

# 航空事故調査報告書

所 属：全日本空輸株式会社所属

型 式：ボーイング式747-400D型

登録記号：JA8960

発生場所：グアム国際空港から北北西約240kmの上空

発生日時：平成13年5月21日 01時25分ごろ（日本標準時）

平成14年 4 月24日

航空・鉄道事故調査委員会（航空部会）議決

委員長 佐藤 淳 造（部会長）

委 員 勝 野 良 平

委 員 加 藤 晋

委 員 松 浦 純 雄

委 員 垣 本 由紀子

委 員 山 根 皓三郎

## 1 航空事故調査の経過

### 1.1 航空事故の概要

全日本空輸株式会社所属ボーイング式747-400D型JA8960は、同社の定期173便として、関西国際空港を平成13年5月20日（月）22時58分（日本標準時、以下同じ。）に離陸し、グアム国際空港へ向けて飛行中、21日01時25分ごろ、グアム国際空港から北北西約240kmの上空、フライト・レベル（以下、「FL」という。）390で巡航中、タービュランスに遭遇し、機体が激しく動揺した。

同機には、機長ほか乗務員13名、乗客286名計300名が搭乗しており、この機体の動揺により、乗客1名が重傷を負い、乗客13名及び客室乗務員7名計20名が軽傷を負った。

### 1.2 航空事故調査の概要

#### 1.2.1 調査組織

1.2.1.1 本事故は、公海上で発生した日本国籍の民間航空機の事故であるため、国

際民間航空条約第13付属書に基づき、当委員会が調査を実施した。

当委員会は、平成13年5月21日、本事故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。

平成14年1月1日、人事異動に伴い、調査官1名を新たに指名した。

1.2.1.2 本事故の気象に関する調査は、元防衛大学校地球科学科教授の原田朗理学博士の協力を得た。

#### 1.2.2 調査の実施時期

平成13年5月21日	機体調査（東京国際空港）
平成13年5月21日～6月20日	飛行記録装置記録の解析
平成13年5月22日～6月28日	事実調査及び口述等の聴取
平成13年11月19日	気象衛星雲画像等の解析

1.2.3 原因関係者からの意見聴取  
意見聴取を行った。

## 2 認定した事実

### 2.1 飛行の経過

J A 8 9 6 0 は、平成13年5月20日、全日本空輸株式会社の定期173便として、関西国際空港（以下「関空」という。）からグアム国際空港（以下「グアム」という。）へ向けて飛行の予定であった。

関西空港事務所に通報された同機の飛行計画は、次のとおりであった。

飛行方式：計器飛行方式、出発飛行場：関空、移動開始時刻：22時55分、巡航速度：488kt、巡航高度：FL390、経路：DCT（ダイレクト）～TME（友VOR/DME）～DCT～KEC（串本VORTAC）～A597（航空路）～BU BUD（位置通報点/ブブド）/巡航速度変更：マッハ0.85～UNZ（ニミッツVOR）～DCT、目的地：グアム、所要時間：2時間58分、持久時間で表された燃料搭載量：4時間48分

同機は、乗客286名及び乗務員14名計300名が搭乗し、関空を22時58分に離陸した。その後、計画された飛行経路を飛行し、グアムの北北西約240kmの上空、FL390で巡航中、タービュランスに遭遇し、機体が激しく動揺した。

以下、乗務員及び乗客の口述によれば、事故に至るまでの経過及び状況の概要は、

次のとおりであった。

(1) 機長

20日21時40分ごろ、ディスパッチャーから飛行前ブリーフィングを受けた。天気概況では、日本の南方海上に梅雨前線が停滞し、関連する雲が広がっており、これを越える時、若干、雲に引っかかると予測された。また、広域雲画像情報図及び気象衛星画像等を運航計画書と照らし合わせ、自分でプロットすると、航空路A597のT A P O P（位置通報点：タポップ）からM O N P I（位置通報点：モンピ）までの間には、黄色に表示された雲域があり、雲高も40,000ft以上と推測されたので、フライト・プランの巡航高度39,000ftでは、イン・クラウドは避けられないと判断した。しかし、停滞前線的な雲の上なのでそれほど激しい揺れとはならないだろうけれども、状況によっては機上気象レーダーにエコーが映るし、外しながらオペレーションできると考えていた。

また、M O N P Iからグアムまでの飛行はオープン・エリアとなり、雲があってもアイソレートしたものぐらいなので問題ないと思った。

22時10分ごろシップ・サイドに着き、外部点検を実施したが、特に異常がなかった。

その後、22時20～30分ごろ、客室乗務員（以下「C A」という。）に対するブリーフィングを行った。気象衛星画像を掲げ、黄色く表示されたイン・クラウド区域については、コトコトぐらいの揺れが2時間程度予測されたので、注意するよう伝えた。

22時30分過ぎに乗客の搭乗を開始、関空を離陸して37,000ftに上昇した時点でシートベルト着用サインを消灯した。

その後、F L 3 9 0の巡航飛行に入り、前半は、何度もイン・クラウド飛行となった。新月だったので、機外を視認しにくかったが、雲の盛り上がり具合から判断して薄い層雲と思われ、気を張っていたが、「ライト」から「ライト・マイナス」程度の揺れであった。後半の予測は少し外れ、雲が消え、視界がクリアでスムーズな状態になったのは、R I C H H（グアムから北北西約250nmにある位置通報点：リッチ）を過ぎてからであった。

通常は、「モデレート」又は「シビア」程度のタービュランス情報があれば、飛行前ブリーフィングの際に提供され、イン・フライトにあっても、A C A R S（Aircraft Communication Addressing and Reporting System：航空機用データ通信システム）で会社からアップ・リンクしてもらえる。

しかし、当時は、同飛行ルートに先行機も後続機もなく、また、常時A T Cをモニターしていたが、タービュランスに関する入手情報は、何もなかった。

R I C H H以降において、何度も、エコーの発見に注意をはらったが、機上気象レーダーには、水蒸気の擾乱を伴う雲のエコーどころか、最も降水量の少ない「レベル1」の雲もなかったため、一瞬、故障かなと思い、チルト（アンテナの伏角）を下げたら、エコーがポツポツ映るので、レーダーに問題がないと判断できた。

タービュランスに遭遇したのは、副操縦士がグアムACCから、「ANA173 descend 2,600, pilot's discretion.」（機長判断で、2,600ftまで降下してよい。）との許可を受けてリードバックした後で、高度計のセレクター・ノブで2,600ftをセットしている最中だった。

時間は、01時25分ごろ、回数は判らないが、「ドンドンドン」と機首が上がり、FL396を示したので、約600ftは上昇した。気がついたらALTカウンターが中途半端なセット状態で停止していた。

その時、外を見ていたが、視界はオープンで、副操縦士が「星が見えた」と言っていた。当時のフライト・デッキの照明は、計器のインナー・ライトも個々に絞り、ドーム・ライト等も暗くしていたので、雲の中に入ればストロボ・ライトの反射で十分確認できる。しかし、前方にある雲の視認は、よほど目を凝らしても星明かり程度では盛り上がる黒い陰が近づく程度にしか見えない。

また、当時の機上気象レーダーのセット状態は、降下に備え、ND（Navigation Display：航法表示器）上にUNZ VORを表示させるため、レンジを320nmしていた時だったので、ウエザー・モードでチルトが $-3^{\circ}$ 、レンジが320nmであったが、コース上には何も映っていなかった。

揺れは約10秒程度で、1回目の「ドン」の直後、ピッチ角を見て、すぐにシートベルト着用サインを点灯した。副操縦士はコンティニアス・イグニッションをオンにしていた。

ほぼ同時ごろ、チーフ・パーサー（以下「CP」という。）は、シートベルト着用の機内アナウンスを繰り返していた。そのアナウンスを聞いた時、客室内での叫び声が聞こえたので、客室の揺れは大きかったと感じた。

この状況において、オート・パイロット（以下「AP」という。）を解除しないという鉄則に従い、そのままにしていると、ディセント・モードで降下するのが判った。これまでマッハ0.85でクルーズしていたが、その時、エアスピード・インジケータに、増加を示すトレンド・ベクターが上がり、0.89近くを示したので、オート・スロットル・オンのままスラスト・レバーを絞った。

M<sub>MO</sub>（Maximum Operating Speed in Mach Number：マッハ数で示された最大運用限界速度）までいくと、マッハ0.92以上の赤い表示域になるが、その

表示が出ていなかったなので、 $M_{MO}$ は超えていなかったと思う。

A Pの警告音（ビーパー音）が鳴った時（注1）、副操縦士は、「オート・パイロット」とコールした。私は、コントロール・ホイールのA Pディスエンゲージ・スイッチを押して、その警報音（サイレン）も止め（注2）、マニュアル・モードになったことを確認した。しかし、警告音が鳴ったことについては、A Pディスエンゲージ・スイッチを押したのか、A P自身が自然に外れたのか、自信を持って言えない。

その後は、マニュアル・モードのままディセントした。しかし、38,000 ftまで降りた時、前方の視界が確認されていない段階であったし、乗客等に関するキャビン・チェックも必要なため、体勢を整えてからが良いと判断し、A Pをオンにし、ALTカウンターをFL390にセット、フライトレベル・チェンジをプッシュして、FL390に戻った。

その後、01時30分ごろ、揺れがおさまったので、シートベルト着用サインを消灯し、CPに客室の状況確認を指示した。

その直後に、CPから「これから客室内を回るので、怪我をされた方は、申し出て下さい」という主旨のアナウンスをしていたので、それが終わるのを待って、「先ほどは突然の揺れで心配かけましたが、今後は揺れません。着陸まで、あと20分位のフライトですが、ごゆっくりおくつろぎ下さい」という内容のアナウンスをして、ディセントを開始した。

着陸10分前になって、CPに着陸前の準備を指示し、シートベルト着用サインを点灯した。また、着陸前のクリティカルな時で、散在する積乱雲を避ける必要もあり、カンパニー・レポート等は、後回しにする判断をした。

使用滑走路は06Lで、ILS進入であった。管制塔から後続機がないので機長判断で進入するよう許可されたので、ファイナルでは、散在していた積乱雲を避け、レイン・シャワーを浴びながらも、01時49分着陸した。

同機が01時54分ごろに、スポット・インした後、負傷者等に関するカンパニー・レポートを機上から地上の整備士に伝えた。その後、操縦室から客室に出てお客様に対応している時、操縦室に残っていた副操縦士から、東京国際空港にあるオペレーション・コントロール・センター（以下「OCC」という。）からACARSで「タービュランス遭遇時の詳細を報告されたい」という主旨のアップリンク情報が届いた。つまり、OCCは、既にACARSのオート・ダウンリンク情報でタービュランス遭遇を認知していた。それで、降機後にグアム空港支店の事務所で、OCCにシビア・タービュランス遭遇に関する第1報を入れた。

（注1） A Pのビーパー音発生条件

A Pを1 c hだけエンゲージしている時、コントロール・コラム/ホイールを操作することができ、その操作により、A Pコマンドによる舵角信号と実際の舵角に差異が生じた場合、マスター・コーション・ライトが点灯し、E I C A S ( Engine Indication and Caution Alerting System : エンジン指示警報装置 ) にコーション・メッセージが「 A U T O P I L O T 」と表示され、警告音 ( ビーパー音 ) が発生する。

(注2) A Pのディスエンゲージ

A Pは、コントロール・ホイールのディスエンゲージ・スイッチを1回押すと切れ、マスター・ウォーニング・ライトが点灯し、E I C A S にウォーニング・メッセージが「 A U T O P I L O T D I S C 」と表示され、警報音 ( サイレン ) が発生する。同スイッチを再度押すと、同メッセージ、ライト及び警報音は消える。

## (2) 副操縦士

20日21時40分から、ディスパッチャー・ルームで気象等のブリーフィングを受けた。その後、コックピットのセット・アップを行い、機長が外部点検を実施した。

離陸してから前半のクルーズは、飛行高度がF L 3 9 0、揺れの程度が「ライト・マイナス」又は「ライト」で、機内サービスに問題がないものの、「スムーズ」とは言えない状態が続いていた。

その揺れがあったのは、トップ・オブ・ディセントの約20nm手前で到着予定時刻の約25分前あたりであった。その時のコンディションは、月は出でおらず、前方に水平線らしきものが見え、星が見えたのでクリアだった。F L 3 9 0のレベル・クルーズであったが、急にF L 3 9 5付近まで上昇した。とっさに、タービュランスと思った。強度は「モデレート」程度だった。

体感では、5～10秒程度の際に、腰にひびく程でないが2～3回「ドンドン」と揺れ、高度計の指示は上昇を示した。

機上気象レーダーは、離陸後ずっとオンで、R I C H H以降も含めて、クルーズ中は、レンジをいろいろ変えてみたがコース上にエコーはなかった。また、タービュランス遭遇時は、チルトを-3°にセットしていたのは記憶にあるが、レンジについては、記憶にない。

揺れ始める直前の状態は、グアム・センターから、2,600ftまで降下してよい旨のクリアランス受け、リード・バックしていた途中であり、機長が高度計のセレクター・ノブをセットしていた最中であった。

揺れの前は、シートベルト・セレクターをオートのポジションにしてあったが、揺れの後は、機長指示でオンにした。また、揺れてからの時間経過は記憶

してないが、コンティニュアス・イグニッションをオンにした。その時のエア・スピードは、増速していたが、トレンド・ベクターがバーバー・ポール（M<sub>MO</sub>を示す赤い表示域）を越していないように思う。

FL395付近になった以後は、APが修正したのかFL394まで降下した。その時、機長はスラストを絞っていた。

FL394になったところで、EICASには、ビーパー音と同時にコーション・メッセージが出たので、「オート・パイロット」と声を出して読み上げた。その時は、もう揺れていなかったと思う。同時にコックピットの窓にセント・エルモの火が走った。その後、薄い高層雲に入ったが、一瞬ですぐ消えてクリアになった。その雲の中から出たあたりで、ビーパー音が消えたので、機長は、APをディスエンゲージしマニュアル・モードに切り替えたと思った。マニュアル・フライトを開始後は、揺れはなかった。

APが解除されビーパー音が消えた時の状況は、機長がコラムを左手で、スラスト・レバーを右手で握っていたが、いずれにしても操縦桿を押さえつけた様子はないし、APを解除するような指の動きがあったかどうかは確認していなかった。

その後、FL394からゆっくり高度を降ろした。マニュアル・フライトでFL390まで修正した後、機長は「降ろしていくよ」と声をかけ、確かではないがFL385まで下りてから、途中でインテンションを変更し、FL390に戻った。

