

機関番号	研究種目番号	応募区分番号	小区分	整理番号
32702	05	1	59020	0001

平成31年度(2019年度)基盤研究(B)(一般)研究計画調書

平成30年11月4日
2版

新規

研究種目	基盤研究(B)	応募区分	一般
小区分	スポーツ科学関連		
研究代表者 氏名	(フリガナ)	キヌガサ リュウタ	
	(漢字等)	衣笠 竜太	
所属研究機関	神奈川大学		
部 局	人間科学部		
職	教授		
研究課題名	ヒトの歩行中における足底腱膜の3次元変形動態の解明		
研究経費 (千円未満の 端数は切り 捨てる)	年度	研究経費 (千円)	使用内訳(千円)
			設備備品費 消耗品費 旅費 人件費・謝金 その他
	平成31年度	9,200	6,000 2,000 0 1,200 0
	平成32年度	5,400	0 2,000 1,600 1,700 100
	平成33年度	5,400	0 2,000 1,600 1,700 100
	平成34年度	0	0 0 0 0 0
	平成35年度	0	0 0 0 0 0
総計	20,000	6,000 6,000 3,200 4,600 200	
開示希望の有無	審査結果の開示を希望する		
研究計画最終年度前年度応募	--		

1 研究目的、研究方法など

本研究計画調書は「小区分」の審査区分で審査されます。記述に当たっては、「科学研究費助成事業における審査及び評価に関する規程」（公募要領109頁参照）を参考にすること。

本欄には、本研究の目的と方法などについて、4頁以内で記述すること。

冒頭にその概要を簡潔にまとめて記述し、本文には、(1)本研究の学術的背景、研究課題の核心をなす学術的「問い」、(2)本研究の目的および学術的独自性と創造性、(3)本研究で何をどのように、どこまで明らかにしようとするのか、について具体的かつ明確に記述すること。

本研究を研究分担者とともに行う場合は、研究代表者、研究分担者の具体的な役割を記述すること。

（概要）

ヒト足部の縦アーチ(土踏まず)の主要な弾性(いわゆる“バネ”)のように、力が加わると変形し、力を取り除くと元に戻る性質)要素は足底腱膜である。足底腱膜は歩行などに伴う機械的負荷の蓄積により変性し、毎年約300万人が罹患する足底腱膜炎や扁平足などを誘発するため、深刻な社会問題となっている。足底腱膜が実際のヒトの歩行時にバネのように伸び縮みしないとする反証もあることから、本研究は、2方向低電圧X線透視イメージング技術を新たに開発し、世界で初めてヒト歩行中の足底腱膜の3次元変形動態を明らかにする。

（本文）

(1) 本研究の学術的背景、研究課題の核心をなす学術的「問い」

【本研究の学術的背景】

ヒトの歩行において、下腿三頭筋の活動による足関節の底屈がその推進力の大きな供給源である(Winter 1983)。収縮要素の下腿三頭筋は弾性要素のアキレス腱を介して踵骨に付着している(図1)。これまで多くの研究では、アキレス腱から足部に伝達された張力が、そのまま前足部から身体外部へ出力されるという仮定、つまり足部が剛体であるという仮定がなされてきた。しかし、足部は下腿三頭筋の活動に応じて変形するため(Iwanumaら2011)、下腿三頭筋の収縮から足関節底屈運動として現れる過程には、足部も直列する弾性要素として関与している可能性がある。

足部には、踵骨から中足骨へ扇形に広がる足底腱膜があり(図1)。これが足部縦アーチの主要な弾性要素を担っている(Kerら1987)。

足底腱膜は歩行や使いすぎなどに伴う機械的負荷の蓄積によって変性し、足底腱膜炎や扁平足などを誘発する恐れがある(GrebingとCoughlin 2004)。毎年240万人が扁平足(Pita-Fernandezら2017)、毎年90万人が足底腱膜炎(熊井 2012)、に罹患する。治療には保存療法が効果的であるが(Davisら1994)、数年オーダーの時間がかかることもあり、深刻な社会問題である。このため、「足部縦アーチの弾性が非常に重要である」との仮説が成り立つ。

