

## 〔論説〕

# 空の安全

—技術、政策、そして法—

羽原敬二\*

## I. はじめに<sup>1)</sup>

航空輸送の安全確保は、国や航空会社などの直接関係者の努力だけでなく、利用者を含めた社会全体の正しい理解と協力によって培われるべきものであるという認識は、最も重要な前提条件である。このために、航空輸送の安全確保に係わる課題として、今後取組むべき措置が、航空輸送安全対策委員会の報告書では、次のように示されている。

### (1) 航空会社の安全管理体制の再構築

大手航空会社で導入されている安全管理システムを再検証し、改善を図るとともに、未導入の航空会社においてもその導入を検討する。航空会社の安全管理システムの導入に係わる制度化を検討し、その導入に関するガイドラインを作成する。

### (2) 安全情報の収集・分析の強化

航空会社における安全情報の収集・分析のあり方について再検証し、日常業務に関する潜在的なリスクを生じるハザードを適切に事前把握・管理する。

国自らも安全情報を積極的に収集・分析し、安全基準の見直しなど、予防的安全対策を図っていくために、国に対する報告制度の方法、報告しやすい環境の整備・システム構築等について検討し、入手した安全情報に対する調査・分析を強化する。

### (3) 訓練方法の見直し

現行のヒューマンファクター訓練を再検証し、スレット・アンド・エラーマネジメントの概念を訓練要件に取り入れるなど、訓練の内容を検討・基準化する。

### (4) 業務の実施方法の見直し

現場の意見や安全情報の解析を踏まえ、ヒューマンエラーを防止する観点から、規定・マニュアル類を見直し、それに伴う教育・訓練を推進する。

---

編集部注\* 関西大学商学部教授 本稿は、2006年2月18日に開催された法学研究所第36回シンポジウムの報告内容に関して、基礎概念の説明を加えたものである。参考資料として当日配布資料の一部分を本冊子の巻末に「第36回シンポジウム資料」として掲載した。

1) 報告書『航空輸送の安全確保に向けて』平成17年8月 ([http://www.mlit.go.jp/koku/04\\_outline/08\\_shingikai/13\\_anzentaisaku/index.html](http://www.mlit.go.jp/koku/04_outline/08_shingikai/13_anzentaisaku/index.html).) 日本乗員組合連絡会議事故解析委員長、機長館野洋彰「私の視点 システム事故 失敗をカバー策どう組み込む」朝日新聞大阪本社版2006年4月26日付朝刊。

## (5) 航空会社に対する監督・監査の強化

航空会社の特性に合わせた監督・指導が可能となるような体系的かつ専門的な監査手法を導入するために、監査専従部門を設立するなど、体制の強化および担当職員の能力向上を図るための研修を充実する。

## (6) 整備の外注化への対応の検討

今後拡大が予想される外注整備に対する国の監視を的確に実施するための方法を検討する。

円滑で安全な航空運送事業を遂行するためには、航空に関する法律や規則が適切に整備されているというだけでは、当然ながら不十分である。周辺要素として、①航空管制機材や航行援助施設などの施設類の整備および維持管理、②航空交通流に無理が生じない管制空域の設定、③管制官の教育や周知情報の徹底、④作業環境や勤務実態の適正化・改善などが、正常に機能していなければならない。

静岡県焼津市の上空で2001年に発生した日本航空機同士の異常接近事故では、①類似した便名の航空機が複数飛行していたこと、②三宅島の噴火により、付近の空域が制限されていたため、混雑した状態であったこと、③空中衝突防止警報装置（TCAS）が作動した場合の対処法が、明確に規定されていなかったこと、④通常ならば、異常接近の3分前に出るべき管制レーダー画面の警報が、設計上の問題から約2分30秒も遅れて出されたことなど、言い間違いをし易い条件が多かったことに加え、管制官が部下を実地訓練中で、集中力が低下しやすかったことが指摘されている。

このような状況で発生した言い間違いを不注意によるものと判断して、処罰するだけでは、組織に再発防止体制を構築することは容易ではない。人間の失敗を注意力だけで防止することは不可能である。失敗することを前提にして、それに対処する方策をシステムの中に組み込むことが巨大システムを設計する際の基本原則である。

人間は、システムの中では非常に限定的な役割を担っているに過ぎない。システム性事故が発生した場合に、最も重要なことは、原因を調査して、システムに内在する不備を洗い出し、適切に改善することである。そのためには、事故関係者から可能な限り詳しい情報が提供されねばならない。事故当事者が法的責任を厳しく追及されれば、有効な証言は得られにくくなり、システムの不備に対する根本的な改善も困難になる。関係当事者の責任を追及するのみでは、再発防止に繋がらず、社会全体の利益にもならない。実行行為者を処罰して事故の解決・処理を図ろうとする現行の法制度を見直し、事故の再発防止に寄与する方策を共有することが必要である。

事故調査体制のあり方については、日本学術会議が、事故当事者がなぜ最後の引き金を引くことになったかを明らかにし、同種事故の再発防止に関する教訓を得ることが社会正義にも繋がると提言しており、システム性事故に対する正しい考え方が社会的に認識されることが求められている。

このたび、関西大学法学研究所において以上のような問題意識に基づき、航空機の運航、航空管制、空港の管理・運営、航空事故調査の各立場から、現場の生の声を聞くと同時に、本質を探り、本格的な課題解決への取組みを行う際に必要となる正確な共通認識を得るため、「空の安全」

と題するシンポジウムを開催した。

そこで、本稿では、その報告内容に関し、航空運送事業における安全確保の専門的概念を正しく理解するうえで重要なシステムおよび手法について、以下で説明し、まとめておくこととした。

## II. Safety Management System (SMS) の構築と運用

### 1. 安全管理システムと航空法規の関係<sup>2)</sup>

わが国の航空法の体系、米国の FAR (Federal Aviation Regulations : 米国連邦航空規則)、その他諸外国の航空法は、ICAO (International Civil Aviation Organization : 国際民間航空機関) Annexに基づいて制定されている。その内容は、航空機の安全な運航を行う上で、何を守らなくてはならないかを規定した安全規制であり、その規定を具体的にどのような仕組みで実践するかは運航者に委ねられている。この運航の安全確保と向上に必要な組織および運営のあり方が安全管理であるが、運航業務は、規模、内容、または形態が様々であるため、実態としての統一性において、運航者間で開きがある。運航について、質的な開きがあることは容認されるべきではない。しかしながら、法規によって完全な同一性を求めることは、運航形態が多様であり、組織風土が深く関係するため、極めて困難である。

わが国では、航空法第百条を受けて、航空運送事業および航空機使用事業の許可および事業計画変更審査要領 (安全関係) により、運航に係わる法規の要件を満たすために必要な施設、人員、およびそれらを運用するための規程が適切に備わっていること、さらに安全管理が適切に行われていることが要求されているが、それは项目的な要件に留まっている。

航空輸送規模が拡大するにつれて、従来と同じ安全性を確保・改善するには、安全管理が不可欠との考えから、1990年代に安全管理の手法に関する研究が進められ、近年急速に実施段階に移行している。

その共通した考え方は、安全管理に求められる要件を具体的に指針として示し、個々の航空会社の安全管理体制が実態としてその要件に合致することを、第三者が監査または認可するシステムである。基本理念としては、リスクマネジメント手法を通じて、安全対策がこれまでの結果対応 (reactive) から、発生する前にその芽を摘む未然対応 (proactive) によって実施されることを目指している。

### 2. ICAO の提唱する安全管理システム<sup>3)</sup>

ICAO は、国が指針を示し、それに基づいて国の認可する安全管理を航空会社に義務づけようとしている。ICAO は、国が設定する航空会社が遵守すべき安全を管理する上での要件を、安全

---

2) 中溪正樹「安全管理とは (上)」『航空技術』No.612、社会法人日本航空技術協会、2006年3月号、56-65ページ。

3) ICAO SAFETY MANAGEMENT MANUAL

プログラム（Safety Programs）と安全管理システム（Safety Management Systems）に区分している。

安全プログラムは、航空機の運航者、航空管制、飛行場、航空機整備に係わるサービス提供者が安全な運航のために遵守すべき法規や指示とそのプログラム目的を達成するための種々の活動であるインシデントの報告、事故調査、安全監査、および安全推進などに係わる規定を含んでいる。

安全管理システムは、安全プログラムに基づいた諸活動が有効に実施されるために必要な組織体制、組織の責務、および組織運営の方針や手順を含むシステム面からの取組みである。

ICAOは、ICAO Annex（標準勧告方式）において、各締約国が安全プログラムを設定することを求めているが、同時に各締約国が運航者、整備サービス提供者、航空管制サービス提供者、飛行場運営管理者の各々に国が認可する安全管理システムを実施するよう新たに求めている。これは、法規による制度とは別に、国により示される指針に従って具体的実施体制が認可されるものである。

### 3. 航空運送事業における安全管理システムの展開<sup>4)</sup>

航空運送事業における Safety Management System（以下SMSと表記）の適用範囲は、運航や整備だけでなく、空港ハンドリング業務にまで及ぶ。安全管理システムは、本来、組織のマネジメントが目的であるため、どの産業または事業にも共通して機能する方法である。SMSは、職種横断的システムであり、組織の全階層に関係するものである。

FAA（Federal Aviation Administration：米国連邦航空局）は、バリユージェット航空機の事故後<sup>5)</sup>、この原因を重大に受け止め、直ちに全航空会社を対象に行った90日安全監査（90 days Safety Review）の中で、SMSの基盤となる System Safety の考え方を打出した。

1986年スペースシャトル・チャレンジャー号の爆発事故、1998年巨大油井プラットフォーム、パイパーアルファの爆発火災事故など、世界的にも大規模な産業災害が次々と発生していた。こうした大災害に共通してみられる特徴は、マネジメントの要因が事故発生原因に深くかかっているという事実であった。

---

4) 大森晴夫「これからの安全管理—セイフティ・マネジメント」『航空技術』2005年8月、No.605、社団法人日本航空技術協会、44-49ページ。

5) 1996年5月11日午後2時13分頃、フロリダ州マイアミ空港発バリユージェット航空592便DC-9-32は、ジョージア州アトランタに向けて離陸約10分後、火災のため空港から約19kmのエバージェーズの湿地帯に墜落した。調査の結果、前方貨物室に積載されていた使用期限切れまたは期限間近のO<sub>2</sub>ジェネレーターが何らかの衝撃で作動し、火災を発生したことが判明した。O<sub>2</sub>ジェネレーターは、外部委託の整備会社が他の機体から取り外したものであり、本来ならば直ちに廃棄されなければならないものが廃棄されず、安全キャップも取り付けられていなかった。安全キャップはプラスチック製で、1個1セント以下とされ、バリユージェットとの委託契約では、安全キャップはバリユージェット側が用意しなければならなかった。さらに、同社は社内の連絡ミスにより、この使用期限切れまたは期限間近のO<sub>2</sub>ジェネレーターに使用済みの誤った表示を添付していた。

こうした背景に対応して先進諸国は、安全管理システムを構築する要件として、ISO9001の品質マネジメントシステム（QMS: Quality Management System）を選択した。安全確保におけるマネジメントの果たす役割を重視する考え方は、必ずしも新しいものではないが、QMSは、その考え方を体系的に組み立てている。全産業共通のQMSという一般化された経営管理システムの基盤の上に安全管理システムを築く取組みを行うこととなる。

この考え方を航空業界にいち早く導入したのが、英国航空局、カナダ航空局、オーストラリア航空局であり、それをSMSと呼んでいる。IATA（国際航空運送協会：International Air Transport Association）およびICAOがそれに倣い、米国のFAAもこの用語を使用し、FAAの検査官用のハンドブックに含まれている。これらを統合したものが、IATAのSMSおよびICAO事故防止マニュアル2004年度改定案のSMSにおいて示され、両者の内容はほぼ同じものである。

このように、SMSはQMSの構造を踏襲した内容である。航空業界では、環境マネジメントを除き、規格や指針の多くは米国のAS規格などが主流であるため、基本的には欧州の規格から生まれたISO（国際標準化機構）の普及が進んでいるとはいえない。ISO 9001のQMSは、①顧客に焦点をあてた改善、②リーダーシップ、③プロセスアプローチ、④システムアプローチ、⑤要員の参加、⑥継続的改善（PDCAサイクル）、⑦データに即した改善、⑧供給者との互惠関係の8つの基本的な考え方から構成されている。これらは、概ね安全監視の要件であるが、SMSの特徴は、①独立した飛行安全計画責任者、②非懲罰の報告制度、③日常的監視と飛行データの分析、④リスクマネジメントの実施、⑤緊急時対応計画にある。

#### 4. SMSの特徴<sup>6)</sup>

##### (1) 独立した安全責任者

FAA基準16（FAA HBAW99-19, HBAW99-19）では、安全部長（Director of Safety）が安全管理の中心に据えられ、そのもとで安全管理プログラムは特にSMSと名づけられていないが、実質的にはSMSとなっている。英国ではSafety Manager、ICAOではAPA（Accident Prevention Advisor）と呼ばれているが、実態は同じである。

安全責任者は、安全管理について十分な専門的知識と経験を有し、経営者層に直結する地位を占めている立場の人材とされている。経営陣直結の条件は、マネジメントレビューにおいて安全対策重点課題を適切に提起し、マネジメントの意思決定を得られやすくするためである。

##### (2) 安全報告制度

安全報告制度の基本要素は、運用現場などのあらゆる階層からの情報をフィードバックできるように、①情報循環の仕組みを設けること、②得られた情報を活用すること、③入手情報を的確に検討すること、④提供された情報源への回答を行うこと、⑤安全情報の共有を図ること、⑥組織外の危険情報の入手に努めること、⑦受身の情報収集ではなく危険情報を積極的に収集する活動を実施すること、⑧情報の提供を促進すること、である。

---

6) 大森晴夫、前掲論文、50-54ページ。

危険情報には、いくつかのレベルのものがあるが、SMSでは、これをさらに深く分析する。具体的には、事故やインシデント、ヒヤリ・ハット情報の処理である。これらは、既に起こってしまった事実や結果であるが、SMSでは、起こりうる事態または起こるかもしれない事象までを対象としている。つまり、ハザード（hazard: 潜在的危険要因）を洗い出し、把握することであり、そのために、ハザード報告が求められている。ハザードはリスク（risk）を生み出す可能性のある状況をいい、そこからいくつものリスクが発生することになる。

ハザードについては、ICAO事故防止マニュアル第2版改訂案に例示されており、非常に広範囲の概念であるが、長時間勤務や過重な労働負荷量などの勤務状態および労働環境、ハンガリーの照明の暗さ、マニュアルの使いやすさまたは読み難さ、などが挙げられる。

ハザード報告を促進するために、あえて、ハザードの内容は限定されず、ハザードであるかどうかは、評価の段階で判断される。ハザード報告は、SMSのプロアクティブな対応を特徴づけるものである。

情報の提供を促進することについては、国際的に重要な条件として、情報提供者に対する懲罰免責制度がある。報告したことによって不利になる状況では、表面的な原因究明しか行えず、結局は、現場に依存する対策に陥る。すなわち、「よく注意すれば、事故は防げる」という本質的に誤った対策となってしまう。当然ながら、重過失や意図的なものについては、諸外国とも非免責である。わが国の事情に関しては、今後解決しなければならない多くの課題が残っているが、これらの課題は、現在、FAAに事務局が置かれているGAIN（Global Aviation Information Network：国際航空情報ネットワーク）会議で議論が進められている。

情報の提供を促進する他の方策としては、情報提供者へ誠実に検討結果を回答すること、提供された情報が確実に検討され、活用されること、などの対応が役立つ。このような安全情報を収集するために、SMSでは安全文化（Safety Culture）の構築を要件としている。

組織外の共有の事故・インシデントデータベースとしては、NASAによるASRS（Aviation Safety Reporting System：自発的安全情報報告システム）、日本における航空安全情報ネットワーク（ASI-net: Japan Aviation Safety Information System）、および小型機航空安全情報ネットワークがある。航空情報ネットワークにはICAOのADREP（Accident/Incident Data Reporting System：ICAO事故・インシデント報告制度）の情報も入力されている。

### （3）日常的監視と飛行データの分析

オペレーションモニターともいわれ、運航についてのモニターまたは監視の利用である。FDR（Flight Data Recorder）を活用し、個々の航空機の運航軌跡等を分析・評価するFDM（Flight Data Monitoring）<sup>7)</sup>を実施することを意味している。この他に、LOSA（Line Operations Safety Audit）と呼ばれる運航便の操縦席後部座席（ジャンプシート）に同乗して運航状態の観察を行う方法がある。

運航・整備に共通のものとして、巡回・巡視が挙げられる。安全担当者は、運用の現場を日常

---

7) ICAOではFlight Analysis, 米国ではFOQA（Flight Operational Quality Assurance）と呼んでいる。

的に見回る必要があるという考え方である。投函意見やアンケートなど、紙面による方法の他に、現場に直接出向いて、自ら潜在的な危険要因を探し出すことに意義がある。業務連絡のための会合ではなく、懇談会のオブザーブを通じて、隠された問題点を発見することも求められる。SMSでは、これらの情報収集活動を proactive という。

ただし、問題がないわけではない。リアクティブ (reactive) な活動に対しては、既に結果が出ているため、周囲の理解が得られやすく、予算の設定も比較的容易で、目に見える成果を得やすいという実利性があるが、プロアクティブ (proactive) な活動に対しては、日常的に行われている活動に関する結果が分かりにくいと、評価されにくく、予算を設定することに困難が伴うなど、対策の推進に直接繋がりにくいという、担当者には不利な側面がみられる。

#### (4) 危険要因 (ハザード) の特定とリスクマネジメント

これがSMSの中心部分となる作業である。危険要因はハザードである。SMSにおけるリスクマネジメントは、ハザード報告により集められた情報に基づきリスト (PHL: Primary Hazard List) を作成する。これがハザードの認識となり、次にこのハザードからもたらされると推測されるリスクをできる限り想定する。これらのリスクについては、リスクアセスメント・マトリクスの判断基準に沿って重要度を判断して、リスク処理の優先順位付けと分類を行う。

こうしてまとめられたデータに基づき、最重要事項に関する対策案をまとめる。それを安全レビュー会議または委員会などのマネジメントレビュー会議に諮り、経営層による資源配分等対策要否の意思決定を仰ぐ。経営陣に対して、リスクの程度、受容水準、処理コスト、措置を講じなかった場合の損害コスト、などの費用対策効果を含めて判断材料となるすべての情報を開示する。この時に、安全責任者責務は終了する。

これにより第1次の対策が実施されるが、その対策が実際に効果を発揮しているかどうかを調査または効果を測定することが必要である。対象によっては、長期監視が必要となる。

