

ビジネスパンプス着用時における 歩行動作へのヒールの高さ、年齢の影響

横浜国立大学 薩本弥生
(共同研究者) 豊橋技術大学 島崎康弘
山梨県立大学 斉藤秀子
共立女子大学 丸田直美

The Effect of the Height of the Heel of Pumps and the Age to the Gait Analysis in Wearing Business Pumps

by

Yayoi Satsumoto

College of Education, Yokohama National University

Yasuhiro Shimazaki

Faculty of Architecture and Civil Engineering,

Toyohashi University of Technology

Hideko Saito

Faculty of public welfare, Department of Social Work and Community,

Yamanashi Prefectural University

Naomi Maruta

Faculty of Home Economics, Kyoritsu Women's University

ABSTRACT

To find the effect of the heel height of the pumps for businesses and the age on the walking performance, the 3D motion analysis, the electromyography, the postural movements analysis, the foot pressure measurement were conducted for the 7 young and the 5 middle aged female people. The motion analysis was performed for naked

foot and pumps of and heel height 3cm (h3), 5cm (h5), 7cm (h7). We calculated ΔS , which is the difference between the maximum and the minimum value of the gait cycle curves for the angle, angular velocity, and the angular acceleration of the leg joints of the knees and ankle. The tendency of ΔS of a right knee joint angle, ΔS of the right knee angular speed and ΔS of a right knee angular acceleration became biggest for 3cm heel pumps (h3). In case of long time's walking, the decrease of ΔS of each joint occur for the a middle age group with high heel pumps. The electromyogram became highest at the muscle of tibias anterior and the gastrocnemius of 7cm heel pumps (h7). For postural movements analysis, the length of the track increased in putting on higher heel pumps. For pressure measurements, while a weight track bent by h3 and h5, it was a straight movement in h7.

Key words: 3D motion analysis, electromyography, postural movements analysis, foot pressure measurement.

要 旨

本研究では、ビジネス用パンプスのヒール高さ
と年齢が歩行性能におよぼす影響について明らか
にするため、7名の若年群と5名の中年群の女性
を対象に裸足およびヒール高さ3cm, 5cm, 7cmの
パンプス着靴時に動作解析、筋電図、重心動揺等
の計測を行った。動作解析において、右膝関節・
右足踵関節の角度・角速度・角加速度について検
討をした結果、一歩行周期において、最大値と
最小値の差である振幅を ΔS として有意差検定を
行ったところ、ヒールの高さについて3cm ヒール
パンプスの右膝関節角度の ΔS と右膝角速度の
 ΔS 、右膝角加速度の ΔS が大きくなる傾向が見
られた。中年群でヒールが高く歩行が長くなると
角関節の ΔS の減少が顕著となった。筋電計測に
より前脛骨筋、腓腹筋ともヒールが高くなるほど
筋電が大きくなり、中年群では若年群よりも顕著
に筋電の増大があった。パンプスのヒール高さ
と重心動揺の視点からは、裸足の時よりも7cm ヒール
パンプスを着用している時に重心動揺の総軌跡
長が増大し不安定になることが分かった。足圧計

測で重心の軸の軌跡をヒールの高さで比較すると
h3とh5ではあおり歩行特有のカーブがみられる
のに対して、h7では直線的な動きになっていた。

緒 言

日本人が靴着用の生活を始めてから約1世紀が
経過し、生活時間中に靴を着用している時間が増
加し、靴の履き心地、すなわち快適性が重視され
るようになり、履いていて楽な靴、快適な靴の需
要が高まりつつある。しかし、最近の厚底靴や
ミュールなどの流行のように若い女性を中心にデ
ザイン性、ファッション性の高い靴ではなお、快
適性は軽視されがちである。パンプスは、多くの
女性が愛用しているファッションアイテムの一つ
であり、かつフォーマルな履物としての利用頻度
も高い。自分に合う靴のサイズが豊富にある場合
に最も重視する項目は、「靴の外見」が127名中
75.6%と最も多かった¹⁾。ハイヒール（ヒールの
高さが7cm以上あるものをいう）は視覚的に姿
勢をよくする²⁾ことから、靴を購入する際、ハ
イヒールを選ぶ女性が多いことが推察される。た
だし、ハイヒールは踵部を挙上するため、足関節

が底屈位に強制され、姿勢が不安定となり、様々な関節部位に疼痛を引き起こす可能性がある³⁾。また、ハイヒールは前足部の圧迫が外反母趾等の発生に大きく関与することが報告⁴⁾されており、ハイヒール着用による足部のトラブルも増えている。靴歩行を三次元で捉える研究は、野澤がストラップの有無が歩行に与える影響について⁵⁾、加来がパンプスの甲の深淺が歩行に与える影響について⁶⁾ 三次元動作解析を試みている。川端は、ハイヒールによる階段歩行を二次元動作解析で捉える研究を行っている⁷⁾。

