

【解剖学者ノートの余白】

ヒト進化戦略の成功と矛盾

外崎 敬和¹⁾

はじめに

著者は、40余年にわたって解剖学の教育研究に携わってきた。本公開講座では、解剖学の教科書以外のトピックスとして学生に話してきた話題を紹介する。

現在、人類は地球生態系の頂点に位置している。しかし、人類は他の生命に比べて優れている点を持つ反面、劣っている点も数多くある。人類進化の過程で人体が獲得したもの・失ったもの・獲得できなかったものに注目し、言語聴覚学にフォーカスして、呼吸、のど（嚥下）、言語（情報伝達）から3つの話題を選んだ。

(1) 恐竜の呼吸法はヒトを凌駕する

アネハヅルはチベット高原から世界の屋根ヒマラヤ山脈を超えてインド亜大陸まで渡りをする。このトリはヒ

トが酸素ポンペの助けを借りて到達するヒマラヤ山脈を自らの体力のみで越山するのである。これはヒトとトリの呼吸法の違いに起因する。ヒトでは循環器系が動脈と静脈に、神経系では遠心性神経（運動神経）と求心性神経（知覚神経）になど、往復に別ルートを使う。多くの場合、ヒトの器官系は行きと帰りの経路は別々の構築されており、交わることはない。しかし、呼吸器系では吸気と呼気で同じ気管を使う。いわば、気管は交互通行の道路として用いられているのである。そのため、呼気時には新鮮な空気を得ることはできない。一方、トリは気嚢という補助タンクを得たことにより、一方通行が可能となり、吸気時でも呼気時でも肺にはいつも新鮮な空気で満たすことができる（図1）¹⁾。したがってヒトの呼吸法は酸素摂取効率がトリの半分となる。さて、トリはかつて1億6000万年にわたって、地球生態系の頂点にあった恐竜の子孫である²⁾。トリの気嚢を用いる呼吸法

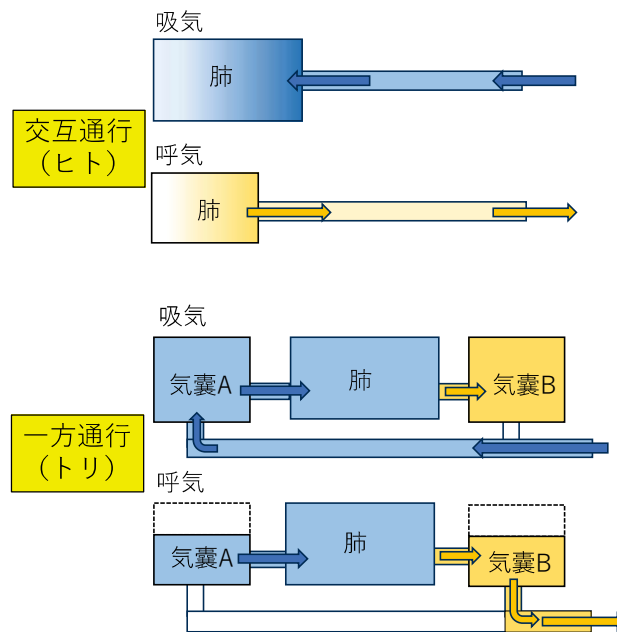


図1 ヒトとトリの呼吸法

1) 弘前医療福祉大学 保健学部 医療技術学科 言語聴覚学専攻 (〒036-8102 青森県弘前市小比内3丁目18-1)
(令和5年9月30日 本学で講演)

