

## 階段、特にエスカレーターを上下できる電動車椅子の研究開発

ブイ ディン バー チャン タイ ハ レ バン キ ビー タイン トウン  
BUI DINH BA, TRAN THAI HA, LE VAN QUY, VI THANH TUNG

機械工学系

### 1. はじめに

日本は高齢化社会に入り、平成25年は高齢化率が25.1%に上昇し、想定外に急速に進んでいます。このような高齢化社会環境の中で、高齢者の介助要求が高まっています。しかし、高齢化の進行に伴う少子化により高齢者の介助を行う若年層人口も減少しており、これを解決するため、人に主に頼る社会福祉から福祉用具を活用しつつ、介護者の負担軽減と高齢者の生活の質の向上が求められています。

本学の人間・ロボット共生リサーチセンターは様々な福祉用具の研究を行い、“超高齢化社会を活性化する次世代介護システム・シテーションの開発”という課題に取り組んでいます。私達は障害者や高齢者にとって日常の足となりうる新たな電動車椅子を提案し、そのプロジェクトに参加しました。障害者や高齢者の負担を軽減するため、自律走行、簡単な操作や階段上下などの研究が注目されています。従来の階段を上下できる電動車椅子は様々な機構を用いて実現されました。フランスの会社が開発した「TopChair」電動車椅子は安定的に階段を上下できますが、階段を上る時、操作が複雑になります。中国の「The Observer Maximus」電動車椅子は操作が簡単ですが、安定性と能力が十分でないと考えます。

また、階段を上下できる電動車椅子の研究開発には限界傾斜度や、高さ制限、不安定、操作が複雑などの問題が残ります。階段上下できる機構はチェーンベルト、特製タイヤ等、様々ありますが、本研究では高齢者や障害者が容易に操作でき、不自由を感じさせない多機能電動車椅子を提案します。特に今まで提案されていないエスカレーターの上下機能の実現も目標としています。

## 2. 電動車椅子の設計とシミュレーション

### 2.1. 機構設計

多機能電動車椅子を実現するため、まず情報収集とどのような伝動機構、上下移動機構が望ましいか仕組みを考えました。考慮した電動車椅子を高速コンピューターを用いて、SOLIDWORKSにより3Dモデルとシミュレーションを行いました。その結果、階段上下を補助助力機構(Liftkar) (図1)を用いた、新しい電動車椅子(図2)を提案します。

### 2.2. 上下動作シミュレーション

設計した電動車椅子がどのように動くか、階段を上下できるか確かめるのため、動作シミュレーション(図3)を行いました。

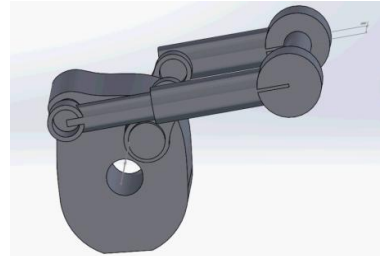


図1 助力機構

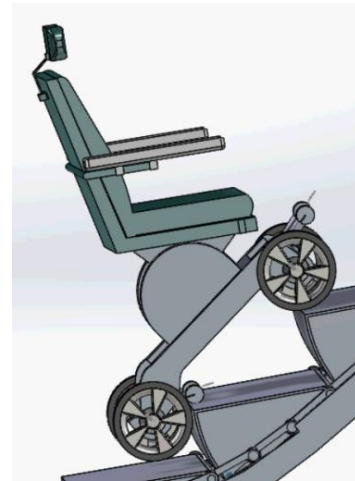


図2 多機能電動車椅子

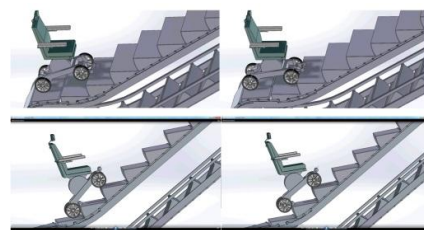


図3 階段上下シミュレーション

階段の上下時に電動車椅子の位置が斜めになるとき、重心が高いと転落する可能性が高いです。このことを克服するため、上半部の傾度変化・回転機能を設計します。このシミュレーションから階段を上下できることが確認されましたが、制御の難しさも明らかになりました。様々な動きをどのように制御するかが一番大きな課題です。

