

日常生活での歩き方の歩行者属性による違い

2023年8月8日

NEC ライフスタイルサポート統括部

目次

1. はじめに	3
2. 分析の概要.....	4
3. 分析結果(ユーザ分布).....	5
4. 分析結果(歩行者属性別の歩き方).....	6
5. まとめ	7
6. 付録	8
年代別の結果.....	9
男女別の結果.....	15

1. はじめに

歩行をどのように「計る」か、ということを考えたとき、最初に思い浮かぶのは歩数ではないでしょうか。歩数は歩数計や活動量計を身に着けるだけで簡単に計ることができます。さらにスマートフォンが普及してからは、スマートフォンの機能によって、多くの方が日常的に歩数を計測しています。歩行の「量」を表すパラメータとして、歩数は今やすっかり定着した感があります。

では、歩行の「質」、つまり歩き方を計る場合はどうでしょうか。歩く速さや歩幅、歩行時の姿勢、内股ぎみか外股ぎみかなど、さまざまな観点が思い浮かぶかもしれません。モーションキャプチャなどの専門機器を使えば、これらに加えてもっと多様な観点、例えば足裏の角度変化の様子や、足を前に運ぶ際の地面からの高さなども計ることができます。これらの歩き方に関するデータは、歩行の研究領域やリハビリテーションの現場などにおいて多く計測され、検討がされてきました。

しかし、上記はほとんどが実験室やリハビリテーション室などの限定された環境で、歩行者が計測されていることを意識しながら歩行しているシーンでの計測です。日常生活の中で人々が無意識的にどのような歩き方をしているかは、これまでほとんど計測されてきませんでした。その理由の一つが、日常生活の中で手軽に扱えて、多様な観点から歩き方を計測できる機器がこれまで存在しなかったことです。

図 1 に示す NEC の歩行分析センサは、専用インソールにセットして靴の中に入れるだけで、歩き方を計れるようになるセンサです。使い始めてから電池が切れるまでの約 1 年間¹、センサが自動で計測を行い、歩き方のデータをアップロードしつづけます。このセンサが収集したデータを集計することで、これまで分からなかった人々の日常生活における歩き方が明らかになってきました。

本レポートでは、NECの歩行分析センサを利用して日常生活の歩行の計測を行った 644 人のデータを用い、6 つの観点(歩行速度、身長に対するストライド長の割合、背屈方向の足底角度ピーク値、底屈方向の足底角度ピーク値、身長に対する足上げ高さの割合、外回し距離)から、歩行者の属性(年齢・性別)による違いを分析します。



図 1 歩行分析センサ

¹ ここでは、計測モード「日常計測」にあたる、1 日最大 3 回計測を行う場合の電池の持ちを示す。

2. 分析の概要

対象ユーザ

- 2020年9月1日～2023年5月18日に歩行計測を行った、データ収集用の歩行計測アプリ「A-RROWG(歩行分析アプリ)」のユーザ²のうち、以下条件を満たすユーザのデータを対象としました。
 - 性別として一貫して「男性」または「女性」を選択している
 - 計測モード「日常計測」³にて計測したデータが10以上ある⁴

対象パラメータ

- 表1に、分析対象とした6つのパラメータを示します。

表1 対象パラメータ

パラメータ名	単位	説明
歩行速度	km/h	単位時間あたりの歩行距離
ストライド長÷身長	なし	ストライド長 ⁵ を身長で除算したもの
背屈方向の 足底角度ピーク値	度	遊脚期 ⁶ における、足底面と地面がなす角度の 背屈方向 ⁷ の最大値
底屈方向の 足底角度ピーク値	度	遊脚期における、足底面と地面がなす角度の 底屈方向 ⁸ の最大値
足上げ高さ÷身長	なし	足上げ高さ ⁹ を身長で除算したもの
外回し距離	cm	遊脚期に、足が進行方向に対して外側に離れる距離の最大値

分析方法

- まずはユーザごとに、対象パラメータについて平均値を算出しました。そのうえで、対象者の属性(年齢または性別)ごとに集計しました。これにより、計測回数に関わらず各ユーザのデータが平等に反映されるようにしました。

² 期間中に年代(10刻み)をまたいだユーザは、年代ごとに別個のユーザとして扱う。

³ 1日最大3回、センサが自動で歩き方の計測を行う計測モード。

⁴ 片足1回分の計測を1と数える。

⁵ 歩行周期一回分(一方の足をついてからもう一度同じ方の足をつくまで)の歩行距離。

⁶ 足が地面から離れている間。

⁷ つま先を上げる方向。

⁸ つま先を下げる方向。

⁹ 遊脚期における、センサと地面の距離の最大値。なおセンサは土踏まず付近に配置。

3. 分析結果(ユーザ分布)

対象ユーザを年齢・男女別に集計した結果を表 2 に示します。対象ユーザ数は 644 人で、うち男性が 487 名、女性が 157 名でした¹⁰。30～50 代の男性が特に多いことや、60 代以上の女性が特に少ないことが分かります。なお、70 代と 80 代は人数が少なかったためまとめて一つの階級としました。

対象ユーザの属性ごとの人数分布をグラフにして図 2 に示します。

表 2 対象ユーザの属性ごとの人数(単位:人)

	男性	女性	計
20代	38	38	76
30代	116	35	151
40代	129	30	159
50代	124	33	157
60代	56	12	68
70-80代	24	9	33
計	487	157	644

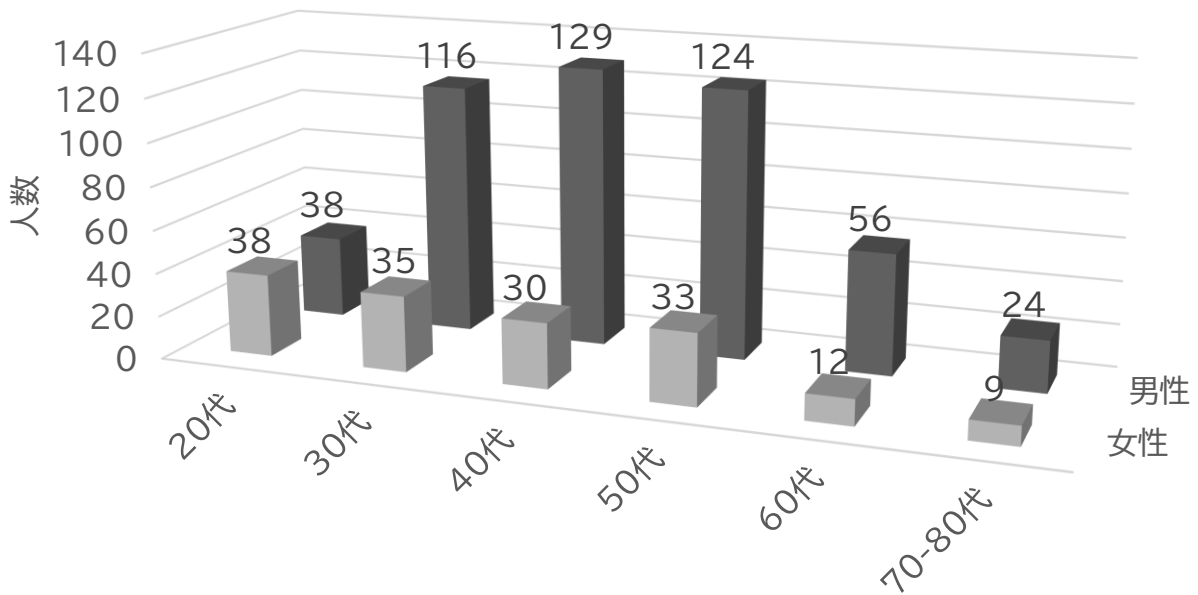


図 2 対象ユーザの属性ごとの人数(単位:人)

