

## 高齢者用自動走行車椅子の開発

### Development of an electric wheelchair for a senior citizen

勝 田 基 嗣 (機械工学科)

#### 1. 緒言

高齢化が進んでいる今日、高齢者は運動機能が年齢の増加とともに低下し、行動範囲が徐々に狭くなっていく。さらに身体の各部分に障害が現れ、手術等を余儀なくされる事も多くなっていく。このような人口が増加すれば介護者もおのずから増員しなければならない。これら問題を抱えている人々に対し、早急に社会復帰の可能性を有するアシスト機器の開発が不可欠である。現在、これらに対する対策は幅広く行われており、巷でもよく見かける車椅子をはじめ、自動走行車両、階段の昇降可能な車椅子など移動用の機器として開発は行われている。それらの中で室内専用車椅子は少ない。最近では、家屋や病院内の狭いところでもある程度自由に行動ができ、さらにトイレ、ベッドなどの横方向に移動可能な車椅子の必要性が望まれている。このような車椅子があれば、その都度介護を必要とする障害者でも自力で行動でき、介護者の手を煩わす回数も軽減し、中には介護を不必要とする障害者も出る可能性がある。本研究では全ての機能を含む機器の開発は今の所不可能であるが、まず先述の狭い場所での回転、立上がり時における筋肉負担の軽減、横方向移動可能機構、この3点に注目し、少しでも介護者の補助を必要とせず自力で行動可能な車椅子の開発を試みた。

#### 2. 目的

障害者が簡単に操作できるような操縦性が良い機器を製作する。日本家屋は廊下やトイレなど、あらゆる場所が狭い構造になっている。そのような家屋や病院のベッドの間など、狭い空間でも自分の思い通りに移動可能な車椅子を製作する事を目指した。この車椅子を作る最大の目的は、安価で一般家庭にも購入しやすくし、多くの障害者に使ってもらえるような車椅子。障害者を社会復帰できるような機構にすることである。介護者の力を借りずに、一人で行動可能な自立した生活を送れることをコンセプトにしている。また、介護が不可欠な場合、介護者の負担をより軽減することを目的とした。

#### 3. 実験方法

##### 3-1 被験者 20代健常者 男性 数名

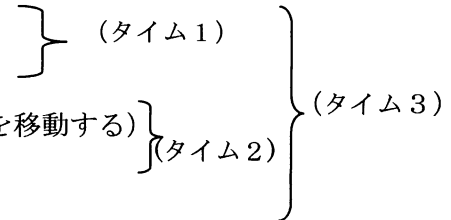
この車椅子の操縦にはある程度訓練を必要とするので一般的な車椅子について十分に慣れているリハビリテーション科の先生に実験を行ってもらった。電動車椅子は、被験者全員が初めて操縦することとし、操縦の練習は行っていない。

##### 3-2 測定条件

- ①ベッドの高さを一般的な60[cm]に設定する。
- ②ベッドから車椅子を平行に20[cm]離れた場所から測定を開始する。
- ③動作手順を統一する。
- ④電動車椅子の場合に限り、あらかじめベッドの高さに座面の高さを合わせておく。

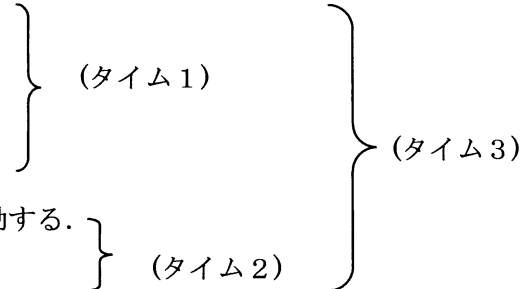
### 3-3 電動車椅子での測定方法

- ①「始め」の合図で測定を開始する。
- ②手すりを上げ、スライディングボードをベッドに固定する。
- ③腕の力のみでベッドに移動する。(スライディングボードの上を移動する)
- ④ベッドに深く座った状態で測定終了。



### 3-4 一般的な車椅子

- ①「始め」の合図で測定を開始する。
- ②ブレーキを解除する。
- ③ベッドに移動しやすい場所に移動する。
- ④ブレーキをかけ、フットレストを上げる。
- ⑤体を移動させ、腕の力のみでベッドに移動する。
- ⑥ベッドに深く座った状態で測定終了。



### 3-5 測定値

被験者は、電動車椅子および一般的な車椅子共に5回ずつ測定を行った。タイム1はベッド移動までの準備の状態までの時間を表している。タイム2は移動準備状態からベッドに深く座るまでの時間を表している。タイム3は測定開始から終了までの合計時間を表している。グラフに表されている数値は5回の測定の平均値である。

