
航空機事故防止に関するヒューマンファクターの取り組みとリスク管理について

—航空機整備における動向と課題を中心として—

羽原敬二（関西大学）

目次

1. はじめに
2. ヒューマンファクターの定義
3. ヒューマンエラーの概念
4. 整備に関するヒューマンエラー
5. エラーマネジメント
6. おわりに

1. はじめに¹⁾

10年前には、ICAO (International Civil Aviation Organization; 国際民間航空機関) の付属書の国際基準や業務遂行指針にも、ヒューマンファクターに関する記述はほとんどみられず、ICAO の第1 付属書 (航空従事者技能証明) が、訓練におけるヒューマンファクターの要件を記載している唯一の付属書であった。第13 付属書 (航空機事故調査) でも、事故報告書の標準書式を示す文書の中でヒューマンファクターにかかわる項目は、個人に対する訓練と医学的所見に関するものだけであった。

航空機的设计に関しては、ICAO の第8 付属書 (航空機の耐空性) にも、世界的に準拠されている欧州の JAR (Joint Aviation Requirements) 第25 章と米国の FAR (Federal Aviation Regulation) 第25 章にも変化がみられず、ハイテク化されたコックピットの設計におけるヒューマンファクターに関しては、不十分なままであった。しかし、1996 年に欧州の JAA (Joint Aviation Authorities) と FAA (Federal Aviation Administration) から出されたヒューマンファクターに関する報告書は、耐空性審査手法の進歩による変化を示すものであった。

ICAO は、1990 年から1999 年の10 か年間、ヒューマンファクター推進計画に基づき、航空の安全におけるヒューマンファクターに関する教育・啓蒙活動を行うと同時に、ガイダンス資料の作成や ICAO 付属書の改訂などを実施してきた。その結果、今や航空の安全に人間の行動が深くかかわっていることは、誰しもが認めるところとなっている。

現在、ICAO の付属書には、CRM (Crew Resource Management) が第6 付属書 (航空機の運航) に盛り込まれており、事故報告書式は、改訂されて事故に関する組織的要因の記述が含まれるようになっている。さらに、ICAO の事故・インシデントデータベースである ADREP (Accident/Incident Reporting) の2000 年改定版には、CRM 関連項目と根本原因に関

する分類コードが付加されている。

1990年以降のICAOを中心としたヒューマンファクターに関するさまざまな活動や研究の成果は、最初に航空機の運航における制度や訓練に反映され、航空機の整備は、運航の分野に比べ、かなり対応が遅れる傾向があった。

航空機整備の分野では、一部の航空会社が独自でヒューマンファクターの訓練を開発・実施していたが、必ずしも事業者間で標準化されたものではなく、企業規模の小さい場合には、導入が容易ではないことなど、問題点が指摘されていた。こうした状況のもとで、整備に起因する幾つかの重大な事故が発生したため、整備に関してヒューマンファクターへの本格的な取り組みが急務となり、1998年にICAOが定めた付属書にも、ヒューマンファクターに適合した整備制度の実施が求められるようになった。

航空機整備に関するICAO付属書では、第1付属書と第6付属書の改訂が1998年11月に適用となり、整備士の免許要件、整備プログラム、および整備訓練におけるヒューマンファクターの要件が追加された。ICAO付属書の内容を円滑に実施するためのガイダンス資料としても、*Human Factors Digests*を集大成した*Human Factors Training Manual*が1998年に発行されている。さらに、1999年に、ICAOはこれまでの活動評価と事業展開のため、2000年から2004年までの5か年活動計画案を策定した。

このような国際標準に対する具体的な方策を検討するため、わが国でも、1999年10月、監督官庁、航空運送事業関係者、学識経験者等の参加を得て、財団法人航空輸送技術研究センター（ATEC: Association of Air Transport Engineering and Research）に「航空におけるヒューマンファクターの調査・研究委員会（整備分科会）」が設置され、整備士の資格、航空運送事業者の整備訓練、および整備プログラムにかかわるヒューマンファクターの要件を明確化するとともに、関連組織および機関に対する具体的な要件を提言する体制が確立された。²⁾

