

蔵前午餐会 講演

平成27年7月7日(火)

航空機の安全と事故調査



蔵前工業会理事・事務局長

本房 文雄(S43電子)





プロフィール

1968年 東工大電子工学科卒 日本航空(株)整備本部入社

1973年 日本航空(株)運航本部運航技術部

モスクワ事故(1972年)調査担当

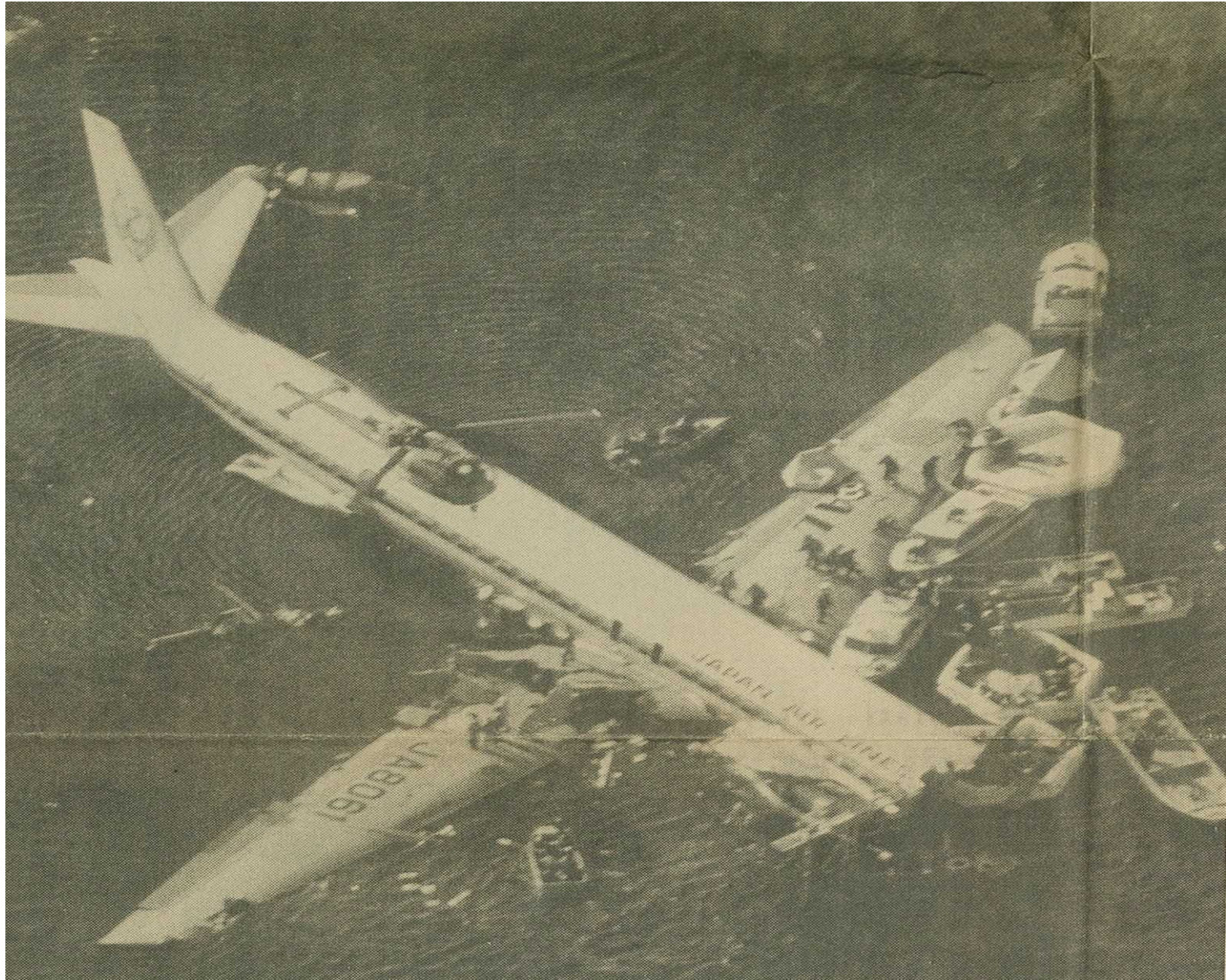
以降アンカレッジ事故、クアラルンプール事故、
上海事故、羽田沖事故、御巢鷹山事故等の現地
調査団メンバーとして参加

その間、DC-10型機、767型機、747-400型機
MD-11型機、777型機の新型機導入を担当

1991年 シアトルボーイング社技術駐在(~94年)