インテンションの変更について、機長は何も言わなかったが、想像ではFL390がスムーズだったので、降りるよりはスムーズの状態にいたほうが良いと判断したのではないかと思った。FL390からのトップ・オブ・ディセントを開始せず、レベル・フライトの間にキャビン・チェックを実施させ、CPに報告するよう指示していた。

機長は、CPから移動可能かどうかの確認に対し、気をつけて見回るよう返答した後、シートベルト着用サインを消灯した。

その後、機長が「You have control」と言ったので、PF（Pilot Flying）になり、かつATCも行った。機長は、その間にキャビン・アナウンスを行い、その終了後に、PFに戻った。

機長からCPに対して出されたキャビン状況の確認指示に対しては、確かではないが着陸15分前ごろ、高度を下げ始めてFL180でQNHをセットする手前の段階では、まだ取りまとめができず、CPから状況報告が来たのは、FL120付近まで降下した、おそらく着陸10分前位であった。その時の報告内容は、「乗客6名及びCA1名が負傷しているが、ドクター及び救急車の必

要がない程度であり、また、キャビン内に損傷箇所がある」とのことであった。

アプローチに入ってから、機上気象レーダーにエコーが映り始め、ファイナル・コースにも大きなエコーが2個あったので迂回しながら進入し、着陸した。

機長は、地上整備士に、インターホンでタービュランスに遭ったこと、また、負傷者の発生及びキャビン内の損傷箇所に関するCPからの報告を伝え、シップ・サイドに旅客係員を配置し、ケアにあたるよう要請した。

(3) 客室乗務員（CPを主として、他のCAの口述で補足）

機長の飛行前ブリーフィングでは、前半の約2時間は揺れが予測されるが、後半の約1時間はグアムに近づく程、「スムーズ」になるとの説明であった。

巡航に移る少し手前で、シートベルト着用サインが消灯し、キャビン・サービスが開始された。ブリーフィングどおり前半の2時間は揺れが続いていた。

タービュランスに遭遇したのは、着陸の約30分前であった。その時、機体中央部にあたる、L3のCAステーションにいた。急に「ガタン」と「モデレート」程度の揺れがあり、すぐ「ボン」と音がしてシートベルト着用サインが点灯したので、アナウンスをしなければと思い、L3インターホンを取った瞬間に、2回目の大きな揺れが「ドン」と来た。揺れは2回とも沈む感じで、2回目のほうがすごく、ただ事でないと思った。

右手にインターホンを持ったまま、近くのシートの背当てを左手でつかまえたが、手が離れて、身体が宙に浮いた。

その後、「大きな揺れがあったので、シートベルトを着用して下さい。また、化粧室の使用をお控え下さい。席を立たないようにお願いします」という内容のことを、日本語と英語で各3回、ゆっくりとアナウンスした。2回目の時は、「シートベルトを腰の低いところで、しっかりお締め下さい」という内容も付け加えた。

また、立ったまま業務中であった各キャビンのCAによると、揺れに対する体感的な表現は、次のとおりであった。

前方キャビンでは、2回とも、しゃがみ込む等、姿勢を低くしたり、身近な座席の肘かけや背当及びギャレー内のセーフティ・バー等にしっかりつかまらなければ、体を支えきれず、機体の沈みと同時に体が浮き上がる急激な降下であった。

後方キャビンでは、つかまった手が振り解かれ体が跳ね上げられほど、大きな揺れで、単に機体の沈みと同時に体が浮き上がるだけでなく、2回目の揺れにあっては「体が浮く前に、床に吸い付けられる感じがあった」と言う者もいた。

アップパー・キャビンのCAは、急落下の時に下に引き込まれるような感じが



したので、座席ベルト等につかまって身体が浮くのをくい止めた。

間もなく揺れがおさまり、インターホンでC Aの着席状況や化粧室の利用者の有無を確認した。化粧室利用者は、最後部左側のみで、前方はいない旨(その時点で、右通路側化粧室の確認が取れていなかった。)の返答があった。

その時、機長から「大きな揺れがありましたが、以後のフライトはスムーズなのでご安心下さい」とのアナウンスがあった。

その直後、機長に「C Aは全員着席していること、化粧室利用者が1名いたこと」を知らせ、折り返し、機長からは、詳しい状況を取りまとめ報告するようにとの指示があった。

#### (4) 乗客

負傷した乗客の大半(シートベルトを着用していた1名及び化粧室と席の間を移動中であった2名を除き)は、シートベルト非着用状態で仮眠又は着席していた。

負傷した乗客の口述では、「最初の揺れで目を覚まし、次はグーンと降下」、「降下したか、跳ね上がったか不明」、「2~3回揺れてから、300m程落下した感じ」、「最初はドンで、次はフワーと落下」など、表現が様々であったが、シートベルトを着用していた1名を除き、負傷者のほぼ全員が身体の浮揚及び落下により負傷していた。

また、数名の乗客からは、「揺れがあった時に、窓から稲光が見えた」また、「機長からカミナリに関する放送があった」旨の口述があった。

事故発生地点は、グアムの北北西約240kmの上空、FL390付近で、事故発生時刻は、平成13年5月21日、01時25分ごろであった。なお、同機のグアム着陸時刻は01時49分であった。

(付図1及び2参照。また、用語解説は別添1及び2参照)

## 2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

乗客1名が重傷を負い、乗客13名及び客室乗務員7名計20名が軽傷を負った。

## 2.3 航空機の損壊に関する情報

### 2.3.1 損壊の程度

客室内小破

### 2.3.2 航空機各部の損壊の状況

座席38C右側の肘かけ

破損

メイン・デッキ最後部R5及びL5付近の天井パネル

亀裂損傷

## 2.4 航空機乗組員等に関する情報

### 2.4.1 運航乗務員

(1) 機長 男性 44歳

定期運送用操縦士技能証明書（飛行機） 第4643号

平成7年3月3日

限定事項 陸上多発機 ボーイング式747-400型 平成4年6月3日

第1種航空身体検査証明書 第12650914号

有効期限 平成13年6月3日

総飛行時間 8,619時間22分

同型式機による飛行時間 4,292時間12分

最近30日間の飛行時間 30時間11分

(2) 副操縦士 男性 33歳

事業用操縦士技能証明書（飛行機） 第13756号

平成5年11月25日

限定事項 陸上多発機 ボーイング式747-400型 平成12年8月28日

計器飛行証明 第6559号

平成6年6月15日

第1種航空身体検査証明書 第11719125号

有効期限 平成13年9月27日

総飛行時間 3,707時間26分

同型式機による飛行時間 415時間06分

最近30日間の飛行時間 35時間36分

### 2.4.2 客室乗務員

前任客室乗務員 女性 31歳

乗務配置 L1

入社年月日 平成5年4月1日

総乗務時間 5,900時間

前任客室乗務員以外の客室乗務員11名に関する情報については、省略した。

## 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747-400D型

製造番号 25643

製造年月日 平成5年3月25日

耐空証明書

第98 - 028号

有効期限

平成10年11月27日から整備規程の適用を受けている期間

総飛行時間

21,319時間29分

定期点検(平成13年5月5日実施)後の飛行時間

135時間36分

(付図2及び写真1参照)

### 2.5.2 重量及び重心位置

事故当時、同機の重量は472,300lb、重心位置は20.7%MACと推算され、いずれも許容範囲(最大離陸重量599,600lb、事故当時の重量に対応する重心範囲13.0%~30.3%MAC)内にあったものと推定される。

### 2.5.3 燃料及び潤滑油

燃料は航空燃料ジェットA-1、潤滑油はジェット・エンジン用エッソ・ターボ・オイルETO2197であった。

## 2.6 気象に関する情報

### 2.6.1 天気概況等

気象庁から提供された地上天気図(21日03時観測)によると東シナ海にある低気圧から東に延びる梅雨前線が、日本の南に横たわり、この低気圧は時速15ktで東北東に移動していた。また、フィリピンの東には低気圧があり、ほぼ停滞していた。

また、同じく気象庁から提供を受けたアジア太平洋200hPa高度・気温・風・圏界面図(20日21時観測)では、アイソタック(Isotach:等風速線)で示された80kt以上の強風域から判断すると、ジェット気流は、梅雨前線の北方に位置し、日本上空に横たわっていた。

(付図3及び4参照)

### 2.6.2 気象庁から提供を受けた広域雲解析情報図(21日01時及び02時観測。

以下「雲解析図」という。)によると、日本の南には、雲頂高度が41,000ft~43,000ftに達する広大な雲域と、その南方500nmまでの範囲に、雲頂高度46,000ftに達する東西に伸びる雲域があり、それらは東シナ海にある低気圧及びそれから伸びる前線に対応していた。

また、グアム島付近には、雲頂高度が46,000ftを越える多数の積乱雲からなる大きな雲域(かなとこ状の積乱雲もある。)及び不規則に分布した単一の積乱雲があつて盛衰を繰り返しており、それらの雲域が南西から北東方向に連なっていた。

(付図5参照)

2.6.3 気象庁から提供を受けた静止気象衛星の雲画像(21日01時及び02時観測。以下「衛星画像」という。)によれば、事故発生地点付近には、01時には確認できないが、02時には雲頂高度が高い積雲系の雲が存在していた。

また、雲解析図、及び気象庁が21日03時観測データにより作成した航空路断面図によると、北緯10°~20°及び東経140°~150°で囲まれた洋上空域には、大規模な対流による積雲系の雲があり、所々に積乱雲が盛衰していた。

(注) 衛星画像は、静止気象衛星が西から東に向かって1分間に約100回転しながら、25分間で北から南を可視赤外走査放射計により撮影して毎時作成されており、その画像の水平解像度は5kmである。

また、衛星画像には、可視光線の観測(昼間のみ)によるものと、赤外線観測(昼間及び夜間)によるものがあり、夜間飛行であったため赤外線観測によるものを使用している。以下、赤外線画像の特徴を記す。

- 1 雲が射出する赤外線を測定することによって、射出した部分の温度を理論的に推定することができる。一般に、雲の周辺の気温の鉛直分布は判っているため、それをもとにして、赤外線を射出した部分の高度が推定できる。その部分は、雲の最上部にあたるため、それをもって雲頂高度としている。
- 2 画像の表現は、暖かい海面を黒色とし、雲頂高度のより高い雲、すなわち雲頂が低温になるにしたがい、白色に近くなるようにされている。

(付図5、6及び写真3参照)

## 2.7 タービュランス情報の処理

### 2.7.1 タービュランスに関するACARS情報

同機は、一定以上のタービュランス(モデルート以上)に遭遇した場合、当該情報をACARSによって同社OCCに、自動的にダウン・リンクしていた。

同機から送信されていた同情報の概略は、次のとおりであった。

時間：16時24分(UTC：協定世界時)、便名：ANA173、  
機体：B747、位置：15N37.6/143E34.9、  
垂直加速度：+1.90、巡航高度：FL390 (以下省略)

### 2.7.2 タービュランス情報の報告及び収集

グアム・センター及びアガナ・タワーと同機のTranscription(交信記録)には、

タービュランス遭遇に関する報告の記載がなかった。

なお、事故当時に於ける、同機が収集可能なタービュランス情報の有無について、航空局及び気象庁に確認したところ、該当する情報はなかった。

## 2.8 飛行記録装置及び操縦室用音声記録装置に関する情報

同機には、アメリカ合衆国フェアチャイルド・ウエストン社製 17M800 - 251 型飛行記録装置 / 製造番号：第 3851 号（以下、「DFDR」という。）及び同社製 93A100 - 30 型操縦室用音声記録装置 / 製造番号：第 50120 号（以下、「CVR」という。）が装備されていた。両装置共、機体後部に設置されており、特段の損傷を受けることなく、回収された。

### 2.8.1 DFDR 記録

DFDR 記録には、同機が関空を離陸してからタービュランスに遭遇し、同機が事故と判明するまでの間に必要な記録がすべて残されていた。主要な DFDR 記録は、付図 7～9 に示す。

当該 DFDR には、同機の内部時計により時刻が記録されていたが、時刻照合については、事故当時、同機にタービュランスによる動揺が発生した際、ACARS によりタービュランス情報が同社に自動的に送信されていたので、その受信時刻を使用した。

### 2.8.2 CVR 記録

同機の CVR は、装置が停止するまで 30 分の音声を記録するエンドレス・テープとなっている。同機は、グアムから関空への折り返し便として運航された。そのため、タービュランスに遭遇した飛行が航空事故と認定され、同装置が取り降ろされた時には、事故時の音声記録は残されていなかった。

（付図 7、8 及び 9 参照）

## 2.9 医学に関する情報

### 2.9.1 乗客及び乗務員の負傷状況

同機の乗客 286 名及び乗務員 14 名計 300 名中、乗客 1 名が重傷を負い、乗客 13 名及び CA7 名計 20 名が軽傷を負った。

なお、負傷者の最終取りまとめには、事故の当日以降に同社に受診相談を行った者に対し、当委員会が口頭又は書面による聞きとり調査を実施し、確認した者も含まれる。

## 2.9.2 負傷者の負傷状況

### 2.9.2.1 重傷者

重傷者は、女性の乗客1名のみであり、同人の口述によると、概略次のとおりであった。

ハイヒール型のサンダルを履いて、前方の化粧室前にいた時、大きな揺れがあり、浮揚後の落下時に左足の外側が下になるように転倒した際、くるぶし付近に激痛が走った。

見る間に腫れてきた感じと悪寒がしたが、その時は捻挫かなと思った。CAの方に「痛くて歩けないこと、寒いこと」を伝えたら湿布薬で手当をしてくれた。降機の際は、出口からタクシー乗り場まで車椅子で連れて行ってもらった。

ホテルに着いた時も歩けず、車椅子を出してもらいチェック・インした。

その後、早朝08時に開業する病院に駆け込んだ。医師の診断は、レントゲン写真を見て、くるぶしの一部に骨折が認められるとのことであった。一刻も早く帰国することを決断し、搭乗した航空会社に電話して、帰りの便の手配をお願いした。翌日、他の航空会社の早朝便で帰国した。

後日、当委員会が入手した現地病院が作成したカルテには、腓骨骨折(fracture distal fibula)と記され、ギブスの処置がされていたことが確認された。

### 2.9.2.2 軽傷者

乗客の軽傷者は、着席中の者が7名、仮眠中の者が5名及び化粧室出口付近を移動中の者が1名、計13名であった。この内、仮眠中に浮上し、落下した時に座席の肘かけ部で尻を打った者以外は、ゾーンEに集中していた。特に、最後部付近では、L5付近の化粧室から出てきたところで、天井で頭を打った者、座席から後方に跳ね上げられ、R5付近の天井に激突した者をはじめ、天井や手荷物入れに頭を打ち落下するなどして、頭・腰部打撲や頸椎捻挫により負傷した。また、シートベルトを着用していたが、隣の者が落下時に当たり、顔に負傷した者もいた。

