

## 車椅子用段差解消装置のデザイン開発

平野 聖<sup>1</sup> 太田 恵三<sup>2</sup> 守分 巧<sup>3</sup>

<sup>1</sup>川崎医療短期大学 医用デザイン科

<sup>2</sup>オオタ株式会社

<sup>3</sup>ソレックス株式会社

(平成9年9月17日受理)

### A Design For Wheelchair Lifting Device

Kiyoshi HIRANO<sup>1</sup>, Keizo OTA<sup>2</sup> and Takumi MORIWAKE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Medical Illustration and Designing,*

*Kawasaki College of Allied Health Professions*

*Kurashiki, Okayama 701-01, Japan*

<sup>2</sup>*OHTA Corporation*

*Okayama Okayama 701-01, Japan*

<sup>3</sup>*SOREX Corporation*

*Kume, Okayama 709-36 Japan*

*(Accepted on Sep. 17, 1997)*

**Key words** : デザイン, 車椅子用段差解消装置, 小型電動リニアアクチュエーター

### 概 要

小型電動リニアアクチュエーターを動力とするシンプルでコンパクトかつエコミーな車椅子用段差解消装置の機構を考案し、デザイン面でも特徴ある試作機を開発した。また、試作当初の段階で生じた問題点を解決すべく、改良を試みた(継続中)。

#### 1. はじめに

車椅子生活者にとって、玄関の上りかまちを始めとした段差は、その行動半径を狭める大きな障害要因となっている。バリアフリー住宅を謳ってはいても、我が国においては地面と室内の床が同一面という構造は考えられず(1階の床面の高さに関して建築基準法によれば、通常地面より最低限45cm必要)、特に玄関の上りかまちに代表される屋外から屋内への境界領域における段差は、最後まで障害として残り得る部分である<sup>1)</sup>。比較的小きな段差を解消するためには、車椅子自体に段差解消機構を組み込む方法も考えられるが、段差が大きくなるに従い小

型昇降機等のような段差解消装置が有効となってくる。

#### 2. 従来製品の研究<sup>2)~5)</sup>

従来より車椅子用段差解消装置は種々存在したが、大別すれば以下の6種類程度に要約されよう(特開平とは特許公開番号平成の略)。

(1) 油圧式……………特開平7-101687等

(2) 空気圧式……………特開平8-12221

特開平8-206160等

(3) 水圧式……………AQUATEC (Bath Lift)

以上の3種類は圧力式としてまとめられるものであり、基本的にはポンプにより圧力を負荷として与えることにより、昇降を可能とする機

構である。なお、(2)の後者及び(3)の例は車椅子用段差解消装置ではないが、入浴時の昇降装置であり、機能的には類似するものである。

- (4) ギア式 …… 実開平 3 - 51798 等
- (5) チェーン式 …… 実開平 6 - 61893 等
- (6) 丁番式 (パンタグラフ式)  
…… 実開平 6 - 25293  
米国特許第 5105915 号等

以上の 3 種類はモーター機械式としてまとめられるものであり、基本的にはモーターの動力を各方式により伝達し、昇降を可能とする機構である。

なお、これらの方式は併用されることも当然有り得る。例えば、X型のパンタグラフを油圧式のシリンダーや空気圧式のエアバッグで押し上げるタイプが存在する。

また、少数ながら巻取り型やジャッキアップ型のような手動式も存在する。

### 3. 従来製品の未解決問題

上述したような従来製品(電動式)には、概して以下のような未解決問題が存在する。

- (1) 重い(最軽量約 40 kg) …… 移動困難, 携帯不可能, 基礎工事等必要。
- (2) 大きい(最小 95 × 110 × 5 ~ 50 cm) …… 設置場所限定(狭い玄関設置不可)。
- (3) 高価(最低価格約 20 万円) …… 購入層を限定。
- (4) 機構が複雑 …… メンテナンス, 故障の問題を招来しやすい。
- (5) 進入・退出方向の限定 …… 設置場所限定(メカニズムが邪魔となり, 一方向にしか移動できないものが多い)。
- (6) 乗り込み時の負担大 …… 最低位状態における地面との段差が大きい。
- (7) デザイン …… 概して機能重視であり, デザイン面には配慮が不十分なものが多い。

