

重大インシデント調査報告書

所 属	日本貨物航空株式会社
型 式	ボーイング式747-8F型
登 録 記 号	J A 1 1 K Z
インシデント種類	水面への衝突を回避するための緊急操作
発 生 日 時	平成30年2月18日 16時27分ごろ(日本標準時)(アメリカ合衆国東部標準時02時27分ごろ)
発 生 場 所	ニューヨーク J・F・ケネディ国際空港(アメリカ合衆国)の南南西約17km、高度約480ft

1 調査の経過

1. 1 重大インシデントの概要

日本貨物航空株式会社所属ボーイング式747-8F型JA11KZは、平成30年2月18日(日)、同社の定期159便として、シカゴ・オヘア国際空港を00時08分(アメリカ合衆国中部標準時)に離陸し、ニューヨーク・J・F・ケネディ国際空港の滑走路04RへのILSによる進入中、所定の降下経路から逸脱し、高度が低下したことから、02時27分(アメリカ合衆国東部標準時。特記した場合を除き、以下同じ。)ごろ、ニューヨーク・J・F・ケネディ国際空港の南南西約18.5km地点で進入復行を行った。

同機は、エンジン回転数を増加させ、一旦、機首上げ姿勢をとり、降下率が減少したものの、上昇するための十分な推力が確保できず、再び、機首下げ姿勢となり降下率が増大したが、機長が水面への衝突を回避するための緊急操作を行ったことにより同機は上昇に転じ、その後、02時35分同空港に着陸した。機長が緊急操作を行った直後、強化型対地接近警報装置が警報を発出した。

1. 2 重大インシデント調査の概要

本件は、航空法施行規則(昭和27年運輸省令第56号)第166条の4第5号に規定された「飛行中において水面への衝突又接触を回避するため航空機乗組員が緊急の操作を行った事態」に該当し、重大インシデントとして取り扱われることとなったものである。

本重大インシデントは、アメリカ合衆国内で発生したものであるが、発生国(国家運輸安全委員会)が本重大インシデントをSerious Incidentに該当せず、原因調査を行わないと判断したことから、国土交通省航空局が日本貨物航空株式会社の協力を

得て原因調査を行った。

2 事実情報

2. 1 飛行の経過

本重大インシデントに至るまでの同機の飛行の経過は、日本貨物航空株式会社から入手した機長及び副操縦士の口述、飛行記録装置（以下「FDR」という。）の記録等によれば、概略は次のとおりであった。

日本貨物航空株式会社所属ボーイング式747-8F型JA11KZは、平成30年2月18日、機長及び副操縦士の計2名が搭乗し、同社の定期159便としてシカゴ・オヘア国際空港からニューヨーク・J・F・ケネディ国際空港（以下「同空港」という。）に向けて飛行し、同空港への進入を開始した。

操縦室には機長がPF^{*1}として左操縦席に、副操縦士（機長資格操縦士）がPM^{*1}として右操縦席に着座していた。

機長及び副操縦士は、進入前のランディング・ブリーフィングにおいて、同空港の気象情報及び滑走路04L、滑走路04Rともに同機の着陸性能に問題がないことを確認した。

機長によれば、進入中の同空港周辺の気象状況は、低い雲に覆われていて、雲中飛行に近い状態であったことから、同空港、海面、灯火等は視認できなかった。

同機は、着陸後の滑走路から駐機場までの地上走行距離が短い滑走路04Lへの着陸をターミナルレーダー進入管制所^{*2}に要求し、滑走路04Lへの着陸の予定である旨の通報を受けた。

02時23分27秒、同機は、ILS進入方式04R（以下「同進入方式」という。）の最終進入フィックス（FAF）であるEBBE（滑走路04R接地点から南西6.1nm）の正横付近のダウンウインドを気圧高度^{*3}（以下「高度」という。）約7,400ftで飛行中、ターミナルレーダー進入管制所からILS進入方式による滑走路04Rへの着陸に変更する予定である旨の通報を受け、02時23分33秒、同機は了解し進入を継続した。

副操縦士は、機長からFMC^{*4}の滑走路変更入力の指示を受け、FMCに”ILS04R”の入力を開始した。

*1 「PF」及び「PM」とは、2名で操縦する航空機における役割分担からパイロットを識別する用語である。PFはPilot Flyingの略で、主に航空機の操縦操作を行う。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。

*2 「ターミナルレーダー進入管制所」とは、ターミナルレーダー進入管制業務及び進入管制業務を行う機関である。

*3 「気圧高度」とは、ニューヨーク・J・F・ケネディ国際空港のQNHにより補正した高度である。なお、QNHとは、気圧高度計規正值のひとつであり、通常inHg単位で提供される。米国では平均海面上18,000ft未満は、最寄りの飛行経路上の地点のQNHにセットする。

*4 「FMC」とは、運航乗務員の入力した飛行計画データを使用し、最適な飛行を行うためピッチ、ロール及びエンジン推力を計算するシステムである。

同機が引き続きダウンウインドを飛行中の02時24分18秒、ターミナルレーダー進入管制所から同進入方式の中間進入フィックス（IF）であるZETAL（滑走路04R接地点から南西11nm）に直行した後、Localizer^{※5}（以下「LOC」という。）Courseに会合し、高度1,500ftまで降下するよう指示を受け、副操縦士は指示どおり復唱した。

機長はこの管制指示に対し、ZETALに直行する場合、最終進入コースをオーバーシュートしないようZETAL到着手前で右旋回を開始し、ZETAL～EBBE E間で最終進入コースに会合することとなるため、副操縦士に対しFMCに表示されているZETALのウェイポイントを消去し、新たにEBBE Eまでの最終進入コースの延長線を描くよう指示し、副操縦士は機長の指示どおり行った。その直後、機長はHDG SEL^{※6}を使用して飛行方位を”323”にセットした。

02時26分00秒、ターミナルレーダー進入管制所は同機に対し、滑走路04RへのILS進入のために高度1,500ftを維持すること及び飛行場管制所^{※7}に通信移管することを指示した。

02時26分15秒、機長はHDG SELを使用して飛行方位を”342”にセットし、同機はZETALの南東約9kmからEBBE E方向に飛行した。

02時26分16秒、同機がEBBE Eから南約10kmのベースレグを高度約1,760ftで飛行中、機長はEBBE Eに近づいたと思い、自動操縦装置^{※8}（以下「AP」という。）のAPPモード^{※9}をARM（待機状態）^{※10}にした（①：本章における丸数字は、図1推定飛行経路及び付図1FDRの記録の丸数字に対応している。）。

02時26分17秒、同機は、高度約1,700ftを降下中、一旦、機首上げ姿勢に変化し降下率が減少したが、Glide Slope^{※11}（以下「GS」という。）の誘導電波を捕捉（②）し、Primary Flight Display^{※12}（以下「PFD」という。）のGSポインター^{※13}が上方からセンターに移行した直後、G/Sモード^{※14}に切り替わり、02時26分23秒から機首下げ角が深くなり、降下率が大きくなった。この時の降下率は

※5 「Localizer」とは、滑走路に対する方位情報を示すシグナルである。

※6 「HDG SEL」とは、飛行針路を設定するスイッチである。

※7 「飛行場管制所」とは、飛行場管制業務を行う機関である。

※8 「自動操縦装置」とは、設定した針路、高度、速度を自動的に調整し飛行するシステムのことである。

※9 「APPモード」とは、Glide Slope及びLocalizer誘導電波を基に進入するモードである。

※10 「ARM（待機状態）」とは、Glide Slope及びLocalizerの誘導電波を捕捉させる状態にすることである。

※11 「Glide Slope」とは、ILS進入において降下角を示すシグナルである。

※12 「Primary Flight Display（PFD）」とは、飛行高度、姿勢、速度、計器進入システム等の各パラメーターを表示させるディスプレイである。

※13 「GSポインター」とは、補足したGlide Slopeの誘導電波の位置をPFD上に示したものである。

※14 「GSモード」とは、Glide Slopeの誘導電波を補足し降下するモードである。

ー 1, 700 fpm を超えていた。LOCポインター^{※15}はPFDの左側に偏位していた。

02時26分21秒、副操縦士は、同機がEBBEから南4km付近(FDRによると南9.5km付近)の地点を高度約1,600ftで通過した時、同進入方式ではEBBEを高度1,500ftで通過しなければならないので何かおかしいと感じたが、そのことを機長に伝えなかった。

02時26分26秒、同機はEBBEから南約9kmでEBBEの通過高度である1,500ftを通過した(③)。高度1,500ft以下に降下する際、同機の現在位置及び通過高度の確認は行われなかった。

同時刻、同機は飛行場管制所から滑走路04Rへの着陸が許可された。

同機が高度約1,500ftを通過したあたりから、GSポインターは徐々に上方に移行しはじめ、高度約1,050ftで最上部に達し、同機がGS3°パスより低い位置を飛行していることを示し続けていた。

FDRの記録(付図1)によれば、同機はGS3°パスの下方を飛行しており、同機が高度約1,500ftを通過した時、GS3°パスは同機の上方約1800ftにあった。

02時26分36秒、高度1,344ftで着陸装置・レバーが「ダウン」に操作され(④)、02時26分37秒、高度1,312ftでフラップ・レバーが「20°」にセットされた(⑤)。

02時26分56秒、同機の高度が約1,050ftとなった時、GSポインターは最上部に達した(⑥)が、これに反し同機の機首は下がり続け、降下率も大きかったことから、副操縦士は、”Stop Descent”(降下停止)をコールした。その直後の02時27分00秒、FMA^{※16}のPitch Mode GS上にアンバーラインが出現し、また、EICAS^{※17}の注意報である、EICAS Caution Message ”AUTO PILOT”が発出されたため(⑦)、02時27分07秒、高度約800ftで副操縦士は”Go Around”(進入復行)をコールした。

02時27分10秒、機長は直ちにAPを解除し、高度約740ftでマニュアルにより進入復行操作を開始した(⑧)。この時、同機は”Go Around”する旨を飛行場管制所に通報しなかった。

