帝京大学宇都宮キャンパス研究年報人文編 第19号（2013）pp. 57–68

人力飛行機パイロット強化育成に関する報告
―― 宇都宮キャンパスにおけるとりくみ ――

劔　持　佑　起　　渡　部　武　夫
滝　澤　　武　　池　田　美千代
大　森　隆　夫

人力飛行機パイロット強化育成に関する報告
――宇都宮キャンパスにおけるとりくみ――

剱持 佑起
渡部 武夫
滝澤 武
池田 美千代
大森 隆夫

1. はじめに

帝京大学宇都宮キャンパスの人力飛行機製作をおこなう学生団体 SkyProject（顧問：大森隆夫教授、渡部武夫講師）は、2013 年 7 月に開催された、第 36 回鳥人間コンテスト 2013「人力プロペラ機ディスタンス部門」への出場を果たした。琵琶湖での飛行では、機体の設計製作と同様に、そのエンジンともいうべきパイロットの強化育成が成功のための大きな要素を占める。そこで、理工学部と医療技術学部が併設される本学宇都宮キャンパスの強みを活かすことができることに着目し、総合基礎の滝澤武准教授の呼びかけのもと、柔道整復学科の剱持佑起助教、キャンパスライフ支援センターの池田美千代看護師らによりパイロット支援チームを発足させた。

これにより、専門家の指導による食事改善から筋力トレーニングまでを網羅した人力飛行機パイロットの強化育成を実施することが可能になった。3 か月にわたるトレーニングプログラムの結果、大会では、その効果が十分に発揮され、ほぼ初出場に近い学生チームとしては異例の大記録を達成させる要因となった。飛行記録は 569m、順位は 10 チーム中 4 位であった。

本報告では、鳥人間コンテストの概要とパイロット支援チームの組織、人力飛行機パイロットに求められる要素、強化期間と練習メニューの設計、食事改善、強化プログラムの実施と各種スペックの推移、琵琶湖でのフライト結果までを、パイロット養成の視点からまとめる。またこれを宇都宮キャンパスにおける、学部学科の垣根を越えた活動の一例として、その成果と今後の展望を述べる。

2. 鳥人間コンテストについて、帝京大学 SkyProjet の歴史

鳥人間コンテストは、今年で第 36 回目であり、この大会は日本テレビ系列読売テレビによるテレビ番組制作を目的とした人力飛行機による飛行距離および飛行時間を競う大会である。36 回大会では、「滑空機部門」、「人力プロペラ機ディスタンス部門」の飛行距離競技と、一定条件下のもとで到達時間を競う「人力プロペラ機タイムトライアル部門」の三部門で開催された。

参加する機体は、琵琶湖に設営されたプラットフォーム上から飛び立つ。プラットフォームの高さは 10m、助走路の長さは約 10m で、助走路は 3.5 度の傾斜角を持つ。飛行距離は、このプラットフォーム先端から、着水した機体の最もプラットフォームに近い部分までの距離とされ、飛行距離 1000m 未満の場合は三角測量により、1000m 以上の場合には GPS を利用して計測される。

2006 年の第 30 回大会から、競技はそれまでプロペラ機部門とされていたものが、距離を競うディスタンス部門と飛行時間を競うタイムトライアル部門に分けられた。ディスタンス部門においての最高記録は 2008 年度の第 32 回大会においての東北大学 Windnauts による 36000m であり、この際には、プラットフォームから 20000m 地点での折り返しルールが適用された。また、近年では、二人乗りの機体や、無尾翼機などのユニークな機体もエントリーしている [1)]。

ここで帝京大学 SkyProject の歴史を、表 1 に示す。2002 年の発足以来、記録が振るわないまま、プラットフォーム上でのマシントラブルによる棄権を経て、その後 6 年間の出場はなかった。今回、7 年ぶり 5 度目の出場となったが、毎年メンバーが入れ替わる学生チームとしてみれば、ほぼ初出場と言ってもいい状況であった。

通常、鳥人間チームの活動年度は、7 月末の大会後、8 月または 9 月ごろに、新体制への引き継ぎが行われ、新年度が始まる、その後冬にかけて設計、製作を進め、翌 2 月に、大会への出場申し込みとなる書類選考が行われる。書類選考では、機体の設計や特徴のほかにパイロットに関する項目もあり、パイロットの特徴やアピールポイントなども審査の対象となる。