CAの軽傷者は、計7名であった。その内訳は、L5付近で肘かけ等をつかみきれず天井に当たった1名が頭部に切り傷及び両膝を打撲、L1近くの化粧室内で清掃中の者1名が左腰をひねり全身強打、ゾーンB左側通路を移動中だった者及びゾーンCのL3付近で報告伝達中の2名計3名が腰部打撲、また、R4付近で肘かけをつかみきれずに膝を擦りむいた者、並びにR4近くのギャレー内でセーフティ・バーをつかみきれずに頸部を捻挫した者であった。

いずれも、軽傷者の負傷内容は、頭部、腰部、臀部及び頸部等の打撲が主で、その他として、頸椎捻挫、膝・肘等の関節部挫傷があった。

(付図10参照)

## 2.10 救難に関する情報

### 2.10.1 機内における救急状況

事故発生後の機内における負傷者に対する救急状況は、乗務員の口述によれば、概略次のとおりであった。

#### (1) 運航乗務員（機長を主とし、副操縦士の口述で補足）

キャビン・チェックの状況が取りまとめられ、CPから報告を受けたのは、着陸11分前であった。その時の確認状況は、「負傷者が乗客6名及びCA1名計7名であるが、打撲・捻挫が主で医者及び救急車の手配は不要、及び客席の肘かけ1ヶ所と最後部R5付近の天井が破損」であった。

着陸後、スポットに駐機してから、シビア・タービュランスに遭遇し負傷者が出たことを、地上の整備士（日本人）にインターホンで伝え、旅客係員をドア・サイドに配置するよう要請した。

降機の際、怪我された数名のお客様に、心配かけたことを詫び、具合を伺ったが、湿布薬の手当をされた方がほとんどで、声かけにも答えてくれたので、その後の措置を旅客係員及びエージェント（旅行代理店）の方をお願いした。

その時点で、怪我された方は、乗客12名及びCA1名であった。怪我された乗客に、一人で歩けない方がいて車椅子が使われたが、他のお客様はそのままホテルに向かったと聞いていたので、重傷者がいるという認識はなかった。

車椅子が使われた方が骨折していたのを知ったのは、同便の折り返し174便として運航し、関空に戻ってからであった。最初は、「病院に行かれた方が2名いた」とのことだったが、昼過ぎになって、車椅子が使われてた方が骨折していたことを知った。

#### (2) 客室乗務員（CPを主として、他のCAの口述で補足）

タービュランスで揺れた時、私（CP）は、L3付近にいた。揺れがおさまってベルト着用サインが消灯したので「ベルト着用サインが消灯しましたが、まだ揺れが予想されますのでベルトをお締めおき下さい。また、揺れで怪我された方、気分が悪くなった方は客室乗務員に申し出て下さい」とアナウンス後、インターホンで、CA各自の確認区分に従ってキャビン・チェック（負傷者の確認、救急看護、破損等の点検）をするよう指示した。

機内で取りまとめた乗客6名の負傷状況は、次のとおりであった。

前方キャビンでは、足を怪我された女性1名のみであった。当時、同女性のケアに当たった複数のCAによると、同女性は、R1の化粧室前で立っていた時に揺れに遭い、一旦、体が浮き上がって落ちた。その際、ハイヒール型で踵の部分にストラップが無いサンダルを履いており、左足首をひねるような形になったと

のことであった。痛そうに震えていたので何度も症状の確認をしたが、腫れる様子がなく、本人も捻挫（軽傷）と判断していた。手当は、左足首の外側を湿布した。また、手当をしていたCAから、「一人で手荷物も多いようですし、歩くのが困難のようなので、降機の際に車椅子の手配が必要かも知れない」との伝言を受けていた。

後方キャビンでは、座席から浮き上がり右側肘かけに腰から落下した男性、同じく座席から浮き上がり右後方席の天井に当たり通路に落下した男性及びL5側の化粧室から出てすぐに天井に頭を打った男性等、計5名の乗客が、腰部、頭部等の打撲及び擦り傷を負っていたものの、いずれも軽傷であった。

また、L5付近にいたCA1名が、近くの肘かけをつかみきれず、全身を天井まで飛ばされ、打撲及び頭部に切り傷を負った。

なお、アップパー・キャビンのCAは、同キャビンに乗客がいなかったため、メイン・キャビンに降り、ケアを応援した。

初期の客室状況をまとめた状況は、「負傷者が乗客6名及びCA1名計7名。損傷箇所が38C席の肘かけ破損及びR5付近の天井に陥没1ヶ所」であった。

これらの状況を、R4のインターホンで機長に報告したのは、着陸態勢に入る直前、01時38分ごろであった。

降機時に取りまとめた、最終的な負傷者数は、新たに申し出のあった後方キャビンの旅客8名を加え、乗客14名及びCA1名計15名であった。

降機の際に実施した地上係員に対する引き継ぎは、負傷者の氏名、座席番号、負傷内容等を記録して報告し、負傷程度の確認結果から、医者及び救急車の必要がないと判断している旨を伝え、後の処置をお願いした。また、機内で申し出られた負傷者には、病院へ行く必要がある場合や、何か不安な場合の連絡先としてグアム支店の電話番号を記入したメモをドアサイドでCAと地上係員で渡した。

その後、折り返し便で同空港を出発するまでの間に、病院等へ搬送が必要な負傷者がいたとの話も出なかった。

なお、現地担当職員は、団体客が多かったため、旅客の宿泊先を確認できる各エージェントに対し、タービュランス遭遇に関する一報を入れ、何かあったら当社グアム支店に連絡を入れるよう、手配をしていた。

足を怪我された女性が骨折（重傷）と知ったのは、関空の当社支店客室部に着いた、早くとも21日10時ごろであった。

## 2.10.2 地上における同社の対応

グアムにおける同社の対応は、概略次のとおりであった。

同機が01時54分ごろスポット・インした後、担当整備士は、機長からタ



ービュランスに遭遇し数名の怪我人がいるので、ドア・サイドに地上係員を派遣するよう依頼を受け、その旨を関係者に無線で連絡した。また、状況確認のためドア・サイドに向かい、CPから救急車の必要ない旨の連絡を受け、関係者に連絡した。

一方、旅客係員は、ドア・オープン時にCPから、足を怪我した乗客がいるため車椅子を手配するよう要請を受けたので、地上係員に伝えた。

その後、地上係員は、その乗客をシップ・サイドから通関を経てタクシー乗り場まで搬送した。

03時15分ごろ、OCCは、怪我したCAの治療を受ける必要の有無について、当人等と協議した結果、治療することを決め、また、現地において怪我した乗客のリストを作成するよう依頼した。

また、機長及び現地の整備マネージャは、折り返し174便の運航についてOCCと協議し、特別点検及びCAの治療後に出発することを決定した。折り返し174便は、05時39分ごろグアムを離陸した。

怪我した乗客に対するその後の処置として、同支店の責任者は、怪我した乗客の日本における住所調査を、03時55分ごろから開始した。また、グアム現地における怪我した乗客の追跡調査は、05時17分ごろから開始し、18時30分ごろに終了した。

その間、09時ごろに、足を怪我した乗客に病院を手配した者から、その乗客が左足首近くを骨折していた旨の連絡と、本人が翌日の帰国を希望しているので航空券の手配について要請があった。これを受けて、同支店の責任者は、すぐにOCCへ連絡するとともに、入手した診断書を11時半ごろにOCCへファックスした。また、11時50分ごろまでに、足を怪我した乗客以外の乗客2名から痛みの訴えがあり、現地の病院で診察を受けさせた。12時ごろまでに、足を怪我した乗客以外の怪我した乗客とはすべて連絡が取れたが、足を怪我した乗客への連絡は取れなかった。さらに、病院に行くほどでないが痛みを訴えてきた乗客についても、同社と契約のある現地エージェントの協力を得て病院及びホテルを巡回し、湿布薬等の要求に応じる等のケアを行った。

18時30分ごろ、初めて、足を怪我した乗客本人から連絡があったので、同支店の責任者は、帰国に関する意思確認をし、翌日に他社便で帰国させた。

## 2.11 その他必要な事項

### 2.11.1 積乱雲について

同社が編集し、(財)日本気象協会が取扱所として発行されているANA AVIATION WEATHER(基礎編)第2-11章、2-11-3の雷雨の生涯には、積乱雲に関する

詳細な記述があり、一部抜粋すると次のとおり記述されている。

(1) 積雲段階 (Cumulus Stage)

雷雲の初期の段階は、必ず積雲であるから積雲段階という。発達段階といってもよい。この段階の主な特徴は、強い上昇気流である。上昇気流は地上付近から、雲中はもちろん、雲頂から上方数百mに及ぶ。上昇気流の強さは位置的にも時間的にも変化するようである。最も強い上昇気流は、この段階の後期に、かなり高い位置でおこる。その強さは、15m/sに達するのであろう。積雲は間もなく積乱雲に発達する。

この段階の初期は、雲の粒は至って小さいが、雲が上方へ伸びるに従い、発達して雨滴の大きさとなる。雨滴は氷点高度よりはるかに高い高度、例えば12,000m(40,000ft)の高度でも、上昇気流中に水滴(雨滴や雪片)のまま存在しているが、この段階では一般的に降水現象は起こらない。

(2) 成熟段階 (Mature Stage)

水滴や雪片が大きくなり、もはや上昇気流に支えきれなくなる段階である。この状態は、積雲段階で雲が氷点高度を超えて上方に伸びてから、10分ないし15分間くらい後におこる。積乱雲の雲頂は普通7,500m(25,000ft)から11,000m(37,000ft)くらいであるが、特別な場合は圏界面を突き抜け、15,000m(50,000ft)から18,000m(60,000ft)にも達する。雨滴は落下の途中、空気を引っ張って下降気流を起こす。

(3) 消散段階 (Dissipating Stage)

成熟段階を通じて下降気流は発達を続け、その区域は垂直方向にも水平方向にも拡大し、一方上昇気流は次第に弱まる。その結果、雷雨域内全体が下降気流の占めるとことなる。下降気流による加熱と乾燥により、雷雨現象は次第に弱まる。この段階のあいだ、雲の下層部はしばしば層状となり、頂上部は特徴のあるかなとこ (Anvil) 状を呈すようになる。しかしかなとこの発現は必ずしも雷雨消散を意味しない。

## 2.11.2 積乱雲周辺を飛行する場合のタービュランスに対する注意について

気象庁発行の航空気象ノート(第21号)、第3章3-2(積乱雲とタービュランス)によれば、積乱雲周辺を飛行する場合のタービュランスに対する注意に関し、次のとおり記述されている。

- (1) 積乱雲の上の40,000ft~45,000ftを飛行した報告によると、飛行距離の約10%余りでタービュランスを観測した。最も強いものは1G(重力加速度)を遙かに超え、航空機を危険にする程のものもあった。積乱雲の上方

は突然に上昇流が吹き上げてくることがあるので、雲頂高度の高い積乱雲の上を越えるのは危険である。

- (2) 積乱雲の平均の高さから 5,000 ft (約 1,500 m) までは、エコーの縁から少なくとも 1.5 mile 離れて飛ぶ必要がある。
- (3) 積乱雲の横側を飛行する場合、レーダー・エコー域の縁から 1.0 mile 以上離れても強いタービュランスに遭遇することがある。

### 2.11.3 セント・エルモの火について

セント・エルモの火について、航空気象用語事典（東京堂出版）には、次のとおり記述されている。

雷雨のときなどのように空中の電位傾度が大きいとき、飛行中の航空機の翼端等から起こる、かすかに燃えるような先端放電の一種で、氷晶、雨滴、砂塵が衝突して静電気が誘導されたときにも起こる。この放電は突起物が正負どちらの電極になっても起こるが、正極から出る場合は薄赤味を帯びて 5 cm 以上にも伸びるが、負極から出る場合は強い青味をもち 1 cm 以下である。

### 2.11.4 機上気象レーダーについて

- (1) 同機に装備された気象レーダーは、Turbulence Mode機能が追加されたBendix社製のRDR-4A Color Weather Radar Systemであった。

同機のAOR (Airplane Operation Reference) 3-15-7(Weather Radar)には、機上気象レーダーの機能及び運用に関する記述がある。(別添2)

- (2) 同社が編集し、(財)日本気象協会が取扱所として発行されているANA AVIATION WEATHER (応用編)のWeather Radar利用法には、チルト及び探知レンジの調整に関する説明があり、一部抜粋すると次のとおり記述されている。

チルトを上げすぎるとビームの中心は、Cb (積乱雲)の氷晶に向いてしまい、エコーは弱くなる(約1/5)ので最大探知レンジは短くなり、荒天域を探知し得ないこともある。この時は、チルトを少し下げる。

チルトを下げすぎると、ビームの中心は手前の地上に向けられ、これも又最大探知レンジを短縮してしまう。この時は地上エコーが過度に現れているのでチルトを少し上げる。

荒天域のエコーを回避する判断は、エコーが50 nm ~ 60 nm付近にある時に行わないと、近づくに従ってエコーが画面から消えてしまうことがある。

Cbが発達段階にあるときは、その雲頂高度は急速に高くなり、かなりの速度で移動する。チルトを一定にして飛行していると、近づくに従って、Cbはレーダービームの手前に入ってしまう、エコーは消えてしまい、回避

するのを忘れて、回避しようとしてもその位置が判明しなくなるので、エコーが消える以前にチルトを少し下げて、確実にそのCbを捕捉し、回避しなければならない。

- (3) 気象庁発行の航空気象ノート（第21号）、第3章3-7（レーダー情報の利用の基本）によれば、機上気象レーダー利用上の要点について、次のように記述されている。

#### 運航計画への利用

レーダーを装備した航空機は、積乱雲に接近しても機上レーダーを適切に利用すれば安全であり、飛行前に総合的に判断して運航計画をたてれば無駄な飛行をなくすることができるので経済運航に役立つ。

これに用いるにはレーダー・エコーの変化をもとに気象学的判断を加味する。理由は、積乱雲は変化が激しいので2～3時間以上先の個々の積乱雲の予知はできない。

#### 飛行中に積乱雲を回避するための利用

積乱雲を避けるため機上レーダーを有効に利用するには、先ずその欠点を知っていなければならない。主なものは、次のとおり。

- a 減衰が大きいので強い積乱雲が広い領域にわたって存在する場合に、エコー分布の全体を把握しにくい。しかし、レーダーを正しく用いることによりかなり補うことができる。
- b 雲頂高度は推定できないが、エコー強度と関係があるので、強いエコーの中および周辺に近寄らないことを実行すれば支障はない。

