

若田さんの宇宙実験 —折り紙飛行機はどう飛ぶか—



工学博士 西尾 宣明

元・東京ガス(株) 基礎技術研究所

無重力でも揚力が？

与太郎 大家さん。若田光一さんの宇宙実験の続編を見ましたが、あれも面白かったですね。

大 家 そうですね。面白い実験が沢山ありましたね。与太郎さんはどれが面白かったですか？

与太郎 みんな面白かったけど、紙飛行機、あれは無重力でもよく飛ぶんですね。少し上のほうに浮かんで行くんですね。

大 家 無重力だから下に落ちることはないけれども、大体真っ直ぐ飛んで行くかと思ったら、いつも少しだけ上昇するようなので、どんなことが原因なのか不思議に思いましたね。

与太郎 無重力の分だけ上昇するんじゃないですか？

大 家 確かに、無重力だから揚力が100%効いてきますね。ただ、私に分からないのはその揚力がどんな理屈で生じるのかということなんです。そこで一つの実験をしてみましたよ。こんな実験は誰もしたことがないでしょうね。

与太郎 そんな難しい実験なんですか？

大 家 いやいや、難しくも何ともないです。ただ、実験には脚立が必要ですがね。

与太郎 脚立って何に使うんですか？

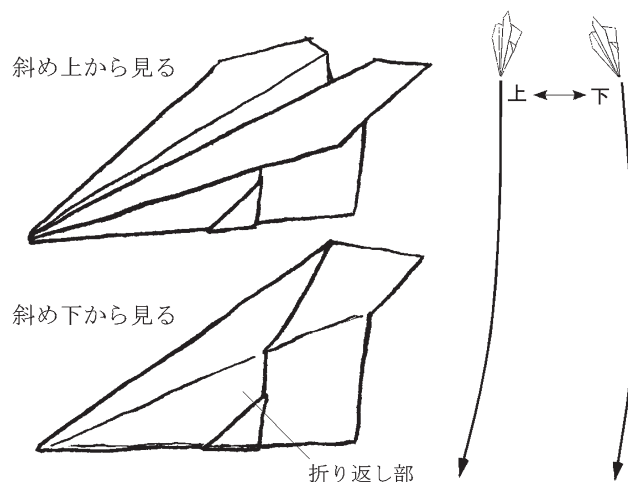
大 家 高いところから飛行機を落とすだけです。頭（機首のこと）を下にして真っ逆さまにね。

与太郎 それで何が分かるんですか？

大 家 言葉で説明するよりも、見てもらうのが早いんですね。

ここに、こないだ実験に使った、若田さんが飛ばしたのと同じ一番簡単な折り紙飛行機があります。

ちょっと飛ばしてみますね。（水平方向に軽く押して飛ばす）



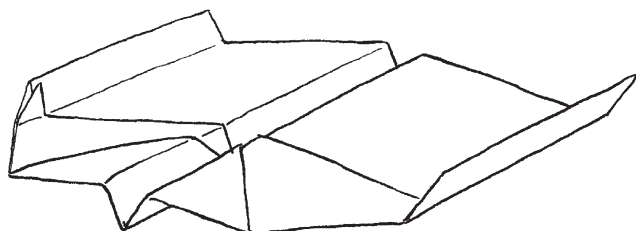
折り紙飛行機その1と逆落としたときの軌跡

る必要があると思いますね。

与太郎 そりゃあ、それに越したことはないと思いますがね。で、大家さんはもうやってみたんでしょ？

大 家 あるホームページで見つけた、若田さんが実験されたこの飛行機の次くらいに簡単な飛行機を折ってみました。これがそうです。

与太郎 ああ、だいぶ形が違いますね。翼が広いからよく飛ぶんじゃないですか？



折り紙飛行機その2

大 家 与太郎さん、自分で飛ばしてみてください。

与太郎 よーし。あれっ。最初は勢いよく上がって行くけど、すぐに失速っていうんですか？急に真っ逆さまに落ちてしまいますね。

（もう一度飛ばす）あー！落ちる時に裏返しになって、すーっと飛びながら着陸しましたよ。これって、さっきの飛行機と同じことなんじゃないですか？翼の平らな面が上になったほうが揚力が生じやすいっていう……。

大 家 そうかも知れませんね。じゃあ、今のと折り返し方を上下反対にしたこれを飛ばしてご覧。

与太郎 はい。あれー？さっきのとあんまり変らないですね。今度も裏返しになったほうが安定しているみたいだ。一つて言うと、平らな面が上になっても下になっても、それは関係ないってことですか？

大 家 そうかも知れないし、そうでないかも知れない。むしろ、今度の場合は翼の形のほうが問題ではないかと思います。ほら、両方とも逆さにするとカモメが翼を広げたような形になってるでしょう？このほうが翼の下に空気をしっかりと抱え込んで、安定した揚力が生まれるのかも知れませんね。上の面が平らになっているかどうかは二の次の条件になっているのかも知れません。

与太郎 それだったら、翼の端っこを上曲げてるの——逆に下に曲げておいたほうがいいんじゃないですか？



(折り紙飛行機その1)



① 通常の状態飛ばすとき



② 上下反転させて飛ばすとき



③ 上反角をつけ、翼端を下に折るとき

(折り紙飛行機その2)

