

138 グループ相互作用の理論を適用することは、リーダーシップを発揮してチームをひとつの纏める役割がある機長のマネージメント的立場を高め、パフォーマンスをより効率的なものとする。客室乗務員と乗客の関係も重要である。客室乗務員は、機内で予想される乗客の行動と情動を理解し、情動的な状況に陥った場合の対応の仕方を知らなければならない。

### 運航従事者の健康状態

139 運航従事者の健康状態に影響を与える要因は数多くあるが、その中に疲労、身体リズムの乱れ、及び睡眠不足または乱れの3つが含まれる。これらについて簡単に説明する。健康状態に生理的または心理的な影響を与える他の要因には、温度、騒音、湿度、明暗、振動、職場の設計及び座席の快適性がある。

#### 疲労

1310 疲労は、生体リズムの乱れに付随する症候群と同じで、不適切な休養を反映した状態であると考えられる。急性疲労は、長い勤務時間によって誘発されたり、或いは短時間での遂行を特別に要求されたタスクが連続した場合に誘発される。慢性疲労は、より長期にわたる疲労の蓄積によって誘発される。精神疲労は、普通に身体的休養を取っていたとしても、感情的ストレスがあれば起きる。身体リズムの乱れと同様に、疲労は、潜在的に不安全な状況、及び効率と健康の劣化に繋がる可能性がある。低酸素症と騒音は、関与要因である。

#### 身体リズムの乱れ

1311 身体リズムについて最も一般的に知られていることは、地球の回転時間に関係したサーカディアン・リズム(Circadian Rhythm)、または24時間周期リズムである。このサイクルは、幾つかの作用因により維持されている。最も強力なものは昼と夜であるが、食事とか肉体的活動や社会的活動も身体の諸器官に影響を与える。長距離飛行をするようになった今日、安全性、効率性及び健康状態は、生体リズム・パターンが乱れると影響を受ける。サーカディアン・リズムに変調をきたすと、その影響は、長距離の子午線越え飛行だけでなく、短距離の運航会社(例えば、宅配荷物輸送便)であっても、不定期便、或いは夜間便での飛行時にも、パフォーマンスの低下を招くことがある。シフト スケジュールが頻繁に変わる航空管制官及び整備士も、同様なパフォーマンスの低下を招くことがある。

1312 シェット・ラグ(時差による体調の乱れ)は、身体リズムの乱れを表す常用語であり、長距離の子午線越え飛行後に経験される健康上の低下として知られている。症

状としては、倦怠、不安、短気及び意気消沈の他に、睡眠の乱れ、食欲不振及び排泄習慣の不調がある。客観的な証拠として、反応動作や意思決定の遅れ、最近の出来事について曖昧な記憶、または喪失、計算エラーや程度の低い運航パフォーマンスを許容する傾向が挙げられる。

## 睡眠

1313 長距離飛行に伴ってみられる最も共通した身体的症状は、通常の睡眠パターンが乱れることである。全く睡眠ができない場合もある。通常、成人は長い時間の睡眠を日に1回とる。長時間の労働が課せられた時でも、このパターンが確立されており、脳の自然リズムとなっている。成人の生体リズムの周期がずれた場合に睡眠ができるかどうかの能力は、個人差の大きいことが分かっている。睡眠障害が何処まで許容できるかは乗員によって異なり、多分に体質的なものが関係している。感情的なストレス要因が関係している場合もある。

1314 不眠症とは、睡眠の質が悪いか、或いは眠ることに困難を持つ人の状態と定義される。通常の状態下で身体リズムの周期内で起きる時は、一次不眠症(primary insomnia)と呼ばれる。サーカディアン・リズムの乱れによる睡眠の変調は、生体リズムが乱された特定状況下における睡眠の困難性を指しており、長距離の子午線越え飛行に対して、我々が懸念するところのひとつでもある。

1315 睡眠薬、鎮静剤（鎮静効果のある抗ヒスタミン剤を含む）及び眠気を誘うトランキライザーのような薬剤は、服用後、36時間もの間にわたりパフォーマンスに悪い影響を与えることから、通常、その使用は適当ではない。アルコールは神経機能を抑制する。アルコールは睡眠効果はあるが、正常な睡眠パターンを妨げて必然的に睡眠の質の低下を伴う。アルコールが血液から抜けた後も影響が持続する（二日酔い）。アルコールと併用して睡眠薬を摂取すると、変な結果をもたらす。コーヒー、お茶及び各種ドリンクに含まれるカフェインは警戒意識を高めて、反応時間を短縮させるが、睡眠を妨げる可能性がある。アンフェタミン（中枢神経刺激剤）は、睡眠不足時にパフォーマンスの水準を保とうとして使用しても、睡眠不足の影響を遅らせるだけである。

1316 睡眠は回復効果を持ち、精神的パフォーマンスを保つためには必須である。睡眠不足や睡眠障害は、警戒心や注意力を低下させる。この症状が認められた時には、特別な努力を払っても、警戒心や注意力は精々、部分的に回復させることができる位である。この症状が安全に関わっていることは明らかである。

1317 睡眠不足や睡眠障害の問題解決には次のようなことが考えられる。

- 睡眠不足や睡眠障害に繋がるサーカディアン リズムと疲労を配慮した乗員の勤務スケジュール
- ダイエットの採用。食事回数の重要性の理解。明/暗(昼夜)、休養/活動の勤務スケジュール及び社会との繋がりに関する配慮
- 薬剤(カフェイン及びアルコールを含む)が及ぼす持続的な悪影響の認識
- 睡眠環境を最適な状況とすること
- リラックス・テクニックを学ぶこと

