

距離[mm]

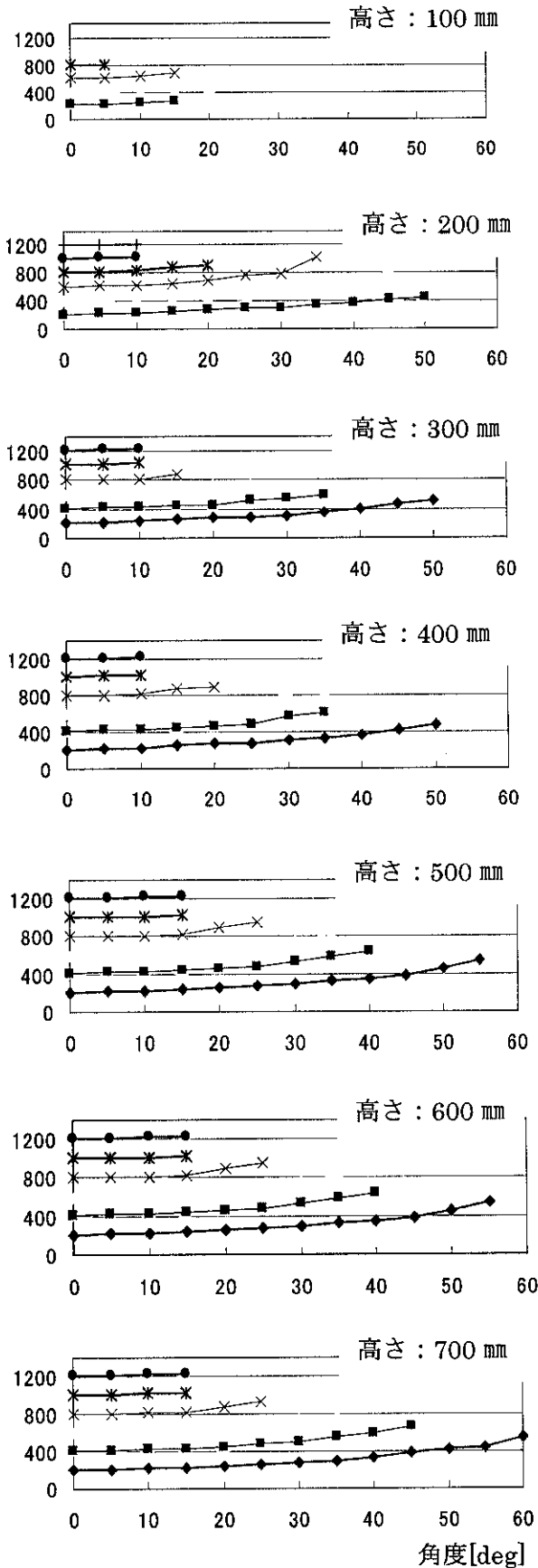


図2 超音波センサ(UD-320)の特性

では計測不可能であった。1000 mmの距離では、高さ 300 mmから計測可能であり、2000 mmの距離では 400 mmの高さからであった。しかし、距離 2000 mmでの 400 mmの高さは 0°と 5°しかデータが取れず、安定してデータが取れたのは 500 mmからであった。角度に対する計測距離の傾向は短距離用センサと同様な結果が得られ、角度がつくにしたがって距離が大きく計測される傾向が見られた。計

距離[mm]

