



けてはない。各航空会社は社内に特化した組織を設けて実施しているのか実情であり、匿名性の保証かないため、必ずしも十分な成果を上げていると言えない。

#### 【安全報告制度のねらい】

安全報告制度は、表面的には目安箱や内部告発、密告などと同様に見えるか、匿名性と免責性を保証することで、報告が正当化され正義化され、報告者自身の罪悪感あるいは密告者への敵視といった組織全体の歪みを正して、安全で健全な組織の発展に寄与している。安全報告制度は、日本では「ヒヤリハット」とも呼ばれ、広く産業界や病院などでも普及している。多くの場合オープン型で、ヒヤリハット報告用紙を身近な所に置いておき、手軽に報告できるようにしてある。上司が強制的に提出を求めるため、一人当たり月に十件以上も提出されている例もあるというが、熟練ヘース型のエラー(\*12)の防止にはそれなりの効果はあるかもしれないが、組織の安全文化を創る有効な手段とはなりえない。例えば、東京女子医科大学病院[14]における心臓手術で、人工心肺装置の操作ミスにより女児が死亡した事故を、医局ぐるみで隠蔽していたような問題に対しては無力である。安全報告制度は、NASAのようなクローズ型でなければならない。クローズ型といっても、社内に特化した組織を設けて運営する日本の航空各社のような方法では、仲間や組織ぐるみでインシデントを隠すような事例には効果は無いであろう。



(\*10) NASA ASRS General Reporting Form (for pilots, dispatchers and airport personnel)

**DO NOT REPORT AIRCRAFT ACCIDENTS AND CABIN ACTIVITIES ON THIS FORM**  
**ACCIDENTS AND CRIMINAL ACTIVITIES ARE NOT INCLUDED IN THE ASRS PROGRAM AND SHOULD NOT BE SUBMITTED TO NASA**  
**ALL IDENTIFIERS CONTAINED IN THIS REPORT WILL BE REMOVED TO ASSURE COMPLETE REPORTER ANONYMITY**

SPACE FOR CIVIL EMPLOYER FOR ASRS DUTY/MP STAMP

**IDENTIFICATION STRIP** Please fill in details to secure return of strip  
**NO RECORD WILL BE KEPT OF YOUR IDENTITY.** This section will be returned to you

**TELEPHONE NUMBERS** where we may reach you for further details of this occurrence:

**HOME** Area \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_ Hours \_\_\_\_\_  
**WORK** Area \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_ Hours \_\_\_\_\_

**NAME** \_\_\_\_\_ **TYPE OF EVENT/SITUATION** \_\_\_\_\_  
**ADDRESS/PO BOX** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
**DATE OF OCCURRENCE** \_\_\_\_\_  
**CITY** \_\_\_\_\_ **STATE** \_\_\_\_\_ **ZIP** \_\_\_\_\_ **LOCAL TIME (24 hr clock)** \_\_\_\_\_

PLEASE FILL IN APPROPRIATE SPACES AND CHECK ALL ITEMS WHICH APPLY TO THIS EVENT OR SITUATION

REPORTER	FLYING TIME	CARRIER CATEGORIES	ATC EXPERIENCE
<input type="checkbox"/> Captain <input type="checkbox"/> First Officer <input type="checkbox"/> Pilot Flying <input type="checkbox"/> Pilot Not Flying <input type="checkbox"/> Other Crewmember <input type="checkbox"/> _____	Total _____ hrs. Last 90 days _____ hrs. Base in type _____ hrs.	<input type="checkbox"/> student <input type="checkbox"/> commercial <input type="checkbox"/> instrument <input type="checkbox"/> multi-engine <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> IPI <input type="checkbox"/> Developmental rider _____ yrs. non-rider _____ yrs. supervisory _____ yrs. military _____ yrs.

AIRSPACE	WEATHER	LIGHT VISIBILITY	ATC/ADVISORY BUREAU
<input type="checkbox"/> Class A (PCA) <input type="checkbox"/> Class B (TCA) <input type="checkbox"/> Class C (MUGA) <input type="checkbox"/> Class D (Control, Local ATIS) <input type="checkbox"/> Class E (General Controlled) <input type="checkbox"/> Class G (Uncontrolled)	<input type="checkbox"/> Special Use Airspace <input type="checkbox"/> advisory route <input type="checkbox"/> unknown/other	<input type="checkbox"/> VMC <input type="checkbox"/> IMC <input type="checkbox"/> reduced <input type="checkbox"/> marginal <input type="checkbox"/> rain <input type="checkbox"/> fog <input type="checkbox"/> ice <input type="checkbox"/> snow <input type="checkbox"/> turbulence <input type="checkbox"/> low clouds <input type="checkbox"/> other	<input type="checkbox"/> dayflight <input type="checkbox"/> night <input type="checkbox"/> down <input type="checkbox"/> ceiling _____ feet <input type="checkbox"/> visibility _____ miles <input type="checkbox"/> RVR _____ feet