### 健康とパフォーマンス

1318 胃腸病、心臓発作等の病状が、突然のパイロット・インキャパシテーション(機能喪失)を起こしている。稀に、事故に関与することがある。通常、完全にインキャパシテーションに陥った場合は、他の乗員によって直ぐ気付かれるが、疲労、ストレス、睡眠、リズム障害、薬物治療による能力の低下や部分的なインキャパシテーションの場合には、ある種の緩やかな病状に本人でさえ気付かないことがある。

1319 確たる証拠がある訳ではないが、身体的に良好な健康状態(フィットネス)は、精神的なパフォーマンスと健康に直接、関係があると考えられている。フィットネスの増進は緊張と不安を減らし、自尊心を高める。フィットネスは情緒に好ましい効果を発揮し、モチベーションに影響を与え、疲労への抵抗を増すと信じられている。フィットネスに影響を与える既知の要因には、ダイエット、運動、ストレスの程度、そしてタバコ、アルコール或いは薬剤の使用がある。

### ストレス

1320 ストレスは多くの仕事に見られる。特に、航空環境には潜在的ストレス(ストレスを引き起こす刺激)が豊富にある。主たる関心は、パフォーマンスに与えるストレスの影響である。航空の初期の頃、ストレスは環境によって作られた騒音、振動、温度、湿度、加速度等であり、主として生理的な性質のものであった。今日、これらのあるものは新しいソースのストレスと置き換えられた不規則な作業と休養パターン、そして長距離、不規則または夜間の飛行に伴うサーカディアン・リズムの乱れてある。

1321 ストレスは、家族と別居しているような生活事情、定期身体検査や技能審査のような状況にも関連がある。結婚や子供の誕生のようなポジティブな生活上の出来事でも通常生活のストレス誘因となる。離陸、着陸或いは飛行中の緊急状態のようにメンタルワークロードが極めて高くなる状況においても、同様なメンタルストレスが発生する。

1322 ストレスの反応には、個人差がある。例えば、雷雲空域での飛行は、ある人にとっては能力を試す機会になるかも知れないが、他の人にとってはストレスに満ちたものとなる。同じストレス（雷雲）でも個人によって異なる反応を生み、受ける被害は、ストレス自体によるよりは、むしろ反応の結果によるものである。

## 1.4 運航へのヒューマンファクターの適用

### ヒューマンエラーのコントロール

141 ヒューマンエラーを阻止してコントロールするためには、先ずその性質を理解しなければならない。ヒューマンエラーの性質については、次の基本的な概念がある。根本的に、エラーの原因は様々である。そして類似エラーであっても、その結果が大きく異なることもある。あるエラーは不注意、怠慢または粗悪な判断によるものである一方、別のエラーは、設計が粗末な装置により誘発されたり、或いは特殊な状況における人間の正常反応に起因していたりする。後者のエラーは、繰り返される可能性があり、その発生を予測することは可能である。

### SHELモデル・インターフェイスでのエラー

142 SHELモデルの各インターフェイスは、その構成要素の間にミスマッチがある場合には、エラーを起こす可能性がある。例えば

- ライブウエアとハードウエアのインターフェイス（人間と機械）は、しばしばエラーの根源となる。雑な配置のノブやレバー、或いは適切さに欠けた符号化は、このインターフェイスでミスマッチを作り出す。
- ライブウエアとソフトウエアのインターフェイスでは、混乱し易く、読み間違い易い、或いは過度に乱雑なマニュアルやチャートから重要な情報を捜そうとする時、もたつき、或いはエラーが発生する。
- ライブウエアと環境のインターフェイスに関連するエラーは、環境要因（騒音、熱、照明及び振動）や不規則な作業／睡眠パターンを招く長距離飛行における生体リズムの乱れによって起こされる。
- ライブウエアとライブウエアのインターフェイスでは、このプロセスが乗員の効率に影響を与えることから、人と人の間の相互作用が焦点となる。この相互作用には、リーダーシップとコマンドが含まれ、このインターフェイスに欠点があると、

運航効率を低下させ、誤解とエラーを引き起こす。

### 情報処理

143 人が情報に反応するためには、先ず知覚しなければならない。知覚器官は狭い範囲内でしか機能しないために、そこにエラーが潜む。ひとたび情報が知覚されると、脳に通じる道が作られる。そこで処理されて、受けたメッセージの性質と意味について結論が引き出される。この解釈活動は認知と呼ばれ、エラーを生み出す土壌となる。期待、経験、物の考え方、モチベーションそして喚起といった事の全てが、認知に確かな影響力を持ち、エラーの潜在的な源となる。

144 メッセージの意味について結論が出されると、意思決定が始まる。多くの要因が誤った意思決定に繋がり得る 訓練、または過去の経験。情緒的または商業的な思考。疲労、薬物治療、モチベーション、そして身体的または心理的な不調。意思決定の後に活動（または無活動）が続く。これがエラーを起こす別の潜在的舞台となる。何故なら、もし装置が間違っって運用するような方法で設計されている場合には、遅かれ早かれエラーが発生することになるからである。ひとたび行為が取られると、フィードバック・メカニズムが機能し始める。このメカニズムの欠陥もエラーを作り出す。

