

# 日本航空 706 便 (MD-11 型機) 事故

機体メーカーからの技術情報を隠し  
人為ミスの結論先にありきの事故調査

99 - 8 航空事故調査報告書(航空事故調査委員会)

<http://jtsb.assistmicro.co.jp/jtsb/aircraft/kensaku/detail.asp?ID=949>

日本航空株式会社所属 ダグラス式 MD-11 型機 JA8580

三重県志摩半島上空

事故発生:平成 9 年(1997 年)6 月 8 日

名古屋空港警察署長への報告書漏洩:平成 11 年 12 月 14 日

事故調査報告書発表:平成 11 年 12 月 17 日

## 1 . はじめに

1997 年 6 月 8 日夜、三重県志摩半島上空で発生した JL706 便大揺れ事故では、運輸省航空事故調査委員会が事故から 2 年半後の 1999 年 12 月 17 日、最終報告書を公表しましたが、同委員会事務局総務課長は公表前の 12 月 14 日、同報告書を愛知県名古屋空港警察署長あてに囑託鑑定書として送付しました。

事故調査委員会は、降下中に気流の変化によって速度が増加したため、機長が自動操縦を使用したまま操縦桿を引く操作を行ったことにより、自動操縦が解除して急激な機首上げが生じ、負傷者の発生に至ったと結論付けました。



この事故に関して、名古屋地方検察庁は事故調査委員会の報告書を唯一のよりどころとして、当該機の機長を業務上過失致死傷罪で起訴しましたが、名古屋地方裁判所は「事故は予見できなかった」として無罪を言い渡し、控訴審でも名古屋高等裁判所が航空技術者の専門的な説明などを基に、飛行記録や事故調査報告書に記載のない新しい技術資料も含め詳細に検討した結果、「機長が操縦桿を意図的に引いたとは認められない」、「事故当時の状況に関する機長の説明は傾聴に値する」と判決文の中で述べ、事故調査報告書の内容を否定して完全無罪の判決を出し、無罪が確定しました。

事故調査委員会が行った調査は、日乗連などの乗員の団体が当初から指摘しているさまざまな技術上の問題点や疑問点に一切答えることができないばかりか、最終報告書の決済後に「この表現であれば、機長の責任が問えるだろう」と事故調査委員会関係者が語ったと伝えられるなど、“乗員の刑事責任を問うための事故調査”とも言えるものでした。日本航空機長組合や日本のエアラインパイロットで組織する日乗連(日本乗員組合連絡会議)は、国際定期操縦士協会認定航空事故調査

員（IFALPA Accredited Accident Investigator）の資格を持つパイロットなどからなる調査チームを結成し、独自の調査によって事故調査委員会の調査結果の誤りを明らかにしました。

事故調査の初期の段階でメーカーであるダグラス社から事故調査委員会に届いていたにもかかわらず、報告書には一切記載されていない「自動操縦をオーバーライドするには、20ポンド以上の力を操縦桿にかける必要がある」という技術資料を基に、日乗連は事故調査委員会に対し2007年10月3日、再調査を要請しました。この資料の内容からは、事故調査報告書に記載された「機長が操縦桿を意図的に引いたために自動操縦が外れて機首が上がった」という結論が論理的に誤っていることが明らかなのですが、事故調査委員会は「公表された報告書が全てであり、報告書に記載していないことについては検討しない」という驚くべき対応で、再調査を拒否し続けています。

このような事故調査委員会の姿勢は、「事故調査の唯一の目的は事故の再発の防止でなければならない。罪や責任を課すための活動は、事故調査とは切り離すべきである（5.4.1条）」や「調査終了後、新しい、重要な証拠を入手したならば、調査を再開しなければならない（5.13条）」という国際民間航空条約に反し、利用者の安全を脅かすとともに、“同種事故の再発を心から願うがゆえに、自己に不利な証言も辞さず、調査に全面的に協力している乗員の良心を踏みしめる”ものでもあります。このような姿勢は、日本の事故調査委員会による多くの調査に共通しています。

また、JL123便御巣鷹事故と同様、事故調査報告書の骨子が原因関係者である航空機メーカーからもたらされたことや、事故調査報告書が運輸大臣に報告され国民に公表される4日前に、事故調査報告書そのものが警察に漏洩されたことは、現在大きな問題となっているJR西福知山線事故調査にも勝る組織的欠陥の露呈ともいえます。

事故発生から報告書発表までの事故調査委員会の動きには、日本航空運航本部関係者などの利害が色濃く作用している形跡がありますが、詳細は日本航空機長組合のホームページ [http://www.jalcrew.jp/jca/accident\\_investigation/706summary/index.html](http://www.jalcrew.jp/jca/accident_investigation/706summary/index.html) もご参照下さい。

## 2. 事故の概要

日本航空所属マグダネルダグラス MD-11 型機 JA8580 は、1997年6月8日、香港発名古屋行きの定期便 JL706 便として日本航空により運航されました。香港出発に際して、運航に支障となる事象がないことが確認され、現地時間の午後3時38分に香港啓徳空港を離陸し、飛行計画通り高度37000フィート（約11300m）で名古屋へ向け飛行しました。

JL706 便は名古屋へ向けて降下中の日本時間午後7時48分頃、三重県志摩半島上空の高度17000フィート（約5200m）付近において速度が急激に増加し、その直後に異常な機首の上下動を生じて乗員7名、乗客5名が負傷し、そのうち1名の客室乗務員が事故から20ヵ月後に死亡しました。この異常な機首の上下動は約15秒間続きましたが、機長の操縦操作により揺れは収まり、午後8時14分、名古屋空港に着陸しました。機体には飛行に支障となる損傷は生じませんでした。客室後方のギャレー内で、天井の一部と固定されていなかったサービス用カートが損傷しました。

### 3. 事故調査報告書に記載された内容

#### [ 事故調査委員会が推定した事故原因のあらまし ]

事故調査報告書によれば、当該機が急激な機首上げを生じ、その後 5 回にわたって大きな機首角度の変動が生じた理由を、以下のような趣旨で記載しています。

降下中に速度が急増したため、機長は自動操縦装置を使用したまま操縦桿を引いて機首上げを行い（オーバーライド操作）、速度を減らそうとした

操縦桿を引いたために自動操縦が解除し、その反動で急激な機首上げが生じた

機首上げに続いて発生した 5 回の機首角度の上下動は、機体の姿勢を安定させようとした機長の操縦により生じた（PIO と呼ばれる現象）

### 4. 事故調査報告書の具体的問題点と日乗連の分析

事故調査委員会が作成した JL706 便事故調査報告書には、大型旅客機の飛行特性やハイテク技術を駆使した最新鋭機の性能に関する理解不足から、さまざまな認識の誤りや調査上の問題がありますが、以下の点について日乗連の分析と考え方を述べます。

- 自動操縦装置のオーバーライドについて
- 操縦桿が感じる力（CWS）について
- 異常な機首上げの原因について
- 自動操縦装置の解除の原因について
- 自動操縦装置解除直後の 5 回の機首の上下動について
- 気象および風の変化について
- スピードブレーキ（スポイラー）による減速効果について

#### 《自動操縦装置のオーバーライド》

事故調査委員会による調査では「自動操縦装置を接続中に、機長がオーバーライド操作を行った」という表現が重要なキーワードとなっており、調査を行うにあたって事故調査委員会は報告書の 24 ページに、「ここで、『オーバーライド』とは、自動操縦装置がエンゲージされている時に、操縦士が操縦桿に力を加えることを意味しており、以下、本報告書で使用する『オーバーライド』という用語も、同じことを意味する」と定義しています。

事故調査報告書の内容には、< オーバーライドという言葉の定義 > と < 操縦桿を意図的にオーバーライドしたかどうか > という 2 点について誤りがあります。

#### [日乗連の分析]

##### 「オーバーライド」の定義の誤り

事故調査委員会は、自動操縦装置が解除する 10 秒ほど前から操縦桿に 7～20 ポンド（約 3～9kg）ほどの力が加わった記録がある事を捉えて、「機長が意図的に操縦桿を引いた」と推定し、その見方を裏付けるためにわざわざ事故調査委員会独自に「オーバーライド」という言葉を定義したものとみられます。しかし、機体メーカーであるダグラス社の定義は全く異なっています。後の裁判の中で、事故から 3 週間ほど後にダグラス社から事故調査委員会に送られた資料が明らかになりましたが、その資料には、「AP（自動操縦装置）接続中に操縦桿に力を加えた場合、昇降舵駆動装置内

の springs が圧縮されるが、この springs が限界まで圧縮されて初めて FCC (AP コンピュータ) からの操舵信号と昇降舵の位置にずれが生じ始める。AP のオーバーライドとは、オーバーライド springs が限界まで圧縮されて以降の状態を言い、それに必要な操縦桿への入力は少なくとも 20 ポンド以上となる」と書かれています。

自動操縦で飛行している時でも、上昇中や降下中はパイロットは必ず操縦桿に手を添えています。飛行中の揺れなどで不意に何らかの力が操縦桿に加わっても飛行に影響しないように、20 ポンド (約 9kg) 以下の力が操縦桿に加わっても機体の動きには全く影響しないような設計になっています。これは他の飛行機にも共通する安全上の設計概念です。

