

異常姿勢回避 巡回教導

(社)日本滑空協会曲技飛行委員会
(社)日本グライダークラブ

櫻井 玲子

Illustrations by Hiroshi Seo

持っているにもかかわらず、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。

このプログラムでは、パイロットの初期訓練で放置されていた空力の曖昧な点を、学科講習により理論的な裏付けを確認した後、実地講習でその理論を検証していきます。異常姿勢からの回復訓練というと、フルスピンから回復するトレーニングを思い浮かべるかもしれませんが、このプログラムでは訓練の重点を以下の順番で考えています。

- 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。

グライダーは本来高い運動性能を持っているにもかかわらず、普段のフライトでは、そのごく一部の性能しか使われていない。

DG-500 シリーズは主翼の長さによりバリエーションがあるのが特徴。中部日本航空連盟のDG-505 ORIONは通常20mだが、延長翼端を取り外した17.2m スパンの曲技仕様で飛騨山中上空7,500ftにいる。十分な雲の隙間を探し、最初のフルスピン(アクシデンタル)が開始される。

パイロットが地面近くでスピンを行うつもりは全くなかったにもかかわらず、スピンに必要な操作を繰り返していたという衝撃の事実が浮き彫りになってきます。

空力系の事故であるスピンは、空力の知識

や理解が不足していることに起因します。残念ながら、グライダーのライセンスを取得する過程で、空力を体系的に学ぶ機会がほとんどありません。また、実際の飛行でも飛行機やグライダーは大きな運用範囲と運動性能を

プログラムの目的

2005年、ベテランパイロットによるグライダーの重大事故が相次ぎ、滑空界を震撼させました。(社)日本滑空協会を始め、日本全国の各クラブで原因の究明や再発防止の対策が施され、スピントレーニングも多くの団体で実施されていました。しかし、パイロットを深い不安の闇につき落とした一連の事故連鎖の記憶も、時の経過とともに人々の脳裏から薄れつつあります。

「異常姿勢領域への接近の感知とその回避」というプログラムは、もともと「異常姿勢からの回復訓練」という名前で実施していました。これはアメリカのリッチ・ストーウェルが飛行機のパイロット向けに開発したEMT (Emergency Maneuver Training) プログラ

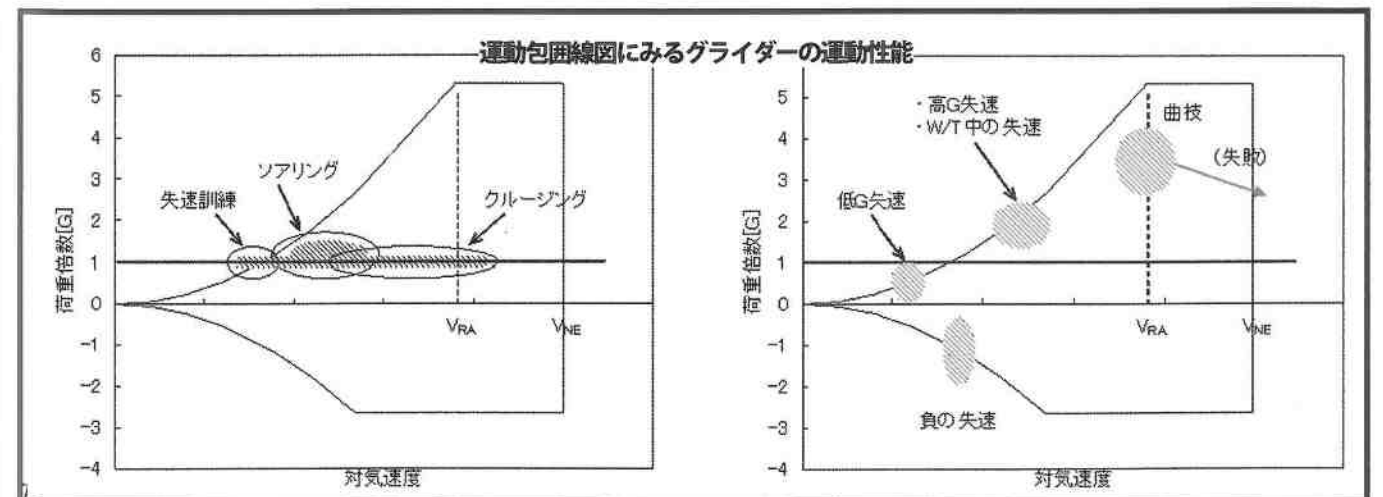
ムを(社)日本滑空協会・曲技飛行委員会のスタッフが試行錯誤しながらグライダー向けにアレンジしたものです。

