

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |                                                                                                                                               |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 論題                | 日常生活支援のための実用的ロボティックフォロワの研究 第8報：公共交通機関利用を想定した機体サイズ検証                                                                                           |
| Title             | Study on a Practical Robotic Follower to Support Home Oxygen Therapy Patients -No.8 Field Tests for Size Evaluation in Public Transportation- |
| 著者                | 遠藤玄, 入部正継, 田窪敏夫                                                                                                                               |
| Author            | Gen Endo, Masatsugu Iribe, Toshio Takubo                                                                                                      |
| 掲載誌/書名            | ロボティクス・メカトロニクス講演会2015講演論文集, , , 2A1-I02                                                                                                       |
| Journal/Book name | Proceedings of the 2015 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, , , 2A1-I02                                                             |
| 発行日 / Issue date  | 2015, 5                                                                                                                                       |
| URL               | <a href="http://www.jsme.or.jp/publish/transact/index.html">http://www.jsme.or.jp/publish/transact/index.html</a>                             |
| 権利情報 / Copyright  | 本著作物の著作権は日本機械学会に帰属します。                                                                                                                        |
| Note              | このファイルは著者（最終）版です。<br>This file is author (final) version.                                                                                     |

# 日常生活支援のための実用的ロボティックフォロワの研究

## -第8報：公共交通機関利用を想定した機体サイズ検証-

### Study on a Practical Robotic Follower to Support Home Oxygen Therapy Patients -No.8 Field Tests for Size Evaluation in Public Transportation-

○正 遠藤 玄 (東工大) 正 入部正継 (阪電通大) 田窪敏夫 (女子医大)

Gen ENDO, Tokyo Institute of Technology, gendo@mes.titech.ac.jp  
Masatsugu IRIBE, Osaka Electro-Communication University, iribe@isc.osakac.ac.jp  
Toshio TAKUBO, Tokyo Women's Medical University, ttakubo@chi.twmu.ac.jp

Home oxygen therapy (HOT) patients always have to carry an oxygen equipment in order to reduce shortness of breathing. We are developing a practical robotic follower carrying their oxygen equipment instead of patients. In this paper, we bring the prototype model into public transportation such as bus, train and bullet train to evaluate its size. We confirmed that the 6-th prototype model fairly fits these public transportations and can refrain from interfering.

**Key Words:** Mobile Robot, ADL Support, Home Oxygen Therapy

## 1 緒言

在宅酸素療法 (Home Oxygen Therapy, HOT) とは慢性閉塞性肺疾患 (Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD) に代表される呼吸器疾患により肺機能の低下した患者に対して鼻や口から高濃度の酸素を常に供給し血中酸素濃度を高める療法で、日本でおおよそ 16 万人が加療中である。在宅のまま治療できることから高い Quality of Life を保つことが出来る一方、外出の際には携帯型酸素機器カート (おおよそ 4kg) を搬送しなければならず、肉体的・心理的負担から家に引きこもりがちになる患者も少なくない。

本研究では、人に代わって酸素機器を自動で運搬することで HOT 患者の外出を支援する移動体を開発することを最終目的としている (図 1)。現在までに、紐状インターフェース (テザー) により先導する人に追従することの出来る機体を開発し、延べ 50 名以上の患者への試用テストを行っている [1][2]。要望の高い機能を優先的に改良し、患者に試用評価してもらい、再び要望を訊くという循環的かつ継続的な開発プロセスを通して実用化を目指している。

ところで本機器は歩道環境の走行を想定しているが、都市部の患者へのヒアリングでは病院などに出掛ける際、バスや鉄道などの公共交通機関を利用することが多いとの回答があった。駅などを利用する場合は、エスカレータなども利用することになる。このような場合、支援機器の大きさにより使い勝手は大きく左右される。本報では開発中の試作機を実際の公共交通機関に持ち込み、実社会の中で運用した場合にどのような問題があるのか、フィールドテストにより検討したので報告する。



**Fig.1** Basic concept of the robotic follower carrying an oxygen equipment

## 2 第6次試作機

第5次試作機において患者からのニーズと技術的・運用上の問題点を下記にまとめる

- 質量が大きい
- 機体サイズが大きい
- テザー機構の信頼性が低い
- ハンドル高さが不変
- ハンドルが持ちづらい
- 動作音が大きい

これらを改善した第6次試作機の概観と仕様を図2に示す。最もニーズの高い質量については、バッテリーを鉛蓄電池からリチウムフェライト電池に変更し-800[g]、構造材の材料を見直すことで-800[g]、合計で1.6[kg]、23%の軽量化を実現した。機体サイズについては、段差踏破能力とのトレードオフになる。第5次試作機では最大 96[mm] の段差を踏破出来るがさらなる小型化を目指して、後輪取付位置を変更することにより前後長を減少させた時の最大段差踏破高さを実験的に測定した。その結果、80[mm] 短縮すると最大段差は 24[mm] 低下するがそれでも 72[mm] の段差は踏破可能であった。通常の横断歩道など、切り下げがある車道-歩道間の段差は 50[mm] であることから、余裕を持って踏破することが可能と判断し、前後長を 80[mm] 減らすこととした。テザー機構は第5次試作では可能な限り小型化を目指したが、その結果配線の取り回しに余裕が無くなり信頼性が低下した。そこで配線の屈曲経路も考慮したユニットを再設計した。ハンドルに関しては現在広く用いられている受動カートのものを流用し、高さや角度を可変とした。さらに動作音はギヤの材質を樹脂とすることで静穏化を図った。