対策が効果を発揮していない場合には、もう一度原点に戻り、改善または修正を図る。このサイクルの繰り返しにより、最も効果的な対策へと収束させることになる。これらの活動は、経過が分かる (traceable) にするため、記録され、対策の実施とフォローアップなどについての責任と権限が明らかになるように、QMSの原則に基づいて記録と文書化が求められる。

効果を測定する場合に、必要となる重要な基準にリスクの受容レベルがある。これは、リスクが全く存在しない状態を意味するものではない。

ハザード報告には、既に発生してしまった事象の報告も含まれる。実際には、事故やインシデントの発生原因の調査活動からもたらされる再発防止活動は、SMSでは、リアクティブな活動に分類されている。結果に基づく防止対策では、現実には、原因と結果にみられる直接の因果関係以外の対応を検討することは難しい。したがって、リアクティブな活動も重要であるが、それだけでは不十分とされ、SMSは、まだ発生していない事象に対して予防的に活動することを求めている。検討の対象には、インシデント情報をはじめとするリアクティブ情報以外に、安全意識調査結果、巡回報告などが含まれる。

リスクマネジメントの実施については、費用対効果を考慮しなければならない。これには2つ

の側面がある。1つは、事故による損害と当面のリスク低減費用とを比較し、安全対策に投資を優先させる意思決定である。もう1つは、どんな軽微な危険事象にも個別に徹底して取組むのは、実は軽微なリスクのモグラ叩きに過ぎず、小さなリスクの処理に埋没して、大きなリスクを見失う結果、やがて大規模な事故が発生することになる。それよりも、まず全体のリスクを認識し、それから個々のリスクに関する軽重の判断に基づく優先順位付けを行い、有限で貴重な経営資源（人、物、資金、時間等）を真に重要な危険要因発生源の低減対策に重点投資することが効果的な戦略的意思決定である。

リスクマネジメントは、危機管理と混同されていることが多いが、危機管理は、発生してしまった事象がそれ以上拡大せず、速やかに原状回復を図ることが目的である。つまり、被害の拡大防止と迅速な原状回復を実施するための方策であり、いわゆる受け身の安全対策（Passive Safety）が主な内容である。したがって、これは、緊急時対応計画（Emergency Response Plan）の対象となる。

#### （5）緊急時対応計画

航空機事故、重大なインシデント、ハイジャッキング、テロリズム、自然災害などが発生した場合には、被害の拡大防止と沈静化、復旧を目的とした事後対応計画が求められる。

これには、地上支援体制があり、被害者救助、親族等関係者への対応、現場との連絡通報、社内の緊急連絡訓練などが含まれる。大規模災害には演習が不可能なため、これをシナリオ上でそれぞれの役割と活動内容を確認する図上訓練がある。

### 5. ヒューマンエラーに係わる事故防止対策としての自発的安全報告制度の活用<sup>8)</sup>

ヒューマンエラーによる事故を防止するために大きな効果が期待できる方策が、自らの誤解や錯覚などによる誤った判断、操作、作業等に起因する事例を自発的に報告する制度である。

誰でもが引起す可能性のあるヒューマンエラーの事例を自発的安全報告制度（Safety Reporting System）によって収集し、その情報を有効に活用することが事故防止の重要な要件となる。諸外国およびわが国の当局においても、同制度を充実させ、積極的に危険事象体験を報告することを促す制度の確立に試行錯誤しながら取り組んでいる。

自発的安全報告制度は、以下の点でProactiveな安全対策、事故防止方策の確立・運用に寄与すると考えられる。

#### （1）組織の安全を支える安全文化の醸成

安全は、どの分野においても、ハードウエア、ソフトウエア、ヒューマンウエア、ソーシャルウエアの4つの要素で支えられ、その基盤が安全文化である。種々の大事故が起こるたびに、組織における安全文化の欠如が指摘されるのは、安全を支える土台の脆さが、事故の背景になっているためである。この安全文化を構成する要素に、報告の文化がある。自発的にヒューマンエラ

---

8) 国土交通省航空局航空輸送安全対策委員会

([http://www.mlit.go.jp/koku/04\\_outline/08\\_shingikai/13\\_anzentaisaku/houkoku.pdf](http://www.mlit.go.jp/koku/04_outline/08_shingikai/13_anzentaisaku/houkoku.pdf))



ーに伴うヒヤリ・ハット体験を報告する習慣ができれば、報告の文化を充実することによって安全文化の構築に大きく寄与することになる。

## (2) 事故・インシデントと類似内容の情報収集

事故は、一般に様々な要因が関係し、それらが連鎖して発生することが多く、その中でヒューマンエラーが関与している事例が少なくとも70から80%はあるといわれている。通常は、ヒューマンエラーが生じて、重大な事態になる前に当事者自身が気付くか、他の人の助言やハードウェアからの警告または通告などによって、大事に至る前に正常な状態に修復される。事故・インシデントは、危険な状態になるまで誰も気付かなかつたり、偶然機材の不具合のために、警告や通告が発せられなかつたり、またはそれを無視するというヒューマンエラーが重なって起こるものである。

重大な事故・インシデントや重大な状態には至らなかった場合でも、ヒューマンエラーが生じた状況、当事者の心理状態、脅威などは、事故やインシデントに至った場合とほとんど同様であるといえる。したがって、ヒヤリ・ハット体験の報告に基づき、ヒューマンエラーが生じやすい状況や心理状態などを分析すれば、事故の未然防止のための安全対策に役立てることができる。

## (3) ヒューマンエラーによって生じた危険な状態から脱出・回復する手段の共有

ヒヤリ・ハットは、ヒューマンエラーや危険な状態に近づいたが、重大な事態に至らなかった事例である。この回復の過程も含めて報告をすることによって、ヒューマンエラーによる重大な事態から脱出する手段を関係者で共有することができる。たとえ、ヒューマンエラーが生じて、早期にエラーに気付いて正常な状態に戻し、危険な状態、事故やインシデントに至らない運航を可能とすることに繋がる。

## (4) ヒューマンエラーに起因する事故・インシデントの発生可能性を低減させる行動の認知

自発的報告が多数なされれば、どのような状況下でヒューマンエラーを起こしやすいかを認知でき、事故防止対策を策定する場合に、精度の高いリスクアセスメントによる有効な処置がなされる。

## (5) ヒューマンエラーの誘引となるハザードの低減・改善対策担当部門への提言および当局への要請

紛らわしい誘導路の名称、案内表示のない誘導路、間違いやすいコールサインやATCクリアランス、使う側にとって分かりにくい規程類など、ヒューマンエラーを生じやすい対象について、自発的安全報告による事実に基づけば、担当部門や当局に改善を要請しやすくなる。

## (6) 情報の共有による現場のリスク感性向上および基本・確認行為に忠実な運航業務の重要性の再認識

ヒューマンエラーの情報は、第三者の客観的情報よりも、それを体験した本人が一人称で述べる生々しい情報の方が、隠されているエラーの本質を実感しやすい。そのため、他人の経験を知ることにより、エラーに対する警戒心と感性を高めることができる。

## (7) 現場での安全確保にとって重要な暗黙知の伝承および形式知への還元

自発的安全報告により、他人の体験や失敗を通じて習得した知恵を共有することから、規則や

マニュアルでは表現されにくい暗黙知を伝承でき、同じエラーを犯す可能性を減少させることになる。さらに、現場から報告された多くの事例に基づき、ヒューマンエラーが生じにくいように、チェックリスト、マニュアルや規定類、作業手順を改善することによって、形式知に収集情報を活かすことができる。

#### (8) Proactiveな安全対策に不可欠な要素である謙虚な態度や自律心の醸成・維持

人間の限界を知りながら、自分もいつエラーを犯すかわからないという謙虚な気持ちが育まれ、基本および確認行為の重要性をより強く認識することにつながる。その結果、ヒューマンエラーに対する感性が磨かれることにもなる。

### 6. FDM (Flight Data Monitoring) の概念と展開

FDMを取巻く環境は最近非常に変化してきた。1960年代に、DFDR (Digital Flight Data Recorder) のデータを解析して運航の改善に役立つプロジェクトが、欧州の航空会社で始まり、2000年にICAOがFDAP (Flight Data Analysis Program: 飛行データ解析プログラム) を世界標準として義務化することを決定するに至り、全世界的な航空安全を確保するためのプログラムになってきた。2005年末、ICAOはさらにSafety Management Systemの一環として、他の施策と共にFDAPを実施することを提案してきた。

FDMは、もともと各航空会社の中で育ってきた歴史的背景から、FOQA (Flight Operational Quality Assurance)、SESMA (Specific Event Search and Master Analysis)、DFOM (Daily Flight Operation Monitoring) など、様々な名称で呼ばれている。

FDMは、航空会社に運航の中に存在するリスクを認識させ、その程度を示して評価させ、それに対する処置をとらせ、リスクを低減させる措置をとった後の変化をモニターする閉ループのプロセスである。FDMで得られた情報を航空会社の安全管理システム (SMS) の中に組込むことによって、平素の運航データに潜んでいる将来の事故につながる可能性のあるハザードからリスクを発見する手段として活用できる。

### 7. ヒューマンファクター (Human Factors) の概念<sup>9)</sup>

ヒューマンファクターという言葉は、その意味を正確に表す適切な日本語がない。この言葉が航空業界で使われ出した当初は、操縦士が関与した航空機事故の原因と解釈され、人的要因、人間要素と訳されたり、以前からあった人間工学と同一視して考えられたり、不正確な理解または誤った認識があった。

ヒューマンファクターは、英語ではHuman Factorsと表記され、語尾にSが付いた用語であるが、複数のSではなく、常に単数で扱われる。Mathematics (数学) やPhysics (物理学) と似ているために、学問ととられやすいが、学問を表す用語ではない。わが国では「ヒューマンファクター

---

9) 日本航空株式会社技術研究所ヒューマンファクターグループ『ヒューマン・ファクター ガイドブック』1995年12月、13-18ページ。

ス」とは言わずに、既に「ヒューマンファクター」として定着している。

ヒューマンファクターは、人間がうまく生きるための能力であり、実学といえるものである。すなわち、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、その知識を基に人間と環境の調和を探究し、改善することである。

ヒューマンファクターは、その手段としていろいろな既存の学問研究の成果を利用する。利用する学問は、認知心理学、生理学、行動科学、社会心理学、人体測定学、工学など多岐にわたっており、学際的な取組みが求められる。関連する学問の中から人間と環境の調和に関する知識をうまく引出して活用することが必要である。

## 8. ヒューマンエラーの分類と対策<sup>10)</sup>

エラーの分類や概念はさまざまに論じられているが、エラーの原因を大きく3つに類別し、ランダムエラー（Random Error: 無作為エラー）、システムティックエラー（Systematic Error: 系統的错误）、スποラディックエラー（Sporadic Error: 突発的错误）とする分類が、その対策も含めたものであるため、最も理解し易いと考えられる。具体的には、①教育・訓練による知識・技量が身に付いていなかった場合、②知識・技量は定着していて発揮できたが、環境による阻害要因で期待値と異なってしまった場合、③身に付いているはずの知識・技量・能力が突発的に発揮できなかった場合、の3分類である。

対策としてもそれぞれについて、①ランダムエラーには、再教育・訓練、またはチェックを実施し、客観的期待値に見合う知識・技量・能力を身に付けて、再度見極めることが求められる、②システムティックエラーには、環境の再調整、プロシージャ、手順、表記を見直すことにより、実施者の有する知識・技量・能力が期待通りに活用できるようになる、③スποラディックエラーには、脳の特徴から発生するエラーであるため、対処することは極めて難しいとされている。ヒューマンファクター訓練やCRMがその対策となっており、PMC（Psycho-motor Cycle: 脳の情報処理機能）、メンタルローテーション、および視覚・聴覚などの錯覚を含むヒューマンファクターの認識が役立つ。

## 9. IOSA（IATA Operational Safety Audit）の仕組みと内容<sup>11)</sup>

IOSAとは、IATA Operational Safety Auditの頭文字をとった略称で、IATAによって国際的に標準化された運航にかかわる安全監査システムまたはプログラムのことを指す。

---

10) 同上書、70-72ページ。

11) 小杉直史「IOSA（IATA Operational Safety Audit）について（上）」『航空技術』2005年4月号No.601、社団法人航空技術協会、42-46ページ、同（下）、2005年5月号No.602、58-63ページ。

ISM（IOSA Standards Manual）監査基準、ガイドラインを定めたもの。監査員の訓練・審査・審査基準、監査組織の認定基準などが含まれる

IPM（IOSA Program Manual）IOSAの実施方法を定めたもの

IAH（IOSA Auditor Handbook）監査員が実際に監査を行う上での必要事項を定めたもの

航空運送事業に関しては、従来から、各国とも監督当局による規制、監督、業務検査、安全性確認検査など、様々な形態で行政上の検査が実施されてきている。しかし、1980年代から一般化してきた運航委託やコードシェアによる運航については、特に外国航空会社の安全性を評価できる仕組みは確立していなかった。

1985年12月にカナダのガンダーで起きたDC-8型機の墜落事故は、DOD（Department of Defense：米国国防総省）が民間航空会社Arrow Airをチャーターした便で空挺部隊248名が全員死亡したため、この事故を契機に、米国軍人および軍関係者を民間航空会社の航空機に搭乗させる場合には、事前に当該航空会社の安全品質を確認しなければならないことを規定した法律が1986年に成立し、DODはこれを受けて1992年に品質保証システム要求を定めた。そして、1998年9月にカナダのノヴァスコシア沖に墜落したスイス航空MD-11型機には、コードシェア契約によるデルタ航空の乗客が多数搭乗していた。こうした事故を契機に、コードシェア便についても、自社運航便と同等水準の安全性の確認が必要であるとされ、1999年8月にDODとATA（Air Transport Association of America：米国航空輸送協会）が共同でコードシェアに関する安全監査プログラムを設定した。

さらに、DOT（Department of Transportation：米国運輸省）も米国の航空会社とコードシェアを行う海外の航空会社の安全監査プログラムを2002年2月に策定した。これにより、米国の航空会社が外国航空会社とコードシェア運航を実施する場合には、事前に安全監査を実施して承認を得ると共に、運航開始後も定期的に安全監査を実施することが必要となった。

外国航空会社とのコードシェア運航について安全監査を義務化し、ただし立法化せず行政権限だけで実施している国、法制化している国、行政指導により安全監査を要求している国、航空会社の方針により実施している場合など、世界中の多くの航空会社が、コードシェア相手先航空会社の安全監査を受けなければならなくなっている。

さらに、コードシェアと平行して世界的にアライアンスが広く行われるようになってきた状況下で、アライアンスとしての統一性を維持し、顧客に対する責任を全うするためには、各参加企業が同等の安全性を有していなければならないとの考え方から、安全性の確認をアライアンス加盟の条件とする方式が採用されている。具体的には、アライアンスの安全監査に合格しなければ、会員企業になれない制度である。

IATAにおいても、新規にIATAに加盟を希望する航空会社は、IATAの安全監査チームによる監査を受けて合格しなければ、会員になれないというOQS（Operational Quality System）が1998年から実施されている。

しかし、このような種々の安全監査が一挙に広まりだした中で、いろいろな問題点も出てきた。特に、受検する側にとっては、同じような監査を複数の相手から受けなければならないという問題が発生した。年間の受検回数、監査基準の差異による整合性のない監査結果、および監査員の不慣れ・未熟など、問題や混乱が生じた。

このような状況の中で、IATAは国際的に認知された共通の安全監査基準や仕組みを策定することを決定し、IOSAが開始された。

## 10. Safety Management System (SMS) の構成要素

### (1) データの解析 (Data Analysis)

データ解析は、どんな事例が多く発生する傾向にあるのかを分析する傾向分析と、それらがどんな要因によって引起されたかを分析する要因分析の2つに大別される。ここでいう要因とは、Threat and Error Managementのthreatに相当するハザードである。この要因は日常運航のリスク (risk) を生む潜在的な条件である。

### (2) Threat and Error Management (TEM)

エラーを誘発する要因をThreatと呼んでいるが、正確には、ハザードである。IATAでは、このスレットは、その存在が明らかか否かにより、大きく2つに分類されている。存在が明白なスレットを顕在的 (overt) スレット、明白ではないスレットを潜在的 (latent) スレットという。

#### ①顕在的 (overt) threat

存在が明らかで、乗務員が検知でき、エラーが発生する可能性を増加させる要因となるもの。

##### ・環境要因

天候 (横風、雷、乱気流、ウインドシア)、地形、空港の状況 (立地条件、路面状態、施設、混雑度)、通常でない運航 (鳥の衝突、離陸中止、目的地変更、ゴーアラウンド)

##### ・組織的要因

管制指示 (内容、方法、使用言語)、整備、運航管理 (不正確な運航情報)、地上の支援体制 (マニュアル、チャート、爆発物の脅威、危険物の搭載)

##### ・個人的要因

疲労、ストレス、自己満足

##### ・チームおよび運航乗務員の要因

運航乗務員 (リーダーシップ、作業量、タイムプレッシャー、疲労、他人の誤り)、客室業務 (急病人、挙動不審者)、コミュニケーションの状況、チームワークの欠如、過度の信頼

##### ・航空機の要因

機体の不具合 (突発的な機材の故障)、自動化された機器からの情報

#### ②潜在的 (latent) threat

存在が明らかでなく、容易に確認・検知できないこともあり、エラーまたは顕在スレットを発生させる要因となるもの。

##### ・国の文化や国民性

##### ・企業や組織の文化

##### ・職業に特有の文化や気質

##### ・解釈に違いが出たり、誤解を生じたりする規則、マニュアル、基準、および組織の方針

ICAOのHuman Factors Training Manualには、「潜在的threatは、乗務員により容易に観察できるものではなく、運航システムや特定の運航に織り込まれ、隠れているものである。それらは、職業における文化同様、国や組織の文化に関係している。たとえば、組織の方針と手順の関係で、その存在が現れることがある。潜在的なthreatは、エラーを犯す傾向があるシステムまたは望ま

しくない飛行状態を生じるシステムの側面である」と書かれている<sup>12)</sup>。ジェイムス・リーソンは、「潜在的threatは、組織の中に必ず潜んでいて、長い間なら害をもたらさずに存在し、ある時に局所的な環境と作用しあって、防護壁に穴をあけてしまう。さらに、1つの潜在的threatが発見されずに、修正されなければ、多くの異なった事故に寄与することがありうる」と述べている<sup>13)</sup>。

