

レオナルド・ダ・ビンチ

飛行機械の夢

本日のお話し

- 人類が飛行機械を手にするまで
- レオナルド発案の飛行機械4種、果たして飛行できるのか？
 - 飛行スクリュー（ヘリコプター）
 - パラシュート
 - 羽ばたき飛行機（オーニソプター）
 - ハンググライダー
- レオナルドの功績
- 現代の鳥人たち、レオナルドの夢の実現、そして未来

人類が飛行機械を手にするまで



人は鳥をみて、鳥のように飛びたいと思う。
鳥は翼を広げ、羽ばたいて飛んでいる。



出典：YouTube



有史以前から大空を飛びたい夢
飛行は神の技、神の特権 — サモトラケのニケ



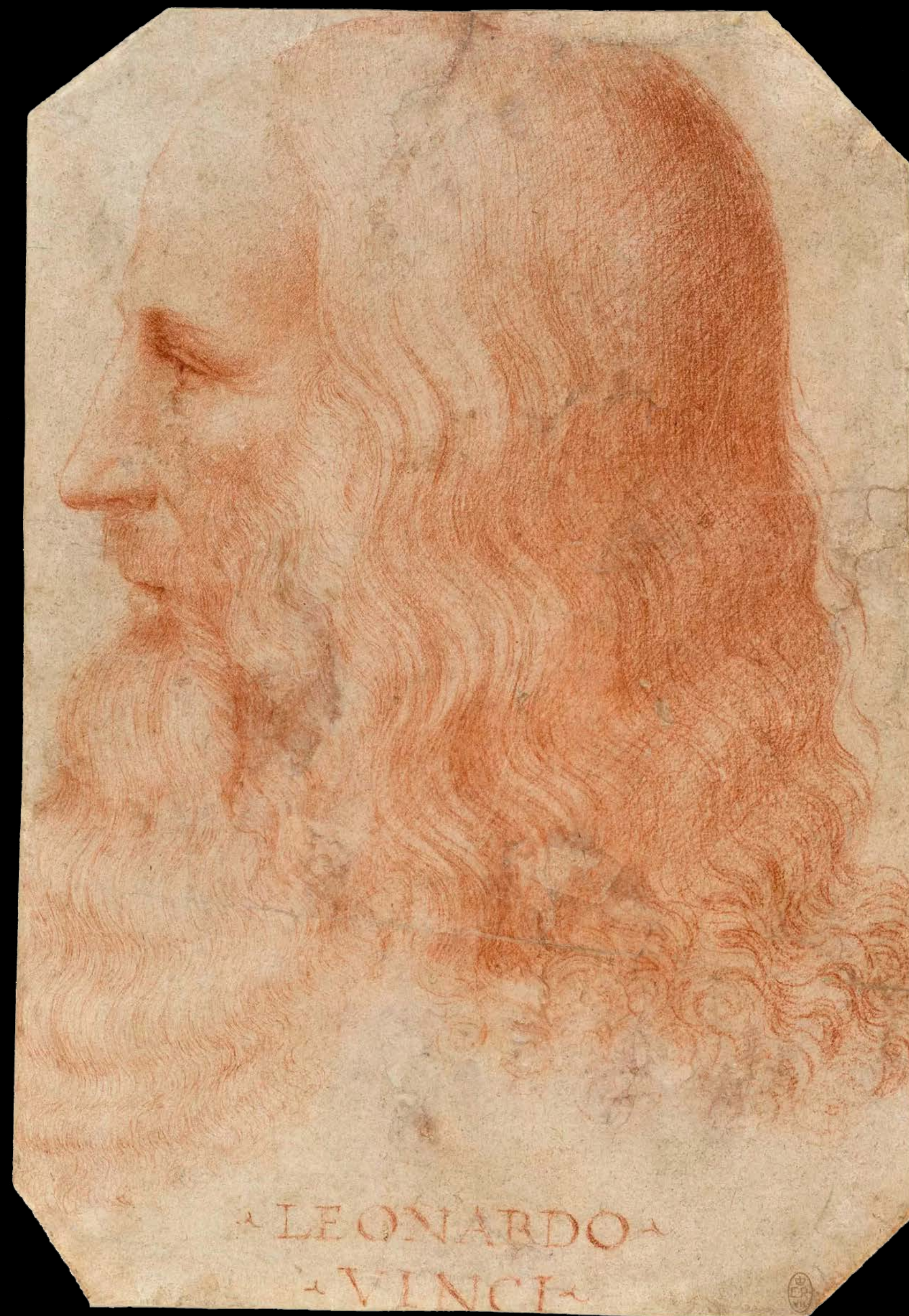
神を真似ると神罰 — ギリシャ神話のイカロスとダイダロス

MOVIE : Those Magnificent Men in their Flying Machines



翼を腕につけて高い尖塔や城壁の上から飛ぶ「タワージャンパー」「バードマン」
手に翼をつけ羽ばたいて飛ぶ目論見は、ことごとく失敗。

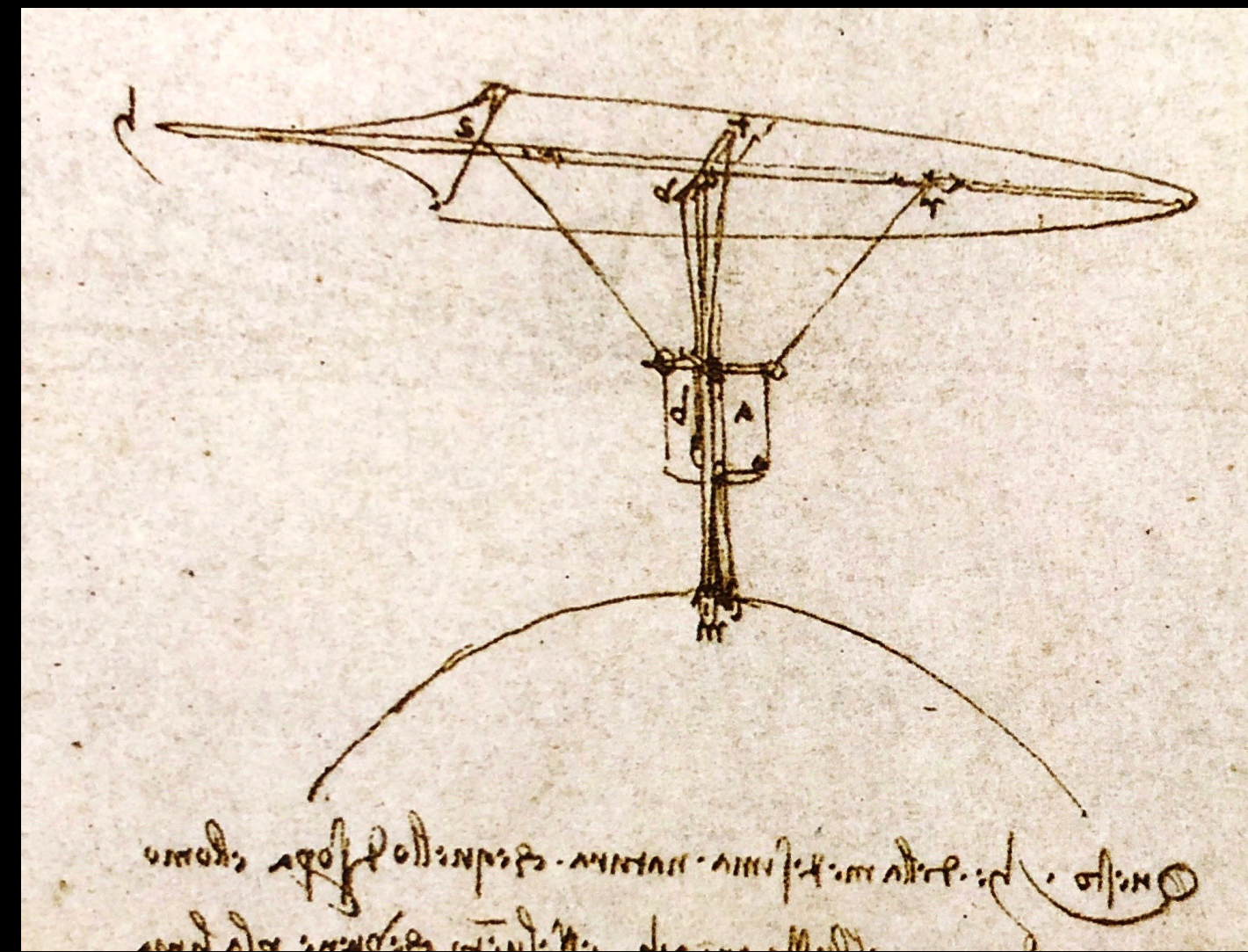
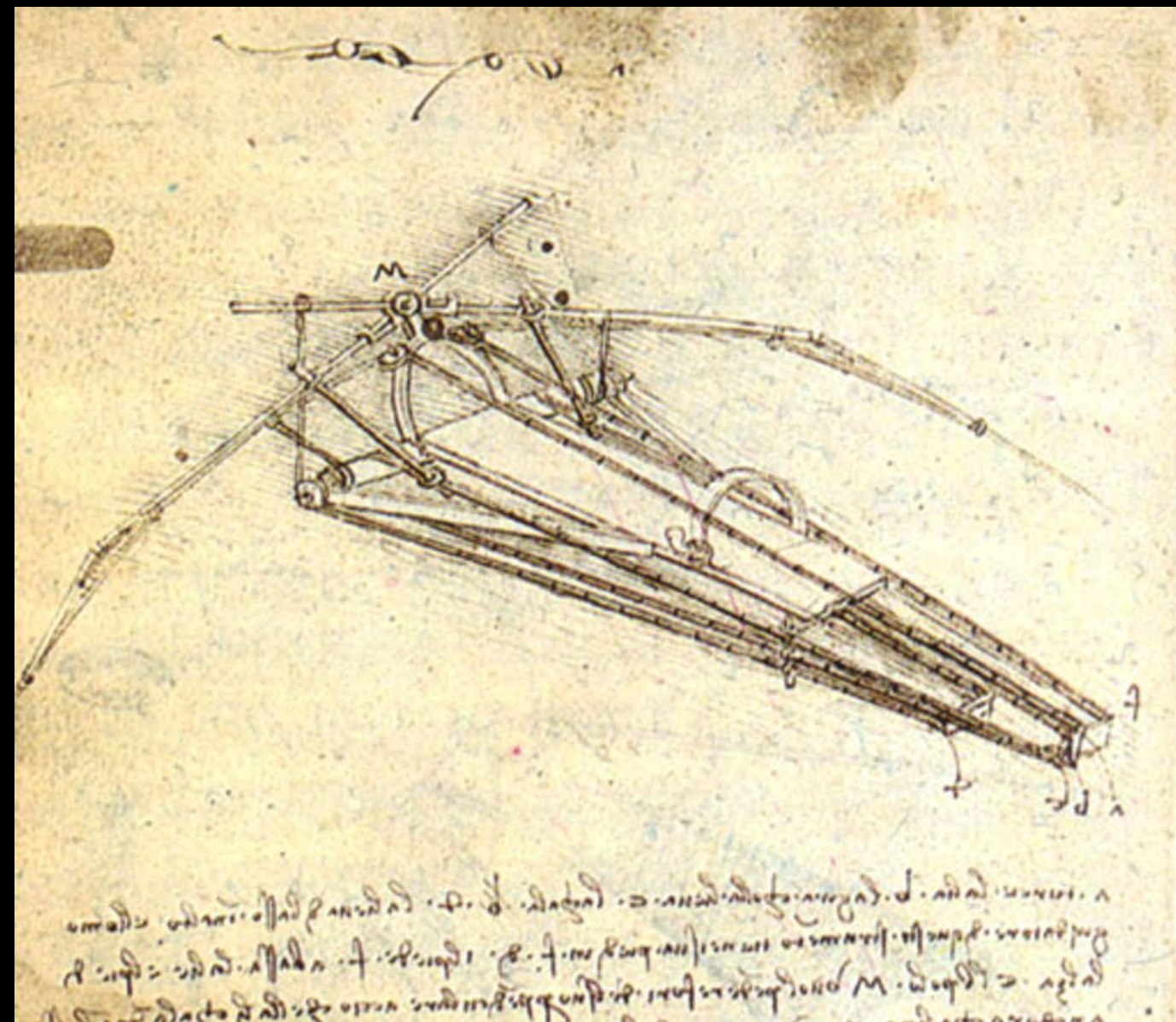
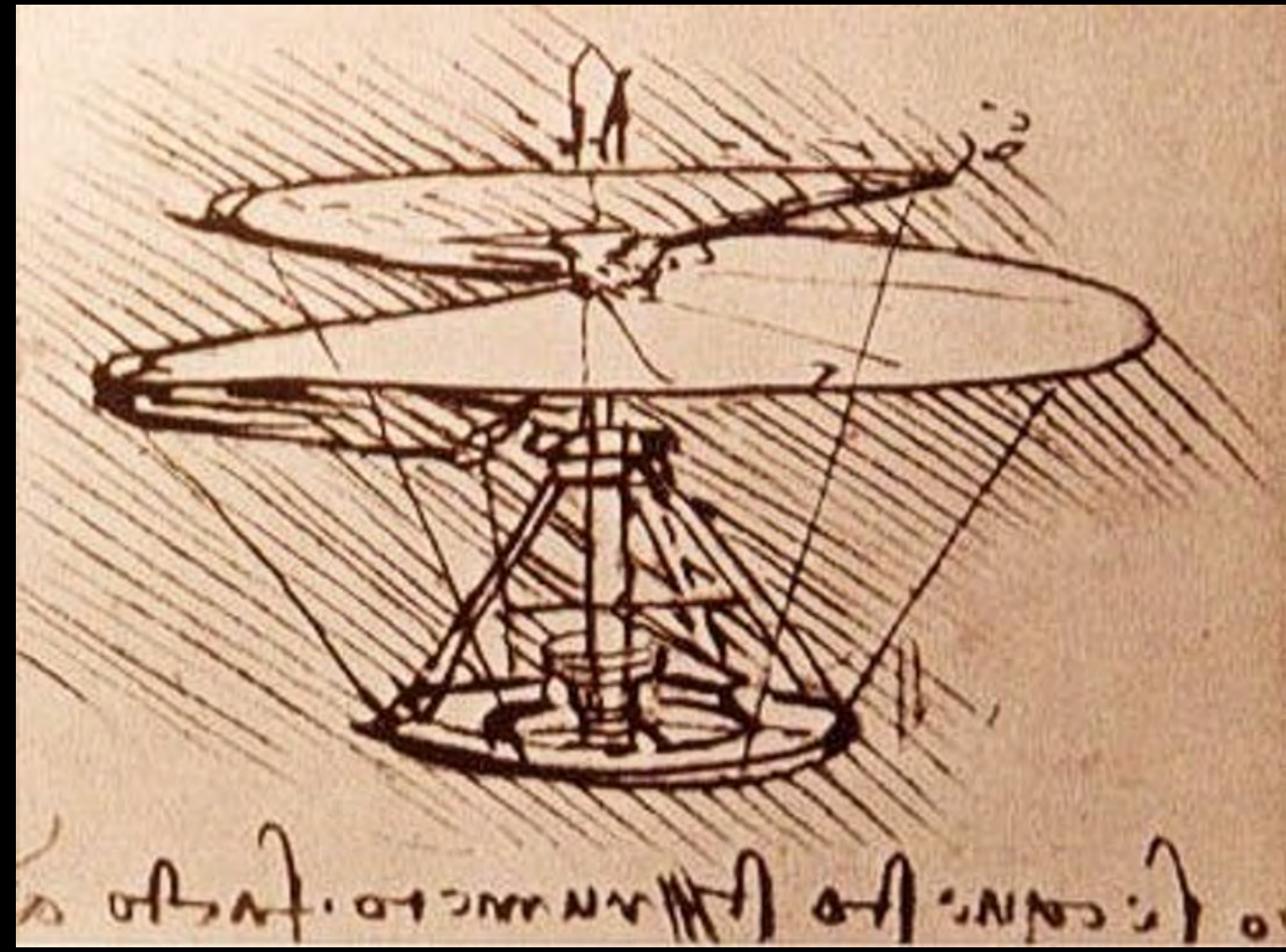
出典：YouTube



di Leonardo da Vinci

Leonardo da Vinci

14/15 April 1452~2 May 1519 (aged 67)



