

K-014

## 独居老人のための自走式排泄支援システムの開発 Development of a mobile toilet system for solitary elderly people

上野 創造<sup>†</sup> 今井陽介<sup>†</sup> 早坂智明<sup>†</sup> 石川拓司<sup>†</sup> 山口隆美<sup>‡</sup>  
Sozo Ueno Yohsuke Imai Tomoaki Hayasaka Takuji Isikawa Takami Yamaguchi

### 1. はじめに

現在、我が国の高齢者の割合は総人口の 20%を超え、年少人口は約 14%と超高齢及び少子化が社会問題となっている[1,2]. その結果一人暮らしの高齢者が増加する一方、介護者の不足が予想され高齢者の日常生活が困難となる. 日常生活において基本的かつ重要なものの中には食事、入浴、排泄等が挙げられる. 食事、入浴はある程度時間が決まっているためデイケア等の限定的介護も可能であるが、排泄は生理現象であり介護者の対処が困難であることに加えて介護者、被介護者双方にとって精神的負担が大きい. 身体の不自由な高齢者が一人で排泄を行う場合、トイレに移動するまでに時間がかかってしまうため、失禁してしまったり、また、焦りから転倒してしまったりと危険が伴う場合もある. 高齢者用おむつの着用やポータブルトイレを設置することによってこの問題が解決できたかのように思われるが、おむつ着用による不快感、不衛生感、何より高齢者の自尊心を傷つけてしまうという問題点がある. ポータブルトイレの設置についても同様の理由により最良の解決策とは考えにくい. 我々は、この問題の新たな解決策として自走式排泄支援ロボットを提案する. これは、高齢者の呼び出しにより待機地点から便器搭載ロボットが高齢者の元に自動的にやって来て、排泄が済んだら待機地点に戻り、自動で排泄物を処理してくれるというシステムである(図 1). 我々は試作システムを開発し、このシステムの有用性を示した.



図 1 コンセプト概念図

### 2. 自走式排泄支援システム

本研究で試作したロボットの外観を図 2 に示す. 屋内での走行を想定すれば、比較的狭い場所でも方向転換できるよう設計する必要がある.

本研究で試作したシステムの駆動部には独立二輪駆動方式を採用し、従輪二輪をキャスターとすることで、ほぼその場回転を可能とした. また、日本家屋の平均通路幅が 1m 程度であることを考慮に入れ、その範囲内で駆動できるよう外形寸法を決定した. 高齢者は身体の機能が低下し

ており、便器に座る際や便器からの立ち上がりが困難である場合が多く、それらをサポートする目的で手すりを設置した. 手すりを含めた試作したシステムの外形寸法は、500(L)×500(W)×550mm(H)である.

車体の駆動部には DC モータ 380K300 (TAMIYA)を使用し、モータドライバ IC としては L6203 (ST マイクロエレクトロニクス社製)を用いた. 駆動輪にロータリエンコーダ(COPAL ELECTRONICS)を搭載し、左右駆動輪の速度を目標速度(0.3m/sec)と比較し、モータドライバに出力される PWM のデューティ比を増減させるといったフィードバック制御を行うことで車体を一定速度で走行させるとともに左右駆動輪の回転数の差を減らすことで走行の際の直進性を向上させた. また、経路情報をパルス数として左右駆動輪にあらかじめ設定し、ロータリエンコーダから出力されるパルス数を設定パルスまで駆動させるといった制御を行わせることによりロボットの自動走行を可能とした. これらの制御には拡張性、汎用性の点で優れる FPGA(Field Programmable Gate Array)搭載型マイクロコンピュータ SUZAKU-V (Atmark Techno)を用いた. システムの起動はマイクロコンピュータと無線を介して繋がったリモコン上の呼び出しボタンを押すことで行えるようになっている. ロボットには小型水中ポンプ、貯水タンクからなる水洗機能、便器用蓋、汚物タンク用蓋の電動開閉機能が搭載されている. これらの操作もロボットの呼び出しリモコン上のボタンによって行え、身体の不自由な高齢者でも容易に扱えるよう配慮した. また、生理現象である排泄にいつでも対応できるように待機地点を充電所とし稼働時以外は充電を行う自動充電機構を構築した.



図 2 試作システム外観

### 3. 排泄物モニタリング

排泄物の視覚的検査は健康状態の診断に重要である. 例えば黒色便は胃癌や十二指腸潰瘍などによる上部消化管における出血、血便は大腸癌などによる下部消化管における出血が原因である可能性が高い[3]. すなわち排泄物を画像情報として保存し、コンピュータネットワークを介して医師や介護者、家族などが常時モニタリングすることでこれら疾患の早期発見が可能である. 我々はこれまでに、この

<sup>†</sup> 東北大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Tohoku University

<sup>‡</sup> 東北大学大学院医工学研究科 Graduate School of Biomedical Engineering, Tohoku University

ような被介護者家庭内、病院内、地域のネットワークなどの複合的ネットワークによる新しい医療システムを、ハイパーホスピタル構想として提案し、その有効性を示してきた[4-6]。本研究で試作した自走式排泄支援ロボットには、ネットワークカメラを搭載し排泄物画像を取得すると共に画像を Web 上へアップロードする排泄物モニタリングシステムを搭載した。

