

一般社団法人日本女性航空協会

Japan
Women's
Aviation
Association

680 2016
Winter



空のワルツ

空を愛する女性のネットワーク
<http://www.jwaa.or.jp/>

異常姿勢回避訓練への取り組み
失速・スピン事故防止訓練プログラムの開発

南の島 ジープ島への旅
ミクロネシア連邦、チューク環礁

日本の空を飛ぼう。＜第三回＞
熊本での機体整備と阿蘇・天草フライト



異常姿勢回避訓練への取り組み — 失速・スピン事故防止訓練プログラムの開発 —

昨年 11 月に FAA (アメリカ連邦航空局) より「Stall Prevention and Recovery Training (失速予防と回復訓練)」と題する AC (Advisory Circular) の改訂版 (AC120-109A) が発行されました。これは航空運送事業者に対する失速訓練の必要性和そのプログラムのガイダンスを提供するものですが、その中であらためて、ライセンス取得訓練のみならず、プロパイロットのリカレント訓練や拡張訓練を含めたあらゆる訓練時に、その機体特性に合わせた訓練プログラムを開発し、実施することを要求しています。その背景には、従来の失速の認識や対応に問題があるのではないか、また、適切な訓練が行われていないのではないか、という懸念があるようです。当誌では、No.676 でグライダーによる異常姿勢回避訓練のレポートを掲載する等、たびたびこのような訓練の重要性を提示してきましたが、今回アメリカでの上記のような動きを受け、特に失速に起因する事故の防止に焦点を当てて、その訓練の意義と重要性について述べてみます。



櫻井玲子

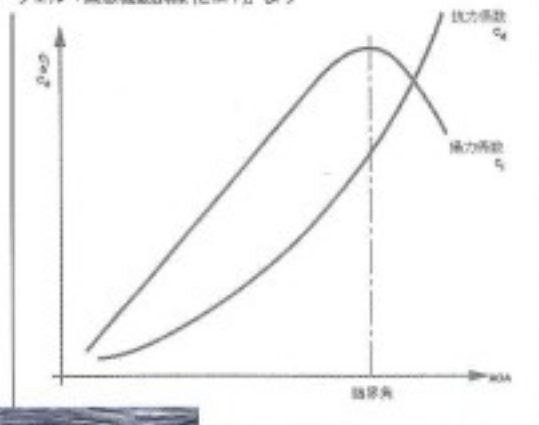
私は大学入学後、グライダーで空を飛ぶことを始めましたが、大学 3 年生の夏に、滑空場で初単独飛行に出た他大学の学生の衝撃的な墜落事故を目撃して以来、安全とは何か、教官は初期の訓練生に何を教えなければならなかったのかをずっと考えてきました。その後、飛行機、ヘリコプターでの職業としての飛行や世界五大陸でのグライダーによるアクロバットや冒険飛行を経験しながら、航空事故防止のための操縦教育法を試行錯誤で開発してきました。

アメリカでは、リッチ・ストーウェル氏が飛行機の異常事態に対する危機回避操作プログラムを「緊急機動訓練 (EMT)」として体系的にまとめています。ストーウェル氏の「異常姿勢からの回避訓練」の目的は、(1) 異常姿勢に陥らないように、事態を予測し回避できる知識、判断力、技量を向上させる。(2) 異常姿勢に近づいている状態を認識できるようにする。(3) 異常姿勢に陥った場合の回復操作を習得する。の 3 つです。これまでの操縦教育では (3) の訓練が重要視されていましたが、この中で一番重要なのは (1) の考え方です。しかし残念ながらその概念はこれまでの操縦訓練にはありませんでした。航空機は運動包囲線図に示されるような大きな運用範囲を持っているにも関わらず、ほとんどのパイロットが水平直線飛行を中心としたごく限られた一部分だけの飛行しか、初期の訓練で学んでいません。初期に理解が不足している知識

は、飛行時間が増え、高度な飛行をするようになると、ますますその部分からほころびが大きくなっていきます。訓練をせずに自己の経験値以外の領域に踏み込んでしまった時、機体が想定外の挙動をすると、ベテランパイロットでも感覚が混乱して誤った操作をしてしまうのは避けられないでしょう。

グライダーの重大事故原因の多くは失速・スピンです。このストーウェル氏の基本概念を踏襲し、失速・スピン事故撲滅を目指したプログラムをまず開発し、

失速における揚力係数と抗力係数の関係
リッチ・ストーウェル「緊急機動訓練 (EMT)」より



剥離して「圧力抗力」が増えている状況。でも機体の全抗力はこれだけではないはず。

日本各地のグライダークラブをまわって訓練を行ってきました。15年以上、この異常姿勢訓練を様々な経歴や技量レベルの人に延べ数百名に行った結果、新しい発見が次々とあり、訓練プログラムもその都度改訂していくことになりました。