¹⁰ スライド長÷身長、足上げ高さ÷身長については、身長情報の無かった 40 代男女 1 名ずつを除外した。

4. 分析結果(歩行者属性別の歩き方)

各パラメータについて、年代別と男女別に平均値を算出した結果をそれぞれ表 3、表 4 に示します。

表 3 年代別の各パラメータの平均値

パラメータ名	年代別の平均値					
	20代	30代	40代	50代	60代	70-80代
歩行速度(km/h)	4.9	4.9	4.9	4.9	4.8	4.4
ストライド長÷身長	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.77
背屈方向の足底角度ピーク値(度)	28.8	28.7	28.5	28.1	27.4	24.3
底屈方向の足底角度ピーク値(度)	75.3	76.3	75.4	74.3	72.7	66.8
足上げ高さ÷身長	0.092	0.095	0.096	0.093	0.094	0.087
外回し距離(cm)	4.2	4.5	4.3	4.2	4.1	3.7

表 4 男女別の各パラメータの平均値

パラメータ名	男女別の平均値	
	男性	女性
歩行速度(km/h)	4.9	4.8
ストライド長÷身長	0.82	0.82
背屈方向の足底角度ピーク値(度)	28.5	27.1
底屈方向の足底角度ピーク値(度)	74.6	74.6
足上げ高さ÷身長	0.096	0.089
外回し距離(cm)	4.4	3.8

年代別の結果については、若い世代(20代~30代)で最も値が大きく、年代が上がるにつれて減少していく傾向が、「足上げ高さ÷身長」を除くパラメータで共通的に見られました。また、多くのパラメータにおいて、70-80代以降で低下の幅が大きくなる傾向が見られました。

男女別の結果については、男女にほとんど差が認められない「歩行速度」「ストライド長÷身長」「底屈方向の足底角度ピーク値」と、男性の方が大きい値を示す「背屈方向の足底角度ピーク値」「足上げ高さ÷身長」「外回し距離」に二分されました。

5. まとめ

本レポートでは、NECの歩行分析センサを利用して日常生活の歩き方を計測した 644 人のデータについて、歩行者の年齢または性別ごとに集計し、日常生活での歩き方の歩行者属性による違いを分析しました。これにより、今までほとんど計測されてこなかった日常生活の中での人々の歩き方について、定量的な示唆を得ることができました。

今後はよりユーザ数を増やした分析や、ユーザの健康状態など、歩行に影響を与える可能性のある要素も考慮した分析を行っていきたいと思います。

最後に、本分析はデータ収集用の歩行計測アプリ「A-RROWG(歩行分析アプリ)」のプライバシーポリシー¹¹で定めている、個人情報の利用目的の範囲内で行いました。

¹¹ <https://web.a-rrowg.com/privacy/index.html>

6. 付録

各パラメータの歩行者属性別の分析結果をグラフにして示します。なお、以後の棒グラフと箱ひげ図の読み方を図 3 に示します。

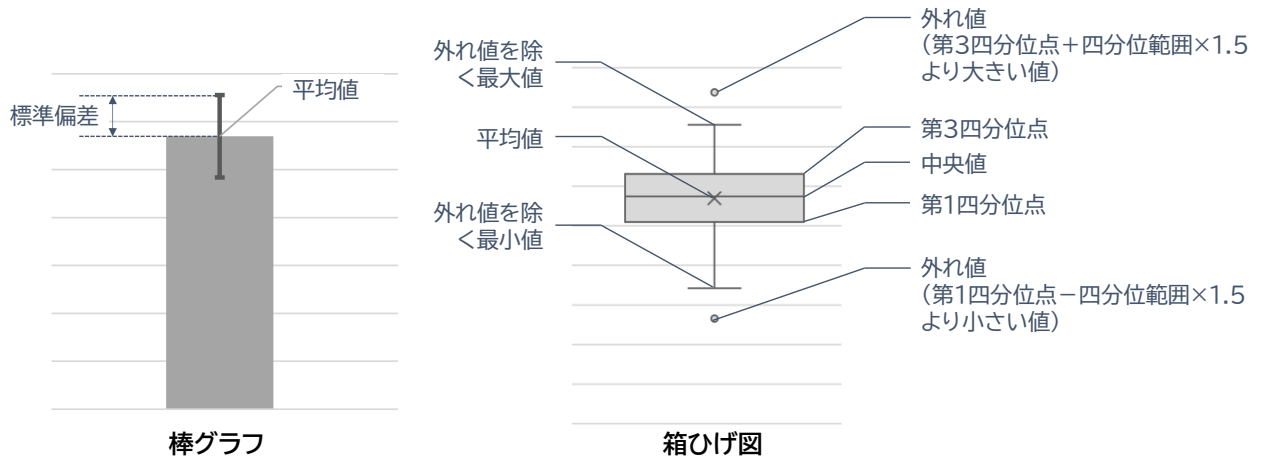


図 3 棒グラフと箱ひげ図の読み方

年代別の結果

- 歩行速度

図 4 に年代別の歩行速度の平均値を示します。20～60代は4.8～4.9km/hで大きな変化はありませんでしたが、70-80代から低下する傾向が見られました。

図 5 に年代別の歩行速度の箱ひげ図を示します。

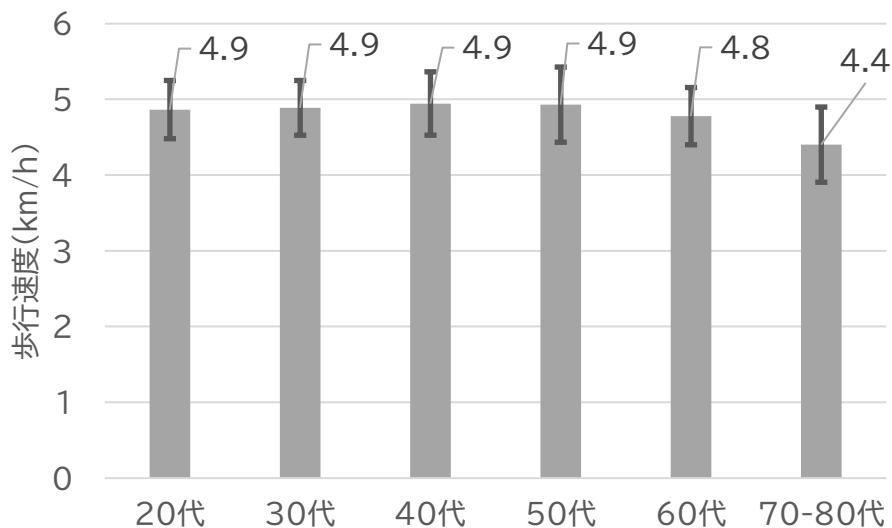


図 4 年代別の歩行速度の平均値

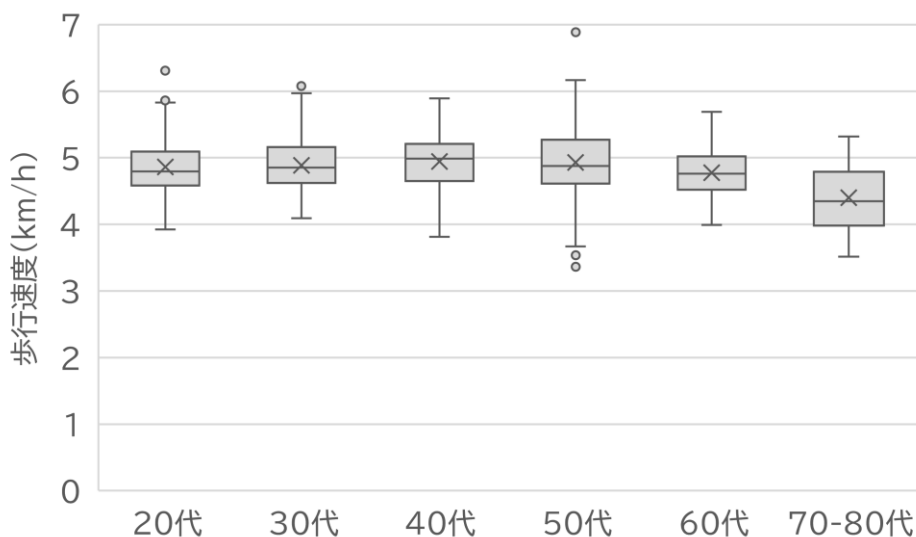


図 5 年代別の歩行速度の箱ひげ図

- ストライド長÷身長

図 6 に年代別のストライド長÷身長の平均値を示します。20～60代は 0.81～0.82 で大きな変化はありませんでしたが、70-80代から低下する傾向が見られました。

