

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：24405

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K20075

研究課題名（和文）重心制御に着目した育発達期における調整力を定量化する試み

研究課題名（英文）An attempt to quantify coordination during the period of nurturing and development focusing on center-of-gravity control.

研究代表者

川端 悠（Kawabata, Haruka）

大阪公立大学・国際基幹教育機構 ・准教授

研究者番号：20713390

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：育発達期の子どもの調整力を定量化するため、本研究では重心調整力評価ソフトを開発した。このプログラムは静止立位から足の位置を変更せずに、足圧中心(COP)の最大移動量を計測するLOS (Limit Of Stability)テスト、画面上を移動する目標視標に対し、COPを追従させた際の目標視標との誤差を計測する追従動作テスト、そして静止した目標視標にCOPを移動させ、目標視標上にCOPを1秒以上滞留するまでの時間を計測する反応動作テストが行える。このソフトは個人のLOSに着目し、評価することが特徴である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで実施されてきた、追従動作テスト（画面上を移動する目標視標に対し、COPを追従させた際の目標視標との誤差総和を計測できる）は目標視標の移動距離は、一般的に実施可能な範囲内であった。しかし、個人の最大COP移動距離に個人差があるため、標準化された測定方法が必要であった。本研究で開発されたソフトウェアは個人の最大COP移動距離能力を反映した上で、追従動作テストが実施できるため、標準化された測定値の個人間比較が可能となった。

研究成果の概要（英文）：In this study, center-of-gravity coordination evaluation software was developed to quantify the coordination ability of children during their developmental period. This program consists of a Limit Of Stability (LOS) test to measure the maximum amount of movement of the center of foot pressure (COP) from a stationary standing position without changing the foot position, a follow-up movement test to measure the error of the COP when following a moving target optotype on the screen, and a reaction movement test to measure the time to move the COP to a stationary target optotype and to make the COP stay on the target optotype for more than 1 second. A reaction motion test can be performed by moving the COP to a stationary target optotype and measuring the time it takes for the COP to remain on the target optotype for at least one second. This software is unique in that it focuses on and evaluates an individual's LOS.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：重心制御 姿勢 育発達

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

調整力を定量化し評価方法を確立することはトレーニングやリハビリの分野を含め、多角的に関心を持たれている。上述の「視標追従テスト」に性差がないこと(Kawabata et al.,2012^a)、試行間信頼性があること(Kawabata et al.,2012^b)、バランステストと中程度の相関があること(Kawabata et al.,2013^a;Kawabata et al.,2013^b)、そして下肢に左右差が認められない(川端と久保田,2014)等について報告してきた。また、学会発表では転倒リスクの高い高齢者は前後方向の重心移動が左右方向よりも困難である(川端,2017)、視標追従テストに加齢変化が認められること(川端,2017)を報告してきた。

2. 研究の目的

適切な重心制御は日常生活動作やスポーツにおいて不可欠であり、重心が支持基底面から逸脱し立位姿勢を保持できない場合は“転倒”につながる。ヒトは進化の過程で二足歩行を選択し、左右の下肢が地面反力を受け止め立位姿勢を保持している。適切な重心制御を行うためには筋力、バランス能力、敏捷性等が統合され発揮するための調整力(Coordination)が必要である。近年ではアスリートに限らず子どもに対して調整力を高める運動やトレーニングに注目が集まっている(本研究において調整力は効率的に運動すなわち重心移動を行うために必要な複合能力と定義する)。本研究の目的は、足圧中心(Center of Pressure: COP)を用いた「視標追従テスト」で発育発達段階(4~12歳)における子どもの重心制御の正確性を検討するための機器開発と基礎資料の作成であった。

3. 研究の方法

本研究において最も重要である測定機器の開発を開発するため、竹井機器工業株式会社とソフトウェアの開発を進めた。子どもの調整力に関する基礎データは幼児および学童を対象に調査した。

4. 研究成果

開発したソフトウェアは、WindowsPCで動作し、重心動揺計、被験者用モニターから構成され、ノートPCと重心動揺計はUSBで接続される(写真1参照)。重心動揺計の稼働には電源が必要なためACアダプタが接続されている。開発したソフトウェアで実施できるテストの詳細は下記に示す。

