

厚生労働科学研究費補助金

障害保健福祉総合研究事業

障害者の自立支援のための移乗システムの研究

平成 19 年度 総括研究報告書

主任研究者 小林 裕介

平成 20 (2008) 年 3 月

目 次

I. 総括研究報告

障害者の自立支援のための移乗システムの研究	1
-----------------------	---

小林 裕介

厚生労働科学研究費補助金（障害保健福祉総合研究事業）
総括研究報告書

障害者の自立支援のための移乗システムの研究

主任研究者 小林裕介 長野工業高等専門学校 機械工学科 助教

研究要旨

本研究は移乗動作時の人間にかかる負担、障害の度合いと可能な動作、能力と移乗動作の関係を明らかにし、人間工学的に単独で移乗を容易に行えるシステムの開発を行うことを目的としている。本年度は開発に際し、既製品とその動作や問題点の調査を行い、移乗システムに必要な事、望まれている事を具体的に明らかにした。これらの調査から開発する移乗システムに必要な特性を明確にし、この結果を元に移乗補助具の試作を行った。この試作を元に簡単な動作検証を行い、機構としての可能性、補助具としての効果を確認した。

A. 研究目的

車いす使用者が車いすやベッドなどへ移る動作”移乗動作”は車いす使用者にとって日常生活を送る上で必要不可欠な動作であるが、一人で移乗を行う際には非常に負担となる。既存の移乗補助具は介助者を要することが多く、あるいは大がかりな物が多いため敬遠されている。こういった事から現在、多くの車いす使

用者は移乗補助具を使わずに負担のかかる動作により移乗を行っている。

こういった現状を打開するために移乗動作時の人間にかかる負担、障害の度合いと可能な動作、能力と移乗動作の関係を明らかにし、人間工学的に移乗を容易に行えるシステムの開発を行う。システムとしては、一人で移乗を行える（自立支援）、携帯性に優れ外出先でも使用可能、



図1 車いすからの移乗

移乗をスムーズに行える形状、手指に障害を持つ人でも問題なく使える、といった特徴を持たせる。

B. 研究方法

1. 既製品調査とモニタリング、移乗動作の調査

開発に際し、既製品とその動作や問題点の調査を行った。意見調査としてリハビリテーションセンターの作業療法士の方から現状の移乗に関する動作、負担、問題点、それに対する現状での対策について聞き取り調査を行った。また既製の移乗補助具の使用割合や問題点、改善点などについても意見の聞き取りを行った。障害についての判断指標についても調査、検討を行った。

実際の移乗関連ならびに福祉機器の現状を調査するため国際福祉機器展に参加し、昨今の福祉機器の動向ならびに移乗機器に関しての問題点などの調査を行った。並行して既存特許や既製品についての調査や関係論文の調査も行った。

以上の調査結果から開発する移乗システムの特性を明確にし、仮設計案を考案した。

2. 機構の考案、仮設計

調査結果を基に機構の考案と仮設計を行った。機構としては座面を拡張して移乗補助を行うものとし、この機構についていくつか考案、検討を行った。検討した中で実用化の可能性が高い物について具体的に設計を行い、機構の確認のため仮試作を行った。

3. 動作検証

試作した補助具の機構についての確認のために、実際に移乗動作を行って動作検証を行った。検証については事前に健常者による動作を行い、機構の動作、安全性を十分に確認した上で作業療法士の立ち会いの下、車いす使用者による動作検証を行った。

(倫理面への配慮)

試作した移乗補助具の動作検証においては車いす使用者による検証も行った。その際、協力者に危険が及ばないようにあらかじめ事前に作業療法士の方に検証方法、機構の説明、協力者に行ってもらった動作等について説明し、詳細な打合せを行った。また、検証中も作業療法士の方に立ち会ってもらい、常に安全を心がけて検証を行った。検証結果、測定データ等の取り扱いについても協力者に説明を行い、今後の学会、講演等への使用に関して同意を得た。

C. 研究結果

1. 既製品調査とモニタリング、移乗動作の調査

既製品調査の結果、普段からスポーツをする活発な人ならば一人での移乗も可能であるが、そのためにはその人に合わせたカスタマイズ済みの、あるいはオーダーメイドの移乗補助具が必要であった。多くの方は介助者によるサポートの下、移乗補助具を用いての移乗を行っていた。既存の補助具の例として図2、図3および図4に示すようにリフト、トランスファボード、車いす付属の機能によるもの

