



Title	Bio-inspired spine/leg design for fast quadrupedal locomotion
Author(s)	松本, 旺二郎
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/101709
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏名（松本旺二郎）	
論文題名	Bio-inspired spine/leg design for fast quadrupedal locomotion (高速四脚ロコモーションのための生物を規範とした背骨・脚設計)
論文内容の要旨	
<p>本博士論文は、四脚ロボットの背骨・脚構造の設計を通じて、四脚ロボットの俊敏性向上を目指したものである。四脚移動において、特に柔軟な背骨の存在が俊敏な運動に大きく寄与することが知られている。生物の筋骨格構造から着想を得た機能を工学的に再構築することは、四脚ロボットの俊敏性を向上させる有効な手段となる。本博士論文では、四脚動物の筋骨格構造に見られる関節間の協調機能に着目し、背骨の形状変化と脚の動きが連動する背骨・脚設計を提案することで、四脚ロボットの高速走行実現を試みた。</p> <p>本博士論文は、三つの研究から構成される。一つ目の研究では、骨盤の姿勢変化を模倣した背骨・後脚設計について取り組んだ。骨盤の位置および角度変化の模倣が、ロボットの歩幅を拡大し、走行速度の向上に寄与したことを見出した。二つ目の研究では、広背筋の配置を規範とした背骨・前脚設計について取り組んだ。広背筋の筋配置に着想を得たワイヤ機構が、背骨のアクティブな屈曲を前脚の推進動作に変換することで、四脚ロボットの速度向上とエネルギー効率を改善することを見出した。三つ目の研究では、広背筋の三次元筋配置から着想を得た背骨・前脚設計について取り組んだ。二つ目の研究で着目したワイヤ機構を改良し、三次元ロコモーションに向けた胴体のねじれ機能を付加した。ロボットを用いた動作実験により、広背筋という一つの筋アクチュエータの配置を三次元に拡張することで、二つの機能を両立することを見出した。</p> <p>これらの研究を通じて、背骨と脚の協調が俊敏な運動に与える効果を明らかにし、四脚動物の背骨と脚を構成する筋骨格から着想を得た構造が、ロボットの俊敏性向上において重要な要素であることを示した。本博士論文の成果は、四脚ロボットの設計に新たな知見を提供し、今後の四脚ロボット研究と開発に貢献するものである。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (松 本 旺 二 郎)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査 教 授	多田隈 建二郎
	副 査 教 授	原田 研介
	副 査 教 授	石黒 浩
	副 査 教 授	細田 耕 (京都大学大学院工学研究科)

論文審査の結果の要旨

本博士論文は、四脚動物の筋骨格構造から着想を得た背骨・脚構造を持つ四脚ロボットを設計し、四脚動物のような俊敏な運動の実現を目指した研究である。四脚動物は、柔軟な背骨を有しており、背骨を脚の運動と組み合わせることで俊敏な運動を可能としている。筋骨格から成る背骨と脚の関係性を調査し、ロボットに再現することで、従来のロボットより優れた設計法が得られ、四脚動物のような俊敏な運動が実現できる可能性がある。

本論文では、俊敏な運動を実現するための背骨・脚設計を、四脚動物の筋骨格構造から抽出し、筋骨格ロボットによる実験を通して、その有用性を示している。

- (1) 骨盤の位置および角度変化を模倣した背骨・後脚設計を提案、検証を行った。ロボットを用いた走行実験により、骨盤の位置および角度変化の模倣を取り入れた背骨・後脚設計は、従来の背骨・後脚設計よりも達成できる後脚の歩幅が拡大し、結果としてロボットの高速化に貢献できることを示した。
- (2) 広背筋の配置から着想を得ることにより、背骨のアクティブな屈曲を前脚の推進動作に変換するワイヤ機構を備えた背骨・前脚設計を提案、検証を行った。ロボットによる走行実験によって、アクティブな背骨の屈曲を取り入れることができる提案した背骨・後脚設計の方がそうでない場合よりも達成する速度が向上することを示した。また、提案した背骨・後脚設計のもたらす速度向上は、走行するロボットのエネルギー効率も改善することがわかった。
- (3) 広背筋の配置から着想を得ることにより、三次元ロコモーションのための胴体ねじれをもたらす背骨・前脚設計を提案、検証を行った。ロボットを用いた実験では、広背筋の収縮によって胴体のねじれが実現できることに加えて、背骨のアクティブな屈曲を前脚の推進動作に変換することの両立が可能であることを示した。

以上の結果は、四脚動物の筋骨格構造から着想を得た一連の背骨・脚構造が、四脚ロボットの俊敏性向上に寄与することを示唆するものであり、四脚ロボットの設計に新たな知見を提供するものである。

主査、副査で論文の審査をおこなった結果、いくつかの疑問点が挙げられた。それらは主に、①筋骨格を採用することの有用性、②背骨をリンク機構で構成した理由や筋骨格との共通点、③提案構造の採用によって不可能になる動作の有無、④俊敏さの評価基準、⑤エネルギー効率、⑥今後の研究の広がりについてなどであった。審査の際に出た疑問点に関する議論を中心に、最終審査をおこなった。最終審査では松本氏は全ての疑問に明確に回答した。したがって、本博士論文は博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。