ヒト屍体の足底腱膜にファイバーケーブルを挿入し、歩行シミュレータを用いて歩行中の足底腱膜張力を実測すると、足底腱膜張力は踵着地から立脚中期にかけて増加し、足離地にかけて低下する(Erdemirら2004)。また、光学式マーカをヒト生体の足部体表面に貼り付け、モーションキャプチャを用いて歩行中のマーカ位置座標からアーチ高を推測すると、アーチ高は踵接地から立脚中期にかけて低くなり、足離地にかけて再び高くなる(Benckeら2012他)。これらの結果は、足底腱膜がいわゆる“バネ”のように伸び縮む弾性を有していることを示唆するものであり、上記の仮説を支持している。しかし、ヒト屍体腱の弾性はヒト生体のものよりも柔らかく(Hohmannら2018)、歩行シミュレータ使用時の鉛直荷重はヒト生体の時よ

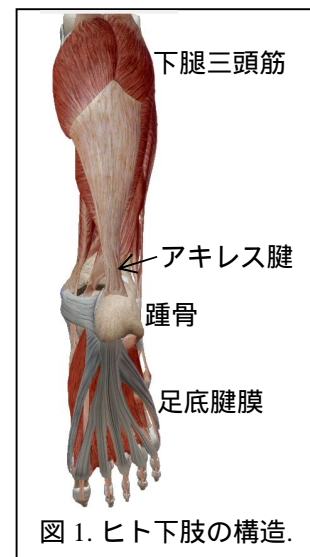


図1. ヒト下肢の構造。

【1 研究目的、研究方法など(つづき)】

りも小さくなる(Chaoら1983)という問題がある。また、モーションキャプチャは体表面のマーカの動きのみを測定しており、内部の足底腱膜の動きを測定していないという問題もある。以上のことから、ヒト屍体腱の研究結果とモーションキャプチャの研究結果が、実際のヒト生体の足底腱膜の変形を十分に模しているかには疑問の余地がある。

歩行中のヒト生体における足底腱膜の変形を直接定量した研究は、その計測の困難さゆえに、今のところ皆無である。Gefen(2003)は、1方向X線透視イメージングを用いて、歩行中の足部骨の矢状面内運動を動画撮影し、足底腱膜の長さを踵骨と第一中足骨の動きから“推測”している。その結果、足底腱膜は第一中足骨の接地から離地までの間、伸長し続けることを示し、これは上記の仮説を支持していない。

【研究課題の核心をなす学術的「問い」】

『歩行中のヒト生体の足底腱膜は本当に伸び続けるのか?』これが本研究課題の核心をなす学術的「問い」である。足は歩行中に内外転するため(Jenkyn と Nicol 2007)、2次元平面内では足底腱膜の変形を正確に捉えられていない可能性がある。

(2) 本研究の目的および学術的独自性と創造性

【目的】

2方向低電圧X線透視イメージング技術を新たに開発し、ヒトが実際に歩いている時の足底腱膜の3次元変形動態を明らかにする。

【学術的独自性】

ヒト歩行中の足底腱膜の3次元変形量を定量することが、学術的独自性である。これまで、ヒトが歩いている時の足底腱膜の動的なふるまいを定量した研究者は、世界で誰1人としていない。

【創造性】

ヒトの運動中の骨と軟組織(図2)を高精度で可視する2方向低電圧X線透視イメージング技術を新たに開発する。この技術は、歩行に限らず、走行やジャンプといった別の運動にも利用される。また、スポーツ分野に限らず、扁平足や足底腱膜炎の新たな診断法、変形に適したインソールや装具の個別設計、転倒しない二足ロボットの設計、多岐にわたる分野に創造性を与える。



図2. 低電圧X線撮影によるアキレス腱描出(白い矢印)の事例.

(3) 本研究で何をどのように、どこまで明らかにしようとするのか

【何をするのか】

- 1) 2方向低電圧X線透視イメージング技術の開発
- 2) ヒト歩行中の足底腱膜とアキレス腱の3次元変形量とヒステリシス^{*1}の定量

^{*1} 腱に貯蔵された弾性エネルギーの内、熱として消失したエネルギーの割合を示し、低値であれば、腱に貯蔵された弾性エネルギーがより効率よく再利用されていることを意味する。

【1 研究目的、研究方法など(つづき)】

【3-2 どのように明らかにするのか】

研究体制と役割分担

氏名	区分	本研究での役割
衣笠 竜太	研究代表者	全体統括, X線透視画像のデータ収集と解析, MR画像のデータ収集とモデル化
荻原 直道	研究分担者	2方向低電圧X線透視イメージング技術の開発
鈴木 崇人	研究分担者	表面筋電図のデータ収集と解析
八重嶋 克俊	研究分担者	超音波画像のデータ収集と解析
Sinha Shantanu	研究協力者	X線の物理に対する助言
未定	アルバイト	床反力とモーションキャプチャのデータ収集と解析

