



人力飛行機の安全運用について

HPA Safty 有志一同

鳥コンは安全？

<前提>

- ・水がクッションになるため、
酷い落ち方をしてしても大怪我はしない

<現実>

- ・水上でも打ち所が悪いと大怪我に至る。
- ・地上構造物への衝突も起きている。

後遺障害を負う重大事故が数件発生している。

事故例1 岸壁激突

・事故概要

横風条件化で離陸後、右方向に旋回し、岸壁に激突

・怪我の程度

左踵骨骨折・顔面裂傷 第三者(観客等)の被害なし

・事故原因

横風 右方向への強い横風
操縦 操縦系統への不信感に起因する誤操縦
着水困難な高度の獲得

・再発防止策

試験飛行教程の見直し
高度プロファイルの再規定
(陸から十分離れるまでは高度を5m程度に抑える)



事故例2 パイロット空中放出

・事故概要

機体押し出し直後に翼折れ。機体は横転し、パイロットは機体から投げ出され、そのまま湖面に落下。

・怪我の程度

全身打撲、腰部からの髄液漏れによる髄圧減少
→ 歩行困難などの後遺症あり

・事故原因

強度不足
(設計ミス、荷重試験未実施)

未熟なチームの認識不足

・再発防止

主桁の荷重試験実施
走行・飛行試験実施



事故例3 高高度で桁折れ

・事故概要

横風3m条件下で高度10m~飛行中に張線取り付け部が破損.
主桁が折損し、機首から水面に突入

・怪我の程度

上腕内側をワイヤにより切創→4針程度縫う. 後遺症なし



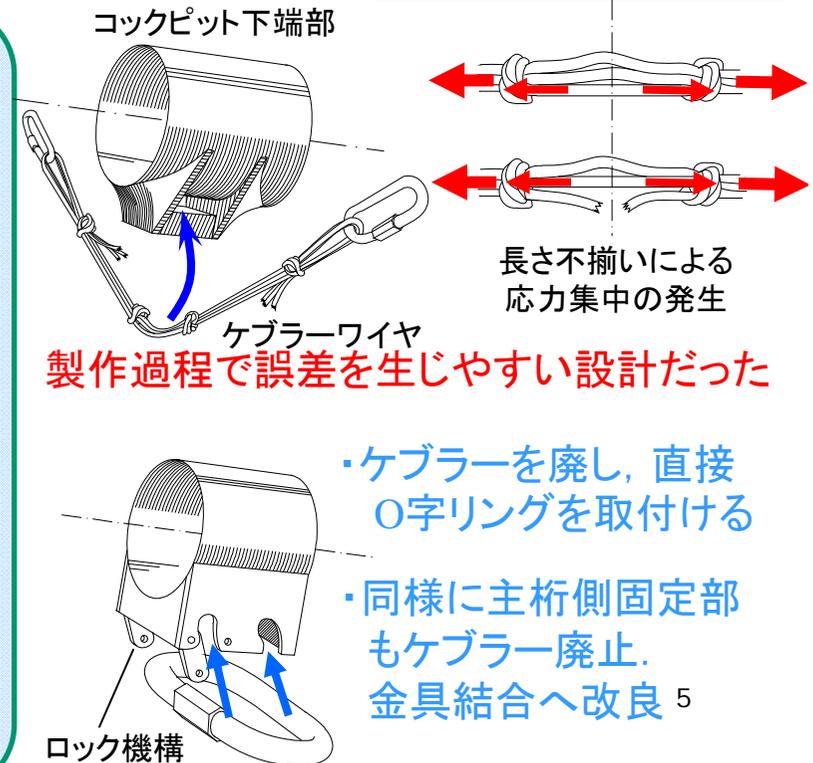
・事故原因

複合的要因

- ・製作ミス 張線取り付け部の応力集中
- ・計画ミス 横風を受ける飛行経路の選択

・再発防止策

- ・張線取り付け部の設計改善
製作ミス回避構造の採用
破損箇所以外の製作ミス誘発部も全て見直し
- ・飛行計画の再検討・見直し(飛行計画にて後述)



