

航空重大インシデント調査の経過報告について

平成24年8月31日
国土交通省 運輸安全委員会

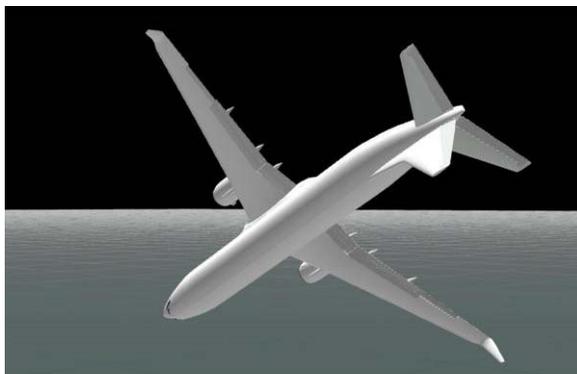
平成23年9月6日（火）、串本の東約69nmの太平洋上空で発生した、エアーニッポン株式会社所属ボーイング式737-700型JA16ANの航空重大インシデントについて、当委員会においては発生以来、鋭意調査を進めているところである。

これまでに事実調査についてはほぼ完了しているが、更に調査・分析を進めるとともに原因関係者からの意見聴取及び調査参加国への意見照会を実施するため、最終的に報告書を取りまとめるまでに、なお時間を要すると見込まれる。

しかしながら、発生より約1年が経過することから、現在までに判明した事実関係を取りまとめ、運輸安全委員会設置法第25条第3項に基づき経過を報告し、公表することとした。

なお、本経過報告の内容については、今後更に新しい情報や状況が判明した場合、変更することがある。

エアーニッポン株式会社所属ボーイング式737-700型
JA16ANに係る航空重大インシデント調査について
(経過報告)



1. 航空重大インシデントの概要

エアーニッポン株式会社所属ボーイング式737-700型JA16ANは、平成23年9月6日(火)、同機による運送の共同引受をしていた全日本空輸株式会社の定期140便として那覇空港から東京国際空港へ向けて飛行中、22時49分ごろ、串本の東約69nm、高度約41,000ftにおいて、機体が異常姿勢の状態になり、約6,300ft(約1,900m)降下したことから、対気速度限界及び制限荷重倍数限界を超えた。

同機には、機長、副操縦士、客室乗務員3名、乗客112名(うち幼児1名)の計117名が搭乗しており、そのうち客室乗務員2名が軽傷を負った。

機体の損壊はなかった。

(付図1 推定飛行経路図 参照)

(1) 航空機に関する情報

型 式	ボーイング式737-700型
製造番号	33889
製造年月日	平成20年1月11日
耐空証明書	第2008-066号
有効期限	平成20年12月22日から整備規程の適用期間
耐空類別	飛行機 輸送T
総飛行時間	7,977時間30分
定期点検(C02点検、平成21年11月17日実施)後の飛行時間	1,912時間03分

(2) 運航乗務員に関する情報

① 機長 男性 64歳	
定期運送用操縦士技能証明書(飛行機)	昭和50年7月23日
限定事項 ボーイング式737型機	昭和58年3月31日

第1種航空身体検査証明書

有効期限 平成23年11月21日

総飛行時間 16,518時間47分

最近30日間の飛行時間 58時間21分

同型式機による飛行時間 64時間14分

最近30日間の飛行時間 58時間21分

② 副操縦士 男性 38歳

事業用操縦士技能証明書（飛行機） 平成11年8月27日

限定事項 ボーイング式737型機 平成18年8月30日

第1種航空身体検査証明書

有効期限 平成24年1月24日

総飛行時間 2,930時間12分

最近30日間の飛行時間 63時間37分

同型式機による飛行時間 197時間13分

最近30日間の飛行時間 63時間37分

2. 航空重大インシデント調査の概要

運輸安全委員会は、平成23年9月7日、本重大インシデントの調査を担当する主管調査官ほか2名の航空事故調査官を指名した。

本調査には、重大インシデント機の設計国及び製造国である、米国の代表が参加している。

現時点までの主な調査事項は、次のとおりである。

- (1) 関係者からの口述聴取
- (2) 機体調査
- (3) 運航者の調査（航空機の運用、教育・訓練、機体整備等）
- (4) 飛行記録装置（以下「DFDR」という。）等の記録の解析
- (5) 模擬飛行装置による機体の運動の確認
- (6) 航空機製造会社等からの情報収集

3. 主要な事実情報

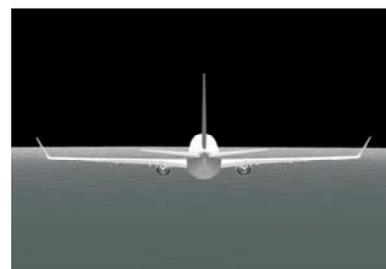
3.1 飛行の経過

エア・ニッポン株式会社（以下「同社」という。）所属のボーイング式737-700型JA16AN（以下「同機」という。）は、平成23年9月6日、同社が運送の共同引受をしていた全日本空輸株式会社の定期140便として、東京国際空港へ向けて那覇空港を21時15分に離陸した。

同機の飛行計画の概要は、次のとおりであった。

飛行方式：計器飛行方式、出発地：那覇空港、移動開始時刻：21時10分、巡航速度：451kt、巡航高度：FL^{*1}410、経路：ALC（奄美VORTAC）～POMAS～Y574～SHIBK～Y57～JERID～Y571～SOPHY～Y52～CHALK～Y21～NJC（新島VORTAC）～Y213～PQE（館山VOR/DME）～Y108～KAIHO、目的地：東京国際空港、所要時間：1時間54分、持久時間で表された燃料搭載量：4時間4分、代替空港：中部国際空港

同機は、本重大インシデントの発生直前には、オートパイロット（LNAV/VNAVモード^{*2}）で、FL410、マッハ0.73を維持してSAKAKIに向かって飛行していた。操縦室には、機長がPF（主として操縦業務を担当する操縦士）として左操縦席に、副操縦士がPM（主として操縦以外の業務を担当する操縦士）として右操縦席に着座していた。



正常に飛行していた同機

DFDRの記録（付図2～5）、管制交信記録、運航乗務員の口述等によれば、その後の飛行経過は、概略次のとおりであった。本項の文中〈 〉内は調査により推定した事項、〔 〕内はイベント識別記号（A～Z、a～d、GPWS）とそのイベントを記述している付図の番号を示している。イベントの概要は「付表」にまとめている。機体と操縦桿の画像は、専用のソフトウェアで再現したものであり、操縦桿の画像には背景に中立状態の操縦桿を示した。当該航空機の操縦、各部の名称と動作、機体の運動については「添付1」を参照のこと。なお、CVRは、既に上書きされ有用な記録が残っていなかった。

22時46分42秒 機長が、化粧室利用のため、操縦室から退室した。

〔A：付図1、2〕

22時48分04秒 東京航空交通管制部航空管制官（以下「管制官」という。）から、経路を変更し、PQE（館山VOR/DME）に向かうよう指示を受けた。（～07秒）

*1 「FL」とは航空で用いられる飛行高度であり、続く3桁の数字で100ft単位の高度を表している。気圧高度計の規正値を国際標準大気（平均海面上での気圧（1,013.2hPa））にセットして得られる気圧高度であり、一般に真高度とは一致しない。我が国では平均海面から14,000ft以上の飛行高度である。FL410は平均海面から41,000ftの飛行高度のことである。

*2 「LNAV/VNAVモード」はオートパイロットの動作モードの一つであり、LNAVモードは航空機の水平方向のナビゲーションを行い、FMC（Flight Management Computer）に設定した経路を維持するためにロール角をコントロールする。VNAVモードは航空機の垂直方向のナビゲーションを行い、FMCに設定した高度、速度をターゲットにピッチ角とオートスロットルをコントロールする。

22時48分08秒 副操縦士が管制官の指示を復唱した。(～11秒)

〔B：付図1、2〕

復唱後CDU^{*3}に経路変更をセットした。(写真2)

副操縦士が経路変更をセットしているときに、機長が操縦室に入室するための合図を送った。

同 25秒 CDUで経路変更を実行した。

〔C：付図1、2〕

操縦桿のホイール (CONTROL WHEEL



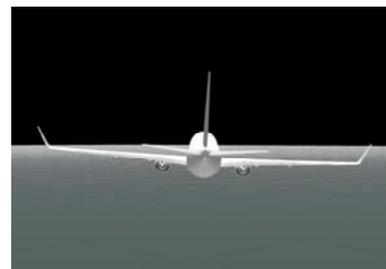
CDUの操作 (イメージ)

:以下「ホイール」という。)が時計回り (以下「CW」 (Clockwise) という。)に約 -10° まで変位し、その変位に応じて左翼のエルロン (補助翼) 後端が下方に変位した。



-10° に変位したホイール

ホイールが変位している間 Control Wheel Force (ホイールを操作する力) はかかっていなかった。〈これは、LNAVが経路変更の実行に応じたことによるものであり、〉機体は約 3° 右にロールした。〔C：付図3〕



約 3° 右にロール

同 28秒 ラダートリムコントロール^{*4} (以下「ラダートリム」という。)を反時計回り (以下「CCW」 (Counterclockwise) という。)に2回操作した。

