

航空重大インシデント調査報告書

I 株式会社大韓航空所属 HL7240

II 個人 所属 JR1423

III 海上自衛隊第211教育航空隊所属 JN8776
新日本航空株式会社所属 JA4061

平成23年3月25日

運輸安全委員会

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、本事件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 後藤 昇 弘

《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 株式会社大韓航空所属 HL7240

航空重大インシデント調査報告書

所 属 株式会社大韓航空
型 式 エアバス・インダストリー式A300B4-600R型
登録記号 HL7240
発生日時 平成21年6月23日 19時36分ごろ
発生場所 山口県光市付近上空、高度約33,000ft

平成23年 2 月25日

運輸安全委員会（航空部会）議決

委 員 長	後 藤 昇 弘	(部会長)
委 員	遠 藤 信 介	
委 員	石 川 敏 行	
委 員	田 村 貞 雄	
委 員	首 藤 由 紀	
委 員	品 川 敏 昭	

1 航空重大インシデント調査の経過

1.1 航空重大インシデントの概要

本件は、航空法施行規則第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。

株式会社大韓航空所属エアバス・インダストリー式A300B4-600R型HL7240は、平成21年6月23日（火）、同社の定期KAL755便として、19時04分（日本標準時、以下同じ。）、^{チェジュ}済州国際空港を離陸し中部国際空港に向かった。19時36分ごろ、山口県光市付近上空、高度約33,000ftにおいて、機内与圧の低下を示す計器表示があり、乗客用酸素マスクを落下させた。同機は、航空交通管制上の優先権を要請し、緊急降下を実施のうえ飛行を継続し、20時35分に中部国際空港に着陸した。

同機には、機長ほか副操縦士1名、客室乗務員8名及び乗客154名の計164名

が搭乗していたが、負傷者はいなかった。機体の損壊はなかった。

1.2 航空重大インシデント調査の概要

1.2.1 調査組織

運輸安全委員会は、平成21年6月23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。

1.2.2 外国の代表

本調査には、本重大インシデント機の登録国及び運航者国である韓国の代表、設計・製造国であるフランスの代表、及び装備品の調査立ち会いを依頼した国であるカナダの代表が参加した。

1.2.3 調査の実施時期

平成21年 6月24日 及び25日	機体調査及び口述聴取
平成21年 6月26日 ～ 7月6日	飛行記録装置及び操縦室用音声記録装置の解析
平成21年 6月27日 ～ 29日	韓国事故調査当局（A R A I B）立会いのもと 機体点検
平成21年 7月22日 ～ 8月18日	A R A I B立会いのもと株式会社大韓航空工場 等において装備品調査
平成21年 8月10日 ～ 21日	カナダ事故調査当局（T S B）立会いのもとカ ナダの装備品修理会社の工場において装備品調 査
平成22年 1月8日	本重大インシデントに関して、フランス事故調 査当局（B E A）から見解を受理

1.2.4 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

1.2.5 調査参加国への意見照会

調査参加国に対し、意見照会を行った。

2 事実情報

2.1 飛行の経過

株式会社大韓航空（以下「同社」という。）所属エアバス・インダストリー式 A300B4-600R 型 HL7240（以下「同機」という。）は、平成21年6月23日、同社の定期 KAL755 便として、済州国際空港から中部国際空港へ向けて離陸した。

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：済州国際空港、移動開始時刻：19時00分、巡航速度：424kt、巡航高度：FL330、経路：壱岐VOR/DME（IKI）～福岡VORTAC（DGC）～玖珂VORTAC（IWC）～松山VOR/DME（MPE）、目的地：中部国際空港、代替空港：関西国際空港、所要時間：1時間26分、持久時間で表された燃料搭載量：2時間58分、搭乗者数：156名

本重大インシデント発生時、同機の操縦室には、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。

同機が済州国際空港を離陸してから本重大インシデントが発生するまでの飛行経過は、飛行記録装置（以下「DFDR」という。）の記録、管制交信記録、乗務員の口述によれば概略次のとおりであった。

2.1.1 DFDRの記録及び管制交信記録

19時03分32秒	済州国際空港を離陸した。
同14分17秒	上昇中、一時的に（高度約27,500ft、約1分間）エンジン・アンチ・アイス ^{*1} ・バルブがオープンした。
同17分00秒	高度33,000ftで水平飛行に移った。
同35分40秒	ウイング・アンチ・アイス ^{*2} ・バルブがオープンした。

*1 「エンジン・アンチ・アイス」は、着氷又は降雪の時にエンジン性能のロスやエンジン・ダメージを防止するためにエンジン・ノーズ・カウルを暖めるもので、防水の熱源となる高温の空気は、エンジン・コンプレッサー第15段から抽気される。

*2 「ウイング・アンチ・アイス」は、主翼の左右6基（片側3基）の前縁高揚力装置（スラット）のうち、外側の4基（エンジンと主翼端間の2基ずつ）に高温の空気を吹き付けて、氷が付着することを防止するためのもので、高温の空気は、空圧系統のクロスフィールド・ダクトから供給される。

同 3 6 分 4 3 秒	No. 1 エンジン・ブリード・バルブ ^{*3} がクローズした。
同 3 6 分 5 2 秒	No. 2 エンジン・ブリード・バルブがクローズし No. 1 及び No. 2 パックが共にオフとなった。
同 3 8 分 3 4 秒	同機は福岡航空交通管制部に 10,000 ft までの緊急降下を要求した。
同 3 8 分 4 0 秒ごろ	緊急降下を開始した。(降下率約 5,000 ft/min) 客室マスクを落下させた。
同 3 9 分 1 9 秒	管制が 10,000 ft までの降下を許可した。
同 4 7 分 0 0 秒ごろ	高度約 9,400 ft で水平飛行に移った。
20 時 0 6 分 1 0 秒ごろ	高度約 10,300 ft へ上昇し水平飛行に移った。
同 2 0 分 2 0 秒ごろ	着陸のための降下を開始した。
同 3 4 分 5 3 秒	中部国際空港に着陸した。

2.1.2 乗務員の口述

(1) 機長

19 時 03 分に済州国際空港を離陸した。巡航高度 33,000 ft で飛行している間、TAT^{*4} は 8℃未満だった。

雲に遭遇したので、エンジン・アンチ・アイスをオンとし、ワイパーとフロントガラスをチェックしたところ、氷が堆積していたので、ウイング・アンチ・アイスをオンにした。

ウイング・アンチ・アイスをオンにして 2 分から 3 分後に、ECAM^{*5} に「ENG BLEED 1 FAULT」が表示された。私が ECAM 対応の操作を実行していると、「ENG BLEED 2 FAULT」、「PACK 1 FAULT」、及び「PACK 2 FAULT」が連続して表示された。

ECAM 対応の操作を継続的に実行している間、頭上のパネルの客室高度^{*6} 昇降計が異常に高い値を示し、同時に、低酸素症の徴候であるめまいと

*3 「エンジン・ブリード・バルブ」とは、エンジンのコンプレッサーの空気を抽出する際に開閉する弁のことである。

*4 「TAT」とは、TOTAL AIR TEMPERATUREの略。温度計の受感部で空気が断熱圧縮されて、温度が上昇するため、受感部は大気の実の温度より高い温度を示す。この温度のことを全温度（TAT）という。

*5 「ECAM」とは、Electric Centralized Aircraft Monitoringの略。必要に応じて各種情報が得られる情報表示装置である。データ処理は全て自動的に行われ、運航乗務員は、ECAMディスプレイを見て、必要な操作を行う。

*6 「客室高度」とは、客室内の圧力に相当する標準大気の高さをいう。

吐き気を感じたので酸素マスクを着け、セカンダリー・ディスプレイ^{*7}の客室圧力をチェックしたところ、客室高度が急上昇していることに気付いた。

アウトフロー・バルブがフル・オープンしていたので、バルブを手動で閉じるために、アウトフロー・バルブ・マニュアル・コントロール・ボタンを数回押して閉じようとしたが、作動しなかった。二人ともエマージェンシー・ラムエア・インレット・ドア^{*8}のスイッチには触っていない。

それで、緊急降下を実行することとし、^{くが}玖珂VORTAC（IWC）付近で、右旋回と降下を行いながら、緊急事態の宣言を福岡航空交通管制部に行い、降下の間、乗客の安全のために酸素マスクを手動で落とした。マスク落下後の数分間に、客室高度警報の継続的な反復チャイムが鳴ったので、それをキャンセルした。

10,000ftで水平飛行に移行した後も、客室高度の表示は赤色であった（客室高度10,000ft以上のときに赤色表示となる）ため、9,000ftまでの降下を要求した。降下中に、ECAM対応の操作とチェックリストに対応した操作を実行していたら、全てのシステムが回復した。

9,000ftまで降下してTATが上昇し、ワイパーと風防に着氷がなかったため、全てのアンチ・アイスをオフにした。

客室に連絡をとったところ、点検の結果、誰も負傷者はいないことを知った。

関西国際空港の同社支店と調整した結果、中部国際空港に行くことを決定した。

(2) 副操縦士

客室高度が上昇し、低酸素症の兆候を感じたので、酸素マスクを着用して、システム・ディスプレイで機内与圧を確認した。

客室高度は通常が10,000ft以下であるが、異常に上昇していた状態であった。

アウトフロー・バルブを確認したらフル・オープンであったので、機長が手動操作でアウトフロー・バルブを閉じようとしたが作動しなかった。それで、緊急降下を福岡コントロールに要求した。

マスター・ワーニングのチャイムが連続的に「トントントン」と鳴ったが、緊急降下中だったので機長がチャイムを止めた。通常は、このマスター・ワーニングの際には機内放送が自動的に放送されるはずであるが、それは放

*7 「セカンダリー・ディスプレイ」とは、2個あるECAMディスプレイのうちの右側のECAMディスプレイのことをいう。

*8 「エマージェンシー・ラムエア・インレット・ドア」については、2.10(2)を参照。

送されなかった。それで機長が、エマージェンシー・パッセンジャー・アドレス（PA：緊急放送用マイク）を使って、「緊急降下中」である旨の放送を実施した。

「BLEED FAULT」と「PACK FAULT」のメッセージはまだ表示されていた。それで、機長が先ほどアウトフロー・バルブを手動操作にしたものを自動に切り替えて、客室高度を確認したら、正確ではないが12,500ftぐらいであったと思う。10,000ftでレベルオフにしたが、客室高度が10,300～10,400ftぐらいで赤色表示だった。

最低安全高度（MSA）を確認して、福岡航空交通管制部に高度9,000ftまでの降下を要求して高度9,000ftまで下がった。それで客室高度が正常な値になったのを確認し、酸素マスクを外したところ大丈夫だったので、機長も酸素マスクを外した。

それで、先ほどできなかったECAM対応の操作とチェック・リストを遂行したところ、全てのシステムがノーマルに戻った。

(3) 客室乗務員の口述をまとめると、次のとおりであった。

19時30分ごろ夕食サービスを実施し、19時40分に免税品を販売しようとしていたとき、1回だけシートベルト着用サインがあった。

機長から客室乗務員も着席するようにという機内放送があったので、機内販売を中止し、カートも全部収納してロックをかけ、安全を確認してから客室乗務員も着席した。

客室乗務員のうち4名ぐらいが少し体調がおかしいと感じていたが、揺れのためだと思った。乱気流の情報を聞くため機長に連絡をしたが、1回目は応答が無かった。すぐに2回目の連絡をすると、今度は操縦室内の緊迫したやりとりがインターフォンから聞こえてきた。同時に航空機が高度を下げているのを感じ、「ちょっとおかしいな」と思ったときに客室の酸素マスクが全部落ちてきた。このとき、あらかじめ録音されている機内放送は自動的に放送されず、操縦室からの応答も無かった。機長がインターフォンを取らないことと、飛行機が高度を下けている状況の中で酸素マスクが落ちてきたことから、緊急事態と考え、乗客にシートベルトを装着して酸素マスクを着けるように叫んだ。