研究計画

<平成31年度>

- ・軟組織描出のための撮影パラメータの最適化

荻原氏が開発し、保有しているX線透視画像装置(Itoら2015, 2017)を用いる。本装置は6面の鉛板で遮蔽された自己遮蔽型である。足部内の軟組織(足底腱膜とアキレス腱)とその組織の厚みに描出するのに適した管電圧と管電流について、市販の牛アキレス腱で検討する。管電圧は低電圧の25~60 kVの範囲で毎5 kV撮影し、管電流は50~70 mAの範囲とする。

- ・軟組織描出の妥当性検証

市販の牛アキレス腱にロッドを取り付け、垂直に静荷重をかけた状態で、X線透視画像を取得する(図3)。ロッドは治具中央のリニアブッシュを通すことで、鉛直方向のみ自由度を与えるようにする。フラットパネルディテクタにより、ゆがみのない画像を取得する。アキレス腱変形量(主ひずみ)の実測値と低電圧X線透視イメージングによる測定値から級内相関係数(ICC)を算出し、0.75以上の場合に妥当性があると判断する(Leeら1989)。

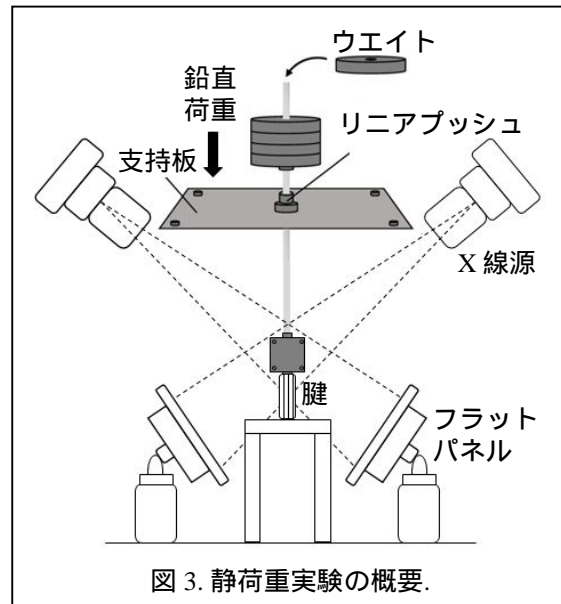


図3. 静荷重実験の概要。

- ・撮影サンプリングレートの高速化

既存のX線透視画像装置の撮影サンプリングレート(1秒間に何枚の画像を撮影するかを表す速度)が15 フレーム/秒と低く、歩行中の足着地や足離地の瞬間の画像を取得できない可能性がある。このため、撮影サンプリングレートに関わるプログラムを改良し、100 フレーム/秒で撮影できるように高速化する。

<平成32年度以降>

- ・歩行路の拡張

既存のX線透視画像装置に併設されている歩行路が短いため、10 mまで拡張する。歩行路の一部を床反力計(スポーツセンシング社製)に付替可能にする。

【1 研究目的、研究方法など(つづき)】

・歩行実験

ヒトを対象とした歩行実験を行う(図4)。対象者は10名程度とする。足立ら(2014)の日本人の平均歩行速度から、歩行速度を時速4、5、6 km/hとする。2方向低電圧X線透視画像の撮影(左図)とそれ以外の測定(右図)は別々に実施する。得られた連続X線透視画像は、荻原