表 1　帝京大学 SkyProject のあゆみ

年度	出場回数	部門	記録	備考
2002	-	-	-	SkyProject 発足
2003	初出場	滑空機部門	35.59m	-
2004	2 回目	人力プロペラ機部門	なし	強風で大会中止
2005	3 回目	人力プロペラ機部門	30.32m	-
2006	4 回目	人力プロペラ機 タイムトライアル部門	棄権	プラットフォーム上でトラブル
2007	書類落ち	人力プロペラ機 タイムトライアル部門	-	-
2008	書類落ち	人力プロペラ機 タイムトライアル部門	-	-
2009	大会休止	-	-	-
2010	書類落ち	人力プロペラ機 タイムトライアル部門	-	-
2011	書類落ち	人力プロペラ機 タイムトライアル部門	-	-
2012	書類落ち	人力プロペラ機 タイムトライアル部門	-	初飛行(2011 年 12 月)
2013	5 回目	人力プロペラ機 ディスタンス部門	568.82m	サポーター賞受賞

3. パイロット支援チームの編成

これまでは､食事やトレーニングについてパイロット個人に委ねられてきた。しかしながら、栄養については無関心であり、体力トレーニングでは基礎的なトレーニングや運動形態（ペダリングの姿勢）を考慮せず、通常のバイクトレーニングマシーンを用いてトレーニングをしてきたようである。また、どのようなトレーニングをしてきたかという記録はなく、経験したことが次年度の活動にいかされることはなかった。

そして、理工学部の学生であるパイロットは、航空工学に関する知識はあるものの栄養やトレーニング法についての基礎的な科学的知識に欠け、実践的に役立つ技術を身につけていなかった。

そこで、トレーニングや栄養に関する知識と技術を習得させ目標飛行距離を達成させるための体力と体重管理をすることを目的に、パイロット支援チーム

を編成した。

編成にあたっては、新しいスタッフを外部から召集するのではなく、すでにある本キャンパスの組織と人間関係を活用した。具体的には、キャンパスライフ支援センター（学生相談室運営）のスタッフでもある釼持佑起（本学医療技術学部・研修担当相談員・日本体育協会公認アスレティックトレーナー）、池田美千代（本学宇都宮キャンパス看護師・相談員・学生サポートチーム職員）がチームのメンバーになった。

チームの編成において留意したことは、①目標を明確にすること、②パイロットの主体性を尊重すること、③活動を記録し報告することであった。それぞれの具体的な内容は以下の通りである。

① 目標を明確にすること
目標は「300m の飛行が可能な体力強化（飛行時間約 1 分間）と機体設計上、パイロットの体重を 55 ㎏にすること」とした。

② パイロットの主体性を尊重すること
自主的にトレーニングと食事管理ができるように、学生であるパイロットに対して知識と技能の習得を支援すること。

③ 活動を記録すること
今回の食事管理やトレーニングの取り組んだ内容が蓄積できるように、活動を記録した上で、振り返りを行うこと。それをもとに、今後の課題を明確にすること。

なお、以下に報告する活動の他に学生サポートチームとキャンパス内にある柔道館のスタッフに協力をお願いして、炎天下における熱中症対策や落下時のリスク管理として柔道の受け身の指導も実施した。

4. パイロット強化の取り組み（生活習慣指導編）

初回にパイロットに従事する学生（身長 173.9 ㎝、体重 56.8 ㎏、体脂肪率 12.8%、体格指数 18.7）の生活習慣と食事内容の現状把握のために面談を行い、7 月の本番に向けて特に 2 点改善が必要だと考えられた。1 点目は、一人暮らしで自炊する習慣がなく、1 日の食費に掛けられる生活費や食事の準備が面倒になってしまう理由から、ほぼ毎日 1〜2 食を欠食して 1 日の摂取エネルギーが約

1,000kcal であったこと。

2 点目に勉強と人力飛行機製作との両立によって、遅寝遅起きで規則正しい生活を送ることができていなかったことである。

実際の生活習慣指導をするに当たっては、チームの要望にできる限り近づけることはもちろんであるが、パイロットである前に 1 人の学生であることを念頭において、指導をした。