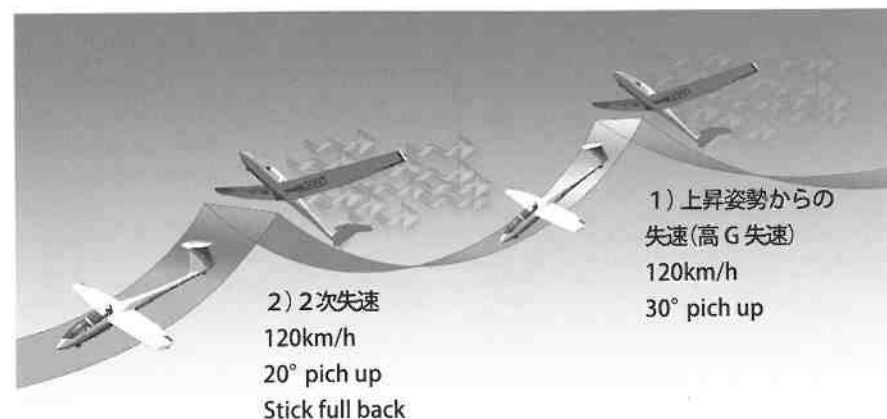
しかしながら、近年、ベテラン・パイロットのスピン事故が相次いだことを受け、プログラムで重視する点を変更しました。スピン事故は、そもそもは失速からの回復ミスが原因ですが、失速そのものの回復操作は引いているスティックを戻すだけです。非常に簡単な操作にもかかわらず、この操作ができずに重大事故に陥っている理由は、そもそもパイロットがスピンに入っていることを認識していないのではないだろうか？との疑念が、最近では確信に変わってきたのです。

これまでに、私自身、多くの近しい友人・知人をスピン事故で失ってしまいました。死亡事

故が起これば、パイロットだけではなく、その家族、友人、所属するクラブ員たちに生涯決して消えることのない深い傷を残します。繰り返される事故の報に、「もうこのような悲しいニュースはたくさんだ」と思う気持ちを抑えることはできませんでした。

事故のメインの要因であるパイロットエラーは、機体の運用範囲のごく限られた範囲での飛行しか学んでいないパイロットに、「注意力の散漫」、「間違った認識」、「不適切な操作」の3つの要因が組み合わさった結果生じます。グライダーのスピン事故では、パイロットが外的な要因で注意力散漫となり、その状況に対して誤った認識をし、機体の操縦に対してインプットの間違いを犯したために、パ





下記の2つの失速は、同じ流れで実施すると効率がよい。

1) 上昇姿勢からの失速(高G失速)

○120 km/hに増速後、30°ピッチアップ。
○パフェットなしで失速すること、失速後の機首下げが深くなることを確認。

2) 2次失速

○120 km/hに増速後、20°ピッチアップ。
○失速したら回復して速度がつく前にエレベーターをフルバックに。
○1 G失速とは異なるパフェットや計器の指示を体験(ただし、機種により兆候が異なる)。
○異常な状態も、引いているスティックを戻すことで回復することを確認。

私が所属している(社)日本グライダークラブの公益事業として実施する正式プログラムでは、空力の基礎、失速、スピンの理論、実際の事故例解説を含んだ学科講習を8時間実施します。失速は揚力抗力係数図と運動包囲線図から、1 G以外の失速にどのようなものがあるかを徹底的に学習します。学科だけで8時間と聞くと、大変長いと感じるかもしれませんが、実際に受講した方からは、「足りないくらい」という感想も出ています。これまでの実施状況を見ていると、受講者が空力を体系的に学んだことがない場合、失速やスピンを理解するには8時間では不十分ではないかと感じています。