その後、総合安全推進部副部長、地球環境部長、グループ
会社役員歴任後2007年退社、

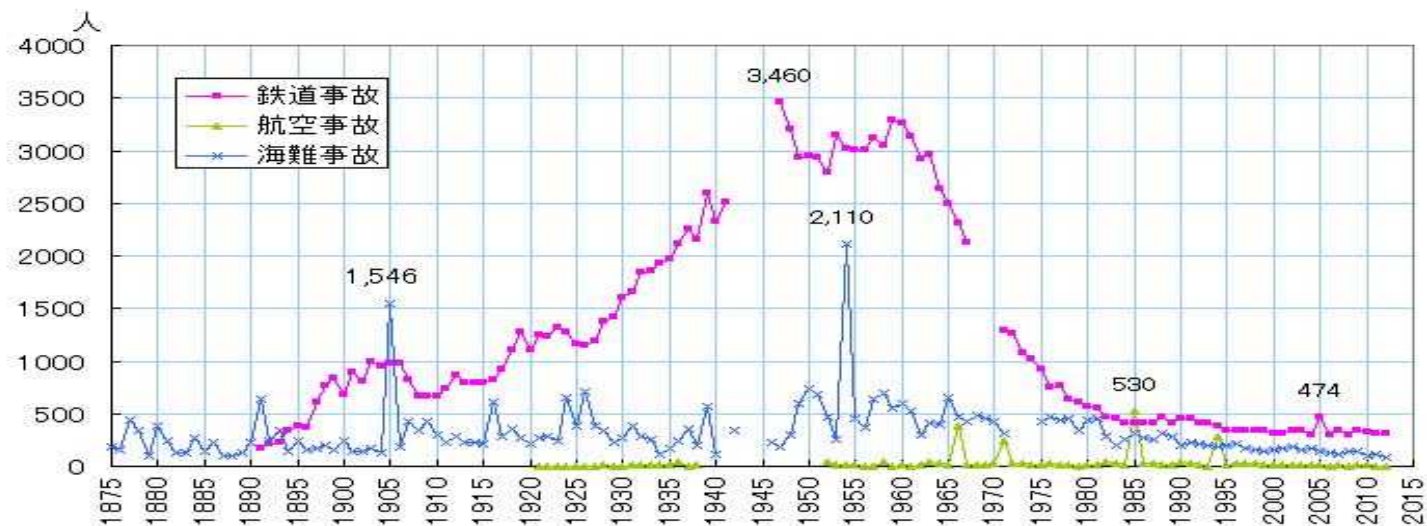
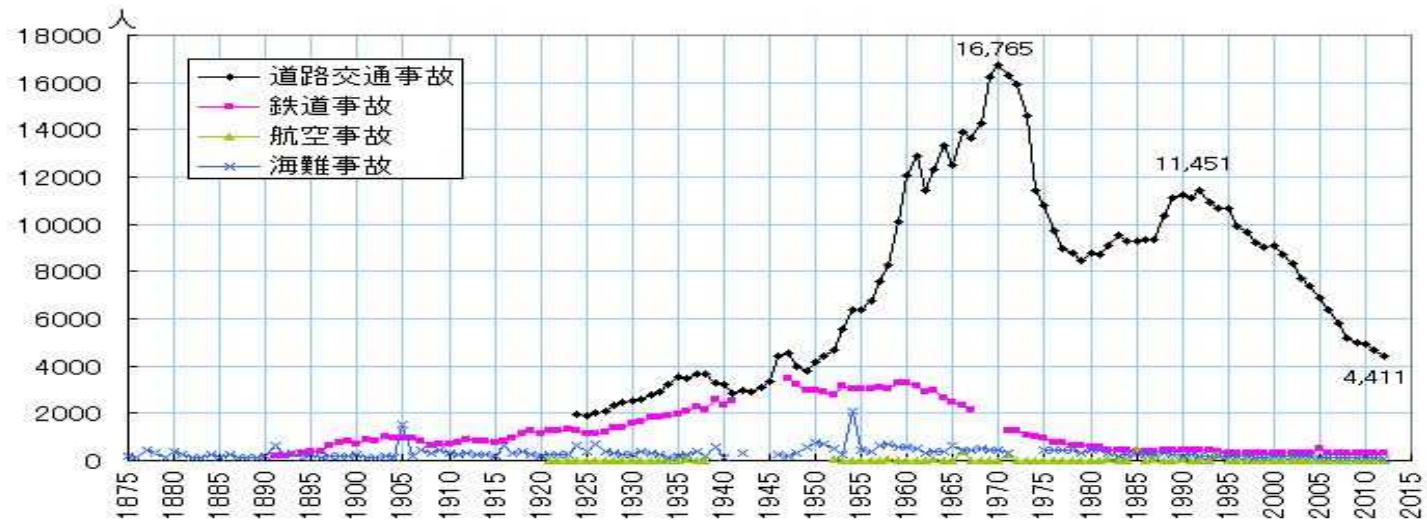
NPO法人航空・鉄道安全推進機構 会員