食事指導としては、基礎代謝を基本とし、トレーニングによる運動量の増加と機体を漕ぐための体作り、体重の減量を考慮して、1 日 3 食で摂取エネルギーを 2,500kcal に設定した。食事の摂取カロリーは、1 食ずつカロリー計算を行ったが、パイロットの負担を軽減する為、簡易に計算できるよう、目で見ておおよそのカロリーが把握できるように料理の写真とカロリーが掲載されている本を貸し出した。また、食事の内容や生活に関する相談と振り返りがしやすいように本人に記入してもらった週間食事記録表（図 1）をもとに一週間に一度と定期的に面談（図 2）を実施した。食事は、食費を最小限に抑えて、なお且つ、食事の準備に時間をかけずしっかりと栄養が摂取できるように朝食はほぼ毎日決まった和食中心、昼食は学食の利用、夕食は可能な限り自炊をすることを勧めた。最終的（7 月上旬）には、目標までの減量に至らなかった為（体重 57.9 ㎏、体脂肪率 13.4%、体格指数 19.2）、支援チームとパイロットで相談をして、1 日の摂取エネルギーを当初の 2,500kcal から 2,000kcal に設定を修正し、飲水量も食事以外の飲水量を 1.5ℓ に設定した。

生活習慣については、トレーニングによる疲労回復を前提に考慮し規則正しい生活を送ることができるよう、パイロットと機体製作メンバーが話し合いを行ってもらい、パイロットのスケジュールを行動しやすい環境づくりに整えることを心掛けた。

週間食事記録

	月	火	水	木	金	土	日
朝食	いつもの					カロリーメイト4本	ウイダー2本
	600 kcal	600 kcal	600 kcal	600 kcal	600 kcal	400 kcal	400 kcal
昼食	カレーライス 野菜ジュース	スパゲティー 野菜ジュース	オムライス 湯がき野菜	カレーライス 野菜ジュース	ミックスフライ	うどん 生卵 いなり2個	
	580 kcal	850 kcal	950 kcal	580 kcal	980 kcal	920 kcal	kcal
夕食	かつ丼 豚汁	野菜炒め 白米	うどん 生卵	豚しゃぶ サラダ 白米	カロリーメイト4本	カロリーメイト4本 ウイダー	
	1080 kcal	750 kcal	720 kcal	825 kcal	400 kcal	600 kcal	kcal
間食							
	kcal	kcal	kcal	kcal	kcal	kcal	kcal
計	2260 kcal	2200 kcal	2270 kcal	2005 kcal	1980 kcal	1920 kcal	400 kcal
	57.7	58.0	57.5	57.3	56.8	6月17日～6月23日 57.0	56.3

図 1　週間の食事記録表



図 2　定期的な食事指導

5. パイロット強化の取り組み（トレーニング編）

パイロット（運動歴：カヌー3 年，剣道 3 年）の 4 月末の時点での運動状況としては、運動習慣はほとんどなく、不定期で自転車エルゴメーターを漕ぐ程度であった。

自転車競技の特性は、自転車競技「機材」を扱うスポーツであるがために、身体動作が一部制限される点である。上半身においては、アイソメトリックな筋活動が行われる（腕はハンドルを引きながら上半身を固定させ体幹は姿勢をキープ）のに対して、下半身は、高いパワー発揮により動作を反復するのでアンバランスな運動連鎖で動作が行われている [2)]。加えて、鳥人間コンテストの機体は図 3 のように座位で上半身を後傾させた状態で一定のペースでペダリング動作を繰り返し行わなければならないため、最終的には実機に近い肢位でトレーニングをすることを考慮する必要があった。一方、トレーニングを実施するにあたって、約 3 か月の中でチーム側の要望として 1 分間漕ぎ続けられるパイロット強化をしなければならない状況ではあったが、運動習慣がほとんどなかったため、傷害予防への配慮も徹底して行った。以上の競技特性と傷害予防のことを踏まえてパイロット支援チームのメンバーが共通理解を持てるようにすること、パイロットが当日までを具体的にイメージできるようにすることを目的として、本番までのトレーニング計画表（表 2）を作成して、トレーニングを定期的に実施した。また、定期的にトレーニング方法や実施状況をパイロットと確認する方法として、トレーニング記録表（大学トレーニングルーム内外で実施できるもの）も作成して毎回トレーニング後に記入するように指導した。

その他、トレーニング指導における工夫として、パイロットのペダリング動作の特徴把握や実機にできる限り近い状態のトレーニング方法を考案することを目的として、筋電図を計測した。その結果、①ペダリング動作時の筋活動が左脚に比べて右脚が低いこと、②実機では下腿を酷使することが分かり、トレーニングに活かした。

トレーニング指導を行うにあたって、パイロットがウエイトトレーニングやセルフコンディショニング方法（ストレッチング、アイシング、セルフマッサージ）などの経験がほぼないことや指導者が毎回実際のトレーニングを見るこ