約10分後、機長から乗客と客室乗務員の安全を確認するように連絡があり、安全高度に達したので客室乗務員は酸素マスクを外して通常業務に復帰してよいとのことだった。

それで負傷者等がないか、火災や機体に異常が発生していないか、キャビン、ギャレー及びラバトリー全部を確認した上で、乗客も通常に戻ってよ

い旨の案内をした。

その結果、具合の悪い乗客が2名いて、一人は頭が痛く、ちょっと「クラクラ」するとのことだったので、隣の席に客室乗務員をつけて携帯用酸素ボトルを提供した。もう一人は、酸素発生器の熱い場所を指で触ったために、少し火傷していたので、コップに氷水を入れて冷やすようにした。本人は傷に貼るテープはいらないとのことだった。降機時二人は、これ以上のケアは不要で大丈夫だと言っていた。

減圧が発生したときは通常、ノー・スモーキングとシートベルト着用サインが点き、酸素マスクが落ちて、あらかじめ録音された機内放送があるが、今回は、その自動放送がなく、通常どおり着陸してスポットインし、降機準備を終えて旅客が降機のため待機していたとき、突然、減圧の自動放送があった。

本重大インシデント発生地点は、山口県光市付近上空、高度33,000ft（北緯33度51分18秒、東経131度40分55秒）で、発生時刻は19時36分ごろであった。

(付図1 重大インシデント発生地点、気象データ及び推定飛行経路図、付図3-1 DFDRの記録1、付図3-2 DFDRの記録2、付図4 エアコン、与圧及び換気システム、付図5 ニューマティック・エアー・システム、付図6 ファン・エアー・バルブ・コントロール、写真1 重大インシデント機、写真2 アンチアイス・コントロール・パネル、写真3 R/H ECAMディスプレイ、写真4 キャビンプレッシャー・コントロール・パネル、写真5 エアー・ブリード・コントロール・パネル、写真6 客室酸素マスク落下状況、写真7 客室酸素発生装置、写真8 ファン・エアー・バルブ、別添 管制交信記録 参照)

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

航空機の損壊はなかった。

2.4 航空機乗組員等に関する情報

(1) 機長 男性 41歳

定期運送用操縦士技能証明書（飛行機） 平成18年7月20日

限定事項 エアバス・インダストリー式A300-600型

第1種航空身体検査証明書

有効期限 平成21年12月31日

総飛行時間 6,292時間00分

最近30日間の飛行時間 18時間00分

同型式機による飛行時間 1,528時間00分

最近30日間の飛行時間 18時間00分

(2) 副操縦士 男性32歳

事業用操縦士技能証明書(飛行機) 平成18年12月1日

限定事項 エアバス・インダストリー式A300-600型

第1種航空身体検査証明書

有効期限 平成22年5月31日

総飛行時間 906時間00分

最近30日間の飛行時間 43時間00分

同型式機による飛行時間 557時間00分

最近30日間の飛行時間 43時間00分

2.5 航空機に関する情報

2.5.1 航空機

型 式 エアバス・インダストリー式A300B4-600R型

製造番号 631

製造年月日 平成4年2月26日

耐空証明書 第AS05024号

有効期間 無制限

総飛行時間 33,883時間25分

定期点検(C整備:平成20年7月23日実施)後の飛行時間 1,196時間40分

(付図2 エアバス・インダストリー式A300B4-600R型三面図 参照)

2.5.2 エンジン

(1) 左エンジン

型 式 プラット&ホイットニー式PW41583型

製造番号 P724872CN

製造年月日 平成5年9月4日

総使用時間 24,419時間25分

総サイクル ^{*9}	26,216回
(2) 右エンジン	
型 式	プラット&ホイットニー式PW41583型
製造番号	P724086CN
製造年月日	平成3年1月28日
総使用時間	27,544時間25分
総サイクル	23,897回

2.5.3 中部国際空港におけるシステム点検

中部国際空港での機体調査において、与圧システム点検を実施したが、異常は発見されなかった。

2.5.4 韓国における機体点検等の結果

同社が同機を空輸後、韓国において実施した機体点検等及びその結果は、以下のとおりであった。

- (1) No. 1 及びNo. 2 ニューマティック・コントローラー・テスト
 - ① 「ENG BLEED 1 FAULT」 検知
「FAN AIR VALVE」 不具合メモリー有り (No. 1)
 - ② 「ENG BLEED 2 FAULT」 検知
「CONTROLLER」 不具合メモリー有り (No. 2)
- (2) R/H ウイング・アンチアイス・バルブ (オルタネート) 交換実施
—DFDRに「OPEN」シグナルを検知
- (3) 客室与圧システム点検
* 客室与圧後、アウトフロー・バルブ点検実施
—オート/マニュアル・コントロール・システムの繰り返し点検で、異常はなかった。
—キャビン・プレッシャー・コントローラーのBITE TESTで異常はなかった。
- (4) クロスフィード・バルブ交換実施
—不具合は検知していなかったが、乗員要求により、交換を実施した。
- (5) No. 1 ブリード・テンプ・コントロール・センサー交換実施
—センサー・ワイヤリング・テストでの抵抗値は許容範囲内で、少し高めであった (87Ω/78~90Ω) が、今回のインシデントとの関連はな

*9 「サイクル」とは、本報告書においては、離着陸1回を1サイクルとした回数のことである。

かった。

- (6) 客室酸素システム回復作業完了
 - －B I T Eチェックで「AUTO ANNOUNCEMENT SOMETIMES」を表示したので、プログラムド・アナウンス・リプロデューサーの交換を実施した。
- (7) 飛行試験実施
 - －平成21年6月27日：全て正常
 - －平成21年6月28日：整備士搭乗確認事項全て正常
- (8) 計画予防整備
 - －N o . 1 ファン・エアー・バルブ及びN o . 2 ニューマティック・コントローラー不良の表示（「ENG BLEED 1 FAULT」及び「ENG BLEED 2 FAULT」）により、原因究明のために、同社はN o . 1 ファン・エアー・バルブ及びN o . 2 ニューマティック・コントローラーを修理工場に送った。

2.5.5 燃料及び潤滑油

燃料は航空燃料ジェットA-1、潤滑油はMOBIL JET OIL 2であった。

2.6 気象に関する情報

本重大インシデント当日の16時50分に、下関地方気象台が発表した山口県の天気概況は、次のとおりであった。

山口県は、梅雨前線の影響により、曇りで雨の降っているところがあります。

23日夜は、梅雨前線と低気圧の影響で、曇りで雨の降るところがある見込みです。

本重大インシデント当日の16時33分に松山地方気象台が発表した愛媛県の天気概況は、次のとおりであった。

愛媛県は、梅雨前線が北上してきているため、雲が広がり、雨が降っているところがあります。23日は、梅雨前線の活動が活発となるため雷を伴った雨となり、夜遅くには激しく降るところがある見込みです。

(付図1 重大インシデント発生地点、気象データ及び推定飛行経路図 参照)

2.7 DFDR及び操縦室用音声記録装置に関する情報

同機には、米国ハネウェル社製DFDR（部品番号：980-4700-042）及び操縦室用音声記録装置（CVR）（部品番号：980-6005-076）が装備されていた。

DFDRには、本重大インシデント発生時の記録が残されていた。

CVRには、約30分の記録が残されるが、本重大インシデント発生時の記録は上

書き消去されていた。

時刻の照合については、管制交信記録に記録されたNTTの時刻とDFDRに記録されたVHF送信キーイング信号とを対応させることにより行った。

2.8 同機のエアコン・システム等の概要

- (1) エアコン・システム及び機内与圧システムは、機内圧力及び温度を希望の値に保つとともに換気を行っている。

システム等に使用される空気は、エンジンから抽気されて希望の温度に調整後、エアコン・パック・システムを経由して機内に分配され、アウトフロー・バルブから機外に排出される。

機内の圧力はアウトフロー・バルブの開度を調整することで、自動的にコントロールされる。

- (2) エアコン・パック・システムは、コンプレッサー、タービン、ヒート・エクスチェンジャー等で構成され、ブリード・エアーは、ここで流量及び温度を調整された後、各与圧室に供給される。

2.9 ブリード・エアーのコントロール

- (1) エンジン・ファン部から抽気された冷たい空気（ファン・エアー）は、ファン・エアー・バルブを介して、プリクーラー^{*10}に入る。一方、熱い空気は、エンジン・コンプレッサー部（第8段及び第15段）から抽気され（エンジン・ブリード・エアー）、ブリード・バルブ等を介して、プリクーラーでファン・エアーと合流する。

- (2) 航空機製造者のA300-600のエアクラフト・メンテナンス・マニュアル（AMM）によれば、プリクーラーの温度調節は、ファン・エアー・バルブの開閉により、冷たい空気の流量を調節して行うが、これはプリクーラーの下流にあるTEMP・コントロール・センサーからのシグナルを受けて、ニューマティック・コントローラーにより行われる。

通常は、プリクーラーの出口温度が $17.7^{\circ}\text{C} \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ になるように、ファン・エアー・バルブの開度を調節しているが、片方のエンジン・ブリード・エアーが供給されなくなったり、ウイング・アンチアイス・システムのスイッチがオンになる（以下「温度シフト時」という。）と、 $22.7^{\circ}\text{C} \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ に調節するように設計されている。

*10 「プリクーラー」とは、エンジンの冷たいファンエアー及び熱いコンプレッサーエアーを混合して温度調整をした後に、エアコン・パック・システム及びウイング・アンチアイス・システムに送るものである。

温度シフト時には、ニューマティック・コントローラーは、ファン・エアー・バルブの開度を変更し、高めの温度調節を行う。

さらにプリクーラーには、オーバーヒート・ディテクション機能があり、通常で $20.7^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、温度シフト時で $25.5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ になると、当該システムのブリード・バルブを閉じる設計になっている。

調節された空気は、プリクーラーを出た後、エアコン・パック（エアー・サイクル・マシン）・システム及びアンチ・アイス等へ送られる。

（付図4 エアコン、与圧及び換気システム、付図5 ニューマティック・エアー・システム 参照）

- (3) ファン・エアー・バルブ又はニューマティック・コントローラーに不具合が発生するとエンジン・ブリード・バルブを閉じる設計になっており、エアコン・パック・システム及びウイング・アンチ・アイス・システム等へ空気は送られなくなり、システムの機能が停止する。

（付図6 ファン・エアー・バルブ・コントロール 参照）

2.10 客室与圧コントロール等に関するメンテナンス・マニュアルの記載

A300-600のエアクラフト・メンテナンス・マニュアル（AMM）を要約すると、以下のとおりであった。

- (1) 客室与圧システムは、全て自動で、電氣的に作動するシステムである。このシステムは、2つの独立したシステムで、2つのアウト・フロー・バルブを作動させる。

アウト・フロー・バルブの一方は空気調節エリアの前に、他方は貨物コンパートメントの後方に、設置してある。各バルブは3台あるモーターのうちの1台により駆動されている。3台のモーターは、2つの自動システムと1つのマニュアル・システムにより、独立にコントロールされている。マニュアル・システムは、コックピットの頭上のパネルに設置されたトグルスイッチによりコントロールされる。2つの自動システムのいずれかに障害が生じた場合には、もう一方のシステムへ自動的に切り替えられる。マニュアル・システムは2つの自動システムの正常・異常にかかわらず、コックピットのトグルスイッチにより開閉をコントロールすることができる。

