

UDC 159.952.3

航空宇宙技術研究所報告

TECHNICAL REPORT OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TR - 105

パイロットの心理的負担に関する研究（I）

——操縦時の脈拍と呼吸の変化——

三好範子・百名盛之・岡部正典

1966 年 4 月

航空宇宙技術研究所
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

既刊 報告

TR-80	変分法直接解法において解に及ぼす束縛の数値的影响 Numerical Effect of Constraints in Calculus of the Direct Variational Method	1965年1月 塙 武敏, 越出慎一
TR-81	FRPコーティングの断熱特性 Thermal Insulation Characteristics of FRP Coating	1965年1月 竹中幸彦, 江川幸一小川鉄一
TR-82	多段軸流圧縮機の部分負荷特性の簡易計算法 A Simple Method of Calculating the Off-design Performance of Multi-Stage Axial-Flow Compressor	1965年2月 松木正勝, 藤井昭一
TR-83	亜音速流中のパネルフラッターとダイバージェンス(I) —非圧縮流理論— Theoretical Study of Two-Dimensional Panel Flutter and Panel Divergence in Subsonic Flow (I) —Incompressible Flow Case—	1965年2月 石井孝雄
TR-84	遷音速タービン翼列二次元試験(II) Experimental Investigation on Transonic Turbine Cascades (II)	1965年3月 近藤博, 斎田光弘山崎紀雄
TR-85	回転翼の線型理論(II) —揚力線理論— Linearized Aerodynamic Theory of Rotor Blades (II) —Lifting-Line Theory—	1965年3月 市川輝雄
TR-86	高速多段軸流圧縮機の部分負荷特性の一計算法 A Method for Predicting the Off-design Performance of Multi-Stage Axial-Flow Compressors Operating in the Transonic Flow	1965年5月 松木正勝, 藤井昭一 五味光男
TR-87	亜音速流中のパネルフラッタとダイバージェンス(II) 圧縮流理論(III) 実験的研究 Theoretical Study of Two Dimensional Panel Flutter and Panel Divergence in Subsonic Flow (II) Compressible Flow Case (III) Experimental Study	1965年6月 石井孝雄
TR-88	尾翼, 脳体結合構造物の地上振動試験結果に関する定性的な吟味 Qualitative Examinations on the Results of Ground Vibration Tests of Tail Wing-Fuselage Combination Structure	1965年6月 塙 武敏, 越出慎一
TR-89	垂直突風および航空機の突風応答に関する実験的研究 An Experimental Investigation on Vertical Gusts and the Airplane Response	1965年6月 小野幸一, 山根皓三郎
TR-90	ヒステリシスループの形, 繰返しによる形の変化および繰返し後の塑性流動応力の上昇 (第1報 実験, 第2報 ねじりの場合の理論) The Shape of Mechanical Hysteresis Loop, its deformation due to Stress Repetition and Resulting Increase in Flow Stress (Part 1. Experiment, Part 2. Theory for Torsion)	1965年7月 中西不二夫, 佐藤和郎 永井文雄
TR-91	固体プロペラントの割れ目内への火炎伝ば (I) Flame Propagation into the Gap of Solid Propellant Grain (I)	1965年7月 五代富文
TR-92	ロケット胴体をまわる超音速流の一近似解法 (I) 一迎角0のとき— An Approximate Calculation for Supersonic Flow Past Bodies of Rocket Vehicles (I) —Linearized Flow with Axial Symmetry—	1965年8月 谷喬
TR-93	遷音速動安定試験 Dynamic Testing at Transonic Speed	1965年10月 小橋安次郎, 河野長正 西武徳

パイロットの心理的負担に関する研究 (I)*

—操縦時の脈拍と呼吸の変化—

三好範子**・百名盛之**・岡部正典**

A Psychological Study on the Mental Stress of Pilots (I)

—Pulse and respiratory rate during flight—

By Noriko MIYOSHI, Moriyuki MOMONA
and Masanori OKABE

This report concerns with the usefulness of measuring changes in pulse and respiratory rates as the indices to monitoring the mental stress of pilots in flight. The continuous measurements during one hour flight has been carried out with nine experienced pilot subjects. The flight profile included 14 different maneuvers in a twin-engines aircraft. Recordings were made with both the main pilot and the co-pilot flight situation respectively. As the control data, a rating scale for their mental stress level by a self-determination when performing the above 14 tasks was prepared by the paired comparison.

The following informations are gained.

1. Pulse rate has remarkably increased in main pilot flying especially in take-off, landing and an engine stop.

Increasing rates are:

in take-off	av. 74.8% up
in landing	av. 92.5% up
in an engine stop	av. 74.5% up

2. These experiments have suggested that the use of pulse rate for monitoring of pilot's mental stress is promising, because of high correlation level between increasing rate of pulse in main pilot and the rating of their mental stress level.
3. The finding suggests that respiratory rate seems not to be useful for the monitoring of pilot stress in flight, involving certain voluntary noises caused by the radio contact to tower and others in the recordings; however, further studies are necessary before this measure may be rejected.