重大事故防止のために

なぜ重大事故が発生するのか？

[1]フライトに対する危険意識の不足

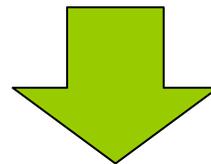
- ・水上だから壊れても、落ちて大丈夫だろう・・・。

[2]フライトに際して最低限度持つべき知識の不足

- ・離陸成功、さてその後どうすればよいのか・・・？

[3]相互に再発防止に努められる環境がない

- ・毎年のように桁折れが発生するのはなぜ？



重大事故防止のためには、人力飛行機の
安全運用に対する知識レベル向上が必要

人力飛行機安全ガイド

<目的>

重大事故につながる構造破壊と操縦不能の発生ゼロを目指し、
人力飛行に対する意識と、安全運用の知識レベルの向上を図る。

<内容>

「安全ガイド」

- ◆安全な機体を設計、製作するポイント
- ◆パイロットに求められるもの
- ◆安全な運用方法

「事故事例集」

- ・過去の事故事例と再発防止

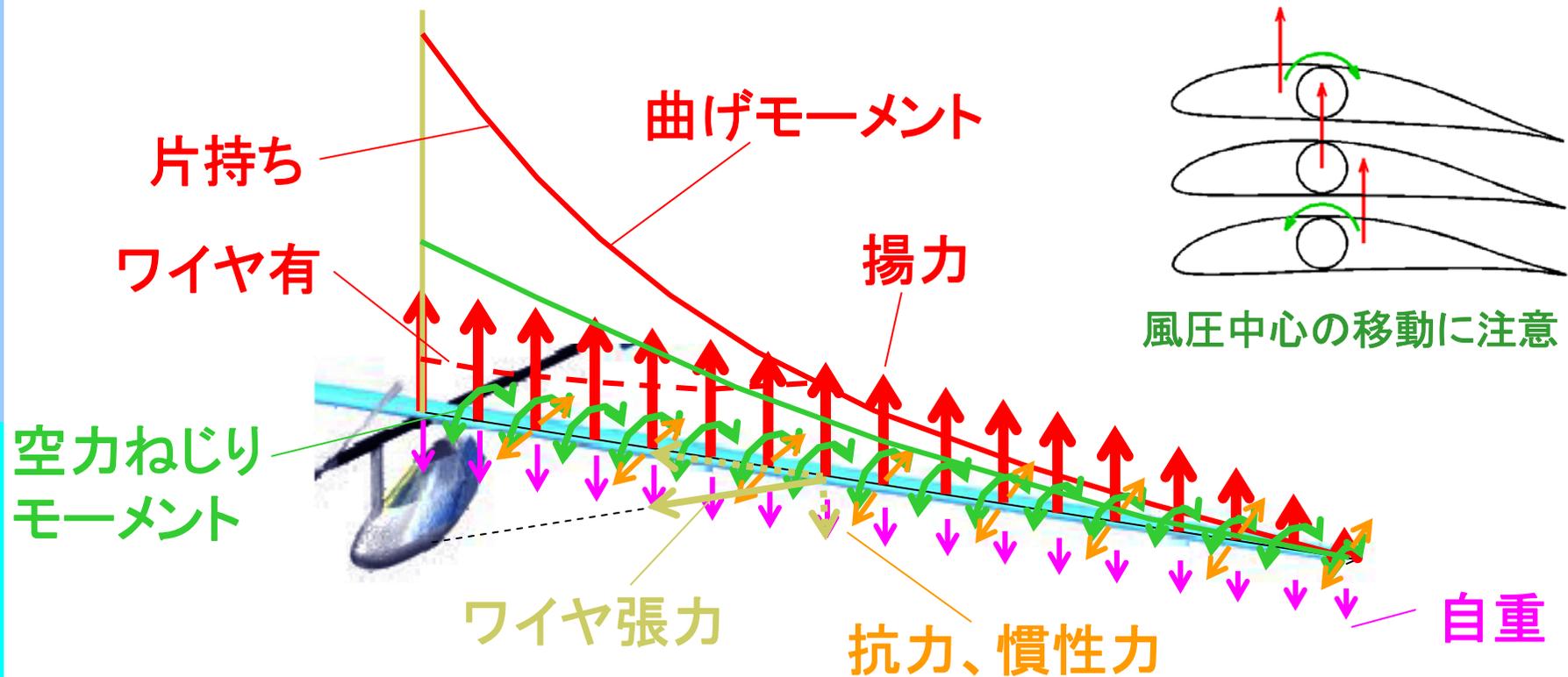
<掲載場所、時期>

TriManiaX '11年4月より順次掲載 1

安全ガイドの例1

◆主翼

- ・主翼の破損は致命傷。
- ・十分に気を使って設計、製作し、荷重試験で強度確認



主翼にかかる荷重とモーメント

安全ガイドの例2

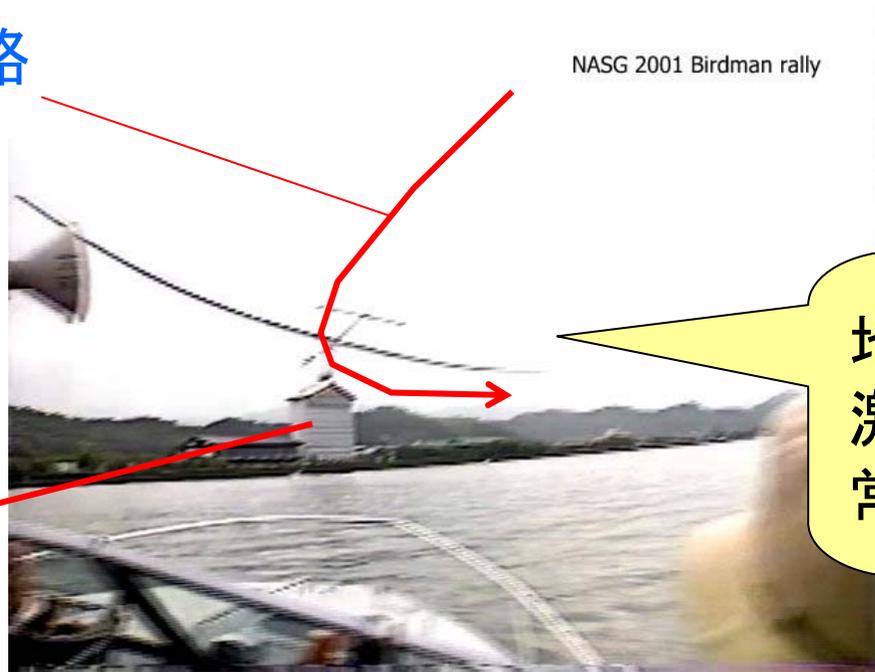
◆操縦装置

- ・実機ではフェールセーフのため何重もの冗長性を持たせている。
- ・信頼性・・・機械式リンク＞油圧＞電気 確実な作動確認を。
- ・操縦装置周りが柔いとパイロットの感覚とずれる可能性あり。

