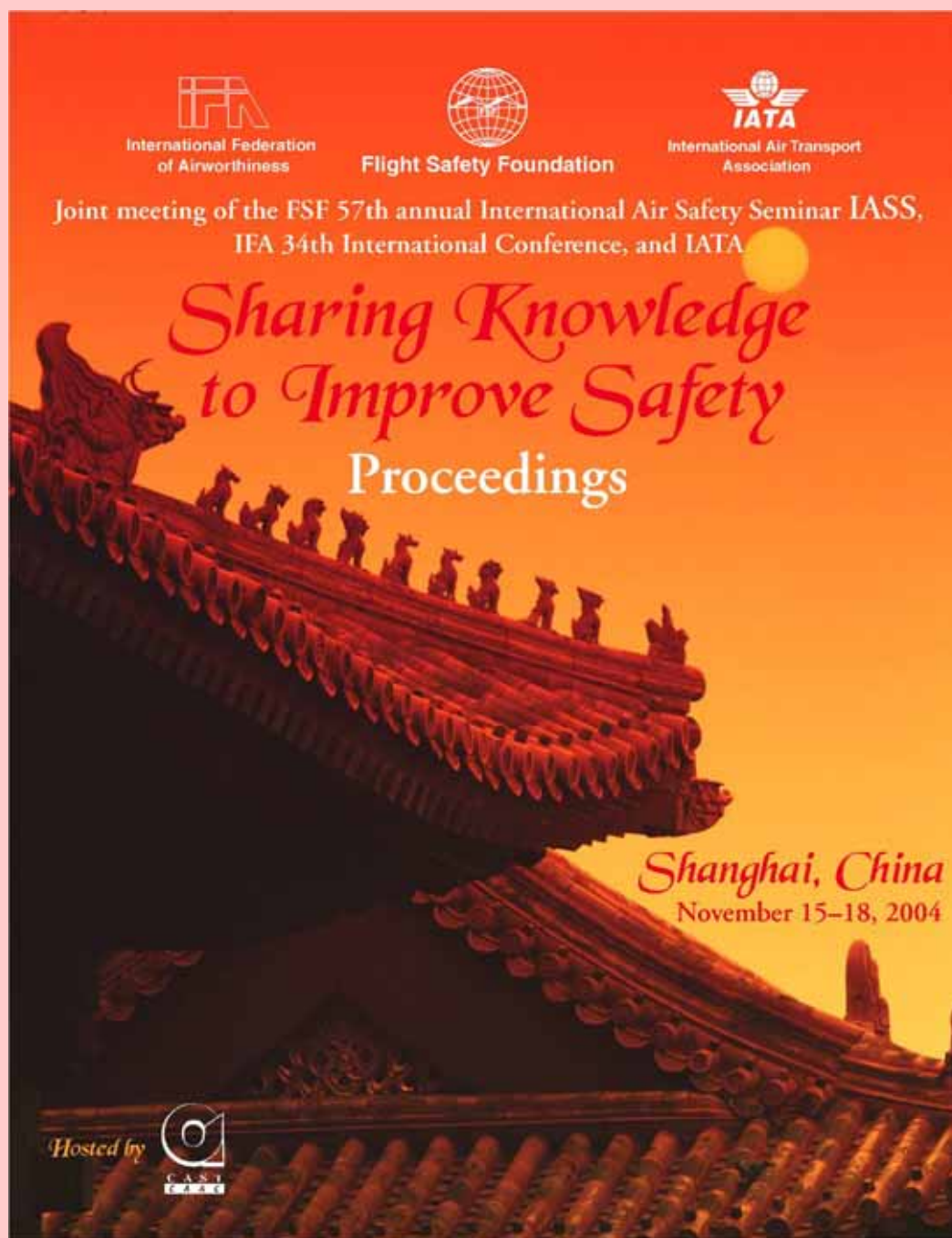


第57回 FSF 国際航空安全セミナー

(FSF-JAPAN 抄訳)



Flight Safety Foundation – JAPAN

協賛 財団法人 航空輸送技術研究センター

= 目次 =

1. Aviation Safety 2004 The Year in Review -----	1
Jim Burin, Flight Safety Foundation	
2. easyJet の安全への道 -----	15
Phillippe Pilloud, easyJet	
3. 大型輸送機の燃料タンクの安全性強化について -----	27
Daniel I. Cheney, Mgr, Safety Programs	
Transport Airplane Directorate, FAA Commercial Airplane	
4. Risk Reduction in Worldwide Cargo Operations -----	33
Terry McVenes, Captain, Executive Air Safety Vice Chairman	
Air Line Pilots Association, International	
5. 中国南西地区における RNP / RNAV オペレーション -----	39
Chenh Dongcheng, Captain, Air China Southwest Co.	
6. 降下開始時における疲労：商業航空会社における疲労危機管理システム -----	47
David Powell, M.D., Air New Zealand	

この冊子は2004年11月15-18日に中国上海市で開催された第57回FSF国際航空安全セミナーにおける講演の中から抜粋し、FSF-J 会員各社にお配りするものです。本会会員の航空会社および(社)日本航空機操縦士協会が分担して抄訳を行いましたが、セミナーからFSF-J 総会までの期間に限られる関係上、語句や体裁に吟味の足りないところがありましたらご容赦下さい。

作成にあたって、抄訳を担当いただいた各社・団体および作成費用を負担いただいた(財)航空輸送技術センターに厚く御礼申し上げます。

引用・転載は、“第57回FSF国際航空安全セミナー”、“FSF-Japan”を明示して出典を明らかにしていただければご自由です。

FSF-J 事務局(2003-2004年度担当)
全日本空輸株式会社 総合安全推進室
TEL 03-5757-5069
FAX 03-5757-5048

Aviation Safety 2004 The Year in Review

Jim Burin, Flight Safety Foundation

1. 2004 年を振り返って

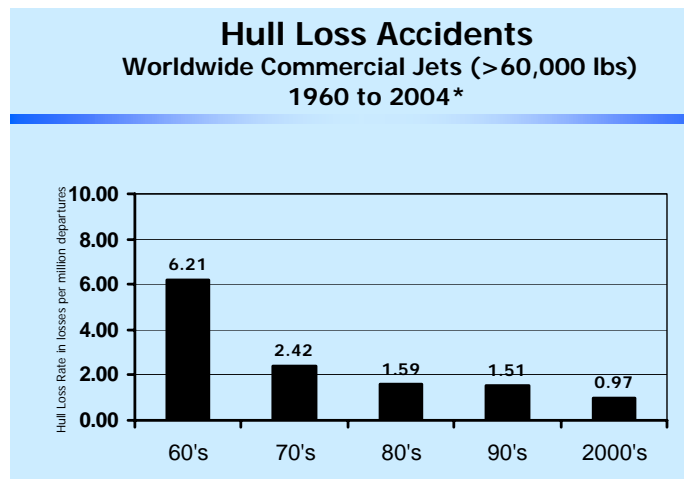
ここでは、2004 年航空安全のデータを過去のものと比較しながら紹介します。後ほど触れませんが今年も東側諸国で製造された航空機のデータを含み、資料の集計において Andrew Sachs 氏と Boeing 社の多大な協力があったことに感謝いたします。

初めに、大型（最大離陸重量 60,000 ポンドを超えるもの）及び小型のターボジェット機について、商業用ターボプロップ機についてもデータを紹介します。次に三つの大きな課題（CFIT、Approach and Landing 及び Loss of Control）、最後に安全のレベルを今以上に維持するためにも私たちが取り組まなければならない二つの課題について触れたいと思います。

The Commercial Fleet			
Type	Western Built	Eastern Built	Total
Turbojets	19,022	3,072	22,094
Turboprops	9,214	3,694	12,308

2004 年における商業用航空機のデータです。

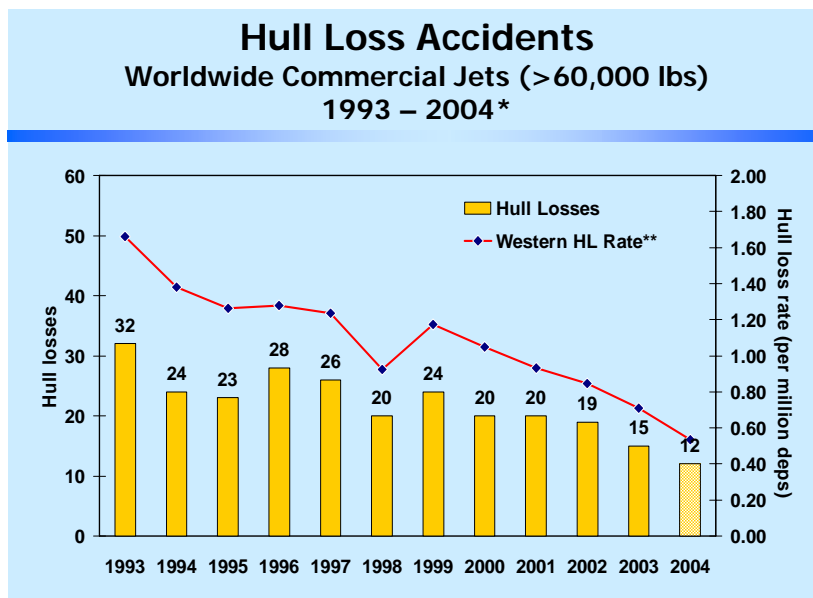
昨年から比べてジェット機が 543 機、ターボプロップ機は 45 機の登録増となります。かつて 1947 年には商業航空全体で 600 人の犠牲者を出しましたが、この時の航空総旅客数は約 900 万人でした。昨年 2003 年は同様に 600 人の犠牲者を出してしまいましたが航空総旅客数は 25 億人で、これを基にすると 1947 当時と比べて安全性は 300 倍になったこととなります。右図は過去 40 年間の全損事故の推移を示しています。事故率は 10 年間ごとに 32% ずつ減少してきました。つまり 10 年ごとに 3 分の 1 ずつ減らしてきているのです。



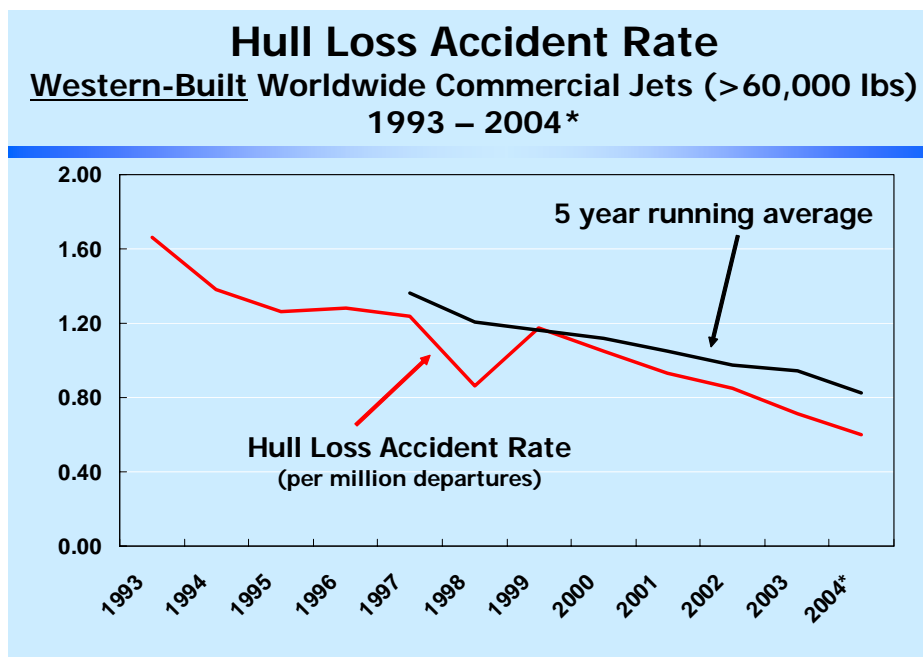
Hull Loss Accidents Worldwide Commercial Jets (>60,000 lbs) 1 January to 1 November 2004

Date	Airline	Airplane Type	Location	Fatal	Phase
3 Jan 04	FLASH AIRLINES	737-300	SHARM EL-SHEIK, EGYPT	148	CLIMB
5 Jan 04	AUSTRIAN A/L	F-70	MUNCHEN, GERMANY	0	APPROACH
1 Mar 04	PAKISTAN INT'L A/L	A300-B4	JEDDAH, SAUDI ARABIA	0	TAKEOFF
4 Mar 04	AZOV AVIA CO.	IL-76	BAKU, AZERBAIJAN	3	TAKEOFF
2 Apr 04	AIR MEMPHIS	707-320C	CAIRO, EGYPT	0	TAKEOFF
28 Apr 04	CENTURION AIR CARGO	DC-10F	BOGOTA, COLOMBIA	0	LANDING
18 May 04	SILK WAY AIRLINE	IL-76	UMURQI, CHINA	7	TAKEOFF
21 Jul 04	AERO CALIFORNIA	DC-9-14	MEXICO CITY, MEXICO	0	TAKEOFF
11 Aug 04	AIR GUINEE EXPRESS	737-200	SIERRA LEONE	0	TAKEOFF
28 Aug 04	TRANSAIR CARGO	Caravelle 11R	GISENYI, RWANDA	0	LANDING
8 Oct 04	BIMAN BANGLADESH	F-28	SYLHET, BANGLADESH	0	LANDING
14 Oct 04	MK AIRLINES	747-200F	HALIFAX NOVA SCOTIA	7	TAKEOFF

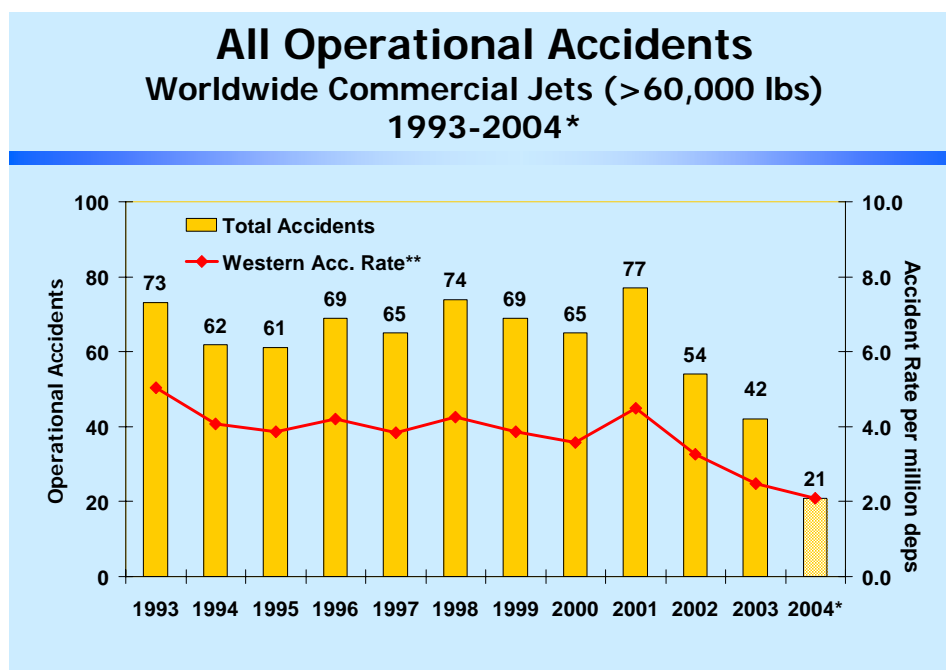
表は 2004 年 11 月 1 日までに起きた商業用ジェット機(最大離陸重量 60,000 ポンド以上)における全損事故を示しています。旅客及び貨物機、東側諸国での製造機も含んだ数です。これまでに 12 件発生しています。



この図は過去 10 年間ににおける全損事故件数と 100 万出発回数当りの事故率を表しています。全損事故件数は西側及び東側での製造機を含みますが、事故率については東側諸国の信頼できる数字が得られなかったため西側製造機のためのデータです。図から読み取れるように事故率は継続的に減少を続けていることが分かります。



過去 10 年間に於ける 100 万出発回数当りの全損事故率（西側製造機のみ）を示していますが、同様に減少傾向がみてとれます。



これは 60,000 ポンド以上の商業用航空機の全事故数と事故率を示しています。全事故数は西側及び東側諸国製造機を含み、事故率は西側のみですが、東側諸国製造機を加味してもその傾向はほぼ同じです。ここでわかるように今年が良い数字となりました。

**Hull Loss Accidents
Worldwide Commercial Jets* (<60,000 lbs)
1 January to 1 November 2004**

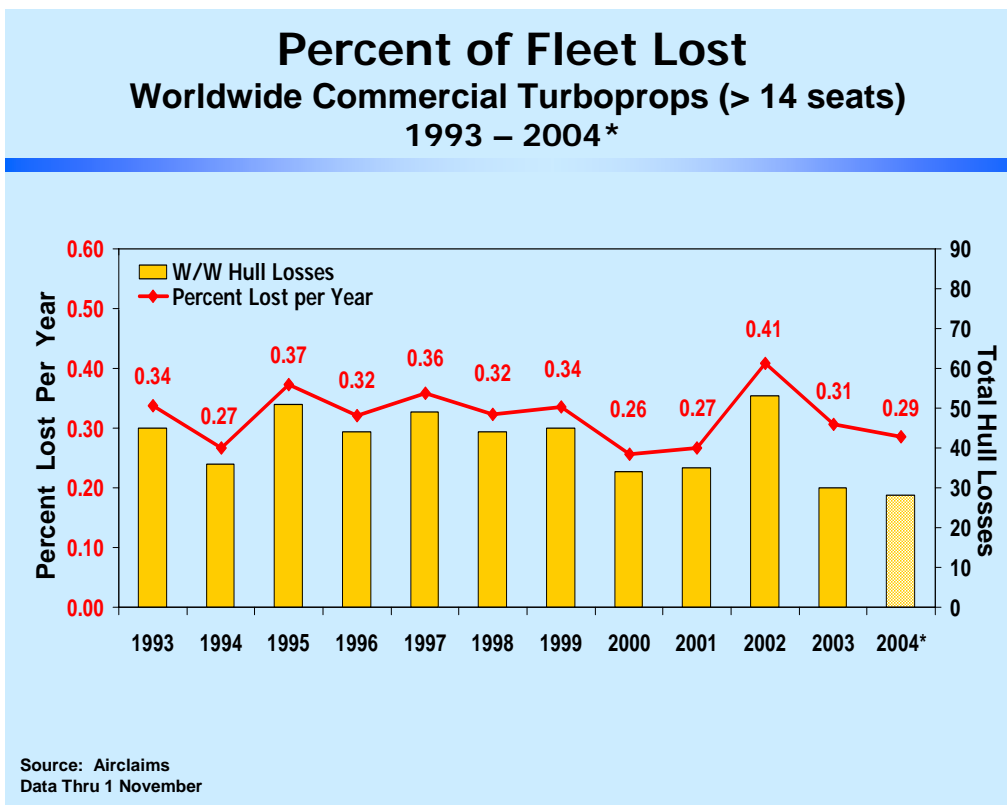
Date	Operator	Aircraft	Location	Phase of Flight	Total Fatal
13 Jan 04	Uzbekistan Airways	YAK 40	Tashkent, Uzbekistan	LANDING	37
24 Feb 04	Cable TV-Airlines	CITATION I	Cagliari, Italy	APPROACH	6
25 Aug 04	Grafair	CITATION II	Venice, FL USA	APPROACH	0
14 Oct 04	Pinnacle Airlines	CRJ 600	Jefferson City, MO USA	CRUISE	2
24 Oct 04	Med Flight Air Ambulance	LEAR 35	San Diego, CA USA	CLIMB	5

