

津田沼航空研究会における実機を想定した飛行訓練とその考察

日大生産工 (学部) ○松田 ゆずは 日大生産工 (学部) 稲付 祐介
日大生産工 (院) 西澤 優里 日大生産工 菅沼 祐介

1. 緒言

鳥人間コンテスト選手権大会 (讀賣テレビ主催) が毎年夏に滋賀県彦根市松原町松原水泳場で行われている。津田沼航空研究会は過去15回の出場で2017年に440.37mを記録し優勝¹⁾、2018年は446.42mを記録し連覇を達成した²⁾。この大記録は、長年にわたる研究開発により生み出されたピッチング方向の操縦感覚をハンググライダーに寄せた高性能な機体と、ハンググライダーの訓練で培った高い技量を持つパイロットにより達成された。2019年度は例年の設計を引き継ぎ、研究開発を重ねた機体「Granato(グラナート)」を製作し、今年度大会に出場した。鳥人間コンテスト選手権大会において、滑空機を操縦するパイロットは速度感覚を的確に掴み様々な風に対応することが重要であるとされている。そのため、練習内容を工夫し訓練を重ねることによって操縦者の側面からもさらなる記録を達成するべくアプローチを行った。このような準備を経て出場した2019年大会だったが、192mという結果となった。本報ではパイロットのこれまでの訓練方法と今年度の訓練方法の違いを説明し、大会本番におけるフライトの考察と浮かび上がった今後の課題について説明する。

2. パイロットに必要な技能について

鳥人間コンテスト滑空機部門に出場する機体は、他の航空機には見られない特異な形状の機体が多い。特異な形状の機体である理由としては、機体が飛行に使用できるエネルギーが発進位置である高度10mの位置エネルギーと、パイロットと3人の機体保持者による10m以内の助走のみであり、さらに当日の天候や地面効果の影響を受けるためその条件に特化した機体に進化してきたためである。このような条件下で捻出することのできる機体速度には限度があるため、津田沼航空研究会ではその実現可能な機体速度域の中でも、より高速な機体速度時に滑空性能の良い機体で大会に挑むことにより記録を打ち立ててきた¹⁾²⁾。機体に搭乗するパイロットは、搭乗直後に機体の適切な速度を判断し、常時適切な速度と高度であるかを体重

移動の操作を機体のピッチングをコントロールによって管理をしなければならない。このような速度感覚と高度感覚育成を目的としたパイロットの飛行訓練において、その訓練方法はハンググライダー、グライダー、実機を用いるなど複数の方法が挙げられる。津田沼航空研究会では現在、本番のフライトに向けた日々のトレーニングをハンググライダーを用いて行っている。訓練で使用したハンググライダーを以下の図1に示す。



図1 使用したハンググライダー

その理由として以下の三つのことが挙げられる。まず一つ目としては実機を用いてパイロットが乗りこみ実際の飛行速度に近い速度で訓練を行うにあたって、機体を壊さずに減速、着地を行うことが現状では不可能であることがあげられる。鳥コン用滑空機は最適な強度と重量を実現するためにスタイロフォームやバルサなどの材料を用いて製作されている。そのため訓練を地上で行うことによる致命的な損傷を起こす可能性が非常に高い。一方ハンググライダーは、耐衝撃力が強く、組み立ても容易に行うことが可能であり、頻繁に訓練を行うことが可能である。二つ目の理由としてハンググライダーはグライダーよりも鳥人間コンテスト滑空機でのフライトにより近い練習が行えることが挙げられる。各機の巡航速度と巡航高度の比較を表1に示す。

表1 各機の巡航速度と巡航高度の比較

	鳥コン用滑空機 「Granato」	ハンググライダー 「SPEC13」	一般的なグライダー
巡航速度[m/s]	10.52	10	30.5
フライトで取り得る高度[m]	0~10	0~10	0~1000

Flight training for actual gliding aircraft in Tsudanuma Aero Team

Yuzuha MATSUDA, Yusuke INATSUKI, Yuri NISHIZAWA and Yusuke SUGANUMA

三つ目の理由として鳥コン用滑空機の操縦で重要な重心位置の移動の訓練を行うことが可能である。以上より、鳥人間コンテスト滑空機部門における滑空機操縦パイロットとして、ハンググライダーを用いて訓練に取り組んだ。