### 4. 問題解決の糸口(方法)

段差解消装置に要求される条件としては、最低限(昇降移動中を含めて)常に車椅子載置面が水平でなくてはならない。ところで、つぶれた平行四辺形が長方形へ移行する様子を観察すると理解できると思うが、「平行四辺形の相対す

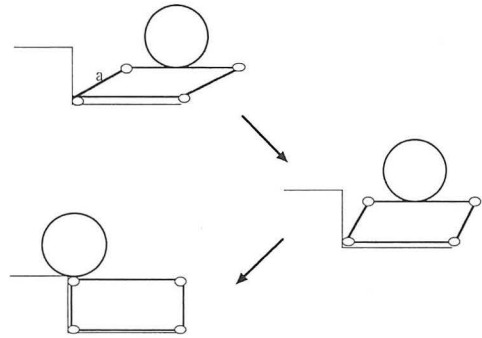
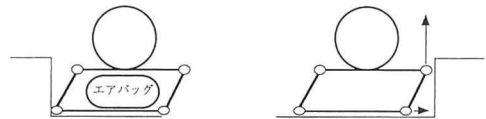


図 1 研究開発の基礎となる発想……外觀構想図(略図)の説明

各頂点が回動可能な平行四辺形の一辺(a)を移動することにより、ひしやげた平行四辺形から長方形へと形状を変化させることができる原理を応用したものである。aの部分に電動リニアアクチュエータを組み込むことにより、動力を伝達する。エアバッグを平行四辺形内部に組み込む応用形も考えられる(下左図)。辺の回転運動を上下に置き換えて、同様の形状変化を起こすことも可能である(下右図)。



る二辺は常に平行」との性質を応用すれば、上記条件を満足する機構ができないかというのが問題解決の発端となった(図 1 参照)。

それに続いて、平行四辺形の四辺を回動自在とした場合、隣接する二辺を制御することにより、換言すれば、隣接する二辺のなす角度を制御することにより、平行四辺形の形状を自由に制御できるはずだとの発想が、以下に示すような機構の基本形を導き出した。

なお、この構想を可能ならしめたかなりの部分には、安価で強力な小型電動リニアアクチュエータ(伸縮自在の如意棒のようなもの。図 2「電動リニアアクチュエータの原理」参照)の出現が、大きく寄与している。

### 5. 新機構の開発と試作

#### (1) 新機構の基本構造(原理)

小型電動リニアアクチュエータを動力とし、その伸縮運動をリンク機構(図 1 参照)を有するアーム(図 1 に表わされた a)の回転運動に変換し、該アームを水平位置から垂直位置に変

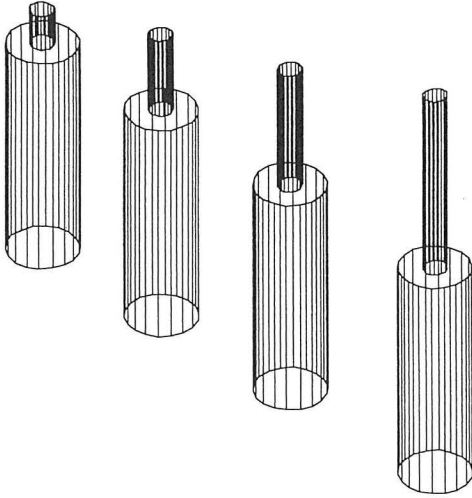


図2 電動リニアアクチュエーターの原理  
筒の内側に棒状の伸縮用部材が組み込まれており、通常油圧により伸縮運動を行うものである。例えば、ダンパーの荷台を上げ下げする場合等に利用されている。