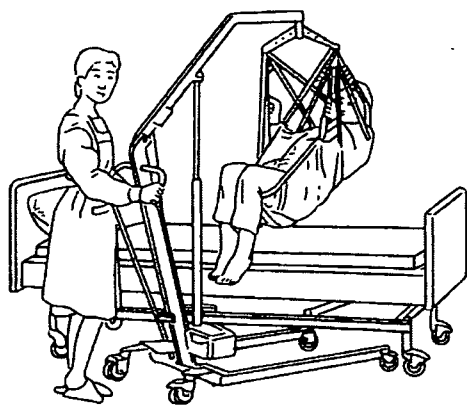


図2 リフトによる移乗

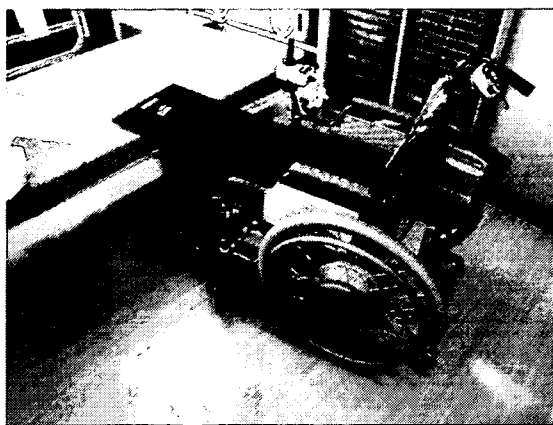


図3 トランスファボードによる移乗

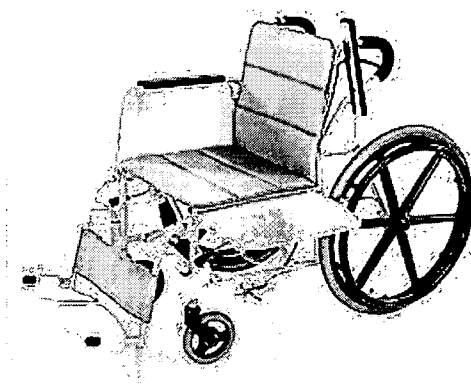


図4 車いす付属の機能による移乗補助具 ((株) いうら KY-350)

が主流であった。

リフトは車いすからの移乗以外にも入浴等にも用いられ、汎用性が高いが介助者がいないと使用できず、また、構造上、使用者の体の下にシートを挟み込む必要がある。その際に体を持ち上げる必要がある。さらにリフトそのものが大きいために導入においては広い設置スペースが必要となり、狭い場所や外出先のような設置場所以外での使用はできない。このほかにも価格が高いなどの問題もある。

トランスファボードは構造がシンプルで比較的安価なため、導入がしやすい。しかし使用時に使用者の体の下にボード

を挟み込む動作が必要となる。また、ほとんどのトランスファボードは介助者によるサポートが前提となっている。一部、使用者のみで移乗を行えるトランスファボードもあるが、そういったものは図5に示すように個人用にカスタマイズされたものがほとんどである。ボードは固定せずに移乗を行うため、移乗時にボードがずれると転落の危険がある。屋外での使用時には持ち運ぶ必要がある。また、アームレストを外して斜め横方向に使用するのが一般的であるため、アームレストが外れない車いすでは使用が困難である。

