

研究報告  
マルチメディアを用いた明るく楽しいリハビリテーションシステムの開発  
情報社会科学部 助教授 岡川 暁

1. はじめに

平成7年10月頃、財団法人ソフトピアジャパン(以下、ソフトピア)より、「マルチメディアを利用した明るく楽しい(ゲーム感覚の)リハビリシステムの研究・開発」というテーマを、日本福祉大学(以下、本学)に対して御提起頂いた。その概要は、「病氣・事故・生まれながらの障害を持つ人が、リハビリを楽しく行うことにより知らず知らずのうちに効果をもたらすことを目指す」というものであった。

これを受けて、本学より“物語・映画・テレビゲームの主人公になって身体を動かさせるソフトの開発”というタイトルで研究・開発案を提案した。その概要は、“トレーニングマシンを使って筋力トレーニングをする際、トレーニングマシンの前にコンピュータを設置しておき、物語・映画・テレビゲーム等を提示する。これらの映像の主人公の動きに、リハビリテーションを行う部位の動きを含めておく。トレーニング者が主人公になったつもりで当該部位を動かしていることにより、自然と筋力トレーニングが行えるようになる。”というものである。

幸運にも、上記提案が採択され、平成8年度にソフトピアとの共同研究・開発を行う機会を得た。機会を与えていただいたことへの謝意を表するとともに、今年度の共同研究の報告をする。

2. 研究・開発過程

“明るく楽しいリハビリシステム”の研究・開発に、以下のプロセスを設定した。

- 1) トレーニング者が興味を持ちそうな内容で、主人公の動きがトレーニング部位の動きを含んでいるような物語・映画・テレビゲーム等を選択する。場合によっては新規に作成する。
- 2) トレーニングのインストラクションを加えて、ソフトを作成する。
- 3) コンピュータにより、トレーニング中の筋力の発揮状態・トレーニング者の運動中の生理学的指標(心拍数、血圧、他)をリアルタイムで計測し、トレーニング者が無理なく運動できるように制御する。オーバーワークになった場合は、すぐにトレーニングを中止させるような仕組みをソフトに含めておく。
- 4) トレーニングマシンをコンピュータで制御し、負荷の設定を自動的に行えるようにする。
- 5) 個人のトレーニングの記録をデータベース化しておき、トレーニング負荷の設定他で参照できるようにする。  
なお、今年度の研究・開発は1)および2)についてであり、3)~5)は次年度以降の継続課題である。

### 3. 開発のためのシステム構成

CPUの処理能力，マルチメディア関連の周辺機器，ソフトウェア，他の充実度，入手のしやすさ，等を勘案し，Power Macintosh 9500を中心として開発システムを構成した．

#### (1) ハードウェア

クロック周波数が120MHのPower Macintosh 9500 ((メモリ(144MB)，固定ハードディスク(内蔵5GB，外付け8GB)，およびリムーバブルハードディスク(内蔵Jazドライブ)を増設))に，ラディウス社製のPCIバス対応ビデオカード(Video Vision PCI)を装着し，モニタを2台増設したものを使用した．増設したモニタは，1台がビデオの取り込み・編集専用であり，もう1台はNTSC形式での映像のモニター用である．さらに，これらに映像取り込み用のビデオデッキ，音楽・音声入力および編集用のステレオ，イメージスキャナ，およびCDライターを接続した．

#### (2) ソフトウェア

ビデオの取り込みには，Radius Edit2.0を，また編集にはAdobe Premier4.2Jを使用した．音楽の編集には，Macromedia Sound Edit 16-2Jを使用した．

#### (3) 研究・開発場所

開発用システムは，日本福祉大学 情報社会科学研究棟3階303号室に設置した．また，研究開発は，主として上記システムが設置された場所で行われた．

### 4. 明るく楽しいリハビリシステム

#### (1) 作業

諸般の事情(本学の夏期休業に伴う経理事務の停止を含む)により，実際に作業が開始されたのは平成8年9月上旬からであった．本システムで映像として使用したのは，「Golgo13」，「酔拳 2」，「水滸伝」，「スターウォーズ 帝国の逆襲」，「天と地と」，および「ロッキー 3」であった．