- (4) 社団法人日本航空操縦士協会出版の航空気象によれば、タービュランスとレーダーエコーについて、次のような記述がある。

エコーが最も強いのは最盛期なのに対し、上昇気流が最も強いのは積雲期の終わりから最盛期の始めにかけてであり、この間に僅かの時間のずれがあることや、複数のセルからできた積乱雲もあることにもよるが、レーダー・エコーは降水の強さであり、タービュランスは気流の乱れである。

しかし、複数のセルからできている一つの積乱雲に着目すれば、その中のエコー強度の最大値とタービュランスの強度の最大値との相関は良い筈で、実際にも現場で収集されたパイロット報告とレーダーエコーを統計したものには良い相関がある。

上昇気流が強いということは、雨粒が落下できないため、エコーは弱い。

（別添2参照）

### 2.11.5 タービュランス情報に関する機長等からの報告規定について

(1) 我が国の関係規定

航空法には、次のとおり規定されている。(抜粋)

航空法第76条第3項

機長は、(中略)その他の航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれがあると認められる国土交通省令で定める事態が発生したことを知ったときは、他からの通報により知ったときを除いて、国土交通省令で定めるところにより国土交通大臣にその旨を報告しなければならない。

航空法施行規則第166条の2

法第76条第3項の規定により機長が報告しなければならない事態は、次のとおりとする。

2 気流の擾乱その他の異常な気象状態

(2) 国際民間航空条約の関係規定

国際民間航空条約の第3付属書(国際標準及び勧告方式 - 国際航空のための気象業務)第5章には、国際航空路上を航行するすべての航空機が強いタービュランスや着氷等に遭遇した場合、特別航空機観測を行い、できる限り速やかに関係航空交通業務機関に報告すべきである旨が規定されている。

### 3 事実を認定した理由

#### 3.1 解析

##### 3.1.1 機体の動揺に関する解析

D F D R記録による機体の動揺等に関する解析結果は、次のとおりである。

(1) 事故当時の機体の動揺

D F D Rの記録によれば、01時24分35秒、気圧高度は39,000ft付近から急上昇し始め、同時に、垂直加速度がプラス側に急激な変化を開始している。その後、同24分51秒に至る16秒間に、気圧高度は約39,800ftに達し、垂直加速度にも顕著な変化が記録されている。同記録によれば、垂直加速度の最大値は、24分35秒時点でプラス側に約1.8G、24分51秒時点でマイナス側へ約0.3Gであった。

また、事故前における指示対気速度は264kt(マッハ0.845)程度であったが、同対気速度の急激な変化が、24分30秒過ぎから現れ、24分40秒の282kt(マッハ0.888)が最大で、24分50秒の244kt(マッハ0.791)を最小として徐々に回復し、その約2分後に元の巡航速度に戻っている。

さらに、同時間帯では、ピッチ角が+2.5°付近から急激に0°となり、再び+2.5°となる変化を示しており、同時に高度計の指示が約800ftも上昇している。なお、その直後に、エンジン4基のスロットル（燃料流量）が絞られ、高度が低下している最中にも、同様のピッチ角の変化が2回見られた。

一方、機首方位の変化は、約154°から約157°へ振れた程度で、横揺れの最大バンク角は、右バンク角約10°及び左バンク角約9°であった。

このことから、同機は、25分ごろFL390付近において、機体が激しく動揺したものと推定される。

## (2) 操縦操作による機体の動揺

激しい機体の動揺開始と同時に、APが揺れを打ち消すように追従し、揺れのピークに至った直後、24分53秒にAPがディスエンゲージされている。しかし、その後の操縦操作により、コラム及びホイールの操舵角が多少変動しているものの、垂直加速度の変動幅が減衰しており、操縦操作が機体の動揺増幅に関与した可能性はなかったものと考えられる。

(付図7及び8参照)

### 3.1.2 大気現象に関する解析

DFDR記録等による大気現象に関する解析結果は、次のとおりである。

#### (1) DFDRによる解析

DFDRの記録によれば、同機は24分35秒ごろまで機首方位を154°として、040°から17ktのほぼ一定した風を受けて巡航していた。また、24分35秒ごろから約1分間における同機の飛行姿勢は、機首方向が約3°、ピッチ角が約2.5°及び左右のバンク角が約10°程度の変化をしていた。

DFDRに記録された風のデータは、同機の姿勢に関係なく、IRS (Inertial Reference System) に内蔵されている加速度検出器の信号をもとに算出されたGS (Ground Speed: 対地速度) 情報と、ADC (Air Data Computer) のTAS (True Airspeed: 真対気速度) 情報との差から求められた風の水平方向の成分である。

これによると、同機は、24分35秒ごろから約1分間において、付図9に示すDFDRのデータどおり、水平方向の成分として、風向が080°~268°及び風速が9kt~31ktの範囲で刻々と急変する風を受けたものと推定される。なお、DFDRに記録された風のデータには、水平方向の成分しかないが、垂直方向の成分にも類似した乱れがあったものと考えられる。

また、同時間帯において、同機のDFDRに記録された外気温度 (SAT: Static Air Temperature) にも顕著な変化が認められ、急変前の外気温度が

約 - 53 でほぼ一定であったのに対し、急激に - 44 付近まで、約 10 も上昇している。このことから、同機は、それまで巡航中の外気温度よりも気温の高い気塊の中に、突然突入したものと推定される。さらに、気圧高度は、垂直加速度がプラス側の最大値を示す 24 分 35 秒ごろまで、ほぼ 39,000 ft と一定であったが、約 16 秒後の 24 分 51 秒に約 39,800 ft まで急上昇している。この時の同機の上昇率を推算すると約 3,000 ft/min であることから、事故当時、同機が動揺した場所には、強い上昇気流が存在し、そのため機体が一時的に姿勢を崩し、激しく上昇しながら動揺したものと考えられる。

これらから、同機は、急激な温度変化及び強い上昇気流を伴う大気現象が存在する空域に突入したものと推定される。

(付図 7 及び 9 参照)

## (2) 気象データによる解析

雲解析図と衛星画像における事故発生地点(付図 5 及び写真 3 の印で示すエリア)、及びその付近の北緯 10° ~ 20° 及び東経 140° ~ 150° で囲まれた空域を見ると、事故発生地点付近には、部分的に雲のないオープン・エリアもあるが、その南西及び東北東方向に、多重細胞型積乱雲が徐々に雲域を広げており、発達していることが観察される。

また、事故発生前の 01 時の衛星画像によると、航空路 A 597 が横断している同事故発生地点付近(走査時刻は 00 時 34 分ごろ)には、まだ雲は観察されないが、事故発生時刻の約 10 分後における同地点付近を捉えた 02 時の衛星画像(同地点付近の衛星による走査時刻は 01 時 34 分ごろ。)には、独立した直径約 20 km の積雲系の雲が観察される。

この雲の雲頂の測定温度は、気象庁のデータ解析によると約 - 52 であった。この測定温度から同雲の雲頂高度を推定するため、高度別の温度場に基づき作成された航空路断面図(付図 6)により、横軸の事故発生地点上方の同測定温度に対応する縦軸の大気圧を読むと、その値は、200 hPa 付近であった。

したがって、同雲の雲頂高度は、気圧 200 hPa に相当する気圧高度約 39,000 ft と推定され、同機の巡航高度とほぼ一致している。

(付図 5、6 及び写真 3 参照)

## (3) 運航乗務員等の口述に基づく解析

運航乗務員が 20 日 21 時 40 分ごろから受けた飛行前のブリーフィングにおいて、その時点で収集・使用可能な 21 時以前の静止気象衛星の雲画像、悪天予想図及びその他飛行予定経路上の気象データからは、機長が判断したように、雲域が広がっている北緯 20° 線上にある MONPI 付近までに、ある程度の揺れを予測することが限度で、2.11.4(3) に記述されたとおり、数時間

後の、しかも局地的な気象予測までは無理であったものと考えられる。

また、巡航中においては、管制機関及びACARSからのタービュランス情報は一切なく、機体が激しく動揺した当時の機上気象レーダーの確認について、ウエザー・モードで、チルトを $-3^{\circ}$ 、レンジを320nmにセットしていたが、コース上には何も映っておらず、また、それ以前の確認については、RICHH以降において何度もエコーの発見に注意をはらったと口述している。

しかし、RICHH以降の飛行経路付近には、2.6.3に記述したとおり、タービュランスに遭遇した強い上昇気流を伴った雲以外に、大規模な対流による積雲系の雲があり、所々に積乱雲が盛衰しており、また、グアムの最終進入付近には、レイン・シャワーを伴った雷雲（積乱雲）が存在していた。

これらのことからすれば、運航乗務員の口述どおり、飛行経路上に存在していた雲を、何らかの理由で発見できなかったことも考えられる。

一方、副操縦士から「コックピットの窓にセント・エルモの火が走った」旨の口述どおり、セント・エルモの火が走ったことについては、2.11.3から、近くに雷雲があったこと、又は、氷晶等が浮遊した気塊に突入したため、これら氷晶等との衝突により帯電したことで同機の機体周辺に電界が生じたため起きた可能性が考えられる。

さらに、数名の乗客から「窓の外に稲光らしき明かりを見た」との口述があったことについては、一般的に、雷光を伴う放電現象が発生するのは発達した積乱雲などの激しい風雨の中であることから、近くに雷雲が存在していた可能性が考えられる。

#### (4) 総合的考察

上記(1)及び(2)から総合的に考察すると、同機は、事故発生地点に存在した積雲系の雲と会合し、しかも、同雲の雲頂付近を飛行した際、同雲から吹き上げられていた激しい上昇気流に遭遇したものと推定される。

しかしながら、同機を16秒間に800ftも急上昇させた、事故発生地点付近に存在していた積雲系の雲については、2.11.1(1)の記述から判断すると、発達中の積乱雲であった可能性が考えられるが、毎時1回観測の衛星画像だけでは、同雲の盛衰の時期について明らかにすることはできなかった。

また、上記(3)について考察すると、飛行経路上に存在した雲が発見できなかったことについては、同機の機上気象レーダーが同雲を捕捉することに性能上の限界があった可能性、又は、同雲が捕捉されていたが表示されたエコーが小さすぎる等で監視が不十分となった可能性、さらには、2.11.4(4)に記述されているタービュランスの強い位置とレーダーエコーの強い位置との相関が悪かった可能性が考えられるが、その原因を明らかにできなかった。



いずれにしても、2.11.2及び2.11.4に記述されたように、飛行中において荒天域を事前に把握・探知し、タービュランスを回避するためには、同レーダーを積極的に活用することが極めて重要である。

### 3.1.3 乗客の負傷状況に関する解析

#### (1) 負傷者の発生

負傷者が発生したことについては、同便が深夜便であったため、シートベルトを外したままで複数の座席の肘かけを起こして横になったり、座ったままで仮眠していた者が多かったこと、また、シートベルト着用サインが消灯中であったため機内を移動中の者がいたことから、1名を除き、負傷者のほぼ全員がシートベルトを着用していなかったことが関与したものと推定される。

負傷者が発生するに至った状況としては、同機がタービュランスに遭遇した際、前方の化粧室前にいた乗客1名が、機体の動揺により転倒し、左足首付近の腓骨を骨折し、重傷を負ったものと推定される。また、主に機体後方部で、業務中のCA7名及び仮眠・移動中の乗客13名計20名が、頸椎捻挫等の軽傷を負ったものと推定される。

なお、乗客1名が重傷を負ったことについては、機体の動揺に加え、踵の高い足元が不安定な履物を履いていたことが関与したと推定される。

#### (2) 負傷状況の確認

機内において負傷者が発生した場合、負傷状況の確認をすることはCAの重要な業務である。

本事故において負傷者の中に骨折者がいたことが判明するまでに時間を要したことについては、担当のCAが負傷者の状況確認及び負傷者本人の状況説明から捻挫と判断し、負傷者もその当時は同様の判断をしていたことから、やむを得なかったものと考えられる。

また、CAにおいては、機内における負傷状況の確認及び手当等を着陸までの短時間に行わなければならなかったこと、さらに、現地同支店においては、同機のタービュランス遭遇及び負傷者の発生に関する報告を受けたのが、同機がスポットに駐機後であったことから、この時点までに負傷程度の再確認をする等、慎重な対応が必要との認識をする時間的な余裕がなかったものと考えられる。

しかしながら、本事故の場合のように、機体が激しく動揺したことにより発生した負傷であることを考えれば、単なる打撲や捻挫程度であっても、後に予見できない症状が表れることをふまえ、負傷者のケアを適切に行うことが必要である。

### (3) 機上から地上への状況報告

機長は、C Aから乗客の負傷状況及び機内の破損状況に関する報告を受けたのが、着陸10分前ごろの着陸準備で多忙な時間帯であったことから、カンパニー・レポート等を後回しにする判断をしたと口述している。

しかし、当時、機内の状況を地上へ伝達する方法としては、タービュランス遭遇時には既にグアム・センターと交信が可能であり、それ以外にもカンパニー無線で同社のグアム支店へ直接連絡することも可能であった。

したがって、乗客の詳細な負傷程度が確認できないまでも負傷者の発生を知り得た時点で、副操縦士に指示して、知り得た状況を速やかに地上へ報告すべきであったものと考えられる。

## 4 原因

本事故は、同機が上昇気流を伴った雲の雲頂付近を飛行した際、タービュランスに遭遇し、機体が激しく動揺したため、乗客1名が重傷、乗客13名及び客室乗務員7名計20名が軽傷を負ったことによるものと推定される。

なお、乗客1名が重傷を負ったことについては、足元が不安定な履物を履いていたことが関与したと推定される。

## 5 所見

### 5.1 機上気象レーダー装置の活用

本事故において、同機は機上気象レーダーを搭載していたが、タービュランスを回避することができなかった。しかし、盛衰の激しい積乱雲等を回避するためには、同レーダーによる監視が重要な手段であることには何ら変わりがないと考えられるので、今後とも、飛行中において、飛行前に収集した気象データに加え、同レーダーを積極的に活用し、前方を監視する必要がある。

### 5.2 シートベルト着用の推進

運航中の航空機は、タービュランスに遭遇するなど、不意に機体が激しく動揺することがある。

平成11年3月、乱気流による事故防止に関し、航空事故調査委員会（当時）は、運航中の航空機におけるシートベルト常時着用の促進について建議し、運輸省（当

時) から社団法人全日本航空事業連合会を通じ各運航会社に対し、航空旅客のシートベルト常時着用の促進等について、対応策を出したところであるが、運航中におけるシートベルト着用に関しては、より一層確実に行われるよう、さらなる乗客の意識向上を図る必要がある。