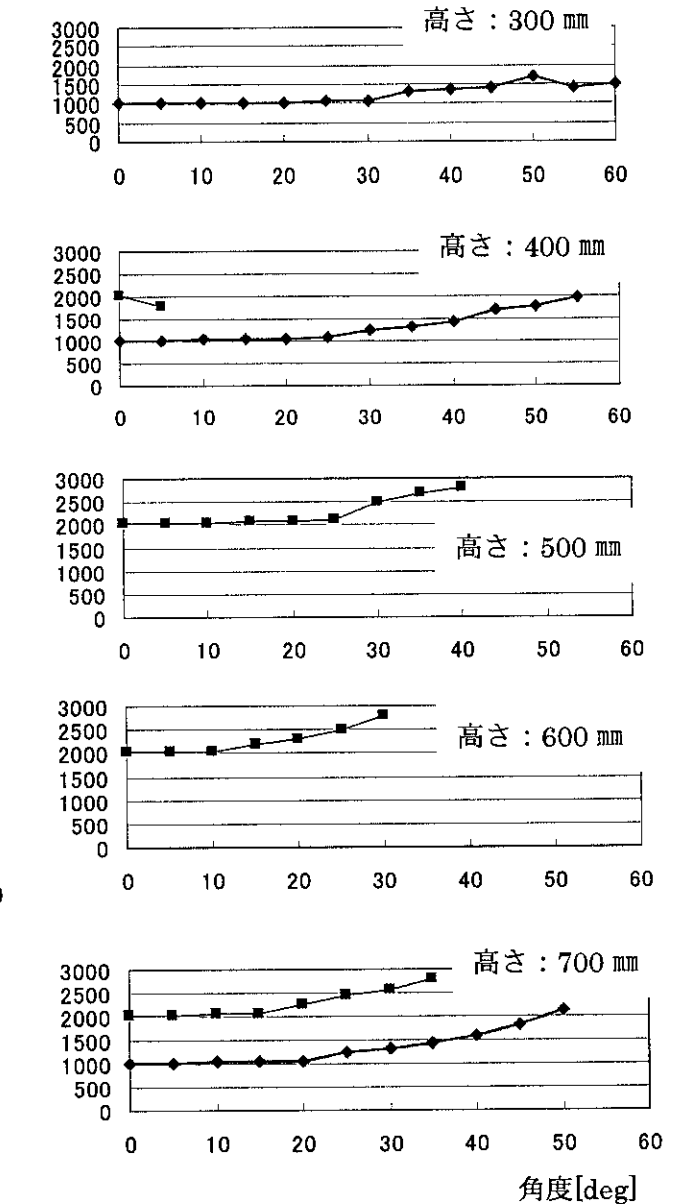


図3 超音波センサ(UD-360)の特性

測可能な角度の範囲は、距離 1000 mm で 50° から 60°、距離 2000 mm で 30° から 40° であった。

D. 考察

1. 衝突回避装置のコンセプト

電動車いす使用状況調査の結果から、衝突回避装置のコンセプトを検討した。その結果を以下のようにまとめた。

- 1) 障害物を検出したときに停止するのではなく、基本的には回避行動をとる。
- 2) 実用場面では、ベッド等へ寄せたり、ぎりぎりの幅の所を通り抜ける場面が見られる。したがって、従来の障害物との距離のみで判断するのではなく、速度も考慮に入れた回避の判断・動作を行う。
- 3) センサは非接触式の距離計をメインで考え、最終的な衝突の判定用に接触式も考慮に入れる。これにより草むらなどでの走行を考慮に入れる。
- 4) 回避行動は操作者の意図を最大限くみ取るようなアルゴリズムを考慮する。すなわち、回避行動中でも自動走行にはせず、操作者からの入力によって動作を変更する。
- 5) 汎用性を考慮して、衝突回避装置は市販のモジュール型電動車いすの操作入力系と電動車いす本体の制御系との間に挿入す

るものとする(図4)。したがって、センサ、制御回路とともに、操作入力系および電動車いす本体の制御系とのインターフェースをとる必要がある。

- 6) オプションとして段差の検出モジュールも組み込むこととする。

2. 障害物検出センサの特性

今回の計測結果より、超音波センサでは床からの高さによる影響が大きく表れることが明らかになった。これは視野角の問題で、床面が計測範囲に干渉してしまうことが原因と考えられる。本結果より短距離用センサでは 300 mm 以上、長距離用センサでは 600 mm 以上の高さが必要と考えられる。これより、短距離用は電動車いすの足もとの状況を検出し、停止制御用のセンサとして有効であり、長距離用センサはある程度高さのある位置に設置し、比較的離れた位置をセンシングし、減速制御用のセンサとして有効であると考えられる。

