

女性パイロットによる人力飛行の6年間の体カトレーニング効果について

CHiCK-2000 プロジェクトチーム “アクティブギャルズ”
パイロット 堀 琴乃(東陶機器(株))

私達は95年1月にプロジェクトチームを結成以来、女性パイロットの人力飛行による旋回飛行を目指して活動しています。2000年11月の直線飛行成功までの6年間、体カトレーニングに取り組みました。経過を纏めましたので報告します。

目標は、**飛行目標**として半径200mの360度旋回を含む2000m飛行、**体カ目標**が、出力パワー180W、7分の持続、**ペダリングスキル**として、脈動の無いペダリングスキルの習得、としました。設計・製作したCHiCK-2000は、翼長26.6m、主翼面積16.2m²、重量31kgの超軽量ストレススキン翼機です。飛行に必要なパワーは、巡航速度毎秒8mで世界最小の160Wです。トレーニングのパワーは、必要パワー160Wに対して、気象条件と旋回飛行に必要な余剰パワーを見込んで180Wとしました。持続時間は、2000mを毎秒8mで飛行すると4分10秒で飛べますが、気象条件やコースのロス、エルゴメーターと実機の環境と効率の違いを考慮して7分に設定しました。

OHP-1

トレーニングにおける問題点ですが、

まず、人力飛行の一番の問題は、パイロットがエンジンを兼務することです。飛行状況に応じて、パワーを自由に出力できる運動能力と、冷静で精密な操縦技術が必要です。

2つ目にペダリングスキルです。人力飛行機は、ペダルを漕いでプロペラを回転、その推力で飛行します。ペダリングスキルが滞空時間を左右します。ペダリングに脈動があると、プロペラを通過した空気が伸縮し、推進効率が大きく低下します。私達がロータリーペダリングと呼ぶ、自転車競技者の脈動の小さいスキルが必要です。専用シューズを履いてペダル軸の回りを掻き回すように漕ぐことで、回転数とトルクの**脈動を制御**できますが、スキルの習得は10年のトレーニングが必要と云われます。

OHP-2

3つ目が生活環境です。私はOLですからトレーニングは、帰宅、家事を終えた後の23時頃からです。週末は、機体製作やフライトトレーニングに費やしますから体カトレーニングはできません。体カトレーニングだけに没頭することも可能ですが、チームの結束も大切なことから、週末はメンバーと共に活動する方針にしました。ですから、トレーニング効果や体の休息面では、精神的、肉体的に大変不利な環境にありました。

それでは、**体カトレーニングの方法**を説明します。

私の体格やフライト歴は、これまでのシンポジウムの資料ご覧下さい。先程も触れましたが、トレーニングの時間帯は、平日の23時～0時30分で、週末は出来ません。**期間は**、94年12月から2000年11月までの6年間です。

OHP-3

トレーニングの方法ですが、最初の4ヶ月はアップライト型エルゴメーターを用い、その後リカンベント型に変えました。機体の詳細設計が完了すると、エルゴメーターに実機と同じ操縦桿を取り付け、トレーニング姿勢を飛行中とほぼ同じにしました。当初、アッ

プライト型を使ったのは、機体の詳細設計が未完成で、正確な必要パワーが掴めず、エルゴメーターを選定できなかったからです。

その時、トレーニングの**負荷強度**は心拍数で管理しました。方法を説明します。この時期、強度を設定するデータベースが無かったので、5分間で疲労困憊になるペダリング強度の最高心拍数を測定し、それに対して60、70、80%の心拍数でトレーニングしました。強度に対応した心拍数は、式1から求めます。暫定的に、負荷を180W、目標時間を300秒とし、300秒で疲労困憊に達する最高心拍数を調べます。最高が164拍、安静時が59拍でしたので、心拍数は運動強度60%で122拍、70%、80%に対応する心拍数は、133拍、143拍になります。また、年齢を考慮した運動時の最高心拍数は、式2によりました。トレーニング開始時の私の年齢は27歳ですから、運動時の最高心拍数は188拍となり、190拍を目標にしました。

