

Multiple Time Zone Travel にともなう 運航乗務員の生理心理的変動について

杉山 貞夫, 水野 高一郎, 滝川 佳孝
栗原 和子, 長野 英麿 (日本航空)
日本航空・人間工学研究チーム (日本航空)

はじめに

最近、我国でもいわゆる生体内時計に関する研究がすすみつつある。人間の日周リズム、生物時計、生理時計等の名において、多くの著書があらわされつつある。その多くは、生体内の基本的リズムのパターンの解明、そのリズム発生器官のメカニズムと機能にかかわる Chronobiological な研究である。環境の変化と人間のリズムに関する研究、あるいは時間論的研究など人間機能の周期性に関するものも少なくない。

しかし、移動によって人間の生理機能に変化をきたすことは経験的にはわかってはいたものの、科学的に十分分析をほどこすまでにはいたっていないのが現状である。

人間には一定環境に生活していても種々の生理機能にはリズムが見出されている。しかし、環境自体のリズム、例えば、昼夜リズムなどが変化する場合、諸種の内的機能のリズムは乱されるであろうことは十分に予測されることである。

更に、複雑なことには、人間は環境変化に対し適応するメカニズムをもっている。これらのことから、人間への Multiple Time Zone Travel の影響の分析は非常に困難であって、外環境要因の変化パターンに対して単純に人間の機能変化が同期するとは思われない。しかし、最終的には、個々人の差はあっても、機能変化のリズムは安定す

るにいたるのである。

さて、近来、人間の社会的行動が過去のそれと大巾に異なった点の一つとして距離/時間、すなわち、移動スピードの増大と、長距離高速移動手段の開発による移動の効率化があげられよう。

本論文では、人間の移動という社会的行動が、生体の生理心理的機能にどのような変化を与えるのかを見るにとどめたいと思う。

このように、人間がその生活環境において極く自然に、しかも当然のこととして営んでいる社会生活が、直接、生理的機能に変化をもたらし、又、その変化の効果が生体内に蓄積され、更に、これらが、以後の社会生活や行動に変化をもたらす。これらは、最近、勃興しつつある環境心理学の問題でもある。

—目 的—

本論文では、最近、洋の東西を問わず一般化しつつある航空機による長距離高速大量輸送によって生体にどんな生理・心理的変動がもたらされるものかを、航空機運航乗務員を例として、生活時間の変化、覚醒水準の変化、快—不快感情の変化、自覚症状の変化からとらえることとした。勿論、一般の旅客とは異なって、彼等の仕事は、安全に航空機を運航し、飛行中、種々の生命にかかわる操作を行なうという重大な責任を負っている。しかし、職業としての移動を営む人間のかかる生理・心理的変動をとらえることも、一般社会

杉山 貞夫 関西学院大学社会学部教授
水野 高一郎 関西学院大学文学部大学院博士課程
滝川 佳孝 関西学院大学社会学部大学院修士課程
栗原 和子 関西学院大学社会学部大学院修士課程
長野 英麿 日本航空株式会社運航本部理事
日本航空・人間工学研究チーム 日本航空株式会社運航部

人の今後の社会的行動をみる上に十分寄与しうる情報を含むものと考え、ここに我々の行なった実験の結果を報告したいと思う。

さて、従来の労働生理学よりみて、航空機の運航乗務員の作業は、精神・神経労働であると考えられる。三名の異なる職種 (Captain, Co-pilot, Second officer) の者が多種類の計器の監視を行ない、判断し、機械系の操作を行なっているが、三者間には目的に合致した協調が基本にあり、単純な人間—機械系としてはとらえられないものである。又、身体的には長時間の座居姿勢は、人間—機械系機能維持の為には必要であるものの、生体にとっては自然のものではない。それに加え、生体の内因性のリズムと現地時間との間の位相のずれによって起きる諸変化が様々の疲労症状をもたらすと考えられている。ここでは、かかる生活によって生起する変化を出来るかぎり簡明な方法で、明らかにしようとした。即ち、

- (1) 日常生活によってステレオタイプ化した生活パターン (即ち、睡眠に関するもの：就寝時間と起床時間、摂食時間に関するもの：朝食、昼食、夕食の摂取時間) が、5日間の東京⇄モスクワ⇄ヨーロッパの運航期間中にどのように変化するかを検証しようとする。すなわち、ここでは社会的に規定されて来た習慣的な時間パターンが、長時間の運航と時差によってどのように変化するかを示したい。
- (2) 5日間の運航期間中の4回のフライトの直前から直後まで測定可能な時点での乗務員の覚醒水準をみる為に、フリッカー値の測定を行なった。その変動傾向を示したい。
- (3) 運航作業を中心として生活が規制されるのだが、それらすべてを含めた生活を主観的に評価した結果を示す。それらは、
 1. フリッカー値測定時に評価されたその時点での主観的な快—不快感の継時的変化。
 2. 特に、前夜の睡眠がその日の運航に対し、重要であると言われていることから、睡眠の充足感を入眠のしやすさ、熟睡の度合、目ざめの爽快感、睡眠量の過不足感にわけて、そ

れぞれ評価させた結果。

3. 5日間の運航前の自覚症状と運航後の自覚症状の差を調査した結果、

これらの測定された値を通して、運航乗務員の移動時における生理・心理的変動をとらえようとした。

—方 法—

1976年度に、前記の航空人間工学研究チームが報告した結果¹⁾にみられる睡眠開始時間、終了時間、各食事開始時間、現地日出・日没時間、及び睡眠時間の周期のずれが入力条件として考えられた。勿論、運航乗務員の作業負荷も入力ではあるが、この際入力は、作業負荷を含めたものとして考慮されている。

覚醒水準を測定するために、前述の如くフリッカー値測定がなされた。測定は普通の測定法に従い、一定時点で5回ずつの上向・下向系列による測定値及び平均値が記録された。

また、本研究室において検討された睡眠の質的評価に関する主観的判定スケール、及び、快—不快判定スケールは、十分判定尺度としては吟味されたとは言いがたいが、特に本研究では実施に踏み切ることとした。