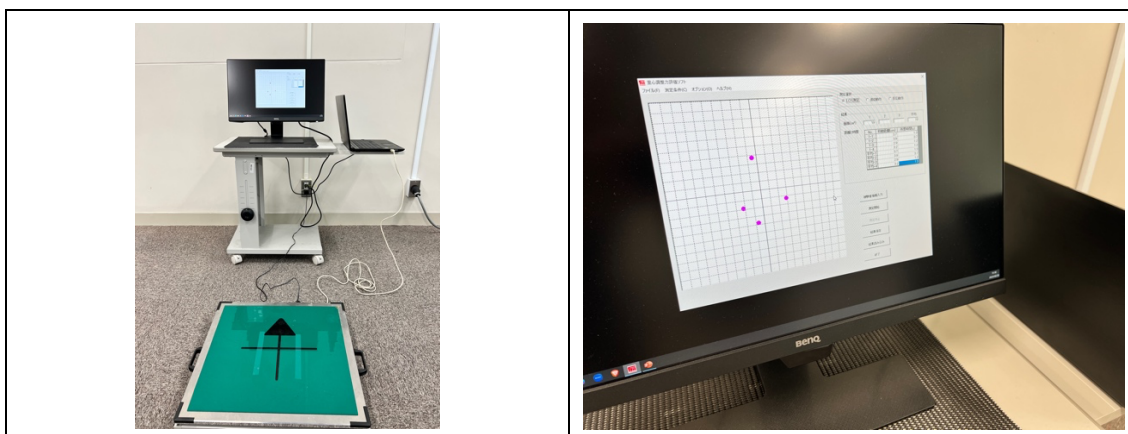


写真1 機器構成(左)と測定時の画面(右)

① LOS(Limit Of Stability)テスト

静止立位から足の位置を変更せずに、前後左右と斜め方向を加えた8方向への移動指示のプログラムが組み込まれており、各方向への足圧中心(COP)の最大移動距離を計測できる。

移動距離の計測の際、基準となる原点は各被験者の安静立位時の COP 位置となるよう設定された。例えば、Y 軸方向（前後方向）に対する移動距離を測定する際、被験者は原点から前方に COP を移動した後、後方へ COP を移動させ、原点に戻る動作を行う。この際の移動距離は $L1+L2$ となる（図1参照）。

