

航空重大インシデント調査報告書

I 独立行政法人航空大学校所属

シーラス式SR22型

JA017C

航空機の脚が損傷し、航行が継続できなくなった事態

II アイベックスエアラインズ株式会社所属

ボンバルディア式CL-600-2C10型

JA07RJ

航空機の航行の安全に障害となる複数の故障

III 海上保安庁所属

ユーロコプター式EC225LP型（回転翼航空機）

JA687A

他の航空機等が使用中の滑走路への着陸の試みに準ずる事態

IV 朝日航空株式会社所属

セスナ式172S型

JA80AP

着陸時において航空機の脚以外の部分が地表面に接触した事態

令和5年9月28日



運輸安全委員会
Japan Transport Safety Board

本報告書の調査は、本件航空重大インシデントに関し、運輸安全委員会設置法及び国際民間航空条約第13附属書に従い、運輸安全委員会により、航空事故等の防止に寄与することを目的として行われたものであり、本事案の責任を問うために行われたものではない。

運輸安全委員会
委員長 武田 展雄

《参 考》

本報告書本文中に用いる分析の結果を表す用語の取扱いについて

本報告書の本文中「3 分 析」に用いる分析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

- ① 断定できる場合
・・・「認められる」
- ② 断定できないが、ほぼ間違いない場合
・・・「推定される」
- ③ 可能性が高い場合
・・・「考えられる」
- ④ 可能性がある場合
・・・「可能性が考えられる」
・・・「可能性があると考えられる」

II アイベックスエアラインズ株式会社所属
ボンバルディア式CL-600-2C10型
JA07RJ
航空機の航行の安全に障害となる複数の故障

航空重大インシデント調査報告書

所 属 アイベックスエアラインズ株式会社
型 式 ボンバルディア式CL-600-2C10型
登 録 記 号 JA07RJ
インシデント種類 航空機の航行の安全に障害となる複数の故障
発 生 日 時 令和4年4月18日 20時12分ごろ
発 生 場 所 島根県^{おおだ}大田市の上空、FL360付近

令和5年8月25日

運輸安全委員会（航空部会）議決

委 員 長 武 田 展 雄（部会長）
委 員 島 村 淳
委 員 丸 井 祐 一
委 員 早 田 久 子
委 員 中 西 美 和
委 員 津 田 宏 果

1 調査の経過

1.1 重大インシデントの概要	アイベックスエアラインズ株式会社所属ボンバルディア式CL-600-2C10型JA07RJは、令和4年4月18日（月）、同社の定期18便として、18時51分に仙台空港を離陸し、福岡空港へ向けて島根県大田市の上空をFL360*1で飛行中、機長側及び副操縦士側両方の速度表示に一時的な不具合が生じた。そのため、機長は、緊急事態を宣言の上、飛行を継続し、20時39分に福岡空港に着陸した。
1.2 調査の概要	本件は、航空法施行規則（昭27運輸省令56）第166条の4第10号に規定された「航空機に装備された1又は2以上のシステムにおける航空機の航行の安全に障害となる複数の故障」に該当し、航空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。 運輸安全委員会は、令和4年4月19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1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・製造国であるカナダの代表及び顧問が参加した。 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	機長及び副操縦士の口述並びに飛行記録装置（FDR）の記録によれば、本重大インシデントに至るまでの飛行の経過は、概略次のとおりであった。 同機には、機長のほか乗務員3名及び乗客34名の計38名が搭乗していた。
-----------	--

*1 「FL」とは、標準大気気圧高度で、高度計規正值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FLが使用される。例として、FL360は高度36,000ftを表す。

本重大インシデント発生当時、同機の操縦席には、機長がPM*2として左操縦席に、副操縦士がPF*2として右操縦席に着座していた。

同機は、18時51分に仙台空港を離陸し、福岡空港へ向けてFL360を自動操縦により飛行していた。出雲空港の南西約60kmでFL240へ降下を開始したところ、失速警報が作動しないことを意味するEICAS*3メッセージ「STALL FAIL」及び機速に応じてラダーの操舵量を調整する装置の冗長性が失われていることを意味するEICASメッセージ「RUD LIMIT FAULT」（2.7(9)で後述）が表示された。

機長は、操縦を交代し、直ちにEICASメッセージ「STALL FAIL」に対応する操作手順書に従い処置を開始した。機長は、同処置を実施中、機体の速度設定を変更していないにもかかわらず、機長側及び副操縦士側両方のPFD（Primary Flight Display：統合型飛行計器）の速度（IAS*4）表示が同時に258ktからゆっくりと低下していることに気が付いた。機長は、IAS表示に不具合が発生していると判断し、意図しない機体の挙動が発生しないように、自動操縦及びフライトディレクター*5を解除した。機長は、機体の姿勢とエンジンの出力をモニターしながら、ISI（Integrated Standby Instrument：統合型予備飛行計器）のIAS表示は正常に作動していると判断し、これを使用して降下を継続するとともに、管制機関に対して緊急事態を宣言した。降下中に、両方のPFDのIAS表示は下限値である40ktまで更に低下した。表示の下限値に達し

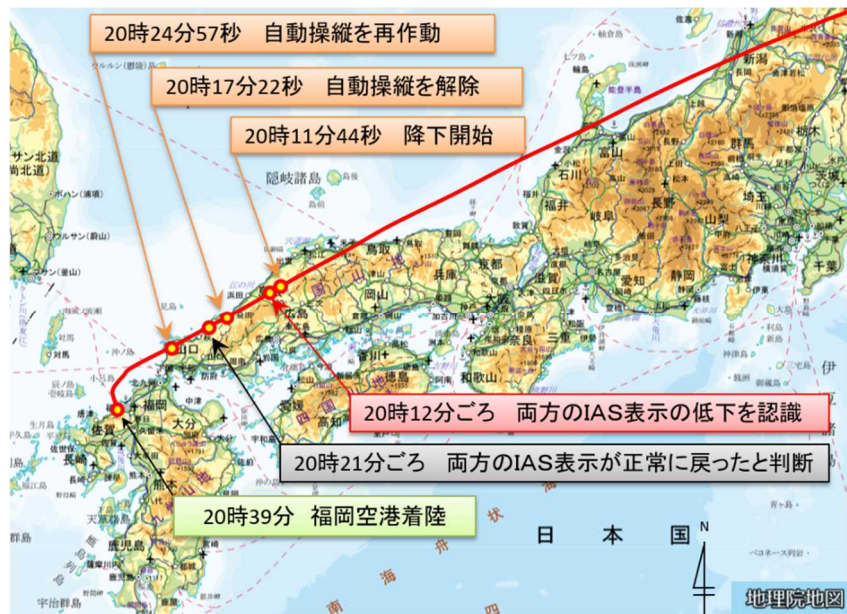


図1 推定飛行経路

*2 「PF (Pilot-Flying)」及び「PM (Pilot-Monitoring)」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は主に航空機の操縦操作を行う。PMは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。

