

# 無燃料飛行

金野茂男

## 1. はじめに

定期購読しているロシアの一般技術雑誌「」(月刊誌、日本名は「技術と若者」となるうか)の2006年11月号に、興味を引いた論文が掲載されていた。題目は「エンジン無しで世界一周」である。ジェット気流を利用すれば、エンジン不要、燃料不要、浮力を稼ぐためのヘリウム気体不要の条件下でも、飛行できる方法が提示されていた。この方法が実現できる可能性を示すために、飛行方法の模型実験も提示している。この模型実験の方が、著者の興味を引いたのである。模型実験の再現を試み、一応再現に成功した。ロシア語原論文の日本語訳素稿を参考資料として後半に添付しておいた。

成層圏下部当たりの高度を、時速数百kmのジェット気流が地球を西から東に、地球を一周しながら流れている。このジェット気流の発見者は日本の学者である。地球を取り巻いているジェット気流は幾つかがある。日本上空を通過するジェット気流は日本の天候に大きな影響を与えている事は良く知られている。このジェット気流は、北日本 北太平洋 北アメリカ大陸 北大西洋 北ヨーロッパ シベリア 北日本を經由しながら各地の成層圏下部を流れている。第2次世界大戦末期に、このジェット気流を利用した風船爆弾が発案された。大きな風船に時限爆弾をぶら下げ、日本上空に放すと、ジェット気流に乗って(エンジン無しで)、数日間飛行後、北アメリカ上空に到達する。そして、地上に落下させ、爆発させるというものである。実際に実行された。北アメリカでは、この爆撃によるものであろうと推定される山火事の出火例が報告されている。以下で、再構築の過程を報告する。

## 2. 論文の内容

参考論文は、このジェット気流を利用すれば、風船爆弾のように、エンジン無し、つまり燃料が無くても、地球一周が可能であろうことを提案している。このような装置はガス入り飛行船では既の実現されているので、目新しいことはないと思われるが、ガス入り気球船では、ガスが必要である。現在では、通常、飛行船はヘリウムガスを使用するので、その費用は決して安くはない。飛行船の場合には浮力で浮かび、風に流されか、エンジンを利用して風に逆らって動く。が論文で提唱している飛行方法は、ジェット気流とその下の対流圏中の空気流との速度差を利用し、飛行物体の翼の揚力で飛行物体重量を支えて進行するというものである。飛行船とは全く異なった飛行方法である。図1に、論文中の説明図を複写掲載する。

2等辺三角形断面形状(翼を模しているようである)をした2つの飛行物体がロープで連結されている。上側の飛行物体(上翼と呼称しよう)はジェット気流中にあり、ジェット気流は左から右へと水平に流れている。下側の飛行物体(下翼と呼称しよう)はジェット気流下の対流圏内に位置している。地表に対するジェット気流の速度を $V_0$ 、上翼の地表に対する速度を $V_H$ 。この $V_H$ を仮に $0.5V_0$ とする。図に示されているように、向か

ってくるジェット気流に対して、上翼に仰角を持たせれば（上翼に向かってジェット気流は速度  $0.5V_0$  で進行してくるので）、上翼は揚力を受けると共に、抗力も受ける。下翼の位置している大気の流れは地表に対してゼロとしよう。時速数百 km の風速のジェット気流に対する対流圏の風速である。妥当な近似である。ジェット気流に対しての対流圏の空気の水平方向の風速であるので、ゼロと見なせよう。下翼は上翼とロープで連結されている。上翼が  $0.5V_0$  で右側に動くとしているので、下翼も当然、右側に  $0.5V_0$  で動くことになる。結果として、対流圏の空気に対して、下翼は  $0.5V_0$  で動くことになる。下翼に向かってくる対流圏の空気に対して、下翼に仰角を持たせれば、上翼と同様に、揚力と同時に、抗力を受けることとなる。上翼の重量、上翼の受ける揚力と抗力の3つの力のベクトル和と、下翼の重量、下翼の受ける揚力と抗力の3つの力のベクトル和が釣り合えば、2つの翼はその状態を維持したままで、右水平方向に速度  $0.5V_0$  で水平飛行をし続ける。2つのベクトル和が釣り合わない時には、釣り合うように、翼の仰角などを調整変化制御すればよい。このようにすれば、この連結飛行物体は、飛行船のようにヘリウムガスを用いることもなく、ジェット気流に乗って飛行が出来る飛行装置となり得る。

