

自力外出支援型車椅子の試作*

米倉 勇雄**、高橋 民雄***、堀田 昌宏****
高橋 幾久雄**、藤澤 充****

車椅子生活者の自力外出支援を目的として、市販の車椅子の改造を試みた。主な改造点は、段差乗り越えとスロープでの省力登坂および後退防止機構の付加であり、まだ改良を要する部分もあるが、概ね良好な成果が得られた。

キーワード：福祉機器、新機能付加車椅子

Development of a Wheel-chair Having Function to Get over Obstacles by Oneself

YONEKURA Isao, TAKAHASHI Tamio, HOTTA Masahiro
TAKAHASHI Ikuo and HUIJISAWA Mitsuru

We tried the remodeling of a wheel-chair sold in general, for the purpose of assistance to wheel-chair person in going out by oneself. Main point of remodeling is to add a structure of getting over the step gaps, going up slope by a little force, and stopped backward. Thought we need a little more reform, we could get generally good results.

key words : auxiliary instruments, wheel-chair with new function

1 緒言

車椅子は、足が弱くなったお年寄りや、事故または病気で下半身に障害を持つ人の行動手段として欠かすことのできない活用度の高い福祉機器である。車椅子生活者の、自らの外出行動に対する考え方は、その人によって千差万別であるが、他の人（介護者）に迷惑をかけてまでは外出しなくても良いと遠慮する人が多い。このことから、多くの人が自宅に閉じこもりやすく、残っている身体機能や体力をも衰えさせてしまいがちである。我々は、この現状に鑑み、自らの力のみで外出が可能で、公園の散策や買い物を楽しんでもらえる車椅子の開発を目標として、10cm 程度の段差を自力で乗り越えられるように、市販の車椅子の改造を試みた。

県内の道路も、新規に開通または最近改修したところからバリアフリー化が進んでいるが、現実に車椅子で行動してみると、まだ多くの障害物が存在する。その代表的なものは、縁石などの段差と傾斜角の大きなスロープである。普通の車椅子の主車輪は、直径が約 60cm あることから主車輪のみであれば、弾みをつけて前進することによって、5cm 程度の段差は比較的容易に乗り越えられる。しかし、主車輪の前に付属している水平姿勢保持補助輪（以下、補助輪と記述する）は、その直径が小さいことから段差に当たった際の抵抗が大きく、わずか数 cm でも乗り越えが不可能である。従って、段差を乗り越えるためには、まず補助輪を段差の上にせり上げる機構が必要である。次に、普通の車椅子でスロープを登てみると、スロープの途中で手漕ぎ輪を持ち替える瞬間に車椅子が後退してしまい、健常者でもなかなかスムー

2 実験方法

* 人に優しい福祉機器の開発（福祉機器開発事業）：福祉機器開発プロジェクト
** 金属材料部
*** 木工特産部（現在 岩手県立産業技術短期大学校）
**** 電子機械部

ズに登ることができないことが解る。従って、手の力が弱くなったり動きが緩慢になった人にとっては、傾斜角度が5°程度の緩やかなスロープでさえ介護者の助けを借りなければ登ることができないケースが多い。このことから、車椅子生活者に自力で外出を楽しんでもらうためには、段差乗り越え機構に加えてできるだけ小さな力でスロープに登れる省力登坂機構および必要に応じて作動する後退停止機構の付加が必要であり、これらの機構を設計試作し、市販の車椅子に取り付ける方法で本研究を進めた。