折り紙飛行機が飛ぶときの断面状況

大 家 それはいいアイデアだ！そうしてご覧。ただし、翼と胴体の折り方を浅く直して、上反角をつけないといけませんね。

与太郎 上反角って？

大 家 この絵のように、翼の付け根よりも先端のほうを高くするということです。その角度が上反角です。

与太郎 よし！こんなもんですね。じゃあ、飛ばしますよ。

本当だ。大家さんの言う通りだ。両方ともよく飛びますね。でも、上の面が平らなほうが何となくきれいに飛ぶような気がしますね。

大 家 私もそう思いますね。

そこで、今度の実験で分かったことは、折り返し部分のない平らな面を翼の上の面に持って来たほうが揚力が生じやすい——かもしれないこと。それから、広い翼を持ったものでは上反角をつけたほうが安定してよく飛びやすいということでしょうか？

与太郎 それじゃあ、最初に飛ばしたのも——その一、上反角がつくように折り方を浅くするほうがいいんじゃないですか？

大 家 いい質問ですね。たしかに、そうかも知れません。しかし、この飛行機は胴体の面積が翼の面積とほぼ同じになっています。そして、後ろから見るとカモメの翼のようになっているでしょう？つまり、胴体も翼の役目をしていると考えられます。その胴に上半角がついているから安定性もあるということですね。

もう一つ考えられるのは、一般に翼が胴体の上についている飛行機では、翼の端が下がっていても胴体との干渉のために上反角と同じ効果が出るんですね。

与太郎 そういうことか。

こっちの飛行機のように翼が広いと上反角の効き目が大きいっていうことか。しかも、翼の端の折り方も下のほうがいいんだ。上に折ったほうが、格好はいいけど。

大 家 そうですね。折り紙の飛行機がよく飛ぶための条件についてはまだ分かっていないものがあるかも知れません。なかなか奥が深いものようですね。

与太郎 大家さん、ちょっと待ってね。上反角とかカモメのような形ってというのは重力があるときに役に立つんじゃないですか？

大 家 与太郎さん。凄いところに気がつきましたね。確かにそうですね。

無重力状態で飛ばしたときには上反角は問題外の筈ですね。そうすると、この場合も翼面の上下の滑らかさの違いが揚力の決め手ですかね。この飛行機を使って、もう一度宇宙で実験してもらいたいですね。

与太郎 若田さんはもう地球に帰って来ちゃったから、この次の人ですね。

無重力で鳥はどう飛ぶか？

大 家 ところで、与太郎さん。もし無重力の中で鳥が飛んだらどんな風になると思いますか？

与太郎 ええっ？若田さんの実験室じゃあ狭くって鳥なんか飛べないでしょう？

大 家 もしもうんと大きな実験室があったらの話ですよ。

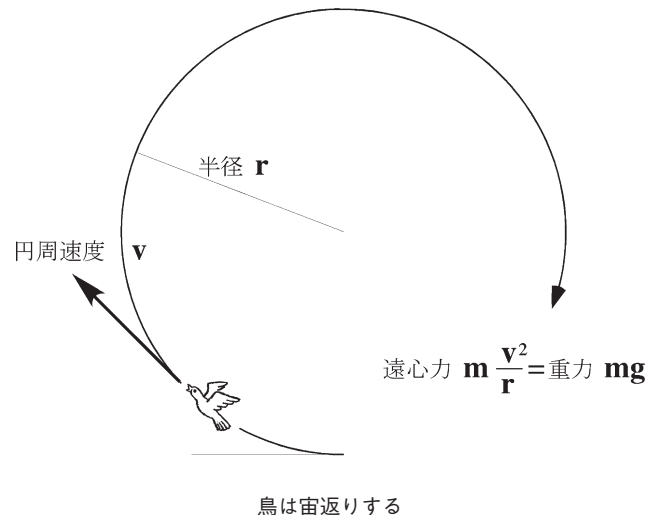
たとえば雀とか鳩はどんな風に飛ぶと思いますか？

与太郎 さっきの紙飛行機は揚力で上に曲がったですよ。

鳥もおんなじじゃないですか？

大 家 そうですね。地球上で考えると紙飛行機は軽いからごく小さな揚力でうまく飛ぶんだと思います。しかし、鳥ともなれば、揚力は重さに見合う大きなものになっていると思います。

ところが、無重力ではその大きな揚力だけが働くので、紙飛行機とは比べ物にならないぐらいぐーんと上に曲がって、宙返りしてしまうんじゃないですかねえ。



与太郎 ああ、そうなのか。それじゃあ、餌のあるところまで飛んで行こうと思ってもぐるぐる宙返りするだけで、うまく行かないですね。

その宙返りって、どのぐらい大きな輪を描くんですか？

大 家 それは飛ぶ速さによっても違うと思います。遠心力と揚力が釣り合うような輪の大きさになるでしょうね。その遠心力が地球上の重力に置き換わると考えればいいですかね。遠心力は〔質量〕×〔速さの2乗〕÷〔輪の半径〕です。それが地球上での重さ〔質量〕×〔重力の加速度g〕と同じになると考えれば、半径は〔速さの2乗〕÷〔重力の加速度g〕になりますね。

与太郎 gって大体9.8（メートル／毎秒）でしたよね。それで、速さが毎秒10メートルとすれば、10掛ける10割る9.8か。大体10メートルってことですね。速さがその半分だと5掛ける5割る9.8で、約2メートル半か。面白いなあ。

あれ？これって鳥の重さには関係ないんですか？

大 家 そういうことですね。鳥がどれだけ速く飛ぼうとするかによって決まります。

与太郎 結局、鳥は思った方向に飛んで行けないんですね。

大 家 翼は基本的に揚力と推進力を生じるような構造になっていますからね。マイナスの揚力を生じるような翼の動きができるようにならないと駄目ですね。学習で、そんな動きができるようになるかどうか。

与太郎 面白いなあ。もっと大きな宇宙実験室を造って鳥を飛ばしてくれないかなあ。鳥は眼を回しちゃいますよね。