

AI2020-5

航空重大インシデント調査報告書

I 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
JA11RJ
航空機内の気圧の異常な低下

令和2年10月1日

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」

I 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
JA11RJ
航空機内の気圧の異常な低下

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 JA11RJ
インシデント種類 航空機内の気圧の異常な低下
発生日時 令和元年10月30日18時02分ごろ
発生場所 島根県おおちぐんおおなんちょう邑智郡邑南町の上空、FL260

令和2年8月28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 宮下徹
委員 柿嶋美子
委員 丸井祐一
委員 宮沢与和
委員 中西美和

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JA11RJは、同社の定期16便として、令和元年10月30日（水）16時31分仙台空港を離陸し、福岡空港へ向けFL340を飛行中、機長が機長席側の操縦室窓にひび割れのようなものを発見した。当該部位の損傷発生時のチェックリストに従い対処していたところ、機内の気圧が低下したことを示す計器表示があったため、高度約10,000ftまで緊急降下を実施した。緊急降下中に乗客用酸素マスクが自動的に展開した。同機は飛行を継続し、18時38分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11号に規定された「航空機内の気圧の異常な低下」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、令和元年10月31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、本重大インシデント機の設計・製造国であるカナダ国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（DFDR）及び音声記録装置（CVR）の記録によれば、飛行の経過は概略次のとおりであった。 同機は、令和元年10月30日、機長ほか乗務員3名及び乗客69名の計73名が搭乗し、同社の定期16便として、16時31分仙台空港を離陸した。
-----------	--



図1 推定飛行経路

17時47分ごろ、FL340^{*1}を巡航中、美保飛行場の東約50kmで機長席の窓付近に、明るい光が見えた。その後、EICAS^{*2}に「L WINDOW HEAT」(Caution^{*3})が表示された。機長は、チェックリストに従い「L WSHLD HEAT SW」を「LOW」から「OFF/RESET」にし、再び「LOW」にセットしたところメッセージは消えた。

17時53分ごろ、機長席の窓付近に、再度明るい光が見えた。しばらくして今度は、EICASに「L WSHLD HEAT」(Caution)が表示された。機長は、チェックリストに従い「L WSHLD HEAT SW」を「LOW」から「OFF/RESET」にし、再び「LOW」にセットしたところメッセージは消えた。機長によると、この時の客室高度は、約5,700ftであった。

17時56分ごろ、美保飛行場の南西約50km FL340付近で機長が機長席側前方の窓にひび割れのようなものを発見した。機長はチェックリスト(2.7(6)の記述参照)に従い対処を開始した。

このチェックリストに従った手順により、手動操作で機内の気圧を低下させたところ客室高度が上昇を始めた。

17時58分ごろ、チェックリストに従い降下を開始しようとしたところ、EICASに「CABIN ALT」(Caution)が表示され、すぐに「CABIN ALT」(Warning^{*4})へと変わった。

17時59分ごろ、機長は、チェックリストに従い緊急降下を開始した。機長は、窓の損傷の拡大を考慮して、機体の速度が増加しないように約3,000ft/minの降下率で、高度10,000ftまで降下した。機長によると、この時の客室高度は、約12,400ftであった。

18時02分ごろ、緊急降下中、美保飛行場の南西約90km、FL260付近で、EICASに「PASS OXY ON」(Caution)が表示され、客室内では

*1 「FL」とは、標準大気の圧力高度で、29.92inHg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、FL340は高度34,000ftを表す。

