

航空事故調査報告書

所 属 全日本空輸株式会社
型 式 ボーイング式787-9型
国籍登録記号 JA899A
事故種類 機体の動揺による人の負傷
発生日時 令和6年2月1日 01時09分頃
発生場所 中部国際空港の南南東約100km、高度約8,500m

令和8年2月27日

運輸安全委員会（航空部会）議決

委員長 李家賢一（部会長）
委員 高野 滋
委員 堂園正人
委員 早田久子
委員 津田宏果
委員 松井裕子

1 調査の経過

| | |
|-----------|---|
| 1.1 事故の概要 | 全日本空輸株式会社所属ボーイング式787-9型JA899Aは、令和6年2月1日（木）、東京国際空港からタイ王国のスワンナプーム国際空港に向けて飛行中、機体が動揺し、客室乗務員1名が重傷を負い、客室乗務員1名及び乗客1名が軽傷を負った。 |
| 1.2 調査の概要 | 運輸安全委員会は、令和6年2月2日、事故発生の通報を受け、本事故の調査を担当する主管調査官ほか1名の航空事故調査官を指名した。 本調査には、事故機の機体及びエンジンの設計・製造国であるアメリカ合衆国の代表が参加した。 原因関係者からの意見聴取及び関係国への意見照会を行った。 |

2 事実情報

| | |
|-----------|--|
| 2.1 飛行の経過 | 運航乗務員及び客室乗務員の口述並びに管制交信記録及び飛行記録装置（EAFR ^{*1} 及びCPL ^{*2} ）の記録によれば、飛行の経過は概略次のとおりであった。（時刻は日本標準時、以下同じ。） 全日本空輸株式会社所属ボーイング式787-9型JA899Aは、令和6年2月1日00時37分、機長ほか乗務員10名及び乗客246名の計257名が搭乗し、同社の定期849便として、東京国際空港を離陸した。 同機には、機長がPM ^{*3} として左操縦席に、副操縦士がPF ^{*3} として右操縦席に着座していた。 運航乗務員は、1月31日22時45分頃から実施した飛行前のブリー |
|-----------|--|

*1 「EAFR」とは、Enhanced Airborne Flight Recorderの略で、飛行記録装置（FDR）、操縦室用音声記録装置（CVR）及びデータリンク記録装置の機能を持つ一体型記録装置をいう。

*2 「CPL」とは、Continuous Parameter Loggingの略で、あらかじめ定められたパラメーターを連続的に記録する装置をいう。

*3 「PF」及び「PM」とは、2名で操縦する航空機において役割分担によりパイロットを識別する用語である。PFは、Pilot Flyingの略で、主に航空機の操縦を行う。PMは、Pilot Monitoringの略で、主に航空機の飛行状態のモニター、PFの操作のクロスチェック及び操縦以外の業務を行う。

フィングにおいて、気象情報を確認した。飛行経路断面予想図（図6参照）において、飛行計画の巡航高度であるフライト・レベル（以下「FL^{*4}」という。）340は、ジェット気流の影響で揺れることが予想されたため、巡航高度をFL280～300に下げることが共有した。また、運航乗務員は、同社作成の1月31日21時有効の Significant Weather Chart（悪天情報図）（図5参照）において、四国から飛行経路にかかる範囲で、FL300までの孤立した積乱雲が解析されていることを確認したが、雲頂高度の高い部分は限定的であるため、水平方向に回避可能であると考えていた。その後の客室乗務員とのブリーフィングにおいて、運航乗務員は、巡航高度をFL280～300とする予定であること、離陸後約15分間は、雲の影響で揺れることが予想されるため、15分後の状況を確認してシートベルト着用サインを消灯する予定であること及び離陸後約1時間半まで、ライト^{*5} マイナスからライト程度の揺れに遭遇する可能性もあるので注意しながらサービスを行う必要があることを伝えた。

