

ポスチュアウォーキング のバイオメカニクス

北翔大学
山本敬三



このプレゼンテーションで使用される動画は
上記QRコードから再生できます。

バイオメカニクスって何？

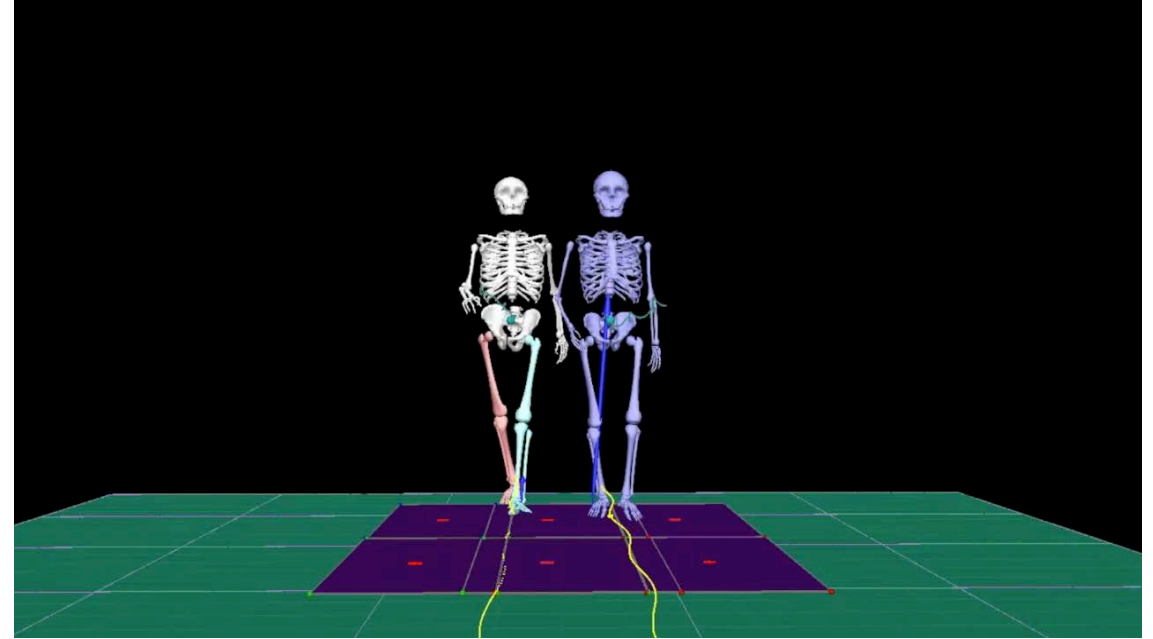
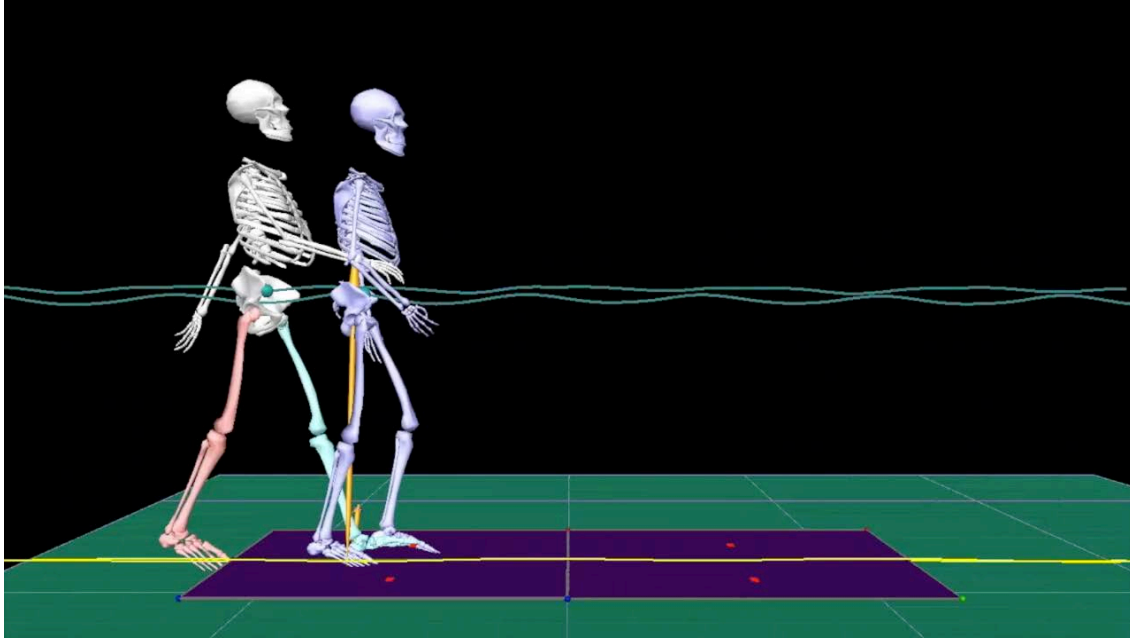
1. バイオメカニクスは、**「運動力学」**や**「動作分析」**と訳されます。
2. 動きの**メカニズムを解明する**ための学問です。
3. 運動中の**身体感覚**（関節の動きや筋活動、力の感覚）をデータにします。
4. 数学、物理学、解剖学を用いるため、**データの客観性と信憑性が高い**。
5. 身体感覚とデータを結びつけて、**運動を記述**します。
(音楽を楽譜にする行為に近い)

キーワード
1) 重心
2) 床反力
3) COP
4) 関節モーメント

歩行データ

KIMIKO (右脚は赤、左脚は青)

40代の一般男性 (青紫の骨)



- 1) 重心と床反力
- 2) 重心とCOP
- 3) 足の動き (ロッカー機能)
- 4) 膝関節の動き
- 5) 股関節の動き
- 6) 関節可動域
- 7) PWの特徴

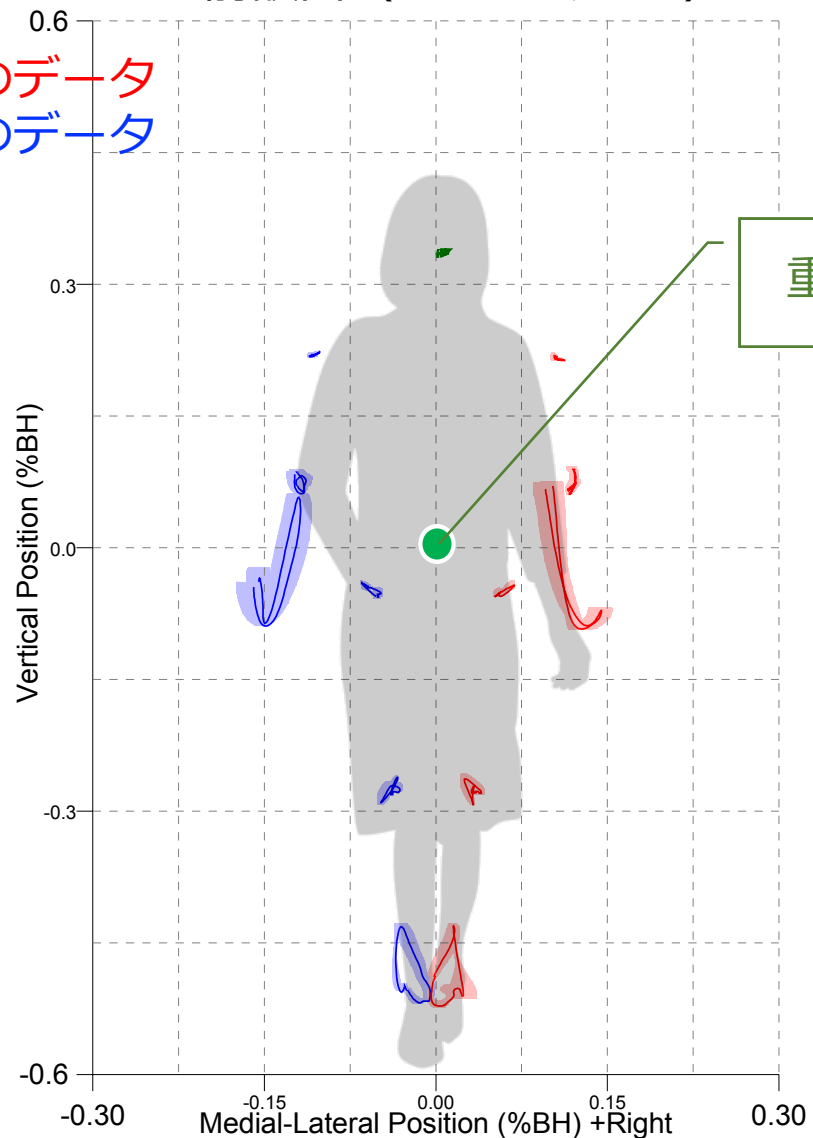


このスライドで使用される動画はQRコードから再生できます。

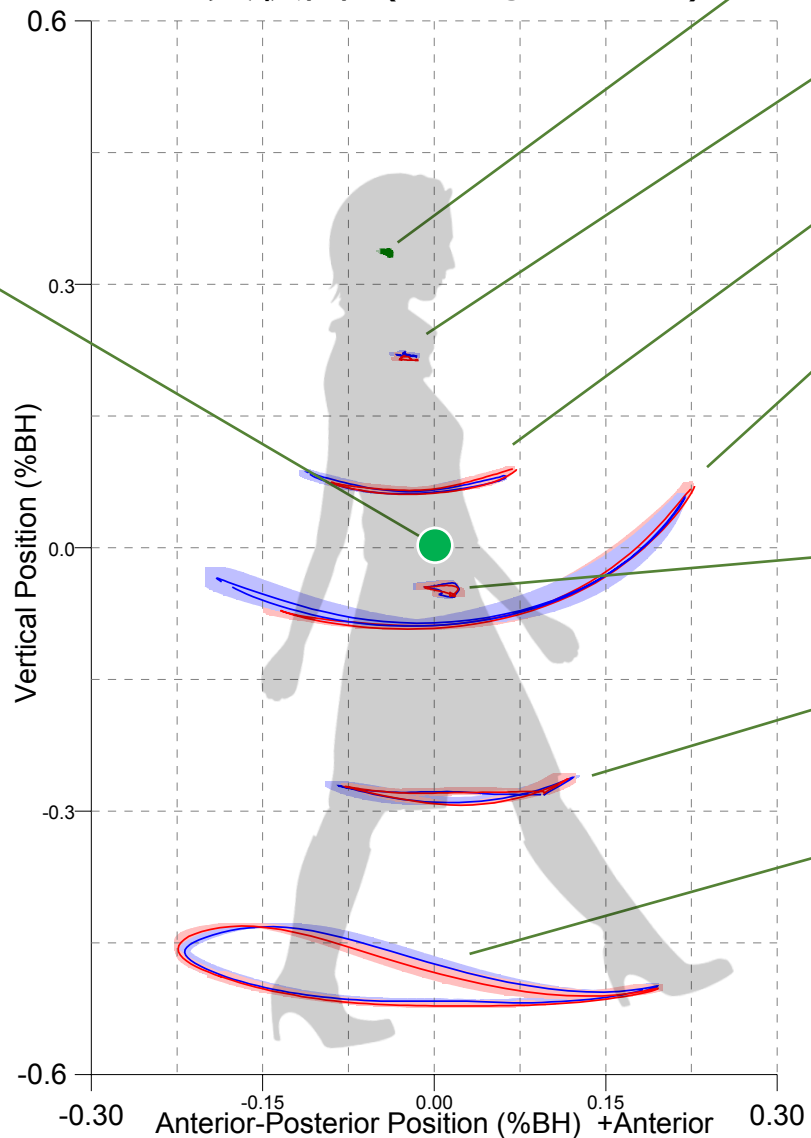
KIMIKO

Frontal Plane
前額面 (ぜんがくめん)

赤：右のデータ
青：左のデータ



Saggital Plane
矢状面 (しじょうめん)



- 頭部
- 肩
- 肘
- 手首
- 股関節
- 膝関節
- 足関節

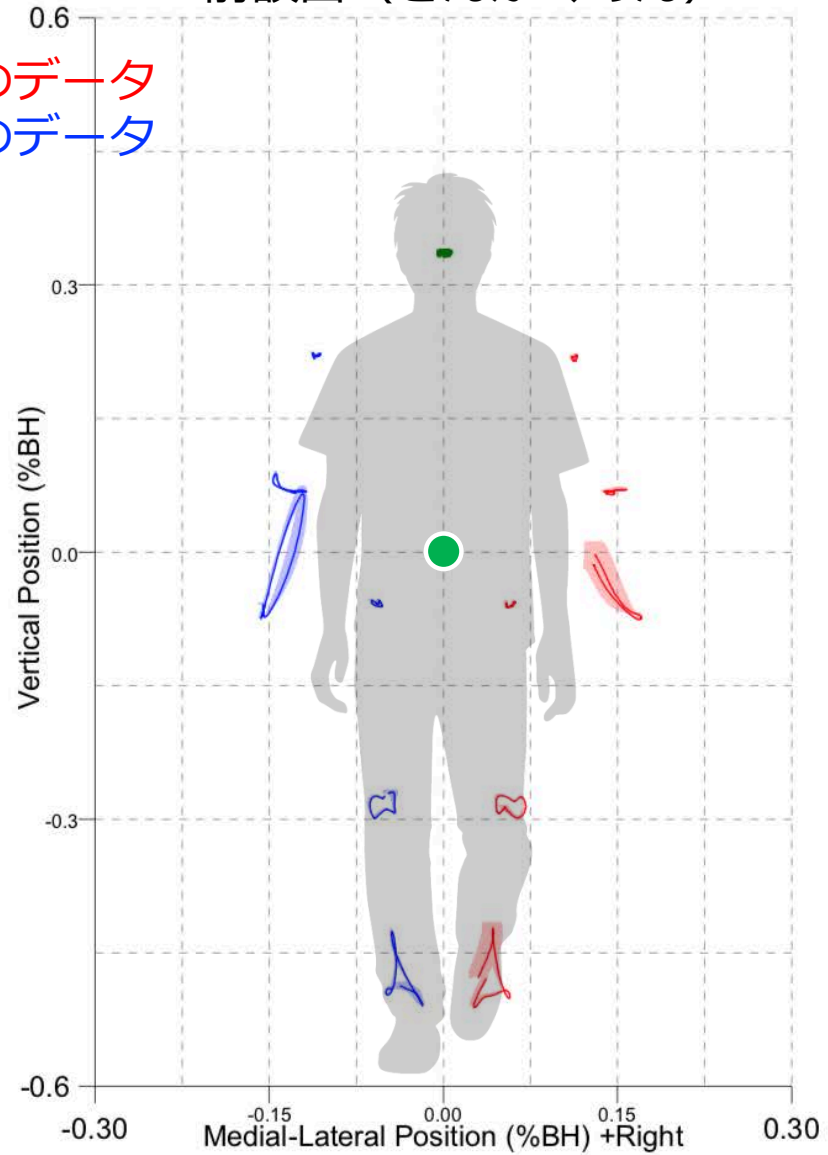
歩行中の身体部位の移動を、重心を基準にして、グラフ化した図 (シルエットはイメージ)

一般男性

Frontal Plane

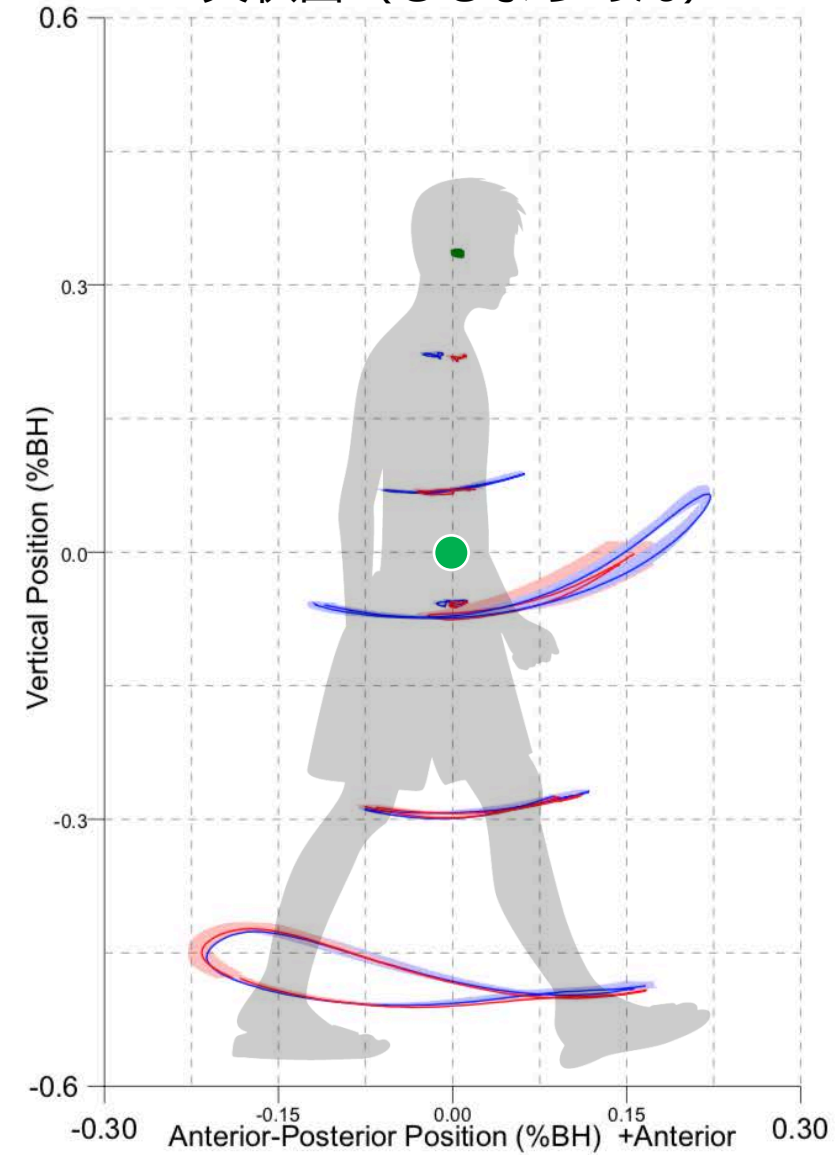
前額面 (ぜんがくめん)