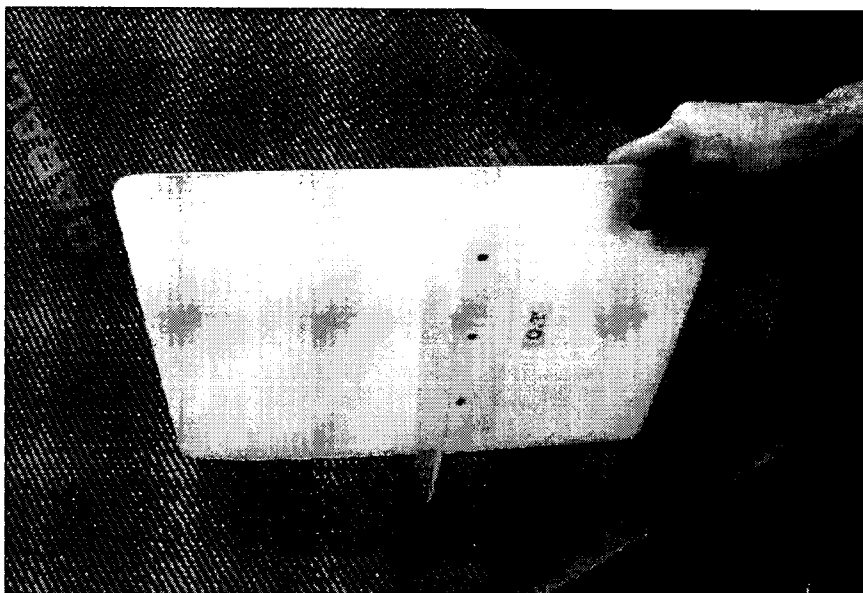


図5 カスタマイズされたトランスファボード

車いす付属の機能による移乗補助具はいくつか種類があるが、図4に示した例では車いすのアームレストが倒れてトランスファボードと同じ機能になるものである。持ち運びの必要がないが、車いす後輪が邪魔にならないように変形、あるいは後ろ方向へずれる必要がある。多くの車いすにはこの機能はついていない。従って、このタイプの移乗補助具を使う際には車いすの買い換えを行う必要がある。

移乗動作と障害の種類、度合いについては一意的に結びつけることが困難である。車いすを使用するきっかけとしては筋力低下、病気や事故などによる障害など多々あるが、脊髄損傷、頸椎損傷による機能低下が最も多い。脊髄損傷や頸椎損傷による影響は下肢のみではなく手や腕、首などにも影響を及ぼす。障害の度合いと各部分の運動機能、能力にはある程度関係はあるが、個人差がある。一

般的に脊髄損傷による障害の度合いを表す際には損傷している神経部分で表現することが多い。具体的には背骨に沿って上から頸椎（C1～8）、胸椎（T1～12）、腰椎（L1～5）、仙椎（S1～5）と表し、上の箇所が損傷するほど障害の度合いは高くなる。一般的に障害が重くなるにつれて手指能力→上肢能力→座位保持能力と影響がでてくる事が多い。この障害の度合いを一つの指標として移乗補助具の選定、使用可能かの評価基準にはなるが、リハビリや普段日常生活をどの程度行うかによりばらつきがでてくる。例えば、手指能力がなくても指をフックなどに引っかけることで何かを引っ張り出すことが出来る、あるいは姿勢保持能力が乏しくても特定の姿勢をとり関節をロックする事で姿勢を保つことが出来る、などである。移乗に関しては姿勢を保つ能力が重要となってくる。一般的な移乗においては腕力で体を持ち上げてスライドし、

少しずつずれることで移乗を行う。体を持ち上げた際にバランスを保てないと、車いすから転落する危険がある。また、腕力もある程度必要となる。体を完全に持ち上げる必要はないが、スライドさせるだけの力を発生させる必要がある。

そこで対象とする障害の度合いの判断指標を設けることとした。判断指標としては

- ・ 手指能力
- ・ 上肢能力
- ・ 姿勢保持能力

とした。手指能力については物体の把持を行える、把持を保つことができる、把持が行えなくても指を引っかけるなどにより簡単な動作を行える、手指能力が全くない、により区分を行う。

上肢能力については腕の可動範囲、力を入れることができる可動範囲、腕力を元に判断を行う。

姿勢保持能力については判断が困難である。そこでストック・マンデビル方式を採用することとした。ストック・マンデビル方式とは体幹をコントロールする能力を基準に分類する方法で姿勢保持能

力が高い方からN→G→F→P→T→Zと表記する。ストック・マンデビル方式についての詳細を表1に示す。

これらの3つの判断基準は脊髄損傷以外の障害者にも適応が可能である。従って車いす使用者が移乗補助具を選定する指針として、また移乗補助具を考案する上で対象とする障害者、必要とする能力を表現するのに効果的と考えられる。

展示会における現状調査においては、移乗補助具については市場規模が停滞気味に見受けられた。その理由としては画期的な補助具が開発されていない、スライディングボードのような簡易的なもので我慢している、といったことが感じられた。

