

[平成31年度教員研究費特別研究]

施設用歩行車の改良と検証に関する研究

Study on Improvement and Verification of Rolators

安島 諭 YASUSHIMA Satoshi
根来 貴成 NEGORO Takanari



(図1) 本研究にて改良とオプションの制作を行った歩行車「SnuggLe」

1. はじめに

本研究に先立って、2016年度金沢美術工芸大学製品デザイン専攻の卒業研究を基に、高齢社会に伴い医療現場で使用される新たな歩行車のデザイン開発を産学連携事業として取り組んだ。2017年度から2018年度までの2年間は、金沢市「新製品開発・改良促進事業」として地元で歩行器を製造販売している金沢市のスギモト産業株式会社と金沢大学医薬保健研究域の協力を得て、実動モデルの試作・検証を行った。本研究では、この歩行車にシステムアップ可能なオプションの開発と本体の改良を行った。

過去2年間の施設用歩行車の製品化プロジェクトを通して、幾度かに渡って行われた臨床試験の結果から、改善が必要な課題とともに新たなアイデアやニーズの発見があった。市場での価格設定や製造工場の技術を考慮し、モデルの改良と現場のニーズに応えたオプション展開、より性能を高めたキャスターの開発など、研究として更に深めるべき要素が出てきた。

本研究は、金沢美術工芸大学特別研究費、公益財団法人三谷研究開発支援財団の助成を得て、引き続きスギモト産業と金沢大学医薬保健研究域の浅井仁教授とともに実験試作による臨床試験を行い、検証を重ねデザインの改良、追加制作を行ったものである。特別研究としてカバーする範囲としては、歩行車のプレーキ機構を含んだキャスターに関する改良に重きを置いたものとなっていることを記しておきたい。

2. 本研究に至るまでの経緯

この研究の始まりは、製品デザイン専攻2016年度の卒業制作「空間になじみ正しい動作へ導く医療現場で使用する歩行車」(馬場菜摘)を見たスギモト産業の杉本昭博社長から、製品化に向けて開発を行ってみたいとの話があったことである。プロジェクトの試作予算の一部を確保するために、金沢大学の協力を得て金沢市の「新製品開発・改良促進事業」の助成金を獲得した。



(図2) 新製品開発事業の基となった卒業制作

助成金の期間である2017年度と2018年度の2年間で、卒業制作モデルの検証と設計方針検討の1次試作、寸法検討のための2次試作、製品のベースとなる3次モデルに至る試作と、その都度行った臨床試験を含め次のスケジュールで事業を行ってきた。

2017. 8	新製品開発・改良促進事業開始
2017. 8	キックオフ
2017. 9	1次試作製作開始(4台)
2017. 1	1次試作による臨床試験
2017.11	2次試作設計
2017.12	2次試作製作開始(2台)
2018. 1	2次試作による臨床試験
2018. 5	製造検討
2018. 6	3次試作設計開始
2018. 9	3次試作製作開始
2018.11	3次試作完成
2018.11	意匠権、商標出願
2018.12	3次試作修正設計
2019. 1	3次試作修正制作(1台)
2019. 2	3次試作による臨床試験
2019. 3	新製品開発・改良促進事業終了