レオナルドが生きたのは「タワージャンパー」「バードマン」の時代
彼は、4種の飛行機機械をスケッチとして残している

1912年2月4日 フランツ・ライヒェルト



「タワージャンパー」「バードマン」
近代になってもそれは続いた、そして失敗した。



出典：YouTube

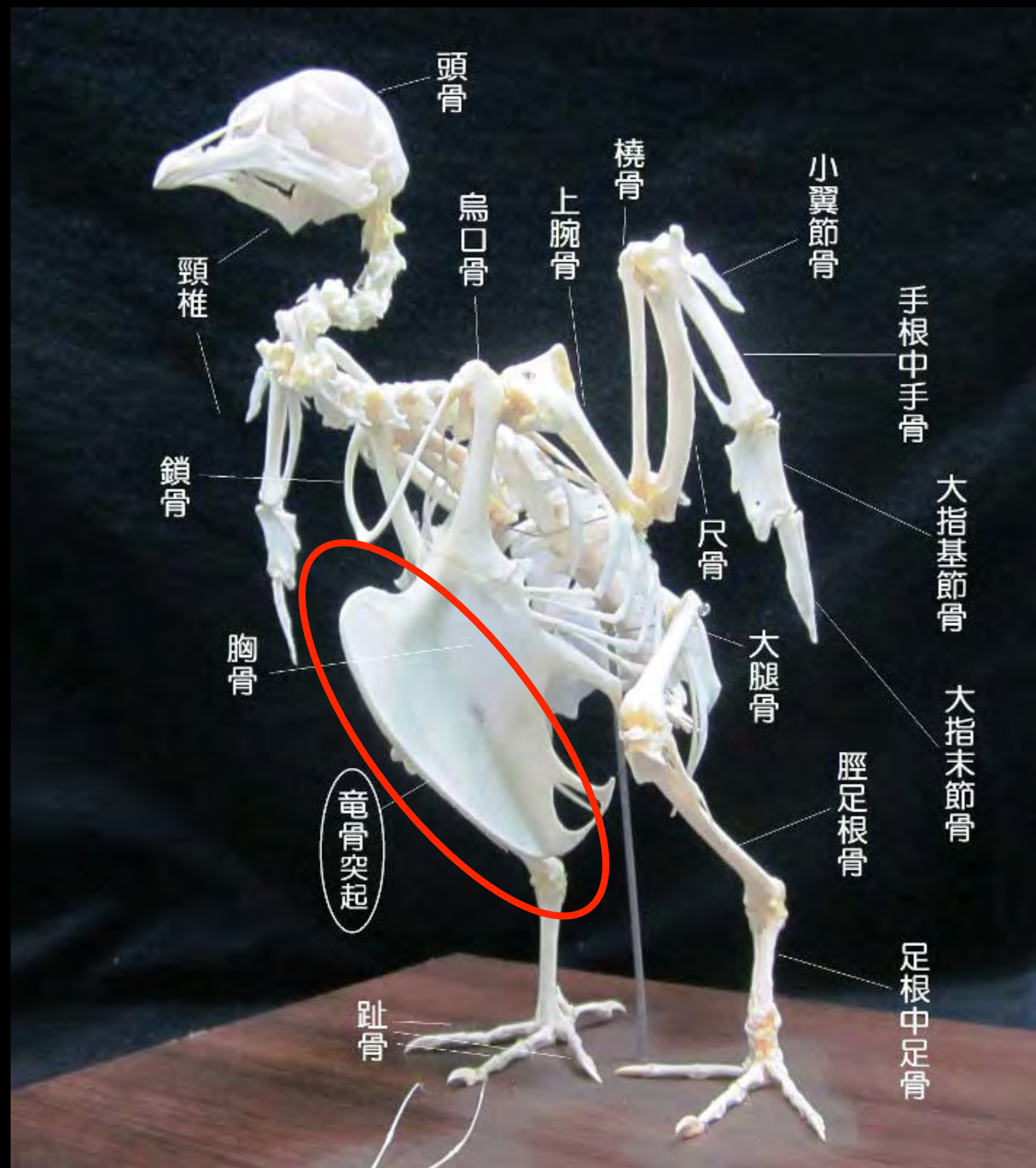
1912年2月4日 フランツ・ライヒェルト



「タワージャンパー」「バードマン」
近代になってもそれは続いた、そして失敗した。



出典：YouTube



鳥の骨格：翼のはばたきに要する強い筋力を支持する竜骨突起、中空軽量な骨

➔ 人間の腕では、羽ばたき飛行は不可能



十字懸垂で羽ばたく体操選手はいない。人間の重心は、腕の付近より腹に近い。

→ 人間の腕では、羽ばたき飛行は不可能

出典：<https://gymnasticsnews.jp>

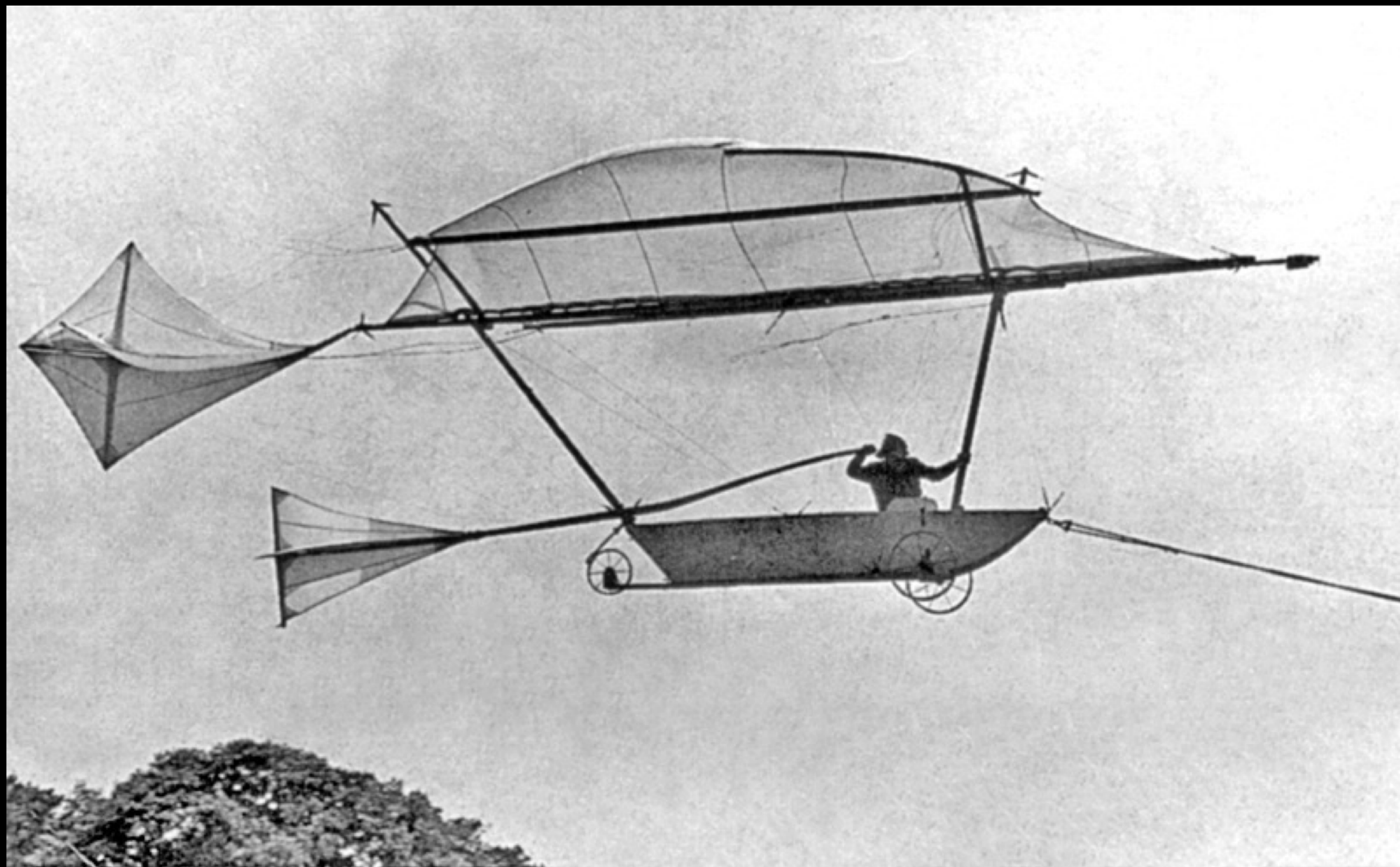
Think different.



羽ばたいていたイーグルも、上昇気流に乗ると翼を伸ばしたまま悠然と飛んでいる。

羽ばたきで無理なら、翼を広げ滑空すれば飛べると考える人が出てきた。

出典：YouTube



SIR GEORGE CAYLEY'S GOVERNABLE PARACHUTES.

Fig. 2.

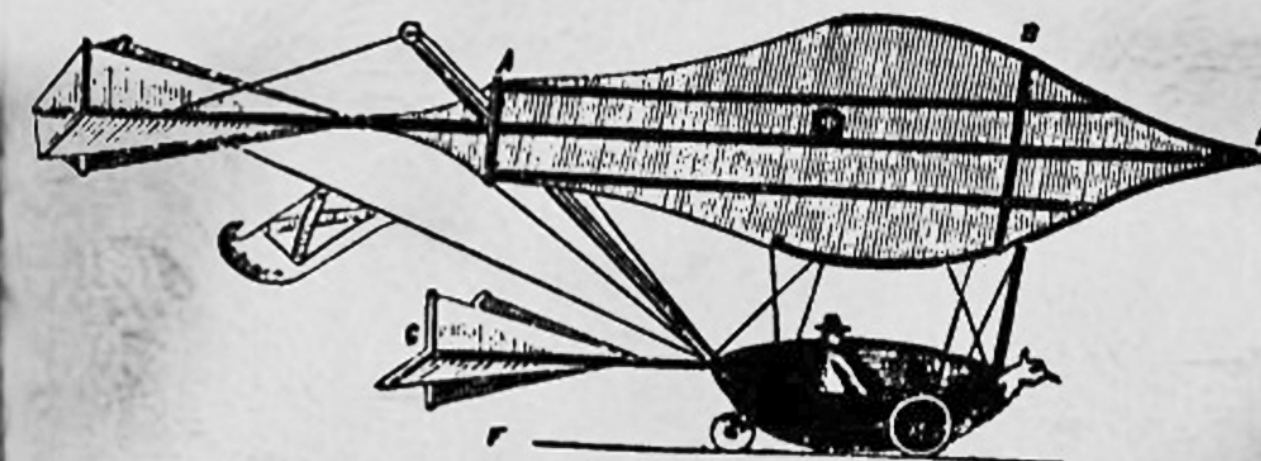
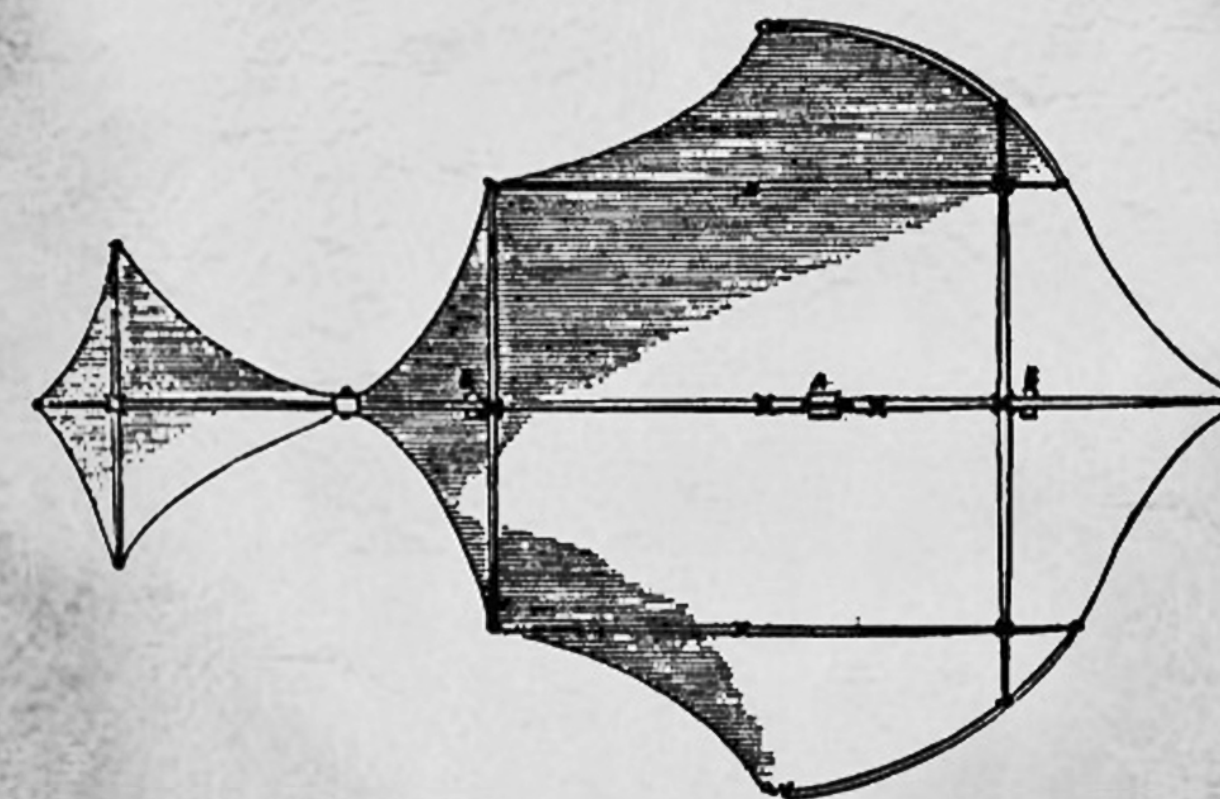
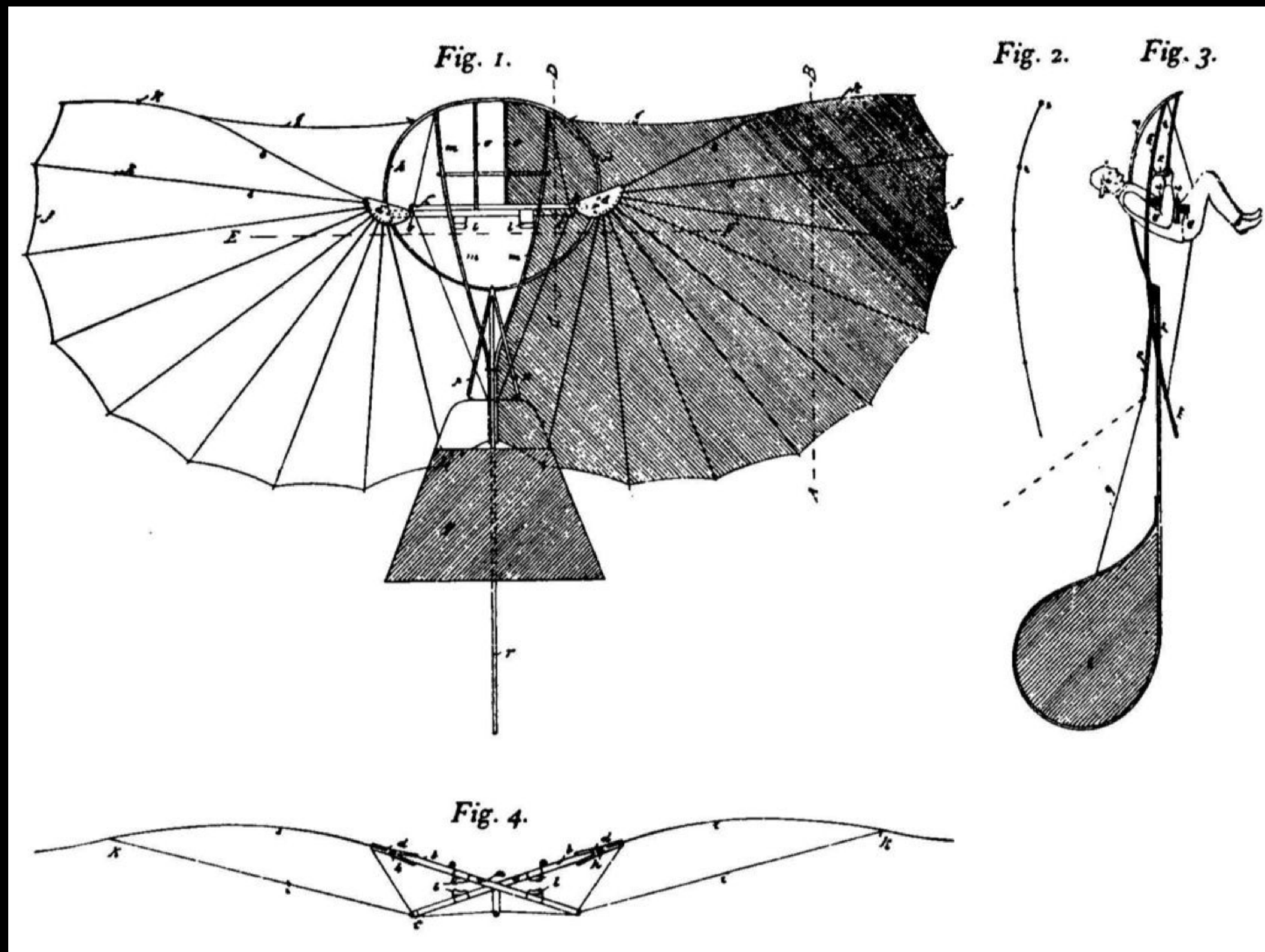


Fig. 1.