この操作は、副操縦士がドア外部モニターで確認後、機長を入室させることを目的に、操縦室の扉を解錠し、その解錠状態を維持・継続しようとして誤ったものである。



ラダートリムの操作 (イメージ)

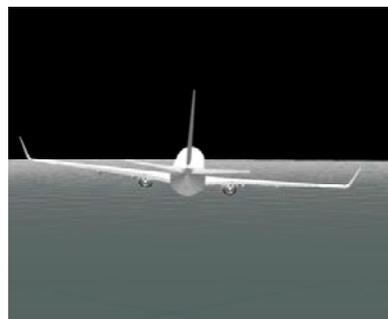
〔D：付図1～5〕 (写真2)

*3 「CDU」 (Control Display Unit) はオートパイロット、オートスロットルを制御するFMCに所望の経路、高度、速度などを設定するための装置である。所望の経路などをセットした後、実行するという手順でFMCに設定する。

*4 「ラダートリムコントロール」はラダーの中立位置を左右どちらかに変位させるために操作するスイッチである。パイロットがラダーを操作し続ける負担を軽減させるために設けられている。片方のエンジンが停止したときなど、機首を変針させるモーメントが継続する場合等に使用する。

ラダートリムはCCWに操作され（解錠状態を維持しようとして）スイッチの位置を左に保持していた1回目の6秒間、1度操作を休止して中立になった2秒間、更に（解錠を継続しようとした）2回目の6秒間の計約14秒間で、ラダー（方向舵）が左に動作して約 -5° まで変位した。

その変位に対応して左側/右側ラダーペダルが前方/後方に約 2° （18mm）変位した。ラダーペダルが変位している間 Rudder Pedal Force（ラダーペダルを操作する力）が約8lb右側のペダルにかかっていた。〔D：付図5〕



48分34秒の姿勢

22時48分35秒

ホイールが更にCWに約 -21° まで変位し、変位に応じて左翼のエロン後端が下方に動作した。ホイールの変位の間 Control Wheel Force はかかっていなかった。〔E：付図3〕
 〈ラダーが左に変位したことで、機首が左に回転（YAW）を始め、右翼の揚力が増加して左翼の揚力が減少し、機体が左にロールした。ホイールの変位は、FMCに設定した経路を外れて左に変針しようとする力を、LNAVが修正しようとしたオートパイロットの動作である。ラダートリムの操作と機体の運動の関係は、後述の3.5で確認している。〉

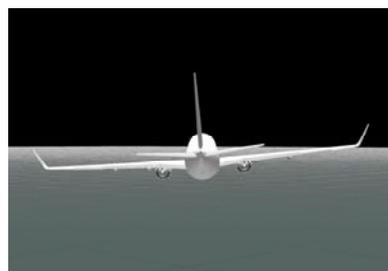


-21° に変位したホイール

同 36秒

機体が左にロールを始めて、水平を越えた。ホイールは約 -22° 以上には変位しなかった。〔F：付図3〕

〈これは、LNAVの修正によるオートパイロットの動作が限界に達したことによる機体の運動である。〉



水平を越えて左にロール

同 40秒

操縦桿のコラム（CONTROL COLUMN：以下「コラム」という。）が後方（After：Pull）に約 $+2^{\circ}$ まで変位した。コラムの変位に応じて、エレベーター（昇降舵）の後端が上方に動作した。コラムが変位している間 Control Column Force（コラムを操作する力）はかかっていなかった。〔G：付図4〕
 〈これは、ラダーが左に変位した状態で機体がロールを始め

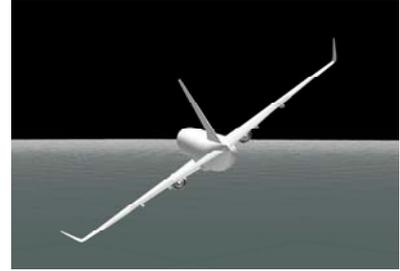


2° 変位したコラム

たことによる、機首下げの力をVNAVが修正しようとしたオートパイロットによる高度維持の動作である。)

22時48分43秒 スロットルレバー・ポジションが少しずつ増加する方向に変位し始めた。〔H：付図4〕

〈これは、左にロールを始めたことなどから機体の速度が低下してきたことに対して、速度（マッハ0.73）を維持しようとする、VNAVからのコマンドを受けたオートスロットル^{*5}の動作である。〉



22時48分43秒

同 43秒 バンクアングルアラート^{*6}（「バンクアングル、バンクアングル」との音声警報）が作動した。（～46秒）

〔GPWS：付図3〕

同 45秒 副操縦士は、姿勢を回復しようと、ホイールをCWに操作した。これは、なかなか入室しない機長の行動をドア外部モニターで見て、自らの手元を確認したことで、ラダートリムを操作したことに気が付き、PFD（プライマリーフライトディスプレイ：写真2）を見たところ、機体が大きく左にロールしているのを認めたことによる操作である。



操作開始直後のホイール

ホイールは一瞬CCWに変位した後、約 -97° までCWに変位した。Control Wheel Forceは、一瞬CCWにかかった直後、CWに約39lbかかった。〔I：付図3〕



-97° までCWに操作したホイール

この操作によりオートパイロットは、LNAVモードがオフになり、CWSロールモード^{*7}がオンとなった。〔I：付図3〕

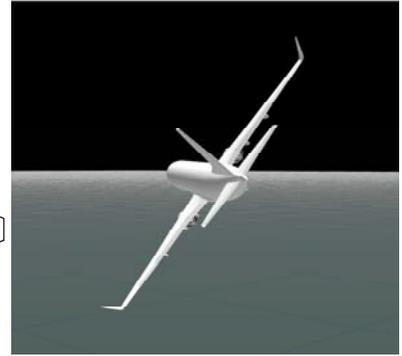
ホイールの変位に応じて左翼のエロン後端が下方に動作した。〔I：付図3〕

*5 「オートスロットル」はエンジンの出力を自動的に制御するものであり、VNAVモードで巡航中であればFMCから指示される速度・高度を維持するように制御する。VNAVモードからCWSピッチモードに移行するとパイロットが入力設定した速度を維持する。パイロットはいつでもスロットルレバーをマニュアルでコントロールできる。

*6 「バンクアングルアラート」は、機体が一定以上バンク（ロールと同義語）すると合成音声で警告するものである。同機の場合はロール角が $\pm 35^\circ$ 、 $\pm 40^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ を超えた場合にそれぞれで「バンクアングル、バンクアングル」という音声警報が1回作動するようになっていた。

*7 「CWSロールモード」はオートパイロットのモードの一つであり、オートパイロットはパイロットによるホイールの操作により、ロールをコントロールする。LNAVモードの時に一定以上の力でホイールを操作するとCWSロールモード（オーバーライド）に移行する。オーバーライドの場合は設定でCWSロールモードにした場合より強い操舵力が必要である。自動的にLNAVモードに戻ることはない。

22時48分45秒 ピッチ角が大きく機首下げ方向に変化し始めた。この間コラムは、約 $+2^{\circ}$ で一定の角度であり、Control Column Forceはかかっていなかった。〔J：付図4〕
 〈これは、VNAVの修正によるオートパイロットの動作が限界に達したための機体の運動である。〉

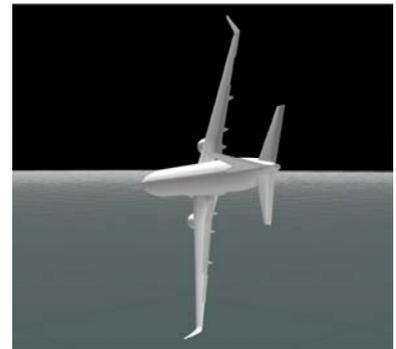


ホイール操作開始直後

同 46秒 右側のラダーペダルが約23lbで踏み込まれ、左側のラダーペダルが後側に変位し、変位に対応してラダーが右に動作して中立方向に約 -2.8° まで変位した。(～49秒)
 〔K：付図5〕

同 46秒 スティックシェーカー*が作動した。〔L：付図3、4〕

同 48秒 ホイールをCWに操作したことで、ロール角は約 -80° （「-」は「左」にロールしていることを表す。）をピークに回復に向かった。しかしながら、ロール角がピークに達した頃、ホイールは、CW方向への力を緩めたため、反転し、ほぼ中立

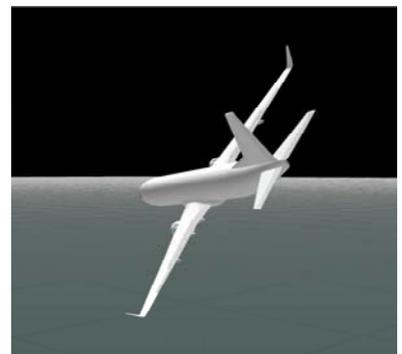


ロールが左約 80° で止まる



$+11^{\circ}$ までCCWに変位したホイール

の位置まで戻り、最終的にはホイールの中立点を過ぎてCCW方向 $+11^{\circ}$ に至るまで変位した。ホイールのCW方向への力を緩めた状態は約3秒間維持された。〔L：付図3〕
 ホイールのCW方向への力を緩めたのとほぼ同時に、コラムが前方に操作されたことで、コラムポジションもそれに応じて変位し、エレベーターの後端が1秒間下方に動作した。
 〔L：付図4〕