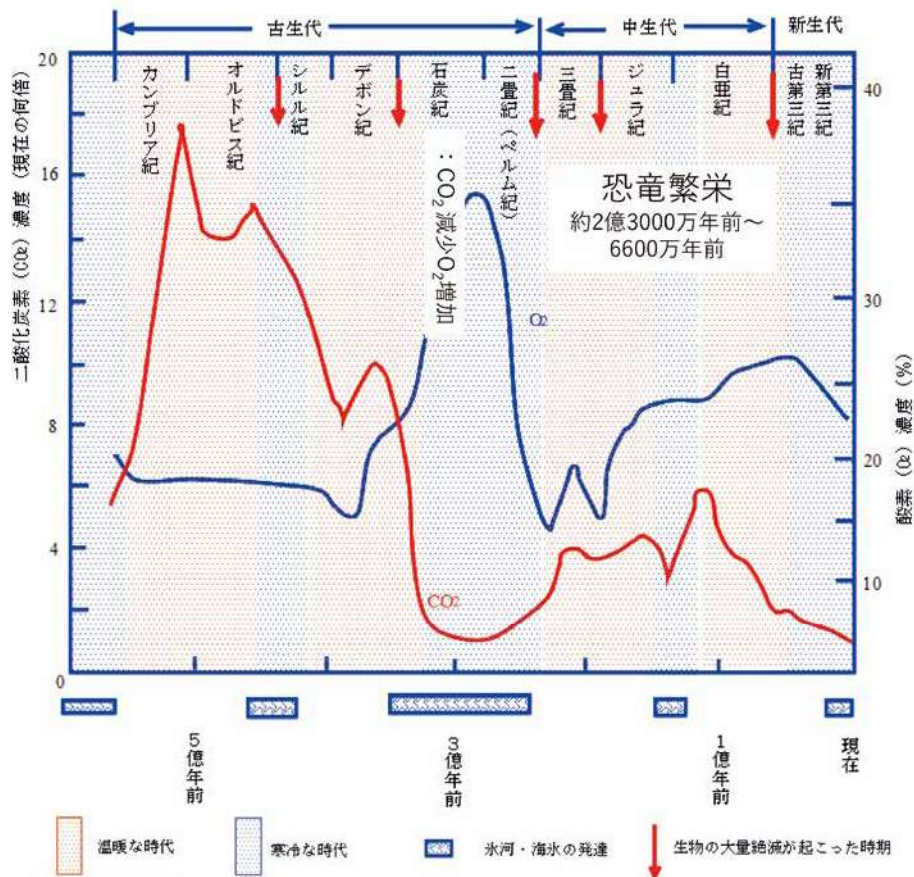


図2 恐竜の繁栄と地球の酸素濃度
(岩波地球惑星科学講座13「地球の進化」、1998年 図6.15より改変)

は恐竜の呼吸法を受け継いだものである。地球はビックファイブと言われる種の大量絶滅を引き起こした大きな環境変化を経験し、空気の酸素濃度も著しく減少した(図2)³⁾。これにいち早く対応し気嚢を獲得したのが恐竜であり、2億3000万年前から6600万年前までの長き繁栄につながったと言える。

したがって、トリと恐竜の呼吸法はヒトを凌駕するといえる。

(2) のどは人体の踏切である

哺乳類は進化をとげ、人類が出現した。やがてホモサピエンスが出現し、現在、地球生態系の頂点にある。そこで、その理由をのどに焦点を当て考えてみる。

のどぼとけを押さえ、舌を出して飲み込もうとすると、飲み込みができなくなる。更に飲み込むと誤嚥がおき、むせてしまう。ヒトの食物嚥下時には③口蓋帆が鼻

腔の後端を閉じ、④舌が口腔をふさぎ、また⑤喉頭が舌根部に引きつけられ、喉頭口が受動的に閉じて気道は閉鎖され、食塊は必然的に食道に下がっていく(図3)^{4,5)}。したがって、ヒトは呼吸と嚥下を同時に行うことができない。気道を道路、食路を線路に例えるならば、食塊という列車が通る時に遮断器がおりる仕組みとなっている。いわば「のどは人体の踏切」であり、誤嚥という踏切事故が発生する。この事故は死につながりかねない誤嚥性肺炎の引き金となるため、十分注意が必要である(図4)⁶⁾。特に高齢者には誤嚥対策として摂食嚥下トレーニングは肝要であろう。一方、四足動物は喉頭が上方まで伸びヒトのひとの咽頭に相当部分はなく、立体交差の構造となっているため、誤嚥の心配はない(図5)⁵⁾。一見するとヒトの立体交差構造から踏切構造への変化は進化の失敗の様にみえる。しかし、ヒトは立体交差を放棄し低位の喉頭と広い咽頭を得て、誤嚥の心配を抱えたが、言語という多彩な情報伝達手段を獲得した。

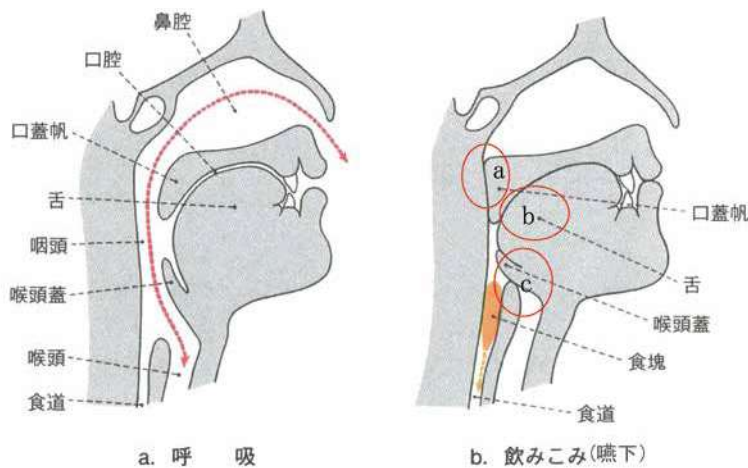


図3 呼吸と嚥下時の咽頭
 : 嚥下時には、①口蓋帆が鼻腔を、②舌が口腔をふさぎ、③喉頭が舌根部に引きつけられ、喉頭蓋が閉じる。
 (藤田恒夫2022より改変)

