

## ヒト歩行および歩行開始動作のモデリング

歩行や歩行開始動作は、我々にとって日常的な動作である。そのため、加齢や疾患等によりこれら動作が妨げられると、日常生活に大きな支障が出る。こうした障害の発生の予防や、リハビリテーションを効果的に行うためには、ヒトの歩行メカニズムを理解することが重要である。我々はこれに対し、神経系コントローラモデルを作成し、計算機上で筋骨格モデルを制御するというアプローチを取っている。

これまでに歩行制御に関して様々にモデリング研究は行われてきたが、3次元的な動作を可能な身体モデルを制御した歩行シミュレーションは実現されていなかった。その際の課題のひとつが、身体モデルが多数の関節自由度を持つことによる、制御パラメータの調節の困難さである。われわれは、関節自由度の少ない条件からはじめ、段階的に自由度を追加しつつ制御パラメータを調節するアプローチを提案している。これにより、70筋・15関節自由度を持つ筋骨格モデルの歩行が実現された。

また、立位から歩行に遷移する歩行開始動作は、しばしば障害され転倒につながることもある重要な動作である。歩行開始動作時には、足の圧力中心が一度後方に移動するような特徴的な現象（予期的姿勢調節；APA）が観察されることが知られているが、その必要性については十分に明らかになっていない。我々は立位・歩行・歩行開始のための神経系コントローラモデルを開発し、これを調べている。その結果、単に立位制御と歩行制御を切り替えるだけでは、立位から歩行に遷移できないことが分かった。また、単に歩行への遷移を実現するよう制御パラメータ調節を行ったにもかかわらず、APAが観察されたことから、歩行開始動作におけるAPAの有用性が示唆された。

現時点では、実際のヒトのモーシヨンの特徴とは異なる特徴が得られている部分がある。今後はこの原因を探りモデルの限界を調べるほか、加齢や疾患の影響をモデルに組み込み、あられる影響について解析していく。

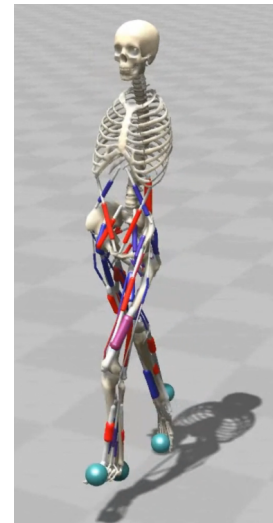


図1. 使用した筋骨格モデル（70筋・15関節自由度）の歩行の様子。

**Keywords:** Gait, Gait initiation, Musculoskeletal model, Forward dynamics simulation

### References

- [1] Etoh, Hitohiro, Omura, Yuichiro, Kaminishi, Kohei, Chiba, Ryosuke, Takakusaki, Kaoru, and & Ota, Jun. (2022). Investigation of a method to extend a 2-dimensional gait to 3-dimensions in a human musculoskeletal model with 70 Muscles. *Proc. The 33rd 2022 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2022)*, MA2\_1\_1, Nagoya, Japan, November 28-30, 2022.
- [2] Etoh, Hitohiro, Omura, Yuichiro, Kaminishi, Kohei, Chiba, Ryosuke, Takakusaki, Kaoru, and & Ota, Jun. (2022). Motion generation of anticipatory postural adjustments in gait initiation. *Proceedings of the 2022 IEEE International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE)* . 97/100. 7-9 November, 2022. Taichung, Taiwan (online).