

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月7日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2009～2011

課題番号：21650155

研究課題名（和文）日本古来の芸能の技法を西洋自然科学によって究明する

研究課題名（英文）A biomechanical study on motion in Japanese traditional art

研究代表者

深代 千之（FUKASHIRO SENSHI）

東京大学・大学院総合文化研究科・教授

研究者番号：50181235

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、日本古来の伝統芸能：狂言における「はこび」歩行と立ち上がり動作について検討することであった。演者3名の狂言歩行と立ち上がり動作のそれぞれ3試行に対して、モーションキャプチャシステムによって3次元動作解析した。狂言歩行の関節トルクは、股・足関節がほぼ同じパターンで、膝関節は大きな伸展トルクが定常的に発揮されていた。また、立ち上がり動作では、後ろ脚の膝関節伸展トルクが大きく発揮されていた。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to investigate the kinetic features of sliding walk and standing motion in Kyogen. Three male Kyogen actors participated in the experiment. Each actor performed the sliding walk and standing motion three times respectively. To obtain the kinematics and kinetics, a three-dimensional optical motion capture system and two force platforms were used. In the sliding walk and the standing motion, the actor generated large knee extension torque.

交付決定額

（金額単位：円）

|        | 直接経費      | 間接経費    | 合計        |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2009年度 | 1,300,000 | 0       | 1,300,000 |
| 2010年度 | 900,000   | 0       | 900,000   |
| 2011年度 | 900,000   | 270,000 | 1,170,000 |
| 年度     |           |         |           |
| 年度     |           |         |           |
| 総計     | 3,100,000 | 0       | 3,370,000 |

研究代表者の専門分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・身体教育学

キーワード：舞踊、動作解析、関節トルク、3D保存

## 1. 研究開始当初の背景

日本古来の芸能の技法つまり無形文化遺産を、動作構築という観点から客観的に保存したいということから本研究に着手した。本研究で対象にした動作は、次の2つであった。

一つは、狂言における「はこび」と呼ばれる歩行で、その動作は腰を落として膝を曲げ、重心の上下動をできるだけ少なくする動作であり、もう一つは、演者の立ち上がり動作であった。

## 2. 研究の目的

本研究は、日本古来の伝統芸能である狂言の動作を対象として、モーションキャプチャシステムを用いてデジタルアーカイブ化を行い、そのデータを基に、演舞者本人の関節トルクなどを推定して、動作構築のスキルを客観的に明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

対象者は、狂言の山本東次郎家で典型的な狂言歩行が可能な3名の演者であった(年齢:29~49歳、身長:1.69~1.70m、体重:71.9~85.3kg、修業経験:23~26年)。動作は8mの実験歩行路において、通常歩行と狂言歩行、そして立ち上がり動作を、それぞれ3試行ずつ行った。その動作を、7台の赤外線カメラを用いたモーションキャプチャとフォースプレートシステムによって、3次元動作解析した。

(a)



(b)



図1. (a)狂言歩行と(b)スティックピクチャ

## 4. 研究成果

狂言歩行(0.37m/s)は、通常歩行(0.99m/s)の1/3程度の移動速度をもつ。重心高は通常歩行が平均0.91mの高さでサイクリックに上下しているのに対し、狂言歩行は平均0.89mで上下動がない。また、床反力は、通常歩行が上下方向で2相性(前後方向がマイナスとプラスの成分)をもつものに対して、狂言歩行は上下方向が1相性(ほぼ体重790N)でキック後も足を床にすらせて、下方方向に平均65N、また前方向に平均24Nの力で床面を押していた。狂言歩行の関節角度は、特に膝関節が着地期を通じて、一定の角度で保たれていた。狂言歩行の関節モーメントは、股・足関節がほぼ同じパターンで、膝関節は大きな関節モーメントが定常的に発揮されていた。しかし、膝関節は機械的の仕事が発揮されないために、身体を移動させるということには貢献しない。以上、狂言歩行:はこび動作の客観的な特徴が得られた。