機長は、進入復行操作に際し、スラスト・レバー^{※18}のTOGA^{※19}スイッチを押し

※15 「LOCポインター」とは、補足したLocalizerの誘導電波の位置をPFD上に示したものである。

※16 「FMA」とは、設定している飛行モードをPFD上に表示させる機能である。

※17 「EICAS」とは、エンジンの状況の表示及び各機能の警報を行うシステムである。

※18 「スラスト・レバー」とは、エンジン推力を調整するレバーのことである。

※19 「TOGA」とは、離陸及びゴーアラウンド時に使用するスラスト・レバーの位置である。

たつもりであったが、TOGAモードは使用されておらず、手動でスラスト・レバーを操作し、操縦桿を引いた。この時、副操縦士はFMAの表示を見て、スラスト・レバーがTOGAモードに入っていないことを認識したが、機長がスラスト・レバーを前方に進めていたことから進入復行操作に入ったものと思い、アサーション（主張的会話）は行わなかった。

進入復行中、着陸装置・レバー及びフラップ・レバーは操作されず、着陸装置はダウン、フラップは20°のままであった。

同機は、エンジン回転数N1^{※20}を増加させ、一旦、機首上げ姿勢をとり、降下率が減少したものの、上昇に転じることができず、02時27分15秒ごろから再び、機首下げ姿勢となり降下率が增大した。

付図1のFDRの記録によれば、機長がこの進入復行操作を開始してからその後の水面への衝突を回避するための緊急操作を行うまでの同機のスラスト・レバーの角度は41.9°～55.7°、エンジン回転数N1は36.5%～65.2%、機首角は-0.7°～+3.9°で、同機のバンク角は右旋回で最大23.9°が記録されていた。また、オート・スロットルはSPDモード^{※21}の状態であった。

機長及び副操縦士は、同機の高度約800ftからFMAのGSの表示が消えていたため、副操縦士は、高度約600ftで機長の指示により飛行場管制所にGSの運用状態の確認を行ったが、その後も降下が続いた。

02時27分20秒、同機が高度約580ftを降下中、飛行場管制所から「lower（高度が低い）」と警告され、3,000ftまで上昇し高度を維持するよう指示を受けた(⑨)。同機は進入に際し、進入復行高度を設定しなかった。

02時27分23秒、同機は高度約480ftで機長が水面への衝突を回避するための緊急操作として、エンジン回転数N1をさらに増加させたとともに、操縦桿を引いたことにより機首上げ姿勢となり、5秒後、機体は上昇に転じた。その後、02時35分同空港に着陸した。

機長が緊急操作を行った直後の02時27分24秒、高度約480ftでEGPWS（強化型対地接近警報装置）^{※22}が警報“GLIDE SLOPE”を発出した(⑩)。

同機の最低高度は、448ftが記録されていた。

本重大インシデントにおいて、同機が飛行場管制所から指示を受け、機長が水面への衝突を回避するための緊急操作を行った場所は、同空港から南南西へ約1.7km（北緯40°28′45″、西経73°48′17″）の地点で、発生日時は平成30年

※20 「エンジン回転数（N1）」とは、エンジンのファン、低圧コンプレッサー及び低圧タービンの回転速度のことで、当該機ではエンジンの最大推力付近の回転数3,430rpmを100%として表示する。

※21 「SPDモード」とは、運航乗務員がMCP（※27参照）に入力した速度の値に基づき飛行するモードである。

※22 「EGPWS」とは、飛行中、前方の地形などに対する接近について運航乗務員に対し注意喚起や警報を、NDへの表示と自動音声により発する装置のことである。

2月18日02時27分23秒であった。

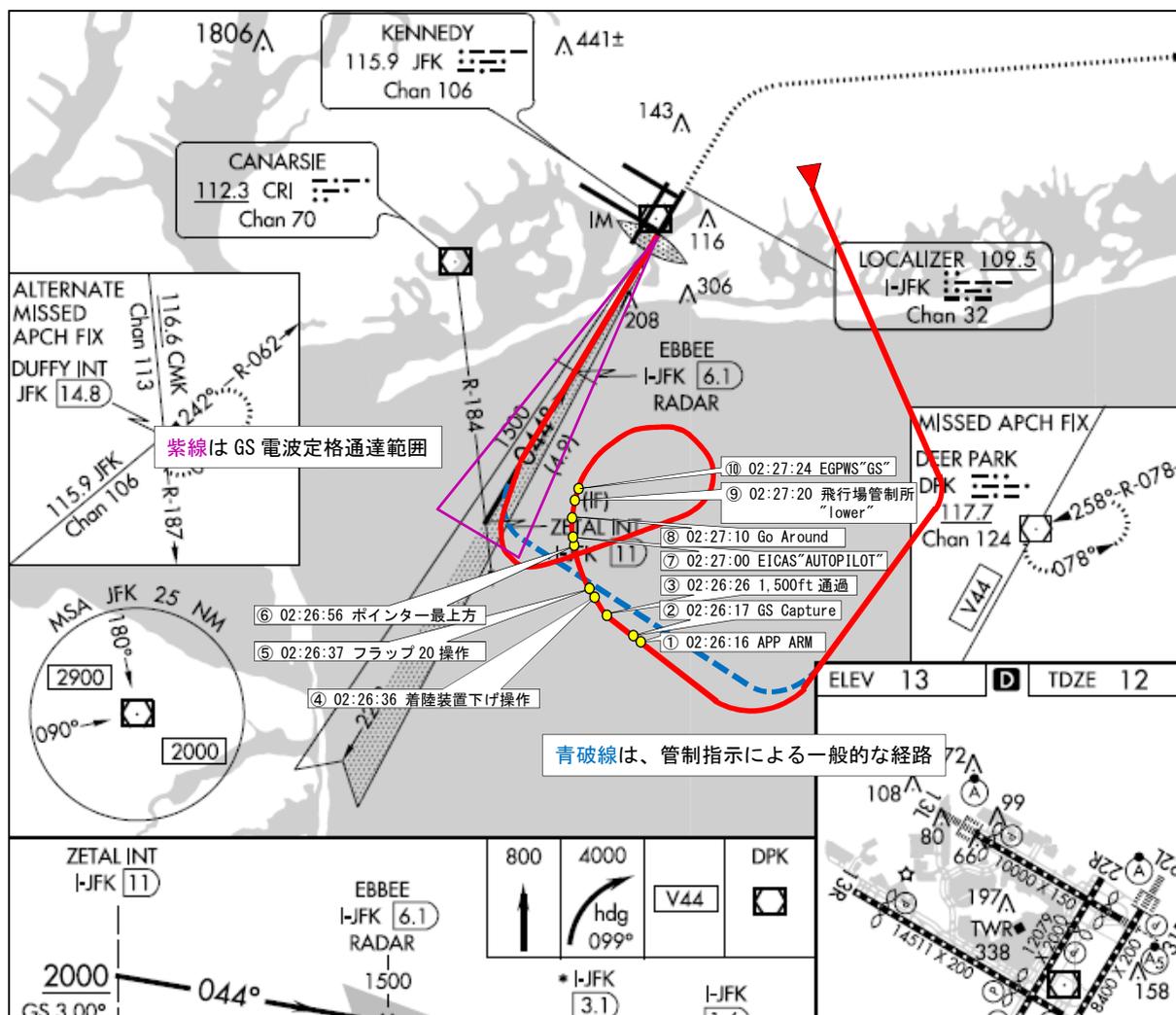


図1 推定飛行経路

2. 2 人の負傷

負傷者はいなかった。

2. 3 航空機の損壊に関する情報

同機に損傷はなかった。

2. 4 航空機乗組員に関する情報

(1) 機長 男性 55歳

定期運送用操縦士技能証明書 (飛行機)

平成18年10月16日

限定事項 ボーイング式747-400型^{注)}

平成20年 8月18日

第1種航空身体検査証明書

有効期限	平成31年 4月30日
総飛行時間	15,721時間54分
最近30日間の飛行時間	55時間04分
同型式機による飛行時間	4,332時間28分
最近30日間の飛行時間	55時間04分
(2) 副操縦士 男性 51歳	
定期運送用操縦士技能証明書(飛行機)	平成17年11月16日
限定事項 ボーイング式747-400型 ^{注)}	平成18年11月22日
第1種航空身体検査証明書	
有効期限	平成31年 4月27日
総飛行時間	16,179時間04分
最近30日間の飛行時間	80時間47分
同型式機による飛行時間	5,776時間20分
最近30日間の飛行時間	80時間47分

注) 限定する型式が「ボーイング式747-400型」である場合、ボーイング式747-8F型が含まれており同機の操縦が可能である。

2.5 航空機に関する情報

2.5.1 航空機

型 式	ボーイング式747-8F型
製造番号	36136
製造年月日	平成22年3月17日
耐空証明書	第2013-055号
有効期限	平成25年10月31日から整備規程の適用を受けている期間
耐空類別	飛行機 輸送T
総飛行時間	18,676時間41分
定期点検後(C点検、平成29年4月15日実施)の飛行時間	3440時間34分
(付図2 ボーイング式747-8F型三面図、写真1 重大インシデント機参照)	

2.5.2 重量及び重心位置

本重大インシデント発生当時、同機の重量は683,500lb、重心位置は23.6%MAC^{※23}と推算され、いずれも許容範囲(最大着陸重量763,000lb、重大インシデント発生当時の重量に対する重心位置14.8~32.4%MAC)

※23 「MAC」とは、空力平均翼弦のことで、後退翼など翼弦が一定でない場合に、翼の空力的な特性を代表する翼弦のことをいう。33.0%MACとは、この空力平均翼弦の前縁から33.0%の位置を示す。

内にあったものと推定される。

2. 6 気象に関する情報

本重大インシデントが発生した当時の同空港で観測された気象情報は以下のとおりだった。

METAR

KJFK 180651Z 0000KT 6SM BR BKN007 OVC043 01/01 A2997 RMK A02 SNE21 SLP149
P0000 T00060006

(06時51分^(注) 観測 無風 視程 6陸里(約9.6km) もや 雲量が5/8以上の雲底高度700ft 雲量が全天の雲底高度4,300ft 気温摂氏1度、露天温度摂氏1度 気圧高度計規正值29.97 inHg)

(注) アメリカ合衆国東部標準時01時51分

2. 7 重大インシデント現場に関する情報

2.7.1 同空港の概要

同空港はアメリカ合衆国北東部の大西洋岸に位置し、空港標高が13ftで、図1に示したとおり、4本の滑走路を有している。

本重大インシデント発生当時、同機が着陸を指示された滑走路は04Rで、長さは2,560m、着陸時の磁方位044°、接地帯標高は12ftである。なお、同機が当初着陸を予定していた滑走路04L/22Rから東側に900m離れた位置に平行に設置されている。同機が着陸を指示された滑走路04RはILS進入、LOC進入及びRNAV進入ができる。