2. 機構の考案, 仮設計

調査結果を元に、開発する移乗補助具として

- ・ 車いすの改造を必要としない
- ・ 持ち運ぶ必要がない
- ・ 小型で外出先でも使用が可能である
- ・ 車いすの折りたたみを問題なく行える

表1 スtock・マンデビル方式による姿勢保持能力評価

記号	意味	状態
Z	Zero	全く座位がとれない
T	Trace	ごく短時間, 上肢支持で座位はとれるが, 安定した座位を維持できない
P	Poor	座位はとれるが両上肢前方挙上できず, プッシュに抵抗できない
F	Fair	両上肢前方挙上でき, 座位保持は可能
G	Good	ある程度の抵抗に対して立ち直りがあり座位を保持できる
N	Normal	常に正常な座位を保ち, 押されても倒れない, 健常者

・使用者が一人で移乗を行える
といった特徴を持ったものとした。対象とする障害者としてはある程度の自立行動が可能であることを前提とし、手指能力は不完全ながらある程度はあり、上肢能力についても同様に考える。姿勢保持能力については一人での移乗をこなすと言うことで F~P 程度までが妥当と考え

た。提案する移乗補助具の概要を図6に示す。多くの車いすは使用者に合わせてカスタマイズされており、車いすの買い替えは望ましくなく、また大がかりな改造も敬遠される。そこでアタッチメント方式として、車いすを改造することなく取り付けられるようにした。車いすに取り付けるため、持ち運びの必要もなく、