表は最大離陸重量60,000ポンド未満の商業用ジェット機における全損事故でこれまで5件発生しました。これもまた歓迎できる数字です。

**Hull Loss Accidents
Worldwide Commercial Turboprops (> 14 seats)
1 January to 01 Nov 2004**

Date	Operator	Aircraft	Location	Phase of Flight	Total Fatal
5 Jan 04	Regional Air (PNG)	DHC-6	Styrt Island, New Guinea	TAKEOFF	0
28 Jan 04	Tassili Airlines	Beech 1900	Ghardaia, Algeria	APPROACH	1
4 Feb 04	Expo Aviation	IL-18	Colombo, Sri Lanka	LANDING	0
10 Feb 04	Kish Air	F-50	Sharjah, UAE	APPROACH	43
8 Mar 04	Securite' Civile	L 415	Lac Sainte Croix, France	APPROACH	2
3 Apr 04	Central African Cargo	Convair 580	Shabunda, Congo	LANDING	0
27 Apr 04	Mountain Air Cargo	F-27	Melo, USA	CRUISE	0
5 May 04	Aerotransportes Petro	Metroliner	Carepa, Colombia	LANDING	2
6 May 04	Air Cush	Let 410	Jiech, Sudan	TAKEOFF	6
9 May 04	American Eagle	ATR-72	San Juan, Puerto Rico	LANDING	0
11 May 04	EL Magal Aviation	AN-12	Hurat al Wazin, Sudan	CRUISE	7
14 May 04	RICO Linhas Aereas	EMB-120	Manaus, Brazil	APPROACH	3
17 May 04	Trans Maldivian Airways	DHC-6	Male, Maldives	TAKEOFF	0
23 May 04	Blue Bird Aviation	Let 410	Mwingi, Kenya	CRUISE	2
25 May 04	Yeti Airlines	DHC-6	Lukla, Nepal	CRUISE	3

2004年に発生したターボプロップ機（西側及び東側諸国製造機で14席を超えるもの）の全損事故の一部を示します。ジェット機では12件だったのに対しターボプロップ機では計28件発生しています。



正確な飛行時間や出発回数などのデータが不足しているのでターボプロップ機の事故率を求めるのは難しく、そこでその代わりにこの表では各々の年におけるターボプロップ機の損失率を表しています。損失率の傾向は僅かながら減少しているものの商用ジェット機の 0.05% と比べると高い値であり、その理由としてターボプロップ機は商用ジェット機の半分程度の大きさがありまた全損事故数が多いことから願います。

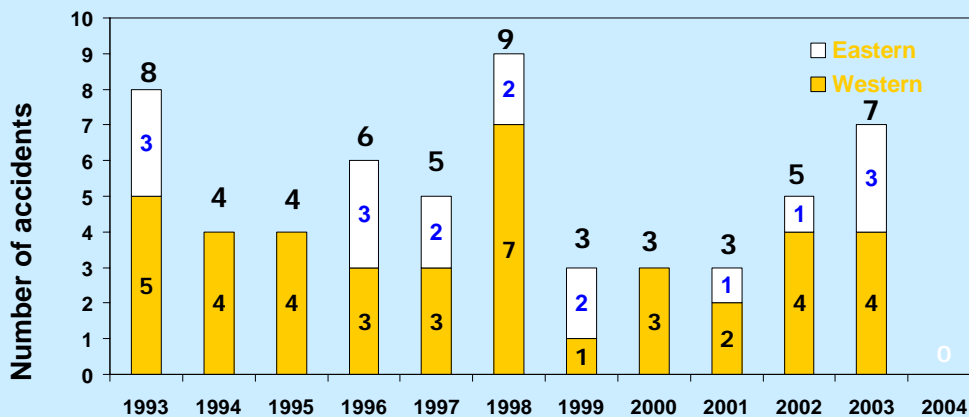
ここで、課題の多い領域のデータを見てみましょう。90年代を通して、CFIT 事故、Approach and Landing (ALAs) 事故、Loss of Control (LOC) 事故は依然として航空機による事故および犠牲者の大部分を占めています。

Controlled Flight into Terrain Hull Loss Accidents Worldwide Commercial Jet Airplanes (> 60,000 lbs) 1 January through 1 November 2004

Date	Operator	Aircraft	Location	Phase of Flight	Total Fatal
No CFIT Accidents					

2004 年の CFIT 事故のリストです。(西側及び東側諸国製造機を含む)

Controlled Flight into Terrain Hull Loss Accidents Worldwide Commercial Jet Airplanes (> 60,000 lbs) 1993 – 2004*



これは過去 10 年間における商業用ジェット機の CFIT 事故をまとめたもので、西側と東側諸国製造機に分けて表示してありますが、西側と東側とでの違いに目を向けるのではなく、お互いの傾向が似ていることに注意してください。注目すべきことは CFIT 事故件数を低く抑えることは難しいということ、年に平均 5 件発生していることです。望むことなら今年の結果が CFIT 事故の減少への第一歩になって欲しいものです。

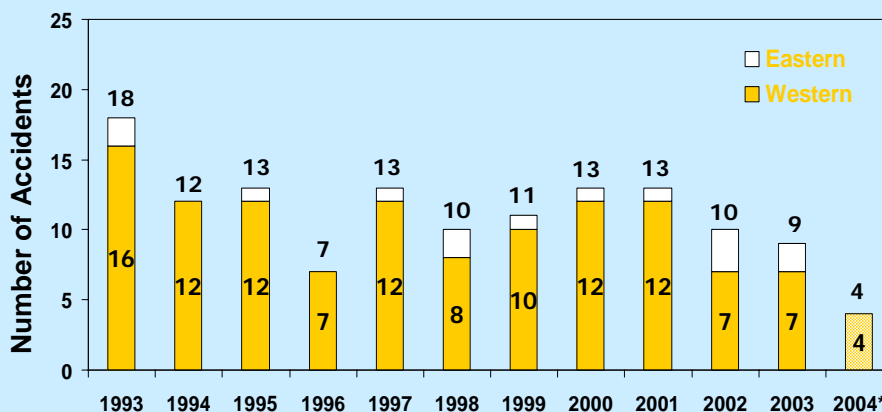
Approach and Landing Hull Loss Accidents Worldwide Commercial Jet Airplanes (> 60,000 lbs) 1 January through 1 November 2004

Date	Operator	Aircraft	Location	Phase of Flight	Total Fatal
5 Jan	Austrian Airlines	F-70	Munchen, Germany	APPROACH	0
28 Apr	Centurion Air Cargo	DC-10F	Bogota, Colombia	LANDING	0
28 Aug	Transair Cargo	Caravelle 11R	Gisenyi, Rwanda	LANDING	0
08 Oct	Bieman Bangladesh	F-28	Sylhet, Bangladesh	LANDING	87

Source: Boeing, Russian Federation IAC, Airclaims

前図は 2004 年の商業用ジェット機における Approach and Landing (ALAR) 事故です。

Approach and Landing Hull Loss Accidents Worldwide Commercial Jet Airplanes (> 60,000 lbs) 1993 through 2004*



過去 10 年 Approach and Landing 事故による全損事故の発生件数、今年全損事故の内 33% は Approach and Landing 事故であり (全 12 件中 4 件) また最大離陸重量 60,000 ポンド未満の商業用ジェット機では 5 件中 3 件の事故が、ターボプロップ機においても全損事故の 60% がこれにあたります。ご存知のように FSF の CAAG チームは世界的にキャンペーンを行っており過去に ALAR ワークショップをバーレーン、韓国、アラブ首長国連邦で開催してきました。航空界はこの Flight Phase に注目し続けなければならず我々の ALAR 研究において事故の原因の大部分は整理され、まとめられています (NPA、weather、unstable approach、lack of go around)。これらはいままでも耳にして来たもので新しい分野ではありません。

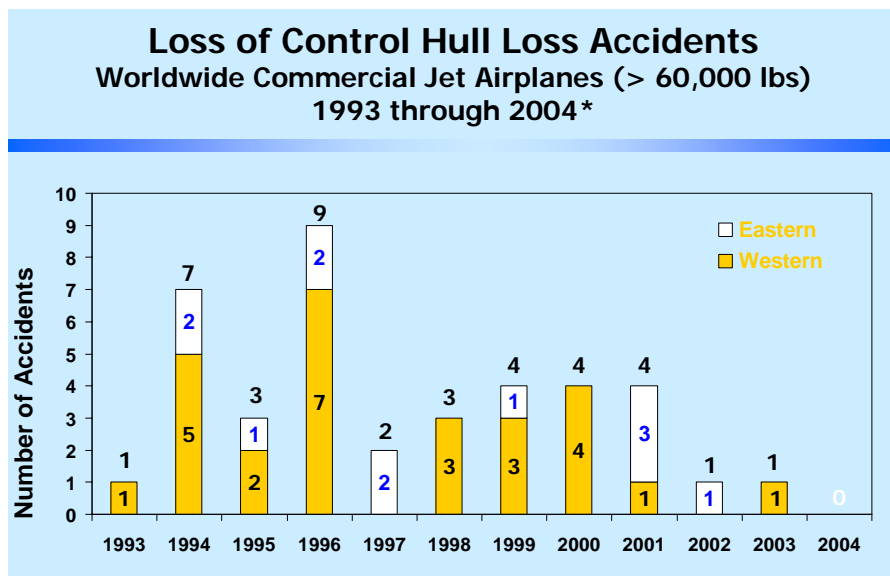
Loss of Control Hull Loss Accidents

Worldwide Commercial Jet Airplanes (> 60,000 lbs)
1 January through 1 November 2004

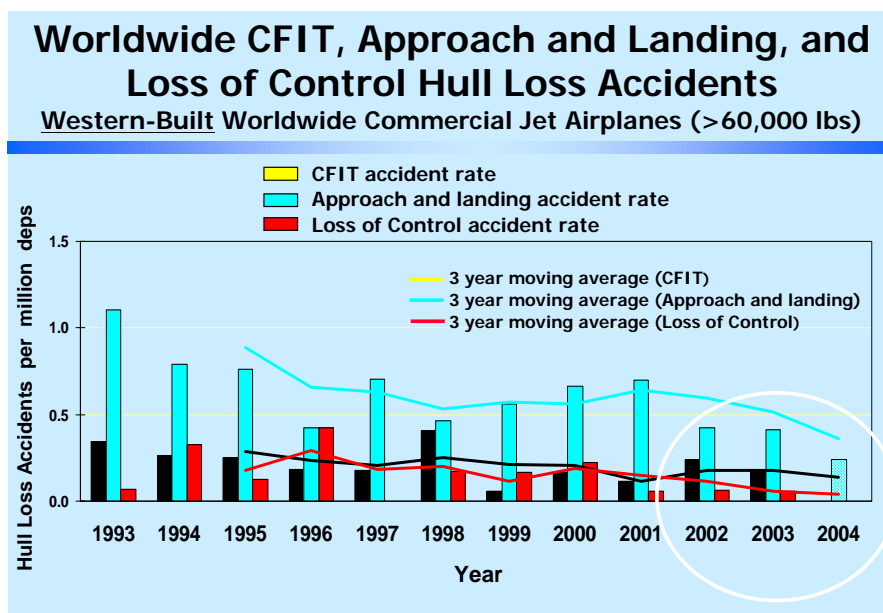
Date	Operator	Aircraft	Location	Phase of Flight	Total Fatal
No LOC Accidents					

2004 年 Loss of Control 事故の一覧表

とても良い結果です。いままで CFIT 事故と LOC 事故は商業用航空において 2 つの大きな事故の要素でしたが今年はいずれも低く抑えられているのが印象的です。



ここに過去 10 年間の Loss of Control 事故の表があります。特に一定のパターンがある訳ではないのですがここ 3 年は非常によい数字がでています。



これは過去 10 年における 100 万出発回数あたりの CFIT、Approach and Landing、Loss of Control による全損事故を示したものでありそれぞれの 3 年間の平均値も合わせて表示しています（いずれの数字も西側製造機の数字）。図から読み取れるように 1998 年以來 Approach and Landing 事故の事故率はさほど改善していません。2002 年になると CFIT の事故率は上昇へと転じここにきて両者とも減少傾向になってきました。大切なことは一年だけの結果でなく傾向として定着することです。私たちは Loss of Control だけでなく CFIT、Approach and Landing に対しても引き続き事故の減少に向けて努力しなければなりません。図と表で数字を示すのはこの辺にして、我々の二つの挑戦について話を進めたいと思います。

2. Some Safety Challenges/FSF:Goal

事故のリスクを減少させるための挑戦のうち二つをあげました。ひとつは有効な対策を打ち出すこと、もう一つは Decision Making をすることと Procedure に対して忠実に実行することです。

So What ?	Making Safety Interventions Effective
<p data-bbox="328 517 727 562" style="text-align: center;">Safety Challenges</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="248 616 772 645">• Making Safety Interventions Effective <li data-bbox="248 703 799 732">• Decision Making: Doing the Right Thing 	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="860 562 1369 591">• Identify risks (Must be Data Driven) <li data-bbox="860 638 1386 667">• Develop interventions to reduce risk <li data-bbox="860 719 1398 775">• Get the interventions to people who can use them

有効な対策を打ち出すことには 3 つのステップがあります。

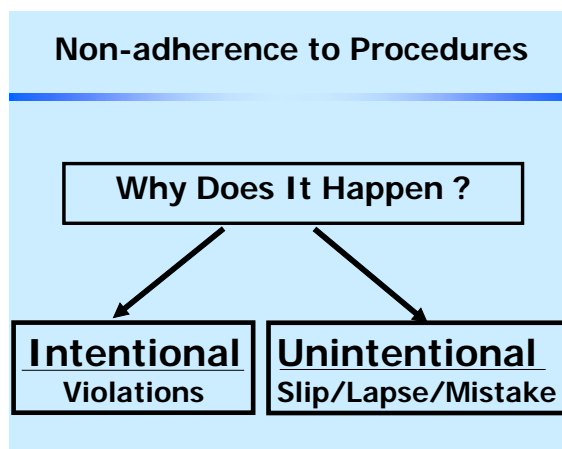
- I. まずにリスクを明確にすることです。しかも感情にながされず情勢に左右されずデータだけを基にします。CAST (Commercial Aviation Safety Team) の活動、Boeing Safety Summary、IATA Safety Report はその例です。
- II. 次のステップとして明確にした高いリスク領域への対策見つけます。 - どうすればリスクを最も減らせるのか、このステップで重要なのはより多くの経験者を組み入れることです。CAST が成功してきた理由のひとつがこれなのです。
- III. 最も重要な最後のステップはこれらを使うひとにとって使いやすい形態でなければなりません。

ここに 90 年代の半ばに行った CFIT 活動で失敗例があります。最初のステップと 2 番目のステップまでは終わりました。最後のステップはただ使う人向けに情報を流すだけで

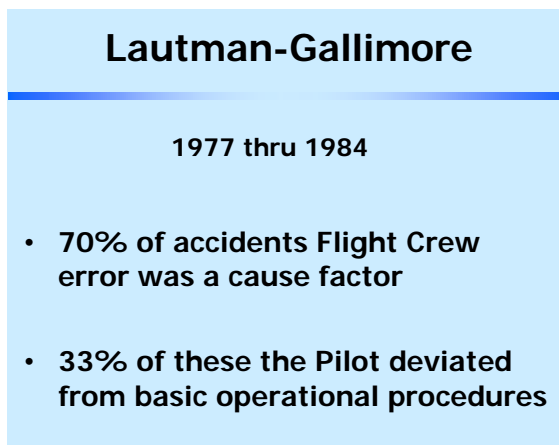
- 使う側にたっていない
- 使う側へ常に提供されているものではありませんでした。

この活動から我々はさまざまなことを学び、それを現在の ALAR プログラムに生かされています。現在の ARAR プログラムは 2 つ目のステップまで終わり、それぞれ "Killers in Aviation"、ARAR Tool Kit として発行されています。現在は最後 3 番目のステップにとりかかっています。地域ごとに活動してオペレーター、行政当局、ATC、空港当局者に提供しています。安全への関与で最も重要なことは使う側の身になって考えることなのです。

Decision Making はいままでいろいろと注目されてきましたが、ここでは「Procedure を忠実に実行する」という点からお話をします。



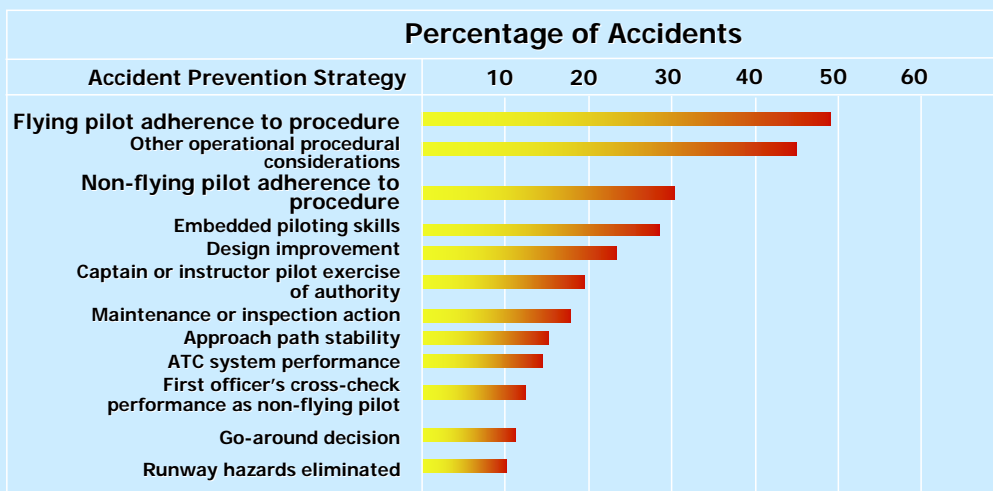
procedure を忠実に実行しないという行為についてはいろいろなレポートや研究がされてきました。今日、パイロットは単に思いつき、気まぐれで procedure から逸脱することはないでしょう。
- それには理由があることであって意図しないことが普通ですが、たまに意図して逸脱することがあります。いかなる理由があろうと procedure から逸脱するという行為は普通であればリスクを増大させることになります。



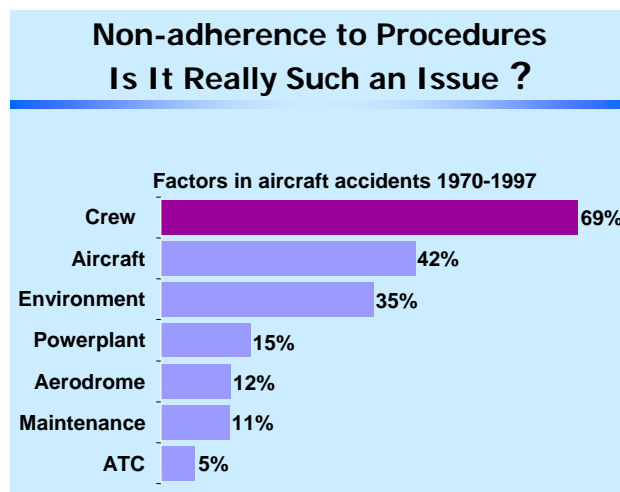
1980年代に入ってこれら報告書により procedure を忠実に実行しないという行為についての研究が始まり、procedure を忠実に実行しない原因を探りました。初めの報告書から 20 年経過した今、技術的の進歩、さまざまな安全面での対策をたててきましたが、このチャレンジに関して図から明らかなように大きな数字の変化はありません。

Accident Prevention Opportunities

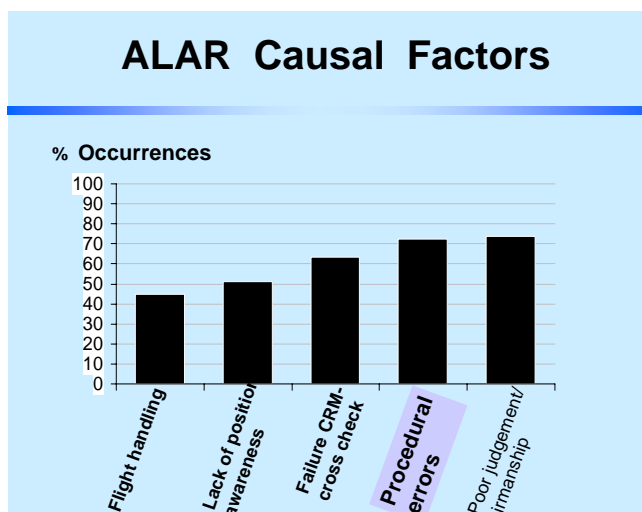
Hull-loss Accidents (1982-1991)



次に行われたこの領域での大きなプログラムは Boeing 社が 1992 年から始めた事故防止プログラムです。図からみて取れるように類似した結果となりました。



次に示すのは 1999 年にオランダの National Aerospace Laboratory (NLR) にて行われた調査結果です。この調査からは事故に関して 69% の crew によるエラーがあり、そのエラーの内 45% が procedure を忠実に実行しない行為 (NATP: non-adherence to procedure) であったとしています。最初の調査であった 1984 年 Lautman-Gallimore でも 70% の crew エラーがありその内 NATP は 33% だったのです。