2.7.2 滑走路04Rへの進入

同機が実施したILS RWY04R進入は、中間進入フィックス(IF)であるZETALから磁方位044°で進出し、最終進入フィックス(FAF)であるEBBEを高度1,500ftで通過し最終進入経路に乗る。DA^{*24}212ftに降下し、滑走路が視認できれば、降下を継続して着陸する。DAまで降下し、滑走路が視認できなかった場合や着陸の安全が懸念される場合には、進入復行を開始し、高度800ftまで上昇し、続いて右旋回して磁方位099°の針路で進んだ後、V44を経由してVOR/DME(DPK)まで進み高度4,000ftで待機する方式である。

なお、同社の空港資料によれば、同空港の北約18kmにラガーディア空港、西

*24 「DA」とは、ILS進入を行う場合の進入限界高度である。

約 37 km にはニューアーク・リバティ国際空港が位置していることから、世界においても混雑した空域の一つに分類されており、同空港への進入に際しては、ターミナルレーダー進入管制所から高い降下率による降下が期待される。

2.7.3 空港の除雪作業

機長及び副操縦士は、同機の着陸後、滑走路 04R の西側において少なくとも 30 台以上の除雪車両が作業を実施していたと述べている。

このことについて、同機の駐機後、副操縦士が過去に別の空港で除雪車両の影響により GS の疑似電波を捕捉した経験があることを機長と共有し、今回の事態の発生も機体等の問題ではなく、除雪車両の影響による GS の疑似電波により進入復行に至った可能性があることについて話し合った。

同空港当局によれば、同機が進入復行を行った時間帯、除雪車両が航空保安無線施設に電波干渉するような状況は確認させておらず、また、同機が進入復行を行う 5 分前頃に、除雪車両が周辺の誘導路に存在したが、その位置は GS アンテナに影響を与えない場所であった。

2.8 航空保安無線施設に関する関連規定（GS 電波定格通達範囲）

GS の性能について、アメリカ合衆国（FAA）が発行した Order 6760.16E “SITING CRITERIA FOR INSTRUMENT LANDING SYSTEMS” に次の内容が記述されている。（抜粋）

（仮訳）

第 3 章 ILS グライドスロープ

1. 概要

f. 円滑な導線での着陸進入について

（中略） グライドスロープの標準有効範囲は開始点から 10nm の距離であり、かつローライザーコースの両サイドそれぞれ 8 度に広がった水平範囲である。

（参考） 航空法施行規則には以下のとおり規定されている。（抜粋）

（設置基準）

第 99 条 法第 39 条第 1 項（法第 43 条第 2 項において準用する場合を含む。）に規定する航空保安無線施設の位置、構造等の設置の基準は、次のとおりとする。

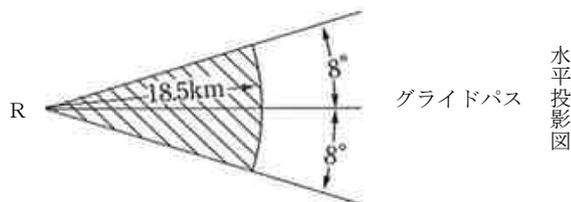
（中略）

六 ILS にあつては、次の性能、構造等を有するものであること。

ハ グライドスロープ装置は、次の性能、構造等を有するものであること。

(中略)

(八) グライドスロープ装置から発射された電波の水平電界強度は、次に示す定格通達範囲内（(中略)）において、毎メートル四〇〇マイクロボルト以上であること。



備考

一 定格通達範囲は、斜線で示される部分とする。

(略)

2. 9 DFDR及び操縦室用音声記録装置に関する情報

同機には、DFDR及び操縦士室用音声記録装置（以下「CVR」という。）が装備されていた。

本重大インシデント発生後もDFDR及びCVRが取り卸されることなく同機の運航が行われたが、25時間記録可能なDFDRには、本重大インシデント発生当時の記録が残されていたが、2時間の記録時間であるCVRには、本重大インシデント発生当時の記録は残されていなかった。

2. 10 運航乗務員の訓練及び審査並びに技量管理

同社では、運航乗務員にかかる訓練及び技能審査を、同社の教官及び査察運航乗務員が同型式機及び自社の模擬飛行装置（シミュレーター）を使用して実施していた。

(1) 機長

機長は、平成27年9月の機長昇格技能審査から、本重大インシデント発生までに同社の規定に従い、定期訓練及び定期審査を受けていた。

また、平成28年1月にシミュレーターを使用したCAT-I機長初期審査を受け、以降、上記定期審査に併せCAT-I機長定期審査を受けていた。

これらの審査の総合評価（良、可、不可の3段階）は「良」であったが、付された所見には以下の主旨のものがあつた。

- ・コンフィグレーションの確立が遅れ気味である。（定期技能）
- ・単純なフライトに走りがちで、標準（基準・SOP）から乖離しがちな運航が見受けられる。（定期路線）
- ・ギア操作のタイミングが不適切（定期技能）

(2) 副操縦士

副操縦士は、平成23年12月の機長昇格技能審査から、本重大インシデント発生までに同社の規定に従い、定期訓練及び定期審査を受けていた。

また、平成24年10月にシミュレーターを使用したCAT-I機長初期審査を受け、以降、上記定期審査に併せCAT-I機長定期審査を受けていた。

これらの審査の総合評価はすべて「良」であり、特に所見はなかった。

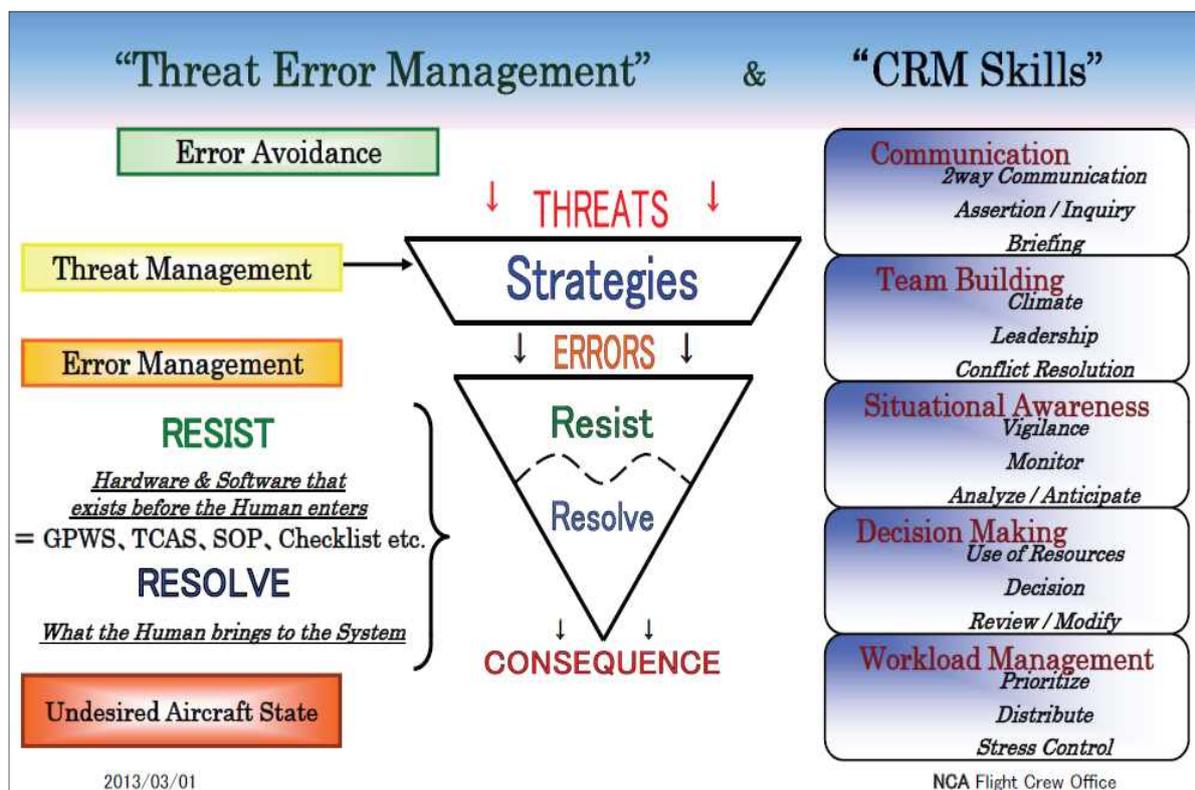
2. 1 1 CRM (Crew Resource Management)

- (1) 同社では、運航乗務員に対してCRM（導入）訓練を実施し、シミュレーターを使用したLOFT訓練及びCRM座学訓練を定期的に行っており、機長及び副操縦士も定期訓練として毎年受講していた。また、CRM座学訓練では年度ごとにCRMスキルに関するケーススタディを実施する等、CRM/TEM教育・訓練にも取り組んでいる。

当該LOFT/CRM訓練は、国際民間航空機関（ICAO）が1998年に発行した「ICAO DOC-9683 Human Factor Training Manual」等に準拠して実施している。同Manualには次の内容が記載されている。以下は、その抜粋を要約したものである。

- TEM(Threat and Error Management)MODELでは、スレット(Threat)とは運航を複雑にし、エラーを誘発する様々な要因で、適切に対応しないと安全マージンを減少させてしまう脅威のことであり、エラー(Error)とは、組織若しくは運航乗務員の意図又は予期から逸脱することにつながる運航乗務員の作為若しくは不作為のことであると定義されている。
- それらスレット(Threat)、エラー(Error)に適切に運航乗務員が対応出来ないと事故が発生する。スレット(Threat)、エラー(Error)が運航の安全に影響を与えないように対抗措置講じていくのがTEMの概念である。
- 運航乗務員は、効果的にTEMを実践するためにCRMスキルの発揮が求められる。TEMの第一防御線では安全運航を脅かすスレットを認識し対抗措置を講じることである。第二防御線としては発生してしまったエラーを早く発見し修正操作を行うことである。最後の防衛線として、エラーが発生しUAS(Undesired Aircraft States/望ましくない航空機の状態)に陥ってしまった場合は機体を正常な状態に回復させるための緊急操作を実施することになる。

図2 スレットアンドエラーマネージメント (TEM)、CRMスキルモデル



(日本貨物航空株式会社提供)

(2) アメリカ合衆国連邦航空局 (F A A) が 1 9 9 2 年に発行した“Crew Resource Management:An Introductory Handbook”に次の内容が記載されている。以下は、その抜粋を要約したものである。