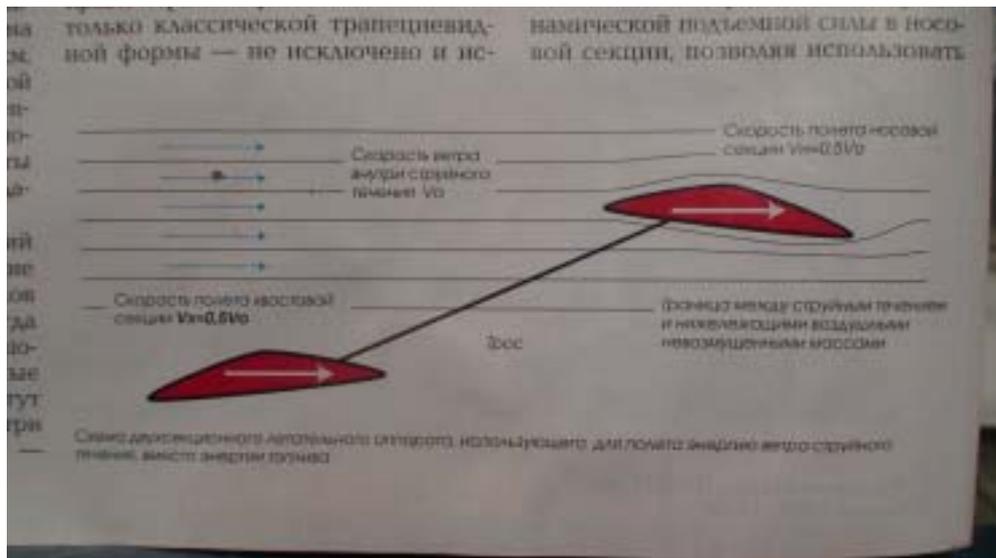


図1 飛行のための燃料エネルギーの代わりに、ジェット気流の風エネルギーを利用した連結型飛行装置の説明図

実際、この飛行装置は可能であるのか？ 論文では、簡単な模型装置を制作し、提案している飛行装置は実現可能であろう事を述べている。その模型装置が写真1である。写真の中央に赤い糸で連結された2つの球が見れる。写真の背景にはパソコンの表示装置らしいのが見えるが、これは関係ない。写真の左上端にノズルが見える。写真の右下端にも姿がわずかだが同型であろうノズルが見える。左のノズルからは、水平気流が右方向に、右のノズルからは、水平気流が左方向に流れている。この双方向に流れる気流中に、2つの連結球が位置している。右上の球には左のノズルからの気流が、左下の球には右のノズルからの気流が当たっている。

球の大きさ、球の重さ、糸の長さ、ノズルからの気流の強さ、及び気流断面積の大きさ、

左右ノズルの位置関係、ノズルと球との相互位置関係等々、いろいろの可変パラメータがあるが、パラメータを旨い具合に設定することが出来れば、写真に示されているように、2つの連結球は安定して空中に静止続けるようである。論文にはパラメータ値は全く記述されていないが。

右上の球を図1の上翼、左下の球を図1の下翼、糸を図1のロープ、左側のノズルからの空気流を図1の連結飛行装置から見たジェット気流の流れ、右側の空気流を図1の連結飛行装置から見た対流圏の空気流の流れ、とみなすことが出来る。模型装置は安定して空中に浮かんでいる。と言うことは、図1に提案している飛行装置は安定して飛行させることが出来ることになる。従って、図1の飛行装置は何らのエンジンもなく、ジェット気流中をジェット気流の半分の速度で、西から東方向へ飛行できることになる。翼の揚力を充分にしておけば、重量物の搬送装置として役割を持たせることが出来る。

飛行物体は、図1では翼形状、写真1では球となっている。2つの場合において、形状が全く異なっている。写真1の装置で、翼状の飛行物体を安定させることは、そのままでは不可能であろう事が簡単に予想される。翼は流体中ではそれ自身だけでは安定しないからである。補助の制御装置などを必須とする。ところが、球状物体は流体中で、それ自体で安定する場合がある。図1の提案を実験模型で確かめるのに、球状の飛行物体を採用した点に、原論文著者の閃きがある。模型実験では簡単な球を用いている。球は空気抵抗の大きい形状をしているが、それで模型実験が成功するならば、姿勢制御装置を組み込んだ翼ならば、安定することは請け合いである。

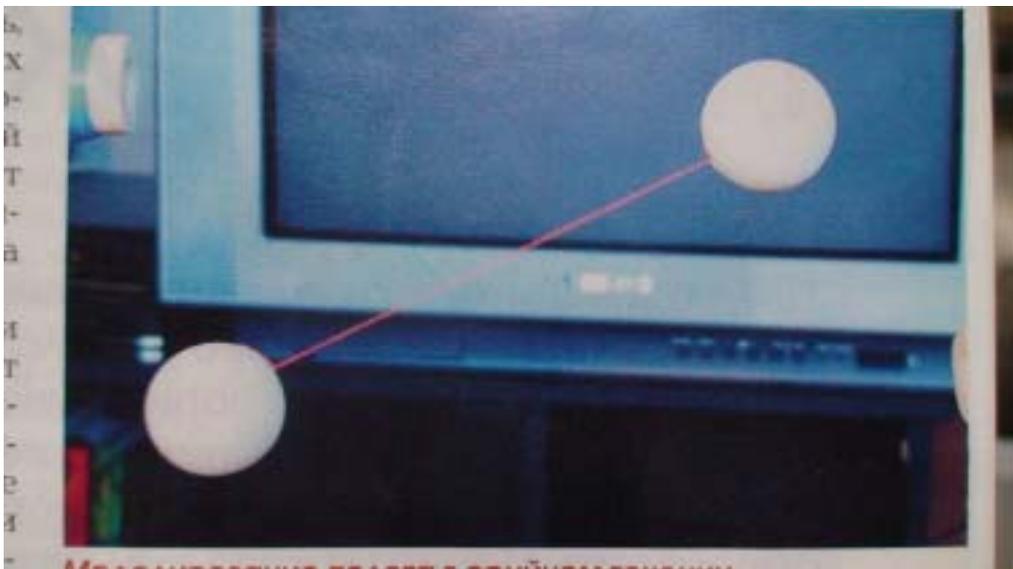


写真1 ジェット気流中で、無燃料飛行する装置の模型実験

### 3. 装置の再構築

模型装置での空中浮遊状態を解析していこう。写真2に、空気流による球状物体の安定した空中浮遊の簡単な例を示している。垂直に立てたありふれたヘアードライヤーの出す垂直気流中で球体（ピンポン球、発泡スチロール玉など）が安定して浮かんでいる。安定

していれば、気流中からはずれることはない。空気流の外から、空気流中に球を投げ入れても、球は直ぐに気流中で安定もする。この特性を利用した手品もある。小さいモータとファンを組み込んだこの種の玩具はおもちゃ屋などで見かけよう。球が安定して浮遊する原理を図2を利用して説明しよう。

写真2で示している装置を用いて、球の直径(=D)と空気流の直径(=d)の関係を簡単に調べることが出来る。D<dでも、球は空気流中に浮遊はする。が、dが大きければ大きいほど、空気流の速度は遅くなるので、球はドライヤ吹き出し口の近くで浮遊することになる。ドライヤに紙などで作った円錐ノズルを付加し、空気流の直径dを細くすると、空気流の速度は大きくなる。D>dでも球は空気流中に安定浮遊する。D<dの場合より、安定性は良く、かつ空気流の速度が大きくなっているため、球はより高いところで浮遊する。つまり、D,dの大小関係に無関係(球の直径、質量、空気流の速度等には依存するが)に、球は空気流中で安定浮遊する。図を用いての説明の都合上、解析はD>dの場合について行う。空気流が細い場合である。なを、D<dの場合も同様な説明は行える。



