

ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2017

栗原 滉平

Kouhei KUWAHARA

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は、2017年5月10～12日にかけて、福島県のビックパレットふくしまにて行われた「ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017」に参加した。12日のポスター講演にて「身体バランス制御能力評価・訓練デバイスにおける回転運動の訓練効果」について研究発表を行った。

2. 研究内容

2.1 緒言

従来のバランス制御能力の評価方法では全身のかつ動的なバランス制御能力の評価は難しい。我々は、バランス制御が十分でない機器を用いて乗車訓練させた際、ヒトが制御の不完全さを補うようになり、最終的に動的バランス制御能力を学習的に獲得できることを見出した。この学習の過程を調べることで動的な能力の評価が可能であると考え、我々はその能力を評価・訓練できる機器の研究、開発を行っている。

本研究では、新たな訓練方法として回転運動を提案し、汎化性について従来の訓練方法との比較検討を行った。また、足圧の計測を行いそれぞれの訓練方法の特徴を調査した。

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るために重心移動を行い、水平状

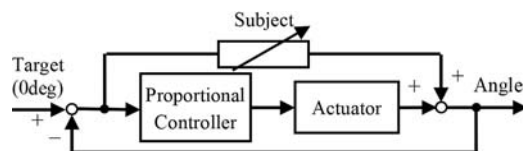


Fig. 1 Interaction between Vehicle and Subject

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

態を維持しようとする。乗車経験が乏しい訓練初期の場合、人の動作は外乱としてビーク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」を学習的に獲得し、ビークル制御部の不完全さをヒトが補償するようになる。この時、ヒトの動作はフィードフォワードとして働くため、ビークルへの外乱を抑え水平状態を保つことができる。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。本研究で利用したデバイスの仕様と概形を表1と図2に示す。

このデバイスは、車輪1つに対しアクチュエータ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輪ビークルである。また、車軸部分とステップ部分を分離することができ、車軸の向きを変更することで進行方向を身体の前方向に対し0, 45, 90 degに変更することができる。

2.4 回転運動に基づく訓練方法

本研究では、デバイスの車軸方向を 90 deg に設定し、デバイスの傾きに対して前輪が同じ方向、後輪が逆方向に回転するよう出力することで回転運動させた。このとき、前輪と後輪のアクチュエータに入力する電圧比が同じ場合、被験者が乗車できず訓練が困難であると判断したため、前輪：後輪＝4：1 となるよう電圧比を変更し挙動の調整を行った。

2.5 汎化性検証実験

2.5.1 実験方法

実験では、新たに提案した訓練方法である回転運動と従来の訓練方法である 0, 90 deg の計 3 種類の訓練方法を用いた。これらの汎化性を調査するため、被験者を表 2 のようなグループに分けそれぞれ異なる手順で実験を行った。

各訓練の訓練課題は「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した。また、各訓練完了後に圧力センサを用い足圧の測定を行い、各訓練の前後には閉眼片足立ち、TUGT の測定を行った。なお、足圧は片足につき前足部内側、中側、外側、中足部内側、外側、踵部の 6 か所、両足で計 12 か所について測定を行った。被験者は各グループ 3 人の計 12 人で実施した。

Table 2 Subject grouping

	1st Training	2nd Training
Group A	Rotational	Front-back
Group B	Front-back	Rotational
Group C	Rotational	Left-right
Group D	Left-right	Rotational

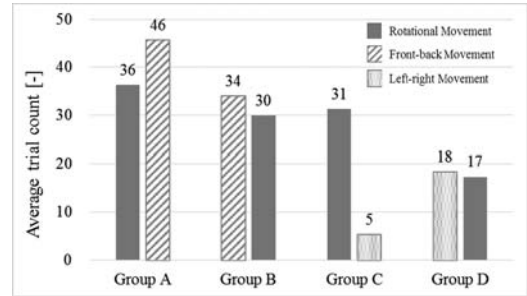


Fig. 3 Average Trial Count of Each Group

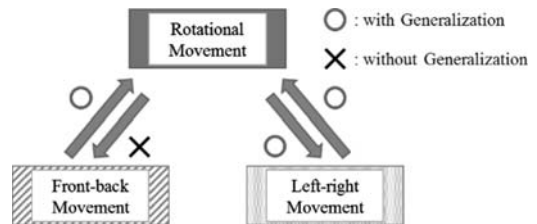


Fig. 4 Generalization Characteristics

2.5.2 実験結果

初めに各グループの平均乗車回数を図 3 に示す。

このとき、例えば「グループ B の回転運動の平均訓練回数＜グループ A の回転運動の平均訓練回数」となった場合、前後運動の訓練が回転運動の訓練に応用できたと考えられ、前後運動は回転運動に対して「汎化性あり」と判断できる。図 3 に示す結果をまとめると各訓練の汎化性は図 4 に示すような関係にあることが分かった。

3. おわりに

他大学の研究、企業の展示を通し様々な知見を得るとともに、自身の研究に対する様々な意見を頂くことができ今後の研究の参考になった。