今回取り上げたトレーニング種目は，一般人を対象とした健康の維持・増進のためプログラムとして，フィットネスジム等でよく行われているものである．映像は，Radius Edit2.0を用いてビデオを毎秒1.8MBの割合でデジタル化した．この時，映像では，NTSCフォーマット，およびコマ速度を29.97fps，サウンドでは，16ビットステレオ，およびサンプリングレートを44.1KHzとした．音楽は，Radius Edit2.0を用いて音楽CD(ドライビングBGM: Apollon Create，Kenny G Montage)より，16ビットステレオ，およびサンプリングを44.1KHzでデジタル化した．デジタル化した映像および音楽を，Adobe Premier4.2Jを用いて編集し，Quick Time Movie形式でレンダリングし，CDライターを用いてCD-ROMに書き込んだ．

#### (2) システムについて

本ソフトでは，トレーニングする部位が，特定の部位に集中しないように，肩関節の水平内転，および肘関節の伸展 膝関節の屈曲 肘関節の屈曲 膝関節の伸展 肩関節の水平外転・肘関節の屈曲 股関節の屈曲 肘関節の伸展 股関節の伸展 肩関節の伸展，の順に運動するように作成した．

図1は，右側が長尾影虎，左側が武田信玄で，影虎が信玄を切りつけているところである．コンピュータの画面上で，左側に大きく表示されているのがQuick Time Movie形式の映像である．この時の影虎の動作は，肩関節の伸展動作である．トレーニング実施者が，コンピュータの画面の前に位置し，フリーウエイト(ダンベル)やゴムチューブ等を用いて負荷をかけながら影虎の動作を真似することにより，“知らず知らずのうちに”当該動作の主働筋である三角筋後部，および広背筋の筋力トレーニングをすることになる．

図には含まれていないが、この映像のときに実際に動作をするよう、あらかじめインストラクションを表示しておき、また、効果音を用いて、実施者に動作をするタイミングを知らせる助けとした。右上隅の小さなウィンドウは、Color Qcam による映像である。トレーニング実施者が実際に動作をしている様子をリアルタイムでモニターし、映像とならべて表示することにより、実施者が映像と一体化して動作することをねらったものである。

以下に、それぞれのトレーニング動作、および映像の内容をまとめた。

#### 【上肢】

##### 1) 肩関節の伸展

歩行時のように上肢を前後方向に振る場合、上肢を後方へ動かす動作が肩関節の伸展である。この動作の主働筋は三角筋後部、および広背筋であり、プル・ダウン等でトレーニングされる。映像は、「天と地と」を使用した。川中島の合戦で、長尾影虎が武田信玄を切り付ける場面である。

##### 2) 肩関節の水平内転、および肘関節の伸展動作

テニスのフォアハンドストロークの時の上腕の動きが肩関節の水平内転であり、また、肘を伸ばすのが肘関節の伸展である。この動作の主働筋は大胸筋・上腕三頭筋であり、ベンチプレス、腕立てふせ、等でトレーニングされる。映像は、「水滸伝」を使用した。酔拳をうう梁山泊の代表が大臣側の代表者を打ち負かす場面である。

##### 3) 肩関節の水平外転・肘関節の屈曲

テニスのバックハンドストロークの時の上腕の動きが肩関節の水平外転であり、また、肘を曲げるのが肘関節の屈曲である。この動作の主働筋は三角筋後部・上腕二頭筋であり、ローイング等でトレーニングされる。映像は

、「スターウォーズ」を使用した。ルークが剣左右に振って敵と戦っている場面である。

##### 4) 肘関節の屈曲

肘を曲げるのが肘関節の屈曲である。この動作の主働筋は上腕二頭筋であり、アームカーン等でトレーニングされる。映像は、「ロッキー 3」を使用した。ロッキーが相手にボディブローをあげているところである。

##### 5) 肘関節の伸展

肘をのばすのが肘関節の伸展である。この動作の主働筋は上腕三頭筋であり、エルボー・エクステンション等でトレーニングされる。映像は、「酔拳 2」を使用した。主人公が複数の敵と戦っており、手の甲で相手を打ちのめす場面である。

#### 【下肢】

##### 1) 股関節の伸展

立ち上がったたり、跳び上がったりする時の、大腿の動きが股関節の伸展である。この動作の主働筋は大殿筋であり、ハーフスクワット等でトレーニングされる。映像は、「酔拳 2」を使用した。主人公が敵と戦っており、跳び上がって攻撃する場面である。

##### 2) 膝関節の伸展

膝を伸ばすのが、膝関節の伸展である。この動作の主働筋は大腿四頭筋であり、ニー・イクステンション等でトレーニングされる。映像は、「酔拳 2」を使用した。主人公が敵と戦っており、前蹴りする場面である。

