

# テレビカメラを用いた運動機能訓練システム使用時の距離と運動強度に関する研究

## —酸素摂取量と心拍数による検証—

長崎県立大学 シーボルト校 情報メディア学科 茂田 永萌

### 1. まえがき

現代の日本では高齢化が進み、介護が必要な高齢者が増加している。その中で近年「介護予防」が注目されている。急速な高齢化の進展により、要介護が必要な高齢者をできる限り減らすことが差し迫った課題となっている。運動は介護予防に大きな効果を上げることが知られており[1]、高齢者の運動を補助・促進するシステムを作ることができれば、介護予防に大いに役立つものと考えられる。

我々の研究グループでは、リハビリテーションや高齢者の介護予防に関する研究を行ってきた。その研究の一環として、テレビカメラを用いて利用者の動きを撮影し、画面に表示したターゲットに触れることでターゲットを消去するシステムの提案を行ってきた。このシステムはテレビカメラと操作者の間の距離によって運動の負荷が変わる点も大きな特徴である。距離と運動量の関係を操作者に示すことができれば、運動プランを立てるのに役立つが、これまでの研究では、距離と運動量の関係を定量的に定めることができていない。本論文では、運動支援システムにおける、距離と運動量の関係を定量的に明らかにすることを目的とする。

### 2. 運動支援システム

運動支援システムは、操作者自身の映像が画面に表示される点が大きな特徴である。自分自身の動きを見ながら運動を行うために、楽しさが増し、運動しようというモチベーションを高めることができる。また、テレビカメラと操作者の間の距離によって運動の負荷が変わる点、複数の人が同時に使用できる点も大きな特徴である。

### 3. 運動強度の測定方法

#### 3.1 運動強度

運動強度は、運動中に身体にかかる負担を表わしている。運動強度が弱い場合はあまり効果がなく、強い場合は身体に負担が多く運動の危険度が高いということである。

#### 3.2 酸素摂取量

酸素摂取量の値は、1分間に体内に取り込まれた酸素の量を体重で割ったもので、体重1kg当たりの酸素摂取量(ml/min/kg)である。

#### 3.3 心拍数

心拍数とは一分間に心臓が脈打つ回数である。安静時の心拍数は、男性で60~70程度、女性で65~75程度と言われている。運動量が多くなるほど心拍数は上昇する。

#### 3.4 METs

運動強度の指標のひとつにMETs(METabolic equivalents)がある。METsは運動時の総消費エネルギー量を安静時の倍率で表わした数値であり、安静時(座位)における酸素摂取量3.5(ml/min/kg)を1METとする。METsと身体活動が相当する運動を厚生労働省が表わしている[2]。これより抜粋した身体活動に相

当したMETsを表1に示す。

表1 身体活動に相当するMETs

身体活動の分類 (METs 値の範囲)	身体活動の例
睡眠 (0.9)	睡眠
座位または立位の静的な活動(1.0~1.9)	ゆっくりした歩行、身支度、炊事、洗濯、植物への水やり、ヨガ、楽器演奏、など
ゆっくりした歩行や家事など低強度の活動 (2.0~2.9)	読書・電話・会話など、食事、運転、デスクワーク、縫物、入浴(座位)など
長時間持続可能な運動・労働など中強度の活動 (普通歩行を含む) (3.0~5.9)	ふつう歩行~速歩、床掃除、自転車(ふつうの速さ)、大工仕事、階段を下りる、体操、バレーボール、バドミントンなど
頻繁に休みが必要な運動・労働など高強度の活動 (6.0以上)	雪かき山登り、ランニング、テニス、サッカー、水泳、縄跳び、スキー、スケート、柔道、空手、など

(厚生労働省, “日本人の食事摂取基準 (2010年版) ブロック別講習会資料 エネルギーより抜粋)

### 4. 距離と運動強度に関する実験

#### 4.1 実験装置

酸素摂取量の測定には呼吸代謝測定装置 Vmax スペクトラシリーズを、心拍数の測定には心拍計 (POLAR RS800CX N G5 GPS) を用いる。

#### 4.2 実験方法

実験はプロジェクターで画面を壁に投影して行った。被験者は20代の女性4人、10代の女性1人の計5人である。図1に実験の様子を示す。



図1 実験の様子。

画面の拡大図を図2に示す。画面中央には、ターゲットと操作者の映像が、画面右には残り時間と現在の得点が表示される。

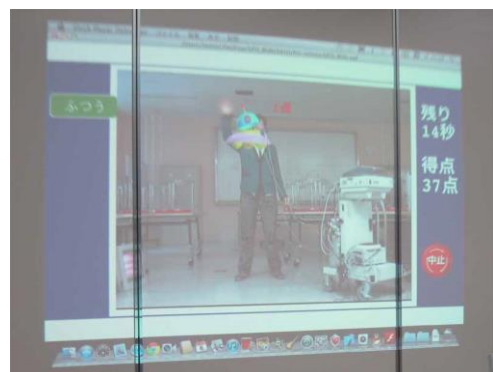


図2 実験画面。

実験は一人ずつ(1)~(3)の手順で行った。

- (1)待機 (座位) 5分
- (2)運動 (立位) 3分
- (3)休憩 3分

また、(2)~(3)を6回繰り返した。1回目の運動をEX1, 2回目をEX2とし、EX6まで行った。また、EX1~EX6は画面からの距離を1.5~4.0mまで0.5mずつ変化させて行った。画面からの距離を図3に示す。