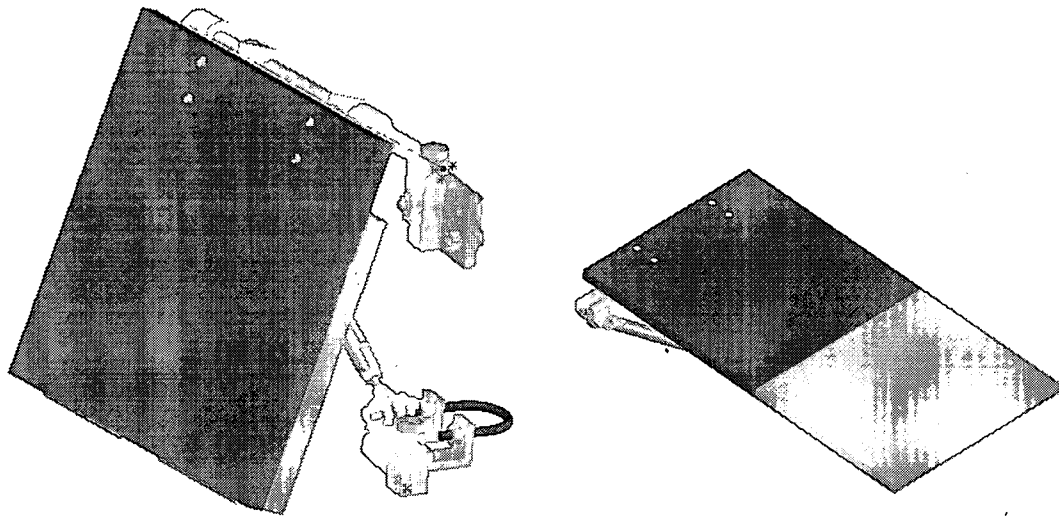


図6 考案した移乗補助具

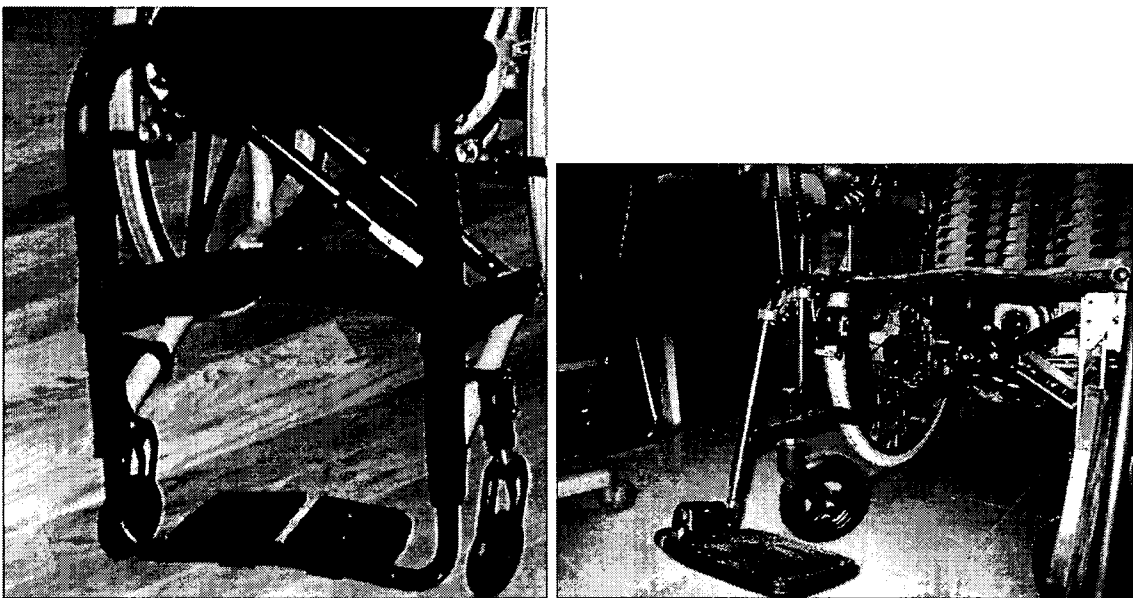


図7 車いすフレームの類似性

また走行時は収納することで日常での車いすとしての使用にも問題はない。車いすフレームについては事前調査の結果、多くの車いすが図7のように座面下にクロスしたフレームと前輪へつながるフレームを有することが分かった。これらのフレームに組み付ける物とすることで多くの車いすに対応できると考えた。また、多くの車いすは持ち運びのために折りたたみ機能を持っており、補助具を取り付

けても折りたためるような物とした。

補助具は図8のように車いすに取り付け、通常走行時は図8(a)のように収納している。使用時には図8(d)のように展開を行い、展開された座面上を使用者がスライドする形で移乗を行う。