運航乗務員は、離陸直前に地上の運航管理者から乱気流に関する情報を入手したが、特に大きな揺れのレポートはなかったため、巡航高度は、FL280とした。

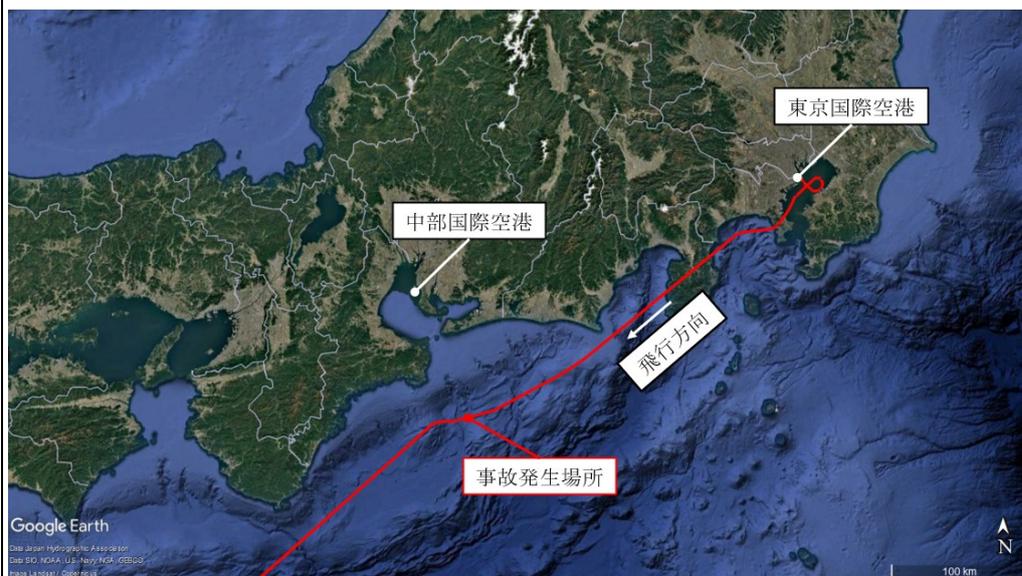


図1 推定飛行経路

2月1日00時46分頃、同機は、管制機関にFL280への上昇を要求した。

00時54分頃、機長は、シートベルト着用サインを消灯させた。客室乗務員は、機内サービスを開始した。

00時55分頃、同機は、FL280に到達し、巡航を開始した。

運航乗務員は、月明かりの中、積雲系の雲が所々にあることを視認した。機

*4 「FL」とは、標準大気気圧高度で、高度計規正值を29.92 inHg にセットしたときの高度計の指示（単位はft）を100で除した数値で表される高度である。日本では、通常14,000ft以上の飛行高度はフライト・レベルが使用される。例として、FL280は高度28,000ftを表す。

*5 「ライト」とは、「弱」、「並」、「強」及び「強烈」に区分された乱気流の程度のうち、「弱」を表す。「ライト」は更に「ライトマイナス」、「ライト」及び「ライトプラス」に区分されており、「ライトマイナス」は機内サービスが支障なく実施できる程度の揺れを、「ライト」は機内サービスが実施可能であるが、特に熱い飲食物の提供には注意を要する程度の揺れを、「ライトプラス」は機内サービスの実施には非常に慎重さを要し、一時的ではあるが実施を見合わせる程度の揺れを表す。

上気象レーダー画面上にも飛行経路前方約80～100nmに緑色（3段階中、1番弱い）のエコーが点在していた。

01時06分12秒頃、同機は、エコー域を避けるため、管制機関の許可を受け機首方位を255°から265°へ変針した。その後、同機は、機上気象レーダー画面上には映っていなかった薄い雲域に入り、雲中飛行となった。この際、運航乗務員と客室乗務員の間で雲中飛行中は突然揺れる可能性があるので注意を要することなどの情報共有は行われなかった。

01時08分43秒頃、同機が突然大きく揺れた。その揺れ（以下「1回目の揺れ」という（図10①参照）。）を、コックピットの運航乗務員は、ライトプラス程度と感じた。

1回目の揺れの後、運航乗務員は目視で、薄い雲に埋もれた積雲系の雲を確認し、その雲を回避する必要があると判断した。その雲は機上気象レーダー画面上には映っていなかった。運航乗務員は、周囲の空域に他機がないことをTCASで確認し、01時08分48秒頃、機首方位の変更を管制機関に要求すると同時に、ヘディング・セレクター・ノブで機首方位の設定を265°から276°へ変更した（図10②参照）。

01時08分50秒頃、同機は積雲系の雲の中に入り、同機の左主翼が持ち上げられるようにあおられて大きく揺れた。機長は、揺れ始めとほぼ同時にシートベルト着用サインを点灯させた（図10③参照）。その揺れ（以下「2回目の揺れ」という（図10④参照）。）を、コックピットの運航乗務員は、モデレート*6程度と感じた。

01時08分53秒頃、管制機関から機首方位変更の許可を受けた。

この一連の機体動揺の際、客室左側通路の22列目座席付近でドリンクサービスを行っていた客室乗務員（以下「客室乗務員A」という。）は、体が約60cm（乗客用座席の肘掛けの高さ辺りまで）浮き上がった後、足から着地したが、踏ん張り切れずに横座りのような姿勢で尻もちをつき、右足に重傷を負った。