図 7 に年代別のストライド長÷身長の箱ひげ図を示します。

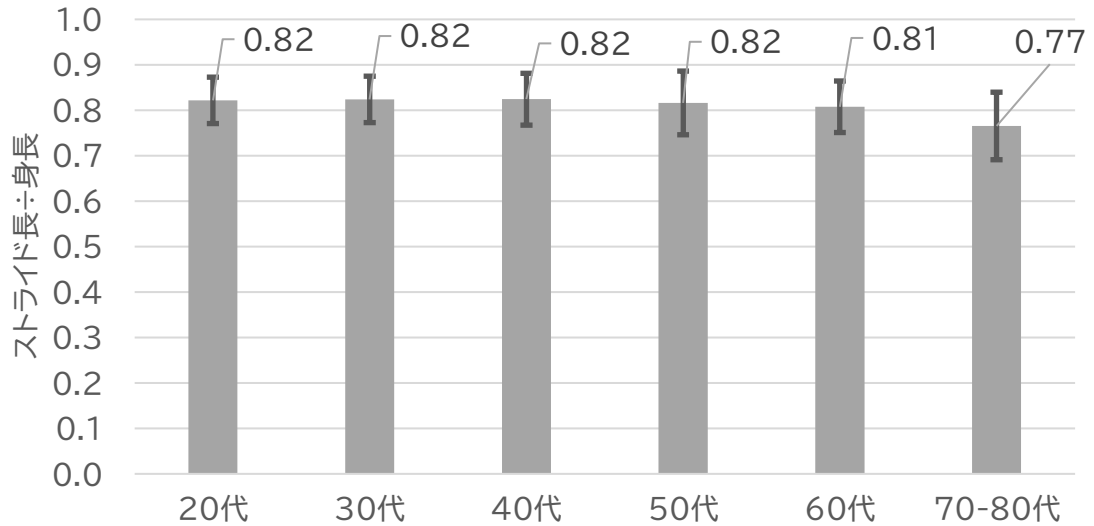


図 6 年代別のストライド長÷身長の平均値

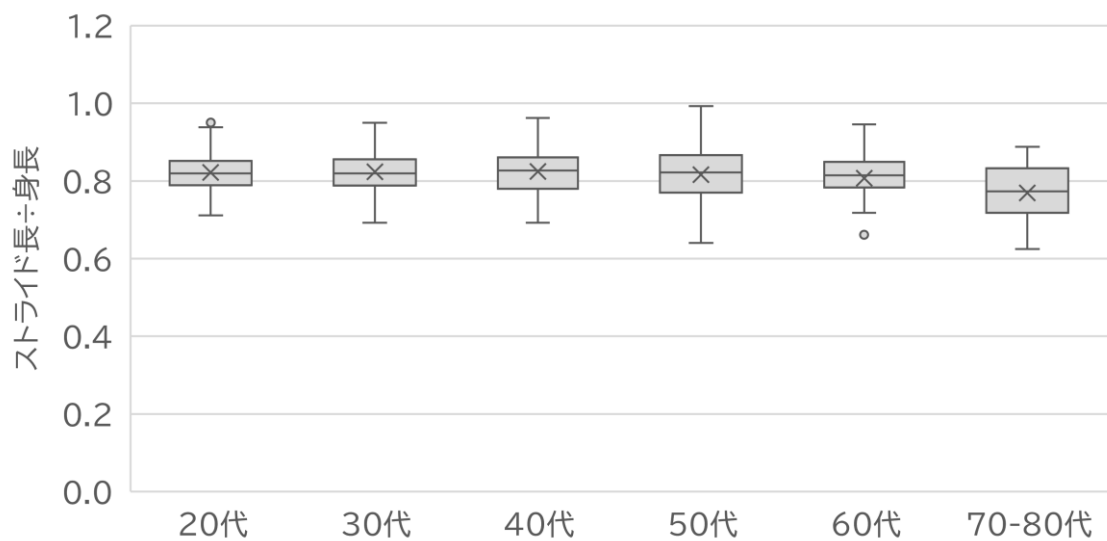


図 7 年代別のストライド長÷身長の箱ひげ図

- 背屈方向の足底角度ピーク値

図 8 に年代別の背屈方向の足底角度ピーク値の平均値を示します。年代とともに平均値は少しずつ低下していましたが、20～50代が 28 度以上、60代が 27.4 度、70-80代が 24.3 度と、特に 70-80代で低下の幅が大きくなる傾向が見られました。