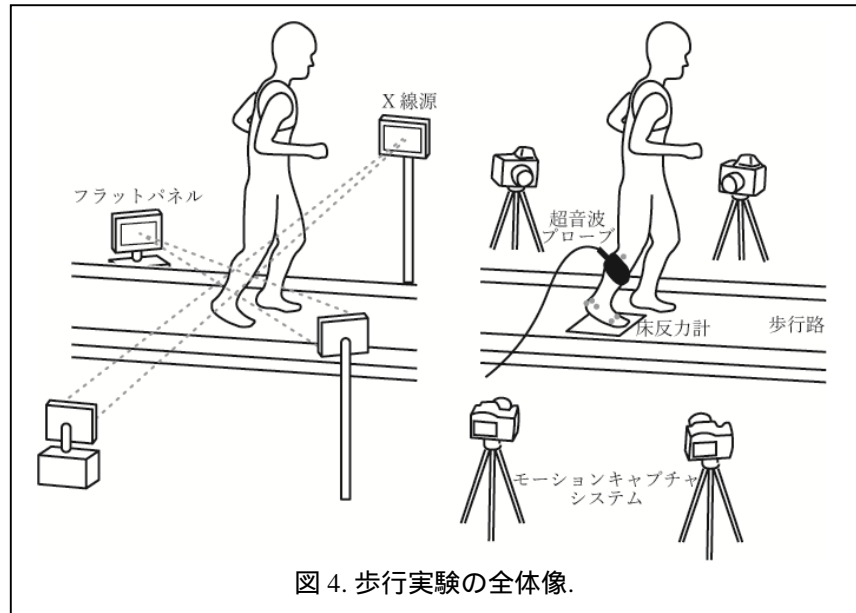


図4. 歩行実験の全体像.

氏らが開発したモデルマッチング法(Itoら2015)を用いて、X線透視画像にMR画像から構築した足部三次元モデルを画像情報に基づいてマッチングさせ、高精細な足部の軟組織と骨の三次元運動を構築する。そこから、歩行中の足底腱膜とアキレス腱の3次元変形量を算出する。足底腱膜は各足趾の中足基節骨へと分かれて停止しているため、個別に変形量を算出する。

足関節トルクは、地面反力と踵骨の質量、慣性モーメント、加速度、および角加速度から算出し、モーメントアームで除することでアキレス腱張力を算出する(LichtwarkとWilson 2005)。足底腱膜の張力は、足部を前後に2分割した足部の質量と慣性モーメント(Schneiderら1992)、踵骨と第一中足骨の加速度と角加速度から算出する(Caravaggiら2009)。地面反力は床反力計を用いて計測し、モーメントアーム、対象骨の加速度、および角加速度はX線透視画像から算出する。ヒステリシス(弾性エネルギーの指標)は、腱伸長量 - 腱張力関係における上昇曲線と下降曲線の面積から算出する(MaganarisとPaul 2000)。腱伸長量 - 腱張力関係を図示した際、本来の時計回りのヒステリシスループ(Kerら1987他)と反時計回りを描く場合、上昇曲線のみ面積を腱伸長時の弾性エネルギーの貯蔵量の指標として算出する。腱伸長量 - 腱張力関係の傾きから足底腱膜とアキレス腱の硬さも算出する。

腓腹筋の筋束長は超音波画像装置(日立アロカメディカル社製)、下腿三頭筋と前脛骨筋の活動電位は表面筋電計(Delsys社製)、筋腱複合体の全体長はモーションキャプチャシステム(Motion Analysis社製)と腓腹筋の筋形状の情報、を用いてそれぞれ計測する。

X線透視画像装置の高速化が実現できない場合は、荻原氏の共同研究者を通じて、高速でのX線透視撮影の実績がある韓国の装置を利用する。荻原氏は既にこの装置を視察し、装置保有の施設側と良好な関係を構築しており、緊急時に利用できる見込である。万が一、X線透視イメージングで足底腱膜の変形を測定できない場合、浅く水を張った槽の中を歩行し、超音波画像装置で足底腱膜の変位を測定する。水の中であれば、足底面が床から離れても、超音波画像装置は足底腱膜を描出することが可能である。

【どこまで明らかにしようとするのか】

3年間の研究で、歩行時の足部縦アーチの機能的役割を明らかにする。硬さとヒステリシスのデータを用いて、足底腱膜の衝撃吸収の働きとバネ(弾性エネルギーの貯蔵と再利用)の働きについて、アキレス腱と対比しながら検証する。

2 本研究の着想に至った経緯など

本欄には、(1)本研究の着想に至った経緯と準備状況、(2)関連する国内外の研究動向と本研究の位置づけ、について1頁以内で記述すること。

(1) 本研究の着想に至った経緯と準備状況

【着想に至った経緯】

アキレス腱が異常に肥厚してしまう高脂血症の疾患(家族性高コレステロール血症)を診断する際、低電圧X線撮影が臨床現場で一般的に実施されている(日本動脈硬化学会)。ヒト生体内の腱などの軟組織を描出できると知った時、「これは凄い！」と興奮したと同時に、2方向X線透視イメージングと組み合わせれば、ヒト歩行中の軟組織の三次元変形動態を可視・定量できるとの着想に至った。

【準備状況】

本研究計画を実施するに当たっての準備は順調に進んでいる。研究代表者は、10年来の共同研究者であり、X線画像やMR画像などの物理学に精通している研究協力者のSinha氏(カリフォルニア大学サンディエゴ校・放射線科・教授)を2018年10月に訪問し、X線の低電圧や高速化に必要なプログラムのリソースや論文を受け取っている。