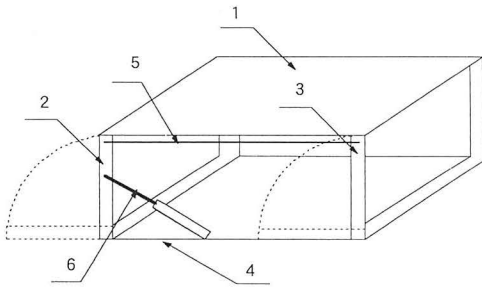


図3

化させることにより、該アームに連結された載置板（車椅子載置面）を昇降させ、結果として段差解消に資する。

(2) 構造の具体的な内容（実施例、図3参照）

形態変化の原理としては、幾何学上の平行四辺形の変化（一边を固定した平行四辺形は、相対した二辺を平行に保ったまま、直線から長方形まで変化）を立体に応用したもので、すなわち、側板の存在しない直方体（キャラメルの外箱のようなもの）がつぶれて水平な状態から、徐々に立ち上がり完全な直方体に至るまでを模したものである。概念上の直方体のうち、天板に相当するのが載置板（図3の1）であり、正面と背面は連動リンク機構を有する口の字状の

回転アーム（図3の2、3）で構成し（一つの回転アームの一端は載置板と丁番にて固定、他の回転アームは載置板を単に載せている状態）、底面には載置板と同サイズの口の字状の底枠を置くものとする（図3の4）。なお、当該底枠に各回転アームの一边が丁番にて固定されている。底枠と回転アームを電動リニアアクチュエーター（図3の6）にて連結し、アクチュエーターの伸縮運動をアームの回転運動に変換し、それを連結アーム（図3の5）によって他のアームに伝達することにより載置板を昇降させるものである。この方法によれば、動力機構は電動リニアアクチュエーター1本であり、メカニズムは極めてシンプルなものとなる。したがって、故障の軽減を図れるばかりか、軽量・コンパクトな設計を可能とし、特に動力機構を収納する部分を薄くすることにより最高位状態で載置板以上に高い突起物をなくすことで、車椅子の進入・退出方向を自由自在とすることが可能となる。しかも、最低位状態における地面との段差は、底枠の高さ（太さ）に載置板の厚みを加えたもので済むため、段差解消機に乗り込む際の負担が極めて小さい。もちろん、動力機構が安価な電動リニアアクチュエーター1本であり、動力伝達も単純な仕組みで済むため、経済的でもある。これらの特長は、従来製品の未解決問題を解消するものである。（目標を従来製品よりも「シンプル、コンパクト、エコノミー（15万円以下）」なものとするに置く。）

(3) 試作（結果）

① 試作第1号機

上述した基本設計により、試作した1号機は、以下のスペックとなった。

大きさ …… 幅70×奥行85×高さ3～40  
（単位はcm）

重 量 …… 約15kg

耐荷重 …… 荷重150kgにかろうじて作動

速 度 …… 10cm/秒

ここで明らかとなったのが、水平状態から起き上がる最初期における非力さである。100kg程度はスムーズに上昇するので通常の場合は問題ないが、電動車椅子等を想定し150kgとした場合、最初期において非常にスローペースとなってしまった。そこで、最も力を必要とする段階であ



写真 1

る、水平状態から起き上がる最初期において、何らかの補助駆動力を付加することで非力さをカバーする手段を考えた。

### ② 試作第2号機（写真1参照）

補助動力のアイデアとしては、もう1本の電動リニアアクチュエーターの追加、圧力式・モーター機械式の併用等が考えられるが、今回はシンプル、コンパクト、エコノミーの3要素を鑑み、この条件に合致する「バネ」を採用した。すなわち、回転アームと底枠間に2本のコイルバネ（トラックのあおり板に用いる非常に強力なもの）を組み込み、回転アームを押し上げる力を付加し、上昇時の動力負担を軽減することとした。もちろん、バネの力は下降時には反発するマイナス要因として働くが、いったん下降し出した載置板は、はずみが付いているせいもあり、規定位置（地面）まで全く問題なく、スムーズに下降した。それだけ、電動リニアアクチュエーターの力が強いということでもある。バネを付加したお陰で、約200kgの荷重にも余裕をもって対処できるようになったので、通常の電動車椅子に人の乗った状態にも対応できるこ

