

# モーションセンサを取り入れたリハビリテーションマシンの検討

本多 博彦<sup>\*1</sup>, 河村 吉章<sup>\*2</sup>, 岡崎 秀晃<sup>\*1</sup>, 高橋 宏<sup>\*1</sup>  
湘南工科大学コンピュータ応用学科<sup>\*1</sup>, ナムコ BFE ユニット<sup>\*2</sup>

概要：高齢者の身体機能回復や維持を目的とし、楽しみながら体を動かすリハビリテーションマシンの提案を行う。体力やスピードを考慮し、各人のレベルに合わせて動かし方や、難易度を設定できる。高齢者向けデイサービスセンターで実際に使用してもらい、利用者ごとのデータを蓄積できる仕組みを持つ。今回は、Nゲージ鉄道模型をモーションセンサを使った体の動きで制御するマシンと、マルチスピーカーによる音の空間配置と手足の動きを同期させた、エンターテインメント要素の高いリハビリマシンの提案を行う。楽しんで手や足を動かすことで、転倒防止などの効果を期待でき、コミュニケーションを楽しみたいという希望に応えることも出来る。

## Examination of rihabiritainment machine with motion sensor

Hirohiko Honda Hideaki Okazaki Hiroshi Takahashi  
Department of Applied Computer Sciences Shonan Institute of Technology

**Abstract:** We propose the system for senior citizen's bodily functions to recover and maintain while enjoying it. It can be adjusted according to each level basing the physical range, strength, and the speed. The system is actually used at the daycare center. In this place, this system can accumulate each user data. We produced two systems this time. The first is a machine using the model train set, and another is a machine by the multi speaker system. These machines synchronize with the movement of the body with a motion sensor. The senior citizen's movement of the body is expected as an effect of preventing the fall. And they can enjoy communications.

### 1. はじめに

近年、高齢者の増加と共に、その中で介護施設などを利用する高齢者の数も上昇している。そのような施設では、高齢者向けリハビリテーションやコミュニケーションの場づくりに力を入れてきた。特に、楽しみながら機能回復訓練を行える高齢者向けの機器として「リハビリテーションマシン」と呼ばれる機器が、全国における通所介護（デイサービス）および通所リハビリテーション（デイケア）などに導入されてきた。「太鼓の達人 RT -日本の心-」、「ワニワニパニック RT」、「どきどきへび退治 RT」などがナムコにより製造されている[1]。本研究との提携先でもある神奈川県綾瀬市「綾瀬タウンヒルズショッピングセンター」内の「かいかや[2]」（ナムコ直営施設デイサービスセンター）にも導入され効果が試されてきた。楽しみながらリハビリを行うことで、“敏捷性”と“バランス”の維持と改善に有効な効果が現れることが示されている[3]。

しかし、高齢者向けの専用機器は多くの場合、大変高価であり、特殊性と汎用性ゆえ手軽に導入し易いものではない。また、高齢者は将来における歩行障害と認知症に対して大きな不安を頂いてはいるが、それを予防するための方策として筋力トレーニングを実施することに対しては抵抗感を持つ場合が多い。利用者の運動機能や特性は様々であるが、単調な動きの繰り返しであったり、利用者に合わせて自由に運動負荷を変えたり、機能を増減できるリハビリテーションマシンは少ない。単調にならない動作と、運動を負担に感じさせずに、継続する意欲を保てるような機器の開発が必要である。一方で、汎用性のあるテレビゲーム機は利用し易い面はあるが、高齢者を対象とした身体を動かすソフトは少ない。また、複雑な操作を必要としていたり、ゲームを進行させるための手順数も多くなると、高齢者は目的に辿り着く前にあきらめて続ける意欲を失ってしまう問題が

あった。

単調な動きのリハビリ機器や、操作や進行が複雑なゲーム機器に代わる、直感的に操作でき、飽きずに楽しみながら継続できる安価なシステムが強く望まれている。

また、デイセンターにおける実地調査から、高齢者は、仲間とコミュニケーションを楽しみたいという要求が強くあることが明らかになった。リハビリによる肉体の機能維持効果への期待より、作業を通して仲間と交流を深めることへの期待の方が割合が高い。リハビリをきっかけとしてコミュニケーションを行うことが心身の活性化に繋がると思われる。高齢者にとって日常の話題の材料となり、介護スタッフも含めて、皆で楽しめるという要素が重要になると考えられる。