以上のような整備分野での実態に基づき、本稿では航空機整備におけるヒューマンファクターの動向と課題について、リスクマネジメントの観点から考察することとした。

2. ヒューマンファクターの定義

ヒューマンファクターは、さまざまに定義されているが、システムの特性によってヒューマンファクターの形態が異なるように、多くの定義が考えられる。

基本的に最も重要な点は、ヒューマンファクターは、人間が関与するすべての局面・段階に存在するものであり、人的特性または人的要因として作用するハザードであるということである。具体的には、現場の作業に従事する人、保守・補修を実施する人、作業を監督する管理者、作業計画を策定する人、手順書を作成する人、職務内容を決定・評価する人、作業環境を整備する担当者、事業運営者、規制行政の担当者、システム計画の責任者、システムの設計者、システムを製作・設置する人など、すべて人間が介在する部分にヒューマンファクターが入り込んでくる。したがって、ヒューマンファクターは現場で働く作

業当事者だけの問題ではない。

人間の特性と環境が調和していない場合、人間は不自然な行動を強いられることになるため、不具合が発生する可能性が増大する。このことを認識して、人間と環境の不調和を改善する活動がヒューマンファクターの概念である。つまり、人間の特性を理解したうえで人間を取り巻く周囲の状況を人間の特性に合わせるように改善する人間中心の考え方であるといえる。航空機整備作業に焦点を当てて、言い換えるならば、人間は本来エラーを犯す存在であり、このエラーを犯しやすいという人間の特性をあるがままに受け入れ、理解したうえで、エラーの発生を極力抑え、万一エラーを引き起こしても重大事に至らぬようにするための安全および品質への取り組みがヒューマンファクターの基本である。

以下に主要なヒューマンファクターの定義を列挙する。³⁾

(1) ICAO 第6付属書, 第1章における Human Factors Principles の定義

「航空機的设计, 証明, 訓練, 運航, および整備に適用される原理であり, 人間の能力と限界を適切に考慮することにより, 人間と他のシステム構成要素との安全な相互関係を求める原則である。」

(Principles which apply to aeronautical design, certification, training, operations and maintenance and which seek safe interface between the human and other system components by proper consideration to human performance)

ここで Human performance は、「航空機運航の安全と効率に影響を与える人間の能力と限界」(human capabilities and limitations which have an impact on the safety and efficiency or aeronautical operations)と定義されている。

(2) ICAO Human Factors Training Manual 第1部, 第1章における Human Factors の定義

「ヒューマンファクターとは、生活および職場環境における人間に関することであり；機械、手順、環境と人間とのかかわり合い；および人間同士のかかわり合いに関することでもある。

ヒューマンファクターの定義の一つとして、エドワード教授による提案では、ヒューマンファクターは、人間科学をシステムの中で利用して、システム工学の枠組みの中に統合された人間とその活動の関係を最適にすることに関与するものであると表されている。」

(Human Factors is about people in their living and working situations; about their relationship with machines, with procedures and the environment about them; and also about their relationships with other people.

One definition of human factors, as proposed by Professor Edwards, declares that Human Factors is concerned to optimize the relationship between people and their activities, by the systematic application of human sciences, integrated within the framework of system engineering.)

(3) FAA Human Factors Guide for Aviation Maintenance and Inspection Research Program の Strategic Program Plan における Human Factors の定義

「ヒューマンファクターとは、職場における人間の能力と限界を研究することである。ヒューマンファクターは、生理学、心理学、職場の設計、環境条件、人間・機械系との相互

関係などの特性を含むが、これらに限定されるものではない。ヒューマンファクターの研究者は、システムの機能を研究しており、すなわち、人間の相互作用、用いる装置、文書および口頭による遵守手順や規則、システムの環境条件を研究している。」

(Human Factors refers to the study of human capabilities and limitations in the workplace. Human factors include, but are not limited to, such attributes as human physiology, psychology, work place design, environmental conditions, human-machine interface, and more. Human factors researchers study system performance. That is, they study the interaction of humans, the equipment they use, the written and verbal procedures and rules they follow, and the environmental conditions of system.)

(4) FAA AC120-51C Crew Resource Management Training 第6項の「定義」における Human Factors の定義

「ヒューマンファクターは、人間の能力と限界を最適化し、人間のエラーを減少させることを追求した総合的な学問である。ヒューマンファクターは、行動科学、社会科学、工学、および生理学の手法と原理を融合するものである。ヒューマンファクターは、機械と調和しながら作業する人間を研究する応用科学である。ヒューマンファクターは、個人の能力と限界に影響する要因および集団や運航乗務員の能力と限界に影響する要因を含んでいる。」

(Human Factors is a multidisciplinary field devoted to optimizing human performance and reducing human error. It incorporates the methods and principles of the behavioral and social sciences, engineering and physiology. Human factors is the applied science which studies people working together in concert with machines. Human factors embraces variables that influence individual performance and variables that influence team or crew performance.)