また、障害物対象面とセンサの照射角度の影響が大きいことも明らかとなった。今回得られたデータを基に、各条件における誤差 10% 以下の角度を表 1、表 2 に示す。但し、計測不能になった条件については、計測可能

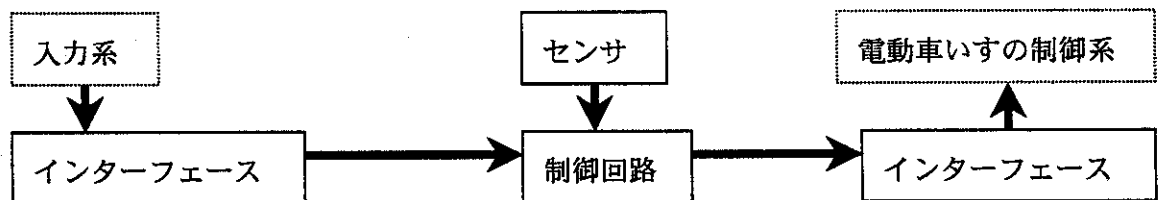


図4 機器構成

表1 誤差1%以下の限界角度(UD-320) (deg)

高さ(mm)	距離(mm)					
	200	400	600	800	1000	1200
100	5	15	10	5	—	—
200	10	15	15	15	10	10
300	10	15	15	15	10	10
400	5	15	15	15	10	10
500	10	15	15	15	15	15
600	10	15	15	15	15	15
700	10	15	20	15	15	15

であった最大角度を示している。短距離用(UD-320)では距離200mmでは5°から10°が限界であったが、その他の距離では10°から15°が限界であった。最大でも15°の角度がつくと、データに含まれる誤差が大きくなることになる。また、長距離用(UD-360)では15°から30°の間の値を示した。短距離用よりもやや角度に強い傾向が見られた。しかし、対象平面とセンサの角度は計測データに大きく影響し、センサの配置や個数を決める段階で、これに対する対策を考慮する必要がある。

表2 誤差1%以下の限界角度(UD-360) (deg)

高さ(mm)	距離(mm)	
	1000	2000
300	30	—
400	25	—
500	—	25
600	—	15
700	20	15

E. 結論

重度の障害もった高齢者・障害者の自立移動を実現するための方策として、電動車いす操作における判断力を補助する装置に着目した。そのために、衝突を回避する装置の開発を目指し、電動車いすの使用状況調査を行った。その結果、電動車いすの実用場面では、従来の距離のみを検出して停止する方法では有効では無いことが分かった。そこで本研究では速度も考慮した衝突回避動作を行う装置を開発することとした。これを基本とし、調査結果を踏まえてコンセプトの検討を行った。また、本装置のコアの部分であるセンサの検討もあわせて行った。その結果、超音波センサでは床からの高さの影響および対象面とセンサの角度がデータに大きく影響することが明らかになった。今後、これらの結果を基に、衝突回避装置の具体的な設計製作をすすめていく予定である。なお、装置の試作において、(株)キャリパーをはじめとする大田区異業種交流会の協力を得た。

F. 研究発表

1. 学会発表

- ① 井上剛伸, 他, 国立リハセンタ・シーティング・クリニックにおける重度脳性麻痺者に対する電動車いす適合事例, 第14回リハ工学カンファレンス講演論文集, 613-616, 1999

厚生科学研究費補助金（厚生科学特別研究事業）
分担研究報告書

携帯用移乗用具の開発

分担研究者 田中 理（横浜市総合リハビリテーションセンター）

研究要旨 車いすへの移乗が困難な高齢障害者が在宅で手軽に利用することができ、外出・旅行の際にも容易に携帯可能な移乗介助用具を開発することによって、高齢障害者の社会参加を促進し、生活の質の向上を図る。

A. 研究目的

車いすを利用している高齢障害者が日常生活を送る上で、車いすとベッドや車等との移乗は本人にとっても介護者にとっても大きな負担となっている。移乗介助用具としては、人を吊り上げて移乗させるリフトをはじめ、種々の形式のものが開発され、実用化されてきた。しかし、設置工事が必要であったり、機器が大きいかさばるため、在宅で手軽に使用できるものは限られており、外出や旅行等のときに容易に携帯できるようなものは実在していない。