交通事故統計

交通事故(道路・鉄道・航空・海上)死亡者数の長期推移

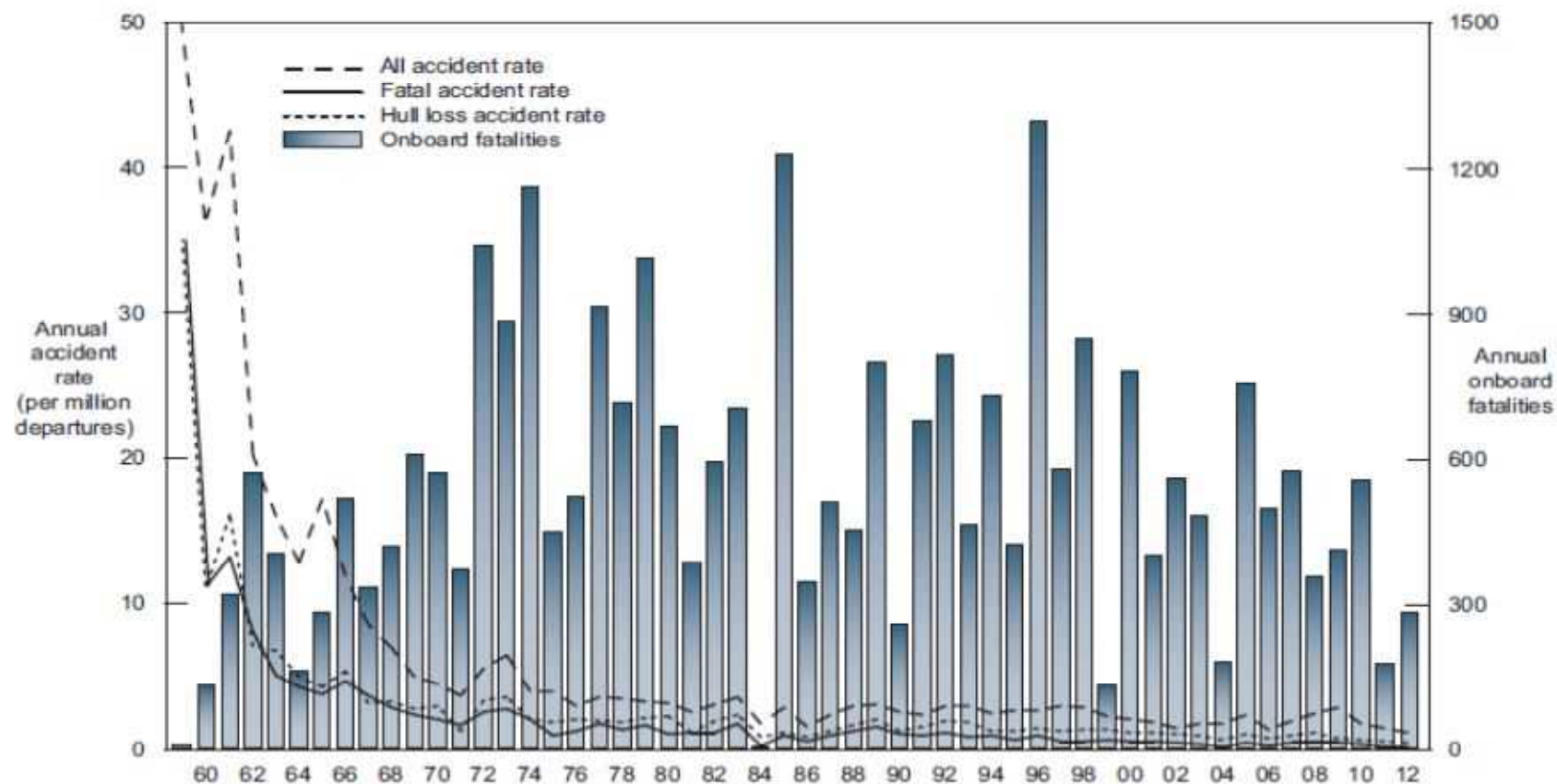


(注) 2012年までのデータ。鉄道事故は列車事故のほか踏切事故、人身事故等を含む(1981年まで年度ベース)。道路交通事故、鉄道事故は24時間死者。海難事故は行方不明者を含む。

(資料) 総務省統計局「日本長期統計総覧」「日本の長期統計系列(HP)」、内閣府「交通安全白書」(道路交通事故2005年以降、鉄道事故1982年以降、航空事故2002年以降、海難事故1975年以降)

世界の航空事故統計

Accident Rates and Onboard Fatalities by Year Worldwide Commercial Jet Fleet – 1959 Through 2012



出典 Boeing

航空機の安全

日本

航空法

航空施行規則(FAR Part 91,121)

耐空性審査要領(FAR Part 25)

米国

FAR (Federal Aviation Regulation)

欧州

JAR (Joint Aviation Regulation)

航空機の安全

機材

- 型式証明

航空機の型式に対して設計上安全基準・環境基準を満たしている証明

- 耐空証明

航空機ごとに安全基準・環境基準を満足している

- 予備品証明

重要な装備品に対し耐空性を証明

航空機騒音証明 (ICAOの基準)

航空機の発動機の排出ガス基準 (ICAO基準)

運用面(定期運送事業)

- 運航規程

Operations Manual

Qualifications Manual (訓練・審査)

業務委託管理規定

Route Manual

Aircraft Operations Manual (W & B Manual)

MEL/CDL Manual

- ・整備規程

 - Maintenance Manual

 - 整備人員、整備従事者、整備基地
 - 整備方式、整備の実施、整備管理(技術管理、品質管理、整備計画の管理)、
 - 整備の記録・報告、整備経験・訓練・審査、修理持越基準等)

- ・運航管理

- ・Cabin Manual

- ・貨物搭載

一口メモ

- 飛行機のシステム設計

故障の確率

Probable(1×10^{-5} 以下)

Redundancy, 故障時操作

Improbable($1 \times 10^{-5} \sim 10^{-9}$ 未満)

非常時操作、

Extremely Improbable(1×10^{-9} 以上)