赤：右のデータ
青：左のデータ



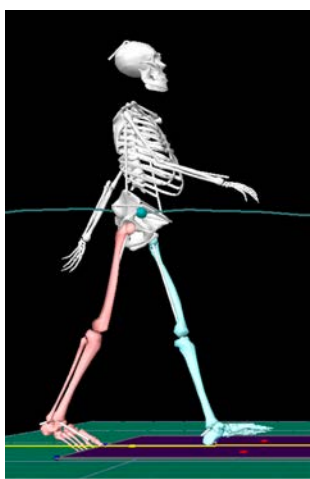
Saggital Plane

矢状面 (しじょうめん)

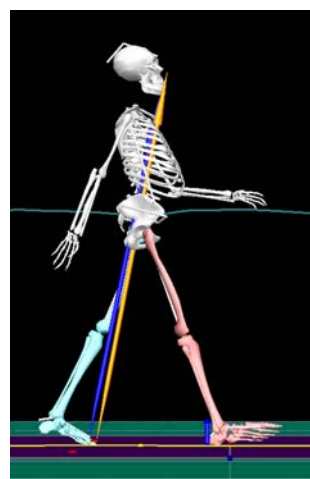


歩行中の身体部位の移動を、重心を基準にして、グラフ化した図 (シルエットはイメージ)

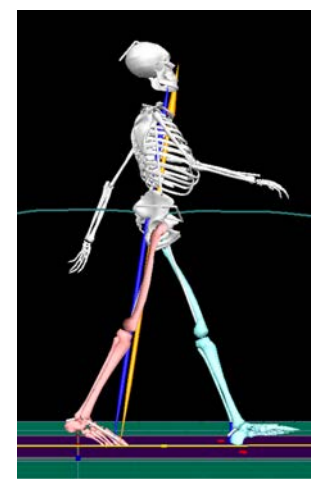
データの見方



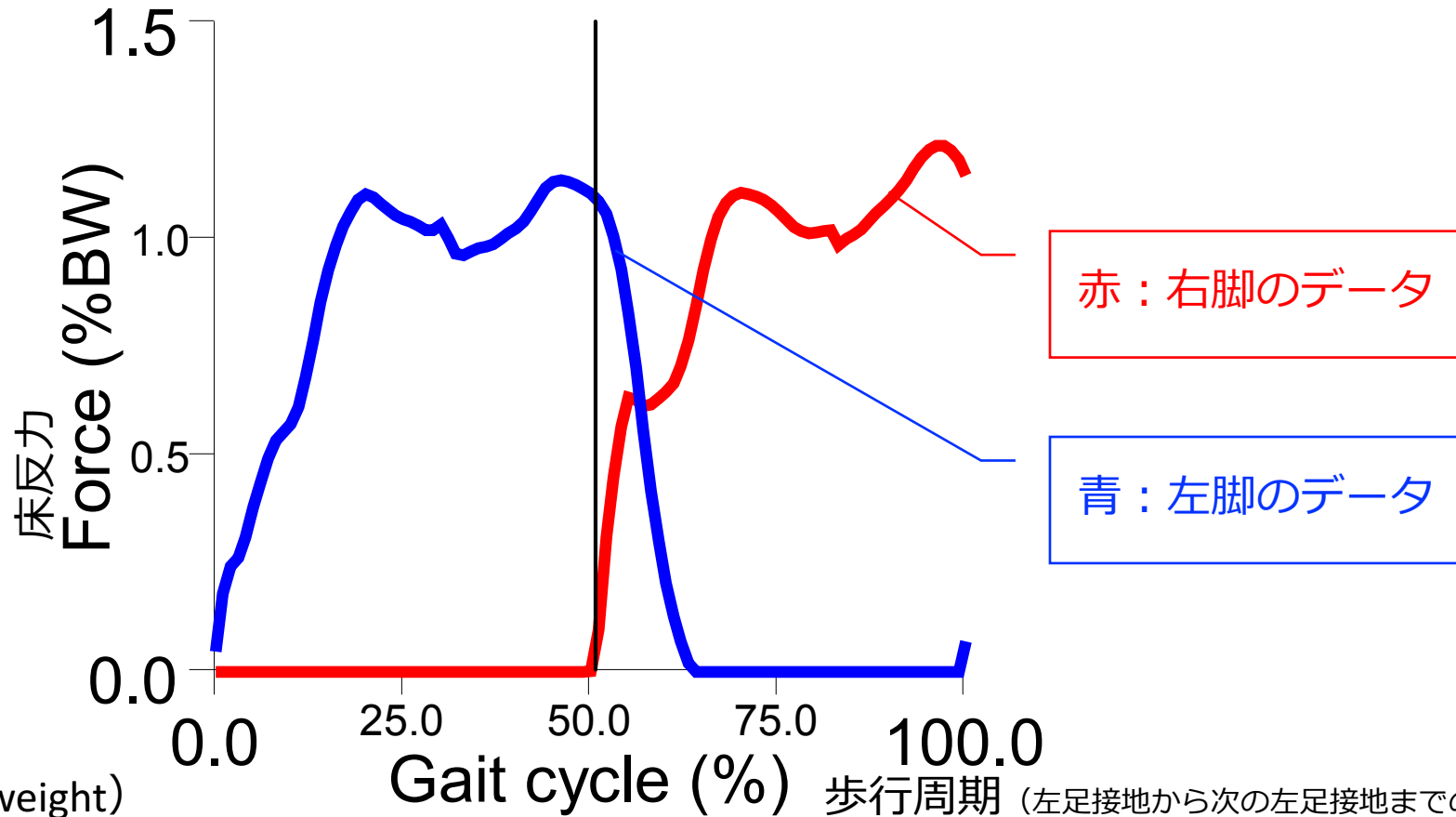
左足接地(0%)



右足接地



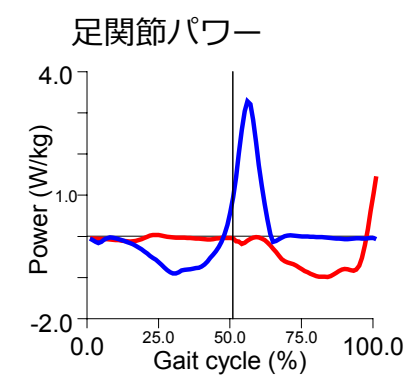
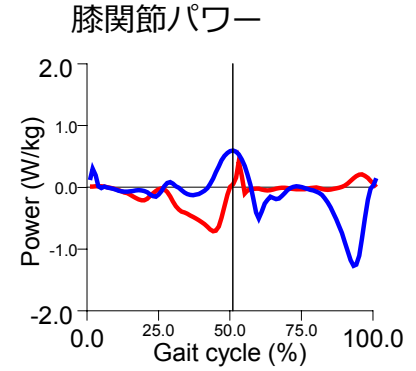
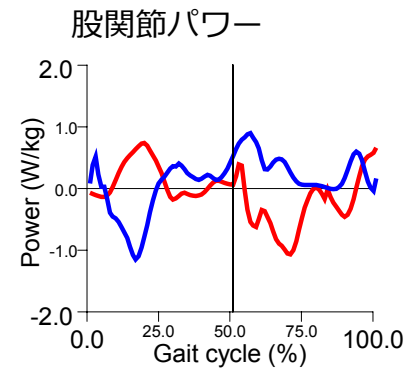
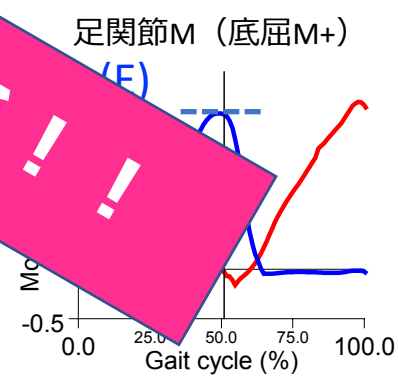
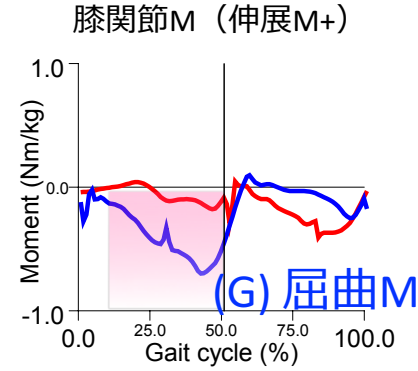
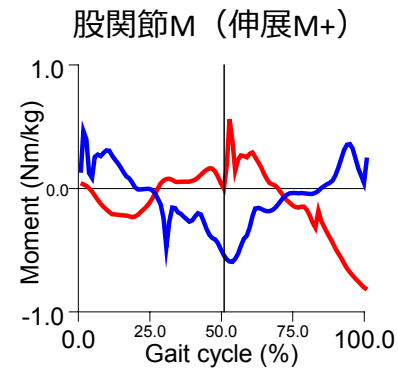
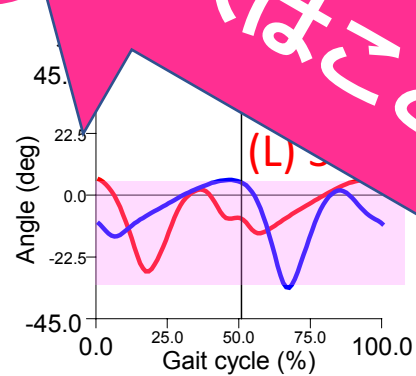
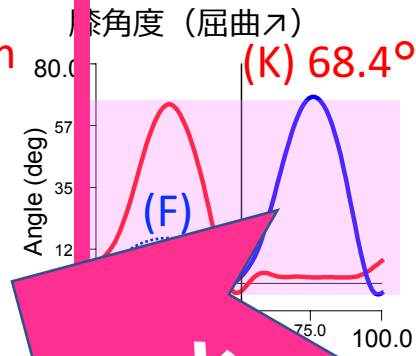
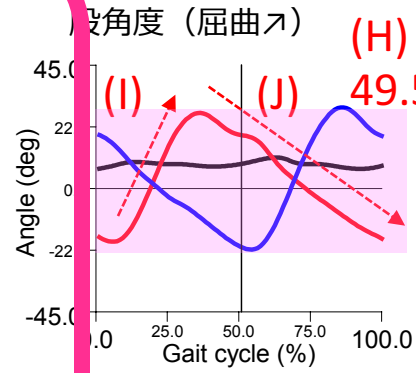
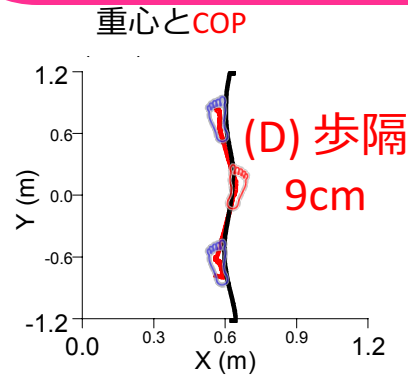
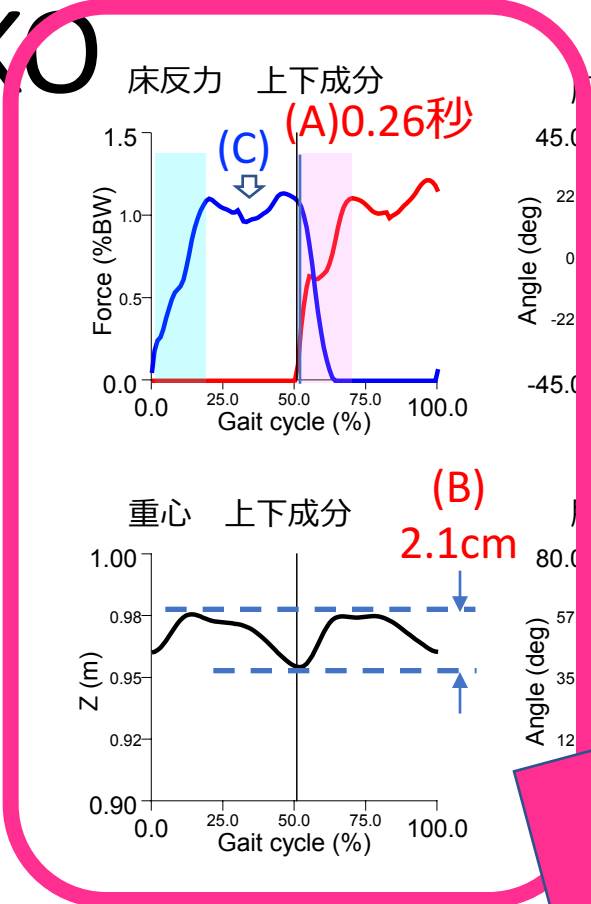
左足接地(100%)



%BW:体重比 (percent body weight)

歩行周期 (左足接地から次の左足接地までの時間を100%に正規化)

KIMIKO



次はここ!!!

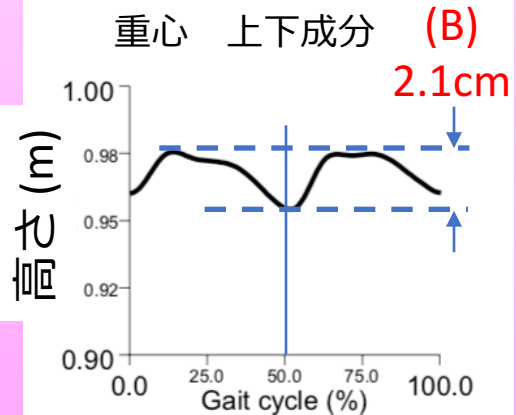
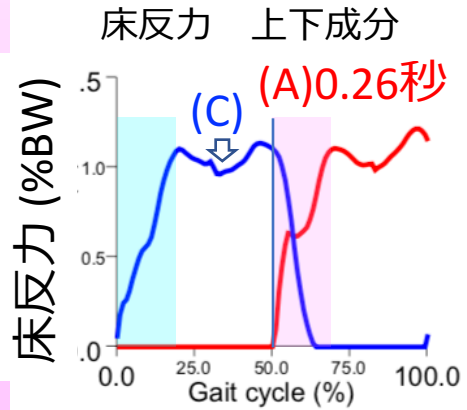
↑関節角度

↑関節モーメント

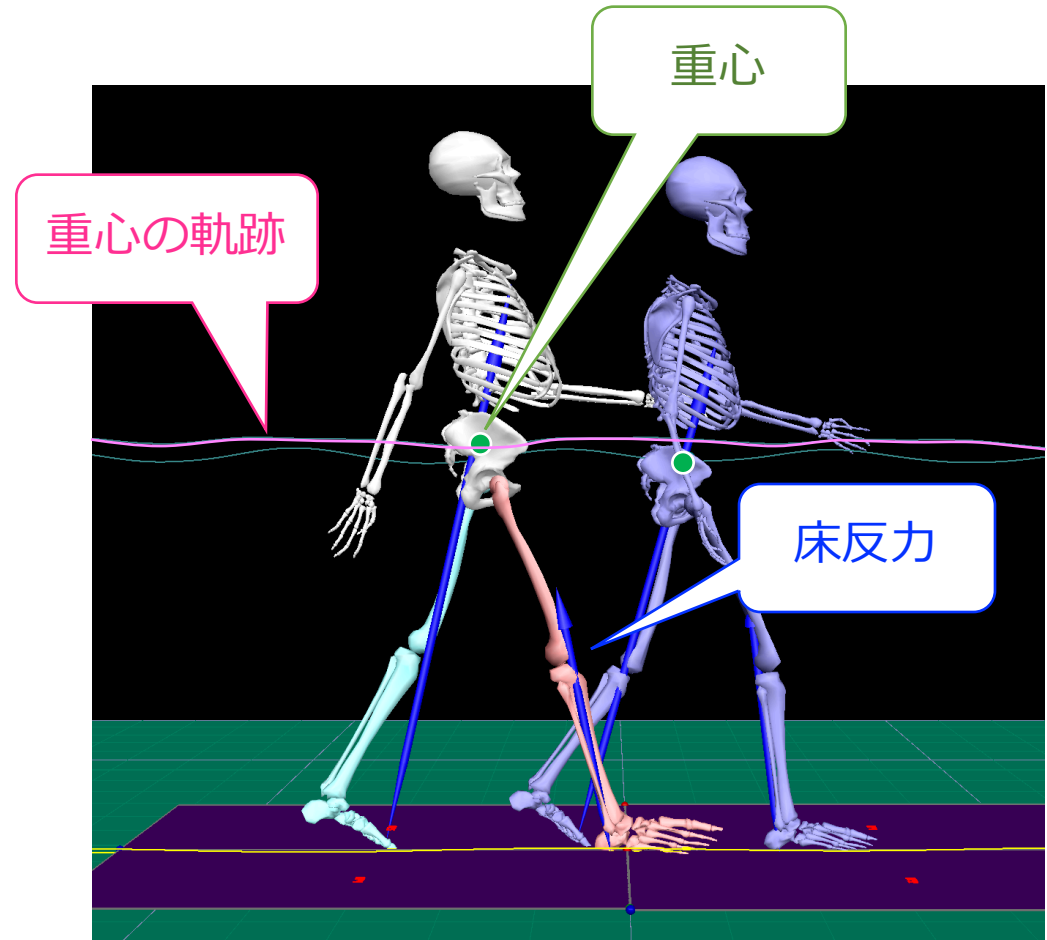
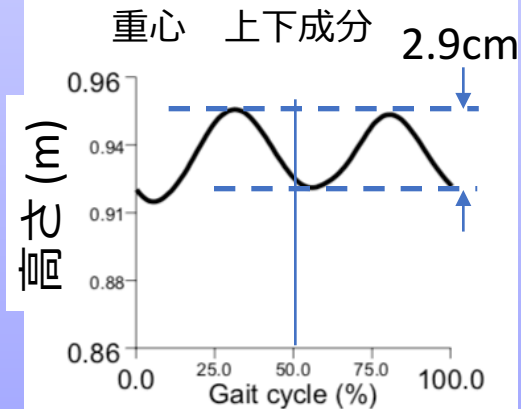
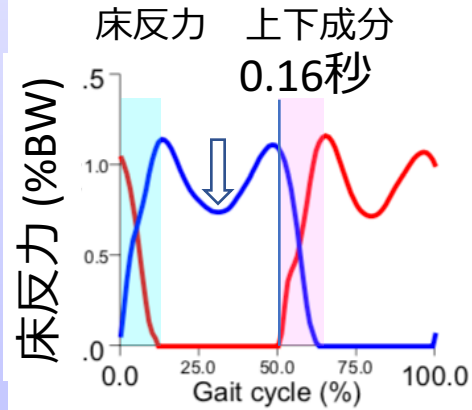
↑関節パワー

