

要旨

東京大学総合研究博物館特任助教 小藪 大輔

地球上には約 6000 種の哺乳類が陸、海、空、地中とさまざまな空間で暮らしています。この生態的な多様性を反映して、哺乳類の形態も実に多様であり、このような多様性が生み出された背景の一つに、哺乳類の進化の過程で胎子期の成長様式が著しく改変されてきたことが考えられます。しかし、マウスやモルモットといった実験動物や、ウシやブタといった家畜動物以外の哺乳類は母胎の中でどのように成長（発生）が進んでいくのかはほとんど知られておらず、哺乳類において発生がどのように種間で異なり、その発生の差異が最終的にどのような種間の形態差につながるのかは分かっていませんでした。そこで動物種によってどのように頭部の発生が異なり、それがどのような進化的な意味合いを持っているのかを解明するため、報告者は 102 種の哺乳類の胎子標本を高解像度 CT 技術を用いて過去最大のスケールで頭蓋骨発生過程を比較分析しました。その結果、胎子期における頭蓋骨の発生様式の進化は脳の相対サイズ（体重に対する脳重量の比）の進化を反映することがわかりました。

哺乳類の頭蓋骨は 20 個ほどの骨片によって構成されており、これら骨が胎子の発生に伴って一つずつ形成されてゆきます。102 種の哺乳類と哺乳類以外の 32 種の脊椎動物でこれらの骨の形成過程を比較すると、脳を覆う骨片（前頭骨、頭頂骨、底後頭骨、外後頭骨、上後頭骨；図 3 参照）の形成される相対的なタイミングが哺乳類で著しく早いことがわかりました。化石の研究から約 2 億年前に地球に初めて哺乳類が誕生したと考えられていますが、初めての哺乳類は他の脊椎動物に比べてとても大きな脳をもって誕生したことが知られています。例えば、哺乳類の最も古い化石種の一つとされるモルガヌコドンはそれまでの脊椎動物に比べて嗅球、旧皮質、新皮質、小脳が拡大したことが知られています。モルガヌコドンで大きくなったこれらの領域の多くは、形成タイミングが哺乳類全体で早期化したと示された先述の骨片（前頭骨、頭頂骨、底後頭骨、外後頭骨、上後頭骨）に覆われています。哺乳類は脳の大きさを進化させたことに伴って、脳を覆う頭蓋骨の形成タイミングも早期化したことが推論されます。

前頭骨、頭頂骨、底後頭骨、外後頭骨はもともと哺乳類以外の脊椎動物でも頭蓋骨のなかで比較的早期に形成される骨ですが、哺乳類の祖先でその形成が一層前倒しされたと推察されます。他方、後頭部に位置する上後頭骨は哺乳類以外の脊椎動物においては頭蓋骨のなかでもかなり後期に形成される骨ですが、哺乳類の共通祖先でその形成は前倒しされ、またさらに脳が大きく進化した一部の哺乳類でより一層上後頭骨の形成タイミングが早くなったことを突き止めました。網羅的な統計解析を行うと上後頭骨の形成タイミングは脳の相対サイズと強く相関することがわかりました（図 1）。例えば、ヒトを含むサル類、クジラやイルカ類、モグラ類、トビネズミ類などは哺乳類のなかでも脳の相対サイズが大きいことが知られています。これらのグループでは、上後頭骨の相対的な形成タイミングも

哺乳類のなかでも特に早いことがわかりました（図 2）。哺乳類の祖先において上後頭骨の形成タイミングは哺乳類以外の脊椎動物に比べて早くなり、より大きな脳をもつ哺乳類ではこの骨の形成がさらに早くなったと推察されます。特に、サル類のなかでも最も脳の相対サイズが大きいヒトの上後頭骨の相対的な形成タイミングはサル類のなかでも最も早いことも示されました。胎子期から早いスピードで大きくなっていく脳に合わせて、脳を保護するように脳を覆う上後頭骨もより早く形成される必要があったのかもしれません。

脳が発生するのに合わせて、脳を覆い守る頭蓋骨が十分に発達しないと脳がむき出しになり損傷する危険性があります。そこで、より脳が大きく進化した哺乳類では骨も脳に合わせて、より早く形成される必要があったのかもしれません。脳と骨を効率よく発生させるために同じ遺伝子セットが脳と後頭部の骨の両方の形成に関わるようになった可能性があります。もともと脳が相対的に大きなサル類のなかでもヒトは体重に対して最も大きな脳をもつ種です。今回、後頭部の骨も霊長類のなかでも最も早く形成されることが明らかになり、ヒトの脳化をめぐる進化の過程の一端が明らかになったといえるでしょう。