* 昭和41年3月24日受付

** 計測部

1. まえがき

人間機械系の効率を最大限に發揮させるためには、人間機械系における「人間側」と「機械側」の各要素（図1）に注意が向けられねばならない。これまでの人間工学の基礎的研究は、主として機械側の要素、すなわち表示装置や操縦装置の設計を中心に展開されてきたが、最近ようやく人間側の要素である人間の応答特性や制御限界に関する研究が行なわれるようになり、両者の成果を合わせて系全体の効率を高めようとする方向に向かってきている。

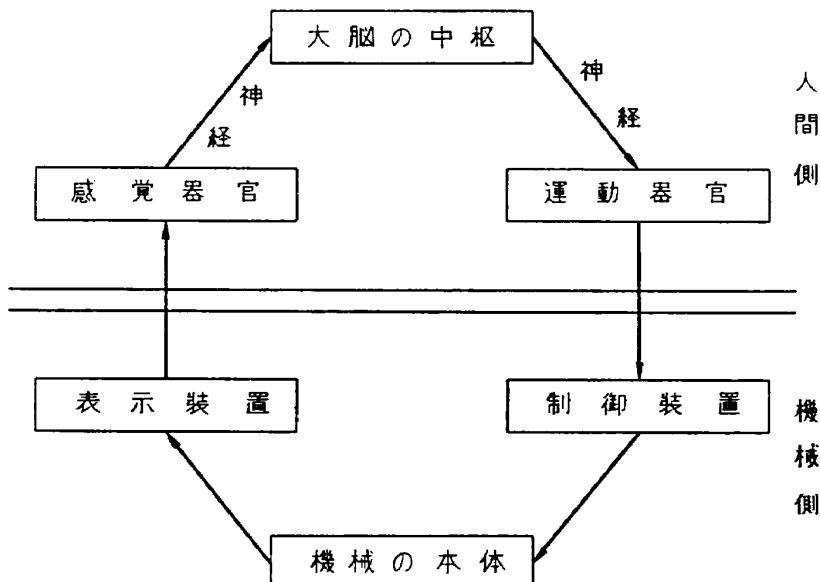


図1 人間機械系モデル

また、人間機械系の効率は、これまで人間が諸装置を操作したときの操作速度（反応時間）や精度（エラー量、パフォマンスの乱れなど）というような動作の結果から評価するのが常であった。しかしながら、航空機の操縦や、列車・自動車の運転などのように非常に神経を使う作業では、情報の受容、処理、判断、決定など、作業の細部にわたって大脳の関与する面が大きく、また作業に際して努力したり、緊張したりというように、大脳内部にのみとどめられ、動作として外には現われない反応もきわめて多い。したがって、航空機の操縦に関する人間工学的研究を行なうにあたっては、動作の結果として現われたデータばかりでなく、大脳や中枢神経のなかによりおこされた生体の反応現象をとらえ、パイロットにかかる心理的負担に関するデータを得ることも必要となるであろうし、また、そうすることによって、初めてこの系の効率に関しての総合的評価がより妥当なものとなるようと思われる。

ところで作業によってひきおこされる大脳や中枢神経の反応のうち、そのメカニズムが比較的明確にされているもの、すなわち、心拍、呼吸、PGR（精神電流反応）、フリッカービー値などを指標として人間の生理的負担（＝労働負担）をとらえようとする試みは、わが国では生理学の観点から、主として列車・自動車などの交通関係についてなされている^{1), 2), 3), 4)}。航空に関するものも、米国

などにはかなり豊富のようであるが、わが国でも最近二三の報告例^{5), 6), 7)}がある。これらの報告では、操縦動作における筋肉的作業量はきわめて軽微であって、そこに現われた変化は、主として精神的負担によるものであろうという推定の上にたって述べられているにすぎず、それらの変化がいかによく心理的負担を表現しているかの検討は十分なされていない。まして、心理的変化の内容、たとえば判断・注意集中・努力・緊張・警戒・不安などこころの分化した内容についての反応のしかたを明確にするところまで至っていない。

いかなる心理的変化を、いかによく表現しているかを明らかにすることは、人間の行なう作業を筋肉作業と精神作業に分割するのが困難なことや、心理的変化がそれぞれ固有の現象としてとらえにくいくことなどの理由から、きわめてむずかしいことであろう。しかしながら、これまでの研究からも、情緒的変化、知的変化によって性質の異なった反応のしかたがみられることなどが明らかにされつつあり^{8), 9)}、これらをいとぐちとして生体反応の心理的変化に対する法則性が見出されるならば、とくに高次の精神活動が要求される航空機の操縦の研究にとっては、かなり有効な手段が与えられるのではないかと思われる。

以上のような観点から、この報告では、離着陸、旋回、片発停止飛行など 14 項目の課題飛行を操縦中のパイロットから脈拍数、呼吸数を測定し、また一対比較法によるパイロットの主観的緊張度の尺度値を求め、両者の関係から脈拍、呼吸数の心理学的測度としての妥当性の検討を試みた。

なお、この実験を構成する 14 項目の課題飛行について、パイロットの作業分析を行なった。

2. 方 法

2.1 実験機

ピーチクラフト 65 型 “クインエア” 双発動機型、7 人乗り。(図 2)