本研究では、在宅で手軽に使用でき、さらに外出や旅行のときにも車等に簡単に積み込むことのできる携帯型移乗介助用具を開発することにより、高齢障害者の社会参加を促進し、生活の質の向上を図ることを目的としている。

B. 研究方法

現在市販されている移乗介助用具の中

で、携帯機能を実現できる可能性の高い「こまわりさん」を基に以下の点について検討を行い、1次試作機を製作した。

- ・軽量でコンパクトに収納できるようにして携帯性を向上させる
- ・被介護者の体重が介護者よりもかなり重い場合に操作力が問題になる場合があったため、操作力を軽減させる
- ・操作時に被介護者の体幹のずれ落ちを防止するためにサドルの支持性を高める

C. 研究結果

現在市販されている「こまわりさん」を図1に示す。回転テーブル式の台座に被介護者の上体を乗せるサドルを1本の支柱で取り付けた移乗用介助機である。使用方法は、サドルに上体を乗せ、両腋下を支えながらフットペダルを踏んで手前に引き寄せ、回転台座上に被介護者を運ぶ。移乗したい方

向に台座を回転させ、再び支柱を倒し移乗が完了する。重量は約12kg（本体10kg、サドル2kg）である。

本研究による試作機を図2、3、4に示す。前述の問題点を改善するために市販品から改良した点は、

1. 回転台の材質・構造
 2. 支点の位置
 3. サドル形状
- の3点である。

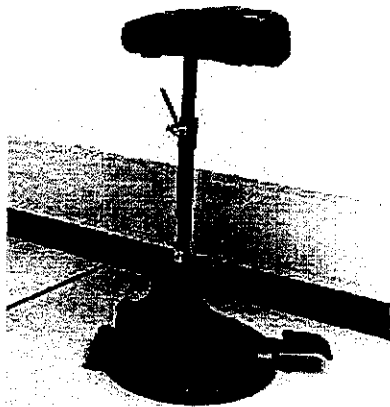


図1 こまわりさん（市販品）

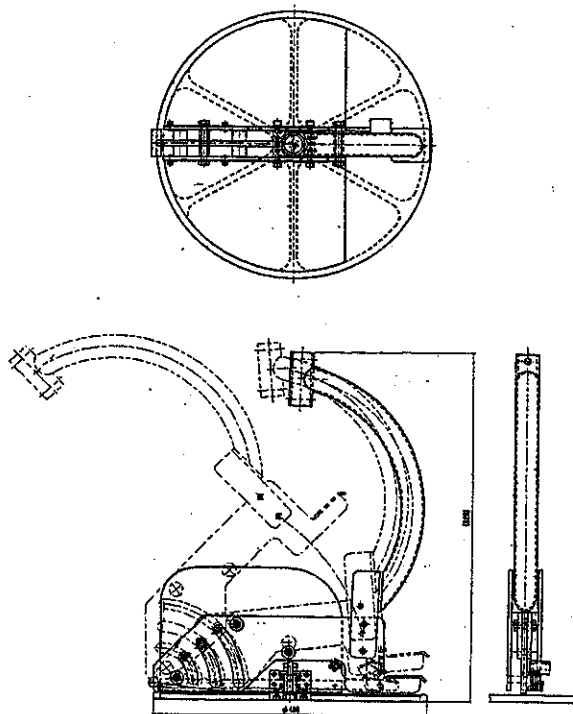


図2 試作機（サドルは市販品）

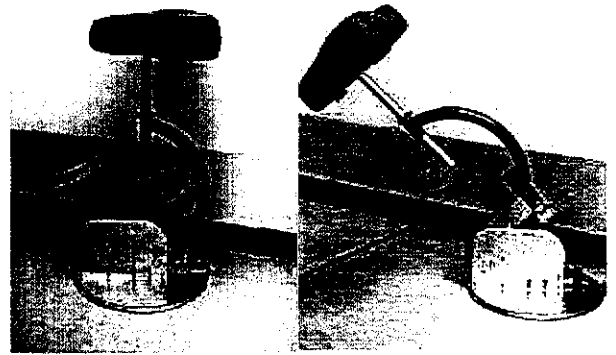