1) 重心と床反力*

ポスチュアウォーキング



歩行

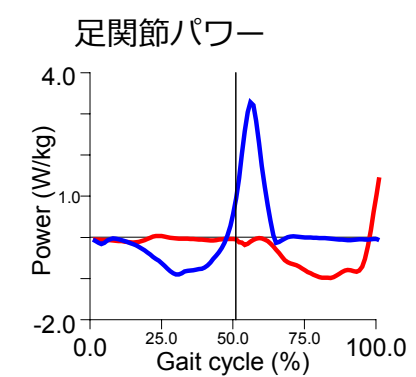
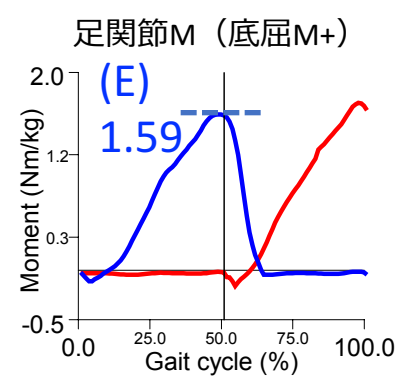
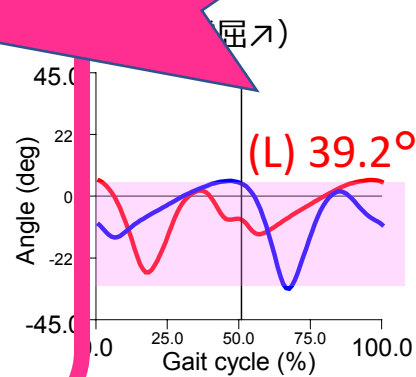
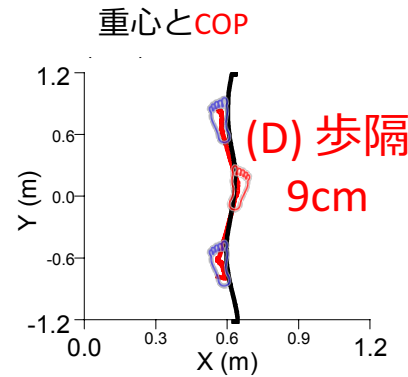
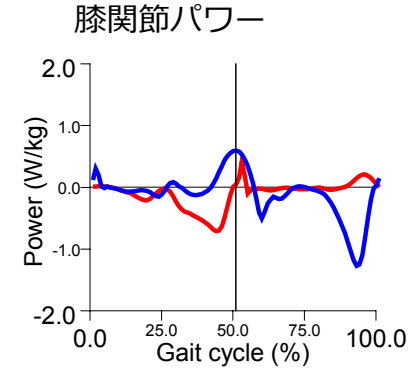
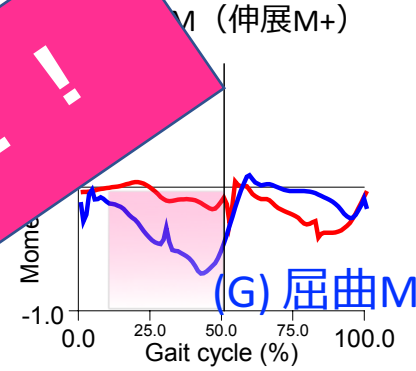
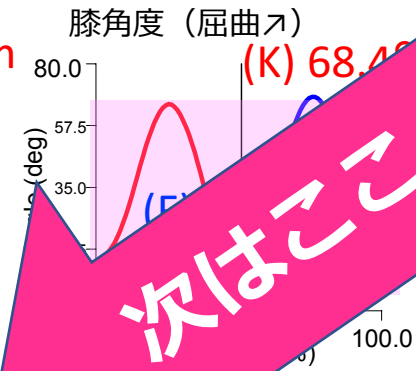
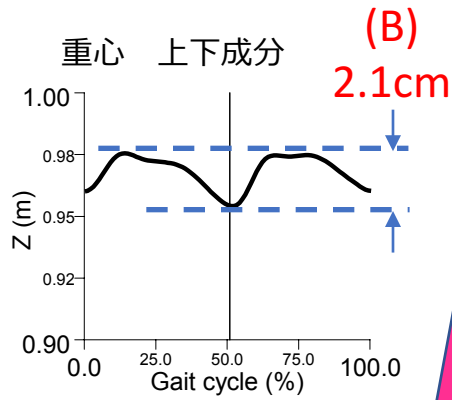
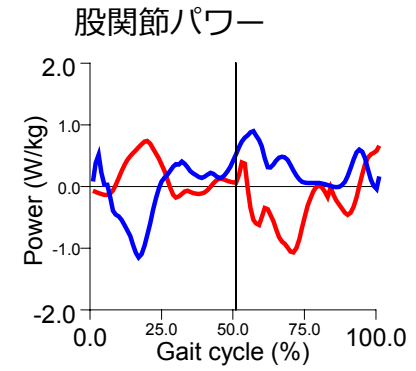
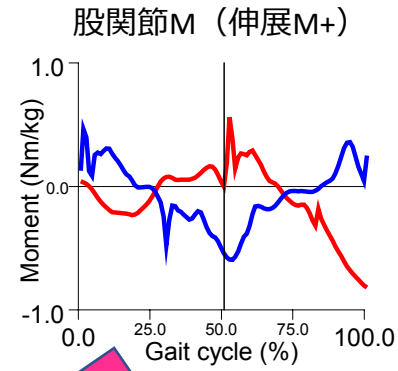
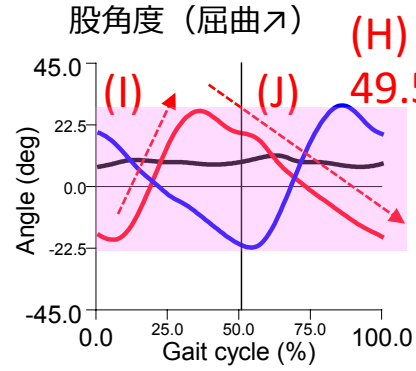
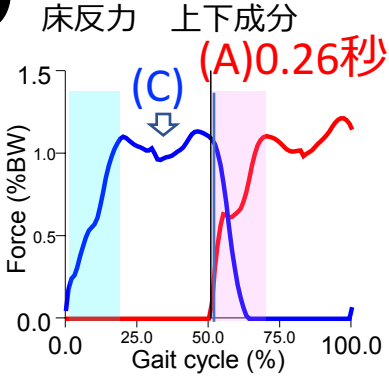


(A) 接地から第1ピークまでの時間が長い ($0.26 > 0.16$ 秒)
 (B) 重心の落下量が小さい ($2.1 < 2.9$ cm)
 → 受ける衝撃を小さくする。

(C) 床反力の谷の落ち込みが少ない。
 → 立脚中に床面を一定の力で押している。
 → 立脚中期の重心の上昇を抑制する。
 → 「実印を押すように」の指導に相当するデータ。

*床反力;床から身体に作用する力、ビデオでは青い矢印で示される。

KIMIKO



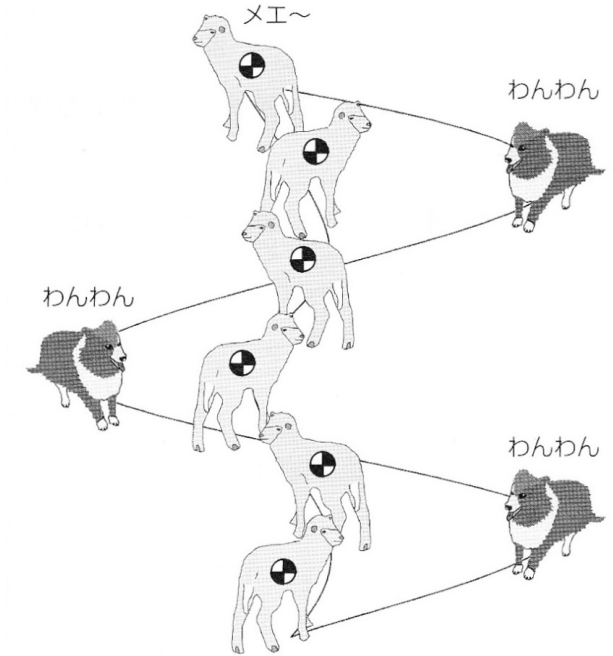
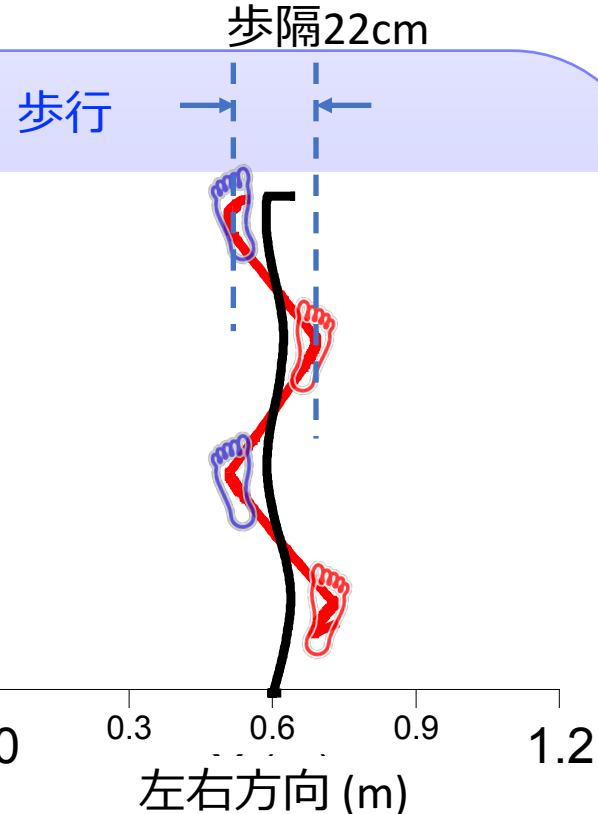
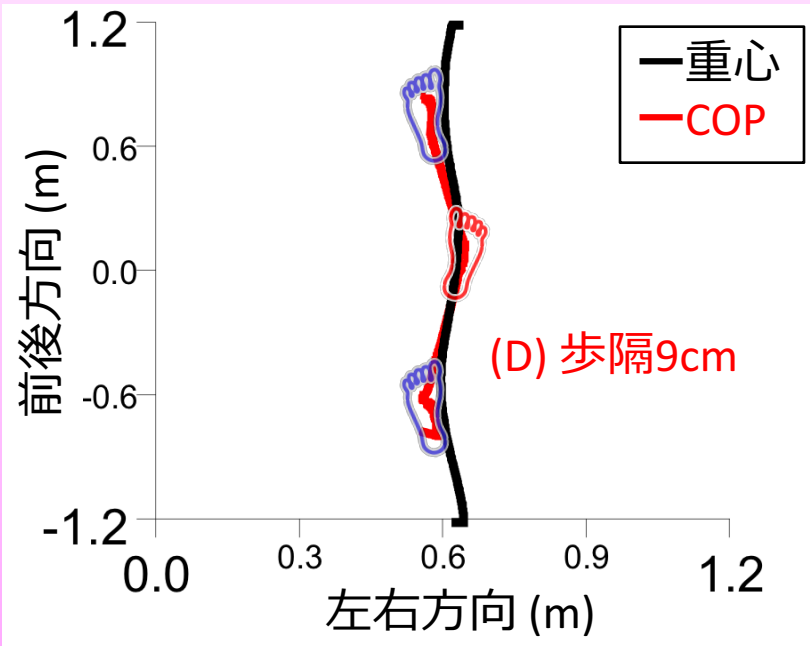
↑関節角度

↑関節モーメント

↑関節パワー

2) 重心とCOP*

ポスチュアウォーキング



重心とCOPの動きは、ヒツジ（重心）と牧羊犬（COP）に似ている。

「歩き始めと歩行の分析」江原義弘、山本澄子著、医歯薬出版株式会社 p.14

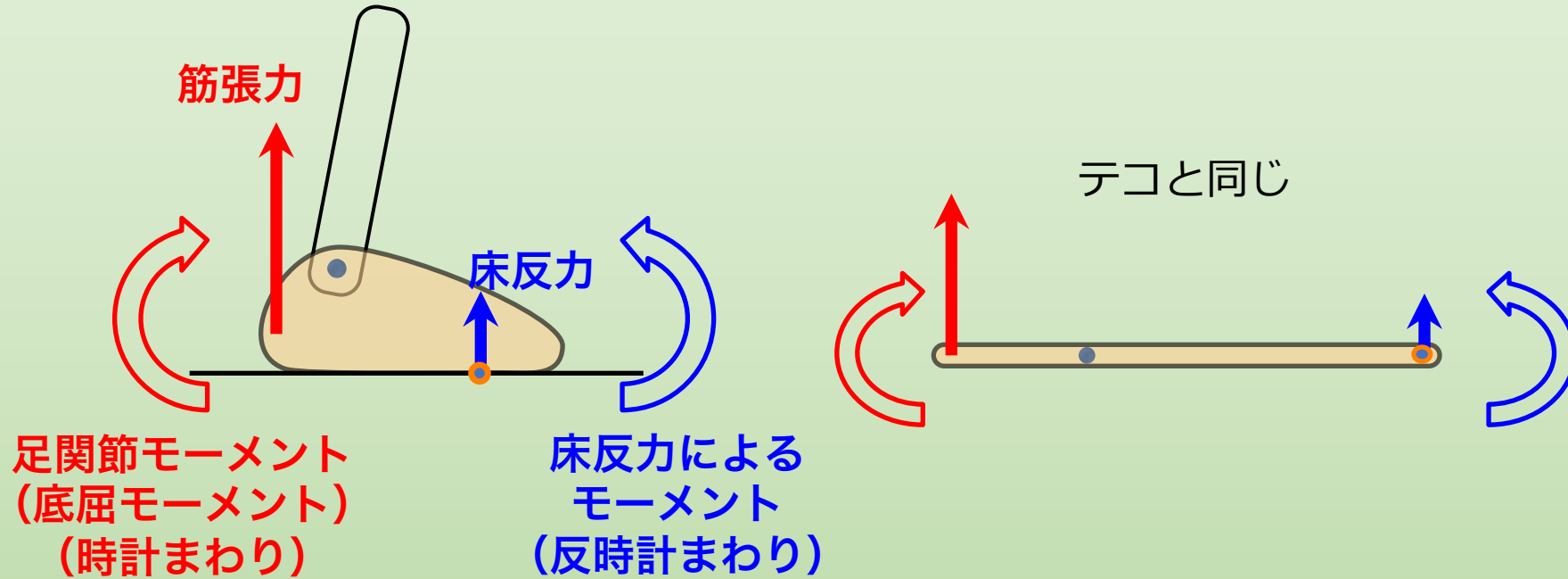
(D) PWは歩隔が狭い（PW; 9cm, 歩行; 22cm）。

→「（女性は）一本の線の上を歩くように」の指導に相当するデータ。

→股関節外転筋群（中殿筋）を使って、姿勢を制御している（主に体幹の左右動の制御）。

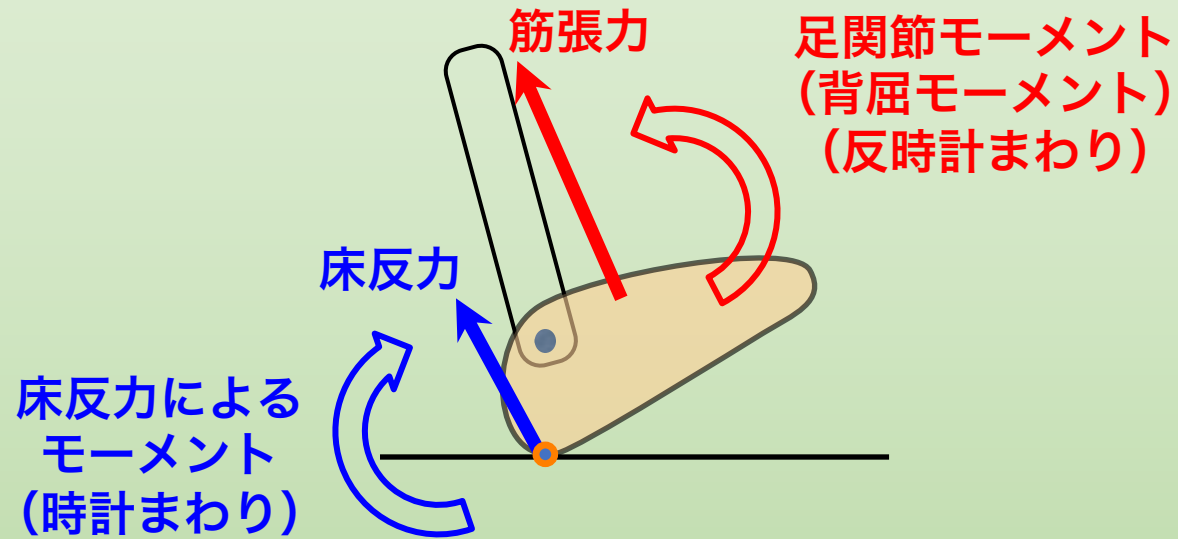
補足)