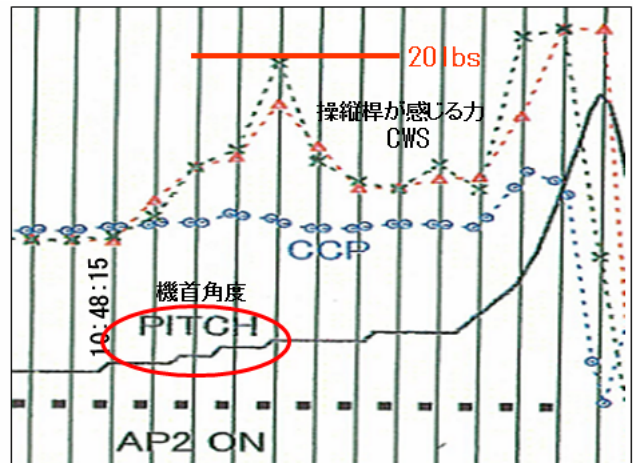
事故調査委員会が行ったような独自の定義を用いれば、オーバーライドという操作に関してダグラス社の設計概念と齟齬が生じることになりますが、事故調査報告書では MD-11 型機の操縦マニュアルの内容を引用し、「AP 使用中はオーバーライド操作は禁じられている」として「操縦桿に力が加わったのは、意図的なマニュアル違反操縦の結果」と決めつけています。

これは、事故調査委員会の考えた「人為ミス」というストーリーに合わせるための、作為的な論理構成としか言いようがありません。

### オーバーライドにより意図的な機首上げが行われたとする解釈の誤り

JL706 便事故調査を担当した事故調査委員会の加藤晋委員は、JL706 便事故裁判に検察証人として出廷し、「48 分 15 秒頃から操縦桿に力が加わった記録があり、その頃から緩やかに機首も上がっているのだから、機長が機首上げをしようとしたのだろうと考えた」と述べ、機首が上がっているのだから、機長が意図的に操縦桿を引いたのだろうと推定しています。しかし、当該便の機長は「機首上げは自動操縦装置を操作することで行おうとしたが、操縦桿を引く操作は行っていない」、「事故調査委員会は、事故当時の操縦に関して全く話を聞いてくれなかった」と述べています。また、ダグラス社の資料から見ても飛行記録に残っている程度の力 (20 ポンド以下) では機首角度は変化しないため、機首上げをしようとして意図的に操縦桿を引いたという事故調査委員会の推論が誤りであることは明白です。

事故調査委員会が、「速度が増加した時に、機長は意図的に操縦桿を引いて機首上げを行うことで減速しようと試みた」というストーリーを考えた上で調査を行ったようです。そのような筋書きに乗せることで、「最初の機首上げから自動操縦の解除、その後の 5 回の機首振動まで、すべて機長の操縦の不適切さが原因」とすることができ、最初の機首上げが操縦操作以外の原因であった場合、大きく機首角度が変化した原因を探るために、気象や航空機の性能などの調査を詳細に行う必要が生じます。そうすると調査に手間もかかり、場合によっては「機体の問題」などメーカーや運航会社にとって望ましくない結論になる恐れもありました。言い換えれば、「最初の機首上げが機長の意思で行われた」とすることは「機長の操縦ミス」を導くために必要な根拠であったと考えられます。



## 《操縦桿が感じる力（CWS）の記録》

操縦桿に加わった力は、“CWS”という項目で飛行記録装置に記録されます。事故調査報告書では、前記のように“オーバーライド”操作を定義することで、操縦桿にかかった前後方向の力（CWS）をすべて「機長が意図的に操縦桿を動かそうとして加えた力」としていますが、「操縦席において、何らかの操作のために体を動かしたとき」あるいは「機体の揺れなどで体が動かされたとき」はもとより、事故当時のような想像を上回る気流の変化などがあった時、「操縦桿を保持するために握り締めたような場合」にも操縦桿には力が加わり、CWSに数値が記録されます。この力の原因をどう見るかによって、「意図的な操縦操作」なのか操縦桿が何らかの原因で動いた時の反作用や機体の揺れなどの結果「無意識に加わった力」なのか、まったく逆の評価になります。

### [日乗連の分析]

自動操縦が解除する前の48分15秒から24秒頃に7～20ポンド(3～9kg)の力が加かった記録がありますが、事故調査委員会はこの力の記録を「機長が自動操縦に逆らって操縦桿を引いた」と見えています。しかし機長はその時、速度が急に増え始めたことに対処するために、右手前方(副操縦士の前方)の自動操縦の操作パネルに手を伸ばしていたと述べており、操縦桿を支えに体を前方へ起こす状態となり、無意識に操縦桿に力が加わったと考えられます。シミュレーターによる検証でも、座席に座った状態から体を前に起こす動作をすると、操縦桿を支えにして体を動かす状態になり、10ポンド前後の力が記録されることが確かめられています。また、自動操縦解除前に操縦桿にかかった力は平均7ポンド程度ですが、同19秒に一瞬だけ20ポンド程になっており、その時は機首上げ方向に力が加かっているにもかかわらず、操縦桿は逆に機首下げ方向(前方)に動いています。この力は、「何らかの理由で操縦桿が機首下げ方向に動き、その時に機長の手が操縦桿に引っ張られたことによる力」と考えられます。また、自動操縦が解除した前後(48分25秒から27秒)の大きな力は、機体が空気の渦に突入した際に「機体の急激な動きで体が大きく揺り動かされたためにかかった力」と見るのが理屈に合います。そのことは、事故当時の状況を「速度が急激に増加した際に、自動車が道路の穴を通過した時のような衝撃を感じた」と機長が述べていることから窺えます。

## 《機首上げの原因》

事故調査委員会の報告書(P31)によれば、「48分15秒から同16秒にかけて、機長側のコントロール・コラム・フォース(CWS-PITCH)が機首上げ側に顕著に変化し始めた。また、この頃から操縦桿の角度(CCP)も機首上げ側に顕著に増加し始めた。これらは、速度の増加を抑えるために機首を上げようとして、機長が操縦桿を引いたものと推定される」と記述し、48分15秒頃から始まった機首上げを「速度増加に対応するための、機長の意図的な操作」と推定しています。その理由は、速度の増加が急だったため“あわてて自動操縦をつないだまま操縦桿を引いてしまった”のだろうと、事故調査委員会の加藤晋委員は法廷で証言しています。また、事故調査報告書には急激な機首上げの原因は「自動操縦装置がディスコネクトしたため、機長の機首上げ効果を抑制していた同装置の働きがなくなり、同機の急激なピッチアップが発生した」と記述されています。

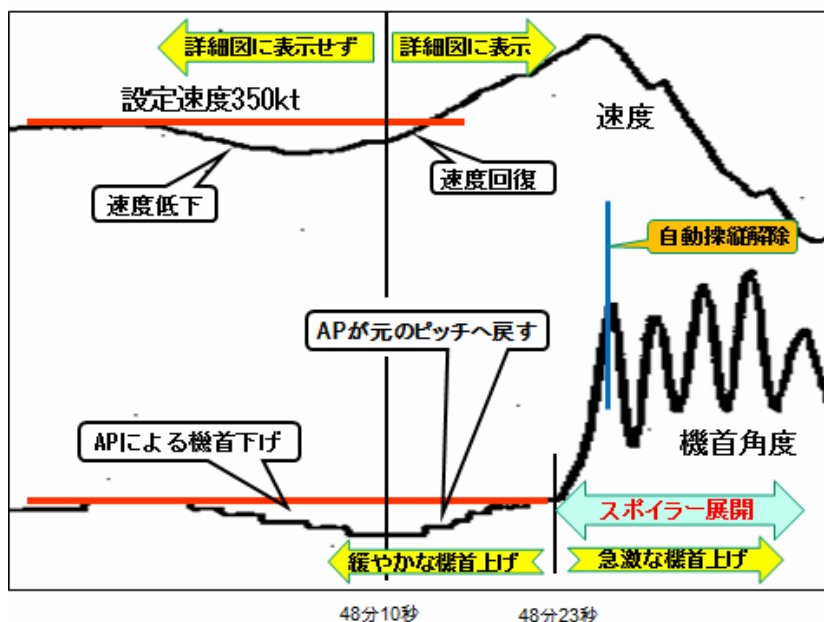
日乗連の調査チームでは、機首の動き方が2段階に変化していることに注目し、48分15秒から23.5秒頃と同23.5秒から26秒頃に分けて検証を行いました。

## 【日乗連の分析】

### ！最初の緩やかな機首上げ（48分15秒～23.5秒ころ）

JL706 便の飛行記録を見ると、最初の機首上げは48分15秒頃から始まって同23秒過ぎから急激に上がった様子が分かります。ここでは、最初の緩やかに機首が上がっている部分を「機首上げ前半部分」、それに続く23秒過ぎの急激な動きを「機首上げ後半部分」と呼ぶことにします。

事故調査委員会の見解に対して、機長は「速度増加に対応するために自動操縦パネルの入力装置（ピッチノブ）を操作し



て機首上げをしようとしたが反応がなかった。次の手段としてスピードブレーキ（スポイラー）を開いた。操縦桿を引く操作は行っていない」と述べ、事故調査報告書の内容と機長の証言は全く相反しています。

事故調査委員会は JL706 便事故の原因を「機長が操縦桿を強く引いたため」と推定していますが、操縦桿を引いたのか引かなかったのかという点に関しては、機長からの度重なる申し出にもかかわらず、調査が終了するまでの2年半の間に一度も聞き取りをしていません。

ダグラス社の資料からも、飛行記録に残っている程度の力が操縦桿に力がかかっても、自動操縦には影響を与えないという点はすでに説明しました。それでは、この部分の機首上げの原因は何だったのでしょうか。