飛行経路

NASG 2001 Birdman rally

ホテル



地上構造物への
激突もありえる非
常に危険な状態

失敗例：2001年日大 操縦桿脱落

安全ガイドの例3

◆飛行計画

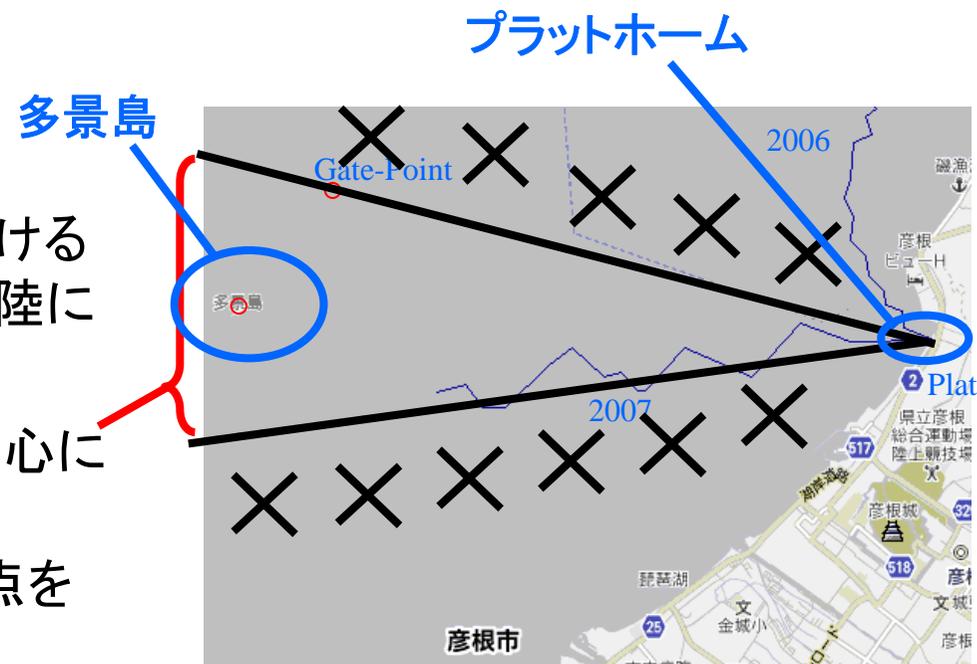
- 想定される条件に対してどのような経路を狙うのかを計画する。
- 異常事態に対する対処方法も明記しておく

飛行計画の例

特に注意すべきこと

- 湖陸風による陸への引き込みを避ける
- いかなる機体トラブルが起こっても陸に突っ込まない経路を選ぶ

多景島の左右2km 付近を狙って湖心に速やかに出る
多景島を過ぎてから任意の目的地点を選んで飛行経路を定める



本番前に

★本番迫る、時間がない

→焦り、気負い

→製作ミス、検討漏れ、工程飛び

★本番一発勝負、独特の雰囲気

→極度の緊張

→誤操作、誤判断

◆安全な飛行には冷静な判断と行動が必要

パイロットへの適切なサポートと、チーム全体の適度な緊張感を保つ工夫をお願いします。

安全チェックリスト 機体の設計 製作

(1) 破損しない

- 部材は全て十分な強度が得られる設計、製作であるか
- 実際に荷重に耐えられるか確認したか
- コックピット構造は急降下着水に耐えられるか

(2) 安定している

- 縦安定は取れているか(重心位置と水平尾翼容積)
- 横安定は適切か(上反角)