5日間の運航の出発前と帰着後に実施された自覚症状調査には、1967年に産業疲労研究会によって提案された“自覚症状しらべ”によるものを使用している²⁾。

生活時間周期に使用したデータは、モスクワ線運航乗務員で、昭和51年2月現在で同線運航経験1年以上の23名のもので、CAPT. 8名 (年令：44才～35才；飛行経験：11,000～5,000時間)、CO-PI. 7名 (43才～29才；5,300～2,100時間)、S/O. 8名 (29才～25才；1,100～500時間)であった。昭和51年2月、3月、4月の3か月間継続して記録した生活時間の原票から、5日及び3日のフライト・パターン別にデータは分析された。残効があることが当然予測されたので、フライト終了後2日間のデータが使用され、また、比較のために、比較的長期間在日し、残効が消滅したと考えられる時期の在日生活時間も選別のうえ、利

1) 日本航空航空人間工学研究チーム：モスクワ線睡眠時間調査報告，1976年。

2) 吉竹 博，産業疲労—自覚症状からのアプローチ，労働科学叢書33，労働科学研究所，昭和48年。

用されている。

フリッカー測定及び主観的快・不快感判定についての調査は、1976年から1977年に実施されたが、被験者数は18名であった。

ここでは、対象路線として前述の如く日本航空のモスクワ線、即ちモスクワ経由、ヨーロッパ5日間往復の乗務パターンが使用された。

東京→モスクワ間の飛行時間は約10時間で、時差は6時間であり、次の日に飛ぶモスクワ→ヨーロッパ間の飛行時間は約3時間半、時差は2～3時間である。その場合の各ステーションでの滞在時間及び飛行時間を表一に示す。

表一 モスクワ線運航乗務員の5日間の運航パターン (但し、MOW→EUR間は、LONの他にPAR, ROM, FRA, CPHがある。)

5日パターン (東京帰着まで5日の Pattern)				
Station	日本時間	標準時(Z)	現地時間	所要時間又は滞在時間
TYO 発	11:00	02:00	11:00	10 時間
MOW 着	21:15	12:15	15:15	
MOW 発	22:15	13:15	16:15	4 時間
LON 着	02:00	17:00	17:00	18 時間
LON 発	21:00	12:00	12:00	4 時間
MOW 着	00:40	15:40	18:40	25 時間
MOW 発	01:50	16:50	19:50	9.5時間
TYO 着	11:20	02:20	11:20	

— 実験結果 —

I 生活時間の周期のずれ

普通人間は一定の Time Zone の中で生活を営んでいる。特に、我国の場合は国土の全部が GMT + 9 時間の Time Zone の中にあり、国内で移動しても時間に差はない。

このように一定の Time Zone に住む人間は、季節によって多少の異なりはあるが、特別な場合を除いて大体24時間周期で睡眠、食事摂取などの行動を営むとみなされる。

東京 (TYO) ↔ モスクワ (MOW) ↔ ヨーロッパ (但し、ヨーロッパ内の目的地は、ロンドン (LON), パリ (PAR), ローマ (ROM), 及び、コペンハーゲン (CPH) があり、日によって異なる目的地にむけて運航されている) 間を5

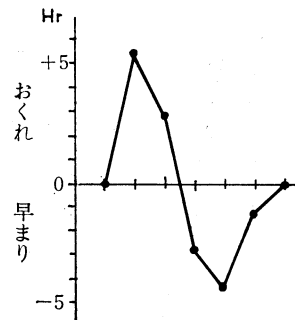
日間で往復する運航乗務員の生活は各地の時差によって確実に生活パターンが変化する。

I-1 日の出時間、日没時間の周期の変化
運航乗務員が在日の場合の日の出時間、日没時間は、同一季節内では大体一定しているが、運航期間中、日の出時間がどう変化するのであろうか。そのずれの様相を表一に示す。

表二 在日期間中と5日間運航期間中の現地での日出時間、及びその差、24時間周期からのずれ (但し、便宜上通し時間を使用している。単位は時間)

地点 日出	東京 現地 差			24時間周期からのずれ		
	東京	現地	差	東京	現地	ずれ
第1回	5.8	5.8	0.0	24.0	24.0	0.0
第2回	29.8	35.2	+5.4	24.0	29.4	+5.4
第3回	53.8	62.0	+8.2	24.0	26.8	+2.8
第4回	77.8	83.2	+5.4	24.0	21.2	-2.8
第5回	101.8	102.9	+1.1	24.0	19.7	-4.3
第6回	125.8	125.8	0.0	24.0	22.9	-1.1
第7回	149.8	149.8	0.0	24.0	24.0	0.0

更に、24時間周期からのずれを図示したのが図一である。西行きの場合、24時間以上の周期となり、1日は長く、東行きの場合には24時間以内の周期であることがわかる。



図一 日出時間の24時間周期よりのずれ

参考までに、日没時間の24時間周期からのずれを図二に示した。初日のTYO→MOWで日没時間がおくれるが、2日目のヨーロッパでは、日没時間は早まり、3日目では日没時間は変化せず、4日目の東行時には日没時間は早まる。この複雑な変化パターンは移動による一日の時間延長と短縮によっている。

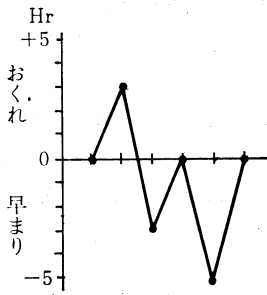


図-2 日没時間の24時間周期よりのずれ

運航乗務員が在京するかぎり、日出・日没のような自然現象は、ほぼ同一周期でくりかえされるのは当然のことであるが、東西に移動する人間の生活時間の周期は、この5日間の運航期間中、一体どのように変化するのであろうか。次に、食事の周期を分析してみたい。