青木ら⁸⁾ は高齢女性の歩行動作解析研究により高齢者はつま先の挙上が小さくなり蹴りだし力が低下することを明らかにしている。坂下ら⁹⁾ は高齢者の歩行動態の特徴を足関節角速度の振幅を指標として評価し、加齢により振幅が小さくなることを明らかにしている。

諸岡らの50歳以上のシニア（中年）世代を対象にした被服衛生学的研究¹⁰⁾ の一環で著者ら¹¹⁾ は動作時の乳房の振動抑制力において加齢に伴う身体の衰えが顕在化すること、動作時用に適合したブラによるサポートの重要性を明らかにした。シニアになると、脚部の筋力の低下も予想される。ビジネスシーンでは女性はビジネス用パンプスの着靴が一般的であり、比較的機能的に工夫され、長時間の着靴に耐える工夫がされている。しかし、ヒールの高いパンプスでの歩行の際、若年者以上に筋負担が大きいことが予想され、転倒等のリスクが高まると考えられる。

本研究では、若年群と中年群の女性を対象にビジネス用のパンプスの形態的特性（同型でヒール高が異なるパンプス）が歩行性能におよぼす影響

について裸足歩行と比較し、動作解析、筋電計測、足圧等を計測することによりパンプス歩行の特徴を明らかにする。さらに、若年群と中年群とで比較検討を行い、加齢による歩行動態の特徴を踏まえた靴の開発の基礎資料とすることを目的とする。

なお、研究に先立ち、横浜国立大学の倫理委員会の審査を経て実験を行った。被験者に対しては実験前に研究目的、方法、実験の安全性に問題がないことを十分に説明し、インフォームドコンセントを行い、承諾を得てから実施した。

1. 研究方法

1. 1 実験用ビジネスパンプス

実験に用いたビジネスパンプスはヒール高3cm、5cm、7cmの3種類であり、つま先はスクエアトゥである（図1）。



図1 実験に用いたビジネスパンプス

1. 2 被験者

被験者は若年群が7名、中年群が5名である。被験者の身体的特性を表1に示す。

パンプスのサイズは被験者に事前に靴店で試着をしてもらい、適正サイズを申告してもらい靴を用意した。実験で使用したパンプスのサイズは若

表1 被験者の身体特性

被験者	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	足長 (cm)	BMI (-)
若年群	21.2±1.0	157.9±4.1	49.9±5.6	23.9±0.5	20.0±2.0
中年群	59.2±4.7	158.0±4.1	52.5±5.3	23.3±0.3	21.1±2.7

年群で足長 23.5cm : 4 人, 24.5cm : 3 人で, 足囲は 1E : 1 人, 2E : 2 人, 3E : 4 人であった. 中年群では足長 22.5cm : 1 名, 23cm : 2 名, 24cm : 2 名で, 足囲は 1E : 1 名, 2E : 1 名, 3E : 3 名であった.

1. 3 歩行動作の計側

歩行動態を計測し映像で捉えるために, 動作解析用のスピードカメラを 4 台設置し, トレッドミルの進行方向に対して左側に 1 台, 左右斜め後方に 1 台ずつ, 右斜め前に 1 台置いて, マーカを捉えられるように三脚を用いて設置し, 歩行動態を収録した (図 2). なお, 測定前に解析時に用いるキャリブレーションのためにコントロールオブジェクトを数秒間撮影した.

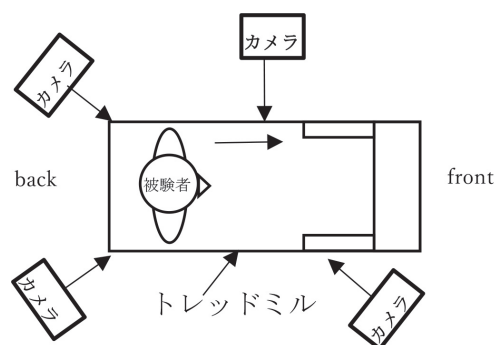


図 2 歩行動作収録カメラ設置場所



図 3 実験着とマーカ貼付位置と関節位置

後述する筋電の測定を開始したのちに, 多用途生体情報解析プログラム Vital Recorder II (キッセイコムテック(株)製) で収録を開始し, その後時

速 4 km に設定したトレッドミル上歩行実験用マーカを裸足の場合には, 左右の肩 (a), 左右の腰 (b), 左右の膝外側 (c), 左右の踵 (e), 左右の爪先 (f) の 10 か所 (図 3) に付けた. パンプス着用の場合で, 裸足と異なる点は, 踵点と爪先点であり, この 2 点に関しては該当するパンプスの位置につけた. 筋電の測定を開始したのちに, 多用途生体情報解析プログラム Vital Recorder II (キッセイコムテック(株)製) での収録を開始し, その後時速 4 km に設定したトレッドミル上を各条件若年群では約 2 分ずつ中年群では 20 分間被験者に歩行をさせた. なお, 23.5cm で 2E を履く被験者 2 名には, 足囲による違いをみるために 23.5cm で E・3E のパンプスも履いてもらい, 計測をした.

