

移乗用介護ロボット「移乗です」の耐久試験用制御装置の開発

Development of a control device for endurance testing of the “IJOESU” nursing care robot for transferring

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

移乗用機械「移乗です」は、被介護者をベッドや椅子等の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た移乗が可能である。本事業では、「移乗です」のアクチュエータ部の耐久試験を自動化するために、マイコン（Arduino）やフォトカプラ等を使用し、昇降動作用コントローラのスイッチを自動でON/OFFする耐久試験用制御装置を開発した。

Key words: 移乗、耐久試験、Arduino

1. 緒言

応募企業の株式会社あかね福祉は、図1に示す、抱え上げ移乗による移乗用介護ロボット「移乗です」を開発・商品化した。この装置は、被介護者をベッド等から抱え上げ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、これにより介護者が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。

また、同社では、図2のように「移乗です」の取り回しを向上させるため、フレーム構造を改良し、旋回性能を高めた「移乗です」（以下、新型「移乗です」）を設計・開発した。本事業では、アクチュエータ部の耐久試験により商品の安全性を確認したいという企業要望に応えるため、操作を自動化した試験用制御装置を開発することとした。耐久試験は昇降部を上下に移動させる昇降動作を繰り返し行い、これを約1か月間（連続運転の場合）試験する。しかし、昇降動作用コントローラのスイッチのON/OFFを人が手動で操作するのは、多大な労力を要し現実的ではない。

本事業では、マイコン（Arduino）やフォトカプラ等を使用し、図3に示す昇降動作用コントローラのスイッチを自動でON/OFFする回路を作成し、約1か月間（連続運転の場合）の試験を実施することを目標とした。試験は、新型「移乗です」に搭載されているミツバ社製アクチュエータ LZ03（以下、LZ03）を対象に実施した。

また、他のアクチュエータのTimotion社製TA16（以下、TA16）の耐久性を検証するために、TA16の耐久試験用制御装置を開発した。同社で新型「移乗です」を使用中のため、新型「移乗です」を使用できないといった都合により、図1に示す旧型の「移乗です」（以下、旧型「移乗です」）にTA16を取り付け、開発した耐久試験用制御装置を使用した耐久試験の可否を確認試験により検証した。



図1 「移乗です」の外観（左）と利用シーン（右）



図2 フレーム構造を改良した「移乗です」



図3 「移乗です」の昇降動作用コントローラ（ミツバ社製）

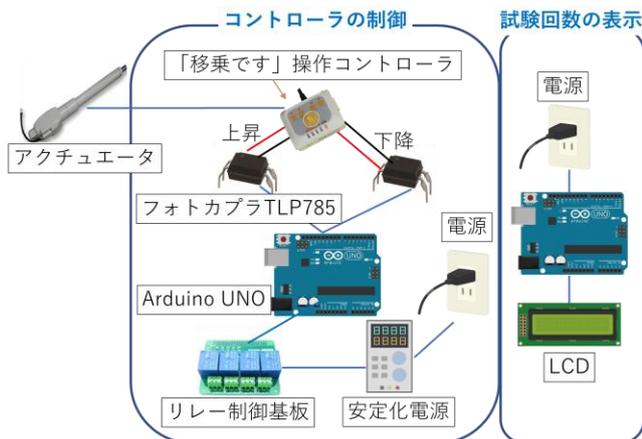


図4 LZ03の耐久試験用制御装置のシステム構成



図5 LCDによる試験回数の表示
(上：試験中 下：試験終了時)