研究分担者の荻原氏とは、2方向X線透視イメージングの打合せを実施した。荻原氏の共同研究者が、英国リバプール大学でのX線透視画像装置を使った高速撮影に立ち会う機会があり、高速化に必要な技術要素を荻原氏保有の装置に実装するための情報を入手している。また、双方の勤務先はdoor-to-doorで80分であり、メール・電話・対面で常時連絡がとれる。

研究分担者の鈴木氏と八重嶋氏とは、本研究計画における足底腱膜張力の算出法や測定プロトコル等の打合せを実施した。鈴木氏は、2019年4月から日本学術振興会特別研究員(受入研究機関: 神奈川大学, 受入研究者: 衣笠竜太)の採択内定を受けており、八重嶋氏とともに研究代表者と所属が同一になり、常時連絡がとれる。

(2) 関連する国内外の研究動向と本研究の位置づけ

【関連する国内外の研究動向】

本研究は学術的に非常に関心の高いテーマである。ロコモーション中の足部アーチやアキレス腱の変形に関する研究は、Nature誌(AlexanderとBennet-Clark 1977; Collinsら2015; Kerら1987)やScience誌(Robertsら1997)等の超ハイ・インパクトなジャーナルに掲載され、これらは、~750回/論文も引用されている(Google Scholar調べ)。また、同内容で“ヒト”に限定した論文数は、研究が1970年代に着手されてからの40年で10倍近くも増加しており(1970年代182本, 1990年代686本, 2010年代1626本, PubMed調べ)、学术界での関心が年々高まっている。

【本研究の位置づけ】

本研究は世界と戦える位置にいる。繰り返しになるが、歩行中の足底腱膜やアキレス腱の動的ふるまいをヒト生体で実測した事例はない。我々の研究チームは、2方向X線透視イメージングを用いた研究実績を既に有しているだけでなく、本研究に関連する予備データやリソースも取得しており、本研究を推進するために必要不可欠な設備の多くを既に保有していることから、現段階において世界と戦える位置にいると言える。

3 応募者の研究遂行能力及び研究環境

本欄には応募者（研究代表者、研究分担者）の研究計画の実行可能性を示すため、(1)これまでの研究活動、(2)研究環境（研究遂行に必要な研究施設・設備・研究資料等を含む）について2頁以内で記述すること。

「(1)これまでの研究活動」の記述には、研究活動を中断していた期間がある場合にはその説明などを含めてもよい。

(1)これまでの研究活動

【研究代表者: 衣笠竜太】 下記論文は全て査読付き

羽状筋の筋線維束(筋束)の短縮量は、腱を停止させている骨の変位量よりも大幅に少ないことがあり(Maganaris et al. *European Journal of Applied Physiology* 2000)、怠惰な筋束の短縮量を“アキレス腱と腓腹筋腱膜の働き”で代償する基本原理を解明する研究を、前回と前々回の科研費・基盤Cで推進してきた。

浅部腱膜が筋束の起始として筋束の端を固定し、深部腱膜が筋束の停止として筋束のもう一方の端を振り子のように動かしており(Kinugasa et al. *Journal of Applied Physiology* 2008)、その際、深部腱膜の変位量は筋束の羽状形状のコサイン効果[腱膜の変位量 = 筋束の短縮量 $\times \cos(\text{羽状角})$]によって筋束の短縮量を上回る(Csapo..., Kinugasa et al. *Journal Applied Physiology* 2013)。また、深部腱膜は別の腱膜と背中合わせの状態では配置されており(Oda..., Kinugasa et al. *Advanced Biomedical Engineering* 2015)、隣り合う腱膜同士が同一のタイミングで変位することで、遠位にある外部腱の変位量を最大化している(Kinugasa et al. *Physiological Reports* 2013)。さらに、筋活動時の筋束の変形(Kinugasa et al. *Journal of Applied Physiology* 2012)によって起こる腹背方向への湾曲(Sinha..., Kinugasa et al. *Magnetic Resonance in Medicine* 2015)は、深部腱膜との接地面を大きくしている。

