

長岡における介護向け車椅子の研究

Research for the Nursing Wheelchairs in Nagaoka city

齋藤 和彦

SAITO Kazuhiko

キーワード：車椅子、雪国、介護

Keywords：wheelchair, snowy country, nursing care

In the Nagaoka area, due to the high-floor structure of snow-falling houses unique to the heavy snowfall region, there are often several of steps between the entrance and the ground, and climbing up and down these steps is a major burden for both the elderly and caregivers. In the case of nursing care cab services, it has been found that traveling a small distance from the entrance to the vehicle is a major issue. The motivation for this research was to come up with a product that could solve this inconvenience.

1. はじめに

現代の日本では、地方都市での人口減少や住民の高齢化などが全国的な傾向となっている。そのため介護やデイケアなどに携わる人も高齢化している現状がある。

長岡や周辺地域においては豪雪地帯特有の高床構造の落雪式家屋形態により、一階に車庫や物置を配置し二階に玄関を設けていることが多い。玄関と地面との間には数段から十数段の外階段が設置されており、この段差を昇り降りすることが高齢者・介護者ともに大きな負担となっている。

一人では移動できない高齢者に対しては介護者の「抱える」「担ぐ」などの対応が必要となるが、階段での移動に対し介護者一名で対応できない場合は、複数名の介護者が必要である。また積雪時には階段だけでなく、車までのわずかな距離でさえ車椅子で雪の上を移動することができず、高齢者を抱えるようにして移動しているのが現状である。

長岡市内でタクシー会社を営む経営者へのヒアリングでは、通常の送迎タクシーは運転手が1名で済むところ、介護タクシーの場合は運転手の他に高齢者を抱えるための補助要員1～2名が必要となるため、経費が高む要因になっており、利用者にも負担になっているということであった。これはデイケアサービスにおいても同様で、玄関から車両までのわずかな距離の移動が、大きな課題であることが判明した。この不便を解消できるプロダクトを考えることがこの研究の動機である。

2. コンセプト

「段差・不整地対応車椅子」

現在の車椅子は屋内の平らな床や舗装路など、凹凸の少ない環境で使用されることが前提となっている。一部未舗装の道に対応したものや競技用など特殊なものはあるが、日常のどんなところにも行けるという製品はない。

また動力を用いた車椅子も製品化されているものもあるが、今回の研究では介護者が一人で高齢者の移動に対応できることを前提にしておき、車椅子利用者が一人で自由に移動できるということは前提としていない。

介護タクシーで考えられる状況としては家屋の玄関から車両までの間での使用を想定すると、下記のような条件が考えられる。これらを満たすハードウェアとしての車椅子を研究することとした。

1. 不整地でも移動可能なこと。未舗装路面や芝生、積雪路面などの走行性能を有する。
2. 段差を乗り越えられること。ドアや入り口にある段差を乗り越え性能を有すること。
3. 段差の乗り越えから発展させ、最終的には階段での昇降ができること。

これらを満たすためには、介護者一人の人力では限界があり、個々の腕力や体力にあまり依存しない方法として、動力を用い、介護者が操作することで作動するものとした。

3. 構想

従来の車輪とキャスターの組み合わせによる車椅子は段差や不整地の走行には適さないため、車輪に替わりクローラと呼ばれる帯状の無限軌道装置に置き換えることとした。(以下クローラと記載)。初期段階では車輪を外してクローラを装着し、前輪のキャスターをミニスキーへ変更することを検討していたが、スキーでは階段への対応が難しいことから、クローラを主体とした構成を考えることとした。車椅子部分は市販のものを使用することを前提に研究をスタートした。

4. 車体構成

4. 1 クローラ

クローラは雪上車やスノーモビル、除雪車などに使われている機構で、単位面積当たりの荷重を分散させることで、雪上を始め凹凸の多い路面の走破性に優れているという特徴をもつ。今回使用するクローラは長岡発のベンチャー企業 CuboRex 社の CuGoV2 という製品である。電気モーターが本体内部に装備されている構造となった全長 430mm 程度の小型クローラユニットである。電力を外から供給することで作動することができるというシンプルなものであり、この小型のクローラが市販されたことが当研究を進めるきっかけにもなっている。

CuboRex 社ではクローラを用いて、キャベツ栽培農家での作業道具や収穫物の運搬車をすでに実用化しており、不整地走行や重量物の運搬などで活躍している。本研究にも有効ではないかと考えられるため、クローラを車椅子の車輪の代わりに、左右に一对装備することとした。(Fig.1)

CuGo V2 の主な仕様

全長 (mm)	430
全幅 (mm)	120
全高 (mm)	125
履帯幅 (mm)	70 (ゴム製)
重量 (kg)	5
要求電圧 (V)	9~24V (DC)



Fig.1 クローラ CuGo V2 (画像提供 CuboRex)

4. 2 事前検証

このクローラが段差を乗り越えられるのかという単体での検証を行なった。電源には二輪車用のバッテリーを使用し、横向きに搭載している。

20 × 20mmのアルミ角パイプにより左右にクローラを2基つなげ、後方に直径70mmのプラスチック製キャストを一对取り付けられている。

学内の階段での実験では、この本体だけで自動的に階段を登っていくことはできないが、階段のエッジ部分にクローラが掛かるように人がアシストすることで、上がっていくことを確認できた。当初はプラスチック製の履帯が標準装備されていたが、エッジ部分で滑りやすいことがわかった。その後、ゴム製の履帯が提供されたため、装着し直し実験を行なったところ、エッジへの引っ掛かりも良好で、滑ることはなくなった。そこからこの研究へのポテンシャルがあると判断した。(Fig.2)



