

TEM(Threat and Error Management)

環境部会 本江 彰

はじめに

Threat and Error Management は今年の ICAO Annex の改定において、航空機乗務員に必須の知識として指定されたことから、今後注目されるセオリーと思われる。

Chapter 9. Aeroplane Flight Crew

9.3 Flight crew member training programmes

9.3.1 An operator shall establish and maintain a ground and flight training programme, approved by the State of the operator...The training programme shall also include...training in knowledge and skills related to human performance and threat and error management...The training programme shall be given on a recurrent basis...

(ICAO Annex 6 より抜粋)

LOSA(Line Operation Safety Audit)

Threat and Error Management を話すに当たっては、まず LOSA から話を始めなければならぬ。なぜなら、LOSA から TEM(Threat and Error Management) が生まれたからである。

LOSA は FAA(Federal Aviation Administration 米国連邦航空局)の研究プロジェクト基金に基づいて アメリカ テキサス大学 ヒューマンファクター研究プロジェクトで開発された。

1999 年に ICAO Global Flight Safety and Human Factors Symposium で広く世界に紹介されたと言われている。



1970 年代に入ってから、航空界は悩み続けていた。それまで順調に減少を続けていた事故率の減少が鈍ってしまったためである。今後も航空機の運航は世界中で、増加すると予想されていることから、事故率が減少しないと、当然のように事故件数は増加し、公

公共交通機関としての信頼度が落ちてしまいかねない状況が予想されていたからである。

最終行為者として Flight Crew が事故の最大原因となっている。この最大原因を減少させないことには、事故率を下げることは出来ないし、航空機の安全はありえない。ヒヤリハット事例の収集だけでなく、通常運航のデータ収集も事故防止には寄与するとの考えから、LOSA は事故の主要原因であるヒューマンエラーを減少させることを目指して、Flight Data Monitoring (FDM) などと共に、事故が発生する前に危険な事象を見つけ出す Proactive 活動と位置づけられている。

LOSA は具体的には、操縦席の行動や周囲の状況を、訓練されたオブザーバーが観察し記録する。

観察の着目点は、3つの要素で、**Threat**、**Error**、**Undesired Aircraft States** である。

Threat : 辞書には恐れ、脅し、脅威、あるいは脅威となる人や物とあるが、ここでは Threat はエラーを誘発するような要因としている。

うまく対応しないと危険な状況になる恐れを持っている脅威や兆しで、操作を複雑にしてしまうものである。エラーではない。エラーを引き起こす可能性を増加させる要素である。

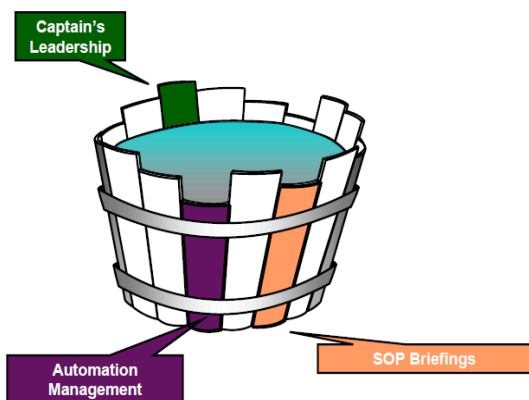
たとえば、悪天候や突然の機材の故障などは、運航にとって典型的な Threat である。

Error : 人間が引き起こすエラーのことである。

Undesired Aircraft States : エラーによって引き起こされた、望ましくない航空機の状態である。たとえば、適切な Speed からの逸脱や航空機の安定を欠く状況などである。