異常姿勢講習会のキモは、異常姿勢からの回復訓練ではありません。低高度からのスピン事故は、パイロットが、スピンに入っていることに気づかないために、回復する間もなく、地面に激突してしまうからです。そのため、高い高度からフルスピンからの回復訓練を何回やっても、あまり現実的ではありません。

講習会では、異常姿勢=さまざまな姿勢から、臨界迎角に近づきつつあるグライダーの挙動を確認する作業をメインにしています。

スピンや失速の正体を良く知らなければ、不安から抜け出すことはできません。

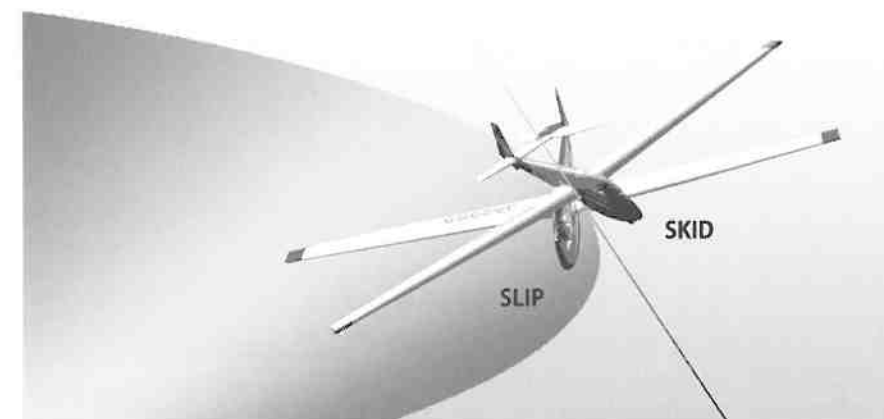
普段、1 G失速しか練習していないパイロットにとっては、160km/hからスピンに入れられるし、スティックを押してもスピンに入れられることが、なかなか理解できないかもしれません。グライダーはそれだけ高い運動性能を持っているのです。アクロバットをやらないパイロットは、機体のほんの一部の性能しか使っていないので、普段、自分が使わない性能の領域にアクシデンタルに入ってしまった場合、自分のおかれている危険な状態を認識できずに、誤った操作をしてしまうことがあるのです。

講習会では1 G以外の状況で、危険な状態に近づいている状況を実地検証します。失速は速度の不足によって起こるものだけではありません。空力の基礎で学ぶように、失速は速度・姿勢に関係なく、機体が臨界迎角に到達した時に、翼の気流が剥離して失速します。グライダーのスピン等の重大事故は、ほとんどの場合1 G失速より高い速度で、高いGによる失速が原因で起こっています。このような場合、普段練習している1 G失速の兆候はあまりみられません。

たとえば、1 G失速につきものの機首の位置の高さも、舵が効かなくなる兆候もなく、パフェットを感じない状況でも失速します。このような異常姿勢の状況では、体験していなければ、自分が失速に近づいていることが認識できないのです。講習の中では、普段練習する機会のない1 G以外の失速と、滑った状態からの失速を実施し、失速の本質である「気流の剥離」の兆候にはどのようなものがあるかを認識することに重点を置いています。

異常姿勢回避講習会のゴールは、少ない高度損失で異常姿勢から上手に回復することではありません。最重要課題は、異常姿勢に近づいている兆候を認識し、異常姿勢に近づかないようにすることが目的であることを十分理解して頂きたいと思います。

グライダーは3次元の世界で飛んでいます。普段2次元の世界に慣れ親しんでいるパイロットは、グライダーに流れる気流と、地形に流れる気流(=水平方向の風や垂直方向の上昇・下降気流)の2つの流体について、イメージを持たなくてはなりません。その流れる気流を感覚的につかむためには、モノの