(表1) 新製品開発事業のスケジュール



(図3) 新製品開発事業で制作した3次試作

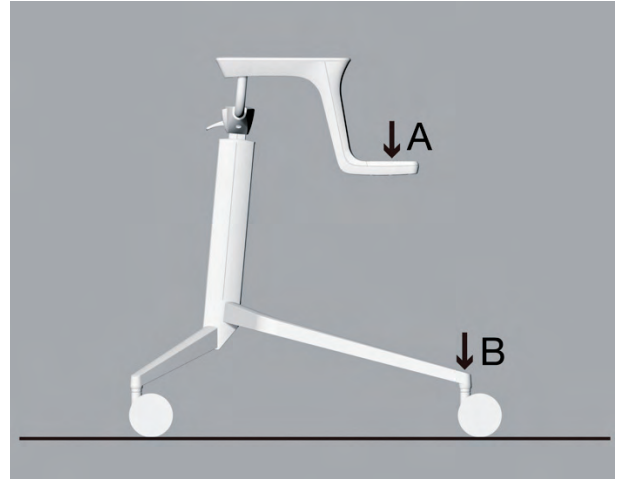
この歩行車の特徴は以下の4点である。

①椅子に着座している状態から安全で無理のない姿勢で立ち上がることが可能となる、アームレストより一段低い位置にL形の補助肘が付いている。力が衰えたり、立ち上がりには補助者が必要な使用者（患者）一人でも補助者無しで立つことが出来るケースが増えた。

②立ち上がりの際、補助肘に掛かる荷重によって後部キャスターが沈み込みブレーキが掛かる仕組みを備え、これまで立ち上がり時に介助者や療法士が歩行車を押さえ停止させていた行為が不要となり、使用者（患者）一人での立ち上がりが可能で、医療・介護現場での人材不足の問題を改善する。

③様々な体格のユーザーのための高さ調整は、これまでネジ式のものが多いが、使用者が手を置いたまま高さを変えられるように調整することが出来なかったが、ガスダンパーを使用しレバーひとつで操作を簡単にすることで、使用者一人で高さを変えられるようになった。

④居住性やインテリア性が高められた近年の施設内で違和感のない質の高い外観。



(図4) Aに掛かる荷重でBの後部キャスターにブレーキが掛かる仕組み



(図5) 荷重でロックが掛かる後部キャスターの機構検証試作

新製品開発事業の最後に行った2019年2月から1ヶ月に渡る臨床試験において挙げられた課題としては、以下の3点が主なものであった。

- ①歩行時の方向転換が重い
- ②立ち上がりの際に後部キャスターのブレーキが掛からないケースがある
- ③歩行時に後部キャスターからカチカチ音が出るケースがある



(図8) 前後キャスターのスタイルの違い

3.2. ブレーキ機構に関する課題

- ②立ち上がりの際に後部キャスターのブレーキが掛からないケースがある
- ③歩行時に後部キャスターからカチカチ音が出るケースがある

これは共に後部キャスターのブレーキ機構に関する課題である。臨床試験に持ち込んで明らかになったことは、使用する患者の体格差が大変大きいということであった。それによって起こることは、体重の軽い患者では立ち上がり時にブレーキが掛かる程の荷重がかからず、体重の重い患者では歩行時にギヤを用いたブレーキ機構に荷重がかかり、異音を発してしまうというものである。製品化事業では、後部キャスターにブレーキが掛かるまでの力を調節するバネを5kgf、7.5kgf、8.5kgf、10kgf、12kgf、14kgf、16kgfの7種類製作し、比較検討を行ったが、強いバネを用いれば②の問題が、弱いバネを用いれば③の問題が発生し、そのままの機構では解決できない課題となっていた。

この解決方法として、以下の3つのプランを用意した。

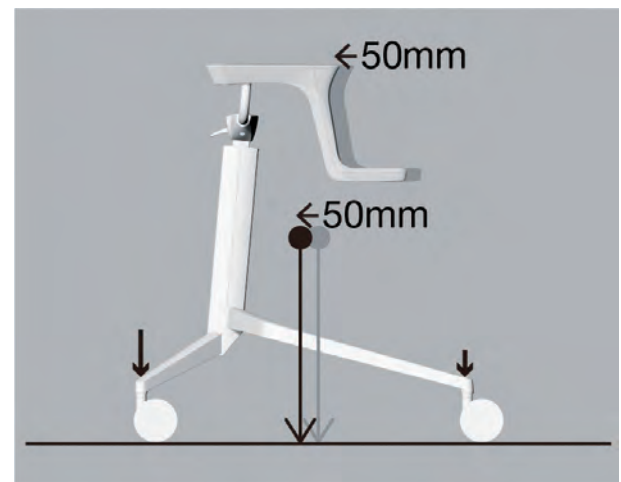
- ①当初の設計と違った試作部材による強度不足によって、試験中に後部に向かって傾斜してしまったアームレストの強度を設計通りの試作部材での制作を行い、アームレストを水平にする。