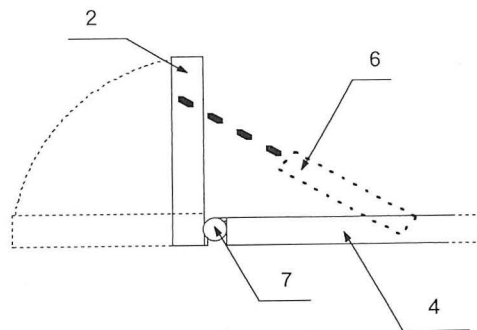
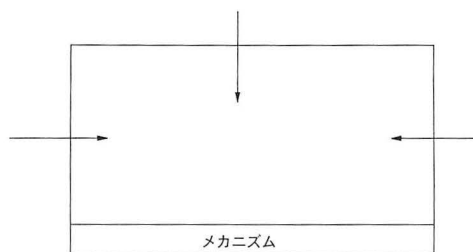
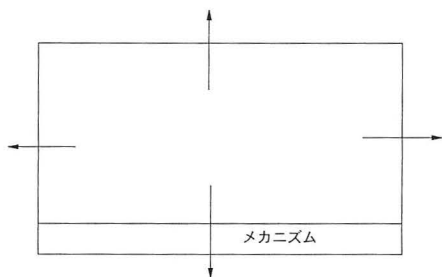


図 4



最低位状態



最高位状態

図 5

ととなった（図4参照）。

スペック（変更点のみ）

耐荷重 …… 自動車用バネの採用により荷重  
200kgを余裕をもって作動

### ③ デザイン面

今回の例では、主として安全面での配慮から電動リニアアクチュエーターを中心としたメカニズム部分をケースで覆っている。したがって、載置板を中心とした本体部分とメカニズム部分とに分けた場合、比較的メカニズム部分は造形

的に自由度が高い。そこで、メカニズム部分の高さを載置板最高位に揃え、進入・退出方向を限定しなくて済むような機能を持たせると同時に、メカニズム部分に以下のようなデザイン上の特徴を持たせた(図5参照)。角部には大きな面取り処理を施し、万一の事態の安全の確保と同時にソフトな印象を与えるよう工夫した。

色彩については、安全面を考慮し暗い場所に設置しても目立つように明るいクリーム色とした。

また、OHTAのブランドを正面に大きく表示することにより、従来のこの種物品には見られないインパクトのある外観を備えるに至った。文字色はモスグリーンとし、カバーのクリーム色とのマッチングを図った。なお、本体の骨組みである角パイプもモスグリーンとしている(図6参照)。

載置板については、視認性、汚れ防止等を考慮しアルミの地色仕上げとしている。

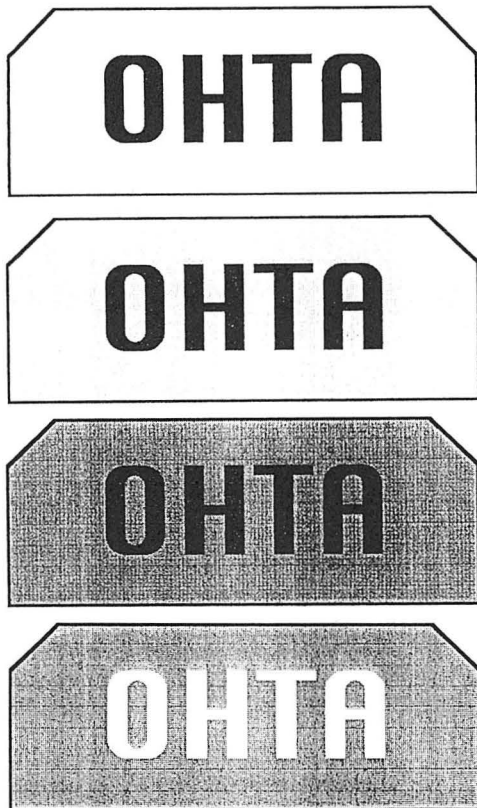


図6

## 6. 要改良点

### (1) 機構面

現段階では以上の2試作機を制作したに止まるが、試用するうちに以下のような改良を要する点が浮かび上がってきた。これらについては、順次試作予定である。

① 試作第3号機(案)……リンク機構を垂直移動に変換し、スペースの無駄を省く。

5(2)の形態変化原理によれば、その投影面積は上昇きった最高位において最小であり、下降きった最低位において最大である。このギャップをなくし、投影面積を常時最小に保つために、載置板と回転アームの間にコロ等の回転体をかませ、両者を摺動可能な状態で接続し、垂直方向へのガイドにより動きを制御することにより、載置板の前後両端が垂直軸に平行なまま昇降可能となる。これにより、設置に必要な面積を車椅子の投影面積(平面)に限りなく近づけること、すなわち必要最小限に抑えることが可能である(図7、8参照)。