解析には, 三次元動作解析システム Kine Analyzer と 3D Calculator (キッセイコムテック(株)製) を用いた. 測定終了後, Kine Analyzer に撮影した動画を取り込み, 3D Calculator にてキャリブレーションモデルとコントロールオブジェクトの交差点を対応させていき, 仮想空間上で距離の設定を行った. その後, 歩行時のマーカを追跡し, スティックピクチャを作成した. Kine Analyzer 上でマーカを結び, 図 3 で示した膝関節 β , 踵関節 γ の角度, 角速度, 角加速度について, 接地から次の接地まで正規化グラフを作成し一歩分の平均波形を取り出し, 解析を行った. なお, 解析対象を右脚とした. ここで, 各々の角度を進行方向 y 軸と垂直方向 z 軸からなる yz 平面として算出を行った.

1. 4 筋電の計側

測定対象を右脚とし, 被験者には筋電測定センサを図 4 に示す. 前脛骨筋 (E1), 腓腹筋外側 (E2) の計 2 か所の筋腹となる位置に電極を張り付け, 多用途生体情報解析プログラム Vital Recorder II (キッセイコムテック(株)製) を用い, サンプリング周波数 100Hz として筋電を収録した.

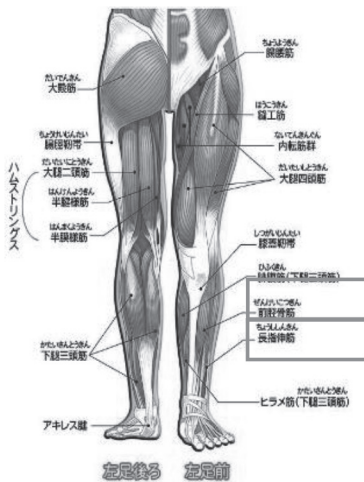


図4 筋電の計測部位

解析には三次元動作解析システム Kine Analyzer (キッセイコムテック(株)製) を用い、10秒間(約10歩分)の筋電を取り出した。筋電図には負の値も含まれるため、基線を0として、全波整流した後に振幅積分値を算出した。

1.5 心拍・歩数・活動量の計測

心拍・歩数・活動量の計測には Hexoskin ウェア (キッセイコムテック(株)製) (図3の上衣) を用いた。ウェアの内側胸部に電極が組み込まれており、心拍、活動量、歩数が計測できる。ログに3次元加速度計が組み込まれていて、活動量が計測できる。ログを接続し、計測し、iCloudにより計測データはサーバーに送信されるので、後からパソコンを介して収録した。歩行初期の2分間のデータを取り出し、心拍数、秒速歩数、活動量をヒール高さ、足囲、世代で有意差検定を行った。

1.6 足圧の計測

足圧の計測には図5に示すような F-scan (Tekscan 社製) を用い、感圧抵抗性を示す特殊インキをマトリックス状に施した超薄型圧力センサーシートをパンプスの中に装着し測定した。

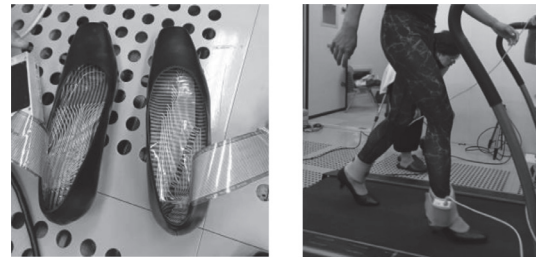


図5 足圧センサと計測の様子

3cm、5cm、7cm のパンプス着靴時に各々1分間ずつ計測した。なお、若年群で通常 23.5cm 2E を履く被験者2名には足囲の影響をみるために 23.5cm 1E、3E のパンプスも履いてもらい、計測をした。歩行時のデータを左右取り出し、足圧の分布、接地面積、荷重の経時変化と重心の軌跡を算出した。ヒール高さ、世代差、足囲を分散分析で有意差検定を行った。

1.7 重心動揺の計測

重心動揺の計測にはバイオメカニクス用計測機器 (株)共和電業製) を用い、被験者には軸とする足を決定してもらった後、裸足、3cm、5cm、7cm ヒールのパンプス着靴時の4条件を立位片足と立位両足の2回ずつの計8回測定を行った。いずれの条件でも開眼状態で行い、計測時間は各1分ずつであった。なお、計測にあたって条件はランダムに行い、ヒールの高さによる慣れをできるだけなくすようにした (図6)。

解析には、重心動揺計解析プログラムを用い、重心動揺計より得られた X 軸 (左右方向) と Y 軸 (前後方向) の波形を NEC 社製 PC LCD92VM-R にて1分間のデータを収録した。サンプリング周波数は 20Hz、サンプリングポイントは 1194 である。得られたデータより、外形面積、総軌跡長、平均速度、床反力平均、左右中心変位、前後中心変位について分析し、有意差検定を行った。