アームレストが後ろに傾斜していると歩行時に後方に荷重がかかる傾向となり、結果として後部キャスターに荷重がかかり異音が発生する原因となった

と考えられる。しかしながら何度も試作を行って試験を行う時間はないため、次の試作では考えられるすべての対策を行うことにした。

- ②アームレストを50mm前方に移動させる。

臨床試験の結果、歩行には多少前方に余裕があったため、アームレストを前方に移動することで歩行時の重心を前方に移動し、荷重を前輪により多く掛かるようにすることで後輪の荷重を減らす対策を行う。



(図9) アームレストの移動により重心位置を50mm前方へ移動し前輪への荷重を増やす

- ③バネの強さが調整可能な機構をキャスターに組み込む。

臨床試験の結果、一つのバネの強さでは患者の体格の差に対応することが出来なかったため、荷重がかかった際の沈み込みを体重に応じてバネの力で調整可能な設計をキャスターメーカーに依頼した。

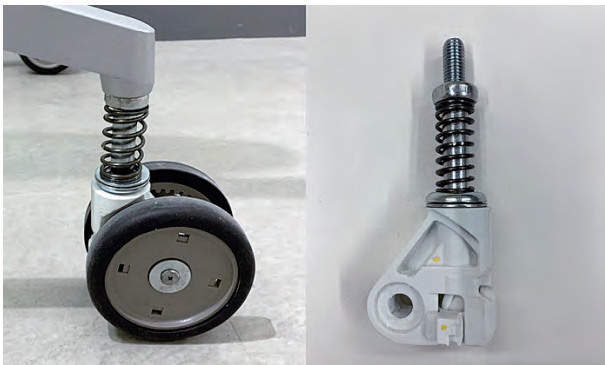
4. キャスターの試作と検討

様々な体格の人が利用できるよう体重の差によってブレーキの利きも変える必要がある。できるだけ簡単な操作で、その効果を出せる機構を実現させるために、下記内容の検証実験を行った。

4.1. バネの強弱方法と操作性の検証

キャスターを支えるバネの長さを簡単な操作で変化させることにより、バネ圧の強弱を調整し、体重の差に対応できる機構の検証を行った。操作方法は、キャスターメーカーから提案されたレバー式とカバー部の回転式の2通りの試作で検証を行った。

【レバー式】は、視認性や操作は明快だが小さなレバーを指先で摘んで操作する際に大きな力を必要とする人間工学的な矛盾と、構造上強度の確保が難しい設計上の問題があった。また、バネの強弱を切り替えたことが視覚的にわかるサインを加える必要があった。



(図10) レバー式の内部構造

【回転カバー式】は、握ってひねる所作で力が入りやすく、構造もシンプルで丈夫であったため、こちらを採用した。1次試作では、バネの強弱の切り替え表示がカバー側面にあり視認性が悪かったため、2次試作でカバー上面部に赤（強）、青（弱）と矢印の大小で表示し直感的に操作できるよう工夫した。直径は、構造面とグリップ感の取り合いから直径49mmとし、凹凸もより摩擦の大きな形状へと変更した。



(図11) 回転カバー式の強弱切り替え表示新旧



(図12) バネの強弱切り替え操作 赤(強)、青(弱)