*3 「EICAS」とは、Engine Indication and Crew Alerting Systemの略で、エンジン及び諸系統の作動状態を表示するとともに、各種システム異常が発生した場合、異常状態の発生を視覚的かつ聴覚的に操縦士に知らせる機能を持ったシステムである。

*4 「IAS」とは、Indicated Air Speedの略で、ピトー管の先端にかかる全圧と静圧孔にかかる大気圧の差を計測し、操縦席の計器に表示する指示対気速度をいう。

*5 「フライトディレクター」とは、あらかじめ設定した飛行姿勢を保つためのピッチとロールの操縦指令を姿勢指示器に表示するシステムである。

	<p>てから1～2分経過後、両方のPFDのIAS表示は急速に回復した。機長は、FL240付近で両方のPFDのIAS表示が正常と考えられる値を継続して表示するようになったため、自動操縦を使用して着陸進入を継続し、福岡空港に着陸した。</p> <p>経路上の天候は、仙台空港は弱い雨で、同機は離陸後FL300まで雲中飛行であったが、それ以降は雲に入っておらず、機体の気象レーダーに雨雲等の存在を示すレーダーエコーは表示されなかった。</p> <p>本重大インシデントの発生場所は、島根県大田市の上空、FL360（北緯35度01分03秒、東経132度24分18秒付近）で、発生日時は、令和4年4月18日20時12分ごろであった。</p>
2.2 負傷者	なし
2.3 損壊	なし
2.4 乗組員等	<p>(1) 機長 53歳</p> <p>定期運送用操縦士技能証明書（飛行機） 平成22年2月12日 限定事項 カナデア式CL-65型 平成13年2月16日 第1種航空身体検査証明書 有効期限 令和4年8月27日 総飛行時間 14,810時間30分 同型機による飛行時間 13,685時間56分</p> <p>(2) 副操縦士 36歳</p> <p>事業用操縦士技能証明書（飛行機） 平成28年11月17日 限定事項 カナデア式CL-65型 平成30年8月13日 計器飛行証明（飛行機） 平成29年11月8日 第1種航空身体検査証明書 有効期限 令和5年3月17日 総飛行時間 2,983時間00分 同型機による飛行時間 2,649時間33分</p>
2.5 航空機等	<p>航空機型式：ボンバルディア式CL-600-2C10型 製造番号：10327、製造年月日：平成23年5月17日 耐空証明書 第一-2021-122号 有効期限 令和4年6月11日 耐空類別 飛行機 輸送T 総飛行時間 25,411時間45分 総飛行回数 23,922回 定期点検（6,000時間点検、令和元年11月19日実施）後の飛行時間 5,477時間</p>
2.6 気象	<p>(1) 航空気象観測値</p> <p>① 仙台空港</p> <p>19時00分 風向 200°、風速10kt、卓越視程 10km以上、 現在天気 弱い雨、雲 雲量 1/8～2/8、 雲底の高さ 1,200ft、雲量 3/8～4/8、 雲底の高さ 5,000ft、雲量 5/8～7/8、 雲底の高さ 7,000ft、気温 13℃、 露点温度 11℃、高度計規正值 29.91inHg</p>

② 出雲空港

20時00分 風向 160°、風速 5kt、CAVOK*⁶、気温 12℃、
露点温度 8℃、高度計規正值 30.00 inHg

③ 石見空港

20時00分 風向 330°、風速 2kt、CAVOK、気温 14℃、
露点温度 11℃、高度計規正值 29.97 inHg

(2) レーダー合成図（エコー頂高度）*⁷及び国内悪天解析図

20時の気象庁のレーダー合成図（エコー頂高度）によると、本重大インシデント発生場所付近のエコー頂高度の最高値は8～10kmであった（図2）。また、21時の国内悪天解析図によると、本重大インシデント発生場所付近の北側及び南側には、それぞれFL350及びFL390を中心とするジェット気流が示されていた（図3）。

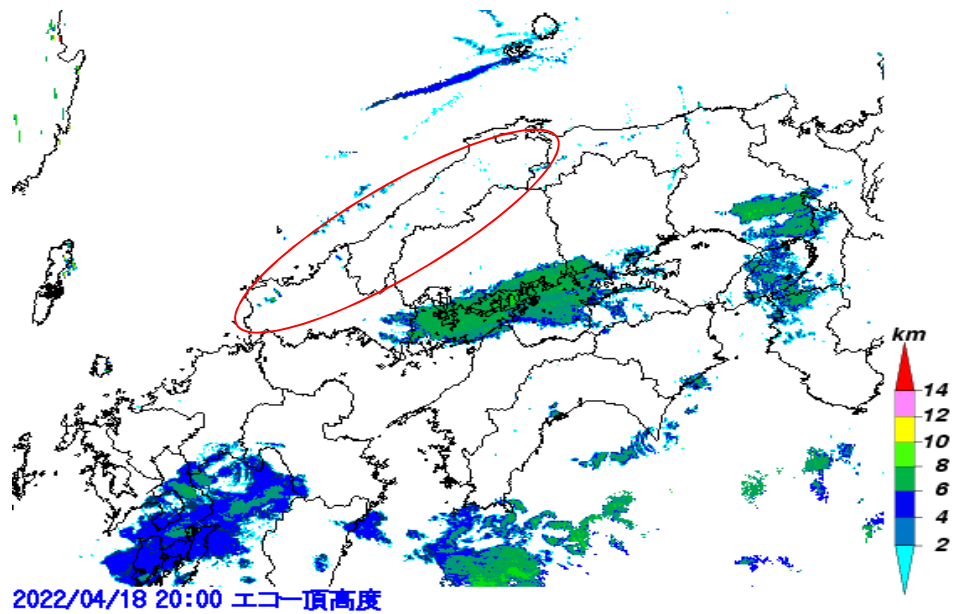


図2 レーダー合成図（エコー頂高度）

*6 「CAVOK」とは、Visibility, cloud and present weather better than prescribed values or conditionの略で、視程が良く、低い雲がない良好な気象状態のことをいう。