我々の ALAR の研究から procedure エラーを原因別に分類して示しました。そこでは Approach and Landing 事故の原因の 72% は procedure エラーでした。しかも procedure エラーの内 40% は違反行為でした。我々はこれを改善しなければなりません。前述の話題に戻りますが、我々は問題を洗い出すという最初のステップをやり終えました。今度は対策を練って届けなければなりません。最も有効な対策の一つは good SOP を作ることです。満足のいく SOP をつくり、順守することは ALAR の研究のなかで提唱する 8 つの結論のうちの一つであり、CAST の活動でも重要な要素となっています。なぜならすべての領域、ARAs、CFIT、LOC、RI s (runway incursions) にあてはめることができるからです。解決策には必ずしも新たらしい procedure を作ることはありません。多忙な procedure で crew がオーバーロードになるのを望む人はいません。SOP を持つことですべての解決策になるわけではなく good SOP である必要があります。NATP : procedure を忠実に実行しない行為がないような SOP でなければならないのです。では good SOP とはなんでしょう。

“Good” SOP's

- **Comprehensive**
- **Understandable and useable**
- **Written down - documented**
- **Cooperatively developed with crews**
- **Consistently used**
- **Changeable**

SOP は次の点を満たしているといいでしょう。

- できるだけ包括的なもの（全てをカバーすることは出来ないことはわかっています - そこで Decision Making が必要になります）
- 明確に理解でき使用できるもの
- 文書化されていること

- この SOP を使う人達の共同さぎょうで作ったもの（上から押し付けではないもの）
- 一貫して使用されること（ある人は使ってある人は使わないではだめ）
- 改定が可能であること（20 年前の SOP があったとして見直されているのでしょうか procedure は今でも通用するのでしょうか）

NATP : procedure を忠実に実行しない行為を改めようとする試みは以前からも存在しました。事故のリスクを減らそうとするのであれば今尚おし進めなければならない試みなのです。

Aviation Safety 2004

The Year in Review

- Impressive performance so far
- CFIT and LOC record is outstanding
- Showing signs of improvement in approach and landing risk
- The challenges of making safety interventions effective and addressing NATP need to be addressed

3. 2004 年のまとめ

- 今年もあと一ヶ月強となったが事故件数をみるかぎり 実によい結果である
- 以前から大きな問題であった CFIT 事故と LOC 事故を押さえ込むことができた - 重要なことはこの傾向をこれから維持することである
- making interventions effective : 有効な対策を打ち出すこと、NATP : procedure を忠実に実行しない行為 の両課題についてはチャレンジし続けること
- 2004 年の結果をみてさらに良い結果に結びつくよう
- 多くの人々が厳しい基準を望んでいる産業において我々の試みは大きなチャレンジです 我々が一つになって挑戦することで事故のリスクを減らすという目標に到達できるのです



（文責：JAL/I）

[余白]

easyJet の安全への道
Phillippe Pilloud, easyJet

1. はじめに

はじめに easyJet 社を簡単に紹介すると、easyJet 社は 1995 年に Stelios Haji-Ioannou が創設。航空自由化の恩恵を受け、ヨーロッパで最初の低コスト航空会社のひとつとなった。9 年後の現在ではヨーロッパの主要航空会社のひとつとなっている。

9 年後の現在

- ・ フリートは B737 および A319 合わせて 90 機
- ・ ヨーロッパ域内 50 空港に就航
- ・ 路線数は 100
- ・ 年間輸送旅客は 2 千万人
- ・ 従業員は 3100 人
- ・ easyJet (UK) と easyJet (スイス) の二社
- ・ 2008 年には 200 機の運航を予定

多くの方は、競争力を維持するためコストをできる限り下げ一方で、最高の品質を要求するなんて矛盾していると考えてしまうが・・・

これに対する easyJet 社の答え

- ・ 全てのレベルで単純に
- ・ 短距離運航専門
- ・ 直行便 (ポイント トウ ポイント)
- ・ サービスなし
- ・ チケットレス
- ・ オンライン管理
- ・ .com (インターネット経由の直販が 90% 以上)

既存大手とのコスト比較をすると、(航空機の高効率使用、低い乗員費、安い着陸料、航空機の統一、サービスなし等々) 57% の節減を実現している。

また 1 年間におけるコスト削減の例を示すと、2 千万人の旅客に対して：

- ・ チケットレス 2 億 \$
- ・ 優良顧客優遇制度なし 1 億 \$

Low Cost Carrier Advantage v.s. Full Cost (% Cost Advantage)	
Sear Density	16%
Higher Aircraft Utilization	3%
Lower Crew Cost	3%
Cheaper Airports/ Landing Fees	6%
Outsourcing Maint/ Single Aircraft Type	2%
Minimal Station Cost/ Cuts Handling	10%
No Inflight Catering	6%
No Agent Commission	6%
Reduced Sales/Reservation Cost	3%
Lower Overhead Cost	2%
Total	57%

- ・ 接続便への旅客なし 3 千万 \$
 - ・ 食事なし 1 億 6 千万 \$
- の節減となっている。

2. 安全管理

次にわが社における安全の管理について示すが、この考えは基本的にどの航空会社にも当てはまるものである。

わが社の安全に対する基本的信念は；

- ・ 安全は事業の中核であり、従業員の価値でもある。
- ・ 安全は競争優位の源泉である。
- ・ わが社では、安全の美德を全ての運航および地上作業の中核とすることによって事業を強化していく。
- ・ 全てのライン管理者層は安全達成に責任を持つ。
- ・ わが社の安全に対する姿勢はきわめて単純。こと安全に関しては妥協せず。

現在進められている新機材の導入において、わが社の安全要件は、変貌著しい民間航空業界の要求にこたえつつ安定した事業運営を維持するという非常にやりがいのあるものとなっている。

達成される安全が航空当局の基準に適合するのみならず、業界の指標として際立つものを確保していくため、わが社の安全は；

- ・ 開放的な安全文化
- ・ 飛行データ監視（FDM）を含む FOQA
- ・ ライン運航監視システム（LOMS）：わが社では他社と共同で乗員が自らの運航実態を監視し報告するシステムを開発中：自発的報告制度
- ・ わが社では全従業員に安全上問題となる事項を報告するよう奨励。
- ・ わが社では、安全に関する最新の取り組みについて、乗員に対し継続的に情報提供している。ASR については 24 時間いつでも入手可能。
- ・ わが社の安全管理については評価および改善を継続的に実行。

安全管理システム（Safety Management System / SMS）とは何か？

民間航空運送事業に適当な二つの定義からはじめよう：

安全管理とは、高い安全レベルを維持するために、運航、地上作業および整備に付随するリスクを系統的に管理することと定義される。

SMS は、会社の安全理念を定め事業会社の管理責任を明示し、かつ事業全体の中核としての安全をどのように管理していくのかを定めるものである。

わが社の安全管理システムは主に上記定義に基づいており、その実行には効率性が重視される。

組織

安全部門の長は CEO に対し責任を有する。運航のリスク管理者は、主要な飛行安全管理者であり、彼は COO、CEO および役員会に直属する運航本部長に対し報告の義務を負っている。さらに運航のリスク管理者は、品質・安全管理プログラムの作成、実行およびその有効性に責を負い、運航全般にわたる安全性についての評価を独立して行い、またライン組織と協議しながら運航全体の安全推進の取りまとめ役ともなる。

SMS とその実行は、安全に係わることについて単に reactive であるのみならず、proactive でまた予見的であることを推進することにある。効果的に機能するには、ライン管理者や全ての安全委員会もしくは分科会が、上司へ報告する際の繋ぎ役に徹するのではなく、決断を下し、行動することが求められる。SMS は、安全訓練、情報交換、リスク評価、監視能力、インシデント/事故の報告・レビュー、および調査の処理および手順を確立する全体像を示すものである。

安全審査の過程

- ・ 安全審査委員会 (SRB)
- ・ 安全活動グループ (SAG)
- ・ 安全・標準グループ (SSG)

安全に関する成果についてその所掌および責任は、ライン管理者にあるものの、全ての安全課題の監視および評価を行う正規の手続きは、安全審査会、安全活動グループおよび特定の所掌を有する安全・標準グループのネットワークという委員会処理を通じてなされる。このトップ・ダウンおよびボトム・アップの方法は、通常協議、評価、審査の手段となっている。

安全審査委員会 (SRB)

安全審査委員会の役割は、自らの安全哲学を有し、組織内に安全哲学を継承させていく責任を持つ、先を見据えた戦略上の組織である。この構想実現に向けて進むべき高いレベルの目標を提示しなければならない。

安全活動グループ (SAG)

安全活動グループの役割は、目標に到達すべく所掌の範囲において活動することである。この組織は、将来の目標に到達すべく正しい文化を創造する前向きの視点を持った proactive チームであり、期待を荷い討議を経てライン管理者の責任感を向上させていく。

安全・標準グループ (SSG)

安全・標準グループの役割は、部門レベルでのリスクおよび発生事例を解析し、安全審査委員会が立てた戦略計画から講じられる行動計画を推進することにある。ここでは指摘されたリスクに関する品質監査報告について成果を審査する。安全巡回プログラムからの実態データを受領する窓口でもある。

3. 明確な安全文化

わが社の目標を達成し可能な限り高いレベルの安全を確保するには、社内の全従業員が安全に

関わるのが必須である。この関わりを継続的に推し進めていく鍵は、自らが犯したもしくは見てしまったエラーを報告した際に従業員が公式に処罰されないという開かれた信頼の置ける文化風土という全社的哲学である。もちろん意図しないエラーや間違いと重大な過失や不法行為とは、はっきりと区別されるべきである。

わが社では、安全文化について常に情報発信をしている。全従業員に対して安全は最優先であり安全を上げていくことは全従業員の役割であることをはっきりさせている。全従業員に対する情報のフィードバックはイントラネットを介して 24 時間可能である。

- ・ わが社では、ヒューマン・ファクターについて匿名で報告できるように乗員および客乗に対し秘匿報告制度を導入。
- ・ 取り組み：わが社では、従業員に対し安全部門に新しいアイデアを提案するよう奨励、また現場従業員との緊密な対話に努め、さらに常に扉を開けておくという哲学。
- ・ こうした明確な安全文化により、過去 2 年間に報告件数が 4 倍に増加

こうした文化風土のおかげで、コスト管理の厳しい環境においてさえ高い安全レベルを達成することが可能となったことを信じている。

4. 飛行データ監視 (FDM)

2003 年の 6 月、わが社では全機に FDM を導入した。FDM 導入の意図を乗員に説明したところ、乗員の反応は他社と同様、ほとんどが懐疑的であり、FDM について偏見を持っていた。このため、初日から全乗員が FDM 導入の議論に参加するよう促し、FDM 担当チームと乗員組合との定期的な会合を持つことになった。今日ではわが社において FDM はスムーズにかつ建設的な方法で導入されたと言うことができる。

FDM は今では非常に貴重な安全のツールである。導入時点において最も嫌がっていたパイロットの内何人かは今では最大の推進者となっている。しかしながら、FDM は非常に強力な代物であり、その取り扱いには注意が必要、専門家のみが乗員組合との合意に基づいて取り扱わねばならない。もちろん匿名である。

FDM の哲学

当初から全従業員に対し次の約束が明確となっている：

目的について

FDM プログラムにより飛行データを監視する主目的は飛行の安全を向上させることにある。良くない傾向を修正したり、不安全事象の再発を防止するために取られる措置の中には、乗員の認知力向上、手順／マニュアルの変更、および（個人的もしくは組織的に）乗員の行動変更を促すといったことが含まれる。

経営側と乗員組合の間には、協定が締結されている。

協力について

経営側と乗員組合の間には、飛行の安全を向上させるため協力の精神を持って取り組むことにより、FDM から最大の便益が得られる旨の同意がなされている。こうした厳

格な取り決めは、時として、障害、制約、逆効果となったりするが、FDM に携わるものが、FDM は安全のためのプログラムであり、規律を目的としたものではないということを常に心に刻み込んで、相互の同意に基づき新しい道を自由に探し当てることが望ましい。厳格な取り決めが存在しない場合、FDM を成功させ続けていくためには相互の信頼感に依存することを意味する。

FDM チーム

飛行データ解析 (FDA): 統計処理および報告の取りまとめ。個人名を特定できるデータにはアクセス不可。

飛行安全マネージャー (FM): 飛行安全に関する全体像を見れるポジションに位置する。更なる調査を必要とする事例については、早期に乗員渉外担当と協働しなければならない。

乗員渉外担当 (FCL0): 乗員団体、乗員組合および経営陣に受けのよい経験豊富な指揮官 (理想的には元訓練教官)。FCL0 は乗員ライセンス保持者で航空会社の安全に関する屋台骨である。FCL0 は、職権でシミュレータの予約確保および乗務割変更を行う権限を有する。シミュレータによる再訓練は乗務割の上では、(対外的配慮から)単に「コース」と記されるが、経験によればシミュレータによる再訓練は年に数回程度である。

FCL0 といえども、個別データにアクセスできるのは更なる調査が必要であって、かつ FM と協議した後である。FCL0 が個別データについて組合と討議する場合には事前に FM へ通知しなければならない。個人名の明らかにされないデータについては FDM チーム内でなら制約無く討議可能である。FCL0 は秘匿の原則に同意し署名しなければならない。

乗員組合: 乗員組合は常に当事者となる。二ヶ月に一度の割合で FM および FCL0 との会合を持つ。乗員組合から指名された乗員代表は、FCL0 から打診を受けた乗員を支援する。

運航管理: 必要となった場合に、最終段階において FM および FDM チームの了解を得た場合を除き個別データへのアクセスは許容されない。

FDM チームの構成および所掌は、作業慣行および手順を詳述する乗員への文書に定義されている。このグループは、FDM から得られるデータについて討議するのが主要な役目であるが、傾向を明らかにし渉外担当の対応について討議するため、月に一回会合する。ここでは乗員が特定されるデータにはアクセスできないことになっている。

メンバーの構成：

- 飛行安全マネージャー（会合の議長）
- 安全マネージャー
- 安全データ解析チームの代表
- 乗員渉外担当代表
- 運航本部 / 訓練部門の代表
- 乗員組合が指名する乗員

FDM のフロー・チャート

easyJet では、義務装備である FDR に加え、エンジン、A/P 等のパラメータと共に基本的な飛行パラメータを記録する QAR を全機に装備。

QAR は 200 の変数および 500 のパラメータまで記録でき、また事故 / インシデントの解析、自動着陸の監視やエンジンの性能監視にも使われる。全ての QAR データは、全運航の傾向を把握するため FLIDRAS (Flight Data Replay and Analysis System) および LOMS (Line Operations Monitoring System) によってコンピュータ解析される。FLIDRAS/LOMS はあらかじめ規定された「理想な」領域を外れた飛行区間を検索する；これらは「FLIDRAS / LOMS 事象」として出力される。

事象の取り扱い

毎月、検出された事象について FDM チームが評価を行う。この評価会議では事象のパターン、特にパターンの変化に注意を払う。初期の段階において劣化の傾向を把握でき、適切な修正措置をとることが可能となるため、このことは運航監視において最も重要な特徴のひとつと考えられている。当然のことながらとった措置の有効性も監視される。

この会議では、特に注意を払うべき事象についても詳細に検証される。こうした事例の中には、該当乗員の証言が明らかに最も重要となることもある。この会議の場においては乗員の匿名性が保たれるように運航担当および飛行安全マネージャーには、飛行を特定できるような詳細情報は提供されない。FCLO (乗員渉外担当) は、厳しく秘匿保持された方法で乗員の氏名を入手し、当該乗員と連絡を取ることになる。こうしたやり取りは摘発を目的とするのではなく、教育を目的とするものであることを強調しておく。

FCLO が付加訓練を必要と判断すれば、FCLO は必要に応じ当該乗員を呼び付加訓練を勧める、同一乗員により事象が繰り返されたり、一回の事象であっても航空機の安全が極めて脅かされたような場合には、その事象について FCLO、飛行安全マネージャーおよび FDM チームの間で協議を行い、乗員の匿名性を取り消すこともある。

FDM フローへのコメントおよび結論

FDM 報告

FDM 報告は、特異事象の概括および乗員と面談した代表からの報告とあわせ、事象発生率と傾向を記載している。この報告書は、乗員管理部門へ配布され、また社内イントラネットを介して乗員も情報入手が可能である。

FDM の結果

FDM プログラムおよび FDM 会議では問題点を抽出することができるが、是正措置が講じられる場合にのみ改善が見込まれる。手段としてはニュースレター等による一般乗員向けおよび FCL0 経由もしくはまれなケースとして乗員の知識向上を図る付加訓練を介して個々の乗員向けにフィードバックされる。定期訓練の内容を決定したり現行訓練を検証する手段としては統計的手法が用いられる。これにより easyJet 社の乗員の理念や方式そして現行の方式を変更する必要性を空港当局に納得させるのに使用することができる。乗員名を明らかにするような情報は全て保存されない。

結論

飛行データの解析プログラムは航空安全に多大な効果をもたらしている。FDM プログラムを支援することは、社内に「no blame culture」を育み、安全運航に寄与するためにも理にかなっている。このプログラムは乗員、航空会社および航空界にとって不可欠の航空安全そのものを目指している。

5. 実運航の監視と自発的報告制度

わが社では他社と協力して乗員が自らの実績を監視したり報告する仕組みを開発している：
自発的報告制度

自発的報告制度（SRS）とは

- ・ SRS は前向きな安全情報収集プログラムである
- ・ こうした情報から組織の強い部分および弱い部分を診断できる
- ・ 通常運航および地上運航に係る日々の情報収集に適している
- ・ 自己監視の報告（形式は自由）
- ・ 情報は地上を含む全ての運航を通して収集され乗員の自己監視報告も含む
- ・ 前向きな予防的な安全向上手法を容易に採用できる

自己監視報告

- ・ 品質を改善し、従業員に組織の実績を確認し成績をつける権限を付す
- ・ 組織運営上の一体感をもたらす経営層に組織の風通しをよくする
- ・ 予防的かつ時宜にかなった組織運営を可能とする
- ・ 運航上のリスクを管理しながらコスト基準を削減できる

自発的報告制度

自己監視報告プログラム全体の成果は次のような各飛行フェーズにおける乗員のパフォーマンスを数値化評価したものである：

- ・ 操縦室内における乗員のパフォーマンス
- ・ 運航支援
- ・ キャビンの業務
- ・ 運航環境
- ・ 地上作業
- ・ 今後の課題として 乗務割等の評価

6. 乗員の疲労に関する研究

easyJet のような低コスト航空会社は、航空運送事業の中で成長している分野であり、顧客の立場に立った安全な運航を提供していくためには、乗員の訓練、職業意識および健康に依存している。わが社にとってビジネスを成功させ、高い報酬で報い雇用を確保していくためには、航空機の使用頻度を高くしておくことが不可欠である。問題はこれをどのように安全に達成するかである。高頻度の短距離飛行にはヒューマン・ファクターの考慮や乗員の疲労軽減の観点から安全管理の上で特に課題がある。しかしながら、乗員の疲労については一航空会社の中で決めてしまうには、困難な議論の多い問題である。わが社のヒューマン・ファクター・チームではこの課題の多い研究に果敢に取り組んだ。

疲労は、「活動の継続に伴い作業性の低下やきわめて主観的な疲れの感覚を生じさせる、身体的生理機能の変化」として定義されている。航空業界における疲労とは、シフト勤務、長時間勤務、環境上のストレスおよび睡眠の低下によって生じる正常な人間の身体的反応である。

疲労の前兆

生理的、心理的および行動的な機能は、サーカディアン・システムとか「サーカディアン・リズム」として知られる「体内時計」によって定められている。典型的なサーカディアン・サイクルにおける作業性および注意力は：

- ・ ピークは 0800 から 1200 の間
- ・ 1300 から 1500 の間で少し低下

- ・ 1500 から 2100 の間に再び増加
- ・ 再び低下し 0200 から 0600 の間に最低のサーカディアン・トラフに落ち込む

このサーカディアン・トラフに陥っている間に運航することが必要となると、人間は作業性の減退を経験することになる。サーカディアンの影響は、乗員が自らのサーカディアン・リズムの外で働くこととなる 24 時間運航体制を考えるとときに重要となる。こうしたリズムは急激な変化に対応せず、勤務 / 休憩スケジュール、社会との関わり、食事時間および日照といった環境条件によって変わってくる。もし乗員が体内のサーカディアン・リズムに反して睡眠を取ろうとすると（この場合シフト勤務や子午線をまたがった飛行によって生物学的リズムが乱される）注意力や作業性が低下することになる。