一方、客室左側通路の35列目座席付近でスナック菓子を運んでいた客室乗務員（以下「客室乗務員B」という。）は、体が約60cm浮き上がった後、正座のような姿勢で床面に着地し、左足に軽傷を負った。

また、機体動揺により飲み物がこぼれ、乗客の衣服の汚損が5件発生した。

客室乗務員A及びBは、いずれも、特に大きな揺れの予兆がないまま突然強く揺れて体が宙に浮いたと述べており、また、客室乗務員Aは、強い揺れとほぼ同時にシートベルト着用サインが点灯したと述べている。

01時11分頃、機長は、この後は揺れないと判断したが、速やかに客室の状況確認を実施するため、シートベルト着用サインは点灯させたまま、客室の状況確認を前任客室乗務員に依頼した。他の客室乗務員は、客室の状況確認を開始した。

01時18分頃、前任客室乗務員は、他の客室乗務員から乗客に負傷者がいないこと、客室乗務員A、Bが負傷したこと及び飲み物がこぼれて乗客の衣服が汚損したことの報告を受け、その旨を機長に報告した。

*6 「モデレート」とは、「弱」、「並」、「強」及び「強烈」に区分された乱気流の程度のうち、「並」を表す。「モデレート」は、航空機の高度及び/又は飛行姿勢に中程度の変化は生じるが、機体は常に操縦可能な状況下にある。指示対気速度に変化がある。搭乗者は、シートベルト又はショルダーハーネスに明らかに締め付けられる感じを受ける。固縛されていない物体は動き回る。歩行は困難である。機内サービスの実施は困難である程度の揺れを表す。

01時20分頃、機長は、シートベルト着用サインを消灯させた。

01時25分頃、先任客室乗務員は、機長に、客室乗務員Aは足に痛みがあるため業務から外し、他の客室乗務員が業務を引き継ぐことを報告した。

運航乗務員は、客室乗務員A及びBの負傷の程度から、東京国際空港への引き返し又は目的地の変更の必要はないと判断し、飛行を継続した。^{*7}

02時25分頃、機長は、地上の運航管理者に機体動揺により客室乗務員Aが足を捻って業務から外れたこと及び客室乗務員Bが足を擦りむいたことを報告した。

その後、乗客1名（42F座席）から客室乗務員に首の痛みの申告があった。

同機は07時07分にスワンナプーム国際空港に着陸した。

客室乗務員Aは、着陸後、バンコクの医療機関で右足首の骨折と診断された後、セカンドオピニオンを求めるため、翌日の2月2日に帰国し、国内の医療機関で「右足関節外果骨折」と診断された。

客室乗務員Bは、着陸後、バンコクの医療機関で「左足首甲の擦過傷及び捻挫」と診断された。

負傷した乗客（42F座席）は、日本に帰国後、2月8日に国内の医療機関で「頸椎捻挫」と診断された。

本事故の発生場所は、中部国際空港の南南東約100km（北緯34度01分30秒、東経137度09分03秒）の地点上空、FL280で、発生日時は、令和6年2月1日、01時09分頃であった。



図2 事故発生時の客室乗務員及び乗客の被害状況

2.2 負傷者

客室乗務員A：重傷（右足関節外果骨折）
 客室乗務員B：軽傷（左足首甲の擦過傷及び捻挫）
 乗客 1名：軽傷（頸椎捻挫）

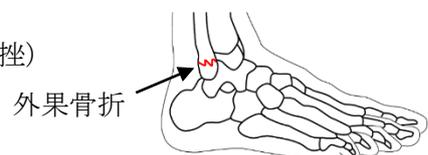


図3 骨折箇所

2.3 損壊

なし

2.4 乗組員等

(1) 機長 56歳

^{*7} 同社では、乗員乗客負傷時の引き返し又は目的地の変更に関する明確な基準は定められていないが、一般的な目的地変更時の処置・対応要領は、同社のGOM (General Operations Manual) に規定されている。同要領では、目的地変更の最終判断は機長の権限に委ねられており、地上の運航管理者は気象や旅客状況等を踏まえて候補空港を提示し、必要な助言を行う旨が記載されている。