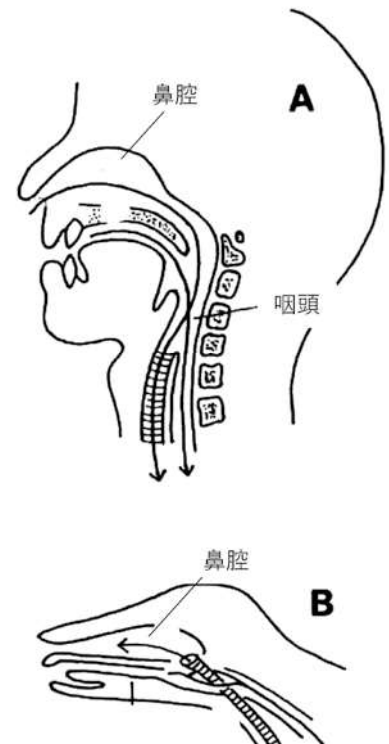


図5 ヒトと四足動物の咽頭の比較
 A: ヒトの咽頭では、その中央部で鼻からの空気と、口からの食物の通路が交差する。しかし両者は同時に通ることはない。
 B: 四足動物ではヒトの咽頭に相当する部分はない。ここでは咽頭が上方まで伸びて、鼻腔の後端に接する。
 (河西1997より改変)

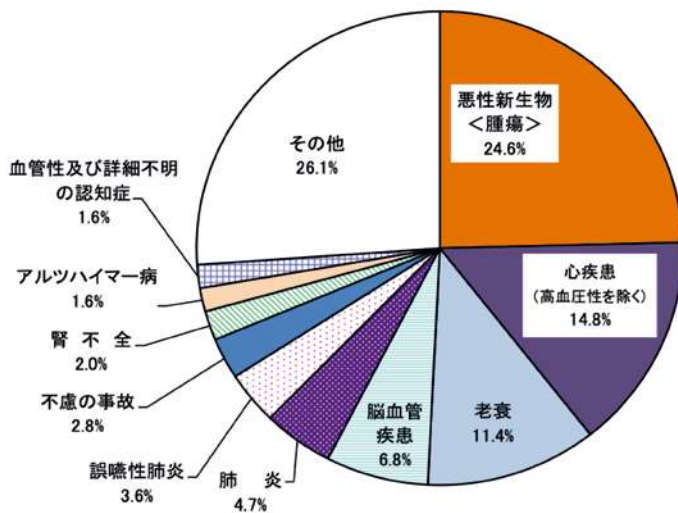


図4 主な死因の構成割合
 (令和4年(2022)人口動態統計月報年計(概算)の概況より)

(3) ヒト進化と情報伝達

言葉による情報伝達はヒト社会を革命的に進化させてきた。次に情報伝達という視点から、人類誕生から現在、地球誕生から人類誕生、ビックバンから人類誕生にわけて進化を考えてみる(図6)。

3-1) 人類誕生から現在

700万年前に人類が誕生し⁷⁾ 直立二足歩行を始めて自由な手を得た。200万年前から脳が急速に発達を遂げ⁸⁾、20-30万年前頃に我々ホモサピエンスが誕生した^{9, 10)}。ホモサピエンスは数多く生存した人類の中でさまざまな外界環境因子の変化を克服し、現在では地球生態系の頂

点にあるといえる。その要因はさまざま考えられるが、情報伝達手段としての言葉の獲得も大きな要因であろう。言葉は多彩な内容表現を可能とし、他の動物の表現手段(鳴き声など)に比べ詳細な情報を次世代へ伝承できるようにになった。更に文字の出現は確かな記録を残すことを可能とした。印刷や電信電話などの通信技術はさらに広範な情報伝達を可能とした。映像情報も絵から写真の出現によりその瞬間を画像として記録することが可能となった。そして、現在のインターネットは瞬時に世界中に言語情報・映像情報を伝達できることは周知の通りである。従ってヒトの進化を考える上で情報伝達手段としての言葉の獲得が極めて重要であったと考える。