### 5.3 タービュランス情報の報告及び活用促進

タービュランス事故の防止のため、飛行中に観測されたタービュランス情報の有効活用は、極めて重要である。

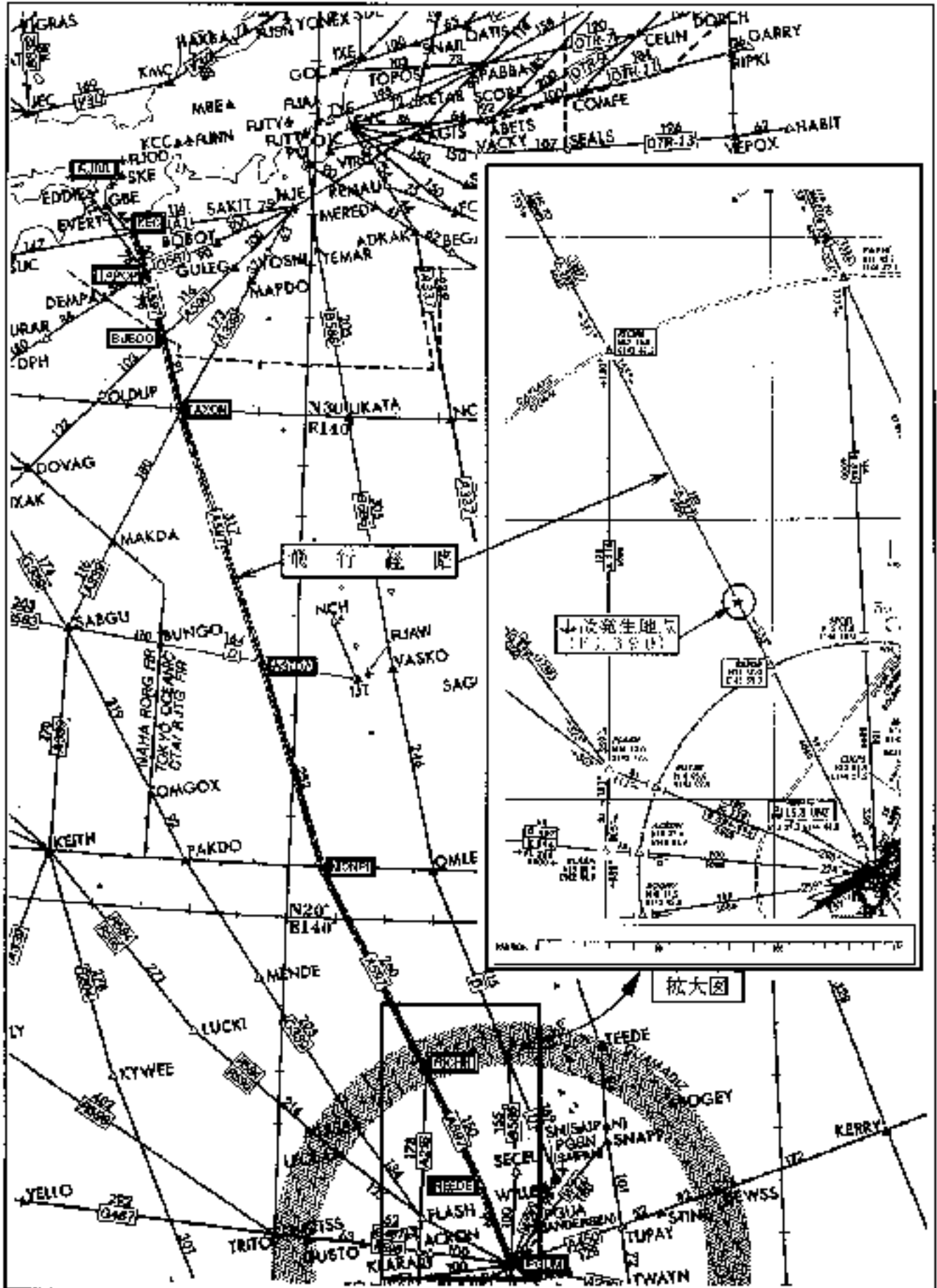
そのため、運航会社は、航空法及び国際民間航空条約第3付属書等の関係規定に基づき、同情報の管制機関に対する迅速かつ確実な報告の励行、及び航空会社間の共有化を促進する必要がある。

## 6 参考事項

本事故に関し、全日本空輸株式会社が講じた主な措置は、以下のとおりである。

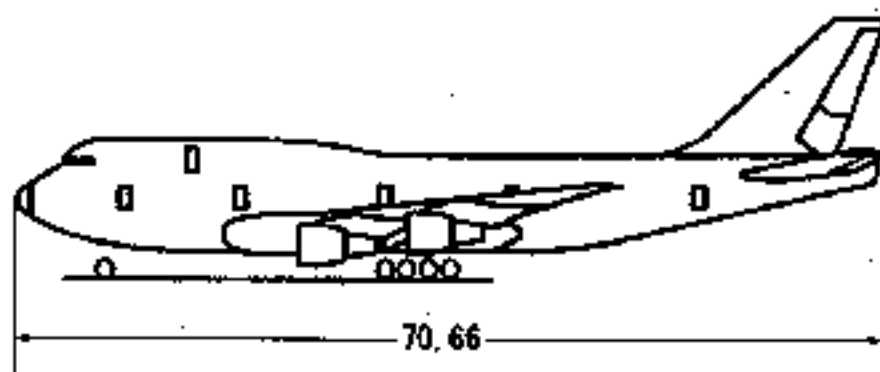
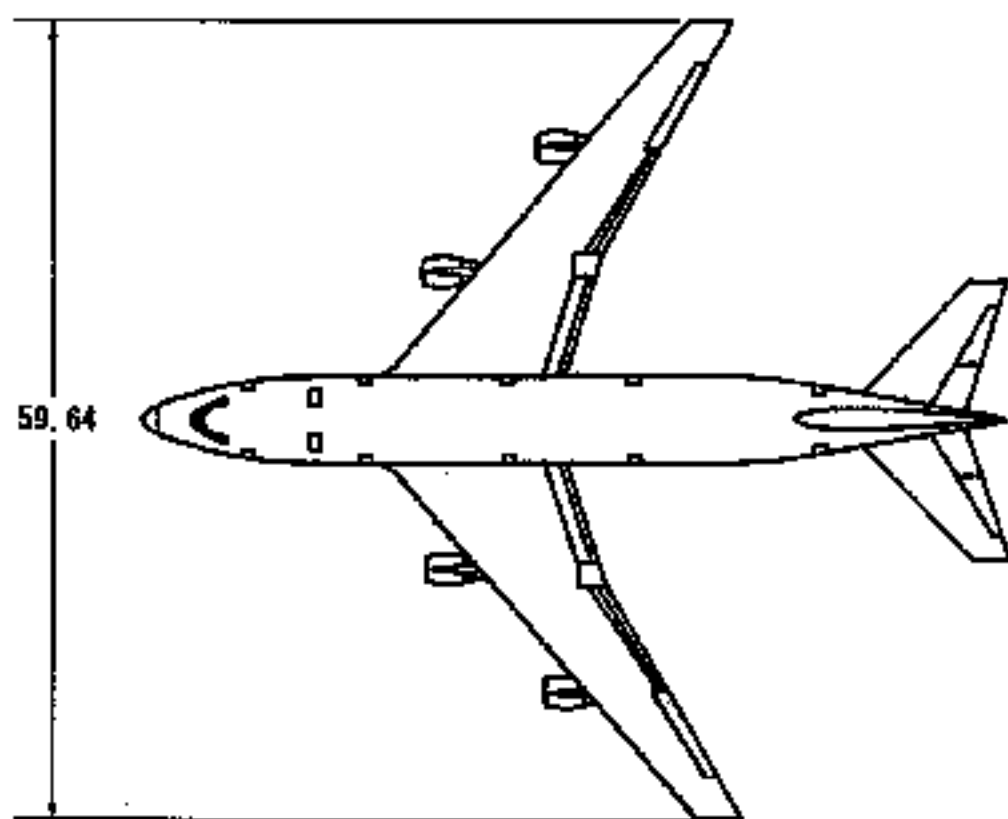
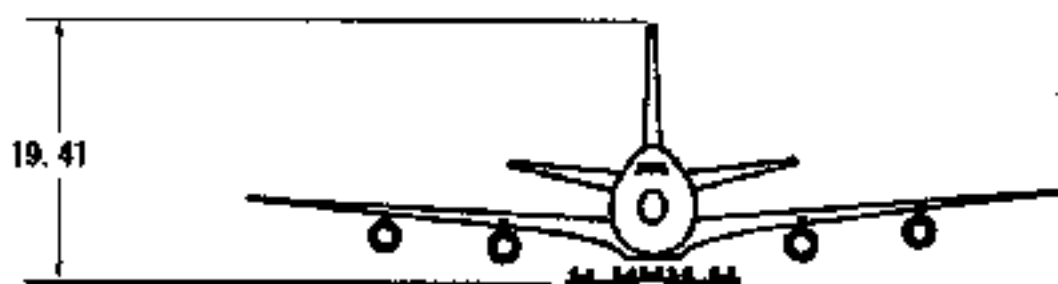
- (1) 平成13年5月21日、客室乗務員に対し、速報として「SAFETY NEWS」及び業務連絡で、当該事件事例を紹介及び旅客に対するシートベルト常時着用のさらなる促進を周知。
- (2) 平成13年8月3日、運航乗務員に対し、タービュランスに対するシートベルト着用指示及び対応に関する以下の事項について、「FLIGHT SAFETY NEWS」を発行し周知。
  - タービュランスが予期される時の着用、及びシートベルト・サイン消灯時における常時着用について、機長による機内アナウンスの実施
  - モデレート以上のタービュランス遭遇時の管制機関への連絡
  - シートベルト・サイン点灯の判断及び機上気象レーダーの適切な操作
- (3) 平成13年8月10日より約1ヶ月間、ヘッドレストカバーに「シートベルト常時着用」の表示及び機内アナウンスの強化等のキャンペーンを実施。
- (4) 平成14年2月18日、これまでの航空事故等の危機管理規程類を全面的に改定し、運航中に負傷者が発生した場合、航空事故としての扱いが不明な段階を含む発動体制を構築すること、及び本部対応体制が確立するまでの間における海外基地を含む各基地の初動対応体制の充実を図ること、などの体制強化を明確にした「Emergency Response Manual」を制定。