- ・操縦室内での情報交換が重要であること、有効なコミュニケーションのためには、懸念や助言は積極的にはっきりと表明することが重要である。
- ・副操縦士が機長に意見を言うことを躊躇したために、不安全事象につながった事例が多数あり、他人の行動に対して疑問を持ち、必要に応じて説明を求めることが重要である。

2. 1 2 PFD及びNDの表示

同型機の両操縦席正面計器板には、統合計器であるPFDがあり、その中央寄り側には航法に有効な地図表示機能などを持ったNavigation Display^{※25} (以下「ND」という。)がある。

図3は、同空港の滑走路04RへのILS進入の状況をイメージしたPFD、NDの表示例である。

※25 「Navigation Display」とは、飛行針路、飛行予定経路周囲のフィックスや無線施設の位置等を表示させるディスプレイである。

PFDに表示される昇降率は、白色の基線と一直線のと看0 fpm で高度を維持していることを示しており、設定高度2, 000 ft に対し気圧高度2, 000 ft が示されている。FMAに表示されている”LOC”（緑字）、”G/S”（緑字）はLOC及びGSの誘導電波を捕捉していることを示している。

NDには、ILS進入方式（RWY04R）の最終進入コースと中間進入フィックス、最終進入フィックス及び滑走路が表示されている。△マークは航空機の現在位置を示しており、この時の航空機はZETALとEBBEEのほぼ中間地点を飛行中であることを示している。また、画面中央の”10”（白字）は、航空機の現在位置から”10”横の白色の基線までが10 nmであることを示している。



図3 PFD及びNDの表示イメージ

図4及び図5は、本重大インシデント発生当時の機長側及び副操縦士側のPFD及びNDの表示を再現したものである。（図4及び図5は機長側）。

(1) GS誘導電波を捕捉した時の表示（図1の②の位置）

PFDに表示される昇降率は、-1,700 fpmを示しており、気圧高度は約1,740 ft、機首方位（磁方位）は326°、GSポインターはセンターに位置し、LOCポインターは左に大きく偏位していることを示している。

NDには、ILS RWY04Rの最終進入コース（桃実線）とFAF（EBBEE）が示されている。△は現在位置を示しており、この時、同機はFAFの南約10 kmを機首方位（磁方位）342°に向け右旋回中であることを示している。

また、FMAに表示されている”G/S”（緑字）はGSの誘導電波を捕捉し

ていることを示し、”LOC”（白字）はLOCがARM（待機状態）であることを示している。なお、G/Sの緑線囲み線はG/Sモードに変化したことを操縦士に注意喚起するために10秒間表示される。



図4 PFD及びNDの表示（G/S誘導電波を捕捉した時）

(2) G/Sポインターが最上方に偏位した時の表示（図1の⑥の位置）

PFDに表示される昇降率は、 $-1,300$ fpm を示しており、気圧高度は約 $1,080$ ft、機首方位（磁方位）は 002° 、G/Sポインターは最上方に偏位し、LOCポインターは引き続き左に大きく偏位していることを示している。

NDには、ILS RWY 04Rの最終進入コース（桃実線）とFAF（EBBEE）が示されている。△は現在位置を示しており、この時、同機はFAFの南約9 km にあり、機首方位（磁方位）を 003° にセットしEBBEE方向に向け飛行中であることを示している。



図5 PFD及びNDの表示（GSポインターが最上方に偏位した時）

2. 1 3 会社、その他の規定等

2.13.1 管制指示の遵守

同社の OPERATIONS MANUAL（以下「OM」という。）に次の記載がある。

第2章飛行の実施 2-1-2 業務一般⑤

⑤ 管制指示の遵守

運航乗務員は、管制指示を遵守する。また、安全の確保および確実な管制指示の実施のため、管制指示の内容を相互に確認するとともに、疑義が生じた場合および指示に従えない場合は、再確認あるいは変更を求める等の措置をとる。
(以下、省略)

2.13.2 ILS 着陸手順

同社の飛行機運用規程（B 7 4 7 - 4 0 0 F / 8 F AOM）に次の記載がある。

着陸手順 - ILS (NP. 9.1)

(仮訳)

PF	PM
初めに ・ Radar Vector の場合 ・ HDG SEL ・ Pitch mode (as needed) ・ Enroute to FIX の場合	

<ul style="list-style-type: none"> • LNAV or other roll mode • VNAV or other pitch mode 	
Flap Extension Schedule に従って”FLAPS __”を Call する。	Flap Lever を指示された位置に Set する。
Localizer Intercept Heading にて以下を確認する。 <ul style="list-style-type: none"> • ILS が Tune され、Identify されていること。 • LOC 及び G/S ポインターが表示されていること。 	
APP mode を ARM にする。	
WARNING : LNAVを使用してFinal Approach CourseにInterceptする場合、LocalizerをCaptureせずParallelに進入することがある。その場合、LocalizerをCaptureしないまま、Glide Slopeに従って降下しないよう注意する。	
必要に応じて、LNAV、HDG SEL又は HDG HOLDを使用して、Final Approach CourseにInterceptする。	
LocalizerをCaptureしたことを確認する。 Final Approach Course Heading を確認する。	
	“GLIDESLOPE ALIVE”と Call する。
Glideslope Aliveにて以下をCallする。 <ul style="list-style-type: none"> • ” GEAR DOWN” • ” FLAPS 20” 	
	Landing Gear LeverをDNにSetする。 Flap Lever を 20 に Set する。
Speedbrake Lever を ARM に Set する。	
Glideslope Captureにて、Landing Flap “FLAPS__” をCallする。	Flap Lever を指示された位置に Set する。
MCPにMissed Approach Altitudeを Setする。	
” LANDING CHECKLIST” と Call する。	LANDING Checklistを実施する。
Final Approach FIX (LOM, MKR, DME)にて通過高度を確認する。 ApproachをMonitorする。 500ft Radio Altitude にて、Autoland Status を確認する。	

2.13.3 降下、進入時の速度及び降下率

同社のAOMに次の記載がある。

Air speed and Descent Rate during Descent and Approach

降下、進入時の速度および降下率に関して、以下が強く推奨される。

5,000 ft 以下での最大速度は 300 KIAS とし、最大降下率は 2,500 fpm とする。滑走路高、2,000 ~ 1,000 ft の間の最大降下率は 1,500 fpm とし、滑走路高1,000 ft以下での最大降下率は1,000 fpm とする。

2.13.4 スタビライズド・アプローチ

同社のAOMに次の記載がある。(抜粋)

Stabilized Approach

Stabilized Approach とは、原則1,000 feet AFE までに*Landing Configuration* を確立して、安定した*Airspeed*、*Descent Rate*、*Vertical/Lateral Flight Path* を維持し、進入・着陸することをいう。

Circling Approach、*Delayed Flap Approach* の場合、またはATC Restriction 等で1,000 feet AFE までに*Stabilized Approach* を確立できない場合は、500 feet AFE までに*Stabilized Approach* を確立する。上記高度までに*Stabilized Approach* を確立できない場合、または上記高度以降安全な進入・着陸に疑義がある場合、躊躇なくGo-around しなければならない。

Stabilized 状態とは以下に示す状態のことをいう。

- ・機体が適切な*Flight Path* を飛行していること。
- ・*Airspeed* は*Target Speed* の -5kt 以上 +10kt 以下であること。
- ・*Landing Configuration* が整っていること。
- ・*Sink Rate* が1,000 fpm 以下であること。もし、1,000 fpm を超える*Sink Rate* となる*Approach* が要求されている場合、事前に*Briefing* 等で確認すること。
- ・機体の*Configuration* に適切な*Engine Thrust Setting* であること。
- ・すべての*Briefing* および*Normal Checklist* を完了していること。
- ・*ILS Approach* では、*Glide Slope* および*Localizer* は1 Dot 以内にあること、または*Expanded Scale* 以内にあること。

上記に示す状態を継続的に満たさなくなった場合、Go-around しなければならない。

特別な*Approach Procedure* や*Abnormal Condition* のため上記に示す状態からの*Deviation* が必要な場合は事前に*Briefing* 等で確認する。

2.13.5 進入復行手順

同社のAOMに次の記載がある。

(1) *Go-Around*

進入、着陸を続行した場合に、その後の安全が懸念される場合は、躊躇なく *Go-Around* しなければならない。

着陸の安全が懸念される場合には、PM も機長 / 副操縦士によらず、” *GO AROUND*” と *Call* する。

PM による” *GO AROUND*” の *Call* があつた場合でも最終的な判断はPIC が行う。

(2) *Go-Around and Missed Approach Procedure*

(仮訳)

<i>PF</i>	<i>PM</i>
” <i>GO AROUND</i> ” と <i>Call</i> する。	
同時に ・ <i>TOGA SWITCH</i> をPushする。 ・ ” <i>FLAP20</i> ” と <i>Call</i> する。	<i>Flap Lever</i> を 20 に <i>Set</i> する。
<i>Go-Around Attitude</i> に <i>Rotate</i> すること、 <i>Thrust</i> が <i>Increase</i> することを確認する。	
	適切な <i>Go-Around Thrust</i> が得られていることを確認し、必要に応じ調整する。
<i>Altimeter</i> により <i>Rate of Climb</i> を確認し、” <i>GEAR UP</i> ” と <i>Call</i> する。	<i>Altimeter</i> により <i>Rate of Climb</i> を確認し、” <i>POSITIVE RATE</i> ” と <i>Call</i> する。 <i>Landing Gear Lever</i> を <i>UP</i> に <i>Set</i> する。
400ft <i>Radio Altitude</i> 以上で <i>Roll Mode</i> を確認又は <i>Select</i> する。	<i>Missed Approach Altitude</i> が <i>Set</i> されていることを確認する。
<i>Missed Approach Route</i> に沿って飛行していることを確認する。	
(以下、省略)	

2.13.6 進入復行の通報

(1) *AIP JAPAN ENR 1. 5* に次の記載がある。

2.2 計器進入

2.2.1 進入許可

2.2.1.3 進入許可が発出されたのち、当該計器進入方式に公示された又は管制官から事前に通報された進入復行方式に従って飛行するための管制許可は不要であるが、管制機関等に対する速やかな通報が必要である。

(2) 進入復行の通報に関し、「Aeronautical Information Manual-JAPAN」(公益社団法人 日本航空機操縦士協会)には、次のように記述されている。(抜粋)

691. 【復行の通報とその後の指示】

a. パイロットは進入中に復行を行う場合は、その時の位置に関係なく速やかに管制機関にその旨通報しなければならない。復行の通報は「ゴーアラウンド」に加えてその後の飛行方法についてもパイロットの意図を伝えるべきである。