ロールが左約 50° に回復

*8 「スティックシェーカー」は、失速状態になる前にコラムを振動させ、パイロットに警告するシステムである。

同 5 1 秒 ロール角が約 -50° まで回復したが、再び左にロールを始めた。〔M：付図3〕



-35°に維持したホイール

〈これは、ホイールが中立点付近まで戻ったことにより、エルロンの後端が中立付近に変位したこと、加えて、その後ホイールを中立付近からCWに操作したが、約 -35° に維持していたことから、左にロールしよう



再び左にロールする

とする力を修正するには、不十分な操作であったことによる機体の運動である。〉

2 2 時 4 8 分 5 2 秒 ラダートリムを右方向（ラダーを中立に変位させる方向）に操作した。（～5 5 秒）〔N：付図3～5〕〈ここで、左ラダーペダルに約20lbの Rudder Pedal Force がかかっていたことから、ラダートリムはラダーを中立方向に作動させていたが、Rudder Position は中立側に変位しなかった。〉

同 5 3 秒 高度が急激に降下していった。〔O：付図3～5〕
〈これは、ロール角が大きくなったことで、ロール角に応じて揚力の向きが変化し、機体を浮揚させる力が減少したことによる機体の運動である。更に、ロール角が大きい状態で方向舵の後端が左に変位していることによる、ピッチ下げ効果で発生した機首下げの機体運動が、機体の推進方向を降下方向に向かわせた結果である。〉

同 5 6 秒 VNAVモードがオフとなり、CWSピッチモード^{*9}がオンとなった。〔P：付図4〕〈これは、コラムを一定以上の力で操作したことによるものである。〉
スロットルレバーポジションが減少する方向に直線的に変位していった。〔Q：付図4〕〈これは、機体が降下することで速度が増してきたことに対して、速度（マッハ0.73）を

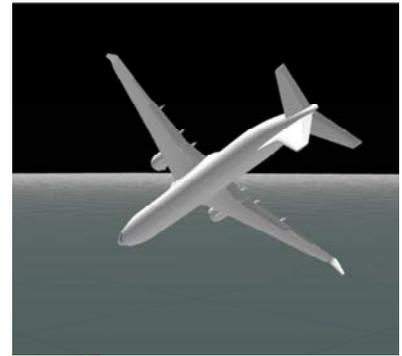
*9 「CWSピッチモード」はオートパイロットのモードの一つであり、オートパイロットはパイロットによるコラムの操作により、ピッチをコントロールする。VNAVモードの時に一定以上の力でコラムを操作するとCWSピッチモード（オーバーライド）に移行する。オーバーライドの場合は、設定でCWSピッチモードにした場合より、強い操舵力が必要である。自動的にVNAVモードに戻ることはない。

維持しようとするオートスロットルの動作である。)



-98° までCWに操作したホイール

ロール角が左 -131.7° (最大値) を記録した。以降、ホイールの操作でロール角は徐々に水平方向に回復していった。ホイールの変位に応じてエルロンが動作した。



左ロール-131.7°

22時48分59秒 ピッチ角が機首下げ -35° (最大値) を記録した。

[P : 付図3]

22時49分00秒 コラムが断続的に引かれ始め、ピッチ角が回復に向かっていた。コラムの変位に応じてエレベーターが動作し、追従するようにピッチ角が回復していった。(～26秒)

[R : 付図4]

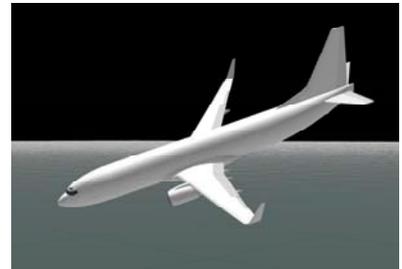


機首下げ-35°



断続的に引かれるコラム

[S : 付図4] この間、ピッチ角が回復する機体の運動に合わせて、垂直方向の加速度が大きくなり、スティックシェーカーが断続的に作動した。さらに、同05秒からは速度超過警報も断続的に作動した。[S : 付図4]



回復していくピッチ角

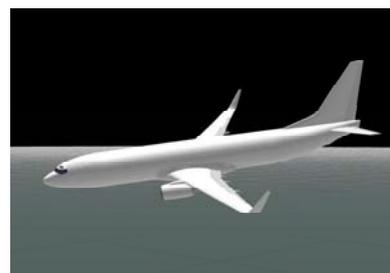
同 02秒 ロール角が -25° 付近で変動幅が小さくなった。以降は、このロール角の付近で不規則なホイールの動きに従った機体の運動が続く。[T : 付図3]

同 03秒 速度が対気速度限界 (マッハ0.82) を超過し、最大マッハ0.828 (同13秒) となった。(～14秒) [U : 付図1～5] (これは、急降下による高度 (位置エネルギー) の喪失が速度に置換されたことによるものである。)



Mach0.828を記録した時の姿勢

- 同 04秒 垂直方向の加速度が断続的に制限荷重限界（2.50G）を超過し、最大2.68G（同09秒）となった。（～09秒）
〔U：付図1、2、4〕
- 22時49分16秒 高度約35,000ftで急降下が収まった。
以降は、高度が不安定な状態が続いた。〔V：付図2〕
- 同 26秒 ピッチ角が8°付近で変動幅が小さくなり、垂直方向の加速度も1G付近で変動幅が小さくなった。これ以降、徐々にピッチは安定していったが、不規則な運動が続いた。
〔W：付図4〕
- 同 40秒 ラダートリムを右方向（ラダーを中立に変位させる方向）に操作した。（1秒間程度）この後、4回ラダートリムの回復操作があった。〔付図2〕
- 22時50分11秒 垂直方向の加速度などから解放された、機長が外部アクセスにより操縦室に入室した。
〔X：付図1、2〕
- 同 38秒 オートスロットルがオフになった。〔Y：付図2〕
副操縦士に代わり、機長が操縦を開始した。
- 同 39秒 自動操縦が一時的にオフになった。（～45秒）
〔Z：付図2〕機長が自動操縦の再設定を開始した。
- 同 43秒 副操縦士は、管制官にFL360、現在機首方位の維持を要求した。（～47秒）〔a：付図1、2〕
- 22時51分49秒 LNAVモードになった。〔b：付図2〕
- 22時52分07秒 副操縦士は、管制官にPQEに向かうことを報告した。（～14秒）〔c：付図1、2〕その後、管制官との交信において、急降下に関する報告はなかった。
- 22時52分13秒 オートスロットルがオンになり、ほぼ正常な飛行状態になった。〔d：付図2〕



2.68Gを記録した時の姿勢



機長が入室した時の姿勢



22時52分13秒

本重大インシデントの発生場所は、串本の東約69nm（北緯33度18分06秒、東経137度08分41秒）の太平洋上空約35,000ftで、発生日時は平成23年9月6日22時49分ごろであった。

3.2 重量及び重心位置

重大インシデント発生時、同機の重量は117,900lb、重心位置は25.7%MAC（空力平均翼弦）と推算され、いずれも許容範囲（最大離陸重量132,200lb、重大インシデント当時の重量に対応する重心範囲13.3～28.8%MAC）内にあったものと推定される。

3.3 夜間の明るさに関する情報

平成23年9月6日の事象発生地点の月に関する情報は、次のとおりであった。

- ・月齢 : 8（ほぼ上弦の半月）
- ・月の出時刻／方位 : 13時42分／115度
- ・月の入り時刻／方位 : 00時40分（7日）／246度
- ・正中時刻／高度 : 19時10分／34度
- ・事象発生時の方位／高度 : 230度／15度

3.4 重大インシデント発生後の点検・整備に関する情報

同機が東京国際空港に到着後、本重大インシデントの発生を受けて、同社は次のとおり特別点検を実施した。

(1) 平成23年9月6日

運航乗務員の報告を受けて、同社の機体作業基準PART II（以下「機体作業基準」という。）に規定する、運用限界速度を超過した場合必要になる特別点検を実施し異常がないことを確認した。更に、同機のQAR^{*10}を機体から取り外し保管した。

(2) 平成23年9月7日

同機はスケジュールどおりに4便運航した。

機長の報告を受けて運航部門がQARを解析していたところ、同機は、重大インシデント発生時に、垂直方向の加速度が制限荷重限界（+2.50G）を超えて+2.68Gに達していたと確認された。

確認された時点で駐機中であった同機に対して、機体作業基準に規定する、

*10 「クイック・アクセス・レコーダー（QAR）」は、航空会社がより高い品質管理や安全管理を目的にして任意に機体に搭載するもので、光ディスク、半導体メモリなどの取り外し式媒体に飛行データを記録する。記録媒体は一連の飛行終了後に機体から取り外すことができる。

制限荷重限界を超えた場合に必要になる特別点検を実施し、異常がないことを確認した。その後1便を運航した。

(3) 平成23年9月8日

整備部門がQARの解析を更に進めたところ、失速警報（スティックシェーカー）が作動していることが確認されたため、機体作業基準に規定する、失速があった場合に必要になる特別点検を実施し、異常がないことを確認した。同日は同機の運航を終日休止した。

