

# 「移乗です」の自動停止機能の開発

## Development of automatic stop function of "IJODESU"

技術開発部 生産・加工科 菅野雄大 柿崎正貴 尾形直秀  
 応募企業 株式会社あかね福祉

応募企業の製品である移乗用機械「移乗です」は、被介護者をベッドや椅子等の着座面から持ち上げるため、モータ駆動により上下に移動する昇降部が備えられており、これにより介護者や被介護者の負担を軽減し移乗が可能である。しかし、装置座面の停止位置は、予め設定された高さで停止する仕様となっており、ベッド等の座面高さが変わると、その都度、設定し直さなければならない。本研究では、「移乗です」に感圧センサを用いることで、ベッドや椅子の高さに合わせ、自動で停止する機能を付加した。

Key words: 移乗、感圧センサ、低コスト

### 1. 緒言

応募企業の株式会社あかね福祉は、図1に示す、移乗用機械「移乗です」を開発・商品化している。この装置は、被介護者をベッド等から移乗するためにモータ駆動により上下に移動する昇降部が備えられており、これにより介護者の被介護者を持ち上げる負担が軽減され、介護者の腰痛予防や被介護者に負担を与えることなく移乗が可能である。

しかし、装置の座面停止位置は、予め設定された高さで停止する仕様となっており、ベッドや車椅子等の座面高さが変わってしまうと、その都度、設定し直さなければならない。

本研究では、「移乗です」の座面が、ベッドや椅子の高さに合わせ、自動で停止する機能を付加することを目的に、ベッド等の着座面を感圧センサにより検出可能であるか確認した。

本研究の目標は、「移乗です」（以下、装置）に、低コストで座面高さ検出機能と安全機能を付与することで、介護者の負担軽減を図ることである。

昨年度は、図2のように測距センサであるレーザレンジファインダ（以下、LRF）を装置に搭載し利用することで、車椅子座面の高さを検出する手法を開発した。これにより、車椅子から装置への移乗に必要な車椅子の座面高さの検出が可能となった。

今年度は、①被介護者がベッドに座った状態から装置へ移乗するために、ベッドの座面高さを検出すること、②装置に座った状態からベッドや車椅子に移乗するために、被介護者が装置に座った状態からのベッド及び車椅子の座面の高さを検出することを目標とした。目標とする座面の高さ検出の精度は、ベッド等の着座面から2.0 [cm]以内とした。これ以上離れると装置座面を被介護者の太もも裏にスライドさせる際、太腿を高く持ち上げる必要があり、介護者、被介護者ともに負担が大きくなると考えられる。

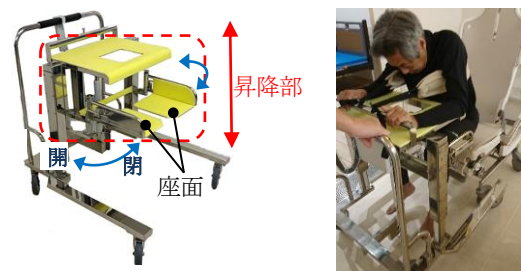


図1 「移乗です」の外観（左）と利用シーン（右）

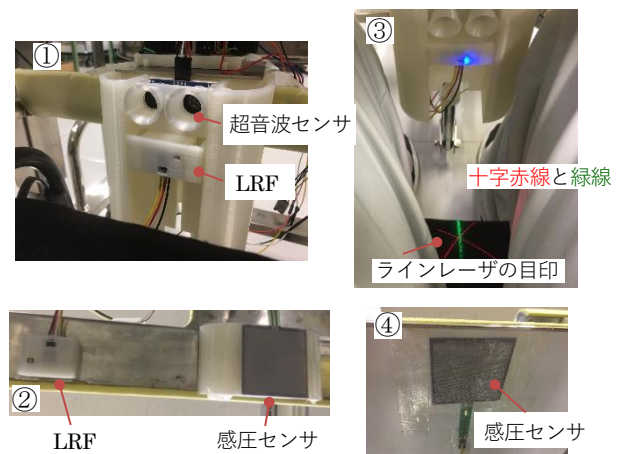
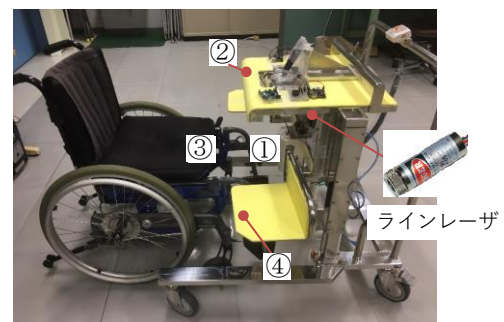