睡眠不足の累積 / 長時間勤務

睡眠は、人間の生理にとって元気を回復するための機能で、乗員にとっては精神面の満ち足りた水準を維持する上で不可欠であり、居眠りの防止や睡眠不足の解消につながる。夜間睡眠が 1.5 時間短縮されると昼間の注意力が 30%減少する結果となって現れる。最少の休息時間で勤務を継続する場合は最も疲れを貯めやすく更なる睡眠不足に陥ってしまうことになる。

疲労は多面的な構成概念であり、その影響は生理的、認知的および行動的側面の三つに分けられる：

- 生理的： 身体的消耗；睡眠中断（深刻なもしくは慢性的な欠如）；運動神経制御の不足；免疫機能不全。
- 認知的： 注意力 / 警戒心の減少；slips/lapse の実行；判断力の低下；非効率な二重作業；現状判断力の低下；集中力の欠如。
- 行動的： 気分を乱す（いらつき / 不安 / ユーモアの欠如）；協力不足；会話の欠如；リスクの見定め；努力を惜しむ；率先的行動を躊躇。

疲労の測り方

パフォーマンス評価を用いる手法

FDM 解析

LOSA

認知能力の試験

反応時間

集中力

判断力

自主的評価

安全報告

調査 / 面談

睡眠日誌

生理的評価

EEG electroencephalography (電子的に脳の活動を測定)

動的行動の観察

静的活動観察

気分 / 感情状態の評価

動機 / 衝動

疲労にはさまざまな発生要因があり、パフォーマンスに及ぼす疲労の影響を分離しようと研究者たちは実験室の中で「環境依存業務」を開発してきた。ここでは、外界要因に左右されずに、例えば判断力に及ぼす睡眠不足の影響調査など、パフォーマンスを観察できる。こうした研究は、疲労に影響された乗員の作業性の指標としては有用であるが、多様な業務を伴う実運航環境向けに一般化され得ない。

一方、ライン運航中に実施される野外調査においては、可能性のある全ての影響因子を管理することは不可能であるが、実験室で行われる研究に較べれば、実環境をより正確に反映している。今日までこの分野における野外調査は、長距離路線および国内線の短距離路線と地域航空路線に焦点を当ててきた。わが社が着手した研究以前には、低コスト航空会社における疲労の影響を再調査したものはなかった。

疲労防止に何が可能か

疲労を皆無にすることは不可能であるが、その影響を和らげることは可能である。

- ・生活習慣の変更： 疲労を減少させようとするときにその的となる要因は幾つかある。これらは、睡眠環境、運動、食事、アルコールやカフェイン摂取の制限、居眠り、等々である。
- ・乗務割の変更： 航空会社は勤務表や乗員計画ができる限り安全を志向するものであり、不必要に疲労感をもたらさないものとなるよう乗務割を評価し続ける責務を有する。

easyJet の取り組み

easyJet 社における現行の「6/3」乗務方式の下で乗員の疲労度調査が計画された。この調査は、現行「6/3」方式の下で乗務の週に及び早番から遅番への移行によるシフト勤務によってもたらされるサーカディアン・リズムの狂いから生じる疲労の蓄積度を考慮しようとするもので、データは4ヶ月間集められた。この取り組みでは、乗員の疲労度、現行乗務割りおよびヒューマン・エラーとの間に相関があるか否かを調査するため、安全管理の傘の下であらゆるデータを統合することとした。疲労問題は、さまざまな要因を抱えているため統合的かつ包括的な取り組みを必要とする。

データ収集

データは次のものから集められた：

- ・ スレットとエラー管理を把握するため全路線網にて LOSA を実施。
- ・ 訓練済みの観察者が標準勤務日の第一日、三日、四日および六日に監査を行い、4 ヶ月間のデータを収集。
- ・ 各監査期間の始めと終わりに認知力試験を実施。
- ・ 疲労予知モデル用に任意に抽出した 20 の勤務表を使用。
- ・ 乗員の年齢分布
- ・ AIMS から乗務割計画情報を入手
- ・ 既存の航空安全情報
- ・ FDM 解析
- ・ 過去の乗員の勤務時間
- ・ 乗員の病欠データ

調査結果からの提言

調査から得られた一連の提言は次のとおり：

- ・ 乗務割管理ソフトウェアにリスク指標を取り込むとともに乗務割管理者に疲労対処法を学習させるべきである。
- ・ 疲労管理計画をまとめる前に全社内において業務リスク解析を行うべきである。
- ・ 訓練、学習を通して管理職、乗員および乗務割担当に対し疲労対処法を周知させるべきである。

7. 監査

事故の経験がないことは必ずしも危険やリスクがないことを意味しない。航空業界においては、航空機の安全証明、整備や運航の規則、標準運航手順、訓練、報告制度等により幾重もの安全網を講じて非常に高い安全レベルに達することができた。どのエアラインにとっても重要な質問は、「こうした安全網をどううまく働かせるか？」であるが、定期的な監査はこの質問に対する適切な答えとなる。

安全管理システムの定期的な審査

安全に係わる事項を指摘することや継続的に安全向上を図っていく上で、SMS はその有効性を監視されるが、定期的に経営層の審査を受け、内部監査報告は年に二回、また外部監査は年に一回 CEO に直接報告される。

スイス航空界における相次ぐ事故を受け、スイス国の運輸大臣はスイス国内における主要な航空事業者に対する監査を指示したため、easyJet スイスは昨年監査を受験した。監査は航空安全の専門機関として高名のオランダ NLR（航空研究所）により行われた。

NLR (オランダ航空研究所) の監査

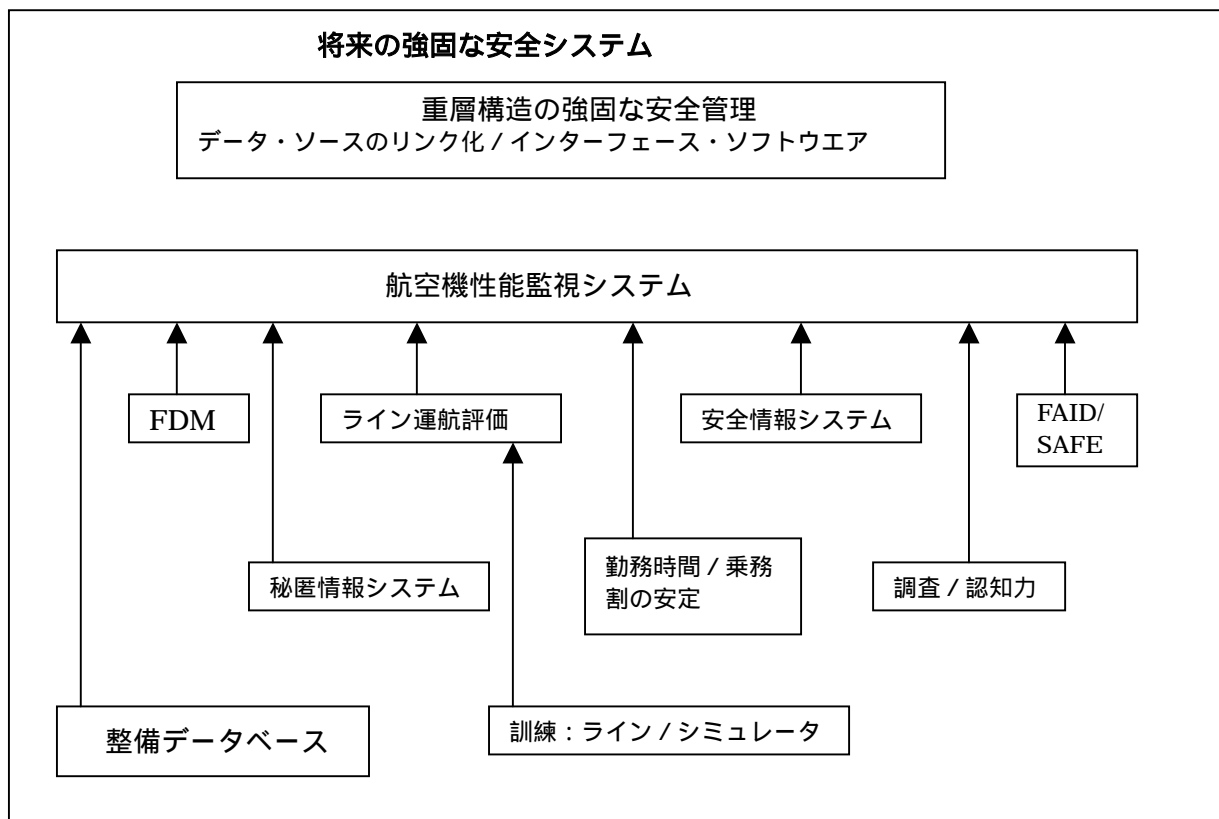
NLR による easyJet スイスの SMS 評価結果

- ・ 社内の安全管理はよく組織化されている。easyJet スイスと easyJetUK との相乗効果により SMS は非常に円熟したものと考えられる。
- ・ 社内にはきちんとした安全理念があり、安全報告制度は機能しており、リスク軽減活動の実施も公式の安全活動審査過程を経て監視されている。
- ・ easyJet の安全宣言は、安全理念とよく整合している。
- ・ easyJet スイスにおける安全管理は、英国親会社との大きな相乗効果により、小規模航空会社としては平均以上である。

上に示したように、わが社の SMS が平均以上でありまた円熟していると考えられる旨評価されたことはすばらしいことである。この報告以降、満足することなく、われわれは FDM および秘匿報告制度を導入、また LOSRM (ライン運航の自己監視報告) を開発するなど継続的に SMS の向上を図っている。

8. 将来：強固な安全システム

わが社の将来構想は、図に示すような重層構造の強固な安全管理システムを構築することである。



(文責：ANK)

大型輸送機の燃料タンクの安全性強化について

Daniel I. Cheney

Mgr, Safety Programs

Transport Airplane Directorate, FAA Commercial Airplane

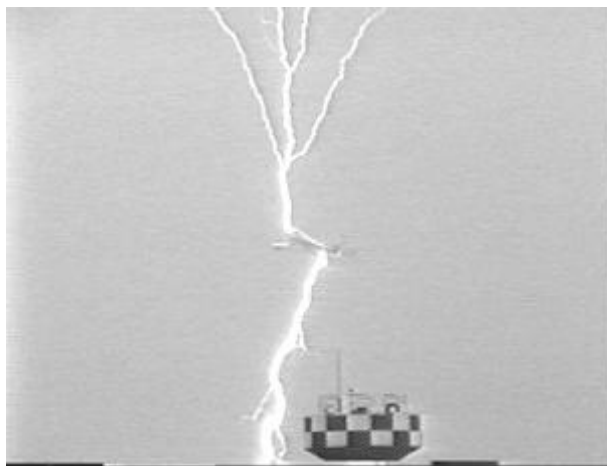


図- 1 離陸機への落雷（日本のある空港 = 爆発事故とは無関係 = ）

1. 燃料タンク爆発事故の歴史

1960 年以來、燃料タンク爆発にかかわる以下の重大な事故は、大型民間航空機の燃料システムに対する基本的な安全戦略 - すなわち発火源を絶つ戦略 - に疑問を投げかけることとなった。

a. パンナム B707 エルクトン事故（1963 年 12 月 8 日）

プエルトリコ発ボルチモア経由フィラデルフィア行きの 214 便 B707 が、雷雲中を 5000FT でホールディング中に、左翼に落雷して墜落、81 名が犠牲となった。燃料は Jet A と JP-4 の混合であった。

b. イラン空軍 B747 マドリード事故（1976 年 5 月 9 日）

イラン空軍所属 B747-100 が激しい雷雨の中をマドリードのバラハス空港に向け進入中、5000FT で左翼に落雷して墜落、17 名が犠牲となった。燃料は JP-4 であった。

c. フィリピン航空 B737 マニラ事故（1990 年 5 月 11 日）

B737-300 機がプッシュバック中に、空(残存燃料)のセンタータンク内で爆発が起こり、機内に火災が広がって全焼し、8 名が犠牲となった。燃料は Jet A であった。

d. TWA 800 便 事故（1996 年 7 月 17 日）

B747-100 機が、上昇中 13000FT で、空のセンタータンクが爆発し、墜落 230 名が犠牲となった。燃料は Jet A であった。

e. タイ航空 B737 バンコック事故 (2001 年 3 月 3 日)

B737-400 機が駐機中のゲートで、空(残存燃料)のセンタータンクが爆発し、機体は炎上し、1 名が犠牲となった。燃料は Jet A であった。

いずれも、確かな発火源を突き止めることは出来ず、可能性のもっとも高いシナリオに従って、対応策が検討された。上記の 5 つの事故は「高い可燃性」の燃料タンク*と現在呼ばれているタンクの爆発であった。(*可燃領域にあった時間が、運航時間の 7%より長かった。)

2. 燃料タンク爆発の 3 要素と可燃領域

燃料蒸気 (Fuel Vapor) と酸素 (Oxygen) が存在して一定の混合比になり、発火源 (Ignition) がそろったとき、爆発が起きる。従来は燃料タンク内に燃料蒸気と酸素が存在することは当然として、発火源を一切なくすることが発火(爆発)防止の戦略だった。

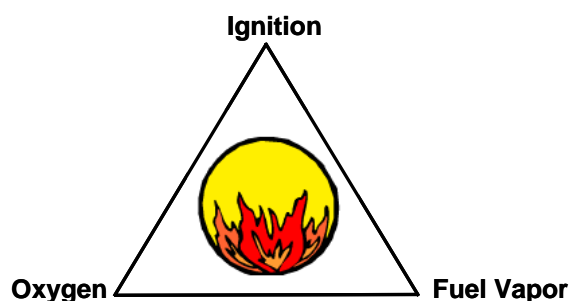


図-2 爆発の 3 要素 (Fire Triangle)

しかし、TWA 800 の事故例から、燃料タンクの中には、運航中にかなりの割合で可燃領域に入るものもあることが認識された。

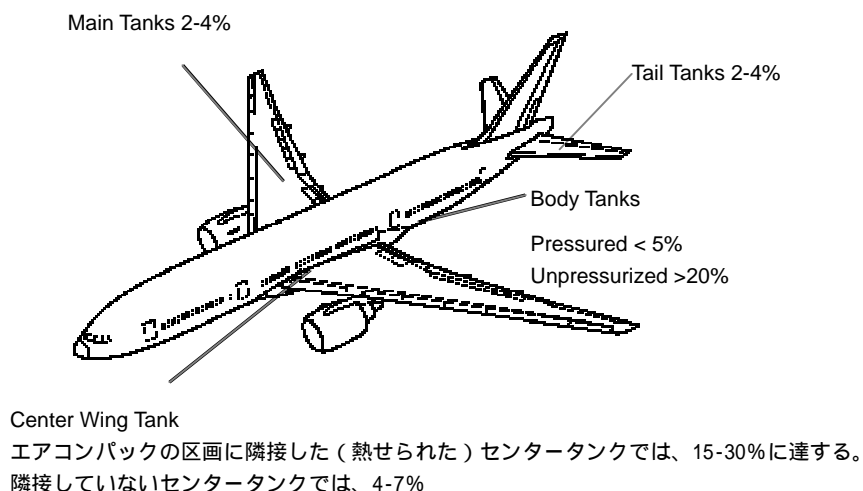


図-3 燃料タンクが可燃領域に入る時間が運航時間に占める割合 (%) - (典型例)

1996 年の NTSB の TWA 800 事故に関する勧告は、発火源については、Center Wing Tank (以下 CWT) 内の検査、配線の検査、および燃料ポンプの検査等を、可燃性の低減については、燃料タンクから爆発性の混合気を排除することを求めている。従って、発火源を絶つ方法に、可燃性の低減を加えた「バランスのとれたアプローチ」が、燃料タンク爆発防止には有効であることが示された。

3 . SFAR (特別連邦規則 : Special Federal Aviation Regulation) 88

FAA は、NTSB の勧告に対し、既存機に対する発火防止の観点からの再検討とこれらの検討結果に基づいた安全強化策の実施(整備・検査プログラム)を求める SFAR 88 を 2001 年 6 月に発行し、以下の結果を得た。

- a. SFAR 88 の目標は発火源の排除であり、安全評価は非常に有益であった。
- b. 予想していなかった発火源があったこと。
- c. すべての発火源の特定は難しいこと。
 - ・新しい不具合が数多く見つかった
 - ・未知の不具合がある可能性があった
- d. すべての発火源を排除できると期待することは、非現実的である。
- e. 「高い可燃性」のタンクの可燃性低減を、システム安全性の不可欠な部分として考えなければならぬ。

すなわち、現在の多くの航空機は、それぞれの発火防止対策に関して同様の欠陥があり、発火防止をバックアップするため、さらに可燃性低減が必要である。

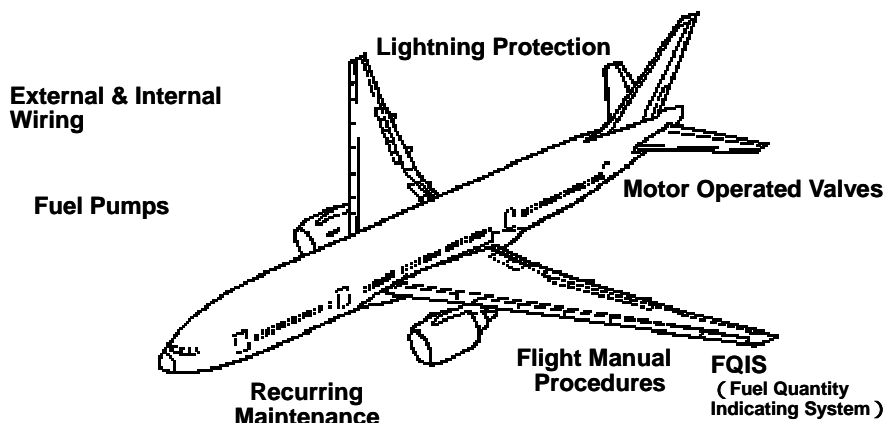


図-4 SFAR 88 による検討部位

4. 燃料タンクの安全に対する取り組み（5つの事故に関して） 現在までの安全への取り組みを、重大事故に対比して表-1 にまとめる。

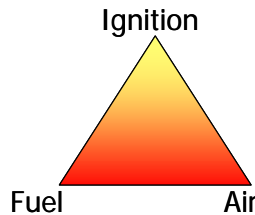
年代	1960-1990	1990-1999	2000-現在
事故	707 エルクトン 747 マドリッド (被雷)	737 マニラ 747 ニューヨーク (被雷によらない)	737 バンコク (被雷によらない)
《安全へのアプローチ》 発火防止	・発火源をなくす。 (事故の後、当該機種に 対する改善)	・発火源をより効果的 になくすための設計お よび整備の再検討 (SFAR 88) ・全機種への対応	・最善を尽くしても(発 火防止だけでは)爆発 をすべて防ぐのは難し いという認識
 可燃性低減	<ul style="list-style-type: none"> ・いくつかの調査・研究 ・実用的な方法は見つか っていない ・要求も設定されていな い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・FAA の研究は(燃料 タンクの)不活性化の 開発に結びついた ・ARAC は、それを実 用的ではないと考え た。 	<ul style="list-style-type: none"> ・FAA はシンプルなシ ステムを開発した ・(燃料タンクの)不活 性化は実用的で、バラ ンスの取れた解決のた めには必要であるとの 認識

表-1 燃料タンクの安全に対する取り組み

5. 可燃性の低減について

1998年と2001年にFAAは、ARAC(航空規則諮問委員会: Aviation Rulemaking and Advisory Committee)に対して、TWA 800事故に直接応えるように、燃料タンクシステムの可燃性低減の調査を命じた。両委員会は、可燃性低減の努力は価値があるが、この時点での技術では、重量は重く、コストは高く、信頼性は低いことから、民間航空機には実用的ではないとの結論に到った。

しかし、FAAは技術研究開発を継続し、可燃性低減システム(FRS: Flammability Reduction System)を開発した。FRSの実用化に際し、以下の3点の技術的なブレークスルーがあった。