AIRCRAFT 1	AIRCRAFT 2
Type of Aircraft (Manufacturer) _____ <input type="checkbox"/> EPIC <input type="checkbox"/> PMSB/MC	Type of Aircraft (Manufacturer) _____ <input type="checkbox"/> EJ B <input type="checkbox"/> PMSB/MC
<b>Operator</b> <input type="checkbox"/> air carrier <input type="checkbox"/> corporate <input type="checkbox"/> military <input type="checkbox"/> private <input type="checkbox"/> other _____	<b>Operator</b> <input type="checkbox"/> air carrier <input type="checkbox"/> corporate <input type="checkbox"/> military <input type="checkbox"/> private <input type="checkbox"/> other _____
<b>Mission</b> <input type="checkbox"/> passenger <input type="checkbox"/> cargo <input type="checkbox"/> training <input type="checkbox"/> pleasure <input type="checkbox"/> business <input type="checkbox"/> unknown	<b>Mission</b> <input type="checkbox"/> passenger <input type="checkbox"/> cargo <input type="checkbox"/> training <input type="checkbox"/> pleasure <input type="checkbox"/> business <input type="checkbox"/> unknown
<b>Flight plan</b> <input type="checkbox"/> VFR <input type="checkbox"/> IFR <input type="checkbox"/> DVFR <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> unknown	<b>Flight plan</b> <input type="checkbox"/> VFR <input type="checkbox"/> IFR <input type="checkbox"/> DVFR <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> unknown
<b>Flight phase at time of occurrence</b> <input type="checkbox"/> taxi <input type="checkbox"/> takeoff <input type="checkbox"/> climb <input type="checkbox"/> cruise <input type="checkbox"/> descent <input type="checkbox"/> approach <input type="checkbox"/> landing <input type="checkbox"/> missed approach <input type="checkbox"/> other	<b>Flight phase at time of occurrence</b> <input type="checkbox"/> taxi <input type="checkbox"/> takeoff <input type="checkbox"/> climb <input type="checkbox"/> cruise <input type="checkbox"/> descent <input type="checkbox"/> approach <input type="checkbox"/> landing <input type="checkbox"/> missed approach <input type="checkbox"/> other
<b>Control status</b> <input type="checkbox"/> visual a/cpt <input type="checkbox"/> controlled <input type="checkbox"/> no radio <input type="checkbox"/> on vector <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> radar advisories <input type="checkbox"/> on SID/STAR <input type="checkbox"/> unknown	<b>Control status</b> <input type="checkbox"/> visual a/cpt <input type="checkbox"/> controlled <input type="checkbox"/> no radio <input type="checkbox"/> on vector <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> radar advisories <input type="checkbox"/> on SID/STAR <input type="checkbox"/> unknown

If more than two aircraft were involved, please describe the additional aircraft in the "Describe Event/Situation" section.

LOCATION	CONFLICTS
<b>Airports</b> _____ <input type="checkbox"/> MSL <input type="checkbox"/> AGL <b>Distance and radial from airport, NAVAID, or other fix</b> _____ <b>Nearest City/State</b> _____	Estimated time distance in feet: feet _____ vert _____ Was avoidance action taken? Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Was TCAS a factor? Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Did CPWC activate? Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

NASA ARC 2778 (January 1984)
**GENERAL FORM**
Page 1 of 2

表-7 ASRS General Reporting Form



(\*11) 株式会社フェアリンク

フェアリンクでは、安全報告制度を「ヒヤリハット」と称して、その投稿並びに解析を航空会社及び監督官庁から中立な筑波大学に委託して実施している。

(\*12) 熟練ヘース型のエラー

人間の行動は、図-4 SRKモデルのように3つに分けることかできる。

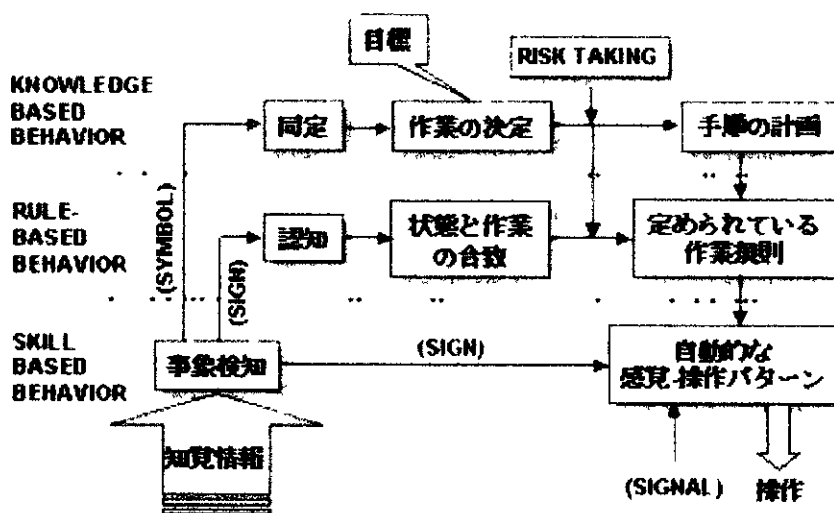


図-4 SRKモデル

- (1) 知識ヘースの行動 (Knowledge Based Behavior)
- (2) 規則ヘースの行動 (Rule Based Behavior)
- (3) 熟練ヘースの行動 (Skill Based Behavior)

熟練ヘース型のエラーは図-5に示した無意識の行動によるエラーである。

これに対処するには、規則ヘースの行動あるいは知識ヘースの行動によらなければならない。例えば、チェックリストによってエラーを防ぐ方法は規則ヘースの行動によるものである。また、一般的に会議は出席者みんなの知識ヘースの行動によって、個人の熟練ヘースのエラーを防いでいるのである。