(3) 確実に操縦できる

- 操縦装置の動作に問題ないか
- 舵の効きは適切か

安全チェックリスト パイロット・運用

(1) パイロット

- 機体の挙動を理解しているか
- 操縦方法を習得しているか
- 危険回避制御方法を知っているか

(2) 運用

- 飛行計画は検討したか
- 保険に入ったか
- 飛行神社のお守りは入手したか

パイロットの条件 重要な3つの仕事

① 自分の身を守れること

- 適切な危機回避判断(飛ぶor飛ばない)が下せる
 - 適切な危機回避行動(Stick & Rudder)が実施できる
- 本日のテーマ

② 機体の完成度を高められること

- 適切な要求を設計サイドに(設計, 製作, 調整の各段階で)発信できる

③ 後輩パイロットを育てられること

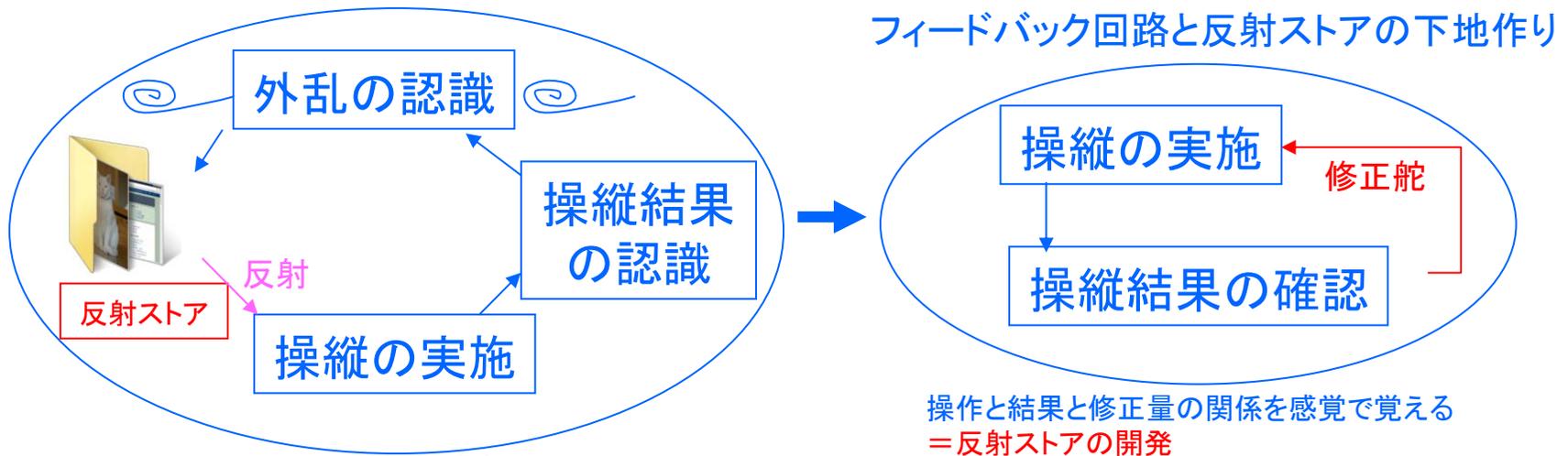
- 自分のフライトから有意な知識を持ち帰り, それを伝達できる

※ 記録は後からついてくる

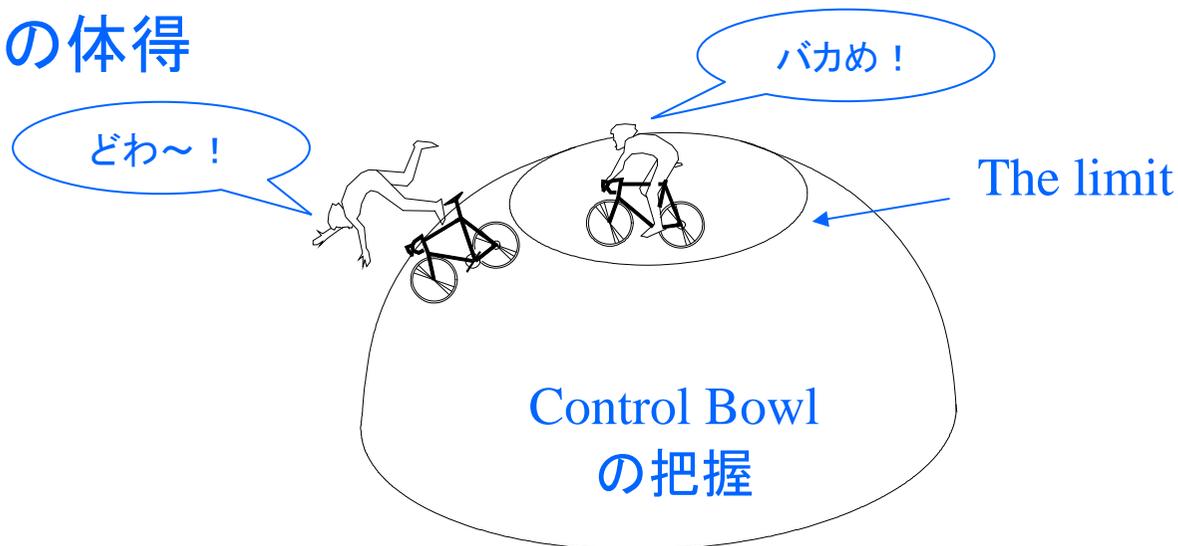
- 上記3点が実行できるパイロットは良い成績を残す
- 上記3点が実行できるパイロットはチームを飛躍させる