I-2 食事時間の周期

図-3 は一日のうちに3回とられる各食事の24時間周期からのずれを示している。例えば、初日の朝食と第2日目の朝食の間には24時間+9時間=33時間あり、又、第5日目と第4日目の間では夕食は15時間ということになる。これらのずれの傾向は、日出・日没時間のそれと大変似ている。昼夜時間の短縮や延長により、食事のスケジュール

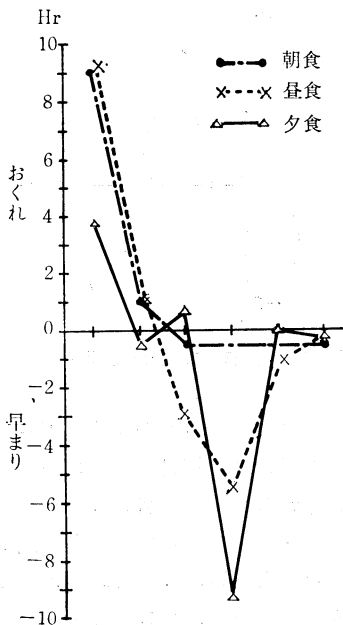


図-3 食事時間の24時間周期よりのずれ

ルも在日時とは大巾に変化することはわかったが、このことは各食事時間の時間間隔の延長、短縮を示している。ちなみに、これら乗務員の在京時では、各食事間の時間間隔は、朝食一昼食が平均4.36時間、昼食一夕食が平均6.33時間、そして夕食一朝食が平均13.32時間である。ところが、5日間の運航時には、朝食一昼食の時間間隔が平均4.86時間、昼食一夕食が平均6.42時間、夕食一朝食が平均13.80時間となる。このように、ややおくれの傾向がみられるが、これは飛行スケジュールや睡眠時間帯のずれにもよると考えられる。第4図は運航中の各食事時間間隔の変化をとらえたものである。1日各三食の間の時間間隔は、やはり時差による昼夜の時間の伸縮によって影響を受けていることがわかる。

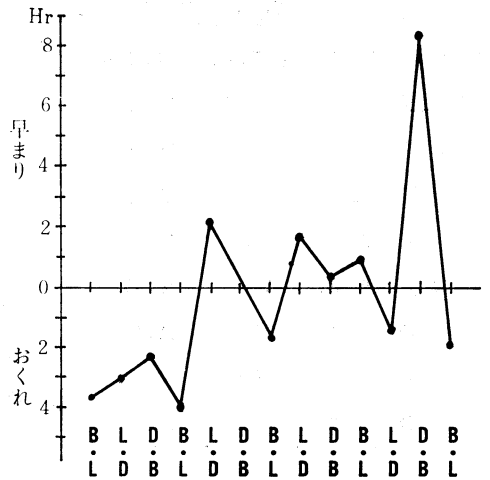


図-4 5日間運航期間中の1日各3食の間の時間間隔の変化(但し、Bは朝食、Lは昼食、Dは夕食を示す。)

I-3 睡眠周期

5日間の西行、東行の場合の睡眠パターンは、日本の正常の周期からは大巾にずれるものである。回数のみに関して言えば、MOW→TYOの東行中に、一回の睡眠がなくなってしまう。すなわち、5日間(120時間)に正常周期を営むときには4回の睡眠があるが、この往復中に得られる睡眠回数は3回しかない。このため、必然的に睡眠時間が不足する。

睡眠時間の過不足を示したものが第5図である。この図をみると帰国後、以外に早く睡眠時間は元の周期に回復していることがわかる。

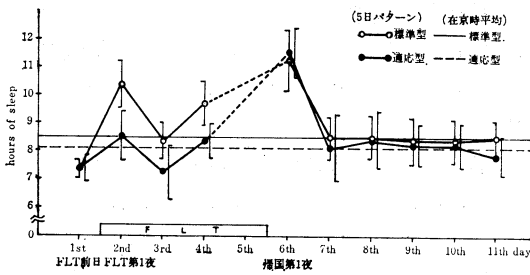


図-5 5日間運航期間中の睡眠時間の変化

I-3-1 順応のパターン—標準型と適応型

1976年2月から実施した睡眠時間調査によると、運航乗務員の3か月にわたる諸周期の分析過程で、二種類の周期性に対する順応のパターンがみられた。調査対象となった23名の運航乗務員の57%の者は、食事、就寝、起床の時間が概ね規則的であり、いわゆる規則的生活を営んでいるに反し、47%の者は、その時の状況に応じた食事、就寝、起床を行なうようで、異なる状況に順応しやすい生活パターンを基本的にもっているように思えた。

このことは、在日中のみならず、5日間の運航期間中にもみられ、適応型の運航乗務員は睡眠時間に関してもその間の変動が少なく、また、一般に睡眠時間は短いようである。更に言えることは、両パターンとも、3か月間の平均睡眠時間に比して運航期間中は睡眠時間が減少する傾向があるが、このことは、東行時の1夜の欠落によるものと考えられる。それにしても平均差が少ないのは、一般睡眠時間(夜間)外に補充睡眠を行なっているからであるとみられる。以下に第3表として平均睡眠時間を示す。

表-3 順応パターン別、年齢別にみた平均睡眠時間

	年令	5日間運航期間中	全年令平均	3か月1日平均睡眠時間	全年令3か月1日平均睡眠時間
		時間分	時間分	時間分	時間分
標準型	25~30才	7.40	7.45	8.26	8.14
	31~45才	7.50		8.02	
適応型	25~30才	6.34	6.37	7.48	7.43
	31~45才	6.39		7.38	

安全な運航をするためには、1日の睡眠量を確保するだけでは不十分であって、その運航乗務員

の生活リズムからの運航期間中のリズムのずれの方が大きく影響するのではないかと考えられた。このことは、現地時間で昼間でも、日本時間では深夜となれば耐えがたいぬむけをもよおすし、また、逆に、現地の夜中に目がさえて寝つかれないという多くの報告によっても裏付けされよう。この点については、覚醒水準および、睡眠評価についての実験結果とあわせて述べるつもりである。