### Ⅲ. ヒューマンファクターとCRMの展開

#### 1. CRM (Crew Resource Management) の変遷<sup>14)</sup>

1999年4月に、以下のような米国を中心とするCRMの変遷が、IATAヒューマンファクター・ワーキンググループで紹介された。

##### • 第1世代

1981年にユナイテッド航空でCRM訓練プログラムが開始された。初期のCRMでは、機長の権力的な振る舞いや副操縦士による主張の欠如など、個人の行動特性の短所を改善することにより、安全で効率的な運航の実現を目指すものであった。

##### • 第2世代

1980年代後半からチームとしての機能に焦点をあて、より実践的な訓練が行われるようになった。この時期には、CRMセミナーにSituational Awareness, Stress Managementの概念やError Chainの用語が使用され、Cockpit Resource ManagementからCrew Resource Managementに変えられた。

##### • 第3世代

1990年代初頭、Crewの概念は運航に係わる客室乗務員、運航管理者、整備士にも拡大され、多くの航空会社で運航乗務員と客室乗務員との合同訓練が開始された。CRMと技術的訓練との統合について考えられ始め、CRMセミナーではヒューマンファクターの問題点についても触れられるようになった。

##### • 第4世代

1990年代半ばから、すべての飛行訓練にCRM概念を取入れ、CRMと訓練、審査、実運航との統合化、および操作手順への反映について検討され出した。

##### • 第5世代

1990年代後半、エラー回避戦略として、CRMの目的をError Managementにおいた。ヒューマンエラーは至るところで発生し、避けられないが、有益な情報源であるという考え方を前提にしたもので、まずエラーを回避し、エラーを犯した場合でもその影響がでないようにし、影響がで

---

12) 『ICAOヒューマンファクター訓練マニュアル、1998』(DOC9683-AN/950) 財団法人航空振興財団、2000年、49-50ページ。

13) James Reason, *Managing the Risks of Organizational Accidents*, Ashgate, 1997, pp.10-11. (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』日科技連出版社、1991年。)

14) <http://homepage.psy.utexas.edu/homepage/group/HelmreichLAB>

た場合でもそれを最小にするという考え方である。

- 第6世代

テキサス大学のHuman Factors Research Projectにより、CRMの基本的な目的を表す一般モデルであるThreat and Error Management Modelが登場した。このモデルは、専門に訓練を受けたオブザーバーが日常運航における乗務員の行動や環境要因に関するデータを収集・分析するLOSA（Line Operations Safety Audit）というプログラムを通して開発されたものである。

LOSAの基本的な目的は、日常運航におけるThreatとErrorに関するデータを収集・分析することにより、日常運航の実態を把握して、全体像を認識することに基づき、組織の安全、教育、および運航方針の参考とし、インシデントや事故を防止することにある。ここでいうThreat（脅威）とは、エラーを誘発する要因、すなわちハザード（Hazard）のことである。

最近のCRMでは、LOSAにより得られたデータの分析から発見されたErrorと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もヒューマンエラー防止策を開発するための最も重要な手段としてLOSAを支持している。CRMをより効果的なものにするため、CRMの原点に立ち返り、安全に係わる組織の文化的背景を考察しようとする取り組みによって、新しい世代のCRMといわれるTEMが生み出された。

初期のCRMは、ヒューマンエラーが多くの航空機事故に関与しているというNASAの結論に対応して開発され、操縦室を1つの独立した空間としてとらえて、TAG（Trans-Cockpit Authority Gradient：操縦室内の権威勾配）を是正することに重点が置かれていた。本来、CRMはパイロットエラーによる事故を減らすためのプログラムであったが、CRM訓練の範囲が拡大するにつれて、操縦室内の雰囲気改善することがCRMの目的であるかのように受取られるようになり、CRMの目的が訓練の参加者に理解されなくなった時期があった。しかし、人間関係や人間の行動を最適化することは、あくまでも目的達成のための手段であり、CRMの目的は、当初から安全で効率的な運航を実現することにある。このためにその後のCRMが進化を遂げる過程において、航空機の運航が組織文化に強く影響された複雑なシステムの一部であることが理解されてきた。開発当初、CRMは、ヒューマンエラーの万能薬であると思われていたが、今日では、組織の安全文化を構築するために使用される手法と考えられるようになってきている。

## 2. CRM（Crew Resource Management）の特質<sup>15)</sup>

CRMは、内容が変化しつつも、実運航の現場において発生するヒューマンエラーの悪影響を最小限に抑止するための実用的なツールとして位置づけられている。CRM訓練で扱われるCRMスキルはCRMを実践する能力、すなわち、チームとしてのトータルパフォーマンスを向上させるために、利用可能な経営資源を活用することである。CRM訓練は、このCRMスキルの向上させるものであり、この訓練を通じて航空事故を防止することを目的としている。CRMスキルを

---

15) CRMスキルは、CRMをより具体的に実践する場合の方法・技術を指し、①効果的なチーム作り、②コミュニケーション、③状況認識の共有、④問題の解決、⑤ワークロードマネジメント、の5つに大別される。

向上を実現するためには、CRMスキルを効率よく実践するための具体的な行動を示す行動指標（Behavioral Markers）を開発して用いる必要がある。

JAXAは、わが国で広く利用されることを目指したCRMスキル行動指標を開発し、提案している。さらに、CRM訓練の効果をみるためには、CRMスキルに関する乗務員のパフォーマンスを相対的に計測できる指標（Indicator）が必要である。2つの指標を揃えることにより、行動指標を用いて進められた訓練の効果について、計測指標を利用して分析することが可能となる。今後の訓練では、強調すべき事項を行動指標に反映するなど、CRM訓練プログラムをデータに基づいて改善することができる。

### 3. CRM（Crew Resource Management）の進展と他の手法の導入<sup>16)</sup>

1986年にCRMが導入されて以来、CRMの考え方は、一般的にも理解され、運航に必要な知識・技量と同じように重要であるという認識が広く浸透している。

導入当初のCRMは、グリッド理論と5Key Elementsを使用して自分を理想的な行動パターンに近づけるための取組み姿勢と、CRMの重要性を認識することに重点を置いていた。しかし、ライン運航で実践できるような具体的な手法は明らかにされず、乗務員各自がそれぞれ独自に解釈して実践することに委ねられていた。その後も世界中でCRMに関する研究は進み、1980年代の第1世代から現在の第6世代のTEMへと進化してきている。

1990年代後半の第5世代あたりから、CRM訓練プログラムが実際に機能しているのかどうかということが議論されるようになり、CRMの有効性、通常運航でのCRMの実践内容、エラーの実態などを調査するため、LOSA（Line Operations Safety Audit）と呼ばれる手法が実施された。これは、訓練を受けたオブザーバーがジャンプシートに同乗して、ライン運航の実態を調査するものである。

さらに、1999年から、ライン運航においてCRMを実践していくためのより具体的な手法として、CRMの技術的手法が導入された。近年、エラーとエラーを引起す要因であるスレット（threat）に注目して、それをいかに処理（management）するかに重点が置かれるようになり、CRMにTEMが取り入れられている。

### 4. Threat and Error Management（TEM）の特徴

TEMにおける優れた点としては、以下のような特徴が挙げられる。

- ①乗務員の日常運航における行動の流れに沿った手法であること
- ②エラーを引起す誘引であるthreatを明らかにさせることによって、運航に結びついたより事前予防的な（proactive）<sup>17)</sup> 戦略を策定することができること

---

16) 大原貢「スレット&エラー・マネジメント」『航空技術』2005年3月号No.600、42-49ページ。

17) Proactive：プロアクティブとは、予防的にまたは先取りしてという意味であるが、ハザードである航空機の運航に関する安全阻害要因により発生するリスクを予防的にまたは事前に回避、除去・排除、低減するシステムを指している。



③Threatを意識することにより、CRMの実践方法が明確になること

④エラーの連鎖を断ち切る具体的な方策を検討し易くなること

実際の運航で乗務員が安全を維持するために実施しているさまざまな行動が、threatの概念を導入することで、具体的かつ分かり易く認識でき、そのスレットとエラーに対する意識を共有することにより、訓練および実際の運航におけるCRMの実践能力が向上する結果、ヒューマンエラーによるインシデントおよびアクシデントを軽減することが可能となる。

## 5. LOSA (Line Operations Safety Audit) の概念<sup>18)</sup>

### (1) LOSAの意義

現在、日々の運航の中に潜んでいる問題を探り出すことにより、効果的な対策に結びつけるための航空安全推進プログラムの一つとして、LOSAが、多くの航空会社で導入・実施されている。LOSAは、コックピットにおける日常の運航状態を観察することによって、そこから得られるデータに基づき、様々な問題を解決する対策を考えるために用いられる安全推進プログラムである。

LOSAは、特別な訓練を受けたオブザーバーが操縦室内で日常運航における乗務員の行動と運航状況を観察し、観察された客観的なデータに基づいて、当該航空会社に関する安全上の脅威、脅威への乗務員の対応、乗務員のエラーやエラーへの対応を認識することにより、脅威から発生するリスクの低減を図るとともに、エラーマネジメント対策や訓練を構築するための組織的なプログラムである。日常運航から危険要因を見つける点でFOQAと共通するが、データ記録では検出できない範囲を網羅できる利点がある。

LOSAでは、ジャンプシートにオブザーバーが同乗して、運航乗務員が遭遇した脅威 (threat) や発生したエラー (error) を観察する。この際に、日常的な路線運航業務の実情を的確に把握するために、オブザーバーは、乗務員からその存在を意識されないよう行動することが求められる。このオブザーバーによって収集されたデータから、乗務員がどのように問題 (threat, error) に対応していたかを分析し、運航に関して航空運送事業者が持つ強みおよび弱点を洗い出すことによって、さらに安全性を向上させる改善策を打出すことを目的として作成されたプログラムである。

これまで、起こってしまった事故やインシデントから得られた教訓に基づき、対策が採られてきた。これは、いわば、死因を特定するための検死にたとえられるが、LOSAは、病気に罹らないよう、予防のため日ごろから定期的に受ける健康診断と同じである。

他に、日常の運航の品質を把握するための手法として、FDM (Flight Data Monitoring) がある。FDMでは、一定の数値基準を超えた事例のみを抽出し、なぜそのような事態に至ったのかを把握するための手段として、当該運航乗務員へのインタビューを行うのに対し、LOSAでは、そうした基準値を超過していない事例も含めて、日常運航のありのままをモニターすることにより、乗務員がいかにエラーを処理しているかを分析する。これにより、危険事象に至る背景を普遍的

---

18) 前出、Helmreich LAB

にとらえることができると考えられている。さらに、こうしたヒューマンエラーの抽出だけでなく、CRM技術の発揮によって乗務員が優れた管理を行っていた状況などのプラスの面をも抽出することができる。

したがって、LOSAは、事前予防的（proactive）な対応が採れるという特徴があり、事故およびインシデント調査、Safety Reporting System, FDMなど他の手段とともに、それぞれの特徴を活かして相互に補完しながら利用・実施していく安全対策である。

## （２）LOSAの開発と展開

LOSAは、1991年米国のテキサス大学オースティン校のRobert L. Helmreich教授を中心とするHuman Factors Research Projectが、FAAの資金提供を受けて開発したプログラムである。

初期のLOSAは、CRM訓練の有効性と定着状態、通常の運航でのCRMの実践水準、エラーの実態などを調査する手段として実施されていた。ただし、個人やチームの評価をするものではなかった。この調査で、運航乗務員は、エラーマネジメントだけを行っているだけではなく、安全を維持するために多様な行動をしていることが分かってきた。具体的には、運航乗務員は、①様々な状況のなかで、エラーを起こす可能性のある要因に対処し、②生じたエラーが影響を及ぼす前に修正行動をとり、③エラーからインシデントに至る前に、危険な状態から回復行動をとっていることが認識された。

この結果に基づき、同テキサス大学のヘルムライク教授のグループが、次のようなモデル理論を発表した。

- ①エラーの前段階に、エラーを引起す誘引となるハザードとしてのスレット（threat：潜在的危険要因）が存在し、この処理に失敗するとエラーとなる可能性が増す。
- ②スレットをうまく処理すれば、平常な状態に戻る。
- ③エラーに至った場合でも、そのエラーが影響を及ぼす前に修正行動をとれば、元の状態に戻る。
- ④たとえ、エラーの処理に失敗しても、直ちにインシデントやアクシデントに結びつくわけではなく、その前段階に、航空機にとって好ましくない状態が存在している。
- ⑤この段階で気付き、修正・回復行動をとれば、インシデントまたはアクシデントには至らない。
- ⑥もし航空機にとって望ましくない状態から回復できない場合には、インシデントやアクシデントに至る可能性が高い。

この考え方を基に、日常運航の調査が実施された結果、運航乗務員の行動および航空機の状態がこのモデル理論に一致していることが検証された。

これに対応して、同研究グループは、それまでの第5世代のCRMの定義である「CRMはエラーをマネジメントすること」をさらに発展させて、CRMをThreat and Error Management（脅威とエラーへの対処策）と位置付け、①Error Avoidance（エラーの発生を防止すること）、②Threat Management（存在する脅威に対処すること）、③Error Management（発生したエラーに対処すること）、④Undesired Aircraft State Management（航空機の不適切な状態に対処すること）を行うことが、CRMの実践であると定義した。これ以後、TEMの観点からの検討が、LOSAとして確立されることとなった。

LOSAでは、この考え方に基づいて、①日常運航でどのようなthreatやerrorが多いのか、②それらは航空運送事業に固有のものなのか、③運航乗務員はどのようにそれらに対処していたか、④対処の結果、航空機はどのようになったか、など様々な観点から観察を行い、収集されたデータを分析することにより、組織における強さと弱点を洗い出していく。

このように、CRM訓練の実効性を認識するために始められたLOSAは、乗務員の技能を評価し、航空会社にフィードバックすることによって、運航の安全を推進する現在のLOSAの形態に変化してきた。

### (3) LOSAの特徴

LOSAを成功させるためには、運航乗務員の信頼と協力が不可欠であるとして、以下のような要件が指摘されている。

#### ①日常運航におけるジャンプシートでのオブザーブ

審査・訓練・慣熟飛行等におけるオブザーブは除外される。

#### ②運航乗務員との協働管理および運航乗務員の支援

航空会社の経営者と労働組合の両者がLOSAの実施計画を支持することが不可欠である。

#### ③運航乗務員による任意の参画

LOSAは、オブザーブされる乗務員に強制するものではない。オブザーバーは、まず当該乗務員に許可をえなければならず、乗務員は拒否することができる。その場合、理由を聞かれることはなく、それによって不利益を被ることがあってはならない。

#### ④個人の非特定、守秘、安全志向のデータ収集

オブザーバーは、乗務員の氏名、便名、日時等、個人が特定される情報は一切記録しない。データはすべて守秘扱いとし、乗務員の処罰に結びつくようなデータの使用は許されない。

#### ⑤目標を明確にしたデータ記入様式

データ収集手段として所定の観察書式が用いられる。

#### ⑥信頼、訓練、標準化されたオブザーバー

信頼されるオブザーバーを選定することがLOSAの必須要件である。社内の乗務員の他にTLC(The LOSA Collaborative; LOSAのオブザーバー教育、データ解析、管理運営を担っている組織)などから社外のオブザーバーが加わり、これがより客観的なデータの獲得に繋がるとされている。

#### ⑦信頼されるデータ管理

秘匿性を守るため、信頼されるデータ収集・管理をすることが要求される。

#### ⑧データ解析前の十分なデータの精査

各オブザーバーが記入したデータを持ち寄り、これに不正確なところがないかを洗い出して、データの標準化を図る作業(Data cleaning)を行う。

#### ⑨データから導き出された改善目標の設定

データを分析することにより、当該航空会社に固有のエラーなどを特定し、改善目標が提示される。その後の改善計画を策定するのは航空会社の責任である。

#### ⑩結果の現場へのフィードバック

LOSA終了後に、現場の運航乗務員に結果を公表する必要がある。

#### (4) LOSAの効果

LOSAは、データを収集する手段に過ぎない。日々の航空機運航のなかで、どのような問題が問われるべきかについての示唆はするが、その解決策を与えるものではない。たとえば、手順、方針、運航に関する考え方など、改善のための戦略は、各航空会社自らが開発する責任を有している。

しかし、LOSAによる診断結果を踏まえれば、Stabilized Approachの推進、チェックリストの再検討、操作手順のエラー防止、自動化によるエラー防止など、改善すべき目標を確認することができる。

TLCには、実績データがすでにデータベースとして蓄積されており、世界中の航空会社または自社と似たような環境で運航している航空会社と比較することにより、自社に不足している点を知ることができることも重要な特徴の一つである。

#### (5) LOSAの導入過程

##### ①LOSA運営委員会の立上げ

幅広く乗務員の代表者を集め、全員合意のもとに計画を進め、LOSAによって何を達成したいかという目標を決定する。統計的に有効なサンプル数を確保刷るためのオブザーブ数を決定する。

##### ②オブザーバーの選任および教育

様々な分野の運航乗務員がオブザーバーに任命されており、外部のオブザーバーとしてTLCからも派遣されている。オブザーバーとして任命されたものに対して、手法の統一を図るためにTLCによってトレーニングが実施されている。

##### ③オブザーブの実施

期間としては、6から8週間が望ましいとされている。オブザーバーは乗務員から意識されないように徹する（Fly on the wall）。

##### ④データ収集後の作業

オブザーブにより得られたデータをTLCの指導の下で分類し、データベースに入力する。

##### ⑤最終報告書の受領

TLCから最終報告に関するプレゼンテーションを受ける。報告の内容は生のデータが主であるが、他社との比較ができるため、自社の弱点が一目瞭然でわかる。

##### ⑥具体的な改善策の策定

航空会社が自社の弱点に目を向け、改善点を決定し、実行に移す。たとえば、機長に対するリーダーシップの訓練、自動化システム使用時の操作手順の変更、ブリーフィング方針の変更など、種々の内容が含まれる。

以上のように、LOSAは、航空会社の健康診断であり、決して審査ではない。フィードバックは航空会社に対して行われ、これにより航空会社は自己の弱点に気づき、自ら改善する手助けとすることができる。

## 6. LOFT (Line-Oriented Flight Training) の概念<sup>19)</sup>

LOFTは、通常の乗務員編成で実施されるライン運航を対象とし、飛行シミュレーターを使用して、通常、異常、または緊急状態を模擬し、CRMを実践する能力を向上させることを目的とした訓練である。チームの業務遂行能力を向上させる訓練としては有効な手段とされている。

LOFTでは、日常運航の典型的なシナリオに従って乗務員が飛行を実施するが、その中には実際に発生しうる困難な状況や緊急事態に遭遇することが含まれている。実際の航空機では、危険を伴いストレスが高まるような状況下で適切なマネジメント技術を行使できるように訓練したり、評価したりするのに用いられる。LOFTが個人の合否の判定を含まない訓練であるのに対し、合否の判定を含む訓練はLOE (Line Operational Evaluation) と呼ばれ、FAAの導入した新しい訓練審査プログラムAQP (Advanced Qualification Program) の下ではLOEによりCRM技能の評価が実施されている。