「航空学の父」サー・ジョージ・ケイリー（1773年 - 1857年）
はばたかない翼を持つグライダー模型・有人のグライダーを製作した。



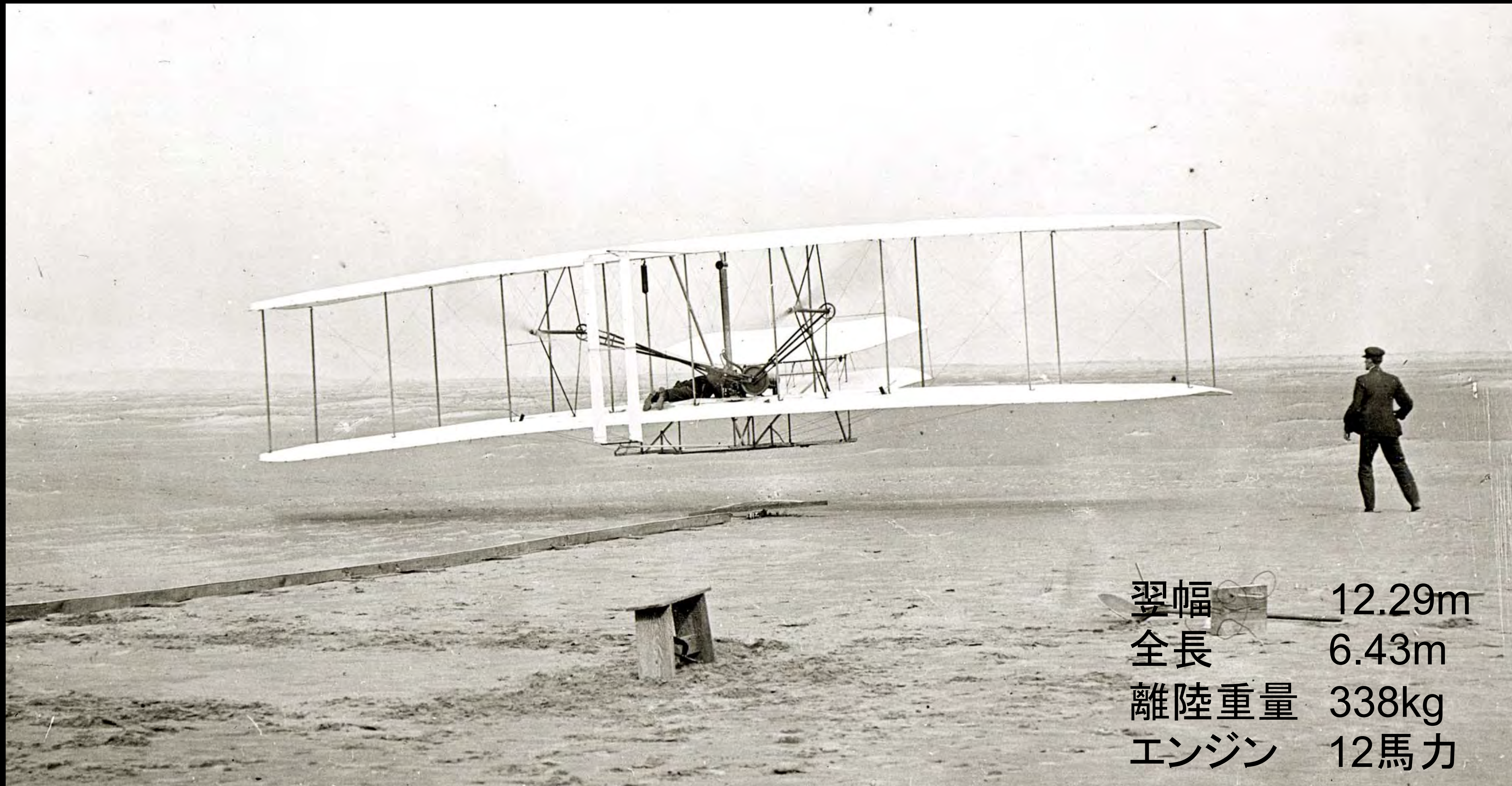
ドイツの航空パイオニア オットー・リリエントール (1848 - 1896)
ハンググライダーを製作して無数の飛行試験を行った



リリエントールグライダーのレプリカ



出典：YouTube



翼幅	12.29m
全長	6.43m
離陸重量	338kg
エンジン	12馬力

アメリカのライト兄弟は、1903年12月17日に飛行機（動力を備えた重航空機）
「ライトフライヤー号」による世界初の本格的な有人飛行を行った。

出典：Wikipedia



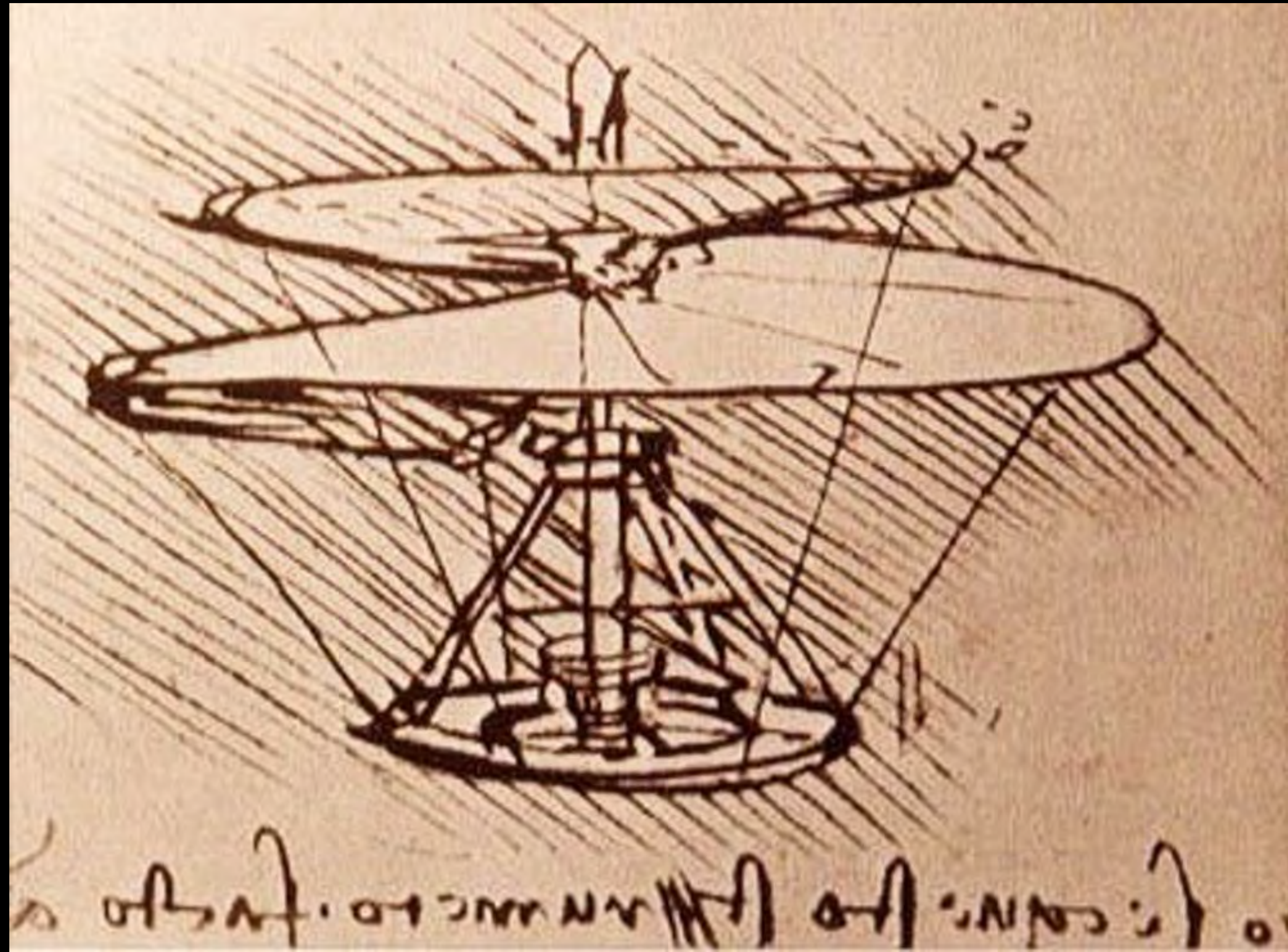
Wright brothers 1908 France



出典：YouTube

レオナルド発案の飛行機械 4 種

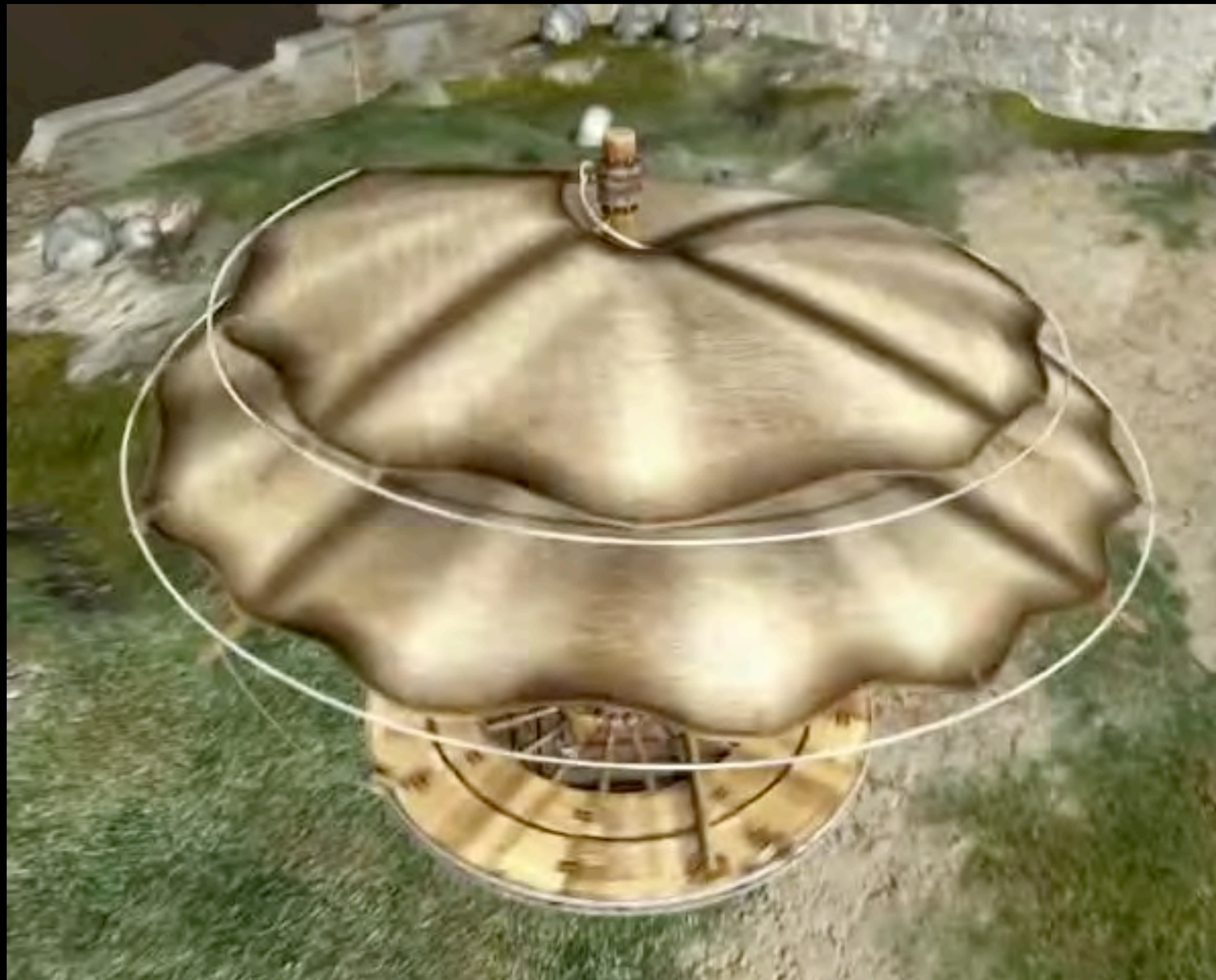
果たして飛行できるのか？



① 飛行スクリュー（ヘリコプター）



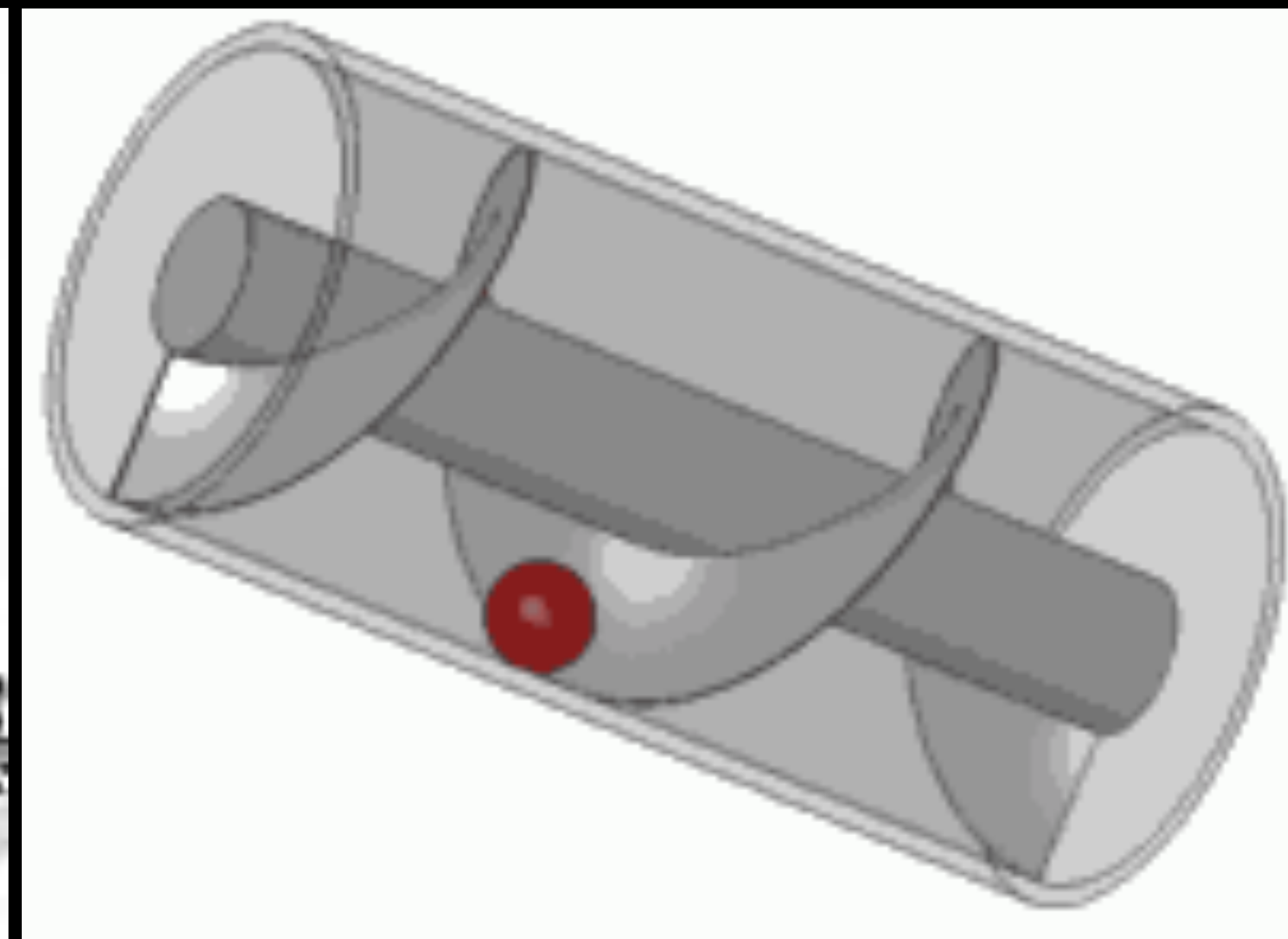
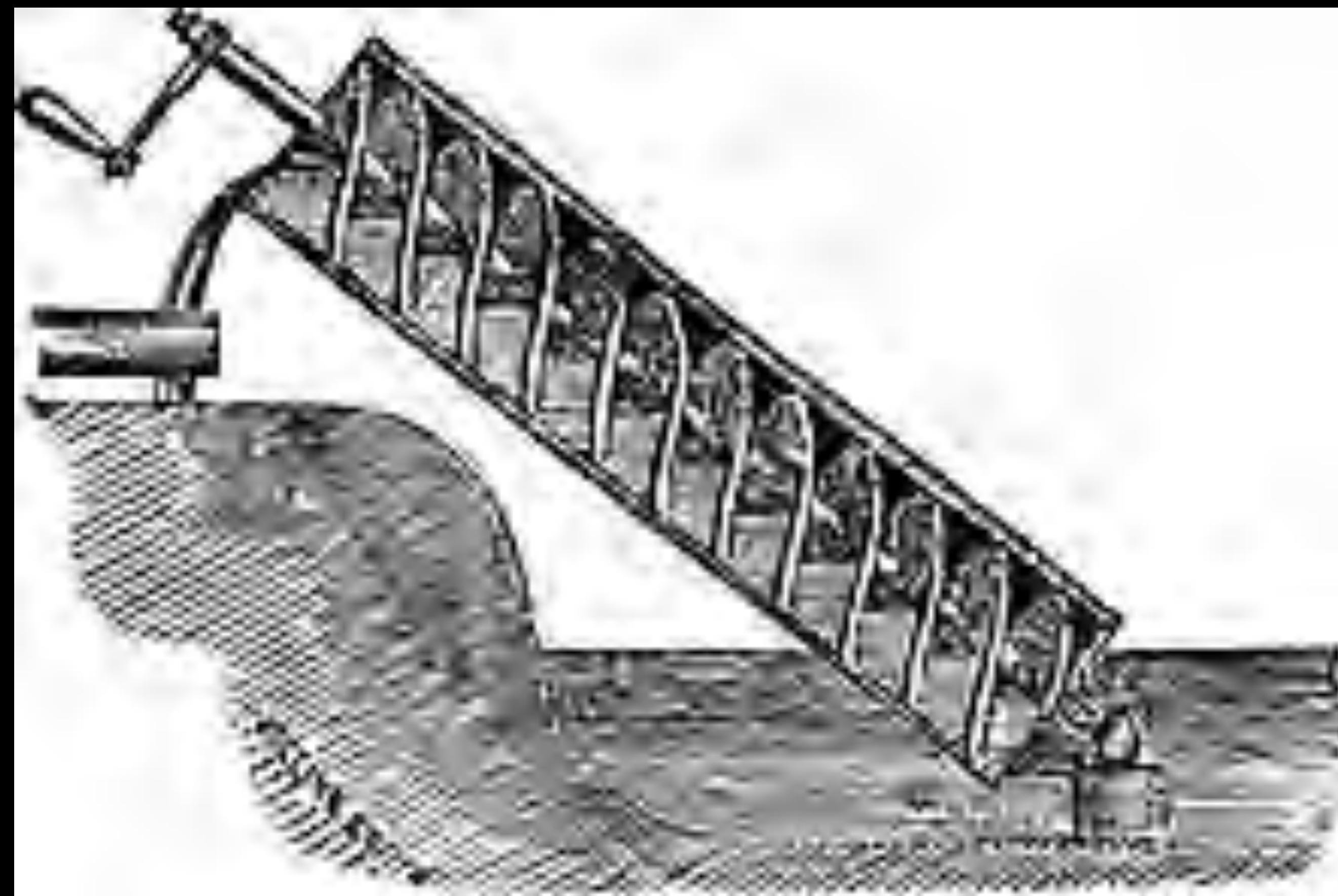
かつての全日本空輸のマークで有名