図 9 に年代別の背屈方向の足底角度ピーク値の箱ひげ図を示します。

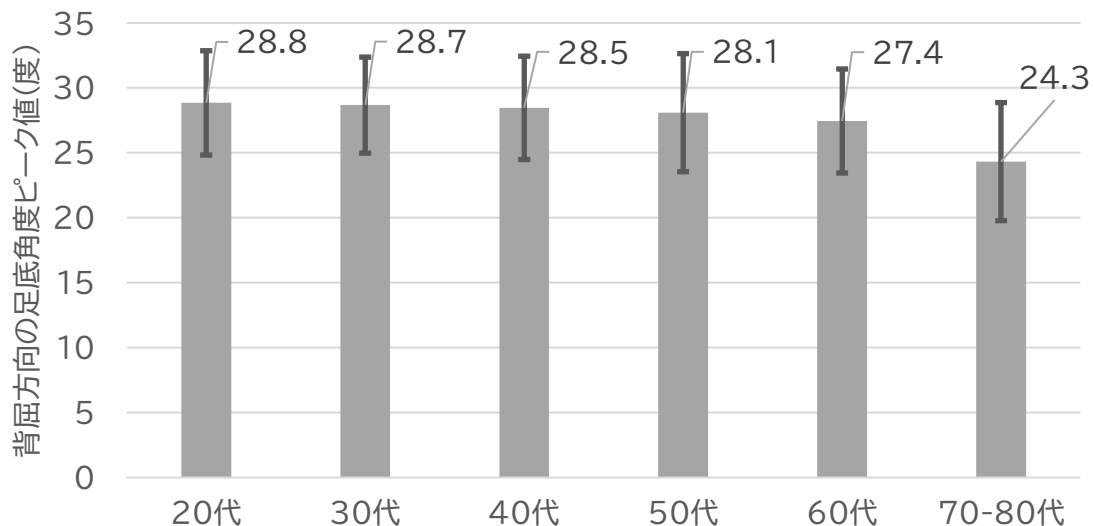


図 8 年代別の背屈方向の足底角度ピーク値の平均値

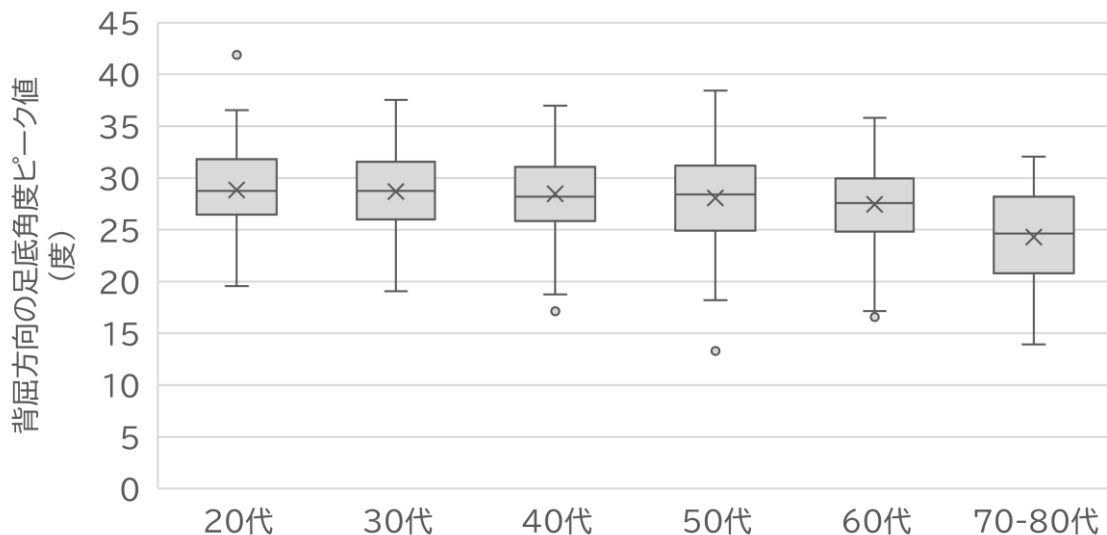


図 9 年代別の背屈方向の足底角度ピーク値の箱ひげ図

- 底屈方向の足底角度ピーク値

図 10 に年代別の底屈方向の足底角度ピーク値の平均値を示します。30 代が 76.3 度と最も大きく、そこから年代が離れるにつれて低下していきますが、20～60代は 70 度以上、70-80 代が 66.8 度と、特に 70-80 代で低下の幅が大きくなる傾向が見られました。

図 11 に底屈方向の足底角度ピーク値の箱ひげ図を示します。

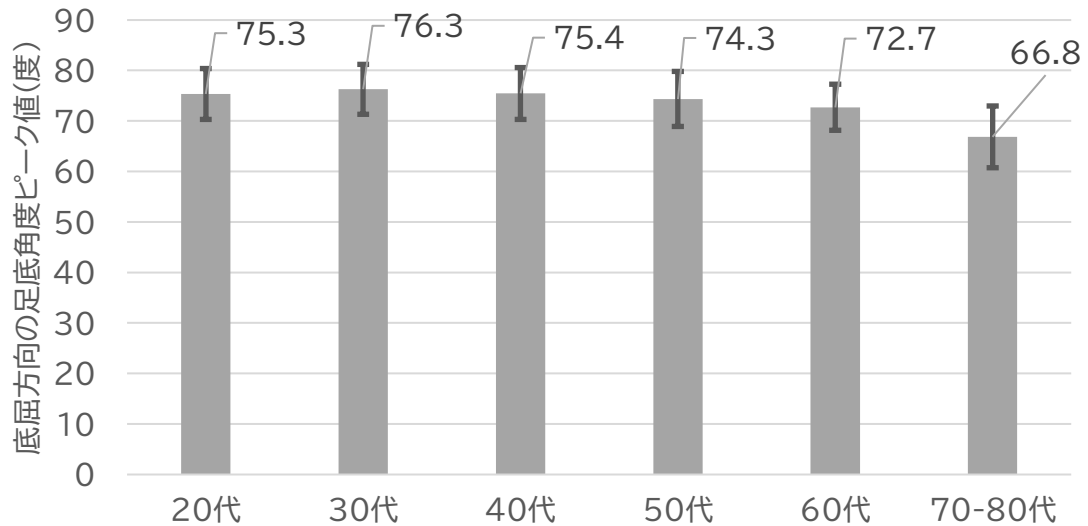


図 10 年代別の底屈方向の足底角度ピーク値の平均値

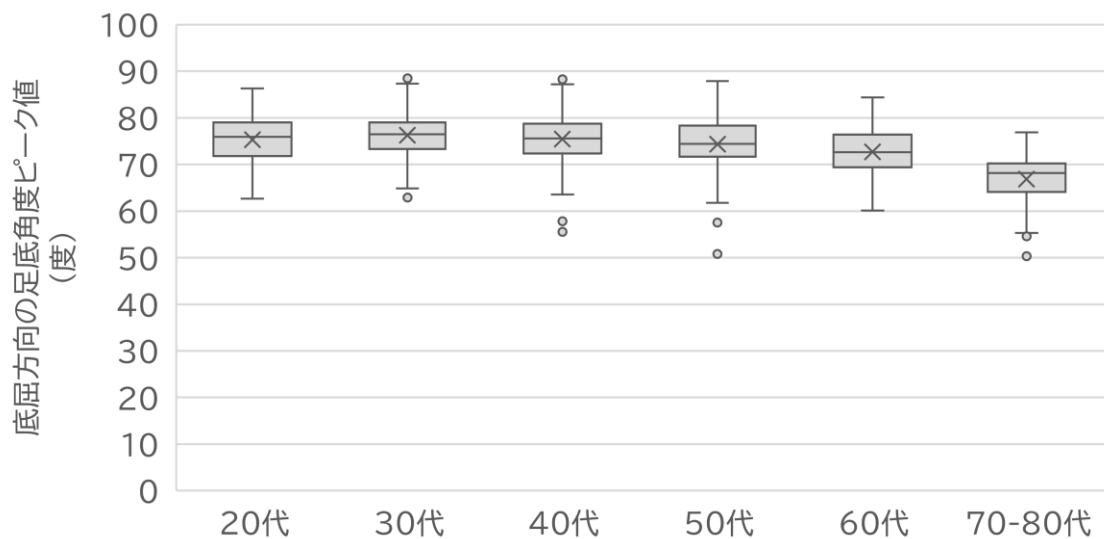


図 11 年代別の底屈方向の足底角度ピーク値の箱ひげ図

- 足上げ高さ÷身長

図 12 に年代別の足上げ高さ÷身長の平均値を示します。20-60 代は全て 0.09 以上でほぼ変化がありませんが、70-80 代が 0.087 と、他の年代に比べて小さくなっている傾向が見られました。