LOSA は通常運航のスナップショットである。

LOSA は、これらの観察されたデータを解析するわけだが、航空会社が解析結果を受け取る際に、希望の航空会社 5 社を挙げて、データを比較することが出来る。



これによって、航空会社は自社独自の傾向を知ることが出来る。

身体検査をして血圧が得られても、人間と違って、これまで航空界の血圧の平均値を示すデータがなかったために、自社の状況が健康なのか不健康

なのか意識できなかった。

データを比較することで、自分の血圧が高いことが自覚できる。

血圧は平均的であったが、血糖値は高かったと言うように航空会社によって検査結果は異なってくる。

将来、LOSA のデータが蓄積されると、他社との比較を行わなくとも一般的なデータから航空会社の健康状況が判るようになる可能性もある。

LOSA は航空会社の健康診断である。

LOSA は 10 か条の条件を定め、異なった運航状況にある航空会社のデータを解析するために、解析の精度や比較に耐えうるデータの収集に努めている。

LOSA を単独の身体検査に終わらせることなく、数年の間隔で続けることで、新たな病状を発見できるだけでなく、これまでの対策の効果も知ることが出来る。つまり治療効果を知ることが出来る。

テキサス大学の LOSA チームのおよそ 4,800 件(2005 年 9 月)の観察データによると、エラー発生の状況は、事故発生の状況と極めて酷似しており、LOSA のデータが信頼に足りうるものであることを示している。

LOSA の経験から、効率的で安全な Management は、Threat をうまくコントロールしていることが、観察された。

つまり、優秀と言われる Pilot は Threat Management が上手であった。

ここから、TEM(Threat and Error Management)のセオリーが生まれた。

TEM (Threat and Error Management)

普段の生活においても、Threat and Error Management は、行われている。

人の溢れかえるスクランブル交差点を想像してみよう。

信号が変わると、人々は一斉に交差点に入り道路の向こう側へと移動を開始する。

様々な方向に、様々な速度で移動する人々の中で、あなたにぶつかる可能性を秘めている人は、あなたにとって **Threat** である。

ぶつからないように、速度を変え、方向を調整しながら歩くのは、Threat Management である。

もし、調整がうまく行かず、ぶつかってしまったら、**Error** が発生したことになる。

体を少しかわして、衝撃を緩めたり、「すみません」と謝るのは、Error Management である。

不幸にして相手とトラブルになって、怒鳴り合いや喧嘩になってしまったら、Error Management に失敗して、望ましくない状況、すなわち **Undesired States** となる。

THREAT

Threat and Error Management において、Threat をどのように捉えるかは、非常に重要である。

Threat を広範囲に神経質に捉えすぎると、墜落の Threat を持つ航空機の運航は飛ばないのが最も効率的な Threat Management となり、人間はミスを犯すから排除すべきとなるし、原子力や遺伝子操作などの様々な文明は悪であるとの理論が成り立ってしまう。

Threat and Error Management の目的は、現状において、今の状況をいかにうまく Management するかであって、文明の負の部分や航空機の危険性、人間の脆弱性は別の機会で議論することになる。

Threat and Error Management において、Threat は、操作を複雑にして、うまく対応しないと安全マージンを減少させてしまう脅威や兆しと定義される。

Threat は、エラーと同義語ではない。エラーを引き起こす可能性を増加させるものである。

Threat にはいくつかの分類がある。

一つは、External Threat と Internal Threat である。

External Threat は、乗員が関与しない部分で発生した状況や出来事、他人のエラーなどで運航を複雑にしてしまう外部要因である。

天候、機材故障、混雑、タイムプレッシャー、高い山脈地帯、似通ったコールサイン、管制官のミス、突然の滑走路の変更などが典型的な例としてあげることが出来る。

Internal Threat は、人間に内在した要因で、疲労、睡眠不足、ストレス、Leadership 不足、Teamwork の欠如、経験不足(機種、空港)、などが挙げられる。