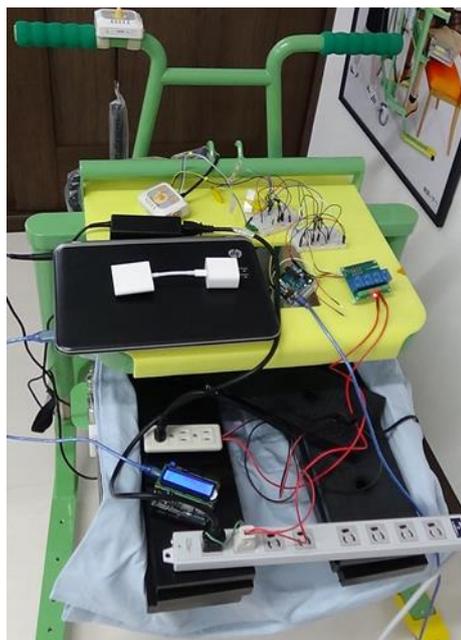


図6 耐久試験時の様子①

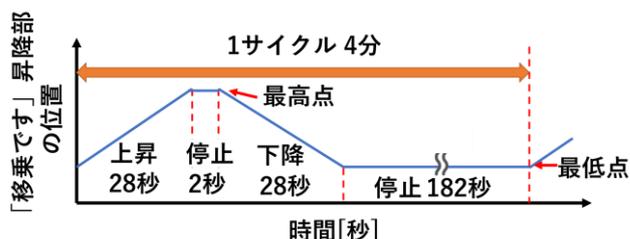


図7 試験条件①

2. 実験と結果

2. 1. LZ03の耐久試験

2. 1. 1. システム構成

図4に開発した耐久試験用制御装置のシステム構成を示す。アクチュエータ及びコントローラのメーカーであるミツバ社の協力により、図4のようにコントローラからは、上昇用と下降用の接点入力端子をリード線でコントローラの外部に出した。上昇用の端子、下降用の端子の各々を、Arduino UNOと東芝デバイス&ストレージ株式会社製のフォトコプラTLP785を使用し電気的に絶縁することで安全性を確保した。

Arduinoは、初心者でも簡単に扱えるマイコンボードであり、Arduino UNOはATmega328チップを搭載したマイコンボードである。

フォトコプラは、発光素子(LED等)と受光素子(フォトランジスタ等)とを組み合わせた部品で、入力された電気信号を発光素子が光に変換し、その光を受光

素子に送り、再び電気信号へと戻すことで、出力側回路に伝達することができる¹⁾。回路では電気的に絶縁された状態である。入出力間の回路的接続を分離し、信号のみを伝えることで、ノイズの影響を回避し、電圧レベルの異なる回路同士を安全に接続している。光信号を通したり、遮断したりすることでスイッチとして使用できる。

試験回数の表示には、図5に示すようにDFRobot社製LCDディスプレイ1602キーボードシールドを使用した。試験中は、図5(上)の黄色枠内のように「タダイマノカイスウハ」の次の行に、現在の試験回数を表示した。また、試験終了時は、図5(下)の黄色枠内のように「シケンガオワリマシタ」の次行に試験終了時の試験回数を表示させた。

Arduinoを通电した状態では装置の新型「移乗です」を充電できない仕様のため、一定間隔で充電時間を設け、「移乗です」の充電中はArduinoの電源を落とした。Arduinoの電源のON/OFFは、リレー制御で切り替えができるようにした。Arduinoの電源を落とすと試験回数等のデータが記録されないため、試験回数カウント

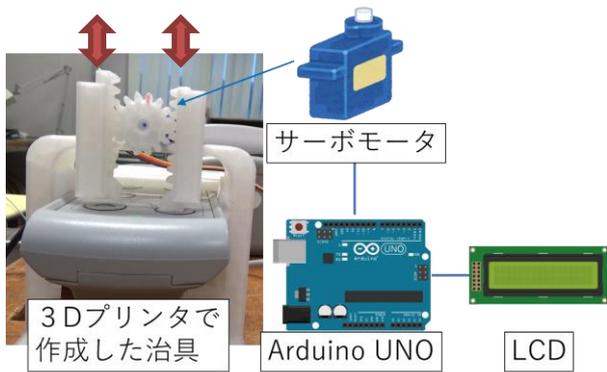


図8 TA16の耐久試験用制御装置のシステム構成



図9 TA16 アクチュエータ用コントローラ

用に Arduino をもう 1 台用意した。実際の試験回数と表示が合うように、コントローラ制御用の Arduino と同じタイミングで起動させることにした。起動の際、開始のタイミングのわずかなずれは試験に影響が無く、無視できると判断した。