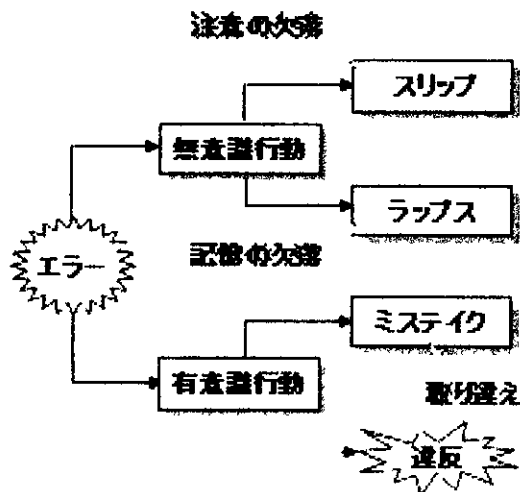


図-5 ヒューマンエラー



なお、スリッパとは注意の欠落によって起こるエラーで「シャツを後ろ前に着てしまった」類のエラーである。

ラノプスとは記憶の欠落によって起こるエラーで「出かける途中で投函しようと鞆の中に入れておいた手紙を出し忘れた」というようなエラーである。

(\*13) CRM 訓練

CRM 訓練の研究は、航空機の事故原因が Machine Cause から Human Cause に入れ代わった 1970 年代(\*15)に始まった。

機長の独断が原因になったと考えられる事故に着目した研究者たちか、1976 年に Simulator を使って大規模な実験をした結果、チームワークを高めることか有効であることか確認された。規定化されたのは、アメリカにおいて LOFT[1]か 1978 年に、CRM[2]か 1989 年であった。

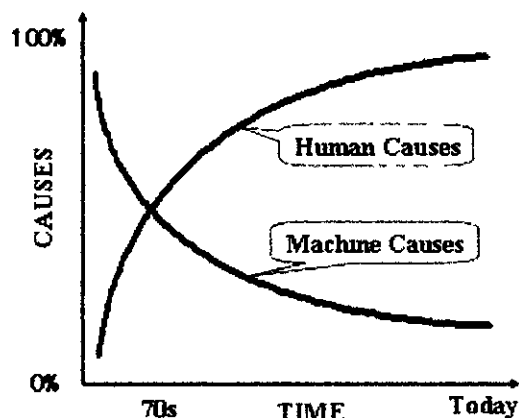
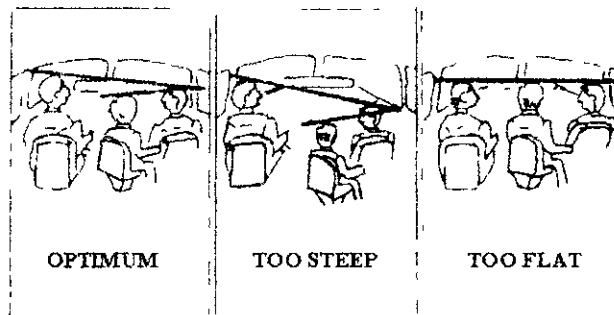


図-6 航空機の事故原因

ICAO においても、CRM か 1998 年にマニュアル化[10]された。日本では 1986 年から航空会社か自主的に導入し、2000 年 4 月 1 日からは客室乗務員を含む乗務員全員の CRM 訓練が義務化された。今や CRM 訓練は世界の航空会社か取り入れている、機長のワンマン化、ホス化を排除し、Cockpit と Cabin か機長の独断によるエラーで支配されないように、チームとして情報を共有し活用することにしている。CRM において TAG(\*14)を適切に保つことは重要なこととされている。

(\*14) TAG ( Trans-cockpit Authority Gradient 権威勾配)とは、機長の権威か、副操縦士や客室乗務員に対してどのような関係になっているかを示したものである。それか、図-6 に示したように急過ぎたり (TOO STEEP) 浅過ぎたり (TOO FLAT) せず、適切 (OPTIMUM)に保つことかチームワークにとっては大切である。



Trans-Cockpit Authority Gradient (TAG 権威の勾配)

図-7 TAG



図示されていないが、逆転もチームワークに悪影響をもたらす。この考え方は、家庭や地域、職場、社会などに置き換えて応用できる。

(\*15) Accident Rates and Fatalities by Year [5]

### Accident Rates and Fatalities by Year Worldwide Commercial Jet Fleet — 1959 Through 2000

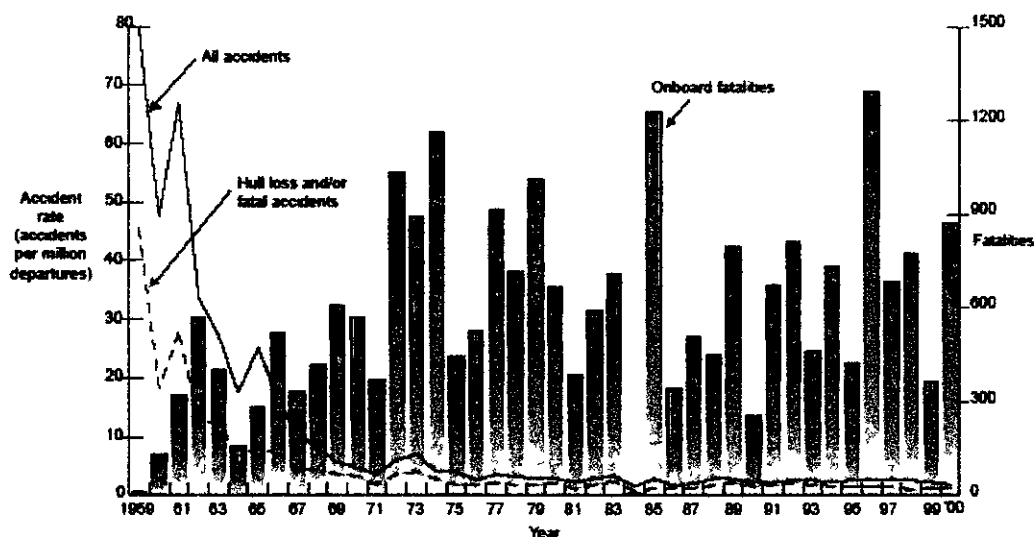


図-8 Boeing Statistical Summary

(\*16) スターアライアンス (Star Alliance) とは、世界の大手航空会社がグループを形成し、航空券の販売予約などに始まって、燃料の調達から危機管理、安全監査までをその加盟航空会社で連携して行うグローバル・ネットワーク。