キャビン・プレッシャー・コントローラーにより、客室高度及び航空機高度等に基づいて自動的に与圧システムをコントロールして客室の与圧と減圧を行う。

- (2) エマージェンシー・ラムエアー・インレット・システムは、低空でかつ差圧がない状態でのみ使用され、エアコン・システムが不作動になったときに外気

を機内に導入することで、客室内を換気するシステムである。作動した場合は、外気の入り口として、ラムエアー・インレット・ドアがオープンし、同時に外気の出口として、キャビン・プレッシャー・コントローラーがアウト・フロー・バルブをフル・オープンさせる。

(付図4 エアコン、与圧及び換気システム 参照)

2.1.1 関連システムの状況

DFDRの記録によれば、関連するシステムの作動状況は概略以下のとおりであった。

19時03分32秒	濟州国際空港 離陸
同14分17秒	上昇中 (高度約27,500ft、約1分間) No. 1, No. 2エンジン・アンチ・アイス・バルブオープン
同15分11秒	No. 1エンジン・アンチ・アイス・バルブ クローズ
同15分13秒	No. 2エンジン・アンチ・アイス・バルブ クローズ
同31分35秒	No. 1エンジン・アンチ・アイス・バルブ オープン
同31分37秒	No. 2エンジン・アンチ・アイス・バルブ オープン
同35分40秒	RH/LH ウィング・アンチ・アイス・バルブオープン
同36分43秒	No. 1エンジン・ブリード・バルブ クローズ
同36分48秒	LH ウィング・アンチ・アイス・バルブ クローズ
同36分52秒	No. 2エンジン・ブリード・バルブ クローズ (この時点が重大インシデントの発生発端時期と推定される。)
同36分56秒	RH ウィング・アンチ・アイス・バルブ クローズ
同37分02秒	クロスフィールド・バルブ オープン
同38分40秒ごろ	緊急降下開始
同46分55秒	No. 1, No. 2エンジン・アンチ・アイス・バルブ クローズ
同47分00秒ごろ	高度約9,400ftで水平飛行に移る
同52分47秒	No. 1エンジン・ブリード・バルブ オープン

同 5 分 2 秒 4 8 秒	No. 2 エンジン・ブリード・バルブ	オープン
同 5 分 3 秒 1 8 秒	クロスフィード・バルブ	クローズ
2 0 時 0 6 分 1 0 秒 ごろ	高度約 1 0, 0 0 0 ft へ上昇	
同 3 分 4 秒 5 3 秒	中部国際空港に着陸	

2.1.2 関係装備品の詳細調査

平成 21 年 7 月 22 日から平成 21 年 8 月 18 日まで、同社韓国工場等において ARAIB の立ち会いの下、No.1 ファン・エアー・バルブ、No.1 ブリード・テンプ・コントロール・センサー、クロスフィード・バルブ、プログラムド・アナウンス・リプロデューサー、R/H ウイング・アンチ・アイス・バルブの調査を実施した。また、平成 21 年 8 月 10 日から平成 21 年 8 月 21 日まで、装備品修理業者のカナダ工場において、TSB の立ち会いの下、同機の No.2 ニューマティック・コントローラーの調査を実施した。これらの結果は以下のとおりであった。

(1) No.1 ファン・エアー・バルブの調査

履歴：このファン・エアー・バルブは Garret Pneumatic System Division (元 Honeywell) で製造され、1988 年 3 月に同社が購入したものである。

このファン・エアー・バルブは最終の工場修理以降 3,103 時間使用されていた。総使用時間は 36,380 時間であった。

装着日：平成 19 年 12 月 11 日

- ① 外観上、レセプタクル・ピンは損傷していなかった。
- ② ファン・エアー・バルブのバタフライを「CLOSE POSITION」から「OPEN POSITION」に動かしたが、コントロール・ボックスのバルブ・ポジション・ライトは点灯しなかった。
- ③ ポジション・スイッチ導通試験を実施したところ、Pin C^{*11} で時々導通がない時があった。
- ④ コネクター部のコンパウンドを除去したところ、Pin C の溶接部分に少しばかり隙間があった。
- ⑤ Pin C の溶接が不良でアークが飛んだ形跡があった。

以上のことから、コックピットで「Bleed Fault」が表示されたのは、Pin C の溶接不良による接触不良が関与したものと判断された。

(写真 8 ファン・エアー・バルブ 参照)

*11 「Pin C」は、ファン・エアー・バルブのオープン・クローズ・スイッチ・ポジションに接続される。

(2) No. 2 ニューマティック・コントローラーの調査

履歴 ; 装着日 : 平成4年5月19日 (航空機導入時)

前回検査以降の使用時間 (TSI) : 33,891時間

- ① アウトプット・ランプ・オン・テストにおいて、ブリード・フォルト・ランプ・スイッチに不具合が確認された。
- ② コントローラー・フォルト・ランプ・オン・テストにおいて、ポジション11 (ファン・エアー・バルブ・ポジション) でフェイルが確認された。

(3) No. 1 ブリード・テンプ・コントロール・センサーの調査

外観に損傷はなかったが、機能試験で、回路の遮断が確認された。

(4) プログラムド・アナウンス・リプロデューサーの調査

システム・コントロール・ボードの客室放送関連リレーのはんだ不良が確認された。これにより、キーラインが時々不動作となり、機上において、乗客乗員に緊急放送が聞こえなかった。

(5) クロスフィード・バルブ (Pneumatic System Isolation Valve) の調査

機能試験において、不具合は確認されなかった。

(6) R/H ウイング・アンチ・アイス・バルブの調査

分解調査において、カーボン汚れ及びスイッチ機能の不良が確認されたものの、バルブ機能は低レベルであったが維持されていたものと考えられた。

同バルブに対して、航空機製造者の技術指示 (SB) (3289614-30-1051 ; バルブ機能向上のためのピストン・リングの交換、及び3289614-30-1070 ; スティック防止のためのポペット交換) が発行されていたが、オプション (任意事項) であり、同バルブには実施されていなかった。

2.13 同機の整備状況

2.13.1 同社における点検実施の記録

(1) A点検 (400飛行時間毎)

平成21年6月16日実施 (33,840飛行時間)

(2) C点検 (15ヶ月毎)

平成20年10月19日実施 (32,687飛行時間)

(3) 5年点検 (5ヶ年毎)

平成18年3月23日実施

(4) 3,000サイクル点検 (3,000飛行サイクル毎)

平成20年10月19日実施 (26,397飛行サイクル)

2.13.2 航空機製造者設定のA300-600メンテナンス・プランニング・ドキュメントの記載事項

(1) キャビン・プレッシャー・システム

- ① PRESSURIZATION CONTROL ; 1 A (500飛行時間/4ヶ月)
OPERATIONAL CHECK OF CABIN PRESSURE CONTROL
USING "SYS TEST-OK" FACILITY ON LATERAL PANEL
- ② CABIN PRESSURE OUTFLOW VALVE ; 1 C (5,000飛行時間/24ヶ月)
 - ・ REMOVE CABIN PRESSURE OUTFLOW VALVES
 - ・ CLEAN VALVE SEAT AND BUTTERFLY
 - ・ REINSTALL OUTFLOW VALVES
- ③ PRESSURIZATION CONTROL ; 1 C (5,000飛行時間/24ヶ月)
CHECK EACH CABIN PRESSURE SAFETY VALVE RACK POSITION INDICATOR
:EXTENDING
(INDICATOR BLACK BAND FACING THE "OPEN" MARK ON TRANSPARENT COVER)
- ④ PRESSURIZATION CONTROL ; 2 C (10,000飛行時間/48ヶ月)
REMOVE CABIN PRESSURE SAFETY VALVES FOR FUNCTIONAL CHECK IN SHOP.
- ⑤ PRESSURIZATION CONTROL ; 2 C (10,000飛行時間/48ヶ月)
OPERATIONAL CHECK OF SAFETY VALVES OPENING INDICATION
- ⑥ RESIDUAL CABIN PRESSURE WARNING ; 1 C (5,000飛行時間/24ヶ月)
 - ・ OPERATIONAL CHECK OF RESIDUAL CABIN PRESSURE WARNING SYSTEM
 - ・ FUNCTIONAL CHECK OF THE PRESSURE SWITCH OF THE RESIDUAL CABIN PRESSURE WARNING SYSTEM.

(2) ウイング・アンチ・アイス・システム

- ① WING ANTI ICE ; 1 C (5,000飛行時間/24ヶ月)
 - ・ WING ANTIICE "VALVE TEST" USING APU BLEEDAIR SUPPLY
 - ・ WING ANTIICE "VALVE TEST" IN "NORM" AND "ALTN" MODES,
USING ENGINE BLEED AIR SUPPLY OR AN HP GROUND PNEUMATIC SOURCE
- ② WING ANTI ICE ; 1 C (5,000飛行時間/24ヶ月)
OPERATIONAL CHECK OF WING ANTIICE "FAULT" WARNING INCLUDING
EACH INDIVISUAL "VALVE FAULT"

(3) プログラムド・アナウンス・リプロデューサー

- ① PASSENGER OXYGEN SYSTEM ; 2 C (10,000飛行時間/48ヶ月)
 - ・ FUNCTIONAL CHECK OF AUTOMATIC RELEASE OF PASSENGER OXYGEN MASKS
 - ・ DETAILED INSPECTION OF MASKS, GENERATORS AND RELEASE CATCHES

② OPERATION CHECK OF AUTO ANNOUNCEMENT IN CABIN
KE Requirement ; P R E / P O S T F L I G H T

2.13.3 同社における整備実施間隔

2.13.1 及び 2.13.2 に記述したとおり、同社は航空機製造者が設定した整備項目を実施するとともに、航空機製造者が設定した整備間隔よりも短い間隔で実施していた。

2.14 その他必要な事項

本重大インシデントに係る航空機製造者の見解は以下のとおりであった。

(抜粋)

《Conclusions》

- (1) *During flight from CJU to NGO, KAL A300-600R MSN 631 experienced a cabin depressurization due to the loss of both bleed systems.*
- (2) *Bleed #1 was lost first while the A/C was cruising at FL330 with Engine Anti-Ice on and Wing Anti-Ice on and in abnormally high temperature conditions (recorded temperatures up to ISA*¹² +19 °C during the flight period when both bleed systems were lost).*
- (3) *The root cause for Bleed #1 loss is either an intermittent failure at Fan Air Valve (FAV) connector level, possible failure mode identified during FAV 1 investigations, or a FAV failure to achieve the pre-cooler demand.*
- (4) *The crew reported having applied the relevant procedures, but Bleed #2 was lost due to over temperature before procedures could be completed.*
- (5) *The crew reported having identified at least one Outflow Valve (OFV) fully open, and then tried to manually control it without success.*
The Airbus analysis does not confirm that any OFV was fully open during the depressurization event.
- (6) *The crew performed an emergency descent and manually deployed the passenger oxygen masks.*

*12 「ISA」とは、国際標準大気 (International Standard Atmosphere) のことで、国際的に統一された大気の基準をいう。

- (7) *The EXCESS CAB ALT warning triggered during the emergency descent.*
- (8) *The aircraft levelled off at 9,350 ft and the crew continued to apply the ECAM procedures. At that time, both Engine Anti-Ice and Wing Anti-Ice were off.*
- (9) *The two bleed systems and the automatic cabin pressure control recovered.*
- (10) *The crew elected to continue the flight to NGO and the flight was then uneventfull.*