| | |
|-----------------|---|
| | <p>定期運送用操縦士技能証明書（飛行機） 限定事項 ボーイング式787型 第1種航空身体検査証明書 有効期限 総飛行時間 同型式機による飛行時間</p> <p>平成17年9月29日 平成27年6月16日 令和6年7月10日 17,288時間42分 2,703時間39分</p> <p>(2) 副操縦士 31歳 事業用操縦士技能証明書（飛行機） 限定事項 ボーイング式787型 第1種航空身体検査証明書 有効期限 総飛行時間 同型式機による飛行時間</p> <p>平成26年8月1日 令和3年11月16日 令和6年8月4日 3,696時間31分 1,312時間42分</p> |
| <p>2.5 航空機等</p> | <p>航空機型式：ボーイング式787-9型 製造番号：34519、製造年月日：平成30年9月18日 耐空証明書：第2018-034号、有効期限：平成30年10月1日から整備 規程（全日本空輸株式会社）の適用を受けている期間 総飛行時間：19,579時間44分</p> |
| <p>2.6 気象</p> | <p>(1) 天気概況 令和6年2月1日03時の速報天気図（図4参照）によれば、中国大陸中部から九州南部を経て関東の東海上まで伸びる停滞前線があり、前線上の低気圧が東北東に進行していた。</p> <div data-bbox="890 887 1433 1234" data-label="Figure"> </div> <p>図4 速報天気図 2月1日03時</p> <p>(2) 飛行前に運航乗務員が確認した気象資料</p> <p>① Significant Weather Chart（悪天情報図） 運航乗務員が飛行前に確認した1月31日21時有効のSignificant Weather Chart（悪天情報図）における雲の衛星画像情報では、事故発生場所付近に雲頂高度がFL200を超える雲が観測されていた。また、事故発生場所の西側には、他の雲に埋もれている孤立した雲頂高度がFL300に達する積乱雲が解析されていた（図5参照）。</p> |



図5 1月31日21時有効 Significant Weather Chart (悪天情報図)

② 飛行経路断面予想図

同社作成の飛行経路断面予想図では、事故発生場所の少し先に雲頂高度がFL290に達する雲が予想されており、巡航高度のFL280付近では、先行機から、ライトマイナスの揺れがPIREP^{*8}で報告されていた。FL330付近には、1,000ftの高度差に対する9～12ktの風向風速の変化を示す鉛直シア（VWS: Vertical Wind Shear）域が予想されていた（図6参照）。なお、同図は、1月31日15時を予測開始時刻とし、^{だいたい}橙色縦線の区切られた各領域は、その時刻から9時間後の2月1日の00時、12時間後の同日03時、15時間後の同日06時の予想及びPIREP等の情報が記載されている。