一方、アキレス腱の湾曲もこの作用に関与している。アキレス腱の湾曲位置が足関節中心に近いほど、アキレス腱長変化を踵骨の変位量が上回る(Kinugasa et al. Submitted)。アキレス腱は薄くて細長い扁平な構造のため(Kinugasa et al. *Journal of Applied Physiology* 2010)、腱の踵骨への停止部が近位に持ち上げられると腹側方向へ湾曲する(Kinugasa et al. *Scientific Reports* 2018)。スパコン京のプロジェクトで開発された高精細な筋骨格系の有限要素モデル(Yamamura..., Kinugasa et al. *Journal of Biomechanical Science and Engineering* 2014)を使ったシミュレーションの結果、アキレス腱の湾曲の程度や方向は筋束の羽状形状の影響を強く受けることも分かった(Kinugasa et al. *Journal of Biomechanics* 2016)。

以上から、ヒトアキレス腱と腓腹筋腱膜の解剖的特性と力学的特性、アキレス腱のバイオメカニクスの知識を有していることが伺える。一連の研究成果は、国際誌論文 10 本、国内誌論文 2 本、国際学会受賞 2 件、国内学会受賞 1 件、として高く評価されている。特に、*Journal of Applied Physiology* 誌は「スポーツ科学分野(総雑誌数は 127 本)」で 4 位、*Journal of Biomechanics* 誌は 6 位、*Scientific Reports* 誌は「学際分野(総雑誌数は 116 本)」で 4 位(いずれも H index に基づくランキング)、とハイ・インパクトな国際誌に多数の論文が掲載されている点は特筆すべきである。

また、研究分担者の鈴木氏と八重嶋氏とともに、超音波画像装置とモーションキャプチャを併用して、ヒトの走動作中のアキレス腱の湾曲を考慮した全体長の変化を解析的に計算している実績も有する(Suzuki T, Ogane R, Yaeshima K, Kinugasa R. Forefoot running requires shorter gastrocnemius fascicle length than rearfoot running. Submitted)。

【3 応募者の研究遂行能力及び研究環境(つづき)】

【研究分担者: 荻原直道氏】

主要な研究業績(論文は全て査読付き)

- Ito K..., Ogihara N. Three-dimensional innate mobility of the human foot bones under axial loading using biplane X-ray fluoroscopy. *Royal Society Open Science* 4: 171086, 2017
- Ito K..., Ogihara N. Dynamic measurement of surface strain distribution on the foot during walking. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 69: 249-56, 2017
- 伊藤幸太..., 荻原直道. デジタル画像相関法を用いたヒト二足歩行中の足部3次元動態計測. *バイオメカニズム* 23: 31-41, 2016
- Ito K..., Ogihara N. Direct assessment of 3D foot bone kinematics using biplanar X-ray fluoroscopy and an automatic model registration method. *Journal of Foot and Ankle Research* 8: 21, 2015
- 科研費 基盤A, ヒト足部筋骨格形態に内在する歩行安定化機構と直立二足歩行の進化, 2011-2013

以上から、2方向X線透視イメージングと歩行時の足部バイオメカニクスの知識を有している。

【研究分担者: 鈴木崇人氏】

主要な研究業績(論文は全て査読付き)

- Suzuki T et al. Activation of plantar flexor muscles is constrained by multiple muscle synergies rather than joint torques. *PLoS ONE* 12: e0187587, 2017
- Suzuki T et al. Simultaneous knee extensor muscle action induces an increase in voluntary force generation of plantar flexor muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research* 31: 365-71, 2017
- 第20回日本バイオメカニクス学会大会 奨励賞 “ Unique changes of kinematics and muscle activities during distance running ” 受賞, 2008
- 科研費 若手B, 筋シナジーと多関節運動トレーニングによる効果の関係. 2017-2021
- 科研費 挑戦的萌芽, シナジーを考慮した跳躍動作のシミュレーション. 2013-2017

以上から、表面筋電図による筋制御と運動時のバイオメカニクスの知識を有している。

【研究分担者: 八重嶋克俊氏】

主要な研究業績(論文は全て査読付き)

- Yaeshima K et al. Mechanical and neural changes in plantar-flexor muscles after spinal cord injury in humans. *Spinal Cord* 53: 1-8, 2015
- 八重嶋克俊ら. 収縮および弛緩時間がヒト腱の力学的特性に及ぼす影響. *バイオメカニクス研究* 13: 114-123, 2009
- 東京体育学会第4回学会大会 東京体育学奨励賞 “ Lucas-Kanade法を利用した筋形状リアルタイム計測 ” 受賞, 2013
- 科研費 若手B, 筋形状計測を基にした身体運動中における痙縮の評価指標の考案. 2012-2014

以上から、骨格筋形状の計測と画像処理技術の知識を有している。

(2) 研究環境(研究遂行に必要な研究施設・設備・研究資料等を含む)