3.5 模擬飛行装置による機体の運動の調査

模擬飛行装置（フライトシミュレータ）を用いて①ラダートリムの操作と機体の運動、②高高度における異常姿勢からの回復操作と機体の運動を模擬した。

3.5.1 ラダートリムの操作と機体の運動

(1) オートパイロット（LNAV/VNAVモード）による修正

ラダートリム操作の初期段階では、LNAV/VNAVのコマンドによるオートパイロットの動作により修正され、右にややロールすることで機首方位が維持される。

ラダートリムの操作をオートパイロットが修正できる限度は、ラダートリムインジケータの表示で、おおむね-3ユニット（本重大インシデントの操作量の半分程度）までであることを確認した。

(2) オートパイロット（LNAV/VNAVモード）による回復の可能性

-3ユニットを超える操作により、左にロールを開始してからの機体の姿勢は、オートパイロットにより回復されることはなかった。

(3) ラダートリムの操作量とロール角の関係

ラダートリムの操作量が多いほど、ロール角が大きく変位するのに要する時間が短くなることを確認した。

3.5.2 高高度における異常姿勢からの回復操作と機体の運動

ロール角 -50° で回復操作を開始した場合、ロール角は -55° 、高度は約100ft降下、速度の増加はマッハ0.0018、垂直加重は+1.54Gでそれぞれ回復に向かった。機首方位は左方向に 42° 変位した。

機首下げ、急降下することなく姿勢を回復することができた。

ロール角 -50° より大きくなって回復操作を開始した場合、ロール角が大きくなるほど、大きな回復操作が必要であった



フライトシミュレータの計器表示

3.6 運航乗務員の訓練に関する情報

3.6.1 訓練の概要

同社の運航乗務員に対する訓練のうち、本重大インシデントに関連のある訓練の概要は、添付2のとおりである。

3.6.2 異常姿勢からの回復操作にかかる訓練

副操縦士の異常姿勢からの回復操作訓練は、定期訓練においてシミュレータで実施している。定期訓練で実施している当該訓練は、AOM^{*11}に規定する手順で異常姿勢を回復させることを到達目標にしている。

また、当該訓練は、高度10,000ft以下で実施している。

3.7 酸素マスクの着用について

同社はOM^{*12}に、高度25,000ft以上でやむを得ず1名の操縦士が席を離れる場合には、他の操縦士が酸素マスクを使用することを規定していた。本重大インシデント発生時には、副操縦士は酸素マスクを使用していなかった。

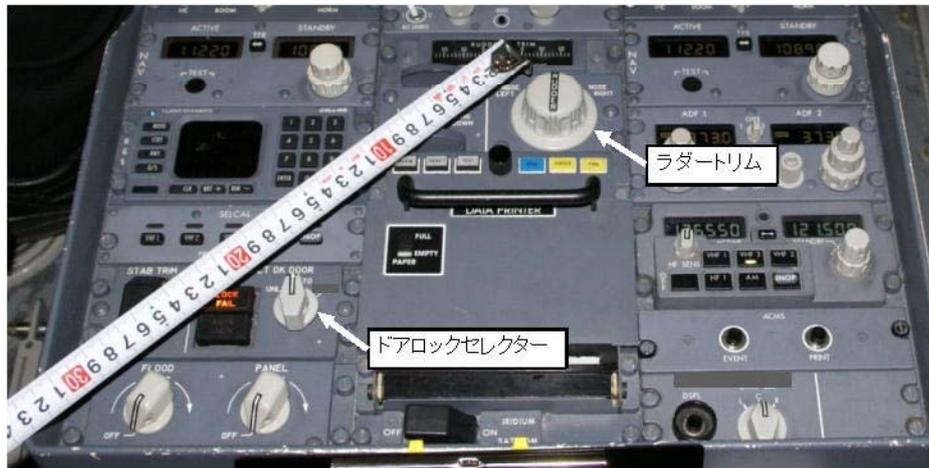
*11 「飛行機運用規程 (AOM)」は、航空機の性能、運用、乗員の操作に関する規定で、各機種ごとに設定されており、航空機メーカー発行のマニュアルを基に、航空会社が検討を加えて発行している。運用限界、通常操作、緊急・故障時操作、諸系統及びその操作、性能、特殊運航、ウェイト・アンド・バランス等を規定している。

*12 「オペレーションズ・マニュアル (OM)」は、運航関係の業務に関する基本方針、実施大綱、規則などを定めたもので、航空会社の方針に基づいて設定されており、運航管理、運航基準、地上運航従事者、乗員、最低気象条件、緊急対策、その他で構成されている。

3.8 ラダートリムとドアロック解除スイッチ

3.8.1 配置、形状及び操作にかかる航空機製造会社（ボーイング社）からの情報

ラダートリムとドアロック解除スイッチ（以下「ドアロックセレクター」という。）は、次に示すとおり、左右の操縦席の中間、スロットルレバーの後方に位置する、AFT ELECTRONIC PANEL（以下「センターペデスタル」という。）に配置されている。



ラダートリムとドアロックセレクター

ボーイング社は、ラダートリムとドアロックセレクターの配置についてその理由の概略を次のとおり説明している。

ラダートリムとドアロックセレクター、特にラダートリムがセンターペデスタルにある基本的な理由は異なる機種間での共通性である。ラダートリムとドアロックセレクターは、他の多くのモデルの航空機も同じような位置にある。このことで、パイロットが他のモデルに乗り換えたときのエラーを減少させている。

これら2つの制御装置は、位置、大きさ、形状及び動き（ドアロックセレクターは、CCWに回す前に押し込まなければならない。ラダートリムは垂直方向に動かない。）に違いがある。

3.8.2 ラダートリムの操作について

ラダートリムは、バネの力で中立位置に Hold されている。ラダートリムを左右どちらかに回転させると、その方向の内部スイッチが入り、手を離すと中立位置に戻る。スイッチが入っている間、ラダーの電動アクチュエーターが作動し続けて、ラダーの中立位置を左右どちらかに変位させる。



ラダートリムの操作

ラダートリムをC C W (NOSE LEFT) に回した状態で保持すると、ラダーが左に作動し続けることになる。

また、訓練以外でのラダートリムの操作は、次の場合に行われている。

- (1) 飛行前点検
- (2) エンジントラブルなどの緊急時
- (3) 飛行姿勢の微調整

3.8.3 ドアロックセレクターの操作について

ドアロックセレクターは、つまみを垂直に押し込んでからC C Wに回転させ、保持している間ドアを解錠することができる。その状態から、ドアロックセレクターを離すとドアは再び施錠される。

- (1) 飛行前点検における操作

運航乗務員は、その日の初便の飛行前点検において、センターペデスタルの後方に立った位置でドアロックセレクターを操作している。

その日の第2便以降については、ドアロックセレクターの設定と関連する表示を、操縦席に着座した状態で、目視で確認することで行っている。

- (2) 飛行中における操作

飛行中に運航乗務員がドアロックセレクターを操作する機会は、本重大インシデント発生時のように、運航乗務員のうちどちらか1名が操縦室を離れ、帰室しようとするときに、操縦室に残った運航乗務員が操作する場合等であり、国内線においてはその機会は非常に少ない。



ラダートリムの操作



ドアロックセレクターの操作

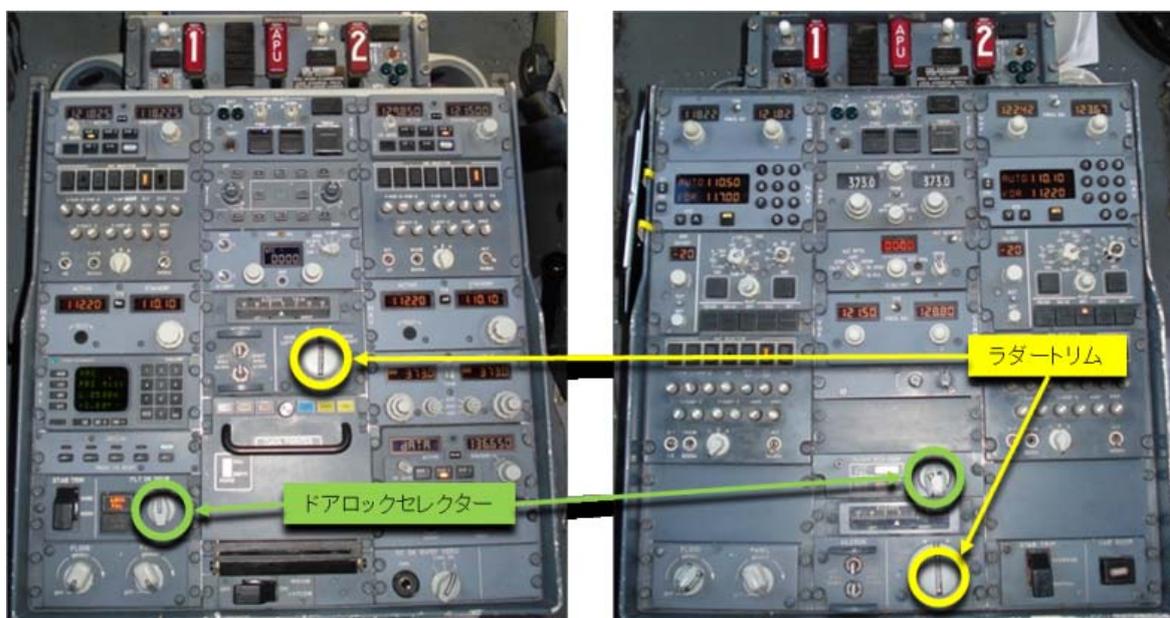


飛行中のドアロックセレクターの操作

3.8.4 副操縦士が以前乗務していたボーイング式737-500型に関する情報

当該副操縦士は、平成23年5月までボーイング式737-500型に乗務していた。その後、差異訓練・審査を受けて平成23年6月からボーイング式737-700型に乗務した。