関節モーメント（≈筋活動、筋力）について



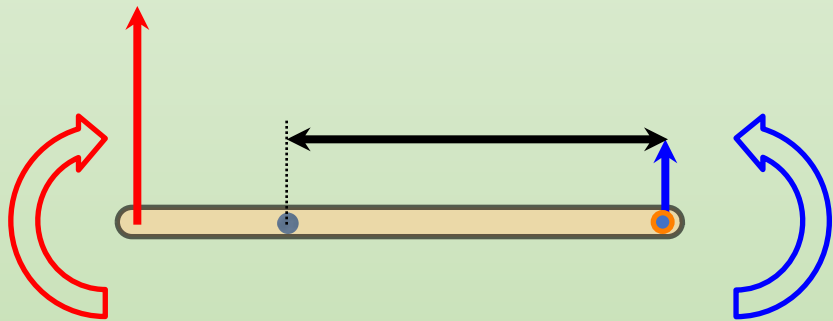
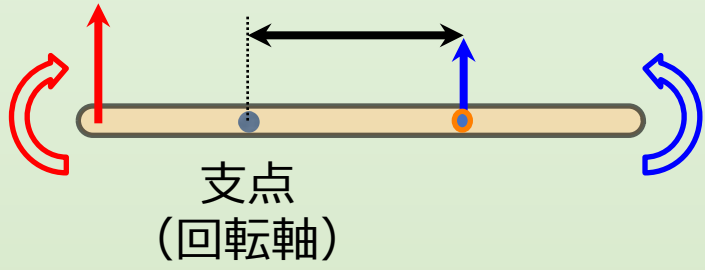
足関節まわりの力のモーメントの釣り合い
(モーメント; MomentはMと略される)

かかとと接地時の足関節^{モーメント}M (≈筋活動、筋力)



関節をはさんで、床反力と逆側の筋がはたらく

支点から力までの距離
(レバーアーム)

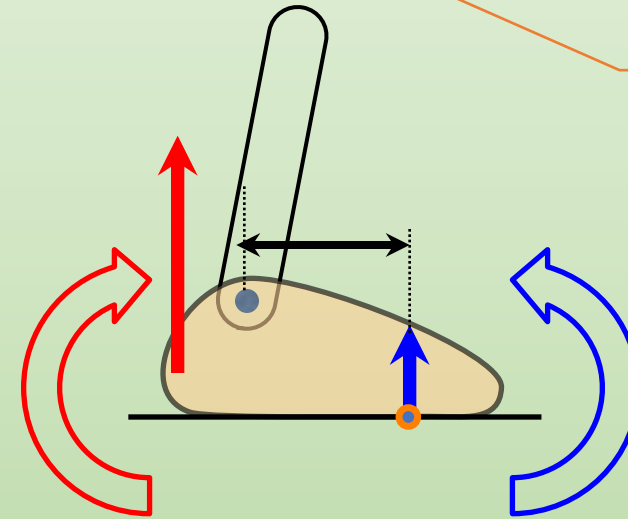


関節M

レバーアーム

床反力

COP
(足裏で最も圧を
感じる部分)



レバーアームが大きくなると
大きな関節モーメント (筋力) が必要になる。

モーメント

$$\text{関節M} = \text{床反力} \times \text{レバーアーム}$$

3) 足の動き



①ヒール・ロッカー

踵から接地し、前脛骨筋で**衝撃吸収**を行う。

②アングル・ロッカー

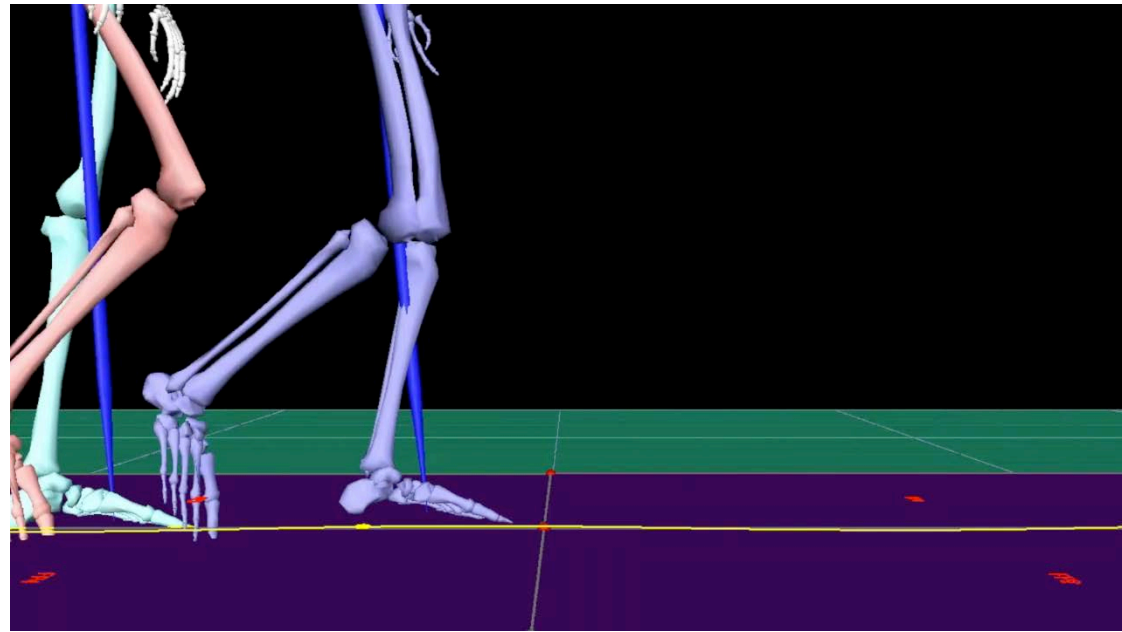
底屈筋（ふくらはぎの筋）によって、**歩行速度を調整**する。反対脚を前方へ送るための時間をかせぐ。

→PWでは、**長い時間をかけて行う**。

③フォーフット・ロッカー

底屈筋（ふくらはぎの筋活動）によって、**前方への加速&重心落下の抑制**を行う。

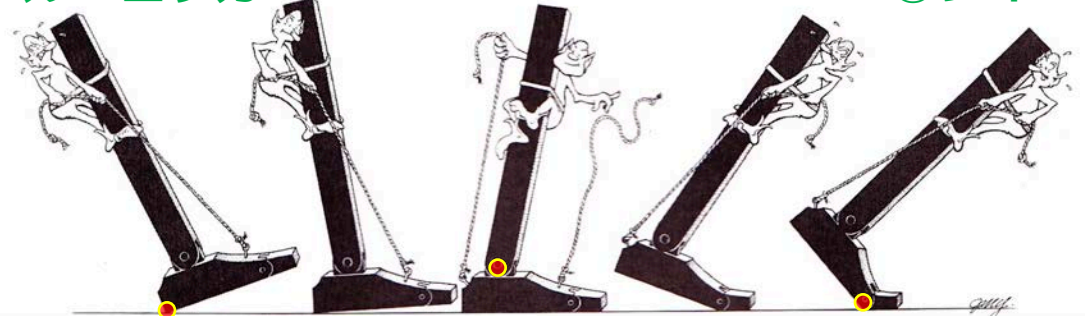
→PWでは、**COPをつま先まで移動**するため、**底屈筋の活動量が増える**。



①ヒール・ロッカー

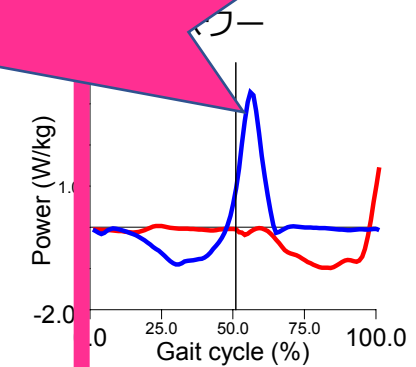
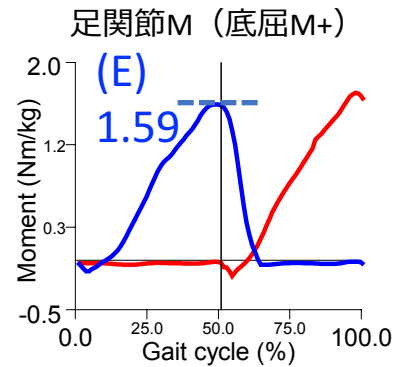
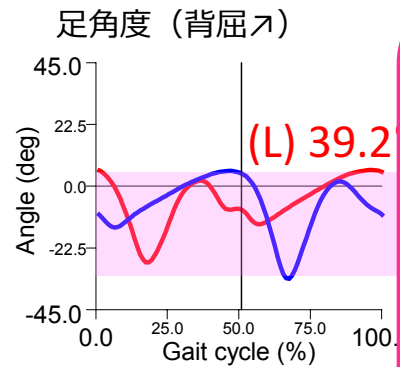
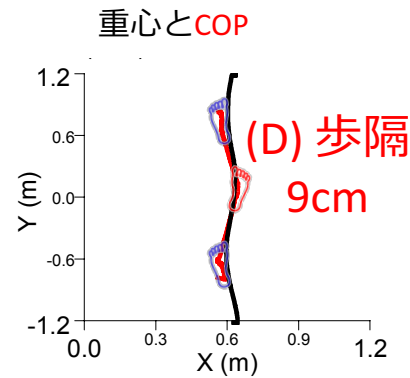
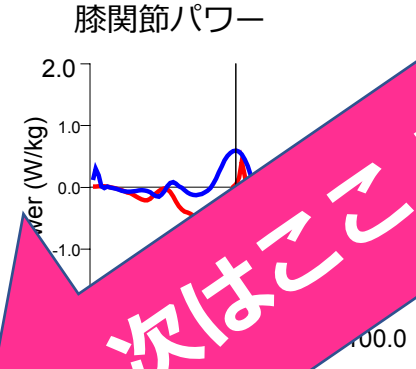
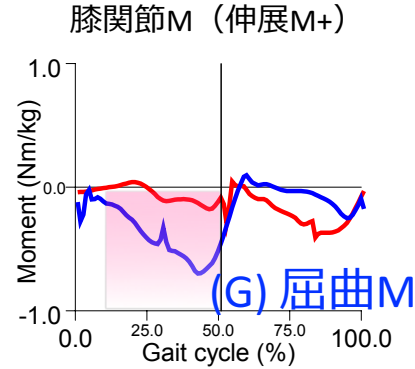
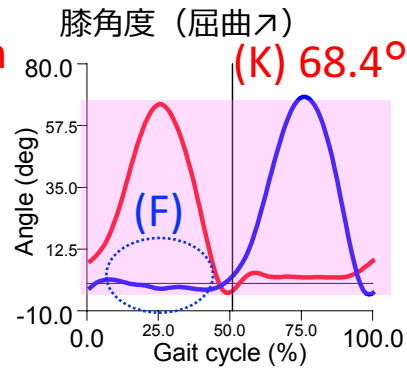
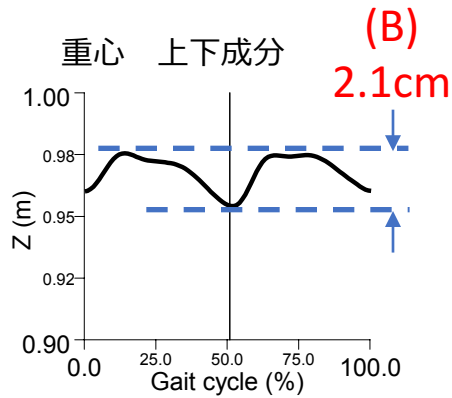
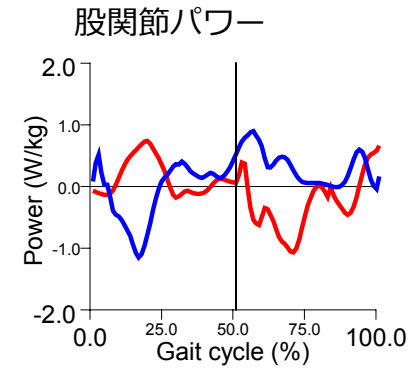
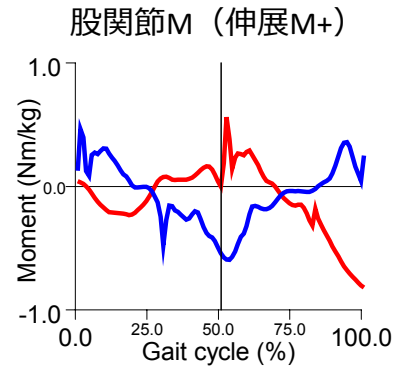
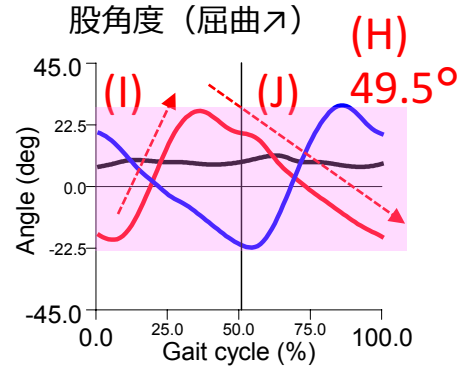
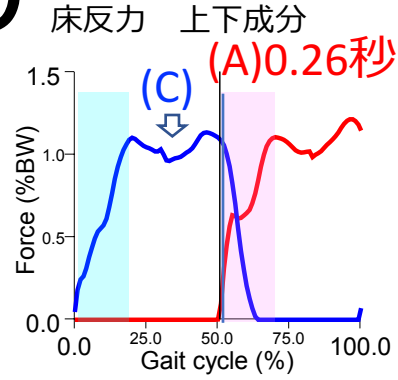
②アングル・ロッカー

③フォーフット・ロッカー



動作に伴って回転中心（●）が前方へ移動していく

KIMIKO



次はここ!!

