

# 座面昇降装置付き車いすの製作

東北職業能力開発大学校 清本達也

On Production of Wheelchair with Elevating Seat

Tatsuya KIYOMOTO

**要約** 東北職業能力開発大学校専門課程の授業で、卒業研究・製作（現在は総合制作実習と授業名が変更）の1テーマとして座面昇降装置付き車いすの設計・製作を行った。座面昇降装置付き車いすは、車いすの新しい使用方法を提案する教材の試作を目指して平成11年度、12年度と2年間で2台の装置を製作した。平成11年度に製作した装置は昇降部を電動化、走行部を手動とし、介護者が昇降部の操作と移動を行う介護用車いすを前提にした設計を進めた。この車いすでは、装置を製作した後、普通の車いすを使った「立ち上がり」動作とを比較することで昇降装置の有効性が示唆された。平成12年度製作した座面昇降装置付き電動車いすは走行部を電動化、昇降部を手動とし、利用者が車いすを操作できる利便性の高い装置の設計を行った。

座面昇降装置付き車いすを製作することで、訓練生は設計、機械加工、制御、プログラミングといった様々な知識を総合的に具体化できた。訓練効果としてもものづくりの一連の流れを習得できた。

## I はじめに

近年、日本は少子高齢化社会へと移行している。それに伴い医療現場、体の不自由な方への介護等において車いすは広く使用されるようになった。

実際に市販されている車いすを観察してみると、従来品以外に自走ユニットを取り付けたものや、軽く剛性の強い材質で出来たものなど存在し、研究・開発が進んでいることを実感した。<sup>(1)</sup>

そこで車いすの新しい使用方法を提案する教材の試作を目指し、平成11年度、12年度卒業研究・製作のテーマとして、車いすを利用する人が負担とを感じる「座る」「立ちあがる」という動作の負担軽減を目的とした座面昇降装置付き車いすの設計・製作を行った。

装置付き車いすの製作を行った。この車いすは、全体的に筋力の衰えた移動が困難な高齢者の、室内介護を目的とした。図1に全体図を示す。



図1 座面昇降装置付き車いす全体図

## II 平成11年度製作 座面昇降装置付き車いす

### 1 設計仕様

平成11年度卒業研究・製作のテーマとして座面昇降

本装置は昇降部を電動化し、移動と昇降装置の操作は介護者が行うことを前提として設計製作を進めた。

市販されている車いすに昇降ユニットを製作して組み込むことを考えたが、ユニット接合部分の強度に

不安があったため、装置全体の設計となった。

フレームは軽量高剛性の中空角形アルミ材を採用、他の部品もアルミ材料を使用して重量を抑え、かつ剛性を上げた。

スライドレール (LMガイド) は垂直方向に高負荷が発生することを考慮して高剛性重荷重タイプのレールとブロックを使用し、さらに1レールに取り付くブロックの数を2個にすることでモーメントを受けるようにした。

駆動モータは、将来装置が独立して使用できるように今後の改造を考えDC24Vのモータを使用した。減速機付モータを使用することで必要トルクと回転速度を得ることができた。

モータの制御方法は上昇ボタン、下降ボタンとリレーを用いた単純な回路で構成し、スイッチ間にインターロック回路を用いることでモータの破損を防いでいる。操作パネルに使われるスイッチ・ランプ等も簡単な組み合わせで構成し、今後の改造が容易にできるよう工夫した。

本体仕様について表1、DCモータ仕様、減速機仕様、設計仕様をそれぞれ表2、表3、表4に示す。

昇降機構を製作する上で安全装置は非常に重要な部品である。昇降動作時車いすが動かないよう前輪はブレーキ付キャスターを採用し、オーバーランを防ぐためにレールの上端と下端にリミットスイッチを設置した。また利用者の安全を確保するため、非常停止ボタンを取り付けた。リフトダウン状態を図2、リフトアップ状態を図3、操作ボックスを図4に示す。

電源は家庭用100Vを使用し、屋内での電源確保ができるよう工夫した。使用範囲は100Vコンセントから2m以内となっている。図5はコンセント取出し部である。介護者が装置後方より操作できるよう配置した。

表1 本体仕様

外形 (幅×奥行×高さ)	560×800×950(mm)
質 量	35 (kg)
最大積載質量	70 (kg)
最大リフト量	300 (mm)
リフト速度	0.015 (m/s)
安全装置	オーバーラン用LS 非常停止ボタン 前輪ブレーキ

表2 DCモータ仕様

電 圧	24 (V)
最大入力電流	3.2 (A)
回 転 速 度	1900 (rpm)
定格トルク	0.25 (N・m)
停動トルク	2.2 (N・m)