写真2 垂直気流による球の安定浮遊

空気流による抗力(=R)が、球に働いている重力(=W)と均衡していれば、球は図2の(1)のような状態で安定する。R<Wの時には、球は下降する。が、下降するほど、空気流の流れが強いので、R=Wになった時点で、球は静止安定する。逆に、R>Wの時

には、球は上昇する。上昇するほど、空気流の流れが弱いので、 $R = W$ になった時点で、球は静止安定する。これで球の垂直方向の安定性が説明できる。

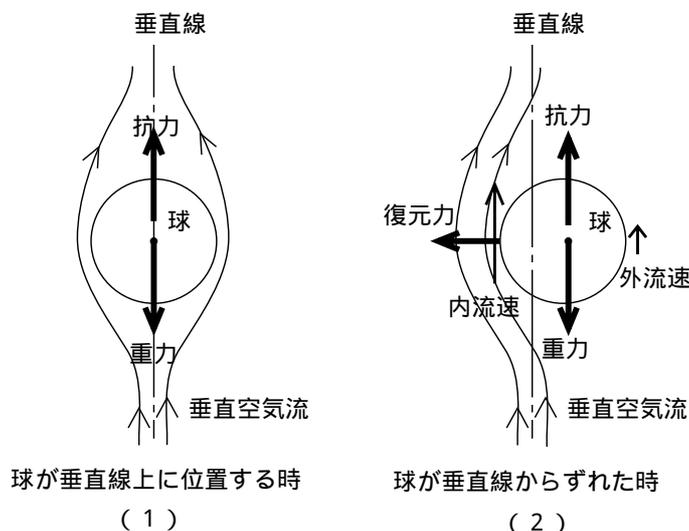


図2 球と垂直空気流

ところで、( 1 ) の状態は横方向の釣り合い条件がないので、明らかに不安定である。球は、空気流中にいるよりも、横に移動し、空気流から抜け出し、落下する方がより安定な状態になるであろう。球が垂直線から逃げ出し、右横方向に移動した様子が、図2の( 2 )である。球の側面を流れる空気流の流速は、垂直線近傍側面の方が早く(内流速)、遠方側面の方が遅い(外流速)。球の両側面の流速が異なることになり、ベルヌーイの法則から、相対的に内流速側の気圧が低く、外流速側の気圧が高くなり、この気圧差により、球には、球を空気流中に戻そうとする図に示している復元力が作用することになる。球の垂直線からの移動量が大きければ大きいほど、気圧差が大きくなり、復元力も大きくなる。移動量が小さければ小さいほど、気圧差は小さくなり、復元力は小さくなる。即ち、球は、水平方向においても、垂直気流中に位置する状態が、球の平衡状態となる。

1つの垂直気流中で、1つの球は安定静止することがわかった。ジェット気流は垂直気流ではなく、水平気流である。1つの水平気流と1つの球だけの仕組みでは、球は安定静止しないのは明々白々である。図3を用いて説明しよう。球が空気流中心線である水平線上に位置している時、球には下向きの重力と空気流による右向きの抵抗力が作用する。明らかに、図2の( 1 )のように、抵抗力が重力を支えるようにはならない。どう見ても球は抵抗力で右方向に吹き飛ばされよう。写真2で示した装置で、ヘアドライヤーを垂直状態から水平状態へ移行させて見ることで、簡単にわかる。

が、或る方法を適用すると、球を水平気流中でも安定静止することが期待できる。球に軽くて細い糸を貼り付ける。この糸を手等で気流方向の反対方向に引っ張り、球に張力( =  $T$  )を加える。その張力の水平成分が抵抗力に対抗すれば、球は右方向に吹き飛ばされることは無かろう。また、同時に張力の垂直成分が球の重力と釣り合えば、球は気流中で安定しよう。図4である。しかし、球は常に中心線に位置し続けられないであろうし、中心線上に

あっても上下方向又は左右方向に変位するであろう。気流などの乱れにより、抗力の大きさや向きが変動するのは明々白々であるからである。

球が上下方向に変位し、水平線からずれても、水平線に向かった方向に復元力が作用するならば、図4の状態は安定するであろう。また、抗力の大きさが変化してもそれに張力の大きさが対応すれば、左右方向への変位も抑えられそうである。つまり、水平気流中で、球を安定静止できよう。図5に、図4で安定静止していた球が、上方向にずれた場合が図化されている。この状態では、球の上側の空気流の速度は、球の下側の空気流の速度より小さくなるので、ベルヌーイの法則から、球には下側を向いた力、即ち復元力が作用しよう。

写真3に、その試験の様子を示している。球に貼り付けた糸で、球に左上方向に張力を与えるづけていると、球は空気流中で安定静止し続ける。ノズルから吹き出している空気流の中心線は、空の中心より若干下（極端ではない）に位置している。