↑関節角度

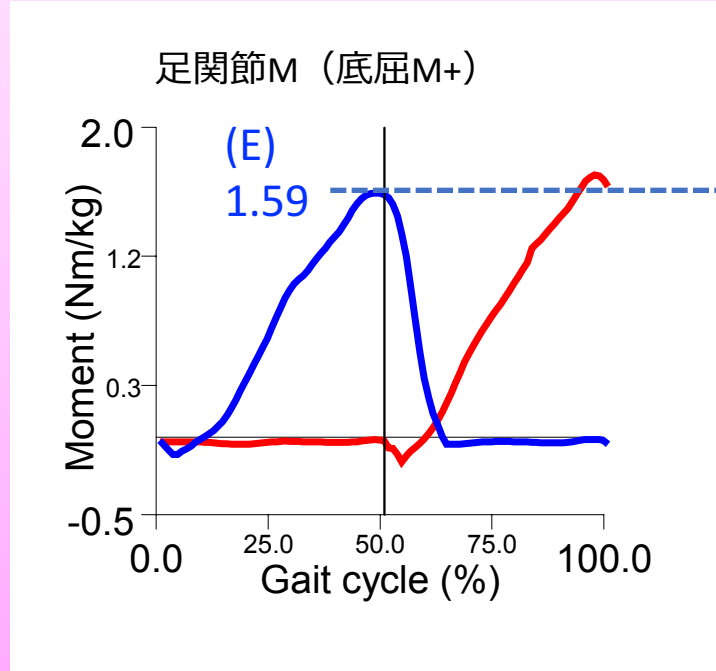
↑関節モーメント

↑関節パワー

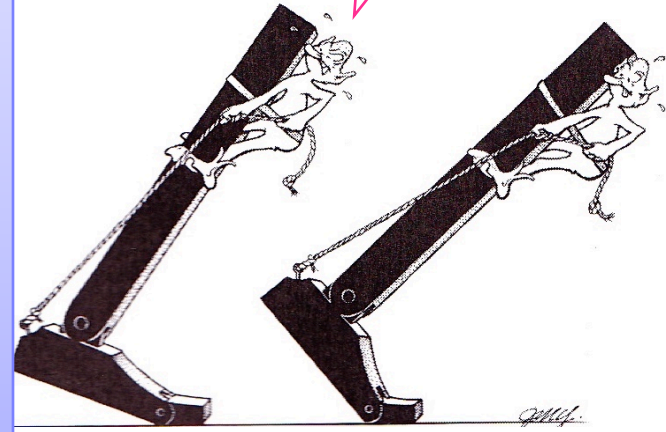
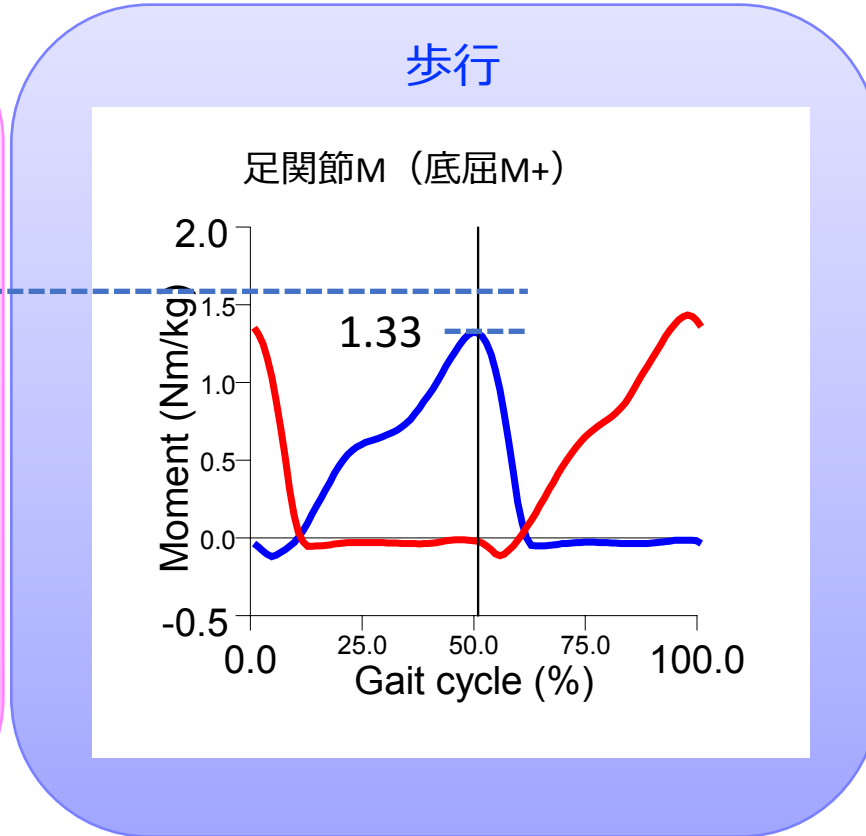
フーフット・ロッカー

PWでは、頑張って
重心の落下量を減らしたい！！

ポスチュアウォーキング

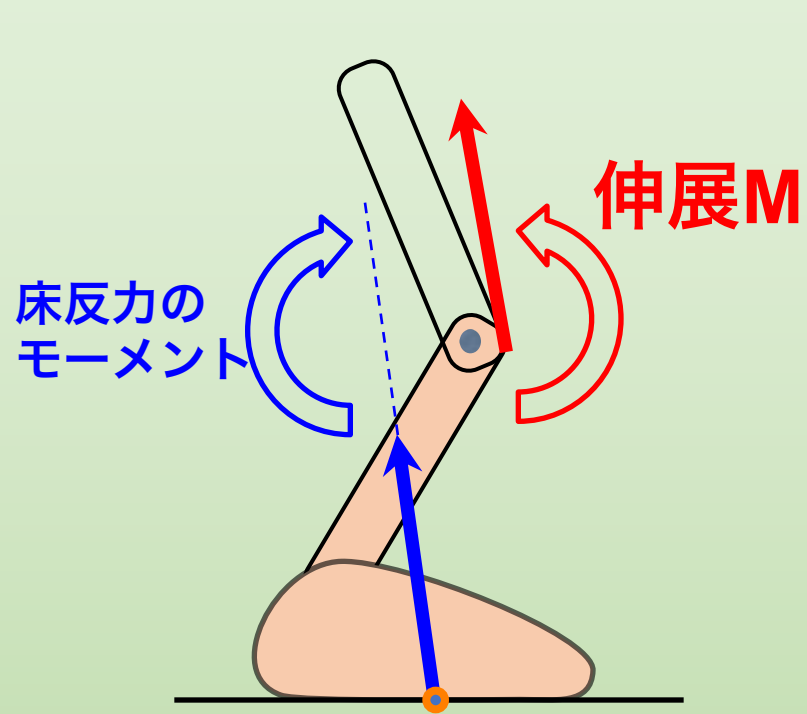


歩行



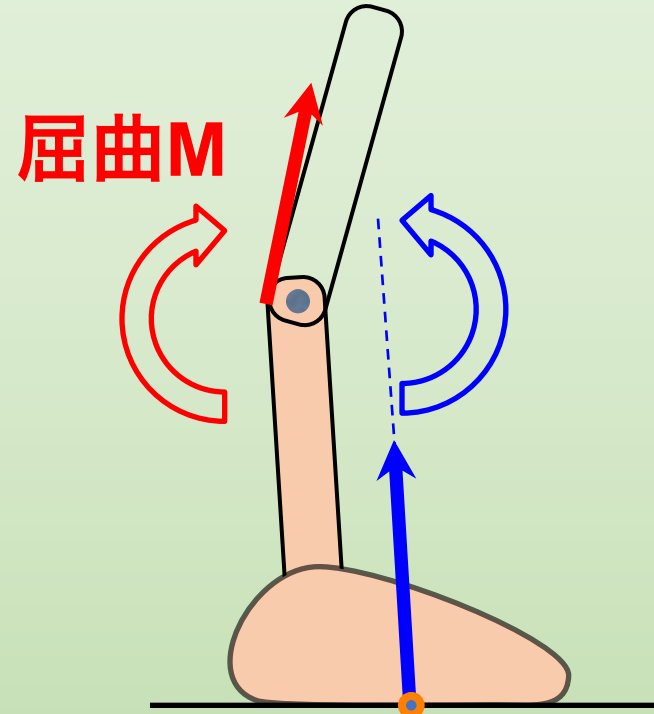
PWでは、底屈モーメント（ふくらはぎの筋活動）が大きい
→体重を後ろ足に残して、重心の落下を抑制している。

膝関節まわりの関節モーメント



伸展M→ももの前側の筋肉が活動する。
(ex 大腿四頭筋)

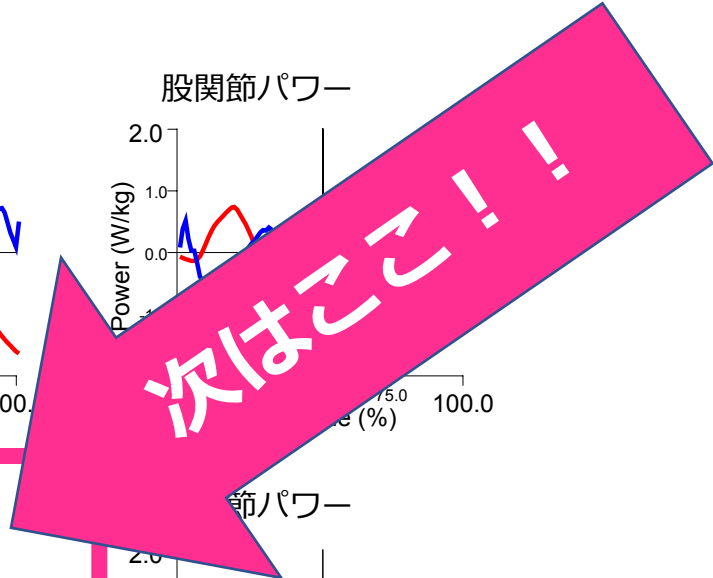
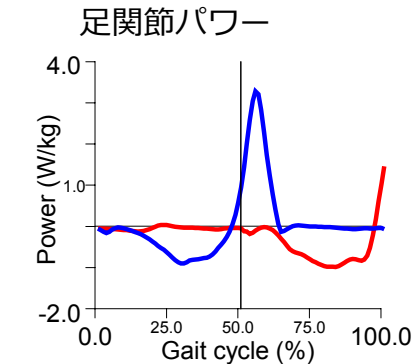
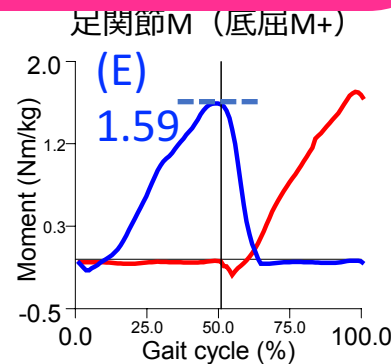
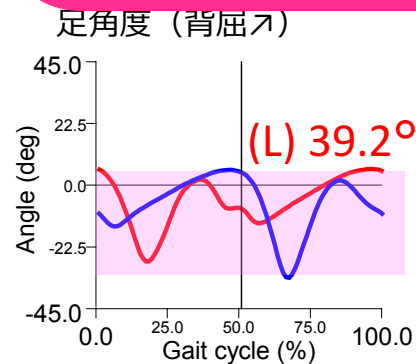
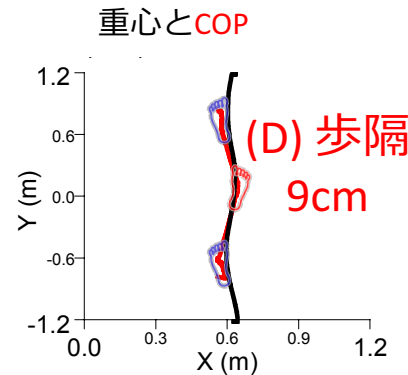
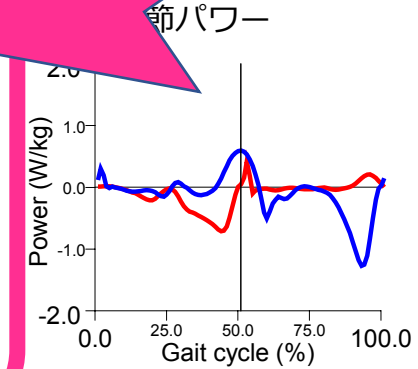
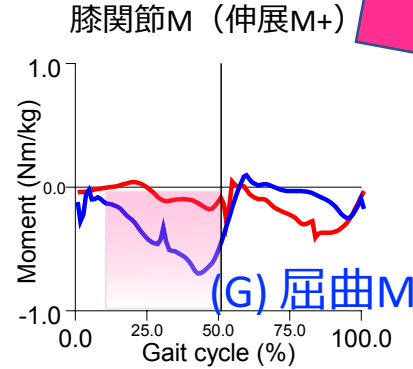
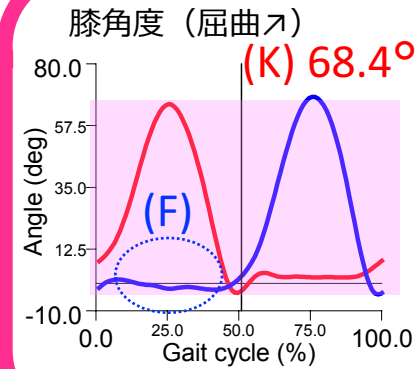
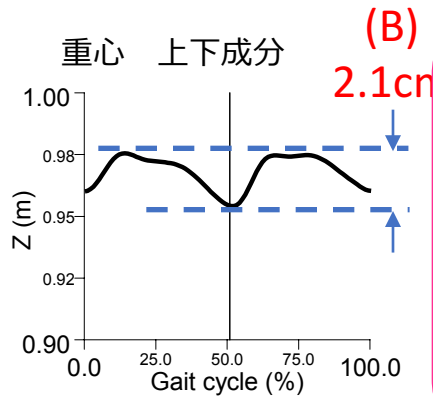
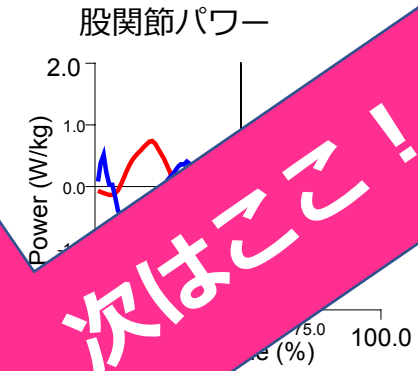
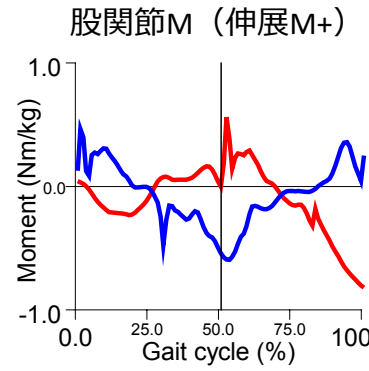
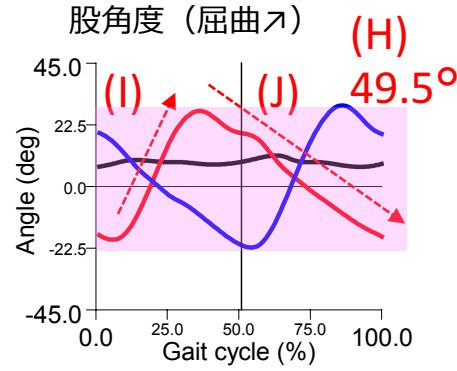
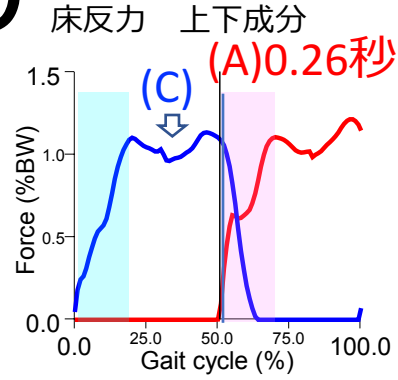
例) スクワット



屈曲M→太ももの後ろ側の筋肉が活動する。
(ex ハムストリングス)