### コントロールされたヒューマンエラー

145 ヒューマンエラーのコントロールには、2つの異なるアプローチが必要である。第1に、エラーの発生を最小限にする必要がある。それにはスタッフの適格性を高いレベルに確保すること。人間の特性をマッチさせるようにコントロールの設計を行うこと。適切なチェックリスト、プロセジャー、マニュアル、地図、チャート、SOP等を提供すること。そして騒音、振動、極端な温度及びその他のストレスに満ちた条件を減らすことである。乗員間の協調及び意思疎通の増進を目的とした訓練プログラムは、エラーの件数を減らす（エラーは正常な人間行動の一部であり、ヒューマンエラーの全てを排除することは、達成困難である）。ヒューマンエラーをコントロールする第2の道は、残されたエラーが引き起こす結果をクロス モニターと乗員の協調によって減らすことである。エラーを取り消せる装置の設計やモニターできる装置、或いはヒューマンパフォーマンスを補足して支える装置も、エラーまたはそれによって生じる結果を限定することに役立つ。

## 小 話

航空燃料が高価なため、自家用パイロットは 航空行政機関に手紙を書いて、航空燃料にケロシンを混合出来るかどうかをたずねた。その結果、次のような回答をもらった。

“ケロシンを使用すれば、航空機の内燃機関へ適用するシャフトの出力及びメタルの寿命に影響を与える大きな不安定性/可能性がある。”

パイロットは次の様に打電した。

“情報ありがとうございます。次週からケロシンを使用します。”

パイロットは次の様な急ぎの手紙を受け取った。

“遺憾ながら、決定に不安定要素がある。ケロシン使用の結果に関しては その金属成分と出力に疑わしさが残る。”

パイロットから直ぐに回答の打電をした。

“ありがとうございます。これで確かに私の燃料の節約になるでしょう “

同日、最終的に、パイロットは次のこと明らかなメッセージを受け取った。

“ケロシンを使用してはいけません。それはエンジンだけでなく 貴方も殺すことになるから！”

## 訓練と評価

146 この項の目的は、如何にヒューマンファクターを訓練方法の構築に適用していくかを示すことにある。

147 ここでは教育(Education)と訓練(Training)とは、教授過程の異なる局面として捉えられている。教育とは、後で取得することになる特殊任務能力の素地として必要になる知識、価値観、物の考え方及び技能(スキル)に関する広範囲な基礎のことである。訓練とは、ある任務に必要な特殊な技能、知識または物の考え方の取得を目指すプロセスである。これらの技能、知識または物の考え方に関する基礎が教育によって事前に準備されていなければ、適切で効率的な訓練は実現しない。

148 技能とは、精神的、社会的、言語的そして知的な活動を有機的にまとめて調和

させる行動様式のことである。教えると言うことは、それ自体が一種の技能である。そして、ある特殊活動に必要な技能を有していると言うことは、その活動を他の人に教える上での技能があることを必ずしも意味している訳ではない。このことは、飛行教官、査察操縦士、或いは教える活動に従事している者を選定するにあたって重要な要件となる。

149 ひとつの状況で身につけた技能、知識または物の考え方は、時として他の状況に使われることがある。これは正の転移と言われる。負の転移は、以前の学習が新しい学習を妨げるときに生じる。負の転移を誘発するような訓練の要素を識別することは重要である。何故なら、過去に学習した経験が、ストレス状況下で呼び起こされるからである。

1410 学習は内的なプロセスであり、訓練はこのプロセスをコントロールするものである。訓練の成否は、学習が生み出すパフォーマンス、或いは行動の進歩で決定しなければならない。学習は、教官によってではなく、受訓生によって達成されるものである。従って、受訓生は受け身的ではなく積極的に訓練を受けなければならない。記憶は学習に関係する一短期記憶(S T M Short-term memory)は、情報の貯蔵庫と言われており、情報を蓄えるが直ぐに忘却する。これに対して、長期記憶(L T M Long term memory)では、長期間に亘る情報を蓄えか可能である。短期記憶では、数項目の情報を数秒間だけの記憶に制限される。繰り返すことにより、情報は長期記憶に転送される。長期記憶には極めて大きな容量があり、蓄える上での問題は少ないが、目撃者が過去の出来事を思い出すときに生じる問題で例示されるように、検索上の問題があることは確かである。

1411 訓練プログラムの成功を妨げる要因は数多くある一明らかなものとしては、病気、疲労、或いは不快感、他にも同様なものとして、心配事、意欲の低下、教え方の質の悪さ、不適任な教官、不適切な学習技法、或いはコミュニケーションがある。

1412 訓練に系統的なアプローチを取り入れるとコスト効率的になる。この第1段階は、可能な限り任務のタスク分析を行い、訓練の必要性を決定することである。第2段階は、明確に任務を分類して分析することである。そこで、訓練の目的が作られて、受訓生を選抜する基準が確立される。次に、訓練コースの内容が決められて実行に移される。訓練コースには、様々な方法がある 講義、学課、論議、個人指導、視聴覚、プログラム化された指導及びコンピューターによる訓練がある。

1413 訓練装置の主なものとして、2つのタイプがある 教官が受訓生への提示に使う訓練の補助器具(スライド、ビデオ・グラフ、黒板、壁掛け図表等)と受訓生が臨場感をもって実践できる訓練機器(フライト・シミュレーター等)である。シミュレーターの導入は、コストとリスクを低く抑え、効率の度合いを高めて、可能な限り現実的な

環境の中で実技訓練を提供する必要性に基づいている。当局から認定を得るためには、シュミレーターは、実際の状況で期待される技倆とパフォーマンスが十分に演練できるように模擬されていなければならない。