参考文献

[n] と表記

- [1] AC120-35B (1990) 別添資料
- [2] AC120-51D (2001) 別添資料
- [3] ASRS Program Overview (2004) 別添資料
- [4] ASRS Sample of Callback (2004) 別添資料
- [5] Boeing Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide Operations 1959 – 2000
- [6] Code of Federal Regulations (2003)
- [7] ICAO Annex 1 (2003)
- [8] ICAO Annex 13 (2003)
- [9] ICAO Human Factors Digest No 1 (1989)
- [10] ICAO Human Factors Training Manual (1998) 別添資料
- [11] IOSA Standards Manual (2003)
- [12] JAR-OPS1 (2001)
- [13] 医師法 (2002)
- [14] 医療事故はとまらない、集英社 (2003)
- [15] 運航規程、株式会社フェアリンク (2003)
- [16] 運航規程付属書、株式会社フェアリンク (2003)
- [17] 航空身体検査の手引き (2002)
- [18] 航空法 (2003)
- [19] 航空法施行規則 (2003)
- [20] 航空便覧 (2003)
- [21] 日本ファシィ学会誌 2003 年第 1 号 (2003)

## 添付資料



## 添付資料の目録

- <資料1> ヒューマンファクター訓練マニュアル（第1版－1998）  
第1章ヒューマンファクターの基本概念
  
- <資料2> ヒューマンファクタ分析ハンドブック<補足版>  
1. バリエーションによる不具合の再構築 (抜粋)
  
- <資料3> AC120-35B（1990）  
*Line-Oriented Flight Training*
  
- <資料4> AC120-51D（2001）  
*Crew Resource Management Training*
  
- <資料5> ASRS Program Overview（2004）
  
- <資料6> ASRS Sample of Callback（2004）
  
- <資料7> ICAO Human Factors Training Manual（1998）  
*Part 2 Chapter 2 Crew Resource Management (CRM) Training*
  
- <資料8> より安全な医療を求めて－医療安全に関するエヒテンス・レポート－  
第44章 クルー資源管理とその医学への応用  
（原文）  
Making Health Care Safer A Critical Analysis of Patient Safety  
Practices  
*Chapter 44 Crew Resource Management and its Application in Medicine*





<資料1>

ヒューマンファクター訓練マニュアル（第1版—1998）

第1章ヒューマンファクターの基本概念

# ヒューマンファクター 訓練マニュアル

HUMAN FACTORS TRAINING MANUAL

第1版 — 1998



(ICAO 事務局の承認とその権限の下で発行)

国際民間航空機関 (ICAO)  
財団法人 航空振興財団  
(2000年8月)

## 第1章

### ヒューマンファクターの基本概念

#### 1.1 はじめに

1.1.1 ヒューマンパフォーマンス(Human Performance)は殆どの航空事故で事故原因に関わる要因(Causal Factor)として取り上げられている。事故率を減らしたいと願うならば、ヒューマンファクター(Human Factors)の問題を良く理解し、しかも重大な事が起きる前に対処するようにヒューマンファクターの知識を幅広く適用していかなければならない。重大な事が起きる前の(proactive)対処とは、ヒューマンファクターの知識が運航に従事する人々の資格付与の過程で適用されるだけでなく、システム（組織、体制、規則等々）が設計されて運用が開始される前の段階、即ちシステムを設計して承認される段階で適用されるべきことを意味している。ヒューマンファクターに対する認識が広まっていけば、航空をより安全で効率的にする唯一且つ最大の機会を国際的にもたらすことになる。この章の目的は、ヒューマンファクターを構成する色々な要素の概観を示し、その意味を明確にすることにある。

1.1.2 幾千年もの昔に人間が道具を作り始めるようになって以来、初歩的なエルゴノミクス(Ergonomics、人間工学)を適用することで作業効率が高められてきた。しかしながら、エルゴノミクスがヒューマンファクターに向けて近代的な進歩を始めたのは、この100年の間である。

1.1.3 第一次世界大戦中は、工場生産の最適化を図り、何千もの新兵を効率良く軍務に振り分ける必要性があった。第二次世界大戦中には、最大効率で使いこなせない程に装備が複雑化して人間の能力を超えてしまった。これらの事が、ヒューマンファクターの進歩を一層、促す刺激となった。スタッフの採用及び訓練についても、より科学的なアプローチが始められるようになった。しかしながら、航空安全に対してヒューマンファクターに期待された新たな関心事は、その時の技術的限界を乗り越える対処療法(Reactive Response)にあった。その結果、時として人間の限界を見落とすという犠牲を払いながら、ヒューマンファクターの知識を適用することで、人間の能力は最大限まで引き伸ばされていった。

1.1.4 ヒューマンファクターの組織化は、1949年に人間工学研究会(Ergonomics Research Society)、1957年にヒューマンファクター学会(Human Factors Society)及び1959年に国際人間工学学会(I E A International Ergonomics Association)等、いく

つかの団体の創立とともに始められた。

115 ヒューマンファクターの基本を教育する必要性が業界を通して認識されるようになり、正規訓練への様々なアプローチが各国で試みられるようになった。この認識は、多くの事故がヒューマンファクター適用の欠如に起因しているとの調査結果から悲劇的に強調されていった。ICAO（国際民間航空機関）は、国際民間航空条約第13付属書（Annex13）（1994年）の事故調査にヒューマンファクターを組み込み、更にAnnex 1（1989年）及びAnnex 6（1995）にも訓練及び資格付与の要件として、ヒューマンファクター訓練を組み入れることとした。

