

## ロボットを介在させた高齢者の運動促進プログラム\*

原口 真<sup>\*1</sup>, 崎山 貴央<sup>\*2</sup>, 福田 悠平<sup>\*2</sup>, 家 広幸<sup>\*2</sup>

### Robot-mediated Exercise Promotion Program for Elderly People

Makoto HARAGUCHI<sup>\*1</sup>, Takahiro SAKIYAMA<sup>\*2</sup>, Yuhei FUKUDA<sup>\*2</sup> and Hiroyuki IE<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> Lecturer, Department of Mechanical Engineering

<sup>\*2</sup> Student, Department of Mechanical Engineering

In areas where it snows a lot in winter, the elderly people cannot go out for exercise, so that they have a loss of motor ability and high risk of falling. The falling is one of the causes of bedridden state.

In order to solve this issue, we develop a system which can facilitate indoor exercises for the elderly people. In this system, we use compact-size robots and pedaling electrical generator for the exercise motivation. In this research, we have performed a verification test in a care facility in order to determine whether this exercise system is practical or not.

**Key Words** : Exercise Motivation, Electrical Generation, Elderly People, Robot Therapy

## 1. 緒 言

福井県などの冬季に雪が多く降る地方は、高齢者は外に運動に行くことができず、その結果運動機能が衰え、転倒リスクが増加してしまうという問題が発生している。そこで本研究では、室内でも運動を行え、かつ運動の動機づけを行うことができる運動促進システムを開発する。動機づけにあたってはロボットを利用する。

ロボットを高齢者の運動促進に利用する先行研究としては、筑波大学の浜田らによる AIBO の介護施設への持込み<sup>(1)</sup>、中京大学の種田らによる体操用ロボットによる体操習慣の形成<sup>(2)</sup>、中京大学の研究を参考にした商用体操ロボット「トレロ」<sup>(3)</sup>（(株) ヴイストン、開発中）などがある。本研究でもロボットで運動を促進させることは付加的に行うが、主体的な運動促進方法として、手回し発電機による発電運動でロボットの動力を賄うことを特徴とする。

システムの実施は町屋福祉会花園在宅介護センター（福井市）で行う。学生が中心となってロボットを持込み、運動促進プログラムを進める。施設内の高齢者の健康推進を通じた地域社会への貢献、学生のロボット教育とコミュニケーション能力向上も目的としている。

## 2. 運動動機づけプログラムの概要

### 2.1 プログラムA

具体的には下記のプロセスで運動を促進させる。

- (1) 手回し発電機（直流出力, Fig.1）によって、電力を生成する。
- (2) 発電電力で電池を充電する。
- (3) この電池を小型ロボット（Fig.2, 3）に搭載し、充電分だけロボットを動かす。

---

\* 原稿受付 2015 年 02 月 27 日

<sup>\*1</sup> 機械工学科講師

E-mail: m-haraguchi@fukui-ut.ac.jp

<sup>\*2</sup> 機械工学科学生

(1) の発電によって高齢者に運動を行わせる。ロボットに様々な動きをさせることによって認知機能が衰えがちな高齢者を刺激し、発電運動のモチベーションの増加につなげる。例えば、Fig.2 の4足歩行ロボット（ブチロボ MS5L、共立電子産業株式会社）で徒競走を実施、または、Fig.3 の人型ロボット（RAPIRO、機楽株式会社、他）でラジオ体操を行う。定期的なラジオ体操の為に電源を確保するために発電運動を尽力してもらう。併せて幼老交流（幼児にロボットを見せ、高齢者のモチベーションを高める）を行うと動機づけの効果が高い。発電運動だけでなく、(3) でも付加的な運動ができるようなシステムにすることが望ましい（上記の徒競走やラジオ体操など）。