飛行スクリーンを漕ぐイメージ



出典：YouTube



アルキメディアン・スクリュー

レオナルドはここから発想して、ネジを作り、飛行スクリューもイメージした。

出典：Wikipedia



スクリューの「反力」に抗する手段や操縦については全く考えられておらず
実現性は皆無（上の写真は現代の方法）

飛行スクリューまとめ

★良い点

- ・ スクリューを空気に応用したこと。プロペラの発想。

✓よろしくない点

- ・ 空力的に非効率。大きさも不明。
- ・ 反力に抗する方法が考えられていない。
- ・ 人力では圧倒的に力不足。

人カへリコプターは不可能？



人カヘリコプターは、2013年に実現されている。

カナダのトロント大学学生。全幅49.4m、重量55kg、体重72.6kgキ口、1馬力

出典：YouTube

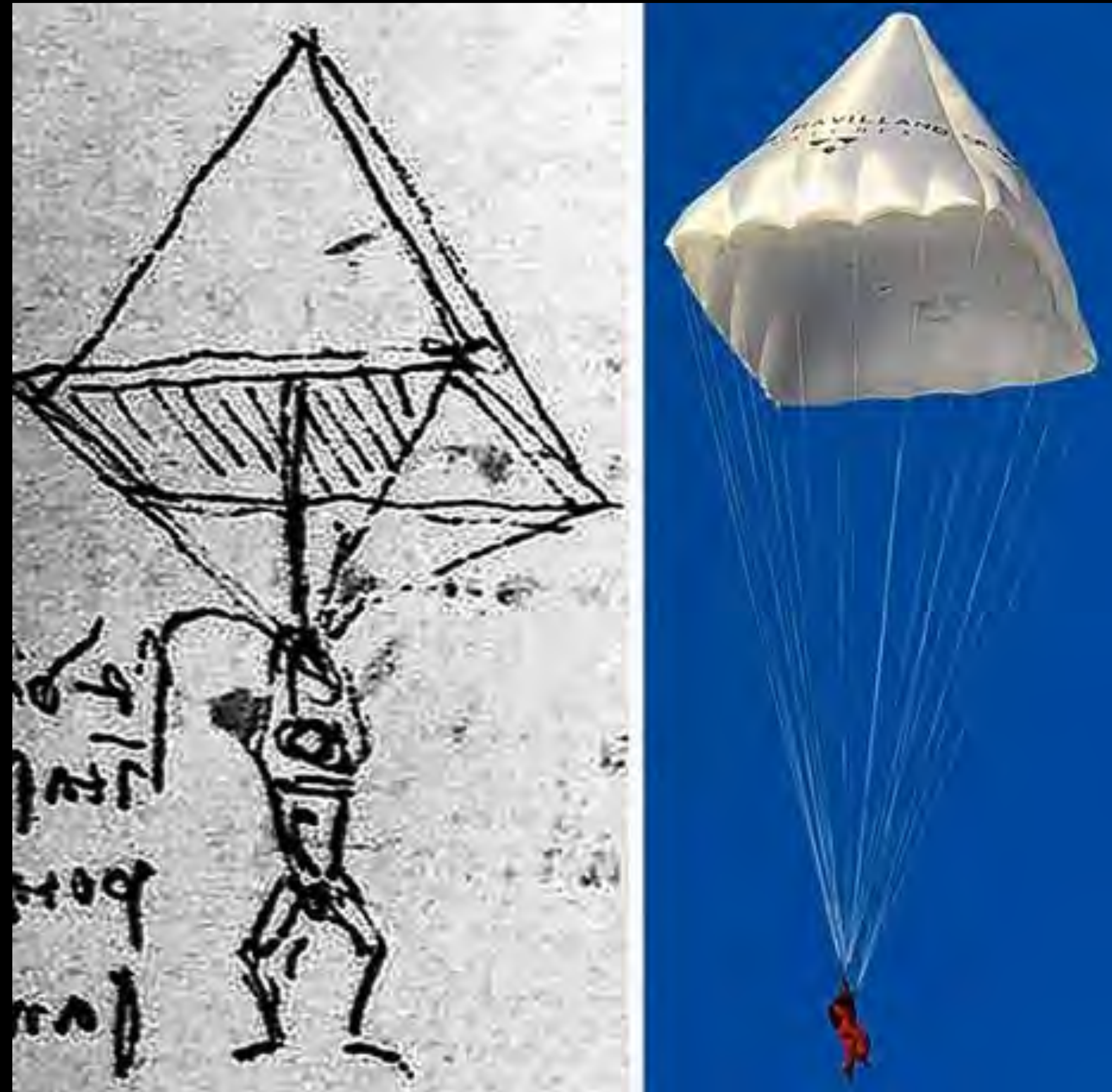


② パラシュート



高い建造物からバラシュートで飛び降りる人＝「タワージャンパー」「ベースジャンパー」
最初に翼以外の手段を考えたのはレオナルドだった（異説もある）

出典：YouTube



レオナルドのパラシュートは、2回ほど現代の素材で製作され、
実際に降下できることが確認されている。



2008年スイスで実証実験された
サイズは大型化され、フレームは無し、現代の軽い素材で作られている。

出典：YouTube



2008年スイスで実験された
サイズは大型化され、フレームは無し、現代の軽い素材で作られている。

出典：YouTube

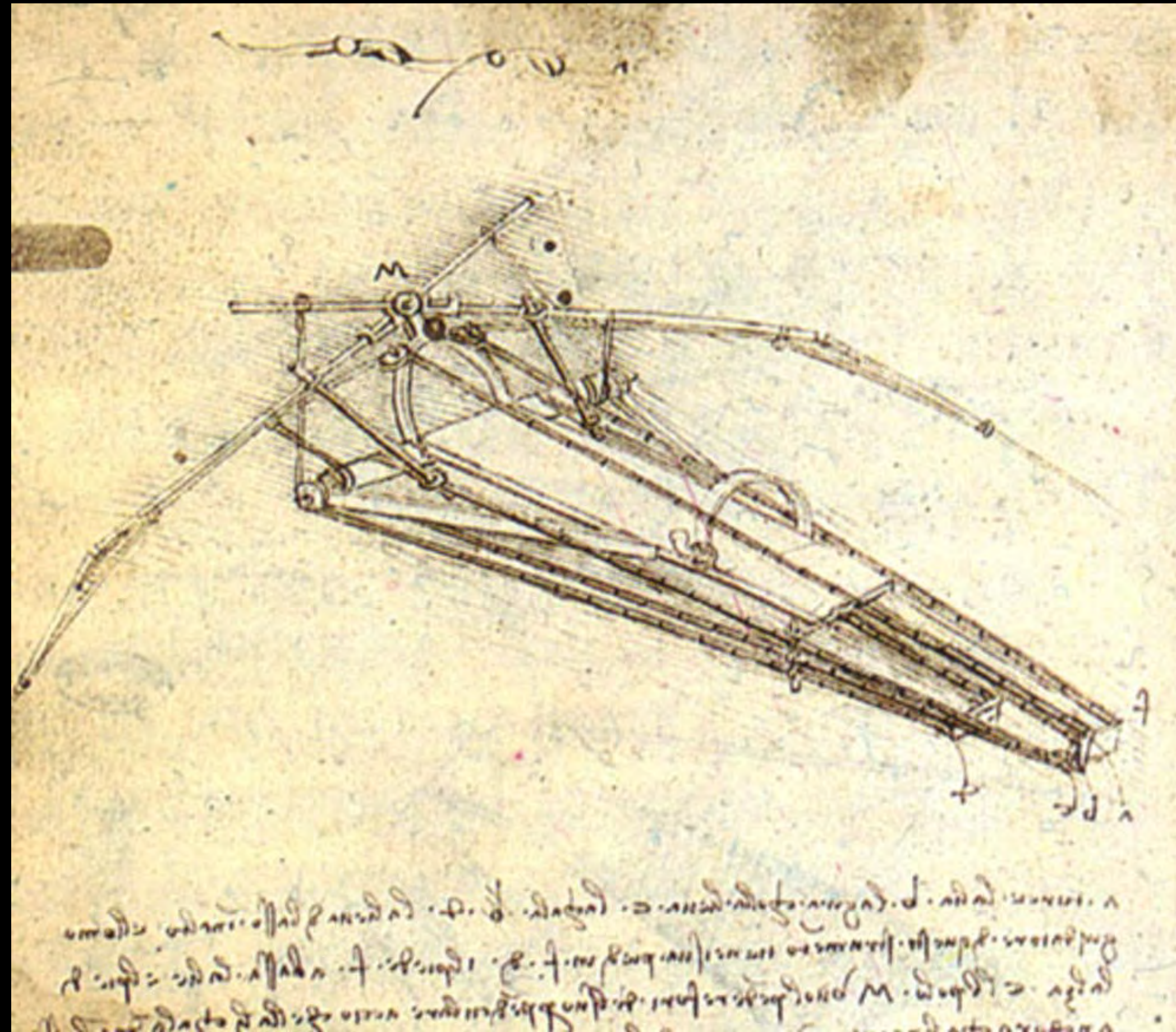
パラシュートまとめ

★良い点

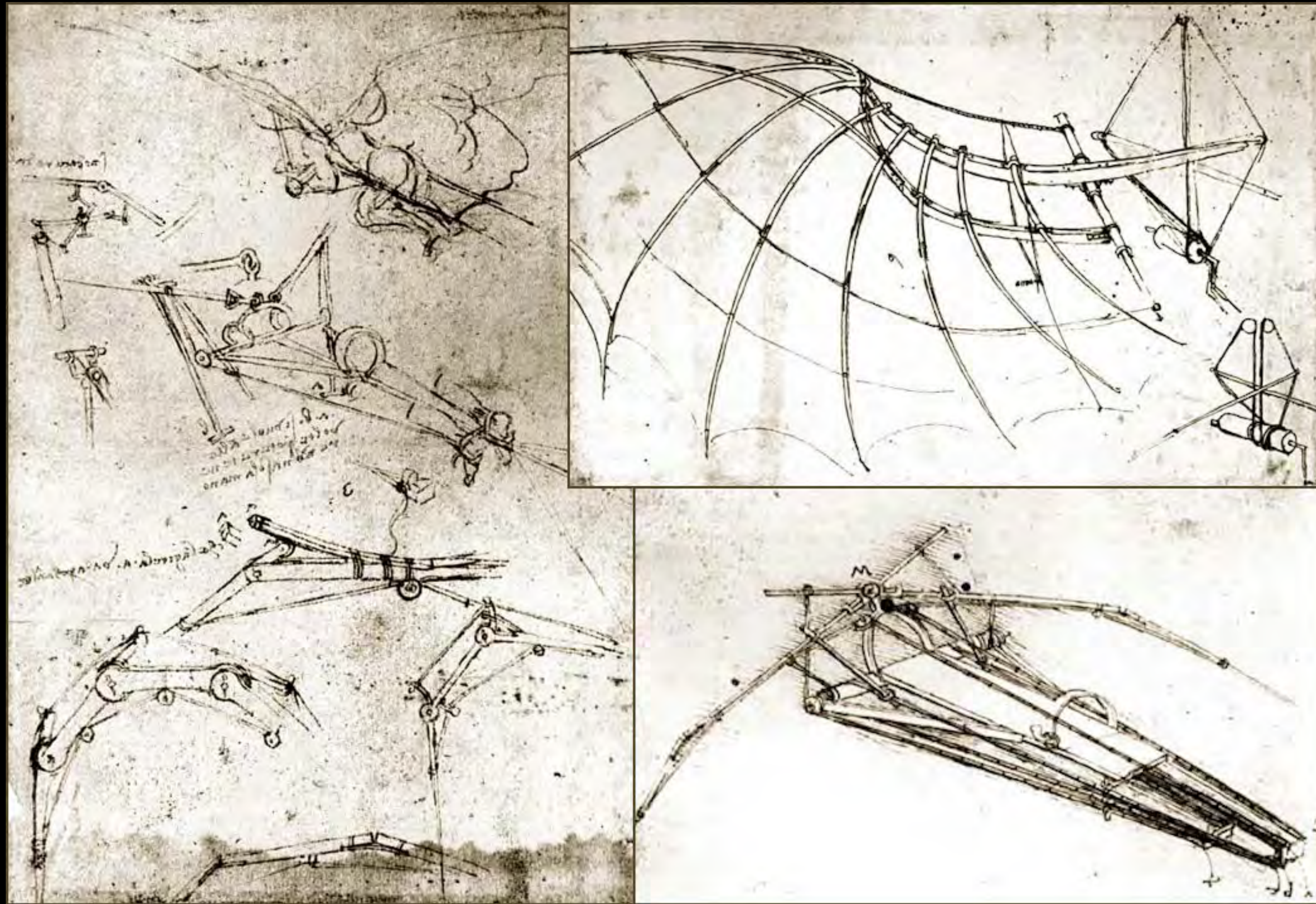
- ・ 現代まで使われるパラシュートの基本概念を発明。
- ・ 板ではなく四角錐にしたことで安定に降下できる（工学的に良好）

✓よろしくない点

- ・ 必要な大きさまでは考えが及んでいない
- ・ 素材が重すぎる（歴史的に見て、致し方ない）
- ・ 展開をどうするかまで、考えが及んでいない



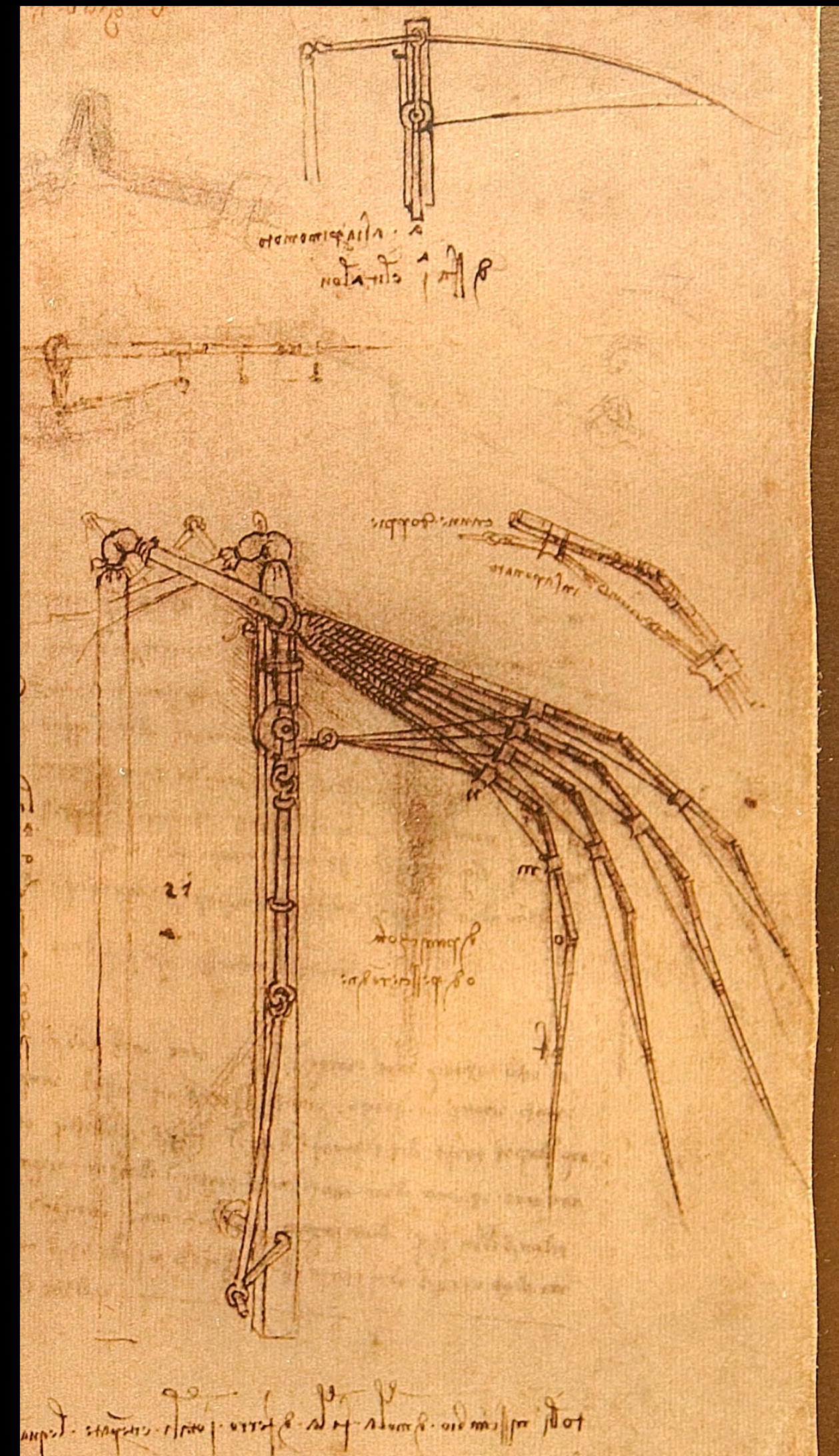
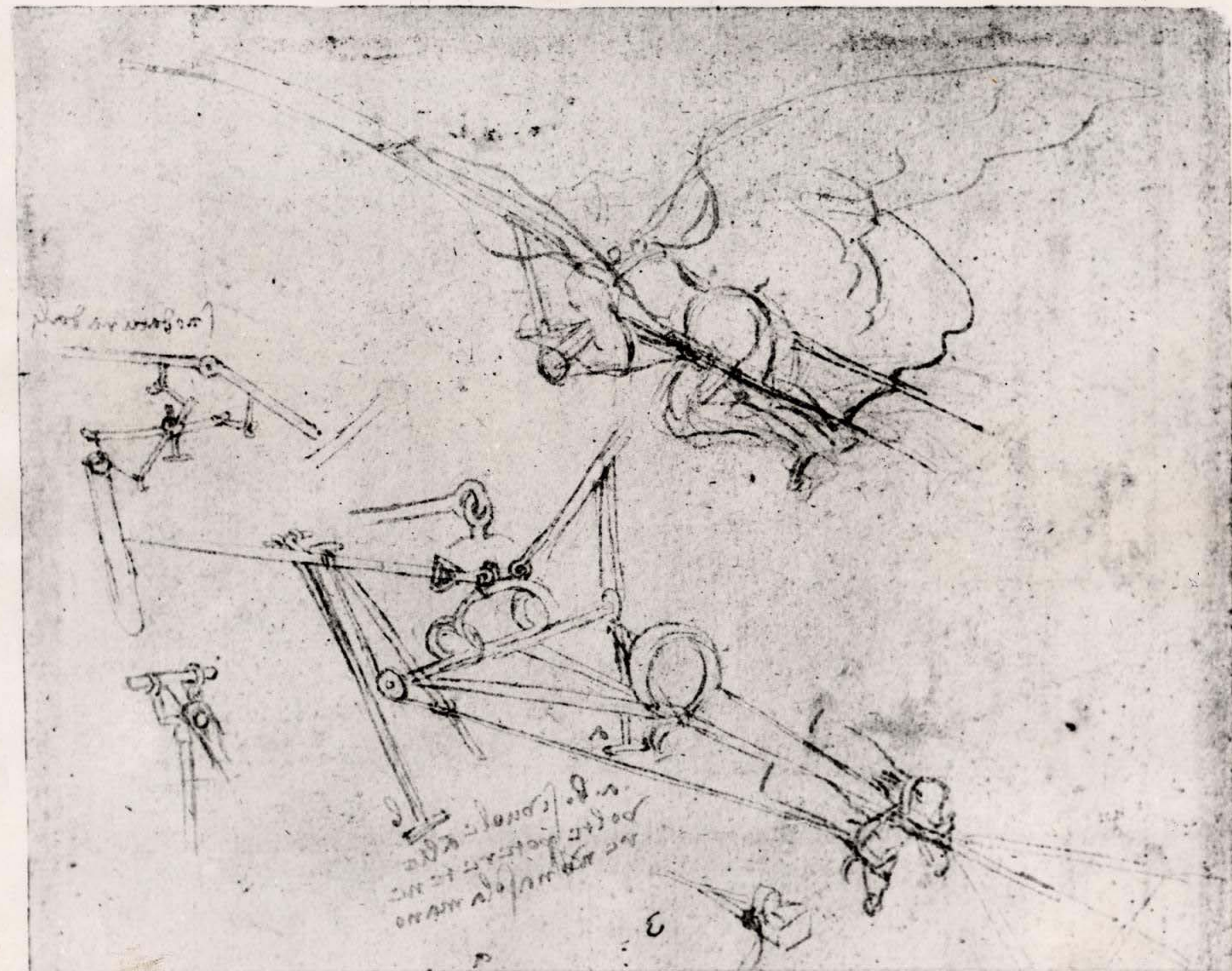
③ 羽ばたき飛行機（オーニソプター）