##### 3) 膝関節の屈曲

膝を曲げるのが、膝関節の屈曲である。この動作の主働筋はハムストリングであり、ニー・フレクション等でトレーニングされる。映像は、「酔拳 2」を使用した。主人公が複数の敵と戦っており、うつ伏せの状態ですぐ相手の股の下にもぐりこみ、脚を蹴り上げて相手の背中を踵で蹴る場面である。

## 【体幹】

### 1) 股関節の屈曲

腹筋動作為股関節の屈曲である。この動作の主働筋は腸腰筋であり、シットアップ等でトレーニングされる。映像は、「Golgo13」を使用した。両手を縛られて中吊りにされたGolgo13が、脚を使って見張りの攻撃をかわし、脱出する場面である。

### 5. 考察

リハビリテーションは、医療スタッフの多大な努力のもとに行われている。一例として、「リハビリテーションをできるだけ楽しくする」という目的で、リハビリテーションにスポーツチャンバラを取り入れている医療機関がある5) (第4回日本車椅子スポーツ研究集会, 1994)。参加者は、当該機関に骨折・脳卒中などで入院している患者さん達が主であるが、リハビリテーションに対する意欲を高めるのに大変役立っているということである。通常ではなかなかリハビリテーションに参加しない患者さん達に、何とか運動をさせたいというのがその発想であった。

“身体を鍛えることはつらいこと”というのは、ギリシャ時代以来、“身体を鍛えること(トレーニング)”に対する不変のイメージである9,10)。また、リハビリテーションをする必要のある人には、非常に大きな心理的ダメージがある場合が多々ある。従って、心理的にダメージを受けた人に、なるべくならやりたくないトレーニングをさせるといのは、大変難しいことになる。

運動生理学の領域では、一般人を対象とした体力の維持・増進、減量、糖尿病・心臓病患者のための運動処方、筋力増加のためのトレーニング等、効果的なトレーニングの方法はすでに確立されているが1,2,3,6,7,8,11)、“知らず知らずのうちに効果をもたらす”もので

はなく、やはり難行苦行を強いるものである。一例をあげれば、一般人が有酸素性作業能力(持久力)を維持・増進させるためには、主観的運動強度4,8)(運動の“きつさ”を、主観的に7ランク(非常に楽である・かなり楽である・楽である・ややきつい・きつい・かなりきつい・非常にきつい)に分類する尺度で、あくまでも自分の感覚に基づいて尺度化する。)で“ややきつい”と感じる程度で、1回あたり20分以上、1週間あたり4日以上運動をしなければならず、しかも、これを長い間継続しなければならない。また、筋力を増加させるトレーニングでは、全力でやっと1回持ち上げられる負荷(随意的最大筋出力)の80%の負荷をかけて10回程度運動を行い、これを3回繰り返す、1週間あたり4日以上トレーニングをしなければならない。これらに従えば、確実にトレーニング効果は期待できるのであるが、どれだけの人がこのプロトコルを実行できるかが実際には問題となる。自主的な取り組みをすべての人に期待することはできず、トレーニングインストラクター等の“励まし”を手助けとして、トレーニングに対する動機づけをすることが必要不可欠となる。これらをふまえ、また、前述した医療機関の例を一つのヒントとして、本共同研究では敢えて“楽しさ”を追求したトレーニングプログラムを開発することとした。

“楽しさ”を追求するうえで、一つのアプローチとして、映画の映像を使用した。登場人物と一緒に身体を動かすことにより、知らず知らずのうちにトレーニングをさせようと考えたからである。研究開発期間が当初の予定より短縮されたこと等もあり、収集した映像が極めて少ないのも事実である。このため、作成したプログラムに多少難点がある。例をあげれば、選定した映像中の人物の動きの速さが、トレーニング実施者の動きの速さ