パイロットの訓練・其の壱 下地作りが全ての基本

操縦のための理想的回路



操縦限界の体得



パイロット訓練・其の式

① シミュレータ訓練

飛行機の基本的操縦に慣れる
(失速, 舵感遅れ, ピッチ方向過敏性, スパイラル)
操作限界を知る

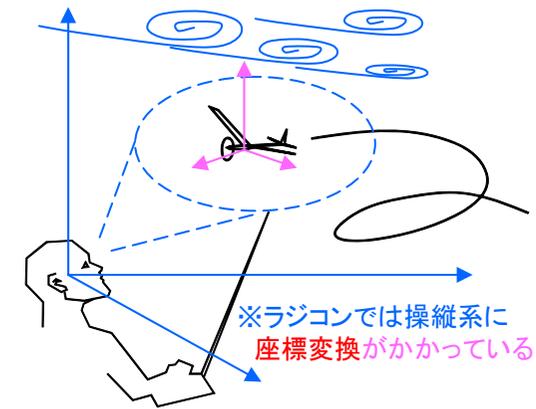
Microsoft Flight Simulator,
Flight Model Simulator (フリーソフト),
等を使った人力飛行機のモデリング
最悪, Ace combat でも無いよりはまし



② ラジコン訓練

風の影響を知る
反射回路のフィードバックを鍛える

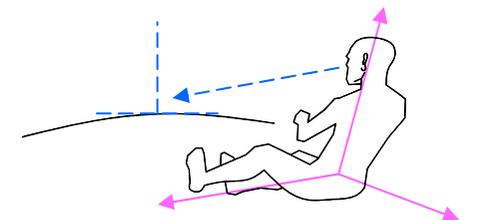
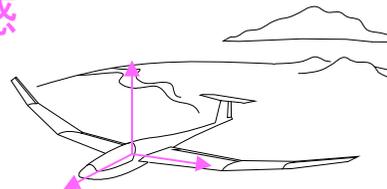
様々な風条件(向かい風, 追い風, 横風, 突風, 上昇気流)で
飛行させることで, 反射ストアの中身を充実させる



③ 実機グライダー訓練

座標の一致
機体に加わる外力の実感

グライダーの体験搭乗は5000~10000円.
地元のクラブに照会してみるとよい
うまくいけばタダで乗せてもらえる!



- ・地平線(or 水平線)を基準として機位を把握する(VFRの基本)
- ・操舵によるGを体で感じる

パイロットの訓練・其の参 時間の節約が明暗を分ける

④ 試験飛行教程

グラウンド試験飛行
1~2 week

滑走路試験飛行
2 days 20~30 flights

慣熟飛行
2~3 days 20 flights~

機体調整

パイロット訓練

ハードウェアトラブルシュート
舵感調整(ワイヤ張力・ギヤ比調整)
重心調整

上反角量調整

ピッチコントロールの体得

ヨーコントロールの体得

短距離離陸, 失速回避,
偏流飛行の体得,

コントロール範囲を見極める視野の拡張 (弛まぬイメージトレーニング)