*7 「エコー頂高度」とは、気象庁が気象レーダーで観測した雨（氷）粒の存在する最大の高さをいう。

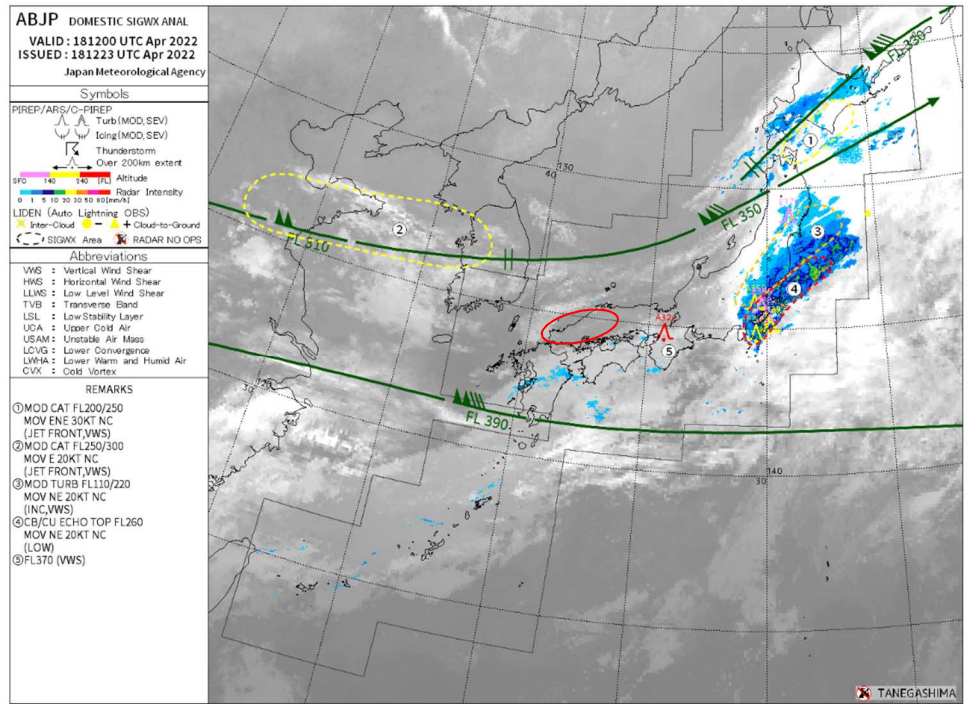


図3 国内悪天解析図

(3) 毎時大気解析図

気象庁の毎時大気解析図によると、20時（日本標準時）における本重大インシデント発生場所付近のFL360での風向風速は西から約100ktで、FL360は対流圏と成層圏の境界である圏界面付近の高度であった（図4）。

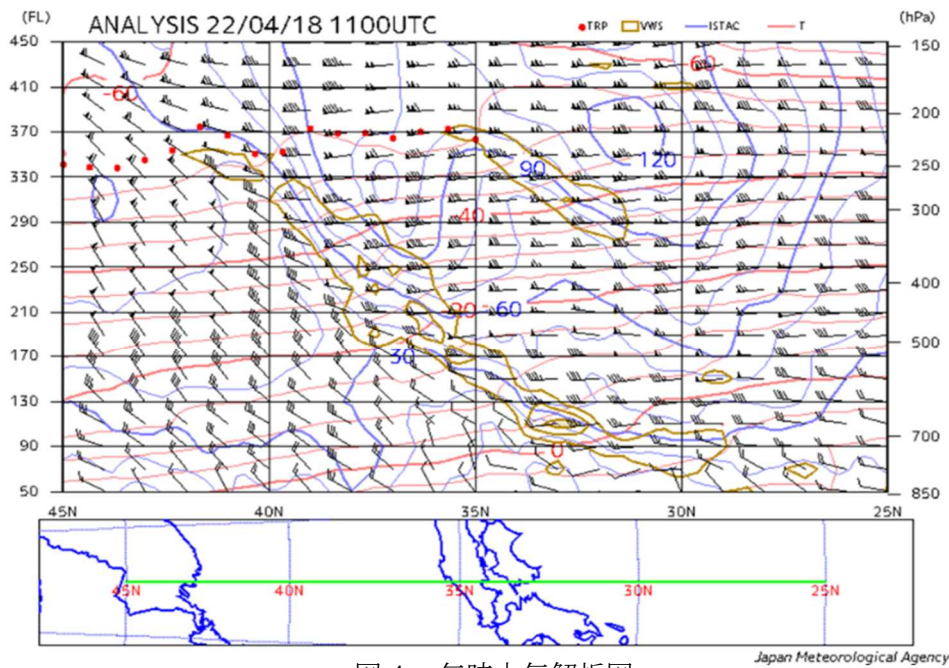


図4 毎時大気解析図

2.7 その他必要な事項

(1) IASについて

IASは2台のPFD及びISIに表示される。同機には2台のADC (Air Data Computer : エアデータコンピューター) が装備され、機体の左

側に装備されたピトー静圧管のピトー圧力(全圧)はADC 1へ、右側のピトー静圧管のピトー圧力(全圧)はADC 2へ、また左右のピトー静圧管の静圧は両方のADCに入力されIASが計算される。通常、ADC 1で計算されたIASは左側PFDへ、ADC 2で計算されたIASは右側PFDへそれぞれ表示される。ISIは機体左側に装備されるスタンバイピトー管並びに左側及び右側のスタンバイ静圧孔からの圧力の入力を得てISI内でIASを計算して表示している(図5、図6)。