1414 最高の訓練成果を達成するためには、訓練状況は最高なまでに実際に模擬する必要があらと思われる場合が多い。しかしながら、実際の模擬には費用がかかるために、投資効果を考えるべきである。モーション、操舵力、音響及び視覚システム及び特別装備（レーダー、組み込みテスト装置、フライト・マネージメント・コンピューター等）の模擬は、相当な出費となる。模擬の上限付近になると、非常に僅かな模擬を向上させるだけでも、大変な出費となる。このことは、特に今日的な問題である。何故なら、移行訓練での良好な成果は、多くが平均的な模擬レベルから得られている事実があるからである。特別な状況に対する特別な訓練の要件を満足させるために求められる模擬の程度を決めるのは専門家のタスクである。受訓生か、スイッチを選ぶか、またはコントロールを選ぶかの区別を学習しなければならない時、そして受訓生に難しい、或いはクリティカルな応答操作が求められる場合には、高度の模擬が要求される。初心者の負担と混乱を避けるために、プロセジャーを最初に学習する場合には、機器の模擬度が低くても許容される。一般的に、訓練が高度になるにつれて、ユーザーがシミュレーター受領の際に求める模擬の度合いは高くなる。

### リーダーシップ

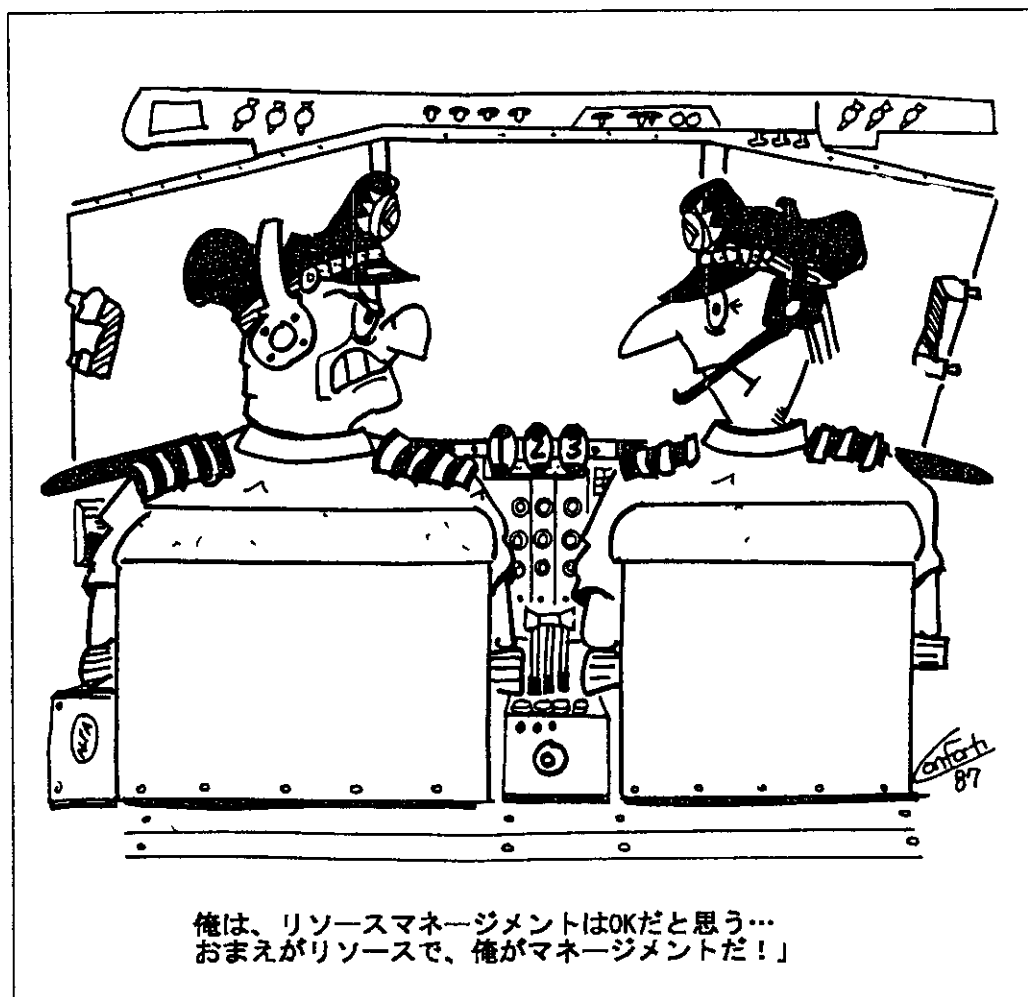
1415 リーダーとは、その人の考え方や行為が、他の人の思考と行動に影響を与える人のことである。例え話をして説得し、そしてグループのゴールと願望を共感させることで、リーダーは変化を起こして影響を及ぼす人になっていく。

1416 身に付けるリーダーシップと与えられる権限との違いを明確にすることは重要なことである。この2つが組み合わされた時、最適な状況が現れることになる。リーダーシップはチームワークと関係があり、チームとリーダーの関係が成功するか否かは、リーダーとしての素質にかかっている。リーダーシップのスキルは、すべて適切な訓練を通して磨かれるべきである。このような訓練は、運航に必須なものである。下位の乗員が、普通に果たすべき職務として、リーダーシップの役割を担うことが要求されることがある。この事態は、機長が機能喪失に陥って副操縦士が機長の代役を果たさなければならない時、或いは下位の客室乗務員か、ある特別な客席にいる乗客の面倒を見なければならない時に起こるかも知れない。

1417 色々な状況を理解して処理していくためには、高いスキルのリーダーシップが求められる。例えば、ある乗員の心の中で性格と物の考え方とが衝突し合っていると、リーダーとしての任務を悪化させ、安全と効率の両方に影響を及ぼすことになる。航空