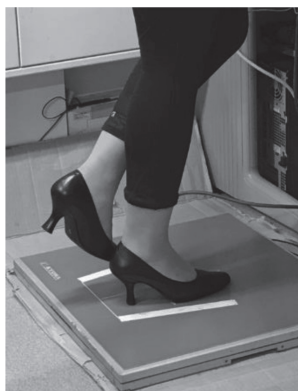


図6 重心動揺計測の様子

1. 8 実験の手順

被験者の実験衣は、動作マーカの貼付の妨げにならないように下衣は伸縮性のあるスパッツをS・M・Lの3種類のサイズから適合サイズを着用し、上衣は心拍・歩数・活動量測定のためHexoskin ウェア（キッセイコムテック(株)製）のサイズはXS・Sの2種類から適合サイズを、ブラジャーを外し身体に直接着用してもらった（図3参照）。計測は、歩行動作・筋電・心拍・歩数・活動量は同時に収録し、実験前後にビジネスパンプス着用時の歩きやすさときつさに関する主観申告をした。中年群では筋疲労の影響を見るため、筋電計をつけて20分のトレッドミル歩行を行い、その最初と最後に動作解析のデータを取得した。足圧計測、重心動揺の計測は別途マーカや筋電センサを外して行った。

2. 実験結果

2. 1 歩行実験解析結果

実験前後にビジネスパンプス着用時の歩きやすさときつさに関する主観申告をし、それを分析した結果を以下に示す。きつさに関しては靴条件と前後に有意差があり、両世代とも実験後、予想よりきつくないと申告したが、中年群でヒール7cm（以下h7）のみ予想よりもきついと回答した。靴条件ではヒール3cm（以下h3）とヒール5cm（以

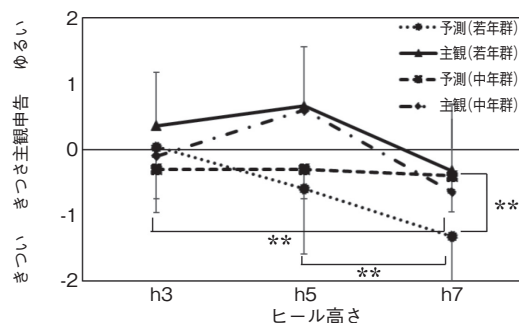


図7 きつさの主観申告 (**:p<0.01)

下h5)、h7間に有意差があった（図7）。

歩きやすさでは前後差、世代差と靴条件で差があり、裸足（以下n）とh5、h7間に、h3とh5、h7間に有意な差がみられ、実験後nとh5、h7間に、h5とh7間に有意な差がみられた。実験前予測で歩きやすさはh5とh7が負の値を示し、実験前の被験者は裸足が最も歩きやすく、ヒールの中では3cmが歩きやすいと予想している。実験後、歩きやすさはh7のみ負の値を示した。歩きやすさの前後に関して有意差がみられた（p<0.05）（図8）。

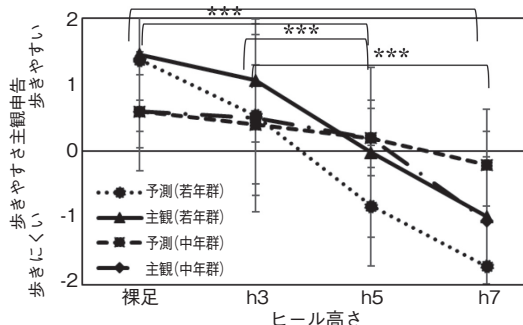


図8 実験前の歩きやすさの予測と主観申告 (***:p<0.001)

2. 2 動作解析分析結果

阿久津¹²⁾は、前脚が床に着いている期間を「前脚着床期（1期）」、片脚で体重を支える期間を「片足支持期（2期）」、両足で身体を支えて後脚を蹴り出すまでの期間を「後脚蹴り出し期（3期）」、後脚が床から離れて他方の脚と交差する期間を

「遊脚期 (4期)」と定義し、歩行の周期はこれら4期から成り立っていると述べている。本研究でも一步は、右脚を軸足として、右脚が着床して後方に蹴り出し、次の一步のために蹴り出す瞬間までとした。人間の歩行はサイクル運動であるが、機械のように全く同じであるということはなく、個人差も大きい。そこで一步分の歩行周期において、一步行分を正規化し平均して解析に用いた。若年群の右膝関節角度を図9に示す。

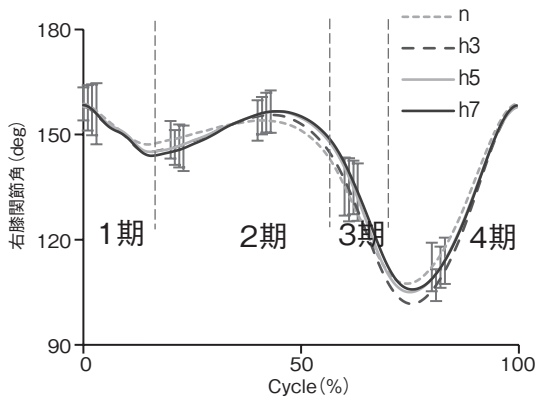


図9 右膝関節角度の経時変化 (若年群)