2.13.7 本重大インシデント発生後の機長からの報告

(1) 機長と副操縦士による状況の確認

機長及び副操縦士は、同機の駐機後、本重大インシデントで起こった事象について話し合い、副操縦士が過去に別の空港で除雪車両の影響によりGSのFalse Beam(疑似電波)を捕捉した経験を共有したことで、機長も着陸後に確認した滑走路(着陸帯)周辺の除雪車両が複数存在していたことが、今回も疑似電波を発生させ、進入復行に至った可能性があること、機体等の問題ではないことを話し合った。また本事象についてはOMを参照して報告カテゴリーを確認しOMS S-8-2 2②「会社が報告を求めるもの(1)12) ”Go Aroundを実施した場合”のAir Safety Reportに該当すると判断した。なお機長はニューヨークの委託先地上運航支援者に対しては「Operation Normal」とのみ、報告した。

機長は本重大インシデント発生翌19日、会社から貸与されている電子携帯端末(以下、「貸与携帯端末」という。)を用いて本事案に関するAir Safety Reportを作成し、同日23時40分(日本標準時)(アメリカ合衆国東部標準時09時40分)、貸与携帯端末からEメールにより乗員部長及び乗務管理チーム宛Air Safety Reportを送信した。乗員部長はEメールが送達された翌日の2月20日9時ごろ(日本標準時)(アメリカ合衆国東部標準時19日19時ごろ)に同報告の受領を確認した。

なお、機長はAir Safety Reportの送信先メールアドレスがわからず所属乗員部の管理職に送付先を確認しているが、その確認に時間を要していたため会社へのAir Safety Reportの提出が遅れることとなった。

(2) 書類の提出（会社への報告）

機長が書類を提出すべき事項について、同社のOM及びOperations Manual Supplement（以下「OMS」という。）に次の記載がある。

2-4-3 書類の提出

② 機長は必要に応じ、8-19「機長報告書」に定める報告書を所属する乗員部長に提出する。

8-20 機長報告書

機長は、飛行勤務中に発生した事項のうち、必要とされる事項について、飛行終了後すみやかに、乗員部長に機長報告書を提出しなければならない。

報告すべき事項、報告要領等については、S-8-2に定める。

S-8-2 機長報告書等による報告事項、報告要領、処理要領等
(8-19 機長報告書関連)

1. Captain Report（抜粋）

機長は、以下に定める事態が発生した場合、Captain Reportとして報告すること。

当該報告については、その内容に基づき監督官庁に報告または通報される。

なお、下記①(1)～(5)および②(2)～(17)に掲げる項目についてはCaptain Reportとして報告するとともに、所定の様式による報告書(Airway Manual「航空事故/重大インシデント報告書」参照)を併せて提出すること。

② 航空法第76条の2、航空法施行規則第166条の4の定めによる以下の事態（異常接近及び重大インシデント）	電話報告
(6) 飛行中において地表面または水面への衝突、または接触を回避するため運航乗務員が緊急に操作を行った事態	○

2. Air Safety Report（抜粋）

機長は以下に示す通常とは異なる運航状況が発生した場合、Air Safety Reportとして報告すること。ただし、前記1. Captain Reportの対象となるものを除く。

①監督官庁が報告を求めるもの

(1) 航空法施行規則第221条の2第3号及び第4号にて、会社として監督官庁への報告が定められた次に掲げる事態であって、航行中に発生もしくは発見したもの	電話報告
16) GPWSの警報に基づく回避操作 (注1) 以下のGPWSの警報が作動した場合は報告すること	○

	「OBSTACLE, OBSTACLE, PULL UP」、～ (省略) ～ 「GLIDE SLOPE」 ^(注2) 、～ (省略) ～ 「TOO LOW, TERRAIN」 (注2) 公示された飛行方式または管制指示に従って適切に飛行していた場合を除く	
--	--	--

②会社が報告を求めるもの

(1)	運航の安全に係る下記の事項 当該事項は会社として提出を求めているものであり、その内容に応じて社内で処理される ただし、1)、3)、5)、6)、12)、14)、15)の項目については、特に報告の必要があると判断した場合とする	電話 報告
12)	Go Aroundを実施した場合	—

3. 報告の要領 (抜粋)

- ② 報告は、飛行終了後速やかに行うものとする。報告書は運航管理チーム (FAX: 番号省略) にコピーを送付の上、乗員部長に本紙の提出を行う。

3 分析

3. 1 運航乗務員の資格等

機長及び副操縦士は、適法な航空従事者技能証明及び有効な航空身体検査証明を有しており、定められた訓練及び審査を受けていた。

3. 2 航空機の耐空証明書等

同機は、有効な耐空証明を有しており、所定の整備及び点検が行われていた。

3. 3 気象との関連

2. 6に記述したとおり、本重大インシデント発生当時の同空港の気象状態は、卓越視程は約9.6 km あったが、雲底は700 ft と低かった。

また、2. 1に記述したとおり、機長によれば、同空港への進入中は、同空港、海面、航空灯火等は視認できなかったと述べており、同機は進入中において、雲中飛行となっていた可能性が考えられる。

機長及び副操縦士が、自機の位置を把握できていなかったこと、同機の高度が低下していることに気づくのが遅れたことについては、本重大インシデント発生当時の気象状態が関与した可能性が考えられる。

3. 4 飛行の経過

3.4.1 着陸滑走路の変更による影響

2. 1に記述したとおり、同機はターミナルレーダー進入管制所からILS進入方式による滑走路04Rへ変更する旨の通報を受け、これを了解し進入を継続した。

機長及び副操縦士は進入前のランディング・ブリーフィングにおいて、滑走路04L、滑走路04Rともに同機の着陸性能に問題がないことを確認していたこと、着陸滑走路を変更する旨の通報を受けた時の同機の高度は約7,400ftとそれ以降着陸のための準備が集中するフェーズであったが、平行滑走路かつ同一の進入方式(ILS進入)への変更であったことから、滑走路変更に大きな負担を感じず対応可能と考え受け入れたものと考えられる。

しかしながら、滑走路変更に伴うFMCデータの変更入力というワークロードの増加によって、その後の進入降下中にND等による自機の位置把握に意識が向かわず、その結果、自機の位置把握が不十分な状態でGS電波定格通達範囲(水平面)の外でAPのAPPモードをARMにし、EBBEEから南約10km、高度約1,700ftでGSポインターがオンパスとなった時、それが精度の保証されていないGSの誘導電波による可能性があることを認識できなかったものと考えられる。

3.4.2 管制指示への対応

2. 1に記述したとおり、同機はターミナルレーダー進入管制所からZETALに直行した後、Localizer Courseに会合し、高度1,500ftまで降下するよう指示を受けた。

これに対し、副操縦士は指示どおり復唱したが、機長は副操縦士にFMCに表示されているZETALのウェイポイントを消去し、新たにEBBEEまでの最終進入コースの延長線を描くよう指示し、機長はHDG SELを使用して飛行方位を”323”にセットしたが、その後、飛行方位を”342”にセットし、同機はZETALの南東約9kmからEBBEE方向に向けて飛行したものと推定される。

機長が管制指示どおりではなくEBBEE方向に飛行しようとしたことについては、2. 1に記述したとおり、ZETALに直行する場合、ZETALの手前で右旋回を開始しなければ最終進入コースに適切にアラインすることができないと思い、EBBEEの少し手前の最終進入コースに会合しようとしたこと、ターミナルレーダー管制所から飛行場管制所に通信移管することの指示を受けたことによりEBBEEに直行する必要があると考えたことが可能性として考えられる。

副操縦士は管制指示に対し指示どおりに復唱したことにもかかわらず、機長の指示によりFMCに表示されているZETALのウェイポイントを消去し、新たにEBBEEまでの最終進入コースの延長線を描いたものと考えられる。副操縦士は、管制指示どおりではない機長の指示に対し、確認する必要があるものと考えられる。

副操縦士はFMCデータの変更入力に集中し、その間も管制通信へ注意力を傾けなければならないなど、一時的にワークロードが高い状態であったこと、機長の指示どおりFMCにEBBEEまでの最終進入コースの延長線を描いたことで管制指示の記憶が曖昧となり、EBBEEに向かう指示だったと思い込んだ可能性が考えられる。

管制下において飛行する航空機は、管制指示を遵守することが安全運航の原則である。独自の解釈や過去の経験に委ねてはならない。2.13.1に記述したOMの記載にあるとおり、もし、当該指示に従えない状況であったならば、管制機関に変更を求める等の措置をとるべきである。

3.4.3 GSの誘導電波を捕捉した時の状況

2.1に記述したとおり、機長は最終進入フィックスであるEBBEEに近づいたと思い、APのAPPモードをARMにしたと述べている。

しかしながら、この時の同機の位置はEBBEEから南約10kmのベースレグ上であったと推定され、機長及び副操縦士のNDには、図4に示したように、EBBEEからの同機の位置等が表示されていたと推定される。このことから、機長及び副操縦士は、自機の位置の把握は可能であったものと考えられる。

02時26分17秒、同機は、高度約1,700ftを降下中、GSの誘導電波を捕捉し、PFDのGSポインターが上方からセンターに移行した直後、G/Sモードに切り替わり、02時26分23秒から機首下げ角が深くなり、降下率が大きくなった。この時、同機の降下率は約-1,700fpmと速度160kt、GS3°パスで進入した場合の降下率(-800fpm)の2倍以上の降下率で降下していたものと推定される。

また、付図1に示したように、GS DEV(dot)が0付近(オンパス)となった時、GS3°パスは同機の上方約1,800ftにあったものと推定される。

これらのことから、同機は精度の保証されていないGSの誘導電波を捕捉し降下したものと考えられる。

同機がGSの誘導電波を捕捉した位置は、図1(②)のとおり、GSの電波定格通達範囲(水平面)の外でかなり離れた位置であったものと推定され、このことが、

同機が精度の保証されていないG Sの誘導電波を捕捉したことに関与した可能性が考えられる。

副操縦士は、FMCデータの変更入力に集中し、その間も管制通信へ注意力を傾けなければならなかったことで、一時的にワークロードが高い状態であったものと考えられ、PMとして、自機の位置及び高度のモニター、機長の操縦のクロスチェック等が十分にできていなかったものと考えられる。