- Air Separation Module* の改良 薄膜(窒素分離用の分子フィルター)性能の向上
*分子フィルター等を用いて、ブリードエアーから窒素濃度の濃い空気(Nitrogen Enriched Air)を連続的に取り出す。
- 燃料タンク内の酸素濃度に関する見直し
高めの酸素濃度でも適切な防止策になることが実証された。戦闘状態の軍用機に適用された9%でなく、12%でも適切な不活性化が達成でき、上空では、15.5%の酸素濃度でよい。
- シンプルなシステム(図-5 B747 取り付け例参照)

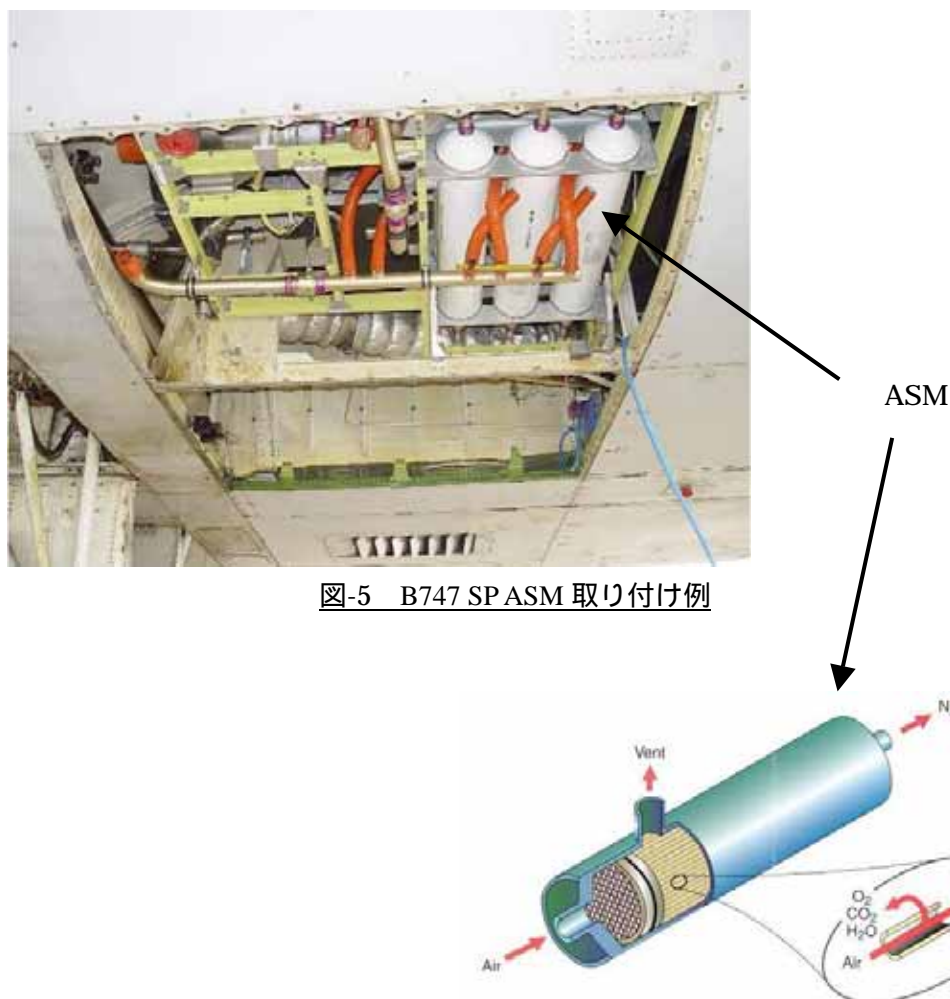


図-5 B747 SPASM 取り付け例

6. 「バランスのとれたアプローチ」 - Balanced Approach

SRAR 88 当時は、窒素濃度の高い空気を燃料タンクへ充填する不活性化は現実的な手段ではなく、発火防止のみに焦点を当てたものであった。その後の FAA の研究開発は、不活性化が実現可能であることを示した。したがって、発火防止と可燃性低減の組み合わせを利用したバランスのとれたアプローチが、現在では可能となった。

2004 年 2 月 17 日、FAA 長官 Marion C. Blakey は、米国籍民間ジェット輸送機の「高い可燃性」のタンクの可燃性を低減するように、FAA が AD 化の準備 (NPRM : Notice of Proposal Rule Making) を行っていることを表明した。(現時点では、発行されていない。)

これは、発火防止と可燃性低減の組み合わせが、燃料タンクの安全性の本質的な改善となり、発火防止を補うために、可燃性低減の方法を実施する方向に FAA が進んでいることを示している。可燃性低減のための実施計画は、可燃性の高いタンクへの可燃性低減方法 (FRM) を生産ラインで

組み入れる提案（ボーイング&エアバスの CWT）「高い可燃性」のタンクを有する既存フリートに対する FRM*の改修の提案（ボーイング&エアバスの CWT）および可燃限界を含む FAR 25 改定の提案の 3 点からなっている。

*FRS:ワイドボディ機では、一機あたり 20 万～75 万ドルの費用と 400 Man-Hour の取り付け工数、100～200 ポンドの重量増と試算されている。

7 . FAA と EASA (European Aviation Safety Agency. の取り組みの違いについて

David Gibbons 氏 (EASA Team Leader Fuel Tank Safety) から、FAA と EASA の本件に関する取り組みの違いについての補足があった。

FAA は可燃性低減方法 (FRM) を遡及適用するように求めているが、EASA は、現段階では、完全にはこれを支持しておらず、この件に関して RIM (Regulatory Impact Assessment) を進めている。

遡及適用に関し、以下の 3 つの問題があり検討を要する。

- a. それらの方法の採用は、高価となること
- b. 既に提案されている発火防止手段によって達成できる安全性以上の付加的な安全性を得るには、可燃性低減方法の追加コストは高すぎる (正当化できるコストではない)。
- c. 新造機への可燃性低減手段の適用は正当化できるが、既存機への完全な遡及適用は難しい。EASA は 2008 年頃から新造機に可燃性低減手段を装備することが妥当な要件と考えている。

EASA は、燃料タンクの安全性に関連した一連の規則が、型式証明、整備、および運航の場で、最大限調整され、規則が適切であり、かつ費用効果を確保するように、今後とも FAA と連携していく。

(文責 : エアージャパン ・ AJX)

Risk Reduction in Worldwide Cargo Operations

Captain Terry McVenes

Executive Air Safety Vice Chairman

Air Line Pilots Association, International

1. 序論

U.S. NTSB の調査によると 1984 年以来、38 件の貨物機の事故が発生し 170 名が死亡、60 名が重傷を負っている。CAA の研究によると、1980 年から 1996 年にかけての貨物機の死亡事故の発生率は、少なくとも旅客機の 4 倍である。また、貨物専門会社の事故率は旅客機に比べて 2 倍である。さらにランプ事故やタービュランスによる負傷、滑走路への誤進入を除いた事故率で比べると貨物専門会社の事故率は旅客機の 5 倍となる。

貨物機の運航件数は全運航の 15% を占めるに過ぎないが、進入着陸時の全損事故の 35%、CIFIT 事故の 14%、全ての死亡全損事故の 25% を占めている。また全世界の旅客機の平均機齢は約 10 年であるが、貨物機の平均機齢は 22 年である。アメリカ国内に限ってみると旅客機は平均機齢 7 年、貨物機は平均機齢 28 年である。貨物機の安全性を旅客機と同等に引き上げる為に以下のような様々な努力をしなければならない。

2. 規則

貨物機に適用される規則は多くの場合旅客機に適用される規則と異なっている。たとえばアメリカの例をとると、貨物機は FAR121 の supplement が適用される。この場合、代替飛行場の要件、クルーのデューティータイムなどでより緩い規則が適用される。1993 年のキューバーにおける DC-8 の墜落事故で NTSB はクルーの長いデューティータイムが事故の一因であると結論づけている。さらに貨物機の場合は旅客機で定められた装備の一部が必要でない点も問題である。

また、危険物を積載しているにも関わらず、旅客機では認められていない、救命消防施設の無い飛行場へのフライトが許可されている事も問題である。さらに、重量の計測や計算、貨物の積載を担当する者の資格要件が、飛行機の運航にたずさわる他の職種に比べて、非常に緩いか、あるいは要件が存在しない点も問題である。

リコメンデーション

- 旅客機と同一の安全レベルとなるように、カーゴオペレーションに対する規則の見直しを行い必要なら規則を改定すること。

3. 装備と認可

貨物機の多くが旅客機を改装したものであり、機齢が高い事もあいまって、その後の様々な耐空性審査で改定された部分が盛り込まれない状態で飛行している。また、貨物扉をつけたりと、様々な改修がなされているが、この改修の大部分が、その航空機を製造したメーカー以外の会社で行われている。規則ではメインデッキに火災消化システムを必要としていない。

リコメンデーション

- 航空機製造後の改造に関する規則を見直し、必要なら旅客機と同等の安全性が確保できるように改定すべきである。

4. ロードコントローラーの質とライセンス

貨物の搭載の準備と搭載は航空機の安全に直接影響するにも関わらず、これらの仕事を行う組織や個人に関して国家は何のライセンスの発給、組織の認可を行っていない。その上、これらの組織や個人に対する、訓練や資格認定に関する必要条件は多くの場合不適切である。NTSB は 1997 年のマイアミにおける DC8 の事故で、貨物のローディングをする人間が、ローディングを間違えた場合に起こる結果の重大性を認識していなかったと明言している。

貨物の搭載準備と搭載に関わる人間は、しばしば最低賃金で雇われ離職率が非常に高い、また十分な教育を受けていない。多くの貨物搭載者はスケジュールキープのタイムプレッシャーの元で仕事をしており、時には事故の原因となる間違いを犯す結果となる。1989 年のテキサスでの DC9 の墜落事故で NTSB はカーゴドアのラッチがきちんと掛かっていなかった事が事故の原因であると結論づけた。多くの軍用機では貨物の搭載に責任を持つ、十分な教育を受けたロードマスターを配置している。貨物会社もこの制度を導入すべきである。さらにこの仕事はパイロットや整備と同じくらい航空機の安全にとって重要であり、この資格に関して国は免許制度を導入すべきである。

リコメンデーション

- 航空貨物会社は貨物の正しい搭載計画と搭載がなされるように、搭載に関わる全ての人間に適切な教育を施す事、ならびに各国はロードマスターにも免許制度を導入する事。

5. 貨物の取り扱い

貨物における問題点は、例えば最初に貨物を預かった業者が規則を見落としした場合のように、取り扱うどこかで間違いをすると事故が起こるまで他の者が気づかない場合がある事である。貨物の重量が増すにつれ危険性は増大するが、この取り扱いについての業界全体を通じての基準が無い、IATA には重量計測器の正確性についての基準があるが、その遵守は求められていない。

事故調査の結果からは貨物を取り扱う人々が、間違った場合の結果の重大性について知らない可能性があるのではと思われる。NTSB がこれらの事について数々のリコメンデーションを出しているにも関わらず、ロードプランニングシステム、貨物取扱者に対する教育と認可に関しての業界の標準が存在しない。貨物専用機の方が旅客機への貨物搭載よりもより危険である。

いくつかの航空貨物会社は、貨物の取り扱いについて非常に優れた方法を使っているが、残念ながら全ての航空会社でこの方法が採用されているわけでは無い。業界の中で最良のプロセスを全航空会社が採用する事により業界全体のリスクを下げる事ができる。

リコメンデーション

- 航空貨物会社は、世界中で行われている最善の貨物の搭載方法と同じ方法を用いて世界的に普遍な方法で貨物を搭載する事。

6. 地上及びフライトクルーの資格ならびに訓練

離陸上昇時における貨物機の事故は旅客機に比べてはるかに多い。主たる原因は貨物の誤搭載ならびに、貨物の機内での移動によるミストリムである。誤搭載の防止と、ミストリム状態の航空機のフライトについての、地上従事者、フライトクルーに対する適切な訓練が不足している。FAA は NTSB の「タクシー及び離陸初期における、ミストリム状態認識の手がかり及びフライトクルートレーニング」に関するリコメンデーションについて、満足がいく対応をしていない。

(訳注 : A-98-44 http://www.nts.gov/Recs/letters/1998/A98_44_58.pdf)

貨物搭載者とフライトクルーに対して適切な訓練がなされる必要がある。また、キャプテンはいつでもロードコントロールに関して安全を確認する義務と権利がありこれを満足する為に、適切なロードプランのドキュメンテーションと確認プロセジャーが必要である。

リコメンデーション

- 地上・フライトクルーに対する教育の見直しを行い、ミスロードを行った場合の危険性を周知させミスローディングの防止を図ること。
- 貨物機のフライトクルーに対して貨物機特有の危険性を周知させる教育を行うこと。
- NTSB の勧告に従って、ミストリム状態の航空機危険性をシミュレーターで訓練すること。

7. 航空機の高齢化

単に構造部材の話に留まらず、高齢機では新しいテクノロジーに適合していない、部品の故障率の増加、交換パーツの入手困難とともに、機体製造メーカーから十分なサポートが得られない等の問題がある。特に旅客機から転用された貨物機においては、性能の不足、信頼性、自動化、等の問題に加えて、システムの故障率の高さとそれに伴う整備の増加、整備の難易度が上昇する問題が存在する。また、高齢機の部品は生産中止となっている場合や、メーカーが倒産しているような場合も多い。これらの貨物航空会社は直接メーカーから機体を購入したわけでは無いのでメーカーとの結びつきが弱い。

航空機の改造、保守及び整備

多数の貨物機が旅客機から改造されておりその結果として最初に作られた時と非常に違う形態となっている。この為、操縦席内の計器の配列や搭載機器も大幅に違い操作及び、運航、整備の複雑性を増加させている。これらの事が特に基地から離れた場所での整備性の低下を招き、複数機器が故障した状態での飛行が余儀なくされている。また、年をとった整備士が退職していくにつれ、古い航空機と古いシステムに関する社内の知識の蓄積が薄れていく。整備能力の低下と部品が入手困難になる為、より複数の異なる機器が作動しない状態で飛行するケースが増加している。

リコメンデーション

- 航空機及び部品の製造業界は、航空貨物機における高齢化と改造という特別な問題に目を向けるべきである。整備方式とその監督方式は基地以外の場所での修理ならびに修理業務の委託化を考慮して決められるべきである。

8. フライトタイムとデューティータイムの制限

国によっては貨物機と旅客機のフライトタイムとデューティータイムについて同一の制限を設けている国もあるが、アメリカのように制限が異なる国も存在する。貨物機と旅客機はその積荷が違っただけであり、これらの制限の違いはおかしい。航空の安全を担保する為には、統一された、一つの規則が望ましい。同一空域を同一飛行機で飛行し、同じ業務を行いながら、制限が違うことはおかしな事である。

制限については科学的な考察が行われるべきであり、その際には夜間フライトにおける人間の生理が考慮されなければならない。疲労は航空事故の非常に重要なファクターを占めているにも関わらず、過去の事例では疲労の影響度が過小評価されてきたきらいがある。1989 年以来 NTSB は 70 以上の疲労に関連するセーフティーリコメンデーションを発行してきた。1992 年のオハイオにおける DC8 の事故においては、睡眠サイクルの混乱がフライトクルーのパフォーマンスの低下に関わりあるとしている。

不定期かつイレギュラーの発生頻度の多さが貨物機における疲労問題をより深刻化させている。また古い航空機が多い為に、自動化が十分になされておらず、性能も不足気味であり、信頼性も低いによりフライトクルーに負担がかかっている。殆どの貨物フライトが夜中に飛行するために、フライトクルーは通常寝ている時間にフライトする事を余儀なくされている。その結果よりエラーを犯しやすくなり、またエラーに気づくのが遅れている。NASA の研究によると、通常寝ている時間のフライトはクルーのパフォーマンスの低下をきたすとしている。睡眠の欠乏及びサーカディアンリズムの狂いは、エラー及び事故と安全に対して直接影響する。しかしながら事故にどれだけ影響したかを定量的に見極める事は非常に難しい。

リコメンデーション

- 規則を定めるもの及び航空業界は、飛行前及びリザーブにおける最低休養時間を含む、週間の最大飛行時間に関わる規則を制定すること。

9. 危険物

旅客機には搭載が認められていない物が貨物機には多量に積まれている。定められた規則と手順を守らなかった場合の危険はその搭載量が多い為に貨物機においてより危険度が大きい。現在の規則と実際の取り扱いはこれら危険物の正しい確認と梱包、取り扱い方法について十分に安全な手段を保障しているとは言いがたい。貨物機の乗員はこれら危険物にさらされる機会が多いにも関わらず、特別な健康診断はなされていない。

航空機に搭載してはいけない物を載せる、不適切な梱包、不適切な取り扱い、危険物を申告しない等の事例は煩雑に起こっている問題である。貨物機のフライトクルーは、貨物の安全に関して不可欠の存在である。この為には、十分な時間をとってクルーに危険物が正しく取り扱われているかどうか及び、危険物の搭載位置等について正確な情報を与えなければならない。時間不足により貨物機のフライトクルーが膨大な書類を良く確かめもせずにサインする事が起こっている。荷主は適切に梱包され、かつダメージが無い旨の書類にサインはするが、本当に適切に梱包されかつダメージが無いか確かめる者がいない。

リコメンデーション

- 危険物の取り扱いに関する規則や方法に従わない事例が減るように、規則と実施方法を見直すべきである。フライトクルーが、危険物が正しく扱われ正確に積載されたことを示す正確な情報を十分な時間的な余裕を持って入手できるようなプロセジャーを確立すること。

10. 規則の遵守と監督

規則の遵守と遵守されているかどうかの監督は、航空会社の運航の安全にとっての要である。最近の重大事故の事故調査報告書によると、重大事故の殆どで規則の遵守の監督についての問題があった。貨物機を運航する会社にとって正しく規則に従っているかどうかの監督は、旅客機を運航している会社よりも難しい。貨物機は夜間運航や航路が頻繁に変わることで、基地以外でのローカル空港で貨物の取り扱いが他の業者に委託される事等の問題により、規則の遵守の監督が旅客機に比べて難しい。

リコメンデーション

- 規則を定めるもの及び貨物航空会社は、スタンダードオペレーションと連邦規則を守ることができるよう、人員配置と補給戦略について見直しを図るべきである。

11. 安全文化

全ての会社における業務の根幹は、たくみに作られた企業の安全文化であるべきである。強力な安全文化を持つ組織は、安全は会社の行う業務全てに影響すると考えている。強力な安全文化は周到に創りまた学ぶ事ができる。この安全文化こそ企業が事故を起こさないための強力な武器となり最終的にはその企業の収益に寄与する。その企業の安全文化がどの程度のものであるかは安全担当セクションが組織図の上でどこに位置し、誰がそのトップかという事を見れば判る。

企業のトップへの報告が安全担当セクションから何段階も経なければ伝わらない会社もあれば、安全に関する報告が直接企業のトップになされる航空会社もある。安全に関するゴールに到達する為には、積極的に安全に関するプログラムを開発し官庁、企業、労働組織に浸透させなければならない。

非懲罰的自発的報告制度は問題を初期のうちに修正する為の最も適した手段であり、さらに FOQA、ASAP、LOSA 等も企業内に導入されなければならない。FOQA プログラムに参加している 12 の航空会社のうち貨物会社は 1 社であり、ASAP に参加している 32 の会社のうち 4 社が貨物会社である。また、LOSA には 16 の航空会社が参加しているが貨物会社は 1 社も参加していない。

全ての航空会社は、危機管理は組織の運営にとって不可欠なものであるという認識を持った強力な安全文化を持たなければならない。航空会社が実施する安全の為のプログラムの種類と、どれほど強力に社内でも実施するかがその会社の安全文化の程度を図る尺度である。貨物会社と旅客会社の実施している安全プログラムの差が両者の安全性の違いを大きく分けている。

リコメンデーション

- 貨物航空会社は当局と労働組合とともに安全文化を築き維持しなければならない。罰則無し自発的報告制度が、FOQA や ASAP、LOSA 等のプロアクティブなプログラムとともに貨物

航空会社にも導入されるべきである。

12. 結論

- 世界中同一の安全レベルとなるように、カーゴオペレーションに対する規則の見直しを行い必要なら改定する事。
- 国やしかるべき機関は、貨物機と旅客機の安全性が同等となるようにカーゴ機的设计、耐空性審査の基準を見直し、必要なら変更を図る事。
- 航空貨物会社は貨物の正しい搭載計画と搭載がなされるように、搭載に関わる全ての人間に適切な教育を施す事、ならびに各国はロードマスターにも免許制度を導入する事。
- 航空貨物会社は、世界中で行われている中で最善の貨物の搭載方法と同じ方法を用いて世界的に普遍な方法で貨物を搭載する事。
- 地上、フライトクルーに対する教育の見直しを行い、ミスロードを行った場合の危険性を周知させミスローディングの防止を図ること。貨物機のフライトクルーに対して貨物機特有の危険性を周知させる教育を行う事。NTSB の勧告に従って、ミストリム状態の航空機危険性をシミュレーターで訓練する事。
- 航空業界は、貨物機特有の事について認識し整備に対して必要な情報を提供する事。
- 航空機及び部品の製造業界は、航空貨物機における高齢化と改造という特別な問題に目を向けるべきである。整備方式とその監督方式は基地以外の場所での修理ならびに修理業務の委託化を考慮して決められるべきである。
- 規則を定めるもの及び航空業界は、飛行前及びリザーブにおける最低休養時間を含む、週間の最大飛行時間に関わる規則を制定する事。
- 危険物の取り扱いに関する規則や方法に従わない事例が減るように、規則と実施方法を見直すべきである。フライトクルーが、危険物が正しく扱われ正確に積載された事を示す正確な情報を十分な時間的な余裕を持って入手できるようなプロセジャーを確立する事。
- 規則を定めるもの及び貨物航空会社は、スタンダードオペレーションと連邦規則を守ることができるように、人員配置と補給について見直しを図るべきである。
- 貨物航空会社は当局と労働組合とともに安全文化を築き維持しなければならない。罰則無し自発的報告制度が、FOQA や ASAP、LOSA 等のプロアクティブなプログラムとともに貨物航空会社にも導入されるべきである。

(文責：JAL-I)

中国南西地区における RNP / RNV オペレーション

Air China Southwest Co.