(仮訳)

《結論》

- (1) 濟州国際空港から中部国際空港への飛行中、KAL A300-600R MSN631は、両方のブリード・システムが機能しなくなったことにより客室減圧が発生した。
- (2) No. 1ブリードが最初に機能しなくなったのは、航空機が高度33,000ftで巡航している間、エンジン・アンチ・アイスがオン、ウイング・アンチ・アイスがオンで、異常に高い温度の条件下（両方のブリード・システムが機能しなくなった時、飛行中に記録されていた温度はISA+19℃以上：33,000ftでは約-31℃に相当する）であった。
- (3) No. 1ブリードが機能しなくなった原因は、ファン・エアー・バルブ（FAV）・コネクタ部分の間欠的な故障（（FAV）調査において確認された可能性のある故障モード）、または、プリクーラー・デマンドを達成することができなかったFAVの故障である。
- (4) 乗員は適切な手順を実施したと報告しているが、手順が完了する前に、No. 2ブリードは温度超過により機能が失われた。
- (5) 乗員は、少なくとも一つのアウトフロー・バルブのフル・オープンを確認したので、それを手動でコントロールしようとしたが、成功しなかったと報告した。エアバスによる解析では、減圧が発生していた間に、どのアウトフロー・バルブもフル・オープンであったことは立証されていない。
- (6) 乗員は緊急降下を実行し、乗客酸素マスクを手動で落下させた。
- (7) 緊急降下中に「EXCESS CAB ALT」警告が鳴った。
- (8) 航空機は、9,350ftで水平飛行に移った。クルーはECAM手順を続けた。そのとき、エンジン・アンチ・アイス及びウイング・アンチ・アイスはオフであった。
- (9) 2つのブリード・システム及びオートマティック・キャビン・プレッシャー・コントロールは回復した。

(10) クルーは、中部国際空港に飛行を続けることを決定したが、飛行中に異常はなかった。

なお、航空機製造者によれば、エアコン・システムが不動作な状態で、片側のアウトフロー・バルブがフル・オープンになった場合の客室高度の上昇率は、23,250 ft/minとなるが、同機の場合は約1,000 ft/minと緩慢であったと述べている。

また、アウトフロー・バルブがフル・クローズにおいて、エア・サプライがない場合の自然な客室空気漏洩による客室高度上昇率は、2,000 ft/minであると述べている。

一方、同機のエアクラフト・メンテナンス・マニュアル（AMM）には、客室高度が9,950 ftで警報装置が作動し、13,500 ft ~ 14,000 ftで、酸素マスクが自動的に落下すると記載されている。

3 分析

3.1 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いた。

3.2 航空機の耐空証明等

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。

なお、2.13.3 に記述したとおり、同社は航空機製造者が設定した整備間隔より短い間隔で所定の点検を実施していた。

3.3 気象との関連

当時の気象状態は、エンジン・アンチ・アイス及びウイング・アンチ・アイスを使用して飛行する条件ではあったが、本重大インシデントの発生には直接関連はなかったものと推定される。

3.4 重大インシデント発生の時期

2.1.1 に示したとおり、ウイング・アンチ・アイスを使用した直後の19時36分52秒にNo.2エンジン・ブリード・バルブがクローズしている。DFDRの記録においても、このことを発端として異常の発生が確認できることから、この頃が重大インシデント発生の時期と推定される。

3.5 客室高度の異常等について

- (1) 「ENG BLEED 1 FAULT」がE C A Mに表示されたのは、ウイング・アンチ・アイスを使用した直後であった。2.12に記述したとおり、N o. 1 ファン・エアー・バルブのコネクター・ピン部溶接の不良が確認された。このことから、N o. 1 ニューマティック・コントローラーの温度コントロール機能におけるウイング・アンチ・アイスを使用した場合の、プリクーラーの出口温度設定を177℃から227℃へ変更する温度シフト機能が不良となり、N o. 1 エンジン・ブリード・バルブが閉じたために、当該メッセージが表示されたものと推定される。また、2.14(4)で航空機製造者が述べているように、オーバーヒート・ディテクションの機能によりブリード・バルブが閉じた可能性も考えられる。
- (2) 「ENG BLEED 2 FAULT」がE C A Mに表示されたのは、2.12における調査結果から、温度シフト時のN o. 2 ニューマティック・コントローラーの不具合により、N o. 2 エンジン・ブリード・バルブが閉じたためであるものと推定されるが、また、2.14(4)で航空機製造者が述べているように、オーバーヒート・ディテクションの機能によりブリード・バルブが閉じた可能性も考えられる。
- (3) 「PACK 1 FAULT」及び「PACK 2 FAULT」がE C A Mに表示されたのは、エンジン・ブリード・バルブの N o. 1 及び N o. 2 が閉じられ、エアコン・パック・システムにニューマティック・エアーが供給されなくなったことにより、2つのエアコン・パックが機能停止したことによるものと推定される。
- (4) 2つのエアコン・パックがいずれも機能停止したため、機内与圧が維持できなくなり、機内与圧の低下が発生したものと推定される。
(説明図 航空重大インシデントの発生経緯 参照)
- (5) 機長の口述及びD F D Rの記録から、同機が緊急降下後9,400ftで水平飛行に移行したころには、ウイング・アンチ・アイスは自動でオフになり、エンジン・アンチ・アイスは乗員がオフとしたものと推定される。その約5分後にブリード・バルブは開となり、温度シフト機能が通常に戻り、ニューマティック・コントローラーの機能を回復させ、エアコン・パック機能を正常に戻し、機内与圧機能も正常に回復したものと考えられる。
- (6) 機内与圧低下の緊急事態を知らせるための、あらかじめ録音された機内放送が、本重大インシデント時に自動放送されなかったのは、2.12(4)に記述したとおり、アナウンスに係る回路にはんだ不良があったことにより、一時的に接触不良があったものと推定される。
- (7) 以上に鑑み、航空機製造者は、機内与圧系統及び緊急時の自動放送機器につ

いて、その製造品質及び整備（点検間隔及び点検内容）を再検討することが望ましい。

3.6 アウトフロー・バルブについて

3.5に記述したとおり、機内与圧の低下は同機の2系統のブリード・バルブが閉止し、2つのエアコン・システムが停止したことによるものと推定される。

2.1.2に記述したとおり、機長及び副操縦士は、客室高度が上昇した際に、アウトフロー・バルブがフル・オープンが表示であったと述べているが、2.1.4に記述したとおり、航空機製造者は、客室高度の上昇の程度が緩慢であったとして、アウトフロー・バルブのフル・オープンは立証されていないとしている。

客室高度はDFDRに記録されていないため、詳細は不明であるが、酸素マスクが自動的に落下しなかった等の本重大インシデント発生時の状況を勘案すれば、アウトフロー・バルブが実際にフル・オープンした状況は発生しなかった可能性も考えられる。

コックピットにあるエマージェンシー・ラムエアー・インレット・ドアのスイッチを押した場合に、アウトフロー・バルブはフル・オープンする設計になっているが、2.1.2に記述したとおり、機長及び副操縦士はスイッチには触っていないと述べている。

当時、機内圧力と外気圧力の差が大きく同スイッチを使用する条件が整っていなかったこと及び同スイッチにはガードがかかっており不用意に作動させることを防ぐようになっていることから、同スイッチを作動させた可能性は低いものと推定される。

同機の与圧系統は、急降下後約9,400ftで水平飛行に移行した頃には、正常に戻っており、その後の中部国際空港及び韓国内の点検でもアウトフロー・バルブの開閉指示系統の異常は発見されておらず、アウトフロー・バルブの表示がフル・オープンになった原因については明らかにすることができなかった。

4 原因

本重大インシデントは、同機が高度約33,000ftを巡航中に、エアコン・システムが2つとも停止したため、機内与圧が低下したことによるものと推定される。

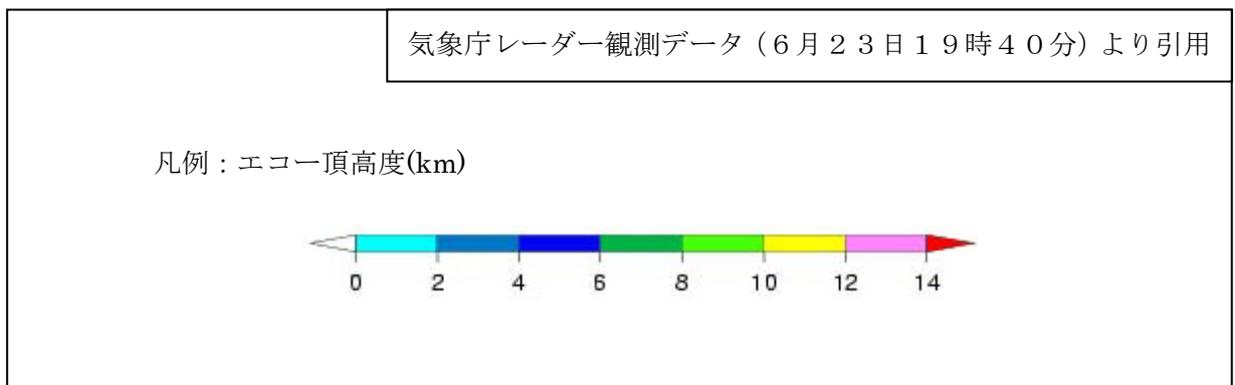
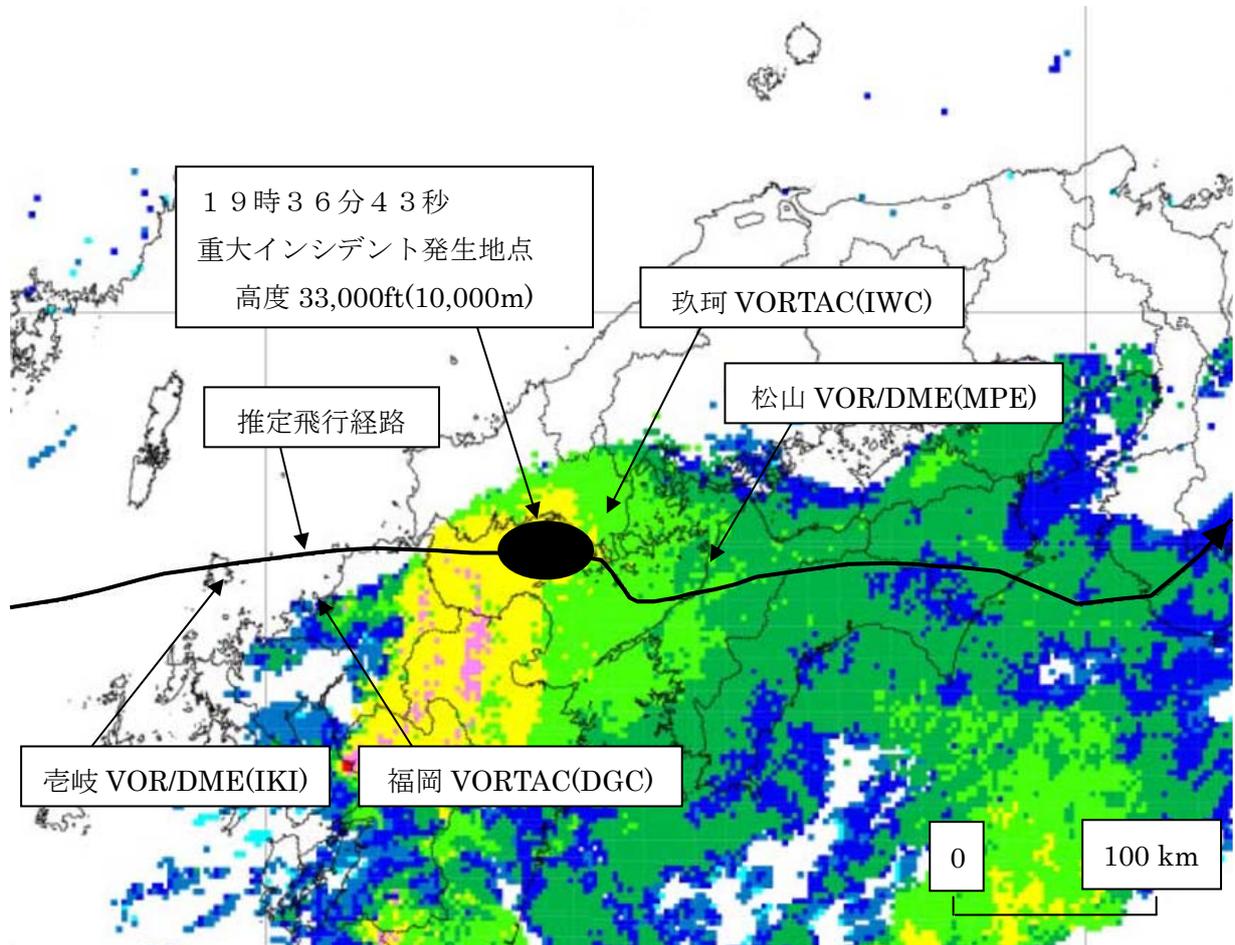
2つのエアコン・システムが停止したのは、No.1ファン・エアー・バルブ及びNo.2ニューマティック・コントローラーの不具合により、2系統のエンジン・ブリード・バルブがどちらも閉止したことによるものと推定される。