事故及びインシデントの調査で、性格の相違が乗員の行動とパフォーマンスに影響を与えていることが実証されている。別の状況として、昇格の遅い副操縦士、或いは航空機関士として採用された乗員の欲求不満が根底にある時にも、高いスキルのリーダーシップが要求される。



Air Line Pilot, April 1988より

### 性格と物の考え方

1418 性格的習性と物の考え方は、家庭であれ職場であれ、我々の身の処し方に影響を及ぼしている。性格的習性は、もって生まれたものか、或いは人生の初期の段階で身に付けたものである。これは、その人の根底にある特性を明確にするものであり、非常に堅固で、変化を嫌うものである。攻撃的な性格、功名心、高慢心のような習性は、性格を反映したものとも考えられる。

1419 物の考え方は、学習から得られ、その人の傾向または質(たち)として持続し、

多かれ少なかれ予測でき、人々、組織、決定等に対して、友好的か非友好的かの反応を示す。物の考え方で反応の仕方に傾向かてる。反応は行動そのものとなる。我々が生きている世界を系統的に認知し、ある状況に直面した時に何を成すべきか、迅速な決定を可能にしているのは、我々の物の考え方であると言われている。

1420 事故は、効率的に遂行する能力を有する人が、それに失敗してパフォーマンスが低下することにより起こされている。CHIP(秘匿的ヒューマンファクター報告制度)及びASRS(航空安全報告制度)から、物の考え方や行動が運航の安全に重要な役割を果たしているという見解が裏付けられている。このことは、乗員としての望ましい性格特性と望ましくない性格特性を研究することの必要性、及び乗員を選抜する際の性格の効果的評価が重要であることを意味している。もし、コックピット内の性格や物の考え方の相違が、事故及びインシデントの原因として本当に引用されているのであれば、我々は訓練を通して物の考え方に影響を与える可能性があるものまで範囲を広げて調べるべきである。

1421 性格と物の考え方との間の相違には意味がある。何故なら、決まり切った訓練、或いは機長昇格訓練やマネジメント訓練を通して性格を変えようとするのは、非現実的だからである。最初に行う適正検査と選抜は、適切な措置を取るための場であり機会である。一方、物の考え方は訓練を通じて変えることが十分可能である。訓練効果は、改革すべき物の考え方の強固さに左右される。ある国では、危険なパターンを識別することにより(特にシングル・パイロットの運航で)、パイロットの意思決定プロセスを向上させるプログラムで、安全の恩恵が得られたことを実証している。説得により改革された物の考え方、或いは行動パターンは、安全と効率に直接つながってくる。説得の例として、乗員のブリテン、スタッフへの警告や通知がある。

### コミュニケーション

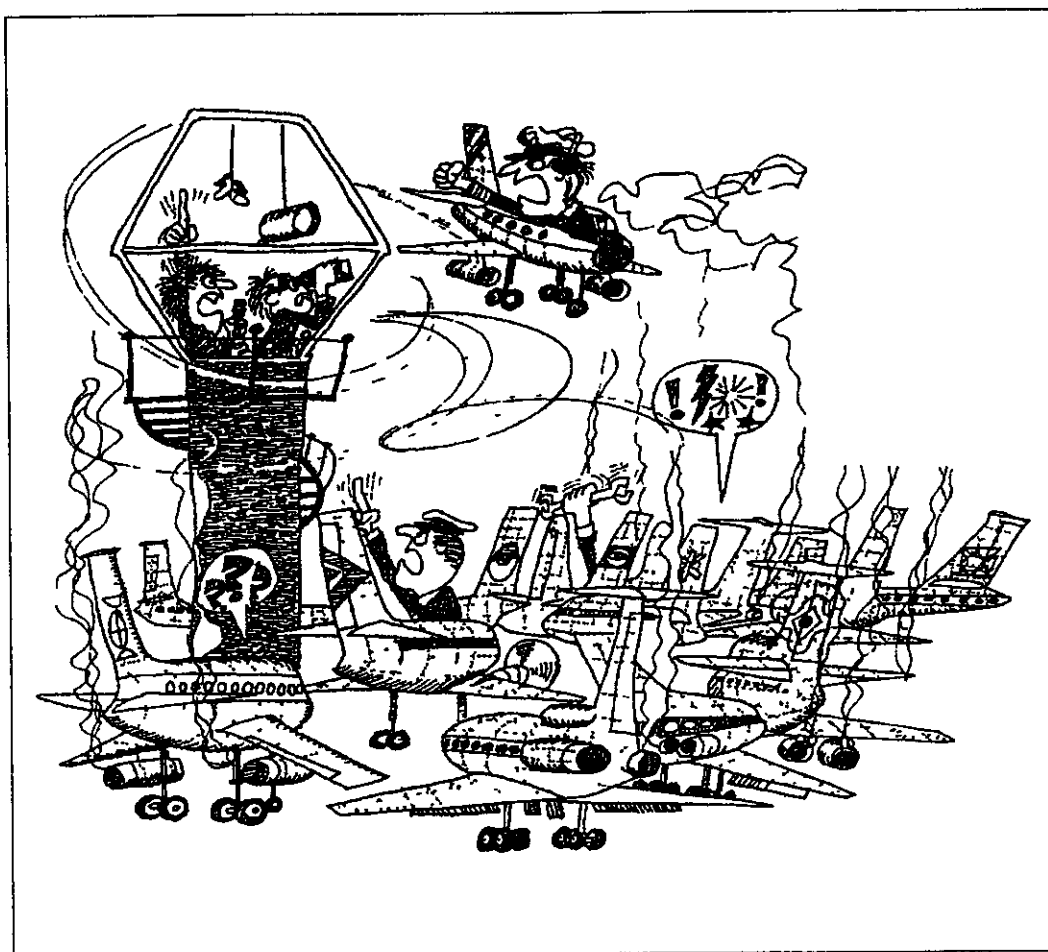
1422 情報を伝達する際のコミュニケーションが効果的であることは、安全運航には必須である。メッセージは、会話、書き物、色々なシンボルや表示(例えば、計器、CRT、地図)、或いはジェスチャーや手振り等の無言の手段により伝達される。コミュニケーションの質と効果は、その明瞭度によって決まってくる。それは意図したメッセージが受け手によって理解される度合いである。