●失速の理論についての推論

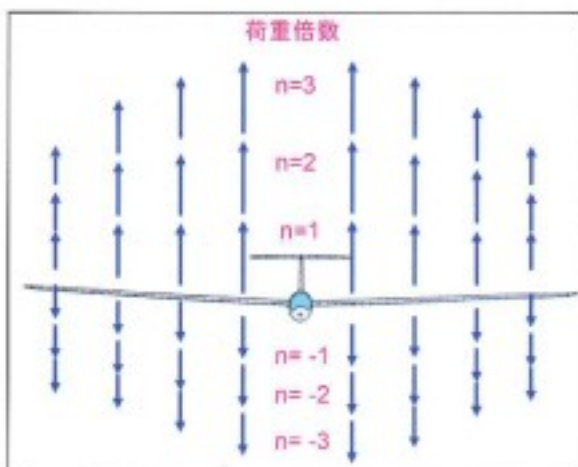
以下は私がこれまでの訓練を通じて考えた推論です。翼の迎え角が大きくなると翼上面の気流が剥離を始め、臨界迎え角を超えると揚力は急減し、抗力が増大するために翼の揚力で機体重量を支えられなくなる状況が失速と一般的に定義されています。しかし、これは2次元翼の理論です。失速していない状態では失速している状態よりも揚力は少ないにも関わらず、飛行をすることができているので、迎え角の増大と共に急増する抗力の方が揚力の減少よりも大きな影響を持っていると考えられます。この2次元翼理論で描かれている抗力は、気流に対して翼が角度をつけると翼上面後方の気流は剥離して乱流が発生してできる圧力抗力です。しかしながら、航空機全体で考えると、摩擦抗力、干渉抗力、有害抗力、誘導抗力等が他にもあるわけです。翼の発生する揚力が機体重量を支えられなくなったことが失速であるならば、失速の定義は、単に臨界迎え角を超えたポイントではなく、「翼の発生する揚力 - 全機抗力 < 機体重量」となった時に失速すると考えた方が正しいと思います。これは、抗力が大きい場合、臨界迎え角に達する前に失速する可能性を意味しており、迎え角がそれほど大きくなくても失速しかねないということになります。滑りを伴うスピンの場合、胴体による抗力が大きくなります。そのため、失速からの回復は迎え角を減らすことだけでなく、抗力を減らすことも重要だということを強調すべきだと思います。また、揚力曲線はキャンバーによって変わるので、フラップを下ろしたり、地面効果内に

入ったりした場合は、通常より小さい臨界迎え角で最大揚力係数に達します。状況にもよりますが、同じ機体でも水平失速の訓練の際に慣れ親しんだ操縦桿の引く量や機首の上がり具合からは想像できない少ない量で失速してしまうことがありえるということになるので、普段の感覚だけに頼るのは危険です。

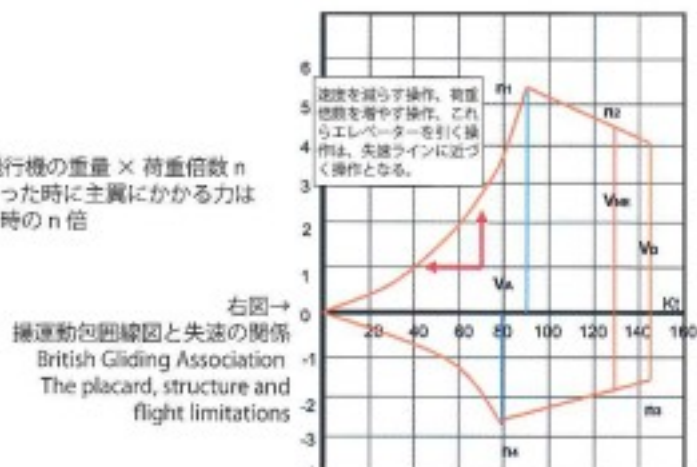
また、失速は速度の不足によって起こるだけでなく、運動速度 V_A 以下では、迎え角を増やし運動包囲線図の失速ラインまで荷重倍数を増やした時にも失速します。エレベーターが速度やピッチだけでなく、G すなわち荷重倍数もコントロールする役割を持っており、さらに荷重倍数は、旋回や高速引き起こしなどの運動からだけではなく、下からの突風やウィンチ索の張力などに大きな影響を受けることを認識できているパイロットも多くはありません。このGメーターがなければ見えない敵「荷重倍数」と闘うためには、パイロットは運動包囲線図のどの位置で飛んでおり、空力と構造限界からどれくらいのマージンを持っているかを常に意識して飛ぶことの重要性を理解できていないといけません。

●知識と飛行を結びつけることの重要性

多くのパイロットが基本的な航空力学を実際のフライトと結び付けて正しく理解できていません。迎え角は翼弦線と相対風の角度です。相対風は飛行方向と反対の風ですが、飛行方向は必ずしも機首の方向と一致していません。また、訓練の際に教えられる失速の兆候（機首の位置が通常より高い、速度が遅いまたは減少している、気流の音が小さくなる、パフェット、舵のレスポンスが悪い）は、すべて「水平1G失速」の兆候です。現実的に重大事故原因となる失速は、もっと高いG、高い速度、滑った状態で発生していますが、その場合はこのような兆候がないことがあります。プログラムではこれらの兆候のない失速を体験します。