I 運航期間中の覚醒水準の変動

運航乗務員には、乗務時間、勤務時間、離着陸回数、休養期間等について規定がある。その規定にもとずいて運航乗務員のスケジュールは決められているのだが、国際線の場合、日本航空では、最大限1回当たり乗務時間10時間、1回の運航当り最大限5回の着陸まで、前後の作業時間をあわせて最大限15時間の勤務時間となっており、基地以外での休養時間は最低12時間与えられている。又、基地帰還後、最終運航乗務時間の2倍以上の時間、休養が与えられ、又、1か月、3か月、1年間の乗務時間も制限されている。

本実験では運航時間の前後約1時間~2時間、即ち、ショーアップ時点から大体1時間間隔でのCFFの計測を試み、乗務終了後、ホテルに到着後の計測も行なわれている。一定時間毎の測定がのぞましいのだが乗務中優先すべき作業があるため、一切強制はされなかった。

さて、CFF (critical flicker frequency) は点滅する光の点滅周波数を変化させたとき、一定の周波数以上の場合、その光点は融合光 (fused light) として見え、それ以下の場合にその光点は点滅光 (flickering light) としてみえる。その場合の臨界周波数をCFFとよぶものであるが、大脳新皮質の機能水準を示すものとされている。

かかる生理・心理的機能の時間的変化過程をしらべる場合に、まず問題となるのは、CFFを通して測定される生体機能は日本での昼夜サイクル、あるいは、覚醒—睡眠のリズムにもとずいているものか、あるいは、現地での覚醒—睡眠のリズムに敏感に反応しうるかと言う点である。

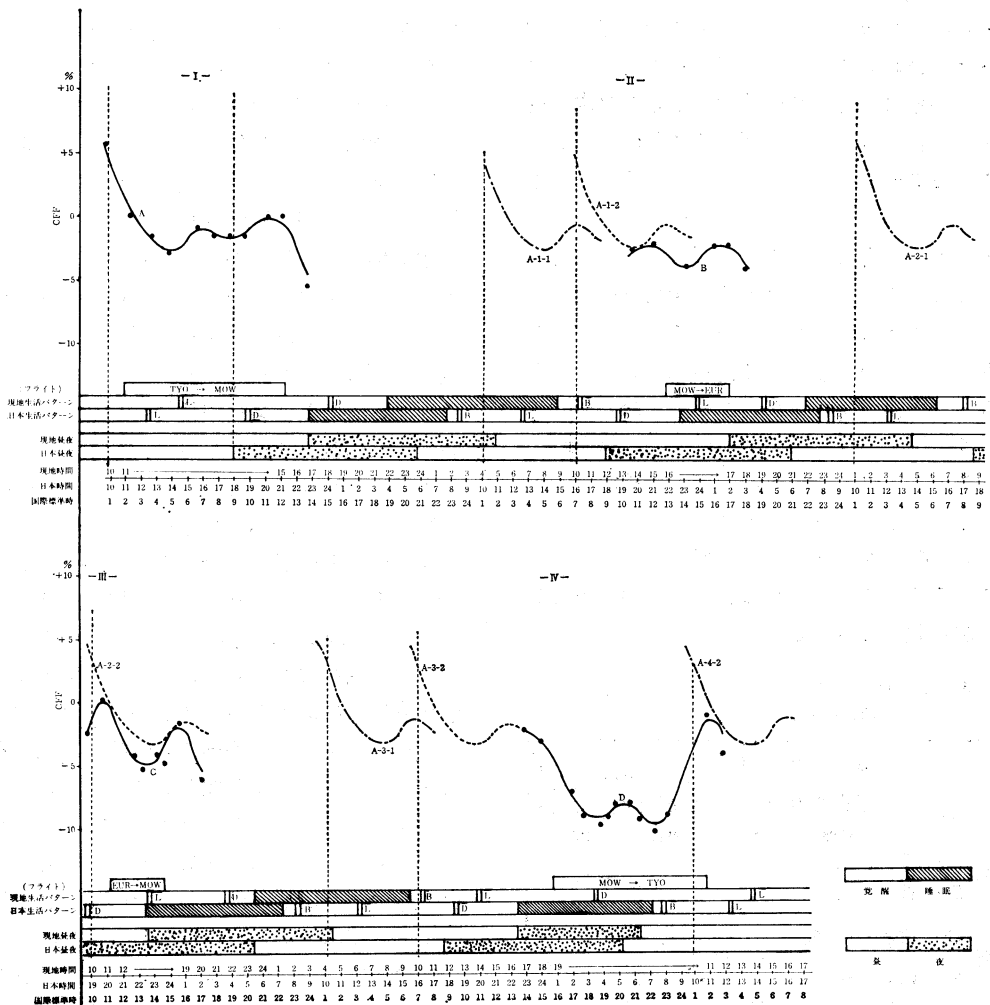
この点については、本実験から推論することは出来ないが、いずれにしても、CFFの測定のためには、開眼覚醒の必要がある。しかも、覚醒を左右する基本的外的環境条件である昼夜のリズム

が自己の馴れたリズムではなく、移動によって人為的に周期が変化したものであり、必然的に覚醒レベルの維持には、この変化した外的条件と自己の努力が必要である。

本実験は、可能な限り測定されたCFFを通して、運航乗務員の覚醒水準を推測しようとしたのであるが、この測定は地上の実験室実験と異なり、実験統制を行なうことの可否が先ず問題となった。すなわち、測定自体が被験者の作業上の主目的に反すると認められた場合には行なわないことを原則としている。科学的興味を最優先させることよりも、人間の生命を最優先させるべきことは言うまでもないことであり、このCFF測定

は、被験者が現地時間で覚醒している時に、その意志において行なわれている。決して、就寝中に無理に起こして測定を強要することは為されていない。

18名のモスクワ線運航乗務員のCFFが測定された。既に述べたように、5日間の東京→モスクワ→ヨーロッパの往復は、4回の運航からなり立っている。初日のTYO→MOW間で測定されたCFFの変動傾向を示したのが、第6図の第I部分である。このA曲線に示されるCFFの変動傾向は、日本時間10時より23時のものである。これは、運航乗務員の初日の運航作業中の覚醒水準の変動を示しており、当然のことながら、作業負



