

ヒト姿勢制御メカニズムのモデリング

効果的なリハビリテーションを行うためには、ヒトの姿勢制御メカニズムを深く理解することが不可欠である。これを実現するための有力なアプローチの一つが、身体モデルに対して制御モデルを適用し、その挙動をシミュレーションによって解析する手法である。我々は、多数の筋と関節を有する筋骨格モデルと、そのシミュレーションを活用することで、ヒト姿勢制御メカニズムの解明を目指している。

ステッピング動作（その場足踏み）は、患者の運動機能を評価するための重要な指標として広く用いられている。これまで、立位や歩行に関する制御モデルは複数提案されてきたが、ステッピングを実現する制御モデルは存在していなかった。そこで我々は、既存の歩行制御モデル、特に筋反射に基づくモデルを参考にしながら、ステッピング動作を生成可能な新たな制御モデルを構築した。その結果、筋骨格モデルにその場でのステッピング動作を再現させることに成功した。さらに、筋力の低下や筋緊張の増加といった条件を与えることで、動作が小さくなる、動作速度が低下する等、臨床で観察されるような変化も再現可能であることを確認した。

そのほか、立位や歩行、そしてそれらをつなぐ歩き出し動作に関する筋骨格シミュレーションも実施してきた。特に、パーキンソン病患者でしばしば観察される筋緊張の異常を考慮した制御モデルの構築にも取り組んでおり、今後のリハビリ支援技術や臨床応用への展開を目指す。

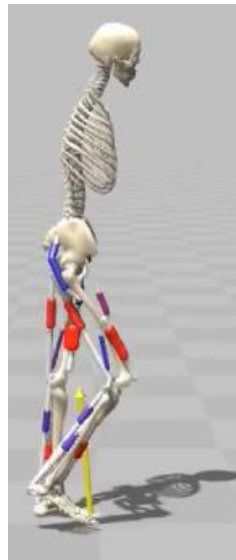


図 1. ステッピングを行う筋骨格モデル。

Keywords: 姿勢制御, 筋骨格モデル, ステッピング

References

- [1] Hou, X., Kaminishi, K., Hasegawa, T., Chiba, R., Takakusaki, K., & Ota, J. (2024, November). Analysis of Stepping in Place Task in Parkinson's Disease Using a Predictive Simulation Model. In *International Conference on NeuroRehabilitation* (pp. 193-197). Cham: Springer Nature Switzerland.
- [2] Omura, Y., Kaminishi, K., Chiba, R., Takakusaki, K., & Ota, J. (2022). A neural controller model considering the vestibulospinal tract in human postural control. *Frontiers in Computational Neuroscience*, 16, 785099.