*2 「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。

*3 「Caution」とは、緊急操作は必要としないが直ちに操縦士に知らせるべき航空機の異常や故障を意味するメッセージである。橙色で表示される。

*4 「Warning」とは、直ちに操縦士による緊急操作を必要とする航空機の異常や故障を意味するメッセージである。赤色で表示される。

	<p>酸素マスクが自動展開した。機長及び副操縦士によると、この時の客室高度は約14,000ftで、機内外の差圧が5.2psiであった。</p> <p>18時10分ごろ、石見空港付近の上空で飛行高度約10,000ftに到達し、客室高度も約10,000ftとなった。</p> <p>18時21分、福岡アプローチと交信を行い、緊急事態を宣言した。</p> <p>18時38分、福岡空港に着陸した。</p> <p>本重大インシデントの発生場所は、島根県邑智郡邑南町の上空、FL260（北緯34度55分18秒、東経132度32分27秒付近）で、発生日時は、令和元年10月30日18時02分ごろであった。</p>
2.2 負傷者	なし
2.3 損壊	<p>左ウィンドシールド上部に焼損痕（アーキング痕）</p>  <p>図2 左ウィンドシールドの状態</p>
2.4 乗組員等	<p>機長 男性 37歳</p> <p>定期運送用操縦士技能証明書（飛行機） 2018年10月17日</p> <p>限定事項 ボンバルディア式CL-65型 2018年10月17日</p> <p>第1種航空身体検査証明書</p> <p>有効期限 2020年11月7日</p> <p>総飛行時間 5,319時間16分</p> <p>同型式機による飛行時間 2,384時間46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</p> <p>製造番号、10344、製造年月日、2015年6月14日</p> <p>耐空証明書 第大-2018-643</p> <p>有効期限 2020年2月8日</p> <p>耐空類別 飛行機 輸送T</p> <p>総飛行時間 10,237時間7分</p> <p>総飛行回数 9,918回</p> <p>定期点検(6,000時間点検、2017年9月27日実施)後の飛行時間 5,124時間</p>
2.6 気象	本重大インシデントの発生時の気象はVMCで乱気流はなかった。
2.7 その他必要な事項	<p>(1) ウィンドシールド・アンチアイスシステムの概要</p> <p>操縦室の窓は、前面2枚のウィンドシールド及び両側面2枚のサイドウィンドウで構成されている（図3）。各ウィンドシールド及びサイドウィンドウにはヒーターエレメントが装着されている（図4）。アンチアイス・コントロール・パネルの「LH WSHLD」スイッチは、左ウィンドシールド及び左サイドウィンドウを制御し、「RH WSHLD」スイッチは右ウィンドシールド及び右サイドウィンドウを制御する。ヒーターエレメント及びコントローラー並びにセ</p>

センサー類は、4枚の窓それぞれに独立して装備されている。EICASメッセージ「L WSHLD HEAT」及び「L WINDOW HEAT」は、以下のいずれかの条件により表示される。