### 事故調査報告書には飛行記録の肝心な部分が掲載されていなかった！

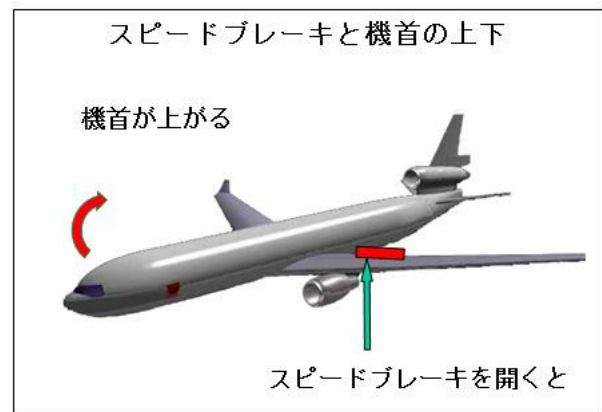
一目見ただけでは原因のすり替えのクラクリが分からないようになっていました。報告書の文章中には降下中の高度や速度それに降下率などの数値が記載されていますが、急激な機首上げが始まる以前の機首角度の数値は一切記載されておらず、急激な機首上げが起きた後の数値は詳細に記載されています。そして、報告書の解析部分でも“機首が上がり始めて以降”についての記述しかありません。さらに、飛行記録の詳細なグラフ（巻末添付グラフ）は48分10秒からのものが掲載されていて、報告書を読む人が48分15秒以降についてのみ注目するような構成になっていますが、実はそれ以前の状態が示されていないところに巧妙なトリックがあったのです。

事故発生のおよそ1分前である47分30秒頃から47分55秒過ぎにかけて、JL706便はマニュアルで決められた350ノットの設定速度を維持して降下していましたが、その時の機首角度（ピッチ）はおよそマイナス2.5度くらいで安定しています。しかし、47分58秒頃から風の変化を受けて対気速度が一時的に5ノットほど減少し、自動操縦装置はその速度変化を修正するために48分00秒ころから48分10秒あたりにかけて機首角度をさらに2度ほど下げ、マイナス4.5度程度にしました。それによって速度は緩やかに回復し始めたため、48分15秒ころから自動操縦装置はもとの機

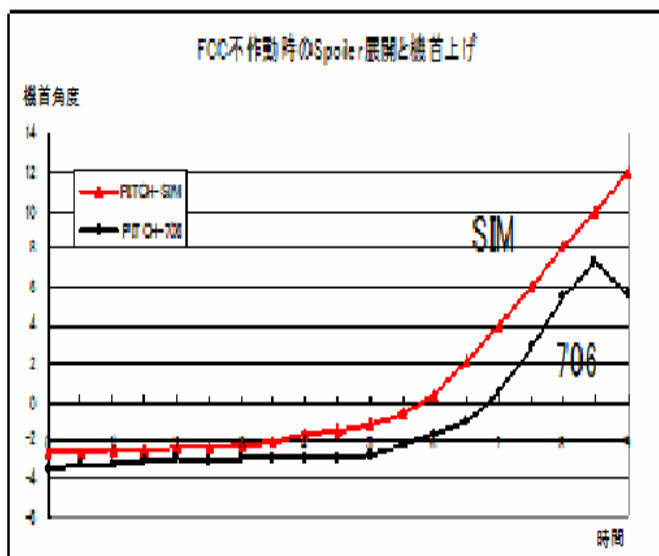
首角度であるマイナス 2.5 度あたりに戻そうとしています。その後は機首が上がってきても速度が一貫して増え続けましたが、48 分 20 秒ころに自動操縦は設定速度に対応する機首角度に近いマイナス 3 度前後で一旦止まり、その直後から設定速度を超えたことを修正するために再び機首上げを継続しています。これで分かるとおり、“機首上げ前半部分（48 分 15 秒～23 秒付近）”は速度変化に対応した自動操縦による機首の動きなのですが、報告書の詳細なグラフには機首角度が最低値となった 48 分 10 秒からしか載せていません。事故調査報告書別添 1-2 に示された詳細なグラフには、基準の機首角度からいったん機首下げが行われた 48 分 00 秒～10 秒ころのデータが示されていないため、このグラフを見た人はあたかも機長の操作によって機首が上がったかのように誤解してしまうわけです。これは巧みな情報操作といえます。

### 急激な機首上げ（48 分 23.5 秒～26 秒ころ）

次に 48 分 23 秒過ぎからの“機首上げ後半部分”ですが、ここの機首の動きは非常に急激になっています。事故調査委員会はこの部分は「大きな力でオーバーライドしたために自動操縦が解除し、自動操縦装置による抑制がなくなったために生じた」と説明しています。しかし、飛行記録を見ると自動操縦は 26 秒過ぎに解除しており、機首が急激に上がっているのはその 3 秒ほど前です。自動操縦装置が解除した頃にはすでに機首は上がりきっているのです。急激な機首上げと自動操縦装置の解除とが無関係であることは、飛行記録を一見ただけで分かることで、この点は JL706 便事故裁判における名古屋高等裁判所の判決でも述べられています。



ではこの急激な機首上げはなぜ起きたのでしょうか。その要因の一つは“スピードブレーキ（翼上面の抵抗板）”の影響と考えられます。スピードブレーキを開くとかなりの機首上げが発生しますが、普通は自動操縦装置や LSAS という安定化装置によって自動的に修正されます。LSAS とは、手動操縦の時に機体を安定させるために働く安定化装置のことで、自動操縦コンピューター（FCC）の機能の一部を使っています。事故発生当時は気流が非常に乱れていた記録があり、自動操縦コンピューターは気流の乱れに対応しきれず、一時的に機能が停止あるいは動作が非常に緩慢な状態にな



なっていたと考えられます。速度が増加した時に機長が自動操縦装置への入力操作を行ったにもかかわらず、自動操縦装置が反応しなかったのもそのためだと考えられます。スポイラーの機首上げ効果が自動操縦装置によって修正されなかったために、機首は急激に上がってしまいました。日乗連の調査チームは、MD-11 型機のシミュレーターで“自動操縦コンピューターを機能停止させた状態でスピードブレーキを開く”実験をしたところ、JL706 便の飛行記録と全く同じ機首上げ傾向が再現できました。

## 《自動操縦装置の解除の原因》

自動操縦装置が解除した理由について、事故調査報告書の43ページ“原因”には「機長が機首上げのため操縦桿を操作し、この結果、自動操縦装置が指示する昇降舵の舵角から、実際の舵角が許容量を超えて変位したため、自動操縦装置がディスコネクトした」と記載されています。その理由として、36ページの“3.事実を認定した理由”の項に、「自動操縦によって制御されているエレベーターの舵角も、操縦桿に大きな力が加えられると、自動操縦装置が命令している舵角からのずれが大きくなり、そのずれが限度を超えると ECRM 機能が作動して、自動操縦装置がディスコネクトする」としています。

### [日乗連の分析]

#### AP の自動解除機能が作動する条件に関する調査の欠落

MD-11 型機の自動操縦装置は、ある条件のもとで自動的に解除する機構となっており、自動操縦装置の性能を超える状況に遭遇した場合に作動するものを ACO (Automatic Cut Off) と呼び、自動操縦システムの作動を自己モニターし、異常があれば自動的に解除させる機能のことを CRM と呼び、昇降舵に関する CRM 機能は ECRM (Elevator Command Response Monitor) と呼ばれます。

パイロットに配布されている MD-11 型機の操縦マニュアルには、自動的に解除される場合として、以下の4つの条件が記載されています。

- a. 機体に大きな重力加速度（気流の乱れなどによる力）が加わった場合
- b. 機体が左右に30度を超えて傾いた場合
- c. 機体が左右に傾く速度が毎秒10度を超えた場合
- d. パイロットのオーバーライド操作などにより、自動操縦コンピューターの操舵信号と実際の舵面の位置にずれが生じ、一定以上の時間が経過した場合

JL706 便では、事故当時に機体の大きな左右の傾きはなかったため、(b)と(c)は除外され(a)と(d)が残りますが、ダグラスの操縦マニュアルには(d)の状況が発生するのは「パイロットのオーバーライド操作などにより・・・」とわざわざ注意書きがつけてあります。事故調査委員会はこの注意書きに着目して、自動操縦解除の原因を“機長の不適切な操縦桿操作”と断定しました。

しかし日乗連の調査では、自動操縦装置が自動的に解除されるのは操縦マニュアルに記載のある4つの条件以外にもたくさんあることが分かりました。それは ECRM が作動する(d)に関係します。

昇降舵の舵面が自動操縦コンピューターからの操舵指示とずれる原因は、パイロットによるオーバーライド操作以外にも、舵面そのものがスムーズに動かない場合や舵面の位置が正しく測定されない場合など、さまざまあるわけです。舵面は油圧によって動かされていますが、自動操縦コンピューター (FCC) に異常が生じた場合は自己モニター機能が働き、危険を避けるために舵面を動かす油圧を止めてしまう機能があり、その場合は ECRM が作動します。自動操縦装置に関し、より詳細に記述してある整備マニュアルによれば、ECRM 機能が作動するのは次のような場合があります。

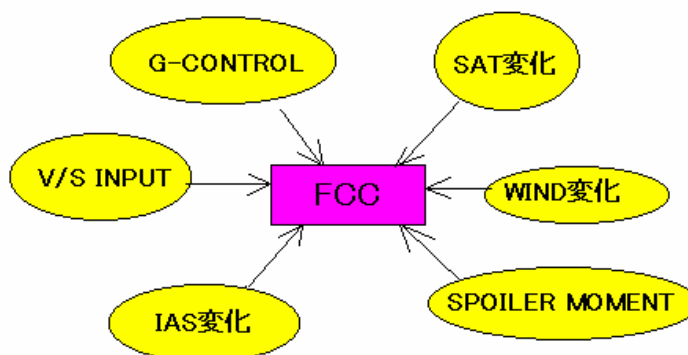
- a) 自動操縦コンピューターへの入力信号に異常がある場合（風向風速・外気温・速度など）
- b) コンピューターの CPU (中央演算装置) の作動に異常がある場合
- c) コンピューターの電源に異常がある場合
- d) 舵面の位置を示す信号に異常がある場合
- e) コンピューターの入出力データに異常がある場合

