

介助用車いすの駆動機構に関する研究

○原 秀貴（法政大学・学）
御法川 学（法政大学）
平田 宏一（正，海上技術安全研究所）
川田 正國（海上技術安全研究所）

1．まえがき

我が国は諸外国に例を見ない早さで人口の高齢化が進んでおり，21 世紀の半ばには国民の 3 人に 1 人が 65 歳以上という超高齢社会の到来が予測されている¹⁾。このような社会において，バリアフリー化が急速に押し進められると同時に，介助者の動作を補助する機器についての研究・開発が活発に進められている。

本研究では，その中でも車いすに注目し，介助者の負担を減らすことができる介助用車いすの開発を目的とする。以下，車いすのシートを持ち上げる機構を設計・試作し，その駆動機構の有効性を考察する。

2．介助者の動作と負担

介助の一例として，車いすに座っている状態からベッドなどへ移動させる動作は以下のような手順となる。

介助者は，図 1 に示すように，車いす利用者の両膝の間に自分の片足を入れるようにし，両手を腰へ持っていき，車いす利用者を前傾させるようにしながら立たせる。

しっかりと立ち上がってから体を回転させ，車いすに座りやすい向きにさせる。

車いす利用者を前傾させるようにしながらベッドに座らせる。

すなわち，車いすから別の場所へ移動させる場合，車いす利用者を一度立たせる動作が必要であり，その動作は足腰への大きな負担となる。特に，高齢者の介助において，介助者は介助される人の配偶者であることが多く，介助者自身も高齢者であることが多い。そのため，介助者が受ける身体的疲労はかなり大きい。



図 1 介助動作の様子

3．介助用車いすの駆動機構の設計・試作

3.1 設計指針

前章の例で示した介助において，介助者の負担を低減させるためには，車いすから人を立たせる動作を機械的に補助することが有効であると考えられる。

車いすから車いす利用者を立たせる機能を考えた場合，図 2 に示すようなシートを持ち上げられる機構を取り付けることで，介助者が車いす利用者を抱き上げるために必要な力が軽減できると考えられる。

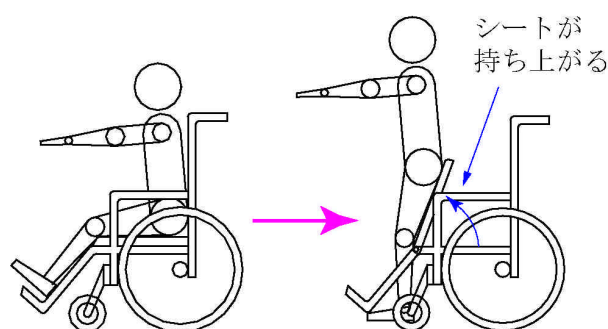


図 2 介助用車いすの基本動作

3.2 アクチュエータ及び機構部基本構造の検討

設計を始めるにあたって，シートを持ち上げるアクチュエータについて検討する。表 1 に回転式モータとリニアアクチュエータの 2 種類を検討した結果を示す。回転式モータは，モータ自体を小さくすることができるが，減速機構や回転運動を直動軸動運動に変換する機構が必要となり，機構自体が大きくなると予想される。一方，リニアアクチュエータは，適切なリンク機構を用いることで機構全体の小型化が図られると考えられる。したがって，本研究で試作する介助用車いすの駆動機構には，リニアアクチュエータを使用することとする。

表 1 アクチュエータの適用性

	モータ本体の寸法	機構の容易さ	機構全体の寸法
回転式モータ	○		
リニアアクチュエータ	×	○	○

図 3 にリニアアクチュエータを用いた場合の駆動機構の基本構造を示す．図 3(a)は単純にアクチュエータでシートを押し上げる方式である．図 3(b)はシートの前部に接続したリンクを下方に引き下げることによりシートを持ち上げる方式である．図 3(b)の形式は，車いす利用者を持ち上げる際，リニアアクチュエータのロッドには引っ張り荷重だけが作用するため座屈が生じず，駆動機構を小型化できると考えられる．したがって，本研究で試作する介助用車いすの駆動機構には，図 3(b)の形式を採用することとする．