Capt.Chenh Dongcheng



チベット高原は世界で最も高い 5000 メートルを超える高地であり、主な交通手段は陸路のみであり不便であったが、チベット地方の経済的な発展に伴い航空機による輸送が現実的に求められてきた。チベット地方のフライトは 1960 年に Chengdu-Lasa 間において IL-18 によりテストフライトが行われ、1965 年 3 月 2 日から正式に運航が開始された。1987 年には Lasa-Kathmandu 間の路線が B707 により開始され、1992 年からはチベット地方への運航は B757 に変更された。中国国際航空はその後 Lasa との間で国内線を開設しその数は 10 を越えている。チベットでは中国政府による空港建設が更に行われている。

チベット高原の空港は以下のように標高が高い。

Changdu	14200ft	Lasa	11700ft
Zhongdian	11800ft	Jiuzhai	11300ft

機種は IL-18 (1965 年より就航しすでに退役) が使用され、その後 B707 (1982 年より就航し退役) B757-200 (1992 年就航開始) A340-300 (1999 年より) B737-600 (2000 年より) そして 2004 年から A319-115 が就航している。

就航については問題点があり、それは En-Route、Airport、Weather、そして通信の 4 つが挙げられる。

En-Route

- ・主な Nav-aid が不足しており Single のルート設定のみである。
- ・レーダーによる地上支援が受けられない。またルートセパレーションは 10 分である。
- ・最寄りの代替空港が取れない。
- ・MSA は 7470m (約 24500 ft) である。

Airport

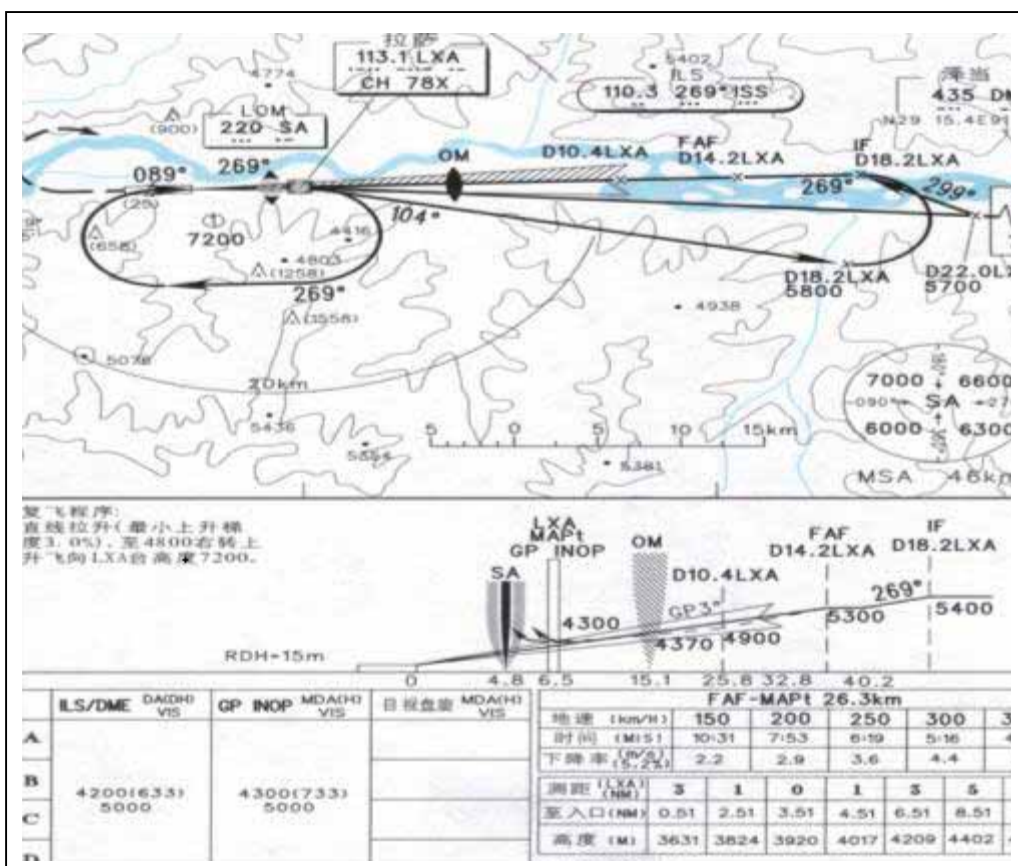
- ・周辺は山岳地帯でありレーダーサービスはない。
- ・出発と到着は同じ経路を使用している。
- ・Nav-aid の受信状態が不安定であり、計器飛行方式の設定が限定されている。
- ・一部の RWY については計器飛行方式が全く設定されない。
- ・Weather Minimum が高い。
- ・不測の事態が発生した場合の Procedure は VMC をベースにしている。

Weather

- ・降下中に山岳派によるタービュランスを必ず受ける。
- ・雨季には CB が盆地内に発生する。
- ・Blowing Dust が秋季と冬季に発生する。
- ・ISA+33 という高温の環境下である。

通信

- ・VHF による通信は 80 ~ 100NM に制限される。
- ・En-Route は HF を使用している。



このような条件の下、Chengdu-Lasa 線は 1965 年の就航以来 40 年間にわたり事故が発生しておらず、Chengdu-Bangda 線についても 1996 年の就航から 8 年にわたり同様である。

チベット地方のフライトについては乗員の資格、機体の整備や Release についての特別な条件および運航実施に関わる一定の基準を設定している。

乗員の資格

- ・オペレーションは資格を持った Double Captain で実施されている。
- ・資格要件は機長昇格後から最低 1 年以上経過しており更に PIC として 500 時間以上の飛行経験を有していること。
- ・高原ルートの論理的な座学訓練と Simulator による訓練を受け審査に合格した機長であること。

整備

- ・高原ルートに特別に適した MEL が適用されている。
- ・他の路線と異なったエンジンのメンテナンス基準、Limitation, および Monitoring が実施されている。

運航基準

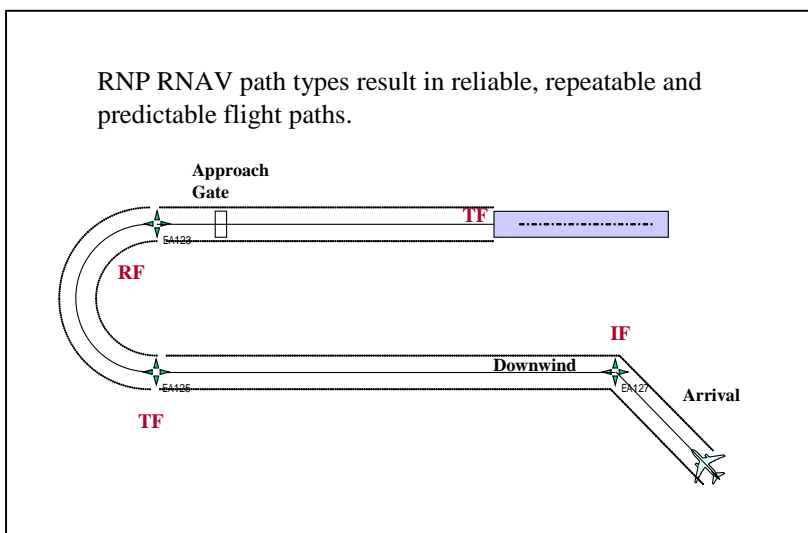
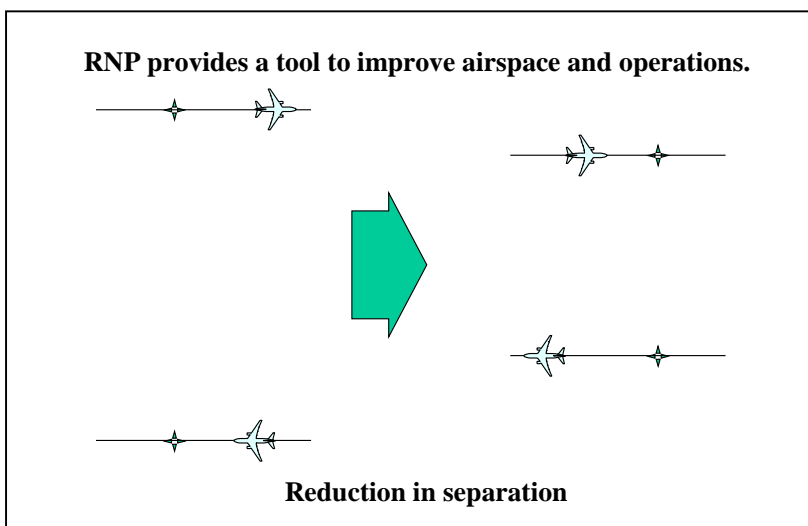
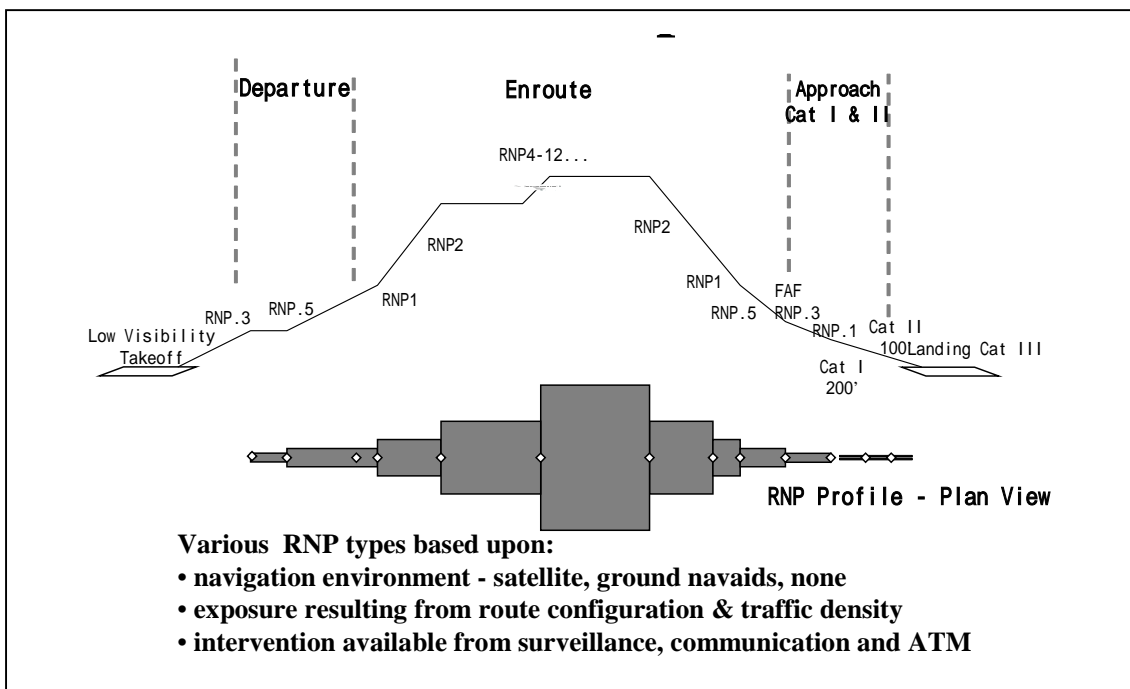
- ・Alternate Airport を 2 箇所選定する。
- ・Weather Minimum は

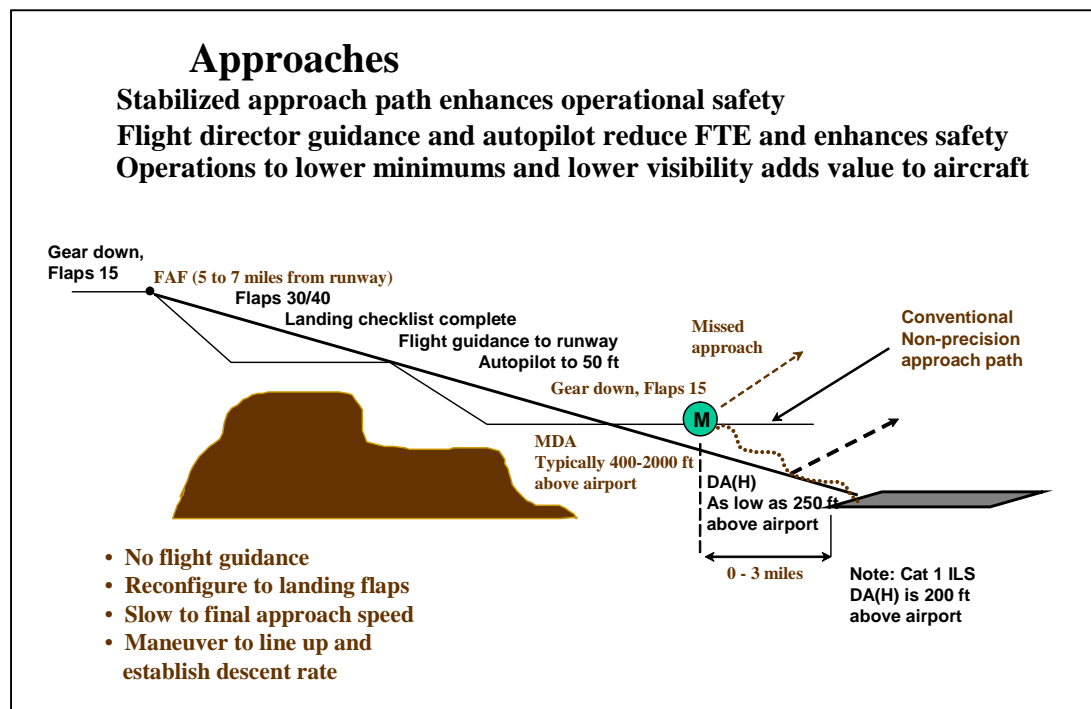
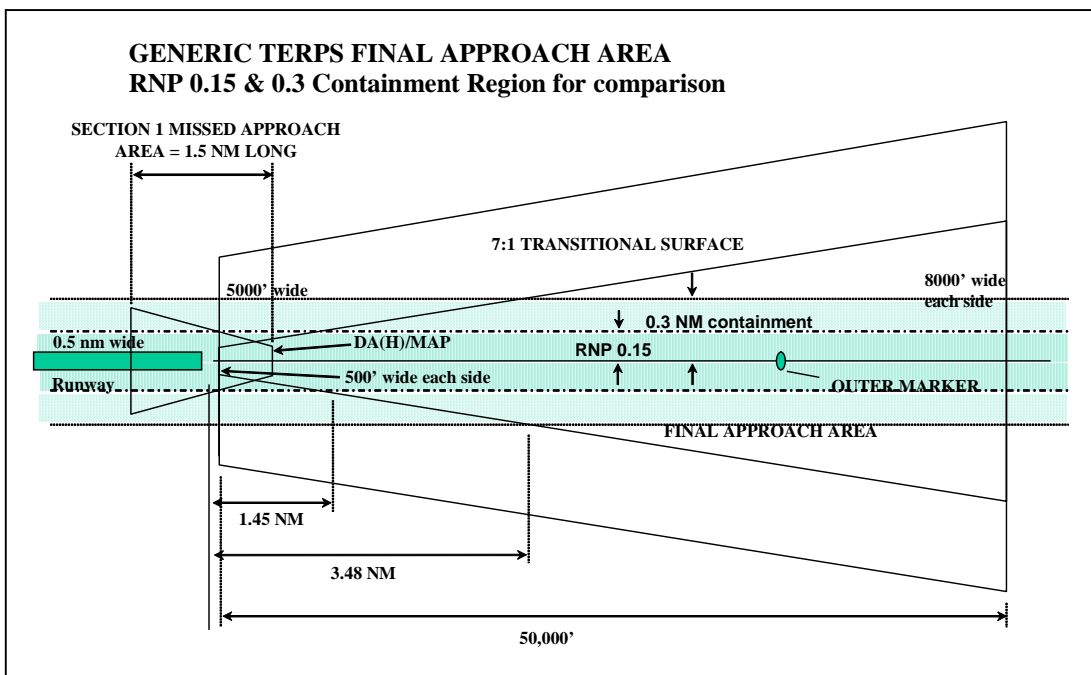
Ceiling 1700m	Visibility	10km	(DCH)
Ceiling 1800m	Visibility	5km	(LXA)

運航実績は Weather による遅延、Divert、欠航が数多く発生している。2004 年 2 月から 10 月までの間に 80 便が Divert した。会社はこうした状況の問題解決を図っていた。そこで RNAV/RNP Operation という解決策を見出した。

- ・RNAV (Area Navigation)
任意のルートを飛行することが可能な航法方式である。
- ・RNP (Required Navigation Performance)
一定範囲内に空域を限定させるために必要な航法精度のことを示す。航法精度と要件は RNP の種類や適用により定められている。

RNAV/RNP Operation は航空路を並行に設定することが可能であり交通量を増やすことができる。更に Departure および Approach Procedure を最大に利用でき、IFR の運航においてすべての RWY について Flexible な Track を設定できる。また、Procedure の設定において Gradient が小さくできる利点がある。