(5) ATA Spec 113 Maintenance Human Factors Program Guidelines 第2章の「定義」における Human Factors の定義

「運用システムにおける人間の能力と限界を研究する科学と応用の学問領域であり、個人および集団の能力と限界に影響する要因の探求と研究を含み、行動科学、社会科学、工学、人間工学、および生理学の手法と原理を融合したものである。」

(A field of science and applications that studies man's performance in an operational system; incorporating methods and principles of behavioral and social sciences, engineering, ergonomics and physiology; including the identification and study of variables that influence individual and team performance.)

(6) サーキュラー No. 4-004 『整備規定審査要領』および『整備規定審査実施要領細則』における「ヒューマン・パフォーマンス」の定義

「航空機の運航の安全および効率性に影響する人間の能力および限界」

(7) 日本航空整備本部における「ヒューマンファクター」の定義

「環境の中で生きる人間をあるがままにとらえて、その行動や機能、限界を理解し、その知識をもとに人間と環境の調和を探求し、改善すること。」

(8) 全日本空輸整備本部における「ヒューマンファクター」の定義

「ヒューマンファクターは、一件一件の人的要因をいう。」とし、「ヒューマンファクターズ」を「人間にかかわる多くの学問領域での知見をシステムの安全性や効率向上に実用的に活用しようとする総合的学問・技術の体系（もっと実践的に言えば、有用な概念・知識と手法の集まり）のことである。」としている。

(9) 日本エアシステム整備本部における「ヒューマンファクター」の定義

「人間を取り巻く環境の中で安全に快適に効率よく働けるようにするため、人間に特性・能力・限界に関する知見を総合的に応用し、人間と機会やシステムとの調和のとれた共存について探求する実践的な学問である。」

(10) 黒田 勲の定義

「機械やシステムを安全に、しかも有効に機能させるために必要とされる、人間の能力や限界、特性などに関する知識の集合体である。」

(11) Chapanis の定義

「人間を作業に合わせ、作業を人間に合わせること。」

(Fitting the man to the job and the job to the man.)

以上のように、ヒューマンファクターは、多くの研究者や機関によってさまざまに定義されており、単に人的要因または人的特性という概念を表すだけではなく、広い領域からの取り組みと科学的分析に基づいた考察がみられる。

ヒューマンファクターは、誤りや間違いなど好ましくないヒューマンエラーの発生に関係するが、必ずしもマイナス面のみを対象とするものではない。人間は、時として予想もできないような能力を発揮することがあり、機械では及ばない「勘」のような優れた感性も有している。たとえば、設計時点では想定していなかったような不具合や故障の発生に対して適切な処置がなされたことにより、重大な事故を防止することができたという事例は少なくない。ほとんどのシステムは、ヒューマンファクターのプラス面によって運用されているといえる。

ヒューマンエラーがマイナス面だけを意味するのに対し、ヒューマンファクターは、プラスとマイナスの両面を包含している概念である。したがって、システムの安全性向上のためには、人間の本来持つ特性を的確に認識したうえで、マイナス面を避け、プラス面を活かすように対処することが求められる。

ヒューマンファクターズと呼ばれる場合には、対策や手法を含め、種々のヒューマンファクターを体系的・総合的に研究・実践していくための学問領域を意味するとされている。

3. ヒューマンエラーの概念

(1) ヒューマンエラーの定義

ヒューマンファクターのマイナス面をいい、ヒューマンファクターの一部分であるヒューマンエラーにも、以下の通り複数の定義がある。

- ①「あるシステムの期待された機能を発揮するために作業者に要求されている能力からの偏りである。」(マイスター)
- ②「達成しようとした目標から、意図せずに逸脱することとなった、期待に反した人間の行動」(黒田 勲)

ヒューマンエラーは、人間に求められている能力と実際に人間が発揮した能力とのずれと理解される。ヒューマンエラーは、行動面からみた分類においては、オMISSION・エラー(omission error)、コミMISSION・エラー(comission error)、選択エラー(selection error)、順序エラー(sequential error)、時間エラー(time error)に分けられ、情報処理過程からみた分類では、スリップ(Slip)、ラプス(laps)、ミステイク(mistake)、違反(violation)に分けられる。後者の考え方については、古田一雄(東京大学大学院新領域創成科学研究科)教授により以下のとおり明確に述べられている。⁴⁾