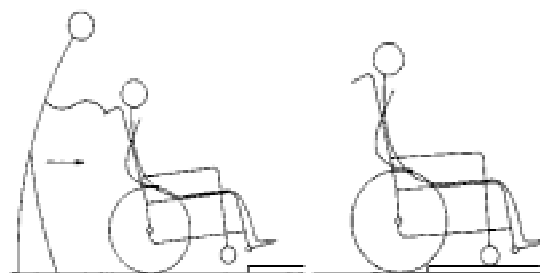
2-1 段差乗り越え機構

車椅子で段差にさしかかると、図1に示すように主車輪に先行して直径の小さな補助輪が段差に突き当たる。



図1 段差に直面した車椅子の状態

ほとんどの車椅子は、椅子全体が後方に転倒する事故防止のため、人が座った状態の重心が主車輪と補助輪の中間付近に位置するように設計されている。従って、補助輪に椅子全体の2分の1近い重量がかかることになり、図1の状態からでは僅か1cm程度の段差でも自力乗り越えが困難である。この時介護者がいれば、まず図2に示す介護動作の初期状態のように車椅子を少し後ろに倒して補助輪を浮かせてそのまま前進し、補助輪を段差の上に乗せた中期状態にしてから、最後に介護グリップを持ち上げて椅子全体を段差の上にせり上げることで乗り越えを完了させる。しかし、この主車輪をせり上げる最後の介護動作は、5cm程度の段差であれば、ほとんどの場合車椅子使用者が自力で比較的容易に可能である。つまり、自力で車椅子を図2の中期状態にさえすれば、介護者の助けを借りなくても5cm程度の段差乗り越えが可能となる。このことから、主車輪と補助輪の中間の位置に図3に示す補助輪せり上げ機構すなわち段差乗り越え機構を取り付けることにした。段差乗り越え機構は、その取り付け位置が椅子利用者の乗り降りする位置と重なるため、昇降ハンドルがじゃまにならない



初期状態 中期状態
図2 段差乗り越えの介護動作

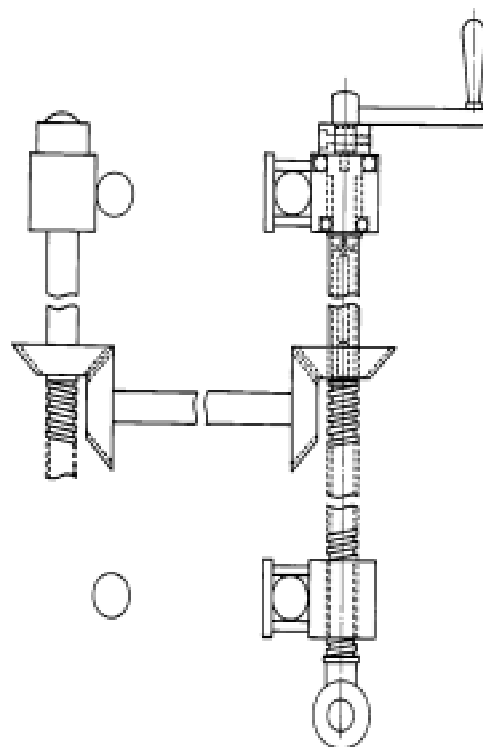


図3 段差乗り越え機構

ように折りたたみ方式とし、重量軽減のためアルミニウム合金で製作した。また第1回目の試作では、左右独立した機構としたが、昇降に要する時間がかかりすぎることと、片方のみをせり上げた状態の時に椅子が傾いてしまう場合があることから、傘歯車で左右の機構を連結し、左右同時にせり上げられるようにした。当然ながら昇降ネジは左右で反対方向に回転する。この改造に使用した車椅子のフレームはスチールパイプ製であるが、パイプ肉厚が0.8mmと薄いため人の体重が加わると大きなたわみが発生した。そのため、空車の状態でせり上げ機構がスムーズに回転していても、人が座ったとたん全く回すことができないといった事態になり、調整に苦労した。これは、このせり上げ機構に限らず、後述する全ての改造部品について同様のことが言えた。従って、精密な動力伝達を必要とする車椅子のフレームは、最初から剛性の高いもので製作すべきであるが、椅子全体の重量が大きくなってしまわないので、その折り合いが難しい。