② 試作第4号機(案)……補助回転アームにより、高さの限界を克服する。

当該段差解消機により車椅子等が持ち上げら

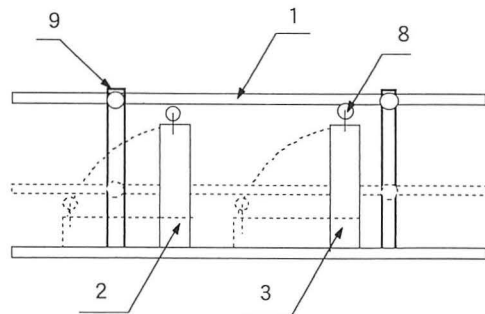


図7

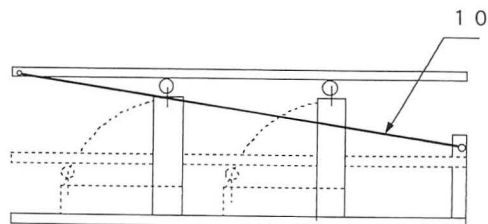


図8

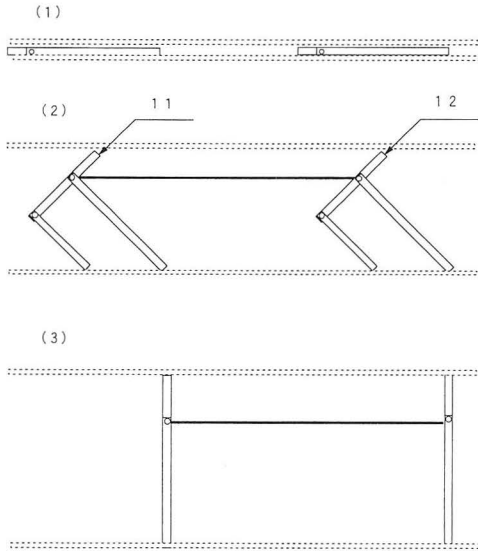


図 9

れる距離（上昇距離）は回転アーム長に拘束されるが、これはアームの強度の関係から無闇に長くすることはできない。そこで、アームの強度の限界を越えて高く持ち上げたい場合に、中折れ状に折り畳むことのできる補助回転アームを、前記各アームにそれぞれ回転自在に接続することにより、それが可能となる（図9参照）。

## (2) デザイン面

### ① バリエーション展開

特に、玄関かまちの高さに合わせなくてはならない場合のように、サイズ（幅、奥行き、高さ）については、ユーザーの要求に合わせ、各種取りそろえる必要があるが、最初から用意しておくのでは無駄が多く、コスト高につながる恐れがある。幸いにも、当該段差解消機は、ほとんどが金属溶接及びボルト結合により製作可能であるので、注文を受けてからサイズを決定しても（多少納期が遅れることを除けば）、何ら不都合を生じない。したがって、もっとも標準的なサイズ（試作機のもの）を基本とし、それ以外は注文製作で対応することとした。

### ② 色 彩

同様に、色彩についても試作機のカラーコーディネート基準を標準とし、それ以外については要望に応じて対応することとする。ただし、色見本の中から選択を基本とする。

## 7. 考 察

試作機に関しては、見本市会場及び公共空間における展示、ならびに病院等におけるデモンストレーションを通じ、意見徴収に努めてきたところである。その結果、以下のような声が寄せられた。

