

グライダー四方山話

東北大学学友会航空部OB 松見 宏

みなさん、大阪市立科学館のエントランスホールに展示されていたグライダーのことを覚えていますか？今回の科学館リニューアルでグライダーの展示は一旦終了することになったのですが、私は縁あってその分解・収納作業に関わらせていただいたので、今更ではありますがグライダーについて紹介させていただくことになりました。



写真1 展示の様子(2004年12月)

展示機(ピラト)の生い立ち ～ 展示 ～ 分解・収納

科学館で展示されていたグライダーの正式名称は“WSKスヴイドニク式SZD-30ピラト型”といい、770機程製造された当時のグライダーとしてはベストセラーの部類に入る機体ですが、日本においては導入されたのはこの1機のみという大変珍しい機体でした。

1976年にポーランドのWSK社(戦前から続く国有航空機製造会社であるPZL社の流れを汲む会社)で製造され、1978年から1999年まで東北大学学友会航空部で使用されました。この間、競技飛行や記録飛行などで多くの学生達を育ててくれました。私は晩年の1994年から1996年にかけて航空部でピラトに関わっており、大変思い入れのある機体で“愛機”と言える存在でした。(ピラトの操縦にはクセがあってちょっと扱いにくいところがあるのですが、私はより操縦しやすい新鋭機よりもピラトに好んで乗っていました。)

ピラトは1999年の最終フライトを終えた後はしばらく仙台の格納庫で眠っていましたが、大阪市立科学館の御厚意により2004年から2023年までの約19年間展示されて来ました。こうして多くの人の前で披露する機会を与えられたことはピラトにとってとても幸せなことだったと思います。関係者の皆様には感謝致します。

そんなピラトも展示を終えて分解・収納されることになり(写真2、写真3)、私もそのお手伝いをさせていただきました。“愛機”が分解・収納されてしまうのは寂しいことではありますが、またいつか展示されることを期待したいと思います。



写真2 分解作業



写真3 倉庫へ移動中

それでは、ここからはグライダーの紹介をしていきたいと思います。

グライダーは何でできている？



写真4 鋼管羽布張り機



写真5 金属機



写真6 FRP機

旧式のグライダーは鋼管羽布張りといって、金属パイプのトラス構造に羽布と呼ばれる木綿の布を張った胴体と木製の翼から出来ていました。

写真4の機体は“東北大式キュムラス型”といって1960年代に私の大先輩にあたる当時の航空部学生達が設計・製作に関わり1970年に初飛行した、その当時の複座機としてはトップクラスの性能を誇った機体です。

他にはパイロットのような木製セミモノコック構造や通常の旅客機と同じようなアルミ合金製セミモノコック構造(写真5)のものもあります。

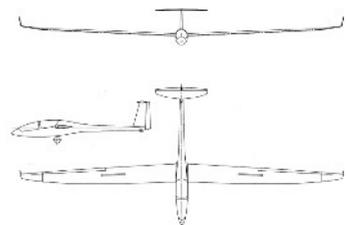
そして、現在主流となっているのは写真6のようなFRP(繊維強化プラスチック)製の機体です。FRPはガラス繊維や炭素繊維とプラスチック樹脂の複合材で、軽量、高強度、3次元形状への成型性とグライダーには最適の材料と言えます。1970年代からガラス繊維を使ったGFRP製の機体が登場しており、最近の高性能機では主翼により

高剛性の炭素繊維を使ったCFRPが使用されるようになってきました。FRPは私たちの身の回りではスキー板やサーフボード、ゴルフクラブ、ヘルメット、ヨット、一部の車のボディなどにも使われています。民間旅客機では1980年代からCFRPが操縦舵面や二次構造材に部分的に使われるようになり、B787やA350などの一部の最新機種では主翼や胴体などにも適用され重量比で50%程までになっているものもあります。

グライダーの翼はなぜ長い？

パイロットのような通常の一人乗りの単座機は全長約7mに対して翼幅15m、二人乗りの高性能複座機では全長約8.5mに対して翼幅20mと相対的に翼が非常に長くなっています。三面図を見ていただくとグライダーの翼は細くて長いことがよくわかると思います。旅客機では全長に対して翼幅は同じくらいか少し短いのが一般的です。