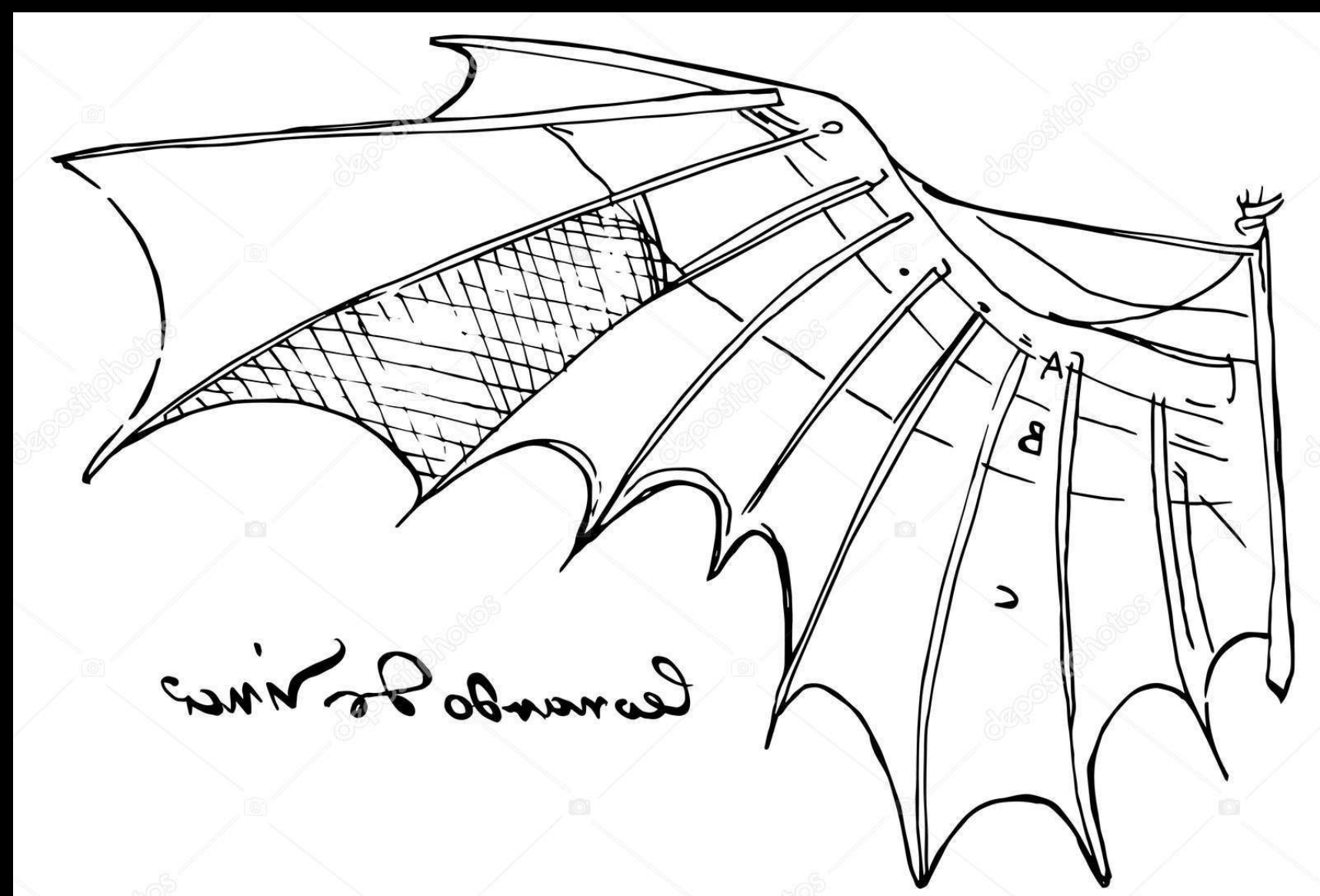
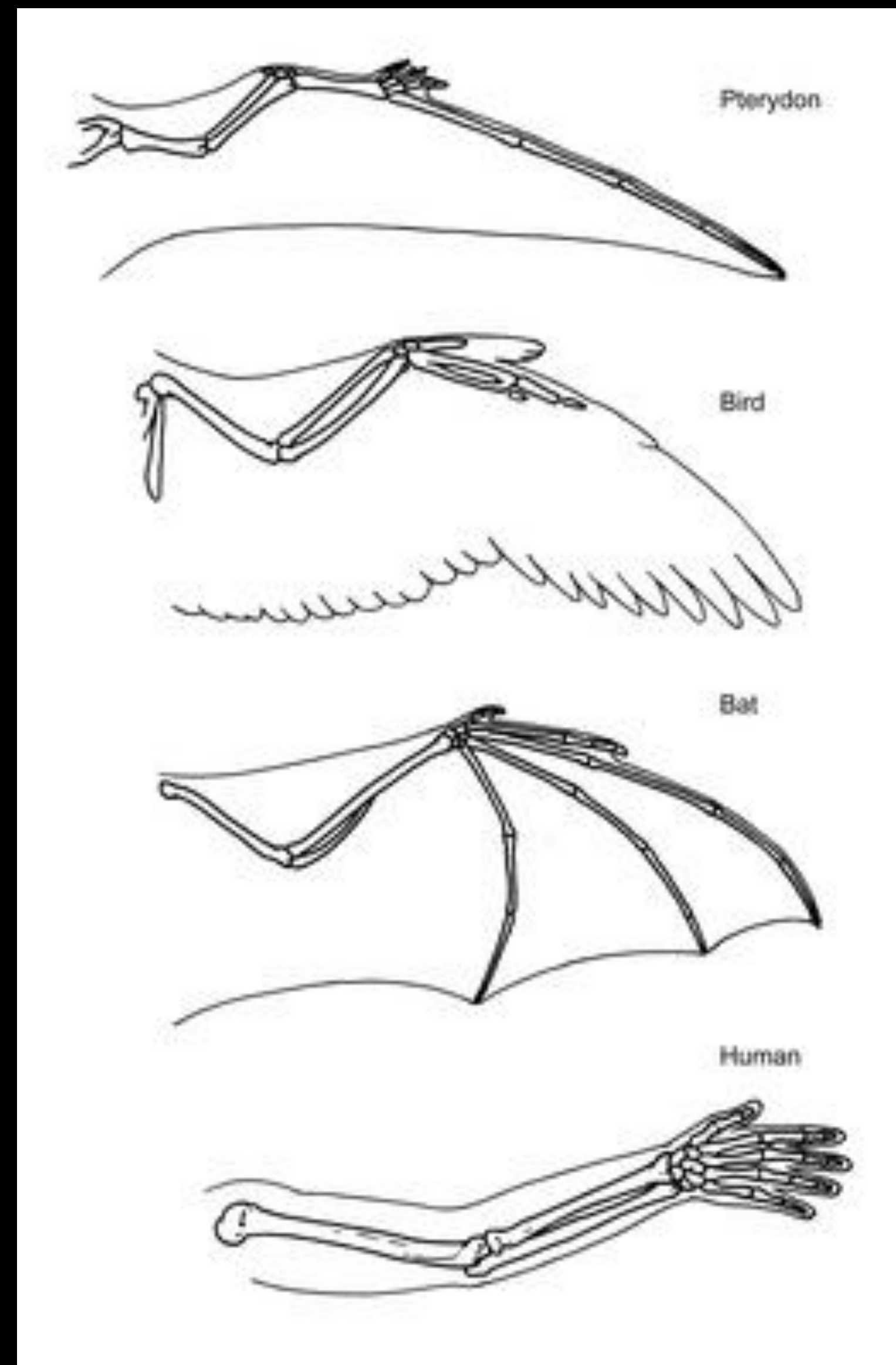
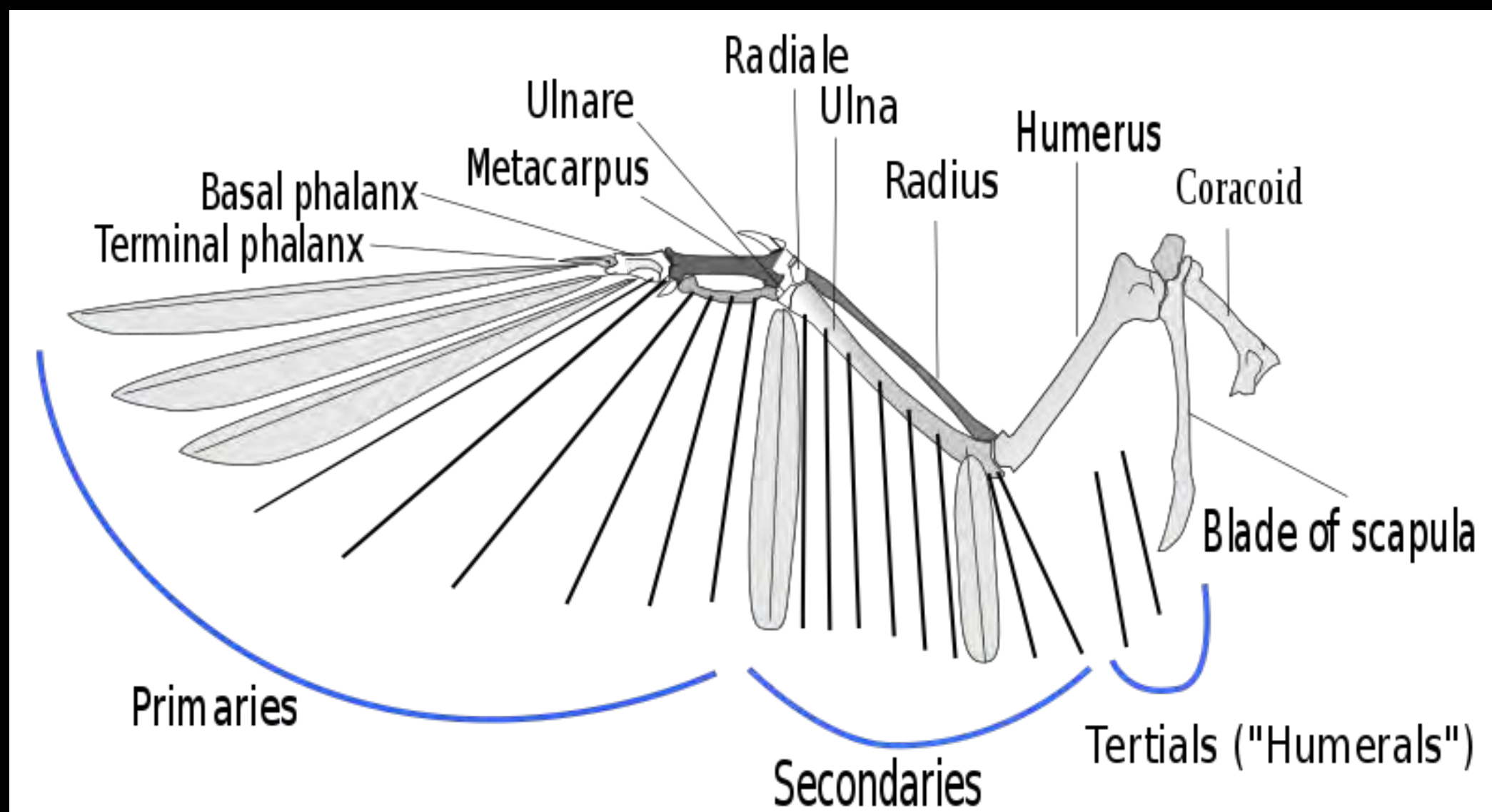
羽ばたきを選択している点は旧態然だが、脚力を使う発想が素晴らしい
レオナルドのスケッチは、もっぱら羽ばたき実現の機構検討であった

出典：<https://www.thinglink.com/scene/>

276_R_b_



羽ばたきを選択している点は旧態然だが、脚力を使う発想が素晴らしい
レオナルドのスケッチは、もっばら羽ばたき実現の機構検討であった



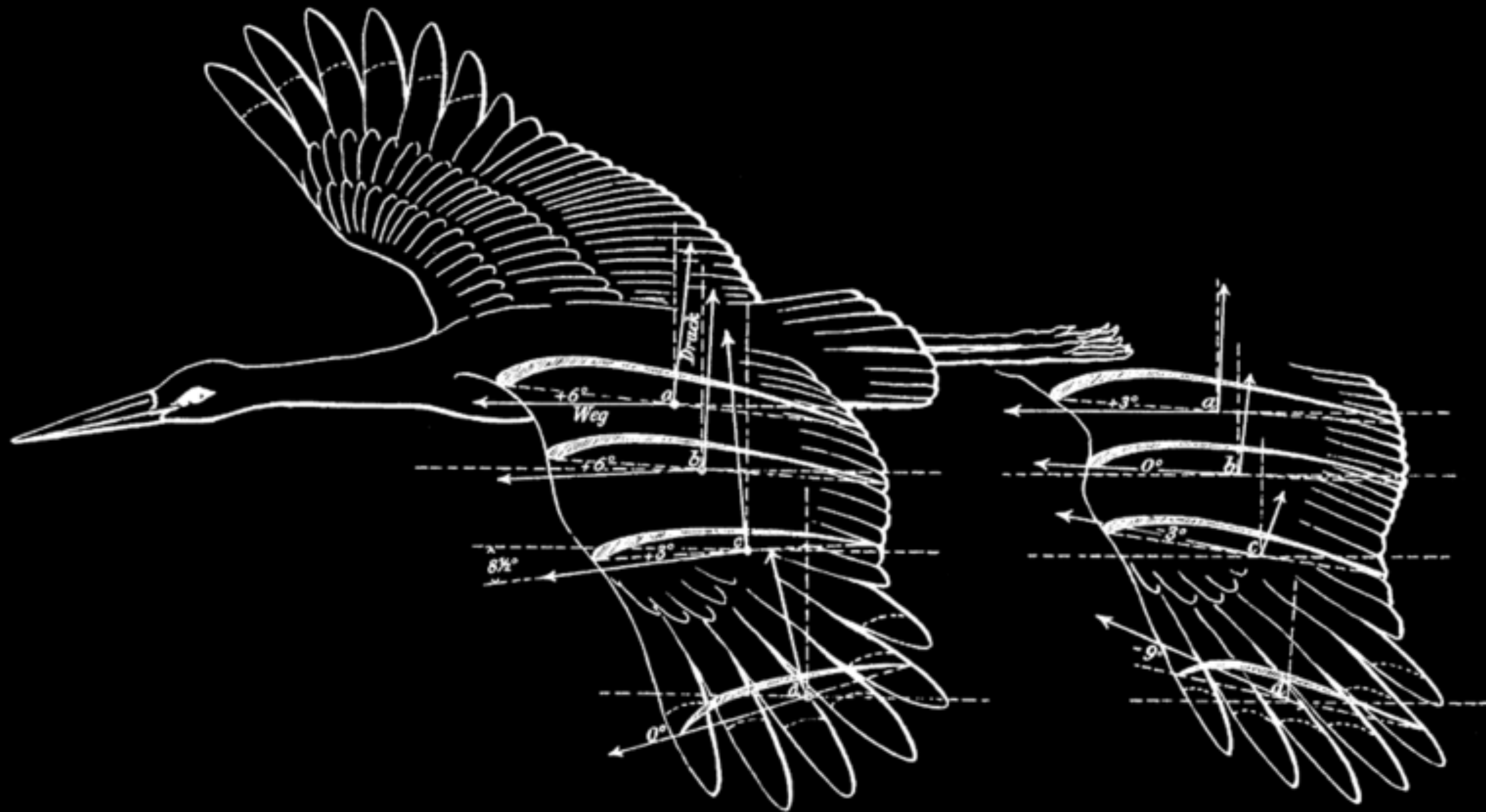
翼の骨は一見するとコウモリだが、
翼の中程から付け根への後縁リブを見ると、鳥からの発想と思われる。