例) 深くお辞儀した時

KIMIKO



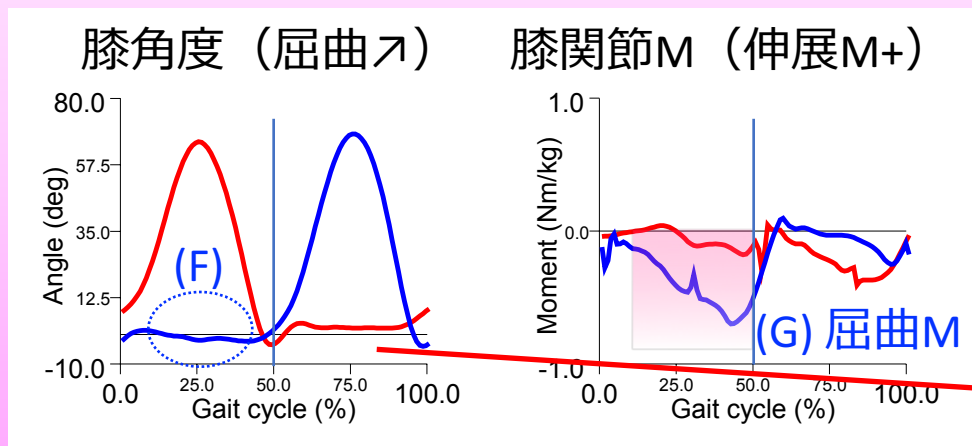
↑関節角度

↑関節モーメント

↑関節パワー

4) 膝の動き

ポスチュアウォーキング



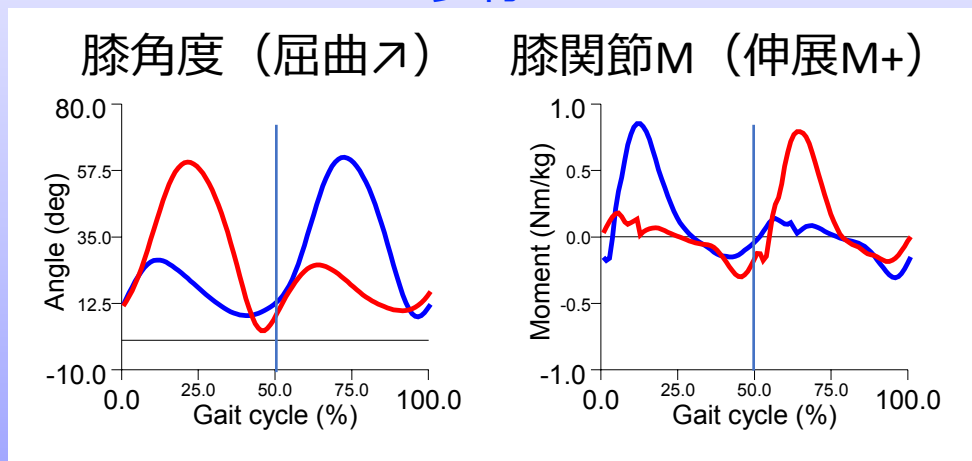
(F) 立脚時に膝を曲げない
→重心の落下を抑制する。

(G) ○膝関節Mは常にマイナスの値 (=屈曲M)
→ハムストリングスが活動する。

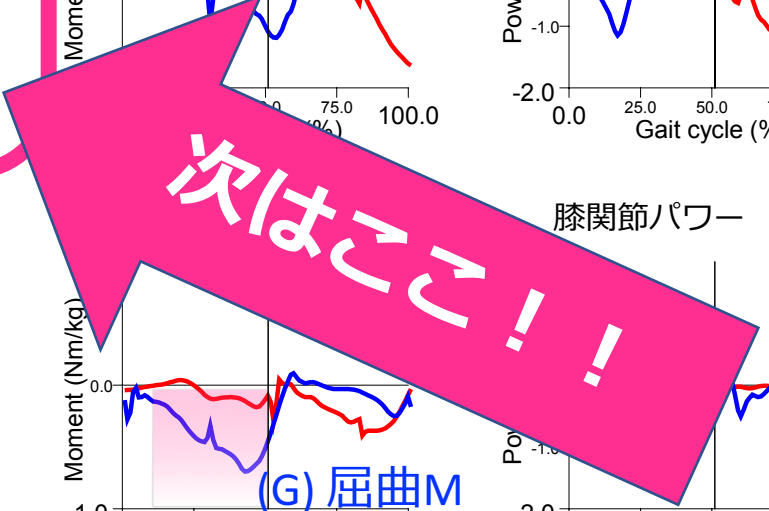
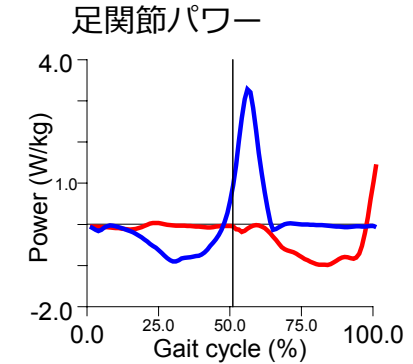
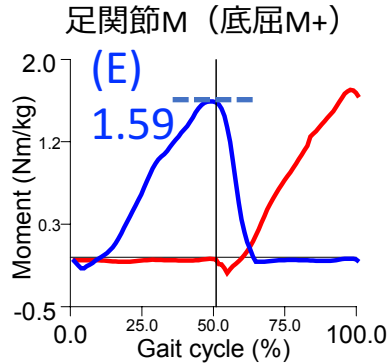
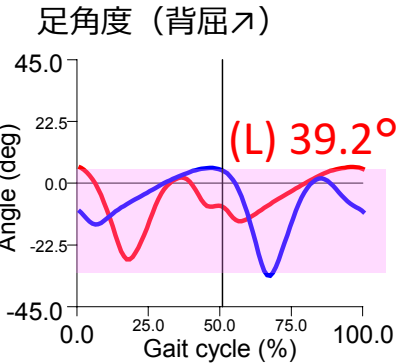
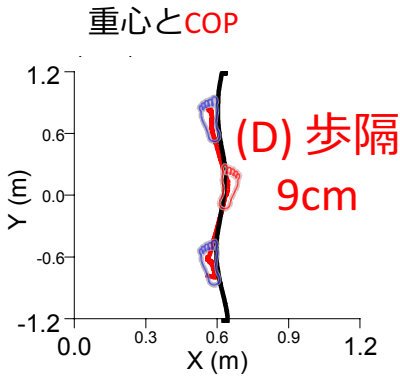
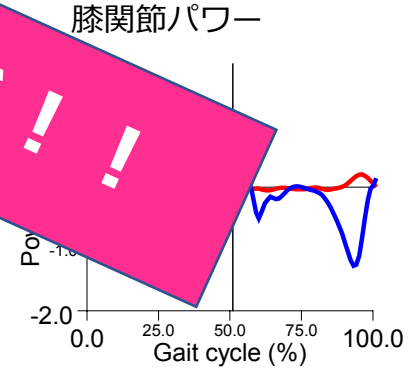
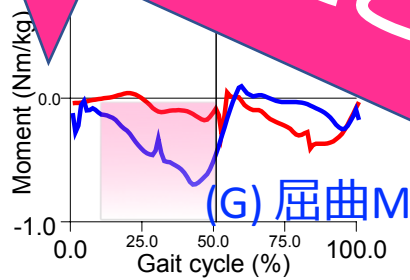
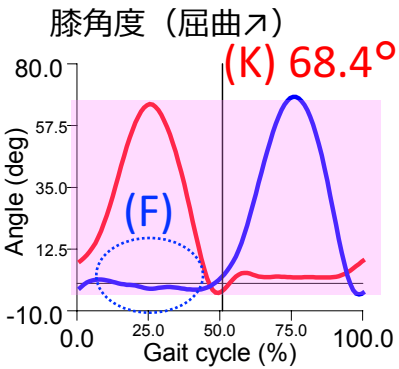
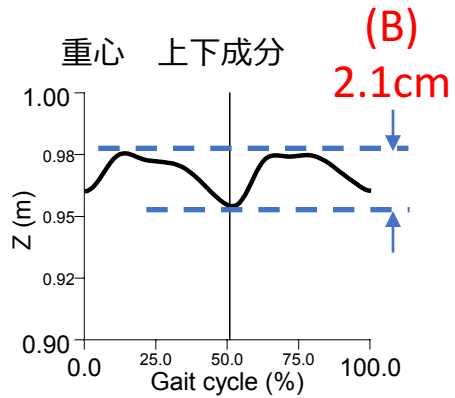
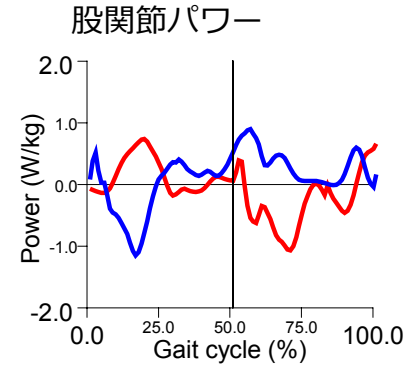
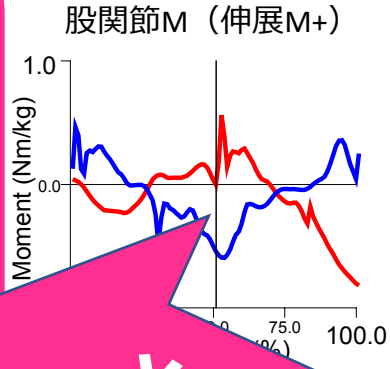
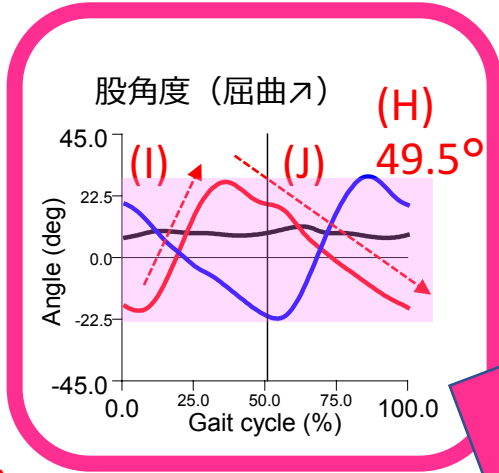
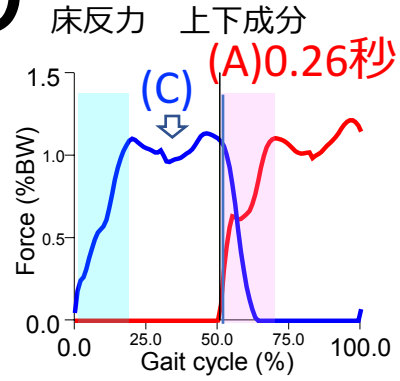
○後ろ脚の立脚後期にピークがある。
→前足が接地する直前に、太ももの裏の筋肉が収縮する。
→骨盤の前の筋肉は伸ばされている感覚を覚える。
→ヒップアップ効果の可能性



歩行



KIMIKO



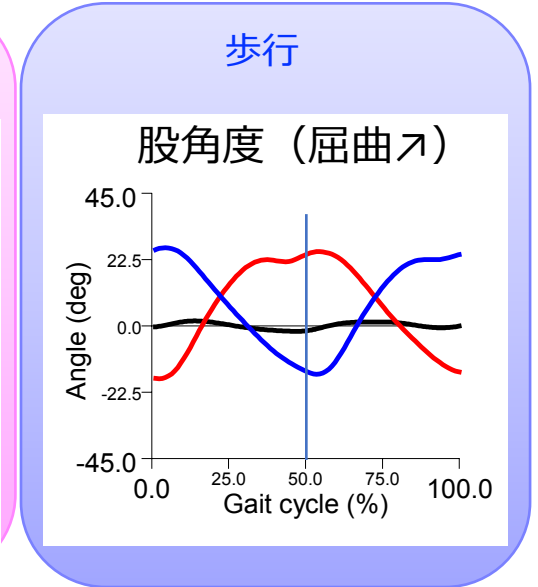
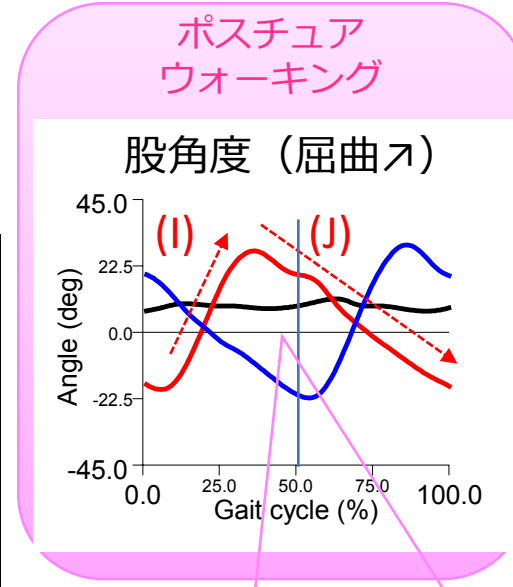
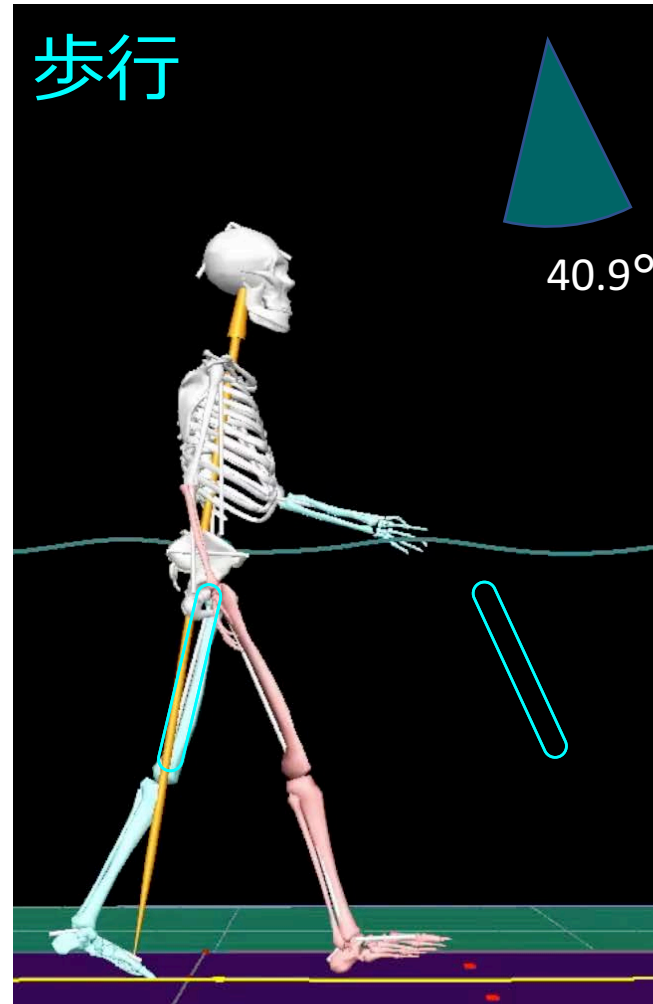
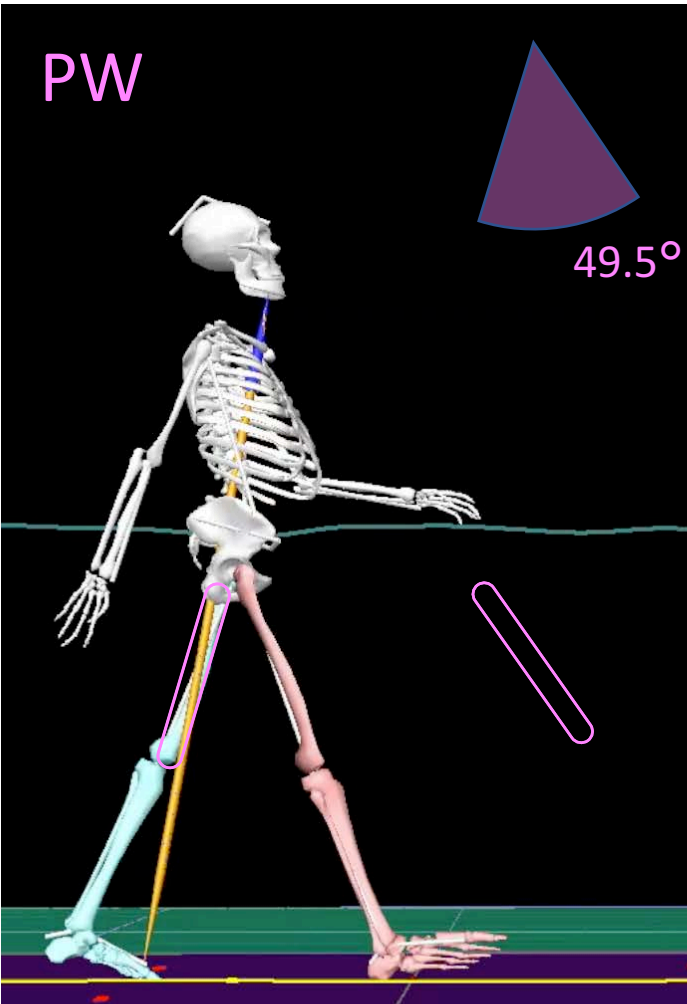
↑関節角度

↑関節モーメント

↑関節パワー

5) 股関節の動き

(H) 股関節の可動域が大きい
ビデオの左大腿 (青) の動きに着目



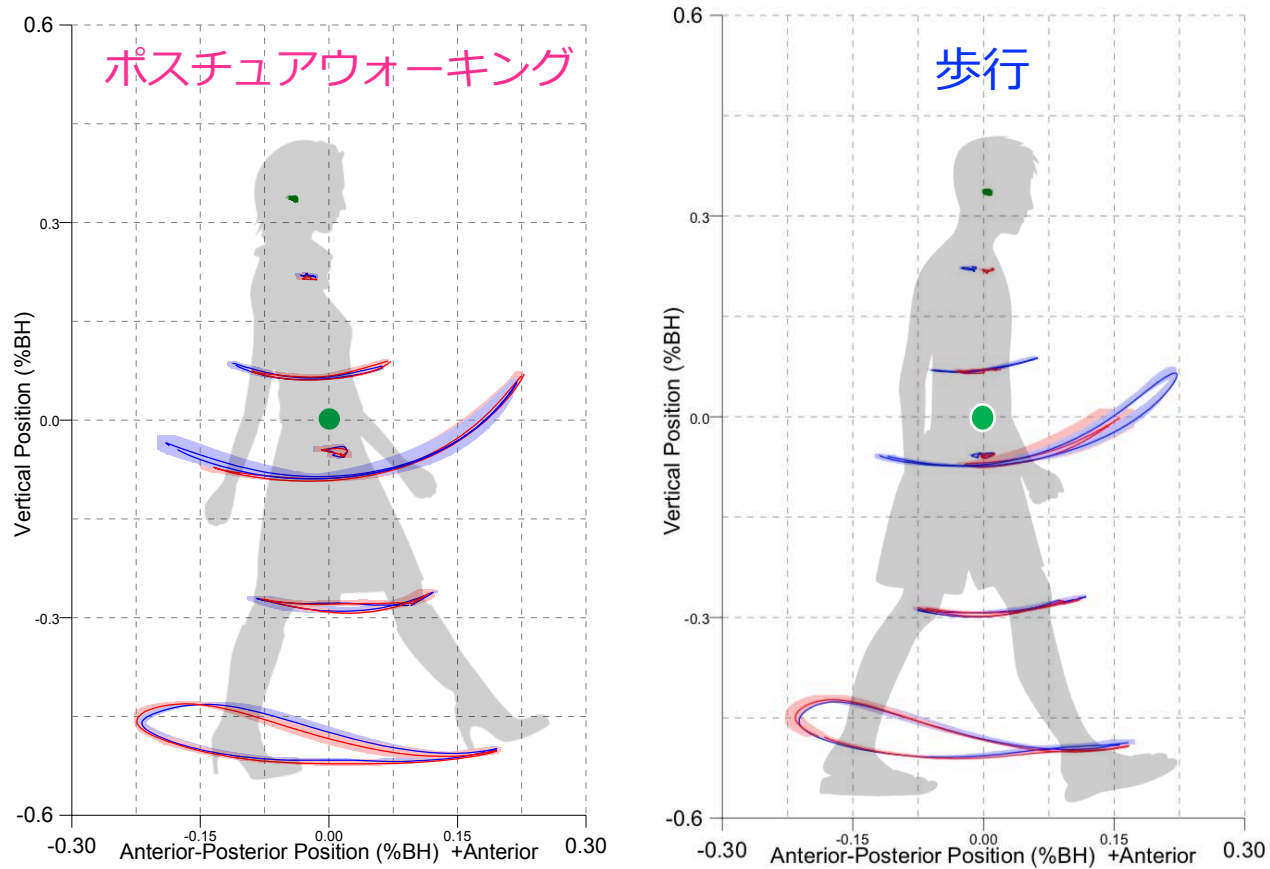
ダイヤモンド・ヒップ・アングル

屈曲と伸展のピークに**時間ズレ**がある

- (I) 屈曲を短時間に行う。
→後ろ脚を前方へ勢いよく振り出し、
膝屈曲角度を大きくする。
- (J) 伸展をゆっくり時間をかけて行う。
→立脚時間を長く保つ。後ろ脚で粘る。

