

鳥の羽ばたきの様子をボーッと見ていると、^{つばさ}翼を上下に動かしているのかと思うが、目を凝らすと単純ではない。翼を後ろ上から前下に力強く打ち下ろし、返してさっと下から上へ打ち上げる。打ち下ろしでは、空気は翼に対して後ろ上方に流れ、空気力は翼にほぼ直角方向すなわち前上方に働く。こうして揚力と推力が働くことになる。打ち上げの際には、羽の^{うじく}羽軸に関する非対称形状により^{はねかん}羽間に大きな隙間ができるので、風が素通りして抵抗を受けない（参照1）。

このような動きはスローモーション動画ではよくわかる。鳩の羽ばたきの回数は1秒間に3-8回だそうだ（参照2）。翼の動きをちゃんと見るにはその6倍以上の数の画面が必要だ。つまり1秒間に50コマ以上ほしい。YouTubeには960コマの素晴らしい画像がアップされており有難く拝見している。現在、市販されているカメラは残像効果を利用している映画対応で24コマ、地デジ対応で30コマである。コマ数が市販で最大なのはSONYの^{デジタルスティルカメラ}D S Cで960コマらしい。

もしこのような機械がなければ、人間の目で認識できる知覚速度はどれくらいか？ 視覚系が視覚刺激を処理して信頼性の高い反応を生成するのにかかる時間の事だが、約80~100ms程度らしい（参照3）。1秒間にせいぜい10コマしか認識できない。つまり鳩の羽ばたきを見るには、どうしても機械を使ってスローモーション画像を見るしかない。もっと速い動きはどうか？ ハチドリの羽ばたきは鳩の10倍くらいある。この程度までなら、市販のカメラでなんとか観察できそうだ。この動きを分析して、ドローンに応用しようとしている研究者もいる。平和利用を願いたい。

それ以上速い動きは市販のカメラでは認識できない。もっと速い動きが捉えられれば、いろいろ面白いことがわかるだろう。例えば雷の進路やその変化がわかれば、雷発生の原因もわかってくるだろうし、コントロールできるかもしれない。

スローモーション画像の活用拡大とさらなる高速撮影技術の発展にわくわくしたい。

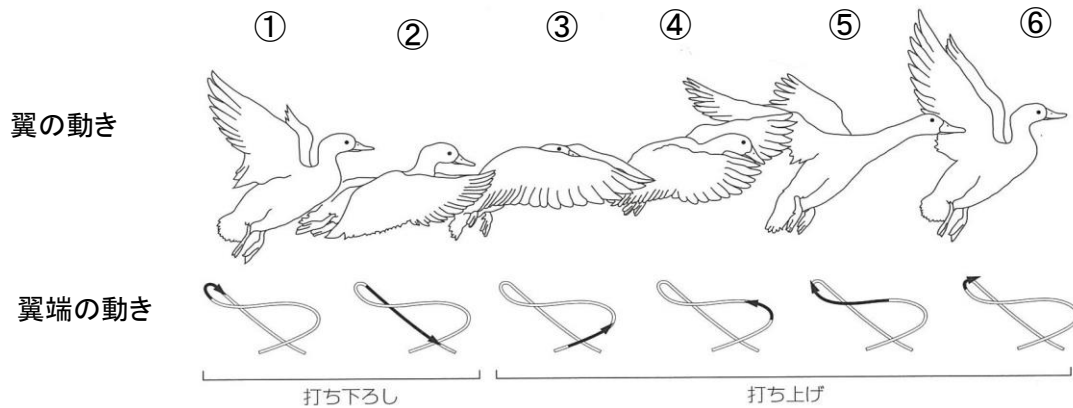
参考資料

1. 鳥の飛行(その3), 松浦, 0B ペン エッセイコラム, 2021
2. 羽ばたき数, 鳥だより, https://akaitori.tobiiro.jp/simpleVC_20101030161209.html
3. 人間の視覚認識速度, Ieva Miseviciute, <https://www.tobii.com/ja/resource-center/learn-articles/speed-of-human-visual-perception>, 2024

羽ばたきと翼の動き

出典: 鳥類学 Gill, F.B

カモ類の羽ばたき、太い矢印が羽ばたきの際の翼端の動きを追っている[Burton 1990]



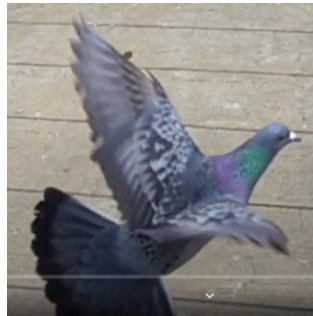
ハトの着地時の羽ばたき写真(960fps (frames per second))

写真出典: <https://www.youtube.com/watch?v=0SB8k9uXcBU>、ODDEYE109 #960fps #野鳥 #羽ばたき
写真の上の番号は上図「翼の動き」の番号に対応

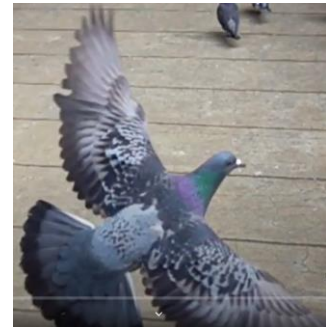
①打ち下ろし



①打ち下ろし



①打ち下ろし



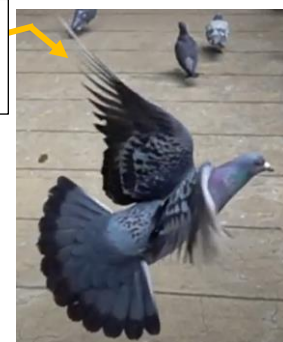
②打ち下ろし



⑤打ち上げ



⑤打ち上げ



⑥打ち上げ



①～②は打ち下ろしで、羽間の隙間は閉じている。翼は前下方向に打ち下ろすので、空気は翼に対して後ろ上方へ流れる⇒翼には翼面に直角に前上方に力が働く

⑤～⑥は打ち上げで、羽間に大きな隙間ができる。翼はほぼ後ろに打ち上げるが、空気は羽の隙間をほぼ素通りするので翼に働く力は小さい

翼に働く力の方向は、翼の振り角と打ち下ろしの方向で決まる