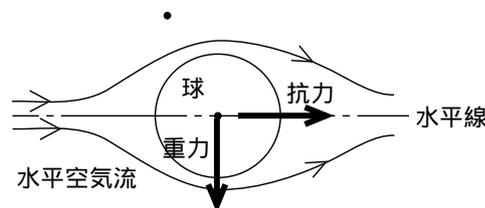


図3 水平気流中の球

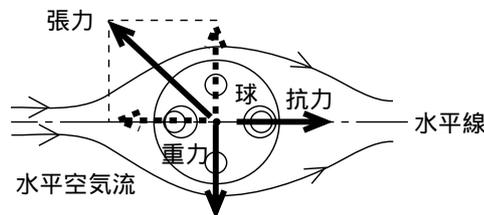


図4 図3の球に左上方向に張力を加えて安定静止させる

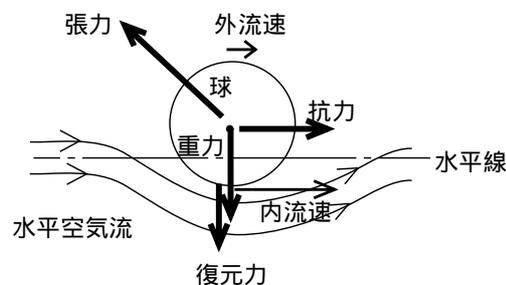


図5 図4の状態の球が上方向にずれた時

図5の状態、球は水平気流中に安定静止することがわかった。が、解析を進めているうちに、同じような安定性がある他の状態があり得る事に気がついた。その状態を図6に図化している。球が水平線より下方向にずれた状態である。作図した力関係から、球は安定することが予想される。写真3で使用した球は発泡スチロール製であり、軽い球である。写真3の状態、球を水平気流中の下の方に手で強制的に位置させてから、手を放すと、何度繰り返しても、写真3の状態に行って、安定する。図6の状態では、安定静止状態は得られなかった。図5より図6の方が球の重心が低いので、安定性がより良いはずと考えたのであるが、多分、重力と抗力の相関関係と考え、球に適当な重し(鉛板)を付加して、再実験してみた。写真4がその結果である。球は空気流水平線の下で安定静止し続けた。図6の配位でも、球は安定静止し得ることが確認された。



写真3 図5の実験写真

結果は、使用する球の重さ、球の体積(これは抗力と関係する)、空気の流れの間の相関関係で、図5の状態でも、図6の状態でも球は安定することがわかった。が、錘を付加した場合には、後述する、張力を下方から加えた場合において、球は水平気流中で、安定することはなく、落下し続ける。つまり重すぎる。従って、わざわざ錘を付加した球を使用することは、この時点で止めることにした。

図3の状態の球に張力を加えて球を安定静止させるために、張力を加える方向の取り方には、もう一つある。左下方向である。重力の向きと同じ方向に張力を加えるので、上下方向の力の釣り合いがとれないように見えるが、上方向を向く復元力が重力+張力の垂直成分以上で存在すれば、釣り合うであろう。この状態図を図7に示している。球の中心が水平線の下に位置している。球の上部を流れる空気流の速度は球の下部を流れる空気流の速度より大きいので、前述と同じ理由で、球には上向きの復元力が作用する。抗力、重力、復元力、及び張力が釣り合えば、球は安定静止しよう。図7の実験を写真5に示している。予想通り、球は安定静止することがわかった。

下方向から球に張力を加えた場合には、図5のような球の下面を空気流が流れる状態は不安定であり、球はそのような状態に安定静止はしない。張力、重力、復元力が全て下向きとなっているからである。

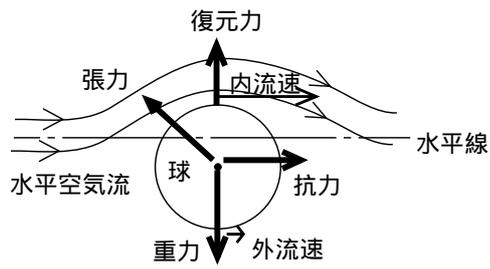


図6 球の予想されるもう一つの安定状態



写真4 球の重さを増加させての写真3の再実験

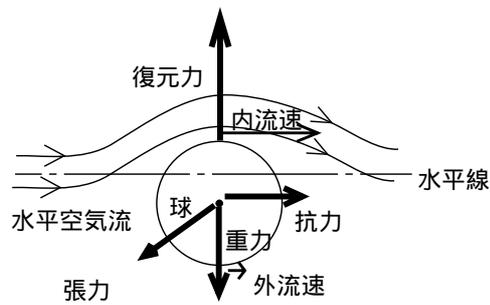


図7 図3の球に左下方向に張力を加えて安定静止させる



写真5 球に左下方向へ張力を加える

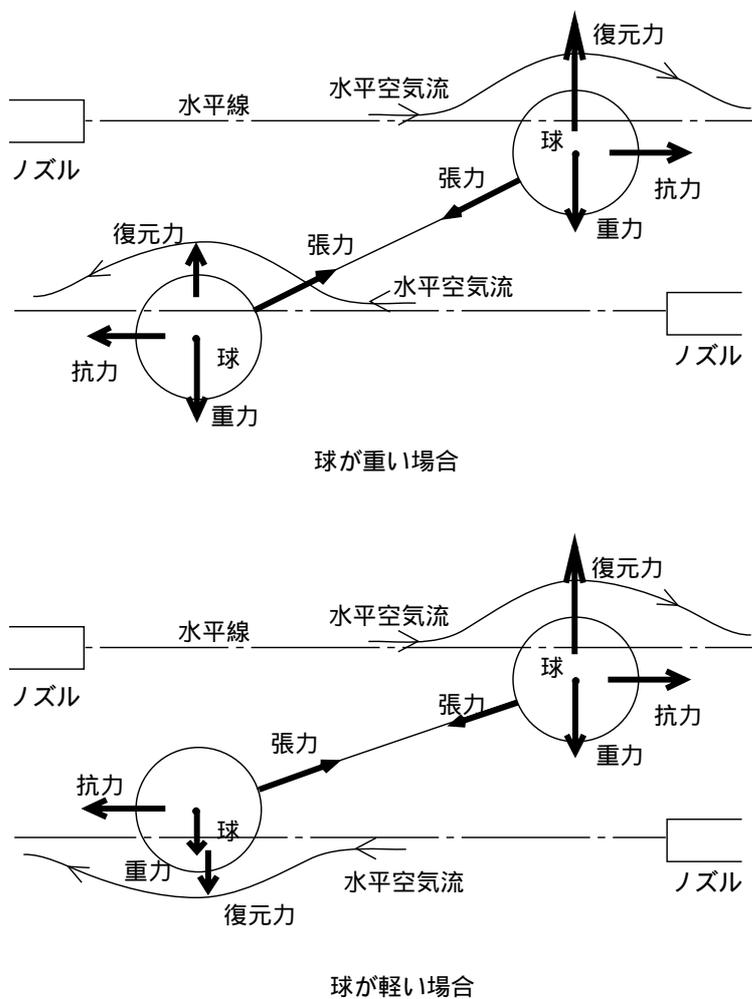


図8 写真1の状態解析図

今まで水平流中における球の安定性を考察・実験してきた。結果として、水平空気流により水平方向にはじかれるであろう抗力を打ち消すため、球に張力を加えても、加える張力の大きさ及び方向が適当ならば、水平気流中でも球を安定静止状態させることが出来ることがわかった。また、球が空気流を受けている状態で、安定静止しているならば、球が空気流からずれようとする、自動的に復元力が作用し、球は安定静止状態に復帰することもわかった。

