

# The fickle Y chromosome

## 大きく違った、ヒトとチンパンジーのY染色体

Lizzie Buchen

Nature Vol. 463(149)/ 14 January 2010

Y染色体は長年、ゲノムの中のできそこないとして振り向きもされない存在だった。しかし、チンパンジーのY染色体の全塩基配列が解読され、ヒトのY染色体（唯一、同程度の精度・完成度で配列が明らかにされている）との比較により変化（進化）の速度が明らかになった。

研究チームのホワイトヘッド生物医学研究所（米国マサチューセッツ州ケンブリッジ）のDavid Pageによれば、チンパンジーとヒトのY染色体は「互いにすさまじく異なっている」という。「チンパンジー系統とヒト系統のY染色体には、劇的な改変か再構成があったのだと考えられます」。

性染色体が進化したのは約2億～3億年前のことだが、チンパンジーとヒトが分岐したのは、たかだか600万～700万年前のことだ。チンパンジーとヒトのゲノムを比較した結果から、両種の間では分岐以降に大きな変化はなかったと考えられている<sup>1</sup>。

しかし、その分析ではY染色体が考慮

されていない。Y染色体の遺伝子配列は、パリンδροーム構造（回文配列）を多く含むが、それらは、全ゲノムの概要配列を解析するシーケンシング技術では網羅できない。チンパンジーのY染色体は、一部の配列が数年前に既に明らかにされていたが<sup>2,3</sup>、Pageらは、もっと大きなDNA断片の配列をより正確に解読し、それらをつなぎ合わせ、初めてY染色体の全配列の詳細を明らかにした<sup>4</sup>。

これまでの研究から、チンパンジーとヒトのY染色体の明確な差は、主にチンパンジーの遺伝子喪失とヒトの遺伝子獲得によって生じたと考えられている。今回Pageらは、チンパンジーのY染色体には、明確な遺伝子または遺伝子ファミリーとわかるものがヒトのY染色体の3分の2程度しかなく、タンパク質をコードするものはヒトの47%しかないことを明らかにした。一方、ゲノムのほかの部分における比較では、両種の遺伝子数の差は1%未満と考えられている。

遺伝子の喪失以上に衝撃的だったのは、染色体の大規模な再構成だ。チンパンジーのY染色体の30%以上は、ヒトのY染色体には相当する部分が存在せず、その逆もまた同じことがわかった。ゲノムのほかの部分では、対応が認められないものは2%未満しかない。

対応が認められた部分にも、不規則な再構成がみられた。Y染色体以外で唯一、ヒトとチンパンジーで同じくらいの精度での塩基配列がわかっている21番染色体を比較すると、再構成ははるかに少なかった。「ヒトの21番染色体を解析すれば、チン

パンジーの21番染色体も同じようにわかるでしょう。しかし、ヒトのY染色体とチンパンジーのY染色体の関連は、全くばらばらです」とPageはいう。

しかしながらY染色体の急速な進化は、想定外のものではない。通常、染色体は細胞分裂時に対合する互いに相同な染色体をもつ。この相同染色体間で起こるDNAの交換により、遺伝子の変化を抑制することができる。ところが、Y染色体にはパートナーとなる相同染色体が存在しない。ワシントン大学（米国シアトル）の遺伝学者Christine Distecheは、「Y染色体は、驚異的なスピードで、ほかのゲノムの部分とはどんどんかけ離れたものになっていくでしょう」と語る。

Y染色体が変化しやすいのは、Y染色体上の遺伝子の多くが精子の生産に関与しているためでもある。それは、特にチンパンジーにとって、繁殖適応の前線となっている。チンパンジーの雌は、1回の繁殖期に何頭もの雄と交尾することが多く、最も強い精子をもつ雄が子孫を残す可能性が高いのだ。

「Y染色体は驚きに満ちあふれています」とPageはいう。「チンパンジーのゲノム配列が明らかになったとき、一般の人は、なぜ人間が言葉を取得し、文章を書くようになったのかわかるだろうと考えました。でも、最も劇的な違いの1つは、精子の生産だったのです」。（小林盛方 訳） ■

1. The Chimpanzee Sequencing and Analysis Consortium. *Nature* **437**, 69–87 (2005).
2. Hughes, J. F. et al. *Nature* **437**, 100–103 (2005).
3. Kuroki, Y. et al. *Nature Genet.* **38**, 158–167 (2006).
4. Hughes, J. F. et al. *Nature* **463**, 536–539 (2010).



チンパンジーの性染色体は、進化のホットスポットだ。