図 2 実験機（ピーチクラフト 65 型・クインエア）

2. 2 被 験 者

9名、総飛行時間 1,900~12,500 時間の熟練したパイロット、年令 28~42 才。詳細は表 1 参照。

表 1 被験者の基礎データ

	氏 名	年 令	身 長	体 重	総飛行時間	クインエアによる飛行時間	ジェット機飛行時間	休息時脈拍数
1	Y. G	42才	165 cm	72 kg	4,000hr	200hr	0 hr	65 拍
2	M. K	28	162	53	1,950	15	1,500	65
3	S. N	27	170	60	1,900	100	1,300	78
4	S. T	39	163	68	4,500	350	0	58
5	S. K	39	171	63	7,000	200	0	74
6	K. A	29	166	57	2,000	20	1,100	66
7	M. F	38	171	61	4,000	200	0	78
8	Y. Y	42	167	70	12,500	350	0	64
9	T. Y	28	173	60	3,600	60	1,900	60

注) 昭和 39 年 1 月の調査による。

2. 3 測 定 装 置

(a) ピックアップ: 脈拍計測用には硫化カドミウムセルを使用したイアピース型を用い、脈拍リズムによって毛細血管に流れる血量の変化を光の変化としてとらえる。呼吸計測用には鼻口に装着したサーミスタにより呼気・吸気による温度差を検出する。(図 3)

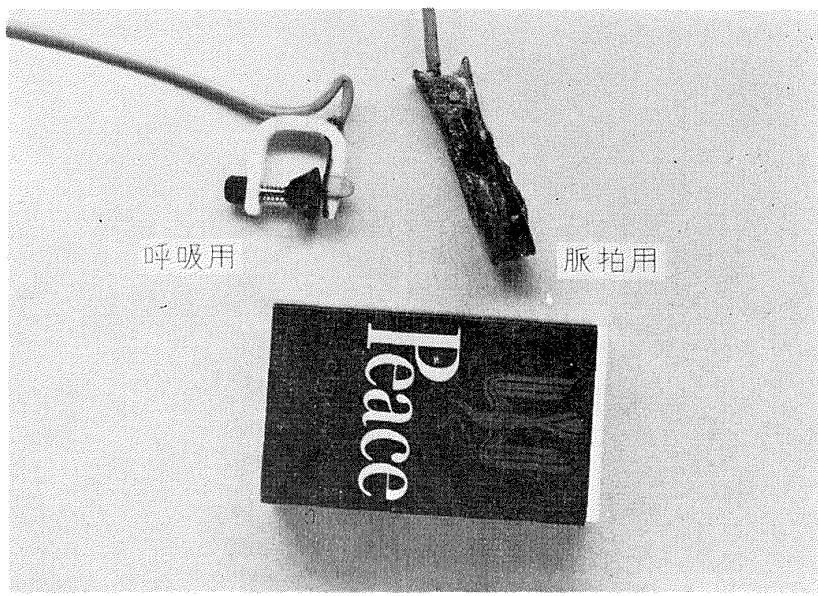


図 3 使用したトランスデューサ

(b) ベッドモニタ: 三栄測器製 BM 101

(c) 直流増幅器: 三栄測器製 DA-103

(d) 記録器: 三栄測器製 IR-301

2.4 実験期間

昭和 39 年 1 月～8 月

2.5 実験手続

下記の 14 項目を含む課題飛行を約 1 時間で終了する。飛行高度は (iii)～(x) において約 3,000 ft, (xi) において 1,500 ft である。

- (i) 地上誘導
- (ii) 異陸
- (iii) 水平飛行
- (iv) 30° バンク, 180° 旋回 (左方向へ)
- (v) 30° バンク, 180° 旋回 (右方向へ)
- (vi) 45° バンク, 180° 旋回 (左方向へ)
- (vii) 45° バンク, 180° 旋回 (右方向へ)
- (viii) 60° バンク, 180° 旋回 (左方向へ)
- (ix) 60° バンク, 180° 旋回 (右方向へ)
- (x) 片発停止飛行
- (xi) 水平直線飛行
- (xii) 着陸進入
- (xiii) 着陸接地
- (xiv) 停止

以上の各項目の作業分析表は巻末の付録に掲げた。ここには、各操作に必要な表示装置と、操作する機器をあげてある。

なお、正操縦士として飛行した場合と、副操縦士として飛行した場合とでは当然その心理的負担は異なるものと思われる。そこで同じ操縦士集団についてその比較を行なうために正操縦士として 2 飛行、副操縦士として 1 飛行を行なった。

