

パーキンソン病患者の立位姿勢制御のモデリング

神経変性疾患である Parkinson 病 (PD) の患者は姿勢制御障害に加え、特有の立位姿勢である異常姿勢を呈す。異常姿勢の原因として定常的な筋活動である筋緊張の増加が示唆されている。しかし、立位時の筋緊張を測定することは困難であり、それらの関係は詳細に明らかになっていない。異常姿勢は嚙下障害や背中への痛みを生じさせ、生活の質に大きく影響する。異常姿勢の治療法確立のため、これらの機序を解明することは重要である。そこで、我々は計算機モデルを用いた、姿勢制御の順動力学シミュレーションを行うことによって、PD における異常姿勢・姿勢制御障害の機序の解明を目指している。

我々は、これまでの研究において、仮説: "PD 患者では増加した筋緊張に対して、局所的に重心動揺の小さい静止立位が可能な姿勢が異常姿勢である" について計算機モデルを用いた検討を行った。計算機モデル及び実際の PD 患者の立位データを用いて様々な大きさの筋緊張を推定した(図 1)。推定した筋緊張において、最適化手法を用いて重心動揺の小さい姿勢を算出した。算出した姿勢とその姿勢での立位における重心動揺を実際の PD 患者の姿勢・重心動揺とを比較した。その結果、健常者よりも高い筋緊張において、姿勢と重心動揺の実験値との差が最も小さい値となった (図 2)。このことから、健常者よりも高い筋緊張における重心動揺の小さい姿勢が実際の PD 患者の立位データと近く、その重心動揺も近くなることが分かった。これらの結果は仮説と一致する結果であり、PD 患者が増加した筋緊張において局所的に重心動揺が小さくなる姿勢が異常姿勢である可能性が示唆された[1]。

Keywords: Parkinson's disease, Abnormal posture, Muscle tone

References

- [1] Y. Omura et al., "Analysis of the Relationship Between Muscle Tones and Abnormal Postures in a Computational Model," The 45th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, July 2023.

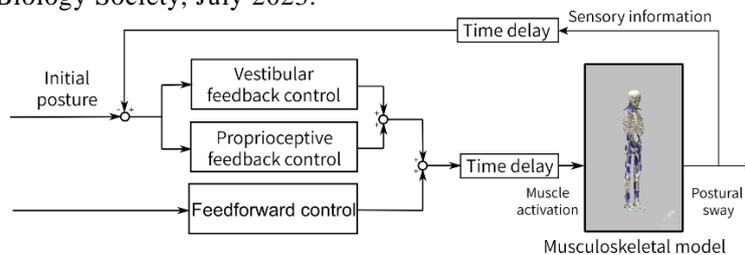


Figure 1. 神経系コントローラモデル。筋緊張を表現する feedforward 制御、固有・前庭感覚を用いた feedback 制御から構成される。さらに、情報伝達や筋の活動による時間遅れを考慮している。

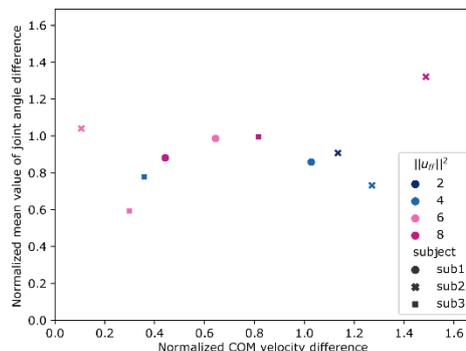


Figure 2. 各被験者のシミュレーション結果と実験結果の関節角度差の正規化した平均値および平均 COM 速度の正規化した差分。|| u_{ff} ||²は全身の筋緊張の大きさを表す。原点に近いほど姿勢・動揺が実験値と近いことを表す。