図2 システム全体の構成

## 2. 実験と結果

### 2. 1. システム構成

ベッドの着座面検出は、装置の昇降部をベッドに近づけた際、装置座面の裏がベッドと接触するため、接触式の感圧センサを装置座面の裏に貼り、ベッドとの接触を検出することにした。ベッド以外にも車椅子への移乗の際、装置座面裏の感圧センサにより車椅子着座面を検出することで、装置に乗った被介護者が車椅子に移乗することが可能となる。感圧センサは図3に示す FSR406 (40×40 [mm]) を使用した。他の同価格帯の感圧センサと比べ、感圧エリアの面積が 39.6×39.6 [mm] と広い。その他、測定誤差は±5 [%]、反応速度は1 [msec]以下のスペックとなっている。なお、センサデータの送受信等の制御には、容易にプログラム開発が可能な Arduino UNO R3 互換ボード ELEGOO UNO R3 を使用した。

感圧センサの取付けは、直接、装置座面裏に貼ってしまうと配線ケーブルがセンサ厚さより太く、センサよりも先にケーブルがベッド着座面に接触しベッドに押し込まれるため、装置座面をベッドの着座面上をスライドさせる際に装置座面がベッドマットに引っかかる原因となる。そこで、図4のように3Dプリンタで製作した板(縦50×横50×高さ3[mm])をセンサ下面に入れ、かさ上げした。かさ上げの高さは、1[mm]～5[mm]まで1[mm]ずつ高さが異なる計5枚の取付台によりスライド時に引っかかりが無い最大の高さを評価し、3[mm]とした。

また、ベッドの着座面を検出する際は、装置座面が開いた状態では、図5の赤枠で示す前方部のみがベッドに接触するため、図5Aの位置に感圧センサを貼った。次に、被介護者が装置に乗った状態から車椅子への移乗の際は、装置座面は閉じた状態であり、Aの感圧センサは車椅子座面に敷くクッションの中央付近に接触する。しかし、クッションは人が座ることにより中央部が凹んでいることがあり、Aのセンサが接触する前に他の装置座面裏の位置でクッションと接触し、検出できない場合があった。そこで、図5Aの反対側のBの位置にもう1つセンサを追加することで、そのような場合でも検出できるようにした。

また、ベッド座面の検出後は、装置座面をスムーズに開閉できる必要がある。装置座面のスライド時、ベッドマットがセンサに引っかかる可能性があるため、図5のように、装置の座面裏全体を透明な塩化ビニールのシートで覆い、スライド時に装置座面がベッドマット上を滑るようにした。