3. 動作検証

設計を元に試作した移乗補助具を図9に示す。大きさは収納時が縦 230 mm ×

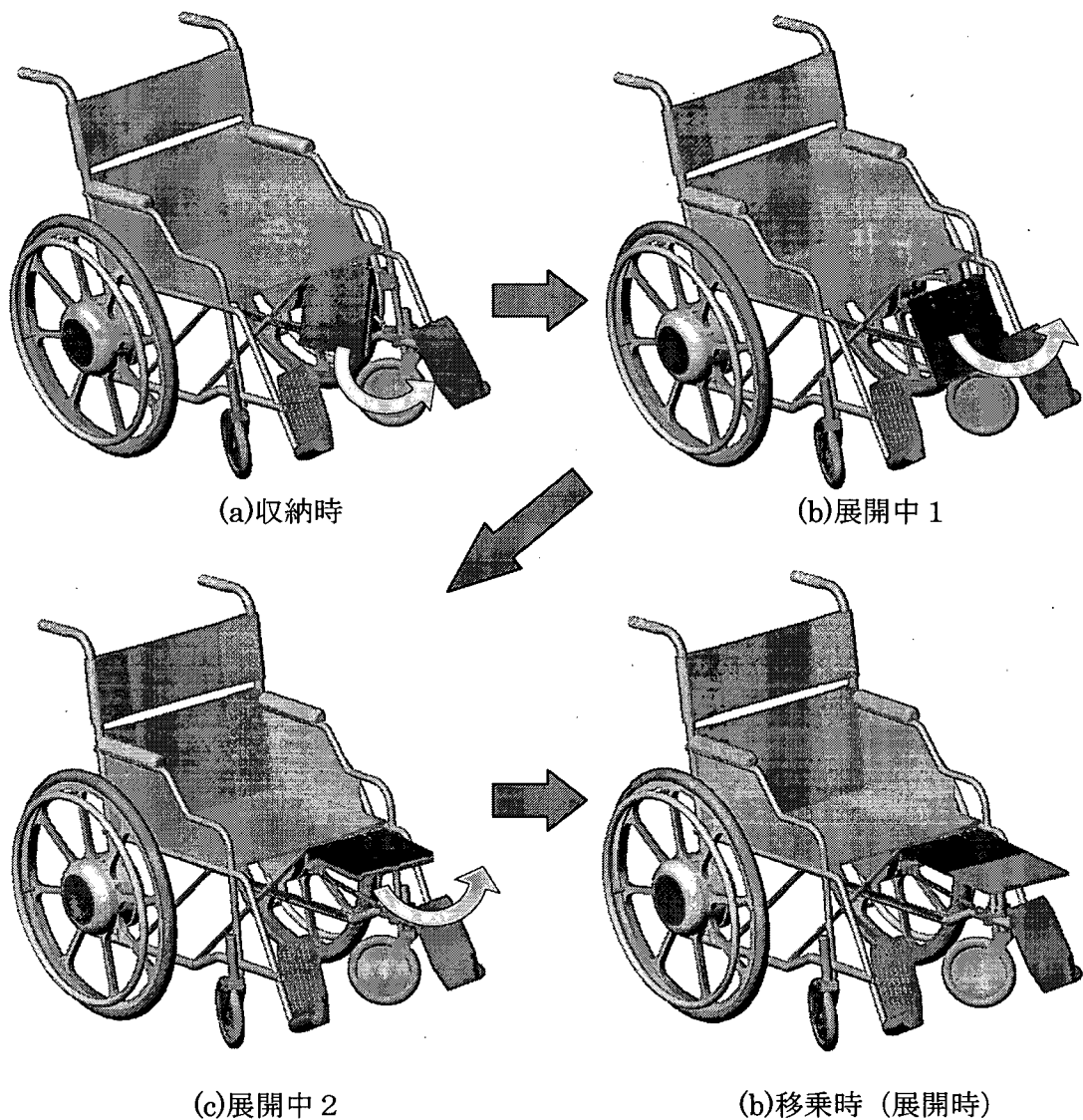


図8 展開の様子

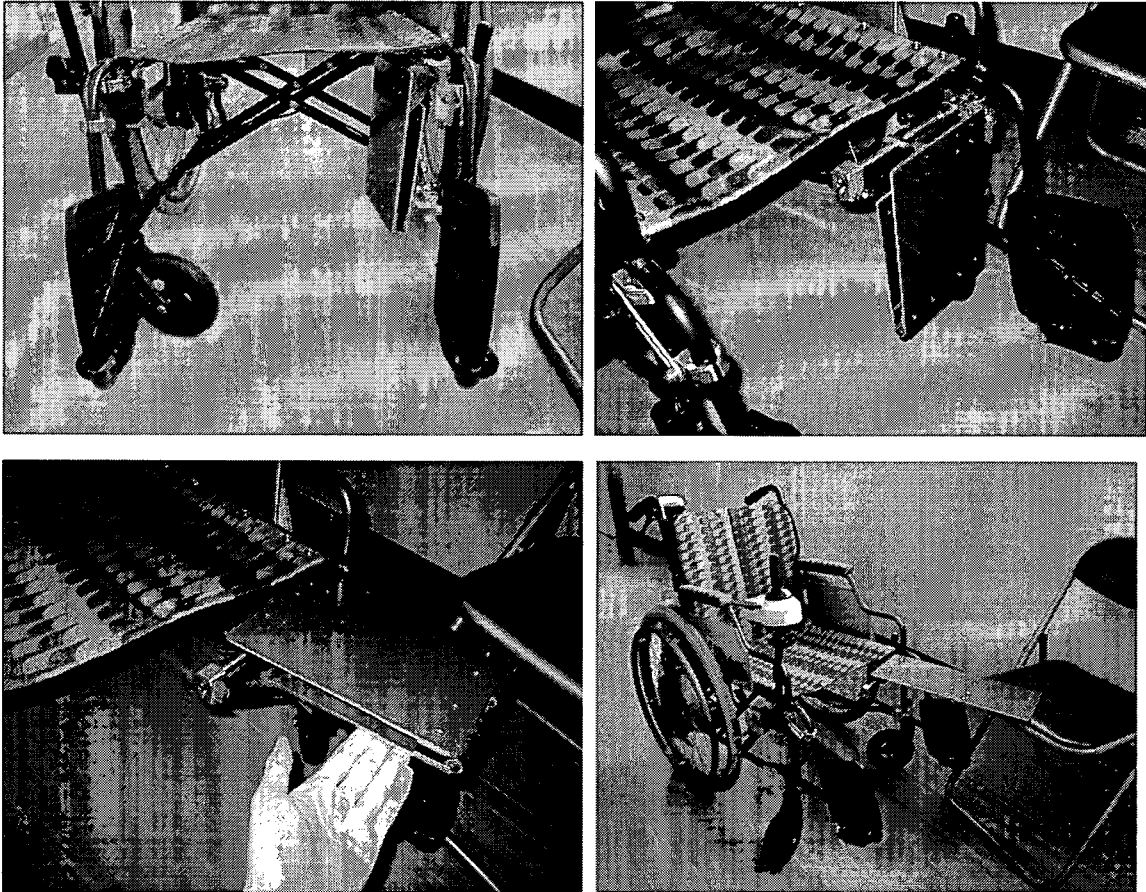


図9 試作した移乗補助具

厚さ 40 mm である。展開時には座面として幅 150 mm×長さ 400 mm となる。材質は可動部の軸周辺がステンレス鋼、座面等はアルミ合金とした。

本研究で提案する補助具の指針が有用であるかを確認するために、簡単な検証を行うこととした。まず開発した補助具を実際に車いすに取り付けて動作を確認した。取り付けについては前述の通り、車いすへの加工等を行わず、市販されている一般的な車いす本体フレームへの挟み込みによって行った。取り付けた状態で展開、収納を行ったが問題なく行えた。また、車いすの折りたたみも問題なく行えた。補助具上に乗り、体重をかけて揺

らしても破損することもなく強度的にも特に問題はなかった。

次に試作した移乗補助具について車いす使用者による評価を行った。評価については車いすとベッド間の移乗により行った。移乗の様子を図 10 に示す。対象としては手指能力が多少は残っているが余り大きな力を出すことは出来ず、上肢については完全な前方挙上を一人で行うのがやや困難な程度であった。姿勢保持能力についてはストック・マンデビル方式において P 程度であった。実際の使用においても上記障害者が一人で移乗を行うことは可能であった。展開、収納については制約上確認を行うことができな



図10 移乗の様子

った。なお、今回は簡易的な設計を元に試作を行ったため、座面の上にクッションを敷くと補助具との間に高さの差ができてしまったため補助具上にもスポンジを載せて高さを調整した。しかし補助具への移動、補助具からの移乗においてはスムーズに行うことができた。また、トランスファボードと異なり補助具の一部が車いすと固定されているので多少乱暴な動作を行っても補助具が落下する事はなかった。ただし、ベッド側に関しては固定されていないので、ベッド側については荒い動作を行うと落下する可能性は考えられる。

