



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	EVOLUTION OF ARCHOSAURIAN NECK FUNCTION AND EVOLUTIONARY MECHANISM OF AVIAN S-SHAPED NECK
Author(s)	宇津城, 遥平
Description	この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。利用可能日以前の閲覧方法は https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/ をご参照ください。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第16750号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16750
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99595
Type	doctoral thesis
File Information	Yohei_Utsuki_abstract.pdf, 論文内容の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(理学) 氏名 宇津城 遥平

学位論文題名

EVOLUTION OF ARCHOSAURIAN NECK FUNCTION AND EVOLUTIONARY MECHANISM OF AVIAN S-SHAPED NECK

(主竜類における頸部機能の進化と鳥類のS字型頸部の進化メカニズム)

頸部は、脊椎動物の食性をはじめとする生態を強く反映する主要な器官の一つである。鳥類は、脊椎動物の中でも特に特殊化した頸部をもち、極めて柔軟かつ複雑な動作が可能である。こうした頸部は内部に複数の可動軸を有し、強く屈曲した休息姿勢をとることから“S-shaped neck”と呼ばれる。こうした頸部の重要性は広く認識されてきたものの、その進化過程については不明な点が多く、鳥類特有の形質であるのか、あるいは非鳥類型恐竜において既に獲得されていたのかは未解明であった。

本研究は、鳥類を含む主竜類系統における頸部機能の進化プロセスを解明し、S-shaped neckの成立過程とその進化的背景を明らかにすることを目的とする。まず、骨形態から頸部動作の推定を可能とするため、モデル計算および現生ワニ類・鳥類の測定から新たな機能形態指標を開発した。その結果、関節の回転中心から筋肉の起始・停止までの二つの距離の比(ratio of lever lengths: RL)が大きいほど、同じ筋力・収縮率でより大きな回転角を得られることが明らかとなった。現生主竜類の脊椎列に沿ってRLを算出したところ、頸部の可動軸に対応する関節でRLが顕著に大きく、ワニ類と鳥類の頸部動作の違いを骨格形態から直接捉えることに成功した。特に鳥類では、頸部内に複数の可動軸が存在することが示され、S-shaped neckに特有の形態的特徴が明らかとなった。

次に、頸部機能の進化背景を検討するため、現生主竜類のRL分布から頸部機能と食性の関連性について解析した。その結果、肉食性主竜類(ワニ類・鳥類)では、より小型で素早い獲物を餌とする種ほど、頸部が長く動作効率が高いことが示された。一方、植物食性鳥類では、頸部長だけでなく頸部内の可動軸の位置が食性に依って変化し、S-shaped neckの構造的特徴が多様化していた。さらに、植物食性鳥類では頸部形態に対する系統制約が弱く、進化速度が高いことが明らかとなった。これらの結果は、頸部の食性に対する適応様式が、分類よりも「肉食—植物食」という食性の違いによって規定され、植物食性鳥類のみがS-shaped neck特有の形態多様性を持つことを示しており、植物食への適応が頸部進化を促進し、S-shaped neckの獲得に寄与したと考えられる。

さらに、RL分布の解析を化石主竜類へ拡張し、幾何学的形態解析による頸椎の領域化様式の推定を合わせて行ったところ、多くの化石種でワニ類と同様のRL分布と4つの頸部小領域が得られた。一方で、鳥類に近縁なマニラプトル類および、系統的に離れた竜脚類では、鳥類と同様に、内部に複数のピークを持つRL分布と5つの頸部小領域が識別された。これらの結果は、S-shaped neckが非鳥類型獣脚類で既に獲得されていたこと、さらに主竜類系統で複数回独立に進化していたことを示している。また、追加された頸部中央のRLピークは、新たな頸部小領域に位置しており、頸椎形態の分化とS-shaped neckの成立が密接に関連することが示唆された。

S-shaped neckをもつ化石種はいずれも、歩行様式の変化や翼の進化などによって前肢の機能が制約されていることから、S-shaped neckが「操作性の低下した前肢機能を補う代替機能として進化した」とする従来の仮説を支持する。また、これらの化石種はすべて植物食の祖先をもつ系統に属していることから、前肢機能の制約と植物食への適応という二つの要因が、S-shaped neckの成立を駆動したと考えられる。