レオナルドの時代には不可能であったスローモーション観察
翼の上下と合わせて、翼を捻っている。これが羽ばたき飛行には必須



出典：YouTube



Flügel eines Storches

beim Niederschlag

beim Aufschlag

【下げ】

【上げ】

羽ばたきでの翼の上げ下げで、翼を捻っているのが観察されている

羽ばたき飛行機（オーニソプター）まとめ

★良い点

- ・ 腕力では不足と考え、脚力を使おうとした点。
- ・ 鳥の骨格から発想した、現代的な桁とリブ（小骨）の構造。
- ・ 空気の抵抗が浮く力を出すことの理解。翼のキャンバーへの気づき。

✓よろしくない点

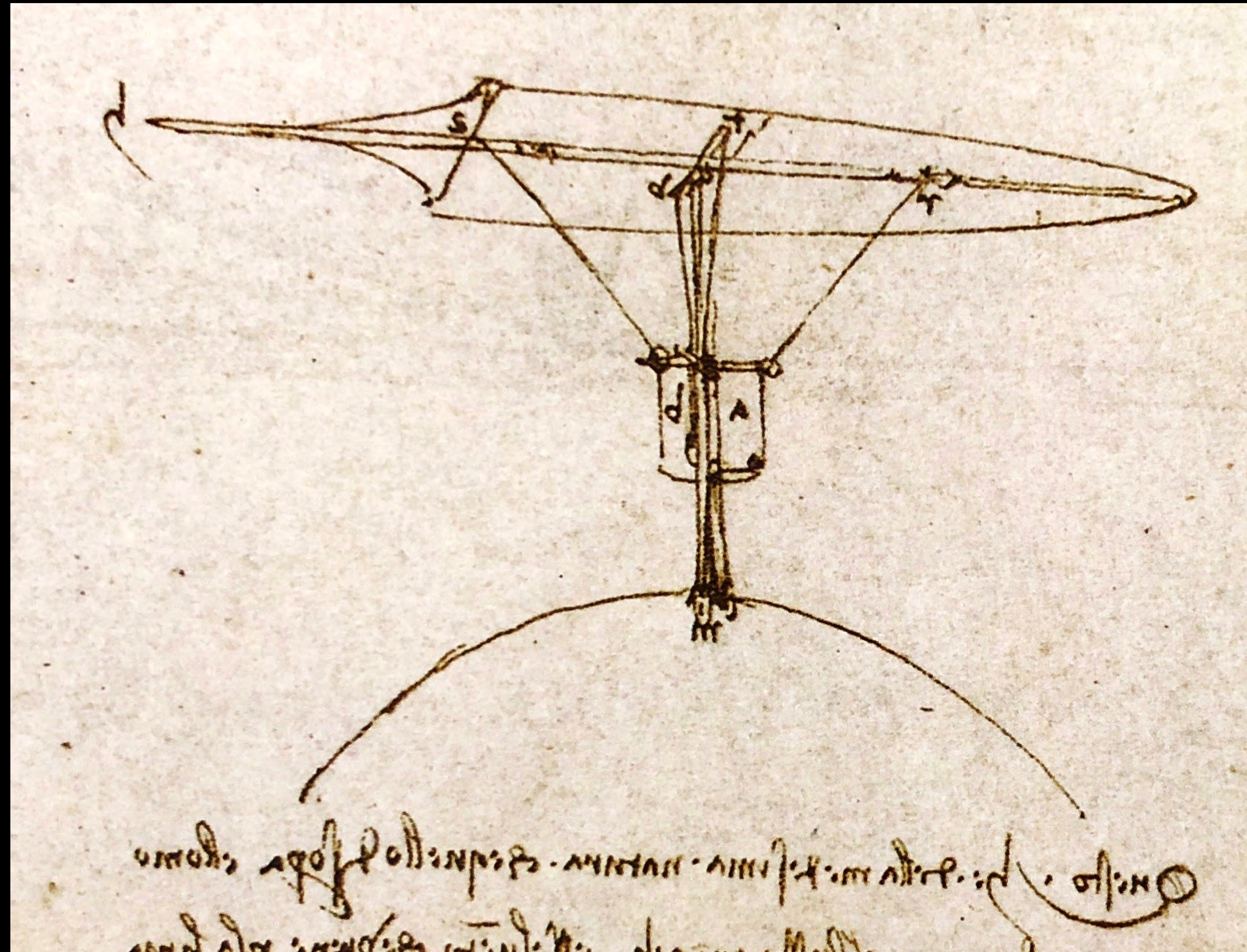
- ・ 羽ばたきへの執着、機構実現への偏執
- ・ 操縦への考慮が見られない点

人力羽ばたき飛行は不可能？

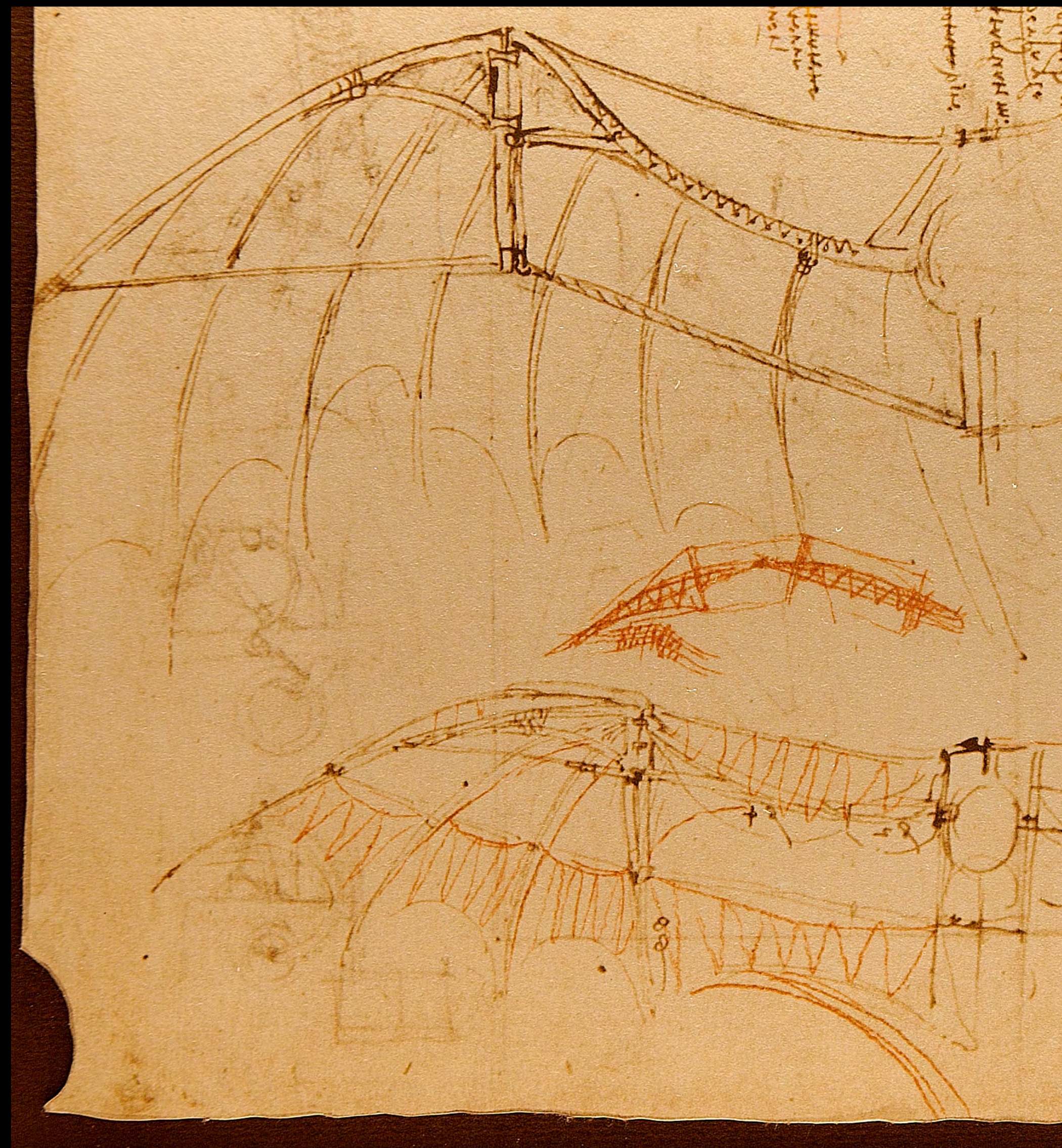
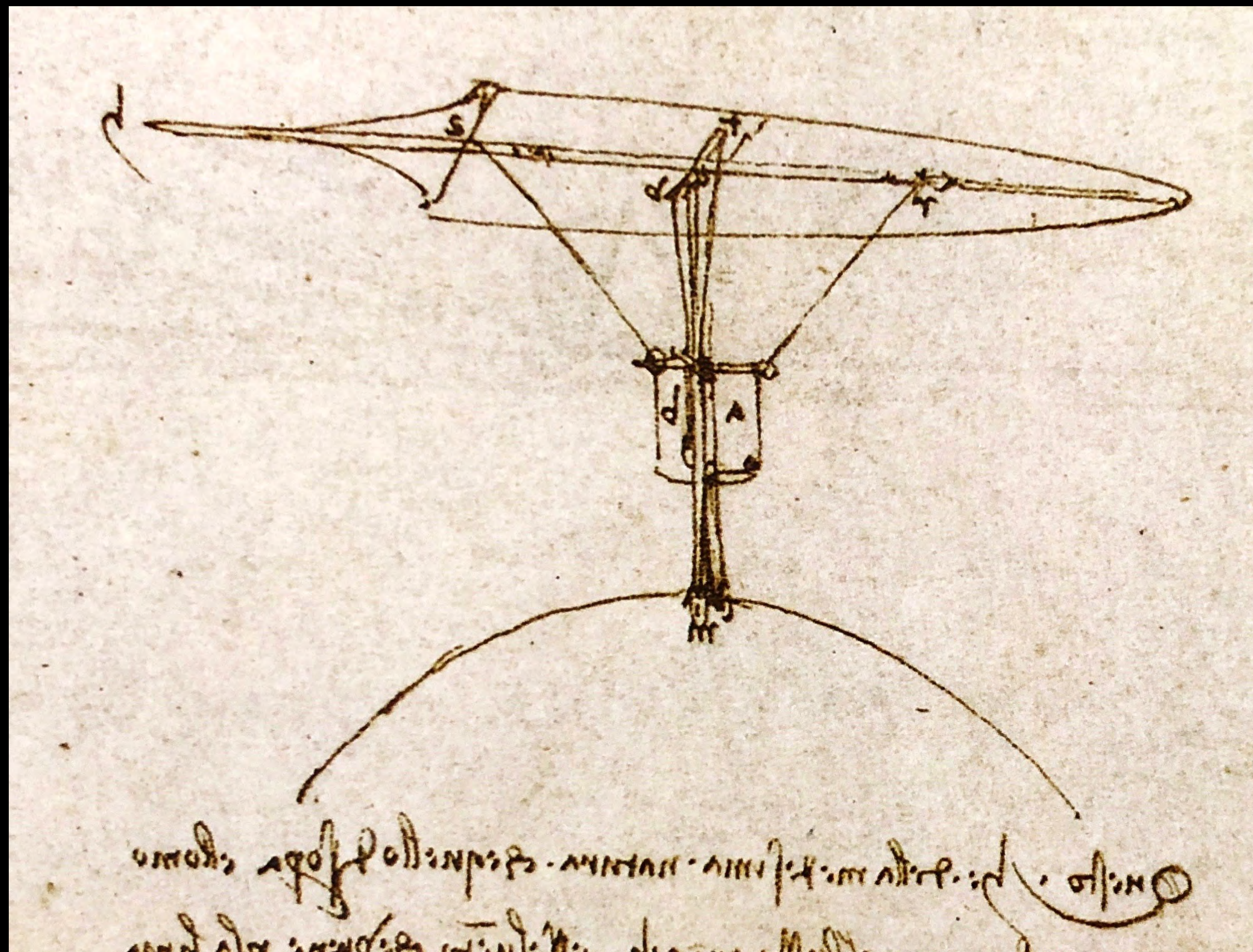