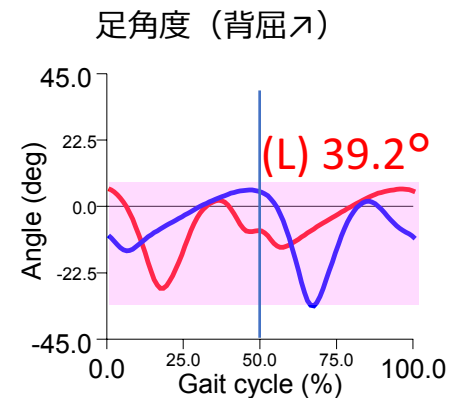
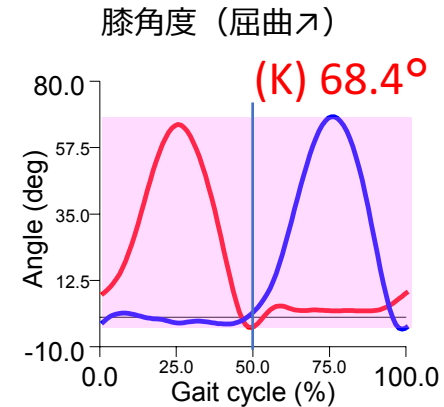
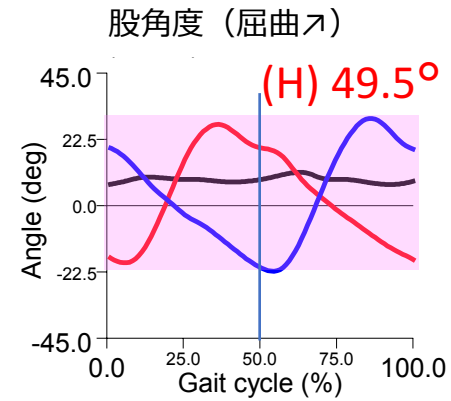
6) 関節可動域*

*関節可動域；動作中に関節が動く（回転する）角度の最大変化量

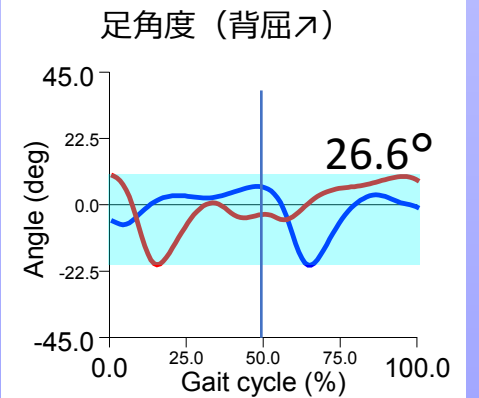
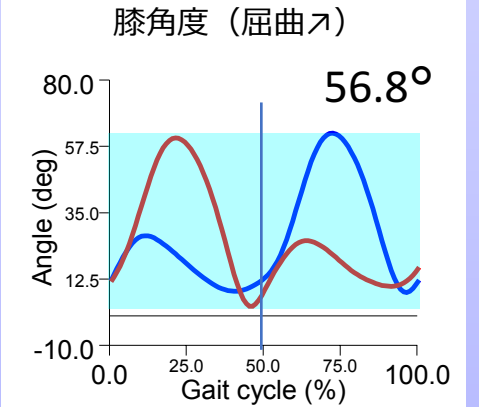
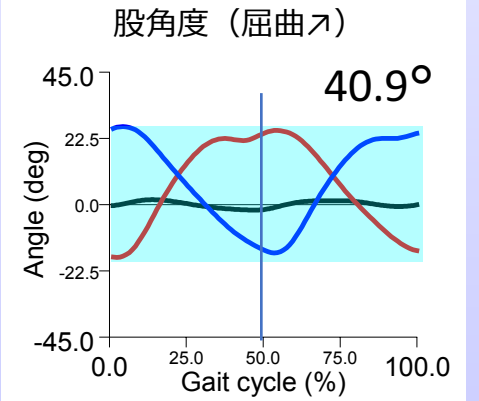


(右図) 股・膝・足関節の可動域が大きい
 (左図) 腕の動きも大きい。

ポスチュアウォーキング



歩行

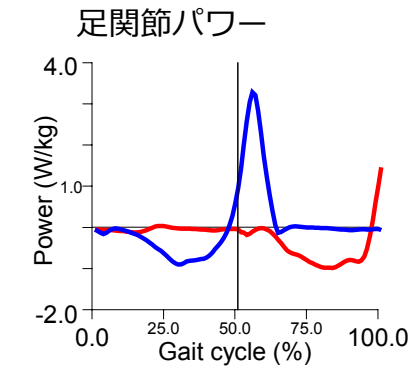
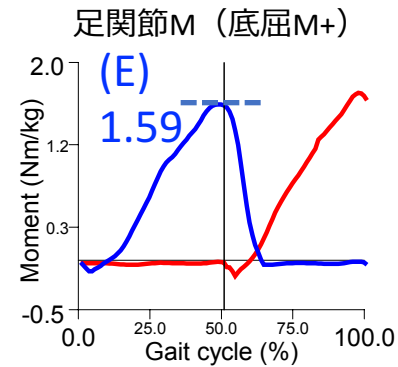
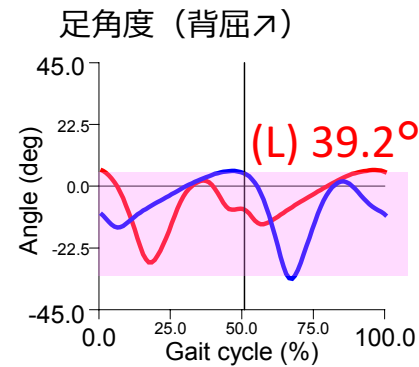
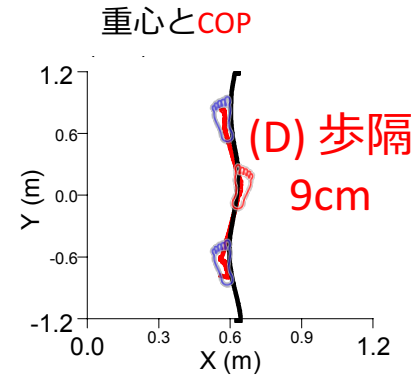
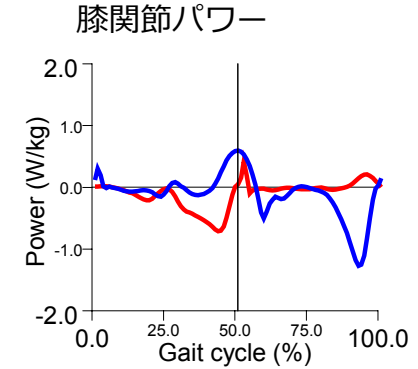
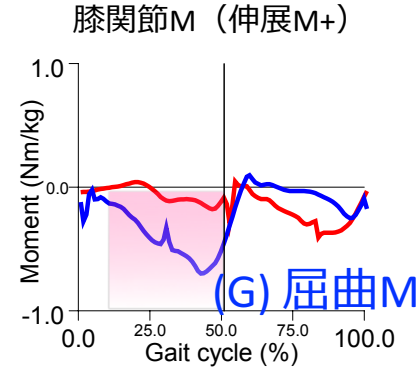
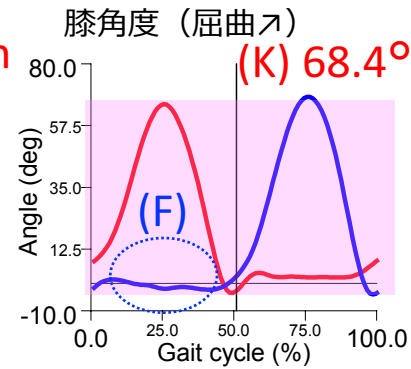
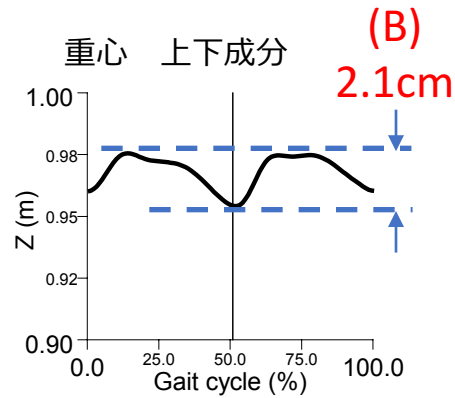
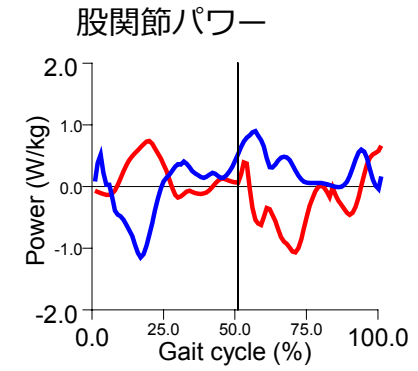
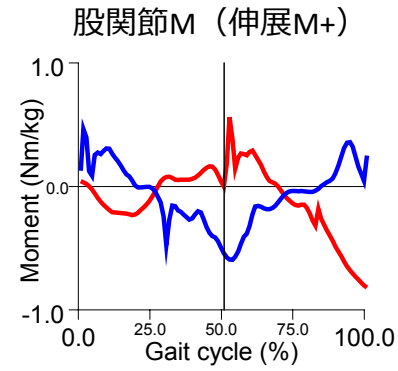
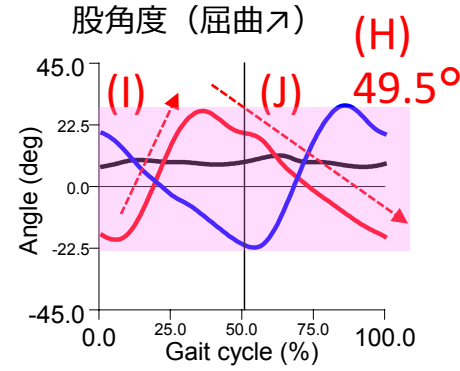
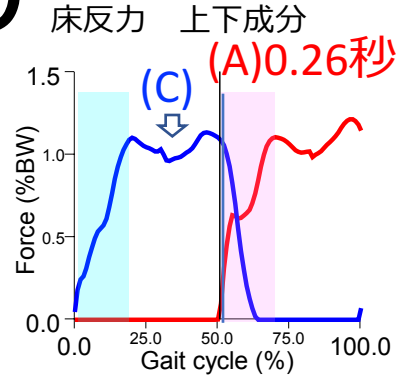


7) PWの9つの特徴

1. 重心落下を抑制し^(B)、**接地時の衝撃を抑える^(A)**。
2. 床反力の起伏を抑え、**重心の上昇量を抑制する^(C)**。
3. フォーフット・ロッカーで、ふくらはぎの筋活動（底屈M）が増加させ^(E)、**重心落下を抑制する**。
4. 歩隔を狭くすることで^(D)、**中殿筋の活動を増やす**。
5. 立脚期に膝を曲げないことで^(F)、**接地後の重心落下を抑え、脚線美を保つ**。
6. 太ももを裏側（ハムストリングス）の筋活動量を増やす^(G)（通常歩行では活動しにくい）。
7. 股・膝・足関節の**関節可動域が大きく、ストレッチ効果が期待できる**（^{H,K,L} & スライド6）関節可動域）。
8. 立脚時間を長くして、股関節をゆっくり伸展させ^(I)、**体重を後ろ脚に残す**。
9. 遊脚期に、勢いよく股関節を屈曲させ^(J)、**慣性力によって遊脚期の膝屈曲を促し、クリアランス***を助ける。
*クリアランス；床からつま先までの距離を確保し、つまずきを防ぐ動作

身体の動きを大きくして、通常歩行では活動しにくい筋を積極的に使います。
いわば、**移動型のエクササイズ**または、**エクササイズ・ウォーク**と言えます。

KIMIKO

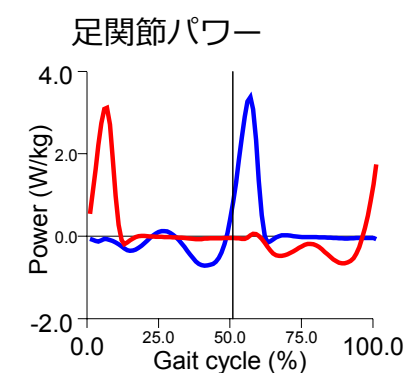
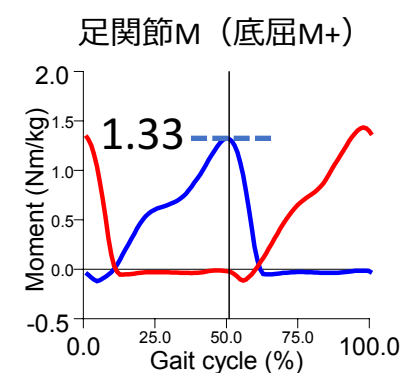
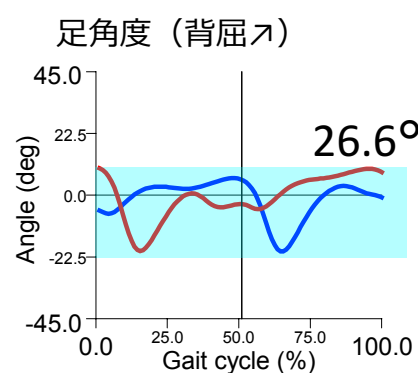
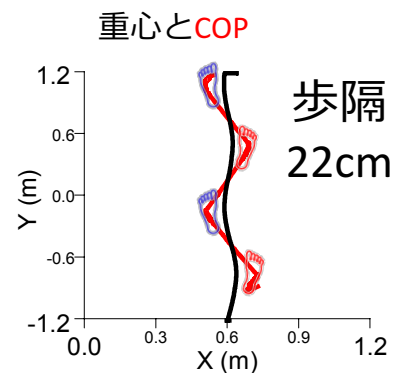
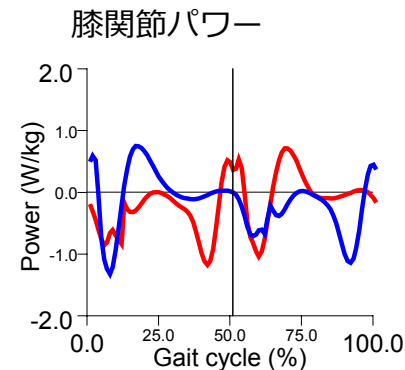
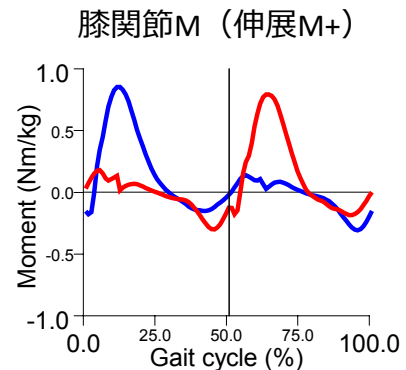
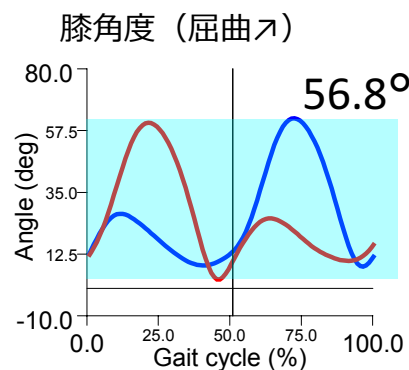
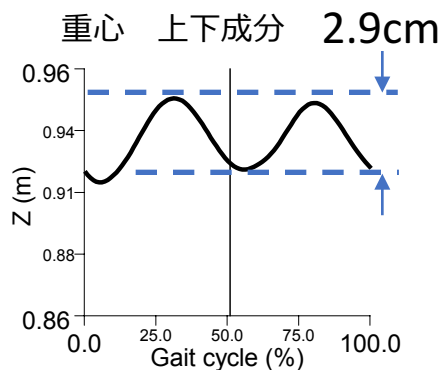
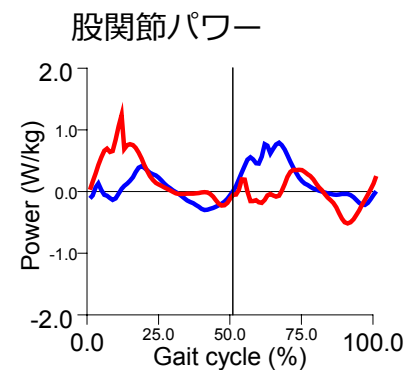
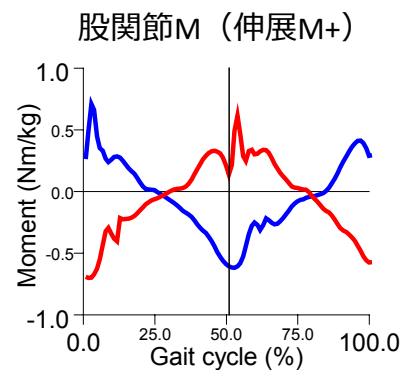
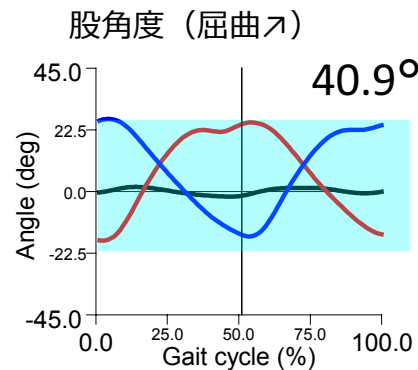
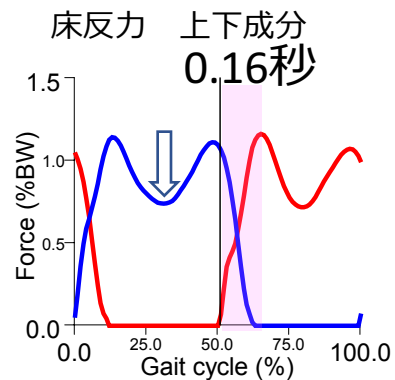


