

# 任意の関節の曲げ伸ばし運動を目指したリハビリテーション・レクリエーション機器の開発

橋本 渉<sup>1</sup>, 大須賀 美恵子<sup>2</sup>, 井上 裕美子<sup>1</sup>, 中泉 文孝<sup>2</sup>  
大阪工業大学 情報科学部<sup>1</sup> 大阪工業大学 工学部<sup>2</sup>

## Development of rehabilitation/recreation exercisers aiming at flexion and extension movements applicable to arbitrary joints

Hashimoto Wataru<sup>1</sup>, Ohsuga Mieko<sup>2</sup>, Inoue Yumiko<sup>1</sup>, Nakaizumi Fumitaka<sup>2</sup>  
Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology<sup>1</sup>  
Faculty of Engineering, Osaka Institute of Technology<sup>2</sup>

### 1. 背景

怪我や病気になって寝たきりの生活が続くと、筋力は急速に低下するといわれている。この傾向は高齢者において危ない兆候である。身体を使わないことにより、廃用性の衰退を招くだけでなく、精神的にも衰え、結果として活動意欲が低下するという悪循環が指摘されている<sup>[1]</sup>。このような悪循環を防ぐには、身体機能を維持し、運動することが重要であることは言うまでもない。しかし、ベッドから自由に動けない人にとって、自発的に運動するには大きな困難が伴う。

そこで本研究では、どのような身体能力や体勢であっても、能動的に運動ができる機器について、その可能性を検討する。運動に関連する器具や装置は、一般に大掛かりなものが多い。使用者以外に介助が必要なものもあり、一人で手軽に利用できるものはまれである。また、器具によっては運動の部位を限定してしまうため、トレーニングの部位ごとに装置が必要になり、使用者にとって簡便ではない。使用者が1人で気軽に運動しやすく、かつ運動部位を限定しない機器を目指す。また、反復運動は無味乾燥な訓練になりがちであるため、レクリエーション感覚で運動できることを狙いとする。

### 2. 方法

人間の運動のなかでもっとも基本的な動作は、関節の曲げ伸ばしである。歩行や起き上がり動作も、関節の曲げ伸ばしから成り立っている。この屈伸運動に着目した。図1はさまざまな関節の曲げ伸ばし運動に負荷を与えるためのコンセプトである。ここで重要なことは、使用者の関節の状態を取得するためにスイッチを使い、屈伸の状態をオン・オフの状態を取得することである。このことにより、関節の種類や部位を問うことなく、様々な運動形態を検知することが可能となる。小型のスイッチボックスを関節部に配置し、バネやゴムなどの糸状の弾性体を介して、関節の屈伸状態を検出することができる。曲げ伸ばしのいずれに負荷を与えるか、あるいは負荷の強弱の調整は、弾性体の位置や長さ、種類を変更すればよい。使用者の体型に関わらず使えること、一人で手軽に装置を着脱できることも、使用者の観点からは重要である。これらの点については、ベルトやマジック

テープなど使うことにより対応可能である。

使用者が単純に運動を反復するだけでは、飽きずに運動を継続することが難しい。スイッチによる運動の検出結果を、使用者に視覚や聴覚でフィードバックし、レクリエーション感覚で運動することが肝要である。著者らのグループでは、高齢者を対象としたリハビリテーションにおいて、VR技術を導入し、楽しみながら運動することを提案しており、有効性について議論してきた<sup>[2]</sup>。ここでは、それらの知見を生かし、映像や音声と一緒に楽しみながら運動をおこなってもらおうことを考慮する。コンピュータによるコンテンツ提供は、使用者の利用状況や個性に合わせ、容易に変更できるので都合がよい。

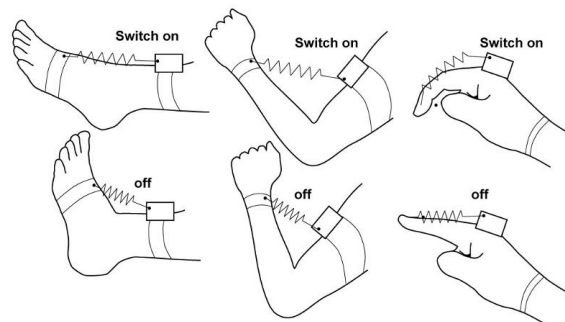


図1 機器のコンセプト(関節の曲げ伸ばしにおける負荷の提示と、スイッチによる状態検出)

スイッチによる関節の曲げ伸ばしの検出では、曲げ・伸ばしという2つの離散的な状態しか取得できないため、コンテンツ提示に工夫を見出さなければならない。また、機器設置の部位を問わないというコンセプトであるため、身体部位の依存性の高いコンテンツはなるべく避けたい。腕でも膝でも、どの関節でも同じように扱えるのが望ましい。たとえばタイミングを重視したものや、リズム感の持続が必要なものなど、使用者にとって複雑すぎず、任意の部位に適用できるようなコンテンツが求められる。