付図 1 推定飛行経路図

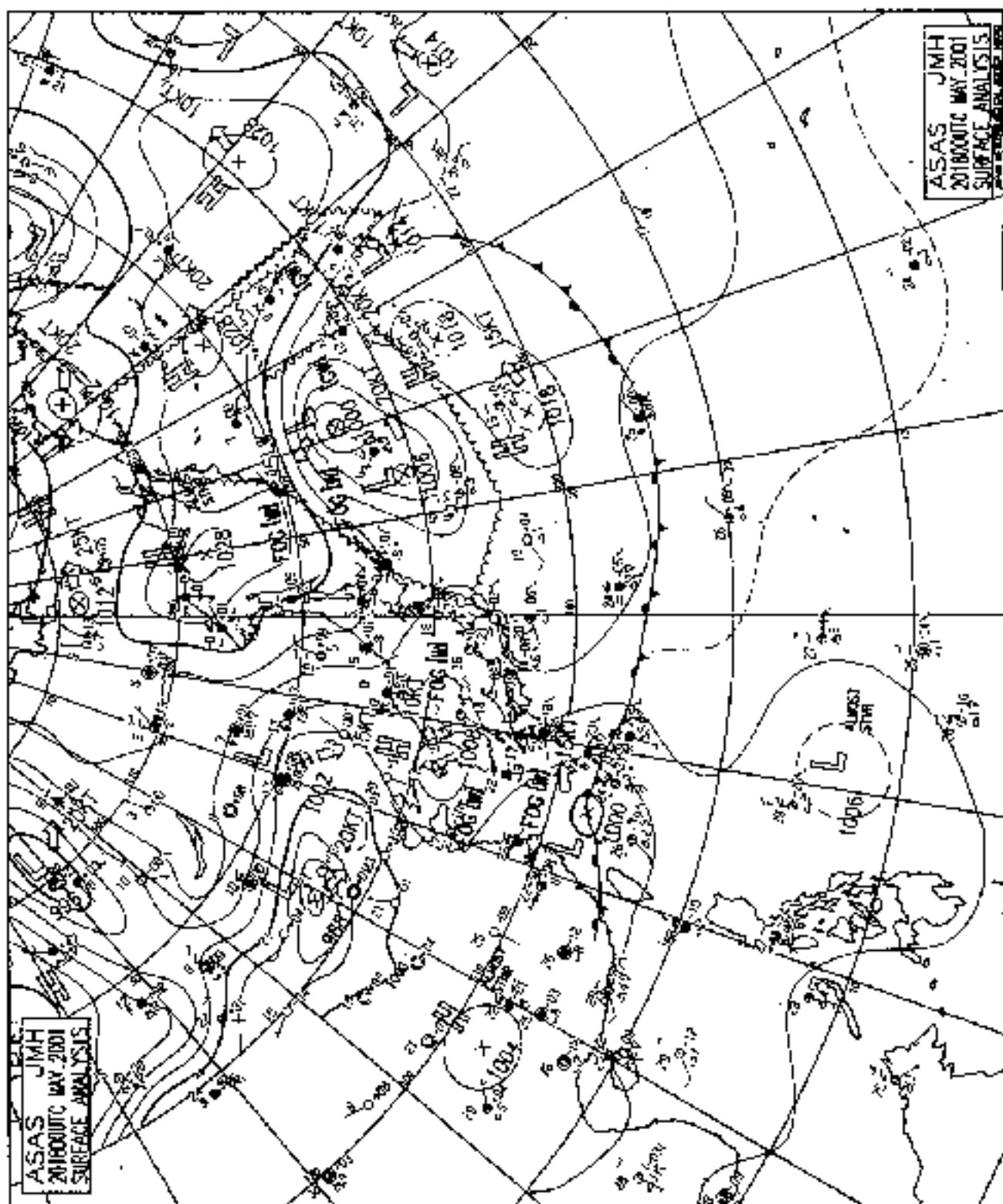


付図2 ボーイング式747-400D型  
三面図

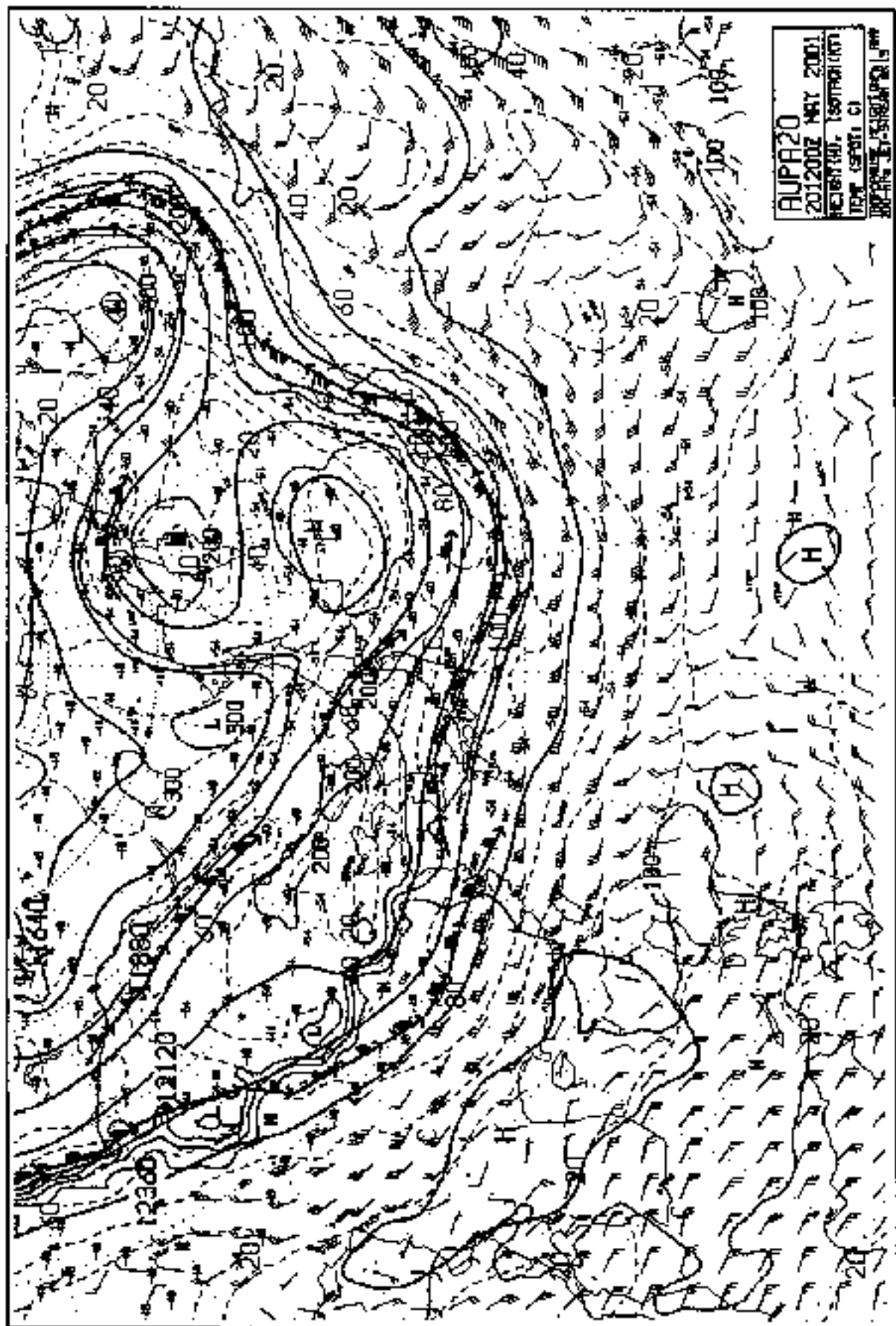
単位：m



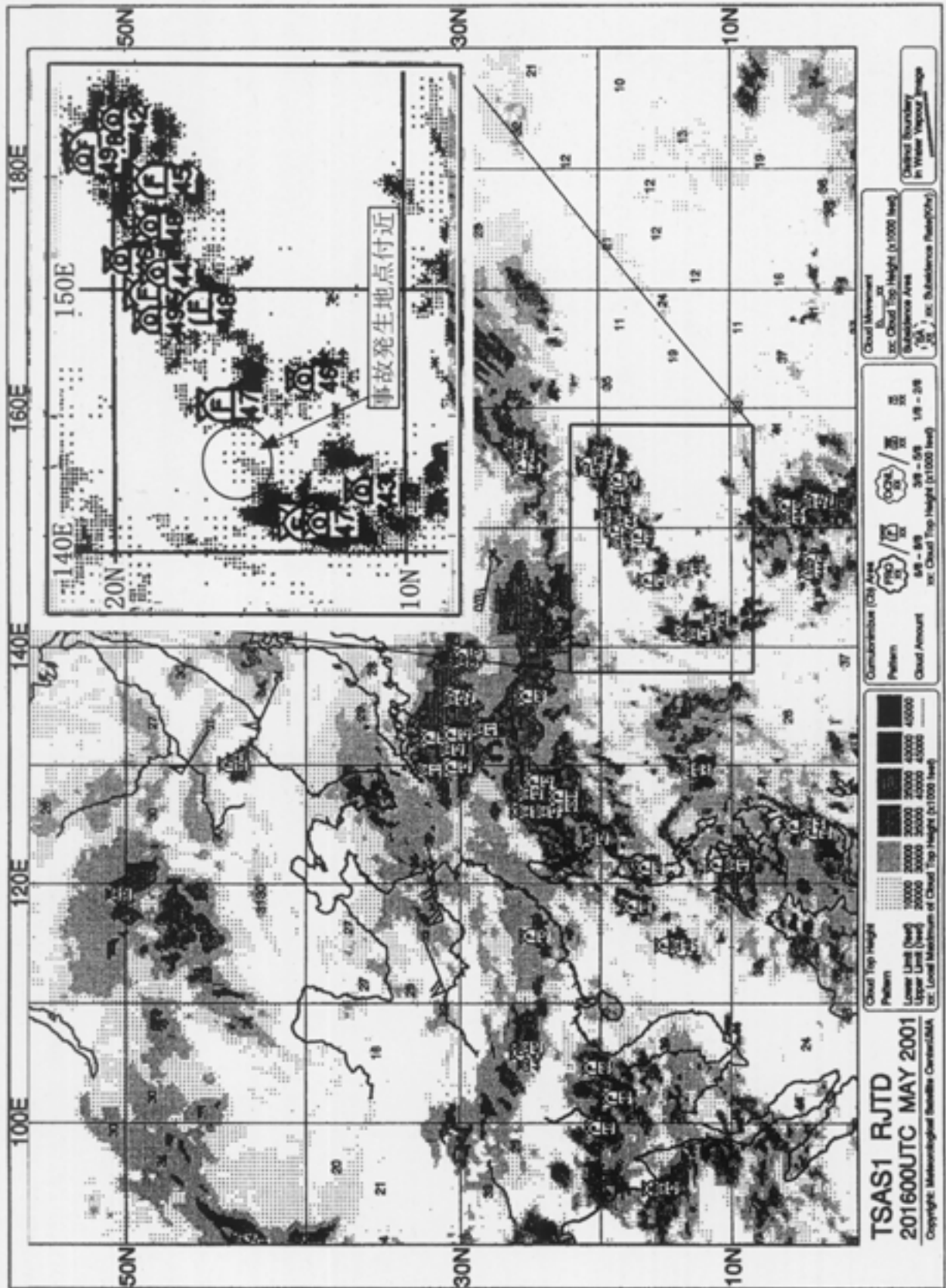
付图 3 地上天气图



付図4 アジア太平洋200hPa高度・  
気温・風・圏界面図

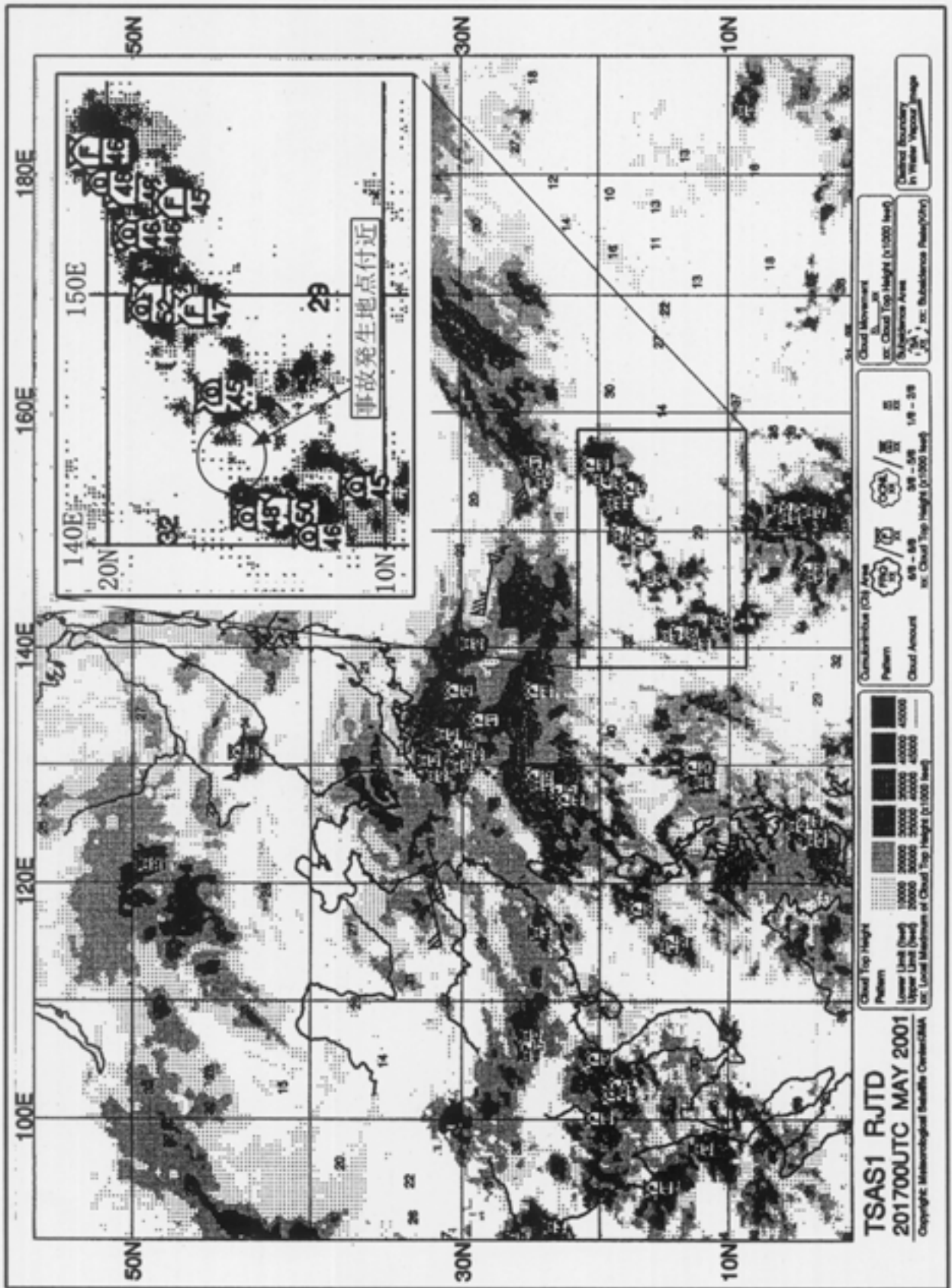


付図5-1 広域雲解析情報図(21日1時)

