ月後（学習効果）、可能であれば装着2ヶ月後の、2mの車椅子駆動時間（10分の1秒まで）を測定する。可能なら、動画も録画する（広角でカメラ固定、全体像が入る形で撮影）



スタートラインはビニールテープ等で、キャスターが乗らない位置から静止スタートする。ゴールラインをキャスターが踏む直前に、ストップウォッチをストップ。測定回数は1回で良い。（即時学習効果と疲労を考慮して）

6. 対象

年齢、性別は問わない。片手片足駆動、片手駆動、両手駆動だが上司機能に左右差がある者、認知症などを含む、駆動方法の理解が難しい者など。

（様々なケースでの試用を想定しており、基本的に対象は限定しない）

図 5. 研究資料③

7. その他、被験者からの収集情報を含む、記録シート

使用時年齢、性別、診断名、四肢障害程度、GMFCSレベル（ⅢorⅣ）、認知症有無。

診断名			No ()
四肢Br-stageレベル (右/左)	上肢 (/)	下肢 (/)	
対象者年齢 () 歳	2m車椅子駆動		
性別 男 ・ 女	使用前		
GMFCSレベル Ⅳ ・ Ⅴ	使用開始直後		
認知症 無 ・ 軽 ・ 中 ・ 重	使用開始1ヶ月		
バンドのみ ・ アダプター使用	使用開始2ヶ月		
バンド位置 (右 ・ 左)			
その他 (特記事項)			
自由記載			

図 6. 研究資料④

8. 使用1ヶ月経過時のアンケート調査（使用者、担当セラピスト）その他、被験者からの収集情報

使用者（デバイスを使って）	1ヶ月使用して、車椅子は漕ぎやすくなりましたか		
	はい	どちらでもない	いいえ
自由記載			
	困ったこと、気になることはありましたか		
	はい	どちらでもない	いいえ
自由記載			
担当セラピスト	1ヶ月使用して、車椅子は漕ぎやすくなりましたか		
	はい	どちらでもない	いいえ
自由記載			
	困ったこと、気になることはありましたか		
	はい	どちらでもない	いいえ
自由記載			

図 7. 研究資料⑤

9. 倫理的配慮

本研究はヘルシンキ宣言、厚生労働省および文部科学省の人を対象とする医学系研究に関する倫理指針に基づき、事前に説明および同意（資料1）を得て実施する。研究協力の撤回は学会もしくは論文投稿前までであれば研究協力同意撤回書（資料2）を持って可能である。また本研究は札幌医科大学リハビリテーション病院倫理委員会によって承認を得た研究である。また本研究の実施においては公益財団法人三菱財団の社会福祉事業・研究助成を受けて実施している。

研究に用いられる試料・情報の保管及び廃棄については、研究者が管理し、情報漏えい、混交、盗難、紛失等が起きないようにする。また電子データで保管する際にはセキュリティシステムの保持およびデータのバックアップを実施することで、データの真正性、保存性、見読性を保持する。研究に用いられるデバイス類（キャストボードとアダプター）は使用継続希望があれば、研究協力者に譲渡する。不要の判断があれば、回収する。

資料 1

研究説明・同意

研究題目

車いす自走（片手駆動）用キャスター補助デバイス「ストレッチバンド」の効果検証

研究実施責任者

職・氏名 部長・佐藤 義文

所属 札幌湊仁会リハビリテーション病院（中央区北 10 条西 17 丁目 36-13）

電話(内線)：011-640-7012 <平日・日中のみ>

電話(skype)：050-5532-4401 <休日、夜間>

概要

片手や、両腕筋力に左右の差があっても、車椅子を漕ぎやすくするための、キャスターに取り付けるバンドを用いて、車いすが漕ぎやすくなるかの実証研究になります。

使用前、使用直後、使用 1 ヶ月後（可能なら 2 ヶ月後）の車いす駆動時間（2m）を計測します。また、使用 1 ヶ月時点での使用感を、本人、担当リハビリスタッフにアンケートを実施します。なお、ご協力頂いた際に使用したキャスターバンドは、研究終了後に回収しますが、継続使用の希望があれば、そのまま譲渡いたします。