図3 試作機（サドルは市販品）

1. 回転台の材質・構造

市販のこまわりさんは、回転台をスチールで構成していたが、これをアルミ合金に変更した。また、回転台内部には、回転性を良くするために車輪を使用していたが、車輪を用いずに滑り接触による回転とした。その結果、ベースの重量は市販品が約10kg、試作機が約6.5kgと約3.5kg軽量化された。問題点は、回転台を薄くしたため、サドルを支える軸の横方向への剛性が低下したこと、滑り接触の摩擦力が大きい、の2点である。

2. 支点位置

回転台座の中心上にあった支点の位置を、試作機では回転台座の端（被介護者側）に置いた。このことによって、操作ペダルの長さを延長（0.3m→0.4m）した上で、これまで回転台座から突出していた操作ペダルを回転台座内に納めることが可能になった。そのため、回転操作時に操作ペダルを引っ掛けたりすることがなくなり、また、収納時にも邪魔にならなくなった。収納時の状態を図4に示す。支点を変更したことで、折りたたんだときのサドル

ル差込軸と操作ペダルの突出量が減った。さらに、支点とサドル軸の中心をずらすことで、ペダルを踏んで被介護者の身体を持ち上げる際の操作力が軽減された。

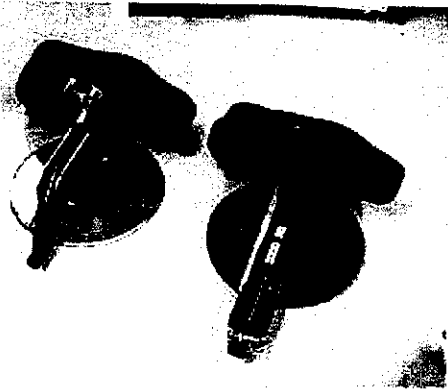


図4 試作機 (左)、市販品 (右) の収納状態

3. サドル形状

市販品のサドルはスチールの芯材にウレタンクッションを被せたもので、被介護者を乗せる部分は平らであったため、乗せ方によっては被介護者がずれ落ちてしまうことがあった。試作では、柔軟性のある熱可塑性樹脂で曲面を構成してフィット性を高め、両端の部分を腋下に挟むような形状にしてずれ落ちないようにした (図5)。