図5 ピトー静圧管配置図

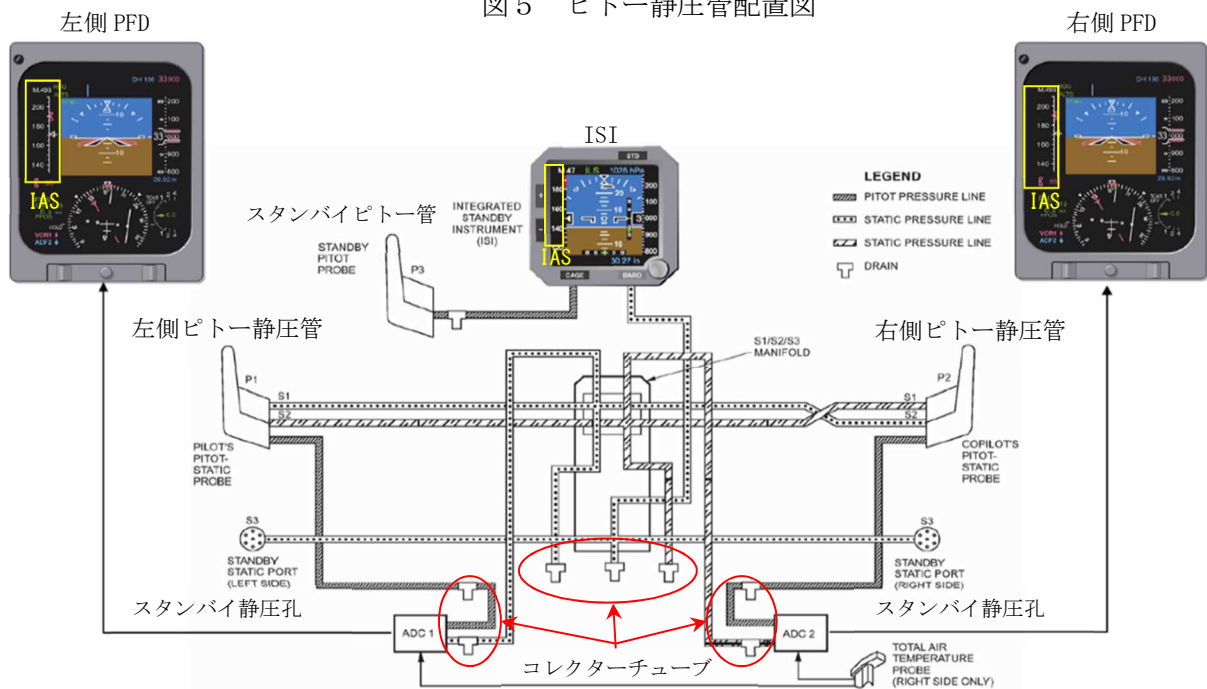


図6 ピトー静圧系統図

(2) 同機のピトー静圧管

同機のピトー静圧管の設計・製造者が所在するアメリカ合衆国の連邦航空局(FAA)は、同部品を承認する際の着氷に対する要件として以下の3種類を定めており、そのうち同機のピトー静圧管は、「TS0 C16」に準拠して設計・製造されている。

- ・ TS0 C16 : 液体水による着氷を防除氷する要件のみ。
- ・ TS0 C16a : 特定条件の氷晶と混合相(固体と液体)による着氷を防除氷する要件。
- ・ TS0 C16b : 液体及び混合相に加えて、厳しい氷晶状態による着氷を防除氷する要件となっており、あらゆる航空機の動作環境で使用可能な要件。

(3) ピトー静圧管防除氷装置

ピトー静圧管は、着氷を防止するためヒーターを装備しており、電氣的に加熱している。ヒーターが正常に作動している状態でのピトー静圧管の温度は、飛行中200℃を超えるため、雨水が浸入しても瞬時に蒸発し、着氷には至らない。ヒーターに不具合が発生するとEICASメッセージが表示される。本重大インシデント後、ヒーター配線の導通試験及び絶縁抵抗試験並びにヒーターの作動試験を実施したが、全て正常であった。

(4) ピトー系統及び静圧系統の漏洩試験

ピトー静圧管からADCまでの配管に空気の漏洩があると入力される圧力が不正確となり、誤った計器表示となるため、ピトー系統及び静圧系統の漏洩試験を実施したが、漏洩はなく正常であった。

(5) ピトー系統のパーズ

窒素ガスを用いてピトー系統の異物確認（パーズ）をしたが、異物等の混入は確認されなかった。

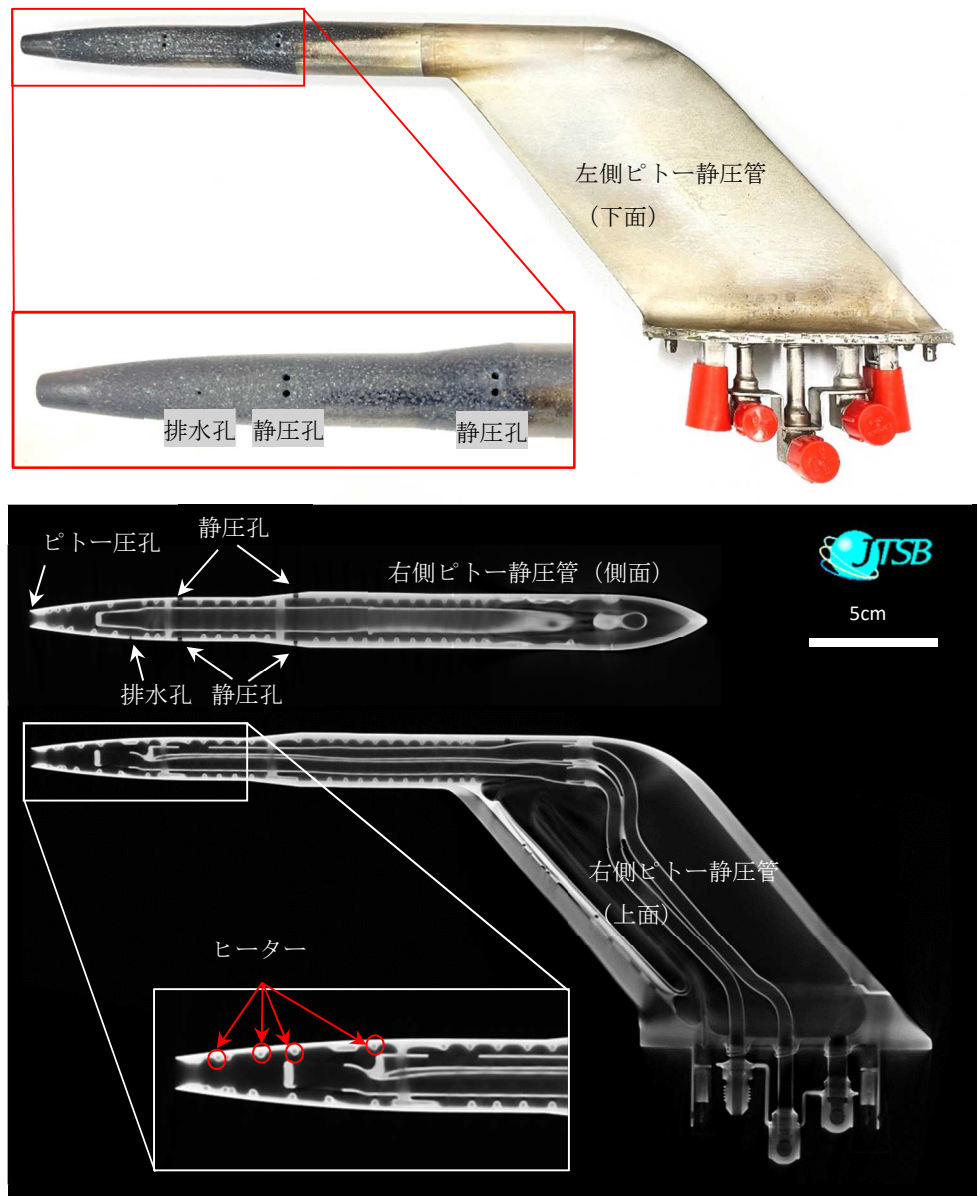


図7 同機のピトー静圧管の写真及びX線CTスキャナー画像（図下）

(6) ピトー静圧管の排水孔の状態

ピトー静圧系統に雨水が浸入すると、計器表示が不正確となるため、ピトー静圧管には雨水を機外へ排出するための排水孔が設けられており、その排水孔（図7）の状態を確認したが、良好であった。

