

ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2016 in Yokohama

桑 原 滉 平

Kouhei KUWAHARA

機械システム工学専攻修士課程 1 年

1. はじめに

私は、2016 年 6 月 8～11 日にかけて、神奈川県のパシフィコ横浜にて行われた「ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016 in Yokohama」に参加した。10 日のポスター講演にて「リハビリテーションロボティクス・メカトロニクス (2)」のセッションで「身体バランス制御能力評価訓練デバイスにおけるステップ高さの訓練効果への影響」について研究発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景・目的

ヒトが日々快適な生活を送るための重要な能力として、身体バランス制御能力が存在し、それらは「静的」・「動的」の 2 つに分類することができる。特に、動的な身体バランス制御能力は、用いる身体機能が多く、複雑であるため、有効な評価・訓練方法が確立されていない。そこで我々は、この能力を評価・訓練するデバイスの開発を目指している。本稿では、過去に我々が製作してきた「身体バランス制御能力評価訓練デバイス」のステップ高さが異なることに着目し、ステップ高さが訓練効果に影響を与えたと考え、その影響の評価、検討を行った。

2.2 身体バランス制御能力評価訓練コンセプト

車輪型倒立振り子の制御を応用した平行 2 輪ビークルにおいて、ビークルのみでは水平状態を保てない程度の比例制御を施す。その状態で、「ビークルを乗りこなす」というタスクを課し、ヒトが乗車した場合を想定する。この時、乗車者は転倒しないようにバランスをとり、水平状態を維持しようとする。訓練初期の場合、人の動作は外乱としてビーク

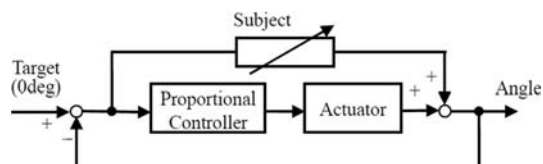


Fig. 1 Interaction between Vehicle and Subject

ルの制御に作用するため、水平状態を保ちつつ持続して乗車することができない。しかし、繰り返し乗車訓練を行うことで、ヒトは「バランス保持に必要な制御能力」を学習し獲得していく。ビークル制御部の不完全さをヒトが補償し、この補償を獲得することが、ヒトのバランス制御能力の向上につながるのではないかと考えられる (図 1)。

2.3 身体バランス制御能力評価訓練デバイス

平行 2 輪ビークルを応用して製作した「身体バランス制御能力評価訓練デバイス」を用いることで、この能力の評価・訓練が可能であると考えられる。本研究で使用したデバイスの仕様と概形を表 1 と図 2 に記す。

このデバイスは、車輪 1 つに対しアクチュエーター 1 つを取り付けた車輪モジュール 2 つを平行に接続した平行 2 輪ビークルであり、乗車ステップに圧力中心測定デバイスを内蔵した構造となっている。

2.4 高さ調節用ステップ

本研究では、ステップ高さを調節するために新たに調節用のステップを設計、製作した (図 3, 4)。

しかし、これらを用いるとステップ高さ以外のパラメータも変化してしまう。本研究ではステップ高さの変化のみによる影響を評価、検討することが目的である。したがって、各高さにおいてステップ高さ以外のパラメータ

Table 1 Spec of Device

Maximum Width	620 mm
Maximum Height	1650 mm
Width of Step	360 mm × 360 mm
Height of Step	250 mm
Diameter of Tire	220 mm
Total Mass	18 kg



Fig. 2 Device

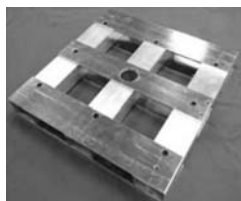


Fig. 3 Adjustment Step (50 mm)

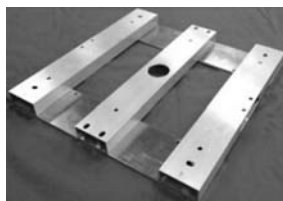


Fig. 4 Adjustment Step (25 mm)