5 参考事項

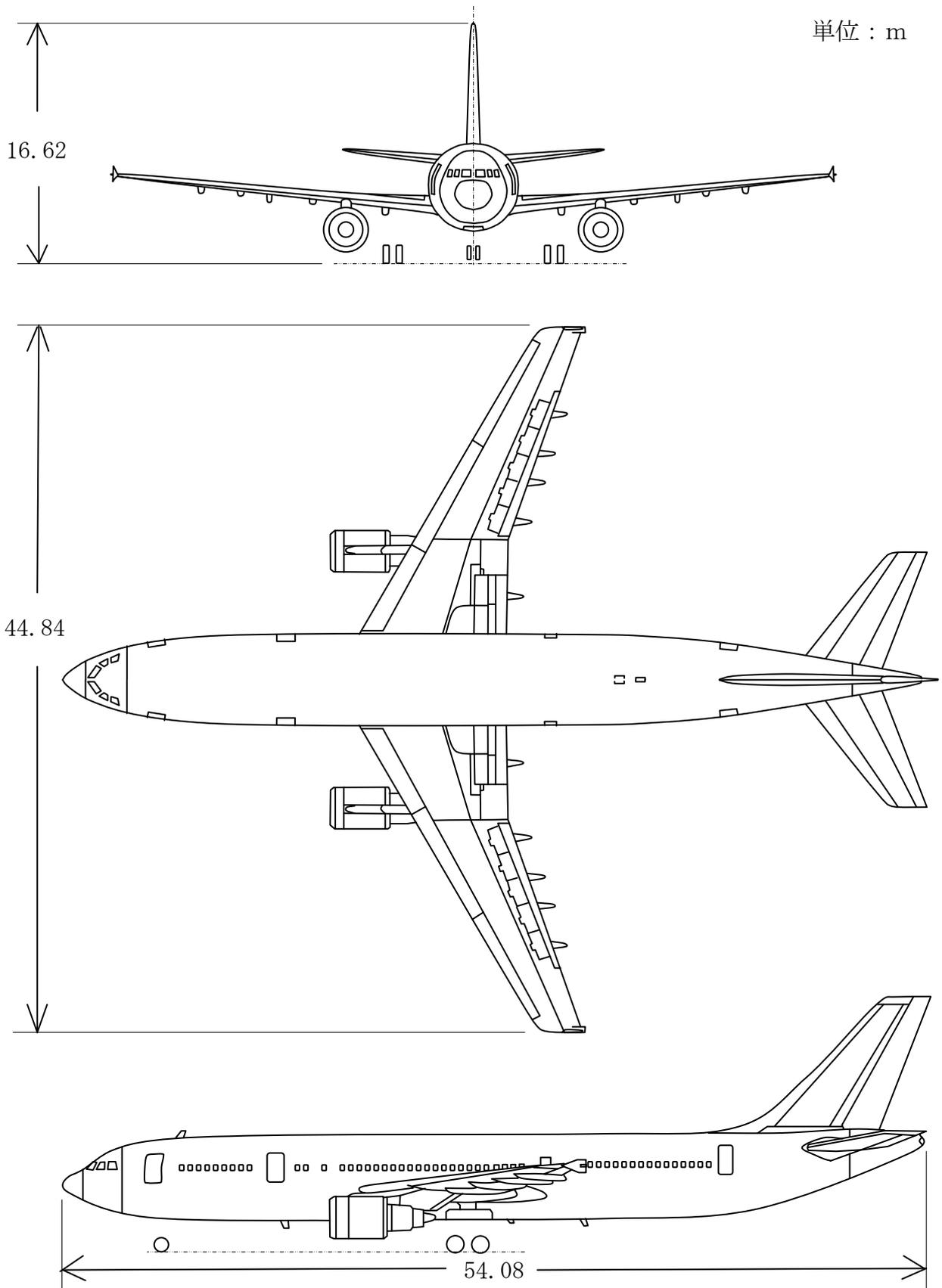
航空機製造者は、当委員会から重大インシデント調査報告書案の送付を受け、緊急時の自動放送機能を有するプログラムド・アナウンス・リプロデューサーの再評価を開始した。(3.5(7)関連)