以上の結果から、写真1の状態解析図は図8のように書くことが出来る。球の大きさ、重さ、空気流の速度などの相関性により、左側下方の球の安定位置は図5、図6のどちらでも、或いはそれらの中間状態でも取り得る。図8中では、球が軽い場合と、球が重い場合として2つの場合に分類して図化している。

写真6, 7, 8に、装置を再構築し、実演中の様子を示している。発泡スチロール製球の大きさが小、中、大の3例を示している。球が大きいほど、空気流の速度を大きくする必要はあるが、どの場合でも、容易に空中に球状物体を安定静止させる事が出来る。なを、写真中の左上と右下に位置しているノズルは、空気流吹き出し口である。写真6, 7, 8はまさに写真1の復元である。写真6, 7, 8では全て対となっている2球は同型のものを使用している。が、左右で、異形球の組み合わせでも、同様に安定静止することは確認済みである。下球の方が小で、上球の方が大の場合が安定性がよい。



写真6 小球でのデモ展示



写真7 中球でのデモ展示



写真 8 大球でのデモ展示

以下に、再構築した装置の詳細を述べよう。写真 9 が、装置の全体の様子である。台を兼ねた長方形の箱の中に、空気流を送出する電気ブローア（RYOBI 製 BL - 3500 , 630W、風量  $3.5 \text{ m}^3/\text{分}$ ）が納まっている。

写真 10 が箱の内部の様子である。ブローアをクランプでしっかり固定している。ブローアからの空気流は三つ又継ぎ手で 2 つに分流している。空気流の流れるホースには排水用ホース（直径  $30 \text{ mm}$ ）を使用している。排水用ホースは十分に曲げることが出来る。同径のビニールホースなどでは、曲げすぎると曲げ部がつぶれてしまうので、あまり曲率を小さくは出来ない。排水ホースは十分に曲げることが出来るので、ここで採用した。ただ、蛇腹構造故に、内面に凸凹がある。空気流の滑らかな流れに支障が無くはない。出来れば滑らかな内面を持ったホースを使用したかったが、今のところ致し方がない。

写真 11 , 12 には、左右のノズルが示している。排水ホースの端末に、排水ホース用キャップを取り付け、それに円錐形のノズルを取り付けている。宴会などで使用されるクラッカーの紙容器が旨い具合に円錐形をしている。円錐形のノズルとして用いている。



写真 9 装置の外観



写真10 台の内部



写真11 左のノズル



写真12 右のノズル

空気ノズルとして、同じクラッカーの紙容器から吹き出し口の直径が各種のものを作成し、空気流の大きさの違い、空気流速の違いでの装置の動作特性も調べている。吹き出し口の口径が小さいほど、空気流の速度は速くなるが、あまり小さくし過ぎると、空気流量が小さくなり、かつ流速も遅くなる。逆に吹き出し口が大きすぎると、流速が遅くなる。最終的に、写真で示している程度の吹き出し口の大きさとした。左側のノズルは、高さ調整を自在に行えるようにするため、当面シャコマンで固定している。

写真 6 , 7 , 8 で使用している発泡スチロール球等のパラメータを記載しておこう。

	質量	直径	糸の長さ
写真 6	0 . 4 0 g	3 0 mm	1 1 c m
写真 7	1 . 1 0 g	4 0 mm	9 c m
写真 8	2 . 3 7 g	6 0 c m	9 c m

電気ブローは 1 0 0 V 仕様であり、そのときの電力が 6 3 0 W である。電圧 1 0 0 V での使用時には、送出空気量は最大となるが、騒音著しいこと、この上ない。以上の実験では、スライダックを経由して、ブローへの電圧を 3 0 V 当たりから 6 0 V 当たりの範囲で使用した。

#### 4. 終わりに

原論文を読んだ時に、もし写真 1 が復元できたならば、写真の左右に見えている空気ノズルを見えないように引き離す。そして、ノズル部を何かで隠すことが出来るようにすれば、面白いデモ装置になるのではないかと考えた。図 9 がその案である。空気ノズルを差し障りの無さそうな遮蔽物の中に隠すのである。台の面上は真っ新としておき、穴の無い事を現認出来るようにしておく。そうしておかないと写真 2 で示しているような、ごくありふれた装置であると誤認されるからである。

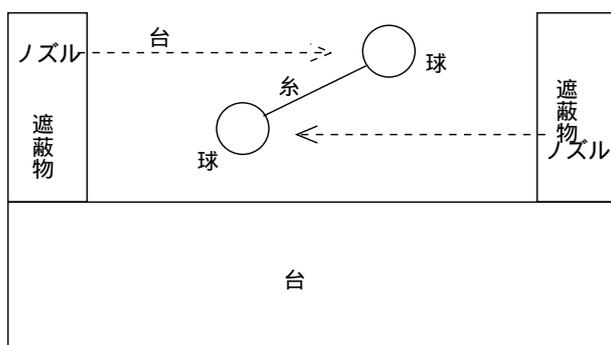


図 9 デモ用への改良案図

写真 1 の装置の復元に成功した後、デモ用装置への改良のために、ノズルを出来るだけ球から放すことを試みた。が、結果は写真 6 , 7 , 8 で示している如くである。写真 1 と同じ程度に止まり、空気ノズルを球から十分に放すまでには至っていない。

空気ブローアの定格は100Vである。100Vでの駆動も行っている。その際には、ブローア内のモーター音のうるさいことはこの上ない。が、当然ながら、結構空気流の吹き出し速度が大きくなる。騒音を我慢して、ブローアを100V駆動させて、浮遊実験を繰り返して行った。