## 7. FOQA (Flight Operational Quality Assurance) と DRAP (Data Review and Analysis Program)<sup>20)</sup>

航空機搭載の飛行記録装置を使用して運航状態を監視し、運航に係わるシステム全体の安全性強化に役立てるという活動である。操縦系統、航法システム、エンジンなどの各航空機システムの状況に加えて、乗務員の入力を含む飛行記録データからヒューマンエラーを認識し、エラーの要因となっている特定の空港の環境や乗務員行動の傾向などの危険要因を検出することにより、事故防止に向けた事前対策を実施する。さらに、事故やインシデントに至らない通常の運航においても、飛行データを乗務員の自己研鑽や運航品質向上のためにフィードバックしたり、機体やエンジンのモニタリング等、整備の効率化に活用したりする。

FOQAの運用には、航空会社および乗務員両者の十分な理解が必要であり、FOQAに係わるデータを目的以外に用いないことが前提とされている。FOQAは、航空機搭載装置が高価であり、運用は今まで一部の大手航空会社に限られていたが、ICAOが2005年よりFOQAに相当するFlight Data Analysis Programを国際標準として採用したことから、今後は、中小の航空会社へも広く普及していくものと予想される。

FOQAでは、航空機搭載装置によって記録された飛行データを乗務員へフィードバックし、乗務員はこのデータを利用してレビューを行う。従来は、レビューの際の情報が、主にグラフや数値を媒体としていた。

JAXAが、航空会社と協力して、記録された飛行データなどに基づき、日常運航データ再生ツール (DRAP) として3次元のアニメーション表示機能を持つソフトウェアを開発した。これによって、運航乗務員が各自の操縦に直接的に結びつくような理解し易い方法で、飛行を振り返る

---

19) 野田文夫「JAXAにおける航空ヒューマンファクターの研究 (上)」『航空技術』2006年6月号No.615、社団法人日本航空技術協会、41-45ページ。

20) 田中敬司・野田文夫「コックピットからみたシステム技術の動向」『航空技術』2005年3月号No.600、社団法人日本航空技術協会、22-23ページ。

ことができるようになった。わが国の各航空会社によるソフトウェアの評価運用により、その効果が確認されている。

## 8. GAIN (Global Aviation Information Network) の活用<sup>21)</sup>

GAINとは、安全情報の自主的な収集と共有の奨励および支援を目的に、1990年代半ばに形成された国際的な連合体による世界的インシデント等の情報交換システムである。GAINの概念は、当初1996年にFAAによって事故およびインシデントのデータをプロアクティブ（事前予防的）に活用することにより、安全性を向上させるための方法として提案され、FAAの積極的な支援の下に、航空に関する安全情報を世界的に共有することを目的として、現在もシステムの構築に向けた検討が行われている。

ほぼ横這い状態にある航空機事故の発生率をさらに減少させるための安全管理改善に対する具体的な取組みとして、世界中の航空会社、航空機製造事業者、政府関連団体が独自に運用している安全情報を活用するプログラムに着目し、世界的規模で安全情報を交換する組織を構築することによって、一層効果的なシステムとすることを目的にしたのがGAINである。

わが国では航空安全情報ネットワーク（ASI-NET: Japan Aviation Safety Information Network）が運用され、各航空会社や組織が保有する自発的安全報告、機長報告、乗務員の体験などの情報収集、情報提供者間での情報の共有化、およびこれらの情報のフィードバック、提言、要望を行っている。

これらの情報収集や情報交換は各国単位、または各地域で実施されており、GAINはこれを世界的規模に拡大する取組みである。しかしながら、使用言語の違い、自発的安全報告制度における免責の問題をはじめ、各国の法律・習慣の違いを克服しなければならず、円滑にはいかないのが現状である。これらの安全情報が世界的規模で入手可能になれば、運航の安全性向上に大きく貢献すると考えられる。GAINは運航乗務員だけでなく、客室、運航管理、輸送、整備など、航空運送事業に関与するあらゆる分野の職種を対象にしようとしている。

## IV. 航空管制システムにおけるリスクマネジメントシステムの確立

### 1. 航空交通管理センターの発足と概要<sup>22)</sup>

近年、航空需要が増加の一途を辿り、管制部空域や空港における管制処理能力を超えた場合に生じる遅延や混乱だけでなく、天候の悪化、管制機器の故障、滑走路の閉鎖など緊急時には、航空交通量に比例して混乱の規模も大きくなり、個々の管制機関だけでは対応困難な状況となることが懸念されるようになってきた。その結果、日本全国の航空交通状態や空域の運用状態を一元

---

21) <http://gainweb.org>. OFSH (Operator's Flight Safety Handbook), CSC (Cabin Safety Compendium), Guide to Methods and Tools for Airline Flight Safety Analysis.

22) 木村章「航空交通管理センターの概要」『航空無線』第46号、財団法人航空保安無線システム協会、2005年（冬期）、4-6 ページ。

的に把握・管理し、航空交通量の予測を行いながら、特定の空域や空港に航空機が集中することを防止するための機関として、1994年6月に、航空交通流管理センターが設立され、円滑な航空交通流管理（ATFM: Air Traffic Flow Management）が実施されてきた。

しかしながら、今後とも航空交通量はさらに増加していくことが予測されており、これまで航空交通流管理センターが実施してきた航空交通流管理だけによる手段では、航空交通の安全を確保した上で、可能な限り制約の少ない効率的な航空機の運航を実現しようとする、必ず限界を迎えることになる。かくして、このような課題に対応する取組みとして、ICAOが提唱する総合的な航空交通管理（ATM: Air Traffic Management）を実現するための中心機関である航空交通管理センター（ATMセンター）が、2005（平成17）年10月1日に設置された。

このATMセンターにおける具合的な業務としては、これまでの業務を発展拡大することに加えて、①常駐する自衛隊の連絡調整官と緊密な調整を行い、自衛隊の訓練空域の使用状況に応じて、民間航空機の飛行を可能にすること、②航空交通状況に応じて、ATMセンター内に設置された気象庁の航空交通気象センターにより提供される最新かつ詳細な気象状況を勘案しながら、混雑空域の迂回などの調整を行い、航空機の遅延を最小限に抑えること、③東京航空交通管制部と那覇航空交通管制部により実施されている洋上管制部門をATMセンターへ移設し、新たに洋上管理の一環として新CNS技術を利用することによって、空域管理業務（ASM）と航空交通流管理業務（AFTM）とを融合した洋上管制を実施すること、④ATMセンターが保有している空域の混雑状況、訓練空域の使用状況、航空交通流制御状況、および気象状況などを航空会社へ提供し、航空会社の運航業務においてより適切で効率的な対応が可能となるように調整すること、すなわち、協動的意思決定（CDM: Collaborative Decision Making）ができるようにすること、である。

わが国においては、今後とも航空交通量がますます増加することが予測されている状況下で、一層の効率的な航空機の運航と交通管理が求められている。そのためには、管制機関が単独または一方的にサービスを提供するのではなく、管制機関相互や航空会社と防衛庁および米軍関係者などの空域利用者を含めた関係者全体が、情報の共有を図り、連携を保ちながら行動することが必要となっている。

## 2. 航空交通管理システムの新展開<sup>23)</sup>

既存の管制機関である、飛行場管制所、ターミナルレーダー管制所、および管制区管制所（ACC）は、管轄空域内において関係航空機の間には管制間隔を設定するとともに、航空機の位置関係に対応して交通流を形成する。これに対して、航空交通管理センター（ATMセンター）による航空交通の管理は、空域と交通流の構成を計画的かつ主体的に整えることで適切な空域環境を形成し、航空機の安全確保と交通流の秩序を維持する。したがって、ATMセンターは、戦略的な管制機関としての機能を有するシステムといえる。

ATMセンターの母体は、福岡ACCに隣接する航空交通流管理センター（ATFMC）である。

---

23) 同上。

1990年代のわが国の航空交通は、交通量の増大とこれに伴う交通流の複雑化によって、空港の繁忙度だけでなくACCにおける管制の困難性に起因する遅延が発生する傾向がみられだした。そこで、全国の航空交通流をシステムにより一元的に監視し、算出した必要最小限度の遅延を航空機に割り当てる航空交通流管理を導入することを目的に、ATFMCが1994年に設立された。

ICAOでも、1980年代から、航空交通の安全確保と共に、より効率的な航空機の運航や多様な運航者のニーズに対応する将来の航空交通管理の構想について検討され、従来の航空交通業務（ATS）に、空域処理能力の拡大と柔軟な空域利用を図る空域管理（ASM）、および空域処理能力と航空交通需要の均衡化を図る航空交通流管理（ATFM）を連携させた航空交通管理の概念が生み出されることとなった。

ATMセンターは、既に交通流管理の技術と経験を蓄積していたATFMCの機能を拡充強化することにより、ICAOの将来構想に対応した次世代の航空交通管理を実践するために整備された機関である。

ATMセンターと同じような広域的かつ戦略的に航空交通を管理する機関は、欧州のCFMU（Central Flow Management Unit）と米国のATCSCC（ATC System Command Center）であるが、これらの機関の管理手法は地域の特徴に応じて開発されており、三者が同一の標準に従った管制サービスを展開しているわけではない。

### 3. ATMセンターの航空交通管理機能<sup>24)</sup>

#### (1) 空域管理（ASM: Air Space Management）

空域管理には、空域企画と空域運用の2種類の業務があり、空域企画では、航空路構成、セクター構成、訓練試験空域などの設計を行う。空域運用では、自衛隊の訓練試験空域を有効に利用する。利便性の高い訓練試験空域を民間機が計画的に通過できるように、訓練試験空域の使用予定を自衛隊と事前に調整し、通過経路（調整経路）を利用できる時間や高度をノートムで公示する。

民間訓練試験空域の管理では、ATMシステムの稼動に合わせて、インターネットを利用した使用計画の申請手続きが可能となるため、利用者の利便性が向上する。

#### (2) 航空交通流管理（ATFM）

航空交通流管理は、ATFMCの運用方式を継承しつつ、ATMシステムに基づく情報の共有と連携を強化することによって高度化を図る計画である。

航空交通流管理では、空域や空港の処理能力を超える交通量に対して、出発時刻や飛行中の地点通過時刻などの制限を指定する交通流制御を行っている。ATMセンターでは、制限の指定は戦術手法ととらえられ、事前の調整過程（戦略的な計画調整、準戦術的な運用調整）を強化させている。すなわち、空域情報や航空交通情報を航空会社に設置されるATMシステム端末に提供して、より積極的な混雑空域の迂回調整や交通流制御時の遅延の交換や圧縮など、幅広い手法を

---

24) 同上。



用いて計画的に空域処理能力と航空交通量の均衡化を図る計画である。

### (3) 洋上管制と国際航空交通管理

ATMセンターは、管理機関であるとともに、ATS機能の洋上管制を実施している。これまで東京ACC と那覇ACC で実施されてきた太平洋上の洋上管制をATMセンターが一元的に管理することにより、衛星を利用した効率的な洋上管制の適用空域を拡大し、太平洋上における管制サービスのシームレス化を促進している。さらに、長距離の洋上飛行では、経済的な運航が要求されるため、高層風を考慮に入れた経済的な可変経路（PACOTS：Pacific Organized Track System）の設定を高度化している。

## 4. ATMセンターの特徴と理念

ATMセンターには、航空交通管理管制官と調整にあたる航空自衛隊の連絡調整官が常駐するとともに、気象庁の航空交通気象センターが設置されている。主要航空会社はATMシステム端末を整備することにより、空域と交通流の情報を管制機関と共有することが可能となった。

このように、関係者が情報と状況認識を共有し、各々の意思決定を連携させて運用するシステムが、協調的意思決定（CDM）であり、このCDMを運用方式に具体化し、ATMセンターが連携の中心となって航空交通管理を機能させることがわが国の航空交通管理の新たな展開の特徴である。

航空交通管理は、安全を確保したうえで、運航者の利便性を一層向上させるために、様々な情報技術を活用して、均一なサービスを地域の区別なく連続的に提供する飛行環境の構築を目的としている。したがって、ASM、ATFM、ATSの各機能の相互作用、シームレスな飛行環境の構築、これら航空交通管理の高度化には関係者による最新情報の共有と連携が不可欠であるといわれている。

## 5. 航空交通管理センター（ATMC: Air Traffic Management Center）における新システムの概要<sup>25)</sup>

### (1) 飛行情報管理システム（FDMS）

FDMSは、現行FDPの機能を受持つ管制情報処理部（FDPS）および現行AFTAXとIDPの機能を受持つ運航情報処理部（FIMS）から構成されている。

### (2) 航空交通管理（ATM）システム

ATMシステムは、航空交通流管理システム（Air Traffic Flow Management: ATFMシステム）、空域管理（ASMシステム）、および洋上管制データ表示システム（ODPシステム）から構成されるシステムの総称である。

ATFMシステムは、FDPSからのフライトプランデータ、RDPからのターゲット情報を基に当日と事前の航空交通流に関する予測および制御にかかわる処理を行っている。新ATFMシステム

---

25) 奥野明「航空交通管理センターに整備される新システムの概要」『航空無線』第46号、財団法人航空保安無線システム協会、2005年（冬期）、7-9ページ。

はホスト（ACOS）を中心にサブシステム群で構成されている。

新ATFMシステムには、航空会社等との間で交通流管理に関する意思決定システムを介して実施する機能が加わっている。これはATFMシステムと航空会社に設置された端末とを回線で接続し、航空交通管理に関する情報を互いに共有することにより、効果的な交通流制御を行う、協調的意思決定（CDM）と呼ばれるものである。

さらに、今までは1つの手法として空域整備調整室を中心に使用されていた空域設計（現行ADES）もATFMシステムの1サブシステム（新ADES）として整備され、ASMなど他のシステムとも情報の相互処理を行う。システムとしてはATFMサブシステムであるが、業務的には空域管理の範疇に入る。

ASMシステムは、新規に導入されたシステムであり、民間訓練試験空域や防衛庁の訓練空域などの空域を管理し、限られた空域を有効に使用するためのシステムである。民間訓練試験空域の管理については、CADINと接続された各空港事務所の端末から使用状況を入力・参照していたが、今後はASMの端末（ASCW）を通じて使用状況の入力を行う。空域を使用するユーザー（航空機運航者）は、現行ではFAX、電話、またはSAT端末（データ通信による飛行計画等の取扱いサービス）から空域の使用計画を申請する必要があったが、インターネットから使用申請することが可能となる。

ODPシステムについては、基本的に現行システムと同様であるが、ホストコンピューターはATMCに整備される。現行システムでは、東京管制部にODP3.0およびODP2.0と各々別のシステムが整備され、洋上管制業務に使用されているが、新ODPシステム（ATM-ODP）では、全ての洋上空域を担当することになる。

## 6. 航空交通管理における空域管理システム<sup>26)</sup>

空域管理は、空域における安全性の向上はもとより、航空交通の需要や空域使用者のニーズに適切に対応するため、限りある空域を有効に活用するとともに、空域の容量を拡大することを目的としている。

### （1）民間訓練試験空域の管理

ATMセンターの組織発足に合わせて、民間訓練試験空域内の訓練機同士や有視界飛行方式（VFR）による通過機との間の安全確保を目的として、民間訓練空域内の訓練機や通過機に対する連絡の義務が航空法第95条の3に規定された。航空法の内容は、平成14年5月に発生した桑名上空での訓練機同士の衝突事故を受けて、安全対策として講じた措置を法律化したものであり、ATMセンター、管制機関、空港事務所等で行う業務が大きく変わるものではない。

空域管理システムの更新においては、空域使用者からの要望が強かったインターネットを利用した民間訓練試験空域の管理運用体制に移行する。これにより、最寄りの空港事務所へ提出しな

---

26) 藤本博茂「航空交通管理の空域管理」『航空無線』第46号、財団法人航空保安無線システム協会、2005年（冬期）、13-15ページ。

ければならなかった訓練計画がインターネットにより直接ATMセンターへ提出することができるようになり、空域使用者の利便性が向上すると共に、より効率的な空域の使用調整が可能となる。

## (2) 自衛隊高高度訓練・試験空域の有効利用調整

自衛隊高高度訓練・試験空域は、日本全土を取囲むように設定され、一部の空域においては、経路が設定されており、計器飛行方式（IFR）により飛行する航空機がある場合には、時分割による空域の開放が行われている。これにより、IFR機がある場合には、一定の時間帯および高度帯の範囲で空域が開放される。開放方式が適用されていない訓練・試験空域において管制間隔の設定や飛行経路の短縮のために当該空域を使用したい場合は、各航空交通管制部が関係する防衛庁機関と個別に調整してIFR機を通過させる措置を講じてきており、効率的な対応ではなかった。

ATMセンターでは、防衛庁から派遣されている連絡幹部から訓練・試験空域の使用計画や使用状況をリアルタイムに入手し、これらの情報を航空交通管制部に通報するように計画している。これにより、航空交通管制部においては、関連する訓練・試験空域の状態を確認できると同時に、使用されていない時間帯において当該空域をIFR機が飛行できる空域として有効に活用できるようになる。

さらに、予め訓練・試験空域内に経路を設定し、当該空域の使用予定がない場合には、ノータムにより、使用可能時間帯および高度帯がノータムで公示される調整経路の運用が計画されている。これによって、航空機が飛行計画としてファイルすることができるようになり、搭載燃料や飛行時間の短縮が可能となる。

## (3) 米軍の空域留保に関する一元調整

米軍の空域留保は通称ALTRVと呼ばれており、移動型と固定型の2種類の形態がある。移動型の場合は、レーダー識別することにより、通常のIFR機と同様に取扱うことができるが、固定型の場合は、当該空域にIFR機を入域させることはできないため、管制業務を行う際に影響のある空域となる。

これまで、米軍の調整機関（PACMARF）から関係する航空交通管制部に個別に調整が行われていたが、ATMセンターで一元的に調整を実施することになった。ATMセンターでは、全国の航空交通の状況を把握しており、より交通実態に応じた調整が可能となり、一元調整を行うことによる効率化が図られる。

## (4) 空域の設計・評価

東南アジアと米国間の国際航空交通量の増加および東京国際空港におけるD滑走路の供用開始による交通量の増加に伴って、わが国のFIR（飛行情報区）を飛行する航空機の数も著しく増加すると予測されている。これらの交通量の増加に対応するためには、これまでの空域構成と経路構成では、適切に処理することは困難な状況である。