などが主なものです。

「オーバーライドして操縦桿を引けば ECRM 機能が作動することがある」という理屈は正しいのですが、「ECRM 機能が作動した場合はオーバーライド操作があった」ということは必ずしも言えないのです。オーバーライドは ECRM が作動するための多くの要素の一つに過ぎないわけで、操縦マニュアルにはパイロットにとって必要な情報のみが記載されているわけです。

日乗連の解析によれば、自動操縦装置が解除する 10 秒ほど前から、自動操縦コンピューターによって制御される水平尾翼の角度（トリム）が正しく動いていなかったことや、機長が自動操縦パネルで入力操作をしたにもかかわらず機体が反応せず、コンピューターが入力を受け付けたという表示も現れなかったことなど、自動操縦装置の作動に異常があったことが判明しています。また、事故が発生した高度付近には温暖前線があり、風速や気温の顕著で周期的な変化が記録されていました。前線面の上層と下層では風向風速が大きく異なっており、ちょうど空気が「ロールケーキ」のように渦巻いていたと考えられます。

自動操縦装置は、対気速度（IAS）、外気温度（SAT）や風向風速、機体にかかる加速度など、多くのデータを基に適切な操舵量を計算していますが、自動操縦装置に使われているコンピューターの CPU（演算装置）が 1980 年代に多用されていた古いタイプであるため（Intel 80386/Motorola68020）



処理に時間がかかったと考えられます。そのことが自動操縦コンピューターの自己モニター機能で異常状態と判断され、自動操縦装置の解除に至ったとみられます。このような状況が発生した場合、自動操縦装置が解除して JL706 便の飛行データにあるように “ECRM” の記録が残ることが確かめられました。そのほかにも、コンピューターが正常に作動していなかった形跡があり、日乗連では自動操縦が解除した原因を次のように推定しています。

外気の乱れにより、自動操縦コンピューターに短時間に変化の激しいデータが大量に送り込まれた。



そのためにコンピューターが情報を処理しきれず、保護機能によって舵面への油圧が遮断された



油圧がなくなったために舵面（昇降舵）は自動操縦の指示通りに動かなくなった



自動操縦の操舵指示と実際の舵面の位置にずれが生じ、d) の条件によって自動操縦は自動的に解除された

事故調査報告書では「機長が操縦桿をオーバーライドしたため自動操縦が解除し、急激な機首上げが生じた」と断定し、自動操縦装置の解除が機首上げよりも後に起きているとの指摘に対しては、

「飛行記録の時間的なずれ」だと強弁してつじつま合わせをしようとした。しかしそのような無理な推論をしなくても、事実を正しく見ていくことで無理のない原因推定ができるのです。

### オーバーライドによる AP 解除であれば、通常は「ACO」の記録が残る

P-ACO (G) による解除	AP 解除までの時間 (秒)	ECRM による解除
	0	
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	
	16	
	17	
	18	
	19	
	20	

JL706 便事故調査報告書では、「AP をオーバーライドした場合は ECRM 機能により解除する」と一貫して記載していますが、日乗連が行った MD-11 型機のシミュレーターによる検証では、それが誤りであることが判明しました。

AP が自動的に解除する場合として、

- a) 外的要因などで機体の動きが AP の能力を超えた場合
- b) 機材が設計通り作動していない場合

の 2 種類があり、a) の場合は「ACO (Automatic Cut Off)」と呼び、b) の場合を「ECRM (Elevator Command Response Monitor)」と呼びます。

日本航空の運航技術部では一般的に「オーバーライドして操縦桿を引けば ECRM 機能で AP が解除する」と理解されていましたが、AP をオーバーライドで解除した場合、「ECRM」だけで解除するわけではなく、**多くの場合は「ACO」機能により解除することがシミュレーター実験によって判明しました。**

左の図は、自動操縦使用中に操縦桿を両手で強くひいて解除した場合の、自動操縦コンピューターに残る故障記録を MD-11 型機のシミュレーターによって 20 回繰り返し実験したものです。操縦桿をどんなに強く引いても解除までに最低 2 秒かかり、引き始めから解除まで 8 秒程度の比較的短時間に解除する場合は P-ACO (Pitch-ACO) により解除します。一方、ECRM により解除するのは 13 秒以上かけてゆっくり引いた場合であることを示しています。

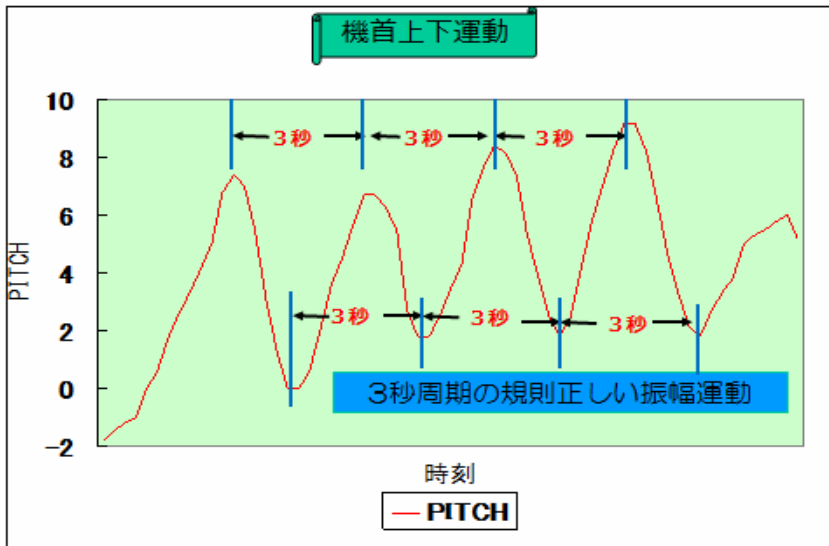
操縦桿をゆっくりと引いた場合は、力が 45 ポンドを超える頃まで自動操縦は機体姿勢を維持して Pitch は変化せず、その後少し機首が上がって約 50 ポンドの力で ECRM 機能により AP が解除します。それに必要な時間は最短で約 13 秒でした。もっと大きな力で操縦桿を速く引くと、力が 20 ポンドを超えたところから機体 Pitch が上がり始めますが、機首が上がるために機体にかかる G (重力加速度) が制限を超え、ACO 機能によって AP が解除することがわかりました。

JL706 便では操縦桿に 5~20 ポンド程度の力が加わっている時に機首が上がり始め、その後、突然急激に機首上げが生じてその 3 秒ほど後に操縦桿に 25 ポンドを超える力が加わり、その 1 秒ほど後に自動操縦が解除しています。

## 《自動操縦解除直後の5回の機首変動》

48分23秒頃から急激な機首上げが発生し、26秒過ぎに自動操縦装置が解除した直後、機体は5回にわたって規則正しい機首の上下動を起こしていますが、事故調査委員会はこの機首振動の原因を「機体姿勢を安定させようとして、機長が操縦桿を前後に動かしたことが原因」（報告書 P37）と推定し、PIO が関与したと述べています。

PIO とは「操縦士が航空機を安定させようと操縦する結果発生する、操縦士の意図に反した機体の振動現象」と説明されています。その一方で、事故調査報告書の27ページには「シミュレーターを使って周期的な機首振動の再現実験を行ったが、再現できなかった」とも記されています。



### 【日乗連の分析】

事故調査委員会の説明のように、PIO とは“パイロットが航空機の姿勢を安定させようと操縦する時に発生する現象”であり、パイロットが機体の動きを感知して修正する「フィードバック」中の発振現象です。つまり、振動を続けるためには「フィードバックループが閉じていること」が必要となります。言い換えれば、パイロット

は機体の動きを認識していなければなりません。

しかし事故当時は機体に 2.8G から 0.4G ほどの加速度が約 1.5 秒ごとに繰り返し加わっていました。それにより、パイロットの体は 200kg もの力で椅子に押さえつけられた 1.5 秒後にほとんど体が浮き上がるというような状況が 3 秒周期で繰り返しており、とても機体の動きが確認できるような状況ではなかったのです。この時の状況は、エレベーターで 1.5 秒間に約 7m（3 階の高さ）まで上がり、その 1.5 秒後には元の所に下がるという動きが繰り返されたようなものです。

機長も「体が激しく揺さぶられ、機体がどのように動いているのか判断できなかった」と述べています。しかも、JL706 便の機首振動は正確に 3 秒周期であるうえに振動が毎回同じ波形で繰り返しており、グラフを 180 度回転させるとぴったり重なります。とても人間業で起きる現象とは考えられません。

日乗連が行ったシミュレーター検証でも、意図的に機首角度を周期的に上下させると約 6 秒の周期になり、それよりも早く動かそうとすると変動の上下幅が非常に小さくなり、動きを持続させようとしても 2 回ほどで止まってしまうことが確認できました。その理由は、LSAS のピッチレートダンパーという縦安定増強装置が装備されているためです。LSAS は手動操縦の時に働く安定装置で、操縦桿の動きとは全く独立して昇降舵を自動的に動かし、機首角度を安定させる装置で、パイロットの操縦操作とは全く別に働きます。

MD-11 型機は水平尾翼が大変小さいうえ、飛行中に燃料を後部の水平尾翼内タンクに移送して重心位置を後方に保つ設計となっています。これにより燃料消費が改善しましたが、機体固有の安定性が減少することになりました。この点を補うために、LSAS というコンピューターを使った安定

化装置が装備されました。しかし、MD-11 型機が就航後、飛行中に大きな揺れが発生する事故が続いたために、アメリカの事故調査機関の勧告によって新しく付加された装置がピッチレートダンパーで、これによりさらに安定性は改善していました。