システム上の対応不要、重大事故

航空事故調査

- 事故発生国がIn Charge

メンバー

運航国、製造国、製造会社、運航会社等

日本における事故調査

運輸安全委員会(最初は1973年に航空事故調査委員会設置、次いで航空・鉄道事故調査委員会を経て現在は船舶事故も含む)

警察との関係

関係物件は警察が押収→CVR/DFDRは委員会に解析依頼

- 航空法61条

航空機の運航の状況を記録するための装置を装備し作動させなければならない

- 航空施行規則149条

航空機の種別毎に記録しなければならないデータが規定されている。

例： 対気速度、気圧高度、機首方位、
垂直加速度、時刻、縦揺れ角、
横揺れ角、横加速度、トリム量、
フラップ^o操作量(角)、操縦桿操作量
音声等

- ・ 操縦室音声記録装置 (CVR)

CVR: Cockpit Voice Recorder

録音内容は

- ・ 管制交信
- ・ 操縦室内の乗員の会話
- ・ 乗務員の音声通信
- ・ 航法や着陸援助に使用される信号音等

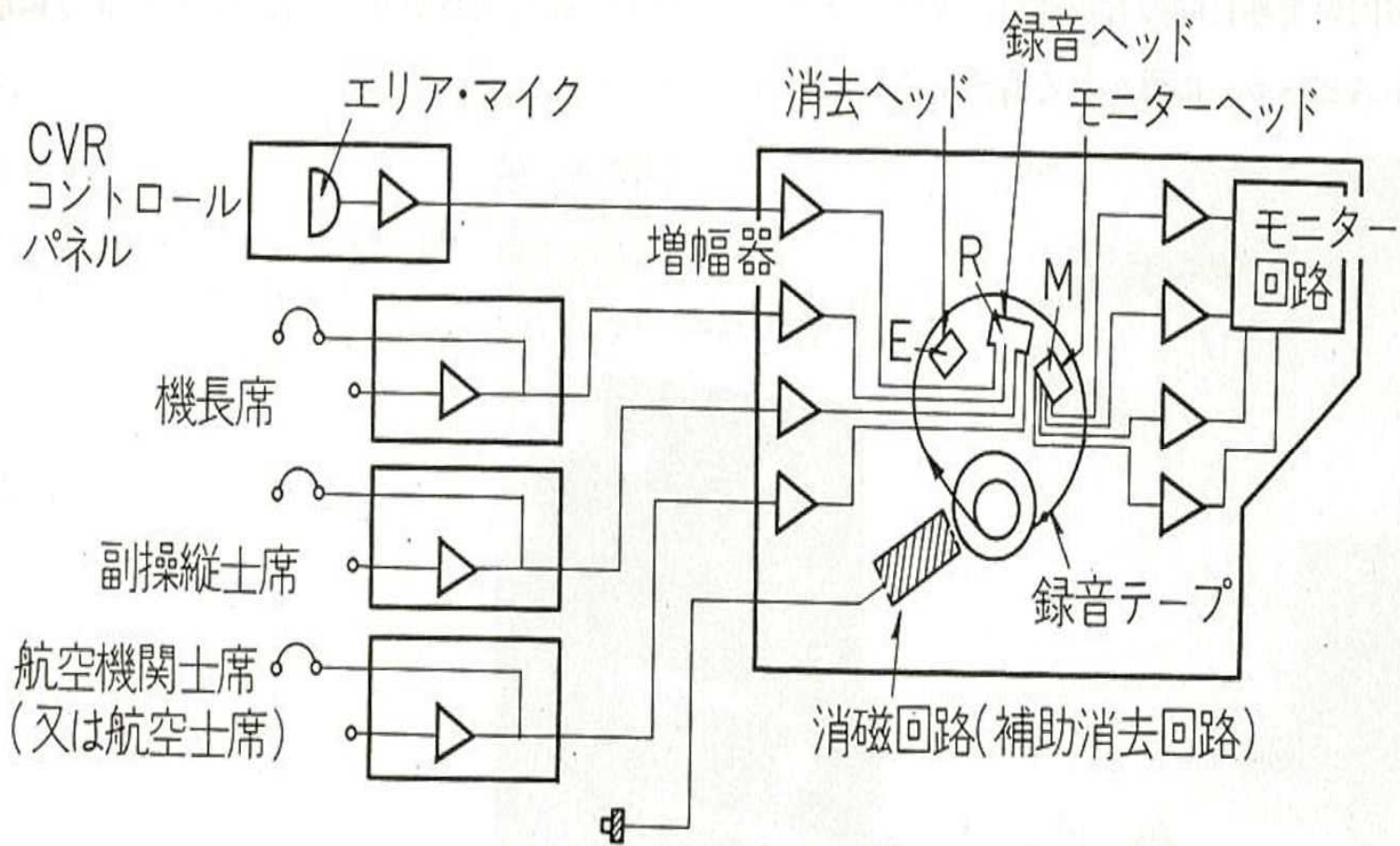
どの乗務員が通信していたのか判別できるように

4 チャンネルに分けて記録される

(機長、副操縦士、航空機関士、エリアマイク)

