

「Threat and Error Management(TEM)」の紹介

Explanation of 「Threat and Error Management(TEM)」

井村 義雄^{*1}

Yoshio IMURA

TEMは、FAA(米国連邦航空庁)の依頼により、Texas大学のHuman Factors Research Projectが、日常運航における乗務員の行動や環境要因に関するDataを収集し、分析するLOSA(Line Operations Safety Audit)というProgramを通して開発されたものでICAOではThreatをEnvironment・ATC・Aircraft・Crew Support・Operational・Cabinの6つに分類され、不具合事象の発生や事故に陥る前の段階で、不具合事象に繋がるThreatをいち早く認識しThreatを排除するか、もしくはThreatの対処を行い不具合事象の発生を抑え、事故を未然に防ぐことが、「Threat and Error Management(TEM)」の基本的な考え方です。

1 はじめに

2011年7月のICAO Annex 1(注1)改定により、これまでは運航乗務員に対しヒューマンエラー防止のために実施されていた「Threat and Error Management(TEM)」訓練が航空機整備部門にも適用されることとなった。これにより航空機整備士のライセンスの取り扱いに関し整備士の知識要件として「Threat and Error Management(TEM)」が追加されることになり航空機整備士の指定養成機関においてもこれまでのヒューマンファクターズ訓練の見直し(TEMの追加)が実施されることになった。

*注1: ICAO (international civil aviation organization) 国際民間航空機関の略で国際民間条約に基づく国際航空を行う場合の標準方式・手続きなどを定めた附属書(Annex)の管理を行っている。また、Annex 1は国際民間条約の附属書の1章 航空従事者の免許について記載された章。

*改定内容

Annex 1、4.2.1.2 Knowledge

旧 (a) Human performance relevant to aircraft maintenance

新 (a) Human performance **including principles of threat and error management** relevant to aircraft maintenance

2 航空の安全対策(CRM)の推移

航空技術の飛躍的な発達により、航空機の信頼性も大幅に向上し、世界における航空機事故率は図1のように1970年代までに大幅に減少しましたが、1980年以降の事故率は減少することなく、あるレベルで横這いに推移しました。

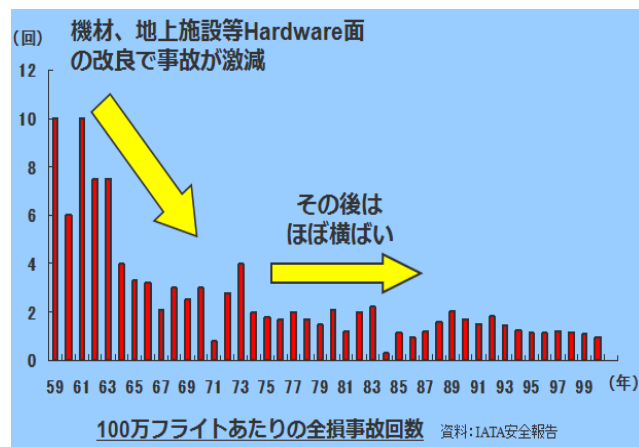


図1

それらの事故の主たる原因は各種分析・解析などから、Human Error であることは広く伝えられました。

1988年IATA調査結果では図2(次頁)のように航空事故の80%は人間の行動とパフォーマンスに起因し個々の知識・技術に関係なく、乗員間のCoordination等に問題があることが判明しました。

*1 航空機整備科

Department of Aircraft Maintenance

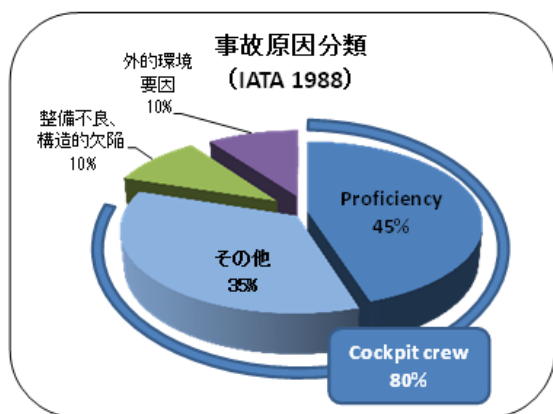
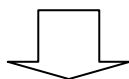


図 2

航空事故の 80% は人間の行動とパフォーマンスに起因



個々の知識・技術には関係なく、乗員間の Coordination 等に問題があることが判明

こうした状況の中、CRM は事故防止の最善策として登場以後、これまで様々な改善が加えられ発展してきました。以下が 1999 年 4 月開催の第 12 回 IATA Human Factors Working Group で紹介されたアメリカを中心とした CRM の変遷概要です。

第 1 世代: 1980 年代初頭、個人の行動特性の短所を改善することにより目的達成を目指す。

「Human Error が多くの航空機事故に含まれていた」という NASA の結論に対し開発された。

第 2 世代: 1980 年代後半から Team としての機能に焦点を当て、実践的訓練を開始。

(Cockpit Resource Management から Crew Resource Management に変化)