4.2. バネの強さの検証

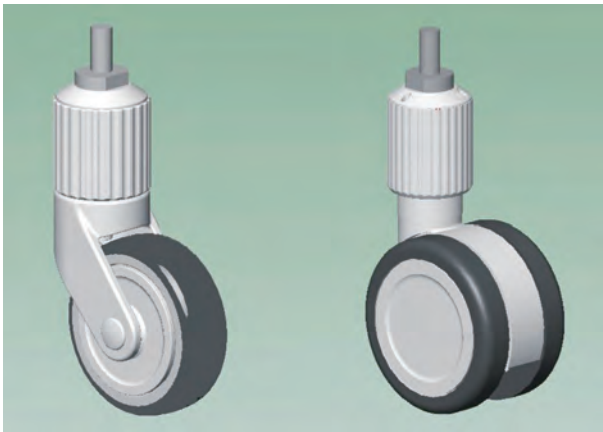
身長150cm前後の女性～180cm前後の男性複数人を対象として検証を行った。1次試作でのバネ圧の検証から15Kgf前後が良いと判断し、2次試作では15Kgfを基準に14Kgf、16Kgfのバネ圧で検証を行った。結果、16Kgfのバネ圧のバネの長さを調整することで程よくブレーキを利かせることができた。



(図13) キャスターをバラしバネを交換している様子

4.3. 前後スタイリングの検証

バネの強弱を切り替えるためのカバー部は、握ってひねる動作に適したスリット状の形状とした。しかし、歩行車の旋回性を考慮して採用した単輪と双輪の組み合わせは、元々が別製品のため支柱からキャスターに繋がる形状が異なっている。そこで、単輪には双輪と取り付け高さを揃えるために伸ばした支柱部に、双輪と共通のデザインのカバーを新たに追加統一感をもたせた。



(図14) 前後キャスター共通の支柱カバー部3D検討

5. オプションモデルの設計と検証

現場からのニーズと医療現場のDXを考慮し、以下に対応するオプションを設計・制作した。

5.1. 酸素ポンベの搭載

患者の治療状況によっては、酸素ポンベを引きながら歩くケースが有る。歩行車にその機能があれば、介助なしに一人で移動が可能になる。これもまた医療現場の負担を減らすための重要な機能と言える。アルミ支柱部に備えたT字溝にジョイントパーツを挿入し、六角レンチで締め込むことでポンベラックを容易に取り付ける事ができる。高さ調整も可能であり、酸素ポンベ上部には開閉弁や気圧計などの十分なスペースがある。写真の透明アクリルは、ポンベを見立てたサンプル。



(図15) 酸素ポンベラック

5.2. 点滴スタンドと輸液ポンプの搭載

同様に患者の治療の状態では点滴を打ちながら移動を行うケースがある。これまでは歩行車と点滴スタンドの2つを持ちながら移動する、あるいは介助を伴って移動するといった方法であったが、これも歩行車に取り付けることでトイレに行く際なども、一人で立ち座りが可能となる。これも同じく本体の支柱に六角レンチで容易に固定することができ、身長に合わせて高さ調整が可能である。また、点滴袋は、最大4つ掛けることができ、未使用時にはフックをコンパクトに格納できる。

また、近年使用率の高い輸液ポンプを点滴スタンドと同時に固定できるトレーも用意した。



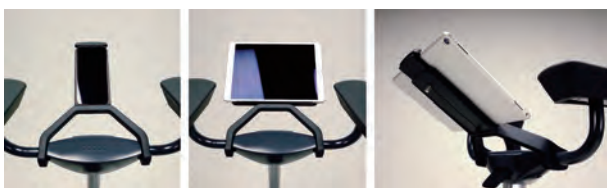
(図16) 点滴スタンドと開閉可能なフック部分



(図17) 輸液ポンプトレー

5.3. タブレットホルダーの搭載

将来、スマートフォンやタブレットのソフトウェアを使ったりハビリテーションのプログラムや状態管理ができる日が来る可能性が十分に想像できる。現場からの要望があったわけではないが、将来への対応としてタブレットホルダーをあらかじめ取付可能な設計としている。iPadは11インチまで対応可能な設計とした。



(図18) スマートフォン・タブレットホルダー

制作側からの視点ではあるが、これらの付属オプションにより歩行車の使用感が今まで以上に上がり、付加価値を向上させるスマートなデザインを実現することができたのではないかと感じている。これまで以上に医療現場の負担が増えると考えられる未来に対し、医療や介護の現場で患者自身がこれまで不可能であったことを可能にし、自らが行動できるようなものづくりが今必要とされていると感じている。2人で行っていたことが1人で出来るのは患者自身にとっても嬉しいことではないだろうか。