- 古い機材は30分の録音テープ(エンドレス)
- 最新の機材は2時間のソリッドステートタイプ
- 耐熱・耐衝撃構造のカプセル内に収納
 - 1,100°Cの温度に30分間
 - 1,000Gの衝撃に0.011秒
 - 海水・ジェット燃料などの中に48時間置かれても浸されない
 - 水中に没した場合、位置を知らせる超音波信号を30日間自動的に発信





CVRの構成図

- 飛行データ記録装置 (FDR)
FDR: Flight Data Recorder
(DFDR, SSFDR)
- 古い機材は薄いステンレスのテープ上にダイヤモンド針で記録するタイプ (顕微鏡で拡大)
必要最小限のデータのみ
気圧高度、対気速度、垂直加速度、
機首方位、時刻

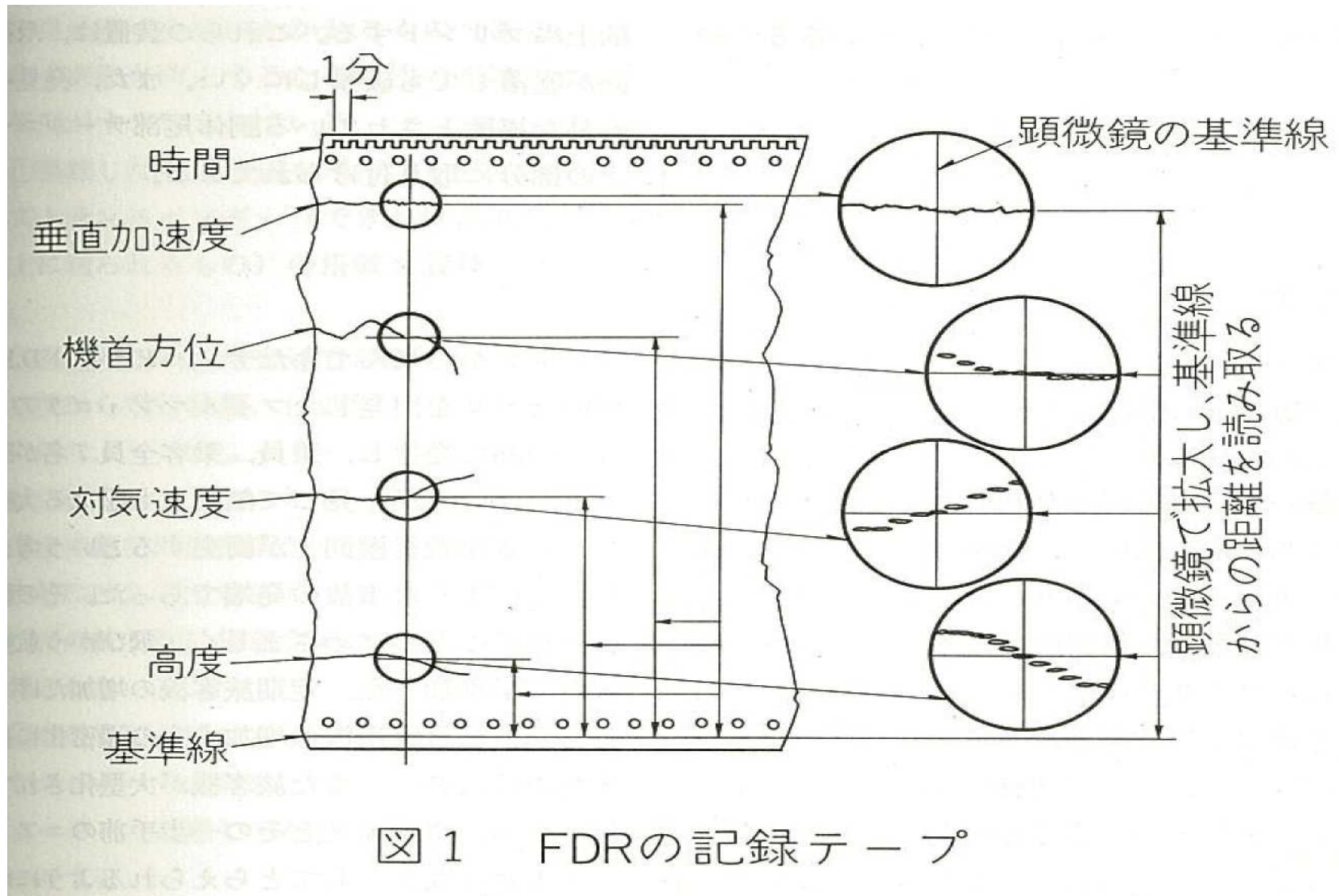
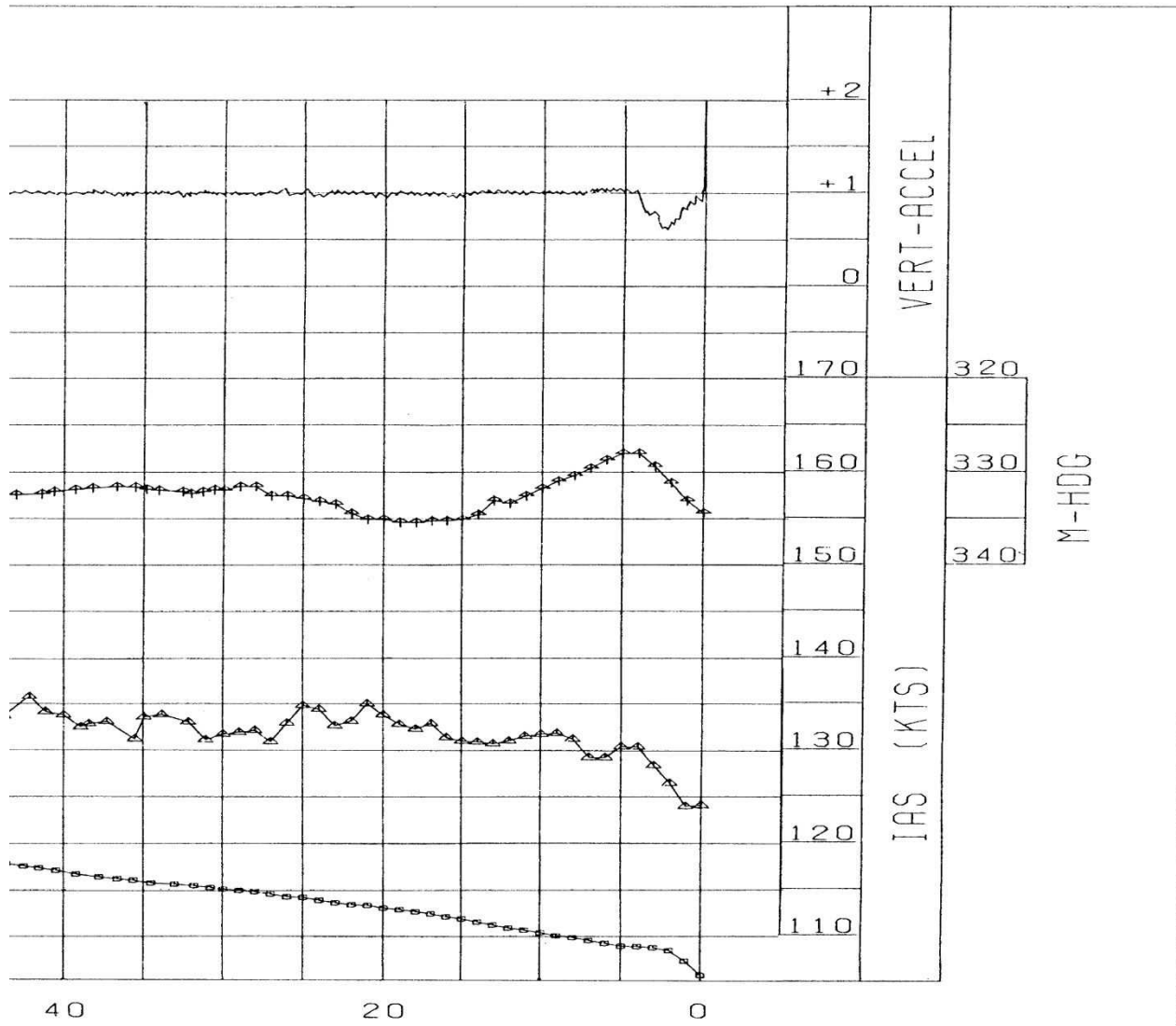