安全⁵⁾を脅かす恐れのある不安全行為は、意図された行為であるかどうかによって大きく分類され、意図しない不安全行為はうっかりミスであり、不適切な注意によるスリップと、記憶違いによるラプスの2種類に区分される。意図的な不安全行為は違法性認識の有無によって分類され、違法性認識のないものがミステイクである。これは、確信的エラーとも呼ばれる。スリップ、ラプス、ミステイクは基本的エラーの形態に属し、この範疇が狭義のヒューマンエラーである。違法を承知で行った行為で、悪い結果を期待した行為がサボタージュである。従来のヒューマンファクターが対象とするのは基本エラーの範囲であるが、スリップやラプスが機器故障と同様に確率論に基づいて処理でき、自己認識により修復できるのに対し、ミステイクの扱いが問題となる。

人間は、機械のように入力情報を加工して出力するだけの受身の情報処理装置ではなく、置かれた状況の中で必要とされる情報だけを積極的に取得し、判断を下す主体的な行為者である。状況はそのなかでなされる人間行動に共通原因として働き、ある状況の中でなされる人間行動は独立ではない。

最近のヒューマンファクター研究によれば、重大な事象に発展する人的過誤は、単発かつ確率的な過誤ではなく、事故時の人的活動を含む事象の進展において、判断ミスを誘発するような状況が背景に存在し、結果として不安全行為に至ると考えられている。つまり、ミステイクは、人間が置かれた状況の中で必然的に発生するとされる。この考え方によると、分析対象は、エラーを犯す人間ではなく、人間にエラーを強要する状況であり、エラーの発生確率はこのような状況の発生確率ということになる。したがって、エラーを発生させやすい状況に置かれた人間は、ほぼ必然的にエラーを犯すため、この原因となる状況を改善しない限り、人員を交代したり、規律を厳しくしても、効果はない。

JCOの事故などをみると、バイオレーションの問題も検討することが必要となっている。バイオレーションは、違法性認識の点で基本的エラー形態とは異なるが、ミステイクの対応と同じ取り組み方法が適用できると考えられる。すなわち、善意の人間が違反行為に及ぶのにはそれなりの理由があり、バイオレーションの原因は、性格などの個人的属性にあるのではなく、当人が置かれた状況に起因するものであると判断される。過去に発生した

バイオレーションに起因する事故を分析すると、その背景要因には共通して違反促進状況がみられることが指摘されている。バイオレーションの対策としては、過去の事件事例から違反促進状況を分析し、そのような状況が発生しないように監視することがやはり有効となる。バイオレーションについても、違反促進状況を放置したまま、単に規則や規律を厳しくしても効果は期待できない。

4. 整備に関するヒューマンエラー

(1) 航空機整備分野の事故分析と原因

整備に関連した事故が、他の要因と比較しても、相対的に増加している原因について、ICAO Human Factors Training Manual では、次のような理由を指摘している。

- ①機械部品および電子機器の信頼性は、過去 30 年間に著しく改善されたが、人間は変わらずそのままであること。
- ②航空機はコンピューター制御システムにより自動化が進み、複雑な構造になっている。その結果、運航乗務員の作業負担は軽減されたが、整備士にはより大きな要求が課されるようになってきたこと。
- ③航空運航・支援システムの拡大、複雑化に伴い、組織要因に関連する事故発生の可能性が増大しており、手順や技術上の潜在的欠陥要因が航空従事者のエラーまたは規則違反と組み合わせさせた場合には、システムの事故防護機能を擦り抜け、事故に至ることになる。つまり、システムの複雑化により、ある人のエラーが他の第三者に転嫁され易くなっていること。

整備に関連したエラーは、以下の 3 種類にほぼ集約される。

- ① 必要な手順・行為の省略またはやり忘れ (omission)
- ② 取り付け不良 (incorrect installation)
- ③ 部品違い (wrong parts)

AAIB(Air Accident Investigation Branch UK)が調査した整備に関連するインシデントの分析結果によれば、以下のような要因が共通して存在することが報告されている。

