

機械工学を基盤とした人類進化研究

慶應義塾大学 理工学部 教授

荻原 直道

(お問い合わせ先) TEL : 045-566-1423 E-MAIL : ogihara@mech.keio.ac.jp



研究の背景

サル仲間の中で、常習的に二足で歩くのは人間だけです。なぜヒトは直立二足歩行という、本来不安定な移動様式を獲得するに至ったのでしょうか？このことを明らかにするためには、人類進化の最も直接的な証拠である化石を発掘調査により発見し、それを分析することが不可欠です。しかし、初期人類の化石は実はあまり多く発見されておらず、二足歩行がなぜ、どのように進化してきたのかを、化石情報のみから明らかにすることは、実際にはほぼ不可能です。

このため、二足歩行をするサルを初期人類のモデルと見立てて、その二足歩行とヒトのそれとを対比することで直立二足歩行の進化に迫ろうとする試みが行われてきました。その中で私たちのグループでは、ニホンザルの二足歩行に着目して研究を進めてきました。

研究の成果

ニホンザルは通常は四足歩行をしますが、猿まわしのサルのように二足歩行の訓練を積むと、極めて上手に二足で歩きます。あまり上手に歩くので、一見するとヒトと同じに見えますが、その身体の動き、そして床から足に作用する力の分析から、両者の歩行は見た目以上に大きく異なっていることが私たちの研究から明らかになりました。二足歩行の移動効率という観点から見ると、人間の二足歩行のほうが優れているのです(図1)。

なぜニホンザルはヒトと同じように歩けないのでしょうか？逆に、生得的に四足歩行のニホンザルの身体にどんな進化的変化が起これば、ヒトと同じような効率の良い移動が可能になるのでしょうか？このことを明らかにするために、私たちはニホンザルの身体筋骨格系の数理モデルを作成し、ニホンザルの二足歩行運動の計算機シミュレーションを行いました。具体的には、ニホンザルの身体構造の一部(例えば足部)をヒトの二足歩行に近

づける方向に計算機内で仮想的な変更を行うと、二足歩行がどう変化するかを物理シミュレーションにより予測し、そこからヒトの二足歩行の進化を読み解く、まさに二足歩行の仮想進化実験を試みました。その結果、ヒトの足部構造、特に踵の進化的な変化が、ヒトの効率の良い直立二足歩行の獲得に本質的に重要であることが示唆されました。また、ヒトの歩行計測、屍体実験、シミュレーションを相互補完的に活用することで、ヒトの足部構造は、直立二足歩行を効率的に行う上で極めて巧妙に形づくられており、直立二足歩行を安定かつ容易に生成するメカニズムを構造的に内在していることが明らかになってきています(図2)。

今後の展望

機械工学を基盤とした計算機シミュレーションによって化石証拠のギャップを埋め、さらにヒトの直立二足歩行の起源と進化のメカニズムに迫ります。また、こうした試みによって得られる知見は、臨床医学、ロボット工学、人間工学などに応用可能であり、足部がかかわる幅広い分野において価値あるブレークスルーになればと考えています。

関連する科研費

2005-2009年度 特定領域研究

「基底核-脳幹-脊髄系神経回路網と身体筋骨格構造の力学的秩序形成による歩行運動生成」

2011-2013年度 基盤研究(A)

「ヒト足部筋骨格形態に内在する歩行安定化機構と直立二足歩行の進化」

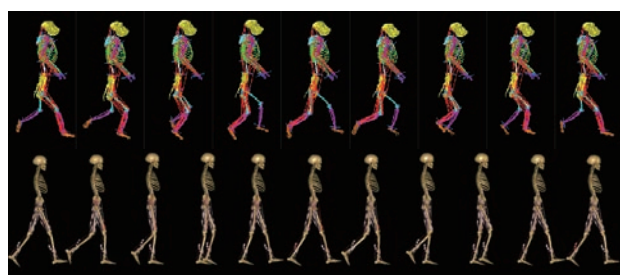


図1 ニホンザルとヒトの二足歩行

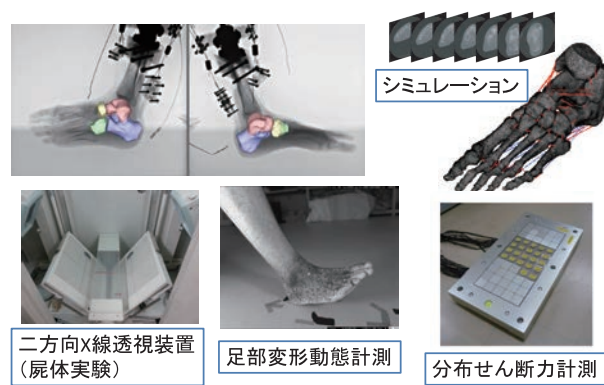


図2 ヒト足部に内在する歩行機能の解明に向けて