グライダーも含めた航空機は翼に発生する揚力を利用して飛行します。ところが揚



力が発生するとその翼の先端では下面から上面方向への渦が発生し、これが誘導抗力と呼ばれる抗力を生み出します。翼に発生する抗力は大きく分けると有害抗力と誘導抗力に分けられ、グライダーの飛行速度域では誘導抗力が支配的となります。この誘導抗力を減少させるためにはアスペクト比を大きくすることが有効です。アスペクト比ARは以下の式で定義され、主翼は細長い方が有利であるといえます。

$$AR = \frac{b^2}{S} \quad b: \text{翼幅} \quad S: \text{翼面積}$$



写真7 長い主翼とウィングレット

また、ウィングレットも誘導抗力の低減に有効であり、最近のグライダーには装備されているものが増えています。(古い機体に後付けで装備することもあります。)
抵抗が少ないということは滑空比(1m降下する間に何m先まで滑空できるかを表す数値)も良くなります。旅客機のアスペクト比は6~11程度で、滑空比は10~20程度。グライダーのアスペクト比は15~25程度で、滑空比は28~50程度になります。パイラの滑空比は31なので、無風で大気静穏と仮定すると1,000mの高度から31km先まで真つすぐ飛行できることとなります。私は実機を見たことはないのですが、翼幅が26mにもなる超高性能グライダーのアスペクト比は39程度、滑空比は60にもなります。滑空比60の世界、一度は体験してみたいものです。

グライダーはどうやって飛ぶ？

グライダーとは簡単に言うとエンジンがない飛行機です。エンジンがないので当然自分では離陸できません。

離陸の方法には二通りあり、ひとつはウインチ曳航といって1km程先に設置したウインチでグライダーにつなげたワイヤーロープやダイナミックロープ(ポリエチレン繊維)を巻き取ることによってタコあげのように引っ張り上げる方法です。

もう一つは飛行機曳航といって軽飛行機にナイロンロープをつけてグライダーを引っ張り上げる方法です。

(実はモーターグライダーといって離陸用のエンジンとプロペラを持っているグライダーもあります。モーターグライダーは自力で離陸し、上空でエンジンとプロペラを胴体内に格納した後は普通のグライダーと同じように飛行します。)



写真8 ウインチ曳航



写真9 飛行機曳航

ロープを切り離れた後は空中を自由に滑空するのですが、そのままでは高度がどんどん低くなり、すぐに着陸しなくてはなりません。スキーでリフトに乗ってコースの上まで上がり、そこから斜面を滑り降りることを連想してみてください。グライダーは位置エネルギー(高度)を運動エネルギーに変換しながら飛んでいるといえるのです。



写真10 モーターグライダー



写真11 サーマルを使って上昇中



写真12 乗鞍岳上空 高度3,000m



写真13 乗鞍岳上空 高度3,000m

また、長時間の飛行となれば携帯食料や飲料も準備します。一番厄介なのが生理現象(尿意)で、人によっては携帯トイレや紙おむつで対処しているようです。

ここでエネルギーを補充(高度を上昇)してやれば飛行を続けられるのですが、グライダーはエネルギー源として“上昇気流”という自然の力を利用しています。上昇気流には熱上昇風(サーマル)、斜面上昇風(リッジ)、山岳波(ウェーブ)、収束線(コンバージェンス)などがありますが、これらの上昇気流は直接目で見ることはできません。グライダーパイロットは、気象条件や地形、雲の様子、飛行中の体感等から上昇気流の場所、強さを推測しながら上昇気流を探します。上昇気流を見つけたら、その上昇帯の中にとどまるように旋回や速度調整をして高度を上昇させます。こうして上昇気流で高度を稼いで、次の目標へ向かうことを繰り返すことによって、長距離、長時間飛行が可能となります。

海外では3,000kmの長距離飛行、高度15,000mの高高度飛行(高高度飛行用に特別に設計された試験用グライダーでは23,000m)も達成されています。

グライダーには当然のことながら旅客機のようなエアコンや与圧(機内の気圧を低高度の気圧と同程度に保つ)の機能はありません。高度3,000mの気温は地上より約20℃低く、酸素濃度は地上の約70%に下がります。高高度飛行では低温や低酸素症に備える必要があるため、防寒着を着込み(計器盤の下に隠れて日光が当たらなくなる足元は特に冷えます)、高度3,000mを超えて長時間飛行する場合は酸素ボンベと呼吸装置も準備します。