- 全ての電動車椅子に対応するつもりなら、最大荷重をもう少し上げたい。
- 子供のいたずら防止等で、安全対策上ストッパーが必要な場合があるのでオプションとして欲しい。
- その場合、ストッパーの形状、位置に工夫しないと、かえって危険な場合がある。
- 低価格と安全性のバランスを考慮しなくてはならない。
- どんな場合も安全確保は基本性能であり、オプションではない。
- 段差解消機の中央凸部が、車椅子によってはその足載せ台（フットレスト）に当たる機種がある。
- 手で安価なタイプも欲しい。
- 車椅子生活者一人では使用できないため、手動タイプは非常に使いづらい。
- 介護者なしに、一人で使う場合の方が多い。
- 介護者が一緒に乗れないと不安がる人もいる。
- サイズ、高さ等のオプションを可能なかぎり豊富にして欲しい。
- 玄関よりも、縁側で使用することが多いので、50cm近く高く上げる必要がある。
- 実際は、玄関にたどり着くまでに段差が多いケースがほとんどで、むしろその解消の方が困難である。

これらの意見は、相互に矛盾するものも含まれ、全てを満足できる解答は当然用意できない。デザインとは本来、こうしたいわゆるトレードオフ（あちら立てればこちら立たず）状態に陥った場合、いかに旨くバランスを取ったり、あるいは割り切ったりすることができるかを問われるものであり、そうした段階を経ることによって当該状況におけるより良い解答を導き出す行為である。それには今後もユーザー、介護者、医師、理学・作業療法士、技術開発者等関係各位の相互のコミュニケーションを密に取りなが

ら、落とし所を探って行く地道な作業が要求されよう。これは、製品化された時点で終了してしまう性質のものではなく、むしろそれが新たな出発点であり、連続して継続して行かなくてはならないデザインの本質に関わる重要な部分である。

## 8. 図面の説明

機構等について、図面を参照しつつ詳述する。図3において、載置板1を一端で回転アーム2と丁番にて連結し、他端を回転アーム3上に載置する。回転アーム2, 3は底枠4に丁番にて連結するとともに、回転自在のリンク機構を有する連結アーム5にて相互に連結する。底枠4と回転アーム2は、電動リニアアクチュエーター6にて連結し、該アクチュエーターの伸縮運動を回転アーム2に伝達し、それを回転運動として連結アーム5を介して回転アーム3と連動させ、最終的には載置板1を昇降させるものである。すなわち、アクチュエーターが伸びると載置板が下がり、縮むと載置板が上がる。

図4において、回転アーム2と底枠4との間にバネ7をしかけ、回転アームに常時上昇しようとする力を付加し、電動リニアアクチュエーターに対する収縮時の負担を軽減する。

図5において、最高位状態で4方向から、最低位状態で3方向から進入・退出可能であることを示す。

図6において、メカニズム部分の側面部の4案を表す。上から順に、白地に黒、クリーム色にモスグリーン、グレイに赤、薄紫に白の構成となっている。結局「クリーム色にモスグリー

ン」が採用となった。

図7において、載置板1と回転アーム2, 3との間にコロやローラー等の回転体8をかませ、載置板と回転体とを摺動可能な状態とする。また、載置板を垂直方向にしか移動できないようにガイド9を設け、動きを制御する。

図8において、接続アーム10はガイド9と同様、載置板を垂直方向にしか移動できないように、動きを制御するための働きをする。

図9において、補助アーム11, 12は、回転アーム2, 3と連動し、回転アームの長さ以上の高さまで載置板1を上昇することができる。

## 9. おわりに

本研究を進めるに当たり、小林内科診療所副院長永井先生、川崎医大附属病院リハビリテーション科の椿原先生を始めスタッフの方々、及び試用して下さった車椅子生活者の方々から多くの貴重なアドバイスを頂戴した。紙面を借りてお礼申し上げる次第である。

## 参考文献

- 1) 野村 敏著 高齢者・障害者の住まいの改造とくふう (保健同人社) 56-60, 1996.
- 2) 第7回リハビリ工学カンファレンス講演論文集 455-460, 1992.
- 3) 福祉機器 特許先行技術集 平成2年～7年版 (川村企画) 87, 1995.
- 4) 福祉機器 特許先行技術集 平成8年前期版 (川村企画) 5-1～5-16, 1996.
- 5) 福祉機器 特許先行技術集 別冊海外編 平成2年～7年版 (川村企画) 59, 1995.