【現在既に利用可能な研究施設・設備等、現在の研究環境の状況】

- 超音波画像装置: 神奈川大学人間科学部衣笠研究室(常時使用可)
- 表面筋電計: 神奈川大学人間科学部衣笠研究室(常時使用可)
- モーションキャプチャシステム: 神奈川大学人間科学部衣笠研究室(常時使用可)
- アナログデジタル変換器: 神奈川大学人間科学部(申請後に使用可)
- 2方向X線透視画像装置: 東京大学大学院理学系研究科荻原研究室(常時使用可)
- MRI装置: 理化学研究所和光本所(申請後に使用可)

【新たに設置が必要な施設・設備等】

- 床反力計(スポーツセンシング社製)

4 人権の保護及び法令等の遵守への対応(公募要領4頁参照)

本欄には、本研究を遂行するに当たって、相手方の同意・協力を必要とする研究、個人情報の取扱いの配慮を必要とする研究、生命倫理・安全対策に対する取組を必要とする研究など指針・法令等(国際共同研究を行う国・地域の指針・法令等を含む)に基づく手続が必要な研究が含まれている場合、講じる対策と措置を、1頁以内で記述すること。

個人情報を伴うアンケート調査・インタビュー調査・行動調査(個人履歴・映像を含む)、提供を受けた試料の使用、ヒト遺伝子解析研究、遺伝子組換え実験、動物実験など、研究機関内外の倫理委員会等における承認手続が必要となる調査・研究・実験などが対象となります。

該当しない場合には、その旨記述すること。

本研究の内容は、神奈川大学人を対象とする研究に関する倫理審査委員会と東京大学大学院理学研究科倫理委員会で承認されたプロトコルに則り実施する。また、2013年に修正されたヘルシンキ宣言の内容を十分に遵守、尊重し、神奈川大学と東京大学大学院理学系研究科の研究倫理綱に従って実施する。被験者に対して、(1) 実験課題遂行、および測定に伴う疲労、苦痛の可能性、(2) 被験者は実験に関する疑問をいつでも実験者に質問し、回答を求める権利を有すること、(3) 被験者本人の意思によりいつでも実験を中止することができること、(4) (2)および、(3)の行使により、被験者がいかなる不利益も被ることはないことを口頭および文章により明示する。その上で、被験者から実験参加の同意の署名を得られた後に実験を実施する。また実験者は、被験者が疲労、違和感、苦痛等の負荷を感じていないかをよく観察し、被験者から頻繁に内観報告を取りながら実験を進める。データは全て記号化し、個人が特定されないように匿名化した状態で取り扱う。

また、X線撮影による被ばく量を正確に計算し、通常健康診断や予想される不慮の疾病の際に用いられるであろう被ばく量を加えて、更に余裕のある範囲内で実験は実施する。また、被験者は防ばくガウンやメガネ等を装着し、計測目標以外の部位への被ばくを極力避ける配慮を行う。

5 研究計画最終年度前年度応募を行う場合の記述事項（該当者は必ず記述すること（公募要領24頁参照））

本欄には、本研究の研究代表者が行っている、平成31年度が最終年度に当たる継続研究課題の当初研究計画、その研究によって得られた新たな知見等の研究成果を記述するとともに、当該研究の進展を踏まえ、本研究を前年度応募する理由（研究の展開状況、経費の必要性等）を1頁以内で記述すること。
 該当しない場合は記述欄を削除することなく、空欄のまま提出すること。