116 1976年、FAA（Federal Aviation Authority、米国連邦航空局）とNASA（National Aeronautics and Space Administration、米国航空宇宙局）は、非懲罰で個人の秘密を守る自発的な航空安全報告制度（ASRS Aviation Safety Reporting System）を設けることに合意した。この制度は、ヒューマンパフォーマンスの中の人間の行動とエラーを解析するための適切な情報を得るには、報告提出者から不利益処分の惧れを取り除くことが最善であるとの公式見解によるものである。その後、同様な体制がイギリス（CHIRP Confidential Human Factors Incident Reporting Program）、カナダ（CASRP）及びオーストラリア（CAIR）にも設けられた。

117 この章の概略は以下のとおりである。

- 1) ヒューマンファクターの意味と定義、その概念モデル及び共通して見られる誤解を矯正すること
- 2) ヒューマンファクターに対する航空界の必要性
- 3) 運航にヒューマンファクターの適用した場合の概観

## 1 2 ヒューマンファクターの意味

121 用語としてのヒューマンファクターは、明確に定義されなければならない。何故なら、これらの言葉が日常語として使われる時、人間に関する全ての要素に適用される場合があるからである。人間の要素は、航空システムの中でも最も柔軟で順応性があり有益なものであるか、しかしながら、そのパフォーマンスに悪影響を与える作用に対しては、最も無防備でもある。長年にわたって、4件の事故の内、約3件はヒューマンパフォーマンスが最適に発揮されなかったことにより起きている。この事は、一般的に「ヒューマンエラー(Human Error)」として分類されている。

122 用語としての「ヒューマンエラー」は 事故防止には何の役にも立たない。何

故なら、この用語はシステムの中の「何処」で破綻が起きたかを示すかも知れないか、「なぜ」発生したかの理由を明らかにしないからである。システムの中で、人間に起因するエラーは、不適切な訓練、雑なプロセチャー、或いはチェックリストやマニュアルの貧弱なコンセプトやレイアウトによって刺激されたり、誘発されたりして起きているかも知れないのである。さらに、用語としての「ヒューマンエラー」は、事故を防止すへきならば目立つ状態にすへき潜在要因を隠蔽させてしまう。実際、安全に関する最新の考え方は、ヒューマンエラーは事故調査及び事故防止の結論ではなく、出発点とすへきてあると論じている。

123 人間の予測能力と限界を理解して応用することが、ヒューマンファクターの第一義的な関心事である。19世紀末以降、ヒューマンファクターは、徐々に発展して磨きかけられ、体系化されてきた。現在のヒューマンファクターは、膨大な知識が蓄えられるまでになった。これらの知識を使って、複雑になった今日の民間航空システムの安全性を高めることは可能である。“Human Aspects (人的側面)”及び“Human Elements (人的要素)”という慣用語は、不明確さを避けて理解を深めるために便利な言葉として使われている。

#### ヒューマンファクターの学問分野

124 初期の頃、航空界の関心の多くは人間に影響を与える騒音、振動、暑さ、寒さ及び加速度に関するものであった。通常、身体に関わる知識を持つ身近にいる人物は医師であった。このことが、ヒューマンファクターは、ともかく医学の一分野であると信じて止まない誤解を生じさせたものと思われる。やがて50年前になると、航空の仕事がより認知的観点へと拡大していき、この傾向が続いて、ヒューマンファクターの研究は医学の範囲外に置かれるようになった。この複雑な環境で働く人々の役割を最適にするためには、ヒューマンパフォーマンスの全ての面が関係してくる。意思決定と他の認知機能、表示と制御の設計、コックピットと客室のレイアウト、通信とコンピューターのソフト、地図とチャート類、そして飛行機運用規程、チェックリスト等の分野まで含まれる。ヒューマンファクターの知識は、スタッフの採用、訓練 審査、そして事故防止や事故調査にも次第に利用されるようになった。

125 ヒューマンファクターは、自ずから多岐な学問領域に亘っている。例えば、人々が、いかにして情報処理及び意思決定を行うかを理解するための情報は、心理学から引き出される。心理学及び生理学からは、我々の周りの情報を探知して伝達する手段としての感覚機能についての理解が得られる。コックピットと客室の制御装置の設計と配置、及び他の作業特性を最適化する際には必須となる身体の計測や運動については、人体測定法と生体力学が必要である。生物学と生体内に認められる周期的現象を取り扱う時間生物学は、身体のリズムと睡眠並びにそれらか夜間飛行と時差に及ぼす性質を理解する

うえに必要である。統計学について多少の基本的理解がなければ、標本の調査または研究から適切な解析もしくは成果の提示を行うことは不可能である。このような学問的な知識を活用する一方で、ヒューマンファクターは、現実世界の現実的な問題の解決に本質的な関心をもっている。ヒューマンファクターは、実践的な性格を有している。学問志向ではなく、問題解決を志向している。