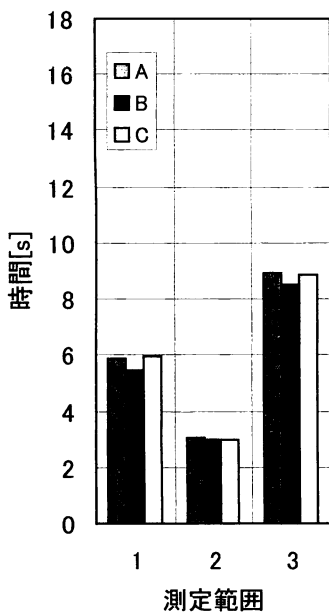


Fig1 電動車椅子

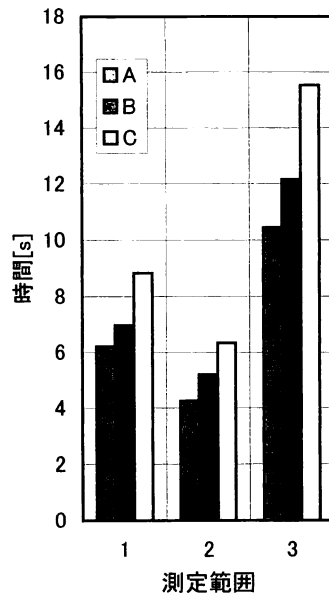


Fig2 手動車椅子

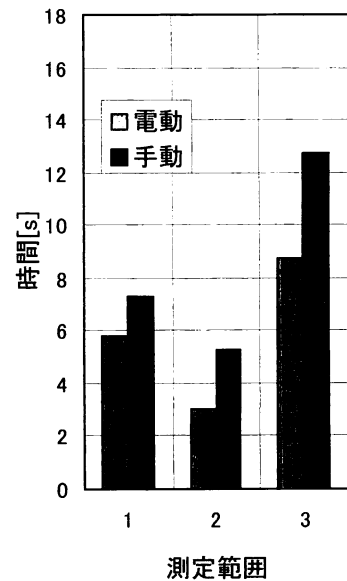


Fig3 電動車椅子と手動車椅子の比較

## 4. 結果

Fig1は電動車椅子を使用した時のベッドへの移動時間を測定結果である。Fig2は一般的な手動車椅子使用での測定結果を示している。A, B, Cはそれぞれ被験者を表している。電動車椅子でのベッドへの移動はどの時間帯においても被験者にほとんど差が見られない。一方、手動車椅子は被験者によって時間差が生じている。これは、手動車椅子では自分で全体重を支える必要があり、筋力・体重などに大きく左右されてしまうため個人差が生じたものと考えられる。Fig3は電動車椅子と手動車椅子の経過時間の比較である。どの経過時間においても、電動車椅子の経過時間のほうが短い。タイ

ム1で時間差が生じているのは、手動の車椅子でベッドに乗り移る時に移動しやすい位置まで車椅子をずらさなければいけなければ、電動車椅子の場合は平行に移動できるため、移動する距離が短い。その差が生じたと考えられる。タイム2の時間差は、手動車椅子では自分の体重を全部自分自身で移動させなければならないため、筋力・体重などに左右され、時間が長くなってしまう。Fig3の結果より、すべての経過時間において電動車椅子のほうが時間が短い。このことにより、電動車椅子のほうが容易にベッドに移動でき、乗る人の負担を軽減していることが明らかである。

## 5. 電動車椅子の各部分の機構詳細

### i) スライディングボード

木材の丸棒が回転することで、ベッドや便座の移動がスムーズに行えようように丸棒の先端には転がり軸受けを使用し、より簡単に移動できるシステムを採用したのでより早く移動できる。このスライディングボードは両側についており、左右降りたい側から乗り降り可能な機構にした。

### ii) 360° 回転機構

駆動輪を真ん中に置くことによりその場で360°回転することができる機構にし、JOYスティックの操作で左右の車輪を逆回転させ、回転半径を最小にすることができるようにした。

### iii) 上下機構

リニアヘッド機構により、上下移動ができるようにした。さらに電磁ブレーキがきくようにしたため、自分が止まりたい位置にくるとスイッチをニュートラルにすることで静止できる機構とした。問題点は一転支持の構造になっているため、上に行くほど座面が不安定になる可能性が生じる。