研究種目名	課題番号	研究課題名	研究期間
			平成 年 度～平成 31年度

当初研究計画及び研究成果

前年度応募する理由

年度	設備備品費の明細					消耗品費の明細	
	品名・仕様	設置機関	数量	単価	金額	事項	金額
H31	床反力計・SS-FP40A0-SY	神奈川大学人間科学部	2	1,000	2,000	床反力とモーションキャプチャ計測の消耗品(反射マーカ、両面テープ等)	500
H31	モーションキャプチャシステム・Kestrel 300へのアップグレード	神奈川大学人間科学部	1	3,000	3,000	X線透視計測の消耗品(X線ガウン・メガネ、X線メジャー等)	500
H31	X線透視画像装置・アップグレード	東京大学大学院理学系研究科	1	1,000	1,000	表面筋電図計測の消耗品(電極シール、紙ヤスリ、固定テープ等)	500
H31						超音波画像計測の消耗品(ジェル、パンテージ、キムワイプ等)	500
H31				計	6,000	計	2,000
H32						床反力とモーションキャプチャ計測の消耗品(反射マーカ、両面テープ等)	500
H32						X線透視計測の消耗品(X線ガウン・メガネ、X線メジャー等)	500
H32						表面筋電図計測の消耗品(電極シール、紙ヤスリ、固定テープ等)	500
H32						超音波画像計測の消耗品(ジェル、パンテージ、キムワイプ等)	500
H32				計	0	計	2,000
H33						床反力とモーションキャプチャ計測の消耗品(反射マーカ、両面テープ等)	500
H33						X線透視計測の消耗品(X線ガウン・メガネ、X線メジャー等)	500
H33						表面筋電図計測の消耗品(電極シール、紙ヤスリ、固定テープ等)	500
H33						超音波画像計測の消耗品(ジェル、パンテージ、キムワイプ等)	500
H33				計	0	計	2,000

設備備品費、消耗品費の必要性

床反力計は、歩行中の足底腱膜とアキレス腱の張力をそれぞれ計測するために使用するもので、張力はヒステリシス(弾性エネルギーの指標)を算出するために欠かせないため、新たに購入する。また、研究代表者はモーションキャプチャシステムを既に有しているが、数十年前の機種であるため、X線透視画像装置の撮影サンプリングレートと同じ速度で計測することができない。そのため、アップグレードが欠かせない。さらに、X線透視画像装置は、足底腱膜とアキレス腱を描出するために使用するもので、軟組織描出のための撮影パラメータの最適化と撮影サンプリングレートの高速化のためにアップグレードが欠かせない。

消耗品費は、床反力とモーションキャプチャ、X線透視、表面筋電図、および超音波画像の計測を遂行するために欠かせない。

基盤研究(B)(一般) 1 1 - (1)
(金額単位 : 千円)

年度	国内旅費の明細		外国旅費の明細		人件費・謝金の明細		その他の明細	
	事項	金額	事項	金額	事項	金額	事項	金額
H31					リサーチアシスタントの人件費(1名×12ヶ月×100千円)	1,200		
H31	計	0	計	0	計	1,200	計	0
H32	国内学会参加(1回×100千円×4名)	400	国外学会参加(1回×300千円×4名)	1,200	リサーチアシスタントの人件費(1名×12ヶ月×100千円)	1,200	英文校正(1回×100千円)	100
H32					被験者謝金(50千円×10名)	500		
H32	計	400	計	1,200	計	1,700	計	100
H33	国内学会参加(1回×100千円×4名)	400	国外学会参加(1回×300千円×4名)	1,200	リサーチアシスタントの人件費(1名×12ヶ月×100千円)	1,200	英文校正(1回×100千円)	100
H33					被験者謝金(50千円×10名)	500		
H33	計	400	計	1,200	計	1,700	計	100

旅費、人件費・謝金、その他の必要性

旅費は、国内・国外の学会で研究成果の発表に欠かせない。
 人件費・謝金は、床反力とモーションキャプチャのデータ収集と解析に従事するリサーチアシスタントの人件費と実験に協力してくれた被験者への謝金が欠かせない。
 その他の英文校正は、研究成果をまとめた英語論文のネイティブチェックに欠かせない。

研究費の応募・受入等の状況

基盤研究(B)(一般)12-(1)

(1) 応募中の研究費

研究者氏名	衣笠 竜太				
資金制度・研究費名(研究期間・配分機関等名)	研究課題名(研究代表者氏名)	役割	平成31年度の研究経費(期間全体の額)	エフオ-ト(%)	研究内容の相違点及び他の研究費に加えて本応募研究課題に応募する理由(科研費の研究代表者の場合は、研究期間全体の受入額)
【本応募研究課題】基盤研究(B)(一般) (H31~H33)	ヒトの歩行中における足底腱膜の3次元変形動態の解明	代表	6,700 (9,200) (千円)	50	(総額 20,000 千円)
			(千円)		
			(千円)		
			(千円)		
			(千円)		

(2) 受入予定の研究費

資金制度・研究費名(研究期間・配分機関等名)	研究課題名(研究代表者氏名)	役割	平成31年度の研究経費(期間全体の額)	エフオ-ト(%)	研究内容の相違点及び他の研究費に加えて本応募研究課題に応募する理由(科研費の研究代表者の場合は、研究期間全体の受入額)
			(千円)		
			(千円)		
			(千円)		
			(千円)		
			(千円)		
(3) その他の活動				50	
合 計				100 (%)	