他の分類では、Observable (Overt) Threat と Latent Threat である。

Observable (Overt) Threat は顕在化し、目に見えるもので、予期できる Threat と予期できない Threat に分けられる。

予期できる Threat は、台風、高い山、などである。

予期できない Threat は、機材故障や管制官など他人のミスなどである。

Latent Threat は、顕在化していないために、現場では直接的にははっきりと見えないもので、システム、組織、個人に帰属する要因で危険を増大させるものである。機材のデザイン、組織のデザイン、訓練システムの不具合、安全文化などが挙げられる。ものによっては、ヒヤリハット Report などでも捕捉することは難しいと言われる。

コンチネンタル航空の Threat and Error Management

Threat and Error Management コースをいち早く設計し、訓練に取り入れたのは、コンチネンタル航空である。

現在、各航空会社において Threat and Error Management コースの設計の指導者を養成するコースは 2 つある。IATA (International Air Transport Association 国際運送協会) が主催するものと、南カリフォルニア大学の Aviation Safety and Security Program、Threat and Error Management Development (筆者修了) である。

両コースにおいて、コンチネンタル航空の Threat and Error Management コースが、教材として使用され、講師を送っている。

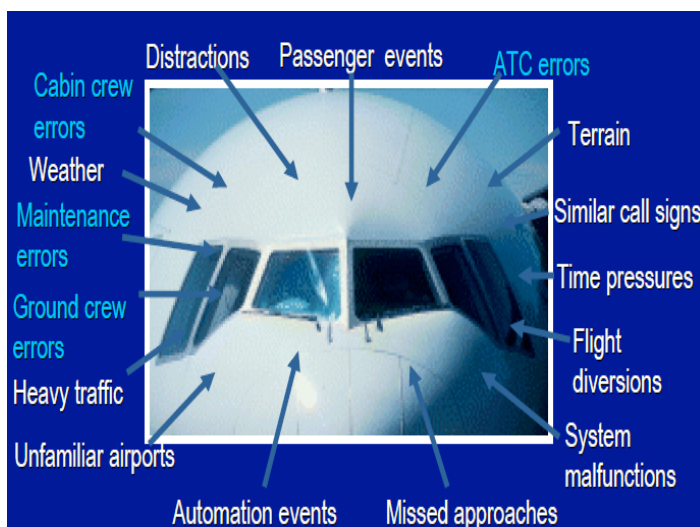
したがって、ここでもコンチネンタル航空の Threat and Error Management コースを紹介しながら、TEM の本質に迫ってみたいと思う。

Threat の定義

Threat の捉え方の重要性は先に述べたが、コンチネンタル航空における Threat の定義は以下のようにになっている。

「Threat は、乗員が関与しない外部の出来事で、航空機の操作を複雑にして、かつ、うまく対応しないと安全マージンを減少させてしまう脅威や兆し」

つまり、External Threat をターゲットにしていることが判る。



Threat は一種の危険信号である。

Threat をいち早く見つけ、Threat を Threat として認識して対策を練ることが重要である。

Threat を認識するために、ケーススタディーを行い、Threat に対するセンサーを磨くことがコースでは求められる。

その上で、事故との関係が議

論される。すべての Threat が一様に事故と結びつくとは言えない。

Threat and Error Management における Threat の概念は、最近出てきたもので、Threat と事故との関係が明確になっているわけではない。

コンチネンタル航空 TEM においては、NTSB、NASA などのデータを基に、事故に結びつきやすい Threat を重点的に捉える考え方がある。

IATA やテキサス大学においては、LOSA データから事故と Threat の関係を解析する研究も進められているようで、将来データが示される可能性がある。

Threat Management

Threat and Error Management



まず、コンチネンタル航空における、TEM の概念図を示す。

これまで、人間のエラーを少なくしたり、エラーの影響を軽減させるための議論は種々行われ、対策が練られてきた。

しかし、これまでの考え方は、Error Management に偏りすぎている。Error Management だけでなく Threat Management も同様に

重要であるとするのが Threat and Error Management の考え方である。

Threat Management の目的は、Threat を感知することによって、エラーの発生を抑制することと、エラーの可能性を認識することで Error Management 過程を改善することにある。