6. 臨床試験

2020年3月から金沢赤十字病院のリハビリセンターのスタッフの協力により、16名（男性7名女性9名）の方に使用していただいた。年齢的には60歳代～90歳代と高齢の方が多く、身長140cm～175cm、体重は40kg～80kgであった。

前回の2019年2月の臨床試験では、バネ圧の調整が出来ず歩行時にブレーキが効いたり、試作精度の問題もあり、旋回性や歩行車の操作を重く感じる方も多かった。今回は、使用者の体格に合わせてバネ圧の強弱調整が可能になったことで、起立時の安定感の評価が高くなった。また、旋回性については、前部キャスターを単輪にすることで操作性が良く

なった反面、歩行時に左右へふらつくという感想も散見された。これはトレードオフとなる現象と思われるが、キャスターの試作精度も多少影響があると考えられるので、量産品ではある程度改善されると予想される。オプションについては、点滴スタンドや酸素ボンベラックの取り付け位置に多少指摘があったが、高さ調節で対応可能な範囲である。酸素ボンベラックは、ボンベの固定方法に強度アップが必要であることがわかった。タブレットホルダーやトレーは、使用シーンの共有が不十分であったため十分なデータは集まらなかったが、今後の展開に手応えは感じた。

なお、2020年3月に発生した新型コロナウイルス感染拡大の影響で、病院内への立ち入りが制限され残念ながら臨床試験現場での撮影を行うことは叶わなかったが、試験は8月まで継続し行って頂いた。



(図19) 金沢赤十字病院へ納入時の様子

No.	氏名	所属	研究種別	研究内容		研究の意義		研究の成果		研究の展望		備考
				研究の目的	研究の方法	研究の意義	研究の成果	研究の展望	研究の展望			
1	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
2	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
3	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
4	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
5	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
6	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
7	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
8	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
9	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
10	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
11	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
12	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
13	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
14	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
15	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
16	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
17	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
18	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
19	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発
20	山本 隆	工学部	工学系	高齢者の歩行支援	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発	歩行支援装置の開発

(図20) 2020年8月の臨床試験の結果報告



(図21) 全オプションを取り付けた歩行車

7. おわりに

学生作品の製品化は、長年の目標でありこのような形でプロジェクト化し進めることが出来たことは幸いであった。現在、2022年の量産化を目指して杉

本産業でプロジェクトが継続されている。SnuggLeが1日も早く実際の現場で使用され、患者や医療従事者の一助になることを期待している。

附記

本論文は令和元年度奨励研究、公益財団法人三谷研究開発支援財団の助成事業の成果の一部である。

謝辞

本研究にあたりましてはご支援をいただきました公益財団法人三谷研究開発支援財団、金沢美術工芸大学、多大なご協力とご指導をいただきました金沢大学医薬保健研究域、金沢赤十字病院リハビリテーションセンター、スギモト産業株式会社、株式会社内外、株式会社ウイン・ディー、その関係者の方々に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 「空間になじみ正しい動作へ導く医療現場で使用する歩行車」『2017金沢美術工芸大学 卒業・修了作品集』馬場菜摘／著・2017
- 「発展していく医療現場に寄り添う歩行車のデザイン」『金沢市新製品開発・改良促進事業(産学連携コース)年度末報告書』安島諭／著・2018
- 「発展していく医療現場に寄り添う歩行車のデザイン」『金沢市新製品開発・改良促進事業(産学連携コース)最終報告書』安島諭／著・2019
- 「新型施設用歩行車のオプションデザイン開発と検証に関する研究」『公益財団法人三谷研究開発支援財団 支援研究の中間報告書』根来貴成／著・2019
- 「医療現場における次世代歩行車のデザイン展開と実証」『デザイン学会第三支部研究発表概要集2019』根来貴成／著・2019

(やすしま・さとし

製品デザイン専攻／イノベーション分野)

(ねごろ・たかなり

製品デザイン専攻／家具分野)

(2020年11月5日 受理)



(図22) 最終試作検証