

視線と重心動揺の関連性に関する研究

A study of the relationship between eye gaze and center-of-gravity sway

学生氏名：櫻井廉¹⁾，佐藤日飛¹⁾
指導教員 齊藤亜由子¹⁾，研究協力者 木澤悟²⁾

- 1) 工学院大学 先進工学部 機械理工学科
- 2) 秋田工業高等専門学校 創造システム工学科 機械系

本研究では立ち上がり動作における視線と重心動揺の関連性を解明するために、立ち上がり動作における視線およびCOP（圧力中心）の計測を行った。解析結果より、しゃがみ姿勢においては静止立位時のCOPと近い位置のCOPを保つことができる視点を注視することが望ましいと考えられる。

キーワード：Balance, COP, Force, Gaze, Rising up

1. 緒言

人間は、視覚や前庭感覚、固有受容覚などからの知覚情報を統合処理することで動作を決定している。特に視覚は外的環境情報を入手するために重要であり、視覚から得られる外的環境情報が身体運動の制御に影響を与えている。竹内弥彦らの研究¹⁾においては、身体に生じる加速度から得られるZCP数を指標とし、高齢者の動的バランス評価を行い、ステップ動作における静止立位期と片脚立位期におけるZCP数が高齢群・若年群共にバランス評価の指標として有用であることを示している。しかし、身体のバランス制御のために重要な外的環境情報を入手する視線と、身体運動の関係について明らかにされた例は多くはない。視覚から得られる外的環境情報によって人がどのように身体のバランスを維持させるのか解明することができれば、日常動作における転倒防止に有用である。

そこで本研究では立ち上がり動作における視線と重心動揺の関連性を解明するための第一歩として、立ち上がり動作における視線およびCOP（圧力中心）の計測を行う。さらに、視線位置がバランス維持に与える影響について解析する。

2. 実験

被験者は健常成人男性（身長 1.68 m，体重 53.0

kg）である。しゃがみスタートから直立静止立位までの床反力と視線を計測するため、視線計測システム（EMR-9；nac Image Technology Co., Ltd.）と6軸力センサ（FFS080F102M101U6IO；株式会社レプトリノ）による計測を行う。被験者の視線位置は、視野平面（X-Z平面）におけるピクセル座標として得る。本実験において使用した視線計測システムの視野平面ピクセル座標は、被験者から見た水平方向をX軸、垂直方向をZ軸としており、平面中心は(0, 0)、X座標の範囲は-319~319、Z座標の範囲は-239~239としている。被験者は6軸力センサ上に固定したプレート（120mm×120mm×10mm）の上に乗せ、しゃがみ姿勢を初期姿勢として立ち上がり動作を行う。プレート上の座標系と足部の接地位置を図1に示す。

立ち上がりの操作中の視線は一点に固定するものとし、視線の固定位置は、図2に示す5条件とする。図2におけるCは被験者の静止立位における自然な注視点である。Cを基準とし、Aは基準から上に30°、Bは基準から下に30°、Dは基準から右に30cm、Eは基準から左に30cmとした。