### 2.3. 模型電動車椅子の設計製作

設計した電動車椅子はSOLIDWORKSのシミュレーションにより実現可能であると確認しましたが、制作費などの問題があるため、本物の電動車椅子を作る前に模型電動車椅子（図4）を設計製作し、実験検証を行う予定です。制御法と運動姿勢を考慮します。この模型では制作のため、助力機構や助力機構と椅子部分の運動について詳細に設計します。

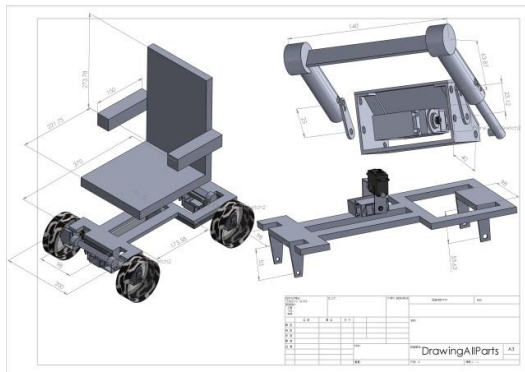
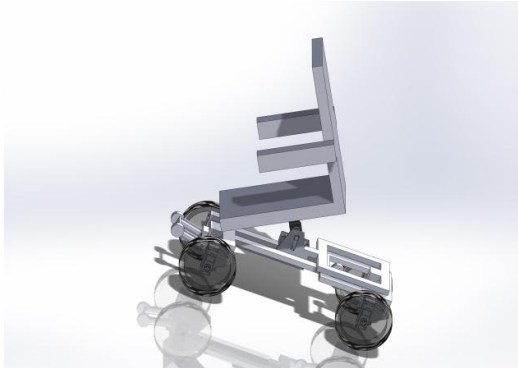


図4 模型電動車椅子

模型電動車椅子のサイズは300x270x400mm、8個のサーボモーターを有します。運動能力を向上するため4タイヤに4個のサーボモーターを付け、4WD車椅子です。階段上下のため前後の助力機構に1個のサーボモーターを使います。座り部分と助力機構が同じ傾度になり、重心変位できることと上下機能を向上するために、スライド伝動機構を設計しました。また、助力機構の回転のために、フレームとボールベアリングで連結します。助力機構と重心変位機能が付いているのでエスカレーターに安定姿勢を確保し、上下できると考えます。



図5 製作中の模型電動車椅子

設計した模型電動車椅子を現在製作中です。フレームはアルミ材で構成し、タイヤはラジコン模型のオフロード車を利用しました。

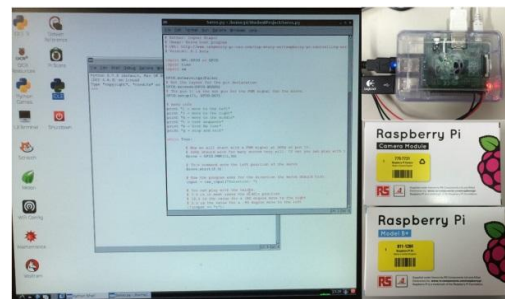


図6 制御盤とプログラミング設計

模型電動車椅子にはサーボ制御ボードを搭載し、ARMプロセッサ RASPBERRY Pi により制御します。また、ジャイロセンサー、カメラも購入しましたので、模型電動車椅子の完成後、搭載する予定です。

### 3. まとめと今後の展望

現在の研究段階は模型電動車椅子を製作中ですが、今後は様々なセンサーを搭載し、画像処理を用いる制御法の実験検証を行う予定です。最終的には、本物の電動車椅子を作り、設計通りの階段上下動作、特にエスカレーターを上下できるように頑張ります。将来的には障害者や高齢者が声、眼や脳信号だけで操作ができることを考えています。

最後に本プロジェクトに多大なご支援を頂いた人間・ロボット共生リサーチセンターとご関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。