*8 「PIREP」とは、Pilot Report の略で、パイロットが行う飛行中における飛行の安全に影響を及ぼす気象現象についての観測報告をいう。

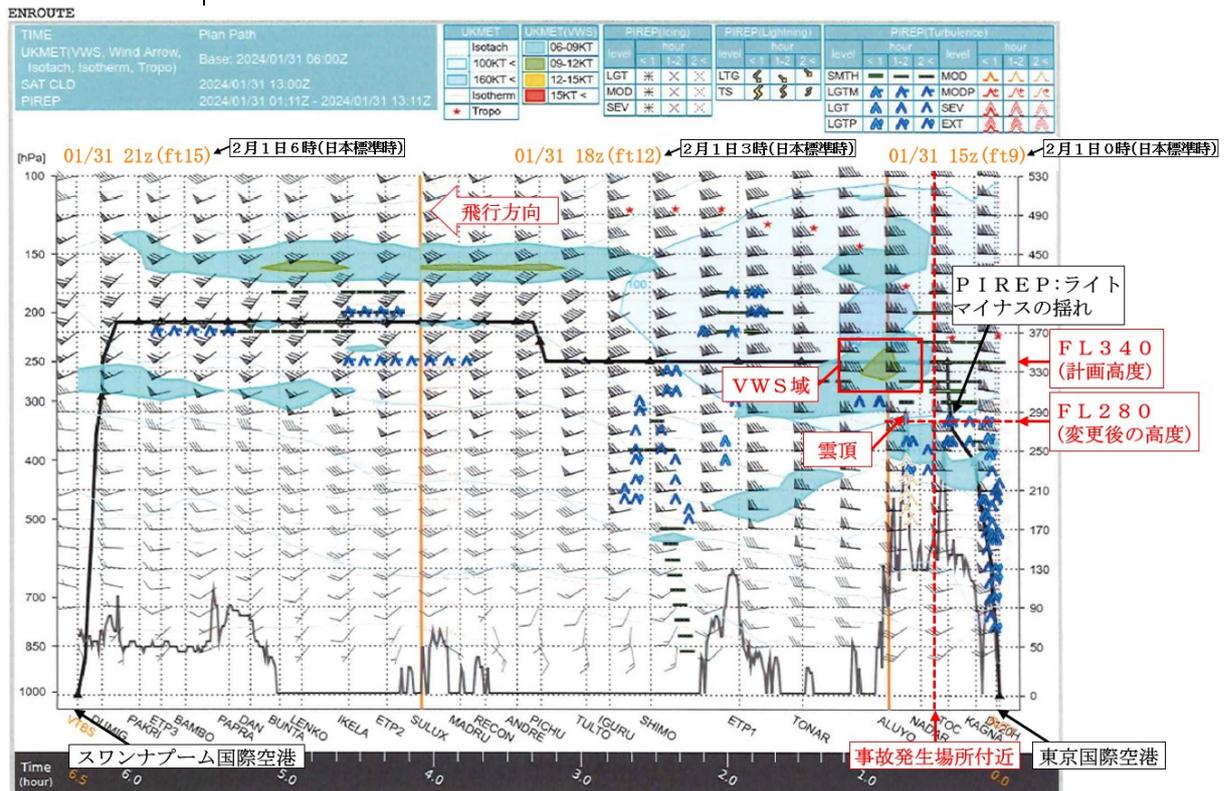


図6 飛行経路断面予想図

③ 国内悪天予想図 (FBJP)

国内悪天予想図 (FBJP) の1月31日21時の予想によると、事故発生場所付近のFL 240～300に晴天乱気流 (並の乱気流) が予想されていた。また、その西側の空域のFL 020～260に孤立した積乱雲の雲域及び並の乱気流が予想されていた (図7参照)。

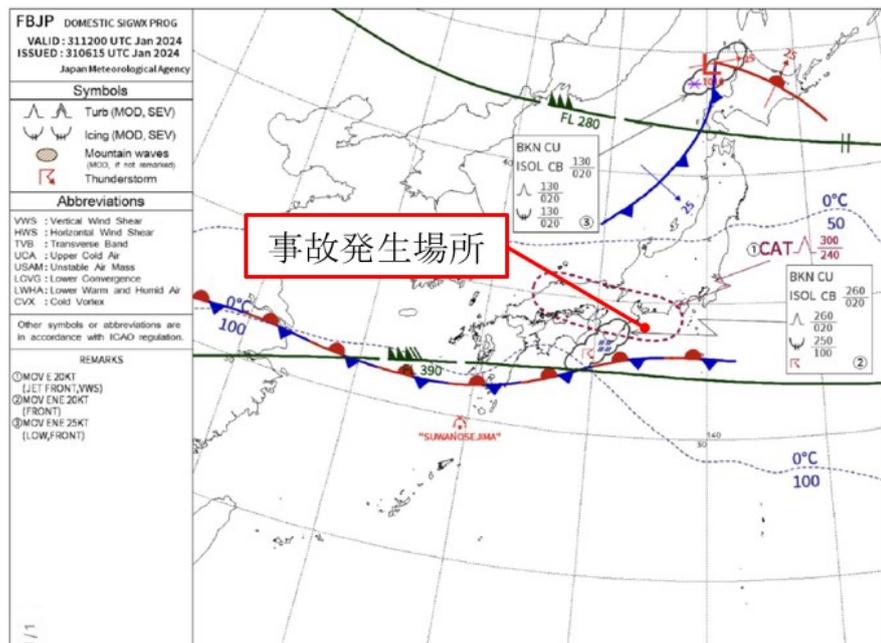


図7 国内悪天予想図

(3) レーダー合成図

事故発生時刻（01時09分頃）に近い01時10分のレーダー合成図によると、事故発生場所付近では、降水強度20～30mm/h程度の東進するエコーが観測されており（図8参照）、エコー頂高度は、約7～9km（約FL230～295）であった（図9参照）。

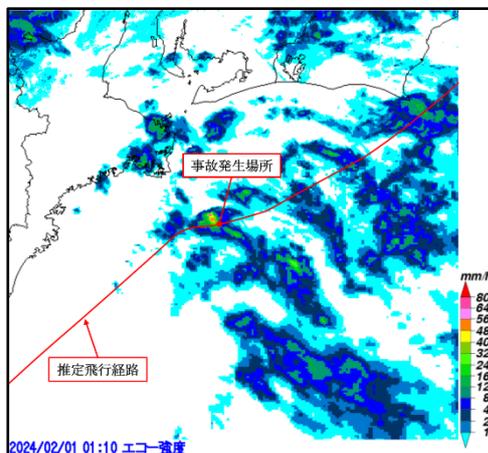


図8 エコー強度

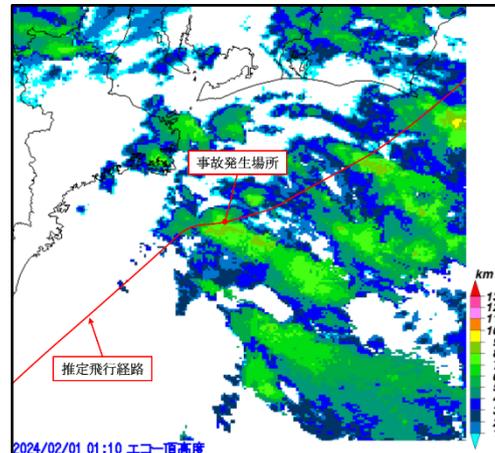


図9 エコー頂高度

2.7 その他必要な事項

(1) EAFR及びCPLの記録（図10参照）

同機のEAFR及びCPLの記録によれば、01時08分49秒頃から01時08分51秒頃までの約2秒間に、垂直加速度が $-0.1G \sim +2.5G$ の範囲で大きく変動していた（図10④参照）。