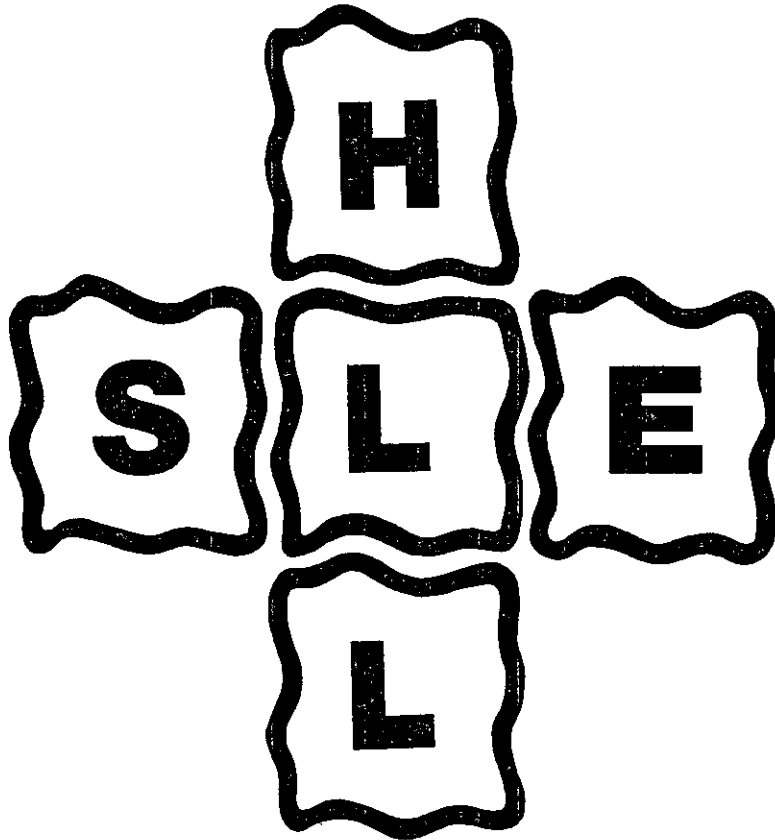
126 ヒューマンファクターは、生活をして働いている状況下での人間に関わるものである。機械、プロセジャー、及び環境と人間の関係に関わるものである。そして、更に他の人々との関係について関わるものである。エドワーズ教授が提案したヒューマンファクターの定義によれば、「ヒューマンファクターとは、人間科学を体系的に適用することで、システム・エンジニアリングの枠内で統合して、人間とその活動の関係を最適なものにすることである」と明言している。その目的は、システムの効率性にあると見なすことができる。それは安全と効率を追求して、個人が満足できる状態（健康）になることである。エドワーズ教授は、更に「活動」とは、個人間のコミュニケーション、及び個人とグループの行動に対する関心を意味すると述べている。最近では、この考え方が拡大されて、個人、グループ及び組織の間の相互作用、そして航空システムを構成している組織間での相互作用まで含むようになった。人間科学とは、人間の構造と性格、その能力と限界及び個人でいる時とグループ内にいる時の行動を研究するものである。

127 エルゴノミクス(ergonomics)という用語は、ギリシャ語の 働く (ergon)と自然法 (nomos)が合成されたものである。これは、「作業環境の中での人々の効率性を研究」として定義されている。エルゴノミクスという言葉はヒューマン・マシーン・システムのデザイン上の問題に限定して使用している国もある。エルゴノミクスについては第3章で紹介する。

### ヒューマンファクターの概念モデル

128 ヒューマンファクターを理解する手助けとして、モデルを使うと分かり易い。ヒューマンファクターの異なる構成要素を代表するブロックを用いて、この概念モデルをひとつの実践的な図で示してみる。モデルは、ブロックをひとつずつ置くことにより構築され、構成要素のマッチングが必要であることを印象つける図である。SHELコンセプト「構成要素のソフトウェア (Software)、ハードウェア (Hardware)、環境 (Environment)、ライヴウエア (Liveware) の頭文字語」は、1972年エドワーズ教授により考案され、1975年にホーキンスにより手が加えられた。SHELの解釈は、次のとおりである。ライヴウエアは人間、ハードウェアは機械、ソフトウェアは手順、表示法等、環境はL・H Sシステムが機能する状況である。このブロック図は、ヒューマンファクター外側のインターフェース (ハートウエア―ハードウエア、ハ

ードウェアー環境、ソフトウェアーハードウェア) をカバーしていない。ヒューマンファクターを理解する基本的な助けとして意図しているのみである。



S = Software (ソフトウェア)  
H = Hardware (ハードウェア)  
E = Environment (環境)  
L = Liveware (人間)

このモデルでは、ブロック（インターフェース）のマッチングあるいはミスマッチングは、ブロックそのものの性質と同様に重要である。ミスマッチングはヒューマンエラーの要因に成りうる。

ホーキンスにより手が加えられた SHELL モデル

### 129 ライヴウェア

モデルの中心は人間である。システムの中で最も柔軟性のある要素ではあるが、最も不安定でもある。しかも人間のパフォーマンスは非常に変化し易く、多くの限界がある。一般的に言って、現在ではこれらの多くは予測可能である。ブロックの縁辺は単純でも直線でもない。従って、偶発的な崩壊やシステムの中にあるストレスを避けるように、システムの他の要素を注意深くマッチさせなければならない。

1210 このマッチングを達成するためには、この中心要素の特性を理解することか肝要である。重要な特性の幾つかを次に示す

- a) 身体の大きさや体形 如何なる職場であっても装置を設計する際には、年齢、人種、及び性別のグループによって変わってくる身体の計測値とその運動性が、不可欠

の役割を果たしている。設計の初期段階で決定しなければならないか、これらの決定には身体計測法及び生体力学からのデータが利用できる。

b)身体要件 食物、水、酸素に対して人間が必要とする要件は、生理学、生物学から得られる。

c)入力特性 人間は、周囲の外界から情報を収集する感覚器官を備えており、外界の出来事に対応して求められた仕事を遂行することができる。しかし全ての感覚は、何かの理由により劣化し易い。これに関する知識ソースは、生理学、感覚心理学及び生物学である。

d)情報処理 これらの人間の能力には、厳しい限界がある。計器や警報装置の貧弱な設計は、人間の情報処理機能の能力と限界を考慮しなかったことから生じていることがある。モチベーションやストレスと同様に短期及び長期記憶も関連している。ここでは心理学が背景知識のソースとなる。

e)出力特性 ひとたび情報が感知されて処理されると、それが身体的に制御運動であれ、またはコミュニケーションの開始であれ、所望の対応を始めるよう筋肉にメッセージが送られる。許容される制御運動の力と方向は識別されなければならない。これらの知識は、生体力学、生理学及び心理学から得られる。

f)環境の許容度 気温、気圧、湿度、騒音、一日の時刻、明るさ及び暗さは、全てが人間のパフォーマンス、更には満足状態の程度に反映される。高所、閉鎖された場所、退屈またはストレスの多い作業環境もパフォーマンスに影響を与えることが予想される。これらについての情報は、生理学、生物学及び心理学から得られる。