記録は全行程にわたって連続的にとられたが、結果の処理にあたっては、各課題飛行中の最高脈拍、最高呼吸数のみを用いた。記録の一例を図 4 に示す。

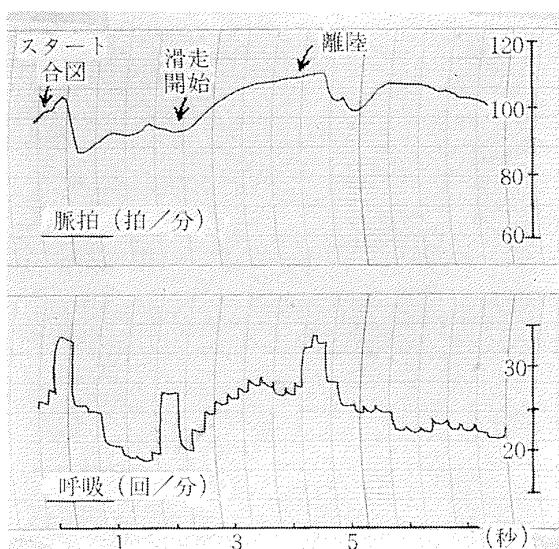


図 4 記録例

3. 結果と考察

(1) 脈拍について

正・副操縦士の課題飛行中の最高脈拍を図 5 に示した(9名の平均)。正操縦士として飛行した場合、脈拍は離陸開始とともに急激に増加し(115 拍/分)、バンクで 100 拍/分前後、片発停止飛行着陸時にさらに増加して 125.7 拍/分となった。この変化のカーブは一致係数を求め、検定すると 1% レベルで有意であり(一致係数 $W=0.688$)、各人ともきわめて一貫したプロフィルを示すものと言える。副操縦士として飛行した場合は、正操縦士の場合に比べて一般にカーブは平坦で課題による変化は大きくないが、離陸・着陸時には正操縦士として飛行した場合と同様な増加の傾向がみられる。この場合もまた、各被験者のプロフィルに示される一貫性は高く、増加の現象のパターンはだいたい一致しているものとみてよい($W=0.222$ 、有意水準 5%)。

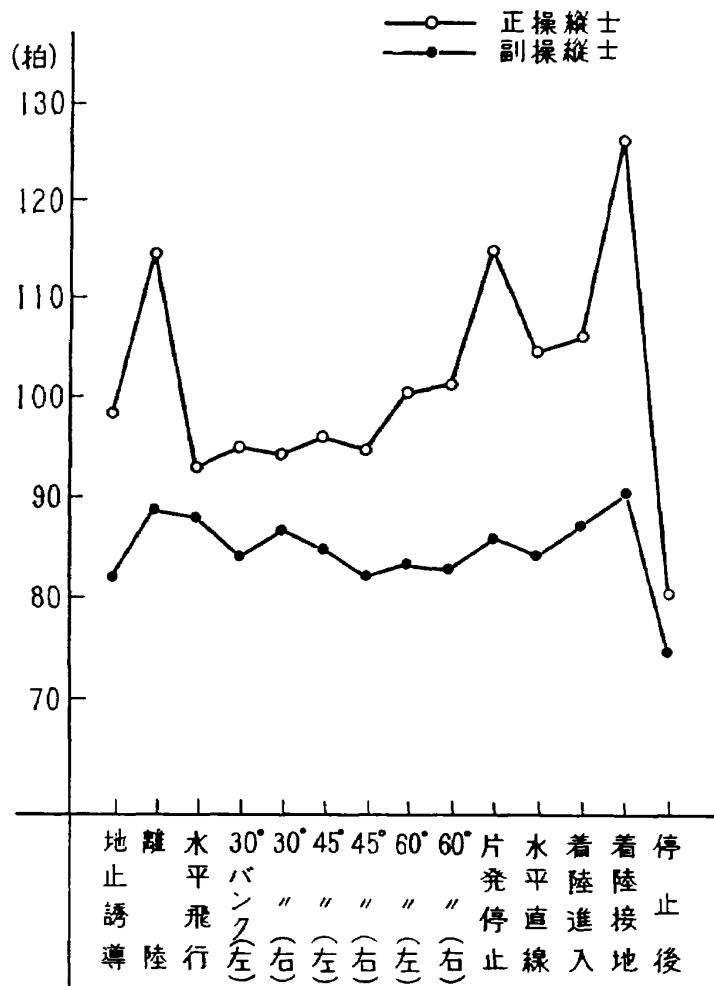


図 5 正副操縦士の飛行中の脈拍の変化

健康人の休息時脈拍は、70 拍/分前後であるが、本実験の場合、被験者の休息時脈拍を測定したところ、さきの表 1 に示したように、かなりの個人差があったので、脈拍の変動については、これ

を増加率（粗点一休息時脈拍×100/休息時脈拍）で表わすのが適当と考え、この方式で、各課題飛行における脈拍増加率を算定した。表2に示したのは、増加率の最高・最低・平均の数値である。正操縦士では離陸時75%，片発停止時75%，着陸時92%の増加を示し、最も増加した被験者は133%増と、まさに平常時の2倍以上の速い拍動率に達した。筆者らは参考のために、精神作業時と、肉体作業時における脈拍増加率を測定したが、クレペリン精神作業検査実施中では最高脈拍は平均78.9%，100m全力疾走時には平均120.8%増であった。また副操縦士として機上にあり、直接操縦に従事しない場合でも、最低23%の増加がみられる。パイロットの報告によると副操縦士として搭乗するのは非常に気楽だとのことであったが、かなりの持続的な緊張がみとめられる。