Fig. 1 Pedaling Electrical Generator

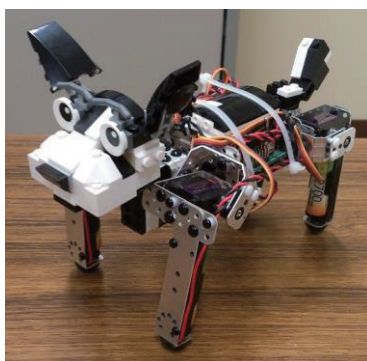


Fig. 2 4 Legged Walking Robot

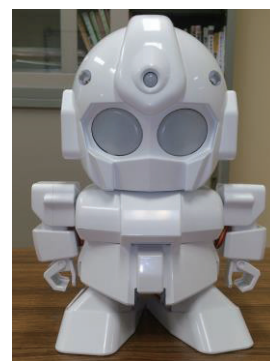


Fig. 3 Humanoid Robot

手回し発電機の発電電圧と電流をマイコンで監視し発電量を Wh に変換することで、運動量を評価する。上記の内容を図でまとめると Fig. 4 のようになる。

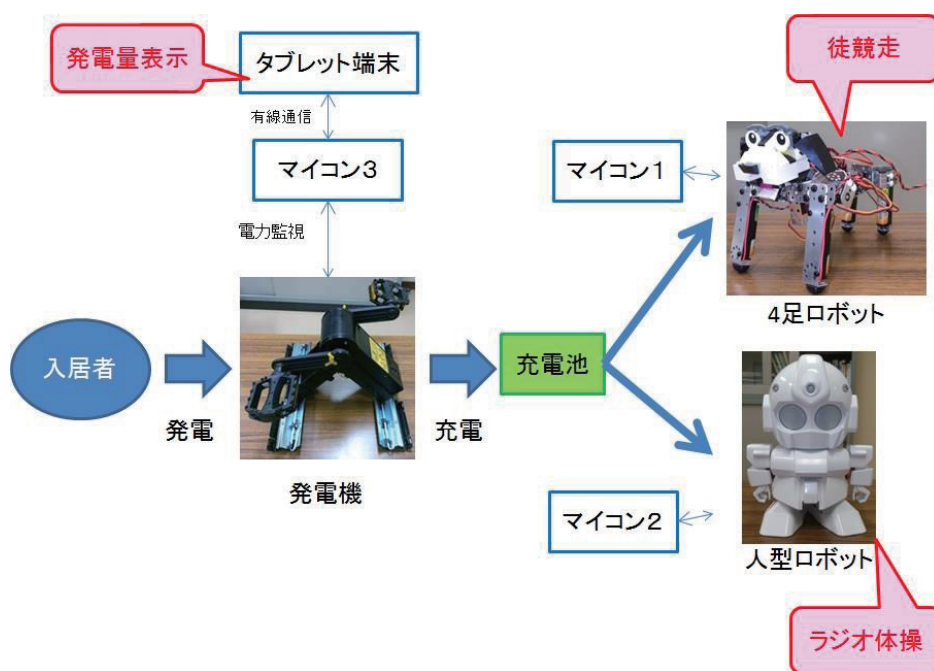


Fig. 4 Abstract of Program A

## 2.2 プログラムB

プログラムAのように、充電池に電気を貯めロボットに搭載する間接的な方法とは違って、発電機の電力を直接ロボットに流し込み、ロボットを直接稼働させる方式も考える。消費電力が低い動きの場合、その場で動かすことができるため、充電池を充電するよりも運動報酬のフィードバックを早くすることができる。

各ロボットによって作動電圧が違う（4足ロボット：DC4.8～6.0V，人型ロボット：DC6.0V）ため，発電機の発電電圧（DC120V）を降下させるために今回はACアダプタを利用している．プログラムAとほぼ同様であるが，プログラムの概要をFig.5に示す．