また、測定終了後は最大移動地点が表示されるため COP 移動の個人特性が視覚的に被験者へ即時フィードバックされる（写真2参照）。

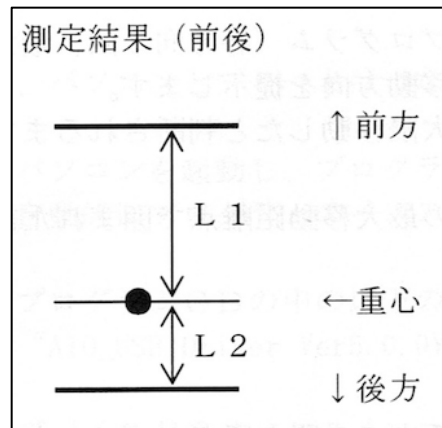


図1 X 軸上の COP を移動量の説明

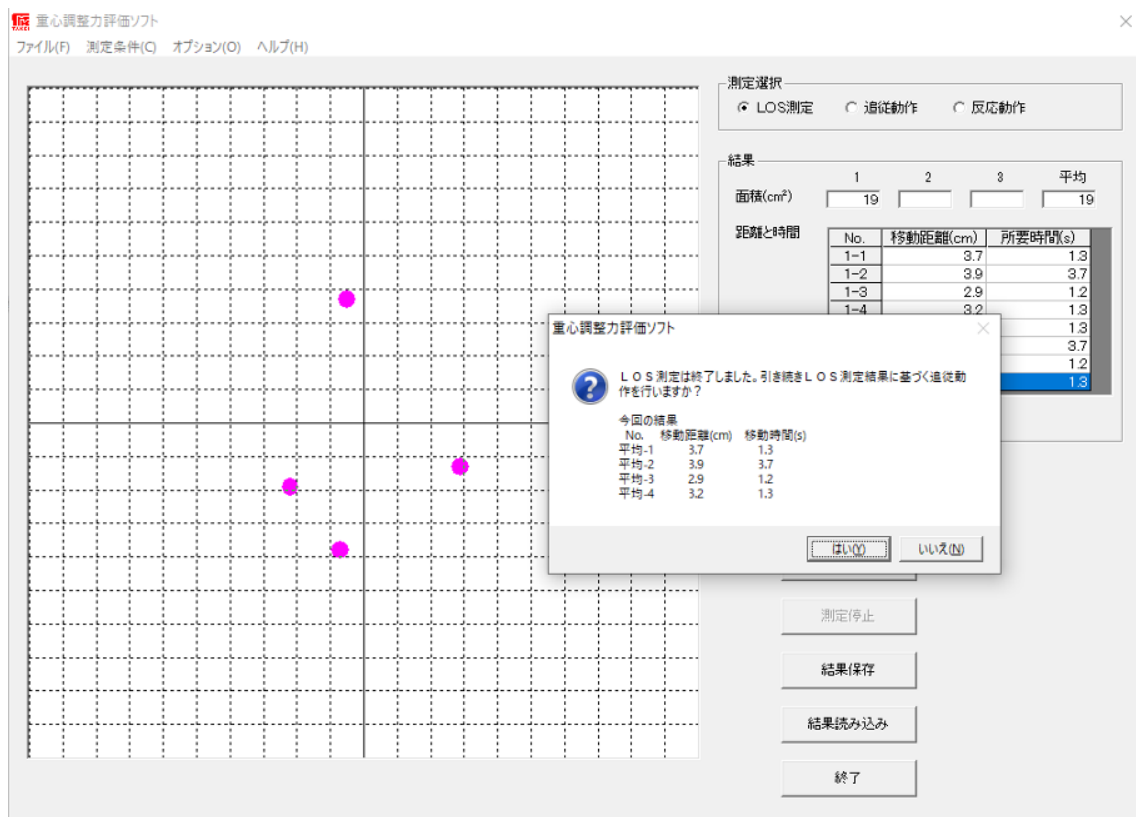


写真2 LOS測定画面

②追従動作テスト

画面上を移動する目標視標に対し、COP を追従させた際の目標視標との誤差総和を計測できる。目標視標は前後方向、左右方向、回転の3つの中から選択が可能である。目標視標が前後方向、左右方向に移動する場合は設定された正弦波形もしくは三角波形に従って移動し、回転の場合は設定された半径、周期に従って移動する。

写真3は追従動作テストの測定画面である。赤い指標が目標指標であり、青の指標が被験者の COP 位置を示す指標である。赤と青の指標が重なることで緑色に変化するため、被験者は緑色の面積が最大になるように COP を目標指標へ追従させる。

図2および3は幼児を対象とした LOS テストの予備実験結果である。各群の最大値と最小値の差は年長児で約 12cm、年中児で約 10cm と結果からは個人差が大きいことが示