ノズルと球との間隔は少しは伸ばすことが出来た。が、期待したほどは伸ばせなかった。空気流速は速くなってくれたが、空気流の乱れが大きくなっているようである。空気流の乱れが大きい場合には、小球の対はなかなか安定してくれない。大球の対で、どうかであった。流速を早くしても、短距離で空気流の層流が崩れてしまえば、意味がない。ブローア100V駆動では、騒音も著しいし、期待したほどの結果が得られなかった。

空気流速をいたずらに早くするよりは、如何にしたら空気流の層流長を長くすることができるかということに、頭を使う必要がある。ブローアからノズルまでの間のホースとして、凸凹のある排水ホース（蛇腹式なので曲げ安く、潰れないので）を使用している。その内部を空気が流れるので、空気流が乱されることは確実であろう。ホースを使用するならば内壁の滑らかな、ホースを使用すべきであろう。

本装置では1台のブローアを使用し、空気流を2分割している。そのために、Y字型ツナギを使用している。630Wを魅力として、このブローアを選択したが、100V駆動では騒音著しい。案として、もっと低電力のブローア2台とするのも良さそうである。とすれば、各々のブローアの吹き出し口に直接円錐ノズルを取り付けられるので、ホースはいらないことになる。空気流の乱れも小さく出来よう。又、騒音も十分に小さく出来よう。

ブローア2台として、手っ取り早いのは、ありふれたヘヤードライヤを使用することである。著者は、最初2台のヘヤードライヤで、試験実験を繰り返した。結構騒音は静かに出来たが、流速があまり稼げなかった。電力が大きければ、当然空気の吹き出し量も多くなるはずである。球と吹き出し口の間隔を広げたいと思い、630Wのブローアの使用に至ったのである。

要は、ノズルから吹き出す空気流の乱れ、拡散を小さくでき、層流で流れる距離を長くできるような方法が見つかれば、図9に示しているデモ装置は結構興味を醸し出すのではなかろうか。その際には、装置の出す音が小さいことに越したことはない。

話がそれるが、展示館の名前と場所は忘れたが、大夫前に谷川岳から栃木県の小山市に自家用車で帰る道、水上より南で、前橋より北の当たりの幹線道路からあまり離れていないところに展示館があったと記憶している。その展示館には、トリックアートもあったかもしれない。展示品の中に、水流装置があった。斜め上方を向いたノズルから水が放出され、大夫遠方までほとんど乱れることなく、一本の水流となっていた。通常的水流では、ノズルを出た時点で早くも水流に乱れが起こり、水は周りに飛び散りながら流れるのであるが。綺麗なアーチ状の一本の水流となっていた。透明なパイプの中を流しているのではないかとの錯覚を持ったほどである。説明板があり、使用する水自体に或る処理を施し、かつ、ノズルまでのパイプの中にも或る処理を施して、水流を層流化しているとのことであった、と記憶している。水と空気とは液体と気体の違いがあるが、この装置の内部構造を適用すれば、空気流も層流化できるのではなかろうか。

また、先日、テレビのクイズ番組を見ていたら、「水道の蛇口に取り付けてある金網はどのような役割を持っているか」と言う問題が提示されていた。答えは、「水の流れを滑

らかにするため」であった。実際、金網がない場合と金網がある場合の蛇口からの水の出方を比較描写した。映像も放送された。金網がないと水が乱れるが、金網があると水の流れは滑らかであった。前述の装置の同様に、金網1個だけではあるが、水の流れを層流化している故であろう。

解説してきた装置の空気噴出ノズルの部分に、似たようなものを取り付ければ、空気流の層流化がはかれるのではなかろうか。なを、空気中に空気流を噴出させているので、ノズルの形状依存もありそうである。今後機会があれば、試してみたいが、試験すべき空気流が可視化できないと、実験しにくいであろうことが気にかかる。

2007年10月 2日

#### 参考文献

「 \_\_\_\_\_ 」 2006年11月号、18頁～19頁

題名「エンジン無しで世界一周飛行」

工学修士 ユーリー・サゾーノフ (オレンブルグ市在住)

アメリカ人により、プロペラエンジンやジェットエンジンを搭載した飛行機による世界一周飛行時間記録が達成されている。それには、パイロットの乗っていない無人での飛行記録や、翼に太陽電池を取り付け、太陽のエネルギーだけで飛行した記録がある。ここで、将来の飛行記録となるであろう「エンジンのない世界一周飛行」のアイデアを提案しよう。

空気より重い飛行物体である飛行機についての話である。物理法則を遵守して問題を考察しよう。

飛行を遂行するためには、言葉を換えれば、仕事を遂行するためにはエネルギーが必要である。エネルギーの蓄えは機体内に燃料の形態で搭載される。或いは、太陽電池を搭載する形態で、外部のエネルギーを利用する。しかし、この外部エネルギー源の場合には、一昼夜を通じてのエネルギー供給は、太陽光だけでは出来ない。半分は夜間飛行となるからである。

他の自然界のエネルギーの利用を考えてみよう。資料によれば、地上から高度12kmの所では1m<sup>2</sup>当たり100kWに相当する空気の流れがある。ジェット気流と呼ばれる大気の流れである。

日本人気象学者、大石和三郎は1923年に、ジェット気流の存在の証拠を公開した。高度9kmから10kmまで上昇すると、西から東に流れる空気流に遭遇する。この流れには開始点も終了点も無く、閉じた空気流となっている。即ち、地球の周りを回っているループとなっている。ジェット気流中には巨大な力が内蔵され、かつその空気流の大きさも巨大である。資料によれば、空気流の幅は200km、厚さは4kmにも達する。地球を取り巻いているこのように巨大な帯の内部では、空気は暴風の速さ - 300km/時 - 500km/時 - で地球の周りを回っている。

