

2019年度(令和元年度)中山人間科学振興財団

「研究助成」報告書

脳卒中患者の歩行中の転倒率減少をもたらす全身角運動量リハビリシステムの創成

大脇 大

東北大学 工学研究科

**研究の目的**

これまで研究代表者らのグループでは、脳卒中患者における歩行中の足底圧感覚を音としてフィードバックする装具を開発し[1]、長期的な臨床効果を検証した結果、歩行中の全身角運動量の減少をもたらすことで姿勢安定性が向上することを明らかにした[2, 3]. この成果に基づき本研究では、(1) 脳卒中患者の歩行リハビリ過程での全身角運動量の変容メカニズムを解明し、(2) 構築したモデルに基づく効果予測可能なモデルベースト全身角運動量リハビリシステムを構築し、臨床効果を実証することを目指し、研究を実施した.

**研究の方法**

脳卒中が原因である片麻痺を呈する患者 51 名をリクルートし、研究を実施した. 東北大学病院リハビリテーション科において、3 次元動作解析装置(モーションキャプチャシステム)および床反力計測装置を用いて、歩行中の運動学および動力学解析を行った. 計測は、東北大学病院倫理委員会の承認のもと、被験者に十分な説明を与え同意を得た上で行った.

計測した運動学データに基づき、全身 13 セグメントのヒト歩行モデルを構築し、各セグメントの並進成分、回転成分の角運動量を計算することで、前額面における歩行中の重心まわりの全身角運動量を計算した[3]. 得られた全身角運動量に対して、特異値分解法(Singular Value Decomposition)を用い、主成分分析(Principal Component Analysis)を行うことで、脳卒中患者の歩行中のバランス機能に寄与する成分の抽出を試みた.

さらに、得られた主成分に対して、51 名の患者における共通成分、個別性成分の抽出を試みた. さらに、得られた個別性成分に対して階層クラスタ解析を行うことで、患者に対して群分類することを試みた.

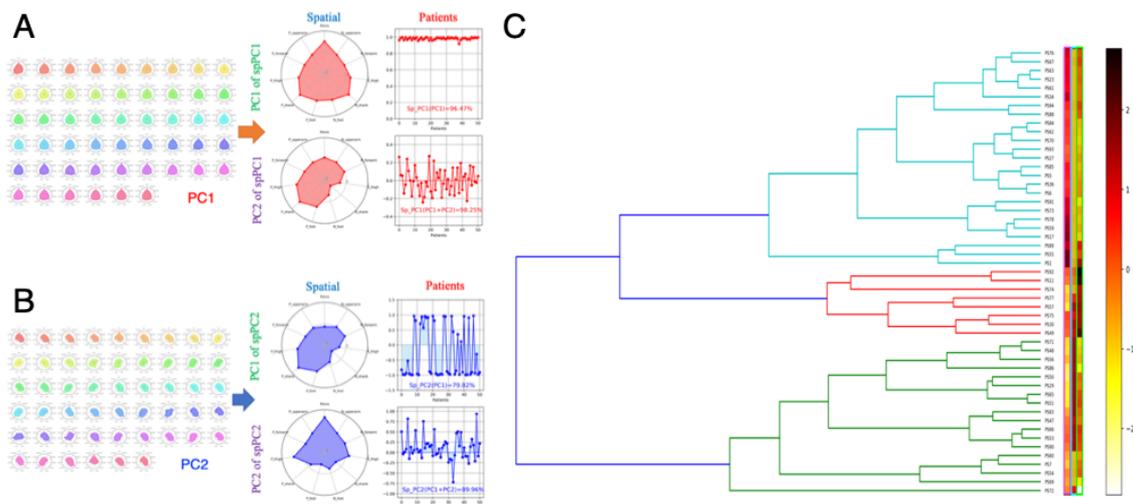


図: 患者 51 名における共通性(A)と個別性(B). C: 個別性に基づくクラスタ解析

## 研究の成果

主たる結果のポイントをまとめる:

1. 主成分分析の結果, 51 名の患者に対して, 2 つの主成分(PC1, PC2)のみで, 全身角運動量の  $95.3\% \pm 3.44$  を説明できることが明らかとなった.
2. 51 名の患者にわたる共通性, 個別性を抽出した結果, 全進学運動量が, PC1 成分における第一主成分がすべての患者に共通する成分 (さらに健常者の主成分に類似) と, 個別性を表現する PC1 の第 2 主成分, PC2 の第 1,2 主成分の 3 変数によって表現できることが確認された (図 A, B 右).
3. 個別性を表現する 3 変数 (PC1-PC2, PC2-PC1, PC2-PC2) を用いてクラスタ分析を行い, 3 群の患者群に分類可能であることが明らかになった.

## 今後の予定

上記の成果について, 本年度論文投稿を完了する. また, 今後は, 得られたクラスタ群に対して, 症例や歩行能力との相関関係を抽出することで, 機能的な歩行診断に発展することを予定している. さらに, 上記の結果に加えて, Azure Kinect[4]を用いたリアルタイム歩行計測システムの構築を完了している. 図の診断解析モデルに基づき, リアルタイム歩行診断を行うシステムとして, 実装, 臨床実験することを予定している.

## 文献

- [1] Dai Owaki, Yusuke Sekiguchi, Keita Honda, Akio Ishiguro, and Shin-ichi Izumi, "Short-Term Effect of Prosthesis Transforming Sensory Modalities on Walking in Stroke

Patients with Hemiparesis”, *Neural Plasticity*, doi: 10.1155/2016/6809879 (2016).

[2] Dai Owaki, “Long-term Effect of Auditory Biofeedback Prosthesis on Walking in Stroke Patients”, The 2nd International Symposium on Embodied-Brain Systems Science (EmboSS 2018), Osaka, Japan, (2018.12.7)

[3] D. Owaki, K. Honda, Y. Sekiguchi, and S. Izumi, “Principal Component Analysis for Whole Body Angular Momentum during Walking in Patients with Stroke”, The 1st IFAC Workshop on Robot Control (WROCO 2019).

[4] Azure Kinect (<https://azure.microsoft.com/ja-jp/services/kinect-dk/>)