とができないことなどから、ただやり方を覚えて実施するだけではなく、注意点などを傷害予防も踏まえながら１つ１つ説明して自己管理ができるよう促した。（図 4）

最後に、今回のパイロット支援では諸事情により、競技特性を考慮した体力測定を定期的に実施することができなかった。これについては、大学キャンパス内の環境（測定機器、人員など）、サポート方法を再考して、次回の機会により良いサポートができるよう備える予定である。

以下は、今回のパイロット支援を終えて、支援チームスタッフとパイロットで振り返りをした主な内容である。

【良かった点】

・食事管理と簡便なカロリー計算ができるようになった。
・競技特性に応じた体の使い方を理解することができた。
・実機のペダリング動作が楽に感じられるようになった。
・柔道の受け身の練習

【改善点】

・更に実機（回転数とペダリングワット数など）を考慮した測定とトレーニング
・パイロットにとって、負担の少ない体重設定と減量が必要な場合の計画的な減量の実施

表 2　パイロットトレーニング計画表

Skyプロジェクト　パイロットトレーニング　計画

日付	月	5				6				7				
	週番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	週開始日（月曜日）	6	13	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22	27・28
本番までの予定														鳥人間コンテスト
トレーニング期分け		導入期		基礎筋力期			パワー養成期				ファンクショナル調整期			
週番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
定期測定						○				○				
生活相談		○												
コンディションチェック									○	○	○	○		

項目	導入期	基礎筋力期	パワー養成期	調整期・ファンクショナル期
準備	休養　食事　セルフケア	コア・ストレッチ	コア・ストレッチ	コア・ストレッチ
下半身	自転車通学　階段使用	フレクッション	フレクッション	フレクッション
上半身	重量計測	ストレッチポール	ストレッチポール	ストレッチポール
補強	コア・ストレッチ	バックスクワット	フロントスクワット	シングルレッグ
動作	フレスッション	デッドリフト	シングルレッグ	ダンベルパワークリーン
	ストレッチポール	スティッフレッグデットリフト	レッグプレス	チンニング
	マシントレーニング	ベンチプレス	ジャンプトレーニング	デッピング
	体幹・スタビ	ダンベルフライ	フロントスクワットランジ	バックエクステンション
		ベントオーバーロウ	ステップアップ	体幹・スタビ
		ラットプルダウン	ベンチプレス	ボックストレーニング
		シティッドロウ	チンニング	感覚トレーニング
		アームカール	デッピング	ランニング・サイクルトレ
		フレンチプレス	バックエクステンション	
		トライセプスプッシュダウン	体幹・スタビ	
		バックエクステンション	ボックストレーニング	
		体幹・スタビ	リズム	
		トリプルエクステンション	ランニング・サイクルトレ	
		リズム		
		ランニング・サイクルトレ		

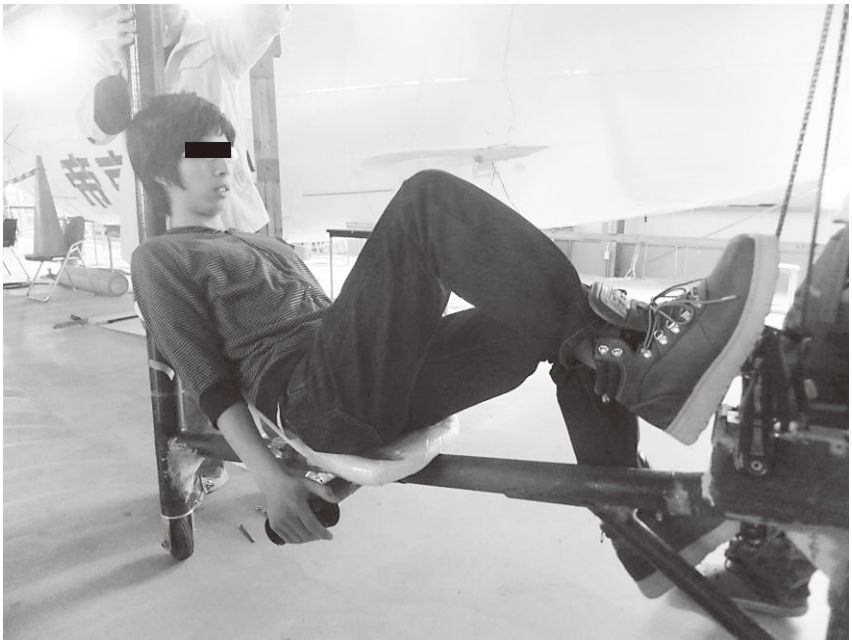


図 3　実機のペダリング動作姿勢



図 4　トレーニング指導の様子

6. 飛行解析

全機重量が 115kg を越えるかなり重い機体であったので、プラットフォームから飛び出した後、グライディングしたまま湖面へ突っ込むのではないかという懸念があった。実際のプラットフォームの高さは、記録写真から割り出した結果によると、湖面から 10.5m であった。実際の飛行は、①プラットフォームの高さから、およそ 3.5m 低いレベル（水面から 8.7m の高さ）まで降下し、②その後再浮上し高度を 10.4m まで戻した後、安定した飛行を続け③スタートから 66 秒後に着水した。着水点の位置はプラットフォームから直線距離で 569m であった。（図 5）