シートベルト着用サインの点灯は、01時08分50秒頃であった（図10③参照）。外気温度は、 -4.0°C 付近であった。

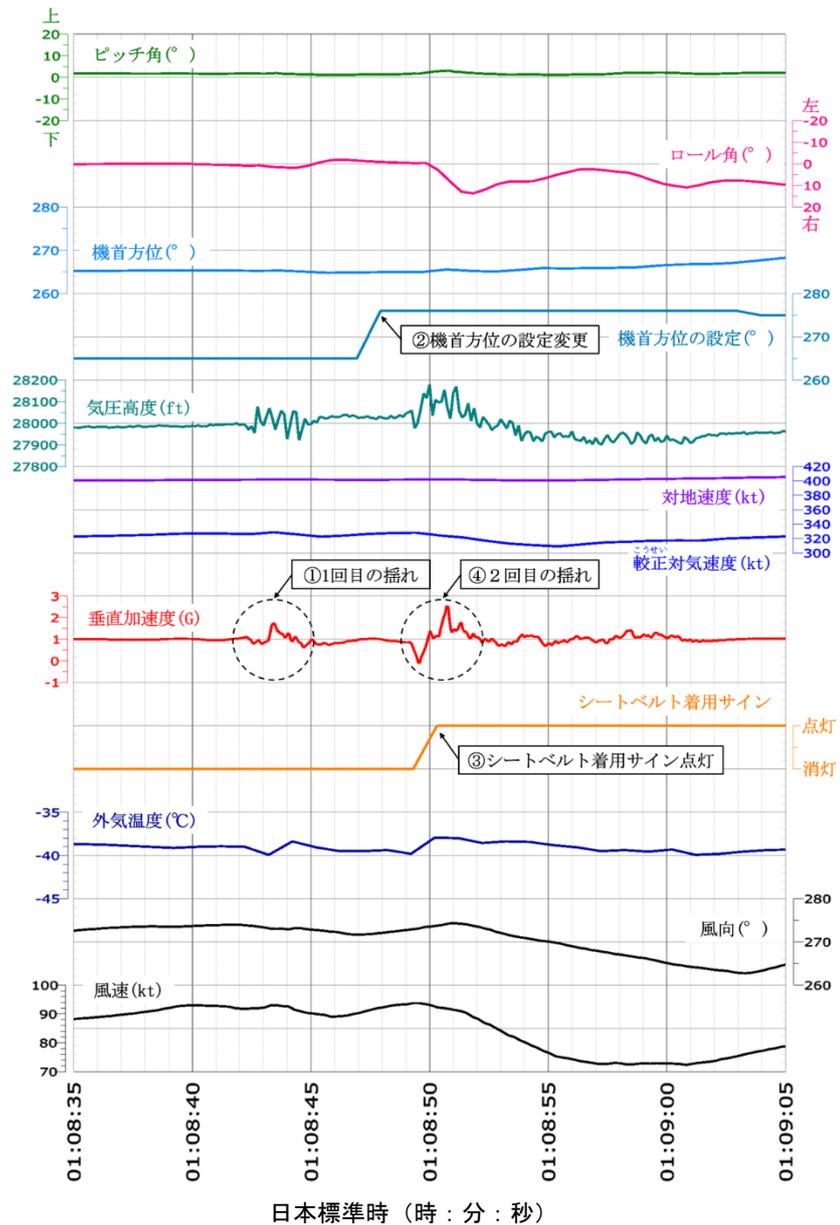


図10 EAFR及びCPLの記録

(2) 同社における新たな気象情報提供の取組について

同社では、令和5年7月から新たな気象情報（GTG*9及びEDR*10）の運用を開始し、従来の気象情報に加えてこれらの情報を活用することで、乱気流の回避、シートベルト着用サインの早期点灯及びより高精度の揺れの予測情報の客室乗務員への提供を行う取組を進めている。

運航乗務員は、飛行前のブリーフィングにおいて、これらの情報を確認し、計画された飛行経路上に顕著な乱気流がないことを確認していた。一方、同機では、これらの情報は限定的に利用可能な状態であり、飛行中のリアルタイムな更新はなされていなかった。