表3 減速機仕様

減 速 比	1 / 90
出力回転速度	21 (rpm)
最大許容トルク	15 (N・m)

表4 設計仕様

駆 動	DCモータ：DM100HPF (日本サーボ)
駆動伝達	ボールネジ：BLK-3232-3.6 (THK)
ガ イ ド	LMガイド：HSR25A (THK)



図2 リフトダウン状態



図3 リフトアップ状態



図4 操作ボックス



図5 コンセント取出し部

## 2 製作過程

卒業研究・製作の製作過程を以下に示す。

- ① 装置の構想
- ② 強度・トルク計算、駆動方式選定
- ③ 各部品 of 図面作成
- ④ 機材・部品の発注及び製作
- ⑤ メインベースフレーム、スライドレールの組立
- ⑥ センサ、モータの選定取り付け
- ⑦ 動作チェック
- ⑧ 改良・最終チェック
- ⑨ 発表準備
- ⑩ ポリテクビジョン参加
- ⑪ 論文作成

卒業研究・製作を進める重要なポイントとして①装置の構想がある。実習の最初に製品のコンセプトを詰める作業である。

今回は車いすに付ける付加価値を数種類挙げ、その中から製作物を決定した。他の案を記載する。

- (1) 自走式車いす
- (2) 肘掛け部昇降装置付き車いす

- (3) 傾斜装置付き車いす
- (4) 段差対応型車いす
- (5) 座席旋回機能付き車いす

次に②, ③の設計作業を進める。今回の反省点として計画図(全体図)を詳細に作成しなかった為、組立時に現物合わせの加工を行う結果となった。

④~⑥の機械加工、組立作業時に装置が形になっていく過程でものづくりの楽しさを伝えることができた。また、この時期訓練生の実力が最も伸びると感じた。

⑧改良・最終チェックには二週間、時間をかけることができた。ここで実習全体の反省、評価が深まったと考える。卒業研究・製作の最後の時期は製作物が動くと同時に論文作成になってしまう傾向にあるが、改良・最終チェックに時間をかけることで、実習をまとめることができ、その重要性を実感した。

## 3 座面昇降装置の効果と有効性

普通の車いすを使った「立ち上がり」動作例を挙げ、製作物を使用した場合の結果と比較する。

### (1) 汎用車いすによる立ち上がり動作(図6)

汎用車いすによる立ち上がり動作を確認する。

- ① 車いすに人が座っている状態。
- ② 立ち上がる為の第1動作として、地面に両足を着けた後に両腕を使って上半身を前に倒し込んだ状態。
- ③ 第2動作として、足首・膝・腰・腕・肩の全ての関節に力を入れ中腰になった状態。
- ④ 最終動作として、曲がっていた関節のそれぞれを伸ばし立ち上がった状態。

### (2) 座面昇降装置付き車いすによる立ち上がり動作(図7)

座面昇降装置付き車いすによる立ち上がり動作を確認する。

- ① 昇降リフトを下げて座った状態。
- ② 座った位置から、いす部分をリフトアップした状態リフトアップ移動量の目安は、立っている時の腰の高さが最も適切である。
- ③ いす部分が上がった位置から、手すりの先端を持って身体(上半身)をシートの前にスライドさせた状態。それと同時に両足が自然と力を入れなくとも伸ばす事ができ、地面に足の裏がつくことになる。
- ④ 最後は地面につけた足を支点にし、両腕で身体を前に突き出すようにすれば立ち上がり動作が完了する。

①



②



③



④



図6 汎用車いすによる立ち上がり動作

①



②



③



④



図7 昇降装置付車いすによる立ち上がり動作

### (3) 座面昇降装置付き車いすの有効性

汎用車いすに人が座ってそこからその人が立ち上がろうとすると、まず足を地面につけた後、足首・膝などの各関節そして腰・上半身へ力が入ることになり全身運動となる。これはお年寄りや体の不自由な人にとって大変苦勞することである。しかし座っているいすを利用者の足が伸びるところまで持ち上げることにより「立つ」から「降りる」と行動が変化できれば、足を伸ばすだけで車いすから「立ち上がれる」ということになる。

実際に製作した車いすを使用しそのことを実証してみると、普通に立ち上がる動作よりも利用者の足に掛かる負担がかなり軽減できたと感じられ、さらに付き添う人が手伝う際も上半身を少し支える程度で済んだ。