次に、この狂言歩行のバイオメカニカルな個人差について検討した。歩行中の支持局面における垂直床反力は3演者ともに体重程度であるが、プッシュ局面の前後方向床反力は平均53Nで個人差がみられた(27, 62, 71N)。下肢3関節トルクについては、股・膝関節については個人差が大きく、一方足関節については同一の発揮パターンを示した。下肢3関節の仕事は、股・膝・足関節それぞれ、平均で19.7・-10.6・0.6Jであった。はこび歩行の特徴である「すり足」によって消失した摩擦エネルギーは14.0Jと計算され、これは主に股関節の仕事によって遂行されていると考えられた。

以下の図2~5は、3演者それぞれの狂言歩行の運動学的・運動力学的変数の経時変化を示す。

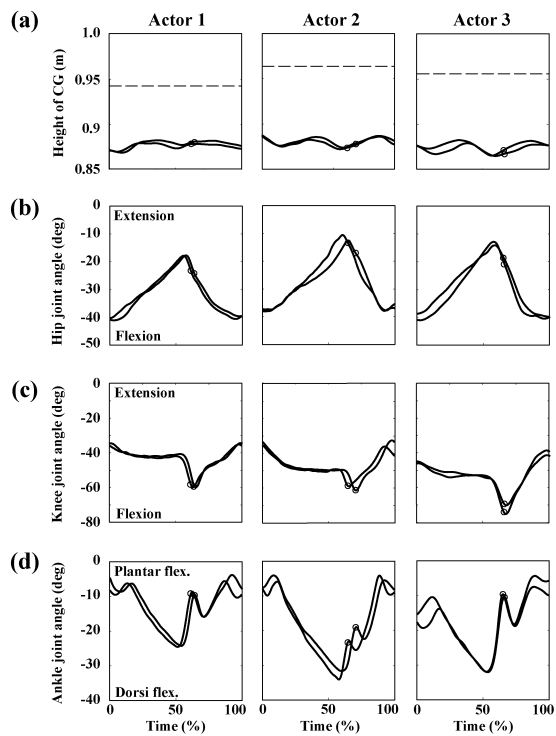


図 2. (a)重心高、(b)股関節角度、(c)膝関節角度、(d)足関節角度

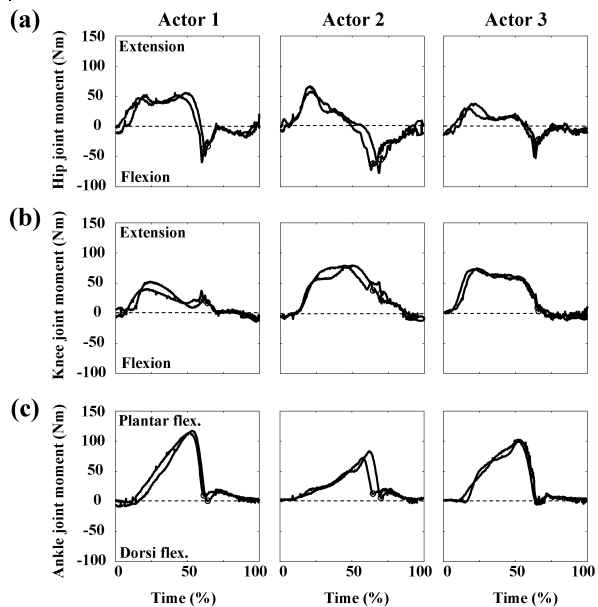


図 4. (a)股関節トルク、(b)膝関節トルク、(c)足関節トルク

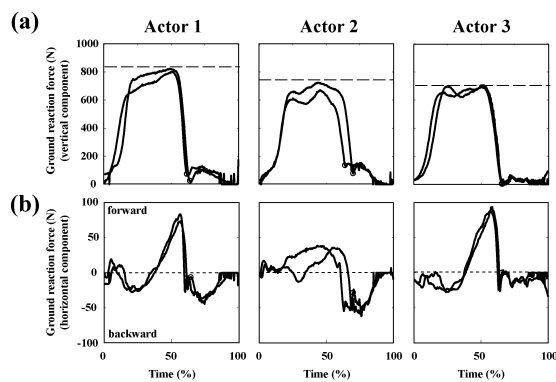


図 3. (a)垂直床反力(横の点線は体重)、(b)水平床反力

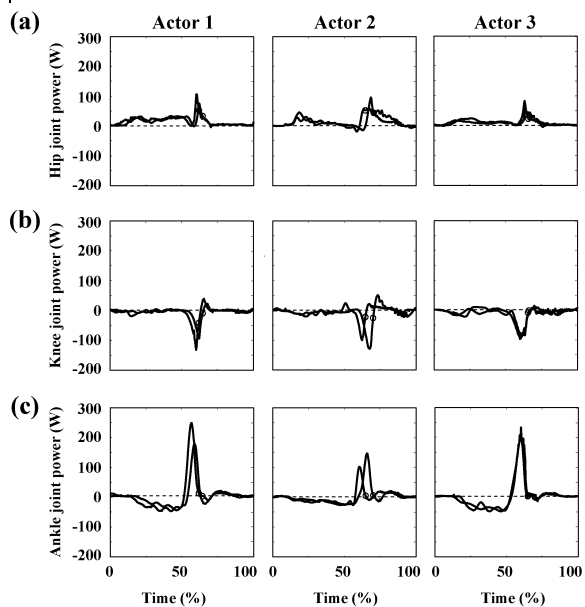


図 5. (a)股関節パワー、(b)膝関節パワー、(c)足関節パワー

また、狂言において、片膝をついた低姿勢からの立ち上がりは、すり足歩行の「はこび」と同様に、重要な動作として位置づけられている。この立ち上がり動作について、3次元解析を行い、そのバイオメカニカルな特徴を明らかにした。動作は、右膝が床面に接地した状態から開始して、素早く立ち上がり、その後右足を左足と揃う位置まで引き付ける、というものであった。動作は、それぞれ3試行ずつ行った。

その結果、下肢3関節：股・膝・足関節の中で、膝関節トルクが他の股・足関節に対して大きく発揮されていた。この大きく貢献する膝関節トルクには左右差があり、右膝関節が大きくトルク発揮されていた。すなわち、狂言における右膝を床面につけた低姿勢からの立ち上がり動作においては、後ろ脚である右脚の、大きな膝関節トルク発揮によってなされているということが明らかとなった。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