1423 コミュニケーションの質を低下させる危険性としては以下のようなものが考えられる。

- 伝達過程での不具合(例えば、不明瞭または曖昧なメッセージ、言葉の問題)
- 伝達の媒介で生じる障害(例えば、周囲の騒音または情報の歪曲)

- 受信中の不具合（例えば、他のメッセージを期待、着信メッセージの誤った解釈またはその無視）
- 理性と感情が衝突し合ったコミュニケーションによる不具合（例えば、論争）
- 聴いたり話したりすることの生理的な問題（例えば、聴力減退または酸素マスク着用）
- 英語圏と非英語圏との間での英語の使用
- 暗号化／解読化／騒音

1424 コミュニケーション・エラーの防止は、ヒューマンファクター訓練の課題である。この課題には、メッセージ・エラーが起きない伝達とその正しい解釈を確実にを行うために、標準用語の使用を徹底することは勿論のこと、コミュニケーション上の共通問題を説明することが含まれる。期待感と結び付いた曖昧で人を誤解させるような不適切、または雑な内容のコミュニケーションが、多くの事故の要素として挙げられている。最も有名な事故は、2機のB-747による1977年3月のテネリフェの惨事である。



## クルー・コーディネーション

1425 クルー・コーディネーションは、チームワークとしての利点を有し、高度な技能を有する個人の集まりよりも優れている。その卓越した利点は

- 個人のエラーを検知して矯正する冗長性により、安全性が増すこと
- 飛行中のマネージメントを改善する全ての現存リソースを体系的に使用することにより効率が増すこと

1426 クルー・コーディネーションの程度を左右する基本要素は、チームメンバーの物の考え方、モチベーション及び訓練である。特に、ストレス状況下(生理的、感情的または管理的な)では、クルー・コーディネーションが崩壊するリスクが高い。この崩壊は、コミュニケーションが減少して(情報の交換が僅か、または皆無)、エラー(例えば、間違っただ判断)が増加し、SOPまたは望ましい飛行経路からの逸脱を是正する可能性が低下する結果を招く。加えて、コックピット内で感情的な葛藤が起きるかも知れない。

1427 クルー・コーディネーションの崩壊に高いリスクが伴うことは、このマニュアルのPart 2で述べているCRM訓練(Crew Resource Management Training)が必要に迫れていることを示している。この種の訓練には次のような効果がある。

- パイロットは、飛行機を飛ばすと言う第1義的なタスクと意思決定に対して、最大限の力量を発揮する
- ワークロードは乗員の間で等分に配分され、誰かが過度のワークロードに陥ることを回避する
- 調和のとれた協調性(情報を交換し、仲間の乗員を支援して、お互いにパフォーマンスをモニターし合う)は、正常時であっても異常時であっても維持される

## モチベーション

1428 モチベーションとは、その人にとって成し得る事と実際に行う意思のある事の差を表しており、その人独特の流儀でのふるまいを誘発させるものである。明らかに、人間は一人ひとりが異なっている。人を駆り立てるモチベーションの力も異なる。選抜、訓練及び審査で確実に能力を発揮すべき時でさえ、その人か与えられた状況下で、実際にそうするかどうかを決定するのは、モチベーションである。

1429 モチベーションの面から、期待と報酬の間には相関関係がある。何故なら、報酬による実益と達成の主観的な見込みが、報酬を得るために注ぐべき努力の水準を決めるからである。この努力には、適切な技能が伴わなければならない。高いパフォーマンスを有する人か、パフォーマンスの低い人よりもある報酬を得る上で有利な立場いることを知ることは重要である。さもなければ、モチベーションは低下することになる。仕事の達成感、人を一層高いパフォーマンスへと駆り立てる。

1430 報酬によるパフォーマンスと行動の変容は、ポジティブな強化となる。好ましくない行動で処罰や懲戒を受けて自信を失うことは、ネガティブな強化となる。ポジティブな強化は、パフォーマンスの向上に一層の効果があるとしても、ポジティブとネガティブの両方がマネジメントには有効でなければならない。ポジティブとネガティブの強化に関しては、人が異なれば反応も異なることが考えられる。意図と反する効果を生じさせないように注意を払うべきである。

## 書 類

1431 航空の書類に不適切さがあると、その反動は2倍になる。特定タスクを遂行する上で、所用時間が増加、或いは実行が不可能となることによる経済面での影響と、もうひとつは安全面での影響である。書類に関連して（画面に表示される電子式のフライト情報を含む）、基本的な面でヒューマンファクターの最大活用を要する所が幾つかある。

- a) 記述文体。語彙や文法のみならず、これらの使われ方も含まれる。
- b) 印刷の体裁。字体、印刷及び配置の様式は、記述文書の理解に大きな影響を与える。
- c) 長い記述文の代わりに写真図、チャートまたは表を使用することは、理解を深めて興味を持続させる上で有益である。図解にカラーを使用すれば、識別に要する負担が減少し、モチベーション効果を与える。
- d) 書類を使いながら仕事をする職場環境では、活字とページの大きさを考慮して決めなければならない。（例えば、空港の図が小さすぎると、タクシー中にエラーを生じさせる。）