使用者からの意見を聞いたところ、トランスファボードよりも移乗が容易であり、持ち運びが簡単で便利である、片麻痺の人にはとても向いているとの評価を

頂いた。

D. 考察

1. 既製品調査とモニタリング、移乗動作の調査

調査の結果、既存の移乗補助具では汎用性、価格、導入のしやすさ、安全性などの点においてそれぞれ一長一短であった。また、ほとんどの移乗補助具が介助者によるサポートが前提となっており、一人での移乗が困難であった。車いすの一部が外れるあるいは変形しないと使用できないなど、補助具を使える車いすに制約があるものも少なくはなかった。これらの事から現状の移乗補助具では車いす使用者一人での移乗を行うことは非常に困難であると考えられる。また意見調査の過程で、介助者に頼らず自立生活を

送る上で移乗は大きな問題となっており、無理をすれば一人での移乗も不可能ではないが負担が大きく危険なため現状では介助者に頼った形での移乗補助具の使用が多いとの意見があった。

移乗動作と使用者の障害、能力については一意に結びつけることが困難であるため、本研究において評価・判断指標として①手指能力、②上肢能力、③ストローク・マンデビル方式を用いた姿勢保持能力の3つによる判断方法を提案した。これにより障害の度合いだけによる判断に比べ、より詳細かつ容易に能力区分を行うことが出来る。そしてこの基準を元に考案する移乗補助具の使用対象を明確にした。また専門的な知識、測定を行わずに使用者自身で能力を判断することが出来るので、使用者自身で使用可能な補助具を選定することも可能となる。判断基準が障害ではなく能力を基準としているため、障害の種類に依らずこの判断方法を用いることが可能である。