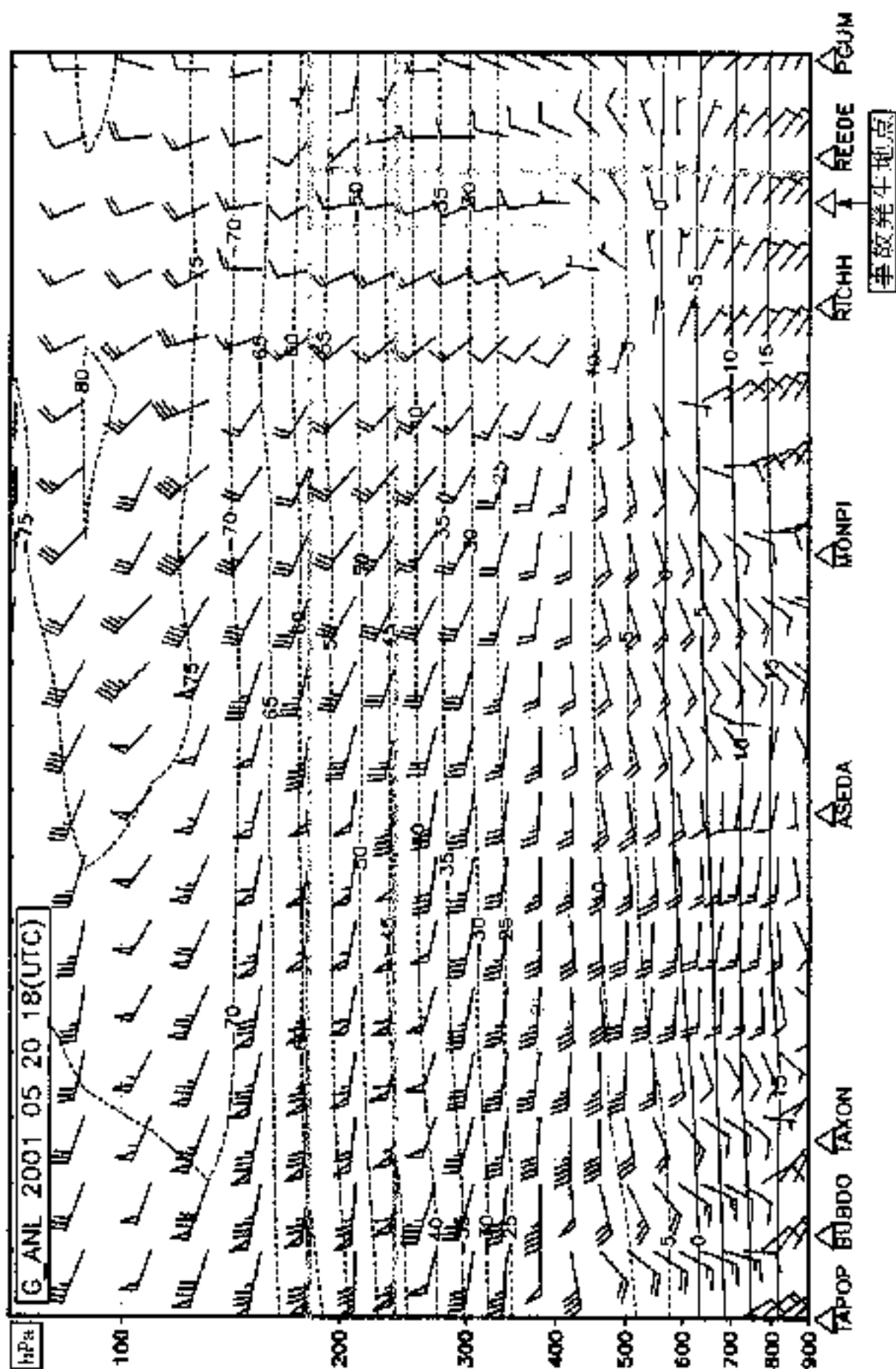




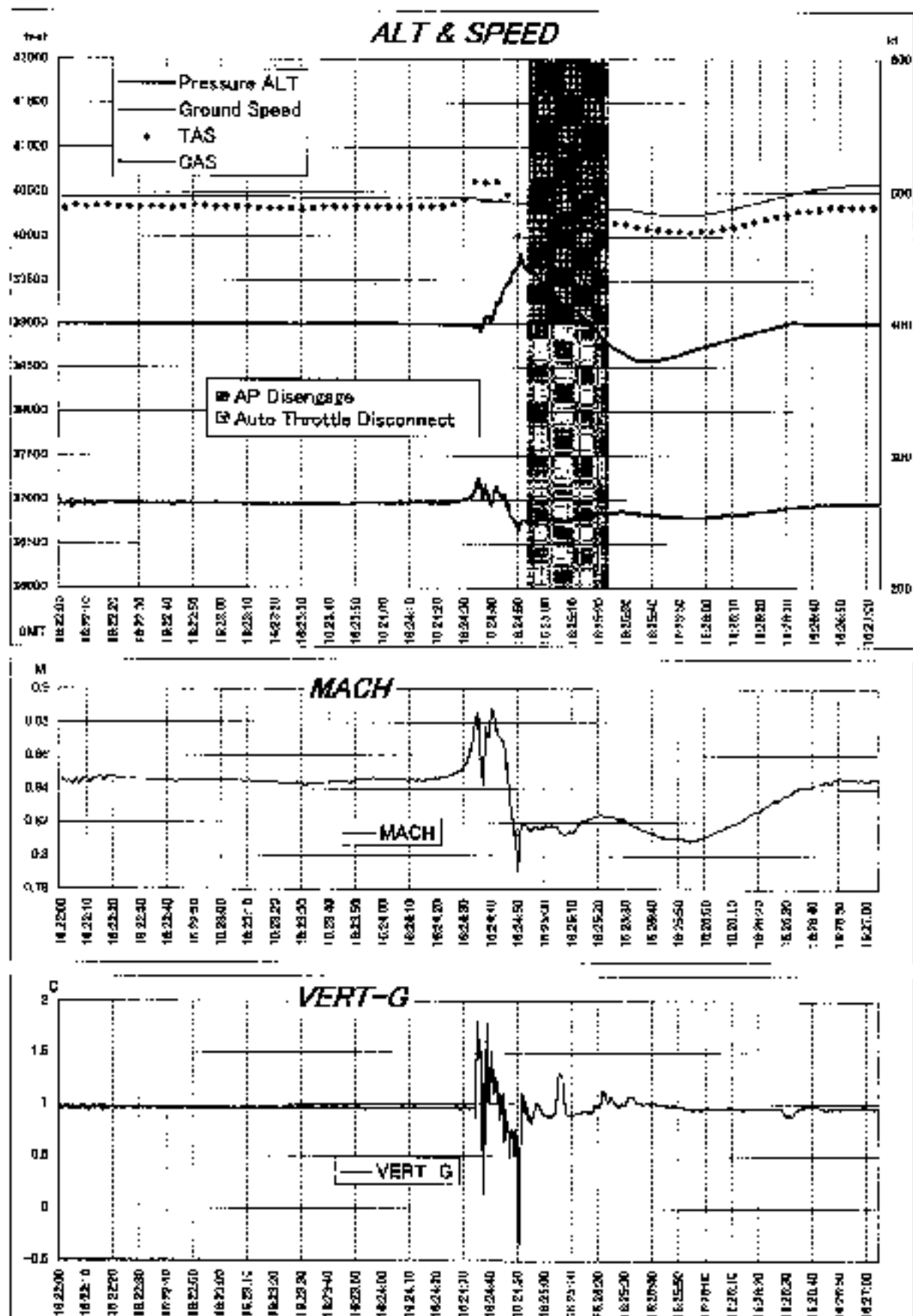
付図 5 - 2 広域雲解析情報図 (21日2時)



付図6 航空路各断面図  
 (航空路A597/位置通報点TAPOP~グアム国際空港)

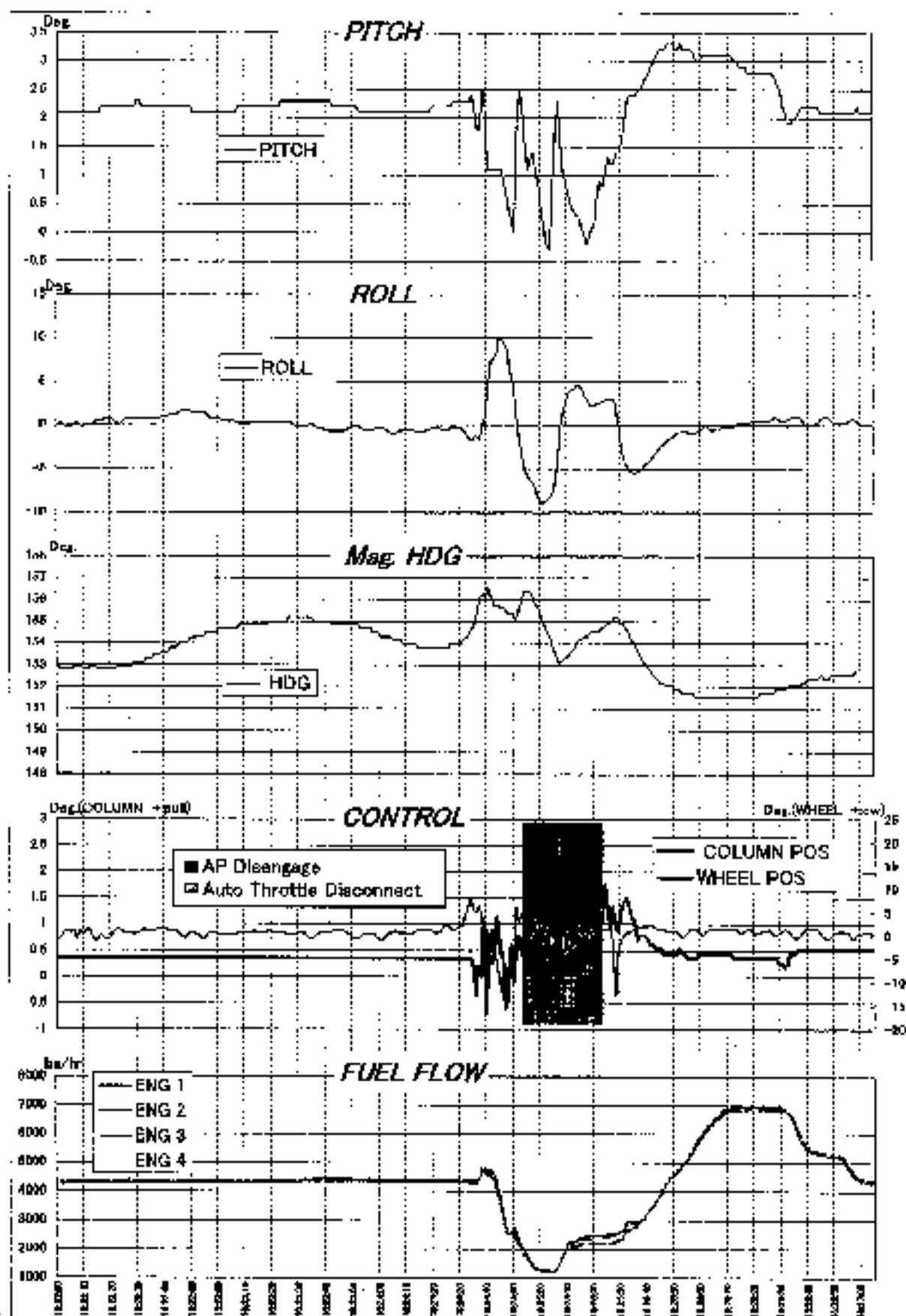


付図7 D F D R の記録(機体の動揺関係)  
 高度、機速及び垂直加速度

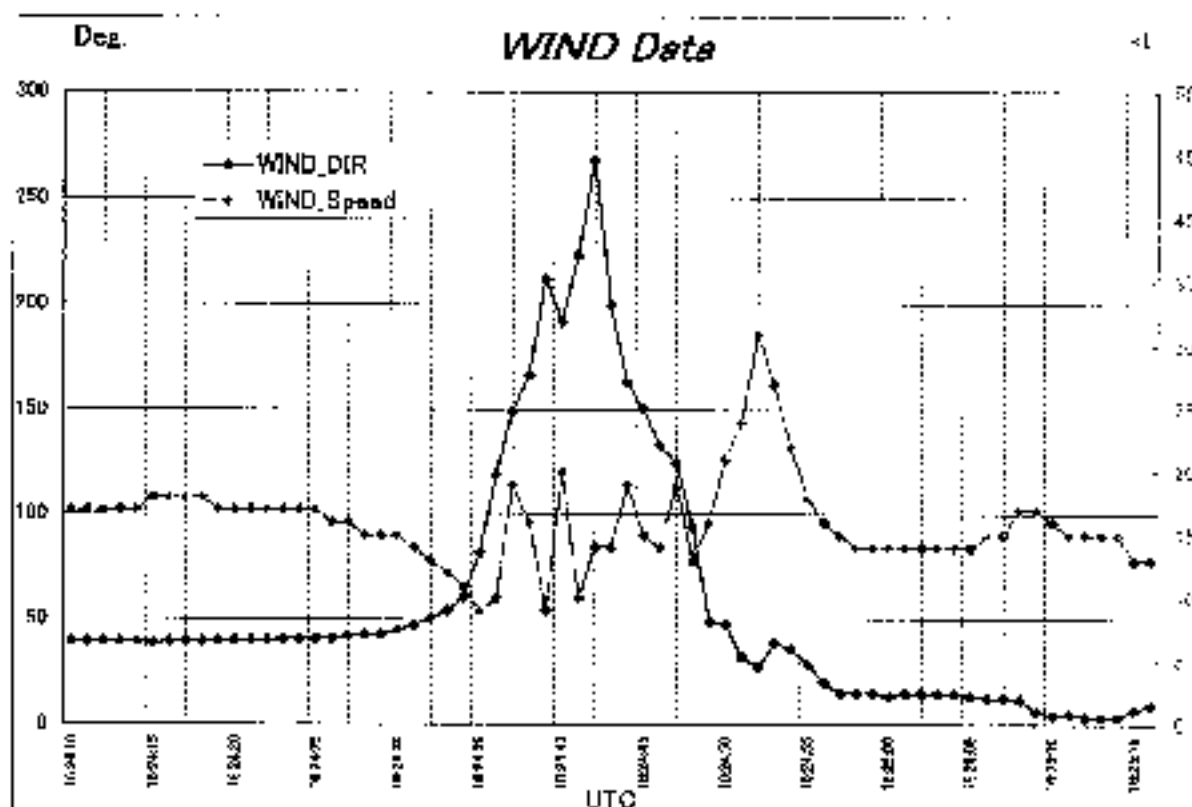


# 付図8 DFDRの記録 (操縦関係)

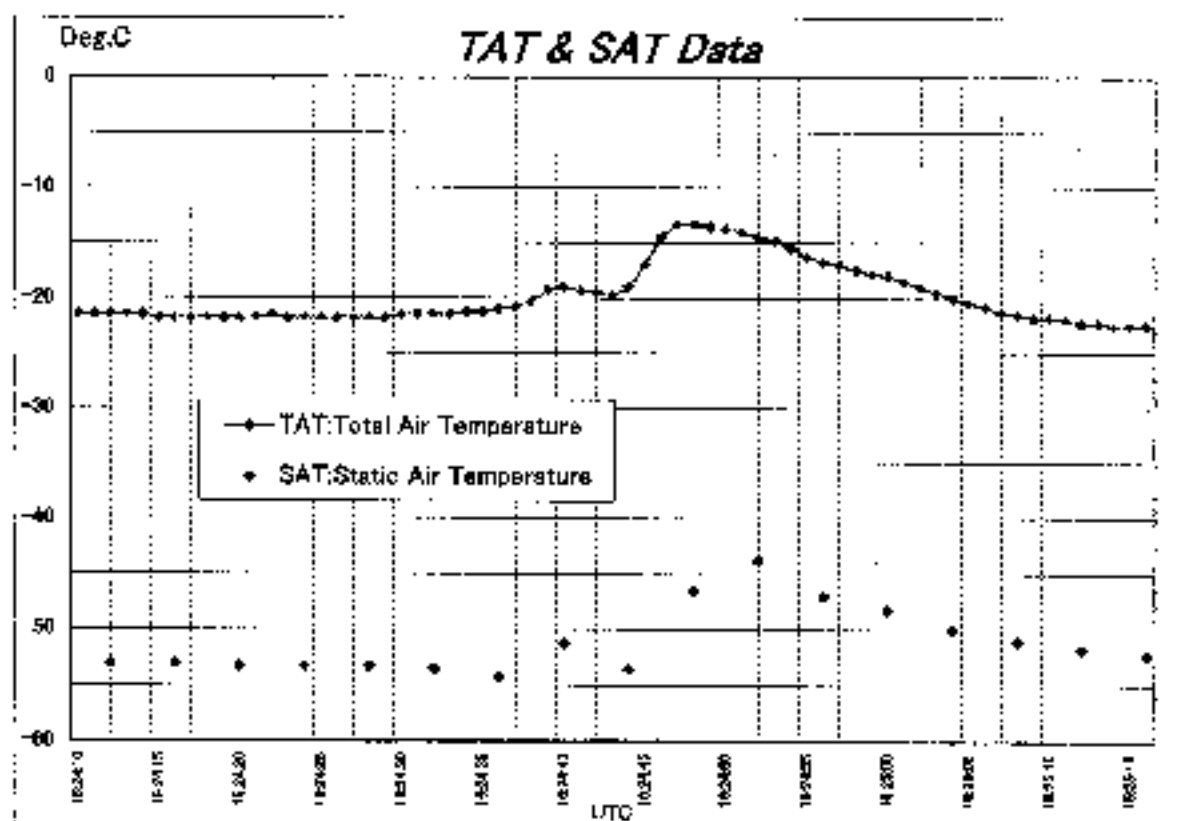
縦・横・俯仰れ及び操縦操作



付図9 DFDRの記録  
(外気温及び風の変化関係)