## ワークステーションの設計

1432 設計趣旨から言って、コックピットは、油圧、電気、或いは与圧のようなシステムをひとつに集合したものは全く異なるひとつのシステムとして考えるべきであ

る。遂行される仕事の考慮して、これらのシステム特性を人間の特性に整合させるように専門知識が適用されるべきである。職場空間を人間の大きさと特性に適切に整合させることが肝要である。例えば、人間の大きさ、体型及び体の動きは、コックピットにおける適切な視界の確保、制御装置と表示の配置、及び座席の設計に用いるデータとなる。

1 4 33 パネル配置の標準化が重要なのは、安全に関係してくるからである。何故なら、以前に乗務していた飛行機では適切だった操作要領をウツカリと実施する等、一貫していないパネル配置に起因したエラーの報告が数多くあるからである。座席の設計には、座席の調節、ヘッドレスト、座席クッション及び織物生地、腰椎部及び大腿部の支え等に対する配慮が含まれる。

1 4 34 表示装置は、情報をオペレーターに直接提供する手段である。表示装置は、視覚、聴覚または実体感の知覚を利用している。表示情報を脳に伝達するには、情報が濾過されて不要なものを取り除かれ、貯蔵されて処理される必要がある。この要件には問題が生じる可能性がある。これは、コックピットの表示装置を設計する際に考慮すべき主な問題点である。情報は、正常な状況のみならず、パフォーマンスがストレスまたは疲労の影響を受けている時でも、タスク処理を助けるような方法で提供されるべきである。

1 4 35 表示を設計する際に考慮すべき基本的課題は、如何なる環境下で、誰がどのように使用するのかを決定することである。他の考慮すべき課題として、次の特性がある。視覚的表示と音声信号、照明の要件、アナログかデジタルか二者択一の選定、LEDs (Light Emitting Diodes, 発光ダイオード)、LCDs (Liquid Crystal Displays, 液晶ディスプレイ) 及びCRTs (Cathode-Ray Tubes)の適用、表示を見入る角度とその視差、視認距離及び情報が不明確になる可能性

1 4 36 表示システムの設計には、warning (警告)、alerting (警戒) 及びadvisory (忠告) の3つの基本運用目標が適用される。これらは、乗員に警報を出して注意を促し、その状態の様子を知らせるものであり、場合によっては、適切な是正措置の手引きをするものである。システムの信頼性が極めて重要となる。何故なら、誤警報が多ければ、初期のGPWS (対地接近警報装置) の事例のように、信頼を失うことになるからである。表示装置に技術的故障が生じた時は、信頼性のない情報をユーザーに提供すべきではない。このような情報は、視野から取り除くかまたは明瞭にフラッグを付けるべきである。例えば、信頼できないフライト・ディレクターのコマンドバーは消失させるべきである。無効になったガイダンス情報が表示されたままになり、事故の要因になったことがある。

1 4 37 制御装置は、オペレーターからある装置またはシステムへ、不連続、或いは連続した情報やエネルギーを送る手段である。制御装置には、プッシュボタン、トクル

型、またはロータリー型のスイッチ、ディテント式レバー、ロータリー・ノブ、つまみ式ホイール、小さいレバー、またはクランクとキーパッドが含まれる。使われる装置の様式は、機能の要件と必要とされる操作力によって決められる。制御装置の設計には、以下のように幾つかの特色が加えられている。

- a) 位置
- b) 操作と表示の比率（操作の動きに対する関連表示の動き）
- c) 表示に対する操作を加える方向
- d) 操作力
- e) 形状、寸法、色彩、ラベルの付け方及び配置によるコントロール・コーディング
- f) 意図せぬ作動に対する防御

1438 コックピットの表示と制御装置の自動化は、自動装置に対する自己満足と過信を引き起こす可能性があり、事故やインシデントの要因として示唆されてきた。もしヒューマンファクターに関連した問題（例えば、モニターする人間のパフォーマンスの限界、モチベーションの効果）が適切に処理されれば、自動化は正当化される。それは、飛行機とシステムのパフォーマンスの改善、及び運航全体の効率化に寄与することになる。それは、運用限界に到達するような飛行フェーズでのワークロードを減らして、あるタスクを遂行する乗員の負担を軽減することになる。

### 客室の設計

1439 客室のヒューマンファクターを考える場合には、人間の行動とパフォーマンスに係る情報は勿論のこと、作業空間とレイアウトも含まれる。

1440 人間の寸法及び形状は、客室装備品（トイレ、ギャレー、ミールカート及びオーバーヘッド物入れ）、緊急装備品（救命胴衣、救命筏、緊急脱出口、酸素マスク）、座席及び内装品（飛行中の娯楽設備を含む）、ジャンプシート及び後ろ向きの座席の設計に関係してくる。ユーザーの身長及び腕の長さのデータから、装備品と操作する位置が決まる。カーゴ・コンパートメントは、アクセスのし易さと適度の作業空間がなければならない。ドア、ハッチ及びカーゴ装備品の操作に要する人間の力を見積もる場合は、現実的なものでなければならない。人体計測法（人間の寸法の研究）及び生体力学（体の動きと加わる力の研究）は、上記の目的に必要な情報源である。