そのため、ATMセンターでは、将来の航空交通需要予測に基づき、より効率的な空域と経路の構成を設計・評価する機能の導入を予定している。

現在、羽田空港に係わる交通量の増加に対応するために、関東空域の再編やRNAV経路による

出発・到着経路などの検討が進められており、これらの対応策と連携して、効率的に空域の処理容量を拡大するセクター等の空域や経路を構成することが必要となっている。

#### (5) 管制空域の可変的運用

航空交通管制部の管制業務を実施する分担範囲（セクター）は、予め範囲が定められており、固定的な運用が行われている。そのため、あるセクターの交通量が適正交通容量値を超過すると予測される場合には、EDCT（出発制限時刻）の発出による出発時刻の調整や当該空域を迂回する飛行計画経路の調整による対応が必要となり、航空機の運航に何らかの制限を課すこととなる。

ATMセンターでは、適正交通容量値を頻繁に超過するような混雑セクターに可変セクターを設定し、混雑する時間帯には、可変セクターを混雑が予測されない隣接するセクターで担当して、航空交通流を分散することにより、総合的にセクターにおける管制官の作業負荷を軽減させると共に、航空機の運航への制限も軽減させる方式を導入する。可変セクターとは、セクターの一部の空域を航空交通の状況に応じて、可変的に当該セクターまたは隣接するセクターで担当するために設定された分担範囲をいい、この方式の導入にあたっては、可変セクターの運用に伴う分担範囲の変化に応じた適正交通容量値の算出が必要となるため、こうした算出が可能となるシステムがATMセンターで整備される。

### 7. 高速シミュレーションによる空港面拡張の検討<sup>27)</sup>

増大する航空需要への対応には空域の有効利用に加えて、滑走路や誘導路の増設など空港面の拡張による処理容量の拡大が必要とされる。空港処理容量拡大の効果を最大限にするためには、事前に十分な検討が求められ、事前の検討に有効な手法として、高速シミュレーションは空港面の拡張が航空機の運用に与える効果の効率的な評価が可能である<sup>28)</sup>。

空港面の処理容量の指標としては、遅延時間が一般的に用いられる。遅延時間は、シミュレーション結果より得られた航空機の地上走行所要時間と他の航空機の運航に全く影響を受けない場合の地上走行所要時間の差として表される。

出発機の遅延（出発遅延）は、空港面の混雑により生じる地上走行時の遅延（走行遅延）、スポット離脱時の遅延（スポット遅延）、および滑走路到達時における先行離陸機との管制間隔の維持や到着機の滑走路からの離脱に必要な待機遅延（滑走路遅延）の3形態に分類される。到着

---

27) 藤山康太「高速シミュレーションによる空港面拡張の検討」『航空無線』第46号、財団法人航空保安無線システム協会、2005年（冬期）、24-28ページ。

平松健志・平田輝満・屋井鉄雄「空港容量算定シミュレーションの開発と容量拡大効果に関する研究」『運輸政策研究』No.033 Vol.9 No.2、財団法人運輸政策研究機構、2006年、25-37ページ。

28) シミュレーションのソフトウェアは、Preston Aviation Solutions, TAAM (Total Airspace and Airport Modeller) Plus Version 1.2

代表的なシミュレーション・ソフトウェア・パッケージであるTAAMでは、滑走路や誘導路の配置などの詳細なモデル化およびシミュレーション中の空港面での航空機に対する運用規則の設定が可能である。さらに、TAAMは、シミュレーション実施中に航空機の運航を動画で表現できるため、遅延の発生状況が容易に確認できる。TAAMでは、空港面だけでなく、空域のモデル化も可能である。

機の遅延（到着遅延）は、走行遅延のみにより生じる。

航空交通流管理（ATFM）では、航空機の出発前に通過する予定の各管制空域について、滞在時間をそれぞれ予測し、ある時間帯で空域の容量を超えると予測される場合、容量を超過する時間帯に通過する航空機の出発時刻を調整することにより、交通量の過度な集中を分散させる処理を行う。航空交通管制部の全セクターおよび主要空港に対してATFMが実施されている。

管制空域の容量には種々の考え方があるが、わが国においては、ターミナル管制では、滑走路容量やターミナル空域内でのレーダー誘導可能時間を基本とし、航空路管制セクターでは、管制官の作業量を基本として対処している<sup>29)</sup>。

## 8. 空港処理容量と空域処理容量<sup>30)</sup>

### (1) 空域の問題

航空業界における規制緩和による新規航空会社の参入および航空輸送に対するニーズの多様化によって、需要は一層拡大することが予測されている。

たとえば、現在の羽田空港には、AとCの平行滑走路2本と横風用滑走路B1本がある。問題点としては、横風時に、航空機の単位時間あたりの離着陸可能回数が激減し、需要拡大に対応する増便への最大の障害となっていることである。そこで、国土交通省は、新たな横風用の滑走路Dの建設を進めている。これにより、滑走路合計4本の航空機処理能力は、大幅に向上し、試算によると、現在上限とされている30万回年間離着陸回数は、条件を整えば、約1.4倍の40.7万回まで拡大可能であるとしている。しかし、滑走路が1本増えただけで、実際にこのような大幅な増便が可能となるのかどうか、増便に関しては、滑走路以外に空港周辺空域の問題が指摘されている。

### (2) 空港周辺の空域と制約条件

空域には多くの境界線が存在し、民間旅客機が飛行できる空域は有限である。とりわけ、米軍および自衛隊空域とそれらの訓練空域としての軍事空域では民間旅客機は、原則として飛行できない。

空港を離着陸する航空機の処理能力を算出する場合、現在は、滑走路における処理能力のみを根拠としている。つまり、空港における発着調整基準である単位時間あたりの離着陸可能な回数は、1機の航空機が離着陸時に滑走路を占有する時間の実測値を基に算出されている。すなわち、当該航空機が離陸後および着陸前に飛行する空域の問題については、全く考慮されていない。

原則として、空港における離着陸可能な回数を算出する場合、滑走路の処理能力（滑走路容量）と空域の処理能力（空域容量）を個別に検討し、この2種類の要素が考慮されなければ、空域の過密化により空中待機が慢性化する結果、定時制が確保できなくなるばかりか、燃料が浪費されることにもなる。さらに、異常接近（ニアミス）の発生等、安全管理の面でも重大な問題が発生

29) 電子航法研究所 航空交通管理領域 福島幸子「航空交通流管理（ATFM）について」『航空管制』2006年 No. 4、財団法人航空交通管制協会、69-75ページ。

30) 管制小委員会「滑走路は増えても空は増えず？「羽田新滑走路オープンに向けて」目に見えにくい空域問題」季刊『航空ふぉーらむ』107号、全運輸労働組合、2005年12月、22-27ページ。

し易くなる。

### (3) 空域再編

管制業務を実施している現場では、空域に関する問題を多く含んだ状況で、管制官個人の努力によって、増便に対して安全と効率が確保されているということになる。航空保安行政の最も重要な使命は、安全確保である。全国的な空域環境は、民間航空の安全運航には障害となる問題が数多く存在している。

種々の規制緩和によって、航空機は一般的に利用される移動手段になった。それに伴い、航空需要が拡大し続けている。増便と同様に安全確保も国民的なニーズであり、安全は全てに優先されねばならない要件である。

空域の再編・拡大は、国民のニーズである増便による利便性の向上と安全確保を成就させるために必要な基盤整備である。増便については、単に理論的かつ物理的に実施可能性を検討するだけでなく、介在する人についても考慮しなければならない。管制官の業務負荷軽減、ヒューマンエラー防止・低減対策、エラーが発生しても重大事故に繋がらない運用方式の確立と体制の強化が、総合的対策として同時に整備されることが不可欠である。

### (4) 空港処理容量

滑走路処理能力を算出する場合、(A) 着陸機が連続する場合、(B) 離陸機が連続する場合、(C) 着陸機と離陸機が交互に離発着する場合の3条件が検討される。

#### (A) 着陸機が連続する場合の算出方法

管制方式基準では、先行着陸機が滑走路から離れたことを目視または当該機からの通報により確認するまで、後続着陸機が滑走路進入端を通過しないこと、と規定されている。しかし、これだけの間隔では、連続して航空機を安全に処理することは困難である。そのため、着陸機を処理するための時間として、要素を次のように設定した。

- ① 進入速度等の差違を考慮して、滑走路進入端を通過するまでの安全間隔としての時間
- ② 滑走路進入端を通過して、滑走路縁を通過するまでの時間
- ③ 滑走路縁から着陸帯（滑走路の中心から片側75m以内）を通過するまでの安全間隔としての時間

以上3種類の時間を加算し、1機の処理時間とする。①と③については、当面時間を（30秒、15秒など）と定める。②については、実測値を基に標準偏差値を加えて定める。ただし、後方乱流の間隔設定が必要な場合は、1機の最小処理時間（2分、120秒など）とする。

①の時間が30秒と定められたが、管制方式基準には、離着陸許可発出時期として、着陸許可は、原則として到着機が最終進入（直線進入を行う到着機にあっては滑走路進入端から2海里の点）に到達するまでに当該機に対して発出するものとする、と定められている。原則として記されているが、一致していない。

#### (B) 離陸機が連続する場合

管制方式基準では、先行離陸機が滑走路の末端を通過するか、または滑走路上空で変針して衝突の危険性がなくなるまで、後続離陸機が離陸滑走を開始しないこと、および管制間隔の短縮として、先行離陸機との間に1,800メートル（6,000フィート）の距離が設定された場合は、後続離

陸機は離陸滑走を開始することができる、と規定されている。

離陸機を処理する時間としては、

- ①滑走路停止線から離陸滑走開始点までの時間
- ②離陸機に対する離陸許可の発出や応答等に必要な時間
- ③離陸滑走を開始して離陸または離陸滑走開始地点から1,800メートル地点通過のいずれか遅いほうの時間
- ④先行離陸機と後続離陸機との間にレーダー間隔を設定する必要から先行離陸機のレーダー識別および後続離陸機への出発待機解除に必要な時間

の4要素を加算した時間であるが、①については、後続離陸機が③④の間に離陸滑走開始地点に進行しているものとして加算しない。②④の時間として（15秒、45秒）と定める。③については、実測値の平均時間とする。ただし、後方乱気流の間隔設定が必要な場合は、離陸機を処理する時間が2分（120秒）未満の場合は、2分120秒を1機の最小処理時間とする。

(C) 着陸機と離陸機が交互に離発着する場合

先行着陸機を処理するために、

- ①進入速度等の差違を考慮し、滑走路進入端を通過するまでの安全間隔としての時間
- ②滑走路進入端を通過し、滑走路縁を通過するまでの時間

後続離陸機を処理するために、

- ③離陸機に対する離陸許可の発生やレスポンス等に必要な時間
- ④離陸滑走を開始して離陸または離陸滑走開始地点から1,800メートル地点通過のいずれか遅い方の時間

①③については、当面30秒・15秒と定める。②④については、実測値を基に標準偏差値を加えて定めるなどにより検討を具体化する。

(5) 処理容量値

現在の発着枠は、航空会社に割り当てる機数のみの値で、これに該当しない枠外扱いとしては、以下のものが規定されている。

- ・ 国賓、公賓、公式実務訪問賓客およびこれらに準ずる者の航空機およびこれらを運航するための空輸
- ・ 日本国政府が運航またはチャーターした航空機。訓練飛行は除く。
- ・ 政府機関から要請があり、公的目的で運航するもの
- ・ 日本国政府が実施する耐空検査および審査飛行
- ・ 緊急着陸機（異常運航を含む）を必要とする航空機
- ・ 報道取材機（当空港の常駐機に限る）の運航。ただし、訓練飛行は除く
- ・ 代替空港として使用する場合の運航
- ・ 台風等自然災害または突発的な空港閉鎖による緊急避難および回復後における当初の目的地への運航
- ・ 悪天候等不測の事態により旅客が異常に空港に溢れ、臨時便の運航が必要と判断されるもの

- ・災害により陸上および海上交通の機能が著しく損なわれ、航空機による輸送が必要と判断される場合の臨時便等の運航
- ・空港長が特に必要と認めた運航

## 8. 航空管制安全情報の有効活用<sup>31)</sup>

### (1) ATCコミュニケーション

ATCコミュニケーションは、基本的には、短時間内に電波を通じて行われる管制官とパイロットとの人間相互間の意思伝達である。そのため、管制業務は、管制官の人的判断に基づいて行われることと合わせて、人的要素の最も入り込み易い分野であるとされ、ヒューマンエラーが発生しやすい状況に置かれている。

ATCコミュニケーションに関するエラーは、適正な管制用語を使用しないなどの用語使用上の不適切さ、明瞭簡潔な通信が行われないなどの通信要領の不適切さ、パイロットに意図が伝わっていない、またはパイロットの意図を理解していない wishful hearing、スリップ等によって引起されうる。したがって、ATCコミュニケーションのエラーは、人間の能力の極めて基本的な部分において発生するが、その結果が、ヒヤリ・ハットやインシデントのみならず重大事故に繋がる可能性が極めて高い。

### (2) 航空管制官を取巻く環境

航空管制の分野では、新CNS/ATMに分類される新しい航空保安システムが構築されつつあり、MTSATやRNAVの導入など、管制官を取巻く環境が大きく変貌する状況下で、新航空保安システムの展開速度は確実に加速されている。

わが国の空港整備の重点は、成田、羽田などの基幹空港に置かれているが、主要空港の拡充を除いて新たな空港を建設する時代は終わったとされ、既設空港の有効利用を図り、処理能力を向上させる段階に入ったと認識されている。国内外とも航空交通量は今後とも増加し続けるであろうが、その対処策として洋上管制間隔の短縮やRVSMの適用など、空域の処理容量を向上させる措置がとられている。その結果、管制全体の処理能力を拡大することが求められており、航空管制業務の近代化を推し進める管制官の役割は高く評価され、新航空保安システムを中心にした今後の航空行政に多大な影響を及ぼすといわれている。

こうした管制官を取巻く業務環境が厳しくなる中で、基本的には、管制業務は管制官の人的能力に依存しており、航空機の運航上の安全性と効率性の両立は、管制官の業務に委ねられるという原則は変わらない。したがって、管制業務に係わるヒューマンエラー発生の可能性は依然として高く、安全性と効率性のさらなる向上が不可欠とされる。

### (3) 航空管制官によるエラーの特徴

管制業務において発生しやすいヒューマンエラーを考察する場合、まずは、管制業務のタスク

---

31) 航空管制安全報告事務局 中村宣捷「航空管制安全情報のフィードバック」『航空管制』2006年No.6、財団法人航空交通管制協会、96-99ページ。



が多重であるというハザードを有していることを前提に、考えられる管制官が犯しやすいエラーの形態は、実態に即して以下のように分類・整理される。

#### ①注意配分の不適切によるエラー

繁忙時には、航空機への注意力が一点に集中するなど、注意配分が適切でない場合、レーダー画面上の関連ターゲットの見落としやニアコンフリクションの状態に気づかないことが起きる可能性があり、エラー発生の原因になる。

#### ②記憶の不確かさによるエラー

記憶の入力段階では、レーダー画面上の航空機の相対位置関係や画面に未表示の航空機情報については、運航票等から得られる情報は、意識的操作が可能な状態で情報の貯蔵機能に記憶として収納される。これが記憶・維持・再生という記憶のメカニズムのなかで意識的操作として再生するときに、情報貯蔵・記憶の段階で不確かである場合や記憶再生の過程でそれが不適切に行われた場合、管制業務においてエラーが発生する可能性がある。

#### ③コミュニケーションエラー

管制官とパイロットの無線電話による通信においては、管制官の思い込みによる聞き取り間違い（wishful hearing）、航空機に指示を与える場合に、目的の航空機のコールサインを他のものと言い間違えるスリップが考えられ、管制業務上、エラーの直接要因になる可能性がある。その他、適正な管制用語を使用しないことは、コミュニケーションのエラーに繋がる。

#### ④予測の失敗

管制上、航空機の安全は、適正な管制間隔によって維持されるが、適正な管制間隔の設定は、航空交通状況、航空機の運航特性、気温、および風等の気象条件を考慮した適切な予測に基づく結果である。しかし、予測の失敗は、エラーに繋がる可能性がある。

#### ⑤スノー

スノーは、エラーそのものではないが、管制業務のタスク遂行過程で発生するエラーに繋がり易い管制官に特徴的な現象である。管制業務中にスノーに陥った状態では、管制官は混乱状態にあり、業務組立て、業務の優先順位の選択、予測作業などタスクの重要な部分で対応しきれないことが考えられる。この状態で業務を継続すると、エラーまたはそれ以上の事態を引起す可能性がある。

## V. 航空事故調査の現状と課題

### 1. 航空事故調査の国際基準<sup>32)</sup>

航空事故調査委員会設置法の依拠する国際基準として、航空機事故調査についての基準および勧告方式は、第一に、ICAO国際民間航空条約の第37条に従い、国際民間航空条約の第13附属書

---

32) 楠原利行「航空安全の行政について（その7）航空事故調査委員会の業務と組織（前編）」『航空技術』No.577、社団法人日本航空技術協会、2003年4月号、64-65ページ。

として発行された。第二に、ICAO事故調査部会から発行された航空事故調査マニュアルは、1965年モントリオールの第3回事故調査部会において、大型近代航空機に関連した事故の技術調査に合致し、論理的で調和のとれた表現を行う指針を含むように改訂されるべきであると勧告された。これらが、航空事故調査官により事故調査の規範として使用されている国際民間航空条約第13附属書（ICAO Annex-13）および航空機事故調査マニュアルである。

航空機事故調査マニュアルに記述されている事故調査の目的および留意点の特徴は、以下のとおりである。

- (1) 推定原因を確定する意図をもって、事故に関連した事実、状況、および環境を決定し、もって事故に至った要因を防止するために適切な措置をとること
- (2) 搭乗者の生存・死亡に関連した事実、状況、および環境、ならびに航空機の耐衝撃性を決定すること
- (3) 事故に至る環境または一連の事実に全く関連のない安全面が技術調査中にしばしば発見されるが、それは効果的な事故防止の見地から結果的には有効な点となる。事故調査官は、これらが単に事故原因に関係がないために、調査をしなかったり、注意を払わなかったりすべきではない。
- (4) 事故の基本的な原因および再発防止のために必要な修正措置は、必ずしもその物的事実から生じるとは限らない。例としてはある機械部分の欠陥は、製造工場または整備工場における検査の欠陥または誤った検査技術により生じた可能性がある。そこでは、欠陥部分は発見・修理されていなければならない。

同様に、人的過誤が事故の推定原因と考えられるならば、その行動に影響を与えたと考えられる全ての要因が調査されるべきである。調査は過誤があったと立証された時点で停止されるべきではなく、なぜ過誤があったかを立証する努力をすべきである。