←左図
揚力 = 飛行機の重量 × 荷重倍数 n
Gがかかった時に主翼にかかる力は
水平飛行時の n 倍



また、機体そのものの重量の増減、密度高度、高荷重の飛行姿勢（旋回・高速引き起こし・アクロ・ウィンチ索の張力等）、重心位置、尾翼のコントロール限界、フラップ位置、抗力の増加（翼面の虫の付着・エアブレーキ・フラップ・エンジン・着氷・片発エンジン不動作等）、外部要因（突風・ウィンドシアア・ウィンドグラディエント等）等、失速に影響する多くの要因を考慮し、何か緊急事態に遭遇しても操縦不能の状態に陥らないように普段から考えることを訓練します。

低空旋回ではバンクをつけるのが怖く、無意識のうちにラダー過多になりがちですが、そうすると左右の翼の揚力不均衡のためにラダーを踏んだ方向に旋回が始まり、機首が下がります。ラダーを踏んでバンクがつく時点では失速ではなくただの滑った旋回ですが、パイロットが下がった機首に咄嗟に反応して自身で操縦桿を引いてしまうことにより、スピンに「入れて」しまうケースが少なくありません。自分の期待した結果（機首が上がる）と違う結果（機首が下がる）が返ってくると、「舵が効かない」とパニックに陥り、さらにエレベーターを引いて状況を悪化させる逆操作を行ってしまいます。「旋回」から「意図しない自転」に変わった時がスピンへの移行点です。これが認識できなければスピンの早期回復は不可能なので、プログラムではフルスピンからの回復よりも、スピンへの移行点の認識と低い高度でその状況に陥った場合の対処方法を訓練します。

●人間の本能との戦い

緊急操作を訓練する際には、「人間の本能」と闘わなければなりません。低空でのエンジントラブルや曳航索切れの時、場外着陸を選択せず、旋回して滑走路に降りたいという「帰巣本能」は時に致命的な結果を

もたらします。また緊急時、地面が近づくと操縦桿やエアブレーキなど、引けるものをすべて引いてしまいがちなのは、人間の性です。航空機にとって緊急時に低い高度で操縦装置を引く操作をすることは、あまり良い結果をもたらしません。人間の本能に逆らって、恐怖を感じながら地面に向かって操縦桿を押す操作をすることは、初心者、ベテランを問わず、訓練によらなければ身につけることが難しい能力です。やりたい操作とやるべき操作の違いを認識し、心理的プレッシャーがある高度で、むやみに操縦桿を押すのではなく、失速から回復するのに最低限必要なだけ「引いている操縦桿を戻す」方法を理解して練習しておく必要があります。

●最後に

パイロットの技術的な問題だけでなく、事故に至る隠れた大きな要因として、パイロットが無理をせざるを得ない心理状況を作り出した会社や飛行クラブの組織的な問題や人間関係の問題の大きさも否めません。まずは事故を誘発する環境を取り除くことが重要ではないかと感じます。

地上に足をつけて2次元的に生活している人間は、残念ながら生まれながらに空を飛ぶように作られていません。3次元空間での姿勢を正しく認識し、時には自分の感覚に逆らって操縦しなければならないことは、訓練によってのみ身に付くことです。パイロットには生きることを教えなければなりません。空を飛び始める最初の時に教官はそのことを教えるべきです。航空機の設計思想を勉強して理解し、事故を回避するための訓練を行うこと、それを組織的に行うことが安全への第一歩だと確信しています。

第2回 JWAA航空医学シンポジウム ～シニアの航空医学と歯の健康～

今回は、航空医学と口腔・歯科に関する講演、及び寄せられたご質問にお答えするシンポジウムです。航空身体検査一般、シニア特有の問題、及び歯の健康に関わるご質問があれば当協会までお寄せください。会場でお答えいたします。

日 時：2016年3月12日（土）18:30～20:30

会 場：航空会館9階901会議室（東京都港区新橋1-18-1）<http://kokukaikan.com/>

参加費：無料

講 師：航空身体検査指定医・ジェットスター・ジャパン産業医 立山雅己（医療法人社団東翔会理事長）

歯科医師・目々澤雅子（みやび歯科院長）

主 催：一般社団法人 日本女性航空協会

後 援：一般財団法人 日本航空協会

申 込：当協会までメール（sora-ai@jwaa.or.jp）又はファクス（03-3239-2557）でお申し込みください。

また、ご質問があれば併せてお送りください。

<質問例> 飛び続けるために気を付ける生活習慣や食生活は？インプラントを入れたほうがいいのか迷っていますがアドバイスを。歯槽膿漏を予防するための歯肉マッサージとは？蓄膿症と診断されましたが、パイロットとして問題が生じますか？