このことによりこの装置の効果や有効性が示唆されたと考える。

## 4 今後の課題

今後の課題として以下の課題が残った。

- ① 装置本体の質量軽減
- ② 利便性、安全性の向上
- ③ 利用者の評価

介護者が車いすの移動を行うため車いすを押す負担が発生する。装置の質量だけで30kgもあり、実用化するためには半分位まで軽量化する必要がある。装置の利便性を考えると、利用者が操作できる環境が必要だと考える。操作ボックスの位置変更といす移動部と固定部のカバーを追加することで安全性の向上を図ることが挙げられる。

また、今回学生が立ち上がり動作を確認しているため、実際に使用する高齢者の方に装置の評価を行ってもらい改良を行う必要があると考える。

## Ⅲ 平成12年度製作 座面昇降装置付き電動車いす

### 1 設計仕様

平成12年度総合制作実習のテーマとして、平成11年度製作の座面昇降装置付き車いすを参考にし、より利便性の高い座面昇降装置付き電動車いすの製作を行った。この車いすは、足が不自由で移動が困難な方の、室内における行動の補助を目的とした。

装置の駆動方式を変えて利用者が一人でも使用できる車いすを製品のコンセプトとして設計を進め、移動

を電動とし、座面昇降を手動で行なう方式とした。

リフトダウン、アップ状態を図8、図9に示す。



図8 座面昇降装置付き電動車いすリフトダウン状態



図9 座面昇降装置付き電動車いすリフトアップ状態

走行用モータの制御方法はPLCとリレーを用い、方向操作をジョイスティックでおこなう回路で構成した。車いすの動きは前進、後退、左右方向転換が可能である。また安全対策として、前輪ブレーキと非常停止ボタンの取り付けを行い、リフトダウン状態で利用者が乗っている場合のみ走行できるよう、リミットスイッチを使用したインターロック回路を組み込んだ。操作ボックスを図10に示す。

昇降部のリフトアップは油圧ジャッキを使用し、走行部の駆動は、今後の改造で電源をバッテリーに変更し単独で走行できるようDC24V減速機付モータを使用した。昇降部を図11に示す。

今回、機能を確認するためにAC電源を使用し動作確認を行った。

本体仕様について表5、油圧ジャッキ特性、DCモータ仕様、減速機仕様、設計仕様についてそれぞれ表6、表7、表8、表9に示す。



図10 操作ボックス



図11 昇降部

表5 本体仕様

外形(幅×奥行×高さ)	550×800×1210 (mm)
質量	60 (kg)
最大積載質量	60 (kg)
最大リフト量	200 (mm)
走行速度	0.2 (m/s)
リフト速度	約0.01 (m/s)
安全装置	走行用LS 非常停止スイッチ 前輪ブレーキ

表6 油圧ジャッキ特性

最大荷重	10 (kN)
ストローク	200 (mm)

表7 DCモータ仕様

電圧	24 (V)
最大入力電流	3.2 (A)
回転速度	1900 (rpm)
定格トルク	0.25 (N・m)
停動トルク	2.2 (N・m)

表8 減速機仕様

減速比	1/150
出力回転速度	21 (rpm)
最大許容トルク	13 (N・m)

表9 設計仕様

駆動	DCモータ：DM100HPF (日本サーボ)
ガイド	LMガイド：SX2W24-640 (ミスミ)
昇降部	油圧ジャッキ：OSP1000 (大橋産業)

## 2 今後の課題

より利便性の高い座面昇降装置付き電動車いすの製作を目的としたが、以下の課題が残った。

- ① 座面昇降装置の操作性の向上
- ② 装置本体の質量の軽減
- ③ 移動範囲の拡大

今回油圧ジャッキでいす部分を昇降させたのだが、座りながらジャッキアップをおこなう事に無理があり体力を消耗するため利用者に対し負担増加となってしまった。電動化し、利用者が手元で操作できる方法に変更する必要がある。

座り心地を考え、スペースに余裕を持ったため、装置のサイズ、質量とも大きくなってしまった。コストと操作性のことを考えると質量の軽減が必要である。

屋内専用で使用することで利便性の高い装置の製作を行ったが、100V電源を使用するためにコードが不可欠となり移動範囲に制限ができた。電源をバッテリーに変更することで解決するが、充電時間を考えると両方を利用できる方式に変更する必要がある。

## IV 訓練効果

平成11年度は卒業研究・製作のテーマとして専門課程生産技術科の訓練生2名、平成12年度は総合制作実習のテーマとして専門課程制御技術科の訓練生3名が座面昇降装置付き車いすの製作に携わった。訓練時間として1年間の単位数が平成11年度で18単位324時間、平成12年度で22単位396時間となっている。