OHP-4

次に、**トレーニングメニューの考え方と組み立て方**です。留意した事項は、次の通りです。

まず、自分の体調や体力変化を常時正確に把握しなければなりません。いつも体調や体力変化、トレーニング効果を正確かつ客観的に把握し、チェックできるようにしました。心拍数を記録、体調や感想をメモ、**持続時間の推移図**と**出力パワー & 持続時間曲線図**の作成、月毎の結果と効果を見直し、翌月のメニューの検討を行ないます。これらの記録をチェックして効果を評価し、効率的なトレーニングを行ないました。

OHP-5

2つ目が、特異性の原則とオーバーロードの原則を意識したトレーニングの継続です。**特異性の原則**では、92年の記録機にリカンベント型を採用しており、今回もその長所を生かしてリカンベント型にしました。トレーニングは、パフォーマンスに必要な負荷と筋肉繊維の収縮速度を体に覚え込ませることと、その意義を認識することが大切です。飛行中は無意識にパワーコントロールできなければなりません。シミュレーションやイメージトレーニングも重要です。特異性の原則には、ロータリーペダリングのスキルの習得、90回転、180Wの必要負荷の認識、最適なペダリングスタイルを調査し、パフォーマンスの姿勢を実機のコクピットに一致、の3点を重点管理項目に掲げました。**オーバーロードの原則**には、インターバルトレーニングにおける高効率な負荷とインターバルを検討しました。負荷は、5~7回の反復回数で疲労困憊に達する、最大筋力の80~90%とし、7~8回の達成で負荷を上げました。また、パフォーマンスの達成度の評価に、心拍数を180拍以上まで上げるトレーニングが出来たかどうかを指標に含めました。

OHP-6

3つ目がトレーニング頻度です。週3日以上で疲労が蓄積されない程度を目指しました。

4つ目が適切な休息の確保です。筋肉疲労の回復と発達には十分な休息と睡眠が必要です。睡眠不足は体調を崩しやすく、集中力が低下し、効率的な効果を望めないため、睡眠時間の確保に努めました。筋肉疲労の蓄積防止は、十分なウォーミングアップとクールダウンが大切です。ストレッチが有効で、積極的に取り入れました。

5つ目がバランスの取れたトレーニングです。トレーニングが偏ると、体の弱い部分に筋肉疲労が現れ、故障の原因になります。全身をバランス良く鍛える複合トレーニングが不可欠で、メニューを工夫しました。疲労の開放はカイロプラクティックを利用しました。

OHP-7

6つ目が目的意識を持ったトレーニングです。短期・中期・長期の目標値を設定し、明

確な目的意識を持ってトレーニングしました。短期では、1ヶ月先の持続時間を設定し、中期は半年先、長期は最終目標持続時間と達成時期を設定しました。

7つ目がAT値向上のためのトレーニングです。トレーニング開始後354日目に180Wの持続時間が5分を越え、775日目あたりから安定して5分間を持続できるようになりました。この時点で、持久力向上に、AT値を上げて乳酸の蓄積がはじまる時間を遅らせ、より継続的なパフォーマンスの向上を目指したメニューに切り替えました。

8つ目が食事の配慮です。食事で補い難い鉄分やビタミン類、筋肉増強に欠かせないプロテイン、ビタミンB1等の摂取を心掛けました。栄養素の摂取は、トレーニング終了後が効果的ですが、深夜であったことや、少食でしたので、トレーニング終了後に栄養剤を採って補給しました。

OHP-8

トレーニングメニューの詳細に付きましては、講演集の表1をご覧ください。

次に、トレーニングの結果と考察を述べます。

まず、トレーニング頻度と持続時間の推移のグラフから、6年間のトレーニング効果は、起算日数500日までの**持続時間の急上昇期**、500日～1300日の**緩上昇期**、1300日～2000日の**停滞期**、2000日～2172日の**短期集中急回復期**、に分類できます。

トレーニング頻度は、毎週のトレーニング頻度を1ヶ月毎の平均値で示しています。これはペダリングトレーニングの頻度で、その他の補強トレーニングは含んでいません。全体として週3回前後の頻度が確保できました。