2010年トロント大学の学生チームにより開発された人力オーニソプター
自動車による牽引で離陸後、羽ばたきにより19.3秒の継続飛行に成功

出典：YouTube

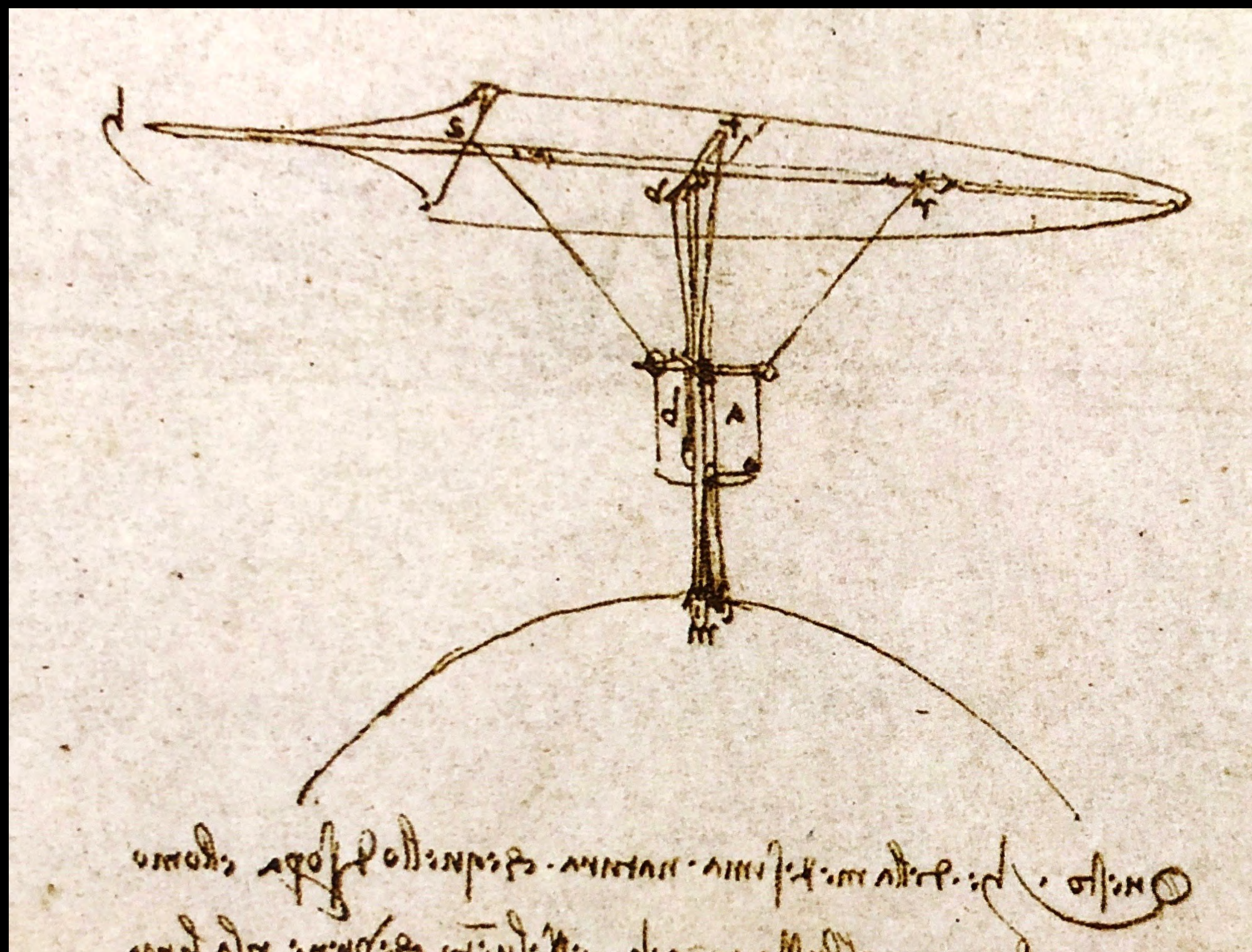


④ ハンググライダー



レオナルドは、羽ばたかないでも飛べることを、鳥の観察から見抜いていた
凾のようなものと、鳥の翼のようなものが描かれている

出典：<https://www.thinglink.com/scene/>



縦に長い翼の下にぶら下がる機体は、サー・ジョージ・ケイリーの機体に似ている
固定の翼を持っている点で画期的

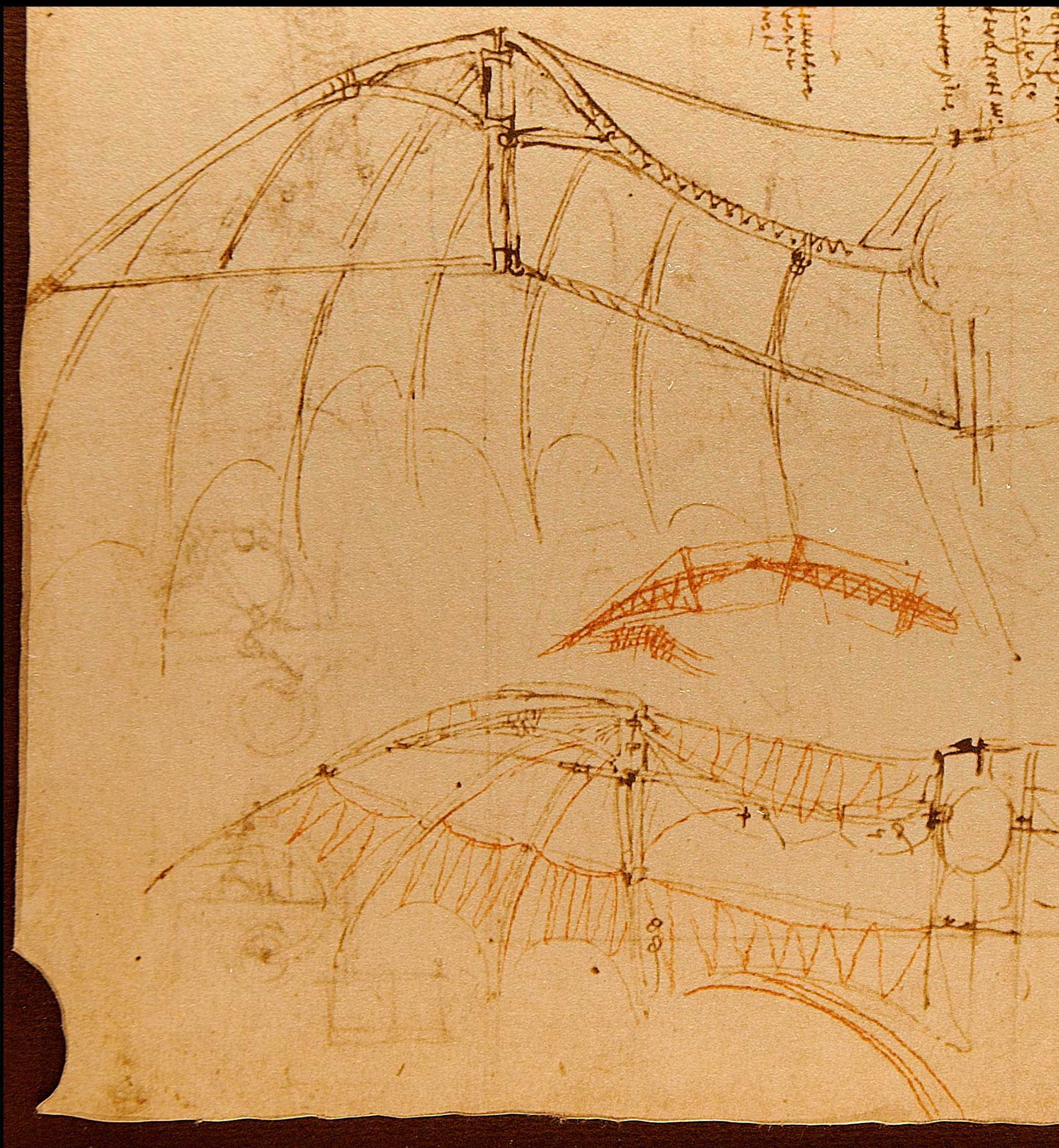
出典：<https://www.ypsYork.org/resources/yorkshire-scientists-and-innovators/george-cayley/>



安定を保つために、垂直尾翼を追加
ハンググライダーとして、飛行可能であることを実証された



出典：YouTube

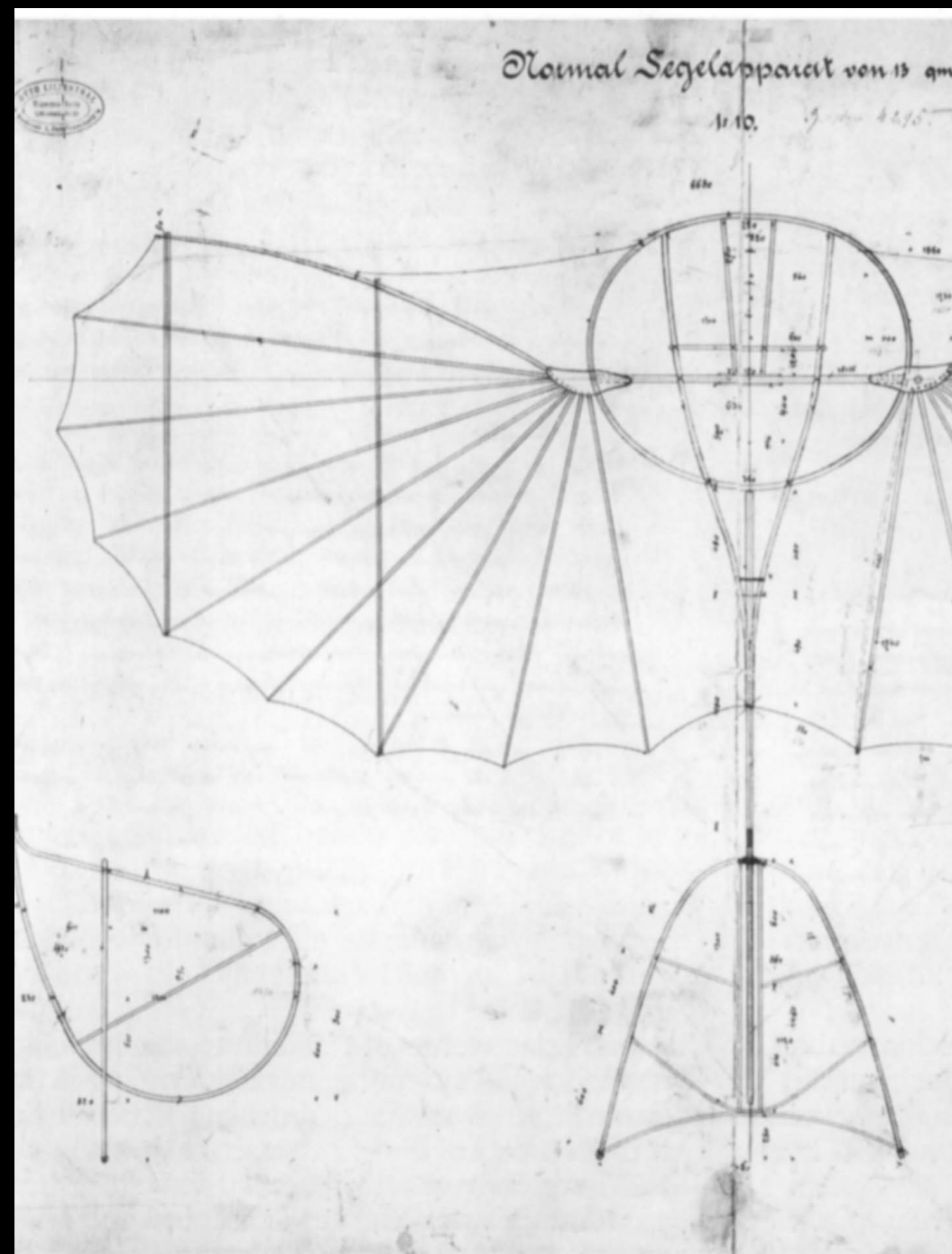
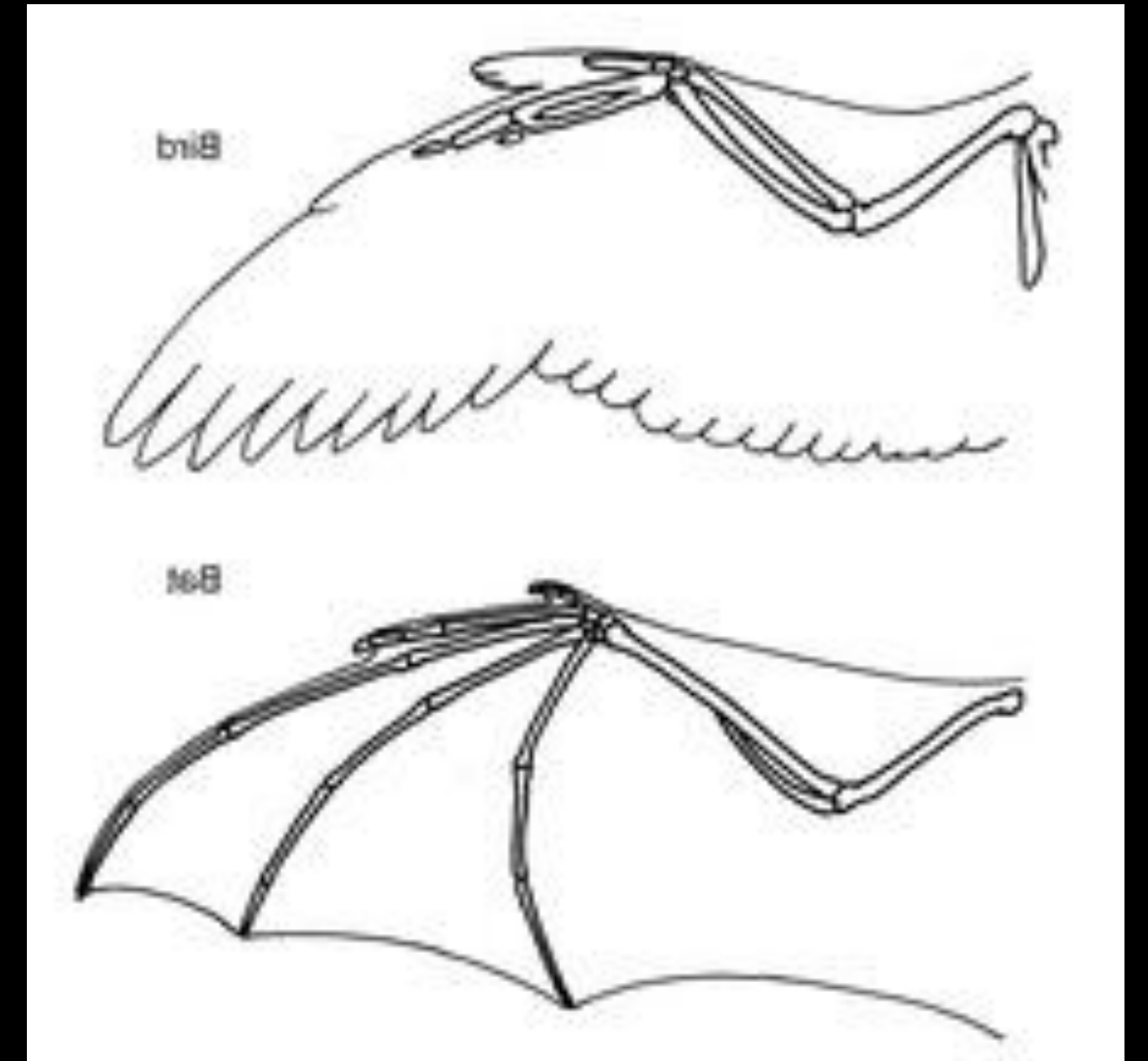
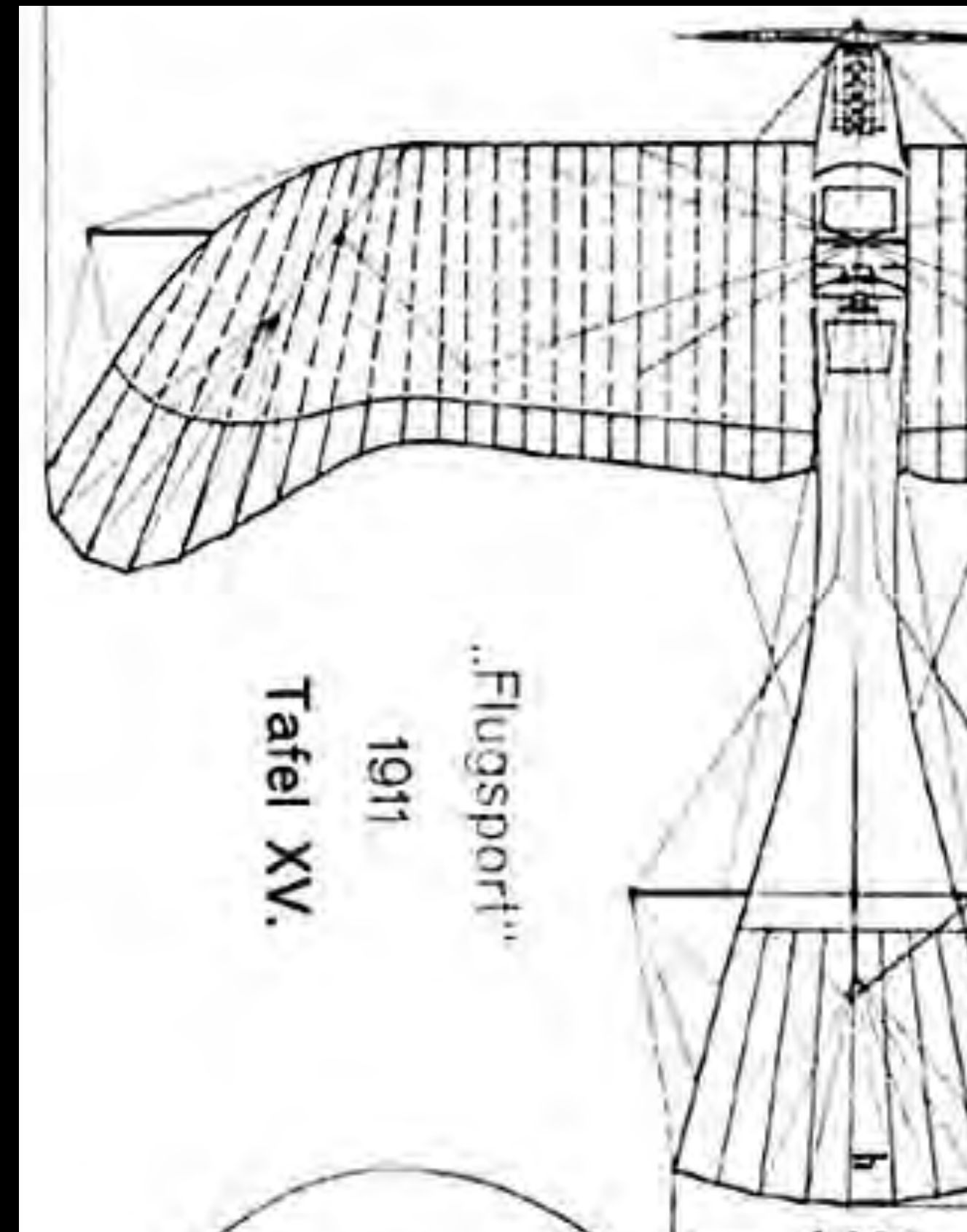
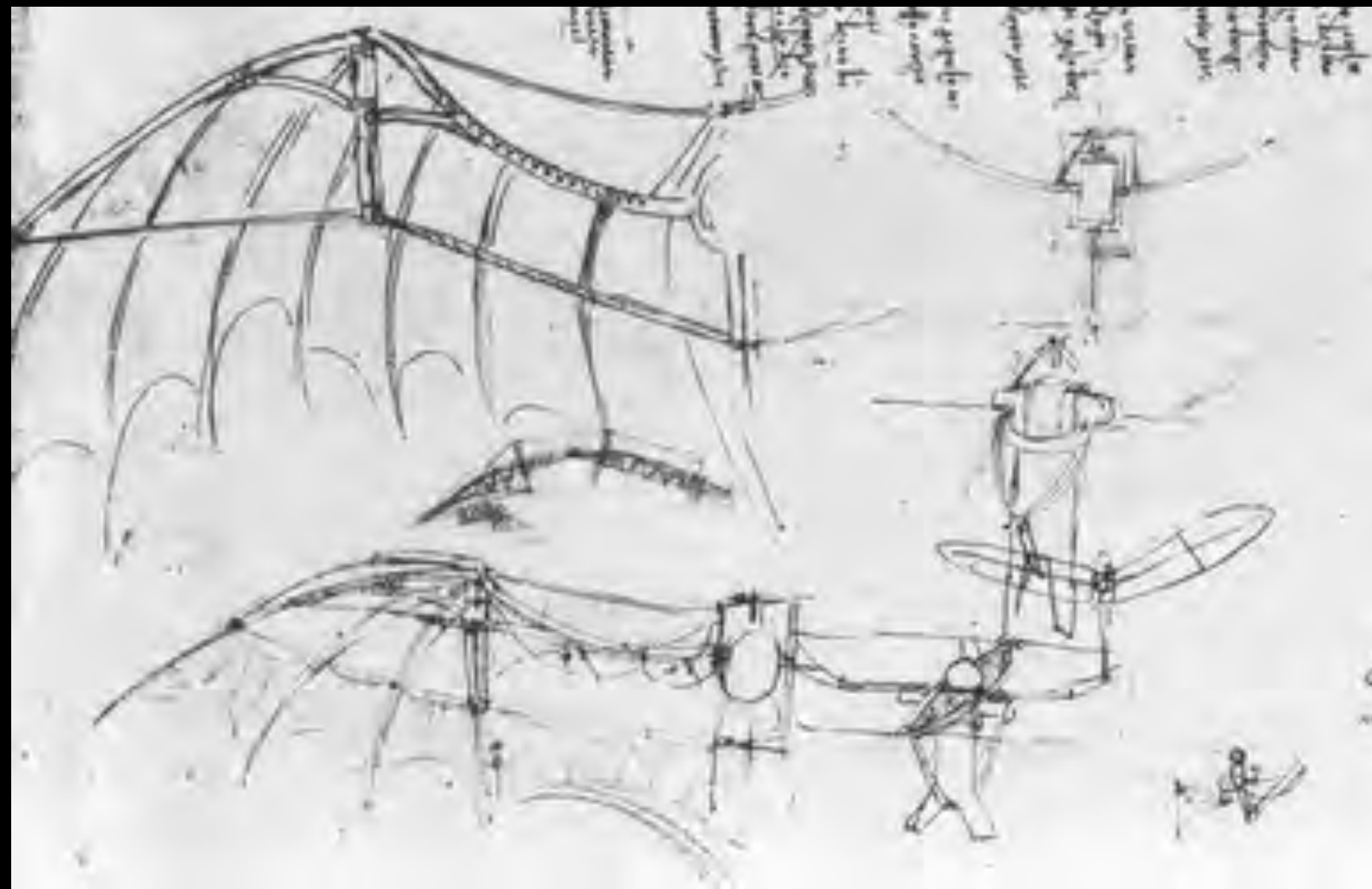