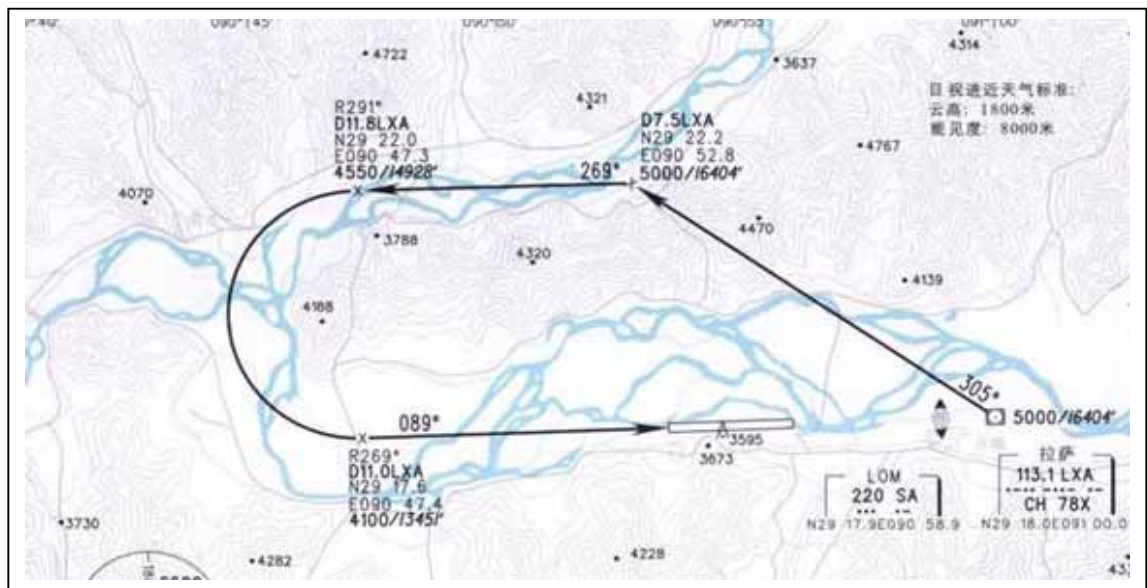
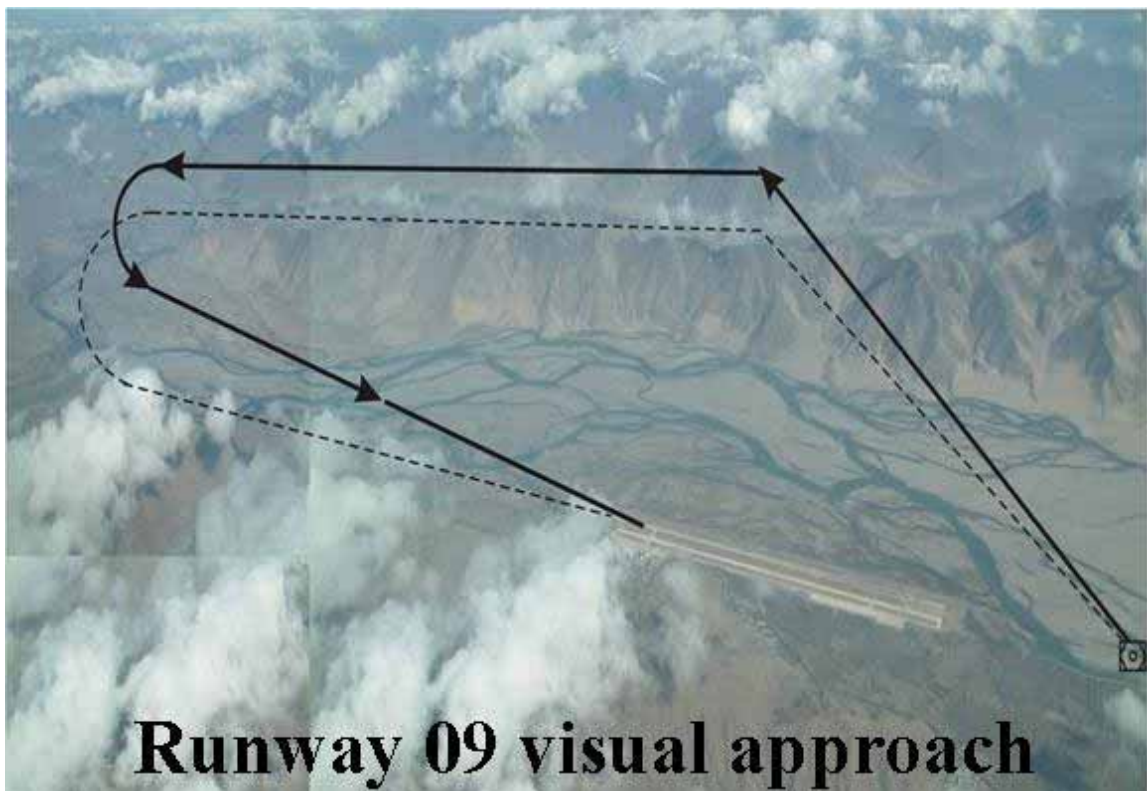
RNAV/RNP Operation の利点は以下に挙げられる。

- コスト効果がある。
- 24 時間、1 週間途切れることなく常時使用できる。
- Weather による施設的な影響を受けない。
- Ground Track が正確である。
- 地上における Nav-aid が不要である。
- VFR で運航しなければならない空港について IFR で運航が可能となる。
- 障害物の多い Area への飛行を減らすことができる。

チベット地方の空港は標高が高く周辺は山岳地帯である。また気象状態が非常に厳しく、RNAV/RNP Operation の必要性及び可能性がある。

中国における RNAV/RNP Operation を実施には、関連法規の確立、ルートの設定、訓練の実施、そしてパイロットがこのオペレーションについて信頼することが克服すべき課題となっている。

こうした中 CAAC (中国民航総局) Air China、Boeing との間で RNAV/RNP Operation の適用について協力関係が結ばれた。そして Lasa 空港における RNAV/RNP Operation の試験運用実施に向けた草案作成の準備を現在進めている。



あとがき

1996 年からアラスカ航空が B737 を使用して RNP/RNAV 運航を始めましたが、2004 年すでに 10 箇所で公式にこの運航が開始されています。



(文責：JAPA)

降下開始時における疲労：商業航空会社における疲労危機管理システム

David Powell, M.D.,

Air New Zealand

1. 序 章

これは、商業航空会社における実効的な疲労管理システムの一例である。この講演は、運航宿泊の付加のメリットおよび操縦士の追加のメリットを見つめながら、プログラム開発の概要および最近実施された研究の焦点について述べたいと思う。さらに、最近実施した「Top of Decent Survey」について述べると共に、疲労と覚醒に関する将来の展望を考察することとする。

航空機乗組員の覚醒 (alertness) を効果的に発揮させることが、商業航空会社における安全飛行の不可欠な要素であることは疑いない。昨今、近年疲労危機管理システムと呼ばれる、より科学的な根拠に基づく飛行および勤務時間の制限の改訂への関心が大きくなってきている。我々は適用される覚醒の管理に関わる航空規則に従って、数年間に亘ってそのようなシステムを運用し、改善を図ってきた。

2. 背 景

New Zealand の地理的な位置によって、Air New Zealand が長距離運航会社であることは避けられない。当社は遠くはイギリスまで 12 の時差帯を通過する路線網で約 40 機のジェット機 (Boeing 747-400 8 機、Boeing 767 10 機、Airbus 320 7 機、Boeing 737-300 13 機) を運航している。

Air New Zealand は、8 年前に運航乗務員の疲労を監視するため、共同グループを設定した。それ以降、グループは 20 以上の運航に関わる研究を実施し、運航を行う操縦士の恐らく最大のデータを蓄積した。チームは Crew Alertness Study Group (CASG) と呼ばれるが、運航乗務員組合の代表者、経営陣、科学者および医者、乗務管理の代表者を有している。システムの強さはこの合同メンバーおよび代表者にある。グループの主要な役割は、経営陣が科学的な判断をする手助けをするために、疲労に関するデータを収集し、分析することである。このやり方は、航空会社の経営陣と組合との間のより伝統的な「 tug-of-war 熾烈な闘争 」からの脱却である。

グループの研究対象は最近になって操縦士だけでなく、客室乗務員にも拡大された。データの収集および解析と同様、グループは経営陣者に対するアドバイスを与え、疲労に関する航空機乗組員への教育を実施した。グループの強さの鍵は、運航乗務員組合の代表者、経営陣者、および科学者 / 医者からなるバランスのとれたメンバー構成にある。いかなるときも、グループの機能がデータの提供であって意志決定をすることではないことが徹底されている。別の鍵はグループの設定時から外部の評価団体、International Alertness Advisory Panel (IAAP 国際覚醒勧告会議) が存在することであり、その役割はグループの業務、特に科学的な厳格さや有効性を確実なものとするために、研究の解釈や結論を評価し方向性を指導することである。図 1 はシステムの組織および現在の IAAP メンバーを示している。

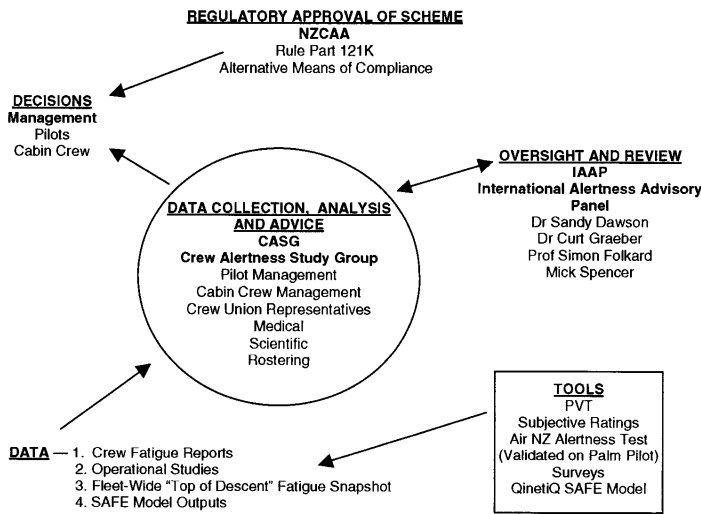


Figure 1 — Summary of Air New Zealand Crew Alertness Program

3. 疲労報告

どの路線に問題があって注意すべきかとの情報は、運航乗務員疲労報告書から得ている：操縦士および客室乗務員は飛行中に過度のまたは強い疲労を感じたときは報告書（図 2）を提出するよう薦められている - そしてまた、原因となった要素およびその推奨する解決策を明示するよう求められている。報告書は、経営陣によって受領され手続きされた後、傾向を見ている CASG に手渡される。報告者が要求する場合、報告書は（個人が）判別されないが、多くの場合要求されることはない。

4. 運航上の研究

ある一連の乗務（出発から帰着まで、tour of duty、TOD）で覚醒に懸念があると判別された場合、研究が開始される。これは受領した疲労報告書が基となっているか、または経営陣者またはグループメンバーによる要求によるものである。典型的にはその TOD を飛行する 20 人から 30 人の操縦士が、数週間にわたって研究に参加するよう求められる。一般的にほとんどすべてのパイロットが被験者となることに同意する。ブリーフィングが出発前に実施され、機器が提供されて実物で説明が為される；テストは測定者が搭乗して行うのではなく、乗務員各自によって機上で実施される。

Figure 2 Fatigue Report Form

5. 装置

我々の初期の研究では Dinges 等が開発した PVT (psychomotor vigilance task 心理行動判定による覚醒度測定器) (図 3) を使用していたが、図 4 に示す PDA (personal digital assistant 個人用携帯情報端末) をベースにして我々独自の機器を開発し、有効性を実証した。基本的な個人情報が入力されると操縦士は巡航状態にあるとき、定められた間隔、典型的には 2 時間おきにテストを実施するよう求められる。各々のテストは、一連の主観的な段階 (Visual Analog Scale of Fatigue, Karolinska Sleepiness Scale, Samn-Perelli Alertness Rating) に続く 10 分間の覚醒度テストで構成される。このテストにおいて、PDA のスクリーンに、ある形状が乱数の間隔で 100 回出現する；操縦士に求められるのは、PDA 上の関連するボタンをできるだけ早く押すことであり、この反応時間 (1000 分の 1 秒単位) が表示され記録される (エラーも同様である)。我々が発見した最も有効な方法は、1000 分の 1 秒単位での単純な実反応時間である。図 5 は PDA のスクリーンである。



Figure 3 PVT

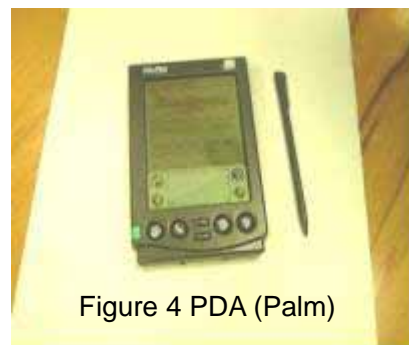
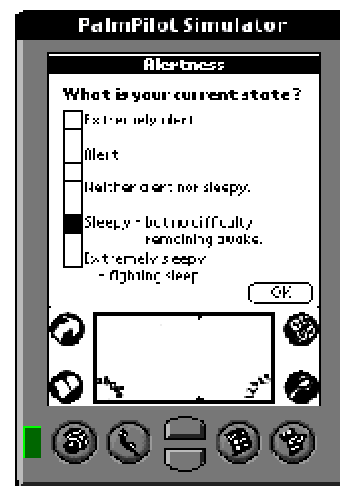
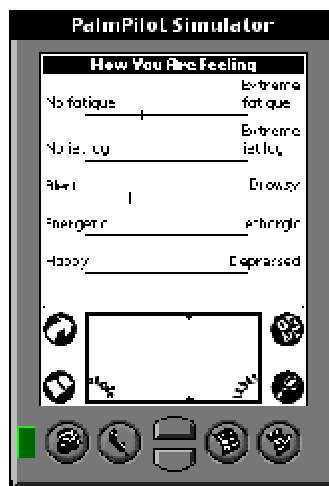
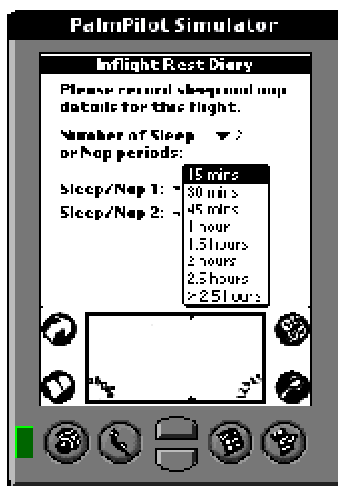


Figure 4 PDA (Palm)

Figure 5 PDA Screens



加えて、研究の大半では、挙動記録装置も使用した。腕時計型の装置 (図 6) が各乗務員によって出発から帰着まで装着され、時間軸に沿って動きの量を記録する。これからの出力は、いつ睡眠に入ったかの合理的な表示を提供する。



Figure 6 Actiwatch

6. 有効性実証試験

このテストは3段階で評価される。第一に、12人のボランティアに31時間睡眠を妨害し、アルコールやカフェインを摂らせず、相当の様式を使用して我々の覚醒テストとPVTで連続してテストした。比較の結果は図7に示す。

実反応時間の傾向は、予想通り、PVTの結果を変換した間違い指数と同じ傾向を示す。

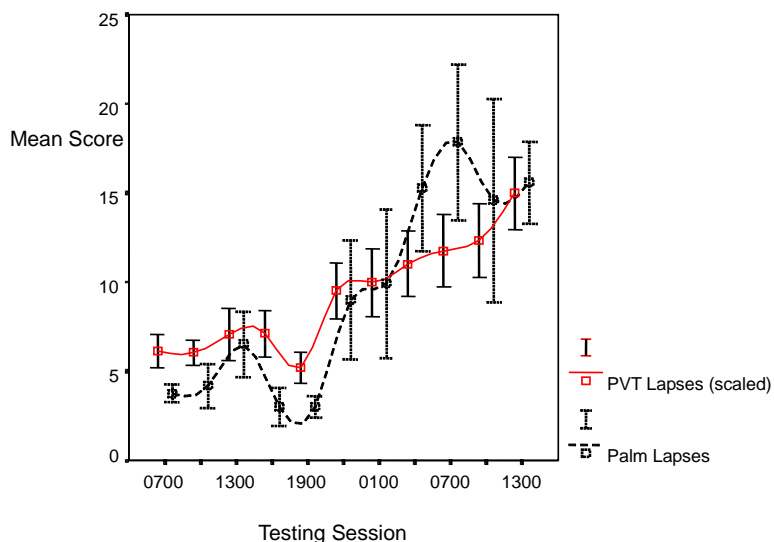


Figure 7 – Mean Reaction Time vs. PVT Transformed

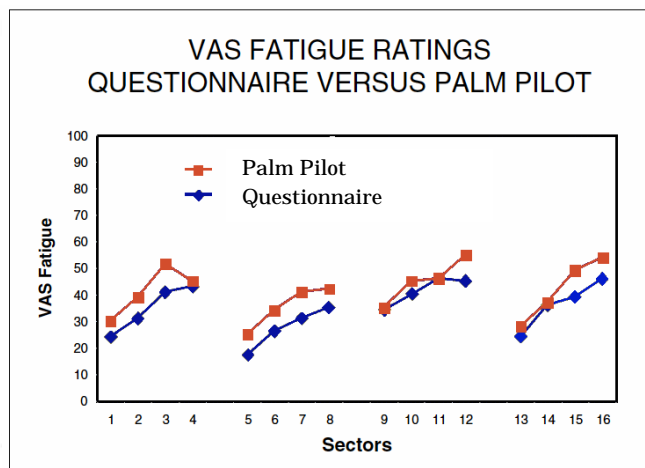
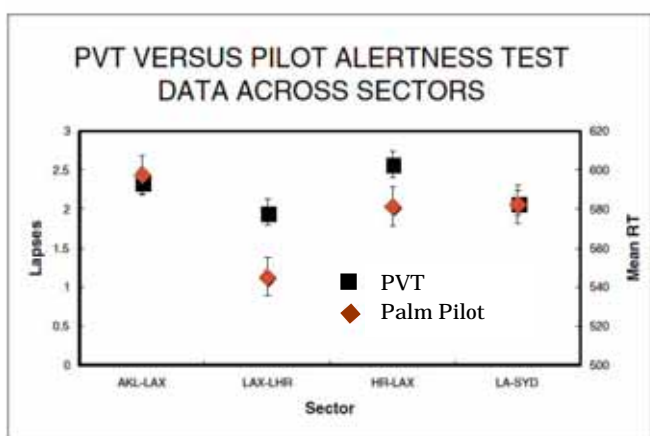


Figure 8 — Two Analyses of AKL-LAX-LHR-LAX-SYD

二番目の評価段階は、我々が Auckland London Sydney を飛行した乗務員について、PVTを使用したグループと、携帯端末 (PDA, Palm) によるテストを実施した他のグループについての実地検証であった。似た結果が得られた (図8)。繰り返すが、見られた傾向と達した結論は、答えを選ばせる PVT 試験の結果と一致したということである。

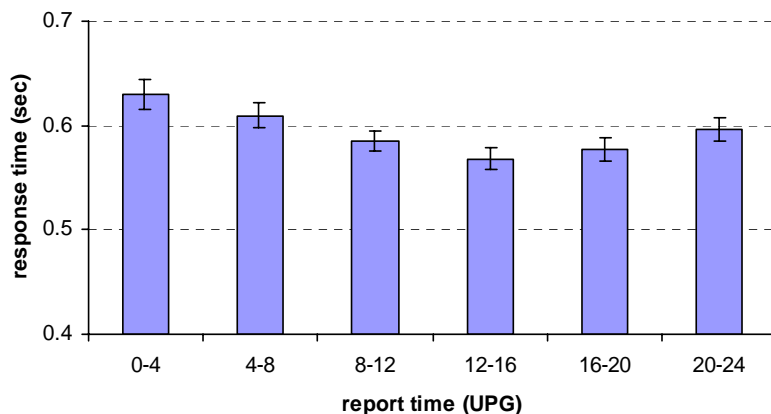


Figure 9 - Pilot Alertness Test – 巡礼フライト 980 便 (パイロット 216 名) でのテスト結果を時間帯別に表示

最後に、Indonesia から Saudi Arabia へのメッカ巡礼者を輸送する Britannia Airways で QinetiQ 社による研究に使用された。ここではルートは同じだが出発時刻が違う飛行で、多くの操縦士がテストを受けた；このように、唯一の異なった要素は 24 時間周期のフェイズだけであった。繰り返すが、反応時間について観察された変化は、予想通りであった。図 9 は傾向を示すデータである。

7. 結果

図 10 は、現在までに実施されたすべての研究の要約を示す。約三分の一のケースに関して乗務割りや乗員の組み合わせの変更が、経営陣へ提供されたデータ（およびリコメンド）に基づいて実施された。

Pilots	Cabin Crew
TPE-BNE-AKL*	AKL-NAN-RAR-PPT-RAR-NAN-AKL*
AKL-LAX-FRA-LAX-FRA-LAX-AKL	AKL-KIX-CHC-AKL
NRT-NAN-AKL	AKL-PER-AKL
NZ-Australia-NZ (Freedom Air)	AKL-TBU-HNL-AKL*
AKL-SIN-CHC*	AKL-LAX-APW-AKL
AKL-LAX-LHR-LAX-SYD	AKL-LAX-AKL
SYD-KIX-BNE-SYD (Ansett)	CHC-BNE-CHC
SYD-LAX-AKL*	
AKL-LAX-AKL*	
AKL-LAX-LHR-LAX-AKL	
CHC-BNE-CHC*	(* = Changes Made)

Figure 10 — Studies Completed to Date

すべての研究において、主観的疲労度や実反応時間はどのセクターでも時間とともに確実に増加した。最も興味深いのは、当然に、降下開始前の最後のテストであり、疲労が極度に達し、最も重要であるということである。大半の研究がこの最後のテストにおける覚醒のレベルに焦点を当てている。