- ・オーバーヒートの発生
- ・センサーの故障
- ・コントローラーの故障
- ・電源の喪失
- ・ヒーターエレメントのショート（短絡）

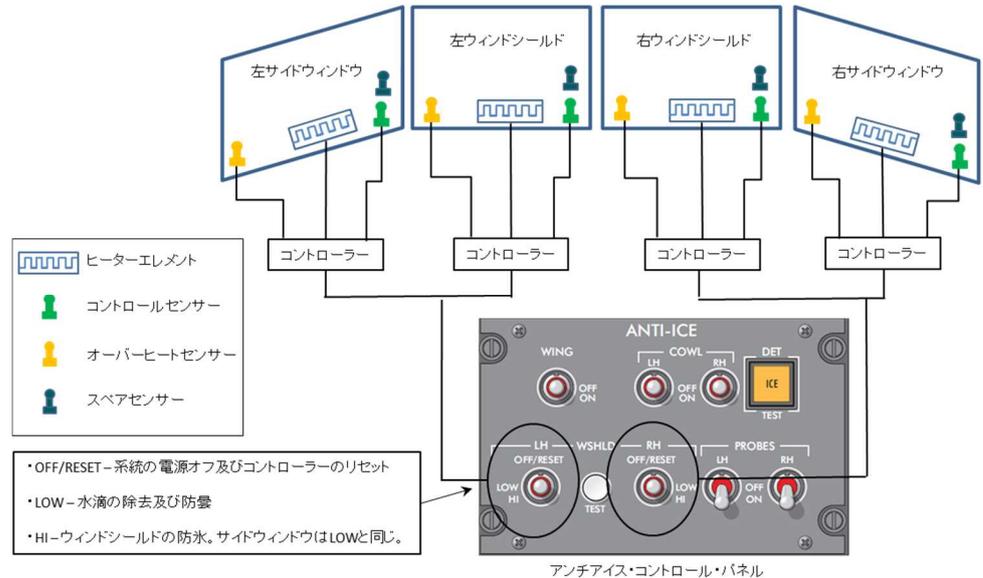


図3 ウィンドシールド・アンチアイスシステム図

(2) ウィンドシールドに関する情報

同機が福岡空港到着時、サーキットブレーカーは、4枚全ての窓についてプッシュイン（正常な状態）であることが確認された。

左ウィンドシールドの上には、ヒーターエレメント層にアーキング痕が認められたが、ガラス層にひび割れは認められなかった。

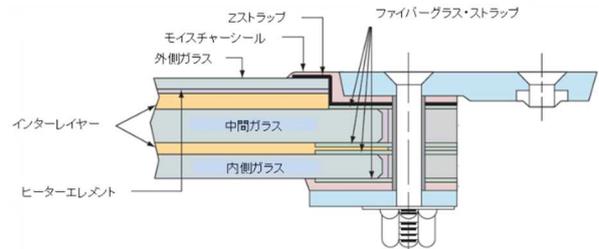


図4 ウィンドシールド断面図

同ウィンドシールド外側の上部には、雨水等の侵入を防止するモイスタチャーシールに修理の跡が認められた。その他の3枚の窓について、異常は認められなかった。同機の整備記録を確認したところ同ウィンドシールドは、同機的设计・製造者が定めるマニュアルに従って定期点検が実施され、ひび割れやモイスタチャーシールの目視点検が行われていた。同社は、令和元年10月7日、定期点検中に同部位のモイスタチャーシールに劣化（浸食）があることを発見したため、同機の整備マニュアル（AMM）に従いシーラント塗布

による修理作業を実施した。同機の左ウィンドシールド及び左サイドウィンドウは、同機の製造時に取り付けられたもので、交換履歴はなかった。

(3) 取り下ろした部品への調査

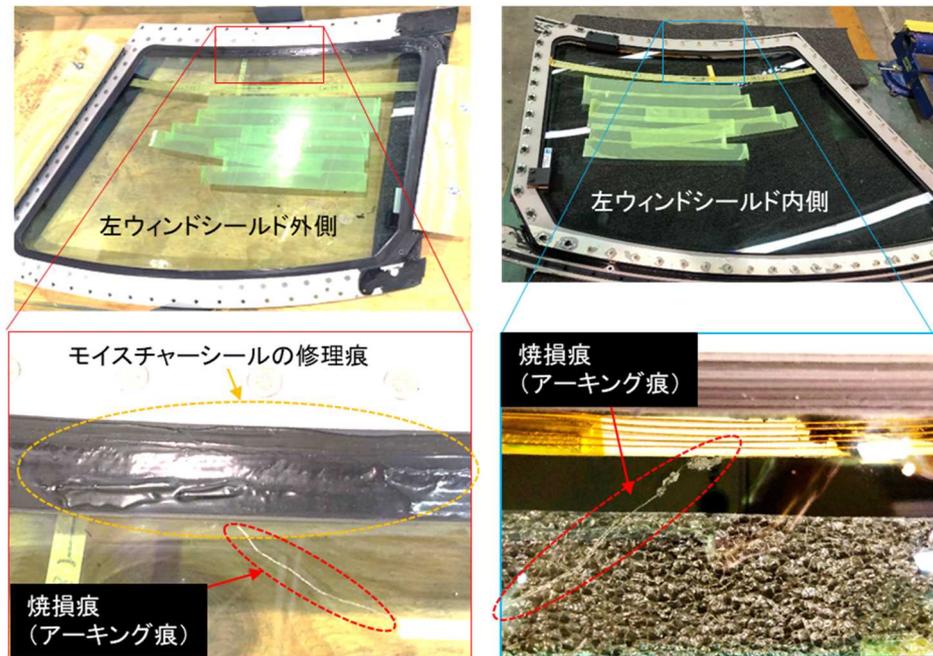


図5 左ウィンドシールドの状態

同社は、機長からの聞き取り調査で得られた情報を基に、同機の設計・製造者の整備マニュアルに定められた整備処置に従って、以下の部品を交換した。

- ① 左ウィンドシールド
- ② 左サイドウィンドウ
- ③ 左ウィンドシールド・ヒーターコントローラー
- ④ 左サイドウィンドウ・ヒーターコントローラー
- ⑤ アンチアイス・コントロール・パネル

