

## 1. はじめに

車椅子利用者は鉄道に乗車及び降車の際に、障害となる段差や隙間をスロープ設置や駅員の介助により取り除くことで鉄道を利用している。しかし、最近は駅の無人化が進んでいることで、車椅子利用者が鉄道を利用するための駅員による介助が期待できない駅が増えている。国土交通省の調査によると、2018年度末から2019年度末の一年の間で無人駅の数 は 444 駅増えていることが明らかになっている [1]。また、無人駅では都市部と比べて利用客が少ないことから、運行している車両は気動車であることが多い。気動車両の乗り降り口は電車とは異なり、段差が二段存在することに加えて、電車と比較して駅とホームの間隙が広くなっている。このような環境では車椅子利用者が駅員の介助なしで鉄道を利用することは不可能である。

本研究では、4 自由度接触アーム機構を利用した外乱推定オブザーバによる段差接地判定により段差の高さを推定し、車椅子利用者自身で乗降できる機構を提案する。

## 2. 車いすの概要

Fig. 1 に車いすの全体図を示す。各アームはそれぞれリニアアクチュエータで駆動する。Fig. 2 に示す前メインアームと後サブアーム、後メインアームにおいて自動制御を行い、外乱推定オブザーバにより接地判定を行う。



Fig. 1: 車いすの全体図



Fig. 2: 各接触アーム

## 3. 高さ推定

外乱推定オブザーバにより、車輪の段差接地時のアーム角度から未知の段差の高さ  $\hat{H}$  が推定できる。Fig. 3 のようにアームの回転軸の水平線とアームとのなす角度を  $\theta$ 、アームの長さを  $L$ 、アーム先端のタイヤ半径を  $r$ 、アームの回転軸の高さを  $h$  とすると、推定される段差の高さ  $\hat{H}$  は (1) 式で表される。

$$\hat{H} = h - r + L \sin \theta \quad (1)$$

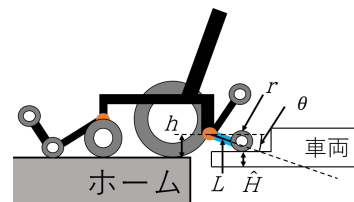


Fig. 3: 高さ推定

## 4. 乗車・降車シーケンス

車いすの乗車・降車の流れを Fig. 4 に示す。乗車と降車は互いに逆の動作である。

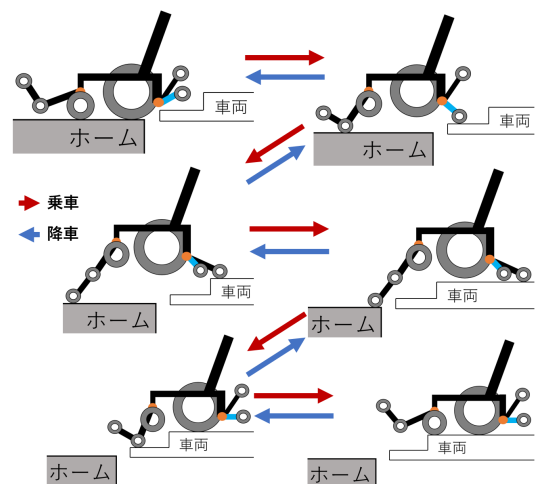


Fig. 4: 乗車・降車の流れ

## 5. 検証

キハ 121 系気動車の乗り降り口を再現して検証を行った。搭乗者の体重は約 50[kg] である。検証の様子を Fig. 5 に示す。実車両を再現した段差に対して車椅子単身で乗降を実現する機構の有用性を確認できた。



Fig. 5: 検証の様子

## 6. まとめ

気動車両の乗降に対応した車椅子は実現可能である。しかし、乗車・降車の時間制限内で車いすの複雑な操作を行わなければならないので、有用性が損なわれている。よって、今後は操作性の向上を目指すことで有用性を見出す。

## 参考文献

- [1] 毎日新聞:  
<https://mainichi.jp/articles/20201202/kei/00s/00s/014000c>