## 6. 既存の車椅子の短所

- i) 短所：座面が固定した状態から起立した場合、脚部の筋力および背筋力を利用しなければならない。利用者が膝、大腿部、腰などに障害を持つ人はその都度大きな痛みを伴うこととなる。
- ii) 起立する際には必ず介護者の補助が必要となる。
- iii) 介護者は座った障害者の体重を全面的に支えなければならない。その際姿勢が少しでも変則な体位であった場合、不安定または介護者が腰痛になる可能性もある。
- iv) 回転半径が大きいので狭いところでは回転できない。

## 7. 製作した車椅子の短所・長所

Fig4, 5は今回製作した電動車椅子である。

### I 短所

- i) 車椅子の乗車時に一人でスライディングボードを今の段階では重量が重いため上げられない。
- ii) 座面が一点支持になっているのでやや不安定。このため、同時に背もたれも不安定になっている。
- iii) 全体の重量が重たい。
- iv) JOYスティックの操作がとてもシビアなため操作が難しい。

### II 長所

- i) その場で360°回転ができる。
- ii) 上下機構がついているため、自由に高さを調節できる。
- iii) スライディングボードによって、ベッドなどに容易に移動が可能である。

## 8. 改善点と改善策

### I 改善点

- i) スライディングボードの軽量化
- ii) 座面の安定性の強化
- iii) フットレストの安定性の強化

iv) 上下機構のモータの軽量化

v) JOY スティックによる正確な操縦性

## II 改善策

i) 現在スライディングボードはアルミの角材および木材の丸棒を用いて作成されている。このため、スライディングボードはかなり重い構造になっている。片手では持ち上げることは困難である。まして、高齢者または障害者では持ち上げることがさらに困難であり、介護者を必要とする。このようなことより、スライディングボードの骨組みには強化プラスチック、ローラ部分にはウレタン素材など軽量の素材を使用し、極力軽量化を図らねばならない。

ii) 制作した車椅子の座面は一点指示となっているので不安定となる。この改善策は、座面を上下させるリニアヘッドの台座を広くし、3本または4本の腕を設け、座面を安定させる方法を考えている。

iii) フットレストの現状は、アルミ板を加工し、フレームに当てて固定させているため、乗車している人の全体重がかかった場合アルミ板は変形し、乗車している人は転倒してしまう可能性がある。高齢者、障害者にとって転倒は大怪我につながる危険性が高く、早急に改善しなければならない。このため、安全性を確保する機構にしなければならない。

iv) モータの重量が重く、車体全体の重量増加にも影響している。車椅子に必要な耐荷重は200kgなのでもう少し軽量のリニアヘッドを使用しても問題はないと考えられる。リニアヘッドを軽量化することにより、車両全体の軽量化も図ることを考えている。

v) JOYスティックは市販されている物を使用している。このJOYスティックは360°どの方向にも使用できる反面、真横に走行できるように操縦することがとても困難である。少しでもある点はずれてしまうと、その場で回転することは出来ず回転半径が大きくなってしまふ。この現象を回避するにあたって、JOYスティックの操縦部に十字に穴を開けたクラッチ板の導入を検討している。クラッチ板を入れることにより斜めに走行することは不可能になるが、正確に左右前後に走行が可能になる。このことにより、その場で360°回転することが誰にでも可能となる。高齢者、障害者は正確に操作しているつもりでも、どうしてもずれてしまうことがよく起こる。この改善策であれば、操作できる方向は限られてしまふが、誤作動などの危険性がなくなるため高齢者、障害者にとって最善の策と考えている。

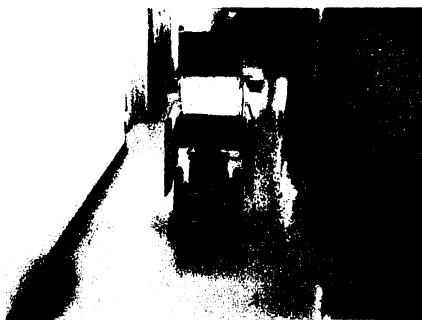


Fig. 4 製作した車椅子



Fig. 5 スライディングボード使用時

## 9. 結言

- 1) 手動車椅子と電動車椅子でのベッドへの移動を比較すると、電動車椅子のほうが移動時間が短縮されるため、容易に移動することが可能である。
- 2) 今回試作した電動車椅子は大幅な軽量化が望まれる。たとえばスライディングボードが現状では片手で引き出すことは不可能に近いためである。
- 3) 試作電動車椅子は少しの段差も上ることが難しい。このため、キャスターにサスペンション機構を付加するなどの加工が必要である。
- 4) 本研究で開発した電動車椅子に3点の機構を導入した結果その効果の有意性が認められた。