上記部品を全て交換後、ウィンドシールド・アンチアイスシステムの機能試験を実施したところ全て正常に機能した。

窓が取り付けられた機体側の構造部材の点検や、ヒーター関連の機体配線等の点検を実施したが全て正常であった。

取り外した左ウィンドシールド及び左サイドウィンドウについては、センサー類及びヒーターエレメントの点検を同整備マニュアルに従って実施したところ、左ウィンドシールドのヒーターエレメントの電気抵抗値だけが基準値を大幅に超過していた。左サイドウィンドウについては全て正常であった。

ヒーターコントローラー2台及びアンチアイス・コントロール・パネルについては、修理工場に送付して点検したところ全て正常であった。

(4) 機内与圧系統

機内与圧系統は通常、自動モードで制御されるが、操縦士が機内与圧制御パネル(図6)を操作することにより手動モードで制御することも可能である。同機の飛行機運用規程第2巻には、機内与圧を手動モードで制御する際の飛行高度(FL)に対する客室高度(ft)の目標値について以下のとおり記載がある。

表1 飛行高度に対する客室高度の目標値

飛行高度 (FL)	180	200	220	240	260	280	290	310	330	350	370	390	410
客室高度 (ft)	1,100	1,500	2,000	2,400	2,900	3,500	3,800	4,500	5,300	6,000	6,700	7,400	8,000

客室高度が 8,500ft 以上になると EICAS に「CABIN ALT」(Caution) が表示され、客室高度が 10,000ft 以上になると同メッセージは「CABIN ALT」(Warning) へと変わり表示される。

QAR (Quick Access Recorder) の記録によると、17時58分15秒に「CABIN ALT」(Caution) が表示され、17時58分46秒に同メッセージは、「CABIN ALT」(Warning) へと変わり、18時09分00秒に同メッセージは再び「CABIN ALT」(Caution) に変わった。

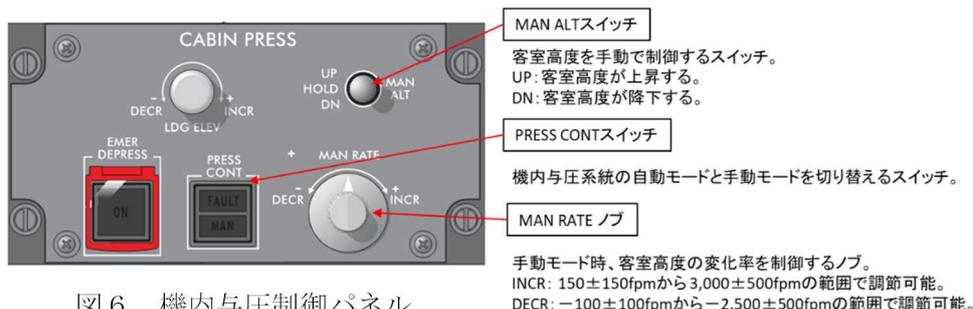


図6 機内与圧制御パネル

(5) 乗客用酸素マスク

客室内には乗客用酸素マスクが各座席の上部に装備されており、客室高度が 14,000 ± 300ft になると自動的に展開する。操縦室にある「PASS OXY スイッチ」(図7) を押すと手動により同マスクを展開することができる。同マスクが展開すると EICAS に「PASS OXY ON」(Caution) が表示されるとともに、「PASS OXY スイッチ」のライトも点灯する。



図7 乗客用酸素制御スイッチ

QAR の記録によると、18時01分43秒、EICAS に「PASS OXY ON」が表示された。

(6) チェックリスト手順

同機の飛行機運用規程第2巻「ABNORMAL PROCEDUR E」に、「ウィンドシールドにアーキング痕、剥がれ又は、ひび割れを発見した場合」のチェックリストがあり、抜粋して要約すると以下のとおりである。