付図1 重大インシデント発生地点、気象データ及び推定飛行経路図

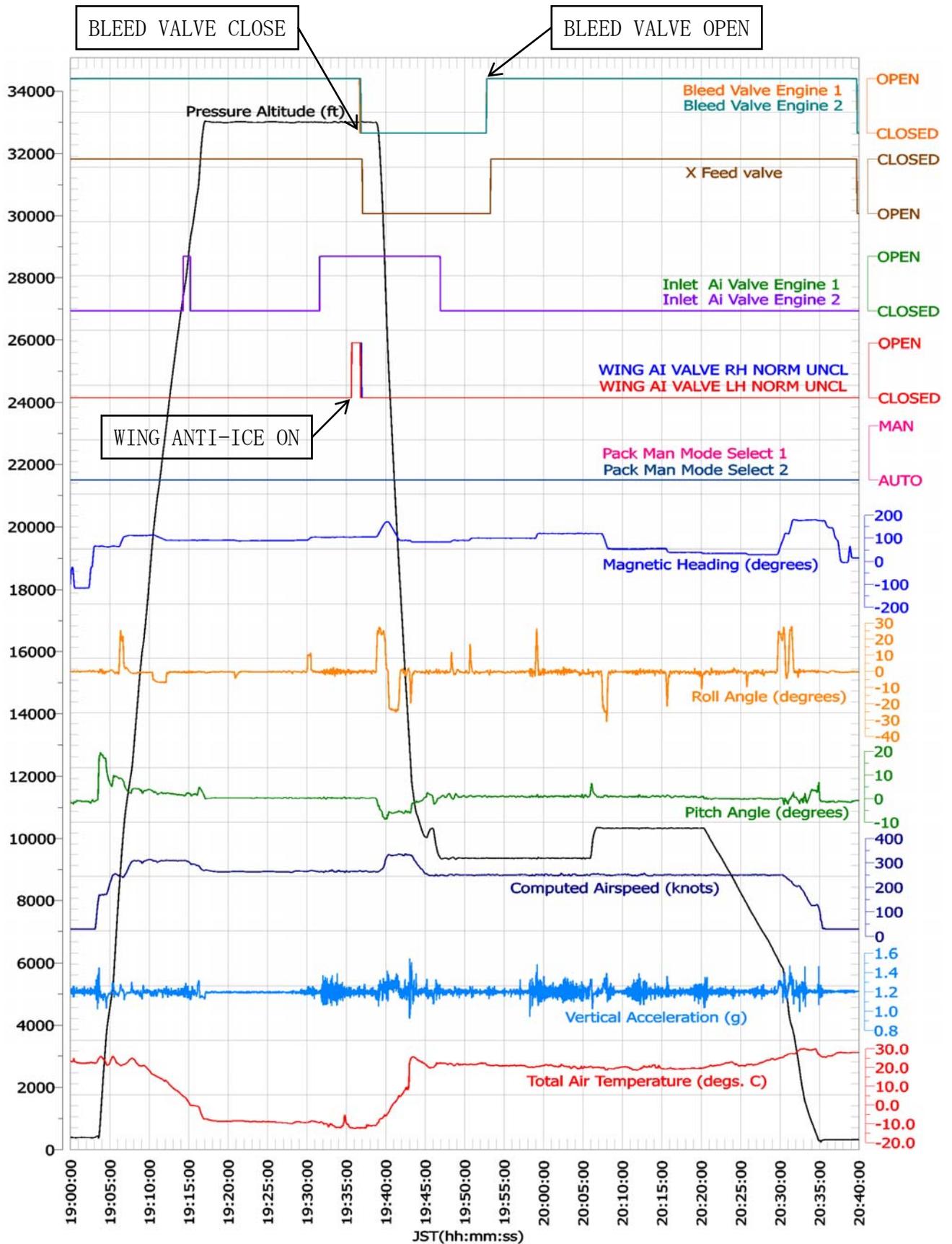
平成21年6月23日19時40分



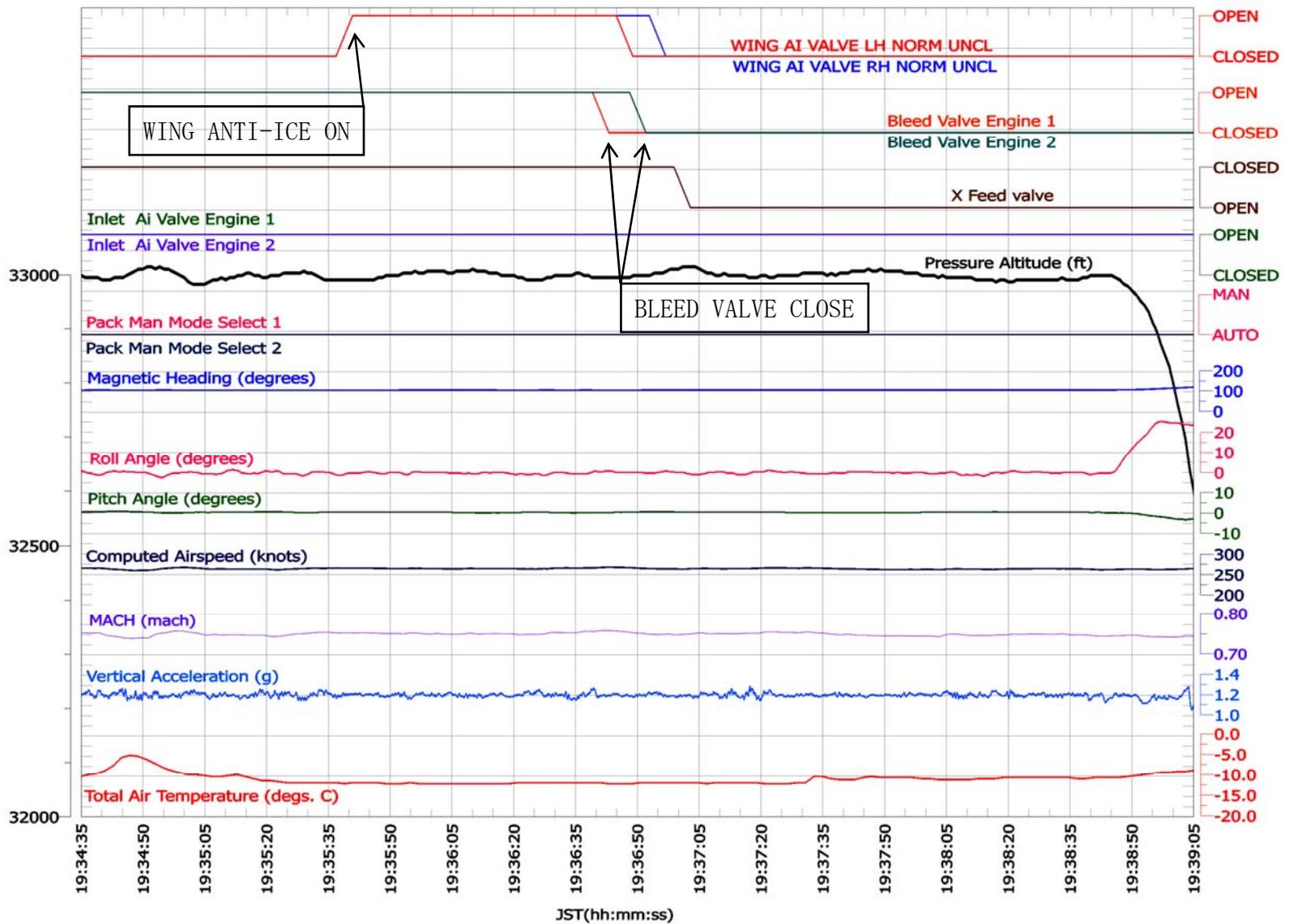
付図2 エアバス・インダストリー式
A300B4-600R型三面図



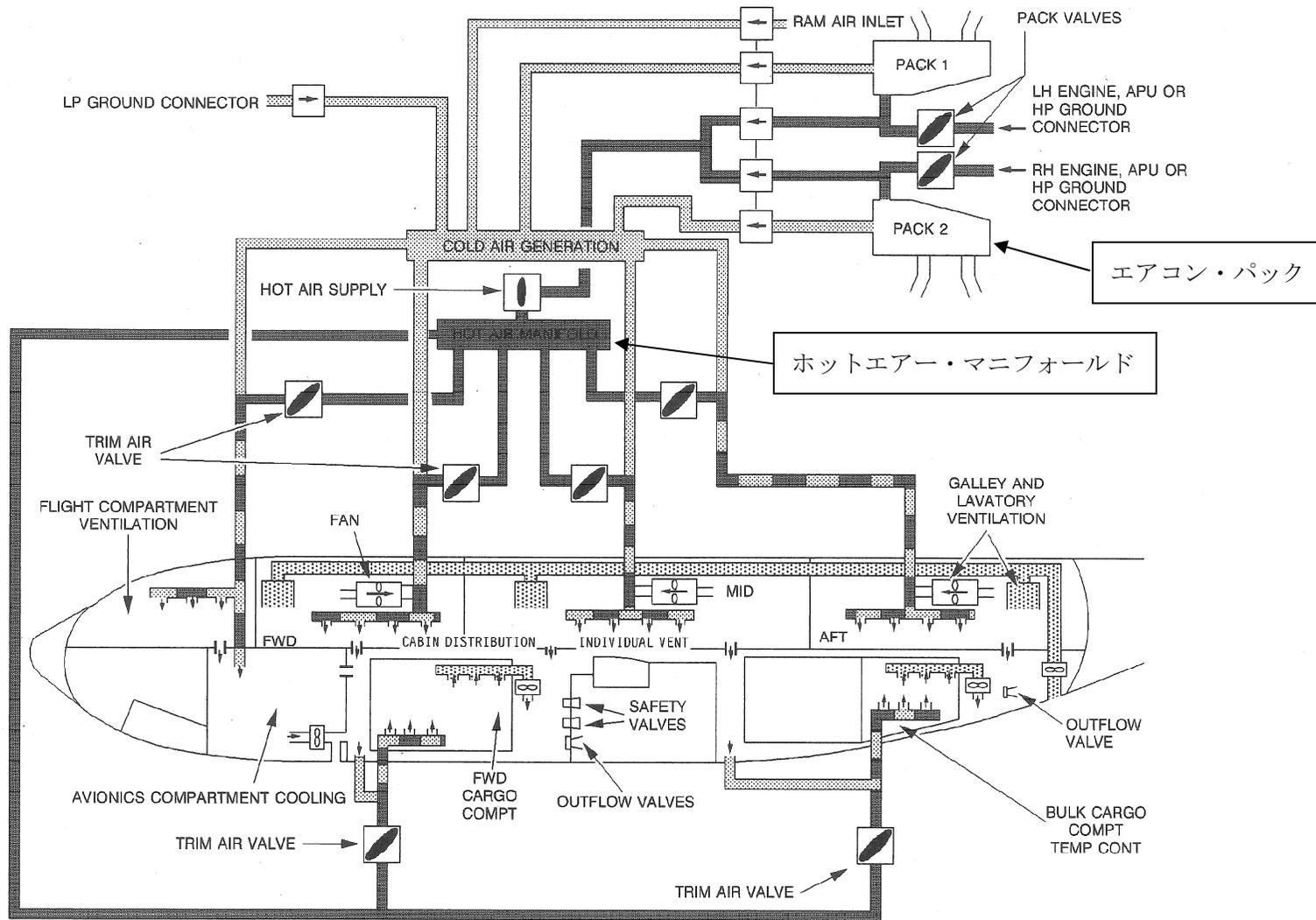
付図 3 - 1 DFDRの記録 1



付図3-2 DFDRの記録2

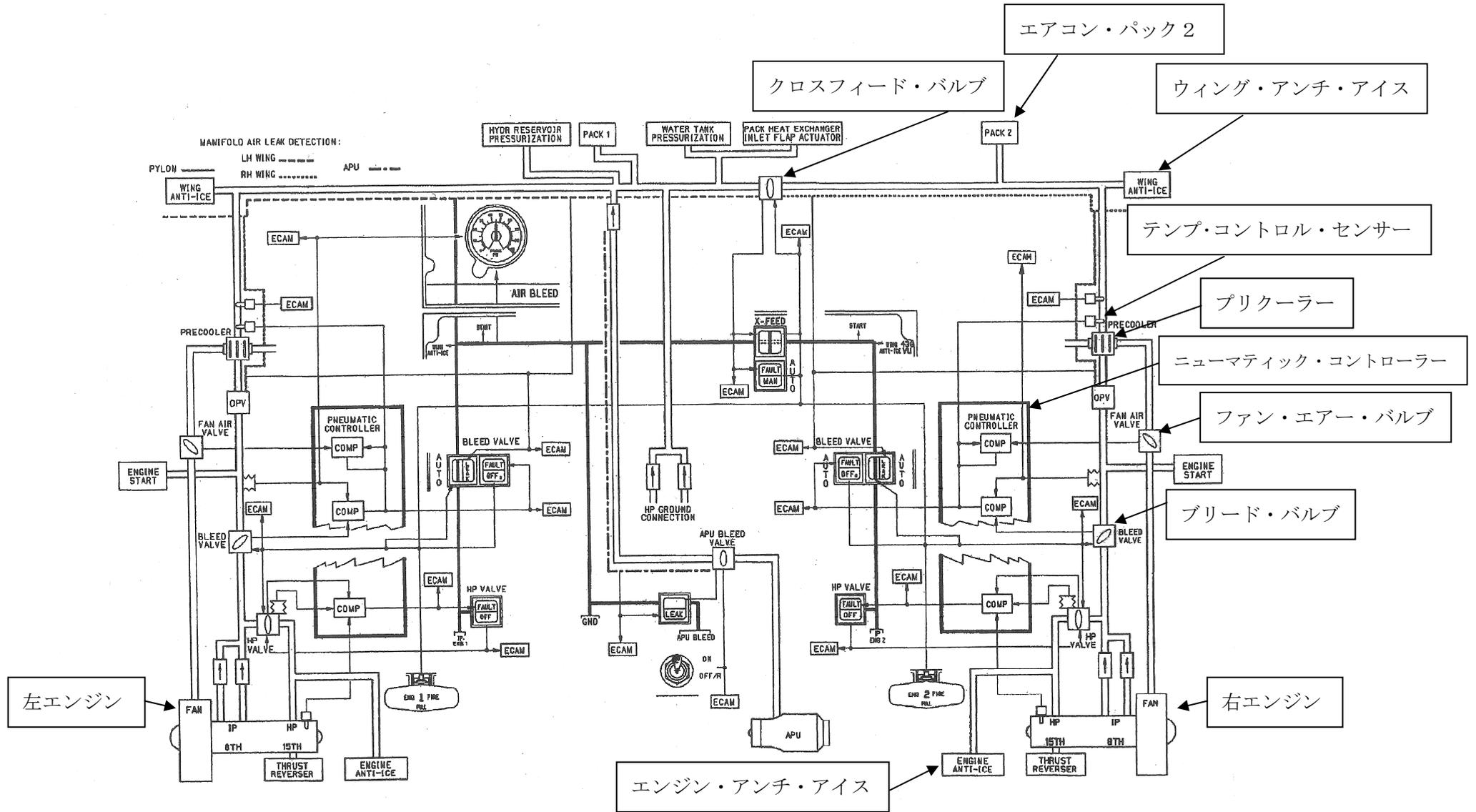


付図4 エアコン、与圧及び換気システム



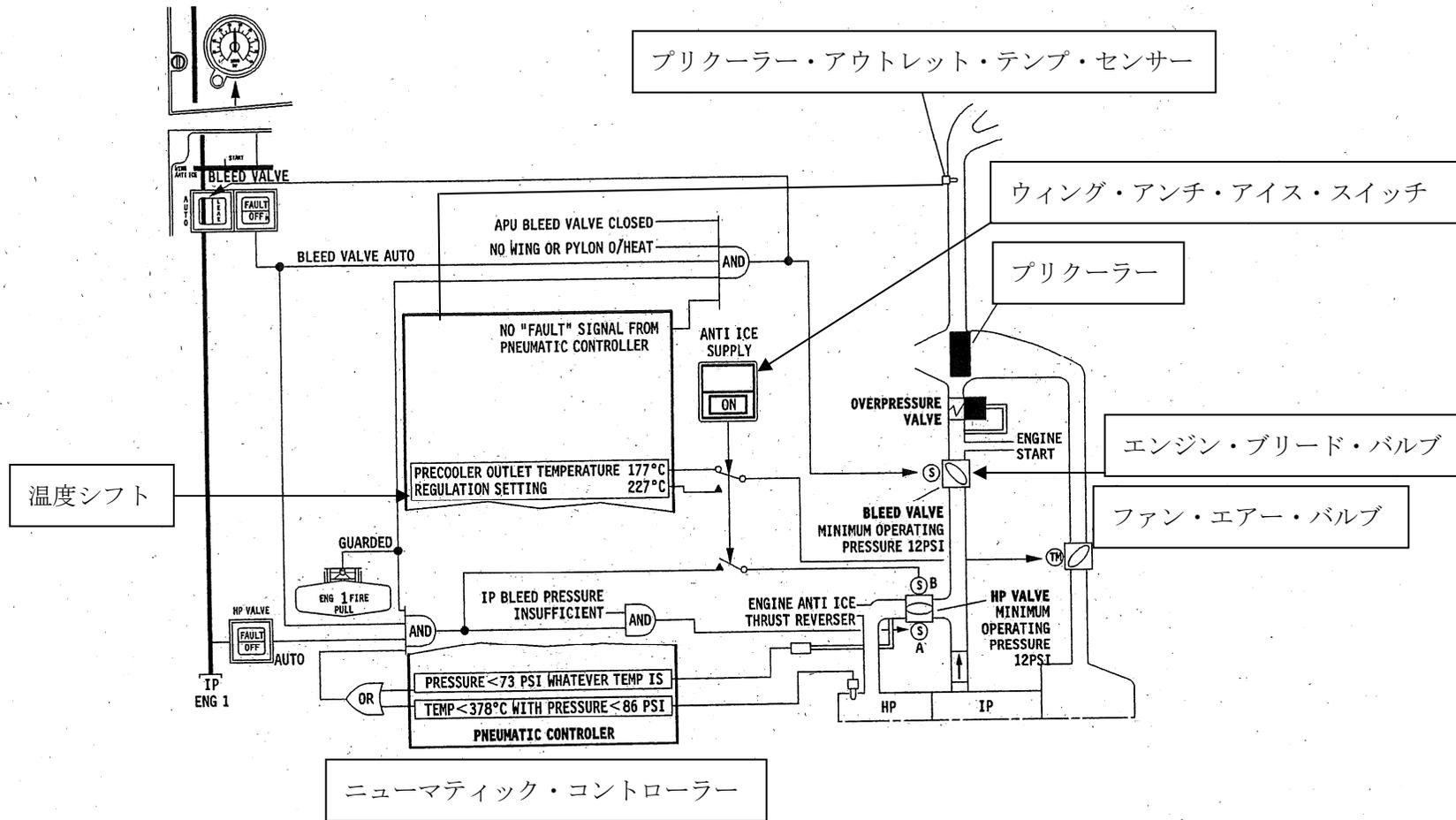
航空機製造者の訓練資料から引用

付図5 ニューマティック・エアー・システム



航空機製造者エアクラフト・オペレーション・マニュアルから引用

付図6 ファン・エアー・バルブ・コントロール



ニューマティック・コントローラーによる温度シフトは以下のとおりである。

- ・ウィング・アンチ・アイスがオフの時：177±12℃
- ・ウィング・アンチ・アイスがオン又はエア・ブリードの1系統が不作動の時：227±12℃

航空機製造者資料より引用

写真1 重大インシデント機



写真2 アンチアイス・コントロール・パネル

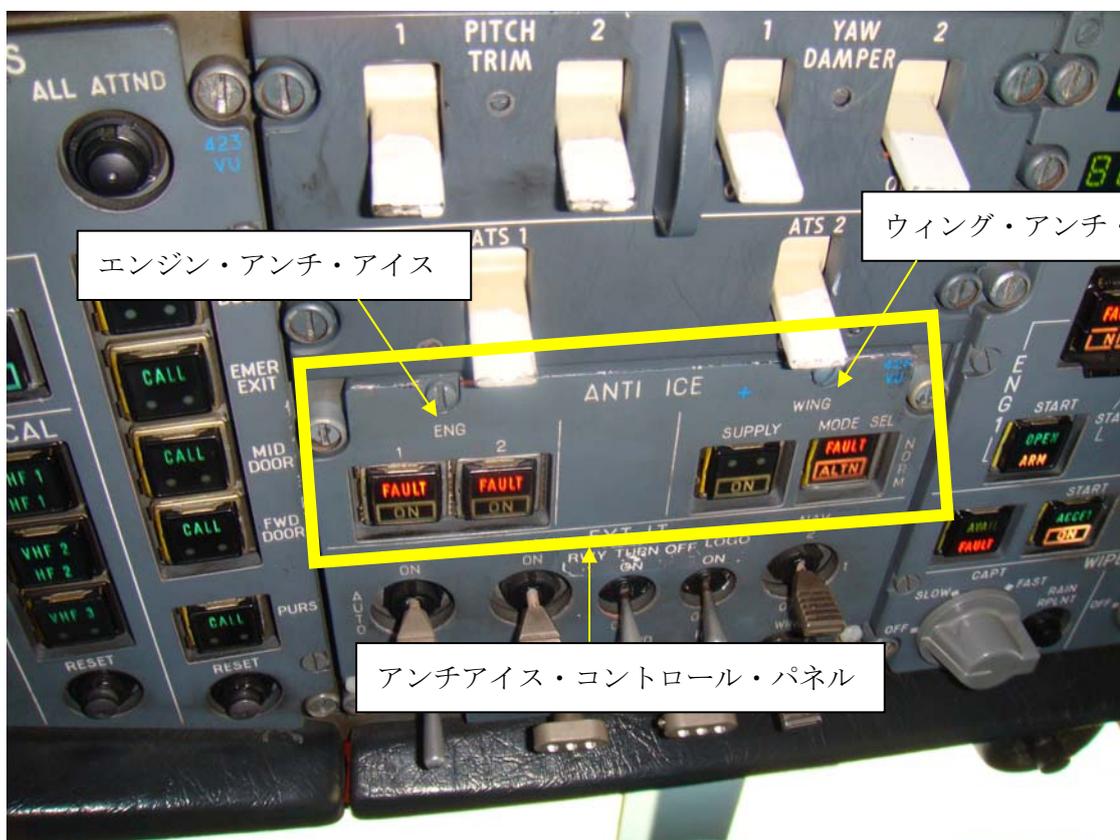


写真3 R/H ECAMディスプレイ

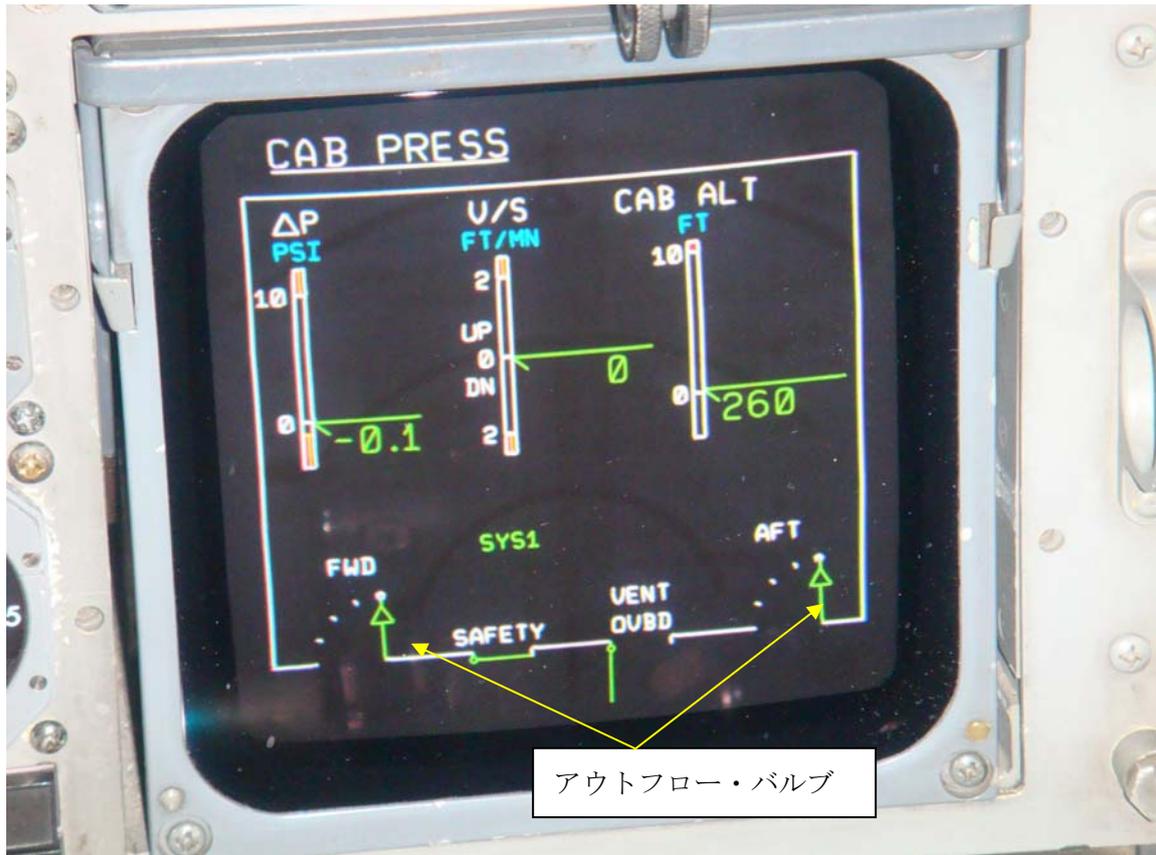


写真4 キャビンプレッシャー・コントロール・パネル

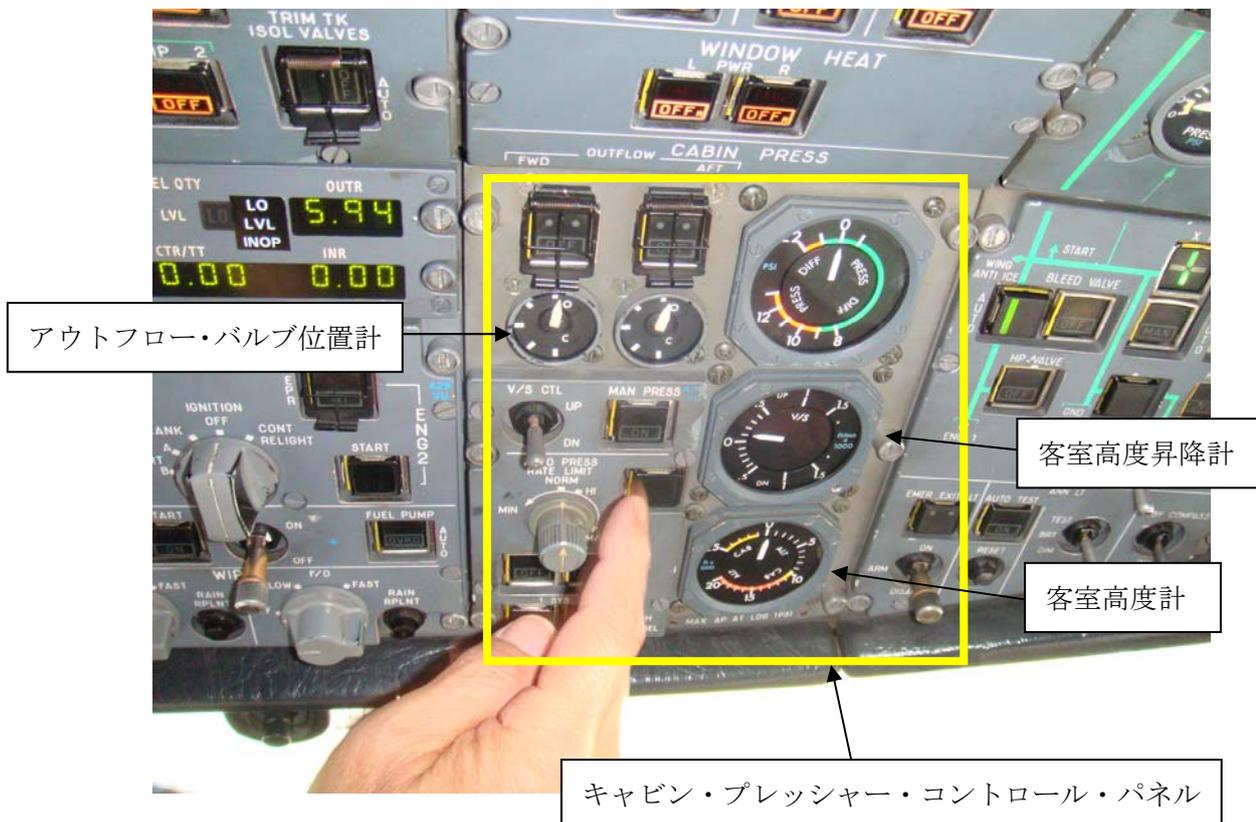
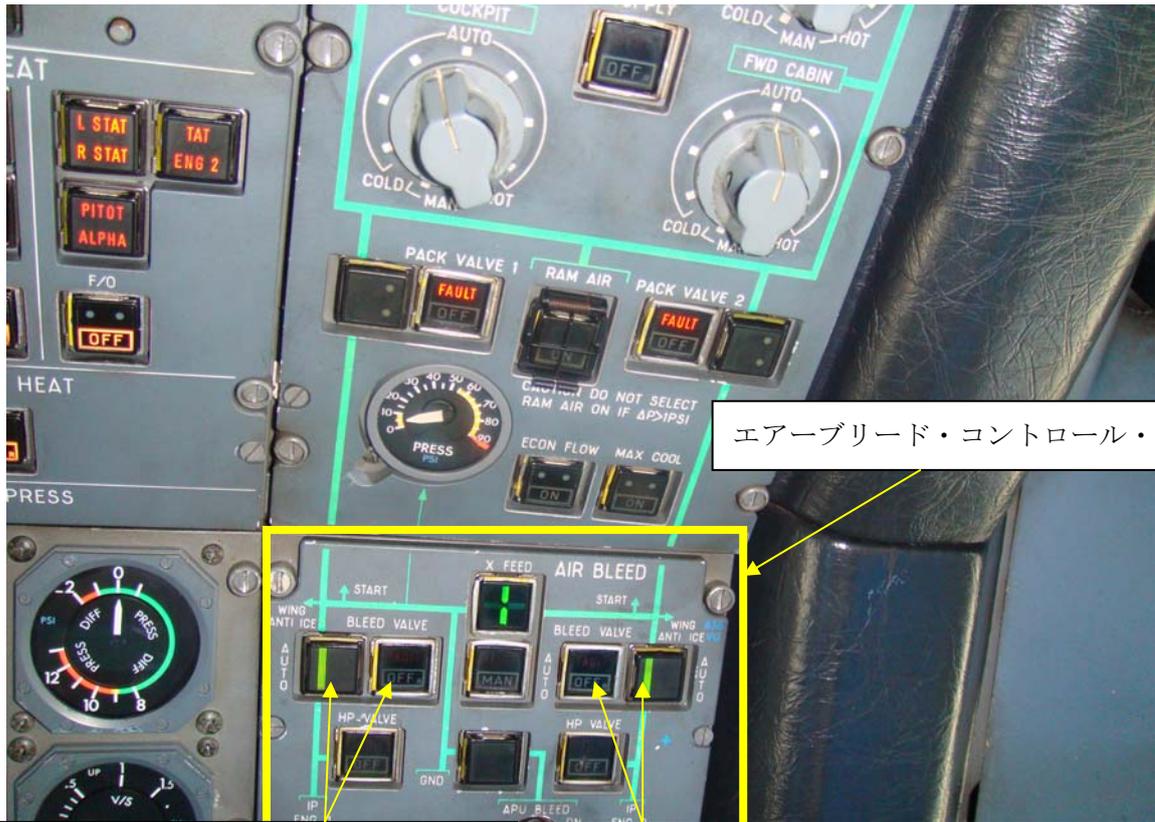