このように、MD-11 型機は LSAS の機能が正常に働いていれば、他の機種と同等の安定性を持つ飛行機ですが、JL706 便が遭遇したような激しい気流の渦の中では LSAS が揺れに十分に対応できず、かえって機首振動を継続させてしまった可能性もあります。

事故調査報告書の 38 ページに機首変動の繰り返しについての記述がありますが、そこにはダグラス社の情報として「操縦士が修正操作を行うまでに 0.2 秒の時間遅れがある。操縦士が操作を開始してから実際に昇降舵が動くまでの時間遅れは 0.2 秒である。昇降舵が動き始めてから機首角度が変化するまでに 1.5 秒の時間遅れがある」との記述があります。これによれば、MD-11 型機を手動操縦で機首角度を動かす場合は  $0.2 + 0.2 + 1.5$  秒、つまり 1.9 秒必要になり、機首上げと機首下げを続けて行う場合はどんなに早くても  $1.9 \times 2 = 3.8$  秒必要です。それより早く機首を上下させることは、機体の操縦特性上できないわけです。しかし、JL706 便では 3 秒周期で機首が変動しています。ここで、この動きが LSAS による電気信号で発生したとすれば、LSAS は直接昇降舵の駆動装置を動かしますので、人間の反応時間の 0.2 秒と操縦系統の機械的な作動遅れの 0.2 秒がなくなり、機体の運動特性による 1.5 秒の遅れのみで動くこととなり、ちょうど 3 秒周期で機首が振動することになります。これは JL706 便の状況とぴったり符合します。

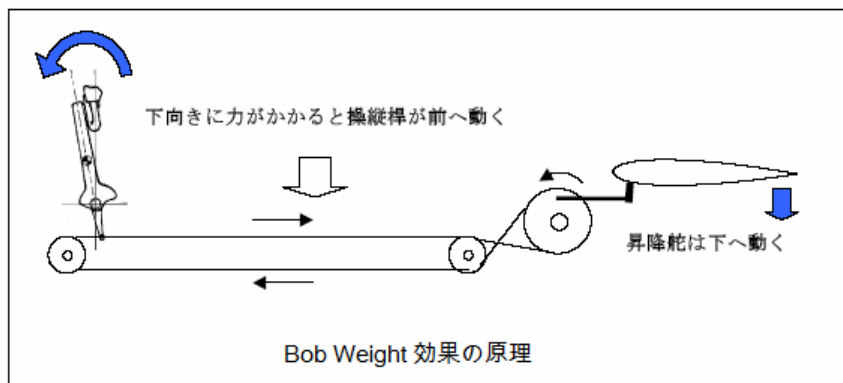
### [航空専門家から寄せられた意見]

このほかにも、JL706 便の事故調査報告書を読んだ日本の航空機設計の専門家とカナダの物理学者から、それぞれ次のような有力な情報を得ました。

- ポブウエイト効果と呼ばれる現象が影響した可能性
- 安定化装置である LSAS が機首振動を助長した可能性

### = ポブウエイト効果の影響 =

一般的に、飛行機は操縦桿を引くと機首が上がりますが、その結果、機体にかかる下向きの力(重力加速度)は大きくなり、乗っている人が椅子に押しつけられるような不快さを感じるだけでなく、場合によっては機体構造そのものにも悪影響を及ぼします。このようなことを避けるため、気流の乱れや操縦操作など何らかの理由で機体が上下に大きく動いた場合、縦操縦系統に付けられた“釣り合い錘”によって、自動的に機体の動きを緩和する方向に舵が動くように設計されています。



自動的に機体の動きを緩和する方向に舵が動くように設計されています。

操縦桿の動きが軽すぎて操縦舵が大きくなり、思わぬ荷重がかかるという事を避けることを目的としていますが、その作用が強くと現れすぎて機体が思

わぬ動きをすることがあるといわれています。航空自衛隊の練習機“T-2”の試験飛行の時、操縦

桿を一瞬引いて離す操作を行った際、機体が急激に上下動を繰り返した事故が発生しています。

JL706 便においても、自動操縦の機能が一時的に停止した状態で急激な機首上げが起きたため、ポブウエイト効果が強く現れすぎて機首の上下動を繰り返した可能性があります。そのような時は操縦桿がひとりでの前後するため、ちょうど JL706 便の飛行記録に残されたように「操縦桿の動きが操縦桿にかかる力よりも先行する」ような状況が考えられます。

### = LSAS が機首振動を助長した可能性 =

前に述べたように、MD-11 型機は飛行中に重心位置を後ろに移動させることと、水平尾翼を小さくして重量および空気抵抗を減らすことで燃料効率を改善していますが、そのために他の機種と比べて縦安定性が悪くなっています。その対策として、手動操縦の時に働く安定化装置として LSAS が装備されており、さらに機体が大きく動こうとした時に動きを緩和させるための“ピッチレートダンパー”という機能が LSAS に付加されています。このピッチレートダンパーもポブウエイトと同じく、機体の急激な動きを緩和させるように自動的に昇降舵を動かします。しかも、LSAS による昇降舵の動きは操縦桿にはフィードバックされないためパイロットには認知されず、LSAS の操舵信号は飛行記録にも残りません。

MD-11 型機は原因不明の機首上げや機首下げによる墜落事故( FedEx14 便 = 1997 年ニューアーク、大韓航空 6316 便 = 1999 年上海、中華航空 642 便 = 1999 年香港、FedEx80 便 = 2009 年成田 など) が相次いでおり、LSAS の誤作動が疑われるものの飛行記録に LSAS の操舵信号が記録されないため、全て乗員の不適切な操縦と結論付けられています。事態を重視したアメリカの NTSB (運輸安全委員会) は、ニューアークでの FedEx14 便事故調査報告書の中で「LSAS の操舵信号を飛行記録に残すような改善」を勧告しています。

JL706 便の場合はスピードブレーキによる最初の機首上げが激しかったため、ポブウエイト効果と LSAS のピッチレートダンパーの機能が強く現れ、設計上考慮された以上の動きとなって発振状態に陥った可能性が専門家から指摘されています。

### 《気象および風の変化》

JL706 便事故調査報告書 10 ページには

- ◇ 21 時の潮岬の観測によれば、500hp (約 18000 フィート) の上下で、風向風速に顕著なシア (変化) は見られなかった
- ◇ 8 日 21 時に「雷、強風、波浪、濃霧注意報」を出した

また、29～30 ページには

- ◇ 鉛直ウインドシアが存在したと推定される。同機は 1.7～2.8kt/s に達する風速の時間的変化を受けたものと推定される

と記述されていますが、いずれもその気象現象が飛行に及ぼした影響については全く調査されておらず、単に「風速の大きな変化に遭遇した場合、自動操縦装置の速度制御機能にクリティカルな影響を与えたものと推定される」と述べただけで済ませています。

この記述は、「出発前には顕著な気象は予想できなかった」こと、「自動操縦が対応しきれないくらいの風の変化があった」ことを述べるにとどまり、「風が機体の運動に与えた影響」については

「無視できる」として、調査対象から外しています。しかし、風の変化が機体や自動操縦装置に与えた影響こそ、JL706 便事故の直接原因であったと日乗連は見ています。

### = 垂直方向の風の変化について =

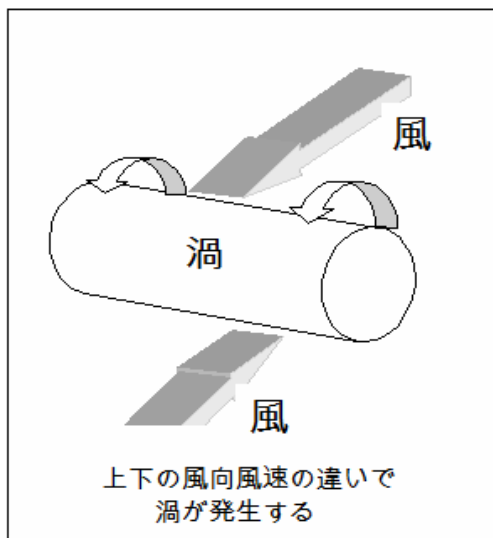
事故調査では“水平方向”の風の変化があったと認定しているものの、“垂直方向”の風の変化については「無視できる」と述べています。

つまり、“水平方向の風の変化は、自動操縦装置の速度維持能力を超えたもの”であったために、自動操縦装置が設定速度を守れなかったのは当然。また、“垂直方向の風の変化は無視できる”、したがって“JL706 便の機体姿勢の変動はパイロットの操作によるもの”との結論に結び付けているわけです。

しかし、事故当時の名古屋近辺に“雷注意報”が出されていたということは、上空に強い上昇気流があったことを意味しており、渦が形成される状況があったはずで、JL706 便事故は、機体が空気の渦に遭遇して前後・上下に揺さぶられたことと、機体の不安定な飛行特性や LSAS と呼ばれる安定化装置が相乗的に作用した結果と考えられ、気流の変化に対する検証は徹底的に行われる必要がありますが、調査ではその影響を初めから無視しています。

自然現象で起き得る程度の気流の変化に MD-11 型機が対応できなかったことを表面化させないために、「垂直流がなかった」事にしてしまう姿勢が垣間見えますが、ここは JL706 便事故調査のポイントと言える部分です。

### = 水平方向の風の変化について =



水平方向の気流については、報告書の中で負傷者の証言や機内の損傷について述べた部分があり、その中に「背広を脱いで隣席に置いていたが、その背広が前方の席に飛んでいた」、「後方ギャレーのサービス用カートのうち1個が収納部から完全に飛び出し、もう1個は収納部から飛び出して斜めになっていた」という証言があります。

背広が前方に飛んだことや、後部ギャレーの収納部の 60kg ~ 80kg もあるカートが前方へ飛び出していたことは、大きな前後方向の力が加わった証拠と言えます。このような力を受ければ、パイロットの体は大きく前後に揺さぶられ、その結果としてちょうど飛行記録に残され