- ① 該当する「WSHLD」スイッチをオフにする。
- ② 「PRESS CONT」スイッチを手動にする。
- ③ 「MAN RATE」ノブを「INCR」最大にする。
- ④ 「MAN ALT」スイッチを「UP」位置にする。
- ⑤ 必要に応じて酸素マスクを展開する。
- ⑥ 必要に応じて降下する。

(7) 乗員の対応操作

CVR の記録によると、機長は、17時46分47秒及び17時53分07秒ともに、「EICAS メッセージ LEFT WSHLD HEAT」とコールしており、副操縦士も同メッセージ名を復唱している。機長は、チェックリストに従い対処していた。

3 分析

3.1 気象の関与	なし
3.2 操縦者の関与	なし
3.3 機材の関与	なし
3.4 判明した事項の解析	<p>(1) 機長が2回目撃した「明るい光」については、CVRの記録及び交換した部品の詳細調査の結果から、いずれも左ウィンドシールドのヒーターエレメントのアーキングによるものと考えられる。</p> <p>(2) 機長が発見した左ウィンドシールド上部のひび割れのようなものは、ウィンドシールドの調査の結果、アーキング痕と推定され、ガラス層にひび割れは認められなかったことから、同ウィンドシールドの強度の低下はなかったものと推定される。モイスチャーシールには、修理の跡があったが、同社の整備記録によるとAMMに従い修理されていたものと推定される。アーキング痕については、モイスチャーシールが劣化し、同ウィンドシールド内部に水分等が浸透し、ヒーターエレメントにアーキングが発生したことによるものと考えられるが、水分等が浸透した時期については、明らかにすることができなかった。</p> <p>(3) CVRの記録から、機長は、ウィンドシールドにひび割れのようなものを発見し、2.7(6)に記述したチェックリストに従って対処したものと推定される。</p> <p>(4) 機長はチェックリストのとおり、機内与圧を手動モードにして、客室高度を最大上昇率にセットしたことにより客室高度が急上昇したため、機内与圧の異常な低下が発生したものと推定される。</p> <p>(5) 機長がチェックリストを開始した際の同機の飛行高度はFL340で同機は、約3,000ft/minで降下したが、気圧高度10,000ftに到達するまでに、10分以上の時間を必要としたものと推定される。一方、チェックリストを開始した際の客室高度は約5,700ftで、チェックリストに従って、客室高度を手動モードにして最大上昇率の3,000±500ft/minにセットしたため、客室高度は、約2分で10,000ftを超過したものと推定される。</p> <p>(6) DFRの記録から客室高度が10,000ftを超過していた時間は、「CABIN ALT」(Warning)が表示されていた17時58分46秒から18時09分00秒の間の10分14秒間と推定される。</p> <p>(7) 乗客用酸素マスクが自動展開し、EICASメッセージ「PASS OXY ON」(Caution)が表示されたことから、客室高度は、14,000±300ftを超過したものと推定される。</p> <p>(8) これらのことから、同機は、巡航中に、左ウィンドシールドにアーキングが発生し、それに伴うチェックリストに従って対処したところ、客室高度が急上昇し、機内与圧の異常な低下が発生したものと推定される。同チェックリストの手順は、窓の損傷の程度や飛行高度にかかわらず、一律に最大上昇率で客室高度を上昇させる操作が求められており、同機のように高高度で飛行している場合、機内酸素マスクが自動展開するまでの客室高度の上昇は不可避であったものと推定される。</p> <p>(9) 同機の設計・製造者は、同種事例が発生した場合であっても、機内与圧の異常な低下に陥らないようなチェックリストの手順を構築することが望ましい。</p>

4 原因

本重大インシデントは、同機がFL340を飛行中、左ウィンドシールドにアーキングが発生したことにより、機長がチェックリストに従って客室高度を上昇させる操作を行ったため、機内の気圧の異常な低下が発生したものと推定される。

機内の気圧の異常な低下が発生したことについては、同チェックリストの手順において、飛行高度にかかわらず、一律に最大上昇率で客室高度を上昇させる操作が求められていたことによるものと推定される。