- ① 整備士の配員不足
- ② 時間的切迫
- ③ 夜間帯にエラーが発生
- ④ シフト交代や作業交代の関与
- ⑤ 作業中断の発生
- ⑥ 承認資料および企業手順の不適切な使用
- ⑦ マニュアルの理解困難
- ⑧ 作業の事前準備、機材、および部品の不十分
- ⑨ 作業者の自信過剰

ICAO Human Factors Training Manual では、組織的観点から、ヒューマンエラーについて、

以下のような特徴が挙げられている。

- ① 1つの活動に人間が含まれている限り、自然の結果としてヒューマンエラーが生じること。
- ② ヒューマンエラーは、組織という環境の中で発生する。いかなる事故も、1事象のみの結果として生じることはほとんどない。潜在的欠陥要因の連鎖は常に存在しており、それを断ち切ることによって事故を防止する防護機能が作用しない場合に問題が生じる。したがって、事故が繰り返し発生するのを防ぐには、事故の要因を組織環境の中で認識し、是正処理することが重要であること。
- ③ 事故調査結果から判明した問題点を確実に処理するためには、組織と当事者個人のヒューマンファクターを共に見極める必要があること。
- ④ 組織は、事故を引き起こすことも、防止することも可能である。組織的な欠陥に対しては、技術、訓練、および法令で対処することには限界がある。航空業界における安全推進活動や事故防止活動によって、組織的な要因のためにヒューマンエラーが助長されたり、抑制されるという事実を考慮していない場合が多いこと。

航空機の整備環境におけるヒューマンエラーには、航空機の操縦や管制とは異なった独特の特性がある。通常、間違いを犯せば、直ちにエラーの結果を知ることになり、事故またはインシデントが発生すれば、乗務員や管制官は当該事故またはインシデントが発生した時点で、その現場にいることになる。しかし、航空機整備のエラーについては、このことは必ずしも当てはまらない。すなわち、整備エラーは、エラーを犯した時ではそれを確認できないことが起りうる。エラーの発見が、エラーを生じた時点から時間的に経過した後になることが多いため、エラーをした整備技術者が誤りを長い間知らずに過ごす可能性がある。

整備に関するヒューマンエラーは、直接即時に航空機を不安全状態にするものではなく、整備士の作業の多くは、複雑・多様であり、自動化することが非常に困難なものである。この点が航空機整備において最も考慮を必要とする局面である。

(2) 整備に関連するヒューマンエラーの形態

整備作業におけるヒューマンエラーは、行動の形態によって、以下の2種類のエラーに区別される。

(a) 整備作業開始以前には存在しなかった不具合の誘発

- ・油圧配管からの保護キャップの取り外し忘れ
- ・空気ダクトを足場として使用したことによる損傷
- ・Line-replaceable Unit (LRU)の取り付け不良

(b) 整備・検査における機体の損傷や不良部品の見落とし

- ・目視検査時の機体構造上の亀裂見落とし
- ・不適切な診断による間違った機器の取り外し

(3) 整備に関するヒューマンエラーの発生段階

整備に関連するヒューマンエラーは、発生段階によって、以下の2種類のエラーに区別

される。

(a) 実行段階で発生するエラー

行動計画が正しくても、実際の行動が計画どおりにいかないか、そのように行動することを妨げる事象が発生する場合で、必要な行動の欠落、不十分な処置、順序の間違い、間違った対象へのかかわり、タイミングの悪さに起因する、ピトー管の保護カバー取り外し忘れ、エンジン作動試験で誤ったエンジンスタートスイッチの操作などがこのエラーに含まれる。

(b) 計画段階で発生するエラー

行動は計画に従って行われているが、計画自体が目的を成し遂げるために適切ではない場合で、間違った基準の適用、その状況では不適切な手順や基準の適用など、前シフトで実施された作業が次のシフトに申し送られていなかったために、作業が未完了のままになったり、異なる機番やモデルのマニュアルを参照して作業したり、リミットスイッチの調整時に角度と距離を誤って適用した事例などが、このエラーに含まれる。

この種のエラーは、課題に適用する基準自体が誤っていたり、課題に適用できる基準を有していないために新しい方針を立て、それによって問題を解決する必要がある場合に発生しやすい特徴がある。

5. エラーマネジメント

我々は、常にまずエラーが絶対起きないように努力すべきであるが、エラーを完全になくすことはできない。したがって、エラーを管理することを考え、エラーが発生することを防止するよう努めることに加えて、エラーの悪影響を防止または低減することに専念すべきである。ヒューマンエラーは、事故やインシデントの原因ではなく、システムにおける問題の発症事象という認識をもつことが求められる。