また、02時26分21秒、副操縦士は同機がEBBEから南4km付近の地点を高度約1,600ftで通過した時、同進入方式ではEBBEを1,500ftで通過しなければならないので何かおかしいと感じたと述べている。しかしながら、副操縦士はそのことを機長に伝えることなく自身のみで状況把握に努め、その間、同機はEBBEの通過高度の1,500ftを通過し、降下を継続したものと推定される。

図1に示したとおり、この時の同機の実際の位置はEBBEから南9.5km付近の地点であったと推定されるが、この時点で、副操縦士が疑問に感じたことを機長に伝えていれば、また、飛行場管制所に自機の位置を確認していれば、精度の保証されていないG Sの誘導電波と認識できる機会となった可能性があり、その後の同機の降下を停止することの判断ができた可能性があったと考えられる。

ILS進入において、運航乗務員は疑似電波や精度の保証されていないG Sの誘導電波の可能性に注意を払わなければならない。

G S誘導電波、降下経路が正しいことを確認するためには、高度と距離（DMEからの距離、FMSによる滑走路末端からの距離）、FAF通過高度、対地速度及び降下率、可能な場合は地上物標等の確認などから自機の位置及び高度のモニター、これらのクロスチェックを頻繁に行うことが重要である。

3.4.4 ILS進入手順

2.13.2 に記述したとおり、同社のAOMでは、ILS着陸手順として、次のとおり定められている。

- (1) APのAPPモードをARMにした後、最初にLOCの誘導電波を捕捉したことを確認しなければならないとされている。

しかしながら、本重大インシデント発生当時の同機は、LOCの誘導電波を捕捉する前にG Sの誘導電波を捕捉したものと考えられる。

機長は、APのAPPモードをARMにした時、同機の位置がEBBEに近いものと認識していたと述べており、直後、同機がG Sの誘導電波を捕捉した時、その誘導電波が精度の保証されていないG Sの誘導電波である可能性を疑わず、降下を継続したものと考えられる。

I L S 進入を行う場合、Localizer Course からオフセットした状態で L O C よりも先に G S を捕捉すると Localizer Course からオフセットした状態で G S 上を降下することとなる。

この場合、オフセットした G S と地表面及び障害物との垂直間隔設定が保証されておらず、降下中の航空機と地表面及び障害物との安全間隔が保てなくなることがある。

したがって、同社は、I L S 進入中は、AOM の I L S 着陸手順に定めるとおり、最初に L O C の誘導電波を捕捉したことを確認しなければならないこと、G S の誘導電波が先に捕捉される場合があり、その誘導電波が疑似電波や精度の保証されていない G S の誘導電波の可能性があることについて運航乗務員をはじめ同社関係者に再確認させる必要がある。

- (2) 最終進入フィックスにおいて通過高度を確認する前に、P F は G S ポインターが動き出したことを確認し” G E A R D O W N ”、” F L A P S 2 0 ” をコールし、P M は着陸装置・レバーをダウンに、フラップ・レバーを 2 0 ° にセットしなければならないとされている。

しかしながら、同機の着陸装置・レバーが「ダウン」に操作され、フラップ・レバーが「2 0 ° 」にセットされたのは、最終進入フィックスの通過高度以下となったそれぞれ高度 1, 3 4 4 ft 及び高度 1, 3 1 2 ft であったものと考えられる。

また、P F は G S の誘導電波を捕捉した時点で、ランディング・フラップ” F L A P S _ ” をコールし、P M はフラップ・レバーを指示された位置にセットしなければならないとされているが、フラップ・レバーは 2 0 ° のままであったものと考えられる。

- (3) 2.7.2 に記述したとおり、I L S R W Y 0 4 R の進入復行方式は、D A までに滑走路を視認できない場合や着陸の安全が懸念される場合には、高度 8 0 0 ft まで上昇し、続いて右旋回して高度 4, 0 0 0 ft に上昇しなければならない。

同社の AOM の I L S 着陸手順によれば、進入復行する場合には、最終進入フィックス (F A F) までに M C P に進入復行高度を設定することが定められており、本重大インシデント発生当時には、進入復行高度の 4, 0 0 0 ft を設定しておく必要があったものと考えられる。

しかしながら、機長及び副操縦士の口述及び F D R の記録から、同機は進入復行高度を設定しないまま進入していたものと考えられる。

3.4.5 Stabilized Approach の確立

2. 1に記述したとおり、高度約1, 700ftを降下中の同機の降下率は約1, 700fpmであった。この値は、速度160kt、GS3°で進入した場合の降下率(-800fpm)の2倍以上の降下率であった。

2.13.3に記述したとおり、同社のAOMでは、ILS進入における降下率について、高度2,000~1,000ftの間は、最大降下率1,500fpmが強く推奨されている。また、Stabilized Approachの定義では、原則1,000ftAFEまでにLanding Configurationを確立して、安定したAirspeed、Descent Rate、Vertical/Lateral Flight pathを維持し進入着陸することとされており、Stabilized Approachを確立できない場合は、躊躇なくGo Aroundしなければならないとされている。しかしながら、本重大インシデント発生時、同機が1,000ftを通過した時点ではLanding Configurationは確立できておらず、また、Localizer誘導電波も捕捉できていなかったことから、同機は直ちに進入復行する必要があったものと推定される。

3.4.6 進入復行時の状況

2. 1に記述したとおり、02時27分10秒、機長はAPを解除し、高度約740ftで進入復行操作を開始したものと推定される。

機長の口述によると、この時、機長はスラスト・レバーのTOGAスイッチを押したつもりと記憶していたが、FDRの記録によるとTOGAモードに切り替わった記録はなく、また、副操縦士はFMAを見て、TOGAモードに入っていないことを認識していたことから、TOGAモードは使用されていなかったものと推定される。

機長はTOGAスイッチを押したが押す力が弱かったこと、副操縦士の”Stop Descent”のコールに続いて、その直後から短時間にFMAのPitch Mode GS上にアンバーラインが出現し、さらにEICAS Caution Message ”AUTO PILOT”が発出されたことにより、機長は一時的に強いストレス状態となり、自分の意図が操作となって現れなかった、又は意図した操作と異なった操作となったこと、そして事後の振り返りでTOGAスイッチを押したと思い込んだ可能性が考えられるが、そのことを明らかにすることはできなかった。

進入復行操作開始後、同機はエンジン回転数N1が増加し、一旦、機首上げ姿勢をとり、降下率が減少したものの、オート・スロットルがSPDモードのまま、手動でスラスト・レバーを操作し推力を得ようとしたが、スラスト・レバーの前方への角度が不十分であったため同機が上昇するために必要なエンジン回転数N1が得られなかったこと、また、操縦桿を引く機首上げ操作も不十分であったことから、同機は上昇に転じることができず、再び機首下げ姿勢となり降下率が増大した

ものと考えられる。なお、進入復行後、脚上げが行われなかったこと、進入復行操作開始後から同機が右旋回に入り、バンク角が最大23.9°となったことも関与した可能性が考えられる。

2.13.5に記述したとおり、同社のAOMでは、進入復行手順として、“Go Around”のコールと同時にTOGAスイッチを押すことが定められている。本重大インシデント発生時において、副操縦士はスラスト・レバーがTOGAモードに入っていないことを認識した時点で、機長に対しアサーションしなければならなかった。

また、2.13.6に記述したとおり、進入復行の際は、管制機関等に対して速やかに通報することが求められている。また、進入復行の通報「ゴーアラウンド」に加えてその後の飛行方法についてもパイロットの意図を伝えるべきであると記述されている。

しかしながら、同機は進入復行した際、飛行場管制所に進入復行する旨通報していなかったものと推定される。

進入復行を通報することにより、管制機関等から、その後の最適な飛行経路あるいはヘディング及び高度の指示を受けることができるため、速やかに進入復行する旨を通報することが重要である。

3.4.7 進入復行後の降下継続

2.1に記述したとおり、02時27分10秒、高度約740ftで同機は進入復行を行ったが、上昇するための十分な推力が確保できず、02時27分15秒ごろから再び、機首下げ姿勢となり降下率が増大したものと推定される。

この降下は、02時27分23秒、高度約480ftで機長が緊急操作を行い、5秒後に機体が上昇に転じるまで継続していたものと推定される。

2.13.5(2)に記述したとおり、AOMの進入復行手順では、PFがTOGAスイッチを押した後、PF及びPMは推力の増加を確認し、その後もPMは進入復行のための適切な推力が得られていることを確認し、必要に応じ調整すること、また、高度計により上昇率を確認し、“POSITIVE RATE”とコールし、着陸装置・レバーを上げることが定められている。

FDRの記録によると、この降下の間、同機のスラスト・レバーは後方に移行し、エンジン回転数N1が低下するとともに、機首角はマイナス(−)に向かっていたものの修正のための操縦操作は行われず降下が継続したものと推定され、機長及び副操縦士は、エンジン回転数N1の計器、PFDの姿勢指示計、高度計、速度計、昇降計等の飛行計器を適切にモニター(監視)できていなかったため、同機の降下が継続していることに気付かなかつたものと考えられる。

また、副操縦士は、高度約600ftで機長の指示により飛行場管制所にGSの

運用状態を確認していたこと、高度約480ftで飛行場管制所からの指示により緊急操作が開始されるまで、機長による緊急操作は取られなかったことから、機長及び副操縦士は、空港のはるか手前で同機が水面に接近するという切迫しつつある状況を認識できていなかったものと考えられる。

このため、同機の進入復行後に降下が継続している状況において、適切な回復操作が実施されず、同機は降下を継続したものと考えられる。

3.4.8 空港の除雪作業の影響

同機の駐機後、機長及び副操縦士は、副操縦士が過去に別の空港で除雪車両の影響によりGSの疑似電波を捕捉した経験を共有したものと考えられる。

機長及び副操縦士は、同機の着陸後、滑走路04Rの西側において多くの除雪車両が存在していることを目撃し、過去の経験と重ね合わせて、今回の事態も疑似電波により生じた可能性があることを話し合ったものと考えられる。

しかしながら、機長及び副操縦士が多くの除雪車両を目撃したのは、同機の着陸後であったこと、同空港当局によれば、除雪車両が滑走路近傍の誘導路に存在していた時期は、同機が進入復行を行う5分前頃、すなわち同機がGSの誘導電波を捕捉する前の高度約10,000ftを降下中のことであり、また、除雪車両が存在した場所もGSアンテナに影響を与えない場所であったことから、除雪車両の存在がGS電波に影響を与えた可能性は低く、本重大インシデントの発生に関連はなかったものと考えられる。