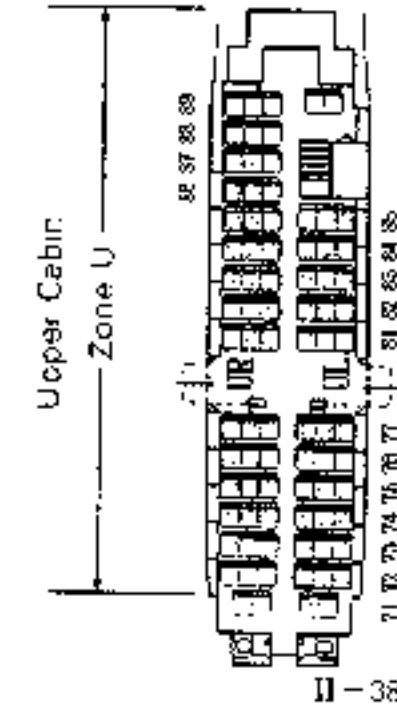
注：このウィンド・データは、GSとTASとの差から求められた水平方向の成分である。



付図 10 事故発生当初の負傷者位置図

乗客	乗務員	乗客	乗務員
●	■	○	□
C A	無し	★	無し

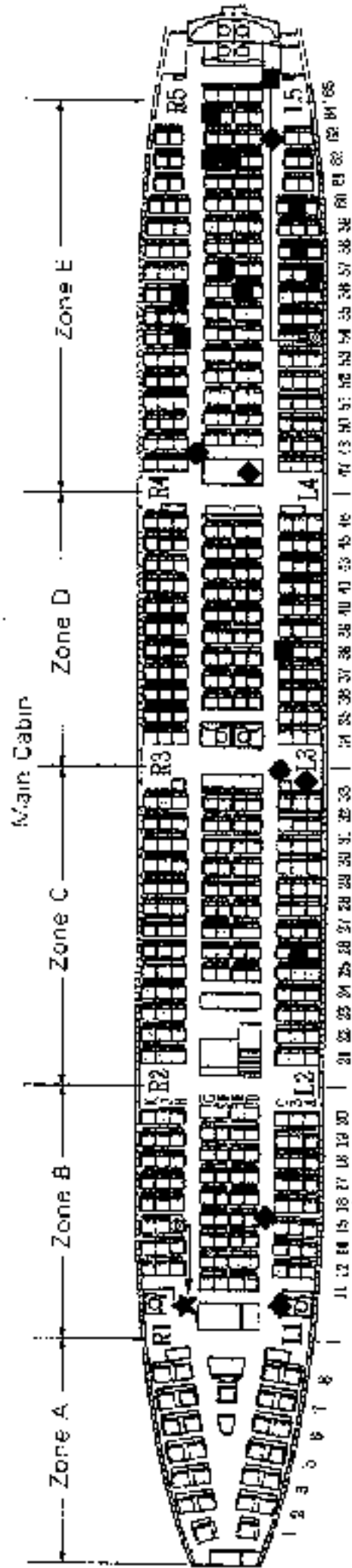
◎ 当該乗客の座席位置



注1：乗務員の足跡 (ICAO ANNEX 13 より抜粋)

1. 負傷した日から7日以内に48時間を超える入院加療を要するもの
2. 骨折 (損傷) 又は骨の単純骨折を除く
3. 大出血又は神経、筋骨格もしくは臓器の障害を生じさせた裂傷のあるもの
4. 2～9度の火傷、又は皮膚表面の5%以上の火傷 (以下省略)

注2：乗客は、当該航空会社に危険相談があった場合に對し、当該乗客が乗務員調査した。



569 Seat Configuration

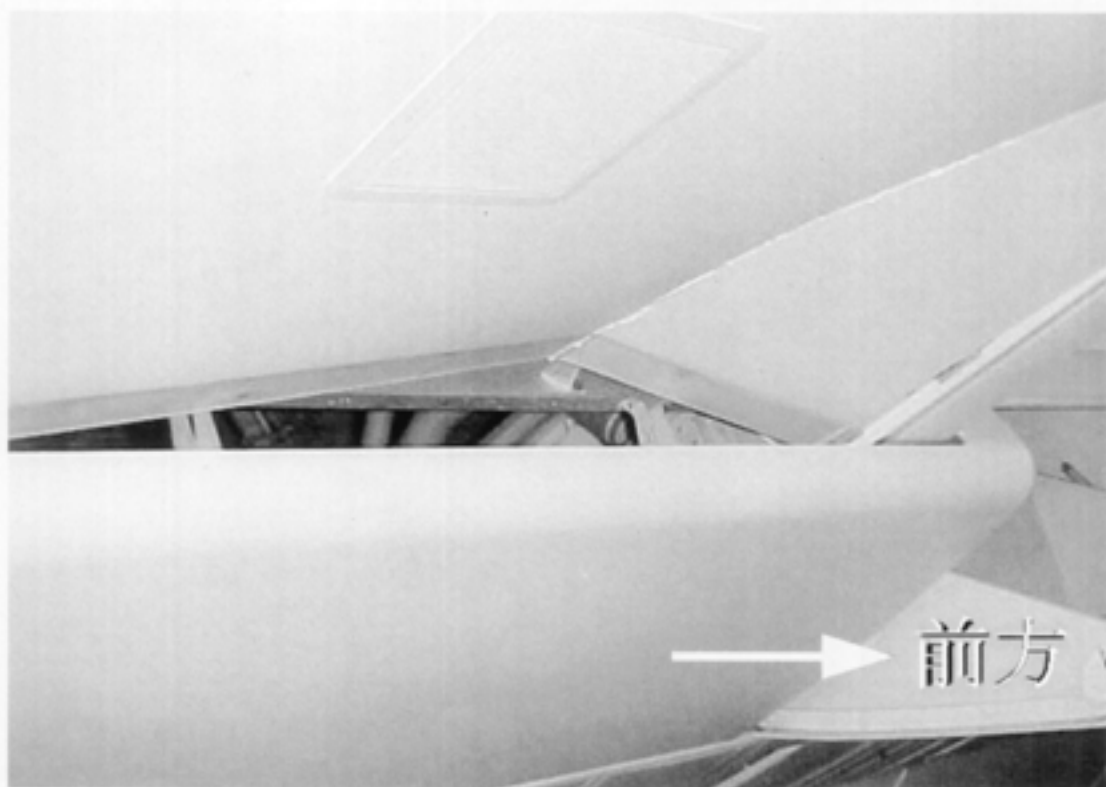
写真 1 破損した肘かけ

(座席38Cの右)

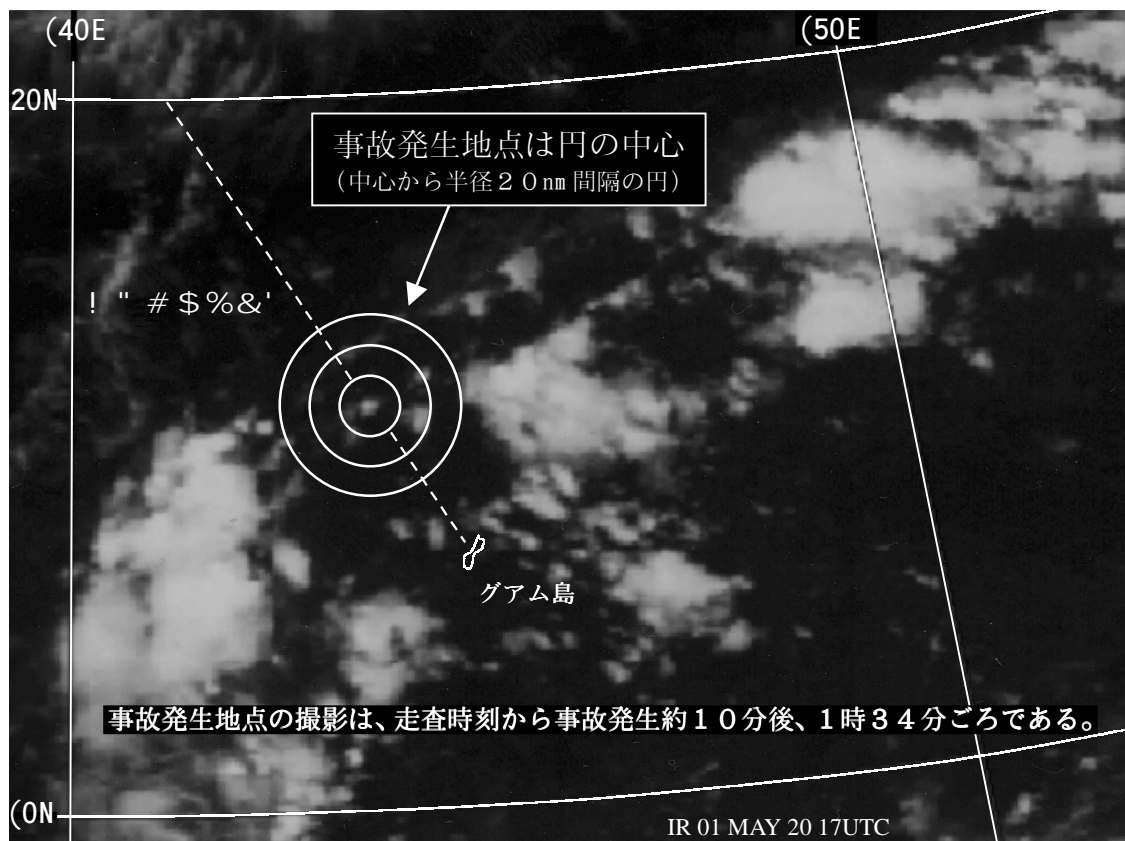


写真 2 破損した天井パネル

(メイン・デッキ最後部R 5付近)



### 写真3 静止気象衛星の雲画像





# 別添 I Turbulence 強度判定基準

(OMの Supplement より)

Turbulenceの強度	略 号	機 体 の 動 き	機 内 の 動 き	機内サービス
LIGHT MINUS	LOT -	高度および/または姿勢 (PITCH, ROLL, YAW) に基づいて不規則な変化が一時的に生じる。	搭乗者は座席ベルトまたはショルダハーネスに多少締めつけられるように感じることがある。回頭されていない物は多少動くことがある。歩行は支障ない。	支障なく前進できる。 売席可能であるが、特に熱い飲食物の提供には注意を要する。 突如には非常に狂気を醸し、一時的ではあるが、サービスの内容や方法を変更したり見合わせることもある。
LIGHT	LOT			
LIGHT PLUS	LOT +	残さが違うだけで、LIGHT TURBULENCEと同様である。高度および/または姿勢の振動は生じるが、常時、機体のコントロールは可能である。通常指示対気速度に変動を生じることが多い。	搭乗者は、座席ベルトまたはショルダハーネスにかたまり締めつけられるように感じる。回頭されていない物は移動する。歩行は困難である。	実施は困難
MODERATE	MOD			
SEVERE	SEV	高度および/または姿勢に大きく急激な変化が生じる。通常指示対気速度に大きな変動を生じることが多い。機体のコントロールが一時的に不能になることがある。	搭乗者は、座席ベルトまたはショルダハーネスに激しく押しつけられる。回頭されていない物は、ほろり上げられる。歩行は不可能である。	実施は不可能
EXTREME	EXT	機が激しく上下し、コントロールがほとんど不可能となる。機体構造に損傷を生じることがある。		

## 別添 2 機上気象レーダーの機能及び運用

(AOKより抜粋)

### B747-400 AIRPLANE OPERATIONS REFERENCE

#### 2-15-7 WEATHER RADAR

##### 1. 概要 (4) (4)

##### 2. Weather Radar Control

一般的 Weather Radar 機能は radar 制御パネルで設定し、その機能は radar 制御パネルの表示で確認する。

したがって、機上気象レーダーの表示を確認する際には radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

- 機上気象レーダーの表示を確認する際には radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。
- Clear on Turbulence 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。
- Weather Mode 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。
- Turbulence 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。
- 機上気象レーダーの表示を確認する際には radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

機上気象レーダーの表示を確認する際には radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

##### 3. Weather Radar Mode Selection

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

機上気象レーダー	機上気象レーダー
1000/1000	1000/1000
1000/1000	1000/1000
1000/1000	1000/1000
1000/1000	1000/1000

機上気象レーダー	機上気象レーダー
1000/1000	1000/1000
1000/1000	1000/1000
1000/1000	1000/1000
1000/1000	1000/1000

機上気象レーダーの表示を確認する際には radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

##### 4. Weather Radar Mode Selection

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

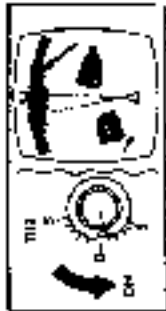
Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。



Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Weather Radar	Weather Radar
1000/1000	1000/1000
1000/1000	1000/1000
1000/1000	1000/1000
1000/1000	1000/1000

Weather Radar 機能は radar 制御パネルの Weather Radar Control Panel 上の表示を確認する。

Alt Code	TR Control
1	Display of the Audio Queue Enter to stop the display A, Z Screen on/Off
16000H	UP 5 +T 0
12000H	UP Z +T 0
6000H	UP J T +T 0

VRX Mode では Audio Queue T. Echo の制御は必ず  
The Control の T が 0 になります。

• Landing : 最初の TR Control は 16000H になります。

## B. Weather Mode/Turbulence Mode

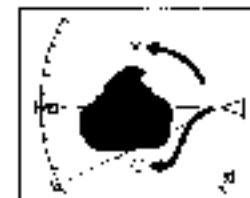
Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode & Game Controller Auto Positioning. 詳細は 5.3.1. 16000H の TR Control は  
16000H になります。VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning

した上で、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning

Game Controller Auto Positioning Set される。Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning



VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning



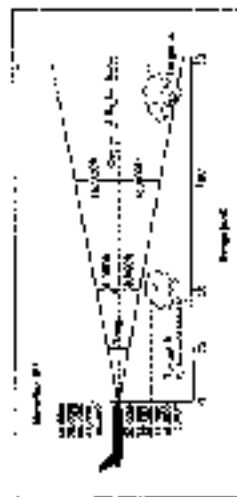
この図は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning



この図は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning

この図は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning

この図は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning



Turbulence Mode : VRX/Turbulence

VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning

VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning

VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning

VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning

VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning

VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning  
は、VRX/Turb Mode には、Roll/Az. Ctrl. via. VRX/Turb Mode と Game Controller Auto Positioning