第 3 世代: 1990 年代初頭、運航に関わる全ての人を対象にし、Crew の概念と範囲を拡大。

第 4 世代: 1990 年代半ば、全ての飛行訓練に CRM 概念を取り入、CRM と訓練、審査、実運航との統合化、及び Procedure 化を図った。

第 5 世代: 1990 年代後半、Error 回避戦略として、CRM の目的を Error Management においた。

その後、FAA (米国連邦航空庁) の依頼により、Texas 大学の Human Factors Research Project が、CRM の基本的な目標を表わす一般 Model である「Threat and Error Management」を開発し提案しました。この Model は、専門に訓練を受けた Observer が日常運航における乗務員の行動や環境要因に関する

Data を収集し、分析する LOSA (Line Operations Safety Audit) という Program を通して開発されたものです。

LOSA の基本的な目的は、日常運航における Threat 及び Error を収集し分析することにより、Incident や事故を防止することにあります。ここで言う Threat とは「Error を誘発する要因」定義され、第 6 世代の CRM では、この LOSA により得られた Data の分析から発見された Error 及び Threat を認識することにより、Error Management を行うことが主流になりつつあり、ICAO も Human Error 防止策を開発するための最も重要な手段として支持しています。

3 Threat and Error Management の概要

3-1 Swiss Cheese Model

ヒューマンエラー防止の訓練などにおいて事故が起きる過程を説明する Model として英国の心理学者 James Reason が唱えた「Swiss Cheese Model」が用いられ潜在的な危険を防護する壁を穴の開いた Swiss Cheese に例え、それぞれの防護壁は航空会社の運航環境に合わせた例が下図のように示されました。

理想的な状態では防護壁に穴は開いていませんが、Error や規則違反によりさまざまな形・大きさの穴が防護壁に発生します。防護壁は幾重にも重なり合っており、穴の位置も Random に存在するため、一列に並んでしまうことは非常に稀ですが、偶然に穴が一列に並ぶと Incident や事故に繋がることを示しています。

「Threat」とは、直訳すると「恐れ」や「脅威」を意味しますが、CRM においては、「運航を複雑にし、Error を誘発する様々な要因」を意味しています。

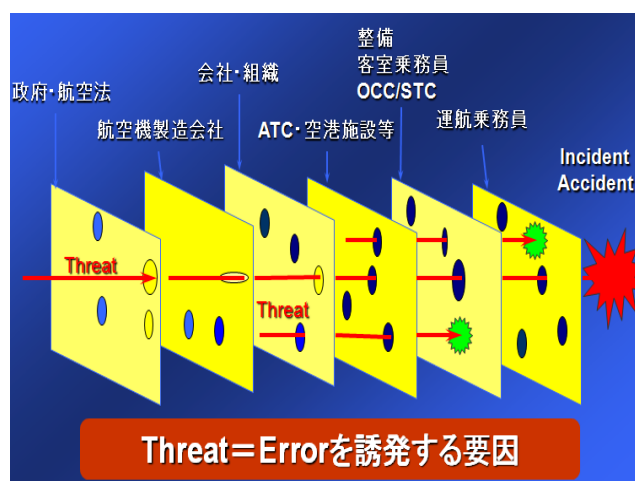


図 3

3-2 Threat の具体例

ICAO では Environment・ATC・Aircraft・Crew Support・Operational・Cabin の 6 つに分類

- Environment とは環境関連の“Threat”であり悪天候や山岳地帯の飛行や雪氷滑走路や工事中等の空港の状態、輻輳したTrafficやTCASの作動、余り馴染みのない空港での離発着。
- ATC とは航空管制関連の“Threat”で「ATC による急な滑走路の変更や間違った指示」、「言葉の問題」そして「似通った Call Sign (航空機の呼び出し番号)」。
- Aircraft とは航空機に関連する“Threat”で「機材故障」や「自動化装置に関するもの」があります。自動化装置はCrewの負担を軽減しますがSystemをよく理解していなかったり、Modeの選択や確認を怠ったりすると“Threat”になってしまいます。
- Crew Support とは「地上運航従事者」や「地上係員」、「整備士に関わる事柄や Error」
- Operational とは運航に関連する“Threat”で Time Pressure・Irregular・Divert・Missed Approach
- Cabin に関する“Threat”は「客室内の出来事」や「Cabin Attendant の Error」、「乗客に関する事柄」などに分類されています。

3-3 Error の分類

Threatに続いてErrorは5つに分類されています。

- プロセジャーエラー(Procedural Error)
…意図は正しいが、実施内容にミス。
- 技術的なエラー(Proficiency Error)
…知識不足、操縦技量不足による Error。
- コミュニケーションエラー(Communication Error)
…情報がない、情報に間違いがある、間違った解釈をする。
- 意図的なバイオレーション(Intentional Noncompliance Error)
…SOP や規則を意図的に守らない、あるいは違反行為をする。
- 運航上の意思決定エラー(Operational Decision Error)
…乗務員の意思決定に関するもの。