表2 飛行中の脈拍増加率

	正操縦士			副操縦士		
	最も高い者(%)	最も低い者(%)	平均(%)	最も高い者(%)	最も低い者(%)	平均(%)
地上誘導	84	21	49.8	63	0	27.0
離陸	115	41	74.8	72	2	34.8
水平飛行	69	30	42.5	51	8	34.1
30°バンク(左)	80	10	45.0	51	2	25.6
"(右)	73	8	43.5	53	14	32.6
45°バンク(左)	77	15	47.0	46	8	27.0
"(右)	72	17	42.8	38	6	22.9
60°バンク(左)	86	27	52.9	38	0	24.9
"(右)	88	21	55.6	53	0	24.4
片発停止	115	32	74.5	58	9	31.4
水平直線	72	14	42.9	48	8	26.5
着陸進入	107	21	62.4	81	7	33.8
着陸接地	133	47	92.5	61	1	38.3
停止後	65	1	21.6	60	0	13.0

次に、脈拍の心理的負担の測度としての妥当性を検討するために、前記の14項目の課題飛行について一对比較法*により、パイロットの主観による緊張度を尺度化してみた。この結果は図6に示すとおりである。正操縦士として飛行した場合の脈拍増加率とこの尺度値を重ねたものを図7に示した。両者はきわめて高い相関関係を示し（スピアマンの順位相関係数 $\rho=0.81$ 、有意水準1%）、このようにその増加率が精神的緊張の程度によく対応していることから、その心理的負担の測度としての妥当性は相当高いものとみてよいであろう。

* 一对比較法とは、心理学的尺度法の一つで、物理的に測ることのできない感情値とか美的価値あるいはここで対象となった緊張の度合いなどを決定する場合、この方法を適用して評価すれば順位ばかりでなく、その度合いに関しても正確で妥当性の高い尺度値を、組織的・客観的なしかたでひきだすことができる。

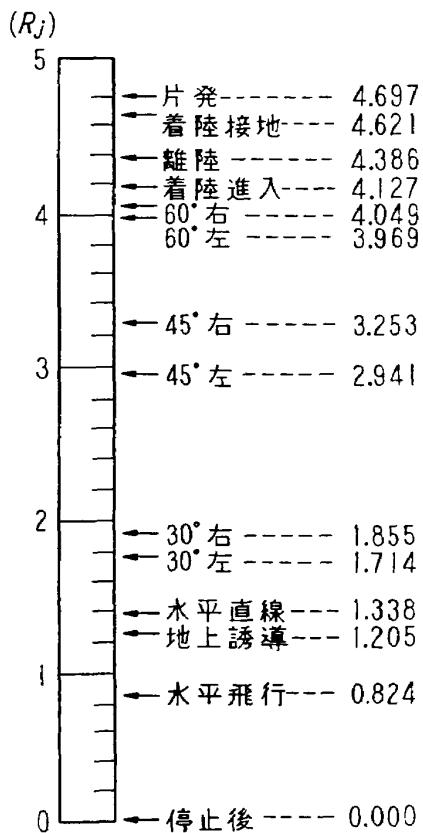


図 6 一対比較法によるパイロットの主観的緊張度の尺度値

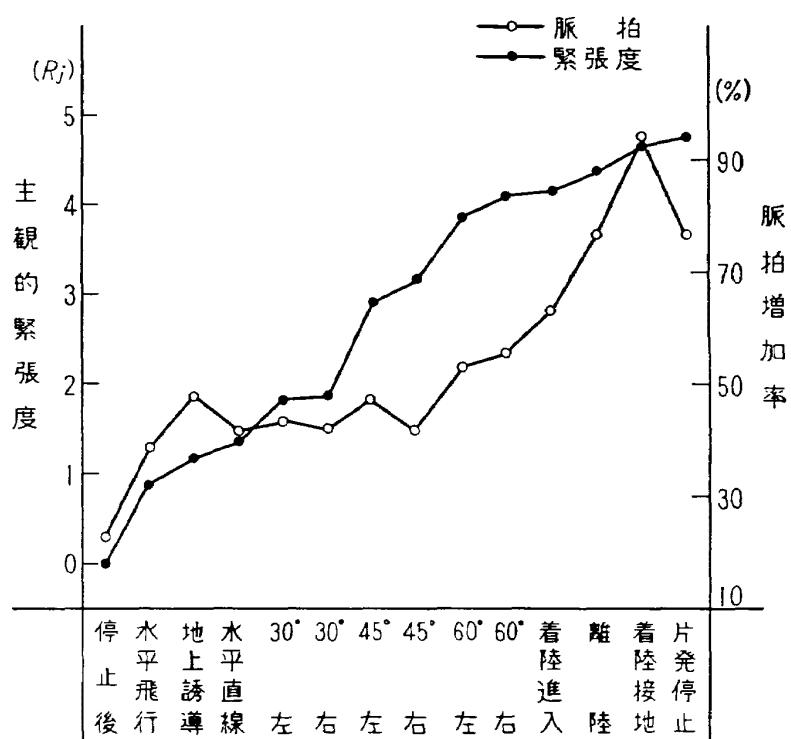


図 7 正操縦士脈拍増加率と緊張度の比較

(2) 呼吸について

脈拍の場合と同様に、正・副操縦士の場合について、各課題飛行中の最高呼吸数をとって図 8 に示した。正操縦士として飛行した場合は、副操縦士として飛行した場合に比べて全般的に呼吸数が多く、平常時のほぼ 1.5~2 倍近い增加率を示すが、課題飛行間の差が小さく、必ずしも心理的負担に対応した変化の様相をみせているとは思われない。副操縦士として飛行した場合の呼吸の回数と正操縦士のそれとの差は脈拍の場合にみられたほど顕著ではなく、しかも変化のパターンも正・副操縦士は一致していない。被験者間の変化の一貫性は、正操縦士の場合では有意であったが（有意水準 1%），副操縦士の場合には一貫性はみとめられなかった。