事故原因が不明確な時は、考えうるできるだけ多くの仮説を追求し、価値があると考えられる極限まで、または可能性としての余地を与えない極限まで追及する必要がある。この方法は、しばしばある程度の考察と長い調査を要するであろうが、事故調査に開かれた唯一の道であろう。

- (5) 各々が独立して到達した2つ以上の分野の調査および2人以上の調査官の調査結果は、狭い分野を追跡して到達した結論よりも正しい可能性が十分ある。
- (6) 航空事故調査の本質は、非難することにあるべきではない。なぜなら、その目的は、懲罰措置ではなく、改善的なものにあるためである。

## 2. 日本における航空事故調査の現状<sup>33)</sup>

### (1) 航空・鉄道事故調査委員会による事情聴取への対応

日本における航空事故調査は、航空・鉄道事故調査委員会設置法に基づき、以下に示す目的の

---

33) 近畿航空支部「航空鉄道事故調査委員会による事情聴取の問題点と対応」季刊『航空ふぉーらむ』109号、全運輸労働組合、2006年6月、16-23ページ。

ために設置された航空・鉄道事故調査委員会（以下、事故調査委員会）によって行われる。

- ・航空事故の原因を究明するための調査を行うこと。
- ・航空の重大インシデント（事故が発生する恐れがあると認められる事態）について、事故を防止する観点から必要な調査を行うこと。
- ・調査結果に基づき、航空事故の防止のために講ずるべき施策について、勧告または建議を行うこと
- ・これらの事務を行うために必要な調査と研究を行うこと

航空・鉄道事故調査委員会設置法（以下、設置法）には、事故関係者への事情聴取および関係場所への立入り、関係物件の差し押さえなどを強制的に実施できることが規定されている。なお、関係者および関係機関が調査に応じない場合、事情聴取において虚偽の証言をした場合には、罰則が規定されている。

これらの規定により、事故調査委員会による事情聴取については、憲法に保障されている令状主義および黙秘権の一部が制限されている。事情聴取に応じる義務はあるが、曖昧なことや推測を交えた証言は、避けねばならない。

## （２）警察の事情聴取への対応

警察による調査は、国民の権利である令状主義および黙秘権が保証された刑事手続きに基づいて実施される。

刑事訴訟上、捜査・差し押さえという強制手続きにおいては、裁判所が発令した令状がない限り、関係者の住居・書類および所持品について、侵入・捜査および押収することはできない。

黙秘権は、何人も自己に不利益な供述を強要されない権利である。したがって、警察による事情聴取は、刑事訴訟上の手続きが適正にとられているかどうかということが重要であり、曖昧な捜査方法に対しては必ずしも応じる必要はない。

航空事故調査の実施に関して、事故調査委員会と警察庁との間に、「航空事故調査委員会設置法に関する覚書」が結ばれており、実施細則には、次の内容が定められている。

- ・現場保存は、原則として警察が行うが、現場検証については双方が協議して実施すること。
- ・関係者に対する事情聴取は、双方があらかじめ対象や順序などを協議して行うこと。
- ・関係物件の押収について、双方が必要とする物件については、原則として、裁判所から令状発行を受けた後に、警察が刑事訴訟法の手続きに基づき押収すること。

以上のことから、警察は、事故調査委員会と事前協議するか、令状がない限り、強制的な処分を行うことはできない。

したがって、関係者の事情聴取や現場検証を警察が要求した場合、事故調査委員会との事前協議の有無を確認し、協議がなされていない場合には、刑事訴訟法上の手続きに合致しているかどうかを確認することが必要である。

### 3. ICAOの航空事故調査に関する規定<sup>34)</sup>

日本の事故調査委員会は、ICAOの規定および同条約の附属書として採択された標準、方式、手続きに準拠して調査を実施している。

ICAOのAnnex 13（国際民間航空条約 第13附属書）においては、下記のように規定されている。

#### ・適用（2.1）

別に規定がなければ、本附属書の規定は、全ての場所で発生した航空機の事故またはインシデントに適用する。

#### ・調査の目的（3.1）

事故またはインシデント調査の唯一の目的は、将来の事故またはインシデントの防止である。罪や責任を課すことが調査活動の目的ではない。

#### ・調査通則（5.4）

事故調査当局は、調査の実施に関して、独立性を有し、かつ、制限されない権限を有する。

#### ・調査通則（5.4.1）

勧告： 罪や責任を課すためのいかなる司法上または行政上の手続きも、本附属書の規定に基づく調査とは分離されるべきである。

#### ・立入りおよび管理（5.6）

調査に参加を認められている者が、遅滞なく詳細な調査を行うことができるように、主管調査官は自由に残骸に立入り、何の制限を受けることなく、残骸の管理を行うことができる。

#### ・検視（5.9）

死亡事故の調査実施国は、病理学者（事故調査の経験が好ましい）による死亡した運航乗務員、個々の状況に応じ、死亡した乗客および客室乗務員の遺体の検視を手配しなければならない。これらの検視は、迅速かつ完全でなければならない。

検視に関する指針は、ICAO民間航空医学マニュアルと事故調査マニュアルの詳細による。

#### ・調整—司法当局（5.10）

調査国は、主幹調査官と司法当局との調整の必要を認識しなければならない。

#### ・記録の開示（5.12）

事故またはインシデントがいかなる場所で発生しても、国の適切な司法当局が記録の開示が当該調査または将来の調査に及ぼす国内的および国際的悪影響よりも重要であると決定した場合でなければ、調査実施国は、次の記録を事故またはインシデント調査以外の目的に利用してはならない。

- a) 調査当局が調査の過程で入手した全ての口述。
- b) 航空機の運航に関与した者すべての交信。
- c) 事故またはインシデントに関係ある人の医学的または個人的情報。
- d) CVR（ボイスレコーダー）に記録された音声およびその読み取り記録。

---

34) 同上、楠原利行、前掲書、65-67ページ。

e) FDR（フライトレコーダー）の情報を含めて情報の解析において述べられた意見。

（事故の解析に関係のない部分の記録は、これを開示してはならない。）

・調査の再開（5.13）

調査終了後に、新しくかつ重大な証拠を入手した場合には、調査実施国は、調査を再開しなければならない。

・報告（6）

調査実施国は、一件の事故またはインシデントに関し、必要に応じ次の報告を要する。

予備報告書

事故・インシデント・データ報告書

最終報告書

以上のように、わが国が準拠するICAO Annex 13では、事故調査の目的は、事故の再発防止にあり、罪や責任を課するものでないこと、さらに、調査の独自性を説き、関係者の刑事責任を問うための司法および行政手続との分離を明確にしている。

しかし、調査について、事故調査委員会の優先性は明記されず、捜査を実施する場合の問題には、司法当局との協議が必要であるとされ、司法当局が必要を認めた場合には、捜査情報や証拠を開示することを認めている。ただし、この規程には注が設けられ、関係者を裁くために証拠を開示すれば、将来的に事故の原因を正確に告白することの妨げとなり、結果的には、航空の安全を確保することができなくなるとしている。

3.1で、責任を問うための調査ではないとしているにもかかわらず、5.12で、司法による報告書の開示を認めている点に、矛盾があると考えられる。

#### 4. 日本における航空事故調査の過程<sup>35)</sup>

事故調査委員会は、次の範囲および領域で発生した航空事故について調査を行う。

- ①日本国内で発生した日本国籍の民間航空機の事故および重大インシデント
- ②日本国内で発生した外国籍の民間航空機事故および重大インシデント
- ③日本国内で発生した民間航空機の関係する自衛隊航空機との事故
- ④日本国内で発生した民間航空機と米軍機との事故（米軍との共同調査）
- ⑤公海上で発生した日本国籍の民間機による事故および重大インシデント

これ以外に、国外において発生した日本国籍の民間機の事故および重大インシデントについては、事故発生国政府において調査が行われるが、事故調査委員会は、航空機登録国の立場でこれに参加することがある。なお、自衛隊機または米軍機単独の事故およびインシデントについては、事故調査委員会では調査を行わず、それぞれの機関において調査が行われる。

事故・重大インシデント調査の流れとしては、まず、航空局技術部運航課または安全監察官からの通報を主席調査官が受けて、担当調査官を指名する。指名された担当調査官は、現地に赴き、

---

35) 同上。

事故現場や必要と認められる場所での調査および目撃者や原因関係者への聴取を実施する。原因関係者に対する聴取の立会いに関しては、原則として、認められていないことが多くある。調査した内容に基づき、調査官は報告書事務局案を作成し、委員会審議を受ける。

次に、重大な事故や社会の関心の高い事故については、事実関係を調査後、委員会審議と並行して学識者や当該分野の専門家に依頼し、あるいは参加者を募って意見聴取会を開催する。委員会審議を経た事故報告書案を原因関係者に報告して、意見を聞き、その後、事故調査報告書として公表される。

事故・重大インシデントが発生した時点で業務上過失罪等の可能性がある場合には、多くは、警察においても事故調査委員会と並行して捜査が行われる。警察の捜査の流れは、事故現場保存、交信記録、飛行計画、および勤務状況などの確保、さらには当事者より状況を聴き取る場合がある。

しかし、航空機事故の場合、現場の警察官には覚書は周知されていない場合が大半を占めている。警察は、事故により死傷者がある場合は、事故調査委員会とは別に、刑事訴訟法に基づいて捜査を行い、事故調査委員会と調整をせずに、事情聴取や任意同行等を求めてくる場合もある。調書は裁判で証拠として提示される可能性がある。警察にとっては、事故の再発防止よりも犯罪の立証が優先する任務である。

## 5. 米国における航空事故調査機関と現状<sup>36)</sup>

### (1) NTSB (National Transportation Safety Board : 国家運輸安全委員会)

NTSBは、米国内全ての民間航空機事故及びその他の交通運輸機関(鉄道・道路・海上・パイプラインなど)の事故のうち重要なものについて調査し、将来の事故を防止するために安全勧告を発する権限を議会から与えられた独立の連邦政府機関である。

調査の対象は、事故(accident)だけでなく、事故に至らないが、運航の安全に支障を与えるまたは与える可能性のあるインシデント(incident)も含まれている。

事故調査は公式な手続きの必要のない原因究明のための行為である。事故調査は、行政手続法に従うことはなく、関係者の処分を決定する目的で行われるものでもない。

NTSBの事故調査は他のいかなる連邦機関による調査よりも優先されるものとされる。NTSBの調査には、他の機関が参加することはできるが、その参加機関は事故原因を決定することはできない。NTSBの調査を干渉しないことを条件に、他の連邦機関が適応される法に従って事故調査を行うこと、並びに、関係者から直接情報や証拠を得ることを制限するものではない。

NTSBと他の連邦機関は相互の調査により得た情報をすみやかに交換することとなっている。

なお、事故調査権は司法から独立していること、行政手続法に従う必要はないこと、関係者の処分を決める目的で行われるものではないこと、NTSBの調査が他のいかなる連邦機関(FBI、FAA等)の調査より優先権があることが、明文化されている。

---

36) 同上。

NTSBの委員は5人で、大統領に任命され上院承認を受け、任期は5年である。そのうち3人以上は技術的知識の豊かな専門家から任命されねばならない。

全体の予算は、約6500万ドルで、この他に年度途中で調査の件数・内容に応じて補正予算がつく。大規模調査が発生した場合は大幅に増額されることがある。予算全体の約6割が事故調査に当てられている。

人員は常勤換算人員基準で約400人である。そのうち航空安全局（OAS: Office of Aviation Safety）に約130人の職員が在籍している。OAS調査官の7割以上は45歳以上の経験豊かな専門家で、民間で経験を経た者、特に産業界の出身者が多くいる。

## （2）FAA（Federal Aviation Administration：連邦航空局）

FAAは、DOT（連邦交通省）に置かれた米国の航空行政を所管する部局であり、連邦航空法規を所管し、その遵守事項を担保することおよび必要に応じて新たな法を制定することが求められている。

したがって、航空事故調査への関わりについても、事故に際して法規違反がなかったか、法規自体に不備がなかったかという視点から調査を実施する。（以下A調査）

一方、FAAは制度的にNTSBの調査に参加する権限を与えられており、NTSBの組織する調査チームの一員として、原因究明のための調査に参加する側面も有している。（以下B調査）

なお、数の上で圧倒的に多数を占める小規模の航空事故は、FAAのみで調査が行われ、NTSBはその報告を受けて現地調査をせずに報告書を作成する。

AとBの調査は政策的に分離されており、担当する部門も異なる。規制に基づく取締まりのためのA調査は、EDF（Enforcement Division Office）が行い、NTSBの一員として事故原因究明のために行うB調査はAAI（Office of Accident Investigation）が担当する。

NTSBの調査は安全勧告を目的としているので、乗員等は一般に協力的なのに対して、FAA独自の調査は取締まりを目的としているので、乗員等は一般に非協力的である。この2つが分離されていることで乗員等は安心してNTSB調査に協力できる前提要件となっている。

なお、AAIは事故調査の他、NTSBからの安全勧告への対応も行う。Accident Investigation Quality Assurance Program（事故やインシデントのデータを基に、傾向を分析したり、安全上の問題を特定するもの）も担当している。

取締りの観点からの調査を担当するEDFの調査官は約3500～4000人おり、通常は航空法規に基づいて航空会社への指導監督を担当している。EDFは9つの地方事務所を有しているが、主要航空会社については、会社ごとにCertificate Management Officeが設置され、会社担当の調査官が配置（1社につき80～100人程度が常駐）されている。会社担当の調査官は、運航や機体などの分野別、機種別に担当者が分かれている。

AAIの組織には28人の職員がいる。常勤の調査官が6人、マネジャーが3人、残りが事務職員（政策研究や事故データベースの分析を実施）である。NTSB調査への参加以外に外国での調査や抜き打ち検査も行う。AAIの調査官はFAA内部のことを知っている必要があるため、FAA内部から採用する。

### (3) FBI (Federation of Bureau of Investigation : 連邦捜査局)

FBIは、連邦司法省の調査組織として、①連邦犯罪の捜査、②外国の諜報活動やテロ活動からの防衛、③連邦や国際機関に対する法の執行を行うことを主要業務としており、ワシントンDC本部の他、56の地方事務所、約400のサテライト事務所、40以上の海外リエゾン事務所を持っている。特別捜査官11400人を含めて、計約28000人（内9800人がワシントンDC本部に在籍）の職員を擁している。

### (4) 米国における航空事故調査の現状

米国の航空事故調査は原因究明と再発防止を目的とするNTSBの主導で行われ、各分野の専門家や、関係当事者も調査に参加することにより専門的知見を集めて調査を実施している。FAAは調査チームの中に参加する権限を持ち、FBIは犯罪の疑いが諸状況から合理的に示される場合、NTSBに通知し、主導権をとることができる。NTSB側も犯罪の疑いがあればFBIと調査する。主導権が移ったとしても、NTSBはテクニカルアドバイザーとして関与を続け、FBIの捜査を阻害しない範囲で調査を続行することが認められている。現地調査の後、いくつかの手続きを経て最終報告書が採択され、NTSBによる勧告が出されるが、出した後も定期的に調査を行う仕組みがあり、原則として勧告が受け入れられ、安全策として具体化されたと判断されて、勧告が終了するまで続けられる。

米国では犯罪の疑いがない（故意またはそれに準じる重大な過失がない）場合、刑事責任を問われることはない。事故原因の究明の必要性が刑事訴追の必要性を上回るためである。個人責任追及ではなく組織が責任を取るという考え方をしている。会社から不利益を受けることをおそれて証言を行わない場合、会社に証拠隠匿罪が適用される。個人に責任を負わせるという考えよりも、そのような状況を生みだした組織体制を問題視し、免責制度により、真に事故原因を追及し、改善することに主眼が置かれている。

民事責任の追及はほとんどの事故でなされており、NTSBの作成する事故調査報告書は事実報告書を除き、民事裁判での使用は禁止（1998年12月の法改正）されているが、多数の民事訴訟において純粋な事実はもとより、個々のNTSB調査官の見解なども含めて、事実報告書が証拠として許容されている。ただし、その相手はほとんどが航空会社や航空機製造企業などの組織に課されるので、制裁対象は主に組織となる。

## VI. 空港の維持管理・運用とリスクマネジメントシステム

### 1. 空港技術の総合化

空港の維持管理・運用においても、技術の高度化、多様化、ボーダーレス化の流れを受けて、工学的な技術分野だけにとらわれない総合的な空港技術の確立・発展を目指すためには、空港の土木、建築、機械の各分野における事業（計画、調査、設計、施工、および維持）は、とりわけ重要な対象である。

近年の航空輸送量の増大に伴い、これまで以上に航空輸送事業に対する安全確保への取組みが



求められており、特に空港における施設面での安全確保に関する取組みは、その基盤要件となる。

「利用者のニーズに対応したより安全で高品質な航空輸送サービスの提供」という航空行政の目的を踏まえ、ますます高度化・多様化するニーズに対応できる業務の確立とそれを可能にする組織・システムの確立が求められている。つまり、21世紀の空港技術は縦割りの技術から、総合的な技術力の確立が必要とされている。

既に、MAPS (Machinery facilities Administration Presentation System) や予防保全導入による保全業務の近代化、ブロック拠点管理等組織再編成への動きが始まっており、空港技術の総合化への取組みもその一環である。それぞれ専門技術の高度化への対応が不可欠である。

20世紀において空港ネットワークは概成し、21世紀には大都市圏の空港機能の増強や地方空港の機能強化が求められている。これに対し、公共投資は今後とも減少傾向にあることから、これからは、整備・建設の時代から管理・メンテナンスの時代に入ると考えられ、わが国の空港を取巻く環境も大きく変化している。安全な空港であることは言うに及ばず、効率的な空港運営、地域社会の一員として地域との共生を重視する空港運営など、空港技術に関する課題は多い。したがって、一事業所として環境に配慮する運営が、地域社会の中では不可欠な要素であり、空港管理者としての管理責任はより重いものとなっている。

空港技術は、広範囲の応用技術から成るものであるが、空港技術の総合力を結集して、空港安全技術やエコエアポート技術などを確立し、問題に対処しなければならない時代となってきた。

## 2. 空港技術の体系と位置付け<sup>37)</sup>

空港技術は、技術体系の中でどう位置づけられるのかについて考察しておく必要があるが、空港工学は、道路工学、鉄道工学、橋梁工学、港湾工学などに対応した体系ととれるが、これは土木工学科における講座の分類であり、土木工学の一分野となる。大学の工学部における学科の分類に基づくと、土木工学、建築工学、機械工学、船舶工学などに対応し、航空工学に最も関係するが、航空機の機体やエンジンを取扱う分野とはいえ、工学の体系は、物を造る観点で対象物ごとに縦割りに分類されているので、的確には適応しないことになる。