### 3. 実装

実際に試作した装置と装着している様子を図2に示す。手指用の装置では黒い直方体がスイッチボックスになっており、張力に逆らってゴム紐を引くとスイッチが入る仕組みである。黒いベルトはマジックテープになっており、指の任意の関節に装着可能である。腕の屈伸用の装置も同様の仕組みで、白いベルトによって上腕や膝、足首の関節に固定可能である。

手指の例では関節を曲げた状態、腕の例では関節を伸ばした状態でゴム紐が引っ張られ、スイッチがオンになる。スイッチの状態は、なんでもスイッチUSB(テクノツール社製)というアダプタを経由して、有線でPCに取り込まれる。このアダプタには入力5つ付属し、同時に5箇所運動を取得することができる。

運動をオン・オフの状態測定するという仕組みを応用すると、関節の曲げ伸ばし以外の運動にも適用可能である。例えば振動や圧力の有無をセンサで取得し、オンオフの状態PCに取り込める。これにより、手を叩く、握る、振る、あるいは足踏みしたりという運動も、関節運動と同じ土俵で扱うことができる。



図2 関節の屈伸に対応した試作装置

実際にこれらの装置を装着し、コンテンツに合わせて運動している様子を図3に示す。この例では、左右の肘関節に屈伸のスイッチ、手のひらに衝撃センサを装着しており、ひじの曲げ伸ばし運動と拍手の運動を同時に検出することができる。ここでは肘関節の屈曲運動に着目しているが、手指の運動が必要であれば、手指用のスイッチと交換すればよい。

コンテンツでは、スイッチやセンサを体の任意の部位につけるという都合上、運動の種類や部位の属性に依存しないよう、配慮しなければならない。ここでは、リズムや音楽に合わせて、使用者がアクションをおこすという、市販のリズムゲームを参考にコンテンツを作成した。具体的には、ボールの落下にあわせ、タイミングよく関節を曲げ伸ばす、

拍手をする、というものである。ボールの数や落下スピードを調整することにより、運動の負荷を容易に調整可能である。機器設置の部位と画面上のボールの対応関係を理解するのに時間はかかるが、その難しさや予測不能性が、かえって興味を引き立て、遊戯性を高めている。

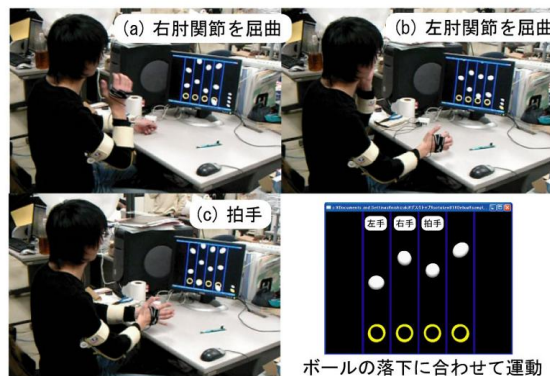


図3 実装したコンテンツ例

### 4. 適用と今後の取り組み

理学療法士やデイケア施設に携わる方々に試用してもらったところ、適度な運動にはなるが、一人では取り付けづらい、ベルトによって運動を妨げる恐れがある、などの意見を頂戴した。装置の着脱の改善はこれからの課題でもある。またコンテンツについては、画面と運動が直感的に結びつかず、見てすぐに操作方法がわかるものではないため、さらなる工夫が必要であろう。今回は任意の部位に利用可能なコンテンツを目指したため、タイミングを合わせるだけの単純なコンテンツになったが、装着する位置に応じ、使用者に馴染みのある運動パターンを導入するなどの工夫を図りたい。例えばわらべ歌や手遊びなど、馴染み深い運動パターンやリズムを用いることで、無味乾燥な運動に意味を持たせることを考えている。使用者の嗜好にあわせ、コンテンツを選択できるほど充実させることも課題である。

### 謝辞

本研究の一部は文部科学省研究補助金(基盤研究C, 課題番号18500443)を受けて実施された。また、本装置の開発に携わった卒業生の加藤奈保子氏、西崎雅孝氏に感謝する。

### 参考文献

- [1] 石神重信, 田中佐智子. 急性期からのリハビリテーション看護 急性期からのリハビリ看護の現状と問題点. Brain Nurs 1998; Vol.14, No. 6: pp.472-475.
- [2] Mieko Ohsuga, Yumiko Inoue, Wataru Hashimoto and Fumitaka Nakaizumi. VR applied Asobi-litiation system for dementia elderly in group homes. Journal of Robotics and Mechatronics 2007; Vol.46, No.1: pp.698-704.