図 1 FDRの記録テープ



- 1969年9月以降に型式証明を取得した機種
(747以降の機種)

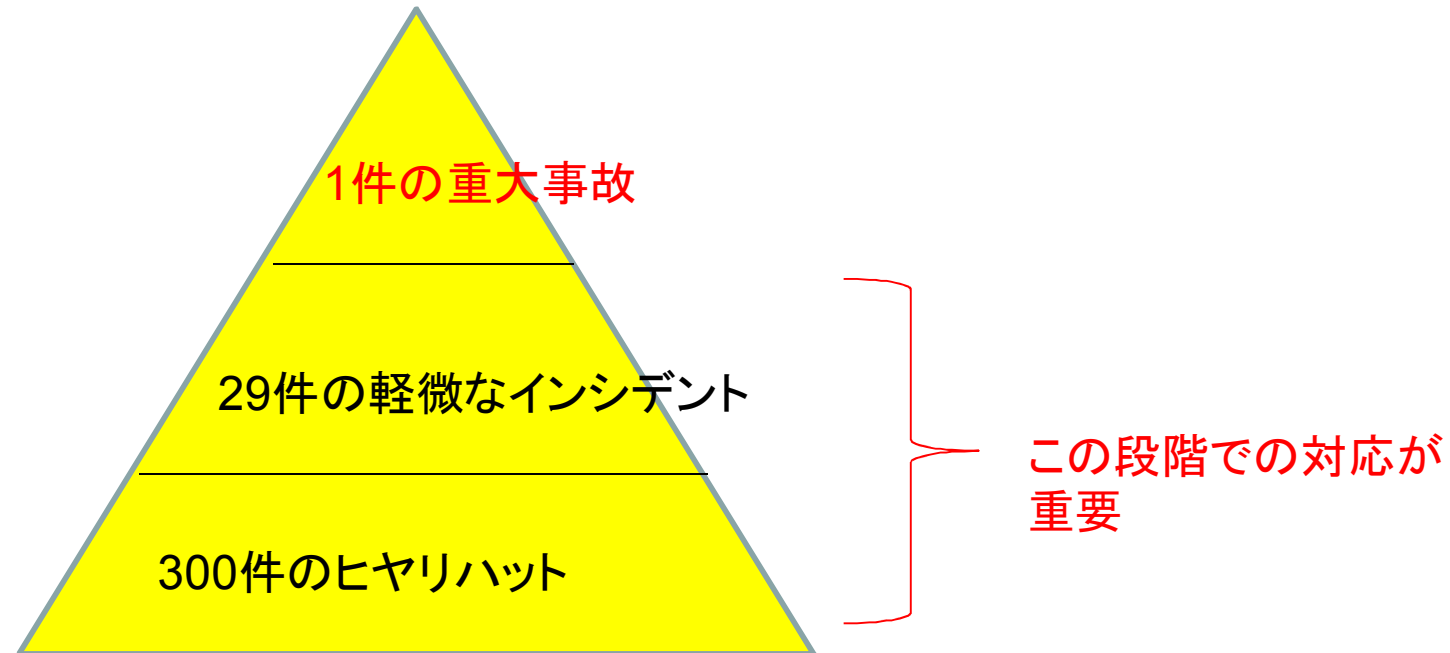
デジタルのFDR装備が義務付けられた
前記データに加え、機体の姿勢、操縦翼面
のエンジン推力、通信状況等19種類