図 13 に年代別の足上げ高さ÷身長の箱ひげ図を示します。

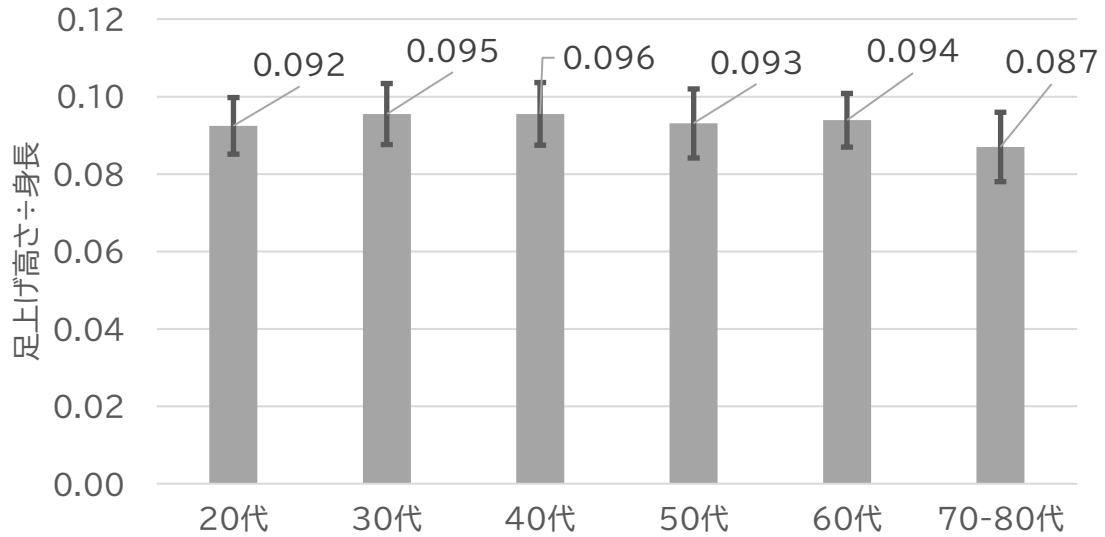


図 12 年代別の足上げ高さ÷身長の平均値

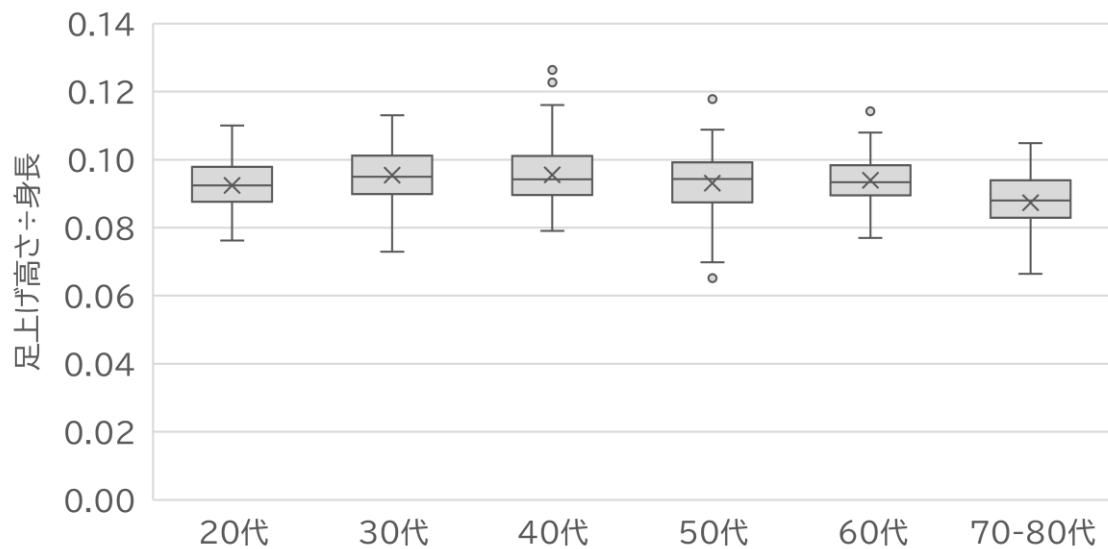


図 13 年代別の足上げ高さ÷身長の箱ひげ図

- 外回し距離

図 14 に年代別の外回し距離の平均値を示します。30代が 4.5cm と最も大きく、そこから年代が離れるにつれて低下していきますが、20～60代はいずれも 4cm 台前半、70-80代が 3.7cm と、特に 70-80代で低下の幅が大きくなる傾向が見られました。