3. 訓練方法

ハンググライダーでのトレーニングはインストラクターの監修のもと、茨城県大洗町で2年間行った。訓練はトーイングとフリーフライトの2種類を行った。トーイング訓練ではフレームとキャノピーを使って実機に近い感覚を得る工夫をした。以下にハンググライダーを用いて行った4種類の練習とその目的について述べる。

① トーイング

この練習の目的として、以下の四つのことが挙げられる。一つ目の目的としては、パイロットと地面をロープでつなぎ、人のロープを引く力によって離陸時の姿勢を覚えることである。この練習方法では、平地で練習ができるため、訓練日の風向きがどの方向であっても飛行の方角を選択して練習をすることが出来る。この訓練方法を取り入れることで、日によって異なる風のコンディションに対応することが出来る。また、訓練を天候によって断念する回数を低減させ、訓練経験を多く積むことができる。二つ目の目的として、重心位置の移動の訓練を行的確に飛行姿勢を維持することである。鳥人間コンテスト選手権大会での実機でのフライトは、運用面から大会時が初フライトとなってしまう現状がある。このトーイング訓練で培う飛行速度の管理に必要な体重移動操作をより適切に行えるよう鍛錬することによって、本番のフライトではその得た感覚を頼りにフライトを行うことができるようになっている。三つ目の目的として、高度を10m近くまで上げてから、滑空速度を10m/s以上にまで到達させることができる条件下にて滑空練習を行うことである。この練習では、機体が十分な速度に到達し、地上1~2m付近を飛行するときに得ることが想定される地面効果¹⁾²⁾条件下での飛行経験を積むことが可能である。四つ目の目的として、ハンググライダーの必要な滑空速度に到達した飛行の練習を積むことである。このことにより機体の必要速度に到達したときの感覚(機体の安定さ)を学ぶことができる。図2にトーイング訓練でのようすを示す。



図2 トーイング練習のようす

② 訓練方法の工夫—重心—

この練習の目的は、ハンググライダーでのハーネスに吊り下げられている状態と、コックピットフレーム内で体重移動を行う際での環境の違いを理解し、その異なる状況での溝を埋める経験をするることである。

③ 訓練方法の工夫—視界—

トーイング訓練では速度に対する把握を、見える景色と顔と耳に感じる風圧から判断していたが本番ではキャノピーに包まれ風圧を判断材料ができないという訓練と本番の溝がある。この訓練の目的は、この溝を埋めるため、風圧を判断材料にせずに飛ぶ訓練を経験することにある。以下の図3にコックピットフレームとキャノピーを装着した訓練の様子を表す。



図3 コックピットフレームとキャノピーを装着した訓練

④ 訓練方法の工夫—離陸—

この訓練の目的は、以下の三つのことが挙げられる。一つ目の目的は、トーイング訓練では景色の目印(つながれているロープとロープを引っ張っている人々)を手掛かりに飛んでいたが本番ではその目印に該当するものがないという問題への対処である。崖からのテイクオフを訓練し、目標とする砂浜の位置に向けてフライトした。二つ目の目的は、トーイングによるアシストがない状態で機体の加速、滑空速度への到達を経験することにあった。三つ目の目的は、斜面からの離陸の練習を行うことである。大会当日に離陸するプラットフォームには3.5度の斜度があるが、この崖では3.5度以上の斜面から離陸練習を行った。この地形での離陸練習を本番フライト機体保持メンバーと行い、斜面からの離陸を水平に行うことの訓練をした。以下の図4に崖からのテイクオフのようすを表す。



図4 崖からのテイクオフの様子

4. 本番のフライトとその考察

以上のような訓練を経て万全の状態で大大会当日に挑んだ。風は向かい風2m/s, 気温は31℃という条件だった。プラットフォームから離陸後機体に乗る際に、思うように乗る込むことができず、足をばたつかせた後乗る込むこととなった。その後コースは左への旋回が増えて旋回したまま着陸することとなった。記録は194.52mであった。