プラットフォーム上では旗の向きから逆風が吹いていることがわかった。スタートとしては好条件ではなかったが、学生メンバー三名が機体を押し、初速が確保された。プラットフォームを離れる段階で翼端が上方に 0.45m 程度撓んでいた。この段階で揚力が生じはじめており、機体が湖面に突入するような飛行を防止することに役立った。

①の段階で主翼の撓みは最大になっており、およそ 2.6m であった。このとき、主翼に働く荷重は今回の飛行中の最大値であり、折損しなかった。主桁の大撓み試験は 4 月 26 日に実施し、加重は 1.5G 程度までかけたが、主桁は折損しなかった。今回の撓み量は大撓み試験での値よりも大きいと予想されるので、その値を割り出しておく必要がある。いずれにしても、①の段階で主翼が折れる事故に繋がらなかったのは、事前に大撓み試験を実施していたことと、なおかつ主桁の強度に余裕があったためと考えられる。

②の巡航段階では機体は湖面上を 10.4m の高度を保って飛行したものと思われる。主翼の撓みは 2.4m 程度であった。機体は徐々に左方向（南方向）へ向きを変えていった。これは主に風の影響によるものと思われる。着水までの直線距離で機速を計算すると 31.0km/h（8.61m/s）で、東北大学 Windnauts のような軽量機の 27km/h よりも 15%ほど速い。これにより重い機体を浮かせるために必要な揚力を生み出すことができた。この速さでパイロットが 1 分以上飛行できたことは、柔道整復学科の釼持佑起助教らの指導によって 3 ヶ月を越えるパイロットトレーニングを行った成果である。

着水直前にパイロットは地面効果を期待して飛距離を伸ばすことをもくろみ、

高度を下げると、低高度を維持できずに着水してしまった。パイロットはペダルの踏み込みやエレベータの操作などを試みたが、機体の高度は回復できなかった。着水後 30 秒で 2 名のフロッグマンが飛び込み、パイロットを救助した。

以上の飛行で飛距離第 4 位の成績をあげ、パイロットが怪我することも無く生還したことは大きな成果である。大撓み試験や、フライングワイヤの強度試験といった手のかかる手順を省略することなく地道な機体製作を進め、飛行試験を何回も繰り返したことがこの結果に繋がったものと思われる。人力機のエンジンはパイロットである。東工大などのトップチームに比べ 20kg 以上重い機体を 1 分 6 秒間で 569m 飛ばすことができたのは、パイロットのトレーニングを専門的かつ計画的に行ったためと考えられる。

7. まとめ

本報告では、2013 年 7 月に開催された第 36 回鳥人間コンテストにおける帝京大学 SkyProject の活動について、鳥人間コンテストの概要と、パイロット支援チームの組織、人力飛行機パイロットに求められる要素、強化期間と練習メニューの設計、食事改善、強化プログラムの実施と各種スペックの推移、琵琶湖でのフライト結果までを、パイロット養成の視点から紹介した。

パイロット支援チームの発足と、そのトレーニングプログラム、強化活動の成果は大きくあらわれ、7 年ぶりの出場という大きなブランクのある中、569m、4 位という大記録を得るに至った。これは、理工学部航空宇宙工学科、総合基礎、医療技術学部柔道整復学科、学生サポートチームと、帝京大学宇都宮キャンパスに備わった複数の部局が連携してなしえたといえる。宇都宮キャンパス内の、学部学科の垣根を越えた共同プロジェクトの成功例として、この総合力の成果を報告するものである。

参考文献

1）鳥人間コンテスト事務局：鳥人間コンテスト 2013 ルールブック, 2013

2）北見裕史：自転車競技選手における S&C トレーニングのプログラムデザイン，Strength&Conditioning Journal，20(4)，日本ストレングス＆コンディショニング協会，東京，pp2-9，2013



図 5　Sky-project の人力機 Passarinho の飛行