ライブウエアは、ヒューマンファクターSHELモデルの中心である。他の構成要素は、この中心構成要素に順応させ、マッチさせなければならない。

#### 12.11 ライブウエア - ハードウエア

このインターフェースは、ヒューマン マシン システムについて語る時、最も一般的に考慮されるものである。例えば、人体の座位特性に合った座席、ユーザーの感覚情報処理特性にマッチする表示、適切な動き 符号化 配置を有する制御装置の設計である。最終的に大事故に繋がるようなL-Hの欠陥があったとしても、ユーザーが欠陥に気づくことは難しい。何故なら、L-Hのミスマッチを受け入れようとする人間本来の特性か、この種の欠陥を覆い隠してしまうからである。しかしながら、欠陥自体を取り除こうとはしない。これはデザイナーが注意すべき潜在的な危険要素である。コンピューターと発達した自動システムの導入に伴い このインターフェースはヒューマンフ



ァクター活動の最先端の問題になっている。

#### 1 2 12 ライブウエアー - ソフトウエア

これには、人間とシステムの非身体的状況が含まれる。非身体的状況とは、プロセジャー、マニュアル及びチェックリストの配置、記号の使用やコンピューター プログラム等のことである。このインターフェイスの問題は、事故報告書の中では顕著に見られるが、多くの場合、その問題に気付くことは難しく、結果的に問題解決には困難が増すことになる。（例えば、チェックリストや記号の誤解、プロセジャーの非遵守等）

#### 1 2 13 ライブウエアー - 環境

人間と環境のインターフェイスは、飛行機が飛び始めた当初から認識されていた。最初に採られた対策では、その全てが人間を環境に適応させることを目指していた。（ヘルメット、飛行服、酸素マスク、対重力スーツ）その後、この傾向は逆転して、人間の要件に合うように環境を適応せるようになった（与圧や空調システム、防音装置）。今日、新たな課題が生じている。それは、高々度における著しいオゾン集中と放射線障害であり、そして東西の子午線を高速で飛行することにより、生体リズムが乱れて睡眠が乱れて、睡眠不足となる問題である。幻覚及び空間識喪失は、多くの航空事故の原因になっており、L-Eインターフェイスでは、例えば、進入及び着陸フェーズにおける幻覚といった環境条件によって誘発される知覚エラーを考慮しなければならない。航空システムは、広くは政治的、経済的な拘束も受けながら運航している。これらの環境状況は、このインターフェイスの中で相互作用を起こすことになる。これらの影響を加減することは可能かも知れないが、時としてヒューマンファクター実践者の行い得る範囲を超えることがある。これらの影響は中枢に及ぶものであり、マネジメントを担っている人によって、真摯な取り組みが行われべきである。この問題については、第2章で掘り下げて論じている。

#### 1 2 14 ライブウエアー - ライブウエアー

これは人と人とのインターフェイスである。訓練と技能試験は、伝統的に個人をベースにして実施されてきた。チーム一人ひとりの技能が熟達していれば、チームとしての技能も熟練して効率的になる筈であると想定されていた。しかしながら、この想定は常に正しいとは言えず、次第にチームワークの崩壊に目か向けられるようになっていった。乗員、航空管制官、整備士及び他の運航従事者のグループとしての機能は、人間の行動やパフォーマンスにある役割を果たしている、と考えられるようになった。このインターフェイスで、我々はリーダーシップ、クルー コーデネーション、チームワーク及び個性の相互作用に関心を抱いている。スタッフとマネジメントの関係もこのインターフェイスの範囲内であり、企業文化、社風、会社の運航に対するプレッシャーは、人間のパフォーマンスに大きな影響を与える。このマニュアルのパート2では、運航従事者に対するヒューマンファクター訓練プログラムの最新情報を紹介している。

### 1 3 航空界におけるヒューマンファクターの必要性

1 3 1 アメリカ連邦航空局の前長官ドナルド エンジェン提督は、「今日の素晴らしい信頼性を持ったハードウェアが開発されるまでに、我々は50年以上も歳月をかけてきた。今や人との関わり合いをもって仕事を進めていく時代である」という言葉を1986年以来、常々引用してきた。前長官のこの声明は、航空界におけるヒューマンファクターの必要性を重くみて鼓舞するものである。我々は、法的な問題については法律家の助言を参考にし、家を建てるには建築家に依頼し、病状の診断については医師に聞くか、しかしながら、ヒューマンファクターの問題を解決しようとした場合には、その結果には多くの生命がかかっているにも拘わらず、我々は直観的なアプローチ、そして殆どが形式的なアプローチを行ってきた。ヒューマンファクターの問題解決を求める際、飛行時間や経験の多さは殆ど意味をなさない。ヒューマンファクターの理解を通じてのみ問題解決が可能となる。