スリップとスキッド

1) スキッド

旋回方向へのラダーを踏み込みすぎることによる旋回方向への大きすぎるヨーが特徴。旋回の中心から外側へ横滑りしている状態。大きすぎるヨーの2次作用で旋回方向へのロールが発生し、バンク角が増大する。臨界迎角付近でヨーとロールが連動すると簡単にスピンの入るので、旋回中は機体をスキッドさせないことが重要。

2) スリップ

旋回方向への大きすぎるヨーが特徴。旋回の中心から内側へ横滑りしている状態。スリップ旋回する方向にエルロン操作を行っているので、この操作が反対方向のラダーが起す2次作用のロールをキャンセルする。そのため、スキッドのようなスピンに直結するヨーとロールの連動は起こりにくい。

見方と考え方を2次元から3次元に変える必要があります。機体が失速しているか、していないかを見極めるためには、翼の気流が剥離しているか、していないかを感じとらなければいけません。

最初は分かりにくいかもしれませんが、学科と実地講習を通して、だんだんと自分の機体を取りまく流体がどうなっているかをイメージできるようになっていくことでしょう。そのような見方や考え方を一度身に着けると、グライダーで飛ぶことが、飛躍的に安全で楽しくなると思います。グライダーで飛ぶにあたり、基本になる3次元のモノの見方についても、学科講習会の中で触れていきます。

実地講習内容

異常姿勢領域への接近の感知とその回避プログラム 離脱高度 3,000ft ~ 4,000ft (使用機材によっては、下記と異なる挙動を示すことがあります)

0. 曳航中、低空索切れした場合の処置を口頭で質問

[前ページ左図] 揚力/抗力係数と迎角

失速条件を決定するこのグラフには、「速度」のパラメーターがない。よって失速は速度や機体の姿勢に関係なく、翼が臨界迎角を超えた時にのみ起こることが分かる。

[前ページ右図] 運動包囲線図内の飛行

運動包囲線図内でVa以下の飛行では、スティックを引く操作はすべて失速に近づく操作となる。失速は低速で起こるだけでなく、高Gでも起こることが分かる。

アクシデンタル・スピンへのエントリー

○サーマル旋回、低空索切れ、低空での第4旋回等、アクシデンタルにスピンに入る場合を想定したエントリー方法。
○バンク20°旋回から旋回方向のラダーを多めに使用し、徐々にエレベーターを引いてフルスピンに入れる。

スピンの初動では、最初はゆっくりと緩い回転が始まり、その後急に深い回転に移ることを確認する。

TP 08/11



・バンク20度旋回から旋回方向のラダーを多めに使用し、徐々にピッチアップしてフルスピンに入れる。

自転確立後、回復操作を行う。

・回復操作はスティック・フォワード(それでもニュートラルくらい)、トップラダー、エルロン・ニュートラル(ただし、飛行規程を優先)。

旋回が止まったら、ラダー・ニュートラル、速度チェック、ピッチアップ。

2) 課目の着眼点

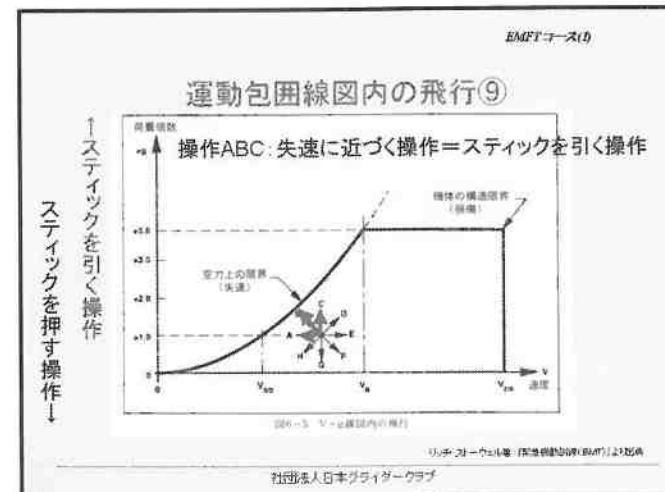
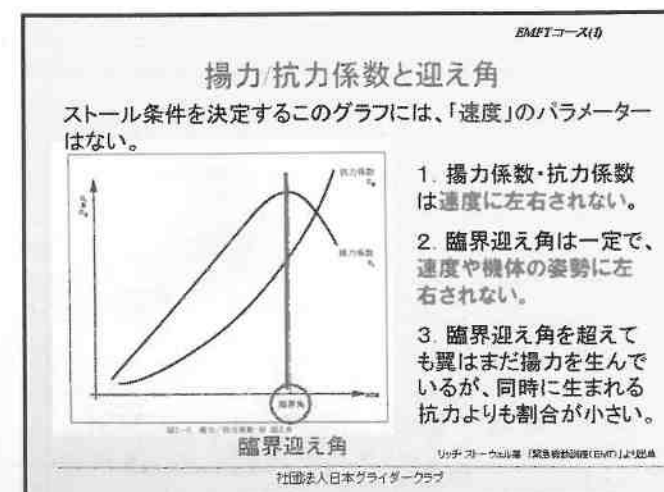
・スキッドからスピンに入る時、1 G失速のようにノーズ・アップしていなくても、意図しない自転が始まる。

