

昔から、空を飛びたいと願う人は常に鳥に目を向けてきました。レオナルド・ダビンチもそのひとりで、鳥の翼や飛行のメカニズムの研究の記録が残されています。しかし現在でもなお、鳥の翼を使っ

た実験データが、戦闘機などの最先端技術に応用されています。今回は、鳥の中でもいちばんの飛行の達人ともいえる、アマツバメの翼を使った実験について読んでみましょう。

NEWS news@nature.com

語数：687words 分野：航空工学・動物行動

Published online: 25 April 2007 | doi:10.1038/news070423-7

Wings in a wind tunnel show secrets of flight

Study of swifts could improve airplane designs.

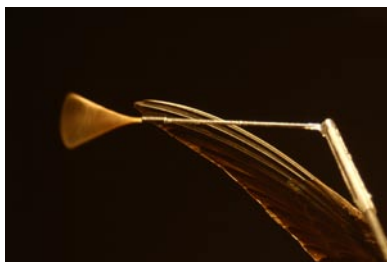
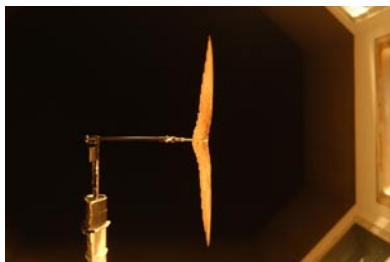
<http://www.nature.com/news/2007/070423/full/070423-7.html>

Heidi Ledford

著作権等の理由により画像を掲載することができません。

RANSCHOLS

1. The average swift (*Apus apus*) travels 4.5 million kilometres in its lifetime — roughly the same as six round trips to the Moon. Now researchers have demonstrated how these **adept** aviators change the shape of their wings to improve performance, providing hints as to how aircraft engineers can improve their designs.
 2. Common swifts spend nearly their entire lives in the air — eating, mating, and even sleeping **'on the wing'**. It was this aerial lifestyle that drew the attention of David Lentink, a former aerospace engineer who is now working towards a doctoral degree in zoology at Wageningen University in the Netherlands.
 3. Previous work looking at the flight of swifts has been based on **theoretical models** or experiments performed with imitation wings made of **epoxy resin** and metal. To improve on these **surrogates**, Lentink and his colleagues looked at 15 pairs of real swift wings, taken from dead birds from **sanctuaries**. They placed the wings in a wind tunnel and varied their **orientation** to measure the effect of wing shape and position on flight efficiency.
 4. The results, reported this week in *Nature*¹, show how swifts can adjust the shape of their wings to increase the **efficiency** of their **glide** or to make faster turns. Although some of these general principles of flight have been known for some time, Lentink's team were able to **quantify** the efficiencies; and at least one of their conclusions **runs contrary to** previous assumptions about the swift's flight.
 5. The report is published just in time for the birds' annual return to the Netherlands after a winter spent in southern Africa — an event often celebrated as a sign of the start of summer. The **cacophonous hordes** arrived there just a few days ago.
- Swoop and glide**
6. The team found that extended wings provide the best slow glide, whereas those swept back away from the head function better at high speeds. Extremely fast turns require swept-back wings because extended wings would break under the extreme force. Swept-back wings also do not **flutter**, which protects against **bone fractures** under these conditions of high force.
 7. Placing wings in the best formation for each activity means that the birds can fly 60% further in a single glide, and improve their turning efficiency by three times over how they would do with their wings poorly placed.
 8. Lentink could also determine the glide speeds at which the birds would minimize **energy expenditure** — ideal for, say, taking a nap. That speed was eight to ten metres per second, the same speed at which the birds glide as they



アマツバメの翼を使った風洞実験

roost. "They have evolved an aerodynamic design for cheap flight," says Anders Hedenström, a theoretical ecologist at Lund University in Sweden and a co-author on the study.

- Such information is useful — although perhaps not perfectly accurate. "The problem is a dead bird wing doesn't necessarily behave much like a live bird wing," says engineer Geoffrey Spedding of the University of Southern California in Los Angeles.