(7) X線CTスキャナーによるピトー静圧管の調査

X線CTスキャナーの画像（図7下）から、ピトー静圧系統の配管の変形及び閉塞物の痕跡等は確認されず、ヒーターの状態についても短絡や断線等の異常は認められなかった。

(8) ピトー静圧系統コレクターチューブの状態

ピトー静圧管の排水孔で排出されなかった雨水については、コレクターチューブにより除去される。このコレクターチューブは整備士によって飛行日ごとに確認されており、本重大インシデント後もコレクターチューブを確認したが、雨水は確認されなかった（図8）。

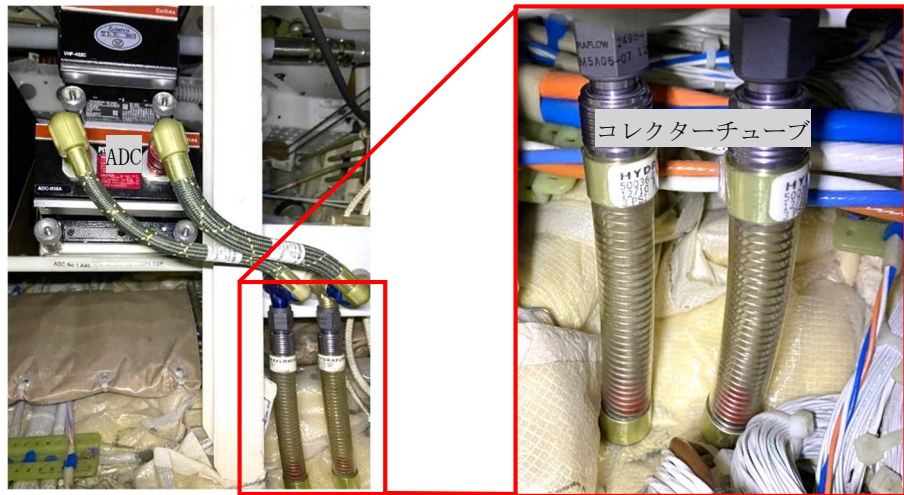


図8 同機のピトー静圧系統コレクターチューブ

(9) E I C A Sメッセージの表示について

本重大インシデント発生時に表示されたE I C A Sメッセージ「STALL FAIL」については、失速警報が作動しないことを意味する。また、E I C A Sメッセージ「RUD LIMIT FAULT」については、機速に応じてラダーの操舵量を調整する装置の冗長性が失われていることを意味する。いずれのE I C A SメッセージもI S Iと2台のADCの速度の計算値に20kt 又は同等のマッハ数*8の差が生じると表示される。

(10) F A Aの情報

F A AのA C*9（AC91-74B Pilot Guide: Flight in Icing Conditions）に対流現象及び着氷について以下の記載がある。

2-4 CONVECTIVE WEATHER AND ICE CRYSTALS

a. Convective Weather Systems.

Convective weather systems, especially those associated with tropical weather fronts, can pump large quantities of moisture to high

*8 「マッハ数」とは、同じ大気条件での航空機の実際の対気速度と音速の比をいう。

*9 「A C」とは、Advisory Circularの略で、F A Aが刊行する文書で、航空関係者に情報を伝えるものであり、航空業界に有益な情報が記載されている。

altitudes that freezes into ice crystals that can remain aloft. These ice crystals can remain as a cloud well after the convective system has decayed.

(抄訳)

2-4 対流現象と氷晶

a. 対流現象

対流現象により大量の水分が氷晶として高高度まで存在する。

b. Hazards.

Above flight level (FL) 250, clouds contain little liquid water and mostly contain ice particles. These clouds with no liquid water have about 20 times less radar reflectivity than rain drops, and therefore are difficult to detect. Airborne weather radar will receive little to no returns at these altitudes unless it is tilted down to lower altitudes near or below the freezing level.

(抄訳)

b. ハザード

FL 250 以上では、雲は液状の水を少量しか含まず、ほとんど氷の粒子で構成され、雨粒に比べて機上レーダーの反射が 20 分の 1 であり検知が難しい。

3-11 EFFECTS OF ICING ON CRITICAL SYSTEMS.

a. Pitot Tube.

The pitot tube is particularly vulnerable to icing because even light icing can block the entry hole of the pitot tube where ram air enters the system. This will affect the airspeed indicator and is the reason most airplanes are equipped with a pitot heating system. The pitot heater usually consists of coiled wire heating elements wrapped around the air entry tube. If the pitot tube becomes blocked, and its associated drain hole remains clear, ram air no longer is able to enter the pitot system. Air already in the system will vent through the drain hole, and the remaining will drop to ambient (i.e., outside) pressure.

Under these circumstances, the airspeed indicator reading decreases to zero because the airspeed indicator senses no difference between ram and static air pressure. If the pitot tube, drain hole, and static system all become blocked in flight changes in airspeed will not be indicated, due to the trapped pressures. However, if the static system remains clear, the airspeed indicator would display a higher-than-actual airspeed as the altitude increased. As altitude is decreased, the airspeed indicator would display a lower-than-actual airspeed.