#### 4. 検証実験

本研究で試作したシステムを用いて 2 つの検証実験を行った。まず自走機能をはじめとする各種排泄補助機能の検証を行った(図 3)。高齢者がリモコン上の呼び出しボタンで呼び出すと、ロボットが待機地点から自動的に高齢者のもとにやってきて、排泄が終わるとまた待機地点に戻っていくことが確認できた。また、水洗、便器用蓋、汚物タンク用蓋の電動開閉が無線操作できることを確認できた。

次に我々は排泄物のモニタリング機能の検証実験を行った。各疾患の色に着目して健常便、血便、黒色便の 3 種類の模擬便容易し、ネットワークカメラでの撮影を行った。得られた排泄物の画像を図 4 に示す。画像からは色、固さなどの特徴が見て取れ、モニタリング出来ていることが確認できた。またこれらの画像を Web 画面上で確認できた(図 5)。

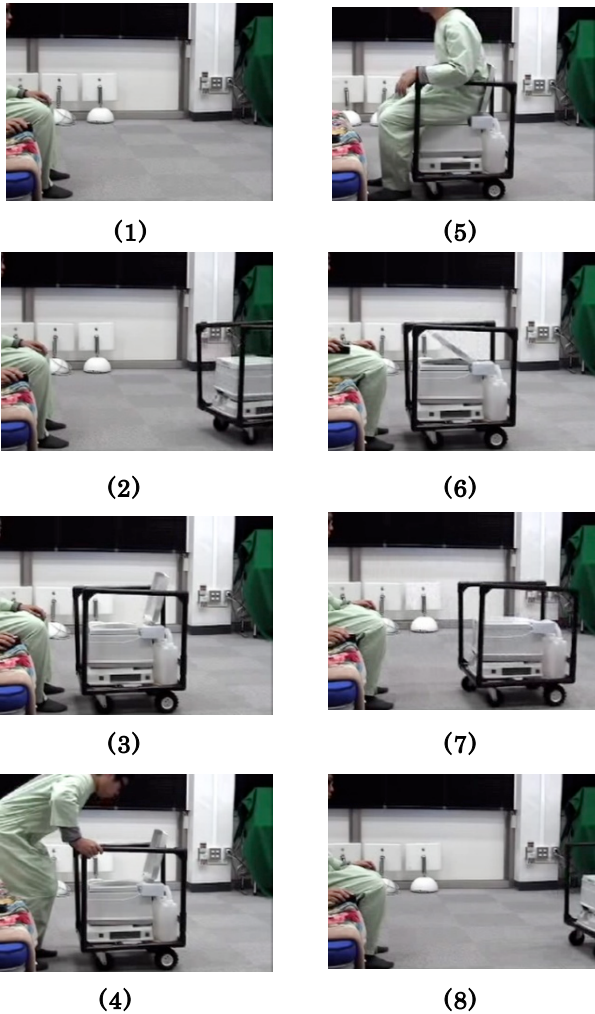


図 3 検証実験画像

#### 5. まとめ

本研究では、トイレに行くことが困難である身体の不自由な高齢者を対象として、排泄補助を行うための自走式排泄支援システムを提案した。試作システムを開発し、それを用いて検証実験を行った結果、被験者は介護者の手助け無く快適に排泄を行え、排泄補助の役割を十分に果たしていることが分かった。また排泄物画像を Web 上でモニタリングできることを確認し排泄物モニタリング機能が高齢者の日常生活における健康管理に有用であることを示した。

今後は試作した自走式排泄支援ロボットに屋内環境下でも使用可能なポジショニングシステムを構築、搭載し、ロータリエンコーダとのハイブリッド制御を行うことで自律走行機能を強化、稼働環境を拡張すると共に排泄処理機構を付加することによって、より実用的なシステムに改善する。

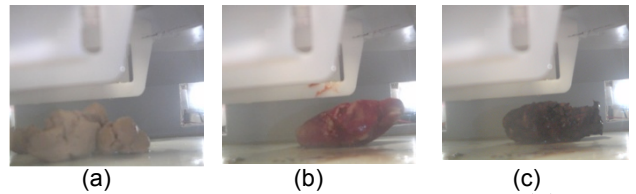


図 4 ネットワークカメラからの模擬便画像：(a) 健常便、(b) 赤色便、(c) 黒色便



図 5 Web 上にアップロードされた模擬便の画像

#### 参考文献

- [1] Annual Report on the Aging Society, Cabinet Office, 2006
- [2] Annual Report on the Aging Society, Cabinet Office, 2007
- [3] Denis L Kaspar, Harrison's PRINCIPLES OF INTERNATIONAL MEDICINE, medical science international, volume 2,(2003)
- [4] Yoshida T, Mizuno F, Hayasaka T, Tsubota K, Imai Y, Ishikawa T and Yamaguchi T. Development of a Wearable Watch-Over System Using Gait Analysis. Telemedicine and e-health 13:703-714 (2007)
- [5] Yamaguchi T, Furuta N, Shindo K, Hayasaka T, Igarashi H, Noritake J, Yamazaki K and Yoshida A, The Hyper Hospital, A Network Reality Based Medical Care System, IEICE TRANS. INF. & SYST., Vol. E77-D, No.12 December(1994)
- [6] Mizuno F. Study on home-health care support system using wearable system. Doctoral thesis of Tohoku University (2005)