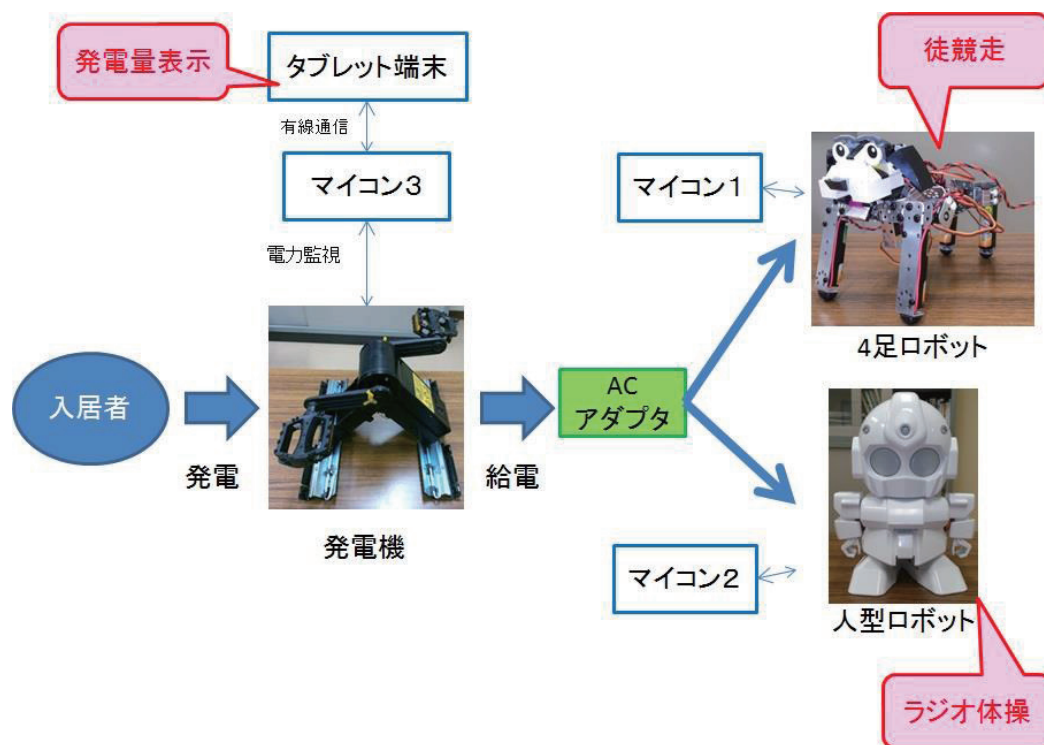


Fig.5 Abstract of Program B

### 3. 実証実験

#### 3.1 実験手順

2章のプログラムが実際に可能であるかどうかの検証試験を，介護センターにて実施した．発電機を回して電池（今回の場合，ニッケル水素充電電池 1000mAh）を充電してもらい（プログラム A），運動前後の総発電量と脈拍数，電池残量を記録した．またこの測定を実施後，発電機により人型ロボットを動かしてもらい，その間の総発電量と脈拍数を記録した（プログラム B）．今後の実験では使用予定があるが，今回の実験では4足歩行ロボットは使用しなかった．

#### 3.2 測定システム

今回測定にあたって，下記のものを使用した．

- 手回し発電機（Fig.1，足漕ぎ発電機（Power Box，K-TOR 社）を手回し発電機に転用）
- Android タブレット端末
- 4足ロボット内蔵マイコン（マイコン1，PIC）
- 人型ロボット内蔵マイコン（マイコン2，Arduino 互換基板）
- 電力監視用マイコン（マイコン3，電流・電圧・電力測定モジュール（INA226，テキサスインスツルメンツ）と Arduino からなる）
- 脈拍計（指に挟む型式，パルスオキシメーター サーフィンPO，株式会社小池メディカル）
- ストップウォッチ（運動時間を測定）
- 電池残量計（型番：CHE-BT2，サンワサプライ株式会社）



Fig.6 に測定システムの写真を示す。電力監視用マイコンを発電機に接続して発生する電力を監視することで、Android タブレット端末に総発電量を表示している。

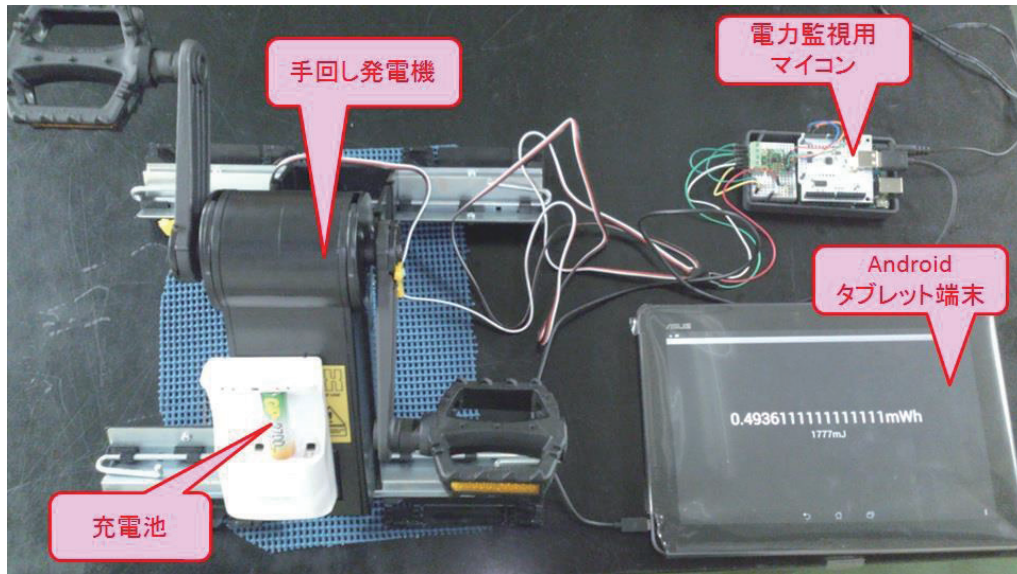


Fig.6 Measuring System

#### 4. 実験結果

3章に示す手順で介護施設にて測定実験を実施した。実験に協力頂いた被験者は女性6名、男性1名計7名の入居者である。発電運動の時間は被験者の体力に応じて、2分以下の時間に設定した。測定実験時の様子を Fig.7 に示す (プログラム B の場合)。その結果 Table.1 のような試験結果のデータが得られた。Table.1 の上部には充電電池の充電のための発電運動 (プログラム A)、下部には人型ロボットの直接稼働のための発電運動 (プログラム B) のデータを示している。