(抄訳)

3-11 重要なシステムへの着氷の影響

a. ピトー管

ピトー管には圧縮された空気が流入する。入口の穴は、着氷の影響を受けやすく、軽度の着氷であっても閉塞するため、入口は電熱線に

よる防氷が図られているが、ピトー管が閉塞すると圧縮された空気がシステムに流入できず、状況により速度計の指示値がゼロを示したり、機速が変化しても一定値を示したり、高度上昇又は降下に伴って速度指示が実際の速度よりも速く又は遅く表示されることもある。

(11) 関連する情報

氷晶の影響によりピトー管が正常に作動せず、速度表示の不具合が発生した事案として、平成21年6月1日に大西洋上空で発生したエールフランスAF447便の航空事故や、平成28年7月9日に中部国際空港の南南東約96km、FL370で発生したジェットスター502便の航空重大インシデント(AI2018-5-1)などがある。

(12) 耐空性改善通報

国土交通省航空局は、同型式系列機の速度計の不具合に関連する耐空性改善通報を発行している。

国空機第793号 整理番号 TCD-8654-2015 耐空性改善通報 平成27年10月21日

(省略)

2. 適用航空機

ボンバルディア式CL-600-2C10型：製造番号が10002以降のもの

3. 適用項目

着氷によってエア・データに係る情報が喪失することにより、飛行の安全性に影響を及ぼす不具合を防止するため、既を実施した場合を除き、別添TCCA AD CF-2015-20（以下「AD」という。）のCompliance項及びCorrective Actions項に従って、飛行規程の改訂を実施すること。

(省略)

4.1 本通報は、平成27年11月4日から発効する。

4.2 本通報は、カナダTCCA AD CF-2015-20による。

(省略)

4.5 ボンバルディア・エアプレーン・フライト・マニュアルCL-600-2C10 Revision 15のSection 03-19-1 (2015年3月16日付け) 及び承認されたその後の改訂版は本件に関するものである。

(省略)

AIRWORTHINESS DIRECTIVE

(省略)

Number: CF-2015-20

ATA: 34

Effective Date: 21 July 2015

Type Certificate: A-131

Subject: Navigation – Flight Instruments – Unreliable Air Data in the Cockpit

Applicability: Bombardier Inc. model CL-600-2C10 aeroplanes, serial numbers 10002 and subsequent.

(省略)

Background: Two in-service incidents have been reported on CL-600-2C10 aeroplanes regarding a loss of all air data information in the

cockpit. The air data information was recovered as the aeroplane descended to lower altitudes. An investigation determined that the root cause in both events was high altitude icing (ice crystal contamination). If not addressed, this condition may affect continued safe flight.

Due to similarities in the air data systems, such events could happen on all Bombardier CRJ models, CL-600-2B19, CL-600-2C10, CL-600-2D15, CL-600-2D24 and CL-600-2E25. Therefore, the corrective actions for these models will be mandated once their respective Airplane Flight Manual (AFM) revisions become available.

This AD mandates the incorporation of AFM procedures to guide the crew to stabilize the aeroplanes airspeed and attitude for continued safe flight.

Corrective Actions: Amend the Transport Canada approved AFM by incorporating the procedure for Unreliable Airspeed as detailed in Revision 15, Section 03-19-1 - Emergency Procedures, dated 16 March 2015, or later revisions of this procedure approved by Transport Canada.

(抄訳)

背景：同型式系列機において、氷晶が原因となった速度表示の不具合が発生した。この状況に対処しないと安全な飛行に影響を与える可能性がある。

実施事項：速度表示に不具合が発生した際の非常操作手順を改訂する。

(省略)

(13) 同社の飛行機運用規程

同社の飛行機運用規程には、耐空性改善通報 (TCD-8654-2015) に基づき「速度表示に不具合が発生した際の非常操作手順」が以下のように規定されている (図9)。

(抄訳)

- (1) 自動操縦を解除する。
- (2) フライトディレクターを解除する。
- (3) I S I の姿勢 (ピッチ) を参照する。

Unreliable Airspeed In-flight

- (1) Autopilot..... Disengage
- (2) FDsDeselect
- (3) Use ISI for pitch reference.

Initial take-off climb or go-around is required:

- (4) Pitch / N1..... 10 degrees / TOGA from SL to 15000 ft;
5 degrees / CLB above 15000ft
- (5) Aircraft configuration At clean up altitude
Gear UP / FLAPS 0
- (6) Airplane altitude Maintain lowest safe
altitude or higher

CAUTION

Respect stall warning / stick shaker.

図9 速度表示に不具合が発生した際の非常操作手順
(記憶により実施する操作手順のみ抜粋)

3 分析

(1) EICASメッセージについて

本重大インシデント発生時に表示されたEICASメッセージ「STALL FAIL」及び「RUD LIMIT FAULT」については、いずれのメッセージもISIと2台のADCの速度の計算値に差が生じると表示されることから、これはピトー系統が閉塞したことによるものと推定される。

(2) 運航乗務員の対応

本重大インシデント発生時、機長が初めに異常を認知した現象は、EICASメッセージ「STALL FAIL」及び「RUD LIMIT FAULT」で、機長は直ちに「STALL FAIL」のメッセージに対応する操作手順に従い処置を開始したものと認められる。機長は、同処置を実施中にIAS表示の不具合を認知したが、同処置を完了する頃には、IAS表示の不具合は解消していたため、速度表示の不具合に対応する操作手順は、実施不要と判断したものと推定される。しかしながら、機長は、意図しない機体の挙動が発生しないように、自動操縦及びフライトディレクターを解除し、ISIの表示及びエンジン計器の表示等を確認しながら飛行を継続した。これらの手順は速度表示に不具合が発生した際に対応する操作手順（図9）と同様の手順であり、対応は適切であった。

(3) FDRの記録

同機の IAS の記録は、左側ピトー静圧系統の計算値を CAS^{*10} 1、右側ピトー静圧系統の計算値を CAS 2 として、それぞれ記録している。通常の巡航状態での CAS の記録は、一定の速度で飛行しても大気の状態により、CAS 1 及び CAS 2 の値は僅かに変化しながら、近い値でそれぞれ記録される。FDR の記録によると、19 時 58 分 08 秒に CAS 1 は一定となり (図 10 ①)、CAS 2 は、その後も僅かに変化を続けた。これは、この時に CAS 1 の計算の基となる左側ピトー系統が、完全に閉塞したことによるものと推定される。20 時 11 分 44 秒に同機は降下を開始した (図 10 ②)。20 時 12 分 10 秒に右側のピトー系統が完全に閉塞し (図 10 ③)、両側のピトー系統の圧力は、閉塞物によって維持されたまま、機体の降下により静圧が上昇したため、CAS 1 及び CAS 2 の値が低下したものと推定される。同機は降下を続け、20 時 21 分 41 秒に CAS 1 及び CAS 2 の値は、ほぼ同時に回復していることから、この時に閉塞状態が解消したものと推定される (図 10 ④)。閉塞状態が解消した以降は、着陸まで IAS は正常な値を表示していたものと推定される。