3. 圧力中心（COP）

プレート上の座標系XY面におけるCOPは式(1)、(2)を用いて算出する。

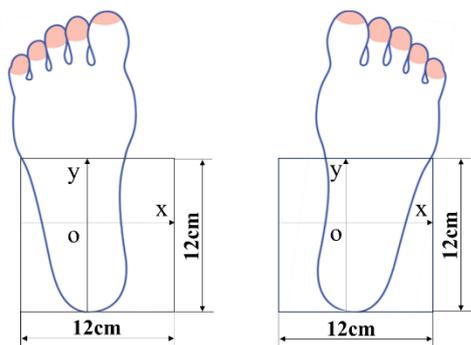


Fig.1 Coordinates of the measurement plate

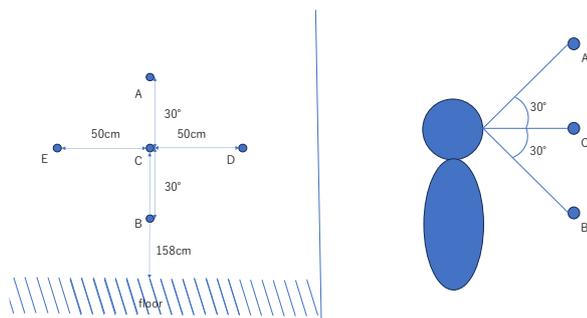


Fig.2 Conditions for gaze position

$$a_x = \frac{F_x \cdot a_z - M_y}{F_z} \quad (1)$$

$$a_y = \frac{F_y \cdot a_z + M_x}{F_z} \quad (2)$$

ここで、 a_x, a_y はそれぞれプレーと座標系における COP 座標の X 成分, Y 成分であり、 a_z は 6 軸力センサ中心からプレートまでの位置ベクトル、 F, M はそれぞれ 6 軸力センサにて計測した 3 軸方向の力と 3 軸周りのモーメントである。

4. 結果

式(1), (2)より得られた COP の結果の一例として、視線条件 A~C の結果を図 3 に示す。また、立ち上がり開始から静止立位までの時間区間における COP の累積変位を表 1 に示す。

表 1 より、累積変位が左右足共に最も小さい結果は条件 A、最も大きい結果は条件 B であった。

下方向を注視する条件 B は立ち上がり開始時の COP が他二条件よりも Y 軸正方向にあり、しゃがみ姿勢において下方向を注視しているために前方へ重心が傾いていたことが考えられる。一方で条件 B における静止立位時の COP は左足の X 方向を除いて他二条件と大きく変わらないことから、

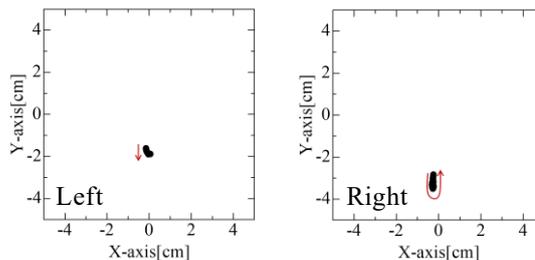


Fig.3 Results for COP of condition A

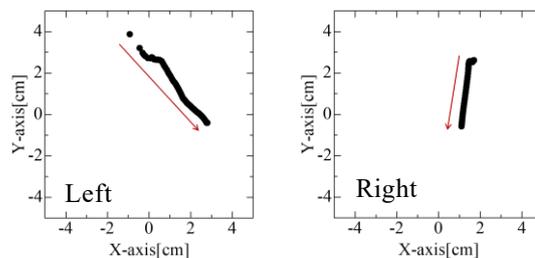


Fig.4 Results for COP of condition B

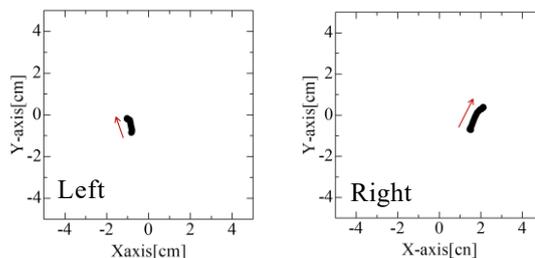


Fig.5 Results for COP of condition C

Table1 Cumulative displacement of COP

Condition	Accumulated displacement[mm]			
	Left		Right	
	X-axis	Y-axis	X-axis	Y-axis
A	0.3	0.2	1.0	0.2
B	14.0	8.8	3.4	0.6
C	0.7	0.3	1.2	0.7

視線位置に関係なく静止立位到達後の COP は一定範囲に収まることが考えられる。そのため、COP の変化を小さく抑えてバランスの良い立ち上がり動作を行うためには、しゃがみ姿勢において静止立位の COP と近い位置の COP が得られる視線位置が望ましいと考えられる。

参考文献

1)竹内弥彦, 下村義弘, 岩永光一, 勝浦哲夫, 小型三軸加速度計による高齢者の動的バランス評価の有用性, 理学療法科学(2007)Vol.22, No.4,pp.461-465