*9 「GTG」とは、Graphical Turbulence Guidance の略で、晴天乱気流、温度変化、風の変化、気流の安定度、対流性雲、山岳波、現況の揺れ等の十数個の指標から計算された乱気流予測情報をいう。

*10 「EDR」とは、Eddy Dissipation Rate (渦消散率) の略で、気流の乱れを表す指標をいう。EDRは、航空機のコンピュータに搭載したEDRレポートソフトウェアにより自動的に計算され、リアルタイムに地上に報告されることで、乱気流実況情報として活用される。

| | |
|--|--|
| | <p>(3) 機上気象レーダーについて</p> <p>① 機上気象レーダーの設定</p> <p>運航乗務員の口述によれば、飛行中の機上気象レーダーは、同型式機の AOR^{*11}における推奨に基づき、以下のとおり設定していた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Operational Mode : WX+T (降水域の脅威度 (緑、黄、赤) 及び乱気流 (マゼンタ) を表示するモード) ・ Gain (受信感度) : 0 又は一時的に +1 ・ Tilt Control (アンテナ上下の傾き) : Auto ・ Range (表示距離) : 適宜変更して使用していた。 <p>② 不具合及び整備履歴</p> <p>機上気象レーダー関連の装備品について、本事故前後に運航乗務員から不具合の報告はなく、事故後の整備履歴においても異常を認めた記録はなかった。</p> <p>③ 機上気象レーダーの特性</p> <p>同型式機の AOR の Chapter11 Section2 Weather Radar Rev.12 に以下の記載がある。</p> <p><i>Radar Beam の特性と補正機能 2 (11.2.5)</i></p> <p>一般的な積乱雲の構造は、Freezing Level 以下の高度では水分で構成されており Radar のエネルギーが効率的に反射する。中間においては過冷却と Ice Crystal が含まれており、Ice Crystal の反射率は非常に悪いためこの層より反射率が減少を始める。OAT (外気温度) -40℃未満である上部は、ほとんど Ice Crystal で構成されており、Radar Beam の反射はほとんど得られない。</p> <p>(中略)</p> <p>TILT CTRL が AUTO で WX もしくは WX+T Mode が選択されている場合においては、Over Flight Protection により自動的に Radar Top (レーダーの反射が得られる限界高度) の上方にある Threat Area (脅威領域) を表示することが可能である。</p> <p>(3) AUTO Calibrated Gain (11.2.10)</p> <p>(Tilt Control が) AUTO Mode では Calibrated Gain (Gain:0) 以上に Gain を増加させると Threat を過度に表示し不必要な Deviation (進路変更) を生じる可能性がある。したがって MultiScan Radar は AUTO Mode と Calibrated Gain の設定で使用することが推奨されている。</p> <p>最後に (11.2.16)</p> <p>Ice Crystal Icing が予想される場合においては、一時的に MAN Mode に切り替えて、Flight Path より下方の Convective Weather (対流性の降水域) を検知することが推奨されている。</p> |
|--|--|

3 分析

| | |
|-------------------|--|
| <p>(1) 気象について</p> | <p>01時10分のレーダー合成図 (図8及び図9参照) によると、事故発生場所付近には、東進する積乱雲と考えられる降水強度が 20～30mm/h 程度のエコーが観測されており、エコー頂高度は、約7～9km (約FL230～295) であったことから、FL280 (約8,500m) で飛</p> |
|-------------------|--|

*11 「AOR」とは、Airplane Operations Reference の略であり、飛行機運用規程の内容を補足又は解説した運航に関する参考資料のことをいう。

行していた同機は、この積乱雲に遭遇したと推定される。

(2) 客室乗務員等の負傷について

客室乗務員A及びBは、機内サービス中に突然大きく揺れて体が宙に浮き、着地した際に負傷したと述べている。また、客室乗務員Aは、大きな揺れとほぼ同時にシートベルト着用サインが点灯したと述べている。

E A F R及びC P Lの記録によれば、01時08分50秒頃にシートベルト着用サインが点灯し、01時08分49秒頃から01時08分51秒頃までの2回目の揺れの際に、垂直加速度の大きな変化が記録されていた。これらのことから、客室乗務員Aは、2回目の揺れの際に宙に浮き、着地時に右足首に大きな荷重がかかったことで重傷を負い、客室乗務員Bも同様に宙に浮き、着地時に軽傷を負ったものと考えられる。また、シートベルト着用サインの点灯は、2回目の揺れとほぼ同時であったことから、両名には、シートベルト着用サインの点灯を認識し、サービスを中止して機体動揺に備える十分な時間はなかったと推定される。