呼吸に関する記録をみると、呼吸の変化には、地上との交信その他の要素も含まれており、かつこれは循環系とは異なって、任意に調節できる性質のものであるから、脈拍の場合のように一義的な測度としては有効性をもたないと言わねばならない。しかしながら、所定の事態に対応しない随意性の乱れなどが加わるため、今回行なったような最高値のみをとって処理するという方法ではよい測度とはなり得なかつたとはいえ、記録の上では、正操縦士・副操縦士間に差がみとめられるこことや、緊張したときに増加したり、またおどろいたときに息をつめたり、呼吸が浅くなったりという現象がみされることから、呼吸の変化を心理的負担の測度として用いる可能性がないとは言いきれない。さらに検討を重ねたい。

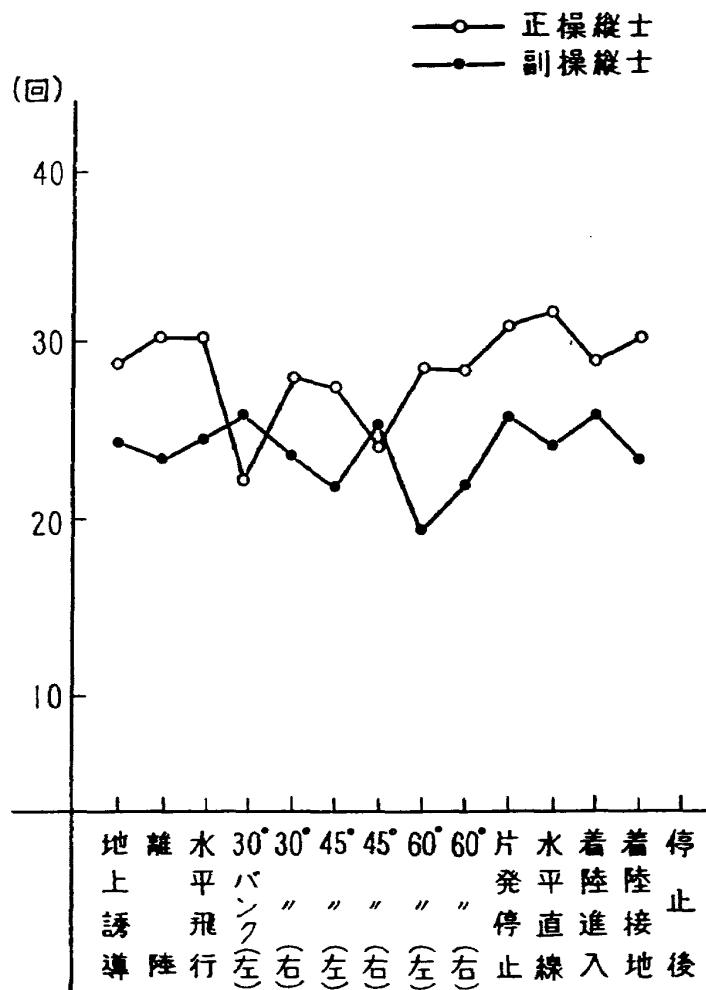


図 8 正副操縦士の飛行中の呼吸の変化

4. 結 論

パイロットの心理的負担をよく表現する妥当な測度を決定するために、機上実験により、操縦時の脈拍、呼吸の変化を連続的に測定した。この結果得られた知見は次のとおりである。

(a) 脈拍は、正操縦士において著しく増加し、とくに、離陸、着陸、片発停止飛行時に高い。

離 陸 時 増加率 74.8% (115%~41%)

着 陸 時 増加率 92.5% (133%~47%)

片発停止飛行時 増加率 74.5% (115%~32%)

(b) 航空機に搭乗するだけで作業を行なわない場合でも、空中にあっては最低 23% の脈拍の増加がみとめられる。

(c) 脈拍の変化と主観的な緊張度との相関性は非常に高く、脈拍が心理的負担の測度として妥当であることが明らかとなった。

(d) 呼吸は、地上との交信、その他の要素を含むことがあり、心理学的測度として用いるにあたっては、なお検討の必要がある。

(e) 今回の実験では連続的な測定が行なわれたが、その経験から、脈拍・呼吸数はごく短時間でその値が変化してゆくことがわかったので、従来広く行なわれていた1分間サンプリング法では貴重なデータを見失うおそれがある。