5 再発防止策

同機的设计・製造者は、飛行高度に応じて客室高度を調節する手順及びその要領を追加し、機内与圧の異常な低下に陥らないようチェックリストの改訂を行った。

6 添付資料

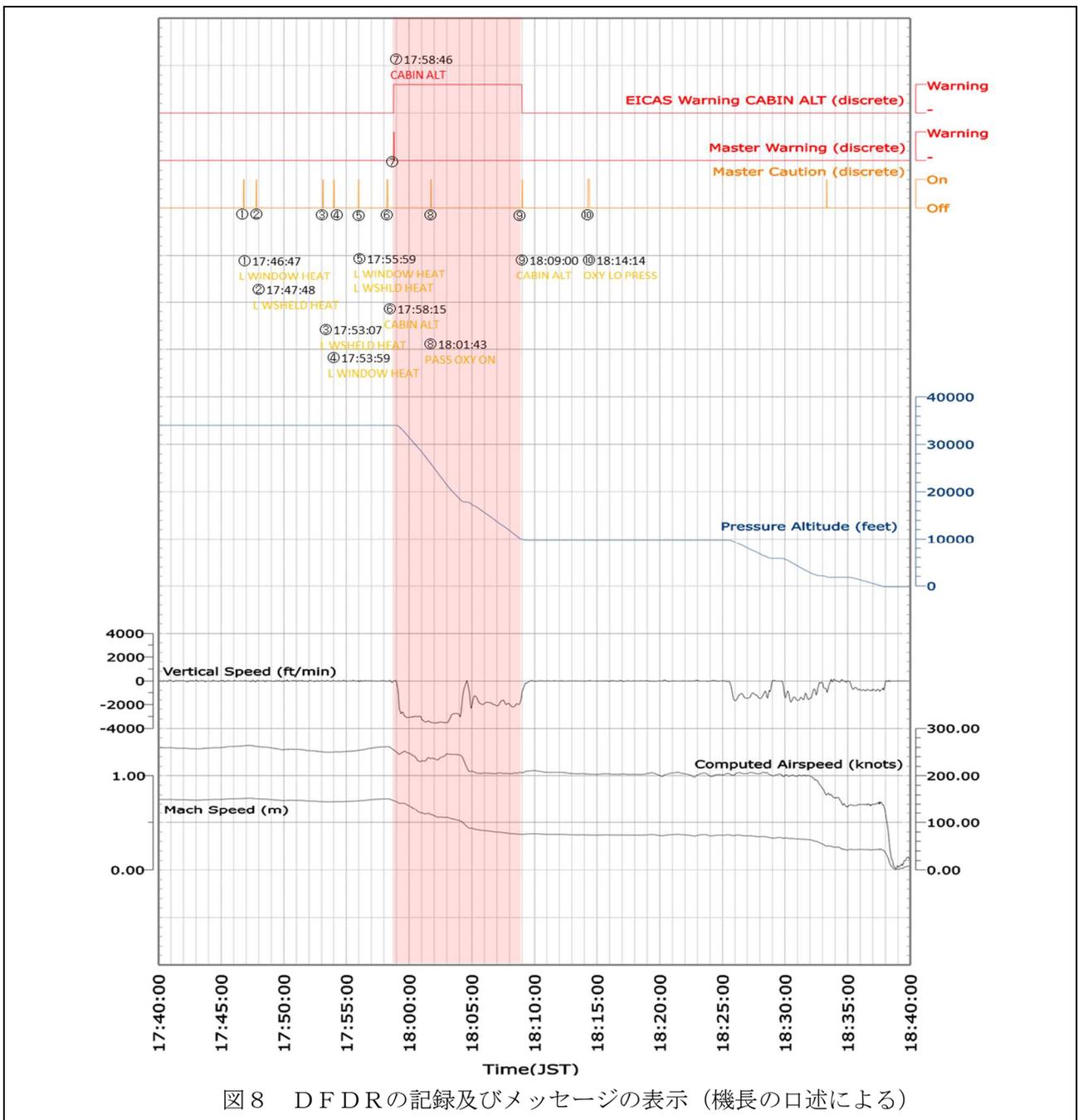


図8 DFDRの記録及びメッセージの表示 (機長の口述による)