ボーイング式737-500型とボーイング式737-700型それぞれの、ラダートリムとドアロックセレクターの配置は、次のとおりである。



ボーイング式737-700型

ボーイング式737-500型

3.9 その他の情報

3.9.1 ラダートリムの操作とラダーペダルの変位量

調査の結果、ボーイング式737-700型機における、ラダートリムを回して保持している間のラダーペダルの変位速度は1.5mm/sec、同じくラダートリムインジケータの1unitあたりのラダーペダルの変位量は3.0mm/unitであった。

〈本重大インシデントでは、副操縦士はラダートリムを左に合計約12秒間操作していたので、その間で左側のラダーペダルは約18mm前方に変位し、右側のラダーペダルは約18mm後方に変位した。〉

3.9.2 Aircraft Condition Monitoring System (ACMS) ^{*13}

同機にはACMSが導入されていたが、主にエンジンの状態をモニターすることで、整備を確実に進めるためのシステムであった。今回のように対気速度限界超過、制限荷重限界超過、ストール状態（Stick Shaker作動）になった場合に、運航乗務員若しくは整備に通知するようなシステムは導入されていなかった。

3.10 現在進めている調査

現在、次に挙げる事柄について分析を進めている。

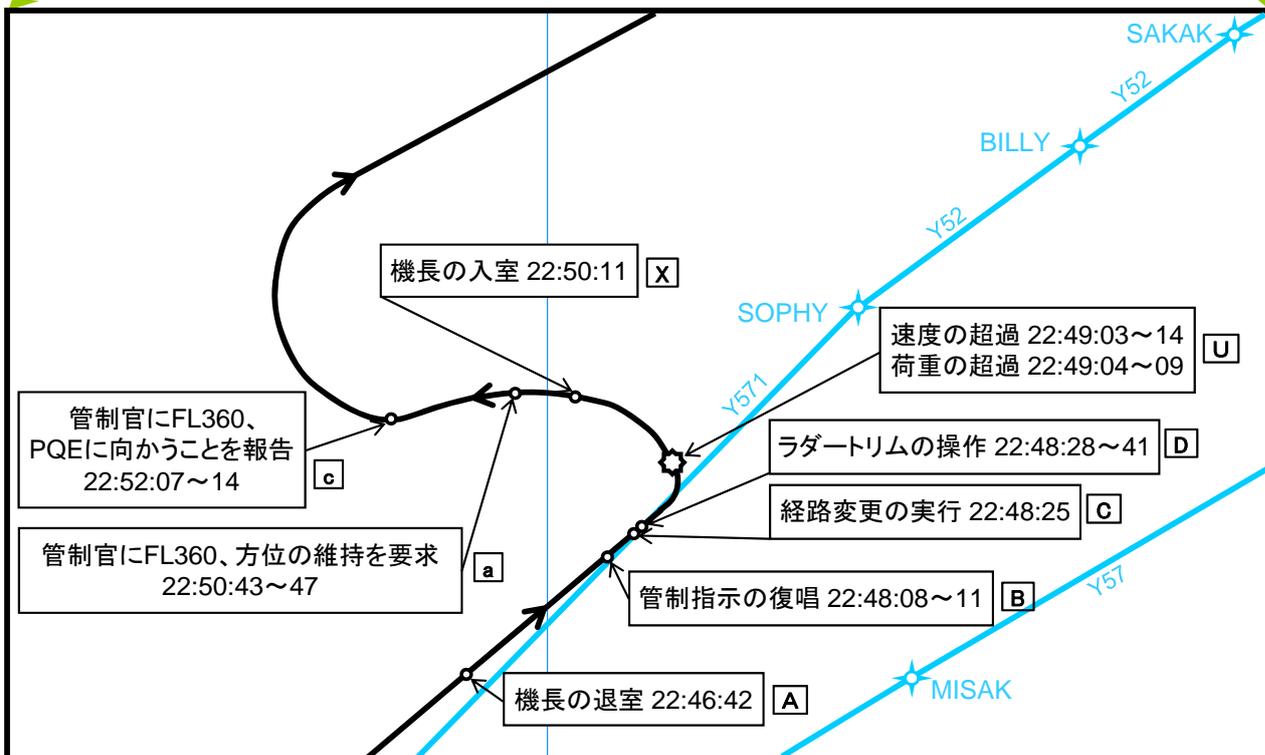
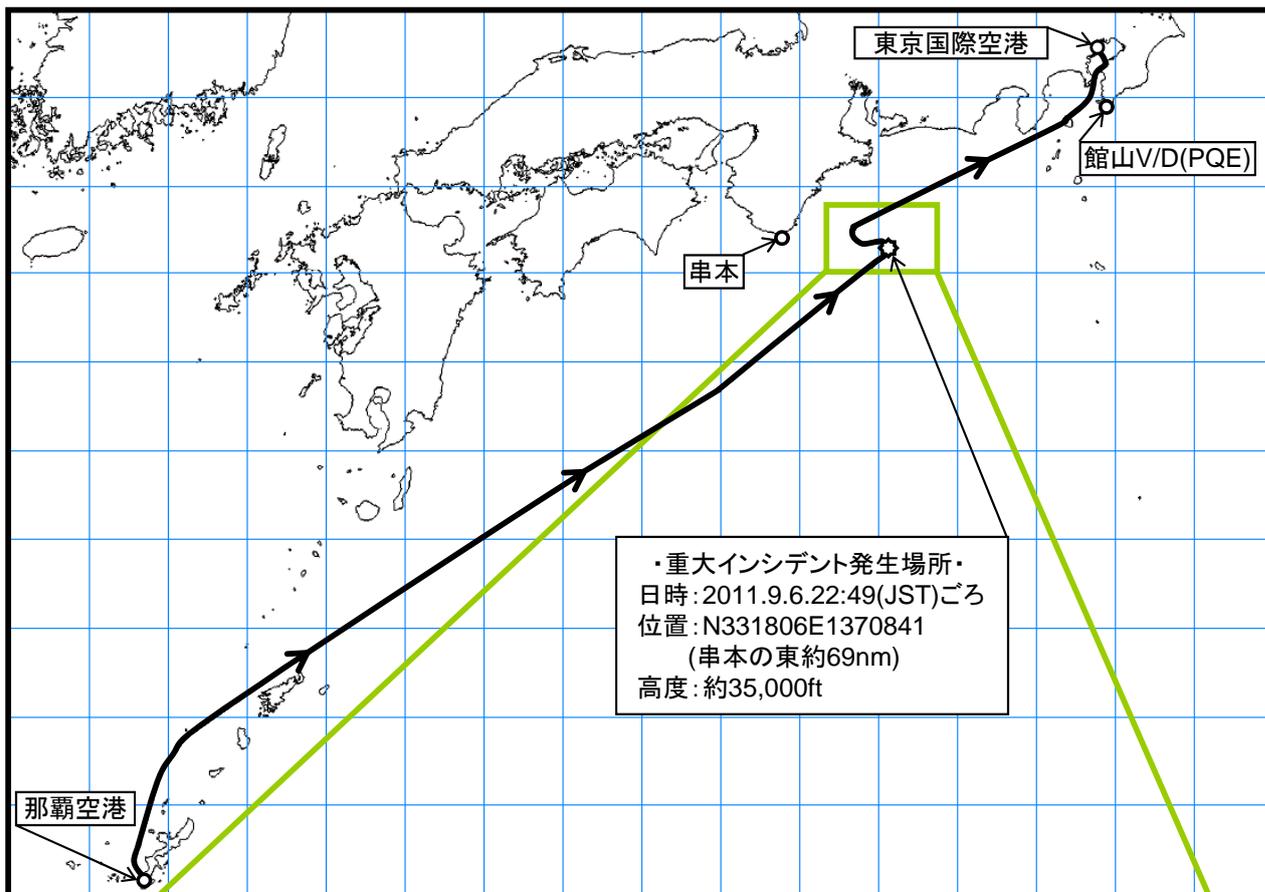
- (1) 副操縦士のスイッチ操作について
- (2) 誤操作の早期認知について
- (3) 異常姿勢からの回復操作について
- (4) 重大インシデント発生後の点検整備について