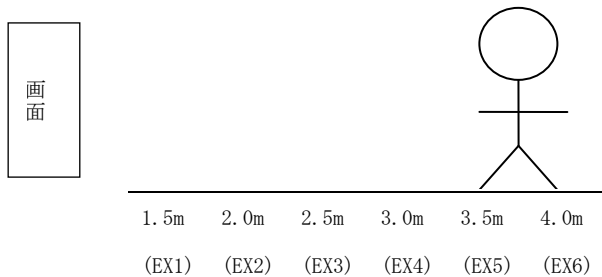


図3 画面からの距離。

### 4.3 結果

実験は運動3分、休憩3分を1セットとして、6回繰り返したが、運動に対して体が適応するのに必要なタイムラグを考慮して、実験、休憩のインターバルを1分ずつ後ろにずらした値を採用した。距離に対する酸素摂取量の変化を図4に示す。

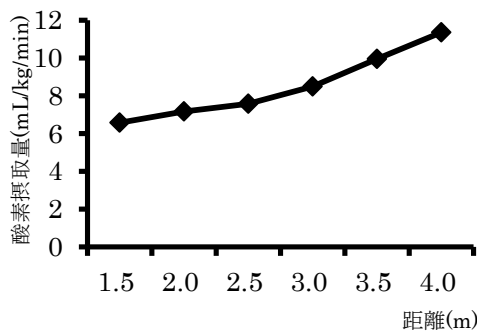


図4 距離に対する酸素摂取量の変化。

縦軸は酸素摂取量(体重1kg当たりの酸素摂取量(ml/min/kg)であり、横軸は距離(m)である。この時酸素摂取量は5人の平均値を示してある。

画面からの距離が増えるにつれて酸素摂取量も増加していき、最も画面からの距離が遠い場合では最大の値となった。EX1の酸素摂取量が6.58, EX6が11.36であった。図4より、画面からの距離が増える程酸素摂取量は上がっていることがわかる。

距離に対する心拍数の変化を図5に示す。縦軸は被験者5人の心拍数の平均(拍/分)であり、横軸は距離(m)である。

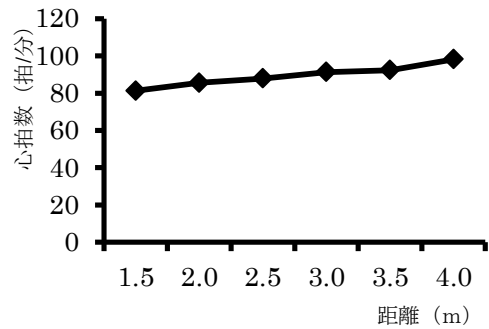


図5 距離に対する心拍数の変化。

図5より、画面からの距離が増えるほど心拍数は上がっていることがわかる。EX1は81.2, EX6は94.8であった。

### 4.4 考察

酸素摂取量をMETsで表わしたものを図6に示す。今回の実験で求めたMETsの値は1.9METsから3.2METsであった。表1によると、1.9METsは炊事や洗濯、楽器演奏などに相当する。3.2METsは、歩行や自転車などに相当する。この結果、運動支援システムは画面からの距離を調節することにより、軽度な運動から比較的強い運動まで幅広い調節が可能であることがわかった。

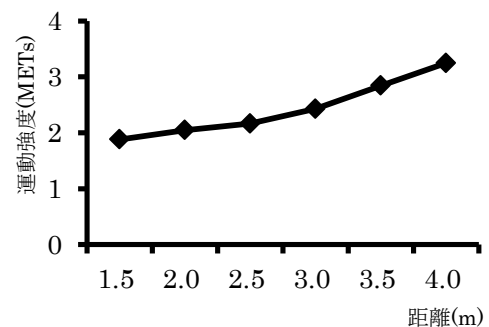


図6 距離に対するMETsの変化。

### 5. あとがき

本論文ではリハビリテーションや介護予防を目的とした運動支援システムの効果に関する研究を行った。運動強度と距離の関係に注目した結果、運動量を定量的に示すことができた。距離が変化するにつれ酸素摂取量、心拍数ともに変化し、METsは1.9METsから3.2METsとなった。

本研究で測定した運動強度は利用者の運動の補助、促進に有用である。運動支援システムをリハビリテーション等の現場でテストし、その効果を確認することが重要だが、これについては今後の課題としたい。

### 参考文献

- [1]厚生労働省, “介護予防マニュアル(改訂版)”, 2009-3.
- [2]厚生労働省, “日本人の食事摂取基準(2010年版)ブロック別講習会資料 エネルギー”, p5, 2010.