図一六 5日間運航期間中のCFFの変動、現地生活パターンと日本での生活パターンの差、及び、現地昼夜と日本での昼夜(但し、横軸は現地時間、日本時間、及び、国際標準時間をもって表わしている。)

荷、食事、時差等多くの内外要因の影響が反映していると考えられる。しかし、本実験では、無負荷条件と負荷条件の差を求めることを目的としていないので、A曲線の前半8時間分の変動のみを仮に、在日の一日の作業負荷や食事の影響を含めた8時間労働によるCFFの変動と仮定し、以後のCFF実測部分の変動曲線と比較しようとした。

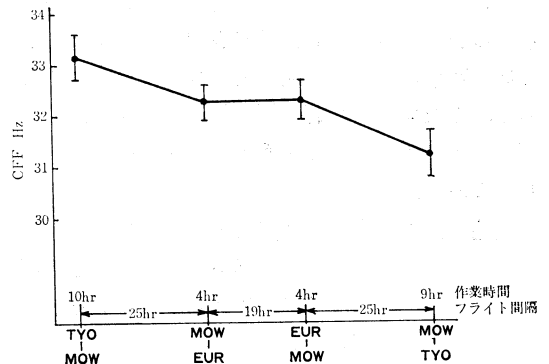
A-1-1, A-2-1, A-3-1, A-4-2³⁾の諸曲線は、前述のごとく日本時間10時を起点としており、日本での生活時間帯の覚醒レベルの変動を仮定的に示しているが、現実には現地時間内に被験者は居り、A-1-1の前半は現地モスクワでの睡眠の後半に当たる。また、A-2-1はヨーロッパでの睡眠時間と殆んど重複しているし、A-3-1は東行モスクワでの睡眠時間と重なっている。かかる場合に、抑制的環境内におりながら、身体的には促進的機能をもつものとすれば、睡眠の質はやはり変化すると考えられるのではなかろうか。

更に、これらの結果からみて、現地時間の昼間に日本時間で夜間になった時の方が異常なねむけにおそわれることが多いのではないと思われる。このことは、次に述べる一日平均のCFFの日を追っての低下傾向とあわせて考えるのが適当なようである。殆んど例外なく、覚醒レベルは日本時間の夜に低下している。

次に、現地時間10時にあわせた覚醒レベルの変動をみるに、A-1-2, A-2-2, A-3-2, とともに実測CFF変動曲線と合致している場合が多いようである。このことの意味を推論することは大変興味があるのであるが、すべて起床後相当時間たってからCFFの測定がはじめられており、その間のCFFの変動が不明であるため、はたして、A-1-2, A-2-2, A-3-2, の諸曲線が現実には現地で実測した場合のCFFと対応するかは不明である。

第7図に示されたものは、4回の運航期間中に測定されたCFFの平均値及び標準偏差を示している。

初日のCFF水準に比し、第2日のそれは低下し、第3日のCFF水準は第2日のそれとほぼ同水準、第4日の水準は更に低下する。この低下傾向は当然作業負荷の影響の反映でもあるが、同時



図一 5日間運航期間中の平均CFFの変化傾向

に第2・3日目の同水準のCFFは、西行から東行に移る時差逆転の影響があらわれているのかも知れないが、この点は不明である。しかし、この両日の共通条件を考察すると次の条件があげられる。即ち、日本での夜間で現地での昼間である点である。又、第4日目の最低のCFF水準は、日本の夜間にあたると同時に、現地での夜間でもある点に気付く。

このことから次のように考えられるのではないだろうか。在日条件では、生体の覚醒水準は昼間高く、夜間低い。最も低い谷は午前6時頃であると言われている。この最も低い時に運航しているのは、最後のMOW→TYOのみである。しかし、最も機能水準の高い正午頃運航しているのは、初日のみであり、又、最後の東京到着近くになって水準の上昇するのは、この時間に近づいている為のようである。

それでは、第2日、第3日の同水準はいったい何故なのか。昼夜パターンも比較的似ている。日本での夜間ではあるが、現地の午後であって到着後夜間に入る。生活時間についてみても、現地の覚醒時間帯であると同時に、後半日本での睡眠時間帯に入る。この場合の異なりは、2日目か西行であり、3日目か東行である点である。

この両日の覚醒水準は、たとえ日本での夜間で睡眠時間帯に入ったとしても、被験者が目を覚し、現地で昼間であり、作業をしているかぎり、その水準は抑制作用を受けつつも、促進条件下にある為、覚醒水準はさほど低下しないのではないかと考えられる。

安全維持のため、運航時には乗務員の覚醒水準

は高いのが望ましいのは言うまでもないことである。しかし、内部周期と外部周期を一致させることは、時差がある長距離を飛ぶ場合には不可能である。作業負荷の影響を仮に無視した場合、このデータから考えられる最適条件と最悪条件は次の通りである。

- 最適条件：日本での昼間であり、現地でも昼間：日本での生活時間帯内であると同時に現地での生活時間帯では覚醒水準が高い。

例：TYO→MOWの前半，MOW→TYOの最後半

- 最悪条件：日本での夜間であり、現地でも夜間：日本での睡眠時間帯であると同時に現地での睡眠時間帯に、無理に目を覚して作業に従事する場合、覚醒水準は低い。

例：MOW→TYOの前半

特に、覚醒水準の観点から飛行スケジュールについて考えられる諸点をここで述べておきたい。現地時間10時と日本時間10時にあわせた二種の仮定曲線のうち、現地時間10時に仮にあわせた曲線、即ち、A-1-2、A-2-2、A-3-2、A-4-2³⁾は昼夜周期（日本及び現地）が昼であり、日本及び現地でもともに生活時間帯にあたっている部分では覚醒水準は、高くなる可能性を持っている。例えば、第2日の現地時間午前9時から正午まで、第4日の現地時間午前中昼近くまで、などである。もし、高い覚醒水準期をつかった方が安全上好ましいとすれば、MOW→EURの出発時間を、2～3時間早めるのも一策であろう。EUR→MOWも多少早めて、日本時間の夜、現地時間の夜の重なっているうちに睡眠に入るのがよいように思える。MOW→TYOの場合の出発時間は覚醒水準の最低の時期のようである。現地時間の午後出発し、翌早朝東京到着の方が望ましいようである。しかし、これらの推論は前述したような危険性をともなっている。よって、これらのCFFの変動の分析については、次の機会にゆずりたいと