Yoshioka S, Nagano A, Hay DC, Fukashiro S. Biomechanical analysis of the relation between movement time and joint moment development during a sit-to-stand task. Biomed Eng Online. 2009 Oct 22;8:27.

Yoshioka S, Nagano A, Hay DC, Fukashiro S. The effect of bilateral asymmetry of muscle strength on jumping height of the countermovement jump: A computer simulation study. J. Sports Sci., 28(2): 209-218, 2010.

Yoshioka S, Nagano A, Hay DC, Fukashiro S. The minimum required muscle force for a sit-to-stand task. Journal of Biomechanics, Vol.45:pp.699-705, 2012.2

Yoshioka,S., Ueda, K., Morita, Y., Morita,T. Fukashiro, S.: Kinetic features of sliding walk in Kyogen. Journal of Trainology 2012;1:10-13

[学会発表] (計0件)

[図書] (計1件)

深代千之：<知的>スポーツのすすめ。東京大学出版会 2012.

[産業財産権]  
○出願状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

<http://idaten.c.u-tokyo.ac.jp/~fukashiro/index.html>

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

深代 千之 (FUKASHIRO SENSHI)  
東京大学・大学院総合文化研究科・教授  
研究者番号：50181235

(2) 研究分担者

( )

研究者番号：

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：