#### 2. 1. 1. 座面高さ検出

今回使用した感圧センサ FSR406 から荷重値を求める計算は、以下の抵抗値と荷重値の関係式を参考にし

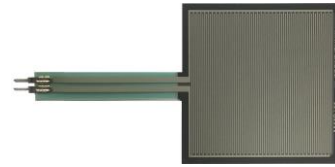


図3 感圧センサ

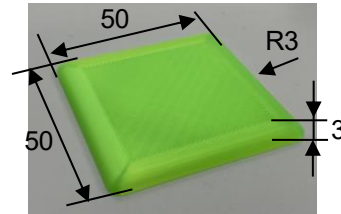


図4 感圧センサ取付台

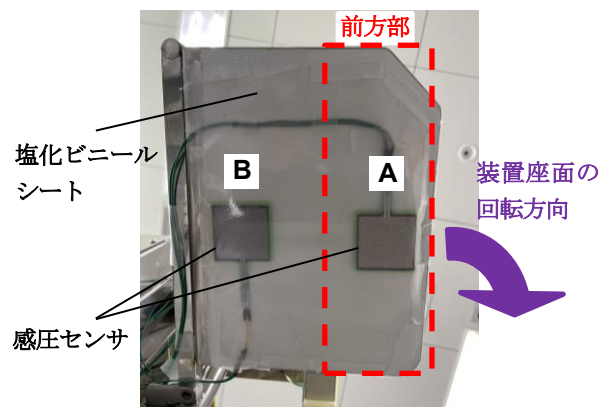


図5 感圧センサを取り付けた装置の座面裏

$$f_g = 880.79/R_f + 47.96 \quad (1)$$

$R_f$  : 感圧センサの抵抗値  $f_g$  : 荷重値

た<sup>1)</sup>。

座面検出の判定は上式より荷重値を求め、1サンプリング前に取得した荷重データとの差が150[g]以上の時、装置座面が対象の着座面と接触したと判定した。

### 2. 2. ベッドから装置への移乗を想定した座面検出の精度検証実験

図3の感圧センサを使用し、実際に人がベッドに座った状態で、ベッド着座面の検出精度を確認した。なお、ベッドの高さは常に一定とし、地面から約500[mm]とした。

#### 2. 2. 1. 実験方法

感圧センサでベッド着座面を検出した場合は、LEDの点灯及び圧電ブザーの音で知らせるようにした。装置の操作者は一人に限定し、既存の「移乗です」操作レバーにより昇降部の上下移動を操作する。一定の高さから昇降部を降下し、ベッド着座面検出時のブ

ザー音が鳴った際に操作レバーにより昇降部の移動を手動で停止する。その後、図6のように、ベッドマット上を装置座面がスライド可能であるか確認した。

### 2. 2. 2. 実験結果

図7のように、前述の実験方法により実験を50回実施したところ、全ての回でベッド着座面を検出することができた。また、ベッドマット上を装置座面が滑らかにスライド可能であることを確認した。図7の実験結果では、感圧センサが座面と接触する前の初期値に試行回数間でばらつきが見られるが、これは、感圧センサ上に塩化ビニールのシートで覆っているため、センサにかかる荷重値に違いがでたと考えられる。しかし、感圧センサで検出した荷重値の1サンプリング前の値との差で検出しているため、座面の検出及び装置座面の停止位置の結果に影響はなかった。また、装置座面裏とベッドマットとの距離はほぼ0であった。