ジェット気流の発見により、低い軌道を飛行する人工衛星が技術的に実現できることに

なった。が、当時はそのような問題を考察するには時代が早すぎた。この人工衛星は、地球の大気の中、即ち高度9 kmから14 kmのジェット気流中を飛行する。この人工衛星は燃料は必要としない。風のエネルギー、即ちジェット気流のエネルギーを利用する。この応用例が、空気より軽くした高高度飛行船である。

ところで、流体力学的方法で揚力を獲得しえる空気より重い飛行物体で、ジェット気流中を飛行する燃料を必要としない装置を考えた。問題をどのように解決したのか？ この論文で、1つの問題解決方法を紹介する。

飛行物体は2つの部分から構成される。そのうちの1つの部分は、ジェット気流内部を飛行する。この部分を船首部分と呼称しよう。残りの部分は、船尾部分と呼称し、船首部分に遅れて、かつ船首部分より低高度、例えばジェット気流の限界付近で飛行させる。この限界部分では風、つまり空気の速さはジェット気流本流の速さと比較すると遅い。選手と船尾の2つの部分は軽くて丈夫なワイヤーで連結する。長さは8 km程度としておこう。既に公開されているワイヤーを使用した実験装置の技術をここで用いることが出来る。この実験装置はアメリカ人が、宇宙エレベータ計画として発案したものであり、この装置については多くの本で紹介されている。連結型飛行装置の説明図を図で示している。

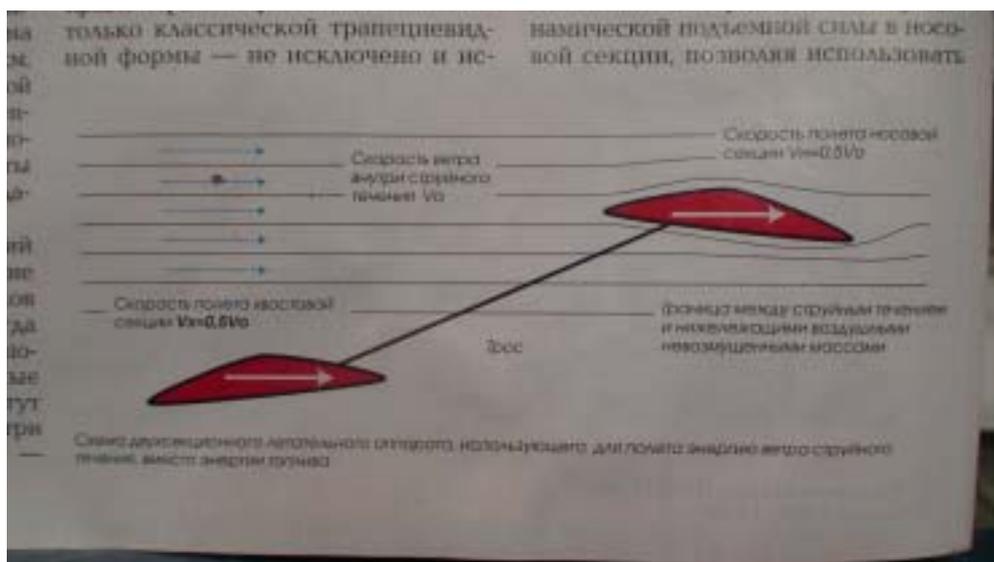


図 飛行のために、燃料エネルギーの代わりにジェット気流の風エネルギーを利用した連結型飛行装置の説明図

能動状態では、各部分は空気力学による翼に作用している揚力により、空気中に浮かんでいるグライダーとして動作している。この際、翼は古典的な台形形状である必要はない。大きな向かい角度でも正常に機能する球形の翼も可能であろう。

このような連結装置において、船首部分は異例な条件下で動作している。ジェット気流の速さが300 km/時で、それに乗って飛行する船首部分の速度が150 km/時としよう。船首部分の飛行速度の2倍の速度を有する空気流が、船首部分を追い越し、船首部分の翼に揚力を発生する。船尾部分の方向から、空気流は船首部分に吹き付ける。図に示

しているように、船首部分は翼の向かい角度が逆の状態、前方に飛行する。これは凧を例に説明できる。空気中で凧を揚げておくとしよう。引き糸を放すと、凧は風下の方向に飛んでいく。まさに船首部分の飛行と似ている。船尾部分は、ジェット気流の下の流れのない空気中を飛行する。従って、船尾部分はケーブルで曳航されているグライダー飛行そのものである。船尾部分は全装置にブレーキをかける事になるので、船首部分の飛行速度を減少させる。従って、装置全体の速度が遅くなる。しかし、このような制動は装置に好都合で決定的な役割を果たす。この制動は、ジェット気流の風速と飛行装置の飛行速度の間に差を発生させる。この差は、ジェット気流のエネルギーを利用しつつ、船首部分に作用する揚力の安定性をもたらす。そして、燃料の消費をすることが無く、従ってエンジン無用の空中飛行を可能ならしめている。

このような連結飛行装置を実験室内で再現モデルで実証することは容易である。ここで、アーネスト・ラザフォードの格言「想像力のない実験、や実験の裏付けのない想像はあまり価値がない」を思い出すことは、的を得ていると思う。写真で、2つの小球が見える。これら2つの球は水平方向に流れている空気流の中で静止している。コアンド効果による。球を使用したことにより、装置を空中に保持させるための風洞装置や飛行制御装置は不要である。実験室において、各々の球は安定して空中に保持され、水平に流れる空気流から落下することはない。空気流の境界付近において、球の上半分は翼の性質を発現し、揚力を発生するからである。固定台に取り付けた左端に位置するノズルからは、ジェット気流を模した空気の水平流が出、飛行装置の船首部分を追い抜く。同じく右側の固定台に取り付けたノズルからは向かい風に相当する空気流に模した水平空気流が出、飛行装置の下の船尾部分に吹きかかる。このようにして、2つの球は空中に安定している。その状態が写真に示されている。考察中の飛行装置の飛行速度と同じ速度で平行に飛行している観察者から見た情景である。観測者も非拘束ども地表に対して同じ速度で飛行している場合である。

