

# 身体動作習熟過程における拮抗筋放電パターンと消費エネルギーの関係

## Relation between pattern of antagonistic muscle discharge and consumption of energy

小鮒 幸洋\*<sup>1</sup>  
Yukihiko Kobuna

藤波 努\*<sup>1</sup>  
Tsutomu Fujinami

\*<sup>1</sup> 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科  
School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

We investigated the usage of antagonistic muscles and the consumption energy in acquiring a skill. The task is to learn to walk on stilts, for which the learner does not need to spend much time. In this study, we measured the transition of antagonistic muscle usage with electromyograph. We also investigated whether we can roughly estimate the consumption of energy based on the heart beat. As the result, we found it possible to capture the change of muscle usages for a short time of period. We could however not collect appropriate data as for the consumption energy.

### 1. はじめに

スポーツの指導現場などでは、初心者に対して「無駄な力を抜け」という指導が頻繁になされる。スポーツに限らず、楽器演奏や製造業の現場でも初心者に対して同様の指摘が多くなされる。

また、ある動作に習熟した人に比べ、初心者の方が早く疲労してしまうということも、頻繁に見受けられることである。このとき、初心者は、経験者では感じられないような身体の部位に疲労を感じていることが多い。

学校や製造業の現場で日頃から頻繁に見られるこれら初心者と経験者の違いは何が原因で生じるのだろうか。先に述べた無駄な力は原因の一つとして、ありえるだろう。動作の中には、絶対的な筋力が必要なものもある。しかし、動作に習熟した高齢者の方が、体力的には彼らよりも充実しているはずの青年の初心者より長時間の作業を行ったり、重い材料を軽々と扱えたりする場面が多くあるのも事実だからだ。

「無駄な力」を筋の活動という視点から捉えると、有り得る一つの状態として、ある動作に必要な主導筋と、相反的な関係にある拮抗筋が同時に働いている場合が考えられる。動作の習熟を筋の活動から捉える過去の研究では、拮抗筋の作用を抑制する相反抑制が注目されてきた。

我々は研究対象として技能の獲得に興味を持っている。技能の獲得を、様々なレベルから理解したいと考えているが、多くの場合、獲得に長時間を要するなどの理由から、計測が困難である。我々は、先の報告で簡易に実施できる技能獲得の課題として竹馬乗り歩行が有用である可能性を示唆した[小鮒 06]。

今回は竹馬乗り歩行が、筋活動と更に疲労の原因の一つとなる消費エネルギーに着目した研究にも適用できる課題なのかを検討した。

### 2. 実験

今回は、竹馬乗り歩行を対象タスクとした。このタスクの利点は、経験者も未経験者も簡単に集められることや、様々なレベルの課題を設定しやすいこと、全身を利用する動作であり拮抗関係にある筋などが計測しやすいこと、そして、とりあえず竹馬から落ちずに歩くというような動作であれば短時間で獲得できることである。

被験者は、竹馬乗り歩行未経験の 22 歳男性(以下、被験者 A)と、竹馬乗り歩行経験者の 26 歳男性(以下、被験者 B)の 2 名とした。

実験は 2 段階に分けて実施した。第 1 段階では、被験者 A に竹馬に乗って数歩歩けるようになるまで練習してもらった。第 2 段階では 5 分以上の休憩の後、平坦な場所で竹馬乗り歩行にて直進するタスクを 1 セットとして、1 日当たり 3 セット行った。実験は 2 日連続して行い、合計 6 回試行した。

筋活動の計測は、被験者 B で予備的に行った計測から、竹馬乗り歩行において拮抗的に働くと考えられた大胸筋と僧帽筋中部繊維を計測対象とし、1 試行ごとに計測した。

被験者 B については、被験者 A との比較の為に計測を行ったので、実験の 2 日目のみ被験者 A と同様の測定を行った。

また、疲れを計測するために、心拍数に着目した。これはタスク実行時に安静時より心拍数に上昇が認められれば、心拍数から運動中の消費カロリーを概算できる可能性があるからである(たとえば[坂口 04])。今回はタスクの試行前後に脈拍を計測し、タスク実行中に心拍数が上昇するかどうかを推定した。

### 3. 結果と考察

本研究では、拮抗筋の放電パターンの変化を、筋電計の原波形から判断するものとした。

被験者 A については、1 回目の試行中に計測した筋電図と、6 回目の試行中に計測した筋電図を、Fig.1 と Fig.2 にそれぞれ示す。また、被験者 A との比較のために被験者 B の 3 回目の試行中に計測した筋電図を Fig.3 に示す。

被験者 A については、試行を重ねるごとに大胸筋と僧帽筋が交互に活性化される放電パターンが多く見られるようになった。また、被験者 B と比較すると、大胸筋の筋放電量が大きい、僧帽筋の筋放電量は小さい。被験者 B では大胸筋の放電に比べ僧帽筋の活動が優位に計測されるが、被験者 A では、被験者 B ほどには大胸筋と僧帽筋の筋放電量に差が無い。

試行前後での脈拍変化については、Table.1 のようになった。

計測の結果、被験者 B では全ての試行において、脈拍の層化が認められた。しかし、被験者 A では、データの欠損が 2 回発生した。また、被験者 A ではタスク試行前よりタスク試行後の方が脈拍が低下する場合があった。

以上から、筋電計による拮抗筋放電パターンの計測に関しては、短期間で身体技能を獲得する際に起こる筋活動の変化を捉える縦断的方法として、有効であることを支持する結果が得られた。