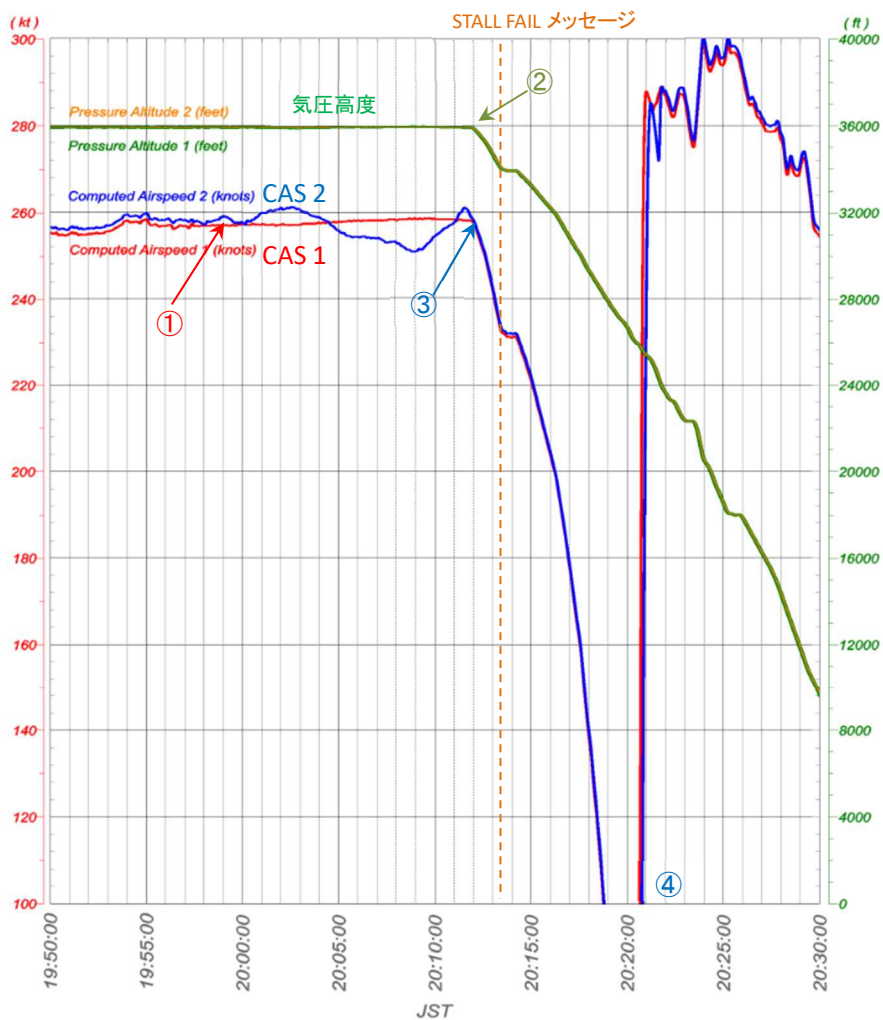


図 10 本重大インシデント発生前後の FDR の記録
(CAS 及び気圧高度の変化)

*10 「CAS」とは、Computed Air Speed の略で、同機の場合、CAS = IAS である。

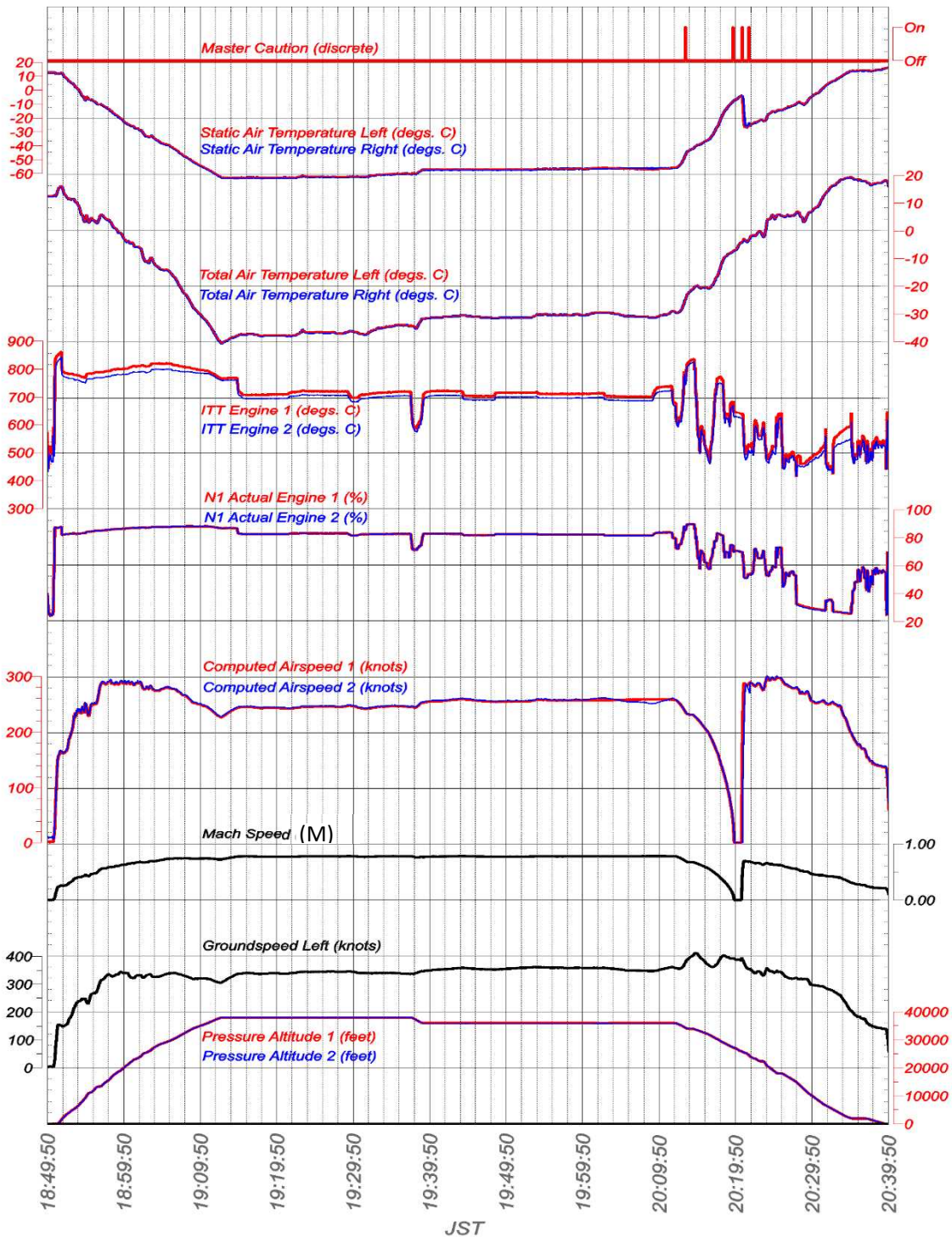


図 1 1 離陸から着陸までのFDRの記録

(4) ピトー静圧管の閉塞物について

FDRの記録から、同機は、気温 -60°C 前後の雲のない高高度で50分以上飛行した後に閉塞が始まっていたと推定される。本重大インシデント後の調査では、ピトー静圧系統は、ヒーター機能も含めて全て正常に作動し、ピトー静圧系統の閉塞物（塵、昆虫、火山灰、水分等）の痕跡も認められなかった。同機的设计・製造者及びピトー静圧管的设计・製造者によれば、ピトー静圧系統がヒーター機能も含めて正常な状態で、湿域や雲中飛行中に水滴等によって着氷した事例はない。これらのことから、同機は氷晶のある空域を飛行したため、氷晶により一時的にピトー系統が閉塞した可能性が考えられる。