|                            |                                                                   |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Dimension<br>[ W x H x D ] | 325 x 710-1000 x 535 [mm]                                         |
| Weight                     | 5.4 [kg] with Battery                                             |
| Wheel Diameter             | 120 [mm], 250 [mm]                                                |
| Battery                    | LiFePO <sub>4</sub> : 13.2V-5Ah x 1<br>(4S-2P 66Wh, Cosmo Energy) |
| Actuator                   | 20 [W] x 2: Maxon RE25                                            |
| Reduction Ratio            | 86.4                                                              |
| Direction Angle Sensor     | Potentiometer                                                     |
| Tether Length Sensor       |                                                                   |
| CPU                        | SH7047F CLK/44.2MHz<br>(TTTech SH2 Tiny, Hibot)                   |
| Motor Driver               | 1 Axis DC Power Module<br>(Hibot)                                 |
| Payload                    | 2.5 [kg]                                                          |
| Maximum Velocity           | 1.0 [m/s]                                                         |
| Operational Time           | 3.2 [hours]                                                       |

**Fig.2** 6th-Prototype model and its specification

### 3 フィールドテスト

公共交通機関との親和性を検討するため、試作機を実際に車内に持ち込んだ。ここでは車体のサイズを検討することが主目的であることから、車内および駅構内ではすべて電源を切り、車輪を受動回転させて運んでいる。

#### 3.1 バス

路線バスである長野電鉄バスの中に本機体を持ち込んだ。バス中央部にある後方ドアから乗り二人掛けの後部座席のスペースに本実験機を置いた(図3)。後部座席とドアの間に仕切りがあるが、ある程度の余裕を持って入れられている。これは図中左側の駆動輪が座席シート下に入り込んでいることから生じたスペースであり、これ以上駆動輪直径が大きければこのスペースに置くことは難しいと思われる。一方で前方から降車する際は、料金箱により通路が狭くなっていることから多少の注意が必要であったが、通行に苦勞するようなことはなかった。

#### 3.2 電車

東急大岡山駅から大井町線・JR 京浜急行線・JR 山手線・JR 中央線乗り継ぎ、JR 御茶ノ水駅まで本機器を運搬した。最大の乗車率は150%程度である。大岡山駅・大井町駅ではホームに降りる際、エスカレータを利用した。日本で稼働しているエスカレータの大きさは主に2種類で、手すり幅約800[mm](ステップ幅約600[mm])の1人乗り用と、手すり幅約1200[mm](ステップ幅約1000[mm])の2人乗り用である。また段の踏み面は両者とも400[mm]、蹴上は200[mm]が一般的である。今回は2人乗り用のエスカレータで検証を行った。

図4に本実験機を横向きに載せた場合を示す。本機器は全幅325[mm]であることから数[cm]の余裕を持って1段の幅に収まり、トレッド面がスポンジ素材の能動車輪も50[mm]の厚みがあることから不安定になることはなかった。また全長が530[mm]であることから、側方には人ひとりが十分に通ることのできる幅があり、実際躊躇することなく通ってゆく一般の旅客もいた。このことから横向きに乘せれば他の旅客の迷惑になることはないことが確かめられた。

次に車内に持ち込みドア近傍の座席横のスペースおよび前方運転席近くに置いた場合の様子を図5にそれぞれ示す。いずれの場合も昇降客の邪魔になることはなかった。電車での移動の場合、予想外であったのが電車の加減速により車両が移動してしまうことである。これは電源が切れた場合でも受動車輪としてバックドライブできるように低減速比の駆動系を選定したためである。電源を必要としない機構的なブレーキの必要性が認識できた。

#### 3.3 新幹線

新幹線車内に本機器を乗せた様子を図6に示す。車両最後部のスペースは十分な幅があり、縦向きでも置くことが出来ている。また一般の座席であってもハンドルを一番短くし、前方に倒せば、足元テーブル下のスペースに収納することが可能であった(図7)。足を伸ばしづらいという窮屈な面もあるが、隣の乗客のスペースにはみ出ることはなかった。さらに酸素ボンベ用のバッグを外し、ハンドルを後方まで最大限に倒すと、座席上方の網棚スペースにも収納することが可能であった(図8)。

以上から、新幹線車内に本機器を持ち込んだ場合でも他の旅客の邪魔にならずに搬送できることが確かめられた。

### 4 おわりに

本稿では追従型酸素機器搬送移動体を用いる患者が公共交通機関を利用した場合を想定して、バス・電車・新幹線に実際に持ち込んで大きさの検討を行った。その結果、本機器は実用的なサイズであることが確かめられた。今後もユーザの実使用環境に即した具体的なユースケースを想定して改良を継続してゆく。

#### 謝辞

第6次試作機の開発においては東京工業高等専門学校遠藤嘉陽君に多大なる協力を得た。ここに感謝いたします。



Fig.3 Prototype model in a bus

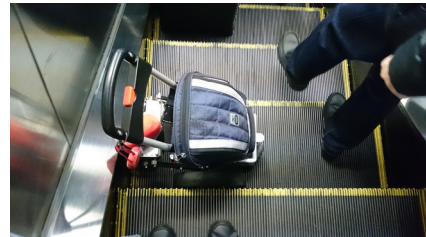


Fig.4 Prototype model on an escalator



Fig.5 Prototype model on a train



Fig.6 Prototype model on a bullet train



Fig.7 Prototype model under the table



Fig.8 Prototype model on a baggage rack

### References

- [1] 家村, 遠藤, 福島他, "日常生活支援のための実用的ロボティックフォロワの研究-第6報: 患者アンケートによるコンセプト評価-", ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2A2-C04, 2013.
- [2] 入部, 前田, 大西他, "日常生活支援のための実用的ロボティックフォロワの研究-第7報: 患者アンケートを反映した操作ユーザインターフェース開発-", 日本ロボット学会学術講演会, 3F2-04, 2013.