グライダーの計器

グライダーの操縦席計器盤には必要最低限の基本的な計器がついており、速度計、高度計、昇降計及び無線機は最近の機体(写真14)でも50年以上前の機体(写真15)でも同様に装備しています。上昇気流を探す際に頼りにする昇降計については複数装備している機体も多いです。

他には必要に応じてトランスポンダ(他の航空機も飛行する空域を飛ぶ場合は必要)、ナビゲーションコンピュータ(カーナビのようにGPS信号を受信して、地図上に自機位置、目的地、航跡などを表示し、目的地までの最適な飛行速度を計算)などを装備する機体もあります。

実はもう一つグライダーにとって重要な計器？があります。キャノピーの外側に片端をテープで張り付けられている毛糸のことで、正式名称はヨーストリンガー(偏揺れ指示系)といい、機体の“滑り”を毛糸の向きで示すという単純な方法で正確に検知することができます。(飛行中は写真11、12のようになります。)

動力のないグライダーにとって滑空性能を最大限引き出すためには、常にグライダーを気流に対して真っすぐにする(滑らせない)ことが重要です。そうすることによって翼に最適な角度で気流が当たり、最大限の揚力を得られるのです。逆にサーマルで旋回中に機体を滑らせると明らかに上昇率が悪くなるため、グライダーパイロットは特に旋回中は“毛糸”を気にしながら操縦しています。グライダーパイロットにとって常に視界に入る場所に張り付けてある“毛糸”が一番重要な計器なのです。



写真16 F-4のヨーストリンガー



写真14 DG-1000の計器盤



写真15 キュムラスの計器盤

ヨーストリンガーは一昔前の戦闘機(F-4、F-14)にも射撃時に滑りがないことを確認するために取り付けられていたそうです(毛糸ではなくタコ糸です)。また、ヨットでもセールへの気流の当たり方を確認するためにリボンや毛糸が張り付けられており、テルテール(telltale)というそうです。“Simple is the best”ということなのでしょう。

グライダーへの入り口

私のグライダーとの出会いは東北大学航空部でした。大学航空部では、基本的には周りは全員大学に入ってからグライダーを始めた者ばかりでスタートラインは一緒です。

東北大学航空部は現在20名ほどの部員でOB教官指導の下、毎週土日や祝日

に宮城県航空協会が管理する角田滑空場で活動しています。角田滑空場はウェーブ発生源である奥羽山脈の東側に位置し、数々の記録飛行を生み出している恵まれた環境です。

操縦練習は二人乗りの複座機により教官同乗で実施します。早ければ1年ほどで、50～100回くらいのフライトを重ねると一人で飛ぶことができるようになります。その初ソロは一生の思い出になります。

そのあとは一人乗りの単座機を目指したり、長く・高く・遠くへ飛べる技量を磨いて記録飛行を目指したり、国家資格である自家用操縦士取得を目指したり、学生競技会で全国の学生と競ったり、クラブ運営を担ったりと各個人の能力に合わせて成長を実感できる部活動です。

また、社会人クラブは老若男女様々な会員(学生時代の経験者、パラグライダーなどの他のスカイスポーツからの転向者、ラジコン経験者、長年のブランクからの復帰者、全くの初心者など)が集まってグライダーを楽しんでいます。グライダーは体力勝負のスポーツではないので年齢や男女差はありません。14歳から正式に練習が始められ、航空身体検査に合格する健康状態であれば何歳まででも続けられる生涯スポーツです。

もしグライダーに興味を持っていただけならお近くのクラブにアクセスしてみて体験搭乗から始めてみませんか？

日本学生航空連盟HP(<https://www.jsal.or.jp/page/club/clublink>)←大学航空部

日本滑空協会HP(<http://www.japan-soaring.or.jp/clublink/>)←社会人クラブ他

最後に、2004年のピラト展示にご尽力頂いた加藤様、その後の維持及び今回の分解・収納にご尽力頂いた大倉様、渡部様の他、大阪市立科学館関係者の皆様に改めて感謝の意を表します。

※写真8、17は東北大学学友会航空部HP(<https://tohoku-glider.jimdofree.com>)より引用



写真17 航空部の仲間たち

著者紹介 松見 宏(まつみ ひろし)



北海道生まれ。岐阜県各務原市在住。東北大学工学部機械航空工学科卒業。航空機製造会社品質保証部門勤務。

学生時代に航空部でピラトに関わる。現在は中部日本航空連盟岐阜支部に所属し休日にグライダーフライトを楽しむ。写真は長男とのフライト時のもの。