実際は約100種類のデータを磁気テープに
記録

最新の機材は磁気テープの代わりにICメモ
リーに記録(SSDFDR)

- ・ 常に最新の25時間分を記録
- ・ CVR同様、耐熱・耐衝撃構造のカプセル内に収納
- ・ 装備場所はCVRとともに胴体尾部
- ・ 2002年8月以降に製造された機体
88種類のデータを記録することが義務

- ヒューマンエラーの取り扱い
人間はミスをするを前提に対策を講じる
- ハインリッヒの法則



避けられなかったと判断されるヒューマンエラー
は懲罰の対象としない

ヒューマンエラーへの対応

- CRM (Crew Resource Management)
あらゆるリソースを活用して最適な解決法を
求める
安全にかかわる社員全員に訓練
- LOSA (Line Operations Safety Audit)
日常運航中のエラー要因を収集分析
- MEDA (Maintenance Error Decision Aids)
整備の現場でミスが起きた時その潜在要因
を分析する手法

- 飛行データ解析プログラム (FDM)

FDRとは別に飛行データ記録装置を装備

すべてのフライトデータ(約1000種類以上)を記録し、事故に至る前の不安全要素をモニター

JALは1980年から開始(2005年からICAO義務化)

例: スピードオーバー、異常姿勢、異常降下率
離陸中のエンジン調節等約30種類の項目
をモニター

秘匿性と非懲罰が前提

- その他の利用

エンジンの劣化モニタリング

機材故障の分析、運航技術解析

機体の性能モニタリング

3Dアニメーションの利用



図 13 3D アニメーションの利用

その他の安全対策

- ・Airplane Health Monitoring(AHM)

航空機の不具合状況をモニターし、ボーイング社およびJALのサーバーにリアルタイムでレポート

到着前に故障の原因追求

情報の共有化と傾向分析

- ・機材対策(TCAS, GPWS, ウインドシア警報システム等)

航空機に関する??

- 航空機の部品数は？
- 航空機は自力でバックできる？
- 航空機の寿命は？
- 4発機、3発機はなぜ無くなったか？
- 客室乗務員の搭乗員数は？
- 緊急脱出時の90秒ルールとは？



ご清聴有難うございました

『航空機の安全と事故調査』 …講演要旨のメモ

講師：本房文雄氏 S43 年電子

S48～H3 日本航空(株)運航本部等で、多くの航空事故現地調査と新型機導入の両業務を繰り返し担当した。特に B747-400 型機で初めて導入した 2 人編成乗務開始の中核を担った。H3～ Boeing 社技術駐在員・総合安全推進副部長等を歴任 (H11～(一社) 蔵前工業会 本部事務局長)

日本航空入社後の 5 年後から運航本部で『羽田沖事故』を始めとする調査業務を、事故現場(機内外)で直接担当し、その数々の防止対策実施に立ち会った。その経験を踏まえて、航空機運航の安全確保について、関係法律を初めとする規定・事例実情を解説された。

(航空機事故では技術的側面だけでなく、法制・刑事罰とそれのための捜査活動への協力等、様々の側面・制約等が存在する。)

[例]羽田沖事故に際して、海上浅瀬での事故発生から捜査執行は『海上保安庁』or『警視庁』という法定義の解釈から始まっている、など) 交通事故(率)統計グラフによれば、航空機事故の絶対数はきわめて(特に近年は)少ないが、その特性上、社会への影響がきわめて大きい。

(なお、「御巣鷹の尾根-墜落(S60/8)」以降の約 30 年は、国内航空各社で乗客死亡の事故ゼロである)

航空(事業)の安全に関する基本ルール(規準文書、認許・認証類)

1. 法律・法制に関する事項

日本国内の基準…『航空法』 = 「規制」「要領」ともに『FAR』にハーモナイズ

米国…『FAR』・欧州…『JAR』 ← 世界の基準

2. 機材について

・型式証明

(取得に 1 年以上を要す)