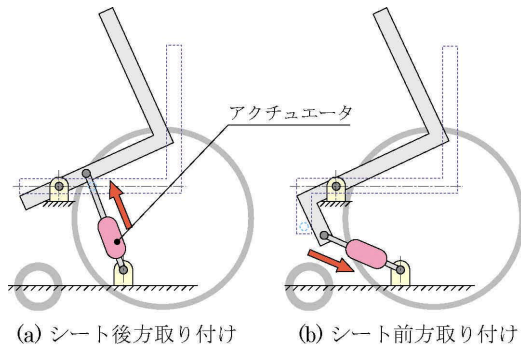


図 3 駆動機構の基本構造

3.3 アクチュエータの運動とリンク機構

以上の検討より，介助用車いすの駆動機構には，リニアアクチュエータを使用し，アクチュエータが縮むときにシートを持ち上げるリンク機構を設計する．シートと背もたれは，それぞれ独立したアクチュエータを使用することとし，アクチュエータには HIWIN 社製 LAH1-3 (ストローク 100 mm，最大推力 3000 N) を用いる．また，シートの持ち上げ角度等の運動形態は，介助者や車いす利用者への負担や動作に大きく影響を与える．しかし，それらの特性を推測することは極めて困難であるため，以下に述べる 3 種類のリンク機構を試作し，その動作特性を調べることにする．

3.3.1 単純リンク機構 (Type A) 図 4 に示す駆動機構は，アクチュエータ A が縮むことにより，シートの前部が引き下げられ，シートはピン A を中心として持

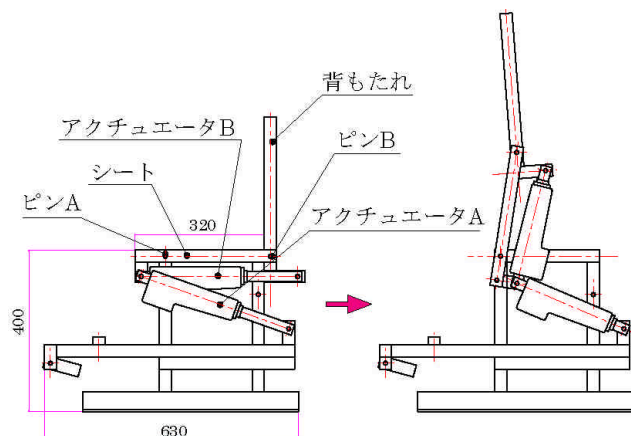


図 4 Type A：単純リンク機構

ち上がる．背もたれは，アクチュエータ B が縮むことでピン B を中心として運動する．図 5 は，同機構において，アクチュエータのストロークとシートの持ち上げ角度の関係を示している．これより，シートの持ち上げ角度の変化はほぼ一定であることがわかる．シートの持ち上げ角度は，アクチュエータのストロークが 100 mm のとき 81 deg となり，このとき，車いす利用者は完全に立ち上がることになる．

図 6 は，車いす利用者の体重を 80 kg とした場合，アクチュエータのストロークに対するアクチュエータに作用する引っ張り荷重を簡易的に計算した結果である．これより，最大荷重はアクチュエータが約 20 mm 縮んだときに約 1400 N となることがわかる．

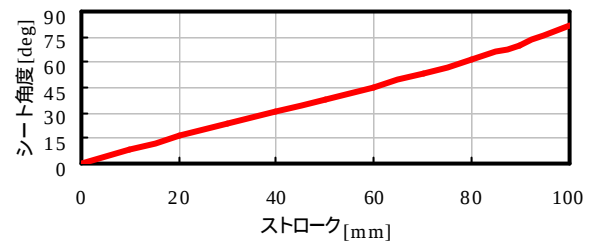


図 5 ストロークとシート角度の関係

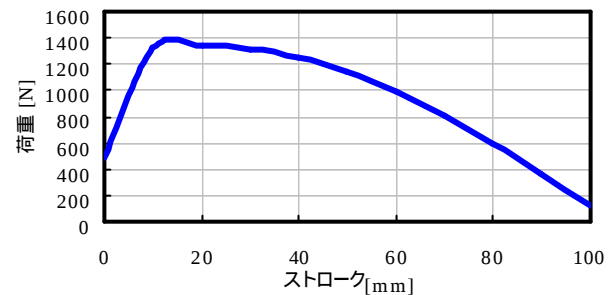


図 6 アクチュエータに作用する引っ張り荷重

3.3.2 シート折り曲げ型機構 (Type B) 図 7 に示すシート折り曲げ型機構は，シート中央部付近にピン C を設け，2 つのアクチュエータの運動に同期して，シート後部が持ち上げられる．これはシートが持ち上げられた際，車いす利用者の体重をシート後部で支持することを期待した機構であり，ピン C と背もたれ付け