(5) ピトー系統の閉塞部位と速度表示の関係

ピトー系統の閉塞する部位によって、IAS表示にも違いが発生すると考えられる。ピトー静圧管の排水孔よりも上流側で閉塞すると、ピトー圧は排水孔から抜けるため維持されず、閉塞直後からIAS表示は低下する。一方、排水孔よりも下流側で閉塞すると、ピトー圧は一定のまま維持されるため、IAS表示も一定となる(図12)。

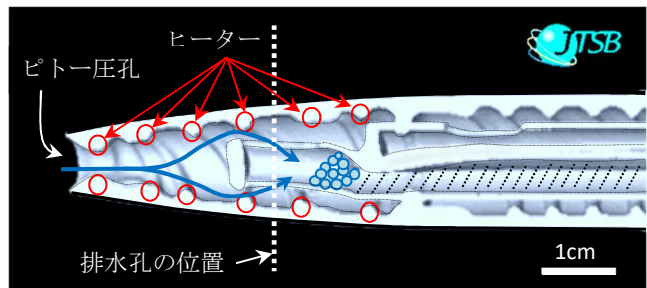


図12 X線CTスキャナー3D断面図

この場合は、機体が降下すると静圧が上昇するため、IAS表示は低下する。また、図12に示した(氷晶のイメージを示す、複数の水色の丸)部位はヒーターの熱が間接的に伝導するため、ヒーターに直接接触する部位と比較すると、温度が低い可能性が考えられる。ピトー静圧管に浸入した雨水は、瞬時に蒸発するが、氷晶の場合には、氷晶の温度及び大きさ等により、融解して蒸発するまでに時間が掛かるものと考えられる。これらのことから、本重大インシデント発生時、排水孔よりも下流側で氷晶が堆積したため、ピトー系統が閉塞した可能性が考えられる。

(6) スタンバイピトー静圧系統について

機長の口述から、本重大インシデント発生時のISIのIAS表示は、安定して表示されており、正常であったものと推定される。これは、ISIのスタンバイピトー静圧系統については、スタンバイピトー管及びスタンバイ静圧孔がそれぞれ独立しており、左右のピトー静圧管とは機体に装備される位置及び内部構造が異なるため、閉塞には至らなかった可能性が考えられる。

(7) ピトー静圧管の閉塞状態の解消

機長側及び副操縦士側両方のIAS表示が、正常と考えられる値を継続して表示するようになったことについては、氷晶のある空域を離れたこと、機体が降下したことにより大気温度が上昇したこと及びピトー静圧管のヒーターの熱が十分に伝導したことから氷晶が融解し、閉塞状態が解消した可能性が考えられる。

(8) 気象の影響について

機長及び副操縦士からの口述及び気象データから、仙台空港離陸時は降雨状態で、離陸後FL300までは、雲中飛行であったものと推定される。この際にピトー系統に雨水が浸入した可能性があるが、それ以降は、本重大インシデント発生場所付近までの約50分間、雲中飛行とはならず、コレクターチューブにも水分が確認されなかったことから、浸入した雨水は、ヒーターの熱によって蒸発した、又は排水孔から排出されたものと考えられる。

本重大インシデント発生時、同機の飛行高度が、空気の対流が起こる対流圏と対流が起こりにくい成層圏の境界である圏界面付近であったことから、空気の対流によって上昇した氷晶が同機の飛行高度付近に滞留していた可能性が考えられる。氷晶のある空域付近には、高高度に達する対流性の雲が観測されることが一般的であるが、本重大インシデント発生当時、同機の推定飛行経路付近で高高度に達する対流性の雲は観測されなかった。

4 原因

本重大インシデントは、同機がFL360を飛行中、左右のピトー系統が閉塞したため、機長側及び副操縦士側両方の速度表示に一時的な不具合が発生したものと推定される。

ピトー系統が閉塞したことについては、同機が氷晶のある空域を飛行したことによる可能性が考えられる。

5 再発防止策

5.1 必要と考えられる再発防止策	本重大インシデント発生時は、夜間であり、地形等の視認情報が得られない中での運航にもかかわらず、運航乗務員の冷静な対応により飛行を継続し安全に着陸した。氷晶のある空域については、気象予測及び機体の気象レーダーで検知することは困難であり、飛行中に突然遭遇する可能性が考えられ、過去には運航乗務員の誤った対応により重大事故に至った事案もあることから、同様の事態が発生しても適切に対処できるように備えておく必要がある。
5.2 本重大インシデント後に講じられた再発防止策	(1) 同社は、本重大インシデント発生後、同種事例が発生した場合の対応策として、運航乗務員全員に対して以下の周知徹底及びケーススタディを実施した。 ① いかなる緊急事態においても、混乱した心理状態による突発的な行動を戒め、飛行の継続を最優先する理念（フライファースト）を心掛けること。 ② 飛行の段階、機体の姿勢、機体の設定（コンフィグレーション）及びEICASメッセージ等から機体の状態を正確に把握し、慎重に機体制御を行うとともに、状況に応じた手順を実施すること。 ③ 運航方針を定め、飛行を完遂するために必要な計画の変更等を行うこと。 ④ 相互の認識を合わせるため乗務員間で状況を共有し、必要に応じて管制機関や社内の運航統制（カンパニー）に支援を求めること。 ⑤ 速度表示に不具合が発生した場合の非常操作手順について、一つ一つの操作の意図を再確認し、全ての飛行の段階において同様の事態が発生しても適切に対処できるよう備えておくこと。 (2) 同社は、本重大インシデントの発生を踏まえ、速度表示に不具合が発生した場合の非常操作要領を定期訓練に追加した。