おわりに、この研究を遂行するにあたって終始ご協力下さった伊藤忠航空輸送（株）の方々、飛行実験部後藤課長はじめ飛行課の方々、多くの助言をいただいた青山学院大学高木貫一教授に厚くお礼申し上げる。また、実験にあたっては、人間工学研究室川原技官にご協力をいただいた。

文 獻

- 1) 橋本邦衛, 他: 大型バス運転の生理的負担に関する研究—前編：走行速度と負担との関係—名神高速道路における最大速度の許容限界について, 鉄道労働科学, 15 (1962), pp. 39~61.
- 2) 橋本邦衛, 他: 電気機関車乗務の生理的負担に関する研究, 鉄道労働科学, 14 (1961), pp. 27~53, および 16 (1964), pp. 75~99.
- 3) 橋本邦衛, 他: 東海道新幹線における高速電車運転の生理的負担と長時間の反復運転による影響について, 鉄道労働科学, 16 (1964) pp. 1~38.
- 4) 近藤 武: 交通諸条件と自動車操縦者の心身反応に関する研究, 関西医科大学雑誌, 13 卷, 2 号 (昭和 36) 294~303.
- 5) 長沢有恒, 他: 操縦動作時における生体反応の研究, 航空医学実験隊報告, 5, 1 (昭和 39) pp. 3~20.
- 6) 池上晴夫, 他: 心搏数よりみた T-34 パイロットの飛行中の精神緊張に関する研究, 航空医学実験隊報告, 5, 1 (昭和 39), pp. 32~39.
- 7) 池上晴夫, 他: T-34 練習機の各種アクロバットにおけるGと心搏数に関する研究, 航空医学実験隊報告, (昭和 39) pp. 40~45.
- 8) W. B. Cannon: "Bodily Changes in Pain, Hunger, Fear [and Rage]", C. T. Branford Co. Boston (1953).
- 9) 藤森聞一, 他: 精神電流現象, 脈拍, 呼吸の相互関係について, 医療 6 卷, 6 号 (1952) pp. 367~371.
- 10) 大島正光編: アーゴノミクス. (昭和 40) 朝倉書店.
- 11) 三好範子・百名盛之・岡部正典: 航空機操縦時の心理的負荷に関する研究 (I), 日本心理学会第 28 回大会発表論文集 (昭和 39) p. 508.

付録 作業分析表

Task Analysis - Queen Air

Task No. 1—Engine Start

Sequence of Operations		Manual Control Manipulator	Visual Cues Used	Time	
Operation No.	Pilot Functions Required			Each Ope.	Cumulative
1.	Prop. full increase	Throttle lever	Fuel pressure		
2.	Throttle 1/8" open	Boost pump sw.	Light		
3.	Right engine start a) Boost pump sw. on b) Fuel pressure check c) Magneto sw. d) Prime sw. e) Starter sw. f) Idle cut off sw. on g) Throttle open 1500 rpm h) Generator sw. on i) Oil pressure 25 psi j) Boost pump sw. off	Magneto sw. Prime sw. Starter Idle cut off sw. Throttle lever Generator sw. Boost pump sw.			
4.	Repeat ope. 3 for left engine		Oil pressure	1'05"	

Task No. 2—Take off

1.	Throttle open MP 43 ⁱⁿ rpm 3200	Throttle lever	Engine rpm		
2.	Keep heading (by rudder)	Rudder	Light (gear)		
3.	Flare stick up 95 m/h	Stick	MP rpm		
4.	Gear up lever, light check	Gear lever	Altimeter		
5.	Power set lever, MP 40 ⁱⁿ rpm 3000		Airspeed		
6.	Flap up lever	Flap lever			
7.	Airspeed set stick 140 m/h	Trim knob			
8.	Trim set (knob)	Boost pump sw.			
9.	Booster pump off			48"	

Task No. 3—Forward Flight

1.	Throttle open to 2700 rpm	Throttle lever	Altimeter		
2.	Airspeed & alt. set (by stick)	Stick	Airspeed		
3.	Heading, alt. maintaining (by stick, power)	Rudder	Compass		
			RPM	5'00"	

Task No. 4, 5—Turn and Bank—30° Left, 30° Right.

1.	Compass check	Stick	Compass		
2.	Turn	Rudder	Turn & bank ind.		
3.	Compass check for new heading		Horizontal Gyro		
4.	Stop turn		Altimeter		
5.	Repeat ope. 1-4 for right turn			2'00"	

Task No. 6, 7—Turn and Bank—45° Left, 45° Right

Sequence of Operations		Manual Control Manipulator	Visual Cues Used	Time	
Operation No.	Pilot Functions Required			Each Ope.	Cumulative
	The same to task No. 4			1'14''	

Task No. 8, 9—Turn and Bank—60° Left, 60° Right

The same to task No. 4			1'02''	
------------------------	--	--	--------	--

Task No. 10—Single Engine

1.	Stop Engine Throttle close, keep heading, altitude and airspeed	Throttle lever Pitch lever	Altimeter Airspeed		
2.	Pitch lever to 3000 rpm	Idle cut off sw.	Compass		
3.	Idle cut off sw. off	Trim knob	RPM ind.		
4.	Pitch lever close to feathering, check prop. stop and feathered	Mag. sw.			
5.	Power and trim adjust keep 120~130 mph	Gen. sw. Fuel selector			
6.	Keep heading and altitude				
7.	Mag. sw. off				
8.	Gen. sw. off				
9.	Fuel selector off				
10.	Reverse ope. 1~9 for recovery			3'30''	