Fig.7 Scenery of the experiment

Table.1 Experimental Results

電池充電のための発電運動							
No.	被験者名	性別	測定時間 [分:秒]	総発電量 [mWh]	電池残量 [%]	脈拍 [bpm]	備考
1	F	女性	0:00	0	88.5	54	
			1:00	12.82	92.1	56	
2	R	女性	0:00	0.05	92.1	84	左半身に軽い麻痺
			1:00	14.77	93.9	76	
3	O	男性	0:00	0	91.2	85	片麻痺のため, 片手で操作を実施
			1:00	14.16	95.7	94	
4	H	女性	0:00	0	95.7	90	
			1:00	9.83	96.6	94	
5	S	女性	0:00	0	93.9	98	
			2:00	30.13	98.5	91	
人型ロボット稼働のための発電運動							
No.	被験者名	性別	測定時間 [分:秒]	総発電量 [mWh]	電池残量 [%]	脈拍 [bpm]	備考
6	N	女性	0:00	0	—	No Data	認知機能に衰えあり
			0:40	19.74			
7	S	女性	0:00	0	—	No Data	上記の被験者Sと 同一人物
			1:30	69.75			
8	I	女性	0:00	0	—	98	
			1:00	34.83		91	

今回の実験は1日で測定を終了させた。No.2の被験者Rの総発電量が0:00時に0でないのは電力監視マイコンの初期化忘れが原因である。ニッケル水素電池を2つ用意し、途中で適宜入れ替えたため、電池残量の履歴がF→R→S、O→Hと2系列となっている。

## 5. 考察

プログラムBはやや認知機能が衰えている高齢者でもロボットが稼働することによって刺激となり、運動の動機づけに大いに役立つことが試験を通じて判明した。一方でプログラムAは発電量をタブレット画面にリアルタイムでただ表示しているだけであり、高齢者に何を行っているかを伝えるのが困難かつ動機づけにつながりにくかった。今後プログラムAを行う際には、ゲーム性の高いソフトウェアと連動（発電量に応じてタブレット画面内の3D-CGが動くなど）させて発電運動を行うなどの工夫が必要である。

脈拍が運動前後であまり変化していない被験者が多く見られた。今回の発電運動が、脈が速くなるほど激しい運動ではなかったという可能性もあるが、指に挟む形式の脈拍計を実験前後でその都度取り付けていることで誤差が生じている可能性もあるため、リストバンド式や耳たぶに取り付ける形式などリアルタイムで脈拍を計測できるようにして、今後検証していく。

Table.1のNo.1～4における総発電量の増加量と電池残量の増加量が対応していない（総発電量はR>O>F>Hであるが、電池残量はO>F>R>Hとなっている）。履歴から見ると記録ミスではない。発電運動の条件の違いに起因するものと考えられる（例えば手回し速度が不十分で、発電電圧が充電電圧に達していないことが考えられる）が、詳細が不明のため、どのような条件で増加量の対応の不一致が起こるか、健常者で追実験を実施する必要がある。

## 6. 結 言

本研究では高齢者が室内で運動を行う為の動機づけプログラムの開発を行った。又、試験場所である介護センターの協力のもと実証試験も行い、高齢者の試験データを得ることができた。

今後さらに発電ソフトウェアやロボット、発電機、評価方法を洗練していき、その都度介護センターで検証することを行っていく。

## 謝 辞

本研究を行うにあたって、実証実験場所の提供や実験の実施について、町屋福祉会花園在宅介護センターの職員や利用者の方々にご協力頂いた。

## 文 献

- (1) 浜田利満, 橋本智己, 赤澤とし子, 松本義雄, 香川美仁, 大久保寛基, 大成尚, “高齢者施設におけるロボット・セラピーの試み”, リハビリテーションネットワーク研究, Vol.2, No.1 (2004), pp.31-40.
- (2) 種田行男, 加納政芳, 山根基, 笠井達也, 鈴木敏博, 加賀善子, “運動習慣の形成を支援するための家庭用体操ロボットの実用性の検討”, 日本健康教育学会誌, Vol.17, No.3 (2009), pp.184-193.
- (3) 体操ロボット「トレロ」 <http://www.vstone.co.jp/products/torero/>

(平成 27 年 3 月 31 日受理)