本番のフライトを振り返り、離陸、コースティング、着水の三点を挙げその考察を以下に記す。離陸時については、訓練時よりも機体全体が高かったため、思うように乗る込むことができなかった。体重を常にかけることと乗る込むことを平行して行うには高い位置であった。コースティングについては、訓練通り、周囲の景色などから速度感、高度感は掴めた。体重移動によるピッチングコントロールはハングライダーと比べて緩慢であった。ラダーによるヨーイングコントロールは、意図通り操縦できなかった。機体が旋回に入っていることを認識したのは、乗る込みが完了した直

後であった。着水について、前述のとおり機体姿勢が崩れるなか、飛行危険区域が目に入った。訓練でも安全に着陸するためには素早い判断が必要であることを体験していたため、記録よりもリスク回避のために、着水の操作を行った。着水の操作はピッチングを操作し、高度を下げた。結果は伸びなかったが、訓練が活かされた以下の図5に離陸時の本番機の様子を示す。

ラダー操作によるヨーコントロールが、意図通り操縦できなかったことについて、フライト後の検証の結果、事前の確認不足による、電気配線でのミスであることが分かった。ラダーは、サーボモータによりギヤを駆動させ、垂直尾翼のを回転させている。パイロットが操作するコントローラとサーボモータは有線で接続されているが、この接続に誤りがあったため、意図通り操縦できなかった。



図5 離陸時の本番機の様子

5. 今後のパイロットのについて

パイロットの課題について三つの要点を挙げる。一つ目の要点は今回のフライトで発生した「方向舵の左右反転接続ミス」である。動作試験に立ち会ったのは5月のテストフライトの日であったが、ボタン操作に対する応答性に関してのみの確認にとどまっていた。このことから、今後のパイロットに求められる要素として製作された方向舵に対して機能を果たすのか、深く製作者と話し合うこと、本番日に行う準備について理解し、動作確認にも同席し信頼性を向上することの責任とその中心でミスを防ぐ確認を行うことが挙げられる。二つ目の要点は「ハッチ動作失敗」である。今年度出場機体に搭載されていたパイロットの出入り口であるハッチの開閉機構には、足元の赤外線検知、足元のコックピットフレームローラーに内装する圧力検知、パイロットが発進時に押す時間差

のスイッチを用いて閉まるスイッチとするというものである。今後のパイロットに求められる要素は、製作者に動作試験を室内のみで行わず、本番を想定した野外で行うよう促し、ラダー同様に本番日の動作試験に同席することが挙げられる。

三つ目の要点は「ロガー記録失敗」である。ロガーのロールアウトに対する教示、ロガーに対する教示はなかった。今後のパイロットに求められる要素は、本番に積む技術に対して教示がないことに対して、疑問を持ち行っている準備について聞くことが挙げられる。

6. 結言

鳥人間コンテスト滑空機部門での優勝を目指して操縦者の側面からより実機を想定した飛行訓練を行った。その結果を示す。

- (1) ハンググライダーでの飛行訓練により実機での巡航速度とフライトで取り得る高度と近い環境下で訓練を積み、訓練で得た感覚を実機でのフライト時に手がかりとすることができた。
- (2) ハンググライダーの訓練を、本番を想定した目的に合わせて複数の方法で行うことにより、本番に即した経験を積むことができた。
- (3) ハッチやラダー等の装備に対する確認不足により、技術を活用したフライトとならなかった。

今後はラダー等の試験を確立し、信頼性の向上を行い、歴代記録の更新を目指す。

参考文献

- 1) 西澤ら, 津田沼航空研究会における滑空機開発について, 日本大学生産工学部第50回学術講演会概要, 2017-12-2,6-14.
- 2) 稲付ら, 津田沼航空研究会における滑空機開発について, 日本大学生産工学部第51回学術講演会概要, 2018-12-1,6-13.
- 3) 東昭,別冊 航空情報 新講座 航空を科学する(上巻) 株式会社酣社,1994-11-5,78-79.