若年被験者の平均値を曲線で、被験者による標準偏差をエラーバーで周期の20%刻みで示している。屈曲方向を内角、伸展方向を外角とし、解析には内角を用いた。図9より、右膝関節の4期において、裸足よりパンプスを履いている時の方が膝関節角度の最小値がより小さくなっており、膝関節を使って前方に推進し、歩行していることが分かる。裸足時は膝関節角度が小さいことより、膝を曲げて歩行していることを示している。裸足の時よりパンプス着用時には膝関節を曲げ伸ばしていることがわかった。

坂下ら⁹⁾は膝関節、足関節の角度、角速度、各加速度の歩行周期曲線から最大値と最小値の差 ΔS を抽出し、評価し、歩行動態の特徴量としている。本研究でもこの指標を用いて被験者ごとに ΔS を算出して靴条件間、世代差の有無に関して比較検討した。図10に若年群の膝関節の2-4期

の ΔS の最大値を示す。h5とh7は僅かな差であった。右膝関節角度 ΔS の有意差検定を行ったところ、ヒール高さではh3がnよりも有意に ΔS が大きかった。 ΔS が大きいくほど、膝関節をしっかり屈伸できていると考えられる。ヒールによって踵部が持ち上げられるため、膝関節の屈伸が円滑に行われたと考えられる。

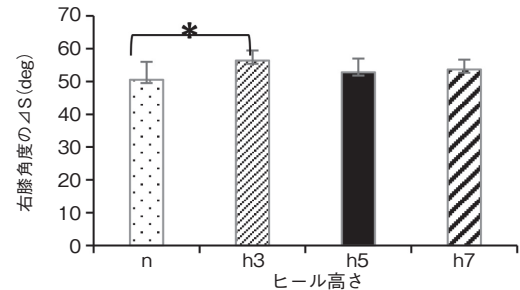


図10 右膝角度の ΔS への靴ヒールの影響
若年群 (*: $p < 0.05$)

若年群右足踵関節角度の変化を図11に示す。足踵関節はパンプスを着靴時にヒールの高さが異なるためスタートの時に角度の差があるため、被験者毎に右足踵関節角度 ΔS を算出し有意差検定を行ったところ、ヒール高さでh3とh5間に有意差がみられ、h3の ΔS が大きかった。

靴条件毎の右膝関節の角速度の変化を図12に、 ΔS の有意差検定の結果を図13に示す。

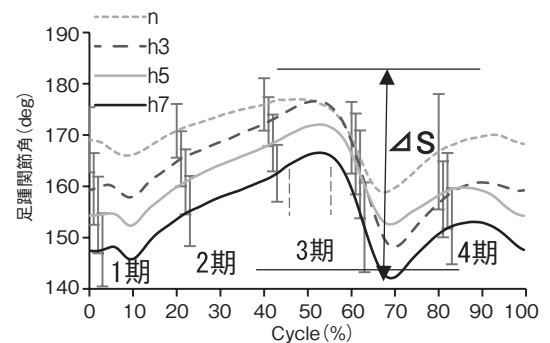


図11 足踵関節角度の経時変化 (若年群)

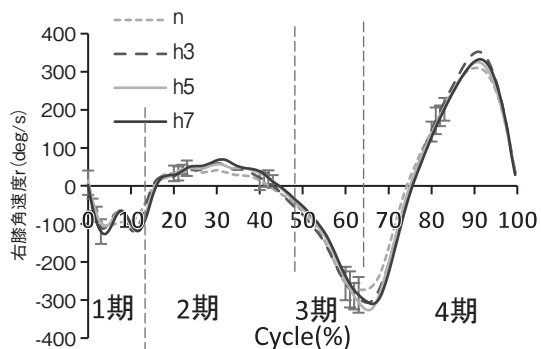


図12 右膝関節角速度の経時変化

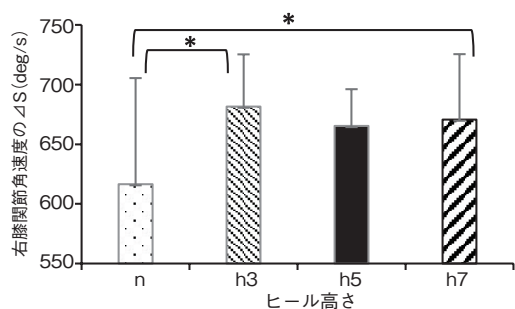


図13 右膝角速度の ΔS への靴条件の影響
若年群 (*: $p < 0.05$)