↑関節角度

↑関節モーメント

↑関節パワー

一般男性



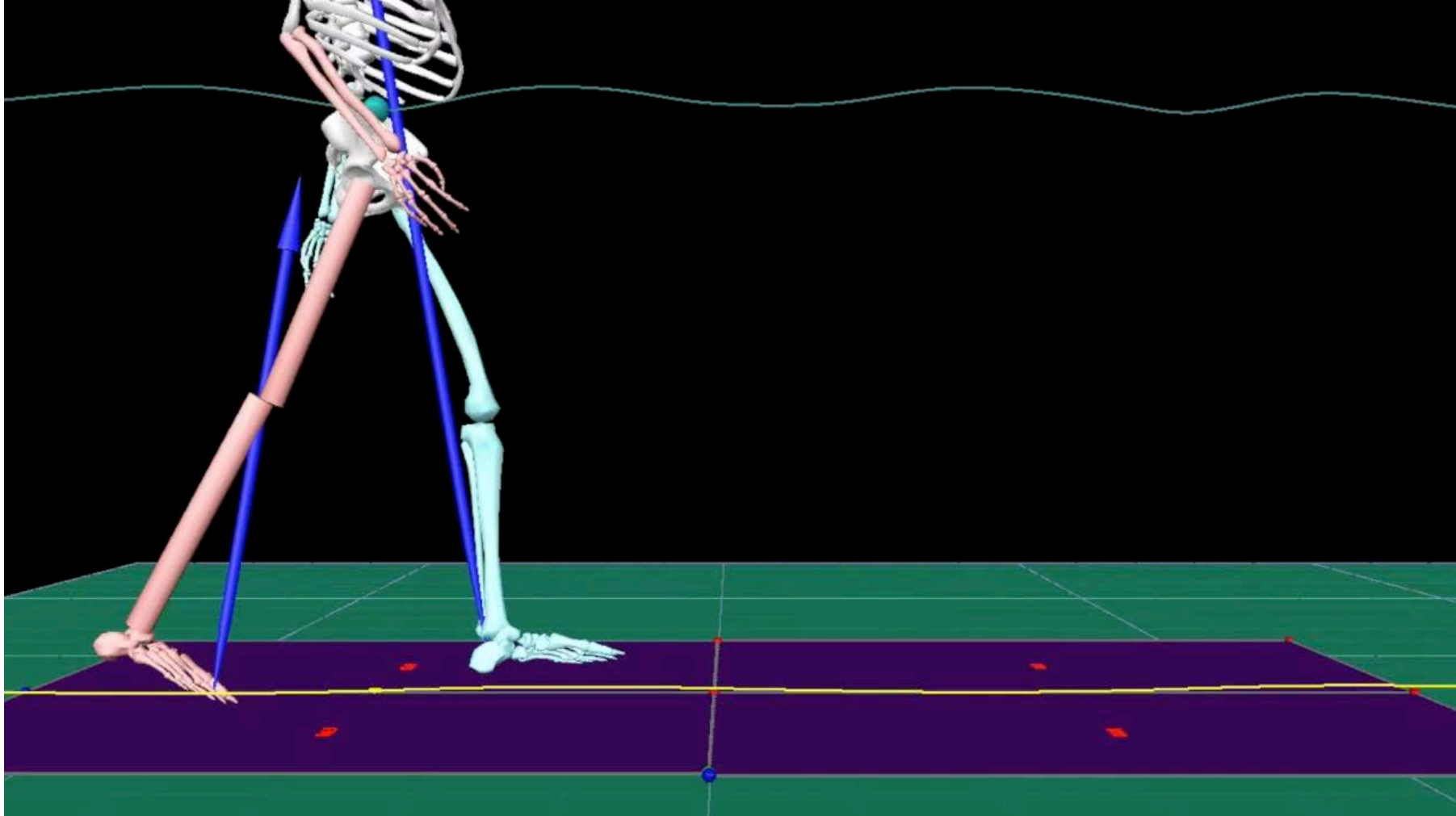
↑関節角度

↑関節モーメント

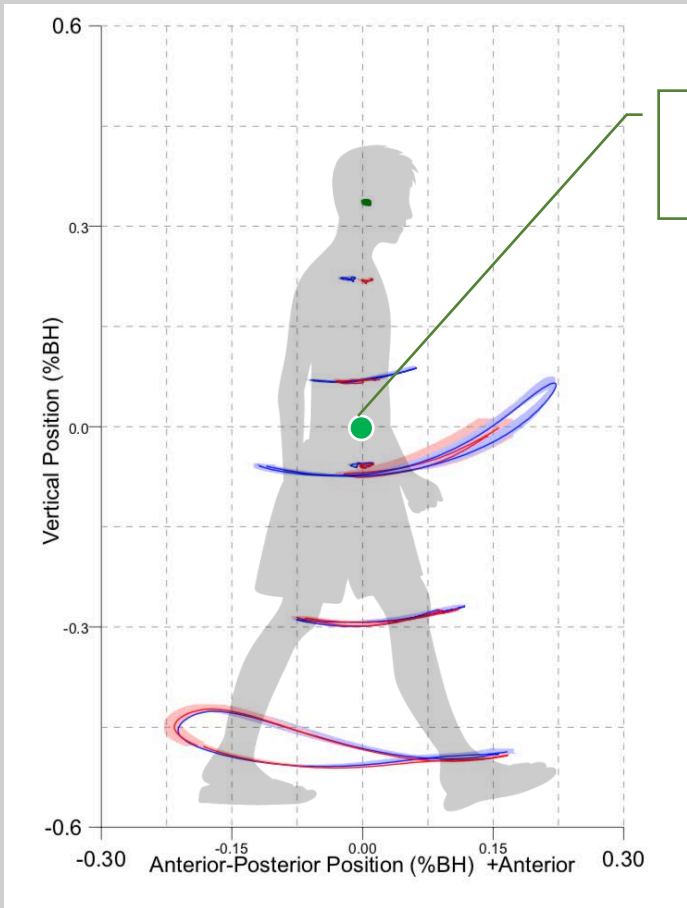
↑関節パワー

おまけ（PWに近い**右脚（赤）**の動き）

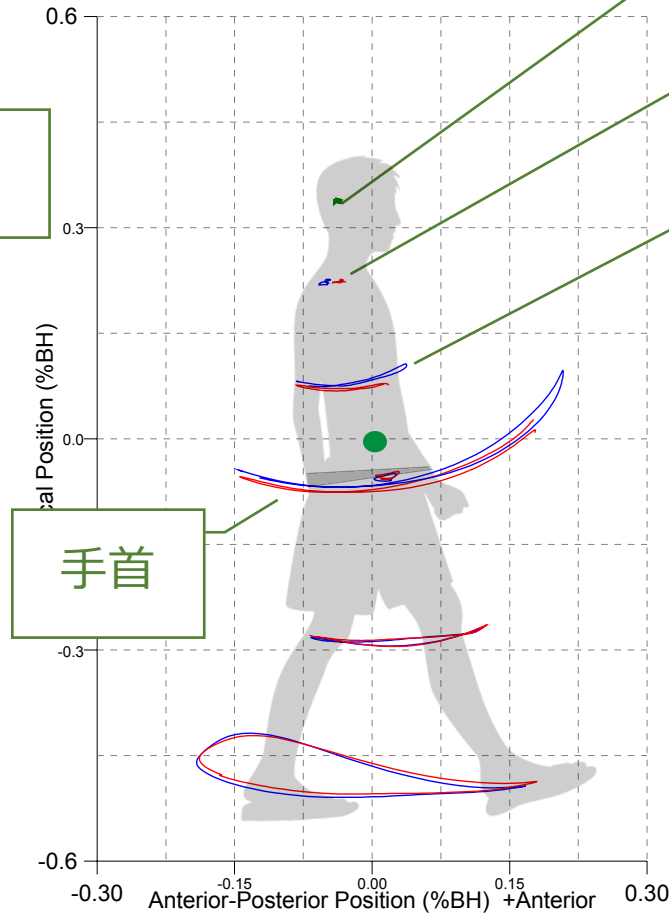
大腿義足者の歩行データ



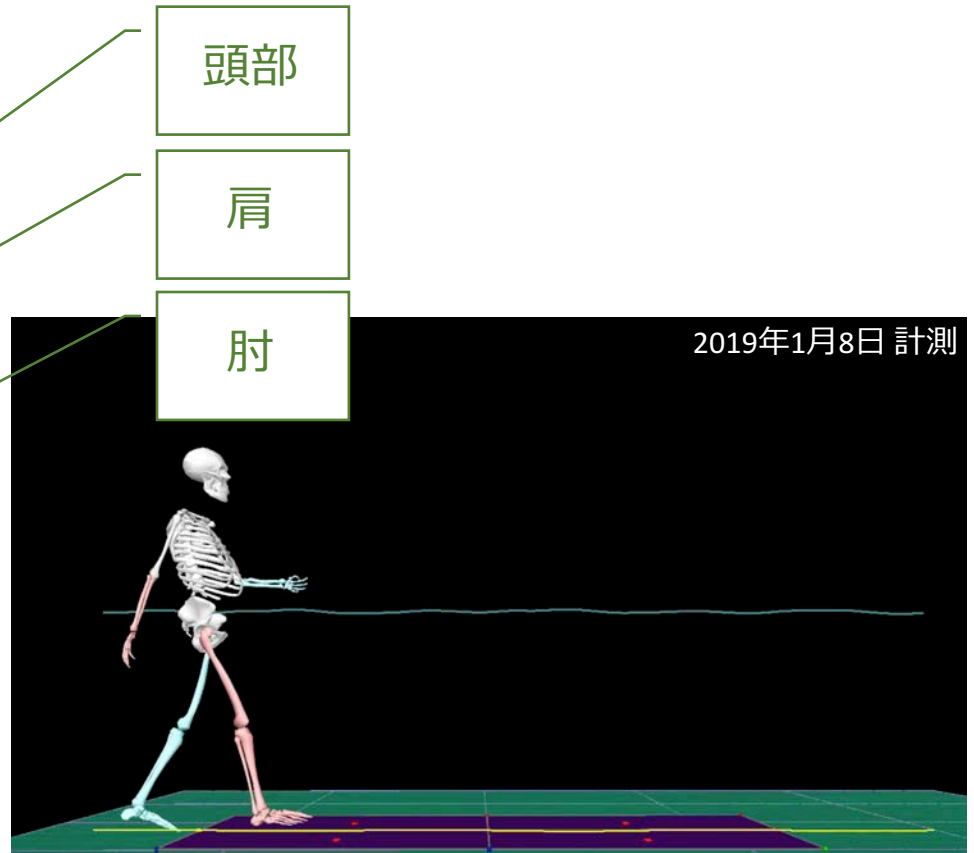
40代男性のその後・・・



Before
2018年11月計測



After
2019年1月8日計測



重心

頭部

肩

肘

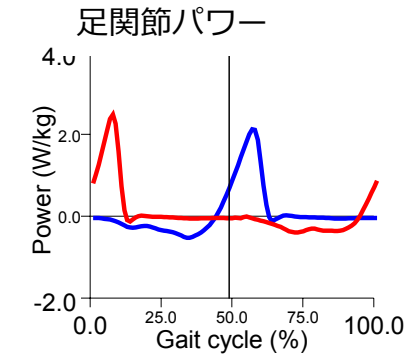
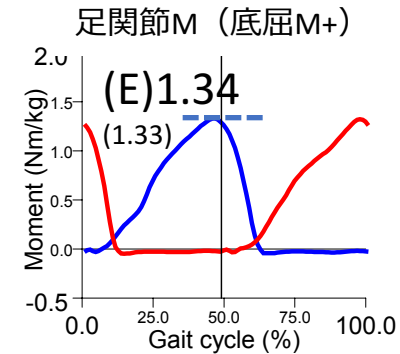
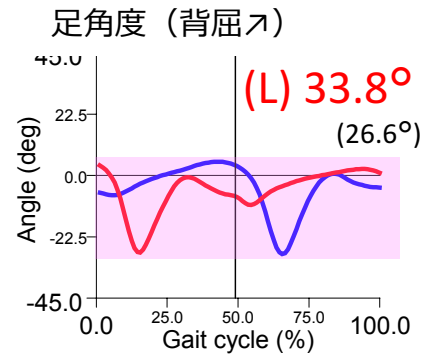
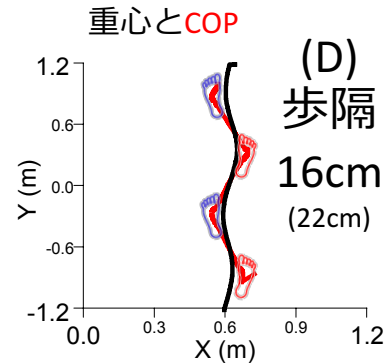
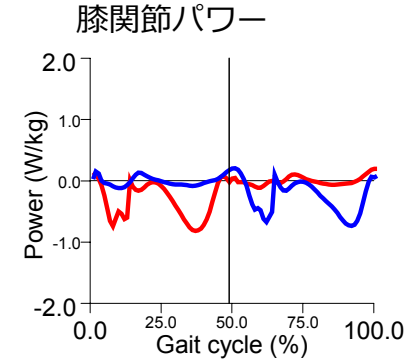
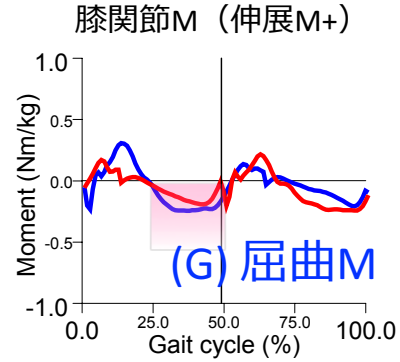
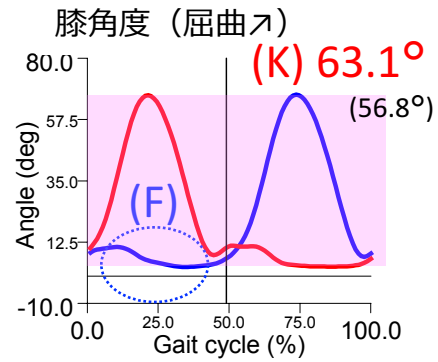
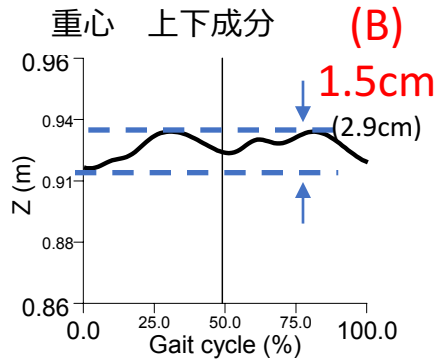
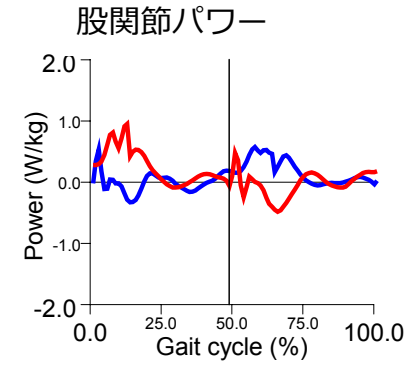
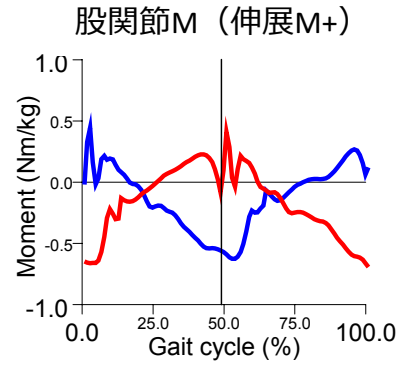
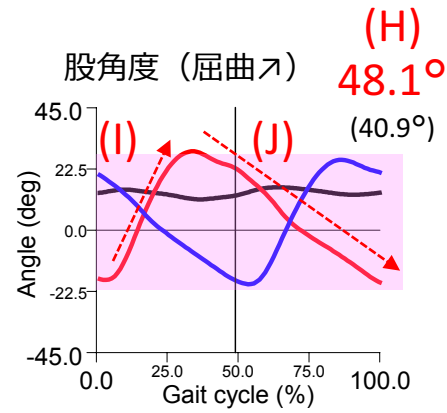
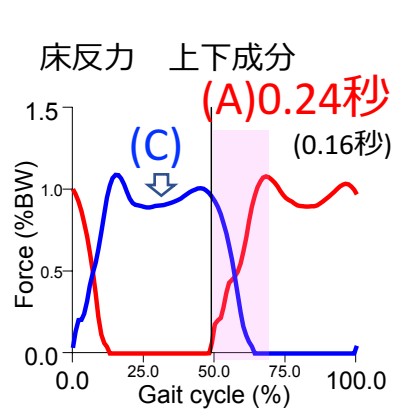
手首

2019年1月8日計測

一般男性

After

カッコ内のデータはBefore



↑関節角度

↑関節モーメント

↑関節パワー