■ 睡眠についての主観的評価と快-不快尺度による Freshness-Tiredness の総合的評価

思う。

筆者の知るかぎり、運航乗務員は飛行についての高いモチベーションを持ち、経験の長短によって異なるが、航空機の安全についても十分理解している。又、感情面でも、いわゆる情緒の不安定性はみられない。かかる適性のある人々が多くみられるという事は、不適性の者は訓練過程で排除されてしまうからであろうが、それだけに、彼等の心理的側面をうかがうことは大変むずかしいことである。

■-1 睡眠の質についての主観的評価

ここでは、睡眠の質の主観的評価についての考察を試みたい。

すでに述べた通り、現地での睡眠期は日本でのそれにくらべ位相のずれがある。前述した通り極端な場合、昼夜の逆転によって、現地の夜間寝て昼間に運航しても、それは日本での昼間寝て、夜間に起きることになるといったような完全な位相の逆転がみられることもある。又、睡眠途中でも、日本での覚醒期に入って、目がさめてしまったり、昼間、急に睡魔におそわれる事もある。

かかる睡眠の様相は別として、ここでは、それを主観的に評価するという方法で、その質を論じてみたいと思う。

ここでは睡眠について、入眠の容易さ-困難さ、熟睡の程度、目ざめの爽快感、睡眠時間の充足感の4つの観点から7点尺度上にそれらに対する反応を求めた。被験者は18名、東京出発前の睡眠、西行のモスクワでの睡眠、ヨーロッパでの睡眠、帰途東行中のモスクワでの睡眠後にこの調査

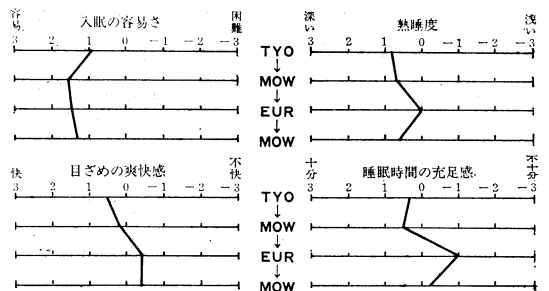


図-8 5日間運航期間中の睡眠の質に関する主観的評価

3) 現地時間10時にあわされているが、日本到着1時間前で実質日本時間となる。

はなされた。その結果は第8図に示される通りである。

■—1—1 入眠の容易さ

この18名の被験者の東京出発前の睡眠は主観的評価によると、まずまずの状態であるといえよう。また、入眠の容易さは、この4回の睡眠を通じ、容易の方向に向いており、入眠に困難を感じるということはないようである。

ただ、この入眠が容易である理由には様々あると思われるが、疲労による入眠の容易さだけではなく、特に、モスクワ、ヨーロッパでの入眠期が日本では睡眠期間中の後半にあたり、我慢して起きていた上での睡眠なので、入眠が容易なのではないかとも思われる。この点、両時点での熟睡度や目ざめの爽快感とあわせて解釈すると面白い。

■—1—2 熟睡の程度

熟睡の程度について起床後、主観的に判定させた結果は、ヨーロッパでやや浅い方向を示している。日本・現地共日中となる為、熟睡の度合は全体に低いのだろうと思われる。このヨーロッパでの熟睡度の浅さは、睡眠時間の過不足感とあわせて考察するのが望ましいであろう。

■—1—3 目ざめの爽快感

初日の状態から比較すると、日がたつにつれ

て、不快方向に感情が移行するのが目立つ。特に、5日間の運航期間の後半、特に、東行に入る前から目ざめの不快感が明らかになっているが、これも睡眠時間の不足感と関係があるようである。

■—1—4 睡眠時間の充足感

この充足感は西行中はよいが、ヨーロッパでの睡眠後から不足感が目立つのは目ざめの爽快感の場合と同じである。1回の睡眠がぬけるのは東行のMOW→TYOの間であるから、ここでは睡眠時間の欠落の影響ではなく、理由として考えられるのは、第一に、TYO→MOW及び、MOW⇄EURの運航の負荷影響の蓄積、第二に日本時間の昼間に就寝し、夜間に運航するという日周リズムの逆転である。いずれにしても、ヨーロッパと帰途のモスクワでの睡眠時間の不足感は前半の傾向にくらべて目立つ。