図 15 に年代別の外回し距離の箱ひげ図を示します。

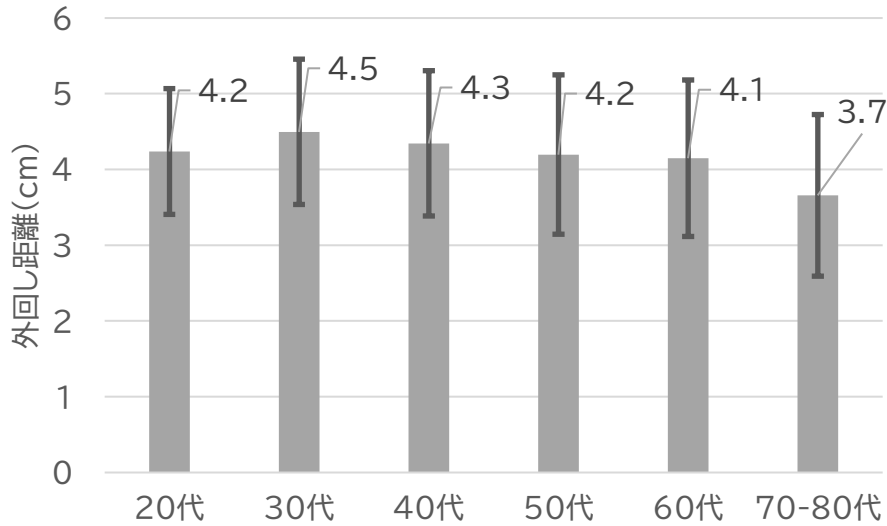


図 14 年代別の外回し距離の平均値

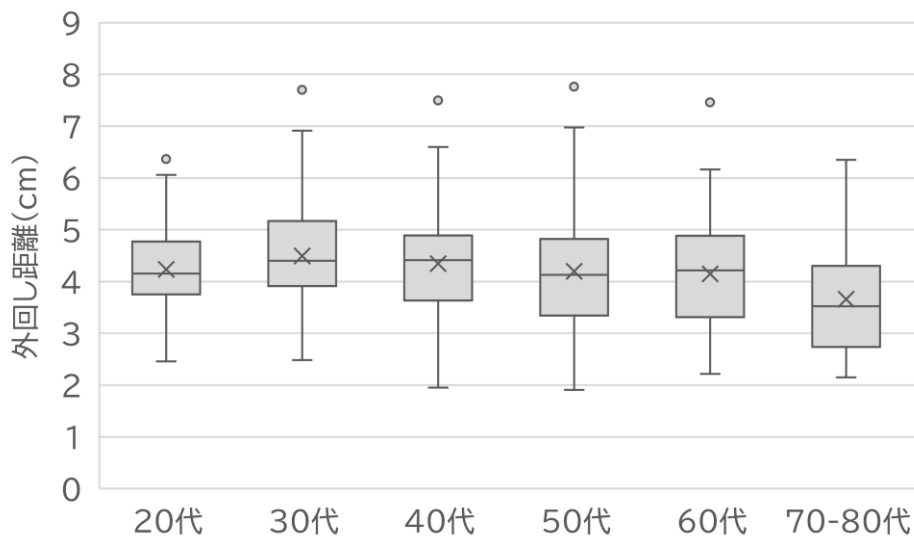


図 15 年代別の外回し距離の箱ひげ図

男女別の結果

- 歩行速度

図 16 に男女別の歩行速度の平均値を示します。男性が 4.9km/h、女性が 4.8km/h と、ほとんど違いがないことが分かりました。

図 17 に男女別の歩行速度の箱ひげ図を示します。

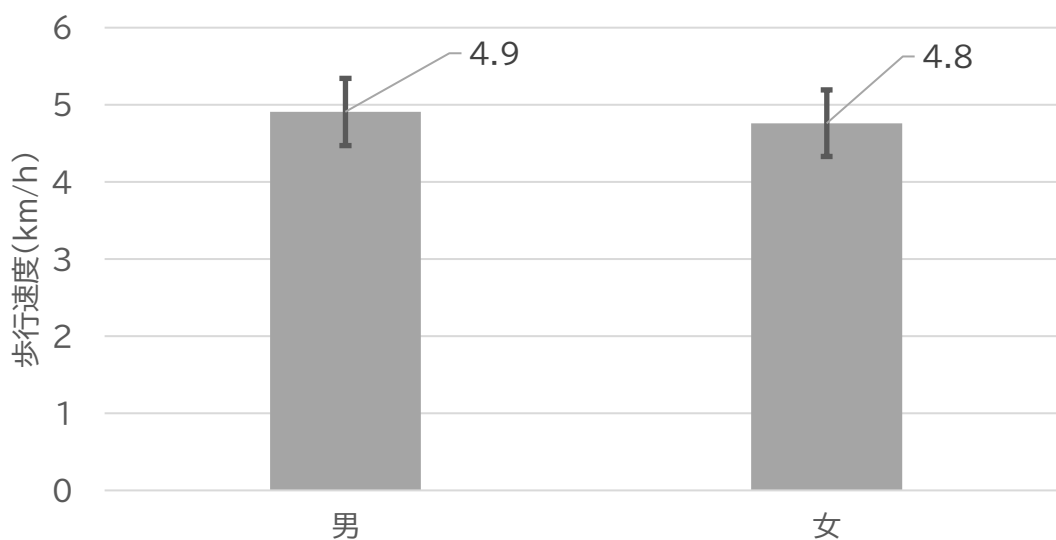


図 16 男女別の歩行速度の平均値

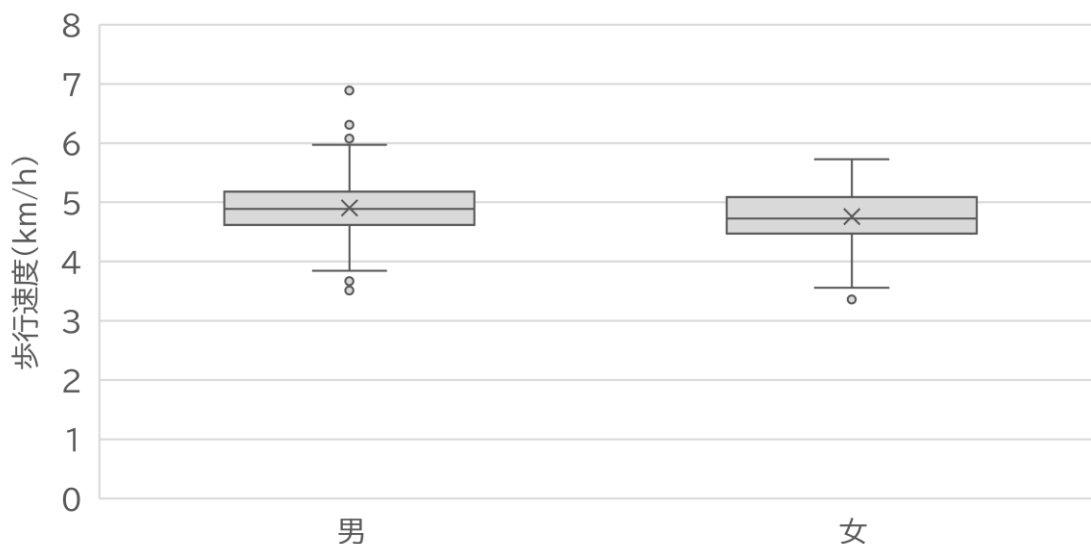


図 17 男女別の歩行速度の箱ひげ図

- ストライド長÷身長

図 18 に男女別のストライド長÷身長の平均値を示します。男女ともに 0.82 と、ほとんど違いがないことが分かりました。

図 19 に男女別のストライド長÷身長の箱ひげ図を示します。

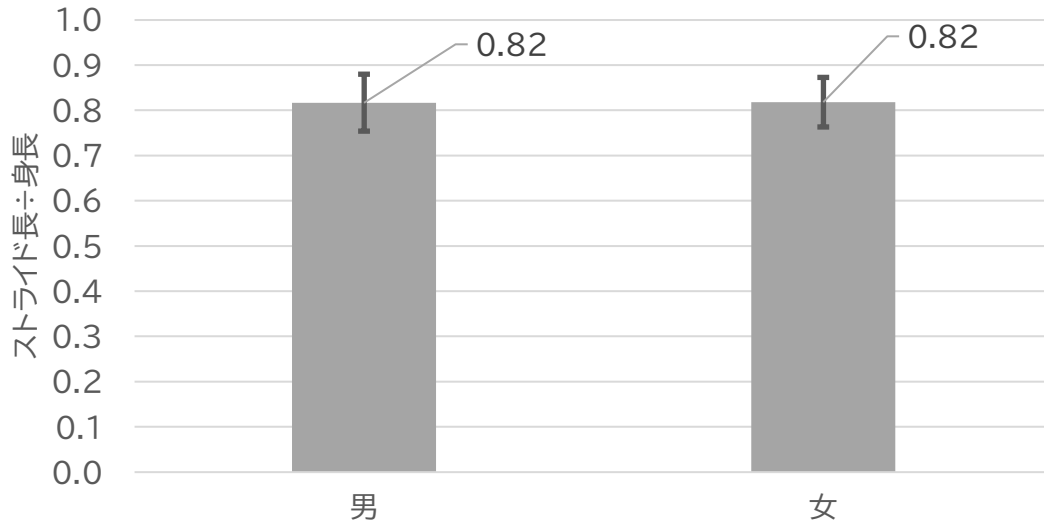