では、具体的にはどのように行動するのか？

CRM Skill を活用することである。

Threat を認識した人間は、みんなに意見を述べ、状況認識を高める。さらに状況認識を一致させるためにリーダーシップが発揮され、適切なブリーフィングを行う。

忙しくなることが予想されたなら、適切なタスクコントロールを行う、計画を再度練り直すことも必要になるであろう。

Skill の活用は状況によって異なるであろうが、適切な Skill を適宜活用することが求められる。

Error Management は、起こってしまった過去を Management することであるが、Threat

Management の本質は、起こる可能性のある未来を Management することである。

Error Management

エラーは、CREW が間違っただ行動 (Commission Error) するか、あるいは何も行動しない (Omission Error) ことによって、会社やフライトクルーの期待や意図と異なる結果を導くことである。

コンチネンタル航空の Error Management の目的は、Error に対する行動を起こすことによって、エラーを見つけて、これを正す、もしくは、影響をなくさせるか、あるいは影響を緩和することである。

根本的な考え方としては、エラーを防ぐことは出来ないが、エラーを探知し、エラーの影響を最小限にすることは出来るとするものである。

TEM 概念図を見て欲しい。エラーに対する対策としては、2 種類ある。

Resist と Resolve である。

Resist とは、人間が関与する前に、ミスをなくすように対策を講じた Hardware や Software のことである。

これには、自動化、地上接近警報装置 (GPWS)、衝突防止装置 (TCAS)、チェックリスト、統一化された手順 (SOP)、マニュアル、訓練などが挙げられる。

Resolve とは、ミスの問題解決のため、人間が起こす行動で、ここでも CRM Skill の活用が期待される。

コンチネンタル TEM においては、エラーを防ぐことは出来ないが、エラーを探知し、エラーの影響を最小限にすることは出来るとする考え方から、「Monitoring & Crosschecking」を強調している。

これは、「NASA Guide Line」に沿ったものである。

- Positively Delegate Flying & Monitoring Duty
- Monitoring is as Important as Flying
- Flying Pilot dose not become involved with secondary tasks
- When conflict arises - Resolve with outside source
- When in doubt - Must express !

「明確に、飛ぶ役割、監視する役割を果たしなさい。

監視は飛ぶことと同様に重要である。

飛んでいる Pilot は余計なことをやってはいけない。(飛ぶことに専念する)

意見が対立したら、外部に意見を求めよ。

疑義が生じたら、必ず言いなさい。」

商業航空機には 2 名の操縦者が乗務している。

操縦者は一名で、もう一名は補佐役あるいは監視役をすることになっている。

これまでは、操縦者を PF (Pilot Flying)、補佐役を PNF (Pilot not Flying) と呼んでいたが、コンチネンタル航空では、補佐役を PM (Pilot Monitoring) と呼び、監視役としての役割を明確に表現した。

Undesired Aircraft States (UAS)

エラーの結果発生した望ましくない状況を言い、事故ではないが、このままほって置くと事故に繋がる危険性が存在している。

Undesired Aircraft States においても、すでに対応が遅れているとは言え、的確な行動が求められ、事故から逃れる最後のポイントとなる。

Threat and Error Management においては、次の 6 つの Step がある。

- Threat Detecting (Threat を検知する)
- Threat Management (Threat に対応する)
- Error Detecting (Error を検知する)
- Error Management (Error に対応する)
- UAS Detecting (UAS を検知する)
- UAS Management (UAS に対応する)

コンチネンタル航空の TEM では、以下の 4 項目をゴールと定めている。

- Become a better Threat Manager - actively identify threats in your operation
- “Threat Management is managing your future.”
- “Error Management is managing your past”
- Continue building a Safety Culture by encouraging open, honest communications