された。このことから追従テストの目標視標の移動量は前述の LOS テストの結果から、個人の能力に合わせて変更する仕様とした（写真 3 参照）。

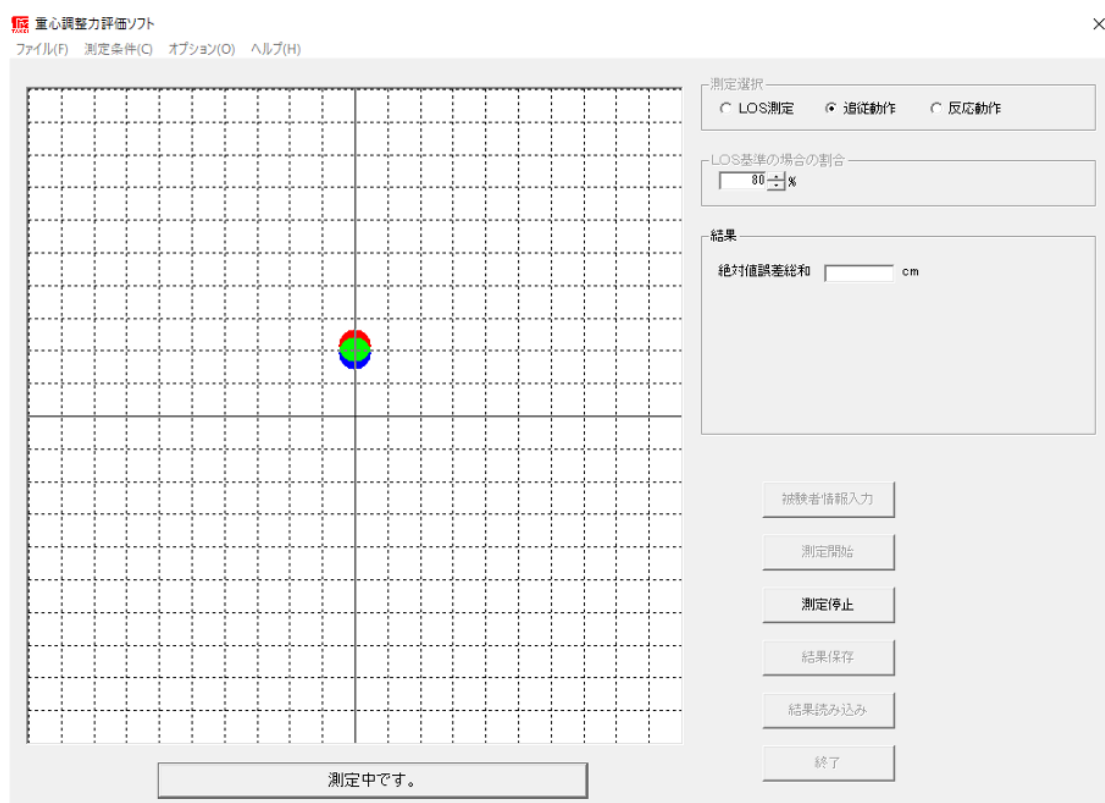


写真 3 追従動作テスト測定画面

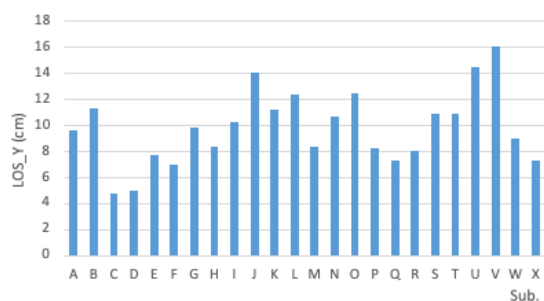


図 2 年長児の最大 COP 移動量 (前後方向)

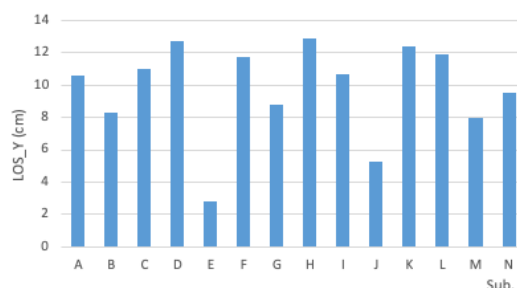


図 3 年中児の最大 COP 移動量 (前後方向)

③反応動作テスト

静止した目標視標に COP を移動させるまでの時間および、目標視標上に COP を 1 秒以上滞留するまでの時間を計測できる。前日の追従動作テストは連続的に移動する目標視標に COP を追従させるが、このテストは移動先で COP を留めさせる能力も評価可能である。目標視標の提示指示は、最大で 10 箇所プログラム可能である（写真 4 参照）。

測定選択
 LOS測定 追従動作 反応動作

結果
所要総時間 6.9 s
所要時間

No.	時間(s)
1	4.6
2	2.3

被験者情報入力
測定開始
測定停止
結果保存
結果読み込み
終了

測定中です。

写真 4 反応動作テスト測定画面

以上、本研究はコロナ禍であったため、基礎資料作成に十分なデータが蓄積できなかった。しかしながら、ソフトウェア開発に十分な助成金を充てていただけたため、想定していたソフトウェアが開発された。研究期間終了後も本研究を継続し、未達であった基礎資料の作成に努め、科研費の有効活用に励む所存である。

さいごになりますが、本研究課題を採択いただき、誠にありがとうございました。心より御礼申し上げます。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 川端 悠	4. 巻 21
2. 論文標題 足底部機械受容器への刺激が随意的姿勢制御能力に及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 体育測定評価研究	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Haruka Kawabata, Takaaki Miyake, Izumi Yoshii, Yutaro Kudo	4. 巻 9
2. 論文標題 Lower Limb Differences and the Center of Pressure Control Test with Visual Feedback for Junior Soccer Players	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 American Journal of Sports Science	6. 最初と最後の頁 27-31
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 川端悠、佐藤翔太、安田真人、中村真祥、柴田洋平
2. 発表標題 キネシオテーピングが安静立位時のCOP動揺量にもたらす効果 - 成人男性における事例報告 -
3. 学会等名 日本体育測定評価学会第21回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川端悠
2. 発表標題 足底部機械受容器への刺激が随意的姿勢制御能力に及ぼす影響
3. 学会等名 日本体育測定評価学会第20回記念大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川端 悠
2. 発表標題 低強度のダイナミックストレッチングがCOPによる随意的移動測定値に及ぼす影響
3. 学会等名 日本体育学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------