## 2. 研究目的と取り組みについて

本研究では、楽しみながら体を動かしリハビリを行えるといった、「遊び」と「福祉」の融合を目指した機器を開発し、提案することが目的である。

そのためモーションセンサを取り入れ、高齢者が体の一部を動かし、その動きを感知してコンピュータに情報を送り、目的物を操作したり反応を音や目で楽しめるものとしている。空間上の位置情報を取得できるセンサーを使用し、このセンサーを高齢者の必要な稼働箇所に設置し、上下左右のどの方向に動かしたのか、またクリックボタンと組み合わせることで、ゲームコントローラーを使わなくとも情報をインプットして対象物の制御が可能となる。さらに、視力の衰えた人でも扱うことができるように、画面に頼らずとも、音声とオーディオ音の判断で操作可能なシステムとする。

利用者の身体的能力やレベルが各個人で異なっても、個々の動かせる範囲内で確実に動きを把握でき調整できるカスタマイズ機能を備えた適合システムとする。これにより継続性を持たせ、楽しみながら体の機能維持（回復）に繋げることができる。そして利用者が複数で取り組める（参加できる）形態を考慮し、コミュニケーションを深め一体感と協調性を生む行動に発展させる可能性も持たせている。

高齢者向け通所施設で、高齢者の立場から見た現状の問題点・要望なども聞き取り調査し、取り組みやすいリハビリシステムを提案する。

福祉機器の開発において、利用者のニーズや評価を把握し、それを開発側にフィードバックすることは重要であるが、一般には開発者側と利用者側で認識に相違点が生じていることも少なくない。本研究では、デイサービスセンター（かいかや）

と提携し、客観的な評価を行いながら開発を行っていく。また、利用施設に継続的にフォローしていく体制も重要で、本研究では学生が福祉ものづくり授業の一環として参加している。学生へのアクティブラーニングとして、福祉と教育を結び付け、社会と工学を繋ぐ橋渡しの役目を持つことも目的の一つである[4]。

## 3. システム概要

### 3.1 Nゲージ模型列車を用いたリハビリテインメント

鉄道模型（Nゲージ）とモーションセンサをリンクさせ、体の動きに合わせて電車を制御するシステムの構築を行った（図1）。

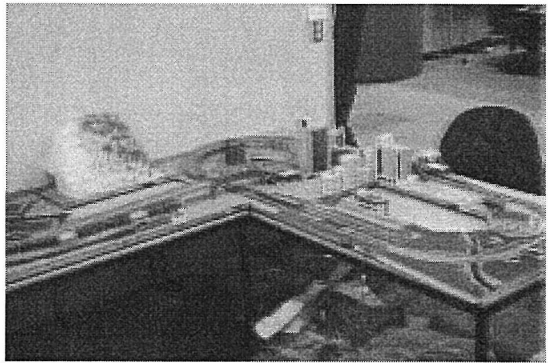


図1. Nゲージ鉄道模型の全景

例えば、利用者の手にセンサを取り付けた場合、手の上下運動を1回動作することによって、その動きに感応して設定された距離だけ電車模型を前進させることができる（図2）。