エラーが発生することを防止しようとするれば、発生場所を予測し、防止措置、すなわちエラー許容設計（error tolerant design）を講じる必要がある。安全管理の考え方では、1970年から80年代に原子力産業やプロセス制御技術で開発されたリスクマネジメント手法に基づき、潜在的な弱点やエラーを発生させる活動または状況を認識するシステムが示されている。Reason は、エラーマネジメントに含まれるべき対策・方法を以下のように挙げている。

- ①個人または集団がエラーを起こす可能性を最小にする措置
- ②特定の作業や作業内容のエラーに対する脆弱性を低減する措置
- ③作業場内においてエラーを誘発させる（および規則違反を誘発させる）要因を発見、評価、除去する措置
- ④個人、集団、作業、または作業場においてエラーを誘発させる要因を生む組織的要因を探知する措置
- ④エラーの検知機能を向上させる措置

- ⑤作業場またはシステムのエラー許容度を高める措置
- ⑥システムを運用・管理する人間に潜在的な状況を認知しやすくさせる措置
- ⑦人的過誤に対する組織内の防御機能を改善する措置

エラーは、正常な人間の行動の一部であることを認識し、ヒューマンエラーを許容し、是正するトータルシステムを構築する必要がある。ヒューマンエラーを管理する手段としては次のような手法が考えられている。

(1) エラーの防止 (error resistant)

直接事故の原因となるエラーの発生そのものをできる限りなくす手段として、①教育訓練により技量を高めること、②設備・手法を改善すること、③誤作業が発生しやすい作業手順の改善、が考えられる。たとえば、作業員間およびシフト間の作業申し送り手順の設定、部品へのアクセスの改善、作業場の証明の改善、整備員への技能訓練の充実、適性選抜の改善、誤作業が発生しにくい作業手順や航空機設計など、整備で使用される大部分の管理手法はこの範疇に入る。

(2) エラーの検知・修復 (error capturing)

エラーを潜在している段階で発見し、発生したエラーは早期に検知または捕捉 (trapping) して修正する手法である。たとえば、検査、二重確認、作業後の作動・機能試験、作業後の自己確認、第三者による二重確認などがこの処置となる。

(3) エラーの被害抑止・低減 (error tolerant)

エラーが発生し、早期に検知できなくても、破局や重大な結果に至らないようにする対策であり、エラーの影響を抑止または軽減 (mitigation) する手法である。システムの多重化によるバックアップやフェールセーフ、疲労亀裂が危険な状態になる前に亀裂を発見できる複数の点検機会が得られるような構造検査プログラムなどが挙げられる。

エラーマネジメントは、結局、リスクマネジメントの体系として、潜在するリスクに対する未然防止、被害局限対応・回復、事後処理・再発防止の活動であり、Plan-Do-Check-Action (PDCA サイクル) をエラー対策に応用したものである。したがって、エラーマネジメントは、あくまでもリスクマネジメントシステムにおける安全管理の一部分である。

6. おわりに

航空運送事業におけるヒューマンエラーの原因および対象は、これまでほとんど運航乗務員、整備士、デスクパッチャーなど、運航業務実施担当者に関連づけてとらえられてきた。しかし、この10年来、ヒューマンエラーについて、従来とは異なる一定の共通認識が得られるようになってきている。

すなわち、運航業務実施担当者のエラーは事故やインシデントの発生に寄与することはあっても、事故の根本原因をなすことは必ずしも多くはないということである。つまり、運航業務実施担当者よりも上位のマネジメント部門で発生する意思決定のエラーに着目す

ることが重要であるとの認識である。

航空運送システムは、何重もの安全防護壁と備えている。こうしたシステムで事故が起こるのは、たまたまいくつかの事故原因が組み合わさった結果である。個々の要因が単独に存在していても、事故を引き起こすには必ずしも至らない。これらの要因が他の要因と結合しあってシステムの多重防護壁を破るために事故となるのである。

したがって、①安全は個人よりも組織に依存する部分が多いこと、②組織活動の相乗効果は学習可能なこと、③運航に携わる担当者は、自己完結的な存在ではなく、より大きなシステムとの関連の中で機能していること、④システムは自らの安全を自ら規制していること、が明らかとなっている。