これまでの Human Error の研究は主として Incident や事故についての調査・分析であり、日常運航における Threat と Error の種類、頻度、及びこれらへの対応についての系統的な Data については不足していました。Human Error に関する研究をより効果的に使用するには日常の運航に関する Data が重要となり日常の運航でThreat及びErrorを収集・分析し、運航の実態を把握する LOSA (Line Operation Safety Audit) が開発されました。

3-4 Threat and Error Model

図 4 が Threat と Error および、Incident・Accident との関係を示した Model 図です。

※Texas 大学 Human Factors Research Project

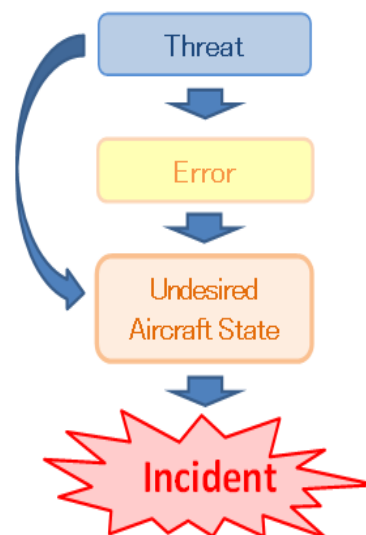


図 4

実運航においては様々な Threat が存在しますが、Threat を適切に処理できなかった場合、Error が発生します。

発生した“Error”を捕捉し、Error の影響を最小限に留める必要がありますが、この処理を失敗すると、Undesired Aircraft State (望ましくない飛行機の状態)に陥ります。「飛行経路からの逸脱」「速すぎる、または遅すぎる速度」「急激な機体の Control」「不安定な進入」「強めの着陸」「間違った滑走路、誘導路、Apron への進入」

そして、「望ましくない飛行機の状態」に陥った航空機の Management に失敗すると、Incident や事故に至ります。

*車両事故に例えると

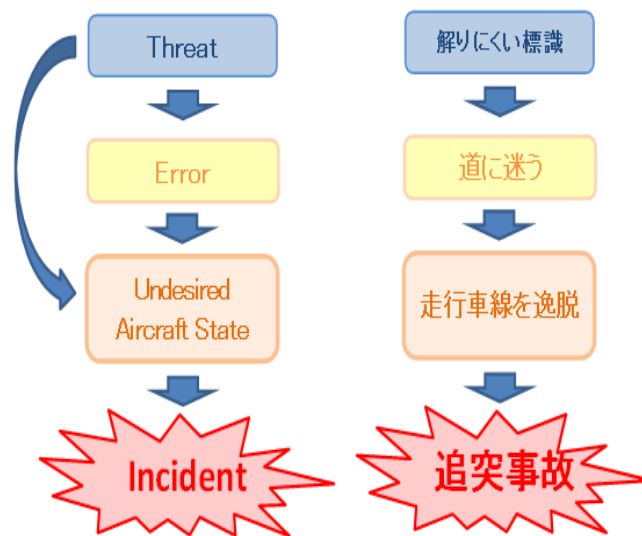


図 5

3-5 Threat and Error Management Model

Threat and Error Management は、それまでの Error や Incident が発生した事象に対して対策を取るのではなくて日常の運航中に潜む Threat を分析し予防対策に取り組む活動になります。



図 6

①Threat Management

Error の前段階として、Error を引き起こす原因となる Threat が存在する

この Threat の処理に失敗すると Error を犯す可能性が大きくなる

ここで Threat を上手に処理できれば、正常 (通常) 状態に戻す事が出来ます。

②Error Management

しかし Error を犯してしまった場合でもその Error が影響を及ぼす前に適切な修正行動を取れば、正常 (通常) 状態に戻す事が出来ます。

③Undesired State Management

仮に Error の処理に失敗しても直ちに Incident や事故に繋がるわけではなく、その前に Undesired Aircraft State (異常な飛行姿勢・事態) に陥り、この段階で適切な修正や回復操作を実施すれば Incident や事故の発生を防ぐ事が出来ます。

4 最後に

Threat と Error を Management するうえで大切なことは、不具合事象の発生や事故に陥る前の段階で、不具合事象に繋がる Threat をいち早く認識することにより Threat を排除するか、もしくは Threat の対処を行うことです。不具合事象の芽である Threat を次々と摘むことにより、不具合事象の発生を抑え、事故を未然に防ぐことが「Threat and Error Management (TEM)」の基本的な考え方です。

参考文献等

- 1) ICAO Annex 1
 - ICAO (international civil aviation organization : 国際民間航空機関)
 - Annex 1 (国際民間条約の附属書 1 章 航空従事者の免許について記載された章)
- 2) IATA Safety Report (1988・2000)
- 3) IATA Human Factors Working Group Report (No12)
 - IATA (International Air Transport Association : 国際航空運送協会)
- 4) Swiss Cheese Model (Successive Layers of Defenses - James Reason)
- 5) Threat and Error Management Model (Texas 大 Human Factors Research Project)