Hitching a lift

- But using a real wing is still much better than a model, says Spedding — and it sometimes throws up surprisingly different results. Previous studies using brass models had suggested that using swept-back wings helps swifts to **boost** lift by generating small **vortices** in the air-flow around the wings². But Lentink's data contradict this theory; his results show that swifts generate lift more effectively by fully extending their wings.
- This information could be used to improve the design of aircraft, Lentink says. Some planes, such as the F-14 Tomcat, already **incorporate** these principles by allowing the wings to sweep back when the plane is flying particularly fast.
- Lentink says that these aircraft designs are **crude** compared with what the swifts can do, thanks to the engineering challenges involved. "The swifts are just better at it," he says, "The amount of feathers and muscle involved is challenging for us [to imitate]."
- Engineers have a lot of things to consider, Spedding adds. For example, having flexible wings could require extremely heavy supports, **cutting into** any gains in fuel efficiency made by the wing shape. "Aeroengineers tend to look at you in horror when you suggest things like that," he says.

References

- Lentink D., et al. *Nature*, **446**. 1082-1085 (2007).
- Videler J. J., Samhuis E. J. & Povel G. D. E. *Science*, **306**. 1960-1962 (2004).

Science key words

タイトル **wind tunnel** : 風洞 (実験)

人工的に空気などの流れを発生させるためのトンネル型の施設や装置、またそれをを用いた実験。流れの中に置いた試験体に働く力や周りの流れなどを観測できる。

リード **swifts** : アマツバメ

ここでは、特にヨーロッパアマツバメ (*Apus apus*; common swifts) のこと。形態や生活様式がツバメと似ているが、分類上は別の目に属する。文中にもあり、著しく空中での生活に適応しており、群れで鳴きながら移動する。体長約16~17センチメートルだが、翼長は40センチメートル以上に及び鎌の形をしている。全身は黒っぽい色で、のどの部分だけが白い。渡り鳥で、夏の間はヨーロッパ北部で過ごし、アフリカ南部などで越冬する。

3. **epoxy resin** : エポキシ樹脂

高分子内にエポキシ基をもつ熱硬化性の合成樹脂。寸法安定性、耐熱性、耐水性、対薬品性にすぐれ、電気絶縁性が高く、接着性も強いなどの特長をもつ。そのため、電気・電子部品、自動車、土木・建築分野などで幅広く使用されている。

Words and phrases

- adept** : 「熟練した」「上手な」「うまい」
- 'on the wing'** : 「飛行中で」「飛んでいる」
- theoretical models** : 「理論モデル」
- surrogates** : 「代用物」「代替物」
文脈によっては、「代理指標」「代理母」と訳す例もある。
- sanctuaries** : 「鳥獣保護区」
- orientation** : ここでは「向き」「方向性」のこと。
- efficiency** : 「効率」「能率」
- glide** : 「滑空」
- quantify** : 「定量化する」
- runs contrary to ...** : 「…に反する」
- cacophonous hordes** : 「耳障りな鳴き声の群れ」
ここでは「アマツバメの群れ」のこと。
- 見出し **swoop** : 「急降下」
- flutter** : 「ばたばたと揺れる」「ばたつく」
- bone fractures** : 「骨折」
- energy expenditure** : 「エネルギー消費量」
- roost** : 「止まり木にとまる」「眠ること」
- 見出し **hitching** : 「高める」
ここは「ぐいっと引き上げる」という意味から転じて「～を上げる」という意味。
- boost** : 「増やす」「高める」
- vortices** : (vortexの複数形) 「渦」
- incorporate** : 「取り入れる、組み入れる」
- crude** : 「洗練されていない」
もともとは「生の」という意味で、手が加わっていないことから、「雑な」「大ざっぱな」「粗い」といった意味が派生している。
- cutting into** : 「(減らす、下げるという意味での) 食い込む」

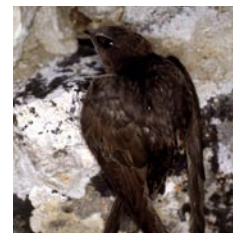
Published online: 25 April 2007 | doi:10.1038/news070423-7

