

開発者コラム

不織布マスク用補助器具 - HERO インナーマスクを開発する過程で、以下の疑問に対する回答が分かったように感じた。

「なぜ、人は鼻から空気を吸って鼻から空気を出すのか。なぜ鼻の穴は蓄膿症などで鼻が詰まって困るのに細いのか。」

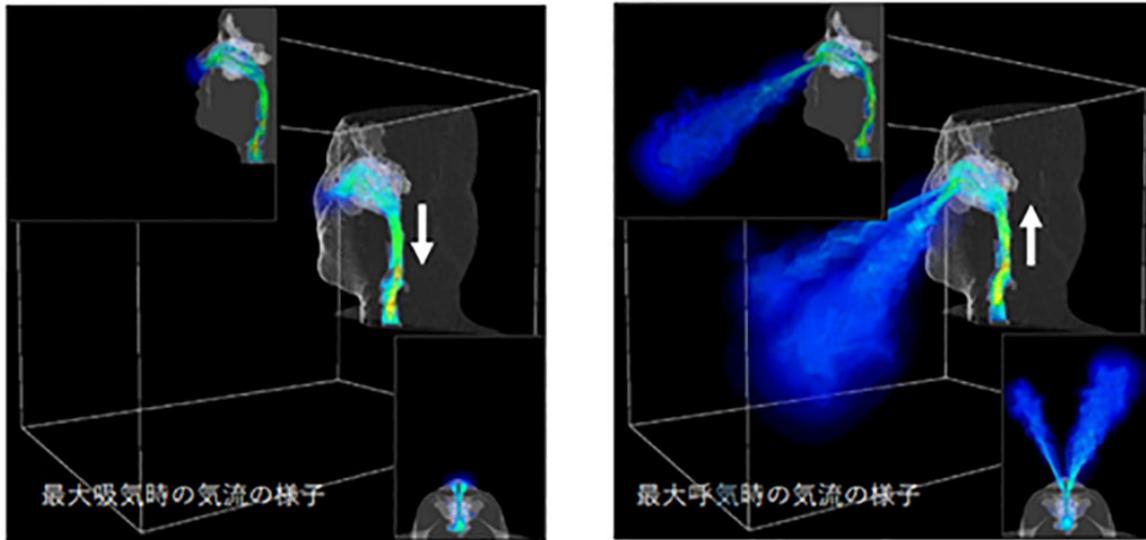
我々が魚のような水生動物だった時代、水は口から入り、鰓（エラ）から出るというように一方向に流れていた。これは、いつも新鮮な水を鰓に送り込めるので合理的な構造である。しかし、地上に上がった生物は、鼻から吸って鼻から空気を出すようになった。この構造は、酸素濃度が低くなった排気をまた吸うことになっている。私自身これまでこの肺呼吸の構造にはまったく疑問を感じていなかったが、よく考えると口から食べて口から排便するようなもので、とても不合理な構造であると言わざるを得ない。

なぜこのような進化の過程を辿ったのだろうか。この疑問を解くため生理学の文献など当たってみたところ、水生動物であった動物が地上に出たときの大きな課題は生体組織を水中と同じようなウエットな状態に保つことであった、というような記述があった。そのため、私は鰓呼吸から肺呼吸に進化した過程は以下のようなようだったと推測している。

水中から地上に出て肺呼吸するようになった我々の先祖は、鰓呼吸と同じように一方向性の空気の流れを作って効率よく呼吸しようとした。しかし、そうすると、呼吸器に入る通路の気管は外気で乾燥してしまっただけで水中のような状態を保持し難かった。その時、空気の出入りの気管が同じである肺呼吸をする種がいて、この種の空気の気管は常に呼気でウエットに保持されていた。そのため、この種は乾燥した地上の環境にも適応しやすかった。

しかし、そうであっても外気に呼気を出す部分の穴（鼻孔）が大きな種は、呼気がゆっくりと出るため鼻孔の回りに呼気が漂ってしまい、吸気するときにはその漂っていた呼気を吸うことになり、呼吸による酸素吸入効率が悪かった。それに対し鼻の穴が小さな種は、呼気が狭い孔から速いスピードで遠くに排気されるので、呼気が吸う鼻の回りに漂う空気に混ざらずに呼吸の効率が良くなり、結果的に生存率が高くなった。

そのため、我々は同じ鼻から呼気吸気を行い、呼気が吸気に混ざらないように、鼻の穴は細くなっていった。（鼻腔が1つだけだと、風邪などで詰まったとき困るので2つになった）ということで、今の我々のような鼻構造になった。というような解釈である。



呼吸往復流をスーパーコンピューターで可視化した。
流速をカラーでレンダリングしている。世良(2009)ヒト上気道の気流計算

(上の図は、九州大学の世良先生のシミュレーション資料であるが、気管の中の気流は同じでも、吸気は鼻の回りの静止している空気が鼻腔に吸い込まれ、呼気は鼻腔から勢いよく吹き出されていることがわかる。このように、鼻腔からの吸気と呼気の流れの違いがあることはこれまでも分かっていたことであるが、この効果が呼気と吸気の混合を防ぎ呼吸の効率性を上げるためのメカニズムであるという解釈は、これまでまったくなされていなかったと思われる。提案者がこのようないわゆる発見が出来たのは、呼吸のメカニズムを利用して工業製品を作って行こうとする過程で自然のメカニズムを理解できた事例であり、ロボット工学の分野でよく言われる analysis by synthesis の典型的な事例と思われる。)

このように鼻の機能が理解できるようになると、今我々が付けているマスクは、このような鼻が本来有していた呼気と吸気分離機構を妨害していることが分かる。つまり、吐いた空気を遠くに飛ばすことを阻害して、鼻腔の回りに留めておく装置であるため、呼気と吸気が分離できず、それがマスク呼吸の苦しみの根本原理であると考えられる。

それに対し、本発明の HERO インナーマスクは、マスクをしていても、鼻からの呼気をマスクの下側に導いて下側の不織布から出すようにし、また吸気はマスクの上側の不織布から吸い込むというように、鼻が有している呼気吸気分離機構をそのまま生かせるようにする装置であるので、マスクをしていても呼吸を楽に出来る装置であるといえると考えている。

広瀬茂男