以上のことから、経営の意思決定や施策は、従業員が働く組織の環境を決定し、さらに作業を遂行する過程で、エラーや違反行為の発生と抑止に影響を及ぼすものであることを認識することが、最も重要である。

航空運送事業におけるヒューマンエラーは、これまで操縦士、整備士、管制官、運航管理者など、航空機運航の実施担当者だけに関連づけて考えられてきた。しかし、最近、これらの運航従事者よりも上位のマネジメント⁶⁾部門における意思決定のエラーに着目する必要があることが指摘されている。

現在のシステム事故は、複数の事故誘発要因が結合した結果発生している。個々の要因は単独に存在していても、それ自体がシステムの多重防護壁を破るほど強力なものとはならない。技術が絶えず進歩してきたため、機械故障または運航従事者のエラーは、事故やインシデントの発生に寄与することはあっても、システムの安全防護機能を崩壊させる重大な根本原因となることはまれである。

重大事故分析の結果からは、運航従事者よりも上位の管理レベルにあるトップマネジメントの分野で最初に行われる意思決定上の失敗が、安全システム上の欠陥を招く源となる可能性が高くなってきている。

安全性崩壊に直接結び付くような悪影響を及ぼすエラーや違反行為を、直接的欠陥要因（active failure）といい、結果が表面化するまで長い間潜在している意思決定や措置に関するエラーは、間接的欠陥要因（latent failure）と呼ばれる。間接的欠陥要因は、直接的欠陥要因、技術的問題、およびシステムの持つハザード等が組織の防護機能を壊す誘因として働いた時に顕在化する性質を持っている。この間接的欠陥要因は、事故が発生するずっと以前から組織に内在し、事故から時間的にも空間的にも離れたところにいる経営者層や意思決定者、規則の制定者、事業計画の策定者などによって引き起こされる場合が多くみられる。

マンマシンインターフェイスにおいて、運航従事者は、機材設計上の不具合、問題のある経営目標、経営目標に照らして不適切な資源配分、マネジメントと運航実施担当者とのコミュニケーション不足、誤ったマネジメント上の判断等によって作り出された間接的欠陥の受け手である。運航従事者は、容易に間接的欠陥要因を顕在化させる状態に置かれるが、直接的欠陥要因を除去・最小化することだけに専念せず、間接的欠陥要因を発見して是正する努力を積むべきである。

【脚注】

- 1) Jean Paries, Dedale S. A. (France), *ICAO Journal*, Vol. 54, No. 5, June 1999.
- 2) 村上博人「航空機整備におけるヒューマンファクターについて」『航空技術』No. 570, 2002年9月号, 社団法人日本航空技術協会, 52-57 ページ。

MRM (Maintenance Resource Management) は、航空機の整備において、安全でかつ質の高い業務のため、ヒューマンファクターの考え方を取り入れ、各々の職場で、人的リソース、ハードウェアおよび情報などの利用可能な全てのリソースを効果的に活用することであるとされる。

- 3) 財団法人航空輸送技術研究センター『航空におけるヒューマン・ファクターに関わる調査・研究委員会整備分科会報告書(中間報告書)』、平成13年8月、『同報告書(最終報告書)』平成14年3月。

ICAO付属書への導入

Annex 1 Para 4.2 (技能証明)

整備士の知識要件として「人間の能力と限界に関する一般知識」を追加。(1998年11月)
整備士の学科試験の科目に「人間の能力と限界に関する一般知識」を追加。(2000年8月)

Annex 6 Part1 Para 8.3.1 (航空機の運航)

整備プログラムの設定・適用に際し、ヒューマンファクターの原則を考慮すること。
(1998年11月)

Annex 6 Part1 Para 8.7.5.4 整備訓練に関する要件を追加

サーキュラーNo. 4-004「整備規程審査実施要領及び細則」に追加。(2000年1月)

サーキュラーNo. 2-001「事業場設定に関する一般方針」の追加。(2000年5月)

Annex 8 (航空機の耐空性)

航空機の設計に際し、ヒューマンファクターの原則を考慮すること。(2004年3月) フールプルーフの設計を採用。国際標準の対応標示の見間違いをなくすようにすること。

- 4) 古田一雄「安全に対するシステムズ・アプローチとヒューマンファクター」『原子力 eye』Vol. 48、No. 3 (2002年3月号)、32-34 ページ。
- 5) 「安全」は、あらかじめ存在しているものではない。日常の業務に潜むさまざまな不具合や異常および不測事態を予測し、事故やインシデントの未然防止・回避に努め、万一事故が発生した場合には、その被害を最小限の許容範囲内にとどめ、元の正常な状態に回復した結果、得られる状況を安全と称していると考えられる。