### 2. 3. 装置からベッドへの移乗を想定した座面検出の精度検証実験

図8のように感圧センサを使用し、実際に人が装置に座った状態で、ベッド着座面の検出精度を確認した。

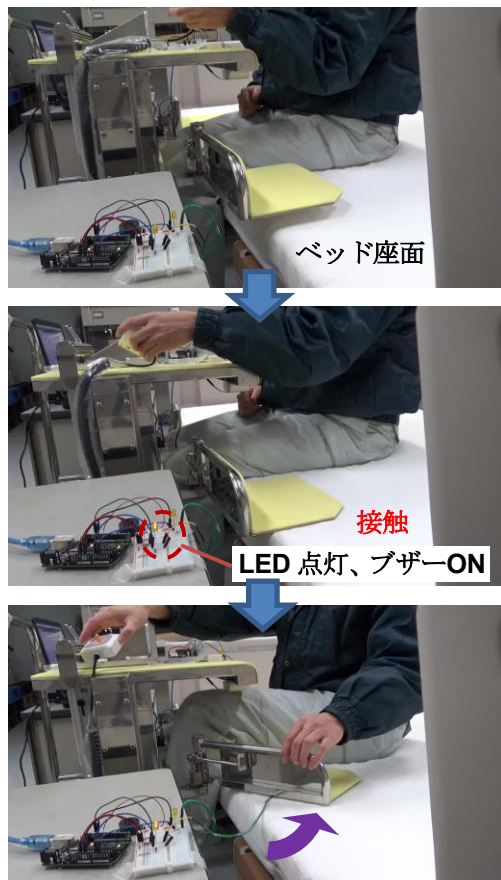


図6 ベッドから装置への移乗を想定した座面検出

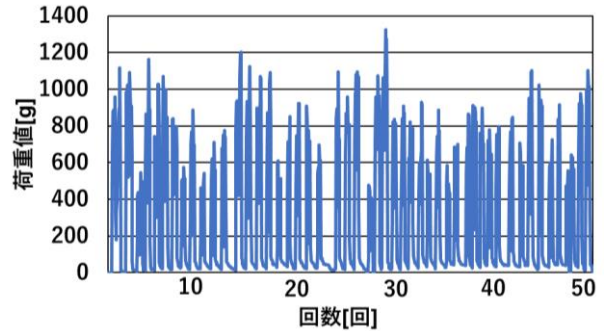


図7 50回試験した際の座面検出時の荷重値

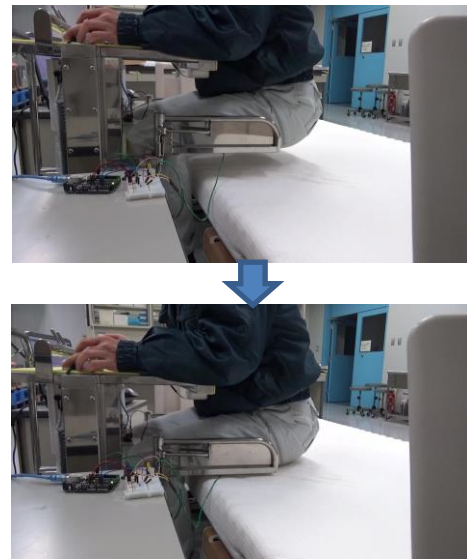


図8 装置からベッドへの移乗を想定した座面検出

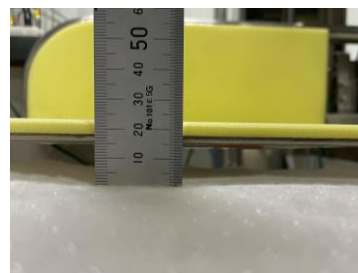


図9 装置座面裏とベッドとの高さ測定時の様子

#### 2. 3. 1. 実験方法

被験者は年齢  $39 \pm 15.2$  歳の健常男性5名（身長  $175.0 \pm 6.0$  [cm]、体重  $71.6 \pm 7.0$  [kg]）である。

2. 2. の実験と同様の方法により、ベッド座面までの距離を測定値とし、これを10回繰り返した。その後、被験者の太腿を上げた状態で、ベッド着座面上を装置座面がスライド可能であることを確認した。また、図9のようにベッドから装置座面までの高さを測定した。測定は装置の左右の座面について実施した。なお、今回の実験では、センサを装置の正面から見て左の座面にのみ取り付けました。

### 2. 3. 2. 実験結果

結果を図10及び図11に示す。図のように、被験者の体格の違いにより、装置座面を支える部材のたわみ量が異なるため、被験者間でばらつきが見られた。体重が重い人ほど装置座面を支える部材のたわみ量が大きくなり、結果、装置座面とベッド座面までの距離が大きくなる。また、今回の実験では、想定する装置の最大許容体重の80[kg]に近い条件で行っている。

装置座面の左右で結果に違いが見られたが、これは、左右の装置座面の高さの違い(約3[mm])や測定誤差による影響が考えられる(±2[mm]程度)。図10、図11のように、左座面では2[cm]以内であったが、右座面では、被験者によっては高さが2[cm]以上となった。介護者、被介護者により、この高さをどのように感じるかは個人差があるため、今後は被験者を増やした試験や、官能試験等による検証が必要である。