写真5 エアー・ブリード・コントロール・パネル



エアーブリード・コントロール・パネル

No.1エンジン・ブリード・バルブ・スイッチ

No.2エンジン・ブリード・バルブ・スイッチ

写真6 客室酸素マスク落下状況



客室酸素発生装置

客室酸素マスク

写真7 客室酸素発生装置

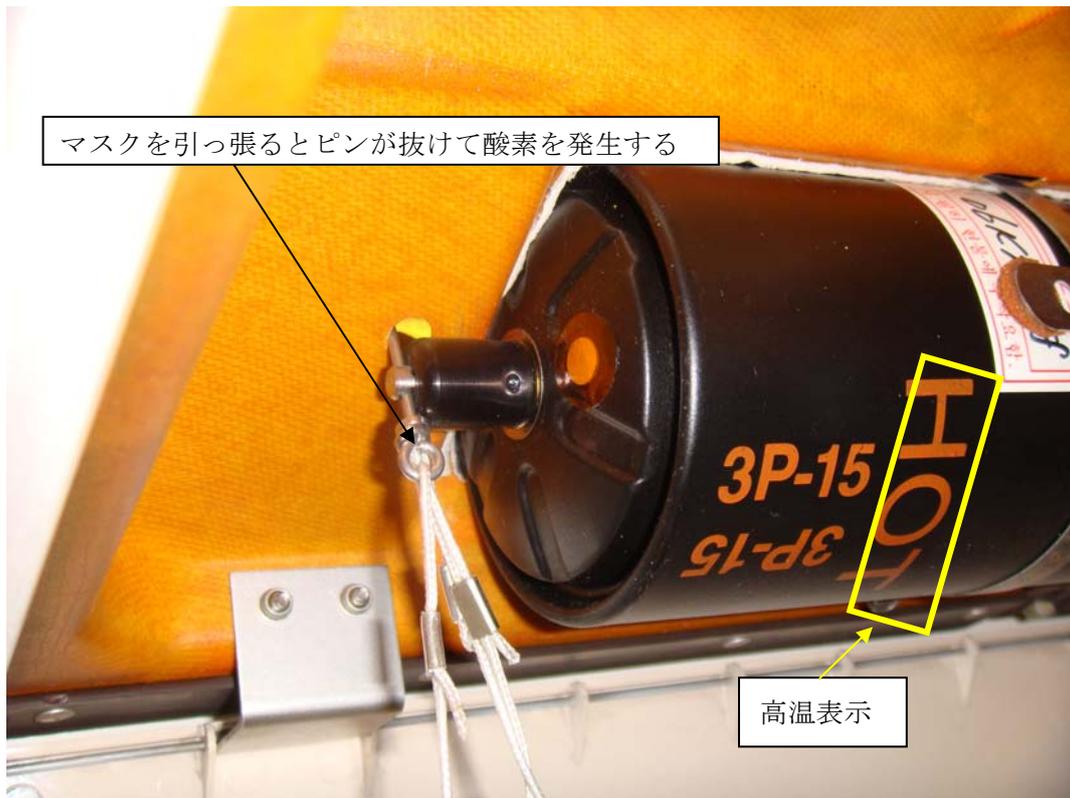
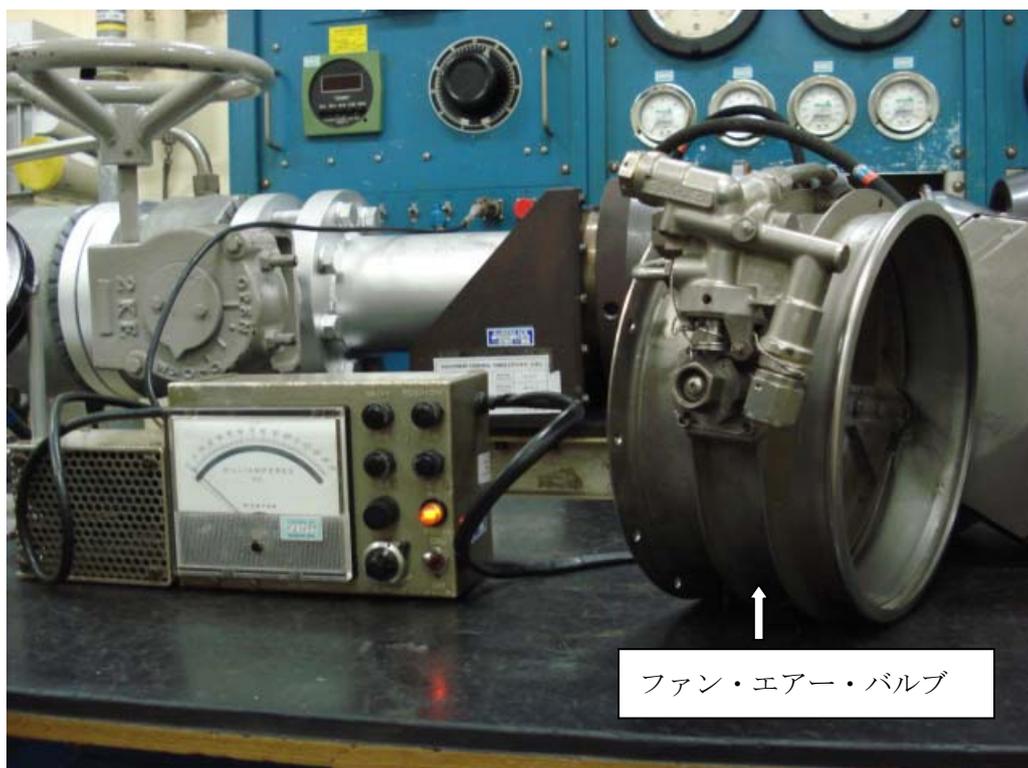


写真8 ファン・エアー・バルブ



別添 管制交信記録

10:38:06	KAL755	Korean Air 755, request descent. We have some pressurization failure.
14	Controller	Korean Air 755, stand by.
34	KAL755	MAY DAY, MAY DAY, MAY DAY, Korean Air 755, request descent due to 11...10,000. Emergency descent.
43	Controller	Korean Air 755, descend and maintain FL310. You wanna further descent ?
49	KAL755	310 unable. MAY DAY MAY DAY, Emergency descent, now descend 10,000, Korean Air 755.
54	Controller	Korean Air 755, roger, 10,000 understand.
10:39:11	KAL755	Korean Air 755, now descend 10,000, and passing heading 101.
19	Controller	Korean Air 755, descend 10,000 approved. Say again last.
10:40:22	Controller	Korean Air 755, ah...
10:40:29	KAL755	Korean Air 755, request heading 090.
34	Controller	Korean Air 755, 080 approved, maintain 10,000.
10:41:00	Controller	Korean Air 75...
23	Controller	Korean Air 755, request condition. What's wrong ?
10:42:30	Controller	Korean Air 755, request your nature of emergency. What's wrong ?
38	KAL755	Fukuoka Control, Korean Air 755, now descending 10,000. Emergency descent.
44	Controller	Roger, maintain 10,000. Emergency descent approved.
49	KAL755	Roger.
10:44:01	Controller	Korean Air 755, your position is 8nm South of MPE. Can you fly to ah Chubu-Centrair ? 10,000 ?
10	KAL755	Stand by, Korean Air 755.
13	Controller	Roger.
10:45:03	Controller	Korean Air 755, area QNH 2956.
7	KAL755	2956, Thank you.

説明図 航空重大インシデントの発生経緯