■—2 快—不快尺度による運航中の乗務員の Freshness-Tiredness の感情的変動

運航中のCFE測定時に、その時点のフィーリングをごく簡単に総合判断し、快—不快のスケール上に反応せしめた結果を述べる。

その変動傾向は、第9図の通りである。このフィーリングは各運航の後半に低下、すなわち不快

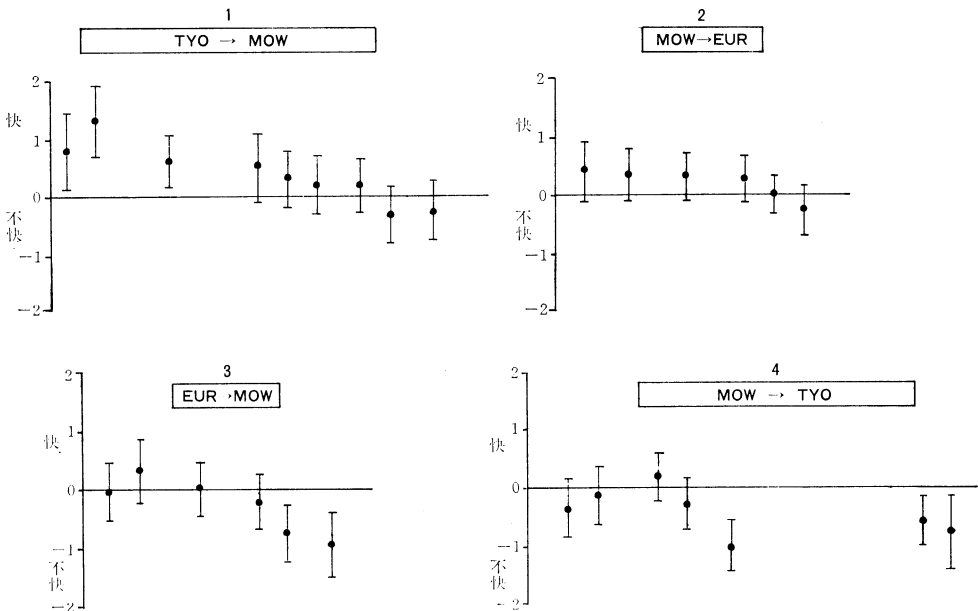


図-9 5日間運航期間中の快—不快感情の変化

図-9 5日間運航期間中の快—不快感情の変化

方向に変化し、また、一晩あけた翌日には快方向に回復しており、比較的忠実にその時の状態を表わしているように思える。初日のTYO→MOWにおいては、平均+0.35で快方向にあるが、第2日のMOW→EURでは、平均+0.19とやや不快方向に、第3日になると平均-0.29と更に不快方向に転換し、第4日は悪化して、平均-0.35を示している。5日間の快-不快感情の変化傾向は、この図の示すように不快方向へ向っている。主観的判定に関するかぎり、西行から東行に移るヨーロッパで、逆転がおき、西行の時にとおむね平常な状態であった被験者も東行に入って覚醒水準の低下もさることながら、主観的な心理反応も悪化するの興味あることである。

IV 5日間の運航前後の自覚症状の変化

1967年に産業疲労研究会によって提案された“自覚症状しらべ”をそのまま使用した。身体局的症状に関する10項目、全身的症状に関するもの10項目、精神的症状に関するもの10項目の計30

項目について、5日間の運航前と運航後の二回、東京において調査を行なった結果である。

すでに述べて来たように、西行・東行によって生じる時差によって、内因性のリズムと現地生活時間との間に位相のずれが生じ、それが覚醒水準、主観的な快-不快感などに影響を与えた。それでは、5日間の運航による疲労感はどうであろうか。この自覚症状には顕著な差があらわれている。その差は第10図に示す通りである。

IV-1 5日間の運航期間に入る前の自覚症状

ねむい、目がつかれる、あくびが出るなど多少の脱力感をうたえる者がある。又、身体局所的な症状では、肩のこり、腰の痛み、口のかわきなど習慣的な症状や自律神経系の不全など、乗務員がベスト・コンディションをととのえていても多少はうたえる者がいることがわかった。しかし、精神的症状をもちつつ出発する者は、大変少ない。運航前の心準備や構えは出来ているが、身体的な症状を皆無にして出発することは出来ないよう

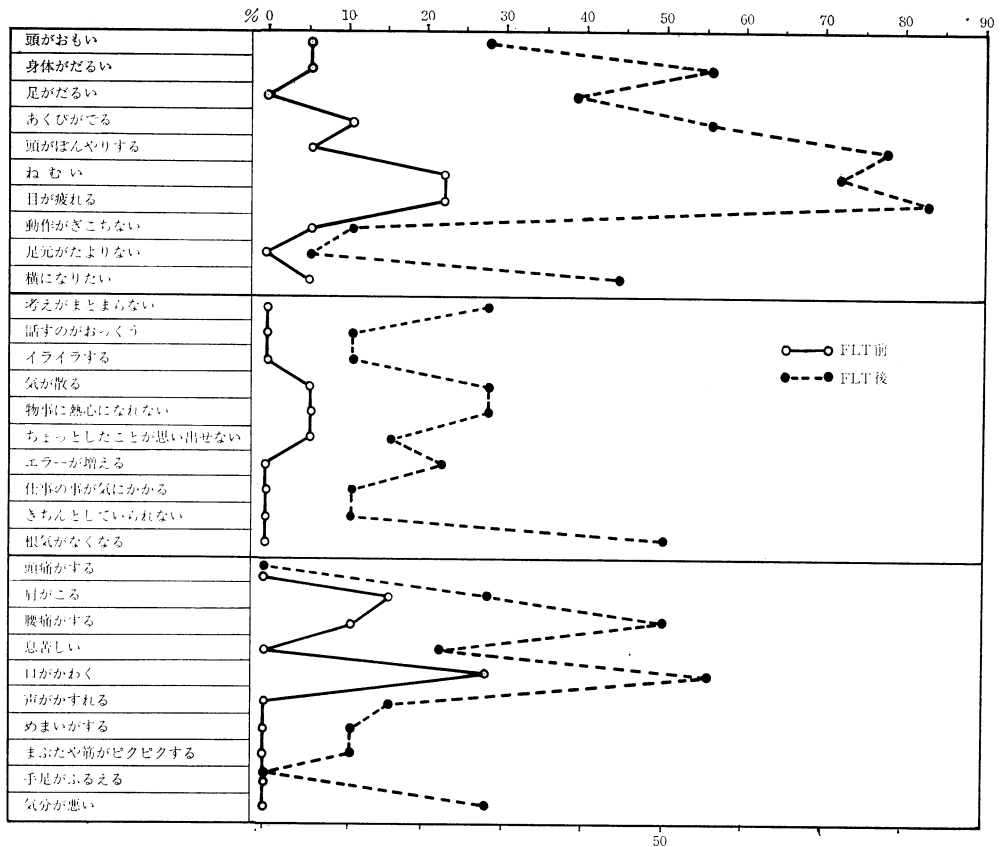


図-10 5日間運航期間の前後に測定された自覚症状の差

ある。このことは出発前の心身の準備は主として精神的なものにそそがれており、出発前に身体的に理想的状態を維持することは、大変困難なことであることを示していよう。

IV-2 帰国後の自覚症状

5日間の運航で、4回の乗務、昼夜の逆転、生活時間の乱れなどを経て、帰国した直後の自覚症状は、さすがに大巾に変化している。

日頃の健康管理が行きとどいている為か、動作のぎこちなさ、足元のたよりなさといった全身的症状の中にも含まれるような反応はいたって少ない。身体局所的な症状の中でも、手足のふるえなどという病的なものは皆無である。しかし、全体的にみて事後の反応は、事前のそれに比べて大巾に多くなり、全身症状の中でも、頭がぼんやりする、ねむい、目が疲れる、あくびが出る、身体がだるいなどといった反応の増加が顕著である。