### 2. 4. 車椅子から装置への移乗を想定した座面検出の精度検証実験

感圧センサを使用し、実際に人が装置に座った状態で、車椅子着座面の検出精度を確認した。

#### 2. 4. 1. 実験方法

2. 2. の実験と同様の方法により10回の実験を行った。

#### 2. 4. 2. 実験結果

図12に、図5で示した2つの感圧センサが車椅子座面に接触した時の荷重値を示す。クッションの形状

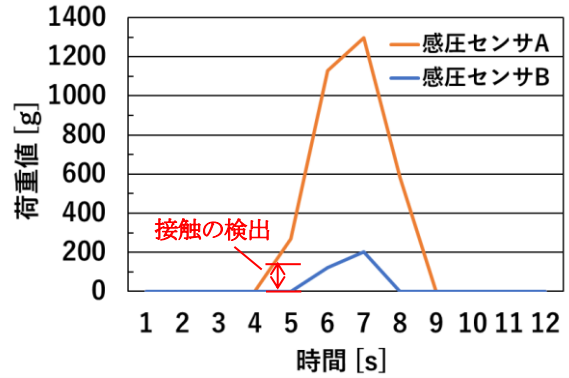


図12 車椅子座面に接触時の荷重値

表1 車椅子座面から装置座面裏までの高さ 単位: cm

座面	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
左	2.0	2.1	2.0	2.0	2.2
右	2.3	2.2	2.3	2.5	2.4
	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
左	2.0	1.9	1.9	2.0	1.8
右	2.2	2.3	2.3	2.0	1.9

により、装置座面裏の接触する場所が変わるが、今回の実験では、2つの感圧センサを使用し、どちらかのセンサの接触を検出することで、全て車椅子の着座面を検出することができた。また、車椅子座面から装置座面裏までの高さを表1に示す。平均値は、左座面が2.0±0.1[cm]、右座面が2.2±0.2[cm]であった。車椅子着座面もベッドの時と同様、今後、官能試験等による検証が必要である。

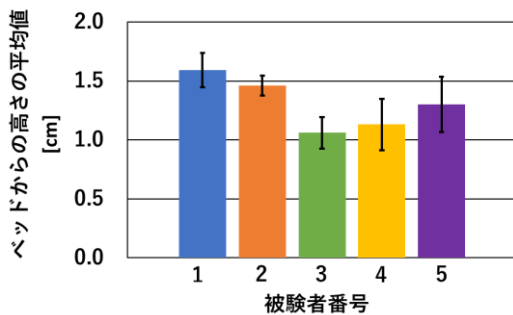


図10 ベッドから装置の左座面までの高さ

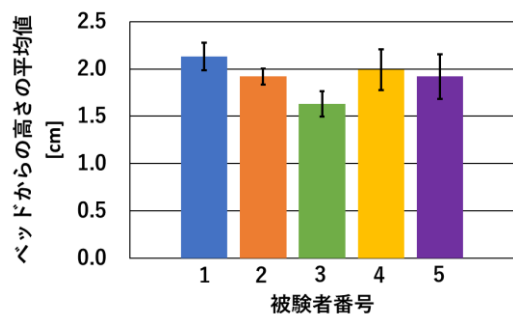


図11 ベッドから装置の右座面までの高さ

## 3. 結言

本研究では、「移乗です」に自動停止機能を付加するために感圧センサを使用し、座面を検出する手法を開発した。その結果、感圧センサを使用して荷重値の変化をみることで、ベッド及び車椅子の着座面を検出することができた。これにより、LRFによる車椅子の着座面検出と組み合わせることで、ベッドと車椅子間の移乗の自動化に必要な座面の検出が可能である。

しかし、座面検出の精度検証実験では、被験者によっては、ベッドから装置座面までの高さが2.0[cm]以上であった。今後は、この結果が許容範囲であるか官能試験等による検証が必要である。また、着座面の検出結果から「移乗です」が自動停止する制御プログラムを作成していく予定である。

### 参考文献

- 1) “FSR400 Data Sheet”. <https://akizukidenshi.com/download/ds/interlinkelec/fsr.pdf>. (参照 2020-12-21).