鳥の翼の風洞実験で明らかになった飛行の極意

アマツバメの研究で航空機の設計が改良されるかもしれない。

<http://www.nature.com/news/2007/070423/full/070423-7.html>

ハイジ・レッドフォード



- 平均的なヨーロッパアマツバメ (*Apus apus*) は、一生の間に450万キロメートルを飛行する。これは地球と月をほぼ6往復する距離に等しい。このほど発表された研究で、飛行の達人であるこの鳥が翼の形状を変化させて飛行性能を高めている方法が明らかになり、航空機エンジニアが航空機の設計を改良するのに役立つようなヒントが得られた。
 - ヨーロッパアマツバメは一生のほとんどを空中で過ごし、空を飛びながら、摂食、交尾、それに睡眠までやってしまう。この空中型の生活スタイルに目をつけたのが、元航空宇宙エンジニアで、ワーヘニンゲン大学（オランダ）で動物学の博士課程にある David Lentink である。
 - これまでアマツバメの飛行に関する研究は、理論モデルあるいはエポキシ樹脂製や金属製の翼の模型を使った実験に基づいていた。Lentink の研究チームは、これらの代用物よりもすぐれた研究素材として、鳥獣保護区で死んだアマツバメから得た15対の本物の翼を使って研究を行った。彼らは風洞内に翼を設置し、その向きを変えながら翼の形状と位置が飛行効率に与える影響を調べた。
 - その結果は今週号の *Nature*¹ で報告され、アマツバメが翼の形状を調節して、滑空効率を高めたり旋回速度を上げたりできる仕組みが明らかにされた。飛行のこのような一般原理は、しばらく前から部分的にはわかっていたことだが、Lentink の研究チームは、その効率を定量化することに成功した。しかも、今回の研究で導かれた結論のうち少なくとも1つは、アマツバメの飛行に関する従来の仮説に反していた。
 - この研究論文の発表は、ヨーロッパアマツバメがアフリカ南部での越冬を終えてオランダに戻ってくる時期とちょうど重なっていた。この鳥の到来は夏の始まりを告げる出来事として喜ばれることが多い。鳴き声の耳障りな群れは、ちょうど論文発表の数日前にオランダに到着したところだった。
- 急降下と滑空**
- 研究チームは、翼を横に広げると低速滑空の効率が最高になり、翼を後方に曲げて後退角を大きくすると高速滑空性能が上がることを見いだした。非常に高速で旋回する場合には、翼を横に広げておくことと極めて強い力を受けて翼が折れてしまうため、翼を少し折り畳むように後方に曲げる必要がある。後方に曲げた翼はパタパタとはためくこともなく、強い力の加わる条件下でも骨折せずにすむ。
 - アマツバメは、活動内容に合わせて翼を最適な形状にすることで、翼が不適切な形状になっている場合に比べ、1回の滑空につき距離にして60%遠くまで飛んだり、旋回効率を3倍に高めたりすることができる。
 - Lentink は、エネルギー消費量が最小になる（つまり、飛びながら眠るのに最適な）アマツバメの滑空速度も測定できた。その速度は秒速8～10メートルで、この鳥が実際に眠りながら飛行するときの速度と同じだった。「アマツバメは、省エネ飛行のための空気力学的設計を進化させてきたのだ」。そう語るの、今回の研究論文の共著者の1人であるルンド大学（スウェーデン）の理論生態学者、Anders Hedenström である。
 - こうした情報は有益ではあるが、おそらく完全に正確なものではないだろう。「問題なのは、死んだ鳥の翼が生きている鳥の翼と必ずしも同じ挙動を示すとは限らないことだ」と話すのは、南カリフォルニア大学（米国ロサンゼルス）の工学者 Geoffrey Spedding である。
- 揚力を高める**
- それでも本物の翼は模型よりもはるかにすぐれている、と Spedding はいう。それに本物を使うと、意外なほど異なった結果が得られることがある。真ちゅう製の模型を使った過去の研究では、後方に曲げた翼を使うと、翼の周囲に生じる気流の中に小さな渦が発生し、揚力が高まるという見解が示された²。しかし Lentink のデータは、この考え方と矛盾しており、翼を横に完全に広げたほうが揚力の生成効率が高いことを示している。
 - この情報を利用して、航空機の設計を改良できるかもしれない、と Lentink はいう。F-14 トムキャットなど一部の航空機には、これらの原理が既に取り入れられ、特に高速で飛行するには翼の後退角を大きくできるようにしている。
 - このような航空機の設計はアマツバメの能力と比べて洗練されておらず、そこには取り組む価値のある工学上の難題がいくつかかわっていると Lentink は話す。「アマツバメは飛ぶことにおいては断然すぐれている。飛行に関係する羽と筋肉の量 [を模倣すること] が、我々に課せられている難題である」と彼は付言する。
 - エンジニアは数多くの事項を検討しなければならない、と Spedding は説明を続けた。例えば柔軟性のある翼を備えるには、極めて重い支持材が必要となる可能性があり、翼の形状によって燃費を高めても支持材の重量によって燃費が引き下げられてしまう。「そういう話をすると、たいがいの航空エンジニアは恐れをなした表情を浮かべる」と Spedding は語った。