

2021 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	青井 伸也
研究機関名	京都大学
所属部署名	大学院工学研究科
役職名	准教授
研究課題名	不安定性から読み解く歩行の過去・現在・未来
研究実施期間	2021 年 4 月 1 日～2022 年 3 月 31 日

**研究成果の概要**

2021 年度は、ヒトの歩行における過去、現在、未来それぞれの問題に取り組んだ。特に、過去と現在の問題において顕著な成果が得られたので報告する。まず現在の問題として、ヒトの歩行に見られるフラクタル性を持つゆらぎに関して、健常者と高齢者・脳疾患患者の間に質的な違いが生じるメカニズムの解明を目的とした。具体的には、不安定なサドルに支配されるコンパス型のシンプルな身体モデルと、位相リセットと呼ばれる感覚情報に基づく制御を導入したシンプルな神経モデルを統合した数理モデルを用いてシミュレーションを実施し、位相リセットの有無に応じて、健常者と高齢者・脳疾患患者の違いに対応するゆらぎの形成に成功した。さらに、位相縮約理論における位相応答の視点から、ゆらぎに違いが生じるメカニズムを明らかにした (Okamoto et al., in press)。さらに、位相リセットの役割を明確にするために、簡略型の Hodgkin-Huxley 方程式を用いた詳細な神経モデルと、ネコ後肢のシンプルな身体モデルを統合した数理モデルを用いてシミュレーションを実施した。ヌルクラインを用いて解析した結果、状況に応じた感覚情報に依存して位相リセットが生じ、適応的な歩行が実現されるメカニズムを明らかにした (Kim et al., 2022)。過去の問題としては、ヒトの直立二足歩行獲得メカニズムの理解を目指し、ニホンザルを対象にシミュレーションを実施した。具体的には、ニホンザルの詳細な筋骨格モデルと、多数の筋の協調を説明する筋シナジーに基づく神経モデルを統合した数理モデルを構築し、倒立振子のサドル力学系において四足歩行から二足歩行に遷移することをシミュレーションより示した (鶴脊ら, 2022)。さらにロボットへの応用として、不安定性を利用した多足ロボットの高機動性の獲得に成功した (Aoi et al., in press)。