展示会などでの現状調査の結果においては、移乗補助具については開発などが停滞気味に見受けられた。その原因としては市場として現在、パワーリハビリテーションへと流れが向かっていたため一時的にその他の製品について開発が停滞したこと、既存の移乗補助具としてトランスファボードのように簡易的なタイプとリフトのような大がかりなタイプの両極が既にあるためと考えられる。しかし、最も用いられているトランスファボードでも、携帯性や介助者によるサポートの問題があるため我慢して使っているという声が多かった。従って移乗補助具につ

いてはまだ開発の余地があると思われる。

2. 機構の考案, 仮設計

これまでの調査を元に、開発する移乗補助具としての指針を決め、仮設計を行った。特徴としては一人での移乗が可能になるよう配慮し、また既存の移乗補助具の問題である携帯性や使える車いすの制限についての解決を図った。さらに、車いすの形状調査の結果より、多くの車いすにおいて採用されているフレーム構造を活用することで、車いすへの改造を行わずに取り付けられようにした。大がかりなものではないので価格も高額にならず、また設置スペースの問題もない。多くの車いすにある折りたたみ機能についても問題なく使える。従って比較的容易に導入を行える。また対象とする障害者の能力としては自立を念頭において決定した。屋内での活動、ならびに外出を一人で行える能力を持った人を対象とした。

3. 動作検証

仮設計案を元に試作を行い、実際に動作を検証した。試作したモデルは提案する補助具の特徴が有用であるかを確認するためのもので、機構面を重視して試作を行った。車いすの取り付けについてはアタッチメント方式を採用しているため、改造などを行わずに取り付けることができ、使用時も問題なく固定が行われていた。また、今回は材料に金属を用いており、強度的には十分であった。補助具の展開、収納についてもスムーズに行うことができ、車いすとの干渉などは起きな

かった。

車いす使用者による評価においてはクッション、移乗先のベッドの高さに差があるため補助具の上にスポンジを載せて動作評価を行う必要が出たが、移乗動作については問題なく行うことができた。展開、収納については評価を行えなかったが、移乗動作については15~30秒程度で行うことができ、また単独での移乗も可能であった。移乗動作については練習を行うことでよりスムーズに行えそうであった。また、トランスファボードと違い補助具の一部が車いすに固定されているため、ずれ落ちる可能性が減り、さらに安定した移乗を可能とした。

E. 結論

本研究では車いす使用者の自立支援のための移乗システムの開発を目的として研究を行ってきた。本年度は開発に際し、既存の補助具調査、ならびに車いす使用者の能力と移乗に関する関係についての判断指標を提案した。これにより障害の種類に依存することなく能力区分を行うことができ、また対象とする障害者を明確にした。そしてそれを元に車いす使用者が一人での移乗を行える事を前提とした移乗補助具を提案した。この移乗補助具は既存の補助具にあった問題点を解決している。そして、提案する移乗補助具について仮設計を行い試作した。試作した補助具により実際の車いす使用者による動作検証を行った。その結果、一人での移乗を行うことができた。しかし、移乗先や車いすのクッションにより段差が生じてしまい、スポンジを載せての移乗

となった。高さについての対応が今後の課題となる。また、今回は機構面と方針の確認を重視して設計、評価を行った。その結果、本研究で提案する自立型の移乗システムは有用であると確認することができた。そこで今後は使いやすさや機能面、材質や形状などの改善を行っていき、並行して別のタイプによる補助具も考案していく。また、展開から移乗、収納と一連の動作についてもより容易に、簡単な動作で行えるように研究を進めて行く。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究報告

1. 論文発表

Yusuke Kobayashi, Hiroaki Seki, Yoshitsugu Kamiya, Masatoshi Hikizu, Mitsuyoshi Maekawa, Yutaka Chaya and Yasuzi Kurahashi, Development of A Non-powered Lift for Wheelchair Users - Mechanism to Transmit Rotation of Wheels by Many Rollers -, Mechatronics for Safety, Security and dependability in a New Era, 2007, pp. 47-52,

2. 学会発表

小林裕介, 大槻圭佑, 自立支援型移乗補助具の開発, 2008年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, 2008, pp183-184

大槻圭佑, 小林裕介, 車いすからの移乗

についての調査, 北陸信越学生会第 37 回
学生員卒業研究発表講演会論文集, 2008,
pp727-728

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

特になし

2. 実用新案登録

特になし

3. その他

特になし