を一致させ、影響を小さくする必要がある。そこで、実験を行うにあたり総重量と回転軸周りの慣性モーメントを補正することとした。総重量の補正には把持棒に取り付けられるように加工した重りを使用し、慣性モーメントはこの重りの取り付け位置（高さ）を調整することで補正し実験を行った。これらのパラメータは本研究内で重量が最も大きくなるステップ高さを 50 mm 上昇させた場合の数値に近づけることとした。

2.5 ステップ高さを変更した訓練実験

2.5.1 実験方法

ステップ高さをデバイスの元々の高さである基準高さ、+25 mm 上昇、+50 mm 上昇させた計 3 種類のステップ高さで実験を行った。被験者は初めに基準高さで訓練（訓練 1）を行った後に+25 mm 又は+50 mm 上昇させた状態での訓練（訓練 2）を行った。この時、基準高さの訓練後に+50 mm 上昇の訓練を行うグループ 1、+25 mm 上昇の訓練を行うグループ 2 の 2 つのグループで実験を行った。訓練課題は「60 秒間デバイスに乗り続ける」とし、この課題を 2 回連続達成した時点で、訓練完了と判断した。各種訓練ごとに両足がデバイスに乗っている時間（乗車時間）と訓練達成までに要した乗車回数、圧力中心測定デバイスを用い圧力中心のデータを測定した。また、各種訓練の前には閉眼片足立ちの測定を行い、訓練 2 完了後に再び基準高さの乗車時間と圧力中心のデータの測定（評価）を行った。被験者は各訓練パターン 3 名ずつの計 6 名で実施した。

2.5.2 実験結果

各被験者の訓練 1, 2 の乗車回数を図 5 に記す。

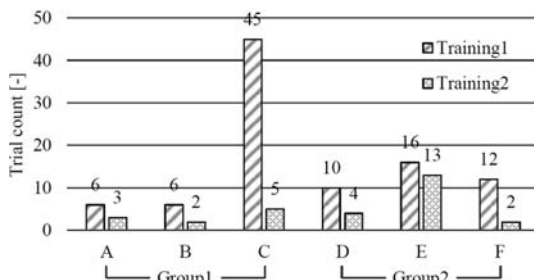


Fig. 5 Trial Count of Each Testee

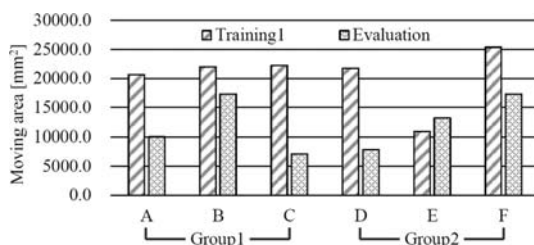


Fig. 6 Moving Area

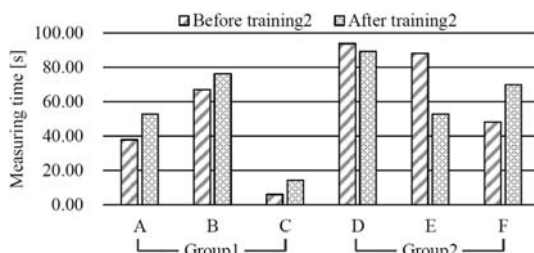


Fig. 7 Time of One-Legged Standing with Eyes Closed

各被験者の訓練 1 と評価時の圧力中心座標の移動範囲面積を図 6 に記す。この時、グループ 1 では 47%、グループ 2 では 25% の減少が見られた。

訓練 2 の前後に行った各被験者の閉眼片足立ちの結果を図 7 に記す。この時、グループ 1 では 65.9%、グループ 2 では 0.1% の向上が見られた。

得られた結果より、ステップ高さを上昇させた訓練はその上昇量が多いほど訓練効果も高くなる傾向にあることが示唆された。

3. おわりに

講演会に参加することで他大学または企業の研究や自らの研究に対する様々な知見を得ることができ、貴重な体験をすることができた。