2. 1. 2. 実験方法と結果

試験時の様子を図6に示す。新型「移乗です」は最大で体重 80[kg]の人の移乗を想定しているため、それに近い、70[kg]の重りを座位部に乗せた。昇降動作は JIS T 9241-6 :2015「移動・移乗支援用リフト—第6部：立ち上がり用リフト」の試験条件「1 サイクル約 4 分を 11000 回」を参考に、図7のとおり行った。70[kg]よりも重い重りでは試験中に座面から重りが落下する恐れがあったため 70[kg]とした。試験途中、事務所に人がいない夜中などは、電源を使用しているため火災など不測の事態に対応できないことから、安全のため試験を一時中断した。

試験の結果、約 3 か月間(連続運転の場合約 1 か月)にわたり 11000 回の試験を問題なく実施することができ、アクチュエータの耐久性を確認することができた。

2. 2. TA16 の耐久試験用制御装置の開発

2. 2. 1. システム構成

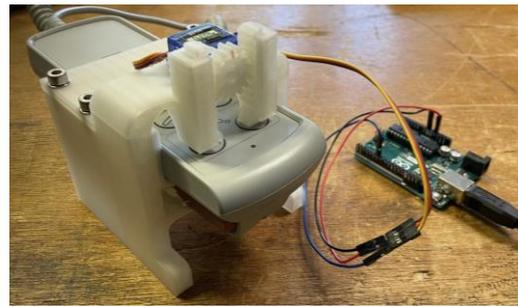


図10 自動ボタン押下装置

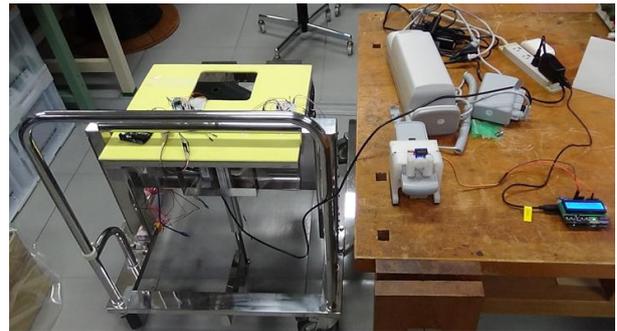


図11 確認試験時の様子②

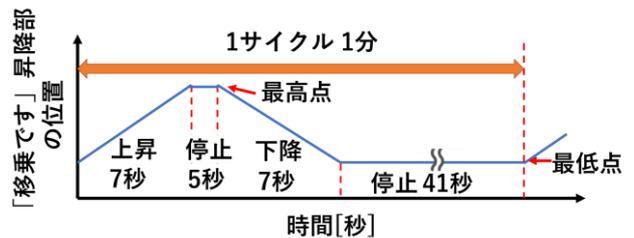


図12 試験条件②

図8に開発した耐久試験用制御装置のシステム構成を示す。TA16を旧型「移乗です」に取付け、開発した耐久試験用制御装置を使用した耐久試験の可否を確認試験により検証した。TA16用の操作コントローラを図9に示す。コントローラには「移乗です」昇降部の昇降を操作するため、上昇用ボタンと下降用ボタンを備える。2. 1. の試験のようにコントローラから上昇・下降それぞれの端子を出すことができなかったため、図10のように、コントローラのボタンを押すための治具を 3D プリンタで造形し、Arduino と TOWER PRO 社製のサーボモータ SG90 を使用し、自動でボタンを押す装置を開発した。

2. 2. 2. 実験方法と結果

確認試験時の様子を図11に示す。旧型「移乗です」の座位部に 70[kg]の重りを乗せ、図12に示す 1 サイクル 1 分の試験条件を応募企業の指示により 1000 回行った。試験途中、事務所に人がいない夜中などは、安全のため試験を一時中断した。

試験の結果、1000回の試験を問題なく実施することができ、開発した TA16 の耐久試験用制御装置により TA16 の耐久試験が可能であることを確認した。

3. 結言

本事業では、昇降動作用コントローラのスイッチを自動で ON/OFF する耐久試験用制御装置を開発した。開発した装置を使用し、LZ03 と TA16 の耐久性を検証することができた。さらに TA16 の耐久試験用に制御装置を開発し、確認試験により、開発した TA16 の耐久試験用制御装置を使用することで TA16 の耐久試験が可能であることを確認した。

参考文献

- 1) アイアール技術教育研究所 “3分でわかる技術の超キホン 「フォトカプラ」とは？初心者向けに原理・役割・使い方を解説”. <https://engineer-education.com/photocoupler/>