本研究を理解された上で、参加されるかは個人の自由であり、参加されないことにより不利益が生じることはありません。なお参加の同意をいただいた後でも、学会もしくは論文投稿前までであれば研究協力同意撤回書（資料 2）を郵送していただくことで対応いたします。なお個人情報保護の観点から、データ収集やアンケート回収時点で、個人特定情報となる氏名は取得いたしません。

以上、了解の上、研究に参加いたします。

同意年月日 _____ 年 _____ 月 _____ 日

氏名 _____ （代筆の場合は続柄 _____）

図 9. 研究資料⑦

資料 2

研究協力同意撤回書

研究同意撤回書

研究題目

車いす自走（片手駆動）用キャスター補助デバイス「ストレッチバンド」の効果検証

研究実施責任者

職・氏名 部長・佐藤 義文

所属 札幌溪仁会リハビリテーション病院（中央区北 10 条西 17 丁目 36-13）

電話（内線）：011-640-7012 <平日・日中のみ>

電話（skype）：050-5532-4401 <休日、夜間>

私はこの研究に参加することに同意し、同意書への署名を致しましたが、その同意を撤回します。また、使用したキャスターバンド一式は返却いたします。

撤回申請年月日 _____ 年 _____ 月 _____ 日

氏名 _____ （代筆の場合は続柄 _____）

生年月日 _____ 年 _____ 月 _____ 日 生まれ

住所 _____

電話番号 _____

本研究に関する同意は撤回されたことを確認します。

確認年月日 _____ 年 _____ 月 _____ 日

研究者氏名 _____

同意撤回期限 2024 年 7 月末日

図 10. 研究資料⑧

回復期病院、療養病院では、脳卒中片麻痺、脳卒中+下肢切断、脳性麻痺（片麻痺、両麻痺、四肢麻痺）などの様々なケースで、デバイス使用により、スピード向上・回頭性向上による車椅子駆動能力の向上が図れた。中には、認知機能低下により、車椅子駆動の指示説明もインプットしにくいケースでも、車椅子コントロール向上の結果、目標とする方向に車椅子を漕ぎ進めることが出来るようになった。上肢のみの駆動ケースだけでなく、脳卒中片麻痺ケースでも、車椅子のコントロールが容易になった。

養護学校の小児ケースは脳性麻痺（片麻痺型）が主であった。体格が大きいケースでは、非麻痺側下肢で床を蹴り、より効率的に、成人同様に一側上下肢駆動を可能にした。駆動スピードもコントロールも明らかに向上した。小中学部の体格の小さい片麻痺ケースは、車椅子フレームの形状的に下肢を車椅子駆動に使うことが出来ないため、純粹に片手のみの駆動になった。車椅子駆動スピードに大きな差は無かったが、直進性が増したことで、より目標に車椅子を駆動することが出来るようになった。

既成の車椅子によっては、フレーム形状や、キャスターの構造上の特殊性により、「ストレッチバンドアダプター」を用いても「ストレッチバンド」が使えないケースが若干数あった。使用車椅子の種類を変えれば、使用効果を得られたが、車椅子の適合性の問題があり、シーティング調整をしなければいけない等、別の問題が浮上し、既存の生活の中で使用するには難しいというケースもあった。通常車椅子の手動も自動も難しいケースでは、車椅子処方（購入）の時点で予め、「ストレッチバンド」を使う想定で、車種選定をする必要があるかもしれない。

健常者のデータ収集には、札幌で開催した No Maps 2024 wellness の札幌商工会議所ブースの一画を借りて実施した。一般者 77 名（10～20 代、30～40 代、50～60 代、70 歳以降、各 25%前後）、全員、デバイス付き車椅子初体験のケースであった。車椅子自体、初めて乗る参加者もいた。（https://no-maps.jp/program/program-channel-chikaho/nomapswellness_day1/）