角度変化挙動の変曲点で角速度が0を横切り、変曲点と変曲点のほぼ midpoint の付近で最小値と最大値を示している。各関節が屈曲方向に移動する時の角速度が負、伸展方向に移動する時の角速度が正となっている。膝関節では3期の両足で身体を支え、後脚を蹴り出す直前で最小値に、4期の左脚を交差させて前方に出す部分で最大値になる。膝関節に関しては、裸足時よりもパンプス着用時に角速度の差 ΔS が大きくなり、ヒール高さで、右膝角速度 ΔS についてフィッシャーのLSD法(5%水準)による多重比較を行ったところ、 ΔS がh3とn、h7とnで有意差があった。

靴条件毎の右足踵関節角速度の変化を図14に示す。

右足関節角速度は、3期で最大値、そして4期に入ってすぐ最小値を示している。足関節ではパンプスを履いていると屈曲が円滑でなく、裸足時には屈曲角速度の差がついていることより、動

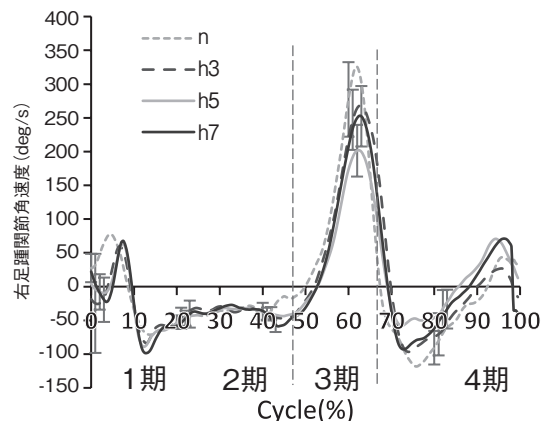


図14 右足踵関節角速度の経時変化

きにメリハリがあり ΔS が大きくなることがわかる。ヒールの高さと右足踵関節角速度 ΔS について有意差検定をしたところ、各関節角速度 ΔS との間には有意な差は得られなかった。

中年群の右膝関節角度の経時変化を2分後と、20分後の結果を図15に示す。

図9に示した若年群より靴条件による差は特に20分後より明確であった。

2分と20分で右膝関節角加速度の ΔS をヒール

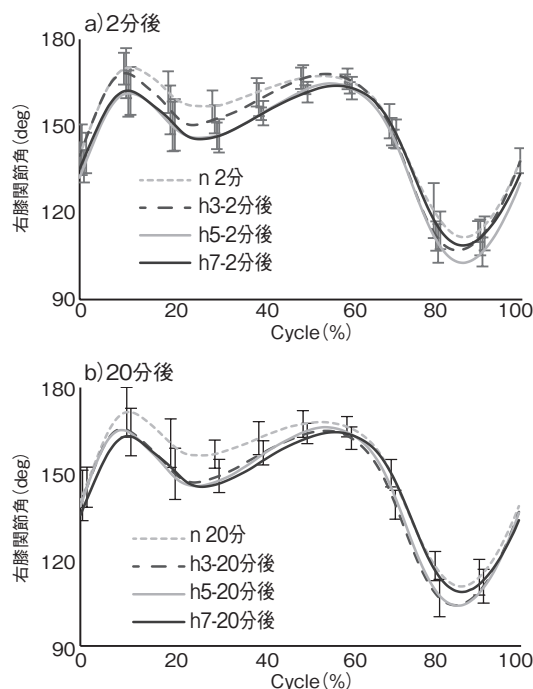


図15 右膝関節角度の経時変化(中年群)

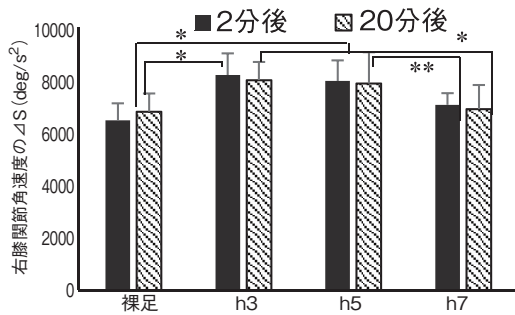


図16 右膝関節角加速度のΔSに靴条件の影響
中年群 (* : p<0.05, ** : p<0.01)

条件で比較した結果を図16に示す。

h3の時が最もΔSが大きく20分で低下傾向となった。

2.3 筋電の計測結果

腓腹筋と前脛骨筋の筋電の計測結果を図17, 図18に示す。

腓腹筋ではh7とh3の間およびh7と裸足で有意な減少傾向がみられた。中年群では若年群よりもヒールが高くなるほど顕著に筋電の増大があっ

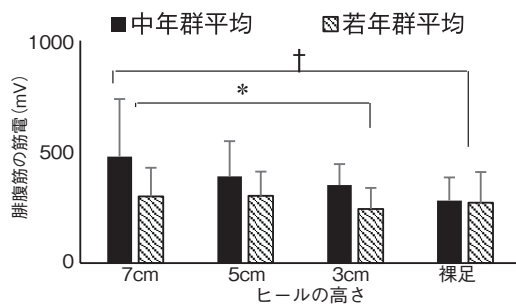


図17 腓腹筋の筋電の世代・ヒール比較
中年群 († : p<0.1, * : p<0.05)