設計&実機 test

・耐空証明

機体 1 unit 毎に取得

(大規模整備の度に)

・予備品証明

重要整備(部)品について取得

型式単位 or 個々 1 品毎に

3. 運航規程類の整備

[運航][訓練][審査]等に関する各マニュアル、業務の委託・管理規定、個別作業の各マニュアル、

「整備規程」「運航管理」「キャビンマニュアル」「貨物搭載」「…」などの各々を規程・厳守が原則

⇒各 管理の基準・トレーサビリティ・環境基準 (-50～+55℃・衝撃 G 値 等) などの共通ベースあり

4. その他の規準・条件・基本的な考え方等として・信頼性(故障確率等)とその対応方法

| 呼び | 信頼度の条件率 | 対応方法(対策のとり方) |
|-----------------------|--|------------------------|
| ・『Probable』 | $< 1 \times 10^{-5}$ | Redundancy・故障時操作(の規則化) |
| ・『Improbable』 | $\approx 1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-9}$ | 非常時操作(の規則化) |
| ・『Extreme Improbable』 | $> 1 \times 10^{-9}$ | システム上対応不要 |

事故調査に関する基準・考え方

- ・事故調査の組織…日本では運輸安全委員会 ⇒現在は国交相の下に航空/鉄道/船舶 位置づけ)、米国はNTSB、英国はAIB
構成： 事故発生国の調査機関(まとめ責任)、運航国・製造国・製造会社・運航会社※ 等 ……
日本では警察が全ての証拠物件を押収し、運輸安全委員会に調査を依頼、その結果を参考に別途の調査を警察が行う（法治国家として基本の考え方）。
- ・ブラックボックスについて…航空法第 61 条に基づく性能(機能)・条件で仕様の規定あり
基本的に、音声記録(CVR)・飛行記録(FDR)の2つで構成されている。 逐次、規定・機能などが拡張されてきた。
 - ・CVR
耐熱(>1100°C×30min)・耐衝撃(1000G×0.011Sec)容器で保護 (さらに海水等 48H・SSW 位置信号を 30 日間発信 などが義務づけ)
2Hr の 4 チャンネル記録(最新を繰返し保存)して、回収後に聞き取り記録する。
 - ・エリア(周辺環境用)マイクの記録は解読が難しい(繰返し慎重に聞き取り、記録する)
 - ・(各種機器の)操作音(何をどのように…)の解析は非常に難しい
 - ・最終的に、FDR記録と併せて、全記録の時間合せ(Timeチャート化)を行う。⇒ (重要：CVR記録の管制交信時刻を基準にテープ伸び変形等を補正する)
 - ・FDR
SUSテープ上に「ダイヤモンド針」記録(DATA=5項目)したものからスタート。
「747」以降は、デジタルFDR(88種×25Hを記録)を装備、これを随時解析している。
こうした記録データについて、実測事例(記録グラフ)事例により、具体的に解説いただいた。

安全管理における基本的な考え方

- ・ヒューマンエラーを是認する(人間はミスすることアリ を前提とする)
- ・「ハインリッヒ則(1:30:300 経験則)」…ヒヤリ/ハット段階の事例すくい上げが大切
「ヒューマンエラー(特に、人間とメカニクスの連携・トラブルによる)」含めて、調査・予防対応する
 1. CRM全リソース(特に全員注力)で対応する
 2. LOSA 日常運航の中から エラーを収集する
 3. MEDA 々上 での整備の潜在要因までの調査する現在では「FDM(解析プログラム)※」などを活用して、運航状況(員)の品質管理を行う。
(昔は手作業だった(R/W側で写真記録など) ⇒今は秘匿性・非懲罰原則で、月例収集している)
※FDM=約100種類のフライトデータを、刻々記録収集している
USAでは、(安全管理ポリシーとして)事故時の行政罰と刑事罰を明確に分離している。(日本では、ここに明快さを欠く事例あり)

さいごに

最新の航空機に関する Q&A あれこれ

- Q 1 : 航空機を構成する部品点数は? Ans : 約 600 万個 (部品メーカーの育成が大切)
- Q 2 : 自力バック (後進) できるか? Ans : 可能ですが現在は行っていない (例えば DC-9 の逆噴射など)
- Q 3 : 機体の寿命は何年? Ans : 基本は寿命ナシ (交換措置含む)、経済的寿命は約 20 年強。
- Q 4 : 国際運航機体のエンジン数? Ans : エンジン信頼度 up で、2 発での長距離洋上飛行が可能になった。
双発機に対するエンジン故障の際の要件
当初は・『60 分ルール』…エンジンが 1 発故障したときに 60 分以内に着陸できる空港があること。エンジンの信頼性が向上し、現在は 120 分ルール、180 分ルールでの運航が可能となった。
- Q 5 : 客室乗務員は何名必要か? Ans : 50 名の客席数について一人、若しくは非常脱出ドアの数いずれが多い方※
※ : 緊急時、乗客が操作する前提の非常脱出ドアは除く
- Q 6 : 緊急脱出「90 秒ルール」とは? Ans : 緊急時、半数のドアが不作動との前提で、未教育の乗客により 90 秒以内に全員脱出のデモ実証により機体認証する。

以上