Task No. 11—Forward level flight

1.	Decent Throttle lever close to 1500 rpm	Throttle lever	Altimeter		
2.	Airspeed set 140 mph	Elevator	Vertical speed		
3.	Rate of decent check				
	Level off				
1.	Throttle open to 2700 rpm	Throttle lever	Airspeed		
2.	Airspeed & alt. set	Stick	Altimeter		
3.	Heading, altitude maintain		Compass	5'00''	

Task No. 12—Landing Approach

1.	Airspeed set 130 mph	Throttle lever	Airspeed		
2.	Booster pump on	Booster sw.	Fuel pressure		
3.	Gear down	Gear lever	Gear light		
4.	Power adjust	Flap lever	RPM		
5.	Flap down	Radio	Flap ind.		
6.	Radio contact to tower				
7.	Turn to base leg				

Task No. 12—Landing Approach—continued

Sequence of Operations		Manual Control Manipulator	Visual Cues Used	Time	
Operation No.	Pilot Functions Required			Each Ope.	Cumulative
8.	Flap down lever to 50%				
9.	Power adjust				
10.	Radio contact to tower				
11.	Recheck gear			2'10"	

Task No. 13—Landing Touchdown

1.	Turn to final	Throttle	RPM		
2.	Power adjust	Stick	Airspeed		
3.	Flap full down	Flap lever	Flap ind.		
4.	Flare	Rudder			
5.	Power off, Throttle lever close	Booster pump			
6.	Keep heading	sw.			
7.	Flare up	Gyro compass			
8.	Booster pump off	knob			
9.	Gyro compass off			22"	

Task No. 14—Shutdown

1.	Parking brake set	Parking brake			
2.	Radio sw. off	Radio sw.			
3.	Battery check	Battery sw.			
4.	Throttle to 1600 rpm	Throttle lever			
5.	Throttle to 1000 rpm	Idle cut off sw.			
6.	Idle cut off sw. off	Mag. sw.			
7.	Mag. sw. off	Battery & generator sw.			
8.	Battery & generator sw. off	Fuel selector			
9.	Fuel selector off			1'05"	

TR-94	翼幅方向に一様な揚力分布をもつ半無限の後退翼 On the Camber Lines of Semi-Infinite Sweptback Wings which give Uniform Spanwise Load Distribution	1965年10月 河崎俊夫
TR-95	飛行機の縦の操縦特性に関する二三の考察 A Few Comments on the Longitudinal Handling Qualities of Airplanes	1965年11月 荒木 浩
TR-96T	A Generalized Functional Formalism for Turbulence	Dec. 1965 Iwao HOSOKAWA
TR-97	圧縮性と壁形状を考慮した軸流ターボ機械の作動円盤理論(I)-軸対称流れ- A Theoretical Investigation of the Compressible Flow Through the Axial Turbo-Machines (I) —Non-Swirling Fluids in Ducts—	1965年12月 藤井昭一
TR-98	後退角45°、アスペクト比4.0の薄い片持翼の遷音速フラッタ特性に及ぼすテー・バ比の影響の実験的研究 Some Effects of Taper Ratio on the Transonic Flutter Characteristics of a Series of Thin Cantilever Wings Having a Sweptback Angle of 45° and an Aspect Ratio 4.0	1965年12月 中井嘆一, 高木俊朗, 安藤泰勝
TR-99	計器のよみやすさに関する研究 A Study of Dial Legibility	1966年2月 三好範子, 岡部正典
TR-100	回転翼の線型理論(III) —揚力線の方程式の解法— Linearized Aerodynamic Theory of Rotor Blades (III) —Method for Solving Lifting-Line Equations—	1966年2月 石川澄子, 市川輝雄
TR-101	航空機の着氷気象条件について(I) Meteorological Conditions on Aircraft Icing (I)	1966年2月 古関昌次, 田寺木一, 泉日出夫, 太田幹雄, 峰岸正勝
TR-102	ロケット胴体をまわる超音速流の一近似解法 (II) 一迎角のあるとき— An Approximate Calculation for Supersonic Flow Past Bodies of Rocket Vehicles (II) —Linearized Flow with Attack Angle—	1966年3月 谷喬
TR-103T	Basic Considerations for Treating Non-Equilibrium Fluids —A Functional Approach to Non-Equilibrium Statistical Mechanics—	March, 1966 Iwao HOSOKAWA
TR-104	翼幅方向に一様な揚力分布をもつ三次元後退翼のそり The Camber Distribution of a Spanwise Uniformly Loaded Subsonic Wing	1966年4月 河崎俊夫, 海老原正夫

航空宇宙技術研究所報告105号

昭和41年4月発行

発行所 航空宇宙技術研究所

東京都調布市深大寺町1,880

電話武蔵野三鷹(042) 44-9171(代表)

印刷所 笠井出版社

東京都港区西新橋1の21の8