1 3 2 このことは特に重要である。何故なら、既に述べたとおり、4件の事故の内、約3件はパフォーマンス・エラーに起因しており、明らかに健康で適切な資格を有する人によって起こされていることが、以前から知られていたからである。これらのエラーの幾つかは、お粗末な装備やプロセジャー、或いは不適切な訓練や運航指示に根源を辿ることができる。しかしながら、その根源が何であれ、人間のパフォーマンス能力と限界、そして人間の行動に関して湧いてくる疑問が、ヒューマンファクターの技術を考える上での中心となる。人間のパフォーマンスが最適な状態よりも低下することで支払う代償は、人的面からも経済的面からも、極めて大きくなっており、当座しのぎの手段、或いは形式的な手段でヒューマンファクターへアプローチすることは、もはや適当ではなくなった。安全であることは航空関係者全ての最終目標であり、それを論理的に追求していけば、航空界はヒューマンファクターの知識を適切なレベルに確保することができる。

1 3 3 航空界がヒューマンファクターを必要としているのは、2つの分野に幅広い影響を与えるからである。この2つの領域は密接な相互関係にあり、多くの場合で重複してお互いに影響し合っている。この2つの分野は次のとおりである。

- ・システムの効率（意図した結果を生み出すこと）
  - －安全性
  - －効率性
  
- ・運航従事者の健康状態

## システムの効率

### 安全性

134 航空安全におけるヒューマンファクターの問題を効果的に説明する最良の方法は、事故例を挙げることである。ヒューマンファクターの領域が航空界の注目を浴びる切っ掛けとなり、航空界でヒューマンファクター活動が活発になる道を開いた事故例を幾つか以下に紹介する。

1) 1972年12月の同し月に、L1011がフロリダ州エバグレーツに墜落し(NTSB/AAR 73-14)、B-737がシカゴのミッドウエー空港で墜落した(NTSB/AAR 73-16)。最初のケースでは、職務の割り振りが不適切となり、乗員は皆、着陸装置表示灯の球切れに気をとられてしまった。2番目のケースでは、機長がリーダーとして利用可能なリソースを適切に活用しなかった。

2) 1974年、B707がサモア島のポゴポゴ空港に進入中に墜落し、96名の生命が奪われた。フラックホール現象に関係した幻覚が、原因に繋がる要因であった。(NTSB/AAR 74-15)。

3) 1974年、DC-10が離陸後、カーゴドアが開き、飛散して墜落した。貨物担当者がカーゴドアを閉じるために加えた力、ドアの設計及びサービス ブリテインの不適切な適用が要因として挙げられた。(ICAO Circular 132-AN/93)

4) 1974年、B-727がワシントンのダレス空港に進入中、マウント・ウエザーに衝突し、92名が死亡した。ATCの手順と規定が明確でなく不適切であったことが事故に繋がった。ATC用語に関する問題点を知っていたが、法制当局が解決に向けてタイムリーな措置を取らなかったことが要因のひとつとして挙げられた。(NTSB/AAR 75-16)

5) 1977年、2機のB747がテネリフェ空港の滑走路上で衝突し、583名が死亡した。通常の交信が途絶し、音声交信を誤って解釈したことが関与要因であった。(ICAO Circular 153 AN/98)

6) 1979年、DC10が南極のマウント エレハスに衝突した。情報伝達とデータ入力のエラーが、事故の中である役割を演じた。(Accident report No 79/139 New Zealand)

7) 1982年、B-737がワシントンに着氷状態で離陸した直後に墜落した。エンジン推力を(実際より高く)誤読したこと、及び副操縦士が離陸中の機体性能について訝しいと思ったにも拘わらず機長に具申するにあたり、自分の意見を主張しなかったこと(lack of assertiveness)が事故の要因として引用された。(NTSB/AAR 82-08)

8) 1983年、クアラ・ルンプールで発生したA-300の事故報告書は、フリートの中で飛行機によって異なるパネル配置が、クルー・パフォーマンスに悪影響を及ぼしたことを示唆している。(当該機はドライリース) (Accident report No 2/83, Malaysia)

9) 1984年、DC-10がJFケネディ空港の滑走路をオーバーランした。自動化に対する過信が事故報告書に特記された。(NTSB/AAR 84-15) 自動化の過信については、B-747が2分もしない内に20,000フィートも高度を失い、構造部分を損傷した1985年の操縦不能インシデントでも要因として取り上げられている。

10) 1987年、MD 80がデトロイトで離陸中に墜落した。パイロットは、フラップをセットしなかった。SOP (Standard Operating Procedures、標準操作手順)に違反したことになる。また、原因は不明であるが、離陸形態警報が作動しなかった。(NTSB/AAR 88 05)

## 効率性

135 ヒューマンファクターを適用する必要性は、飛行安全のためだけではない。効率性もヒューマンファクターの知識を適用するか、しないかで極端に影響を受ける。例えば、運航においてヒューマンファクターを無視すれば、作業のパフォーマンスが最適なものより低くなることが予想される。次の各項は、効率性に関連してヒューマンファクターの知識を適用した場合の概観を紹介するものである。

136 モチベーションは、人かなし得ることと実際に行うこととの間の差を表すものとして説明できる。モチベーションのある人は、ない人よりも高い効率性を持ってタスクを遂行する。航空におけるヒューマンエラーとその結果は、ヒューマンファクターの技術でコントロールが可能であり、従って効率を上げることができる。

137 コックピット内の表示と制御装置の適切なレイアウトは、効率性を促進し向上させる。適切な訓練を受けて監督されている乗員は、より効率的にタスクを遂行すると考えられる。最も効率的に運航する方法を提供するために開発されたSOPは、効率の観点から言えば、乗員のパフォーマンスを測定する手段と見なされるべきである。