健常者にもテストし、デバイス使用により、一側上肢のみで車椅子駆動はできるようになった。ただし、駆動する上肢筋力が大きすぎると、ストレッチバンドのゴム弾性による補正が不十分となり、車椅子の挙動を制御できない。結果、男性より女性、生産年齢よりも若年者、或いは高齢者の方がデバイスによる片手駆動をコントロールしやすい結果となった。車椅子を体験できる場を提供できたこと、ストレッチバンドを周知することが出来、大変貴重なイベントとなった。

同時に、当院外来患者にもストレッチバンドのテストユーザーをお願いした。ストレッチバンドの耐用月数は、週 3 回以上の外出、屋外移動を頻繁に行う車椅子ヘビーユーザーで半年程度は使用可能であった。施設入所者など、屋内生活中心のケースでは 1 年使用しても、デバイス効果は維持されていた。一部のテストユーザーでアダプターの強度不足による歪みが発生した。既存の車椅子にアドオンする必要があり、形状やサイズ（全体的サイズ、厚み、重さなど）を一定制限に留めながら、改良版の試作・制作に着手した。

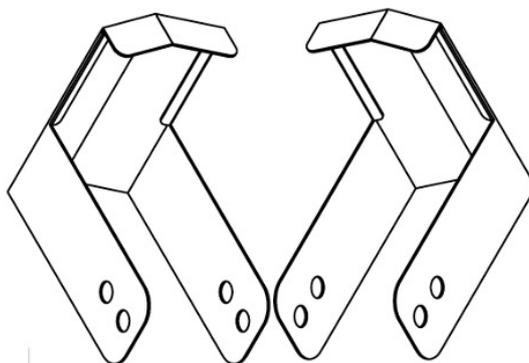


図 11. アダプター②（強化改良版）図面

「ストレッチバンド」及び、「ストレッチバンドアダプター」の使用により、車椅子を片手駆動できるようになる対象者は一定数存在した。その対象者は、中枢性・末梢性神経麻痺や骨関節障がいに伴う左右上肢機能差を有すケースで、一側或いは両側下肢機能にも機能低下を有すケースで有効であった。またその残存上肢の力が強すぎず弱すぎない、適度に筋出力を発揮できるケースで、上手に車椅子片手駆動ができていた。

デバイスによる直進性向上は、片麻痺、四肢不全麻痺、両下肢麻痺、三肢麻痺など、様々な障がいタイプの車椅子駆動においても、よりコントロール出来るようになることもわかった。すなわち前述の障がいケース以外でも、より車椅子駆動が容易になり、取り回しやすくなるケースがいることも伺い知れた。但し真っ直ぐ後退は明らかに駆動しにくくなるため、方向転換がしやすい、一定の広さを有す環境での使用が推奨された。結果、「ストレッチバンド」及び、「ストレッチバンドアダプター」の使用においては、患者さんのある程度の障がい特性と、使用環境が要求されることが判明した。

今後の展望および課題

"Niche"な領域ではあるが、今後も必要なケースがあれば、試用・使用していく。そのためのアナウンスは継続したい。

<今後の学会発表予定>

- ・「ストレッチバンド」「ストレッチバンドアダプター」の使用報告（小児事例紹介）
（第5回日本小児リハビリテーション医学会学術集会（9/26）で発表予定）
 - ・「ストレッチバンド」「ストレッチバンドアダプター」の使用報告（健常者テストを通じて）
（第12回日本予防理学療法学会学術大会（11/8-9）で発表予定）
 - ・「ストレッチバンド」「ストレッチバンドアダプター」の使用報告（成人事例紹介）
（第14回日本支援工理学療法学会学術大会（12/21）で発表予定）
 - ・「ストレッチバンド」「ストレッチバンドアダプター」の使用・非使用の動作解析比較
 - ・認知症事例における「ストレッチバンド」の使用考察 など（今後発表検討）
- 引き続き、障がいがあっても Quality Of Life の維持向上の一方法となる事を検証していきたい。

(完)