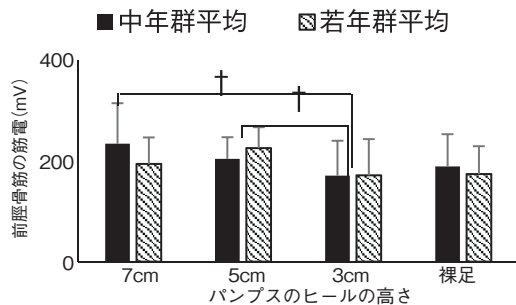


図18 前脛骨筋の筋電の世代・ヒール比較
中年群 († : p<0.1)

た。前脛骨筋では裸足とh3, 裸足とh7の間で有意差が認められた(図18)。

2.4 心拍・歩数・活動量の計測結果

心拍数, 活動量では靴条件や時間経過で有意差が認められなかった。歩数は図19に示すように靴条件でh7とh5, h3, 裸足間, h5と裸体で有意差が認められた。同じ時速4km/hrのトレッドミル歩行なのでヒールが高くなるほどストライド長が短く歩数を稼いで歩く傾向となった。

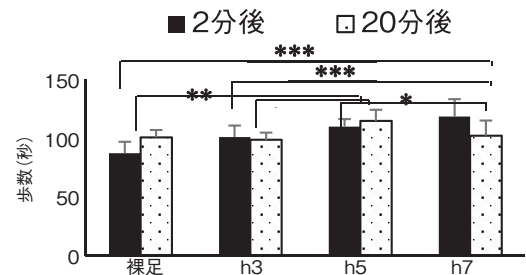


図19 時間当たりの歩数
(* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001)

2.5 足圧の結果

足底圧荷重値1歩分の変位を図20に示す。

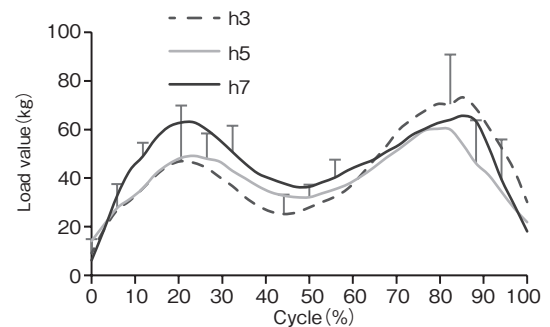


図20 足圧荷重変位の靴条件比較(若年群)

足踵での制動と足趾での推進の2つの荷重ピークがみられる。h3では制動の荷重よりも推進の荷重の方が大きく, 推進力が働いているが, h5, h7では差が小さくなっている。

重心の軸の軌跡をみた図21からもh3とh5では左右ともあおり歩行(踵外側で着地し, 外から内にあおりながら小趾付け根に体重移動し, 親指,

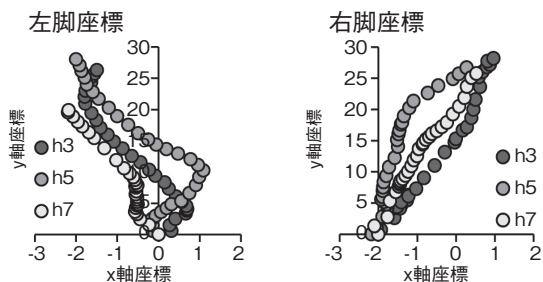


図21 歩行重心の1歩分の軌跡

第2, 第3趾で蹴り出す歩行) 特有のカーブがみられるのに対して, h7では直線的な動きになっている. 靴の設計の工夫による結果かもしれない.

2. 6 重心動揺の計測結果

重心動揺の総軌跡長の結果を図22に示す. 分散分析の結果, 立位条件で有意であった. 世代差では片足条件で有意となり, 靴条件では多重比較により, h7とn, h5とn, h3とh7間で各々有意となった. ヒールが高くなるほど安定性が悪くなる傾向が特に中年群に顕著にみられた.

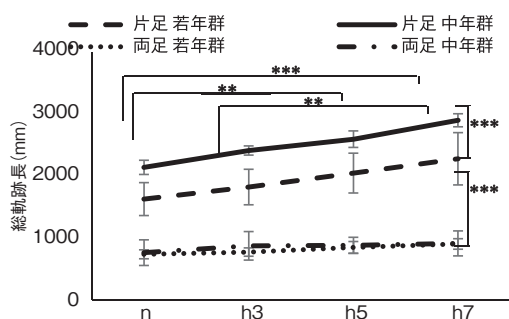


図22 重心動揺の総軌跡長の靴条件による差

総括

本研究では, 若年群と中年群の被験者を対象にビジネス用パンプスの形態的特性(同型でヒール高が異なるパンプス)が歩行性能におよぼす影響について動作解析, 筋電計測, 重心動揺, 足圧計測等を計測することによりパンプス歩行の特徴を明らかにした. さらに加齢の影響が顕在化し始める中年群の加齢による歩行動態の特徴を踏まえシ

ニア向けの靴の開発の基礎資料とすることを目的とした. そこで7名の若年群と5名の中年群の女性を対象に裸足およびヒール高さ3cm, 5cm, 7cmのパンプス着靴時に動作解析, 筋電図, 重心動揺等の計測を行った. 以下に主だった結果を示す.