- ・離陸前に機体挙動を予測する
- ・離陸速度(回転数)を体得
- ・ピッチ振動を素早く収束させる
- ・フレアをかけて軟着陸する

- ・ラダーとピッチコントロールの同期
- ・スロットルコントロールによる高度維持
- ・スパイラル限界の認識

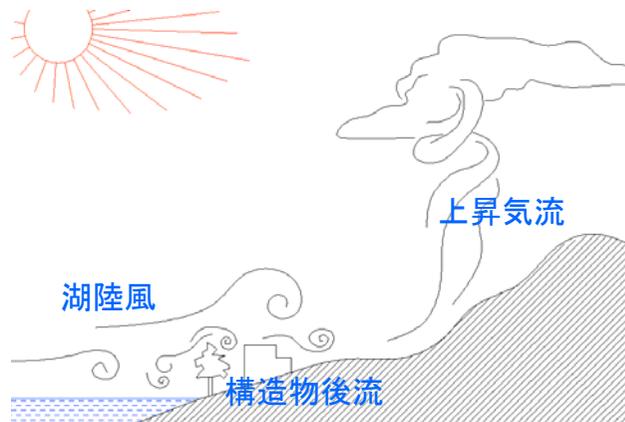
- ・積極的なピッチコントロール体験
- ・偏流角への意識
- ・ブラホシミュレーション

時間は限られている(約1~2ヶ月)

- Key
- ・フライトごとに明確な目的をもって挑む
 - ・段階を追った目標設定を行う
 - ・目的達成の期限を設ける
 - ・慣熟飛行の時間を必ず確保する

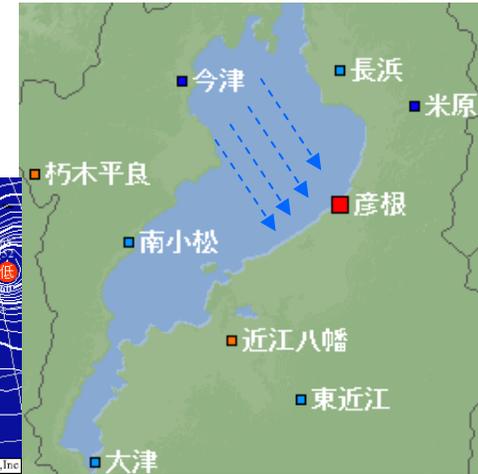
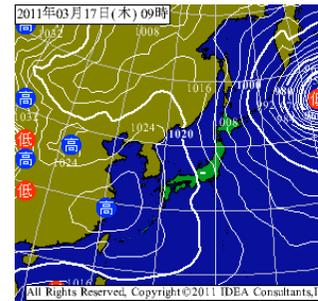
飛行計画 琵琶湖の風を知る

局所的な風



大域的な風

- ・気圧配置による風
- ・台風



情報の収集

- ・実地観測 (フライトの最低一日前から)
- ・AMeDAS (米原、長浜、今津、南小松、大津、近江八幡、彦根)

北西風が発達しやすい!

特に注意すべきこと

- ・湖陸風による陸への引き込みを避ける
- ・いかなる機体トラブルが起こっても陸に突っ込まない経路を選ぶ

多景島の左右2km 付近を狙って湖心に速やかに出る
多景島を過ぎてから任意の目的地点を選んで飛行経路を定める



おしまい

皆さんの安全で素晴らしいフライトを願っています。
どうか、全力を尽くして頑張ってください。

疑問がある場合は下記まで一報ください
質問受付窓口 宮内空野
E-mail (sorakettamachine@yahoo.co.jp)

See also

RC飛行機実験工房 (FMSに関する詳細情報) ;
<http://rcp.web.infoseek.co.jp/fms.html>

ダイダロス・プロジェクトの纏めの論文
(見かけの慣性モーメントについての記述) AIAA-1989-2048
The Daedalus project : A summary of lessons learned
John S. Langford



以上