*13 「Aircraft Condition Monitoring System (ACMS)」(機体状況監視システム)はエンジン、APU及び各種機上システムのデータを収集し、何らかの事象が発生した場合、QARに記録、ディスプレイに表示、機上プリンターに印刷、地上の整備等に報告するシステムである。機上のハードウェアやシステムコアソフトウェアといった既存のプラットフォームの上に、アプリケーションソフトウェア等で構築するものであり、航空会社独自で仕様を決めて導入している。

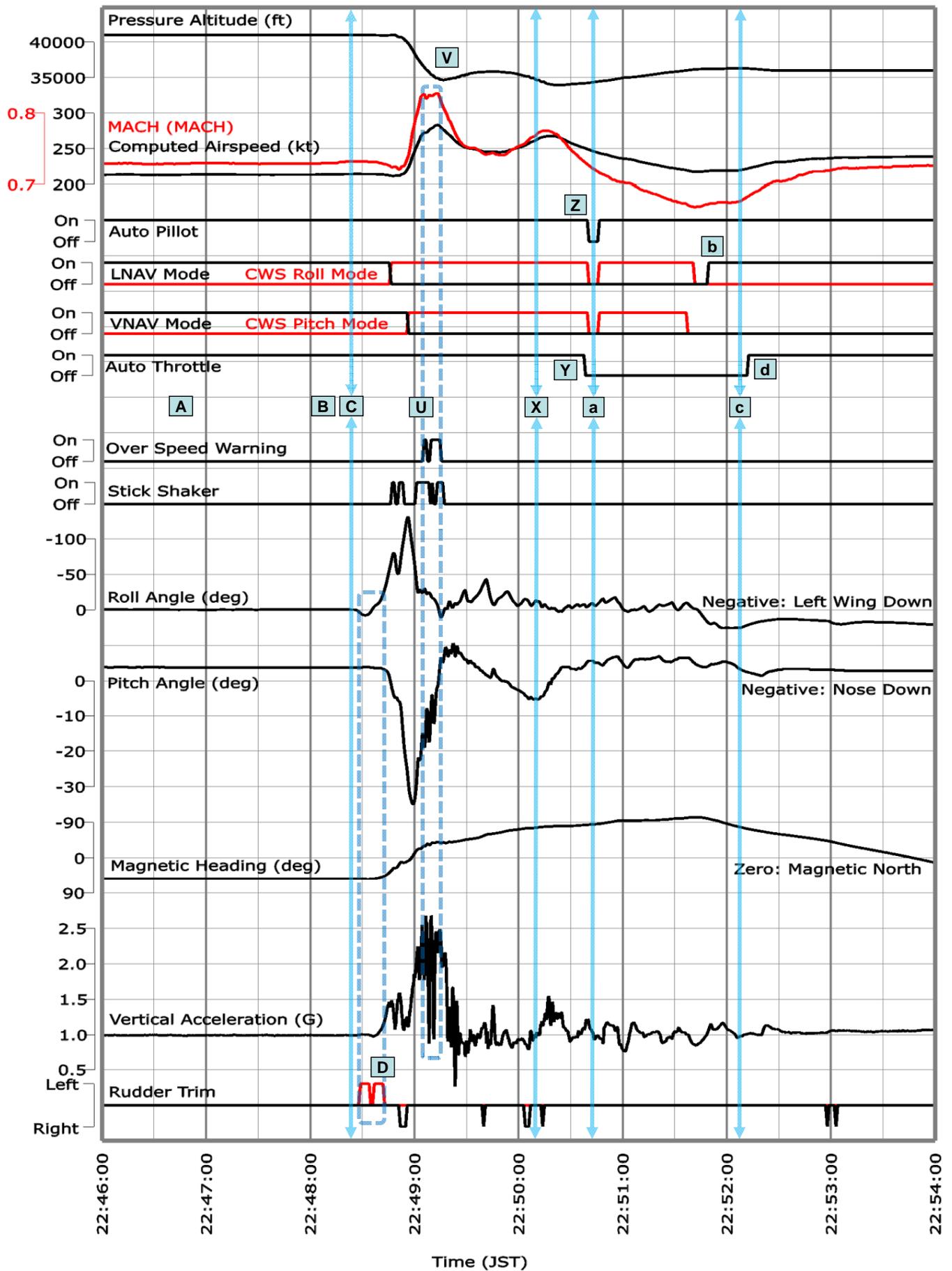
付表 イベント一覧表

記号	時刻	イベント概要
A	22:46:42	機長の退室
	22:48:04	管制指示
B	22:48:08	管制指示の復唱
	22:48:--	データセットと入室合図
C	22:48:25	経路変更の実行
D	22:48:28	ラダートリムの誤操作
E	22:48:35	LNAVの方位維持
F	22:48:36	LNAVの限界
G	22:48:40	VNAVの高度維持
H	22:48:43	オートスロットルが推力増加
GPWS	22:48:43	バンクアングルアラート
I	22:48:45	気づきと回復操作
J	22:48:45	VNAVの限界
K	22:48:46	右ラダーペダル
L	22:48:46	失速警報と戻った操縦桿
M	22:48:51	不十分な回復操作
N	22:48:52	ラダートリム修正とラダー
O	22:48:53	急降下
P	22:48:56	左ロール131.7°
Q	22:48:56	オートスロットルが推力減少
R	22:48:59	機首下げ-35°
S	22:49:00	コラムの引起しと失速警報
T	22:49:02	ロール角の持直し
U	22:49:03	速度超過
	22:49:04	制限荷重超過
V	22:49:16	収まった急降下
W	22:49:26	ピッチ角の持直し
X	22:50:11	機長の入室
Y	22:50:38	操縦交替
Z	22:50:39	自動操縦の再設定
a	22:50:43	管制官との交信
b	22:51:49	LNAVモード
c	22:52:07	管制官との交信
d	22:52:13	ほぼ正常な飛行状態