図 18 男女別のストライド長÷身長の平均値

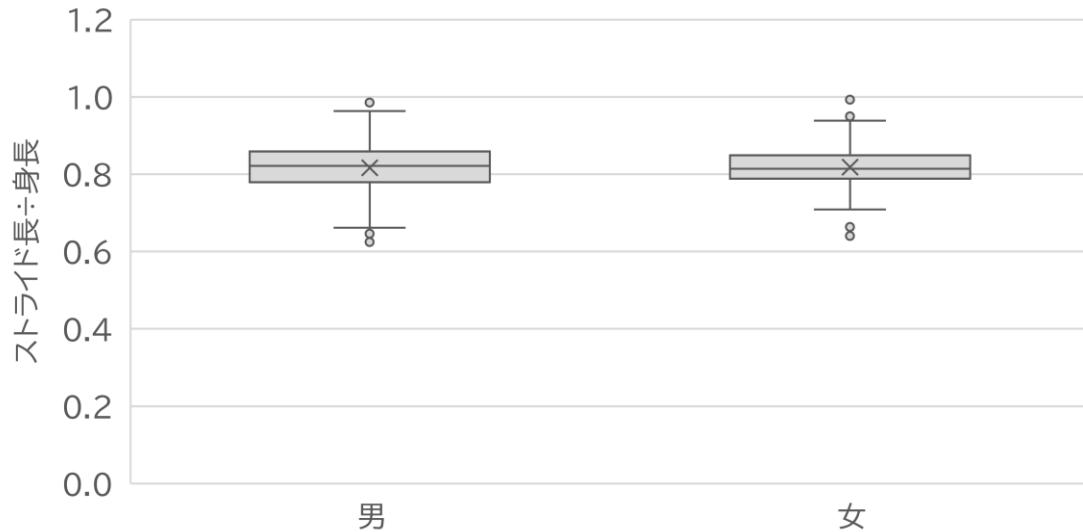


図 19 男女別のストライド長÷身長の箱ひげ図

- 背屈方向の足底角度ピーク値

図 20 に男女別の背屈方向の足底角度ピーク値の平均値を示します。男性が 28.5 度、女性が 27.1 度と、男性が女性に比べて大きい傾向が見られました。

図 21 に男女別の背屈方向の足底角度ピーク値の箱ひげ図を示します。

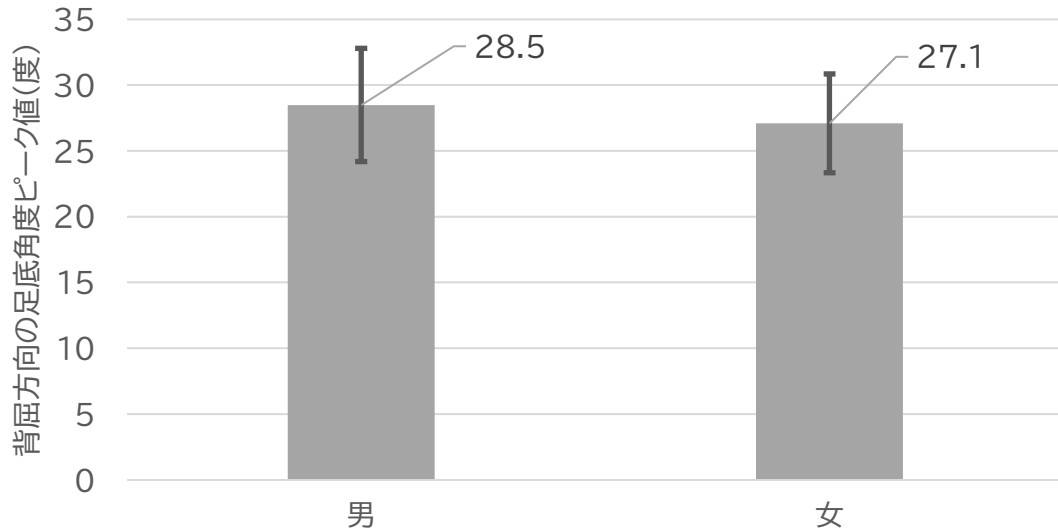


図 20 男女別の背屈方向の足底角度ピーク値の平均値

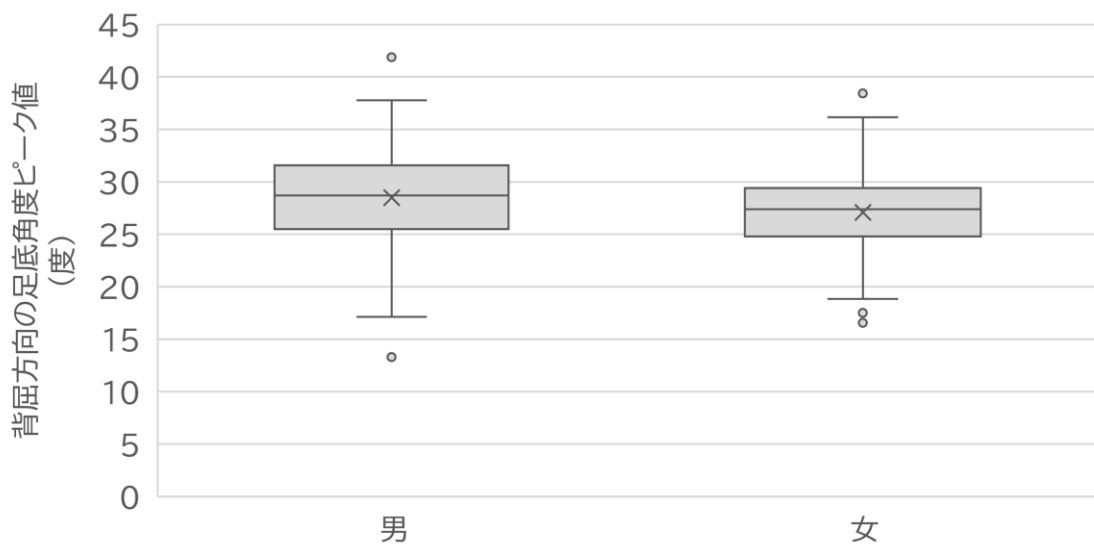


図 21 男女別の背屈方向の足底角度ピーク値の箱ひげ図

- 底屈方向の足底角度ピーク値

図 22 に男女別の底屈方向の足底角度ピーク値の平均値を示します。男女共に 74.6 度と、ほとんど差がないことが分かりました。

図 23 に男女別の底屈方向の足底角度ピーク値の箱ひげ図を示します。

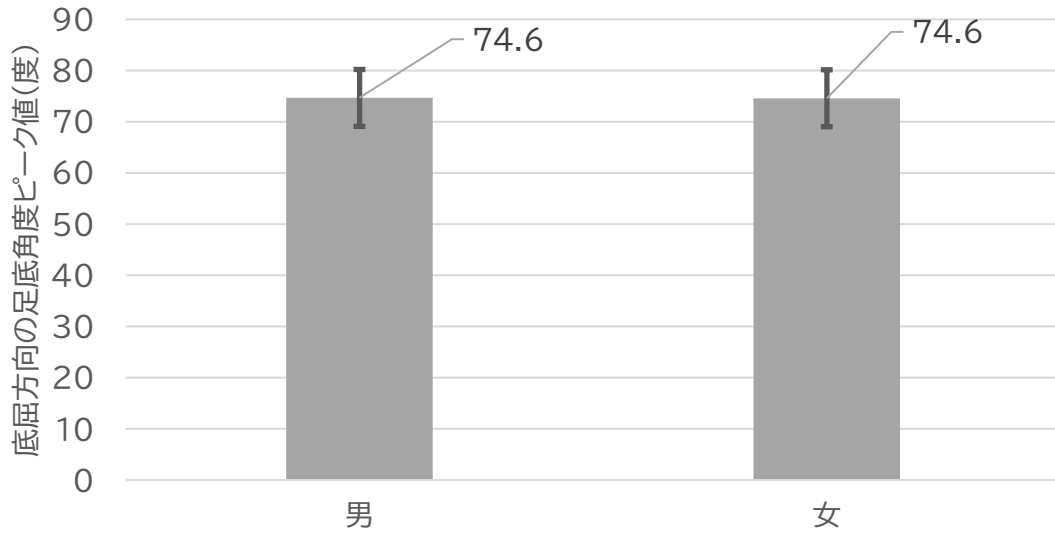


図 22 男女別の底屈方向の足底角度ピーク値の平均値