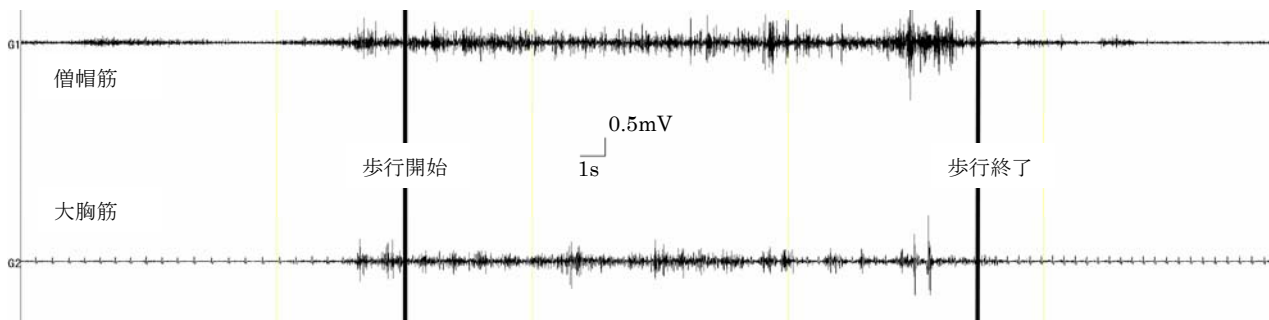


Fig.1 被験者 A の最初の歩行時に計測した筋電図

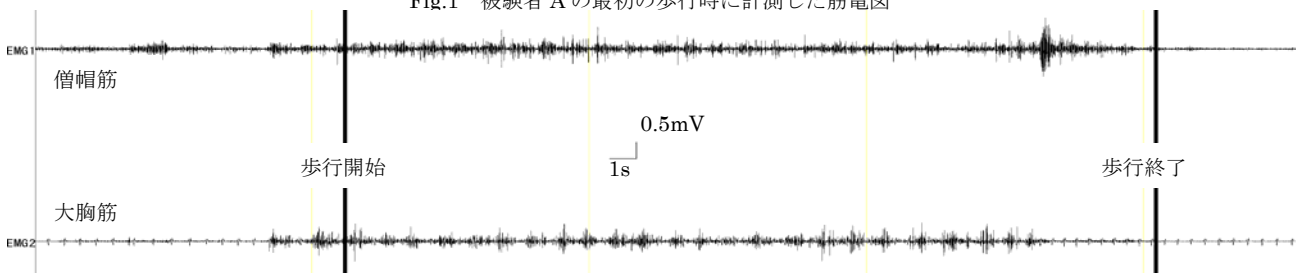


Fig.2 被験者 A の 6 回目の歩行時に計測した筋電図

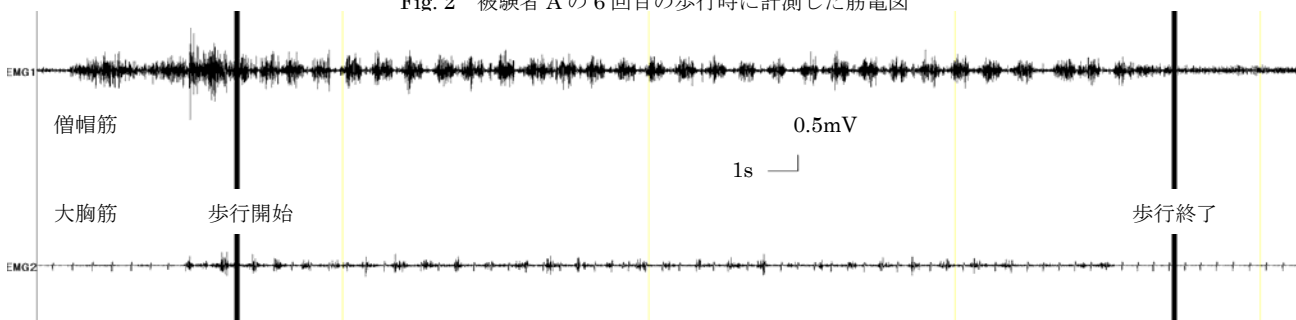


Fig.3 被験者 B の 3 回目の歩行時に計測した筋電図

	被験者 A		被験者 B	
	試行前	試行後	試行前	試行後
1 回目	×	76	88	96
2 回目	76	68	84	96
3 回目	92	100	80	92
4 回目	56	×		
5 回目	64	76		
6 回目	68	72		

Table.1 タスク試行前とタスク試行後の 1 分間当たりの脈拍数 (×印はデータの欠損を示す)

また、初心者と経験者を比べるような横断的な調査方法としても有効であることを支持する結果が得られた。

今回は、計測対象の筋を右側のみとしたが、今後は左右両方の筋を計測対象にすると共に、大胸筋の代表的な拮抗筋である広背筋等に関しても、この手法での計測で有益な知見がえられると考えられる。解析手法に関しては、原波形からだけでなく、時系列解析等を行い、より信頼できる分析を行うことが今後の課題である。

脈拍計測に関しては、計測手法に問題があり、十分な検討を行えるデータが収集できなかった。また、動作による疲労を全身

でのエネルギー消費量と関連させて考えるだけでなく、動作に関連する筋ごとに考えることも今後の課題である。

#### 4. 結論

今回の研究では、身体技能獲得過程での筋活動の変化を簡易に観察できる課題として、竹馬乗り歩行が横断的方法としても縦断的方法としても有効である可能性が示唆された。

しかし、筋活動と、疲労やエネルギー消費量の関係を検討するには計測手法を含め、改善が必要であることが示唆された。

#### 参考文献

- [小鮒 06] 小鮒幸洋: 竹馬乗り歩行の運動解析, ジョイント・シンポジウム講演論文集, 日本機械学会, 2006.
- [坂口 04] 坂口正雄, 小野伸幸, 西沢健, 大橋俊夫: 運動療法・自己管理システムの開発, 信学技報, 電子情報通信学会, 2004.