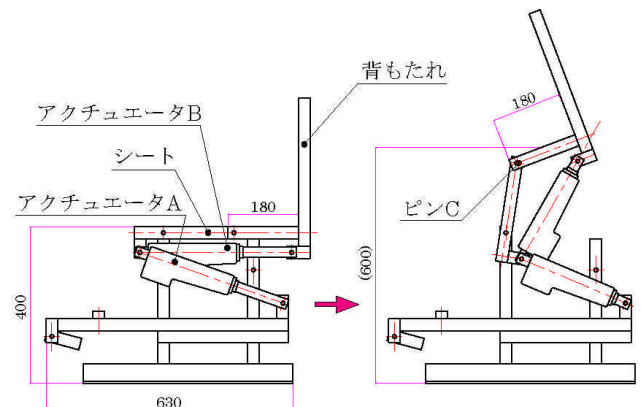


図 7 Type B：シート折り曲げ型機構

根までの間の長さは、シートが持ち上げられた状態で車いす利用者の腰を支持できるように、180 mm とする。背もたれとシート後部は一定の角度（90°）に固定されており、アクチュエータが最短の位置になるとシートが約 200 mm 上昇する。

3.3.3 シート持ち上げ型機構 (Type C) 図 8 に示すシート持ち上げ型機構は、シート側部のフレームを 2 重構造とし、シート全体をほぼ平衡状態で持ち上げる機構である。これにより、車いす利用者はシートに座った状態を保ちながら持ち上げられるため、車いす利用者の足への負担がかからなくなることが期待できる。Type B と同様、背もたれとシート後部は一定の角度（90°）に固定されており、アクチュエータが最短の位置になるとシートが約 250 mm 上昇する。

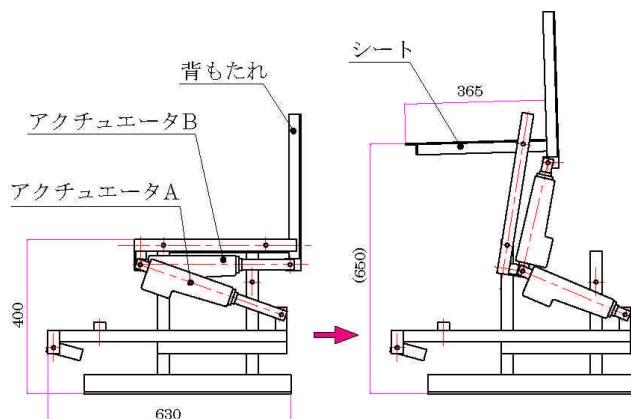


図 8 Type C：シート持ち上げ型機構

4．駆動機構の動作試験

図 9 は試作した介助用車いすの駆動機構である。シート並びに背もたれの寸法は実際の車いすの寸法に基づき設定している。各フレームには SS400 製アングル材を使用し、固定部分は溶接構造としている。3 種類の駆動機構は、主要な台座部品を共通としており、上部のフレームやシート板を交換することで各種駆動機構の動作試験を行うことができる。

4.1 単純リンク機構の動作試験

図 10 は、介助者が付かない場合の図 4 に示した単純



図 9 試作した介助用車いすの駆動機構 (Type A)

リンク機構 (Type A) における車いす利用者の動きを表した映像である。これらの動作試験より、Type A は、シート角度が大きくなると、車いす利用者はシートから滑り落ちるのを防ぐため、足にかなりの負担がかかることが確認された。また、介助者がいる場合においても同様であり、しかも車いす利用者の上体が低い位置にあるため、介助者が車いす利用者を抱き上げるときの負担をほとんど低減できなかった。