1441 特殊旅客の取り扱いには、慎重な配慮が必要である。身体的にハンディキャップのある人、酔った人、及び心配症の人についてである。危機に直面した場合の集団心理と予想される人間の行動を考えた場合の乗客の行動が、ここでは関係してくる。

1442 最近の事故・インシデントには、整備・検査のマネージャー、ラインの監督者等のような地上作業員に対して、ヒューマンファクター情報の必要性が記録されている。同様に、飛行機システムの設計に携わる者は、飛行機の整備、検査及びサービスを行う際の人間の限界を認識すべきである。訓練、作業環境、コミュニケーション方法、装置の生理学的限界及び人間工学のような要因が、考慮されるべきである。

### 視覚のパフォーマンスと衝突防止

1443 視覚器官の機能について適切に理解することは、最適な作業条件を決定する際の手助けとなる。照明の特性と測定、色彩の知覚、目の生理学及び視覚器官の機能する仕組みが、この分野で関連してくる。更に、重要な要因として、遠くにいる飛行機を昼夜の別なく発見したり、ウインド・スクリーン上に雨が降る等の汚れた状態で外部の物体を識別する能力がある。

1444 運航中の視覚的錯覚と空間識失調は、安全に直接、関係してくる。あらゆる飛行フェーズ、特に進入着陸時の視覚的錯覚は、それ以外には説明が付き難い事故で、重大な役割を演じてきた。ここで特別に考慮されるべき要因として、傾斜した地形、滑走路幅、照明の強さ、「ブラックホール」現象及び滑走路テクスチャーの不足がある。運航中の視覚的錯覚に伴うリスクを減少させる効果的な方法は、視覚的錯覚は普通に起きる現象であることを訓練で認識することである。訓練は、この錯覚が起きる環境が多くの場合に予測可能であることを理解する上で役に立つ。空間識失調や錯覚を防止する最も効果的な手段は、視覚機能を補完する情報源（レーダー、高度計、電波高度計、V A S I、DME等）を用いることである。視覚的錯覚によるリスクは、光学的に良質なウインド シールド・ガラス、適切な視界、目の位置のガイダンス、ウイントウシールドの効果的な雨と氷の防護のような設計仕様により、ある程度、軽減することができる。





<資料2>

- ヒューマンファクタ分析ハンドブック<補足版>  
1 ハリエーションによる不具合の再構築 (抜粋)

# ヒューマンファクタ分析ハンドブック

## 補足版

平成14年2月28日 A改訂

宇宙開発事業団

## まえがき

宇宙開発分野では、精密で複雑な先端技術の駆使、高度の品質保証が求められます。このため、予期しない不具合を経験することがあります。しかし、不具合は、必ずしも技術的な困難さや、難しい問題解決の結果として発生するわけではありません。図面の改訂忘れや、加工時の失敗、検査時の見落としのようなヒューマンエラーも関与していることがわかってきています。宇宙開発が常に単品開発であったとしても、作業の進め方自体は同じわけですから、図面改訂の手続きや、検査方法に問題があるとなれば、改善することで今後の不具合の発生を防止することができま

す。反対に改善しなければ、同じような場面で、同じような不具合が発生することになります。不具合を軽減するためには、まず不具合の発生経緯を明らかにする必要があります。まず多くの不具合は単一の原因から引き起こされるのではなく、複数の問題が影響した結果として発生します。ですから、原因を1つだけ見つけて、その対策を考えても十分ではありません。その背後にある要因を探索し、それらからどのような再発防止、未然防止対策をとればよいか考えることが、「責任追及」で終わらない、「対策指向」のヒューマンファクタ分析だといえます。

そのような背景を踏まえ、宇宙開発事業団 (NASDA) 安全信頼性管理部では、昨年度 (平成12年度) ヒューマンファクタ分析ハンドブック (NASDA-HDBK-10) 以下

“ハンドブック”と略す)を刊行しました。ハンドブックでは、ヒューマンファクターズの基本、特にヒューマンエラーについての基本的な考え方と、その分析方法(バリエーションツリー、なぜなぜ分析)を紹介、解説しています。これを受けてNASDA内部および関連メーカー各位におかれましては、不具合の防止に真摯に取り組んでおられ、“ハンドブック”はそれなりに役立っているものと考えます。

しかし、実際に分析を行なうための「手引き書」として、もう少しわかりやすく解説してほしい、作業者の負担軽減を考慮した、簡便な分析方法が他にあれば教えてほしい等といった要望が出ていました。これらを踏まえて、このたびハンドブック補足版を発行する運びとなりました。

補足版で追加、改善した点は以下のとおりです  
①バリエーションツリーの作成プロセスに沿ってポイントを解説

②他分野でのバリエーションツリー適用例、メイ  
ンツリーとサブツリーの作成など、効果的なバ  
リエーションツリーの利用方法を紹介

③なぜなぜ分析の実施にあたってその背後要因を探  
索するための視点を提供

④ハンドブックで紹介されているPSFを改善、追加  
⑤なぜなぜ分析以外の要因分析法として、PSFを  
活用したアプローチについて紹介

⑥ヒヤリハット事象、架空の不具合事例を用いた  
ヒューマンファクタ分析例を紹介

⑦ヒューマンファクタ分析に関するQ&Aを追加

以上のように、ハンドブックの補足解説だけでなく、バリエーションツリーやなぜなぜ分析以外の簡便な分析法を紹介し、ヒューマンファクタ分析法について補足した形となつていきます。

ハンドブックとあわせて用いることで、本書が多少とも分析の負担軽減と質的向上につながるがれば幸いです。実際にみなさんの身近に起こったヒューマンエラーの事例について、ヒューマンファクタ分析に取り組んでみてください。