42F座席に着席していた乗客（シートベルトの着用状況については不明）が軽傷を負ったことについても、2回目の揺れの垂直加速度の大きな変化により、首に軽傷を負った可能性が考えられる。

(3) 運航乗務員の対応について

運航乗務員は、事前に積乱雲の発生が予測されていた空域付近で、同機が薄い雲域の雲中飛行となった際、目視及び機上気象レーダーを使用してエコーを回避することが可能と判断し、シートベルト着用サインを消灯させたまま飛行していたものと考えられる。しかし、機体動揺の原因となったと考えられる積乱雲は、機上気象レーダーに映っておらず、また、薄い雲域の雲中飛行中であったことから、目視による積乱雲の発見が遅れ、発見時には既に回避が間に合わず、同機は積乱雲に入り、その積乱雲の乱気流に遭遇して動揺したものと考えられる。機上気象レーダーに積乱雲のエコーが映っていなかった理由については、事故当時の飛行高度帯における積乱雲中の水分は、外気温度から推定すると、その大部分が氷晶（Ice Crystal）であった可能性があり、このため、当時の機上気象レーダーの設定（Gain：0又は一時的に+1、Tilt Control：Auto）では、氷晶からの反射が得られず、機上レーダーにエコーが映らなかった可能性が考えられる。

運航乗務員には、氷晶が予想される高度帯を飛行する際、機上気象レーダーのTilt Control設定を一時的にMAN Mode（手動モード）に切り替え、アンテナ角度及びGainを調整して、中間層より下方にある対流性の降水域のエコーを確認し、これを回避することで機体動揺の回避につなげるなど、機上気象レーダーの特性を十分に理解した上で使用することが望まれる。

また、本件においては、運航乗務員と客室乗務員との間で飛行中の気象状況や雲中飛行中は突然揺れる可能性があることなどに関する情報共有が行われていれば、客室乗務員が突然の揺れに注意しながらサービスを行うことができ、被害を軽減できた可能性が考えられる。

運航者には、客室乗務員が機外の気象状況を直接把握できないことを考慮し、運航乗務員と客室乗務員との間で気象状況及び雲中飛行中は突然揺れる可能性があることなどを共有し、クルーコーディネーションを通じて状況認識を一致させることも望まれる。

(4) 乱気流の予測精度向上について

乱気流による負傷リスクを低減するため、同社が推進している新たな気象情報（GTG及びEDR）の拡充及び活用により、乱気流の予測精度の更なる向上が望まれる。

4 原因

本事故は、同機が巡航中に積乱雲の乱気流に遭遇して動揺したため、客室中央左側通路で機内サービス中であった客室乗務員が宙に浮き、着地時に右足首に大きな荷重がかかったことで重傷を負った

ものと考えられる。

同機が積乱雲の乱気流に遭遇したことについては、同機が雲中飛行となった際、機上気象レーダーに映っていなかった積乱雲の発見が遅れ、回避が間に合わなかったためと考えられる。

5 再発防止策

| | |
|----------------------------|--|
| 5.1 必要と考えられる再発防止策 | <p>(1) 運航者には、客室乗務員が機外の気象状況を直接把握できないことを考慮し、運航乗務員と客室乗務員との間で気象状況及び雲中飛行中は突然揺れる可能性があることなどを共有し、クルーコーディネーションを通じて状況認識を一致させることが望まれる。</p> <p>(2) 同社には、新たな気象情報（G T G及びE D R）の拡充及び活用により、乱気流の予測精度の更なる向上が望まれる。</p> |
| 5.2 本事故後に講じられた再発防止策 | <p>本事故が発生した後、同社は、社内航空事故調査会を設置し、以下の再発防止策を講じた。</p> <p>(1) 全社 同社では、E D R情報を地上に報告するためのレポートソフトウェアを一部機材に搭載して運用検証を進めており、今後、他機材への展開を予定。</p> <p>(2) 運航部門 全運航乗務員に対し、シートベルト着用サインの早期点灯の徹底及び新たな気象情報の活用を推進するとともに、訓練では、乱気流による受傷事例紹介、客室乗務員への情報発信及びクルーコーディネーションに焦点を当てた訓練を実施。</p> <p>(3) 運航管理部門 積乱雲上端での乱気流事例を共有し、2024年度の地上運航従事者向け定期訓練で乱気流全般に関する訓練を実施。</p> <p>(4) 客室部門 全客室乗務員に対し、乱気流による負傷事象の共有及び身の安全の確保に関する徹底事項を周知するとともに、新入訓練及び定期緊急総合訓練で乱気流対応訓練を実施。</p> |