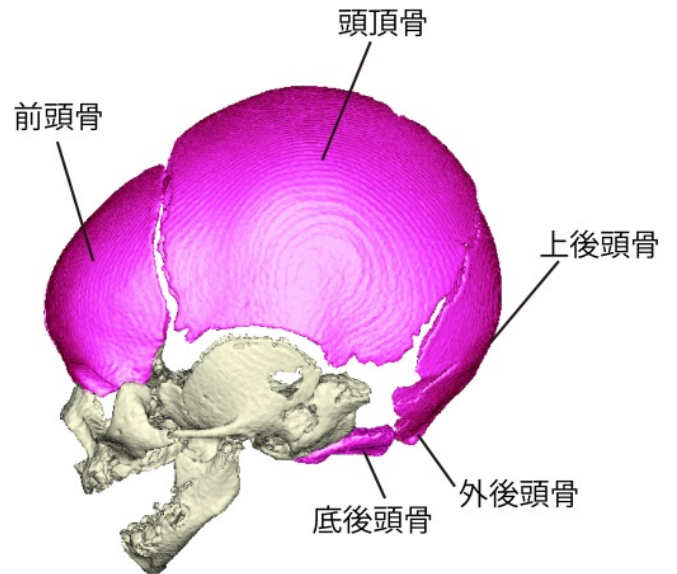


図1: 脳を覆う前頭骨、頭頂骨、底後頭骨、外後頭骨、上後頭骨の形成タイミングが哺乳類で相対的に早いことがわかった。

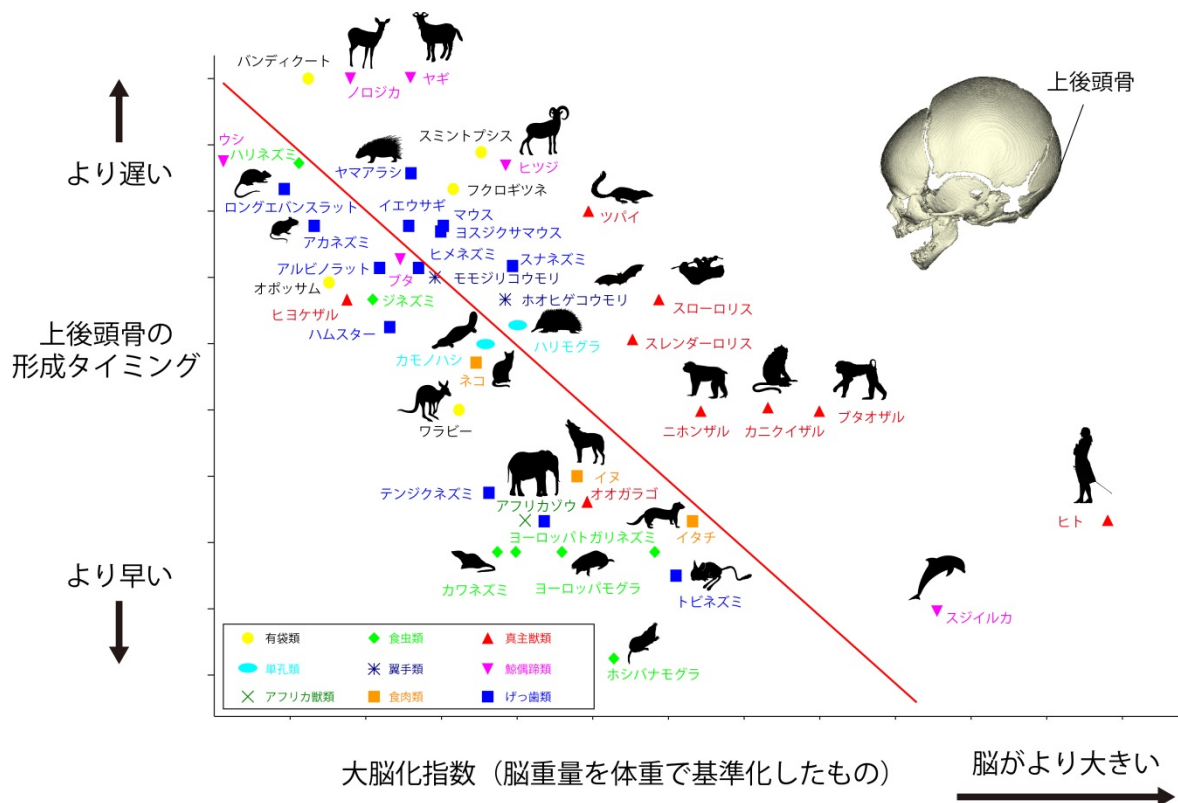


図 2 : 哺乳類の脳の相対的な大きさと上後頭骨の形成タイミングを比べた図