Threat and Error Management の今後

◆ CRM (Cockpit Resource Management) もそうであったが、文化圏や異なった安全

文化を持つ組織(航空会社)に共通に使用できる同一のプログラムは生まれず、大きな枠組みだけを提供し、各組織がそれぞれに自らの組織にあわせたプログラムを作成してきたように、TEMも同様のプロセスを辿りそうである。

LOSA の DATA からは、それぞれの航空会社は同じ環境で運航を行っているわけではなく、少しずつ異なった環境をもっており、それに合わせた TEM が必要だということである。

それだけに、きちんとした訓練を受けずに聞きかじりや勝手な理解が横行することになると、様々な TEM が、はっきり言えば変な TEM が生まれることになりかねない。

理想を言えば、LOSA を修了するなどして、自社の問題点を明確に把握し、的を射た Program となることを望みたい。

また、今後の研究で、Threat と事故との関係がより明確になり、適切で効率の良い TEM 訓練コースの策定の助けになることも期待する。

◆昨年9月の LOSA and TEM Conference において、テキサス大学 Helmreich 教授は、CRM と TEM の混同を指摘した。

典型的な誤りとして、TEM を第6世代の CRM と表現したり、CRM 訓練の代用として TEM を用いることだと述べている。

コンチネンタル航空自体、当初は TEM を、第6世代の CRM に近いイメージを持ちつつ進化させて来た形跡が見られる。

多分、しばらく混乱が残る可能性はある。

最初に掲げた、ICAO Annex 改訂版においては、

.....training in knowledge and skills related to human performance and threat and error management.....

Pilot に必要な知識と技術として、Human performance と threat and error management を並列に記述している。

一般的に Human performance には CRM の考えが含まれていると解釈されることから、Human performance (CRM) と threat and error management は独立した別の知識と理解される。

◆現在、ICAO と Texas 大学は、CRM と TEM の枠組みを明快に区別して説明している。CRM と TEM の関係については、Threat and Error Management の各 Step において CRM Skill を用いると言う概念である。

TEM は米国テキサス大学で生まれた。LOSA のデータの多くは米国、オセアニア、アジアの航空会社が LOSA を行った結果である。

ヨーロッパでは Airbus 社が、Line Operation Assessment System (LOAS) と呼ばれる評価システムを運用し、通常運航でのデータ収集ツールとしては競合している。ヨーロッパにおいて、LOSA と TEM に対する関心は米国ほど高いとは言えない。今後 TEM が World Standard としての広がりを見せるためには、ヨーロッパでの動向次第と言える。

◆ ICAO やテキサス大学では、TEM を CRM などより広い枠組みで捉えており、Cockpit Management Tool に留まらないと考えている。

特に、事故解析ツールとしての使用法を紹介している。

1. 事故に至るまで、どのような Undesired Aircraft State が存在したか？
2. どの Undesired Aircraft State に対し、対応を誤ったか？
3. どのような Error があったか？
4. どの Error に対応を誤ったか？
5. どのような Threat があったか？
6. どの Threat に対応を誤ったか？
7. 対策は何か？

つまり、Threat and Error Management の流れを逆流することで、解析を進めるわけだ。コンチネンタル航空においては、操縦席に留まらず、整備など他部門においても TEM を Safety Management Tool として活用していると報告している。

◆ LOSA は他職種でも関心を呼んでいる。

管制版 LOSA、NOSS (Normal Operations Safety Survey) が動き出している。

NOSS は LOSA 同様、管制現場で行動や周囲の状況を、訓練されたオブザーバーが観察し記録する。

観察の着目点は、同じく、**Threat、Error、Undesired Aircraft States** である。

すでに、いくつかの管制組織が Trial を終了している。

早晩、管制でも Threat and Error Management が導入されるであろう。

多くの組織が LOSA あるいは NOSS を実施することで、データの蓄積が進み、データベースとしての強みを発揮してくると予想している。

これらのデータより、Threat の実態、Threat と Error と関係、Threat と事故の関係が明確になるに従い、Threat and Error Management がより成熟な物となるであろう。