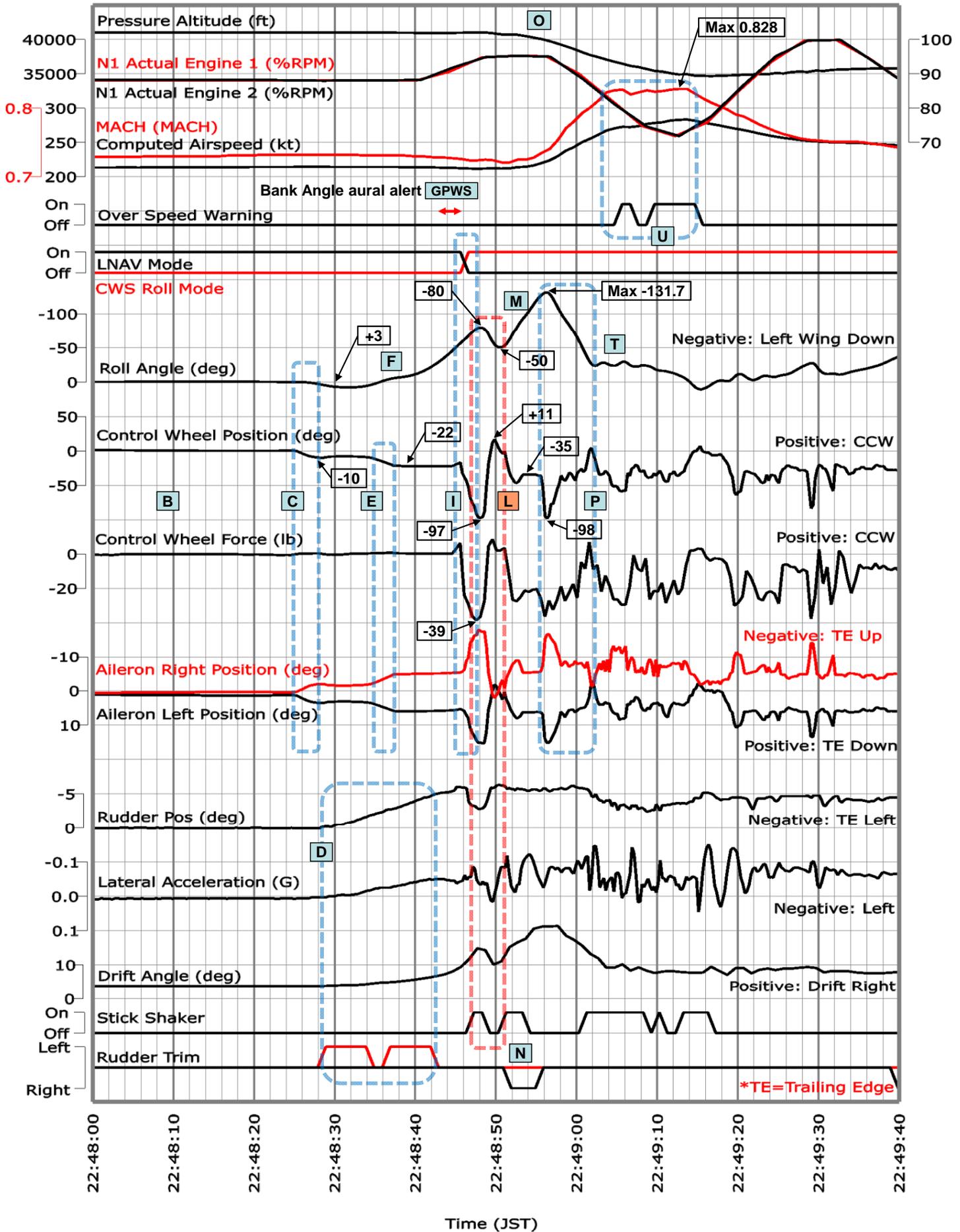
付図1 推定飛行経路図



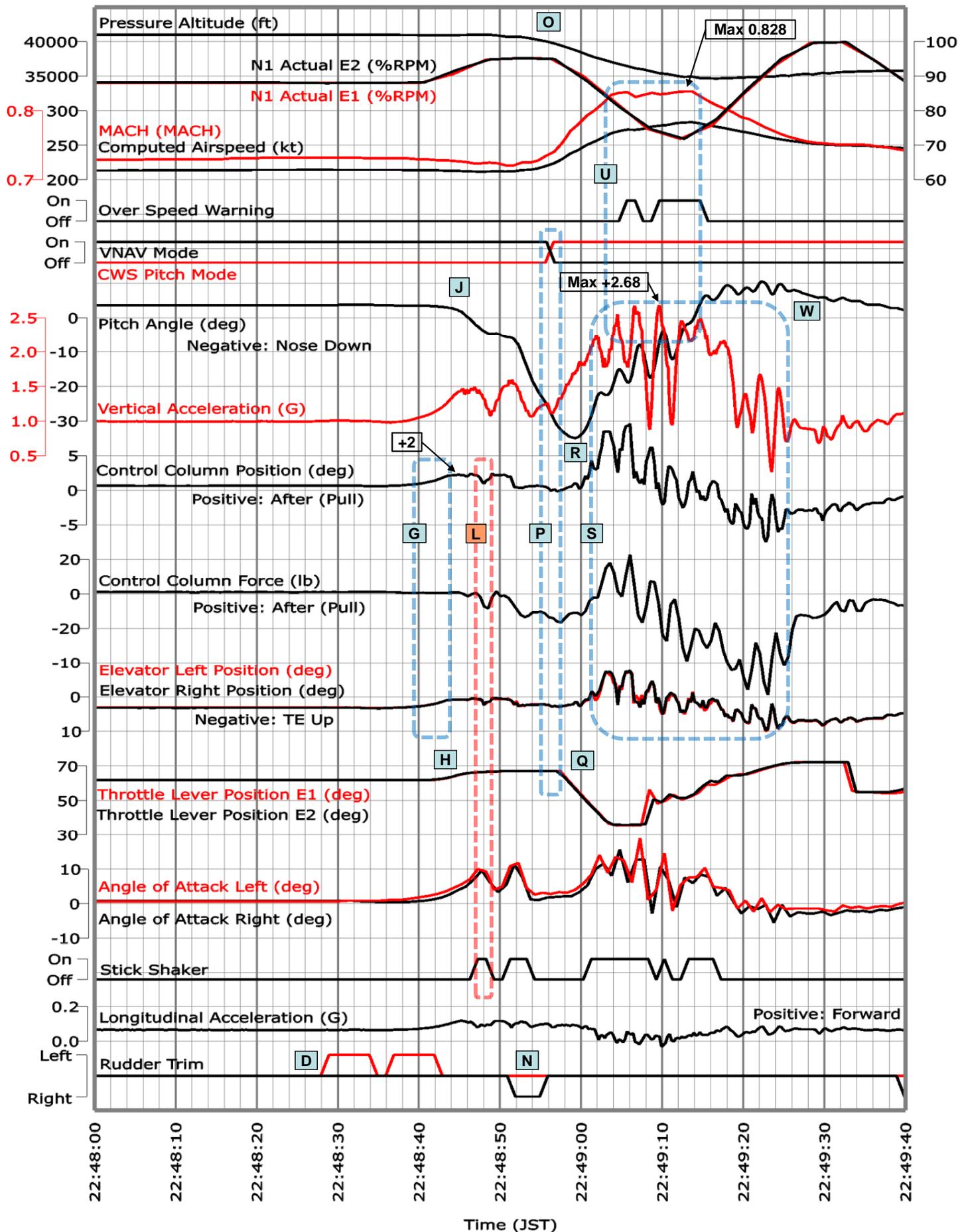
付図2 DFDRの記録 (概要)



付図3 DFDRの記録 (ROLL)



付図4 DFDRの記録 (PITCH)



付図5 DFDRの記録 (YAW)

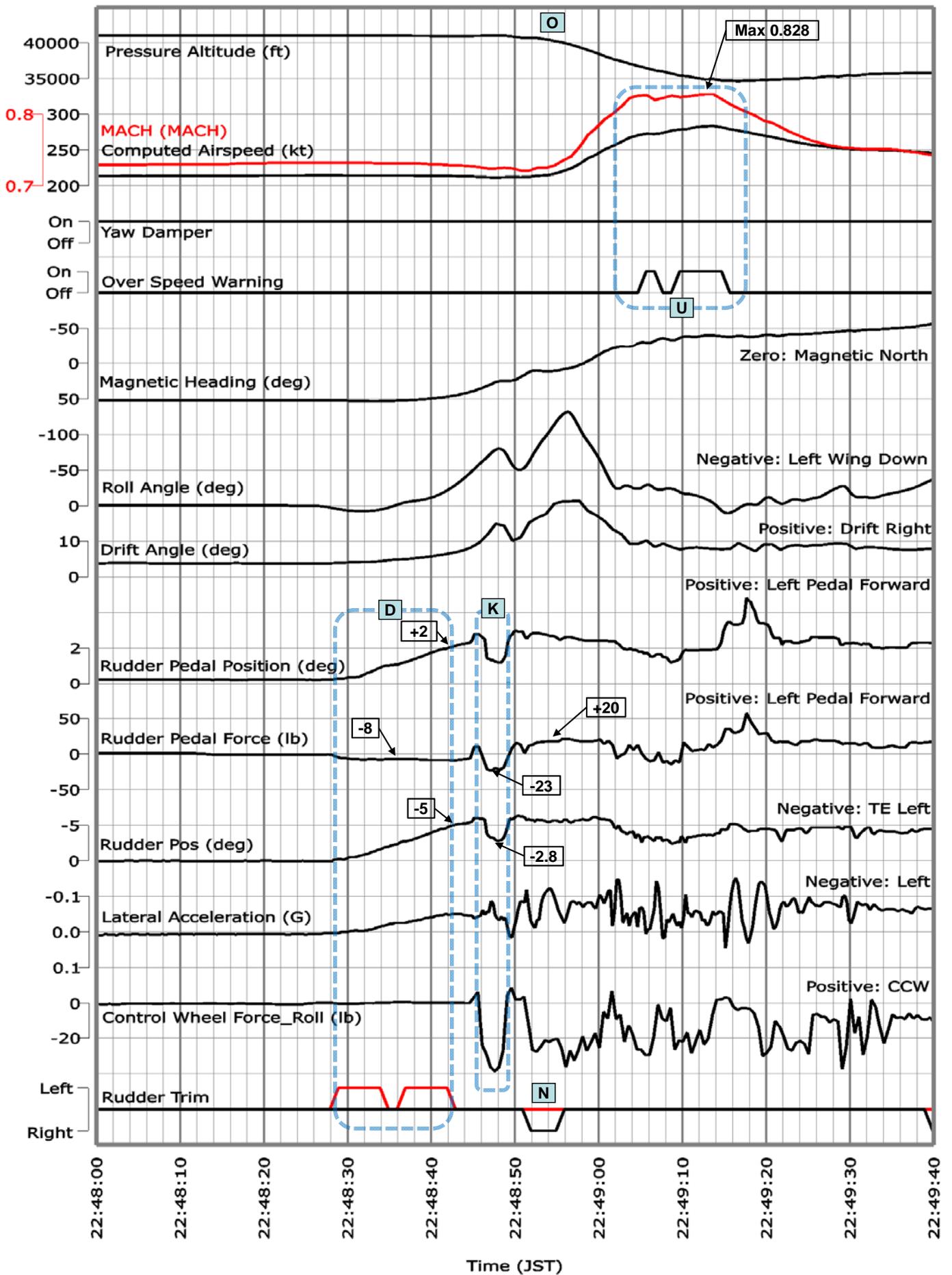
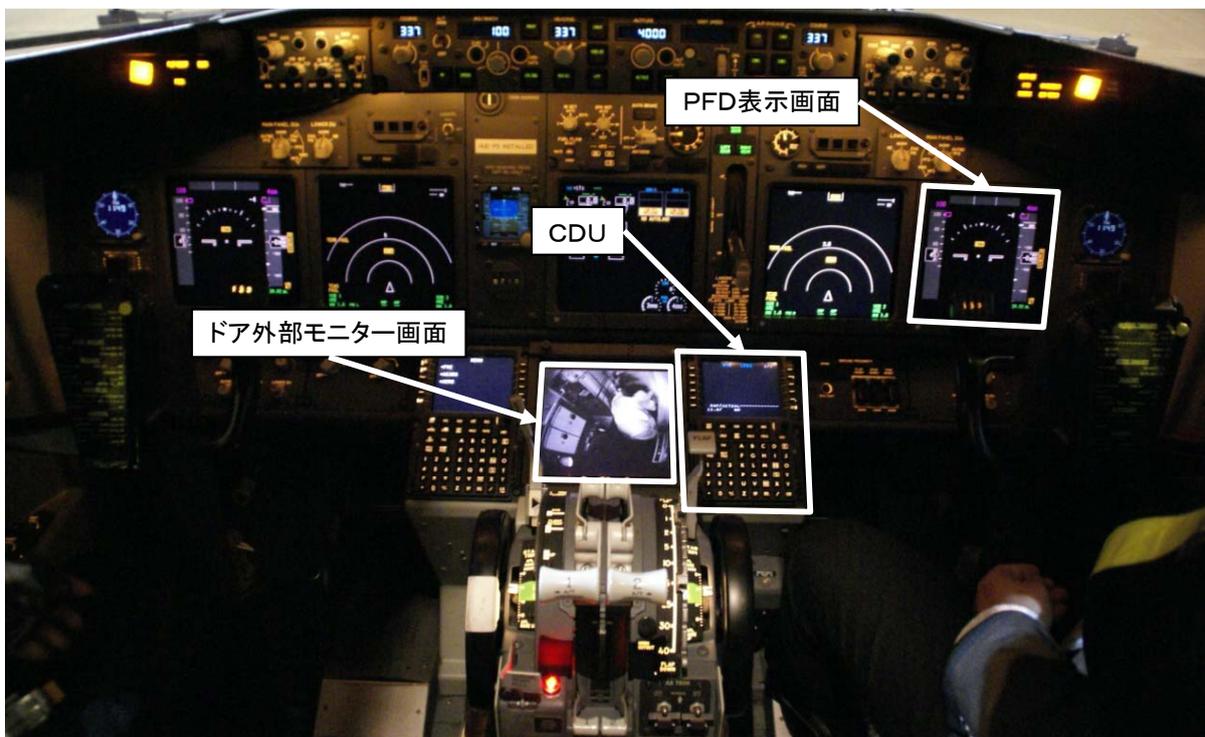