たような力が操縦桿に加わることになります。

事故当時の上空の風の変化は、高度によって風向風速が激しく変化していますが、このような状況のことを「ウインドシア」と呼び気流が大きく乱れるところです。また外気温の変化を見ると、高度はあまり変化していないのに気温が周期的に変動しています。わずかな高度差の中で風が大きく変化していることは、前述した垂直方向の気流と相まって、局所的にロールケーキのような強い渦が生じていた証拠といえます。

気流の激しい変化で発生したと言われている事故には、1966年3月5日英国海外航空のボーイング 707 型機が富士山周辺の乱気流により空中分解して墜落した事故が有名ですが、この時は前後方

向の G ( 加速度 ) により主翼中央部の燃料タンク内の燃料がタンクの前壁を破壊し、空中分解に至ったと推定されました。JL706 便に作用したと考えられる風の変化は航空機を破壊するほどのものではなかったにせよ、機体を大きく揺らすには十分であったと考えられます。

これらの検証を行うには、“迎角 ( 翼に当る気流の角度 )” および “ 前後方向の G ” それに “ 降下率 ” のデータを詳細に検討する必要がありますが、事故調査委員会は何の検証も行っていない。

### 《スピードブレーキの減速効果》

事故調査報告書の 36 ~ 37 ページには「自動操縦装置を速度維持モードで使用中は、スピードブレーキを開いて減速させようとしても、自動操縦装置が機首を下げて速度を維持しようとするため、 $V_{mo}(365kt)$  を越える直前でスピードブレーキを展開しても、減速にはつながらなかったものと推定される」と記述されています。

速度が設定値を超えて増加している最中にスピードブレーキを開いた場合、速度が設定値まで速やかに減少するであろうことは常識的にみて当然と思え、事故調査委員会の推定は全く腑に落ちないものです。この点について日乗連は MD-11 型機のフライトシミュレーターを用いて試験を行いました。

#### [日乗連の検証結果]

日乗連が行ったシミュレーターによる検証では、自動操縦を事故当時と同じ「速度を維持するモード ( Flight Level Change Mode )」に設定して降下する時に、最大限界速度 (  $V_{mo}$  ) から設定対気速度までの減速に要する時間は、スピードブレーキを展開した場合はスピードブレーキを展開しない場合に比べて、約半分程度に短縮されることが明らかになりました。そもそも何らかの理由で設定速度を上回ってしまっている状態ですから、自動操縦装置は設定速度まで減速しようとしているわけで、その時にスピードブレーキを開けば自動操縦装置による減速を助けることは当然ですし、これはパイロットにとっては常識です。

シミュレーターによる実験結果は以下の通りでした。

#### 365kt から 350kt への減速

スピードブレーキ 不使用時は 20 秒必要

スピードブレーキ 使用時は 13 秒必要

このことから、スピードブレーキの効果に関する事故調査委員会の認識は誤っていることが明らかとなりました。

## 5 . 的外れな「安全に関する提言」 ( 建議および安全勧告 )

JL706 便事故に関する建議および安全勧告は、以下のような内容です。

#### [建議]

1997 年 9 月 5 日付建議第 10 号

706 便事故は PIO ( Pilot Involved Oscillation ) が関与した可能性が考えられるので、PIO に起因する事故が再発しないように対策をとる必要がある。

1999 年 3 月 5 日付建議第 13 号

運航中の航空機におけるシートベルトの常時着用が定着するよう所要の措置を検討させる必要がある。

#### [安全勧告（1999年12月17日最終報告書）]

自動操縦装置の解除に関する再検討

- ・オーバーライドにより解除しても急激な姿勢変化が生じないように設計変更
- ・上記改善が無理なら、オーバーライドによる解除の危険性を「運用限界」に記載する
- ・自動操縦装置がオーバーライドされた状態を知らせる警報装置搭載を検討する

自動操縦装置の目標速度への収束特性の改善

- ・自動操縦装置が検知する速度と操縦計器に示される速度の差を小さくする
- ・上記改善が無理な場合は、マニュアルの記述を変更する

シミュレーター訓練プログラムの見直し

- ・運用限界速度を超過しそうな場合の対処法を訓練する

#### [日乗連の評価]

建議第10号で指摘された“PIOが生じないように、パイロットに対する訓練を充実させること”という点は、PIOはパイロットの意思ではコントロールできない“機体の欠陥”であるということを理解していないものです。PIO事例として代表的なものは“X-15”、“スペースシャトル”、“ボーイング777”、“F-22”など多くの飛行機が開発当初の試験飛行の段階でPIOを経験していますが、実用機として使用されるまでにこの欠陥は修正されています。PIOという現象は「操縦桿を動かして昇降舵が実際に動くまでの微小な時間遅れ（Time Delay）」が原因とされており、機体にPIOの傾向が確認されれば修正は可能なのです。

PIOについて研究している米国NASAの学者に日乗連が問い合わせたところ、「PIOは操縦系統内のTime Delayにより起こる現象で、条件がそろえば航空機製造メーカーのテストパイロットであってもPIOから逃れることはできない。パイロットを訓練することでは解決しない。操縦系統の設計変更により解決が可能である」との返答を得ました。

このことから「機体の設計の問題」を「パイロットの訓練」で対処しようという発想そのものが全般的な外れであるうえ、そのような対処では不安全な状態を抱えたままの飛行機が飛び続けることとなります。その結果は、FedExや中華航空などのMD-11型機による転覆事故や急降下事故の多発となって現れています。

安全勧告で指摘されている“自動操縦装置のオーバーライド操作を防ぐための対策”については、そもそも20ポンド以下の力が操縦桿に加わることは設計上織り込み済みの安全対策であるため、勧告そのものが意味を成しません。そして、オーバーライドによって自動操縦が解除した場合の機体の安定性についても、JL706便事故以前にすでにピッチレートダンパーによる安定強化がなされており、オーバーライド操作による解除の実機検証でも機体姿勢には何の変化も生じないことが明らかになっており、何ら意味のない勧告ということになります。

事故調査委員会は、乗員乗客の負傷の原因は座席ベルトを着用していなかったことであり、機内にある者は常時座席ベルトを着用するよう勧告しました。しかし、この事故の特徴は座席ベルト着用の指示が出された際に、客室乗務員がベルトを着用していなかった点にあります。しかし事故調

査においては客室乗務員が機長の安全指示に従えなかった点については全く調査が行われていません。そして事故調査委員会は、客室乗務員のベルト着用に関する日乗連の質問に対して「機内にある者の常時ベルト着用を勧告したのだから、客室乗務員の安全についても包含している」と述べています。乗客が常時ベルトを着用することは容易でしょうが、座席ベルトの常時着用は飛行中に作業を行うために乗務している客室乗務員に対しては意味のない勧告です。

事故調査は現実の飛行の安全に効果のある勧告を行ってこそ意味があるということを、事故調査機関は再認識すべきでしょう。

## 6 . 事故調査はどのように行われたか

### 《事故発生時の操縦室の状況に関し、乗員に全く聴取していない》

JL706 便事故は 1997 年 6 月 8 日に発生しましたが、翌 6 月 9 日の午後、事故調査委員会は当該乗員から飛行の概況と気象に関し、約 1 時間の事情聴取を行いました。

2 回目の事情聴取は同年 6 月 16 日に行われ、その時には「MD-11 型機の自動操縦装置の使い方と、操作スイッチの名称」などについて短時間の質問が行われています。

3 回目の聴取は、最終報告書の準備中の 1998 年 3 月 17 日に行われましたが、聴取内容は「救急体制」に関するものでした。

事故調査委員会による事情聴取は、このように都合 3 回、合計およそ 3 時間程度しか行われておらず、肝心の「事故発生当時、乗員は何を考えてどのような操作を行い、操縦室内がどのような状況であったか」については全く質問していないだけでなく、その点についての当該機長からの度重なる聴取要請にも、かたくなに聴取を拒んだまま最終報告書がまとめられました。

### 《事故の 2 日後、すでにストーリーができていた可能性》

一方、事故の翌日である 1997 年 6 月 9 日には、日本航空運航安全推進部による社内の事情聴取も行われましたが、翌 6 月 10 日には運航安全推進部長から直接当該機長の自宅に電話があり、「自動操縦装置を使用中に、操縦桿を引いたか?」「自動操縦装置が切れた後に、操縦桿を押し引きしたか?」という 2 点についてのみ質問がありました。当該機長は「操縦桿を引いたことはないし、揺れの最中は操縦しようとしてもできる状況ではなかった」と答えています。

事故調査期間中、日本航空機長組合や日乗連から類似事例の情報や様々な技術情報の提供も試みられましたが、事故から 2 日後にあった運航安全推進部長の質問、つまり「自動操縦中に操縦桿を引いた」点と「自動操縦解除後に操縦桿を押し引きした」という 2 点は、事故の主原因として最終報告書発表まで一貫して変わることがありませんでした。

このことから、事故翌日までにはすでに「機長の異常操作」として片付ける方向性が出来上がっていたと考えられます。

### 《原因関係者主導で行われた不透明な事故調査》

JL706 便事故調査には、機体メーカーであるダグラス社と運航会社である日本航空が深く関わっていました。

また、MD-11 型機の導入に関わった日本航空内の部署が、事故調査委員会の米国出張調査に同行し、調査の方向性に関与したのみならず、事故調査報告書そのものが、「ダグラス社が書いた意見

書の日本語訳」を基に作成されています。

これは JL123 便が御巣鷹山に墜落した事故の調査で、当時の事故調査委員長の武田峻氏が「JL123 便事故の調査はボーイング社の協力で行われ、それによって調査が非常に楽になった」と述べた実態とよく似ています。