2 - 2 省力登坂・後退停止機構

普通の車椅子は、主車輪（接地輪）に手漕ぎ輪がピス止めされているため、その回転比は常に1対1である。

スロープを小さな力で登る手段として、この二つの回転軸を別々にしてギヤ連結し、手漕ぎ輪の回転トルクが

2倍になって主車輪に伝わる変速機構および、スロープの途中で両手または片手を手漕ぎ輪から離れた場合に車椅子が斜めに傾いたり滑り落ちることを防止するため、変速機構を使用した場合のみ作動する後退停止機構を試作した。これらの機構の概要を図4および図5に示す。

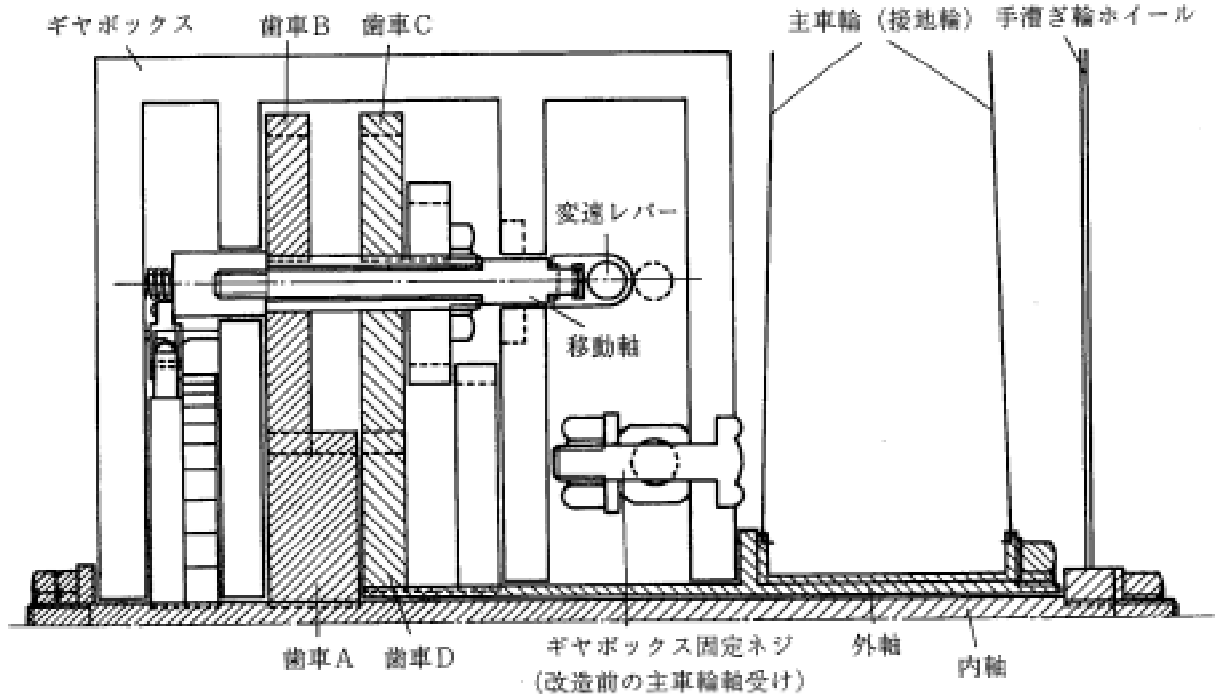


図4 省力登坂・後退停止機構（作動前）

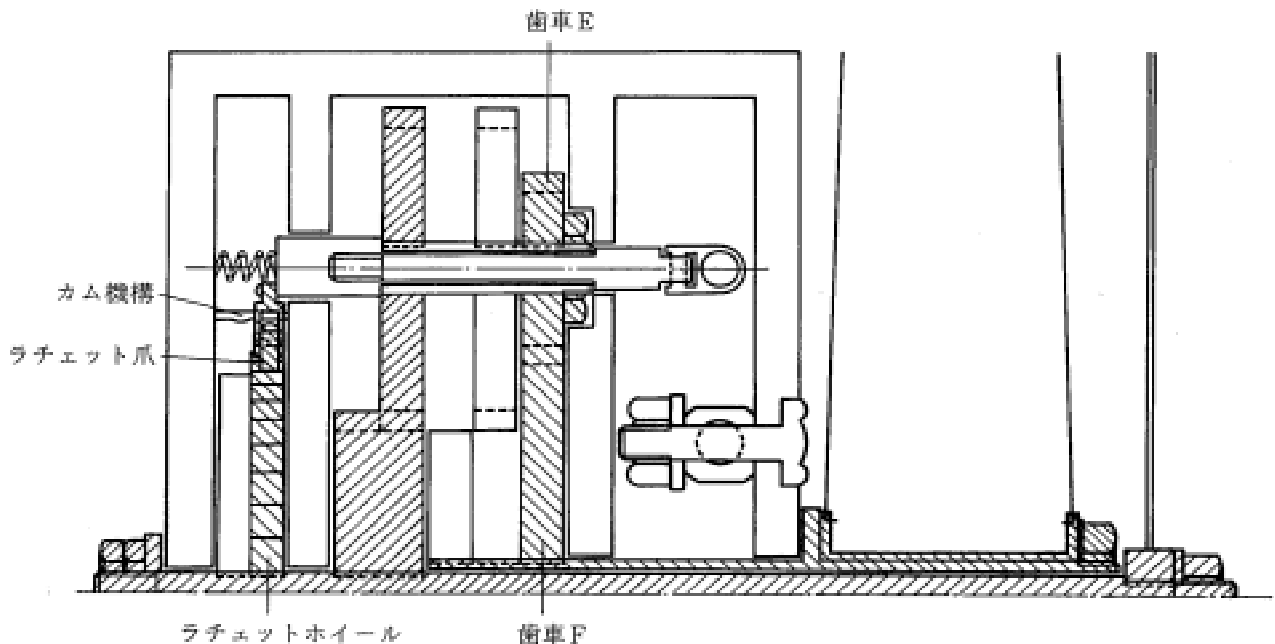


図5 省力登坂・後退停止機構（作動中）

図4は、変速および後退停止機構を作動させない平地走行状態を示したものであり、この場合は、A、B、C、Dの歯車の歯数が同じであることから手漕ぎ輪の回転は、

回転数・トルクとも同じで主車輪に伝わるため普通の車椅子と変わらない。次に変速レバーを引いて図5の状態にすると、歯車EとFの歯数が1対2であることから、

手漕ぎ輪の回転は、回転数2分の1、トルク2倍になって主車輪に伝達し、進行速度は、平常時の2分の1になるが、半分の力でスロープが登れることになる。さらに変速機構と連動して、内軸端部にキー固定されているラチェットホイールに、爪が填り込み、前進方向には回転するが逆転しない後退停止機構が発動する。また、同機構は、段差乗り越し時の倍力装置としての活用が考えられ、平地走行状態で5cmの最大乗り越し高さを10cm近くまで拡大させることが可能と思われた。この機構の取り付けに当たっても、フレームパイプの低強度が問題になった。改造前の車椅子全体の中で、剛体として信頼できる部品は、縦のメインフレームに螺付けされている主車輪の軸受けブロックのみであり、高強度を必要とする変速機ボックスの取り付けには、このブロックを利用する以外に方法が無かった。そのため、改造後の車軸は必然的に変速機ボックスの端部に移動させざるをえず、車軸の位置が改造前よりも5cm後退することとなった。