持続時間の推移ですが、**急上昇期には**、持続時間は着実に伸びました。300日目までは、180Wのインターバルトレーニングを主体とし、低負荷トレーニングと、筋力トレーニングを並行しました。300日目に高負荷に移行し、この頃から股関節が痛みはじめました。この頃までペダリングに並行して筋力トレーニングを行ないましたが、高負荷に移行後は、かかみはら航空宇宙博物館への記録機の保存と展示の準備等で、それを行なう余裕が無くなりました。400日目からは、高負荷トレーニングを本格化しました。股関節の痛みに耐えて継続しましたが、激痛を伴いはじめ、頻度は極端に減りました。**持続時間のピークは、474日目の5分39秒**です。180Wの持続時間の**1日当たりの伸びの平均値は0.59秒**です。100日目からエルゴメーターをリカンベント型に変えましたが、姿勢の差が出ています。**リカンベント型は、354日目に5分3秒に達しましたが、アップライト型は365日目で3分5秒で、リカンベント型の61%**です。この差は、筋繊維の使用部位の違いによる特異性の原則の顕著な例です。心肺機能に姿勢の差は出ないかもしれませんが。以上から、**早期にコクピットのレイアウトを決定し、その姿勢でのトレーニングが重要**です。

OHP-9

OHP-10

緩上昇期では、500日～600日の間は、股関節の治療に高負荷トレーニングを休みました。故障**原因は**、**リカンベント型の姿勢で普段使わない筋を長期間鍛えたことから筋力バランスが悪化した、筋肉疲労の蓄積、背骨や骨盤の向きに関係した姿勢の悪さ**、と診断されました。身体全体をバランス良く鍛える事と、故障の出る前に筋肉疲労を開放することが重要です。日常のトレーニングで弱い部分を鍛えておかないと、カイロプラクティックでの疲労の開放や治療も効果的でないことも解りました。ストレス解消には、アロマテラピーなどリラクゼーションも有効です。

OHP-11

故障が完治しないままカイロプラクティックに通いながらトレーニングを再開しました。再開時は、無酸素性トレーニングを低負荷の有酸素性に変更しています。97年5月；892日目に**最大酸素摂取量**と**運動中の血液中の乳酸値**を測定しています。最大酸素摂取量と乳酸値の測定結果を示します。**最大酸素摂取量は、最大運動能力170Wで45.60 ml、AT値：80～90W、LT値：110W、OBLA値：138W**でした。陸上競技の優秀な長距離選手に約10ml劣りますが、20代後半の女性の平均値32mlより大きな値を示しました。乳酸の蓄積が早期に始まっていることから、LT値とOBLA値中心の低負荷有酸素性トレーニングに変更して心肺機能の向上を試みました。

OHP-11

400日間の有酸素性トレーニングは効果的で、緩やかに持続時間が向上しました。走行テストに着手した800日目頃から、活動時間が体力トレーニングから機体製作や各種のテストに移り、時間と頻度を確保できず、体調不良に陥りました。**975日目に、180Wの持続時間は最長の6分29秒**に達しました。474日目に5分39秒に達して以来、1日当たりの伸びの平均値は休養期間も含めて0.10秒です。それ以降は、睡眠不足と精神的苦痛から体調を崩すことが多く、持続時間は停滞しはじめ、**1276日目では6分4秒**に留まっています。

OHP-12

苦勞してトレーニング時間と頻度を確保しても、睡眠時間が確保できないと、体力や持続時間が伸びないばかりか、疲労が蓄積し、体調不調に陥り、結局、体力も持続時間も減少してしまうことが確認できました。トレーニング時間と頻度、睡眠の3要素のバランスの重要性がわかりました。睡眠の深さも重要です。私達のプロジェクトのように多くが自分達の新開発技術で、開発途上に難問が続出すると、不安ばかり溜まり、精神的な圧迫が続きました。人力飛行の女性パイロットは殆どいません。精神面のよりどころも無く、これが深い睡眠を妨げたと思います。