技術体系を交通モード別に考えれば、鉄道は施設の土木、車両の機械、および制御系の技術、道路は土木と自動車の機械、海運は港湾土木と船舶工学により構成された複合技術であり、それに対応させれば、航空は施設の土木、建築、機械、および航空機の航空工学と制御系の技術ということになり、この方が内容的にはわかりやすい。

したがって、交通に関する技術体系は、工学の体系を交通モードごとに横割りで複合化したものととらえ、その1分野に設定される航空技術の構成要素として空港技術を位置づけることが適切である。

航空技術は安全で円滑な航空交通を実現するために必要な技術とされ、航空機の製造・整備、運航、および管制・情報処理、航空保安施設の設置・管理・運用、空港の建設・維持管理など、

---

37) 岩見宣治「空港技術と航空技術」『空港エンジニア・ニュース』第3号、2001。

すべてが含まれる。つまり、航空技術は、航空の技術的基盤を成すものであり、空港技術、航空保安技術、航空機・運航技術によって構成される。

以上より、空港技術は、航空機、運航技術、および航空保安技術とともに航空技術を構成するものとして位置づけられることになる。

空港技術は空港の設置、管理、および運用において中心的役割を担う技術である。これに対応して、航空保安技術は、空港および航空路における航空交通管制、無線・通信・灯火等の航空保安施設の設置・管理・運用、航空管制情報の処理のために用いられる技術の総称であり、航空機・運航技術は、航空機および航空機の運航の安全確保に必要な技術であって、航空機（機体およびエンジン）の製造・整備、航空路の設置、航空機の運航、航空事故調査などにかかわる技術の総称である。

これら3つに分類された技術領域は、相互関連性が極めて強く、互いに重複しながら複合化して総合的な航空技術が形成される。

### 3. 空港技術の適用（対象範囲）

空港技術の対象は、空港それ自体であるが、空港は滑走路、誘導路、エプロンなどの航空機が離発着し、駐機するための空港基本施設と旅客ビル、貨物ビル、空港管理施設、燃料給油施設、供給処理施設、道路・駐車場等の空港ターミナル施設、その他の付帯施設によって構成され、複合的に一体化して空港機能を発揮するため、これらすべての施設が空港技術の対象となり、これらの技術対象を複合的に把握する技術も空港技術の対象である。

さらに、空港敷地範囲だけでなく、空港へのアクセス交通との連携、空港環境対策、周辺地域整備等地域との調和、安全運航に必要な制限表面の確保、などの観点から直接・間接に空港周辺地域をも対象とする。

以上に加え、個別の空港プロジェクトや個別施設のみならず、地方または全国規模でとらえる空港ネットワークシステム、複数空港配置システムなども対象に含まれる。

### 4. 空港技術の目的

#### (1) 効率化・費用効果の向上

- ・大規模プロジェクトの効率的施行
- ・総合的なプロジェクトマネジメント
- ・施設の効率的運用（施設配置、ピーク時対応）
- ・建設コスト節減（ライフサイクルコスト、コストベネフィットの認識）

#### (2) 安全性・信頼性の向上

- ・航空機および空港の安全性向上（セキュリティ、電波障害、グルーピング、航空事故対応等）
- ・施設の信頼性の向上（耐震設計、災害対策、バックアップ、機能回復等）
- ・危機管理

### (3) 環境保全

- ・環境創造および環境保全（環境にやさしい技術、省資源、リサイクル等）
- ・地域におけるコンセンサスの形成

### (4) 新技術の導入

- ・ハイテク化、新素材、新施工技術等

### (5) 新しい行政ニーズへの対応

- ・国際経済社会におけるわが国の役割（外国企業の参入促進、開発途上国への援助・協力等）
- ・空港のサービス水準の向上（空港アクセス、身体障害者対策等）

## 5. 空港技術の特性と定義

空港技術の対象は、空港であり、具体的には、空港全体（空港計画等）、空港を構成する諸施設（設計、建設等）、空港を取巻く諸条件（環境アセスメント、周辺事業、アクセス計画等）、上空空域（航空保安施設計画等）である。

空港技術の目的は、省エネ、コスト削減、環境保全等の社会的要請を満たしつつ、円滑に空港の設置（計画、建設等）を行い、安全・効率的で利便性の高い空港の管理・運用（施設の維持、運用等）を行うことである。

空港技術の内容は、土木、建築、機械、電気などの工学的技術を適用または応用すること、およびこれらの複合的な利用とプロジェクトサイクルを通じたマネジメントが含まれる。

したがって、空港技術は、空港と空港を構成する諸施設およびその環境と上空空域を対象に、土木、建築、機械、電気などの工学的技術を適用または応用し、かつ複合化して、空港の計画、建設、維持管理、運用、および空港プロジェクトのマネジメントを行うために用いる技術である。

## 6. 空港土木施設の保全業務と予防保全<sup>38)</sup>

平成12年7月名古屋空港の滑走路舗装面の剥離によって、航空機の欠航・遅延を招く問題が発生した。このような事故・災害が空港で発生した場合には、航空交通は、他の交通インフラと異なり、迂回ルート措置を講じることが困難であるため、旅客の移動および物流が完全に停止する事態が生じ、社会的に甚大な影響をもたらすことになる。

社会的に空港利用者の満足度を向上させることが強く求められるようになり、より安全でかつ定期性および定時性が確保された航空機の運航を提供するためには、空港土木施設の保全業務を構築することが必要である。

これまで、空港土木施設については、ある一定期間ごとに、改良や補修を行うことで対応してきた。しかしながら、空港土木技術者の経験のみでは、空港施設の破壊の前兆をとらえることが難しい問題、定期的な補修のみでは確実な機能維持が困難な問題については、いかに適切な処理

---

38) 平井健生「空港土木施設の保全業務の現状と今後の取組みについて」『第3回空港技術報告資料』国土交通省航空局、平成14年11月、111-120ページ。

をするかが技術的な課題となってくる。したがって、空港土木施設の調査・点検、補修・改修などの保全業務の高質化を図ることにより、空港土木施設の安全性を確保・向上させることがどうしても不可欠となる。

近年の技術開発の結果、非破壊検査装置による予防診断方法や連続写真撮影による調査等が実用化の水準に達しており、これらの維持管理・保全技術を空港土木施設に取入れることが考えられる。さらに、空港施設CALS（空港統合データベースシステム）において整備が進められている点検・補修データベースを利用することにより、施設劣化の兆候をある程度把握することも可能になってきている。

従来、事後的保全として行われてきた空港土木施設の保全業務について、空港施設に要求されている性能の限界に至る以前に補修などを行う予防保全を重視したシステムの導入を図ることにより、空港施設の機能を向上させ、航空機運航の安全性と定時性をより確実なものにすることが可能となる。

長期的には、予防保全から予測保全へと保全業務を高質化することが考えられ、保全業務全体をより有効・効率的に実施するシステムを早急に構築することが必要である。

## 7. 空港の運営・管理とリスクマネジメント—空港事業運営・維持管理におけるハザード分析に基づく潜在的リスクの洗い出し（重大リスクによる影響の定量的・定性的分析および処理手段に関する意思決定に適用）

### (1) 空港事業環境（外部事業環境の悪化）

- ・ 国内外の他空港の拡大・競争力強化、外国政府の航空政策
  - － 航空行政・政策の方針転換の結果、空港の航空需要が激減
- ・ 日本経済の国際優位性の低下
  - － 航空旅客・貨物の利用・取扱い量が減り、空港の航空需要が激減
- ・ 新種の感染症の発生
  - － 航空機の利用、航空需要が激減
- ・ 航空会社の倒産・撤退・買収
  - － （高シェア）航空会社の乗入れ廃止により、航空旅客・貨物の利用・取扱い量が減少
- ・ 航空機事故、テロリズム、戦争、騒乱、ストライキの発生
  - － 航空機利用・需要の激減
- ・ 少子・高齢化、人口の減少
  - － 国内外の旅行者数の減少
- ・ 海外旅行以外の娯楽の出現
  - － 海外旅行の人気低下による旅行者の減少

### (2) 空港施設の整備

- ・ 平行滑走路の実現不可能
  - － 空港事業の拡張計画が実現不可能で消滅

- ・空域拡張実現不能
  - － 国や地域住民からの協力が得られず、空域における処理能力の限界により発着回数が頭打ちとなる。
- ・航空貨物施設の狭隘化
  - － 貨物施設の拡張が図れず、貨物取扱量が頭打ち
- ・新型航空機への対応不完全と不採算化
  - － 新型航空機受入れのため新規に追加投資した諸施設が遊休化

### (3) 空港運営

- ・空港従業員によるストライキの実施
  - － 空港運用に不可欠な業務に携わる従業員のストライキによる運航停止
- ・主要航空機材における重大な欠陥の発生
  - － 主要航空機材の重大な欠陥による大規模な運航停止
- ・航空管制・航空保安施設の機能不全
  - － システム障害（サイバーテロを含む）による長期間の運航停止
- ・エネルギー・ライフラインの供給不能
  - － 電気、ガス、水道、燃料等の供給不能による運航停止
- ・空港アクセスの障害
  - － 鉄道、道路、バス等の陸上および海上交通網の不通による運航停止
- ・空港医療体制の不備
  - － 空港医療体制の不備が原因で、航空機内または空港内で発生した急患や疾病者の対応につき過誤が生じた結果、空港の管理責任を問われる問題に発展

### (4) 空港経営全般

- ・空港が原因となる重大事故の発生
  - － 過度の組織合理化、コスト縮減により施設の維持管理および工事において重大な過失が判明し、事業者としての社会的信用を喪失
- ・機密情報の漏洩
  - － 最重要事項を検討中に核心部分の情報が外部に漏れ、双方の関係悪化、交渉が難航、または不備に終わること、
- ・経営者の誤判断
  - － 着陸料の値下げ、新規事業への進出など、重要案件に対する経営者の誤判断による経営危機の招致
- ・社内不正行為
  - － 談合、不正取引、脱税、詐欺等の不正行為による企業としての信用喪失。  
株主代表訴訟による提訴
- ・不適切な情報開示
  - － 不祥事が発生した際の情報開示を誤り、企業としての信用喪失（内部告発による問題の発覚

を含む)

- ・社長・経営陣にかかわる問題の発生
  - － 社長・経営陣不在による意思決定の停滞
- ・人材の流出
  - － 企業・組織としての事業成績の悪化、労働環境の悪化、魅力の低下による人材流出
- ・空港の情報システム停止
  - － サイバーテロやウイルス等による長期にわたる情報システムの停止
- ・地元からの新たな要望の発生
  - － 新たな地域社会、漁業者、地元業者からの要望への対応が発生

#### (5) 空港事業の財務・税務

- ・資金調達コストの上昇
  - － 設備投資による多額の負債を抱えた状態で財務状況が悪化し、株価下落、格付けの低下などにより、資金調達コスト（金利）が上昇した結果、施設整備の資金調達困難が発生
- ・金利の上昇
  - － 市中金利の上昇による資金調達コストの上昇、施設整備資金の調達困難
- ・想定外課税
  - － 地方公共団体の想定外課税による新たな税負担の発生
- ・法律改正による負担増
  - － 法律の改正または新規の法規制により、安全、環境（騒音基準の変更による騒音区域拡大：WECPNL→LEO）、および雇用（企業負担の保険料等）にかかわる負担の増加
- ・外国企業等による敵対的買収
  - － 外国資本またはその他の資本からのTOBやM&Aなどによる買収

#### (6) 空港事業展開

- ・事業に付随する追加投資の発生
  - － 想定されていなかった設備への追加投資の発生
- ・関連事業の不採算化
  - － 関連事業のコスト回収不能による親会社としての支援金の拠出
- ・貨物貸付事業の競争力低下
  - － 空港外貨物施設との契約条件・料金比較によるCJIAC貨物施設の競争力低下

#### (7) 空港災害

- ・空港および周辺で発生した航空災害
  - － 航空機事故により基本施設、航空保安施設、ターミナル施設（CIQを含む）の使用不能
  - － 航空機事故に伴う空港周辺住民感情の悪化による空域拡大、増便の問題困難
- ・空港における自然災害
  - － 地震、火山噴火、台風、津波等の災害発生による基本施設・ターミナル施設（CIQを含む）使用不能

- ・ 空港内のテロリズム・ゲリラ活動
  - － テロリズムやゲリラによる空港機能の停止、運航停止
- ・ 空港内の火災・爆発事故
  - － ターミナル施設、航空管制施設での火災発生による空港機能の停止
- ・ 空港利用者または旅客の施設内における事故
  - － 空港の管理責任が問われた場合、損害賠償責任の発生と状況による刑事罰への対応

## 8. 空港におけるリスクマネジメントシステムの構築と運用の基盤条件<sup>39)</sup>

### (1) 空港整備の方向性と課題

空港整備事業は、これまでの航空需要による空港建設中心の量的拡大事業から、財政事情を踏まえ、空港利便性の向上、およびエコエアポート、バリアフリー等の行政ニーズに対応した既存施設の有効活用・高質化に重点が置かれた事業へと転換してきている。

空港の新設整備を進めてきた結果、空港の配置の側面からの整備は全国的に見れば、ほぼ概成したと考えられ、特に地方空港の拡充による国内航空ネットワークの全国展開が図られたとされる。

今後は、地方からの大都市圏への乗入要望などに対応する大都市圏拠点空港整備、および国際航空需要に対応するための国際空港整備の必要性から、これらに対する投資の増大と早期整備を促進するとしている。

一般空港の整備については、空港配置状況から地方空港の新設は、離島を除いて抑制し、従来の量的拡大から既存空港の高質化を図り活用するために、ハードとソフトの組合せによる施策を推進する必要があるとされる。

一般空港整備の主要課題は、以下のとおりである。

- ・ 空港アクセスの利便性向上、運航頻度の増加による利便性の向上
- ・ 就航率改善、定時制の確保による信頼性の向上
- ・ 貨客搭載量にかかわる運航制限の解消による効率性の向上
- ・ バリアフリー化、ターミナル諸施設の適正な容量確保や情報化推進による快適性の向上
- ・ ハードとソフトの組合せによる安全、防災、危機管理機能やセキュリティ機能の向上
- ・ 空港整備・管理に伴うコストの一層の縮減や環境負荷の低減を促進するとともに、これらを支援する情報の共有化および技術開発の推進
- ・ 空港アクセス施設、他の業種との間の連携強化による事業効果の一層の発現

なお、環境対策については、さらなる空港と周辺地域との調和ある発展への対応のため、エコエアポートを推進する観点から、従来の周辺対策事業に加え、空港と周辺地域の連携、一体化を推進するための施設や循環型社会の実現の要請に応じ、空港整備・管理運営に伴う環境負荷をさ

---

39) 航空部門事務局「あらたな空港整備の視点と課題」季刊『航空ふぉーらむ』第95号、全運輸労働組合、2002年12月、24-29ページ。

らに低減するための施策を実施していく必要があるとされる。

## (2) バリアフリー事業の推進

わが国では、2015年には国民の4人に1人が65歳以上の高齢者となる本格的な高齢社会を迎えるとともに、障害者が障害を持たない人と同じように社会に参加できるノーマライゼーションの考え方が普及してきており、高齢者、身体障害者、妊婦、けが人などを含め、誰もが公共交通機関を使った移動をしやすいするためのバリアフリー化が、強く求められている。

2000年に、高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律、いわゆる交通バリアフリー法が制定された。この法律により、バリアフリー施策を推進するための基本方針の策定、交通事業者に対する同法基準に基づく施設整備などの義務づけ、市町村の駅などとその周辺地域の一体的なバリアフリー化事業を進める方策などが整備された。

航空運送事業における公共交通事業者とは、ターミナルビル事業者や航空会社が該当し、基本方針における航空関係の移動円滑化目標としては、航空旅客ターミナル施設（1日あたりの平均的な利用数が5,000人以上であるもの）に関し、2010年までに、段差の解消、視覚障害者誘導用ブロックの整備、身体障害者対応型便所の設置等の移動円滑化を原則とし、全ての旅客ターミナル施設についても地域の実情を鑑み、利用者数のみならず、高齢者、身体障害者等の利用実績を踏まえて移動の円滑化を可能な限り実施するとされている。

## (3) エコエアポートの推進

これまでの空港における環境対策は、航空機騒音対策などが中心であり、空港周辺の移転補償や、防音工事、緑地の整備などが推められてきたが、空港はその運用を行うなかで、エネルギー消費に伴う大気汚染物質や廃棄物等の発生、水の消費および排水など、さまざまな分野で空港周辺の地域環境および地球環境に大きな影響を与えており、空港独自の環境対策が必要となっている。

エコエアポートの基本理念は、環境に優しい空港、すなわち、①地球環境的視点に立った空港、②地球環境と共生できる空港、③循環を基調とする持続的発展可能な空港をいう。このため、空港の管理者および空港内事業者は、空港の活動において、環境基準等を遵守するのみならず、省資源、省エネルギー、リサイクルの推進、環境の創造など積極的に多様な環境対策に取り組んでいる。

以前より空港の建設段階において、環境アセスメントの実施や環境に優しい建設工法の採用などの環境対策が行われているが、今後は、施設の改良や維持管理・運用段階を含めた環境配慮型の施設実現が求められている。

エコエアポートとは、空港および空港周辺において、環境の保全および良好な環境の創造を進める対策を実施している空港をいう。空港本体に関する環境負荷の低減を推進する分野と、空港周辺の土地活用による面的整備および空港と地域の交流・活性化を推進する分野に大別される。

空港建設のみならず、空港の管理・運用においても環境に配慮した取組みが求められ、エコエアポートの推進にあたっては、各空港の立地条件、需要動向といった特徴を考慮のうえ、空港ごとに環境目標および目標達成に向けた具体的な対策をまとめることが必要であるとされる。



空港環境計画は、大気、騒音、振動、水、エネルギー、廃棄物などの要素ごとに、空港の運用段階で達成すべき将来の環境目標、目標年次、実施計画等を定めるものである。

空港周辺計画は、空港周辺の土地活用、情報交流、地域社会との人的交流などの要素ごとに、地域の利用ニーズを汲み上げ、既存の施策や活動の実施状態を整理し、空港と地域の交流・活性化を達成する考え方や施策を定めるものである。

空港は、多種多様な事業者の運営のもとに機能しており、環境対策を進めようとした場合、空港事業者が一体となって取組む必要があるため、空港管理者である空港事務所が中心となり、ビル会社、航空会社、その他空港内で業務を営む事業者、および関係自治体を構成員とし、環境に対する取組みの必要性を理解・共有し、各種対策を推進することになる。

