助成番号　210115

５－２

研 究 成 果 報 告 書

研究テーマ（和文）	竜骨突起形成メカニズムの解明		
研究テーマ（英文）	Dissecting molecular mechanisms underlying avian keel formation		
研究期間	2021 年 ～ 2022 年	研究機関名　九州大学	
研究代表者	氏名（漢字）	熱田 勇士	
	氏名（カタカナ）	アツタ ユウジ	
	氏名（英文）	Yuji Atsuta	
	所属機関・職名	九州大学大学院・理学研究院・生物科学部門 講師	
共同研究者 ＊２名をこえる場合は、【別紙追加用紙】(P3)に３人目以降を追記してください。	氏名（漢字）		
	氏名（カタカナ）		
	氏名（英文）		
	所属機関・職名		
	氏名（漢字）		
	氏名（カタカナ）		
	氏名（英文）		
	所属機関・職名		

概要（600 字～800 字程度にまとめてください。）

脊椎動物骨格系の形態は多様化しており、その差異の多くは胚発生過程に出現する。本研究では、鳥類胸骨上の突起「竜骨突起」をモデルとして、この骨格形態多様化のメカニズムに迫った。より具体的には、竜骨突起を形成するニワトリ胚（胸峰類）と、形成しないエミュー胚（平胸類）を研究材料とし突起の有無を決める分子メカニズムの解明を目指した。

両種の胸骨形成過程における遺伝子発現変化を記述するため、軟骨細胞マーカーに対する免疫染色と空間トランスクリプトーム(PIC-RNA-Seq、光照射した領域の細胞のみシーケンスできる技術。京大・沖研究室および九大・大川研究室との共同研究）を用いて解析を行なった。HH ステージ 25(HH25)ではニワトリ、エミューともに軟骨マーカーの発現が胸骨前駆細胞で認められず、HH28 にて Sox9 など初期軟骨マーカー遺伝子の発現が両種でみられたことから、胸骨前駆細胞はほぼ同時期に特定化され胸骨形成が開始されることが示された。その後、HH36 において、ニワトリでは胸骨腹側に Sox9 シングル陽性の増殖性前駆細胞が残存していたのに対して、エミューでは同 HH36 において、前駆細胞はすべて Col2 や Col9 陽性の成熟軟骨へと分化していた。さらに有糸分裂マーカー遺伝子の発現を調べたところ、初期軟骨細胞では成熟軟骨に比べ上昇していることがわかった。これらのデータから、ニワトリにおいては初期軟骨細胞が未分化性をある程度保ちつつ、活発に増殖を繰り返すことで突起構造を形成するのに対し、エミューでは初期軟骨細胞が早期に分化し、その細胞プールが枯渇するため突起をつくらないという可能性が示唆された。

現在、上述のデータをさらに詳細に解析中であり、近日中に、両種間の遺伝子発現プロファイルの違いを網羅的に示した結果を論文化する予定である。

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）

雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ﾍﾟｰｼﾞ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ﾍﾟｰｼﾞ	

英文抄録（100 語～200 語程度にまとめてください。）

Vertebrate bones have a rich diversity of shape and size through evolution. In this study, I focus on avian sterna as models to elucidate mechanisms underlying the diversity. Chicken, a volant bird, has a ventral extension of the sternum called the “keel” that increases the attachment area of the pectoral muscles. By contrast, flightless birds such as ostriches and emus have flat sterna with only thin layers of muscles. This drastic difference in sternal morphology can be observed from embryonic stages. I compared the development of the sternum in chicken and emu embryos by using immunohistochemistry and spatial transcriptomic analysis, to understand the keel morphogenesis. I find that in both chicken and emu, the sternal progenitors (SPs) have not initiated chondrogenic differentiation at Hamburger-Hamilton (HH) stage 25. The left and right SPs meet in the central thorax at HH34 before the ventral fusion occurs. Furthermore, in HH36 chickens, a pool of proliferative chondrogenic progenitors seemed to be present on the ventral edge of the sternum, whereas the dorsal cells have already differentiated into mature chondrocytes. However, in HH36 emus, the whole sternum is chondrified and flattened, and the proliferative ventral SPs appear to be depleted. Consistent with immunostaining results, the spatial transcriptome with chicken SPs showed that ventral SPs at HH36 were more immature than dorsal SPs. Given these data, I propose that the proliferating ventral SPs are the primary driving force of avian keel formation.