スピン初動ではゆっくりとした自転が、スピンに入ると速い自転になり、浅いバンクのスキッド旋回からは、簡単にスピンに入ることを確認する。

2. スピンからスパイラルへの転移

1) 実施要領

・スピンの自転が確立したら、引いているスティックをやや緩める。



出典: リッチ・ストーウェル著「緊急機動訓練(EMT)」

TP 08/11

・旋転が緩やかになること、急激に増速することを速度計でチェックし、スピンからスパイラルに転移していることを確認する。

・スパイラルからの回復は、スピンとは異なり、手足一致操作でバンクを戻してから、ゆっくりとピッチアップ。オーバースピードになりがちなので、バンクをつけたまま高Gでのプルアップをしないように注意(翼がオーバーGで破壊します)。

2) 課目の着眼点

・翼の気流が剥離している状態としていない状態の舵感や状況を認識する。スピンの持続中、フルに引いていたスティックを、わずかに戻すだけで、翼の剥離状態から回復することを確認する。

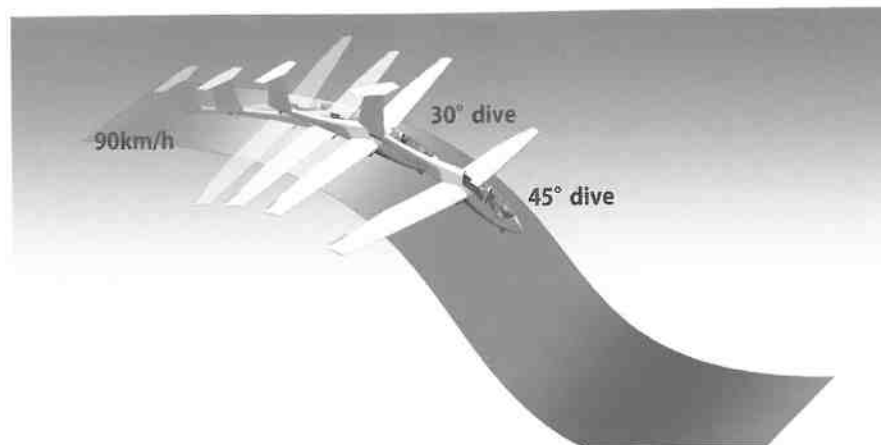
3. スリップからのスピン

1) 実施要領

・スリップ旋回からピッチアップし、スピンに入るかどうかを確認する。

2) 課目の着眼点

・機種によっては、スリップからはスピンの入りにくいだけでなく、失速にも入りにくい場合があることを確認する。スキッド旋回からは簡単にスピンに入ることと対比する。



4. 1 G失速以外の失速の兆候の認識

1) 上昇姿勢からの失速(高G失速)

・120 km/hに増速後、30度ピッチアップ。
・旋回率の増加(旋回が速くなる)、パフエット、速度計の指示を確認。

2) 2次失速

・120 km/hに増速後、20度ピッチアップ。
・失速したら回復して速度がつく前にエレベーターをフルバックに。
・1 G失速とは異なるパフエットや計器の指示を体験(ただし、機種により兆候が異なる)。
・異常な状態も、引いているスティックを戻すことで回復することを確認。