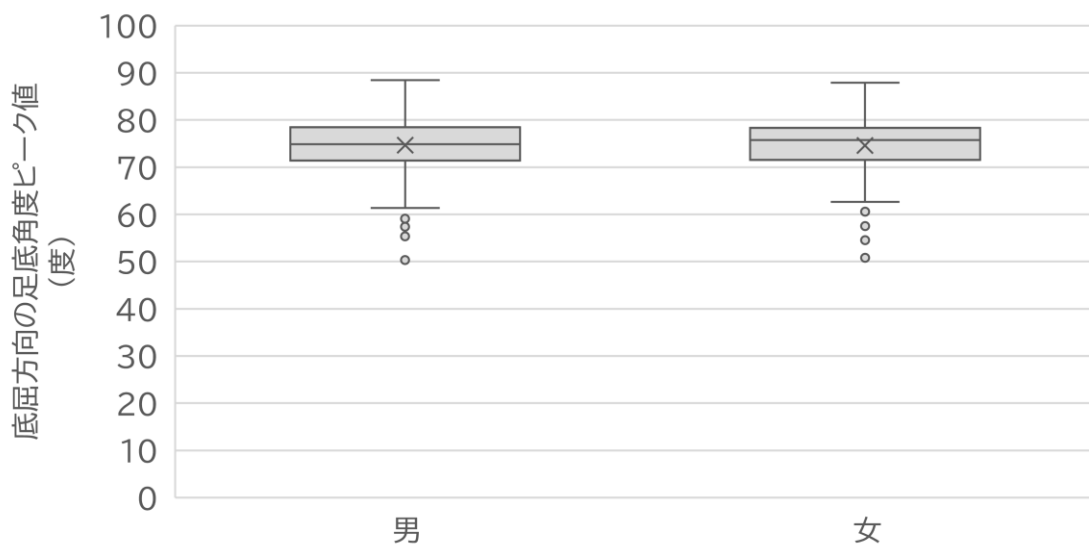


図 23 男女別の底屈方向の足底角度ピーク値の箱ひげ図

- 足上げ高さ÷身長

図 24 に男女別の足上げ高さ÷身長の平均値を示します。男性が 0.096、女性が 0.089 と、男性が女性に比べて大きい傾向が見られました。

図 25 に男女別の足上げ高さ÷身長の箱ひげ図を示します。

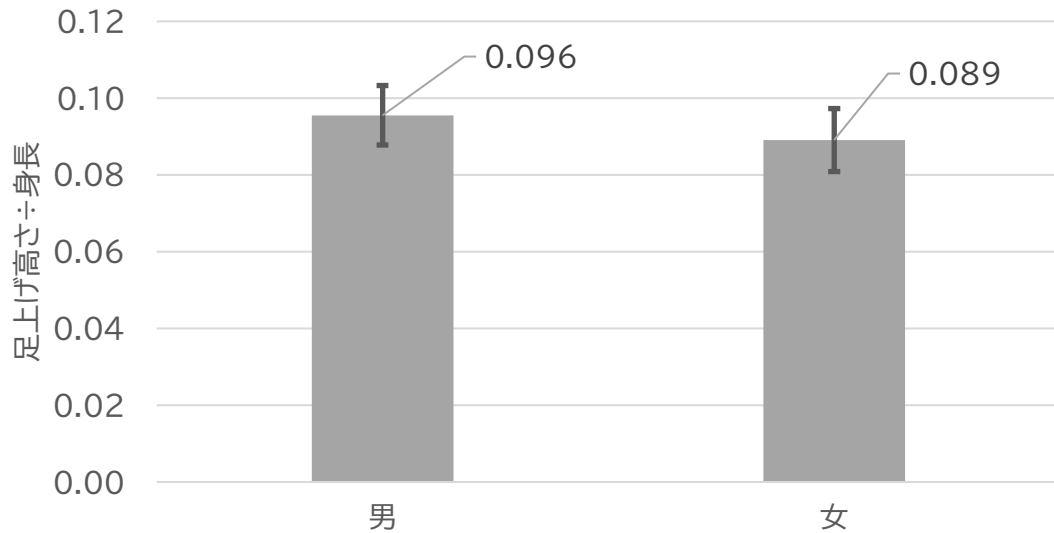


図 24 男女別の足上げ高さ÷身長の平均値

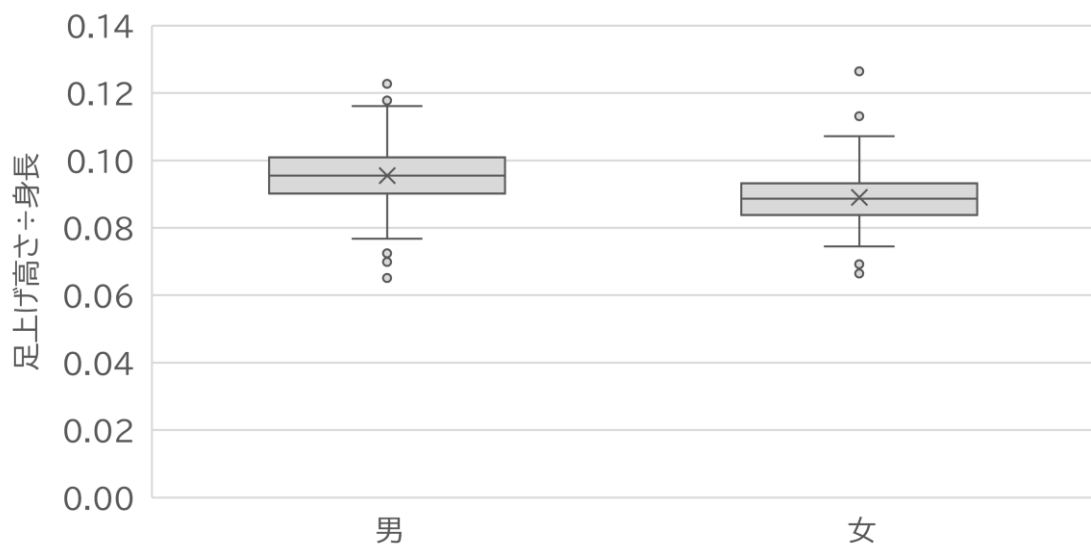


図 25 男女別の足上げ高さ÷身長の箱ひげ図

- 外回し距離

図 26 に男女別の外回し距離の平均値を示します。男性が 4.4cm、女性が 3.8cm と、男性が女性に比べて大きい傾向が見られました。

図 27 に男女別の外回し距離の箱ひげ図を示します。

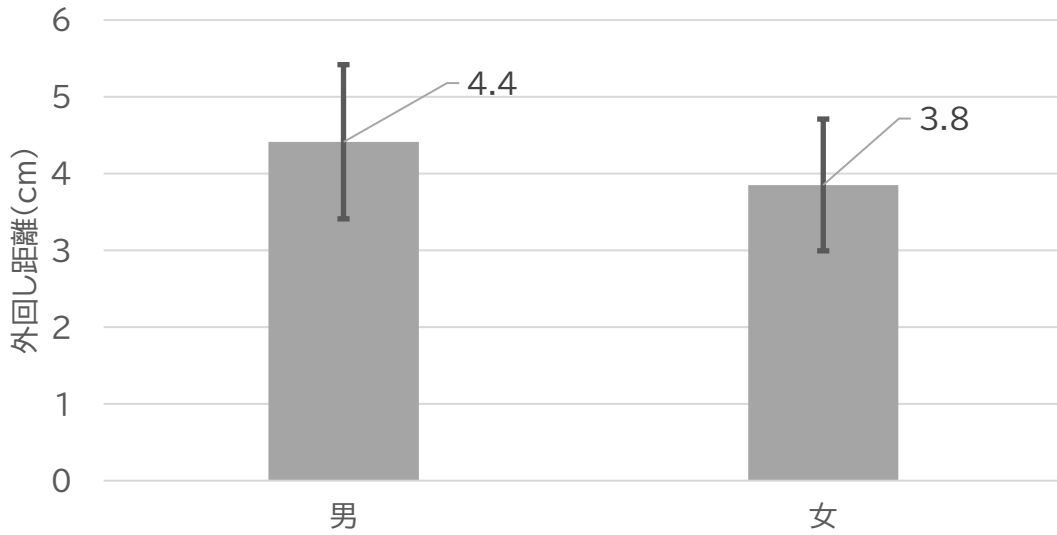


図 26 男女別の外回し距離の平均値

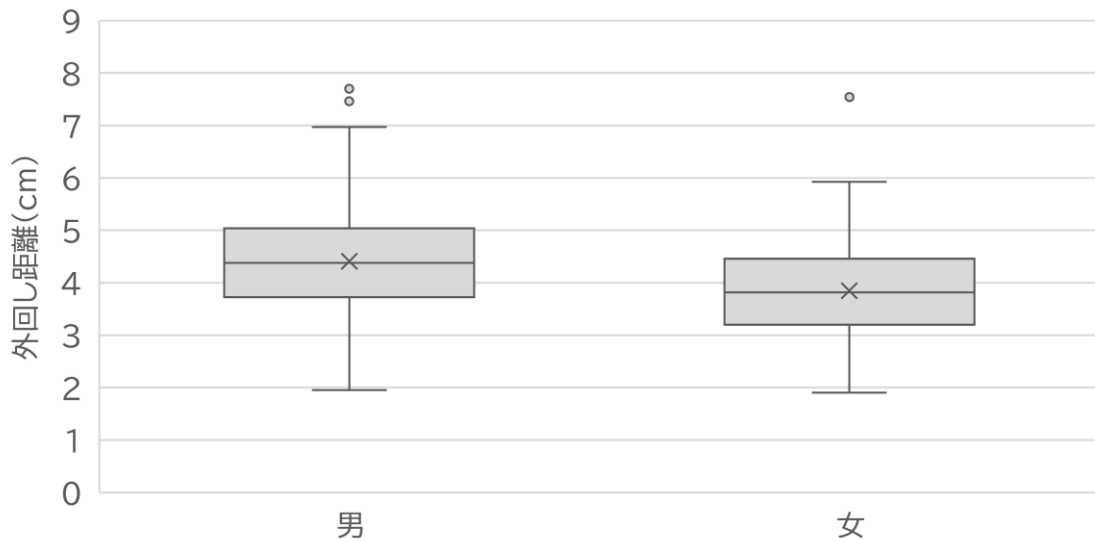


図 27 男女別の外回し距離の箱ひげ図