3.5 運航乗務員の訓練及び審査並びに技量維持及び向上

2.10に記述したとおり、機長及び副操縦士は、社内規定に従って訓練及び審査が実施されていた。

機長の審査の総合評価は「良」であったが、所見には、コンフィグレーションの確立が遅れ気味であること、単純なフライトに走りがちで、標準（基準・SOP）から乖離しがちな運航が見受けられること、ギア操作のタイミングが不適切であることが付されており、本重大インシデント発生時の操縦操作にも関連する内容であったと考えられる。

本重大インシデント発生時における機長の操縦操作は、付された所見が十分に是正されていなかったことを示しており、審査における評価に対するフォローアップが適切ではなかった可能性が考えられる。

同社は、審査における評価に対するフォローアップを適切に実施するなど、運航乗務員の技量の維持及び向上を図る必要がある。

3. 6 CRM

- (1) 2.11.1(1)に記述したとおり、TEMを実践していくうえで重要なことは、安全運航を脅かすスレットを早期に認識することである。そのためにはCRMスキルの構成要素であるモニター（監視）が重要になる。

有効なモニターやクロスチェックによって運航乗務員は、安全マージンを脅かす可能性のある事象を早期に発見し、対処しなければならない。

顕在化している積乱雲や誘導路の閉鎖等のスレットは発見し認識しやすいが、精度の保証されていないGSの誘導電波のように常時存在しない潜在的なスレットは予見しづらく対応が遅れエラーが発生しやすい。

本重大インシデントでは、精度の保証されていないGSの誘導電波という潜在スレットに対して、PFDのGSポインターの動きやND上でのFAFまでの距離等をクロスチェックできておらず、状況認識上重要な要素である機位の確認に支障をきたしていたものと考えられる。

その結果、最初にGS電波を捕捉した時にはそれが精度の保証されていないGSの誘導電波であるという認識には至らず、APを使用したまま深い降下に至ったものと考えられる。また、PMの主たる業務は飛行状態のモニター（監視）であるが、低高度での滑走路変更のため進入直前までFMCへのデータ入力作業に追われていたこと及び管制通信にワークロードを割かれたことでNDのクロスチェックが疎かとなり同機とFAFとの位置関係の確認がとれていなかった可能性が考えられる。

- (2) 次のエラーマネージメントの段階では発生してしまったエラーを早期に発見して修正を行うことが重要になる。本重大インシデントでは精度の保証されていないGSの誘導電波を捕捉してしまうというエラーを如何にして早く機長に認識させることがポイントであったものと考えられる。

副操縦士は、同機がEBBEから南4km付近（実際にはEBBEから南9.5km付近）の地点を高度1,600ftで通過した時、同進入方式ではEBBEを高度約1,500ft以上で通過しなければならないので何かおかしいと感じたと述べている。

しかしながら、副操縦士はそのことを機長に伝えることがなかった。

2.11(2)に記述したとおり、有効なコミュニケーションのためには、懸念や助言は積極的にはっきりと表明することが重要であるが、本重大インシデント発生時、副操縦士は、CRMスキルのInquiry（懸念を表明する）を発揮することができていなかったものと考えられる。その結果、同機は降下を継続しUASに陥っていったものと考えられる。

- (3) 次のUAS Managementの段階では、エラーが修正されることなくUASまで

陥ってしまった際に必要な行動 (Action) が U A S Management である。U A S Management で重要なことは、望ましくない航空機の状態からの迅速な回復操作である。

同機の高度が約 1, 0 5 0 f t となった時、G S ポインターは最上部に達したが、これに反し同機の機首は下がり続け、降下率も大きかったことから、副操縦士は、” Stop Descent ” のアサーションを行ったものと考えられる。その直後、E I C A S 注意報である E I C A S Caution Message ” A U T O P I L O T ” が発出されたため高度約 8 0 0 f で副操縦士は ” Go Around ” のアサーションを行ったものと考えられる。

機長は、副操縦士のアサーションに対して ” Manual Go Around ” を宣言し進入復行操作を開始したが、スラスト・レバーの前方への角度及び操縦桿を引く機首上げ操作が不十分であったため、同機は上昇に転じることができず、同機は降下を継続したものと考えられる。

U A S Management で重要なことは迅速な回復操作であるので、本重大インシデント発生時、機長は T O G A モードを使用し進入復行操作を行う必要があったものと考えられる。

- (4) 2. 11. (1) に記述したとおり、同社では、運航乗務員に対して C R M (導入) 訓練を実施し、シミュレーターを使用した L O F T 訓練及び C R M 座学訓練を定期的実施しており、機長及び副操縦士も定期訓練として毎年受講していた。また、C R M 座学訓練では年度ごとに C R M スキルに関するケーススタディを実施する等、C R M / T E M 教育・訓練にも取り組んでいた。

これらの訓練は、ヒューマンエラーに起因する航空事故等を防止するため、運航中の航空機の状況認識及び分析、その認識された状況に対する適切な判断及び措置、運航乗務員及び関係者による意思疎通や運航乗務員が協力して機長のリーダーシップのもとでチームとして機能が発揮されるなど C R M スキルの向上を目的としている。

しかしながら、本重大インシデント発生時、機長及び副操縦士は、適切に飛行計器のモニター (監視) を行わないまま、精度が保証されていない誘導電波を捕捉し進入降下していることや進入復行後に推力が確保できず降下が継続していることに気付かなかったことから、状況認識ができていなかったものと推定される。

また、副操縦士は、同機が E B B E E から南 4 km 付近の地点を高度 1, 6 0 0 ft で通過した時、同進入方式では E B B E E を 1, 5 0 0 ft で通過しなければならないので何かおかしいと感じたのに機長に伝えなかったこと、スラスト・レバーが T O G A モードに入っていないことを認識したのに機長に対しアサーシ

ョンしなかったことなど、機長及び副操縦士間の意思疎通や連携が適切にとれていなかったために情報が共有されず、チームとして正常に機能が発揮していなかったものと推定される。

これは、これまで同社における運航乗務員に対するCRM/TEM教育・訓練において、機長及び副操縦士にCRM/TEMのスキルが十分に定着するに至っていなかったことによる可能性が考えられる。

同社は、運航乗務員が適切にCRMを実践する能力を定着させるため、同社のCRM教育・訓練を改善し訓練の効果を高める必要があると考えられる。

特に本重大インシデント発生時のような潜在スレットや突発的に発生するスレットに対する対応能力を向上させる必要があるものと考えられる。また、同社では過去に発生した不安全事象を網羅的に検証し、それらをCRM/TEM教育・訓練の内容に反映させていくことも有効であると考えられる。

3. 7 機長の報告

2.13.7(1)に記述したとおり、機長は、同機の駐機後、OMを参照して報告カテゴリを確認し、本事象は、2.13.7(2)に記述したOMS S-8-2 2②「会社が報告を求めるもの」(1)12) ”Go Aroundを実施した場合”のAir Safety Reportに該当する事態と判断したものと考えられる。

このことについては、機長及び副操縦士が本事象はCAUTION MSGやEGPWS等による進入復行ではなく、GSの疑似電波を受信したことにより進入復行に至った可能性があり機体等の問題ではないと話し合ったことにより、本事象は特別な事象ではないと認識した可能性が考えられる。

しかしながら、2.1に記述したとおり、02時27分23秒、機長は飛行場管制所からの指示をきっかけに緊急操作を行い進入復行したものであったと考えられること、また、直後にEGPWSが警報”GLIDE SLOPE”を発出していることから、2.13.7(2)に記述したOMS S-8-2 1②(6) ”飛行中において地表面または水面への衝突、または接触を回避するため運航乗務員が緊急の操作を行った事態”のCaptain Reportに該当する事態であった可能性について、十分に考察すべきであったものと考えられる。

また、2.13.7(2)に記述したとおり、OM及びOMSには、機長は、発生した事項がCaptain Report、Air Safety Reportのいずれかに該当する場合は、すみやかに、乗員部長に機長報告書を提出しなければならないこと、報告の要領として、機長報告書は運航管理チームにファクシミリでコピーを送付の上、乗員部長に本紙の提出を行うことが定められている。

しかしながら、機長は運航管理チームにコピーを送付せず、乗員部長に機長報告書

を送付したのは本重大インシデント発生の翌19日23時40分（日本標準時）（アメリカ合衆国東部標準時09時40分）で日本の深夜であったことから会社で本事象発生の情報が共有されたのは本重大インシデント発生からほぼ2日が経過した20日9時ごろ（日本標準時）（アメリカ合衆国東部標準時19日19時ごろ）となったものと考えられる。

機長がOM及びOMSに従いすみやかに機長報告書を運航管理チーム及び乗員部長に送付し、会社で情報共有されていたならば、早い段階で本事象は重大インシデントとなる水面への衝突を回避するための緊急操作を行った事態の可能性があると判断できたものと考えられ、その結果、CVRの取り出しなど同機への指示ができたものと考えられる。

同社は、運航乗務員に対し、OM及びOMSに定める報告方法により機長報告書（Captain Report、Air Safety Report）をすみやかに適切な報告先に提出すること、報告カテゴリーの判断については十分考察し、判断に迷う場合や疑義が生じた場合は、時間にかかわらず会社と協議することを徹底させる必要がある。

4 原因

本重大インシデントは、同機がニューヨーク・J・F・ケネディ国際空港の滑走路04RへのILSによる進入中、所定の降下経路から逸脱し、高度が低下したことから進入復行を行ったが、上昇するための十分な推力が確保できず、再び、機首下げ姿勢となり降下率が增大したため、機長が水面への衝突を回避するための緊急操作を行ったことによるものと考えられる。

同機が進入復行を行った際、上昇するための十分な推力が確保できず、再び、機首下げ姿勢となり降下率が增大したことについては、機長が自動操縦を解除して手動操作に移行した後の進入復行操作において、TOGAモードが使用されず、手動でスラスト・レバーを操作し推力を得ようとしたが、スラスト・レバーの前方への角度が不十分であったため、同機が上昇するために必要なエンジン回転数N1が得られなかったこと、また、操縦桿を引く機首上げ操作が不十分であったことによるものと考えられる。

スラスト・レバーの前方への角度及び操縦桿を引く機首上げ操作が不十分であったことについては、機長及び副操縦士がこれらに関係する計器を十分にモニター（監視）できていなかったことによるものと考えられる。