Fig.2 内階段での事前検証

4. 3 車椅子部分

今研究では高齢者が乗車したまま車に乗り、目的地まで移動することを前提とした使われ方から、折りたたみ式である必要はないと判断し、リジッドフレームで剛性の高い軽量なチタン製パイプで構成された市販品を選択している。大きさは成人男子が使用できるような座面長390mm幅380mmとなっている。車椅子として既存の設備や施設での使用も考慮し、ベースとした車椅子のサイズを基準として、著しく大きくならないような構成とした。

4. 4 フレーム

左右のクローラをつなぎ、車椅子を支える構造とするために、20 × 20mmのアルミ引き抜き角材を用いた構成としているが、長さについては全体構成に合わせ特注となっている。交差部分はL字型アングル材を用いて連結している。アルミ角材によって構成されたフレームにU字ボルトを用いて車椅子本体と締結している。(Fig.3)



Fig.3 全体構成

介助者による操作のために、車椅子から後方に一对のハンドルパイプを配置し、それぞれの手元部分に動力のON/OFFをするためのプッシュスイッチを設けた。

車体中央には電力供給のためのバッテリーを配置している。バッテリーは搭載方向を問わないリチウムイオンバッテリー12V20Ahを車体中央付近に一基搭載している。クローラユニットのモータは24Vまで対応可能のため、今後出力が不足する場合にはバッテリーを二基搭載することも可能な仕様となっている。(Fig.4)



Fig.4 スイッチ位置とバッテリー搭載位置

クローラ後方にはキャストを配置しているが、これはクローラ全長では対応できない段差等に対応するために設置している。またキャストより後方に左右をつなぐフレームを配置することで、段差を乗り越える際に介助者が足を掛け、乗り越えるきっかけとすることができる。

4. 5 操作姿勢

身長175cm体重60kg程度の男性が座った状態では、着座姿勢に問題はなくフレームやクローラなどの触れることはなかった。介助者が持つグリップ部分は身長170cm以上の場合、腰を曲げるような姿勢となってしまう負担が感じられるため、楽に操作可能な姿勢を今後の検討課題とする。(Fig.5)

たたき部分は段差乗り越えと同様の方法で登ることが可能であるが、二段目以降については本体後端に足を掛けることができないため、ハンドルを下方方向に押さえることで前端が持ち上がり、クローラが階段の角に掛かり、それをきっかけに乗り上げていくことが可能であった。二段目以降については、クローラが乗り上げるものの後部に取り付けてあるキャストが階段角に当たり、引っ掛かりとなり前進しなくなる事象が発生した。

これは介助者がハンドルを上方に持ち上げるように力を加えることで乗り上げることで解消できるが、キャスト車輪サイズや材質変更など今後の改善点の一つであると考えられる。(Fig.9)



Fig.9 外階段走行実験

事例2 階段B 屋内階段

本学事務棟内の階段で一般的な寸法の構造である。

踏面はリノリウム製で、階段のエッジ部分には金属プレートが取り付けられている。法面はおよそ10°蹴込み30mmのオーバーハングとなっている。一段が足置き部分より高いため、クローラより先に階段に当たってしまうことが判明した。フレーム後方に介助者が足をのせ、足乗せ部分を階段より上げることが必要である。屋外階段よりも全体の角度は緩い。(Fig.10)

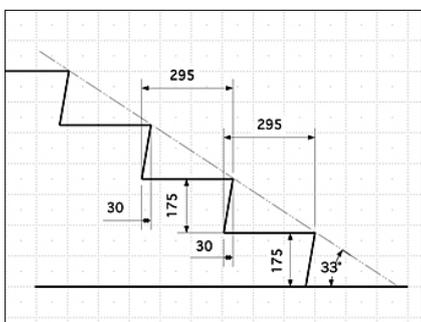


Fig.10 屋内階段と実測値 (mm)

一段目では法面がオーバーハングしている部分はクローラが乗り越えていくことはできなかった。介助者が本体後方に足を掛け、軽く体重を載せることにより前方を浮かせ、階段にかかるようになるとクローラ自体の推進力で動

き始めた。その後、二段目以降はハンドル部分への力の入れ方を工夫することにより階段を登っていくことが確認できた。(Fig.11)



Fig.11 内階段走行実験

7. まとめ

ハードウェアの成立性を検証するため、不整地と階段での走行に的を絞って、プロトタイプを製作し実験を行ってきたが、クローラという動力源を使用したことで第一段階の原理確認を行うことができた。平坦路以外では人が乗車しない状態での確認であったが、クローラと車椅子の関係やキャストの配置などの試行錯誤を重ね実験をすることにより、全体構成がほぼ確認でき、段差や階段での走行が可能であることはわかった。

今後は負荷の掛かった状態での確認を行うために座席上にウエイトを置き、乗車状態での実験を進めるとともに、後部車輪の大きさを見直し、走破性の向上を目指す。今回の研究では階段を昇ることを中心に進めてきたが、降りる際のスピードをコントロールするためのブレーキ機能についても検討が必要であると考えられる。またもっとも重要な部分として乗員が傾斜時に不安に感じないように、車椅子部分を水平に近い姿勢に変化させるような機構も取り入れ、基本デザインの提案につなげていくこととする。

この研究を進めるにあたり、動力源となるクローラを導入できたことが大きな推進力となっており、株式会社 CuboRex 様からのサポートを頂いたことに感謝したい。

主な仕様 (単位: mm)

全長	980 (グリップ部含む) / 800 (本体のみ)
全幅	495 (グリップ部含む) / 450 (本体のみ)
全高	700
座席高	500 (中央部分)
グリップ高	630
脚のせ部高	170

参考 URL

<https://cuborex.com> (最終参照日) 2020年10月15日 株式会社 CuboRex

参考文献

社団法人日本建築学会：第2版コンパクト建築設計資料集成, P.36.74, 丸善株式会社, 1999