

脳卒中患者の立位姿勢制御メカニズムの経時変化の評価

脳卒中は、主に動脈の破裂や閉塞により脳への血流が遮断され、酸素が不足することで発生する。脳卒中患者はしばしばバランス障害を持ち、転倒のリスクが高まる。これまで脳卒中患者の立位時のバランス能力に関する研究は行われてきたが、その制御メカニズムについての検討はなかった。

そこで我々は、これまでに開発してきた神経系コントローラモデルを用いて、脳卒中患者の立位姿勢における動揺の特徴を探った。脳卒中患者がしばしば見せる左右非対称な姿勢を表現できるような筋骨格モデルを、神経系コントローラモデルで制御する。制御パラメータは、モーションキャプチャで得た患者の動揺に関する特徴量を再現するよう、最適化を用いて調節された。また、調節された制御パラメータに対し、非負値行列因子分解による次元削減を行い、参加者間の制御パラメータの違いを比較した。

その結果、45種類の制御パラメータの次元は6次元に削減された。脳卒中患者と若年健常者を比較すると、6成分のうち2成分について有意な差が確認された。このことから、提案手法が、異なるグループ間の姿勢動揺特徴の違いを捉えることができることが示された。なおこれら2成分は各関節の伸展に関連するもの・腰部や足首の急激な伸展を押さえるものであり、これらを適切に組み合わせて使えるかどうかは患者と健常者の最も大きな差異である可能性がある。

今後は損傷部位や発症からの日数によって制御パラメータがどのように変化するかを調べ、効果的な機能回復のために重要な要素を特定することを狙う。また患者の転倒を防ぐためには、静止立位のみではなく、外から力を受けたときにどのように立位姿勢を維持できるかの両方を調べることが不可欠である。これまでにやってきた外乱印加時の姿勢シミュレーションと併せて、両条件での数理モデルを用いた解析を目指す。

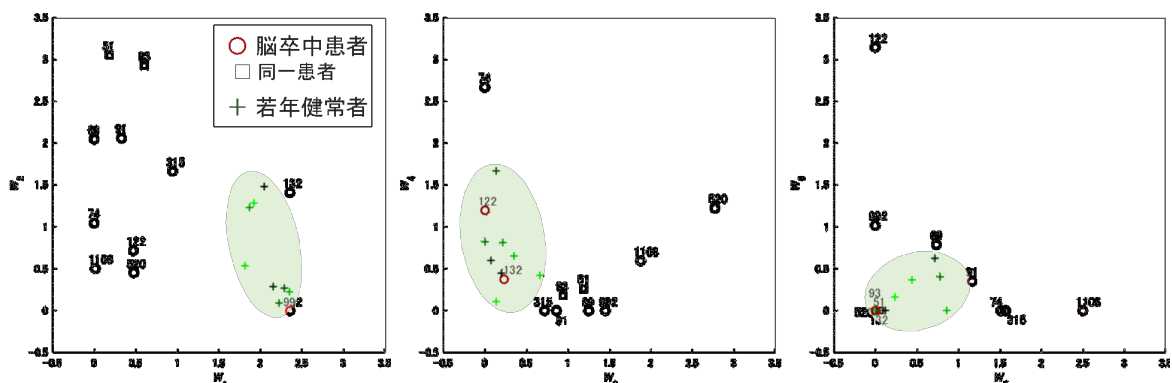


図1. 実験データにフィッティングした制御パラメータを6次元に次元削減したもの。緑の楕円が若年健常者の分布する領域である。要素1と要素3について、脳卒中患者と若年健常者とで有意な差が確認された。

Keywords: Stroke, Musculoskeletal model, Forward dynamics simulation

References

- [1] Kaminishi, Kohei, Li, Dongdong, Chiba, Ryosuke, Takakusaki, Kaoru, Mukaino, Masahiko, & Ota, Jun. (2022). Characterization of postural control in post-stroke patients by musculoskeletal simulation. *Journal of Robotics and Mechatronics*. 34, (6), 1451-1462, <https://doi.org/10.20965/jrm.2022.p1451>
- [2] 上西 康平, 李 冬冬, 千葉 龍介, 高草木 薫, 向野 雅彦, 太田 順. (2022). 脳卒中患者の立位姿勢制御メカニズムの経時変化の評価: 数理モデルを用いた検討. 第40回日本ロボット学会学術講演会予稿集, RSJ2022AC4D3-04, (pp. 1-4), 東京, 2022年9月5日~9日.