安全に関する定義には、「許容限度を越えないと判断される危険を指す」(古賀良男)、「発生する危険事情に対して抵抗力がある状態のこと (A system resistance to natural hazards it is exposed to)」(James Reason)、「人への危害または損傷の危険性が、許容可能な水準に抑えられている状態。」(ISO/IEC)、などがある。

- 6) マネジメント (management) が人を指し、組織の指揮および管理を行うための権限と責任をもつ個人または集団を意味する場合があります、通常トップマネジメント (top management) という。

【参考文献】

- [1] DOL OSHA (Department of Labor Occupational Safety and Health Administration):
<http://www.osha.gov/>
- [2] API (American Petroleum Institute): <http://www.api.org/>
- [3] AIChE CCPS (American Institute of Chemical Engineers Center for Chemical Process Safety):
<http://www.aiche.org/>
- [4] CSB (U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board): <http://www.csb.gov/>
- [5] Texas A&M University System Mary Kay O' Conner Process-Safety Center:
<http://process-safety.tamu.edu/>
- [6] エリック・ホルナゲル著、古田一雄監訳『認知システム工学』海文堂、1996年。
- [7] Erik Hollnagel, *Human Reliability Analysis Context and Control*, Academic Press, 1993.
- [8] James Reason, *Human Error*, Cambridge University Press, 1998.
- [9] J. リーソン著、林 喜男監訳『ヒューマンエラー—認知科学的アプローチ—』海文堂、2000年。
- [10] James Reason, *Managing the Risks of Organizational Accidents*, Ashgate, 2000.
- [11] ジェームス・リーソン著、塩見 弘監訳、高野研一、佐相邦英訳『組織事故』日科技連、1999年。
- [12] *Human Factors and Maintenance Engineering* (based on JAR 66-9 syllabus) (CAPXX Draft 5, 14/11/99)
- [13] *CAA Human Factors and Aircraft Maintenance Handbook*, Issue 2, 8 August 2000.
- [14] 財団法人航空振興財団『ヒューマンファクター訓練マニュアル』、2000年。
- [15] ICAO, *Human Factors Training Manual*, Doc 9683-AN/950, 1998.
- [16] 財団法人航空振興財団『ヒューマンファクターダイジェスト No. 5』(ICAO Circular 234-AN/142)
- [17] 渡辺邦宏『航空技術別冊 航空整備のヒューマン・ファクタ』] 社団法人日本航空技術協会、2000年。
- [18] United King Human Factors Combined Action Group, *People, Practices and Procedures in Aviation Engineering and Maintenance – A Practical Guide to Human Factors in the Workplace –*
- [19] Human Factors in Maintenance Working Group Report, JAA Maintenance Human Factors Working Group, 8 May 2001.
- [20] Benjamin Sian, Michelle Robertson, Jean Watson, *Maintenance Resource Management Handbook Aviation Maintenance Human Factors Research*.
- [21] *Learning from Our mistakes: A Review of Maintenance Error Investigation and Analysis Systems* (with recommendations to the FAA), January 10, 1998.
- [22] Cliff Edwards, Quality and Safety Development Manager, Shell Aircraft Limited, *Changing The Engineering Culture*.

- [23] FAA Human Factors Guide for Aviation Maintenance: Chapter 16
- [24] 編集代表田村昌三『安全の百科事典』丸善株式会社、2002年。
- [25] 日本リスク研究学会編『リスク学事典』TBSブリタニカ、2000年。
- [26] 村上陽一郎『安全学』青土社、1999年。
- [27] 黒田 勲『失敗を活かす技術』河出書房新社、2001年。
- [28] 黒田 勲『「信じられないミス」はなぜ起こる』中央労働災害防止協会、2001年。
- [29] 古賀良男『安全担当の実践学』中央労働災害防止協会、2000年。
- [30] 『JIS ハンドブック 58 マネジメントシステム (ISO 品質/その他)』日本規格協会、2002年。
- [31] 株式会社原子力システム研究所 社会システム研究所編『安心の探求』プレジデント社、2001年。
- [32] 株式会社原子力システム研究所 技術システム研究所編『安全の探求「人・社会と巨大技術が構成するシステムの安全学とその実践」』ERC出版、2001年。