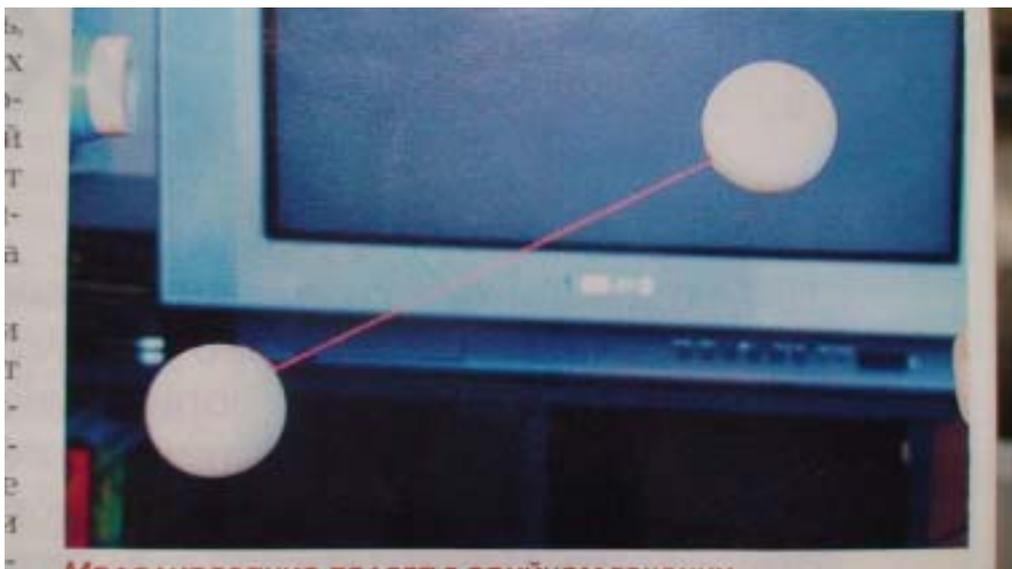


写真 ジェット気流中での無燃料飛行装置の模型

右のノズルからの空気流の速度が小さくなると装置は右に移動することが観測される。このような方法で、ジェット気流中で飛行が可能であることを示すことが出来る。

少し脱線した話。グライダーはエンジン無しで飛行できる翼を持った装置である。翼により空気中でゆっくりと下降しながら飛行することができる。上昇気流の中では、グライダーは水平飛行することが出来るし、高度を稼ぐことさえ出来る。かように百科事典などには紹介されている。が、グライダーにはもう一つの特徴がある。上昇気流の中だけではなく、水平に流れる空気流の中でも、グライダーは水平飛行を行うことが出来るのである。ロープを使って2機のグライダーを連結すると、ジェット気流の中でこれら2機のグライダーは水平飛行をすることが出来る。これは少し特別仕立てのグライダーについてであることに留意して欲しい。先頭の方のグライダーの翼は特別な働きをするからである。原理的には、2機以上のグライダーの連結も可能である。

ジェット気流中でのグライダーの世界一周飛行はまだ実現されていない。ジェット気流のエネルギーを利用する際における技術的方向を3つほど考察してみよう。

1. 空気より重い飛行装置ながら通信機能、搬送機能を有すること。また、ジェット気流中で地球を長期間周回し続ける事が出来ること。通信人工衛星の代替えとなれる、より安価で修理しやすい技術及び生産技術。

2. 離陸、上昇、着陸時のみにエンジンと燃料を使う航空輸送。飛行速度は速い必要はない。高速での飛行機事故で多くの人が亡くなっている。現時点の技術に付加することで、野原に安全に着陸できる大きな翼面積を有する経済的で要求にかなう航空機を考案することは価値がある。ジェット気流内の飛行は西から東の方向へが経済的な飛行であり、これは自然の動きに適応もしている。

3. 電気エネルギーを生産するためにジェット気流のエネルギーの利用。飛行船の利用、ジェット気流中に発電機を配置しケーブルで地上まで伝送する案はよく知られている。これらは他分野に属するが、ジェット気流のエネルギーを利用する点では密接に関連している。

提示した案を評価してみよう。ジェット気流のエネルギーはどの程度なのであろうか？ロケットエンジンの性能評価方法をジェット気流のエネルギー評価にそのまま適用できる。モデルを単純化して考察する。ジェット気流中の流れに垂直に辺長が4 km (高さ) × 200 km (幅) の長方形の断面積を仮想する。より正確な結果を得るためには、ジェット気流の速度の変化量、高度における空気密度の変化量を考慮する必要があるが、今は問題を単純化して考える。ジェット気流の風の速度を300 km/時。これから、作業物質となるジェット気流中の空気の総量は1秒間当たり約2000万トン。このジェット気流中の空気の運動エネルギーを電力に換算すると、7000万MWとなる。チェルノビイリ原発の発電能力は925 MWなので、ジェット気流中にはこの原発の80000倍の電力が集中していることになる。別な見方をすると、ジェット気流に垂直な面1 m<sup>2</sup>当たり100 kWの電力に相当するエネルギーを有していることになる。

公開されている資料によれば、地球を取り巻き、西から東方向に流れているジェット気流は5つある。大北半球ジェット気流は、大西洋を横断し、北アフリカ大陸を通過し、中近東を下にし、烈風でエベレストの頂上から雪を吹き飛ばし、日本上空、太平洋を通過し、アメリカ合衆国を横断し、そして大西洋にたどり着く。このジェット気流は、日本人学者

大石和三郎氏が発見した。南半球にも、チリの首都上空近くを通過している同様な大ジェット気流が存在する。赤道ジェット気流、北半球と南半球にある残りの2つのジェット気流に関する情報は乏しい。

最後に、少し残念なことを述べておこう。自然現象、即ちジェット気流は人間生活に極めて有効で重要なものであるが、今まで、これらに対する認識がほとんど無かったようである。何世紀、いや何千年にもわたって、ジェット気流のエネルギーは不滅的に存在する。人類が自然と調和しながら生きていくために、このジェット気流の綺麗なエネルギーの一部分でも、人類に約立てようというアイデアが浮かんだのである。