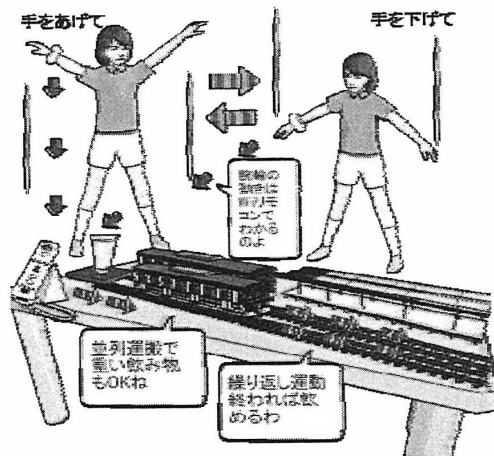


図2. モーションセンサによるNゲージの制御

エンターテインメントの要素を組み込むことを考慮し、連続した動きによって状況が刻々と変化する様子を見て楽しめるのが特徴である。目標地点に電車を到達させるため、できるだけ素早く手の上下運動を繰り返せば、どんどん電車模型が進み夢中になって体を動かす状況が生まれる。楽しんで体を動かすことが出来れば、意識しないで筋力トレーニングを行うことができ、リハビリの効果を期待できる。手以外の足などにセンサを取り付けても同様に制御可能であり、怪我による患者のリハビリや、頸椎損傷など身障者にも有効な稼働箇所に装着することで適用可能である。

システムの処理は、モーションセンサに内蔵された加速度センサの情報をPCに取り込み、リアルタイムでプログラム制御を行い、動きに応じた電流量をNゲージシステムに流して模型電車の動きをコントロールする流れとなっている(図3)。

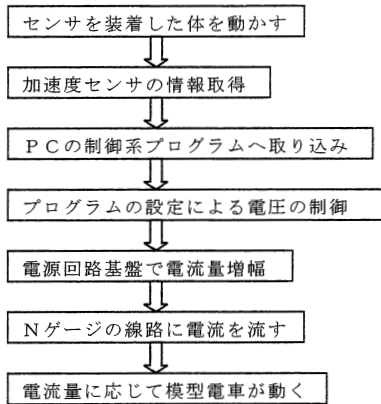


図3. Nゲージシステム処理の流れ

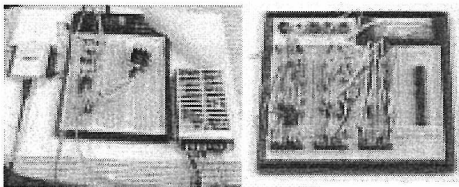


図4. 増幅回路と制御用回路(試作機)

通所施設での使用を想定し、高齢者がゲーム感覚で楽しめるシステムの利用例として、様々なバリエーションを提案することができる。

- ・ ぐらぐら電車ゲーム：

線路を揺らし電車を落とさずに動かす

- ・ リズムゲーム：  
リズムに合わせて身体を動かし、電車の動きと音楽をコラボさせる

- ・ 記憶力ゲーム：  
前の人の動きを真似して体を動かす。動きがずれると電車の動きや到達点が離れていく。

これらのゲームは、チームを作ったり、競争することで、よりコミュニケーションを深めることができる。既存のリハビリテーションシステムにはない、新しい形態のエンターテインメントシステムを提供することが可能となり、結果として高い運動効果も得られるシステムとなり得る。

またゲームとして楽しむ以外にも、鉄道模型を2台並列に移動させて物を運搬させて楽しむ利用の仕方も提案できる(図5)。お菓子などを運搬させることで、体の動きと自動制御の組み合わせにより必要な人の前に物を運ぶことができる。ちょっとしたユーモアを含み、自分自身が主役感覚を持ち、バーチャルでない本物感を実感することも重要である。介護者に頼る一方でなく、自分も連携して作業を実践することで、通所施設における一体感を生み出すことが期待できる。

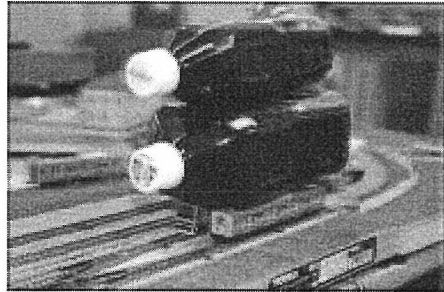


図5. 並列運搬での車賃量の実験：重量1.5kg

本システムの特徴として、体の動きに感応した電車の移動距離やスピードを容易に設定できる点があげられる。これらは制御系プログラムの設定値を変更し電流値を変えることで可能となる。これにより、運動負荷を利用者ごとに最適に調整することが出来、利用者が慣れてくると運動負荷を上げるなど異なるメニューを提供することもできる。リハビリという意識がなくても、システムを動かすことへの意欲を高め、継続的に運動を続けられることが重要である。