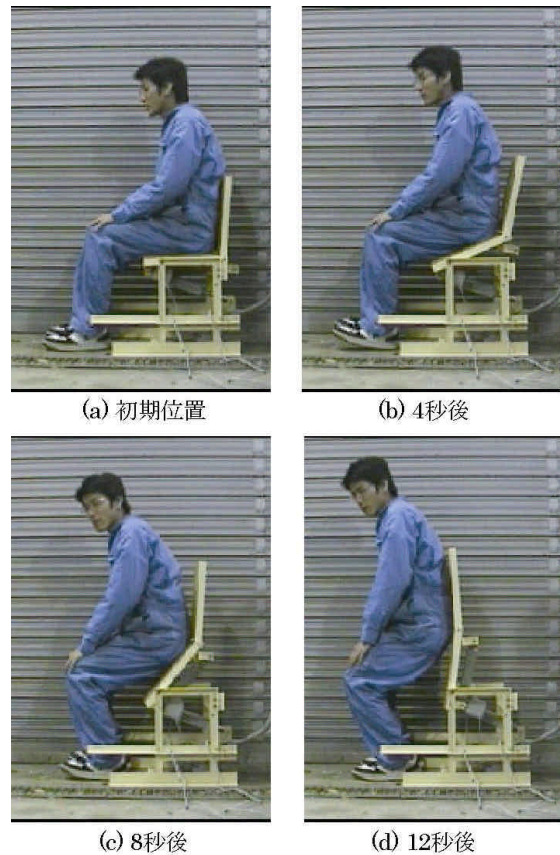


図 10 Type A の動作試験

4.2 シート折り曲げ型機構の動作試験

図 11 は、図 7 に示したシート折り曲げ型機構 (Type B) における動作試験の様子である。シートが持ち上がる際、車いす利用者の足に体重の一部がかかるものの、介助者は車いす利用者を持ち上げる動作が補助されることで、負担は低減している。定量的な測定には



図 11 Type B の動作試験の様子

至らなかったものの、本機構は安定した動作が可能であり、自分の体重の一部を足で支えることができる車いす利用者を介助する場合に有効であると考えられる。

4.3 シート持ち上げ型機構の動作試験

図 12 は、図 8 に示したシート持ち上げ型機構（Type C）における動作試験の様子である。本機構は、車いす利用者が完全に座った状態でシートが持ち上げられるため、車いす利用者の足に負担がかかることはない。介助者は、アクチュエータによって持ち上げられた車いす利用者を平行移動させるだけでよく、腰への負担はかなり軽減されることがわかった。ただし、車いす利用者の全体重をシート側部の 2 本のフレームで支えることとなり、その剛性が不足していたため、やや不安定な動きが見られた。

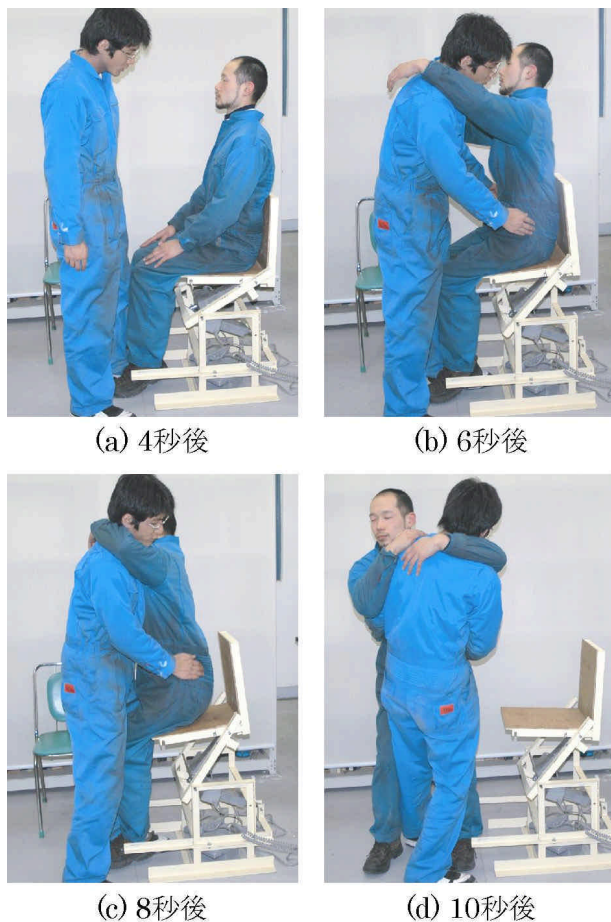


図 12 Type C の動作試験の様子

5. あとがき

本研究では、介助者の負担を減らすことを目的として、介助用車いすに用いるシートが持ち上げる駆動機構について検討した。さらにシートの運動形態が異なる 3 種類の駆動機構の設計・試作を行い、動作試験を行った。その結果、定量的なデータを得るには至らなかったものの、本報で述べた機構は介助者の負担軽減を実現でき得ることが確認できた。ただし、上述の動

作試験における介助者及び車いす利用者は、ともに健康者である 20 歳代の学生が実施しており、実際の介護施設等で利用できるか、あるいは高齢者が介護する場合に利用可能であるかは判断できない。

また、本報で設計・試作した介助用車いすの駆動機構をより実用的な技術とするためには、アルミニウム合金製フレームの採用による機器の軽量化、車いす利用者の転倒防止のための安全装置の設置等が必要になると考えている。

参考文献

- 1) 社会保険庁ホームページ,
<http://www.sia.go.jp/seido/hoken/>