外国での事故調査でもメーカーや運航会社に情報提供を求めることはあり、日乗連でも運航の専門家としての情報提供などの協力は惜しむものではありませんが、JL706 便事故調査のように、メーカーの意見書をそのまま要旨とした報告書が作成された例は、聞いたことがありません。

機体メーカーや運航会社が調査に加わり、調査の過程での透明性が保たれなければ、メーカーは機体の問題点を覆い隠そうとしますし、運航会社の導入に携わった人は、問題のある機体を導入した責任を問われることを恐れて機体の問題から目をそらそうと、結果的に原因がパイロットミスになっていくのも自然の成り行きと言えます。

JL706 便の調査の過程でも、メーカーであるダグラス社は「706 便が制限速度を超えたのは、自動操縦装置がわざとやったことではない」と述べたり、正常に作動していた部分を指摘して、自動操縦装置に異常がなかったということをごとさら強調したりしています。

### 《誤った情報に基いて行われた調査》

事故調査委員会に対する日本航空の連絡役であった部署から、MD-11 型機の性能に関して誤った情報が事故調査委員会にもたらされていたことも、報告書の発表後に判明しました。それは、MD-11 型機の LSAS（縦安定増強装置）と呼ばれる装置に関するものです。LSAS には手動操縦時に機首角度を一定に保つ[ピッチホールド]機能や、機首が急に上下に動こうとした時に、電気信号により自動的に昇降舵を動かし、機体の機首角度の動きを緩やかにする[ピッチレートダンパー]機能などを備えた安定化装置ですが、操縦桿の動きとは無関係に昇降舵を動かします。操縦操作とは無関係に昇降舵が動くため、LSAS が異常な動きをするとパイロットは何が起きているか理解できません。米国の事故調査機関（NTSB）も LSAS の誤作動が MD-11 型機の事故多発の要因ではないかと注目しており、LSAS から昇降舵駆動装置に送られる電気信号を飛行記録装置に記録するよう、改善勧告を行っています。

#### 正しい情報

手動操縦時に働く LSAS は、機体の動きや気流の擾乱などで大きな荷重を受けると、操縦桿の動きとは無関係に自動的に昇降舵を動かして荷重を減らす働きがあり、その時は“操縦桿の動きと昇降舵の動きは一致しない”

#### 誤った情報

LSAS は操縦桿にかかる力を加減して機体の動きを制限するため、いかなる場合も“操縦桿の動きと昇降舵の動きは一致している”

JL706 便の飛行記録に残された操縦桿の動きのデータが機体の動きと合致しないため、飛行記録を参考にする限り「パイロットの操作の問題」とするには都合が悪くなりました。そのため事故調

査委員会は“ 操縦桿の動きについては、飛行記録が不正確であった ” ことにして、飛行記録のデータを“ 事故調査委員会のストーリーに合うように ” 修正しようと試み、“ 数値解析 ” と称する手法により“ 機体の動きから逆に昇降舵の動きを算出し、そこからさらに操縦桿の動きを推定 ” しました。しかし、その“ 数値解析 ” には、“ 操縦桿の動きと昇降舵の動きは一致する ” という前提が必要であり、日本航空からもたらされた誤った情報に基いて行われたとみられます。

気流の変化などにより機体に荷重がかかった場合、LSAS は荷重を減らすために操縦操作とは無関係に昇降舵を動かすので、操縦桿を動かさなくても機体の姿勢は変化します。このため機体に大きな力が加わるような状況では、事故調査委員会が行ったように「機体の姿勢変化から操縦桿の動きを計算で求める」ことは不可能であるわけです。

その証拠に、1997 年 7 月 31 日にアメリカのニューアーク空港で発生した、FedEx14 便 MD-11 型機が着陸時に転覆した事故の調査において、米国の調査機関である NTSB は「LSAS が昇降舵の動きにどのような作用を及ぼしたかを検証できなかったので、今後は LSAS の信号を別に記録するよう改善する」ことを勧告しています。JL706 便で事故調査委員会が行った“ 数値解析 ” が有効であるのなら、NTSB もその手法によって昇降舵の動きとパイロットの操作の関係を解析できたはずですが。

JL706 便事故調査報告書は、飛行記録に残された操縦桿の動きは信用せず、この数値解析の結果により計算された“ 操縦桿の動き ” を実際の操縦桿の動きとみなしました。機体の運動を基に作りだした操縦桿の動きによって、機首上下運動の推定原因を“ パイロットの操作 ” としていることとなります。操縦ミスの状況を作り出すために行った数値解析を基にした推定原因は、誤りであるだけでなく、飛行記録さえも事故調査委員会のストーリーに合わせて作り変えるなど、科学的な調査においてはあってはならないことです。

同様の手法は、すでにこの「事故調査報告書にもの申す」で紹介している JL356 便の事故調査にも用いられており、調査結果を簡便に操縦ミスと結論付けるための常套手段と見られます。

数値解析を行った航空宇宙技術研究所の坂東俊夫氏に対し、日乗連は数値解析の具体的な手法や解析に使用したデータについて 3 回の問い合わせを行っていますが、「事故調査報告書に書かれてあることが全て」としか答えていません。本来は報告書を読んだ人が内容を確認することが出来なければ技術調査報告書の役割を果たしたことになりませんが、事故調査委員会の報告書は「福知山線事故調査」でも鉄道技術者から指摘されているように、結果が羅列してあるのみで根拠となるデータ類が全く示されていません。追試が出来ない報告書は科学的でないばかりか、再発防止という事故調査本来の役割を果たしていません。

### 《当初の推定原因“ PI0 ”は立ち消え。なぜ??》

事故から 3 ヶ月ほどたった 1997 年 9 月 5 日、事故調査委員会は JL706 便事故調査に関して「建議と経過報告」を発表しましたが、その内容は“ JL706 便事故は PI0 と呼ばれる機首振動であった ” というもので、PI0 (Pilot Induced Oscillation) であるから“ パイロットの操作ミス ” であるというものでした。

PI0 という現象は、「**操縦士が航空機を安定させようと操縦する結果発生する、操縦士の意図に反した機体の振動現象**」とされ、軍用機の空中給油や空母への着艦など精密で機敏な操縦が要求される時に発生しやすいと言われ、パイロットの操縦操作が引き金になって発生する振動現象ですが、これは機体の欠陥であり旅客機では試験飛行の段階で完全に PI0 の傾向を排除しておく必要があります。事故調査委員会は“ PI0 ” という言葉を“ パイロットの操作ミス ” と誤解していた訳です。

JL706 便では、機首振動発生時に意図的な大きな操縦操作は行われていませんので、日乗連では PIO という推定原因にも異を唱えています。もし本当に PIO が原因であれば、MD-11 型機は即刻飛行中止にして改修を行う事が必要だったはずで

す。事故調査委員会の経過報告による“PIO”という結論に驚いたダグラス社は、経過報告の“PIO”という言葉を取り消すために、経過報告発表の 10 日後にダグラス社の技術者である Steven Lund 氏が、ダグラス社独自の見解を事故調査委員会に送りつけています。

その書簡の中で、「自動操縦装置は正常に働いていた」操縦桿にかかった力は 25 ポンド(約 11kg)しか記録されていないが、これは記録の限界値なので、パイロットは自動操縦装置解除の条件である 50 ポンド(22.5kg)以上の力を加えていたに違いない」と憶測を述べ、パイロットの操作を強調するとともに、PIO という言葉を巧みに避け「オーバーコントロール」であると結論付けました。

事故調査委員会は、このダグラス社からの書簡を骨子とした最終報告書を、1999 年 12 月 17 日に発表しましたが、経過報告で「推定原因」として述べられていた機体の欠陥を意味する“PIO”という言葉は、「原因」からは消し去られていたのみならず、全く異なる推定原因になった理由については一言も述べられていません。

### 《都合の悪いデータはひた隠し》

1997 年 9 月 5 日の経過報告では、添付データとして“Pitch(機首角度)”、“Elevator(昇降舵角度)”、“CWS(操縦桿が感じる力)”、“AP(自動操縦装置)が解除した時期”の 4 種類しか発表されませんでした。

#### a. 日乗連の推測どおりのスピードブレーキ(主翼上面の抵抗板)のデータ

このとき発表された機首振動の規則正しい波形を一目見て「これは人為操作では無理」と感じた日乗連では、航空専門家の方々のご意見も伺いながら独自に検証を行った結果、スピードブレーキ(主翼上面に立つ抵抗板)の展開と機首振動の関連性に着目して「スピードブレーキの展開が機首振動に関与した可能性がある」と推定し、事故調査委員会に対してスピードブレーキのデータを出すように求めました。

日乗連などの指摘に対し、事故調査委員会は「話は承っておく」としたものの、データの開示や技術的な話し合いには全く応じようとしませんでした。

スピードブレーキの作動を示すデータは最終報告書に添付されましたが、日乗連の指摘どおり「スピードブレーキが展開した時期と異常な機首振動の時期が一致」していることが明らかになりました。しかも、その後に日乗連が MD-11 型機のシミュレーターを使って行った実験でも、スピードブレーキが開いたときに生じる機首上げ傾向が、JL706 便の飛行記録に残された機首上げとぴったり重なる(当ホームページ 7 ページ参照)ことも分かりました。それにもかかわらず、事故調査委員会はスピードブレーキの空力的な影響については、何の検討も行っていない。

#### b. 気流の乱れは“迎角”のデータに現れる

日乗連では、スピードブレーキのほかにも“迎角(翼に当たる気流の角度)”が変化したことが機首上げに影響した可能性があると考え、迎角のデータも開示するように要求しましたが、これもかたくなに拒否したままです。