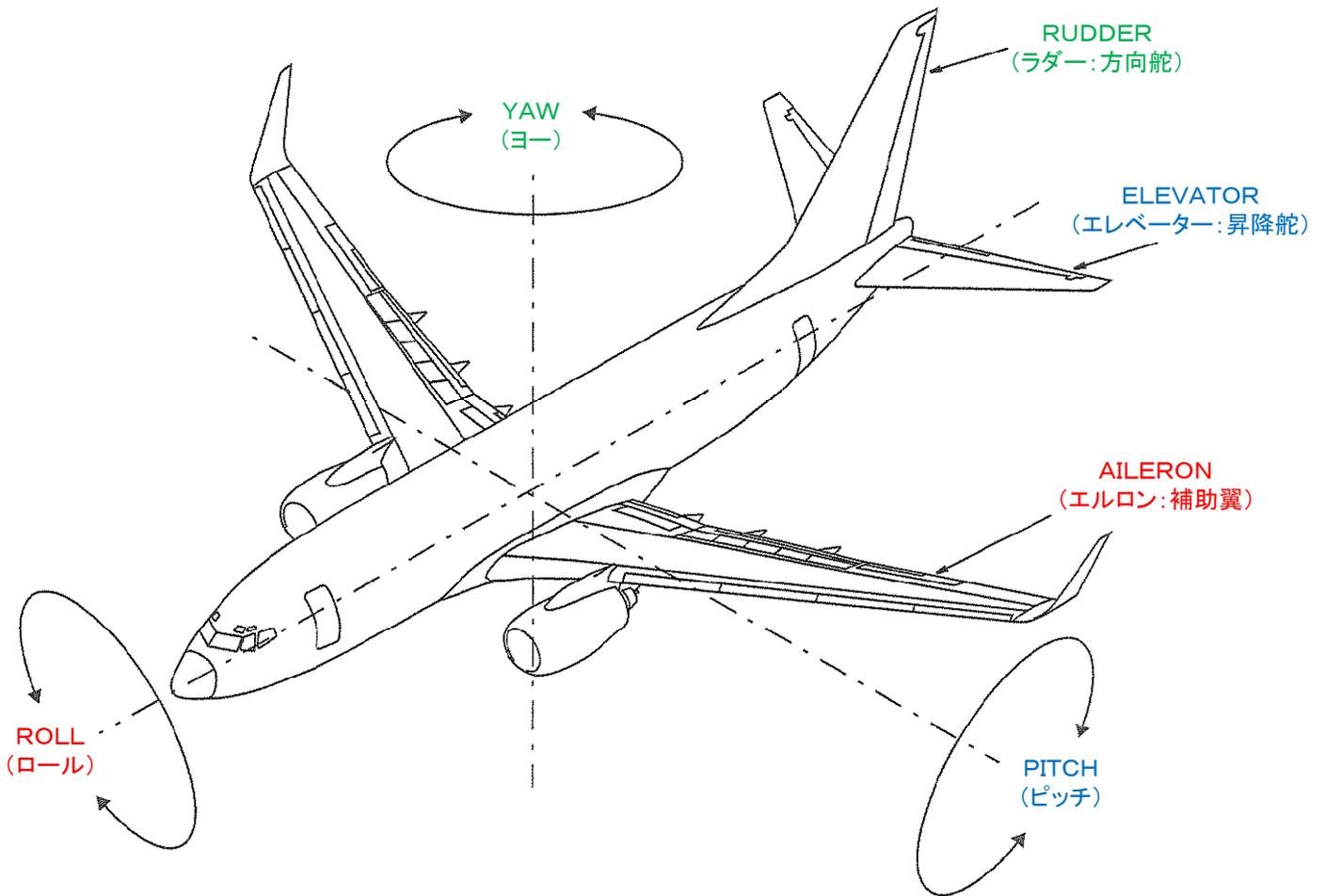
写真1 重大インシデント機



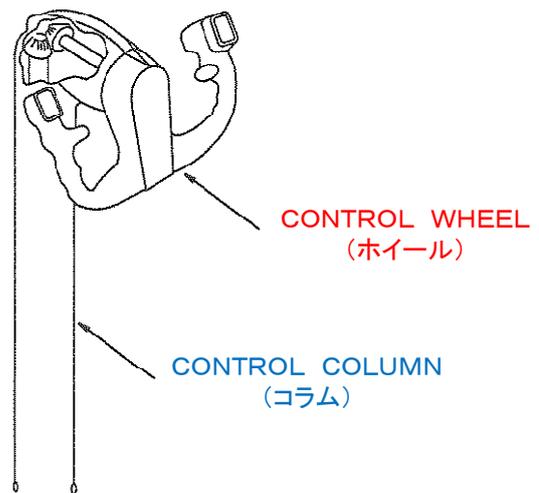
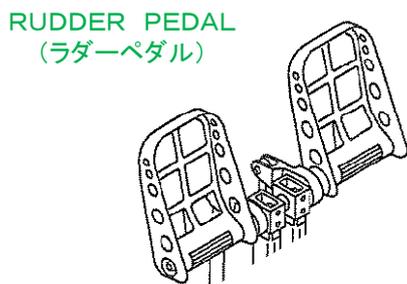
写真2 計器類の配置



添付1 航空機の基本的な操縦系統



※ 色分けは操縦の系統と機体の挙動を関連付けている



添付２ 同社が運航乗務員に実施する訓練

同社が運航乗務員に実施している訓練のうち、本重大インシデントに関連がある訓練を訓練課程ごとに整理すると、その概要は次のとおりである。

- ・基礎訓練課程：事業用操縦士技能証明と計器飛行証明を取得するための訓練である。入社前にこれらの資格を訓練生が取得している場合は、この訓練は実施されない。
- ・ブリッジ訓練：基礎訓練修了者に、第4世代JET機並びに定期航空運送事業者の操縦士となるための知識及び技能を付与する訓練である。主に、二人で操縦する航空機、高高度を高速で飛行する航空機の運用について教育している。入社後1度だけ実施している。
- ・副操縦士任用訓練：ブリッジ訓練修了者に、同社の副操縦士として乗務するに当たって必要な知識や技能を付与するための訓練である。「座学課程」「シミュレータ課程（模擬飛行訓練）」「LCL課程（下地島における実機操縦訓練）」「路線課程（第2副操縦士として乗務しながら受けるOJT）」がある。
- ・定期訓練：資格に関わる知識や技能維持を目的として、操縦士として乗務している中で実施する訓練であり、座学とシミュレータによる模擬飛行訓練がある。年1回実施している。
- ・LOFT：Line Oriented Flight Trainingのことであり、シミュレータを使用し、日常の運航の中での通常状態並びに発生する可能性のある異常状態・緊急状態を模したフライトを行い、個人及びクルーの一員としてフライト中に起こる出来事に的確に対応するための訓練である。年1回実施している。
- ・差異訓練：ボーイング式737-700型はボーイング式737系列の航空機であり、同500型の乗務資格保有者が同700型の乗務資格を取得するためには、同社が定める「ボーイング式737（-700、-800）差異訓練・審査基準」に基づき、座学及び模擬飛行訓練により500型との差異を習得し、審査に合格しなければならない。