2-3 後方転倒防止機構

段差乗り越しや登坂の際に、車椅子が大きく後ろに傾いて転倒する事故を防止するため、図6に示す後方転倒防止機構を取り付けた。

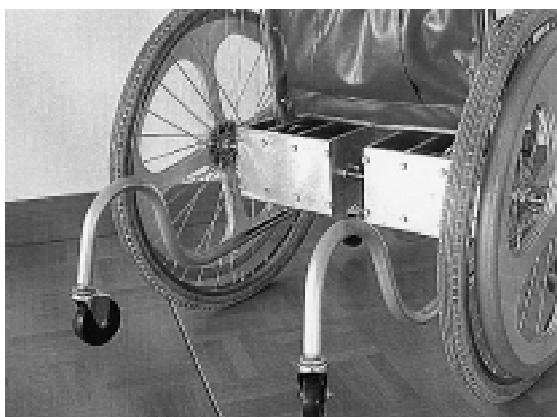


図6 後方転倒防止機構

同機構は、補助輪が15cm以上上昇した場合に接地するようになっており、スチールパイプを湾曲させてスプリング性を持たせ、介護操作のじゃまにならないように主車輪の内側ギリギリの位置に取り付けた。

3 試運転結果および考察

これまでに試作した全ての機構の取り付けを終えた改造車椅子の全容を図7に示す。せり上げ機構によって、補助輪を段差状に乗せる動作は、15cmの高さまで容易に可能である。しかし、その後、自らの体重を含む車椅子全体のせり上げ可能高さは4cmが限界であり、この高さは、普通の車椅子で介護者に補助輪だけを持ち上げてもらった場合と比較して低くなっている。また、変速機構を作動させた場合でも、乗り越し可能高さは6~7cm

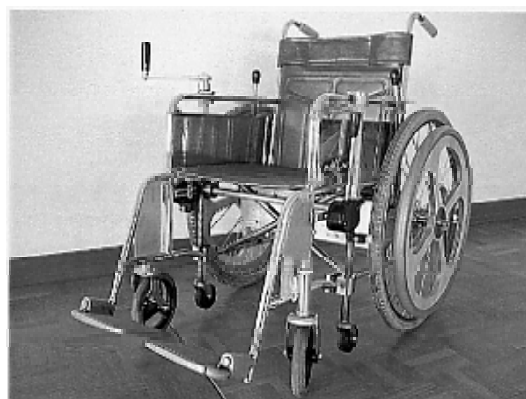


図7 改造車椅子の全容

に止まり、充分満足できる高さとは言えない。

この原因としては、次のようなことが考えられる。

- (1) 車軸を後方に移したため、車椅子の重心が前方に移動して改造前よりも段差が越えにくくなった。
- (2) 機構の付加で車椅子の重量が13Kg増えている。
- (3) 市販車輪の軸の内側に二重軸を挿入したため、軸の直径が細くなり、軸と歯車とのバックラッシュが生じてタイミング良く力が入らない。
- (4) 車軸が後方に移動した上、変速レバーの取り付けで手漕ぎ輪が左右に広がったため漕ぎにくい。

これらの問題を解決するためには、フレームおよび主車輪の作り直しが必要になるが、その場合でも車椅子を利用している人の握力や腕の力を考慮すると最大乗り越し高さを10cmに近づけることは容易ではないと思われる。従って、もっと根本的な改良案、例えば、今の力任せの乗り越しではなく、何らかの方法で補助輪の次に主車輪をせり上げる機構などの開発が必要である。

主車輪をせり上げる機構が開発された場合でも、今回試作した補助輪せり上げ機構、省力登坂・後退停止機構、後方転倒防止機構は、良好な作動状態が得られているため、有効に活用可能である。

4 結 言

車椅子に頼って生活している人々の自力外出を支援することを目的として、市販の車椅子に、段差乗り越しのための補助輪せり上げ機構と、スロープを楽に安全に登るための省力登坂・後退停止機構および後方転倒防止機構を取り付けた。機構そのものは、当初計画に近い性能が得られたが、自力および変速装置を使用しての最大段差乗り越し可能高さについては、充分満足する結果が得られず、主車輪のせり上げ機構など、さらに改良を進める予定である。高齢化社会を迎え、車椅子を始めとする福祉機器利用者の増加は必然であるが、少子化が進む現在の状況では、当然ながら介護をする人間が不足することも明らかであり、できるだけ他人に頼らなくても操作可能な福祉機器の開発が望まれている。