#### (4) 安全・防災・危機管理機能の向上

航空運送事業の第一の目標は、安全の確保である。安全、防災、危機管理機能の向上については、これまでも滑走路などの土木施設および管制塔、庁舎などの建築施設の耐震性能向上など、ハード面の整備が図られてきたが、ハードとソフトの両面での対応が求められている。

特にソフト面で必要とされているのが予防保全機能の強化である。これにより、滑走路等の空港運用に必要な基本施設が健全に維持され、安全な離発着が確保されるとともに、滑走路損傷などによる空港閉鎖を防ぎ、利用者への利便性および信頼性を確保することを目的としている。

具体的には、空港施設CALSを活用したデータベースによる維持管理の実施や非破壊検査の導入による点検技術の向上などである。

空港CALSは、維持管理と空港整備事業に関する情報を計画、設計、施工、供用、維持管理などすべての段階にわたって電子化し、ネットワークによって関係事業者の利用に供され、空港施設のライフサイクル全般の支援に活用されるものである。とりわけ、維持管理面では、点検管理機能や空港舗装管理機能等を利用し、滑走路などの点検結果データを入力し、データの一元管理を行うとともに予防保全に役立てることができる。

点検技術の向上の面では、滑走路、誘導路、エプロンなどの土木施設を舗装支持力測定装置(FWD)を利用した非破壊調査を行い、舗装強度を調査するとともに、舗装構造を評価することにより、突然の舗装損傷を防ぐための予防保全を可能とすることが考えられる。

#### (5) 空港業務実施体制の課題

とりわけ、エコポートや予防保全にかかわる業務は、空港事務所などが主体的に行う業務であり、組織・職場への大きな負担増となる可能性もあるが、効率的な業務実施体制を確立し、サービス向上の観点から体制の強化を図ることが重要となる。

### 9. 空港におけるヒューマンエラーによるインシデント事例 一閉鎖誘導路への航空機の誤進入事案<sup>40)</sup>

関西国際空港では、ほぼ毎晩深夜に誘導路の一部が整備作業のため閉鎖されている。誘導路の

---

40) 谷 寧久「関空での教訓」『航空技術』No.620、社団法人日本航空技術協会、2006年11月号。

閉鎖情報については当然ながらNOTAM（航空情報）が発行され、ATIS（飛行場情報放送）でも「現在一部の誘導路閉鎖中」という情報を流している。しかしながら、2005年5月に閉鎖誘導路への誤進入事案が続けて2件発生した。いずれも外国航空会社の貨物便で、発生時点は作業開始前と作業終了直後であったため、安全上の問題はなかった。

誘導路の閉鎖情報に関しては、当然飛来便は出発空港でNOTAMを確認しているものと思われていたが、調べてみると、誘導路の閉鎖情報は国際配信されていないことが判明した。すなはち、国外の出発空港では関西国際空港の誘導路閉鎖情報は入手できないということである。

そこで対策としてAOC（航空への乗入れ航空会社の団体）を通じて各航空会社に閉鎖誘導路情報を出発空港に送付するか、着陸前にカンパニーラジオで伝達するように依頼した。空港事務所としてもATISで閉鎖開始の30分前から予告情報を流すように対処したり、管制官も着陸後の地上走行経路の指示に際し、閉鎖誘導路があることを伝えるという対応をとった。

しかしながら、7月に再度同誤進入事案が2件発生した。誤侵入した運航乗務員から提出された報告書によれば、「誘導路の一部が閉鎖されていることは知っていたが、標識やバリケードなどがなかったので、どこが閉鎖されているのかがよく分からなかった」という説明がなされていた。

結果として、情報が周知や注意喚起だけでは、十分な効果は期待できないとして、物理的に誤進入防止策を考えることになった。当然作業時には、作業場所周辺と閉鎖誘導路入口にカラーコーンを設置・撤去するには20分から30分を要する。ほとんどの誤進入は、このカラーコーンの設置前・撤去後の空白の時間帯に発生していた。

そこで、当時の使用滑走路に応じて、まず誤進入しやすい誘導路入口から優先的にカラーコーンを立てるように作業手順を変更した。さらに、夜間の標準的な地上走行経路をAIP（航空路誌）補足版に掲載したり、誘導路が複雑に交叉して間違えやすい箇所には、新たに誘導路面に標識を敷設するなどの対策を実施した。

しかし、その後も誤進入はもう1件発生した。

結論として、一連の誤進入対策から得られる教訓は、①情報の周知や注意喚起などのソフトウェア面の対策だけでは、ヒューマンエラーはなくなるということ、②ハードウェア面でエラーを起こしにくくなるような対策を検討すべきであること、③なおかつエラーが発生した場合には、それが重大な事態に繋がることがないように、総合的なシステムを構築すること（たとえば、誘導路誤進入では、航空機の運航・管制および空港の管理・運用により構成される総合システムの確立・対応）、が重要である。

以上のことから、ヒューマンファクターについては、「人間の脳は、アナログ処理しかできない」と考えたほうがよいことと、「無意識で行われる判断や行動が、実は重要な意味を持つことが多い」ことが認識される。

## 10. 東京国際空港電源障害の原因調査と現場対応<sup>41)</sup>

2005年8月2日11時33分羽田空港で電源障害が発生した。これにより、電源回復までの26分間にわたって、レーダー施設などの航空管制施設への電源供給が停止し、管制機能が麻痺した。このため、航空機の遅延および欠航などにより、約500便の定期便、約10万人の航空旅客に影響を与える事態となった。

当該状況は、天候が良好であったことに加え、比較的航空機の運航数が少ない時間帯であったが、仮に障害の発生がもう30分遅かったら、航空機数が多い時間帯と重なり、さらに重大な事態となる可能性があった。

2005年10月26日、国土交通省航空局が本事案に係わる調査報告書『東京国際空港電源障害の原因調査及び再発防止策について』を発表した。それによると、本件は様々な複合要因によって発生した組織的事故であることが明らかにされている。

### (1) 羽田空港の電源系統

空港や航空保安施設に供給する電源施設については、ICAOの国際民間航空条約第10および第14付属書（Annex10, 14）によって規定されており、これに基づきわが国でも必要な電源設備が、U系（無停電電源設備CVCF：Constant Voltage Constant Frequency）、S系（予備発電設備）、P系（商用系—電力会社）として整備されている。

羽田空港においても管制塔のレーダーなどの最重要設備は、U系から送電し、商用電源停電時においてもバックアップ電源を有している。なお、電源設備の監視制御装置にもU系から送電している。さらに、各設備は2系統設置され、最重要空港である羽田空港の位置づけから、電源設備も2重化されている。

### (2) 空港施設の運用監視体制

運用監視体制については、電気課および機械課が中央監視室で、24時間、施設の運用監視を行っている。

電気課は、施設管理官1名、係員2名のシフトで、航空灯火および受配電設備の運用を行い、機械課は、施設管理官1名、主任技術専門官1名で、羽田空港を含む関東ブロック内のCVCF、予備発電設備等の運用を行っている。

### (3) 障害発生時の状況（電気課・機械課）

当日は、午前10時から電気課により第2庁舎3階電気室で電源設備監視装置系の分電盤改修作業が実施されていた。この分電盤は、CVCFやそれに付随するブレーカーの状態監視および制御を行う監視制御装置に送電しているものである。

当該分電盤を停電させると、CVCFの運用監視ができない状態になるため、作業の開始にあたっては担当者間において連絡調整が行われた。作業が進捗し、10時46分に分電盤改修作業の一部

---

41) 羽田空港支部「羽田空港8月2日電源障害—障害発の様々な原因を探り、真の再発防止へ向けて—」季刊『航空ふぉーらむ』107号、全運輸労働組合、2005年12月、8-15ページ。

国土交通省航空局『東京国際空港電源障害の原因及び再発防止策について』2005年10月26日。

が終了、CVCFに対する監視機能が回復した。ただし、この時点では、すべての作業が終了していなかったために、監視機能が回復した旨の連絡は行われなかった。この時点で、何らかの原因でCVCFの入力電源切換装置の2系統のブレーカーが双方とも切りとなり、CVCFのバッテリーから送電する状態となっていた。しかし、機械課の監視室では、CVCFの監視機能が復旧したことの連絡を受けていなかったため、バッテリーからの送電に切換わったことを認識していなかった。

電気課の分電盤作業開始直後から、CVCF監視装置は関連の故障警報を発しており、CVCF側（入力電源切換装置側）からの電源が停止したことを知らせる警報が鳴り、監視用画面に表示されたが、その警報の内容を分電盤改修作業による故障警報だと判断していた。その後11時33分にバッテリーが放電しきったことにより、II系のCVCFから送電しているU系の電源が停止した。

さらに、11時42分にI系のCVCFのバッテリーも放電しきって、監視制御装置の電源も停電したため、CVCFに関連する障害であると想定した。CVCF室の電源が2系統とも「切」となっていることを視認して、11時59分にバッテリーを介さず商用電源を直送するバイパス回路へ切換え、電源を仮復旧した。

#### （4）電源障害の発生原因

①なぜCVCF装置の入力電源切換装置の遮断器（ブレーカー）が「切」となり、CVCFへの電源供給が停止したのか、②なぜCVCFの稼動状況（バッテリー送電に切換わったこと）を適切に監視できなかったのか、③なぜ電源供給停止後、速やかに電源復旧が行えなかったのか、④なぜ電源設備監視装置の分電盤改修作業を昼間時間帯に実施したのか、について、分析・調査されている。

再発防止策については、監視機能向上などハード面の対策と、規程類の改定や訓練の充実など業務体制の改善等、ソフト面の対策が具体的に示されている。

#### （5）今後の課題（再発防止策の具体化）

本事案により、航空保安システムに電源を供給している電源施設およびその安定供給がいかに重要であるかがあらためて明らかになった。今後は、単なる電源供給施設ではなく、航空保安システムの一部でもあるという認識をもちながら、施設の維持管理・運用に取り組む必要がある。

##### ①人材の養成

再発防止策を図るために最も重要なことは、「人づくり」の視点である。たとえば、報告書で指摘されているクロストレーニングを実施する場合に、どのような職種に、どのようなトレーニングを実施させるのかについて、具体的な検討が必要である。

電気課、機械課のみでなく、お互いの業務を理解することが重要であり、航空管制官、運航情報官、管制技術官に加えて、航空保安防災課、気象庁、ATMセンター、航空交通管制部など、関係部署・機関による横断的な訓練を行うことが求められる。

訓練においては、毎年行われている商用電源停止試験に加えて、ある特定の電源が停止したことを想定して、その復旧作業への復旧対応マニュアルに沿った優先順位や復旧手順に基づく迅速な対応を実施する訓練が不可欠である。

## ②電源設備の管理チーム体制

電源設備の管理チームを設置し、電源設備に係わる日常業務の連絡調整の緊密化、情報の共有化、障害発生時対応の円滑化等を図ることが報告書で記されているが、単に監視制御装置を1箇所にまとめて監視するというだけでなく、組織を越えた業務の共有システムが確立されねばならない。

## ③連絡体制の再構築

電源の復旧対応に追われていたため、電気課と機械課から効率的に航空管制技術官・管制官などに必要な情報が伝わらなかった。

空港には、航空機の運航に関する無線施設、電気施設、機械施設などの様々な施設があり、施設の障害発生時の効率的な状況把握と連絡および初動態勢と早期復旧を考慮すると、運用監視する場所は同一場所、または運用を行う場所と運用監視を行う場所が近いほうが、より迅速な対応ができると考えられる。組織の枠にとらわれない効率的な業務処理システムを構築することが重視されるべきである。

## 10. 東京国際空港電源障害発生原因調査結果と考察<sup>42)</sup>

### (1) 無停電電源装置(CVCF)入力側電源切換装置の2系統の遮断器(ブレーカ)が双方とも「切」となり、CVCFへの電源供給が停止した原因

障害発生当時のシステムの状態、機器設置場所の状況、ネットワーク構成などから、人の操作、サイバーテロ、電源システムの故障など、あらゆる要因について調査した結果、CVCF入力側電源切換装置の2系統のブレーカの「切」は、電源設備監視装置の分電盤改修作業において、CVCF用信号中継装置(インターフェース装置)の電源を再投入させた時刻とほぼ同時に発生していることから、この電源再投入に伴ってインターフェース装置から電源切換装置に至るまでの経路のなかで故障が発生した可能性が高いことがわかった。

電源切換装置の障害について詳細に検討した結果、同装置の2系統のブレーカが「切」になったのは、2系統のブレーカに対し同時に誤った「切換」信号が入力された可能性が高い。電源切換装置は、手動操作による以外には2系統ともブレーカが「切」になる状態を生じさせないという考えに基づき、フェールセーフ設計がなされていた。しかし、本調査の中で、電源切換装置に対して「切換」信号が2系統同時に入力されるという通常は起こりえない事象が発生した場合には、2系統ともブレーカが「切」になることが判明した。

電源切換装置に対して同時に誤った「切換」信号がCVCF用インターフェース装置から入力されることを想定して、考えられる要因をすべてリストアップして模擬装置による試験および実機による再現試験などを実施したが、誤った「切換」信号は発生せず、事象は再現できなかった。

しかし、インターフェース装置の仕組みを調べた結果、「I/Oクリア」信号(立ち上げ時の不要信号をリセットする信号)が機能しないことによる誤った「切換」信号の発生は、回路素子の劣

---

42) 『OHM』2005年12月、オーム社、61-63ページ。

化やコネクタ接続部への異物の混入などが合った場合におこり得ることがわかった。このことから障害発生時には回路素子またはコネクタ接続部のいずれかが異状態になったものと推定されるが、再現試験時にはその状態が正常範囲内に復帰していた可能性が高い。CVCF用インターフェース装置の電源復旧に伴うインターフェース装置の立ち上げ動作時に「I/Oクリア」信号が機能しない場合には、誤った「切換」信号が生成され、今回の2系統のブレーカが「切」になる事象が発生することが模擬装置による試験により確認された。しかし、前記の再現実験などの結果によれば、当該インターフェース装置の「I/Oクリア」信号は正常動作をしていた。

以上のとおり、誤信号の発生を再現できていないものの、2系統ともブレーカの「切」が発生した原因は、電源切換装置の外部から同時に誤った「切換」信号が入力されたとしか考えられず、CVCF用インターフェース装置の障害による可能性が高いことがわかった。

なお、誤信号発生原因として可能性が高いCVCF用インターフェース装置内の異常を確認するため、目視などによる外観診断では判断できない回路素子などの劣化の有無の検査を実施したが、異常は発見できなかった。

### (2) CVCFの稼動状況（バッテリー送電に切り替わったこと）を適切に監視できなかった要因

10時からの電源設備監視装置の分電盤改修作業により、CVCFを含む電源設備の遠隔監視ができなくなったが、他の方法により適切な監視を行ってなかった。CVCFを含む重要電源設備（受配電施設およびCVCF装置などからなる無瞬断電源を供給するための電源設備を言う。以下に同じ）は24時間監視体制をとっているが、機器の信頼性が高いという認識から、遠隔監視が行えない場合でも短時間であれば機器の直接監視は要しないと判断していた。なお、マニュアル類には機器の遠隔監視が行えない場合の代替監視方法を規定していなかった。

10時46分に分電盤改修作業の一部が終了しCVCF用インターフェース装置の電源が復旧したが、復旧の連絡がなかったことから、CVCF遠隔監視が正常に戻ったことを監視員が認識できなかった。

・関係者と事前調査のうへ、分電盤改修作業が全体が終了した後に連絡する業務体制をとっていた。このため、作業手順書にはCVCF用インターフェース装置の復旧などの一部作業終了時の連絡を明記していなかった。

### (3) 電源供給停止後、速やかに電源復旧を行えなかった要因

電源供給停止後の障害復旧に時間を要し、速やかな電源復旧が行えなかった。11時33分にCVCFが停止し、管制情報システム、対空通信施設などへの電源供給ができなくなり、バイパス回路に切り換えて送電を開始した11時59分までの26分間にわたって、管制施設への電源供給が停止した状態になった。このため、管制機器などが使用不能となり、航空機の運行遅延などが生じた。電源復旧までに26分間を要したのは、次の要因による。

- ① 11時33分にCVCFからの電源供給停止により、中央監視室の電源監視機能もすべて停止し、電力系統の状態把握が不可能となったため、電源設備のどこで障害が発生したのか、障害部位の特定ができなくなった。
- ② 前記①により電源障害発生状況の把握に数分間を要したものの、CVCF室の機器に異常が発生

していることが想定されたため、CVCF装置の状態把握確認、障害個所の特定および安全確認などを実施し、電源供給を回復させるためにCVCF入力側電源切換装置のブレーカを手動で投入、バイパス回路への切換捜査を行い、結果として電源供給が回復した時刻は11時59分であった。

#### (4) 電源設備監視装置の分電盤改修作業を昼時間帯に実施した要因

この電源障害は電源監視装置の分電盤改修作業において、CVCF用インターフェース装置の電源を再投入させた時刻とほぼ同時に、電源切換装置のブレーカが「切」となる、通常では起こりえない事象が発生し、その結果CVCFからの電源停止に至ったものである。分電盤改修作業の復旧をきっかけとして誤った切換信号が発生した可能性が高いことから、同作業を昼時間帯に実施していなければ、電源停止により多くの航空機の運行遅延などに至った事態は避けられたものと考えられる。

作業を昼時間帯に実施した理由は、監視機能の停止を伴うこととなる工事および保守作業についても、電源供給システムが二重化されており、十分なバックアップ体制がとられていると考えられたためであり、過去においても昼間に実施していた。

## 11. 空港電源障害再発防止策

再発防止策については東京国際空港においてCVCFの直接監視をおこなうとともに、全国の関係官署において重要電源施設の工事などを行う際の連絡体制、実施時間帯の見直しを図ったところであるが、前述の調査結果を踏まえ、次の対策を講じた。

### (1) 機器の改修

- ① CVCFに異常が発生した場合に異常を監視員に即座に認知させるため、有線回路で異常信号を受けて点灯する「警告灯」を監視室およびCVCF室に設置すること
- ② 誤信号が入力されたとしても、CVCF入力側電源切換装置を常時どちらか一方が「入」となる切換装置に改修すること
- ③ 管制機器がなどの重要な負荷へのバックアップ回路を追加するとともに、電源の自動切換機能を設けること
- ④ 監視装置などに対して、電力供給のバックアップ回路を設ける。なお、その中の重要機器で必要なものには小型の無停電電源を設置すること
- ⑤ 電源系統の状態を迅速かつ一元的に把握できるように監視機能を向上させること

### (2) 業務体制の改善

- ① 監視に関するマニュアルの見直し
- ② 工事および保守に関する連絡体制、実施時期などの見直し
- ③ 安全管理体制の強化
- ④ 研修・訓練の充実