とかけ離れてしまう可能性があることである。映像中の動きが速すぎて、トレーニング実施者がついて行けないこともありうる。また、プログラムの流れに一貫したストーリー性がなく、いろいろな映像が断片的につながり合っているようにみえることである。これらは、映像の数を増やすことで解決できることと思われる。その他、ハイパーカード等で、操作性を向上させる必要もある。ハードウェアの問題点としては、コンピュータの処理能力の問題がある。現状では、1画面上に2つのウインドウを表示し、QuickTime Movie とリアルタイムの映像を同時に動かしているのに、CPU が相当高速で、またメモリをかなり増設しているパソコンでなければならない。現段階では、Power Macintosh 対応しか考えていないが、MMX 仕様対応のソフトウェアの動向を見て、Windows 対応も考える予定である。今年度は、“楽しく身体を動かすこと”に主眼を置いたソフトの研究・開発であった。従って、このソフトを使用してリハビリテーションを行ううえで、安全に運動ができることを保障し、さらに実際にトレーニング効果が生じるように、ソフトを改変・追加する必要がある。安全性を確保するためには、トレーニング実施者の運動中の生理学的応答(心拍数・血圧)を常時モニターし、危険な状態になる前に運動を停止させるしくみを作成しなければならない。これらについては、次年度に研究・開発を行う予定である。また、今後、“楽しさ”を追求する別なアプローチとして、テレビゲーム(ゲームセンター等によく見られるテレビゲームを含む)的な要素を強く出したアニメーションを基本とした筋力トレーニング用のソフトを作成することも検討している。

## 6. 総まとめ

平成8年度の共同研究では、“物語・映画・テレビゲームの主人公になって身体を動かさせるソフトの開発”というタイトルで研究・開発を行い、トレーニング者が興味を持ちそうな内容で、主人公の動きがトレーニング部位の動きを含んでいるような物語・映画・テレビゲーム等を選択し、これにトレーニングのインストラクションを加えて編集し、ソフトを作成した。

研究・開発を進めるうえで、いくつかの問題点が浮上してきた。一つは、映像の種類に偏りが生じたことである。今回使用した映像は、一部を除けば、武術・格闘技の内容のものばかりであるので、本プログラムを“面白いと思う”トレーニング実施者の年齢層・対象は限られてくると思われる。この点については、可能な限り多くの人に本プログラムを使用していただき、使い勝手の良し悪し等も含め、広くご意見をうかがう予定である。実施者のさまざまな趣向、他を取り入れるためには、相当多様な映像が必要であり、多種類のソフトを作成する必要があると思われる。また、本共同研究では、対象はリハビリテーション実施者であるが、運動不足がちな中・高齢者、身体障害者、他を対象としたソフトを開発することにも十分適用可能である。問題点のもう一つは、記憶媒体の問題である。現状では、映像を圧縮しなければならないので、どうしても人物の動き等がぎこちなくなる。映像をより鮮明にしようとするれば、相当の容量の記憶媒体が必要となる。DVD等のメディアの普及状況にもよるが、コストパフォーマンスを考慮すれば、一般のビデオテープが最良の選択肢となることは否定できない。この問題は、他領域の専門家に広くご指導を受けるべきものと思う。ソフトピアには、多くの企業・専門家が集まっておられるので、今後

## 【参考文献】

- 1) American College of Sports Medicine: Guidelines for Graded Exercise Testing and Prescription, 2nd Ed, Lea & Febiger, Philadelphia (1980)
- 2) アメリカスポーツ医学協会編(米本恭三, 栗原敏監修): 運動処方基礎と実際, 初版, 廣川書店, 東京 (1994)
- 3) 浅見俊雄: 講座現代のスポーツ科学 5 スポーツとパワー, 第4版, 大修館書店 東京 (1983)
- 4) Astrand, P-O. and K. Rodahl: Textbook of Work Physiology - Physiological bases of Exercise - 3rd Ed, McGraw-Hill, New York (1986)
- 5) 池田耕二, 他: 当院における車椅子スポーツチャンバラの試み, 第4回日本車椅子スポーツ研究集会プログラム・抄録集, C-4 (1994)
- 6) 石井喜八・宮下充正編: 新訂運動生理学概論, 初版, 大修館書店, 東京 (1983)
- 7) 小林寛道: 日本人のエアロビック・パワー 加齢による体力推移とトレーニングの影響, 初版, 杏林書院, 東京 (1982)
- 8) 宮下充正・武藤芳照・白山正人・平野裕一編: 指導者のための基礎知識フィットネス Q&A, 改訂第2版, 南江堂, 東京 (1993)
- 9) 水野忠文・猪飼道夫・江橋慎四郎: 体育教育の原理, 初版, 東京大学出版会, 東京 (1973)
- 10) 水野忠文: 身長基準の回帰評価法による - 日本人体力標準表, 初版第2刷, 東京大学出版会, 東京 (1980)
- 11) 大島襄・高沢晴夫・波多野義郎監訳: トレーナーのためのアスレチックトレーニング概論 - スポーツ傷害予防の科学 -, 初版, ソニー企業, 東京 (1986)