OHP-13

停滞期では、機体修理が深夜に及び、睡眠不足でトレーニング頻度を維持できず、体力低下で体調を崩す悪循環を繰り返しました。頻度の確保に努めましたが、高負荷のため体力維持が難しく、股関節の故障も再発しました。持続時間は体調により大きく上下しました。フライトでは、離陸のタイミングが掴めず、墜落・大破しました。不安と墜落の恐怖で夢に魘される日が続きました。実践的トレーニングに、機体にプロペラを実装したペダリングトレーニングを取り入れました。記録飛行が決定すると、実践に即した負荷のトレーニングに変更しました。テストフライト毎に機体修理が続きました。パイロットの目的意識を見失い、自信を喪失しました。不安が原因で、度々発熱や頭痛を起しました。墜落の不安は、写真をご覧頂ければ納得頂けると思います。結果的に持続時間は減少し、**2011日目には6分4秒**に落ち込みました。この間の1日当たりの持続時間の**伸びの平均値は-0.08秒**で、**マイナス**を示しています。

OHP-14

短期集中急回復期は、記録飛行までの短期間に持続時間の延長に筋繊維を太くする必要と、自力離陸に爆発的なパワーが必要なことから、バーベルを利用したハーフスクワットを導入しました。体力は順調に回復し、**バーベルは34日後に68kg**に達しています。この頃からストレスと疲労の蓄積で自律神経の活動が鈍り、低血圧と貧血、頭痛に見舞われました。この間、180Wの持続時間は睡眠不足が原因で低下しています。2088日目には4分3秒まで低下しましたが、その後急速に伸び始め、2137日目に6分7秒まで驚異的に回復し

OHP-15

ました。49 日間で 124 秒伸び、1 日当たりの持続時間の伸びの平均値は 2.53 秒に達しました。筋力トレーニングの効果は、270W の最長時間がバーベルを用いたハーフスクワット実施後の 2078 日目に記録したことから解ります。

OHP-15

記録飛行の僅か 70 日前に 3 回目の墜落です。精神的なショックは極限に達しましたが、原因が**パイロット誘起振動 ; PIO** に起因するものと解りました。機体の修理と改造に全力を注いだため、睡眠不足が続きます。しかし、体力と持続時間は急速に回復しています。**原因**は、**墜落原因の判明からパイロットの目的意識を再認識でき、記録飛行に希望が見えた。**それにより、**短いながらも深い眠りを確保できた。**筋力トレーニングの効果に加えて、**記録に挑戦する意識に基づく気力と精神力の集中との複合効果、**を印象付けます。

OHP-16

以上を纏めます。トレーニングの結果、以下が明らかになりました。体力は、適切なメニューを週 3 回以上の頻度で行なえば向上する。瞬発力の強化は比較的短期間で可能、筋持久力と心肺機能の強化は長期間に渡る計画的なトレーニングが必要、です。

短期集中急回復期の 172 日間は、持続時間は体調に無関係に回復しました。これは、**目標が明確、集中力の向上、トレーニング頻度の確保、有効な複合トレーニングの実施、特異性とオーバーロードの 2 大原則の厳守、深い睡眠の確保、が良い方向に循環できたため**と考えます。1 度獲得した体力は、それが極端に低下していなければ、目的意識を明確に 2 大原則に即した複合トレーニングを効率的に組み合わせれば、年齢や体調にそれ程大きな影響を受けず、比較的短期間に回復することも解りました。

OHP-17

私の場合、トレーニングの時間帯が 23 時以降のため、ウォーミングアップとクールダウンが不十分になり易く、筋肉の柔軟性が充分でなかったことや、筋肉疲労と精神面のストレス解消法が問題でした。疲労回復方法の 1 つに、サプリメントの摂取も良い方法だと思えます。

今回、テストフライトで 3 度も墜落しました。世界最小のパワーで飛行できる機体の操縦は決して容易でなく、精密な操縦を行いながら、エンジンとしての微妙なパワーコントロールも必要で、パイロットの技量もフライトに欠かせない重要な要素です。

今後、素質を備えた女性パイロットとそれを支えるスタッフが揃えば、旋回飛行は達成できるでしょう。今日は、時間不足で解り難かったと思えます。詳しくは、**専門誌 ; トレーニング科学**に約 20 ページ発表しますのでご覧下さい。ホームページにも公開予定です。最後に、CHick-2000 が青森県で建設中の**三沢航空科学館**に**保存**されることをお伝えしておきます。この報告が、女性の人力飛行の一助になる事を期待します。

OHP-18