レオナルドの翼は、翼端部のみ羽ばたいて推力を出す目論見。実際の鳥と類似。

2003年に製作されたレプリカでは、羽ばたき機構は省略された。



レプリカは、現代的ハンググライダーのぶら下がり方と操縦バーが装備された
みごとに飛行し、飛行可能性は証明された。



レオナルドのハンググライダーとリリエントールの機体、
あるいは黎明期の飛行機として有名なエトリッヒ・タウベ
とを比較すると、全ての翼に鳥かコウモリを連想させる

ハンググライダーまとめ

★良い点

- ・ この時期に羽ばたかない固定翼を発想していたのは画期的
- ・ 鳥の骨格観察からできたであろう翼の構造も、十分に実用的

✓よろしくない点

- ・ 安定操縦性には考えが及んでいない。
- ・ 重心の考え方は見られず、機体の直感的美しさにたよっている。

レオナルド功績まとめ

- 固定の翼にすべきである
- 動力は脚力を使わねばならない
- 空気力と重量をバランスさせねばならない
- 4種の空飛ぶ機械の構想は確実に時代の先取り

現代の鳥人間たち

レオナルドの夢の実現、そして未来



人力飛行機

1961年、イギリスのサウサンプトン大学の「SUMPAC」が継続飛行に成功

出典：YouTube



人力飛行機

新素材や新技術を使った「MITダイダロス88」は、115.11kmも飛行できた

出典：YouTube



ハンググライダー

NASAが宇宙船回収に使うために研究した口ガ口翼



ハンググライダー

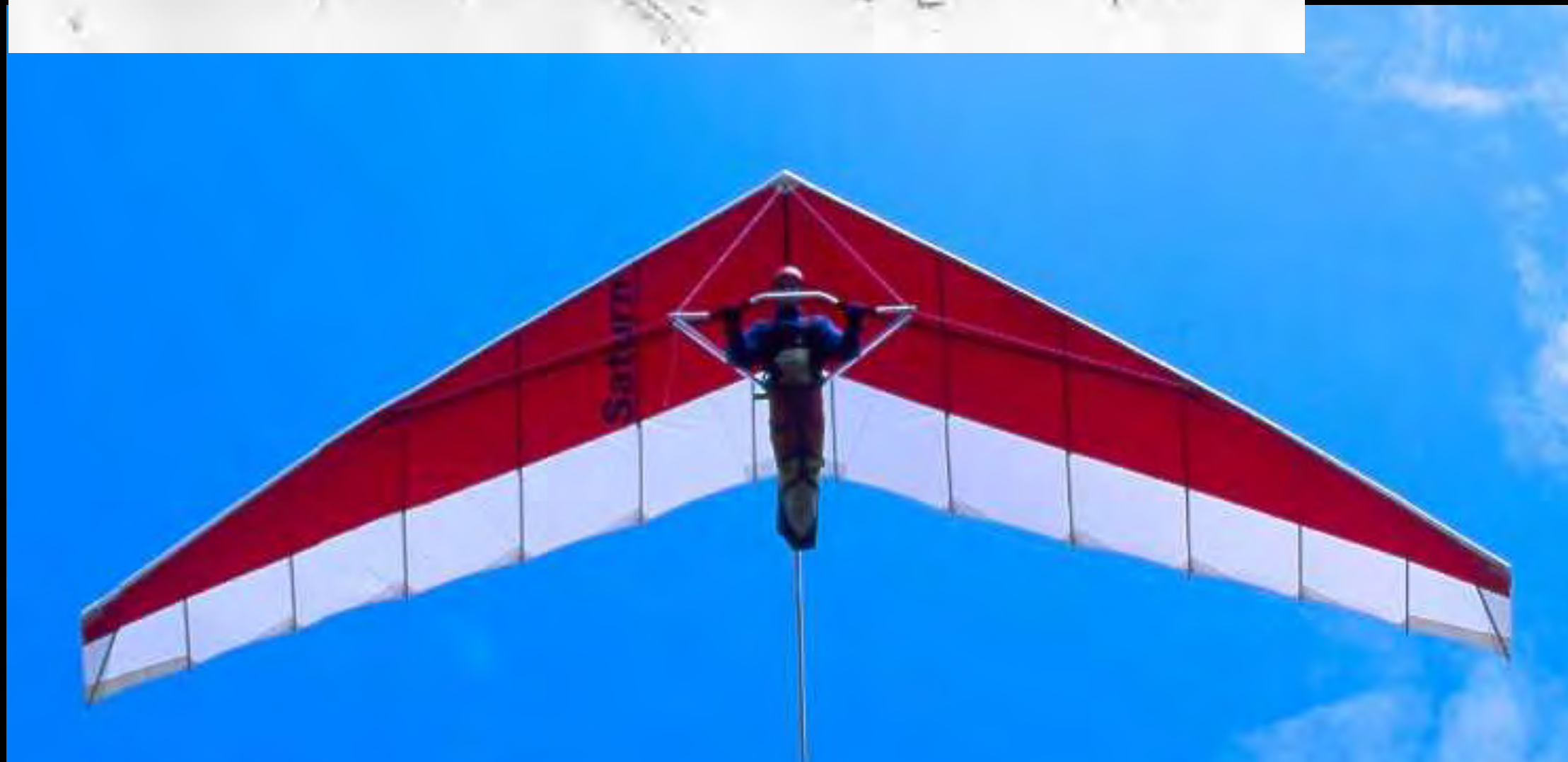
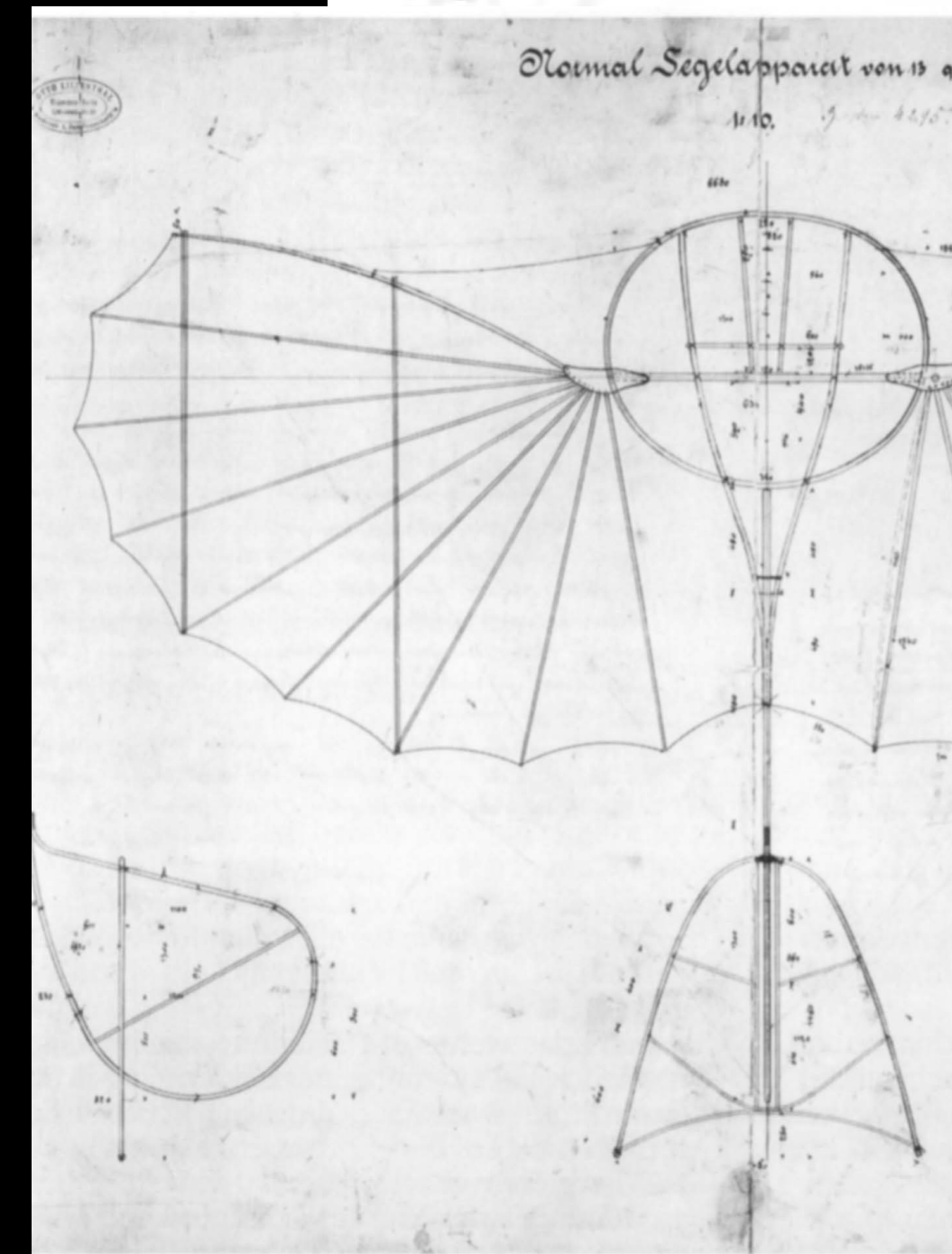
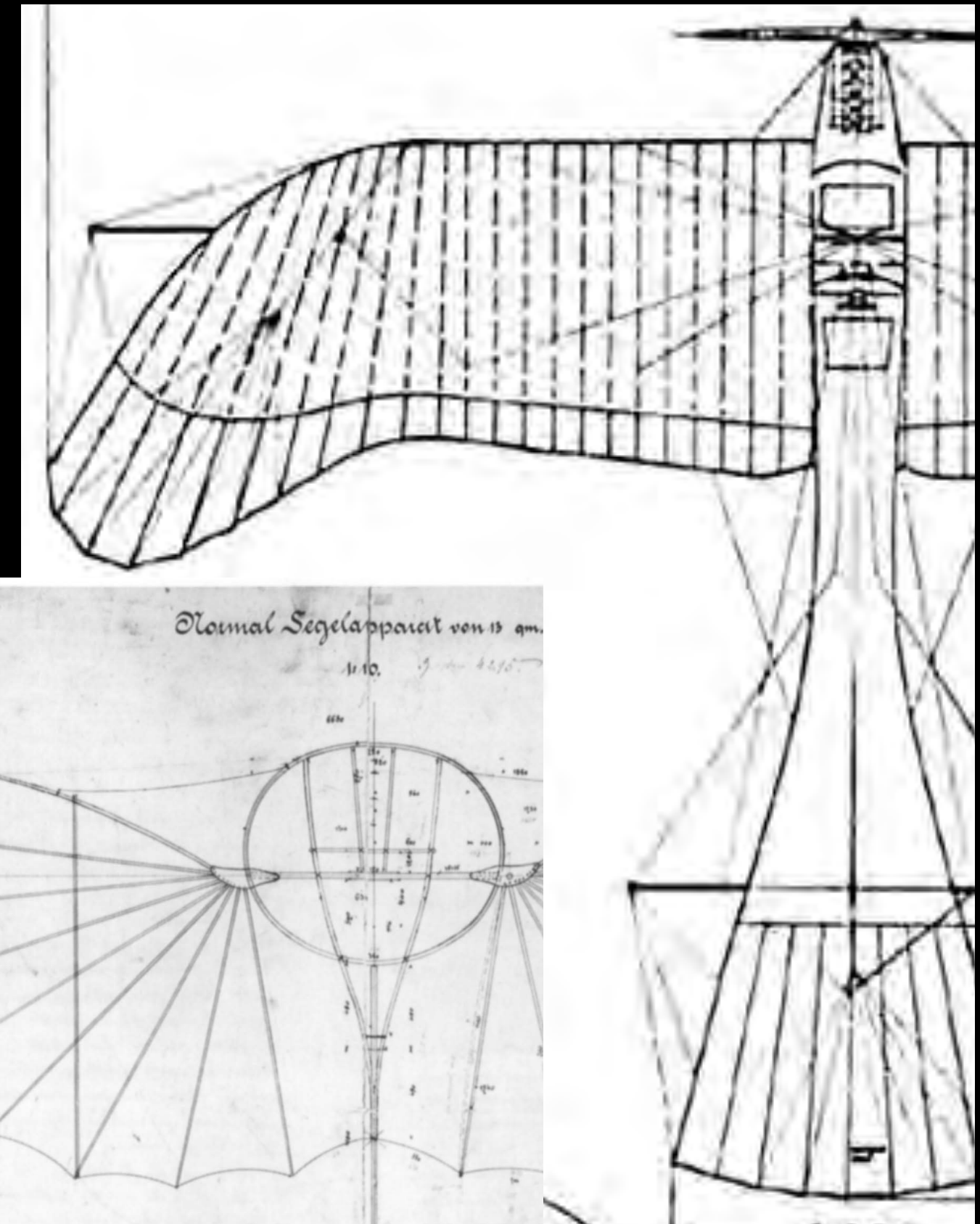
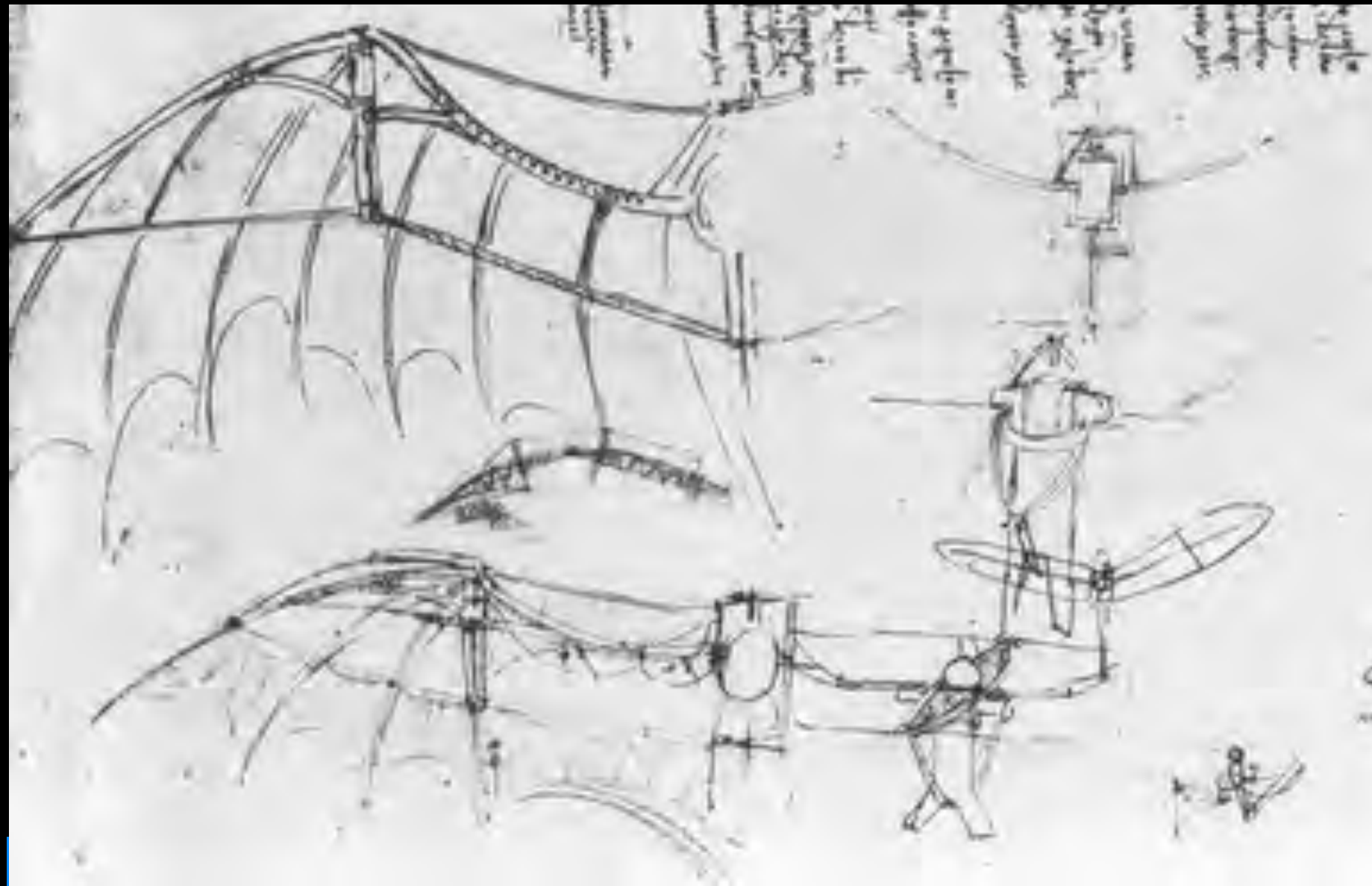
右がBarry Hill Palmer のハンググライダー (1961)



ハンググライダー
典型的飛行シーン



出典：YouTube



現代のハンググライダーの翼

翼は後退しているが、基本的構造はレオナルドの絵と大差ない



ウイングスーツ

ムササビのようなスーツを着てダイブ、高速で飛行してパラシュートで降りる

出典：YouTube



ジェットマン (イブ・ロッキー)

小型ジェットエンジン搭載の翼を背負ってダイブ、飛行後はパラシュートで降りる

出典：YouTube



The electrified wingsuit

ウイングスーツ+電動ダクトファンでダイブ、飛行後はパラシュートで降りる

出典：YouTube



メーヴェ

ご存知「風の谷のナウシカ」の主人公の乗機。究極の飛行機械？

©Studio Ghibli/Walt Disney Pictures



東京芸術大学 八谷和彦先生の The OpenSky M-02J
ジェットエンジンを装備して、メーヴェ的飛行機を実現

出典：YouTube

レオナルドの空飛ぶ機械の夢
それは、パーソナルフライト

実現されたが、素人には無理??



©EHang



©Volocopter GmbH



©Cora



©Lilium GmbH



出典：YouTube



出典：YouTube

レオナルドの空飛ぶ機械の夢は続く

可能性は無限大

自在に空を飛んでみませんか？