今回2年間で2台の装置を製作したが、利用対象者を違えることで設計上の差異が出た。2台の装置を比較する。(表10)

表10 装置比較

	平成11年度製作 座面昇降装置付き 車いす	平成12年度製作 座面昇降装置付き 電動車いす
対象者	介護が必要な高齢者	足の不自由な方
昇降部	電動	手動
移動	手動	電動
操作	介護者	利用者
外形	560×800×950 (mm)	550×800×1210 (mm)
質量	35 (kg)	60 (kg)
リフト量	300 (mm)	200 (mm)
制御装置	リレー	PLC

外形、質量とも平成12年度製作した座面昇降装置付き電動車いすが大きくなっている。これは構想の段階で乗り心地を重視した設計を進めた結果で、装置が完成し見直す時点で反省点として挙げた。実習を進める上で学生の構想をうまくまとめることが重要であると認識した。

この卒業研究・製作のねらいとしてCADによる機械設計(図12)、機械加工、PLCによる機械制御の習得が挙げられる。訓練生は、製造の一連の流れである計画、機械設計、制御設計、機械加工、組立、配線配管、調整、改良を体験し、ものづくりの楽しさや辛さを感じることができた。特に訓練効果として、立案、構想、計画、の重要性を認識することや、CADによる設計技術、汎用工作機械やNC工作機械を使った機械加工技術を習得できた。

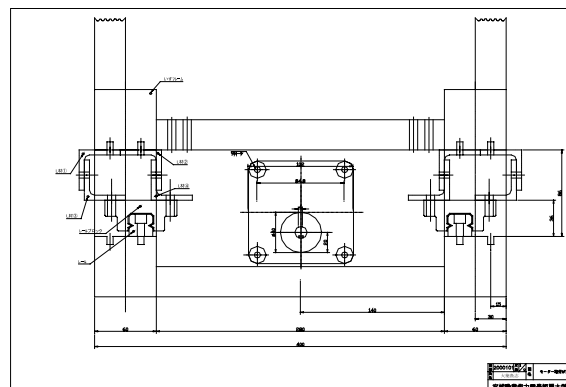


図12 昇降装置駆動機構

## V まとめ

座面昇降装置付き車いすを製作し、訓練生は設計、機械加工、制御、プログラミングといった様々な知識を総合的に具体化できた。訓練効果としてもものづくりの一連の流れを習得できたと考える。また、使用時の動作を観察することでこの装置の有効性を示唆できた。目的である車いすの新しい使用方法を提案する教材の試作は達成できた。と考える。

現在市販されている介護者や利用者の負担を軽減する移乗補助機器<sup>(2)</sup>はリフト式のもの主流で、装置自体大掛かりになってしまう。装置がコンパクトで移乗補助や利用者の位置変化が可能な座面昇降装置の使用例は車いすだけでなくすべてのいすに適用できると考えられる。この車いすの有効性を示唆できたことで、座面昇降装置が移乗補助機器として利用できることを提案できた。ただし製品化を目指すとして以下の項目が問題点として挙げられる。

- ① コスト削減
- ② 軽量化
- ③ 安全対策の強化
- ④ 付加装置の装備
- ⑤ 昇降速度の検討
- ⑥ 利用者の評価

安全対策の強化では手を挟む箇所をなるべく排除しカバーを追加する必要がある。付加装置の装備は座面の旋回機能や手すりの簡易取り外し、座面の傾斜機能を追加するなど付加価値を高めることが考えられる。昇降速度の検討では利用者の恐怖心を緩和する考えから0.01m/s位が妥当だと考える。しかし利用者が搭乗していない条件では0.1m/s位まで速度を上げ利便性を良くする必要がある。また、この装置の有効性、利

便性を確認するために実際の利用者に使用してもらい評価し、改良を行う必要がある。

最後に、平成11年度より卒業研究・製作に携わったのだが、実習の進め方、製作過程におけるポイント等私自身学習することが多く良い経験になった。

## VI 謝 辞

製作を協力して下さった東北職業能力開発大学校生産技術科吉井芳美先生、制御技術科斎藤正義先生、また平成11年度卒業研究・製作で本テーマを担当した大築貴志君 渡辺崇之君、平成12年度総合制作実習で本テーマを担当した金泉裕之君 高橋義紀君 山木克之君の各位に感謝いたします。

## 【参考文献】

- (1) サイクルベースあさひホームページ、  
<http://www.cb-asahi.co.jp/kaigo/>、2000
- (2) 大野絢子、お年寄りにやさしい介護用品の選び方・  
使い方、法研、2002、p44-60