航空機操縦におけるワークロードの研究(17) —操縦行動の時系列的解析—

○門尾孝是、西 修二 (航空医学実験隊)

加藤象二郎 (愛知みずほ大学)、長澤有恒 (日本大学)

A Study on Pilots' Workload (17)

- Time Series Analysis of Pilots' Flight Performance -

A. Kadoo, S. Nishi (Aeromed. Lab., JASDF)

Z. Katoh (Aichi Mizuho Coll.), & Y. Nagasawa (Nihon Univ.)

【はじめに】

操縦中のワークロード評価のために、我々はいくつかの実験を行い各種の指標について検討を行ってきた。中でもTTSI (Task Time Stress Index) と心拍数は、それぞれ、ワークストレスとワークストレインを示す有効な指標の一つとして検討を進めている。そして従来の分析から、心拍数を高めていると考えられる操作手順や動作が特定出来そうな見通しを得た。しかし、データの中にはTTSIと瞬時心拍数の対応が通常と異なる例も存在する。今回の報告は、これらの代表的な例(特定の着陸操作や空中操作課目の一部)について時系列的に示し考察を行う。

【方法】

測定に用いた装置は、当隊の保有する研究用フライトシミュレータ (POWERS) であり、ジェット練習機 (T-2) の飛行特性を模擬している。

分析対象データ：これまでに処理を行ってきた航空自衛隊所属のパイロット29名

ワークストレスの指標として用いているTTSIは、既に報告したようにPOWERSで収集するスティック操作力やスロットル操作角などの操縦操作信号を基に算出したものである。また、瞬時心拍数もこの操縦操作信号と同期して測定した心電図から求めている。

【結果及び考察】

1. 着陸操作

図1にはTTSIと瞬時心拍数の高まるフェーズが顕著に異なっている例を示している。図に示した飛行は、飛行場から14~16NMの位置から航法装置 (TACAN) を用いて接近し、滑走

路視認後は有視界により着陸を実施させたものである。なお、図に示した被験者の年齢は24才、実機総飛行時間400時間、T-2型機の実機飛行時間は140時間であった。図中(A)は、滑走路延長線上のコースに向かうための旋回操作等を実施している部分であり、航空機の縦や横方向の制御操作がTTSIの増加として現れるとともに心拍数増加の傾向がうかがえる。

次に(B)では、降下の第一段階であり、規定の諸元(高度やコースからの偏位)に従った飛行である。ここでは、それまでのTTSIと心拍数の関係が現れていない事が図から読み取れる。つまり、航空機の操縦操作がさほど多くない(TTSIが高くない)にも関わらず、心拍数の増加が現れた理由としては、情報の入手・判断の割合が他のフェーズに比べ多かったことが考えられる。すなわち、自機位置の確認や各種諸元と規定の諸元との照合の割合が通常の場合に比べ多かったと考えられる。

(C)では、滑走路視認後接地までのものであり、再びTTSIと心拍数の対応関係が現れてきている。その後の(D)は、接地後の地上滑走から停止の部分であり、(B)の場合とは逆に操作がある(TTSIは決して低くない)にも関わらず、他の空中にある時に比較して低い心拍数となっている。このように、TTSIと心拍の変化が異なっているのは、制御すべき対象が減り、情報入手の負荷が減少している割には操作が減少していないためであろう。

2. 空中操作課目

これまでの実験では、主として空中操作課

目を対象としており、その一例としてレイジー 8 飛行中の TTSI と心拍数の変化を図 2 に示す。レイジー 8 は、ピッチ、バンクを連続的に変化させながら飛行する課目であり、情報の入手・判断も常に一定量あったと考えて差し支え無いであろう。この課目中の TTSI を見ると間欠的にその増減が現れている。そして、課目中の平均値として処理する事により、当該課目を代表する値となる。TTSI が間欠的に現れている原因としては、TTSI が操縦操作の有無に基づいたものであり、操作量の大小については加味していないためである。

【まとめ】

TTSI は、操縦中のワークストレス評価の指標として、POWERS では極めて簡便に得る事の出来るものであり、その有効性も有していると考えている。しかし、測定した結果の細部を見ると、ワークストレスの指標として用いている心拍数との対応が明瞭に現れていない部分もあり検討を行った。対応関係が得られない原因としては、情報の入手・判断時間の動作時間に占める割合が異なっていたためであろうと考えられる。今後、ワークロードをよりの確に評価して行くためには、視走査など、情報の入手を反映するデータを追加して検討する必要がある。

【参考文献】

- 1). 長澤有恒 他：操縦動作時間分析によるワークストレス計量化の試み。日本人間工学会第22回関東支部会講演集. p119, 1992
- 2). 門尾孝是 他：パイロットワークロード評価のための操縦動作分析。日本航空宇宙環境医学会第38回総会予稿集. p41, 1992

図 1. TACAN アプローチ、着陸時の TTSI と瞬時心拍数及び各種操作信号

図 2. レイジー 8 飛行中の TTSI と瞬時心拍数