8. 例 Los Angeles 研究

2002 年から 2003 年の間、我々は Los Angeles Auckland (LAX AKL) の夜間飛行で終了する Boeing 747-400 について一連のテストを実施した。このルートは 12 時間 45 分であり、以前は通常 3 人の操縦士編成（機長、ファーストオフィサーおよびセカンドオフィサー）であった。セカンドオフィサーは「巡航操縦士」であり、出発時および進入時は操縦席を占めないが、機長やファーストオフィサーが飛行中の休息（各操縦士は操縦室内のベッドを使用して順番に）をとるために交代することが業務である。この路線は 3 人の操縦士での最も長いルートであり、通常全ルートが夜間飛行で、しばしば疲労報告の基となっていた。乗務割上、この飛行の前に行われる飛行には二つの異なるパターンがあった。ひとつは Sydney Los Angeles (SYD LAX) で 4 人の操縦士でのルートであり、Sydney を昼ごろ出発し、午前中に到着する、もう一方は Auckland Los Angeles (AKL LAX) における 3 人の操縦士での乗務で、Auckland を夜間に出発するが午後早く（現地時間）に到着する。時間は図 11 に示すとおりである。

Departure (Local)	Arrival (Local)	Flight Time	Layover
SYD 1135	LAX 0905	13:30	37 hours
LAX 2130	AKL 0515	12:45	

Figure 11 — Flight Times SYD-LAX-AKL

両方のケースにおいて操縦士は帰路便出発の一日前に Los Angeles に到着するが（一晩の宿泊）、SYD-LAX の場合は午前中に到着する。疲労報告が特に多いのは SYD-LAX-AKL 乗務だった。テストは覚醒のレベルが限界に近づいていることを示している。（図 12）

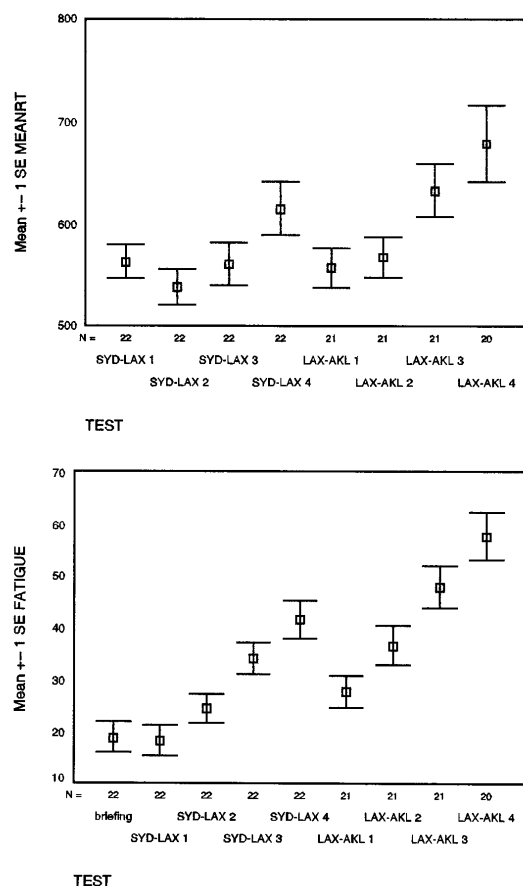


Figure 12 — SYD-LAX-AKL Mean Reaction Times and Visual Analog Scale Fatigue

Los Angeles 時間は Auckland の 19 時間遅れであった(言い換えれば、前の日の 5 時間先となる)。腕時計型測定器の分析は、多くの操縦士が到着のあとすぐ長時間(約 4 時間)の睡眠をとることを示している。到着が New Zealand 時間の午前 4 時ごろに相当することを考えると当然だろう。現地の夜間、体内時計の作用で現地時間の午前 3 時ころまでなかなか眠れない。しかしホテルの騒音は現地時間の午前 8 時または 9 時に操縦士を目覚めさせる。次に自然に眠くなるのは現地時刻で 18 時頃であるが、これは操縦士が帰国便のために出発する準備をしている時である。この一連乗務では、運航宿泊中に効果的な休息を取る機会が乏しいので、帰国便で観測された疲労の度合いは、恐らく驚くには当たらない。

8A. 追加操縦士の効果

その後、Los Angeles 乗務の乗務割りに変更された。更なる研究が追加操縦士を伴う編成について為された。4 番目の操縦士(二人目のセカンドオフィサー)は、二人の操縦士(ひとりのセカンドオフィサーとその他のひとり)が巡航中に一定時間休息をとることを可能にしており、これにより飛行中の休息の機会が非常に増大した。結果(図 13)は追加操縦士のいることによる著しい効果を示している。

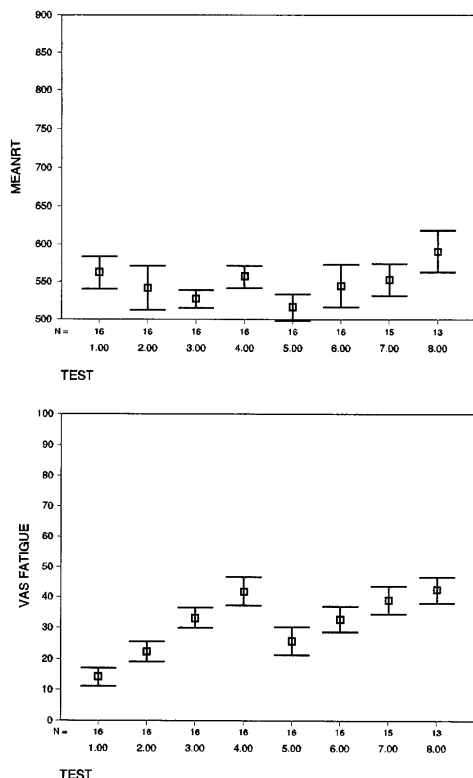


Figure 13 — Effect of a Fourth Pilot on SYD-LAX-AKL Mean Reaction Time and Visual Analog Scale Fatigue

8B．追加宿泊の効果

また同時に、AKL-LAX-AKL の乗務スケジュールについても研究するという決定に至った。この乗務は Los Angeles での 1 泊の宿泊を伴う 3 人の操縦士の編成であった。

このテストは(図 14)、SYD-LAX-AKL の飛行よりも低い覚醒値を示している。運航宿泊の追加を導入するという決定が

為され、この変更について更にテストを行うことが決定された。操縦士たちは大きな改善であると報告してきたが、驚くべきことに、測定された覚醒値は、Los Angeles での追加宿泊で、あったとしてもわずかな改善にすぎなかった(図 15)。

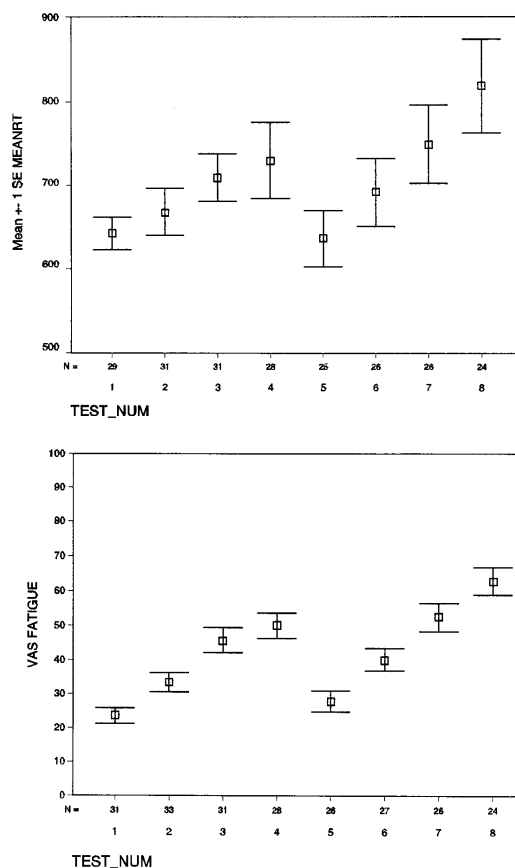


Figure 14 — AKL-LAX-AKL Three-pilot, One-night Layover Mean Reaction Time and Visual Analog Scale Fatigue

要約すれば、ふたつの乗務はまったく同じではないが、問題のある乗務について、運航宿泊の追加による効果(わずか)と、飛行中の休息を容易にするために操縦士を一名追加したことの効果(顕著)を比較して実証することができた。この結果は、Auckland-San Francisco および Christchurch-Los Angeles など、それ以降に開設された新路線の計画に影響を及ぼしている。

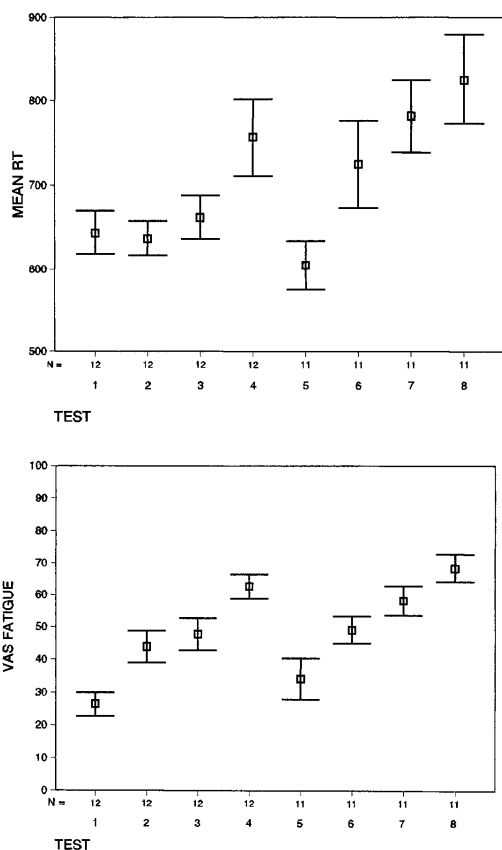


Figure 15 – AKL-LAX-AKL Three-pilot, Two-night Layover Mean Reaction Time and Visual Analog Scale Fatigue

Figure 16 – “Top of Descent” Survey

9. 「降下開始時の調査」

ある関係者は、(乗員が)疲労を報告するのを嫌がっているため、受領した疲労報告の件数に基づく乗務についての我々の調査は、我々を誤った方向へ導くかもしれないという印象を持った。この印象に対して、3ヶ月間を超える機種を限定しない「降下開始時の調査」を実施した。各々の調査様式はほんの数秒で実施でき、Samn-Perelli scale と「Alert-Drowsy」 Visual Analog Scale を使用した覚醒値を測るよう操縦士に求めた(図 16)。約 9000 の覚醒値が提出され、分析された。これは覚醒値に関して異なる乗務をランク付けし、関係する将来の乗務についての包括的な比較データを与えてくれた(図 17)。

10. 超長距離 (Ultra-long-haul URL)

超長距離運航は中期計画に含まれてなかったが、Air New Zealand は超長距離運航における乗務員の覚醒に関する Flight Safety Foundation/Boeing/Airbus のワークショップに積極的に参加した。運営委員会の二人を含み、我々から 4 人のメンバーが参加した。我々は、何人の乗務員が必要なのかという決定を行うためには科学的なアプローチが不可欠であると信じている。PDA に基づく覚醒テストは、Singapore-Newark-Singapore 路線に A340-500 で新たな超長距離運航をしている Singapore Airlines での QuinetiQ 社によるテストで、PDA に基づく覚醒テストが使用されている。

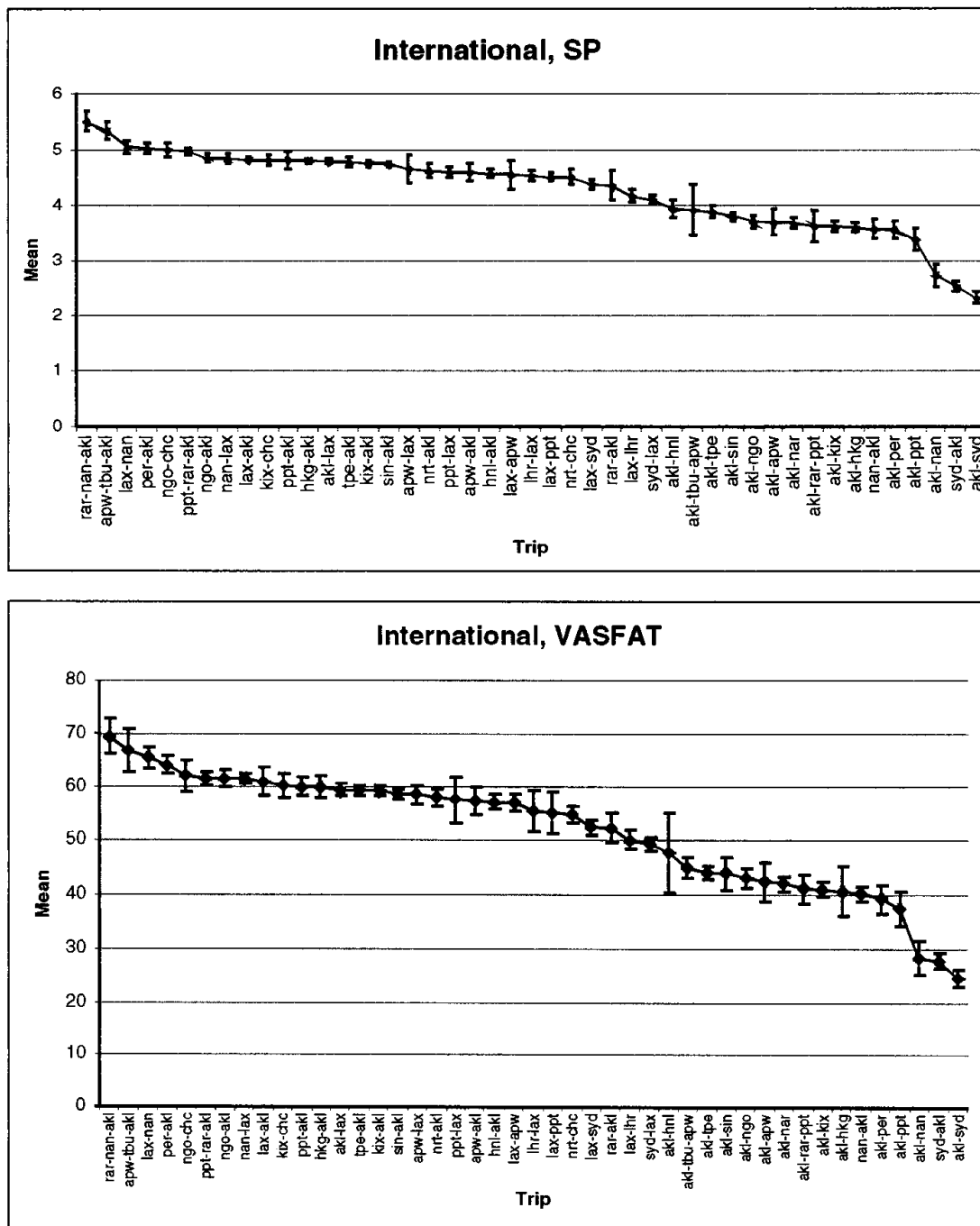


Figure 17 – Results of “Top of Descent” Survey — Mean Samn-Perelli Rating and Visual Analog Scale Fatigue

11. 展開

最近、テストを受ける乗務員の負担を軽減するために、PDA に基づく覚醒テストを短くできないか検討した。我々の解析によれば、50 の設問（時間にして約 5 分間程度）は 100 問の選択テストとほぼ同様の精度でパフォーマンスレベルを判別できることを示している。近い将来、この短くした覚醒テストがインターネットで自由にダウンロードできるようにしたい。

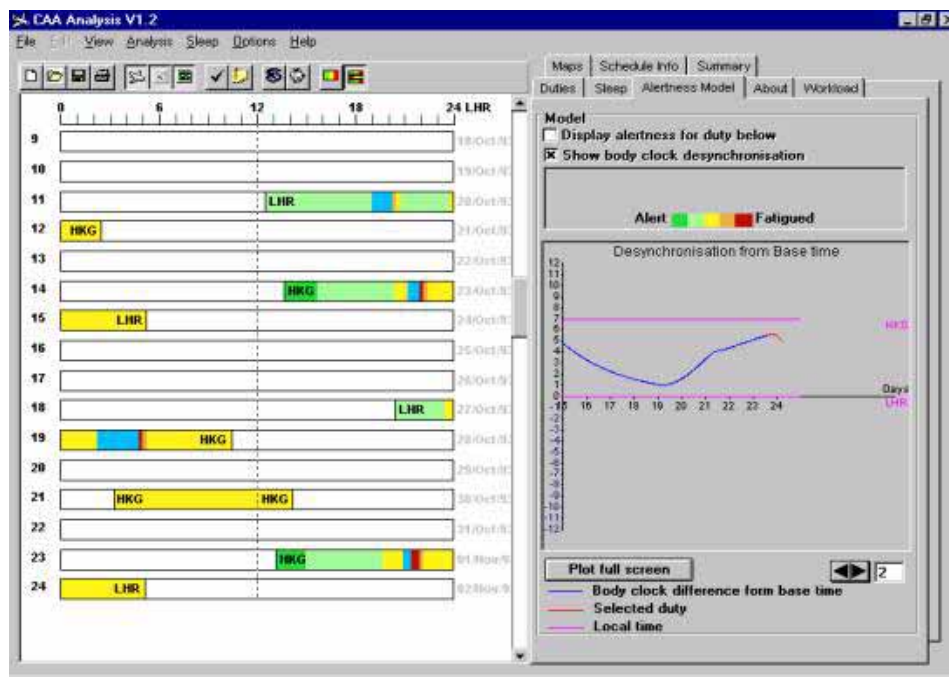


Figure 16 – Output from QinetiQ SAFE Model

12. 将来

ここまで述べてきた調査・研究はすべて、既に存在している路線乗務に焦点を当ててきた。我々の目的は、実際に就航して問題が発生する前に、問題となりそうな路線乗務を判別できるようになることである。この最終目的のために、我々は数年間、我々の乗務と乗員編成計画の一部として使えるようにするため、QinetiQ社と共同研究を行い、SAFE 彼らのモデルを開発してきた。図 18 は SAFE モデルからの典型的なアウトプットである。我々の研究から得られた一連のデータを使って、QinetiQ 社は SAFE モデルの有効性を実証し、改善を行ってきた。特に時差の大きい路線乗務について効果をあげた。その結果、QinetiQ 社と Air New Zealand は、U.K.CAA との共同契約に基づき、このモデルを乗務計画最適化システムに組み込んで、乗務割とスケジュールを決定する前に潜在的な疲労をチェックする能力を持たせた。

13. 実用化

航空における疲労調査のひとつの限界は、意味のある運航上のパフォーマンス指標との実効的な関連付けが不足していることである。疲労に関連した事故の報告はあるが、これはあまりに極端な指標であり、事故より低いレベルを見て、数量化できるパフォーマンス劣化事象と覚醒度とを関連付ける必要がある。一方、シミュレーターの試験でミスが発生傾向を捉えることは可能だが、これが安全にどれだけの結果を及ぼすかの関連性は不明確である。

ひとつの例外は、米空軍爆撃機のシミュレーターで空中給油に関する業務を観察している Russo の研究である。この研究では、PVT で覚醒度を測定するとともに、併行して周囲の視覚信号を感知する正確性、エラー、および効率性を別の手段で測定した。業務の実施能力、信号感知の能力、起床からの経過時間、および PVT 試験によるミス(ラプス：記憶違いによるエラー)の点

数との間に明確な関係があることが実証できた。ラプス、エラーおよび視覚信号見落としは、目覚めてから 18～19 時間以上経過した以降、確実にすべて上昇した。

我々が明らかにしたい次の分野は、flight operational quality assurance system (FOQA) の一部として、quick access recorder のデータを使って（乗員の）運航パフォーマンスを分析できるようにすることである。この課題は、運航パフォーマンスと覚醒度を比較することによってのみ可能となるものであり、永遠の課題とされてきた疑問「疲労はどこから先が過労か」- に迫るものである。。

14. 要 約

数年間に亘って、我々は乗務割り、勤務割り、および操縦士と客室乗務員の両者の編成に関する経営陣の決定を援助するために、覚醒度のデータを提供してきた。報告は、疲労報告書、飛行中の研究、調査データ、および QinetiQ SAFE モデルからのデータから成るものであった。我々は、これらが商業航空会社に対する実効的な Fatigue Risk Management System（疲労リスク管理システム）の鍵として活用されるよう提案する。

（文責：ANK）