それらは時差による日周リズムのずれ、睡眠不全、長時間にわたる監視作業、長時間の低酸素条件などによるものであろう。

身体局所的な症状での顕著な反応の変化は、腰痛、口のかわきなどの反応数の増加である。長時間フライト中の座居が一応の原因と考えられよう。又、自律神経活動のアンバランスと低湿度条件が口のかわきの原因となるかも知れない。

精神的な症状での変化は、根気がなくなるという脱力感のうったえの大巾な増加が目立つ。この精神的な症状は、事前の反応がほとんどないのに、事後において増加を示しているのが特長である。事前の反応が皆無に近いことは、乗務員は運航について精神的によく自己制御されており、最善のコンディションで乗務に入る心構えをもっている事を示していよう。

おわりに

以上、時差の影響を最も大きくうけると考えられる東西長距離航空路線を飛ぶ航空機運航乗務員の生理・心理的変動に関する私共の実験結果を述べた。

一定の Time Zone 内に生活する場合でも、諸種の生活条件、あるいは、労働条件の異なりによっては、それぞれ特長ある心理・生理的変動が生

じ、疲労、さらにはそれにもとづく疾病などの遠因となることは、労働心理学や労働生理学の諸研究の示唆するところである。

航空機の歴史はまだ僅か70年を経たにしかすぎないのだが、その間の進歩はめざましく、又、それにとまって航空機運航の方法も日進月歩の感がある。特に、最近の大型ジェット旅客機の運航は、非常に複雑で、三名の乗務員がそれぞれ独自に関係を結ぶ三つの人間-機械システムの総合システム内での情報処理を必要とする。しかも、特に離着陸時の如き、極く短時間の間に判断処理しなければならない情報の量は膨大であり、チームとしてのコーディネーションによるスムーズなテンポのつった作業が要求される。

更に、電子技術の発達により、多くの機械系は自動化され、その諸計器の示す状態の監視が主たる任務となりつつあり、それは全く肉体労働ではなく精神・神経労働の範疇に属するものと言えよう。しかも、一瞬の油断による情報処理の不全は、直ちに危険、そして事故へとつながる可能性をもっている。

それだけに、運航中に乗務員の心身条件を正常域内に維持することは、非常に重要なことといわなければならない。しかるに、生体が時差を克服することは不可能であるところから、長距離運航は生体にとっては非常にストレスの多いものであり、地上での労働に関する知見をそのままあてはめえないものである。

本研究では、幸いにもえられた多数の運航乗務員の協力によって、われわれとは全く異なる日周期にさらされている人間の諸種の機能変動様相をとらえることができた。

いずれにしても、かかる特異な環境変化条件にさらされる人の数は、旅客を含めると膨大なものとなりつつあり、科学・技術の進歩にとまって航空機は移動の手段としては定着し、その結果人々のその利用に対する心理的抵抗感も消え去り、習慣的に極く自然のものとして航空機は社会に受け入れられつつある。これらの安全確保は社会的急務であり、今後、この種の研究が望まれることを特記して、この報告を終りたい。

参考文献

- 1) ビュニング, E. (古谷雅樹・妙子訳) 生理時計, 学会出版センター, 1977.
- 2) 千葉喜彦, 生物時計—サーカディアン・リズムの機構—, 現代科学選書, 岩波書店, 1975.
- 3) 伊藤真次, ヒトと日周リズム—生理機能におよぼす環境の影響—, 環境科学叢書, 共立出版, 1977.
- 4) 日本航空人間工学研究チーム, モスクワ線睡眠時間調査報告書, 1976.
- 5) Klein, K.E., Brüner, H., Holtmann, H., Rehme, H., Stolze, J., Steinhoff, W.D. and Wegmann, H.M., Circadian Rhythm of Pilots' Efficiency and Effects of Multiple Time Zone Travel, *Aerospace Medicine*, February. 1970.
- 6) Mohler, S.R., Physiological Index as an Aid in Developing Airline Pilot Scheduling Pattern, *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, March, 1976.
- 7) Nicholson, A.N., Sleep Patterns of an Airline Pilot Operating World-wide East-West Routes, *Aerospace Medicine*, June, 1970.
- 8) Scheving, L.E., Halberg, F. and Pauly J.E. (ed.), *Chronobiology*, Igaku Shoin, Tokyo, 1974.
- 9) 杉山貞夫, 水野高一郎, 日本航空航空人間工学研究チーム, 東西長距離飛行によっておきる日周リズムの変動について—生活時間, 覚醒水準, フィーリングの変動と自覚症状の変化について, 日本人間工学会航空人間工学部会第24回例会資料, 1977.
- 10) 佐々木 隆, 千葉喜彦 (編集), 時間生物学, 朝倉書店, 1978.
- 11) 滝川佳孝, 栗原和子, 水野高一郎, 杉山貞夫, 日本航空航空人間工学研究チーム, 睡眠行動にみられる周期性と時差の問題, 第20回日本人間工学会大会, 1979
- 12) Webb, W.B. and Agnew, Jr., H.W., Sleep and Waking in a Time-Free Environment., *Aerospace Medicine*, June, 1974.
- 13) 吉竹 博, 産業疲労—自覚症状からのアプローチ, 労働科学叢書33, 労働科学研究所, 昭和48年(1973).