5 再発防止策

5. 1 重大インシデント後に講じられた再発防止策

5.1.1 同社が講じた措置

同社は、本重大インシデントの発生後、以下の措置を講じた。

(1) 運航乗務員への周知及び報告の徹底

本重大インシデント発生後、全運航乗務員に対し、事象の周知（再周知を含む。）並びにOM及びOMSに定められた機長の報告の範囲及び手順に関し、周知文書を発行した。

(2) 同社の分析結果に基づく以下の対策を策定し、運航乗務員及び関係者への教育を実施した。

- ・ 進入復行手順が正しく行われなかったことに係る対策
- ・ スタビライズド・アプローチに係る基本方針明確化に係る対策
- ・ LOC捕捉後にGSを捕捉させる手順に係る対策
- ・ 管制通信に対する確認の徹底に係る対策
- ・ TEMを意識したブリーフィングの確立に係る対策

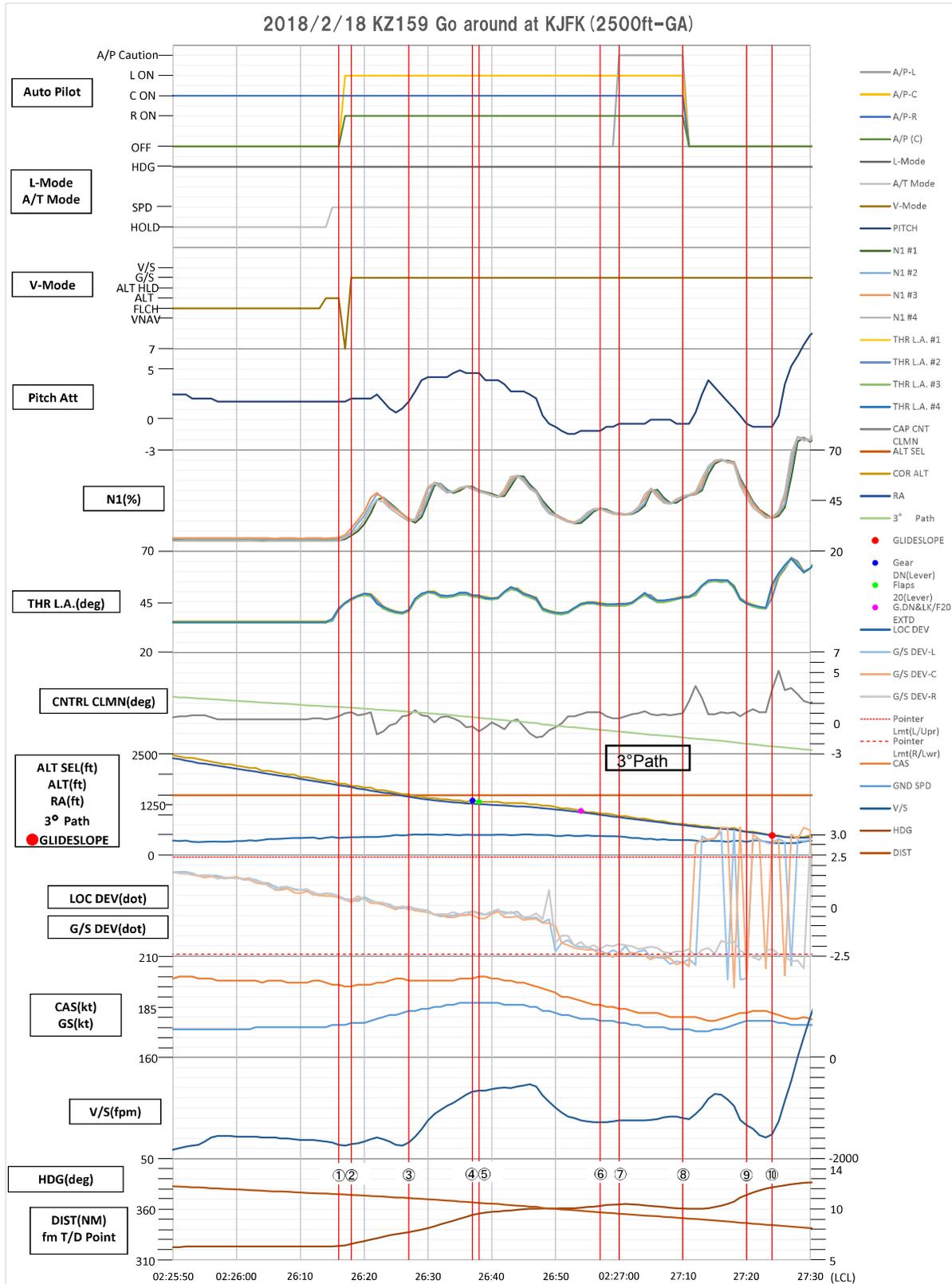
(3) 機長の報告に係る体制の構築

(4) サービス・ブリテン（SB）の採用によるソフトウェアの改修

同社は、機体製造者がLOC誘導電波を捕捉する前にGS誘導電波を捕捉することを防止する新しいソフトウェアをインストールするために発行したSBを採用し改修することを決定した。この改修は、平成30年12月末日までに同社が保有する全機について改修する予定。

(5) (4)の改修に伴いAOMブリテンを発行し、ソフトウェアの改修を周知するとともに、2.13.2に記述したAOMのILS着陸手順を改正した。

付図1 FDRの記録



2018.11.13 Rev.1

日本貨物航空株式会社提供

付図2 ボーイング式747-8F型三面図

単位：m

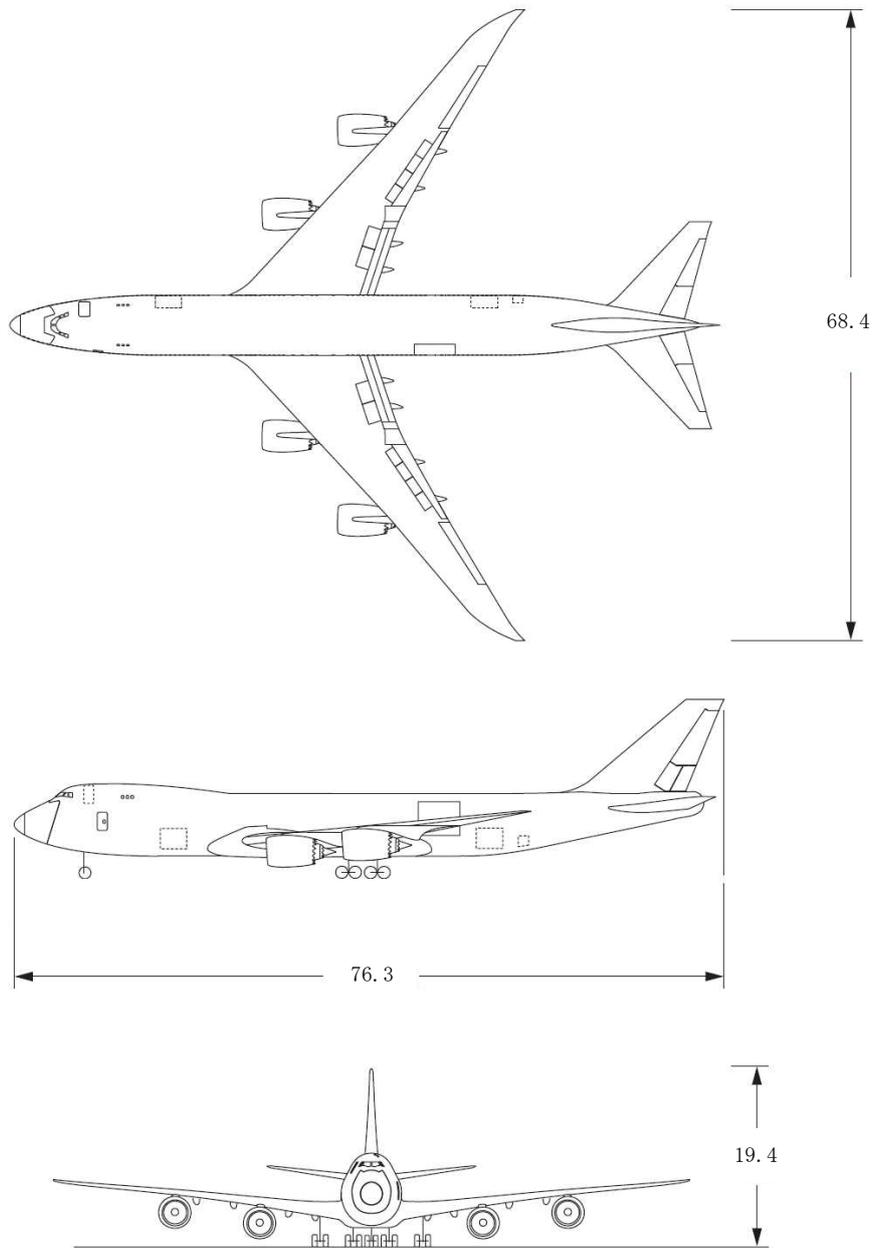


写真1 重大インシデント機



本報告書で用いた主な略語は、次のとおりである。

AP	: Auto Pilot
ATIS	: Automatic Terminal Information Service
CAT	: Category
CG	: Center of Gravity
CRM	: Crew Resource Management
CVR	: Cockpit Voice Recorder
DA	: Decision Altitude
DFDR	: Digital Flight Data Recorder
DME	: Distance Measuring Equipment
EGPWS	: Enhanced Ground Proximity Warning System
EICAS	: Engine Indicating and Crew Alerting System
FAA	: Federal Aviation Administration
FAF	: Final Approach Fix
FDR	: Flight Data Recorder
FMA	: Flight Mode Annunciator
fpm	: feet per minute
GS	: Glide Slope
HDG	: Heading
ICAO	: International Civil Aviation Organization
IF	: Intermediate Fix
ILS	: Instrument Landing System
LOFT	: Line Oriented Flight Training
MAC	: Mean Aerodynamic Chord
ND	: Navigation Display
OM	: Operations Manual
OMS	: Operations Manual Supplement
PF	: Pilot Flying
PFD	: Primary Flight Display
PM	: Pilot Monitoring
SOP	: Standard Operation Procedures
SPD	: Speed
TEM	: Threat Error And Management
TOGA	: Take Off Go Around

UAS : Undesired Aircraft States
VOR : VHF Omni directional Radio Range

单位换算表

1 ft : 0.3048 m

1 kt : 1.852 km/h (0.5144 m/s)

1 nm : 1.852 m

1 lb : 0.4536 kg

1 气压 : 1.013 hPa (29.92 inHg)