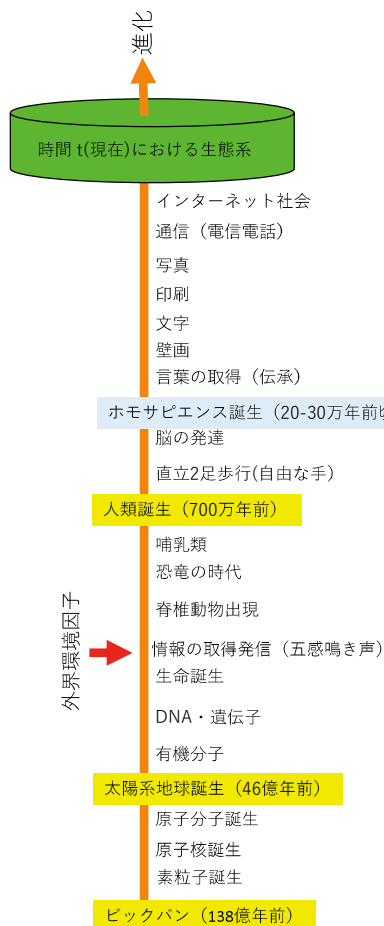


図6 情報伝達の視点から見た進化

3-2) ビックバン地球誕生から人類誕生

46億年前に太陽系が誕生し地球が生まれた¹¹⁾。やがて地球の環境因子のもとで有機分子の化学反応から生命が誕生した。生命の情報伝達は遺伝子DNAによって代々伝承される。生命はさまざまな感覚器官（視覚・聴覚・嗅覚・味覚・触覚等）により外界の情報を取得し、さまざまな方法（鳴き声・行動・臭い等）で情報を発信して他とコミュニケーションをとってきた。この生命活動も突き詰めるといずれも分子の化学反応の結果といえる。化学反応は分子間の電子の応答であり、原子核はその応答に直接は関係していない。

3-3) ビックバンから地球誕生¹¹⁾

宇宙は138億年前のビックバンから始まり、最小単位の素粒子が誕生した。電子は誕生した素粒子のひとつである。ビックバンの数分後には水素・ヘリウムの原子核が誕生し、ビックバン38万年後ころに原子分子が誕生したといわれる。我々の生命活動のこの分子電子の誕生にさかのぼるといえよう。

以上、ヒトの情報伝達は一定の外界環境における分子の電子（素粒子）の応答、即ち化学反応がおおもとにあり、生命の情報伝達はDNAの化学反応が担ってきた。そしてヒトはのどを拡張し、言葉という情報伝達手段を獲得し、現在、地球生態系頂点の生命として存在している。

文献

- 1) 井尻正二, 小寺春人: 肺の起源 (肺の進化). 新人体の矛盾 (4版). 86-90. 東京: 築地書館, 1999.
- 2) 福井県立恐竜博物館: 恐竜・古生物Q & A. 恐竜の分けかた. <https://www.dinosaur.pref.fukui.jp/dino/faq/r02003.html> (最終閲覧日: 2023/12/5)
- 3) 山賀 進: 地球の進化 待機の変遷 (岩波地球惑星科学講座13, 1998年 図6.15より). <https://www.s-yamaga.jp/nanimono/chikyu/taikitokaiyonorekishih.htm> (最終閲覧日: 2023/12/5)
- 4) 藤田恒夫: 8消化器系 (咽頭). 入門人体解剖学 (改訂5版). 165-167. 東京: 南江堂, 2022.
- 5) 河西達夫: 人体のしくみと進化 (その2) 嚥下運動. 東北女子大学東北女子短期大学紀要. 36: 47-51. 1997.
- 6) 厚生労働省: 令和4年 (2022) 人口動態統計月報年計 (概数) の概況. 結果の概要. 図6 (主な死因の構成割合). 9-9. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai22/dl/kekka.pdf> (最終閲覧日: 2023/12/5)
- 7) 人類進化の系統樹 http://fnorio.com/0080evolution_theory1/Evolution_of_human_beings1/Evolution_of_human_beings1.htm (最終閲覧日: 2023/12/9)
- 8) 高井正成, 中務真人: 化石が語るの進化・ヒトの誕生 (図6) 鮮新世・更新世人類の頭蓋容量の変化. <https://www.maruzen-publishing.co.jp/files/書籍営業部/無料公開/『化石が語る%E3%80%80サルの進化・ヒトの誕生』/sample2pdf> (最終閲覧日: 2023/12/9)
- 9) Sean B. Carroll: Genetics and the making of Homo sapiens. Nature. 422: 849-857. 2003.
- 10) Jean-Jacques Hublin, Abdelouahed Ben-Ncer, Shara E. Bailey, et al.: New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the pan-African origin of Homo sapiens. Nature. 546: 289-292. 2017.
- 11) 国立科学博物館: 宇宙138億年の旅 https://www.kahaku.go.jp/exhibitions/theater360/pdf/THEATER360_univers.pdf (最終閲覧日: 2023/12/12)