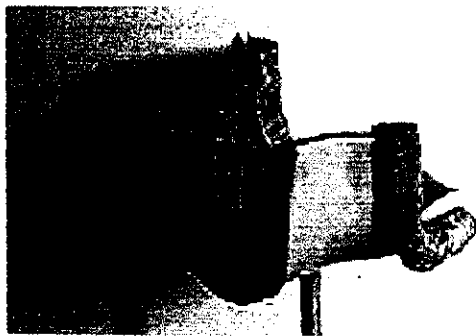


図5 試作したサドル

また、スチールの芯材をなくすことでサドルの重量が2kgから1kgに軽量化された。

D. 考察

被介護者とこまわりさんの位置関係が同じ場合、市販品と試作機について介護者が操作する際に必要な操作力 (足で操作ペダルを踏む力) を比較すると以下のようになる。

・市販品

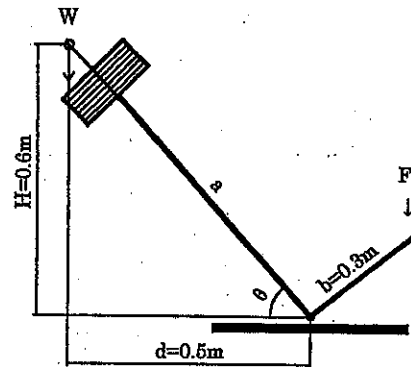


図6 市販品

$$a \times W \cos \theta = b \times F \sin \theta$$

$$F = \frac{aW \cos \theta}{b \sin \theta} = \frac{a}{b \tan \theta} W$$

$$= \frac{\sqrt{0.6^2 + 0.5^2}}{0.3 \times 1.2} W = 2.2W$$

・試作機

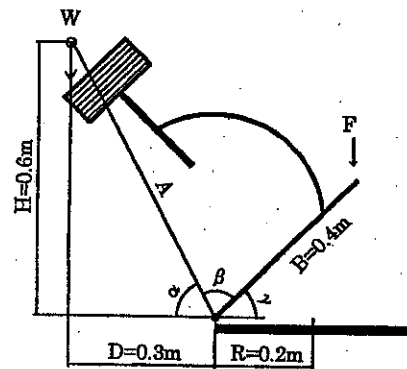


図7 試作機

$$A \times W \cos \alpha = B \times F \cos \gamma$$

$$F = \frac{AW \cos \alpha}{B \cos \gamma} = \frac{A \cos \alpha}{B \cos(\pi - \alpha - \beta)} W$$

$$= \frac{\sqrt{0.6^2 + 0.3^2} \times 0.3 / 0.67}{0.4 \times \cos(\pi - \tan^{-1} 0.6 / 0.3 - \cos^{-1} 0.2 / 0.67)} W$$

$$= 1.0W$$

試作機に必要な操作力は市販品の約半分になる。これは、支点が被介護者側に近づくことによって、市販品に比べてサドルを倒す角度が少なくて済むためである。逆に市販品では操作力を小さくするためにはできるだけこまわりさんを被介護者に近づける必要があったが、車いすのフットプレート・キャスター等が邪魔になるため、あまり近づけることができなかった。

市販品と試作機について動作時の被介護者の重心の軌跡を示したものが図8である（機器と被介護者の位置関係が前述の場合）。

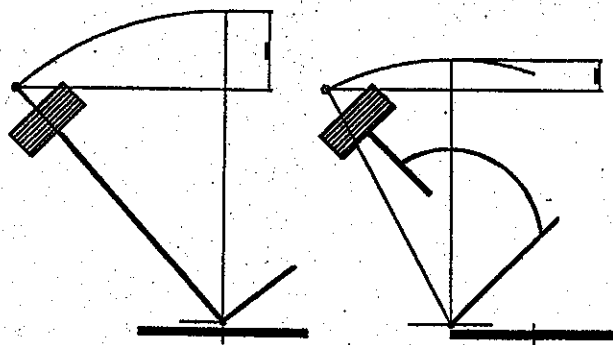


図8 市販品（左）、試作機（右）
被介護者重心の動作軌跡

市販品の揚程

$$\begin{aligned} h &= A - A \sin \theta = A - A \times \frac{H}{A} \\ &= A - H = \sqrt{0.6^2 + 0.3^2} - 0.6 \\ &= 0.07(m) = 7(cm) \end{aligned}$$

試作機の揚程

$$\begin{aligned} h &= a - a \sin \theta = a - a \times \frac{H}{a} \\ &= a - H = \sqrt{0.6^2 + 0.5^2} - 0.6 \\ &= 0.18(m) = 18(cm) \end{aligned}$$

被介護者に支点が近づいたため、回転半径が小さくなり、垂直方向の揚程が少なくて済む。したがって、介護者に必要な操作力はここでも軽減されている。

以上のことから支点の位置を変更したことで介護者の操作力が大幅に軽減されたことが分かる。

E. 結論

携帯性と操作性の向上に重点を置いて1次試作機を製作した。

携帯性は、軽量化と折りたたんだときのコンパクトさについてある程度目処がたった。今後は問題点の改善、およびさらに軽量化の検討を継続していく予定である。

操作性は支点の位置を変更することで、市販品よりも軽い力で操作することが可能になった。また、被介護者のずれ落ち防止として、サドル形状を変更した。これらについては、フィールドテストを行いながら操作性の面で完成度を高め、より使いやすいものとしていきたい。