3) 急旋回からの失速(高G失速)

・90 km/hでバンク45度の急旋回の姿勢を確立したら、エレベーター・フルバック。
・旋回率の増加(旋回が速くなる)、パフエット、速度計の指示を確認。
・迎角を減らすことで回復することを確認。
・グライダーの場合、急旋回中は、バンクをつけたことによって減少する揚力を均衡させるために、エレベーターの引きしろを全部使ってしまうため、失速迎角に到達するまで、エレベーターを引くことができないことを認識する。

5. サブG体験(自分にサブG耐性があるかの確認、およびサブG兆候の確認)

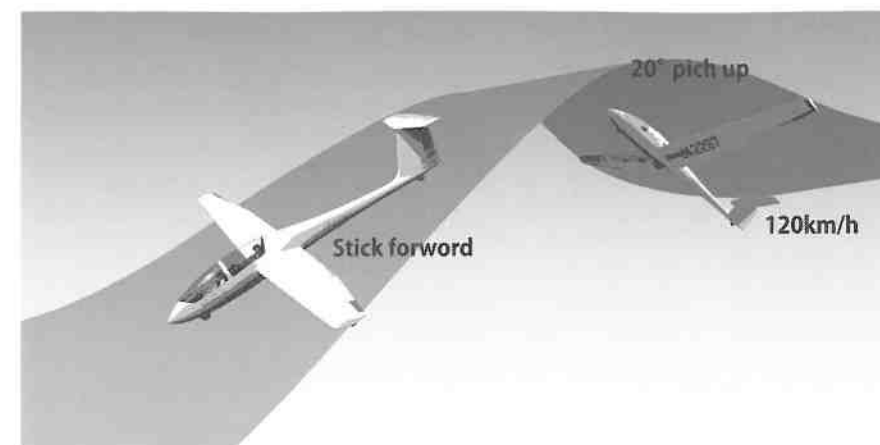
1) ノーズ・アップ姿勢からのサブG

・120 km/hに増速後、20度ピッチアップ。姿勢が確立したら、スティック・フォワード。
・速度計をチェックし、失速ではないことを確認したうえ、回復操作。

2) ダイブ姿勢からのサブG

・90 km/hの姿勢からスムーズに30度ダイブ、引き続いて45度ダイブに移行。
・速度計をチェックし、ダイブしていることを確認したうえ、回復操作。

1) 2)とも、身体感覚だけでなく、景色



サブG体験

スティック・フォワードする時に、大きな操作をしてしまうと頭をキャノピーにぶつけたり、グライダーの中のものが浮き上がったりするので要注意。手がスティックに届かなくなることもあるので、ベルトをしっかり締め、固いクッションを使用する。グライダーの中のものは片付けておきましょう。

[前ページ上図]ダイブ姿勢からのサブG

○90 km/hの姿勢からスムーズに30度ダイブ、引き続いて45度ダイブに移行。
○速度計をチェックし、失速でなく、ダイブしていることを確認したうえ、回復操作。

[上図]ノーズ・アップ姿勢からのサブG

○120 km/hに増速後、20度ピッチアップ。姿勢が確立したら、スティック・フォワード。
○速度計をチェックし、失速ではないことを確認したうえ、回復操作。

や計器を見ることによって、自分の姿勢を把握できることが重要。

6. スピン初動(この講習で、もっとも重点を置いている課目)

1)バンク20度旋回を確立したら、旋回方向のラダーを踏み込んで、徐々にピッチアップ。意図しない自転が始まったら、引いているスティックを戻し、エルロンを用いなくても自転が止まることを確認する。意図しない自転が始まった時が、滑った状態での片翼失速=剥離の兆候です。

2)低い高度からのスピンの回復は、地面に激突する前に、この意図しない自転が始まった時に回復操作をしなければ間に合わない。スティックを機械的に押すのではなく、なんらかの原因で引いているスティックを、臨界迎角を超えない程度までに戻す必要量を認識する。