迎角に乱れがあった場合、上下方向の気流の変化があった証となり、これは急激な機首上げの有

力な要因となります。しかし、事故調査委員会は“数値解析”と称する手法により「上下方向の気流がなかったと仮定して解析を行った結果、JL706 便の実際の航跡と大きな違いが出なかったため、上下方向の気流はなかった」と結論付けていますが、短い周期で上下に変化する気流の擾乱では機体の位置の変位は平均化されてしまうため、事故調査報告書に掲載されているような精度の低いグラフ（1目盛 500 フィート単位）の航跡から気流の擾乱の有無を判定することはできません。嵐の海を上下に揺さぶられながら航行している船の上下の動きを 1km 単位で解析してうねりの大きさを推定しても、最終的には平均海面上の高さに浮かんでいることになるのと同様、上下に周期性のある擾乱に対しては、このような解析は意味をなしません。

### c. 前後方向の“G（機体にかかる力）”はパイロットの体を揺さぶる

JL706 便の機長は、事故当時「急激で非常に大きな力を受け、体が振り回された」と述べていますが、事故調査委員会はそのような状況下でも「姿勢を立て直そうとして操縦桿を押し引きした」と推定しています。事故当時、操縦席は 3 秒周期で約 7m ほどの上下運動を繰り返したと推定され、その時パイロットが感じた力は、約 200kg の力で椅子に押しつけられたと思うと 1.5 秒後には体が宙に浮きそうになり、その 1.5 秒後には再び 200kg の力で椅子に押しつけられるというもので、その状況が正確に 3 秒周期で 5 回繰り返していました。

さらに、機体に前後方向の力が加わっていれば、当然パイロットの体は前後に揺さぶられ、その結果、操縦桿が動かされます。このことを証明するためには“前後方向の G（加速度）”のデータを検証しなければなりません。最終報告書にはその点について何の検証結果も書かれていないだけでなく、日乗連からのデータ開示要求に対して、ここでも頑なに拒否の姿勢を貫いています。開示すると何か都合の悪いデータが出てくるのでしょうか。

技術調査において、あらゆる可能性を先入観なく検証することは必須条件ですが、事故調査委員会の調査態度は「あらかじめ作ったストーリーに沿ったものだけを調査し、都合の悪いことは隠蔽しデータの改竄さえ行う」という、およそ技術調査とは程遠い“恣意的な調査”とさえ言えます。

## 7. 日乗連が推定する事故原因

### 自動操縦コンピューター（FCC）の一時的な機能停止

飛行記録によれば、19 時 48 分 13 秒頃から逆転層に差し掛かり、気温や風向・風速など外気の状態は激しく変化したことが分かります。また、降下中に速度が設定速度を上回りそうになった際に、機長は AP（自動操縦装置）のピッチホイールを機首上げ方向に数回操作しましたが、機体は反応せず入力結果を表す表示も現れませんでした。また飛行記録によれば、19 時 48 分 05 秒頃から機体は快適性のために AP が守るべき G の範囲を超えており、AP によって適正に調整されるべき水平尾翼の角度も正常にコントロールされていません。

このことから、当時自動操縦コンピューター（FCC）にその能力を超える情報入力があった可能性が考えられます。MD-11 型機の自動操縦コンピューターに使われている CPU は 20 年以上前のもので処理速度が遅く、一度に大量のデータが入力されるとフリーズすることがあります。そのような場合、FCC 内部のモニター機能が働いて昇降舵の駆動装置への油圧を遮断するため、約 2 秒で ECRM 機能により AP が解除する事が MD-11 型機のシミュレーター実験によって確認されています。JL706 便が逆転層に差し掛かって大気の状態が急変した際、このような状況が発生したと考えられます。

### 操縦系統内の0.2秒の反応時間の遅れ

JL706 便事故調査報告書によれば、MD-11 型機は「操縦桿入力操作」から「昇降舵が実際に変位」するまでの間に0.2秒のTime Delayがあることがダグラス社から報告されています。一方、1999年6月にカナダのオタワで行われた航空工学会におけるNASAの研究者の発表によれば、操縦系統内の操縦桿操作と舵面変位間のTime Delayが0.2秒を超えると、操縦特性に大きな影響を及ぼすことが報告され、実用機においてはこのTime Delayは0.15秒以内であるべきとされています。

MD-11 型機には縦安定性を良くするためにLSASという安定装置が装備されており、機体に大きなGがかかった場合、操縦桿の動きとは無関係に自動的に昇降舵を動かし、Gを抑える機能(Pitch Rate Damper)が備わっています。機体が急激に動いた際に、Pitch Rate Damperによる昇降舵の動きと0.2秒のTime Delayが相互に作用しあい、JL706 便で現れたような3秒周期の機首振動を起こした可能性も否定できません。

また、このTime DelayはMD-11 型機の一連の転覆事故にも関与している可能性があり、詳細に調査されるべきだと考えます。

### ボブウェイト効果による操縦桿の動き

操縦系統には機体にかかる重力加速度の影響を調整するために多少のアンバランスが設定しており、Gが増加した際はその影響を減らすために操縦桿は若干前方へ動きます。これをBob Weight効果と呼び、大きなGがかかった場合にはその効果が想定以上に現れることも経験されています。

JL706 便事故では操縦桿への入力と操縦桿の動きが逆位相になっている記録がありますが、この記録は機体の動きによって操縦桿が前後に動き、操縦桿を支えていたパイロットの手に加わった力が記録されたと考えれば説明がつかず。

JL706 便事故以外でも、MD-11 型機の事故やインシデントは大きなGがかかった時に発生するという共通点からも、操縦系統のバランスについての調査が行われるべきだと考えます。

### 逆転層内の渦の発生

報告書には、風の急激な変化や逆転層があったことが記載されていますが、航空気象の専門家によれば、このような場合は局所的な渦が生成される可能性が高いと言われていています。気層の上と下の間に風速差がある場合、ロールケーキのような渦ができる可能性があるというわけです。この渦が航空機に影響した場合、機体に当たる風の速さや角度が変化し、翼の揚力の変化によって機体ピッチが変化する可能性は大きいといえます。

報告書には定常的な上下方向の気流の影響は小さいとしていますが、小規模で変化の大きい局所的な渦の影響に関してはさらに詳細な調査がなされるべきでしょう。

### スポイラーによる機首上げ効果

報告書では、機首上げの要因を操縦操作の結果としていますが、FCCの一時的な機能停止などで機体が安定化されていない場合、スピードブレーキを開くと7ページの図のようにJL706 便と同様の機首上げが生じることが、MD-11 型機のシミュレーターによって確認されています。

JL706 便に急激な機首上げが生じたのはスポイラーを開いた直後であったことから、気流の変化によって一時的に自動操縦コンピューターが機能を停止している状態でスポイラーが開き、その機首上げ効果によって機首が跳ね上がった可能性が考えられます。

## 8 . 再調査要請と事故調査委員会の頑なな姿勢

日本が航空に関する活動の基準として批准し、国会で承認されている国際民間航空条約の第 13 付属書（ICAO Annex13） 5.13 には、「**調査終了後、新しい、重要な証拠を入手したならば、調査を再開しなければならない**」と規定されています。

JL706 便事故調査報告書に関しては、これまでも数度にわたって再調査要請が行われていますが、事故調査委員会（現在は運輸安全委員会に改編）は後述するような理由で再調査に応じていません。少なくとも以下のような新しい証拠が明らかになっていますので、運輸安全委員会は速やかに再調査を開始すべきです。

### 報告書に記載のない新しい事実

- 事故調査報告書で定義された「オーバーライド」の概念は、メーカーの定義と全く異なる
- 自動操縦使用中、操縦桿にかかる力が 20 ポンド以下では機体姿勢に影響を与えない
- ECRM 機能で自動操縦が解除する条件はオーバーライド操作だけではない
- FCC が一時的に機能停止した場合、ECRM 機能により自動操縦が解除する
- オーバーライドにより ECRM 機能が働いて自動操縦が切れるのは 13 秒以上かけた場合である
- スポイラーによる機首上げ効果は JL706 便に生じた機首上げ傾向と酷似している

## 9 . まとめ

以上のように、JL706 便の事故調査報告書には問題点が多く、真の事故原因を解明している報告書とは言い難いものです。

1997 年の JL706 便事故以来、2009 年 3 月 23 日に発生した成田空港における FedEx80 便の転覆炎上事故に至るまで、Carbon Copy 事故とまでいわれた MD-11 型機による重大事故は世界で多発しています。この事実は、JL706 便事故調査が同種事故の再発防止にはまったく寄与していないことを明白に示しています。

事故調査委員会は運輸安全委員会に変わり 1 年が経とうとしていますが、名称や構成が如何に変わろうとも、事故調査は真の原因を突き止めそれによって同種事故の再発を防止するという唯一つの目的を忘れず、事故調査先進国にその手法を学び、批判にも謙虚に耳を傾け、専門家を育てて真摯で誠実な事故調査をしてほしいものです。

そして過去の事故調査に見られたようにメーカーや航空会社、果ては行政に責任が及ぶことを避けるため、最初から都合のいいように事故のストーリーを作り上げ、それに沿った事実のみで肉付けし、データの改ざんとも言える情報操作まで行い、非論理的で誰も納得できないような事故調査報告書をでっち上げるのではなく、細かくても事実を事実として捉え、それを積み重ねることで真実に迫っていくという努力を怠らず、日々研鑽していただきたいと思います。

そして過去の過ちは素直に認め、正すものは正すという姿勢を取ってほしいものです。

それが本当に国民の負託にこたえる、事故調査機関としてのあり方ではないでしょうか。

**推測的結論が正しいかどうかは、使用された推測のプロセスおよび入手できた証拠の重みに十分な信頼性がある場合のみである**

（国際民間航空機構 安全管理マニュアル - 8.6.3）

# JL706 DFDR 記録