### 3.2 立体音場を利用したリハビリテーション

サラウンドに代表されるように、マルチスピーカーシステムによる立体音場は容易に構築できるようになった。本研究では、この立体音響空間での聴覚による認識と、体の動きをリンクさせた新しいリハビリテーションシステムを構築した。

基本的には、前節のNゲージ模型列車と同様に、体を動かすことに感応して状況が変化するものであるが、ここでは、ある空間内に配置された複数のスピーカによって、音の出る場所が変わったり、音の種類や出かたが変わって楽しめるシステムとなっている（図6）。

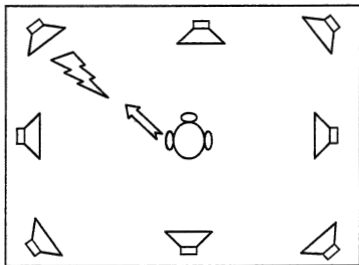


図6. マルチスピーカーシステムによる立体音場空間

モーションセンサによる位置情報（立体角）をPCに取り込み、利用者の動きや立ち位置によってリアルタイムで指定したスピーカーから効果音を再生するシステムとなっている。

こちらのシステムも、高齢者がゲーム感覚で楽しめる利用例として、様々なバリエーションを提案することができる。

- ・ ランダムタッチゲーム：
 

次々と異なるスピーカーから音が出て、ユーザは音の出ているスピーカーにタッチしてクリアしていくゲーム。タッチしなくてもエリアへの動きや、方向を指し示す方式も可能。
- ・ ものまねゲーム：
 

前の人の動きをまねて、同じように体を動かすゲーム。スピーカーから出てくる音で正しいか判断できる。聴覚だけでも再現可能。
- ・ テルミンゲーム：
 

手の上下動きで音程を作ってスピーカーを鳴らし、別の人がその曲を当てるゲーム

今までもゲームセンターやテレビゲームなどで、音楽やリズムに同期させるゲームは多くあった。本システムは、高齢者が仲間とコミュニケーションを楽しみながら実践でき、アイデア次第で多様なバリエーション展開できる仕組みが新しい。

#### 4. データベースの構築とフィードバック

本研究システムは、PCを通して制御を行うため、モーションセンサの動きをリアルタイムで取り込んでいる。これを利用者ごとの、運動量データベースとして構築しておけば、データの推移から、運動機能の時系列変化をみることができ、利用者自身が運動効果を確認でき、意欲を持って継続的に取り組んでいくことが期待できる。

また、統計データが蓄積することで、利用者ごとに最適な運動メニューを自動で設定することも可能となる。慣れによるレベルアップや各ユーザの特性を考慮しつつ、段階的エクササイズメニューを提供していくことも可能となる。

#### 5. 予測される効果と今後の展開

高齢者は、運動機能の低下による日常生活での転倒に大きな不安を抱いている。本研究のリハビリエンターテインメントマシンは、転倒予防となり得る体の動きを組み込めるので、その効果を期待できる。具体的には、足の上下運動を行うことで脛の前頸骨筋や大腿四頭筋が鍛えられ、サイドステップのような動きで、腰まわり中臀筋を鍛えることが出来る。これにより運動機能をできるだけ維持し、危険回避することができれば望ましい。

現段階では、リハビリテーションマシンの基本部分の構築が完了し、試作品に対する評価を行っている。今後は、実際に通所施設に設置して、多くの高齢者に体験してもらい長期的にデータを蓄積し、運動機能維持に対する有効性を検証していく必要がある。

#### 参考文献

- [1] ハッスル倶楽部（バンダイナムコゲームス），  
<http://www.hustle-club.com/rt/products.html>
- [2] ナムコデイサービスセンターかいかや綾瀬店  
<http://www.namco.co.jp/welfare/kaikaya-ayase.php>
- [3] Shin-ichiro Takasugi, et.al.  
12-month intervention of playing arcade games significantly enhanced body balance and reaction time in the elderly women,  
International Symposium on Preventing Falls and Fractures in Older Persons (2004)
- [4] 教育G P 湘南工科大学「社会と工学をつなぐ技術活用力の育成」  
<http://www.shonan-it.ac.jp/contents/news/1813/001857.html>