

# ランニング動作における上肢と下肢の協調動作の分析

身体運動科学研究領域

5019A044-4 張 旺

研究指導教員： 菅田 雅彰 教授

## 緒言

ランニングを構成する一つ一つの走動作は多くのスポーツでみられる基本動作である。走動作中の腕振りの役割についていくつかの研究や議論がなされた。(伊藤ら 1998)しかし腕の振り方は競技者一人ひとりによって異なり、統一した指導方法が存在しないというのが現状である。そこで、上肢の腕振りが下肢の動作に及ぼす影響を明らかにすることが、腕振りの効果的な指導の実現において重要な課題になると考えられる。従来研究では、ハイスピードビデオカメラ映像を用いて走行動作の分析が多くなされてきたが、本研究では、小型3次元角速度、加速度センサを身体各部に装着してデータ収集を行った。センサを用いることにより、運動者の動作特徴をリアルタイムに取得することが可能になり、将来的には、望ましい走行姿勢に関する指示を運動者へリアルタイムにフィードバックするコーチングシステムの実現に資することが可能になる。(尾崎 2016) 本研究では、センサを用いたランニング動作分析を行うとともに、分析結果に基づいて上肢の各腕振り方法が下肢の動作に及ぼす影響を明らかにする。各腕振り方法に関しては、通常の腕ふりをコントロール条件とし、左右に腕ふりを行う場合と強制的に腕ふりを抑制する場合について比較検討する。

動作特徴としては、ストライド、ピッチ、身体各部の3次元角度と角速度、身体各部の相対的な動作タイミングを取り上げる。また、動作分析としては、運動特徴量に関する分散分析及び平均値検定を行い、走行時において上肢が下肢に及ぼす影響を統計的に明らかにする。

## 方法

被験者は、スポーツ科学学術院に属する男性学生

合計10名である。本研究では、小型3次元センサ(LP Research社製)を用い、Bluetoothを用いて測定データをスマートフォンにリアルタイムにデータ転送し、記録した。図1に示すように被験者の足、下腿、大腿、腰、背中上部にセンサを装着し、トレッドミル上で1試技あたりランニング時間は約3分、速度は16 km/hに保った。上肢の腕振りが下肢の動作に及ぼす影響を分析するため、腕振りの仕方としては、図2に示すように、正常な走る方(自然的腕は前後に振る)、腕は進行方向に対して左右に振る、腕を振らないように固定する3種類とした。各試技にランニング動作のデータを収集し、動作特徴を分析する。

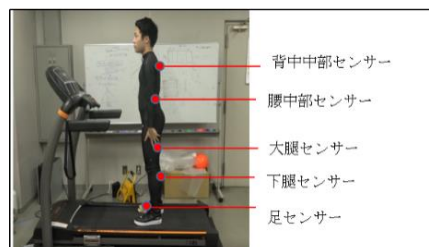


図1 センサの装着位置

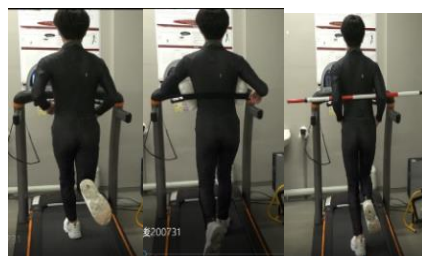


図2 3種類の腕振り走行

## 実験結果

### 結果1

ストライドとピッチの変化について腕振り方法を要因とする分散分析からみると、各被験者に対

して求めた平均値を1サンプルとしてストライドとピッチに関しては有意差が認められた。また10人分のストライドの平均値に関する有意差検定を行った。普通対固定(ストライド)、固定と左右(ピッチとストライド)については有意差が見られたが、普通対左右では有意差が認められなかった。

## 結果2

腕振りによる角度と角速度の差異について下半身の動きはx軸とy軸に分けて角度/角速度の各特徴量に関して分散分析及び有意差検定を行った。腕振り方によって、大腿と足のy軸回りの極小角度と足の角度範囲、大腿のxとy軸回りの極小角速度と角速度範囲に有意差が認められ、上肢が下肢の動きに影響を与えることが分かった。

## 結果3

腕振りによる動作タイミングの差異については、腕振り方によって、下半身x軸回り角度/角速度に関する大腿、下腿、足の1周期内での極大値の時点から極小値の時点までの時間差に関して有意差が認められた。また、下半身y軸周りの角度では、背中を基準とした下腿、足の相対極大値時間差と相対極小値時間差有意差が認められた。さらに、角速度では、大腿の背中を基準とした大腿の相対極大値時間差と足の極大極小時間差に有意差が認められた。

## 考察と結論

腕の振り方を要因とする分散分析からみると、ストライドとピッチに関しては有意差が認められた。つまり腕振り方法によって下肢のストライドに影響を与えたと言える。また、ストライドの変化

は腕を振らない場合ストライドが一番短くて、腕を普通と左右振る場合ストライドの変化は有意な部分は認められなかった。

腕振りを要因とする角度/角速度各特徴量の平均に関する有意差検定結果からみると、腕振り方(普通と左右比較)によってy軸回り的大腿の極小角度と足の極小角度と足の角度範囲に有意差が認められた。これより、腕振り状況(普通と左右比較)によって下半身y軸(下半身左右に揺れる状態)特徴量に影響を与えていることが分かった。また、腕を固定する場合には、上半身の変化は下肢x軸の大腿極大角度、角度範囲と下肢の極大角度に影響があった。角速度のx、y軸大腿の極小角速度と角速度範囲は共通して影響を与えた。腕を振らないと下肢のx軸回りの特徴量に影響を与えていることが分かった。

腕振りを要因とする角度/角速度の時間差特徴量に関する有意差検定結果からみると、腕振り方(普通と左右比較)によってx軸角速度腰の極大極小時間差特徴量とy軸角速度大腿の背中を基準とした大腿の相対極大値時間差特徴量に有意差が認められ、上肢の下肢への影響を与えたと考えられる。また腕を固定する場合は、x軸に関しては下半身角度極大極小時間差特徴量に有意差が出た。つまり上半身腕を振るかどうかが下半身の極大極小時間差に関して大きな影響を与えた。また、背中を基準とした各部位の相対極大小値時間差特徴量について有意差が出た。つまりy軸回りの角度の場合、背中を基準とした下腿と足の相対極大小値時間差、角速度の場合は背中を基準とした大腿の相対極大値時間差に影響を与えて腕の振り方によって下半身のy軸方向に影響が大きく現れることが分かった。