動作解析において, 右膝関節・右足踵関節の角度・角速度・角加速度について検討をした結果, 一歩行周期において, 最大値と最小値の差である振幅を ΔS として有意差検定を行ったところ, ヒールの高さについて3cmヒールパンプスの右膝関節角度の ΔS と右膝角速度の ΔS , 右膝角加速度の ΔS が大きくなる傾向が見られた. 中年群でヒールが高く歩行が長くなると角関節の ΔS の減少が顕著となった. 筋電計測により前脛骨筋, 腓腹筋ともヒールが高くなるほど筋電が大きくなり, 中年群では若年群よりも顕著に筋電の増大があった. パンプスのヒール高さと重心動揺の視点からは, 裸足の時よりも7cmヒールパンプスを着用している時に重心動揺の総軌跡長が増大し不安定になることが分かった. 足圧計測で重心の軸の軌跡をヒールの高さで比較すると3cmと5cmではあおり歩行特有のカーブがみられたが7cmでは直線的な動きになっていた.

以上, 本研究ではビジネスパンプスを用いて歩行性能におよぼす影響について検討し, 歩行動作の解析より歩行に際しては本研究で検討した範囲では3cmが適しているヒールの高さであるということが明らかになった. 今回, 検討したビジネスパンプスは長時間の歩行でも歩行しやすいような工夫がされているものの, 中年群では顕著にヒールの高さにより負荷が高くなることが明らかとなった. 今回, 若年群では短時間の計測であったため, 中年群で時間を延長した. 若年者でも時間を延長して検討したい. また, もっと長時間歩行での身体への影響については未検討である. 今後, さらに長時間の歩行での影響に関して比較検討したい.

謝 辞

稿を終えるにあたり，本研究に対し助成いただいた公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に厚く御礼申し上げます。また，本研究を実施するにあたり，実験用に靴を提供いただいた株式会社ワコールに感謝いたします。若年群対象の実験を卒業論文¹³⁾として取り組んだ元横浜国立大学教育人間科学部の里見彩加さん，中年群対象の研究に尽力いただいた深海康子さん，大矢幸江さん，柳瀬和子さんに感謝します。また，実験に協力いただいた被験者の皆様に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 土肥麻佐子，持丸正明，河内まき子：若年女子の靴の意識と靴の履き心地－高齢者との比較－，感性工学研究論文集，6(2)：53-58(2006)
- 2) 山本博男，岡美成，清水聡一・他：女性におけるつま先立・ハイヒール着用時の歩容，金沢大学人間社会域学校教育学類紀要，(1)：35-39(2009)
- 3) 伊藤忠，太田進，馬淵晃好・他：ハイヒール着用時に起る自覚的愁訴によるアンケート調査報告，愛知県理学療法学会，24：36-38(2012)
- 4) 坂本直俊，倉秀治，石井清一・他：靴による障害の実態調査—特に外反母趾に関して(第1報)，靴の医学，7：88-91(1993)
- 5) 野澤美奈子：靴の違いによる三次元的解析，和洋女子大学家政学部生活環境学科卒業論文(2006)
- 6) 加来礼子：靴の違いによる三次元的解析，和洋女子大学家政学部生活環境学科卒業論文(2007)
- 7) 川端博子，鎌田紗矢子：ハイヒール靴による階段昇降への影響，埼玉大学紀要 教育学部，50(1)：179-188(2010)
- 8) 青木識子，田村照子，永井伸夫：高齢女性の歩行についての動態力学的研究－関節角度，床反力，下腿関節負荷量の検討－，織消誌，57，37-42(2016)
- 9) 坂下里穂，諸岡晴美：高齢者の歩行動態を表す特徴量の抽出とそれに影響を及ぼす要因，織消誌，58，80-89(2017)
- 10) 諸岡晴美ら：シニアの健康・快適な衣生活を支援するための被服衛生学的研究，科学研究費基盤研究A，25242011(2013-2016)
- 11) 薩本弥生，丸田直美，齊藤秀子，諸岡晴美：年齢・身体特性・ブラの種類が動作時の胸部動態・着装感に及ぼす影響，織消誌，58，80-89(2017)
- 12) 阿久津邦男：歩行の運動生理，国際交通安全学会誌，20：269-278(1977)
- 13) 里見彩加：横浜国立大学教育人間科学部 2017年度卒業論文(2018)