3)低高度においてスピンに入った場合の、自分の恐怖を感じる度合いや心理状態を認識する。そこから、緊急時の自分の実力を判断する。この訓練で思考回路が止まってしまったパイロットは、そのような状況に近づかないようにする細心の注意が、普段の飛行の低空部分に必要な。

スピンの要領

○異常姿勢回避訓練では、アクシデンタルな状況からスピンに陥った場合の兆候を確認することを目的とする。

○回復方法で重要なことは、「注意力が散漫となっている状況で、何らかの理由で引いてしまっているスティックを戻す」こと。同時に旋回方向と反対のラダーを踏むことが基本だが、自転が始まってしまうと、どちらにラダーを踏んでいいかわからなくなる場合がある。その場合は、ラダーをニュートラルにしてみる。

○スピンの回復という、機械的に思い切り「スティック・フォワード」にするパイロットもいるが、最近のグライダーは性能が良いので、あっという間にVneを超えてしまうリスクがある。実際には、超えてしまった臨界迎角から戻る程度の操作で失速状態から回復できる。

7. 模擬緊急着陸

1)着陸進入の際に、索切れ・低空進入のシミュレーションを実施する。

2)追い風で、接地点上空に、パイロットのレベルや気象条件に応じて、80~200mに持ってくる。

3)滑走路のエンドが見えなくなる位置から、130km/hで緊急着陸を実施する。

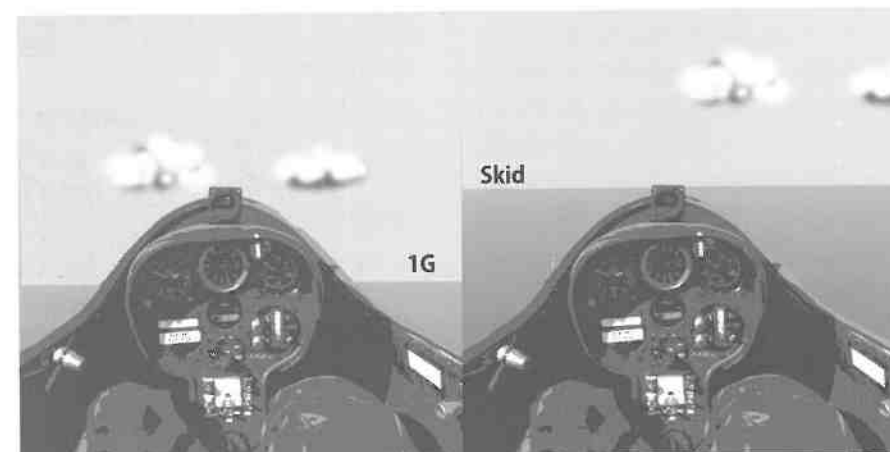
4)低空旋回を実施する際には必ず風向・風速・速度・すべりをチェックする。

5)低空旋回した場合、すべてのチェックがきちんとできているかを確認。自分の恐怖を感じる度合いや心理状態を認識する。

6)上記を考察し、どの高度であれば、実際に自分が索切れ等で旋回して滑走路に安全に帰れるかという基準を、自分の技量を判断して作る。

出張講習

このようなプログラムを当初は、日本グライダークラブの公益事業として実施してきました。回数を重ねるうちに、地方在住の教育証明パイロットもはるばる参加して頂けるようになりました。また、日本滑空協会主催の安全講習会を全国のパイロットを対象として開催したところ、日本各地か



低空からのアクシデンタル・スピンからの回復

緩バンクでスキッドした状態から徐々にエレベーターを引いていくと、大きなピッチ変化を伴わないのに意図しない自転が始まる。これが滑った状態での片翼失速=剥離の兆候。この自転が始まったら最初にやるべきことは、引いているスティックを戻すこと。この時、エルロンを用いなくても自転が止まることを確認する。

[上図左] 1 G失速のノーズ位置。

[上図右] スキッドしている時にエレベーターを引く、剥離が始まる瞬間のノーズ位置。

